

발간등록번호

11-15430000-001177-01

# 배추 수급 안정화를 위한 배추저장 및 소규모 절임배추 생산 현장 적용기술 개발

Development of Storage and On-site Salted Cabbage Production  
Technology for Stabilization of Supply Chain of Kimchi Cabbage

2015. 12.

연구수행기관  
한국식품연구원

농림축산식품부



# 제 출 문

농림수산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “배추 수급 안정화를 위한 배추 저장 및 소규모 절임배추 생산 현장 적용기술 개발” 과제의 보고서로 제출합니다.

2015년 12월 일

주관연구기관명 : 한국식품연구원  
주관연구책임자 : 구 경 형  
세부 I 연구기관: 한국식품연구원  
세부연구구책임자: 구 경 형  
세부 II 연구기관: 한국식품연구원  
세부연구책임자 : 정 문 철  
협동연구기관 I : CJ 제일제당  
협동연구책임자 : 정 지 원  
협동연구기관 II : 경북대학교  
협동연구책임자 : 정 신 교  
협동연구기관 III : 화원농협  
협동연구책임자 : 정 재 경



# 요 약 문

## I. 제 목

배추 수급 안정화를 위한 배추 저장 및 소규모 절임배추 생산 현장 적용 기술 개발

제 1 세부 : 소규모 절임배추 생산 공정 표준화 (한국식품연구원)

제 2 세부 : 배추의 현장 적용형 작형별 저장 기술 개발 (한국식품연구원)

제 3 협동 : 산업적 규모의 현장 저장 시험(세부-1, 세부-2와 연계하여 과제 수행, 회원농협)

제 1 협동 : 배추의 현장 적용형 저장 장해 제어 기술 개발(CJ 제일제당)

제 2 협동 : 신선편이 배추 저장 기술 개발(경북대학교)

## II. 연구성과 목표 대비 실적

성과목표	사업화지표								연구기반지표							
	지식 재산권		기술이전	사업화				기술인증	학술성과		교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타 (타 연구용 등)	
	출원	등록		제품화	기술창업	매출창출	고용창출		투자유치	논문			학술발표	정책 활용		홍보 전시
			SCI					비 SCI								
최종목표	6	6	3	1					6	7	2	6	2	2	6	
연구기간 내 달성실적	7	4	2						1(2)	5	11	4	5	1	6	
달성율(%)	100	66 (100)	67	0					16 (50)	71	100	67	100	100	100	

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

- 배추 수급 안정화를 위한 작형별 현장 적용형 저장 기술 개발
- 저장기간 연장: 봄배추 60일 이상, 가을·월동 배추 90일 이상: 일반 저장 대비 신기술 적용 1.3배 저장성 연장

### 제 1세부 : 소규모 절임배추 생산 공정 표준화

- 국내 절임배추 제조업체는 농협 김치 가공 공장, 일반 김치 제조업체 뿐 아니라 소규모

영세기업이나 일반 농가에서 절임배추를 제조 판매하고 있어 절임 배추 전반에 걸쳐 위생 관리와 품질 유지가 어려움. 특히 절임배추 생산지인 괴산군의 경우 절임배추 생산 참여 농가 900호(작업장 140개)는 농가 부업형 배추 절임시설을 갖추고 비닐하우스 형태의 열악한 시설에서 작업을 하고 있음.

- 2014년 절임배추 위생기준이 연구 완료 KS규격 제정을 두고 있으나 강제성이 없어 실제로는 잘 지켜지지 않아 소비자의 불만이 많음. 특히 소규모 절임 농가형 절임 배추 제조를 위해서는 절임배추의 품질, 표준화된 절임 배추 생산기술 개발을 통한 매뉴얼 개발과 보급이 필요함.
- 특히 배추 저장 기술과 함께 절임 배추 저장 기술 개발로 배추 공급 기간 연장, 연구 능력이 부족한 소규모 절임 배추 제조업체를 위한 절임배추 공정 단계, 절임수 처리, 절임 배추의 저장/유통 조건 등 전체적인 연구가 필요함.

## 제 2세부 :배추의 현장 적용형 작형별 저장 기술 개발

### 제 3협동: 산업적 규모의 현장 저장 시험

- 배추는 일반 가정, 급식 및 상품 김치 시장에 80% 이상 사용하고 있으며 국민 식생활과 직결되고 있어 배추 수급 조절이 소비자 물가 지수에 큰 영향을 줌. 그러나 현재 배추 과잉생산시 정부에서 산지 폐기를 권장하여 과잉 공급물량을 해소하고 있거나, 공급 물량이 부족할 경우 중국에서 수입을 해서 수급 조절을 하고 있고, 또 지구 온난화 등의 영향으로 단수 변동 폭이 커져 배추 공급 불안정성이 더욱 확대되고 있어 근본적인 대책이 필요함.
- 현재 배추의 산지 저장 가능 기간은 월동배추는 3-4개월, 봄배추 2개월, 고랭지 배추 1개월로 실제 산지 저장 비율은 낮은 수준임. 산지에서 절임배추 또는 김치 가공 공장을 운영하는 업체의 경우 안정적인 원료 확보가 요구되고 있으나 산지 저장 비율이 대단히 낮음.
- 배추의 수급 안정화를 위해서는 산지에서 출하 조절이 가능한 충분한 저장 시설과 일관 저온 물류 체계 확립 및 산지에서 가공 비율을 높이는 전략이 요구됨. 현장형 월동배추 3개월이상 봄배추 2개월 이상 저장 할 수 있는 기술이 요구됨.

### 제 1협동 : 배추의 현장 적용형 저장 장해 제어 기술 개발

- 작형별 배추의 가격 변동봄배추 출하기 가격이 낮은 반면 고랭지 배추 출하기에는 가격이

높고, 여름 배추의 가격은 20% 이상의 가격 변동이 있다. 배추는 일반 가정, 급식 및 상품 김치 시장에 80% 이상 사용하고 있으며 국민 식생활과 직결되고 있어 배추 수급 조절이 소비자 물가 지수에 큰 영향을 줌. 공급 물량이 부족할 경우 중국에서 수입해서 수급 조절을 하고 있고, 또 지구 온난화 등의 영향으로 단수 변동 폭이 커져 배추 공급 불안정성이 더욱 확대되고 있어 근본적인 대책이 필요함. 배추 현장 저장시 장해 원인이 되는 깨씨무늬 병 등 저장 장해 특성을 조사하여 저장성을 연장하는 기술이 요구됨.

### 제 2협동 : 신선편이 배추 저장 기술 개발

- 신선편이식품의 주요 품질저하현상의 원인인 갈변현상은 소비자의 구매행위의 선택기준이며, 유통 중 폐기율 발생의 주요원인으로 식품산업의 중요 issue로 부각되어 지금까지 수많은 연구와 방법들이 연구되어 왔음.
- 국내 배추 총생산량 중 약 90% 이상이 김치 제조에 이용되고 있으나 점차 1~2인 가구의 비율이 늘어나고 있어서 배추 판매 단위의 소형화와 편의성, 기호성, 상품성을 증대시킨 신선편이류 제품화 판매 전략이 시급히 요망되어 이에 따라 신선편이 제품화를 위하여 배추의 소포장 제품화와 이의 단기 저장 및 유통에 관한 연구가 필요함.

## VI. 연구개발 내용 및 범위

### 제 1세부 : 소규모 절임 배추 생산 공정 표준화

- 작형별 절임배추 생산 기술 제시
- 작형별 소규모 절임배추 생산 공정 표준화
- 소규모 절임업체용 절임 배추의 제조 공정, 저장·유통 매뉴얼 작성

### 제 2세부 : 배추의 현장 적용형 작형별 저장 기술 개발

- 작형별 저장 전처리 기술개발
- 저장효율 증대를 위한 저장조건 최적화
- 산업적 규모(저장고 25평 이상)의 현장저장 시험지원 및 효과분석

### 제 3협동 : 산업적 규모의 현장 저장 시험(세부-1, 세부-2와 연계하여 과제 수행)

- 배추 저장조건 최적화기술의 현장적용실험 및 평가
- 배추의 작형별 현장 전처리 기술 현장 적용 실험 및 평가
- 배추의 작형별 종합 저장 기술 현장 적용 실험 및 평가

### 제 1협동 : 배추 저장 장해 제어 기술 개발

- 작형별 배추 저장 중 저장장해 발생원인 구명
- 산업적 저장 시스템에 의한 작형별 배추의 저장장해 발생억제 기술 개발

### 제 2협동 : 신선편이 배추 저장 기술 개발

- 신선편이 배추제품의 품질 현황 및 개선 방안
- 최소가공 배추제품의 단위 공정 기술 개선
- 최소 가공배추의 냉동 저장 기술 개발

## IV. 연구개발결과

### 세부 I. 소규모 절임 배추 생산 공정 표준화

- 작형별 절임배추 생산 기술 제시
  - 기후 변화에 의한 작형별 배추의 문제점 분석과 절임배추 제조 공정의 표준화를 위한 GMP, 작업표준 및 위생관리 기준 등 기반 기술을 확보하였음.
  - 절임배추 감각과학 검사 패널 선발과 훈련을 완료한 후 시판 절임배추 감각과학적 품질 특성 20항목을 객관화하였음.
  - 표준화된 절임배추 생산 기술 제시를 위하여 대규모 절임배추 제조업체이면서 협동기관인 화원농협에서는 작형별 절임배추(봄, 여름, 가을, 겨울)를 제공받아 0℃, 4℃, 10℃, 20℃에 저장하면서 실험을 수행하여 HACCP 제조업체와 일반 소규모 농가형 절임배추 제조업체에서 제조된 절임배추의 품질 특성을 분석하여 물리화학적 품질 지표와 감각과학적 품질 지표를 제시하였음.
  - 소규모 절임업체를 위한 시설 기본 모델과 소규모 절임 모델시스템하의 작형별 절임배추 특성 조사를 위하여 소규모 절임배추 업체이면서 참여 기업인 괴산 시골절임배추 조합에서 가을 절임배추를 제공받아 절임배추 특성을 조사하였음.
  - 김치 제조 및 품질 평가를 통해 절임배추의 품질 지표로 물리화학적 품질 기준 지표는 pH, 총산도, 경도, a value로 정하였고, 감각과학적 품질 지표 기준은 신맛, 신냄새, 아삭한 정도, 생배추맛, 노란색 선명도를 품질 지표로 정하였음.
  - 작형별 절임배추 생산 기술은 소규모 절임배추 생산 공정 표준화와 연계하여 수행하였음.
- 작형별 소규모 절임배추 생산 공정 표준화
  - 작형별 절임배추 생산 기술 제시와 연계하여 절임배추 생산 공정 표준화를 위하여 대규모 절임배추 제조업체이면서 협동기관인 화원농협에서는 작형별 절임배추(봄, 여름, 가을, 겨울)를 제공받았고 1차년(2012년-2013년), 2차년(2013-2014년)도에 걸쳐 제공받아 0℃,



4℃, 10℃, 20℃에 저장하면서 실험을 수행하였음. 또 일반 소규모 농가형 절임배추 제조 업체에서 제조된 절임배추를 직접 제조 또는 제공받아 연구를 수행하였음.

- 계절별(봄배추, 여름배추, 가을배추 및 겨울배추) 절임배추 제조 직후 pH와 적정산도, 가용성 고형분 함량, 총균수, 조직감 등의 차이가 있었음. 주성분 분석과 계층적 군집분석 결과 봄배추, 여름배추 그리고 가을과 월동 배추로 3그룹으로 나뉘었음.
- 절임배추의 저장·유통 온도 중 0℃ 절임배추의 저장 중 변화를 분석한 결과 절임배추의 제조 직후부터 물리화학적 특성 차이가 있었음. 0℃ 저장 중 적정산도는 가을 절임배추가 비교적 낮은 산도를 보였고, 가용성 고형분 함량은 월동배추가 비교적 높은 함량을 보였으며, 미생물 균수는 여름배추가 가장 높은 균수를 보였음. 즉 작형별로 물리화학적 품질 차이가 있었음. 각 품질 특성간의 상관관계 분석결과 유의적으로 양 또는 음의 상관성을 보이는 품질 특성이 많아서 절임배추 저장 중에 한 개의 품질 특성만 변화하는 것이 아니라 여러 가지 특성이 함께 변화한다는 것을 확인하였음. 전반적으로 계절별 절임배추의 품질 특성이 제조 직후부터 저장 중에도 계속 시료 간 품질 차이가 뚜렷하게 있음을 확인하였음.
- 작형별 절임배추 저장성 향상 기술 제시를 위하여 단기 유통시에는 HACCP와 제조 공정의 작업표준, 위생관리 기준을 준수하는 HACCP인증 절임배추 업체의 생산 기술로 제조된 절임배추를 0℃ 저장·유통을 유지하면 약 10일 정도의 상품성이 유지된다는 것을 확인하였고, 절임배추 포장재로는 김치 기능성 포장재보다는 현재 김치 포장재와 진공도를 조절하여 저장을 하는 것이 가장 타당성 있는 것으로 사료되었음.
- 절임배추의 상품성 유지 기간 즉 저장성 연장을 위하여 현재의 절임배추 농도 1.5~1.8%를 기준으로 절임농도 조절, 압축 포장 방법, 저온 저장 온도 유지에 의한 절임배추의 물리화학적 및 미생물학적인 품질 특성 변화를 조사한 후 장기 저장용(약 60일) 최적의 절임배추 제조 방법을 제시하였음. 저장 절임배추의 김치 제조 및 품질 평가를 통해 약 60일 이상 저장이 가능하여 절임배추는 판매용 절임배추가 아니라 김치 공장에서 배추의 작황이 나쁠 때 저장 절임배추로 김치를 제조하여 판매할 수 있는 가능성을 확인하였음.

#### ○ 소규모 절임업체용 절임배추의 제조 공정·저장·유통 매뉴얼 작성

- 작형별 절임배추의 최적 저장 및 유통 조건은 1, 2차년도 연구 결과 작형별 최적 저장 및 유통 조건을 확립함 : 단기 저장 절임배추 HACCP 인증 절임업체에서 작형별로 제조시의 규정 준수와 절임배추 제조 직후부터 온도 변화 없이 0℃에서 유통하면 약 10~14일 정도의 유통 기간을 예측할 수 있음.
- 소규모 절임배추 업체용 절임수 재활용 및 폐수 처리 방안은 장기 저장용 배추 절임방법은 절임배추의 최종 소금 농도인 1.5% 내외의 소금만 필요하고, 일반 절임배추 제조업체

에서 사용하고 있는 절임수 농도 10-14%와 비교하여 절임수 문제는 거의 발생되지 않아 활용 가치가 있을 것으로 확인됨.

- 절임배추 생산 공정 표준화를 위한 최적화 기술의 현장 적용 실험 및 평가는 작형별 절임배추 실험은 협동기관인 해남 화원농협과 김장철에는 참여 기업인 괴산 시골절임배추 조합 소속인 100여평 규모의 농가형 절임배추 제조 현장에서 작형별 절임배추 현장 적용과 실험실에서 동시에 이루어졌고, 이를 통해 생산 공정 표준화와 저장·유통 매뉴얼을 제시하였음.

## 제 2세부 : 배추의 현장 적용형 작형별 저장 기술 개발

### 제 3협동 : 산업적 규모의 현장 저장 시험(세부-1, 세부-2와 연계하여 과제 수행)

- 작형별 저장생리특성 조사 : 봄, 여름, 가을 및 겨울배추 4종에 대한 호흡 및 에틸렌 발생속도, 빙결점을 조사한 결과, 배추의 저장성은 증산작용에 의한 수분손실에 기인하는 것으로 판단하고 증산작용을 억제할 수 있는 방향으로 접근함.
- 현행 배추 저장의 문제점 도출
  - 기존 차압예냉 : 품온저하에 10시간 이상 소요되므로 현장적용 부적합. 순간 처리 가능한 전처리 기술 개발 필요
  - P-box : 배추보다 적은 제원으로 함입시 조직손상, 박스 적재저장 중 압상 및 곰팡이 발생의 원인이 되므로 배추크기에 맞는 배추전용 P-box 개발 필요
  - 배추함입방법 : 현행 뿌리 하향식 함입방법은 응축수 발생시 수적이 조직내로 침입하여 짓무름의 원인이 되므로 뿌리 상향식 함입방법 권장
  - MAP : 현장 작업이 지난하고, 또한 수증기 투과성이 낮은 LDPE사용으로 저장고 이동시 과다한 결로형성으로 제품손상 높음. 새로운 MAP 방법 개발 필요
- 작형별 전처리 기술의 개발
  - 단기 집중 출하되는 배추의 작업효율을 고려하여 단시간 처리 가능한 순간 건식열처리 조건(45℃, 2분)을 확립
  - 차압예냉과 비교한 결과 차압예냉은 20.84± 1.19%, 순간 건식열처리는 22.24±1.17%의 정선손실률을 나타내어, 차압예냉과 유사한 효과를 가지며, 작업시간 대폭 감축(차압예냉 10시간 이상)
  - 2014년 2월 12일 수확한 월동배추 대상 열처리 후 MA저장실험 결과, 4개월 저장(정선손실율 88.51±0.57%, 대조구 대비 136% 향상) 가능
  - 현장 실증실험 위해 컨베어 타입의 터널식 열풍장치를 시작품 제작함.
- 작형별 저장기술 개발
  - 배추 뿌리 코팅기술, 배추뿌리길이 조정기술, 다공성천연석 피복기술을 배추뿌리상향 함

입저장 및 MAP저장기술을 단독 또는 병용 처리한 결과, 배추 뿌리부위를 상향 적입한 후 다공성천연석 피복방법과 배추뿌리 상향 함입 후 다공성천연석 피복 및 MAP저장 병용처리가 각각  $18.31 \pm 0.85\%$ ,  $15.40 \pm 0.66\%$ 의 정선손실율로 가장 효과적인 저장방법으로 나타남.

- 배추뿌리 상향 함입 후 다공성천연석 피복 및 MAP저장 병용처리는 가을배추 대상 150일까지 저장성을 연장할 수 있었음
- 현장형 MA포장기술 개발: 다공성천연석 피복 후 LDPE 포장방법과, P-box가 적재된 pallet 단위로 옆면만 PVC wrapping 방법을 비교/현장실증실험 결과, pallet 측면 PVC wrapping 방법은 포장지 내부 상대습도와 정선손실을 측면에서 LDPE 필름포장구와 유사한 결과를 나타내었음. 따라서 현장에서의 MAP방법은 랩핑기에 의해 pallet 단위로 기계 포장작업이 가능하여 인력에 의존하여야 하는 MAP방법을 대체할 수 있었음.
- 배추 수직적재형 컨테이너 구조 및 용기제작 : 배추크기와 P-box의 제원이 상이함에 따라 발생하는 조직손상을 억제하고, 기존 물류체계(pallet size, 11x11)를 준수하기 위해 3년간 배추 크기분포를 측정한 후 배추 전용 목업 상자를 제안, 제작, 실증실험을 수행하였음. 배추 mock-up상자의 제원은 54.0x36.5x42.0cm로 기존 P-box보다 높이가 9.5cm 크게 제작되었음.

○ 개발 저장기술의 실증실험

- 월동배추 : 2015년 2월 27일 월동배추 수확말기에 시료 확보 후 45℃ · 2분간 열처리, 다공성 천연석 피복 및 LDPE 필름 포장하여 0℃에 저장한 결과, 짓무름과 곰팡이 발현이 최외각 겉잎에는 발생하나, 겉잎 제거시 저장 4개월 동안 생배추로서의 상품성을 유지하는 결과를 나타냄. 동 결과는 기존 관행방법 대비 저장기간을 2배 이상연장하고 정선 손실율을 1.8배 억제하는 효과를 나타내었음.
- 봄배추 : 2015년 6월 2일 봄배추 수확말기의 시료구입 후 45℃ · 2분간 열처리, 다공성 인공석 피복 및 LDPE 필름 포장하여 0℃에 저장한 결과, 기존관행방법은 60일 이내 상품성 소실한 반면 개발기술은 저장 100일 경 이취로 인한 상품성 소실결과 나타냄. 저장 100일 후 정선손실율은 저장초기 18.07%에서 24.39%로 증가하였으나 대조구 대비 약 2배 정선 손실을 억제효과 나타냄.

**제 1협동 : 배추 저장 장해 제어 기술 개발**

○ 작형별 배추 저장 중 저장장해 발생원인 구명

- 재배환경에 따른 배추의 작형별 저장 중 저장장해 발생특성 파악하여 저장기한에 가장 큰 영향을 미치는 증상이 깨씨무늬증이었음.
- 깨씨무늬증은 색소의 축적, 침착 현상이 아닌 것으로 사료됨.

- 깨씨무늬증의 발생에 세포 내 암모늄의 함량이 큰 영향을 미치는 것으로 나타남.
- 암모늄을 사용하지 않고 질산만을 사용한 양액재배 배추는 깨씨무늬증상 발달이 상대적으로 느림.
- 작형별 배추의 저장장해 발생억제 기술 개발
  - 질산태 질소를 관주 처리하여 깨씨무늬 증상 완화를 기대할 수 있음.

## 제 2협동 : 신선편이 배추 저장 기술 개발

- 신선편이 배추제품의 품질 현황 및 개선 방안
 

국내의 채소류는 신선편이용으로 가공 비율이 선진국과 비교하면 지극히 낮아서(2%) 신선편이 채소 가공량이 증가할 것으로 추정되고 있고, 품목별로는 맛과 기능성, 외관 등이 좋은 컬리플라워, 비트, 로즈, 허브류, 약용식용식물류 등과 같은 새로운 품목이 선호될 것으로 예상됨. 신선편이 농산물의 수요가 늘어나고 안정된 공급의 균형이 이루어지기 위하여 제품의 안전성을 보장하고, 선도유지 기술, 다양한 디자인과 포장 등으로 신규 상품화 기술 개발이 요구됨.
- 최소가공 배추제품의 단위 공정 기술 개선
 

가공 배추 제품의 단위 공정 기술 개선을 위해 절단배추의 예비가열처리, 갈변방지제 첨가, 포장 필름 종류에 따른 이화학적 품질 특성 및 선도 측정을 하였음. 절단 배추를 40℃에서 4시간 예열처리구(HS 4)가 중량감소율, pH 변화, PPO, POD, PAL 활성이 가장 적었음. 갈변 방지제인 Ca처리구는 0.5% ESP-2가 가장 좋은 결과를 보였고, 포장재에 따른 절단배추의 저장기간 중 이화학적 변화는 큰 차이가 없었으나, 종합적으로 PPO가 가장 우수하였음.
- 최소 가공배추의 냉동 저장 기술 개발
 

냉동 및 해동기술과 hybrid technology처리에 의한 이화학적 특성을 조사하고 절단배추로 김치를 제조하여 단기저장 조건의 실증 실험과 그 효과를 조사하였음. CAS 냉동이 중량감소율과 가용성 고형분, 적정산도 변화는 다른 냉동방법에 비해 적은 경향을 나타내었음. 주사전자현미경으로 관찰한 절단배추의 미세 구조의 경우 CAS 동결 조건에서 그 조직이 가장 치밀하고 일정한 분포 양상을 보인 반면 완만 동결은 세포벽이 파괴되어 조직의 분포가 불균일하였음. 절단배추의 hybrid technology 처리 후 단기 저장 중 HT1이 다른 처리군에 비해 선도유지에 효과적이었고, 난각 칼슘과 예비가열 처리를 병용한 hybrid 처리에 의한 절단배추의 단기저장 효과를 조사한 결과 절단배추를 hybrid technology 처리시 대조구 대비 품질이 양호한 배추 김치(맛김치) 제조가 가능하였음.

## V. 연구 성과 및 성과 활용 계획

### 1. 연구 성과

#### 제 1세부 : 소규모 절임배추 생산 공정 표준화

- 논문개제 2건, 산업지 1건
  - 절임배추 및 신선편이 배추의 산업화, 식품과학과 산업 12 (2013)
  - 계절별 절임배추의 품질 특성 비교, 한국식품저장유통학회, 21(4) (2014)
  - 계절별 배추 품종에 따른 절임배추의 저장 중 품질 특성, 한국식품저장유통학회 (2015)
  
- 학회발표 :
  - Effect of salt types and salting temperature on the salt content of chinese cabbage (2012. 11. 1. 제주 ICC)
  - Effect of storage temperature on the quality characteristics of salted chinese cabbage (2013. 8. 30. 천안휴러클러스)
  - Sensory evaluation and physicochemical characteristics of salted-Kimchi cabbage(2014. 5. 12. 싱가포르 expo)
  - The quality characteristics comparison of spring and winter salted Kimchi cabbage(2014. 8. 25. 광주 김대중 센터)
  - 절임배추 제조 공정 단계별 미생물학적 품질 평가. 한국식품과학회. (2015. 6. 부산벡스코)
  
- 특허 출원 및 상표 등록
  - 빙결점을 이용한 배추의 절임 및 장기 저장 방법(출원번호 10-2014-0022108)
  - 빙결점을 이용한 배추의 절임 및 장기 저장 방법(출원번호 10-2015-0115566)
  
- 홍보 실적(신문, 방송, 저널 등)
  - 배추 저장 중 관찰되는 장해현상, 식품과학과 산업 12월(2013)
  - 절임배추 산업 및 기술 현황, 김치산업발전 심포지움(2014)
  - 배추 장기 저장 및 배추 절임기술 개발, 중앙 TV 방송(2014)
  - 절임배추 산업 및 기술 현황, 김치산업 발전 심포지움(2014)
  - 장기 저장 가능한 배추 저장과 배추 절임 기술, 먹고사는 세상(2015)

○ 기술이전(무상)

- 배추 및 절임배추 장기 저장 방법 2건: 괴산시골절임배추영농조합, 화원농협김치공장
- 유상 기술이전 협의 중

**제 2세부 : 배추의 현장 적용형 작형별 저장 기술 개발**

**제 3협동 : 산업적 규모의 현장 저장 시험(세부-1, 세부-2와 연계하여 과제 수행)**

○ 학회발표 :

- 다공성 인공석을 활용한 월동배추의 저장성 증진 효과 분석, 한국식품저장유통학회, aT 센터 (2013. 11)
- 건식열처리에 의한 월동배추의 저장성 증진 효과 분석, 한국식품저장유통학회, 제주대학교 (2015. 10)
- 건식열처리, 다공성 인공석 및 P-box 제원에 따른 봄배추의 저장성 연장 효과, 한국식품저장유통학회(2015. 10)

○ 특허 출원 및 상표 등록

- 다공성 인공석을 이용한 엽채류의 저장방법(출원번호 10-2013-0052415)
- 건식열처리를 이용한 엽채류의 저장방법(출원번호 10-2014-0019080)

○ 홍보 실적(신문, 방송, 저널 등) 및 포상

- 배추의 저장성 증진 기술 개발, 한국식품저장유통학회(2014), 학술상 수상

○ 기술이전

- 배추 및 절임배추 장기 저장 방법 무상 이전 2건: 괴산시골절임배추영농조합, 화원농협 김치공장
- 유상 기술이전 협의 중

**제 1협동 ;배추의 현장 적용형 저장 장해 제어 기술 개발**

○ 산업지 1건 및 논문 1편 투고중

- 배추 저장 중 관찰되는 장해 현상, 식품과학과 산업 12월(2013)
- Chemical Forms of Nitrogen in Nutrient Solution Affect Development of Pepper Spot in Chinese Cabbage (*Brassica campestris* ssp. *pekinensis*), Horticulture, Environment, and Biotechnology(HEB, ISSN2211-3452(print)-3460(online) 투고 중

## 제 2협동 :신선편이 배추 저장 기술 개발

### ○ 논문게재 5건, 학술지 1건

- Ca<sup>2+</sup> 처리 절단 배추의 소포장 단기 저장 특성, 한국식품저장유통학회지(2013)
- 절단배추의 단기 저장에 대한 예열처리 효과, 한국식품저장유통학회지(2014)
- 절단배추의 선도 유지를 위한 절단 공정 개선, 한국식품저장유통학회지(2015)
- 절단배추의 포장 재질에 따른 단기 저장중 품질 특성, 한국식품저장유통학회지(2015)
- 절임배추 및 신선편이 배추의 산업화, 식품과학과 산업 12 (2013)
- Antioxidant capacities and polyphenolics of Chinese cabbage(*Brassica rapa* L. SSP. *Pekinensis*) leaves. Food Chemistry. 199. 612-618(2016)

### ○ 학회 발표

- 절구 배추 잎의 부위별 항산화 특성, 한국식품저장유통학회(2013.10)
- Ca<sup>2+</sup> 처리 절단 배추의 소포장 단기 저장 특성, 한국식품저장유통학회(2013. 10)
- The antioxidant and short-term storage characteristics of Kimchi cabbage leaves. Asia Pacific symposium on postharvest research, education and extension (2014. 12. Viet Nam)
- 절단배추의 동결 저장에 따른 품질 특성. 한국식품영양과학회. 평창 알펜시아(2015. 8)

### ○ 특허 출원 및 상표 등록

- 쌈형제 상표 등록(출원번호 40-2013-0055130)
- 조각배추 상표 등록(출원번호 40-2014-0054694)
- 절임배추 상표 등록(출원번호 40-2014-0056074)

### ○ 연구인력활용/양성 성과

- 황인욱, 성기운, 배현경, 황희영, 김상섭 석사 학위 취득

### ○ 교육 지도

- 진도 보고회 및 결과 보고회를 함.

## 2. 연구성과 활용 계획

- 연구진행 및 특허출원 등으로 진행되지 못한 학술활동 및 기술홍보 작업을 지속적으로 추진하고자 함.

- 작형별 배추 재배 기술 보급, 배추 저장 및 절임 배추 기본 매뉴얼 보완
- 작형별 배추의 전처리 시스템 개발 및 저장 시스템 개발을 통한 설비 업체 기술 이전
- 현장 적용형 작형별 배추의 전처리 기술 개발로 정책 건의 및 관련 산업체 기술 선도
- 원료 배추 및 절임 배추 공정 단계별 제품의 안전성과 품질 예측 방법 확립에 이용
- 현장 적용형 저비용 저장 기술 개발 및 저장성 연장에 의한 농산물 폐기물 감소에 응용
- 작형별 배추의 품질특성과 유통 중 품질특성 연구결과를 통한 농업 관련자들에 대한 교육 및 홍보
- 배추의 수급 조절을 위한 연중 보급 프로그램 개발 및 배추 수확 후 관리기술사업화 추진
- 배추의 신선편이 상품화로 국내 수요 확대 및 상표권(쌈형제, 조각배추, 절임배추)을 활용하여 신선편이배추 제품의 고품질 브랜드 개발
- 배추 신선편이 배추 제품의 절단 공정 개선으로 품질 손실 절감 및 회소 가공 제품 개발에 응용
- 최소 가공배추 제품화의 산업형 매뉴얼 보급에 활용



# SUMMARY

## I. Research Title

Development of storage and on-site salted cabbage production technology for stabilization of supply chain of Kimchi cabbage

Sub-project I : Production process standardization of on-site salted-Kimchi cabbage with small scale

Sub-project II : Development of field-applicable storage technology for four season Kimchi cabbage

Joint project II I: Field storage test on an industrial scale (executed in connection with sub-projects I and II)

Joint project I : Development of field-applicable damage control technology for Kimchi cabbage

Joint project II : Development of storage technology for fresh-cut Kimchi cabbage

## II. Performance relative to research goals

Goals	Industrialization indices								Research-based indices								
	Intellectual property		Technology transfer	Industrialization					Technology certification	Academic achievements			Education guidance	Marpo wer training	Application to policy · promotion		Others (Application to other research areas, etc.)
	Application	Registration		Commercialization	Technology-based start-up	Sales	Employment	Investment attraction		Papers		Presentations			Application to policy	Exhibition	
			SCI						Non-SCI								
Final goals	6	6	3	1					6	7	2	6	2	2	6	-	
Performance within research period	7	4	2						1(2)	5	11	3	5	1	6	-	
Achievement rate (%)	100	66 (100)	67	0					16 (50)	67	100	50	100	100	100	-	

## III. Objectives and need for research and development

### 1. Objectives of research and development

- Development of field-applicable storage technology for four season Kimchi cabbage to ensure a stable supply of Kimchi cabbage
- Extension of storage periods : extension of at least 60 days for spring Kimchi cabbage and at least 90 days for autumn/winter Kimchi cabbage and extension of store ability

by 1.3 times in comparison to general storage through application of new technology

**Sub-project I : Production process standardization of on-site salted-Kimchi cabbage with small scale**

- Since domestic manufacturers of salted Kimchi cabbage include not only the NongHyup kimchi manufacturing factory and general kimchi manufacturers but also small companies and general farmers, it is generally difficult to control hygiene and maintain the quality of salted Kimchi cabbage. In the salted Kimchi cabbage-producing area of Goesan-gun, in particular, 900 farms (140 work places) participating in salted Kimchi cabbage production have been operating in inferior Kimchi cabbage salting facilities, such as vinyl greenhouses, as supplementary farming work.
- Although a KS procedure was enacted based on studies on hygiene standards of salted Kimchi cabbage in 2014, it was not mandatory and was not complied with; thus, there were many consumer complaints about salted Kimchi cabbage. In particular, it is necessary to prepare a manual by developing standardized production technology for high-quality salted Kimchi cabbage and to distribute the manual to guide farmers to produce salted Kimchi cabbage on a small scale.
- In particular, it is necessary to perform a comprehensive study on the development of storage technologies for Kimchi cabbage and salted Kimchi cabbage to extend supply periods, including processing methods, saline water treatments, and storage/distribution conditions for salted Kimchi cabbage, for use by small-scale manufacturers who lack the ability to perform research.

**Sub-project II : Development of field-applicable storage technology for four season Kimchi cabbage**

**Joint project III : Field storage test on an industrial scale**

- Since over 80% of Kimchi cabbages are used in general households, catering services, and the kimchi product market, the crop is directly correlated with the national diet; thus, the stable control of the Kimchi cabbage supply has a large impact on the consumer price index. Currently, however, when there is overproduction of Kimchi cabbage, the government recommends disposal in the producing areas to remove the excess supply, whereas when the supply is short, Kimchi cabbages are imported from China to balance the supply and demand. In addition, effects of global warming have caused more

variations in yield, increasing the instability of the Kimchi cabbage supply and making it is necessary to prepare a fundamental measure.

- Currently, storage periods for Kimchi cabbage in producing areas are 3-4 months for winter Kimchi cabbage, 2 months for spring Kimchi cabbage, and 1 month for summer Kimchi cabbage; however, the actual storage rates in producing areas are lower. Although companies operating salted Kimchi cabbage or kimchi factories in producing areas are required to ensure the stable storage of raw materials, storage rates in producing areas are extremely low.
- To ensure a stable supply of Kimchi cabbage, it is necessary to have storage facilities large enough to control production in producing areas, to establish an integrated cold chain system and to raise the rate of processing in producing areas. In addition, technologies for storing winter Kimchi cabbage for at least 3 months and spring Kimchi cabbage for at least 2 months in the field are required.

#### **Joint project I : Development of field-applicable damage control technology for Kimchi cabbage**

- The price of Kimchi cabbage fluctuates according to cropping pattern: the price of spring Kimchi cabbage is low during the production period, whereas the price of summer Kimchi cabbage is high during the production period and that of summer Kimchi cabbage fluctuates over 20%. Since more than 80% of Kimchi cabbage is used in general households, catering services, and the kimchi product market, the crop is directly correlated with the national diet; thus, the control of the Kimchi cabbage supply has a large impact on the consumer price index. When the supply is short, Kimchi cabbages are imported from China to meet the demand, and the effects of global warming have increased variation in yields, increasing the instability of the Kimchi cabbage supply; thus, a fundamental measure is required. It is necessary to investigate the characteristics of damage, such as those caused by pepper spot symptom, during the storage of Kimchi cabbage in the field and to develop a technology to extend storability.

#### **Joint project II : Development of storage technology for fresh-cut Kimchi cabbage**

- Browning is the major cause of quality degradation in fresh-cut food products, an important criterion for purchase by consumers, and a major cause of waste generation during distribution. Thus, browning has emerged as an important issue in the food industry, which has led to numerous research and methodological studies.
- Over 90% of the total Kimchi cabbage produced in South Korea is used for kimchi

production; however, since the number of households with 1-2 members has been increasing gradually, there is an urgent need to downsize the sale units and to develop fresh-cut products with higher convenience, preference, and marketability. Thus, it is necessary to develop fresh-cut Kimchi cabbage products in small package sizes and to study the short-term storage and distribution of these products.

## **VI. Content and scope of research development**

### **Sub-project I : Production process standardization of on-site salted-Kimchi cabbage with small scale**

- Evaluation of four season salted-Kimchi cabbage production technology
- Standardization of the small-scale production process for four season salted-Kimchi cabbage
- Preparation of a manual for the production process, storage, and distribution of salted Kimchi cabbage for small-scale salted Kimchi cabbage-producing companies

### **Sub-project II : Development of field-applicable storage technology for Kimchi cabbage according to cropping pattern**

- Development of pre-treatment technology for storage according to cropping pattern
- Optimization of storage conditions to increase storage efficiency
- Support of a field storage test on an industrial scale (over 82.5 m<sup>2</sup> of storage room) and an effectiveness analysis

### **Joint project III : Field storage test on an industrial scale** (executed in connection with sub-projects I and II)

- Field application test and evaluation of storage condition optimization technology for Kimchi cabbage
- Field application test and evaluation of pretreatment technology used in the field for Kimchi cabbage according to cropping pattern
- Field application test and evaluation of general storage technology of Kimchi cabbage according to cropping pattern

### **Joint project I : Development of field-applicable damage control technology for Kimchi cabbage**

- Identification of the causes of damage during storage of Kimchi cabbage according to cropping pattern
- Development of technology for preventing damage by industrial storage systems during

storage of Kimchi cabbage according to cropping pattern

#### **Joint project II : Development of storage technology for fresh-cut Kimchi cabbage**

- Development of conditions and methods to improve the quality of fresh-cut Kimchi cabbage products
- Improvement of unit processing technology for minimally processed Kimchi cabbage products
- Development of freezing storage technology for minimally processed Kimchi cabbage

### **V. Results of research and development**

#### **Sub-project I. Standardization of the small-scale salted Kimchi cabbage production process**

- Evaluation of salted Kimchi cabbage production technology according to cropping pattern
  - Problems caused by climate change for Kimchi cabbage according to cropping pattern were analyzed, and foundation technologies, including GMP, work standards, and hygiene management standards, were established for standardization of the production process for salted Kimchi cabbage.
  - Panel members to perform scientific of salted Kimchi cabbage were selected and trained, and 20 sensory equality characteristics for commercialized salted Kimchi cabbage were established.
  - In order to develop standardized production technology for salted Kimchi cabbage, Hwawon Nonghyup, a large-scale salted Kimchi cabbage manufacturer and collaborative agency, was provided with salted Kimchi cabbage samples from different cropping patterns (spring, summer, autumn, and winter) from HACCP manufacturers and general small-scale farm manufacturers. They performed experiments on storage, comparing storing at 0°C, 4°C, 10°C, and 20°C, and analyzed the quality characteristics of salted Kimchi cabbage by measuring physicochemical quality indices and sensory quality indices.
  - In order to investigate basic facility models for small-scale manufacturers of salted Kimchi cabbage and the characteristics of salted Kimchi cabbage according to cropping pattern in a small-scale salting model system, the Goesan Countryside Salted Kimchi Cabbage Association, a participating small salted Kimchi cabbage company, was provided with salted autumn Kimchi cabbage samples, and they evaluated their characteristics.
  - The physicochemical quality indices for salted Kimchi cabbage determined through preparation and quality evaluation of kimchi include pH, total acidity, hardness, and a value, and the sensory quality indices include sour taste, crunch level, fresh Kimchi cabbage taste, and yellow clarity.
  - Development of production technology for salted Kimchi cabbage according to cropping

pattern was performed in connection with the standardization of the small-scale production process for salted Kimchi cabbage.

○ Standardization of the small-scale production process for salted Kimchi cabbage according to cropping pattern

- To standardize the production process for salted Kimchi cabbage in connection with the development of production technology according to cropping pattern, Hwawon Nonghyup, a large-scale salted Kimchi cabbage manufacturer and collaborative agency, was provided with salted Kimchi cabbage samples from different cropping patterns (spring, summer, autumn, and winter) through the 1<sup>st</sup> year (2012-2013) and the 2<sup>nd</sup> year (2013-2014), and they performed experiments on storage, comparing storing at 0°C, 4°C, 10°C, and 20°C. In addition, they also performed a study to compare salted Kimchi cabbage that they directly prepared or that was provided by general small-scale farm manufacturers of salted Kimchi cabbage.
- There were differences in pH, titratable acidity, soluble solid contents, total number of bacteria, and firmness among the freshly prepared salted Kimchi cabbage samples according to season (spring Kimchi cabbage, summer Kimchi cabbage, autumn Kimchi cabbage, and winter Kimchi cabbage). The major component analysis and hierarchical cluster analysis results indicated dividing the samples into three groups: spring Kimchi cabbage, summer Kimchi cabbage, and autumn and winter Kimchi cabbage.
- In the study on storage and distribution temperatures, when the changes in salted Kimchi cabbage after storage at 0°C were analyzed, there were differences in the physicochemical characteristics compared to freshly prepared salted Kimchi cabbage: titratable acidity during storage at 0°C was relatively lower in salted autumn Kimchi cabbage, soluble solids contents were relatively higher in winter Kimchi cabbage, and summer Kimchi cabbage had the highest number of bacteria. In other words, there were differences in the physicochemical qualities according to cropping pattern. When the correlations among each quality characteristic were analyzed, many quality characteristics showed significant positive or negative correlations; thus, many characteristics, not one specific quality characteristic, of salted Kimchi cabbage changed during storage. In general, the quality characteristics of salted Kimchi cabbage samples that were stored distinctively differed from those of samples prepared immediately according to season.
- For the development of technology to improve the storability of salted Kimchi cabbage according to cropping pattern, it was found that if salted Kimchi cabbage products were prepared with the production technologies used by HACCP certified salted Kimchi cabbage companies that comply with the work standards for the production process and the hygiene management standards of HACCP and were maintained at 0°C for storage

and short-term distribution, marketability was maintained about for 10 days. Current kimchi packaging materials, rather than functional kimchi packaging materials, in combination with adjusted vacuum levels were most effective for the storage of salted Kimchi cabbage.

- To extend the marketability maintenance period of salted Kimchi cabbage or to extend storability, changes in the physicochemical and microbiological quality characteristics of salted Kimchi cabbage caused by adjusting the salting concentration from the 1.5-1.8% level that is currently used for salting, using pressed packaging methods, and maintaining cold storage temperature were investigated to determine the best production method for the long-term storage (about 60 days) of salted Kimchi cabbage. The quality evaluation results indicated that for a storage period of more than 60 days, the stored salted Kimchi cabbage should be used to prepare kimchi. Thus, when the production yield of Kimchi cabbage is low, the potential of using stored salted Kimchi cabbage to prepare kimchi, instead of selling it, in kimchi factories was identified.
- Preparation of a manual for the production process, storage, and distribution of salted Kimchi cabbage for small-scale salted Kimchi cabbage-producing companies
  - The optimal storage and distribution conditions according to cropping pattern were established through studies performed in the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> years. If the cabbage is produced following the HACCP certified manufacturer's instructions for salting Kimchi cabbage according to cropping pattern and distributed at 0°C without changes in temperature starting immediately after production, the short-term storage of salted Kimchi cabbage can be expected to be maintained for about 10-14 days in distribution.
  - Regarding the need to recycle saline water and treat waste water by small salted Kimchi cabbage companies, the Kimchi cabbage salting method for long-term storage requires only about 1.5% of salt, the final salt concentration in salted Kimchi cabbage, which rarely causes saline contamination problems during washing compared to using the 10-14% saline concentration generally used by salted Kimchi cabbage manufacturers. Thus, these measures are not expected to be applicable.
  - For the field application test and evaluation of optimization technology for the standardization of the production process for salted Kimchi cabbage, salted Kimchi cabbage tests according to cropping pattern were conducted in Haenam Hwawon, a collaborative institution, and on about 330 m<sup>2</sup> of salted Kimchi cabbage preparation fields of farmers in the Goesan Country side Salted Kimchi Cabbage Association, a participating company, during the kimchi-making season. During these tests, the technology for salted Kimchi cabbage according to cropping pattern was tested in the fields and laboratories at the same time. These tests led to the standardization of the

production process and development of a manual for storage and distribution.

**Subproject II : Development of field-applicable storage technology for Kimchi cabbage according to cropping pattern**

**Joint project III : Field storage test on an industrial scale** (executed in connection with sub-projects I and II)

- Investigation of the physical characteristics during storage according to cropping pattern: By evaluating the respiration levels, ethylene generation rates, and freezing points of the four types of Kimchi cabbage (spring, summer, autumn, and winter), it was determined that the storability of Kimchi cabbage was dependent on water loss by transpiration; thus, an approach to suppress transpiration was developed.
- Identification of problems in the current Kimchi cabbage storage process
  - Existing pressure cooling systems: Since it takes more than 10 hours to reduce the commodity temperature, these systems are inappropriate for field application. Instead, it is necessary to develop an instant pre-treatment technology.
  - P-box: When contained in a box smaller than a Kimchi cabbage, tissue damage and pressure damage and fungal generation during stacked storage can result, so it is necessary to develop a P-box specifically for Kimchi cabbage that are the correct size.
  - Kimchi cabbage containment method: The current root-downward containment method can result in the penetration of water into tissues when water condensation occurs, causing severe damage to the leaves of Kimchi cabbage. Thus, a root-upward containment method was recommended.
  - MAP: The use of an LDPE that makes field work difficult and has low vapor permeability causes excessive dew condensation when moving between storage houses, resulting in high rates of damage to products. Thus, it is necessary to develop a new MAP method.
- Development of pretreatment technology according to cropping pattern:
  - In order to increase the efficiency working with Kimchi cabbage, focusing on reducing the time period for production, an instant dry heat treatment process (45°C, 2 min) was established, enabling treating in a short time.
  - While the pressure cooling system resulted in a  $20.84 \pm 1.19\%$  trimming loss rate, that of the instant dry heat treatment was  $22.24 \pm 1.17\%$ ; thus, the dry heat treatment had a similar effect as the pressure cooling system but with a remarkable reduction in work hours (more than 10 hours for the pressure cooling system).
  - When winter Kimchi cabbage samples harvested on February 12, 2014, were tested for MA storage after heat treatment, it was found that they could be stored for 4 months



( $88.51 \pm 0.57\%$  of trimming loss, improvement of 136% compared to control).

- A pilot conveyer type tunneling hot-air system was fabricated for a field verification experiment.
- Development of storage technology according to cropping pattern
  - The Kimchi cabbage root coating technology, Kimchi cabbage root length adjustment technology, and porous natural stone coating technology as well as the Kimchi cabbage root-upward containment storage method and the MAP storage technology were applied singularly or in combination, and the results were evaluated. The porous natural stone coating technology after Kimchi cabbage root-upward containment and a combined treatment with porous natural stone coating and MAP storage technologies after Kimchi cabbage root-upward containment resulted in trimming loss rates of  $18.31 \pm 0.85\%$  and  $15.40 \pm 0.66\%$ , respectively, indicating that these are the most effective storage methods.
  - The combined treatment with porous natural stone coating and MAP storage technologies after Kimchi cabbage root-upward containment could extend the storability of autumn Kimchi cabbage up to 150 days.
  - Development of field-applicable MA packaging technology: When the LDPE packaging method following porous natural stone coating and a side PVC wrapping method in a P-box stacked pallet unit were subjected to comparisons/field verification experiments, the pallet side PVC wrapping method showed similar results as those of the LDPE film packaging group in terms of the relative internal humidity of the packaging paper and trimming loss rate. Therefore, the manual packaging performed in the MAP method in the field could be performed by a wrapping machine in a pallet unit, replacing the MAP method.
  - Structure of the Kimchi cabbage container for vertical stacking and container fabrication: In order to prevent tissue damage caused by the difference in the size of Kimchi cabbage and the P-box and to comply with the existing chain system (pallet size, 11x11), the size distribution of Kimchi cabbage was measured for 3 years, and then a mock-up box specifically for Kimchi cabbage was proposed and fabricated, followed by a verification experiment. The dimension of the Kimchi cabbage mock-up box was 54.0x36.5x42.0 cm, which was larger than the existing P-box by 9.5 cm.
- Verification testing of developed storage technology
  - Winter Kimchi cabbage: Winter Kimchi cabbage samples were collected on February 27, 2015, at the end of the winter Kimchi cabbage harvest season and subjected to heat treatment at 45°C for 2 min, coated with porous natural stones, and packed in LDPE film, followed by storage at 0°C. As a result, while most of the outer leaves showed severe wounding and fungal infection, the rest of the Kimchi cabbage maintained its marketability as fresh Kimchi cabbage for 4 months. These results corresponded to two

times longer storage period and 1.8 times lower trimming loss rate compared to those of the existing conventional method.

- Spring Kimchi cabbage: Spring Kimchi cabbage samples were purchased on June 2, 2015, at the end of the spring Kimchi cabbage harvest season and subjected to heat treatment at 45°C for 2 min, coated with porous natural stones, and packed in LDPE film, followed by storage at 0°C. As a result, while the samples treated using the existing conventional method lost marketability within 60 days, the samples treated using the developed technology lost their marketability after around 100 days of storage due to an off-flavor. Although the trimming loss rate after 100 days of storage increased from an initial rate of 18.07% to 24.39%, it was about 2 times lower than the trimming loss rate of the control.

#### **Joint project I : Development of field-applicable damage control technology for Kimchi cabbage**

- Identification of the causes of damage during storage of Kimchi cabbage according to cropping pattern
  - The characteristics of damage to Kimchi cabbage during storage according to cropping pattern depending on growing conditions were identified, and the symptom that most influenced the storage period was pepper spot symptom.
  - It did not seem that pepper spot symptom was caused by an accumulation or deposition of pigments.
  - It was found that cellular ammonium content strongly affected the occurrence of pepper spot symptom.
  - pepper spot symptom develops relatively slower on Kimchi cabbage grown by hypotonic culture using nitrate without ammonium.
- Development of technology for preventing damage to Kimchi cabbage according to cropping pattern
  - Pepper spot symptom symptoms will likely be reduced through irrigation with nitrate nitrogen.

#### **Joint project II : Development of storage technology for fresh-cut Kimchi cabbage**

- Situation and methods to improve the quality of fresh-cut Kimchi cabbage products

Since the processing rate (2%) of domestic vegetables used for fresh-cut products is extremely lower than those in developed countries, it appears that the processed amount of fresh-cut vegetables would increase. In addition, new items, including cauliflower, beet, rose, herb, and medicinal edible plants, are expected to be preferable

due to superior qualities such as taste, functionalities, and appearance. To promote the demand for fresh-cut agricultural products and to balance supply and demand, it is necessary to guarantee the safety of the products and to develop freshness maintenance technology and new commercialization technology with various designs and packaging.

- Improvement of the unit process technology for minimally processed Kimchi cabbage products

To improve the unit process technology for processed Kimchi cabbage products, tests were performed as follows: cut Kimchi cabbage samples were subjected to a preheat treatment, anti-browning agents were added, and the physicochemical quality characteristics and freshness for different packaging film types were measured. The cut Kimchi cabbage samples that were given the preheat treatment at 40°C for 4 hours (HS 4) showed the lowest values for weight loss, pH change, and activities of PPO, POD, and PAL. Of the Ca-treated groups, which were used as an anti-browning treatment, 0.5% ESP-2 had the best result. Despite there being no significant physicochemical differences among the different packaging materials during the storage period of cut Kimchi cabbage, PP showed the best result in general.

- Development of freezing storage technology for minimally processed Kimchi cabbage  
Physicochemical characteristics were assessed following treatments using freezing and thawing technology and hybrid technology. Kimchi was prepared with cut Kimchi cabbage, followed by a verification experiment on the short-term storage conditions and an evaluation of the effects. The CAS freezing method tended to result in less weight loss, less changes in soluble solids, and an optimal acidity for cut Kimchi cabbage than other freezing methods. When the microstructures of cut Kimchi cabbage were observed by scanning electron microscopy, tissues treated with the CAS freezing method showed the most dense and regular distributions, whereas slow freezing broke cell walls, resulting in irregular tissue distributions. During the short-term storage of cut Kimchi cabbage after treatment with hybrid technology, HT1 was more effective in maintaining freshness than other treatment groups. Cut Kimchi cabbage samples were subjected to hybrid treatments using a combination of eggshell calcium and a preheat treatment, and the short-term storage effects were evaluated. The results indicated that the Kimchi cabbage kimchi (mag-kimchi) prepared using cut Kimchi cabbage and the hybrid technology treatment had a higher quality than that prepared using the control treatment.

## 목 차

요약문	5
제1세부과제 : 소규모 절임배추 생산공정 표준화	31
제2세부과제 : 배추의 현장적용형 작형별 저장기술 개발	239
제3협동과제 : 산업적 규모의 현장 저장시험(세부1, 2과제와 연계하여 과제 수행)	377
제1협동과제 : 배추의 현장적용형 저장 장해 제어 기술 개발	419
제2협동과제 : 신선편이 배추 저장 기술개발	465
목표달성도 및 관련분야에의 기여도	611
연구개발 성과 및 성과활용 계획	615
연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보, 참고 문헌, 연구실 안전관리 이행실적	618
3P(Patent, Paper, Product) 분석 보고서	623

## CONTENTS

Summary .....	5
Sub-project 1 : Production process standardization of on-site salted-Kimchi cabbage with small scale .....	31
Sub-project 2 : Development of field-applicable storage technology for four season Kimchi cabbage .....	239
Joint project 3 : Field storage test on an industrial scale (executed in connection with sub-projects I and II) .....	377
Joint project 1 : Development of field-applicable damage control technology for Kimchi cabbage .....	419
Joint project 2: : Development of storage technology for fresh-cut Kimchi cabbage .....	465
Research goal achievements and contributions to rrelated area .....	611
Significant research outcomes and future utilizations .....	615
Oversee scientific information collected during present research, references .....	618
Patent, Paper and Product analysis report .....	623



제 1세부 : 소규모 절임배추 생산 공정 표준화  
(한국식품연구원)





## 제 출 문

농림수산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “배추 수급 안정화를 위한 배추 저장 및 소규모 절임배추 생산 현장 적용 기술 개발(제1 세부: 소규모 절임배추 생산 공정 표준화)” 과제의 보고서로 제출합니다.

2015년 12월 일

주관연구기관명 : 한국식품연구원  
세부연구책임자 : 구 경 형  
연 구 원 : 구 민 선  
연 구 원 : 이 호 준  
연 구 원 : 최 은 정  
연 구 원 : 김 상 섭



# 요 약 문

## I. 제 목

배추 수급 안정화를 위한 배추 저장 및 소규모 절임배추 생산 현장 적용 기술 개발  
(세부 I. 소규모 절임 배추 생산 공정 표준화)

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

### 1. 연구 개발 목적

고품질의 절임배추 생산을 위한 소규모 절임배추 생산 공정 표준화

### 2. 연구개발의 필요성

- 국내 절임배추 제조업체는 농협 김치 가공 공장, 일반 김치 제조업체 뿐 아니라 소규모 영세기업이나 일반 농가에서 절임배추를 제조 판매하고 있어 절임 배추 전반에 걸쳐 위생 관리와 품질 유지가 어려움. 특히 절임배추 생산지인 괴산군의 경우 절임배추 생산 참여 농가 900호(작업장 140개)는 농가 부업형 배추 절임시설을 갖추고 비닐하우스 형태의 열악한 시설에서 작업을 하고 있음.
- 2014년 절임배추 위생기준이 연구 완료 KS규격 제정을 두고 있으나 강제성이 없어 실제로는 잘 지켜지지 않아 소비자의 불만이 많음. 특히 소규모 절임 농가형 절임 배추 제조를 위해서는 절임배추의 품질, 표준화된 절임 배추 생산기술 개발을 통한 매뉴얼 개발과 보급이 필요함.
- 배추 저장 기술과 함께 절임 배추 저장 기술 개발로 배추 공급 기간 연장, 연구 능력이 부족한 소규모 절임 배추 제조업체를 위한 절임배추 공정 단계, 절임수 처리, 절임 배추의 저장/유통 조건 등 전체적인 연구가 필요함.

### III. 연구개발 내용 및 범위

1. 작형별 절임배추 생산 기술 제시
2. 작형별 소규모 절임배추 생산 공정 표준화
3. 소규모 절임업체용 절임 배추의 제조 공정 및 저장·유통 매뉴얼 작성

### IV. 연구개발결과

1. 작형별 절임배추 생산 기술 제시
  - 기후 변화에 의한 작형별 배추의 문제점 분석과 절임배추 제조 공정의 표준화를 위한 GMP, 작업표준 및 위생관리 기준 등 기반 기술을 확보하였음.
  - 절임배추 감각과학 검사 패널 선발과 훈련을 완료한 후 시판 절임배추 감각과학적 품질 특성 20항목을 객관화하였음.
  - 표준화된 절임배추 생산 기술 제시를 위하여 대규모 절임배추 제조업체이면서 협동기관인 화원농협에서는 작형별 절임배추(봄, 여름, 가을, 겨울)를 제공받아 0℃, 4℃, 10℃, 20℃에 저장하면서 실험을 수행하여 HACCP 제조업체와 일반 소규모 농가형 절임배추 제조업체에서 제조된 절임배추의 품질 특성을 분석하여 물리화학적 품질 지표와 감각과학적 품질 지표를 제시하였음.
  - 소규모 절임업체를 위한 시설 기본 모델과 소규모 절임 모델시스템하의 작형별 절임배추 특성 조사를 위하여 소규모 절임배추 업체이면서 참여 기업인 괴산 시골절임배추 조합에서 가을 절임배추를 제공받아 절임배추 특성을 조사하였음.
  - 김치 제조 및 품질 평가를 통해 절임배추의 품질 지표로 물리화학적 품질 기준 지표는 pH, 총산도, 경도, a value로 정하였고, 감각과학적 품질 지표 기준은 신맛, 신냄새, 아삭한 정도, 생배추맛, 노란색 선명도를 품질 지표로 정하였음.
  - 작형별 절임배추 생산 기술은 소규모 절임배추 생산 공정 표준화와 연계하여 수행하였음.
2. 작형별 소규모 절임배추 생산 공정 표준화
  - 작형별 절임배추 생산 기술 제시와 연계하여 절임배추 생산 공정 표준화를 위하여 대규모 절임배추 제조업체이면서 협동기관인 화원농협에서는 작형별 절임배추(봄, 여름, 가을, 겨울)를 제공받았고 1차년(2012년-2013년), 2차년(2013-2014년)도에 걸쳐 제공받아 0℃, 4℃, 10℃, 20℃에 저장하면서 실험을 수행하였으며, 또한 일반 소규모 농가형 절임배추 제조업체에서 제조된 절임배추를 직접 제조 또는 제공받아 연구를 수행하였음.
  - 계절별(봄배추, 여름배추, 가을배추 및 겨울배추) 절임배추 제조직후 pH와 적정산도, 가용

성 고형분 함량, 총균수, 조직감 등의 차이가 있었음. 주성분 분석과 계층적 군집분석 결과 봄배추, 여름배추 그리고 가을과 월동 배추로 3그룹으로 나뉘었음.

- 절임배추의 저장·유통 온도 중 0℃ 절임배추의 저장 중 변화를 분석한 결과 절임배추의 제조 직후부터 물리화학적 특성 차이가 있었음. 0℃ 저장 중 적정산도는 가을 절임배추가 비교적 낮은 산도를 보였고, 가용성 고형분 함량은 월동배추가 비교적 높은 함량을 보였으며, 미생물 균수는 여름배추가 가장 높은 균수를 보였음. 즉 작형별로 물리화학적 품질 차이가 있었음. 각 품질 특성간의 상관관계 분석결과 유의적으로 양 또는 음의 상관성을 보이는 품질 특성이 많아서 절임배추 저장 중에 한 개의 품질 특성만 변화하는 것이 아니라 여러 가지 특성이 함께 변화한다는 것을 확인하였음. 전반적으로 계절별 절임배추의 품질 특성이 제조 직후부터 저장 중에도 계속 시료 간 품질 차이가 뚜렷하게 있음을 확인하였음.
- 작형별 절임배추 저장성 향상 기술 제시를 위하여 단기 유통시에는 HACCP와 제조공정의 작업표준, 위생관리 기준을 준수하는 HACCP인증 절임배추 업체의 생산 기술로 제조된 절임배추를 0℃ 저장·유통을 유지하면 약 10일 정도의 상품성이 유지된다는 것을 확인하였고, 절임배추 포장재로는 김치 기능성 포장재보다는 현재 김치 포장재와 진공도를 조절하여 저장을 하는 것이 가장 타당성 있는 것으로 사료되었음.
- 절임배추의 상품성 유지 기간 즉 저장성 연장을 위하여 현재의 절임배추 농도 1.5~1.8%를 기준으로 절임농도 조절, 압축 포장 방법, 저온 저장 온도 유지에 의한 절임배추의 물리화학적 및 미생물학적인 품질 특성 변화를 조사한 후 장기 저장용(약 60일) 최적의 절임배추 제조 방법을 제시하였음. 저장 절임배추의 김치 제조 및 품질 평가를 통해 약 60일 이상 저장이 가능하여 절임배추는 판매용 절임배추가 아니라 김치 공장에서 배추의 작황이 나쁠 때 저장 절임배추로 김치를 제조하여 판매할 수 있는 가능성을 확인하였음.

### 3. 소규모 절임업체용 절임배추의 제조 공정·저장·유통 매뉴얼 작성

- 작형별 절임배추의 최적 저장 및 유통 조건은 1, 2차년도 연구 결과 작형별 최적 저장 및 유통 조건을 확립함 : 단기 저장 절임배추 HACCP 인증 절임업체에서 작형별로 제조시의 규정을 준수하고 절임배추 제조 직후부터 온도 변화없이 0℃에서 유통하면 약 10~14일 정도의 유통 기간을 예측할 수 있음.
- 소규모 절임배추 업체용 절임수 재활용 및 폐수 처리 방안으로 장기 저장용 배추 절임방법은 절임배추의 최종 소금 농도인 1.5% 내외의 소금만 필요하고, 일반 절임배추 제조업체에서 사용하고 있는 절임수 농도 10-14%와 비교하여 세척시 절임수 문제는 거의 발생되지 않아 활용 가치가 있을 것으로 확인됨.
- 절임배추 생산 공정 표준화를 위한 최적화 기술의 현장 적용 실험 및 평가는 작형별 절임배추 실험은 협동기관인 해남 화원농협과 김장철에는 참여 기업인 괴산 시골절임배추 조합

소속인 100여명 규모의 농가형 절임배추 제조 현장에서 작형별 절임배추 현장 적용과 실험실에서 동시에 이루어졌고, 이를 통해 생산 공정 표준화와 저장·유통 매뉴얼을 제시하였음.

## V. 연구 성과 및 성과 활용 계획

### 1. 논문개제 2건, 산업지 1건

- 절임배추 및 신선편이 배추의 산업화, 식품과학과 산업 12월(2013)
- 계절별 절임배추의 품질 특성 비교, 한국식품저장유통학회, 21(4) (2014)
- 계절별 배추 품종에 따른 절임배추의 저장중 품질 특성, 한국식품저장유통학회(2015)

### 2. 학회발표 :

- Effect of salt types and salting temperature on the salt content of chinese cabbage (2012. 11. 1. 제주 ICC)
- Effect of storage temperature on the quality characteristics of salted chinese cabbage (2013. 8. 30. 천안휴러클러스)
- Sensory evaluation and physicochemical characteristics of salted-Kimchi cabbage(2014. 5. 12. 싱가포르 expo)
- The quality characteristics comparison of spring and winter salted Kimchi cabbage(2014. 8. 25. 광주 김대중 센터)
- 절임배추 제조 공정 단계별 미생물학적 품질 평가. 한국식품과학회.(2015. 6. 부산백스코)

### 3. 특허 출원 및 상표 등록

- 빙결점을 이용한 배추의 절임 및 장기 저장 방법(출원번호 10-2014-0022108)
- 빙결점을 이용한 배추의 절임 및 장기 저장 방법(출원번호 10-2015-0115566)

### 4. 홍보 실적(신문, 방송, 저널 등)

- 배추 저장 중 관찰되는 장해현상, 식품과학과 산업 12월(2013)
- 절임배추 산업 및 기술 현황, 김치산업발전 심포지움(2014)
- 배추 장기 저장 및 배추 절임기술 개발, 중앙 TV 방송(2014)

### 5. 기술이전

- 배추 및 절임배추 장기 저장 방법 2건: 괴산시골절임배추영농조합, 화원농협김치공장

## 2. 연구성과 활용 계획

- 연구진행 및 특허출원 등으로 진행되지 못한 학술활동 및 기술홍보 작업을 지속적으로 추진하고자 함.

## SUMMARY

### I . Research Title

Production process standardization of on-site salted-Kimchi cabbage with small scale

### III. Objectives and need for research and development

#### 1. Objectives of research and development

- Development of field-applicable storage technology for four season Kimchi cabbage to ensure a stable supply of Kimchi cabbage
- Extension of storage periods: extension of at least 60 days for spring Kimchi cabbage and at least 90 days for autumn/winter Kimchi cabbage and extension of store ability by 1.3 times in comparison to general storage through application of new technology

#### **Sub-project I: Standardization of the small-scale salted Kimchi cabbage production process**

- Since domestic manufacturers of salted Kimchi cabbage include not only the NongHyup kimchi manufacturing factory and general kimchi manufacturers but also small companies and general farmers, it is generally difficult to control hygiene and maintain the quality of salted Kimchi cabbage. In the salted Kimchi cabbage-producing area of Goesan-gun, in particular, 900 farms (140 workplaces) participating in salted Kimchi cabbage production have been operating in inferior Kimchi cabbage salting facilities, such as vinyl greenhouses, as supplementary farming work.
- Although a KS procedure was enacted based on studies on hygiene standards of salted Kimchi cabbage in 2014, it was not mandatory and was not complied with; thus, there were many consumer complaints about salted Kimchi cabbage. In particular, it is necessary to prepare a manual by developing standardized production technology for high-quality salted Kimchi cabbage and to distribute the manual to guide farmers to produce salted Kimchi cabbage on a small scale.
- In particular, it is necessary to perform a comprehensive study on the development of storage technologies for Kimchi cabbage and salted Kimchi cabbage to extend supply periods, including processing methods, saline water treatments, and storage/distribution conditions for salted Kimchi cabbage, for use by small-scale manufacturers who lack the ability to perform research.



### III Content and scope of research development

- Evaluation of four season salted-Kimchi cabbage production technology
- Standardization of the small-scale production process for four season salted-Kimchi cabbage
- Preparation of a manual for the production process, storage, and distribution of salted Kimchi cabbage for small-scale salted Kimchi cabbage-producing companies

### V. Results of research and development

- Evaluation of salted Kimchi cabbage production technology according to cropping pattern
  - Problems caused by climate change for Kimchi cabbage according to cropping pattern were analyzed, and foundation technologies, including GMP, work standards, and hygiene management standards, were established for standardization of the production process for salted Kimchi cabbage.
  - Panel members to perform scientific of salted Kimchi cabbage were selected and trained, and 20 sensory equality characteristics for commercialized salted Kimchi cabbage were established.
  - In order to develop standardized production technology for salted Kimchi cabbage, Hwawon Nonghyup, a large-scale salted Kimchi cabbage manufacturer and collaborative agency, was provided with salted Kimchi cabbage samples from different cropping patterns (spring, summer, autumn, and winter) from HACCP manufacturers and general small-scale farm manufacturers. They performed experiments on storage, comparing storing at 0°C, 4°C, 10°C, and 20°C, and analyzed the quality characteristics of salted Kimchi cabbage by measuring physicochemical quality indices and sensory quality indices.
  - In order to investigate basic facility models for small-scale manufacturers of salted Kimchi cabbage and the characteristics of salted Kimchi cabbage according to cropping pattern in a small-scale salting model system, the Goesan Countryside Salted Kimchi Cabbage Association, a participating small salted Kimchi cabbage company, was provided with salted autumn Kimchi cabbage samples, and they evaluated their characteristics.
  - The physicochemical quality indices for salted Kimchi cabbage determined through preparation and quality evaluation of kimchi include pH, total acidity, hardness, and a value, and the sensory quality indices include sour taste, crunch level, fresh Kimchi cabbage taste, and yellow clarity.
  - Development of production technology for salted Kimchi cabbage according to cropping pattern was performed in connection with the standardization of the small-scale production process for salted Kimchi cabbage.
- Standardization of the small-scale production process for salted Kimchi cabbage according

to cropping pattern

- To standardize the production process for salted Kimchi cabbage in connection with the development of production technology according to cropping pattern, Hwawon Nonghyup, a large-scale salted Kimchi cabbage manufacturer and collaborative agency, was provided with salted Kimchi cabbage samples from different cropping patterns (spring, summer, autumn, and winter) through the 1<sup>st</sup> year (2012-2013) and the 2<sup>nd</sup> year (2013-2014), and they performed experiments on storage, comparing storing at 0°C, 4°C, 10°C, and 20°C. In addition, they also performed a study to compare salted Kimchi cabbage that they directly prepared or that was provided by general small-scale farm manufacturers of salted Kimchi cabbage.
- There were differences in pH, optimal acidity, soluble solid contents, total number of bacteria, and firmness among the freshly prepared salted Kimchi cabbage samples according to season (spring Kimchi cabbage, summer Kimchi cabbage, autumn Kimchi cabbage, and winter Kimchi cabbage). The major component analysis and hierarchical cluster analysis results indicated dividing the samples into three groups: spring Kimchi cabbage, summer Kimchi cabbage, and autumn and winter Kimchi cabbage.
- In the study on storage and distribution temperatures, when the changes in salted Kimchi cabbage after storage at 0°C were analyzed, there were differences in the physicochemical characteristics compared to freshly prepared salted Kimchi cabbage: Titratable acidity during storage at 0°C was relatively lower in salted autumn Kimchi cabbage, soluble solids contents were relatively higher in winter Kimchi cabbage, and summer Kimchi cabbage had the highest number of bacteria. In other words, there were differences in the physicochemical qualities according to cropping pattern. When the correlations among each quality characteristic were analyzed, many quality characteristics showed significant positive or negative correlations; thus, many characteristics, not one specific quality characteristic, of salted Kimchi cabbage changed during storage. In general, the quality characteristics of salted Kimchi cabbage samples that were stored distinctively differed from those of samples prepared immediately according to season.
- For the development of technology to improve the storability of salted Kimchi cabbage according to cropping pattern, it was found that if salted Kimchi cabbage products were prepared with the production technologies used by HACCP certified salted Kimchi cabbage companies that comply with the work standards for the production process and the hygiene management standards of HACCP and were maintained at 0°C for storage and short-term distribution, marketability was maintained about for 10 days. Current kimchi packaging materials, rather than functional kimchi packaging materials, in combination with adjusted vacuum levels were most effective for the storage of salted

Kimchi cabbage.

- To extend the marketability maintenance period of salted Kimchi cabbage or to extend storability, changes in the physicochemical and microbiological quality characteristics of salted Kimchi cabbage caused by adjusting the salting concentration from the 1.5–1.8% level that is currently used for salting, using pressed packaging methods, and maintaining cold storage temperature were investigated to determine the best production method for the long-term storage (about 60 days) of salted Kimchi cabbage. The quality evaluation results indicated that for a storage period of more than 60 days, the stored salted Kimchi cabbage should be used to prepare kimchi. Thus, when the production yield of Kimchi cabbage is low, the potential of using stored salted Kimchi cabbage to prepare kimchi, instead of selling it, in kimchi factories was identified.
- Preparation of a manual for the production process, storage, and distribution of salted Kimchi cabbage for small-scale salted Kimchi cabbage-producing companies
  - The optimal storage and distribution conditions according to cropping pattern were established through studies performed in the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> years. If the cabbage is produced following the HACCP certified manufacturer's instructions for salting Kimchi cabbage according to cropping pattern and distributed at 0°C without changes in temperature starting immediately after production, the short-term storage of salted Kimchi cabbage can be expected to be maintained for about 10–14 days in distribution.
  - Regarding the need to recycle saline water and treat waste water by small salted Kimchi cabbage companies, the Kimchi cabbage salting method for long-term storage requires only about 1.5% of salt, the final salt concentration in salted Kimchi cabbage, which rarely causes saline contamination problems during washing compared to using the 10–14% saline concentration generally used by salted Kimchi cabbage manufacturers. Thus, these measures are not expected to be applicable.
  - For the field application test and evaluation of optimization technology for the standardization of the production process for salted Kimchi cabbage, salted Kimchi cabbage tests according to cropping pattern were conducted in Haenam Hwawon, a collaborative institution, and on about 330 m<sup>2</sup> of salted Kimchi cabbage preparation fields of farmers in the Goesan Country side Salted Kimchi Cabbage Association, a participating company, during the kimchi-making season. During these tests, the technology for salted Kimchi cabbage according to cropping pattern was tested in the fields and laboratories at the same time. These tests led to the standardization of the production process and development of a manual for storage and distribution.

## 목차

제 1 장	연구개발과제의 개요	50
제 2 장	국내외 기술개발 현황	51
제 3 장	국내외 기술개발 현황	52
제 1 절	소규모 절임배추 생산 공정 표준화	52
1.	작형별 절임배추 생산 기술 제시	52
가.	작형별 절임배추 제조를 위한 기반 기술 확보	52
나.	시판 절임배추의 감각 과학적 품질 특성 규명 및 객관화	52
다.	표준화된 절임배추의 생산기술 설정	54
1)	작형별 절임배추의 물리화학적 및 감각 과학적 품질요인 객관화	54
①	재료 및 절임배추 품온 측정	54
②	pH 및 적정산도	54
③	염 함량	54
④	색도 측정	54
⑤	가용성 고형분 측정	55
⑥	경도 측정	55
⑦	미생물 균수 측정	55
⑧	저장온도 및 저장 기간에 따른 감각 과학 검사	55
⑨	통계처리	58
2)	소규모 절임 업체를 위한 시설 기본 모델 개발	58
3)	소규모 절임 모델시스템하의 작형별 절임배추 특성 규명	58
4)	김치 제조 및 품질 평가를 통한 작형별 절임배추의 품질 지표 확립	58
2.	작형별 소규모 절임배추 생산공정 표준화	58
가.	생산 공정 단계별 품질지표의 객관화	58
1)	재료 및 절임배추 품온측정	58
2)	pH, 적정산도, 염 함량, 색도, 가용성 고형분 함량, 경도 측정	59
3)	미생물 균수	59
①	재료 및 전처리 방법	59

② 일반세균수의 정량적 분석	59
③ 효모 및 곰팡이(Fungi)의 정량적 분석	59
④ 장내 세균( <i>Enterococcus</i> )의 정량적 분석	59
⑤ 대장균군(Coliforms)의 정량적 분석과 대장균( <i>Escherichia coli</i> )의 정성적 분석	60
⑥ <i>Bacillus cereus</i> 의 정량적 분석	60
⑦ <i>Clostridium perfringens</i> 정성적 분석	60
⑧ Pathogenic <i>E. coli</i> 및 <i>E. coli</i> O 157: H7 정성적 분석	60
⑨ <i>Salmonella spp</i> 의 정성적 분석	61
⑩ <i>Staphylococcus aureus</i> 의 정성적 분석	61
⑪ 유전학적 동정	61
4) 저장 온도 및 저장 기간에 따른 감각 과학 검사	62
나. 작형별 절임배추 저장성 향상 전처리 기술 연구 및 유통 중 저장성 향상 기술 제시	62
1) 절임배추 장·단기 유통 모델시스템(5-60일)에서 작형별 절임배추의 품질변화 분석	62
2) 절임배추의 장·단기 저장용 포장 단위 및 포장용기(포장재) 탐색	63
3) 작형별 절임배추의 유통중 저장성 향상 기술제시	63
4) 저장 절임배추의 김치 제조 및 품질 평가를 통한 작형별 절임배추의 품질 지표 확립 및 유통기간 예측	63
3. 소규모 절임 업체용 절임배추의 제조 공정·저장·유통 매뉴얼 작성	69
가. 작형별 절임배추의 최적 저장 및 유통 조건 확립	69
나. 소규모 절임배추 업체용 계절별 절임 염수 재활용 및 절임 폐수 처리 방안 도출	69
다. 절임배추 생산 공정 표준화를 위한 최적화 기술의 현장 적용 실험 및 평가	69
제 2 절 결과 및 고찰	70
1. 작형별 절임배추 생산 기술 제시	70
가. 작형별 절임배추 제조를 위한 기반 기술 확보	70
1) 작형별 절임배추의 현황, 유통 구조 및 문제점 분석	70
2) 절임배추 표준화 및 표준화를 위한 GMP, 작업 표준 및 위생관리 기준개발	73
나. 시판 절임배추의 감각 과학적 품질 특성 규명 및 객관화	77
1) 절임배추 묘사 용어 도출	77
① 기본맛 테스트 결과	78
② 절임배추의 묘사 용어 도출 결과	79

다. 표준화된 절임배추의 생산기술 설정-----	80
1) 작형별 절임배추의 물리화학적 및 감각 과학적 품질요인 객관화-----	80
① 작형별 절임배추의 pH 및 산도변화-----	80
② 작형별 절임배추의 색도, 가용성 고형분, 염도 측정-----	84
③ 작형별 절임배추의 경도-----	90
④ 작형별 절임배추의 미생물 변화-----	98
⑤ 작형별 절임배추의 감각과학 검사 결과-----	102
2) 소규모 절임 모델시스템하의 작형별 절임배추 특성 규명-----	143
3) 김치 제조 및 품질 평가를 통한 작형별 절임배추의 품질 지표 확립-----	144
2. 작형별 소규모 절임배추 생산공정 표준화-----	145
가. 생산 공정 단계별 품질지표의 객관화-----	145
1) 절임배추 생산공정 단계별 품질 지표의 객관화-----	145
나. 작형별 절임배추 저장성 향상 전처리 기술 연구-----	158
1) 절임배추 장·단기 유통 모델시스템(5-60일)에서 작형별 절임배추의 품질변화 분석-----	158
2) 절임배추의 장·단기 저장용 포장 단위 및 포장용기(포장재) 조사-----	166
① 포장방법에 따른 절임배추의 pH 및 산도변화-----	166
② 포장방법에 따른 절임배추의 색도, 가용성 고형분, 염도-----	167
③ 포장방법에 따른 절임배추의 경도-----	168
④ 포장방법에 따른 절임배추의 미생물 변화-----	168
⑤ 포장방법에 절임배추의 감각과학 검사 결과-----	170
3) 작형별 절임배추 유통 중 저장성 향상 기술 제시-----	174
4) 저장 절임배추의 김치 제조 및 품질 평가를 통한 작형별 절임배추의 품질 지표 확립 및 유통 기간 예측-----	176
① 절임농도에 따른 절임배추의 pH 및 산도변화-----	176
② 절임농도에 따른 절임배추의 색도, 가용성 고형분, 염도-----	177
③ 절임농도에 따른 절임배추의 경도-----	178
④ 절임농도에 따른 절임배추의 미생물 변화-----	180
⑤ 저장용 최적 절임배추 제조방법-----	182
a) 절임농도 및 절임방법에 따른 절임배추의 pH 및 산도변화-----	182
b) 절임농도 및 절임방법에 따른 절임배추의 색도, 가용성 고형분, 염도-----	183
c) 절임농도 및 절임방법에 따른 절임배추의 경도-----	185

① 절임농도 및 절임방법에 따른 절임배추의 미생물 변화-----	187
② 저장 절임배추 이용 김치의 저장 품질 변화-----	188
3. 소규모 절임 업체용 절임배추의 제조 공정·저장·유통 매뉴얼 작성 -----	196
가. 작형별 절임배추의 최적 저장 및 유통 조건 확립-----	196
나. 소규모 절임배추 업체용 계절별 절임 염수 재활용 및 절임 폐수 처리 방안 도출--	196
다. 소규모 절임배추 표준화 모델 및 작형별 절임배추 생산 공정 표준화 제시-----	203
라. 절임배추 생산 공정 표준화를 위한 최적화 기술의 현장 적용 실험 및 평가-----	205
* 소규모업체를 위한 절임배추 제조 및 저장 매뉴얼 -----	209
제 4 장 목표 달성도 및 관련 분야에의 기여도-----	223
제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획 -----	223
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외 과학 기술 정보-----	225
제 7 장 참고 문헌-----	235

## Contents

Chapter 1. Overview of research projects	50
Chapter 2. Status of domestic and foreign technical development	51
Chapter 3. Performance contents of research and result	52
Section 1. Evaluation of salted Kimchi cabbage production technology	52
1. Production technology suggestion of seasonal salted-Kimchi cabbage	52
A. Base technology acquisition for production of seasonal salted-Kimchi cabbage	52
B. Identification and objectification of sensory characteristics of commercial salted-Kimchi cabbage	
C. Production technology setting of standardized salted-Kimchi cabbage	54
1) Objectification of sensory and physicochemical quality factor for salted-Kimchi cabbage	54
① Material and temperature measure of salted-Kimchi cabbage	54
② pH and titratable acidity	54
③ Salt content	54
④ Color value	54
⑤ Soluble solid content	55
⑥ Texture properties	55
⑦ Microbes	55
⑧ Sensory evaluation	55
⑨ Statistic analysis	58
2) Facilities model development for small sale salted-Kimchi cabbage	58
3) Characteristics identification of Seasonal salted-Kimchi cabbage on the salting model system	58
2. Standardization of the small-scale production process for four season salted-Kimchi cabbage	58
A. Objectification of quality indicators according to step-by-step production process	58
1) Material and temperature measure	58
2) pH, acidity, salt content, color, soluble solid, texture	59
3) Microbes experiments	59
4) Sensory evaluation	62
B. Suggestion of pre-treatment technology and storage improvement of seasonal salted-Kimchi cabbage	62



1) Quality analysis of salted-Kimchi cabbage in the long-term distribution model system .....	62
2) Research of packaging unit and material for salted-Kimchi cabbage .....	63
3) Quality factor establishment and shelf life prediction through Kimchi preparation and quality analysis .....	63
3. Preparation of a manual for the production process, storage, and distribution of salted Kimchi cabbage for small-scale salted Kimchi cabbage-producing companies .....	69
A. Establishment of optimal storage and distribution conditions for seasonal salted-Kimchi cabbage .....	69
B. Survey and suggestion of brine recycling and brine waste treatment for seasonal salted-Kimchi cabbage .....	69
C. Standardized test and evaluation for site optimization technology of salted-Kimchi cabbage .....	69
Section 2. Result and discussion .....	70
1. Evaluation of salted Kimchi cabbage production technology .....	70
2. Standardization of the small-scale production process for four season salted-Kimchi cabbage .....	145
3. Preparation of a manual for the production process, storage, and distribution of salted Kimchi cabbage for small-scale salted Kimchi cabbage-producing companies .....	196
Chapter 4. Research goal attainment and contribution to related area .....	223
Chapter 5. Plan for application of research results .....	223
Chapter 6. Overseas science technology information .....	225
Chapter 7. Reference .....	225

## 제 1장 연구개발과제 개요

배추는 2,000년 이전에 지중해 연안에서 자라던 잡초성 유채(*Brassica Campestris*)가 중앙아시아지역에 전파된 후 중국 북부지방의 순무와 남부지방의 송(菘)이 중국 북부의 양주지방에서 자연 교잡되어 자란 것이 배추의 원시형이라고 전해지고 있다. 우리나라 배추의 재배역사는 신라시대 당나라에 다녀오던 사신이 배추종자를 숨겨 들어 온 것이라 전해지며, 고려 고종 23년(1236)에 펴낸 『향약구급방(鄉藥救急方)』에는 "송(菘)"을 배추라 하고 순무와 비슷하다고 하였다. 배추 재배 기술은 고려말 14세기 이후 크게 발달하여, 개성에서 김장용 품종을 육성하였으며, 조선시대 이후에는 서울배추 품종이 육성되어 서울 이남에 보급되었고, 서울 이북은 개성 보쌈김치용 개성배추가 보급되었다고 한다. 1906년 독점에 원예모범장이 설립되었고, 1909년 개성, 청국, 청채, 고채 품종의 배추를 시험 재배하여 1910년 청국배추 1호와 2호가 청채·개성배추로 명명한 것이 최초의 배추 품종 시험이었다(1, 2).

배추라는 이름의 어원은 중국의 '백채(白菜)'가 변하여 배추가 되었다고 전해진다. 2012년 4월 제44차 국제식품규격위원회(Codex) 농약잔류분과위원회에서는 그동안 국제식품분류상 차이니스 캐비지(Chinese Cabbage)에 속해있던 한국산 배추를 한국의 제안에 따라 김치 캐비지(Kimchi Cabbage)로 분리, 등재하였다. 배추는 국내에서 소비량이 가장 많은 채소로 재배시기에 따라 봄배추, 고랭지 배추, 가을 배추, 월동 배추로 구분하고, 포기 형태로는 결구형, 반결구형, 불결구형으로 분류한다(3). 배추는 식이섬유, 각종 비타민 성분과 칼슘을 비롯한 무기질 성분이 풍부하여 김치 외에도 다양한 요리의 주재료 및 부재료로 쓰이고 있으며 십자화과 채소 특유의 생리활성 물질인 glucosinolate를 함유하고 있어서 독특한 향미와 함께 항암효과가 뛰어난 것으로 보고되고 있다(4-6).

국내 배추 총생산량중 약 90% 이상을 김치나 절임 식품 제조에 소비하고 나머지 10%는 기타 가공 식품 제조에 이용되고 있다. 배추는 우리 식생활과 밀접한 김치의 주재료로 배추 수급 조절에 문제가 발생하면 배추 농가 소득 및 소비자 물가 지수에 큰 영향을 미치게 된다(7-11).

## 제 2장 국내외 기술 개발 현황

절임배추에 관한 연구는 절임배추를 저온 살균하여 starter로서 김치 젖산균인 *Leu. citreum*, *Lab. plantarum*을 첨가하여 김치 발효 중 발효 특성과 기능성 증진 효과, 전기 분해수를 이용한 절임 조건에 따른 배추의 품질 특성, 그리고 절임 방법에 따른 배추 조직 및 염도 변화 등이 있다(12-14). 현장형 연구로는 대규모 김치 제조공장에서 월동배추, 봄배추 등의 작형별 배추절임을 기계화/자동화하기 위한 적정 기계화 절임 조건의 표준화, 중대형 김치 공장에서 배추의 기계화 절임의 주요 변수로, 염수 농도, 절임시간, 탈수 시간을 조사를 공장 규모로 진행시킨 연구가 있다(15). 또한 배추와 함께 절임배추의 중요한 요인인 소금 종류 및 이용 실태, 절임배추 저장 중 폴리에틸렌 포장 필름 종류와 소금 절임 농도에 따른 품질 변화 등 다양한 연구들이 진행되었다(16-20).

일반적으로 절임배추의 원료인 배추는 산지나 김치제조 업체에서 봄, 여름 배추에 비해 품질이 좋은 월동배추를 장기간 저장해두기 위해 출하 시에 대량으로 저온창고에 저장해서 필요에 따라 사용하고 있다(21). 그러나 배추는 작형별로 저장성에 차이가 있고, 가격 대비 무게와 부피가 커서 좀 더 효과적인 저장방법을 찾고 있다(22). 이를 해결하기 위한 방법으로 절임배추로 제조하여 배추 자체의 무게와 부피를 줄이고 저장성이 연장된 절임배추 연구가 진행되었으나 현재까지는 실용화되지는 못하고 있다(23-25). 즉 김치는 역사, 성분, 절임 특성, 미생물 및 숙성, 저장, 표준화 및 실태 조사, 김치 저장성 연장 및 품질 균일화 등에 관한 연구가 많이 되어 왔으나, 상품으로서의 절임배추에 중점을 둔 현장형 연구는 시작단계라고 할 수 있다.

2010년 태풍 등으로 고랭지 배추 가격이 급등하여 배추 과동이 일어나고, 2013년에는 너무 많이 생산되어 재배 비용도 거두지 못하고 배추를 밭에 그대로 방치하는 일이 반복되고 있다. 현재 본 연구진은 배추 수급안정화를 위한 지정공모과제의 내용 중에 소규모 절임배추 생산 공정 표준화를 위해서 절임배추 제조를 위한 기반 기술 확보와 시판 절임배추의 감각과학적 품질 특성을 객관화하였으며, 작형별 절임배추의 품질 특성 조사를 수행하고 있다. 이외에 정부의 배추 수급 안정화를 위하여 배추 전용 저장 창고 설립, 절임배추 저장성 연장 등 현장형 연구 지원 등으로 배추 수급 안정화를 위한 좋은 결과가 있을 것으로 여겨진다.

## 제 3장 연구개발 수행 내용 및 결과

### 제 1절 소규모 절임배추 생산 공정 표준화

#### 1. 작형별 절임배추 생산 기술 제시

##### 가. 작형별 절임배추 제조를 위한 기반 기술 확보

선행된 연구 논문과 본 연구진이 보유하고 있던 작형별 절임배추의 현황, 유통 구조 및 문제점 분석과 절임배추 표준화 및 표준화를 위한 GMP, 작업표준 및 위생 관리 기준(식품산업 표준화 시스템 개발 및 운용지원, 한국식품연구원, E011400-11084, 2011. 12)을 분석하였다.

##### 나. 시판 절임배추의 감각 과학적 품질 특성 규명 및 객관화

절임배추의 저장온도와 저장시간에 따른 차이식별 평가를 위하여 패널 요원 모집과 1차 패널 평가 및 선발, 2차 패널 훈련을 통하여 최종적으로 본 검사에 참여하도록 하였다(Fig. 1-1). 1차 테스트는 한국식품연구원에 근무하고 있는 연구원 중 본 과제에 흥미를 가진 연구원 30명을 선정하여 기본맛 테스트를 실시하였다. 이때 사용한 방법은 신맛, 단맛, 쓴맛, 짠맛을 Table 1-1과 같이 농도별 시료로 제조하여 감각과학검사 요원에게 각각의 시료를 9점법으로 평가하게 한 후 농도 차이를 판단할 수 있는지의 여부를 조사하여 선발하였다. 1차와 2차 기본맛 테스트의 시료 용액 제조 방법이며, 3-6차 기본맛 테스트는 기본맛의 농도를 더 희석하여 기본맛에 대한 민감도를 높여서 실시하였다. 또 기본맛 테스트의 시료 제시 방법으로 시료용액의 색의 차이로 농도별 차이를 구분하는 것을 피하기 위해 붉은색의 전등을 이용하여 감각과학검사를 실시하였다(Fig. 1-2).

감각과학검사 요원 모집

현재 융합기술연구본부 유통연구단에서 절임배추의 규격 설정연구를 위한 감각과학검사 요원을 모집합니다. 감각과학검사 경험이 없으신 분도 환영합니다. 검사는 하루에 10~15분, 일주일에 2~3회 정도 있을 예정입니다.

(감각과학검사 예상기간 : 2013년 1월 중순~2013년 4월말)

본 검사에 참여하시는 분에게는 소정의 상여금이 준비되어 있습니다. 관심이 있으신 분은 **1월 11일 (금)**까지 아래로 연락해 주시기 바랍니다.

\* 최○○, 이○○ : 90○○, 구○○ : 90○○

Fig. 1-1. Recruit of panelist for salted Kimchi cabbage

Table 1-1. Basic taste test for panel training

Taste	Sample	Concentration(%)			
Sourness	Citric acid/water	0.05-0.10	0.10-0.20	0.25-0.50	0.50-1.00
Sweetness	Sugar/water	0.50-1.00	1.00-2.00	2.50-5.00	5.00-10.00
Bitterness	Coffee/water	0.15-0.03	0.03-0.06	0.06-0.13	0.13-0.26
Saltiness	Salt/water	0.05-0.10	0.10-0.20	0.25-0.50	0.50-1.00

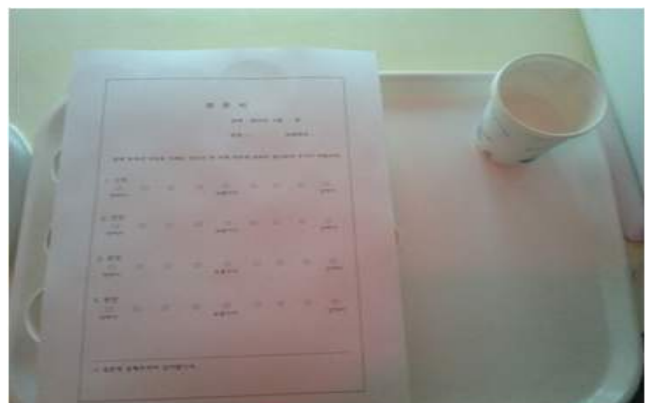


Fig. 1-2. basic taste test for panel training

#### 다. 표준화된 절임배추의 생산 기술 설정

##### 1) 작형별 절임배추의 물리화학적 및 감각 과학적 품질요인 객관화

###### ① 재료 및 절임배추 품온 측정

본 실험에 사용된 배추는 전라남도 해남에서 재배된 것으로 절임배추 업체인 화원 농협(Haenam-gun, Jeollanam-do, Korea)에서 공급받아 사용하였다. 절임배추는 반 포기씩 진공 포장하여 저장온도 0, 4, 10, 20°C 에 각각 저장하면서 실험하였다. 월동배추는 3월 11일에, 봄배추는 6월 11일에 구입하였다. 이때 김치제조 현장에서 식품연구원까지의 수송 중 온도변화와 각 저장 온도에 따른 품온을 탐색하기 위하여 절임배추의 박스에 data logger를 넣어 온도와 습도를 측정하였다.

###### ② pH 및 적정산도 측정

각각의 절임배추 시료를 저장 온도별로 취하여, blender(MR-5550 MFP, Braun, Poland)로 갈아 반죽(paste) 상태의 시료를 제조한 후 electrode를 직접 넣어 pH를 측정하였다. 적정 산도는 blender로 갈 반죽상태의 시료 1g을 정확히 달아 100ml로 희석한 후 Toyo No.1로 여과한 다음 여액 20ml을 취하여 0.01N NaOH 용액으로 pH가 8.3이 될 때까지 적정하여 소비된 0.01N NaOH 용액 소비량을 구한 후 젯산으로 환산하여 표시하였다.

$$\text{산도}(\%) = \frac{\text{소비된 NaOH(ml)} \times 0.0009 \times \text{NaOH factor} \times 10 \times \text{희석부피(ml)}}{\text{시료량(g 또는 ml)}}$$

###### ③ 염 함량

염의 함량은 Mohr법에 의하여 측정하였다. 각각의 절임배추 시료를 저장 온도별로 취하여, blender로 갈아 반죽(paste) 상태의 시료 1g을 정확히 달아 100ml로 희석한 후 여과한 여액 10ml을 취하고 2% potassium chromate 1ml를 넣어 0.02N AgNO<sub>3</sub> 용액으로 적정하여 아래의 식을 이용하여 표시하였다.

$$\text{염도}(\%) = \frac{\text{소비된 AgNO}_3(\text{ml}) \times 0.00117 \times \text{AgNO}_3 \text{ factor} \times 10 \times \text{희석부피(ml)}}{\text{시료량(g 또는 ml)}}$$

###### ④ 색도 측정

절임배추의 색도는 blender로 갈아 반죽(paste) 상태의 시료를 직경 5 cm, 높이 5 mm의 원형 플라스틱 틀에 넣어 색도계(CR-410, Minolta Co., Osaka, Japan)를 이용하여 측정하였다. 측

정 전 표준백판으로 보정한 후 사용하였으며 L(명도, Lightness), a(적색도, redness) 및 b(황색도, yellowness)값으로 나타내었다. 시료 간 전체적인 색 차이는  $\Delta E$  값으로 환산하였다.

#### ⑤ 가용성 고형분 측정

절임배추의 가용성 고형분(soluble solid content)은 blender로 갈아 반죽(paste) 상태의 시료를 거르로 여과한 다음 디지털 당도계(PDX-1, VeeGee, USA)를 이용하여 각 처리구당 5회 반복하여 평균값을 구하였다.

#### ⑥ 경도 측정

절임배추의 조직 강도는 2가지 방법으로 측정하였다. 첫 번째는 디지털 경도계(IMADA push pull scale & digital force gauge, IMADA, Japan)를 이용하여 각 처리구당 15번씩 반복하여 측정하였다. 두 번째는 texture analyzer(TAXT-2, Stable Micro Systems, Ltd., Godalming, England)를 사용하여 puncture test를 시행하였다. 즉, 배추 표면의 중앙부분에서부터 100% 관통하면서 받는 최대 강도를 측정하였으며 시료 측정 횟수는 각 처리구당 15회 반복하여 평균값을 구하였다. 또한 texture puncture probe가 배추 표면에 닿은 후부터 배추 조직의 겉면이 뚫릴 때까지의 시간을 측정하여 배추 조직의 견고성을 비교하였다. 이때 측정 조건은 probe 3mm, pretest speed 5mm/s, test speed 0.5mm/s, posttest speed 10mm/s, distance 10mm로 하였다.

#### ⑦ 미생물 균수 측정

각각의 온도에 저장된 절임배추를 10g씩 취하여 0.85% 멸균식염수 용액으로 10배 희석하여 stomacher(Bagmixer, Duksan, Seoul, Korea)를 이용하여 균질화 하였다. 균질액 1ml을 취하여 0.85% 멸균식염수에 단계적으로 희석한 후 1ml씩 pouring culture method로 접종하였다. 각각 총균수(Plate Count Agar)와 젖산균수(*Lactobacilli* MRS Agar)는 37°C에서 48시간 배양한 후 colony 수를 측정하여 colony forming unit(log CFU/g)으로 표시하였다. 각 시료는 시험 전 충분히 혼합하여 사용하였으며, 채취 및 전 과정은 clean bench에서 무균적으로 처리하였다. 시료 채취에 사용한 핀셋, 가위 등은 모두 121°C, 15분 조건에서 멸균하여 사용하였다.

#### ⑧ 저장온도 및 저장 기간에 따른 감각과학검사

작형별 절임배추의 저장 온도와 저장 시간에 따른 강도의 검사는, 훈련된 감각과학검사 요원으로 하여금 15점법으로 실시하였다. 시료의 제공은 냄새가 배지 않은 용기에 배추의 초록 잎, 노란 잎, 줄기 부분을 각각 2-3조각씩 넣어 뚜껑을 덮은 후 제공하였다. 평가 방법은 Fig. 1-3을 이용하여 15선척도법으로 평가하였다.

## 설문지

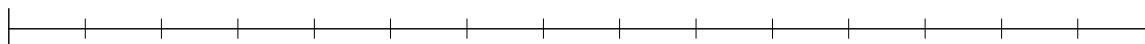
이름 \_\_\_\_\_  
부서 \_\_\_\_\_

날짜 \_\_\_\_\_ 2014/\_\_\_\_\_  
구내번호 \_\_\_\_\_

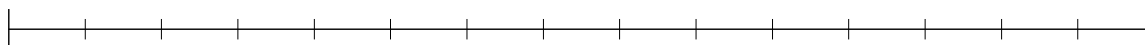
다음은 절임배추의 강도를 알아보기 위한 감각과학평가입니다. 물로 입안을 먼저 헹군 후 다음의 시료를 평가해 주십시오.

### 1. 외관

① 노란색의 선명도(←없음, →매우 강함)



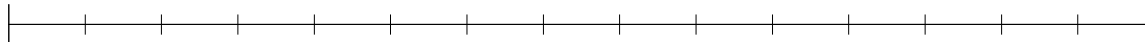
② 갈색의 정도 (←없음, →매우 강함)



③ 초록색의 선명도(←없음, →매우 강함)

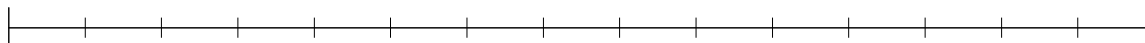


④ 배추 광택의 정도 (←없음, →매우 강함)

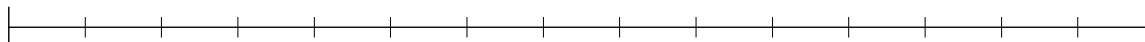


### 2. 향미

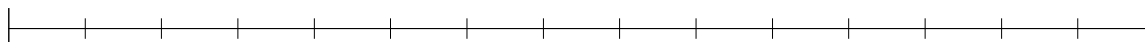
① 배추 냄새(←없음, →매우 강함)



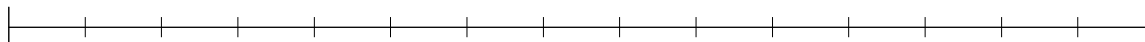
② 짠 냄새(←없음, →매우 강함)



③ 단 냄새(←없음, →매우 강함)



④ 신 냄새(←없음, →매우 강함)





3. 맛

① 생배추맛(풋맛)(←없음, →매우 강함)

② 짠맛(←없음, →매우 강함)

③ 단맛(←없음, →매우 강함)

④ 무의 아린맛(매운맛)(←없음, →매우 강함)

⑤ 쓴맛(←없음, →매우 강함)

⑥ 신맛(←없음, →매우 강함)

4. 조직감

① 아삭한 정도(←없음, →매우 강함)

② 질긴 정도(←없음, →매우 강함)

Fig. 1-3. Questionnaire for salted kimchi cabbage

## ⑨ 통계처리

실험 결과는 SPSS statistical analysis software(20, SPSS, Chicago, IL, USA) 를 이용하여 평균과 표준편차를 계산하였고, Duncan's multiple range test방법을 사용하여 0.05% 수준에서 유의성을 분석하였다. 또 저장기간별 시료의 차이는 XLSTAT(2007.1, Addinsoft, NY, USA)를 이용하여 시료 간 차이, 주성분 분석 등을 실시하였다.

### 2) 소규모 절임업체를 위한 시설 기본 모델 개발

농가형 절임배추 제조 현장에서는 일년 중 10월 말에서 11월말까지 한달동안 절임배추작업을 하여 소비자에게 주문 판매를 하고 있다. 본 과제의 참여 업체인 괴산시골절임배추영농조합의 회원인 농가에서 시료를 제공 받았고, 이들 농가형 절임배추제조 업체를 위하여 기본 모델로 개발하였다.

### 3) 소규모 절임 모델시스템하의 작형별 배추 특성 규명

참여기업인 괴산 시골 절임배추 제조 농가 3업체(2013년, 2014년)의 시료를 김장철에 제공 받아 배추 특성을 조사하였다.

### 4) 김치 제조 및 품질 평가를 통한 작형별 절임배추의 품질 지표 확립

작형별 절임배추는 계절별(봄, 여름, 가을, 겨울, 2013-2014년) 실험을 완료한 후 품질 지표를 확립하였다.

## 2. 작형별 소규모 절임배추 생산 공정 표준화

### 가. 생산공정 단계별 품질 지표의 객관화

#### 1) 재료 및 절임배추 품온 측정

작형별 절임배추 생산 기술 제시와 작형별 소규모 절임배추 생산 공정 표준화를 수행하기 위하여 2013년에서 2014년에 재배된 배추를 이용하여 절임배추 제조업체인 전라남도 해남의 화원 농협(Haenam-gun, Jeollanam-do, Korea)과 충청북도 괴산의 괴산시골절임배추 영농조합법인(Goesan-gun, Chungcheongbuk-do, Korea)에서 공급받아 사용하였다. 절임배추는 반 포기씩 진공 포장하여 저장온도 0, 4, 10, 20℃ 에 각각 저장하면서 실험하였다. 해남에서 구입한 배추는 겨울배추(겨울) 2013년 3월, 2013년 봄배추 6월, 2013년 여름배추는 9월, 가을배추는 11월 25일에 구입하여 사용하였다. 또한 소규모 절임배추 제조는 김장철에만 절임배추를 제조하는

괴산에서 가을배추를 사용하여 제조된 절임배추를 2013년 11월 26일에 공급받아 실험하였다.

2) pH 및 적정산도, 염 함량, 색도 측정, 가용성 고형분 함량, 경도 측정  
1차년도와 동일한 방법으로 수행하였다.

3) 미생물 균수

① 재료 및 전처리 방법

미생물학적 품질 평가를 위해 개별 포장된 절임배추는 포장상태로 충분히 혼합한 후 분리된 물을 이용하여 시료로 사용하였다. 일반세균, 곰팡이, 대장균군, 장내세균과 바실러스 세레우스(*B. cereus*)는 정량분석을 수행하였고, 대장균(*E.coli*), 살모넬라균(*Salmonella* spp), 병원성 대장균과 대장균 O157:H7(Pathogenic *E.coli*, *E.coli* O157:H7), 황색포도상구균 (*S. aureus*), 리스테리아 모노사이토제네스(*L. monocytogenes*), 클로스트리디움 퍼프린젠스(*C. perfringens*) 7종의 병원성 미생물은 정성적 분석을 실시하였다. 시험을 위해 각 시료의 채취 및 전처리는 clean bench에서 무균적으로 수행하였으며, 시료 채취에 사용한 핀셋, 가위 등은 모두 121°C, 15분 조건에서 멸균하여 사용하였다.

② 일반세균수(Total viable cell count)의 정량적 분석

일반세균수는 균질한 시료를 멸균된 0.85% saline으로 단계별 희석하였다. 각 단계별 희석액 1mL을 3M petrifilm (Petrifilm™ plate, 3M Co., St. Paul, MN, USA)에 접종하여 37°C에서 48시간 배양시킨 후 성장한 집락수를 log colony forming unit (log CFU/mL)으로 표시하였다.

③ 효모 및 곰팡이(Fungi)의 정량적 분석

일반세균수와 동일하게 처리된 각 단계별 희석액 1mL을 potato dextrose agar (PDA, Merck, Darmstadt, Germany) 3장에 0.3mL, 0.3mL, 0.4mL씩 접종한 후 완전히 흡수되도록 도말한 후 30°C에서 4일-5일간 배양한 다음 집락을 계수하여 log colony forming unit (log CFU/g)으로 표시하였다.

④ 장내세균(*Enterococcus*)의 정량적 분석

장내세균은 일반세균수와 동일한 시험액 1mL, 0.1mL, 0.01mL 씩 3개를 *Enterococcus* broth (Merck)에 접종하여 37°C에서 48시간 배양하여 44시간-48시간 배양하여 색상이 푸른색 (blue-green)으로 변화한 것이 확인되면 KF *streptococcus* agar(Merck)에 획선 배양하였다. 배양 후 yellow zone이 있는 붉은색 집락이 확인되면 장내구균 양성으로 판정하고 최확수표로부터

장내구균수를 선출하였다.

⑤ 대장균군(Coliforms)의 정량적 분석과 대장균(*Escherichia coli*)의 정성적 분석

일반세균수와 동일한 시험액 1mL, 0.1mL, 0.01mL 씩 3개를 튜브관을 넣은 brilliant -green bile lactose broth (BGLB, Merck) 5mL에 접종하여 37°C 에서 48시간 배양하여 가스가 발생하는 시험관을 대장균군 양성으로 판정하였다. 대장균은 대장균군 시험 시 가스가 발생한 BGLB (Merck) 시험관에서 1ul를 취하여 chromCult coliform agar (Merck)에 희석 도달하여 37°C 에서 24시간 배양하여 전형적인 과란색을 띄는 집락을 선택하여 TSA (Merck)에서 희석 배양한 다음 유전적 분석을 위하여 *Escherichia coli*의 16S rRNA와 *uspA* gene을 target으로 하는 PCR을 진행하였으며, Vitek® 2 compact (BioMérieux)로 생화학 실험도 실시하였다. 대장균의 유전학적 분석을 위해 사용한 target 유전자는 표 1-2와 같다.

⑥ *Bacillus cereus* 정량적 분석

일반세균수와 동일한 시험액 1mL을 취하여 멸균된 0.85% saline 9mL에 단계별 희석하였다. Mannitol-egg-yolk-polymyxine agar (MYP, Merck) 또는 Bacara (BioMérieux) 배지에 각 단계 희석액을 0.3mL, 0.3mL, 0.4mL씩 도달하여 총 접종액이 1mL이 되게 한 후 30°C 에서 18시간 배양하였다. 성장한 집락 주변에 lecithinase를 생성하는 혼탁한 환이 있는 분홍색 집락을 계수하였다. 계수한 평판에서 5개 이상의 전형적인 집락을 선별하여 TSA (Merck)에 희석 도달하고 30°C 에서 18시간 배양하여 표 1과 같은 조건으로 유전학적 분석을 하였고 Vitek® 2 compact (BioMérieux)로 생화학 실험으로 최종 확인하였다.

⑦ *Clostridium perfringens* 정성적 분석

*C. perfringens* 분석은 시료 10 mL에 0.1% pepton water 90mL을 가한 뒤 2분간 균질화시킨 시험용액 1mL을 10mL의 cooked meat (Oxoid, Basingstoke, England) 아랫부분에 접종하여 37°C 에서 22시간 동안 혐기 배양하였다. 증균 배양액을 난황이 첨가된 tryptose-sulfite-cyclosering (TSC, Oxoid)에 희석 접종하여 37°C 에서 22시간 혐기배양한 후 불투명한 환을 가지는 황회색 집락을 양성으로 판정하였다. 유전학적 분석을 위해서는 *C. perfringens*의 16S rRNA와  $\alpha$  toxin gene을 target으로 하여 primer로 제작하여 사용하였으며, 생화학 시험은 Vitek® 2 compact(BioMérieux)로 실시하였다.

⑧ Pathogenic *E. coli* 및 *E. coli* O157:H7 정성적 분석

시료 10 mL에 90mL의 mTSB (Merck)를 가한 후 균질기 (Seward Stomacher400 Circulator)로 1분간 균질화 시키고 37°C 에서 24시간 배양하였다. 배양액 1ul를 MacConkey (Merck)에 희

선 도말하고 유당을 분해하는 집락, 즉 분홍색 침전물을 형성하는 집락을 5개 이상 선출하여 ENDO, EMB 배지에 접종하여 금속성 광택을 나타내는 집락을 의심 집락으로 선정하여 TSA (Merck)에 도말하고 37°C에서 24시간 배양하였다. *Pathogenic E. coli* 중 *E. coli* O157:H7은 *Pathogenic E. coli* 시험법과 동일하되 증균액을 Cefixime 및 Potassium tellurite가 첨가된 CT-SMAC (Merck), Fluor°Cult O157 (Merck) 배지에 도말하여 37°C에서 24시간 배양 후 배양 후 sorbitol을 분해하지 않는 집락, 즉 SMAC에서는 무색, Fluor°Cult O157배지에서는 옅은 초록 색의 MUG를 생성하지 않는 집락에 대하여 EMB와 ENDO 배지에 각각 5개 이상 접종하여 37°C에서 24시간동안 배양하였다. ENDO, EMB 배지에서 전형적인 5개 이상의 집락을 선택하여 TSA 배지에 접종시켜 배양한 후 유전학적 분석으로 *E. coli* 여부를 확인하였고 Vitek® 2 compact에 의한 생화학적 분석을 통하여 최종 확인하였다.

#### ⑨ *Salmonella* spp의 정성적 분석

시료 10mL에 180mL의 peptone water (1% peptone, 0.5% NaCl)을 가하여 균질기 (Seward Stomacher400 Circulator) 로 1분간 균질화 시키고 37°C에서 24시간 배양하였다. 증균액 0.1mL을 Rappaport-Vassiliadis broth (RVS, Merck) 10mL에 접종하고 42°C에서 24시간 2차 증균 배양하였다. 증균 배양액을 다시 XLD agar (Merck)와 Rambach agar (Merck)에 희석 도말하여 37°C에서 24시간 배양하여 의심되는 집락을 TSA(Merck)에 옮겨 배양하고 Vitek®2 compact (BioMérieux)로 동정하였다.

#### ⑩ *Staphylococcus aureus* 정성적 분석

*Staphylococcus aureus*는 시료 10mL에 10% NaCl을 넣은 TSB 용액 90mL을 가하여 균질기 (Seward Stomacher400 Circulator) 로 1분간 균질화 시키고 37°C, 18시간 동안 증균 배양시켰다. 증균액을 Baird-Parker RPF 한천배지 (BioMérieux)에 희석 도말하여 37°C에서 24시간 배양 한 후 검은색 집락 주위에 opaque region이 확인되면 *S. aureus* 양성으로 판정하고 3개 이상의 의심 집락을 선택하여 TSA 배지에 접종하여 37°C에서 24시간 배양한 후 Vitek®2 compact (BioMérieux)로 최종 확인하였다.

#### ⑪ 유전학적 동정

분리된 미생물의 유전학적 동정을 위한 DNA 추출 및 분석 방법은 다음과 같다. 각각의 선택배지에서 선발된 의심집락을 TSA 배지에 접종한 후 얻은 단일 집락 1 loop를 0.85% saline 1mL에 균질화시킨 후 8000 xg에서 1분간 원심 분리하고, 상층액을 제거하였다. 남은 cell pellet에 0.2mL의 증류수를 가하여 resuspension시킨 후 95°C의 heating block에서 10분간 열처

리하고 원심분리(16,000xg, 4°C, 10분)하여 얻어진 상층액을 template DNA로 사용하였다. 각각의 병원균에 대한 유전학적 동정을 위해 한 프라이머는 *E. coli*는 16Sr RNA와 *uspA*를, *B. cereus*는 *groEL*과 *gyrB*를, *C. perfringens*는 16S rRNA와  $\alpha$  toxin gene이었다. PCR을 위해 AccuPower™ premix (Bioneer)에 template DNA 1  $\mu$ l와 각각의 primer 1  $\mu$ l(1~2pmole)를 넣고 증류수로 전체용량이 20  $\mu$ l되도록 하여 반응시켰다. 94°C에서 7분간 denaturation 후 표 1-2의 반응조건으로 PCR을 수행한 다음 72°C 7분간 elongation하였다. 증폭된 DNA는 2.0% agarose gel을 사용하여 TBE buffer 하에서 100V로 50분간 전기영동을 실시한 후 EtBr로 15분간 염색 후 UV하에서 관찰하였다.

Table 1-2. Primer design for the detection of pathogenic microorganism used in this study

Microorganism	Target gene	Sequences	Condition	Amplification size
Gram positive	<i>Bacillus cereus</i>	<i>gyrB</i> F : TCATGAAGAGCCTGTGTACG R : CGACGTGTCAATTCACGCGC	94°C 30s 63°C 30s	475
		<i>groEL</i> F : GTGCGAACCCAATGGGTCTTC R : CCTTGTTGTACCACTTGCTC	72°C 30s 30cycle 60s	400
	<i>Clostridium perfringens</i>	16SrRNA F : AAAGATGGCATCATCATTCAAC R : TACCGTCATTATCTTCCCAAA	95°C 60s 58°C 90s	279
<i>CPA</i> F : GTTGATAGCGCAGGACATGTTAAG R : CATGTAGTCATCTGTTCCAGCATC		72°C 60s 30cycle	402	
Gram negative	<i>Escherichia coli</i>	<i>uspA</i> F : CGATACGCTGCCAATCAGT R : ACGCAGACCGTAGGCCAGAT	95°C 30s 55°C 30s	884
		16SrRNA F : CCCCCTGGACGAAGACTGAC R : ACCGCTGGCAACAAAGGATA	72°C 30s 30cycle	401

#### 4) 저장온도 및 저장 기간에 따른 감각과학검사

작형별 절임배추의 저장 온도와 저장 시간에 따른 강도의 검사는, 훈련된 감각과학검사 요원으로 하여금 15점법으로 실시하였다. 시료의 제공은 냄새가 배지 않는 용기에 배추의 초록 잎, 노란잎, 줄기 부분을 각각 2-3조각씩 넣어 뚜껑을 덮은 후 제공하였다. 평가 방법은 1차년도와 동일한 방법으로 15점 척도법으로 평가하였다(Fig. 1-3).

### 나. 작형별 절임배추 저장성 향상 전처리 기술 연구 및 유통 중 저장성 향상 기술 제시

#### 1) 절임배추 장·단기 유통모델시스템에서 작형별 절임배추의 품질 변화 분석

작형별 절임배추의 저장성 향상 전처리 기술연구를 위하여 연중 절임배추를 공급하는 본

과제의 협동 기관인 해남화원농협의 시료 제공으로 저장성 향상을 위한 품질 변화 분석을 1-2 차년도에 걸쳐 실시한 후 실시한 후 장기 저장과 단기 저장시의 품질 변화를 최종적으로 분석하였다.

#### 2) 절임배추의 장·단기 저장용 포장 단위 및 포장 용기(포장재) 탐색

장기 또는 단기 저장용 포장 용기에 의한 품질 변화를 조사하기 위하여 김치용 포장재로 많이 쓰이는 LDPE 포장재, 알루미늄+PE 포장재, 김장 비닐 포장재, 지피스 김치 포장재(기능성 포장재) 4가지로 포장을 한 후 장기 저장이 가능한 0℃에서 저장하면서 품질 변화를 조사하였다. pH, 산도, 감각과학검사 등의 품질 변화는 1) 작형별 절임배추의 물리화학적 및 감각과학적 품질 요인의 객관화와 동일한 방법으로 실시하였다.

#### 3) 작형별 절임배추의 유통 중 저장성 향상 기술 제시

봄배추(춘광, 2013년 6월 수확), 가을배추(추광, 2013. 11월 수확), 월동배추(남도장군, 2013년 3월 수확)는 전라남도 해남에서 재배된 것이었고, 여름 배추는 강원도 평창에서 재배된 고랭지 배추(2013년 9월 수확)를 이용하였다. 절임배추 제조는 해남 화원 농협(Haenam-gun, Jeollanam-do, Korea)에서 HACCP 절임배추 제조 라인에서 제조된 절임배추를 0℃로 유지된 냉장 수송차에 온도 로거를 부착하여 제조 직후 12시간 이내로 제공받아 실험 하였다. 이때 해남 화원농협의 절임배추 제조 라인은 배추를 이절, 1차 정선, 2단계 절임, 4단계 세척, 선별, 탈수, 포장의 공정과정을 거치는데, HACCP 규정하에 절임실, 세척수, 절임수, 절임배추의 품온, 절임수 염도 및 절임배추 제조 후의 절임배추의 염도, pH, 고형분 함량을 매일 측정하고 있다. 절임 공정 라인을 조사 분석한 결과 계절에 따라 약간의 차이는 있었으나 평균적으로 절임실과 세척수 온도는 15~20℃였고, 절임수 염도는 약 10~14%에서 약 24시간 절임을 한 후 10~15℃내외의 세척수로 4단계의 세척을 통과한 절임배추를 탈수 그물망 컨베이어에 약 5분~6분 정도 탈수 한 후 포장 단계를 거친다. 절임배추 1일 생산량은 계절별로 차이가 있는데, 봄배추는 1일 생산량 약 5톤, 여름배추 5톤, 가을배추 100톤, 월동 배추 30톤이었다. 본 실험에 사용한 시료는 각 계절별로 생산되어 10kg 단위로 포장된 절임배추 15박스를 제공받았으며, 반포기당 절임배추의 무게는 약 1.5~1.8 kg였고, 절임배추 소금농도는 약 1.3~1.5%의 범위였다. 각 계절별로 한 박스에서 반포 기씩 비슷한 크기의 것을 취하여 0℃, 4℃, 10℃, 20℃에 저장하면서 품질 변화를 조사한 후 절임배추의 상품 품질 지표 및 유지 기간을 제시하였다. 이때 협동기관인 해남 화원농협의 HACCP 품질 검사표를 제공 받아 품질 지표 및 유지 기간 제시에 적용을 하였다.

#### 4) 저장 절임배추의 김치 제조 및 품질 평가를 통한 작형별 절임배추의 품질 지표 확립 및 유통기간 예측

본 연구에서는 절임배추의 상품성 유지 기간 즉 저장성 연장을 위하여 절임배추의 소금 농도는 1.5~1.8%이지만 김치 제조시 양념에 소금, 젓갈 등을 이용하기 때문에 소금의 농도가 약간 높아진다. 김치 원료인 절임배추의 소금 농도를 약간 높여 절여 절임배추의 저장성을 연장시키고, 최종 김치 제조시 소금 농도를 조절하여 양념을 제조하는 공정을 기준으로 본 실험을 수행하였다. 또한 빙결점을 이용한 배추절임 및 장기 저장 방법으로 절임과 장기 저장이 동시에 이루어지도록 소금을 건식으로 배추에 직접 혼합한 후 밀폐 포장(진공 포장기 이용)하여 빙결점 근처에 저장하면서 실험을 수행하였다. 또한 이렇게 저장된 저장 절임배추로 김치를 제조하여 소비자 감각 과학 검사를 하여 저장 절임배추의 저장 유통기간을 예측하였다. 이때 저장 절임배추는 판매용 절임배추가 아니라 김치 공장에서 배추의 작황이 나쁠 때 저장 절임배추로 김치를 제조하여 판매할 수 있는 가능성을 조사하였다. 저장 절임배추 포장재는 다층 식품포장재인 나일론/폴리에틸렌 film류를 이용하였다.

저장 절임배추는 봄배추를 이용하여 2014년과 2015년 3차례 위의 방법대로 전처리를 한 후 pilot 규모(300-300kg)로는 실험실과 해남 화원농협에서 제조하여 60-90일간 저장한 후 해남 화원농협 김치제조 공장에서 김치 제조공정 순서대로 세척, 탈수 등을 거쳐 해남 김치 양념(김치 제조에 쓰이는 동일한 양념)으로 김치를 제조한 후 냉장차로 연구원으로 이동한 후 1차 시험에는 바로 제공하고, 2차와 3차에는 약 7-10일간 저온에서 숙성한 후 소비자 기호도 검사를 실시하였다(Fig. 1-4). 김치 시료 제공은 일인당 3kg의 상품김치 형태로 제공하였고, 가정사용검사 방법으로 수행하였다. 이때 실험실에서는 봄배추 300kg, 세절 배추 100kg을 제조하여 품질 조사를 하였고, 현장인 화원농협에서는 5월 수확 해남산 봄배추 300kg과 6월 수확 고랭지 봄배추 200kg으로 저장 배추절임을 실시하였다. 저장은 실험실에는 0℃ 저장고에서 수거하여 실험을 하였고, 현장에서는 0℃ 목은지 저장고에 보관한 후 김치를 현장에서 직접 제조한 후 연구원으로 수송하여 가정사용검사를 실시하였다. 실험 항목은 이화학적 특성인 pH와 적정산도, 염도, 가용성 고형분 함량, 미생물 균수, 색도 및 조직감, 감각 과학 검사를 실시하였다.

1)과 2)를 실험한 결과 작형별 절임배추의 품질 지표를 제시하였다.



# 김치 맛 test 및 소비실태 조사

## (2013-2015년 월)

안녕하세요. 지금부터 저장 절임배추로 제조한 김치의 맛과 숙성정도에 대한 귀하의 선호도를 평가하고자 합니다.

응답자 분류 [\* 해당 번호 난에 0표해 주십시오]

조사 지역       (1) 서울   (2) 분당   (3) 일산   (4) 기타

응답자 연령     (1) 25~34세   (2) 35~44세   (3) 45~54세   (4) 55~64세

응답자 연락처 [\* 아래 빈칸을 기록하여 주십시오]

응답자 이름 : \_\_\_\_\_

주소 : \_\_\_\_\_시 \_\_\_\_\_구 \_\_\_\_\_동 \_\_\_\_\_ (전화) \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

### 김치 관련 이용실태

**문1. 귀하께서는 김치를 직접 담그어 드시나요? 아니면 구입해서 드시나요?**

- (1) 직접 담그어 먹는다
- (2) 구입해서 먹는다
- (3) 친척집 등 주위에서 얻어먹는다
- (4) 기타 (        )

**문1-1. (김치를 구입한다고 응답한 경우) 김치를 구입하시는 이유는 무엇입니까?**

다음 중에서 해당되는 것을 모두 O표 해주세요.

- |                          |                              |
|--------------------------|------------------------------|
| (1) 집에서 친인척/손님을 치르기 위해서  | (11) 마침 그때 김치가 푹 떨어져서        |
| (2) 내가 몸이 아프고 불편해서       | (12) 나 자신의 여가 생활을 즐기기 위해서    |
| (3) 바빠서 김치 담글 시간이 없어서    | (13) 김치 담그기가 점점 더 힘들어져       |
| (4) 주위에서 판매 김치도 좋다고 해서   | (14) 김치 담그는데 자신감이 적어서        |
| (5) 진열된 것이 먹음직스러워서       | (15) 집에서 김치 먹는 양이 적어져서       |
| (6) 덤이나 사은품을 준다고 해서      | (16) 원 재료가 비쌀 때는 사먹는 것이 더 싸서 |
| (7) 상품권을 얻어서             | (17) 내 노동비를 치면 사 먹는 것이 더 싸서  |
| (8) 더 이상 얻어먹기가 눈치 보여서    | (18) 다양한 종류의 김치 맛을 보기 위해서    |
| (9) 담가 주시던 분이 없거나 안 해주셔서 | (19) 파는 김치의 맛도 실제로 좋기 때문에    |
| (10) 내 몸 건강을 챙기기 위해서     | (20) 놀러 가느라고                 |

문1-2. (김치를 구입한다고 응답한 경우) 김치를 주로 구입하시는 곳은 어디인가요?

- (1) 동네 일반 슈퍼마켓      (5) 바자회 등과 같은 모임
- (2) 대형 할인매장 혹은 마트   (6) 차로 신고 온 김치
- (3) 백화점 내 슈퍼마켓      (7) 기타
- (4) 재래시장 - 찬가게

문2. 귀하께서는 김치를 얼마나 자주 드시나요?

- (1) 일주일에 한 번
- (2) 3일에 한 번
- (3) 2일에 한 번
- (4) 하루에 한 번
- (5) 하루에 두 번
- (6) 하루에 세 번

문3. 귀하께서는 가정에서 드시는 김치가 다른 가정과 비교해서 김치의 짠맛의 정도가 어느 정도라고 생각하십니까?

- (1) 싱겁다
- (2) 보통이다
- (3) 짜다

문4. 귀하의 고향의 어디십니까?

- (1) 서울, 경기도 (2)강원도 (3)충청도 (4)전라도 (5)경상도 (6)기타

문5. 귀하께서 좋아하는 김치의 배합비는 어떤 지방의 것이라고 생각하십니까?

- (1)서울, 경기도 (2)강원도 (3)충청도 (4)전라도 (5)경상도 (6)기타

문6. 귀댁에서 현재 같이 사는 가족은 총 몇 명인가요? 본인을 포함하여 말씀해 주세요.

총 가족 수 (                    ) 명

문7. 귀댁의 가족 구성은 어떻게 되는지요? 현재 같이 살고 있는 가족이 아래와 같이 나누었을 때 각각 몇 명인지를 (    )명 안에 적어 주세요. [(    )의 합은 위 총 가족 수와 같아야 합니다]

- (1) 대학생 이상 성인 남녀      (    ) 명 (부부도 포함하여 적어주세요)
- (2) 중고생 남녀                    (    ) 명

- (3) 초등생 남녀 ( ) 명
- (4) 취학 전 유아 ( ) 명
- (5) 0-24개월의 영아 ( ) 명

문 S1~S6 김치의 맛과 그 강도를 알아보기 위한 맛 테스트입니다. 물로 입안을 먼저 헹군 후 김치를 평가해 주세요.

**맛 test 평가**

문S1. 귀하께서 생각하시기에 이 김치의 양념의 양은 어느 정도라고 생각하십니까? 양이 적으면 1점이구요, 양이 많다고 생각하시는 정도에 따라 15점을 주시면 됩니다. 동의하시는 정도에 따라 체크해 주세요.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
양이 적음							보통							양이 매우 많음

문S2. 이 김치에 대한 붉은 색의 강도는 어떻다고 생각하십니까? 빨강지 않다가 1점이구요, 매우 빨강다가 15점입니다. 동의하시는 정도에 따라 체크해 주세요.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
빨강지 않다							보통							매우 빨강다

문S3. 이 김치의 냄새에 대한 평가입니다. 양념 냄새와 신냄새에 따라 평가해 주세요. 냄새가 없음이 1점이고 냄새가 매우 강함이 15점 입니다. 동의하시는 정도에 따라 체크해 주세요.

<1> 양념 냄새

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
없음							보통							강함

<2> 신 냄새

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
없음							보통							강함

문S4. 이 김치의 맛에 대한 평가입니다. 각 맛에 대하여 동의하시는 정도를 평가해주세요.

<1> 신맛

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
없음							보통							강함

<2> 짠맛

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
없음							보통							강함

문S5. 이 김치의 조식감에 대한 평가입니다. 김치의 사각사각한 정도가 강하면 15점 낮으면 1점을 주시면 됩니다.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
나쁨							보통							좋음

문S6. 이 김치의 전체적인 기호도를 평가받고자 합니다. 좋아하시는 정도에 따라 평가해 주십시오.

<1>외관

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
나쁨							보통							좋음

<2>냄새

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
없음							보통							좋음

<3> 맛

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
없음							보통							좋음

<4> 조식감

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
없음							보통							좋음

<5> 전반적인 기호도

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
없음							보통							좋음

문 S7. 그렇다면 귀하께서 섭취한 김치의 개선점을 자유롭게 적어주세요.

( )

Fig. 1-4. 김치 감각 과학 검사 설문지

### 3. 소규모 절임업체용 절임배추의 제조 공정·저장·유통 매뉴얼 작성

#### 가. 작형별 절임배추의 최적 저장 및 유통 조건 확립

1, 2차년의 연구 결과 작형별 최적의 저장 및 유통 조건을 확립하였다.

#### 나. 소규모 절임배추 업체용 계절별 절임 재활용 및 절임 폐수 처리 방안 도출

1, 2차년도 연구 결과와 문헌 조사 등을 통해 작업성, 경제성을 고려한 절임폐수 처리 방안 도출 및 폐수 처리 방법을 제시하였다.

#### 다. 절임배추 생산 공정 표준화를 위한 최적화 기술의 현장 적용 실험 및 평가

작형별 절임배추 실험은 협동기관인 해남 화원농협과 김장철에는 참여 기업인 괴산 시골절임배추 조합 소속인 100여평 규모의 농가형 절임배추 제조 현장에서 작형별 절임배추 현장 적용을 실시하였고, 이를 통해 생산 공정 표준화와 저장·유통 매뉴얼을 제시하였다.

## 제 2절 결과 및 고찰

### 1. 작형별 절임배추 생산 기술 제시

#### 가. 작형별 절임배추 제조를 위한 기반 기술 확보

##### 1) 작형별 절임배추의 현황, 유통 구조 및 문제점 분석

배추 총생산량중 약 52%가 가정에서 상품 김치에 약 40%를 김치제조에 소비하고 나머지 8%가 배추국 등 기타 식품에 이용되고 있다. 즉 배추는 대부분 김치 제조에 이용되고, 김치의 주원료는 절임배추이므로 절임배추의 현황, 유통구조 및 문제점은 원료 배추와 직결된다고 할 수 있다.

1997년-2012년까지의 총 재배면적은 김치 수입, 타 소득 작목 재배, 국민 식생활 변화 등으로 2000년 이후 감소 추세였다(Fig. 1-5). 배추 재배면적은 2000년도의 경우 5만 1천 8백 ha에서 2012년 3만 5천 ha로 감소하였다. 각 작형별 배추를 살펴보면, 봄배추는 2000년 2만 4백 ha에서 2011년 1만 3천 ha, 2012년은 1만 1천 ha 수준이었고, 고랭지배추는 1999~2001년 1만 ha 수준에서 2012년 5,495ha로 면적이 감소하였다. 또 가을배추 재배면적은 김장 수요 감소 등으로 2000년부터 2012년까지 연간 2%씩 감소하여 2012년 재배 면적은 13,408ha였다. 겨울배추는 2003년 6,889ha까지 증가하였으나 출하기 김치 수입 증가 등으로 2012년에는 4,832ha로 감소하여 전반적으로 배추 재배 면적이 감소하는 추세로 보고되었다.

배추 생산량은 2000년 314만 9천 톤을 정점으로 이후 재배면적 감소로 연간 3%씩 감소하여, 2011년 301만 6천 톤, 2012년 224만 3천 톤이었다. 작형별 생산량의 경우 2012년 고랭지배추 생산량은 17만 8천 톤이었다(Fig. 1-5).

배추의 가격 변동을 나타내는 지표로 APC(평균변화백분율)와 변이계수(CV)를 사용하여 분석하여 보고된 것을 보면, 배추 가격은 9월이 가장 높고, 노지 봄배추 출하기인 6월이 가장 낮았다(이용선, 2012, 한국농촌경제연구원). 월평균 진폭률은 103.8%, 월변동율도 7.96%로 다른 채소에 비하여 높으며, 연도 간 변동률은 10월 기준으로 30.8%, 8월 변동률은 9.4%였다. 반면 변동성이 낮은 시기는 겨울 배추 출하시기인 1-4월로 보고되었다. 이때 변동성 분석은 1999년 이전, 2000-2009년 및 2010년 이후 세 부분으로 시기를 구분하여 비교 분석하였다. 배추 kg 당 평균 가격은 1990년 후반에는  $388 \pm 175$ 원, 2000년대  $425 \pm 188$ 원, 2010년 이후  $516 \pm 238$ 원이었다. 즉 가격 변동률도 작형별로 크고, 기후에 따라 유동성이 너무 높아 배추 수급 안정화를 하는데 어려움이 있다.

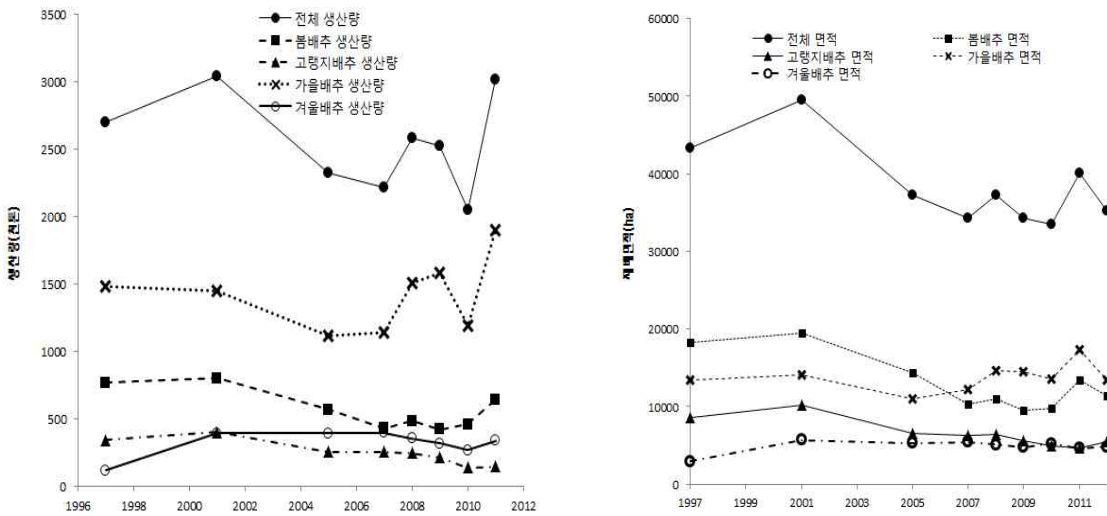


Fig. 1-5. 배추 재배 면적 및 배추 생산량 (농업관측센터, 통계청)

앞으로의 배추 수급 전망을 보게 되면 전체 배추 재배면적은 2013년 이후 연평균 2%씩 감소하여 2022년 재배면적은 30,483ha가 될 것으로 예측하였다. 또 배추 생산량은 2017년 232만 8천 톤, 2022년은 219만 1천 톤 수준으로 전망되며, 배추 수입량(김치 환산량 포함)은 2013년부터 연평균 2%씩 증가하여 2022년에는 62만 7천 톤까지 증가할 것으로 전망하였다. 배추 총 공급량은 2017년 280만 9천 톤, 2022년 271만 9천 톤으로 2013년보다 각각 3%, 6% 감소하고, 배추 1인당 소비량은 2013년 이후 연평균 2%씩 감소하여 2022년에는 50.5kg으로 전망하였고, 이외에 배추 자급률은 국내 배추 생산량 감소와 김치 수입 증가 등으로 2013년 85%에서 2017년 83%, 2022년 81%로 하락할 것으로 예측하였다(Fig. 1-6)

한편 2012년 김장 김치를 직접 담그는 소비자 패턴을 조사한 결과 김장철에 김치를 직접 담그는 가구의 2012년 배추 형태별 선호도는 ‘신선배추’가 58%, ‘절임배추’가 42%로 ‘신선배추’ 선호도가 높으나 ‘절임배추’ 선호도 역시 빠르게 증가하는 추세로 보고되었다. ‘절임배추’를 사용한 경험이 있는 소비자의 71%는 배추의 절임 과정이 힘들고 번거로워서 ‘절임배추’를 선호하며, 시간을 절약하기 위한 경우도 22% 수준으로 소비자 대부분이 편리성을 이유로 ‘절임배추’를 선호하는 것으로 나타났다. 반면, 향후 배추 형태별 구입 의향의 경우 ‘절임배추’를 사용한 경험이 있는 소비자 가운데 73%는 ‘절임배추’를 계속 사용할 것으로 응답하였으나 27%는 ‘절임배추’의 편리성에도 불구하고 식품 안전성(51%)과 가격 수준(37%) 등을 이유로 ‘신선배추’를 구매할 것으로 조사되었다. 주산지 중심 절임배추 산업 현황을 살펴보면 절임배추의 편리성으로 2000년대 초·중반부터 본격적으로 상품화된 이후 최근 그 규모가 급속히 성장하고 있다. ‘절임배추’ 생산은 농가의 새로운 소득원 역할을 하고 있으며, 최근 ‘절임배추’를 연중 생산하여 유통·판매하는 김치 제조업체들도 본격적으로 증가하고 있다.

‘절임배추’ 상품화는 1990년 후반 충북 괴산군의 생산자단체를 중심으로 시작되어, 괴산에서는 2000년대 초반 생산자협회가 조직된 이후 현재 140여 개 작목반, 900여 호 이상의 농가가 생산에 참여하고 있으며, 주로 주문 판매와 직거래 중심으로 유통되고 있다. ‘절임배추’ 생산량은 2002년 4,000 톤에서 2011년 2만 1,840 톤으로 5.5배 가량이 증가하는 등 지속적인 증가 추세이다. 전남 해남의 ‘절임배추’ 생산은 2000년대 중반 이후 본격적으로 이루어진 가운데 현재 800여 농가가 생산에 참여하고 있는 것으로 알려져 있다. 현재 국내에서 연간 생산되는 ‘절임배추’의 총 생산량을 정확히 파악하기는 어려우나 농협 및 일반 김치공장과 생산자단체의 유통량을 중심으로 추계하면, 연간 10만 톤 내외의 규모로 추정된다. 다만, 최근 절임배추시장 규모가 확대되는 상황에서 영세 업체와 농가들이 많아 시장 규모는 이보다 더욱 크다고 보고되었다(한국농촌경제연구원, 2012)

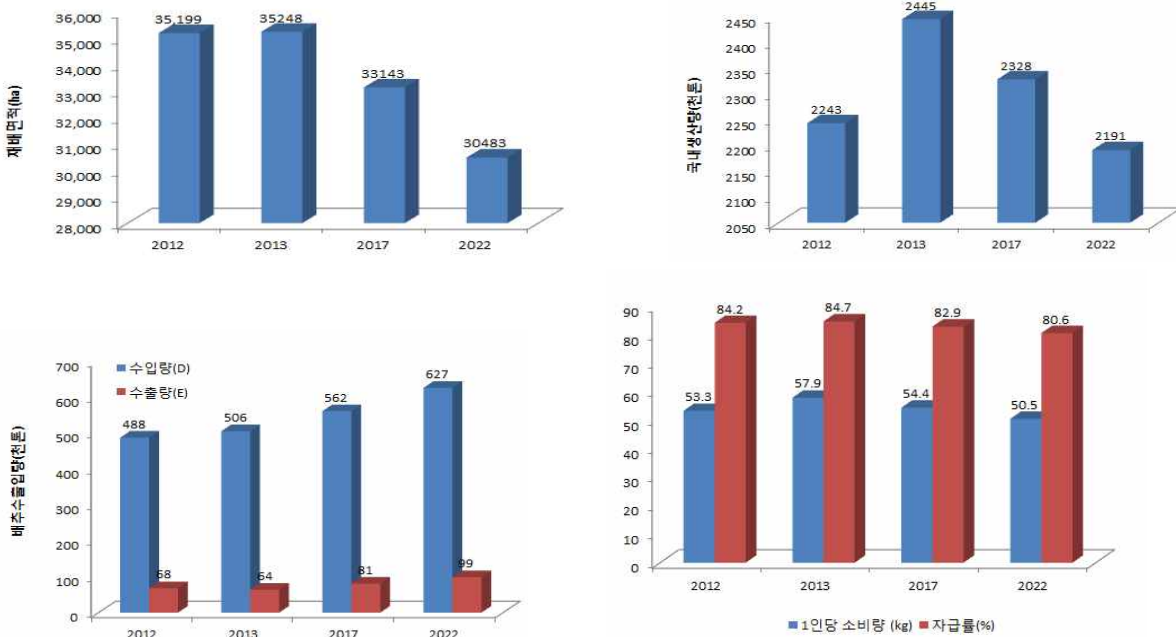


Fig. 1-6. 배추 수급 전망(한국농촌경제연구원, 2012)

‘절임배추’ 생산자가 직면하는 문제점으로는 노동력 부족과 인건비 상승, 기상 여건으로 인한 원료 확보의 어려움, 시설 자동화 보급의 한계 등이므로 조사되었다. 특히 절임배추의 원료인 배추는 기후에 따라 수급이 불안정하며, 특히 2010년 태풍 등으로 고랭지 배추 가격이 급등하여 배추 과동까지 가는 현상이 일어나 정부의 수급 관리 기능 강화 필요성이 대두되었다. 이에 농수산물유통공사에서는 농산물 수급관리개선 추진 TFT설치와 2011년 2월 정규조직화를 하였다. 배추 상시 사전 비축제 현황으로 2012년산 고랭지 배추부터 사전 비축제를 도입하여 긴급 수입, 수매를 통해 가격 안정을 도모하였다. 예를 들어 봄노지 배추를 6월에 수매해



서 7-8월에 공급하고 겨울 배추 출하 전 가을배추를 12월에 수매해서 1-2월에 공급하는 체계를 세우고, 수급 위기 발생시 방출하는 계획을 세웠다. 2013년 정부 수매입찰로 가락동 도매시장 거래 물량의 약 11-12%에 해당하는 6,000톤을 수매 계약 완료하여 봄고랭지 배추 540원/kg, 노지봄배추 350원/kg으로 결정하고 현재 추진하였고, 2013년 여름 고랭지 배추의 경우 기후 변화에 의해 수매 계획에 어려움을 겪고 있어 매년 배추 수급 안정화에 문제를 가지고 있고, 이에 대한 현장형 연구가 요구되고 있다.

## 2) 절임배추 표준화 및 표준화를 위한 GMP, 작업표준 및 위생관리 기준 개발

Table 1-3~Table 1-5는 한국식품연구원에서 2011년도 절임배추의 표준화를 위한 GMP (Good Manufacturing Practice), 작업표준 (Standard Operating Procedure) 및 위생관리기준 (Sanitation Standard Operating Procedure)에 관한 연구 결과이다. GMP 기준은 국내 절임배추 생산 기반 조사 및 진단, 생산업체에 대한 생산 기준 분석, 절임배추 품질 및 위해 물질 오염 현황 조사, 관련 법률의 요구사항을 분석하여 시설, 기구, 및 자재 작업장 원료 조달 및 관리 환경, 품질 관리 등에 대한 GMP 기준을 도출한 결과이다. 또 작업표준(SOP)의 경우 절임배추의 생산 공정 중 필수적으로 요구되는 공정을 선별하여 원료 구비조건, 절단, 세척, 절임, 탈염 및 포장 등의 공정에 대한 작업 표준이다. 또 위생관리기준(SSOP)도 절임배추 제조 공정별 미생물 및 화학적 위해 실태 조사를 통해 제조 환경 위생, 건축물, 작업장, 개인위생, 가공 공정 검사, 부대시설 위생, 폐기물 처리 등에 관한 관리기준과 절차를 정하였다. 이들 절임배추 표준화 작업은 현재 산업화된 절임배추 업체를 대상으로 한 것으로 소규모 절임배추 생산 공정 매뉴얼 작성에 활용하였다.

**절임배추 제조 공정별 관리 및 검사항목**

공정구분	공정명	설비명	관리항목		검사항목	관리 및 검사방법
			항목	기준		
원료입고	배추입고	지게차 파렛트			중량(질구름) 성상,정선율 조직감 표면온도, 경질성이물 산류농도 공중낙하균	살균된 검사 외부의의
	배추저장	저온창고	온도 습도	10°C이하		온습도계
이절	이절	통배추 이절기	이절상태	뿌리부분 중앙절단	가인외성 금속성이물 경질성이물(플라스틱) 연질성이물(머리카락)	금속검출기
1차 정선	정선	정선컨베이어 칼	제거상태	정일제거	가인외성 금속성이물 경질성이물(플라스틱) 연질성이물(머리카락)	금속검출기
고염수 침지	침지	고염수 세척기	염도	20±0.3%	표면온도 금속성이물	금속검출기 염도계
절임	절임	절임탱크	절임시간 온도 pH	12hrs 이상 11~19°C	공중낙하균 금속성이물 연질성이물(머리카락) 작업장 온도	금속검출기 온도계 pH 미터
세척	세척	3단 자동 세척기	세척시간 투입중량 유량	1분이상 90kg 이하/분 60L 이상/분	표면온도 금속성이물 경질성이물(머리카락)	금속검출기
2차 정선	정선	정선 컨베이어, 칼			가인외성 금속성이물 연질성이물(머리카락)	금속검출기
형금(세정)	형금	세척조	형금시간	횡수	표면온도 금속성이물	금속검출기
선별	선별	선별작업대			표면온도 가인외성 경질성이물(플라스틱) 연질성이물(나뭇잎, 불레)	관능검사
탈수	탈수	탈수용기	탈수시간	2hr 이상	절임염도 절임상태 공중낙하균 연질성이물(종이) 작업장온도	염도계 관능검사 온도계
절임배추 저장	절임배추 저장	저온창고	보관온도	10°C 이하		온도계

**절임배추의 기계기구류 및 종사자, 주위 환경에서의 미생물 분석항목**

공정구분	분석항목		
	기계기구류	종사자	낙하균
원료입고			낙하균
이절	이절기	종사자(손, 앞치마)	
1차 정선	정선컨베이어, 칼, (도마)	종사자(손, 앞치마)	
고염수 침지	세척기		
절임	절임탱크		낙하균
세척	세척기		
2차 정선	정선컨베이어, 칼, (도마)	종사자(손, 앞치마)	
형금	형금조		
선별	작업대	종사자(손, 앞치마)	
탈수	탈수통		낙하균
저장			낙하균

**절임배추의 제조 공정에서의 분석 항목**

공정명	위해요소 분석항목		그 외 분석항목
	미생물학적	화학적	
원료입고	배추	농약, 납, 카드뮴	입고실 온도 염도, pH
1차 정선			
이절	배추		염도, pH
고염수 침지	(염수)		염도, pH
절임	배추, 염수		염도, pH
세척	배추		염도, pH
2차 정선			
형금			염도, pH
선별			
탈수	배추		탈수실 온도 염도, pH
저장	배추	농약, 납, 카드뮴	저장실 온도 염도, pH

**배추김치 제조공정에서의 조사항목**

단계	조사항목	조사결과		
		최대	보통(중위수)	최소
원료입고	참고 보관온도			
	제품 표면온도 잔류농약 등 화학적 위해요소			시험성적서
부원료 입고	참고 보관온도			
	제품 표면온도 잔류농약 등 화학적 위해요소			시험성적서
절임	작업장 온도 절임 시간 절임 농도 절임완료 후 제품 표면온도			
	세척	작업장 온도 세척수 온도 세척 시간 세척 횟수 1회 세척 수량 세척 완료 후 제품 표면온도		
탈수		작업장 온도 탈수시간 탈수 후 제품 표면온도		
	절단/계량/ 혼입/내포장	작업장 온도 총 작업 시간 내포장 후 표면온도		
금속검출		금속성(1.5mm 이상) 금속성(1.5mm 이하) 비금속성(1.5mm 이상) 비금속성(1.5mm 이하)		
	보관	보관 온도 보관 기간 보관 중 제품 표면온도		

Table 1-3. Good manufacturing pr°C edure for production of salted Kimchi cabbage

배추김치 제조공정 조사항목

단계	조사항목	비고	
제조공정	원료입고	참고 보관온도	냉장/냉동/실온보관 구분
		제품 표면온도	시험성적서(1년치)복사 또는 정량적 결과정리
	부원료 입고	참고 보관온도	냉장/냉동/실온보관 구분
		제품 표면온도	시험성적서(1년치)복사 또는 정량적 결과정리
	절임	작업장 온도	
		절임 시간	
		절임 농도	
		절임완료 후 제품 표면온도	
	세척	작업장 온도	
		세척수 온도	
세척 시간			
세척 횟수			
1회 세척 수량			
탈수	작업장 온도		
	탈수시간		
	탈수 후 제품 표면온도		
절단/계량/혼입/내포장	작업장 온도		
	중 작업 시간		
금속검출	금속성(1.5mm 이상)	금속성/비금속성 이물 검출자료(1년치)	
	금속성(1.5mm 이하)		
	비금속성(1.5mm 이상)		
	비금속성(1.5mm 이하)		
보관	보관 온도	전자기록계 있는 경우 일정기간 기록지 복사	
	보관 기간		
	보관 중 제품 표면온도		

배추김치 관련 위해요소에 대한 심각성 구분

	위해요소	심각성 값	비고
생물학적	<i>Salmonella spp.</i>	0.1	ID: 10 cfu/g
	<i>L. monocytogenes</i>	0.01	ID: 100 cfu/g
	<i>E. coli</i> O157:H7	0.01	ID: 100 cfu/g
	<i>V. parahaemolyticus</i>	0.0001	ID: 1000 cfu/g
	<i>S. aureus</i> / <i>B. cereus</i>	0.0001	ID: 100000~ cfu/g
	<i>Cl. Perfringens</i>	0.0001	ID: 100000~ cfu/g
	Parasites/진균류	0.0001	위해수준 낮음
화학적	중금속 (수은)	0.1	잔류허용기준(0.5 ppm)
	중금속 (납)	0.01	잔류허용기준(2 ppm)
	중금속 (카드뮴)	0.01	잔류허용기준(2 ppm)
	아플라톡신	0.1	10µg/kg 이하
	잔류농약	0.01	제조공정에서의 제거 가능
물리적	아민류	0.01	-
	금속성(1)	0.1	1.5 mm 이상
	금속성(2)	0.01	1.5 mm 이하
	비금속성(1)	0.0001	1.5 mm 이상
비금속성(2)	0.0001	1.5 mm 이하	

배추김치 제조공정 분석항목

단계	CSL 및 시료	분석미생물명		
제조공정 (A)	원료입고	배추 등	APC, EB 잔류농약 등	
	부원료	기타 부원료	APC, EB 잔류농약 등	
	절임	절임 전 제품	APC, EB	
		절임완료 제품	APC, EB	
		세척완료 제품	APC, EB	
		탈수완료 제품	APC, EB	
	절단/계량/혼입/내포장	내포장 후 제품	APC, EB	
		금속검출	-	
	시설 및 장비(B)	보관	보관 중 제품	EB
		용수	사용용수	APC, EB
절임		사용기구(작업대, 도마, 칼 등)	APC, EB	
세척		사용기구(작업대, 도마, 칼 등)	APC, EB	
절단/혼합		사용기구(작업대, 도마, 칼 등)	APC, EB	
내포장		작업대 및 사용기구	APC, EB	
중사자 (C)		절임	중사자 사용장갑(면손) 등	EB, <i>S. aureus</i>
	세척	중사자 사용장갑(면손) 등	EB, <i>S. aureus</i>	
	계량/혼합	중사자 사용장갑(면손) 등	EB, <i>S. aureus</i>	
	내포장	중사자 사용장갑(면손) 등	EB, <i>S. aureus</i>	
	내포장	중사자 사용장갑(면손) 등	EB, <i>S. aureus</i>	

배추김치 한계기준

공정명	CCP	위해요소	한계기준
자동세척	CCP-1BCP	<i>E. coli</i> O157:H7 <i>L. monocytogenes</i>	<원재료> 세척횟수: 3회 세척수 유입량: 40L/분, 2.5~3t/30분, 60L/분 세척시간: 2분 이상, 2~5분 투입량: 30개 이상/분, 1000kg
		돌, 흙 (비금속성 경질 이물)	<부재료> 세척횟수: 1회, 2회, 3회 세척수 유입량: 25~40L/분, 40L/분, 50L/분, 60L/분 이상, 70~80L/20분
		곤충사체, 머리카락 (비금속성 연질 이물)	세척시간: 40~60초, 50초 이상, 2분 이상 투입량: 30개 이상/분, 56kg 세척수 교체: 1회/2시간 세척방법: 문지르기 3회, 30cm 이상 상하 2회
수동세척	CCP-1BCP	<i>E. coli</i> O157:H7 <i>L. monocytogenes</i>	<원재료> 세척횟수: 1회, 2회 세척수 유입량: 11~30L/분, 15~30L/분, 20L/분 이상 세척시간: 14~18초, 20초 이상 세척방법: 30cm 이상 상하 2회, 좌우 2회 2반복, 흔들기 2회, 20cm 이상 상하 2회
		돌, 흙 (비금속성 경질 이물)	<부재료> 세척횟수: 1회, 2회 세척수 유입량: 15~30L/분, 20L/분 이상, 30L/분 이상, 40L/분, 40~60L/분, 50L/분
		곤충사체, 머리카락 (비금속성 연질 이물)	세척시간: 20초 이상, 1분, 1분 30초 이상, 40초~1분, 2분 이상

Table 1-4. Standard operating procedure for production of salted Kimchi cabbage and Kimchi

배추김치의 원료 및 제조과정에서의 위해요소 발생원인별 예방조치 및 관리방법

구분	위해종류 (생물학적:B, 화학적:C, 물리적:P)	발생원인(유래)	예방조치 및 관리방법
B	<i>E. coli</i> O157:H7	토양 혼입에 의한 오염 · 재배시 비료살포에 의한 오염 · 작업도구 위생불량에 의한 오염 · 운반용 기구 청결상태 불량에 의한 오염 · 작업자의 위생불량에 의한 오염 · 부적절한 용수 살포에 의한 오염 · 재배지 출입 동물 분변에 의한 오염	· 절단공정 관리 · 세척공정 관리 · 협력업체(생산·유통)관리 · 정기적인 미생물 검사 · 정기적인 중란 검사
	<i>L. monocytogenes</i>		
	<i>Salmonella spp.</i>		
	<i>B. cereus</i>		
	<i>S. aureus</i>		
대장균			
C	전류농약	농약의 과량살포 등 취급 부적합에 의한 오염 · 유통기 미운수에 의한 전류 · 농약에 의해 오염된 토양 등 원료 자체의 오염	· 세척공정 관리 · 시험성적서 확인 · 정기적인 원제품 검사
	납(Pb)	환경폐기물 매립에 의한 오염 · 재배지에 공산 침출수 유입에 의해 오염된 토양에서 전이	· 시험성적서 확인 · 협력업체 관리 중산물 이력관리, 중금속 오염 가능성이 있는 농경지에서 재배된 농산물 등의 산지확인 및 관리 · 정기적인 원제품 검사
	카드뮴(Cd)	재배지에 환경 폐기물, 석유화학 제품 매립에 의한 오염된 토양에서 전이 · 오염된 대기, 수질에 의한 오염	· 시험성적서 확인 · 협력업체 관리 중산물 이력관리, 중금속 오염 가능성이 있는 농경지에서 재배된 농산물 등의 산지확인 및 관리 · 정기적인 원제품 검사
P	곤충사체	재배시 주변 환경에 의한 혼입 · 원료 채취시 부주의에 의한 혼입 · 농약에 의해 오염된 토양 등 원료 자체의 오염	· 세척공정 관리 · 작업자 입고 기준관리 및 입고 교육 · 운반자 교육
	머리카락	작업자의 부주의에 의한 혼입	
	비닐 끈, 비닐 조각	원료 채취시 부주의에 의한 혼입 · 원료 운반시 부주의에 의한 혼입	

배추김치의 제조과정 중 위해요소

위해요소	제조과정(염명, 생존, 증식) 중						
	불충분 제거	부적절 세척	교차오염 (용수 등)	중시자에 의한 오염	기기 부적절 세척	환경오염	
B	<i>B. cereus</i>	○	○	○	○	○	○
	<i>Cl. Perfringens</i>	○	○	○	○	○	○
	<i>E. coli</i> O157:H7	○	○	○	○	○	○
	<i>L. monocytogenes</i>	○	○	○	○	○	○
	<i>Salmonella spp.</i>	○	○	○	○	○	○
	<i>S. aureus</i>	○	○	○	○	○	○
	<i>V. parahaemolyticus</i>	○	○	○	○	○	○
	일반세균수			○			
	대장균군	○	○	○	○	○	
	진균류	○	○	○	○	○	
C	중금속						
	전류농약		○				
P	이물	○					○

배추김치의 원·부재료의 입고 및 보관에 따른 위해요소

위해요소	가공전 보관 중					
	원료자체 오염	부원료자체 오염	청고오염	부적절한 저장온도	보관시간 지연	중시자에 의한 오염
B	<i>B. cereus</i>	○	○	○	○	○
	<i>Cl. Perfringens</i>	○	○	○	○	○
	<i>E. coli</i> O157:H7	○	○	○	○	○
	<i>L. monocytogenes</i>	○	○	○	○	○
	<i>Salmonella spp.</i>	○	○	○	○	○
	<i>S. aureus</i>	○	○	○	○	○
	<i>V. parahaemolyticus</i>	○	○	○	○	○
	일반세균수					○
	대장균군	○	○	○	○	○
	진균류	○	○			○
C	중금속	○	○			
	전류농약	○	○			
P	이물			○		○

배추김치의 보관·유통 중 위해요소

위해요소	보관·유통 중					
	실온에서 제조 및 보관	부적절 냉장 및 고온보관	부적절 포장	부적절 냉장 운반	중시자에 의한 오염	환경오염
B	<i>B. cereus</i>	○	○	○	○	○
	<i>Cl. Perfringens</i>	○	○	○	○	○
	<i>E. coli</i> O157:H7	○	○	○	○	○
	<i>L. monocytogenes</i>	○	○	○	○	○
	<i>Salmonella spp.</i>	○	○	○	○	○
	<i>S. aureus</i>	○	○	○	○	○
	<i>V. parahaemolyticus</i>	○	○	○	○	○
	일반세균수	○	○	○	○	○
	대장균군	○	○	○	○	○
	진균류	○	○			○
C	중금속					
	전류농약					
P	이물			○	○	○

Table 1-5. Sanitation standard operating procedure for production of salted Kimchi cabbage and Kimchi

## 나. 시판 절임배추의 감각 과학적 품질 특성 규명 및 객관화

### 1) 절임배추의 묘사 용어 도출

절임배추의 묘사 용어는 본 연구에 관심을 가지고 있는 패널원 30명 중 차이식별 능력이 있는 패널 12명을 선발하여 생배추, 절임배추, 숙성된 배추의 상태로 시료를 제시하여 묘사 용어를 선발하였다(Fig. 1-7, Fig.1-3). 이때 선발된 묘사 용어는 외관 3종(노란색이 선명도, 갈색 정도, 초록색이 선명도, 배추잎의 광택도), 향미 4종(배추냄새, 짠냄새, 단냄새, 신냄새), 맛 6종(생배추맛, 짠맛, 단맛, 무의 아린맛, 쓴맛, 신맛) 및 조직감 2종(아삭함, 질김정도)였다. 배추 색의 정도는 제시한 색상지에서 시료와 가장 유사한 색을 선택하게 하였으며, 사용한 색상지는 Pentone사의 solid chips(coated, uncoated)으로 노란색, 초록색 부분의 유사한 색상지를 모두 선택하여 밝기 순서대로 나열하여 색상 chart를 만들어 제시하였다(Fig. 1-8).

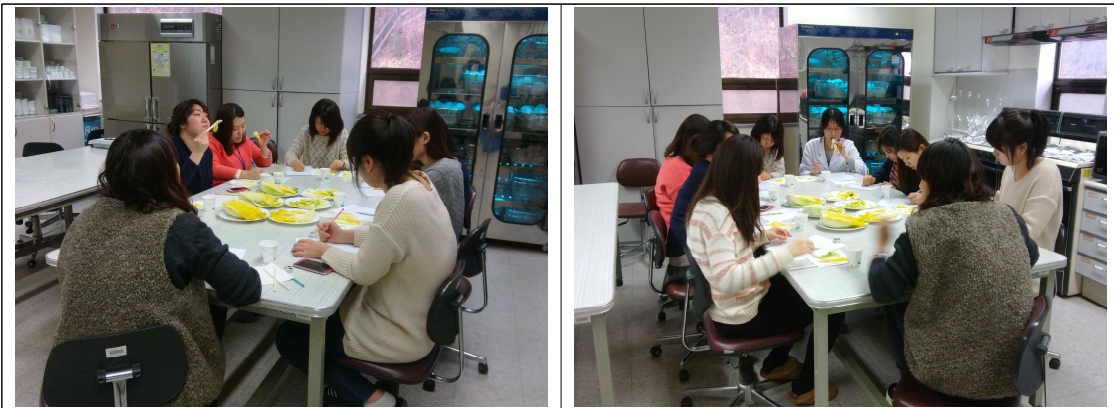


Fig. 1-7. Sensory test for salted Kimchi cabbage description term



Fig. 1-8. Color chart for the salted Kimchi cabbage

① 기본맛 테스트 결과

Table 1-6은 본 연구원에서 패널 모집 후 지원한 30명을 대상으로 기본맛 인지 시험을 한 결과이다. 차이식별검사 패널 선발을 위한 기본맛 인지시험은 Table 1-1을 참고하여 신맛, 단맛, 쓴맛, 짠맛을 농도별로 제조한 후 차이 정도를 조사하였다. 1차, 2차 테스트 결과 각 기본맛의 정답자는 30명 중 16명이었고, 3차 테스트의 정답자는 14명이었으며, 4차 테스트는 16명, 5차 테스트는 12명, 6차 테스트는 14명이었다. 기본 맛 시험 평가 결과 30명의 감각과학 검사요원 중 테스트 기간 동안 4가지 맛을 다 맞춘 12명을 선발하여 절임배추의 맛, 향 등의 차이식별 검사 및 표준 기준 설정에 참여하도록 하였다.

Table 1-6. Selection of the panel

	Sourness	Sweetness	Bitterness	Saltiness
Panel 1	6/6	5/6	5/6	6/6
Panel 2	5/6	6/6	6/6	6/6
Panel 3	4/6	5/6	6/6	6/6
Panel 4	5/6	5/6	5/6	5/6
Panel 5	0/6	6/6	5/6	5/6
Panel 6	4/6	5/6	6/6	4/6
Panel 7	4/6	3/6	4/6	3/6
Panel 8	6/6	6/6	6/6	4/6
Panel 9	6/6	6/6	6/6	6/6
Panel 10	4/6	5/6	6/6	5/6
Panel 11	3/6	5/6	6/6	5/6
Panel 12	6/6	6/6	6/6	6/6
Panel 13	6/6	5/6	6/6	4/6
Panel 14	5/6	6/6	6/6	6/6
Panel 15	6/6	6/6	6/6	6/6
Panel 16	6/6	6/6	6/6	6/6
Panel 17	6/6	6/6	5/6	5/6
Panel 18	4/6	4/6	4/6	6/6
Panel 19	4/6	5/6	4/6	5/6
Panel 20	2/6	5/6	6/6	6/6
Panel 21	4/6	6/6	6/6	6/6
Panel 22	3/6	6/6	6/6	6/6
Panel 23	4/6	5/6	6/6	6/6
Panel 24	6/6	6/6	6/6	6/6
Panel 25	4/6	4/6	5/6	5/6
Panel 26	6/6	5/6	5/6	6/6
Panel 27	6/6	6/6	6/6	6/6
Panel 28	6/6	2/6	3/6	5/6
Panel 29	4/6	4/6	6/6	5/6
Panel 30	5/6	2/6	3/6	4/6

② 절임배추의 묘사 용어 도출 결과

Table 1-7과 같이 절임배추의 묘사 분석 용어를 정의하였다. 외관은 노란색의 정도, 초록색의 정도, 광택의 정도로 도출되었고, 향미는 배추냄새, 짠냄새, 단냄새, 신냄새로 도출되었으며, 맛은 생배추맛(풋맛), 짠맛, 단맛, 무의 아린맛(매운맛), 쓴맛, 신맛, 뚝은맛의 단어가 도출되었으며, 조직감은 아삭한 정도와 질긴 정도 등 다양한 묘사 용어가 도출되었다. 이때 패널원은 감각과학검사 회의실에서 묘사 용어 도출 등으로 훈련된 전문패널 12명으로 평가하였고, 3-4회 반복 실험을 하여 확인한 후 표준 기준을 개발하였다.

Table 1-7. Term description and standard index of salted Kimchi cabbage

절임배추	용어정리	표준
외관	노란색의 선명도(열음→진함)	
	초록색의 선명도(열음→진함)	
	배추 광택의 정도	
향미	배추냄새	생배추 같은것
	짠 냄새	천일염 10.00%
	단 냄새	시판물엿 10.00%
	신 냄새	식초 0.25%(w/v)
맛	생배추맛(풋맛)	생배추
	짠맛	천일염 1.00%
	단맛	설탕 6.00%
	무의 아린맛(매운맛)	-
	쓴맛	커피 1.00%
	신맛	식초 0.10%
	뚝은맛	-
조직감	아삭한 정도(약함→강함)	생배추
	질긴 정도(약함→강함)	0℃ 한달 저장한 절임배추

## 다. 표준화된 절임배추의 생산기술 설정

### 1) 작형별 절임배추의 물리화학적 및 감각과학적 품질 요인 개관화

#### ① 작형별 절임배추의 pH 및 산도변화

작형별 절임배추의 pH 및 산도의 변화를 측정한 결과는 다음과 같다. Fig. 1-9는 작형별 절임배추의 pH를 측정한 결과이다. 겨울배추의 저장 중 pH는 저장 초기 5.93이었다. pH는 저장 기간이 증가함에 따라 저장 온도에 상관없이 점차 감소하여 각 온도별 최종 저장일의 경우를 비교해 보면 20℃는 저장 24일에 3.68, 10℃는 저장 56일에 3.77, 4℃는 저장 56일에 3.97, 0℃는 저장 84일에 4.12였다. 저장 온도 4℃를 제외하고 3구간 저장 온도에서 pH 4.00이하를 나타내었고, pH 4.50를 기준으로 20℃는 2일, 10℃는 7일, 5℃는 21일, 0℃는 49일이 소요되었다. 봄배추로 제조한 절임배추의 저장 온도별 pH는 절임배추 초기 5.90이었다. 봄배추를 이용하여 제조한 절임배추도 겨울배추와 동일하게 저장 기간이 증가함에 따라 pH가 점차 감소하여 최종 저장 기간을 비교해 보면 20℃는 저장 28일에 3.69, 저장 56일에 10도는 3.77, 4℃ 저장은 4.08, 0℃는 4.31이었다. 여름배추의 pH는 저장 초기 5.95로 나타났으며, 저장기간에 따라 20℃는 저장 24일에 3.43, 저장 56일에 10℃는 3.55, 4℃는 3.96, 0℃는 저장 84일에 4.16으로 감소하였다. 그리고 가을배추 중 해남에서 재배한 배추로 제조한 절임배추의 초기 pH는 5.98이었으며, 괴산에서 재배한 절임배추는 6.05로 나타나 해남보다 약간 높았다. 가을 절임배추는 저장기간이 증가함에 따라 pH가 감소하였는데 최종 저장기간에 각각 20℃는 3.53, 3.46, 10℃는 3.67, 3.74, 4℃는 4.07, 4.04 그리고 0℃는 4.11, 4.15로 나타났다. 절임배추의 pH는 모든 실험구에서 저장기간의 증가에 따라 감소하였으며, 저장온도에 따라 감소하는 경향이 비슷하게 나타났다.

Fig. 1-10은 작형별 절임배추의 적정산도 변화를 측정한 결과이다. 겨울배추는 저장 초기 0.23%였으며, 저장기간이 증가함에 따라 증가하여 저장 1일에 0℃와 4℃는 변화가 없었고, 10℃는 0.25%, 20℃는 0.29%로 증가하였다. 각 온도의 최종 저장시 적정 산도를 비교해 보면 20℃는 저장 24일에 1.13%, 10℃와 5℃는 저장 56일에 0.95%와 0.77%, 0℃는 저장 84일에 0.75%로 증가하여 저장 온도가 높을수록 산 생성 속도가 증가하였다. 봄배추의 경우 저장 초기 0.22%에서 저장기간이 증가함에 따라 증가하여 20℃ 저장 28일에 1.17%, 저장 56일에 10℃는 0.99% 4℃와 0℃는 각각 0.81%, 0.62%로 증가하였다. 여름 배추의 경우 저장 초기 0.24%에서 저장 1일에 4℃는 0.34%, 10℃는 0.33% 그리고 20℃는 0.38%로 증가하였다. 여름배추의 적정산도는 저장기간에 따라 저장 21일에 0℃는 0.35%, 4℃는 0.52%, 10℃는 0.58%, 그리고 20℃는 1.08%로 증가하였으며, 0℃는 저장 84일에 0.77%, 4℃와 10도는 저장 56일에 각각 0.79, 1.13%, 20℃는 저장 24일에 1.37%로 점차 증가하였다. 가을배추 중 해남 배추의 적정산도는 저장 초기 0.15%였으며, 저장기간에 따라 증가하여 0℃ 저장 84일에 0.52%, 4℃ 저장 56일에 0.71%, 10도



저장 56일에 1.10%, 그리고 20℃는 저장 24일에 1.29%로 나타났다. 괴산배추의 적정산도는 저장 초기 0.17%로 해남보다 약간 높았으며, 해남 절임배추와 마찬가지로 저장기간에 따라 증가하였다. 각 온도의 최종 저장시의 적정산도는 0℃는 저장 84일에 0.58%, 4℃는 저장 56일에 0.63%, 10℃는 저장 56일에 0.94%, 그리고 20℃는 저장 24일에 1.17%로 증가하였다.

적정 산도 0.70%을 기준으로 0℃ 저장시 겨울배추는 49일에 도달하였고, 봄배추와 여름배추의 경우는 저장 70일에 도달하였지만, 가을배추는 해남과 괴산에서 모두 최종 저장일인 84일에도 기준에 도달하지 못하였다. 4℃의 경우 적정산도 0.70%에 도달하는데 겨울배추와 여름배추는 약 42일, 봄배추는 49일 정도 소요되었으며, 가을배추 중 해남배추는 저장 56일에, 괴산배추는 56일에 0.63%로 나타났다. 저장 온도 10℃는 겨울배추와 여름배추는 7-10일, 봄배추와 가을배추는 저장 14일 이후에 도달하였다. 20℃ 저장 배추 중 겨울배추는 저장 7일에, 봄배추는 저장 3-5일, 여름배추는 저장 3일, 가을배추는 해남은 저장 7일, 괴산은 저장 7-10일로 나타났다. 적정산도에 따르면 배추의 작형별로 발효 속도가 차이가 있는 것을 알 수 있었으며, 특히 저장 온도가 낮을수록 작형별로 발효 속도 차이가 있었다.

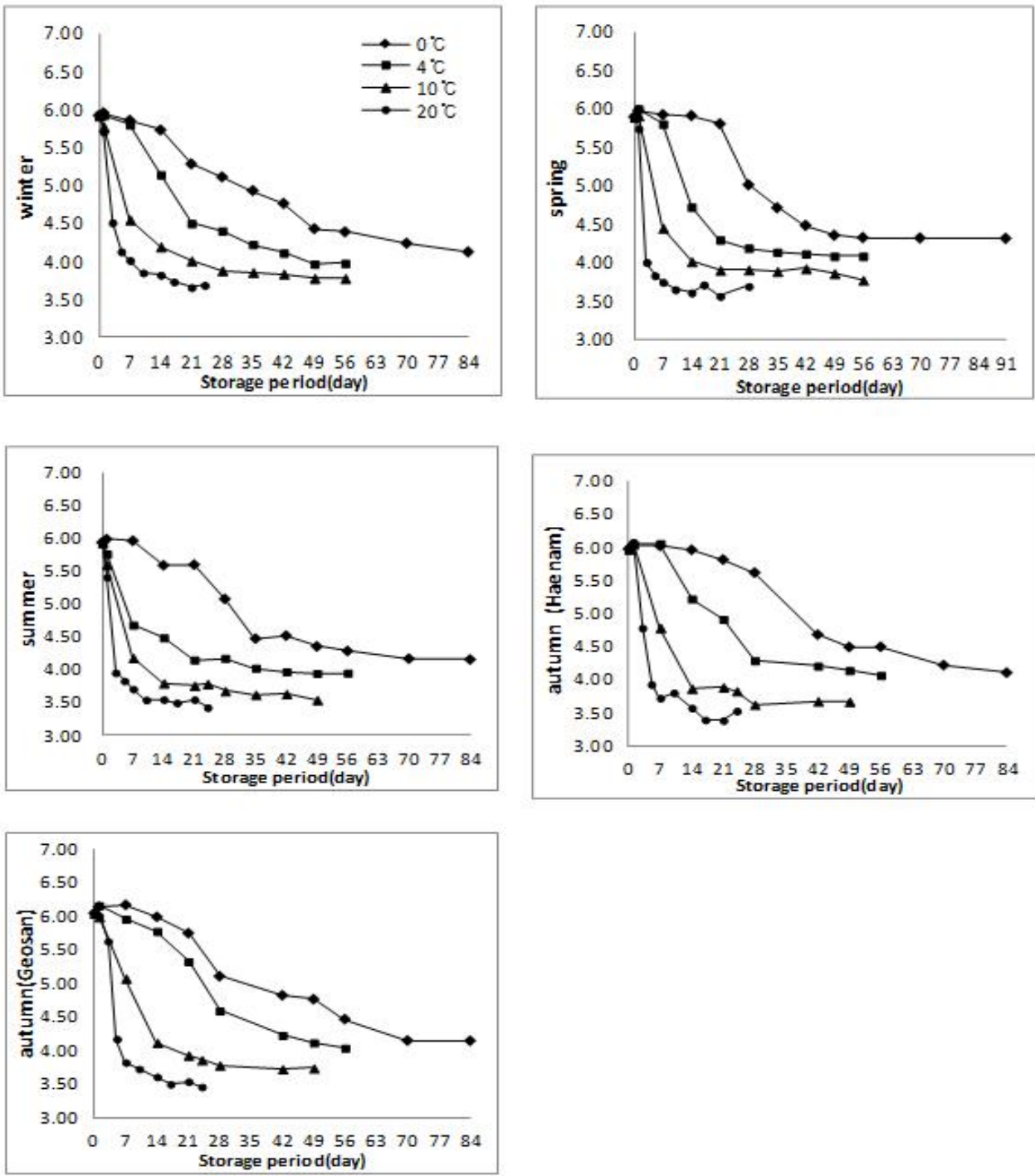


Fig. 1-9. Effect of storage temperature and periods in the pH of salted Kimchi cabbage

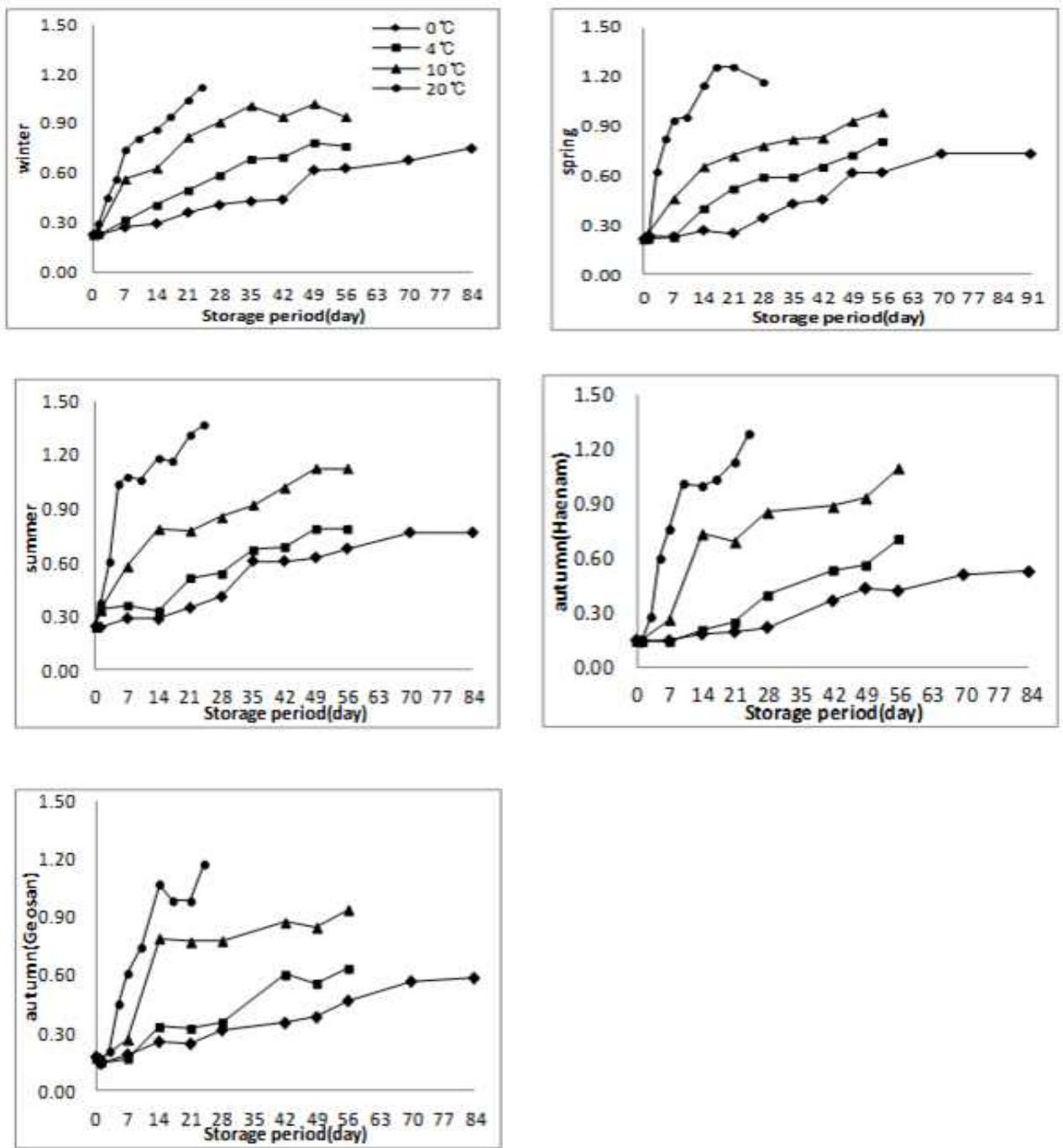


Fig. 1-10. Effect of storage temperature and periods in the titratable acidity of salted Kimchi cabbage

## ② 작형별 절임배추의 색도, 가용성 고형분, 염도 측정

작형별로 제조한 절임배추의 색도, 가용성 고형분, 그리고 염도의 측정 결과는 Table 1-8~Table 1-12에 나타내었다. 겨울 배추로 제조한 절임배추 색도의 경우, 저장 온도에 상관없이 저장기간이 증가함에 따라 밝기를 나타내는 L값과 붉은색을 나타내는 a값도 증가를 하였고, 황색도를 나타내는 b값은 시료에 따라 유의적인 차이가 없는 8.51~15.30의 범위를 나타내었다.

가용성 고형분 함량은 작형별로 시료 간에 차이가 없이 나타났다. 겨울배추의 가용성 고형분 함량은 5.90~8.39%, 봄배추는 4.50~6.36%, 여름배추는 4.43~6.89%, 그리고 가을배추 중 해남은 5.02~7.28% 괴산은 4.43~7.93%로 나타나 겨울배추의 가용성 고형분 함량이 다른 작형에 비하여 약간 높게 나타났으며, 봄배추의 가용성 고형분 함량이 가장 낮게 나타났다. 가용성 고형분 함량은 저장온도나 저장기간에 따른 차이보다는 시료 개체의 차이에 의해 나타난 것으로 사료된다.

겨울배추의 염도는 제조 직후 0℃ 저장구는 1.05%에서 1.17~1.76%의 범위를 보였고, 4℃ 저장구는 1.05%에서 1.35~1.61%, 10℃ 저장구는 1.40~1.99%, 20℃ 저장구는 1.79~2.81%의 범위로 상대적으로 높은 온도에서 저장한 20℃ 시료구의 염도가 높았다. 봄배추의 염도는 제조 직후 1.52% 였으며, 0℃ 저장구는 겨울배추와 비슷한 범위를 보였으며, 4℃ 저장구는 1.35~1.79%, 10℃ 저장구는 1.52~2.05% 그리고 20℃ 저장구는 1.52~1.81%로 나타났다. 여름배추의 염도는 제조 직후 1.29% 였으며, 0℃ 저장구는 1.17~1.40%, 4℃와 10℃ 저장구는 1.17~1.64%, 그리고 20℃ 저장구는 1.05~1.52%로 나타났다. 가을배추 중 해남에서 재배하여 절인 배추의 염도는 제조 직후 1.29% 였으며, 0℃ 저장구는 0.94~1.35%, 4℃ 저장구는 1.05~1.46%, 10℃ 저장구는 1.11~1.52%, 그리고 20℃ 저장구는 0.88~1.64%로 나타났다. 괴산 절임배추의 염도는 제조 직후 1.35% 였으며, 0℃ 저장구는 1.05~1.52%, 4℃ 저장구는 1.05~1.40%, 10℃ 저장구는 1.17~1.64%, 그리고 20℃ 저장구는 1.17~1.64%로 나타났다.

봄배추로 제조한 절임배추의 경우, 겨울배추와 동일하게 저장기간이 증가함에 따라 L값과 a값은 전반적으로 증가하였고 반면에 황색도인 b값은 경향이 없는 값을 보였다. 가용성 고형분 함량은 4.50~6.19%로 겨울배추보다는 낮은 값을 보였다. 염도의 경우는 저장 초기의 1.50%에서 저장 온도에 관계없이 1.51~1.70%의 범위를 유지하였다.

Table 1-8. Effect of various storage temperature and periods in the color, salinity, soluble solid of salted-winter Kimchi cabbage

Temp.	Day	Color value			Soluble solid contents(%)	Salinity(%)
		L	a	b		
0°C	0	38.45 ± 2.81	-9.17 ± 0.71	14.47 ± 1.18	7.90 ± 0.28	1.05 ± 0.00
	1	45.21 ± 0.04	-6.85 ± 2.02	15.30 ± 2.00	6.97 ± 0.16	1.37 ± 0.29
	7	45.06 ± 0.49	-3.97 ± 1.45	13.63 ± 0.62	7.65 ± 0.58	1.52 ± 0.50
	14	44.14 ± 1.14	-5.49 ± 0.32	14.57 ± 1.94	7.99 ± 0.64	1.55 ± 0.21
	21	48.29 ± 0.08	-2.38 ± 0.04	9.49 ± 1.91	6.76 ± 0.25	1.52 ± 0.33
	28	47.95 ± 1.58	-3.69 ± 0.12	11.36 ± 0.13	7.22 ± 0.99	1.40 ± 0.17
	35	46.13 ± 0.83	-2.86 ± 0.08	9.30 ± 0.96	7.10 ± 0.06	1.76 ± 0.17
	42	48.19 ± 0.08	-1.81 ± 0.52	8.02 ± 1.11	7.16 ± 0.34	1.52 ± 0.00
	49	49.42 ± 0.20	-2.17 ± 0.38	10.54 ± 0.37	6.74 ± 0.23	1.58 ± 0.08
	56	48.92 ± 4.49	-1.92 ± 0.25	9.81 ± 1.39	7.66 ± 0.17	1.76 ± 0.00
	70	48.47 ± 2.98	-2.68 ± 0.31	14.72 ± 0.09	7.44 ± 0.51	1.17 ± 0.00
84	48.50 ± 0.65	-2.35 ± 0.05	12.31 ± 0.40	6.15 ± 0.04	1.17 ± 0.00	
4°C	0	38.45 ± 2.81	-9.17 ± 0.71	14.47 ± 1.18	7.90 ± 0.28	1.05 ± 0.00
	1	45.07 ± 2.61	-5.59 ± 1.63	15.05 ± 0.64	7.40 ± 0.48	1.61 ± 0.04
	7	46.07 ± 0.90	-3.85 ± 0.31	13.46 ± 0.52	6.37 ± 0.18	1.17 ± 0.00
	14	46.88 ± 1.18	-4.05 ± 0.36	10.61 ± 1.22	7.26 ± 0.31	1.49 ± 0.04
	21	49.55 ± 0.89	-2.07 ± 0.07	8.79 ± 0.55	6.86 ± 0.14	1.40 ± 0.00
	28	49.87 ± 4.37	-2.47 ± 0.32	10.93 ± 0.54	7.14 ± 0.06	1.61 ± 0.04
	35	46.83 ± 0.36	-2.56 ± 0.25	10.41 ± 0.95	7.13 ± 1.37	1.55 ± 0.04
	42	49.62 ± 0.47	-1.71 ± 0.25	9.70 ± 2.07	6.67 ± 0.86	1.35 ± 0.00
	49	48.13 ± 0.36	-2.02 ± 0.12	9.48 ± 1.56	6.06 ± 0.79	1.35 ± 0.00
	56	48.41 ± 1.25	-1.84 ± 0.23	11.17 ± 1.33	6.14 ± 0.28	1.35 ± 0.00
10°C	0	38.45 ± 2.81	-9.17 ± 0.71	14.47 ± 1.18	7.90 ± 0.28	1.05 ± 0.00
	1	41.62 ± 0.36	-7.83 ± 0.88	14.63 ± 0.89	8.39 ± 0.74	1.99 ± 0.17
	7	51.54 ± 2.69	-3.02 ± 0.21	10.07 ± 1.51	7.54 ± 0.20	1.46 ± 0.08
	14	48.25 ± 0.86	-2.47 ± 0.55	11.38 ± 2.56	6.80 ± 0.25	1.64 ± 0.17
	21	49.22 ± 1.71	-2.21 ± 0.26	10.90 ± 1.00	7.53 ± 0.16	1.70 ± 0.08
	28	46.59 ± 2.80	-3.02 ± 0.51	14.60 ± 0.55	6.43 ± 0.04	1.40 ± 0.17
	35	46.93 ± 0.56	-2.39 ± 0.62	11.12 ± 3.33	6.42 ± 0.40	1.40 ± 0.00
	42	46.16 ± 0.71	-2.65 ± 0.00	13.19 ± 0.56	6.38 ± 0.34	1.58 ± 0.08
	49	46.59 ± 0.58	-2.79 ± 0.35	14.73 ± 0.31	6.64 ± 0.37	1.35 ± 0.25
	56	46.65 ± 1.36	-2.39 ± 0.21	12.79 ± 1.96	7.53 ± 0.07	1.76 ± 0.50
20°C	0	38.45 ± 2.81	-9.17 ± 0.71	14.47 ± 1.18	7.90 ± 0.28	1.53 ± 0.00
	1	43.78 ± 1.45	-6.34 ± 1.62	13.95 ± 1.78	7.82 ± 0.65	2.81 ± 0.41
	3	49.78 ± 2.00	-3.71 ± 0.47	11.00 ± 0.11	6.75 ± 0.13	2.30 ± 0.08
	5	46.96 ± 0.20	-2.15 ± 0.27	8.51 ± 0.99	7.23 ± 0.53	2.59 ± 0.29
	7	48.17 ± 0.87	-2.76 ± 0.21	11.46 ± 1.53	7.93 ± 1.00	2.34 ± 0.12
	10	49.19 ± 1.06	-2.40 ± 0.29	14.01 ± 2.20	7.44 ± 0.62	2.30 ± 0.25
	14	45.52 ± 0.94	-2.66 ± 0.08	12.41 ± 2.43	6.53 ± 0.35	2.08 ± 0.04
	17	45.56 ± 2.06	-3.03 ± 0.14	17.38 ± 2.31	6.63 ± 0.41	1.87 ± 0.00
	21	45.88 ± 0.68	-2.45 ± 0.35	13.99 ± 0.83	5.90 ± 0.51	1.79 ± 0.08
	24	44.80 ± 0.00	-2.52 ± 0.32	15.33 ± 0.14	6.84 ± 0.71	2.42 ± 0.21

Table 1-9. Effect of various storage temperature and periods in the color, salinity, soluble solid of spring salted-Kimchi cabbage

Temp.	Day	Color value			Soluble solid contents(%)	Salinity(%)
		L	a	b		
0°C	0	41.33 ± 1.51	-8.78 ± 0.36	14.01 ± 0.71	5.78 ± 0.71	1.52 ± 0.17
	1	48.74 ± 0.51	-6.71 ± 0.01	17.49 ± 0.15	5.78 ± 0.25	1.58 ± 0.08
	7	47.99 ± 1.01	-6.22 ± 0.19	16.05 ± 1.17	6.12 ± 0.40	1.64 ± 0.17
	14	48.95 ± 2.23	-5.42 ± 1.07	17.00 ± 0.27	5.98 ± 0.42	1.76 ± 0.00
	21	48.20 ± 0.46	-4.88 ± 0.10	16.27 ± 0.02	4.81 ± 0.13	1.40 ± 0.00
	28	51.11 ± 1.46	-3.25 ± 0.82	11.83 ± 1.59	4.84 ± 0.11	1.52 ± 0.17
	35	54.34 ± 1.65	-2.54 ± 0.31	12.76 ± 0.90	5.43 ± 0.47	1.58 ± 0.25
	42	49.74 ± 1.11	-2.35 ± 0.29	11.39 ± 0.86	4.81 ± 1.05	1.40 ± 0.33
	49	48.59 ± 1.28	-1.28 ± 0.02	7.67 ± 0.40	5.00 ± 0.00	1.46 ± 0.08
	56	50.87 ± 0.89	-3.02 ± 0.44	14.77 ± 0.29	4.74 ± 0.46	1.40 ± 0.33
	70	48.65 ± 1.03	-1.42 ± 0.09	9.57 ± 0.28	5.30 ± 0.05	1.17 ± 0.00
91	47.64 ± 0.26	-2.31 ± 0.21	12.26 ± 0.68	5.70 ± 0.12	1.23 ± 0.08	
4°C	0	41.33 ± 1.51	-8.78 ± 0.36	14.01 ± 0.71	5.78 ± 0.71	1.52 ± 0.17
	1	49.89 ± 0.73	-6.44 ± 0.34	16.73 ± 0.53	5.79 ± 0.10	1.52 ± 0.00
	7	50.21 ± 0.03	-6.82 ± 0.25	18.61 ± 0.27	6.19 ± 0.24	1.70 ± 0.25
	14	50.49 ± 0.12	-4.04 ± 0.12	13.02 ± 0.40	5.18 ± 0.71	1.64 ± 0.17
	21	51.65 ± 1.75	-2.48 ± 0.20	11.92 ± 0.72	4.68 ± 0.07	1.35 ± 0.08
	28	52.08 ± 1.29	-2.44 ± 0.58	13.74 ± 1.81	5.09 ± 0.27	1.46 ± 0.08
	35	50.93 ± 1.33	-2.77 ± 0.11	13.67 ± 1.76	4.81 ± 0.58	1.58 ± 0.25
	42	50.45 ± 1.47	-2.74 ± 0.20	14.79 ± 1.02	5.27 ± 0.14	1.52 ± 0.00
	49	49.50 ± 0.37	-2.15 ± 0.18	10.69 ± 0.23	4.93 ± 0.33	1.64 ± 0.17
	56	49.53 ± 0.12	-2.75 ± 0.19	12.89 ± 0.22	5.64 ± 0.65	1.58 ± 0.25
10°C	0	41.33 ± 1.51	-8.78 ± 0.36	14.01 ± 0.71	5.78 ± 0.71	1.52 ± 0.17
	1	49.18 ± 1.70	-6.87 ± 0.48	17.61 ± 3.35	6.36 ± 0.51	1.76 ± 0.00
	7	51.95 ± 0.77	-4.15 ± 0.16	13.83 ± 0.17	6.15 ± 0.24	2.05 ± 0.25
	14	49.81 ± 0.62	-2.73 ± 0.06	12.15 ± 0.29	4.74 ± 0.06	1.52 ± 0.17
	21	48.67 ± 1.68	-2.85 ± 0.00	13.62 ± 0.15	5.16 ± 0.16	1.70 ± 0.08
	28	51.16 ± 1.02	-2.51 ± 0.23	14.51 ± 0.11	5.06 ± 0.53	1.58 ± 0.25
	35	49.79 ± 0.86	-2.95 ± 0.12	14.84 ± 1.80	4.55 ± 0.04	1.52 ± 0.00
	42	48.85 ± 0.18	-3.05 ± 0.28	16.31 ± 0.51	5.37 ± 0.02	1.58 ± 0.08
	49	48.74 ± 2.38	-3.03 ± 0.02	17.15 ± 0.07	4.92 ± 0.26	1.58 ± 0.08
	56	47.88 ± 1.24	-3.00 ± 0.13	16.60 ± 1.64	5.00 ± 0.38	1.58 ± 0.25
	20°C	0	41.33 ± 1.51	-8.78 ± 0.36	14.01 ± 0.71	5.78 ± 0.71
1		48.21 ± 0.04	-5.43 ± 0.17	16.67 ± 0.49	5.73 ± 0.24	1.76 ± 0.00
3		48.91 ± 2.08	-3.50 ± 0.05	14.41 ± 0.78	5.04 ± 0.31	1.46 ± 0.08
5		48.31 ± 0.54	-3.45 ± 0.04	15.82 ± 0.52	5.38 ± 0.03	1.70 ± 0.25
7		46.58 ± 0.84	-3.13 ± 0.20	16.21 ± 0.19	5.09 ± 0.41	1.76 ± 0.00
10		45.72 ± 5.96	-3.00 ± 0.29	15.85 ± 1.53	4.83 ± 0.33	1.70 ± 0.41
14		47.84 ± 0.46	-2.75 ± 0.07	17.22 ± 0.43	4.97 ± 0.21	1.81 ± 0.08
17		49.35 ± 0.75	-2.58 ± 0.43	17.85 ± 1.52	4.50 ± 0.14	1.40 ± 0.17
21		47.56 ± 0.55	-2.67 ± 0.37	17.21 ± 0.39	4.55 ± 0.07	1.46 ± 0.08
28		49.24 ± 1.38	-2.40 ± 0.09	16.56 ± 0.74	4.68 ± 0.18	1.58 ± 0.08

Table 1-10. Effect of various storage temperature and periods in the color, salinity, soluble solid of summer salted-Kimchi cabbage Change in Color

Temp.	Day	Color value			Soluble solid contents(%)	Salinity(%)
		L	a	b		
0°C	0	46.98 ± 0.83	-6.59 ± 0.70	12.75 ± 0.35	6.20 ± 1.04	1.29 ± 0.17
	1	48.75 ± 1.59	-6.47 ± 0.65	14.43 ± 1.58	6.89 ± 0.04	1.40 ± 0.00
	7	51.81 ± 0.22	-4.77 ± 0.05	14.36 ± 1.65	5.87 ± 0.19	1.29 ± 0.17
	14	48.15 ± 2.53	-4.74 ± 0.58	12.69 ± 1.16	5.57 ± 0.31	1.35 ± 0.08
	21	49.74 ± 0.22	-3.50 ± 0.19	11.58 ± 0.40	6.68 ± 0.74	1.29 ± 0.00
	28	49.72 ± 0.98	-3.62 ± 1.27	10.92 ± 1.61	6.13 ± 0.61	1.23 ± 0.08
	35	52.81 ± 1.63	-2.81 ± 0.21	11.33 ± 2.00	5.43 ± 0.47	1.17 ± 0.00
	42	48.01 ± 0.20	-3.43 ± 0.64	10.06 ± 1.19	4.43 ± 0.20	1.29 ± 0.00
	49	49.88 ± 1.21	-2.75 ± 0.26	9.58 ± 0.37	4.53 ± 0.85	1.17 ± 0.00
	56	49.36 ± 1.92	-2.41 ± 1.39	9.46 ± 1.81	5.90 ± 0.33	1.17 ± 0.00
70	49.39 ± 2.74	-2.79 ± 0.53	11.05 ± 0.49	5.89 ± 0.04	1.35 ± 0.08	
84	50.08 ± 0.81	-2.15 ± 0.07	9.77 ± 0.87	5.39 ± 0.06	1.35 ± 0.08	
4°C	0	46.98 ± 0.83	-6.59 ± 0.70	12.75 ± 0.35	6.20 ± 1.04	1.29 ± 0.17
	1	50.08 ± 0.52	-6.58 ± 0.30	14.99 ± 1.14	6.23 ± 0.26	1.17 ± 0.00
	7	53.25 ± 1.05	-4.60 ± 0.52	13.40 ± 0.47	5.88 ± 0.46	1.23 ± 0.25
	14	50.91 ± 0.99	-3.44 ± 0.61	10.05 ± 1.01	5.88 ± 0.12	1.64 ± 0.17
	21	50.94 ± 1.44	-2.69 ± 0.33	10.19 ± 2.25	5.45 ± 0.42	1.17 ± 0.17
	28	50.27 ± 0.88	-3.18 ± 0.07	12.80 ± 0.99	6.38 ± 0.82	1.29 ± 0.17
	35	51.02 ± 0.10	-2.64 ± 0.77	10.90 ± 1.22	4.81 ± 0.58	1.23 ± 0.25
	42	49.00 ± 0.87	-2.88 ± 0.48	10.77 ± 1.34	4.83 ± 0.12	1.58 ± 0.25
	49	51.67 ± 0.11	-2.53 ± 0.14	11.53 ± 0.17	5.98 ± 0.07	1.46 ± 0.08
	56	48.40 ± 4.34	-2.68 ± 0.60	11.68 ± 0.46	6.21 ± 0.29	1.46 ± 0.41
10°C	0	46.98 ± 0.83	-6.59 ± 0.70	12.75 ± 0.35	6.20 ± 1.04	1.29 ± 0.17
	1	53.49 ± 1.17	-5.72 ± 0.42	13.36 ± 0.18	5.71 ± 0.53	1.29 ± 0.17
	7	51.08 ± 3.28	-3.89 ± 0.38	12.34 ± 0.52	5.70 ± 0.80	1.35 ± 0.08
	14	51.80 ± 0.07	-3.31 ± 0.58	12.93 ± 3.48	5.28 ± 0.02	1.23 ± 0.08
	21	50.12 ± 1.54	-3.10 ± 0.63	12.85 ± 1.67	5.34 ± 0.22	1.23 ± 0.08
	28	48.30 ± 0.59	-2.96 ± 0.08	11.60 ± 0.59	5.20 ± 0.82	1.17 ± 0.00
	35	51.03 ± 3.66	-3.24 ± 0.46	14.06 ± 1.00	4.55 ± 0.04	1.64 ± 0.33
	42	49.22 ± 0.07	-2.96 ± 0.66	14.05 ± 3.06	4.67 ± 0.49	1.35 ± 0.08
	49	48.91 ± 1.31	-2.65 ± 0.65	14.00 ± 1.37	5.52 ± 0.31	1.29 ± 0.17
	56	46.38 ± 2.00	-2.63 ± 0.39	14.21 ± 0.36	4.72 ± 0.28	1.23 ± 0.08
20°C	0	46.98 ± 0.83	-6.59 ± 0.70	12.75 ± 0.35	6.20 ± 1.04	1.29 ± 0.17
	1	51.70 ± 0.12	-6.23 ± 0.20	15.94 ± 2.05	5.83 ± 0.38	1.23 ± 0.08
	3	50.29 ± 1.35	-4.09 ± 0.08	13.24 ± 0.36	5.62 ± 0.21	1.35 ± 0.08
	5	52.58 ± 1.68	-3.27 ± 0.13	13.79 ± 0.11	6.69 ± 0.18	1.52 ± 0.17
	7	50.29 ± 0.42	-3.19 ± 0.29	14.57 ± 0.38	5.93 ± 0.29	1.29 ± 0.33
	10	48.23 ± 4.51	-3.42 ± 0.25	16.54 ± 1.01	5.28 ± 0.75	1.46 ± 0.08
	14	49.25 ± 2.57	-2.78 ± 0.64	14.89 ± 1.68	5.08 ± 0.11	1.23 ± 0.08
	17	51.28 ± 0.49	-2.27 ± 0.04	15.79 ± 1.95	5.08 ± 0.45	1.17 ± 0.00
	21	50.37 ± 0.39	-2.66 ± 0.18	16.69 ± 0.72	5.39 ± 1.50	1.05 ± 0.17
	24	49.34 ± 0.66	-2.47 ± 0.16	14.11 ± 0.17	5.72 ± 0.14	1.23 ± 0.25

Table 1-11. Effect of various storage temperature and periods in the color, salinity, soluble solid of autumn salted-Kimchi cabbage(Haenam)

Temp.	Day	Color value			soluble solid contents(%)	Salinity(%)
		L	a	b		
0℃	0	46.66 ± 0.38	-7.64 ± 0.78	16.56 ± 0.21	6.41 ± 1.36	1.29 ± 0.00
	1	45.79 ± 1.92	-5.29 ± 0.77	13.26 ± 0.51	5.48 ± 0.25	1.11 ± 0.08
	7	46.29 ± 0.05	-4.56 ± 0.31	11.66 ± 0.46	6.58 ± 0.26	1.17 ± 0.17
	14	45.47 ± 1.34	-5.60 ± 0.30	14.28 ± 1.15	5.68 ± 0.48	1.05 ± 0.00
	21	45.87 ± 0.29	-3.91 ± 0.14	13.20 ± 0.18	6.12 ± 0.71	1.58 ± 0.58
	28	47.73 ± 0.51	-3.12 ± 0.40	10.46 ± 2.54	6.28 ± 0.07	1.11 ± 0.08
	42	48.92 ± 1.36	-1.61 ± 0.16	8.07 ± 3.26	6.26 ± 0.11	0.94 ± 0.00
	49	49.43 ± 0.07	-2.89 ± 0.02	10.92 ± 0.87	6.08 ± 0.68	1.11 ± 0.08
	56	48.94 ± 1.95	-2.03 ± 0.02	8.44 ± 0.11	6.15 ± 0.05	1.05 ± 0.17
	70	48.70 ± 0.38	-1.58 ± 0.52	8.54 ± 0.58	6.54 ± 0.11	1.35 ± 0.25
84	47.05 ± 0.81	-1.34 ± 0.04	8.27 ± 0.04	5.93 ± 0.11	1.05 ± 0.00	
4℃	0	46.66 ± 0.38	-7.64 ± 0.78	16.56 ± 0.21	6.41 ± 1.36	1.29 ± 0.00
	1	46.23 ± 1.72	-5.07 ± 0.00	12.72 ± 0.46	6.55 ± 1.86	1.17 ± 0.00
	7	44.89 ± 0.13	-4.10 ± 0.64	12.52 ± 0.49	6.38 ± 0.46	1.23 ± 0.08
	14	46.92 ± 0.93	-3.95 ± 0.25	12.84 ± 1.02	5.33 ± 0.02	1.35 ± 0.25
	21	48.36 ± 2.20	-3.15 ± 0.05	9.40 ± 0.07	6.15 ± 0.16	1.46 ± 0.41
	28	46.52 ± 2.79	-3.04 ± 0.71	9.90 ± 0.68	5.83 ± 0.20	1.29 ± 0.00
	42	48.09 ± 0.20	-2.42 ± 0.49	9.05 ± 0.34	6.38 ± 0.53	1.17 ± 0.17
	49	48.24 ± 2.35	-1.99 ± 0.40	8.78 ± 0.68	5.46 ± 0.20	1.11 ± 0.25
56	48.33 ± 0.69	-2.81 ± 0.00	11.55 ± 0.02	6.39 ± 0.39	1.05 ± 0.17	
10℃	0	46.66 ± 0.38	-7.64 ± 0.78	16.56 ± 0.21	6.41 ± 1.36	1.29 ± 0.00
	1	45.53 ± 2.23	-4.66 ± 0.24	12.92 ± 1.28	6.22 ± 0.33	1.17 ± 0.00
	7	47.09 ± 0.29	-3.58 ± 0.59	9.72 ± 0.97	6.16 ± 0.48	1.17 ± 0.00
	14	47.27 ± 0.30	-3.09 ± 0.22	11.23 ± 0.01	5.88 ± 1.17	1.29 ± 0.17
	21	46.76 ± 0.52	-2.29 ± 0.28	9.28 ± 0.27	6.38 ± 0.62	1.52 ± 0.17
	28	46.49 ± 0.07	-2.29 ± 0.20	10.04 ± 1.12	6.33 ± 0.14	1.29 ± 0.00
	42	46.52 ± 2.17	-2.65 ± 0.19	12.29 ± 1.69	5.13 ± 0.58	1.11 ± 0.08
	49	45.61 ± 1.65	-1.91 ± 0.68	11.88 ± 1.23	6.01 ± 0.39	1.11 ± 0.08
	56	46.10 ± 0.74	-2.97 ± 0.01	14.79 ± 0.09	5.94 ± 0.15	1.17 ± 0.00
20℃	0	46.66 ± 0.38	-7.64 ± 0.78	16.56 ± 0.21	6.41 ± 1.36	1.29 ± 0.00
	1	43.98 ± 0.15	-6.01 ± 1.11	12.98 ± 0.42	5.67 ± 0.61	0.88 ± 0.08
	3	48.54 ± 0.79	-4.23 ± 0.81	11.65 ± 1.38	5.50 ± 0.33	1.17 ± 0.17
	5	46.70 ± 1.17	-3.40 ± 0.13	11.39 ± 1.28	6.34 ± 0.91	1.17 ± 0.00
	7	45.84 ± 0.21	-2.89 ± 0.41	10.91 ± 0.69	5.13 ± 0.33	1.05 ± 0.00
	10	48.51 ± 1.10	-2.00 ± 0.61	9.24 ± 3.90	7.28 ± 0.41	1.17 ± 0.33
	14	44.51 ± 0.89	-2.94 ± 0.29	12.76 ± 1.64	5.38 ± 0.33	1.17 ± 0.17
	17	43.88 ± 0.05	-3.01 ± 0.06	13.75 ± 0.58	5.62 ± 0.28	1.64 ± 0.33
	21	44.63 ± 1.67	-3.37 ± 0.17	14.55 ± 0.20	5.02 ± 0.54	1.23 ± 0.41
	24	45.41 ± 0.19	-2.13 ± 0.41	13.71 ± 0.70	6.85 ± 0.02	1.40 ± 0.00



Table 1-12. Effect of various storage temperature and periods in the color, salinity, soluble solid of autumn salted-Kimchi cabbage(Geosan)

Temp.	Day	Color value			soluble solid contents	Salinity
		L	a	b		
0°C	0	44.96 ± 1.29	-7.16 ± 0.54	15.74 ± 1.59	6.92 ± 0.59	1.35 ± 0.25
	1	43.55 ± 1.64	-8.27 ± 0.28	15.89 ± 1.49	6.51 ± 0.18	1.05 ± 0.17
	7	46.76 ± 0.21	-7.37 ± 0.03	16.97 ± 0.13	6.90 ± 0.40	1.11 ± 0.08
	14	46.04 ± 0.45	-5.49 ± 0.73	16.20 ± 0.72	6.89 ± 0.18	1.11 ± 0.08
	21	44.95 ± 0.29	-5.69 ± 0.60	14.18 ± 0.10	6.82 ± 0.64	1.40 ± 0.17
	28	44.82 ± 1.24	-5.48 ± 0.89	10.25 ± 0.57	6.27 ± 0.73	1.17 ± 0.00
	42	47.67 ± 1.30	-3.66 ± 0.20	10.65 ± 0.32	4.43 ± 0.20	1.35 ± 0.25
	49	47.81 ± 0.24	-2.49 ± 0.25	9.23 ± 0.68	7.29 ± 0.34	1.23 ± 0.08
	56	48.40 ± 1.53	-2.71 ± 0.07	10.38 ± 0.02	6.78 ± 0.13	1.52 ± 0.17
	70	48.93 ± 1.09	-1.83 ± 0.15	8.54 ± 0.20	5.90 ± 0.66	1.17 ± 0.00
	84	45.88 ± 0.67	-2.07 ± 0.27	8.87 ± 1.18	6.57 ± 0.35	1.29 ± 0.17
4°C	0	44.96 ± 1.29	-7.16 ± 0.54	15.74 ± 1.59	6.92 ± 0.59	1.35 ± 0.25
	1	44.33 ± 0.87	-6.95 ± 0.96	14.72 ± 0.99	7.49 ± 1.05	1.23 ± 0.41
	7	45.13 ± 0.42	-5.44 ± 0.61	14.70 ± 0.36	7.30 ± 0.19	1.23 ± 0.08
	14	44.33 ± 0.63	-6.12 ± 0.99	14.04 ± 0.41	5.96 ± 0.18	1.05 ± 0.17
	21	47.33 ± 0.82	-4.55 ± 0.05	11.82 ± 1.19	6.80 ± 0.47	1.23 ± 0.25
	28	45.05 ± 1.09	-3.32 ± 0.42	9.98 ± 0.49	6.24 ± 0.20	1.17 ± 0.00
	42	48.89 ± 0.02	-2.21 ± 0.01	8.91 ± 0.55	4.83 ± 0.12	1.17 ± 0.00
	49	47.11 ± 1.86	-2.54 ± 0.16	10.12 ± 0.77	6.47 ± 1.39	1.40 ± 0.50
	56	47.97 ± 2.00	-2.25 ± 0.78	8.62 ± 2.49	6.57 ± 0.68	1.35 ± 0.25
10°C	0	44.96 ± 1.29	-7.16 ± 0.54	15.74 ± 1.59	6.92 ± 0.59	1.35 ± 0.25
	1	45.98 ± 0.70	-6.59 ± 0.20	14.43 ± 0.16	6.61 ± 0.46	1.29 ± 0.17
	7	46.82 ± 0.33	-5.27 ± 0.62	13.18 ± 2.02	6.53 ± 0.06	1.17 ± 0.00
	14	45.57 ± 0.06	-3.41 ± 0.25	10.66 ± 0.46	6.66 ± 0.46	1.58 ± 0.25
	21	46.34 ± 1.95	-2.69 ± 0.11	10.55 ± 0.21	5.49 ± 0.79	1.23 ± 0.25
	28	47.76 ± 1.08	-2.53 ± 0.12	11.44 ± 1.40	6.78 ± 0.41	1.40 ± 0.33
	42	46.58 ± 1.02	-2.38 ± 0.03	11.89 ± 0.49	4.67 ± 0.49	1.58 ± 0.25
	49	44.58 ± 0.97	-2.73 ± 0.03	13.08 ± 0.05	6.90 ± 0.08	1.64 ± 0.00
	56	46.29 ± 2.21	-2.63 ± 0.18	13.65 ± 1.07	6.95 ± 0.24	1.52 ± 0.17
20°C	0	44.96 ± 1.29	-7.16 ± 0.54	15.74 ± 1.59	6.92 ± 0.59	1.35 ± 0.25
	1	43.75 ± 0.25	-7.16 ± 0.71	14.42 ± 2.88	7.93 ± 1.21	1.64 ± 0.17
	3	47.76 ± 1.26	-5.41 ± 0.44	16.05 ± 1.57	7.13 ± 1.45	1.46 ± 0.41
	5	48.35 ± 1.43	-3.61 ± 0.33	12.60 ± 1.71	6.06 ± 0.04	1.23 ± 0.25
	7	46.48 ± 1.42	-2.97 ± 0.26	11.99 ± 1.87	6.06 ± 0.51	1.40 ± 0.00
	10	45.12 ± 1.32	-2.93 ± 0.56	12.35 ± 2.04	6.03 ± 0.32	1.40 ± 0.17
	14	44.31 ± 1.68	-3.09 ± 0.30	14.38 ± 0.62	6.20 ± 0.90	1.52 ± 0.33
	17	45.99 ± 0.18	-3.01 ± 0.35	15.44 ± 1.22	6.55 ± 0.66	1.64 ± 0.33
	21	46.17 ± 1.44	-2.46 ± 0.56	14.80 ± 0.21	6.05 ± 0.21	1.46 ± 0.25
	24	46.45 ± 0.99	-2.95 ± 0.33	15.61 ± 1.35	5.72 ± 0.14	1.17 ± 0.00

작형별 절임배추의 저장 온도별 색도의 차이를 보여주는  $\Delta E$ 값의 경우 전반적으로 저장 기간이 증가할수록 값이 커지는 경향을 보였고, 저장 초기에 크게 증가하다가 저장 후기에는 거의 일정한 값을 보였다(Fig. 1-11).

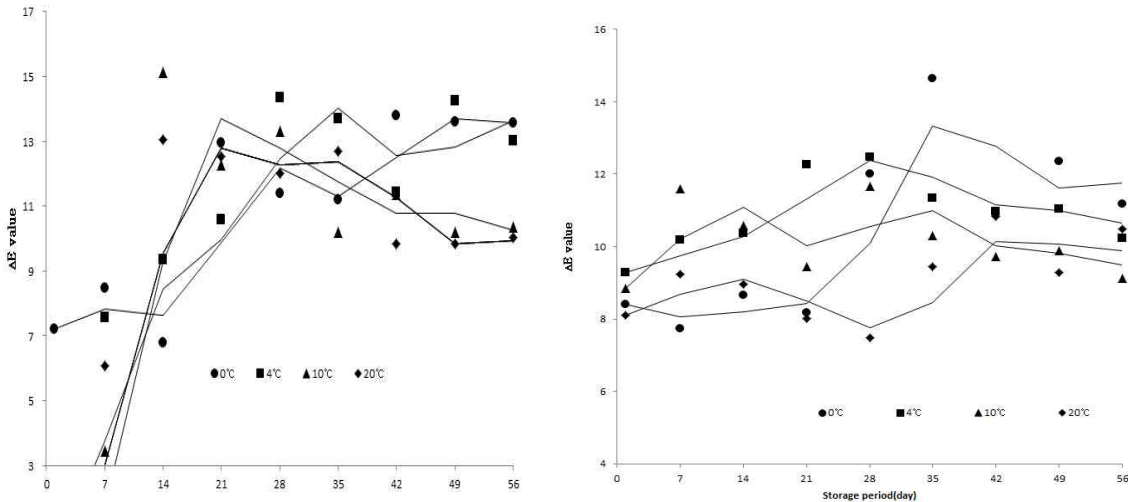


Fig. 1-11. Effect of various storage temperature and periods in the  $\Delta E$  value of salted winter and spring Kimchi cabbage

### ③ 작형별 절임배추의 경도

디지털 경도계를 사용하여 작형별로 배추의 경도를 측정된 결과이다(Fig. 1-12). 겨울배추의 경우 저장초기에 4.14kg.f, 봄배추는 4.99kg.f, 여름배추는 4.36kg.f, 가을배추 중 해남배추는 4.34kg.f 그리고 괴산배추는 3.91kg.f로 나타나 봄배추의 경도가 가장 높았으며, 가을배추 중 괴산배추의 저장 초기 경도가 가장 낮게 나타났다. 배추를 작형별로 재배하여 각각의 온도에서 저장한 절임배추의 저장기간이 증가함에 따라 경도는 감소하였다. 겨울배추의 경도는 최종 저장일을 비교하면 0°C는 0.86kg.f, 4°C는 0.67kg.f, 10°C는 0.53kg.f, 20°C는 0.77kg.f로 감소하였으며, 봄배추는 각각 2.22kg.f, 2.18kg.f, 1.87kg.f, 2.16kg.f를 보였다. 여름배추의 경도는 0°C는 2.88kg.f, 4°C는 2.55kg.f, 10°C는 2.35kg.f, 20°C는 2.35kg.f로 감소하였으며 가을배추 중 해남배추는 각각 2.73kg.f, 2.89kg.f, 1.94kg.f, 1.65kg.f, 그리고 괴산배추는 각각 2.49kg.f, 2.56kg.f, 2.29kg.f, 2.49kg.f로 감소하였다. 이는 원료배추의 조직감 강도 차이에 의한 것으로 사료되며 최종 저장시의 경도의 변화를 살펴보면 전체적으로 겨울배추가 가장 많이 감소하였으며, 4°C에 저장한 가을배추를 제외하고 여름배추가 가장 적게 감소하였다.

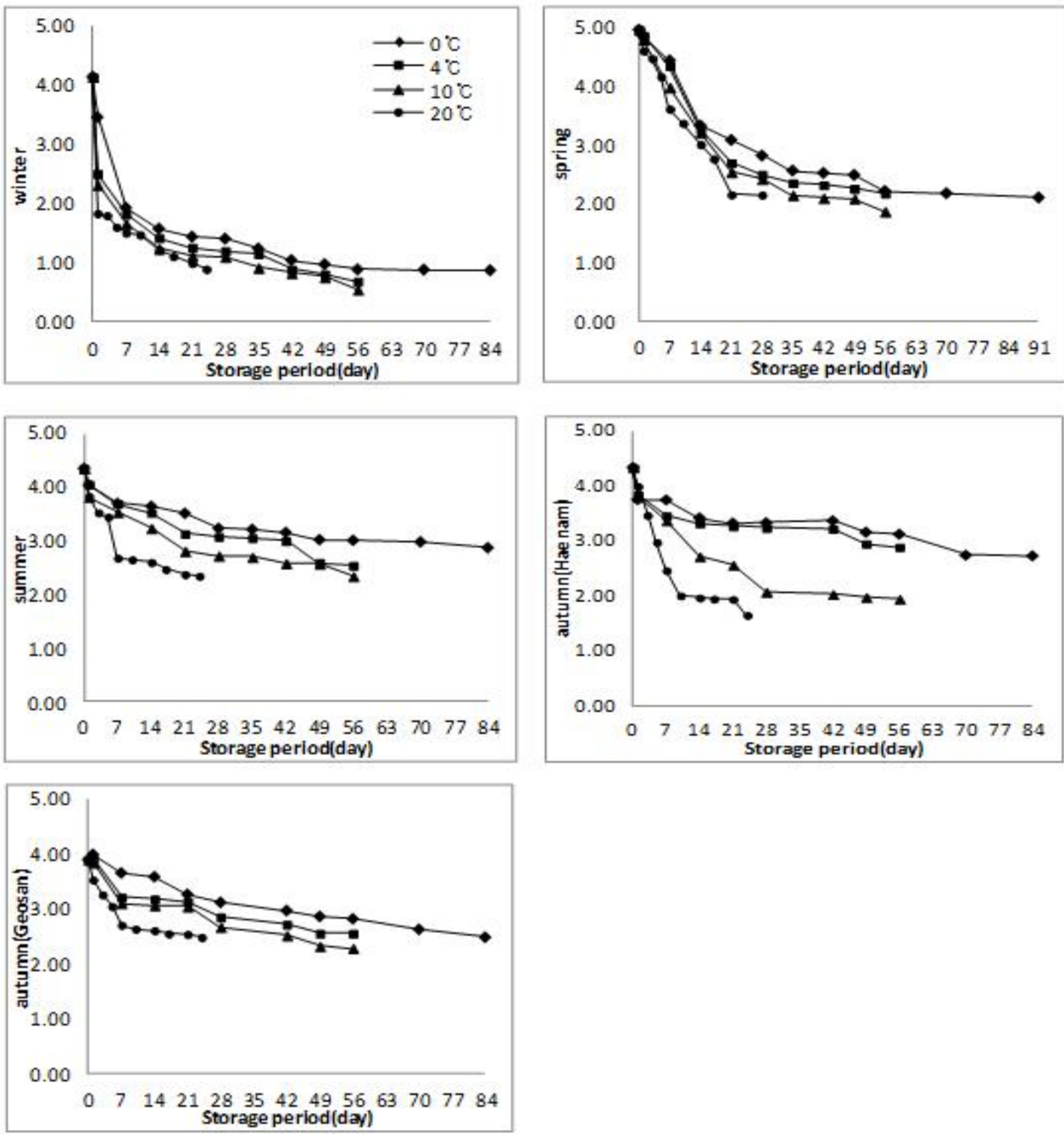


Fig. 1-12. Effect of various storage temperature and periods in the hardness of salted-Kimchi cabbage(unit : kg.f)

겨울배추를 이용하여 제조된 절임배추의 저장 중 조직감 변화를 texture analyzer를 이용하여 puncture test를 한 결과(Table 1-13), 디지털 경도계를 측정된 결과와 달리 저장기간이 증가함에 따라 강도를 나타내는 force가 저장 초기 7일이 제조 직후보다 전반적으로 증가한 후 그 값을 유지하는 경향이였다. 절임배추의 두께를 나타내는 travel(mm)의 경우 제조 직후

34.31mm에서 저장 기간이 증가함에 따라 23.00-30.00mm로 약간 감소하여 절임배추 저장시 배추에 들어있는 수분이 외부로 배출되어 두께가 감소되는 것을 알 수 있었다. 배추의 아삭거림을 나타낼 수 있는 count peak의 수는 제조 직후 13.69개에서 저장 기간이 증가함에 따라 점차 감소하여 저장 말기에는 3개 정도로 감소되었다. 저장 온도별로는 조직감 특성 중 count peak 수 감소가 10℃와 20℃ 저장구의 감소 속도가 0℃와 4℃ 시료구보다 빨랐다. 봄배추로 제조된 절임배추의 경우(Table 1-14), 겨울배추와 달리 강도를 나타내는 force의 경우 저장 온도와 기간에 상관없는 강도값을 나타내었고, 배추의 두께를 나타내는 travel(mm)은 제조 직후 36.30 mm에서 저장 기간이 증가함에 따라 겨울배추와 동일하게 감소하는 경향을 보였다. 절임배추의 아삭아삭함을 나타내는 count peak 수도 비슷한 속도로 감소하였다. 여름배추(Table 1-15)의 조직감 중 강도를 나타내는 force의 경우 저장 온도와 기간에 상관없는 강도값을 나타내었고, distance는 제조 직후 27.39 mm로 겨울과 봄보다 약간 낮았으며, 저장 기간이 증가함에 따라 점차 감소하는 것을 알 수 있었다. 배추의 아삭아삭함을 나타내는 count peak 수도 저장 초기 15.53개에서 저장 말기에는 20℃에 저장한 배추를 제외하고 4-5개로 감소하였으며, 20℃ 저장 배추는 2개로 감소하였다. 가을배추 중 해남(Table 1-16)에서 제조한 절임배추의 조직감은 나타내었다. 강도를 나타내는 force의 경우 저장 온도와 기간에 상관없는 강도값을 나타내었고, travel는 제조 직후 23.80 mm로 나타났으며, 저장 기간이 증가함에 따라 점차 감소하는 것을 알 수 있었다. 배추의 아삭아삭함을 나타내는 count peak 수도 저장 초기 20.40개에서 저장 말기에는 10℃와 20℃에 저장한 배추는 4개로 감소하였으며, 0℃와 4℃에 저장한 배추는 6-8개로 감소하였다. 괴산에서 제조한 절임배추의 조직감은 Table 1-17에 나타내었다. 강도를 나타내는 force의 경우 저장 온도와 기간에 상관없는 강도값을 나타내었고, distance는 제조 직후 22.64 mm로 나타났으며, 저장 기간이 증가함에 따라 점차 감소하는 것을 알 수 있었다. 배추의 아삭아삭함을 나타내는 count peak 수는 저장 초기 31.40개로 작형별로 재배한 배추 중 가장 높았으며, 저장 기간이 증가함에 따라 점차 감소하여 저장 말기에는 저장 온도에 상관없이 5개 정도로 감소하였다.

Table 1-13. Effect of various storage temperature and periods in texture properties of winter salted-Kimchi cabbage

Temp.	Day	Force(g)	Area (kg.sec)	Travel(mm)	Count Peaks
0°C	0	964.51 ± 81.82	10.42 ± 1.38	34.31 ± 0.62	13.69 ± 4.11
	7	1041.72 ± 90.37	8.62 ± 1.53	28.85 ± 3.42	8.39 ± 2.50
	14	1012.84 ± 86.75	8.35 ± 1.26	23.51 ± 0.76	7.25 ± 2.93
	21	1029.82 ± 108.66	8.64 ± 2.46	22.00 ± 0.83	10.17 ± 5.25
	28	1125.33 ± 124.32	8.54 ± 1.37	24.63 ± 0.77	4.08 ± 1.89
	35	916.43 ± 126.30	6.95 ± 1.09	23.12 ± 0.65	4.87 ± 2.17
	42	974.21 ± 181.84	7.64 ± 1.21	29.23 ± 0.36	3.86 ± 1.75
	49	1086.82 ± 125.38	7.76 ± 0.88	29.46 ± 0.40	3.43 ± 1.28
	56	1257.75 ± 124.15	9.16 ± 0.93	30.50 ± 0.42	3.20 ± 1.32
	70	961.99 ± 136.68	7.24 ± 1.04	25.32 ± 0.42	2.93 ± 0.88
84	1063.05 ± 109.59	8.24 ± 1.01	28.80 ± 0.57	3.19 ± 1.56	
4°C	0	964.51 ± 81.82	10.42 ± 1.38	34.31 ± 0.62	13.69 ± 4.11
	7	912.55 ± 129.88	8.18 ± 1.44	33.21 ± 0.72	10.00 ± 3.89
	14	1111.65 ± 221.88	8.19 ± 1.32	23.45 ± 0.64	6.00 ± 3.08
	21	1012.32 ± 164.67	7.26 ± 1.02	22.82 ± 0.84	4.58 ± 2.15
	28	1059.10 ± 94.54	7.17 ± 1.11	24.96 ± 0.46	3.42 ± 1.98
	35	1023.54 ± 133.25	7.52 ± 1.22	23.73 ± 0.56	4.13 ± 2.13
	42	1039.15 ± 170.26	7.83 ± 1.18	29.63 ± 0.67	3.14 ± 0.86
	49	1030.39 ± 196.34	7.96 ± 1.56	29.15 ± 0.54	4.29 ± 1.68
56	1066.73 ± 157.92	8.19 ± 1.18	30.49 ± 0.81	3.53 ± 1.64	
10°C	0	964.51 ± 81.82	10.42 ± 1.38	34.31 ± 0.62	13.69 ± 4.11
	7	1060.53 ± 168.83	7.91 ± 1.45	28.57 ± 4.70	6.91 ± 3.21
	14	1001.75 ± 182.84	7.22 ± 0.90	23.72 ± 0.40	5.58 ± 2.50
	21	929.02 ± 121.31	6.77 ± 0.48	22.93 ± 0.67	4.17 ± 1.34
	28	1066.61 ± 193.07	7.78 ± 1.49	24.94 ± 0.32	3.67 ± 1.30
	35	940.33 ± 121.31	6.37 ± 1.00	23.98 ± 0.26	3.93 ± 2.53
	42	1066.14 ± 221.37	7.79 ± 1.33	29.60 ± 0.29	3.71 ± 1.68
	49	880.30 ± 166.02	6.40 ± 1.43	29.49 ± 0.55	3.21 ± 2.33
	56	1126.10 ± 185.41	8.20 ± 1.46	30.69 ± 1.20	3.07 ± 1.03
20°C	0	964.51 ± 81.82	10.42 ± 1.38	34.31 ± 0.62	13.69 ± 4.11
	5	1184.21 ± 147.16	8.27 ± 1.21	24.87 ± 0.72	4.25 ± 1.14
	7	967.77 ± 187.03	7.33 ± 1.40	24.84 ± 0.70	5.42 ± 2.35
	10	863.81 ± 142.80	7.05 ± 1.21	31.86 ± 0.44	4.75 ± 1.06
	14	996.86 ± 173.50	7.13 ± 1.47	24.37 ± 0.35	3.92 ± 1.78
	17	901.81 ± 190.32	6.64 ± 1.24	35.80 ± 0.79	3.50 ± 1.87
	21	755.74 ± 258.25	6.01 ± 2.67	23.28 ± 0.61	3.50 ± 2.28
	28	1049.11 ± 224.74	7.72 ± 1.92	25.40 ± 0.37	3.46 ± 1.94

Table 1-14. Effect of various storage temperature and periods in the color, salinity, soluble solid of spring salted-Kimchi cabbage

Temp.	Day	Force(g)	Area(kg.sec)	Travel(mm)	Count Peaks
0°C	0	973.14 ± 97.78	7.70 ± 1.03	36.30 ± 0.43	8.93 ± 4.08
	1	937.49 ± 75.22	8.14 ± 1.27	23.01 ± 0.47	9.87 ± 2.50
	7	1178.76 ± 128.65	8.01 ± 1.19	27.23 ± 0.86	5.73 ± 2.09
	14	1328.72 ± 191.73	7.66 ± 1.13	24.04 ± 1.23	2.80 ± 1.37
	21	882.07 ± 139.12	6.79 ± 0.82	22.39 ± 0.72	4.33 ± 1.35
	28	1142.48 ± 195.82	7.58 ± 1.30	26.54 ± 0.99	4.21 ± 0.98
	35	890.40 ± 85.85	6.45 ± 0.61	24.05 ± 1.72	4.50 ± 1.61
	42	1050.19 ± 186.68	7.18 ± 1.03	27.03 ± 1.17	4.00 ± 1.65
	49	880.26 ± 99.95	6.09 ± 0.57	27.69 ± 2.16	4.53 ± 1.73
	56	912.83 ± 69.80	6.81 ± 0.82	22.90 ± 2.33	4.67 ± 1.05
	70	975.98 ± 169.87	7.24 ± 0.63	24.17 ± 1.00	3.33 ± 1.29
	91	860.67 ± 73.68	6.41 ± 0.81	25.80 ± 1.18	3.67 ± 1.35
4°C	0	973.14 ± 97.78	7.70 ± 1.03	36.30 ± 0.43	8.93 ± 4.08
	1	915.91 ± 87.74	7.56 ± 1.06	23.20 ± 0.60	9.27 ± 3.11
	7	1139.84 ± 183.62	7.93 ± 0.84	27.23 ± 0.84	5.73 ± 1.92
	14	1007.99 ± 147.03	6.92 ± 0.64	23.62 ± 1.08	4.80 ± 1.37
	21	951.06 ± 82.41	6.77 ± 0.46	23.12 ± 0.91	3.87 ± 1.60
	28	984.66 ± 93.49	6.99 ± 0.82	26.91 ± 0.94	4.40 ± 1.55
	35	915.83 ± 79.51	7.10 ± 0.48	24.77 ± 0.67	4.07 ± 1.34
	42	1050.19 ± 186.68	7.18 ± 1.03	27.03 ± 1.17	4.00 ± 1.65
	49	1190.85 ± 105.79	7.75 ± 1.06	26.19 ± 1.28	3.40 ± 2.20
	56	1182.87 ± 194.17	8.48 ± 1.31	23.33 ± 0.98	4.00 ± 1.31
10°C	0	973.14 ± 97.78	7.70 ± 1.03	36.30 ± 0.43	8.93 ± 4.08
	1	1125.29 ± 140.92	7.69 ± 1.07	22.81 ± 0.88	7.87 ± 3.02
	7	1132.14 ± 126.27	7.14 ± 0.95	28.06 ± 0.94	3.60 ± 1.81
	14	1041.45 ± 116.36	7.31 ± 0.69	23.86 ± 0.78	4.93 ± 1.53
	21	1026.65 ± 155.94	7.41 ± 0.87	22.15 ± 0.63	3.60 ± 1.40
	28	932.16 ± 154.54	7.31 ± 0.74	26.63 ± 0.61	3.87 ± 1.51
	35	938.04 ± 115.07	7.26 ± 0.70	25.37 ± 0.88	4.73 ± 1.53
	42	1100.77 ± 143.71	7.09 ± 0.84	27.78 ± 0.96	2.93 ± 1.10
	49	1078.17 ± 149.19	7.19 ± 0.90	26.06 ± 0.84	3.67 ± 1.45
	56	967.16 ± 127.08	6.62 ± 0.89	22.93 ± 0.95	3.67 ± 1.05
20°C	0	973.14 ± 97.78	7.70 ± 1.03	36.30 ± 0.43	8.93 ± 4.08
	1	1071.13 ± 148.74	8.27 ± 1.56	22.51 ± 0.89	9.00 ± 2.98
	3	863.26 ± 149.17	6.33 ± 0.65	23.22 ± 0.74	4.60 ± 1.30
	5	970.90 ± 115.97	7.33 ± 0.57	22.68 ± 0.74	4.87 ± 2.00
	7	1035.78 ± 147.03	7.24 ± 0.49	27.42 ± 0.79	4.00 ± 2.00
	10	1117.48 ± 278.15	7.26 ± 1.57	23.35 ± 0.95	3.60 ± 1.99
	14	902.22 ± 145.16	6.41 ± 0.60	23.55 ± 0.83	4.40 ± 1.81
	17	791.97 ± 107.87	6.32 ± 0.73	27.19 ± 0.66	4.80 ± 1.47
	21	913.75 ± 132.12	7.16 ± 0.96	22.25 ± 0.61	4.53 ± 1.55
	28	944.72 ± 119.42	6.79 ± 0.99	26.62 ± 0.77	4.33 ± 1.23

Table 1-15. Effect of various storage temperature and periods in the color, salinity, soluble solid of summer salted-Kimchi cabbage

Temp.	Day	Force(g)	Area(kg.sec)	Travel(mm)	Count Peaks
0°C	0	1141.35 ± 69.74	8.86 ± 1.00	27.39 ± 0.61	15.53 ± 5.08
	1	1232.23 ± 68.03	8.06 ± 0.75	23.03 ± 0.45	12.33 ± 3.98
	7	1132.98 ± 111.13	8.28 ± 1.01	22.33 ± 0.79	10.13 ± 3.60
	14	1082.52 ± 115.26	7.67 ± 0.90	22.11 ± 0.62	7.33 ± 1.59
	21	1175.27 ± 103.26	7.52 ± 0.67	22.10 ± 0.59	6.47 ± 2.30
	28	1219.83 ± 282.85	7.74 ± 0.88	23.32 ± 0.62	3.93 ± 2.09
	35	1347.98 ± 226.75	8.29 ± 0.75	22.34 ± 0.88	4.13 ± 2.33
	42	1049.26 ± 107.64	7.91 ± 0.47	23.17 ± 0.39	4.60 ± 0.83
	49	1135.77 ± 142.02	8.71 ± 1.02	22.86 ± 2.14	5.87 ± 2.75
	56	1412.66 ± 111.85	9.44 ± 0.94	21.84 ± 0.70	5.47 ± 1.85
	70	1172.60 ± 142.23	9.12 ± 1.10	21.63 ± 0.81	5.35 ± 1.87
84	990.78 ± 162.26	7.41 ± 0.62	21.28 ± 0.29	5.00 ± 1.13	
5°C	0	1141.35 ± 69.74	8.86 ± 1.00	27.39 ± 0.61	15.53 ± 5.08
	1	1327.78 ± 131.55	8.99 ± 1.44	22.38 ± 0.63	10.73 ± 5.78
	7	1286.54 ± 176.51	8.62 ± 0.83	22.88 ± 0.56	10.60 ± 5.62
	14	1204.95 ± 147.65	8.32 ± 1.45	21.57 ± 0.66	5.07 ± 2.15
	21	1113.27 ± 175.62	8.02 ± 0.77	21.86 ± 0.60	4.87 ± 1.55
	28	1307.03 ± 248.85	7.91 ± 1.08	23.24 ± 0.53	3.00 ± 2.00
	35	1298.12 ± 161.72	8.05 ± 0.70	21.91 ± 0.67	4.53 ± 2.00
	42	1335.26 ± 124.25	8.59 ± 0.83	23.65 ± 0.83	3.93 ± 1.75
	49	1305.58 ± 272.95	9.15 ± 1.15	23.27 ± 0.55	4.07 ± 1.28
	56	1146.06 ± 165.63	8.08 ± 1.23	22.31 ± 0.37	5.20 ± 1.94
10°C	0	1141.35 ± 69.74	8.86 ± 1.00	27.39 ± 0.61	15.53 ± 5.08
	1	1256.49 ± 61.08	9.89 ± 1.06	22.10 ± 0.68	15.80 ± 2.78
	7	1235.54 ± 181.52	8.31 ± 1.11	22.63 ± 0.69	6.67 ± 4.82
	14	1086.95 ± 246.79	7.35 ± 1.03	21.81 ± 0.74	2.93 ± 1.91
	21	911.35 ± 237.86	7.32 ± 1.66	21.93 ± 0.62	4.67 ± 1.88
	28	1096.28 ± 312.15	7.92 ± 1.14	22.26 ± 0.70	5.07 ± 1.16
	35	1071.50 ± 270.43	7.63 ± 1.30	22.28 ± 0.58	4.80 ± 1.57
	42	851.11 ± 263.37	6.32 ± 1.75	23.76 ± 0.71	4.07 ± 1.49
	49	1216.92 ± 182.52	7.83 ± 1.32	23.83 ± 0.89	4.00 ± 1.51
	56	848.99 ± 231.59	6.31 ± 2.14	22.51 ± 0.54	4.40 ± 2.38
20°C	0	1141.35 ± 69.74	8.86 ± 1.00	27.39 ± 0.61	15.53 ± 5.08
	1	1128.71 ± 120.14	8.41 ± 1.24	22.03 ± 0.48	16.20 ± 4.21
	3	1195.68 ± 110.79	8.47 ± 1.75	23.78 ± 0.83	7.33 ± 3.68
	5	1086.61 ± 262.32	8.10 ± 1.35	25.89 ± 0.52	4.20 ± 2.24
	7	730.84 ± 184.65	5.73 ± 1.45	23.27 ± 0.70	3.67 ± 1.50
	10	1101.15 ± 224.09	7.44 ± 1.30	23.14 ± 0.94	4.13 ± 2.20
	14	970.03 ± 262.53	7.77 ± 2.06	21.83 ± 0.69	5.53 ± 1.51
	17	1083.31 ± 226.08	7.36 ± 1.19	22.45 ± 0.68	4.00 ± 1.81
	21	730.33 ± 385.81	5.17 ± 2.12	22.85 ± 0.53	3.93 ± 2.40
	24	1014.08 ± 360.65	6.25 ± 1.87	21.96 ± 1.52	2.13 ± 1.19

Table 1-16. Effect of various storage temperature and periods in texture properties of autumn salted-Kimchi cabbage(Haenam)

Temp.	Day	Force(g)	Area (kg.sec)	Travel(mm)	Count Peaks
0°C	0	1030.79 ± 178.73	10.05 ± 1.87	23.8 ± 0.38	20.40 ± 5.32
	1	851.10 ± 120.29	8.83 ± 2.19	21.65 ± 0.51	29.27 ± 5.06
	7	1003.83 ± 95.91	9.60 ± 0.77	22.11 ± 0.60	22.07 ± 7.70
	14	1013.41 ± 145.05	8.43 ± 0.85	21.86 ± 0.80	16.33 ± 3.62
	21	930.51 ± 82.31	8.99 ± 1.56	22.18 ± 0.62	17.53 ± 5.94
	28	835.81 ± 122.90	7.25 ± 1.06	21.17 ± 0.16	7.93 ± 2.12
	42	938.15 ± 136.13	7.39 ± 0.83	21.83 ± 0.61	6.93 ± 1.91
	49	845.15 ± 126.00	7.07 ± 0.97	21.41 ± 0.43	6.27 ± 1.94
	56	1040.83 ± 137.60	7.98 ± 0.74	22.38 ± 0.44	6.13 ± 1.06
	70	948.12 ± 105.70	7.52 ± 0.90	22.35 ± 1.19	6.93 ± 1.71
	84	818.67 ± 64.98	6.79 ± 0.76	21.54 ± 0.55	6.13 ± 1.51
4°C	0	1030.79 ± 178.73	10.05 ± 1.87	23.80 ± 0.38	20.40 ± 5.32
	1	882.15 ± 79.42	8.86 ± 1.05	23.69 ± 0.52	25.20 ± 6.65
	7	940.99 ± 95.75	8.10 ± 1.08	21.86 ± 0.51	21.40 ± 5.25
	14	1057.47 ± 109.85	8.90 ± 1.24	21.77 ± 0.90	16.80 ± 4.99
	21	970.61 ± 148.11	7.82 ± 1.12	21.65 ± 0.49	7.40 ± 2.69
	28	1025.17 ± 166.55	7.88 ± 1.16	21.24 ± 0.39	6.80 ± 1.61
	42	937.33 ± 128.65	7.84 ± 1.02	21.77 ± 0.60	6.87 ± 2.53
	49	967.79 ± 154.39	8.20 ± 1.18	21.33 ± 0.35	6.53 ± 1.69
	56	1126.86 ± 138.00	8.50 ± 0.89	21.15 ± 0.12	8.07 ± 2.28
10°C	0	1030.79 ± 178.73	10.05 ± 1.87	23.80 ± 0.38	20.40 ± 5.32
	1	875.61 ± 115.96	9.13 ± 1.32	23.59 ± 0.57	25.60 ± 5.82
	7	910.77 ± 175.64	7.57 ± 1.30	22.77 ± 0.81	15.27 ± 5.82
	14	723.21 ± 189.55	5.41 ± 1.35	21.73 ± 0.81	5.00 ± 1.96
	21	927.27 ± 182.77	6.86 ± 1.58	21.90 ± 0.86	6.00 ± 2.95
	28	219.73 ± 110.69	1.66 ± 0.83	22.39 ± 1.12	3.60 ± 1.24
	42	565.01 ± 255.34	5.00 ± 2.10	22.04 ± 0.90	4.67 ± 1.76
	49	495.49 ± 339.82	4.18 ± 2.55	21.56 ± 0.53	4.53 ± 1.30
	56	344.39 ± 250.17	2.86 ± 2.10	21.51 ± 0.49	3.80 ± 0.86
20°C	0	1030.79 ± 178.73	10.05 ± 1.87	23.80 ± 0.38	20.40 ± 5.32
	1	876.14 ± 69.06	9.52 ± 1.36	23.85 ± 0.60	26.53 ± 5.54
	3	910.44 ± 91.29	9.27 ± 1.00	21.73 ± 0.64	21.20 ± 4.18
	5	870.12 ± 285.80	6.66 ± 1.85	21.61 ± 0.51	9.40 ± 5.15
	7	408.75 ± 265.87	3.58 ± 2.09	23.18 ± 0.90	5.40 ± 5.59
	10	502.79 ± 228.08	3.90 ± 2.03	22.15 ± 1.21	4.40 ± 1.85
	14	451.74 ± 250.06	3.56 ± 1.58	21.64 ± 0.92	4.27 ± 1.39
	17	527.91 ± 263.26	4.23 ± 2.31	22.10 ± 0.66	4.93 ± 1.71
	21	333.21 ± 181.50	2.72 ± 1.39	21.36 ± 0.45	3.93 ± 1.39
	24	337.83 ± 166.03	2.53 ± 1.22	21.92 ± 0.95	4.07 ± 1.39
	28	286.35 ± 157.83	2.36 ± 1.20	22.00 ± 0.91	4.27 ± 1.16



Table 1-17. Effect of various storage temperature and periods in the texture properties of autumn salted-Kimchi cabbage(Geosan)

Temp.	Day	Force(g)	Area (kg.sec)	Travel(mm)	Count Peaks
0°C	0	819.08 ± 78.64	8.91 ± 1.51	22.13 ± 0.70	31.40 ± 5.41
	1	850.56 ± 67.03	10.00 ± 1.22	22.33 ± 0.80	23.73 ± 7.34
	7	911.61 ± 71.10	9.01 ± 1.08	22.19 ± 0.53	18.07 ± 3.47
	14	819.04 ± 56.81	8.69 ± 0.67	21.35 ± 0.43	20.00 ± 6.08
	21	1008.07 ± 89.22	7.69 ± 0.86	21.65 ± 0.63	10.13 ± 2.36
	28	849.16 ± 91.46	7.33 ± 0.73	21.29 ± 0.41	7.60 ± 2.29
	42	1021.94 ± 145.20	7.14 ± 0.73	21.95 ± 1.09	5.07 ± 2.19
	49	1088.87 ± 99.99	7.86 ± 0.79	21.63 ± 0.71	4.73 ± 1.39
	56	1050.30 ± 132.23	6.81 ± 0.67	21.34 ± 0.42	5.80 ± 1.97
	70	986.16 ± 189.66	7.59 ± 1.03	21.83 ± 0.76	5.87 ± 2.03
	84	1023.20 ± 116.16	7.57 ± 1.08	22.25 ± 0.61	5.20 ± 1.90
4°C	0	819.08 ± 78.64	8.91 ± 1.51	22.13 ± 0.70	31.40 ± 5.41
	1	883.68 ± 79.04	10.00 ± 0.95	22.17 ± 0.83	22.00 ± 4.74
	7	936.09 ± 92.06	8.57 ± 1.09	21.36 ± 0.36	19.13 ± 5.49
	14	908.70 ± 78.42	9.28 ± 0.91	22.17 ± 0.78	22.00 ± 8.78
	21	1057.43 ± 99.68	8.71 ± 0.93	21.37 ± 0.32	9.80 ± 3.17
	28	905.70 ± 115.17	7.42 ± 0.99	21.50 ± 0.45	7.80 ± 2.98
	42	886.52 ± 102.62	6.87 ± 0.68	21.42 ± 0.45	5.93 ± 1.87
	49	1028.59 ± 132.67	7.64 ± 0.84	21.27 ± 0.20	5.60 ± 1.92
	56	975.74 ± 166.06	7.47 ± 0.99	21.51 ± 0.54	5.73 ± 1.94
10°C	0	819.08 ± 78.64	8.91 ± 1.51	22.13 ± 0.70	31.40 ± 5.41
	1	870.85 ± 93.51	8.57 ± 0.94	22.58 ± 0.92	17.13 ± 5.18
	7	1000.43 ± 71.18	8.16 ± 1.14	22.64 ± 0.71	11.60 ± 6.86
	14	1017.75 ± 100.58	7.81 ± 0.76	21.37 ± 0.36	6.47 ± 1.60
	21	925.50 ± 102.07	7.31 ± 0.74	21.55 ± 0.37	5.07 ± 1.53
	28	958.31 ± 163.09	7.84 ± 0.99	21.61 ± 0.47	5.00 ± 2.42
	42	958.41 ± 98.38	7.23 ± 0.85	21.73 ± 0.63	5.33 ± 2.13
	49	965.54 ± 125.91	7.51 ± 0.64	21.30 ± 0.33	6.07 ± 1.91
	56	1081.40 ± 165.21	8.10 ± 1.32	21.38 ± 0.54	5.27 ± 2.55
20°C	0	819.08 ± 78.64	8.91 ± 1.51	22.13 ± 0.70	31.40 ± 5.41
	1	817.23 ± 70.61	8.63 ± 1.20	22.25 ± 0.74	19.13 ± 8.21
	3	913.97 ± 44.95	9.13 ± 0.76	22.13 ± 0.61	21.20 ± 5.85
	5	1013.45 ± 78.99	7.52 ± 0.69	21.61 ± 0.74	5.40 ± 2.56
	7	941.85 ± 163.54	6.75 ± 0.83	22.70 ± 0.81	5.40 ± 1.88
	10	944.95 ± 116.99	7.00 ± 1.09	21.87 ± 0.65	5.65 ± 1.84
	14	908.62 ± 125.87	6.99 ± 0.82	21.40 ± 0.52	6.40 ± 2.23
	17	905.27 ± 135.14	7.75 ± 0.93	21.59 ± 0.82	6.73 ± 2.69
	21	947.67 ± 165.32	7.37 ± 0.74	21.21 ± 0.18	5.73 ± 1.67
	24	892.47 ± 165.81	6.69 ± 1.04	21.50 ± 0.43	4.80 ± 1.32
	28	1030.03 ± 164.21	7.94 ± 1.14	21.90 ± 0.84	5.40 ± 2.29

④ 작형별 절임배추의 미생물 변화

겨울배추의 총균수와 젖산균수를 측정한 결과는 Fig. 1-13과 같다. 저장 초기 4.76 log CFU/g 이었으며, 0, 4, 10℃는 저장 21일에 각각 6.96, 7.80, 7.69 log CFU/g로 20℃는 저장 7일에 8.24 log CFU/g로 가장 높았다. 이후 점차 감소하여 0℃는 저장 84일에 5.99 log CFU/g, 4℃와 10℃는 저장 56일에 6.52 log CFU/g, 6.94 log CFU/g, 20℃는 저장 24일에 6.95 log CFU/g로 감소하였다. 또 젖산균수는 저장 초기 2.69 log CFU/g 이었으며, 0℃는 저장 28일에 7.04 log CFU/g, 5℃는 저장 21일에 7.62 log CFU/g, 10℃와 20℃는 저장 7일에 각각 8.34 log CFU/g, 8.11 log CFU/g로 가장 높았다. 이후 점차 감소하여 0℃는 저장 84일에 6.03 log CFU/g, 4℃와 10℃는 저장 56일에 6.54 log CFU/g, 6.91 log CFU/g, 20℃는 저장 24일에 6.93 log CFU/g로 감소하였다.

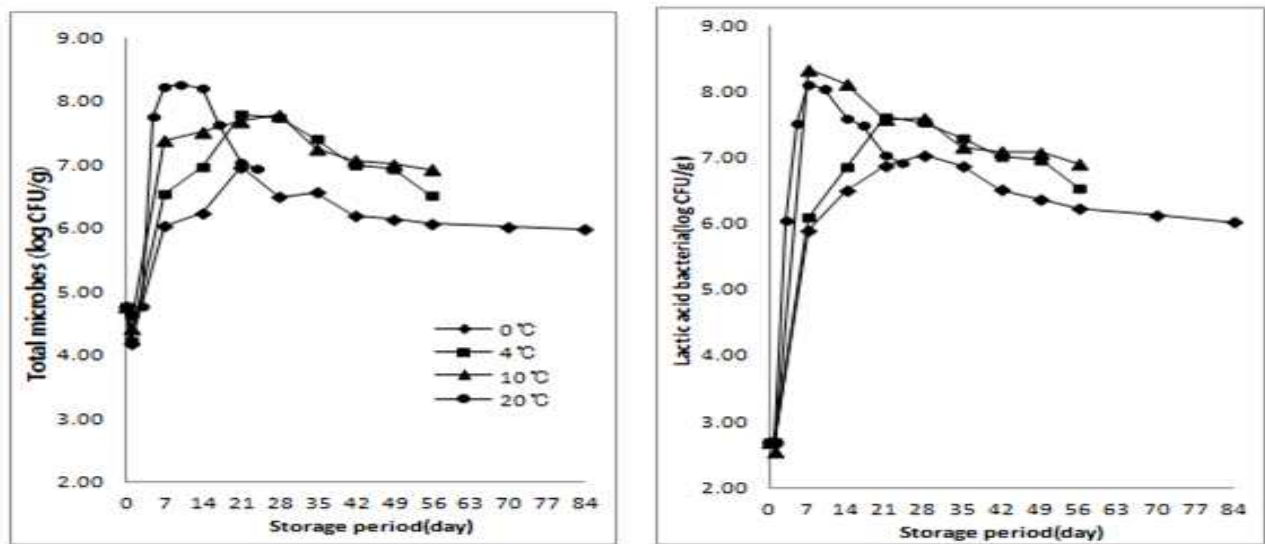


Fig. 1-13. Effect of various storage temperature and periods in the total microbes and lactic acid bacteria of winter salted-Kimchi cabbage

Fig. 1-14는 봄배추로 제조한 절임배추의 총균수와 젖산균수를 조사한 것이다. 봄배추의 총균수는 저장 초기 4.33 log CFU/g 이었으며, 0℃와 4℃는 저장 28일에 각각 7.65 log CFU/g, 7.74 log CFU/g, 10℃는 저장 14일에 7.94 log CFU/g, 20℃는 저장 7일에 7.94 log CFU/g으로 가장 높았다. 이후 점차 감소하여 저장 56일에 0℃는 7.13 log CFU/g, 4℃는 7.05 log CFU/g, 10℃ 6.57 log CFU/g, 그리고 20℃는 저장 28일에 6.67 log CFU/g로 감소하였다. 또 봄배추의 젖산균수로 저장 초기 4.22 log CFU/g 이었으며, 0℃와 4℃는 저장 28일에 각각 7.89, 7.94 log CFU/g, 10℃와 20℃는 저장 7일에 8.02 log CFU/g, 7.93 log CFU/g으로 가장 높았다. 이후 점차

감소하여 저장 56일에 0℃는 7.32 log CFU/g, 4℃는 7.03 log CFU/g, 10℃ 6.17 log CFU/g, 그리고 20℃는 저장 28일에 6.11 log CFU/g로 감소하였다.

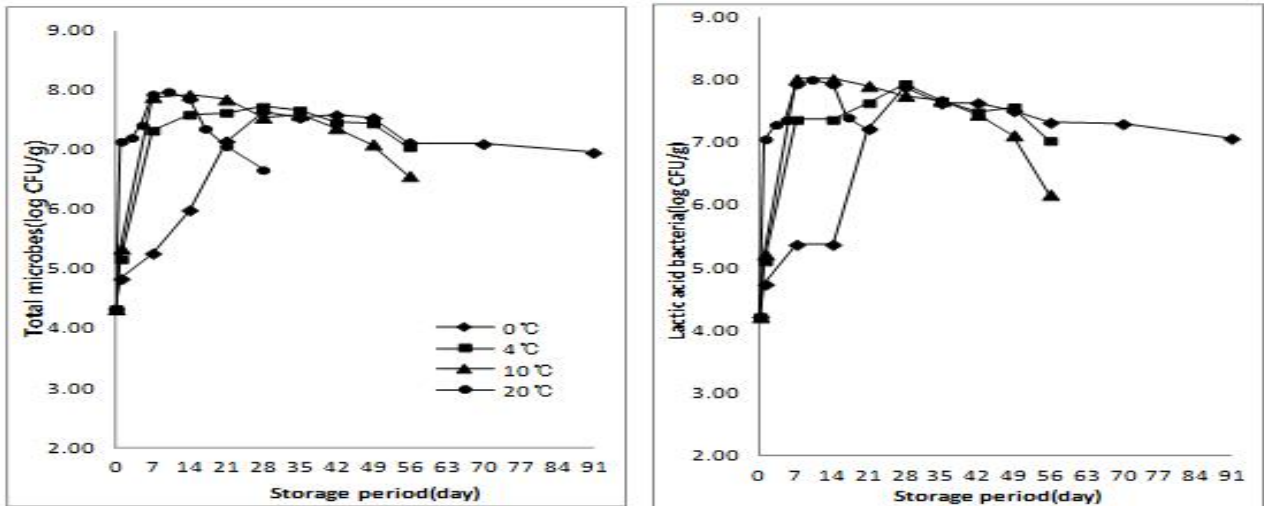


Fig. 1-14. Effect of various storage temperature and periods in the total microbes and lactic acid bacteria of spring salted-Kimchi cabbage

Fig. 1-15는 여름배추로 제조한 절임배추의 총균수와 젖산균수를 조사한 것이다. 여름배추의 총균수는 저장 초기 6.58 log CFU/g 이었으며, 0℃는 저장 21일에 8.38 log CFU/g, 4℃는 저장 7-14일에 8.27 log CFU/g 로 증가하였고, 10℃는 저장 7일에 8.57 log CFU/g, 20℃는 저장 7일에 8.57 log CFU/g으로 가장 높았다. 이후 점차 감소하여 저장 56일에 0℃는 7.85 log CFU/g, 4℃는 7.42 log CFU/g, 10℃는 7.10 log CFU/g, 그리고 20℃는 저장 24일에 6.80 log CFU/g로 감소하였다. 또한 여름배추의 젖산균수는 저장 초기 6.37 log CFU/g 이었으며, 0℃는 저장 14일에 8.35 log CFU/g, 4℃는 저장 21일에 각각 8.63 log CFU/g, 10℃와 20℃는 저장 7일에 각각 8.65, 8.34 log CFU/g으로 가장 높았다. 이후 점차 감소하여 저장 56일에 0℃는 7.76 log CFU/g, 4℃는 7.52 log CFU/g, 10℃ 7.10 log CFU/g, 그리고 20℃는 저장 28일에 6.63 log CFU/g로 감소하였다.

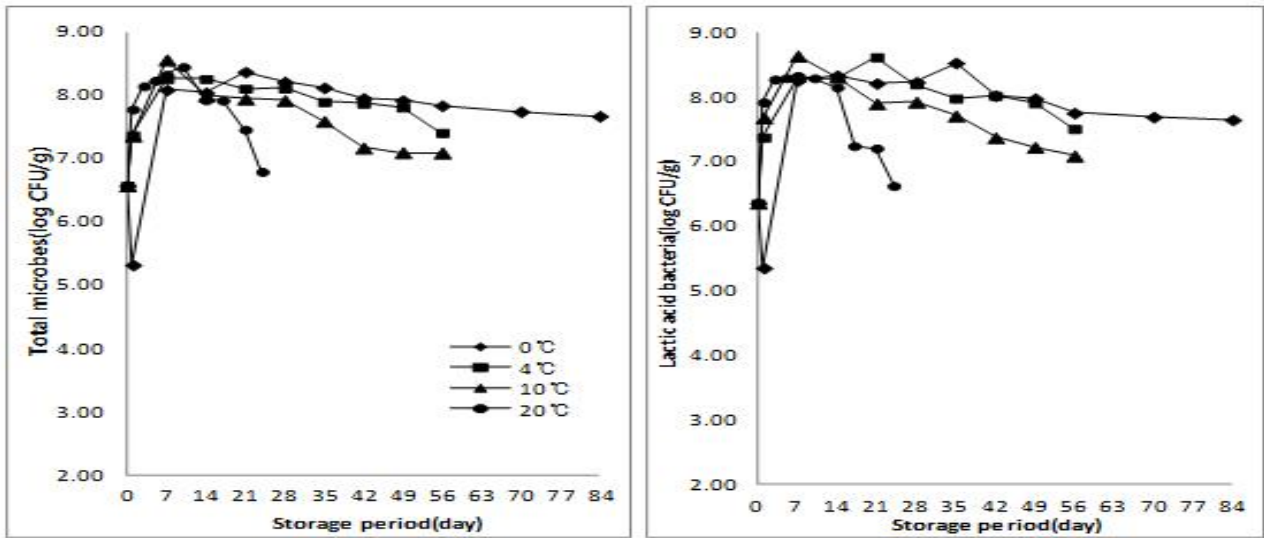


Fig. 1-15. Effect of various storage temperature and periods in the total microbes and lactic acid bacteria of summer salted-Kimchi cabbage

Fig. 1-16은 가을배추 중 해남에서 제조한 절임배추의 총균수와 젖산균수를 조사한 것이다. 해남배추의 총균수는 저장 초기 5.52 log CFU/g 이었으며, 0°C는 저장 56일에 7.78 log CFU/g, 4°C는 저장 28일에 7.93 log CFU/g 로 증가하였고, 10°C는 저장 14일에 8.45 log CFU/g, 20°C는 저장 7일에 8.34 log CFU/g으로 가장 높았다. 이후 점차 감소하여 저장 84일에 0°C는 7.49 log CFU/g, 4°C와 10°C는 저장 56일에 각각 7.30 log CFU/g, 7.10 log CFU/g, 그리고 20°C는 저장 24일에 6.67 log CFU/g로 감소하였다. 또한 해남배추의 젖산균수는 저장 초기 5.13 log CFU/g 이었으며, 0°C는 저장 42일에 7.78 log CFU/g, 4°C는 저장 28일에 7.95 log CFU/g, 10°C는 저장 14일에 8.54 log CFU/g, 20°C는 저장 7일에 8.37 log CFU/g으로 가장 높았다. 이후 점차 감소하여 저장 84일에 0°C는 7.31 log CFU/g, 저장 56일에 4°C는 7.55 log CFU/g, 10°C 7.37 log CFU/g , 그리고 20°C는 저장 24일에 6.85 log CFU/g로 감소하였다.

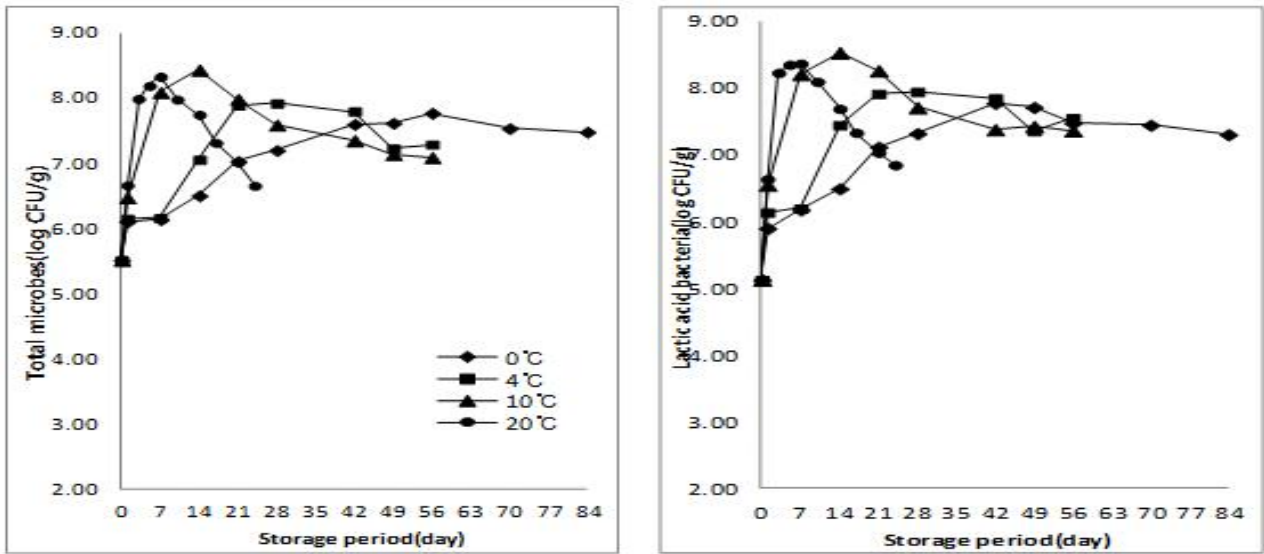


Fig. 1-16. Effect of various storage temperature and periods in the total microbes and lactic acid bacteria of autumn salted-Kimchi cabbage

Fig. 1-17은 가을배추 중 피산에서 제조한 절임배추의 총균수와 젖산균수를 조사한 것이다. 피산에서 제조한 배추의 총균수는 저장 초기 5.03 log CFU/g 이었으며, 0°C는 저장 42일에 6.62 log CFU/g, 4°C는 저장 28일에 7.51 log CFU/g 로 증가하였고, 10°C는 저장 21일에 7.59 log CFU/g, 20°C는 저장 10일에 8.09 log CFU/g으로 가장 높았다. 이후 점차 감소하여 0°C는 저장 84일에 6.31 log CFU/g, 4°C와 10°C는 저장 56일에 각각 6.21 log CFU/g, 5.85 log CFU/g, 그리고 20°C는 저장 24일에 7.22 log CFU/g로 감소하였다. 또한 피산배추의 젖산균수는 저장 초기 5.03 log CFU/g 이었으며, 0°C는 저장 42일에 6.62 log CFU/g, 4°C는 저장 28일에 7.51 log CFU/g, 10°C는 저장 21일에 7.59 log CFU/g, 20°C는 저장 10일에 8.09 log CFU/g으로 가장 높았다. 이후 점차 감소하여 저장 84일에 0°C는 6.31 log CFU/g, 저장 56일에 4°C와 10°C는 각각 6.21 log CFU/g, 5.85 log CFU/g, 그리고 20°C는 저장 24일에 7.22 log CFU/g로 감소하였다. 작형별로 재배한 절임배추의 총균수를 비교할 때 봄배추의 초기 총균수가 4.33 log CFU/g로 가장 낮았으며, 여름배추는 6.58 log CFU/g로 가장 높았다. 저장 기간 중 총균수가 가장 높았던 시료는 10°C에서 저장한 여름배추가 저장 7일에 8.57 log CFU/g로 나타났다. 겨울배추와 봄배추 그리고 가을배추 중 피산배추는 20°C에서 10일 저장한 배추가 각각 8.27 log CFU/g, 7.99 log CFU/g, 8.09 log CFU/g로 나타났고, 가을배추 중 해남배추는 저장 14일에 10°C에서 보관한 시료가 8.45 log CFU/g로 나타났다. 작형별로 재배한 절임배추의 젖산균수를 비교할 때 겨울배추의 초기 젖산균수가 2.69 log CFU/g로 가장 낮았으며, 여름배추는 6.37 log CFU/g로 가장 높았다. 저장 기간 동안 10°C에서 저장한 배추의 젖산균수가 가장 높았는데 저장 7일에 겨울, 봄 그리고 여름 배추가 각각 8.34 log CFU/g, 8.02 log CFU/g, 8.65 log CFU/g로 나타났으며, 가을

배추 중 과산배추는 10일 동안 저장한 배추가 8.35 log CFU/g로 나타났고, 해남배추는 저장 14일에 8.54 log CFU/g로 나타났다.

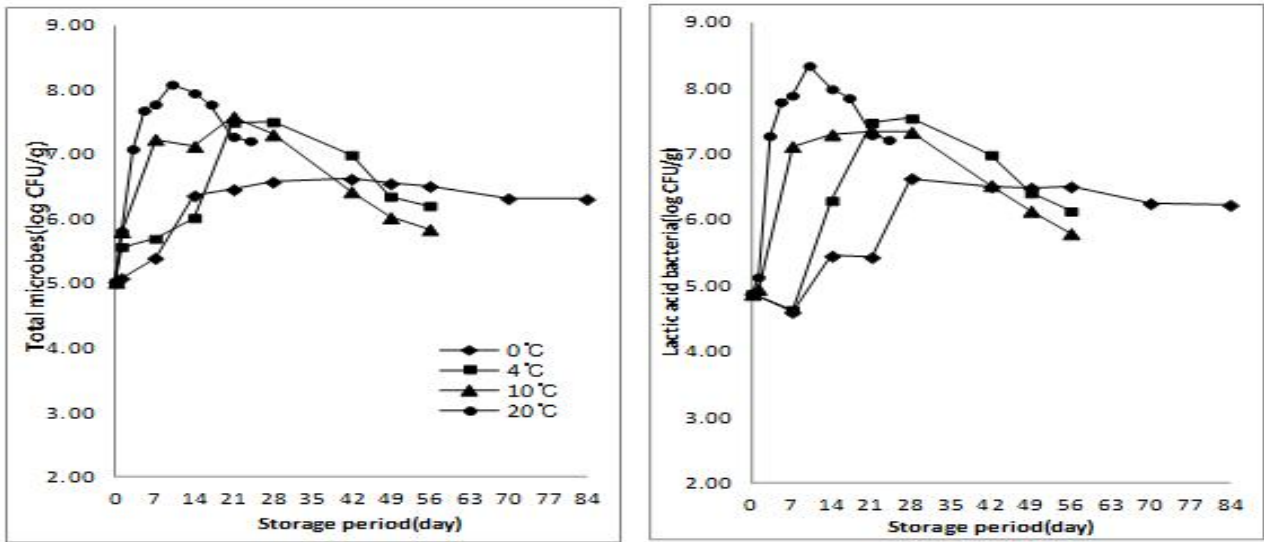


Fig. 1-17. Effect of various storage temperature and periods in the total microbes and lactic acid bacteria of autumn salted-Kimchi cabbage(Geosan)

### ⑤ 작형별 감각과학검사 결과

Table 1-18은 겨울배추를 0°C에서 저장하면서 실험한 결과로 외관 중 노란색의 선명도는 저장기간이 증가함에 따라 감소되었고, 갈색의 정도는 저장초기에는 0.9로 거의 없다가 저장 70일에는 10.7로 증가하였으며, 초록색의 선명도도 저장 0일과 3일에 10.8로 나타났으며 저장 70일에 1.2로 감소되었다. 향미 중 배추 냄새, 짠냄새, 단냄새는 저장 기간에 따른 차이가 나타나지 않았으며, 신냄새는 저장 기간에 따라 점차 증가하였다. 절임배추의 맛 중 생배추 맛은 저장 초기에 10.8로 높았으나 저장기간이 증가함에 따라 점차 감소하여 저장 70일에는 3.4로 감소하였다. 조직감 중 아삭한 정도는 저장 초기에 12.2이었으며 저장기간에 따라 점차 감소하여 저장 70일에 5.9로 감소하였다. Table 1-19는 겨울배추를 4°C에 저장하면서 실험한 결과이다. 외관 중 노란색의 선명도는 0°C에 저장한 절임배추와 마찬가지로 저장기간이 증가함에 따라 감소하였으며, 갈색의 정도는 저장 초기에 0.9이었으며 저장 21일에 8.3으로 가장 높게 나타났다, 초록색의 선명도는 저장기간이 증가함에 따라 감소하였다. 배추 광택의 정도는 저장 7일까지는 10.0으로 높게 나타났다가, 저장 56일에 4.4로 감소하였다. 향미 중 단냄새는 저장 기간 동안 비슷한 수준으로 평가되었으며, 신냄새는 저장 초기에 2.6이었으나 저장 기간이 증가

함에 따라 점차 증가하여 저장 56일에는 8.1로 나타났다. 절임배추의 맛 중 단맛은 저장 초기에 9.8이었으나 저장기간 동안 감소하여 저장 56일에 4.9로 나타났으며, 무의 아린맛은 저장기간 동안 비슷한 수준으로 나타났고, 신맛은 저장 초기에 1.2였으나 저장 기간이 증가함에 따라 증가하여 저장 56일에 11.2로 가장 높게 나타났다. 겨울배추를 10℃에 보관하면서 실험한 결과는 Table 1-20에 나타내었다. 절임배추의 외관 중 초록색의 선명도는 저장 초기 10.8로 가장 높았으며 저장기간이 증가함에 따라 저장 56일에 4.4로 감소하였다. 향미 중 신냄새는 저장 초기 2.6에서 저장 21일에 11.3으로 가장 높았고, 저장 56일에는 8.9로 나타났다. 맛 중 생배추 맛은 저장 초기 10.8이었으나 저장기간에 따라 감소하여 저장 56일에 2.3으로 나타났으며, 신맛은 저장 초기 1.2이었으나 저장기간에 따라 증가하여 저장 56일에 12.3으로 나타났다. 조직감 중 아삭한 정도는 저장 초기에 12.2로 나타났고, 저장 14일에 5.8로 가장 낮게 나타났다. Table 1-21은 겨울배추를 20℃에서 저장하면서 실험한 결과로 외관 중 노란색의 선명도는 저장초기 11.3으로 가장 높았으며, 저장온도가 높음에 따라 급격히 변화하여 저장 5일에 2.9로 낮아졌다가 저장 21일에 10.8로 나타났는데 이것은 절임배추가 갈변되어 발생한 현상으로 사료된다. 초록색의 선명도는 저장 0일에 10.8로 나타났으며 저장 21일에 2.5로 감소되었다. 향미 중 배추냄새는 저장 초기 8.5였으며 점차 감소하였고, 단냄새는 저장 기간에 따른 차이가 나타나지 않았다. 절임배추의 맛 중 생배추 맛은 저장 초기에 10.8로 높았으나 저장기간이 증가함에 따라 점차 감소하여 저장 21일에는 1.6으로 감소하였다. 신맛은 저장 초기 1.2이었으나 저장기간이 증가함에 따라 점차 증가하여 저장 21일에 14.1로 나타났다. 조직감 중 아삭한 정도는 저장 초기에 12.2 이었으며 저장기간에 따라 점차 감소하여 저장 21일에 6.3으로 감소하였다.

Table 1-18. Sensory evaluation of salted winter Kimchi cabbage during storage at 0 °C

Sensory attribute (0 °C)	0	1	3	7	14	21	28	35	42	49	56	70	84
Clarity of yellow	11.3 ± 1.8 <sup>a</sup>	6.5 ± 3.3 <sup>a</sup>	11.4 ± 2.4 <sup>a</sup>	9.9 ± 2.5 <sup>ab</sup>	8.7 ± 2.8 <sup>b</sup>	3.0 ± 3.0 <sup>b</sup>	3.4 ± 3.1 <sup>d</sup>	2.4 ± 1.4 <sup>e</sup>	2.1 ± 1.7 <sup>e</sup>	2.4 ± 1.4 <sup>e</sup>	2.6 ± 1.6 <sup>e</sup>	1.1 ± 0.8 <sup>e</sup>	1.5 ± 0.9 <sup>e</sup>
Degree of brown	0.9 ± 0.8 <sup>a</sup>	5.6 ± 3.9 <sup>a</sup>	1.5 ± 2.0 <sup>f</sup>	2.0 ± 1.3 <sup>gh</sup>	3.9 ± 1.8 <sup>gh</sup>	3.4 ± 3.2 <sup>gh</sup>	4.9 ± 3.1 <sup>h</sup>	3.7 ± 2.8 <sup>gh</sup>	5.8 ± 4.2 <sup>c</sup>	4.8 ± 3.8 <sup>h</sup>	7.3 ± 3.4 <sup>f</sup>	10.1 ± 3.9 <sup>a</sup>	10.7 ± 4.6 <sup>a</sup>
Clarity of green	10.8 ± 2.4 <sup>a</sup>	6.5 ± 3.7 <sup>cd</sup>	10.8 ± 2.6 <sup>a</sup>	9.4 ± 2.8 <sup>ab</sup>	8.3 ± 2.8 <sup>abc</sup>	7.7 ± 4.1 <sup>bc</sup>	7.9 ± 2.8 <sup>c</sup>	8.0 ± 3.2 <sup>c</sup>	2.8 ± 3.5 <sup>f</sup>	4.3 ± 1.9 <sup>e</sup>	5.0 ± 3.1 <sup>e</sup>	1.3 ± 1.5 <sup>f</sup>	1.2 ± 1.1 <sup>f</sup>
Degree of gloss	9.8 ± 3.1 <sup>a</sup>	7.3 ± 4.4 <sup>bc</sup>	9.9 ± 2.9 <sup>a</sup>	9.4 ± 2.3 <sup>a</sup>	8.3 ± 2.7 <sup>ab</sup>	5.6 ± 3.1 <sup>h</sup>	5.6 ± 4.1 <sup>h</sup>	7.5 ± 3.5 <sup>abc</sup>	5.1 ± 3.5 <sup>cd</sup>	4.3 ± 1.9 <sup>e</sup>	3.6 ± 2.2 <sup>e</sup>	2.8 ± 2.6 <sup>e</sup>	2.2 ± 2.2 <sup>e</sup>
Kimchi cabbage flavor	8.5 ± 4.1 <sup>abcd</sup>	9.8 ± 3.1 <sup>abc</sup>	11.3 ± 3.3 <sup>a</sup>	10.9 ± 1.8 <sup>a</sup>	10.2 ± 1.9 <sup>ab</sup>	6.8 ± 3.7 <sup>de</sup>	7.3 ± 3.2 <sup>abc</sup>	7.0 ± 3.3 <sup>abc</sup>	5.1 ± 2.5 <sup>ef</sup>	6.0 ± 2.9 <sup>ef</sup>	5.3 ± 3.6 <sup>ef</sup>	3.3 ± 4.0 <sup>f</sup>	3.7 ± 3.3 <sup>f</sup>
Salty flavor	5.5 ± 4.0 <sup>d</sup>	6.5 ± 4.3 <sup>cd</sup>	5.5 ± 4.0 <sup>d</sup>	5.5 ± 3.7 <sup>d</sup>	5.0 ± 2.8 <sup>d</sup>	6.6 ± 3.9 <sup>cd</sup>	7.4 ± 2.9 <sup>h</sup>	7.3 ± 3.8 <sup>h</sup>	7.3 ± 3.2 <sup>h</sup>	7.6 ± 2.9 <sup>h</sup>	9.1 ± 3.3 <sup>abc</sup>	11.0 ± 3.1 <sup>a</sup>	10.5 ± 3.1 <sup>ab</sup>
Sweet flavor	7.4 ± 2.8 <sup>a</sup>	7.3 ± 3.6 <sup>a</sup>	8.4 ± 4.1 <sup>a</sup>	8.4 ± 3.7 <sup>a</sup>	8.2 ± 3.1 <sup>a</sup>	6.2 ± 3.2 <sup>c</sup>	5.8 ± 3.4 <sup>f</sup>	6.5 ± 2.5 <sup>f</sup>	7.3 ± 3.4 <sup>f</sup>	5.8 ± 3.3 <sup>f</sup>	6.8 ± 3.0 <sup>f</sup>	5.5 ± 3.9 <sup>f</sup>	5.1 ± 3.8 <sup>f</sup>
Sour flavor	2.6 ± 2.4 <sup>a</sup>	3.1 ± 3.1 <sup>a</sup>	3.3 ± 4.1 <sup>a</sup>	2.4 ± 2.1 <sup>a</sup>	4.5 ± 2.3 <sup>ab</sup>	6.8 ± 4.5 <sup>cd</sup>	6.7 ± 3.5 <sup>cd</sup>	6.1 ± 3.9 <sup>cd</sup>	8.0 ± 3.6 <sup>c</sup>	7.9 ± 3.3 <sup>c</sup>	9.1 ± 3.0 <sup>b</sup>	12.2 ± 2.2 <sup>a</sup>	13.1 ± 1.6 <sup>a</sup>
Kimchi cabbage taste	10.8 ± 3.3 <sup>a</sup>	6.6 ± 4.1 <sup>cd</sup>	11.4 ± 2.8 <sup>a</sup>	9.7 ± 2.9 <sup>ab</sup>	10.0 ± 2.3 <sup>ab</sup>	6.6 ± 3.9 <sup>cd</sup>	7.8 ± 3.4 <sup>h</sup>	8.5 ± 2.6 <sup>abc</sup>	6.7 ± 2.9 <sup>cd</sup>	5.3 ± 2.9 <sup>e</sup>	5.1 ± 2.9 <sup>e</sup>	3.3 ± 3.7 <sup>f</sup>	3.4 ± 3.8 <sup>f</sup>
Salty taste	4.8 ± 4.1 <sup>a</sup>	8.7 ± 3.5 <sup>abc</sup>	5.8 ± 4.2 <sup>abc</sup>	5.3 ± 3.3 <sup>bc</sup>	6.4 ± 3.7 <sup>abc</sup>	5.1 ± 2.6 <sup>b</sup>	5.4 ± 3.1 <sup>e</sup>	7.3 ± 3.4 <sup>abc</sup>	7.4 ± 3.4 <sup>abc</sup>	6.6 ± 2.7 <sup>abc</sup>	8.2 ± 3.4 <sup>abcd</sup>	9.1 ± 2.9 <sup>ab</sup>	10.1 ± 4.0 <sup>a</sup>
Sweet taste	9.8 ± 2.6 <sup>a</sup>	6.1 ± 4.1 <sup>bc</sup>	9.4 ± 3.4 <sup>a</sup>	9.4 ± 3.7 <sup>a</sup>	7.5 ± 2.6 <sup>ab</sup>	7.0 ± 3.5 <sup>abc</sup>	6.8 ± 3.2 <sup>abc</sup>	6.3 ± 2.5 <sup>bc</sup>	4.3 ± 2.7 <sup>e</sup>	6.1 ± 2.8 <sup>c</sup>	5.9 ± 3.6 <sup>c</sup>	5.7 ± 3.9 <sup>c</sup>	5.0 ± 4.3 <sup>c</sup>
Acrid taste	6.0 ± 4.0 <sup>a</sup>	6.4 ± 4.1 <sup>a</sup>	8.3 ± 4.1 <sup>a</sup>	5.6 ± 3.5 <sup>a</sup>	6.5 ± 3.4 <sup>a</sup>	5.7 ± 5.0 <sup>a</sup>	6.7 ± 4.4 <sup>a</sup>	5.5 ± 4.0 <sup>a</sup>	6.8 ± 4.6 <sup>a</sup>	6.0 ± 4.2 <sup>a</sup>	5.5 ± 3.5 <sup>a</sup>	4.6 ± 5.1 <sup>a</sup>	4.3 ± 3.8 <sup>a</sup>
Bitter taste	2.5 ± 2.6 <sup>b</sup>	4.8 ± 4.3 <sup>ab</sup>	3.8 ± 3.8 <sup>ab</sup>	2.8 ± 2.7 <sup>a</sup>	5.1 ± 3.6 <sup>ab</sup>	4.8 ± 4.4 <sup>ab</sup>	7.2 ± 4.7 <sup>a</sup>	4.7 ± 4.3 <sup>ab</sup>	6.3 ± 5.1 <sup>ab</sup>	6.0 ± 3.7 <sup>ab</sup>	6.5 ± 4.7 <sup>ab</sup>	5.6 ± 5.3 <sup>ab</sup>	6.1 ± 4.7 <sup>ab</sup>
Sour taste	1.2 ± 0.7 <sup>b</sup>	3.0 ± 3.4 <sup>abc</sup>	2.0 ± 1.4 <sup>a</sup>	1.2 ± 1.2 <sup>a</sup>	2.8 ± 2.0 <sup>ab</sup>	4.7 ± 2.8 <sup>abcd</sup>	4.7 ± 2.8 <sup>abcd</sup>	5.4 ± 3.5 <sup>bc</sup>	5.9 ± 3.0 <sup>b</sup>	6.7 ± 2.9 <sup>b</sup>	7.2 ± 3.2 <sup>b</sup>	11.3 ± 3.3 <sup>a</sup>	12.2 ± 3.8 <sup>a</sup>
Degree of crispness	12.2 ± 2.6 <sup>ab</sup>	8.8 ± 3.7 <sup>cd</sup>	12.4 ± 2.6 <sup>ab</sup>	11.8 ± 2.1 <sup>ab</sup>	9.9 ± 2.3 <sup>abcd</sup>	8.5 ± 3.2 <sup>cd</sup>	9.3 ± 2.3 <sup>cd</sup>	10.3 ± 2.0 <sup>abc</sup>	8.6 ± 2.5 <sup>cd</sup>	7.8 ± 1.7 <sup>abc</sup>	8.5 ± 3.0 <sup>cd</sup>	7.7 ± 3.2 <sup>e</sup>	5.9 ± 3.3 <sup>f</sup>
Degree of chewy	6.8 ± 3.5 <sup>ab</sup>	5.7 ± 3.1 <sup>bc</sup>	2.6 ± 1.9 <sup>d</sup>	3.8 ± 3.3 <sup>cd</sup>	5.7 ± 3.0 <sup>c</sup>	5.3 ± 3.1 <sup>h</sup>	7.2 ± 3.1 <sup>ab</sup>	5.6 ± 2.8 <sup>c</sup>	5.8 ± 3.2 <sup>c</sup>	7.8 ± 3.2 <sup>ab</sup>	7.2 ± 3.4 <sup>ab</sup>	7.3 ± 3.9 <sup>ab</sup>	9.5 ± 4.4 <sup>a</sup>



Table 1-19. Sensory evaluation of salted winter Kimchi cabbage during storage at 4 °C

Sensory attribute(4°C)	0	1	7	14	21	28	35	42	49	56
Clarity of yellow	11.3 ± 1.8 <sup>a</sup>	9.6 ± 2.6 <sup>a</sup>	10.5 ± 2.9 <sup>a</sup>	2.4 ± 2.2 <sup>b</sup>	2.8 ± 1.7 <sup>b</sup>	2.3 ± 2.5 <sup>b</sup>	4.3 ± 2.1 <sup>b</sup>	3.3 ± 2.0 <sup>b</sup>	3.3 ± 2.0 <sup>b</sup>	3.0 ± 2.0 <sup>b</sup>
Degree of brown	0.9 ± 0.8 <sup>d</sup>	3.3 ± 3.1 <sup>cd</sup>	2.4 ± 2.3 <sup>d</sup>	6.8 ± 4.0 <sup>ab</sup>	8.3 ± 2.7 <sup>a</sup>	6.6 ± 3.4 <sup>ab</sup>	8.1 ± 3.2 <sup>a</sup>	6.3 ± 3.7 <sup>ab</sup>	5.3 ± 2.7 <sup>bc</sup>	7.5 ± 3.2 <sup>ab</sup>
Clarity of green	10.8 ± 2.4 <sup>a</sup>	8.1 ± 2.8 <sup>b</sup>	11.0 ± 2.2 <sup>a</sup>	4.3 ± 3.4 <sup>c</sup>	3.8 ± 3.9 <sup>c</sup>	3.3 ± 2.0 <sup>c</sup>	3.1 ± 1.5 <sup>c</sup>	2.9 ± 3.9 <sup>c</sup>	4.2 ± 2.8 <sup>c</sup>	3.4 ± 2.0 <sup>c</sup>
Degree of gloss	9.8 ± 3.1 <sup>a</sup>	9.9 ± 2.3 <sup>a</sup>	10.0 ± 2.5 <sup>a</sup>	6.3 ± 3.7 <sup>b</sup>	4.8 ± 3.0 <sup>b</sup>	5.3 ± 3.0 <sup>b</sup>	5.6 ± 2.5 <sup>b</sup>	4.4 ± 2.5 <sup>b</sup>	5.5 ± 2.9 <sup>b</sup>	4.4 ± 2.3 <sup>b</sup>
Kimchi cabbage flavor	8.5 ± 4.1 <sup>ab</sup>	10.4 ± 2.9 <sup>a</sup>	9.1 ± 3.3 <sup>a</sup>	6.1 ± 3.3 <sup>bc</sup>	3.5 ± 2.8 <sup>c</sup>	4.4 ± 2.9 <sup>c</sup>	4.5 ± 3.1 <sup>c</sup>	3.4 ± 2.9 <sup>c</sup>	4.7 ± 3.0 <sup>c</sup>	4.1 ± 3.1 <sup>c</sup>
Salty flavor	5.5 ± 4.0 <sup>bc</sup>	5.9 ± 3.8 <sup>bc</sup>	4.8 ± 3.8 <sup>c</sup>	7.2 ± 2.3 <sup>abc</sup>	8.4 ± 3.0 <sup>abc</sup>	8.7 ± 3.4 <sup>ab</sup>	8.3 ± 3.3 <sup>abc</sup>	9.5 ± 3.6 <sup>a</sup>	7.7 ± 3.5 <sup>abc</sup>	8.1 ± 2.9 <sup>abc</sup>
Sweet flavor	7.4 ± 2.8 <sup>a</sup>	7.3 ± 4.1 <sup>a</sup>	8.3 ± 4.1 <sup>a</sup>	7.0 ± 3.7 <sup>a</sup>	5.9 ± 3.5 <sup>a</sup>	5.2 ± 3.6 <sup>a</sup>	7.2 ± 3.7 <sup>a</sup>	5.3 ± 3.5 <sup>a</sup>	5.3 ± 2.3 <sup>a</sup>	6.4 ± 4.2 <sup>a</sup>
Sour flavor	2.6 ± 2.4 <sup>b</sup>	3.6 ± 3.4 <sup>b</sup>	3.2 ± 2.6 <sup>b</sup>	8.3 ± 3.7 <sup>a</sup>	10.3 ± 2.9 <sup>a</sup>	10.0 ± 2.5 <sup>a</sup>	10.5 ± 1.7 <sup>a</sup>	9.8 ± 3.5 <sup>a</sup>	8.7 ± 3.0 <sup>a</sup>	8.1 ± 2.9 <sup>a</sup>
Kimchi cabbage taste	10.8 ± 3.3 <sup>a</sup>	7.6 ± 3.8 <sup>bc</sup>	9.0 ± 4.5 <sup>ab</sup>	6.9 ± 2.9 <sup>bcd</sup>	4.6 ± 2.6 <sup>de</sup>	4.9 ± 3.2 <sup>cde</sup>	3.7 ± 2.1 <sup>e</sup>	3.5 ± 3.0 <sup>e</sup>	5.3 ± 3.1 <sup>cde</sup>	3.0 ± 2.3 <sup>e</sup>
Salty taste	4.8 ± 4.1 <sup>b</sup>	7.8 ± 4.6 <sup>ab</sup>	4.8 ± 4.2 <sup>b</sup>	7.8 ± 2.6 <sup>ab</sup>	7.8 ± 2.6 <sup>ab</sup>	7.5 ± 3.3 <sup>ab</sup>	8.8 ± 3.6 <sup>a</sup>	8.2 ± 3.4 <sup>a</sup>	6.7 ± 2.8 <sup>ab</sup>	8.5 ± 2.9 <sup>a</sup>
Sweet taste	9.8 ± 2.6 <sup>a</sup>	6.7 ± 2.9 <sup>bc</sup>	9.2 ± 3.8 <sup>ab</sup>	5.8 ± 3.0 <sup>c</sup>	5.3 ± 4.2 <sup>c</sup>	4.8 ± 2.7 <sup>c</sup>	4.9 ± 4.2 <sup>c</sup>	4.1 ± 3.0 <sup>c</sup>	4.7 ± 2.7 <sup>c</sup>	4.9 ± 3.4 <sup>c</sup>
Acrid taste	6.0 ± 4.0 <sup>a</sup>	6.7 ± 4.1 <sup>a</sup>	6.8 ± 4.2 <sup>a</sup>	5.5 ± 3.2 <sup>a</sup>	5.5 ± 4.0 <sup>a</sup>	5.5 ± 3.7 <sup>a</sup>	5.5 ± 3.9 <sup>a</sup>	4.7 ± 4.1 <sup>a</sup>	5.9 ± 4.2 <sup>a</sup>	5.5 ± 4.7 <sup>a</sup>
Bitter taste	2.5 ± 2.6 <sup>c</sup>	3.3 ± 3.7 <sup>bc</sup>	2.6 ± 2.8 <sup>c</sup>	5.8 ± 3.6 <sup>ab</sup>	6.0 ± 4.5 <sup>ab</sup>	6.6 ± 3.7 <sup>a</sup>	6.3 ± 3.2 <sup>ab</sup>	6.9 ± 3.1 <sup>a</sup>	5.5 ± 3.3 <sup>abc</sup>	5.7 ± 4.1 <sup>ab</sup>
Sour taste	1.2 ± 0.7 <sup>d</sup>	2.6 ± 3.0 <sup>d</sup>	2.7 ± 3.9 <sup>d</sup>	6.1 ± 3.1 <sup>c</sup>	8.1 ± 3.1 <sup>bc</sup>	9.6 ± 2.6 <sup>ab</sup>	10.2 ± 2.6 <sup>ab</sup>	10.6 ± 1.8 <sup>ab</sup>	9.2 ± 2.8 <sup>ab</sup>	11.2 ± 3.3 <sup>a</sup>
Degree of crispness	12.2 ± 2.6 <sup>a</sup>	9.8 ± 1.9 <sup>ab</sup>	11.2 ± 3.0 <sup>a</sup>	9.8 ± 2.9 <sup>ab</sup>	8.6 ± 2.8 <sup>bc</sup>	7.3 ± 2.4 <sup>c</sup>	8.3 ± 2.8 <sup>bc</sup>	6.5 ± 3.1 <sup>c</sup>	8.7 ± 3.0 <sup>bc</sup>	7.2 ± 2.6 <sup>c</sup>
Degree of chewy	6.8 ± 3.5 <sup>abc</sup>	5.5 ± 4.1 <sup>bc</sup>	2.6 ± 2.2 <sup>d</sup>	5.3 ± 2.8 <sup>c</sup>	6.5 ± 3.1 <sup>abc</sup>	8.8 ± 2.7 <sup>a</sup>	8.3 ± 2.8 <sup>ab</sup>	7.6 ± 3.1 <sup>abc</sup>	8.0 ± 3.1 <sup>abc</sup>	8.7 ± 1.9 <sup>a</sup>

Table 1-20. Sensory evaluation of salted winter Kimchi cabbage during storage at 10 °C

Sensory attribute (10°C)	0	1	7	14	21	28	35	42	49	56
Clarity of yellow	11.3 ± 1.8 <sup>a</sup>	10.8 ± 2.1 <sup>ab</sup>	5.0 ± 2.7 <sup>d</sup>	1.9 ± 1.9 <sup>e</sup>	4.3 ± 2.9 <sup>d</sup>	8.3 ± 3.1 <sup>c</sup>	7.8 ± 2.2 <sup>c</sup>	8.3 ± 3.2 <sup>c</sup>	8.7 ± 2.7 <sup>bc</sup>	9.6 ± 2.6 <sup>abc</sup>
Degree of brown	0.9 ± 0.8 <sup>d</sup>	3.2 ± 3.4 <sup>c</sup>	5.8 ± 2.3 <sup>b</sup>	8.6 ± 3.8 <sup>a</sup>	10.4 ± 1.8 <sup>a</sup>	8.4 ± 2.5 <sup>a</sup>	9.3 ± 3.0 <sup>a</sup>	6.2 ± 2.5 <sup>b</sup>	5.3 ± 3.1 <sup>bc</sup>	5.9 ± 2.9 <sup>b</sup>
Clarity of green	10.8 ± 2.4 <sup>a</sup>	10.1 ± 2.2 <sup>a</sup>	6.4 ± 2.7 <sup>b</sup>	3.9 ± 2.7 <sup>bc</sup>	3.7 ± 2.6 <sup>c</sup>	2.9 ± 2.0 <sup>c</sup>	2.7 ± 2.5 <sup>c</sup>	3.6 ± 3.4 <sup>c</sup>	4.0 ± 3.9 <sup>bc</sup>	4.4 ± 3.9 <sup>bc</sup>
Degree of gloss	9.8 ± 3.1 <sup>a</sup>	9.6 ± 2.1 <sup>ab</sup>	5.5 ± 2.5 <sup>cd</sup>	6.4 ± 4.1 <sup>cd</sup>	3.8 ± 2.5 <sup>d</sup>	6.8 ± 2.6 <sup>c</sup>	5.2 ± 3.2 <sup>cd</sup>	7.2 ± 3.5 <sup>bc</sup>	5.3 ± 2.1 <sup>cd</sup>	5.4 ± 3.8 <sup>cd</sup>
Kimchi cabbage flavor	8.5 ± 4.1 <sup>ab</sup>	10.2 ± 3.1 <sup>a</sup>	5.8 ± 3.5 <sup>bc</sup>	4.1 ± 3.1 <sup>c</sup>	3.6 ± 3.3 <sup>c</sup>	4.5 ± 2.2 <sup>c</sup>	4.3 ± 2.6 <sup>c</sup>	5.7 ± 3.9 <sup>bc</sup>	5.3 ± 3.6 <sup>c</sup>	4.8 ± 3.6 <sup>c</sup>
Salty flavor	5.5 ± 4.0 <sup>b</sup>	6.2 ± 3.1 <sup>b</sup>	7.8 ± 2.9 <sup>ab</sup>	7.6 ± 3.7 <sup>ab</sup>	9.5 ± 3.1 <sup>a</sup>	8.3 ± 2.3 <sup>ab</sup>	7.8 ± 3.3 <sup>ab</sup>	7.8 ± 2.6 <sup>ab</sup>	7.4 ± 3.2 <sup>ab</sup>	7.8 ± 3.0 <sup>ab</sup>
Sweet flavor	7.4 ± 2.8 <sup>a</sup>	7.8 ± 3.1 <sup>a</sup>	7.8 ± 3.4 <sup>a</sup>	5.0 ± 3.4 <sup>ab</sup>	4.4 ± 3.1 <sup>b</sup>	5.0 ± 2.5 <sup>ab</sup>	6.4 ± 3.5 <sup>ab</sup>	6.4 ± 3.3 <sup>ab</sup>	5.3 ± 2.9 <sup>ab</sup>	6.3 ± 3.8 <sup>ab</sup>
Sour flavor	2.6 ± 2.4 <sup>c</sup>	2.9 ± 2.7 <sup>c</sup>	7.6 ± 2.9 <sup>b</sup>	10.6 ± 3.0 <sup>a</sup>	11.3 ± 3.2 <sup>a</sup>	9.8 ± 2.3 <sup>ab</sup>	9.7 ± 3.1 <sup>ab</sup>	9.0 ± 2.6 <sup>ab</sup>	9.0 ± 3.0 <sup>ab</sup>	8.9 ± 3.4 <sup>ab</sup>
Kimchi cabbage taste	10.8 ± 3.3 <sup>a</sup>	7.5 ± 4.1 <sup>b</sup>	6.3 ± 3.6 <sup>b</sup>	3.4 ± 2.9 <sup>c</sup>	3.2 ± 3.4 <sup>c</sup>	2.9 ± 2.0 <sup>c</sup>	2.8 ± 2.4 <sup>c</sup>	3.2 ± 3.1 <sup>c</sup>	2.5 ± 1.7 <sup>c</sup>	2.3 ± 2.6 <sup>c</sup>
Salty taste	4.8 ± 4.1 <sup>b</sup>	10.3 ± 2.4 <sup>a</sup>	8.4 ± 3.5 <sup>a</sup>	10.1 ± 2.6 <sup>a</sup>	8.3 ± 3.0 <sup>a</sup>	8.1 ± 3.3 <sup>a</sup>	9.3 ± 4.2 <sup>a</sup>	8.7 ± 3.0 <sup>a</sup>	9.1 ± 3.0 <sup>a</sup>	9.1 ± 4.8 <sup>a</sup>
Sweet taste	9.8 ± 2.6 <sup>a</sup>	7.3 ± 4.7 <sup>ab</sup>	7.1 ± 4.2 <sup>ab</sup>	4.1 ± 3.1 <sup>bc</sup>	4.6 ± 4.0 <sup>bc</sup>	4.9 ± 3.4 <sup>bc</sup>	4.3 ± 3.7 <sup>bc</sup>	3.3 ± 2.5 <sup>c</sup>	3.6 ± 3.2 <sup>c</sup>	4.5 ± 4.0 <sup>bc</sup>
Acrid taste	6.0 ± 4.0 <sup>a</sup>	6.5 ± 3.5 <sup>a</sup>	6.3 ± 4.5 <sup>a</sup>	3.8 ± 2.6 <sup>a</sup>	3.8 ± 3.1 <sup>a</sup>	3.8 ± 3.3 <sup>a</sup>	5.3 ± 4.1 <sup>a</sup>	4.0 ± 4.2 <sup>a</sup>	4.1 ± 3.8 <sup>a</sup>	3.7 ± 3.6 <sup>a</sup>
Bitter taste	2.5 ± 2.6 <sup>b</sup>	4.1 ± 3.3 <sup>ab</sup>	4.3 ± 4.2 <sup>ab</sup>	7.0 ± 4.1 <sup>a</sup>	5.8 ± 3.8 <sup>ab</sup>	4.1 ± 3.1 <sup>ab</sup>	6.5 ± 4.8 <sup>a</sup>	5.2 ± 4.1 <sup>ab</sup>	5.1 ± 3.5 <sup>ab</sup>	4.6 ± 4.0 <sup>ab</sup>
Sour taste	1.2 ± 0.7 <sup>d</sup>	3.8 ± 4.0 <sup>c</sup>	7.8 ± 2.9 <sup>b</sup>	9.4 ± 2.2 <sup>b</sup>	11.8 ± 2.2 <sup>a</sup>	12.1 ± 1.8 <sup>a</sup>	11.7 ± 2.6 <sup>a</sup>	12.3 ± 1.9 <sup>a</sup>	11.8 ± 1.9 <sup>a</sup>	12.3 ± 2.8 <sup>a</sup>
Degree of crispness	12.2 ± 2.6 <sup>a</sup>	8.8 ± 3.1 <sup>b</sup>	8.7 ± 3.2 <sup>b</sup>	5.8 ± 2.8 <sup>c</sup>	6.6 ± 3.3 <sup>bc</sup>	6.9 ± 3.0 <sup>bc</sup>	6.8 ± 3.1 <sup>bc</sup>	7.5 ± 2.5 <sup>bc</sup>	6.3 ± 3.1 <sup>bc</sup>	6.5 ± 2.4 <sup>bc</sup>
Degree of chewy	6.8 ± 3.5 <sup>ab</sup>	7.4 ± 4.1 <sup>ab</sup>	6.1 ± 2.9 <sup>b</sup>	8.3 ± 2.0 <sup>ab</sup>	7.8 ± 3.1 <sup>ab</sup>	8.3 ± 3.0 <sup>ab</sup>	8.8 ± 2.5 <sup>ab</sup>	7.0 ± 2.9 <sup>ab</sup>	9.3 ± 1.6 <sup>a</sup>	7.5 ± 2.3 <sup>ab</sup>

Table 1-21. Sensory evaluation of salted winter Kimchi cabbage during storage at 20 °C

Sensory attribute(20°C)	0	1	3	5	7	10	14	17	21
Clarity of yellow	11.3 ± 1.8 <sup>a</sup>	8.5 ± 3.3 <sup>b</sup>	3.1 ± 2.7 <sup>e</sup>	2.9 ± 1.6 <sup>e</sup>	4.6 ± 3.0 <sup>de</sup>	5.5 ± 3.3 <sup>cd</sup>	7.7 ± 2.7 <sup>bc</sup>	9.7 ± 2.9 <sup>ab</sup>	10.8 ± 2.5 <sup>a</sup>
Degree of brown	0.9 ± 0.8 <sup>d</sup>	1.8 ± 1.2 <sup>d</sup>	10.3 ± 2.9 <sup>ab</sup>	12.1 ± 2.0 <sup>a</sup>	9.9 ± 3.5 <sup>ab</sup>	9.9 ± 1.7 <sup>ab</sup>	10.3 ± 2.2 <sup>ab</sup>	9.0 ± 3.6 <sup>bc</sup>	7.4 ± 3.3 <sup>c</sup>
Clarity of green	10.8 ± 2.4 <sup>a</sup>	9.9 ± 2.6 <sup>a</sup>	2.2 ± 1.9 <sup>b</sup>	1.8 ± 1.1 <sup>b</sup>	1.8 ± 1.5 <sup>b</sup>	1.9 ± 2.0 <sup>b</sup>	2.7 ± 2.7 <sup>b</sup>	1.9 ± 1.4 <sup>b</sup>	2.5 ± 2.0 <sup>b</sup>
Degree of gloss	9.8 ± 3.1 <sup>a</sup>	8.3 ± 3.3 <sup>ab</sup>	4.5 ± 3.0 <sup>cd</sup>	3.3 ± 2.5 <sup>d</sup>	5.1 ± 3.2 <sup>cd</sup>	4.8 ± 2.4 <sup>cd</sup>	6.3 ± 2.4 <sup>bc</sup>	6.9 ± 4.2 <sup>bc</sup>	5.7 ± 3.6 <sup>bcd</sup>
Kimchi cabbage flavor	8.5 ± 4.1 <sup>ab</sup>	8.9 ± 3.6 <sup>a</sup>	4.1 ± 2.9 <sup>c</sup>	2.9 ± 2.4 <sup>c</sup>	3.5 ± 2.8 <sup>c</sup>	3.1 ± 3.0 <sup>c</sup>	4.4 ± 3.6 <sup>c</sup>	4.8 ± 4.8 <sup>c</sup>	5.8 ± 3.9 <sup>bc</sup>
Salty flavor	5.5 ± 4.0 <sup>bc</sup>	4.8 ± 3.4 <sup>c</sup>	8.3 ± 4.4 <sup>ab</sup>	10.4 ± 3.0 <sup>a</sup>	9.7 ± 3.3 <sup>a</sup>	9.9 ± 3.3 <sup>a</sup>	9.3 ± 3.8 <sup>a</sup>	9.2 ± 3.8 <sup>a</sup>	7.8 ± 3.3 <sup>abc</sup>
Sweet flavor	7.4 ± 2.8 <sup>a</sup>	7.8 ± 4.1 <sup>a</sup>	5.3 ± 4.3 <sup>a</sup>	6.8 ± 4.3 <sup>a</sup>	7.0 ± 4.2 <sup>a</sup>	6.5 ± 4.7 <sup>a</sup>	4.8 ± 3.9 <sup>a</sup>	5.5 ± 4.9 <sup>a</sup>	6.2 ± 3.4 <sup>a</sup>
Sour flavor	2.6 ± 2.4 <sup>c</sup>	3.3 ± 3.9 <sup>c</sup>	9.8 ± 4.2 <sup>ab</sup>	11.6 ± 1.9 <sup>a</sup>	10.8 ± 2.4 <sup>a</sup>	10.8 ± 2.8 <sup>a</sup>	10.9 ± 1.5 <sup>a</sup>	11.8 ± 1.7 <sup>a</sup>	7.6 ± 4.1 <sup>b</sup>
Kimchi cabbage taste	10.8 ± 3.3 <sup>a</sup>	7.8 ± 3.9 <sup>b</sup>	6.3 ± 4.1 <sup>bc</sup>	2.8 ± 3.7 <sup>d</sup>	4.0 ± 4.6 <sup>cd</sup>	3.3 ± 4.5 <sup>d</sup>	1.8 ± 2.4 <sup>d</sup>	2.4 ± 1.4 <sup>d</sup>	1.6 ± 2.7 <sup>d</sup>
Salty taste	4.8 ± 4.1 <sup>c</sup>	8.5 ± 3.8 <sup>ab</sup>	7.5 ± 3.7 <sup>bc</sup>	11.5 ± 3.0 <sup>a</sup>	10.6 ± 2.8 <sup>ab</sup>	10.1 ± 3.3 <sup>ab</sup>	9.4 ± 4.1 <sup>ab</sup>	9.8 ± 3.6 <sup>ab</sup>	10.0 ± 3.7 <sup>ab</sup>
Sweet taste	9.8 ± 2.6 <sup>a</sup>	7.3 ± 3.9 <sup>ab</sup>	7.1 ± 4.6 <sup>ab</sup>	4.7 ± 4.2 <sup>bc</sup>	6.2 ± 4.5 <sup>bc</sup>	3.8 ± 3.4 <sup>bc</sup>	2.8 ± 3.1 <sup>c</sup>	4.2 ± 4.3 <sup>bc</sup>	4.0 ± 3.7 <sup>bc</sup>
Acrid taste	6.0 ± 4.0 <sup>a</sup>	5.7 ± 3.5 <sup>a</sup>	6.1 ± 5.0 <sup>a</sup>	5.9 ± 4.9 <sup>a</sup>	5.4 ± 4.8 <sup>a</sup>	3.5 ± 3.5 <sup>a</sup>	4.7 ± 4.9 <sup>a</sup>	5.2 ± 4.4 <sup>a</sup>	3.3 ± 4.3 <sup>a</sup>
Bitter taste	2.5 ± 2.6 <sup>b</sup>	3.4 ± 4.4 <sup>ab</sup>	5.5 ± 5.0 <sup>ab</sup>	6.1 ± 5.3 <sup>ab</sup>	5.4 ± 4.6 <sup>ab</sup>	4.8 ± 3.7 <sup>ab</sup>	6.9 ± 5.3 <sup>a</sup>	5.8 ± 4.3 <sup>ab</sup>	7.1 ± 5.1 <sup>a</sup>
Sour taste	1.2 ± 0.7 <sup>d</sup>	2.6 ± 3.4 <sup>d</sup>	9.8 ± 3.6 <sup>c</sup>	13.3 ± 1.9 <sup>b</sup>	11.9 ± 2.3 <sup>ab</sup>	13.0 ± 1.3 <sup>ab</sup>	12.5 ± 2.1 <sup>ab</sup>	13.2 ± 1.3 <sup>ab</sup>	14.1 ± 0.7 <sup>a</sup>
Degree of crispness	12.2 ± 2.6 <sup>a</sup>	10.3 ± 1.8 <sup>ab</sup>	9.6 ± 2.4 <sup>abc</sup>	7.3 ± 3.0 <sup>cd</sup>	8.4 ± 2.7 <sup>bcd</sup>	7.0 ± 4.2 <sup>cd</sup>	5.7 ± 3.0 <sup>d</sup>	7.8 ± 3.4 <sup>bcd</sup>	6.3 ± 4.4 <sup>d</sup>
Degree of chewy	6.8 ± 3.5 <sup>ab</sup>	4.3 ± 2.6 <sup>b</sup>	7.3 ± 3.4 <sup>a</sup>	8.7 ± 3.4 <sup>a</sup>	7.3 ± 2.5 <sup>a</sup>	8.2 ± 3.4 <sup>a</sup>	8.1 ± 2.3 <sup>a</sup>	7.6 ± 3.2 <sup>a</sup>	7.6 ± 4.3 <sup>a</sup>

Table 1-22은 봄배추로 제조한 절임배추를 0℃에서 저장하면서 실험한 결과로 외관 중 노란색의 선명도는 저장기간이 증가함에 따라 감소되었고, 갈색의 정도는 저장 1일에 1.4로 가장 낮았으나 저장 21일에 8.0으로 증가하였으며, 초록색의 선명도는 저장 0일에 12.0로 나타났으나 저장 기간이 증가함에 따라 감소하였다. 향미 중 짠냄새, 단냄새는 저장 기간에 따른 차이가 나타나지 않았으며, 신냄새는 저장 기간에 따라 점차 증가하였다. 절임배추의 맛 중 단맛, 무의 아린맛, 쓴맛은 저장기간에 따른 차이를 보이지 않았다. 조직감 중 아삭한 정도는 저장 초기에 11.8이었으며 저장기간에 따라 점차 감소하여 저장 49일에 7.3으로 감소하였다. Table 1-23은 봄배추를 4℃에 저장하면서 실험한 결과이다. 외관 중 갈색의 정도는 저장 초기에 2.7이었으며 저장 7일에 6.6으로 가장 높게 나타났고, 초록색의 선명도는 저장기간이 증가함에 따라 점차 감소하였다. 향미 중 단냄새는 저장기간 동안 비슷한 수준으로 평가되었으며, 신냄새는 저장 초기에 1.3이었으나 저장 기간이 증가함에 따라 점차 증가하여 저장 49일에는 8.7로 나타났다. 절임배추의 맛 중 짠맛과 쓴맛은 저장기간 동안 비슷한 수준으로 나타났고, 신맛은 저장 초기에 1.9였으나 저장 기간이 증가함에 따라 증가하여 저장 49일에 10.8로 나타났다. 조직감 중 아삭한 정도는 저장 초기 11.8이었으나 저장기간이 증가함에 따라 점차 감소하였다. 봄배추를 10℃에 보관하면서 실험한 결과는 Table 1-24에 나타내었다. 절임배추의 외관 중 초록색의 선명도는 저장 초기 12.0으로 가장 높았으며 저장기간이 증가함에 따라 감소하였다. 향미 중 신냄새는 저장 초기 1.3, 저장 21일에 10.7로 가장 높았고, 저장 49일에는 6.3으로 나타났다. 맛 중 생배추맛은 저장 초기 7.8이었으나 저장기간에 따라 감소하여 저장 49일에 3.3으로 나타났으며, 신맛은 저장 초기 1.9이었으나 저장기간에 따라 증가하여 저장 49일에 10.6으로 나타났다. 조직감 중 아삭한 정도는 저장 초기에 11.8로 나타났고, 저장 14일에 5.8로 가장 낮게 나타났으며, 질긴 정도는 저장 초기에 3.8이었으나 저장기간에 따라 점차 증가하였다. Table 1-25는 봄배추를 20℃에서 저장하면서 실험한 결과로 외관 중 노란색의 선명도는 저장초기 9.4였으나 저장온도가 높음에 따라 급격히 변화하여 저장 3일에 2.8로 낮아졌다가 저장 24일에 11.2로 나타나서 겨울배추를 20℃에 저장한 결과와 비슷한 경향을 나타내었다. 초록색의 선명도는 저장 0일에 12.0으로 나타났으며 저장기간에 따라 점차 감소하여 저장 24일에 1.8로 나타났다. 향미 중 배추냄새는 저장 초기 7.7이었으며 점차 감소하였고, 신냄새는 저장 초기 1.3으로 나타났으며 저장 기간에 따라 점차 증가하였다. 절임배추의 맛 중 생배추 맛은 저장 초기에 7.8-8.0으로 나타났으나 저장기간이 증가함에 따라 감소하여 저장 24일에 2.0으로 감소하였다. 신맛은 저장 초기 1.2이었으나 저장기간이 증가함에 따라 점차 증가하여 저장 21일에 13.3으로 가장 높게 나타났다. 조직감 중 아삭한 정도는 저장 초기에 11.8이었으며 저장기간에 따라 점차 감소하여 저장 24일에 6.6으로 나타났다.

Table 1-26은 여름배추를 0℃에서 저장하면서 실험한 결과로 외관 중 노란색의 선명도는 저장기간이 증가함에 따라 감소되었고, 갈색의 정도는 저장초기에는 2.0이었다가 저장 70일에는

6.9로 증가하였으며, 초록색의 선명도는 저장 7일까지 11.1-12.0로 나타났으며 저장 70일에 3.0로 감소되었다. 향미 중 배추 냄새는 저장 21일까지 비슷한 수준을 유지하다가 저장기간에 따라 약간 감소하였으며, 짠냄새는 약간 증가하였다. 단냄새는 저장 기간에 따른 차이가 나타나지 않았으며, 신냄새는 저장 초기 1.2로 거의 없었으나 저장 84일에 10.2로 가장 높았다. 절임배추의 맛 중 생배추 맛은 저장 7일까지 9.6-10.8로 높았으며 저장기간이 증가함에 따라 저장 70일에는 1.9로 감소하였고, 신맛은 저장 초기 1.4로 낮았으며 저장 기간에 따라 증가하여 저장 70일에 가장 높게 나타났다. 조직감 중 아삭한 정도는 저장 35일까지 비슷한 수준을 유지하다가 저장기간에 따라 점차 감소하여 저장 84일에 5.7로 감소하였다. Table 1-27은 여름배추를 4℃에 저장하면서 실험한 결과이다. 외관 중 노란색의 선명도는 0℃에 저장한 절임배추와 마찬가지로 저장기간이 증가함에 따라 감소하였으며, 갈색의 정도는 저장 초기에 2.0이었으며 저장 56일에 7.6으로 가장 높게 나타났고, 초록색의 선명도는 저장기간이 증가함에 따라 감소하였다. 향미 중 단냄새는 저장 기간 동안 비슷한 수준으로 평가되었으며, 신냄새는 저장 초기에 1.2이었으나 저장 기간이 증가함에 따라 점차 증가하여 저장 56일에는 9.4로 나타났다. 절임배추의 맛 중 생배추 맛은 저장 7일까지 비슷한 수준을 유지하다가 저장기간이 증가함에 따라 감소하였고, 무의 아린맛과 쓴맛은 저장기간 동안 비슷한 수준으로 나타났고, 신맛은 저장 초기에 1.4이었으나 저장 기간이 증가함에 따라 증가하여 저장 56일에 8.3로 가장 높게 나타났다. 여름배추를 10℃에 보관하면서 실험한 결과는 Table 1-28에 나타내었다. 절임배추의 외관 중 초록색의 선명도는 저장 초기 11.6으로 가장 높았으며 저장기간이 증가함에 따라 감소하였고, 배추광택의 정도는 저장 초기 9.7이었으나 저장 기간에 따라 감소하였다. 향미 중 신냄새는 저장 초기 1.2에서 저장 49일에 11.4로 가장 높았고, 저장 56일에는 8.6으로 나타났다. 맛 중 생배추 맛은 저장 초기 10.3이었으나 저장기간에 따라 감소하여 저장 49일에 1.4로 나타났으며, 신맛은 저장 초기 1.4이었으나 저장기간에 따라 증가하여 저장 49일에 12.8로 가장 높게 나타났다. 조직감 중 아삭한 정도는 저장 초기에 10.9로 나타났고, 저장 21일에 4.8로 가장 낮게 나타났다. Table 1-29는 여름배추를 20℃에서 저장하면서 실험한 결과로 외관 중 노란색의 선명도는 저장 1일에 12.6으로 가장 높았으며, 저장온도가 높음에 따라 급격히 변화하여 저장 3일에 5.5로 낮아졌다가 저장 17일에 11.1로 나타났는데 이것은 절임배추가 갈변되어 발생한 현상으로 사료된다. 초록색의 선명도는 저장 0일에 11.6으로 나타났으며 저장 10일에 1.4로 감소되었다. 향미 중 배추냄새는 저장 초기 8.5였으며 점차 감소하였고, 단냄새는 저장 기간에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 절임배추의 맛 중 생배추 맛은 저장 초기에 10.3으로 높았으나 저장기간이 증가함에 따라 점차 감소하여 저장 14일에는 0.8로 감소하였다. 신맛은 저장 초기 1.4이었으나 저장 3일부터 급격히 높아져 저장 24일에 13.5로 나타났다. 조직감 중 아삭한 정도는 저장 초기에 10.9-11.3이었으며 저장기간에 따라 점차 감소하여 저장 24일에 4.3으로 감소하였다.

Table 1-22. Sensory evaluation of salted spring Kimchi cabbage during storage at 0 °C

Sensory attribute(0C)	0	1	7	14	21	28	35	42	49	70	91
Clarity of yellow	9.4 ± 3.1 <sup>a</sup>	11.3 ± 1.7 <sup>a</sup>	11.4 ± 2.6 <sup>a</sup>	10.6 ± 2.2 <sup>a</sup>	4.5 ± 2.9 <sup>b</sup>	2.6 ± 2.4 <sup>bc</sup>	3.2 ± 1.9 <sup>bc</sup>	2.8 ± 1.8 <sup>bc</sup>	2.5 ± 1.2 <sup>bc</sup>	1.6 ± 0.7 <sup>c</sup>	3.1 ± 3.1 <sup>bc</sup>
Degree of brown	2.7 ± 2.7 <sup>bc</sup>	1.4 ± 1.0 <sup>c</sup>	1.8 ± 1.8 <sup>c</sup>	2.2 ± 1.5 <sup>bc</sup>	8.0 ± 3.5 <sup>a</sup>	3.7 ± 3.0 <sup>bc</sup>	4.0 ± 3.4 <sup>bc</sup>	3.8 ± 3.0 <sup>bc</sup>	4.6 ± 3.0 <sup>b</sup>	4.4 ± 2.8 <sup>b</sup>	3.9 ± 3.4 <sup>bc</sup>
Clarity of green	12.0 ± 1.9 <sup>a</sup>	8.5 ± 3.6 <sup>bc</sup>	10.7 ± 2.1 <sup>ab</sup>	9.9 ± 2.9 <sup>ab</sup>	9.7 ± 2.5 <sup>ab</sup>	7.0 ± 2.8 <sup>cd</sup>	6.0 ± 3.5 <sup>cd</sup>	6.2 ± 3.7 <sup>cd</sup>	4.9 ± 2.4 <sup>d</sup>	4.8 ± 2.2 <sup>d</sup>	6.0 ± 3.1 <sup>cd</sup>
Degree of gloss	9.7 ± 3.1 <sup>a</sup>	8.6 ± 3.2 <sup>ab</sup>	9.8 ± 2.6 <sup>a</sup>	8.7 ± 3.7 <sup>ab</sup>	7.5 ± 2.9 <sup>abc</sup>	6.4 ± 3.5 <sup>bc</sup>	6.2 ± 2.3 <sup>bc</sup>	6.0 ± 3.4 <sup>bc</sup>	5.9 ± 2.8 <sup>bc</sup>	4.8 ± 2.5 <sup>c</sup>	4.9 ± 2.8 <sup>c</sup>
Kimchi cabbage flavor	7.7 ± 4.5 <sup>bc</sup>	9.3 ± 3.7 <sup>ab</sup>	11.4 ± 2.8 <sup>a</sup>	10.9 ± 2.3 <sup>a</sup>	8.6 ± 3.6 <sup>ab</sup>	7.7 ± 2.7 <sup>bc</sup>	5.4 ± 4.0 <sup>cd</sup>	5.4 ± 2.6 <sup>cd</sup>	4.6 ± 2.9 <sup>d</sup>	4.5 ± 3.3 <sup>d</sup>	4.7 ± 3.2 <sup>cd</sup>
Salty flavor	3.6 ± 3.1 <sup>b</sup>	4.5 ± 3.5 <sup>ab</sup>	7.3 ± 12.8 <sup>ab</sup>	6.0 ± 4.0 <sup>ab</sup>	7.3 ± 3.1 <sup>ab</sup>	7.3 ± 2.3 <sup>ab</sup>	8.0 ± 3.0 <sup>ab</sup>	7.3 ± 3.4 <sup>ab</sup>	8.3 ± 3.6 <sup>ab</sup>	5.2 ± 3.2 <sup>ab</sup>	8.6 ± 2.8 <sup>a</sup>
Sweet flavor	5.7 ± 4.0 <sup>ab</sup>	7.4 ± 3.3 <sup>a</sup>	6.3 ± 4.1 <sup>ab</sup>	7.3 ± 3.6 <sup>a</sup>	4.7 ± 3.5 <sup>ab</sup>	5.6 ± 1.9 <sup>ab</sup>	6.3 ± 3.8 <sup>ab</sup>	5.0 ± 2.8 <sup>ab</sup>	4.5 ± 2.3 <sup>ab</sup>	4.9 ± 3.1 <sup>ab</sup>	4.1 ± 2.9 <sup>b</sup>
Sour flavor	1.3 ± 1.4 <sup>d</sup>	2.0 ± 2.1 <sup>d</sup>	1.8 ± 1.4 <sup>d</sup>	2.8 ± 2.1 <sup>cd</sup>	4.8 ± 2.6 <sup>bc</sup>	5.8 ± 3.8 <sup>ab</sup>	7.9 ± 4.2 <sup>a</sup>	7.9 ± 3.4 <sup>a</sup>	7.8 ± 3.4 <sup>a</sup>	6.9 ± 3.2 <sup>ab</sup>	8.4 ± 4.0 <sup>a</sup>
Kimchi cabbage taste	7.8 ± 4.4 <sup>abc</sup>	10.2 ± 3.6 <sup>a</sup>	10.8 ± 3.4 <sup>a</sup>	10.3 ± 1.8 <sup>a</sup>	9.1 ± 3.3 <sup>ab</sup>	6.1 ± 3.6 <sup>bcd</sup>	7.1 ± 3.4 <sup>bcd</sup>	4.6 ± 2.7 <sup>de</sup>	5.2 ± 4.3 <sup>cde</sup>	4.2 ± 4.4 <sup>de</sup>	2.2 ± 1.9 <sup>e</sup>
Salty taste	9.6 ± 4.6 <sup>a</sup>	7.8 ± 4.7 <sup>abc</sup>	8.8 ± 3.5 <sup>ab</sup>	5.8 ± 3.7 <sup>bc</sup>	4.8 ± 2.9 <sup>c</sup>	7.0 ± 3.2 <sup>abc</sup>	8.0 ± 2.7 <sup>abc</sup>	5.8 ± 2.3 <sup>bc</sup>	7.3 ± 3.4 <sup>abc</sup>	7.0 ± 3.7 <sup>abc</sup>	8.3 ± 4.9 <sup>abc</sup>
Sweet taste	3.7 ± 3.2 <sup>a</sup>	5.0 ± 3.2 <sup>a</sup>	5.8 ± 3.8 <sup>a</sup>	4.4 ± 2.6 <sup>a</sup>	5.8 ± 4.1 <sup>a</sup>	4.8 ± 2.8 <sup>a</sup>	4.7 ± 4.0 <sup>a</sup>	3.7 ± 2.2 <sup>a</sup>	4.3 ± 1.9 <sup>a</sup>	4.5 ± 3.4 <sup>a</sup>	3.8 ± 3.2 <sup>a</sup>
Acrid taste	7.1 ± 4.4 <sup>a</sup>	7.5 ± 4.3 <sup>a</sup>	7.2 ± 4.0 <sup>a</sup>	4.9 ± 4.0 <sup>ab</sup>	5.4 ± 4.5 <sup>ab</sup>	4.4 ± 3.6 <sup>ab</sup>	5.3 ± 4.4 <sup>ab</sup>	4.4 ± 3.2 <sup>ab</sup>	5.2 ± 4.9 <sup>ab</sup>	4.6 ± 4.0 <sup>ab</sup>	2.4 ± 3.5 <sup>b</sup>
Bitter taste	3.8 ± 3.6 <sup>a</sup>	3.4 ± 3.4 <sup>a</sup>	4.0 ± 4.4 <sup>a</sup>	2.7 ± 2.6 <sup>a</sup>	3.9 ± 4.1 <sup>a</sup>	4.5 ± 4.0 <sup>a</sup>	4.9 ± 4.8 <sup>a</sup>	4.0 ± 3.7 <sup>a</sup>	5.5 ± 5.2 <sup>a</sup>	5.0 ± 4.9 <sup>a</sup>	4.7 ± 4.6 <sup>a</sup>
Sour taste	1.9 ± 3.5 <sup>e</sup>	1.6 ± 1.8 <sup>e</sup>	2.8 ± 2.7 <sup>de</sup>	2.3 ± 1.2 <sup>e</sup>	2.9 ± 2.0 <sup>de</sup>	5.8 ± 3.4 <sup>bc</sup>	5.1 ± 1.9 <sup>cd</sup>	8.1 ± 3.4 <sup>ab</sup>	7.4 ± 2.7 <sup>abc</sup>	7.5 ± 3.1 <sup>abc</sup>	9.3 ± 3.5 <sup>a</sup>
Degree of crispness	11.8 ± 2.3 <sup>a</sup>	10.2 ± 2.9 <sup>abc</sup>	10.7 ± 2.0 <sup>ab</sup>	10.3 ± 2.0 <sup>ab</sup>	9.2 ± 3.0 <sup>bcd</sup>	8.4 ± 2.4 <sup>bcd</sup>	7.8 ± 2.9 <sup>cd</sup>	7.3 ± 1.7 <sup>d</sup>	7.3 ± 2.2 <sup>d</sup>	8.6 ± 2.5 <sup>bcd</sup>	7.8 ± 3.5 <sup>cd</sup>
Degree of chewy	3.8 ± 3.4 <sup>c</sup>	4.5 ± 3.4 <sup>bc</sup>	4.5 ± 2.5 <sup>bc</sup>	4.6 ± 2.2 <sup>bc</sup>	4.6 ± 2.3 <sup>bc</sup>	7.1 ± 2.9 <sup>ab</sup>	7.0 ± 2.3 <sup>ab</sup>	7.7 ± 2.2 <sup>a</sup>	7.2 ± 3.3 <sup>ab</sup>	6.0 ± 3.0 <sup>abc</sup>	6.0 ± 3.7 <sup>abc</sup>

Table 1-23. Sensory evaluation of salted spring Kimchi cabbage during storage at 4 °C

Sensory attribute(4°C)	0	1	7	14	21	28	35	42	49
Clarity of yellow	9.4 ± 3.1 <sup>a</sup>	10.5 ± 2.8 <sup>a</sup>	7.3 ± 3.1 <sup>b</sup>	2.4 ± 1.4 <sup>e</sup>	2.4 ± 1.7 <sup>e</sup>	4.0 ± 2.1 <sup>de</sup>	2.5 ± 1.6 <sup>e</sup>	5.0 ± 1.0 <sup>cd</sup>	6.5 ± 2.2 <sup>bc</sup>
Degree of brown	2.7 ± 2.7 <sup>bc</sup>	1.8 ± 1.7 <sup>c</sup>	6.6 ± 3.2 <sup>a</sup>	3.3 ± 2.8 <sup>bc</sup>	4.3 ± 2.1 <sup>ab</sup>	5.3 ± 3.5 <sup>ab</sup>	4.8 ± 2.6 <sup>ab</sup>	5.3 ± 2.9 <sup>ab</sup>	6.3 ± 3.5 <sup>a</sup>
Clarity of green	12.0 ± 1.9 <sup>a</sup>	10.0 ± 4.3 <sup>b</sup>	9.8 ± 2.6 <sup>b</sup>	7.1 ± 2.6 <sup>c</sup>	7.7 ± 2.3 <sup>c</sup>	5.8 ± 1.4 <sup>cd</sup>	3.8 ± 1.7 <sup>d</sup>	4.6 ± 2.0 <sup>d</sup>	4.7 ± 1.9 <sup>d</sup>
Degree of gloss	9.7 ± 3.1 <sup>a</sup>	9.2 ± 2.4 <sup>a</sup>	8.5 ± 3.2 <sup>ab</sup>	7.1 ± 3.1 <sup>ab</sup>	6.9 ± 3.8 <sup>ab</sup>	7.1 ± 2.9 <sup>ab</sup>	5.8 ± 3.1 <sup>b</sup>	7.2 ± 3.3 <sup>ab</sup>	6.3 ± 1.6 <sup>b</sup>
Kimchi cabbage flavor	7.7 ± 4.5 <sup>ab</sup>	8.3 ± 3.6 <sup>a</sup>	8.8 ± 3.5 <sup>a</sup>	7.5 ± 3.6 <sup>ab</sup>	5.9 ± 3.1 <sup>abc</sup>	5.1 ± 2.7 <sup>bc</sup>	2.9 ± 2.9 <sup>c</sup>	5.0 ± 3.7 <sup>bc</sup>	4.8 ± 3.6 <sup>bc</sup>
Salty flavor	3.6 ± 3.1 <sup>c</sup>	5.1 ± 4.0 <sup>bc</sup>	3.7 ± 2.3 <sup>c</sup>	6.8 ± 2.8 <sup>ab</sup>	7.2 ± 2.9 <sup>ab</sup>	7.3 ± 3.0 <sup>ab</sup>	9.2 ± 2.9 <sup>a</sup>	9.1 ± 3.1 <sup>a</sup>	9.1 ± 3.5 <sup>a</sup>
Sweet flavor	5.7 ± 4.0 <sup>a</sup>	6.8 ± 3.2 <sup>a</sup>	5.3 ± 3.6 <sup>a</sup>	6.3 ± 4.2 <sup>a</sup>	6.1 ± 3.3 <sup>a</sup>	4.8 ± 2.1 <sup>a</sup>	4.8 ± 3.3 <sup>a</sup>	5.5 ± 3.7 <sup>a</sup>	4.8 ± 3.4 <sup>a</sup>
Sour flavor	1.3 ± 1.4 <sup>c</sup>	2.6 ± 3.1 <sup>c</sup>	3.2 ± 2.0 <sup>bc</sup>	5.3 ± 3.6 <sup>b</sup>	8.5 ± 3.1 <sup>a</sup>	7.9 ± 3.2 <sup>a</sup>	9.5 ± 3.3 <sup>a</sup>	9.5 ± 3.5 <sup>a</sup>	8.7 ± 4.2 <sup>a</sup>
Kimchi cabbage taste	7.8 ± 4.4 <sup>ab</sup>	10.0 ± 3.4 <sup>a</sup>	9.3 ± 2.4 <sup>a</sup>	6.0 ± 3.5 <sup>bc</sup>	4.7 ± 2.6 <sup>cd</sup>	3.3 ± 2.7 <sup>cd</sup>	3.8 ± 2.7 <sup>cd</sup>	2.9 ± 2.5 <sup>d</sup>	3.9 ± 3.6 <sup>cd</sup>
Salty taste	9.6 ± 4.6 <sup>a</sup>	6.4 ± 4.2 <sup>a</sup>	7.3 ± 4.2 <sup>a</sup>	8.0 ± 3.5 <sup>a</sup>	6.8 ± 1.5 <sup>a</sup>	7.3 ± 3.2 <sup>a</sup>	7.8 ± 3.0 <sup>a</sup>	8.0 ± 3.0 <sup>a</sup>	8.3 ± 3.9 <sup>a</sup>
Sweet taste	3.7 ± 3.2 <sup>b</sup>	6.7 ± 3.9 <sup>a</sup>	6.8 ± 4.0 <sup>a</sup>	4.9 ± 2.5 <sup>ab</sup>	5.0 ± 2.7 <sup>ab</sup>	4.3 ± 3.0 <sup>ab</sup>	4.3 ± 3.2 <sup>ab</sup>	4.2 ± 3.0 <sup>ab</sup>	3.1 ± 2.6 <sup>b</sup>
Acrid taste	7.1 ± 4.4 <sup>a</sup>	6.5 ± 5.2 <sup>ab</sup>	6.6 ± 4.8 <sup>ab</sup>	5.4 ± 3.7 <sup>ab</sup>	5.0 ± 3.9 <sup>ab</sup>	4.3 ± 3.8 <sup>ab</sup>	3.7 ± 3.4 <sup>ab</sup>	3.3 ± 3.4 <sup>b</sup>	2.8 ± 2.7 <sup>b</sup>
Bitter taste	3.8 ± 3.6 <sup>a</sup>	3.1 ± 3.3 <sup>a</sup>	4.1 ± 4.1 <sup>a</sup>	4.1 ± 3.7 <sup>a</sup>	5.0 ± 3.2 <sup>a</sup>	5.0 ± 4.2 <sup>a</sup>	5.0 ± 4.2 <sup>a</sup>	5.4 ± 4.1 <sup>a</sup>	5.0 ± 4.0 <sup>a</sup>
Sour taste	1.9 ± 3.5 <sup>d</sup>	1.1 ± 1.6 <sup>d</sup>	2.5 ± 2.5 <sup>d</sup>	4.7 ± 1.9 <sup>c</sup>	7.2 ± 2.0 <sup>b</sup>	8.8 ± 2.6 <sup>ab</sup>	9.8 ± 2.2 <sup>a</sup>	10.8 ± 2.6 <sup>a</sup>	10.8 ± 2.4 <sup>a</sup>
Degree of crispness	11.8 ± 2.3 <sup>a</sup>	12.0 ± 1.6 <sup>a</sup>	8.3 ± 3.8 <sup>b</sup>	8.2 ± 2.9 <sup>b</sup>	7.4 ± 2.1 <sup>b</sup>	8.0 ± 2.1 <sup>b</sup>	7.8 ± 2.7 <sup>b</sup>	6.8 ± 3.2 <sup>b</sup>	6.7 ± 3.0 <sup>b</sup>
Degree of chewy	3.8 ± 3.4 <sup>b</sup>	4.1 ± 3.0 <sup>b</sup>	7.0 ± 3.4 <sup>a</sup>	6.3 ± 3.3 <sup>ab</sup>	7.3 ± 3.5 <sup>a</sup>	7.5 ± 2.3 <sup>a</sup>	7.3 ± 3.2 <sup>a</sup>	9.1 ± 2.2 <sup>a</sup>	8.5 ± 3.3 <sup>a</sup>

Table 1-24. Sensory evaluation of salted spring Kimchi cabbage during storage at 10 °C

Sensory attribute (10°C)	0	1	7	14	21	28	35	42	49
Clarity of yellow	9.4 ± 3.1 <sup>abc</sup>	11.7 ± 2.7 <sup>a</sup>	3.4 ± 2.4 <sup>d</sup>	2.3 ± 1.3 <sup>d</sup>	4.0 ± 4.0 <sup>d</sup>	8.8 ± 2.4 <sup>c</sup>	9.1 ± 3.0 <sup>bc</sup>	9.4 ± 1.9 <sup>abc</sup>	11.3 ± 1.3 <sup>ab</sup>
Degree of brown	2.7 ± 2.7 <sup>de</sup>	1.8 ± 2.0 <sup>e</sup>	2.8 ± 1.8 <sup>de</sup>	6.8 ± 3.6 <sup>abc</sup>	8.9 ± 3.4 <sup>a</sup>	4.8 ± 3.1 <sup>cd</sup>	6.3 ± 3.0 <sup>bc</sup>	7.7 ± 2.8 <sup>ab</sup>	6.4 ± 2.4 <sup>bc</sup>
Clarity of green	12.0 ± 1.9 <sup>a</sup>	11.8 ± 2.6 <sup>a</sup>	8.3 ± 2.5 <sup>b</sup>	2.7 ± 1.7 <sup>c</sup>	4.3 ± 4.1 <sup>c</sup>	2.7 ± 2.2 <sup>c</sup>	4.7 ± 3.1 <sup>c</sup>	2.5 ± 1.9 <sup>c</sup>	4.3 ± 3.4 <sup>c</sup>
Degree of gloss	9.7 ± 3.1 <sup>a</sup>	8.9 ± 3.6 <sup>ab</sup>	7.1 ± 3.8 <sup>abc</sup>	5.9 ± 2.8 <sup>c</sup>	6.9 ± 3.1 <sup>abc</sup>	7.8 ± 3.0 <sup>abc</sup>	6.7 ± 3.4 <sup>bc</sup>	7.3 ± 2.1 <sup>abc</sup>	7.3 ± 2.9 <sup>abc</sup>
Kimchi cabbage flavor	7.7 ± 4.5 <sup>ab</sup>	9.3 ± 3.7 <sup>a</sup>	6.1 ± 3.1 <sup>abc</sup>	4.1 ± 3.4 <sup>c</sup>	5.0 ± 2.9 <sup>bc</sup>	5.5 ± 4.0 <sup>bc</sup>	5.7 ± 3.8 <sup>bc</sup>	6.0 ± 4.1 <sup>abc</sup>	6.4 ± 3.4 <sup>abc</sup>
Salty flavor	3.6 ± 3.1 <sup>c</sup>	4.8 ± 3.3 <sup>bc</sup>	7.7 ± 3.1 <sup>ab</sup>	9.3 ± 3.4 <sup>a</sup>	9.2 ± 2.7 <sup>a</sup>	7.1 ± 3.4 <sup>ab</sup>	6.7 ± 3.2 <sup>ab</sup>	7.8 ± 3.7 <sup>ab</sup>	5.9 ± 3.2 <sup>bc</sup>
Sweet flavor	5.7 ± 4.0 <sup>a</sup>	7.8 ± 3.3 <sup>a</sup>	5.3 ± 3.2 <sup>a</sup>	6.3 ± 3.7 <sup>a</sup>	5.4 ± 4.3 <sup>a</sup>	5.0 ± 3.3 <sup>a</sup>	5.3 ± 3.0 <sup>a</sup>	6.3 ± 3.1 <sup>a</sup>	5.2 ± 3.5 <sup>a</sup>
Sour flavor	1.3 ± 1.4 <sup>d</sup>	2.3 ± 2.2 <sup>d</sup>	8.7 ± 3.5 <sup>abc</sup>	10.4 ± 3.1 <sup>ab</sup>	10.7 ± 2.4 <sup>a</sup>	7.8 ± 3.8 <sup>bc</sup>	7.6 ± 3.7 <sup>bc</sup>	8.8 ± 3.7 <sup>abc</sup>	6.3 ± 3.6 <sup>c</sup>
Kimchi cabbage taste	7.8 ± 4.4 <sup>a</sup>	6.8 ± 3.3 <sup>a</sup>	5.5 ± 3.6 <sup>ab</sup>	3.4 ± 2.2 <sup>bc</sup>	2.8 ± 2.4 <sup>bc</sup>	2.8 ± 3.9 <sup>bc</sup>	3.3 ± 2.4 <sup>bc</sup>	2.1 ± 3.2 <sup>c</sup>	3.3 ± 2.7 <sup>bc</sup>
Salty taste	9.6 ± 4.6 <sup>a</sup>	7.4 ± 3.3 <sup>a</sup>	10.0 ± 3.0 <sup>a</sup>	9.0 ± 3.2 <sup>a</sup>	9.3 ± 2.7 <sup>a</sup>	8.8 ± 3.8 <sup>a</sup>	8.8 ± 3.8 <sup>a</sup>	9.6 ± 3.8 <sup>a</sup>	8.4 ± 4.4 <sup>a</sup>
Sweet taste	3.7 ± 3.2 <sup>a</sup>	4.6 ± 3.4 <sup>a</sup>	4.1 ± 2.6 <sup>a</sup>	3.8 ± 2.9 <sup>a</sup>	4.5 ± 3.4 <sup>a</sup>	4.0 ± 2.4 <sup>a</sup>	4.1 ± 3.8 <sup>a</sup>	3.2 ± 2.9 <sup>a</sup>	3.4 ± 3.0 <sup>a</sup>
Acrid taste	7.1 ± 4.4 <sup>a</sup>	6.3 ± 4.1 <sup>a</sup>	6.0 ± 3.6 <sup>ab</sup>	2.8 ± 2.4 <sup>c</sup>	3.3 ± 3.5 <sup>bc</sup>	3.1 ± 3.3 <sup>bc</sup>	2.8 ± 2.6 <sup>c</sup>	3.0 ± 3.4 <sup>bc</sup>	2.6 ± 3.2 <sup>c</sup>
Bitter taste	3.8 ± 3.6 <sup>a</sup>	4.0 ± 4.1 <sup>a</sup>	5.1 ± 3.2 <sup>a</sup>	4.8 ± 4.5 <sup>a</sup>	4.7 ± 4.1 <sup>a</sup>	5.1 ± 4.4 <sup>a</sup>	4.3 ± 3.9 <sup>a</sup>	5.5 ± 3.8 <sup>a</sup>	4.4 ± 3.7 <sup>a</sup>
Sour taste	1.9 ± 3.5 <sup>c</sup>	2.3 ± 2.5 <sup>c</sup>	7.2 ± 2.9 <sup>b</sup>	11.0 ± 2.1 <sup>a</sup>	11.6 ± 2.3 <sup>a</sup>	11.0 ± 3.0 <sup>a</sup>	10.9 ± 2.9 <sup>a</sup>	13.0 ± 1.7 <sup>a</sup>	10.6 ± 3.1 <sup>a</sup>
Degree of crispness	11.8 ± 2.3 <sup>a</sup>	8.8 ± 2.7 <sup>b</sup>	8.8 ± 2.8 <sup>b</sup>	5.8 ± 2.0 <sup>c</sup>	7.5 ± 2.1 <sup>bc</sup>	8.1 ± 3.0 <sup>bc</sup>	7.1 ± 2.9 <sup>bc</sup>	6.7 ± 3.5 <sup>bc</sup>	7.3 ± 2.2 <sup>bc</sup>
Degree of chewy	3.8 ± 3.4 <sup>d</sup>	5.6 ± 2.9 <sup>cd</sup>	8.1 ± 2.7 <sup>ab</sup>	8.7 ± 2.7 <sup>ab</sup>	8.3 ± 2.1 <sup>ab</sup>	6.5 ± 1.9 <sup>bc</sup>	8.6 ± 2.6 <sup>ab</sup>	9.3 ± 3.6 <sup>a</sup>	8.2 ± 3.2 <sup>ab</sup>



Table 1-25. Sensory evaluation of salted spring Kimchi cabbage during storage at 20 °C

Sensory attribute (20°C)	0	1	3	5	7	10	14	17	21	24
Clarity of yellow	9.4 ± 3.1 <sup>ab</sup>	9.3 ± 3.7 <sup>ab</sup>	2.8 ± 1.5 <sup>c</sup>	7.8 ± 2.0 <sup>b</sup>	11.3 ± 1.9 <sup>a</sup>	10.8 ± 3.4 <sup>a</sup>	10.8 ± 2.7 <sup>a</sup>	10.5 ± 2.8 <sup>a</sup>	10.4 ± 2.3 <sup>a</sup>	11.2 ± 1.9 <sup>a</sup>
Degree of brown	2.7 ± 2.7 <sup>d</sup>	4.1 ± 2.8 <sup>cd</sup>	9.5 ± 4.1 <sup>a</sup>	9.6 ± 3.7 <sup>a</sup>	8.5 ± 4.4 <sup>ab</sup>	8.7 ± 2.8 <sup>ab</sup>	5.7 ± 3.1 <sup>bc</sup>	6.3 ± 3.7 <sup>bc</sup>	7.4 ± 3.7 <sup>ab</sup>	6.3 ± 3.3 <sup>bc</sup>
Clarity of green	12.0 ± 1.9 <sup>a</sup>	9.1 ± 3.3 <sup>b</sup>	1.9 ± 1.6 <sup>cd</sup>	2.7 ± 1.4 <sup>cd</sup>	2.6 ± 3.0 <sup>cd</sup>	2.9 ± 3.6 <sup>cd</sup>	2.3 ± 1.5 <sup>cd</sup>	3.3 ± 2.1 <sup>cd</sup>	4.1 ± 3.2 <sup>c</sup>	1.8 ± 1.2 <sup>d</sup>
Degree of gloss	9.7 ± 3.1 <sup>a</sup>	7.3 ± 3.0 <sup>ab</sup>	5.3 ± 4.1 <sup>b</sup>	7.3 ± 3.3 <sup>ab</sup>	8.1 ± 3.3 <sup>ab</sup>	7.3 ± 3.2 <sup>ab</sup>	8.8 ± 2.1 <sup>a</sup>	7.3 ± 3.2 <sup>ab</sup>	7.9 ± 3.8 <sup>ab</sup>	7.1 ± 3.8 <sup>ab</sup>
Kimchi cabbage flavor	7.7 ± 4.5 <sup>a</sup>	8.3 ± 2.8 <sup>a</sup>	3.6 ± 2.7 <sup>cd</sup>	6.7 ± 3.1 <sup>ab</sup>	6.4 ± 2.7 <sup>ab</sup>	4.1 ± 3.3 <sup>bcd</sup>	6.3 ± 2.7 <sup>abc</sup>	4.7 ± 2.8 <sup>bcd</sup>	3.4 ± 3.3 <sup>d</sup>	3.2 ± 2.4 <sup>d</sup>
Salty flavor	3.6 ± 3.1 <sup>b</sup>	6.2 ± 3.9 <sup>ab</sup>	8.7 ± 3.7 <sup>a</sup>	7.7 ± 2.1 <sup>a</sup>	7.4 ± 3.5 <sup>a</sup>	8.3 ± 3.6 <sup>a</sup>	6.8 ± 2.9 <sup>a</sup>	7.4 ± 3.6 <sup>a</sup>	7.3 ± 3.8 <sup>a</sup>	7.3 ± 4.6 <sup>a</sup>
Sweet flavor	5.7 ± 4.0 <sup>a</sup>	7.6 ± 3.1 <sup>a</sup>	4.5 ± 3.0 <sup>a</sup>	6.4 ± 3.3 <sup>a</sup>	6.8 ± 3.2 <sup>a</sup>	6.4 ± 4.1 <sup>a</sup>	4.5 ± 3.5 <sup>a</sup>	5.3 ± 3.2 <sup>a</sup>	4.9 ± 4.2 <sup>a</sup>	4.8 ± 3.0 <sup>a</sup>
Sour flavor	1.3 ± 1.4 <sup>c</sup>	3.7 ± 3.2 <sup>c</sup>	9.8 ± 2.8 <sup>ab</sup>	9.2 ± 1.9 <sup>ab</sup>	6.9 ± 3.4 <sup>b</sup>	9.1 ± 4.1 <sup>ab</sup>	6.8 ± 4.3 <sup>b</sup>	9.3 ± 4.0 <sup>ab</sup>	10.1 ± 3.5 <sup>a</sup>	10.2 ± 3.8 <sup>a</sup>
Kimchi cabbage taste	7.8 ± 4.4 <sup>a</sup>	8.0 ± 3.0 <sup>a</sup>	3.7 ± 3.1 <sup>b</sup>	2.9 ± 3.1 <sup>b</sup>	3.3 ± 3.7 <sup>b</sup>	2.3 ± 2.4 <sup>b</sup>	2.8 ± 3.4 <sup>b</sup>	2.6 ± 3.8 <sup>b</sup>	2.2 ± 3.5 <sup>b</sup>	2.0 ± 2.6 <sup>b</sup>
Salty taste	9.6 ± 4.6 <sup>a</sup>	7.8 ± 4.0 <sup>a</sup>	7.8 ± 4.1 <sup>a</sup>	8.8 ± 3.4 <sup>a</sup>	8.2 ± 4.3 <sup>a</sup>	9.3 ± 4.8 <sup>a</sup>	8.9 ± 4.3 <sup>a</sup>	8.7 ± 5.0 <sup>a</sup>	9.1 ± 5.0 <sup>a</sup>	8.9 ± 4.6 <sup>a</sup>
Sweet taste	3.7 ± 3.2 <sup>ab</sup>	6.6 ± 3.0 <sup>a</sup>	5.5 ± 3.8 <sup>ab</sup>	3.6 ± 3.4 <sup>ab</sup>	4.1 ± 3.6 <sup>ab</sup>	3.7 ± 2.8 <sup>ab</sup>	3.1 ± 2.9 <sup>b</sup>	3.4 ± 2.9 <sup>b</sup>	3.6 ± 3.4 <sup>ab</sup>	2.9 ± 2.8 <sup>b</sup>
Acrid taste	7.1 ± 4.4 <sup>a</sup>	6.2 ± 3.9 <sup>ab</sup>	3.8 ± 4.2 <sup>ab</sup>	3.7 ± 4.0 <sup>ab</sup>	3.7 ± 4.0 <sup>ab</sup>	2.7 ± 2.9 <sup>b</sup>	3.2 ± 3.8 <sup>b</sup>	3.3 ± 2.6 <sup>b</sup>	2.9 ± 3.1 <sup>b</sup>	4.3 ± 4.4 <sup>ab</sup>
Bitter taste	3.8 ± 3.6 <sup>b</sup>	2.8 ± 2.9 <sup>b</sup>	3.9 ± 2.5 <sup>b</sup>	4.3 ± 3.3 <sup>b</sup>	3.6 ± 3.9 <sup>b</sup>	5.2 ± 4.9 <sup>ab</sup>	3.8 ± 4.0 <sup>b</sup>	6.5 ± 4.8 <sup>ab</sup>	5.7 ± 4.9 <sup>ab</sup>	8.1 ± 4.2 <sup>a</sup>
Sour taste	1.9 ± 3.5 <sup>b</sup>	2.8 ± 3.0 <sup>b</sup>	11.3 ± 1.8 <sup>a</sup>	12.3 ± 2.4 <sup>a</sup>	11.3 ± 4.0 <sup>a</sup>	12.2 ± 2.5 <sup>a</sup>	12.6 ± 2.8 <sup>a</sup>	12.5 ± 1.8 <sup>a</sup>	13.3 ± 2.1 <sup>a</sup>	11.8 ± 4.0 <sup>a</sup>
Degree of crispness	11.8 ± 2.3 <sup>a</sup>	9.6 ± 2.0 <sup>ab</sup>	6.1 ± 2.4 <sup>c</sup>	6.6 ± 3.2 <sup>c</sup>	7.8 ± 2.3 <sup>bc</sup>	6.4 ± 3.1 <sup>c</sup>	8.4 ± 2.8 <sup>bc</sup>	6.0 ± 3.1 <sup>c</sup>	6.8 ± 3.5 <sup>c</sup>	6.6 ± 3.3 <sup>c</sup>
Degree of chewy	3.8 ± 3.4 <sup>c</sup>	5.2 ± 2.6 <sup>bc</sup>	9.1 ± 3.1 <sup>a</sup>	8.8 ± 4.2 <sup>a</sup>	7.5 ± 4.3 <sup>ab</sup>	9.2 ± 2.5 <sup>a</sup>	6.9 ± 3.4 <sup>ab</sup>	8.7 ± 3.3 <sup>a</sup>	7.3 ± 4.2 <sup>ab</sup>	7.1 ± 3.6 <sup>ab</sup>

Table 1-26. Sensory evaluation of salted summer Kimchi cabbage during storage at 0 °C

Sensory attribute (0°C)	0	1	7	14	21	28	35	42	49	56	70	84
Clarity of yellow	8.8 ± 3.0 <sup>a</sup>	7.3 ± 1.7 <sup>a</sup>	7.3 ± 2.7 <sup>a</sup>	4.1 ± 2.5 <sup>bc</sup>	4.6 ± 1.8 <sup>b</sup>	1.2 ± 0.9 <sup>f</sup>	3.1 ± 2.3 <sup>bcd</sup>	2.1 ± 1.4 <sup>d</sup>	2.0 ± 1.0 <sup>d</sup>	2.4 ± 1.4 <sup>cd</sup>	2.3 ± 1.9 <sup>cd</sup>	4.8 ± 3.0 <sup>b</sup>
Degree of brown	2.0 ± 1.6 <sup>bc</sup>	2.1 ± 1.9 <sup>bc</sup>	2.3 ± 3.2 <sup>bc</sup>	3.5 ± 2.4 <sup>bc</sup>	2.6 ± 2.4 <sup>bc</sup>	2.0 ± 1.5 <sup>bc</sup>	1.8 ± 1.3 <sup>c</sup>	2.8 ± 1.9 <sup>bc</sup>	2.4 ± 1.1 <sup>bc</sup>	3.4 ± 2.5 <sup>bc</sup>	6.9 ± 3.2 <sup>a</sup>	4.1 ± 2.7 <sup>b</sup>
Clarity of green	11.6 ± 1.8 <sup>ab</sup>	11.1 ± 3.2 <sup>abc</sup>	12.0 ± 1.6 <sup>a</sup>	9.6 ± 2.2 <sup>bcd</sup>	8.2 ± 3.3 <sup>de</sup>	9.9 ± 1.8 <sup>abcd</sup>	8.9 ± 1.6 <sup>d</sup>	6.6 ± 1.9 <sup>ef</sup>	9.9 ± 2.2 <sup>abcd</sup>	9.2 ± 2.8 <sup>cd</sup>	3.0 ± 2.2 <sup>g</sup>	5.8 ± 2.4 <sup>f</sup>
Degree of gloss	9.7 ± 3.1 <sup>a</sup>	8.6 ± 3.2 <sup>ab</sup>	8.0 ± 3.3 <sup>abc</sup>	7.3 ± 3.1 <sup>abcd</sup>	7.1 ± 3.1 <sup>abcd</sup>	4.5 ± 2.5 <sup>f</sup>	7.6 ± 3.0 <sup>abc</sup>	6.9 ± 2.4 <sup>abcd</sup>	5.5 ± 2.6 <sup>cd</sup>	5.3 ± 2.9 <sup>cd</sup>	4.6 ± 2.8 <sup>d</sup>	5.9 ± 3.8 <sup>bcd</sup>
Kimchi cabbage flavor	8.6 ± 3.4 <sup>ab</sup>	9.0 ± 2.9 <sup>a</sup>	8.6 ± 4.0 <sup>ab</sup>	8.8 ± 1.4 <sup>ab</sup>	8.8 ± 3.5 <sup>ab</sup>	7.9 ± 3.8 <sup>abc</sup>	6.8 ± 2.9 <sup>abcd</sup>	5.1 ± 3.6 <sup>cde</sup>	5.8 ± 3.4 <sup>cd</sup>	4.0 ± 3.0 <sup>cd</sup>	2.6 ± 2.0 <sup>e</sup>	4.0 ± 4.2 <sup>de</sup>
Salty flavor	4.2 ± 2.7 <sup>de</sup>	3.5 ± 2.5 <sup>e</sup>	5.0 ± 3.3 <sup>cde</sup>	4.9 ± 2.5 <sup>cde</sup>	5.7 ± 3.5 <sup>cde</sup>	6.6 ± 2.4 <sup>abcd</sup>	6.3 ± 3.1 <sup>abcd</sup>	7.5 ± 3.4 <sup>abc</sup>	8.7 ± 2.9 <sup>ab</sup>	9.1 ± 3.1 <sup>a</sup>	9.1 ± 3.9 <sup>a</sup>	8.5 ± 4.4 <sup>ab</sup>
Sweet flavor	5.5 ± 2.7 <sup>ab</sup>	5.2 ± 2.9 <sup>ab</sup>	6.3 ± 3.7 <sup>ab</sup>	6.8 ± 2.9 <sup>a</sup>	7.5 ± 3.7 <sup>a</sup>	6.5 ± 3.4 <sup>ab</sup>	5.8 ± 3.1 <sup>ab</sup>	6.3 ± 3.6 <sup>ab</sup>	6.1 ± 3.4 <sup>ab</sup>	5.6 ± 3.6 <sup>ab</sup>	3.3 ± 2.5 <sup>b</sup>	4.5 ± 3.9 <sup>ab</sup>
Sour flavor	1.2 ± 1.1 <sup>e</sup>	1.7 ± 1.7 <sup>e</sup>	3.7 ± 3.3 <sup>de</sup>	3.8 ± 2.7 <sup>de</sup>	5.1 ± 3.3 <sup>cd</sup>	6.6 ± 2.8 <sup>bc</sup>	6.3 ± 2.8 <sup>bcd</sup>	8.5 ± 2.8 <sup>ab</sup>	8.0 ± 3.2 <sup>ab</sup>	9.8 ± 2.8 <sup>a</sup>	10.1 ± 2.5 <sup>a</sup>	10.2 ± 4.1 <sup>a</sup>
Kimchi cabbage taste	10.3 ± 2.3 <sup>a</sup>	9.6 ± 3.2 <sup>a</sup>	9.8 ± 3.0 <sup>a</sup>	9.2 ± 4.0 <sup>ab</sup>	8.1 ± 4.2 <sup>abcd</sup>	8.5 ± 3.5 <sup>abc</sup>	8.0 ± 3.1 <sup>abcd</sup>	5.6 ± 3.1 <sup>cde</sup>	6.5 ± 4.2 <sup>bcd</sup>	5.3 ± 3.4 <sup>de</sup>	1.9 ± 1.5 <sup>f</sup>	3.5 ± 2.7 <sup>ef</sup>
Salty taste	5.5 ± 3.4 <sup>ab</sup>	4.5 ± 2.9 <sup>b</sup>	4.8 ± 2.5 <sup>ab</sup>	4.4 ± 3.1 <sup>b</sup>	5.2 ± 2.9 <sup>ab</sup>	6.0 ± 2.9 <sup>ab</sup>	4.3 ± 2.0 <sup>b</sup>	5.8 ± 2.4 <sup>ab</sup>	4.7 ± 2.4 <sup>b</sup>	5.2 ± 2.9 <sup>ab</sup>	5.9 ± 3.6 <sup>ab</sup>	7.4 ± 2.8 <sup>a</sup>
Sweet taste	5.7 ± 3.9 <sup>abc</sup>	5.3 ± 3.4 <sup>abc</sup>	6.5 ± 2.9 <sup>ab</sup>	7.1 ± 3.1 <sup>a</sup>	6.8 ± 4.3 <sup>ab</sup>	5.9 ± 3.8 <sup>abc</sup>	6.1 ± 3.4 <sup>abc</sup>	5.3 ± 3.7 <sup>abc</sup>	5.0 ± 3.9 <sup>abc</sup>	5.2 ± 3.3 <sup>abc</sup>	3.7 ± 2.7 <sup>bc</sup>	2.9 ± 2.0 <sup>c</sup>
Acrid taste	4.1 ± 2.4 <sup>f</sup>	5.2 ± 2.7 <sup>a</sup>	5.0 ± 3.9 <sup>a</sup>	4.2 ± 3.7 <sup>a</sup>	5.7 ± 3.9 <sup>a</sup>	4.8 ± 3.6 <sup>a</sup>	4.4 ± 2.8 <sup>a</sup>	4.3 ± 2.6 <sup>a</sup>	5.1 ± 4.6 <sup>a</sup>	3.5 ± 3.3 <sup>a</sup>	3.0 ± 2.9 <sup>a</sup>	4.9 ± 3.8 <sup>a</sup>
Bitter taste	3.0 ± 2.7 <sup>ab</sup>	3.2 ± 3.1 <sup>ab</sup>	2.1 ± 2.6 <sup>b</sup>	3.4 ± 4.2 <sup>ab</sup>	3.9 ± 4.2 <sup>ab</sup>	3.8 ± 2.9 <sup>ab</sup>	3.3 ± 3.1 <sup>ab</sup>	5.1 ± 5.2 <sup>ab</sup>	4.1 ± 5.0 <sup>ab</sup>	3.8 ± 3.9 <sup>ab</sup>	6.3 ± 4.8 <sup>a</sup>	5.0 ± 4.5 <sup>ab</sup>
Sour taste	1.4 ± 1.4 <sup>e</sup>	1.2 ± 1.3 <sup>f</sup>	2.7 ± 2.5 <sup>cde</sup>	1.8 ± 1.4 <sup>de</sup>	3.6 ± 2.5 <sup>cde</sup>	4.2 ± 3.0 <sup>cd</sup>	3.9 ± 2.0 <sup>cd</sup>	5.0 ± 2.6 <sup>bc</sup>	4.9 ± 3.5 <sup>bc</sup>	5.0 ± 2.7 <sup>bc</sup>	7.5 ± 3.5 <sup>a</sup>	6.6 ± 3.7 <sup>ab</sup>
Degree of crispness	10.9 ± 1.6 <sup>a</sup>	10.8 ± 2.7 <sup>a</sup>	10.7 ± 1.8 <sup>a</sup>	10.0 ± 2.2 <sup>a</sup>	10.7 ± 2.7 <sup>a</sup>	10.1 ± 2.0 <sup>a</sup>	9.9 ± 2.8 <sup>a</sup>	8.8 ± 2.8 <sup>ab</sup>	9.5 ± 3.1 <sup>ab</sup>	7.3 ± 2.4 <sup>bc</sup>	6.4 ± 3.1 <sup>c</sup>	5.7 ± 2.1 <sup>c</sup>
Degree of chewy	4.9 ± 2.7 <sup>cd</sup>	4.4 ± 3.4 <sup>d</sup>	4.5 ± 3.2 <sup>d</sup>	5.8 ± 3.6 <sup>bcd</sup>	6.1 ± 3.6 <sup>abcd</sup>	7.2 ± 3.9 <sup>abcd</sup>	6.3 ± 2.8 <sup>abcd</sup>	7.0 ± 2.6 <sup>abcd</sup>	7.7 ± 3.5 <sup>abc</sup>	7.2 ± 3.7 <sup>abcd</sup>	9.0 ± 2.0 <sup>a</sup>	8.3 ± 2.9 <sup>ab</sup>

Table 1-27. Sensory evaluation of salted summer Kimchi cabbage during storage at 4 °C

Sensory attribute (4°C)	0	1	7	14	21	28	35	42	49	56
Clarity of yellow	8.8 ± 3.0 <sup>a</sup>	7.0 ± 2.3 <sup>abc</sup>	7.7 ± 3.0 <sup>ab</sup>	5.8 ± 2.9 <sup>bc</sup>	3.0 ± 1.8 <sup>d</sup>	2.3 ± 1.0 <sup>d</sup>	5.1 ± 2.2 <sup>c</sup>	5.8 ± 2.3 <sup>bc</sup>	6.8 ± 2.5 <sup>abc</sup>	8.2 ± 2.8 <sup>a</sup>
Degree of brown	2.0 ± 1.6 <sup>cd</sup>	2.4 ± 1.9 <sup>cd</sup>	2.7 ± 2.7 <sup>bcd</sup>	2.3 ± 1.8 <sup>cd</sup>	1.3 ± 0.9 <sup>d</sup>	4.3 ± 1.8 <sup>b</sup>	4.3 ± 2.3 <sup>b</sup>	3.8 ± 1.7 <sup>bcb</sup>	3.6 ± 2.1 <sup>bc</sup>	7.6 ± 2.2 <sup>a</sup>
Clarity of green	11.6 ± 1.8 <sup>a</sup>	11.4 ± 1.1 <sup>a</sup>	9.5 ± 2.0 <sup>b</sup>	6.3 ± 1.6 <sup>c</sup>	7.2 ± 3.3 <sup>c</sup>	5.7 ± 2.1 <sup>c</sup>	5.1 ± 3.0 <sup>c</sup>	6.3 ± 2.1 <sup>c</sup>	5.3 ± 2.5 <sup>c</sup>	3.0 ± 2.1 <sup>d</sup>
Degree of gloss	9.7 ± 3.1 <sup>a</sup>	8.2 ± 2.3 <sup>ab</sup>	8.8 ± 2.7 <sup>a</sup>	6.3 ± 2.5 <sup>bc</sup>	6.2 ± 3.6 <sup>bc</sup>	4.1 ± 2.7 <sup>c</sup>	6.1 ± 2.4 <sup>bc</sup>	5.3 ± 2.4 <sup>c</sup>	5.1 ± 2.8 <sup>c</sup>	5.2 ± 3.2 <sup>c</sup>
Kimchi cabbage flavor	8.6 ± 3.4 <sup>ab</sup>	9.6 ± 2.2 <sup>a</sup>	7.3 ± 3.9 <sup>abc</sup>	5.7 ± 3.3 <sup>bc</sup>	5.4 ± 3.7 <sup>bc</sup>	5.4 ± 3.7 <sup>bc</sup>	4.9 ± 3.9 <sup>c</sup>	5.2 ± 3.2 <sup>c</sup>	5.3 ± 3.8 <sup>bc</sup>	4.1 ± 3.5 <sup>c</sup>
Salty flavor	4.2 ± 2.7 <sup>c</sup>	5.0 ± 3.1 <sup>bc</sup>	6.3 ± 2.9 <sup>abc</sup>	6.0 ± 3.5 <sup>abc</sup>	7.6 ± 4.1 <sup>ab</sup>	8.5 ± 2.6 <sup>a</sup>	8.4 ± 3.3 <sup>a</sup>	8.0 ± 3.2 <sup>a</sup>	8.3 ± 2.8 <sup>a</sup>	8.4 ± 2.6 <sup>a</sup>
Sweet flavor	5.5 ± 2.7 <sup>a</sup>	5.1 ± 3.1 <sup>a</sup>	5.8 ± 3.4 <sup>a</sup>	6.2 ± 3.5 <sup>a</sup>	5.7 ± 3.3 <sup>a</sup>	5.8 ± 3.1 <sup>a</sup>	5.3 ± 2.7 <sup>a</sup>	6.5 ± 3.7 <sup>a</sup>	6.8 ± 3.6 <sup>a</sup>	5.8 ± 3.0 <sup>a</sup>
Sour flavor	1.2 ± 1.1 <sup>c</sup>	2.3 ± 2.1 <sup>bc</sup>	4.3 ± 3.4 <sup>b</sup>	7.2 ± 3.1 <sup>a</sup>	8.5 ± 3.8 <sup>a</sup>	9.3 ± 2.6 <sup>a</sup>	8.9 ± 2.4 <sup>a</sup>	8.0 ± 3.2 <sup>a</sup>	8.8 ± 2.8 <sup>a</sup>	9.4 ± 2.2 <sup>a</sup>
Kimchi cabbage taste	10.3 ± 2.3 <sup>a</sup>	9.5 ± 3.5 <sup>a</sup>	9.6 ± 3.3 <sup>a</sup>	6.1 ± 3.3 <sup>b</sup>	5.9 ± 4.0 <sup>b</sup>	5.5 ± 3.6 <sup>b</sup>	5.9 ± 3.1 <sup>b</sup>	4.5 ± 2.9 <sup>b</sup>	4.3 ± 2.3 <sup>b</sup>	3.8 ± 2.9 <sup>b</sup>
Salty taste	5.5 ± 3.4 <sup>a</sup>	5.1 ± 4.1 <sup>a</sup>	5.0 ± 2.3 <sup>a</sup>	6.7 ± 3.5 <sup>a</sup>	5.6 ± 3.0 <sup>a</sup>	7.7 ± 3.2 <sup>a</sup>	6.3 ± 3.8 <sup>a</sup>	7.7 ± 2.9 <sup>a</sup>	6.6 ± 3.5 <sup>a</sup>	6.5 ± 3.1 <sup>a</sup>
Sweet taste	5.7 ± 3.9 <sup>a</sup>	5.6 ± 3.1 <sup>a</sup>	6.3 ± 3.4 <sup>a</sup>	5.3 ± 3.3 <sup>a</sup>	6.1 ± 3.7 <sup>a</sup>	4.7 ± 3.1 <sup>a</sup>	4.1 ± 2.3 <sup>a</sup>	4.3 ± 2.4 <sup>a</sup>	4.1 ± 2.5 <sup>a</sup>	5.0 ± 3.0 <sup>a</sup>
Acrid taste	4.1 ± 2.4 <sup>a</sup>	5.3 ± 3.5 <sup>a</sup>	5.5 ± 4.2 <sup>a</sup>	4.2 ± 3.7 <sup>a</sup>	4.3 ± 3.5 <sup>a</sup>	4.2 ± 3.5 <sup>a</sup>	3.8 ± 3.4 <sup>a</sup>	3.1 ± 2.9 <sup>a</sup>	4.5 ± 2.4 <sup>a</sup>	2.8 ± 3.0 <sup>a</sup>
Bitter taste	3.0 ± 2.7 <sup>a</sup>	3.0 ± 3.2 <sup>a</sup>	2.7 ± 3.0 <sup>a</sup>	3.3 ± 3.6 <sup>a</sup>	4.2 ± 3.1 <sup>a</sup>	5.9 ± 4.8 <sup>a</sup>	4.8 ± 3.4 <sup>a</sup>	4.8 ± 3.4 <sup>a</sup>	5.6 ± 3.9 <sup>a</sup>	4.3 ± 3.8 <sup>a</sup>
Sour taste	1.4 ± 1.4 <sup>c</sup>	1.1 ± 0.9 <sup>c</sup>	3.9 ± 3.9 <sup>bc</sup>	3.9 ± 3.1 <sup>bc</sup>	5.8 ± 3.5 <sup>ab</sup>	6.6 ± 3.7 <sup>ab</sup>	7.8 ± 3.2 <sup>a</sup>	8.0 ± 3.9 <sup>a</sup>	7.3 ± 3.4 <sup>a</sup>	8.3 ± 2.1 <sup>a</sup>
Degree of crispness	10.9 ± 1.6 <sup>a</sup>	10.1 ± 2.5 <sup>ab</sup>	10.7 ± 1.8 <sup>a</sup>	9.3 ± 2.3 <sup>abcd</sup>	9.6 ± 2.4 <sup>abc</sup>	7.2 ± 2.6 <sup>d</sup>	8.0 ± 2.7 <sup>bcd</sup>	8.9 ± 2.3 <sup>abcd</sup>	8.7 ± 3.4 <sup>abcd</sup>	7.6 ± 2.7 <sup>cd</sup>
Degree of chewy	4.9 ± 2.7 <sup>c</sup>	5.0 ± 2.2 <sup>bc</sup>	5.1 ± 2.9 <sup>bc</sup>	5.1 ± 3.6 <sup>bc</sup>	6.7 ± 2.8 <sup>abc</sup>	7.6 ± 1.9 <sup>ab</sup>	7.3 ± 2.8 <sup>abc</sup>	7.3 ± 2.2 <sup>abc</sup>	7.9 ± 2.9 <sup>a</sup>	6.8 ± 3.4 <sup>abc</sup>

Table 1-28. Sensory evaluation of salted summer Kimchi cabbage during storage at 10 °C

Sensory attribute (10°C)	0	1	7	14	21	28	35	42	49	56
Clarity of yellow	8.8 ± 3.0 <sup>a</sup>	9.5 ± 2.2 <sup>a</sup>	3.0 ± 1.9 <sup>b</sup>	4.3 ± 2.1 <sup>b</sup>	4.8 ± 2.4 <sup>b</sup>	9.2 ± 1.7 <sup>a</sup>	7.7 ± 2.5 <sup>a</sup>	9.3 ± 2.3 <sup>a</sup>	9.5 ± 2.4 <sup>a</sup>	9.5 ± 3.2 <sup>a</sup>
Degree of brown	2.0 ± 1.6 <sup>d</sup>	1.6 ± 0.7 <sup>d</sup>	3.9 ± 2.0 <sup>cd</sup>	7.3 ± 3.1 <sup>ab</sup>	5.2 ± 2.3 <sup>bc</sup>	7.3 ± 3.1 <sup>ab</sup>	6.9 ± 3.1 <sup>ab</sup>	8.7 ± 2.6 <sup>a</sup>	7.6 ± 3.2 <sup>ab</sup>	8.0 ± 3.3 <sup>a</sup>
Clarity of green	11.6 ± 1.8 <sup>a</sup>	10.9 ± 2.3 <sup>a</sup>	6.8 ± 1.5 <sup>b</sup>	3.0 ± 1.5 <sup>cd</sup>	3.8 ± 2.3 <sup>cd</sup>	3.1 ± 2.2 <sup>cd</sup>	4.5 ± 3.1 <sup>c</sup>	2.3 ± 1.2 <sup>d</sup>	3.5 ± 2.5 <sup>cd</sup>	3.2 ± 2.5 <sup>cd</sup>
Degree of gloss	9.7 ± 3.1 <sup>a</sup>	9.3 ± 3.0 <sup>ab</sup>	7.8 ± 2.9 <sup>abc</sup>	5.0 ± 2.9 <sup>c</sup>	5.6 ± 2.9 <sup>c</sup>	6.2 ± 2.4 <sup>c</sup>	6.8 ± 3.5 <sup>bc</sup>	6.5 ± 2.4 <sup>c</sup>	7.0 ± 2.8 <sup>abc</sup>	5.1 ± 3.2 <sup>c</sup>
Kimchi cabbage flavor	8.6 ± 3.4 <sup>a</sup>	7.4 ± 3.4 <sup>ab</sup>	5.7 ± 3.5 <sup>abc</sup>	4.1 ± 1.9 <sup>c</sup>	4.9 ± 3.0 <sup>bc</sup>	6.2 ± 3.9 <sup>abc</sup>	3.2 ± 3.1 <sup>c</sup>	4.0 ± 3.8 <sup>c</sup>	3.4 ± 2.7 <sup>c</sup>	4.8 ± 3.8 <sup>bc</sup>
Salty flavor	4.2 ± 2.7 <sup>c</sup>	5.0 ± 3.8 <sup>bc</sup>	7.8 ± 2.7 <sup>ab</sup>	7.8 ± 3.0 <sup>ab</sup>	7.5 ± 4.5 <sup>ab</sup>	8.3 ± 3.0 <sup>a</sup>	9.3 ± 3.0 <sup>a</sup>	8.8 ± 3.0 <sup>a</sup>	8.8 ± 2.9 <sup>a</sup>	7.8 ± 3.8 <sup>ab</sup>
Sweet flavor	5.5 ± 2.7 <sup>ab</sup>	5.2 ± 2.7 <sup>ab</sup>	5.3 ± 2.8 <sup>ab</sup>	5.1 ± 4.0 <sup>ab</sup>	4.8 ± 3.4 <sup>ab</sup>	6.7 ± 3.4 <sup>a</sup>	4.5 ± 3.1 <sup>ab</sup>	4.4 ± 3.3 <sup>ab</sup>	3.4 ± 2.8 <sup>b</sup>	4.3 ± 3.5 <sup>ab</sup>
Sour flavor	1.2 ± 1.1 <sup>e</sup>	4.3 ± 4.0 <sup>d</sup>	7.1 ± 3.4 <sup>cd</sup>	9.2 ± 3.5 <sup>abc</sup>	9.1 ± 3.4 <sup>abc</sup>	7.9 ± 3.7 <sup>bc</sup>	10.7 ± 3.1 <sup>ab</sup>	9.7 ± 3.6 <sup>abc</sup>	11.4 ± 2.6 <sup>a</sup>	8.6 ± 4.5 <sup>abc</sup>
Kimchi cabbage taste	10.3 ± 2.3 <sup>a</sup>	9.9 ± 3.4 <sup>a</sup>	5.3 ± 3.5 <sup>b</sup>	2.3 ± 2.0 <sup>c</sup>	1.8 ± 1.7 <sup>c</sup>	2.2 ± 1.5 <sup>c</sup>	2.7 ± 2.6 <sup>c</sup>	2.3 ± 3.2 <sup>c</sup>	1.4 ± 1.0 <sup>c</sup>	2.6 ± 2.9 <sup>c</sup>
Salty taste	5.5 ± 3.4 <sup>b</sup>	6.7 ± 4.7 <sup>ab</sup>	6.7 ± 3.0 <sup>ab</sup>	7.3 ± 3.7 <sup>ab</sup>	9.5 ± 2.8 <sup>a</sup>	8.5 ± 3.8 <sup>ab</sup>	8.4 ± 4.5 <sup>ab</sup>	9.2 ± 4.6 <sup>ab</sup>	8.6 ± 4.4 <sup>ab</sup>	6.8 ± 4.0 <sup>ab</sup>
Sweet taste	5.7 ± 3.9 <sup>ab</sup>	7.2 ± 2.9 <sup>a</sup>	4.6 ± 2.3 <sup>bc</sup>	3.3 ± 2.1 <sup>bc</sup>	3.3 ± 2.6 <sup>bc</sup>	4.5 ± 1.8 <sup>bc</sup>	3.8 ± 3.1 <sup>bc</sup>	3.8 ± 3.0 <sup>bc</sup>	2.7 ± 2.5 <sup>c</sup>	3.2 ± 2.9 <sup>bc</sup>
Acrid taste	4.1 ± 2.4 <sup>a</sup>	4.6 ± 3.5 <sup>a</sup>	3.6 ± 2.4 <sup>a</sup>	3.3 ± 3.1 <sup>a</sup>	2.9 ± 2.5 <sup>a</sup>	2.5 ± 2.2 <sup>a</sup>	2.7 ± 2.9 <sup>a</sup>	3.0 ± 3.5 <sup>a</sup>	3.0 ± 3.0 <sup>a</sup>	3.7 ± 4.1 <sup>a</sup>
Bitter taste	3.0 ± 2.7 <sup>c</sup>	3.4 ± 3.3 <sup>bc</sup>	3.3 ± 3.8 <sup>bc</sup>	4.9 ± 4.0 <sup>abc</sup>	5.8 ± 3.5 <sup>abc</sup>	4.0 ± 4.0 <sup>abc</sup>	6.3 ± 3.9 <sup>abc</sup>	5.8 ± 3.4 <sup>abc</sup>	6.9 ± 3.9 <sup>a</sup>	6.7 ± 3.6 <sup>ab</sup>
Sour taste	1.4 ± 1.4 <sup>c</sup>	1.8 ± 2.0 <sup>c</sup>	6.8 ± 3.3 <sup>b</sup>	10.5 ± 2.4 <sup>a</sup>	11.8 ± 3.0 <sup>a</sup>	11.6 ± 2.5 <sup>a</sup>	11.6 ± 2.6 <sup>a</sup>	12.3 ± 3.2 <sup>a</sup>	12.8 ± 2.2 <sup>a</sup>	12.4 ± 2.4 <sup>a</sup>
Degree of crispness	10.9 ± 1.6 <sup>a</sup>	10.8 ± 3.3 <sup>a</sup>	8.4 ± 2.4 <sup>ab</sup>	6.3 ± 3.0 <sup>bc</sup>	4.8 ± 2.9 <sup>c</sup>	8.1 ± 3.0 <sup>b</sup>	7.5 ± 2.8 <sup>b</sup>	8.2 ± 3.4 <sup>b</sup>	7.9 ± 3.2 <sup>b</sup>	6.2 ± 3.2 <sup>bc</sup>
Degree of chewy	4.9 ± 2.7 <sup>c</sup>	4.9 ± 3.1 <sup>c</sup>	5.4 ± 1.9 <sup>bc</sup>	7.4 ± 3.7 <sup>abc</sup>	8.4 ± 3.6 <sup>ab</sup>	8.2 ± 2.9 <sup>ab</sup>	8.1 ± 2.6 <sup>ab</sup>	8.4 ± 3.5 <sup>ab</sup>	9.3 ± 3.6 <sup>a</sup>	8.1 ± 3.9 <sup>ab</sup>

Table 1-29. Sensory evaluation of salted summer Kimchi cabbage during storage at 20 °C

Sensory attribute (20°C)	0	1	3	5	7	10	14	17	21	24
Clarity of yellow	8.8 ± 3.0 <sup>c</sup>	12.6 ± 1.4 <sup>a</sup>	5.5 ± 2.2 <sup>d</sup>	8.3 ± 2.4 <sup>c</sup>	10.1 ± 3.5 <sup>bc</sup>	10.4 ± 2.2 <sup>bc</sup>	10.6 ± 2.7 <sup>abc</sup>	11.1 ± 1.6 <sup>ab</sup>	9.8 ± 1.9 <sup>bc</sup>	10.3 ± 2.2 <sup>bc</sup>
Degree of brown	2.0 ± 1.6 <sup>c</sup>	0.9 ± 0.9 <sup>c</sup>	6.3 ± 2.7 <sup>b</sup>	6.6 ± 3.8 <sup>ab</sup>	6.8 ± 2.9 <sup>ab</sup>	9.3 ± 2.9 <sup>a</sup>	8.3 ± 3.2 <sup>ab</sup>	8.5 ± 3.2 <sup>ab</sup>	6.4 ± 3.0 <sup>b</sup>	8.0 ± 3.1 <sup>ab</sup>
Clarity of green	11.6 ± 1.8 <sup>a</sup>	10.8 ± 2.4 <sup>a</sup>	3.6 ± 2.9 <sup>bc</sup>	2.3 ± 1.9 <sup>bcd</sup>	1.6 ± 1.2 <sup>cd</sup>	1.4 ± 1.2 <sup>d</sup>	1.8 ± 0.8 <sup>bcd</sup>	3.8 ± 3.4 <sup>b</sup>	3.0 ± 2.6 <sup>bcd</sup>	2.2 ± 1.5 <sup>bcd</sup>
Degree of gloss	9.7 ± 3.1 <sup>ab</sup>	11.3 ± 2.0 <sup>a</sup>	6.7 ± 3.0 <sup>c</sup>	7.7 ± 3.0 <sup>bc</sup>	6.1 ± 2.8 <sup>c</sup>	4.9 ± 3.6 <sup>c</sup>	5.2 ± 3.5 <sup>c</sup>	6.7 ± 3.3 <sup>c</sup>	7.0 ± 2.7 <sup>bc</sup>	6.2 ± 3.1 <sup>c</sup>
Kimchi cabbage flavor	8.6 ± 3.4 <sup>a</sup>	8.9 ± 3.4 <sup>a</sup>	5.2 ± 2.7 <sup>bc</sup>	7.3 ± 3.4 <sup>ab</sup>	4.8 ± 3.6 <sup>bc</sup>	3.2 ± 2.2 <sup>c</sup>	3.8 ± 2.3 <sup>c</sup>	4.1 ± 2.9 <sup>c</sup>	4.6 ± 3.5 <sup>bc</sup>	4.5 ± 3.4 <sup>bc</sup>
Salty flavor	4.2 ± 2.7 <sup>b</sup>	3.4 ± 2.3 <sup>b</sup>	8.0 ± 3.3 <sup>a</sup>	6.3 ± 2.9 <sup>ab</sup>	8.3 ± 3.5 <sup>a</sup>	8.6 ± 3.6 <sup>a</sup>	7.5 ± 3.6 <sup>a</sup>	7.5 ± 4.4 <sup>a</sup>	7.5 ± 4.2 <sup>a</sup>	9.1 ± 3.2 <sup>a</sup>
Sweet flavor	5.5 ± 2.7 <sup>a</sup>	6.3 ± 3.5 <sup>a</sup>	6.3 ± 4.0 <sup>a</sup>	5.7 ± 2.9 <sup>a</sup>	4.6 ± 3.8 <sup>a</sup>	4.8 ± 4.2 <sup>a</sup>	5.6 ± 4.1 <sup>a</sup>	4.0 ± 3.3 <sup>a</sup>	5.8 ± 4.3 <sup>a</sup>	5.2 ± 4.3 <sup>a</sup>
Sour flavor	1.2 ± 1.1 <sup>b</sup>	2.5 ± 2.8 <sup>b</sup>	8.8 ± 3.1 <sup>a</sup>	7.8 ± 2.2 <sup>a</sup>	9.3 ± 2.1 <sup>a</sup>	9.9 ± 3.0 <sup>a</sup>	9.0 ± 3.5 <sup>a</sup>	8.6 ± 3.5 <sup>a</sup>	9.9 ± 3.5 <sup>a</sup>	9.7 ± 4.3 <sup>a</sup>
Kimchi cabbage taste	10.3 ± 2.3 <sup>a</sup>	10.0 ± 3.5 <sup>a</sup>	4.2 ± 3.5 <sup>b</sup>	3.2 ± 2.9 <sup>bc</sup>	1.6 ± 1.2 <sup>cd</sup>	1.1 ± 0.8 <sup>d</sup>	0.8 ± 1.0 <sup>d</sup>	1.5 ± 1.4 <sup>cd</sup>	1.3 ± 0.9 <sup>cd</sup>	1.4 ± 1.6 <sup>cd</sup>
Salty taste	5.5 ± 3.4 <sup>bc</sup>	4.7 ± 3.6 <sup>c</sup>	6.6 ± 3.4 <sup>abc</sup>	8.8 ± 3.9 <sup>ab</sup>	7.8 ± 3.8 <sup>abc</sup>	9.5 ± 4.6 <sup>ab</sup>	8.6 ± 4.9 <sup>ab</sup>	9.0 ± 4.7 <sup>ab</sup>	9.4 ± 4.4 <sup>ab</sup>	9.8 ± 4.6 <sup>a</sup>
Sweet taste	5.7 ± 3.9 <sup>ab</sup>	6.6 ± 3.6 <sup>a</sup>	3.8 ± 3.3 <sup>bc</sup>	3.3 ± 3.0 <sup>bc</sup>	3.1 ± 2.8 <sup>bc</sup>	3.1 ± 2.4 <sup>bc</sup>	2.4 ± 2.9 <sup>c</sup>	2.5 ± 2.8 <sup>c</sup>	3.3 ± 2.5 <sup>bc</sup>	2.1 ± 1.9 <sup>c</sup>
Acrid taste	4.1 ± 2.4 <sup>ab</sup>	4.7 ± 2.5 <sup>a</sup>	3.9 ± 2.9 <sup>ab</sup>	3.1 ± 2.2 <sup>ab</sup>	3.2 ± 3.4 <sup>ab</sup>	3.3 ± 3.2 <sup>ab</sup>	2.7 ± 3.0 <sup>ab</sup>	2.1 ± 2.1 <sup>ab</sup>	2.4 ± 3.8 <sup>ab</sup>	1.8 ± 2.3 <sup>b</sup>
Bitter taste	3.0 ± 2.7 <sup>bc</sup>	2.0 ± 2.1 <sup>c</sup>	4.0 ± 3.4 <sup>abc</sup>	5.2 ± 3.1 <sup>abc</sup>	2.9 ± 2.4 <sup>bc</sup>	4.3 ± 4.1 <sup>abc</sup>	4.6 ± 4.1 <sup>abc</sup>	5.8 ± 4.8 <sup>ab</sup>	6.9 ± 4.7 <sup>a</sup>	7.0 ± 4.4 <sup>a</sup>
Sour taste	1.4 ± 1.4 <sup>d</sup>	1.0 ± 1.2 <sup>d</sup>	7.5 ± 3.7 <sup>c</sup>	11.2 ± 3.2 <sup>b</sup>	12.0 ± 2.2 <sup>ab</sup>	12.1 ± 2.4 <sup>ab</sup>	12.9 ± 1.9 <sup>ab</sup>	12.8 ± 2.4 <sup>ab</sup>	13.1 ± 1.8 <sup>ab</sup>	13.5 ± 1.8 <sup>a</sup>
Degree of crispness	10.9 ± 1.6 <sup>a</sup>	11.3 ± 3.2 <sup>a</sup>	7.8 ± 2.8 <sup>b</sup>	7.0 ± 3.0 <sup>bc</sup>	7.8 ± 3.1 <sup>b</sup>	6.8 ± 2.3 <sup>bc</sup>	6.6 ± 3.8 <sup>bc</sup>	5.1 ± 2.8 <sup>bc</sup>	5.6 ± 3.6 <sup>bc</sup>	4.3 ± 2.6 <sup>c</sup>
Degree of chewy	4.9 ± 2.7 <sup>bc</sup>	4.2 ± 2.4 <sup>c</sup>	6.7 ± 2.4 <sup>abc</sup>	6.1 ± 3.1 <sup>abc</sup>	8.0 ± 2.7 <sup>a</sup>	8.4 ± 3.0 <sup>a</sup>	7.8 ± 3.7 <sup>a</sup>	8.3 ± 3.4 <sup>a</sup>	7.4 ± 4.2 <sup>ab</sup>	8.9 ± 2.3 <sup>a</sup>

Table 1-30은 가을배추 중 해남에서 재배된 것을 0℃에 저장하면서 실험한 결과이다. 노란색의 선명도는 저장기간이 증가함에 따라 감소되었고, 갈색의 정도는 저장 14일까지 비슷한 수준을 유지하다가 약간 증가하였으며, 초록색의 선명도는 저장 초기 12.5로 가장 높았으며 저장 84일에 1.8로 감소되었다. 향미 중 배추 냄새는 저장 1일에서 7일까지 가장 높았으며 저장 기간에 따라 약간 감소하였고, 단냄새는 저장 기간에 따른 유의적인 차이가 나타나지 않았으며, 신냄새는 저장 초기 0.7로 거의 없었으나 저장 49일과 84일에 8.7로 가장 높았다. 절임배추의 맛 중 생배추 맛은 저장 14일까지 10.2-11.4로 높았으며 저장기간이 증가함에 따라 저장 84일에는 3.8로 감소하였고, 신맛은 저장 14일까지 비슷한 수준을 유지하다가 저장 기간에 따라 증가하여 저장 84일에 가장 높게 나타났다. 조직감 중 아삭한 정도는 저장 1일까지 12.6으로 높게 나타났으며 저장기간에 따라 점차 감소하여 저장 70일에 7.1로 감소하였고, 배추의 질긴 정도는 저장 초기 2.3-3.1로 낮게 나타났으나 저장기간에 따라 증가하여 저장 84일에 8.2로 가장 높게 나타났다. Table 1-31은 해남가을배추를 4℃에 저장하면서 실험한 결과이다. 외관 중 갈색의 정도는 저장 기간동안 비슷한 수준으로 나타났고, 초록색의 선명도는 저장 초기 12.5로 가장 높았다가 저장기간이 증가함에 따라 저장 49일에 5.4로 감소하였다. 향미 중 단냄새는 저장 기간 동안 유의적인 차이가 없었으며, 신냄새는 저장 초기에 0.7이었으나 저장 기간이 증가함에 따라 점차 증가하여 저장 56일에는 9.8로 나타났다. 절임배추의 맛 중 생배추 맛은 저장 1일까지 10.2-10.4를 나타냈으나 저장기간이 증가함에 따라 감소하였고, 짠맛, 단맛 그리고 무의 아린맛은 유의적인 차이가 없었다. 가을배추 중 해남배추를 10℃에 보관하면서 실험한 결과는 Table 1-32에 나타내었다. 절임배추의 외관 중 노란색의 선명도는 저장 초기 10.8로 높았다가 저장 14일에 2.4로 낮아졌으며 이후 갈변현상에 의해 다시 높아졌고, 배추광택의 정도는 저장 기간 동안 유의적인 차이가 없었다. 절임배추의 향미 중 신냄새는 저장 초기 0.7에서 저장 기간 동안 증가하였다. 맛 중 생배추 맛은 저장 1일에 12.3으로 가장 높았으나 저장기간에 따라 감소하여 저장 28일에 1.7로 가장 낮게 나타났으며, 신맛은 저장 초기 1.3이었으나 저장기간에 따라 증가하여 저장 42일에 11.6으로 가장 높게 나타났다. 조직감 중 아삭한 정도는 저장 1일에 13.3으로 가장 높게 나타났고, 저장 56일에 2.4가장 낮게 나타났다. Table 1-33은 해남가을배추를 20℃에서 저장하면서 실험한 결과로 외관 중 노란색의 선명도는 저장 초기에 10.8로 가장 높았으며, 저장온도가 높음에 따라 급격히 변화하여 저장 5일에 3.5로 낮아졌다가 저장 17일에 11.5로 나타났는데 이것은 절임배추가 갈변되어 발생한 현상으로 사료된다. 초록색의 선명도는 저장 0일에 12.5으로 나타났으며 저장 기간에 따라 점차 감소하였고, 배추 광택의 정도는 저장기간에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다. 향미 중 배추냄새는 저장 1일에 11.3으로 가장 높았으며 저장 기간에 따라 점차 감소하였으며, 신냄새는 저장 초기 0.7로 거의 없다가 저장 기간에 따라 증가하였다. 절임배추의 맛 중 생배추 맛은 저장 1일에 11.8로 높게 나타났으나 저장기간이 증가함에 따라 점차 감소하여 저장 21일에 1.1로 감소하였다. 신맛은 저장

초기 1.3이었으나 저장 3일부터 급격히 높아져 저장 21일에 13.0으로 나타났다. 조직감 중 아삭한 정도는 저장 초기에 12.6-13.6 이었으며 저장기간에 따라 점차 감소하여 저장 28일에 1.3으로 감소하였고, 배추의 질긴 정도는 저장 1일 까지 2.4-3.1로 나타났다가 저장 7일부터 9.2로 급격히 증가하였다.

Table 1-30. Sensory evaluation of salted autumn(Haenam) Kimchi cabbage during storage at 0 °C

Sensory attribute (0°C)	0	1	7	14	21	28	42	49	56	70	84
Clarity of yellow	10.8 ± 2.8 <sup>ab</sup>	10.9 ± 3.4 <sup>a</sup>	8.8 ± 3.8 <sup>bc</sup>	7.8 ± 2.6 <sup>c</sup>	4.2 ± 2.4 <sup>d</sup>	3.7 ± 2.1 <sup>de</sup>	2.7 ± 1.9 <sup>de</sup>	1.6 ± 0.8 <sup>e</sup>	2.2 ± 2.1 <sup>de</sup>	2.7 ± 1.4 <sup>de</sup>	2.5 ± 0.8 <sup>de</sup>
Degree of brown	1.8 ± 2.7 <sup>bc</sup>	1.0 ± 1.1 <sup>c</sup>	0.8 ± 1.0 <sup>c</sup>	1.6 ± 1.6 <sup>c</sup>	4.2 ± 2.4 <sup>d</sup>	2.0 ± 1.3 <sup>bc</sup>	2.6 ± 1.7 <sup>abc</sup>	2.4 ± 2.5 <sup>abc</sup>	2.4 ± 1.6 <sup>abc</sup>	3.6 ± 2.5 <sup>ab</sup>	3.9 ± 2.0 <sup>a</sup>
Clarity of green	12.5 ± 1.8 <sup>a</sup>	9.8 ± 2.9 <sup>bc</sup>	10.8 ± 2.9 <sup>abc</sup>	11.3 ± 2.9 <sup>ab</sup>	8.9 ± 2.5 <sup>bc</sup>	8.8 ± 2.7 <sup>c</sup>	4.8 ± 2.6 <sup>de</sup>	9.8 ± 2.5 <sup>bc</sup>	6.3 ± 3.4 <sup>d</sup>	3.9 ± 1.9 <sup>e</sup>	1.8 ± 1.0 <sup>f</sup>
Degree of gloss	8.2 ± 3.9 <sup>ab</sup>	8.8 ± 3.5 <sup>a</sup>	7.9 ± 4.3 <sup>ab</sup>	7.8 ± 3.1 <sup>ab</sup>	6.3 ± 3.8 <sup>abc</sup>	7.0 ± 3.1 <sup>abc</sup>	5.2 ± 2.7 <sup>bc</sup>	5.2 ± 2.6 <sup>bc</sup>	4.5 ± 3.4 <sup>c</sup>	5.4 ± 2.6 <sup>bc</sup>	4.6 ± 2.9 <sup>c</sup>
Kimchi cabbage flavor	7.5 ± 4.7 <sup>abcd</sup>	10.7 ± 2.6 <sup>a</sup>	10.9 ± 3.3 <sup>a</sup>	9.8 ± 3.8 <sup>ab</sup>	8.5 ± 4.7 <sup>abc</sup>	6.4 ± 4.1 <sup>bcd</sup>	6.1 ± 3.9 <sup>cd</sup>	4.8 ± 3.3 <sup>d</sup>	5.3 ± 4.1 <sup>cd</sup>	4.3 ± 3.0 <sup>d</sup>	4.9 ± 3.7 <sup>d</sup>
Salty flavor	1.8 ± 2.2 <sup>c</sup>	4.0 ± 2.6 <sup>bc</sup>	4.1 ± 4.3 <sup>bc</sup>	4.8 ± 3.3 <sup>bc</sup>	4.1 ± 2.9 <sup>bc</sup>	4.9 ± 3.3 <sup>bc</sup>	6.0 ± 4.0 <sup>ab</sup>	8.1 ± 3.7 <sup>a</sup>	6.9 ± 3.6 <sup>ab</sup>	6.3 ± 3.3 <sup>ab</sup>	8.5 ± 2.9 <sup>a</sup>
Sweet flavor	4.7 ± 3.7 <sup>a</sup>	7.0 ± 3.8 <sup>a</sup>	7.1 ± 3.9 <sup>a</sup>	6.3 ± 4.3 <sup>a</sup>	5.3 ± 4.2 <sup>a</sup>	4.8 ± 3.6 <sup>a</sup>	5.8 ± 4.1 <sup>a</sup>	6.2 ± 3.7 <sup>a</sup>	6.1 ± 3.1 <sup>a</sup>	5.3 ± 2.4 <sup>a</sup>	6.0 ± 2.9 <sup>a</sup>
Sour flavor	0.7 ± 0.8 <sup>e</sup>	1.6 ± 2.2 <sup>de</sup>	1.8 ± 2.0 <sup>de</sup>	2.5 ± 3.1 <sup>de</sup>	3.3 ± 2.5 <sup>cd</sup>	5.0 ± 3.6 <sup>bc</sup>	7.0 ± 3.6 <sup>ab</sup>	8.7 ± 3.0 <sup>a</sup>	7.5 ± 3.3 <sup>ab</sup>	6.6 ± 3.1 <sup>ab</sup>	8.7 ± 2.8 <sup>a</sup>
Kimchi cabbage taste	10.2 ± 3.4 <sup>ab</sup>	11.4 ± 3.3 <sup>a</sup>	11.1 ± 3.1 <sup>a</sup>	10.2 ± 3.9 <sup>ab</sup>	8.9 ± 4.3 <sup>abc</sup>	7.6 ± 3.5 <sup>bcd</sup>	7.7 ± 4.0 <sup>bcd</sup>	5.9 ± 3.1 <sup>cde</sup>	5.3 ± 2.8 <sup>de</sup>	5.1 ± 2.9 <sup>de</sup>	3.8 ± 2.5 <sup>e</sup>
Salty taste	5.5 ± 4.2 <sup>ab</sup>	3.8 ± 3.5 <sup>ab</sup>	3.6 ± 4.6 <sup>ab</sup>	3.6 ± 2.5 <sup>b</sup>	3.8 ± 3.0 <sup>ab</sup>	3.4 ± 1.8 <sup>b</sup>	3.9 ± 2.7 <sup>ab</sup>	5.7 ± 2.4 <sup>ab</sup>	5.1 ± 2.7 <sup>ab</sup>	5.3 ± 2.1 <sup>ab</sup>	6.7 ± 3.2 <sup>a</sup>
Sweet taste	6.5 ± 3.1 <sup>abcd</sup>	8.1 ± 3.6 <sup>ab</sup>	8.7 ± 3.1 <sup>a</sup>	6.8 ± 3.5 <sup>abcd</sup>	7.3 ± 3.3 <sup>abc</sup>	5.7 ± 3.8 <sup>abcd</sup>	5.5 ± 3.0 <sup>bcd</sup>	4.3 ± 3.0 <sup>d</sup>	4.9 ± 2.5 <sup>cd</sup>	4.1 ± 2.2 <sup>d</sup>	4.2 ± 2.3 <sup>d</sup>
Acrid taste	6.9 ± 4.5 <sup>ab</sup>	7.5 ± 4.8 <sup>a</sup>	5.6 ± 4.4 <sup>ab</sup>	7.2 ± 4.3 <sup>ab</sup>	5.5 ± 4.5 <sup>ab</sup>	5.5 ± 3.3 <sup>ab</sup>	5.7 ± 3.2 <sup>ab</sup>	5.0 ± 3.7 <sup>ab</sup>	3.6 ± 2.5 <sup>b</sup>	5.0 ± 3.8 <sup>ab</sup>	5.0 ± 4.0 <sup>ab</sup>
Bitter taste	1.4 ± 1.2 <sup>c</sup>	2.5 ± 2.8 <sup>bc</sup>	1.5 ± 2.1 <sup>c</sup>	3.0 ± 2.5 <sup>bc</sup>	2.2 ± 2.4 <sup>bc</sup>	4.2 ± 3.7 <sup>abc</sup>	4.5 ± 4.0 <sup>ab</sup>	4.8 ± 3.7 <sup>ab</sup>	3.2 ± 2.9 <sup>bc</sup>	4.3 ± 3.8 <sup>abc</sup>	6.9 ± 3.6 <sup>a</sup>
Sour taste	1.3 ± 1.6 <sup>de</sup>	0.8 ± 1.4 <sup>de</sup>	0.6 ± 0.7 <sup>de</sup>	1.9 ± 2.3 <sup>de</sup>	2.0 ± 1.8 <sup>de</sup>	3.0 ± 2.1 <sup>def</sup>	3.8 ± 2.1 <sup>cde</sup>	5.0 ± 1.8 <sup>bc</sup>	4.4 ± 2.3 <sup>abcd</sup>	6.1 ± 2.4 <sup>ab</sup>	7.6 ± 3.1 <sup>a</sup>
Degree of crispness	12.6 ± 1.6 <sup>a</sup>	12.6 ± 2.5 <sup>a</sup>	12.2 ± 2.2 <sup>ab</sup>	11.3 ± 2.5 <sup>abc</sup>	10.2 ± 2.8 <sup>abcd</sup>	9.3 ± 2.0 <sup>abc</sup>	9.0 ± 2.3 <sup>de</sup>	8.4 ± 2.1 <sup>de</sup>	8.4 ± 2.8 <sup>de</sup>	7.1 ± 2.8 <sup>e</sup>	7.9 ± 2.4 <sup>e</sup>
Degree of chewy	3.1 ± 3.1 <sup>d</sup>	2.3 ± 2.5 <sup>d</sup>	3.3 ± 2.5 <sup>cd</sup>	4.4 ± 2.7 <sup>bcd</sup>	5.7 ± 3.3 <sup>abc</sup>	6.2 ± 2.7 <sup>ab</sup>	6.1 ± 2.3 <sup>ab</sup>	7.4 ± 2.9 <sup>a</sup>	6.3 ± 3.3 <sup>ab</sup>	8.0 ± 1.9 <sup>a</sup>	8.2 ± 3.1 <sup>a</sup>



Table 1-31. Sensory evaluation of salted autumn(Haenam) Kimchi cabbage during storage at 4 °C

Sensory attribute(4°C)	0	1	7	14	21	28	42	49	56
Clarity of yellow	10.8 ± 2.8 <sup>a</sup>	8.8 ± 2.6 <sup>a</sup>	9.8 ± 3.1 <sup>a</sup>	9.5 ± 2.8 <sup>a</sup>	4.8 ± 3.2 <sup>b</sup>	2.5 ± 1.0 <sup>b</sup>	4.3 ± 2.7 <sup>b</sup>	2.9 ± 1.8 <sup>b</sup>	4.5 ± 3.1 <sup>b</sup>
Degree of brown	1.8 ± 2.7 <sup>bc</sup>	2.0 ± 2.3 <sup>bc</sup>	1.5 ± 2.0 <sup>c</sup>	2.8 ± 3.3 <sup>abc</sup>	2.2 ± 1.9 <sup>bc</sup>	1.8 ± 1.2 <sup>bc</sup>	3.3 ± 2.7 <sup>abc</sup>	4.5 ± 2.6 <sup>a</sup>	3.9 ± 2.7 <sup>ab</sup>
Clarity of green	12.5 ± 1.8 <sup>a</sup>	9.1 ± 2.7 <sup>b</sup>	8.3 ± 3.2 <sup>b</sup>	8.0 ± 2.7 <sup>b</sup>	8.9 ± 3.2 <sup>b</sup>	7.2 ± 2.0 <sup>bc</sup>	7.4 ± 2.5 <sup>bc</sup>	5.4 ± 1.6 <sup>c</sup>	5.4 ± 2.6 <sup>c</sup>
Degree of gloss	8.2 ± 3.9 <sup>ab</sup>	9.4 ± 3.5 <sup>a</sup>	7.4 ± 2.9 <sup>abcd</sup>	7.8 ± 2.9 <sup>abc</sup>	6.7 ± 3.4 <sup>abcd</sup>	5.9 ± 3.0 <sup>bcd</sup>	5.2 ± 1.9 <sup>cd</sup>	4.9 ± 2.5 <sup>d</sup>	5.9 ± 3.0 <sup>bcd</sup>
Kimchi cabbage flavor	7.5 ± 4.7 <sup>ab</sup>	9.9 ± 3.6 <sup>a</sup>	7.7 ± 3.7 <sup>ab</sup>	9.0 ± 4.2 <sup>a</sup>	7.5 ± 4.0 <sup>ab</sup>	4.9 ± 4.3 <sup>b</sup>	4.9 ± 3.6 <sup>b</sup>	4.5 ± 3.6 <sup>b</sup>	4.4 ± 3.6 <sup>b</sup>
Salty flavor	1.8 ± 2.2 <sup>c</sup>	3.1 ± 2.7 <sup>bc</sup>	4.3 ± 2.7 <sup>bc</sup>	5.6 ± 3.4 <sup>ab</sup>	5.0 ± 3.0 <sup>ab</sup>	7.5 ± 2.7 <sup>a</sup>	7.3 ± 3.9 <sup>a</sup>	7.2 ± 4.2 <sup>a</sup>	7.5 ± 2.9 <sup>a</sup>
Sweet flavor	4.7 ± 3.7 <sup>a</sup>	6.6 ± 3.6 <sup>a</sup>	5.4 ± 3.3 <sup>a</sup>	5.1 ± 4.3 <sup>a</sup>	6.7 ± 2.8 <sup>a</sup>	3.6 ± 2.5 <sup>a</sup>	6.3 ± 3.8 <sup>a</sup>	5.3 ± 2.9 <sup>a</sup>	4.9 ± 3.3 <sup>a</sup>
Sour flavor	0.7 ± 0.8 <sup>d</sup>	1.2 ± 1.7 <sup>d</sup>	1.5 ± 1.2 <sup>d</sup>	4.0 ± 3.8 <sup>c</sup>	4.8 ± 3.2 <sup>c</sup>	8.3 ± 3.4 <sup>ab</sup>	7.2 ± 2.9 <sup>b</sup>	8.7 ± 3.3 <sup>ab</sup>	9.8 ± 2.3 <sup>a</sup>
Kimchi cabbage taste	10.2 ± 3.4 <sup>a</sup>	10.7 ± 3.1 <sup>a</sup>	9.9 ± 3.8 <sup>a</sup>	8.2 ± 4.5 <sup>ab</sup>	9.1 ± 3.8 <sup>ab</sup>	6.1 ± 3.7 <sup>bc</sup>	4.8 ± 2.9 <sup>c</sup>	4.4 ± 3.0 <sup>c</sup>	4.8 ± 3.0 <sup>c</sup>
Salty taste	5.5 ± 4.2 <sup>a</sup>	5.0 ± 3.9 <sup>a</sup>	3.6 ± 1.8 <sup>a</sup>	4.3 ± 2.4 <sup>a</sup>	6.0 ± 3.5 <sup>a</sup>	4.9 ± 2.9 <sup>a</sup>	5.8 ± 2.5 <sup>a</sup>	5.8 ± 3.4 <sup>a</sup>	6.6 ± 2.8 <sup>a</sup>
Sweet taste	6.5 ± 3.1 <sup>a</sup>	6.7 ± 3.3 <sup>a</sup>	6.3 ± 2.9 <sup>a</sup>	6.6 ± 4.3 <sup>a</sup>	5.7 ± 3.0 <sup>a</sup>	4.5 ± 2.8 <sup>a</sup>	5.1 ± 2.6 <sup>a</sup>	4.7 ± 3.2 <sup>a</sup>	4.4 ± 2.5 <sup>a</sup>
Acrid taste	6.9 ± 4.5 <sup>a</sup>	4.4 ± 4.1 <sup>a</sup>	6.2 ± 4.2 <sup>a</sup>	5.2 ± 4.6 <sup>a</sup>	6.3 ± 2.5 <sup>a</sup>	5.5 ± 3.4 <sup>a</sup>	4.1 ± 3.1 <sup>a</sup>	4.4 ± 3.8 <sup>a</sup>	5.2 ± 3.4 <sup>a</sup>
Bitter taste	1.4 ± 1.2 <sup>c</sup>	1.9 ± 3.1 <sup>bc</sup>	3.2 ± 3.3 <sup>abc</sup>	2.1 ± 2.6 <sup>bc</sup>	3.9 ± 3.1 <sup>abc</sup>	4.9 ± 4.1 <sup>ab</sup>	5.0 ± 3.0 <sup>ab</sup>	5.6 ± 4.8 <sup>a</sup>	3.3 ± 3.4 <sup>abc</sup>
Sour taste	1.3 ± 1.6 <sup>bc</sup>	0.8 ± 0.9 <sup>c</sup>	1.5 ± 1.6 <sup>bc</sup>	1.6 ± 1.2 <sup>bc</sup>	3.1 ± 2.9 <sup>bc</sup>	3.3 ± 2.1 <sup>b</sup>	6.4 ± 3.6 <sup>a</sup>	6.6 ± 3.7 <sup>a</sup>	6.6 ± 3.8 <sup>a</sup>
Degree of crispness	12.6 ± 1.6 <sup>a</sup>	12.8 ± 1.6 <sup>a</sup>	11.3 ± 2.4 <sup>ab</sup>	11.3 ± 2.6 <sup>ab</sup>	8.3 ± 2.7 <sup>c</sup>	8.3 ± 2.0 <sup>c</sup>	9.2 ± 2.6 <sup>bc</sup>	7.3 ± 2.6 <sup>c</sup>	9.3 ± 3.3 <sup>bc</sup>
Degree of chewy	3.1 ± 3.1 <sup>c</sup>	2.9 ± 2.6 <sup>c</sup>	3.7 ± 2.7 <sup>c</sup>	4.3 ± 3.1 <sup>bc</sup>	6.8 ± 3.0 <sup>ab</sup>	7.6 ± 2.5 <sup>a</sup>	6.4 ± 2.6 <sup>ab</sup>	8.2 ± 2.4 <sup>a</sup>	6.5 ± 3.8 <sup>ab</sup>

Table 1-32. Sensory evaluation of salted autumn(Haenam) Kimchi cabbage during storage at 10 °C

Sensory attribute (10°C)	0	1	7	14	21	28	42	49	56
Clarity of yellow	10.8 ± 2.8 <sup>a</sup>	8.6 ± 3.3 <sup>ab</sup>	3.3 ± 2.4 <sup>d</sup>	2.4 ± 2.1 <sup>d</sup>	5.9 ± 3.5 <sup>c</sup>	7.0 ± 1.8 <sup>bc</sup>	9.8 ± 2.6 <sup>a</sup>	9.3 ± 2.4 <sup>ab</sup>	10.9 ± 2.5 <sup>a</sup>
Degree of brown	1.8 ± 2.7 <sup>b</sup>	0.9 ± 1.0 <sup>b</sup>	2.4 ± 2.2 <sup>b</sup>	5.9 ± 3.8 <sup>a</sup>	5.6 ± 2.6 <sup>a</sup>	7.3 ± 3.1 <sup>a</sup>	7.7 ± 2.8 <sup>a</sup>	7.7 ± 3.5 <sup>a</sup>	6.4 ± 3.1 <sup>a</sup>
Clarity of green	12.5 ± 1.8 <sup>a</sup>	8.7 ± 2.5 <sup>b</sup>	7.8 ± 2.8 <sup>b</sup>	3.2 ± 1.7 <sup>c</sup>	4.1 ± 2.8 <sup>c</sup>	2.9 ± 1.8 <sup>c</sup>	4.0 ± 2.9 <sup>c</sup>	2.8 ± 2.2 <sup>c</sup>	3.3 ± 2.5 <sup>c</sup>
Degree of gloss	8.2 ± 3.9 <sup>a</sup>	7.2 ± 3.2 <sup>a</sup>	7.4 ± 3.4 <sup>a</sup>	5.8 ± 3.2 <sup>a</sup>	6.2 ± 2.7 <sup>a</sup>	6.2 ± 3.6 <sup>a</sup>	6.4 ± 2.3 <sup>a</sup>	7.4 ± 3.4 <sup>a</sup>	7.8 ± 3.6 <sup>a</sup>
Kimchi cabbage flavor	7.5 ± 4.7 <sup>ab</sup>	10.2 ± 3.4 <sup>a</sup>	6.3 ± 2.3 <sup>bc</sup>	2.9 ± 2.7 <sup>d</sup>	4.0 ± 3.2 <sup>cd</sup>	3.1 ± 2.5 <sup>cd</sup>	4.8 ± 3.6 <sup>bcd</sup>	4.1 ± 4.5 <sup>cd</sup>	3.2 ± 3.1 <sup>cd</sup>
Salty flavor	1.8 ± 2.2 <sup>d</sup>	3.9 ± 3.9 <sup>cd</sup>	6.2 ± 3.3 <sup>bc</sup>	9.9 ± 4.1 <sup>a</sup>	7.4 ± 3.3 <sup>ab</sup>	6.7 ± 2.8 <sup>abc</sup>	8.3 ± 3.3 <sup>ab</sup>	8.2 ± 4.5 <sup>ab</sup>	8.0 ± 4.2 <sup>ab</sup>
Sweet flavor	4.7 ± 3.7 <sup>ab</sup>	7.6 ± 3.9 <sup>a</sup>	5.0 ± 2.2 <sup>ab</sup>	4.6 ± 3.7 <sup>ab</sup>	5.1 ± 3.3 <sup>ab</sup>	2.9 ± 1.7 <sup>b</sup>	4.8 ± 3.4 <sup>ab</sup>	4.7 ± 3.6 <sup>ab</sup>	4.1 ± 3.6 <sup>b</sup>
Sour flavor	0.7 ± 0.8 <sup>c</sup>	0.8 ± 0.9 <sup>c</sup>	4.8 ± 3.1 <sup>b</sup>	10.7 ± 2.8 <sup>a</sup>	9.6 ± 2.9 <sup>a</sup>	9.6 ± 2.6 <sup>a</sup>	9.6 ± 3.4 <sup>a</sup>	8.8 ± 3.4 <sup>a</sup>	10.6 ± 2.5 <sup>a</sup>
Kimchi cabbage taste	10.2 ± 3.4 <sup>a</sup>	12.3 ± 2.1 <sup>a</sup>	6.9 ± 3.8 <sup>b</sup>	3.1 ± 2.9 <sup>c</sup>	3.2 ± 3.4 <sup>c</sup>	1.7 ± 1.4 <sup>c</sup>	2.5 ± 3.0 <sup>c</sup>	2.2 ± 3.0 <sup>c</sup>	2.6 ± 3.4 <sup>c</sup>
Salty taste	5.5 ± 4.2 <sup>bcd</sup>	3.3 ± 3.3 <sup>d</sup>	4.2 ± 2.5 <sup>cd</sup>	7.3 ± 2.8 <sup>ab</sup>	9.0 ± 2.9 <sup>a</sup>	6.5 ± 3.5 <sup>abc</sup>	7.9 ± 4.0 <sup>ab</sup>	8.4 ± 4.7 <sup>ab</sup>	7.8 ± 3.7 <sup>ab</sup>
Sweet taste	6.5 ± 3.1 <sup>b</sup>	9.1 ± 3.0 <sup>a</sup>	5.3 ± 2.9 <sup>bc</sup>	4.5 ± 3.4 <sup>bcd</sup>	2.8 ± 1.9 <sup>d</sup>	2.8 ± 2.0 <sup>d</sup>	3.5 ± 2.9 <sup>cd</sup>	2.8 ± 2.1 <sup>d</sup>	2.8 ± 2.5 <sup>d</sup>
Acrid taste	6.9 ± 4.5 <sup>a</sup>	6.8 ± 5.0 <sup>ab</sup>	5.4 ± 4.6 <sup>abc</sup>	4.5 ± 3.2 <sup>abc</sup>	3.3 ± 2.8 <sup>abc</sup>	4.3 ± 3.1 <sup>abc</sup>	2.9 ± 3.6 <sup>c</sup>	3.2 ± 3.1 <sup>bc</sup>	5.2 ± 4.6 <sup>abc</sup>
Bitter taste	1.4 ± 1.2 <sup>c</sup>	2.5 ± 3.4 <sup>bc</sup>	4.1 ± 3.7 <sup>abc</sup>	5.2 ± 3.8 <sup>ab</sup>	5.3 ± 3.5 <sup>ab</sup>	5.9 ± 3.9 <sup>ab</sup>	5.7 ± 4.0 <sup>ab</sup>	6.7 ± 4.2 <sup>a</sup>	7.3 ± 5.0 <sup>a</sup>
Sour taste	1.3 ± 1.6 <sup>d</sup>	0.4 ± 0.5 <sup>d</sup>	5.3 ± 4.0 <sup>c</sup>	8.4 ± 2.7 <sup>b</sup>	10.8 ± 1.6 <sup>ab</sup>	9.4 ± 3.3 <sup>ab</sup>	11.6 ± 2.8 <sup>a</sup>	10.3 ± 3.8 <sup>ab</sup>	10.8 ± 3.6 <sup>ab</sup>
Degree of crispness	12.6 ± 1.6 <sup>a</sup>	13.3 ± 1.5 <sup>a</sup>	10.3 ± 2.4 <sup>b</sup>	5.3 ± 2.3 <sup>cd</sup>	6.9 ± 2.9 <sup>c</sup>	6.4 ± 2.9 <sup>cd</sup>	4.1 ± 3.7 <sup>de</sup>	4.5 ± 4.1 <sup>cde</sup>	2.4 ± 2.6 <sup>e</sup>
Degree of chewy	3.1 ± 3.1 <sup>cd</sup>	1.8 ± 2.1 <sup>d</sup>	6.1 ± 3.3 <sup>abc</sup>	7.5 ± 3.3 <sup>ab</sup>	8.3 ± 2.2 <sup>ab</sup>	9.0 ± 1.9 <sup>a</sup>	8.3 ± 4.7 <sup>ab</sup>	7.8 ± 4.7 <sup>ab</sup>	5.2 ± 4.3 <sup>bc</sup>

Table 1-33. Sensory evaluation of salted autumn(Haenam) Kimchi cabbage during storage at 20 °C

Sensory attribute (10°C)	0	1	3	5	7	10	14	17	21	24	28
Clarity of yellow	10.8 ± 2.8 <sup>a</sup>	10.4 ± 2.5 <sup>a</sup>	4.5 ± 1.7 <sup>bc</sup>	3.5 ± 3.2 <sup>cd</sup>	2.3 ± 1.7 <sup>d</sup>	5.8 ± 2.5 <sup>b</sup>	11.2 ± 2.6 <sup>a</sup>	11.5 ± 2.2 <sup>a</sup>	11.1 ± 2.5 <sup>a</sup>	10.3 ± 2.4 <sup>a</sup>	9.7 ± 2.3 <sup>a</sup>
Degree of brown	1.8 ± 2.7 <sup>c</sup>	1.7 ± 1.8 <sup>c</sup>	4.6 ± 3.1 <sup>b</sup>	8.2 ± 3.5 <sup>a</sup>	8.0 ± 3.0 <sup>a</sup>	5.2 ± 2.7 <sup>b</sup>	8.2 ± 3.1 <sup>a</sup>	5.3 ± 3.9 <sup>b</sup>	8.9 ± 3.6 <sup>a</sup>	6.7 ± 3.7 <sup>ab</sup>	9.1 ± 3.3 <sup>a</sup>
Clarity of green	12.5 ± 1.8 <sup>a</sup>	8.6 ± 2.9 <sup>b</sup>	5.5 ± 2.8 <sup>c</sup>	3.6 ± 2.1 <sup>cd</sup>	2.1 ± 2.1 <sup>d</sup>	2.3 ± 2.3 <sup>d</sup>	2.3 ± 1.8 <sup>d</sup>	3.0 ± 2.0 <sup>d</sup>	2.9 ± 3.8 <sup>d</sup>	2.5 ± 2.1 <sup>d</sup>	2.9 ± 2.0 <sup>d</sup>
Degree of gloss	8.2 ± 3.9 <sup>a</sup>	7.9 ± 3.8 <sup>a</sup>	6.9 ± 2.9 <sup>a</sup>	5.1 ± 2.2 <sup>a</sup>	6.0 ± 2.9 <sup>a</sup>	6.8 ± 2.7 <sup>a</sup>	7.8 ± 4.4 <sup>a</sup>	7.6 ± 2.0 <sup>a</sup>	5.9 ± 3.4 <sup>a</sup>	6.2 ± 3.2 <sup>a</sup>	7.7 ± 4.0 <sup>a</sup>
Kimchi cabbage flavor	7.5 ± 4.7 <sup>b</sup>	11.3 ± 2.3 <sup>a</sup>	5.2 ± 3.6 <sup>bc</sup>	3.1 ± 2.3 <sup>c</sup>	2.3 ± 1.4 <sup>c</sup>	4.9 ± 3.4 <sup>bc</sup>	3.0 ± 2.8 <sup>c</sup>	4.4 ± 3.7 <sup>c</sup>	2.3 ± 2.6 <sup>c</sup>	3.2 ± 3.3 <sup>c</sup>	2.3 ± 2.8 <sup>c</sup>
Salty flavor	1.8 ± 2.2 <sup>b</sup>	4.1 ± 4.2 <sup>b</sup>	8.5 ± 3.0 <sup>a</sup>	8.8 ± 4.5 <sup>a</sup>	8.8 ± 3.1 <sup>a</sup>	9.1 ± 3.9 <sup>a</sup>	9.0 ± 4.2 <sup>a</sup>	8.3 ± 3.7 <sup>a</sup>	7.4 ± 3.9 <sup>a</sup>	8.4 ± 3.8 <sup>a</sup>	8.1 ± 4.4 <sup>a</sup>
Sweet flavor	4.7 ± 3.7 <sup>abc</sup>	7.0 ± 4.2 <sup>a</sup>	5.9 ± 3.2 <sup>ab</sup>	3.8 ± 2.3 <sup>bc</sup>	3.3 ± 3.1 <sup>bc</sup>	4.9 ± 3.2 <sup>ab</sup>	4.3 ± 3.5 <sup>abc</sup>	5.2 ± 2.9 <sup>ab</sup>	3.5 ± 3.1 <sup>bc</sup>	4.5 ± 3.6 <sup>abc</sup>	1.7 ± 1.6 <sup>c</sup>
Sour flavor	0.7 ± 0.8 <sup>b</sup>	1.7 ± 2.7 <sup>b</sup>	8.7 ± 3.1 <sup>a</sup>	8.5 ± 4.4 <sup>a</sup>	10.3 ± 2.9 <sup>a</sup>	10.9 ± 3.2 <sup>a</sup>	9.8 ± 2.9 <sup>a</sup>	10.5 ± 3.1 <sup>a</sup>	10.5 ± 3.9 <sup>a</sup>	10.5 ± 3.6 <sup>a</sup>	10.5 ± 3.7 <sup>a</sup>
Kimchi cabbage taste	10.2 ± 3.4 <sup>a</sup>	11.8 ± 2.8 <sup>a</sup>	6.3 ± 2.9 <sup>b</sup>	4.0 ± 3.0 <sup>c</sup>	1.9 ± 1.9 <sup>cd</sup>	2.8 ± 2.2 <sup>cd</sup>	1.3 ± 1.4 <sup>d</sup>	2.8 ± 3.1 <sup>cd</sup>	1.1 ± 1.2 <sup>d</sup>	1.5 ± 1.8 <sup>d</sup>	2.5 ± 4.2 <sup>cd</sup>
Salty taste	5.5 ± 4.2 <sup>bcd</sup>	3.1 ± 3.7 <sup>d</sup>	5.5 ± 3.0 <sup>bcd</sup>	4.6 ± 2.6 <sup>cd</sup>	7.3 ± 5.0 <sup>abc</sup>	8.9 ± 3.3 <sup>a</sup>	8.5 ± 3.8 <sup>ab</sup>	9.3 ± 2.3 <sup>a</sup>	8.9 ± 4.3 <sup>a</sup>	8.8 ± 3.4 <sup>a</sup>	8.1 ± 3.3 <sup>ab</sup>
Sweet taste	6.5 ± 3.1 <sup>a</sup>	7.3 ± 4.0 <sup>a</sup>	6.7 ± 3.2 <sup>a</sup>	3.5 ± 1.8 <sup>b</sup>	3.4 ± 4.5 <sup>b</sup>	2.9 ± 2.7 <sup>b</sup>	2.4 ± 2.1 <sup>b</sup>	3.3 ± 2.0 <sup>b</sup>	2.4 ± 2.5 <sup>b</sup>	2.8 ± 2.7 <sup>b</sup>	1.4 ± 2.1 <sup>b</sup>
Acrid taste	6.9 ± 4.5 <sup>a</sup>	6.5 ± 5.4 <sup>ab</sup>	4.6 ± 3.4 <sup>ab</sup>	4.0 ± 3.5 <sup>ab</sup>	4.4 ± 4.4 <sup>ab</sup>	3.8 ± 3.5 <sup>ab</sup>	3.3 ± 4.0 <sup>ab</sup>	3.4 ± 3.2 <sup>ab</sup>	3.0 ± 3.8 <sup>b</sup>	3.3 ± 3.9 <sup>ab</sup>	3.6 ± 4.0 <sup>ab</sup>
Bitter taste	1.4 ± 1.2 <sup>c</sup>	1.3 ± 2.3 <sup>c</sup>	2.6 ± 3.7 <sup>bc</sup>	4.3 ± 3.3 <sup>abc</sup>	6.9 ± 5.4 <sup>a</sup>	5.8 ± 5.0 <sup>ab</sup>	7.1 ± 3.8 <sup>a</sup>	5.7 ± 3.4 <sup>ab</sup>	7.5 ± 4.1 <sup>a</sup>	6.1 ± 4.1 <sup>ab</sup>	6.1 ± 3.9 <sup>ab</sup>
Sour taste	1.3 ± 1.6 <sup>c</sup>	0.3 ± 0.7 <sup>c</sup>	5.3 ± 3.7 <sup>b</sup>	6.2 ± 4.3 <sup>b</sup>	10.4 ± 4.4 <sup>a</sup>	11.3 ± 3.4 <sup>a</sup>	11.4 ± 3.3 <sup>a</sup>	11.8 ± 2.5 <sup>a</sup>	13.0 ± 2.5 <sup>a</sup>	12.8 ± 2.2 <sup>a</sup>	12.7 ± 2.2 <sup>a</sup>
Degree of crispness	12.6 ± 1.6 <sup>ab</sup>	13.6 ± 1.9 <sup>a</sup>	10.5 ± 2.4 <sup>bc</sup>	8.6 ± 3.1 <sup>bc</sup>	4.8 ± 4.2 <sup>de</sup>	5.6 ± 2.7 <sup>d</sup>	5.3 ± 3.4 <sup>d</sup>	5.7 ± 2.9 <sup>d</sup>	2.8 ± 1.9 <sup>ef</sup>	2.8 ± 2.2 <sup>ef</sup>	1.3 ± 1.5 <sup>f</sup>
Degree of chewy	3.1 ± 3.1 <sup>c</sup>	2.4 ± 2.7 <sup>c</sup>	4.7 ± 2.6 <sup>bc</sup>	6.2 ± 2.9 <sup>b</sup>	9.2 ± 3.2 <sup>a</sup>	8.2 ± 3.3 <sup>a</sup>	8.4 ± 3.3 <sup>a</sup>	8.0 ± 3.0 <sup>a</sup>	8.6 ± 3.9 <sup>a</sup>	9.3 ± 3.2 <sup>a</sup>	7.0 ± 5.2 <sup>ab</sup>

Table 1-34는 가을배추 중 괴산배추를 0℃에서 저장하면서 실험한 결과로 외관 중 노란색의 선명도는 저장 14일까지 10.4를 유지하다가 저장기간이 증가함에 따라 감소하였다. 절임배추의 향미 중 배추 냄새는 저장 14일까지 비슷한 수준을 유지하다가 저장기간에 따라 감소하였으며, 짠냄새는 저장 초기 2.0으로 나타났으나 저장기간에 따라 증가하였고, 신냄새는 저장 초기 0.7로 거의 없었으나 저장 기간에 따라 증가하여 저장 84일에 9.6으로 가장 높았다. 절임배추의 맛 중 생배추 맛은 저장 초기에 13.1로 가장 높았으며 저장기간이 증가함에 따라 저장 84일에는 3.3으로 감소하였고, 무의 아린맛은 저장기간 동안 유의적인 차이가 없었으며, 신맛은 저장 초기 0.3으로 낮았으나 저장 기간에 따라 증가하여 저장 84일에 가장 높게 나타났다. 조직감 중 아삭한 정도는 저장 초기에 14.2로 나타났으며, 저장기간에 따라 점차 감소하여 저장 49일에 6.1로 가장 낮게 나타났다. Table 1-35는 괴산가을배추를 4℃에 저장하면서 실험한 결과이다. 외관 중 노란색의 선명도는 저장 7일까지 비슷한 수준을 유지하다가 저장기간이 증가함에 따라 감소하였다. 향미 중 배추의 냄새는 저장 14일까지 비슷한 수준을 유지하였고, 저장기간이 증가함에 따라 감소하였으며, 신냄새는 저장 초기에 0.7이었으나 저장 기간이 증가함에 따라 점차 증가하여 저장 56일에는 9.7로 나타났다. 절임배추의 맛 중 생배추 맛은 저장 초기 13.1로 나타났으며 저장기간이 증가함에 따라 감소하여 저장 56일에 3.0으로 나타났다. 무의 아린맛은 저장기간 동안 유의적인 차이가 없었으며, 신맛은 저장 초기에 0.3이었으나 저장 기간이 증가함에 따라 증가하여 저장 49일에 8.2로 가장 높게 나타났다. 괴산가을배추를 10℃에 보관하면서 실험한 결과는 Table 1-36에 나타내었다. 절임배추의 외관 중 노란색의 선명도는 저장 1일에 11.6으로 가장 높았으며 저장 28일에 2.5로 가장 낮게 나타났으나, 높은 저장 온도로 인해 갈변하여 저장 49일에 10.8로 나타났다. 초록색의 선명도는 저장 초기 10.9로 나타났으며 저장 기간에 따라 감소하였다. 향미 중 배추냄새는 저장 초기 비슷한 수준을 유지하다가 저장 기간에 따라 감소하였고, 신냄새는 저장 초기 0.7에서 저장 56일에 10.9로 가장 높았다. 절임배추의 맛 중 생배추 맛은 저장 초기 13.1이었으나 저장 14일부터 급격히 감소하였고, 신맛은 저장 초기 0.3이었으나 저장기간에 따라 증가하여 저장 49일에 11.6으로 가장 높게 나타났다. 조직감 중 아삭한 정도는 저장 초기에 14.2로 나타났고, 저장 28일에 6.7로 가장 낮게 나타났다. Table 1-37은 가을배추 중 괴산배추를 20℃에서 저장하면서 실험한 결과로 외관 중 노란색의 선명도는 저장 3일까지 비슷한 수준을 유지하다가 저장온도가 높음에 따라 급격히 변화하여 저장 3일에 3.2로 낮아졌다가 저장 14일에 11.3으로 나타났는데 이것은 절임배추가 갈변되어 발생한 현상으로 사료된다. 갈색의 정도는 저장 초기 0.8-1.8의 수준을 유지하다 저장 5일부터 급격히 증가하였으며, 초록색의 선명도는 저장 3일까지 비슷한 수준을 유지하다가 점차 감소하였다. 절임배추의 향미 중 신냄새는 저장 초기 0.7이었으나 저장기간에 따라 증가하여 저장 17일에 11.9로 가장 높게 나타났다. 맛 중 생배추 맛은 저장 초기에 13.1로 높았으나 저장 7일에 1.2로 급격히 감소하였고, 단맛은 저장 3일까지 비슷한 수준을 유지하다가 저장기간에 따라 감

소하였으며, 무의 아린맛은 저장기간 동안 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 신맛은 저장 3일까지 비슷한 수준을 유지하다가 저장 5일부터 급격히 높아져 저장 14일에 11.9로 가장 높게 나타났다. 조직감 중 배추의 질긴 정도는 저장 3일까지 1.7-3.8의 수준을 유지하다가 저장 5일부터 증가하였다.

Table 1-34. Sensory evaluation of salted autumn(Geosan) Kimchi cabbage during storage at 0 °C

Sensory attribute(0°C)	0	1	7	14	21	28	42	49	56	70	84
Clarity of yellow	10.4 ± 3.4 <sup>a</sup>	9.5 ± 2.9 <sup>a</sup>	10.3 ± 2.5 <sup>a</sup>	10.4 ± 2.1 <sup>a</sup>	8.4 ± 3.3 <sup>a</sup>	2.9 ± 1.6 <sup>b</sup>	2.2 ± 1.6 <sup>b</sup>	2.5 ± 1.2 <sup>b</sup>	1.5 ± 0.8 <sup>b</sup>	1.6 ± 1.5 <sup>b</sup>	1.9 ± 0.9 <sup>b</sup>
Degree of brown	0.8 ± 0.9 <sup>d</sup>	0.8 ± 0.6 <sup>d</sup>	1.5 ± 2.3 <sup>cd</sup>	1.5 ± 1.3 <sup>cd</sup>	0.8 ± 0.6 <sup>d</sup>	1.4 ± 0.8 <sup>cd</sup>	2.8 ± 2.7 <sup>bc</sup>	3.1 ± 1.7 <sup>b</sup>	3.8 ± 2.3 <sup>ab</sup>	2.8 ± 1.7 <sup>bc</sup>	4.6 ± 2.1 <sup>a</sup>
Clarity of green	10.9 ± 2.6 <sup>ab</sup>	11.6 ± 2.2 <sup>a</sup>	9.8 ± 2.9 <sup>ab</sup>	10.8 ± 2.9 <sup>ab</sup>	10.8 ± 3.2 <sup>ab</sup>	9.5 ± 1.7 <sup>ab</sup>	9.3 ± 2.1 <sup>ab</sup>	8.8 ± 3.2 <sup>bc</sup>	6.9 ± 2.9 <sup>c</sup>	6.6 ± 2.3 <sup>cd</sup>	4.6 ± 2.1 <sup>d</sup>
Degree of gloss	7.4 ± 3.8 <sup>ab</sup>	8.0 ± 3.0 <sup>a</sup>	8.9 ± 2.9 <sup>a</sup>	8.3 ± 3.5 <sup>a</sup>	8.4 ± 3.2 <sup>a</sup>	6.6 ± 1.8 <sup>abc</sup>	4.8 ± 3.1 <sup>bcd</sup>	4.8 ± 3.0 <sup>bcd</sup>	3.7 ± 2.0 <sup>d</sup>	4.0 ± 2.6 <sup>cd</sup>	4.6 ± 2.9 <sup>cd</sup>
Kimchi cabbage flavor	9.7 ± 4.1 <sup>a</sup>	9.8 ± 3.7 <sup>a</sup>	10.4 ± 4.1 <sup>a</sup>	10.3 ± 3.5 <sup>a</sup>	8.6 ± 4.6 <sup>ab</sup>	5.8 ± 3.0 <sup>bc</sup>	5.6 ± 3.4 <sup>bc</sup>	5.4 ± 3.9 <sup>bc</sup>	4.5 ± 2.6 <sup>c</sup>	4.4 ± 3.1 <sup>c</sup>	4.4 ± 3.5 <sup>c</sup>
Salty flavor	2.0 ± 2.3 <sup>d</sup>	3.4 ± 4.2 <sup>cd</sup>	3.6 ± 3.0 <sup>cd</sup>	4.8 ± 3.2 <sup>bcd</sup>	3.3 ± 1.5 <sup>d</sup>	3.8 ± 2.1 <sup>cd</sup>	6.9 ± 3.9 <sup>ab</sup>	6.3 ± 3.4 <sup>abc</sup>	7.4 ± 3.8 <sup>ab</sup>	6.9 ± 3.1 <sup>ab</sup>	8.8 ± 3.5 <sup>a</sup>
Sweet flavor	6.5 ± 4.5 <sup>ab</sup>	6.7 ± 3.0 <sup>b</sup>	8.0 ± 4.3 <sup>a</sup>	7.2 ± 2.9 <sup>ab</sup>	5.7 ± 3.9 <sup>ab</sup>	4.5 ± 4.1 <sup>b</sup>	6.7 ± 3.3 <sup>ab</sup>	4.8 ± 3.0 <sup>ab</sup>	4.5 ± 2.5 <sup>b</sup>	4.7 ± 2.4 <sup>b</sup>	7.1 ± 2.8 <sup>ab</sup>
Sour flavor	0.7 ± 0.9 <sup>f</sup>	1.3 ± 2.6 <sup>e</sup>	1.5 ± 2.8 <sup>e</sup>	3.4 ± 3.0 <sup>de</sup>	2.8 ± 2.2 <sup>de</sup>	4.8 ± 3.6 <sup>cd</sup>	6.7 ± 4.1 <sup>bc</sup>	6.6 ± 3.8 <sup>bc</sup>	7.4 ± 2.7 <sup>abc</sup>	7.9 ± 3.8 <sup>ab</sup>	9.6 ± 2.6 <sup>a</sup>
Kimchi cabbage taste	13.1 ± 2.3 <sup>a</sup>	10.6 ± 3.8 <sup>ab</sup>	10.9 ± 3.4 <sup>ab</sup>	10.5 ± 3.7 <sup>ab</sup>	9.7 ± 4.6 <sup>b</sup>	6.6 ± 3.8 <sup>bc</sup>	6.8 ± 3.9 <sup>c</sup>	5.5 ± 3.7 <sup>cd</sup>	4.1 ± 2.8 <sup>cd</sup>	3.4 ± 2.6 <sup>d</sup>	3.3 ± 2.1 <sup>d</sup>
Salty taste	2.7 ± 3.6 <sup>cd</sup>	3.2 ± 3.5 <sup>d</sup>	3.5 ± 3.1 <sup>d</sup>	3.3 ± 2.1 <sup>d</sup>	2.8 ± 2.1 <sup>d</sup>	3.5 ± 1.7 <sup>cd</sup>	4.6 ± 2.9 <sup>bcd</sup>	5.9 ± 2.3 <sup>abc</sup>	7.4 ± 3.1 <sup>a</sup>	6.2 ± 2.4 <sup>ab</sup>	7.4 ± 3.6 <sup>a</sup>
Sweet taste	7.7 ± 5.3 <sup>ab</sup>	6.9 ± 2.7 <sup>abc</sup>	8.4 ± 3.8 <sup>a</sup>	7.7 ± 3.2 <sup>ab</sup>	7.1 ± 3.8 <sup>abc</sup>	5.3 ± 2.9 <sup>bcd</sup>	4.8 ± 2.9 <sup>bcd</sup>	4.1 ± 2.6 <sup>cd</sup>	3.2 ± 1.7 <sup>d</sup>	4.4 ± 2.3 <sup>cd</sup>	4.5 ± 3.0 <sup>cd</sup>
Acrid taste	6.7 ± 5.5 <sup>a</sup>	6.2 ± 4.7 <sup>a</sup>	5.5 ± 4.6 <sup>a</sup>	6.6 ± 5.1 <sup>a</sup>	3.9 ± 3.3 <sup>a</sup>	6.0 ± 3.6 <sup>a</sup>	5.3 ± 3.5 <sup>a</sup>	6.0 ± 4.2 <sup>a</sup>	3.8 ± 3.6 <sup>a</sup>	3.3 ± 2.8 <sup>a</sup>	5.0 ± 4.3 <sup>a</sup>
Bitter taste	2.3 ± 3.6 <sup>bc</sup>	2.3 ± 3.1 <sup>bc</sup>	1.6 ± 3.0 <sup>c</sup>	2.8 ± 3.5 <sup>bc</sup>	1.8 ± 2.4 <sup>bc</sup>	5.1 ± 4.4 <sup>ab</sup>	4.0 ± 4.5 <sup>abc</sup>	4.9 ± 3.8 <sup>abc</sup>	6.5 ± 3.8 <sup>a</sup>	4.1 ± 2.4 <sup>abc</sup>	6.8 ± 4.7 <sup>a</sup>
Sour taste	0.3 ± 0.5 <sup>f</sup>	0.5 ± 0.7 <sup>f</sup>	0.8 ± 0.6 <sup>f</sup>	1.8 ± 1.3 <sup>ef</sup>	1.2 ± 1.4 <sup>ef</sup>	3.2 ± 2.8 <sup>bcd</sup>	2.9 ± 2.6 <sup>cde</sup>	4.7 ± 2.3 <sup>bc</sup>	5.0 ± 3.2 <sup>b</sup>	7.2 ± 2.4 <sup>a</sup>	8.3 ± 3.4 <sup>a</sup>
Degree of crispness	14.2 ± 1.0 <sup>a</sup>	12.5 ± 2.3 <sup>ab</sup>	12.3 ± 2.1 <sup>ab</sup>	10.6 ± 2.3 <sup>bc</sup>	10.3 ± 3.1 <sup>bc</sup>	8.7 ± 2.8 <sup>cd</sup>	8.5 ± 2.9 <sup>cd</sup>	6.1 ± 2.1 <sup>e</sup>	7.3 ± 3.1 <sup>de</sup>	7.3 ± 2.2 <sup>de</sup>	7.1 ± 3.1 <sup>de</sup>
Degree of chewy	1.7 ± 2.3 <sup>d</sup>	3.7 ± 3.5 <sup>cd</sup>	3.9 ± 3.0 <sup>cd</sup>	5.1 ± 2.1 <sup>bc</sup>	4.5 ± 3.1 <sup>c</sup>	5.6 ± 3.2 <sup>abc</sup>	6.3 ± 3.0 <sup>abc</sup>	7.6 ± 2.9 <sup>ab</sup>	8.1 ± 3.3 <sup>a</sup>	7.8 ± 2.1 <sup>ab</sup>	8.0 ± 3.3 <sup>a</sup>

Table 1-35. Sensory evaluation of salted autumn(Geosan) Kimchi cabbage during storage at 4 °C

Sensory attribute(4°C)	0	1	7	14	21	28	42	49	56
Clarity of yellow	10.4 ± 3.4 <sup>a</sup>	9.3 ± 3.8 <sup>a</sup>	11.1 ± 2.5 <sup>a</sup>	6.4 ± 3.5 <sup>b</sup>	2.7 ± 1.9 <sup>c</sup>	2.3 ± 1.2 <sup>c</sup>	3.8 ± 1.7 <sup>c</sup>	2.2 ± 0.8 <sup>c</sup>	1.7 ± 1.5 <sup>c</sup>
Degree of brown	0.8 ± 0.9 <sup>d</sup>	0.8 ± 0.8 <sup>d</sup>	1.0 ± 1.0 <sup>cd</sup>	2.9 ± 2.6 <sup>ab</sup>	2.1 ± 1.9 <sup>bcd</sup>	2.5 ± 1.6 <sup>bc</sup>	4.3 ± 2.4 <sup>a</sup>	3.0 ± 1.9 <sup>ab</sup>	3.2 ± 2.2 <sup>ab</sup>
Clarity of green	10.9 ± 2.6 <sup>a</sup>	9.2 ± 2.9 <sup>ab</sup>	10.3 ± 2.8 <sup>a</sup>	9.7 ± 2.9 <sup>ab</sup>	10.1 ± 3.0 <sup>ab</sup>	5.7 ± 1.8 <sup>cd</sup>	6.2 ± 3.4 <sup>cd</sup>	7.7 ± 2.5 <sup>bc</sup>	4.8 ± 2.4 <sup>d</sup>
Degree of gloss	7.4 ± 3.8 <sup>ab</sup>	8.3 ± 3.1 <sup>ab</sup>	8.8 ± 2.8 <sup>a</sup>	6.0 ± 3.6 <sup>bcd</sup>	6.5 ± 3.0 <sup>abc</sup>	5.9 ± 2.6 <sup>bcd</sup>	5.7 ± 2.3 <sup>bcd</sup>	4.6 ± 2.5 <sup>cd</sup>	3.8 ± 2.2 <sup>d</sup>
Kimchi cabbage flavor	9.7 ± 4.1 <sup>a</sup>	9.9 ± 3.8 <sup>a</sup>	9.7 ± 3.8 <sup>a</sup>	9.1 ± 4.4 <sup>a</sup>	5.9 ± 4.0 <sup>b</sup>	4.2 ± 3.2 <sup>b</sup>	5.3 ± 3.4 <sup>b</sup>	5.3 ± 3.3 <sup>b</sup>	4.3 ± 3.6 <sup>b</sup>
Salty flavor	2.0 ± 2.3 <sup>d</sup>	3.7 ± 3.3 <sup>cd</sup>	4.3 ± 4.3 <sup>bcd</sup>	5.8 ± 3.2 <sup>abc</sup>	7.0 ± 2.5 <sup>ab</sup>	5.2 ± 3.2 <sup>abc</sup>	8.1 ± 3.7 <sup>a</sup>	7.0 ± 3.7 <sup>ab</sup>	7.6 ± 2.3 <sup>a</sup>
Sweet flavor	6.5 ± 4.5 <sup>ab</sup>	6.3 ± 3.3 <sup>ab</sup>	8.3 ± 3.3 <sup>a</sup>	6.0 ± 3.4 <sup>ab</sup>	5.5 ± 2.7 <sup>ab</sup>	4.7 ± 3.4 <sup>b</sup>	5.0 ± 3.7 <sup>b</sup>	6.3 ± 3.4 <sup>ab</sup>	5.1 ± 3.1 <sup>b</sup>
Sour flavor	0.7 ± 0.9 <sup>e</sup>	1.9 ± 3.9 <sup>e</sup>	2.8 ± 3.6 <sup>de</sup>	4.8 ± 3.8 <sup>cd</sup>	6.2 ± 3.1 <sup>bc</sup>	6.2 ± 3.0 <sup>bc</sup>	7.8 ± 3.6 <sup>ab</sup>	8.5 ± 3.8 <sup>ab</sup>	9.7 ± 2.6 <sup>a</sup>
Kimchi cabbage taste	13.1 ± 2.3 <sup>a</sup>	10.9 ± 3.7 <sup>ab</sup>	10.9 ± 3.0 <sup>ab</sup>	9.7 ± 4.3 <sup>bc</sup>	6.9 ± 4.5 <sup>cd</sup>	4.7 ± 4.3 <sup>de</sup>	5.1 ± 3.6 <sup>de</sup>	3.5 ± 3.2 <sup>e</sup>	3.0 ± 2.2 <sup>e</sup>
Salty taste	2.7 ± 3.6 <sup>b</sup>	3.1 ± 3.4 <sup>b</sup>	3.4 ± 3.3 <sup>b</sup>	4.0 ± 2.7 <sup>ab</sup>	5.1 ± 2.4 <sup>ab</sup>	3.9 ± 2.5 <sup>ab</sup>	6.3 ± 3.4 <sup>a</sup>	6.4 ± 3.0 <sup>a</sup>	6.3 ± 3.1 <sup>a</sup>
Sweet taste	7.7 ± 5.3 <sup>a</sup>	7.8 ± 2.4 <sup>a</sup>	8.0 ± 3.0 <sup>a</sup>	6.8 ± 3.8 <sup>ab</sup>	5.1 ± 4.5 <sup>abc</sup>	4.0 ± 2.7 <sup>bc</sup>	4.3 ± 2.8 <sup>bc</sup>	3.8 ± 2.4 <sup>bc</sup>	3.3 ± 2.1 <sup>c</sup>
Acrid taste	6.7 ± 5.5 <sup>a</sup>	6.4 ± 5.0 <sup>a</sup>	4.8 ± 4.6 <sup>a</sup>	6.9 ± 4.0 <sup>a</sup>	3.8 ± 3.6 <sup>a</sup>	6.5 ± 4.7 <sup>a</sup>	4.4 ± 3.1 <sup>a</sup>	4.8 ± 4.3 <sup>a</sup>	4.3 ± 2.7 <sup>a</sup>
Bitter taste	2.3 ± 3.6 <sup>b</sup>	2.1 ± 3.1 <sup>b</sup>	2.3 ± 3.0 <sup>b</sup>	4.3 ± 4.1 <sup>ab</sup>	2.3 ± 2.3 <sup>b</sup>	6.0 ± 4.9 <sup>a</sup>	4.2 ± 3.4 <sup>ab</sup>	5.2 ± 4.2 <sup>ab</sup>	6.3 ± 4.1 <sup>a</sup>
Sour taste	0.3 ± 0.5 <sup>f</sup>	0.7 ± 1.2 <sup>ef</sup>	0.8 ± 1.2 <sup>ef</sup>	2.5 ± 1.8 <sup>de</sup>	3.2 ± 2.3 <sup>d</sup>	4.1 ± 2.8 <sup>cd</sup>	7.0 ± 3.2 <sup>ab</sup>	8.2 ± 3.4 <sup>a</sup>	5.9 ± 3.2 <sup>bc</sup>
Degree of crispness	14.2 ± 1.0 <sup>a</sup>	12.2 ± 2.9 <sup>ab</sup>	11.2 ± 2.7 <sup>bc</sup>	8.8 ± 2.2 <sup>d</sup>	9.8 ± 2.8 <sup>cd</sup>	7.7 ± 2.8 <sup>de</sup>	7.5 ± 2.1 <sup>de</sup>	6.5 ± 3.0 <sup>e</sup>	7.5 ± 2.8 <sup>de</sup>
Degree of chewy	1.7 ± 2.3 <sup>e</sup>	3.2 ± 2.9 <sup>de</sup>	4.1 ± 3.6 <sup>cde</sup>	6.3 ± 2.8 <sup>abc</sup>	5.2 ± 3.0 <sup>bcd</sup>	6.1 ± 3.3 <sup>abc</sup>	7.3 ± 2.5 <sup>ab</sup>	8.0 ± 4.0 <sup>a</sup>	7.9 ± 2.5 <sup>ab</sup>

Table 1-36. Sensory evaluation of salted autumn(Geosan) Kimchi cabbage during storage at 10 °C

Sensory attribute(10°C)	0	1	7	14	21	28	42	49	56
Clarity of yellow	10.4 ± 3.4 <sup>ab</sup>	11.6 ± 2.4 <sup>a</sup>	7.8 ± 2.6 <sup>cd</sup>	2.7 ± 1.8 <sup>e</sup>	6.4 ± 3.1 <sup>d</sup>	2.5 ± 1.4 <sup>e</sup>	9.0 ± 2.6 <sup>bc</sup>	10.8 ± 2.2 <sup>ab</sup>	10.6 ± 2.6 <sup>ab</sup>
Degree of brown	0.8 ± 0.9 <sup>c</sup>	1.8 ± 2.2 <sup>c</sup>	3.3 ± 2.2 <sup>c</sup>	5.9 ± 3.7 <sup>b</sup>	8.0 ± 3.6 <sup>ab</sup>	7.4 ± 4.1 <sup>ab</sup>	8.8 ± 2.4 <sup>a</sup>	5.8 ± 2.8 <sup>b</sup>	6.5 ± 3.3 <sup>ab</sup>
Clarity of green	10.9 ± 2.6 <sup>a</sup>	8.0 ± 3.0 <sup>b</sup>	9.0 ± 2.8 <sup>ab</sup>	5.1 ± 1.7 <sup>c</sup>	2.3 ± 1.2 <sup>d</sup>	3.3 ± 2.6 <sup>cd</sup>	3.2 ± 2.8 <sup>cd</sup>	2.6 ± 2.1 <sup>d</sup>	4.9 ± 2.4 <sup>c</sup>
Degree of gloss	7.4 ± 3.8 <sup>ab</sup>	9.7 ± 2.7 <sup>a</sup>	5.8 ± 2.6 <sup>bc</sup>	4.7 ± 3.2 <sup>bc</sup>	4.8 ± 1.7 <sup>bc</sup>	4.3 ± 2.5 <sup>c</sup>	5.6 ± 3.2 <sup>bc</sup>	5.3 ± 3.2 <sup>bc</sup>	5.6 ± 3.1 <sup>bc</sup>
Kimchi cabbage flavor	9.7 ± 4.1 <sup>a</sup>	10.5 ± 3.8 <sup>a</sup>	5.6 ± 3.5 <sup>b</sup>	4.8 ± 4.0 <sup>b</sup>	3.3 ± 2.6 <sup>b</sup>	4.0 ± 3.6 <sup>b</sup>	3.5 ± 3.1 <sup>b</sup>	3.8 ± 3.4 <sup>b</sup>	3.1 ± 2.8 <sup>b</sup>
Salty flavor	2.0 ± 2.3 <sup>c</sup>	4.4 ± 4.0 <sup>bc</sup>	6.0 ± 3.2 <sup>ab</sup>	8.6 ± 3.7 <sup>a</sup>	8.0 ± 3.2 <sup>a</sup>	7.0 ± 2.8 <sup>ab</sup>	8.6 ± 4.2 <sup>a</sup>	7.8 ± 4.3 <sup>a</sup>	8.3 ± 4.0 <sup>a</sup>
Sweet flavor	6.5 ± 4.5 <sup>ab</sup>	7.3 ± 1.9 <sup>a</sup>	4.4 ± 2.9 <sup>ab</sup>	4.8 ± 3.8 <sup>ab</sup>	4.4 ± 3.4 <sup>ab</sup>	4.1 ± 2.3 <sup>b</sup>	4.3 ± 3.6 <sup>ab</sup>	5.6 ± 3.4 <sup>ab</sup>	4.6 ± 3.4 <sup>ab</sup>
Sour flavor	0.7 ± 0.9 <sup>c</sup>	2.1 ± 3.8 <sup>c</sup>	6.8 ± 3.7 <sup>b</sup>	10.0 ± 2.3 <sup>a</sup>	9.8 ± 3.0 <sup>a</sup>	9.6 ± 2.3 <sup>a</sup>	9.8 ± 3.1 <sup>a</sup>	9.0 ± 3.9 <sup>ab</sup>	10.9 ± 2.4 <sup>a</sup>
Kimchi cabbage taste	13.1 ± 2.3 <sup>a</sup>	9.3 ± 4.0 <sup>b</sup>	7.1 ± 3.4 <sup>b</sup>	2.8 ± 2.2 <sup>c</sup>	3.7 ± 3.1 <sup>c</sup>	2.7 ± 3.1 <sup>c</sup>	3.6 ± 4.1 <sup>c</sup>	2.1 ± 2.2 <sup>c</sup>	2.5 ± 3.1 <sup>c</sup>
Salty taste	2.7 ± 3.6 <sup>c</sup>	5.8 ± 3.5 <sup>ab</sup>	6.3 ± 3.8 <sup>ab</sup>	7.6 ± 3.6 <sup>ab</sup>	6.6 ± 3.2 <sup>ab</sup>	5.6 ± 3.4 <sup>b</sup>	9.1 ± 3.9 <sup>a</sup>	9.0 ± 4.0 <sup>a</sup>	8.4 ± 2.7 <sup>ab</sup>
Sweet taste	7.7 ± 5.3 <sup>a</sup>	6.6 ± 2.5 <sup>ab</sup>	5.6 ± 2.9 <sup>abc</sup>	3.5 ± 2.4 <sup>c</sup>	4.3 ± 2.8 <sup>bc</sup>	3.1 ± 2.8 <sup>c</sup>	3.1 ± 3.1 <sup>c</sup>	3.4 ± 3.0 <sup>c</sup>	3.4 ± 3.0 <sup>c</sup>
Acrid taste	6.7 ± 5.5 <sup>a</sup>	6.0 ± 4.7 <sup>ab</sup>	4.3 ± 4.1 <sup>ab</sup>	5.6 ± 3.4 <sup>ab</sup>	3.8 ± 3.5 <sup>ab</sup>	5.8 ± 4.7 <sup>ab</sup>	2.7 ± 2.8 <sup>b</sup>	3.6 ± 3.2 <sup>ab</sup>	3.3 ± 3.4 <sup>ab</sup>
Bitter taste	2.3 ± 3.6 <sup>b</sup>	2.0 ± 2.0 <sup>b</sup>	3.2 ± 3.3 <sup>ab</sup>	6.2 ± 4.5 <sup>a</sup>	4.1 ± 3.7 <sup>ab</sup>	6.5 ± 4.4 <sup>a</sup>	4.5 ± 4.3 <sup>ab</sup>	5.3 ± 4.4 <sup>ab</sup>	5.1 ± 4.6 <sup>ab</sup>
Sour taste	0.3 ± 0.5 <sup>e</sup>	1.5 ± 2.1 <sup>e</sup>	3.8 ± 2.8 <sup>d</sup>	9.3 ± 3.0 <sup>abc</sup>	7.8 ± 2.8 <sup>c</sup>	8.7 ± 3.4 <sup>bc</sup>	10.5 ± 2.7 <sup>ab</sup>	11.6 ± 2.6 <sup>a</sup>	10.0 ± 2.9 <sup>abc</sup>
Degree of crispness	14.2 ± 1.0 <sup>a</sup>	11.2 ± 2.4 <sup>b</sup>	8.0 ± 2.5 <sup>c</sup>	7.1 ± 2.4 <sup>c</sup>	7.4 ± 3.0 <sup>c</sup>	6.7 ± 2.4 <sup>c</sup>	6.7 ± 3.0 <sup>c</sup>	6.8 ± 3.2 <sup>c</sup>	9.1 ± 3.1 <sup>bc</sup>
Degree of chewy	1.7 ± 2.3 <sup>c</sup>	4.4 ± 3.3 <sup>b</sup>	7.9 ± 2.6 <sup>a</sup>	8.3 ± 2.5 <sup>a</sup>	7.6 ± 2.9 <sup>a</sup>	6.8 ± 2.4 <sup>ab</sup>	8.3 ± 3.1 <sup>a</sup>	7.6 ± 3.2 <sup>a</sup>	6.3 ± 3.1 <sup>ab</sup>



Table 1-37. Sensory evaluation of salted autumn(Geosan) Kimchi cabbage during storage at 20 °C

Sensory attribute(20°C)	0	1	3	5	7	10	14	17	21	24	28
Clarity of yellow	10.4 ± 3.4 <sup>a</sup>	9.4 ± 3.0 <sup>a</sup>	10.3 ± 2.1 <sup>a</sup>	3.2 ± 1.8 <sup>c</sup>	5.9 ± 3.8 <sup>b</sup>	9.2 ± 3.2 <sup>a</sup>	11.3 ± 2.1 <sup>a</sup>	8.8 ± 2.5 <sup>a</sup>	10.8 ± 2.6 <sup>a</sup>	10.6 ± 2.4 <sup>a</sup>	10.3 ± 2.3 <sup>a</sup>
Degree of brown	0.8 ± 0.9 <sup>b</sup>	1.8 ± 1.9 <sup>b</sup>	1.3 ± 1.2 <sup>b</sup>	8.2 ± 3.6 <sup>a</sup>	8.7 ± 4.0 <sup>a</sup>	7.6 ± 2.9 <sup>a</sup>	9.3 ± 3.6 <sup>a</sup>	7.9 ± 4.4 <sup>a</sup>	8.7 ± 4.1 <sup>a</sup>	7.9 ± 4.0 <sup>a</sup>	8.7 ± 2.8 <sup>a</sup>
Clarity of green	10.9 ± 2.6 <sup>a</sup>	9.5 ± 3.0 <sup>a</sup>	10.3 ± 2.5 <sup>a</sup>	3.0 ± 2.4 <sup>bc</sup>	1.6 ± 1.6 <sup>c</sup>	4.9 ± 3.3 <sup>c</sup>	2.8 ± 3.6 <sup>bc</sup>	4.7 ± 2.9 <sup>b</sup>	2.0 ± 1.7 <sup>c</sup>	3.7 ± 3.2 <sup>bc</sup>	4.1 ± 3.4 <sup>bc</sup>
Degree of gloss	7.4 ± 3.8 <sup>abc</sup>	9.0 ± 3.2 <sup>ab</sup>	9.5 ± 2.4 <sup>a</sup>	5.7 ± 3.0 <sup>c</sup>	5.3 ± 3.5 <sup>c</sup>	6.9 ± 2.7 <sup>bc</sup>	6.2 ± 2.9 <sup>c</sup>	5.8 ± 2.1 <sup>c</sup>	5.0 ± 2.4 <sup>c</sup>	6.3 ± 2.8 <sup>c</sup>	5.6 ± 2.4 <sup>c</sup>
Kimchi cabbage flavor	9.7 ± 4.1 <sup>a</sup>	9.7 ± 3.9 <sup>a</sup>	9.4 ± 3.5 <sup>a</sup>	3.2 ± 2.9 <sup>bc</sup>	2.8 ± 2.1 <sup>bc</sup>	5.5 ± 3.3 <sup>b</sup>	2.3 ± 2.0 <sup>c</sup>	4.1 ± 3.2 <sup>bc</sup>	2.4 ± 2.3 <sup>c</sup>	3.0 ± 2.8 <sup>bc</sup>	2.7 ± 3.5 <sup>bc</sup>
Salty flavor	2.0 ± 2.3 <sup>c</sup>	3.8 ± 4.5 <sup>c</sup>	4.5 ± 3.7 <sup>bc</sup>	7.6 ± 5.1 <sup>ab</sup>	8.0 ± 4.0 <sup>a</sup>	8.5 ± 3.2 <sup>a</sup>	9.3 ± 3.7 <sup>a</sup>	8.8 ± 3.9 <sup>a</sup>	7.9 ± 3.3 <sup>a</sup>	8.9 ± 4.0 <sup>a</sup>	7.1 ± 2.7 <sup>ab</sup>
Sweet flavor	6.5 ± 4.5 <sup>ab</sup>	6.4 ± 2.6 <sup>ab</sup>	8.2 ± 4.1 <sup>a</sup>	4.3 ± 3.1 <sup>bc</sup>	3.5 ± 3.0 <sup>bc</sup>	5.0 ± 3.0 <sup>bc</sup>	4.1 ± 3.9 <sup>bc</sup>	4.7 ± 3.3 <sup>bc</sup>	3.8 ± 3.3 <sup>bc</sup>	4.3 ± 3.7 <sup>bc</sup>	2.7 ± 2.3 <sup>c</sup>
Sour flavor	0.7 ± 0.9 <sup>c</sup>	1.5 ± 3.3 <sup>c</sup>	3.4 ± 3.3 <sup>c</sup>	7.9 ± 4.5 <sup>b</sup>	9.3 ± 3.7 <sup>ab</sup>	9.4 ± 3.3 <sup>ab</sup>	11.3 ± 3.4 <sup>a</sup>	11.9 ± 2.7 <sup>a</sup>	11.7 ± 2.9 <sup>a</sup>	11.2 ± 2.9 <sup>a</sup>	9.7 ± 3.6 <sup>ab</sup>
Kimchi cabbage taste	13.1 ± 2.3 <sup>a</sup>	9.8 ± 3.4 <sup>b</sup>	10.9 ± 3.2 <sup>ab</sup>	1.8 ± 1.4 <sup>cd</sup>	1.2 ± 1.0 <sup>d</sup>	2.3 ± 1.7 <sup>cd</sup>	1.7 ± 2.6 <sup>cd</sup>	3.7 ± 2.9 <sup>cd</sup>	1.7 ± 2.7 <sup>cd</sup>	2.7 ± 3.5 <sup>cd</sup>	3.9 ± 5.0 <sup>c</sup>
Salty taste	2.7 ± 3.6 <sup>c</sup>	6.5 ± 4.0 <sup>ab</sup>	5.3 ± 4.4 <sup>bc</sup>	7.2 ± 3.2 <sup>ab</sup>	7.8 ± 4.1 <sup>ab</sup>	8.2 ± 3.5 <sup>ab</sup>	9.9 ± 3.7 <sup>a</sup>	7.9 ± 4.1 <sup>ab</sup>	7.9 ± 4.2 <sup>ab</sup>	8.6 ± 3.5 <sup>ab</sup>	8.1 ± 3.4 <sup>ab</sup>
Sweet taste	7.7 ± 5.3 <sup>a</sup>	7.4 ± 2.4 <sup>a</sup>	8.0 ± 3.6 <sup>a</sup>	3.4 ± 3.4 <sup>b</sup>	2.5 ± 2.6 <sup>b</sup>	3.5 ± 2.6 <sup>b</sup>	3.1 ± 2.6 <sup>b</sup>	3.8 ± 2.1 <sup>b</sup>	2.7 ± 1.6 <sup>b</sup>	3.1 ± 2.9 <sup>b</sup>	3.3 ± 3.2 <sup>b</sup>
Acrid taste	6.7 ± 5.5 <sup>a</sup>	5.3 ± 4.5 <sup>a</sup>	5.5 ± 4.7 <sup>a</sup>	3.8 ± 3.9 <sup>a</sup>	3.8 ± 4.0 <sup>a</sup>	3.8 ± 3.7 <sup>a</sup>	5.7 ± 4.9 <sup>a</sup>	3.8 ± 3.5 <sup>a</sup>	3.3 ± 3.6 <sup>a</sup>	2.8 ± 3.7 <sup>a</sup>	5.4 ± 3.7 <sup>a</sup>
Bitter taste	2.3 ± 3.6 <sup>cd</sup>	1.3 ± 1.2 <sup>d</sup>	1.8 ± 2.2 <sup>cd</sup>	5.0 ± 4.1 <sup>bc</sup>	7.3 ± 3.9 <sup>ab</sup>	6.6 ± 6.2 <sup>ab</sup>	9.2 ± 3.7 <sup>a</sup>	6.3 ± 4.1 <sup>ab</sup>	5.4 ± 5.3 <sup>bc</sup>	5.4 ± 4.3 <sup>bc</sup>	6.6 ± 2.3 <sup>ab</sup>
Sour taste	0.3 ± 0.5 <sup>c</sup>	1.1 ± 2.3 <sup>c</sup>	0.9 ± 0.7 <sup>c</sup>	9.0 ± 3.9 <sup>b</sup>	10.5 ± 3.5 <sup>ab</sup>	10.8 ± 2.5 <sup>ab</sup>	11.9 ± 2.7 <sup>a</sup>	11.4 ± 2.4 <sup>a</sup>	11.4 ± 2.9 <sup>a</sup>	11.8 ± 2.3 <sup>a</sup>	11.2 ± 2.3 <sup>ab</sup>
Degree of crispness	14.2 ± 1.0 <sup>a</sup>	11.8 ± 2.8 <sup>b</sup>	12.2 ± 1.9 <sup>ab</sup>	6.8 ± 3.2 <sup>c</sup>	6.8 ± 2.8 <sup>c</sup>	7.8 ± 2.9 <sup>c</sup>	7.1 ± 1.8 <sup>c</sup>	6.7 ± 3.3 <sup>c</sup>	7.8 ± 2.9 <sup>c</sup>	5.9 ± 2.8 <sup>c</sup>	6.4 ± 3.8 <sup>c</sup>
Degree of chewy	1.7 ± 2.3 <sup>b</sup>	3.8 ± 3.6 <sup>b</sup>	3.4 ± 3.0 <sup>b</sup>	8.3 ± 2.5 <sup>a</sup>	8.1 ± 3.8 <sup>a</sup>	7.7 ± 2.7 <sup>a</sup>	8.3 ± 2.4 <sup>a</sup>	8.3 ± 3.3 <sup>a</sup>	7.8 ± 2.9 <sup>a</sup>	9.0 ± 2.6 <sup>a</sup>	7.7 ± 2.4 <sup>a</sup>

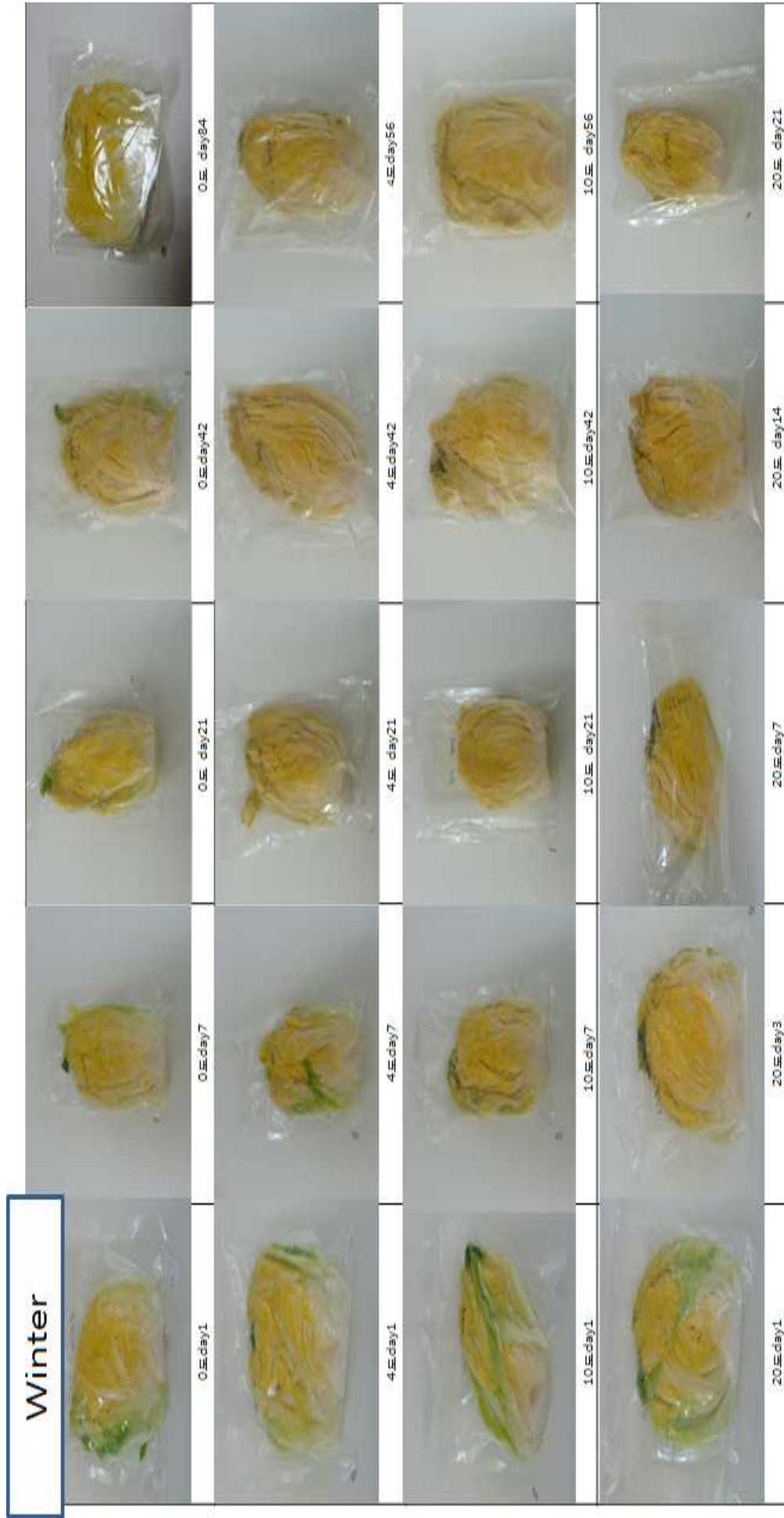


Fig. 1-18. Appearance change of packaged salted winter Kimchi cabbage according to storage temperature and period

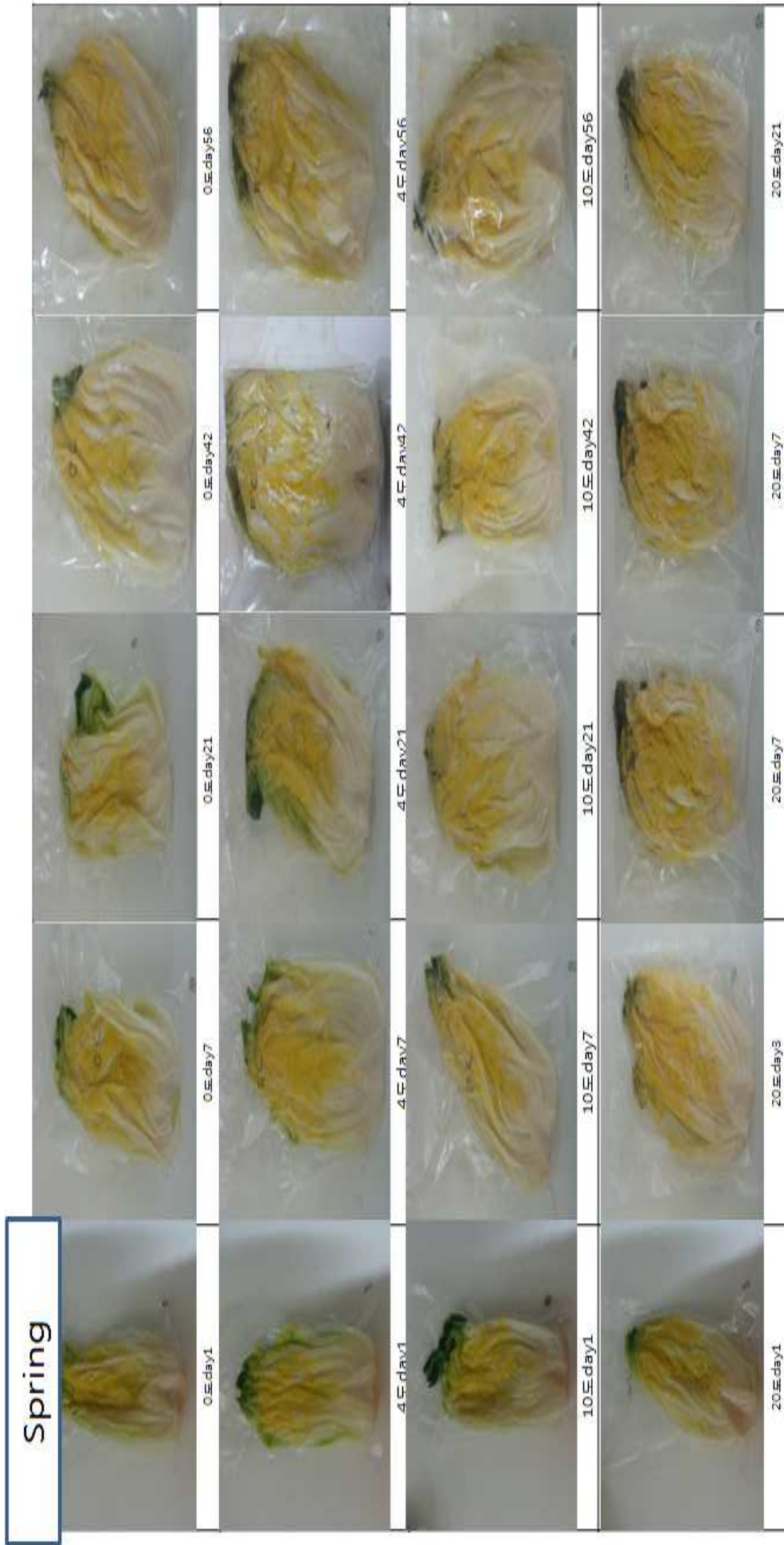


Fig. 1-19. Appearance change of packaged salted spring kimchi cabbage according to storage temperature and period

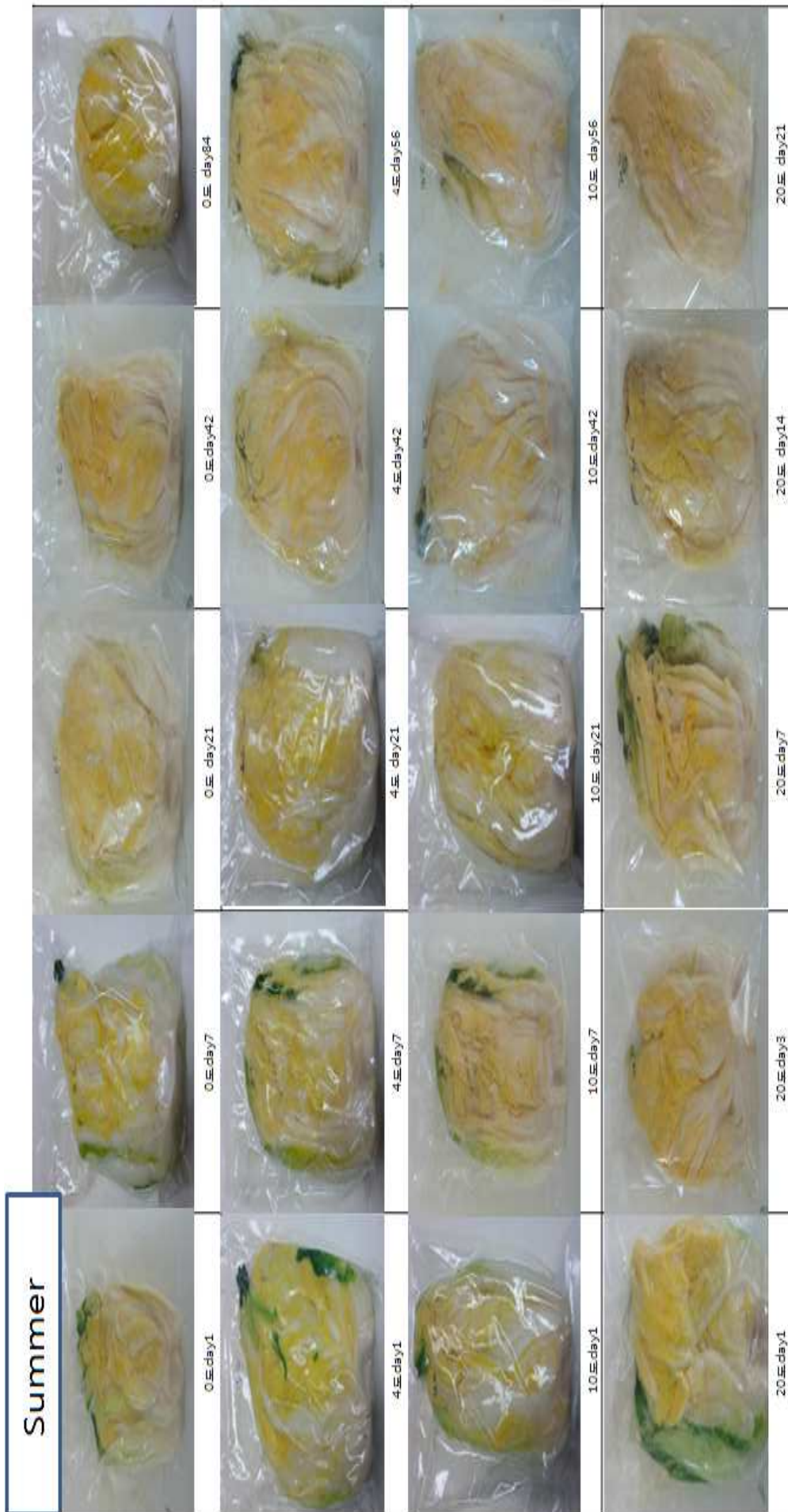
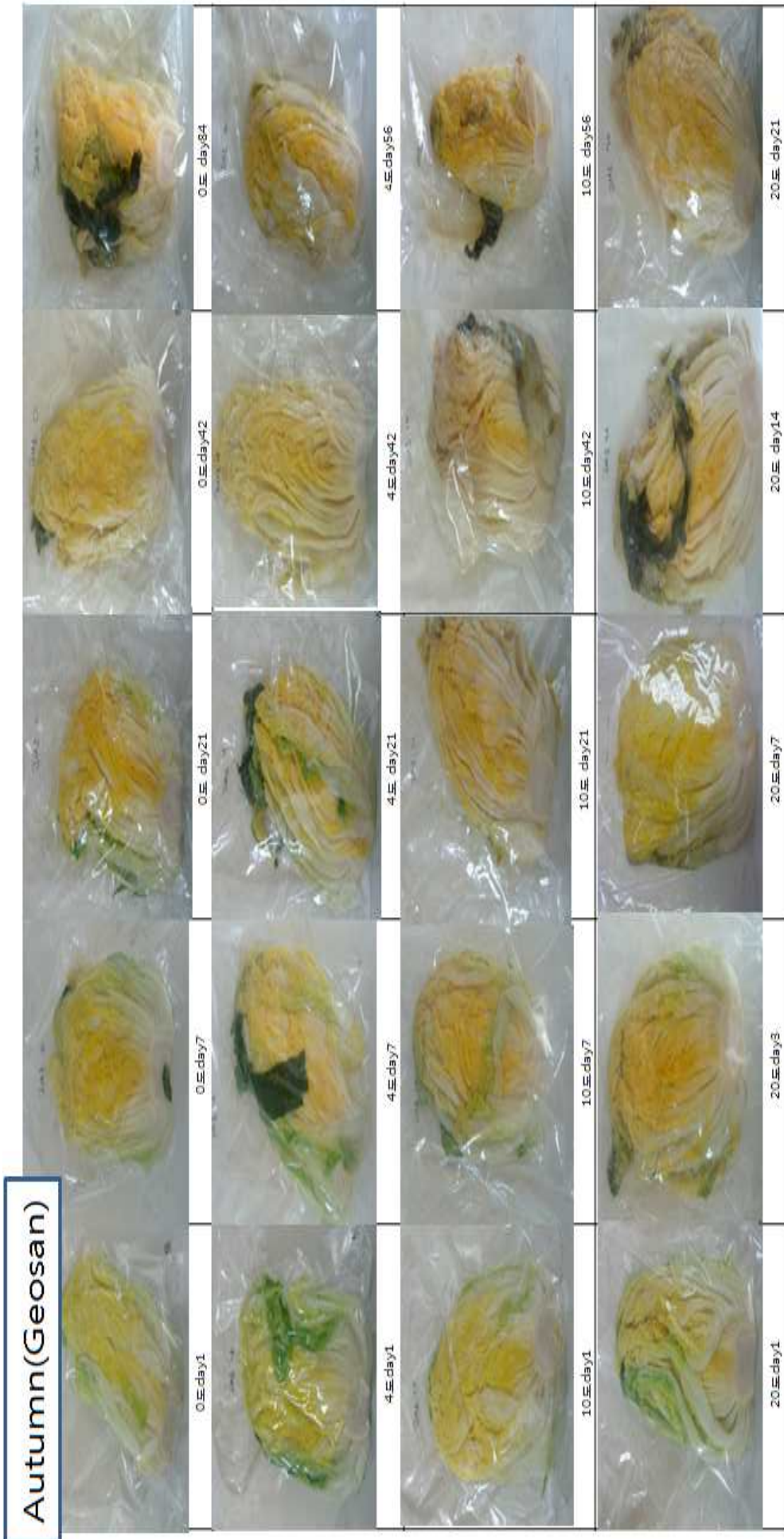


Fig. 1-20. Appearance change of packaged salted summer Kimchi cabbage according to storage temperature and period



Fig. 1-21. Appearance change of packaged salted autumn Kimchi cabbage according to storage temperature and period(Haenam)



Autumn(Geosan)

Fig. 1-22. Appearance change of packaged salted autumn kimchi cabbage according to storage temperature and period(Geosan)

한편 Fig. 1-23과 Fig. 1-24는 저장 1일과 저장 21일의 월동배추와 봄배추로 제조한 절임배추의 품질 특성을 도시한 결과이다. 월동배추와 봄배추 작형에 상관없이 저장 1일에는 저장 온도에 따라 큰 차이가 없이 갈색 정도가 낮았고, 초록색 강도, 광택, 배추 냄새, 노란색 선명도 등에 높은 점수로 분포되어 있다가 저장 21일에는 QDA 패턴이 다른 형태를 나타내는 것을 확인할 수 있다. 봄배추의 경우도 월동배추와 동일하게 저장 기간 21일의 경우 신맛의 패턴이 확연하게 달라져 있음을 알 수 있다. Fig. 1-25은 0℃와 20℃에서의 월동배추와 봄배추의 저장 1일과 21일만을 비교한 것이다. 0℃ 저장의 경우는 각 감각과학 특성 항목에서 1일 저장과 21일 저장과 비교하여 비슷한 점수로 평가되었으나, 20℃에서는 0℃ 패턴과는 다른 형태를 보였는데 저장 1일과 비교하여 저장 21일에는 신맛, 신냄새, 초록색 선명도, 갈색도 등에 점수차가 크게 나타났으나, 작형별로는 확실한 차이를 구분하지 못하였다.

Fig. 1-26는 생배추와 절임배추의 조직을 확인 한 것으로 생배추의 경우 식물 세포벽이 구분되어 보이지 않으나 절임 후에는 배추의 세포벽이 뚜렷하게 나타나는 것을 볼 수 있다. 염 절임에 의해 배추 세포내에 있는 물질이 빠져나가고, 식물 세포벽과 녹지 않은 소금과 함께 있는 것을 확인할 수 있었다.

작형별 절임배추 중 월동배추와 봄배추로 제조된 절임배추의 저장 온도별(0~20℃) 및 저장 기간(1~56일)에 따른 감각과학적 품질 특성간의 상관성을 조사하였다. 작형별로는 감각과학검사 품질 특성 항목간에 단맛을 제외하고 상관성이 없었고, 조직감의 아삭한 정도, 질긴 정도, 신맛, 갈색정도, 배추 냄새 등의 품질 특성은 각 특성 항목과 상관성이 있다고 분석되었다. 상관계수 0.5이상을 기준으로 절임배추의 감각과학적 품질 특성의 상관성을 비교할 때 초록색 선명도는 갈색 정도와 상관성이 있었고, 배추의 광택은 노란색의 선명도, 갈색정도, 초록색 선명도와 상관성이 있었다. 절임배추의 신맛과 아삭한 정도 및 질긴 정도는 초록색의 선명도, 배추 냄새, 신냄새, 생배추 맛과 높은 상관성이 있었다. 즉 절임배추를 온도 및 저장 기간에 따라 측정한 감각과학검사의 경우 작형별로는 단맛과 상관성이 있었고, 다른 감각 과학적 품질 특성에는 영향을 끼치지 않았다

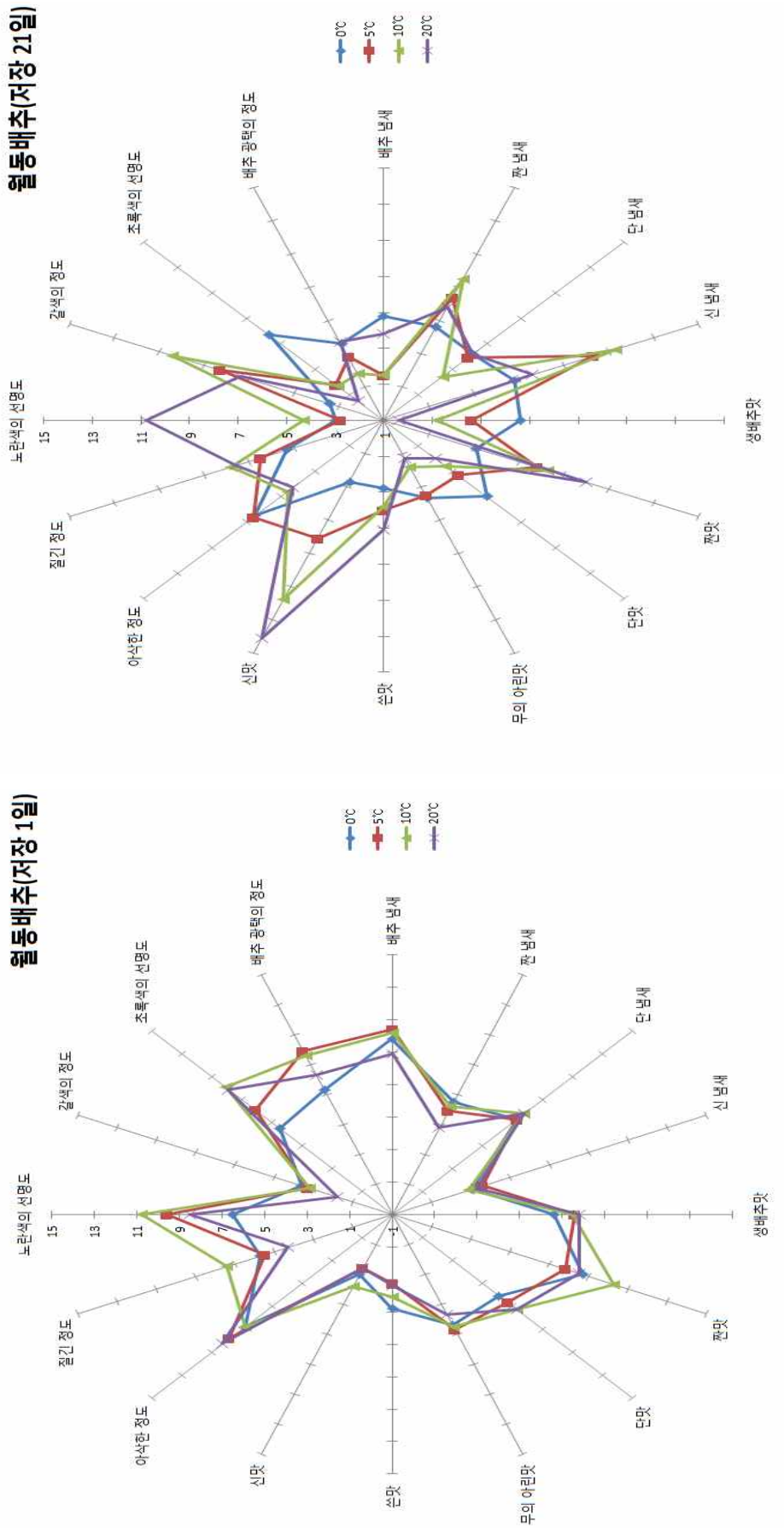
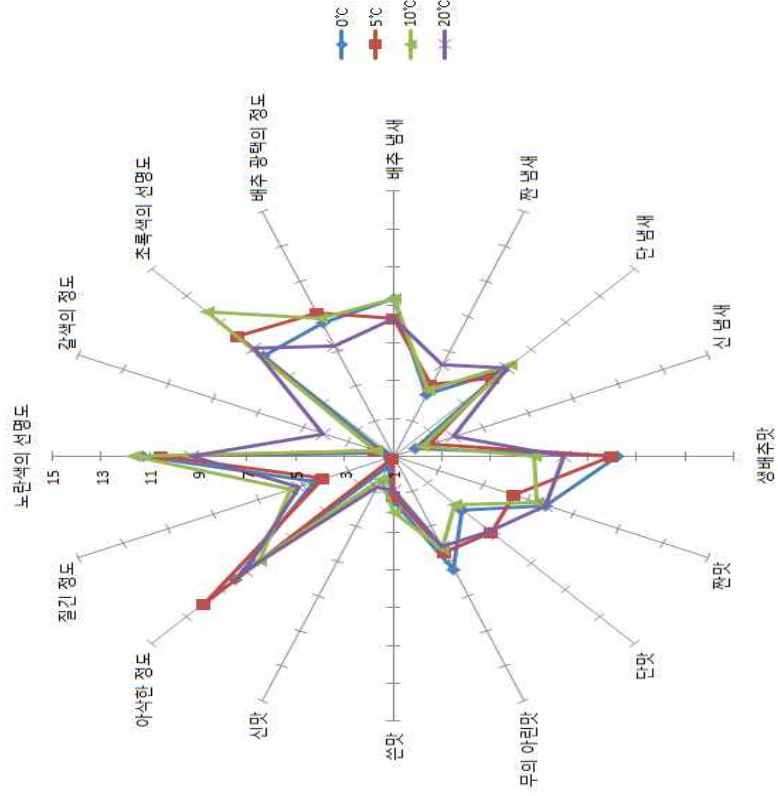


Fig. 1-23. Quantitative descriptive analysis of winter salted Kimchi cabbage according to storage temperature and periods



봄배추(저장1일)



봄배추(저장 21일)

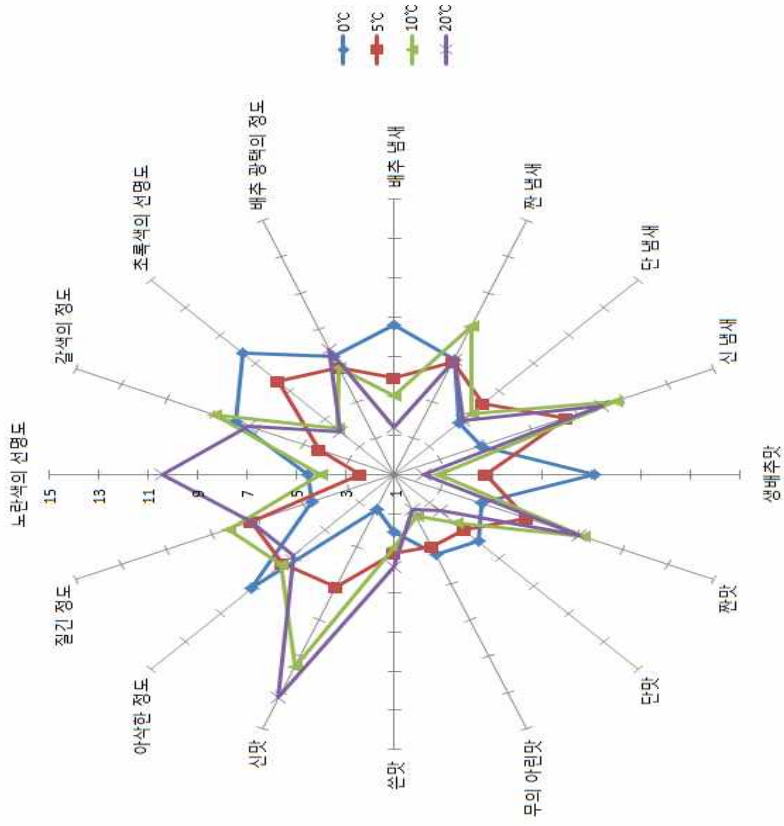


Fig. 1-24. Quantitative descriptive analysis of winter salted Kimchi cabbage according to storage temperature and periods

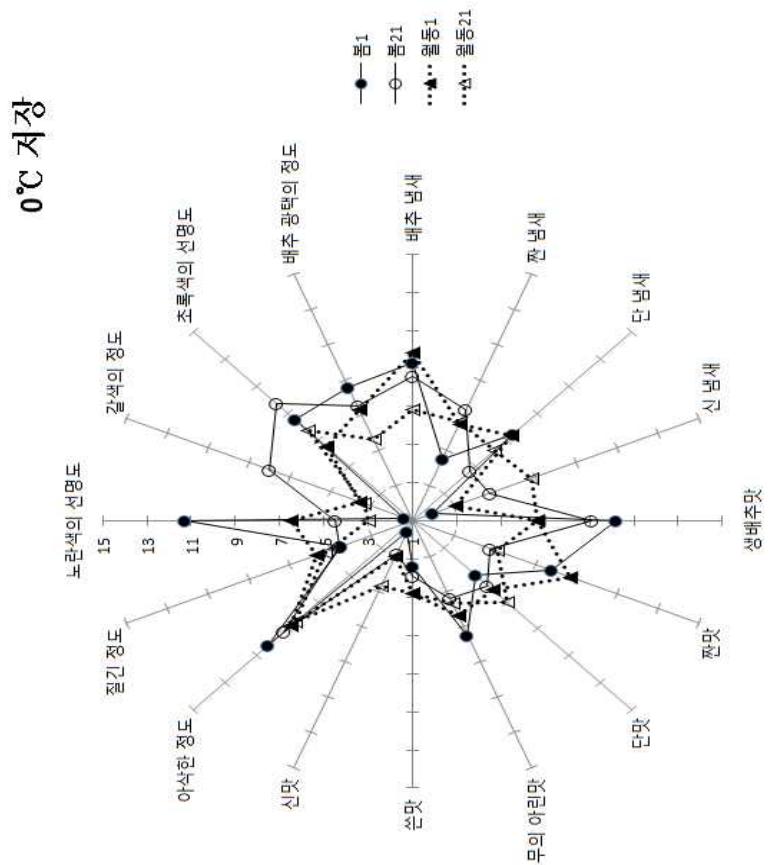
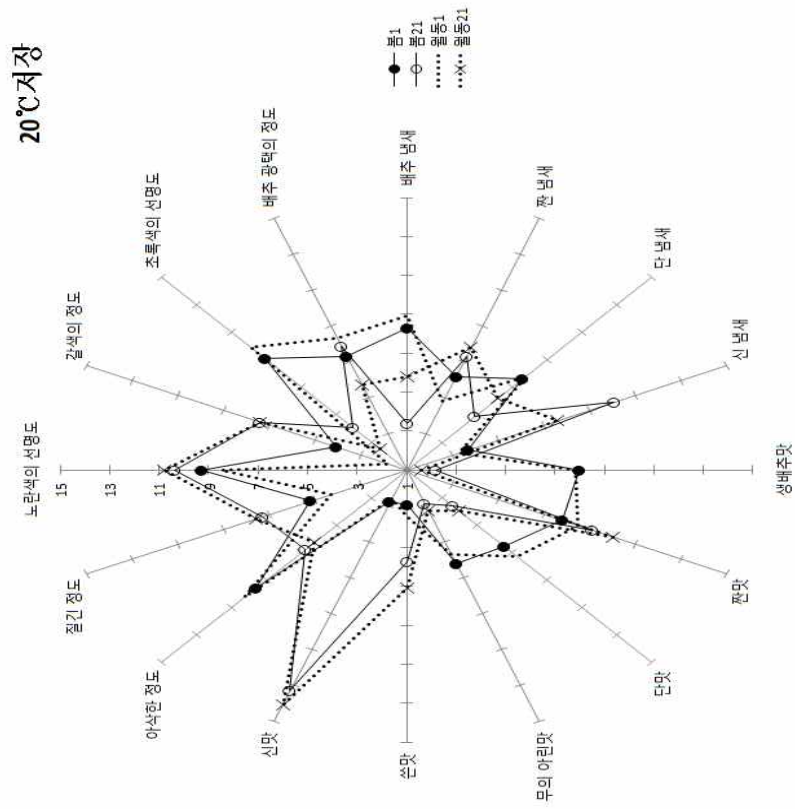


Fig. 1-25. Quantitative descriptive analysis of winter and spring salted Kimchi cabbage at 0°C and 20°C

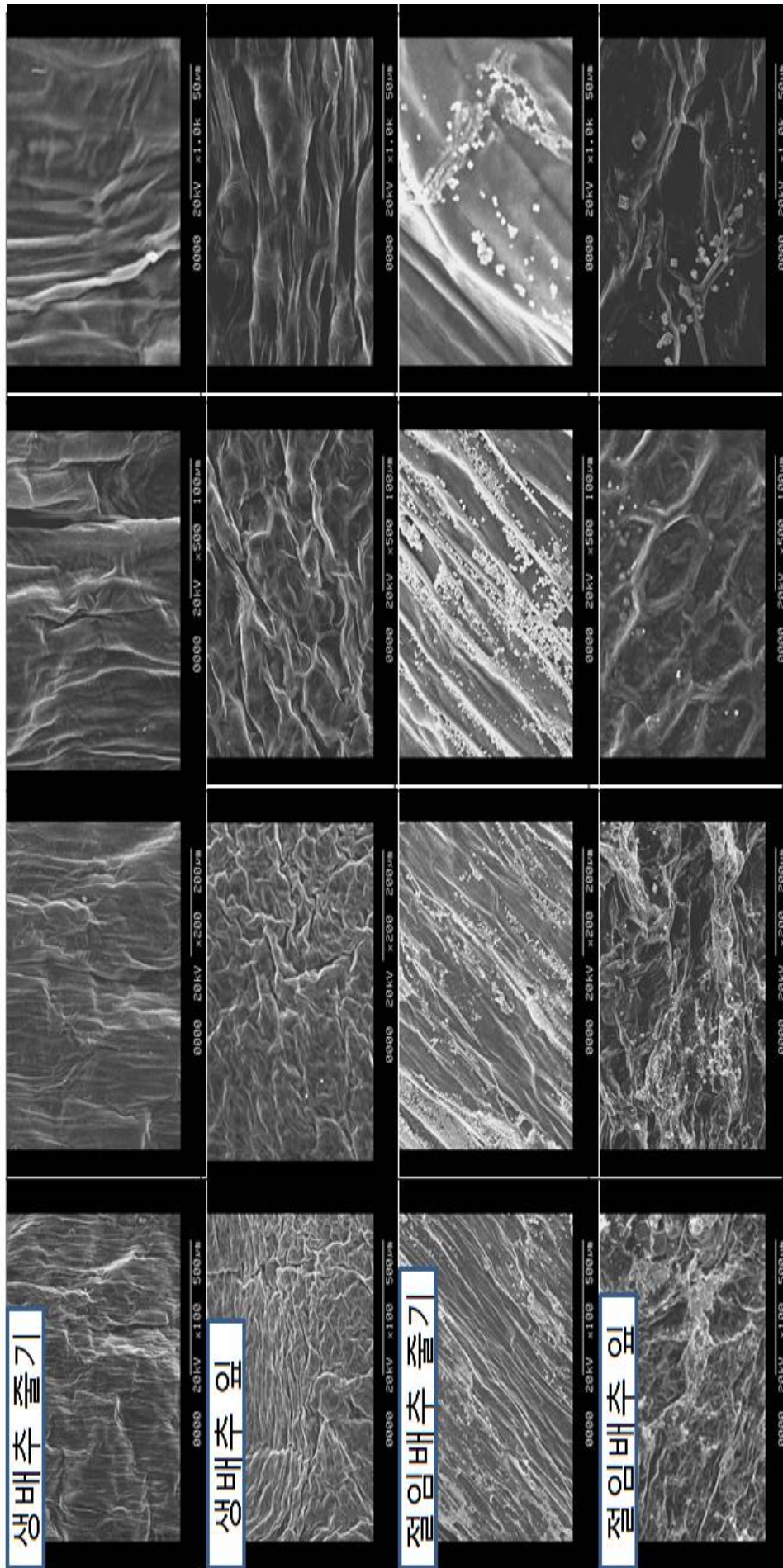
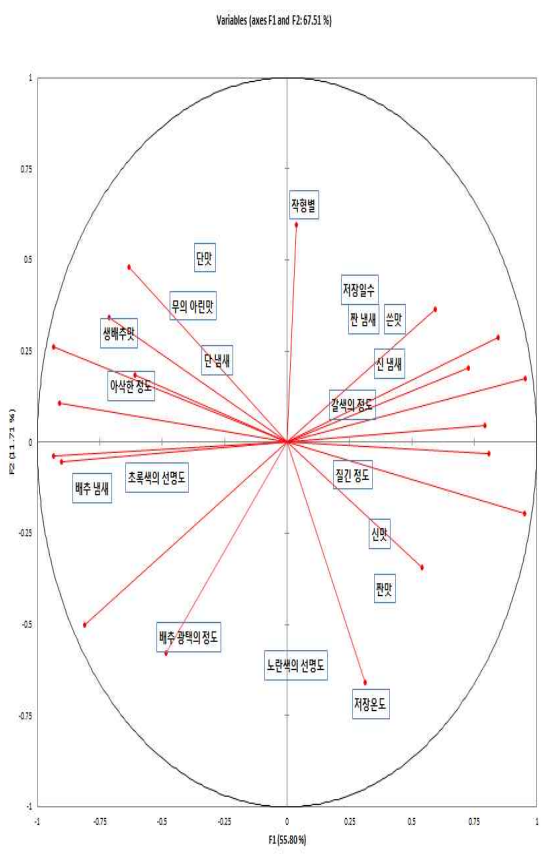


Fig. 1-26. Scanning electron microscopy(SEM) micrographs of Kimchi cabbage and salted Kimchi cabbage (x100~x1,000)

Fig. 1-27은 작형별 절임배추 중 겨울배추와 봄배추의 감각과학적 품질 특성값의 주성분 분석 결과로 감각과학적 품질 특성 20항목중 제1요인과 제2요인에 의한 설명력과 각 항목의 상관성을 나타낸 것이다. 분석 결과 제2요인은 작형별, 저장온도, 노란색 선명도였고, 제1요인은 나머지 감각과학적 품질 특성이었다. 제1요인에 의해 55.80%, 제 2요인에 의해 11.71%의 설명력을 가지고 있었다. Fig. 1-28은 절임배추의 감각과학적 품질 중 신맛을 y값으로 두고, 다른 감각과학적 품질 특성을 x로 하여 회귀 분석 결과 아래와 같은 회귀식으로 나타낼 수 있으며, 이 식에 의해 총변동의 95%를 설명할 수 있다. 이 회귀식에서 신맛에 영향을 주는 인자는 생배추맛> 초록색선명도> 신냄새> 아삭한 정도> 배추냄새> 질긴 정도, 무 아린맛의 순서였다. 또 신맛과 음의 상관성을 보이는 인자는 초록색 선명도, 배추냄새, 생배추맛, 무의 아린맛, 아삭한 정도로 이 값이 크면 신맛이 적고, 이 값이 낮으면 신맛이 강한 것을 알 수 있다. 또 저장온도, 저장일수, 신냄새, 질긴 정도가 증가할수록 신맛과 양의 상관성이 있어 높은 점수로 평가하였다.



	F1	F2
작형별	0.037	<b>0.589</b>
저장온도	0.312	<b>-0.651</b>
저장일수	<b>0.593</b>	0.360
노란색선명도	-0.485	<b>-0.572</b>
갈색 정도	<b>0.789</b>	0.047
초록색 선명도	<b>-0.932</b>	-0.037
배추 광택 정도	<b>-0.809</b>	-0.493
배추 냄새	<b>-0.901</b>	-0.051
짠 냄새	<b>0.843</b>	0.284
단 냄새	<b>-0.609</b>	0.181
신 냄새	<b>0.952</b>	0.173
생배추맛	<b>-0.933</b>	0.257
짠맛	<b>0.540</b>	-0.339
단맛	<b>-0.632</b>	0.473
무의 아린맛	<b>-0.711</b>	0.336
쓴맛	<b>0.723</b>	0.201
아삭한 정도	<b>-0.910</b>	0.107
질긴 정도	<b>0.806</b>	-0.031
신맛	<b>0.950</b>	-0.191

Fig. 1-27. Principal component analysis on sensory attributes of salted Kimchi cabbage

$\text{신맛} = 6.24\text{E-}02 * \text{작형별} + 0.07 * \text{저장온도} + 0.013 * \text{저장일수} + 0.1 * \text{노란색의 선명도} + 0.097 * \text{갈색의 정도} - 0.1 * \text{초록색의 선명도} - 0.014 * \text{배추 광택의 정도} - 0.1 * \text{배추 냄새} + 0.2 * \text{잔 냄새} - 0.0053 * \text{단 냄새} + 0.1 * \text{신 냄새} - 0.2 * \text{생배추맛} + 0.1 * \text{잔맛} - 9.0\text{E-}02 * \text{단맛} - 0.4 * \text{무의아린맛} + 0.049 * \text{쓴맛} - 0.1 * \text{아삭한 정도} + 0.2 * \text{질긴 정도} (R^2=0.961)$

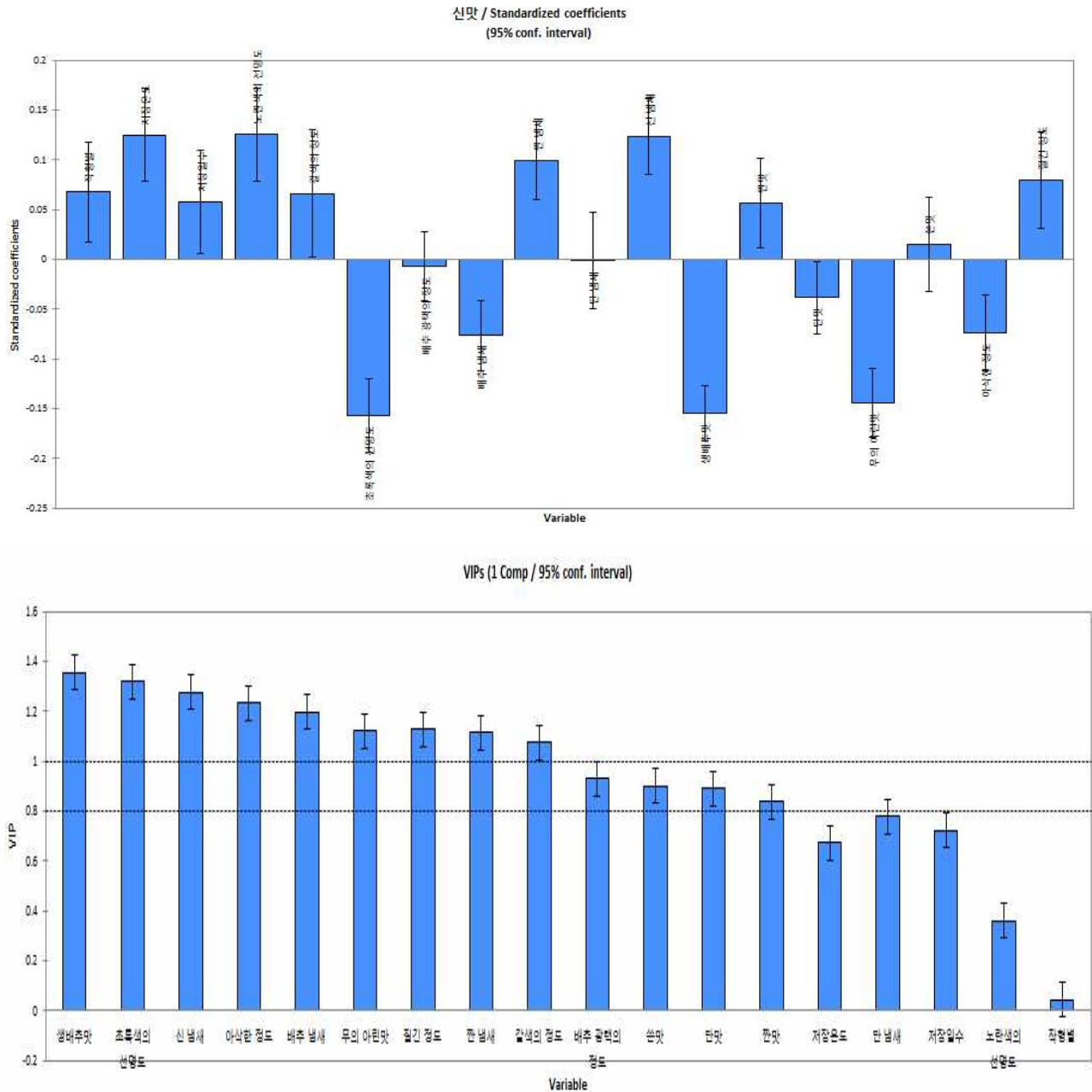


Fig. 1-28. Principal factor of other sensory attributes on the sour taste of salted Kimchi cabbage

Fig. 1-29는 월동 배추 및 봄배추로 제조한 절임배추의 감각과학적 특성을 조사한 후, 신맛을 y값으로 두고 다른 감각과학적 특성은 x값으로 회귀식을 구한 뒤 이 식에 의해 각 시료를 분석하여 도출한 결과이다. 그림 왼편(붉은색)의 위치에서 저장 기간이 증가함에 따라 점차 오른쪽 편으로 이동하는 것을 확인할 수 있다.

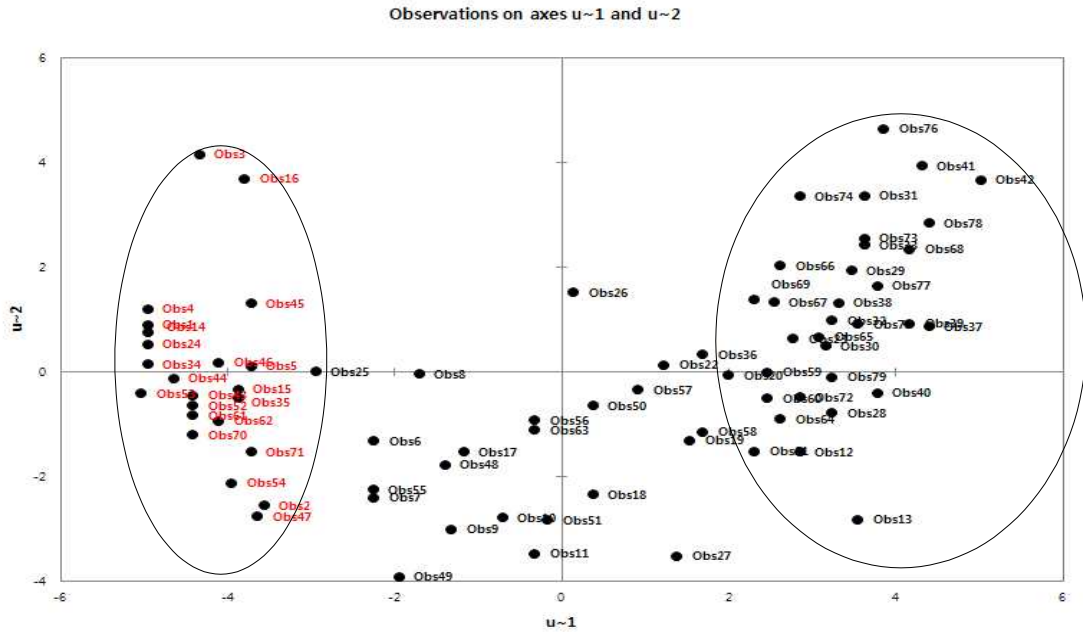


Fig. 1-29. Principal component analysis on the physicochemical properties of salted Kimchi cabbage(winter season)

## 2) 소규모 절임 모델시스템하의 작형별 절임배추 특성 규명

소규모 절임배추 제조업체이면서 본 연구의 참여 기업인 괴산 절임배추(김장김치)의 경우, 작형별로 연중 절임배추를 생산하는 것이 아니라 김장철 11월 한달만 절임배추를 주문 받아 소비자에게 직접 공급하고 있다. 소규모 절임배추 실험은 11월 괴산 소규모 절임배추 농가에서 제공받아 실험을 하였고, 그 결과는 1)작형별 절임배추의 물리화학적 및 감각과학적 품질 요인의 객관화에 연중 절임배추를 생산하는 업체의 실험과 함께 결과 및 고찰을 한 결과 물리화학적 및 감각과학적 품질 변화 패턴이 유사하였다. Fig. 1-30은 비닐하우스에서 농가 단위로 절임배추를 생산하여 소비자에게 공급하고 있는 농가형 절임배추 생산 공정이다. 현재 괴산 절임배추 조합에서는 연중 절임배추를 생산하여 공급할 수 있는 소규모 공장 설립을 하고 있어, 본 연구결과를 활용할 예정이다. Fig. 1-31는 소규모 절임업체를 위한 시설 기본 모델로 약 100여 평을 기준으로 개발한 모델이다.



Fig. 1-30. Small scale salted-Kimchi cabbage preparation(Goesan, 2013. 11)

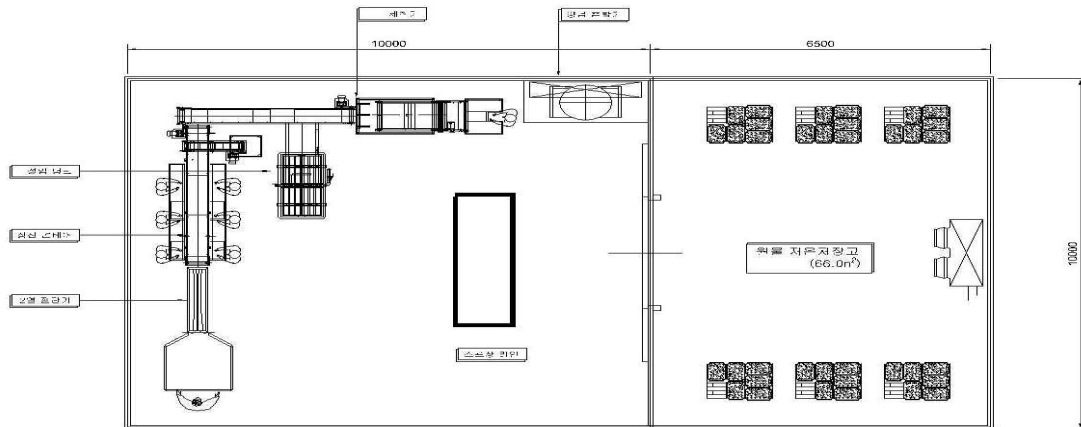


Fig. 1-31. Farmhouse production status of salted Kimchi cabbage and basic

### 3) 김치 제조 및 품질 평가를 통한 작형별 절임배추의 품질 지표 확립

1차년도에 계획되어 있는 본 연구는 1차년(2013년), 2차년(2014년)도에 작형별(봄, 여름, 가을, 겨울) 절임배추 실험을 완료하여 품질 지표 객관화와 품질 지표를 아래와 같이 제시하였다. 저장온도별로 절임배추로의 상품성을 유지한다고 여겨지는 물리화학적 품질 기준과 관능적 품질지표와의 주성분을 분석하였다. 주성분 F1은 저장기간, pH, 적정산도, a값, 미생물균수, 경도와 관능적 품질 특성으로 노란색의 선명도, 배추냄새, 짠내, 신내, 생배추맛, 아삭한 정도와 질긴 정도였고, 주성분 F2는 가용성 고형분 함량, 경도였다. 이중 물리화학적 품질 기준 지표는 pH, 총산도, 경도, a value로 정하였고, 관능적 품질 지표 기준은 신맛, 신냄새, 아삭한 정도, 생배추맛, 노란색 선명도를 품질 지표로 선발하였다. 이 품질 지표의 확립은 2차년도 후반에 절임배추의 상품성 유지기간 설정에서 재확인하였다.

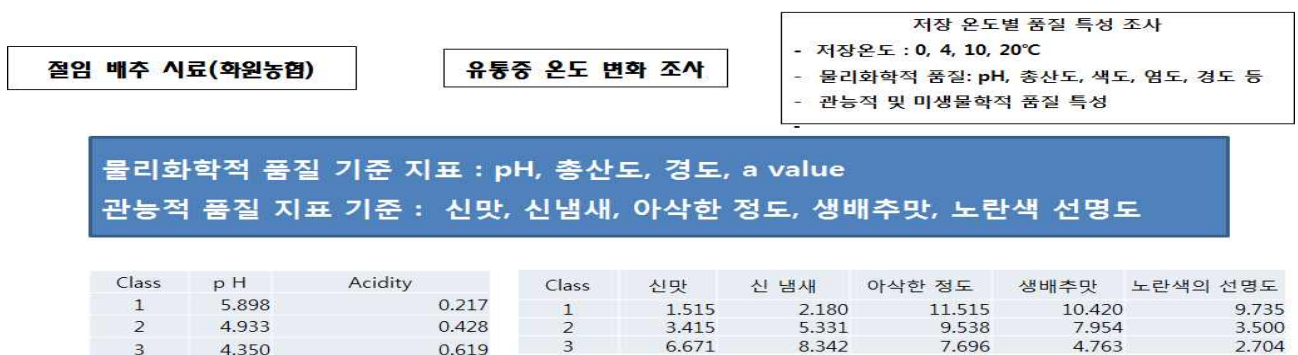


Fig. 1-32. 절임배추의 품질 지표 객관화와 품질지표



## 2. 작형별 소규모 절임배추 생산 공정 표준화

### 가. 생산 공정 단계별 품질 지표의 객관화

#### 1) 절임배추 생산 공정 단계별 품질 지표의 객관화

절임배추 생산 공정 단계별 품질 지표의 객관화를 위하여 대규모 절임배추 제조 공장인 화원농협과 소규모 절임배추 제조 현장인 농가에서 제조된 절임배추의 물리화학적 품질 특성, 감각과학적 특성과 공정 단계별 미생물학적 품질 특성을 조사하였다. Fig. 1-33은 작형별로 제조한 절임배추의 pH를 비교한 것이다. 저장 온도별로 전반적으로 4℃ 저장 초기 부분만 제외하고 봄배추의 pH가 겨울배추보다 약간 낮았다. 적정 산도의 경우(Fig. 1-34)는 pH와 반대로 저장 기간이 증가함에 따라 저장 온도에 관계없이 증가하였는데, 20℃ 저장구는 봄배추의 적정산도가 높았으나, 10℃에서는 적정 산도 함량이 봄배추가 겨울배추보다 낮은 값을 보였다. 5℃와 10℃ 저장의 경우는 겨울배추와 봄배추가 비슷하게 산이 생성되거나 봄배추가 약간 낮은 적정산도 값을 보여 배추의 작형별로 발효 속도가 다른 것을 예측할 수 있었다.

겨울배추와 봄배추로 제조된 절임배추의 저장 온도별(0~20℃) 및 저장 기간(1~56일)에 따른 이화학적 품질 특성간의 상관성을 조사하였다. 겨울배추로 제조한 절임배추의 경우, 저장 기간과 밝기를 나타내는 L값, 붉은색을 나타내는 a값과 pH, 산도 및 가용성 고형분 함량과 상관성이 있었다. 저장 온도는 pH와 산도와 상관성이 있었고, L값은 모든 물리화학적 특성과 상관성이 있었다. 발효의 척도가 되는 pH와 산도의 경우 저장 기간, 저장 온도, L값 및 a값과 비교적 상관성이 높았고, 배추의 경도는 저장기간, L값, a값, pH, 산도 및 가용성 고형분 함량과 상관성이 있었다. 봄배추의 경우도 겨울배추와 유사하게 저장기간과 L, a, pH, 총산도, 가용성 고형분 함량 및 배추의 경도와 상관성이 있었고, 저장 온도에 따라서는 pH와 총산도가 상관성이 있었으며, a값과 pH, 총산도, 가용성 고형분 함량 및 경도와 상관성이 높았다.

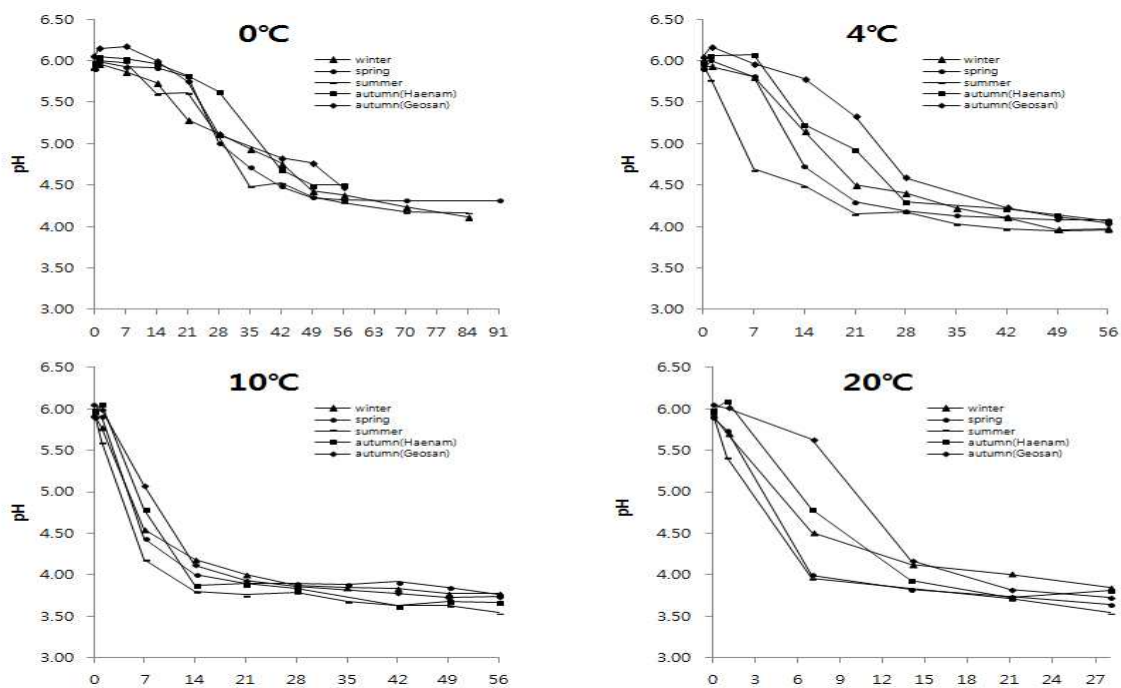


Fig. 1-33. Comparison of pH between winter and spring salted Kimchi cabbage during storage period

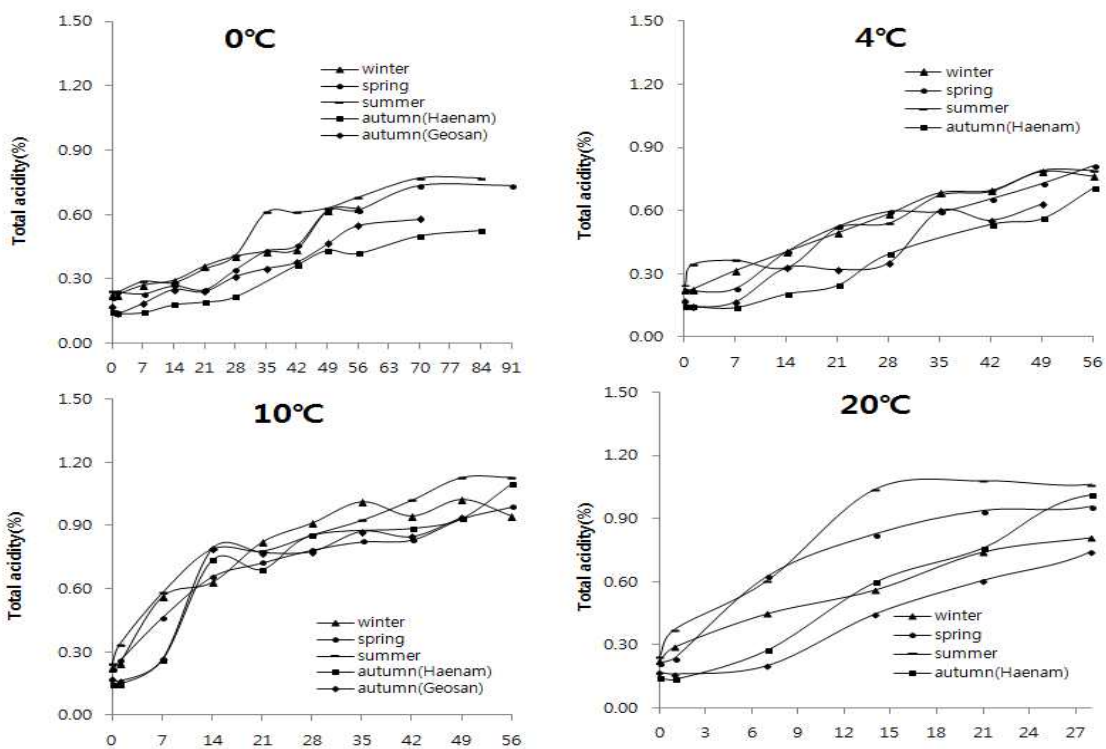


Fig. 1-34. Comparison of titratable acidity salted Kimchi cabbage during storage period

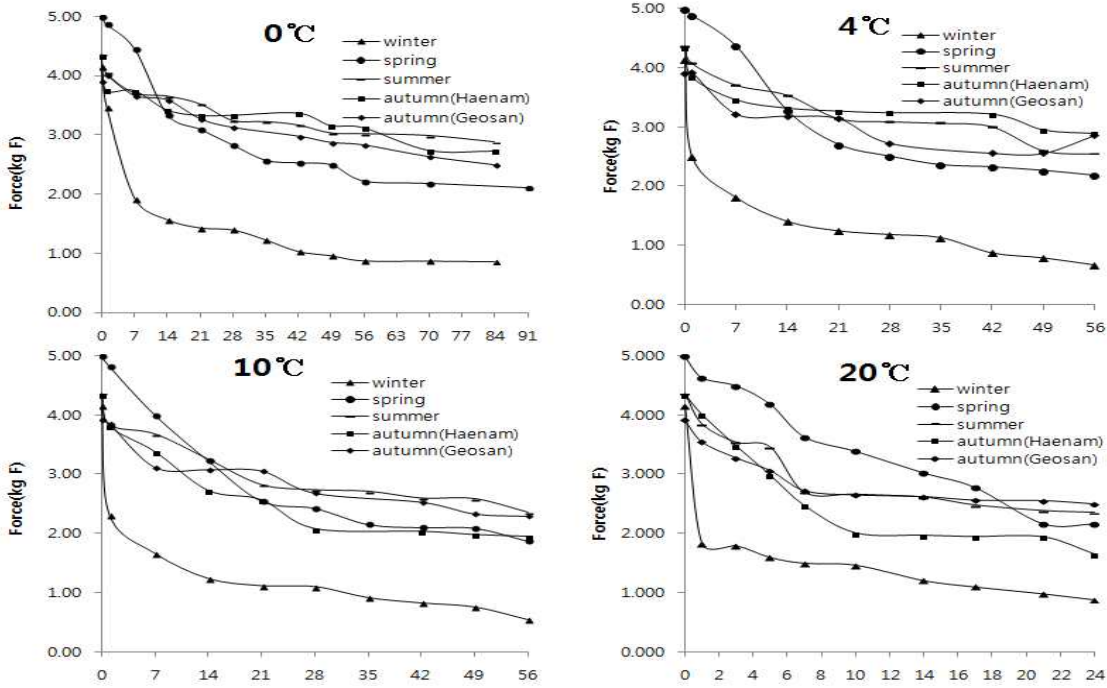


Fig. 1-35. Comparison of force(kg · F) salted Kimchi cabbage during storage period

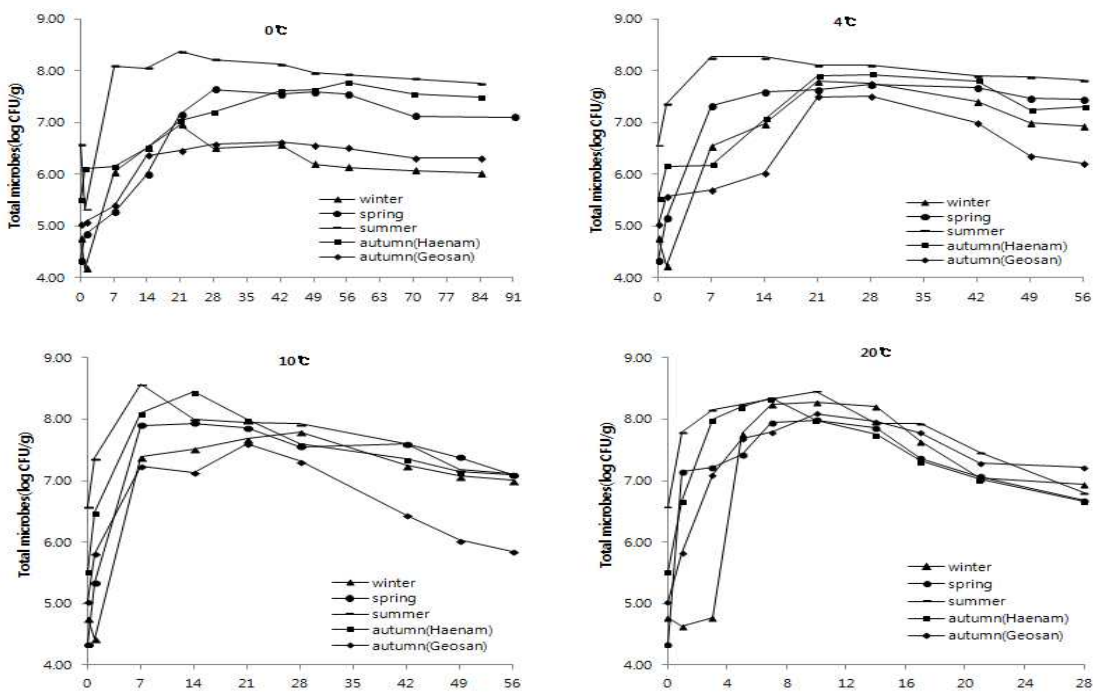


Fig. 1-36. Comparison of total microbes(log CFU/g) salted Kimchi cabbage during storage period

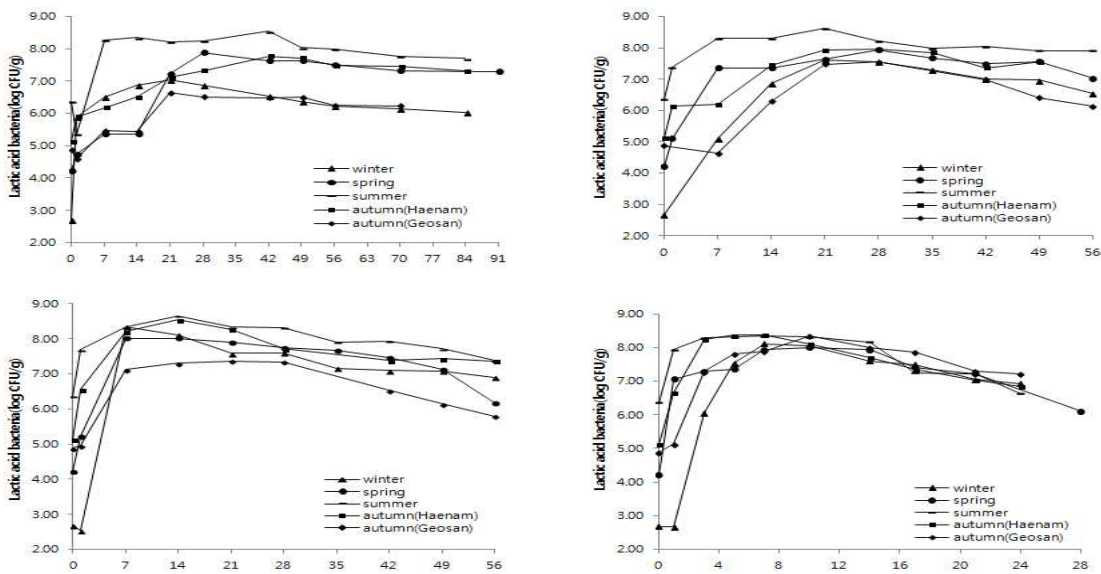


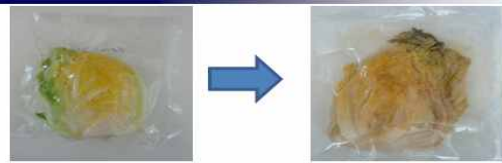
Fig. 1-37. Comparison of lactic acid bacteria(log CFU/g) salted Kimchi cabbage during storage period

대규모 및 소규모 공장에서 제조된 절임배추 감각과학적 품질 요인을 객관화시키기 위하여 훈련된 전문패널원으로 정량적 묘사 분석을 한 결과 3종류의 외관 특성, 4종류의 향 특성, 7개의 맛 특성과 2종류 조직감 품질 요인이 1차년에 도출되었다. 이를 기준으로 작형별 절임배추 제조 직후부터 저장·유통 중의 변화 정도를 조사하여 객관적인 품질 요인과 물리화학적 품질 특성을 기준으로 상품성을 유지기간을 설정하였다. Fig.1-38은 정량적 묘사분석에 의해 도출된 절임배추의 감각과학적 품질 요인과 절임배추 제조 직후와 저장하면서 변화되는 절임배추의 감각과학적 품질 요인을 정량적 묘사분석으로 비교한 결과, 작형별에 상관없이 전반적으로 제조 직후와 저장되어 변화된 절임배추의 특성을 확연하게 변화하는 것을 확인할 수 있었다.

# 관능검사 - 정량적 묘사분석

절임배추  
제조 직후

저장  
절임배추



절임배추	용어정리	
외관	노란색의 선명도 초록색의 선명도 배추 광택의 정도	
향미	배추냄새 짠 냄새 단 냄새 신 냄새	생배추 같은 것 천일염 10% 시판 물엿 10% 식초 0.25%(w/v)
맛	생배추맛(풋맛) 짠맛 단맛 무의 아린맛(매운맛) 쓴맛 신맛 비린맛	생배추 천일염 설탕 6% - 커피 1% 식초 물 비린내
조직감	아삭한 정도 질긴 정도	생배추 0°C 한달 저장한 절임배추

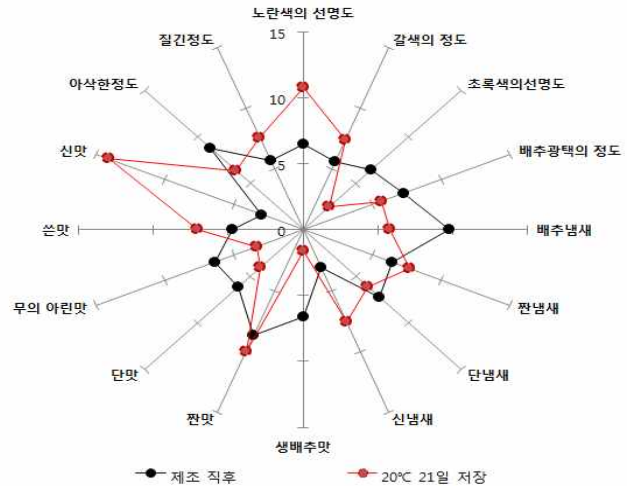


Fig. 1-38. Quantitative descriptive analysis of salted-Kimchi cabbage

Fig. 1-39는 본 연구의 협동 기관인 화원 농협의 절임제조 공장 절임배추 제조 공정 장면이다. 대규모 절임배추 제조 공장은 HACCP 공정에 따라 절임배추를 제조한 후 김치 제조를 하고 있고, 절임배추는 냉장 유통을 하여 하나로 농협과 같은 판매장을 통하거나 소비자에게 직접 판매를 하고 있다. 괴산의 농가형 소규모 절임배추 제조는 소비자 주문에 의해 김장철인 11월 1달만 100평 규모의 비닐하우스에 세절, 절임, 3단계 세척, 탈수를 한 후 포장을 하여 소비자에게 판매되고 있다.



Fig. 1-39. Salted-Kimchi cabbage preparation(Haenam hwawon nonghup, 출처: 홈페이지 참조)

Table 1-38은 대규모 절임배추 및 김치 제조 공장의 제조 공정 단계별 일반 미생물과 병원성 미생물을 조사한 결과이다. 약 14% 내외의 소금물의 세척 전 일반 세균수는 5.0~5.03 log CFU/mL였고, 배추를 세척한 1단계 세척수에는 5.32 log CFU/mL, 2단계 세척수는 5.24 log CFU/mL, 3단계와 4단계 세척수는 각각 4.82, 4.79 log CFU/mL 였고, 절임수는 6.73~7.01 log CFU/mL였다. 원물 배추는 5.1~5.84 log CFU/mL에서 4단계 세척과 탈수한 완제품은 5.32~5.36 log CFU/mL였다. 1단계 세척한 절임배추는 6.32 log CFU/mL, 세척 4단계 세척후 절임배추의 총균수는 6.34 log CFU/mL로 세척 1단계와 큰 차이가 없었다. 원물 배추에 장내 세균이 ND~1.1 log CFU/mL인 반면에 절임수에 4.60~9.30 log CFU/mL로 높게 검출되었는데, 이는 많은 양의 배추가 절임 공정을 거치면서 균이 농축된 것으로 판단된다. B.C의 경우도 원물배추에는 검출되지 않았으나, 절임수에는 1.30~1.50 log CFU/mL가 검출되어 최종 완제품에도 2.0 log CFU/g이 검출되었다. 이도 대량으로 제품을 생산하기 때문에 일부 제품에 오염이 된 것으로 여겨져 좀 더 절임수와 세척수의 관리가 필요하다고 여겨진다. 병원성 미생물의 경우 원물 배추에 토양 미생물인 *Clostridium perfringens* 가 양성 반응이 있었으나, 완제품 및 전 공정에서 병원성 미생물이 검출되지 않았다.

Table 1-39는 소규모 절임배추(농가형) 공정 단계별 일반 미생물 및 병원성 미생물의 변화를 조사하였다. 절임수 및 세척수로 사용하는 지하수의 경우 대규모 공장에서 사용하는 상수도

보다 낮은 2.06 log CFU/mL였고, 1단계 세척수는 2.88 log CFU/g, 2단계와 3단계 세척수 3.67 log CFU/mL, 4.05 log CFU/mL로 세척 단계가 많아질수록 일반 총균수가 증가하는 반면에 세척한 절임배추는 1단계 세척 절임배추 5.56 log CFU/g, 2단계 세척 절임배추 5.58 log CFU/g, 3단계 세척 절임배추 5.84 log CFU/g으로 세척 단계에 큰 차이를 보이지 않았다. 완제품에 대장균은 대규모 절임 공장 제품과 동일하게 균이 검출되었으나 장내 세균은 검출되지 않았다. 소규모 절임배추 공정 단계별 병원성 미생물 검출 정도는 HACCP 대규모 제조 공정 단계에서 검출된 것과 비교할 때 절임 탱크수에 Pathogenic *E.coli*, *Staphylococcus aureus*가 검출되었고, 3단계 세척수, 1, 2단계 세척한 절임배추에 *Staphylococcus aureus*가 검출되었다.

이상의 결과에서 대규모 및 소규모 절임배추 제조 단계별 절임 탱크수와 세척수의 관리가 이루어져야 한다고 여겨진다.

한편 작형별 절임배추의 물리화학적, 감각과학적 품질 지표 기준으로 절임배추의 상품유지 기간을 예측한 결과이다. 작형별, 제조 공정에 따라 차이가 어느 정도 있지만 전반적으로 절임배추의 물리화학적 품질 지표는 pH, 총산도, 경도, a값이었고, 감각과학적 품질 지표는 신맛, 신냄새, 조직감과 관련있는 아삭한 정도, 생배추 맛, 노란색의 선명도였다. 이를 기준으로 절임배추의 상품성 유지 기간은 20°C의 경우 pH기준으로는 1일, 총산도와 감각과학검사 결과로는 2-3일정도 유지가 되고, 10°C는 약 3-5일, 4°C 저장의 경우 약 7-10일, 0°C에는 약 10-20일 상품성이 유지되었다.

Table 1-38. Microbiology detection in the preCressing step of salted-Kimchi cabbage(Large-scale salted-Kimchi cabbage factory) 2013. 11. 26

지역	일자	인원 번호	내 역	일반세균수 (logCFU/g.ml)	곰팡이 (logCFU/g.ml)	대장균군 (MPN/g.ml)	장내세균 (MPN/g.ml)	대장균	바실러스 세레우스(BC ***) (CFU/g, ml)	병원성대 장균 (PEC)	대장군 0157:H7	살모넬라 (SAL)	황색포도 상구균 (SA)	리스테리아 모노사이토제 니스 (LM)	클로스트리디 움 퍼프린젠스 (CP)
해남	131126	1	상수도(원수)	3.9	<25 (CFU/ml)	<0.03	<0.03	음성	<10	음성	음성	음성	음성	음성	음성
해남	131126	2	소금물①	5.0	1.6	9.3	<0.3	음성	<10	음성	음성	음성	음성	음성	음성
해남	131126	3	소금물②	5.0	2.0	4.3	4.3	음성	<10	음성	음성	음성	음성	음성	음성
해남	131126	4	세척 1단계수	5.3	2.5	46.0	<0.3	음성	<10	음성	음성	음성	음성	음성	음성
해남	131126	5	세척 2단계수	5.2	2.7	46.0	<0.3	음성	<10	음성	음성	음성	음성	음성	음성
해남	131126	6	세척 3단계수	4.8	2.4	15.0	<0.3	음성	<10	음성	음성	음성	음성	음성	음성
해남	131126	7	세척 4단계수	4.8	2.1	24.0	<0.3	음성	<10	음성	음성	음성	음성	음성	음성
해남	131126	8	절임수①	7.0	2.2	46.0	9.3	음성	15	음성	음성	음성	음성	음성	음성
해남	131126	9	절임수②	6.7	2.2	46.0	46.0	음성	13	음성	음성	음성	음성	음성	양성
해남	131126	10	원물 배추①	5.1	4.0	6.3	1.1	음성	<100	음성	음성	음성	음성	음성	음성
해남	131126	11	원물 배추②	5.8	3.2	6.9	<3	음성	<100	음성	음성	음성	음성	음성	음성
해남	131126	12	완제품①	5.3	2.0	8.6	<3	음성	<100	음성	음성	음성	음성	음성	음성
해남	131126	13	완제품②	5.4	1.9	4.6	<3	음성	<100	음성	음성	음성	음성	음성	음성
해남	131126	14	세척수거품												
해남	131126	15	소금물에 절인 배추①	6.4	1.6	30.0	220.0	음성	<100	음성	음성	음성	음성	음성	음성
해남	131126	16	소금물에 절인 배추②	6.2	1.7	18.6	92.0	음성	<100	음성	음성	음성	음성	음성	음성
해남	131126	17	세척1단계후 절임배추	6.3	2.0	92.0	<3	음성	<100	음성	음성	음성	음성	음성	음성
해남	131126	18	세척2단계후 절임배추	7.7	3.0	220.0	<3	음성	<100	음성	음성	음성	음성	음성	음성
해남	131126	19	세척3단계후 절임배추	6.3	1.4	48.0	7.0	음성	<100	음성	음성	음성	음성	음성	음성
해남	131126	20	세척4단계후 절임배추	6.3	1.4	92.0	<3	음성	<100	음성	음성	음성	음성	음성	음성
해남	131126	21	배추 절이는 소금	1.3	<250 (CFU/g)	<3	<3	음성	<100	음성	음성	음성	음성	음성	음성



지역	일자	일련번호	내역	병원성대장균	대장균 0157:H7	살모넬라	황색포도상구균	리스테리아 모노사이토제니스	클로스트리디움 퍼프린젠스
해남	131126	1	1번 1단 세척조	음성	음성	음성	음성	음성	음성
해남	131126	2	1번 2단 세척조	음성	음성	음성	음성	음성	음성
해남	131126	3	1번 3단 세척조	음성	음성	음성	음성	음성	음성
해남	131126	4	1번 4단 세척조	음성	음성	음성	음성	음성	음성
해남	131126	5	2번 1단 세척조	음성	음성	음성	음성	음성	음성
해남	131126	6	2번 2단 세척조	음성	음성	음성	음성	음성	음성
해남	131126	7	2번 3단 세척조	음성	음성	음성	음성	음성	음성
해남	131126	8	2번 4단 세척조	음성	음성	음성	음성	음성	음성
해남	131126	9	배추탈수망①	음성	음성	음성	음성	음성	음성
해남	131126	10	배추탈수망②	음성	음성	음성	음성	음성	음성
해남	131126	11	절임조 ①	음성	음성	음성	음성	음성	음성
해남	131126	12	절임조 ②	음성	음성	음성	음성	음성	음성

Table 1-39. Microbiology detection in the processing step of salted-Kimchi cabbage(small-scale salted-Kimchi cabbage factory)

지역	일자	일련 번호	내역	일반세균수 (logCFU/g.ml)	곰팡이 (logCFU/g.ml)	대장균군 (MPN/g.ml)	장내 세균 (MPN/g. ml)	대장 균	BC (CFU/g. ml)	병원성 대장균	대장균 O157:H7	SAL	SA	LM	CP
괴산	131126	22	지하수	2.1	<25 (cfu/ml)	<0.03	<0.03	음성	<10	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	131126	23	절임탱크수	6.1	4.0	46.0	21.0	<b>양성</b>	82	음성	음성	<b>양성</b>	음성	음성	음성
괴산	131126	24	절임조물	5.8	3.8	46.0	46.0	음성	16	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	131126	25	세척 1단계수	2.9	1.5	0.9	<0.3	음성	<10	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	131126	26	세척 2단계수	3.7	2.2	0.9	<0.3	음성	<10	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	131126	27	세척 3단계수	4.1	2.6	2.3	<0.3	음성	<10	음성	음성	<b>양성</b>	음성	음성	음성
괴산	131126	28	원물 배추 ①	6.6	2.6	<0.3	<0.9	음성	27	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	131126	29	원물 배추 ②	6.6	3.7	2.7	72.0	음성	42	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	131126	30	완제품 ①	5.7	2.8	1.5	<0.6	음성	<100	음성	음성	음성	음성	음성	<b>음성</b>
괴산	131126	31	완제품 ②	4.6	2.8	0.7	<0.6	음성	<100	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	131126	32	세척전위에있는배추	6.0	2.8	92.0	<0.6	음성	<100	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	131126	33	세척전아래있는배추	6.0	2.7	92.0	18.6	음성	26	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	131126	34	세척1단계 후절임배추	5.6	3.0	220.0	1.5	음성	<100	음성	음성	음성	<b>양성</b>	음성	음성
괴산	131126	35	세척2단계 후절임배추	5.6	3.1	48.0	1.8	음성	<100	음성	음성	음성	<b>양성</b>	음성	음성
괴산	131126	36	세척3단계 후절임배추	5.8	3.1	30.0	4.0	음성	<100	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	131126	37	배추 절이는 소금	2.0	<250 (CFU/g)	<3	<3	음성	<100	음성	음성	음성	음성	음성	음성

지역	일자	일련번호	내역	병원성 대장균	대장균 0157:H7	살모넬라	황색포도상구균	리스테리아 모노사이토제니스	클로스트리디움 퍼프린젠스
괴산	131126	13	배추 절단조	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	131126	14	탈수조 상단	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	131126	15	탈수조 하단	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	131126	16	저장온반용기	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	131126	17	세척조 상단	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	131126	18	무절단기	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	131126	19	절입조	음성	음성	음성	음성	음성	음성

지역	일자	일련 번호	내역	일반세균수 (logCFU/g,ml)	곰팡이 (logCFU/g,ml)	대장균군 (MPN/g,ml)	장내세균 (MPN/g,ml)	대장균	BC (CFU/g, ml)	병원성 대장균	대장균 0157:H7	SAL	SA	LM	CP
괴산	141121	1	A-완제품 ①	5.8	2.8	8.6	8.8	음성	<100	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	141121	2	A-완제품 ②	6.0	2.6	8.6	47.8	음성	<100	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	141121	3	A-세척 1단계배추	6.0	3.2	91.9	91.9	양성	<100	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	141121	4	A-세척 2단계 배추	6.1	3.0	219.3	219.3	음성	<100	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	141121	5	A-세척 3단계배추	5.5	2.6	220.3	4.0	음성	<100	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	141121	6	B-절여진배추(세척진)	6.3	3.4	91.6	219.1	음성	<100	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	141121	7	C-완제품 ①	6.0	2.8	42.2	48.2	음성	<100	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	141121	8	C-완제품 ②	5.7	2.5	219.1	47.8	음성	<100	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	141121	9	C-세척중배추	5.6	2.6	220.8	7.2	양성	<100	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	141121	10	A-절임조물	6.1	2.3	4.3	1.1	음성	<10	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	141121	11	B-절임조물	6.8	2.8	110.0	<0.3	음성	<10	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	141121	12	C-절임조물	6.3	2.7	110.0	5.3	음성	54	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	141121	13	A-원수	2.4	<25 (CFU/ml)	<0.03	<0.03	음성	<10	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	141121	14	B-원수	3.3	<25 (CFU/ml)	<0.03	<0.03	음성	<10	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	141121	15	C-원수	1.1	<25 (CFU/ml)	<0.03	<0.03	음성	<10	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	141121	16	A-원물 ①	6.3	3.7	136.9	<0.3	음성	<100	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	141121	17	A-원물 ②	6.4	3.2	12.8	<0.3	음성	<100	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	141121	18	B-원물 ①	6.1	3.2	282.6	<0.3	음성	<100	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	141121	19	B-원물 ②	5.9	2.6	1.1	<0.3	음성	<100	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	141121	20	C-원물 ①	5.9	2.7	2.2	<0.3	음성	<100	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	141121	21	C-원물 ②	6.3	3.3	71.7	<0.3	음성	<100	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	141121	22	C-세척진물	<25 (CFU/ml)	<25 (CFU/ml)	<0.03	<0.03	음성	<10	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	141121	23	A-세척조 1번 물	6.4	3.0	11.0	4.6	음성	<10	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	141121	24	A-세척조 2번 물	5.9	3.0	4.6	11	음성	<10	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	141121	25	A-세척조 3번 물	5.5	2.8	2.1	4.6	양성	<10	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	141121	26	A-소금	3.0	<25 (CFU/g)	<3	<3	음성	<100	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	141121	27	B-소금	<250 CFU/ml)	<25 (CFU/g)	<3	<3	음성	<100	음성	음성	음성	음성	음성	음성
괴산	141121	28	C-소금	2.3	<25 (CFU/g)	<3	<3	음성	<100	음성	음성	음성	음성	음성	음성

지역	일자	일련 번호	내 역	일반세균수 (logCFU/g.ml)	곰팡이 (logCFU/g.ml)	대장균군 (MPN/g.ml)	장내세균 (MPN/g.ml)	대장균	BC (CFU/g. ml)	병원성 대장균	대장균 0157:H7	SAL	SA (logCFU/g.ml)	LM	CP (logCFU/g.ml)
음성	150422	1	절임중 배추	6.2	4.0	425.1	<3	음성	<100	음성	음성	음성	<100	음성	<100
음성	150422	2	1차세척후배추	5.9	3.6	83.8	13.5	음성	<100	음성	음성	음성	<100	음성	<100
음성	150422	3	2차세척후배추	6.2	4.0	240.0	<3	음성	<100	음성	음성	음성	<100	음성	<100
음성	150422	4	3차세척후배추	6.0	3.3	249.0	<3	음성	<100	음성	음성	음성	<100	음성	<100
음성	150422	5	선별배추	6.2	3.5	44.1	44.1	음성	<100	음성	음성	음성	<100	음성	<100
음성	150422	6	2시간탈수후배추	6.2	3.6	1,081.6	42.2	음성	<100	음성	음성	음성	<100	음성	<100
음성	150422	7	절임완제품(1)	6.0	2.4	43.2	<3	음성	<100	음성	음성	음성	<100	음성	<100
음성	150422	8	절임완제품(2)	6.3	2.5	93.0	7.3	음성	<100	음성	음성	음성	<100	음성	<100
음성	150422	10	원수	<25 (CFU/ml)	<25 (CFU/ml)	<0.03	<0.03	음성	<10	음성	음성	음성	<10	음성	<10
음성	150422	11	절임조물	6.0	2.7	4.3	<0.03	음성	<10	음성	음성	음성	<10	음성	<10
음성	150422	12	1차 세척수	5.3	2.4	11.0	<0.03	음성	<10	음성	음성	음성	<10	음성	<10
음성	150422	13	2차 세척수	5.7	2.3	2.1	<0.03	음성	<10	음성	음성	음성	<10	음성	<10
음성	150422	14	3차 세척수	5.5	2.0	4.6	<0.03	음성	<10	음성	음성	음성	<10	음성	<10
음성	150422	15	소금	<250 (CFU/g)	<250(CFU/g)	<3	<3	음성	<100	음성	음성	음성	<100	음성	<100

#### 나. 작형별 절임배추 저장성 향상 전처리 기술 연구

##### 1) 절임배추 장·단기 유통모델시스템에서 작형별 절임배추의 품질 변화 분석

절임배추의 제조 공장에서 소비자에게 이르는 유통 과정 중의 온도나 습도 변화를 조사하기 위하여 제조 공장에서 절임배추 제조 후부터 포장, 수송, 판매처 저장고, 연구원까지 절임배추의 온도와 습도를 추적하였다(Fig. 1-40). 그 결과 제조 직후부터 운송 과정 중 온도는 4℃, 습도는 90% 이상을 유지하였다. Fig. 1-41은 실험실 도착 후 온도별 저장 실험중의 절임배추 온도와 습도 변화를 나타낸 패턴이다. 0℃ 저장구는 온도 평균은 약 0.5℃ 습도는 약 78%였고, 5℃ 저장구의 온도의 평균은 약 4.1℃, 습도는 약 86%였다. 10℃ 저장구는 온도 평균 약 9.9℃ 습도는 약 85%였고, 20℃ 저장구의 평균 온도는 약 19.0℃ 습도는 약 53%였다(Fig. 1-42). Fig. 1-43은 봄배추 저장 실험시 각 저장 온도별 온습도를 추적한 결과로 0℃ 저장구는 온도 평균은 약 0.5℃ 습도는 약 80%였고, 5℃ 저장구의 온도의 평균은 약 6.3℃ 습도는 약 98%였다. 10℃ 저장구는 온도 평균 약 9.9℃ 습도는 약 93%였고, 25℃ 저장구의 평균 온도는 약 24.8℃ 습도는 약 63%였다. 월동배추와 봄배추 온도별 온습도 추적 결과 5℃ 저장구만 약 2℃의 차이가 있었으며, 다른 저장구의 온도는 고정시킨 온도를 잘 유지하였고, 습도의 경우는 20-25℃를 제외하고 약 80% 이상을 유지하였다.

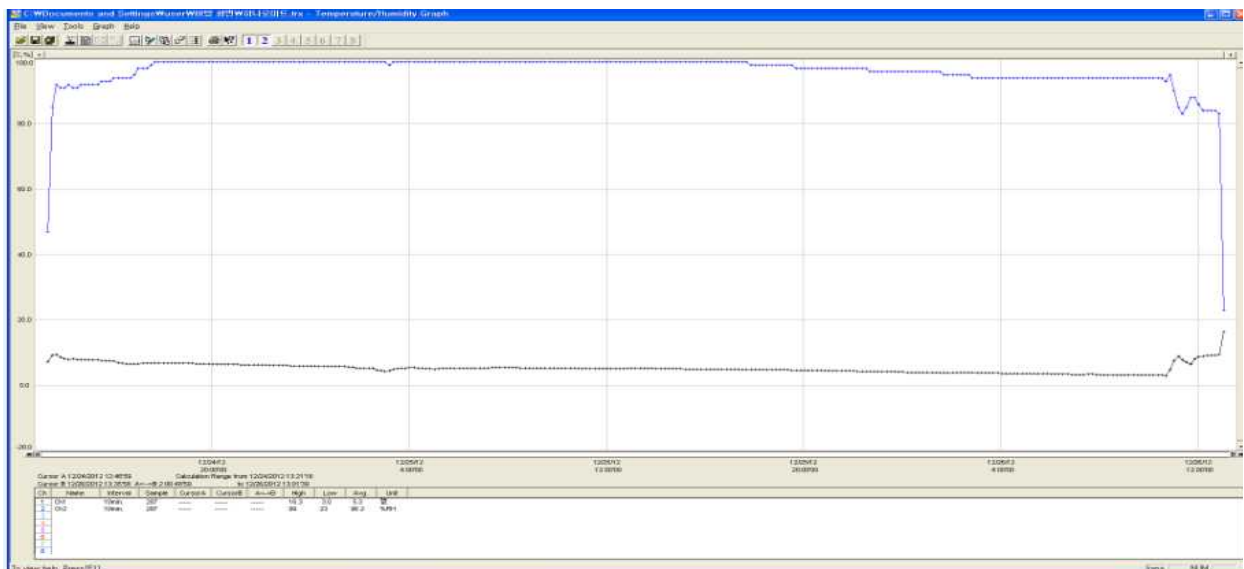


Fig. 1-40. Change on the temperature and humidity of salted Kimchi cabbage from company to KFRI laboratory

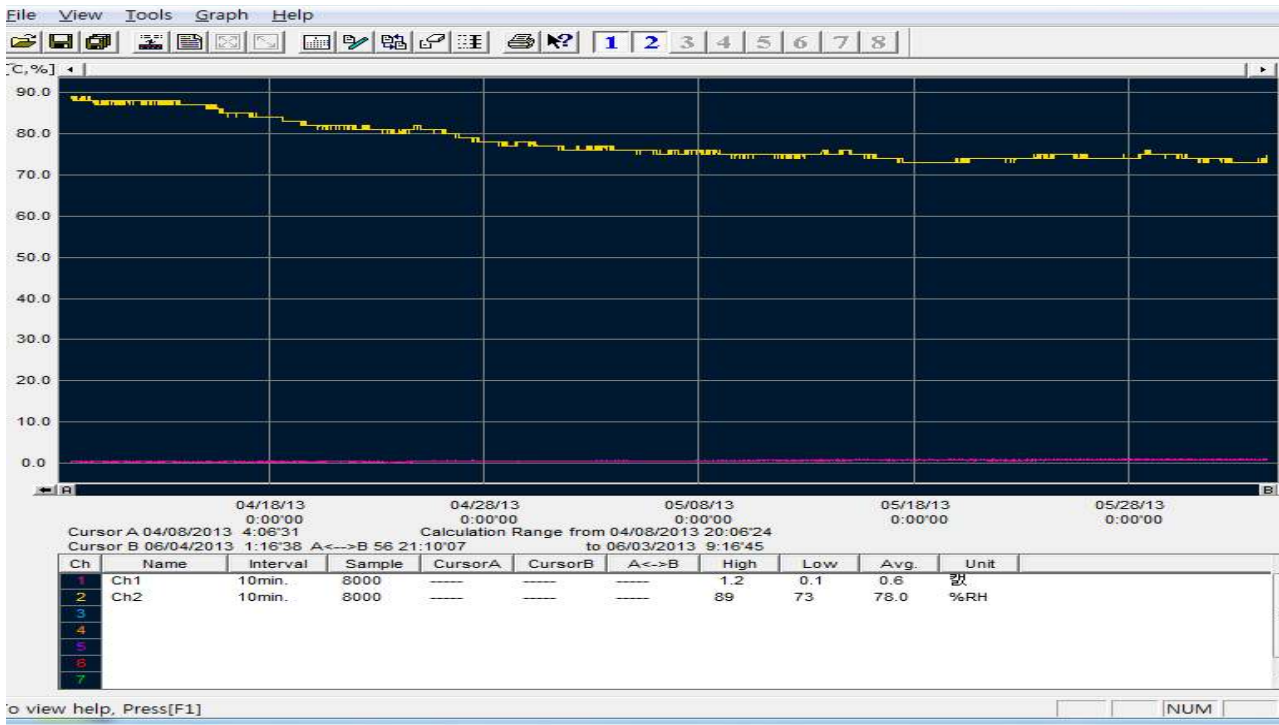


Fig. 1-41. Temperature and humidity pattern of salted Kimchi cabbage during storage period 0°C

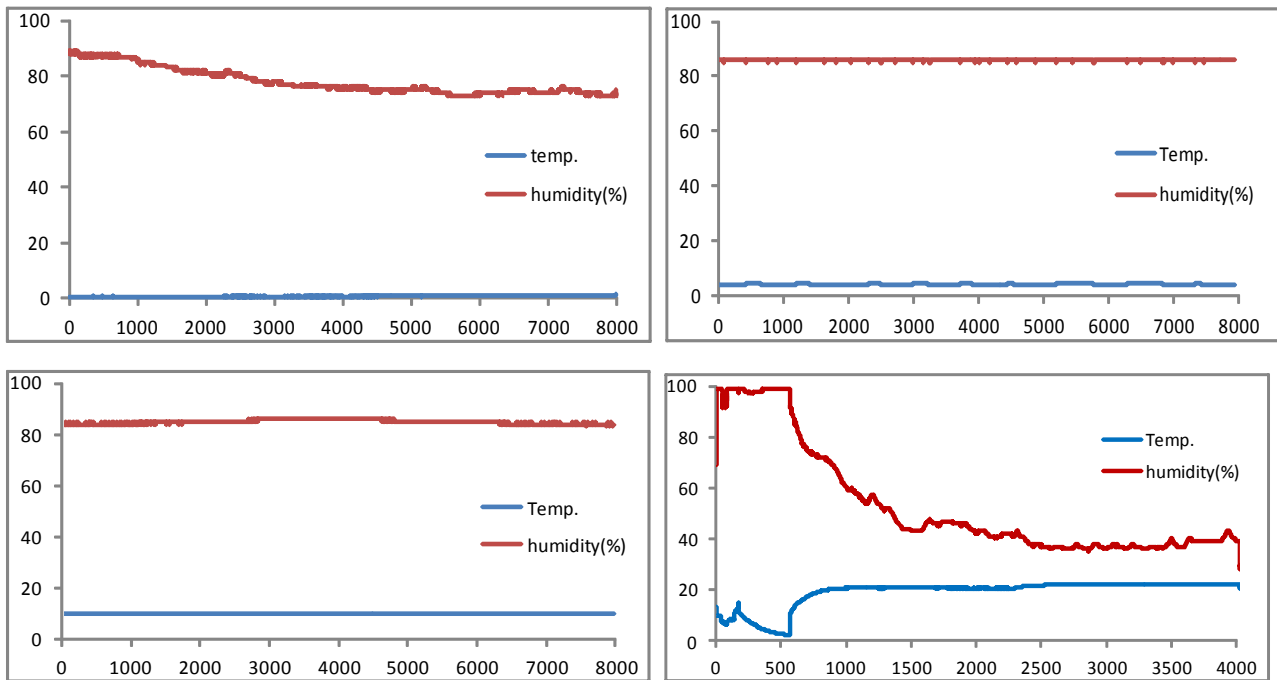


Fig. 1-42. Change in temperature and humidity of storage room for winter salted Kimchi cabbage

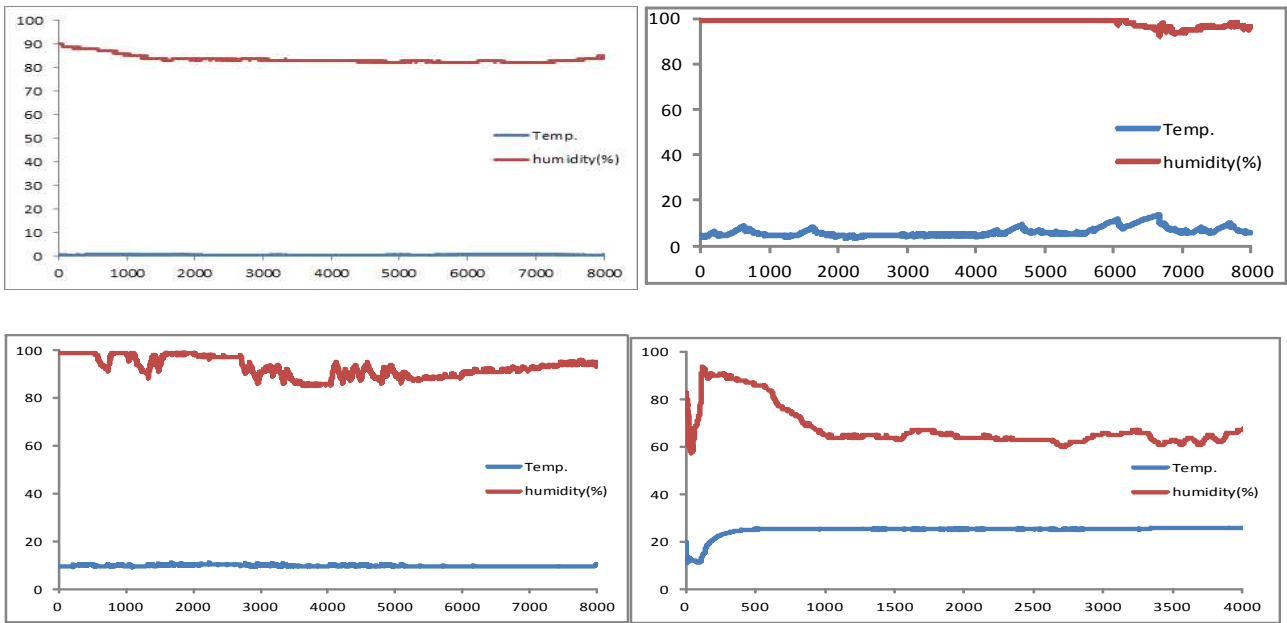


Fig. 1-43. Change in temperature and humidity of storage room for spring salted Kimchi cabbage

대형 절임배추 공장에서 HACCP 조건으로 절임을 한 절임배추를 작형별로 2012년-2014년에 걸쳐 제공받아 물리화학적 및 총균수 등의 특성을 비교 분석을 실시하였다(Table 1-40). 절임 배추 제조 후 12시간 이내에 측정된 배추의 pH는 가을배추로 절임한 시료가  $6.02 \pm 0.04$ 로 다른 계절에 수확하여 제조한 절임배추 시료보다 통계적으로 높은 값을 나타냈다. 봄배추와 겨울배추는 각각  $5.94 \pm 0.05$ ,  $5.89 \pm 0.09$ 로 비슷한 pH를 보였으며, 여름배추가 가장 낮은  $5.88 \pm 0.05$ 였다. 적정산도의 경우 통계적으로 가을배추 시료가  $0.15 \pm 0.01\%$ 로 가장 낮은 값을 보인 반면, 봄배추와 가을배추가 각각  $0.23 \pm 0.02\%$ ,  $0.24 \pm 0.02\%$ 였고, 여름 배추가  $0.28 \pm 0.05\%$ 로 유의적인 차이가 없었다.

한편 배추의 가용성 고형분 함량의 경우 겨울배추가  $7.76 \pm 0.39\%$ 로 다른 계절의 시료보다 유의적인 차이로 높은 값을 보였고, 여름배추와 가을배추 및 봄배추는 각각  $6.18 \pm 0.41\%$ ,  $6.29 \pm 0.38\%$ ,  $5.95 \pm 0.25\%$ 로 나타났다. 절임배추의 염도는 봄배추와 겨울배추가  $1.59 \pm 0.09\%$ ,  $1.55 \pm 0.56\%$ , 여름배추와 가을배추는 각각  $1.38 \pm 0.07\%$ ,  $1.31 \pm 0.07\%$  값을 보였으며, 통계적으로 유의적인 차이는 없었다. 총균수는 여름 배추가  $6.88 \pm 0.95$  CFU/g로 가장 높았고, 가을배추  $5.92 \pm 0.39$  CFU/g, 봄배추와 겨울배추는  $4.72 \pm 0.54 \sim 4.88 \pm 0.46$  CFU/g였다. 젖산균의 경우 여름 배추와 가을배추가 각각  $6.03 \pm 1.06$ ,  $6.69 \pm 0.95$  CFU/g, 봄배추와 겨울배추가 각각  $4.81 \pm 0.50$  CFU/g,  $3.60 \pm 1.89$  CFU/g으로 미생물 군수는 여름배추가 통계적으로 여름배추가 총균수와 젖산균수가 다른 계절의 배추보다 높았다. 이는 Kim 등(14)의 4개 김치 업체에서 수거한 절임배추



의 총균수가 4.17~8.08 CFU/g로 보고되었는데, 본 실험결과는 그 범위 안에 들어 있었다. 절임 배추의 밝기를 나타내는 L값의 경우  $42.17 \pm 3.96 \sim 49.687 \pm 2.638$ 의 범위로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 붉은색을 나타내는 a값은  $-6.07 \pm 1.49 \sim -7.30 \pm 1.17$ , 황색도를 나타내는 b값은  $13.77 \pm 0.95 \sim 15.98 \pm 1.63$ 로 계절별 절임배추 간 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이는 절임배추 제조시 품종이나 계절별 배추에 상관없이 겉잎이 제거된 원료를 사용하기 때문에 색이 차이가 크지 않은 것으로 보인다.

계절별 절임배추의 조직감을 측정하기 위해 현장형 디지털 경도계로 절임배추를 눌렀을 때의 경도(firmness)의 경우, 봄배추가 가장 높은  $4.92 \pm 0.06$  kg force로 가장 높았고, 여름배추와 가을배추는 각각  $4.26 \pm 0.18 \sim 4.14 \pm 0.34$  kg force, 겨울배추 3.91 kg force로 시료 간 유의적인 차이가 없었다. 반면에 절임배추 표면을 관통시킬 때의 경도(hardness)는 여름 배추가  $11.71 \pm 0.53$  kg force로 가장 높았고, 나머지 계절별 배추는  $9.42 \pm 0.29 \sim 9.71 \pm 1.04$  kg force의 비슷한 경도를 보였다. 절임배추를 관통시키는데 걸리는 시간은 절임배추의 두께(width)로 볼 수 있는데, 겨울배추가  $34.31 \pm 4.00$  mm으로 가장 두꺼웠고, 봄배추는  $27.50 \pm 7.62$  mm, 여름 배추는  $25.94 \pm 2.52$  mm, 가을배추는  $23.08 \pm 1.4$  mm였다. 또 절임배추의 아삭아삭한 조직감으로 볼 수 있는 peaks 수 경우 가을배추가  $23.36 \pm 5.12$ 개로 가장 높은 피크수를 보였고, 여름배추  $14.47 \pm 1.85$ , 겨울배추  $13.69 \pm 3.41$ , 봄배추  $9.36 \pm 0.48$  순이었다.

Table 1-40. Physicochemical and microorganism characteristics of seasonal salted-Kimchi cabbage

Physicochemical properties	Seasonal cultivar of salted Kimchi cabbage				
	Spring	Summer	Fall	Winter	
pH	5.94±0.05 <sup>ab</sup>	5.88±0.05 <sup>b</sup>	6.02±0.04 <sup>a</sup>	5.89±0.09 <sup>b</sup>	
Titrateable acidity(%)	0.23±0.02 <sup>a</sup>	0.28±0.05 <sup>a</sup>	0.15±0.01 <sup>b</sup>	0.24±0.02 <sup>a</sup>	
Soluble solid(%)	5.95±0.25 <sup>b</sup>	6.18±0.41 <sup>b</sup>	6.29±0.38 <sup>b</sup>	7.76±0.39 <sup>a</sup>	
Salt content(%)	1.59±0.09 <sup>a</sup>	1.38±0.07 <sup>a</sup>	1.31±0.07 <sup>a</sup>	1.55±0.56 <sup>a</sup>	
Total microbes(CFU/g)	4.88±0.46 <sup>b</sup>	6.88±0.95 <sup>a</sup>	5.92±0.39 <sup>ab</sup>	4.72±0.54 <sup>b</sup>	
Lactic acid bacteria(CFU/g)	4.81±0.50 <sup>ab</sup>	6.03±1.06 <sup>a</sup>	6.69±0.95 <sup>a</sup>	3.60±1.89 <sup>b</sup>	
Color value	Lightness(L)	46.41±3.98 <sup>a</sup>	49.68±2.63 <sup>a</sup>	46.26±0.45 <sup>a</sup>	42.17±3.96 <sup>a</sup>
	Redness(a)	-7.30±1.17 <sup>a</sup>	-6.12±0.74 <sup>a</sup>	-6.07±1.49 <sup>a</sup>	-6.55±2.78 <sup>a</sup>
	Yellowness(b)	15.98±1.63 <sup>a</sup>	13.77±0.95 <sup>a</sup>	14.32±2.15 <sup>a</sup>	14.49±0.50 <sup>a</sup>
Texture properties	Firmness (kg force)	4.92±0.06 <sup>a</sup>	4.26±0.18 <sup>b</sup>	4.14±0.34 <sup>b</sup>	3.91±0.39 <sup>b</sup>
	Hardness (kg Force)	9.42±0.29 <sup>b</sup>	11.71±0.53 <sup>a</sup>	9.71±1.04 <sup>b</sup>	9.65±2.10 <sup>b</sup>
	Width(mm)	27.50±7.62 <sup>ab</sup>	25.94±2.52 <sup>ab</sup>	23.08±1.4 <sup>b</sup>	34.31±4.00 <sup>a</sup>
	Peaks No.	9.36±0.48 <sup>b</sup>	14.47±1.85 <sup>b</sup>	23.36±5.12 <sup>a</sup>	13.69±3.41 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Means±SD (n=10) within each column followed by the same letter are not significantly different (p<0.05).

또 계절별 절임배추의 물리화학적 및 미생물 품질 특성의 상관관계를 측정한 결과 Table 1-41과 같이 계절별 절임배추와 가용성 고형분 함량과 1% 유의수준에서 양의 염 함량과 디지털 경도계로 측정한 경도는 음의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 이외에 절임배추의 pH는 밝기를 나타내는 L값과 a값이 5% 유의 수준에서 양의 상관관계를 보였고, 배추의 두께와는 음의 상관관계를 나타내었다. 적정산도는 조직감 측정시의 피크 개수와 1% 유의 수준에서 음의 상관관계를 나타내었고, 가용성 고형분 함량은 소금함량, L값과 a값과 음의 상관관계를 보였다. 즉 동일 조건으로 제조된 계절별 절임배추라도 계절에 따른 품질 차이를 확인할 수 있었는데

데, 특히 가용성 고형분 함량과 절임배추의 소금 함량, 조직감 중 경도와 높은 상관관계를 보였다.

계절별 절임배추 품질 특성의 주성분 분석(principal component analysis) 결과는 Fig. 1-44와 같다. 첫 번째 주성분(F1)과 두 번째 주성분(F2)는 전체 데이터의 35.59%와 27.28%의 설명력을 보여 주었고, 총설명력은 62.87%였다. 주성분 F1은 계절별 배추, 밝기, 가용성 고형분 함량, 배추 두께, 총균수와 젖산균수로 이화학 및 물리적 품질 특성이었으며, 주성분 F2는 절임배추의 피크 개수로 물성 특성으로 나타났다. 각 품질 특성의 분포를 보면 F1의 오른쪽으로 총균수, lightness, redness, pH, 염함량, 경도 등이 분포하였고, 왼쪽에는 계절별, 고형분 함량, 배추 두께 등이 분포되었다. F2 상으로는 Y축 양의 방향으로 계절별, 피크수, 미생물 균수, pH가 음의 방향으로 총산도 염함량이 분포하여 명확하게 구분되지 않고, 절임배추의 전반적인 특성이 F1과 F2 그래프 상에 전체적으로 분포되어 있었다. 한편 계절별 시료의 경우 겨울배추는 F1상의 왼편 중간에 분포하였고, 가을배추는 그래프 상의 F1상의 오른쪽 윗편에 분포하였으며, 여름배추는 겨울배추와 반대 방향에 봄배추는 F1상의 오른쪽 아래에 분포하여 계절별 절임배추의 품질 특성이 전반적으로 차이가 있는 것을 확인하였다. 한편 Fig. 1-45는 계절별 절임배추의 품질 특성을 바탕으로 계층적 군집분석(hierarchical cluster analysis based on euclidean distance and Ward linkage)를 실시한 결과를 덴드로그램으로 도시한 것이다. 계절별 절임배추의 군집분석 결과 각 계절별 절임배추가 각각 분류되었고, 군집간의 거리를 바탕으로 살펴보면 여름배추(SU1, SU2, SU3)와 봄배추(SP1, SP2, SP3)가 가까운 거리에 위치하였고, 겨울배추(WI1, WI2, WI3)와 가을배추(FA1, FA2, FA3)가 가까운 거리에 위치하였다.

Table 1-41. Correlation coefficients between quality characteristics in the seasonal salted-Kimchi cabbage

Variables	Seasonal cultivar	pH	Titratable acidity	Soluble solid content	Salt	Total microbes	<i>Lactic acid bacteria</i>	Lightness (L)	Redness (a)	Yellowness (b)	Firmness	Hardness	Width	Peaks No.
Seasonal cultivar	1													
pH	-0.062	1												
Titratable acidity	-0.281	-0.494	1											
Soluble solid	<b>0.741**</b>	-0.437	0.261	1										
Salt	<b>-0.817**</b>	0.046	0.278	<b>-0.599*</b>	1									
Total microbes	-0.157	0.359	-0.148	-0.359	-0.233	1								
<i>Lactic acid bacteria</i>	0.229	0.213	-0.177	-0.042	-0.109	0.312	1							
Lightness (L)	-0.576	<b>0.665**</b>	-0.054	<b>-0.661*</b>	<b>0.624*</b>	0.426	0.245	1						
Redness(a)	-0.341	<b>0.806**</b>	-0.117	<b>-0.658*</b>	0.293	0.546	0.301	<b>0.823**</b>	1					
Yellowness(b)	-0.131	0.241	-0.244	-0.073	0.451	-0.468	-0.089	0.313	-0.076	1				
Firmness	<b>-0.802**</b>	-0.286	0.200	-0.433	<b>0.596*</b>	-0.042	-0.373	0.173	-0.198	0.319	1			
Hardness	-0.143	-0.171	0.390	0.171	0.090	0.419	0.184	0.275	0.080	-0.329	-0.034	1		
Width	0.371	<b>-0.852**</b>	0.389	0.559	-0.233	-0.567	-0.166	<b>-0.821**</b>	-0.739	-0.310	-0.105	-0.117	1	
Peaks No.	0.441	0.563	<b>-0.790**</b>	-0.177	<b>-0.577*</b>	0.532	0.339	0.050	0.370	-0.234	-0.540	-0.170	-0.410	1

\*significant at p=0.05, \*\* significant at p=0.01

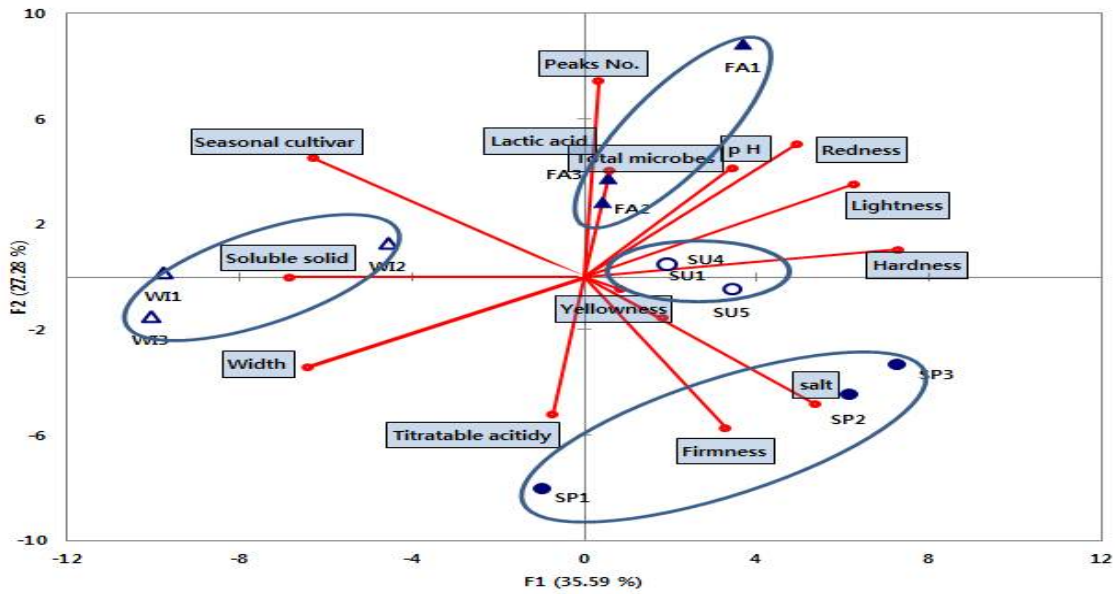


Fig.1-44. Principal component analysis of quality characteristics of seasonal salted-Kimchi cabbage

SP; spring salted-Kimchi cabbage, SU: summer salted-Kimchi cabbage, FA: fall salted-Kimchi cabbage, WI:winter salted-Kimchi cabbage.

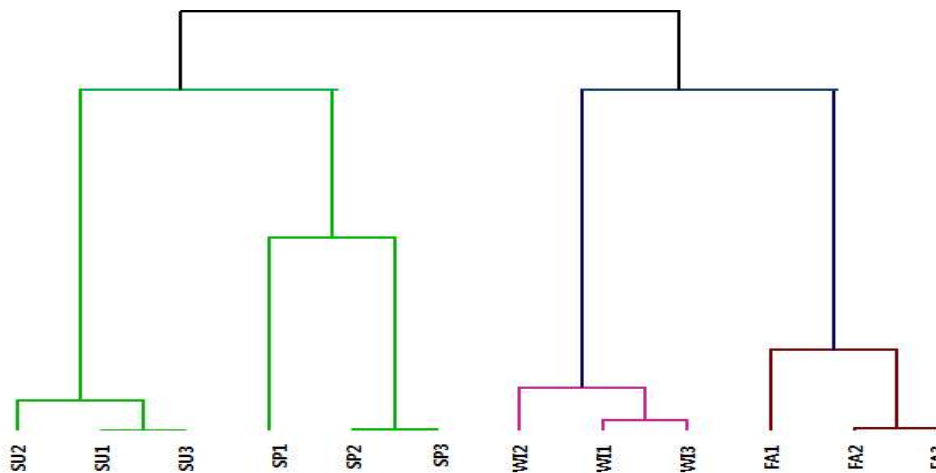


Fig. 1-45. Dendrogram of seasonal salted-Kimchi cabbage by agglomerative hierarchical clustering (AHC) based on quality characteristics of salted-Kimchi cabbage

SP; spring salted-Kimchi cabbage, SU: summer salted-Kimchi cabbage, FA: fall salted-Kimchi cabbage, WI:winter salted-Kimchi cabbage.

즉 절임배추 장·단기 유통모델시스템에서 작형별 절임배추의 품질 변화의 전반적인 변화를 조사하였다. 그 결과 계절별(봄배추, 여름배추, 가을배추 및 겨울배추) 절임배추의 pH와 적정산도의 경우 가을배추 시료가  $6.02 \pm 0.04$ 와  $0.15 \pm 0.01\%$ 로 다른 계절의 절임배추 시료보다 pH는 약간 높고 적정산도는 약간 낮았다. 가용성 고형분 함량은 월동배추가  $7.76 \pm 0.39\%$ 로 가장 높았고, 염도 함량은 계절별로 유의적인 차이가 없었다. 총균수의 경우 여름배추가 다른 계절의 배추보다 유의적으로 많은 균수가 있었고 색도는 유의적인 차이가 없었다. 조직감의 경우 경도(firmness)는 봄배추가 가장 높은  $4.92 \pm 0.06$  kg force였고, 단단한 정도(hardness)는 여름 배추가  $11.71 \pm 0.53$  kg force로 가장 높게 측정되었다. 한편 계절별 절임배추의 품질 특성간 상관관계 분석한 결과 계절별 절임배추와 가용성 고형분 함량, 경도와 1% 유의수준에서 유의적인 상관성이 있었다. 또 주성분 분석 결과 첫 번째 주성분(F1)과 두 번째 주성분(F2)는(은) 전체 데이터의 각각 35.59%와 27.28%의 설명력을 보여 주었고, 총설명력은 62.87%였다. 주성분 F1은 계절, 밝기, 가용성 고형분 함량, 배추 두께, 총균수와 젖산균수였고, 주성분 F2는 절임배추의 피크 개수였다. 계절별 절임배추의 품질 특성을 바탕으로 계층적 군집분석 결과 봄배추, 여름배추 그리고 가을과 월동 배추로 3그룹으로 나뉘었다.

## 2) 절임배추의 장·단기 저장용 포장 단위 및 포장 용기(포장재) 조사

### ① 포장 방법에 따른 pH 및 적정산도

포장방법에 절임배추의 pH와 산도의 변화를 측정된 결과 저장 초기 5.93으로 나타났으며, 저장 기간의 증가에 따라 (4)지피스김장봉지를 사용하여 포장한 절임배추를 제외하고 4.47-4.74로 감소하였다. 적정산도는 저장 기간의 증가에 따라 약간 증가하였는데, 저장 초기 0.23%이었으며 저장 28일에 모든 시료가 0.35-0.45(%)로 증가하였다.

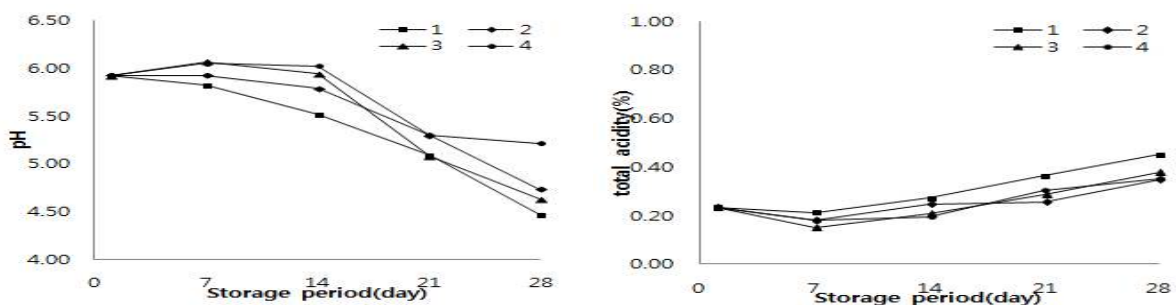


Fig. 1-46. Change in pH and total acidity(%) of salted Kimchi cabbage in accordance with various packaging methods

1: 진공비닐포장(LDPE), 2:은박포장(알루미늄+PE포장), 3: 김장 봉투, 4: 지피스 기능성 포장

② 포장방법에 따른 절임배추의 색도, 가용성 고형분, 염도 측정

포장방법에 따른 절임배추의 색도, 가용성 고형분, 그리고 염도 측정의 결과는 Table 1-42에 나타내었다. 배추의 색도 중 L 값은 저장 초기 48.08이었으나 저장 기간에 따라 모든 시료에서 약간씩 증가하여 49.13-51.60으로 나타났다. a값도 L값과 마찬가지로 저장 초기 -4.67이었으나 저장기간이 증가함에 따라 -1.97에서 -1.46으로 나타났다. b값은 저장 초기 12.58이었으며 저장기간 동안 차이가 없이 나타났다. 가용성 고형분 함량은 포장방법에 따른 시료 간에 차이가 없이 나타났다. 저장 기간 동안 5.55-6.94% 정도로 나타났으며 가용성 고형분 함량 포장방법에 따른 차이보다는 시료 개체의 차이에 의해 나타난 것으로 사료된다. 절임배추의 염도는 저장 초기의 0.99%에서 포장방법에 관계없이 0.76-1.11%의 범위를 유지하였다.

Table 1-42. Effects of packaging methods in the color, salinity, soluble solid of salted Kimchi cabbage

Packaging	Day	Color value			soluble solid contents	Salinity
		L	a	b		
진공팩 (비닐)	1	48.08 ± 1.13	-4.67 ± 0.43	12.58 ± 0.50	5.90 ± 0.31	0.99 ± 0.08
	7	46.77 ± 0.41	-4.57 ± 0.37	13.11 ± 0.03	6.10 ± 0.19	0.88 ± 0.25
	14	50.16 ± 0.32	-3.99 ± 0.08	13.46 ± 0.13	7.10 ± 1.01	1.11 ± 0.08
	21	49.48 ± 0.02	-1.90 ± 0.06	7.77 ± 0.07	6.94 ± 0.95	1.11 ± 0.25
	28	51.05 ± 2.39	-1.97 ± 0.43	8.19 ± 0.87	5.76 ± 1.85	0.94 ± 0.17
진공팩 (은박)	1	48.08 ± 1.13	-4.67 ± 0.43	12.58 ± 0.50	5.90 ± 0.31	0.99 ± 0.08
	7	47.06 ± 1.01	-4.58 ± 0.08	11.62 ± 0.32	5.81 ± 0.60	0.76 ± 0.08
	14	49.42 ± 0.96	-2.90 ± 0.39	12.82 ± 1.16	6.52 ± 0.21	0.99 ± 0.08
	21	49.17 ± 1.12	-2.15 ± 0.39	6.80 ± 1.52	5.89 ± 0.20	0.99 ± 0.08
	28	49.13 ± 0.11	-1.95 ± 0.04	7.96 ± 0.49	6.36 ± 0.86	1.05 ± 0.33
김장봉지	1	48.08 ± 1.13	-4.67 ± 0.43	12.58 ± 0.50	5.90 ± 0.31	0.99 ± 0.08
	7	46.81 ± 0.55	-6.00 ± 0.76	12.87 ± 1.58	6.15 ± 1.13	0.94 ± 0.33
	14	50.05 ± 1.44	-3.47 ± 0.63	13.16 ± 1.62	6.21 ± 0.13	0.88 ± 0.08
	21	52.00 ± 3.15	-1.67 ± 0.43	10.69 ± 1.49	5.55 ± 0.19	0.82 ± 0.17
	28	51.10 ± 0.96	-1.46 ± 0.07	9.85 ± 1.39	5.66 ± 0.39	1.05 ± 0.17
지피스 김치봉지	1	48.08 ± 1.13	-4.67 ± 0.43	12.58 ± 0.50	5.90 ± 0.31	0.99 ± 0.08
	7	48.94 ± 0.62	-4.69 ± 0.09	13.22 ± 0.13	5.61 ± 0.13	0.99 ± 0.08
	14	50.46 ± 0.85	-3.73 ± 0.69	13.39 ± 0.58	5.58 ± 0.91	0.76 ± 0.08
	21	53.04 ± 0.67	-1.93 ± 0.44	12.55 ± 2.75	6.20 ± 1.56	0.88 ± 0.08
	28	51.60 ± 1.28	-1.89 ± 0.01	11.9 ± 0.07	5.71 ± 1.45	1.05 ± 0.33

### ③ 포장방법에 따른 절임배추의 경도 측정

디지털 경도계를 사용하여 각각 포장방법에 따라 측정된 절임배추의 경도는 Fig. 1-47에 나타내었다. 저장초기에 4.53kg.f에서 저장 기간이 증가함에 따라 감소하여 진공팩(비닐)은 3.52kg.f, 진공팩(은박)과 김장봉지는 3.18kg.f, 지피스김장봉지는 3.38kg.f로 나타났다.

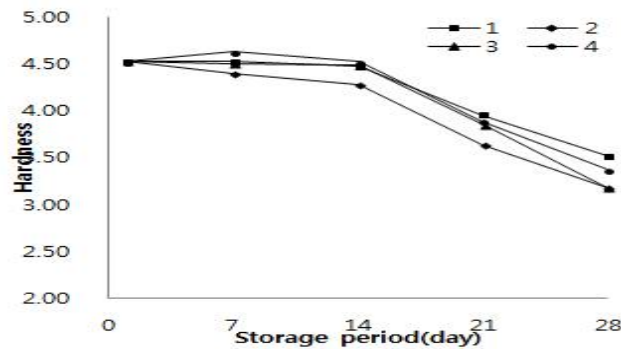


Fig. 1-47. Effect of package in the hardness of salted Kimchi cabbage

1:진공비닐포장(LDPE), 2:은박포장(알루미늄+PE포장), 3: 김장 봉투, 4: 지피스 기능성 포장

포장방법에 따른 절임배추의 저장 중 조직감 변화를 texture analyzer를 이용하여 puncture test를 한 결과(Table 1-43), 강도를 나타내는 force는 저장 초기가 843.89(g)로 가장 낮게 나타났으며, 제조 직후보다 전반적으로 증가한 후 그 값을 유지하는 경향이였다. 절임배추의 두께를 나타내는 travel(mm)의 경우 제조 직후 22.73mm에서 약간씩 감소하거나 그 값을 유지하였다. 배추의 아삭거림을 나타내는 count peak의 수는 제조 직후 19.30개에서 저장 기간이 증가함에 따라 점차 감소하여 김장봉지에 저장한 절임배추를 제외하고 저장 28일에는 10-15개 정도로 감소하였다.

### ④ 포장방법에 따른 절임배추의 미생물 변화

포장방법에 따른 총균수와 젖산균수를 측정된 결과는 Fig. 1-48과 같다. 총균수는 저장 초기 5.12 log CFU/g 이었으며, 김장봉지에 저장한 절임배추를 제외하고 1:비닐진공포장, 2:은박포장, 4:지피스 기능성 포장에 저장한 절임배추는 저장 21일에 각각 6.69, 5.89, 6.89 log CFU/g이었으며, 김장봉투 시료구는 저장 14일에 6.50 log CFU/g로 가장 높았다. 이후 감소하여 저장 28일에 진공비닐포장(1)은 5.77 log CFU/g, 은박포장(2)는 6.52 log CFU/g, 김장봉투(3)은 6.19 log CFU/g, 그리고 지피스기능성 포장(4)는 6.25 log CFU/g로 감소하였다. 또 젖산균수는 저장 초기 3.80 log CFU/g 이었으며, 김장봉지에 저장한 절임배추를 제외하고 진공비닐포장, 은박포장 및 지피스 기능성 포장제에 저장한 절임배추는 저장 21일에 각각 6.79, 6.02, 6.69 log CFU/g로 김



장봉투 포장재 시료는 저장 28일에 6.38 log CFU/g로 가장 높았다

Table 1-43. Effect of packaging method in the texture properties of salted Kimchi cabbage

Packaging	Day	Force(g)	Area (kg.sec)	Travel(mm)	Count Peaks
진공팩 (비닐)	1	843.89 ± 92.14	10.86 ± 1.68	22.73 ± 1.00	19.30 ± 8.24
	7	880.24 ± 115.82	11.01 ± 1.40	22.28 ± 0.75	18.20 ± 6.71
	14	1102.06 ± 154.39	12.87 ± 2.51	24.21 ± 0.86	14.73 ± 3.97
	21	998.33 ± 128.75	12.15 ± 1.86	23.42 ± 1.22	18.93 ± 6.50
	28	997.41 ± 156.69	10.86 ± 2.63	22.26 ± 1.21	9.31 ± 3.83
진공팩 (은박)	1	843.89 ± 92.14	10.86 ± 1.68	22.73 ± 1.00	19.27 ± 8.24
	7	899.18 ± 136.84	11.16 ± 2.06	22.96 ± 0.82	19.27 ± 4.18
	14	914.35 ± 103.21	11.41 ± 1.34	22.26 ± 0.83	19.40 ± 4.93
	21	984.87 ± 114.85	11.29 ± 1.67	23.28 ± 0.55	14.53 ± 2.77
	28	902.09 ± 67.46	9.53 ± 2.35	21.87 ± 0.66	10.93 ± 6.86
김장봉지	1	843.89 ± 92.14	10.86 ± 1.68	22.73 ± 1.00	19.27 ± 8.24
	7	955.52 ± 137.16	11.33 ± 1.42	23.07 ± 1.26	20.53 ± 9.37
	14	987.37 ± 74.78	12.31 ± 1.64	24.27 ± 0.44	17.60 ± 5.29
	21	912.31 ± 124.77	10.86 ± 1.78	23.20 ± 1.21	18.53 ± 4.03
	28	933.78 ± 125.20	11.16 ± 2.26	24.60 ± 3.18	24.13 ± 12.94
지피스 김치봉지	1	843.89 ± 92.14	10.86 ± 1.68	22.73 ± 1.00	19.27 ± 8.24
	7	964.43 ± 169.05	11.98 ± 1.73	21.75 ± 0.63	19.93 ± 3.92
	14	951.87 ± 94.39	10.95 ± 1.50	24.18 ± 0.91	15.53 ± 6.49
	21	949.12 ± 86.91	10.95 ± 1.19	24.01 ± 1.34	21.13 ± 6.95
	28	863.27 ± 94.77	10.59 ± 2.07	23.23 ± 0.67	15.73 ± 2.96

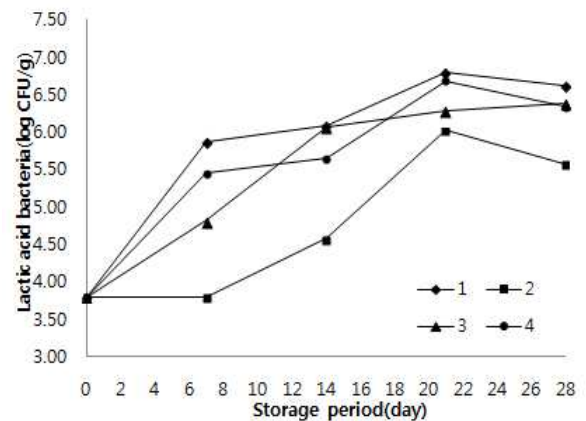
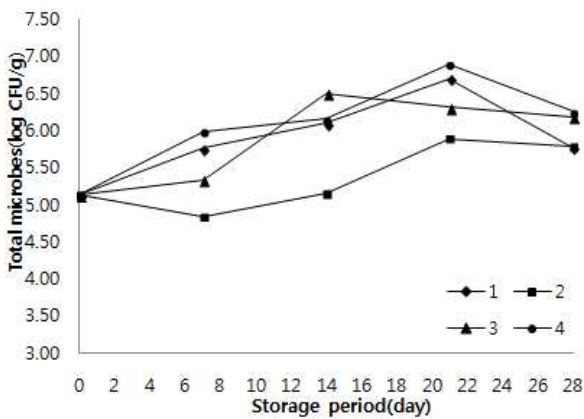


Fig. 1-48. Change in total microbes and lactic acid bacteria of salted Kimchi cabbage according to various packaging methods

1: 비닐포장(LDPE), 2:은박포장(알루미늄+PE포장), 3: 김장 봉투, 4: 지피스 기능성 포장

##### ⑤ 포장방법에 따른 감각과학검사

Table 1-44는 진공팩(비닐)에 포장한 절임배추를 0℃에서 저장하면서 실험한 결과로 외관 중 노란색의 선명도는 저장기간이 증가함에 따라 감소되었고, 갈색의 정도는 저장초기에는 0.5로 거의 없다가 저장 21일에는 6.2로 증가하였으며, 초록색의 선명도는 저장 0일과 7일에 11.3으로 나타났으며 저장 21일에 5.4로 감소되었다. 배추광택의 정도는 저장기간 동안 유의적인 차이가 없었다. 향미 중 배추 냄새는 저장 초기에 11.7이었으나 저장기간에 따라 감소하였으며, 짠냄새, 단냄새는 저장 기간에 따른 차이가 나타나지 않았으며, 신냄새는 저장 초기 거의 없다가 저장 기간에 따라 점차 증가하였다. 절임배추의 맛 중 생배추 맛은 저장 초기에 12.6으로 높았으나 저장기간이 증가함에 따라 점차 감소하여 저장 28일에는 6.9로 감소하였고, 신맛은 저장 초기에 거의 없다가 저장 기간이 증가함에 따라 점차 증가하였다. 조직감 중 아삭한 정도는 저장 초기에 12.7이었으며 저장기간에 따라 점차 감소하여 저장 28일에 6.9로 감소하였다. Table 1-45는 진공팩(은박)에 포장한 절임배추의 감각과학 검사 결과이다. 외관 중 노란색의 선명도는 진공팩(비닐)에 저장한 절임배추와 마찬가지로 저장기간이 증가함에 따라 감소하였으며, 갈색의 정도는 저장 초기에는 0.5로 거의 없다가 점차 증가하였고, 배추 광택의 정도는 저장 기간동안 유의적인 차이가 없었다. 향미 중 배추냄새는 저장 초기 11.7로 높게 나타났으나 저장 기간이 증가함에 따라 점차 감소하였고, 짠냄새는 저장기간 동안 비슷한 수준으로 평가되었으며, 신냄새는 저장 초기에 1.9이었으나 저장 기간이 증가함에 따라 점차 증가하여 저장 28일에는 7.7로 나타났다. 절임배추의 맛 중 생배추 맛은 저장 초기 12.6으로 높게 나타났으나 저장 기간에 따라 점차 감소하였고, 단맛, 쓴맛과 무의 아린맛은 저장기간 동안 비슷한 수준으로 나타났으며, 신맛은 저장 초기에 1.1이었으나 저장 기간이 증가함에 따라 증가하여 저장 28일에 5.8로 증가하였다. 조직감 중 아삭한 정도는 저장기간에 따라 감소하였으며, 질긴 정도는 저장기간에 따라 증가하였다. 김장봉지에 절임배추를 보관하면서 실험한 결과는 Table 1-46에 나타내었다. 절임배추의 외관 중 노란색의 선명도는 저장 초기 9.7이었으나 저장기간에 따라 감소하였고, 초록색의 선명도는 저장 초기 11.4로 가장 높았으며 저장기간이 증가함에 따라 저장 21일에 2.5로 감소하였다. 향미 중 신냄새는 저장 14일 까지 비슷한 수준을 유지하다가 저장 21일에 8.5로 가장 높았고, 그 수준을 유지하였다. 절임배추의 맛 중 생배추맛은 저장 14일까지 11.8-12.6의 수준이었으나 저장기간에 따라 감소하여 저장 28일에 6.6으로 나타났으며, 신맛은 저장 초기 1.1이었으나 저장기간에 따라 증가하여 저장 28일에 5.4로 나타났다. 조직감 중 아삭한 정도는 저장 초기에 12.7로 나타났으며 저장 기간에 따라 감소하였고, 질긴 정도는 저장 초기 2.8이었으나 저장기간의 증가에 따라 증가하였다. Table 1-47은 지피스김장봉지를 사용하여 0℃에서 저장하면서 실험한 결과로 외관 중 노란색의 선명도는 저장초기 9.7으로 가장 높았으며, 초록색의 선명도는 저장 0일에 11.4로 나타났으며 저장기간에 따라 감소하여 저장 28일에 7.3으로 나타났다. 향미 중 배추냄새는 저장 초기 11.7이었으며 점차 감소하였고, 짠냄새는

저장 기간에 따른 차이가 나타나지 않았다. 절임배추의 맛 중 생배추 맛은 저장 21일까지는 비슷한 수준을 유지하다가 저장 28일에 급격히 감소하였다. 신맛은 저장 초기 1.1이었으나 저장 기간이 증가함에 따라 점차 증가하여 저장 28일에 6.6으로 나타났다. 조직감 중 아삭한 정도는 저장 21일까지 초기 수준을 유지하다가 저장 28일에 7.6으로 감소하였고, 질긴 정도는 저장 초기 2.8이었으나 저장기간에 따라 점차 증가하여 저장 28일에 6.4로 나타났다.

Table 1-44. Sensory evaluation of salted Kimchi cabbage according to (1)vacuum(vinyl) packaging methods

진공팩(비닐)	Storage periods(days)				
	0	7	14	21	28
Clarity of yellow	9.7 ± 3.1 <sup>a</sup>	9.2 ± 2.8 <sup>a</sup>	6.4 ± 3.0 <sup>b</sup>	2.9 ± 1.7 <sup>c</sup>	1.9 ± 0.7 <sup>c</sup>
Degree of brown	0.5 ± 0.5 <sup>c</sup>	2.5 ± 1.7 <sup>b</sup>	2.8 ± 1.4 <sup>b</sup>	6.2 ± 3.5 <sup>a</sup>	3.5 ± 1.1 <sup>b</sup>
Clarity of green	11.4 ± 2.5 <sup>a</sup>	11.3 ± 1.9 <sup>a</sup>	8.2 ± 2.3 <sup>b</sup>	5.4 ± 2.0 <sup>c</sup>	8.9 ± 1.8 <sup>b</sup>
Degree of gloss	8.3 ± 3.7 <sup>a</sup>	7.5 ± 3.6 <sup>a</sup>	7.0 ± 2.5 <sup>a</sup>	6.0 ± 2.6 <sup>a</sup>	6.0 ± 2.4 <sup>a</sup>
Kimchi cabbage flavor	11.7 ± 3.2 <sup>a</sup>	9.5 ± 2.0 <sup>ab</sup>	7.6 ± 3.4 <sup>bc</sup>	6.3 ± 2.4 <sup>c</sup>	6.0 ± 3.2 <sup>c</sup>
Salty flavor	5.0 ± 4.2 <sup>b</sup>	6.7 ± 2.5 <sup>ab</sup>	8.0 ± 3.2 <sup>a</sup>	8.2 ± 3.1 <sup>a</sup>	7.6 ± 2.7 <sup>ab</sup>
Sweet flavor	9.0 ± 1.9 <sup>a</sup>	7.5 ± 2.8 <sup>ab</sup>	6.2 ± 3.0 <sup>b</sup>	5.4 ± 2.4 <sup>b</sup>	5.9 ± 2.4 <sup>b</sup>
Sour flavor	1.9 ± 2.3 <sup>c</sup>	4.3 ± 2.6 <sup>b</sup>	7.2 ± 3.2 <sup>a</sup>	9.0 ± 3.3 <sup>a</sup>	8.4 ± 3.1 <sup>a</sup>
Kimchi cabbage taste	12.6 ± 1.9 <sup>a</sup>	11.5 ± 1.6 <sup>a</sup>	8.9 ± 3.1 <sup>b</sup>	7.1 ± 3.1 <sup>c</sup>	6.9 ± 2.8 <sup>c</sup>
Salty taste	3.4 ± 2.0 <sup>b</sup>	5.1 ± 2.3 <sup>b</sup>	7.1 ± 3.8 <sup>a</sup>	6.1 ± 3.0 <sup>ab</sup>	6.0 ± 3.4 <sup>ab</sup>
Sweet taste	8.5 ± 2.8 <sup>a</sup>	9.3 ± 2.2 <sup>a</sup>	7.5 ± 3.3 <sup>a</sup>	7.9 ± 3.1 <sup>a</sup>	4.3 ± 2.6 <sup>b</sup>
Acrid taste	6.1 ± 4.9 <sup>b</sup>	6.9 ± 3.4 <sup>ab</sup>	8.9 ± 3.5 <sup>a</sup>	6.0 ± 3.2 <sup>b</sup>	6.6 ± 3.0 <sup>ab</sup>
Bitter taste	2.8 ± 3.0 <sup>b</sup>	2.7 ± 1.7 <sup>b</sup>	7.7 ± 5.1 <sup>a</sup>	5.0 ± 3.7 <sup>b</sup>	9.5 ± 3.3 <sup>a</sup>
Sour taste	1.1 ± 1.3 <sup>c</sup>	2.1 ± 1.2 <sup>bc</sup>	3.7 ± 2.5 <sup>ab</sup>	5.3 ± 3.3 <sup>a</sup>	5.4 ± 3.8 <sup>a</sup>
Degree of crispness	12.7 ± 1.8 <sup>a</sup>	11.0 ± 2.3 <sup>ab</sup>	9.0 ± 2.7 <sup>bc</sup>	7.9 ± 2.9 <sup>cd</sup>	6.9 ± 2.1 <sup>d</sup>
Degree of chewy	2.8 ± 2.2 <sup>b</sup>	5.4 ± 3.0 <sup>a</sup>	6.4 ± 3.5 <sup>a</sup>	7.1 ± 2.8 <sup>a</sup>	7.2 ± 3.0 <sup>a</sup>

Table 1-45. Sensory evaluation of salted Kimchi cabbage according to (2)vacuum(aluminium)packaging methods

진공팩(은박)	Storage periods(days)				
	0	7	14	21	28
Clarity of yellow	9.7 ± 3.1 <sup>a</sup>	9.9 ± 2.5 <sup>a</sup>	10.3 ± 1.7 <sup>a</sup>	3.2 ± 1.9 <sup>b</sup>	2.8 ± 1.7 <sup>b</sup>
Degree of brown	0.5 ± 0.5 <sup>c</sup>	1.9 ± 1.1 <sup>bc</sup>	3.0 ± 2.5 <sup>ab</sup>	3.2 ± 1.8 <sup>ab</sup>	3.8 ± 2.7 <sup>a</sup>
Clarity of green	11.4 ± 2.5 <sup>a</sup>	10.8 ± 2.5 <sup>ab</sup>	9.3 ± 2.9 <sup>b</sup>	5.1 ± 1.8 <sup>c</sup>	11.6 ± 1.4 <sup>a</sup>
Degree of gloss	8.3 ± 3.7 <sup>a</sup>	9.1 ± 3.6 <sup>a</sup>	8.0 ± 2.8 <sup>a</sup>	6.3 ± 2.6 <sup>a</sup>	7.3 ± 2.7 <sup>a</sup>
Kimchi cabbage flavor	11.7 ± 3.2 <sup>a</sup>	9.5 ± 2.6 <sup>ab</sup>	8.4 ± 3.0 <sup>bc</sup>	6.1 ± 2.2 <sup>c</sup>	6.6 ± 2.8 <sup>c</sup>
Salty flavor	5.0 ± 4.2 <sup>a</sup>	7.0 ± 2.9 <sup>a</sup>	7.0 ± 2.9 <sup>a</sup>	7.0 ± 3.5 <sup>a</sup>	7.7 ± 3.2 <sup>a</sup>
Sweet flavor	9.0 ± 1.9 <sup>a</sup>	8.2 ± 2.8 <sup>ab</sup>	7.8 ± 2.7 <sup>ab</sup>	5.9 ± 2.8 <sup>b</sup>	6.5 ± 2.2 <sup>b</sup>
Sour flavor	1.9 ± 2.3 <sup>c</sup>	3.0 ± 2.4 <sup>bc</sup>	5.4 ± 3.1 <sup>ab</sup>	6.6 ± 3.9 <sup>a</sup>	7.7 ± 2.7 <sup>a</sup>
Kimchi cabbage taste	12.6 ± 1.9 <sup>a</sup>	9.9 ± 2.4 <sup>b</sup>	9.5 ± 3.5 <sup>b</sup>	8.0 ± 3.0 <sup>bc</sup>	6.8 ± 3.0 <sup>b</sup>
Salty taste	3.4 ± 2.0 <sup>c</sup>	4.9 ± 1.7 <sup>bc</sup>	4.9 ± 2.8 <sup>bc</sup>	5.6 ± 2.2 <sup>ab</sup>	7.0 ± 2.7 <sup>a</sup>
Sweet taste	8.5 ± 2.8 <sup>a</sup>	9.1 ± 2.9 <sup>a</sup>	8.0 ± 3.8 <sup>a</sup>	6.6 ± 2.6 <sup>a</sup>	8.0 ± 1.9 <sup>a</sup>
Acrid taste	6.1 ± 4.9 <sup>a</sup>	6.0 ± 3.7 <sup>a</sup>	7.1 ± 3.5 <sup>a</sup>	6.4 ± 3.1 <sup>a</sup>	6.1 ± 3.4 <sup>a</sup>
Bitter taste	2.8 ± 3.0 <sup>a</sup>	2.7 ± 1.7 <sup>a</sup>	5.1 ± 3.9 <sup>a</sup>	4.5 ± 3.3 <sup>a</sup>	5.0 ± 3.3 <sup>a</sup>
Sour taste	1.1 ± 1.3 <sup>c</sup>	2.3 ± 1.4 <sup>bc</sup>	2.9 ± 1.7 <sup>bc</sup>	3.6 ± 2.3 <sup>b</sup>	5.8 ± 3.8 <sup>a</sup>
Degree of crispness	12.7 ± 1.8 <sup>a</sup>	9.8 ± 3.2 <sup>bc</sup>	11.3 ± 2.0 <sup>a</sup>	8.1 ± 2.4 <sup>c</sup>	8.6 ± 3.0 <sup>c</sup>
Degree of chewy	2.8 ± 2.2 <sup>b</sup>	4.8 ± 3.0 <sup>ab</sup>	5.8 ± 3.6 <sup>a</sup>	7.1 ± 2.8 <sup>a</sup>	7.0 ± 2.8 <sup>a</sup>

Table 1-46. Sensory evaluation of salted Kimchi cabbage according to (3)vinyl packaging methods

김장봉지	Storage periods(days)				
	0	7	14	21	28
Clarity of yellow	9.7 ± 3.1 <sup>a</sup>	7.9 ± 3.0 <sup>a</sup>	4.9 ± 2.6 <sup>b</sup>	3.6 ± 1.4 <sup>b</sup>	4.5 ± 2.5 <sup>b</sup>
Degree of brown	0.5 ± 0.5 <sup>d</sup>	2.3 ± 1.7 <sup>c</sup>	2.6 ± 1.1 <sup>c</sup>	8.2 ± 3.1 <sup>a</sup>	5.9 ± 2.6 <sup>b</sup>
Clarity of green	11.4 ± 2.5 <sup>a</sup>	8.4 ± 3.1 <sup>b</sup>	6.1 ± 2.4 <sup>c</sup>	2.5 ± 1.0 <sup>d</sup>	6.7 ± 1.9 <sup>bc</sup>
Degree of gloss	8.3 ± 3.7 <sup>a</sup>	7.4 ± 3.7 <sup>ab</sup>	5.9 ± 4.0 <sup>ab</sup>	4.8 ± 2.1 <sup>b</sup>	5.3 ± 2.0 <sup>ab</sup>
Kimchi cabbage flavor	11.7 ± 3.2 <sup>a</sup>	10.2 ± 2.6 <sup>ab</sup>	8.2 ± 3.0 <sup>b</sup>	3.7 ± 1.5 <sup>c</sup>	5.7 ± 2.3 <sup>c</sup>
Salty flavor	5.0 ± 4.2 <sup>ab</sup>	3.3 ± 1.7 <sup>b</sup>	4.8 ± 3.7 <sup>ab</sup>	6.7 ± 4.2 <sup>a</sup>	7.3 ± 3.0 <sup>a</sup>
Sweet flavor	9.0 ± 1.9 <sup>a</sup>	6.4 ± 2.7 <sup>b</sup>	5.5 ± 2.8 <sup>bc</sup>	4.0 ± 2.0 <sup>c</sup>	5.5 ± 2.5 <sup>bc</sup>
Sour flavor	1.9 ± 2.3 <sup>b</sup>	1.4 ± 1.0 <sup>b</sup>	3.7 ± 3.1 <sup>b</sup>	8.5 ± 4.6 <sup>a</sup>	8.3 ± 3.6 <sup>a</sup>
Kimchi cabbage taste	12.6 ± 1.9 <sup>a</sup>	11.8 ± 2.2 <sup>a</sup>	12.0 ± 1.5 <sup>a</sup>	8.2 ± 2.7 <sup>b</sup>	6.6 ± 2.4 <sup>b</sup>
Salty taste	3.4 ± 2.0 <sup>b</sup>	5.1 ± 3.2 <sup>ab</sup>	4.7 ± 2.3 <sup>ab</sup>	4.9 ± 3.2 <sup>ab</sup>	6.7 ± 2.4 <sup>a</sup>
Sweet taste	8.5 ± 2.8 <sup>a</sup>	7.7 ± 2.6 <sup>ab</sup>	7.7 ± 2.2 <sup>ab</sup>	6.1 ± 2.3 <sup>b</sup>	6.0 ± 2.5 <sup>b</sup>
Acrid taste	6.1 ± 4.9 <sup>a</sup>	5.0 ± 4.4 <sup>a</sup>	8.4 ± 3.0 <sup>a</sup>	7.0 ± 3.5 <sup>a</sup>	4.9 ± 3.2 <sup>a</sup>
Bitter taste	2.8 ± 3.0 <sup>b</sup>	2.9 ± 2.4 <sup>b</sup>	7.3 ± 3.1 <sup>a</sup>	5.6 ± 4.7 <sup>ab</sup>	4.5 ± 3.2 <sup>ab</sup>
Sour taste	1.1 ± 1.3 <sup>b</sup>	1.4 ± 1.0 <sup>b</sup>	1.8 ± 1.2 <sup>b</sup>	5.5 ± 4.0 <sup>a</sup>	5.4 ± 3.0 <sup>a</sup>
Degree of crispness	12.7 ± 1.8 <sup>a</sup>	10.5 ± 3.6 <sup>ab</sup>	11.8 ± 2.2 <sup>a</sup>	9.3 ± 2.9 <sup>b</sup>	9.0 ± 1.8 <sup>b</sup>
Degree of chewy	2.8 ± 2.2 <sup>b</sup>	4.0 ± 3.0 <sup>ab</sup>	5.0 ± 4.1 <sup>ab</sup>	6.5 ± 3.4 <sup>a</sup>	6.3 ± 2.0 <sup>a</sup>

Table 1-47. Sensory evaluation of salted Kimchi cabbage according to (4)vinyl packaging methods

지피스김장봉지	Storage periods(days)				
	0	7	14	21	28
Clarity of yellow	9.7 ± 3.1 <sup>a</sup>	8.4 ± 2.5 <sup>ab</sup>	6.1 ± 2.9 <sup>b</sup>	8.0 ± 2.9 <sup>ab</sup>	7.2 ± 2.7 <sup>ab</sup>
Degree of brown	0.5 ± 0.5 <sup>c</sup>	2.2 ± 1.8 <sup>bc</sup>	3.1 ± 2.6 <sup>b</sup>	2.8 ± 1.5 <sup>b</sup>	4.8 ± 2.7 <sup>a</sup>
Clarity of green	11.4 ± 2.5 <sup>a</sup>	8.8 ± 2.9 <sup>b</sup>	8.6 ± 2.8 <sup>b</sup>	8.2 ± 3.2 <sup>b</sup>	7.3 ± 2.3 <sup>b</sup>
Degree of gloss	8.3 ± 3.7 <sup>a</sup>	8.4 ± 3.1 <sup>a</sup>	6.0 ± 3.7 <sup>a</sup>	7.0 ± 2.8 <sup>a</sup>	6.5 ± 3.1 <sup>a</sup>
Kimchi cabbage flavor	11.7 ± 3.2 <sup>a</sup>	10.6 ± 2.0 <sup>a</sup>	6.2 ± 2.4 <sup>bc</sup>	7.9 ± 3.8 <sup>b</sup>	4.6 ± 2.5 <sup>c</sup>
Salty flavor	5.0 ± 4.2 <sup>a</sup>	5.2 ± 2.7 <sup>a</sup>	7.3 ± 2.9 <sup>a</sup>	5.1 ± 3.0 <sup>a</sup>	6.1 ± 2.9 <sup>a</sup>
Sweet flavor	9.0 ± 1.9 <sup>a</sup>	8.5 ± 3.5 <sup>a</sup>	5.4 ± 2.0 <sup>b</sup>	6.8 ± 3.1 <sup>ab</sup>	5.9 ± 2.8 <sup>b</sup>
Sour flavor	1.9 ± 2.3 <sup>b</sup>	1.6 ± 0.8 <sup>ba</sup>	6.0 ± 3.6 <sup>a</sup>	6.2 ± 3.9 <sup>a</sup>	7.9 ± 3.8 <sup>a</sup>
Kimchi cabbage taste	12.6 ± 1.9 <sup>a</sup>	11.8 ± 2.2 <sup>ab</sup>	10.3 ± 2.4 <sup>b</sup>	11.8 ± 1.7 <sup>ab</sup>	6.1 ± 2.3 <sup>c</sup>
Salty taste	3.4 ± 2.0 <sup>b</sup>	4.9 ± 2.6 <sup>ab</sup>	5.2 ± 2.6 <sup>ab</sup>	3.6 ± 1.5 <sup>b</sup>	6.6 ± 2.4 <sup>a</sup>
Sweet taste	8.5 ± 2.8 <sup>a</sup>	8.3 ± 3.2 <sup>a</sup>	8.4 ± 3.1 <sup>a</sup>	7.8 ± 3.4 <sup>a</sup>	5.1 ± 2.8 <sup>b</sup>
Acrid taste	6.1 ± 4.9 <sup>a</sup>	6.1 ± 4.7 <sup>a</sup>	8.1 ± 3.9 <sup>a</sup>	7.6 ± 3.7 <sup>a</sup>	5.0 ± 2.7 <sup>a</sup>
Bitter taste	2.8 ± 3.0 <sup>a</sup>	3.6 ± 3.1 <sup>a</sup>	5.3 ± 3.5 <sup>a</sup>	4.4 ± 3.6 <sup>a</sup>	5.4 ± 3.0 <sup>a</sup>
Sour taste	1.1 ± 1.3 <sup>b</sup>	1.4 ± 0.9 <sup>b</sup>	2.9 ± 2.6 <sup>b</sup>	2.3 ± 1.4 <sup>b</sup>	6.6 ± 3.6 <sup>a</sup>
Degree of crispness	12.7 ± 1.8 <sup>a</sup>	10.3 ± 3.5 <sup>a</sup>	10.8 ± 3.1 <sup>a</sup>	11.1 ± 2.2 <sup>a</sup>	7.6 ± 2.7 <sup>b</sup>
Degree of chewy	2.8 ± 2.2 <sup>b</sup>	3.8 ± 3.3 <sup>ab</sup>	4.9 ± 3.7 <sup>ab</sup>	4.8 ± 3.3 <sup>ab</sup>	6.4 ± 2.2 <sup>a</sup>



Fig. 1-49. Salted Kimchi cabbage appearance according to packaging methods and storage periods

### 3) 작형별 절임배추의 유통 중 저장성 향상 기술 제시

절임배추의 저장성 향상을 위해 작형별(1차년과 2차년 연구) 절임배추를 조사한 결과 작형별보다는 저장 온도에 의해 저장 기간이 결정된다는 것을 확인할 수 있었다(Fig. 1-50). 계절별 절임배추의 품질 균일화 및 유통중 저장성 향상 기술 제시를 위한 기초 자료를 제공할 목적으로 작형별 절임배추의 저온 저장(0℃) 중 물리화학적, 미생물학적 및 관능적 품질 특성을 조사한 후 분석하였다. 전반적으로 계절별(봄배추, 여름배추, 가을배추 및 월동배추) 절임배추의 제조 직후 pH는 저장 초기 계절별 시료 간 차이를 보이다가 저장 후반에는 시료 간 차이가 없었다. 적정산도는 가을 절임배추가 비교적 낮은 산도를 보였고, 가용성 고형분 함량은 월동배추가 비교적 높은 함량을 보였으며, 미생물 군수는 여름배추가 가장 높은 군수를 보였다. 감각 과학 검사의 경우 계절별 절임배추의 외관의 변화 냄새와 맛 특성 변화도 계절별 시료에 따라 차이가 있었고, 관능적 품질 특성 항목간의 상관관계 분석결과 유의적으로 양 또는 음의 상관성을 보이는 품질 특성이 많아서 절임배추 저장 중에 한 개의 품질 특성만 변화하는 것이 아니라 여러 가지 특성이 함께 변화한다는 것을 확인할 수 있었다. 한편 계절별 절임배추 전반적인 품질 특성의 주성분 분석 결과 첫 번째 주성분(F1)과 두 번째 주성분(F2)는 전체 데이터의 51.98%와 14.23%의 설명력을 보여 주었고, 총설명력은 66.21%였다. 계절별로 월동배추는 F1상의 위쪽, 봄배추는 중간, 나머지 시료는 F2상의 아래쪽에 분포하였고, 저장기간에 따라서는 F1상의 왼쪽에 저장 일수가 적은 절임배추 시료가 오른쪽에는 저장 일수가 많은 시료가 위치하였다. 본 연구 결과 계절별 절임배추의 품질 특성이 제조 직후부터 저장 중에도 계속 시료 간 품질 차이가 뚜렷하게 있음을 확인하였다.

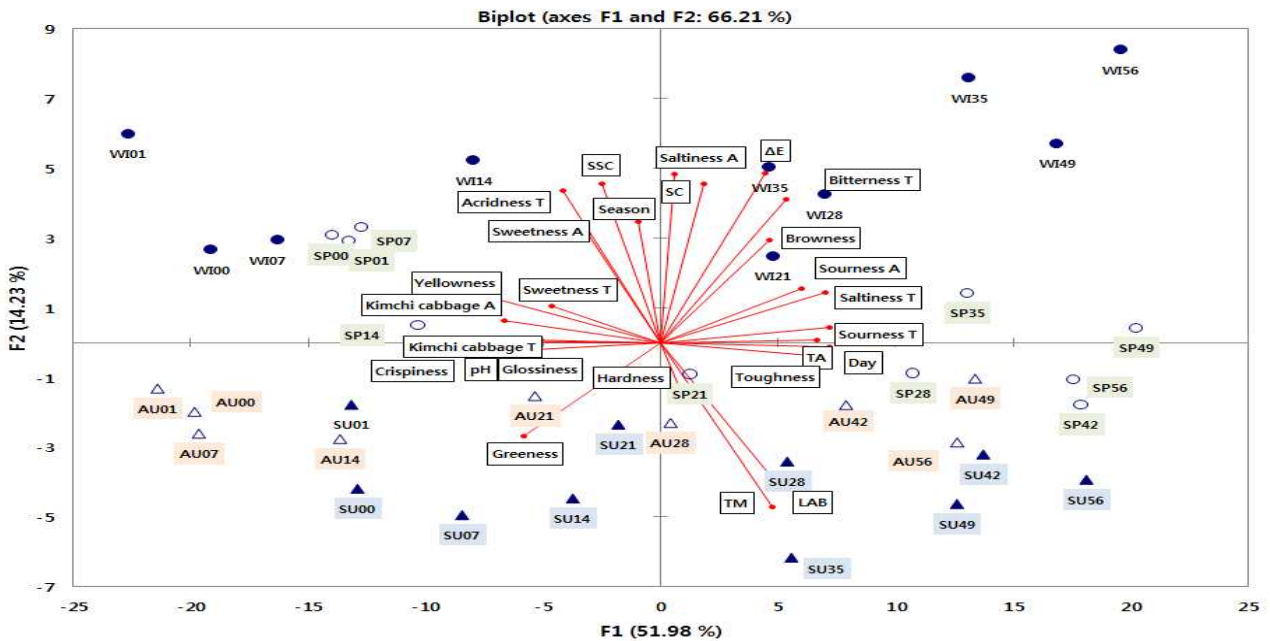


Fig. 1-50. Principal component analysis of the physicochemical properties and sensory characteristics of seasonal salted-Kimchi cabbage.

SP, spring salted-Kimchi cabbages; SU, summer salted-Kimchi cabbages; AU, autumn salted-Kimchi cabbages; WI, winter salted-Kimchi cabbages.

Fig. 1-51은 1, 2차년도 결과에서 얻은 저장온도별, 저장기간별, 작형에 따른 절임배추의 물리화학적 품질 지표와 관능적 품질 지표를 기준으로 절임배추의 상품성 유지 기간을 제시한 결과이다. 물리화학적 품질 지표로 선정하였던 pH, 총산도, 경도 및 a-value중 pH를 기준으로 절임배추로의 상품성 유지 기간을 분석한 결과 0°C에서는 약 10-14일, 4°C에서는 7일, 10°C에는 3일, 20°C에서는 1일 이후에는 절임배추로의 상품성이 없었다. 총산도 0.35이하를 기준으로 보면 0°C에서는 14-20일, 4°C에서는 7-10일, 10°C에서는 4-5일, 20°C에서는 약 2일까지 상품성이 유지가 되었다. 또 감각 과학 검사 기준인 신맛, 신냄새, 아삭함, 생배추 맛 등을 기준으로 볼 때 물리화학적 품질지표 기준에 의한 상품성 유지기간과 비슷하게 0°C에서는 14-21일, 4°C에서는 7일, 10°C는 4-5일, 20°C에서는 2-3일이었다. 이때 물리화학적 품질 기준지표인 pH 5.8이상, 총산도 0.35%는 협동기관인 화원농협에서 작형별(봄, 여름, 가을, 겨울) 절임배추의 제조 후 물리화학적 품질인 pH와 총산도의 범위를 참고로 정의하고 절임배추의 상품성 유지 기간을 정하였다.

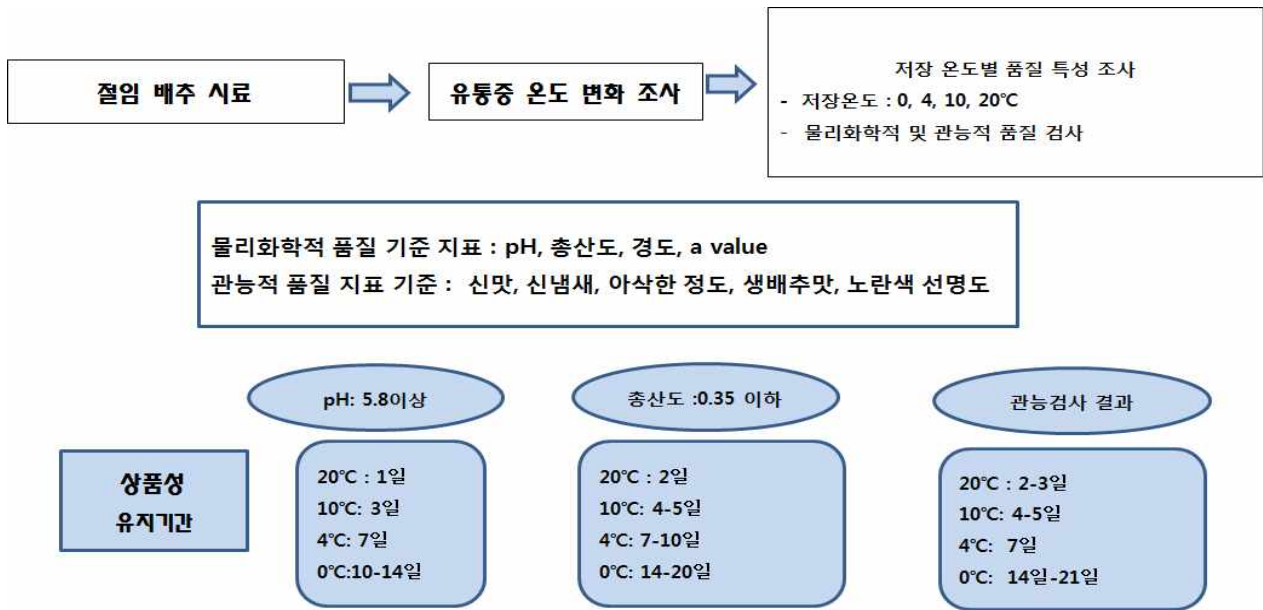


Fig. 1-51. 절임배추의 상품성 품질 지표 및 유지기간

실험실 규모의 소규모에서 동일한 조건으로 저장할 경우 3-4주 정도 품질이 이상이 없다고 보고된 경우도 있으나, 대량으로 생산하는 HACCP 절임배추 제조업체에서 생산된 절임배추의 저장기간은 온도의 변화가 없이 0°C를 유지하면 최대 10-14일 유지하는 것을 확인하였다.

4) 저장 절임배추의 김치 제조 및 품질 평가를 통한 작형별 절임배추의 품질 지표 확립 및 유통기간 예측

본 연구에서는 절임배추의 상품성 유지 기간 즉 저장성 연장을 위하여 절임배추의 소금 농도는 1.5~1.8%이지만 김치 제조시 양념에 소금, 젓갈 등을 이용하여 소금의 농도가 약간 높아진다. 김치 원료인 절임배추의 소금 농도를 약간 높여 절여 절임배추의 저장성을 연장시키고, 최종 김치 제조시 소금 농도를 조절하여 양념을 제조하는 공정을 기준으로 본 실험을 수행하였다.

① 절임 농도에 따른 절임배추의 pH 및 적정산도

절임 농도에 따른 절임배추의 pH 및 산도의 변화를 측정한 결과는 Fig. 1-52에 나타내었다. 2%와 3%로 절인 배추는 저장 초기 각각 5.98, 5.93이었으며, 5%에 절인 배추는 5.98로 나타났다. 0°C에 보관하면서 실험한 결과 저장기간에 따라 모든 시료의 pH가 감소하였으며, 저장 112일에 2%는 4.51로 3%는 4.75로 5%는 5.35로 감소하여 소금의 농도가 높을수록 pH의 저하가 낮



게 나타나는 것을 알 수 있었다. 적정산도는 2%와 3%로 절인 배추는 저장 초기 각각 0.20, 0.19%이었으며, 5%에 절인 배추는 0.20%로 나타났다. 0°C에 보관하면서 실험한 결과 5% 농도로 절인 배추를 제외하고 저장기간에 따라 시료의 적정산도가 증가하였다.

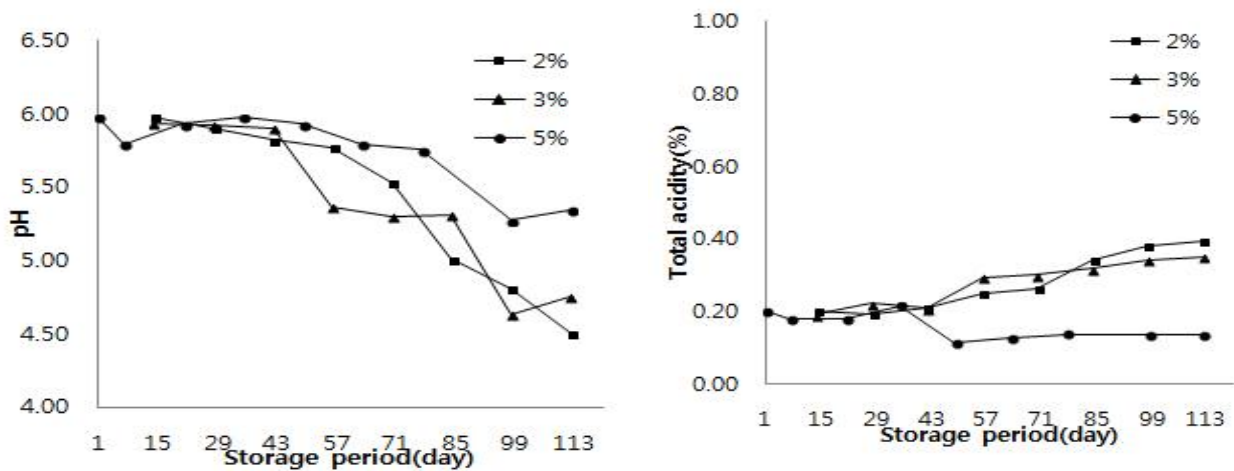


Fig. 1-52. Change in pH and total acidity(%) of salted Kimchi cabbage in according to the salt concentration

② 절임농도 따른 절임배추의 색도, 가용성 고형분, 염도 측정

절임농도에 따른 절임배추의 색도, 가용성 고형분, 그리고 염도 측정의 결과는 Table 1-48에 나타내었다. 배추의 색도 중 L 값은 저장 초기 2, 3% 실험구는 48.52였으며, 5% 실험구는 47.71로 나타났고 저장 기간 동안 비슷한 수준을 나타냈는데 이것은 소금 농도와 저장 기간에 따른 차이는 보다는 배추 개체의 차이로 사료된다. a값은 저장 초기 2%는 -6.00, 3%는 -5.72, 5% -7.18로 나타났으나 저장 기간이 증가함에 따라 증가하여 각각 -1.82, -1.80, -0.94로 나타났다. b값은 a값과 마찬가지로 저장 초기 2%는 17.30, 3%는 17.58, 그리고 5%는 16.24이었으나 저장기간이 증가함에 따라 감소하여 저장 112일에 각각 9.10, 5.84, 그리고 7.86으로 나타났다.

가용성 고형분 함량은 2%와 3% 배추는 저장 초기 각각 7.86, 7.69로 나타났으며, 5% 절임배추는 4.66으로 조금 낮게 나타났다. 이것은 소금 농도에 의한 차이보다는 배추 수확시기에 따른 것으로 5% 절임배추는 여름배추를 사용하였고, 2%와 3% 소금 농도로 절인 배추는 겨울 배추를 사용하여 차이가 나는 것으로 사료된다. 절임배추의 염도는 2%와 3%는 저장 14일에 각각 1.35%, 1.76% 그리고 5%는 저장 7일에 2.05%로 나타났으며, 저장기간이 증가함에 따라 약간 증가하였다.

Table 1-48. Change in Color, salinity, soluble solid of salted Kimchi cabbage in according to the salt concentration

Salt content	Day	Color value			soluble solid contents	Salinity
		L	a	b		
2%	14	48.52 ± 0.85	-6.00 ± 1.17	17.30 ± 0.76	7.86 ± 0.51	1.35 ± 0.25
	28	48.67 ± 0.29	-3.59 ± 0.32	10.07 ± 0.24	6.36 ± 0.62	1.35 ± 0.41
	42	47.55 ± 3.05	-3.41 ± 0.85	9.45 ± 0.54	7.67 ± 1.39	1.58 ± 0.25
	56	49.47 ± 0.34	-2.49 ± 0.34	8.46 ± 1.41	6.54 ± 0.70	1.52 ± 0.33
	70	48.42 ± 1.40	-2.08 ± 0.84	8.01 ± 0.33	6.36 ± 0.53	1.64 ± 0.17
	84	49.15 ± 0.78	-1.69 ± 0.21	7.53 ± 1.02	6.67 ± 0.57	1.58 ± 0.25
	98	50.55 ± 3.51	-1.64 ± 0.14	8.38 ± 0.94	6.81 ± 0.20	1.64 ± 0.17
	112	48.57 ± 0.14	-1.82 ± 0.70	9.10 ± 1.85	6.03 ± 0.44	1.76 ± 0.17
3%	14	48.42 ± 0.91	-5.72 ± 0.47	17.58 ± 0.62	7.69 ± 0.13	1.76 ± 0.17
	28	48.51 ± 1.56	-4.27 ± 0.34	12.12 ± 0.97	8.60 ± 0.78	2.4 ± 0.08
	42	49.69 ± 2.27	-3.11 ± 1.46	9.70 ± 1.73	8.13 ± 1.36	2.46 ± 0.66
	56	50.95 ± 0.83	-2.16 ± 0.04	9.00 ± 0.35	7.99 ± 1.03	2.75 ± 0.25
	70	48.62 ± 0.67	-2.27 ± 0.58	8.09 ± 0.67	7.11 ± 0.18	2.46 ± 0.33
	84	50.52 ± 0.91	-1.80 ± 0.20	8.65 ± 0.24	7.95 ± 0.59	2.28 ± 0.25
	98	48.57 ± 0.19	-1.94 ± 0.06	8.41 ± 0.06	7.18 ± 0.21	2.46 ± 0.17
	112	48.16 ± 1.95	-1.80 ± 0.60	8.54 ± 1.14	7.55 ± 0.02	2.57 ± 0.00
5%	1	47.71 ± 0.64	-7.18 ± 1.10	16.24±2.51	4.66 ± 0.25	1.4 ± 0.00
	7	43.92 ± 2.16	-6.63 ± 0.82	14.03± 0.10	5.05 ± 0.02	2.05 ± 0.41
	21	45.59 ± 0.21	-4.86 ± 0.03	11.84± 0.43	5.13 ± 0.85	2.11 ± 0.33
	35	47.14 ± 3.63	-4.37 ± 0.59	12.32± 0.50	3.46 ± 0.18	1.99 ± 0.17
	49	44.16 ± 0.43	-4.15 ± 0.25	10.69± 0.30	5.48 ± 0.67	2.81 ± 0.33
	63	46.38 ± 0.06	-2.51 ± 0.21	9.21 ± 0.85	4.87 ± 0.45	2.16 ± 0.08
	77	45.64 ± 2.65	-2.28 ± 0.54	8.18 ± 0.26	5.33 ± 0.11	2.75 ± 0.08
	98	47.38 ± 0.10	-0.81 ± 0.87	7.26 ± 0.56	4.19 ± 0.34	2.22 ± 0.17
	112	49.74 ± 0.57	-0.94 ± 0.16	7.86 ± 0.93	4.43 ± 0.14	2.34 ± 0.00

### ③ 절임농도에 따른 절임배추의 경도 측정

디지털 경도계를 사용하여 절임농도별로 배추의 경도를 측정한 결과이다(Fig. 1-53). 저장초기에 2% 절임배추의 경우 4.58kg.f, 3% 절임배추는 4.70kg.f, 그리고 5% 절임배추는 3.83kg.f으로 나타나 3% 농도로 절인 배추의 경도가 가장 높았으며, 5% 절임배추의 저장 초기 경도가 가장 낮게 나타났다. 배추를 각각의 소금 농도에서 절여 0°C에서 저장한 절임배추의 저장기간이 증가함에 따라 경도는 감소하였다. 2% 절임배추의 경도는 최종 저장일을 비교하면 3.17kg.f, 3% 절임배추는 2.71kg.f, 그리고 5% 절임배추는 3.38kg.f로 감소하였다. 이는 원료배추의 조직감 강도 차이에 의한 것으로 사료되며 최종 저장시의 경도의 변화를 살펴보면 전체적으로 3% 농도로 절인 배추가 가장 많이 감소하였으며, 5% 농도로 절인 배추가 가장 적게 감소하였다.

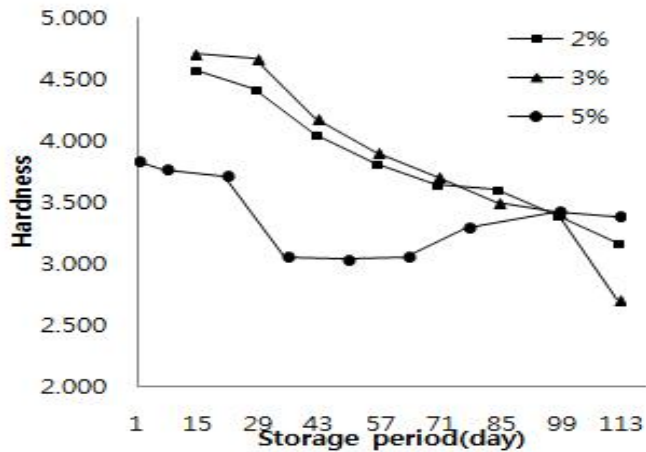


Fig. 1-53. Effect of salt concentration in the hardness of salted Kimchi cabbage

각각의 소금 농도로 제조된 절임배추의 저장 중 조직감 변화를 texture analyzer를 이용하여 puncture test를 한 결과(Table 1-49), Force(g)의 경우 저장 14일에 2% 절임배추는 1003.07g, 3% 절임배추는 1136.79g로 나타났고 5% 절임배추는 저장 1일에 1022.31g로 나타났다. 저장기간 동안 force는 비슷한 수준으로 나타났는데, 이것은 배추 개체의 차이로 사료된다. 절임배추의 두께를 나타내는 Travel(mm)의 경우 5% 절임배추에서 제조 직후 24.89mm로 2%와 3% 절임배추의 22.07mm과 21.88mm보다 약간 두꺼웠으며, 저장 기간이 증가함에 따라 약간 감소하여 절임배추 저장시 배추에 들어있는 수분이 외부로 배출되어 두께가 감소되는 것을 알 수 있었다. 배추의 아삭거림을 나타낼 수 있는 count peak의 수는 제조 직후 2% 절임배추는 19.90개에서 저장 기간이 증가함에 따라 점차 감소하여 저장 말기에는 4개 정도로 감소되었고, 3% 절임배추는 14.69개에서 6개 정도로 감소하였으며, 그리고 5% 절임배추는 21.70개에서 6개 정도로 감소하여, count peak 수 감소가 5% 절임배추에서 가장 크게 나타났다.

Table 1-49. Effect of salt concentration in the texture properties of salted Kimchi cabbage

Salt cont.	Day	Force(g)	Area (kg.sec)	Travel(mm)	Count Peaks
2%	14	1003.07 ± 95.26	9.68 ± 1.45	22.07 ± 0.51	19.90 ± 5.80
	28	1134.96 ± 199.84	9.44 ± 1.47	22.83 ± 0.76	9.60 ± 4.76
	42	1279.24 ± 108.68	9.99 ± 1.20	21.35 ± 0.33	6.00 ± 1.56
	56	1342.79 ± 210.99	10.03 ± 1.56	21.24 ± 0.24	5.67 ± 3.04
	70	1111.74 ± 130.00	9.40 ± 0.90	21.47 ± 0.40	6.13 ± 2.62
	84	1183.22 ± 118.03	10.53 ± 1.20	21.51 ± 0.52	5.40 ± 1.72
	98	1466.77 ± 135.37	9.89 ± 0.99	22.18 ± 0.58	3.87 ± 1.69
	112	1373.71 ± 150.86	10.66 ± 0.94	21.73 ± 0.50	4.73 ± 1.83
3%	14	1136.79 ± 112.12	10.11 ± 1.23	21.88 ± 0.55	14.69 ± 4.60
	28	1199.94 ± 158.68	10.79 ± 2.13	22.57 ± 1.11	16.82 ± 9.09
	42	1208.25 ± 129.30	9.33 ± 1.01	21.66 ± 0.50	7.33 ± 2.44
	56	1291.53 ± 147.17	10.26 ± 1.01	21.11 ± 0.01	7.40 ± 2.53
	70	1333.00 ± 219.01	10.23 ± 1.30	22.43 ± 0.70	5.33 ± 1.95
	84	1172.34 ± 87.40	10.17 ± 1.08	21.46 ± 0.42	5.33 ± 1.72
	98	1308.85 ± 120.67	10.26 ± 1.20	21.71 ± 0.44	5.40 ± 1.88
	112	1313.86 ± 177.13	10.79 ± 1.08	21.32 ± 0.34	6.60 ± 2.06
5%	1	1022.31 ± 79.47	8.37 ± 1.18	24.89 ± 1.79	21.70 ± 6.92
	7	1065.39 ± 117.55	7.70 ± 0.79	23.21 ± 0.91	10.53 ± 3.89
	21	1012.76 ± 115.68	6.77 ± 0.83	22.14 ± 0.55	6.00 ± 1.81
	35	1003.72 ± 134.69	6.86 ± 0.87	22.47 ± 0.76	5.87 ± 1.69
	49	1039.00 ± 164.50	7.18 ± 0.93	22.92 ± 0.66	6.20 ± 1.42
	63	919.62 ± 99.06	7.25 ± 0.90	21.19 ± 0.14	5.47 ± 2.23
	77	1067.51 ± 78.30	8.68 ± 1.66	21.34 ± 0.38	6.40 ± 1.88
	98	1042.16 ± 132.05	8.01 ± 1.08	22.06 ± 0.79	6.93 ± 1.94
	112	1040.04 ± 80.67	7.61 ± 1.05	22.06 ± 0.52	6.53 ± 1.69

④ 절임농도에 따른 절임배추의 미생물 변화

절임 농도에 따른 총균수와 젖산균수를 측정된 결과는 Fig. 1-54에 나타내었다. 저장 14일에 2%는 3.76 log CFU/g 이었으며, 3%는 3.34 log CFU/g로 나타났다. 5% 절임배추를 제외하고 저장 77일에 각각 7.81 log CFU/g, 7.57 log CFU/g로 가장 높게 나타났으며, 5% 절임배추는 저장 98일에 6.60 log CFU/g로 가장 높게 나타났고 이후 약간 감소하였다. 또 젖산균수는 5% 절임배추에서 저장 21일에 3.42 log CFU/g 이었으며, 2%와 3% 절임배추는 저장 35일에 각각 6.47 log CFU/g, 6.16 log CFU/g로 나타났다. 저장 기간이 증가함에 따라 약간씩 증가하였는데 총균수와 마찬가지로 5% 절임배추를 제외하고 저장 77일에 각각 7.72 log CFU/g, 7.63 log CFU/g으로 가장 높았다. 5% 절임배추는 저장 98일에 6.62 log CFU/g로 가장 높았으며, 이후 약간 감소하여 저장 112일에 6.254 log CFU/g로 나타났다. 소금 농도에 따른 절임배추의 미생물 수는 전반적으로 소금의 농도가 높을수록 낮게 나타났다.

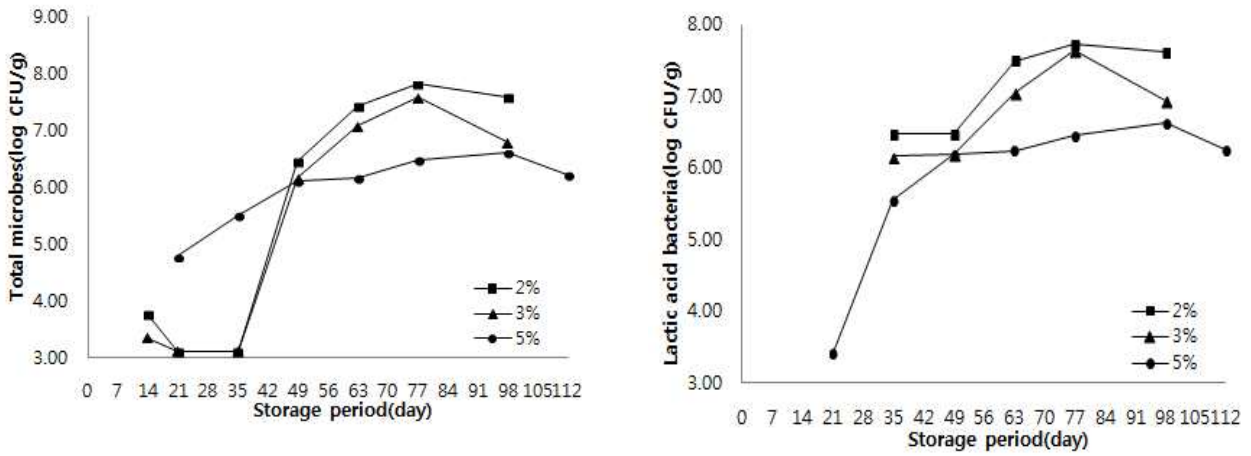


Fig. 1-54. Effect of salt concentration in the microbes and lactic acid bacteria of salted Kimchi cabbage



Fig. 1-55. Effect of salt concentration in salted Kimchi cabbage

본 실험결과 소금 농도가 높아질수록 절임배추의 품질 변화가 없었으나, 김치의 최종 염농도가 평균 2.5%를 넘지 않으므로 소금 농도에 의한 저장성 연장은 큰 효과가 없는 것으로 판단

되었다.

Fig. 1-56은 소금 농도별 빙결온도와 소금농도별 배추 절임중의 온도를 측정한 결과이다. 소금 농도가 높아질수록 빙점 강하효과에 의해 빙결온도가 낮아지고, 어는 속도가 늦어지는 것을 확인할 수 있다. 일반적으로 배추는 절임에 의해 배추내의 당, 황 함유물질, 유리 아미노산 등의 성분들이 배추 조직 내에 배출되고, 저장을 하게 되면 미생물 증식 등에 의해 발효가 되어 절임배추로의 상품성이 없어지게 된다. 본 실험은 0℃에서 소량의 소금과 반절 배추 또는 세절 배추가 저장 중에 배추 자체의 수분에 의해 절임이 되는 원리를 이용하여 실험을 진행하였다.

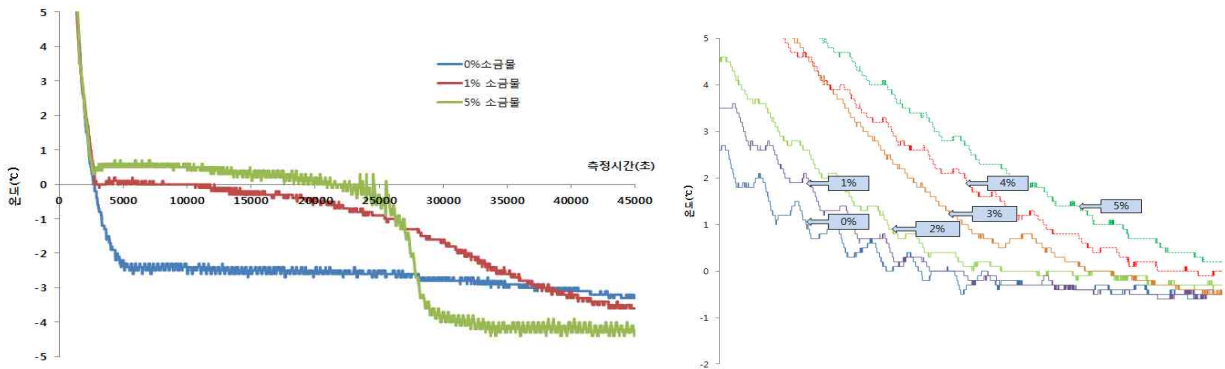


Fig. 1- 56. Freezing point of salt solution according to salt concentration.

#### ⑤ 저장용 최적 절임배추 제조 방법

김치 원료인 절임배추의 소금 농도와 빙결점 부근에서 절임배추가 장기간 저장이 가능하다는 것이 확인되어 pilot 규모인 배추 300-500kg/회 저장용 절임배추를 제조한 후 저장 중에 30 일 간격으로 품질 변화를 조사하였다.

#### ① 절임농도 및 절임방법에 따른 절임배추의 pH 및 적정산도

Pilot 규모의 절임배추의 pH와 산도의 변화를 측정한 결과는 Fig. 1-57과 1-58에 나타내었다. 1/2로 잘라 절인 배추 중 1%는 저장 초기 6.24로 나타났으며, 1.5%와 2% 절임은 6.06-6.07로 나타났다. 저장 기간의 증가에 따라 pH는 감소하였는데 저장 90일에 모든 시료가 5.44-5.55로 감소하였다. 세절배추의 pH는 저장 초기 6.01-6.08이었으며, 저장 기간에 따라 감소하였는데 1% 소금 농도로 절인 배추의 감소폭이 가장 작았고, 1.5%와 2% 절임배추는 5.55-5.56으로 나타났다. 적정산도는 저장 기간의 증가에 따라 약간 증가하였는데, 모든 시료에서 저장 초기 0.20-0.24이었으며 저장 90일에 모든 시료가 0.28-0.34(%)로 약간 증가하였다. 적정산도의 증가가 미미한 것은 모든 시료를 0℃에 보관하면서 실험하여 증가폭이 작았던 것으로 사료된다.

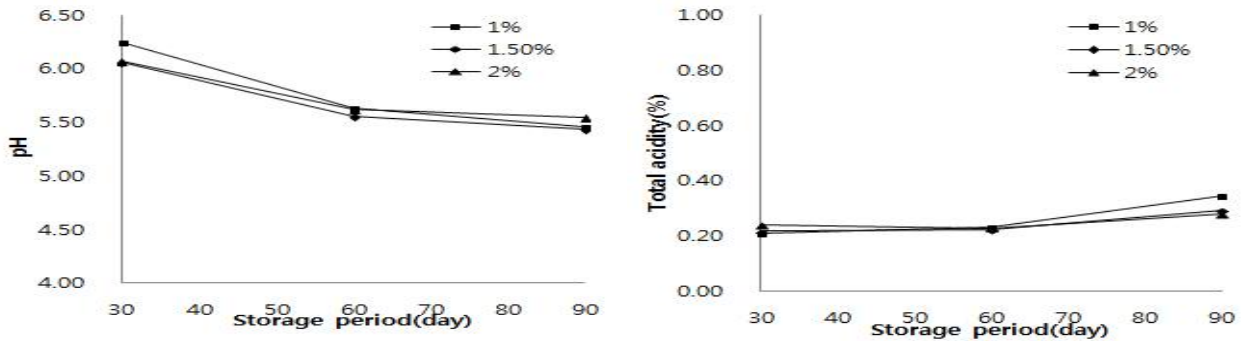


Fig. 1-57. Effect of salt concentration in the pH and total acidity(%) of salted-f Kimchi cabbage

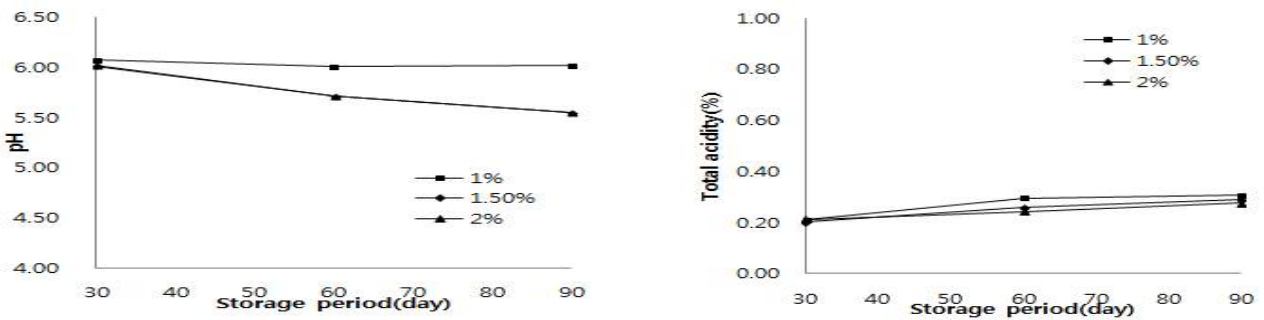


Fig. 1-58. Effect of salt concentration in the pH and total acidity(%) of cut salted-Kimchi cabbage

⑤ 절임농도 및 절임방법에 따른 절임배추의 색도, 가용성 고형분, 염도 측정

절임 농도 및 절임 방법에 따라 1/2로 자른 절임배추의 색도, 가용성 고형분, 그리고 염도 측정의 결과는 Table 1-50에 나타내었다. 배추의 색도 중 L 값은 1% 절임에서 저장 초기 46.28, 1.5% 절임은 45.56, 2% 절임은 46.46이었으나 저장 기간에 따라 모든 시료에서 약간씩 증가하여 각각 49.87, 48.64, 48.60으로 나타났다. a값은 저장 초기 -4.58~-4.85이었으나 저장기간이 증가함에 따라 각각 -1.45, -0.43, -1.30으로 나타났다. b값은 저장 초기 13.83~14.28로 나타났으나 저장기간 동안 약간 감소하여 7.03~8.22로 나타났다. 명도를 나타내는 L값과 적색도를 나타내는 a값은 증가하였고, 황색도를 나타내는 b값은 감소하였다. 절임 농도 및 절임 방법에 따라 세절된 절임배추의 색도, 가용성 고형분, 그리고 염도 측정의 결과는 Table 1-51과 같다. 배추의 색도 중 L 값은 1%와 2%는 저장기간 동안 약간 증가하였고, 1.5% 저장구는 약간 감소하였다. a값은 저장 초기 1% 절임구는 -3.91로 가장 높았으며, 1.5% 절임구는 -2.77, 2% 절임구는 -1.64로 가장 낮게 나타났다. 저장기간 동안 a값은 증가하여 각각 -4.15, -3.70, -1.84

로 나타났다. b값은 저장 초기 1% 저장구는 12.19, 1.5% 저장구는 9.98, 2% 저장구는 9.33으로 나타났으며, 2% 저장구를 제외한 시료는 약간씩 증가하였다. 가용성 고형분 함량은 절임농도나 절임방법에 따른 저장기간 동안 차이가 없이 나타났다. 저장기간 동안 5.00-6.99% 정도로 나타났으며 가용성 고형분 함량은 절임농도나 절임 방법에 따른 차이보다는 시료 개체의 차이에 의해 나타난 것으로 사료된다. 1/2로 세절하여 절인 절임배추의 염도는 저장 초기 1% 저장구는 0.88%로 나타났으며, 1.5% 저장구는 1.05%, 2% 저장구는 1.64%로 나타났으며, 저장기간 동안 비슷한 수준을 유지하였다. 세절하여 절인 절임배추의 염도는 저장 초기 1%는 0.76%, 1.5%는 1.05%, 그리고 2% 1.11%로 나타났으나, 저장 기간의 증가에 따라 증가하여 저장 90일에 각각 1.58%, 1.70%, 1.87%로 나타났다.

Table 1-50. Effect of salt concentration in the color, salinity, soluble solid of salted-Kimchi cabbage

Salt content(%)	Day	Color value			soluble solid contents	Salinity(%)
		L	a	b		
1.0	30	46.28 ± 1.09	-4.85 ± 0.32	14.09 ± 0.92	6.19 ± 0.57	0.88 ± 0.08
	60	48.97 ± 0.08	-2.70 ± 0.16	9.85 ± 0.02	5.00 ± 0.57	0.88 ± 0.08
	90	49.87 ± 1.69	-1.45 ± 0.37	8.22 ± 0.13	6.28 ± 0.04	0.82 ± 0.00
1.5	30	45.56 ± 1.59	-4.58 ± 0.68	14.28 ± 0.70	5.93 ± 0.62	1.05 ± 0.17
	60	47.63 ± 1.02	-2.95 ± 0.06	10.10 ± 0.56	5.66 ± 0.91	1.46 ± 0.08
	90	48.64 ± 1.21	-0.43 ± 0.25	7.14 ± 0.04	6.99 ± 0.22	1.17 ± 0.17
2.0	30	46.46 ± 0.32	-4.67 ± 0.30	13.83 ± 0.20	6.64 ± 0.60	1.64 ± 0.00
	60	49.58 ± 0.32	-2.88 ± 0.44	10.86 ± 0.87	5.58 ± 0.02	1.64 ± 0.17
	90	48.60 ± 0.01	-1.30 ± 0.48	7.03 ± 0.02	6.77 ± 0.24	1.99 ± 0.33



Table 1-51. Effect of salt concentration in the color, salinity, soluble solid of cut salted-Kimchi cabbage

Salt content(%)	Day	Color value			soluble solid contents	Salinity(%)
		L	a	b		
1.0	30	47.79 ± 1.81	-3.91 ± 0.90	12.19 ± 0.40	5.79 ± 0.15	0.76 ± 0.08
	60	48.69 ± 0.87	-4.04 ± 0.13	12.56 ± 1.77	5.92 ± 0.64	1.17 ± 0.33
	90	48.46 ± 0.00	-4.15 ± 0.07	13.18 ± 1.15	6.64 ± 0.11	1.58 ± 0.08
1.5	30	50.79 ± 0.87	-2.77 ± 0.32	9.98 ± 0.26	5.63 ± 0.15	1.05 ± 0.00
	60	49.76 ± 2.09	-3.45 ± 0.28	11.49 ± 0.47	6.38 ± 0.28	1.46 ± 0.08
	90	47.19 ± 0.16	-3.70 ± 0.09	11.6 ± 0.15	6.38 ± 0.41	1.70 ± 0.25
2.0	30	50.86 ± 0.35	-1.64 ± 0.56	9.33 ± 0.73	5.62 ± 0.21	1.11 ± 0.08
	60	50.91 ± 0.25	-1.78 ± 0.43	9.27 ± 1.42	6.14 ± 0.22	1.58 ± 0.08
	90	51.26 ± 1.21	-1.84 ± 0.33	8.69 ± 0.23	6.76 ± 0.41	1.87 ± 0.00

㉔ 절임농도 및 절임방법에 따른 절임배추의 경도 측정

디지털 경도계를 사용하여 각각 절임농도 및 절임방법에 따라 측정된 절임배추의 경도는 Fig. 1-59에 나타내었다. 1/2로 세절한 절임배추는 저장초기에 1% 4.55kg.f, 1.5% 4.48kg.f, 그리고 2% 4.36kg.f에서 저장 기간이 증가함에 따라 감소하여 각각 3.69kg.f, 3.53kg.f, 3.49kg.f로 나타났다. 세절한 절임배추는 저장초기에 1% 3.93kg.f, 1.5% 3.75kg.f, 그리고 2% 4.14kg.f로 1/2로 세절한 배추보다 낮게 나타났으며, 저장 기간이 증가함에 따라 감소하여 3.23kg.f로 나타난 1%절임배추를 제외하고 3.11kg.f로 나타났다.

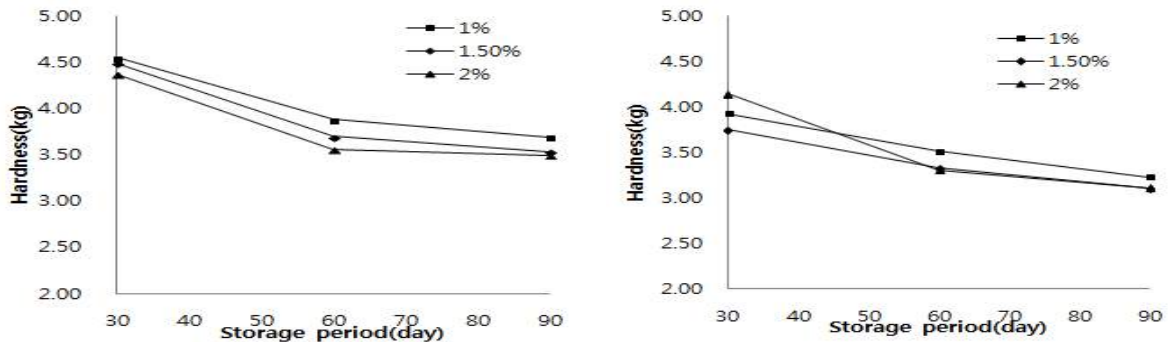


Fig. 1-59. Effect of salt concentration in the hardness of salted Kimchi cabbage

절임농도 및 절임방법에 따라 1/2로 세절한 절임배추의 저장 중 조직감 변화를 texture analyzer를 이용하여 puncture test를 한 결과(Table 1-52), 강도를 나타내는 force는 저장 초기가 1% 절임배추에서 895.52(g)로 가장 낮게 나타났으며, 제조 직후 전반적으로 증가한 후 그 값을 유지하는 경향이였다. 절임배추의 두께를 나타내는 travel(mm)의 경우 제조 직후 23mm에서 약간씩 감소하거나 그 값을 유지하였다. 배추의 아삭거림을 나타낼 수 있는 count peak의 수는 제조 직후 1% 절임배추가 22.70개로 가장 많았으며, 2% 절임배추가 16.60개로 가장 작았다. 저장 기간이 증가함에 따라 점차 감소하여 저장 90일에는 5-6개 정도로 감소하였다.

절임농도 및 절임방법에 따라 세절한 절임배추의 저장 중 조직감 변화를 texture analyzer를 이용하여 puncture test를 한 결과(Table 1-53), 강도를 나타내는 force는 제조 직후 전반적으로 증가한 후 그 값을 유지하는 경향이였다. 절임배추의 두께를 나타내는 travel(mm)의 경우 제조 직후 22mm-24mm에서 약간씩 감소하거나 그 값을 유지하였다. 배추의 아삭거림을 나타낼 수 있는 count peak의 수는 1/2로 절인 배추보다 작은 6-9개 이었으며, 저장 기간이 증가함에 따라 점차 감소하여 저장 90일에는 4-6개 정도로 감소하였다.

Table 1-52. Effect of packaging method in the texture properties of salted cut in half Kimchi cabbage

Salt	Day	Force(g)	Area (kg.sec)	Travel(mm)	Count Peaks
1.0%	30	895.52 ± 107.48	10.92 ± 1.76	23.73 ± 0.46	22.70 ± 4.51
	60	1182.72 ± 136.86	9.29 ± 0.82	21.77 ± 0.52	5.60 ± 2.59
	90	1297.28 ± 156.76	10.62 ± 1.19	22.24 ± 0.65	6.60 ± 1.77
1.5%	30	944.89 ± 128.35	10.05 ± 1.85	23.17 ± 0.71	19.07 ± 7.03
	60	1115.29 ± 127.33	8.78 ± 1.47	22.36 ± 1.02	6.67 ± 2.06
	90	1109.63 ± 81.62	8.74 ± 0.81	22.75 ± 1.08	5.93 ± 2.15
2.0%	30	953.08 ± 147.15	9.78 ± 1.09	23.85 ± 0.66	16.60 ± 5.85
	60	1067.14 ± 147.57	8.63 ± 0.61	21.80 ± 0.65	5.80 ± 1.78
	90	1086.32 ± 141.26	9.48 ± 1.02	21.95 ± 0.52	5.07 ± 1.67

Table 1-53. Effect of salt concentration in the texture properties of salted chopped Kimchi cabbage

salt	Day	Force(g)	Area (kg.sec)	Travel(mm)	Count Peaks
1.0%	30	1214.94 ± 209.08	9.29 ± 1.11	22.41 ± 0.72	9.40 ± 3.16
	60	1325.17 ± 194.92	9.87 ± 1.37	22.29 ± 0.60	4.73 ± 2.19
	90	1291.87 ± 152.15	10.39 ± 1.17	23.72 ± 0.65	6.20 ± 2.27
1.5%	30	1143.40 ± 132.82	9.75 ± 0.97	21.94 ± 0.63	6.07 ± 1.87
	60	1310.71 ± 233.57	9.15 ± 1.69	22.13 ± 0.74	4.47 ± 1.73
	90	1232.15 ± 182.00	9.63 ± 1.69	24.13 ± 0.84	4.87 ± 2.23
2.0%	30	1203.57 ± 224.45	9.50 ± 1.19	22.25 ± 0.80	6.20 ± 2.27
	60	1407.31 ± 222.17	9.93 ± 1.44	22.34 ± 0.57	4.47 ± 1.55
	90	1215.54 ± 197.46	9.38 ± 1.15	23.84 ± 0.92	4.80 ± 1.57

㉔ 절임농도 및 절임방법에 따른 절임배추의 미생물 변화

절임농도 및 절임방법에 따른 총균수를 측정된 결과는 Fig. 1-60과 같다. 1/2로 세절한 절임배추의 총균수는 저장 초기 1% 절임배추는 4.75 log CFU/g 이었으며, 1.5% 절임배추는 6.52 log CFU/g, 2% 절임배추는 5.02 log CFU/g로 나타났다. 이후 감소하여 저장 90일에 각각 3.29 log CFU/g, 3.40 log CFU/g, 3.82 log CFU/g로 나타났다. 세절한 절임배추의 총균수는 저장 초기 1% 절임배추는 4.86 log CFU/g 이었으며, 1.5% 절임배추는 5.26 log CFU/g, 2% 절임배추는 5.01 log CFU/g로 나타났다. 이후 감소하여 저장 90일에 각각 3.65 log CFU/g, 3.95 log CFU/g, 3.30 log CFU/g로 감소하였다.

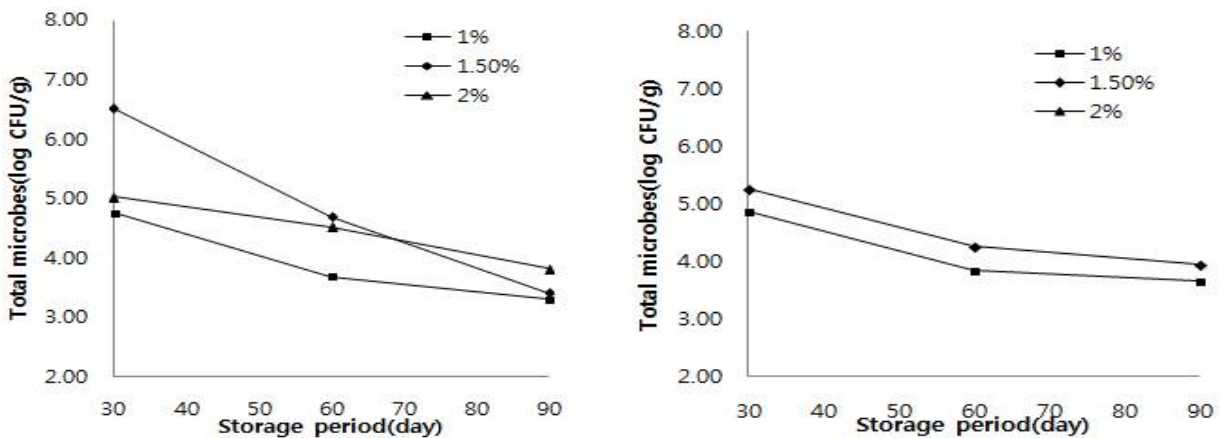


Fig. 1-60. Change in total microbes of salted Kimchi cabbage according to various packaging methods

㉔ 저장 절임배추 이용 김치의 저장 중 품질 변화

Table 1-54~Table 1-57은 저장 절임배추(봄배추, 약 60일)를 원료로 실험실에서 해남 화원농협 김치 양념을 상품김치 배합비로 김치를 제조한 후 0℃에서 저장하면서 품질 변화를 조사한 결과이다. 전반적으로 1-3차 실험에 구분 없이 색도는 김치를 세척하기 전과 세척한 후로 나누어 측정하였으며, 세척하기 전 김치의 L, a, b 값 모두 저장 기간에 따라 증가하였다. 세척 후 배추를 측정한 색도는 L 값은 저장기간의 증가에 따라 감소하였고, b값은 증가하였다. 가용성 고형분 함량은 현행방법으로 제조된 절임배추 김치가 약간 높게 나왔으며, 염도는 저장 절임배추로 만든 김치가 약간 높게 측정되었다. 또 저장 초기에는 대조구인 현행방법으로 만든 김치의 pH가 약간 높았으나, 저장 30일 후에는 비슷한 경향을 나타내었다. 적정산도는 저장 초기 비슷하였으며, 저장기간이 증가함에 따라 증가하였다.

이상의 결과에서 개선된 절임배추 제조 방법이 절임배추의 저장성 연장뿐만 아니라 김치제조 후에도 현행 절임배추 제조 방법으로 제조한 김치와 물리화학적 및 미생물학적 품질에 차이가 거의 없음을 확인하였다.

Table 1-54. Effect in the color of Kimchi according to salting method and storage periods.

절임배추 제조 방법 및 김치 제조		저장기간 (일)	김치색도(Color value)		
			L	a	b
1차 시험	현행방법	0	34.42 ± 0.13	12.67 ± 0.34	15.58 ± 0.24
		30	36.36 ± 0.68	17.16 ± 0.53	17.49 ± 0.15
	개선된 방법	0	35.38 ± 0.58	13.72 ± 0.56	15.89 ± 0.45
		30	37.66 ± 0.40	14.51 ± 0.40	17.98 ± 0.02
2차 시험	현행방법	0	35.91 ± 1.15	15.98 ± 1.25	17.11 ± 0.79
		30	35.24 ± 0.11	15.08 ± 0.35	16.44 ± 0.00
	개선된 방법	0	36.32 ± 1.22	12.23 ± 1.35	16.88 ± 0.75
		30	34.99 ± 0.55	13.84 ± 1.65	15.86 ± 0.63
3차 시험	현행방법	0	34.80 ± 0.77	17.19 ± 3.41	21.11 ± 6.14
		90	35.06 ± 0.03	14.98 ± 0.26	16.23 ± 0.26
	30일 저장 후 김치제조	0	35.83 ± 0.90	12.88 ± 0.27	16.32 ± 0.49
		90	35.36 ± 1.43	14.31 ± 2.31	14.87 ± 0.62
	60일 저장 후 김치제조	0	35.67 ± 2.22	12.38 ± 0.78	16.44 ± 1.11
		90	32.99 ± 0.55	12.89 ± 0.64	14.36 ± 1.49

Table 1-55. Effect in the color of Kimchi leaf according to salting method and storage periods.

절임배추 제조 방법 및 김치 제조		저장기간 (일)	세척 후 배추잎 색도(Color value)		
			L	a	b
1차 시험	현행방법	0	75.20 ± 0.51	-1.56 ± 0.37	7.60 ± 2.98
		30	60.51 ± 0.00	-1.70 ± 0.00	12.13 ± 0.00
	개선된 방법	0	58.61 ± 0.60	-1.03 ± 0.09	3.67 ± 0.29
		30	60.38 ± 0.00	-1.50 ± 0.00	11.90 ± 0.00
2차 시험	현행방법	0	60.15 ± 3.74	-2.05 ± 0.44	9.01 ± 1.27
		30	47.71 ± 2.75	0.52 ± 0.10	13.10 ± 0.58
	개선된 방법	0	58.36 ± 2.43	-1.28 ± 0.00	6.48 ± 0.16
		30	48.70 ± 0.32	-0.07 ± 0.30	13.70 ± 2.24
3차 시험	현행방법	0	61.89 ± 1.79	-1.71 ± 0.21	9.07 ± 1.64
		90	46.24 ± 3.97	0.45 ± 0.15	12.87 ± 0.25
	30일 저장 후 김치제조	0	56.34 ± 1.12	0.60 ± 0.02	9.51 ± 1.74
		90	46.99 ± 2.14	-0.09 ± 0.37	13.20 ± 0.59
	60일 저장 후 김치제조	0	57.13 ± 2.73	-1.12 ± 0.36	6.62 ± 0.65
		90	47.13 ± 0.89	-0.05 ± 0.26	13.58 ± 3.23

Table 1-56. Effect in the soluble solid contents, salinity and hardness of Kimchi leaf according to salting method and storage periods.

절임배추 제조 방법 및 김치 제조		저장기간 (일)	Soluble solid contents(%)	Salinity(%)	Hardness (kg f)
1차 시험	현행방법	0	10.63 ± 0.67	1.40 ± 0.17	2.83
		30	11.60 ± 1.04	1.23 ± 0.25	2.69
	개선된 방법	0	9.93 ± 0.24	1.52 ± 0.17	3.11
		30	8.78 ± 0.83	1.58 ± 0.08	2.75
2차 시험	현행방법	0	11.21 ± 0.13	1.46 ± 0.08	2.78
		30	10.44 ± 0.11	1.76 ± 0.17	2.31
	개선된 방법	0	9.05 ± 1.06	1.52 ± 0.17	3.15
		30	10.66 ± 0.34	1.58 ± 0.08	2.64
3차 시험	현행방법	0	13.33 ± 0.00	1.94 ± 0.10	3.05
		90	10.42 ± 0.59	2.22 ± 0.17	1.77
	30일 저장 후 김치제조	0	9.13 ± 2.65	1.64 ± 0.33	3.01
		90	8.76 ± 0.41	1.70 ± 0.08	2.26
	60일 저장 후 김치제조	0	9.05 ± 0.21	1.40 ± 0.00	3.04
		90	8.37 ± 0.19	1.46 ± 0.08	2.19

Table 1-57. Effect in various microbes of Kimchi leaf according to salting method and storage periods

절임배추 제조 방법 및 김치 제조		저장기간 (일)	미생물균수(log CFU/ml)			
			pH	총산도	총균수	젖산균수
1차 시험	현행방법	0	5.90	0.43	6.01	6.05
		30	4.14	0.93	8.96	8.84
	개선된 방법	0	5.36	0.40	5.09	4.85
		30	4.22	0.88	8.02	8.23
2차 시험	현행방법	0	5.79	0.46	7.74	7.74
		30	4.08	1.15	8.14	8.25
	개선된 방법	0	5.87	0.35	5.65	5.60
		30	4.46	0.73	7.29	7.31
3차 시험	현행방법	0	5.65	0.41	5.83	5.82
		90	4.10	1.29	6.98	6.92
	30일 저장 후 김치제조	0	5.41	0.37	5.84	6.30
		90	4.00	0.95	6.87	6.86
	60일 저장 후 김치제조	0	5.67	0.30	5.94	6.72
		90	4.00	1.07	6.81	6.80

Fig. 1-61은 현장에서 장기 저장한 절임배추(60일)를 세척 공정 등을 거친 후 협동기관인 화원농협 김치 공장에서 김치 제조를 하는 장면이다. 이때 장기 저장 절임배추 저장고의 조건은 저장고내 배추 외부 온도는 평균 0.3℃였고, 최대 2.5℃, 최저 -0.5℃, 습도 98.90%였다. 저장 절임배추 포장 내 평균 온도는 평균 0.65℃, 최고 1.2℃, 최저 0.3℃, 습도 66.0%였다.



Fig. 1-61. 현장형 저장 절임배추 저장 및 김치제조

Table 1-58은 봄배추를 개선된 절임방법으로 배추절임을 한 후 60-90일이 경과된 절임배추를 원료로 김치를 제조한 후 소비자 기호도 검사를 한 결과이다. 조사 지역은 서울과 분당지역의 일반 가정으로 1차에는 44개 가정, 2차와 3차에는 55개 가정이 참여를 하여 가정의 대표자가 의견을 취합하여 답을 하였다. 응답자의 연령은 25-64세로 다양했고, 소비자 기호도 검사 시기에 따라 1차에는 45-54세가 가정이 가장 높은 비율을 차지하였고, 2차는 35-44세가 55가구 중 17가구(30.91%), 3차 조사에는 25-34세가 가장 높은 비율을 차지하였다. 응답자의 성별은 남녀 비율이 1차는 36:64, 2차는 36:64, 3차에는 30:70이었다. 김치의 이용방법은 기호도 조사에 따라 다르지만 직접 담구어 먹는 가구의 비율이 가장 높았고, 김치 섭취 빈도는 하루에 한번은 거의 섭취하였다. 고향은 주로 서울, 경기도의 비율이 가장 높아 선호하는 김치 배합비의 경우에도 서울, 경기도의 배합비를 가장 선호하였다. 그 다음 지역으로 전라도 지역의 김치 배합비를 선호하였다. 가구를 구성하는 가족수는 3-4인 가족이 가장 높은 비율을 차지하였다.

한편 60-90일 저장된 절임배추로 김치를 제조한 후 가정사용검사를 실시한 결과는 Table 1-59와 같았다. 2014년 봄배추를 개선된 절임 방법으로 제조하여 90일 저장을 한 후 김치를 제조하여 소비자 검사를 실시한 경우 외관에서 양념의 양이나 붉은색의 강도에서 각각 8.6과 9.3의 점수로 평가하였다. 양념냄새 강도는 8.7, 신냄새 강도는 5.9로 평가하였고, 신맛과 짠맛 강도는 각각 5.9와 8.8로 평가하였고, 조직감 강도는 10.2로 평가하였다. 또 외관, 냄새, 맛 및 조직감의 기호도 점수를 각각 9.9, 8.5, 9.1, 10.0으로 평가하고, 전반적 기호도의 경우도 9.6으로 저장된 절임배추로 김치를 제조하여도 상품김치로의 가능성을 충분히 확인할 수 있었다. 2015년 봄배추로 개선된 절임 방법으로 제조하여 60일과 100일 저장을 한 후 김치를 제조하여 가정사용검사를 한 결과 양념의 양과 붉은색의 강도는 각각 8.51~8.82, 8.91~9.02로 2014년 1차 실험과 유사하였고, 양념냄새 강도는 8.55와 8.76으로 2014년 1차 실험과 유사하였다. 그러나 신냄새 강도는 1차 조사보다 높은 8.15와 9.60으로 높게 평가하였는데, 이는 1차 조사에는 김치 제조 즉시 검사를 한 반면 2차와 3차는 7-10일간 저온에서 숙성한 후 가정사용검사를 실시한 것에 의한 김치 숙성도에 의한 차이이다. 신맛 강도의 경우도 신냄새 강도와 동일한 결과를 보였고, 짠맛 강도는 1차와 2,3차와 차이가 거의 없는 8.60~8.80으로 평가하였다. 조직감의 강도는 1차의 10.2에 비하여 2차 검사에서는 10.89, 3차 검사에는 9.85로 약간 낮아졌다. 한편 기호도의 경우 외관과 맛은 2014년과 2015년에 큰 차이가 없었으나, 냄새는 1차의 8.5보다 2, 3 검사의 9.19와 9.49로 높게 평가하였다.

Fig. 1-62는 3차례 저장 절임배추로 제조한 김치의 기호도 평균값을 나타낸 결과이다. 외관의 기호도 9.9, 냄새 기호도 9.1, 맛기호도 9.7, 조직감 기호도 10.3, 전반적 기호도 9.9를 나타내었다. Table 1-60은 저장 절임배추로 제조한 김치(감각 과학 검사)와 동일한 날에 현행 방법으로 제조한 김치를 실험실로 이동시켜 저온에서 과숙된 상태로 50일간 저장한 후 품질을 조사한 결과이다. 그 결과 pH는 4.24와 4.44, 총산도는 0.93과 1.23%로 저장 절임배추로 제조한 김치가 약간 낮은 pH와 총산도를 보였고, 반면에 소금농도는 약간 높았다. 즉 저장 절임배추(약 60일-90일)로 제조한 김치의 경우 일반적인 절임배추로 제조한 김치와 비교하여 제조 초기에는 약간의 차이는 있었으나, 7-10일 저온 숙성한 김치의 경우 품질이 양호함을 확인하였다,



Table 1-58. 저장 절임배추를 이용한 김치의 가정사용 검사 결과(일반정보)

조사항목		1차 (2014년) (봄배추 90일저장)		2차 (2015년, 6월) (봄배추 60일 저장)		3차(2015년) (봄배추 100일 저장)	
		빈도(명)	백분율(%)	빈도(명)	백분율(%)	빈도(명)	백분율(%)
조사지역	서울	12	27.27	14	25.45	14	25.45
	분당	17	38.64	41	74.55	41	74.55
	기타	15	34.09	0	0	0	0
응답자 연령	25-34세	12	27.27	22	40	23	41.82
	35-44세	8	18.18	17	30.91	15	27.27
	45-54세	17	38.64	11	20	14	25.46
	55-64세	7	15.91	5	9.09	3	5.45
응답자 성별	남	20	36.36	20	36.36	17	30.91
	여	35	63.64	35	63.64	38	69.09
김치의 이용방법	직접 담그어먹는다	20	45.45	26	47.27	19	34.55
	구입해서 먹는다	6	13.64	12	21.82	13	23.64
	주위에서 얻어먹는다	13	29.55	17	30.91	23	41.82
	기타(직접+구입)	5	11.36	0	0	0	0
김치 섭취 빈도	일주일에 한 번	1	2.27	1	1.82	2	3.64
	3일에 한번	1	2.27	4	7.27	4	7.27
	2일에 한번	2	4.55	2	3.64	5	9.09
	하루에 한 번	15	34.09	18	32.73	19	34.55
	하루에 두 번	14	31.82	22	40	17	30.91
	하루에 세 번	11	25	8	14.55	8	14.55
가정내 김치 짠맛 정도	싱겁다	7	15.91	8	14.55	6	10.91
	보통이다	32	72.73	41	74.55	43	78.18
	짜다	5	11.36	6	10.91	6	10.91
고향	서울,경기도	23	52.27	31	56.36	27	49.09
	강원도	4	9.09	2	3.64	1	1.82
	충청도	5	11.36	6	10.91	6	10.91
	전라도	6	13.64	5	9.09	10	18.18
	경상도	6	13.64	10	18.18	11	20
	기타	0	0	1	1.82	0	0
선호하는 지역의 김치 배합비	서울,경기도	15	34.09	27	49.09	25	45.45
	강원도	3	6.82	0	0	1	1.82
	충청도	2	4.55	5	9.09	2	3.64
	전라도	21	47.73	18	32.73	21	38.18
	경상도	3	6.82	4	7.27	6	10.91
	기타	0	0	1	1.82	0	0
총 가족수	1	5	11.36	7	12.73	9	16.36
	2	4	9.09	5	9.09	8	14.55
	3	12	27.27	14	25.45	12	21.82
	4	19	43.18	23	41.82	17	30.91
	5	4	9.09	6	10.91	9	16.36

Table 1-59. 저장 절임배추로 제조한 김치의 가정사용 검사 결과 관능특성

관능특성 항목		1차 (2014년 봄수확) (절임배추 90일저장)	2차 (2015년,봄수확) (절임배추 60일저장)	3차(2015년 봄수확) (봄배추 100일 저장)
외관	양념의 양	8.6±2.1	8.51±2.18	8.82±1.86
	붉은색의 강도	9.3±1.9	8.91±2.22	9.02±2.26
냄새	양념냄새 강도	8.7±2.4	8.55±2.29	8.76±2.32
	신냄새 강도	5.9±3.0	8.15±2.92	9.60±2.47
맛	신맛 강도	5.9±2.8	8.09±2.87	9.36±2.36
	짠맛 강도	8.8±2.3	8.67±2.64	8.60±2.53
조직감	조직감 강도	10.2±2.8	10.89±2.85	9.85±2.77
기호도	외관	9.9±3.0	9.83±2.98	9.89±2.58
	냄새	8.5±2.8	9.19±2.67	9.49±2.52
	맛	9.1±3.0	9.98±2.81	9.98±3.08
	조직감	10.0±2.9	10.81±2.58	9.98±3.02
	전반적인 기호도	9.6±3.0	10.26±2.87	9.82±3.09

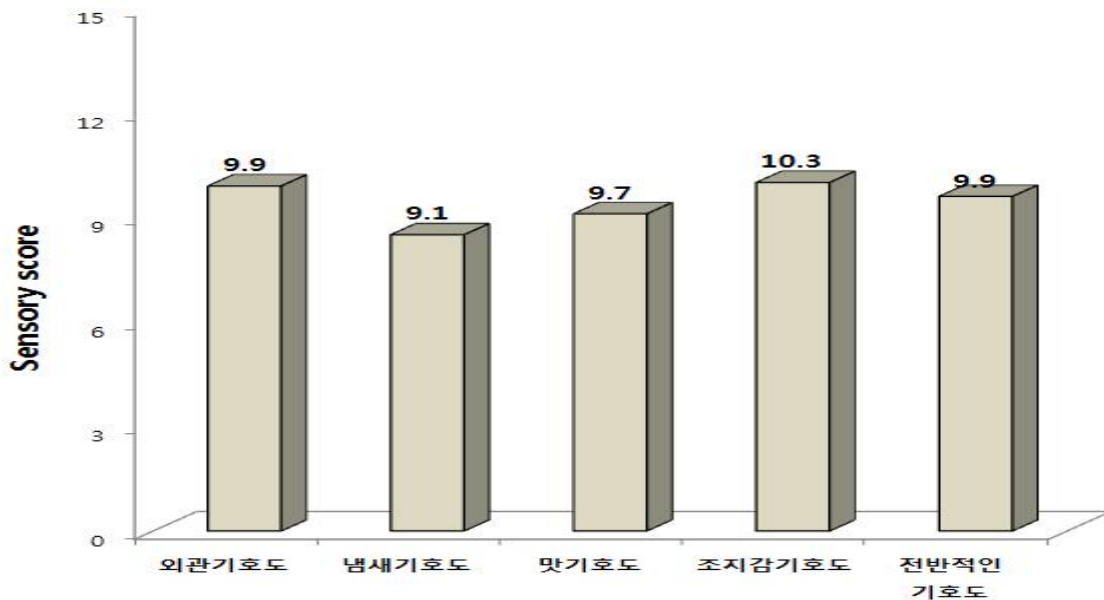


Fig. 1-62. 저장 절임배추 제조 김치의 기호도 검사

Table 1-60. 저장 절임배추로 제조한 김치의 50일 이후 품질 특성

	개선된 방법 (저장 절임배추 김치)	현행방법 (김치)
pH	4.24	4.11
Salinity(%)	2.34	1.76
Total acidity(%)	0.93	1.23

이상의 결과에서 작형별 장·단기 저장 절임배추의 품질 지표 확립 및 유통기간 예측은 Fig. 1-63과 같이 작형별 절임배추(2013-2014년)를 절임배추 절임, 계절, 유통 환경에 따른 유통 가능 온도인 0~20°C 에 저장하면서 물리화학적 및 관능적 품질 특성을 조사한 결과 품질 기준 지표와 절임배추의 상품성 유지 기간을 그림으로 나타낸 결과이다. 그 결과 단기 저장 절임배추는 제조 직후부터 온도 변화없이 0°C 에서 유통하면 약 10~14일 정도의 유통 기간을 예측할 수 있었다.

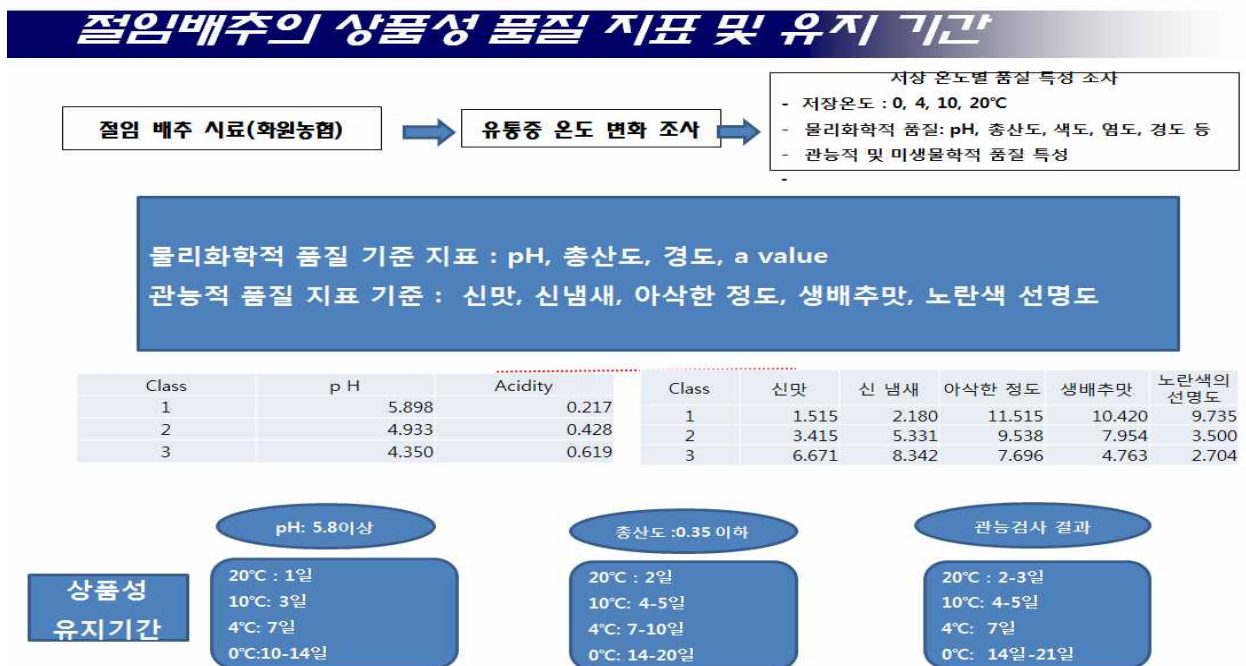


Fig. 1-63. 작형별 장·단기 절임배추 품질 지표 확립 및 유통 기간 예측

한편 저장 절임배추를 이용한 장기 저장 절임배추의 경우는 약 60일은 절임배추 품질에 차이가 거의 없어 김치 원료로의 가능성을 충분히 확인할 수 있었다.

### 3. 소규모 절임업체용 절임배추의 제조 공정, 저장·유통 매뉴얼 작성

#### 가. 작형별 절임배추의 최적 저장 및 유통 조건 확립

1. 2차년도 연구 결과 작형별 최적의 저장 및 유통 조건을 확립하였다.

즉 작형별 절임배추의 단기 최적 저장 방법은 작형별에 상관없이 절임배추 제조 후 밀봉을 한 다음 0℃에 저장을 하면 약 7일에서 14일 품질에 큰 변화가 없이 저장할 수 있어 약 10-14일 정도의 유통기간을 예측할 수 있었고, 저장 및 유통 조건의 현재 사용하는 LDPE 진공포장재로 절임배추를 조직감에 영향을 주지 않을 정도의 진공도로 포장을 한 후 0℃에서 저장·유통하는 것이 최적의 조건이었다.

#### 나. 소규모 절임배추 업체용 계절별 절임 염수 재활용 및 절임 폐수 처리 방안 도출

김치 등 절임식품 제조업의 생산액은 2009년 기준 1조 1,883억 원이다. 절임식품생산액은 2000년 4,803억 원에서 연평균 10.6%로 다른 식품제조업에 비해 빠르게 증가하였다. 이 중 김치제조업 생산액은 2007년 7,541억 원이었으나 2009년에는 9,455억 원으로 증가하였다. 김치가 절임식품 생산액에서 차지하는 비중은 2007년 77.4%에서 2009년 79.6%로 상승하였다. 현재 김치제조업은 식품위생법 시행령에서 업종별 제조업 허가사항이 식품제조 가공 업종으로 통합되어 있고 식품제조업은 자율신고업으로 되어있어 별도의 제조업체 수를 정확하게 파악하기는 어려운 사항이다. 김치제조업체의 업체당 종사자수는 12.6인으로 식품제조업체 평균에 비해 낮고 업체 규모가 영세하다. 현재 김치제조업은 식품위생법 시행령에서 업종별 제조업 허가사항이 식품제조 가공 업종으로 통합되어 있고 식품제조업은 자율신고업으로 되어있어 별도의 제조업체 수를 정확하게 파악하기는 어려운 사항이다. 대한염업조합의 연도별 천일염 가격변동 자료에 의하면 2008년 대비 2010년 기준으로 약 14.5 % 상승하였다. 김치제조공정의 절임공정에서 사용되는 천일염은 가격이 꾸준히 증가하는 추세이나 보통 재활용되지 못하고 폐기되고 있어 경제적, 환경적 손실을 초래하고 있다.

특히 배추김치 제조 공정은 크게 정선공정, 절임 및 세척공정, 발효공정으로 나뉘며, 발생하는 주요 폐수는 절임공정 후 배출되는 폐염적수와 절임배추에서 염을 제거하기 위한 세척공정에서 배출되는 세척폐수로 크게 구분된다. 2000년도를 기준으로 김치 공장에서 생산되는 폐염수는 연간 약 470,000톤이라고 보고되었었는데, 김치공장에서는 배추 1톤을 절이기 위해서 약 70kg의 소금이 사용되며, 절임 후 세척 등을 위하여 사용되는 용수의 양은 배추 1톤당 10㎡정도가 사용되고 있다. 통상적으로 김치제조공장에서는 천일염을 10% 내지 12% 용해한 염수를 절임공정 중에 사용하며, 이 염수는 3 내지 5회 정도 절임공정에 반복적으로 사용되어진 후 폐수로 배출되어 진다.

현재 일부 대형 회사를 제외한 대부분의 김치제조공장은 규모가 영세하여 절임 공정 중 절

임 후 발생하는 폐염수를 폐수 처리하였음에도 불구하고 폐염수 내의 염농도가 높기 때문에 미생물의 생태변화를 일으켜 토양과 수자원을 오염시킬 우려가 있다. 또한 제조 공장이 대체로 청정지역에 위치하고 있어서 환경오염 예방이 더욱 필요하다. 또한 절임을 위해 사용한 염수를 재활용하지 않고 그대로 버릴 경우 천일염과 공업용수 등의 유가자원을 낭비하게 되므로 전체적인 생산성의 저하를 가져오게 된다. 김치 제조 공정에서 배추를 절이고 난 후 배출되는 폐염수는 여름의 경우 주당 약 120㎥(겨울 약 50㎥)가 발생되며 이 염적수는 대부분 반복절임에 사용된다. 평균 염수 재사용 횟수는 봄, 가을에는 1.6회, 여름 1.1회, 겨울 2.2회로 김치 제조 공장에서의 절임 염수를 처리한 후 재사용하는 횟수는 매우 낮은 실정이므로, 환경오염을 방지하고 천일염과 공업용수 등 유가 자원의 낭비를 막기 위해서는 폐염수의 재활용이 더욱 필요한 실정이다.

Table 1-61은 문헌(28-34)에 보고된 염수 재사용 기술의 종류 및 장단점을 나타낸 것이다. 염수 재사용 기술 종류로 크게 여과와 살균으로 나누고 여과는 정밀여과와 한외 여과로 나누었는데 장점으로 사용이 간편하나 단점으로 미생물 증식이나 점액성 물질에 의한 막힘 현상으로 운전비용 증가되어 있다고 보고되었다. 또 살균은 오존살균, 전해 살균, 적외선 살균, 광촉매 살균 등이 있는데, 오존 살균과 전해 살균은 살균 능력이 우수하고 일반화된 설비로 유지관리가 간편하나 비용이 든다는 단점과 적외선살균은 접촉효율이 낮고 현재 연구 단계로 상용화 사례가 없다고 보고되었다. Table 1-62는 염수 재사용 기술 적용 사례의 예이다(33). 절임 염수 재사용을 하기 위해 많은 노력이 있었으나, 실제 지속적인 살균 능력이 없거나, 고염인 경우 자주 막히는 현상 등이 있어 실제 산업체에서 사용하기가 어렵다고 알려져 있다.

Table 1-63은 소규모 절임배추 업체(약 100평)에서 절임 제조 설비에 필요한 설비 및 대략적인 비용을 김치 설비 업체에서 제공 받은 결과이다. 대략적인 산출가격을 보면 약 61,300,000 원으로 상당한 비용이 소요된다(주,김치라인, 2015년 견적).

Table 1-61. 염수 재사용 기술의 종류 및 장단점

적용기술	장점	단점	
여과	단순여과	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 운전 간편</li> <li>- 비용 낮음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 눈에 보이는 고형물만 제거 가능</li> </ul>
	역삼투막 여과	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 소금물 농축가능</li> <li>- 폐수처리 용이</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 냄새·색상·COD(chemical oxygen demand)관련 오염물질이 혼합되어 별도의 정제 시설 필요</li> </ul>
	정밀여과 (MF)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 운전 간편</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 미생물 증식으로 재사용 횟수 제한 (여름철 사용 불가능)</li> </ul>
	한외여과 (UF)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 운전 간편</li> <li>- 바이러스 영역까지 분리 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 살균이 아닌 분리의 개념으로 점액성물질에 의한 표면막힘(fouling) 현상 발생(운전비용 증가)</li> <li>- 농축수 10% 수준발생(별도처리 필요)</li> </ul>
	활성탄 흡착	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 운전 간편</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 세균의 오염 문제</li> <li>- 필터와 활성탄 교체시 2차 오염 우려</li> </ul>
살균 (MF와 연계)	오존살균	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 살균능력 우수</li> <li>- 색상, 냄새유발 오염 물질 제거</li> <li>- 설치 및 유지관리 간편</li> <li>- 일반화된 설비</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 상온에서 용존율(10mg/L) 한계있음</li> <li>- 용존된 오존가스와 미생물간의 접촉율을 높일 수 있는 별도 장치 필요(용존율보다 더 중요함)</li> <li>- 오존가스 처리설비 별도 필요</li> <li>- 부대효과 : 유기산 제거효율 약 5%</li> <li>- 운전비와 설비비 높음</li> <li>- 잔류 오존을 제거할 수 있는 오존 분해장치 설비필요</li> </ul>
	전해살균	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 살균능력 우수</li> <li>- 접촉효율 우수</li> <li>- 운전비와 설비비 낮음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 절임수의 전기화학적 특성에 맞도록 전해셀과 투입전력량 설계 필요</li> <li>- 부대효과 : 유기산 제거효율 약 30%</li> <li>- 잔류염소를 제거할 수 있는 후처리 설비 필요</li> </ul>
	적외선 살균 · 광촉매 살균	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 설치 및 유지관리 간편</li> <li>- 2차오염원 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 접촉효율 낮음(적외선 조사에 대한 접촉효율)</li> <li>- 운전비와 설비비 높음</li> <li>- 광촉매의 경우 광촉매 분리설비 별도 필요</li> <li>- 현재 연구단계로 상용화 사례 없음</li> </ul>

Table 1-62. 염수 재사용 기술 적용사례

관련기술 보유업체	주요방식	설치실적	주요기능	가격	비고
라이스코리아	오존발생 (미국수입)	순천농협	살균	고가	- 순천농협 설치되어 있으나 실제 사용 안됨 - 재사용율 낮음 - 원리상 살균 지속성 없음
대덕종합기계	단순여과	전곡농협 외	고형물 제거	저가	- 단순필터 방식으로 재사용율 낮음(최대 5회 이하, 동결기) - 원리상 살균 지속성 없음
태웅환경기술	멤브레인 여과	없음	미세입자제 거	중가	- 고염의 경우 멤브레인이 자주 막힘 - 원리상 살균 지속성 없음
화성금속	전해살균	아워홈	살균 및 용존유기물 제거	중가	- 최근 전기화학방식의 살균조 개발 - 전기화학반응조 설계기술 부족으로 사업포기 - 지속적인 살균능력 발현

Table 1-63. 배추 절임 염수 제조 설비 및 비용(소규모 절임업체, 2015년, 김치 설비업체 제공)

제품명	규격(폭x길이x 높이)	금액 (원)
염수제조기	1,140x2,140x1,000	5,000,000
염수저장탱크	2,290x2,290x1,950	12,000,000
염수공급펌프	3.75kw	3,500,000
염수공급배관	65A, 32A	15,000,000
염수회수펌프	3.75kw	3,500,000
염수회수배관	80A, 50A	15,800,000
자동제어판	350x450x1,200	5,000,000
PIT커버 및 수증 펌프	식	1,500,000
소계		61,300,000

소규모 절임배추 업체에서는 계절별 절임염수 재활용과 폐수 처리를 위하여 Table 1-65과 같이 투자비가 필요하고, 이를 운영하기 위한 운영비도 요구된다. 본 연구의 장기 저장용 배추절임 방법을 소규모 절임배추 제조업체에서 일부 이용한다면 절임 염수 제조에 필요한 소금 비용 발생과 폐수 처리 비용을 절감할 수 있다. 본 장기 저장용 배추 절임방법은 절임배추의 최종 소금 농도인 1.5% 내외의 소금만 필요하고, 세척시 일반 절임배추 제조업체에서 사용하고 있는 절임수 농도 10-14%와 비교하여 절임수 문제는 거의 발생되지 않는다.

Fig. 1-64는 현장에서 저장용 배추절임의 저장 중 품질 변화를 조사한 결과 작형별로 절임배추를 0°C에 저장했을 때 약 10일 이상이 되면 pH와 산도 변화가 있었다. 그러나 ●표시된 개선된 장기 저장용 절임방법은 저장 30일에는 절임배추 제조 초기와 동일한 pH를 나타내었고, 저장 60일에는 pH 5.6 부근으로 작형별로 절임배추를 할 때의 초기 pH 5.8보다는 약간 낮았으며, 저장 90일은 pH 5.4였다. 총산도의 경우는 저장 60일까지는 초기 산도와 큰 차이가 없다가 90일에는 약간 증가하였다.

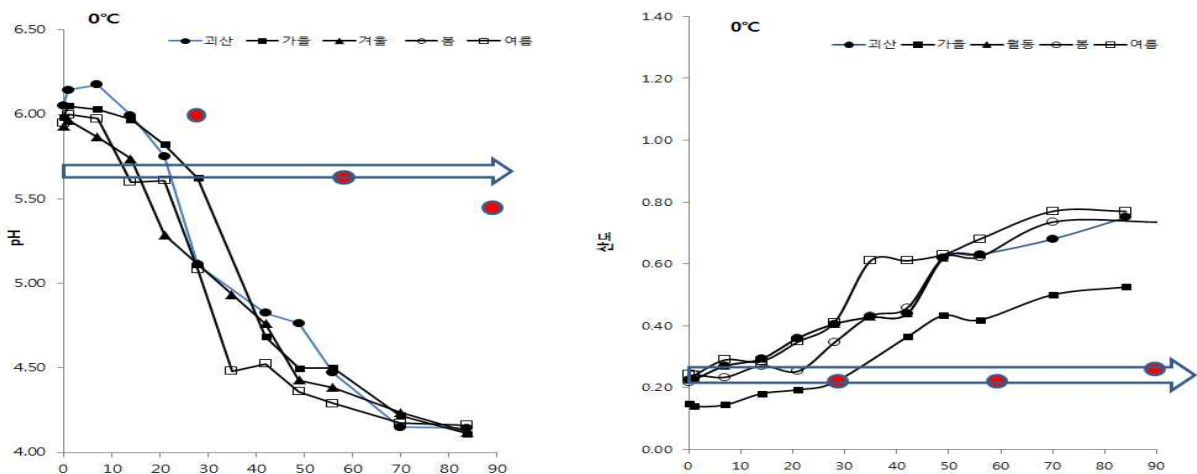
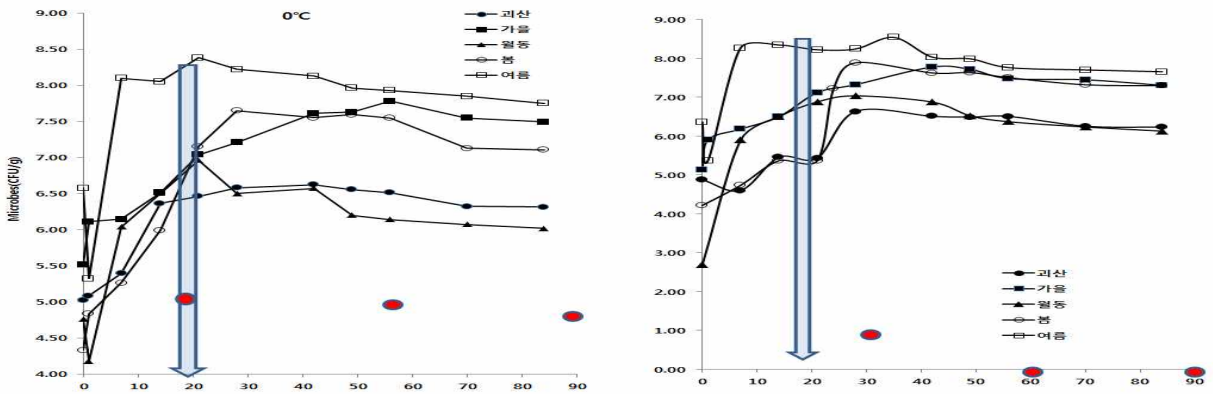


Fig. 1-64. 현장형 절임배추 저장 중 pH 및 산도 변화

Fig. 1-65는 저장 절임배추의 저장 중 총균수는 저장 30일에  $10^5$  CFU/g에서 저장 90일에는 약간 감소를 하였고, 젖산균수는 저장 30일에 10 CFU/g에서 저장 60일에는 거의 나타나지 않았고, 경도는 저장 기간이 증가함에 따라 감소하였다.





(총균수의 변화)

(젓산균의 변화)

Fig. 1-65. 현장형 절임배추의 저장 중 미생물 변화

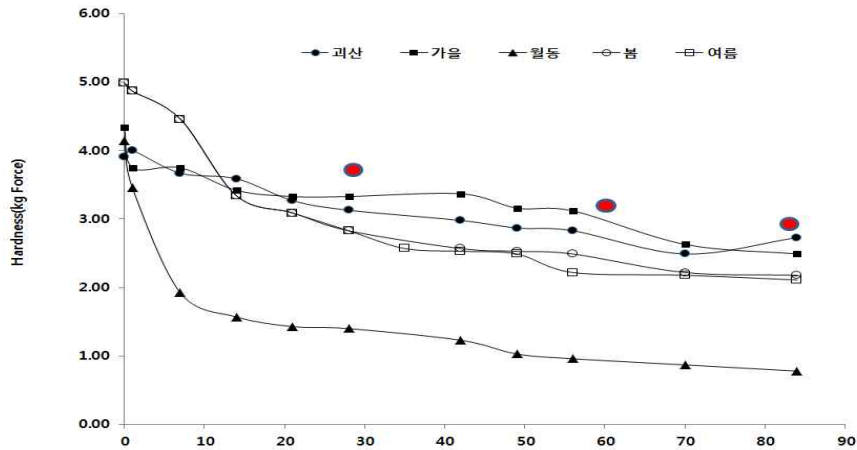


Fig. 1-66. 현장형 절임배추의 저장 중 경도 변화

Table 1-64는 현장형 저장 배추절임의 저장중 미생물 균수변화이다. 30일 저장한 절임배추 (개선된 방법)는 일반 세균수 4.6 log CFU/mL, 곰팡이 1.8 log CFU/mL, 대장균군 3.6 MPN/ML 였고, 장내세균과 대장균은 검출되지 않았다. 60일 저장한 시료의 경우 일반 세균수는 4.5 log CFU/ml, 곰팡이 1.6 log CFU/mL로 30일 저장 시료와 크게 차이가 나지 않았으나, 대장균군은  $1.1 \times 10^3$  MCN/mL 로 증가하였다. 또 Table 1- 65는 위해 미생물을 모니터링한 결과로 30일 저장 및 60일 저장한 시료에 바실러스 세레우스가 1.5 log CFU/mL가 검출되었고, 병원성 대장균, O157:H7 병원성 대장균, 살모넬라, 황색포도상구균, 리스테리아 모노사이토제니스 및 클로스트리디움 퍼프린젠스는 검출되지 않았다.

Table 1-64. 현장형 절임배추 저장 중 미생물군수 변화

Sample	일반세균수 (logCFU/mL)	곰팡이 (logCFU/mL)	대장균군 (MPN/mL)	장내세균 (MPN/mL)	대장균
30일 저장	4.6	1.8	3.6E+00	음성	음성
60일 저장	4.5	1.6	1.1E+03	4.4E+01	음성

Table 1-65. 현장형 절임배추 저장 중 위해미생물 모니터링

Sample	BC (CFU/g)	대장균	병원성 대장균	대장균 0157:H7	살모넬라	황색 포도상구균	리스테리아 모노사이토제니스	클로스트리디움 퍼프린젠스
30일 저장	29	음성	음성	음성	음성	음성	음성	양성
60일 저장	29	음성	음성	음성	음성	음성	음성	음성

Table 1-66은 현장형 저장 배추절임의 세척 공정중 세척수의 소금 농도를 측정한 결과이다. 본 저장용 배추절임(장기 저장용)은 배추 원료 대비 약 1.5%의 소금만을 사용하기 때문에 장기 저장 후 세척 공정에서 폐수로 나가는 소금농도가 거의 없다. 즉 절임배추에 있는 초기 용액의 염도가 2.05%에서 세척 1단계에는 약 0.48%, 세척 4단계에서는 0.12%로 폐수로 방출되는 소금 양이 거의 없다고 보여진다. 즉 본 연구에서는 염수의 재활용 및 절임폐수 처리 방안으로 장기 저장용 배추절임 방법을 이용한다면 폐수 처리 비용 절감과 폐기되는 소금 비용을 절감할 수 있을 것이라 여겨진다.

Table 1-66. 현장형 저장 절임배추 세척 중 세척수 소금 농도

	Salinity(%)
원액(저장용 배추 절임의 유리수)	2.05
세척 1단계	0.48
세척 2단계	0.46
세척 3단계	0.37
세척 4단계	0.12

다. 소규모 절임배추 표준화 모델 및 작형별 절임배추 생산 공정 표준화 제시

표준 생산 공정의 적정 규모, 시설 장비, 시설비용 조사는 김치제조 공장 설비 업체의 자문을 받았고, 생산 공정 표준화는 협동기관가 참여기업과 협의하여 공정 표준화를 제시하여 매뉴얼에 첨부하였다.

## 見 積 書

AN ESTIMATION SHEET

한국식품연구원                      貴下

견적일자 DATE	2015 년    05 월    20 일	주 소 ADDRESS	
유효기간 VALIDITY	견적일로부터 15일간	대표이사 OWNER	
견적내용 SUBJECT	절임배추설비 제작 및 현장설치공사	연 락 처 PHONE	
아래와 같이見積 하나이다.			



合計金額                      **금 이억이천팔백팔십만원 整(₩228,800,000) V.A.T 포함**

NO	품 명 NAMES OF GOODS	규 격 STANDARD	수량 QUANTITY	단 가 UNIT COST	금 액 COST	비 고 REMARK
A	전처리실 시설	식	1		32,600,000	
B	절임실 시설	식	1		45,500,000	
C	세척 및 정선실 시설	식	1		52,700,000	
D	내포장실 시설	식	1		36,700,000	
E	염수제조실 시설	식	1		61,300,000	
F						
G						
H						
I						
J						
K						
L						
<b>합 계 AMOUNT</b>					<b>228,800,000</b>	
특 기 사 항	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 제작, 운반, 설치, 시운전 비용을 포함한 금액입니다.</li> <li>■ 부가가치세 포함금액입니다.</li> <li>■ 무상 A/S기간 : 12개월간입니다.</li> </ul>					
첨부서류	견적내역서 1부.					

Fig. 1-67. 소규모 절임배추 제조 시설비용(예: 100평 규모)

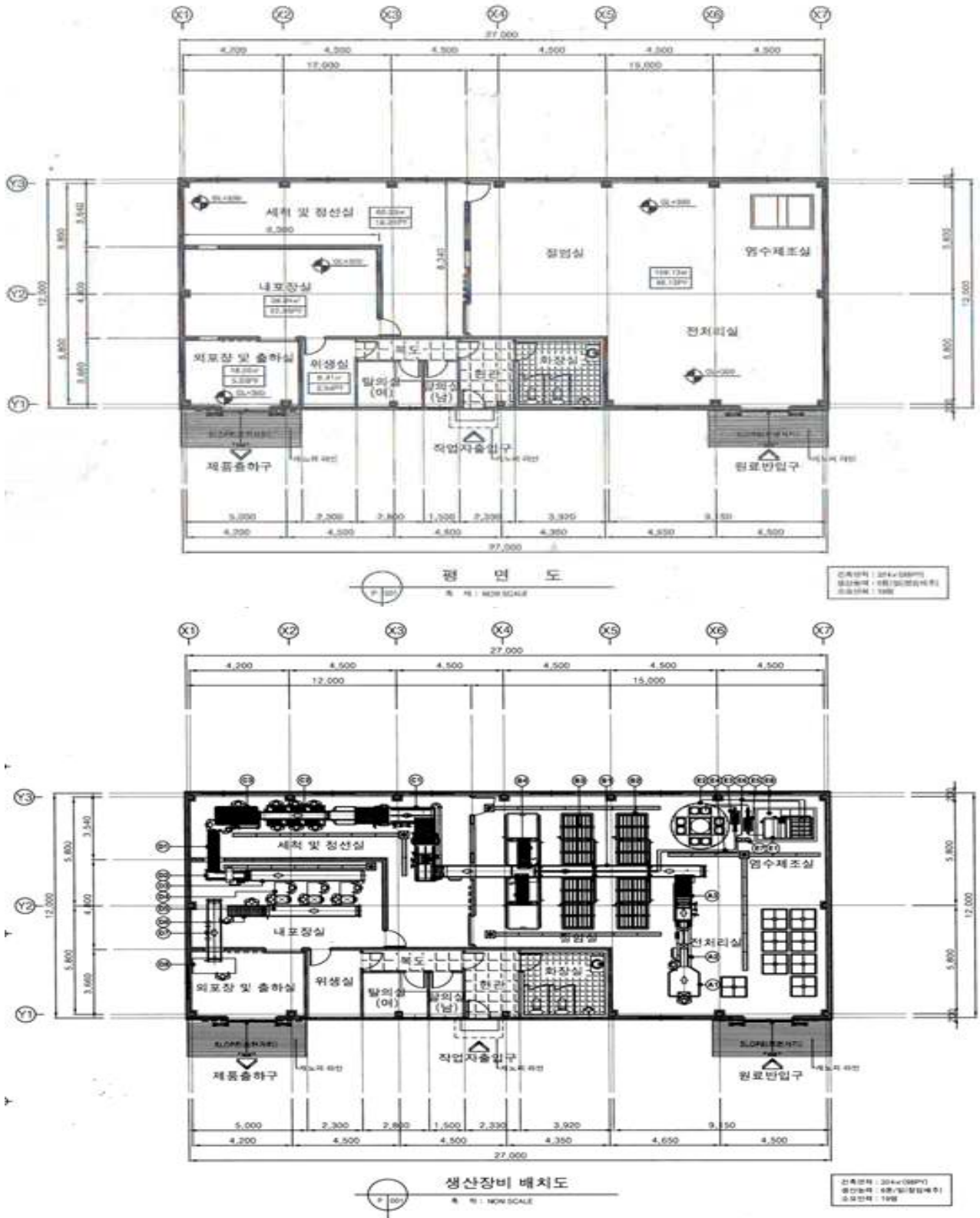


Fig. 1-68. 절임배추 제조 공정 평면도 및 제조 설비 배치도

Table 1-67. 절임배추 제조 시설 세부내역서(예)

제품명	규격 (폭x길이x높이)	수량	단가	금액(원)
생배추작업대	1,200x1,650x850	1	1,100,00	1,100,000
통배추이절기	600x2,440x1,650	1	10,500,000	10,500,000
절임탱크	1,360x2,840x1,000	6	2,200,000	13,200,000
접이식누름판	1,180x2650x150	6	1,300,000	7,800,000
절임배추배출컨베어	450x1,525x400	2	5,500,000	11,000,000
자동세척기	950x3,500x1,450	2	21,500,000	43,000,000
2차전처리(정선컨베어)	1,200x4,470x850	1	7,500,000	7,500,000
탈수컨베어	500x4,470x850	1	4,600,000	4,600,000
금속검출기	400x1,500x1,300	1	9,200,000	9,200,000
계량작업대	500x1,130x560	3	1,200,000	3,600,000
계량후 이송컨베어	600x3,700x650	1	4,800,000	4,800,000
배출 컨베어	600x3,840x800	1	4,600,000	4,600,000
포장 작업대	800x1,600x800	1	1,200,000	1,200,000
				122,100,000

라. 절임배추 생산 공정 표준화를 위한 최적화 기술의 현장적용 실험 및 평가

작형별 절임배추 현장 적용 시험(2013년-2015년)과 저장 절임배추의 현장 적용실험은 협동기관인 화원농협과 참여기업인 괴산시골절임배추 조합인 농가형 절임배추 제조업체에서 수행하였다. 그 결과는 작형별 소규모 절임배추 생산 공정 표준화, 작형별 절임배추 저장성 향상 전처리 기술 연구 및 유통 중 저장성 향상 기술 제시의 수행시 실험실과 현장에서 동시에 수행되었다.



Fig. 1-69. 절임배추 현장 실험 I(화원농협)

# 저장 절임배추 김치 제조(현장 실험)

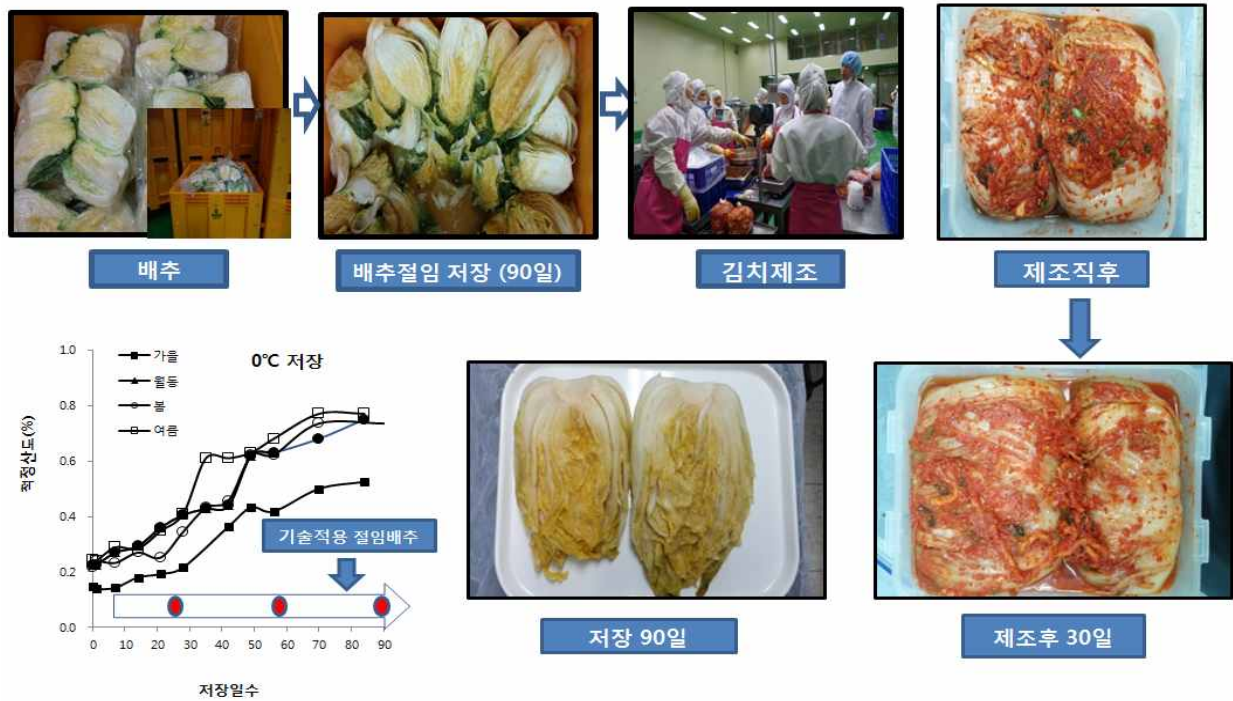


Fig. 1-70. 절임배추 현장 실험 II(회원농협)



Fig. 1-71. 소규모 절임배추 현장 실험 I(괴산시골절임배추)



Fig. 1-72. 소규모 절임배추 현장 실험 II(괴산시골절임배추)



소규모 업체를 위한

## 절임배추 제조 및 저장 매뉴얼



### 목차

- 소규모 절임배추 제조 개념
- 절임배추 제조 공정도
- 배추원료
- 배추 이외의 원료
- 기본 시설·설비
- 절임배추 설비 및 종사자, 주위환경 미생물 분석항목
- 제조 공정별 관리 및 검사 항목
- 절임배추 특성 및 안전관리 현황
- 절임배추 제조 설비
- 절임배추 제조 공정 평면도
- 절임배추 제조 설비 배치도
- 견적내역서
- 절임배추 저장 온도별 상품성 유지기간



## 소규모 절임배추 제조 개념

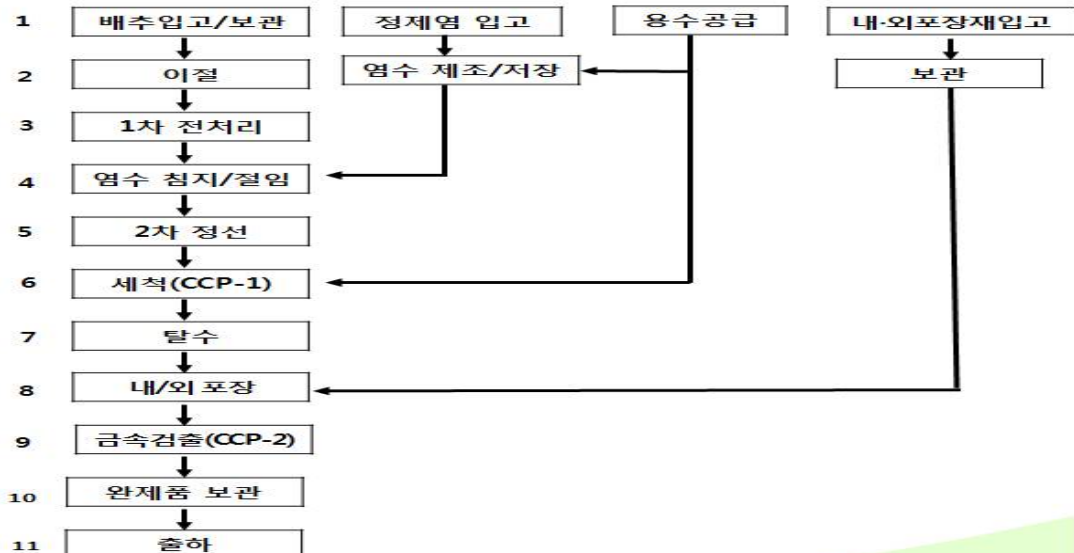
○ 절임배추 생산능력 : 5-6톤 /일을 기준으로 한다.

○ 제조업체의 건축면적은 100평(30.3m<sup>2</sup>) 이하로 한다

○ 절임배추 제조는 HACCP 절차에 따른다.

\* 위해 요소분석(Hazard Analysis)과 중요관리점(Critical Control Point)의 영문약자로 헛썸 또는 위해 요소중점관리 기준이라고 한다.

## 절임배추 제조 공정도



## 배추 원료

항목	검사 항목	관리 및 검사 방법		
	기준	방법	주기	검사설비
정선률	뿌리 및 불가식 외엽 비율 : 35% 이하	샘플링 검사	1회 /LOT	저울 및 관능검사, 시험분석 (외부의뢰)
충해	20% 이하			
병해	10% 이하			
꽃대	5 cm 이하			
냉해	20% 이하			
구중	1~4월: 1.5 kg 이상 5~6월: 1 kg 이상 7~9월: 500 g 이상 10~12월: 1kg 이상			
결구율	7~9월 : 60~110사이 10~6월: 71~110사이			
조직감	섬유질이 많고, 연해야 함			
잔류농약	법적 기준			

## 배추 이외의 원료

안전성이 확보된 절임배추를 생산하려면 원료 배추 이외에 원료도 품질관리가 필요하다.

### ○ 용수

수질기준에 부적합한 용수를 사용할 경우 병원성 미생물, 부유물질, 화학물질 등이 위해 요소가 될 수 있다.

### ○ 소금

\*일부 수입소금에 고결방지제(시안화합물 등 독성물질)가 사용되어 문제가 될 수 있다

### ○ 포장재

식품용이 아닌 포장재료의 사용에 따른 중금속, 내분비계장애물질, 잔류용제 등이 위해 요소가 될 수 있다.

### ○ 기타

\* 동물의 배설물과 제품포장의 불량 또는 파손으로 인한 위해 미생물 오염이나 이물질 혼입 등의 우려가 있을 수 있다.

## 기본 시설·설비

### ○ 작업장

- 작업장은 청결구역과 일반구역으로 분리한다.
- 물로 쉽게 청소할 수 있고, 바닥은 물이 잘 빠지는 구조
- 외부로부터 쥐, 설치류나 파리 등 위해 생물의 침입을 방지하는 구조
- 곰팡이 방지, 응축수가 생성되지 않는 구조와 설비
- 작업 특성에 맞는 조명시설과 환기 시설과 설비
- 손 씻는 시설은 작업자 인원수를 고려한 설비

### ○ 제조설비

- 자동세척기, 정선작업대, 구근류 전용 세척기, 청소용 고압세척기, 세척 후 이물 선별대, 취급용기 세척기 등을 설치가 바람직함.
- 자동세척기 설치가 어려운 경우에는 흐르는 물을 사용할 수 있는 3단 이상의 세척조(또는 이와 같은 효과가 있는 시설)를 갖추는 것이 필요함
- 위생시설설비: 모발제거기, 세족조(장화세척살균), 손 씻는 시설, 신속하고 위생적인 손 건조시설(종이타월), 손 소독고(주정알콜 분무기), 청소도구 살균기, 앞치마, 장화 건조대, 장갑 소독고, 포충등, 방충·방서(쥐덫) 시설 등을 설치

## 절임배추 설비 및 종사자, 주위환경 미생물 분석항목

공정구분	분석항목		
	제조기구류	종사자	미생물
원료입고			낙하균
이절	이절기	손, 앞치마	
1차 전처리	정선컨베어, 칼 (도마)	손, 앞치마	
절임	절임탱크		낙하균
2차 정선	정선컨베어, 칼 (도마)	손, 앞치마	
세척	세척기		
탈수	탈수통		낙하균
저장고			낙하균

## 제조 공정별 관리 및 검사항목

공정구분	공정명	설비명	관리항목		검사항목	관리 및 검사 방법
			항목	기준		
원료입고	배추입고	지계차 파렛트			중량(결구율) 성상, 정선율 조직감 표면오염도, 경질성 이물 잔류농약	샘플링검사 외부의뢰
	배추저장	저온창고	온도 습도	10°C이하	공중 낙하균	온습도계
이절	이절	통배추 이절기	이절상태	뿌리부분 중앙절단	개인위생 금속성이물 경질성이물(플라스틱) 연질성이물(머리카락)	금속검출기
1차 전처리	정선	정선컨베이어칼	제거상태	청일제거	개인위생 금속성이물 경질성이물(플라스틱) 연질성이물(머리카락)	금속검출기
절임	절임	염수 세척기 절임탱크	염도 절임시간 온도 pH	12hrs 이상 11~19°C	표면오염도 공중낙하균 금속성이물(머리카락) 연질성이물(머리카락) 작업장온도	금속검출기 염도계 온도계 pH미터
2차 정선	정선	정선컨베이어칼			개인위생 금속성이물 연질성이물(머리카락)	금속검출기
세척	세척	3단 자동 세척기	세척시간 투입중량 유량	1분이상 90kg 이하/분 60L 이상/분	표면오염도 금속성이물 경질성이물(모래)	금속검출기
선별	선별	선별 작업대			표면오염도 개인위생 경질성이물(플라스틱) 연질성이물(나뭇잎, 벌레)	관능검사
탈수	탈수	탈수용기	탈수시간	2hr 이상	절임염도 절임상태 공중낙하균 연질성이물(종이) 작업장온도	염도계 관능검사 온도계
절임배추 저장	절임배추 저장	저온창고	보관온도	10°C이하		온도계

## 원료 구입단계

- 원료는 생산자표시, 재배이력서, 원료의 검사성적서(잔류농약, 중금속 등)등의 확인을 하여 구입한다.
- 가능한 한 산지에서 흙, 뿌리, 오염된 외엽(잎) 등을 제거한 전처리된 농산물을 구입한다.
- 전처리 된 것을 사용하지 못하는 경우 원료에 묻은 흙과 물기 등이 제거되고 위생적인 용기로 운반·취급되어진 것을 사용한다.

## 1. 원료입고

공정명	주요 설비	작업 방법	관리 항목
입고(배추)	입고실	배추가 원료규격에 적합한지 입고검사절차에 따라 확인하고 입고한다.	입고검사, 원산지증명서
입고(식염)	일반 창고	식염이 규격에 적합한지를 입고 검사 절차에 따라 확인하고 검사한 후 입고한다.	입고검사, 시험성적서, 원산지증명서
입고(용수)	펌프	상수도를 사용하며 미생물항목 자체 검사를 실시한다.	미생물항목은 매월 실시
입고 (내포장자재)	입고실	포장자재가 규격에 적합한지를 입고검사절차에 따라 확인하고 검사한 후 입고한다.	입고검사, 시험성적서
입고 (외포장자재)	입고실	포장자재가 규격에 적합한지를 입고검사절차에 따라 확인하고 검사한 후 입고한다.	입고검사

## 보관

공정명	주요 설비	작업 방법	관리 항목
보관(배추)	원부재료 냉장창고	배추는 당일 소비를 하되 재고 발생시 원부재료냉장창고에 바닥 및 벽으로부터 이격하여 식별이 가능한 상태로 보관한다.	저장창고 온도 10°C이하
보관 (천일염)	원부재료 창고	원부재료창고에 바닥 및 벽으로부터 이격하여 식별이 가능한 상태로 보관한다.	적재상태
용수저장	용수탱크	용수탱크에 저장한다.	6개월에 1회 청소
보관 (내포장자재)	포장자재 보관실	내포장재는 포장재 보관실에 바닥 및 벽으로부터 이격하여 식별이 가능한 상태로 보관한다.	
보관 (외포장자재)	일반창고	외포장재는 공장 외곽의 일반 창고에 바닥 및 벽으로부터 이격하여 식별이 가능한 상태로 1차 보관한 후 필요시 포장자재 보관실에 2차 보관한다.	

## 2. 이절

공정명	주요 설비	작업방법	관리항목
이절(배추)	배추 이절기	이절기를 통과하며 자동으로 이등분 된다.	이절기 위생상태

## 3. 1차전처리

공정명	주요 설비	작업방법	관리항목
1차정선 (배추)	이절기 칼,도마	배추의 부패, 변질 및 비가식 부분을 잘라낸다.	외관확인

## 4. 염수 침지/절임

공정명	주요 설비	작업방법	관리항목
절임	절임통	절임통에 배추를 채우면서 상부와 배추 사이에 천일염을 기준량만큼 뿌려주고 염수를 충진한후 누름판으로 눌러준다.	건염투입량, 절임시간, 절임후염도, 염수온도

## 5. 2차 정선

공정명	주요 설비	작업방법	관리항목
2차정선 (배추)	칼, 도마, 수작업	1차 정선작업에서 제거하지 못한 이물, 비가식부위 등 제거	외관확인

## 6. 세척(CCP-1)

공정명	주요 설비	작업방법	관리항목
자동 3단세척	자동 세척기	절임한 배추는 3단 자동세척기를 이용해서 세척한다. 세척수에 이물이 많을 경우 세척수를 교체한다.	세척수 보충량 확인 (유량계)
수동 세척기	세척통	이물질 선별 후 다시 한번 수작업으로 1회 더 세척한다	세척 수량 세척시간

• 세척수 유입량 : 40L 이상/min,  
 • 세척시간 : 1분이상, 세척수 교환주기 : 4시간마다

## 7. 탈수

공정명	주요 설비	작업방법	관리항목
탈수	탈수통	세척된 배추는 탈수통에 견져서 탈수실(냉장창고)에서 탈수 시킨다	냉장고 온도, 탈수 시간

\* 탈수시간 : 3-6시간, 온도: 10°C 이하, 염도 1.3~2.3%

## 8.내/외포장

공정명	주요 설비	작업방법	관리항목
충진/내포장	저울 내포장재	포장재로 포장량에 따라 충진 포장한다	저울의 검교정 청결상태 포장상태 내용량 확인
외포장	종이박스 P-box 스트로폼박스	내포장된 제품을 종이박스, P-box, 스트로폼 박스 등으로 외포장 한다	포장재 상태

## 9. 금속검출(CCP-2)

공정명	주요 설비	작업 방법	관리 항목
금속 검출	금속검출기	내포장된 절임배추를 콘베이어에 올려 금속 검출기를 통과시킨다.	감도테스트 Fe: 2.0mm
• 5kg제품 : Fe 1.5mm, Sus 1.5mm, 납탄 3.0mm 이상 불검출 • 10kg, 15kg 제품: Fe 2.0 mm, Sus 2.0 mm, 납탄 3.0 mm 이상 불검출			

## 10. 완제품 보관

공정명	주요 설비	작업 방법	관리 항목
보관	저온창고	포장된 완제품을 저온(5°C이하) 창고에 저장한다.	냉장 창고 온도

## 11. 출하

공정명	주요 설비	작업 방법	관리 항목
출하	냉장차량	자동기록장치를 보유한 냉장 운송 차량에 적재한다.	냉장차량 온도 차량 위생 상태

## 절임배추 특성 및 안전관리 현황

절임배추는 배추를 원료로 비가열 제조하는 특성 때문에 제조 초기 대장균군을 포함한 잡균이 일정 수준 존재하고, 김치 제조 후 발효과정을 통해 유산균의 증식 및 pH의 감소로 대장균군을 포함한 잡균이 쉽게 사멸되는 안전성이 높은 식품이다. 절임배추는 제조 후 바로 유통업체, 소비자 등에 유통되어 김치로 제조되므로 제조 단계에 안전 관리 대책이 필요하다.

### 참고사항

- 대장균군은 가장 널리 사용되는 위생지표균 중 하나로 사람 및 동물 등의 분변 뿐 아니라 토양 등의 외부 환경에 다수 존재하기 때문에 환경으로부터의 오염 여부를 판단하는데 이용된다.
- 세척수는 2시간 이내에 교환(2~6월의 세척수 교환주기 1시간)하여야 하며 2시간 이상 사용하면 세척수는 10배 이상 대장균군에 오염된다.
- 절임 후 세척 1단계 세척수는 차아염소산나트륨을 첨가하여 배추를 세척 하고 세척 중 50 ppm 농도를 유지하도록 한다



## 온도기준

구분	하절기(4~10월)	동절기(11~3월)
절임실, 세척실, 완제품생산실	23°C 이하	20°C 이하
외포장실	25°C 이하	
탈수, 탈염실	10°C 이하	
제품냉장창고, 원부재료냉장창고	5°C 이하	
출하실, 박스세척실, 박스보관실, 염수제조실, 전처리실	실온	

## 위해 요소 및 허용 한계치

	미생물학적	화학적
위해요소	· 병원성 세균 ( <i>S.aureus</i> , <i>B.cerus</i> , <i>E.coli</i> )	· 잔류농약 · 중금속(납, 카드뮴)
허용한계치	· 병원성 세균: 불검출	· 잔류농약: codex 규격에 의거 · 중금속 납: 0.3 mg/kg 카드뮴: 0.2 mg/kg 이하

## 위해 분석항목

공정명	위해요소 분석항목		그 외 분석항목
	미생물학적	화학적	
원료입고	배추	농약, 납, 카드뮴	입고실 온도 온도, pH
1차 전처리			
이절	배추		온도, pH
절임	배추, 염수		온도, pH
세척	배추		온도, pH
2차정선			
탈수	배추		탈수실 온도 온도, pH
저장	배추	농약, 납, 카드뮴	저장실 온도 온도, pH

### 중요관리점(CCP-1)점검표 (배추세척공정)

작성일자				점검자		
한계기준	원료량	세척수량		세척시간		
	분당 30포기 이하	40L 이상		2분 이상		
주기	작업시작 전 / 작업 중 2시간 마다					
방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 원료량 : 육안으로 개수 확인</li> <li>○ 세척수량 : 수량계 이용 수량 측정</li> <li>○ 세척시간 : 타이머로 확인</li> </ul>					
품명	측정시각	원료량	세척수량	세척시간	판정	서명
					o/x	
					o/x	
					o/x	
					o/x	
개선 조치 방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 세척 작업을 중단하고 원료량, 세척수량, 세척시간을 기준으로 재조종한 뒤 다시 세척을 실시한다.</li> <li>○ 세척 공정이 완료되면 해당 제품중 샘플을 선택하여 제품상태를 확인하고 이상 없을 경우 공정을 진행하고, 품질이 저하된 경우 해당 제품을 폐기한다.</li> <li>○ 세척수 교체 주기를 이탈했을 경우 즉시 세척 기준에 맞추어 재 세척을 실시한다.</li> </ul>					
한계기준 이탈 내용		개선조치 및 결과		조치자		확인

결재	작성자	승인자

### 중요관리점(CCP-2)점검표 (금속검출공정)

작성일자				점검자				
한계기준	○ 금속 불검출(2mm이상)							
주기	금속검출기 정상작동 여부 확인			작업 시작 전, 매 4시간마다				
	금속검출기에 의한 공정품 확인			작업중 상시				
방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 금속검출기 감도 모니터링</li> <li>① 표준시편(철:2 mm, 스테인리스: 2mm)만 통과</li> <li>② 금속이물이 없는 것으로 확인된 공정품 통과</li> <li>③ 표준시편(철: 2mm, 스테인리스 : 2mm)와 공정품을 함께 통과</li> <li>○ 금속검출기에 의한 공정품 확인</li> <li>제품 검출기 통과</li> </ul>							
품명	통과시간	Fe만 통과	SUS만 통과	제품만 통과	Fe+제품 통과	SUS+제품 통과	판정	서명
							o/x	
							o/x	
							o/x	
							o/x	
개선 조치 방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 고장 확인시 담당자는 즉시 수리하고, 이전 모니터링 시점부터 고장 확인 시점까지 금속 검출기를 통과한 공정품을 재통과 시간 후 그 결과를 기록한다.</li> <li>② 즉각적인 수리가 불가능할 경우, 공정품을 분리하여 냉장 장고에 보관한 후 수리가 끝나면 금속 검출기의 정상 작동을 확인 후 제품 생산을 속개한다.</li> </ul>							
품명	최초통과시간	통과종료시간		이탈유무	특이사항			
개선조치 방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>①공정품에 혼입된 금속이물을 찾아내고, 그 출처를 조사하여 원인을 제거한다.</li> <li>②금속이물 검출 내역 및 개선 조치 사항을 일지에 기록한다.</li> </ul>							
이탈내용	개선조치 및 결과			조치자		확인		

결재	작성자	승인자

## 절임배추 제조 설비



**배추입고**  
(1200x1650x850)



**이절**  
(600x2440x1650)



**염수 침지/절임**  
(1,360x2,840x1,000)



**2차 전처리**



**세척(CCP-1)**



**탈수**



**계량 작업대 및 이송 컨베어**



**포장작업대**



**금속검출(CCP-2)**



**염수제조기**



**염수저장탱크**



**염수공급펌프**



**염수공급배관**



**염수회수펌프**



**염수회수 배관**



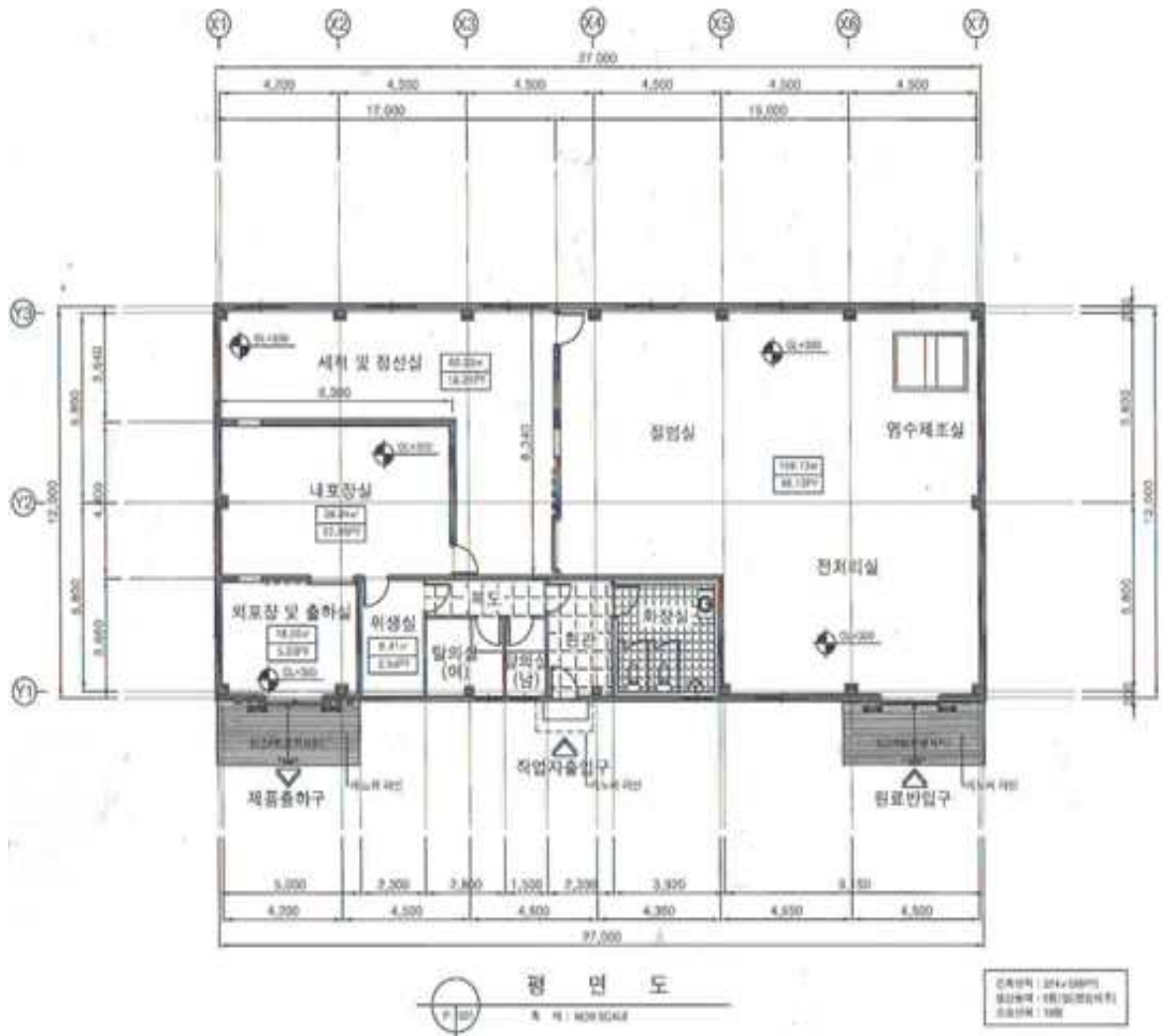
**자동제어판**



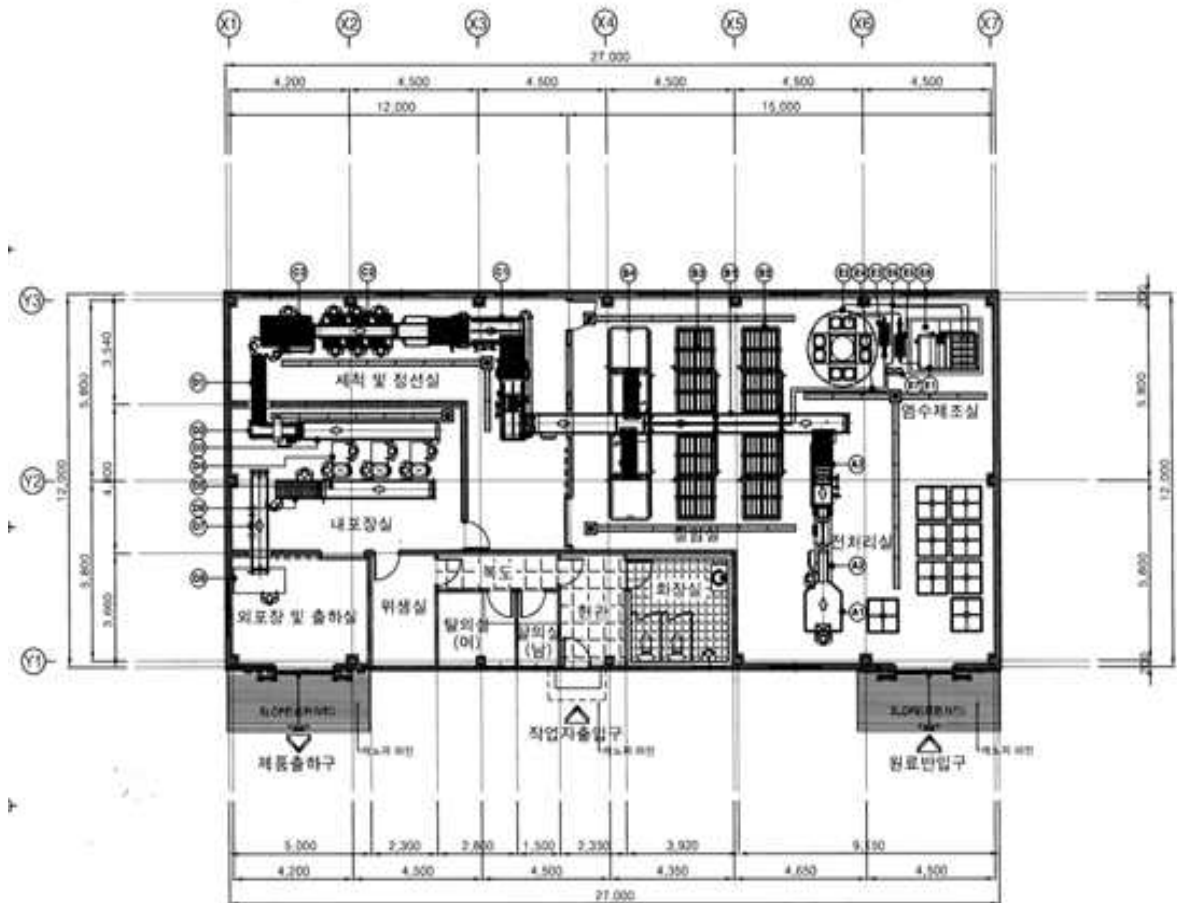
**PIT커버 및 수중펌프**



# 절임배추 제조 공정 평면도



# 절임배추 제조 설비 배치도



생산장비 배치도  
 축척 : NON SCALE

건축기준 : 2014년(2011)  
 설계번호 : 488/101(절임배추)  
 도면번호 : 108

## 절임배추 설비 견적내역서

제품명	규격 (폭Wx길이Lx높이H)	수량	단가	금액 (원)
생배추작업대	1,200x1,650x850			1,100,000
통배추이절기	600x2,440x1,650			10,500,000
절임탱크	1,360x2,840x1,000	6	2,200,000	13,200,000
접이식누름판	1,180x2,650x150	6	1,300,000	7,800,000
절임배추배출컨베어	450x1,525x400	2	5,500,000	11,000,000
자동세척기	950x3,500x1,450	2	21,500,000	43,000,000
2차전처리 (정선컨베어)	1,200x4,470x850	1		7,500,000
탈수후 탈수컨베어	500x2,170x650	1		4,600,000
금속검출기	400x1,500x1,300	1		9,200,000
계량작업대	500x1,130x560	3	1,200,000	3,600,000
계량후 이송컨베어	600x3,700x650	1		4,800,000
배출컨베어	600x3,840x800	1		4,600,000
포장작업대	800x1,600x800	1		1,200,000

## 절임배추 저장 온도별 상품성 유지 기간

절임배추	최종 절임배추의 소금 농도 : 1.3-1.5%	
시료 조건	이화학적 품질 : pH 5.8이상, 총산도 0.30이하	
저장 온도	상품성 유지 기간	비고
0°C	10-14일	
4°C	7-10일	
10°C	3-5일	
20°C	1-2일	

## 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

연구연도	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
2012	소규모 절임 배추 생산 공정 표준화	○작형별 절임 배추의 특성 규명 및 소규모 절임 배추 생산 방안 도출	100	-작형별 절임배추 제조를 위한 기반 기술 확보
			100	-시판절임배추의 감각과학적 품질 특성 규명 및 객관화
			100	-표준화된 절임배추의 생산 기술 제시
2013	소규모 절임 배추 생산 공정 표준화	○공정단계별 품질 지표 객관화 및 작형별 절임배추 저장성 향상 전처리 기술 연구	100	-공정단계별 품질 지표 객관화 및 작형별 절임배추 저장성 향상 기술 개발
			100	-작형별 절임배추 유통중 저장성 향상 기술 제시
2014	소규모 절임업체용 절임배추의 제조 공정·저장·유통매뉴얼 작성	소규모 절임업체용 절임배추 제조 공정,저장·유통매뉴얼 작성	100	- 작형별 절임배추의 최적 저장 및 유통 조건 확립 - 소규모 절임 배추 표준화 모델 및 작형별 절임배추 생산 공정 표준화 제시 - 소규모 절임배추 업체용 계절별 절임 염수 재활용 및 절임 폐수 처리 제시 - 절임배추 생산공정 표준화를 위한 최적화 기술의 현장적용 실험 및 평가

## 제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

### 1. 실용화·산업화 성과 및 계획

- 본 연구에서 도출된 배추 저장성 연장 기술과 절임배추 저장성 연장 기술은 협동기관과 참여 업체인 화원농협과 괴산시골절임배추 조합에 무상 기술 이전하였음.
- 유상기술이전을 위하여 절임배추 및 김치 제조업체에 과제 종료 후 기술에 대한 홍보를 계획하고 있으며 전국 절임배추 제조업체에 보급하고자 추진 중에 있음.
- 개발기술은 현재 절임배추 제조업체와 협의한 바 있으며, 보고서 및 특허출원 완료 후 개발기술에 대한 브리핑을 통하여 유상기술 이전을 추진하겠음

## 2. 교육·지도 홍보 등 기술확산 계획

### 가. 교육·지도 성과

- 해남 화원농협, CJ 신선 음성 공장, 괴산 시골배추 조합원 대상 교육 3건

### 나. 홍보 성과

- 배추 저장중 관찰되는 장해현상, 식품과학과 산업 12월(2013)
- 절임배추 산업 및 기술 현황, 김치산업발전 심포지움(2014)
- 배추 장기 저장 및 배추 절임기술 개발, 중앙 TV 방송(2014, 11월 연합 뉴스외 6개 이상의 언론매체에 본 연구에서 개발한 연구결과 보도
- 절임배추 산업 및 기술 현황, 김치산업 발전 심포지움(2014)
- 장기 저장 가능한 배추 저장과 배추 절임 기술, 먹고사는 세상(2015)
- 배추 장기 저장과 장기 저장용 배추 절임 기술 보도 예정(2016. 1)

### 다. 교육·지도·홍보 등 기술확산 계획

- 생산자 중심 언론매체를 통하여 특별기고 형태로 개발기술에 대한 홍보작업을 수행함으로써 개발기술의 전국적 확대를 위해 노력하고자 함

## 3. 특허, 논문 등 지식재산권 확보계획 등

### 가. 특허 출원 및 상표 등록

- 빙결점을 이용한 배추의 절임 및 장기 저장 방법(출원번호 10-2014-022108)
- 빙결점을 이용한 배추의 절임 및 장기 저장 방법(출원번호 10-2015-0115566)

### 나. 논문

- 절임배추 및 신선편이 배추의 산업화, 식품과학과 산업 12 (2013)
- 계절별 절임배추의 품질 특성 비교, 한국식품저장유통학회, 21(4) (2014)
- 계절별 배추 품종에 따른 절임배추의 저장중 품질 특성, 한국식품저장유통학회 (2015)
- 

### 다. 학회발표

- Effect of salt types and salting temperature on the salt content of chinese cabbage (2012. 11. 1. 제주 ICC)



- Effect of storage temperature on the quality characteristics of salted chinese cabbage (2013. 8. 30. 천안휴러클러스)
- Sensory evaluation and physicochemical characteristics of salted-Kimchi cabbage(2014. 5. 12. 싱가포르 expo)
- The quality characteristics comparison of spring and winter salted Kimchi cabbage(2014. 8. 25. 광주 김대중 센터)
- 절임배추 제조 공정 단계별 미생물학적 품질 평가. 한국식품과학회. 부산 벅스크(2015. 6)

#### 4. 추가연구 및 타 연구에의 활용계획

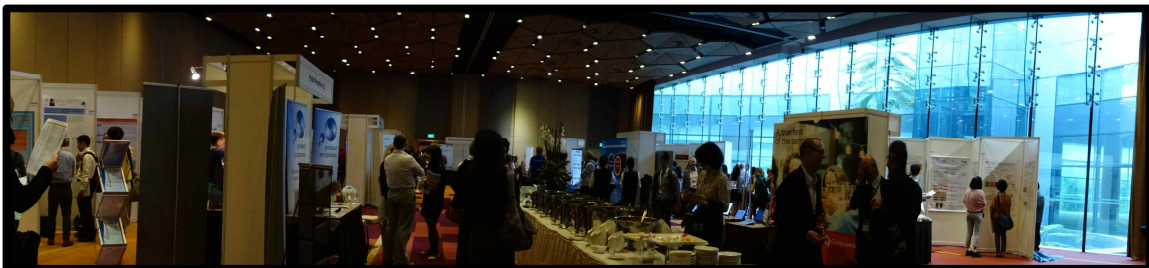
연구진행 및 특허출원 등으로 진행되지 못한 논문발표 및 게재 등의 학술활동을 연구종료 후에도 지속적으로 수행할 예정임

## 제 6장 연구개발과정에서 수집한 해외 과학 기술 정보

### 가. SenseAsia 2014(2014. 5. 10-5. 14)

#### (1) SenseAsia 2014 학회 개요

- SenseAsia 2014 제1차 관능검사 심포지움으로 싱가포르 Expo Garnet Room 4개 회의장에서 5월 11일부터 5월 13일까지 개최하였고, 본 심포지움에 등록된 참여자는 약 260여명이었고, 나라별로는 싱가포르 43명, 중국 36명, 일본 33명, 한국과 미국이 각각 13명, 태국 11명, 프랑스, 네덜란드 9명, 인도네시아와 필리핀이 8명의 순으로 참석하였음. 대륙별로는 아시아 지역이 약 80%, 유럽지역이 20%, 미국 등 기타 지역이 10%를 차지하였고, 아시아 최초로 개최된 관능검사 심포지움으로 국제 관능검사 학회인 Pangborn symposium에 비하여 약 1/5의 규모임.



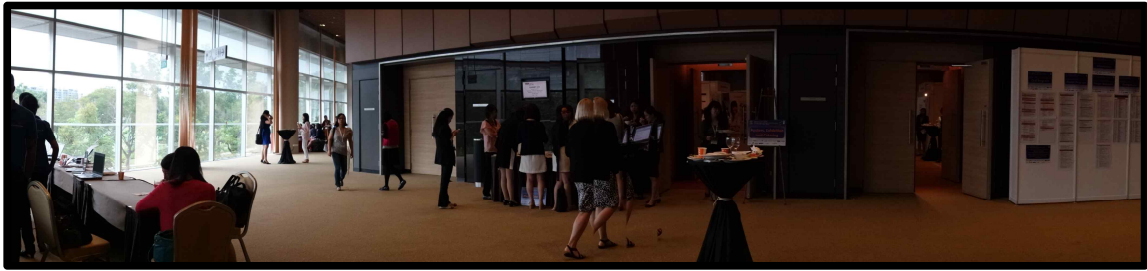


그림 1. SenseAsia 2014 전경



그림 2. SenseAsia 참석자 분포도

(2) 심포지움 내용

○ 1회 SenseAsia 2014(The Asian Sensory and Consumer Research Symposium)은 6개의 Plenary session과 Basic processes, Influences on food choice, Consumer behavior, Developments in Methods, 3개의 workshop으로 구성되었음.

- Plenary session
  - What can neuroscience tell us about consumer preference
  - From rheology to tribology, the underlying physical principles of oral textural sensation and perception
    - Sensory science and Health
  - Emotion measurement for consumers products: the current state of the art
    - Application of sensory methods

- The evolution and subsequent regression of cultural influences on product choice
  - Influences on food choice
- Recent developments in sensory characterization and consumer profiling
  - Consumer behavior
- Describing sensory differences among products:How aims determine mehtods

• Workshops

- Multisensory interactions, cross cultural perception and food choice behavior 주제 4개
- Challenging the frontiers of temporal dominance of sensation 주제 5개
- Umami taste and health 관련 주제 5개

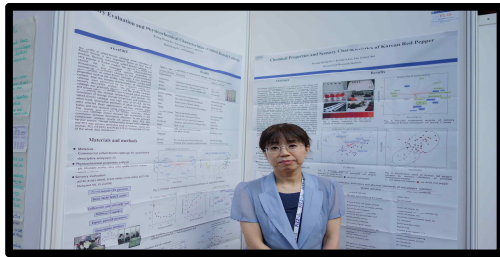
- 국내학회와 달리 본 학회는 대학뿐만 아니라 소비자와 직접적으로 관련된 향료, 향기, 첨가물 회사의 발표와 대학, 통계분석 회사와의 공동 연구 발표와 회사 단독으로 소비자 및 관능검사 결과를 분석하는 통계 기법과 전통적 기법과의 차이에 관한 분석 결과 등 관능검사의 다양한 분야에 걸쳐 워크샵이 진행되었음. 예를 들면 첨가물 개발, 식품섭취량 조절, 소금 저감화, 식품 기호도 개발, 건강과 질병에 있어서 역할에 관한 내용과 소비자 식품 섭취 특성 신속 측정 방법, 소비자 관능검사시 방법 개발, 새로운 통계기법에 의한 소비자 검사 결과 분석 등 다양한 분야에 관해 발표가 되었음.

**(3) 포스터 내용**

- 학회 등록과 포스터 부착은 5월 11일 일요일부터 5월 13일 심포지움 폐막까지 3일간 전시 되면서 발표자는 2 session으로 나누어 심포지움 중간에 약 1시간씩 시간을 두어 참석자와 발표자 간 관심 있는 연구 방법에 대해 충분한 검토가 이루어질 수 있도록 함.

**(4) 심포지움 참여업체**

- 본 심포지움을 후원 및 참여업체는 소비자 검사 agency가 주류를 이루고 있었음.
- Red Jade([www.tragon.com](http://www.tragon.com)): Red Jade powered by Tragon. 1974년 관능검사의 선구자로 관능검사 분야에 많은 연구를 수행하였으며, 자체 관능검사 과정을 수행하기 위한 software solution을 개발하였음.
  - Symrise APAC([www.symrise.com](http://www.symrise.com)): Fragrance and flavoring 분야에 4번째로 큰 업체로 Global 시장의 약 10%를 차지하고 있음. 2012년 1,734 billion 유로의 성과를 얻었고, headquarter는 독일의 Holzminden에 위치하고 있으며, 싱가포르를 regional headquarter임. 사업분야는 Scent & Care 부서와 Flavor & Nutrition 분야로 나누어져 있음.
  - Fizz([www.biosystemes.com](http://www.biosystemes.com)): 관능검사 시험 디자인, 패널 manage, data 수집(인터넷, paper form) 분석 등을 하는 회사. 700건 이상의 Fizz licenses를 회사에서 사용하고 있음.
  - Takasago international corporation([www.takasago.com](http://www.takasago.com)): 본 회사는 1920년 일본에서 설립된 flavor and fragrance 회사임. 25개 지역에 R & D center가 있으며 관능검사가 중요한 회사임.
  - Compusense([www.compusense.com](http://www.compusense.com)): 1986년부터 관능검사 소비자 검사 software를 제공하고 있음.
  - Ajinomoto Co. Ltds([www.ajinomoto.com](http://www.ajinomoto.com)): 식품 ingredients 회사로 1909년 설립되어 26개 나라에 지부가 있음.
  - Campden BRI([www.campden.co.uk](http://www.campden.co.uk)): 영국 회사로 식품과 음료 산업을 위한 연구 개발을 하고 있음. Consumer & sensory Service부는 정성 및 정량적 소비자 연구를 하고 있음.
  - 이외에 Eye Question Software([www.eyequestion.nl](http://www.eyequestion.nl)), Givaudan singapore Pte Ltd([www.givaudan.com](http://www.givaudan.com)), MMR research worldwide([www.mmr-research.com](http://www.mmr-research.com)), Noldus information technology ([www.noldus.com](http://www.noldus.com)), Product perception Ltd ([www.productperceptions.com](http://www.productperceptions.com)), Sensory Dimensions([www.sensorydimensions.com](http://www.sensorydimensions.com)), Sensory Research Group ([www.sensoryresearchgroup.com](http://www.sensoryresearchgroup.com)) 등이 참여하였고, 이들 회사는 감각과학 검사 시험설계, software solution 업체임.



- 주요 포스터 발표 내용은 관능검사 특성 및 소비자 프로파일의 최근 연구 동향, CATA 방법을 이용한 소비자 기호도 검사 holistic methodology가 시료의 유사성, 차이 평가, 결과의 재현성을 위한 방법, 방법 개발 등 관능검사의 다양한 분야가 발표되었음. 특히 학계뿐만 아니라 업체주관의 포스터와 대학, 관능검사 컨설팅 회사와의 공동 발표도 상당수 있었음.

## 나. Pangborn 11<sup>th</sup> Sensory Science Symposium

(2015. 8. 스웨덴 고센버그)

### 가. 출장 개요

- 스웨덴 고센버그(예테보리) 컨벤션센터(Svenska Massan, The Swedish Exhibition & Congress Center, 그림 1)에서 개최된 Pangborn Sensory Science Symposium은 전 세계 관능검사 전문가들이 참가하여 최신 관능검사 연구 동향, 새로운 분야에 대한 정보와 교류가 이루어지고 있음. Pangborn symposium 2년에 한번씩 격년으로 개최되는 국제 학회로 관능검사 분야에서는 가장 큰 심포지움으로 약 관능검사 분야 전문가 천여명이 참석하였음. 북유럽에서는 1992년 이후 3번째로 개최된 것으로 Rose Marie Pangborn박사가 안식년을 스웨덴 고센버그에서 방문 과학자(1970년대)로 있었던 장소로 2개의 Key note, 10개의 plenary lecture, 11개의 symposium session, 6개의 workshop, 700여편의 포스터 발표와 구두 발표가 진행되었음.

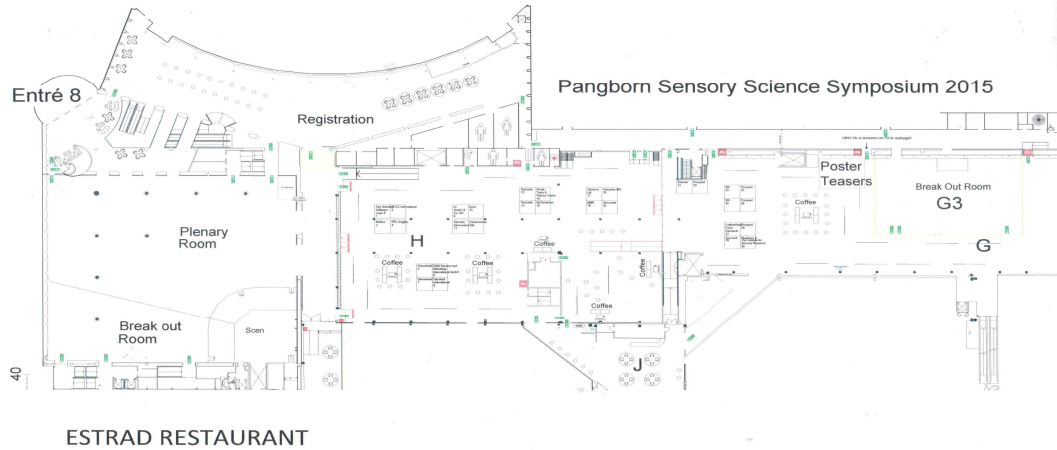


그림 1. The Swedish Exhibition & Congress Center 관능검사 심포지움 협력업체 전시장 및 각 세션 장소

나. 심포지움 세션

- 심포지움 session에서는 변화되고 있는 소비자 검사 방법과 새로운 관능검사 방법, 나이와 관련된 관능 인지와 특성, 소비자 특성, 세계화에 따른 cross-cultural 관능검사와 소비자 조사 등의 주제로 진행되었고, 심포지움 11개 세션의 주요 주제는 아래 표 1과 같았음.
- 새로운 장치를 이용한 관능검사와 소비자 연구에 정확도가 높은방법에 관한 연구가 각 세션마다 진행이 되었고, 특히 관능검사 특성상 대학 연구에 국한되지 않고 글로벌 식품업체(네슬러 health science, 유니레버 R & D, 리서치 회사-SAM sensory and marketing internation GmbH 등 소프트웨어 및 리서치 업체로 참여한 관능검사 평가 회사, 표 2 참고)와 공동 연구가 많았음.
- 건강과 웰빙을 위한 관능검사 분야에서는 비만 위험도에 있어서 지방과 단맛에 관한 영향 정도, 비만을 제어하는 방법으로 식품의 지방 맛에 대한 민감도나 포만감이 높으면 저지방 식이요법이 증가된다는 연구와, 후각에서 느끼는 식품에 대한 포만감, 선호하는 음식이 훨씬 더 포만감이 높아지며, 만성적인 스트레스가 식품의 기호도의 영향, 웰빙과

관련된 식품 요인의 추적 조사 및 분석 연구가 다루어졌음.

- Sensory fundamental 분야에서는 후각 인지의 분자 메카니즘, 미뢰 수에 의한 예측 모델, 쓴맛 리셉터 gene의 구조, 복합 탄수화물의 맛(6번째 맛), 입안에서의 whey protein의 구조 해석, 단맛과 짠맛 길항작용과 상승작용에 관한 연구가 다루어져 실제 사람들이 느끼는 관능적 특성과 메카니즘에 관한 연구가 다루어져 많은 관능검사 학자들과 함께 융합연구가 진행되고 있었음,
- 관능검사 Tool과 방법 분야에서는 식품 산업에서 빠르게 평가할 수 있는 방법과 실제 현장에서 가장 적절한 관능검사 방법 비교, check-all-that-apply(CATA)를 위한 mixed model 등 다루어졌음.

## 표 1. Symposium session의 주요 주제

### ● Key note

- West versus East: The development of sensory and non-sensory preferences in Chinese wine consumers
- Human olfaction-for better for worse

### ● Plenary lecture

- The world's champagne nose-experiences and expectations
- Sensory recall: forgotten sensory cues in the context of culture and media in our daily lives
- Weight management: Taste compounds that activate the senses and debate
- Sensory science research challenges and opportunities in emerging markets

### ● Oral Session

- Session 1: Sensory drivers for Health and well-being
- Session 2: Consumer science in a changing world
- Session 3: Challenges in emerging markets
- Session 4: Sensory fundamentals
- Session 5: Advances in sensory tools and methods
- Session 6: Age-related sensory perception and behavior
- Session 7: Food choice and consumer behaviour
- Session 8: Frontiers in sensometrics
- Session 9: Beyond food applying sensory science in other contexts
- Session 10: Cross-cultural sensory and consumer research
- Session 11: Sensory driven products design
- Session 12: Culinary arts and science

### ● Work shop

- Workshop1: Temporal dominance of sensation paired with temporal liking
- Workshop2: Appetite-for-life in a sensory perspective
- Workshop3: Products experience and satisfaction : An interdisciplinary discussion
- Workshop4: Enabling a foundation for understanding dynamic mouth behaviour in sensory and consumer research
- Workshop5: consumer-led product development. The interactions of intrinsic and extrinsic product attributes

○ 연령과 관련된 관능인지와 특성 분야에서는 어린이 대상과 성인, 노년 집단의 관능 인지 특성과 관련된 방법에 대한 연구가 다루어졌음.

○ 이외에도 관능검사 결과의 통계 분석 방법 비교 연구(Propensity score analysis,



comparing the performance of different imputation techniques, Regression trees and random forests) 가 진행되었고, NMR 등 의료기계를 이용한 관능적 특성 연구와 글로벌한 시대에 맞추어 cross-cultural sensory 분야가 따로 진행되었음.

#### 다. 워크샵, 포스터 발표 및 전시회

- Temporal dominance of sensation paired with temporal liking 분야에서는 6개 나라에서 소비자 661명에게 4개의 gouda 치즈의 선호도를 TDS(European Sensory Network)로 평가한 결과를 보고하면서 이에 대해 토론하는 방식으로 진행되었음: ① projects and 주요 결과(P.schlich & A Tomas, France), ② Comparison with descriptive analysis of the same products( E.Kostyra, Poland), ③ TDS/temporal liking online evaluation of chocolates by the participants, ④ Discussion with audience
- 관능검사 전문가에게 관심을 끄는 Appetite-for-life in a sensory perspective 등 워크샵이 많이 진행되었으나, 심포지움 세션과 동일한 시간에 진행되어 아쉬움이 있음.
- 2015년 Pangborn 심포지움에서 발표된 포스터는 약 600여편으로 식품 및 음료는 66%, 식품이 아닌 non-food 관련 비율은 25%, non-food & Food & Beverage 비율 9%로 점차 관능검사 분야에서 non-food(화장품, 치약, 세제, 비누 등) 비율이 점차 늘고 있는 추세라고 발표되었고, 그 비율은 계속 늘 것으로 예측함.
- 관능검사 전문가는 약 70%가 식품과학자이고, 이중 약 50% 이하가 대학에서 관능코스를 받는다고 함. Sensory training은 31%는 대학에서 17%는 workshop이나 단기 코스, 5% 혼자서 배우고, 약 46%가 직업에 관련되어서 관능검사를 교육을 받는다고 평가함.
- 관능검사 관련 리서치 회사(data collection, field work, market research service)(표. 2)가 자체 개발된 Sensory software와 회사만의 강점을 첨단 장비를 가지고 관능검사 전문가에게 시연을 통해 홍보를 하였음. 특히 본 전시에서는 첨단 장비를 통한 소비자 조사 시연으로 얼굴 표정에 의한 소비자 조사, Eye tracking, 간이 관능검사 부스 등이 많은 주목을 받았음(사진 참고). 2015년 Pangborn 심포지움을 주관한 스웨덴의 SIK(the Swedish Institute for Food and Biotechnology)는 2015년 1월 1일 SP Group의 Food and Bioscience는 식품 분야에 전문가와 통합된 조직을 구성하였는데, energy, life science, safety, social structure, information과 communication technology 분야의 전문가로 이루어져 본 행사를 주관하여 성공적으로 심포지움을 진행하였음.

라. 기타

- 관능검사 심포지움을 마감하면서 2년후 개최지 발표(2017년 미국 보스톤)와 홍보 영상시청 후 본 학회의 학회장과 각 관능검사 분야에서 미리 선정된 연구자가 앞으로 연구되어야 할 주제에 대해 10분씩 발표한 후 본 심포지움에 참석한 전문가에게 즉석에서 스마트폰을 통해 우선 순위를 정해 발표하는 것이 인상적이었음. 이 평가 결과는 앞으로 관능검사 분야의 연구 방향이 될 것으로 사료되어 더욱 더 확실한 연구 동향을 파악할 수 있었음.

- Rank the statements in terms of their importance for the future of sensory and consumer science with rank 1 being the most important and 3 being the least

- 분야 1

- In order to meet consumer needs, we must work with product developers to design product(1)
- We need to further understand the full range of pheno- and genotypic variation impactin...
- We must engage with other specialists, e.g. geneticists and neuroscientist, to understand.....(1)

- 분야 2

- We must increase the number of real-life consumer research for more ecological v....(1)
- We must increase the number of immersive virtual reality research to adapt to the...
- We must increase partnerships with psychologists to rethink the methods used in...(1)

- 분야 3

- Develop new methodological approaches to understand the heuristics that influence food...(1)
- Encourage intuitive decisions in our usual methodologies (2)
- Study how individual difference in decision making influence food choice(2)

## 제 7장 참고 문헌

1. 풀무원 김치 박물관 자료실
2. 《한국농업근대사》, 168-169쪽, 농촌진흥청, 2008년 12월 발간
3. Colditz, GA., Branch, L.G., Lipnick, R.J., Willertt, W.C., Rosner, B., Posner, B.M. and Hennekens, C.H. (1985) Increased green and yellow vegetable intake and lowered cancer deaths in an elderly population. *Am. J. Clin. Nutr.* 41. 32-37
4. Park, K.W. and Ki, M.Z.(1985) Influence of cultivar and storage period on the quality of Chinese cabbage. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 26, 299-303
5. Cha, Y.S. and Oh, S.H.(2000) Investigation of  $\gamma$ -aminobutyric acid in Chinese cabbage and effects of the cabbage diets on lipid metabolism and liver function of rats administered with ethanol. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 29. 500-505
6. Kim H.K., Lee, G.D., Kwon J.H. and Kim, K. H(2005) Monitoring on extraction yields and functional properties of *Brassica oleracea* var. capitata extracts. *Food Sci. Biotechnol.*, 14, 836-840
7. 농업관측센터, 통계청(2012)
8. 이용선, 김종진, 노수정. 주요 채소 가격의 변동 패턴 및 요인분석. 정책연구보고 p161, 2012. 6 한국농촌경제연구원
9. 서대석, 이형용, 윤선희, 신성철, 공민지, 권희민, 엽근채소 수급 동향과 전망, 한국농촌경제연구원 2012

10. 농림수산물식품부, 농수산물유통공사. 2011. 2010 식품산업 분야별 원료소비 실태조사.
11. Ministry of Agriculture and Forestry (MAF) (2012), Statistics of vegetables production amount, MAF (<http://www.mifaff.go.kr>)
10. 안상돈, 2012년 국내 김치 산업 동향 및 소비자 김장 계획 조사, 2012, 농업경제연구소, NHERI 리포트 제207호 2012. 12. 10
11. 서대석,이형용, 권희민, 이용선. 2012년 김장 채소 수급 전망, 한국농촌경제연구원 제 35호
12. 한귀정의 5인, 2011. 저온 살균 절임배추에 Starter 첨가로 인한 김치의 품질 및 기능성 증진, 한국식품영양과학회지, 40(1):110-115
13. 정진웅의 5인, 2011. 전기분해수를 이용한 절임조건에 따른 배추의 품질 특, 한국식품영양학회지, 40(12):1743-1749
14. 이명기의 4인, 2011, 절임 방법에 따른 배추 조직 및 염도 변화, 한국식품영양학회지, 40(8), 1184-1188
15. 김향오의 4인, 2007. 김치용 월동배추 속소금 살포에 의한 적정 기계화 절임 조건, 한국식품저장유통학회지, 14(6), 695-701
16. 김주현의 1인, 2011, 김치에 사용되는 소금의 이용실태 및 소비자 인식 연구, 한국식생활문화학회지, 26(6):554-561
17. 김영욱의 6인, 2009. 절임배추 저장중 폴리에틸렌 포장 필름 종류와 소금 절임 농도에 따른 품질 변화, 18(5), 605-611
18. 김선재의 2인, 2005. 국내산 천일염, 수입염, 세척 탈수염, 기계염 및 가공염으로 제조한 김

치의 발효 특성, 한국식품저장유통학회, 12(4), 395-401

19. 박인경외 2인. 1996, 배추의 소금 절입시 유기산 첨가가 김치 숙성에 미치는 영향, 동아시아식생활회지, 6(2), 195-2004
20. 박인경외 2인, 1996. 배추의 소금 절입시 염수의 초기 온도가 김치 숙성에 미치는 영향, 한국식품영양과학회지, 25(5):747-753
21. Han ES, Koo BY, Kim KH. 2000. Cooling and packing characteristics of salted *Baechu*. Food Eng Prog 4: 156-161.
22. Han ES. 1993. Salting storage method of highland Chinese cabbage for kimchi. Korean J Food Sci Technol 25: 118-122.
23. Han ES, Seok MS, Park JH, Lee HJ. 1996. Quality changes of salted cabbages with the package pressure and storage temperature. Korean J Food Sci Technol 28: 650-656.
24. Han ES. 1994. Quality changes of salted Chinese cabbage by packaging methods during storage. Korean J Food Sci Technol 26: 283-287.
25. Kim BS, Kim MJ, Kim OW, Kim GH. 2001. Quality changes of winter Chinese cabbage by different packing and loading during cold storage. Korean J Postharvest Sci Technol 8:30-36
26. 김건희. 2005. 소비자의 신선편이식품에 대한 수요와 요구. 식품저장과 가공산업. 4(2), p1-6
27. 김지강. 2011. 신선편이 농산물 수요 및 전망, 원예산물의 수확후 관리기술 20(2), p5-13
28. 박대원. 2002. 전기화학적 폐수처리, 새로운 대안인가?. Journal of Korean Society on Water Quality., Vol. 18 No. 5, pp. 441-448
29. Lee, J.Y., Lee, J.K., Uhm, S.H. and Lee, H.J. 2011. Electrochemical Technologies : Water

Treatment. Appl. Chem. Eng., Vol. 22, No. 3, pp. 235-242

30. Shin, D. H., Hong, J. S., Oh, J. A. and Ahn. Y. S. 2000. Evaluation of Brine Recycling on Salting of Chinese Cabbage for Kimchi Preparation, J. Fd Hyg. Safety 15(1), 25-29
31. Yoon, H.H. and Kim, D.M. 2000. Changes of Brine Characteristics during the Salting Process of Winter, Spring, and Summer Chinese Cabbage, J. Korean Soc. Food Sci Nutr vol. 29 No. 1, pp. 26-29
32. Han, E. S., Seok, M. S., Park, J.H., Jo, J. S. and Lee, H. J. 1998. Quality Changes of Brine during Brine Salting of Highland Baechu. Food Engineering Progress. vol. 2, No., pp. 85-89
33. 생산성 향상을 위한 김치 제조 공정용 가공 플랜트 기반 기술개발. 세계김치연구소, 한응수, 정영배 외(2014)
34. 김치 공장 절임공정 염수 재사용을 위한 광촉매 고도 산화 시스템 개발에 관한 연구. S&P 환경기술, 심종섭, 이금권 외(2009)

제 2세부 : 배추의 현장 적용형 작형별 저장 기술 개발  
(한국식품연구원)

제 3협동 : 산업적 규모의 현장 저장 시험  
(세부-1, 세부-2와 연계하여 과제 수행, 화원농협)





# 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “수급 안정화를 위한 배추 저장 및 소규모 절임배추 생산 현장 적용 기술 개발(제 2세부 배추의 현장 적용형 작형별 저장 기술 개발, 제 3협동 :산업적 규모의 현장 저장 시험)” 과제의 보고서로 제출합니다.

2015년 12월 일

주관연구기관명 : 한국식품연구원

세부연구책임자 : 정 문 철

연 구 원 : 김 동 만

연 구 원 : 최 정 희

연 구 원 : 박 기 재

연 구 원 : 조 은 영

연 구 원 : 이 지 영

협동연구기관명 : 회원농협

협동연구책임자 : 정 재 경

연 구 원 : 홍 명 표

연 구 원 : 김 정 덕

연 구 원 : 김 주 원

연 구 원 : 고 은 미



# 요 약 문

## I. 제 목

배추의 현장 적용형 작형별 저장 기술개발(세부 2)  
산업적 규모의 현장 저장 시험(협동 3)

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

### 1. 연구개발의 목적

- 배추 수급 안정화를 위한 작형별 현장 적용형 저장 기술 개발
  - 저장기간 연장 : 봄배추 60일 이상, 가을·월동 배추 90일 이상 : 일반 저장 대비 신기술 적용 1.3배 저장성 연장

### 2. 연구개발의 필요성

- 배추는 일반 가정, 급식 및 상품 김치 시장에 80% 이상 사용하고 있어 국민 식생활과 직결되며 추 수급 조절이 소비자 물가 지수에 큰 영향을 줌. 그러나 현재 배추 과일 생산시 정부에서 산지 폐기를 권장하여 과일 공급물량을 해소하고 있거나, 공급 물량이 부족할 경우 중국에서 수입을 해서 수급 조절을 하고 있고, 또 지구 온난화 등의 영향으로 단수 변동 폭이 커져 배추 공급 불안정성이 더욱 확대되고 있어 근본적인 대책이 필요함.
- 현재 배추의 산지 저장 가능 기간은 월동배추는 3-4개월, 봄배추 2개월, 고랭지 배추 1개월로 실제 산지 저장 비율은 낮은 수준임. 산지에서 절임배추 또는 김치 가공 공장을 운영하는 업체의 경우 안정적인 원료 확보가 요구되고 있으나 산지 저장 비율이 대단히 낮음.
- 배추의 수급 안정화를 위해서는 산지에서 출하 조절이 가능한 충분한 저장 시설과 일관 저온 물류 체계 확립 및 산지에서 가공 비율을 높이는 전략이 요구됨. 현장형 월동배추 3개월 이상 봄배추 2개월 이상 저장 할 수 있는 기술이 요구됨.

### Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

#### ■ 배추의 현장적용형 작형별 저장기술 개발 (세부2 : 한국식품연구원)

- 작형별 저장 전처리 기술개발
- 저장효율 증대를 위한 저장조건 최적화
- 산업적 규모(저장고 25평 이상)의 현장저장 시험지원 및 효과분석

### Ⅳ. 연구개발결과

#### ■ 배추의 현장적용형 작형별 저장기술 개발(세부2 : 한국식품연구원, 5협동 : 화원농협)

- 작형별 저장생리특성 조사 : 봄, 여름, 가을 및 겨울배추 4종에 대한 호흡 및 에틸렌 발생 속도, 빙결점을 조사한 결과, 배추의 저장성은 증산작용에 의한 수분손실에 기인하는 것으로 판단하고 증산작용을 억제할 수 있는 방향으로 접근함.
- 현행 배추 저장의 문제점 도출
  - 기존 차압예냉 : 품온저하에 10시간 이상 소요되므로 현장적용 부적합. 순간 처리 가능한 전처리 기술 개발 필요
  - P-box : 배추보다 적은 제원으로 함입시 조직손상, 박스 적재저장 중 압상 및 곰팡이 발생의 원인이 되므로 배추크기에 맞는 배추전용 P-box 개발 필요
  - 배추함입방법 : 현행 뿌리 하향식 함입방법은 응축수 발생시 수적이 조직내로 침입하여 짓무름의 원인이 되므로 뿌리 상향식 함입방법 권장
  - MAP : 현장 작업이 지난하고, 또한 수증기 투과성이 낮은 LDPE사용으로 저장고 이동시 과다한 결로형성으로 제품손상 높음. 새로운 MAP 방법 개발 필요
- 작형별 전처리 기술의 개발 :
  - 단기 집중 출하되는 배추의 작업효율을 고려하여 단시간 처리가능한 순간 건식열처리 조건(45℃, 2분)을 확립
  - 차압예냉과 비교한 결과 차압예냉은 20.84± 1.19%, 순간 건식열처리는 22.24±1.17%의 정선손실률을 나타내어, 차압예냉과 유사한 효과를 가지며, 작업시간 대폭 감축(차압예냉 10시간 이상)
  - 2014년 2월 12일 수확한 월동배추 대상 열처리 후 MA저장실험 결과, 4개월 저장(정선손실율 88.51±0.57%, 대조구 대비 136% 향상) 가능
  - 현장 실증실험 위해 컨베어 타입의 터널식 열풍장치를 시작품 제작함.
- 작형별 저장기술 개발

- 배추 뿌리 코팅기술, 배추뿌리길이 조정기술, 다공성천연석 피복기술을 배추뿌리상향 함입저장 및 MAP저장기술을 단독 또는 병용처리한 결과, 배추 뿌리부위를 상향 적입한 후 다공성천연석 피복방법과 배추뿌리 상향 함입 후 다공성천연석 피복 및 MAP저장 병용처리가 각각  $18.31 \pm 0.85\%$ ,  $15.40 \pm 0.66\%$ 의 정선손실율로 가장 효과적인 저장방법으로 나타남.
- 배추뿌리 상향 함입 후 다공성천연석 피복 및 MAP저장 병용처리는 가을배추 대상 150일 까지 저장성을 연장할 수 있었음.
- 현장형 MA포장기술 개발 : 다공성천연석 피복 후 LDPE 포장방법과, P-box가 적재된 pallet단위로 옆면만 PVC wrapping 방법을 비교/현장실증실험 결과, pallet측면 PVC wrapping방법은 포장지 내부 상대습도와 정선손실율 측면에서 LDPE 필름포장구와 유사한 결과를 나타내었음. 따라서 현장에서의 MAP방법은 랩핑기에 의해 pallet 단위로 기계 포장작업이 가능하여 인력에 의존하여야 하는 MAP방법을 대체할 수 있었음.
- 배추 수직적재형 컨테이너 구조 및 용기제작 : 배추크기와 P-box의 제원이 상이함에 따라 발생하는 조직손상을 억제하고, 기존 물류체계(pallet size, 11x11)를 준수하기 위해 3년간 배추 크기분포를 측정한 후 배추 전용 m<sup>c</sup>k-up 상자를 제안, 제작, 실증실험을 수행하였음. 배추 목업상자의 제원은 54.0x36.5x42.0cm로 기존 P-box보다 높이가 9.5cm 크게 제작되었음.
- 개발 저장기술의 실증실험
  - 월동배추 : 2015년 2월 27일 월동배추 수확말기에 시료 확보 후 45℃ · 2분간 열처리, 다공석 천연석 피복 및 LDPE 필름포장하여 0℃ 에 저장한 결과, 짓무름과 곰팡이 발현이 최외각 겉잎에는 발생하나, 겉잎 제거시 저장 4개월 동안 생배추로서의 상품성을 유지하는 결과를 나타냄. 동 결과는 기존 관행방법 대비 저장기간을 2배 이상연장하고 정선손실율을 1.8배 억제하는 효과를 나타내었음.
  - 봄배추 : 2015년 6월 2일 봄배추 수확말기의 시료구입 후 45℃ · 2분간 열처리, 다공석 인공석 피복 및 LDPE 필름포장하여 0℃ 에 저장한 결과, 기존관행방법은 60일 이내 상품성 소실한 반면 개발기술은 저장 100일 경 이취로 인한 상품성 소실결과 나타냄. 저장 100일 후 정선손실율은 저장초기 18.07%에서 24.39%로 증가하였으나 대조구 대비 약 2배 정선손실을 억제효과 나타냄.

## V. 연구성과 및 성과활용 계획

### 1. 연구성과

- 한국식품저장유통학회 학술상 수상, 국내특허출원 2건, 논문발표 2건, 강연 1건

○ 특허출원

출원연도	특허명	출원국	출원번호
2013	다공성 인공석을 이용한 엽채류의 저장방법	대한민국	10-2013-0052415
2011	건식열처리를 이용한 엽채류의 저장방법	대한민국	10-2014-0019080

○ 논문발표 및 게재

구분	논문명	학회명	연도	발표자
발표	다공성인공석을 활용한 월동배추의 저장성 증진 효과 분석	한국식품저장유통학회	2013	정문철 등
발표	건식열처리에 의한 월동배추의 저장성 증진 효과 분석	한국식품저장유통학회	2014	정문철 등
발표	건식열처리, 다공성 인공석 및 P-box 제원에 따른 봄배추의 저장성 연장효과	한국식품저장유통학회	2014	정문철 등
강연	배추의 저장성 증진기술 개발	한국식품저장유통학회	2014	정문철

○ 포상 및 수상실적

종류	포상명	포상내용	포상대상	포상일자	포상기관
수상	학술상	배추의 저장성 증진	정문철	2014.11.19	한국식품저장유통학회

## 2. 연구성과 활용 계획

- 연구진행 및 특허출원 등으로 진행되지 못한 학술활동 및 기술홍보 작업을 지속적으로 추진하고자 함

# SUMMARY

## I . Research Title

Sub-project II : Development of field-applicable storage technology for four season Kimchi cabbage

Joint project III : Field storage test on an industrial scale (executed in connection with sub-projects I and II)

## II . Purpose and necessity of research

### 1. Purpose of Research

- Extension of storage periods: extension of at least 60 days for spring Kimchi cabbage and at least 90 days for autumn/winter Kimchi cabbage and extension of store ability by 1.3 times in comparison to general storage through application of new technology

### 2. Need for research

- Since over 80% of Kimchi cabbages are used in general households, catering services, and the kimchi product market, the crop is directly correlated with the national diet; thus, the stable control of the Kimchi cabbage supply has a large impact on the consumer price index. Currently, however, when there is overproduction of Kimchi cabbage, the government recommends disposal in the producing areas to remove the excess supply, whereas when the supply is short, Kimchi cabbages are imported from China to balance the supply and demand. In addition, effects of global warming have caused more variations in yield, increasing the instability of the Kimchi cabbage supply and making it is necessary to prepare a fundamental measure.
- Currently, storage periods for Kimchi cabbage in producing areas are 3-4 months for winter Kimchi cabbage, 2 months for spring Kimchi cabbage, and 1 month for highland Kimchi cabbage; however, the actual storage rates in producing areas are lower. Although companies operating salted Kimchi cabbage or kimchi factories in producing areas are required to ensure the stable storage of raw materials, storage rates in producing areas are extremely low.
- To ensure a stable supply of Kimchi cabbage, it is necessary to have storage facilities large enough to control production in producing areas, to establish an integrated cold chain system, and to raise the rate of processing in producing areas. In addition,

technologies for storing winter Kimchi cabbage for at least 3 months and spring Kimchi cabbage for at least 2 months in the field are required.

### III. Contents and Scopes of Research

#### Sub-project II : Development of field-applicable storage technology for Kimchi cabbage according to cropping pattern

- Development of pre-treatment technology for storage according to cropping pattern
- Optimization of storage conditions to increase storage efficiency
- Support of a field storage test on an industrial scale (over 82.5 m<sup>2</sup> of storage room) and an effectiveness analysis

#### Joint project III : Field storage test on an industrial scale (executed in connection with sub-projects I and II)

- Field application test and evaluation of storage condition optimization technology for Kimchi cabbage
- Field application test and evaluation of pretreatment technology used in the field for Kimchi cabbage according to cropping pattern
- Field application test and evaluation of general storage technology of Kimchi cabbage according to cropping pattern

### IV. Research Results

#### ■ Development of storage technology for Kimchi cabbage

- Physiological characteristics of 4 kinds of Kimchi cabbage according to harvest season such as respiration rate, ethylene production and freezing point were investigated.
- The current problems and improvements for storage of Kimchi cabbage could be summarized as follows. Development of a dedicated box for cabbage size. the methods to place the roots of Kimchi cabbage towards the top in P-box. Pretreatment technique that can be completed in a short time. Storage technology at high relative humidity
- Pretreatment for storage of Kimchi cabbage was devised as dry heat treatment to fit to field circumstance to treat intensively in the short term. Dry heat treatment of Kimchi cabbage showed best results from 2min at 45°C. Fall Kimchi cabbage under the above conditions could be stored for 150 days.
- The Storage technology developed in this research was consisted of a continuous process to wrap PVC film around the pallet on which plastic boxes were stacked after putting



the cabbage upside down in a plastic box and covering it in multi porous natural stone. Shelf-life of autumn Kimchi cabbage, winter Kimchi cabbage and spring Kimchi cabbage were extended to 150days, 120 days and 90days respectively through this technology.

## **. Research Results and Utilization Plans**

### **1. Research Results**

- Application for 2 patents, 3 presentations, 1 lecture and 1 academic award

### **2. Plans for Utilization of Research Results**

- Academic activities and technology promotion will be continued after end of the study

# CONTENTS

Chapter 1. Outline of Research Project-----	253
I . Objectives and Necessity-----	253
1. Research Objectives-----	253
2. Research Necessity-----	253
II. Scopes of Research-----	255
Chapter 2. Trends of Domestic and International Technical Developments-----	256
Chapter 3. Research Content and Results-----	258
II. Development of storage technology for Kimchi cabbage-----	258
1. Pretreatment technology for storage of Kimchi cabbage-----	258
2. Storage technology for extending the shelf-life of Kimchi cabbage-----	309
3. Field test and evaluation on the developed storage technology-----	361
III. Establishment of anti-browning process technology for fresh-cut products-----	377
1. Field application on pre-treatment technologies-----	377
2. Problems and Improvement of the existing storage technologies for Kimchi cabbage-----	386
3. Development of field-type MAP for Storage of Kimchi cabbage-----	389
4. Field test and evaluation on the developed storage technology-----	397
Chapter 4. Research Goal Achievements and Contributions to related area-----	412
I . Research Goal Achievements and Attainments-----	412
II. Contributions of Unit Research Results to Related Area-----	413
Chapter 5. Significant Research Outcomes and Future Utilizations-----	414
Chapter 6. References-----	416

# 목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요 -----	253
제 1 절. 연구개발의 최종목표 및 필요성 -----	253
1. 연구개발의 최종목표 -----	253
2. 연구개발의 필요성 -----	253
제 2 절. 연구 범위 -----	255
 제 2 장 국내외 기술개발 현황 -----	 256
 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과	
제 2 절 배추의 현장적용형 작형별 저장기술 개발 -----	258
1. 작형별 저장 전처리 기술 개발 -----	258
가. 순간 건식열처리 기술개발 -----	258
1) 순간 건식 열처리 방법 선정 -----	258
2) 순간건식 열처리조건 확립연구 -----	259
3) 순간건식 열처리조건 확증 -----	266
4) 순간건식열처리와 차압에너지의 전처리효과 비교 -----	280
5) 순간건식 열처리 장치 설계 및 제작 -----	290
나. 절단뿌리 피복 및 코팅기술 개발 -----	291
1) 코팅제의 선발 -----	291
2) 코팅방법에 따른 배추의 선도유지효과 분석 -----	293
2. 저장효율 증대를 위한 저장기술 개발 -----	309
가. 배추의 작형별 생리특성 조사 -----	309
나. 빙결점 근접저장 기술 연구 -----	312
다. 배추 뿌리길이 조절에 따른 신선도 연장효과 -----	319
라. 증산작용 억제기술 개발-다공성 천연석 피복 및 기체환경조절 병용처리기술 -----	331
1) 다공성 천연석의 선정 -----	331
2) 다공성 천연석 피복방법 연구 -----	332
3) 다공성 천연석의 피복 및 기체 환경조절 병용 처리 기술 개발 효과분석 -----	338
4) 다공성 천연석의 피복 및 기체 환경조절 병용 처리시 산업적 규모에서의 MA포장기술 개발 -----	350

마. 배추 수직 적재형 컨테이너 구조개발 .....	358
1) 필요성 .....	358
2) 배추의 길이 및 폭 분포 .....	358
3) 수직적재형 배추전용 목업박스 제작 .....	359
4) 배추전용 mock-up 박스 실증실험 적용예 .....	360
3. 배추의 작형별 전처리 및 저장기술 종합적용실험 .....	361
가. 월동배추 .....	361
나. 봄배추 .....	369
협동 III과제 산업적 규모에서의 현장 저장시험 .....	377
1. 적정 저장 전처리기술 선정을 위한 현장적용실험 .....	377
2. 저장 전처리 기술의 현장 적용성 연구 .....	383
3. 기존 배추 저장의 문제점 및 개선방안 .....	386
4. 현장형 MA포장기술 개발 .....	389
5. 순간건식 열처리 효과 실증실험 .....	397
6. 작형별 전처리 및 저장기술 종합적용 현장실험 .....	401
제 4장 목표 달성도 및 관련분야에의 기여도 .....	412
제 5장 연구 개발 성과 및 성과 활용 계획 .....	414
제 6장 참고문헌 .....	416

# 제 1 장 연구개발과제의 개요 및 성과목표

## 제 1 절. 연구개발의 최종목표 및 필요성

### 1. 연구개발의 최종목표

배추 수급 안정화를 위한 작형별 현장 적용형 저장 기술 및 고품질의 절임배추 생산을 위한 표준화된 절임 배추 생산 공정 개발을 위한 현장 적용기술 개발연구로서, 현행 관행저장보다 약 1.3배의 저장성을 연장하고, 특히 봄배추 60일 이상, 가을·월동 배추 90일 이상의 저장성을 목표로 추진하였다.

### 2. 연구개발의 필요성

배추는 국내 채소류 중 가장 많이 사용되는 채소로 재배 면적은 2000년 5만 2천 ha에서 2010년 3만 3천 ha로 매년 4% 감소하다가 2011년 다시 증가하여 3만 9천 ha였고, 작형별로 봄배추 656천톤, 고랭지 배추 174천톤, 가을배추 1,897천톤, 겨울배추 335천으로 총 생산량은 약 3,062천톤(통계청, 농업관측센터)이 생산되고 있다. 배추 명목 도매가격은 2~3년 주기로 변동이 있었고, 특히 작형별로는 봄배추 출하기 가격이 낮은 반면 고랭지 배추 출하기에는 가격이 높고, 여름 배추의 가격은 20% 이상의 높은 가격 변동이 보고되고 있다. 배추는 호냉성 작물로 7-8월의 여름철에는 재배가 어려워 일반 평지에서 재배되는 배추의 경우 6월 20일은 재배 한계일로 보고, 이때 배추 출하 물량이 집중되어 배추값이 폭락함.

- 여름철 고랭지 지역에서 재배되는 고랭지 배추의 생산 면적이 2000년도 10,206ha에서 2011년에는 5,296ha로 감소하여 고온, 한파, 집중호우, 태풍 등의 기상 여건 변화에 따른 여름철 배추 재배 가능 지역이 어려워질 것으로 판단됨.(통계청 2011년 농업관측센터)
- 배추 작형별 재배 면적은 2000-2003년에는 봄배추가 39%로 가장 많았다가 2000년대 중반 이후 김치 냉장고 보급 확대로 김장 김치 장기 보관이 가능해져 봄배추 비중이 29%로 감소하였음.

- 배추의 중장기 전망을 보면 한미 FTA, 한·미 FTA 협상시 기본관세(배추 27%, 김치 :20%) 품목으로 큰 영향을 받지 않을 것으로 여겨짐. 그러나 KREI-KASMO 모형 추정결과 배추 재배 면적은 2022년 28,810ha로 2012년보다 약 12% 감소, 생산량은 2012년보다 9% 감소한 212만 7천톤으로 전망됨. 즉 배추 자급률이 2012년 83%, 2017년 82%, 2022년 80% 하락할 전망이다.
- 배추는 일반 가정, 급식 및 상품 김치 시장에 80% 이상 사용하고 있어 국민 식생활과 직결되고 있어 배추 수급 조절이 소비자 물가 지수에 큰 영향을 줌. 그러나 현재 배추 과잉 생산시 정부에서 산지 폐기를 권장하여 과잉 공급물량을 해소하고 있거나, 공급 물량이 부족할 경우 중국에서 수입을 해서 수급 조절을 하고 있고, 또 지구 온난화 등의 영향으로 단수 변동 폭이 커져 배추 공급 불안정성이 더욱 확대되고 있어 근본적인 대책이 필요함.
- 현재 배추의 산지 저장 가능 기간은 월동배추는 3-4개월, 봄배추 2개월, 고랭지 배추 1개월로 실제 산지 저장 비율은 낮은 수준임. 산지에서 절임배추 또는 김치 가공 공장을 운영하는 업체의 경우 안정적인 원료 확보가 요구되고 있으나 산지 저장 비율이 대단히 낮음.
- 배추의 수급 안정화를 위해서는 산지에서 출하 조절이 가능한 충분한 저장 시설과 일관 저온 물류 체계 확립 및 산지에서 가공 비율을 높이는 전략이 요구됨. 또한 주산지 생산자 조직을 중심으로 산지 가공 시설 건설과 소비지에서 배추, 절임배추 등을 연중으로 거래할 수 있는 저온저장 시설의 확충과 저온 거래장이 요구됨.

## 제 2 절. 연구 범위

### ■ 배추의 현장 적용형 작형별 저장 기술 개발

- 작형별 저장 전처리 기술개발
  - 순간 건식열처리 및 차압예냉 병용기술개발
  - 절단뿌리 피복 및 코팅기술 개발
- 저장효율 증대를 위한 저장 조건 최적화
  - 저장생리특성/저장조건 연구(기 확보)
  - 배추뿌리길이 조정에 따른 선선도 연장효과
  - 증산작용 억제기술개발
  - 배추 수직적재형 컨테이너 구조개발
  - 빙결점 이하에서의 배추 내한성 조절 저장기술연구
  - 현장실증실험 및 효과분석
- 산업적 규모(저장고 25평 이상)의 현장 저장 시험지원 및 효과분석
  - 해남군 화원농협 배추 저장고에서 배추 작형별 전처리 및 저장기술 종합적용시험
  - 저장배추를 이용한 김치제조 및 품질평가

## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

### 배추 현장적용형 작형별 저장기술 개발

배추는 호흡률과 에틸렌 발생량이 상대적으로 낮은 작물로, 호흡률은 20℃에서 4.59~9.89mLCO<sub>2</sub>/kg/h, 5℃에서 1.85~3.65mLCO<sub>2</sub>/kg/h, 0℃에서 0.95~2.24mLCO<sub>2</sub>/kg/h이고, 에틸렌 발생량은 20℃에서 0.3~0.7μL/kg/h이지만 0℃에서는 0.01μL/kg/h 이하로 검출되어 거의 발생하지 않는 것으로 나타남(한국식품연구원, GA0174, 2000).

- 배추의 초기 빙결점은 잎이 -1.32~-1.55℃, 줄기에서 -0.30~-0.64℃로 실제 산업적으로 김치 가공용 배추를 0℃ 가까이에서 저장하는 방법과 -1℃까지 온도를 내려 저장하는 방법을 이용하고 있음. 이러한 저온에서 월동배추는 70~80일 정도 저장 가능하나 중량감모 및 정선을 통해 40% 이상 손실이 발생함(1).
- 월동 배추의 경우 장기 저장 중 중량감모를 억제하기 위해 폴리에틸렌 필름으로 포장하여 0℃저장 90일 했을 때 포장구의 중량 감모율은 0.36%, 필름 포장을 하지 않은 배추(14.07%)에 비해 낮았음. 반면 정선 후 손실율은 5.59%로, 필름 포장을 하지 않았을 때 손실율 6.02%와 큰 차이가 없어 포장 방법에 따라 손실율 차이가 있었음. 또 봄배추의 재배 방법 및 품종에 따른 생육 및 절임 특성을 연구 보고하였음(2, 3).
- 가을배추의 CA 저장의 경우 0℃, 1% O<sub>2</sub> 농도에서 4개월간 저장이 가능하고, 중량 감모율은 1.7%로 대조구의 절반 수준이었고, 봄배추는 0℃, 1% O<sub>2</sub> 농도에서 2개월 저장 시 중량 감모율이 2.5%로 대조구의 1/3 수준이었고 정선 후 손실율은 19.9%였음(4).
- 배추는 일반적으로 0℃ 내외의 저온에서 저장하지만 chilling injury가 3.5℃에서부터 발생하고 배추를 개별 천공 필름으로 포장 후 0℃에 저장할 경우 저장 9주째 중량 감모율은 1.5%였고, 정선 후의 손실율은 40%가 된다고 보고되었음(5).
- 배추 저온 저장 시 22℃에서 12시간 동안 1-MCP를 0~1μL/L 농도로 처리한 후 저온 저장시, 초기에는 호흡률이 오히려 약간 증가하는 경향을 보이다가 저온 저장에서 안정화되면서 처리간 차이가 없었으며 품질 유지에도 유의차가 없다고 보고되었음(6).
- CA 저장 시 배추엽병균(*Phytophthora brassicae*)에 감염된 배추는 대조구에 비해 부패 속도



가 더 빨랐으며 CA 저장은 CI의 발생을 감소시킨다고 보고되었음(7). 또 저장 전 dropping, compressing 등 물리적인 스트레스에 따른 호흡률의 차이는 없었으며 하루 중 수확 시간에 따른 저장 품질의 차이도 유의차가 없다고 보고되었음.

- 일본의 경우 각종 산지 유통 시설을 상대적으로 많이 보유하고 있는 가고시마현 종합 농협은 채소 가격 안정사업 출하 물량의 대부분을 취급하고 있어 채소류의 출하 비율이 높음. 또한 채소류의 경우 국정 표준 규격을 폐지하고 산지에서 설정한 규격의 간소화 및 산지 간 규격의 통합, 공동화 등 생산자 단체의 자주적인 협동을 지원하고 있음(8).

## 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

### 세부 2 과제 배추의 현장적용형 작형별 저장기술 개발

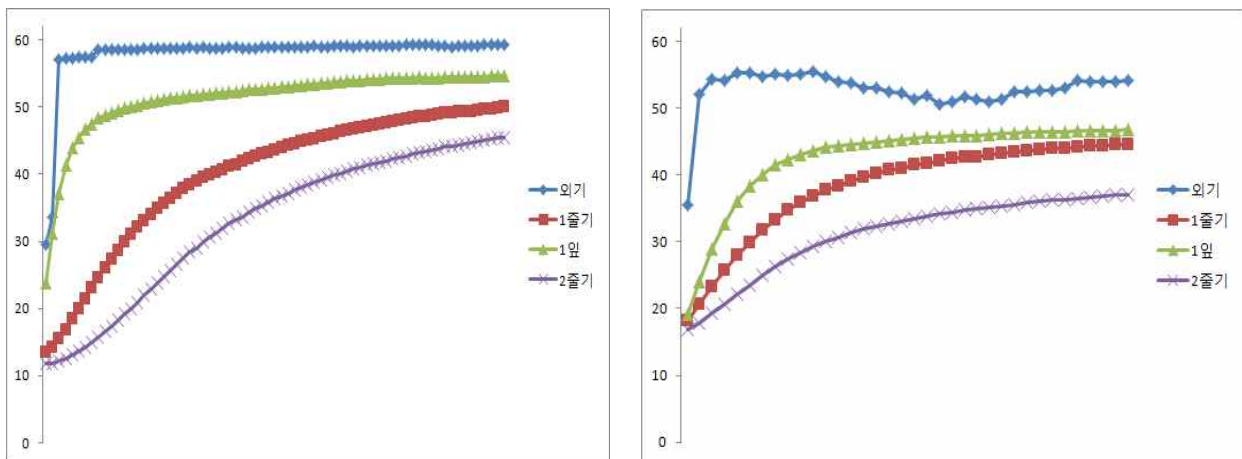
#### 1. 작형별 저장 전처리기술 개발

##### 가. 순간 건식열처리 기술개발

###### 1) 순간건식열처리 방법 선정

단기 집중 출하되는 배추의 작업효율을 위하여 비교적 고온인 60℃를 선택하고, 증산작용이 심한 배추의 특성상 열처리 중 배기력이 우수한 열풍건조방식과 배기력이 낮은 incubator에서 열처리를 비교분석하였다.

실험방법으로는 순간 건식열처리 직전 입고된 배추의 품온을 20℃로 사전 조정한 다음 배추의 최외각의 잎과 줄기, 최외각에서 두 번째 잎과 줄기에 thermo couple를 연결하여 60℃ incubator에서 1시간 동안 처리하면서 품온 및 배추성상 변화를 조사하였다.



<incubator에서의 열처리 중 품온 변화>

<열풍건조기에서의 열처리 중 품온 변화>

그림 2-1. 배추의 순간건식열처리 방법별 배추 품온 변화

그림 2-1은 배추의 순간건식 열처리 방법별 품온변화를 나타낸 결과이다. 건조방법별 배추의 품온은 열풍의 풍속이 작은 인큐베이터 방식에서의 품온이 열풍건조기의 품온보다 높게 나타나고 있었다.

배기력이 상대적으로 부족한 인큐베이터 방식에서는 고온에서의 배추 증산작용에 의해 다량 유출된 수

증기로 인하여 고내 습도가 높아지면서 고온다습현상에 의한 배추의 절임현상 발생한 반면, 열풍건조방식에서는 최외각 잎의 품온은 최고 45℃ 수준으로 품온 상승효과가 인큐베이터 방식보다 낮게 나타났지만, 인큐베이터 열처리 방식 대비 절임현상 및 찌지는 현상은 발견되지 않았으나, 고온 장시간 방치된 최외각 잎은 탄력 소실되는 문제가 있었다.

이와 같은 결과로부터 배추의 순간 건식열처리 방법으로서의 건조 공정 중 배추의 증산작용에 의하여 고온에서 다량 발생하는 수증기를 제거하면서 실시할 수 있는 열풍건조방식이 적합한 것으로 해석되었다.

## 2) 순간건식 열처리조건 확립연구

### 가) 열처리 온도 설정연구

#### (1) 실험방법

열처리 직전 배추의 품온을 20℃로 사전 조정된 다음, 온도 변화에 가장 민감한 최외각 잎과 두번째 잎에 thermo couple를 각각 연결하여 40℃, 50℃, 60℃의 열풍건조기에서 5분간 건조하였을 때와 배추의 최외각 품온이 30℃에 도달할 때까지 각각 건조시킨 뒤 배추의 상태 및 저장성을 비교·분석하였다.

#### (2) 실험결과

표 2-1은 각각의 온도에서 5분간 및 최외각 잎의 품온이 30℃에 도달할 때까지 품온변화를 나타낸 결과이다. 열처리가 완료된 배추는 50μm의 LDPE 필름 포장한 다음 20℃의 항온저장고에서 5일간 저장한 후 품위평가를 통해 적정 열처리 조건을 도출하고자 하였으며, 20℃ 저장고에 저장 5일 후 배추 상태를 관찰한 결과는 표 2-2와 같다.

열처리 온도별 5분 건조 시 배추 상태는 40℃에서는 뿌리 짓무름이 약간 있었고 뿌리 부위에 일부 곰팡이가 발생하였다. 50℃에서는 뿌리 부위에 짓무름이 심했으며 곰팡이가 발생하였으며 수분 과다 유출로 겉잎 짓무름이 심하고 절여진 상태였다. 60℃에서 뿌리 짓무름은 50℃와 유사하게 심한 부패현상이 발생하였고, 모든 잎과 줄기의 위조현상 및 탄력소실이 관찰되었다.

건식열처리온도를 달리하여 최외각 겉잎 품온이 30℃도달 시점까지 건조할 경우, 40℃에서는 6분, 50℃에서는 2분30초, 60℃에서는 1분 30초 소요되었다. 열처리 온도별로 일정 시간 열처리한 후 저장한 배추는, 40℃·6분 처리구의 경우 타처리구 대비 상대적 양호한 뿌리 짓무름 현상으로 처리구 중 가장 우수한 결과를 나타내었다. 50℃·2.5분 열처리구에서는 가장 심한 뿌리 짓무름 현상과 전량 곰팡이 발생, 전체적인 겉잎 짓무름 발생 및 속잎까지 절여져있었다. 60℃·1.5분 처리구에서는 전량 뿌리 짓무름이 발생하였으며 뿌리 부위에 약 50%의 곰팡이 발생, 겉잎 짓무름 및 속잎 절임현상이 발생하였다.

이상의 결과, 배추의 건식열처리온도는 비교적 단시간이어도 50℃ 이상의 온도는 회피되어야 하는 것으로 판단되었다. 건식 열처리조건은 40℃ 5분, 또는 40℃에서 6분 처리구가 본 실험범위에서 가장 양호한 결과를 나타내었으나, 뿌리 짓무름 및 곰팡이 발현 등의 문제를 내포하고 있을 뿐만 아니라 단기 집중 출하되는 배추의 현장작업효율을 위해서는 처리시간을 더욱 단축시킬 필요가 있는 것으로 사료되었다.

표 2-1. 순간건식열처리 조건별 배추의 품온변화

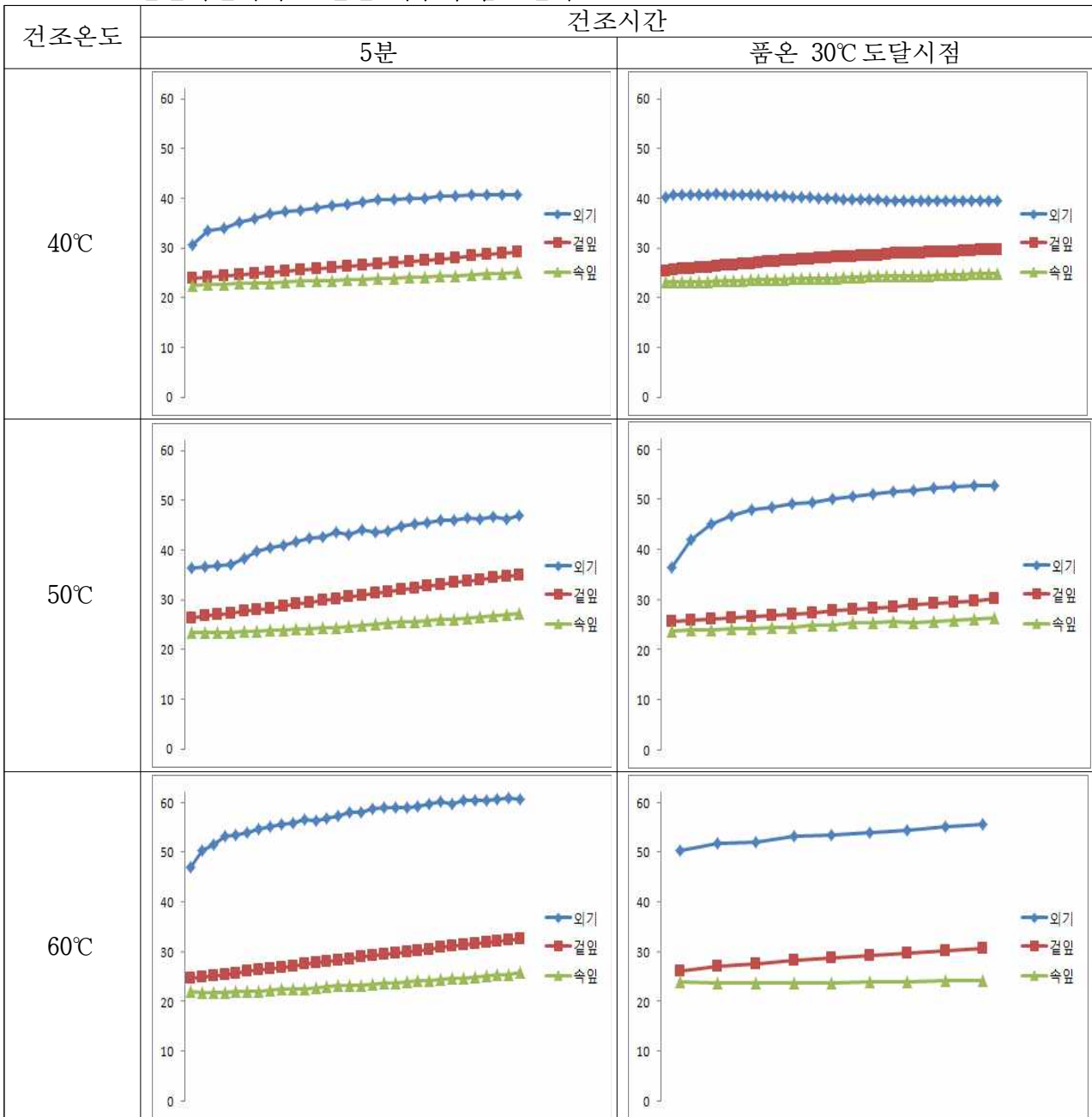


표 2-2. 순간건식열처리 조건별 처리된 배추의 저장 5일 후 정상변화 (20℃)

5분	40℃			
	50℃			
	60℃			
품온 30℃ 도달 시점	40℃ (6분)			
	50℃ (2분30초)			
	60℃ (1분30초)			

나) 40℃ 주변온도에서의 건식 열처리 조건연구

40~60℃의 온도범위에서 실시한 전 향의 열처리 온도별 조건연구에서 배추의 순간건조온도는 50℃ 이하의 온도와 5분의 처리시간이 적절한 것으로 나타남에 따라 본 향에서는 40℃와 45℃의 열처리온도가 배추의 품위에 미치는 효과를 비교·설정하고자 하였으며, 처리시간은 5분 이내의 단시간 처리를 실시하였다.

(1) 실험방법

건식열처리 직전 배추의 품온을 20℃로 조정한 다음, 외기온도에 가장 민감한 최외각 잎과 두 번째 잎에 thermo couple를 연결하여 열풍건조기에서 순간 건식열처리 실험을 수행하였다. 건식 열처리온도는 40℃와 45℃, 열처리 시간은 3분과 최외각 겉잎의 품온이 30℃도달하는 시점까지 실시하였으며, 열처리 직후와 20℃저장고에서 5일 동안 LDPE 필름에 의한 MA저장한 후 품위변화를 통해 적정 열처리조건을 도출하고자 하였다.

○ 열처리 조건별 품온 변화

40℃와 45℃에서 3분 및 최외각 겉잎의 품온이 30℃도달하는 시점까지 건식 열처리시 품온 변화를 조사한 결과는 그림 2-2와 표 2-3에 나타내었다.

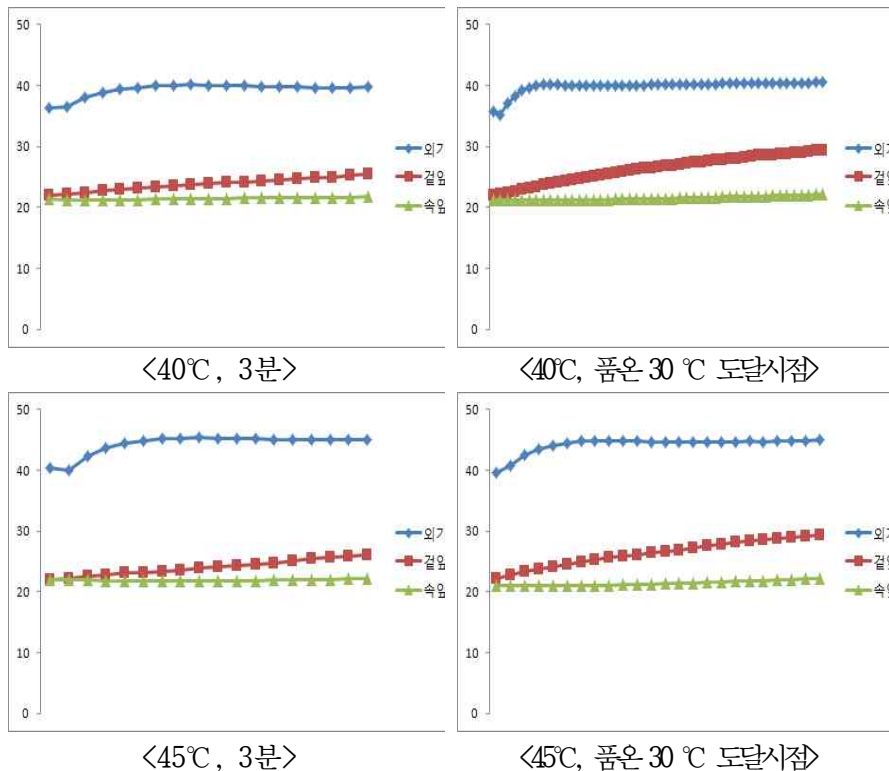


그림 2-2. 순간건식열처리 조건별 배추의 품온변화

표 2-3. 순간건식열처리 조건별 소요시간 및 배추 부위별 품온

건식 열처리 조건	최외각 1번째 잎		최외각 2번째 잎
	소요시간	품온(°C)	품온(°C)
40°C x 3분	3분	25.1	25.2
40°C x 품온 30°C 도달시점	7분30초	30.0	30.0
45°C x 3분	3분	26.4	27
45°C x 품온 30°C 도달시점	3분 50초	29.9	29.2

표 2-4. 순간건식열처리 조건별 처리된 배추의 5일 MA저장 후 성장변화 (20°C)
















처리구		정선 전	정선 후	절단면
대조구				
3분	40°C			
	45°C			
품온 30°C 도달시점	40°C			
	45°C			

표 2-4는 40℃와 45℃에서 3분 및 최외각 겉잎의 품온이 30℃ 도달하는 시점까지 건식열처리 한 후 20℃에서 5일 동안 MA저장한 배추의 정상변화를 나타낸 결과이다.

열처리를 하지 않은 대조구에서는 전량 뿌리연화현상 발생, 수분 과다유출에 의한 짓무름 발생(약 70%), 속잎 절임현상이 발생하였다.

40℃에서 3분간 열처리한 배추에서는 전량 뿌리 짓무름 현상발생, 배추겉잎의 짓무름 현상과 속잎이 물에 절인 현상과 더불어 변색이 발생하는 형상이 나타났다. 또한 45℃에서 3분 열처리 한 배추에서는 약 70%의 높은 뿌리 짓무름 발생과 약 65%의 외엽 짓무름 현상이 나타났으나, 40℃·3분 처리구와 대조구 대비 양호한 상태로, 비교적 잎이 윤기가 있고 탄력이 있는 것으로 조사되었다.

또한 40℃에서 품온 30℃ 도달시점인 7.5분간 열처리한 경우에는 상품성이 약 35% 정도 잔존하였고 약 65%의 뿌리 짓무름현상 및 속잎 절임현상이 발생한 반면, 45℃에서 품온 30℃ 도달 시점인 3.5분간 열처리한 경우에는 배추뿌리가 전량 연화현상과 약 65%의 짓무름 발생, 속잎 절임 및 변색현상이 발생하였다.

이상의 결과로부터, 열처리 온도는 3분의 동일 처리시간의 경우 40℃ 보다 45℃에서 품위보존효과가 높았고, 처리시간은 3분간의 단시간에서도 높은 부패율이 발생하는 결과로 비추어, 처리시간을 더 단축할 필요가 있을 것으로 사료되었다. 그러나 45℃ 3분간의 건식열처리방법은 열처리를 하지 않은 대조구보다 우수한 품위보존효과를 나타내었다.

#### 다) 45℃의 건식 열처리 온도에서의 처리시간 설정실험 1

45℃ 3분 건식열처리한 배추의 저장성 연장효과를 확인하기 위하여 ‘(나) 40℃ 주변온도에서의 건식 열처리 조건연구’ 결과를 토대로 열처리 온도를 40℃와 45℃로 반복하고, 건조시간을 3분에서 2분 30초로 단축하는 조건과 최외각 겉잎의 품온이 25~27℃ 될 때까지 실시하는 조건을 비교분석하였다.

#### 실험방법

건식열처리 직전 품온을 20℃로 사전 조정된 다음 배추의 최외각 잎, 두 번째 잎에 thermo couple를 연결하여 열풍건조기에서 조건별 열처리 실험을 수행하였다. 건식열처리가 완료된 배추는 20℃저장고에 MA저장하면서 저장 5일 후 배추의 상태를 관찰하였다.

#### 열처리 조건별 품온변화

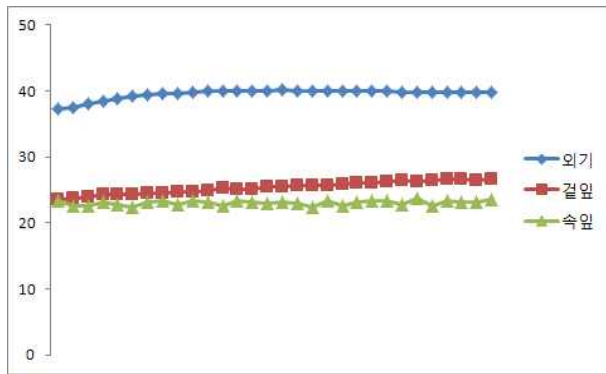
40℃와 45℃에서 2.5분 및 최외각 겉잎의 품온이 25~27℃ 도달하는 시점까지 건식열처리 시



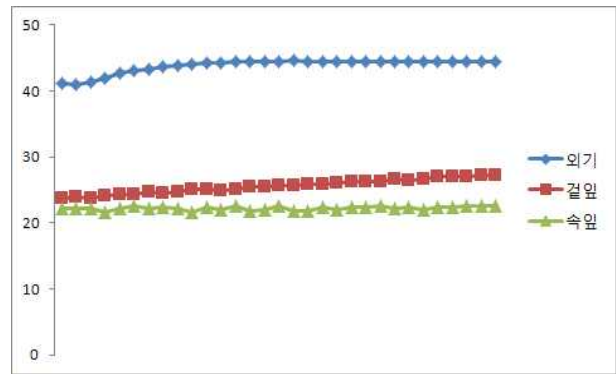
품온변화를 조사한 결과는 표 2-5와 그림 2-3과 같다. 표 2-5의 결과, 2분 30초 건조시간과 최외각 겉잎의 품온변화가 25~27℃ 도달시점의 소요시간이 중복되는 결과로 인하여 처리구를 40℃, 45℃ 에서 각각 2분 30초 건조하는 공정으로 단축 실시하였다.

표 2-5. 신속건식열처리 조건별 소요시간 및 배추 부위별 품온

건식 열처리 조건	최외각 1번째 잎		최외각 2번째 잎
	소요시간	품온(℃)	품온(℃)
40℃ x 2.5분	2분 25초	28.6	27.4
40℃ x 품온 25~27℃ 도달시점	-	-	-
45℃ x 2.5분	2분 31초	26.2	25.2
45℃ x 품온 25~27℃ 도달시점	-	-	-



<40℃ 2.5분>



<45℃ 2.5분>

그림 2-3. 40℃ 및 45℃ 에서 2.5분 건식열처리 시 배추의 품온변화



### 실험결과

표 2-6은 40℃와 45℃에서 2.5분 동안 건식열처리한 후 20℃에서 5일 동안 MA저장한 배추의 성장변화를 나타낸 결과이다.

열처리를 하지 않은 대조구의 경우 뿌리 및 겉잎 짓무름 현상, 속잎에서 절임현상과 변색 발생이 모든 배추에서 발생하였다. 그러나 40℃에서 2분 30초간 열처리한 배추에서는 전량 겉잎 짓무름 발생, 65%의 뿌리 짓무름 발생, 속잎 절임 및 변색현상이 발견되었다. 또한 45℃에서 2분 30초간 건조한 배의 경우에는 약 35%의 겉잎 짓무름 발생만이 발생하였고 뿌리짓무름 현상이나, 속잎 절임 및 변색현상이 나타나지 않는 처리구 중 가장 양호한 결과를 나타내었다. 따

라서 배추의 순간건식 열처리조건으로서는 45℃에서 2분 30초가 가장 적절한 조건임을 확인할 수 있었다.

표 2-6. 순간건식 열처리조건별 처리된 배추의 저장 5일 후 정상변화 (20℃)

처리구	윗면	아랫면	옆면	절단면
대조구				
40℃				
45℃				

### 3) 순간건식 열처리 조건 확증연구

전 항에서 설정된 열처리 조건이 배추의 작형별 조직특성의 차이에 대한 적용 가능성을 확인하고자 현장과 동일한 방법으로 모의실험을 수행하였다.

#### 재료 및 방법

##### 재료

전라남도 해남군 소재 농가에서 2014년 2월 12일에 수확한 월동배추를 대상으로 외관이 건전한 것만 선별하여 실험에 사용하였다.

## 저장 전처리 및 저장방법

전항에서 확립된 45°C, 2분의 건식 열처리 조건을 월동배추에 대한 적용가능성을 타진하고자, 산지 수확 직후의 배추를 열풍건조장치내에서 2분간 처리한 후 LDPE 필름포장하여 배추 전용 플라스틱 박스에 함입한 것을 0.0±0.5°C의 저온저장고에서 130일 동안 저장하였다. 상기 조건에 대한 대조 및 비교구로서는 열처리 한지 않은 배추와 45°C, 1.5분간 열처리한 배추를 각각 동일한 방법으로 포장 및 저장한 것을 사용하였다.

## 열처리효과 분석방법

**호흡률 및 기체조성** 배추의 호흡률 측정은 일정 온도에서 시료의 일정량을 gas 차단성 밀폐 용기에 넣고 시간의 경과에 따라 용기내의 기체를 200 $\mu$ l 취하여 Gas chromatography(GC-14A, Shinadzu, Japan)에 주입하여 측정하였다. 배추의 기체 조성 측정은 MA film 포장된 용기내의 기체를 200 $\mu$ l 취하여 Gas chromatography (GC-14A, Shinadzu, Japan)로 분석하였다. 분석 조건은 detector: TCD, column: Alltech CTR I, column temp: 35°C, injector temp: 60°C, detector temp: 60°C, carrier gas: He(50ml/min)이었다.

**에틸렌 발생률** 배추의 에틸렌 발생률 측정은 일정 온도에서 시료의 일정량을 gas 차단성 밀폐 용기에 넣고 시간의 경과에 따라 용기내의 기체를 200 $\mu$ l 취하여 Gas chromatography (450-GC, Varian, USA)로 측정하였다. 분석 조건은 detector: FID, column: Alltech fused silica, column temp: 100°C, injector temp: 150°C, detector temp: 250°C, carrier gas: He이었다.

**정선손실량** 저장기간이 경과한 후 배추의 무게와 김치 제조에 이용이 불가능한 외엽을 제거한 배추의 무게를 측정하여 손실량(%)을 나타내었다.

**중량감소율** 초기 중량과 일정기간 경과 후 측정된 중량의 차이를 초기 중량에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

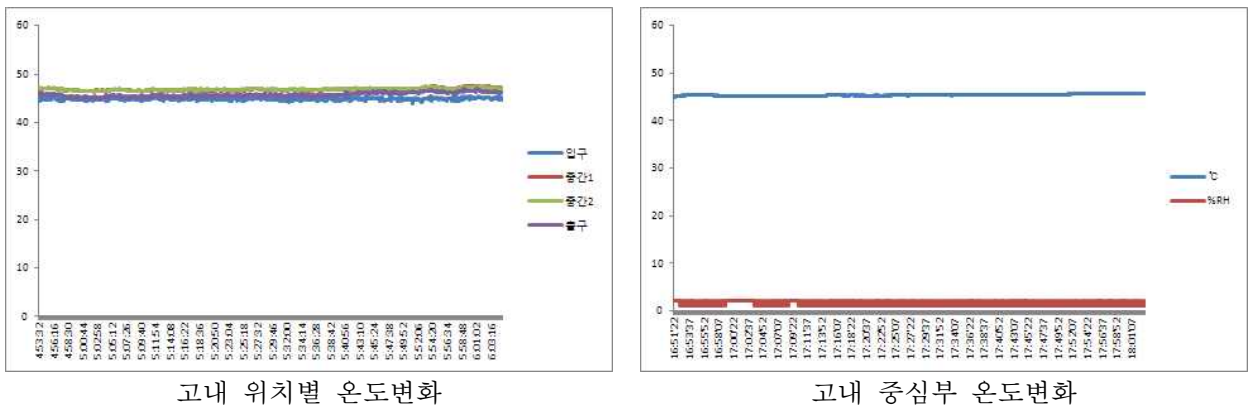
**전기전도도** 배추의 줄기부분을 절단하여 약 2g 채취 후 0.4M mannitol 용액을 이용하여 EC meter (Cybersan.con11, Eutech instruments, Singapore)로 측정하였다.

**경도** 정선 한 배추의 최외각 부분과 배추 속을 제외한 줄기 중간 부위를 골라 두께가 약 0.9~1.0cm인 것을 선별하여 동일한 면적으로 절단한 후(4×6cm) texture analyser (TA-XT Express, Stable Micro System, UK)을 이용하여 측정하였다. 이 때 측정조건으로 probe의 직경은 1mm, pre-test speed 5.00 mm/sec, test speed 2.00 mm/sec, post-test speed 5.00 mm/sec, distance 15.000 mm, trigger force 5.0g을 각각 사용하였다. 추대 경도 측정은 배추를 반으로 절단한 후 과실경도계(FHM-1, Takemura, Japan)를 이용하여 측정하였다.

## 결과 및 고찰

### 순간건식 열처리 장치의 고내 온도변화

45°C 에서 2시간 동안 가동한 순간건식열처리 장치의 고내 부위별 온도변화와 고내 중심부 온습도 변화를 조사한 결과는 그림 2-4와 표 2-7에 나타내었다. 순간건식 열처리 장치의 고내 중심부 평균온도는  $46.84 \pm 0.00^\circ\text{C}$  이었고, 고내 위치별 온도범위는  $44.86 \sim 46.84^\circ\text{C}$  로서, 위치별 최저온도 차이는  $2.3^\circ\text{C}$ , 최고온도 차이는  $1.8^\circ\text{C}$  로 비교적 균일한 온도범위에 있는 것으로 간주되었다.



고내 위치별 온도변화  
고내 중심부 온도변화  
그림 2-4. 열처리 장치 내부 온도변화 (45°C, 2시간 동안 온습도 측정)

표 2-7. 열처리 장치의 고내 위치별 온도차이 (45°C, 2시간 가동 시)

	입구	중간1	중간2	출구
평균	$44.86 \pm 0.00$	$46.84 \pm 0.00$	$46.85 \pm 0.00$	$45.78 \pm 0.01$
max	45.7	47.5	47.4	46.9
min	44	46.3	46.3	44.9

### 순간건식 열처리 중 배추의 품온 변화

45°C 에서 1분 30초와 2분간 순간건식열처리한 배추의 최외각 겉잎의 품온변화를 조사한 결과는 그림 2-5와 표 2-8과 같다.

순간건식열처리 시 장치 내 온도범위는  $45.71 \sim 45.81^\circ\text{C}$  로서, 1분 30초 건조 시  $15.2^\circ\text{C}$  에서  $16.1^\circ\text{C}$  까지  $0.9^\circ\text{C}$  상승하였으며 2분 건조 시  $15.4^\circ\text{C}$  에서  $18^\circ\text{C}$  로  $2.6^\circ\text{C}$  상승하였다.

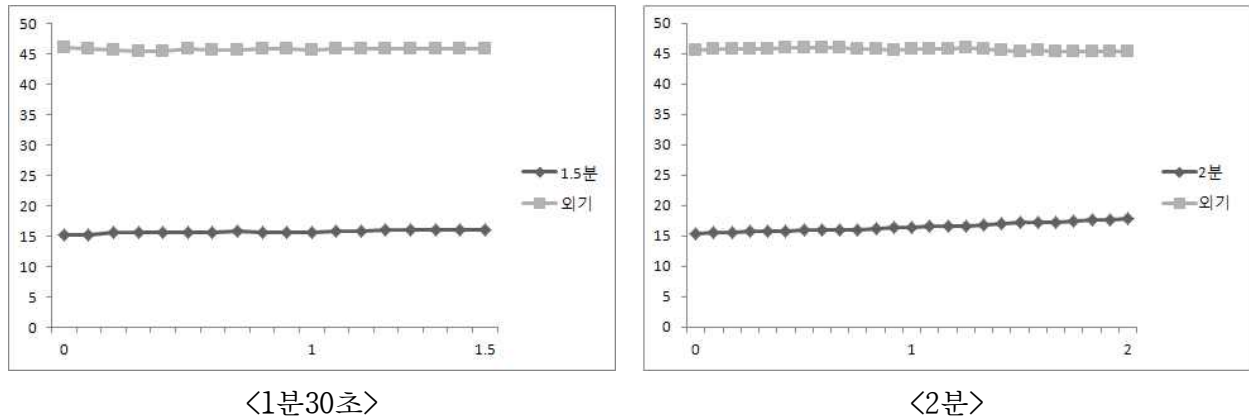


그림 2-5. 순간건식열처리 중 배추의 품온 변화

표 2-8. 순간건식열처리지 배추의 품온 변화

	1.5분	2분
시작온도	15.2	15.4
종료온도	16.1	18
외기	45.76 ± 0.04	45.76 ± 0.05

### 호흡율 및 에틸렌 발생량

순간건식 열처리한 월동배추의 호흡률과 에틸렌 발생량을 열처리 하지 않은 대조구와 비교한 결과는 그림 2-6과 같다.

처리방법별 호흡률의 변화는 대조구가  $1.038 \pm 0.0337 \text{ mLCO}_2/\text{kg}$ 으로 가장 높은 반면 1.5분 처리구  $0.741 \pm 0.274 \text{ mLCO}_2/\text{kg}$ , 2분 처리구  $0.715 \pm 0.200 \text{ mLCO}_2/\text{kg}$ 으로 나타났다.

열처리 방법이 배추의 에틸렌 발생량에 미치는 효과는 그림 2-7에서와 같이 대조구  $0.154 \pm 0.002 \text{ mL C}_2\text{H}_4/\text{kg}$ , 1.5분 처리구는  $0.089 \pm 0.045 \text{ mL C}_2\text{H}_4/\text{kg}$ , 2분 처리구는  $0.132 \pm 0.017 \text{ mL C}_2\text{H}_4/\text{kg}$ 으로 대조구에서 발생한 에틸렌 생성속도가 열처리한 배추의 에틸렌 발생량보다 높게 나타났다.

상기 결과로부터 순간건식열처리는 월동배추의 호흡속도와 에틸렌 발생량을 억제하는 효과가 있었으며, 이를 통하여 순간건식열처리는 월동배추의 생리작용을 억제함으로써 배추의 신선도를 연장할 수 있는 가능성이 있음을 확인할 수 있었다.

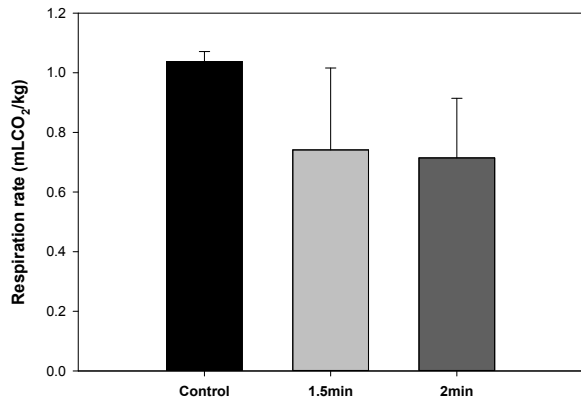


그림 2-6. 호흡률 변화

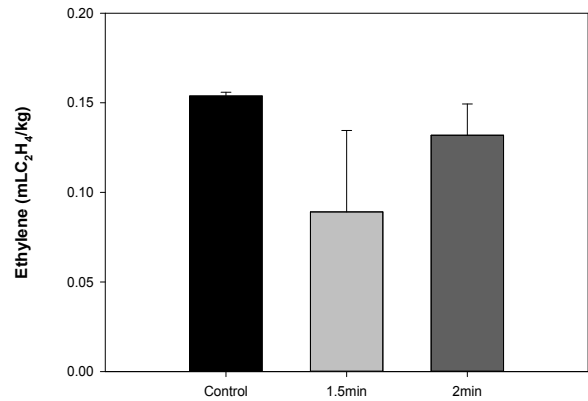


그림 2-7. 에틸렌 함량 변화

### MA포장지 내부의 기체조성 변화

순간건식 열처리한 월동배추의 MA저장 중 84일간 측정된 기체조성 변화는 그림 2-8~2-9와 같다. 월동배추의 0°C 저장 중 저장기간의 경과에 따라 전체적으로 배추의 호흡작용에 의해 O<sub>2</sub> 농도는 감소하고 CO<sub>2</sub> 농도는 증가하는 경향을 나타내었다.

그림 2-8에서 나타난 포장지 내부의 O<sub>2</sub>농도는 저장 20일 후까지 급격한 감소를 보이다 이후에는 미세한 증가경향을 나타내었다. 그림 2-9의 CO<sub>2</sub>농도는 순간건식열처리한 배추의 경우에 저장 40일 후까지 증가하다가 이후에 완만한 경사를 나타내었으나 대조구는 저장 75일까지 CO<sub>2</sub> 농도값이 16.56±0.86%로 꾸준히 증가하다 저장 84일 후 16.29±0.80%으로 완만한 경사를 나타내었다. 열처리하지 않은 대조구에서 CO<sub>2</sub>의 발생속도가 가장 빠르게 나타났으며, 저장 종료시점인 84일경에도 열처리한 배추 대비 CO<sub>2</sub> 농도가 16.29±0.80%로 가장 높게 나타났다. 열처리 시간에 따른 CO<sub>2</sub> 농도차이는 13.92±0.55~13.58±0.51%로서 차이가 없었다.

월동배추에 대한 열처리 효과는 처리 직 후 뿐만 아니라 약 3개월간의 장기 저장 중에도 배추의 호흡율을 억제함으로써, 신선도 연장효과에 대한 간접 지표로서 확인할 수 있었다.

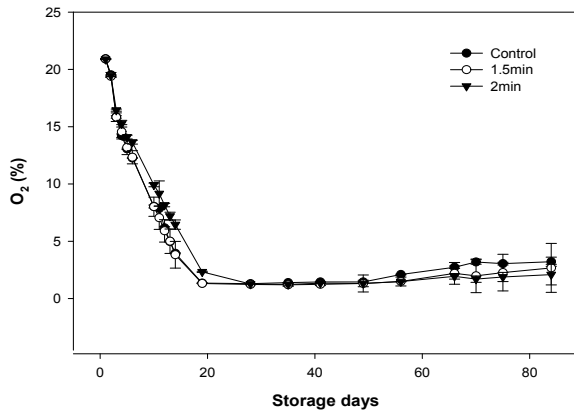


그림 2-8. 순간건식열처리에 의한 월동배추의 저장 중 O<sub>2</sub> 변화

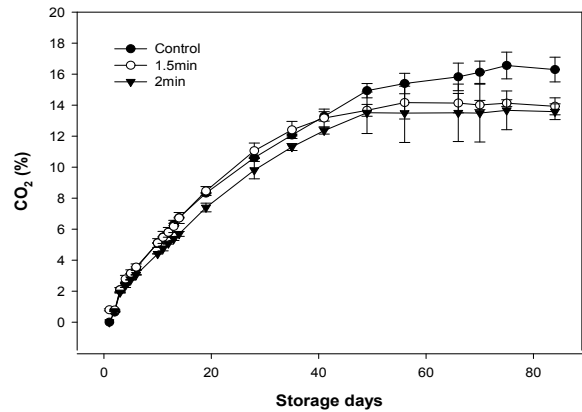


그림 2-9. 순간건식열처리에 의한 월동배추의 저장 중 CO<sub>2</sub> 변화

### 중량감소율

열처리한 배추의 저장 130일 동안 측정된 중량 감소율의 변화는 그림 2-10과 같다. 저장 40일 동안 처리구간 중량감소율의 차이는 없었으나, 저장 130일 후 2분 처리구는  $0.56 \pm 0.03\%$ 으로 가장 낮은 중량감소율을 나타낸 반면, 대조구는  $0.67 \pm 0.05\%$ , 1.5분 처리구는  $0.61 \pm 0.10\%$ 으로 대조구가 가장 높은 중량감소율을, 1.5분 처리구는 그 중간 수준을 유지하는 경향이였다.

이와 같은 경향은 배추의 처리직후 호흡을 및 저장 중 기체조성의 변화로 어느 정도 유추할 수 있는 결과이나, 전반적으로 배추의 상품성은 호흡작용보다 증산작용으로 결정되는 특성을 고려할 때, 열처리에 의한 중량감소의 억제에는 배추의 증산작용 또한 억제하는 효과가 있을 것으로 기대된다.

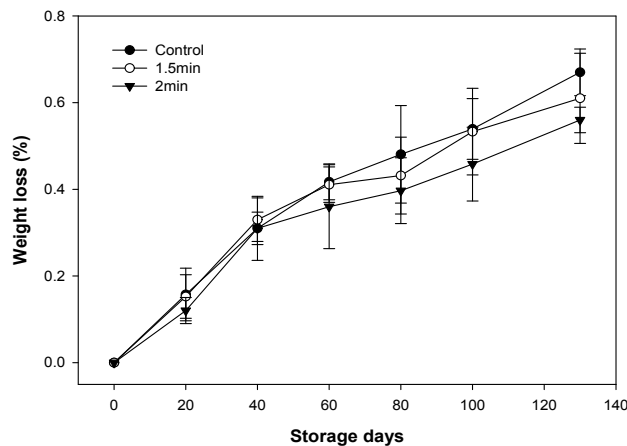


그림 2-10. 순간건식열처리에 의한 월동배추의 저장 중 중량 감소 변화

## (바) 정선 손실율

그림 2-11은 순간건식열처리에 의한 월동배추의 저장 중 정선손실율의 변화를 나타낸 결과이다. 정선 손실율은 저장배추로부터 김치제조를 위하여 비활용 잎을 제거하는 작업에서 나타나는 배추의 저장성 지표로 활용될 수 있다. 그러나 신선배추의 경우에는 최외각 잎을 제거하는 작업이 수반되나, 저장성이 열화될수록 외부 잎을 제거하는 비율이 높아지는 경향이 있으므로 배추의 저장성을 나타내는 지표로 활용될 수 있다.

월동배추의 저장 초기 정선손실율은 0.46~0.91%으로 처리구간 큰 차이는 나타나지 않았으나 저장 40일 후부터는 대조구가  $4.19 \pm 0.54\%$ , 1.5분 처리가  $3.33 \pm 0.56\%$ , 2분처리가  $2.19 \pm 1.07\%$ 으로 나타났으며, 저장 130일 차에는 대조구가  $11.47 \pm 0.47\%$ , 1.5분 처리구가  $8.99 \pm 0.75\%$ , 2분 처리구가  $8.51 \pm 0.57\%$ 으로 나타나 대조구의 정선손실량이 가장 높은 것으로 나타났으며, 1.5분 처리구와 2분 처리구의 정선손실률은 큰 차이는 나지 않았다.

따라서 순간건식 열처리 조건인  $45^{\circ}\text{C}$ , 2분간 처리는 월동배추의 경우에도 배추의 정선손실율은 대조구 대비 높은 억제효과가 있었다. 즉, 저장 40일에는 약 2배, 저장 100일에는 43%, 130일에는 약 36%의 향상효과를 부여하고 있었다.

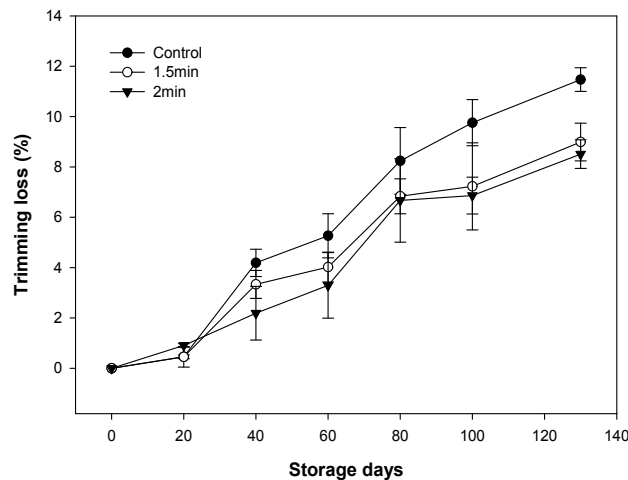


그림 2-11. 순간건식열처리에 의한 월동배추의 저장 중 정선손실 변화

## 장폭비 변화

배추의 저장 중 장폭비의 변화를 조사한 결과는 그림 2-12와 같다. 배추의 저장 130일 후 전체 중량감소율의 범주가 0.56~0.67%로 높지 않은 관계로, 장폭비의 변화도 초기치  $1.68 \pm 0.05$ 에서 저장 130일 후 전체적으로 1.60~1.65로 크지 않았을 뿐만 아니라 처리구간 명확한 차이가 나타나지 않은 것으로 간주되었다. 그러나 저장 130일 후 대조구의 장폭비는  $1.60 \pm 0.01$ 로 감소폭이 가장 높게 나타난 반면 열처리구들은 1.64~1.65의 범위로 대조구 대비 장폭비의 감소가 억제되는 경향이 있었다.



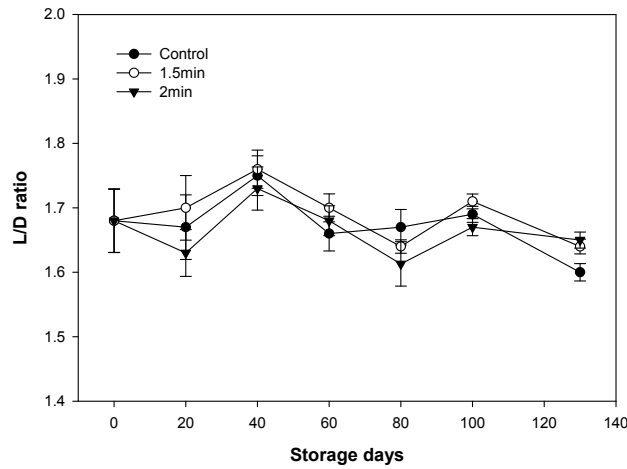


그림 2-12. 순간건식열처리에 의한 월동배추의 저장 중 장폭비 변화

### 전기전도도 변화

순간건식열처리가 월동배추의 저장 중 전기전도도에 미치는 영향을 조사한 결과는 그림 2-13에 나타내었다. 저장 초기  $6.76 \pm 0.93$ 에서 저장 40일 동안 모든 처리구에서 변화가 인식되지 않았으나, 저장 60일 후 대조구  $7.33 \pm 0.96$  ds/m, 1.5분 처리구  $7.56 \pm 0.64$  ds/m으로 증가하였다. 또한 저장 종료시점인 130일에는 대조구가  $35.58 \pm 3.52$  ds/m으로 가장 높은 값을 나타내었으며, 1.5분 처리구는  $32.06 \pm 2.19$  ds/m, 2분 처리구는  $28.00 \pm 1.71$  ds/m으로 나타났다. 따라서 배추에 대한 순간건식열처리는 조직손상에 따른 전해질 이온 유출량을 대조구보다 억제하는 효과를 나타내었으며, 순간건식열처리 조건 중에서도 45°C에서 2분간 처리하는 조건이 배추의 저장 중 조직손상을 억제하는 효과가 1.5분 보다 높음을 알 수 있었다.

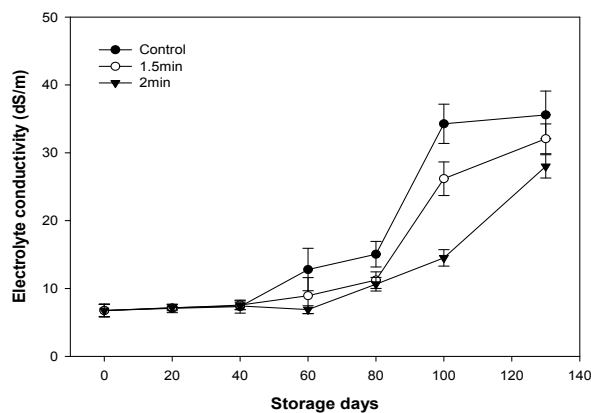


그림 2-13. 순간건식열처리에 의한 월동배추의 저장 중 전기전도도 변화

## 추대 경도 변화

배추의 저장 중 배추 조직의 연화와 추대 신장결과에 따라 추대의 경도저하가 저장성 및 상품성에 영향을 미친다. 따라서 본 연구에서는 순간건식 열처리에 의한 추대 경도변화를 확인하고자, 배추를 반으로 절단한 후 과실용 간이경도계를 이용하여 추대의 경도를 측정하였으며, 그 결과는 그림 2-14와 같다. 저장 초기의 추대 경도는  $3.02 \pm 0.11 \text{kg}_1$  이었으며, 저장기간의 경과에 따라 완만한 감소경향을 나타내었다. 저장 130일 후 처리방법별 추대경도는 1.5분 처리구가  $2.24 \pm 0.11 \text{kg}_1$  2분 처리구가  $2.72 \pm 0.24 \text{kg}_1$ 으로 대조구는  $2.01 \pm 0.34 \text{kg}_1$ 의 대조구 대비 높은 추대경도 값을 유지하고 있었다.

따라서 순간건식열처리는 배추의 추대경도 유지에 효과적인 것으로 나타났고 2분 처리구가 가장 우수한 결과를 보여주었다.

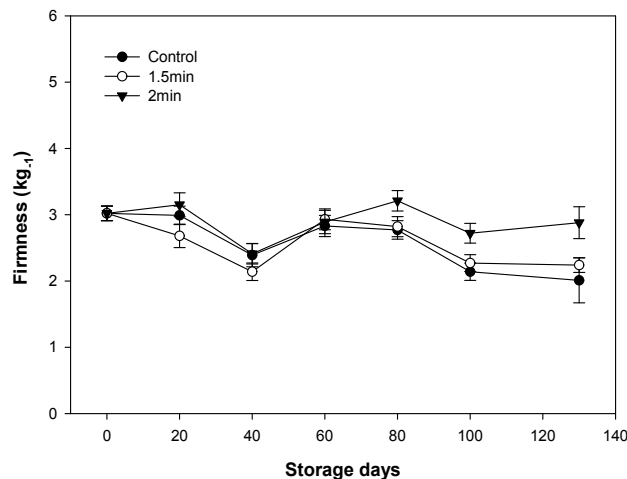


그림 2-14. 순간건식열처리에 의한 월동배추의 저장 중 추대경도 변화

## 경도 변화

순간건식열처리에 의한 월동배추의 저장 중 경도 변화를 조사한 결과는 그림 2-15와 같다. 본 실험용 배추는 품질저하에 따라 조직이 얇아지며 탄성을 잃고 질겨지는 특성을 지닌다. 예비실험 결과, 배추의 경도 항목 중 기울기는 저장기간이 지남에 따라 증가하는 경향을 나타내었다.

경도는 초기 값인  $1.05 \pm 0.042 \text{kg/sec}$ 에서 저장기간의 경과에 따라 전반적으로 감소하는 경향을 보였다. 저장 40일까지 처리구간 차이는 미미하였으나 저장 60일 이후 감소하는 경향을 나타내었다. 저장 130일 후 대조구는  $0.39 \pm 0.037 \text{kg/sec}$ , 1.5분 처리구는  $0.44 \pm 0.01 \text{kg/sec}$ , 2분 처리구는  $0.58 \pm 0.02 \text{kg/sec}$ 으로 나타나, 열처리구는 대조구보다 경도감소율이 억제되는 경향을 보였으며, 열처리구 중에서는 45°C 2분 처리한 배추의 경도의 가장 우수한 수준을 나타내었다.

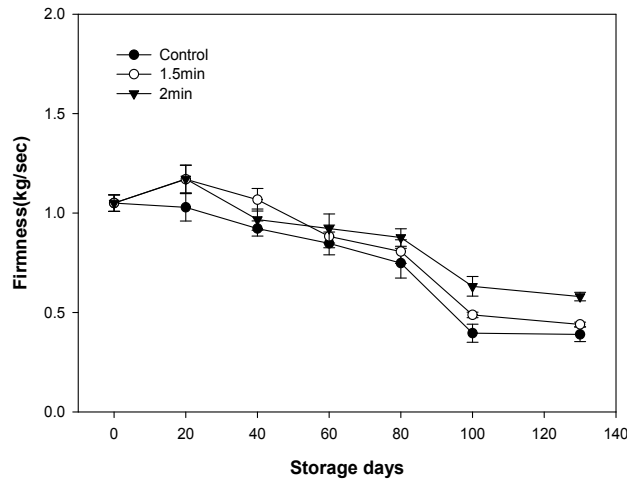


그림 2-15. 순간건식열처리에 의한 월동배추의 저장 중 경도변화

### 형태적 특성

순간건식열처리에 의한 월동배추의 저장 중 처리 방법별 배추의 형태적 특성은 표 2-9~2-11과 같다. 월동배추의 형태적 특성은 저장 20일째 대조구는 겉잎의 끝부분이 일부 갈색으로 변색되었으나 건식열처리한 처리구는 처리구간 차이 없이 배추의 상태는 아주 좋은 것으로 조사되었다. 저장 40일째 대조구는 16.67%가 겉잎 줄기 부위가 짓무르고 연한 갈색으로 변색이 된 반면 건식열처리한 배추는 양호한 상태를 유지하였다. 저장 60일째 대조구는 33.34%가 겉잎 줄기 부위와 밑동 부위가 짓무르고 갈색으로 변색되었고 형태변형이 일어났다. 1분 30초 처리한 배추는 16.67%가 겉잎 줄기부위와 밑동의 잎이 짓무르고 연한 갈색으로 변색된 반면 2분 건조한 배추는 겉잎이 약간 시든 것 외엔 상태가 양호하였다. 저장 80일째 대조구는 66.67%가 겉잎 줄기부위와 밑동 부위가 짓무르고 갈색으로 변색되었고, 1분 30초 처리한 배추는 33.34%로 그 정도가 덜하였다. 2분 처리한 배추는 16.67%의 겉잎 짓무름이 발생하였다. 이는 건식열처리 후 MA 포장 한 결과로 포장지 내부의 상대습도의 증가에 따라 짓무름 현상이 발생하는 것으로 판단된다. 저장 100일째 대조구는 이취 발생하였고 100% 겉잎 짓무름 및 변색되었으며, 1분 30초 건식열처리한 배추는 66.67%로 겉잎이 짓무르고 밑동의 변색이 발생, 2분 건식열처리한 배추는 50%가 겉잎의 짓무름, 밑동의 변색이 발생하였다. 건식열처리한 배추는 저장 80일 이후는 엽록소의 분해와 겉잎 갈변 등으로 외관상 급격한 품질저하현상이 나타났으나 배추 정선 후 절단면은 품질이 양호한 상태를 유지하였다. 저장 130일째 대조구는 100% 이취 발생 및 짓무르고 변색되어 생배추의 형태를 상실하였으나 1분 30초 처리한 배추는 66.67%의 배추가 저장 100일째 보다 겉잎의 짓무름과 변색된 부위가 더 넓어졌으며 2분 처리한 배추는 저장 130일에도 저장 100일째의 수준을 유지하였다.




















표 2-9. 순간건식열처리에 의한 월동배추의 저장 중 정선 전 외관 변화(0°C)

days	control	1.5min	2min
0			
20			
40			
60			
80			
100			
130			

표 2-10. 순간건식열처리에 의한 월동배추의 저장 중 정선 후 외관 변화(0℃)

days	control	1.5min	2min
0			
20			
40			
60			
80			
100			
130			

표 2-11. 순간건식열처리에 의한 월동배추의 저장 중 정선 후 절단면 변화(0℃)

days	control	1.5min	2min
0			
20			
40			
60			
80			
100			
130			

## 결론

2014년 2월 12일 해남산 월동배추를 수확 직 후 45℃에서 2분간 열처리를 한 결과, 최외각 겉잎의 품온이 약 2.6℃ 상승하는 양상을 나타내었으며, 호흡속도와 에틸렌 발생량을 억제하고, 저장 중 CO<sub>2</sub>의 발생속도도 억제하는 효과를 나타내었다. 대조구 대비 중량감소율, 정선손실율, 장폭비, 전기전도도의 변화를 억제하고 배추의 경도 및 추대경도의 보존효과도 가장 높게 나타났다. 저장 100일째이면서 봄배추 수확기인 5월 하순경, 대조구에서는 이취 발생과 100% 겉잎 짓무름 및 변색이 진행된 반면, 열처리한 배추에서는 뿌리절단부의 변색이 발생되고 약 50%의 겉잎 짓무름만 발생하는 높은 상품성 유지효과를 나타내었고 저장 말기인 130일 경에도 유사한 수준을 유지하는 효과를 나타내었다.

따라서 MAP를 기반으로 한 45℃의 2분간 건식열처리 작업만으로도 월동배추의 저장성을 약 4개월간 연장할 수 있었고, 이 때 정선손실량은 8.51±0.57%로 대조구 대비 약 136%의 향상 효과를 나타낼 수 있었다.

#### 4) 순간건식열처리와 차압예냉의 전처리효과 비교

##### 가) 재료 및 방법

###### (1) 재료

강원도 평창 소재 농가에서 2013년 5월에 수확한 봄배추를 대상으로 외관이 건전한 것만 선별하여 실험에 사용하였다.

###### (2) 방법

###### ① 저장 전처리 방법 및 저장방법

봄배추를 선별하여 아무 처리하지 않은 무처리구, 45℃ 열풍건조기에서 2분간 건조시켜 저장한 순간 건식 열처리구, 약 8시간동안 차압 예냉 시킨 예냉 처리구 등 총 3종류의 처리구로 나누어 실험하였으며, 모든 배추는 3포기씩 MA film 포장 후 p-box(plastic box)에 함입한 후 0℃ 저장고에서 45일 동안 저장하였다.

###### ② 이화학적 분석

**호흡률 및 기체조성** : 배추의 호흡률 측정은 일정 온도에서 시료의 일정량을 gas 차단성 밀폐 용기에 넣고 시간의 경과에 따라 용기내의 기체를 200 $\mu$ l 취하여 Gas chromatography(GC-14A, Shinadzu, Japan)에 주입하여 측정하였다. 배추의 기체 조성 측정은 MA film 포장된 용기내의 기체를 200 $\mu$ l 취하여 Gas chromatography (GC-14A, Shinadzu, Japan)로 분석하였다. 분석 조건은 detector: TCD, column: Alltech CTR I, column temp: 35℃, injector temp: 60℃, detector temp: 60℃, carrier gas: He(50ml/min)이었다.

**에틸렌 발생률** : 배추의 에틸렌 발생률 측정은 일정 온도에서 시료의 일정량을 gas 차단성 밀폐 용기에 넣고 시간의 경과에 따라 용기내의 기체를 200 $\mu$ l 취하여 Gas chromatography (450-GC, Varian, USA)로 측정하였다. 분석 조건은 detector: FID, column: Alltech fused silica, column temp: 100℃, injector temp: 150℃, detector temp: 250℃, carrier gas: He이었다.

**정선손실량** : 저장기간이 경과한 후 배추의 무게와 김치 제조에 이용이 불가능한 외엽을 제거한 배추의 무게를 측정하여 손실량(%)을 나타내었다.

**중량감소율** : 초기 중량과 일정기간 경과 후 측정된 중량의 차이를 초기 중량에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

**전기전도도** : 배추의 줄기부분을 절단하여 약 2g 채취 후 0.4M mannitol 용액을 이용하여 EC meter (Cybersan.con11, Eutech instruments, Singapore)로 측정하였다.

**경도** : 정선 한 배추의 최외각 부분과 배추 속을 제외한 줄기 중간 부위를 골라 두께가 약



0.9~1.0cm인 것을 선별하여 동일한 면적으로 절단한 후 (4×6cm) texture analyser (TA-XT Express, Stable Micro System, UK)을 이용하여 측정하였다. 이 때 측정조건으로 probe의 직경은 1mm, pre-test speed 5.00 mm/sec, test speed 2.00 mm/sec, post-test speed 5.00 mm/sec, distance 15.000 mm, trigger force 5.0g을 각각 사용하였다. 추대 경도 측정은 배추를 반으로 절단한 후 과실경도계(FHM-1, Takemura, Japan)를 이용하여 측정하였다.

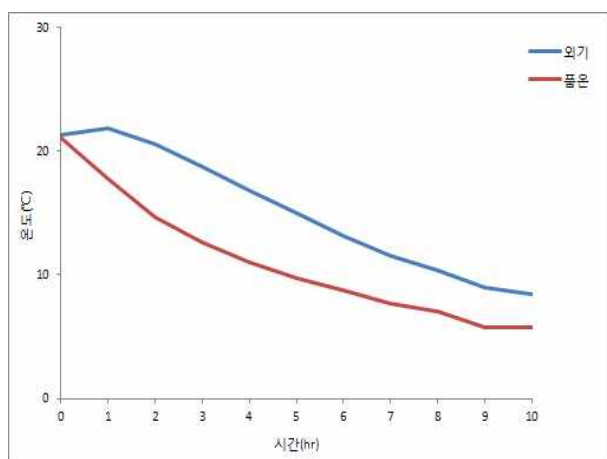
**관능검사** : 전문 패널 10명을 대상으로 외관(appearance), 색(color), 향(odor), 조직감(texture), 종합적 기호도(overall acceptability)로 구분한 후, 이를 9단계 평점법으로 품질 차이 특성에 대하여 아주 좋음(9점), 좋음(7점), 보통(5점), 나쁨(3점), 아주 나쁨(1점)으로 평가하였다.

**통계처리** : 관능검사와 결과의 통계분석은 SAS (Statistical Analysis System, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)의 Duncan's multiple range test 방법을 이용하며 평균값 간의 유의성을 검정 ( $p < 0.05$ )하였다.

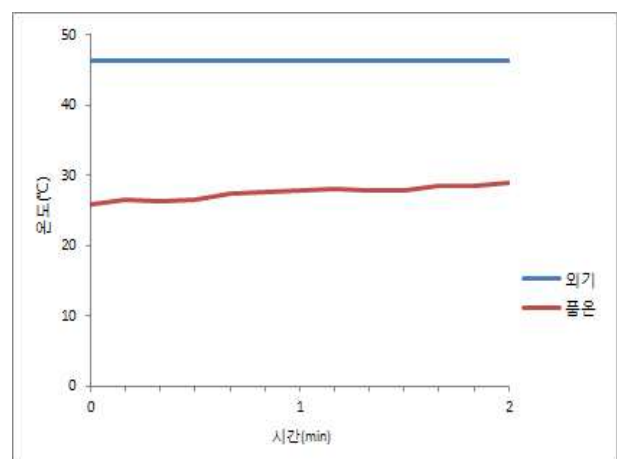
## 나) 결과 및 고찰

### (1) 순간 건식열처리 및 차압예냉

예냉 처리는 상자 적재에 의한 압상을 방지하기 위하여 P-box 높이의 80% 수준까지 각각 함입한 후  $1 \pm 1^\circ\text{C}$ 의 차압예냉실에서 최종 품온이  $2^\circ\text{C}$ 에 도달할 때까지 예냉을 실시하였다. 본 실험에 이용된 차압예냉기의 예냉특성은 냉각능력 25.98kW, 차압환용량  $2.5\text{m}^3/\text{s}$  (4.4kW)를 이용하였고, 1회 예냉처리 용량은 3,000kg/batch이었다(그림 2-16).



<차압예냉 중 품온 변화>



<순간 건식열처리 중 품온 변화>

그림 2-16. 봄배추의 예냉 및 순간건식열처리 중 품온 변화

(2) 저장환경 온·습도

0℃의 저온저장고에서 45일 동안 MA저장하였을 때 저장고 고내의 온습도 변화 MA포장내부의 온습도 변화는 그림2-17~2-18과 같다. 저장고 평균 온·습도는  $0.06 \pm 0.01^{\circ}\text{C}$ ,  $83.30 \pm 0.06\%RH$ 이고 MA포장지 내부의 평균 온·습도는  $0.02 \pm 0.05$ ,  $98.86 \pm 0.04\%RH$ 였다.

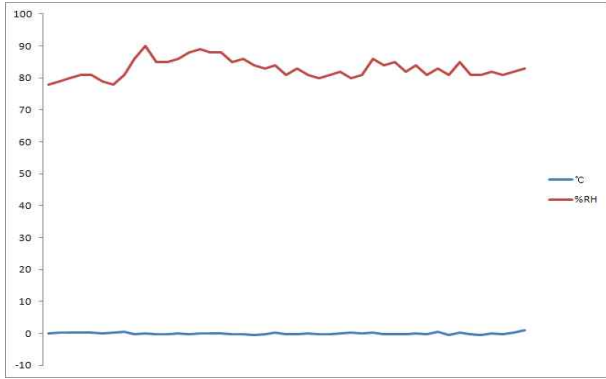


그림. 2-17. 저장고 내부의 온·습도 변화

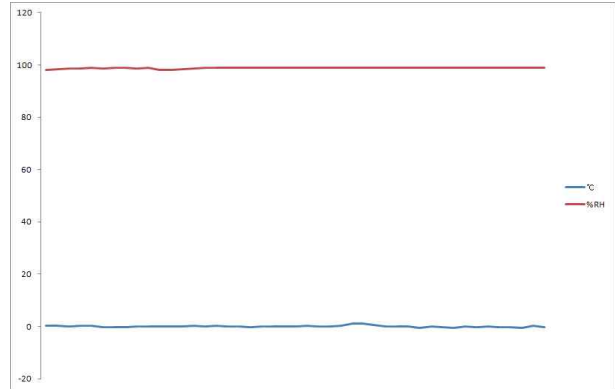


그림 2-18. 포장지 내부의 온·습도 변화

(3) 형태적 특성

처리 방법별 배추의 저장 중 형태적 특성은 표 2-12~2-13과 같다. 처리구별 저장 30일까지 배추의 형태적 특성은 차이가 없이 상품성도 우수한 상태이었으나, 저장 45일 후부터 처리구별로 차이가 발생하였다. 대조구는 포장지 내부에 과포화상태에 의한 수적(水滴)이 발생하였고 뿌리연화, 겉잎에서의 짓무름 현상(33.3%) 및 이취가 발생하였다. 순간 건식열처리는 겉잎의 짓무름 현상은 발생하지 않았으나 뿌리연화는 50% 정도 발생하였다. 그러나 절단면의 속잎은 탄력이 있었으며 정선 손질 후에도 비교적 윤기가 있었다. 예냉처리는 뿌리, 겉잎, 정선 후 속잎 모두 짓무름이 없었으며 배추 상태가 가장 우수한 상태를 나타내었다.

그러나 본 실험에 사용한 배추는 석회결핍증으로 추정되는 저장장해가 내포된 배추로서, 저장 45일경부터 배추 속 부분에 표 2-13과 같이 홍색 또는 갈색의 변색현상이 나타났다. 대조구는 절단면의 속잎은 약 33.3%가 붉은색으로 변색되었고, 약 66.7%는 갈색으로 변색되어 있었으며 변색부위 주변조직에서는 탄성 소실, 절임현상 및 이취가 강하게 발생하였다. 순간 건식열처리에서는 절단면의 속잎 모두 갈색으로 변색되었으며, 시들고 탄성이 소실되었다. 예냉처리구의 절단면 속잎에서도 중앙부분에 갈변현상이 약 75%정도 발생함과 동시에 탄력도 소실되고 시듦현상이 발생하였다.

표 2-12. 예냉 및 순간건식열처리에 의한 봄배추의 저장 중 성장변화






















		대조구	순간 표면건식	예냉
정선 전	30일			
	45일			
정선 후	30일			
	45일			
절단면	30일			
	45일			

표 2-13. 예냉 및 순간건식열처리에 의한 봄배추의 저장 45일 후 저장  
장해 현상

처리구	절단면	정선후 정상
대조구		
순간건식열처리		
예냉		

#### (4) 생리적 특성

차압예냉과 건식열처리 후 0℃에서 측정된 전처리 방법별 호흡을 변화는 그림 2-19와 같다. 본 연구에서 채택한 전처리 방법은 대조구에 비해 호흡율이 낮게 나타났다. 즉, 대조구의 호흡 속도  $1.37 \pm 0.16 \text{ ml CO}_2/\text{kg}$ 에 비해 건식 열처리가  $1.29 \pm 0.20 \text{ ml CO}_2/\text{kg}$ , 예냉이  $1.07 \pm 0.09 \text{ ml CO}_2/\text{kg}$ 으로 예냉처리의 호흡속도가 가장 낮게 나타남으로써, 전처리 방법에 의하여 배추의 저장성을 연장할 수 있을 것으로 추측할 수 있었으며, 이중 예냉처리가 가장 효과적인 것으로 예상되었다. 그러나 차압예냉과 건식 열처리의 호흡율의 차이는 표준오차 범위 안에 있으므로 신속 건식열처리 방법도 예냉과 유사한 정도의 저장성 연장효과를 기대할 수 있었다.

그림 2-20은 차압예냉과 건식열처리 후 0℃에서 측정된 전처리 방법별 에틸렌 변화를 조사한 결과이다. 에틸렌 발생량은 저장 4일 까지 급증하다가 이후 완만한 경향을 나타내었으며, 저장 7일 후에는 대조구가  $0.0087 \pm 0.0006 \text{ ml C}_2\text{H}_4/\text{kg}$ 에 비해 순간 건식열처리가  $0.0072 \pm 0.0005 \text{ ml C}_2\text{H}_4/\text{kg}$ , 예냉이  $0.007 \pm 0.0008 \text{ ml C}_2\text{H}_4/\text{kg}$ 으로 측정되었다. 본 실험에서 채택한 전처리 방법은

배추의 에틸렌 제어에 효과적이었으며, 특히 순간 건식 열처리방법은 차압예냉과 표준오차 범위에서 유사한 효과를 나타내었다. 본 실험결과 배추의 에틸렌 발생율은 0°C에서 0.01 mL C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>/kg 이하로 검출되어 배추의 저온 저장 시 거의 발생되지 않는 것으로 여겨져 장기 저온저장 시 에틸렌에 의한 배추의 숙성 및 노화 등은 크게 우려하지 않아도 될 것으로 여겨졌다.

그림 2-21~2-22는 전처리 방법별 45일간 0°C 저장 중 배추의 기체조성변화를 조사한 결과이다. 배추의 호흡 작용에 의해 포장지 내부의 O<sub>2</sub> 농도는 저장 13일 까지 급격히 감소하다가 이후 완만하게 감소하는 경향을 나타냈고, CO<sub>2</sub> 농도는 저장기간의 경과에 따라 지속적인 증가 경향을 나타내었다. 처리구별 O<sub>2</sub> 농도의 차이는 나타나지 않았으며, CO<sub>2</sub> 농도변화는 평균값에서 차압예냉이 건식열처리와 대조구 보다 효과적이었으나 3처리구 모두 표준오차범위 내로 차이가 없는 것으로 간주되었다.

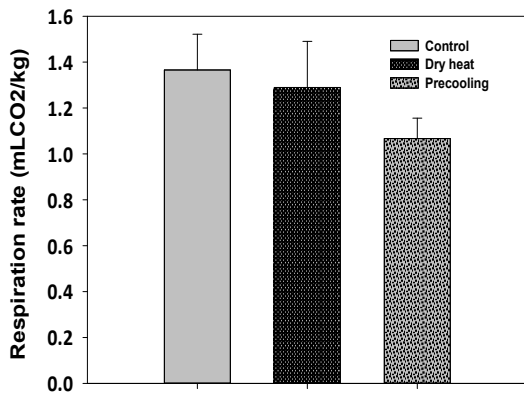


그림 2-19. 예냉 및 순간건식열처리에 의한 봄배추의 호흡을 변화

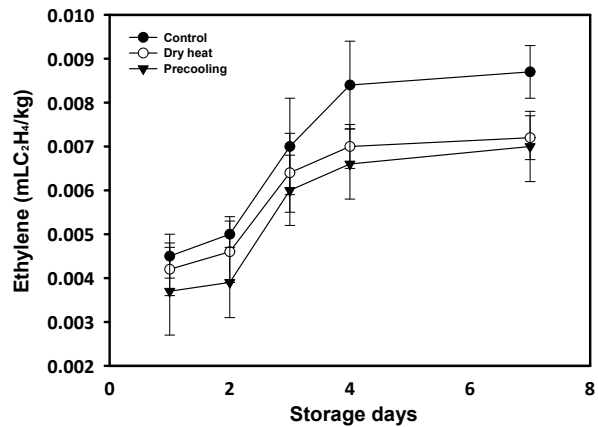


그림 2-20. 예냉 및 순간건식열처리에 의한 봄배추의 저장 중 에틸렌 농도 변화

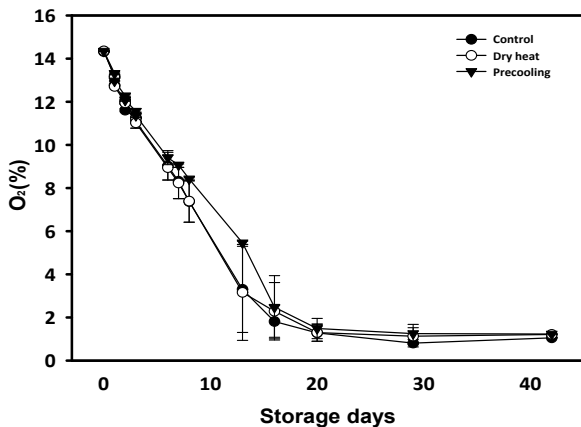


그림 2-21. 예냉 및 순간건식열처리에 의한 봄배추의 저장 중 포장지 내부의 O<sub>2</sub> 농도 변화

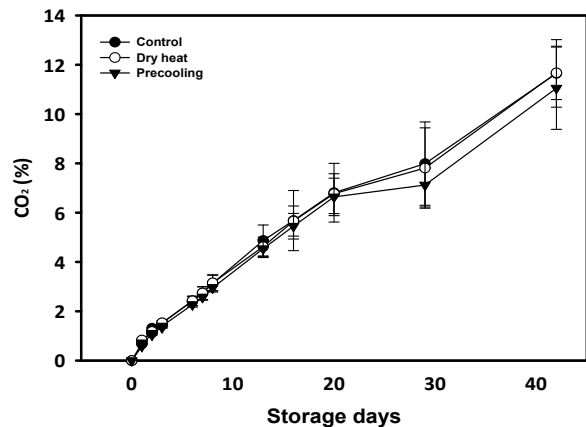


그림 2-22. 예냉 및 순간건식열처리에 의한 봄배추의 저장 중 포장지 내부의 CO<sub>2</sub> 농도 변화

(5) 전처리 방법별 품위변화

봄배추의 처리구별 정선 손실을 변화는 그림 2-23과 같다. 저장기간이 지날수록 정선 손실량은 증가하는 경향을 보였으며, 처리방법에 따른 정선 손실율에 차이를 보였다. 봄배추의 초기 정선손실량은  $9.81 \pm 1.10\%$ 이었으나 저장 15일째 예냉은  $10.17 \pm 1.46\%$ , 건식열처리는  $13.90 \pm 0.80\%$ , 대조구는  $15.31 \pm 1.01\%$ 로 다른 처리구에 비해 예냉의 정선손실량 변화는 가장 미미하였다. 저장 30일째 예냉과 건식열처리는 비교적 완만하게 증가한 반면 대조구는 급증하였고, 저장 45일째 대조구는  $29.45 \pm 0.45\%$ 로 저장 15일 대비 약 2.5배 증가하였으나 예냉은  $20.84 \pm 1.19\%$ , 순간 건식열처리는  $22.24 \pm 1.17\%$ 로 저장 15일 후 손실량 대비 약 2배 증가하여 대조구보다 낮은 손실변화를 보였다.

전처리방법별 정선손실을 변화는 예냉과 건식열처리 방법에서 표준오차 범위 내에서 유사한 증가경향으로, 대조구의 정선손실량 대비 억제하는 효과를 나타냄을 알 수 있었다. 따라서 예냉과 건식열처리 방법은 배추의 저장성 증대에 효과적인 방법으로 판단할 수 있으며, 건식열처리는 차압예냉과 유사한 저장성 연장효과를 나타냄을 알 수 있었다.

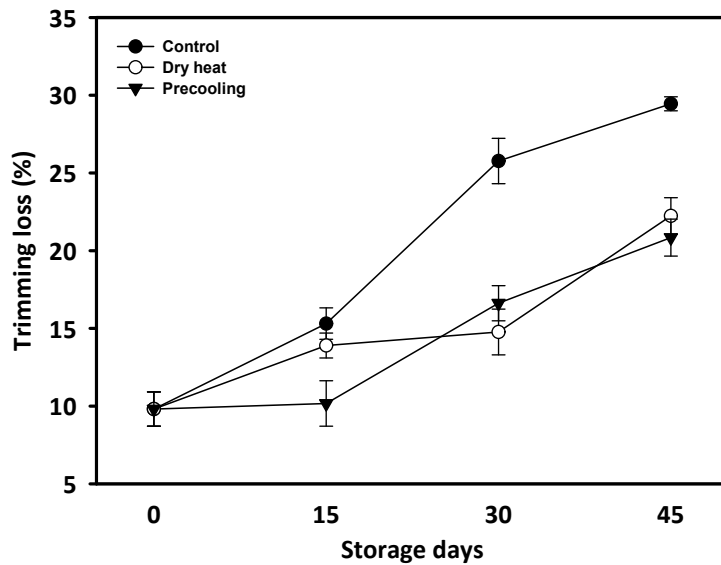


그림 2-23. 예냉 및 순간건식열처리에 의한 봄배추의 저장 중 정선손실율 변화

배추 처리 방법에 따른 중량 감소율 변화는 그림 2-24와 같다. 저장기간이 지날수록 중량 감소율은 유사한 경향을 가지며 증가하였으며, 처리 방법 차이에 따른 중량 감소 변화에 차이를 보였다. 저장 15일째 순간 건식열처리와 예냉의 중량 감소율은 각각  $0.26 \pm 0.19\%$ 와  $0.73 \pm$

0.32%로 비교적 완만하게 증가한 반면 대조구는  $1.35 \pm 0.73\%$ 로 처리구 대비 2~6배 증가하는 경향이였다. 저장 45일째 중량감소율은 순간 건식열처리에서  $0.67 \pm 0.09\%$ , 차압예냉  $0.89 \pm 0.14\%$ , 대조구  $1.60 \pm 0.07\%$ 로 순간 건식열처리와 예냉이 대조구 대비 약 2배의 중량감소 억제효과를 나타내었다.

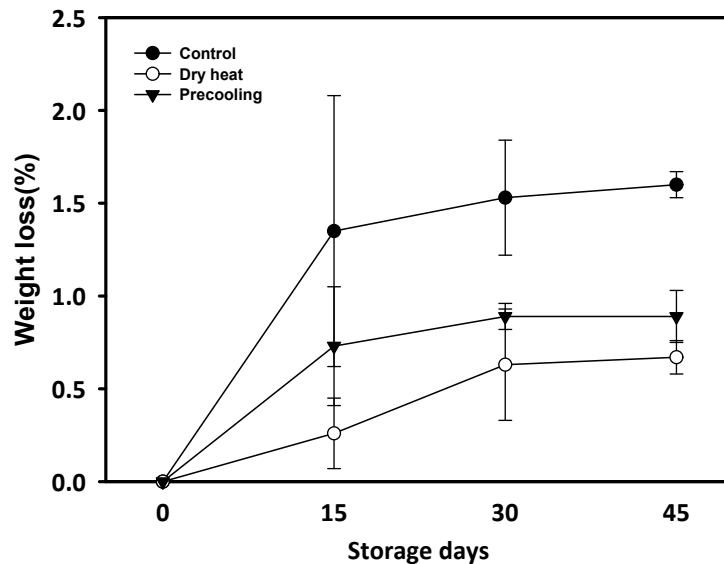


그림 2-24. 예냉 및 순간건식열처리에 의한 봄배추의 저장 중 중량감소율 변화

배추의 처리방법별 전기전도도 결과는 그림 2-25와 같다. 전기전도도는 저장기간의 경과에 따라 증가하는 경향으로, 저장 15일까지 완만히 증가하다가 저장 30일까지 급증하였고 저장 45일경에는 처리별 전기전도도의 차이가 발생하였다. 봄배추의 이온 유출량 초기치  $4.07 \pm 0.33$  dS/m에서 저장 15일 후 예냉은  $4.72 \pm 0.28$ dS/m, 순간 건식열처리  $5.12 \pm 0.42$ dS/m, 대조구는  $5.51 \pm 0.67$ dS/m로 비교적 완만하게 증가하였으나 처리구별 차이를 보이지 않았다. 저장 45일경 예냉처리의 이온 유출량은  $10.08 \pm 1.73$ dS/m, 순간 건식열처리  $11.07 \pm 1.69$ dS/m, 대조구  $12.85 \pm 1.85$ dS/m으로 처리구 중에서 예냉이 가장 우수하였으나 표준오차의 범위 내에서 순간건식열처리와의 유사한 전기전도도 억제효과를 나타내고 있었다.

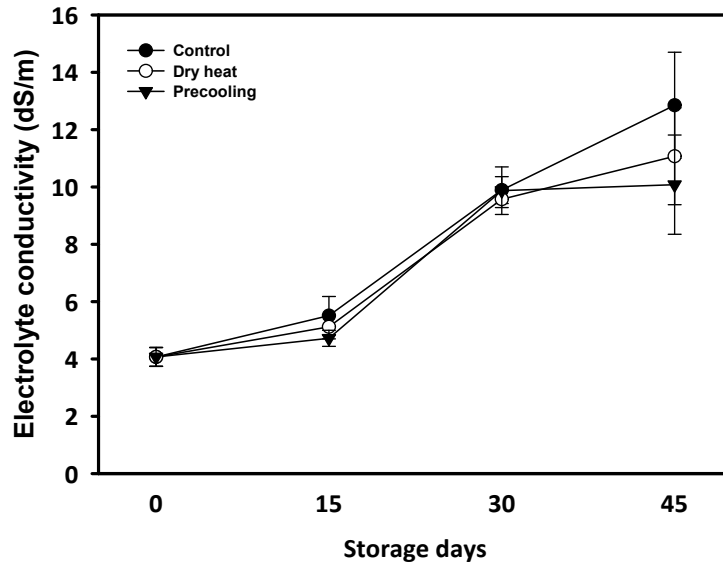


그림 2-25. 예냉 및 순간건식열처리에 의한 봄배추의 저장 중 전기전도도 변화

봄배추의 순간건식처리 및 예냉처리 후 저장 중 조직특성을 조사한 결과는 그림 2-26과 같다. 배추의 저장 중 시간경과에 따른 변화와 상관성이 있는 조직특성을 찾기 위하여 최대경도값, 최대 peak도달 시간, 기울기, 면적 및 거리 등의 변수를 조사하였다. 최대경도값, 최대 peak 도달시간과 거리에서는 처리구간 경향이 없었으나, 최대 peak 도달시점까지의 면적과 기울기에서는 일정한 경향을 나타내었다. 상기 특정치 중에서 기울기는 처리구간 차이가 나타나지 않았다. 그러나 최대 peak도달시점까지의 면적에서는 초기치  $0.19 \pm 0.02 \text{ kg} \cdot \text{sec}$ 에서 저장 45일 동안 예냉처리구가 최종  $0.17 \pm 0.01 \text{ kg} \cdot \text{sec}$ , 순간 건식열처리는  $0.15 \pm 0.01 \text{ kg} \cdot \text{sec}$ , 대조구는  $0.14 \pm 0.02 \text{ kg} \cdot \text{sec}$ 로, 예냉처리가 가장 낮은 변화를 나타내었고 대조구가 가장 많은 면적의 감소가 나타났다.

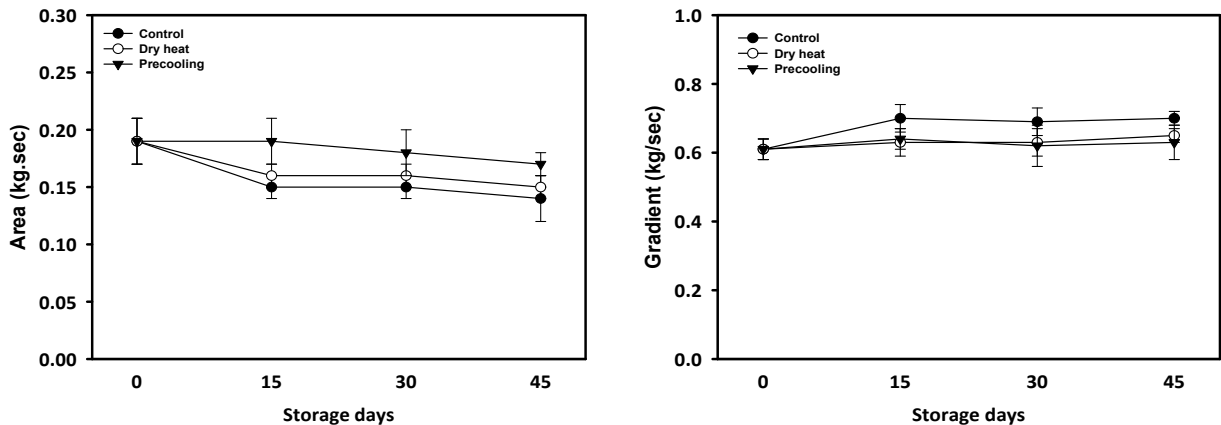


그림 2-26. 예냉 및 순간건식열처리에 의한 봄배추의 저장 중 조직특성 변화



추대 경도 변화를 조사한 결과는 그림 2-27과 같다. 봄배추의 추대 경도 변화는 저장기간이 경과함에 따라 감소하는 경향이였다. 봄배추 초기 추대 경도는  $0.909 \pm 0.02\text{kg}$ 이었는데, 저장 30일째 예냉은  $0.816 \pm 0.01\text{kg}$ , 순간 건식열처리는  $0.816 \pm 0.01\text{kg}$ , 대조구는  $0.808 \pm 0.02\text{kg}$ 으로 비교적 완만하게 감소하였으며, 처리방법별로는 차이가 뚜렷하지 않았다. 저장 45일째 순간 건식열 처리는  $0.698 \pm 0.02\text{kg}$ , 예냉은  $0.685 \pm 0.02\text{kg}$ , 대조구는  $0.654 \pm 0.01\text{kg}$ 로 감소하였으며 처리구 중 대조구가 가장 낮은 값을 나타내어 예냉과 순간 건식열처리의 추대경도의 저하를 억제하는 효과가 있음을 알 수 있었다.

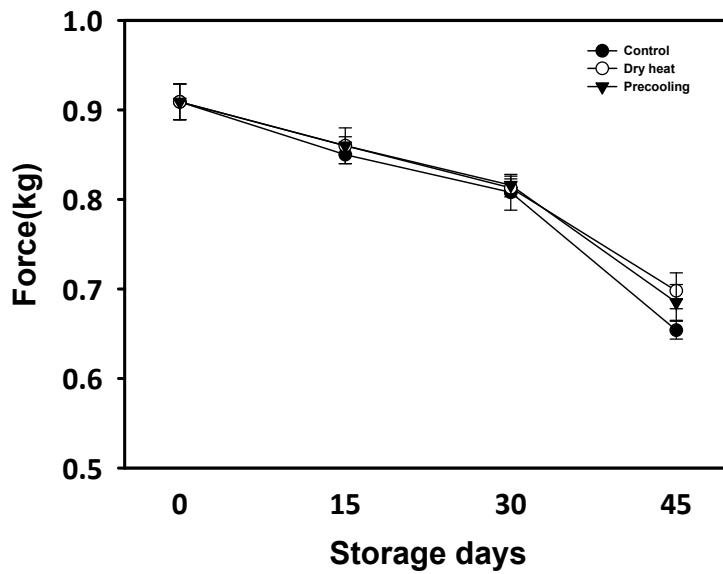
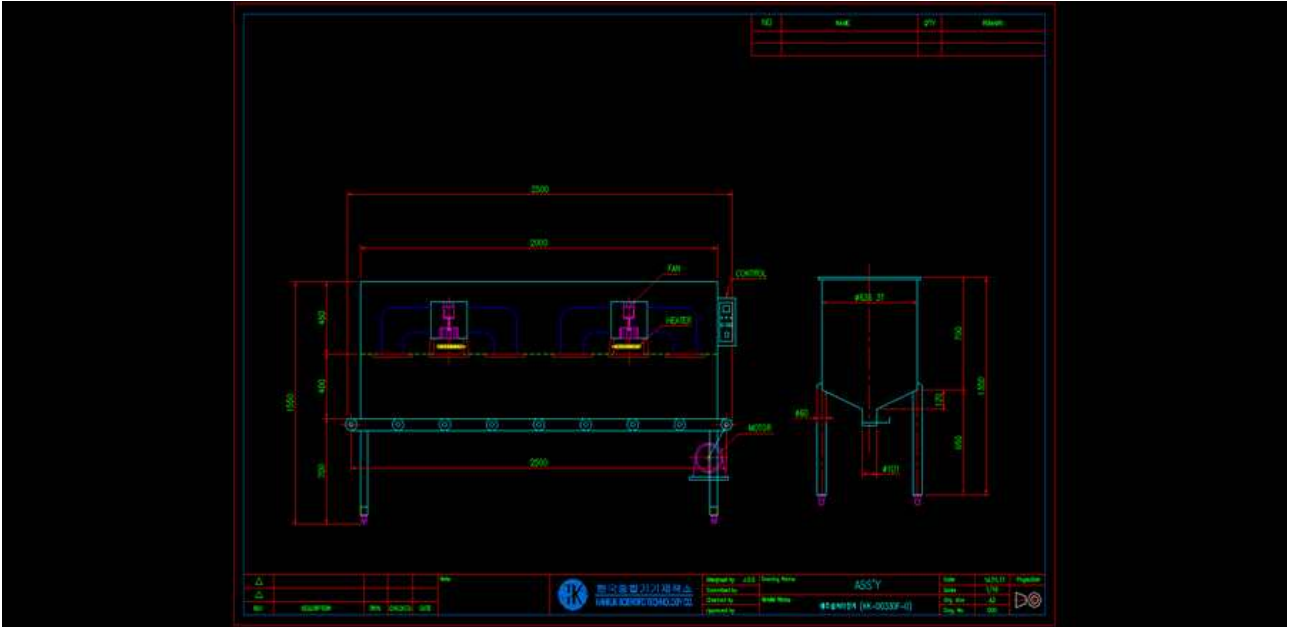


그림 2-27. 예냉 및 순간건식열처리에 의한 봄배추의 저장 중 추대 경도의 변화

## 5) 순간건식 열처리 장치 설계 및 제작

### 가) 설계도 작성



### 나) 장치 제작

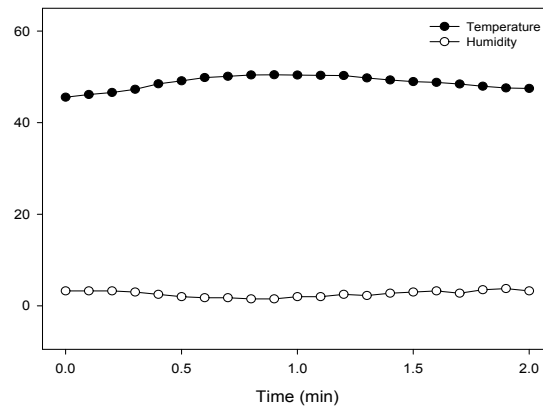
본 장치는 길이 25m, 높이 15.5m의 크기로서 플라스틱 컨베어의 약 40cm 높이에 2대의 전기 heater와 송풍팬을 배치하여 하향으로 열풍이 퍼져나오게 된 구조이다. 실험용이므로 원료투입과 함입작업은 아래 그림과 같이 수동식으로 구성하였고, 배추의 통로는 단열 투명필름으로 차단막을 배치하여 열손실을 억제토록 하였다.



### 다) 건조장치 내부의 온습도 변화 측정

상기 건식열처리장치는 컨베어상의 배추가 이동하는 동안 상부의 2개소의 duct에서 열풍이 나오는 구조이나, 완전 밀폐형이 아니므로 열손실이 높고 균일한 온도조절이 어려운 문제가 있다. 따라서 본 항에서는 건조온도를 45℃, 컨베어 이동속도를 2분으로 설정한 다음, 배추의

중심부를 고려하여 컨베어 상에 약 10cm 높이의 물체를 놓고 그 위에 data logger를 배치하여 입고에서 출고까지의 온도변화를 4반복 측정하였으며, 그 결과는 아래 그림과 같다. 건조기 온도를 25℃로 설정시 고내 온도는 평균  $48.84 \pm 0.17^\circ\text{C}$ ,  $2.61 \pm 0.09\% \text{RH}$ 이었으며 최고온도는  $50.5^\circ\text{C}$ , 최저  $45.55^\circ\text{C}$ 로 유지되었다.



<순간건식 열처리 장치의 컨베어 이동 중 내부온습도 변화>

## 나. 절단뿌리 피복 및 코팅기술 개발

배추는  $0^\circ\text{C}$ 의 저온에서 호흡율과 에틸렌 발생률이 낮은 반면 증산작용이 매우 높아 저장성이 낮은 품목으로 분류되고 있다. 본 연구에서는 증산작용에 의해 조직 내 수분이 유출될 가능성이 가장 높은 부위를 뿌리 절단부로 판단하고, 뿌리 절단부위를 수증기 투과도가 거의 없는 코팅제제로 피막을 형성하여 저장·유통함으로써 저장성 및 신선도를 증대시키고자 하였다.

### 1) 코팅제의 선발

수증기차단성, 무독성, 경제성을 고려하여 코팅제를 1차 선정한 다음 배추 뿌리절단부위를 선정된 물질로 코팅하였으며, 코팅이 완료된 배추는 대조구와 함께 배추의 산업적 저장온도인  $0^\circ\text{C}$  저장고에 저장하였다. 더불어 향후 배추 저장시스템에서 증산작용 억제를 위하여 환경습도를 포화상태로 유지할 것에 대비하여 처리구 및 대조구를 LDPE플라스틱 필름으로 각각 포장하여 주변습도를 포화상태로 유지함으로써, 저온 고습환경에서의 선발된 코팅제제의 저장성 연장효과를 조사하고자 하였다.

배추의 뿌리절단부위에 대한 코팅제제로서 선발한 물질과 그 특성은 표 2-14와 같다. 선발 물질은 paraffin, silicone, canauba wax, shellac의 4가지 물질을 검토하였다. Paraffin은 원유를 정제할 때 생기는 왁스로 반투명한 고체이고, 녹였을 때 시료에서 잘 떨어지지 않는 특성을 나타내었다. Silicone은 규소를 원료로 하여 합성한 규소 수지로 방수성, 전기의 절연성 등이 효

과가 있었으며 녹였을 때 시료에서 잘 떨어지지 않았으나 시간이 지남에 따라 박리되는 문제가 있었다. Canauba wax는 카나우바 야자에서 얻은 왁스를 정제하여 만든 물질로 고경도, 고융점, 고광택의 성질을 가지고 있으며 옅은 황색으로 사탕류의 피막제로 사용가능하나, 쉽게 부서지고 단가가 비싼 단점이 있었다. Shellac는 깍지벌레의 분비물로 만들어진 동물성 수지로 사탕과 카카오 제품의 피막제, 표면처리제, 껌 기초제 등으로 사용가능하나 단가가 비싸고 물질을 녹였을 때 이취가 발생하며 금방 굳고 단단해져 코팅하기에 용이하지 않았다. 따라서 본 실험에서는 상기 결과를 바탕으로 저온고습환경에서의 적용성, 수증기 투과성, 무독성, 경제성을 고려하여 코팅제제로서 paraffin을 선정하여 실험에 이용하였다.

표 2-14. 배추 뿌리 절단부에 대한 피막용 코팅제 종류

	Paraffin	Silicone	Canauba wax	Shellac
성상				
				
가격(원/kg)	3,000원	14,200원	50,000원	50,000원
특징	원유를 정제할 때 생기는 왁스, 반투명한 고체	규소를 원료로 하여 합성한 규소 수지란 것 방수성, 전기의 절연성 등의 효과가 있음	카나우바 야자에서 얻은 왁스를 정제. 고경도, 고융점, 고광택, 옅은 황색, 사탕류의 피막제로 사용	깍지벌레의 분비물로 만들어진 동물성 수지. 사탕과 카카오 제품의 피막제, 표면처리제, 껌기초제 등으로 사용
비고	시료에서 왁스가 잘 떨어지지 않음	시료에서 실리콘이 잘 떨어지지 않았으나 시간 경과에 따라 박리됨	시료에서 왁스가 잘 떨어지며 쉽게 부서짐	녹였을 때 냄새가 심함. 시료에서 왁스가 잘 떨어지지 않으나 금방 굳고 단단해져 코팅하기에 용이하지 않음

## 2) 코팅방법에 따른 배추의 선도유지 효과분석

### 가) 재료 및 방법

#### (1) 재료

본 실험에서 사용한 배추는 전라남도 진도군 지산면 인지리 소재 농가에서 2013년 2월에 수확한 것을 구입하여 외관이 건전한 것만 선별하여 실험에 사용하였다.

#### (2) 방법

##### ① 전처리 및 저장

월동배추를 선별하여 현장에서 P-box에 관행 적재하는 방법을 대조구(control)로 하여, P-box에 배추 뿌리부위를 상향 함입한 후 MA포장하는 방법(U-MA), 배추뿌리 절단부위를 파라핀으로 코팅한 다음 P-box에 배추 뿌리부위를 상향 함입하는 방법(U-coat), 배추뿌리 절단부위를 파라핀으로 코팅한 다음 P-box에 코팅부위를 상향 함입한 후 MA포장하는 방법(coat-MA)으로 전처리 하였으며, p-box에 함입량은 3포기씩이었다. 저장방법으로는 산업적 저장온도인 0℃의 저온저장고에서 120일 동안 저장하면서 실험에 이용하였다.

##### ② 이화학적 분석

#### 호흡률 및 기체조성

배추의 호흡률 측정은 일정 온도에서 시료의 일정량을 gas 차단성 밀폐 용기에 넣고 시간의 경과에 따라 용기내의 기체를 200 $\mu$ l 취하여 Gas chromatography(GC-14A, Shinadzu, Japan)에 주입하여 측정하였다. 배추의 기체 조성 측정은 MA film 포장된 용기내의 기체를 200 $\mu$ l 취하여 Gas chromatography (GC-14A, Shinadzu, Japan)로 분석하였다. 분석 조건은 detector: TCD, column: Alltech CTR 1, column temp: 35℃, injector temp: 60℃, detector temp: 60℃, carrier gas: He(50ml/min)이었다.

#### 정선손실량

저장기간이 경과한 후 배추의 무게와 김치 제조에 이용이 불가능한 외엽을 제거한 배추의 무게를 측정하여 손실량(%)을 나타내었다.

#### 중량감소율 및 폭 감소율

초기 중량과 일정기간 경과 후 측정된 중량 및 폭의 차이를 초기 값에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

### **pH/산도/가용성고형물**

배추 잎 50g에 증류수 50ml을 넣고 마쇄하여 Whatman no.1에 여과한 뒤 여액을 사용하여 pH meter(Delta320, Mettler-Toledo Inc, Shanghai, China)으로 pH를 측정하였으며, 가용성 고형분은 같은 여액을 사용하여 굴절계(Master-a, Atago Co, Tokyo, Japan)로 측정하였다. 산도는 여액 20ml에 0.1N NaOH 용액으로 적정하여 pH가 8.2가 될 때까지 NaOH 용액 소비량을 lactic acid를 기준으로 환산하여 %로 나타내었다.

### **전기전도도**

배추의 줄기부분을 지름 10mm의 borer를 사용하여 약 2g 채취 후 0.4M Mannitol 용액을 이용하여 EC meter(Cybersan.con11, Eutech instruments, Singapore)로 측정하였다.

### **경도**

정선 한 배추의 최외각 부분과 배추 속을 제외한 줄기 중간 부위를 골라 두께가 약 0.9~1cm인 것을 선별하여 동일한 면적으로 절단한 후 (4×6cm) texture analyser (TA-XT Express, Stable Micro System, UK)을 이용하여 측정하였다. 이 때 측정조건으로 probe의 직경은 1mm, pre-test speed 5.00 mm/sec, test speed 2.00 mm/sec, post-test speed 5.00 mm/sec, distance 15.000 mm, trigger force 5.0g을 각각 사용하였다.

### **관능검사**

전문 패널 10명을 대상으로 외관(appearance), 색(color), 향(odor), 조직감(texture), 종합적 기호도(overall acceptability)로 구분한 후, 이를 9단계 평점법으로 품질 차이 특성에 대하여 아주 좋음(9점), 좋음(7점), 보통(5점), 나쁨(3점), 아주 나쁨(1점)으로 평가하였다.

### **통계처리**

관능검사 결과의 통계분석은 SAS (Statistical Analysis System, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)의 Duncan's multiple range test 방법을 이용하여 유의성을 검정( $p < 0.05$ )하였다.

## **나) 결과 및 고찰**

### **(1) 저장환경 온·습도**

0°C의 저온저장고에서 120일 동안 MA저장하였을 때 저장고 고내의 온습도 변화와 플라스

틱 필름포장 내부의 온습도 변화는 아래 그림 2-28 및 2-29와 같다. 저장고 평균 온·습도는  $0.06 \pm 0.01^\circ\text{C}$ ,  $83.30 \pm 0.06\%$  RH이었고, MA포장지 내부의 평균 온·습도는  $0.02 \pm 0.05$ ,  $98.86 \pm 0.04\%$  RH였다.

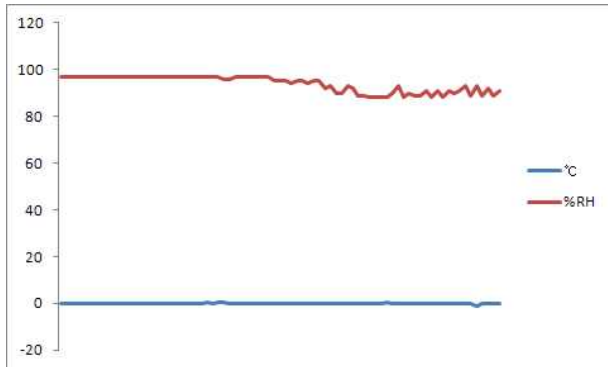


그림 2-28. 본 실험용 저온저장고의 내부 온·습도 변화

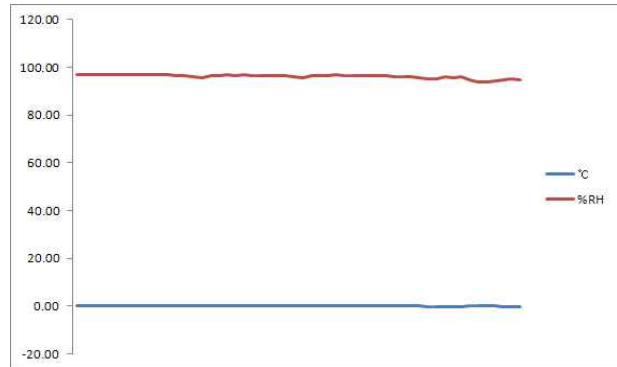


그림 2-29. 포장지 내부의 온·습도 변화

## (2) 형태적 특성

월동배추에 대한 코팅처리 후 MA포장한 배추와 MA포장하지 않은 배추를 각각의 대조구와 함께 120일 동안 저장한 배추의 형태적 특성은 표 2-15~2-17과 같다.

월동배추의 형태적 특성은 저장 30일째 전체적으로 겉잎의 끝부분이 약간 시들어 갈색으로 변색되었고 처리구간 차이가 없이 상태가 아주 좋았다.

저장 60일째부터는 MA처리구와 비MA처리구로 구분되어 나타났는데, 전반적으로 겉잎은 저장기간이 지날수록 시들고 변색된 부위도 넓어지는 경향이였다. 비MA처리구에서는 약 33.33% 곰팡이가 국소적으로 발생하였고 MA처리구에서는 film내 약 30%의 짓무름이 발생하였으나, 모든 처리구의 정선 손질 후 배추는 비교적 탄력 있고 윤기가 있었다.

저장 90일째 전체적으로 겉잎의 시듦은 계속적으로 진행되어 탄력이 손실되었으며 비MA처리구에서 약 66.67% 곰팡이 발생하였고, MA처리구의 겉잎은 짓무름이 약 65%로 증가하였다. 정선 후의 control의 배추는 수분 손실로 인해 건조되어 형태가 변형되었고 탄력도 손실된 반면, U-coat는 비교적 마르지 않고 탄력이 있었다. U-MA의 정선 후 배추는 짓무름이 속잎까지 진행되면서 배추 형태에 영향을 미쳤으나 coat-MA는 다른 처리구에 비해 가장 좋은 상태를 유지하였다.

저장 120일째, 배추는 형태가 변형되고 약 83% 곰팡이가 발생하였으며 짓무름 또한 모든 처리구에서 발생되었다. 정선 후 control은 잎 색이 많이 옅어졌고 속잎까지 짓무름이 발생되었으며 수분절임현상과 시듦 현상으로 인한 탄성소실 등이 발생하였다. U-coat는 잎 부위가 P-box 하단과 장기 접촉하면서 조직의 탄성소실로 인한 형태변형이 문제가 되었으며 더불어 시듦 현상에 의한 탄성소실이 나타났다. 반면 U-MA와 coat-MA는 배추의 형태를 유지하고 있

있으며 비MA처리구에 비해 덜 시들었으며 상대적으로 탄력도 유지하고 있었다.



그림 2-30. 파라핀에 의한 배추뿌리의 코팅모습



표 2-15. 코팅처리에 의한 배추의 저장 중 정선 전 형태 변화 (0℃)





처리구	0일	30일	60일	90일	120일
대조구					
MA 대조구					
코팅					
MA 코팅					

표 2-16. 코팅처리에 의한 월동배추의 저장 중 정선 후 형태 변화 (0℃)






















처리구	0일	30일	60일	90일	120일
대조구					
MA 대조구					
코팅					
MA 코팅					

표 2-17. 코팅처리에 의한 월동배추의 저장 중 절단면 변화 (0℃)

처리구	0일	30일	60일	90일	120일
대조구					
MA 대조구					
코팅					
MA 코팅					

### (3) 생리적 특성

코팅처리 유무에 따른 월동배추의 호흡율 변화는 그림 2-31과 같다. 코팅처리한 배추의 호흡율은 0.6433ml CO<sub>2</sub>/kg 대조구의 0.9780ml CO<sub>2</sub>/kg에 비해 낮은 값을 나타내었다. 따라서 배추 뿌리에 대한 코팅처리는 배추의 호흡속도와 같은 생리작용을 억제함으로써 저장성 증대에 유효한 방법으로 추정되었다.

코팅처리 유무에 따른 배추의 기체조성 변화는 그림 2-32~2-33과 같다. 50μm의 LDPE필름포장한 배추의 기체조성은 0℃에서 29일을 정점으로 증감경향이 급변하였다. 그림 2-32의 O<sub>2</sub>농도의 변화에서는 코팅처리에 의한 호흡을 감소로 인하여 대조구보다 산소 소모량이 억제되었으며, 그림 2-33의 CO<sub>2</sub> 농도변화에서도 증가속도가 억제되는 것으로 나타났다.

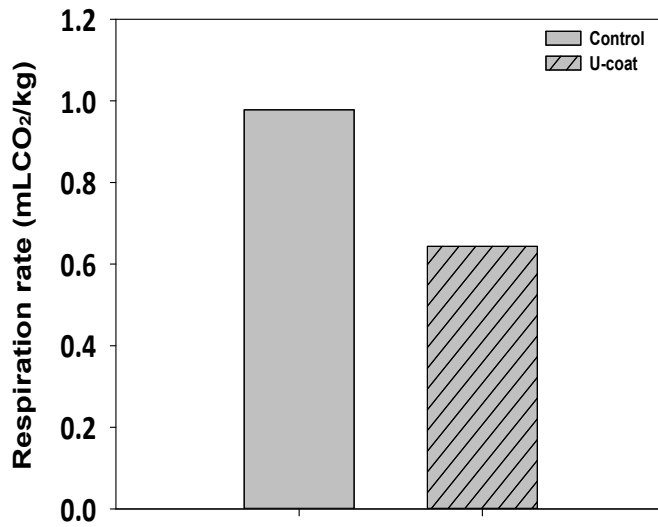


그림 2-31. 코팅처리에 의한 배추의 호흡율 변화

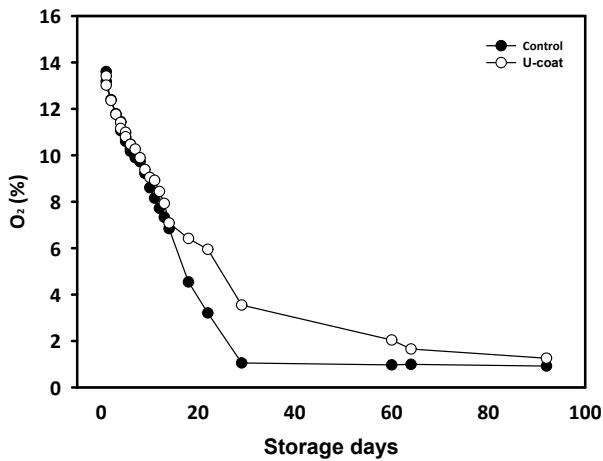


그림 2-32. 코팅처리에 의한 배추의 저장 중 O<sub>2</sub> 농도변화

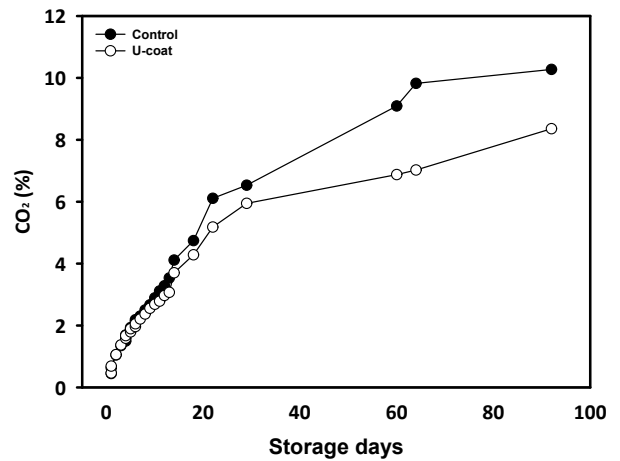


그림 2-33. 코팅처리에 의한 배추의 저장 중 CO<sub>2</sub> 농도변화

#### (4) 정선 손실 변화

그림 2-34는 코팅처리와 MA포장 유무에 따른 월동배추의 정선 손실을 변화를 나타낸 결과이다. 정선손실율은 저장기간의 경과에 따라 지속적인 증가경향을 나타내었으며, 코팅처리보다 MA처리에 따른 차이가 극명하였다.

월동배추의 초기 정선손실율 6.01±0.37%에서 저장 60일 까지는 처리구간 차이를 나타내지 않았다. 그러나 저장 90일 후부터는 코팅처리방법에 따른 차이는 없었으나 MA처리에 따른 정

선손실율에서 약 3%의 차이가 나타났으며 저장종료시점인 120일에는 coat-MA는  $21.17 \pm 1.05\%$ , U-MA는  $21.39 \pm 0.79\%$ , U-coat는  $25.08 \pm 1.53\%$ , control은  $25.34 \pm 1.19\%$ 로 MA처리구인 coat-MA와 U-MA의 손실량이 비MA 처리구인 U-coat, control 보다 약 6% 낮게 나타났다. 따라서 코팅 처리에 의한 정선손실을 억제하는 기대하기 어려우며, MAP가 더 효과적인 방법임을 알 수 있었다.

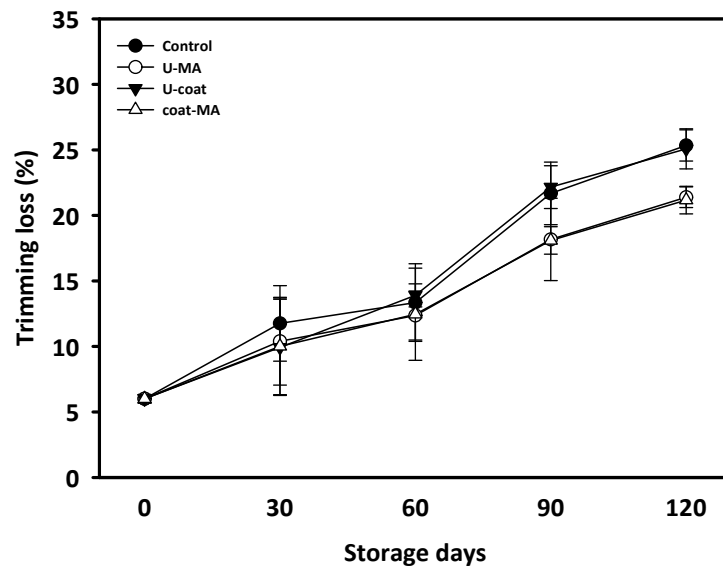


그림 2-34. 코팅처리에 의한 배추의 저장 중 정선손실율 변화

#### (5) 중량 감소 변화

코팅처리와 MA포장 유무에 따른 월동배추의 저장 중 중량감소율 변화는 그림 2-35와 같다.

월동배추의 저장 중 중량감소율 변화는 정선손실율에서와 같이 코팅처리보다는 MAP에 의한 영향이 높게 나타났다. 그러나 저장 120일 후 MA포장은  $5.77 \pm 0.13 \sim 5.84 \pm 0.33\%$ 로 비포장구의  $6.67 \pm 0.68 \sim 6.73 \pm 0.30\%$ 에 비하여 표준오차 고려 시 약 0.1% 수준으로 미약한 수준이었다.

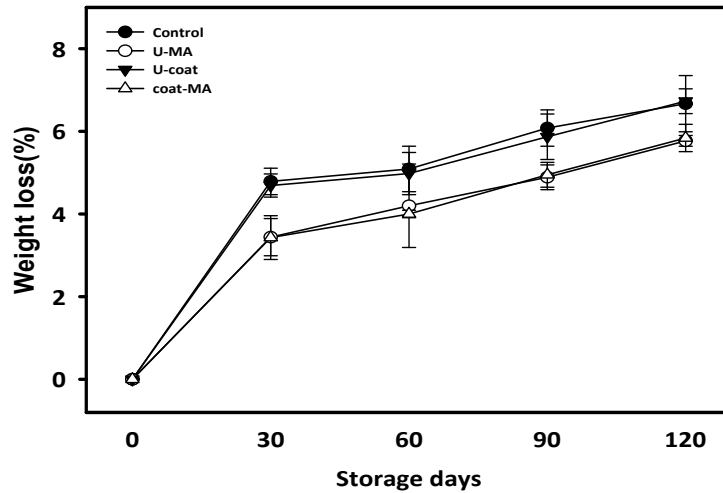


그림 2-35 코팅처리에 의한 배추의 저장 중 중량감소율 변화

#### (6) 폭 감소 변화

그림 2-36은 코팅처리와 MA포장 유무에 따른 월동배추의 저장 중 폭 감소율변화를 나타낸 결과이다.

저장기간이 경과하면서 폭 감소율은 점차 증가하는 경향이었으며, 처리 방법에 따른 폭 감소 변화가 나타났다. 저장 30일째 폭 감소율은 비MA처리구 중 U-coat는  $21.78 \pm 2.59\%$ , control은  $24.08 \pm 1.87\%$ 로 급증하였으며, MA처리구인 U-MA와 coat-MA는 각각  $12.60 \pm 2.74\%$ 와  $16.69 \pm 2.54\%$ 로 급증하였으나 비MA처리구에 비해 낮은 변화가 나타났다. 이후 비교적 완만하게 증가하는 경향을 보였으며 저장 120일째 U-MA는  $25.97 \pm 2.787\%$ , coat-MA는  $26.34 \pm 3.21\%$ 의 폭 감소 변화를 보였고 두 처리구간 차이는 없었으며, U-coat는  $33.04 \pm 2.50\%$ , control은  $35.30 \pm 2.67\%$ 로 나타났으며 두 처리구 중 U-coat의 감소 변화가 낮게 측정되었지만 표준오차 고려 시 control과 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 이는 coat 처리방법이 배추 저장에 있어 효과적으로 나타나지 않았으나 MA film 저장이 배추 저장에 있어 효과적이라 볼 수 있다. 저장기간 중 폭 감소 변화는 중량 감소율과 연관되어 처리 방법에 따른 저장 효과에 영향을 미쳤을 것으로 판단된다.

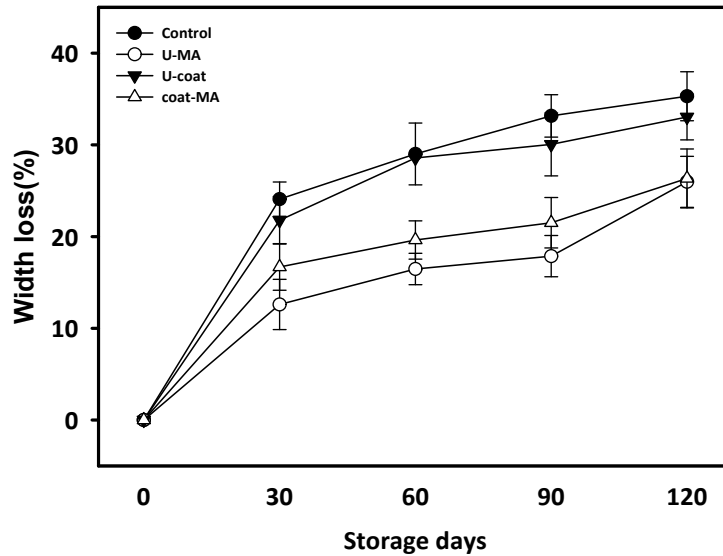


그림 2-36. 코팅처리에 의한 배추의 저장 중 폭감소율 변화

(7) pH, 산도 및 가용성 고형물 변화

처리 방법에 따른 월동배추의 저장 중 pH변화는 그림 2-37과 같이 코팅 및 MA처리에 따른 차이를 나타내지 않았으나, 저장기간에 따른 pH의 변화는 크게 나타났다. 즉, 초기 pH  $6.30 \pm 0.09$ 에서 저장 60일경  $6.07 \pm 0.04 \sim 6.17 \pm 0.02$ 로 저하하였다가 저장 90일경 pH는 5.7 내외로 급감한 다음 저장 120일 후 5.56~5.67 범주로 저하하였다. 본 결과는 월동배추의 장기 저장 시 맛의 변화를 초래할 가능성이 제기될 수 있었다.

산도 변화는 그림 2-38과 같이 전반적으로 증가하는 경향을 나타내었으나 pH의 변화와 달리 MA처리 시 그 증가율은 억제되는 경향이였다. 산도증가율은 초기  $0.14 \pm 0.02\%$ 에서 저장 120일 후  $0.25 \pm 0.00\% \sim 0.27 \pm 0.01\%$ 로 약 2배 정도 증가하는 경향이였다. MA처리에 의한 산도 증가율 억제는 저장 60일부터 나타났으며, 저장 종료시점인 120일경 MA처리는 0.25~0.26%, 비포장구는 0.27%로 평균 0.15% 정도의 차이로 크지는 않았다.

월동배추의 가용성고형물(SSC) 함량변화는 그림 2-39와 같다. 저장기간의 경과에 따라 가용성 고형분 함량은 증가하는 경향이였으나, pH의 변화와 달리 MA처리 시 그 증가율은 억제되는 경향이였다. 저장 초기  $2.27 \pm 0.03^\circ$  Brix에서 저장 60일 후 MA처리는  $2.40 \pm 0.15 \sim 2.46 \pm 0.07^\circ$  Brix인 반면 비포장구는  $2.70 \pm 0.12 \sim 2.70 \pm 0.15^\circ$  Brix로 약  $0.3^\circ$  Brix억제하였고, 저장 종료시점인 120일에는 비포장구의  $2.77 \pm 0.01 \sim 2.79 \pm 0.02^\circ$  Brix 대비  $2.63 \pm 0.02 \sim 2.64 \pm 0.04^\circ$  Brix로 약  $0.2^\circ$  Brix 정도 낮게 나타났다.

이상에서와 같이 월동배추의 저장 중 pH, 적정산도 및 가용성 고형분 함량에 미치는 코팅 효과는 나타나지 않은 반면 MA포장은 상기 품질인자의 변화를 억제하는 경향이였으나 그 효

과는 높지 않은 것으로 나타났다.

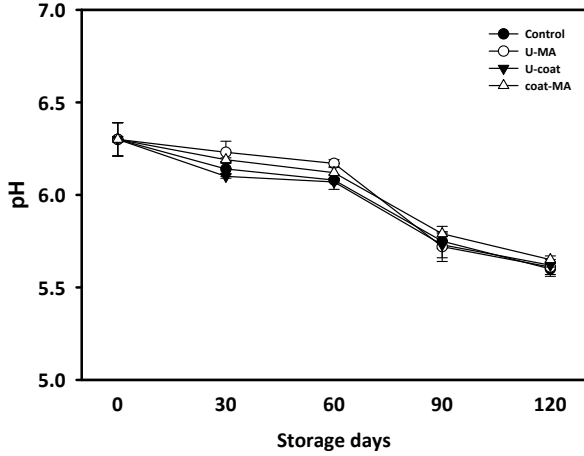


그림 2-37. 코팅처리에 의한 배추의 저장 중 pH변화

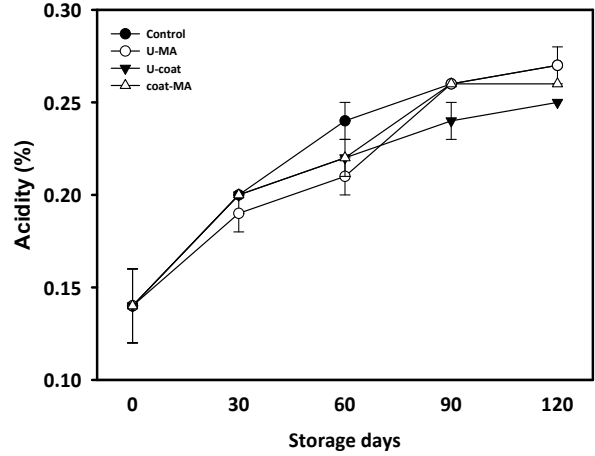


그림 2-38. 코팅처리에 의한 배추의 저장 중 적정산도 변화

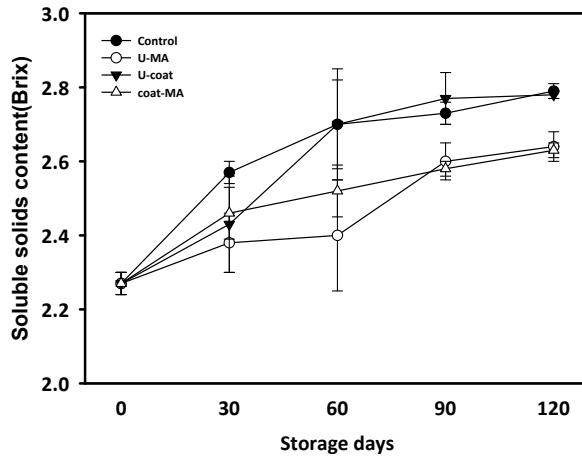


그림 2-39. 코팅처리에 의한 배추의 저장 중 가용성 고형분 함량 변화

(8) 전기전도도 변화

월동배추의 처리구별 저장기간 중 측정된 전기전도도 결과는 그림 2-40과 같다. 저장기간이 지나면서 전해질 이온 유출량은 저장 90일까지는 비교적 완만한 증가를 보이다 급증하는 경향을 나타내었다. 월동배추의 이온 유출량은 초기치는  $7.71 \pm 0.34 \text{dS/m}$ 에서 저장 90일 후  $9.26 \sim 10.79 \text{dS/m}$  범위로 증가하다가 저장종료시점인 120일에는 U-coat와 control은  $13.28 \pm 0.27 \text{dS/m}$ ,  $13.54 \pm 2.17 \text{dS/m}$ 며, MA처리구인 U-MA는  $12.23 \pm 0.84 \text{dS/m}$ , coat-MA는  $12.51 \pm 0.36 \text{dS/m}$ 로



표준오차 고려 시 처리구간 차이는 인식되지 않았다. 그러나 월동배추의 장기저장 시 전해질 이온 유출량이 증가한 것은 배추의 조직손상도와 높은 상관성이 있으므로, 결국에는 관능적인 품질에도 영향을 미침을 알 수 있었다. 따라서 월동배추의 장기 저장 시 전기전도도 억제를 위해서는 코팅 및 MA처리 이외의 방법이 적용되어야 할 것으로 판단되었다.

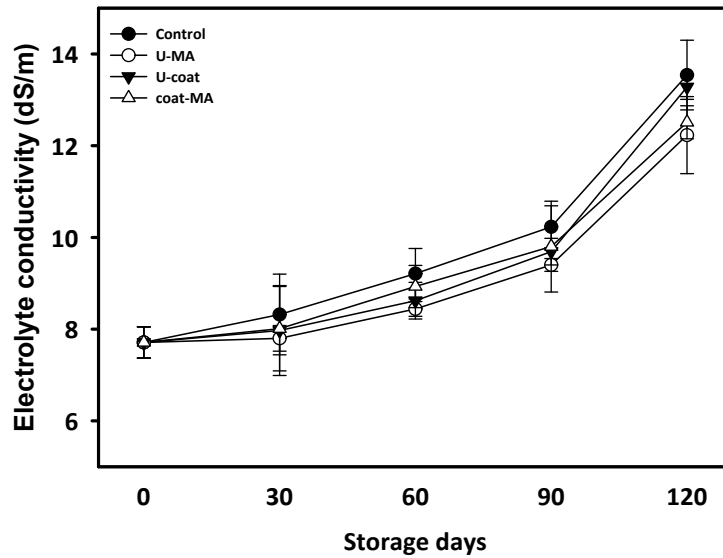


그림 2-40. 코팅처리에 의한 배추의 저장 중 전기전도도 변화

(9) 경도 변화

코팅처리와 MA포장 유무에 따른 월동배추의 저장 중 texture analyzer로 측정된 조직특성은 그림 2-41과 같다.

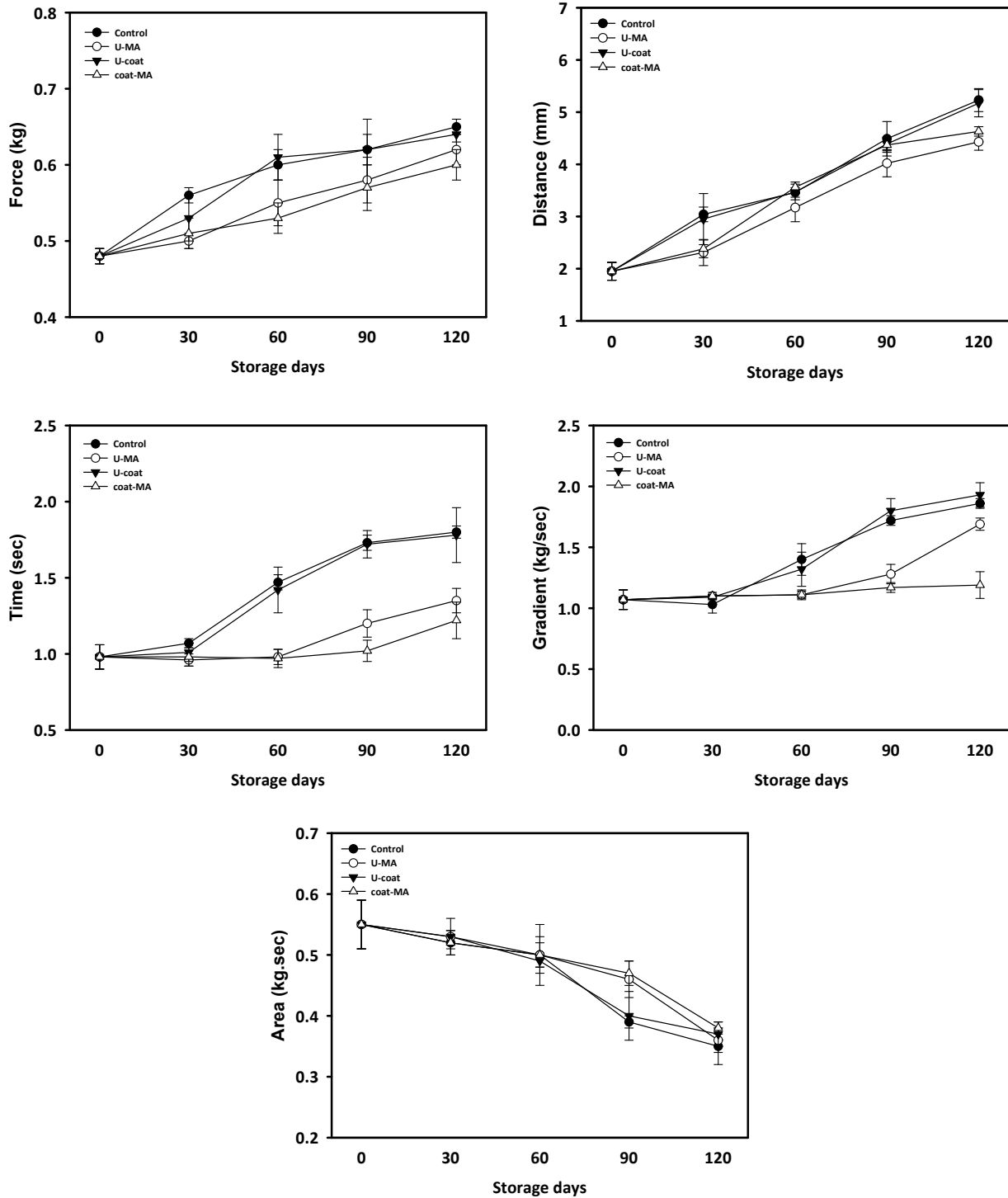


그림 2-41. 코팅처리에 의한 배추의 저장 중 조직특성 변화

일반적으로 과·채류의 조직특성은 경도(firmness)로 측정되는데, 본 실험용 배추는 품질저하에 따라 조직이 얇아지며 탄성을 잃고 질겨지는 특성을 지닌다. 따라서 그림 2-41은 조직감

측정 시 여러 변수를 나타낸 결과이며, 동 결과를 표 2-18의 관능패널에 의한 관능특성과 비교하여 볼 때 puncture test 시 최대peak 도달시간이 가장 상관성이 높은 결과로 판명되었다.

최대 peak 도달시간으로 분석한 배추의 저장 중 조직감 특성은 초기 값  $0.98 \pm 0.08 \text{sec}$ 에서 저장 30일 후까지 초기치와 유사한  $0.93 \sim 1.1 \text{sec}$  범위를 나타내었다가 저장 60일 후 MA처리구인 U-MA와 coat-MA는 초기치와 유사한 경향을 보인 반면 비MA처리구인 control과 U-coat는 각각  $1.47 \pm 0.05 \text{sec}$ ,  $1.42 \pm 0.16 \text{sec}$ 로 급증하기 시작하였다. 저장종료시점인 120일에는 U-coat와 control은  $1.78 \pm 0.18 \text{sec}$ ,  $1.80 \pm 0.04 \text{sec}$ 로 증가한 반면, coat-MA와 U-MA는  $1.22 \pm 0.12 \text{sec}$ ,  $1.35 \pm 0.08 \text{sec}$ 로 약 0.6sec 낮게 측정되었으며 이중 가장 낮은 측정값을 나타낸 coat-MA의 배추 조직이 다른 처리구에 비해 가장 낮은 변화폭을 유지하는 것으로 나타났다.

이와 같은 결과는 뿌리부위를 코팅처리 후 MA처리한 배추가 탄성을 가장 잘 유지하고 있으며, 조직이 질겨져 파쇄되는 소요시간이 단축됨을 알 수 있었다.

#### (10) 관능특성 변화

표 2-18은 코팅 및 MA포장 유무에 따른 월동배추의 저장 중 관능특성을 총 10명의 전문패널에 의한 특성차이식별검사를 9점 평점법으로 수행한 결과이다. 관능적 품질인자 중 종합기호도, 성상 및 조직감에서 가장 높은 품질저하율을 나타내었다. 대조구는 저장 30일 후 조직감에서 저장수명한계치에 가장 먼저 근접( $5.25 \pm 0.52$ )하였으며 저장 60일에는  $3.63 \pm 0.26$ 으로 저장수명한계치인 5.0을 가장 먼저 초과한 결과를 나타내었다. MA포장하지 않은 대조구와 코팅처리구는 종합기호도, 성상 및 조직감에서 저장 60일 후 저장수명한계치를 초과한 반면 MA포장한 대조구와 코팅처리구는 저장 90일까지 저장수명한계치를 초과하지 않았으나 저장 120일 경에는 모든 관능품질인자에서 상품성을 소실하는 결과를 나타내었다. 그러나 코팅처리를 하지 않은 MA처리구는 저장 90일에 냄새에서  $5.00 \pm 0.38$ 의 값을 나타내어, 기존 배추의 MA저장 시 이취에 대한 관리와 억제기술의 조합이 요구되어졌다.

표 2-18. 코팅처리에 의한 배추의 저장 중 관능특성 변화

Attribute	storage days					
	0일	30일	60일	90일	120일	
overall	Control	9.00±0.00 <sup>aA1)</sup>	5.75±0.58 <sup>cB</sup>	4.38±0.46 <sup>bC</sup>	3.13±0.61 <sup>cD</sup>	2.00±0.38 <sup>cE</sup>
	U-MA	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	7.25±0.44 <sup>bB</sup>	7.00±0.23 <sup>aB</sup>	6.38±0.22 <sup>aC</sup>	3.75±0.23 <sup>bD</sup>
	U-coat	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	6.68±0.42 <sup>aB</sup>	4.88±0.29 <sup>bC</sup>	4.00±0.00 <sup>bD</sup>	2.56±0.25 <sup>cE</sup>
	coat-MA	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	7.33±0.30 <sup>aB</sup>	7.25±0.23 <sup>aB</sup>	6.75±0.23 <sup>aC</sup>	3.75±0.23 <sup>aD</sup>
Appearance	Control	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	6.00±0.65 <sup>cB</sup>	4.38±0.46 <sup>bC</sup>	3.00±0.38 <sup>cD</sup>	1.25±0.23 <sup>cE</sup>
	U-MA	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	8.30±0.22 <sup>bB</sup>	6.00±0.46 <sup>aC</sup>	5.75±0.44 <sup>aC</sup>	3.38±0.26 <sup>bD</sup>
	U-coat	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	7.13±0.66 <sup>aB</sup>	4.25±0.44 <sup>bC</sup>	4.13±0.12 <sup>bC</sup>	1.75±0.23 <sup>cD</sup>
	coat-MA	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	8.63±0.22 <sup>aA</sup>	6.00±1.00 <sup>aB</sup>	6.00±0.38 <sup>aB</sup>	4.00±0.38 <sup>aC</sup>
Color	Control	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	6.50±0.27 <sup>bB</sup>	5.00±0.00 <sup>bC</sup>	5.00±0.38 <sup>bC</sup>	2.06±0.34 <sup>bD</sup>
	U-MA	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	7.88±0.29 <sup>aB</sup>	6.38±0.26 <sup>aC</sup>	6.25±0.23 <sup>aC</sup>	2.50±0.27 <sup>bD</sup>
	U-coat	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	6.63±0.58 <sup>bB</sup>	5.00±0.85 <sup>bC</sup>	5.00±0.00 <sup>bC</sup>	2.13±0.18 <sup>bD</sup>
	coat-MA	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	8.13±0.12 <sup>aB</sup>	7.00±0.00 <sup>aC</sup>	6.50±0.27 <sup>aC</sup>	3.38±0.51 <sup>aD</sup>
Odor	Control	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	6.00±0.57 <sup>aB</sup>	5.63±0.46 <sup>aBC</sup>	5.00±0.38 <sup>aC</sup>	2.88±0.12 <sup>aD</sup>
	U-MA	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	5.75±0.23 <sup>aB</sup>	5.38±0.80 <sup>aB</sup>	5.00±0.38 <sup>aB</sup>	2.88±0.29 <sup>aC</sup>
	U-coat	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	5.50±0.57 <sup>aB</sup>	5.50±0.27 <sup>aB</sup>	5.25±0.44 <sup>aB</sup>	3.00±0.38 <sup>aC</sup>
	coat-MA	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	5.88±0.48 <sup>aB</sup>	5.75±0.88 <sup>aB</sup>	5.75±0.23 <sup>aB</sup>	3.38±0.22 <sup>aC</sup>
Texture	Control	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	5.25±0.52 <sup>bB</sup>	3.63±0.26 <sup>cC</sup>	2.50±0.27 <sup>cD</sup>	1.63±0.22 <sup>cE</sup>
	U-MA	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	8.13±0.22 <sup>aB</sup>	8.00±0.38 <sup>aB</sup>	7.50±0.46 <sup>aB</sup>	3.50±0.46 <sup>bC</sup>
	U-coat	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	5.75±0.40 <sup>bB</sup>	4.25±0.44 <sup>cC</sup>	3.50±0.60 <sup>bC</sup>	1.50±0.27 <sup>cD</sup>
	coat-MA	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	7.88±0.29 <sup>aB</sup>	7.25±0.23 <sup>bC</sup>	7.25±0.23 <sup>aC</sup>	4.38±0.37 <sup>aD</sup>

<sup>1)</sup>Data are presented as a means±standard deviation. Means with the small letter in each treatment and the same capital in each storage period are not significantly different at p<0.05 using Duncan's multiple range test.

## 2. 저장효율 증대를 위한 저장기술 개발

### 가. 배추의 작형별 생리특성 조사

계절별 생산되는 배추의 경우 생육환경에 따라 조직특성과 저장성에 차이를 나타낸다. 따라서 본 연구에서는 배추의 작형별 차이를 극복할 수 있는 저장기술을 개발하기 위한 기초연구로서, 배추의 저장생리특성으로서 호흡율과 에틸렌 발생량을 작형별로 산지 수확 직후의 것을 구입하여 측정하였다.

#### 1) 호흡율 및 에틸렌 발생율

##### 재료

봄배추는 2013년 6월에 수확한 강원도 평창, 여름배추는 2014년 8월에 수확한 강원도 태백, 가을배추는 2013년 11월에 수확한 전라남도 해남, 월동배추는 2013년 2월에 수확한 전라남도 해남 배추로 외관이 건전한 것만 선별하여 실험에 사용하였다.

##### 실험방법

**호흡률** : 배추의 호흡률 측정은 일정 온도에서 시료의 일정량을 gas 차단성 밀폐 용기에 넣고 시간의 경과에 따라 용기내의 기체를 200 $\mu$ l 취하여 Gas chromatography(GC-14A, Shinadzu, Japan)에 주입하여 측정하였다.

**에틸렌 발생률** : 배추의 에틸렌 발생량 측정은 일정 온도에서 시료의 일정량을 gas 차단성 밀폐 용기에 넣고 시간의 경과에 따라 용기내의 기체를 200 $\mu$ l 취하여 Gas chromatography(450-GC, Varian, USA)로 측정하였다. 분석 조건은 detector: FID, column: Alltech fused silica, column temp: 100 $^{\circ}$ C, injector temp: 150 $^{\circ}$ C, detector temp: 250 $^{\circ}$ C, carrier gas: He이었다.

##### 실험결과

배추의 작형별 호흡률 및 에틸렌 발생률은 그림 2-42 및 그림 2-43과 같다. 봄배추의 호흡률은  $1.37 \pm 0.16 \text{mLCO}_2/\text{kg}$ , 여름배추는  $1.06 \pm 0.02 \text{mLCO}_2/\text{kg}$ , 가을배추의 호흡률은  $1.41 \pm 0.03 \text{mLCO}_2/\text{kg}$ , 월동배추의 호흡률은  $1.04 \pm 0.20 \text{mLCO}_2/\text{kg}$ 로 측정되었으며, 봄배추의 에틸렌 발생률은  $0.5342 \pm 0.1087 \text{mLC}_2\text{H}_4/\text{kg}$ , 여름배추는  $0.2242 \pm 0.0301 \text{mLC}_2\text{H}_4/\text{kg}$ , 가을배추는  $0.5348 \pm 0.042 \text{mLC}_2\text{H}_4/\text{kg}$ , 월동배추는  $0.1538 \pm 0.002 \text{mLC}_2\text{H}_4/\text{kg}$ 로 측정되었다.

이상의 결과로부터 호흡율이 낮게 나타난 여름배추와 월동배추의 경우 에틸렌 발생량도 낮은 것으로 나타나, 봄배추 및 가을배추 대비 저장성 연장효과가 우수할 것으로 예측할 수 있으나, 그 차이가 각각  $0.3 \text{mLCO}_2/\text{kg}$ ,  $0.38 \text{mLC}_2\text{H}_4/\text{kg}$ 로 미소한 범위이어서 작형별 생리특성 차이를

통하여 저장성을 예측하기에는 어려움이 있을 것으로 판단된다.

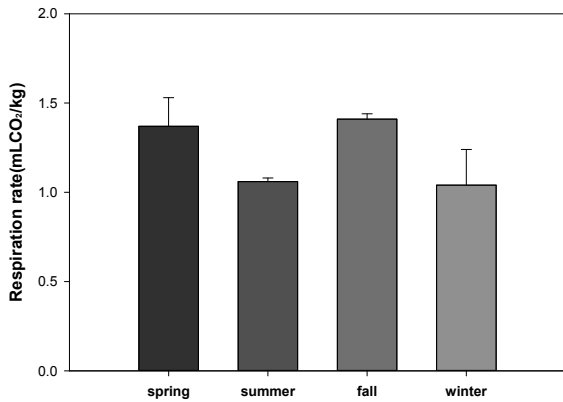


그림 2-42. 작형별 호흡률 변화

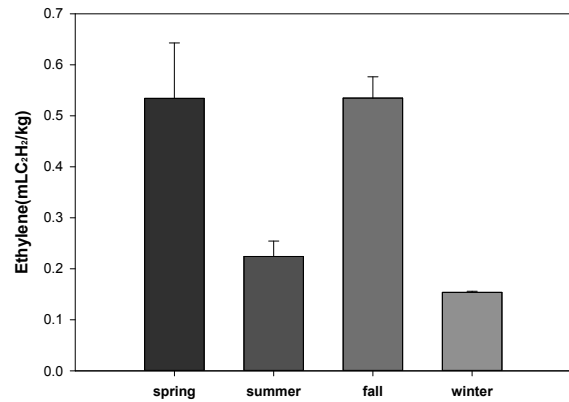


그림 2-43. 작형별 에틸렌 함량 변화

## 2) 작형별 배추의 빙결점

배추의 적정 저장온도를 설정하기 위하여 배추의 작형별 빙결점을 측정하였다.

### (1) 시료

봄배추는 2014년 5월에 수확한 전라남도 해남, 여름배추는 2014년 8월에 수확한 강원도 태백, 가을배추는 2013년 12월에 수확한 전라남도 해남, 월동배추는 2014년 1월에 수확한 전라남도 해남 배추를 구입하여 외관이 건전한 것만 선별하여 실험에 사용하였다.

### (2) 실험방법

배추의 최외부 잎에 thermo couple(BTM-4208SD, LT Lutron, TAIWAN)을 연결한 다음 측정 셀의 온도가 -10℃로 조정된 냉동고에서 시료의 온도 변화를 2초 간격으로 측정하여 과냉각 현상 다음의 peak point를 빙결점으로 해석하는 Beckman방법에 의하여 빙결점을 결정하였다.

### (3) 결과 및 고찰

일반적으로 농산물은 수확한 후에도 생명현상을 영위하기 위하여 호흡작용을 지속하고 있으며, 그 기질로서 자체 성분을 소모하기 때문에 중량감소 등 여러 가지 품질저하 현상이 나타나는 원인이 되고 있다. 이 호흡작용은 주변온도가 높을수록 촉진되는 하나의 발열반응이기 때문에 호흡작용에 의하여 생성된 호흡열이 품온을 상승하게 하고 품온 상승은 다시 호흡작용을 더욱 촉진하게 하는 악순환 관계를 가지므로, 생리작용이 왕성한 농산물의 선도유지를 위해서는 온도관리가 매우 중요하다. 특히 생리작용을 나타내는 지표로서 이용되고 있는 호흡량 온도

계수  $Q_{10}$ 값(온도상승 10°C에 대한 호흡량의 증가율)은 과일의 경우 일반적으로 2.5정도로서 저장온도를 10°C 저하시킴에 따라 호흡율을 1/2.5배 정도 감소시킬 수 있다. 따라서 농산물의 저장에는 가급적 동해를 받지 않는 범위에서 빙결점에 가까운 온도에서 저장하는 것이 요구된다. 실제로 山根등이 -0.8°C의 빙온 영역에서 배를 저장한 경우 1°C의 냉장온도에서 저장한 경우보다 이산화탄소 배출량이 약 40%정도 억제되었을 뿐만 아니라 저장가능기간도 냉장 저장한 것보다 2배 이상 증진시킬 수 있는 것으로 보고한 바 있다.

본 연구에서도 배추의 저장성을 연장하기 위한 기초연구로서, 작형별 빙결점을 조사하였으며, 그 결과는 표 2-19와 그림 2-44와 같다.

작형별 배추의 빙결점은 -0.17~ -0.77°C의 범주에 있었으며, 봄배추의 빙결점이 가장 낮은 반면 가을배추의 빙결점이 가장 높은 결과를 나타내었다. 본 결과는 배추의 최저 저장온도를 설정하기 위한 참고용으로 인용될 수 있으나, 배추의 재배특성이나 품질적 개체 차이를 반영하지 못한 결과이므로 대표성은 부족한 것으로 간주된다.

표 2-19. 작형별 배추의 초기 빙결점

작형별	빙결점(°C)
봄배추	-0.77±0.09
여름배추	-0.18±0.06
가을배추	-0.17±0.03
겨울배추	-0.65±0.06

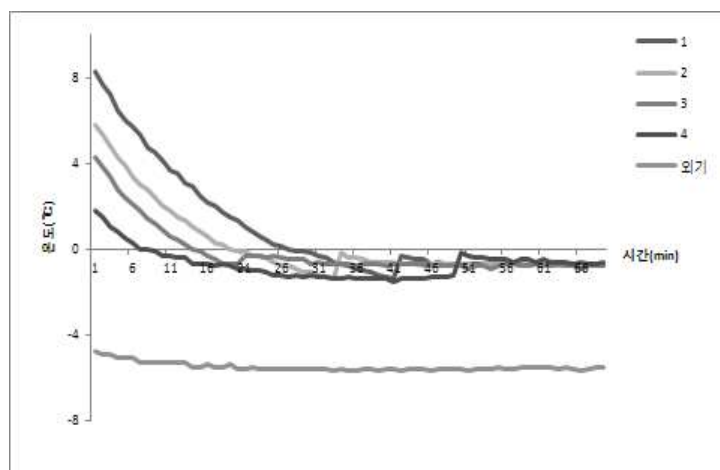


그림 2-44. 배추의 최외부 겉잎의 빙결점

## 나. 빙결점 근접저장 기술연구

월동배추의 경우 겨울철 노지 저장되는 특성에 기반하여, 저장온도를 하강시켜 빙결점에 도달한 다음부터  $-0.5^{\circ}\text{C}$  또는  $-1^{\circ}\text{C}$ 의 간격으로 품온을 단계별 하강시켜 빙결점 이하의 온도에서 저장할 수 있는 가능성을 타진하고자 하였다. 동 기술은 마늘에 적용하여 성공적인 결과를 얻은 바 있으며, 현재 마늘의 경우  $-3^{\circ}\text{C}$ 에서 1년 이상 장기저장이 가능한 상태이다.

### 1) $-5^{\circ}\text{C}$ 빙결저장

#### 가) 실험방법

2013년 12월 해남산 월동배추를 구입하여  $-5^{\circ}\text{C}$  인큐베이터에 2주일 저장 후  $5^{\circ}\text{C}$  저장고에서 5일 해동하고, 초기 품질상태의 유지가능성을 타진하였다.

#### 나) 결과 및 고찰

$-5^{\circ}\text{C}$ 에서 2주간 저장한 배추와  $-5^{\circ}\text{C}$ 에서 빙결 저장한 배추를 5일간 해동 후 나타낸 결면과 절단면 사진은 표 2-20 및 표 2-21에 나타내었다.

$-5^{\circ}\text{C}$  인큐베이터에 2주일간 저장한 배추는 외부가 완전 동결된 상태로서, 내부 또한 부분 동결된 상태를 나타내었다. 이를 다시  $5^{\circ}\text{C}$  저장고에서 5일간 해동한 후에는 조직 내의 수분이 외부로 유출되지는 않았으나 얼어있던 배추의 수분이 녹으면서 수분절입현상이 나타나 품질이 급격히 열화 됨을 알 수 있었다.



표 2-20. -5℃ 빙결점 근접 저장 및 5℃ 저온해동 후 배추의 정상변화 1









	외관	절단면
14일 (-5℃ 에서 저장)		
19일 (5℃ 에서 저장)		

표 2-21. -5℃ 빙결점 근접 저장 및 5℃ 저온해동 후 배추의 정상변화 2

저장일	겉잎	절단면
14일 (-5℃ 에서 저장)		
19일 (5℃ 에서 저장)		

## 2) -0.5℃ 빙결점 근접저장

### 가) 실험방법

2014년 1월 전라남도 해남산 배추를 구입하여 배추의 최외각 잎과 중심부에 thermo couple(BTM-4208SD, LT Lutron, TAIWAN)을 연결하여  $-0.51 \pm 0.00^\circ\text{C}$  인큐베이터에서 중심부 품온이  $-0.5^\circ\text{C}$ 가 되었을 때 배추 상태를 확인하였다.  $-0.5^\circ\text{C}$  설정 기준은 ‘(나) 작형별 초기 빙결점 측정’ 연구에서 월동배추의 빙결점이  $-0.65 \pm 0.06^\circ\text{C}$ 로 조사되어 빙결점보다 높은  $-0.5^\circ\text{C}$ 에서 저장하였을 때의 배추 상태를 관찰하고자 설정한 온도이다.

### 나) 결과 및 고찰

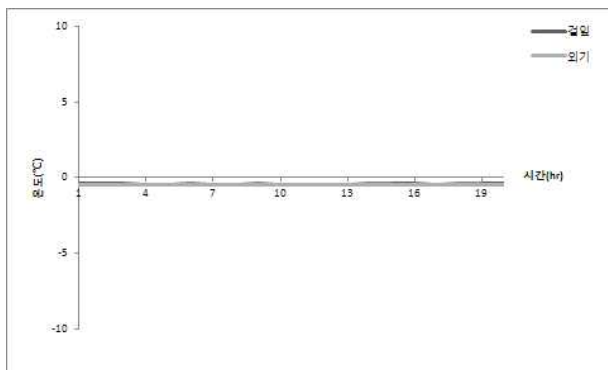
$-0.5^\circ\text{C}$ 의 저장온도에서 2일 동안 조사한 배추의 품온 변화는 표 2-22와 그림 2-45와 같다. 배추 저장 종료 시 겉잎의 품온은  $-0.88 \pm 0.18^\circ\text{C}$ 로 최고 온도는  $-0.5^\circ\text{C}$ , 최저 온도  $-1.3^\circ\text{C}$ 이었으며, 중심부 품온은 평균  $-0.58 \pm 0.05^\circ\text{C}$ , 최고 온도  $-0.5^\circ\text{C}$ , 최저 온도  $-0.7^\circ\text{C}$ 로 측정되었다.

빙결점 근접저장 중 배추는 표 2-23에서 보는 바와 같이 최외부 잎에서부터 내부로 4번째 잎까지는 동결되어 있었으며 속잎은 비동결 상태를 유지하고 있었다. 동결부위의 해동 후 표면 조직은 잎 간의 간격이 치밀하지 못하여 상품성 저하의 원인이 될 수 있으며, 동결부의 제거는 신속건식열처리 연구에서의 저장결과보다 열등한 결과를 나타내므로 보완실험이 요구되었다.

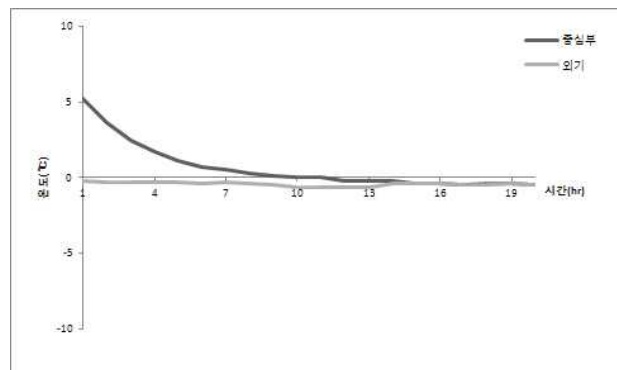
표 2-22.  $-0.5^\circ\text{C}$  빙결점 근접 저장 2일 후 겉잎과 중심부의 품온 변화

(단위 :  $^\circ\text{C}$ )

	평균	최대	최소
겉잎	$-0.88 \pm 0.18$	$-0.5$	$-1.3$
중심부	$-0.58 \pm 0.05$	$-0.5$	$-0.7$



<겉잎>



<중심부>

그림 2-45.  $-0.5^\circ\text{C}$  빙결점 근접 저장 중 겉잎과 중심부의 품온 변화

표 2-23. -0.5℃ 빙결저장한 배추의 2일 후 정상변화



### 3) -0.3℃ 빙결점 근접저장

#### 가) 실험방법

2014년 1월 전라남도 해남산 배추를 구입하여 배추의 최외각 잎과 중심부에 thermo couple(BTM-4208SD, LT Lutron, TAIWAN)을 연결하여  $-0.39 \pm 0.00^{\circ}\text{C}$  인큐베이터에서 중심부 품온이  $-0.3^{\circ}\text{C}$ 가 되었을 때 배추 상태를 확인하였다.  $-0.3^{\circ}\text{C}$  설정 기준은 ‘(나) 작형별 초기 빙결점 측정’ 연구에서 배추 겉잎의 최저 온도가  $-1.3^{\circ}\text{C}$ , 중심부 온도가  $-0.7^{\circ}\text{C}$ 인 결과를 바탕으로 빙결점 근접저장시 배추의 동해현상을 방지하고자  $-0.3^{\circ}\text{C}$ 로 재설정하여 실험하였다.

#### 나) 결과 및 고찰

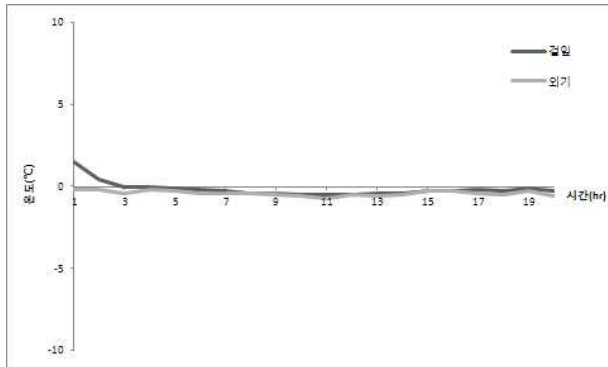
$-0.3^{\circ}\text{C}$ 의 저장온도에서 3일 동안 조사한 배추의 품온 변화는 표 2-24와 그림 2-46과 같다. 배추 저장 종료 시 겉잎의 품온은  $-0.88 \pm 0.18^{\circ}\text{C}$ 로 최고 온도는  $-1.0^{\circ}\text{C}$ , 최저 온도  $-0.4^{\circ}\text{C}$ 이었으며, 중심부 품온은 평균  $-0.32 \pm 0.10^{\circ}\text{C}$ , 최저 온도  $-0.6^{\circ}\text{C}$ , 최고 온도  $0.0^{\circ}\text{C}$ 로 측정되었다.

$-0.3^{\circ}\text{C}$ 에서의 빙결점 근접저장 중 배추(표2-25~2-26)는  $-0.5^{\circ}\text{C}$ 의 빙결저장결과와 같이 최외부 잎에서부터 내부로 4번째 잎까지는 동결되어 있었으며 속잎은 비동결 상태를 유지하고 있었다. 동결부위의 해동 후 표면 조직은 관능적으로 신선배추의 조직 상태로 회복이 되었으나, 겉잎이 약간 건조한 상태였으며, 잎 간의 간격이 치밀하지 못하여 상품성 저하의 원인이 될 수 있으며, 동결부의 제거는 정선 후 수율이  $75.00 \pm 0.57\%$ 로서, 다공성 천연석을 활용한 신선배추 저장결과보다 열등한 결과를 나타내고 있었다.

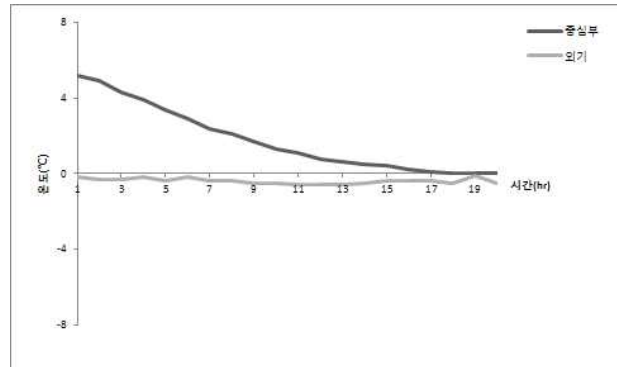
표 2-24. -0.3℃ 빙결점 근접 저장 중 겉잎과 중심부의 품온 변화

단위 : °C

	평균	최대	최소
겉잎	$-0.88 \pm 0.28$	-0.4	-1.0
중심부	$-0.32 \pm 0.10$	0.0	-0.6



<겉잎>



<중심부>

그림 2-46. -0.3℃ 빙결점 근접 온도 저장 시 배추의 품온 변화

표 2-25.  $-0.3^{\circ}\text{C}$  빙결점 근접 온도 및 저온 저장 시 배추의 저장기간에 따른 성상변화

저장일	정선 전	절단면	정선 후 절단면
3일 ( $-0.3^{\circ}\text{C}$ 에서 저장)			
5일 ( $0^{\circ}\text{C}$ 에서 해동)			
12일 ( $0^{\circ}\text{C}$ 에서 해동)			

표 2-26.  $-0.3^{\circ}\text{C}$  빙결점 근접 온도 및 저온 저장 시 배추의 저장기간에 따른 겉잎 및 절단면 정상 변화







저장일	겉잎	절단면
3일 ( $-0.3^{\circ}\text{C}$ 에서 저장)		
5일 ( $0^{\circ}\text{C}$ 에서 해동)		
12일 ( $0^{\circ}\text{C}$ 에서 해동)		



그림 2-47.  $-0.3^{\circ}\text{C}$  저장 배추와 생배추의 비교  
1: $-0.3^{\circ}\text{C}$  저장 배추 2:생배추

## 다. 배추 뿌리길이 조절에 따른 신선도 연장효과

호흡작용과 에틸렌 발생량이 낮은 배추의 저장성은 증산작용에 크게 의존한다. 배추와 같은 엽채류들은 표피층의 기공을 통한 수분증산과 뿌리에서 물과 무기양분을 흡수하는 물관조직을 통하여 수분증산이 이루어지게 된다. 본 연구에서는 배추의 증산작용을 억제하기 위하여 배추 뿌리부위를 절단하지 않고 뿌리길이를 조절함으로써 신선도 연장 기술의 가능성을 타진하여 보았다.

### 1) 재료 및 방법

#### 가) 재료

본 실험에서 사용한 배추는 전라남도 진도군 지산면 인지리 소재 농가에서 2014년 2월에 수확한 것을 구입하여 외관이 건전한 것만 선별하여 실험에 사용하였다.

#### 나) 전처리 및 저장방법

월동배추를 선별하여 현장에서 P-box에 관행 적재하는 방법을 대조구(control)로 하여, P-box에 배추 뿌리를 제거하지 않고 뿌리부위를 상향 함입한 방법(Root), 배추 뿌리를 2cm로 길이 조정하여 뿌리부위를 상향 함입하는 방법(Root 2cm), 배추 뿌리를 5cm로 길이 조정하여 뿌리부위를 상향 함입하는 방법(Root 5cm)으로 전처리하였으며, P-box에 3포기씩 함입하였다. 저장방법으로는 산업적 저장온도인 0°C 저온저장고에서 90일 동안 저장하면서 실험에 이용하였다.

#### 다) 이화학적 분석

**호흡률** : 배추의 호흡률 측정은 일정 온도에서 시료의 일정량을 gas 차단성 밀폐 용기에 넣고 시간의 경과에 따라 용기내의 기체를 200 $\mu$ l 취하여 Gas chromatography(GC-14A, Shinadzu, Japan)에 주입하여 측정하였다.

**정선손실량** : 저장기간이 경과한 후 배추의 무게와 김치 제조에 이용이 불가능한 외엽을 제거한 배추의 무게를 측정하여 손실량(%)을 나타내었다.

**중량감소율** : 초기 중량과 일정기간 경과 후 측정된 중량의 차이를 초기 중량에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

**폭 감소율** : 초기 배추 폭과 일정기간 경과 후 측정된 폭 차이를 초기 폭의 길이에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

**pH/산도/가용성 고형물 함량** : 배추 잎 50g에 증류수 50ml을 넣고 마쇄하여 Whatman no.1에 여과한 뒤 여액을 사용하여 pH meter(Delta320, Mettler-Toledo Inc, Shanghai, China)으로 pH를

측정하였으며, 가용성 고형분은 같은 여액을 사용하여 굴절계(Master-a, Atago Co, Tokyo, Japan)로 측정하였다. 산도는 여액 20ml에 0.1N NaOH 용액으로 적정하여 pH가 8.2가 될 때까지 NaOH 용액 소비량을 lactic acid를 기준으로 환산하여 %로 나타내었다.

**전기전도도** : 배추의 줄기부분을 지름 10mm의 borer를 사용하여 약 2g 채취 후 0.4M Mannitol 용액을 이용하여 EC meter(Cybersan.con11, Eutech instruments, Singapore)로 측정하였다.

**경도** : 정선 한 배추의 최외각 부분과 배추 속을 제외한 줄기 중간 부위를 골라 두께가 약 0.9~1cm인 것을 선별하여 동일한 면적으로 절단한 후 (4×6cm) texture analyser (TA-XT Express, Stable Micro System, UK)을 이용하여 측정하였다. 이 때 측정조건으로 probe의 직경은 1mm, pre-test speed 5.00 mm/sec, test speed 2.00 mm/sec, post-test speed 5.00 mm/sec, distance 15.000 mm, trigger force 5.0g을 각각 사용하였다.

**관능검사** : 전문 패널 10명을 대상으로 외관(appearance), 색(color), 향(odor), 조직감(texture), 종합적 기호도(overall acceptability)로 구분한 후, 이를 9단계 평점법으로 품질 차이 특성에 대하여 아주 좋음(9점), 좋음(7점), 보통(5점), 나쁨(3점), 아주 나쁨(1점)으로 평가하였다. 관능검사 결과의 통계분석은 SAS (Statistical Analysis System, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)의 Duncan's multiple range test 방법을 이용하여 유의성을 검정(p<0.05)하였다.

## 2) 결과 및 고찰

### 가) 저장환경 온·습도

0℃의 저온저장고에서 90일 동안 저장하였을 때 저장고 내의 온습도 변화는 그림 2-48과 같다. 저장고 평균 온·습도는  $0.06 \pm 0.01^{\circ}\text{C}$ ,  $83.30 \pm 0.06\% \text{RH}$ 이었다.

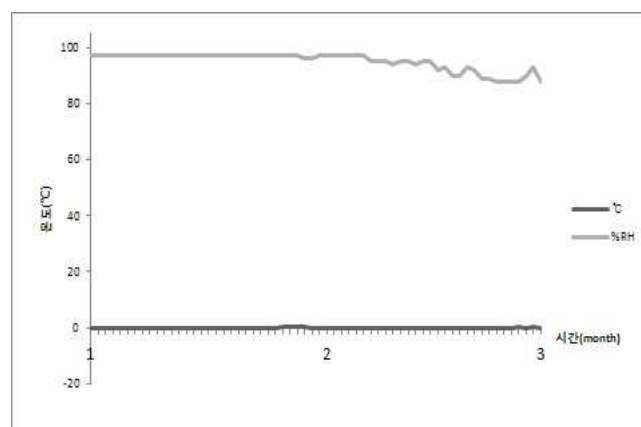


그림 2-48. 뿌리길이 조절 배추의 저장 중 저장고 내부 온습도 변화



## 나) 호흡율

월동배추의 뿌리길이를 조절한 직후 0℃에서의 각 처리구별 호흡속도는 그림 2-49와 같다. control의 호흡속도는 0.9780ml CO<sub>2</sub>/kg이었는데 root는 0.9969ml CO<sub>2</sub>/kg, root 5cm는 0.9378ml CO<sub>2</sub>/kg, root 2cm는 0.9257ml CO<sub>2</sub>/kg로 나타났으며 뿌리가 짧을수록 호흡속도가 낮은 것으로 나타났으나 대조구와 비교하여 유의적인 차이를 나타내지 않는 것으로 판단된다.

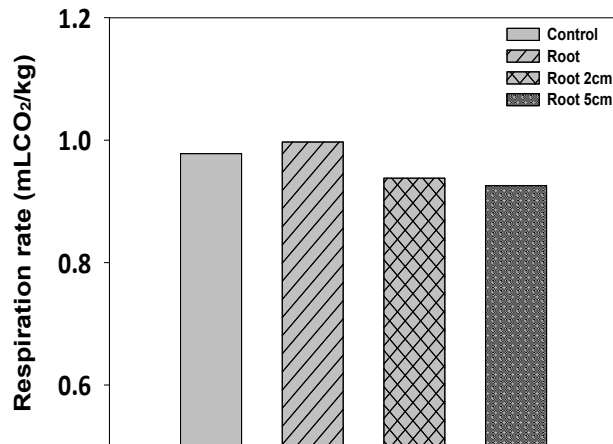


그림 2-49. 뿌리길이에 따른 배추의 호흡율 변화

## 다) 정선 손실율

뿌리길이를 조절한 후 처리구별 0℃ 저장 중 정선손실율 변화를 측정한 결과는 그림 2-50과 같다. 저장기간이 지날수록 정선 손실량은 증가하는 경향을 보였다. 월동 배추의 초기 정선손실량은 6.01±0.37%였는데 저장 30일째 11% 내외로 나타났으며 처리구간 차이는 없었다.

저장 60일 후부터는 뿌리길이 조절한 처리구간이 대조구보다 높은 정선손실을 나타냈으며 저장종료시점인 90일에는 처리구간 차이 없이 저장 90일째 Root는 23.23±3.81%, Root 5cm는 24.32±2.20%, Root 2cm는 24.81±3.05%로 control 21.68±2.39%보다 약 3% 높게 나타났다. 따라서 뿌리길이 조절에 의한 정선손실을 억제하는 기대하기 어려운 것을 확인할 수 있었다.

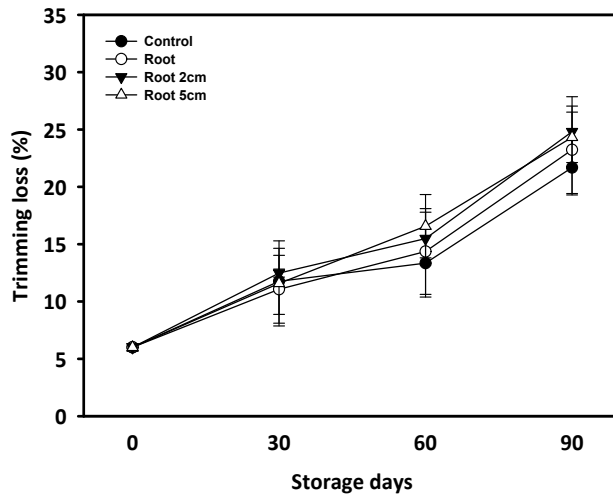


그림 2-50. 뿌리길이 조절을 통한 배추의 저장 중 정선손실을 변화

#### 라) 폭 감소율

뿌리길이를 조절한 후 처리구별 0°C 저장 중 배추 폭 감소율 변화를 측정된 결과는 그림 2-51과 같다. 저장기간이 지남에 따라 폭 감소율은 점차 증가하는 경향이였다. 저장 30일째 폭 감소율은 root 2cm는  $21.90 \pm 2.43\%$ , root는  $22.71 \pm 4.88\%$ , control은  $24.08 \pm 1.87\%$ , root 5cm는  $26.78 \pm 2.09\%$ 로 0일차 대비 약 2배 급증하였으며 이후 완만한 증가 경향을 보였다. 저장 90일째에는, root 2cm가  $33.70 \pm 2.25\%$ , root 5cm는  $34.42 \pm 1.89\%$ , control은  $33.16 \pm 2.67\%$ , root는  $36.81 \pm 3.43\%$ 로 control과 root 처리구간 차이가 뚜렷하지 않았다. 뿌리길이가 짧을수록 낮은 폭 감소변화를 보였으나 표준오차 고려 시 처리구간 차이뿐만 아니라 대조구와도 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.

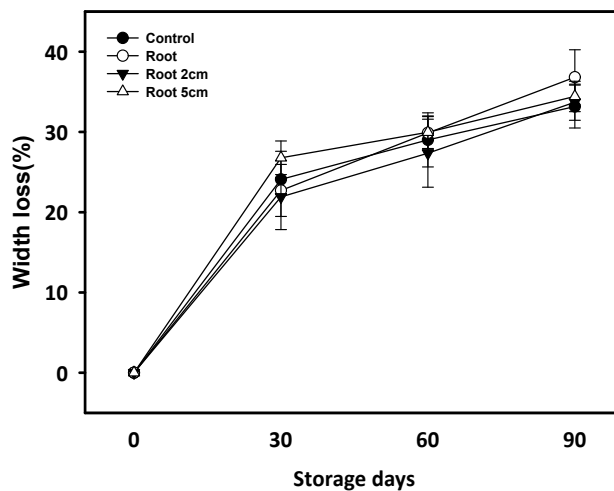


그림 2-51. 뿌리길이 조절에 의한 배추의 저장 중 폭 감소율 변화

**마) 전기전도도**

뿌리길이를 조절한 후 처리구별 0℃ 저장 중 전기전도도 변화를 측정된 결과는 그림 2-52와 같다. 저장기간이 경과하면서 전기전도도는 비교적 완만하게 증가하는 경향을 보였다. 월동배추의 초기치 이온 유출량은  $7.71 \pm 0.34 \text{dS/m}$ 에서 저장 30일후 root 2cm는  $8.37 \pm 0.74 \text{dS/m}$ , root 5cm는  $8.45 \pm 0.76 \text{dS/m}$  root는  $8.00 \pm 0.60 \text{dS/m}$ , control은  $8.32 \pm 0.88 \text{dS/m}$ 로 나타났다. 저장 종료 시점인 90일째 root 2cm는  $10.42 \pm 0.51 \text{dS/m}$ , root 5cm는  $10.78 \pm 0.40 \text{dS/m}$ , root는  $10.00 \pm 0.87 \text{dS/m}$ 으로  $10.23 \pm 0.46 \text{dS/m}$ 의 control에 비하여 처리구와의 차이를 나타내지 못하였다.

전기전도도는 손상된 조직세포에서 유출되는 전해질 이온농도를 측정하는 것으로, 제품의 조직 손상도를 평가하는 수단으로 활용되고 있다. 상기 결과를 통해 배추 뿌리 길이 조절방법은 뿌리부위를 절단한 채 유통되는 기존 배추제품과의 품질적 차이를 나타내지 못함을 제시하고 있다.

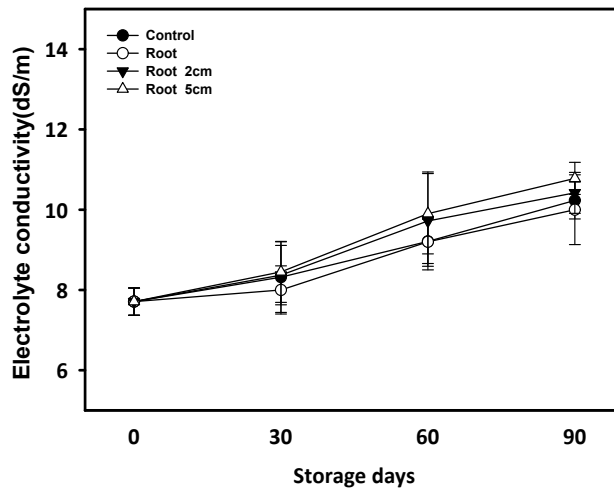


그림 2-52. 뿌리길이 조절에 의한 배추의 저장 중 전기전도도 변화

**바) pH, 산도 및 가용성 고형물**

처리 방법에 따른 월동배추의 저장 중 pH 변화를 조사한 결과는 그림 2-53과 같다. 저장기간 동안 pH의 변화는 점차 감소하는 경향을 나타내었다. 월동배추의 초기 pH,  $6.30 \pm 0.09$ 에서 저장 60일까지 6.03~6.17의 범위로 감소하였으며, 저장 90일경 root 5cm는 5.64, root 2cm는 5.72, control은 5.75, root는 5.83으로 나타났다. 저장 90일 후 처리구 중 root 5cm의 pH가 가장 낮게 측정되었으나, 표준오차 고려시 대조구 및 처리구간 차이는 없는 것으로 간주되었다.

산도 변화는 그림 2-54와 같이 전반적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 월동배추의 초기 산도는  $0.14 \pm 0.02\%$ 였는데, 저장 30일째 0.18~0.22% 범위로 증가하다가 저장종료시점인 90일째

root는  $0.24 \pm 0.00$ , root 2cm는  $0.24 \pm 0.01$ , root 5cm는  $0.25 \pm 0.00$ , control은  $0.26 \pm 0.00$ 으로 증가하였고 root 처리구는 뿌리가 길수록 산도가 증가하였으나, 대조구와의 차이는 0.01%로 높은 의미를 부여하기는 어려운 결과로 판단된다.

처리방법별 가용성 고형물 함량은 그림 2-55와 같다. 저장기간이 지남에 따라 가용성 고형물은 증가하는 경향을 나타내었다. 가용성 고형물은 초기에  $2.27 \pm 0.03^\circ$  Brix였는데, 저장 30일째 Root 2cm는  $2.70 \pm 0.06^\circ$  Brix, root 5cm는  $2.37 \pm 0.07^\circ$  Brix, root는  $2.50 \pm 0.10^\circ$  Brix, control은  $2.57 \pm 0.03^\circ$  Brix로 증가하였으나 이후 완만하게 증가하는 경향이였다. 저장 90일째 root 2cm는  $2.80 \pm 0.06$ Brix, root 5cm는  $2.66 \pm 0.03$ Brix, root는  $2.67 \pm 0.03$ Brix로 뿌리길이와는 유의적인 상관성이 나타나지 않았으나,  $2.73 \pm 0.03$ Brix의 control에 비하여 낮은 가용성 고형물 함량을 나타내었다.

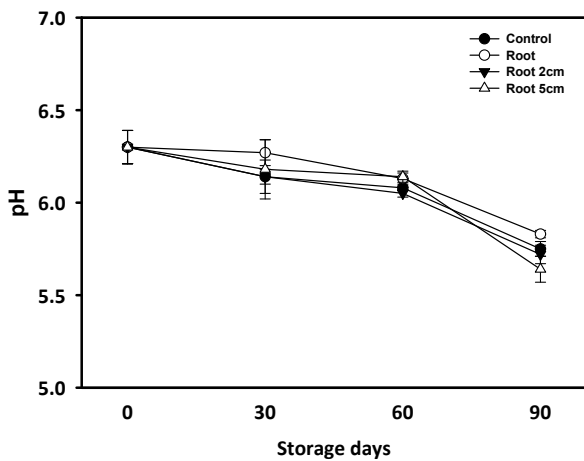


그림 2-53. 뿌리 길이 조절을 통한 배추의 저장 중 pH 변화

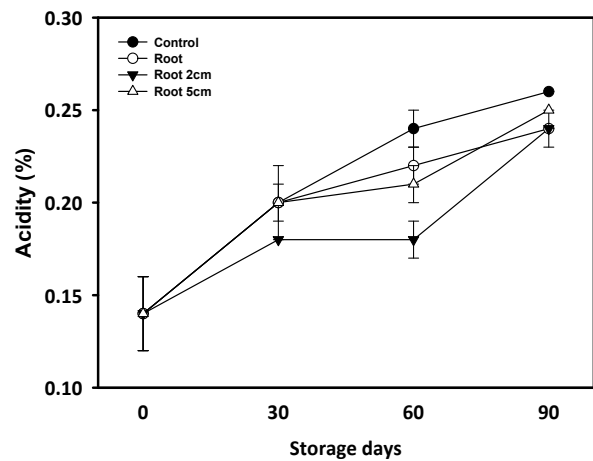


그림 2-54. 뿌리 길이 조절을 통한 배추의 저장 중 적정산도 변화

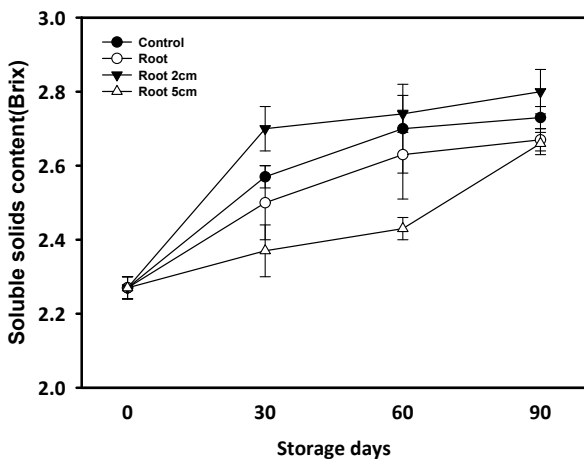
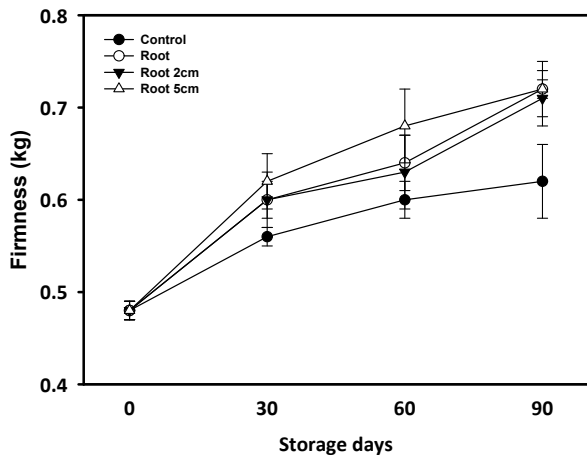


그림 2-55. 뿌리 길이 조절을 통한 배추의 저장 중 가용성 고형분 함량 변화

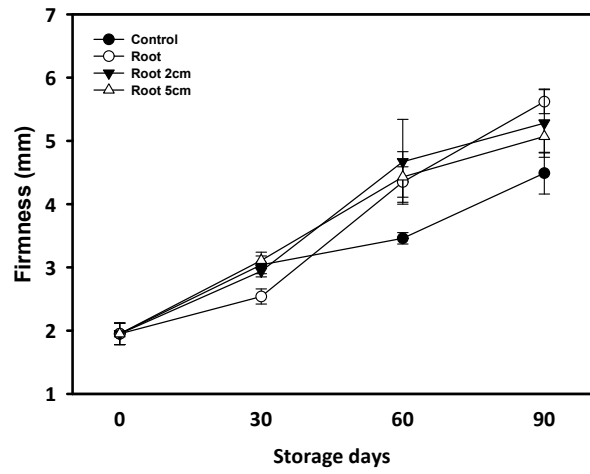
## 사) 조직감 변화

뿌리길이를 조절한 후 처리구별 0°C 저장 중 texture analyser로 측정된 배추의 조직특성은 그림 2-56과 같다. 일반적으로 과·채류의 조직특성은 경도(firmness)로 측정되는데, 본 실험용 배추는 품질저하에 따라 조직이 얇아지며 탄성을 잃고 질겨지는 특성을 지닌다. 따라서 그림 2-56은 조직감 측정 시 여러 변수를 나타낸 결과이며, 일반적으로 동 결과를 표 2-16의 관능패널에 의한 관능특성과 비교하여 볼 때 puncture test 시 최대peak 도달시간이 가장 상관성이 높은 결과로 판명되어지나, 본 결과에서는 최대 peak도달 시간과의 상관성이 인식되지 않는 결과를 나타내었다.

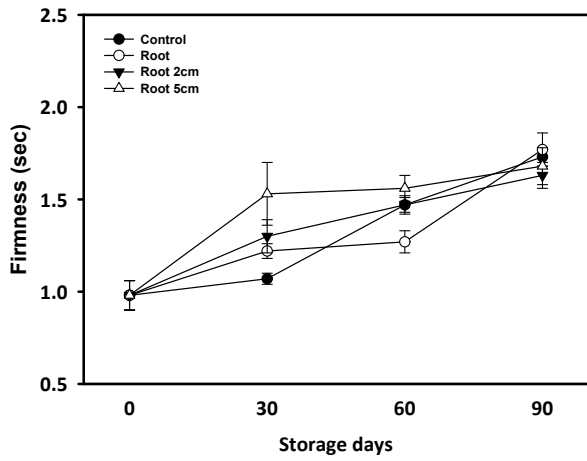
따라서 pin probe에 의한 배추의 조직 관통 시 얻어진 maximum force로 해석한 결과, 초기 값은  $0.48 \pm 0.01 \text{kg}_f$ 이었는데 root 처리구는 저장 30일 후  $0.57 \sim 0.65 \text{kg}_f$ 로 control  $0.56 \pm 0.01 \text{kg}_f$  보다 높은 값이 나타났으며 이후 계속적으로 증가하였고 저장 90일째 control은  $0.62 \pm 0.04$ , root 2cm는  $0.71 \pm 0.03$ , root 5cm는  $0.72 \pm 0.01$ , root 0.72±0.03로 나타났다. 본 결과는 뿌리길이를 조절한 처리구는 대조구보다 약  $0.1 \text{kg}_f$  높게 측정되었다. 상기 결과는 저장기간이 지남에 따라 뿌리 길이가 길수록 배추의 조직이 질겨져 파쇄하는 힘이 커지는 것을 알 수 있었다.



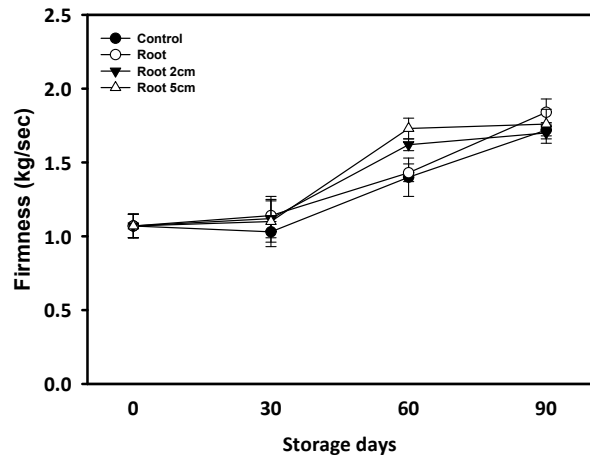
<힘>



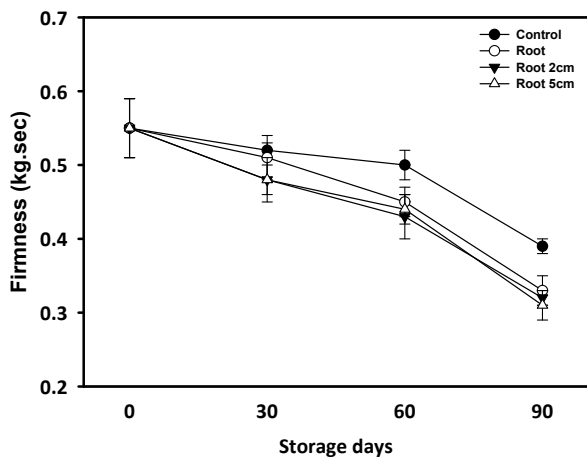
<거리>



<시간>



<기울기>



<면적>

그림 2-56. 뿌리 길이 조절을 통한 배추의 저장 중 조직특성 변화

#### 아) 형태적 특성 및 관능특성 변화

월동배추의 뿌리 길이를 조정한 배추를 대조구와 함께 90일 동안 저장한 배추의 형태적 특성은 표 2-27 ~2-28과 같다. 월동배추의 형태적 특성은 저장 30일째 전체적으로 겉잎의 끝부분이 약간 시들어 갈색으로 변색되었으나 처리구간 차이 없이 상태가 양호하였다. 저장 60일째부터 전반적으로 시들고 변색되는 부위가 넓어지는 경향이 나타났으며 겉잎 부위에서 약 50% 곰팡이가 국소적으로 발생되었다. 또한 배추의 형태가 변형되었고 정선 손질 후의 배추는 시들어 탄력이 손실되었다. 저장 90일째 전체적으로 겉잎의 시듦은 계속적으로 진행되어 탄력이 손실되고 말라있었다. 처리구간 차이 없이 약 88% 뿌리와 잎 부위에 곰팡이가 발생되었고 정선 후의 배추도 시들어 탄력이 손실되고 변색되었다.

표 2-29는 뿌리 길이 조절에 따른 월동배추의 저장 중 관능특성을 총 10명의 전문패널에 의한 특성차이식별검사를 9점 평점법으로 수행한 결과이다. 관능적 품질인자 중 종합기호도, 색상 및 조직감에서 가장 높은 품질저하율을 나타내었다. 대조구와 Root는 저장 30일 후 조직감에서 저장수명한계치에 가정 먼저 근접하였으며 Root 5cm는 이미 저장수명한계치(5.0)를 초과한 결과를 나타내었다. 저장 60일째 전체적으로 저장수명한계치를 초과하여 상품성을 소실하는 결과를 나타내었다. 또한 모든 처리구는 종합기호도, 외관 및 색에서 저장 60일 후 저장수명한계치를 소실하였으며 배추의 뿌리 길이 조절에 대한 저장 방법은 적절치 않은 것으로 판단된다.

표 2-27. 뿌리 길이 조절한 배추의 저장 중 정선 전 형태 변화 (0℃)













	30일	60일	90일
Control			
Root			
Root 2cm			
Root 5cm			



표 2-28. 뿌리 길이 조절한 배추의 저장 중 정선 후 형태 변화 (0℃)






		30일	60일	90일
외관	Control			
	Root			
	Root 2cm			
	Root 5cm			
내부절단면	Control			
	Root			
	Root 2cm			
	Root 5cm			

표 2-29. 뿌리 길이 조절한 배추의 저장 중 관능특성 변화

Attribute		storage days			
		0일	30일	60일	90일
overall	Control	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	5.75±0.58 <sup>aB</sup>	4.38±0.46 <sup>aC</sup>	3.13±0.61 <sup>aD</sup>
	Root	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	5.95±0.48 <sup>aB</sup>	4.70±0.67 <sup>aC</sup>	3.75±0.44 <sup>aC</sup>
	Root 2cm	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	5.55±0.63 <sup>abB</sup>	4.63±0.65 <sup>aBC</sup>	3.95±0.34 <sup>aC</sup>
	Root 5cm	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	4.38±0.69 <sup>bB</sup>	4.25±0.44 <sup>aB</sup>	3.38±0.51 <sup>aB</sup>
Appearance	Control	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	6.00±0.65 <sup>aB</sup>	4.38±0.46 <sup>aC</sup>	3.00±0.38 <sup>bD</sup>
	Root	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	6.00±0.65 <sup>aA</sup>	4.75±0.42 <sup>aC</sup>	4.25±0.23 <sup>aC</sup>
	Root 2cm	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	6.00±0.53 <sup>aB</sup>	4.13±0.48 <sup>aC</sup>	4.00±0.00 <sup>aC</sup>
	Root 5cm	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	5.75±0.23 <sup>aB</sup>	4.75±0.23 <sup>aC</sup>	3.25±0.23 <sup>bD</sup>
Color	Control	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	6.50±0.27 <sup>aB</sup>	5.00±0.00 <sup>aC</sup>	5.00±0.38 <sup>aC</sup>
	Root	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	6.75±0.88 <sup>aB</sup>	4.75±0.58 <sup>aC</sup>	4.50±0.27 <sup>aC</sup>
	Root 2cm	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	7.00±0.38 <sup>aB</sup>	4.75±0.58 <sup>aC</sup>	4.75±0.23 <sup>bC</sup>
	Root 5cm	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	6.50±0.80 <sup>aB</sup>	5.00±0.27 <sup>aC</sup>	4.75±0.23 <sup>aC</sup>
Odor	Control	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	6.00±0.57 <sup>aB</sup>	5.63±0.46 <sup>aBC</sup>	5.00±0.38 <sup>aC</sup>
	Root	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	5.50±0.96 <sup>aB</sup>	5.00±0.65 <sup>aB</sup>	5.00±0.38 <sup>aB</sup>
	Root 2cm	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	5.38±0.59 <sup>aB</sup>	5.00±0.65 <sup>aB</sup>	5.13±0.42 <sup>aB</sup>
	Root 5cm	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	5.75±0.58 <sup>aB</sup>	5.50±0.27 <sup>aB</sup>	5.00±0.38 <sup>aB</sup>
Texture	Control	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	5.25±0.52 <sup>abB</sup>	3.63±0.26 <sup>aC</sup>	2.50±0.27 <sup>bD</sup>
	Root	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	6.38±0.22 <sup>aB</sup>	4.13±0.61 <sup>aC</sup>	3.75±0.23 <sup>aC</sup>
	Root 2cm	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	5.00±0.85 <sup>bB</sup>	4.25±0.69 <sup>aB</sup>	4.00±0.38 <sup>aB</sup>
	Root 5cm	9.00±0.00 <sup>aA</sup>	4.38±0.59 <sup>bB</sup>	4.25±0.69 <sup>aB</sup>	3.00±0.38 <sup>bC</sup>

## 라. 증산작용 억제기술 개발- 다공성 천연석 피복 및 기체환경조절 병용처리기술

### 1) 다공성 천연석의 선정

배추의 증산작용을 억제하기 위해서는 고내환경을 포화상태의 수준으로 유지할 필요가 있다. 고내 상대습도를 증진시키기 위한 방법으로는 MA포장방법, 가습방법이 현 기술수준에서 접근 가능한 수준이다.

MA포장은 산업적으로 접근 시 단위포장당 포장비용이 과다 초과되는 문제가 발생한다. 또한 고내 저장 중 저장물량의 감축 시 발생하는 저장고 이동 중 과다 결로 발생으로 배추를 물에 절이는 효과가 나타나기도 하여, 산업적으로 적용하기에는 어려움이 있다.

가습방법은 수증기를 nano사이즈로 분무한다고 하여도 물 분자가 대기의 기체분자보다 무겁기 때문에 고내 하단부로 하강하게 되고 하강된 물 분자는 배추 조직에 접촉함으로써 배추 짓무름의 원인이 된다. 상기 문제로 인하여 산업적 스케일의 배추 전용저장고에서 가습하는 곳은 전무한 상태이다. 따라서 본 연구에서는 배추 주변 환경 습도를 포화상태로 유지시키면서 물 분자와 배추의 접촉을 억제할 수 있는 수단으로서 고 흡수성 물질로 피복하는 방법을 고려하였다. 고 흡수성 피복물질로서는 sodium polyacrylate와 같은 화학적 물질이 존재하나, 생식가능한 배추의 특성과 소비자 기호도를 고려하여 친환경적 물질의 선정이 필요한 것으로 간주되었다. 자연계 물질 중에서는 가격과 더불어 무게가 가벼우면서 부피가 크고 배추 조직 내부로 침투하지 않고 배추조직에서 잘 분리되는 물질의 선정이 요구되었다.

상기 조건을 충족하는 물질로서 고온고압에서 생성된 화산석이 조건에 부응한다고 판단하여 표 2-30과 같은 시중 유통되는 물질을 대상으로 수분흡수특성을 조사하였다. 상기 물질 중에서 입자크기가 크면서 수분흡수율이 높고 가격이 싼 휴가토(상품명)를 선정하였다.

표 2-30. 다공성 천연석 종류별 특징

상품명	휴가토	인공혼합토	하이드로볼	화산재
사진 (크기)	 20~30mm	 15~20mm	 0.7~0.8mm	 0.5~0.8mm
원료	황토, 규조토, 석탄 연소재	사쓰마토골드 휴가토, 제오라이트	점질토	화산재
소비자가	10,000원 (18L)	21,000원 (10L)	30,000원 (10kg)	12,000원 (14L)
부피 (1L 당)	532g	576g	1420g	1380g
표건중량 (초기: 100g)	182.5g	162.0g	116.4g	112.1g
건조중량 (초기: 100g)	98.4g	92.9g	99.3g	99.9g
수분흡수율	85.47%	74.38%	17.22%	12.21%
경도 force(kg)	19.73±1.44	7.38±1.02	3.60±0.26	측정범위 초과

## 2) 다공성 천연석 피복방법 연구

### 가) 재료 및 방법

#### 전처리 및 저장방법

2014년 5월 전라남도 해남산 배추를 구입하여 플라스틱 박스에 뿌리가 밑으로 향하게 수직 적재하는 기존 저장 방법(WAP)과 뿌리가 위로 향한 수직 적재 방법(UMAP), 배추를 눕혀서 저장한 방법(SWAP)을 적용한 후 각각의 플라스틱 박스에 다공성천연석을 피복한 후 0.05μm LDPE 포장 후 3단 적재하여 0°C 저장고에 저장하였다.

## 이화학적 분석

**중량감소율** : 저장 전 측정된 중량과 일정기간이 경과 후 측정된 중량의 차이를 초기 중량에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

**정선손실량** : 저장기간이 경과한 후 배추의 무게와 손상되거나 부패가 발생된 외엽을 제거한 배추의 무게를 측정하여 손실량(%)을 나타내었다.

**부패율** : 육안검사에 의해서 상품성 여하에 따라 판별하여 전체 배추 수에 대한 백분율로 나타내었다.

## 나) 결과 및 고찰

### 중량감소율 및 정선손실량

그림 2-57은 다공성 천연석의 피복방법에 따른 중량감소율의 변화를 조사한 결과이다. 피복 방법간 중량감소율의 차이는 저장 90일 후 나타나기 시작하여 저장 종료시점인 120일 까지도 동일한 경향을 나타내었다. 저장 종료시점인 120일 후 피복방법별 중량감소율은 SWAP가  $1.16 \pm 0.44\%$ 로 가장 낮은 값을 나타내었고 WAP가  $1.36 \pm 0.26\%$ 로 가장 높은 중량감소율을 나타내었다.

이상의 결과로부터, 플라스틱 박스에 배추를 함입하는 기존 방법에 다공성 천연석을 피복하는 방법은 가장 효과가 낮았으며, 배추 뿌리 부위를 상향 하입한 후 다공성 천연석을 투입하는 방법이 관행방법보다 우수한 결과를 보였고, 가장 바람직한 방법은 배추를 P-box에 놓여서 다공석을 피복하는 방법이 가장 우수한 효과를 나타내는 것으로 판단되었다. 이와 같은 결과는 현재 P-box의 제원(높이)이 배추의 크기보다 낮게 설정되어 있어서 다공성 천연석으로 완전히 피복되지 못한 결과로 판단된다.

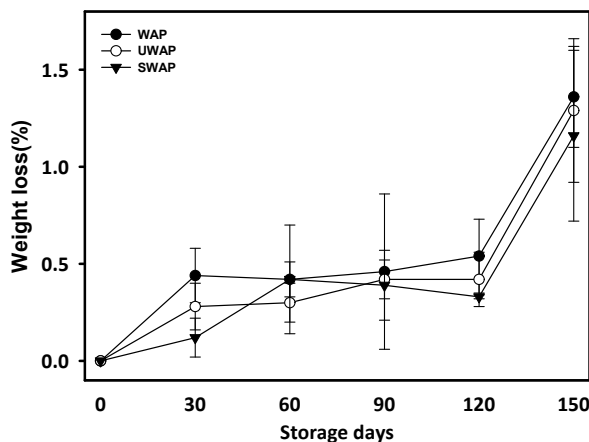


그림 2-57. 피복방법에 따른 배추의 저장 중 중량감소율 변화

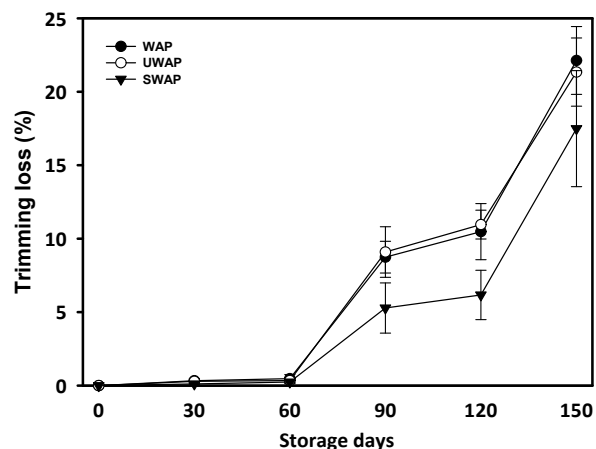


그림 2-58. 피복방법에 따른 배추의 저장 중 정선손실량 변화

그림 2-58은 정선손실량 변화를 나타낸 결과이다. 저장 90일 후부터 피복방법별 정선손실량의 차이가 발생하였는데, P-box의 높이보다 배추크기가 큰 WAP과 UWAP에서는 각각  $8.74 \pm 1.08\%$ 와  $9.09 \pm 1.72\%$ 로  $5.28 \pm 1.71\%$ 의 SWAP 보다 약 1.7배 높은 손실량을 나타냈다. 이와 같은 결과는 저장 120일 후에도 동일하였으며, 즉 WAP는  $10.48 \pm 1.91\%$ 와 UWAP는  $10.96 \pm 0.98\%$ 로  $6.17 \pm 1.68\%$ 의 SWAP보다 매우 높은 정선 손실을 나타내고 있었다.

이와 같은 결과는 배추크기와 p-box 제원과의 비적합성에 기인하는 것으로 판단되었다. 즉, P-box의 높이보다 높은 배추의 상부가 P-box 외부로 노출된 상태에서 p-box의 적재 시 하중에 눌러 조직이 손상되고, 상대적으로 청결도가 부족한 P-box 하단의 토양 미생물이 손상된 조직의 배추에 침입하면서 발생하는 것으로 판단되었다. 이와 같은 원인으로 인하여 WAP과 UWAP에서 전기전도도가 SWAP보다 높게 나타난 결과로 판단된다.

### 부패율 변화

피복방법에 따른 배추의 저장 중 부패율 및 성장변화를 나타내기 위하여, 표 2-31은 배추의 저장 중 플라스틱 박스에 함입된 배추의 성상을 나타낸 결과이고, 표 2-32는 피복방법별 배추의 저장 중 배추의 겉보기로 관찰한 부패율을 조사한 결과이며, 표 2-33~2-35는 저장 기간별 배추의 정선 전 및 정선 후 외관과 절단면의 상태를 사진으로 나타낸 결과이다.

배추의 형태적 특성은 저장 60일째 WAP 처리구에서 배추 한포기의 겉잎에서 짓무름과 흰색 곰팡이가 국소적으로 발생된 반면 UWAP, SWAP 처리구의 배추는 양호한 상태를 유지하였다.

저장 90일 후 WAP 처리구에서 겉잎 흰색 곰팡이 66.7%, 겉잎 짓무름 33.3%, 50% 이취 발생하였으며 UWAP 처리구는 배추 한 포기에서 지름 약 6cm의 짓무름 발생, 16.7% 흰색 곰팡이 발생되었다. SWAP 처리구는 배추 한포기 잎 끝 부위가 짓무르고 16.7% 흰색 곰팡이 발생되었으나 정선하였을 때 WAP는 50% UWAP와 SWAP는 100% 상품성을 유지하고 있었다.

저장 120일 후 WAP 처리구는 형태변형이 발생하지 않았으나 이취 및 뿌리 짓무름 100%, 겉잎 짓무름 66.7%, 겉잎 전체 곰팡이가 100% 발생되었고 두 번째 잎까지 곰팡이 발생되었다. UWAP 처리구는 뿌리 짓무름이 83.3% 겉잎 짓무름은 33.3%, 겉잎 곰팡이 100%로 발생되었으나 WAP 처리구보다 짓무름과 곰팡이 발생 범위 적었다. SWAP 처리구는 밑둥 짓무름 50%, 겉잎 짓무름 16.7%, 겉잎 곰팡이 33.3%가 국소적으로 발생되었고 배추 오래된 냄새가 발생되었다. 또한 전체적으로 모든 처리구가 배추의 엽록소가 파괴되어 색이 연해지는 것을 확인 할 수 있었다. 저장 150일 후 WAP 처리구는 뿌리 짓무름 100%, 겉잎 짓무름 83.3%, 뿌리 곰팡이 100%, 겉잎 곰팡이 100% 발생, 이취 발생 및 줄기의 변색으로 인해 상품성이 완전 상실된 것으로 판단되며 UWAP 처리구는 뿌리 짓무름이 83.3%, 겉잎 짓무름 83.3%, 뿌리 곰팡이 66.7%, 겉잎 곰팡이 100% 발생되었으며 SWAP 처리구는 뿌리 짓무름 50% 발생, 겉잎 짓무름 16.7% 발생, 뿌리 곰팡이 33.3%, 겉잎 곰팡이 66.7% 발생되었다. UWAP와 SWAP 처리구는 외관상 상

품성이 소실된 것으로 판단되지만 정선을 하였을 때 양호한 상태를 유지하는 것으로 보아 적재 방법을 달리하여 저장하는 것이 장기간 저장에 있어 효과적이라 볼 수 있다.

표 2-31. 피복방법에 따른 배추의 저장 중 형태 변화(0℃)










처리구	저장기간		
	90	120	150
WAP			
UWAP			
SWAP			

표 2-32. 피복방법에 따른 배추의 저장 중 외부 겉잎에서의 부패율 변화(0℃)

		WAP	UWAP	SWAP
60일	곰팡이(%)	33.3	-	-
	짓무름(%)	33.3	-	-
	이취	-	-	-
90일	곰팡이(%)	66.7	33.3	16.7
	짓무름(%)	33.3	16.7	16.7
	이취	이취발생	-	-
120일	곰팡이(%)	100.0	100.0	33.3
	짓무름(%)	66.7	33.3	16.7
	이취	이취발생	-	-
150일	곰팡이(%)	100.0	100.0	66.7
	짓무름(%)	83.3	83.3	16.7
	이취	이취발생	-	-

표 2-33. 피복방법에 따른 배추의 저장 중 정선 전 성상 변화 (0℃)





표 2-34. 피복방법에 따른 배추의 저장 중 정선 후 성상변화



















	30일	60일	90일	120일	150일
WAP					
UWAP					
SWAP					

표 2-35. 피복방법에 따른 배추의 저장 중 절단면 성상 변화(0℃)

	30일	60일	90일	120일	150일
WAP					
UWAP					
SWAP					

### 3) 다공성 천연석의 피복 및 기체 환경조절 병용 처리 기술 개발 효과분석

#### 가) 재료 및 방법

##### 재료

본 실험에서 사용한 배추는 전라남도 진도군 지산면 인지리 소재 농가에서 2014년 2월에 수확한 월동배추를 구입하여 외관이 건전한 것만 선별하여 실험에 사용하였다.

##### 전처리 방법

현장에서 P-box에 관행 적재하는 방법을 대조구(control)로 하여, 배추 뿌리부위를 상향 적입한 후 MA포장한 U-MA, 배추 뿌리부위를 상향 적입한 후 다공성천연석으로 피복한 WAS, 배추 뿌리부위를 상향 적입한 후 다공성천연석을 처리한 다음 MA film 포장한 WA-MA로 총 4개 처리구이며 p-box(plastic box)에 배추를 3포기씩 함입하였으며, 처리구당 1회 측정할 P-box는 5개씩 처리하였다.

##### 저장방법

한국식품연구원 내 0°C 저온 저장고에 120일 동안 저장하였으며, 저장고 평균 온습도는  $-0.12 \pm 0.01^{\circ}\text{C}$ ,  $92.06 \pm 0.05\%RH$ 이고, MA film 내 평균 온습도는  $0.02 \pm 0.15^{\circ}\text{C}$ ,  $96.20 \pm 0.11\%RH$ 이었다. data logger로 측정한 결과는 그림 2-59~2-60과 같다.

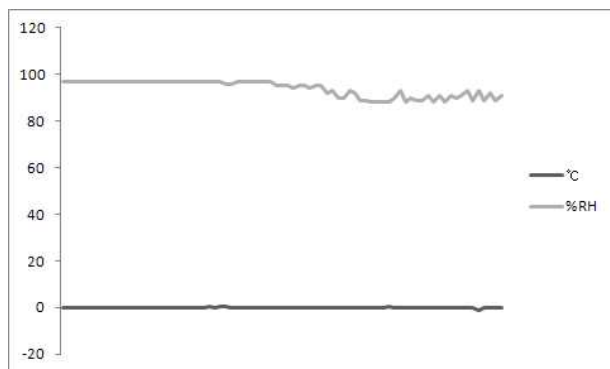


그림 2-59. 저온저장고 내부 온습도 변화

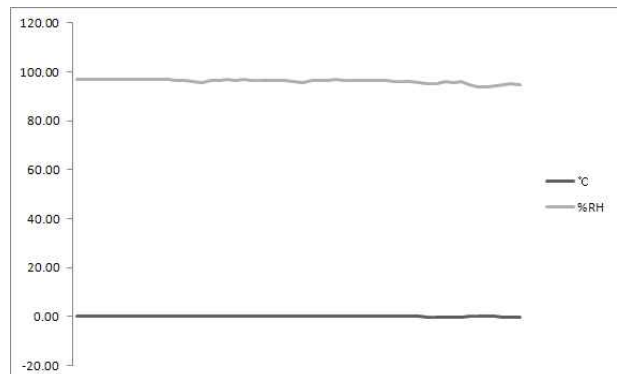


그림 2-60. 저온저장 중 MA 포장지 내부 온습도 변화

#### 이화학적 분석

기체조성 배추의 기체 조성 측정은 MA film 포장된 용기내의 기체를 200 $\mu$ l 취하여 Gas chromatography (GC-14A, Shinadzu, Japan)로 분석하였다. 분석 조건은 detector: TCD, column:

Alltech CTR 1, column temp: 35°C, injector temp: 60°C, detector temp: 60°C, carrier gas: He(50ml/min)이었다.

**정선손실량** : 저장기간이 경과한 후 배추의 무게와 김치 제조에 이용이 불가능한 외엽을 제거한 배추의 무게를 측정하여 손실량(%)을 나타내었다.

**중량감소율** : 초기 중량과 일정기간 경과 후 측정된 중량의 차이를 초기 중량에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

**폭 감소율** : 초기 배추 폭과 일정기간 경과 후 측정된 폭 차이를 초기 폭의 길이에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

**pH/산도/가용성 고형물 함량** : 배추 잎 50g에 증류수 50ml을 넣고 마쇄하여 Whatman no.1에 여과한 뒤 여액을 사용하여 pH meter(Delta320, Mettler-Toledo Inc, Shanghai, China)으로 pH를 측정하였으며, 가용성 고형분은 같은 여액을 사용하여 굴절계(Master-a, Atago Co, Tokyo, Japan)로 측정하였다. 산도는 여액 20ml에 0.1N NaOH 용액으로 적정하여 pH가 8.2가 될 때까지 NaOH 용액 소비량을 lactic acid를 기준으로 환산하여 %로 나타내었다.

**전기전도도** : 배추의 줄기부분을 지름 10mm의 borer를 사용하여 약 2g 채취 후 0.4M Mannitol 용액을 이용하여 EC meter(Cybersan.con11, Eutech instruments, Singapore)로 측정하였다.

**경도** : 정선 한 배추의 최외각 부분과 배추 속을 제외한 줄기 중간 부위를 골라 두께가 약 0.9~1cm인 것을 선별하여 동일한 면적으로 절단한 후 (4×6cm) texture analyser (TA-XT Express, Stable Micro System, UK)을 이용하여 측정하였다. 이 때 측정조건으로 probe의 직경은 1mm, pre-test speed 5.00 mm/sec, test speed 2.00 mm/sec, post-test speed 5.00 mm/sec, distance 15.000 mm, trigger force 5.0g을 각각 사용하였다.

## 나) 결과 및 고찰

### 기체조성 변화

월동배추의 저온 저장 시 기체조성 변화는 그림 2-61~2-62와 같다. 배추의 호흡작용에 의해 저장기간이 지남에 따라 O<sub>2</sub> 농도는 감소하고 CO<sub>2</sub> 농도는 증가하였다. 저장 14일부터 O<sub>2</sub> 발생량은 WA-MA가 U-MA에 비해 다소 낮게 측정되었으나 저장기간이 경과할수록 그 차이는 미미하였으며, CO<sub>2</sub> 발생량은 저장 29일까지 처리구간 차이 없다가 이후 WA-MA가 U-MA에 비해 낮게 측정되었음을 알 수 있었다.

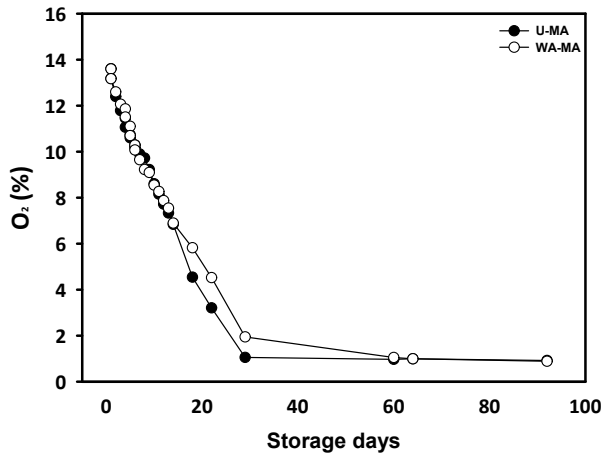


그림 2-61. 다공성 천연석 및 기체환경조절한 월동배추의 저장 중 O<sub>2</sub> 변화

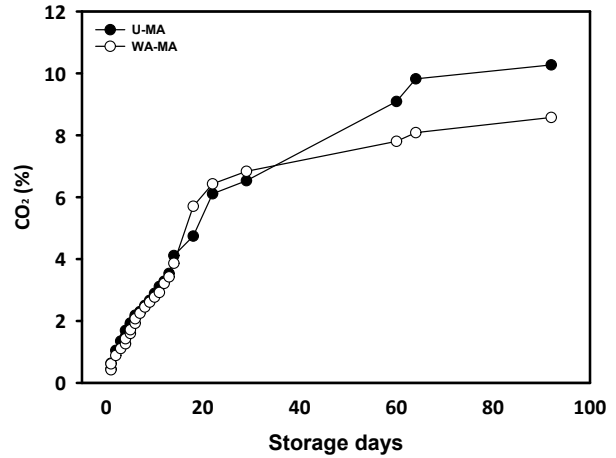


그림 2-62. 다공성 천연석 및 기체환경조절한 월동배추의 저장 중 CO<sub>2</sub> 변화

### 정선 손실 변화

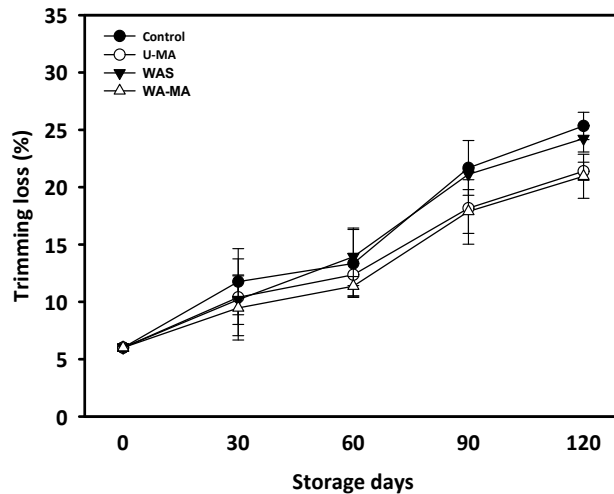


그림 2-63. 다공성 천연석 및 기체환경조절한 월동배추의 저장 중 정선손실을 변화

월동배추의 처리구별 정선 손실을 변화는 그림 2-63과 같다. 전반적으로 저장기간이 지날수록 정선 손실량은 증가하는 경향을 보였으며, 처리 방법에 따른 정선 손실 정도에 차이를 보였다. 월동배추의 초기 정선 손실량은  $6.01 \pm 0.37\%$ 였는데, 저장 30일째 처리구별 손실량은 WA-MA가  $9.47 \pm 2.80\%$ , WAS는  $10.19 \pm 2.16\%$ , U-MA는  $10.40 \pm 3.35\%$ , control은  $11.76 \pm 2.88\%$ 로 control에 비해 다른 처리구가 낮게 나타났으나 처리구간 크게 차이는 나지 않았다. 저장 60일째 모든 처리구는 초기 손실량 대비 약 2배 증가하였으며, 저장 90일째부터 손실량은 MA 처리

구와 비MA 처리구로 구분되어 나타났는데, 저장 종료시점인 120일째 MA 처리구인 WA-MA가  $20.95 \pm 1.92\%$ , U-MA는  $21.39 \pm 0.79\%$ 로 비MA 처리구인 WAS는  $24.24 \pm 1.17\%$ , control은  $25.34 \pm 1.19\%$  보다 낮게 나타났다. 이와 같은 결과는 MA film 방법과 다공성천연석 처리한 배추가 비교적 배추 저장 방법에 있어 효과적이라 볼 수 있다.

### 중량 감소율

배추 처리 방법에 따른 중량 감소율 변화는 그림 2-64와 같다. 전체적으로 저장기간이 지날수록 중량 감소율은 유사한 경향으로 증가하였으며, MA 처리구와 비MA 처리구에 따른 중량감소율의 차이는 극명하게 나타났다.

저장 30일 후 중량 감소율은 초기치 대비 약 3배 급증하였으며, MA 처리구인 WA-MA는  $3.30 \pm 0.25\%$ , U-MA는  $3.44 \pm 0.45\%$ 로, 비MA 처리구인 WAS  $4.65 \pm 0.45\%$ , control  $4.79 \pm 0.32\%$ 에 비해 낮게 측정되었다. 이후 비슷한 경향으로 완만하게 증가하였고 저장 120일째 WA-MA는  $5.70 \pm 0.51\%$ , U-MA는  $5.77 \pm 0.13\%$ , WAS는  $6.64 \pm 0.21\%$ , control은  $6.67 \pm 0.68\%$ 로 나타났다. 이는 다공성천연석 처리 유무에 따른 차이는 뚜렷하지 않았으나, MA 저장방법의 적용 유무에 따른 중량감소율은 분명한 차이를 나타내었다.

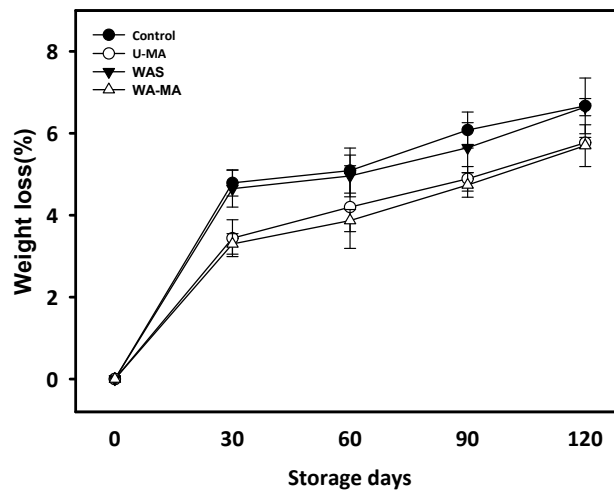


그림 2-64. 다공성 천연석 및 기체환경 조절한 월동배추의 저장 중 중량 감소 변화

### 폭 감소율

월동배추의 처리구별 배추 폭 감소 변화는 그림 2-65와 같다. 저장기간이 경과하면서 폭 감소율은 점차 증가하는 경향이었으며, 처리 방법에 따른 폭 감소 변화가 나타났다.

저장 30일째 폭 감소율은 MA 처리구와 비MA 처리구로 구분되었는데, MA 처리구인 WA-MA

와 U-MA는 각각  $13.71 \pm 1.66\%$ ,  $12.60 \pm 2.74\%$ 로 나타났으며 비MA 처리구인 WAS와 control은 각각  $21.86 \pm 2.35\%$ ,  $24.08 \pm 1.86\%$ 로 조사되어, MA 처리구가 비MA 처리구에 비해 약 2배 낮은 폭 감소율을 나타내었다.

저장 120일후 폭 감소율은 control은  $35.30 \pm 2.67\%$ 로 가장 높은 감소경향을 나타내었으며, WA-MA가  $21.78 \pm 3.22\%$ 로 가장 낮은 변화를 나타내었다. U-MA는  $25.97 \pm 2.78\%$ 로 WAS는  $28.02 \pm 2.31\%$ 의 WAS 보다 낮게 측정되었으나 표준오차 고려 시 처리구간 차이는 없었다.

따라서 배추 저장 시 폭 감소율을 억제하기 위해서는 MA film 포장방법과 다공성천연석 처리 방법이 효과적이라고 볼 수 있었으며, 저장 기간 중 폭 감소 변화는 중량 감소율과 높은 관련성을 나타내었다.

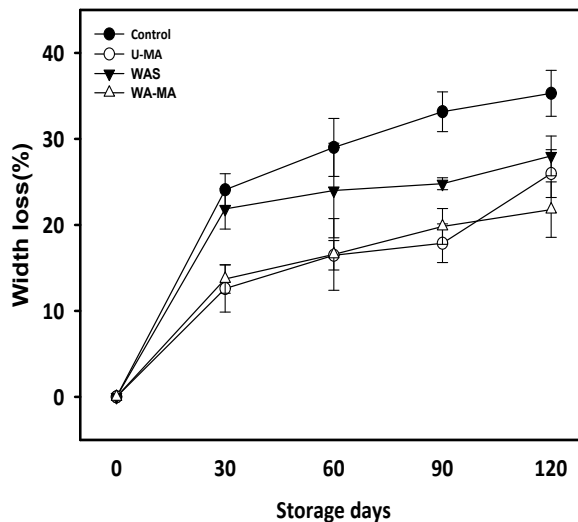


그림 2-65. 다공성 천연석 및 기체환경조절한 월동배추의 저장 중 폭 감소 변화

### pH, 산도, 가용성고형물 변화

처리 방법에 따른 월동배추의 저장 중 pH를 조사하였던 바, 그림 2-66과 같이 저장기간 동안 pH는 저장 60일까지 그 변화가 미미하였으나 이후 감소하는 경향을 나타내었으며 저장 90일 후부터 완만하게 감소하였다. 월동배추의 초기 pH는  $6.30 \pm 0.09$ 이었는데, 저장 60일째 WA-MA는  $6.08 \pm 0.06$ , control은  $6.08 \pm 0.01$ , U-MA는  $6.17 \pm 0.02$ , WAS는  $6.23 \pm 0.02$ 로 나타났으며 WAS의 변화가 가장 미미하였다. 저장 90일째 U-MA는  $5.72 \pm 0.08$ , WAS는  $5.73 \pm 0.09$ , control은  $5.75 \pm 0.04$ , WA-MA는  $5.91 \pm 0.02$ 로 감소하였으며 처리구간 차이는 뚜렷하지 않았으며 저장 종료시점인 120일째 5.6 내외로 감소하였고 처리구간 차이는 없었다.

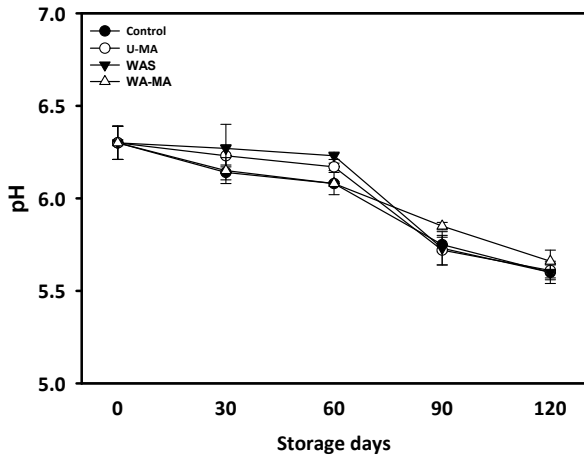


그림 2-66. 다공성 천연석 및 기체환경조절 한 율동배추의 저장 중 pH 변화

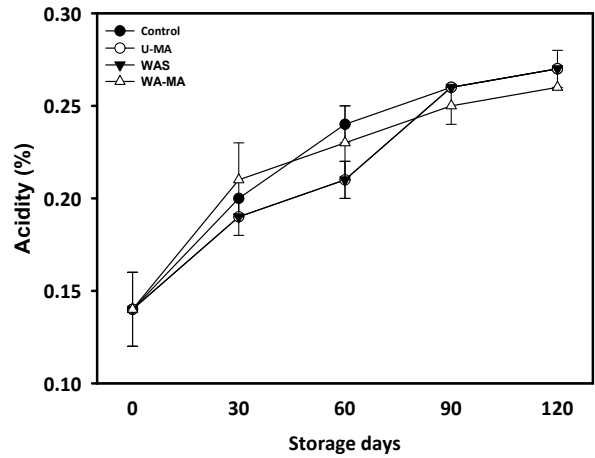


그림 2-67. 다공성 천연석 및 기체환경조절 한 율동배추의 저장 중 산도 변화

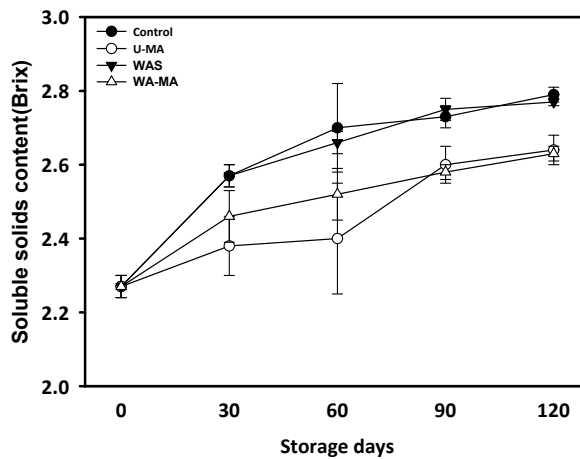


그림 2-68. 다공성 천연석 및 기체환경 조절한 율동배추의 저장 중 가용성고형물 변화

적정산도 변화는 그림 2-67과 같이 전반적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 율동배추의 초기 산도  $0.14 \pm 0.02\%$ 에서 저장 30일 후 WAS는  $0.19 \pm 0.00\%$ , U-MA는  $0.19 \pm 0.01\%$ , control은  $0.20 \pm 0.00$ , WA-MA는  $0.21 \pm 0.22\%$  증가하였으나, 처리구간 차이는 뚜렷하지 않았다.

저장 60일 후 control의 적정산도는  $0.24 \pm 0.01\%$ 로 다른 처리구보다 증가폭이 높았으며, 저장 120일경에는 WA-MA는  $0.26 \pm 0.00\%$ , WAS와 U-MA는  $0.27 \pm 0.00\%$ , control은  $0.27 \pm 0.01\%$ 로 나타났으며 WA-MA가 다소 낮게 측정되었으나 처리구간 차이는 없었다.

다공성 천연석과 MA필름포장방법에 따른 율동배추의 저장 중 가용성 고형물 함량의 변화는 그림 2-68과 같다. 초기함량  $2.27 \pm 0.03^\circ$  Brix에서 저장기간에 따라 증가하는 경향이었으나, MA 포장에 따른 증가폭의 차이는 크게 나타났다. 저장 30일 후 MA저장한 WA-MA와 U-MA는 각각  $2.32 \pm 0.06$ ,  $2.38 \pm 0.08^\circ$  Brix이었으나 비MA저장구인 WAS와 control에서는 각각  $2.57 \pm 0.03$ ,  $2.57 \pm 0.03^\circ$  Brix로 MA저장구 보다 높은 값을 나타내었다. 이와 같은 경향은 120일 저장종료시

점에서도 MA 처리구인 U-MA와 WA-MA가 각각  $2.64 \pm 0.04$ ,  $2.72 \pm 0.05$ ° Brix로 control ( $2.79 \pm 0.02$ ° Brix,)과 WAS( $2.77 \pm 0.01$ ° Brix) 보다 낮은 값을 나타고 있었다.

### 전기전도도

다공성 천연석과 MA필름포장방법에 따른 월동배추의 저장 중 전기전도도의 변화는 그림 2-69와 같다. 월동배추의 전기전도도는 저장기간의 경과에 따라 증가하는 경향이었으며, 증가 폭도 증가하는 경향을 보여주고 있다. 저장 초기 배추의 전기전도도는  $7.71 \pm 0.34$ dS/m인 반면, 저장 90일 후 9.26~9.77dS/m 범위로 비교적 완만하게 증가하다가 저장 종료시점인 저장 120일 후에는  $12.13 \pm 0.30$ ~ $13.76 \pm 0.76$ dS/m으로 급증하는 결과를 보였다.

본 결과에서도 MA저장 여부에 따른 증가폭의 차이가 나타났다. 즉, MA포장하지 않은 WAS와 contro에서는 각각  $13.19 \pm 0.39$ dS/m,  $13.76 \pm 0.76$ dS/m로 MA 처리구인 WA-MA와 U-MA의  $12.13 \pm 0.30$ dS/m,  $12.23 \pm 0.84$ dS/m보다 높은 전기전도도를 나타내었다.

따라서 월동배추의 MA포장은 저장 중 조직손상율을 억제하는 효과가 있음을 알 수 있었다.

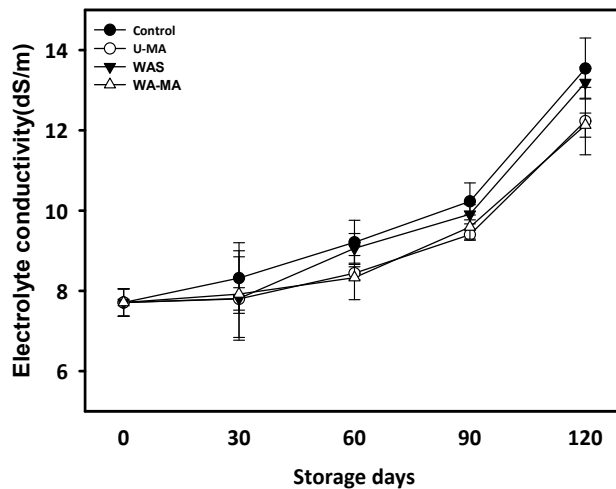


그림 2-69. 다공성 천연석 및 기체환경조절한 월동배추의 저장 중 전기전도도 변화

### 경도 변화

다공성 천연석과 MA필름포장방법에 따른 월동배추의 저장 중 경도의 변화는 그림 2-70과 같다. 배추의 저장 중 시간경과에 따른 변화와 상관성이 있는 조직특성을 찾기 위하여 최대경도값, 최대peak도달 시간, 기울기, 면적 및 거리 등의 변수를 조사하였다. 이들 조직특성 중 최



대 경도값, 최대 peak도달시간, 거리, 기울기는 저장기간이 지남에 따라 증가하는 경향이었고, 면적은 감소하는 경향을 나타내었다.

월동배추의 경도 항목 중 힘의 초기 값은  $0.48 \pm 0.01 \text{kg}_f$ 이었는데 저장 30일째 control은  $0.56 \pm 0.01 \text{kg}_f$ 로 증가한 반면 WAS는  $0.52 \pm 0.02 \text{kg}_f$ 로 control 보다 낮게 나왔으며, MA 처리구인 WA-MA와 U-MA는 각각  $0.49 \pm 0.03 \text{kg}_f$ 과  $0.50 \pm 0.01 \text{kg}_f$ 로 비MA 처리구보다 낮은 변화를 보였다. 이후 모든 처리구는 완만하게 증가하였으며 저장 종료시점인 120일째 WA-MA는  $0.59 \pm 0.02 \text{kg}_f$ 로 가장 낮게 나타났으며 U-MA는  $0.62 \pm 0.02 \text{kg}_f$ , WAS는  $0.64 \pm 0.01 \text{kg}_f$ , control은  $0.65 \pm 0.01 \text{kg}_f$ 로 U-MA, WAS는 control 보다 낮은 값을 나타냈다. 이는 MA 처리구와 WAS의 배추 조직이 아삭아삭함을 의미한다.

월동배추의 경도 항목 중 거리의 초기 값은  $1.95 \pm 0.17 \text{mm}$ 이었는데, 저장 30일째 WA-MA는  $2.04 \pm 0.23 \text{mm}$ , U-MA는  $2.31 \pm 0.25 \text{mm}$ , WAS는  $2.52 \pm 0.07 \text{mm}$ 로 나타났으며 control  $3.04 \pm 0.14 \text{mm}$ 에 비해 낮게 측정되었다. 이후 유사한 경향으로 증가하였으며 저장 120일째 WA-MA는  $4.21 \pm 0.21 \text{mm}$ , U-MA는  $4.43 \pm 0.16 \text{mm}$ , WAS는  $4.67 \pm 0.12 \text{mm}$ , control은  $5.23 \pm 0.22 \text{mm}$ 로 나타났으며 MA 처리구와 WAS는 control 보다 낮은 값을 나타내었다. 이는 저장기간이 길어질수록 배추의 조직이 질겨져 파쇄하는데 있어 시간이 길어지는 것을 나타낸다.

월동배추의 경도 측정 항목 중 시간의 초기 값은  $0.98 \pm 0.08 \text{sec}$ 이었는데, 저장 30일째 1sec 내외로 나타났는데 저장 60일째 MA 처리구는 그 변화가 미미하였으며 비MA 처리구중 control은  $1.47 \pm 0.05 \text{sec}$ 로 급증한 반면 WAS는  $1.24 \pm 0.04 \text{sec}$ 로 control 대비 다소 낮게 측정되었다. 이후 계속적으로 증가하였으며 저장 120일째 WA-MA는  $1.16 \pm 0.06 \text{sec}$ , U-MA는  $1.20 \pm 0.08 \text{sec}$ , WAS는  $1.54 \pm 0.06 \text{sec}$ , control은  $1.80 \pm 0.04 \text{sec}$ 로 나타났으며 모든 처리구는 control에 비해 낮게 측정되었으며 이는 배추조직이 탄성을 유지하고 있음을 나타낸다.

월동배추의 경도 측정 항목 중 기울기의 초기 값은  $1.07 \pm 0.08 \text{kg/sec}$ 이었는데, 저장 30일까지 변화가 미미하였으나 저장 60일 이후 MA 처리구와 비MA 처리구로 구분되어 증가하는 경향을 나타내었으며 저장 120일째 MA 처리구인 WA-MA는  $1.24 \pm 0.06 \text{kg/sec}$ , U-MA는  $1.39 \pm 0.05 \text{kg/sec}$ 로, 비MA 처리구 중 WAS와 control은  $1.68 \pm 0.05 \text{kg/sec}$ 와  $1.86 \pm 0.04 \text{kg/sec}$ 로 나타났으며 MA 처리구가 비MA처리구보다 낮게 측정되었으며 MA 처리구중 WA-MA가 낮은 값을 나타내었다.

월동배추의 면적의 초기 값은  $0.55 \pm 0.04 \text{kg}\cdot\text{sec}$ 이었는데, 저장 60일까지 처리구간 차이는 크지 않았으며 비슷한 경향으로 감소하였다. 저장 90일째 WA-MA는  $0.49 \pm 0.03 \text{kg}\cdot\text{sec}$ , U-MA는  $0.46 \pm 0.03 \text{kg}\cdot\text{sec}$ , WAS는  $0.43 \pm 0.04 \text{kg}\cdot\text{sec}$ , control  $0.39 \pm 0.01 \text{kg}\cdot\text{sec}$ 으로 나타났으며 저장 종료시점인 120일째 WA-MA는  $0.37 \pm 0.02 \text{kg}\cdot\text{sec}$ , U-MA는  $0.36 \pm 0.02 \text{kg}\cdot\text{sec}$ , WAS는  $0.36 \pm 0.04 \text{kg}\cdot\text{sec}$ , control  $0.35 \pm 0.02 \text{kg}\cdot\text{sec}$ 로 나타났으며 처리구간 차이는 뚜렷하지 않았다.

이상의 결과로부터 MA포장과 다공성 천연석 처리는 개별적으로도 배추의 조직변화 억제에

효과적일 뿐만 아니라, MA포장과 다공성 천연석의 병용처리는 상기 방법들 중에서 배추의 조직변화를 억제하는 가장 우수한 방법으로 간주되었다.

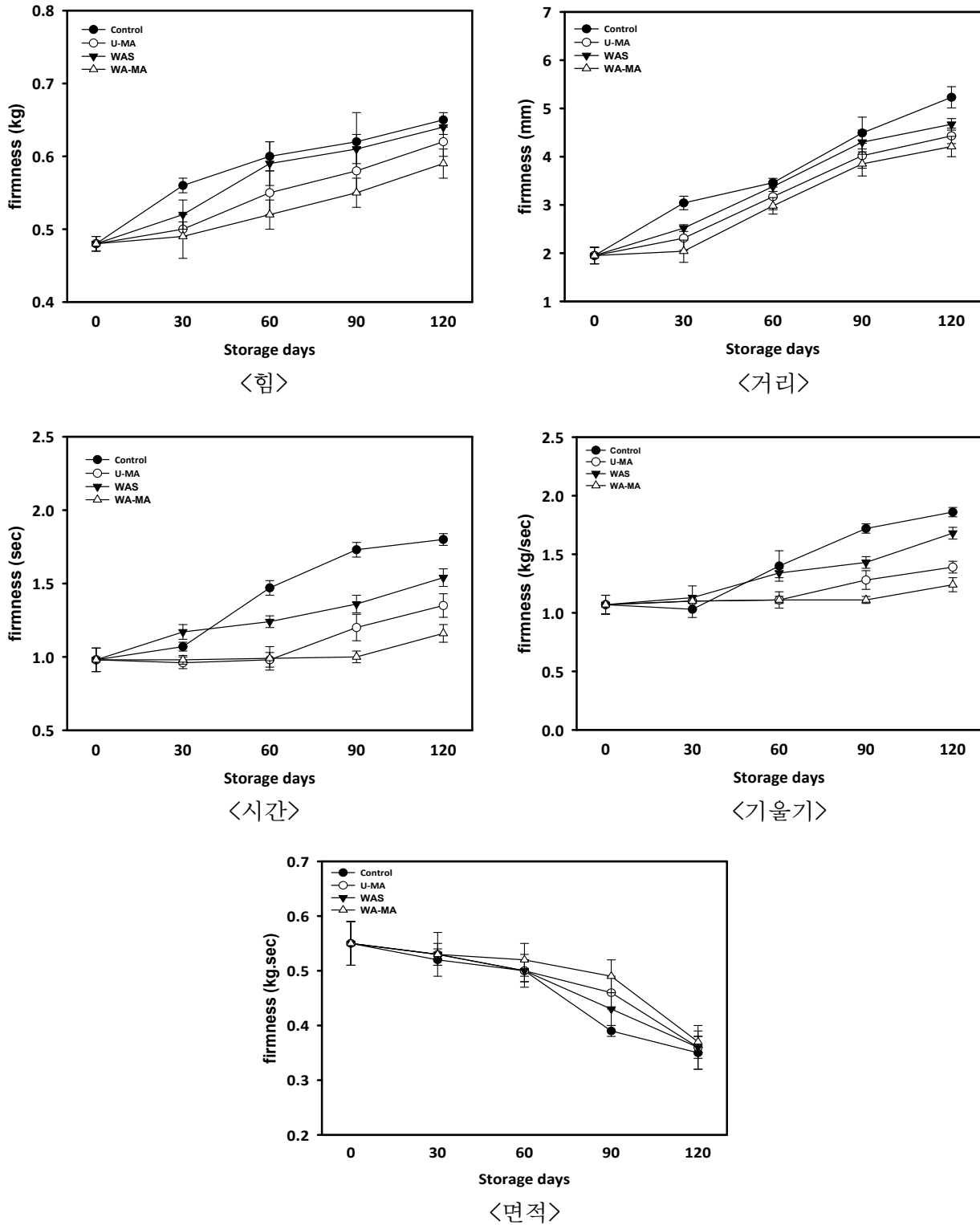


그림 2-70. 다공성 천연석 및 기체환경 조절한 월동배추의 저장 중 정도 변화

## 형태적 특성

저장기간 동안 처리 방법별 배추의 형태적 특성은 표 2-36~2-38과 같다. 월동배추의 형태적 특성은 저장 30일째 전체적으로 겉잎의 끝부분이 약간 시들어 갈색으로 변색되었으나 처리구 간 차이 없이 배추의 상태는 아주 좋았다.

저장 60일째부터 처리구별 차이가 나타났는데 control과 U-MA의 배추는 겉잎 시듦이 계속적으로 진행되었으며 잎 변색 부위도 넓어졌고 약 33.33% 곰팡이 발생하였으며 U-MA에서 3포기 중 1포기 잎 짓무름이 발생한 반면 WAS와 WA-MA는 저장 30일째와 비슷한 상태로 비교적 윤기가 있고 탄력이 있었다.

저장 90일째 control과 U-MA의 겉잎은 시들고 건조되어 탄력이 손실되었고 약 66.67% 곰팡이가 발생되었으며 U-MA는 짓무름은 3포기 중 2포기 발생되었으나 정선 손질 후 control에 비해 U-MA의 배추 상태가 더 양호하였다. WAS와 WA-MA의 정선 전 배추 상태는 control과 U-MA보다 양호하였으며 WA-MA의 짓무름 또한 3포기 중 1포기로 발생정도가 상대적 낮았으며 정선 손질 후의 배추도 마르지 않고 탄력이 있었다.

저장 120일째 배추 상태는 모든 처리구에서 시들고 변색되었으며 약 83% 짓무름과 곰팡이 발생되었고 control과 WAS의 배추는 압상 현상에 의해 형태가 변형되었다. 정선 후 control과 WAS의 배추는 시들고 색도 옅어졌으며 탄력이 손실되었고 짓무름이 속까지 진행되어있었으나 U-MA와 WA-MA는 비교적 탄력 있고 상태가 좋았다.

이상의 결과로부터 MA film 처리한 배추의 상태가 양호하였고 control에 비해 다공성천연석 처리한 배추의 상태가 양호한 것을 확인할 수 있었다. 따라서 다공성천연석 피복 후 MA film 포장한 배추가 저장효과가 우수한 것을 알 수 있었다.

표 2-36. 다공성 천연석 및 기체환경 조절한 월동배추의 저장 중 정선 전 형태 변화 (0℃)




























	0일	30일	60일	90일	120일
Control					
U-MA					
WAS					
WA-MA					

표 2-37. 다공성 천연석 및 기체환경 조절한 월동배추의 저장 중 정선 후 형태 변화 (0℃)

	0일	30일	60일	90일	120일
Control					
U-MA					
WAS					
WA-MA					

표 2-38. 다공성 천연석 및 기체환경 조절한 월동배추의 저장 중 절단면 변화 (0℃)

	0일	30일	60일	90일	120일
Control					
U-MA					
WAS					
WA-MA					

#### 4) 다공성 천연석의 피복 및 기체환경조절 병용처리 시 산업적 규모에서의 MA포장기술 개발

##### 가) 실험목적

전항의 ‘3) 다공성 천연석의 피복 및 기체환경조절 병용 처리 기술 개발’ 에서 배추의 신선도 연장효과가 탁월한 방법으로 선정된 WA-MA(p-box에 배추 뿌리부위를 상향 합입한 후 다공성천연석을 피복하고 MA film 포장하는 방법)처리는 LDPE 필름포장작업은 산업적으로 적용하기에는 높은 인건비와 작업속도의 지연 원인이 될 수 있다.

본 연구에서는 LDPE 필름에 의한 MA포장작업으로 현 기술수준에서 기계적으로 대체할 수 있는 방법을 모색하고 그 방법에 따른 대체효과를 살펴보고자 하였다.

**나) 실험방법**

**재료 및 포장방법**

2014년 1월 수확한 월동배추를 대상으로 기존 저장 방법을 대조구로 하고, 다공성천연석을 피복 후 LDPE 포장한 방법, pallet에 적재된 배추 P-box를 PVC 필름으로 옆면만 wrapping하는 방법, pallet에 적재된 배추 P-box 상단과 하단을 먼저 PVC 필름으로 덮은 다음 옆면을 필름으로 전면 wrapping하는 방법을 적용하였으며, 포장이 완료된 처리구는 해남화원농협 배추 물류센터 내 배추 전용 저온저장고에 2개월간 저장하였다.



<대조구>



<PVC wrapping>



<LDPE>



<현장실증실험>

그림 2-71. 현장실증사진 및 처리구간 포장방법

**이화학적 분석**

**정선손실량** : 저장기간이 경과한 후 배추의 무게와 자연적으로 떨어지는 외엽을 제거한 배추의 무게를 측정하여 손실량(%)을 나타내었다.

**부패율** : 육안검사에 의해서 상품성 여하에 따라 판별하여 전체 배추 수에 대한 백분율로 나타

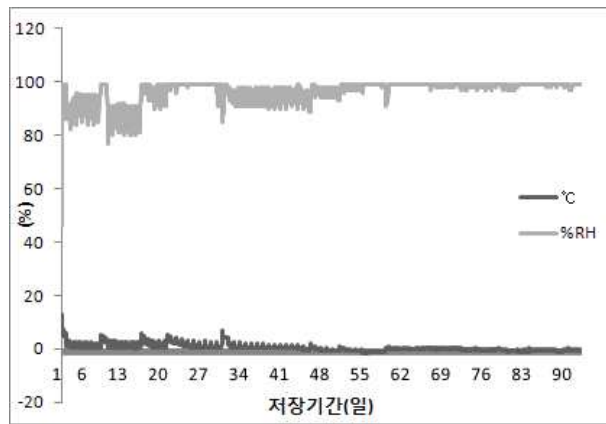
내었다.

#### 다) 결과 및 고찰

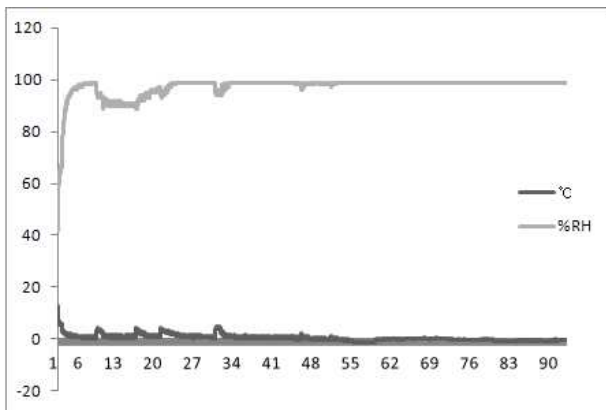
##### ○ 저장고 내부 및 포장지 내부의 온습도 변화

해남화원농협 배추 물류센터 내 배추 전용 저온저장고에서 60일 동안 저장하였을 때 저장고 내의 온습도 변화는 그림 2-72와 같다.

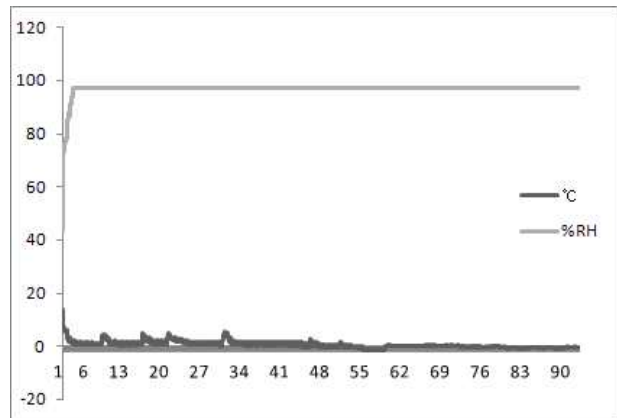
대조구 및 PVC wrapping 옆면포장구의 온·습도는  $0.39 \pm 0.03^{\circ}\text{C}$ ,  $96.88 \pm 0.08\% \text{RH}$ 이었으며, PVC wrapping 전면 포장구의 온·습도는  $0.40 \pm 0.02^{\circ}\text{C}$ ,  $97.43 \pm 0.09\% \text{RH}$ ,  $0.05\mu\text{m}$  LDPE 포장구의 온·습도는  $0.40 \pm 0.03^{\circ}\text{C}$ ,  $96.74 \pm 0.05\% \text{RH}$ 으로 나타났다.



<대조구 및 PVC wrapping 옆면>



<PVC wrapping 전면>



<LDPE>

그림 2-72. 포장방법에 따른 포장지 내부의 온습도 변화



○ 포장방법별 정선손실을 변화

배추 저장 중 해남화원농협의 배추전용저장고의 냉동기 고장으로 인하여 저장실험을 2개월 이상 지속할 수 없었으며, 결과 확인 시 전체적으로 배추 잎의 엽록소 파괴에 의한 탈색 현상이 높게 발생하고 있는 상태이었다.

저장 2개월 후의 정선손실율은 대조구가  $18.42 \pm 1.51\%$ 로 가장 높게 나타난 반면, LDPE 포장구  $11.83 \pm 1.57\%$ , PVC wrapping 옆면 포장구가  $11.37 \pm 1.29\%$ , pvc wrapping 전면 포장이  $12.56 \pm 1.36\%$ 로, 플라스틱 포장방법에 따른 정선손실을 차이는 표준오차 범위에서 차이가 없는 것으로 나타났다.

이와 같이 배추가 함입된 P-box를 pallet단위를 옆면만 wrapper를 이용하여 포장하여도 LDPE필름 포장한 방법과 차이가 없는 것은 배추 전용저온저장고의 상대습도가 비교적 높기 때문에 LDPE 필름으로 완전 MA처리한 방법과 유사한 결과를 나타낸 것으로 판단되었다.

따라서 배추를 다공성 천연석으로 피복한 후 실시하는 포장작업은 배추 1 pallet 단위로 랩핑기에 의한 기계적 작업이 가능할 것으로 판단되었다.

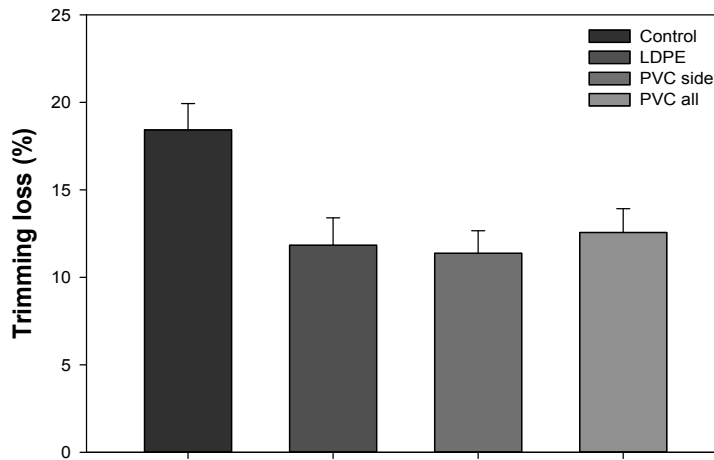


그림 2-73. 포장방법에 따른 저온저장 2개월 후 정선손실을 변화

○ 포장방법별 색상 변화

아래 그림 2-74~2-77은 각 포장방법별 정선 전 후의 외관을 사진으로 측정하여 나타낸 결과이다.

전술한 바와 같이 저장 2개월 경 현장 저장고의 냉동기 이상으로 인하여 고내온도가 상승하는 현상이 발생하였으며, 이로 인하여 저장 중인 배추의 엽록소가 상당량 분해된 결과를 보

여주고 있으나, 전반적인 포장방법별 품질차이의 판단에는 큰 영향을 주지는 못하였다,



<정선 후>



<뿌리면>



<바닥면>



<절단면>

그림 2-74. 포장방법에 따른 저장 2개월 후 PVC wrapping 옆면 처리구 배추 성장



<정선 전>



<정선 후>



<절단면 전체>



<절단면>

그림 2-75. 포장방법에 따른 저장 2개월 후 PVC wrapping 전면 처리구 배추 정상



<정선 전>



<정선 후>



<절단면 전체>



<절단면>

그림 2-76. 포장방법에 따른 저장 2개월 후 0.05 $\mu$ m LDPE 처리구 배추 성장



<정선 전>



<정선 후>



<흑변 발생>



<추대 무름 및 구멍>

그림 2-77. 포장방법에 따른 저장 2개월 후 대조구 배추 성상

## 마. 배추 수직 적재형 컨테이너 구조개발

### 1) 필요성

배추의 물류용기로서 이용되고 있는 P-box는 일반 과실용과 동일한 제원을 공용하고 있어, 배추의 크기와 P-box의 제원의 부적합성에 의하여 배추의 상부 및 옆면 압상과 곰팡이 발생의 주요 원인으로 작용하고 있었다. 즉, P-box의 높이보다 배추의 크기가 높아, 배추 상부는 P-box 외부로 노출된 상태에서 저장고에 적재되고 있는 실정이다, 따라서 p-box의 적재시 하중에 눌러 상부 조직이 손상되고, 상대적으로 청결도가 부족한 P-box 하단의 토양 미생물이 손상된 조직의 배추에 침입하면서 곰팡이가 전량 발생하는 문제를 야기하고 있다.

따라서 본 연구에서는 먼저 배추의 폭과 높이에 대한 정보를 입수한 후 P-box의 제원을 변경하여 배추 전용 P-box의 제작을 제안하고자 하였다.



그림 2-78. 관행적인 배추 저장 중 곰팡이 발현과 조직압상 모습

### 2) 배추의 길이 및 폭 분포

P-box의 제원을 개선하기 위해서는 먼저 배추의 크기에 대한 정보 확보가 선행되어야 한다. 이를 위하여 2013년 월동배추 156개 2014년 월동배추 108개, 2013년 봄배추 300개 총 565개의 배추를 대상으로 전체 길이와 폭의 크기를 측정하였으며, 그 결과를 표 2-39와 그림 2-79~2-80에 각각 나타내었다.

표 2-39. 배추의 길이 및 높이

단위 : cm		
	길이	폭
평균	30.31±0.11	18.74±0.09
최고	39.00	24.50
최소	17.10	11.30

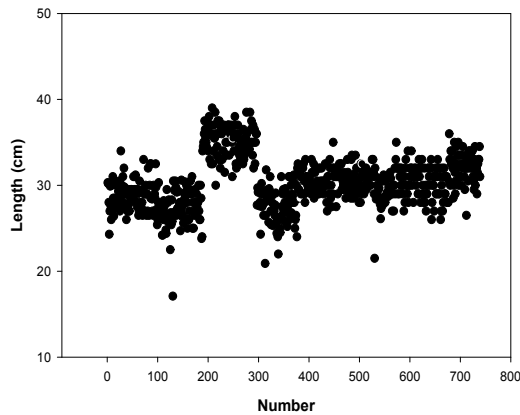


그림 2-79. 배추의 길이 분포

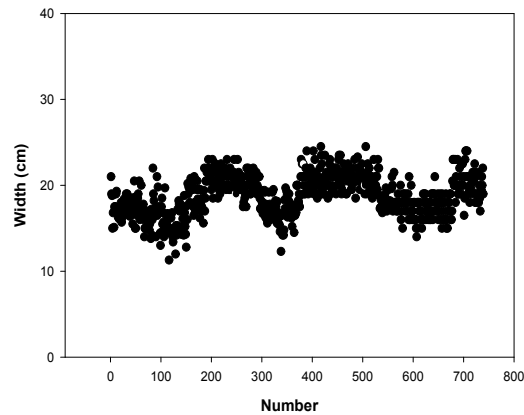


그림 2-80. 배추의 폭 분포

배추의 평균 길이는  $30.31\pm 0.11\text{cm}$ , 높이는  $18.74\pm 0.09\text{cm}$ 이었으며 길이는 최대 39cm, 최소 17.1cm, 폭은 최대 24.5cm, 최소 11.3cm로 측정되었다.

P-box의 제원 변경을 위한 배추 크기에 대한 정보입수는 다년간에 걸쳐 산지별, 작형별, 생육환경별 등 품질차별요인을 망라하는 조건에서 풍부한 자료가 활용되어야 하나, 저장기술 개발이라는 본 연구의 특성상 배추 크기에 대한 정보 확보는 용이하지 않은 실정이다. 따라서 배추 전용 플라스틱 용기의 제원 변경에 대한 필요성을 산업현장과 관련 정부에서 공히 인식한 다음 추가적인 연구지원이 요구된다.

본 연구에서는 상기 배추 제원 중 최대치를 기반으로 하여 플라스틱 상자를 11x11사이즈의 pallet크기를 고려하여 설계한 다음 목재로 목업 작업을 거쳐 현장 적용실험을 실시하고, 그 결과를 정부에 보고하는 방향에서 연구를 완료하고자 한다.

### 3) 수직적재형 배추전용 목업박스 제작

3년간 측정된 배추길이 및 폭 data를 기반으로 제작한 목업상자의 형태는 그림 2-81과 같다. 현재 배추에 사용되는 플라스틱 상자의 제원은 53.0x36.5x32.5cm(가로x세로x높이)인 반면 목업상자의 제원은 54.0x36.5x42.0cm이었다.



그림 2-81. 기존 플라스틱 박스와 배추전용 목업상자 외관비교

#### 4) 배추전용 mock-up 박스 실증실험 적용예

상기와 같이 제작된 목업 박스는 2015년 5월 해남화원농협 물류센터에서 실증실험에 투입한 사진이다. 상자 내부에 배추 함입시 상부층의 여유 공간과 다공성 천연석 투입시 잔존 여유 공간을 확인할 수 있다. 이와 같이 처리가 완료된 목업 박스는 플라스틱 상자에 함입된 다른 실험용 배추와 함께 PVC wrapping하여 0℃ 저온저장고에 동시 저장하였다.



그림 2-82. mock-up박스를 활용한 봄배추 저장 현장실증실험



### 3. 배추의 작형별 전처리 및 저장기술 종합적용실험

#### 가. 월동배추

##### 1) 재료 및 방법

###### 재료

전남 해남 소재 농가에서 2015년 2월 27일에 수확한 월동배추를 대상으로 외관이 건전한 것만 선별하여 실험에 사용하였다.

###### 저장 전처리 및 저장방법

시료를 45℃에서 2분간 열처리하고 다공성인공석으로 배추를 피복한 다음, 두께  $50.0 \pm 1.3 \mu\text{m}$ 의 LDPE로 포장 후  $0.06 \pm 0.01^\circ\text{C}$ 의 저온저장고에서 120일 동안 저장하였다. 개발기술의 대조구로서는 기존 저장방법을 대조구로 하였다(그림2-83).



<대조구>



<처리구>

그림 2-83. 처리구별 저장방법

###### 이화학적 분석

**중량감소율** : 초기 중량과 일정기간 경과 후 측정된 중량의 차이를 초기 중량에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

**정선손실율** : 저장 기간이 경과한 후 배추의 무게와 김치 제조에 이용이 불가능한 외엽을 제거한 배추의 무게를 측정하여 손실량(%)을 나타내었다.

**전기전도도** : 배추 줄기부분을 절단하여 약 2g 채취 후 0.4M mannitol 용액을 이용하여 EC mater (Cybersan.conll, Eutech instruments, Singapore)로 측정하였다.

**경도** : 정선한 배추의 최외각 잎의 줄기 부위 두께가 약 0.9~1cm인 것을 선별하여 동일한 면적

으로 절단한 후 (4×6cm) texture analyser (TA-XT Express, Stable Micro System, UK)을 이용하여 측정하였다. 이 때 측정조건으로 probe의 직경은 2mm, pre-test speed 5.00 mm/sec, test speed 2.00 mm/sec, post-test speed 5.00 mm/sec, distance 15.000 mm, trigger force 5.0g을 각각 사용하였다. 추대 경도 측정은 배추를 반으로 절단한 후 과실경도계(FHM-1, Takemura, Japan)를 이용하여 측정하였다.

**장폭비** : 배추의 최장 길이와 최장 폭의 크기를 비율로 나타내었다.

**추대길이** : 배추를 반으로 절단한 후 뿌리 부위의 길이를 측정하였다.

**부패율** : 전체 배추 갯수에 대한 곰팡이 및 짓무름 발생 개체수를 백분율(%)로 나타내었다.

**관능검사** : 훈련된 전문 패널 10명을 대상으로 외관, 향, 색(초록색, 노란색), 조직감, 종합적 기호도로 구분한 후, 이를 9단계 평점법으로 품질 차이 특성에 대하여 아주 좋음(9점), 좋음(7점), 보통(5점), 나쁨(3점), 아주 나쁨(1점)으로 평가하였다. 관능검사 결과의 통계분석은 SAS (Statistical Analysis System, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)의 Duncan' s multiple range test 방법을 이용하며 유의성을 검정(p<0.05)하였다.

## 2) 결과 및 고찰

표 2-40은 45℃에서 2분간 건식열처리 후 다공성천연석으로 피복하고 LLDPE로 MAP한 배추와 관행 방법으로 저장한 배추를 120일 동안 저장하면서 조사한 부패율의 변화이다. 처리구에서의 곰팡이 및 짓무름 등의 부패현상이 관찰된 것은 저장 100일 경인 반면 대조구의 경우는 저장 2개월 후인 60일부터 이취현상과 더불어 부패현상이 나타났다. 특히 저장 120일 후 처리구의 부패율은 곰팡이 발생과 짓무름 발생이 각각 33.3%로서 대조구의 60일 쯤의 부패율과 동등한 수준이었고 저장 120일 후 대조구의 부패율은 시료 전량에서 곰팡이와 짓무름이 관찰되었다. 따라서 건식열처리, 다공성천연석 피복 및 MAP포장처리는 기존 방법보다 저장기간을 1.7배 연장하는 효과, 부패율을 약 3배 억제하는 효과가 있음을 알 수 있었다.

표 2-40. 처리구별 월동배추의 저장 중 부패율 변화

	처리구	저 장 기 간 (일)						
		0	25	40	60	80	100	120
곰팡이 (%)	대조구	0.0	0.0	0.0	33.3	66.7	100.0	100.0
	처리구	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.7	33.3
짓무름 (%)	대조구	0.0	0.0	0.0	33.3	50.0	83.3	100.0
	처리구	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.7	33.3
이취	대조구	-	-	-	발생	발생	발생	발생
	처리구	-	-	-	-	-	-	-

표 2-41은 저장기간별 부패현상 및 정도를 나타내기 위하여 정선 전, 정선 후 및 절단면의 사진을 나타낸 결과이다.

저장 60일째 대조구는 겉잎의 끝부분이 일부 갈색으로 변색되었으며, 이취 발생과 겉잎 줄기 부위에 약 33.3%의 짓무름과 국소적으로 곰팡이가 발생된 반면 처리구에서는 곰팡이와 짓무름이 발생하지않고 상태가 양호한 것으로 조사되었다.

저장 80일째 대조구는 겉잎이 시들고 건조되어 탄력이 손실되었으며, 겉잎 끝부분의 변색 부위도 넓어졌고 최외각 겉잎의 줄기 및 잎 부위에 곰팡이가 약 66.7%, 짓무름은 약 50.0% 발생되었으나 처리구에서는 비교적 윤기가 있고 탄력을 유지하였다.

저장 100일째 대조구는 최외각 겉잎에 곰팡이가 약 100.0% 발생, 짓무름이 약 83.3% 발생되었고 시들고 색도 옅어졌으며 배추 내부 잎의 절임현상이 나타난 반면, 처리구는 겉잎에 약 16.7% 곰팡이 및 짓무름현상이 발생되었으나 발생정도가 상대적으로 낮았으며, 정선 손질 후에도 배추가 마르지 않고 상품성을 유지하고 있는 것으로 간주되었다.

저장 120일째 대조구는 모든 배추에서 시들고 변색되었으며, 배추 오래된 냄새가 발생되었고 겉잎 줄기 부위에 곰팡이와 짓무름이 약 100.0% 발생하였으며, 짓무름은 배추 속까지 진행되었다. 그러나 처리구는 겉잎에 약 33.3%의 곰팡이와 짓무름이 발생되었으나 정선 후 처리구의 배추 상태는 탄력이 있고 상태가 좋은 수준을 유지하였다.

표 2-41. 처리구별 월동배추의 저장 중 성상 변화 (0℃)

























		저 장 기 간 (일)			
		60	80	100	120
정선 전	대조구				
	처리구				
정선 후	대조구				
	처리구				
절단면	대조구				
	처리구				

표 2-42는 개발기술에 의한 월동배추의 저장 중 관능특성을 총 10명의 전문패널에 의한 특성차이식별검사를 9점 평점법으로 수행한 결과이다. 관능적 품질인자 중 조직감에서 가장 높은 품질저하율을 나타내었고, 그 다음으로 외관특성이 해당되었다. 대조구의 경우 저장 60일부터 조직감, 종합적 기호도, 외관, 냄새, 색의 순서로 저장수명단계치를 하회하는 결과를 나타내었다. 그러나 처리구의 경우에는 저장 120일 후에도 종합기호도를 포함한 모든 관능특성에서 상품성유지 한계치인 5.0을 유지하고 있는 것으로 나타났다.

이상의 결과로부터, 2월 하순 수확한 월동배추의 경우에도, 열처리, 다공성천연석 피복 및 MAP를 종합처리하는 개발기술은 배추의 최외각 겉잎에서만 짓무름과 곰팡이 발현이 발생하나, 최외각 겉잎은 생배추 시장에서도 출하시 겉잎을 제거하고 판매되는 실정을 고려할 때 저장 4개월 후 즉, 7월 하순까지 생배추로서의 상품성 유지효과를 제공할 수 있는 것으로 간주되었다.

표 2-42. 처리구별 월동배추의 저장 중 관능적 특성 변화

	처리구	저 장 기 간 (일)						
		0	25	40	60	80	100	120
외관	대조구	9.0±0.0 <sup>a</sup>	6.9±0.4 <sup>b</sup>	5.6±0.2 <sup>c</sup>	4.1±0.3 <sup>d</sup>	3.3±0.3 <sup>e</sup>	2.8±0.2 <sup>ef</sup>	2.1±0.3 <sup>f</sup>
	처리구	9.0±0.0 <sup>a</sup>	8.0±0.3 <sup>b</sup>	7.8±0.2 <sup>b</sup>	6.6±0.2 <sup>c</sup>	6.0±0.3 <sup>d</sup>	5.6±0.2 <sup>de</sup>	5.3±0.2 <sup>e</sup>
냄새	대조구	9.0±0.0 <sup>a</sup>	6.9±0.1 <sup>b</sup>	6.5±0.3 <sup>b</sup>	4.9±0.1 <sup>c</sup>	4.0±0.4 <sup>c</sup>	3.3±0.3 <sup>d</sup>	2.8±0.2 <sup>d</sup>
	처리구	9.0±0.0 <sup>a</sup>	7.6±0.1 <sup>b</sup>	7.1±0.1 <sup>c</sup>	6.5±0.2 <sup>d</sup>	6.3±0.2 <sup>d</sup>	5.8±0.3 <sup>e</sup>	5.0±0.2 <sup>e</sup>
녹색	대조구	9.0±0.0 <sup>a</sup>	6.6±0.2 <sup>b</sup>	6.2±0.1 <sup>b</sup>	4.8±0.3 <sup>c</sup>	4.3±0.3 <sup>cd</sup>	4.1±0.3 <sup>cd</sup>	3.6±0.3 <sup>d</sup>
	처리구	9.0±0.0 <sup>a</sup>	7.9±0.2 <sup>b</sup>	7.4±0.2 <sup>bc</sup>	6.9±0.1 <sup>c</sup>	6.0±0.3 <sup>d</sup>	5.6±0.3 <sup>de</sup>	5.1±0.1 <sup>e</sup>
황색	대조구	9.0±0.0 <sup>a</sup>	6.8±0.3 <sup>b</sup>	6.4±0.3 <sup>bc</sup>	5.8±0.3 <sup>cd</sup>	5.6±0.3 <sup>d</sup>	5.1±0.1 <sup>de</sup>	4.8±0.2 <sup>e</sup>
	처리구	9.0±0.0 <sup>a</sup>	8.3±0.2 <sup>b</sup>	7.0±0.3 <sup>c</sup>	6.9±0.1 <sup>c</sup>	5.8±0.3 <sup>d</sup>	5.4±0.2 <sup>de</sup>	5.0±0.2 <sup>e</sup>
조직감	대조구	9.0±0.0 <sup>a</sup>	6.5±0.2 <sup>b</sup>	5.9±0.2 <sup>b</sup>	3.5±0.3 <sup>c</sup>	3.1±0.4 <sup>c</sup>	2.1±0.2 <sup>d</sup>	1.5±0.2 <sup>d</sup>
	처리구	9.0±0.0 <sup>a</sup>	8.1±0.2 <sup>b</sup>	7.8±0.2 <sup>bc</sup>	7.3±0.2 <sup>cd</sup>	7.1±0.2 <sup>d</sup>	6.4±0.2 <sup>e</sup>	5.9±0.2 <sup>e</sup>
종합적 기호도	대조구	9.0±0.0 <sup>a</sup>	6.4±0.2 <sup>b</sup>	5.9±0.2 <sup>b</sup>	3.6±0.2 <sup>c</sup>	3.3±0.2 <sup>cd</sup>	3.1±0.2 <sup>cd</sup>	2.8±0.3 <sup>d</sup>
	처리구	9.0±0.0 <sup>a</sup>	8.1±0.2 <sup>b</sup>	7.8±0.1 <sup>b</sup>	6.7±0.2 <sup>c</sup>	6.1±0.1 <sup>d</sup>	5.9±0.2 <sup>de</sup>	5.6±0.2 <sup>e</sup>

\* a-f는 저장일자별로 유의성 검증(P<0.05)

그림 2-84는 개발기술을 종합 처리한 월동배추의 저장 120일 동안 측정된 중량 감소율의 변화를 나타낸 결과이다. 저장 20일의 저장초기 부터 처리구간 약 10배의 높은 중량 감소율의 차이를 나타내었고, 저장 종료시점인 120일 후 27.63±1.76%의 대조구 대비 처리구는 2.61±0.84%로 약 10배 정도 중량감소율을 억제하는 효과가 있었다.

그림 2-85는 처리방법에 따른 월동배추의 저장 중 정선손실율의 변화를 나타낸 결과이다.

정선 손실율은 저장배추로부터 김치제조를 위하여 비활용 잎을 제거하는 작업에서 나타나는 배추의 저장성 지표로 활용될 수 있다. 그러나 신선배추의 경우에는 최외각 잎을 제거하는 작업이 수반되나, 저장성이 열화될수록 외부 잎을 제거하는 비율이 높아지는 경향이 있으므로 배추의 저장성 지표로도 활용될 수 있다. 월동배추의 저장 초기 정선손실율은  $10.50 \pm 2.18\%$ 이었으나, 대조구의 상품성 소실기간인 저장 60일 후 처리구는  $16.52 \pm 2.37\%$ 로서 대조구의  $27.61 \pm 1.34\%$  대비 약 1.7배의 정선손실율을 억제하는 효과를 나타내었고, 저장 말기인 120일 후에는 약 1.8배의 정선손실율 억제효과를 나타내었다.

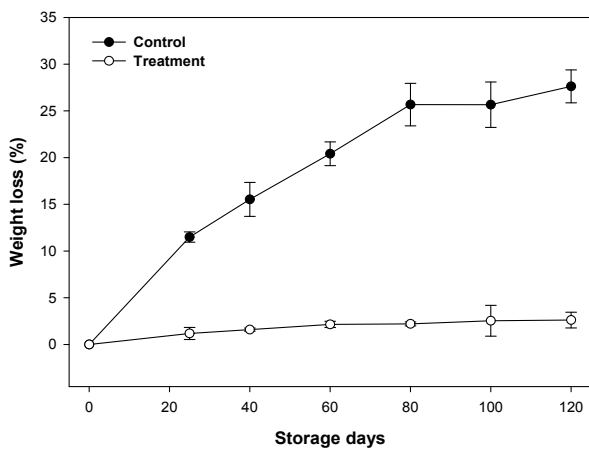


그림 2-84. 처리구별 월동배추의 저장 중 중량감소율 변화

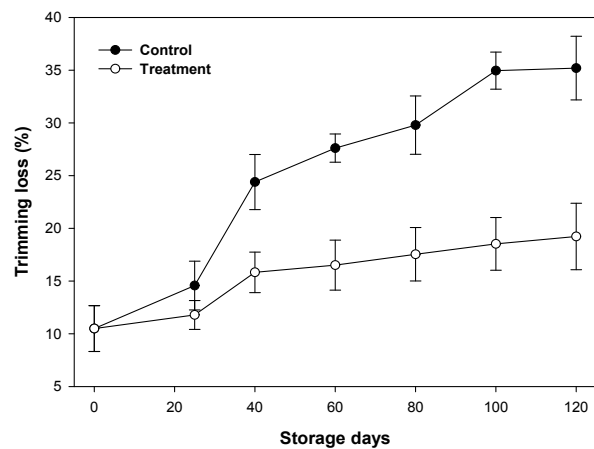


그림 2-85. 처리구별 월동배추의 저장 중 정선 손실율 변화

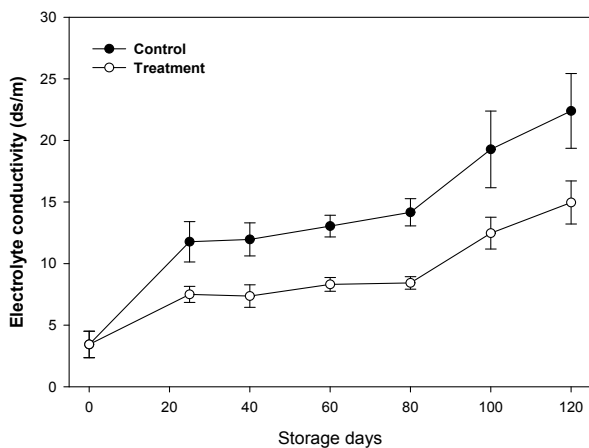


그림 2-86. 처리구별 월동배추의 저장 중 전기전도도 변화

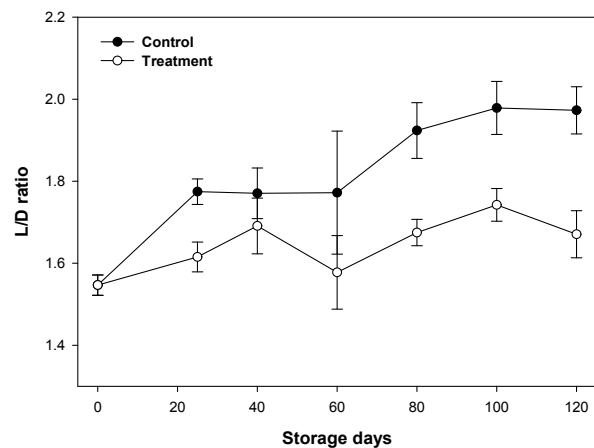


그림 2-87. 처리구별 월동배추의 저장 중 장폭비 변화

그림 2-86은 처리방법에 따른 월동배추의 저장 중 전기전도도를 측정된 결과이다. 저장 초기  $3.43 \pm 1.07 \text{ ds/m}$ 에서, 저장 60일 후 처리구에서는  $8.31 \pm 0.56 \text{ ds/m}$ 으로 대조구의  $13.05 \text{ ds/m}$ 보다 약 1.6배의 조직손상을 억제효과가 있었고, 저장말기인 120일 후에도 대조구는  $22.39 \pm 3.03 \text{ ds/m}$ 으로 처리구의  $14.96 \pm 1.75 \text{ ds/m}$ 보다 약 1.5배 높은 조직손상도를 나타내고 있었다. 특히 저장 120일 후 처리구의 전기전도도는 상품성을 소실한 대조구의 저장 60일 차 전기전도도와 유사한 수준을 나타내는 특징이 있었다.

그림 2-87은 개발기술의 종합처리에 의한 월동배추의 저장 중 장폭비의 변화를 조사한 결과이다. 일반적으로 신선 농산물의 경우 저장 중 장폭비가 감소하는 경향을 나타내는데, 이는 제품의 증산작용에 의한 위조상태의 증가 지표로 활용될 수 있다. 본 연구에서도 저장 초기  $1.55 \pm 0.02$ 의 장폭비에서 저장 120일 후, 대조구에서는  $1.97 \pm 0.06$ , 처리구는  $1.67 \pm 0.06$ 으로 나타나, 개발기술에 의한 배추의 저장 시 위조 억제효과가 있음을 알 수 있었다.

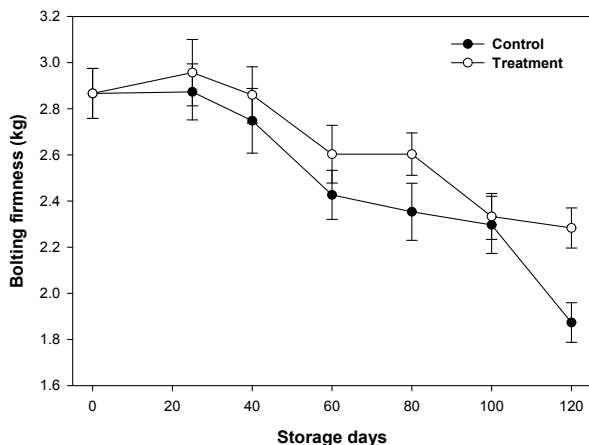


그림 2-88. 처리구별 월동배추의 저장 중 추대경도 변화

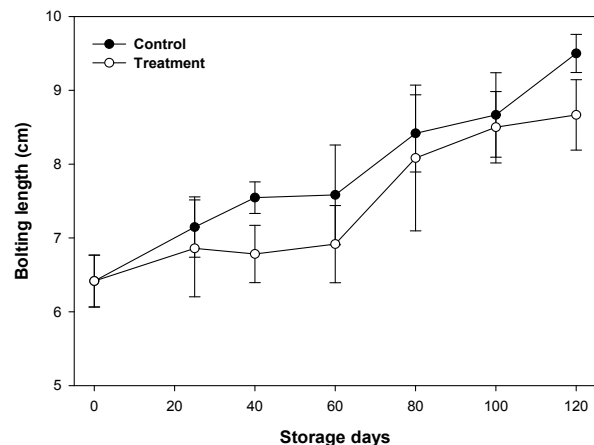
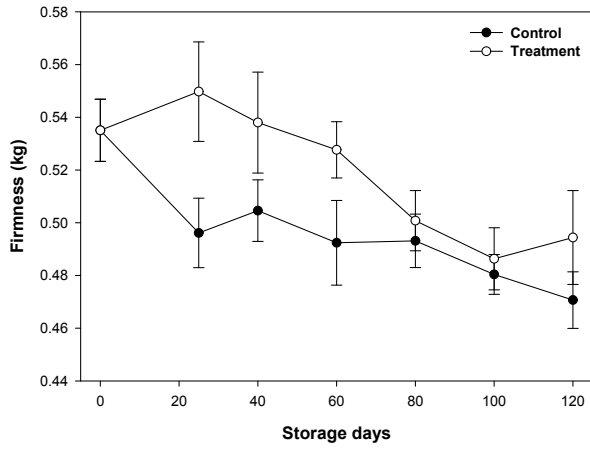
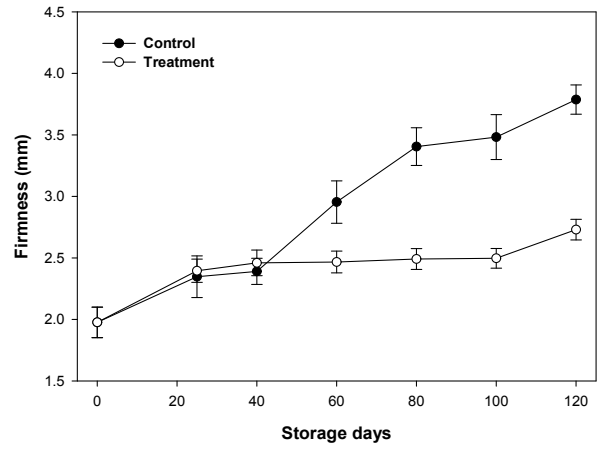


그림 2-89. 처리구별 월동배추의 저장 중 추대 길이 변화

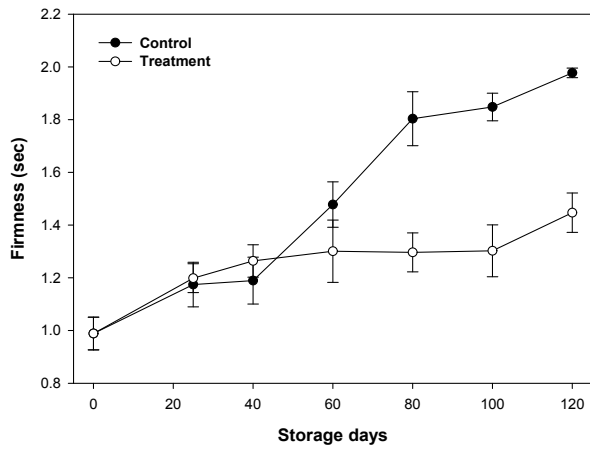
그림 2-88과 2-89는 개발기술의 종합처리에 의한 월동배추의 저장 중 추대경도 및 길이 변화를 측정된 결과이다. 추대 경도의 경우 저장 100일 동안 처리구간 차이가 나타나지 않았으나, 저장 120일 후 배추 속 절임현상이 나타났던 대조구의 경우  $1.87 \pm 0.09 \text{ kg}$ 로 급속한 저하경향을 나타낸 반면 개발기술의 종합처리구에서는  $2.28 \pm 0.09 \text{ kg}$ 으로 초기치( $2.87 \pm 0.11 \text{ kg}$ )의 추대경도와 큰 차이가 없는 효과를 나타내었다. 추대길이의 경우, 처리구간 큰 차이를 나타내지 않았으나 저장 120일 후에는 처리구에서 추대길이가 대조구 보다 낮게 나타나, 본 연구의 개발기술은 배추의 저장 중 추대의 성장을 다소 억제하는 효과가 있는 것으로 간주되었다.



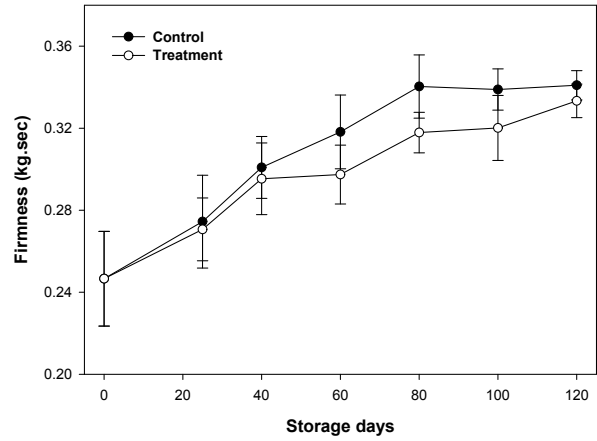
<힘>



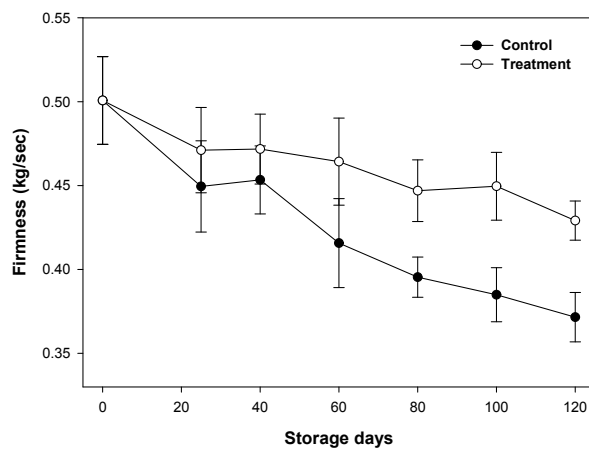
<거리>



<시간>



<면적>



<기울기>

그림 2-90. 처리구간 월동배추의 저장 중 경도 변화



그림 2-90은 열처리, 다공성천연석 피복 및 MAP의 연속처리 후 0℃에 저장한 배추의 경도를 texture analyser로 측정된 결과이다.

일반적으로 과·채류의 조직특성은 경도(firmness)로 측정되는데, 본 실험용 배추는 품질저하에 따라 조직이 얇아지며 탄성을 잃고 질겨지는 특성을 지닌다. 따라서 그림 2-90은 조직감 측정 시 여러 변수를 나타낸 결과이며, 일반적으로 동 결과를 표 2-30의 관능특성 중 조직감 변화와 비교하여 볼 때 puncture test 시 최대 peak 도달시간 동안 maximum force에 도달하는 slope가 가장 상관성이 높은 결과로 판명되어졌다. 저장 초기의 경도값은  $0.50 \pm 0.03 \text{kg/sec}$ 이었는데, 저장 60일 후 대조구는  $0.42 \pm 0.03 \text{kg/sec}$ 로 처리구의  $0.46 \pm 0.03 \text{kg/sec}$ 보다 다소 낮은 변화율을 나타내었으나, 처리구간 큰 차이를 나타내지 못하였다. 그러나 저장 120일 후에는 대조구의 경우  $0.37 \pm 0.01 \text{kg/sec}$ 로 처리구의  $0.43 \pm 0.01 \text{kg/sec}$ 보다 매우 낮은 경도값을 나타내었다. 따라서 개발기술은 배추의 부패율을 억제하면서 표면경도 유지에도 효과가 있음을 알 수 있었다.

## 나. 봄배추

### 1) 재료 및 방법

#### 재료

전남 해남 소재 농가에서 2015년 6월 2일에 수확한 봄배추를 대상으로 외관이 건전한 것만 선별하여 실험에 사용하였다.

#### 전처리 및 저장방법

시료를 45℃에서 2분간 열처리하고 다공성인공석으로 배추를 피복한 다음, 두께  $50.0 \pm 1.3 \mu\text{m}$ 의 LDPE로 포장 후  $0.06 \pm 0.01^\circ\text{C}$ 의 저온저장고에서 100일 동안 저장하였다. 개발기술의 대조구로서는 기존 저장방법을 대조구로 하였다.

#### 이화학적 분석

**중량감소율** : 초기 중량과 일정기간 경과 후 측정된 중량의 차이를 초기 중량에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

**정선손실율** : 저장 기간이 경과한 후 배추의 무게와 김치 제조에 이용이 불가능한 외엽을 제거한 배추의 무게를 측정하여 손실량(%)을 나타내었다.

**전기전도도** : 배추 줄기부분을 절단하여 약 2g 채취 후 0.4M mannitol 용액을 이용하여 EC mater (Cybersan.conll, Eutech instruments, Singapore)로 측정하였다.

**경도** : 정선한 배추의 최외각 잎의 줄기 부위 두께가 약 0.9~1cm인 것을 선별하여 동일한 면적으로 절단한 후 (4×6cm) texture analyser (TA-XT Express, Stable Micro System, UK)을 이용하여 측정하였다. 이 때 측정조건으로 probe의 직경은 2mm, pre-test speed 5.00 mm/sec, test speed 2.00 mm/sec, post-test speed 5.00 mm/sec, distance 15.000 mm, trigger force 5.0g을 각각 사용하였다. 추대 경도 측정은 배추를 반으로 절단한 후 과실경도계(FHM-1, Takemura, Japan)를 이용하여 측정하였다.

**장폭비** : 배추의 최장 길이와 최장 폭의 크기를 비율로 나타내었다.

**추대길이** : 배추를 반으로 절단한 후 뿌리 부위의 길이를 측정하였다.

**부패율** : 전체 배추 갯수에 대한 곰팡이 및 짓무름 발생 개체수를 백분율(%)로 나타내었다.

**관능검사** : 훈련된 전문 패널 10명을 대상으로 외관, 향, 색(초록색, 노란색), 조직감, 종합적 기호도로 구분한 후, 이를 9단계 평점법으로 품질 차이 특성에 대하여 아주 좋음(9점), 좋음(7점), 보통(5점), 나쁨(3점), 아주 나쁨(1점)으로 평가하였다. 관능검사 결과의 통계분석은 SAS (Statistical Analysis system, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)의 Duncan' s multiple range test 방법을 이용하며 유의성을 검정( $p < 0.05$ )하였다.

## 2) 결과 및 고찰

표 2-43은 45℃에서 2분간 건식열처리 후 다공성천연석으로 피복하고 LDPE로 MAP한 배추와 관행 방법으로 저장한 배추를 100일 동안 저장하면서 조사한 형태특성의 변화를 나타낸 결과이다.

처리구별로는 저장 60일째부터 부패 및 변질의 현상차이가 나타났다. 대조구에서는 최외각 겉잎 줄기 부위에 곰팡이가 약 33.3% 발생하였으며 짓무름은 최외각 겉잎의 잎부위에서 약 16.7% 발생 및 색이 옅어지고 탄력이 손실되었고 이취가 발생한 반면 처리구의 배추 상태는 매우 양호한 상태를 유지하였다.

저장 80일째부터 대조구는 최외각 겉잎이 시들고 건조되었으며 약 66.7% 곰팡이 발생하였고, 약 33.3% 짓무름이 발생되었으며 정선 후의 배추도 시들고 탄력이 소실된 반면, 처리구에서는 최외각 겉잎에 약 33.3%의 곰팡이가 국소적으로 발생, 짓무름도 최외각 겉잎의 잎 부위에 약 16.7% 발생되었으나 정선 후 배추의 상태는 양호한 상태를 유지하였다.

저장 100일차 대조구의 모든 배추에서는 최외각 겉잎에 곰팡이가 발생되었으며 약 66.7%의 짓무름이 발생되었고 압상현상에 의해 형태가 변형되었고 시들고 건조되는 현상이 나타났다. 또한 전체적으로 배추의 엽록소 분해로 색이 옅어지는 현상도 확인되었다. 그러나 처리구는 겉잎에 약 83.3% 곰팡이가 발생되었으며 짓무름은 33.3% 발생되었으나 정선 후 배추의 상태는 비교적 마르지 않고 탄력이 있었다. 이상과 같이 처리구의 최외각 겉잎에 곰팡이가 많이 발생

하였던 원인은 배추 피복용으로 사용된 다공성 천연석이 2014년도 실험 후 재사용한 것으로 , 다공성 천연석에 의한 2차 오염현상으로 판단되었다. 따라서 본 연구에서 개발된 다공성 천연석의 활용 시 재사용을 위한 세척살균공정의 도입이 필요한 것으로 판단되었다.

표 2-43. 처리구별 봄배추의 저장 중 성장 변화 (0℃)

















		저 장 기 간 (일)		
		60	80	100
정선 전	대조구			
	처리구			
정선 후	대조구			
	처리구			
절단면	대조구			
	처리구			

표 2-44는 개발기술에 의한 봄배추의 저장 중 관능특성을 총 10명의 전문패널에 의한 특성차 이식별검사를 9점 평점법으로 수행한 결과이다. 관능적 품질인자 중 조직감에서 가장 높은 품질저하율을 나타내었고, 그 다음으로 외관특성 및 종합기호도의 순서로 높은 저하율을 나타내

었다. 대조구의 경우 저장 60일부터 조직감, 종합기호도, 외관특성이 저장수명한계치인 5.0을 하회한 반면, 처리구의 경우, 저장 100일 후 냄새와 종합기호도에서 저장수명한계치(5.0)를 초과하는 것으로 나타나, 본 개발기술은 피복물질에 의한 2차 오염현상에도 불구하고 봄배추의 저장성을 80일 이상 100일 이내의 수준으로 유지할 수 있는 우수한 효과를 나타냄을 알 수 있었다.

이상의 결과로 부터 6월 초순 수확말기의 봄배추도 열처리, 다공성천연석 피복 및 MAP를 종합처리하는 개발기술은 생배추 시장으로 배추 출하시 최외각 걸잎을 제거하고 유통되는 실정을 고려할 때 저장 3개월 즉, 9월 초순까지 생배추로서의 상품성을 유지하는 효과를 제공할 수 있을 것으로 판단되었다.

표 2-44. 처리구별 봄배추의 저장 중 관능적 특성 변화

	처리구	저 장 기 간 (일)					
		0	20	40	60	80	100
외관	대조구	9.0±0.0 <sup>a</sup>	6.0±0.27 <sup>b</sup>	5.0±0.3 <sup>c</sup>	4.1±0.5 <sup>d</sup>	2.6±0.2 <sup>e</sup>	2.0±0.2 <sup>e</sup>
	처리구	9.0±0.0 <sup>a</sup>	8.0±0.3 <sup>b</sup>	7.9±0.1 <sup>b</sup>	7.5±0.3 <sup>b</sup>	6.6±0.2 <sup>c</sup>	5.3±0.3 <sup>d</sup>
냄새	대조구	9.0±0.0 <sup>a</sup>	6.6±0.4 <sup>b</sup>	6.4±0.4 <sup>b</sup>	6.1±0.3 <sup>b</sup>	4.9±0.2 <sup>c</sup>	3.6±0.4 <sup>d</sup>
	처리구	9.0±0.0 <sup>a</sup>	7.4±0.3 <sup>b</sup>	7.3±0.5 <sup>b</sup>	7.0±0.2 <sup>b</sup>	6.1±0.2 <sup>c</sup>	4.1±0.3 <sup>d</sup>
녹색	대조구	9.0±0.0 <sup>a</sup>	7.5±0.2 <sup>b</sup>	6.0±0.2 <sup>c</sup>	5.8±0.5 <sup>c</sup>	2.5±0.2 <sup>d</sup>	2.4±0.2 <sup>d</sup>
	처리구	9.0±0.0 <sup>a</sup>	8.6±0.2 <sup>ab</sup>	8.0±0.2 <sup>bc</sup>	7.4±0.4 <sup>c</sup>	6.4±0.3 <sup>d</sup>	5.1±0.3 <sup>e</sup>
황색	대조구	9.0±0.0 <sup>a</sup>	6.6±0.2 <sup>b</sup>	6.4±0.4 <sup>b</sup>	6.1±0.2 <sup>b</sup>	3.8±0.2 <sup>c</sup>	3.1±0.1 <sup>d</sup>
	처리구	9.0±0.0 <sup>a</sup>	7.4±0.3 <sup>b</sup>	7.0±0.4 <sup>b</sup>	6.6±0.2 <sup>bc</sup>	5.9±0.3 <sup>c</sup>	5.0±0.3 <sup>d</sup>
조직감	대조구	9.0±0.0 <sup>a</sup>	6.8±0.3 <sup>b</sup>	5.1±0.1 <sup>c</sup>	3.9±0.6 <sup>d</sup>	3.1±0.4 <sup>d</sup>	2.1±0.2 <sup>e</sup>
	처리구	9.0±0.0 <sup>a</sup>	8.4±0.2 <sup>ab</sup>	7.9±0.1 <sup>bc</sup>	7.5±0.3 <sup>c</sup>	6.4±0.3 <sup>d</sup>	5.1±0.3 <sup>e</sup>
종합적 기호도	대조구	9.0±0.0 <sup>a</sup>	6.5±0.3 <sup>b</sup>	5.1±0.4 <sup>c</sup>	4.0±0.5 <sup>d</sup>	3.1±0.3 <sup>d</sup>	1.9±0.3 <sup>e</sup>
	처리구	9.0±0.0 <sup>a</sup>	8.3±0.2 <sup>b</sup>	7.7±0.2 <sup>bc</sup>	7.4±0.3 <sup>c</sup>	6.4±0.2 <sup>d</sup>	4.8±0.3 <sup>e</sup>

\* a~e는 저장일자별로 유의성 검증.(P<0.05)

그림 2-91은 개발기술을 종합 처리한 봄배추의 저장 100일 동안 측정된 중량 감소율의 변화를 나타낸 결과이다. 대조구의 저장수명한계치인 저장 60일경 처리구간 중량감소율은 대조구의 경우 34.26±0.71%인 반면 처리구에서는 1.61±0.35%로 극심한 차이를 나타내었으며, 저장 종료시점인 저장 100후에는 40.63±2.41%의 대조구 대비 처리구는 6.77±0.62%로 약 6배의 중량

감소율을 억제효과가 있었다.

그림 2-92는 처리방법에 따른 봄배추의 저장 중 정선손실율의 변화를 나타낸 결과이다. 정선 손실율은 저장배추로부터 김치제조를 위하여 비활용 잎을 제거하는 작업에서 나타나는 배추의 저장성 지표로 활용될 수 있다. 그러나 신선배추의 경우에는 최외각 잎을 제거하는 작업이 수반되나, 저장성이 열화될수록 외부 잎을 제거하는 비율이 높아지는 경향이 있으므로 신선배추의 저장성을 나타내는 지표로도 활용될 수 있다. 봄배추의 저장 초기 정선손실율은  $18.07 \pm 1.33\%$ 로 다소 높았으며, 대조구의 상품성 소실기간인 저장 60일 후 대조구는  $26.72 \pm 2.00\%$ 로 처리구의  $19.78 \pm 2.05\%$  대비 다소 높은 손실율을 나타내었으나, 저장 말기인 100일 후에는 처리구는  $24.39 \pm 1.88\%$ 로 대조구( $41.63 \pm 1.08\%$ ) 대비 약 2.0의 정선손실율 억제효과를 나타내었다.

그림 2-93은 개발기술의 종합처리에 의한 봄배추의 저장 중 장폭비의 변화를 조사한 결과이다. 일반적으로 신선 농산물의 경우 저장 중 장폭비가 감소하는 경향을 나타내는데, 이는 제품의 증산작용에 의한 위조상태의 증가를 나타내는 지표가 된다. 본 연구에서도 저장 초기  $1.79 \pm 0.05$ 의 장폭비에서 저장 60일까지 처리구간 차이가 크지 않았으나, 저장 100일 후, 대조구에서는  $1.27 \pm 0.07$ , 처리구는  $1.47 \pm 0.07$ 으로, 개발기술에 의한 배추의 저장 시 위조 억제효과를 인식할 수 있었다.

그림 2-94는 처리방법에 따른 봄배추의 저장 중 전기전도도의 변화를 나타낸 결과이다. 저장 초기  $6.13 \pm 0.19 \text{ds/m}$ 로 높은 초기 조직손상도를 나타내었고, 저장 60일 후 처리구에서는  $11.10 \pm 0.76 \text{ds/m}$ 으로 대조구의  $15.59 \pm 2.40 \text{ds/m}$ 보다 약 1.4배의 조직손상 억제효과가 있었고, 저장말기인 120일 후에는 대조구의 경우  $27.46 \pm 1.89 \text{ds/m}$ 으로 처리구의  $13.32 \pm 1.65 \text{ds/m}$ 보다 약 2배 높은 조직손상도를 나타내고 있었다. 특히 저장 100일 후 처리구의 전기전도도는 상품성을 소실한 대조구의 저장 60일 차 전기전도도와 유사한 수준을 나타내는 특징이 있었다.

그림 2-95는 개발기술의 종합처리에 의한 봄배추의 저장 중 추대 경도의 변화를 측정된 결과이다. 추대 경도의 경우 저장 100일 동안 처리구간 차이가 크지 않았으나, 저장 100일 후 대조구의  $2.18 \pm 0.08 \text{kg}$ 보다 처리구가  $2.37 \pm 0.09 \text{kg}$ 으로 초기치( $2.48 \pm 0.21 \text{kg}$ )의 추대경도 저하 억제효과가 다소 인식되었다.

그림 2-96은 열처리, 다공성천연석 피복 및 MAP의 연속처리 후 0°C에 저장한 배추의 경도를 texture analyser로 측정된 결과이다. 일반적으로 과·채류의 조직특성은 경도(firmness)로 측정되는데, 본 실험용 배추는 품질저하에 따라 조직이 얇아지며 탄성을 잃고 질겨지는 특성을 지닌다. 따라서 그림 2-96은 조직감 측정 시 여러 변수를 나타낸 결과이며, 일반적으로 동 결과를 표 2-44의 관능특성 중 조직감 변화와 비교하여 볼 때 puncture test시 최대peak 도달시간 동안 maximum force에 도달하는 slope와 distance가 높은 상관성이 있는 것으로 판명되었다. 저장 초기의 경도값은  $0.53 \pm 0.02 \text{kg/sec}$ 이었는데, 저장 60일 후 대조구는  $0.35 \pm 0.02 \text{kg/sec}$ 로 처

리구의  $0.52 \pm 0.02 \text{kg/sec}$ 보다 매우 낮은 수준을 유지하였다. 저장 100일 후에도 대조구는  $0.37 \pm 0.01 \text{kg/sec}$ 로 처리구의  $0.49 \pm 0.02 \text{kg/sec}$ 보다 매우 낮은 정도값을 나타내었다. 따라서 개발기술은 봄배추의 부패율을 억제하면서 표면경도 유지에도 효과가 있음을 알 수 있었다.

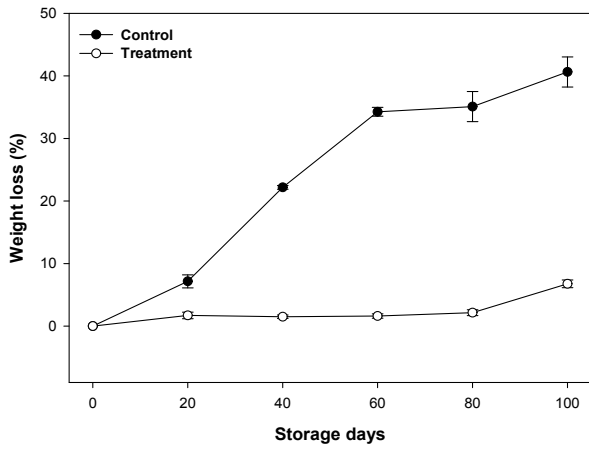


그림 2-91. 처리구별 봄배추의 저장 중 중량감소를 변화

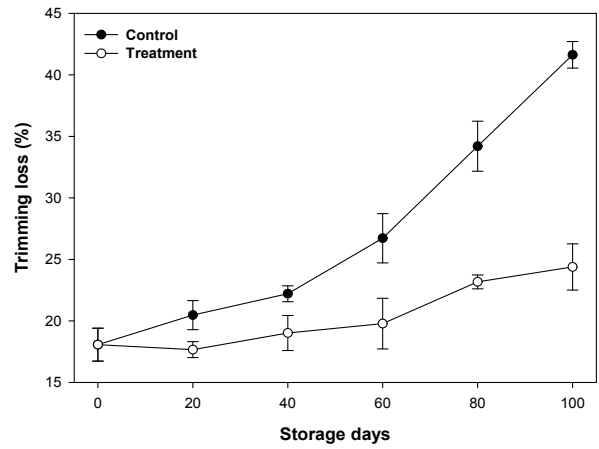


그림 2-92. 처리구별 봄배추의 저장 중 정선손실을 변화

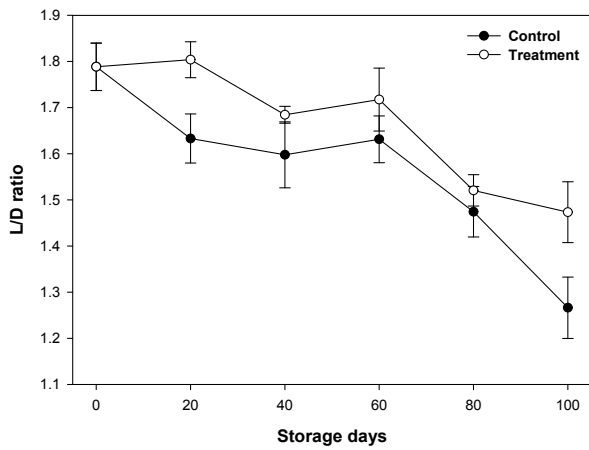


그림 2-93. 처리구별 봄배추의 저장 중 장폭비 변화

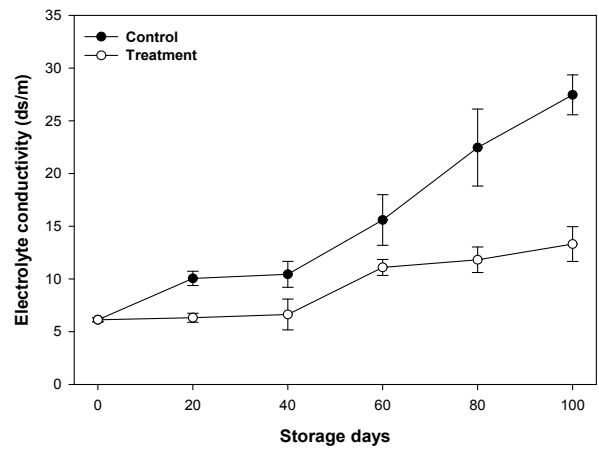


그림 2-94. 처리구별 봄배추의 저장 중 전기전도도 변화

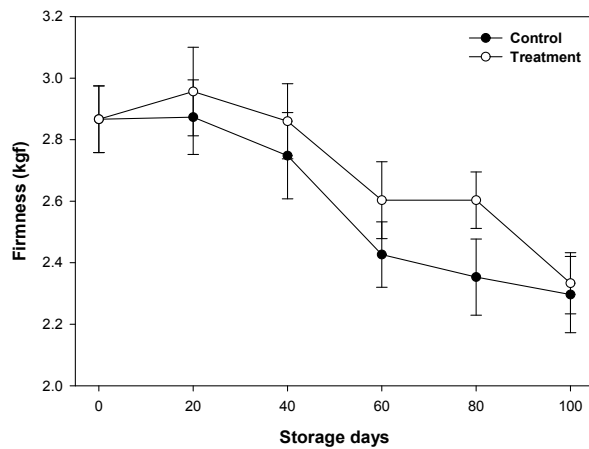
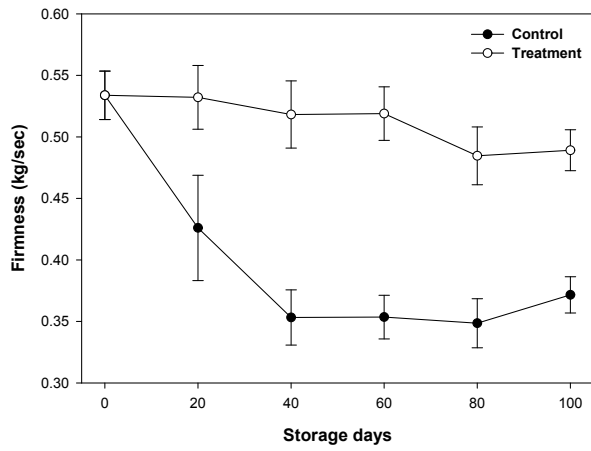
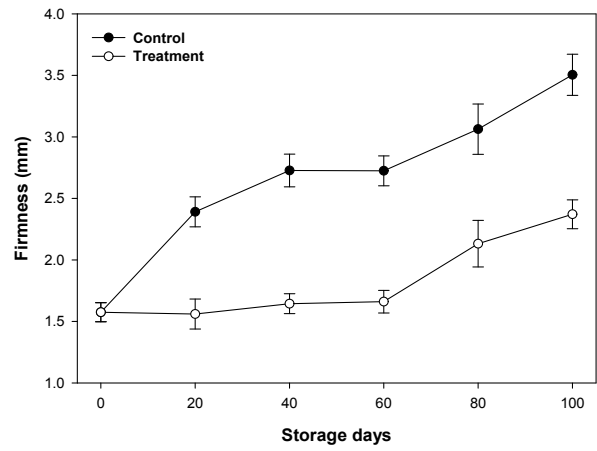


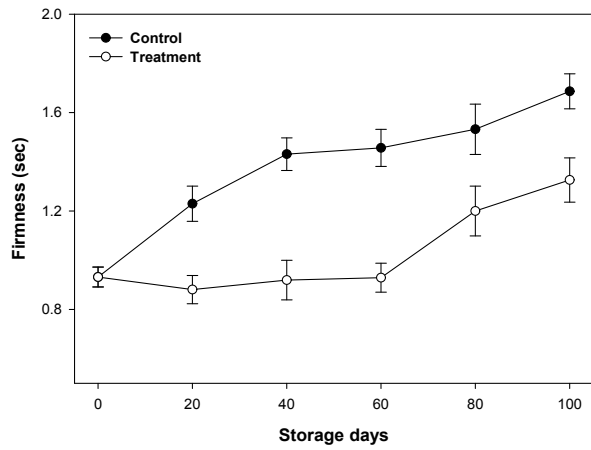
그림 2-95. 처리구별 봄배추의 저장 중 추대 정도 변화



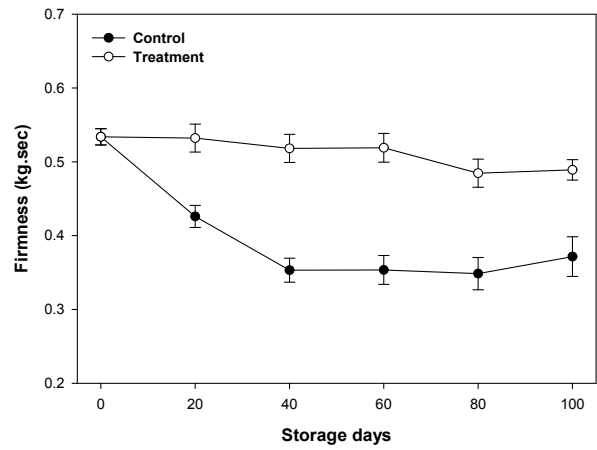
<기울기>



<거리>



<시간>



<면적>

그림 2-96. 처리구간 봄배추의 저장 중 경도 변화



# 협동 III 과제. 산업적 규모에서의 현장 저장시험

## 1. 적정 저장 전처리기술 선정을 위한 현장적용실험

### 가) 목적

배추의 저장성 증진을 위하여 1~2년차에 실시코자 하는 전처리 기술 전반에 대하여 현장실험을 수행하고 그 결과를 평가함으로써, 현장에서 실시하는 저장방법의 문제점을 도출함과 동시에 저장성 연장효과와 산업적 적용성이 높은 전처리 기술을 조기 발굴하고자 연구초기 단계에서 배추의 증산작용을 억제할 수 있는 방향을 현장에서 전면 검토하였다.

### 나) 실험방법

**재료** : 2012년 12월 21일 산지 수확직후의 해남산 배추를 이용하여 실험에 사용하였다.

**저장 전처리 방법** : 현장에서 P-box에 관행 적재하는 방법을 대조구(control)로 하여, 대조구를 LDPE필름포장한 후 P-box에 적입하는 C-MA, 배추 뿌리부위를 상향 적입하는 U-control, 배추 뿌리부위를 상향 적입 한 후 MA포장한 U-MA, 배추뿌리 절단부위를 코팅한 다음 배추 뿌리부위를 상향 적입한 U-coat, 배추뿌리 절단부위를 코팅한 다음 배추 뿌리부위를 상향 적입한 후 MA film포장한 coat-MA, 배추 뿌리부위를 상향 적입한 후 다공성천연석을 처리한 WAS, 배추 뿌리부위를 상향 적입한 후 다공성천연석을 처리한 다음 MA film 포장한 WA-MA 처리구 등 8종에 대한 저장성 연장효과를 평가하였으며, P-box내 배추는 3~4포기씩 적입하였고 처리구당 P-box는 5개씩 처리하였다.

**저장방법** : 처리구별 전처리된 배추는  $-0.2^{\circ}\text{C}$ 의 해남화원농협 김치가공공장 물류센터 내 배추 전용 저장고(50평, 전남 해남군 화원면 청룡리 607)에 화원농협의 김치저장용 배추와 3개월 동안 동시 저장하였다.

**분석방법** : 화원농협에서 저장한 배추의 저장성 대비 실험구의 저장효과를 비교분석하기 위하여 업체에서 실시하고 있는 평가방법을 준용하였음. 실험방법은 화원농협의 김치용 배추가 출고된 시점(2013년 3월 28일) 1일 후에 실험용 배추를 출고한 다음 겉잎과 부패잎을 제거한 후 김치용 배추의 저장수율을 비교하였다.

### 다. 결과 및 고찰

**저장고 환경조건** : 저장고 평균 온습도는  $-0.19 \pm 0.06^{\circ}\text{C}$  와  $95.88 \pm 0.31\% \text{RH}$ 이었으며, 저장고 최고 온습도는  $0.01^{\circ}\text{C}$ ,  $98.00\% \text{RH}$ , 최저 온습도는  $-0.67^{\circ}\text{C}$ ,  $93.48\% \text{RH}$ 이었다, 저장 3개월 측정된 온습도 분포는 그림 3-1과 같다.

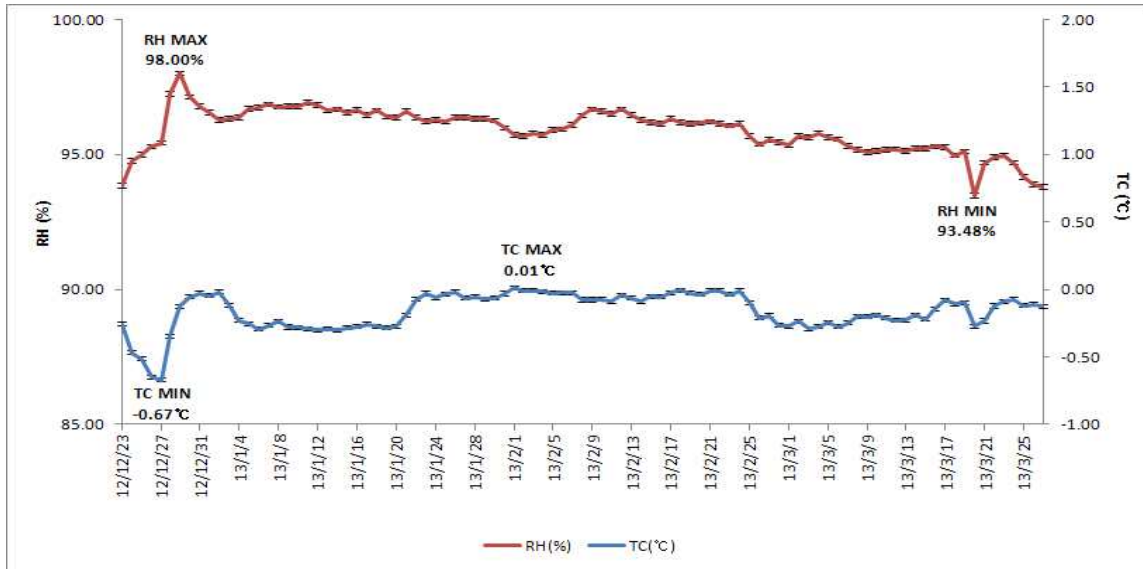


그림 3-1. 월동배추 저장기간 중 배추 전용저장고의 온·습도 변화

**저장 전처리 방법의 선정근거** : 배추는  $0^{\circ}\text{C}$  부근의 저온에서는 기 보고한 바와 같이 호흡을 및 에틸렌 발생율이 매우 낮음에도 불구하고 저장성이 낮은 특성을 나타내며, MA저장 시 겉잎의 짓무름 현상에 의하여 저장성이 결정됨에 따라 배추의 저장성은 증산작용에 의해 결정되는 것으로 판단되었다. 배추의 증산작용을 억제하기 위한 방법으로서는 환경습도를 증대하기 위한 MAP, 증산작용의 주요 통로로 예측되는 뿌리 절단부를 수분투과성이 없는 피복물질로 코팅하는 방법, 또한 가습 등의 방법으로 고내 저장환경을 포화상태로 유지시켰을 경우 배추 조직내부로의 수적의 침투를 억제하기 위한 적입방법(배추를 뒤집어 저장하는 방법), 배추와 수적의 접촉을 방지하고 배추 주변환경의 습도조절을 위한 방안으로서 다공성천연석을 피복하는 방법을 선정하였다.



그림 3-2. 현장실험을 위한 배추 전처리 방법

저장 전처리 방법별 김치 제조용 정선손실률 비교 : 전처리 방법별 배추의 저장 3개월 후 정선손실률은 다음 그림 3-3과 같다. 대조구 포함 모든 실험구는 공히 30%이하의 수치로 현장 관행방법(Field)의 약 50%보다 낮은 결과를 나타내었다. 실험구 중에서 처리구들은 대조구의  $28.88 \pm 1.04\%$ 보다 우수한 결과를 나타내었으나 다공성천연석을 활용한 WAS( $18.31 \pm 0.85\%$ )와 WA-MA( $15.40 \pm 0.66\%$ )를 제외한 기타 처리구들은 대조구 대비 큰 차이를 나타내지 않았다.

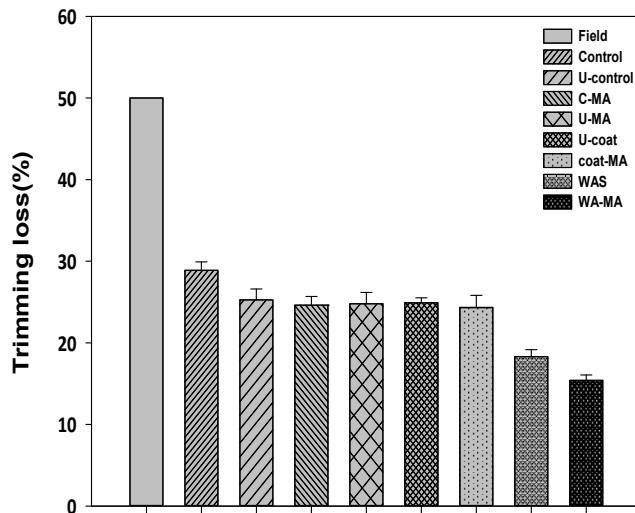


그림 3-3. 전처리 방법별 처리된 월동배추의 저장 3개월 후 정선손실률 비교

현장 관행방법과 동일한 방법 및 조건에서 처리한 대조구가 관행방법보다 손실률이 낮게

나타난 원인은 P-box내에 배추의 함입량 차이에 기인하는 것으로 판단되었다. 즉 관행방법에서는 저장효율을 위하여 P-box내에 5~6개의 배추를 강제 함입하는 방식을 채택하며, 본 과정에서 P-box와 배추의 마찰에 의한 조직손상이 유발되고 이에 따라 증산 및 곰팡이 발생 등의 부패율이 증가하는 원인으로 이해되었다. 따라서 관행방법에서 배추의 저장 중 정선수율 및 부패율을 억제하기 위해서는 P-box내 배추 함입량을 조정하거나 배추의 크기에 적절한 P-box의 제원변경이 요청됨을 알 수 있었다.

3개월간 저장된 배추는 곰팡이 발생, p-box상부 조직의 압상, 짓무름 발생, 조직연화, 및 추대 등이 문제가 되는 것으로 나타났다.

곰팡이 발생은 업체에서 저장하는 대부분의 배추에서 발생하는 것으로 조사되었으며 본 실험에서도 현장과 동일방법으로 처리된 control구에서만 검은 곰팡이가 발생한 반면 타 처리구에서는 발생되지 않았다. 이러한 현상은 배추크기와 p-box 제원과의 비적합성에 기인하는 것으로 판단되었다. 즉, P-box의 높이보다 높은 배추의 상부가 P-box 외부로 노출된 상태에서 p-box의 적재시 하중에 눌러 조직이 손상되고, 상대적으로 청결도가 부족한 P-box 하단의 토양 미생물이 손상된 조직의 배추에 침입하면서 발생하는 것으로 판단되었다.



그림 3-4. 배추의 저장 중 곰팡이 발생과 조직압상 모습

짓무름 현상은 MAP처리한 대부분의 배추에서 발생하는 것으로 나타났다. 그림 3-5에서와 같이 MAP 배추의 경우 동일 포장지 조건과 저장환경임에도 불구하고 실험실적 연구에서 형성되지 않았던 수적이 포장지내부에 다량 형성되었고, 동 수분이 배추와 장기 접촉함으로써 짓무름 현상과 물에 절인 듯한 조직연화현상이 발생하였다. 따라서 배추의 MA포장시에는 수증기 투과도가 50 $\mu$ m-LDPE보다 높거나, 포장지 내부의 상대습도를 과포화상태 이하로 유지할 수 있는 플라스틱 필름의 선택이 필요한 것으로 사료되었다.



<MA처리구 조직 짓무름 및 포장지내 수분유출>



<MA처리구 뿌리 짓무름>



<MA처리구 표피 물기 및 짓무름 현상(약32%)>



<MA처리구 절임유사상태>

### 그림 3-5. 월동배추의 MA 저장 문제점

조직연화는 그림 3-6과 같이 플라스틱 필름이나 다공성 천연석 등을 사용하지 않고 저장고 환경습도에 노출된 대조구 등의 배추에서 발생하였는데, 이는 저장기간 동안 측정된  $95.88 \pm 0.31\%RH$ 의 평균 환경습도를 상향 조절할 필요가 있으며, 보다 능동적인 관리를 위해서는 가습이나 플라스틱 필름 포장 등의 작업이 수반될 필요가 있다. 그러나 가습의 경우 수적과 배추조직과의 장기 접촉에 의한 짓무름 발생과 부패율의 증대 원인이 될 수 있으므로 신중한 접근 및 고안장치가 요구되고, MA저장은 작업방법의 불편과 포장지 내 형성되는 수적의 엄격한 관리가 필요한 것으로 판단된다.



그림 3-6. 배추의 저장 중 외기 노출시 발생하는 조직연화 사진

그림 3-7은 다공성 천연석을 피복한 배추의 3개월 저장 후 성상을 사진으로 나타낸 결과이다. 본 현장 실험에서 정선 손실량이 15~18% 발생한 WAS와 WA-MA처리는 저장 중 부패율에 의한 손실량이 아닌 김치 제조를 위하여 최소 박리하는 외엽의 무게에 해당하는 것으로 배추의 신선도 및 내부 조직이 가장 우수한 결과를 나타내었으며, 대조구 대비 1/2, 업체수준 대비 3/10의 높은 정선손실을 억제효과가 나타났다.



그림 3-7. WAS 및 WA-MA 처리된 배추의 저장 3개월 후 성상 변화

## 2. 전처리 기술의 현장적용성 연구

### 가. 목적

배추의 저장성 증진을 위한 현장실험으로서, 1차 월동배추 대상 저장 전처리 실험결과 가장 우수한 효과를 나타낸 다공성 천연석을 피복하는 기술을 산업적 적용 가능한 시스템적 연구로 접근코자 함

### 나. 실험방법

**재료** : 2013년 5월 29일 산지 수확직후의 해남산 봄배추를 이용하여 실험에 사용하였다.

**저장 전처리 방법** : 현장에서 P-box에 관행 적재하는 방법을 대조구(control)로 하여, 배추 뿌리 부위를 상향 함입한 후 다공성천연석을 피복하는 방법(U-WAS), 배추를 수평 함입한 다음 다공성천연석을 피복하는 방법(S-WAS), U-WAS와 S-WAS처리구를 PVC wrapping한 방법(U-WAMA 및 S-WAMA)을 적용하였으며, 처리구당 시료량은 각 1M/T씩 처리하였다.



S-WAS



처리구당 랩핑한 실험전경

그림 3-8. 시료 전처리 방법

**저장방법** : 처리구별 전처리된 배추는  $-0.2^{\circ}\text{C}$ 의 해남화원농협 김치가공공장 물류센터 내 배추 전용 저장고(50평, 전남 해남군 화원면 청룡리 607)에 화원농협의 김치저장용 배추와 2월 동안 동시 저장하였다.



그림 3-9. 화원농협 배추 저장고 내 실험용 배추와 동시 저장모습

**분석방법** : 화원농협에서 저장한 배추의 저장성 대비 실험구의 저장효과를 비교분석하기 위하여 업체에서 실시하고 있는 평가방법을 준용하였다. 실험방법은 화원농협의 김치용 배추가 출고된 시점(2013년 7월 31일) 1일 후에 실험용 배추를 출고한 다음 겉잎과 부패잎을 제거한 후 김치용 배추의 저장수율을 비교하였다.

#### 다. 결과 및 고찰

**저장고 환경조건** : 봄배추의 저장 중 저장고 내부의 평균 온·습도는  $2.03 \pm 0.03^{\circ}\text{C}$ ,  $99.00 \pm 0.00\% \text{RH}$ 이었고, date logger로 2개월 동안 측정한 결과는 그림 3-10과 같다.

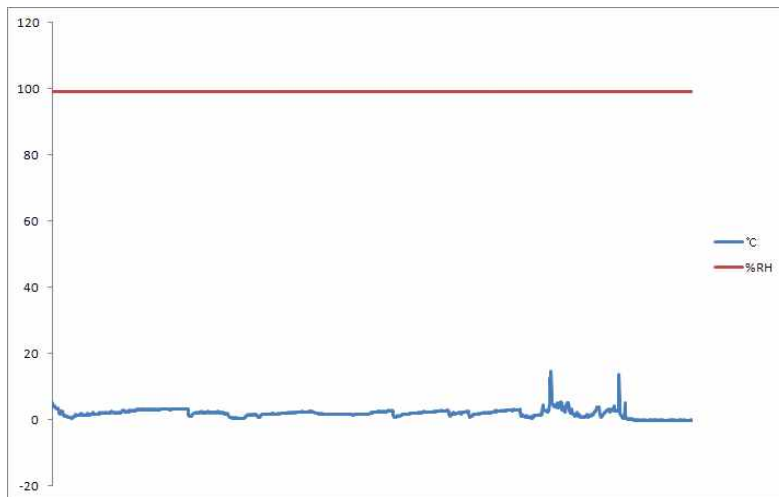


그림 3-10. 봄배추 저장기간 중 배추 전용저장고의 온·습도 변화

**저장 전처리 방법의 선정근거** : 전술한 바와 같이 배추의 저장성은 증산작용에 의한 영향이 가장 크게 나타났다. 배추의 환경습도를 높게 유지하기 위해서는 가습 또는 MAP방법이 제안될 수 있으나, 동 방법은 과량의 수증기에 의해 형성된 수적이 배추와 장기 접촉함으로써 조직을 짓무르게 하고 또한 손상된 조직을 통하여 곰팡이 등의 침입으로 부패를 촉진시키는 역할을 나타낸다. 1차 현장실험에서 수행한 전



처리 방법 중 가장 우수한 저장성 연장효과를 나타낸 다공성 천연석을 활용하는 방법은 수직의 접촉을 방지하면서 배추 주변환경을 고습으로 유지할 수 있는 우수한 촉매로 간주됨. 본 연구에서는 동 방법을 산업적으로 접근 할 수 있는 방안을 모색하기 위한 기초연구로서 배추의 P-box 내 함입방법을 수직 또는 수평함입하는 방법을 비교 검토하고자 하였다. 이는 수직함입의 경우 인력소요가 높은 반면 수평함입의 경우 컨베어 시스템에서 적용가능함으로써 현장에서의 인력소요량을 최소화하기 위한 방안을 도출하기 위함이다.

**저장 전처리 방법별 김치 제조용 정선손실을 비교 :** 배추의 함입방법에 따른 봄배추의 저장성을 평가하고자 화원농협 배추 전용저장고에서 농협배추와 2개월 동안 동시 저장한 후 처리방법별 조사한 정선손실량은 그림 3-11과 같다. 다공성인공석을 활용한 처리구는 18.5~28.8%의 정선손실량으로 대조구의 30.7%보다 우수하였으며, 이중 배추뿌리부위를 상향 함입하고 다공성 천연석을 피복한 다음 PVC랩핑한 처리구가 18.5%로 가장 우수한 결과를 나타내었다.

대조구는 전체적인 시들향상과 뿌리연화, 곰팡이 및 이취발생이 나타났으며, 고습환경에서 발생한 수분에 의한 절임현상이 1/3정도 발생하여 신선배추로서의 상품성은 극히 낮은 것으로 간주되었다. 그러나 대조구의 정선손실량이 30.5%로 낮게 나타난 원인은 화원농협의 저장 배추의 용도는 김치제조용이므로 절임현상이 발생한 배추도 김치제조용 원료로서 활용하는데 문제가 없었기 때문이었다.

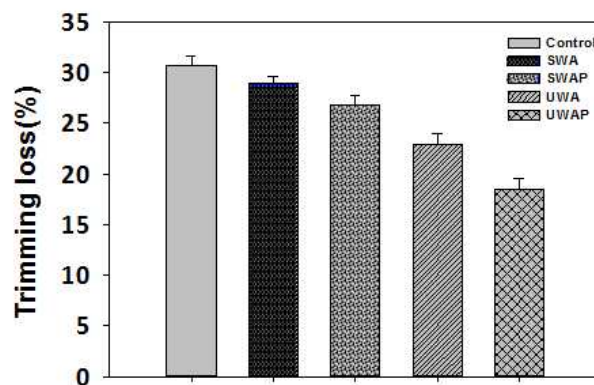


그림 3-11. 전처리 방법별 봄배추의 저장 2개월 후 정선손실을 변화



<U-WAMA의 정선전 성장>



<U-WAMA의 정선후 성장>

그림 3-12. 봄배추의 저장 2개월 후 정선 전·후 성장 변화

### 3. 기존 배추 저장의 문제점 및 개선방안

#### 가. 배추 전처리기술

진공 및 차압예냉시설이 현장(대관령 원예농협 보유, 해남 화원농협 미보유)에 설치되어 있으나, 진공예냉은 3시간, 차압예냉은 10시간 이상 소요됨으로써 단기 집중 생산되는 배추의 특성상 예냉시설을 전혀 가동하지 않고 단순 저장하는 데 급급한 실정이다. 따라서 현장에서 적용할 수 있는 전처리 기술은 개발되어 있지 않는 것으로 간주되어야 한다.

따라서 제 2세부에서 보고한 예냉과 유사한 저장효과를 가져오는 신속열처리 기술(45℃, 2분)의 적용을 검토할 필요가 있고, 동 기술의 장치설계를 터널식으로 제조할 경우 컨베이어 시스템에서 단시간 해결가능한 장점이 있다.

#### 나. P-box의 제원과 배추 크기와의 부적합성

P-box의 높이보다 배추의 크기가 높아, 배추 상부는 P-box 외부로 노출된 상태에서 저장고

에 적재되고 있다. 따라서 p-box의 적재시 하중에 눌러 상부 조직이 손상되고, 상대적으로 청결도가 부족한 P-box 하단의 토양 미생물이 손상된 조직의 배추에 침입하면서 곰팡이가 전량 발생하여 저장성을 단축시키는 문제가 있었다.

상기 문제점을 해결하기 위한 방법으로는 현재 배추의 폭과 높이에 대한 충분한 데이터를 확보한 후 기존 pallet사이즈를 고려하여 P-box의 제원을 변경한 배추 전용 p-box를 제작보급할 필요가 있다.

#### **다. P-box내 배추 함입방법**

배추 잎이 상부로 향하도록 4~6포기씩 농산물 전용 플라스틱 상자에 강제 함입하고 있어, 함입 시 마찰에 의한 배추조직 손상이 발생하고 있었다. 조직 손상부위는 증산작용에 의한 수분유출과 위조현상을 촉진함과 아울러 토양 미생물에 의한 감염통로가 됨으로서 부패를 촉진하는 결과를 나타낸다. 또한 동 공정은 배추입고 과정에서 노동력이 가장 많이 소요되는 공정인데, P-box에 배추를 함입할 때, 선 함입된 배추가 쓰러지지 않도록 잡으면서 후 함입하는 순서로 이루어지므로 작업이 까다롭고 작업시간이 많이 소요되는 문제도 있다. 또한 플라스틱 상자와 배추 크기의 부조화로 함입과정에서 선 함입된 배추를 누르면서 강제 함입하는 방법으로 실시되고 있어 배추의 조직손상 및 저장성 저하의 주요 원인이 되고 있다.

상기 문제를 해결하기 위해서는 수직함입방식에서 수평함입 방식으로의 전환을 고려할 필요가 있다. 동 방법은 컨베어 시스템에서 자동 투입이 가능하여 인력소요량을 획기적으로 절감가능하게 하는 장점이 있으나, 배추 저장 시 저장효율의 감소원인이 될 수 있으므로 플라스틱 상자의 제원변경이 필수적 선결단계이다

#### **라. 저장기술**

배추의 장기저장을 위해서는 저장고내 상대습도를 포화상태에 가깝게 유지하여야 하며, 이를 위한 방법으로는 가습장치 또는 플라스틱 필름포장방법의 적용이 요구된다. 그러나 동 방법은 수적(水滴)과 배추의 장기 접촉에 의한 짓무름 및 부패의 촉진 우려 높아 현장 저장고에서 가습시스템의 운용이 전무한 실정이며, MA포장은 작업성 및 노동력 투입 등의 문제로 실시하지 않고 있다.

특히 다공성 천연석으로 피복한 배추의 저장효과는 현장 및 산학연관 협의회에서 우수한 것으로 인정되었으며, 동 방법은 단기저장용이 아닌 장기저장용 배추에 한해서 적용하는 방향으로 접근할 필요가 있었다. 또한 다공성 천연석 활용시 가습시스템을 가동할 수 있으며 또한 PVC wrapping에 의한 MA저장시에도 과잉의 수적에 의한 짓무름 현상이 발생하지 않는 장점도 있다.

마. 저장 전처리 시스템

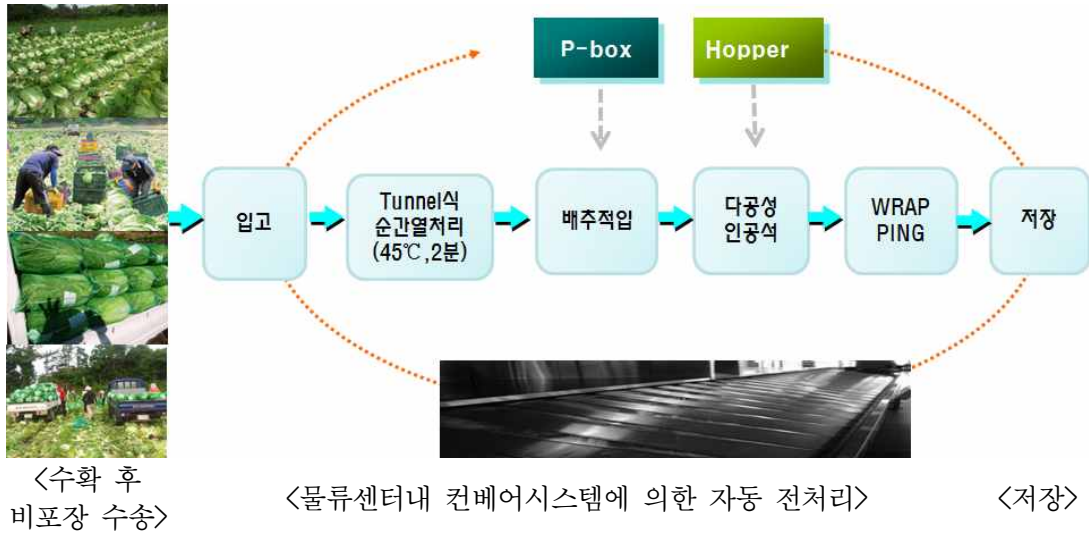


그림 3-13. 배추 저장성 증대를 위한 저장 전처리 공정 개선(안)

## 4. 현장형 MA포장기술 개발

### 가. 실험목적

세부 2에서 수행한 “(3) 다공성 천연석의 피복 및 기체환경조절 병용 처리 기술 개발’에서 배추의 신선도 연장효과가 탁월한 방법으로 선정된 WA-MA(p-box에 배추 뿌리부위를 상향 합입한 후 다공성천연석을 피복하고 MA film 포장하는 방법)처리는 LDPE 필름포장작업은 산업적으로 적용하기에는 높은 인건비와 작업속도의 지연 원인이 될 수 있다.

본 연구에서는 LDPE 필름에 의한 MA포장작업으로 현 기술수준에서 기계적으로 대체할 수 있는 방법을 모색하고 그 방법에 따른 대체효과를 살펴보고자 하였다.

### 나. 실험방법

#### 1) 재료 및 포장방법

2013년 11월 20일 수확한 가을배추를 대상으로 기존 저장 방법을 대조구로 하고, 다공성천연석을 피복 후 두께 50 $\mu$ m의 LDPE 포장한 방법, pallet에 적재된 배추 P-box를 PVC 필름으로 옆면만 wrapping하는 방법, pallet에 적재된 배추 P-box 상단과 하단을 먼저 PVC 필름으로 덮은 다음 옆면을 필름으로 전면 wrapping하는 방법을 그림 3-14와 같이 적용하였으며, 포장이 완료된 처리구는 해남화원농협 배추 물류센터내 배추 전용 저온저장고에 2개월간 저장하였다.



<대조구>



<PVC wrapping>



<LDPE>



<현장실증시험>

그림 3-14. 현장실증사진 및 처리구간 포장방법

## 2) 이화학적 분석

**정선손실량** : 저장기간이 경과한 후 배추의 무게와 상품성 및 김치제조 활용도가 없는 외엽을 제거한 배추의 무게를 측정하여 손실량(%)을 나타내었다.

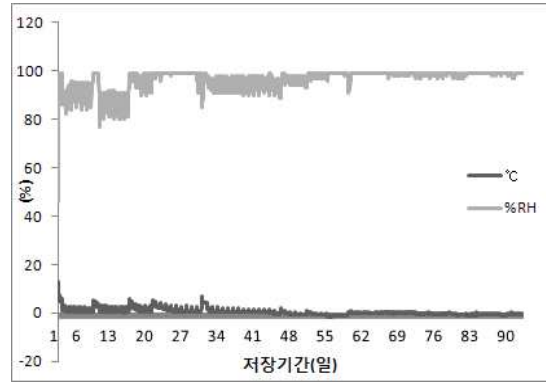
**부패율** : 육안검사에 의해서 상품성 여하에 따라 판별하여 전체 배추 수에 대한 백분율로 나타내었다.

## 다. 결과 및 고찰

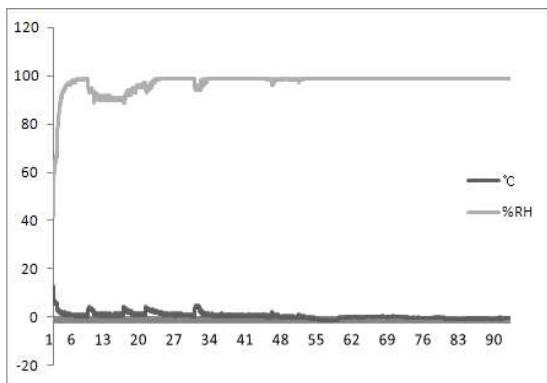
### 1) 저장고 내부 및 포장지 내부의 온습도 변화

해남화원농협 배추 물류센터 내 배추 전용 저온저장고에서 60일 동안 저장하였을 때 저장고 내의 온습도 변화는 그림 3-15와 같다.

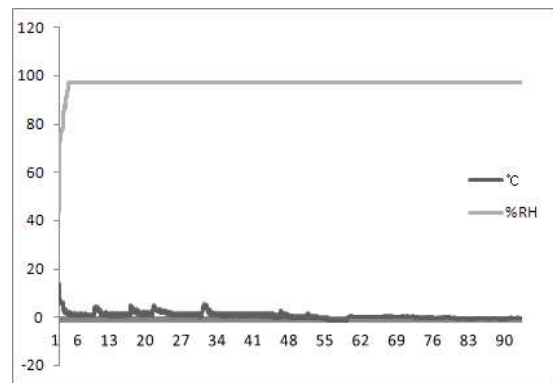
대조구 및 PVC wrapping 옆면포장구의 온·습도는  $0.39 \pm 0.03^{\circ}\text{C}$ ,  $96.88 \pm 0.08\% \text{RH}$ 이었으며, PVC wrapping 전면 포장구의 온·습도는  $0.40 \pm 0.02^{\circ}\text{C}$ ,  $97.43 \pm 0.09\% \text{RH}$ , LDPE 포장구의 온·습도는  $0.40 \pm 0.03^{\circ}\text{C}$ ,  $96.74 \pm 0.05\% \text{RH}$ 으로 나타났다.



<대조구 및 PVC wrapping 옆면>



<PVC wrapping 전면>



<LDPE>

그림 3-15. 포장방법에 따른 포장지 내부의 온습도 변화

## 2) 포장방법별 정선손실을 변화

배추 저장 중 해남화원농협의 배추전용저장고의 냉동기 고장으로 인하여 저장실험을 2개월 이상 지속할 수 없었으며, 결과 확인 시 전체적으로 배추 잎의 엽록소 파괴에 의한 탈색 현상이 높게 발생하고 있는 상태였다.

저장 2개월 후의 정선손실율은 대조구가  $18.42 \pm 1.51\%$ 로 가장 높게 나타난 반면, LDPE 포장구  $11.83 \pm 1.57\%$ , PVC wrapping 옆면 포장구가  $11.37 \pm 1.29\%$ , pvc wrapping 전면 포장이  $12.56 \pm 1.36\%$ 로, 플라스틱 포장방법에 따른 정선손실을 차이는 표준오차 범위에서 차이가 없는 것으로 나타났다.

이와 같이 배추가 함입된 P-box를 pallet단위를 옆면만 wrapper로 포장하여도 LDPE필름 포장한 방법과 차이가 없는 것은 배추 전용저온저장고의 상대습도가 비교적 높기 때문에 LDPE 필름으로 완전 MA처리한 방법과 유사한 결과를 나타낸 것으로 판단되었다.

따라서 배추를 다공성 천연석으로 피복한 후 실시하는 포장작업은 배추 1 pallet 단위로 랩핑기에 의한 기계적 작업이 가능할 것으로 판단되었다.

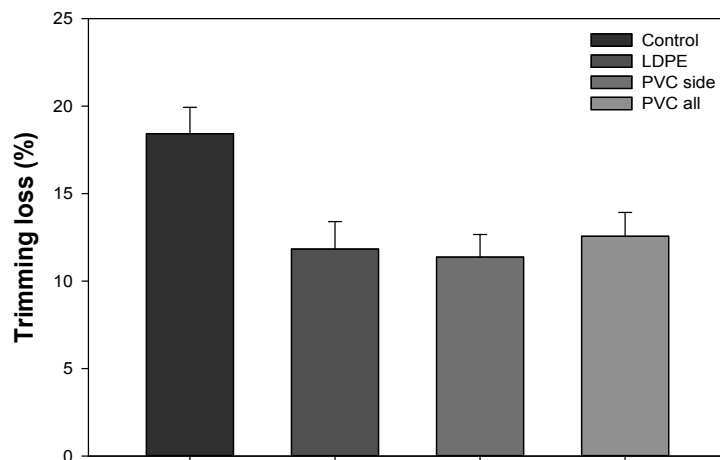


그림 3-16. 포장방법에 따른 저온저장 2개월 후 정선손실을 변화

## 3) 포장방법별 색상 변화

아래 그림 3-17~3-20은 각 포장방법별 정선 전 후의 외관을 사진으로 측정하여 나타낸 결과이다.

전술한 바와 같이 저장 2개월 경 현장 저장고의 냉동기 이상으로 인하여 고내온도가 상승



하는 현상이 발생하였으며, 이로 인하여 저장 중인 배추의 엽록소가 상당량 분해된 결과를 보여주고 있으나, 전반적인 포장방법별 품질차이의 판단에는 큰 영향을 주지는 못하였다,



<정선 후>



<뿌리면>



<바닥면>



<절단면>

그림 3-17. 포장방법에 따른 저장 2개월 후 PVC wrapping 옆면 처리구 배추 정상



<정선 전>



<정선 후>



<절단면 전체>



<절단면>

그림 3-18. 포장방법에 따른 저장 2개월 후 PVC wrapping 전면 처리구 배추 성장



<정선 전>



<정선 후>



<절단면 전체>



<절단면>

그림 3-19. 포장방법에 따른 저장 2개월 후 0.05 $\mu$ m LDPE 처리구 배추 성장



<정선 전>



<정선 후>



<흑변 발생>



<추대 무름 및 구멍>

그림 3-20. 포장방법에 따른 저장 2개월 후 대조구 배추 성상

## 5. 순간건식 열처리 효과 실증실험

### 가. 재료 및 방법

#### 1) 재료

전라남도 해남군 소재 농가에서 2014년 2월 12일에 수확한 월동배추를 대상으로 외관이 건전한 것만 선별하여 실험에 사용하였다.

#### 2) 저장 전처리 및 저장방법

P-box에 3~5포기씩 적재하여 저장하는 기존저장방법(대조구), 배추에 다공성천연석을 피복 후 P-box에 2포기씩 배추를 눕혀서 적재한 뒤 PVC wrapping 전면 포장(WP), 45℃에서 2분간 표면 열처리 한 뒤 P-box에 2포기씩 배추를 눕혀서 적재한 뒤 PVC wrapping 전면 포장(HWP)한 월동배추를 해남 화원농협의 0℃ 저장고에서 2개월 저장하였다.

#### 3) 분석방법

순간건식열처리 장치의 가동 중 온습도 변화와 처리방법별 포장지 내부의 온습도 변화는 data logger로 측정하였으며, 저장 종료 후 품질판정지표로서 정선손실을 측정하여 나타내었다. 정선손실율은 처리구당 50포기씩 랜덤 샘플링하여 조사하였다.

### 나. 결과 및 고찰

순간건식 열처리 장치의 내부 온습도 변화 : 45℃, 2분간 순간건식열처리 시 건조기 내부 온·습도는 평균  $45.35 \pm 0.09^\circ\text{C}$ ,  $2.00 \pm 0.00\% \text{RH}$ 로 측정되었다.



그림 3-21. 순간 건식 열처리 건조기 외관

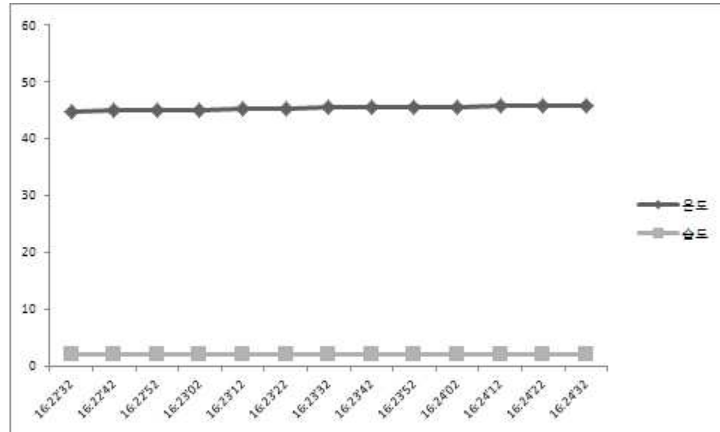


그림 3-22. 2분간 순간건식열처리 중 건조기의 온습도 측정

표 3-1. 45°C, 2분간 순간건식열처리 중 건조기의 온습도 변화

	온도(°C)	습도(%RH)
평균	45.35±0.09	2.00±0.00
시작온도	44.8	2
종료온도	45.8	2

### 포장지 내부의 온습도 변화

그림 3-23과 같이 처리작업이 완료된 배추는 화원농협 물류센터 내 0°C의 배추 전용 저장고에 입고하였으며, 저장 중 고내 온습도 변화는 그림 3-24와 같다.

P-box내 함입된 대조구의 평균 환경온도는  $0.5 \pm 0.4^\circ\text{C}$ 에 상대습도가  $95.59 \pm 0.09\%$ 인 반면 열처리를 하지 않은 WP처리구는  $0.43 \pm 0.13^\circ\text{C}$ ,  $97.00 \pm 0.00\%$  RH이었고 열처리 후 다공성 천연석을 피복 후 PVC랩핑한 HWP처리구에서는 평균온도가  $0.36 \pm 0.12^\circ\text{C}$ , 상대습도  $97.91 \pm 0.39\%$ 로 조사되었다. 본 실험결과 PVC랩핑처리는 환경습도를 포화상태에 이르기까지 상승시키지는 못하였으나 고내 상대습도를 평균 98% 이상 유지하는 특성을 부여하는 것으로 조사되었다.



<대조구>

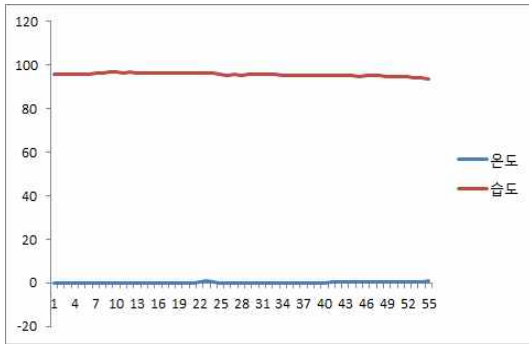


<WP>

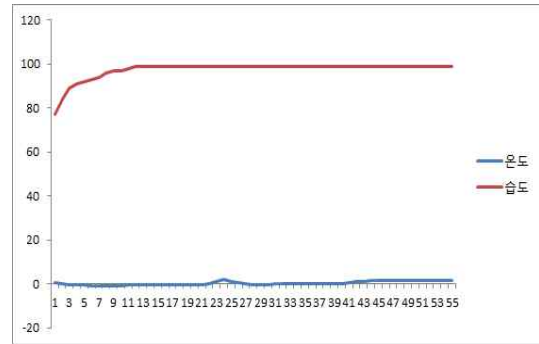


<HWP>

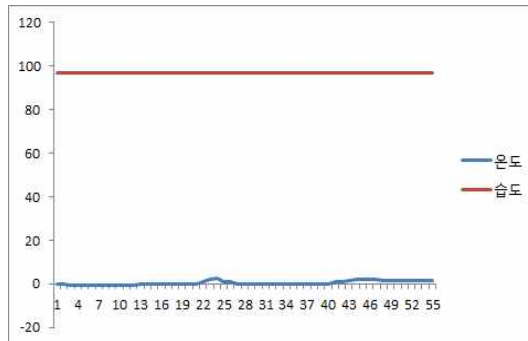
그림 3-23. 월동배추의 처리구별 저장 전 외관



<대조구>



<WAS + PVC wrapping>

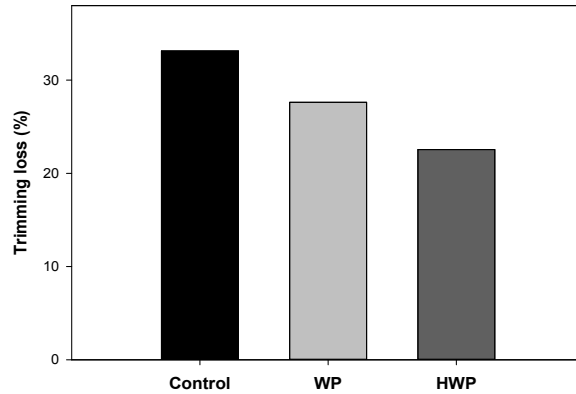


<heat shock(2min) + WAS + PVC wrapping>

그림 3-24. 화원농협 저장고 내 배추 저장 중 온습도의 변화

### 정선손실율의 변화

처리구별 정선손실율을 나타낸 결과는 그림 3-25와 같다. 처리구당 50포기씩 1 pallet 사이즈에서 랜덤 샘플링하여 정선 전·후로 나누어 무게를 측정 후 백분율로 나타낸 결과, 대조구는 33.14%, WP 처리구는 37.62%, HWP 처리구는 22.55%의 정선손실율을 나타내어 HWP 처리구가 배추 저장에서 가장 효과적인 것으로 나타났다.



\*WP: Was(다공성천연석) + PVC wrapping  
 HWP: Heat shock + Was + PVC wrapping

그림 3-25. 처리방법에 따른 저장 2개월 후 정선손실율

P-box의 길이보다 월동배추의 길이가 크기 때문에 월동배추를 P-box에 적재하여 저장할 때 압상으로 인하여 배추의 앞 부분이 눌러 저장됨으로써 대조구의 경우 약 1/3의 배추에서 최외각 잎이 짓물러있었으며, 대조구의 절단면을 보았을 때 50%의 배추에서 앞부분에 흑변이 발생하였다. 반면 WP와 HWP처리구는 압상되지 않게 저장하였기 때문에 짓무름이나, 절단면의 흑변현상은 나타나지 않았다.



<대조구>

<WP>

<HWP>

그림 3-26. 월동배추의 저장 2개월 후 정선 전 배추 성상





<대조구>

<WP>

<HWP>

그림 3-27. 월동배추의 저장 2개월 후 정선 후 배추 성상

## 5. 작형별 전처리 및 저장기술 종합적용 현장실험

### 가. 월동배추

#### 1) 재료 및 방법

2014년 3월 16일 수확한 월동배추를 대상으로 기존 저장 방법을 대조구로 하고, 처리구는 1차 년도에 확립된 45℃, 2분의 건식 열처리 후 플라스틱 박스에 월동배추를 눕혀서 적재 한 뒤 다공성천연석을 함입하였으며, pallet에 적재된 배추 P-box 상단과 하단을 먼저 PVC 필름으로 덮은 다음 옆면을 필름으로 전면 wrapping하는 방법을 적용하였다. 포장이 완료된 배추는 해남화원농협 배추 물류센터 내 배추 전용 저온저장고에서 저장하였으며, 저장효과분석은 저장 기간이 경과한 후 배추의 무게와 상품성이 없는 외엽을 제거한 배추의 무게를 측정하여 정선 손실량(%)으로 나타내었다.

#### 2) 결과 및 고찰

그림 3-28은 해남화원농협에서 당일 입고된 월동배추의 품위를 나타낸 사진이며, 그림 3-29

는 저장을 위한 전처리 작업을 수행하는 현장 사진이다.



정선 전



정선 전



정선 후



정선 후

그림 3-28. 저장 초기의 월동배추 품위



0일차 월동배추



45°C/2min 건식열처리작업



다공성 천연석 피복작업



Wrapping 작업



관행 대조구 저장방법



0°C 저장고 내 처리구 및 대조구

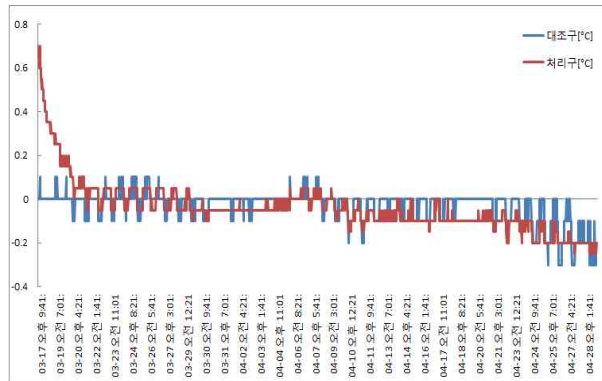
그림 3-29. 해남 화원농협 물류센터에서 월동배추 대상, 현장 전처리 작업 수행 모습

그림 3-30은 월동배추의 저장 중 저장고 내부의 온도변화를 data logger로 기록한 온습도 분포를 나타낸 결과이다.

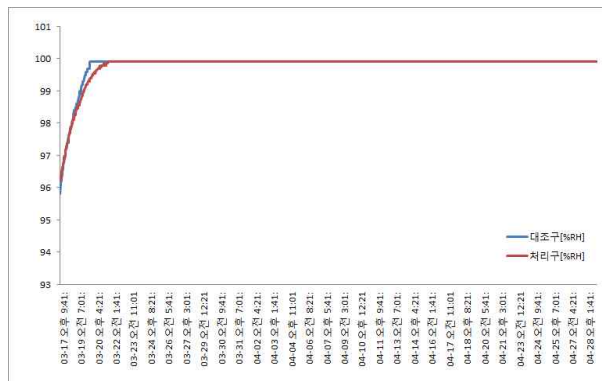
저장고 내부온도의 경우 4월 10일경부터 온도편차가 영하의 온도대에 머물기 시작하다가 4

월 20일경부터 최저온도가  $-0.5^{\circ}\text{C}$  까지 저하되기 시작하는 냉동기 문제가 발생하기 시작하였고, 저장 2개월 후 저장고의 냉동기 고장이 보고되어 저장실험은 2개월까지만 수행하였다.

그림 3-31은 월동배추의 저장 2개월 후 상품성이 없는 외엽을 제거한 정선손실율을 나타낸 결과로서, 대조구의 정선손실율은 31.19%인 반면 처리구의 경우 15.3%로 약 2배 정도 손실율을 억제하는 효과가 있었다.



<온도변화>



<습도변화>

그림 3-30. 월동배추의 0°C 저장고 내 온·습도변화

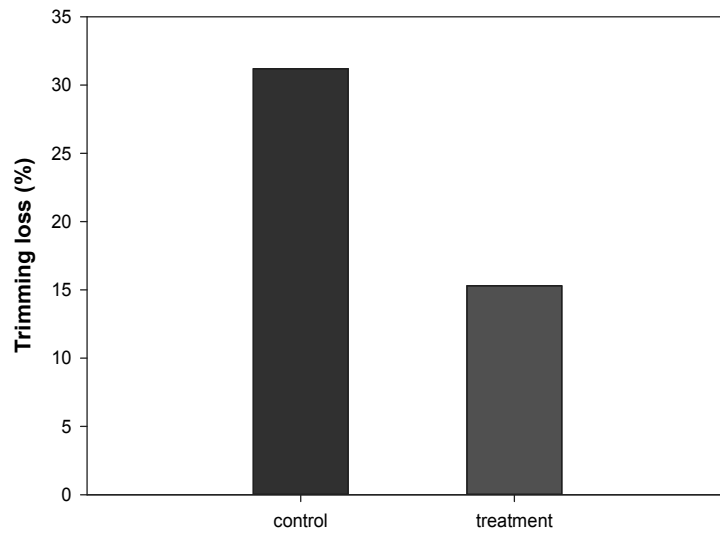


그림 3-31. 해남화원농협 월동배추의 정선손실율



<저장고 내 월동배추>



<대조구 압상>



<대조구 짓무름>



<대조구 곰팡이>



<냉해>



<냉해>



<대조구 정선 전>



<대조구 정선 후>

그림 3-32. 월동배추\_2개월\_저장 후 대조구 정상



처리구 정선 전



처리구 정선 후



정선 후



정선 후

그림 3-33. 월동배추 2개월 저장 후 처리구 성상

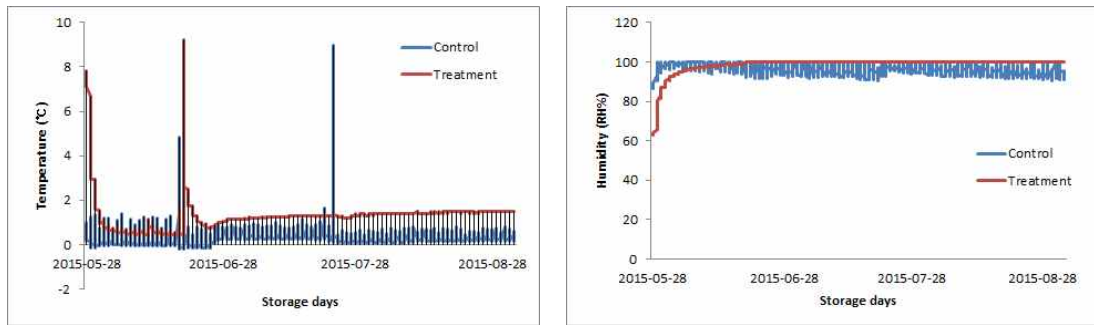
## 나. 봄배추

### 1) 재료 및 방법

2015년 5월 28일 수확한 봄배추를 대상으로 기존 저장 방법을 대조구로 하고, 처리구는 4°C, 2분의 건식 열처리 후 플라스틱 박스에 봄배추를 눕혀서 적재 한 뒤 다공성인공토를 함입 하였으며, P-box가 적재된 pallet 옆면을 PVC 필름으로 wrapping하는 방법을 적용하였다. 포장 이 완료된 배추는 해남화원농협 배추 저장고에서 약 3개월간 저장하였으며, 처리구의 저장효과 분석은 저장기간이 경과한 후 배추의 무게와 상품성이 없는 외엽을 제거한 배추의 무게를 측정하여 정선손실량(%)으로 나타내었다.

### 2) 결과 및 고찰

해남 화원농협에서 봄배추 저장 중 저장고 내부의 온습도 변화는 그림 3-34와 같다. 월동배추의 저장 중 발생한 냉해문제로 저장온도를 1℃로 설정하였으며, 이 때 평균온도와 평균습도는  $0.03 \pm 0.39^\circ\text{C}$ ,  $99.79 \pm 0.57\%$  로 나타났다.



<온도변화>

<습도변화>

그림 3-34. 봄배추 저장 중 온·습도 변화

그림 3-35는 현장에서 봄배추의 저장 중 저장기간별 정선손실율의 변화를 측정한 결과이다. 저장 초기 정선손실율은  $13.94 \pm 0.95\%$ 이었으며, 저장 55일 후 처리구는  $15.04 \pm 0.73\%$ 로 대조구의  $18.57 \pm 0.65\%$ 보다 낮게 나타났다. 그러나 저장 종료시점인 저장 96일 후에는 처리구가  $20.99 \pm 0.41\%$ 로 급증하였으며, 대조구의 경우도 처리구보다 높은  $25.08 \pm 1.00\%$ 로 처리구의 급증현상과 유사한 패턴을 나타내었다. 이와 같은 원인은 배추표면에 곰팡이의 발생이 매우 심하였는데, 이는 피복제로 활용하였던 다공성 천연석이 월동배추 실험 후의 것을 세척과정을 거치지 않고 재사용함으로써 발생한 2차 곰팡이 오염에 기인하는 것으로 판단되었다.

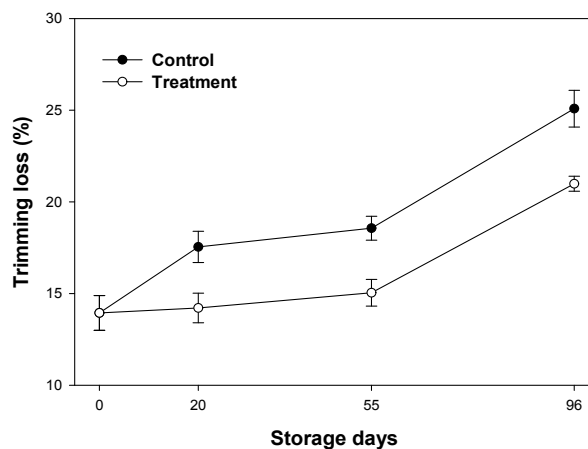


그림 3-35. 해남봄배추의 저장 중 정선손실률 변화





그림 3-36. 해남 화원농협 물류센터에서 봄배추 대상, 현장 전처리 작업 수행 모습



저장 95일차 처리구 정선 전



저장 95일차 대조구 정선 전



저장 95일차 처리구 정선 후



저장 95일차 대조구 정선 후



저장 95일차 처리구 절단면



저장 95일차 대조구 전단면



저장 95일차 처리구 절단면



저장 95일차 대조구 절단면

그림 3-37. 봄배추 저장 3개월 후 성장비교

#### 다. 개발기술의 경제성 검토

본 연구에서 개발된 장기저장 시스템에 의하면, 현장에서 수확한 배추는 산물단위 및 plastic box 포장단위로 물류센터로 수송되면, 배추는 컨베어 벨트 상에 하역과정을 거쳐 터널식 열처리 장치로 이송되게 된다. 열처리가 완료된 배추는 plastic box에 슬라이딩식 함입되고, P-box에 함입된 배추는 hopper장치가 있는 방향으로 컨베어 상으로 이송되게 된다. Hopper에서는 P-box 상부에 다공성 천연석을 투입한 다음 palletizing 작업이 완료된 배추는 wrapping machine으로 pallet 상에 적재된 배추의 옆면은 포장하는 공정으로 마무리된다. 상기 시스템에서 배추 전용 P-box, 건식열처리장치, hopper, wrapping machine 및 conveyor 등은 정부의 지원 하에 도입될 시설비에 해당하며, 다공성 천연석은 소모성 자재의 특성을 지니므로, 개발기술의 적용 시 지속적인 비용의 발생은 다공성 천연석의 구입 및 처리비용일 것으로 판단되었다. 따라서 본 항에서는 배추의 장기 저장 시 다공성 천연석을 대상으로 실제 소요되는 비용측면을 고려하고자 하였으며, 저장 종료시점에서의 시장가격 상승분은 무시하고 산지가격을 기준으로 단순 비교하였다. 현재 배추 저장산업에서 김치제조용 배추의 수율은 약 50%로서, 저장 종료시점에서의 시장가격 상승분을 제외하면 배추저장은 약 50%의 손실이 발생하는 특성을 지닌다. 다공성 천연석을 사용한 개발기술의 경우, 1회 사용 시에는 수율이 80%로 상승하여도 기존방법의 약 50%의 낮은 경제적 가치를 지니나, 다공성 천연석의 반복사용에 따라 경제적 가치도 증가하는 것으로 나타났다. 즉, 다공성 천연석은 1회성의 소모성 자재가 아니므로 반복사용이 가능한 특성을 지니고 있으므로, 봄, 가을 및 월동배추의 저장 3회만 사용하여도 기본 방법보다 P-box 1개당 1,000원 이상의 상승효과가 있었으며, 3년간 10회 사용할 경우에는 P-box 1개당 3,700원의 상승효과가 있는 것으로 나타났다. 특히 기존방법에 의하여 저장종료시점까지 저장된 배추는 생배추로서의 활용가치를 소실하는 반면에 개발기술에 의하여 저장된 배추는 절임용 배추뿐만 아니라 생배추로서의 상품성을 유지하기 때문에 경제적 가치는 더 상승할 것으로 판단된다.

표 3-2. 다공성 천연석의 반복처리에 따른 배추저장 소요비용 분석

(단가 : 인터넷 기준)

단위 중량	단가 (원)	P-box 적재 수	수율 (%)	다공성 천연석 비용		저장종료시점 출하가격 (원)	100M/T 환산 (천원)
				사용횟수	비용 (원)		
2Kg	1,500	6	50	0	0	4,500	225,000
			80	1	5,000	2,200	110,000
				2	2,500	4,700	235,000
				3	1,665	5,534	277,000
				5	1,000	6,200	310,000
				10	500	6,700	335,000
				15	333	6,867	343,300

## 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

### 제 1 절 연구개발목표 달성도

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
1차 년도 (2012 )	작형별 저장 전처리 기술개발 (세부2)	○ 순간 건식열처리기술 개발	100	-순간 건식열처리조건별 배추의 작형별 품질특성 조사 -배추의 작형별 순간 건식열처리조건 도출 -배추의 작형별 저장성 기반 순간 건식열처리 효과 분석 -최적 순간 건식열처리 조건 확립 및 건조장치 설계
		○ 절단뿌리 피복 및 코팅기술 개발	100	-피복 및 코팅제제 선발 -피복 및 코팅기술 개발 -피복 및 코팅방법별 선도유지효과 분석
	산업적 규모의 현장 저장시험 (협동3)	○ 배추 저장 전처리 기술의 현장적용실험 및 평가	100	- 해남군 화원농협 배추 저장고 - 배추의 저장 중 품질특성 및 관능특성 분석 - 저장배추를 이용한 김치제조 및 품질평가
2차 년도 (2014)	배추의 현장 적용형 작형별 저장기술 개발 (세부2)	순간건식 열처리 기술개발 (계속)	100	○최적 표면건조 조건 확립 및 건조장치 설계
		배추의 저장성 증진기술 개발	100	○배추 뿌리길이 조정에 따른 신선도 연장 효과 ○증산작용 억제기술 개발: - 다공성 천연석 피복 및 기체환경조절 병용처리기술 ○배추 전용 컨테이너구조개발 ○빙결점 근접저장 기술연구
	작형별 저장조건 최적화 기술 확립 및 종합저장기술 확립(세부2)	배추의 저장성 증진기술 개발 (계속)	100	- 증산작용 억제기술 개발: 다공성 천연석 피복 및 기체환경조절 병용처리기술 - 현장실증실험 및 효과분석
		배추 작형별 전처리 및 저장기술 종합적용시험	100	- lab scale에서의 simulation 실험 - 산업적 규모의 현장적용시험 지원 및 효과분석

## 제 2 절 연구개발목표별 관련분야 기여도

세부과제명	세부연구목표	관련분야 기여도
배추의 현장적용형 작형별 저장기술 개발	작형별 저장전처리 기술 개발	- 컨베어 타입의 건식열처리 기술 개발(2분)로 기존 차압예냉(10시간 이상)보다 전처리 시간 획기적 단축하고 흐름공정으로 현장 적용성 향상
	저장효율 증대를 위한 저장조건 최적화	- 배추뿌리상향적재방법 제안, 배추전용 P-box 제원 및 구조 개발, 랩핑기에 의한 현장형 MAP기술 개발, 다공성 천연석 활용에 따른 증산억제 효과 - 개발기술은 엽채류 및 습도 민감한 근채류 저장에 활용가능
	산업적 규모의 현장저장시험 지원 및 효과분석	- 배추 저장의 문제점 도출 및 개선방안 농식품부 자료 제공 - 산학 공동연구 형태로 진행함으로써 연구기간 내 조기 기술이전 완료

## 제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

### 1. 실용화·산업화 성과 및 계획

- 본 연구에서 도출된 배추 저장성 연장 기술과 절임배추 저장성 연장 기술은 협동기관과 참여 업체인 화원농협과 괴산시골절임배추 조합에 무상 기술 이전하였음.
- 개발기술은 현재 현대 그린푸드 외 3개 신선편이업체와 협의한 바 있음. 보고서 및 특허출원 완료 후 개발기술에 대한 브링핑을 통하여 유상기술 이전을 추진하겠음

### 2. 교육·지도 홍보 등 기술확산 계획

가. 교육·지도 성과 : 없음

나. 홍보 성과 : 2014년 10월 한국식품저장유통학회 학술상 수상, 배추 절임기술 개발과 함께 공동으로 홍보

- 배추 장기 저장 및 배추 절임기술 개발, 중앙 TV 방송(2014, 11월 연합 뉴스외 6개 이상의 언론매체에 본 연구에서 개발한 연구결과 보도
- 장기 저장 가능한 배추 저장과 배추 절임 기술, 먹고사는 세상(2015)

다. 교육·지도·홍보 등 기술확산 계획

- 연구기간 동안 개발기술은 특허출원을 위한 사전 보도 및 홍보에 제한적인 특성을 지녔음. 2013년 9월 이전 특허출원을 완료한 후 논문 발표 및 투고 작업을 통한 전문가 집단에 기술적 가치를 인식시키고
- 생산자 중심 언론매체를 통하여 특별기고 형태로 개발기술에 대한 홍보작업을 수행함으로써 개발기술의 전국적 확대를 위해 노력하고자 함
- 개발기술의 유상 및 무상기술이전 후 상업적 마케팅에 성공할 경우 경쟁업체 및 지자체를 통한 기술도입을 위한 기회는 증가할 것으로 판단함

### 3. 특허, 논문 등 지식재산권 확보계획 등

가. 특허 출원 실적

출원연도	특허명	출원국	출원번호
2013	다공성 인공석을 이용한 엽채류의 저장방법	대한민국	10-2013-0052415
2011	건식열처리를 이용한 엽채류의 저장방법	대한민국	10-2014-0019080

#### 나. 논문 발표 및 게재실적

구분	논문명	학회명	연도	발표자
발표	다공성인공석을 활용한 월동배추의 저장성 증진 효과 분석	한국식품저장유통학회	2013	정문철 등
발표	건식열처리에 의한 월동배추의 저장성 증진 효과 분석	한국식품저장유통학회	2014	정문철 등
발표	건식열처리, 다공성 인공석 및 P-box 제원에 따른 봄배추의 저장성 연장효과	한국식품저장유통학회	2014	정문철 등
강연	배추의 저장성 증진기술 개발	한국식품저장유통학회	2014	정문철

#### 다. 포상 및 수상실적

종류	포상명	포상내용	포상대상	포상일자	포상기관
수상	학술상	배추의 저장성 증진	정문철	2014.11.19	한국식품저장유통학회

#### 라. 향후 계획

연구진행 및 특허출원 등으로 진행되지 못한 논문발표 및 게재 등의 학술활동을 연구종료 후에도 지속적으로 수행할 예정임

## 제 6 장   참고문헌

1. Ji Won Jung. 배추 저장 중 관찰되는 장해현상. Food Sci and Ind. 46: 19-22 (2013).
2. Kim JG, Choi JW, Kim WB, Park MH, Kim YP, Yoon MK, Effect of the plastic film and moisture absorption paper on the quality of autumn harvest - kimchi cabbage during storage. Korean J. of horticultural Sci. & Technol. 31: 76-77 (2013).
3. Eum HL, Bae SJ, Kim BS, Yoon JR, Kim JK, Hong SJ. Postharvest quality changes of kimchi cabbage 'Choongwang' cultivar as influenced by postharvest treatments. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 31:429-436 (2013)
4. Kang EJ, Jeong ST, Lim BS, Jo JS, Quality changes in winter chinese cabbage with various storage methods. Korean J. Postharvest Sci. Technol. 6: 173-178 (1999)
5. Eum HL, Kim BS, Yang YJ, Hong SJ. Quality evaluation and optimization of storage temperature with eight cultivars of kimchi cabbage produced in summer at highland areas. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 31: 211-218 (2013)
6. Kim BS, Bae NG, Kim MJ. Effect of packaging and loading conditions on the quality of late autumn chinese cabbage during cold storage. Korean J. Postharvest Sci. Technol. 8: 23-29 (2001)
7. Kim BS, Kim MJ, Kim OW, Kim GH. Quality changes of winter chinese cabbage by different packing and loading during cold storage. Korean J. Postharvest Sci. Technol. 8: 30-36 (2001)
8. Lee KH, Kuack HS, Jung JW, Lee EJ, Jeong DM, Kang, KY, Chae KI, Yun SH, Jang MR, Cho SD, Kim GH, Oh JY. Comparison of the quality characteristics between spring cultivars of kimchi cabbage (*Brassica rapa* L. ssp. *pekinensis*). Korean J Food Preserv. 20: 182-190 (2013)
9. Yang YJ, Jeong JC, Chang TJ, Lee SY, Pek UH. Marketability affected by cultivars and ackaging mefuods during the long-term storage of chinese cabbage grown in autumn. Korean



J. society for horticultural science. 34: 184-190 (1993)

10. Yang YJ, Jeong JC, Chang TJ, Lee SY, Pek UH. CO<sub>2</sub> production and trimming loss affected by storage temperature and packaging methods in chinese cabbage (*Brassica campestris* L. ssp. *Pekinensis*) grown in spring. Korean J. society for horticultural science. 34: 267-272(1993)

11. Lee Wo, Yun HS, Lee HD, Chung H, Cho KH, Kim Ms. 배추의 고품질 유통을 위한 저온유통용 골판지포장상자 개선에 관한 연구. Korean J Food Preserv. 1: 176.2 (2002)

12. K.L. Porter, A. Klieber, G. Collins. Chilling injury limits low temperature storage of 'Yuki' Chinese cabbage. Postharvest Biology and Technolo. 28: 153-158 (2003)



제 1협동과제 : 배추의 현장 적용형 저장 장해 제어  
기술 개발 (CJ 제일제당)



# 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “배추 수급 안정화를 위한 작형별 현장 적용형 저장 기술 개발” 과제(협동 1과제 배추의 현장 적용형 저장장해 제어기술 개발)의 보고서로 제출합니다.

2015년 12월 일

주관연구기관명 : 한국식품연구원

주관연구책임자 : 구 경 형

협동연구책임자 : 정 지 원

연 구 원 : 오 성 봉

연 구 원 : 이 유 진

연 구 원 : 양 정 민

연 구 원 : 박 영 주

연 구 원 : 김 정 희

협동연구기관명 : CJ식품연구소

협동연구책임자 : 정 지 원



# 요 약 문

## I. 제 목: 배추의 현장 적용형 저장장해 제어기술 개발

## II. 연구성과 목표 대비 실적

구분	목표		실적	
	SCI	비SCI	SCI	비SCI
1차년도				
2차년도				
3차년도	2		투고 준비중	
4차년도	1			
5차년도				
계	3			

본 연구의 주요목적은 국내 배추 수급안정화를 위한 현장적용형 저장기술 개발이다.

작형별 배추의 가격 변동은 봄배추 출하기에는 가격이 낮은 반면 고랭지 배추 출하기에는 가격이 높고, 여름 배추의 가격은 20% 이상이 가격 변동이 있다. 배추는 일반 가정, 급식 및 상품 김치 시장에 80% 이상 사용하고 있어 국민 식생활과 직결되어 배추 수급 조절이 소비자 물가 지수에 큰 영향을 준다. 공급 물량이 부족할 경우 중국에서 수입을 해서 수급 조절을 하고 있고, 또 지구 온난화 등의 영향으로 단수 변동 폭이 커져 배추 공급 불안정성이 더욱 확대되고 있어 근본적인 대책이 필요하다.

## IV. 연구개발 내용 및 범위

### ■ 제 1협동 : 배추 저장 장해 제어 기술 개발

- 배추의 수확 후 유통단계별 유통환경 및 병해발생을 조사
  - 수확 후 유통단계별 환경조건 및 품질/저장장해특성 조사
  - 작형별 산업현장 이용 저장고 환경 모니터링 및 저장기간 중 품질/저장장해 특성평가
- 작형별 배추 저장 중 저장장해 발생원인 구명

- 재배환경(시비차이)에 따른 배추의 작형별 저장 중 저장장해 발생특성 파악
- 저장환경에 따른 배추의 작형별 저장 중 저장장해 발생특성 파악
- 작형별 배추의 저장장해 발생억제 기술 개발
- 배추의 작형별 저장장해 발생억제 기술 확립
- 작형에 따른 지역별 저장 장해 발생 억제 기술 검증
- 산업적 저장시스템에서의 실증실험

#### V. 연구개발결과

- 작형별 배추 저장 중 저장장해 발생원인 구명
  - 재배환경에 따른 배추의 작형별 저장 중 저장장해 발생특성 파악하여 저장기한에 가장 큰 영향을 미치는 증상이 깨씨무늬증이었음
  - 깨씨무늬증은 색소의 축적, 침착 현상이 아닌 것으로 사료됨
  - 깨씨무늬증의 발생에 세포 내 암모늄의 함량이 큰 영향을 미치는 것으로 나타남
  - 암모늄을 사용하지 않고 질산만을 사용한 양액재배 배추는 깨씨무늬증상 발달이 상대적으로 느림
- 작형별 배추의 저장장해 발생억제 기술 개발
  - 질산태 질소를 관주처리하여 깨씨무늬증상 완화를 기대할 수 있음

#### VI. 연구성과 및 성과활용 계획

- SCI 논문 3편 투고 예정



# SUMMARY

## I . Research Title

Development of field-applicable damage control technology for Kimchi cabbage

## II. Objectives and need for research and development

- The price of Kimchi cabbage fluctuates according to cropping pattern: the price of spring Kimchi cabbage is low during the production period, whereas the price of summer Kimchi cabbage is high during the production period and that of summer Kimchi cabbage fluctuates over 20%. Since more than 80% of Kimchi cabbage is used in general households, catering services, and the kimchi product market, the crop is directly correlated with the national diet; thus, the control of the Kimchi cabbage supply has a large impact on the consumer price index. When the supply is short, Kimchi cabbages are imported from China to meet the demand, and the effects of global warming have increased variation in yields, increasing the instability of the Kimchi cabbage supply; thus, a fundamental measure is required. It is necessary to investigate the characteristics of damage, such as those caused by pepper spot symptom, during the storage of Kimchi cabbage in the field and to develop a technology to extend storage ability.

## III. Content and scope of research development

- Identification of the causes of damage during storage of Kimchi cabbage according to cropping pattern
- Development of technology for preventing damage by industrial storage systems during storage of Kimchi cabbage according to cropping pattern

## VI. Results of research and development

This research aims to develop field techniques for stable supply with cabbages all year round. Seasonal price of cabbage occasionally rise by 20 %, which can be quite a burden for consumers' daily life, especially in Korea. Storage can be an alternative to a subtle plan for a stable supply. Nonetheless, various diseases and disorders during storage pose an obstacle. In this research, critical timing to store cabbages for a stable supply and the most beneficial impact was between spring season and summer. Pepper spot symptom was revealed as a lethal physiological disorder in this stage. The cells those showed pepper spot symptom were

closely examined in terms of morphology and chemical analysis. Pepper spot symptom is considered no pigment which accumulates in cells. Rather than that, somewhat a result of degeneration in cell wall or membrane, which is related with nitrogen source, possibly high level of ammonium in the cell, lack of nitrate. Development of pepper spot symptom was relatively slow when supply in cabbage with nitrate without ammonium as nitrogen source in nutrient solution culture. Applying this result to field-growing cabbage, pepper-spot-symptom development during storage was significantly slower.

## CONTENTS

Chapter 1. Summary and goals of the research-----	429
Chapter 2. Domestic and international technologies in recent-----	431
Chapter 3. Results -----	433
1. Status of commercial storage and disorders during storage in seasons -----	433
1.1. Condition -----	434
1.2. Storage test in seasons -----	434
2. Morphological and chemical analysis on pepper spot symptom-----	437
2.1.Literature review -----	437
2.2. Morphological observation of pepper spot symptom -----	437
2.3. UHPLC-ESI-qToF/MS of pepper spot symptom-----	439
2.4. FT-IR analysis of pepper spot symptom -----	442
2.5. Ammonium and nitrate content in pepper-spotted cell -----	445
3. Grading method of pepper-spotted cabbage -----	445
4. Experiments to seek the cause of pepper spot symptom -----	447
4.1. Development of pepper spot in Kimchi cabbage affected by chemical forms of nitrogen in nutrient solution -----	447
4.1.1. Effects of NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N / NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N ratio in nutrient solution on development of pepper spot -----	447
4.1.2. Effects of nitrate concentration in nutrient solution on development of pepper spot-----	447
4.1.3. Effects of EC on development of pepper spot -----	448
4.2. Development of pepper spot in Kimchi cabbage affected by chemical forms of nitrogen in the field -----	452
4.2.1. Development of pepper spot in Kimchi cabbage affected by chemical forms of nitrogen in the field -----	452
4.2.2. Cultivar-oriented difference in development of pepper spot -----	455
4.2.3. Effects of amino-acid agent sprayed on cabbage during growth -----	456
4.3. Nitrate fertigation slowed development of pepper spot in the field -----	457

# 목 차

<b>제 1 장</b>	<b>연구개발과제의 개요 및 성과목표</b>	<b>419</b>
제 1 절	연구개발의 필요성	419
제 2 절	연구개발의 목표 및 내용	421
제 3 절	연구성과 목표대비 실적	421
<b>제 2 장</b>	<b>국내외 기술개발 현황</b>	<b>421</b>
<b>제 3 장</b>	<b>연구개발수행 내용 및 결과</b>	<b>423</b>
제 1 절	상업적 저장 현황 및 작형별 저장장해	423
1.	상업적 저장고 저장환경	424
2.	작형별 저장시험	424
제 2 절	깨씨무늬증의 형태적, 화학적 분석	427
1.	깨씨무늬증에 대한 선행연구	427
2.	깨씨무늬증의 형태적 관찰	427
3.	깨씨무늬증상부 물질분석(UHPLC-ESI-qToF/MS 분석)	429
4.	깨씨무늬증상부 FT-IR 분석	432
5.	깨씨무늬증상부 $\text{NH}_4^+$ , $\text{NO}_3^-$ 함량 분석	435
제 3 절	깨씨무늬증상 평가 방법	435
제 4 절	배추의 깨씨무늬증상 발생원인 구명	437
1.	양액재배에서 질소공급에 따른 깨씨무늬증상 발달	437
가.	양액 내 $\text{NO}_3^-$ -N/ $\text{NH}_4^+$ -N 비율에 따른 깨씨무늬증상 차이	437
나.	양액 내 $\text{NO}_3^-$ -N 함량에 따른 깨씨무늬증상 차이	437
다.	양액 EC에 따른 깨씨무늬증상 차이	438
2.	노지재배에서 질소공급에 따른 깨씨무늬증상 발달	442
가.	노지에서의 질소질 비료 공급태과 공급량에 따른 저장 중 깨씨무늬증상 발달	442
나.	품종별 저장 중 깨씨무늬 증상 차이	445
다.	아미노산 영양제 처리가 저장 중 깨씨무늬증상 발달에 미치는 영향	446
3.	노지에서의 양액관주를 활용한 깨씨무늬증상 제어	447
<b>제 4 장</b>	<b>목표달성도 및 관련분야에의 기여도</b>	<b>451</b>
<b>제 5 장</b>	<b>참고문헌</b>	<b>452</b>

# 제 1 장 연구개발과제의 개요 및 성과목표

## 제 1 절. 연구개발의 필요성

### 가. 연구 필요성

#### <원료 배추>

- 배추의 국내 채소류 중 가장 많이 사용되는 채소로 재배 면적은 2000년 5만 2천 ha에서 2010년 3만 3천 ha로 매년 4% 감소하다가 2011년 다시 증가하여 3만 9천 ha였고, 작형별로 봄배추 656천톤, 고랭지 배추 174천톤, 가을배추 1,897천톤, 겨울배추 335천으로 총 생산량은 약 3,062천톤이었음(통계청, 농업관측센터).
- 배추 명목 도매가격은 2-3년 주기로 가격 변동이 있었고, 특히 작형별 배추의 가격 변동은 봄배추 출하기 가격이 낮은 반면 고랭지 배추 출하기에는 가격이 높고, 여름 배추의 가격은 20% 이상이 가격 변동이 있음. 배추는 호냉성 작물로 7-8월의 여름철에는 재배가 어려워 일반 평지에서 재배되는 배추의 경우 6월 20일은 재배 한계일로 보고, 이때 배추 출하 물량이 집중되어 배추값이 폭락함.
- 여름철 고랭지 지역에서 재배되는 고랭지 배추의 생산 면적이 2000년도 10,206ha에서 2011년에는 5,296ha로 감소하여 고온, 한파, 집중호우, 태풍 등의 기상 여건 변화에 따른 여름 철 배추 재배 가능 지역이 어려워질 것으로 판단됨(통계청 2011년 농업관측센터).
- 배추 작형별 재배 면적은 2000-2003년에는 봄배추가 39%로 가장 많았다가 2000년대 중반 이후 김치 냉장고 보급 확대로 김장 김치 장기 보관이 가능해져 봄배추 비중이 29%로 감소하였음.

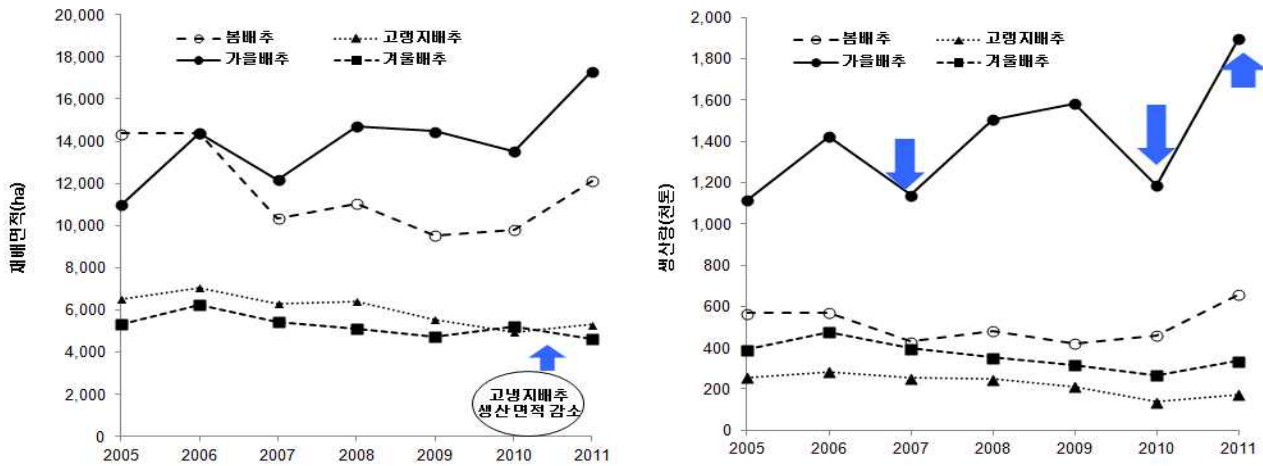


그림 4-1. 배추 작형별 재배면적 및 생산량 변화(2005-2011년, 통계청)

- 배추의 중장기 전망을 보면 한미 FTA, 한·미 FTA 협상시 기본관세(배추 27%, 김치 :20%) 품목으로 큰 영향을 받지 않을 것으로 여겨짐. 그러나 KREI-KASMO 모형 추정결과 배추 재배 면적은 2022년 28,810ha로 2012년보다 약 12% 감소, 생산량은 2012년보다 9% 감소한 212만 7천톤으로 전망됨. 즉 배추 자급률이 2012년 83%, 2017년 82%, 2022년 80% 하락할 전망이다.
- 배추는 일반 가정, 음식 및 상품 김치 시장에 80% 이상 사용하고 있으며 국민 식생활과 직결되고 있어 배추 수급 조절이 소비자 물가 지수에 큰 영향을 줌. 그러나 현재 배추 과잉생산시 정부에서 산지 폐기를 권장하여 과잉 공급물량을 해소하고 있거나, 공급 물량이 부족할 경우 중국에서 수입을 해서 수급 조절을 하고 있고, 또 지구 온난화 등의 영향으로 단수 변동 폭이 커져 배추 공급 불안정성이 더욱 확대되고 있어 근본적인 대책이 필요함.
- 현재 배추의 산지 저장 가능 기간은 월동배추는 3-4개월, 봄배추 2개월, 고랭지 배추 1개월로 실제 산지 저장 비율은 낮은 수준임. 산지에서 절임배추 또는 김치 가공 공장을 운영하는 업체의 경우 안정적인 원료 확보가 요구되고 있으나 산지 저장 비율이 대단히 낮음.
- 배추의 수급 안정화를 위해서는 산지에서 출하 조절이 가능한 충분한 저장 시설과, 일관저온 물류 체계 확립 및 산지에서 가공 비율을 높이는 전략이 요구됨. 또한 주산지 생산자조직을 중심으로 산지 가공 시설 건설과 소비지에서 배추, 절임배추 등을 연중으로 거래할 수 있는 저온저장 시설의 확충과 저온 거래장이 요구됨.

## 제 2 절. 연구개발 목표 및 내용

- 배추의 수확 후 유통단계별 유통환경 및 병해발생을 조사
  - 수확 후 유통단계별 환경조건 및 품질/저장장해특성 조사
  - 작형별 산업현장 이용 저장고 환경 모니터링 및 저장기간 중 품질/저장장해 특성평가
  - 저장 중 주요 부패 미생물 동정
- 작형별 배추 저장 중 저장장해 발생원인 구명
  - 재배환경(시비차이)에 따른 배추의 작형별 저장 중 저장장해 발생특성 파악
  - 저장환경에 따른 배추의 작형별 저장 중 저장장해 발생특성 파악
- 작형별 배추의 저장장해 발생억제 기술 개발
- 배추의 작형별 저장장해 발생억제 기술 확립
- 작형에 따른 지역별 저장 장해 발생 억제 기술 검증
- 산업적 저장시스템에서의 실증실험

## 제 3절. 연구성과 목표대비 실적

(단위 : 건수)

구분	논문		실적
	SCI	비SCI	
1차년도			
2차년도			
3차년도	2		투고 준비 중
4차년도	1		
5차년도			
계	3		

## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

- 배추는 호흡률과 에틸렌 발생량이 상대적으로 낮은 작물로, 호흡률은 20℃에서 4.59~9.89mLCO<sub>2</sub>/kg/h, 5℃에서 1.85~3.65mLCO<sub>2</sub>/kg/h, 0℃에서 0.95~2.24mLCO<sub>2</sub>/kg/h이고, 에틸렌 발생량은 20℃에서 0.3~0.7μL/kg/h이지만 0℃에서는 0.01μL/kg/h 이하로 검출되어 거의 발생하지 않는 것으로 나타남(한국식품연구원, GA0174, 2000).

- 배추의 초기 빙결점은 앞에서  $-1.32\sim-1.55^{\circ}\text{C}$ , 줄기에서  $-0.30\sim-0.64^{\circ}\text{C}$ 로 실제 산업적으로 김치 가공용 배추를  $0^{\circ}\text{C}$  가까이에서 저장하는 방법과  $-1^{\circ}\text{C}$ 까지 온도를 내려 저장하는 방법을 이용하고 있음. 이러한 저온에서 월동배추는 70~80일 정도 저장 가능하나 중량감모 및 정선을 통해 40% 이상 손실이 발생함(1).
- 월동 배추의 경우 장기 저장 중 중량감모를 억제하기 위해 폴리에틸렌 필름으로 포장하여  $0^{\circ}\text{C}$  저장 90일 했을 때 포장구의 중량 감모율은 0.36%, 필름 포장을 하지 않은 배추(14.07%)에 비해 낮았음. 반면 정선 후 손실율은 5.59%로, 필름 포장을 하지 않았을 때 손실율 6.02%와 큰 차이가 없어 포장 방법에 따라 손실율 차이가 있었음. 또 봄배추의 재배 방법 및 품종에 따른 생육 및 절임 특성을 연구 보고하였음(2, 3).
- 가을배추의 CA 저장의 경우  $0^{\circ}\text{C}$ , 1%  $\text{O}_2$  농도에서 4개월간 저장이 가능하고, 중량 감모율은 1.7%로 대조구의 절반 수준이었고, 봄배추는  $0^{\circ}\text{C}$ , 1%  $\text{O}_2$  농도에서 2개월 저장 시 중량 감모율이 2.5%로 대조구의 1/3 수준이었고 정선 후 손실율은 19.9%였음(4).
- 배추는 일반적으로  $0^{\circ}\text{C}$  내외의 저온에서 저장하지만 chilling injury가  $3.5^{\circ}\text{C}$ 에서부터 발생하고 배추를 개별 천공 필름으로 포장 후  $0^{\circ}\text{C}$ 에 저장할 경우 저장 9주째 중량 감모율은 1.5%였고, 정선 후의 손실율은 40%가 된다고 보고되었음(5).
- 배추 저온 저장 시  $22^{\circ}\text{C}$ 에서 12시간 동안 1-MCP를  $0\sim 1\mu\text{L/L}$  농도로 처리한 후 저온 저장 시, 초기에는 호흡률이 오히려 약간 증가하는 경향을 보이다가 저온 저장에서 안정화되면서 처리간 차이가 없었으며 품질 유지에도 유의차가 없다고 보고되었음(6).
- CA 저장 시 배추엽병균(*Phytophthora brassicae*)에 감염된 배추는 대조구에 비해 부패 속도가 더 빨랐으며 CA 저장은 CI의 발생을 감소시킨다고 보고되었음(7). 또 저장 전 dropping, compressing 등 물리적인 스트레스에 따른 호흡률의 차이는 없었으며 하루 중 수확 시간에 따른 저장 품질의 차이도 유의차가 없다고 보고되었음.
- 일본의 경우 각종 산지 유통 시설을 상대적으로 많이 보유하고 있는 가고시마현 종합 농협은 채소 가격 안정사업 출하 물량의 대부분을 취급하고 있어 채소류의 출하 비율이 높음. 또한 채소류의 경우 국정 표준 규격을 폐지하고 산지에서 설정한 규격의 간소화 및 산지 간 규격의 통합, 공동화 등 생산자 단체의 자주적인 협동을 지원하고 있음(8).



## 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

### 제 1 절 상업적 저장 현황 및 작형별 저장장해

#### 1. 상업적 저장고 저장환경

상업적 배추 저장창고 2업체의 배추저장 중 환경변화를 측정하였다. 월동배추저장은 100평, 봄배추 저장은 50평으로, 각각 저장기간 중 온습도 변화와 배추상태를 관찰하였다(그림 4-2). 두 업체 모두 저장온도는 0 ℃, 습도는 95 %이상 설정하였다. 문헌상 배추저장에 적합한 온도는 1 ℃와 0 ℃로 알려져 있으나 두 업체와 산지주변 유통인들 보관 배추 저장창고는 대부분 0 ~ 0.5 ℃ 범위로 다소 넓은 범위로 온도를 제어하고 있었다. 관찰기간동안 저장고 온도는 봄과 겨울 모두 0 ℃내외로 잘 유지하였으나, 습도는 봄배추에서는 입고시 창고내 저장물량을 전체 입고시 90 %이상 유지하였으나 겨울배추는 안정적인 습도유지가 되지 않았고 습도유지를 위해 바닥면 ‘물뿌리기’ 작업 등을 진행하는 것이 일반적이었다.

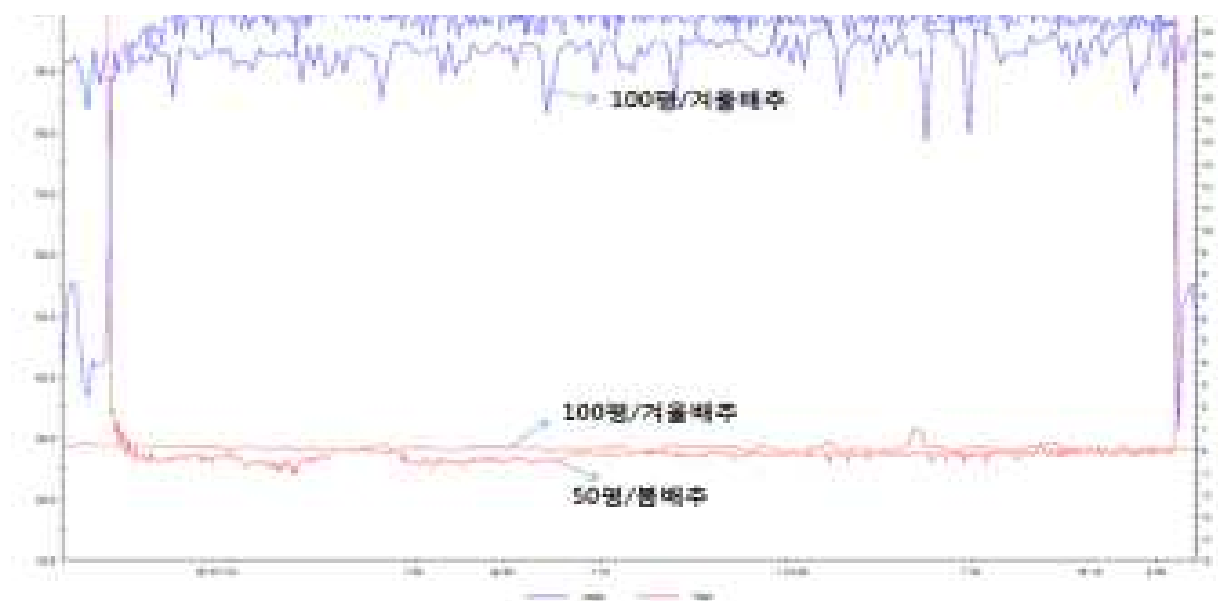


그림 4-2. 상업적 저장고 내 온습도 변화

이를 토대로 배추 저장용 냉동컨테이너와 가습장치를 설치하여 월동배추를 가지고 환경을 조성하여 시뮬레이션한 결과 위조, 추대, 깨씨무늬증, 석회결핍증, 붕소결핍증, 무름병, 균핵병, 다량의 곰팡이 등 다양한 형태의 저장장해가 발생했다. 대부분의 병증은 일부 배추에서 발생하였으나 깨씨무늬증과 다량의 곰팡이는 모든 배추에서 발생하였다. 이는 배추 폐기의 주원인이었으며 가장 심각한 저장장해로 판단되어 곰팡이 발생과 깨씨무늬증에 목표를 맞추어 저장장해 연구를 계속 추진하기로 하였다.

## 2. 작형별 저장시험

월동노지배추, 봄노지배추, 여름고랭지배추, 가을노지배추로 작형을 구분하여 저장을 실시하였다(표 4-1). 수확 후 추가 걸잎제거 작업은 없었으며 P-Box에 각각 5~6개를 세워서(배추 뿌리쪽이 아래로 향하도록) 넣은 후 20ft(약 5평) 40ft(약 10평) 냉장컨테이너를 사용하여 저장하였다(그림 4-3).

표 4-1. 작형별 저장실험

구분	품종	저장기간	저장일수	저장장해
월동노지배추	월동장군	2013.02.14-05.02	78	외엽 부패 및 곰팡이, 깨씨무늬증상
봄 노지배추	춘광	2013.06.29-08.23	56	깨씨무늬증상, 중륜갈변
고랭지배추	춘광	2013.09.04.-10.20	46	깨씨무늬증상



그림 4-3. 배추 P-Box 포장 및 저장테스트 시설

### 가. 월동 노지배추

전남 해남지역 재배 ‘남도장군’ 품종을 2월 수확하여 78일간 저장하였다. 월동노지배추 저장 중 관찰된 병해 및 장해는 저장 중 추대를 비롯하여, 위조현상, 깨씨무늬증상, 석회결핍증, 붕소결핍증, 무름병, 균핵병, 곰팡이 등이 있었다(그림 4-4). 저장 중 모든 배추에서 공통적으로 깨씨무늬증이 발생하였으나 매우 느린 속도로 발달하였으며, 60일 무렵까지 깨씨무늬증 단독으로 상품성에 큰 영향을 미칠 정도는 아니었다. 곰팡이 발생의 경우 걸잎에서만 발생하고 내부 배추 상태는 양호하였다.

참고문헌과 예비테스트에서 저장 중 품질유지와 저장기간 연장에 효과가 있는 것으로 보고되었던 필름포장 시험을 부가적으로 시행하였다. P-Box 4단씩을 적재하여 팔레트 전체(24개 P-Box)를 0.5mm 검은색 HDPE film으로 포장하였다. 테스트 진행결과 포장한 것이 포장하지 않은 것보다 더 빨리 부패되어 문헌상의 저장기간 연장 효과를 나타내지 않았고 저장장해 증상 유형에 특

이점이 없어서 저장장해 증상연구의 저장방법으로 film 포장은 시행하지 않는 것으로 하였다.



그림 4-4. 월동배추의 저장장해 관찰 현황

나. 봄배추

강원도 영월지역에서 재배한 ‘춘광’ 품종을 0℃와 3℃에서 각각 저장하였다. 봄노지 배추 저장에서는 월동노지배추 저장시 장해 양상과 매우 달라서, 곰팡이류도 거의 발견되지 않고 깨씨무늬증과 중특괴사가 주요 저장장해로 관찰되었다. 특히 산업적으로 가장 긴 저장기간을 필요로 하는 봄노지배추의 경우 깨씨무늬증이 7월 26일(저장 28일 경과)에 발생하여 8월 8일(저장 40일)에는 깨씨무늬증을 동반한 중특괴사가 진행되었고, 8월23일(저장 55일)에 배추 전량을 폐기하였다. 중특괴사는 많은 배추전문가들이 ‘냉병’이라고 칭하는데, 0도와 3도로 온도를 구분하여 저장한 결과 양쪽 온도에서 모두 깨씨무늬증과 중특괴사가 비슷한 시기에 나타났다. 그러므로 중특괴사가 저온에 의해 발생된다고 결론지을 수 없다. 보고된 바에 따르면, 깨씨무늬증상부에서는 어떠한 병원균도 동정되지 않았다(Menniti et. al. 1997).

#### 다. 여름 고랭지 배추

여름 고랭지 배추 저장은 2013년 가뭄으로 재배생육이 악화되어, 9월 4일에 수확 후 저장하였다. 8월 가뭄으로 배추의 상태가 좋지 못하였으며 일부 배추에서는 수확당시 약하게 깨씨무늬증이 나타났다. 저장 1주 후 저장 배추에서 깨씨무늬증이 전체적으로 퍼진 상태가 관찰되었다(그림 4-5). 이후 매우 빠른 속도로 깨씨무늬증상이 발달하는 양상을 나타냈다.



그림 4-5. 여름 고랭지배추에서의 저장 초기 깨씨무늬증상

## 제 2 절 깨씨무늬증의 형태적, 화학적분석

### 1. 깨씨무늬증에 대한 선행연구

작형별 저장시험과 함께 깨씨무늬증의 원인을 구명코자 선행연구결과와 산업적 저장현장 자료를 수집하였다. 문헌상에서 깨씨무늬증은 영명으로 black speck, pepper spot, gomasho 등 다양하게 불려진다. 증상은 중륙에서 시작하여 전체적으로 퍼지며, 점의 크기가 1~2mm 정도인데 2개 이상의 상피세포에서 시작하여 20개 이상의 세포가 붕괴하여 점으로 나타나는 것으로 보고된다. 결구시 고농도의 질소시비 또는 시비 밸런스의 불균형으로 발생되고, 저장온도가 낮을수록 발생이 커지며, pH가 높은 상태에서 발생된다. 또한 품종 간 차이가 있어서, 'China star'와 'Yuki'가 깨씨무늬 발생저항성이 높은 것으로 알려져 있다. 현장 인터뷰 결과 농가에서는 '사금'이라고 불려지며 증상이 심해질수록 점의 개수가 많아지고 색이 진해지며, 크기가 커지고, 봄과 여름 배추 저장에서 특히 많이 발생된다. 그러나 깨씨무늬증은 원인과 방지책이 아직 명확한 구명이 되지 않은 상태이다.

### 2. 깨씨무늬증의 형태적 관찰

깨씨무늬증의 형태학적 특징을 구명하고자 현미경 관찰을 진행하였다. 깨씨무늬 증세가 나타난 배추 잎을 Stainless blade를 사용하여 Sectioning한 뒤, 실체현미경(Leica M205FA, Japan)과 핸디현미경(AM2011 Dino-Lite Basic, Taiwan)으로 깨씨무늬 병반의 표면과 단면을 관찰하였다(그림 4-6). 깨씨무늬증은 그림에서 관찰되는 것과 같이 세포벽 부근에서 병반이 발생하여 옆으로 횡적으로 확산되며 표피에서 발생하기 시작함을 관찰할 수 있었다(그림 4-7). 깨씨무늬증상을 육안으로 관찰할 수 있는 특징적인 어두운 색상은 조직 하부로도 세포사이를 따라 확산되는 것을 확인하였다(그림 4-8). 이는 깨씨무늬증상이 세포벽, 세포막 또는 세포간극부위에 색소의 침착 또는 이들의 변성에 의한 것으로 추정할 수 있다. 깨씨무늬증상이 계속 진전되면 해당 증상부 조직은 전체적으로 침강되었다(그림 4-9).

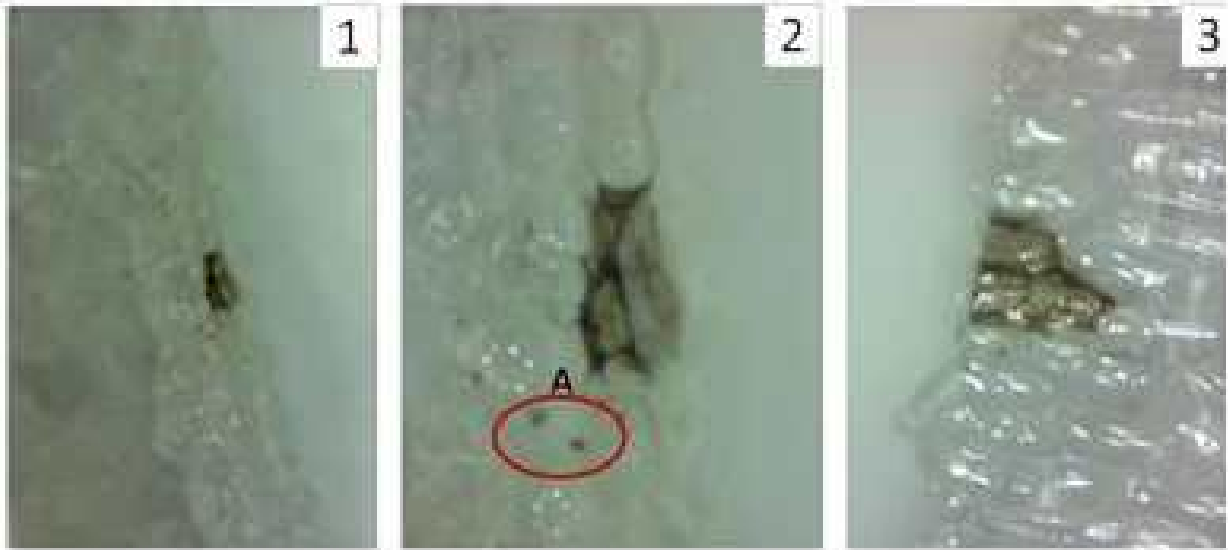


그림 4-6. 깨씨무늬증상부 실체현미경 관찰사진. 1, 2: 종단면 관찰. 세포벽 부위가 어두운 갈색으로 보임 (A: 깨씨무늬증상 발달 초기. 표피세포 경계부위에서 증상 시작됨. 3: 표면관찰. 세포 경계부위가 상대적으로 더 어둡게 보임

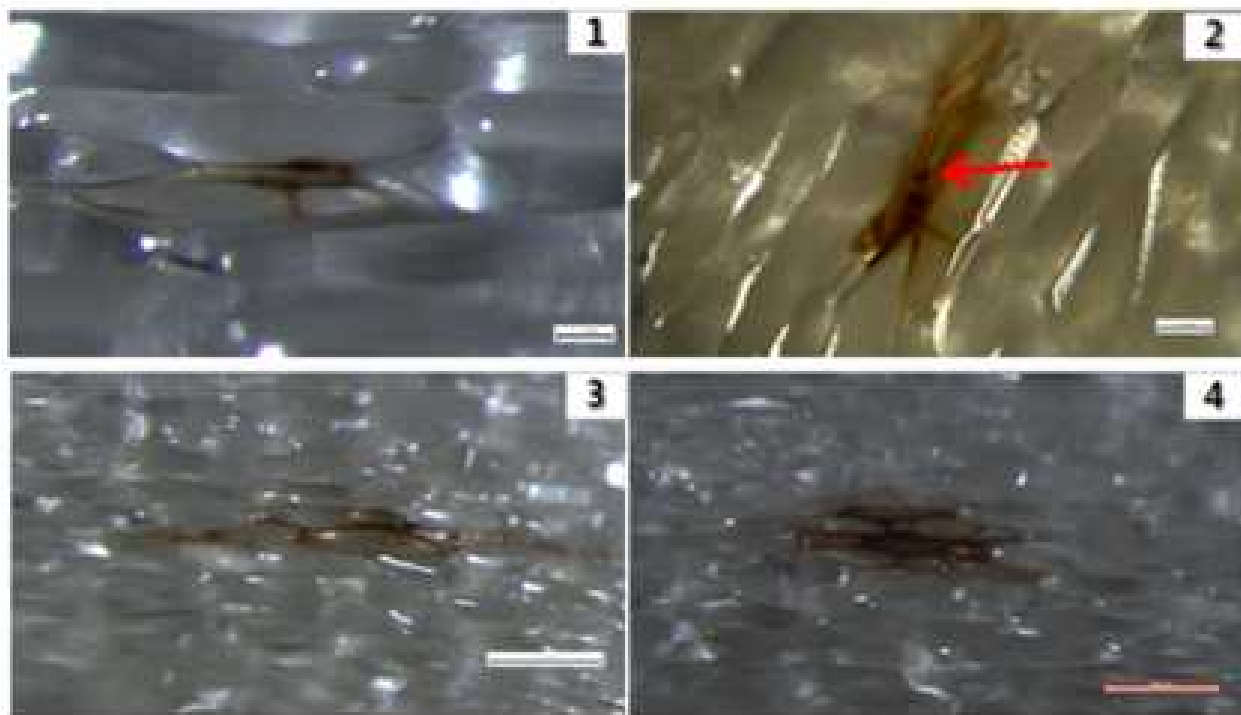


그림 4-7. 파라핀 증진 후 실체현미경으로 관찰한 깨씨무늬증상부 표면.



그림 4-8. 광학현미경으로 관찰한 깨씨무늬증상부 절단면. 깨씨무늬증상부의 확장이 세포벽(간극)을 따라 일어나고 있음. 깨씨무늬증상 시작부위로 예상되는 표피세포는 수분을 잃고 붕괴된 모습.



그림 4-9. 광학현미경으로 관찰한 깨씨무늬증상부 절단면. 깨씨무늬증상이 진전되어 해당부분 조직이 전체적으로 침강된 모습

### 3. 깨씨무늬증상부 물질분석(UHPLC-ESI-qToF/MS 분석)

깨씨무늬증상부에 침착된 것으로 예상되는 물질을 분석하기 위하여 LC-MS 분석을 진행하였다. 저온저장 중 기타 저온스트레스 반응으로 나타나는 물질들을 배제하기 위하여 수확당시부터 깨씨무늬증상 발생 배추를 저온저장하기 전 샘플링하여 분석하였다. 깨씨무늬증상이 나타난 배추를 동결건조한 후, 깨씨무늬증상부와 정상부의 표피조직을 긁어내어 채취하였다. 각각을 500 mg씩 칭량하여 50 mL conical tube에 옮겨 담은 후, 각각 LC grade MeOH 40 mL로 3시간 동안 초음파 추출하였다. 추출액을 각각 5 mL씩 취하여 질소 농축 후, 농축물을 80%

Acetonitrile 1.5 mL에 녹인 후 이를 RC membrane syringe filter에 통과시켜 분석에 사용하였다. 분석조건은 표 4-2와 같다.

분석 조건은 20분 까지 gradient 조건이나, 15분 이후부터 MS contaminant 등이 매우 크게 발견되어 해석에 방해가 되므로 chromatogram은 15분까지만 나타내었다.

표 4-2. LC-MS 분석조건

Time (min)	A	B
0	90	10
20	10	90

A : 0.1 % formic acid in water  
 B : Acetonitrile  
 Washing : 3 min  
 Reequilibration : 3 min

가. ESI-negative mode

ESI-negative mode에서의 분석 결과는 깨씨무늬증상부와 정상부와의 차이점을 발견할 수 없었다(그림 4-10). 배추에 존재하는 secondary metabolite를 TOF-MS에서 관측되는 고해상도 분자량을 통해 추정해 보려 하였으나, Brassica spp. 의 특성상, 질소, 및 황을 포함하는 물질이 존재하며, 또한 기존에 배추 자체에 대한 secondary metabolite 연구가 부족하여 각각의 peak를 해석할 수는 없었다. 다만, 붉은 색 네모안의 peak의 경우 분자식 C<sub>21</sub>H<sub>18</sub>O<sub>13</sub>으로 UV 및 MS fragment를 통해 Flavonoid glycoside로 추정해 볼 수 있다.

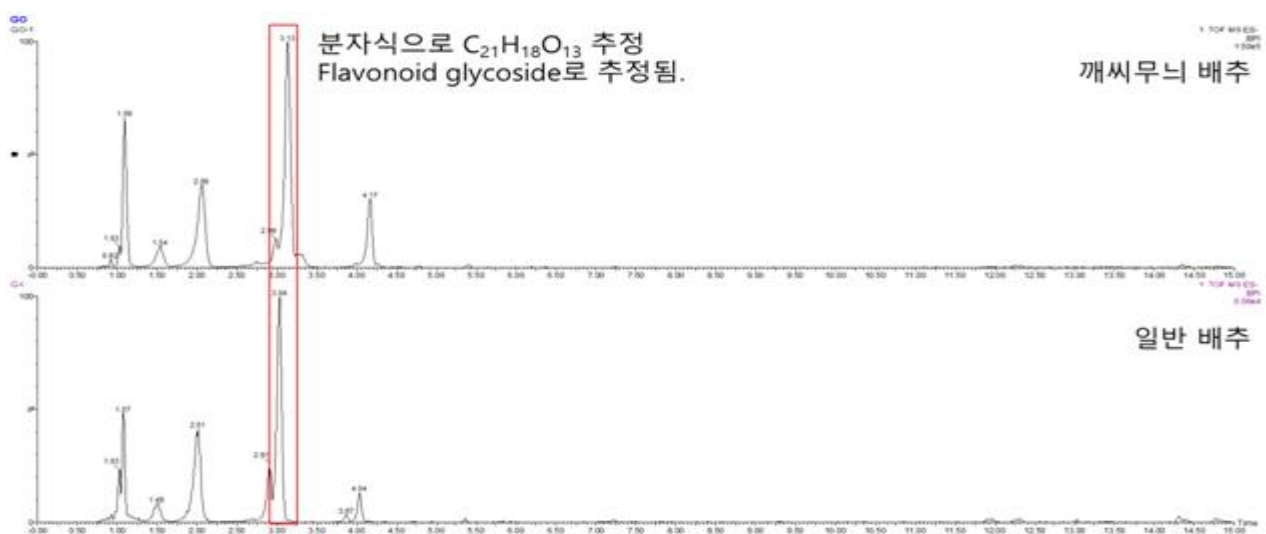


그림 4-10. ESI-negative mode



나. ESI- positive mode

ESI-positive mode에서 역시 거의 모든 peak가 동일하게 나옴을 확인할 수 있었다. 하지만 깨씨무늬 배추에서 11.84 min에 나타나는 peak의 경우 일반배추에서 나타나지 않는 것을 확인할 수 있었다(그림 4-11).

깨씨무늬증상부에서 11.84분에 나타나는 peak의 고해상도 MS를 통해 세부 peak를 분석하였다(그림 4-12). 573, 756, 782는 baseline에서도 관찰되는 것으로 해당 peak과는 관련이 없는 것을 추정되고, 192, 263이 해당 peak의 quasi molecular ion의 분자량으로 파악된다.

분자식 추정에 질소 및 황을 포함시켜 Scifinder database에서 추정한 결과는 다음과 같다

- $[M+H]^+$ :192.0474- $C_{13}H_6NO$ (해당 물질이 3종 보고되어 있으나, 참고문헌 존재하지 않음),  $C_5H_{10}N_3O_3S$ (해당 분자식의 물질 128종 보고)
- $[M+H]^+$ : $C_{15}H_7N_2OS$ (해당 물질 8종 보고),  $C_7H_{11}N_4O_3S_2$ (해당 물질 44종 보고)

위에서 보고된 물질들 거의 주로 유기합성 과정에서 생성되는 물질이었으며, 해당 분자식 중 Brassica spp.에서 분리 및 보고된 물질들은 존재하지 않았다.

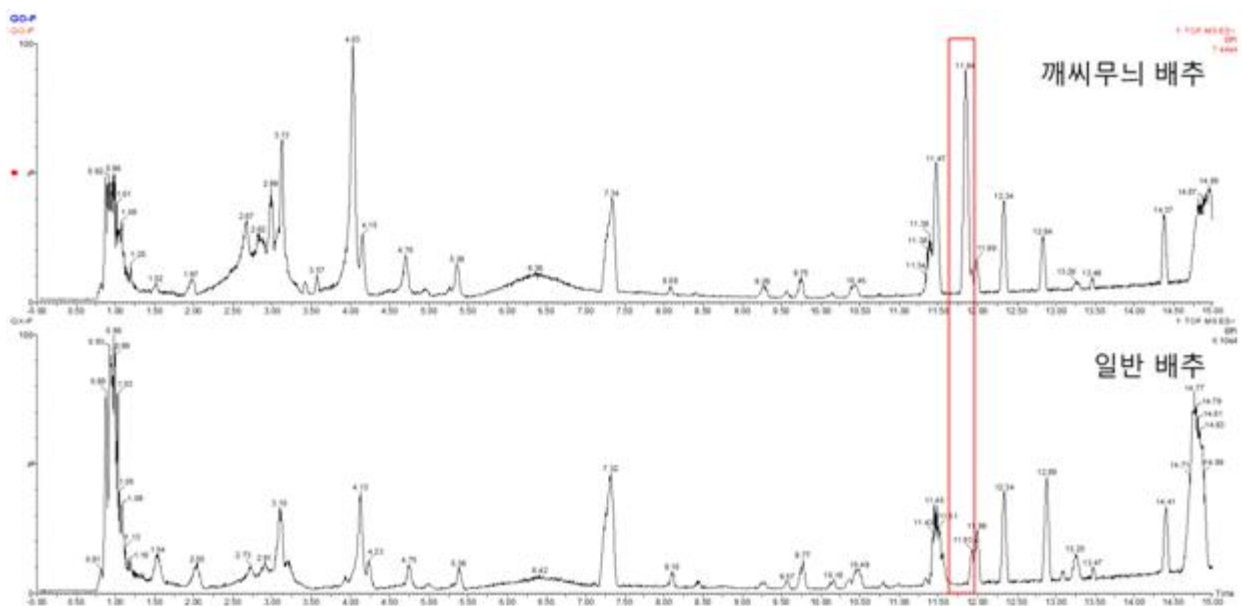


그림 4-11. ESI-positive mode.

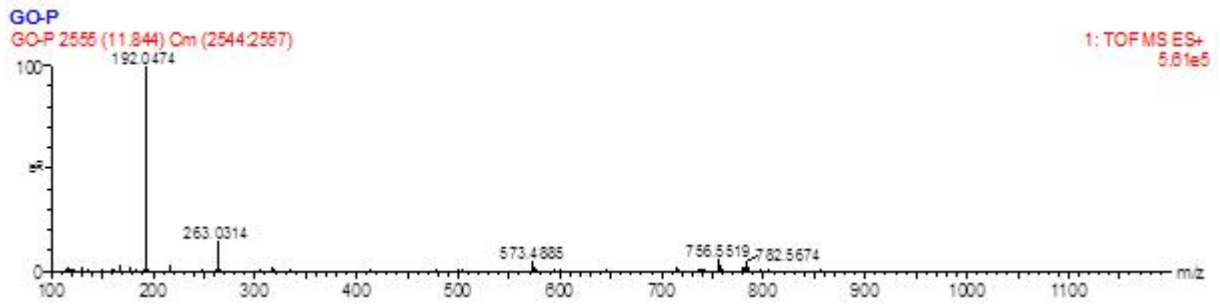


그림 4-12. 개씨무늬증상부 11.8분에 나타난 peak의 고해상도 MS.

#### 다. DAD spectrum

개씨무늬증상부에서만 나타나는 peak의 물질이 색소인지 판단하기 위하여 190 ~ 800 nm 전 영역의 검출이 가능한 DAD(Diode Array Detector) spectrum 분석을 실시하였다. 해당 peak의 DAD spectrum결과, 검출되는 물질이 전혀 없었다(그림 4-13). 따라서 개씨무늬증상부가 어둡게 보이는 것은 색소에 의한 것으로 생각하기는 어렵다고 판단된다.

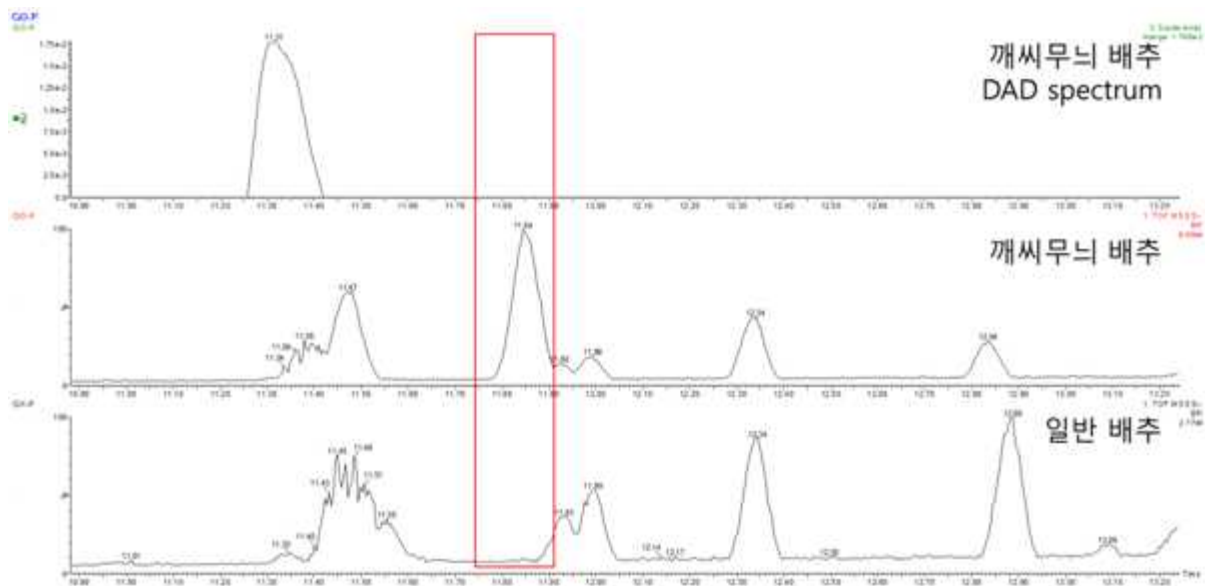


그림 4-13. 개씨무늬증상부에서만 나타나는 peak의 DAD spectrum 분석. 해당 peak에서 검출되는 물질이 없음.

#### 4. 개씨무늬증상부 FT-IR 분석

분자에 IR을 쬐어주면 이들이 진동을 일으키는데 필요한 주파수의 빛을 흡수하여 이 에너지에 대응하는 특성적인 적외선 스펙트럼을 나타내게 된다. 이를 분자구조와 관련지어 해석하면 분자에 대한

정보를 얻을 수 있다. 깨씨무늬증상부와 정상부를 FT-IR 장비(VERTEX80v, Hyperion2000, BRUKER)를 이용하여 깨씨무늬증상부에 존재하는 물질에 대한 정보를 얻고자 하였다. 측정조건은 표 4-3과 같다.

표 4-3. FT-IR 측정조건

scan : 16
Resol.: 4cm-1
sample name *-a.dpt: absorbance data

FT-IR 측정 결과, wave number 1539에서 정상세포에는 없는 peak가 깨씨무늬증상세포에서는 나타났다. wave number 1539 peak는 IR functional groups에서 range 1570 ~1515의 amide II (C N H)의 C-N 과 N-H bend 조합에 해당하였다. 이는 깨씨무늬증상부에 질소화합물의 증가를 시사한다. 그리고 wave number 3,300과 1,600은 물 (O-H)을 의미하는데, 깨씨무늬증상세포는 정상세포보다 수분이 현저하게 줄어드는 경향 보이는 것으로 해석할 수 있다.

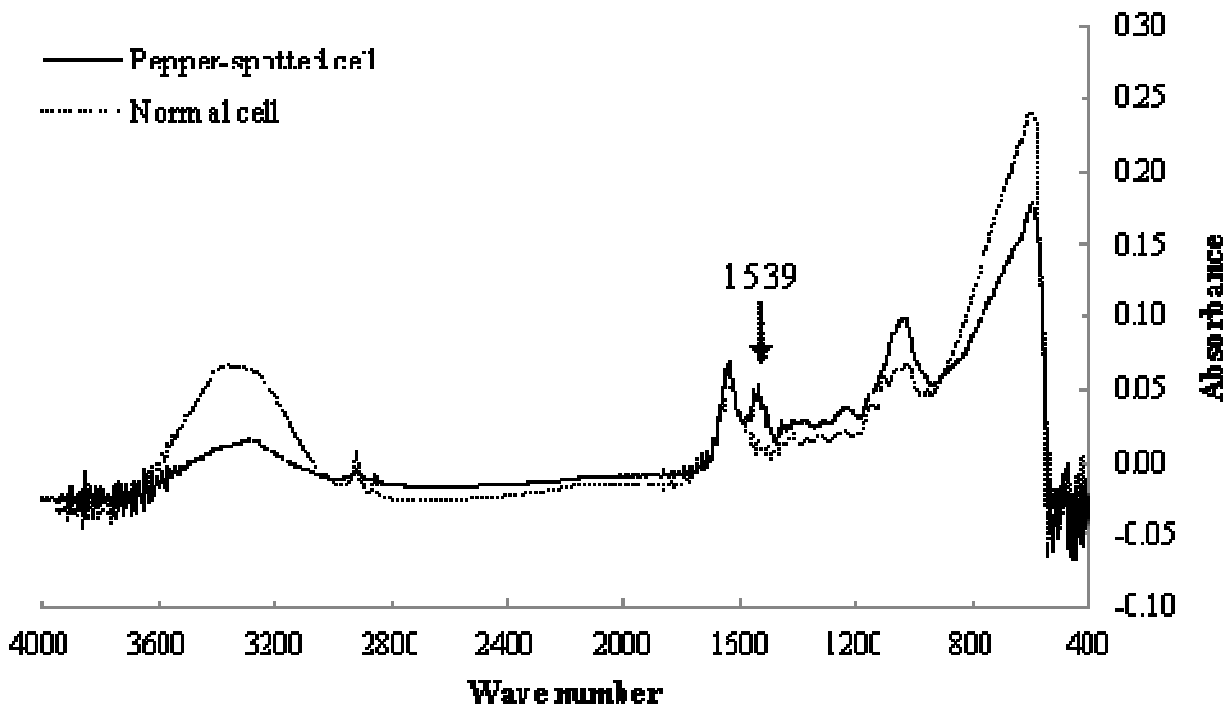


그림 4-14. FT-IR 분석결과. wave number 1539에서 정상세포에는 없는 peak가 깨씨무늬증상세포에서는 나타남.

## 5. 깨씨무늬증상부 $\text{NH}_4^+$ , $\text{NO}_3^-$ 함량 분석

깨씨무늬증상은 재배 중 또는 저장 중에 배추의 중륵부와 엽맥에 발생한다. 질소질 비료를 과잉시비할 경우, 그리고  $\text{NH}_4^+$  시비가 늘어날수록 깨씨무늬증상은 심해진다는 보고가 있다. 질소질 비료가 구체적으로 어떻게 깨씨무늬증상의 발달에 기여하는지는 아직까지 정확하게 밝혀진 바 없다. 본 연구에서 진행한 깨씨무늬증상부의 물질분석 결과를 통하여 깨씨무늬증상부에는 색소 물질이 아닌, 다량의 amide II (C N H)의 C-N 과 N-H bend 조합을 갖는 어떤 물질이 존재할 것으로 예상된다. 질소비료 시용방법과 깨씨무늬증상의 상관성, 물질분석결과를 바탕으로 깨씨무늬증상부와 정상부의  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$  함량이 다를 가능성이 있다. 이에 따라, 깨씨무늬증상이 나타난 배추 20포기를 수확 후 동결건조한 후, 깨씨무늬증상부와 정상부의 표피조직을 긁어내어 채취하여 각기  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$  함량을 분석하였다. 깨씨무늬증상부의 표피에서는  $\text{NH}_4^+$  함량이 다소 높고, 상대적으로  $\text{NO}_3^-$  함량은 더 낮았다(표 4-4). 그리고 전질소 함량 또한 깨씨무늬증상부에서 더 높게 나왔다.

표 4-4. 깨씨무늬증상부와 정상부 중륵 표피 내  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$  함량

시료명	$\text{NH}_4^+$ -N (mg/kg)	$\text{NO}_3^-$ -N (mg/kg)	T-N (%)
수확 직후 정상부 중륵 표피	1229	9494	1.920
수확 직후 깨씨무늬증상부 중륵 표피	1574	5620	2.300

$\text{NH}_4^+$ 는 식물체내에 다량 존재할 경우 장애를 일으킬 가능성이 크다. 식물은  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$  두 가지를 모두 질소원으로서 흡수하며,  $\text{NH}_4^+$ 는 글루타민 합성경로를 통해 아미노산으로 전환되고,  $\text{NO}_3^-$ 는 액포에 저장하여 두었다가 사용하기도 한다(Andrews, M. et al., 2013). 본 결과에서 어떻게든 식물체내에서의 질소 형태가 깨씨무늬증상의 발달에 영향을 끼치는 것으로 보인다. 만약, 공급되는  $\text{NH}_4^+$ 의량을 줄이거나 없앨 경우, 깨씨무늬증상 억제에 기여할 수도 있을 것으로 보인다. 다만, 노지재배에서 이에 대한 영향 평가하기에는 토양 중 미생물과 다양한 질소 공급원 등의 요소가 복잡한 영향을 끼칠 수 있으므로 양액재배와 같은 근권의 영양요소 통제가 용이한 방법으로 실험할 필요가 있다.

### 제 3 절 깨씨무늬증상 평가 방법

#### 1. 깨씨무늬증상 평가 방법 구체화

##### 가. 개별 잎에 대한 깨씨무늬지수

깨씨무늬증상의 정도를 구체적으로 비교하기 위해서 개별 잎에 대한 깨씨무늬지수 개념을 도입하여 기준을 삼았다(그림 4-15). 모든 잎을 해체하여 앞 뒷면을 각각 살펴 깨씨무늬지수를 부여하였다.



그림 4-15. 깨씨무늬지수 기준

나. 깨씨무늬평가등급

부여된 깨씨무늬지수의 숫자에 따라 아래 표 4-5의 기준으로 깨씨무늬등급을 나누었다. 각 배추의 깨씨무늬등급을 결정한 후 이를 통계처리하여 각 처리구의 깨씨무늬등급을 나타내었다.

표 4-5. 깨씨무늬등급 기준

등급	설명	A	B	C	D	기준설명
0	free	0	0	0	0	전혀 없음
1	clean	> 0	0	0	0	A 무관, B 이상 0
2	good	> 0	1 ~ 6	0	0	A 무관, B 6장 이하, C 이상 0
3	fair	> 0	7 ~ 9	0	0	A 무관, B 7~9장, C 이상 0
4	poor	> 0	≥ 10	0	0	A 무관, B 10장 이상, C 이상 0
5	partially cull	> 0	≥ 10	1 ~ 6	0	A 무관, B 10장 이상, C 6장 이하, D 이상 0
6	cull	> 0	≥ 10	≥ 7	> 0	A 무관, B 10장 이상, C 7장 이상, D 이상 1장 이상

표 4-6. 처리구 깨씨무늬등급 결정 예

배추	외부 발생				내부 발생				각 배추 깨씨무늬등급	처리구평균 깨씨무늬등급	깨씨무늬등급 표준편차
	A	B	C	D	A	B	C	D			
A1	2	10	0	0	7	8	0	0	3	2.3	0.58
A2	8	6	0	0	9	3	0	0	2		
A3	2	4	0	0	7	2	0	0	2		
∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴		
B1	2	8	0	0	6	1	0	0	2	3.7	1.53
B2	5	6	0	0	15	4	1	0	5		
B3	2	8	0	0	7	12	0	0	4		
∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴		
C1	2	0	0	0	6	0	0	0	1	1.3	0.58
C2	5	0	0	0	15	0	0	0	1		
C3	8	2	0	0	16	3	0	0	2		
∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴	∴		

## 제 4 절 배추의 깨씨무늬증상 발생원인 구명

### 1. 양액재배에서 질소공급에 따른 깨씨무늬증상 발달

식물은  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$  두 가지를 모두 질소원으로서 흡수하며,  $\text{NH}_4^+$ 는 글루타민 합성경로를 통해 아미노산으로 전환되고,  $\text{NO}_3^-$ 는 액포에 저장하여 두었다가 사용하기도 한다(Andrews, M. et al., 2013).  $\text{NH}_4^+$ 는 식물체내에 다량 존재할 경우 장애를 일으킬 가능성이 크다. 본 연구의 앞선 결과들을 통해 볼 때, 식물체내에서의 질소 형태가 깨씨무늬증상의 발달에 영향을 끼치는 것으로 보인다. 만약, 공급되는  $\text{NH}_4^+$ 의량을 줄이거나 없앨 경우, 깨씨무늬증상 억제에 기여할 수도 있을 것으로 보인다. 다만, 노지재배에서 이에 대한 영향 평가하기에는 토양 중 미생물과 다양한 질소 공급원 등의 요소가 복잡한 영향을 끼칠 수 있으므로, 근권의 영양요소 통제가 용이한 양액재배방법을 통하여  $\text{NH}_4^+$ 의 흡수가 깨씨무늬증상에 미치는 영향을 살펴보았다.

각 실험을 위하여, 30일간 육묘한 배추묘를 암면큐브배지( $10 \times 10 \times 7$  cm)에 정식한 후, 암면슬라브( $90 \times 15 \times 7$  cm)에 정지하였다. 각 실험의 처리구별 배추묘는 각각 64개체였다. 양액은 점적관수( $2 \text{ L} \cdot \text{h}^{-1}$ )를 통해 공급되었으며, 주간 2시간 간격으로 5분간 5회씩 관주하였다. 약 50 ~ 60일 후 수확한 배추는  $1.0 \pm 0.5$  °C 저온창고에 저장하였으며, 이 때의 상대습도는 86 ~ 95 %RH로 유지되었다. 초기 수확한 배추는 5개체씩 동결건조하여 분쇄 후  $\text{NO}_3^-$ -N,  $\text{NH}_4^+$ -N, 전질소 함량을 분석하였다. 저장 중 각 처리 별 10개체씩 주기별로 샘플링하여 깨씨무늬를 조사하였다. 깨씨무늬조사는 제 3절에서 기술한 방법을 사용하였다.

#### 가. 양액 내 $\text{NO}_3^-$ -N/ $\text{NH}_4^+$ -N 비율에 따른 깨씨무늬증상 차이

앞서 기술한 방법과 같이 정식한 후 부터 양액 내  $\text{NO}_3^-$ -N/ $\text{NH}_4^+$ -N 비율을 달리하여 공급하였다. 공급양액의  $\text{NO}_3^-$ -N/ $\text{NH}_4^+$ -N 비율을 달리한 조성은 9  $\text{NO}_3^-$  / 1  $\text{NH}_4^+$ , 15  $\text{NO}_3^-$  / 0  $\text{NH}_4^+$ , 12  $\text{NO}_3^-$  / 3  $\text{NH}_4^+$ , 그리고 15  $\text{NO}_3^-$  / 4  $\text{NH}_4^+$  ( $\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ )와 같다. 그 외 조성은 동일하게 처리하였다. EC는 정식 후 20일간  $1.0 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ , 이후부터  $2.0 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 를 유지하였고, pH는 6.5로 맞추었다.

양액 내  $\text{NH}_4^+$ 를 포함하는 처리구는  $\text{NO}_3^-$ 만을 처리한 처리구보다 모두 유의하게 깨씨무늬증상 발달이 빨랐다(그림 4-16). 체내 전질소 함량은 각 처리구 간 큰 차이를 보이지 않았으나,  $\text{NH}_4^+$  함량은  $\text{NO}_3^-$ 만을 처리한 처리구에서 다른 처리구보다 낮은 경향을 보였다.

#### 나. 양액 내 $\text{NO}_3^-$ -N 함량에 따른 깨씨무늬증상 차이

본 실험 역시, 앞서 기술한 방법과 같이 정식하였으며, 정식 후 부터 양액 내  $\text{NO}_3^-$ -N 함량을 달리하여 공급하였다. 공급양액의  $\text{NO}_3^-$ -N 조성은 9, 12, 15  $\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$ 였으며, 그 외 조성은 동일하게 처리하였다. EC는 정식 후 20일간  $1.0 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ , 이후부터  $2.0 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 를 유지하였고, pH는 6.5로 맞추었다.

NO<sub>3</sub><sup>-</sup>만을 처리하여 그 농도를 달리한 처리구간에는 깨씨무늬증상 발달 양상에서 10주까지 큰 차이를 보이지 않았다(그림 4-17). 식물체 분석결과, 상대적으로 빠른 깨씨무늬증상 발달을 보인 12 me•L<sup>-1</sup> 처리구에서 가장 높은 NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 함량을 보였고, 가장 느린 깨씨무늬증상 발달을 보인 15 me•L<sup>-1</sup> 처리구에서는 가장 높은 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 함량을 나타내었다.

#### 다. 양액 EC에 따른 깨씨무늬증상 차이

본 실험은 질소공급원으로서 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>만을 사용한 양액의 EC가 깨씨무늬증상에 미치는 영향을 보고자 계획하였다. 배추묘를 앞서 기술한 방법과 같이 정식하였다. 양액조성 중 질소공급은 15 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>로 설정하였으며, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>는 사용하지 않았다. 그 외 조성은 이전과 동일하게 처리하였다. EC는 정식 후 20일간 1.0 dS•m<sup>-1</sup>, 이후부터 두 처리구를 각각 2.0과 2.5 dS•m<sup>-1</sup>를 유지하였고, pH는 6.5로 맞추었다.

NO<sub>3</sub><sup>-</sup>만을 사용한 양액의 EC는 2.0과 2.5 dS•m<sup>-1</sup> 처리 간에 별 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다(그림 4-18). 이는 EC 2.0과 2.5 dS•m<sup>-1</sup> 사이에서 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>만을 처리하였을 때 이의 흡수 및 이용이 깨씨무늬증상의 발달에는 유의한 차이를 주지 않음을 의미한다.

NH<sub>4</sub><sup>+</sup>는 높은 레벨에서 식물체에 장애를 유발한다(Britto et al., 2001). 모든 실험에서 각 처리군에 따른 식물체내 전질소함량은 깨씨무늬증상 발달속도와 연관이 없었다. 깨씨무늬증상은 외엽부에서는 과다한 질소 공급에 의해 유발되고, 어린 내엽부에서는 장기적으로 부족한 체내 질소 공급원으로 인해 일어나는 것으로 주장한 바 있다(Mieko, 1988). 이 가설이 아직 입증된 바는 없으나, 식물 체내 질소는 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N의 형태로 액포에 저장되는데, 저장된 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N는 후기 생장단계에서 질소 공급원으로 사용될 수 있다는 점은 동의할 만 하다. 이는 후기생장단계에서 질소부족에 의한 깨씨무늬증상 발생을 줄이는 효과를 줄 수 있을 것이다. 이와 달리 체내에 흡수된 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N는 환경조건과 밀접한 관계를 가지고 배추의 깨씨무늬증상 발달을 야기하는 것으로 생각된다.

본 실험결과를 바탕으로 노지재배 시 소극적으로 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 시용을 줄이는 방법보다는, 더 나아가, 적극적으로 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N의 형태로만 이루어진 시비방법을 고려해 볼 만 하다.



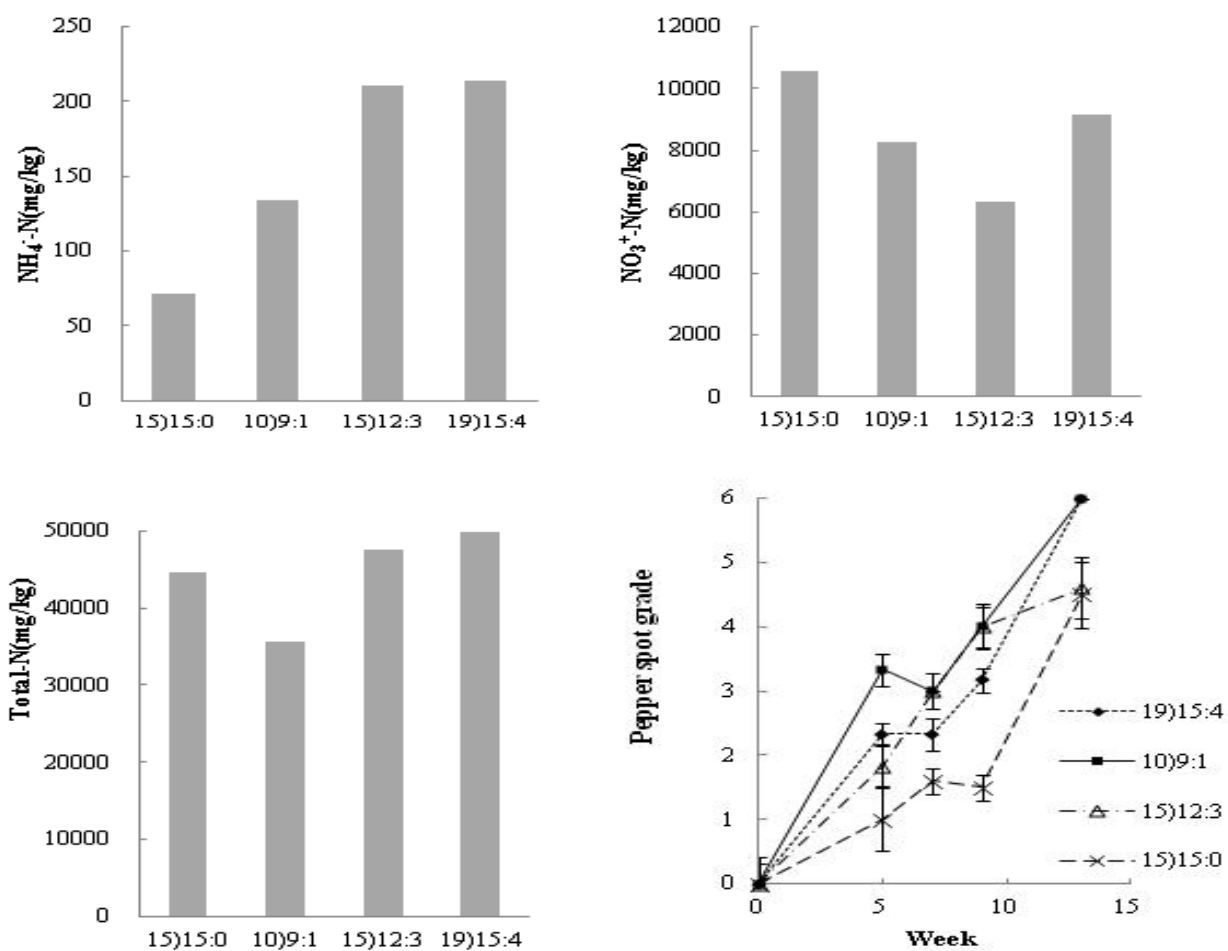


그림 4-16 양액 내 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N/NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 비율에 따른 개씨무늬증상의 발달.

\* 에러바는 표준오차를 의미함

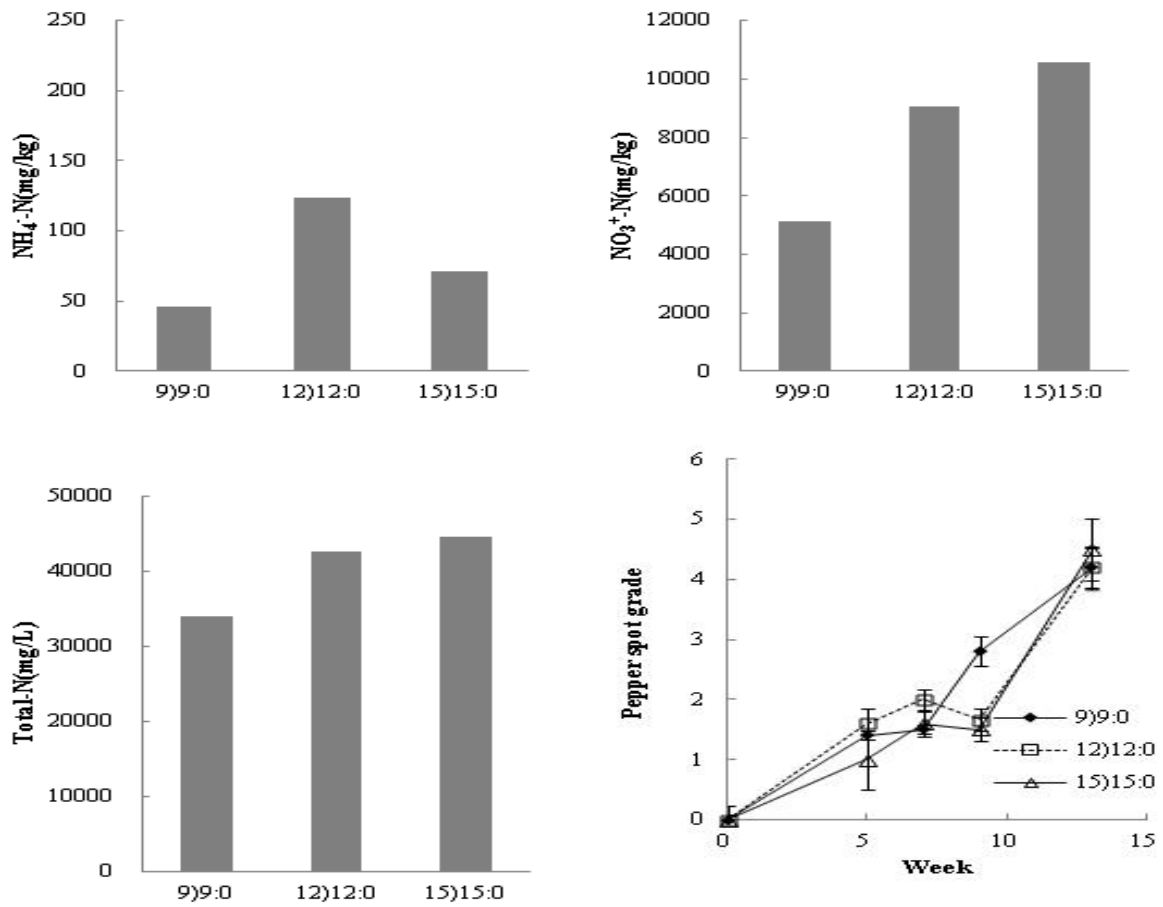


그림 4-17. 양액 내 질산태질소의 함량에 따른 개씨무늬증상 발달  
 \*에리바는 표준오차를 의미함

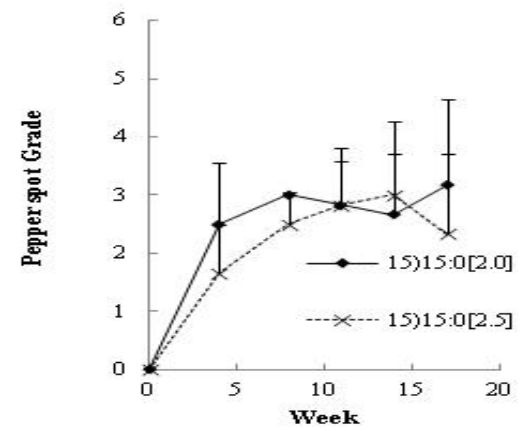
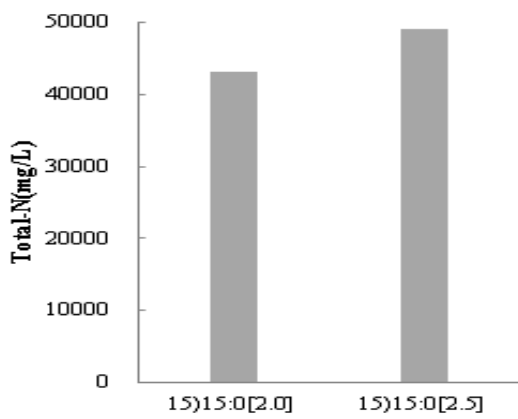
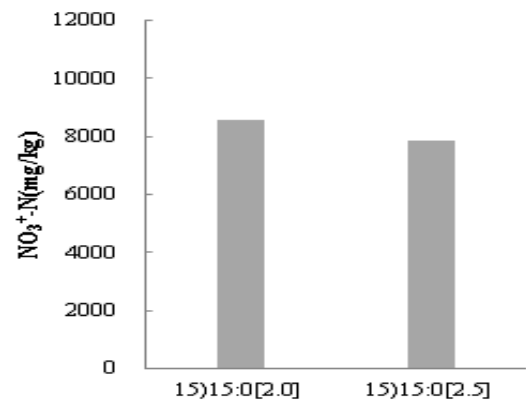
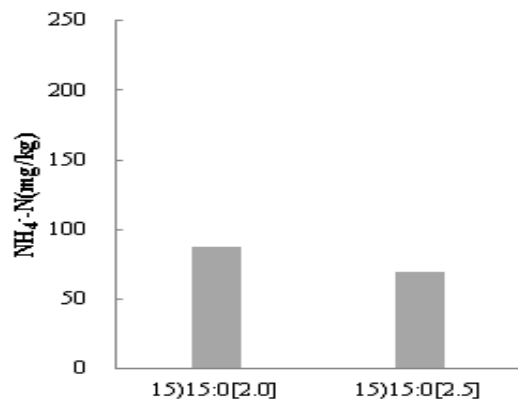


그림 4-18. 양액 EC에 따른 깨씨무늬증상 발달  
\*에러바는 표준오차를 의미함

## 2. 노지재배에서 질소공급에 따른 깨씨무늬증상 발달

가. 노지에서의 질소질 비료 공급태과 공급량에 따른 저장 중 깨씨무늬증상 발달

### (1) 겨울 재배 저장시험

해남지역에서 월동배추를 재배, 수확하여 질소질 추비처리가 깨씨무늬증상에 미치는 영향을 실험하였다. 월동배추는 기존 재배방법에  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 와  $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 가 7:3 혼합된 비료와  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  비료를 추가로 더 시비하였다.

수확 후 120일째 최종 깨씨무늬증상 발달을 조사한 결과 모든 처리구에서 개별 잎의 깨씨무늬지수가 Index 2이하로 매우 약한 증상을 보였으며, 김치가공공장에서 사용가능 수준이었다(그림 4-19).

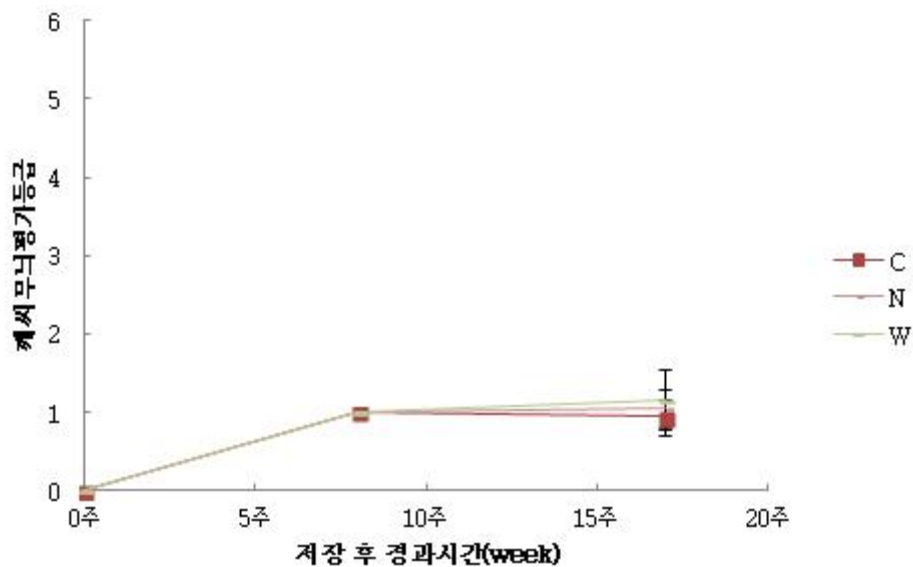


그림 4-19. 월동배추의 저장기간 중 깨씨무늬증상 발달

\*에러바는 표준편차를 의미함

수확시기의 식물체내 Total-N,  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 와  $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 의 함량을 조사한 결과 처리구간 차이가 없었으나  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 의 함량이 150 mg/L 이하로 다른 재배 작기에 비해 매우 낮은 수치를 나타내었다(그림 4-20). 다른 다량원소의 체내함량은 차이가 없었다(표 4-7).

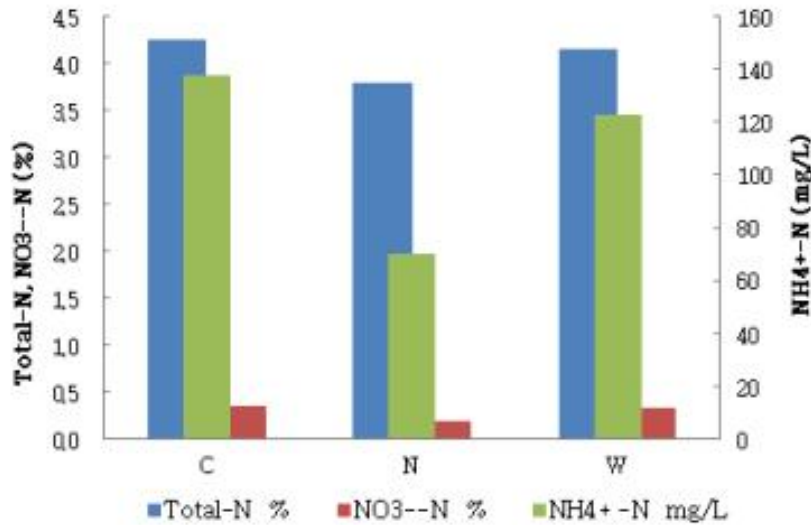


그림 4-20. 추비 질소질 공급태에 따른 월동배추 체내 질소질 함량.  
 C: 기존재배법, N: NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N와 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N 7:3 혼합 비료, W: NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N만을 포함한 비료

표 4-7. 추비시 질소질 공급태에 따른 겨울배추 체내 다량원소 함량

시료명	Total-N (%)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N (%)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N (mg/L)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)
C	4.25	0.35	137.97	0.82	3.71	0.57	0.18	0.57
N	3.80	0.19	70.43	0.80	3.88	0.56	0.17	0.66
W	4.14	0.33	122.91	0.81	3.64	0.55	0.18	0.64

추비 질소질 공급태에 따른 월동배추 체내 질소질 함량.

C: 기존재배법, N: NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N와 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N 7:3 혼합 비료, W: NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N만을 포함한 비료

## (2) 봄 재배 저장시험

괴산지역에서 봄배추를 재배, 수확하여 질소질 추비처리가 깨씨무늬증상에 미치는 영향을 실험하였다(\*괴산과 영양지역에서 재배 진행하였으나 영양지역 배추는 추대 및 석회결핍증 발생이 심하여 저장시험을 진행하지 못함). 재배 중 추비처리시 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N와 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N가 혼합된 비료와 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N만을 사용한 비료를 1회, 2회씩 각기 시용하였다.

NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N만을 사용한 비료 1회 처리구를 제외한 모든 처리구가 저장 4주 후 김치가공공장 사용이 불가능할 정도의 깨씨무늬증상이 발생하였다(그림 4-21). 선행연구를 통해 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N를 처리한 처리구가 두드러지게 높을 것이라 예상하였으나 9주차 깨씨무늬증상 조사 결과 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N와

NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N가 혼합된 비료를 사용한 처리구가 다소 높은 점수를 나타내었다. 대조구인 무처리구와 비교할 때, 처리구간 유의차가 거의 없었다.

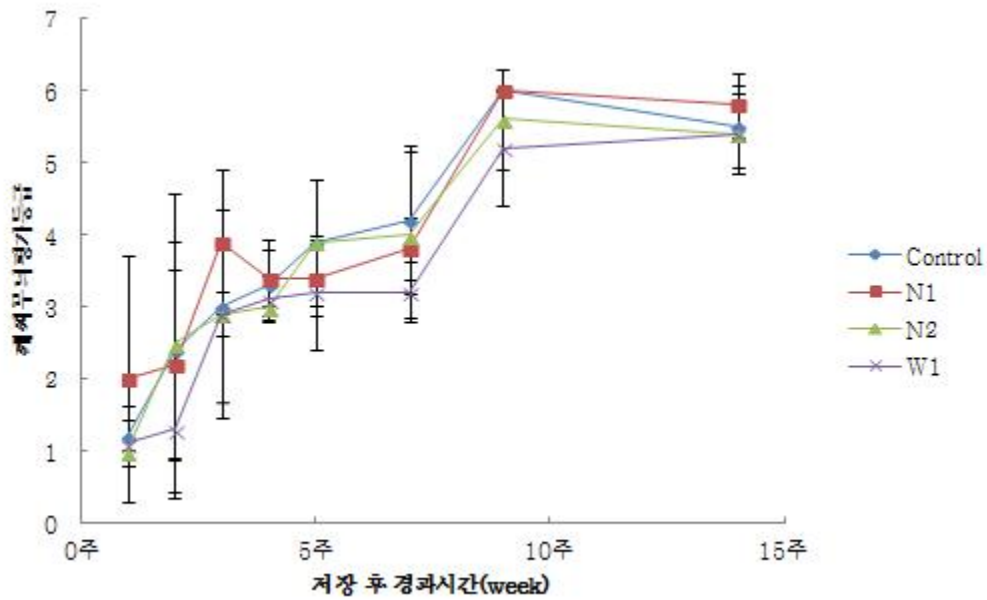


그림 4-21. 질소공급태와 추비횟수에 따른 노지봄배추 개씨무늬 발달  
 C: 무처리, N1: NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N와 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N가 혼합된 비료 1회 사용,  
 N1: NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N와 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N가 혼합된 비료 1회 사용,  
 N2: NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N와 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N가 혼합된 비료 2회 사용,  
 W1: NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N만을 사용한 비료 1회 사용

수확시기의 식물체내 Total-N, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N와 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N의 함량을 조사한 결과 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N의 함량이 587~1,018 mg/L 로 겨울재배 배추에 비해 확연히 높은 수치를 나타내었다(표 4-8).

표 4-8. 추비의 질소질 공급태에 따른 봄배추 체내 다량원소 함량

다량원소	단위	C	N1	N2	W1	W2
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	%	0.58	0.46	0.55	0.63	0.50
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	mg/L	1018.52	1044.38	587.84	810.31	626.09
P	%	0.67	0.64	0.64	0.68	0.64
Ca	%	0.81	0.77	0.72	0.87	0.86
Mg	%	0.19	0.19	0.19	0.20	0.19
K	%	3.57	3.38	3.66	3.96	3.81

### (3) 여름 재배 저장시험

추비의 질소질 형태와 분산시비 방법에 따른 깨씨무늬증상 발생 변화를 알아보려고 삼척지역에서 여름배추를 재배, 수확하여 저장을 실시하였다.

비료 시용량은 관행 추비시 1회 소요량을 기준값 1로 하였다. 이를 기준으로 관행 추비량과 동일한 양을 사용하지만, 여러번 나누어 추비하는 방법, 기존보다 많거나 적은 양을 추비하는 방법을 포함하도록 하였다.

본 실험에서는 수확시기부터 너무 많은 깨씨무늬증상 발생으로 인하여, 각 처리구 간에 깨씨무늬증상 발달의 유의성 있는 차이가 없었다.

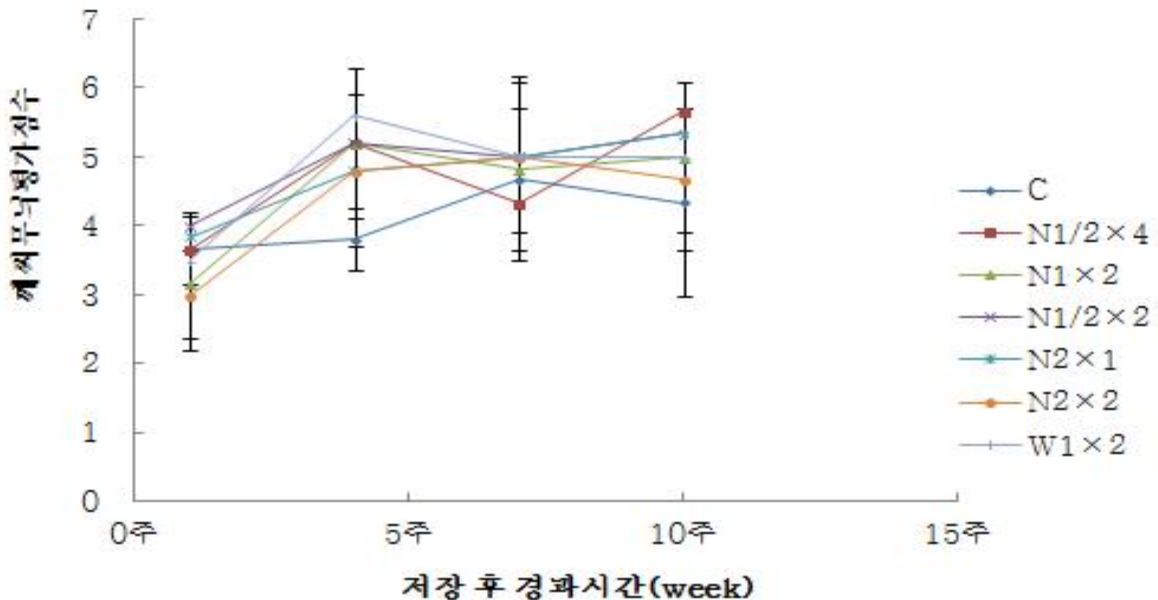


그림 4-22. 여름 노지배추 저장 1주차 깨씨무늬평가점수

C: 무처리, N1/2×4:  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 와  $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 가 혼합된 비료 1/2씩 4회 시용,  
 N1×2:  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 와  $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 가 혼합된 비료 1씩 2회,  
 N1/2×2:  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 와  $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 가 혼합된 비료 1/2씩 2회,  
 N2×1:  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 와  $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 가 혼합된 비료 2씩 1회,  
 N2×2:  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 와  $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 가 혼합된 비료 2씩 2회,  
 W1×1:  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 만을 사용한 비료 1씩 2회시용.

#### 나. 품종별 저장 중 깨씨무늬 증상 차이

‘Yuki’ 품종은 문헌상에서 깨씨무늬증상 저항성 품종으로 보고된 바가 있으며 ‘청옥’은

농민들 사이에 깨씨무늬증상이 다소 적게 발생한다고 알려져있는 품종이다. 작기 별 일반품종과 비교재배 후, 깨씨무늬증상 발달을 조사하여 저항성을 확인하고 식물체분석과 물질분석을 진행하여 저항성을 나타내는 이유를 찾고자 하였다.

괴산 지역에서 ‘춘광’, ‘불암플러스’, ‘유키’ 3개 품종을 비교 재배하였다. 추비는  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  비료를 관행시비하였으며, 저장 후 시간의 경과에 따라 깨씨무늬증상 정도를 조사하였다. 가을 재배 결과, 춘광과 비교하여 유키는 매우 낮은 수준의 깨씨무늬증상을 보였다(그림 4-23). 식물체분석 결과  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 이 유키, 불암플러스, 춘광 순으로 분석값이 나타났다.

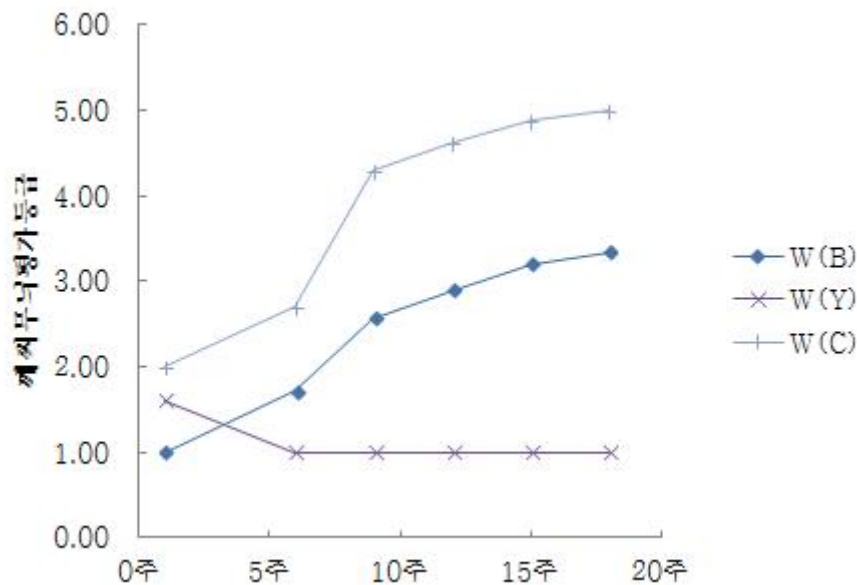


그림 4-23. 품종 별 깨씨무늬증상 발달 비교  
W:  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  비료 시비, B: 불암플러스, Y: 유키, C: 춘광

다. 아미노산 영양제 처리가 저장 중 깨씨무늬증상 발달에 미치는 영향

태백, 삼척 지역의 고랭지 재배지에는 고온 등의 환경스트레스에 대한 식물의 내성을 높여주 고자 배추 재배시 아미노산 영양제를 처리 하는 곳이 많다. 아미노산은 식물체내에서 주요 대사체로서 식물호르몬의 전구체 또는 다른 호르몬과의 복합체를 이루어 다양한 환경조건 하에 식물체가 받는 스트레스 조건에 따라 유전자 발현을 미세 조정한다. 이로 인한 대사작용의 조절과 항상성 유지는 배추의 깨씨무늬증상의 억제 또는 발달에 영향을 줄 가능성이 있다. 또한, 식물체가 흡수한 질소원은 식물체내에서 아미노산으로 전환되는 과정을 거쳐 사용되기 때문에, 본 연구에서 깨씨무늬증상과 밀접한 연관성을 가지고 있을 것으로 추측하는  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 의 체내 이용에도 영향을 미칠 것으로 가정하였다.

본 실험에서는 아미노산 영양제를 정식 시 정식공에 1회 관주처리하여 수확한 배추를 저장



하여, 대조구와 함께 깨씨무늬증상 발달을 조사·비교하였다. 사용 품종은 ‘춘광’ 이었으며, 정식일은 2014년 4월 21일이었다. 추비는  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 와  $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 이 혼합된 비료를 사용하였다.

봄 작기 노지시험에서 아미노산 영양제를 단독으로 처리한 처리구에서는 대조구와 비슷한 추세의 깨씨무늬증상의 발생속도를 나타내어 큰 차이를 나타내지 않았다(그림 4-24).

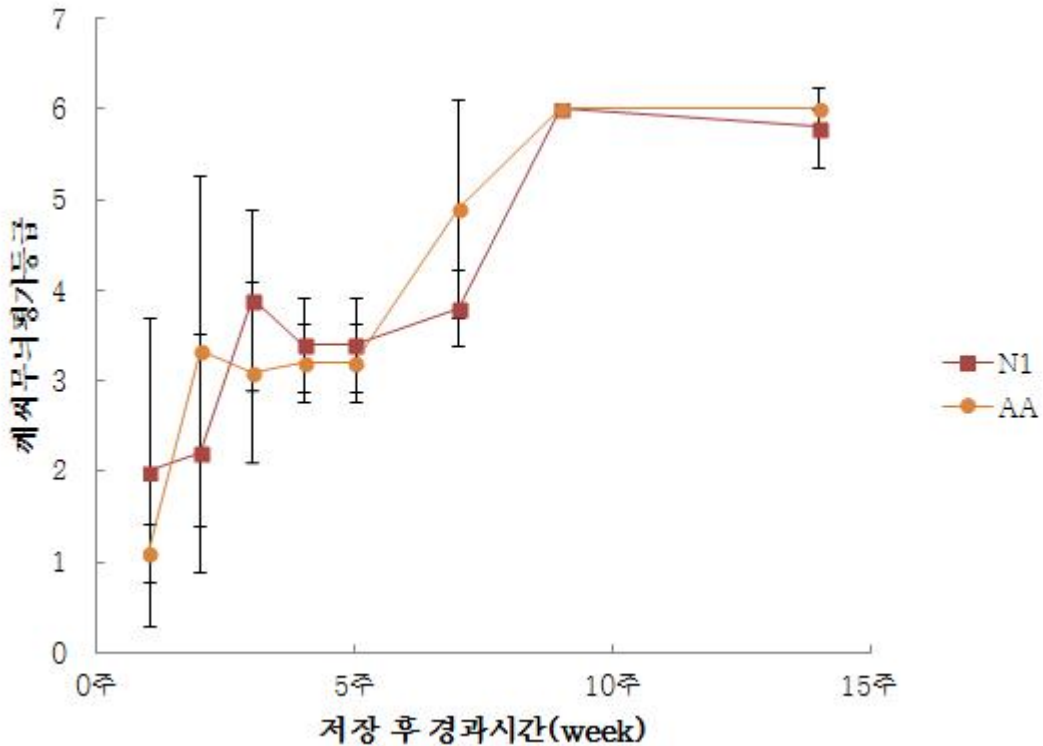


그림 4-24. 아미노산 영양제 처리에 따른 깨씨무늬증상 비교

### 3. 노지에서의 양액관주를 활용한 깨씨무늬증상 제어

양액재배 결과를 토대로, 노지에서 질산태  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 를 배제하고  $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 만을 공급하는 시비방법으로 재배한 배추와, 관행재배방법으로 재배한 배추에서의 깨씨무늬증상 발달을 살펴보았다.

노지에서 질소시비 중  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 를 사용한 기존 추비방식과 관주처리를 통해  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 를 사용하지 않은 방식에서의 배추재배 후 깨씨무늬증상 발달을 비교하였다. 세부실험방법은 아래와 같다.

- 품종: ‘춘광’ (사카다종묘)
- 재배방법: 노지에서 점적호스 관비재배 vs.  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 비료 입제 추비

- 처리:  $\text{KNO}_3$ ( $\text{NH}_4^+$ -N를 포함하지 않음) 관주처리 vs.  $\text{NH}_4^+$ -N비료 추비처리

- 처리방법

: 관주처리구는  $\text{KNO}_3$ 를 용수 1ton 당 1kg을 용해하여 정식 후 23, 30, 37, 42일째 4회에 걸쳐서 7.5ton/10a 씩 관주

:  $\text{NH}_4^+$ -N비료 입제 추비처리구는 정식 30일, 42일째 90kg/10a 씩 고랑 살포

※ 관수량의 편차를 제거하기 위해 관수시설은 동일하게 설치함

※  $\text{KNO}_3$ 관주처리 시  $\text{NH}_4^+$ -N비료 추비처리구도 동일관수 실시

- 측정: 깨씨무늬등급은 ‘제3절 깨씨무늬증상 평가방법’ 기준에 의함

- 관리: Ca엽면시비, 병충해 방제 등의 일반관리 실시

재배중에 추가되는 질소공급원을 관주방식을 통해  $\text{NO}_3^-$ -N로 제한한 처리구에서는 저장 중 깨씨무늬증상의 발달이 관행추비처리방식에 비해 현저하게 늦었다(그림 26). 상품화가 어려운 깨씨무늬등급 3 도달 소요일수는 회귀분석 결과, 관주처리를 하였을 때 74일, 기존의  $\text{NH}_4^+$ -N 시비처리 시 38일이 소요되었다(표 23) 이는 기존대비 193 %로 두 배 가까운 저장기간 연장효과를 보였다. 단, 소규모 재배실험을 통한 결과이기 때문에 이를 일반화하기에는 무리가 따른 것으로 판단되며, scale-up test를 통해 검증이 필요할 것으로 보인다.

비용적 측면에서는 표24와 같이 감가적용 시설비용을 포함하여 관비재배가 22,000원/10a 더 많다. 업체에서 저장배추로 사용하기 위하여 10a당 22,000원의 농가보상비를 책정하여 재배비용을 지불하여도 충분히 가능한 금액으로 판단한다. 단 초기투자비로 생각할 수 있는 물탱크 비용은 적절한 지원이 필요할 수 있겠다.



그림 4-25.. 노지재배 관주시설

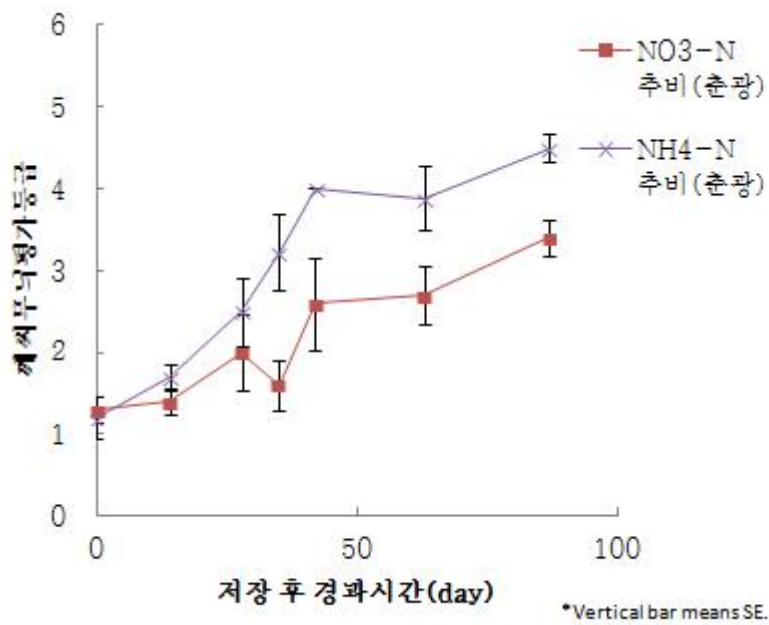


그림 4-26. 관주시설을 활용한 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N 공급 배추와 일반 시비 배추에서의 깨씨무늬증상 비교

표 4-23. 회귀분석에 의한 개씨무늬등급 도달 소요일수 비교

처리	개씨무늬평가등급 도달			회귀방정식
	소요일수			
	2.0	2.5	3.0	
KNO <sub>3</sub> 관주처리	33	54	74	y = 0.0394x + 1.4878 R <sup>2</sup> =0.8655
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N포함 추비처리	13	26	38	y = 0.0252x + 1.1745 R <sup>2</sup> =0.8927

표 4-24. 노지에서 점적호스 관비재배 vs. NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N비료 입제추비재배(관행) 비용 비교

항목	관비재배		입제 추비재배	
	단가	금액	단가	금액
비료	KNO <sub>3</sub> 47,000원/포(20kg) x 1.5포	70,500원	입제비료 10,700원/포(20kg) x 9포	96,300
분수호스 (300M)	13,000원/롤 x 6롤	19,000원	-	
pump	400,000원 (감가 10년)	40,000원		
8톤 물탱크, 혼합 및 구획용 배관	물탱크 700,000원(영구) 혼합 및 구획용 배관 300,000원(영구) ※재배면적 증가시에도 구획 나누어 사용	초기투자비		
잡자재	100,000원(감가4년)	25,000원		
연간비용	118,500원		96,300원	
상대비용 차이	+ 22,200원		- 22,000원	

## 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

구분	연도	연구개발 목표	연구개발의 내용	달성도
1 차년도	2012	작형별 배추 저장 중 저장장해 발생원인 구명(협동1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○배추의 수확 후 유통단계별 유통환경 및 병해발생을 조사               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수확 후 유통단계별 환경조건 및 품질/저장장해특성 조사</li> <li>- 작형별 산업적 저장고 환경 모니터링 및 저장 중 품질/저장장해 특성평가</li> <li>- 저장중 주요 부패 미생물 동정</li> </ul> </li> <li>○작형별 배추 저장 중 저장장해 발생원인 구명               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 재배환경에 따른 배추의 작형별 저장 중 저장장해 발생특성 파악</li> <li>- 저장환경에 따른 배추의 작형별 저장 중 저장장해 발생특성 파악</li> </ul> </li> </ul>	100%
2 차년도	2013	작형별 배추 저장 중 저장장해 발생원인 구명 (협동1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○작형별 배추 저장 중 저장장해 발생원인 구명               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 재배환경에 따른 배추의 작형별 저장 중 저장장해 발생특성 파악</li> <li>- 저장환경에 따른 배추의 작형별 저장 중 저장장해 발생특성 파악</li> </ul> </li> <li>○작형별 배추의 저장장해 발생억제 기술 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 재배환경인자 조절을 통한 저장장해발생 억제효과 구명</li> <li>- 저장장해억제를 위한 전처리 기술개발</li> <li>- 저장환경조건 변화에 따른 저장장해발생 억제효과 구명</li> </ul> </li> </ul>	100%
3 차년도	2014	배추의 작형별 저장장해 발생억제 기술확립 (협동1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○작형별 배추의 저장장해 발생억제 기술 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 저장장해억제를 위한 전처리 기술개발</li> </ul> </li> <li>○배추의 작형별 저장장해 발생억제 기술 확립</li> <li>○작형에 따른 지역별 저장 장해 발생 억제 기술 검증</li> <li>○산업적 저장시스템에서의 실증실험</li> </ul>	100%

## 제 5장 참고문헌

1. Mieko Matsumoto, 1987, Influence of Nitrogen Fertilizer Application and Temperature on Incidence of GOMA-SHO in Chinese Cabbage after Harvesting, 토야마현 농업기술센터 연구보고
2. Mieko Matsumoto, 1988, Studies on the Occurrence of Goma-sho of Chinese Cabbage and its Prevention (1). Morphological and Histochemical Observations of Goma-sho, J. Japan Soc. Hort. Sci. 57(2):206-214
4. Mieko Matsumoto, 1991, Studies on the Occurrence of Goma-sho of Chinese Cabbage and its Prevention, 토야마현 농업기술센터 연구보고
5. K.L. Porter, A. Klieber, G. Collins, 2003, Chilling injury limits low temperature storage of 'Yuki' Chinese cabbage, Postharvest Biology and Technology 28:153-158
6. Andreas Klieber, Kerry Porter, and Graham Collins, 2001, Chinese Cabbage Management before and after Harvest, Postharvest Handling of Fresh Vegetables, edited by Tim O' Hare, John Bagshaw, Wu Li, and Greg Johnson ACIAR Proceedings 105
7. M. Jimenez, F. Laemmlen, X. Nie, V. Rubatzky and M.I. Cantwell, 1998, Chinese Cabbage Cultivars Vary in susceptibility to postharvest development of Black Speck, J. Acta Hort. 467:363-370
8. Marita Cantwell and Trevor Suslow, 2001, Cabbage (Round & Chinese types): Recommendations for Maintaining Postharvest Quality, <http://postharvest.ucdavis.edu/pfvegetable/Cabbage/>
9. John Burt, Dennis Phillips and David Gatter, 2006, Growing Chinese Cabbage in Western Australia, Bulletin 4673 [Replaces Bulletin 4197]
10. David Studstill, Eric Simonne, Jeff Brecht and Phyllis Gilreath, 2010, Pepper Spot ("Gomasho") on Napa Cabbage, <http://edis.ifas.ufl.edu/hs352>

11. M. T. Masarirambi, T. O. Osenil, V. D. Shongwe and N. Mhazo, 2011, Physiological disorders of Brassicas /Cole crops found in Swaziland: A review, African Journal of Plant Science. 5(1): 8-14
12. 이정수, 최지원, 정대성, 임채일, 박수형, 이윤석, 임상철, 전창후, 2007, 월동 배추의 저온 저장 방법별 포장 및 염장 처리에 따른 품질 특성, Korean J. Food Preserv. 14(1):24-29
13. 김병삼 외 3명, 2001, 월동 배추의 저온 저장 중 포장 및 적재 방법에 따른 품질 변화, Korean J. Postharvest Sci. Technol.8(1):30-36
- 14) S.Y. Chung et al., 2003, Survey of nitrate and nitrite contents of vegetables grown in Korea, Food additives and contaminants, 20(7) 621-628
15. Sun-Ju Kim, Kawaharada Chiami, and Gensho Ishii, 2006, Effect of ammonium: nitrate nutrient ratio on nitrate and glucosinolate contents of hydroponically-grown rocket salad (*Eruca sativa* Mill.), Soil Science and Plant Nutrition 52, 387-393
16. Renata Wojciechowska and Piotr Siwek, 2006, The effect of shading on nitrate metabolism in stalks and blades of celery leaves (*Apium graveolens* L. var. dulce), Folia Horticulturae Ann. 18/2, 25-35
17. Byeong Sam Kim and Andreas Klieber, 1997, Quality Maintenance of Minimally Processed Chinese Cabbage with Low Temperature and Citric Acid Dip, J Sci Food Agric 75:31-36
- 18) Chen wei, Luo et al., 2005, Effect of  $\text{NH}_4^+\text{-N}/\text{NO}_3^-$  ratios on growth and some physiological parameters of chinese cabbage cultivars, Science press, beijing 15(3):310- 318
19. GUO Ying et al., 2011, Effects of Different Ratios of  $\text{NO}_3\text{-N}:\text{NH}_4\text{-N}$  on Black Sesame Spot in Chinese Cabbage, Acta Hort. Sinica 38(8):1489-1497)
20. John Warner et al., 2003, Response of Chinese Cabbage Cultivars to Petiole Spotting and Bacterial Soft Rot, J. HortTechnology. 13(1):190-195
21. K.L. Porter et al., 2003, Chilling injury limits low temperature storage of ‘Yuki’ Chinese cabbage, 28:153-158

21. Menniti, A.M., Maccaferri, M., Folchi, A. 1997. Physio-pathological responses of Physio-pathological responses of cabbage stored under controlled atmospheres. *Postharvest Biology and Technology*. 10, 207-212.
  
22. Andrews, M., Raven, J., Lea, P. J. 2013. Do plants need nitrate? the mechanisms by which nitrogen form affects plants. *Annals of Applied Biology*. 163(2):174-199



제 2 협동 : 신선편이 배추 저장 기술 개발  
(경북대학교)



# 제 출 문

농림수산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “배추 수급 안정화를 위한 배추 저장 및 소규모 절임배추 생산 현장 적용 기술 개발(제 2협동과제 :신선편이 배추 저장 기술 개발)” 과제의 보고서로 제출합니다.

2015년 12월 일

총괄연구기관명 : 한국식품연구원

총괄연구책임자 : 구 경 형

협동연구기관명 ; 경북대학교

협동연구책임자 : 정 신 교

연 구 원 : 정 헌 식

연 구 원 : 황 인 욱

연 구 원 : 성 기 운

연 구 원 : 배 현 경

연 구 원 : 황 희 영

연 구 원 : 김 상 섭



# 요 약 문

## I. 제 목

신선편이 배추 저장 기술 개발

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

- 신선편이식품의 주요 품질저하현상의 원인인 갈변현상은 소비자의 구매행위의 선택기준이며, 유통 중 폐기율 발생의 주요원인으로, 식품산업의 중요 issue로 부각되어 지금까지 수많은 연구와 방법들이 시행되어 왔음.
- 90년 후반과 2000년 초기까지의 국내 신선편이식품에 대한 활발한 연구와 산업체의 시장진입노력에도 불구하고 소비자들의 화학적 식품첨가물에 대한 기피경향으로 인하여 국내외 신선편이식품의 시장 확대가 정체되고 있는 실정임
- 따라서 선진외국처럼 신선식품의 산업발전을 도모하기 위해서는, 국내 소비자들이 민감한 반응을 나타내는 합성첨가물을 대체할 수 있는 천연물 유래의 갈변억제 소재 개발과 적용 기술의 개발이 절실히 요청되고 있음

## III. 연구개발 내용 및 범위

- 본 연구의 주요내용은 소재개발과 공정개발의 2부분으로 구성될 수 있으며, 연구팀 구성 및 세부 연구내용은 아래와 같으나, 소재탐색 부분은 자연계에 존재하는 광범위한 천연물의 다양성을, 제한된 연구기간 내에 효율적으로 수행하고 연구결과를 극대화하기 위하여 주관 기관과 제 1협동기관이 동시 수행하였음
  - 신선편이 배추제품의 품질 현황 및 개선 방안
  - 최소가공 배추제품의 단위 공정 기술 개선
  - 최소 가공배추의 냉동 저장 기술 개발

#### IV. 연구개발결과

##### ○ 신선편이 배추제품의 품질 현황 및 개선 방안

국내의 채소류는 신선편이용으로 가공 비율이 선진국과 비교하면 지극히 낮아서(2%) 신선편이 채소 가공량이 증가할 것으로 추정되고 있고, 품목별로는 맛과 기능성, 외관 등이 좋은 컬리플라워, 비트, 로즈, 허브류, 약용식용식물류 등과 같은 새로운 품목이 선호될 것으로 예상됨. 신선편이 농산물의 수요가 늘어나고 안정된 공급의 균형이 이루어지기 위하여 제품의 안전성을 보장하고, 선도유지 기술, 다양한 디자인과 포장 등으로 신규 상품화 기술 개발이 요구됨.

##### ○ 최소가공 배추제품의 단위 공정 기술 개선

가공 배추 제품의 단위 공정 기술 개선을 위해 절단배추의 예비가열처리, 갈변방지제 첨가, 포장 필름 종류에 따른 이화학적 품질 특성 및 선도 측정을 하였음. 절단 배추를 40°C 에서 4시간 예열처리구(HS 4)가 중량감소율, pH 변화, PPO, POD, PAL 활성이 가장 적었음. 갈변 방지제인 Ca처리구는 0.5% ESP-2가 가장 좋은 결과를 보였고, 포장재에 따른 절단배추의 저장기간 중 이화학적 변화는 큰 차이가 없었으나, 종합적으로 PP가 가장 우수하였음.

##### ○ 최소 가공배추의 냉동 저장 기술 개발

냉동 및 해동기술과 hybrid technology처리에 의한 이화학적 특성을 조사하고 절단배추로 김치를 제조하여 단기저장 조건의 실증 실험과 그 효과를 조사하였음. CAS 냉동이 중량감소율과 가용성 고형분, 적정산도 변화는 다른 냉동방법에 비해 적은 경향을 나타내었음. 주사전자현미경으로 관찰한 절단배추의 미세 구조의 경우 CAS 동결 조건에서 그 조직이 가장 치밀하고 일정한 분포 양상을 보인 반면 완만 동결은 세포벽이 파괴되어 조직의 분포가 불균일하였음. 절단배추의 hybrid technology 처리 후 단기 저장 중 HT1이 다른 처리군에 비해 선도유지에 효과적이었고, 난각칼슘과 예비가열 처리를 병용한 hybrid 처리에 의한 절단배추의 단기저장 효과를 조사한 결과 절단배추를 hybrid technology 처리시 대조구 대비 품질이 양호한 배추 김치(막김치) 제조가 가능하였음.

#### V. 연구성과 및 성과활용 계획

##### ○ 논문게재 2건, 투고 중 1건, 학술지 1건

- Ca<sup>2+</sup> 처리 절단 배추의 소포장 단기 저장 특성, 한국식품저장유통학회지(2013)
- 절단배추의 단기 저장에 대한 예열처리 효과, 한국식품저장유통학회지(2014)
- 절임배추 및 신선편이 배추의 산업화, 식품과학과 산업 12(2013)

- Antioxidant capacities and polyphenolics of Chinese cabbage(*Brassica rapa* L. SSP. *Pekinensis*) leaves. Food Chemistry. (2016년 개제 예정)

○ 학회 발표

- 결구 배추 잎의 부위별 항산화 특성, 한국식품저장유통학회(2013.10)
- Ca<sup>2+</sup> 처리 절단 배추의 소포장 단기 저장 특성, 한국식품저장유통학회(2013. 10)
- The antioxidant and short-term storage characteristics of Kimchi cabbage leaves. Asia Pacific symposium on postharvest research, education and extension (2014. 12. Viet Nam)
- 절단배추의 동결 저장에 따른 품질 특성. 한국식품영양과학회. 평창 알펜시아(2015. 8)

○ 특허 출원 및 상표 등록

- 쌈형제 상표 등록(출원번호 40-2013-0055130)
- 조각배추 상표 등록(출원번호 40-2014-0054694)
- 절임배추 상표 등록(출원번호 40-2014-0056074)

○ 연구인력활용/양성 성과

- 황인욱, 성기운, 배현경, 황희영, 김상섭 석사 학위 취득

# SUMMARY

## I. Research Title

Development of storage technology for fresh-cut Chinese cabbage

## II. Purpose and necessity of research

- Browning is the major cause of quality degradation in fresh-cut food products, an important criterion for purchase by consumers, and a major cause of waste generation during distribution. Thus, browning has emerged as an important issue in the food industry, which has led to numerous research and methodological studies.
- Over 90% of the total Kimchi cabbage produced in South Korea is used for kimchi production; however, since the number of households with 1-2 members has been increasing gradually, there is an urgent need to downsize the sale units and to develop fresh-cut products with higher convenience, preference, and marketability. Thus, it is necessary to develop fresh-cut Kimchi cabbage products in small package sizes and to study the short-term storage and distribution of these products.

## III. Contents and Scopes of Research

- Development of conditions and methods to improve the quality of fresh-cut Kimchi cabbage products
- Improvement of unit processing technology for minimally processed Kimchi cabbage products
- Development of freezing storage technology for minimally processed Kimchi cabbage

## IV. Research Results

Kimchi cabbages account for 25% of the domestic vegetable consumption. Generally, it has been marketed as fresh vegetables. About 10% of them are pre-treated with peeling, washing, disinfection, salting, and cutting. Major factors affecting the quality loss of these minimal processing vegetables are bacteria, discoloring, respiration, and enzymatic browning. Therefore, in order to reduce the quality loss, the knife blades and cutting environment were improved and the physicochemical quality of fresh-cut kimchi cabbage were investigated. Hunter's color values and browning were also lower in ceramic blade treatment(CC). In the experiment of cutting environment, the quality loss were lower in the



treatment with N<sub>2</sub> treatment.

Physicochemical properties and antioxidant activities of kimchi cabbage leaves were investigated in order to develop new fresh convenient vegetable product. Fructose, glucose and sucrose were determined as free sugars, citric acid, malic acid and succinic acid were determined as organic acids of kimchi cabbage leaves. Total vitamin C content was the highest in summer variety leaves. Total carotenoid content was the highest in summer variety and outer part of the leaves. The 31 kinds of amino acids in winter variety, 32 in spring variety, and 28 in summer variety were determined. 10 kinds of minerals were also determined in kimchi cabbage leaves. Antioxidant capacities showed no significant difference depending on the parts as well as harvest seasons of the kimchi cabbage leaves. The storage effects of cut kimchi cabbage packed with LDPE film were investigated with several preserve dips treatments. Weight loss was higher in ascorbic acid treatment(As), whereas, lower in calcium/citric acid treatment (Mix). Loss of these soluble solid contents were lower in control and Mix treatment. Titratable acidities were increased in all the treatments. Hunter's color value and browning degrees were the highest in As treatment. Mix treatment showed the highest scores in the sensory evaluation.

In order to improve the quality through the unit processes of minimal processed kimchi cabbage products, pre-heat treatment, anti-browning agent, and packaging film of fresh-cut kimchi cabbage were tried and their physicochemical quality and freshness were determined. Fresh-cut kimchi cabbages were pre-heated at 40°C for 1, 2, 4, 8 hr to express heat shock protein(HSP). Expression of HSP showed the highest levels in the 4 hour's treatment (HS 4). During the short-term storage period, the changes of weight loss and pH values of HS 4 were lower than any other treatments. The browning related enzymes (PPO, POD, and PAL) activities were also lower in the HS 4, and showed the highest scores in sensory evaluation. Fresh-cut kimchi cabbages were treated with Ca as an anti-browning agent. Discarded egg shells were processed as preservative agent for the fresh vegetable products, and applied to cut kimchi cabbages storage. Titratable acidity and pH values showed no significant difference, whereas, sensory test showed the highest values in 0.5% egg shell treatment (ESP-2). In addition, physicochemical quality of cut kimchi cabbages during the storage were investigated depending on the packaging films (OPP, PP and LDPE films). Weight loss was the lowest in PP film packaging, and PP and LDPE film packaging treatment showed lower soluble solids loss than that of OPP film packaging, whereas, it showed higher titratable acidity. In sensory evaluation test, PP film

packaging treatment showed the highest scores, which should be the most excellent packaging material.

In order to develop the freeze storage technology of minimal processing Kimchi cabbage, physicochemical properties of fresh-cut Kimchi cabbage by freeze, thaw, and hybrid technology were investigated. Weight loss, alteration of soluble solid and titratable acidity showed lower values in CAS treatment. Structure of fresh-cut cabbage by CAS showed the most compact and homogeneous distribution, whereas, slow freezing showed heterogeneous distribution by destruction of cell wall. In hybrid technology treatment, weight loss was lower in HT1 and HT3. Soluble solid content was the highest in control and HT3. Titratable acidity was the highest in control. pH value was the highest in HT1. L value of Hunter's color values was the lowest in control, whereas, it was the highest in HT1. Resultingly, HT1 showed the most effective for freshness.

In order to verify and evaluate the storage effects cut kimchi cabbage was stored at hybrid condition(egg shell + pre-heat treatment) for 2 weeks and their physicochemical quality was investigated. Overall the quality of hybrid treatment showed better quality than that of no treatment. Kimchi was prepared with cut kimchi cabbage stored at the hybrid condition and their physicochemical quality was evaluated as well. The contents of soluble solid, titratable acidity and PH values of VT showed no difference with control treatment(CON) and NT. The sensory quality also showed no difference during aging period. It is suggested that cut kimchi cabbage stored at hybrid condition identified by this study could be a good material for traditional kimchi making.

# CONTENTS

Chapter 1. Outline of Research Project	473
Chapter 2. Trends of Domestic and International Technical Developments	474
Chapter 3. Materials and methods	476
1. Materials and reagents	476
2. Investigation of the browning and quality loss factors	476
2-1. Cutting process investigation depending on the work environment (with and without oxygen)	476
2-2. Cutting process investigation depending on the knife blades	476
3. Investigation of the process for the quality improvement	477
3.1. Physicochemical properties, antioxidant activities, and antioxidant contents of kimchi cabbage leaves	477
3.2. Storage effects of cut kimchi cabbages with small packages	477
4. Storage effects of cut kimchi cabbages with pre-heat treatments	477
5. Storage effects of cut kimchi cabbages with anti-browning agents	478
6. Storage effects of cut kimchi cabbages with film packaging	478
7. Storage effects of cut kimchi cabbages with freezing	478
8. Storage effects of cut kimchi cabbages with hybrid technologies	479
9. Verification test and effectiveness analysis of kimchi preparation with cut kimchi cabbages	479
10. Determination of physicochemical properties	480
10.1. Change of weight ratio	480
10.2. Soluble solid	480
10.3. Titratable acidity	480
10.4. Color value	480
10.5. Total free sugar and organic acid	480
10.6. Vitamin C content	480
10.7. Total carotenoid contents	480
10.8. Free amino acid contents	480

10.9 Mineral contents -----	482
11. Determination of antioxidant activities and antioxidant contents -----	482
11.1 $\alpha, \alpha$ -diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) -----	482
11.2 Ferric ion reducing antioxidant power(FRAP) -----	482
11.3 Total phenol contents -----	482
11.4 Total flavonoid contents -----	482
12. Determination of browning degrees and enzyme activities -----	483
12.1 Browning degrees -----	483
12.2 Polyphenol oxidase(PPO) activity -----	483
12.3 Peroxidase(POD) activity -----	483
12.4 Phenylalanine ammonia-lyase(PAL) activity -----	483
13. Protein expression measurement by sodium dodesyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis(SDS-PAGE) -----	484
14. Scanning electron microscope (SEM) observation on the frozen cut kimchi cabbages -----	484
15. Kimchi preparation for verification test -----	484
16. Sensory evaluation -----	485
16.1 Sensory evaluation of cut Kimchi cabbages -----	485
16.2 Sensory evaluation of Kimchi prepared with cut Kimchi cabbages -----	485
17. Statistical analysis -----	485
 Chapter 2. The status and improvement of the quality of fresh cut kimchi cabbages -----	486
1. The current marketing status of fresh-cut kimchi cabbage products -----	486
1.1. Domestic and international production and marketing of kimchi cabbages -----	486
1.2. The status of domestic fresh-cut agricultural products -----	489
2. Investigation of quality factors during the unit process -----	491
2.1. Main unit process of fresh-cut products and quality control -----	491
2.2. Quality maintenance and improvement of fresh-cut products -----	497
3. Improvements of browning and the quality loss -----	497
3.1. Quality improvement depending on the knife blades -----	497
1) Changes of weight ratios -----	497
2) Color values -----	498
3) Browning degrees depending on the knife blades -----	499

3.2 Quality improvement depending on the knife blades .....	497
1) Changes of weight ratios .....	501
2) Color values .....	502
3) Browning degrees depending on depending on the work environment (with and without oxygen) .....	502
4. Process improvement for the quality improvement .....	504
4.1. Physicochemical properties, antioxidant activities, and antioxidant contents of kimchi cabbage leaves .....	504
(1) Physicochemical properties of kimchi cabbage leaves .....	504
(2) Antioxidant activity and antioxidant contents of kimchi cabbage leaves .....	509
4.2 Storage effects of cut kimchi cabbage with small packages .....	512
(1) Changes of weight ratios .....	512
(2) Soluble solids .....	513
(3) Titratable acidities .....	514
(4) Color value and browning degrees .....	516
(5) Sensory evaluation .....	521
Chapter 3. Unit process improvements of minimal processed kimchi cabbages .....	523
1. Storage effects of cut kimchi cabbages with pre-heat treatments .....	523
1.1. The optimum condition of kimchi cabbages with pre-heat treatments .....	523
1.2. Quality changes of kimchi cabbages with pre-heat treatment during storage .....	525
(1) Changes of weight ratios .....	525
(2) Soluble solids .....	526
(3) Titratable acidities .....	527
(4) pH .....	528
(5) Color values .....	529
(6) Browning degrees .....	531
(7) Polyphenol oxidase(PPO) .....	533
(8) Total phenol contents .....	534
(9) Peroxidase(POD) .....	535
(10) Phenylalanine ammonia-lyase(PAL) .....	536
(11) Protein expression measurement of SDS-PAGE .....	537
(12) Sensory evaluation .....	538

2. Storage effects of cut kimchi cabbages with anti-browning agents .....	540
2.1 Changes of weight ratios .....	540
2.2 Soluble solids .....	542
2.3 Titratable acidities .....	543
2.4 pH .....	544
2.5 Color values .....	545
2.6 Sensory evaluation .....	547
3. Storage effects of cut kimchi cabbages with film packaging cabbages .....	550
3.1 Changes of weight ratios .....	550
3.2 Soluble solids .....	551
3.3 Titratable acidities .....	552
3.4 pH .....	552
3.5 Color values .....	553
5.6 Sensory evaluation .....	555
 Chapter 4. Freezing storage technology of minimal processed kimchi cabbage .....	 557
1. Freezing storage technology of fresh-cut kimchi cabbages .....	557
1.1 Changes of weight ratios .....	557
1.2 Soluble solids .....	559
1.3 Titratable acidities .....	560
1.4 pH .....	561
1.5 Observation of microstructure .....	573
2. Storage effects of cut kimchi cabbages with hybrid technology .....	567
2.1 Changes of weight ratios .....	568
2.2 Soluble solids .....	568
2.3 Titratable acidities .....	569
2.4 pH .....	570
2.5 Color value .....	570
3. Verification and effectiveness analysis for cut kimchi cabbages storage by kimchi preparation .....	573
3.1. Physicochemical quality of cut kimchi cabbage during storage .....	573
(1) Changes of weight ratios .....	573

(2) Soluble solids .....	573
(3) Titratable acidities .....	574
(4) pH .....	574
(5) Apperance .....	575
3.2. Physicochemical quality of kimchi prepared with cut kimchi cabbage .....	575
(1) Soluble solids .....	576
(2) Titratable acidities .....	576
(3) pH .....	577
(4) Sensory evaluation .....	577
Chapter 4 Research goal attainment and contribution to related area .....	585
Chapter 5 Plan for application of research results .....	586
Chapter 6 Overseas science technology information .....	587
Chapter 7 References .....	588

# 목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요	485
제 2 장 국내외 기술개발 현황	486
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과	488
제 1 절 신선편이 배추 제품의 품질 현황 및 개선 방안	488
1. 실험재료 및 시약	488
2. 갈변 및 품질 손실 현황 및 요인 도출	488
가. 작업환경(O <sub>2</sub> 유무)에 따른 절단 공정 조사	488
나. 칼날에 따른 절단 공정조사	488
3. 품질 개선을 위한 공정 개선 방안 도출	489
가. 배추잎의 부위별 이화학적 성분 및 항산화 특성	489
나. 소포장 절단배추의 선도 연장 효과	489
4. 예비가열처리에 의한 절단배추의 저장 실험	489
5. 갈변방지제 첨가에 의한 절단배추 소포장 저장 실험	490
6. 절단배추의 필름 포장 저장 실험	490
7. 신선편이 배추의 냉동 저장 기술 개발	490
8. 신선편이 배추의 Hybrid technology처리에 의한 저장 기술 개발	491
9. 절단배추김치의 제조에 의한 실증 실험 및 효과 분석	491
10. 이화학적 특성 측정	492
가. 중량감소율	492
나. 가용성 고형분	492
다. 적정산도	492
라. 색차	492
마. 유리당 및 유기산	492
바. 비타민C	493
사. 총 카로티노이드	493
아. 유리 아미노산	493
자. 무기질	494
11. 항산화활성 및 항산화성분 측정	494



가. $\alpha, \alpha$ -diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) 측정법	494
나. Ferric ion reducing antioxidant power(FRAP) 측정법	494
다. 총 페놀화합물	494
라. 총 플라보노이드	495
12. 갈변도 및 효소 활성 측정	495
가. 갈변도	495
나. Polyphenol oxidase(PPO)활성	495
다. Peroxidase(POD)활성	495
라. Phenylalanine ammonia-lyase(PAL)활성	495
13. Sodium dodesyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis(SDS-PAGE)에 의한 단백질 분석	496
14. 주사전자현미경에 의한 동결절단배추의 미세구조 관찰	496
15. 김치의 제조	496
16. 관능평가	497
가. 절단배추의 관능평가	497
나. 절단배추김치의 관능평가	497
17. 통계처리	497
제 2 절 신선편이 배추 제품의 품질 현황 및 개선 방안	498
1. 신선편이 배추 제품의 유통 현황 파악	498
가. 배추의 국내 외 생산 및 유통현황	498
나. 국내의 신선편이 농산물의 현황	501
2. 제품별 단위 공정 중 품질 변화 요인 조사	503
가. 신선편이 제품별 주요 단위 공정과 품질관리	503
나. 신선편이 제품의 품질변화 방지 및 개선 대책	509
3. 갈변 및 품질 손실 개선 연구	509
가. 절단 칼날에 의한 품질 손실과 개선 방법	509
1) 중량감소율	509
2) 절단 칼날의 재질에 따른 갈변도	511
나. 절단 환경(O <sub>2</sub> )에 의한 품질 손실과 개선방법	513
1) 중량감소율	513
2) 색차	514
3) 절단 환경(O <sub>2</sub> 유무)에 따른 갈변도	514

4. 품질 개선을 위한 공정 개선 연구	516
가. 배추잎의 부위별 이화학적 성분 및 항산화 특성	516
1) 배추잎의 부위별 이화학적 성분	516
2) 배추잎의 부위별 항산화 특성	521
나. 소포장 절단 배추의 선도 연장실험	524
1) 중량감소율	524
2) 가용성 고형분	525
3) 적정산도	526
4) 색차 및 갈변도	528
5) 관능평가	533
제 3 절 최소가공 배추 제품의 단위 공정 기술 개선	535
1. 예비가열처리에 의한 절단배추의 저장실험	535
가. 배추의 적정 예비가열처리 조건	535
나. 예비가열처리에 의한 절단배추의 저장 중 품질 변화	537
1) 중량감소율	537
2) 가용성 고형분	538
3) 적정산도	539
4) pH	540
5) 색차	541
6) 갈변도	543
7) Polyphenol oxidase(PPO)	545
8) 총페놀성 화합물 함량	546
9) Peroxidase(POD)	547
10) Phenylalanine ammonia-lyase(PAL)	548
11) SDS-PAGE에 의한 단백질 분석	549
12) 관능평가	550
2. 갈변방지에 첨가에 의한 절단배추 소포장 저장실험	552
가. 중량감소율	552
나. 가용성 고형분	554
다. 적정산도	555
라. pH	556
마. 색차	557

바. 관능평가	559
3. 절단배추의 필름 포장 저장실험	562
가. 중량감소율	562
나. 가용성 고형분	563
다. 적정산도	564
라. pH	564
마. 색차	565
바. 관능평가	567
제 4 절 최소가공 배추의 냉동 저장기술 개발	569
1. 신선편이 배추의 냉동 저장 기술 개발	569
가. 중량감소율	569
나. 가용성 고형분	571
다. 적정산도	572
라. pH	573
마. 미세구조 관찰	575
2. 신선편이 배추의 hybrid technology처리에 의한 저장 기술 개발	579
가. 중량감소율	579
나. 가용성 고형분	580
다. 적정산도	581
라. pH	582
마. 색차	582
3. 절단배추김치 제조에 의한 실증 실험 및 효과 분석	585
가. 절단배추의 저장 중 이화학적 품질 특성	585
1) 중량감소율	585
2) 가용성 고형분	585
3) 적정산도	586
4) pH	586
5) 외관	587
나. 절단배추 김치의 이화학적 품질 특성	587
1) 가용성 고형분	588
2) 적정산도	588
3) pH	589

4) 관능평가-----	589
제 4 장 목표 달성도 및 관련 분야에의 기여도-----	597
제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획-----	598
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외 과학 기술 정보-----	599
제 7 장 참고 문헌-----	600

## 제 1 장 연구개발과제의 개요

배추의 수급 안정화를 위해서는 산지에서 출하 조절이 가능한 충분한 저장 시설과, 일관 저온 물류 체계 확립 및 산지에서 가공 비율을 높이는 전략이 요구되며 주산지 생산자 조직을 중심으로 산지 가공 시설 건설과 소비지에서 배추, 절임배추 등을 연중으로 거래할 수 있는 저온저장 시설의 확충과 저온 유통이 가능한 최소가공 형태의 신선편이 제품이 필요함.

배추는 일반 가정, 급식 및 상품 김치 시장에 80% 이상 사용하고 있어 국민 식생활과 직결되고 있어 배추 수급 조절이 소비자 물가 지수에 큰 영향을 줌. 현재 배추 과잉 생산시 정부에서 산지 폐기를 권장하여 과잉 공급물량을 해소하고 있거나, 공급 물량이 부족할 경우 중국에서 수입을 해서 수급 조절을 하고 있고, 또 지구 온난화 등의 영향으로 단수 변동 폭이 커져 배추 공급 불안정성이 더욱 확대되고 있어 근본적인 대책이 필요함. 국내에서도 경제 성장과 고소득 시대를 맞아서 패스트푸드와 외식업, 단체급식의증가로 신선 농산물의 수요가 크게 증가됨과 동시에 유통업체의 대형화로 과일, 채소, 버섯 등 다양한 품목이 신선편이 제품으로 상품화되고 있다. 국내의 신선편이 농산물 시장은 대개 1조원 규모로 추산되고 있으며 이중 채소류가 85% 이상을 차지하고 있다(1). 국내에서 유통되고 있는 채소류 신선편이 제품으로는 단일 및 혼합 샐러드용과 씹채소류, 새싹채소류 제품이 35% 정도이며 조리 및 조미용으로 박피, 절단 등으로 가공된 제품이 나머지 65%를 차지하고 있다. 배추는 극히 일부가 씹 혹은 혼합샐러드용으로 유통되고 있다.

최근 고소득과 생활수준의 향상으로 건강과 장수에 대한 국민적 관심이 증대되므로 신선한 과일과 채소의 소비가 증가하고 있다. 이와 더불어 편의성과 기호성, 상품성을 증대한 채소류의 신선편이 제품의 소비는 보다 증가할 것으로 추정된다. 신선편이 농산물의 수요가 늘어나고 안정된 수급의 균형이 이루어지기 위해서는 제품의 안전성을 보장하고, 선도유지 기술, 다양한 디자인과 포장 등으로 신규 상품화 기술 개발이 이루어 질 필요가 있다.

국내 배추 총생산량 중 약 90% 이상이 김치 제조에 이용되고 있으나 소비자 계층의 변화와 수요에 맞는 채소류 신선편이 시장의 확대에 따라서 배추 판매 단위의 소형화와 편의성, 기호성, 상품성을 증대시킨 신선편이류 제품화 판매 전략이 시급히 요망된다. 이에 본 연구는 배추의 신선편이 제품화를 위하여 현행 문제점을 개선하고 소포장 제품화와 이의 단기 저장 및 유통에 관한 연구를 수행하였다.

## 제 2 장 국내외 기술 개발 현황

- 배추는 국내 채소류 중 가장 많이 사용되는 채소로 재배 면적은 2000년 5만 2천 ha에서 2010년 3만 3천 ha로 매년 4% 감소하다가 2011년 다시 증가하여 3만 9천 ha였고, 작형별로 봄배추 656천톤, 고랭지 배추 174천톤, 가을배추 1,897천톤, 겨울배추 335천으로 총 생산량은 약 3,062천톤이었음.
- 배추 명목 도매가격은 2-3년 주기로 가격 변동이 있었고, 특히 작형별 배추의 가격 변동폭 배추 출하기 가격이 낮은 반면 고랭지 배추 출하기에는 가격이 높고, 여름 배추의 가격은 20% 이상이 가격 변동이 있음. 배추는 호냉성 작물로 7, 8월의 여름철에는 재배가 어려워 일반 평지에서 재배되는 배추의 경우 6월 20일은 재배 한계일로 보고, 이때 배추 출하 물량이 집중되어 배추값이 폭락함.
- 배추는 일반 가정, 급식 및 상품 김치 시장에 80% 이상 사용하고 있어 국민 식생활과 직결되고 있어 배추 수급 조절이 소비자 물가 지수에 큰 영향을 줌. 그러나 현재 배추 과잉 생산시 정부에서 산지 폐기를 권장하여 과잉 공급물량을 해소하고 있거나, 공급 물량이 부족할 경우 중국에서 수입을 해서 수급 조절을 하고 있고, 또 지구 온난화 등의 영향으로 단수 변동 폭이 커져 배추 공급 불안정성이 더욱 확대되고 있어 근본적인 대책이 필요함.
- 배추는 호흡률과 에틸렌 발생량이 상대적으로 낮은 작물로, 호흡률은 20℃에서 4.59~9.89mLCO<sub>2</sub>/kg/h, 5℃에서 1.85~3.65mLCO<sub>2</sub>/kg/h, 0℃에서 0.95~2.24mLCO<sub>2</sub>/kg/h이고, 에틸렌 발생량은 20℃에서 0.3~0.7μL/kg/h이지만 0℃에서는 0.01μL/kg/h 이하로 검출되어 거의 발생하지 않는 것으로 나타남(한국식품연구원, GA0174, 2000).
- 배추의 초기 빙결점은 잎에서 -1.32~-1.55℃, 줄기에서 -0.30~-0.64℃로 실제 산업적으로 김치 가공용 배추를 0℃ 가까이에서 저장하는 방법과 -1℃까지 온도를 내려 저장하는 방법을 이용하고 있음. 이러한 저온에서 월동배추는 70~80일 정도 저장 가능하나 중량감모 및 정선을 통해 40% 이상 손실이 발생함(1).
- 월동 배추의 경우 장기 저장 중 중량감모를 억제하기 위해 폴리에틸렌 필름으로 포장하여 0℃ 저장 90일 했을 때 포장구의 중량 감모율은 0.36%, 필름 포장을 하지 않은 배추(14.07%)에 비해 낮았음. 반면 정선 후 손실율은 5.59%로, 필름 포장을 하지 않았을 때 손실율 6.02%와 큰 차이가 없어 포장 방법에 따라 손실율이 차이가 있었음. 또 봄배추의 재배

방법 및 품종에 따른 생육 및 절입 특성을 연구 보고하였음(2, 3).

- 가을배추의 CA 저장의 경우 0℃, 1% O<sub>2</sub> 농도에서 4개월간 저장이 가능하고, 중량 감모율은 1.7%로 대조구의 절반 수준이었으며, 봄배추는 0℃, 1% O<sub>2</sub> 농도에서 2개월 저장 시 중량 감모율이 2.5%로 대조구의 1/3 수준이었고 정선 후 손실율은 19.9%였음(4).
- 배추는 일반적으로 0℃ 내외의 저온에서 저장하지만 chilling Injury가 3.5℃에서부터 발생하고 배추를 개별 천공 필름으로 포장 후 0℃에 저장할 경우 저장 9주째 중량 감모율은 1.5%였고, 정선 후의 손실율은 40%가 된다고 보고되었음(5).
- 배추 저온 저장 시 22℃에서 12시간 동안 1-MCP를 0~1μL/L 농도로 처리한 후 저온 저장 시, 초기에는 호흡률이 오히려 약간 증가하는 경향을 보이다가 저온 저장에서 안정화되면서 처리간 차이가 없었으며 품질 유지에도 유의차가 없다고 보고되었음(6).
- CA 저장 시 배추엽병균(*Phytophthora brassicae*)에 감염된 배추는 대조구에 비해 부패 속도가 더 빨랐으며 CA 저장은 CI의 발생을 감소시킨다고 보고되었음(7). 또 저장 전 dropping, compressing 등 물리적인 스트레스에 따른 호흡률의 차이는 없었으며 하루 중 수확 시간에 따른 저장 품질의 차이도 유의차가 없다고 보고되었음.
- 일본의 경우 각종 산지 유통 시설을 상대적으로 많이 보유하고 있는 가고시마현 종합 농협은 채소 가격 안정사업 출하 물량의 대부분을 취급하고 있어 채소류의 출하 비율이 높음. 또한 채소류의 경우 국정 표준 규격을 폐지하고 산지에서 설정한 규격의 간소화 및 산지간 규격의 통합, 공동화 등 생산자 단체의 자주적인 협동을 지원하고 있음(8).

## 제 3장 연구개발 수행 내용 및 결과

### 제 1절 신선편이 배추 제품의 품질 현황 및 개선 방안

#### 1. 실험 재료 및 시약

실험에서 사용한 배추는 영양군에서 생산된 고랭지 배추와 전라남도 해남군에서 2013년도에 노지 재배한 가을배추인 ‘휘파람’ 품종과 겨울(월동)배추 및 2014년도에 수확한 봄배추인 ‘춘황’ 품종, 가을배추인 ‘청남’ 품종, 2015년도에 수확한 가을배추인 ‘추광’ 품종을 화원농협(Hwawon Agricultural Cooperative, Haenam-gun, Korea)에서 공여 받아 진행하였다. 사용한 gallic acid, trolox, (±)-Catechin,  $\beta$ -carotene, glucose, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH), 2,4,6-tris(2-pyridyl)-1,3,5-triazine (TPTZ), 2,4-dinitrophenylhydrazine (DNP), sodium nitrite, aluminum chloride, metaphosphoric acid는 Sigma chemical Co (St. Louis, Mo)의 제품을 사용하였고, 그 외 methanol, hexane, acetone, hydrochloric acid, sulfuric acid 등은 분석용 1급 시약을 사용하였다.

#### 2. 갈변 및 품질 손실 현황 및 요인 도출

배추의 비가식 부위를 제거 하여 3 x 3 cm로 절단 후 150 g씩 low density polyethylene film (LDPE) 이중지퍼백(18 x 20 cm)에 포장하여 5°C에 저장하여 저장 기간 동안 매일 갈변도와 색차, 중량 변화를 측정하였다.

##### 가. 작업 환경(산소유무)에 따른 절단 공정 조사

배추의 제조 공정 중 갈변에 영향을 미치는 절단 공정에서 산소접촉에 따른 갈변 정도를 조사하였다. 배추의 산소와의 접촉을 최소화하기 위하여 배추의 절단은 질소 가스가 충전되어 있는 공간에서 질소가스가 절단과정에서 계속 불어져 나오도록 하였고, 대조구의 절단은 산소에 노출되어 있는 상태에서 절단 후 LDPE 이중지퍼백(18 x 20 cm)에 포장하였다.

##### 나. 칼날에 따른 절단 공정 조사

배추의 제조 공정 중 갈변에 영향을 미치는 절단 공정에서 식품과 직접 접촉하는 칼날의 재원에 따라 갈변 정도를 조사하였다. 칼날 재질에 따른 갈변 정도를 알아보기 위하여 세라믹 칼, 스테인리스 칼은 대형마트에서 구입하여 사용하였다.



### 3. 품질 개선을 위한 공정 개선 방안 도출

배추의 신선편이 제품화에 활용될 수 있는 기초적 자료를 얻기 위하여 전라남도 해남군에서 생산된 월동(겨울)배추, 봄배추와 영양군에서 생산된 여름 배추를 5℃에서 보관하면서 시료로 사용하였다. 배추 잎의 이화화학적 성분과 건강기능성 성분을 조사하였다. 또한 겉절이, 샐러드 용으로 소포장하여 판매할 수 있는 절단배추를 제조하여 이의 선도와 저장기한을 연장할 수 있는 전처리 방법을 탐구하였다.

#### 가. 배추잎의 부위별 이화학적 성분 및 항산화 특성

배추는 배추잎을 속(L3), 중(L2), 겉(L1) 부위로 구분하여 -90℃로 동결 건조하여 분말화한 후 시료로 사용하여, 이화학적 성분(유리당, 유기산, 비타민 C, 총 카로티노이드, 유리아미노산, 무기질) 함량과 항산화활성 및 항산화성분 함량을 측정하였다.

#### 나. 소포장 절단배추의 선도 연장 효과

저장조건에 따른 절단배추의 품질 변화를 알아보기 위해 침지용액을 달리하여 실시하였다. 배추의 비가식부를 제외한 여름배추를 세척한 후 세라믹 칼을 이용하여 3 x 3 cm 크기로 절단하였다. 절단된 배추를 증류수 5 L에 1분 30초간 침지한 것을 대조구(이하 Con), 0.25% 및 1% Ascorbic acid, Calcium chloride, Citric acid 및 Mix(Calcium chloride : Citric acid, 1:1)용액 5 L에 1분 30초간 침지하였다. 침지한 절단배추는 탈수 후 각 처리조건별 150 g씩 LDPE 지퍼백(25 x 30 cm x 0.03 mm)에 포장하여 5℃에 저장하였다. 0.25% Ascorbic acid, Calcium chloride, Citric acid 및 Mix(Calcium chloride : Citric acid, 1:1)용액은 As-1, Ca-1, Ct-1, Mix-1 및 1% Ascorbic acid, Calcium chloride, Citric acid 및 Mix(Calcium chloride : Citric acid, 1:1)용액은 As-2, Ca-2, Ct-2, Mix-2 로 표시한다. 각 처리 조건에 따라 저장된 배추는 6주 동안 중량감소를 측정, 색차 측정, 가용성 고형분 측정, 적정 산도측정, 갈변도 측정 및 관능평가(외관, 색상, 향기)를 실시하였다.

### 4. 예비가열처리에 의한 절단배추의 저장 실험

본 실험에 사용한 배추는 전라남도 해남군에서 2013년도에 노지 재배한 가을배추인 ‘휘파람’ 품종과 겨울(월동)배추 및 2014년도에 수확한 봄배추인 ‘춘황’ 품종을 사용하였다. 배추를 세척 및 탈수 후, 절단(3×3 cm)하여 항온기 내 선반에 고르게 편 후, Barnett 등(2)의 보고에 따라 40℃에서 각각 1, 2, 4, 8시간 예열처리한 후, 0℃에서 1시간 저장하여, 처리구 별 250 g씩 low density polyethylene(LDPE) 지퍼백(18 x 20 cm, 0.03mm)에 넣어 5℃에서 8주간 저장하며 중량감소율, 가용성 고형분, 적정 산도, pH, 색차, 갈변도 및 총페놀성 화합물 함량, 단백질 분석 및 관능평가(외관, 색상, 향기)를 실시하였다.

## 5. 갈변방지제 첨가에 의한 절단배추 소포장 저장 실험

본 실험에 사용한 배추는 전라남도 해남군에서 2013년도에 노지 재배한 가을배추인 ‘휘파람’ 품종과 겨울(월동)배추 및 2014년도에 수확한 봄배추인 ‘춘황’ 품종을 사용하였다. 실험에 사용된 갈변방지제는 달걀의 부산물을 활용하여 제조하였다. 폐기된 달걀껍질은 경북대학교 인근 식당에서 구하여 이물질을 제거 후, 난각을 끓는 물에 10분간 가열하여 1차 살균하였으며, 습식분쇄 후 수중에서 난각과 난막의 비중 차이를 이용하여 난각에 붙어 있는 난막을 분리하였다. 난막을 분리 제거한 난각은 80° C에서 3시간 살균건조 시킨 후 분쇄하여 100 mesh체를 통과하지 않은 굵은 입자는 ESP, 100 mesh를 통과하는 가는 입자를 ESP-1, ESP를 회화로 이용하여 완전 회화시켜 마쇄한 것을 ESP-2로 분류하여 실험에 사용하였다.

실험에 사용한 배추시료는 겨울배추를 사용하였으며, 배추를 세척 및 탈수 후, 절단(3×3 cm)하여 사용 하였다. 절단한 배추는 0.5% citric acid에 난각 칼슘 ESP-1, ESP-2 (0.5 , 1, 2%)을 용해한 용액 1 L에 1분간 침지하였다. 대조구는 증류수에 1분간 침지한 것을 사용하였다. 침지한 절단배추는 탈수 후 각 처리조건별 100 g씩 polypropylene (PP, 20 x 30 cm, 30 μm)에 포장하여 5°C에 저장하여 실험에 사용하였다. 각 처리 조건에 따라 저장된 배추는 6주 동안 중량감소율, 가용성 고형분, 적정 산도, pH, 색차 측정 및 관능평가(외관, 색도, 이취)를 실시하였다.

## 6. 절단배추의 필름 포장 저장 실험

본 실험에 사용한 배추는 전라남도 해남군에서 2013년도에 노지 재배한 가을배추인 ‘휘파람’ 품종과 겨울(월동)배추를 사용하였다. 전처리는 배추의 가식부위를 세척 후 세라믹칼을 이용하여 3 x 3 cm 크기로 절단하여 150 g씩 polypropylene (PP, 20 x 30 cm, 45 μm), low density polyethylene (LDPE, 25 x 30 cm, 30 μm), oriented polypropylene (OPP, 30 x 20 cm, 30 μm)에 포장하여 5°C에 저장하여 실험에 사용하였다. 각 처리 조건에 따라 저장된 배추는 4주 동안 중량감소율, 가용성 고형분, 적정 산도, pH, 색차 측정 및 관능평가(외관, 색도, 이취)를 실시하였다.

## 7. 신선편이 배추의 냉동 저장 기술 개발

본 실험에 사용한 배추는 전라남도 해남군에서 2014년도에 노지 재배한 가을배추인 ‘청남’ 품종을 사용하였다. 배추는 절단(3×3 cm)하여 250 g씩 Low Density Polyethylene(LDPE) 지퍼백(18×20 cm, 0.03mm)에 넣어 급속 냉동(-60° C, deep freeze, DF), 완만 냉동(-15° C, refrigeration freeze, RF), 전자장동결장치(-30° C, cell alive system, CAS)로 동결 후 냉장 해동(refrigeration, R), 마이크로웨이브 해동(microwave, M), 유수 해동(water, W)을 하여 3달간 중량감소율, 가용성 고형분, 적정 산도, pH, 및 미세구조 관찰을 실시하였다.

### 8. 신선편이 배추의 hybrid technology 처리에 의한 저장 기술 개발

본 실험에 사용한 배추는 전라남도 해남군에서 2014년도에 노지 재배한 가을배추인 ‘청남’ 품종을 사용하였다. 배추의 제조 공정 중 갈변에 영향을 미치는 절단 공정에서 산소접촉과 칼날의 재원을 달리하는 조건을 설정하기 위해, 질소 가스가 충전 되어 있는 공간에서 배추를 세라믹 재질의 칼로 절단하였다. 열처리 기술은 농산물 노화를 억제하고 저온장해를 완화시킬 뿐만 아니라 작물에 저장 질환의 발생률을 감소시키는 것(3, 4)으로 알려져 있으며, 이에 40℃에서 1분간 열처리를 실시하였다. 또한 달걀껍질 내 칼슘은 과실이나 채소의 세포벽 구조를 유지하는데 결정적인 역할을 하여, 숙성을 지연시키는 역할과 세포벽 붕괴로 인한 연화를 억제시키는 효과가 있다(5). 천연 소재인 난각을 이용하여 만든 Egg shell powder (ESP)를 citric acid 용액과 병용 처리하여 절단배추를 침지 처리하였다.

배추는 절단(3×3 cm)하여 250 g씩 Polypropylene(LDPE, 18×20 cm, 0.03 mm)에 넣어 냉장 저장하였다. HT1은 질소 가스가 충전되어 있는 공간에서 질소가스가 절단과정에서 계속 붙어져 나오는 상태에서 세라믹 칼을 이용하여 절단하였다. 이후 난각 칼슘 0.5%를 함유한 0.5% citric acid에 30초간 침지, 탈수 후 항온기에서 40℃로 1분간 열처리를 실시하였다. HT2는 난각 칼슘을 함유한 citric acid에 침지, 탈수 후 열처리를 실시하였다. HT3은 열처리만을 실시하였으며, HT4는 질소 환경 하에서 세라믹 칼을 이용하여 절단한 후, 난각 칼슘을 함유한 citric acid에 침지, 탈수하였다. 5주간 저장하면서 중량감소율, 가용성 고형분, 적정 산도, pH 색차 측정을 실시하였다.

**Table 5-1. Method of hybrid technology treatments**

	treatment 1	treatment 2	treatment 3	treatment 4
Con	×	×	×	×
HT 1	○	○	○	○
HT 2	×	○	○	○
HT 3	○	×	○	○
HT 4	○	○	×	○

treatment 1; Ceramic knife under N2 blowing

treatment 2; 0.5% Egg shell powder in 0.5% citric acid

treatment 3; Pre-treatment (40℃, 1min)

treatment 4; polypropylene (PP, 20 × 30 cm, 30μm)

### 9. 절단배추의 김치 제조에 의한 실증 실험 및 효과 분석

본 실험에 사용한 배추는 전라남도 해남군에서 2015년도에 노지 재배한 가을배추인 ‘추광’ 품종을 사용하였다. 배추의 겉잎을 제거한 후, 45℃의 난각 칼슘 0.5%를 함유한 0.5% citric acid에 2분간 침지, 탈수하였다. 이후 배추는 절단(3×3 cm)하여 1 kg씩 LDPE백 (40×50 cm,

0.5 mm)에 넣어 5℃에서 냉장 저장하였다. 대조구는 같은 방법으로 상온(21℃)의 증류수에 2분간 침지, 탈수하여 절단한 후, LDPE 지퍼백에 넣어 냉장 저장하였다. 이후 2주간 저장하며 중량감소율, 가용성 고형분, 적정 산도, pH 측정을 실시하였다.

일반 포기김치를 control, 증류수에 침지, 탈수, 절단하여 2주간 저장한 배추를 not treatment(NT), 실증 실험을 위한 난각 칼슘을 처리하여 2주간 저장한 배추를 verification test(VT)군으로 설정하여 김치를 제조하였다. Control은 일반 배추를 4등분하여 5%의 소금물에서 3시간 동안 염장하였으며, NT와 VT 배추는 5% 소금물에서 1시간 동안 염장을 실시하였다. 이후 흐르는 물에 3회 세척하고 1시간여 탈수 후 미리 준비해 둔 김치 속으로 버무려 김치를 제조한 후 숙성 1주일째에 가용성 고형분, 적정 산도, pH, 관능평가를 실시하였다.

## 10. 이화학적 품질 특성 측정

### 가. 중량감소율

절단 배추의 중량감소율은 처리 조건별로 시료를 취한 후 칭량하여 초기 중량에 대한 측정시의 감량률로 나타내었다.

### 나. 가용성 고형분

배추 시료의 가용성 고형분 측정은 배추 시료 20 g에 증류수 20 mL를 가하여 마쇄하고 여과한 여과액을 굴절 당도계(Master-a, Atage Co, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다.

### 다. 적정산도

배추 시료 20 g에 증류수 20 mL를 가하여 마쇄하고 여과한 후 여과액 1 mL를 취하여 증류수 99 mL에 희석하여 0.01 N NaOH로 pH 8.3이 될 때까지 적정한 후 소비된 NaOH의 부피를 %로 환산하여 산도를 측정하였다.

### 라. 색차

절단 배추의 색차는 배추의 주맥 3조각을 표준 백색판(L=97.79, a=-0.38, b=2.05)으로 보정된 colorimeter(CM-700d, Minolta Co, Osaka, Japan)를 사용하여 처리당 10회 반복하여 총 30회를 측정 후 평균값을 구한 L(lightness), a(redness), b(yellowness),  $\Delta E$ 값을 측정하여 나타내었다.

$$\Delta E = \sqrt{L^2 + a^2 + b^2}$$

### 마. 유리당 및 유기산

배추 시료의 유리당 및 유기산 분석을 위한 전처리는 배추 시료 50 g을 마쇄 착즙 후 여과

하여 얻은 여과액을 원심분리(3,200 rpm, 20분, 4°C)한 후 상정액을 취하여 50 mL으로 정용하였다. 이 시료를 0.45  $\mu$ m membrane filter로 여과하여 HPLC (high performance liquid chromatography, Agilent Technologies, Inc. Waldbronn, Germany)로 분석하였다. 유리당 분석은 zorbax Carbohydrate Analysis column (4.6 mm ID x 150 mm, 5  $\mu$ m)을 사용하여 75/25 Acetonitrile/Water를 이동상 (flow rate 1.4 mL/min)으로 하여 RI detector에 의해 분석하였다. 유기산 분석은 AminexHPX-87H column (7.5x300 mm, 9  $\mu$ m, Bio-RAD Laboratories, USA)을 사용하여 5 mM sulfuric acid를 이동상 (flow rate 0.6 mL/min)으로 하여 UV detector(214 nm)에 의해 분석하였다.

#### 바. 비타민 C

배추의 비타민 C 함량은 2,4-dinitrophenylhydrazine(DNP) 비색법으로 분석하였다(6). 동결건조하여 얻은 분말시료 1 g에 5% metaphosphoric acid 용액을 50 mL를 가하여 마쇄한 후 여과하여 사용하였다. 여과액 2 mL를 취하고 여기에 0.03% indophenol 1 mL를 가하여 혼합하고 1분간 방치 후 2% thiourea 2 mL와 2% DNP 1 mL 가하고 50°C 항온수조에서 70분간 방치하였다. 그 후 얼음물 속에서 85% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5 mL를 서서히 첨가한 다음 상온에서 30분간 방치한 다음 520 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 표준물질로는 검량선을 작성하여 정량하였다. 산화형 비타민 C는 indophenol을 제외하고 나머지는 동일한 방법으로 흡광도를 측정하였으며 환원형 비타민 C는 총 비타민 C 함량에서 산화형 비타민 C량을 제외한 나머지로 하였다.

#### 사. 총 카로티노이드

총 carotenoid 함량은 Chandler와 Schwartz의 방법을 변형하여 측정하였다(7). 동결건조하여 얻은 분말시료 1 g에 50 mL의 acetone-hexane 혼합용매 (1:1, v/v)를 이용해 45°C에서 90분간 추출하였다. 추출한 뒤에 감압여과를 실시한 후 분액여두에 넣고 정제수 40 mL를 첨가하여 Acetone을 씻어 냈다. 분리된 상정액을 취하여 KOH로 포화된 10% MeOH를 4 mL 첨가한 후 30분간 방치하여 chlorophyll과 산성 물질을 제거하였다. 이어 정제수를 40 mL로 세척한 후 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 수분을 제거하여, UV/Vis-spectrophotometer로 450 nm에서 흡광도를 측정하고,  $\beta$ -carotene 표준품으로 작성한 검량곡선에서 함량을 구하였다.

#### 아. 유리아미노산

시료 10 g에 75% ethanol 100 mL를 가하여 80°C에서 2시간 반복추출 후 여과한 여액을 45°C 감압 농축하여 0.2 M sodium citrate buffer (pH 2.2) 용액 5 mL로 정용하고 Sep-pak C18 cartridge로 처리하고 0.45  $\mu$ m membrane filter로 여과한 후 automatic amino acid analyzer (Model Biochrom-30, Pharmacia Biotech Co., Swiss)로 분석하였다(8, 9).

자. 무기질

시료 5 g을 550°C에서 건식회화, 방냉한 후 증류수로 적시고 HCl : H<sub>2</sub>O(1:1)용액 10 mL를 가하여 용해시켰다. 이를 water bath상에서 증발시키고 HCl : H<sub>2</sub>O(1:3)용액 10 mL를 가하여 여과한 후 증류수 100 mL로 정용하여 분석용액으로 하였다. ICP(IRis Intrepid, Thermo Elemental, UK)로 A393.366, A279.088, A259.950, A324.768, A214.914, A181.975, A589.586, A766.486에서 각각 분석하였다(10).

## 11. 항산화활성 및 항산화성분 측정

가.  $\alpha, \alpha$ -diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) 측정법

배추의 항산화 효과는 DPPH free radical 소거활성으로 측정하였다(11). DPPH (1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl)를 methanol에 200  $\mu$ M의 농도로 녹인 DPPH 용액을 96 well plate에 180  $\mu$ L 분주 후 각각의 추출물을 20  $\mu$ L씩 혼합하고, 암실에서 30분간 방치한 후 Emax precision microplate reader(Molecular devices, USA)를 이용하여 490 nm에서 흡광도를 측정하였다. 수소전자공여능은 IC<sub>50</sub> 값으로 나타내었다.

나. Ferric ion reducing antioxidant power(FRAP) 측정법

FRAP 활성은 Benzie등의 방법(12)을 변용하여 측정하였다. 반응용액(cocktail solution)을 acetate buffer (pH 3.6, 300 mM), 10 mM TPTZ (2,4,6-tripyridyls-triazine) 및 20 mM FeCl<sub>3</sub> · 6H<sub>2</sub>O를 10 : 1 : 1의 비율로 섞어 37°C를 유지하면서, 96 well plate에 각각의 추출물 25  $\mu$ L와 cocktail solution 175  $\mu$ L를 혼합하여 암실에서 30분간 방치한 후, Emax precision microplate reader(Molecular devices, USA)를 이용하여 650 nm에서 흡광도를 측정하였다. 환원력은 표준물질로 사용한 trolox 농도에 상당하는 TE (trolox equivalent)  $\mu$ M로 환산하였다.

다. 총 페놀화합물

총 폴리페놀 함량은 Prussian blue법으로 분석하였다(13). 각각의 추출물은 60  $\mu$ L와 증류수 225  $\mu$ L를 넣고, FeCl<sub>3</sub>를 0.1 M HCl에 녹인 0.02 M FeCl<sub>3</sub> 용액 75  $\mu$ L와 0.016 M K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub> 용액 75  $\mu$ L를 분주하여 약 15분 정도 실온에서 방치하였다. 실험을 위한 반응용액 (stabilizer)은 증류수, 85% H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 및 1% gum arabic을 3 : 1 : 1의 비율로 섞은 후 각 well에 stabilizer 용액 375  $\mu$ L 넣고 Emax precision microplate reader(Molecular devices, USA)를 이용하여 650 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 gallic acid를 사용하여 작성한 검량곡선으로부터 총 폴리페놀 함량을 구하여 mg/100g으로 나타내었다.

#### 라. 총 플라보노이드

총 플라보노이드 함량은 Jia 등의 방법을 응용하여 측정하였다(14). 각각의 추출물 70  $\mu$ L에 50% 에탄올 430  $\mu$ L를 가한 뒤 50  $\mu$ L의 5% NaNO<sub>2</sub>를 넣고 혼합한 후 1시간동안 상온에서 방치하였다. 그 다음 10% AlCl<sub>3</sub>·9H<sub>2</sub>O 50  $\mu$ L를 넣고 다시 상온에서 6분간 반응시킨 후 1 N NaOH을 500  $\mu$ L 가하여 잘 혼합한 후 UV/Vis-spectrophotometer (UV/Vis 1601PC, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 이용하여 510 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 ( $\pm$ )-Catechin을 사용하여 작성한 검량곡선에서 총 플라보노이드 함량을 구하여 mg/100g으로 나타내었다.

### 12. 갈변도 및 효소 활성 측정

#### 가. 갈변도

갈변도는 Jung 등의 방법(15)으로, 배추 절단면에서 약 1 cm 가량을 잘게 잘라 2 g을 랜덤으로 취하여 유리병에 넣고, 20 mL의 증류수를 첨가하여 35°C의 water bath에서 2시간동안 추출한 뒤 여과(Whatman No 2)한 액을 420 nm에서 흡광도를 측정하였다.

#### 나. Polyphenol oxidase (PPO) 활성

절단배추 10 g을 0.5%의 polyvinylpolypyrrolidone(PVPP)를 함유한 0.2 M sodium phosphate buffer (pH 7.0) 20 mL와 함께 homogenizer로 마쇄 후, 원심분리(4°C, 3,000 rpm, 10min)하여 그 상등액을 조효소액으로 하였다. 절단배추 마쇄시 사용한 buffer로 제조한 0.02 M의 catechol 용액 2.4 mL에 조효소액 0.8 mL를 넣은 후 420 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 흡광도가 1분당 0.01 변하는 것을 1 unit (U)으로 하여 specific activity (U/g)로 나타내었다(16,17).

#### 다. Peroxidase (POD) 활성

Peroxidase (POD)의 조효소액을 상기의 방법대로 하여 얻었으며, POD의 활성은 25 mM guaiacol과 25 mM의 hydrogen peroxide를 함유한 0.05 M sodium phosphate buffer (pH 7.0) 2.8 mL에 조효소액 0.2 mL를 넣은 후 470 nm에서 흡광도를 측정하였다. 조효소액 대신 buffer를 넣은 것을 blank로 하였으며, 흡광도가 1분당 0.001 변하는 것을 1 unit (U)으로 하여 PPO의 활성과 같은 방법으로 나타내었다(18).

#### 라. Phenylalanine ammonia-lyase (PAL) 활성

Phenylalanine ammonia-lyase (PAL)의 조효소는 2-mercaptoethanol (5 mM)과 PVPP (25 g/L)가 포함된 50 mM borate buffer (pH 8.8) 16 mL에 배추조직 4 g을 넣고 균질화한 후, 4°C 조건에서 15,000 g로 30분간 원심분리하여 추출하였으며, 그 상등액을 조효소액으로 하였다. 50

mM의 L-phenylalanine 0.55 mL을 첨가한 것과 첨가하지 않은 것 2.45 mL를 각각 준비한 후, 40°C에서 2시간동안 반응시켰다. 6N의 HCl 0.1 mL을 가하여 반응을 정지시킨 후 290 nm에서 흡광도를 측정하여 생성된 cinnamic acid의 함량으로 환산하여 나타내었다(19,20)

### 13. Sodium dodesyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis(SDS-PAGE)에 의한 단백질 분석

동결건조한 절단배추를 마쇄 후 1 g 당 추출 완충액(50 mM sodium phosphate pH 7.0, 10 mM  $\beta$ -mercaptoethanol, 10 mM EDTA pH 8.0, 0.1% Triton X-100) 1 ml을 첨가 후, 원심 분리(4°C, 12,000rpm, 20min)하여 얻은 상등액을 절단배추 전체 단백질에 대한 시료로 사용하였다. 단백질 정량은 BCA assay를 이용하였으며, 절단배추 조효소액 20  $\mu$ L에 BCA 용액 (Cooper II sulfate : Bicinchoninic acid = 1 : 50) 160  $\mu$ L을 가하여 37°C에서 1시간 방치 후, spectrophotometer (Evolution 201, Thermo Fisher Scientific Inc, Madison, WI, USA)를 이용하여 595 nm에서 각 시료의 흡광도를 측정하였으며, bovine serum albumin(Sigma, St. Louis, MO)을 표준물질로 하여 검량선을 작성하였다. 정량한 단백질을 sample buffer와 섞어 100°C에서 5분간 끓이고, 식힌 후 10% SDS-PAGE gel에 loading 하였고, 140V로 전기영동장치(Scie Ltd, Warwickshire, UK)를 이용하여 영동하고, coomassie blue 염색액에 12시간 염색 후, gel의 바탕색이 없어질 때까지 3~4회 탈색하였다. 이를 image J software (Chemi DocTMXRS+, Bio Rad, CA, USA)를 이용하여 분석하였다.

### 14. 주사 현미경에 의한 동결 절단 배추의 미세구조 관찰

동결배추의 미세구조는 gold-polladium으로 ion sputter(C1010 Hitachi, Japan)를 이용하여 coating한 다음 주사전자현미경(Scanning Electron Microscoph S2380N, Hitachi, Japan)을 사용하여 시료의 단면 미세구조를 보기 위하여 100~2000배로 검경하여 관찰하였다.

### 15. 김치의 제조

김치 제조용 배추는 전라남도 해남군에서 2015년도에 노지 재배한 가을배추인 ‘추광’ 품종을 사용하여 hybrid 처리 조건에서 2주간 저장한 절단배추를 사용하였다. 즉, 배추의 곁잎을 제거한 후, 45°C의 난각 칼슘 0.5%를 함유한 0.5% citric acid에 2분간 침지, 탈수하였다. 이후 배추는 절단(3×3 cm)하여 1 kg씩 LDPE백 (40×50 cm, 0.5 mm)에 넣어 5°C에서 냉장 저장하였다. 대조구는 같은 방법으로 상온(21°C)의 증류수에 2분간 침지, 탈수하여 절단한 후, LDPE 지퍼백에 넣어 냉장 저장하였다.

일반 포기김치를 대조구, 증류수에 침지, 탈수, 절단하여 2주간 저장한 배추를 not treatment(NT), 실증 실험을 위한 난각 칼슘을 처리하여 2주간 저장한 배추를 verification test(VT)군으로 설정하여 김치를 제조하였다. 염장 조건을 확인하기 위해 디지털 염도계를 이용



하여 5%, 10% 소금물에서 절단 배추의 염도 변화를 1시간 간격으로 측정하였을 때, 염장 1시간 짜에 배추의 숨이 죽었다고 판단하였다. 또한 염장 1시간 짜의 염도를 측정한 결과, 5% 소금물에 염장한 배추의 염도는 3.4%로 측정되었으며, 10% 소금물에서 염장한 배추의 염도는 4.2%로 측정되었다. 이에 저염을 선호하는 추세에 맞추어 NT와 VT군은 5% 소금물에서 1시간 동안 염장을 실시하였으며, 대조구는 일반 배추를 4등분하여 5%의 소금물에서 3시간 동안 염장하였다. 이 후 흐르는 물에 3회 세척하고 1시간여 탈수 후 미리 준비해 둔 김치 속으로 버무려 김치를 제조한 후 숙성 1주일째에 가용성 고형분, 적정 산도, pH, 관능평가를 실시하였다. 사용된 김치 속은 배추를 100으로 하였을 때, 무 15, 쪽파 5, 젓갈 4, 미나리 3, 마늘 2, 고춧가루 1.5, 생강 1, 설탕 1과 같은 일반적인 배추 속과 같은 성분 조성으로 준비하였다.

## 16. 관능평가

### 가. 절단 배추의 관능평가

관능검사는 경북대학교 식품공학과 학부 및 대학원생 5명을 대상으로 외관, 색, 냄새 및 전반적 기호도에 대하여 5점 기호척도법(1=매우 싫음, 2=싫음, 3=보통, 4=좋음, 5=매우 좋음)으로 실시하였다.

### 나. 절단 배추김치의 관능평가

관능평가는 경북대학교 식품공학과 학부 및 대학원생 15명을 대상으로 외관, 냄새, 향미, 조직감 및 전반적 기호도에 대하여 9점 기호척도법(1=매우 싫음, 5=보통, 9=매우 좋음)으로 실시하였다(21). 김치 제조 후 숙성 1일, 6일째에 관능평가를 실시하였다.

## 17. 통계 처리

모든 실험은 3회 반복하여 실시하고 결과치를 평균과 표준편차로 표시하고(mean±SD), Duncan의 다중검정법으로 유의차를 검증하였으며(p<0.05), 통계 처리는 Statistical Analysis System(SAS, Version 9.3, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하였다.

## 제 2절 신선편이 배추 제품의 품질 현황 및 개선 방안

### 1. 신선편의 배추 제품의 유통 현황 파악

우리나라와 일본, 중국의 배추 생산 및 유통 현황을 문헌조사, 직접 방문, 관련기관의 웹 서핑 등을 통하여 조사하였다. 또한 연구기간 중에 국내의 백화점, 슈퍼마켓, 대형 마트를 본 연구진의 연구원이 직접 방문하여 배추 신선편이 제품의 유통 형태를 조사하였다.

#### 가. 배추의 국내외 생산 및 유통 현황

배추는 국내 채소류 소비량의 25%를 차지하고 있는 우리나라의 대표적인 호냉성 채소로 김장용으로 주로 가을에 재배되어왔으나 최근에는 계절 별로 적합한 품종이 개발되어 연중 출하가 가능하게 되었다. 국내의 배추 생산량은 최근 약 35,000 ha에서 2백만 톤 이상이 생산되고 있어서 과잉 생산에 의한 산지 가격 폭락으로 농민에게 적절한 가격을 보장하여 안정된 수급 균형을 도모할 수 있는 방안이 시급하다. 우리나라 배추의 생산량은 일본의 약 3 배 정도 규모이지만, 중국의 2% 정도에 지나지 않으므로 적절한 장기, 단기 저장 방법과 신선편이 제품으로 상품화 방안이 마련되면 충분히 김치용도 이외에도 한식의 주재료로서 재배 농가의 cash cow가 될 수 있다.

Table 5-2. 최근 배추의 생산량

단위 : 천t

년도	한국	일본	중국
2007	2217		106,130
2008	2585	918	111,370
2009	2529	911	
2010	1783	924	
2011	2681	888	
2012		897	

김치 이외의 용도로 배추의 소비는 일반가구가 54.1%, 외식업 24.4%, 식품제조업이 21.6% 이며 전체 소비량은 약 1,118천톤 정도이다. 이 중 식품제조업에서 소비되는 물량은 240천 톤으로 주로 과채류 가공업과 기타 식품제조업에서 거의 90% 이상이 소비된다. 외식업에서는 한식이 거의 81% 정도를 차지하며 분식, 중식, 일식, 서양식 등의 순으로 소비되고 있다.

Table 5-3. 배추의 소비 현황(2010)

구분	소비량(t)	소비율(%)					
		과채류가공저장	기타식품제조	육류가공저장	수산물가공저장	곡물가공저장	
식품제조업	240868	50.7	43.9	4.1	0.7	0.7	
외식업	272503	한식	분식김밥	중식	일식	서양식	기타
		81	9.3	5.5	1.2	0.9	2.1
일반가구	604225						
계	1117596						

배추는 대부분 원물 상태로 상온에서 유통되며(91.2%) 일부가 냉장(8.3%) 및 냉동(0.5%)되어 유통된다. 유통되는 배추의 약 10% 정도가 전처리 및 가공되며 주로 박피(35.5%), 세척/소독(38.6%), 절임(24%), 절단(0.7%) 등의 부분 가공 작업을 거쳐 판매된다.

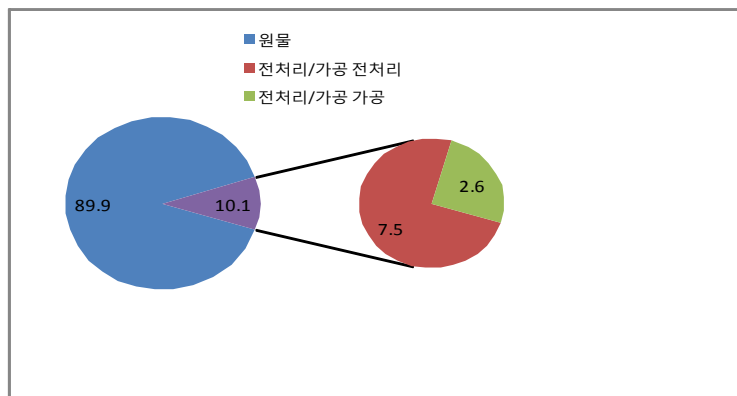


Fig. 5-1. 배추의 유통 및 가공 현황

국내에서 생산된 배추는 산지에서 직구매(59.6%), 도매 및 농수산물유통센터, 대형유통업체를 거쳐서 대부분 김치류 제조(82.5%), 절임식품(9.9%), 면류, 기타식품류로 가공되어서 급식업체(19.8%), 외식업체(12.4%), 도매/벤더업체(9.7%), 중소유통업체(9.7%), 자체대리점 및 직영매장(9.3%), 홈쇼핑/온라인(6.3%), 수출(4.2%) 등으로 출하되어 소비된다.

배추는 식이섬유, 각종 비타민 성분과 칼슘을 비롯한 무기질 성분이 풍부하여 김치 외에도 다양한 요리의 주재료 및 부재료로 쓰이고 있으며 십자화과 채소 특유의 생리활성 물질인 glucosinolate를 함유하고 있어서 독특한 향미와 함께 항암효과가 뛰어난 것으로 보고되고 있다. 국내에서도 고지방 및 고단백질 식품의 섭취가 증가와 함께 이에 따른 대사성 질환을 예방하기 위하여 항산화성이 풍부한 과일 및 채소류의 소비가 꾸준히 늘어나고 있다.

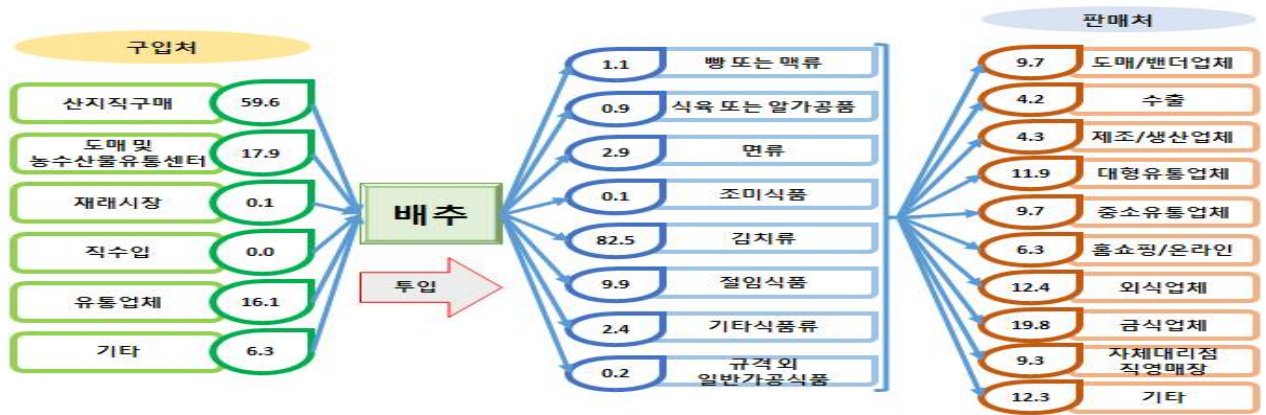


Fig. 5-2. 국내 배추의 유통 경로

Table 5-4. 한국과 일본의 배추 유통 단위

한국(백화점, 농협)	일본(백화점, 대형수퍼마켓)

과일 및 채소류의 섭취를 증가함으로써 암, 당뇨, 심장 질환, 치매 등의 발병율을 감소할 수 있다는 과학적 증거들이 최근에 더욱 많이 보고되고 있다. 일반 가정에서도 현재 배추는 김치 이외의 용도로서 육류와 같이 먹거나 추어탕을 비롯하여 각종 전골류 음식 등의 부재료로서 활용된다. 따라서 새로운 요리 방법 연구와 배추가 함유한 여러 가지 영양소와 건강기능성의 구명, 신선편이 상품화 기술이 같이 이루어지면 배추는 공급의 안정을 기하고 판매가 촉진되어서 농가에 큰 소득 작물로서 역할을 하게 될 것이다.

Table 5-4의 사진은 배추의 국내와 일본의 유통 방식을 비교하여 본 것이다. 국내에서는 주로 비닐망에 2개 이상의 단위로서 판매되고 있으며 일부에서 한 포기씩 비닐랩으로 포장되어

판매된다. 그러나 일본에서는 대부분이 1/4 포기 썩 비닐랩으로 포장되어 판매된다(유통기한 10일). 일본의 연간 배추 생산량 900천톤 중 75% 정도인 700천톤이 산지에서 출하되며 이 중 거의 90% 이상이 원물로서 이러한 유형으로 판매된다(Table 5-5). 따라서 우리나라도 점차적으로 핵가족 및 1-2인 가구의 증가함에 따라서 배추의 판매 단위를 소형화하여 매출을 신장하여야 한다. 그러므로 신선편이 제품으로 배추의 소비 확대를 위하여 더욱 소포장 상품화 기술 및 이에 관련된 전처리 가공 기술의 개발이 필요하다.

Table 5-5. 일본의 배추 생산 및 유통 현황

년도/구분	생산량	출하량	생식	가공	업무용
2008	917.5	704.7	666.7	28.8	9.17
2009	911.4	711.4	670.7	30.6	10.1
2010	924.1	718.7	679	30.1	9.56
2011	888.7	701.2	658.1	36.4	6.69
2012	897.4	707.6	666.1	35.0	6.48

나. 국내의 신선편이 농산물의 현황

국내에서도 경제 성장과 고소득 시대를 맞아서 패스트푸드와 외식업, 단체급식의 증가로 신선 농산물의 수요가 크게 증가됨과 동시에 유통업체의 대형화로 과일, 채소, 버섯 등 다양한 품목이 신선편의 제품으로 상품화되고 있다. 조사기관에 따라 조금 차이는 있으나, 국내의 신선편의 농산물 시장은 대개 1조원 규모로 추산되고 있으며 이 중 채소류가 85% 이상을 차지하고 있다.

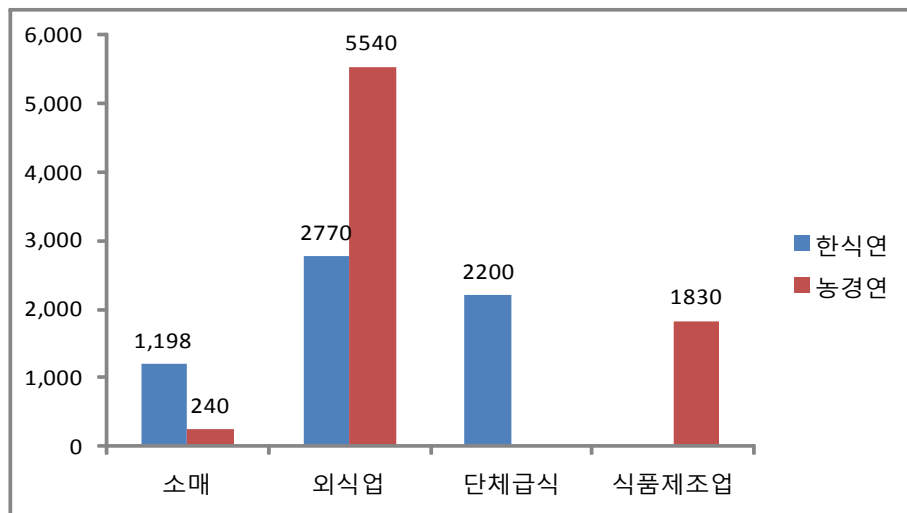


Fig. 5-3. 국내 신선편의 식품 시장 규모 (천억)

국내에서 유통되고 있는 채소류 신선편의 제품으로는 단일 및 혼합 샐러드용과 쌈채소류, 새싹채소류 제품이 거의 35%, 조리 및 조미용으로 박피, 절단 등으로 가공된 제품(마늘, 양파, 감자, 당근, 파, 무, 호박, 파프리카, 연근)이 나머지 65%를 차지하고 있다. 배추는 극히 일부가 쌈 혹은 혼합샐러드 용으로 유통되고 있다(Table 5-6).

Table 5-6. 배추의 현행 신선편이 제품



최근 고소득과 생활수준의 향상으로 건강과 장수에 대한 국민적 관심이 증대되므로 신선한 과일과 채소의 소비가 증가하고 있다. 이와 더불어 편의성과 기호성, 상품성을 증대한 채소류의 신선편의 제품의 소비는 보다 증가할 것으로 추정된다. 유통 형태별로는 샐러드류와 ready-to-cook 형태가 주도할 것으로 기대되고 있으며, 백화점에서의 소비는 10~20% 증가하나 단체급식 시장은 최근의 급격한 성장에 이어서 성장세가 둔화될 것으로 전망되고 있다.

Table 5-7. 신선편이 농산물 가공품의 소비 현황

연도/구분	단체급식	외식업	소매	식품제조	계(천 t)
2006	6.6(29.8)	6.1(27.2)	6.4(28.7)	3.2(14.3)	22.3(100)
2010	11(29.1)	6.7(17.7)	10.8(28.4)	9.4(24.8)	37.9(100)

그러나 아직까지도 국내의 채소류는 신선편이용으로 가공 비율이 선진국과 비교하면 지극히 낮아서(2%) 신선편이 채소 가공량은 더욱 증가할 것으로 추정되고 있다. 품목별로는 맛과 기능성, 외관 등이 좋은 컬리플라워, 비트, 로즈와 같은 새로운 품목이 선호될 것으로 예상되고 있다. 이외에 허브류, 약용식용식물류 등과 단호박의 수요가 늘어날 것으로 예측된다.

신선편이 농산물의 수요가 늘어나고 안정된 공급의 균형이 이루어지기 위하여는 제품의 안

전성을 보장하고, 선도유지 기술, 다양한 디자인과 포장 등으로 신규 상품화 기술 개발이 이루어 질 필요가 있다.

Table 5-8. 국내 신선편의 농산물 가공 현황

(천톤)

연도/구분	채소	과일	조리용	조미용	계
2006	4.6(20.6)	2.6(11.5)	11.5(51.4)	3.7(16.6)	22.3(100)
2010	4.4(11.6)	4.1(11.0)	23.9(63.3)	5.4(14.1)	37.9(100)

## 2. 제품 별 단위 공정 중 품질 변화 요인 조사

신선편이 채소류 제품의 생산 공장을 연구원이 직접 2주 동안 방문하여 각 제품의 제조공정을 조사하였다. 샐러드용 채소, 절단애호박, 파채, 절단마늘, 절단 단호박 제품의 제조 공정을 조사하여 품질 변화에 영향을 미치는 주된 요인을 찾아내고 이에 대한 해결책을 모색하여 배추의 신선편이 제품에 적용하고자 하였다.

### 가. 신선편이 제품 별 주요 단위 공정과 품질관리

#### (1) 샐러드용 채소

샐러드용 채소(치커리, 양상치)는 비교적 다른 채소들과는 다르게 절단으로 인한 표면적 상승은 적다. 그러므로 절단으로 인한 품질 저하 보다는 산소를 포함하는 포장방법이 더 많은 품질 저하를 수반하는 것으로 보인다. 진공포장이 아닌 플라스틱용기에 필름을 열처리를 하여 접착하여 포장을 하므로 포장용기에 산소가 존재한다. 그래서 유통 중 채소의 호흡으로 인해 열이 발생하여 품온이 증가하여 품질저하를 초래하게 된다. 또 증산작용으로 인해 중량감소와 품질저하를 가져올 수도 있다. 그러므로 포장 용기안의 대기 조성을 변화시키거나 저장 온도를 조절하여 유통 중 호흡 속도를 늦추는 것이 품질저하를 막는 한 방법이라고 생각한다. 또 샐러드는 가열 조리 없이 섭취하는 식품이므로 미생물에 의한 품질저하를 방지하는 것 또한 중요하다.

공정	공정 관리	공정 사진
원물 입고 및 보관	<p>입고 시 육안·촉감 검사 실시  보관온도 : 0~5℃  보관기간 : 1개월 내 소진</p>	<p>치커리, 양상치</p>
트리밍 및 절단	<p>비 가식부위 제거 후 육안 선별하여  1/3 ~ 1/4 크기로 절단</p>	
세척	<p>지하 냉각수 사용  냉각수 온도: 5℃ 이하  와류세척  세척시간: 40-60 sec</p>	
탈수	<p>원심분리형 탈수기로  3분간 세척수 제거</p>	
선별	<p>육안 검사로 갈변 잎, 짓누름,  이물질(벌레, 머리카락 등) 선별</p>	
포장	<p>용기에 정량을 담아 플라스틱 용기  포장, 포장일자 및 유통기한 확인</p>	
완제품 저온 저장 및 출고	<p>완제품용 저장고 온도: 5 ~ 10℃</p>	







(2) 절단 애호박

애호박은 다른 대부분의 채소에 비하여 저장적온이 8-13℃로 높은 편이다. 그리고 저온에 민감하므로 낮은 온도로 저장 시 저온장해가 발생하여 저장성감소와 품질저하 그리고 이상 장해 현상이 발생할 수도 있다. 그리고 절단 단호박과 마찬가지로 절단으로 인해 산소와의 접촉 면적이 넓어져 갈변현상이 일어날 것으로 판단된다. 그러므로 애호박의 저장적온에 맞게 완제품을 저장 유통하여 품질저하를 억제하고, 청결한 절단 칼날을 이용하여 절단 후 진공포장까지의 시간을 최소한으로 할 수 있는 공정 개발이 필요하다.

공정	공정 관리	공정 사진
원료 입고 및 보관	입고 시 육안·촉감 검사 실시 보관온도 : 0~5℃ 보관기간 : 1개월 내 소진	
전처리 및 선별	이물질 제거 및 육안 선별	
규격 별 기계 절단	스테인레스 절단기를 이용하여 5~6 mm 로 절단	
계량 및 포장	절단 애호박 180g 내외, PE 필름 포장, 포장일자 및 유통기한 확인	
진공포장	진공포장기 11sec	
완제품 저온 저장 및 출고	완제품 저장고 온도: 5-10℃	




(3) 파채

파채는 절단면적이 다른 채소에 비하여 넓다. 따라서 절단에 의하여 갈변이 많이 발생하므로 절단하는 기계의 상태가 중요하다. 파와 직접 접촉하는 칼날은 어떤 자재로 만들어 졌는지 조사하고 칼날 자재 별 저장실험을 수행해야 한다. 또 파채가 절단기계속에 쉽게 머무를 수 있으므로 기계 세척에 신경 써야 할 것이다. 파채는 넓은 표면적으로 인해 쉽게 부패할 수 있으므로 많은 양을 미리 절단하지 않고 만들어진 파채는 당일 출고를 하여 품질저하를 최소화해야 한다.

공정	공정 관리	공정 사진
원물 입고 및 보관	입고 시 육안·촉감 검사 실시 보관온도 : 0~5℃ 보관기간 : 1개월 내 소진	파
세척	지하 냉각수(5℃) 사용 냉각수 온도: 5℃ 이하 세척시간: 40-60초	
탈수	사람이 직접 털어서 물기제거	
기계 절단	절단 기계를 이용하여 3-4 mm로 절단	
2차 세척	지하 냉각수(5℃) 사용	
탈수	원심분리형 탈수기로 3분간 세척수 제거	
선별 및 포장	갈변 잎, 이물질 (벌레, 머리카락 등) 선별	
계량	180g 내외 포장일자 및 유통기한 확인	
포장	PE 필름에 충전 후 heat sealing	
완제품 저온 저장 및 출고	완제품 저장고 온도: 5-10℃	

(4) 절단 마늘

마늘은 저장 환경 및 마늘의 상태에 따라서 녹변과 갈변이 발생된다. 마늘 중의 효소는 0~3℃ 정도의 저온에서 장기간 저장 시 활성화되고 이로 인해 마늘의 색깔이 녹색으로 변하게 된다. 그러므로 마늘의 저온 저장 기간은 길지 않도록 한다. 또한 마늘 슬라이스의 경우 표면적이 넓어 산소와의 접촉 면적이 넓어진다. 그래서 절단면에서 갈변 현상이 크게 일어난다. 그러므로 마늘과 직접적으로 접촉하는 칼날의 청결 여부와 절단 후 산소와의 접촉 시간을 최소한으로 하는 공정이 필요하다.

공정	공정 관리	공정 사진
원물 입고 및 보관	입고 시 육안·촉감 검사 실시 보관온도 : 0~5℃ 보관기간 : 1개월 내 소진	마늘(국산)
전처리	불량 부위, 비가식부 제거	
세척 및 절단	일정 두께(3-4 mm)로 세절	
계량	120 g 내외	
열처리포장	PP 필름에 충전-heat sealing	
완제품 저온 저장 및 출고	완제품 저장고 온도: 5-10℃	

(5) 절단 단호박

제조 공정 상 단호박은 세척과정이 없다. 그러므로 미생물에 의해 품질이 저하될 것으로 판단되며 세척공정을 추가하면 품질저하를 막을 수 있다. 절단으로 인해 표면적이 증가하여 갈변이 일어난다. 그러므로 갈변을 억제하기 위해 단호박과 직접 접촉하는 칼날의 재료에 따른 갈변정도 실험을 수행하여야 할 것이다. 또 추가적으로 효소적 갈변을 막기 위해 저온저장을 해야 할 것이다. 마지막으로 진공포장 시 산소가 제거되어 호흡으로 인한 품질저하는 억제할 수 있지만, 유통 시 제품끼리 눌러 짓무르는 현상이 발생할 수도 있으므로 이로 인한 품질저하를 방지할 수 있는 방법이 강구되어야 한다.

공정	공정 관리	공정 사진
원료 입고 및 보관	입고 시 육안·촉감 검사 실시 보관온도 : 실온 보관기간 : 1개월 내 소진	
기계 절단 및 선별	기계를 이용하여 껍질 제거 1/2 절단 후 비 가식부위 제거 육안선별	
트리밍 및 포장	가식부위를 일정 크기로 절단 포장일자 및 유통기한 확인	
진공포장	진공포장 시간: 13초	
완제품 저온 저장 및 출고	완제품 저장고 온도: 5-10℃	

나. 신선편이 제품의 품질변화 방지 및 개선 대책

샐러드용 채소, 절단애호박, 파채, 절단마늘, 절단 단호박 제품의 제조 공정을 조사하여 품질 변화에 영향을 미치는 주된 요인을 탐색하여 보았다. 조사 대상인 신선편이 채소 제품은 원물 상태로 저온창고에 입고되어 육안으로 선별되어 절단기에서 일정한 크기로 절단되고 지하수로 세척된 다음, 탈수기(원심분리식)로 탈수되어서 일정한 중량씩 계량되어서 폴리에틸렌 필름으로 포장되어서 탈기되거나 혹은 그대로 출하시까지 제품창고(5-10℃)에 보관된다.

3. 갈변 및 품질 손실 개선 연구

가. 절단 칼날에 의한 품질 손실과 개선 방법

(1) 중량감소율

절단공정 시 세라믹(CC), 스테인리스 칼(SS)에 따른 중량감소율을 측정한 결과는 Table 5-9와 같다. 저장기간에 따른 중량 감소율의 차이는 적었지만, SS에 비해 CC로 절단공정을 진행한 군의 중량 감소율이 낮음을 확인 할 수 있다.

Table 5-9. Changes in weight ratios of cut kimchi cabbage according to various material of cutting-edge during short-term storage at 5℃

(%)

treat ment	storage period (days)						
	1	2	3	4	5	6	7
CC	99.967±0.004 <sup>1bcA</sup>	99.960±0.001 <sup>cA</sup>	99.987±0.006 <sup>baA</sup>	99.992±0.003 <sup>abA</sup>	99.998±0.007 <sup>aA</sup>	99.952±0.003 <sup>daA</sup>	99.927±0.003 <sup>eA</sup>
SS	99.959±0.012 <sup>abA</sup>	99.941±0.004 <sup>bcB</sup>	99.972±0.004 <sup>aB</sup>	99.979±0.009 <sup>aA</sup>	99.972±0.024 <sup>aA</sup>	99.930±0.000 <sup>cdB</sup>	99.915±0.013 <sup>daA</sup>

<sup>1)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different (p<0.05); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different (p<0.05).

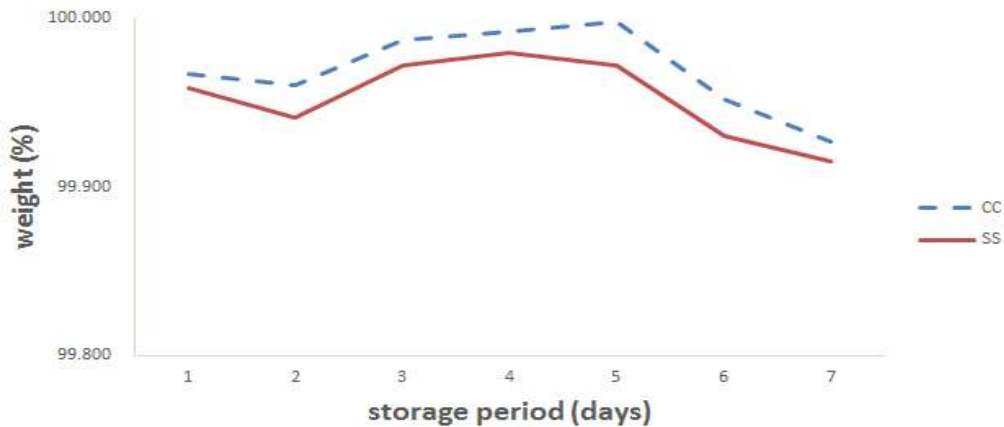


Fig. 5-4. Changes in weight ratios of cut kimchi cabbage according to various material of cutting-edge during short-term storage at 5°C.

Table 5-10. Changes in color of cut kimchi cabbage according to various material of cutting-edge during short-term storage at 5°C

treatment	storage period (day)							
	1	2	3	4	5	6	7	
L	CC	85.48±0.38 <sup>1)ab</sup>	85.28±0.49 <sup>abB</sup>	84.90±1.75 <sup>bcA</sup>	84.21±0.36 <sup>dB</sup>	84.46±0.63 <sup>cdB</sup>	83.97±0.43 <sup>dB</sup>	83.40±2.52 <sup>eA</sup>
	SS	85.90±0.15 <sup>bA</sup>	86.84±1.48 <sup>aA</sup>	83.85±1.68 <sup>dB</sup>	84.94±3.55 <sup>cA</sup>	86.93±1.06 <sup>aA</sup>	85.84±1.41 <sup>bA</sup>	80.55±1.42 <sup>eB</sup>
a	CC	-0.55±0.04 <sup>eA</sup>	-0.50±0.21 <sup>deA</sup>	-0.53±0.19 <sup>eA</sup>	-0.40±0.11 <sup>bcA</sup>	-0.35±0.43 <sup>bA</sup>	-0.45±0.24 <sup>cdA</sup>	-0.27±0.16 <sup>aB</sup>
	SS	-0.56±0.15 <sup>bA</sup>	-0.49±0.24 <sup>bA</sup>	-0.59±0.03 <sup>bcA</sup>	-0.74±0.17 <sup>dB</sup>	-0.67±0.11 <sup>cdB</sup>	-0.58±0.14 <sup>bcB</sup>	-0.09±0.18 <sup>aA</sup>
b	CC	5.56±0.21 <sup>bA</sup>	5.65±0.10 <sup>bA</sup>	5.26±0.63 <sup>cB</sup>	5.42±0.59 <sup>bcB</sup>	5.61±0.46 <sup>bB</sup>	6.37±0.85 <sup>aB</sup>	6.43±0.78 <sup>aB</sup>
	SS	5.14±0.34 <sup>eB</sup>	5.77±0.65 <sup>dA</sup>	5.87±1.30 <sup>dA</sup>	7.27±0.75 <sup>bA</sup>	6.61±0.24 <sup>cA</sup>	7.15±0.38 <sup>bA</sup>	8.07±0.72 <sup>aA</sup>
ΔE	CC	85.66±0.39 <sup>aB</sup>	85.47±0.49 <sup>abB</sup>	85.07±1.79 <sup>bcA</sup>	84.39±0.39 <sup>dB</sup>	84.65±0.60 <sup>cdB</sup>	84.22±0.50 <sup>dB</sup>	83.65±2.58 <sup>eA</sup>
	SS	86.05±0.17 <sup>bA</sup>	87.03±1.50 <sup>aA</sup>	84.06±1.72 <sup>dB</sup>	85.26±3.60 <sup>cA</sup>	87.19±1.05 <sup>aA</sup>	86.14±1.41 <sup>bA</sup>	80.95±1.40 <sup>eB</sup>

<sup>1)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different ( $p < 0.05$ ); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different ( $p < 0.05$ ).

(3) 절단 칼날의 재질에 따른 갈변도

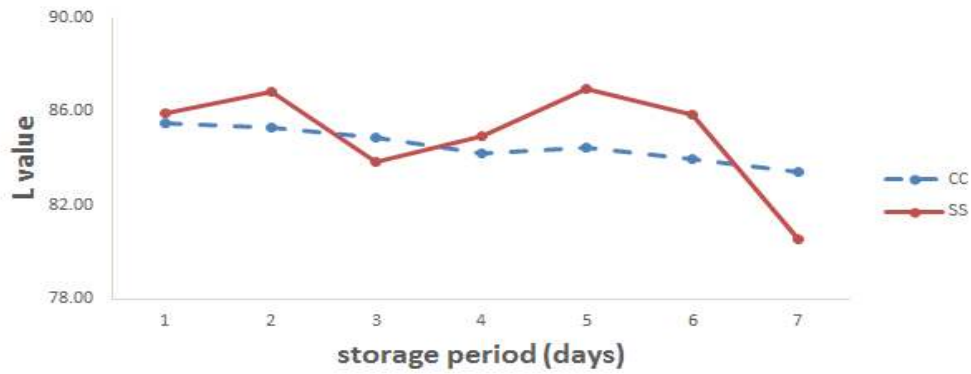


Fig. 5-5. Changes of L value of cut kimchi cabbage according to various material of cutting-edge during short-term storage at 5°C.

Fig. 5-6의 사진에서 보는 것처럼 저장일수의 경과에 따라서 스테인레스제 칼(SS)에 비하여 세라믹제 칼(CC)를 사용하여 절단한 구의 색깔이 훨씬 변화가 적고 따라서 갈변이 적음을 알 수 있다.























Days	SS	CC
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
12		
13		
14		
15		

Fig. 5-6. Changes in color of cut kimchi cabbage according to various material of cutting-edge during short-term storage at 5°C.



나. 절단 환경(O<sub>2</sub>)에 의한 품질 손실과 개선 방법

(1) 중량감소율

절단 공정 시 산소존재 유무에 따른 중량감소율은 Table 5-11과 같다. 7일에 걸쳐 측정하였으며, 1일마다 감소된 중량을 %로 나타내었다. 저장기간 별로 중량감소율의 차이는 적었지만, 유산소보다 무산소군의 중량 감소율이 낮음을 알 수 있다.

Table 5-11. Changes in weight ratios of cut kimchi cabbage according to the contact with oxygen during short-term storage at 5°C

treat ment	storage period (days)						
	1	2	3	4	5	6	7
유산소	99.967±0.004 <sup>1)cA</sup>	99.960±0.001 <sup>cA</sup>	99.987±0.006 <sup>bA</sup>	99.992±0.003 <sup>abA</sup>	99.998±0.007 <sup>aA</sup>	99.952±0.003 <sup>dA</sup>	99.927±0.003 <sup>eA</sup>
무산소	99.971±0.010 <sup>bA</sup>	99.971±0.010 <sup>bA</sup>	99.978±0.006 <sup>abA</sup>	99.984±0.011 <sup>abA</sup>	99.994±0.011 <sup>aA</sup>	99.933±0.010 <sup>cB</sup>	99.871±0.006 <sup>dB</sup>

<sup>1)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different ( $p < 0.05$ ); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different ( $p < 0.05$ ).

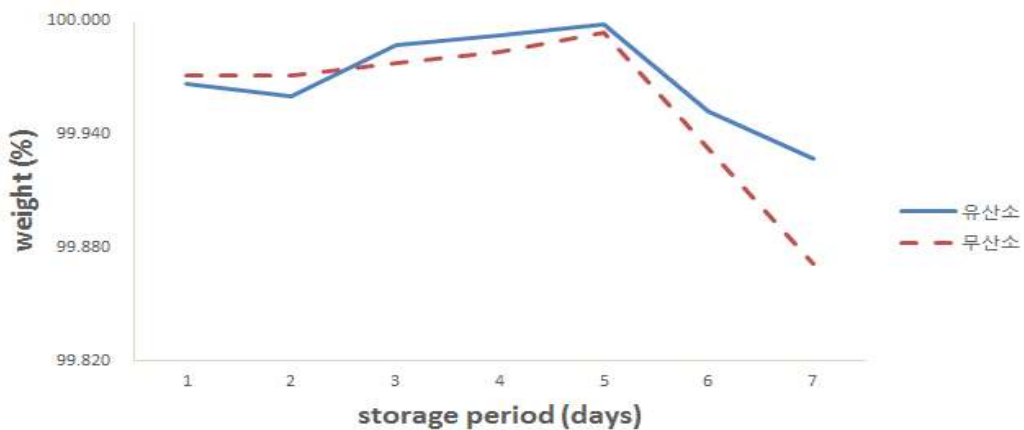


Fig. 5-7. Changes in weight ratios of cut kimchi cabbage according to the contact with oxygen during short-term storage at 5°C.

(2) 색차

절단공정 시 산소존재 유무에 따른 색차의 변화는 Table 5-12와 같다. 채소류는 저장기간 동안 polyphenol oxidase에 의해 phenolic 화합물이 산화되어 갈변되어 색이 저하되어(22) 표면의 L값이 감소하고 a, b값이 증가하는 것으로 알려져 있다(23). 저장기간이 지남에 따라 L값은 유산소군, 무산소군 모두 감소하였다. 유산소는 L값이 1주차부터 지속적으로 감소하는 경향을 보였지만, 무산소군의 경우 저장 6일차 까지 L값의 감소가 진행되지 않았으며, 저장 마지막 날인 7일차에 급격히 감소하는 것을 알 수 있었다. a값의 경우 유산소군은 저장3일차부터 급격히 증가하기 시작하여 7일차가 되었을 때 무산소군에 비해 3배 정도 더 높은 것을 알 수 있었다. 무산소군의 경우 저장 1일차부터 조금씩 증가하는 경향을 보였다. b값의 경우 모든 군에서 조금씩 증가하였으며 증가추이 또한 비슷하였다. 위의 결과를 미루어 보아 유산소군에 비해 무산소군의 색차 변화가 낮은 것으로 판단된다.

**Table 5-12. Changes in color of cut kimchi cabbage according to the contact with oxygen during short-term storage at 5°C**

treatment	storage period (days)							
	1	2	3	4	5	6	7	
L	유산소	85.48±0.38 <sup>1aA</sup>	85.28±0.49 <sup>abB</sup>	84.90±1.75 <sup>bcB</sup>	84.21±0.36 <sup>dB</sup>	84.46±0.63 <sup>cdB</sup>	83.97±0.43 <sup>dB</sup>	83.40±2.52 <sup>eA</sup>
	무산소	85.31±0.72 <sup>eA</sup>	86.95±1.21 <sup>aA</sup>	86.25±0.75 <sup>bA</sup>	85.31±0.66 <sup>baA</sup>	85.06±0.43 <sup>baA</sup>	86.11±0.90 <sup>bA</sup>	83.39±1.42 <sup>dA</sup>
a	유산소	-0.55±0.04 <sup>eA</sup>	-0.50±0.21 <sup>deA</sup>	-0.53±0.19 <sup>eA</sup>	-0.40±0.11 <sup>bcA</sup>	-0.35±0.43 <sup>baA</sup>	-0.45±0.24 <sup>cdA</sup>	-0.27±0.16 <sup>aA</sup>
	무산소	-0.53±0.01 <sup>abA</sup>	-0.54±0.20 <sup>baA</sup>	-0.56±0.08 <sup>bcA</sup>	-0.59±0.16 <sup>cdB</sup>	-0.76±0.08 <sup>edB</sup>	-0.69±0.05 <sup>dB</sup>	-0.48±0.01 <sup>abB</sup>
b	유산소	5.56±0.21 <sup>bb</sup>	5.65±0.10 <sup>ba</sup>	5.26±0.63 <sup>dB</sup>	5.42±0.59 <sup>cbB</sup>	5.61±0.46 <sup>bb</sup>	6.37±0.85 <sup>dB</sup>	6.43±0.78 <sup>abB</sup>
	무산소	5.93±0.11 <sup>deA</sup>	5.78±0.37 <sup>eA</sup>	6.10±0.86 <sup>dA</sup>	6.40±0.57 <sup>cA</sup>	6.99±1.26 <sup>baA</sup>	6.84±0.61 <sup>baA</sup>	7.63±1.16 <sup>aA</sup>
Δ	유산소	85.66±0.39 <sup>A</sup>	85.47±0.49 <sup>abB</sup>	85.07±1.79 <sup>cbB</sup>	84.39±0.39 <sup>dB</sup>	84.65±0.60 <sup>cdB</sup>	84.22±0.50 <sup>dB</sup>	83.65±2.58 <sup>eA</sup>
E	무산소	85.52±0.72 <sup>eA</sup>	87.15±1.24 <sup>aA</sup>	86.47±0.80 <sup>baA</sup>	85.55±0.65 <sup>caA</sup>	85.35±0.52 <sup>eA</sup>	86.39±0.95 <sup>baA</sup>	83.74±1.43 <sup>dA</sup>

<sup>1)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different (p<0.05); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different (p<0.05).

(3) 절단 환경(O<sub>2</sub> 유무)에 따른 갈변도

Fig. 5-8의 사진에서 보는 것처럼 저장일수의 경과에 따라서 일상적인 유산소 환경에 비하여 질소로 치환하여 무산소 환경에서 절단한 처리구의 절단배추 색깔이 초기에 비하여 훨씬 변화가 적고 따라서 갈변이 적음을 알 수 있다.



Days	유산소	무산소
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
12		
13		
14		
15		

Fig. 5-8. Changes in color of cut kimchi cabbage according to the contact with oxygen during short-term storage at 5°C.

#### 4. 품질 개선을 위한 공정 개선 연구

##### 가. 배추잎의 부위별 이화학적 성분 및 항산화 특성

###### (1) 배추잎의 부위별 이화학적 성분

###### (가) 유리당 및 유기산 함량

배추의 부위별 유리당 함량을 분석한 결과는 Table 5-13과 같다. 배추에서 분석한 유리당은 fructose, glucose, sucrose 3 종류 이었으며 봄배추와 여름배추에 비하여 겨울배추의 유리당 함량이 낮게 나타났다. 또한 fructose와 glucose의 함량에 비하여 sucrose의 함량이 낮게 나타났다.

배추의 부위별 유기산 함량은 Table 5-14와 같다. 배추에서 분석된 유기산은 citric acid, malic acid, succinic acid였으며, 부위별로 유의성이 낮았다.

**Table 5-13. Free sugar contents of kimchi cabbage leaves**

Sample		kimchi cabbage		
		Fructose	Glucose	Sucrose
Winter	L1 <sup>1)</sup>	14.46±0.64 <sup>2)abA</sup>	5.45±1.25 <sup>bA</sup>	0.49±0.14 <sup>cB</sup>
	L2	1.34±0.05 <sup>cB</sup>	6.21±0.11 <sup>aA</sup>	4.91±0.85 <sup>bA</sup>
	L3	0.72±0.26 <sup>cC</sup>	6.43±0.10 <sup>aA</sup>	3.64±1.21 <sup>bA</sup>
Spring	L1	14.15±1.15 <sup>aC</sup>	11.71±1.49 <sup>bB</sup>	1.01±0.11 <sup>cA</sup>
	L2	19.26±0.38 <sup>aA</sup>	16.74±0.40 <sup>bA</sup>	1.23±0.24 <sup>cA</sup>
	L3	16.51±0.11 <sup>bB</sup>	17.14±0.18 <sup>aA</sup>	1.14±0.08 <sup>cA</sup>
Summer	L1	14.77±0.01 <sup>aB</sup>	11.49±2.05 <sup>bB</sup>	0.99±0.55 <sup>cA</sup>
	L2	4.51±3.30 <sup>bC</sup>	26.12±4.06 <sup>aA</sup>	0.47±0.23 <sup>bA</sup>
	L3	23.82±0.25 <sup>bA</sup>	29.00±0.78 <sup>aA</sup>	1.43±0.71 <sup>cA</sup>

<sup>1)</sup>L1; outer portion, L2; mid-portion, L3; inner portion

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different ( $p < 0.05$ ); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different ( $p < 0.05$ ).

**Table 5-14. Organic acid contents of kimchi cabbage leaves**

(mg/100g)

Sample	kimchi cabbage			
	Citric acid	Malic acid	Succinic acid	
Winter	L1 <sup>1)</sup>	0.14±0.01 <sup>2)CB</sup>	2.05±0.07 <sup>aA</sup>	0.51±0.02 <sup>bC</sup>
	L2	0.08±0.00 <sup>cC</sup>	0.18±0.02 <sup>bC</sup>	1.65±0.05 <sup>aA</sup>
	L3	0.27±0.01 <sup>bA</sup>	0.32±0.03 <sup>bB</sup>	1.55±0.06 <sup>aB</sup>
Spring	L1	0.17±0.00 <sup>cB</sup>	1.14±0.00 <sup>aB</sup>	0.31±0.04 <sup>bC</sup>
	L2	0.26±0.04 <sup>cA</sup>	1.42±0.08 <sup>aA</sup>	0.52±0.04 <sup>bB</sup>
	L3	0.30±0.03 <sup>cA</sup>	1.15±0.05 <sup>bB</sup>	2.54±0.15 <sup>aA</sup>
Summer	L1	0.46±0.10 <sup>aA</sup>	0.78±0.04 <sup>aB</sup>	0.61±0.36 <sup>aA</sup>
	L2	0.13±0.02 <sup>bB</sup>	0.72±0.10 <sup>aB</sup>	0.17±0.03 <sup>bA</sup>
	L3	0.47±0.01 <sup>bA</sup>	0.97±0.06 <sup>aA</sup>	0.44±0.11 <sup>bA</sup>

<sup>1)</sup>L1; outer portion, L2; mid-portion, L3; inner portion

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different (p<0.05); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different (p<0.05).

(나) 비타민 C 함량

배추의 부위별 비타민 C 함량을 나타낸 결과는 Table 5-15과 같다. 각 계절별 배추의 총 비타민 C 함량은 부위별로 조금씩 상이한 차이를 나타내었다. 겨울배추의 경우 L1이 가장 높았고, 봄배추의 경우 부위별 함량이 비슷하였고, 여름배추의 경우 L3의 총 비타민 C 함량이 가장 높았다. 계절별 총 비타민 C 함량은 여름배추>겨울배추>봄배추 순으로 나타났다.

**Table 5-15. Vitamin C contents in kimchi cabbage leaves**

(mg/100g)

Sample	Total vitamin C			AA		
	Winter	Spring	Summer	Winter	Spring	Summer
L1 <sup>1)</sup>	4.05±0.07 <sup>aA2)</sup>	1.42±0.05 <sup>cB</sup>	2.37±0.06 <sup>bC</sup>	3.07±0.05 <sup>aA</sup>	0.35±0.05 <sup>cC</sup>	2.15±0.08 <sup>bC</sup>
L2	3.59±0.07 <sup>bB</sup>	1.72±0.12 <sup>cA</sup>	4.60±0.08 <sup>aB</sup>	2.37±0.11 <sup>bB</sup>	1.13±0.15 <sup>cA</sup>	2.71±0.12 <sup>aB</sup>
L3	3.54±0.02 <sup>bB</sup>	1.49±0.02 <sup>cB</sup>	7.67±0.33 <sup>aA</sup>	2.45±0.18 <sup>bB</sup>	0.88±0.04 <sup>cB</sup>	4.93±0.14 <sup>aA</sup>

<sup>1)</sup>L1; outer portion, L2; mid-portion, L3; inner portion

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different (p<0.05); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different (p<0.05).

(다) 총 카로티노이드 함량

배추의 계절별 총 카로티노이드 함량은 Table 5-16과 같다. 각 계절별 배추의 부위별 총 카로티노이드 함량 분석 결과 공통적으로 L2, L3의 함량이 비슷한 결과를 보였으며, L1의 경우 L2, L3에 비하여 높은 수치를 보였다. 계절에 따른 분석결과 여름배추 L1의 카로티노이드함량이 겨울과 봄에 비하여 높은 함량을 나타내었다.

Table 5-16. Contents of total carotenoid in kimchi cabbage leaves

Sample	Kimchi cabbage		
	Winter	Spring	Summer
L1 <sup>1)</sup>	12.72±0.06 <sup>2)ba</sup>	5.04±0.07 <sup>cA</sup>	38.02±0.16 <sup>aA</sup>
L2	2.47±0.04 <sup>bB</sup>	0.9±0.05 <sup>cB</sup>	5.15±0.02 <sup>abB</sup>
L3	2.46±0.03 <sup>aB</sup>	0.93±0.12 <sup>bB</sup>	0.56±0.01 <sup>cC</sup>

<sup>1)</sup>L1; outer portion, L2; mid-portion, L3; inner portion

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different ( $p < 0.05$ ); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different ( $p < 0.05$ ).

(라) 유리아미노산 함량

배추의 부위별 유리아미노산 함량은 Table 5-17과 같다. 각 계절별로 겨울 배추 31종, 봄 배추 32종, 여름 배추 28종의 아미노산이 확인되었으며, 아미노산 중 감칠맛을 나타내는 glutamic acid가 겨울 배추 7753.45 mg/100g, 봄 배추 5870.78 mg/100g, 여름 배추 2494.49 mg/100g로 나타났으며, 부위별로 겨울 배추 L1>L3>L2, 봄 배추 L1>L3>L2, 여름 배추 L3>L2>L1로 나타났다. 비단백태 아미노산으로 중추신경계의 주된 억제성 신경전달물질인  $\gamma$ -aminobutyric acid(GABA)(10,11)는 겨울 배추 92.43 mg/100g, 봄 배추 122.29 mg/100g, 여름 배추 164.65 mg/100g로 나타났으며, 부위별로 겨울 배추 L1>L2>L3, 봄 배추 L2>L1>L3, 여름 배추 L2>L3>L1로 나타났다.

**Table 5-17. Free amino acid in kimchi cabbage leaves**

(mg/100g)

Free amino acid	Winter			Spring			Summer		
	L1 <sup>1)</sup>	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3
phosphoserine	- <sup>2)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-
taurine	-	-	-	-	-	-	-	-	-
phosphoethanolamine	6.01	3.71	11.52	6.01	1.64	0.17	-	-	-
urea	12.39	8.99	14.43	17.77	9.71	27.32	6.73	21.17	29.32
aspartic acid	66.91	5.01	6.60	5.47	7.68	10.19	-	4.73	-
hydroxyproline	-	-	-	-	-	-	-	-	-
threonine	-	6.15	9.91	-	6.92	7.22	-	-	-
serine	16.02	6.50	10.16	-	6.23	6.46	-	-	-
asparagine	-	13.63	-	-	20.83	21.24	-	-	-
glutamic acid	233.48	108.85	247.99	260.16	78.79	102.94	44.09	61.95	82.16
sarcosine	8.90	2.18	6.13	7.13	0.31	5.16	-	-	-
α-aminoadipic acid	0.52	0.25	0.56	0.76	0.41	0.42	8.50	11.85	12.54
proline	-	30.08	54.09	-	-	-	52.36	74.30	80.16
glycine	5.40	1.38	2.26	6.23	2.83	2.98	-	-	-
alanine	7.75	4.55	6.69	7.70	5.75	6.69	0.26	-	-
citrulline	-	-	-	-	-	-	-	-	-
α-aminobutyric acid	0.55	0.16	0.31	0.50	0.28	0.29	0.32	0.80	1.06
valine	7.55	5.89	8.54	8.71	6.03	6.59	0.31	0.26	0.30
cystine	1.10	0.65	1.11	1.25	0.83	0.94	7.78	10.33	11.89
methionine	0.57	0.13	0.28	0.63	0.50	0.44	4.65	7.94	10.27
cystathionine	0.92	0.15	0.52	0.72	0.46	0.29	0.33	0.79	1.60
isoleucine	5.51	3.06	6.02	6.64	3.71	4.42	-	-	0.00
leucine	4.12	1.57	4.43	5.26	1.81	2.47	4.42	5.57	5.71
tyrosine	-	1.41	2.94	3.07	2.29	1.99	0.58	1.96	3.32
β-alanine	2.15	1.65	2.68	2.75	1.51	1.31	-	-	-
phenylalanine	-	-	-	-	-	-	1.56	2.04	2.56
β-aminoisobutyric acid	0.18	0.03	0.10	-	0.08	-	0.65	0.27	0.21
homocystine	2.91	2.55	2.44	3.46	7.89	7.31	-	0.97	2.36
γ-aminobutyric acid	3.14	2.30	1.43	3.08	3.16	2.91	3.73	4.22	4.40
ethanolamine ammonium chloride	5.45	4.32	5.30	5.59	5.44	5.78	1.46	1.06	0.85
hydroxylysine	0.10	0.10	0.09	0.10	0.10	0.10	0.11	0.08	0.05
hydroxylysine	0.15	0.12	0.11	0.18	0.11	0.22	2.38	1.36	-
ornithine	2.93	1.96	2.58	3.28	0.12	2.62	0.40	0.51	0.73
lysine	-	-	-	-	2.31	-	2.27	1.30	1.04
1-methylhistidine	4.33	1.11	3.54	5.33	2.93	2.84	-	0.05	0.08
histidine	-	-	-	-	-	-	0.55	-	0.09
3-methylhistidine	-	-	-	-	-	-	0.31	0.99	0.73
anserine	-	-	-	-	0.15	-	8.83	11.79	8.38
carnosine	18.91	14.73	17.70	20.69	16.21	13.31	4.59	4.89	2.75
arginine	3.33	2.72	4.16	3.28	2.94	3.27	0.07	0.06	0.04

<sup>1)</sup>L1; outer portion, L2; mid-portion, L3; inner portion

<sup>2)</sup>-; Not detected

(마) 무기질 함량

배추의 부위별 무기질 함량은 Table 5-18과 같다. 각 계절별로 10종의 무기질이 확인되었으며, K(겨울 배추 9354.34 mg/100g, 봄 배추 8323.37 mg/100g, 여름 배추 9296.60 mg/100g)과 Na(겨울 배추 620.80 mg/100g, 봄 배추 1295.53 mg/100g, 여름 배추 390.96 mg/100g), Mg(겨울 배추 467.12 mg/100g, 봄 배추 518.63 mg/100g, 여름 배추 528.95 mg/100g), Ca(겨울 배추 472.72 mg/100g, 봄 배추 510.81 mg/100g, 여름 배추 427.47 mg/100g)의 함량이 높았다. 각 부위별 함량은 모두 L1>L2>L3 였다.

Table 5-18. Mineral contents of kimchi cabbage leaves

Sample	kimchi cabbage (mg/100g)										
	Ca	Co	Cu	Fe	K	Mg	Mh	Mo	Na	Zn	
Winter	L1 <sup>1)</sup>	14.86±0.14 <sup>2)cA</sup>	- <sup>3)</sup>	0.01±0 <sup>cC</sup>	0.37±0.01 <sup>eB</sup>	261.41±0.67 <sup>aA</sup>	12.96±0.17 <sup>dA</sup>	0.04±0.01 <sup>fA</sup>	0.02±0 <sup>fA</sup>	27.68±0.16 <sup>bA</sup>	0.14±0 <sup>cC</sup>
	L2	10.12±0.16 <sup>cB</sup>	-	0.02±0 <sup>eB</sup>	0.43±0.03 <sup>eA</sup>	210.3±1.49 <sup>cC</sup>	10.51±0.06 <sup>cC</sup>	0.02±0 <sup>dB</sup>	0.01±0 <sup>eB</sup>	9.31±0.03 <sup>bC</sup>	0.22±0 <sup>eB</sup>
	L3	10.48±0.27 <sup>cB</sup>	-	0.03±0 <sup>eA</sup>	0.36±0.02 <sup>eB</sup>	230.67±1.04 <sup>dB</sup>	11.61±0.21 <sup>bB</sup>	0.03±0 <sup>eB</sup>	-	9.59±0.02 <sup>dB</sup>	0.3±0 <sup>eA</sup>
Spring	L1	14.53±0.34 <sup>eA</sup>	-	0.05±0 <sup>eA</sup>	0.31±0.03 <sup>eB</sup>	229.67±0.81 <sup>aA</sup>	13.32±0.19 <sup>dA</sup>	0.12±0 <sup>eA</sup>	0.02±0.01 <sup>eA</sup>	40.34±0.09 <sup>bA</sup>	0.49±0 <sup>cC</sup>
	L2	12±0.91 <sup>eB</sup>	-	0.04±0 <sup>dB</sup>	0.4±0.01 <sup>dA</sup>	196.46±0.6 <sup>cC</sup>	12.61±0.13 <sup>cC</sup>	0.1±0.01 <sup>dB</sup>	-	29.85±0.12 <sup>bB</sup>	0.57±0.01 <sup>dB</sup>
	L3	11.74±0.28 <sup>dB</sup>	-	0.02±0 <sup>cC</sup>	0.41±0.06 <sup>eA</sup>	197.7±0.25 <sup>ab</sup>	12.95±0.15 <sup>bB</sup>	0.07±0 <sup>cC</sup>	-	26.7±0.18 <sup>bC</sup>	0.6±0 <sup>eA</sup>
Summer	L1	12.57±0.19 <sup>eA</sup>	-	0.08±0 <sup>fA</sup>	2.22±0.04 <sup>dA</sup>	259.96±0.69 <sup>aA</sup>	15.01±0.11 <sup>bA</sup>	2.24±0.02 <sup>dA</sup>	0.02±0 <sup>fA</sup>	12.19±0.17 <sup>cA</sup>	0.89±0.02 <sup>eA</sup>
	L2	9.39±0.12 <sup>cC</sup>	-	0.05±0 <sup>eB</sup>	0.17±0 <sup>cC</sup>	225.79±1.3 <sup>ab</sup>	12.48±0.02 <sup>bB</sup>	0.99±0.01 <sup>dB</sup>	0.02±0 <sup>eB</sup>	8.95±0.13 <sup>bB</sup>	0.48±0.01 <sup>dB</sup>
	L3	10.12±0.22 <sup>cB</sup>	-	0.04±0 <sup>cC</sup>	0.23±0.01 <sup>eB</sup>	209.9±0.51 <sup>cC</sup>	12.13±0.2 <sup>bC</sup>	0.26±0.01 <sup>eC</sup>	0.02±0 <sup>eA</sup>	8.11±0.12 <sup>dC</sup>	0.18±0 <sup>cC</sup>

<sup>1)</sup>L1; outer portion, L2; mid-portion, L3; inner portion

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different (p<0.05); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different (p<0.05).

<sup>3)</sup>-; Not detected



(2) 배추잎의 부위 별 항산화 특성

(가) DPPH 라디칼 억제 활성

배추의 계절별 DPPH 자유 라디칼 소거능을 IC<sub>50</sub> 값으로 나타낸 결과는 Table 5-19와 같다. 겨울배추의 경우 L3>L2>L1 순으로 항산화 활성이 높았고, 봄배추의 경우 L3>L1>L2 순으로 항산화 활성이 높았으며, 여름배추 경우 L1>L3>L2 순으로 항산화 활성이 높았다. 배추의 부위에 따른 항산화 활성은 속잎이 높은 것으로 생각된다. 계절에 다른 항산화 활성은 큰 차이를 나타내지 않았다.

**Table 5-19. IC<sub>50</sub> values of kimchi cabbage leaves by DPPH free radical scavenging activities**

Sample	Kimchi cabbage		
	Winter	Spring	Summer
L1 <sup>1)</sup>	36.81±7.81 <sup>2)aA</sup>	29.29±1.11 <sup>aB</sup>	36.30±8.14 <sup>aB</sup>
L2	33.1±2.73 <sup>bAB</sup>	33.89±2.83 <sup>bA</sup>	65.39±9.44 <sup>aA</sup>
L3	24.41±1.08 <sup>bB</sup>	29.03±2.48 <sup>bB</sup>	37.66±5.72 <sup>aB</sup>

<sup>1)</sup>L1; outer portion, L2; mid-portion, L3; inner portion

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different (p<0.05); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different (p<0.05).

(나) FRAP 항산화 활성

배추의 부위별 Ferric ion reducing 항산화활성은 Table 5-20과 같다. 배추의 부위별 항산화 활성은 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다. 겨울배추의 경우 항산화 활성이 L3>L2>L1 순으로 높은 것으로 나타났으며, 봄배추의 경우 L1>L3>L2 순으로 높은 것으로 나타났다. 여름배추의 경우 L1>L2>L3 순으로 높게 나타났다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 계절에 따른 배추의 항산화 활성은 유의적인 차이가 나타나지 않는 것으로 판단된다.

**Table 5-20. Trolox equivalent values of kimchi cabbage leaves by FRAP assay**  
( $\mu$ M TE)

Sample	kimchi cabbage		
	Winter	Spring	Summer
L1 <sup>1)</sup>	656.00±41.77 <sup>2)cA</sup>	900.44±36.72 <sup>bA</sup>	2607.11±45.50 <sup>aA</sup>
L2	716.00±110.50 <sup>aA</sup>	602.67±88.19 <sup>abB</sup>	536.00±17.64 <sup>bB</sup>
L3	756.00±66.58 <sup>aA</sup>	654.89±45.26 <sup>bB</sup>	510.44±28.35 <sup>cB</sup>

<sup>1)</sup>L1; outer portion, L2; mid-portion, L3; inner portion

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different ( $p<0.05$ ); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different ( $p<0.05$ ).

(다) 총 페놀화합물 함량

배추의 계절별 총 페놀 함량은 Table 5-21과 같다. 총 페놀함량은 25.85~54.24 mg/100g으로 부위에 따른 차이를 보였다. 각 계절별 배추의 총 페놀 함량의 차이는 적었으며, 부위별 배추의 총 페놀 함량은 L3>L2>L1 순으로 함량의 차이가 나타났다.

**Table 5-21. Total phenolic contents of kimchi cabbage leaves**

(unit: mg/100g db)

Sample	Kimchi cabbage		
	Winter	Spring	Summer
L1 <sup>1)</sup>	38.35±0.94 <sup>2)abB</sup>	39.64±1.66 <sup>abB</sup>	39.31±1.29 <sup>aA</sup>
L2	51.98±4.76 <sup>aA</sup>	48.53±0.61 <sup>aA</sup>	27.99±3.14 <sup>bB</sup>
L3	54.24±1.85 <sup>aA</sup>	50.48±3.54 <sup>aA</sup>	25.85±0.67 <sup>bB</sup>

<sup>1)</sup>L1; outer portion, L2; mid-portion, L3; inner portion

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different ( $p<0.05$ ); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different ( $p<0.05$ ).

(라) 총 플라보노이드 함량

배추의 계절별 총 플라보노이드 함량은 Table 5-22와 같다. 배추 부위별 총 플라보노이드 함량의 차이가 크지 않았으며, 계절별 총 플라보노이드 함량 역시 큰 차이를 보이지 않았다.

Table 5-22. Total flavonoid contents of kimchi cabbage leaves

(unit: mg/100g db)

Sample	Kimchi cabbage		
	Winter	Spring	Summer
L1 <sup>1)</sup>	2.22±0.11 <sup>2)ba</sup>	2.20±0.07 <sup>ba</sup>	3.33±0.04 <sup>aA</sup>
L2	1.96±0.13 <sup>baB</sup>	2.35±0.18 <sup>aA</sup>	2.00±0.07 <sup>bB</sup>
L3	2.02±0.09 <sup>aB</sup>	2.31±0.23 <sup>aA</sup>	1.09±0.05 <sup>bC</sup>

<sup>1)</sup>L1; outer portion, L2; mid-portion, L3; inner portion

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different (p<0.05); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different (p<0.05).

나. 소포장 절단배추의 선도 연장 실험

(1) 중량감소율

각 처리구에 따른 저장 중 배추의 중량감소율을 측정한 결과는 Table 5-23과 같다. 중량은 6주에 걸쳐 주차별로 측정하였으며 측정 결과 배추 처리구의 종류에 따라 상이한 중량 감소의 양상을 나타내었다. 저장 2주차까지는 대부분의 처리구가 99.8~99.9%의 비슷한 중량 감소 양상을 보였으나, 2~6주차 동안 중량 감소율은 점점 커졌으며, As 처리구가 큰 차이로 중량이 감소했다. As-1 처리구를 제외한 0.25% 농도 처리군에서는 Con군과 비슷한 양상의 중량감소율을 나타냈다. 1% 농도 처리군은 As 처리구를 제외한 모든 처리군은 Con군보다 낮은 중량감소율을 보였다. 또한 저장기간 동안 가장 양호한 상태를 보였던 Mix-2 처리군에서는 중량감소율이 가장 낮게 나타났다. 과채류의 저장 중 전처리 방법에 따른 중량감소율은 As>Ct, Ca, Con>Mix 순으로 판단되며, 중량감소는 주로 증산작용에 의한 것으로서 품질에 영향을 준다고 알려져 있다(24).

**Table 5-23. Changes in weight ratios of cut kimchi cabbage with preservative dips during short-term storage at 5°C**

Treatment	Storage period (weeks)					
	1	2	3	4	5	6
Con	100.00±0.00 <sup>1)aA</sup>	99.92±0.01 <sup>bB</sup>	99.87±0.00 <sup>bA</sup>	99.78±0.01 <sup>cA</sup>	99.64±0.01 <sup>dA</sup>	99.46±0.00 <sup>eA</sup>
As-1	99.98±0.01 <sup>aD</sup>	99.82±0.01 <sup>bA</sup>	99.68±0.00 <sup>cI</sup>	99.46±0.01 <sup>dG</sup>	99.33±0.01 <sup>eH</sup>	99.22±0.00 <sup>fG</sup>
As-2	99.98±0.01 <sup>aD</sup>	99.82±0.00 <sup>bA</sup>	99.70±0.01 <sup>cH</sup>	99.50±0.01 <sup>dF</sup>	99.38±0.01 <sup>eG</sup>	99.21±0.01 <sup>fG</sup>
Ca-1	99.97±0.01 <sup>aG</sup>	99.87±0.00 <sup>fF</sup>	99.83±0.01 <sup>bG</sup>	99.74±0.01 <sup>cE</sup>	99.66±0.01 <sup>dEF</sup>	99.53±0.00 <sup>eD</sup>
Ca-2	99.99±0.00 <sup>aH</sup>	99.98±0.01 <sup>bA</sup>	99.96±0.00 <sup>cE</sup>	99.82±0.01 <sup>dE</sup>	99.75±0.01 <sup>eF</sup>	99.59±0.01 <sup>fE</sup>
Ct-1	99.99±0.01 <sup>aC</sup>	99.89±0.01 <sup>fD</sup>	99.81±0.01 <sup>bC</sup>	99.66±0.02 <sup>cD</sup>	99.57±0.00 <sup>dE</sup>	99.36±0.00 <sup>eF</sup>
Ct-2	99.96±0.01 <sup>aE</sup>	99.84±0.01 <sup>eE</sup>	99.79±0.01 <sup>bF</sup>	99.68±0.01 <sup>cDE</sup>	99.67±0.01 <sup>cD</sup>	99.61±0.02 <sup>dC</sup>
Mix-1	99.97±0.01 <sup>aB</sup>	99.88±0.02 <sup>fC</sup>	99.83±0.00 <sup>bB</sup>	99.69±0.02 <sup>cB</sup>	99.66±0.01 <sup>dC</sup>	99.52±0.01 <sup>eC</sup>
Mix-2	99.97±0.01 <sup>aF</sup>	99.87±0.00 <sup>eE</sup>	99.86±0.01 <sup>bD</sup>	99.78±0.01 <sup>cC</sup>	99.80±0.00 <sup>cB</sup>	99.75±0.00 <sup>dB</sup>

<sup>1)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different ( $p<0.05$ ); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different ( $p<0.05$ ).

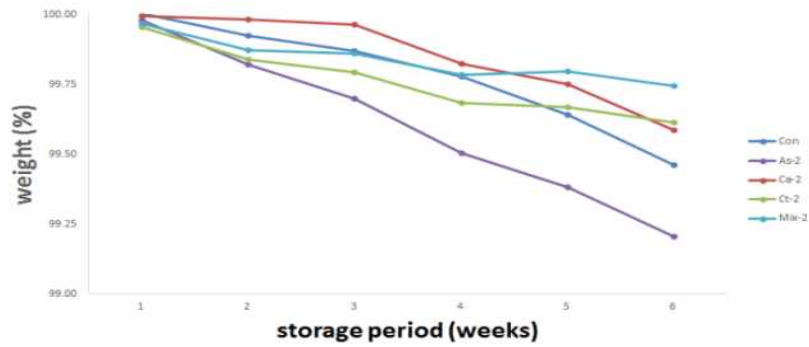


Fig. 5-9. Changes in weight ratios of cut kimchi cabbage with preservative dips during short-term storage at 5°C.

(2) 가용성 고형분

저장 중 배추의 가용성 고형분 함량 변화를 측정한 결과는 Table 5-24와 같다. 측정결과 모든 처리구에서 함량이 감소하는 것을 알 수 있었다. Con, Mix 처리구의 함량 감소율이 가장 낮았으며, Ca, Ct 처리구>As처리구 순으로 나타났다.

Table 5-24. Changes in soluble solids of cut kimchi cabbage with preservative dips during short-term storage at 5°C

treatment	Storage period (weeks)					
	1	2	3	4	5	6
Con	1.73±0.06 <sup>1)eB</sup>	1.60±0.00 <sup>fC</sup>	1.80±0.00 <sup>dA</sup>	1.60±0.00 <sup>eC</sup>	1.73±0.06 <sup>bcB</sup>	1.40±0.00 <sup>bD</sup>
As-1	2.00±0.00 <sup>bA</sup>	1.70±0.00 <sup>eC</sup>	1.77±0.03 <sup>dB</sup>	1.78±0.03 <sup>cB</sup>	1.73±0.06 <sup>bcBC</sup>	1.20±0.00 <sup>fD</sup>
As-2	2.00±0.00 <sup>bA</sup>	1.80±0.00 <sup>dB</sup>	1.63±0.06 <sup>eC</sup>	1.60±0.00 <sup>eC</sup>	1.40±0.00 <sup>eD</sup>	1.30±0.00 <sup>eE</sup>
Ca-1	2.00±0.00 <sup>bA</sup>	1.30±0.00 <sup>gF</sup>	1.77±0.06 <sup>dB</sup>	1.60±0.00 <sup>eD</sup>	1.67±0.06 <sup>cC</sup>	1.50±0.00 <sup>cE</sup>
Ca-2	1.90±0.00 <sup>cC</sup>	2.00±0.00 <sup>bB</sup>	2.07±0.06 <sup>aA</sup>	1.40±0.00 <sup>fD</sup>	1.40±0.00 <sup>eD</sup>	1.40±0.00 <sup>dD</sup>
Ct-1	1.80±0.00 <sup>dC</sup>	2.10±0.00 <sup>aA</sup>	1.93±0.06 <sup>bcB</sup>	2.00±0.00 <sup>aAB</sup>	1.77±0.06 <sup>bc</sup>	1.50±0.00 <sup>cD</sup>
Ct-2	2.10±0.00 <sup>aA</sup>	1.90±0.00 <sup>cB</sup>	1.43±0.06 <sup>fE</sup>	1.90±0.00 <sup>bB</sup>	1.50±0.00 <sup>dD</sup>	1.57±0.06 <sup>bc</sup>
Mix-1	2.00±0.00 <sup>bA</sup>	1.83±0.06 <sup>dC</sup>	1.90±0.00 <sup>cB</sup>	1.90±0.00 <sup>bB</sup>	1.80±0.00 <sup>bc</sup>	1.57±0.06 <sup>bD</sup>
Mix-2	2.03±0.06 <sup>bA</sup>	2.00±0.00 <sup>bA</sup>	2.00±0.00 <sup>abA</sup>	1.70±0.00 <sup>dB</sup>	2.00±0.00 <sup>aA</sup>	1.65±0.05 <sup>aB</sup>

<sup>1)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different ( $p < 0.05$ ); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different ( $p < 0.05$ ).

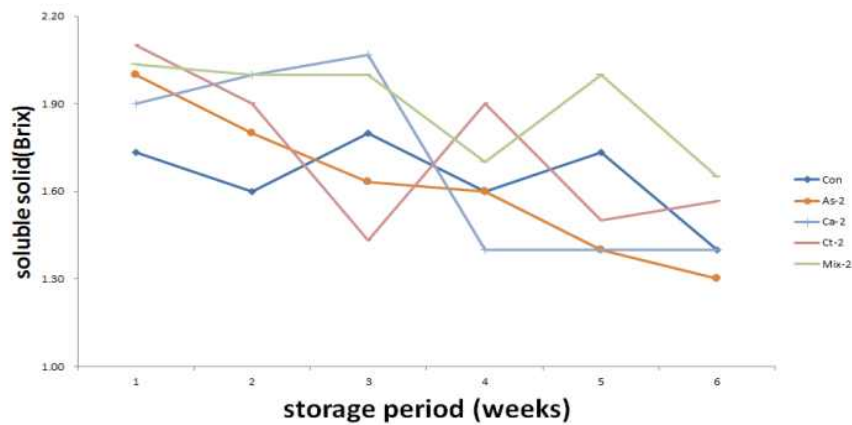


Fig. 5-10. Changes in soluble solids of cut kimchi cabbage with preservative dips during short-term storage at 5°C.

### (3) 적정산도

저장기간 동안 각 군의 적정산도 변화를 측정된 결과는 Table 5-25와 같다. 저장기간에 따라

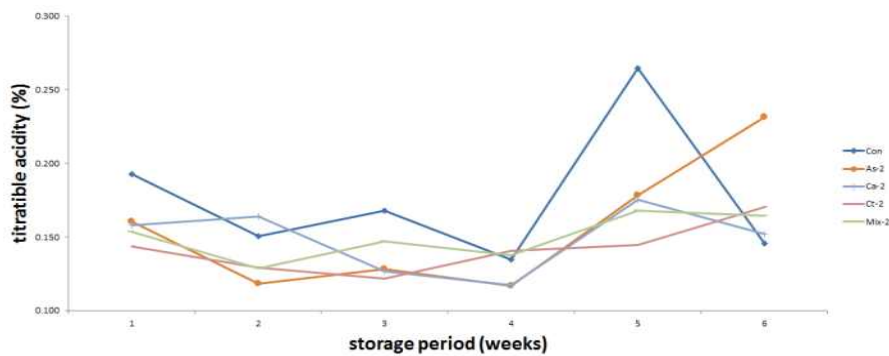
적정산도의 변화가 있었으며, 유의적인 차이를 보이며 증가하는 것으로 나타났다. 배추의 저장 기간 중 적정산도의 증가는 젖산균에 의한 것으로, 유기산이 생성되어 pH는 저하되고, 산도는 증가하게 되는 것으로 이는 배추내의 당분이 젖산 등의 유기산으로 발효되기 때문인 것으로 보고되었다(25).

**Table 5-25. Changes in titratable acidity of cut kimchi cabbage with preservative dips during short-term storage at 5°C**

(%)

treat- ment	Storage period (weeks)					
	1	2	3	4	5	6
Con	0.192±0.007 <sup>1)aB</sup>	0.150±0.006 <sup>bD</sup>	0.168±0.002 <sup>aC</sup>	0.134±0.003 <sup>cdE</sup>	0.264±0.005 <sup>bA</sup>	0.145±0.001 <sup>cD</sup>
As-1	0.188±0.011 <sup>aB</sup>	0.129±0.006 <sup>cdD</sup>	0.145±0.005 <sup>bC</sup>	0.124±0.004 <sup>cdD</sup>	0.279±0.014 <sup>aA</sup>	0.145±0.005 <sup>cC</sup>
As-2	0.160±0.002 <sup>bB</sup>	0.118±0.001 <sup>cC</sup>	0.128±0.001 <sup>cC</sup>	0.117±0.003 <sup>dC</sup>	0.178±0.008 <sup>cdB</sup>	0.231±0.036 <sup>aA</sup>
Ca-1	0.159±0.009 <sup>bAB</sup>	0.113±0.006 <sup>dD</sup>	0.144±0.007 <sup>bB</sup>	0.119±0.003 <sup>dCD</sup>	0.138±0.001 <sup>fBC</sup>	0.177±0.029 <sup>bcA</sup>
Ca-2	0.158±0.004 <sup>bBC</sup>	0.164±0.009 <sup>aAB</sup>	0.127±0.005 <sup>dD</sup>	0.117±0.004 <sup>dD</sup>	0.175±0.006 <sup>dA</sup>	0.152±0.008 <sup>bcC</sup>
Ct-1	0.148±0.011 <sup>bBC</sup>	0.136±0.005 <sup>cCD</sup>	0.128±0.006 <sup>dD</sup>	0.156±0.014 <sup>bB</sup>	0.154±0.003 <sup>eB</sup>	0.180±0.007 <sup>bA</sup>
Ct-2	0.144±0.002 <sup>bB</sup>	0.129±0.005 <sup>cdC</sup>	0.122±0.002 <sup>cC</sup>	0.140±0.006 <sup>bcB</sup>	0.145±0.004 <sup>eB</sup>	0.170±0.007 <sup>bcA</sup>
Mix-1	0.191±0.014 <sup>aB</sup>	0.121±0.002 <sup>deD</sup>	0.152±0.006 <sup>bC</sup>	0.190±0.025 <sup>aB</sup>	0.190±0.011 <sup>eB</sup>	0.225±0.019 <sup>aA</sup>
Mix-2	0.153±0.026 <sup>bAB</sup>	0.129±0.003 <sup>cdC</sup>	0.147±0.01 <sup>bABC</sup>	0.138±0.012 <sup>bcdBC</sup>	0.168±0.002 <sup>dA</sup>	0.164±0.004 <sup>bcA</sup>

<sup>1)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different ( $p < 0.05$ ); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different ( $p < 0.05$ ).



**Fig. 5-11. Changes in titratable acidities of cut kimchi cabbage with preservative dips during short-term storage at 5°C.**

(4) 색차 및 갈변도

각 처리구에 따른 저장 중 배추의 색차변화를 측정된 결과는 Table 5-26, 5-27과 같다. L값의 경우 모든 처리구에서 값이 낮아졌으며, Ca, Ct 처리구는 Con 군과 비슷한 결과를 보였다. a값의 경우 모든 처리구에서 증가하는 경향을 보였으며, As-2 처리구에서 증가율이 가장 컸고, Mix-2 처리구에서 증가율이 가장 낮았다. b값의 경우 모든 처리구에서 증가하는 결과를 보였으며, As 처리구는 다른 처리구에 비하여 높은 증가율을 보였고, Mix-2 처리구에서 증가율이 가장 낮았다. 위 결과를 미루어 보아 Mix-2 처리구가 색차변화가 가장 적었음을 알 수 있었다.

420 nm에서 흡광도를 이용하여 측정된 갈변도의 값은 Table 5-28과 같다. 저장기간이 지남에 따라 As 처리구에서 흡광도 값이 큰 차이로 증가하였으며, As 처리구를 제외한 모든 처리구에서는 흡광도가 낮아지는 것을 확인 하였다.

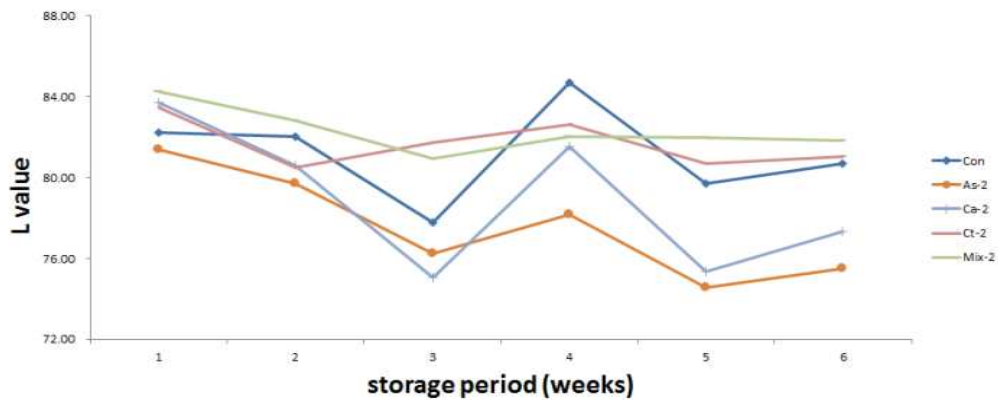


Fig. 5-12. Changes of L values of cut kimchi cabbage with preservative dips during short-term storage at 5°C.

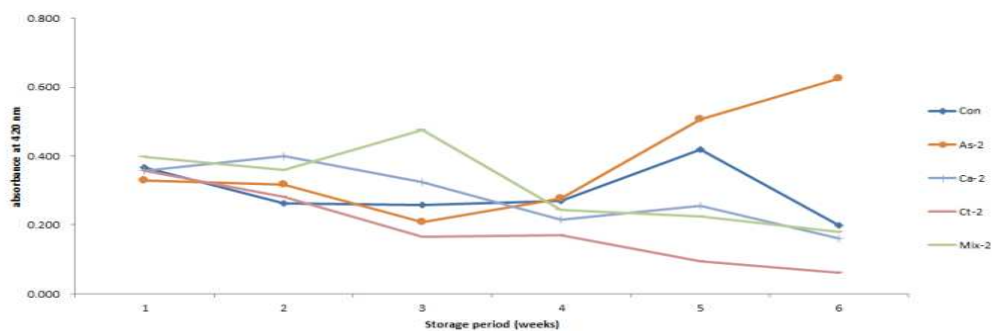


Fig. 5-13. Changes in absorbance at 420nm of cut kimchi cabbage with preservative dips during short-term storage at 5°C.



**Table 5-26. Changes in color values of cut kimchi cabbage with preservative dips during short-term storage at 5°C**

Storage period (weeks)	Treatment					
	Con	As-1	Ca-1	Ct-1	Mix-1	
L	1	82.24±2.94 <sup>1)ba</sup>	81.17±0.98 <sup>bcA</sup>	80.75±1.60 <sup>cB</sup>	80.63±2.75 <sup>cA</sup>	84.67±1.90 <sup>aA</sup>
	2	82.03±2.77 <sup>bcB</sup>	80.1±5.31 <sup>dA</sup>	83.09±1.85 <sup>abA</sup>	81.19±3.29 <sup>cdA</sup>	83.92±2.06 <sup>aAB</sup>
	3	77.79±2.45 <sup>deD</sup>	80.7±1.99 <sup>bcA</sup>	72.35±3.35 <sup>gD</sup>	79.49±5.63 <sup>cdAB</sup>	84.28±0.92 <sup>aAB</sup>
	4	84.68±1.48 <sup>aA</sup>	79.77±2.66 <sup>dA</sup>	83.81±0.87 <sup>abA</sup>	81.36±3.46 <sup>cA</sup>	82.67±2.04 <sup>bcB</sup>
	5	79.70±2.16 <sup>bcC</sup>	78.09±2.14 <sup>cdB</sup>	77.78±3.73 <sup>cdC</sup>	76.23±4.53 <sup>deC</sup>	79.69±5.71 <sup>bcC</sup>
	6	80.67±1.23 <sup>abC</sup>	75.32±3.54 <sup>dC</sup>	80.16±2.44 <sup>bB</sup>	78.43±3.75 <sup>cB</sup>	77.15±4.60 <sup>cD</sup>
a	1	-0.64±0.10 <sup>cdC</sup>	-0.54±0.13 <sup>bc</sup>	-0.71±0.10 <sup>deE</sup>	-0.60±0.06 <sup>bcC</sup>	-0.74±0.05 <sup>eB</sup>
	2	-0.45±0.22 <sup>cb</sup>	-0.10±0.55 <sup>aAB</sup>	-0.46±0.18 <sup>cD</sup>	-0.62±0.16 <sup>dC</sup>	-0.63±0.29 <sup>dB</sup>
	3	-0.73±0.35 <sup>ec</sup>	-0.15±0.23 <sup>cb</sup>	0.45±0.46 <sup>aA</sup>	-0.38±0.16 <sup>dB</sup>	-0.59±0.05 <sup>eB</sup>
	4	-0.54±0.19 <sup>cb</sup>	0.02±0.13 <sup>aA</sup>	-0.30±0.11 <sup>bc</sup>	-0.23±0.33 <sup>bB</sup>	-0.54±0.32 <sup>cb</sup>
	5	-0.18±0.19 <sup>abA</sup>	-0.22±0.27 <sup>bcB</sup>	-0.02±0.28 <sup>abB</sup>	0.05±0.49 <sup>aA</sup>	-0.09±0.73 <sup>abA</sup>
	6	-0.17±0.21 <sup>abcA</sup>	-0.23±0.29 <sup>bcB</sup>	-0.28±0.12 <sup>cdC</sup>	-0.24±0.45 <sup>bcB</sup>	0.00±0.56 <sup>aA</sup>
b	1	6.22±0.71 <sup>cdB</sup>	6.70±0.39 <sup>bC</sup>	6.50±0.83 <sup>bcB</sup>	6.43±0.18 <sup>bcCD</sup>	7.04±0.80 <sup>abC</sup>
	2	6.00±0.99 <sup>dB</sup>	8.05±1.03 <sup>aB</sup>	6.53±0.40 <sup>cB</sup>	6.99±0.52 <sup>bcB</sup>	6.94±1.46 <sup>bcC</sup>
	3	7.63±2.93 <sup>abA</sup>	7.70±0.94 <sup>aB</sup>	6.70±1.74 <sup>cdB</sup>	6.21±0.68 <sup>deD</sup>	6.44±0.35 <sup>dC</sup>
	4	6.69±0.55 <sup>cdB</sup>	7.40±0.32 <sup>bB</sup>	7.28±0.10 <sup>bA</sup>	6.84±0.77 <sup>cBC</sup>	6.89±0.85 <sup>cC</sup>
	5	6.57±0.40 <sup>cdB</sup>	8.04±1.39 <sup>bB</sup>	5.85±0.54 <sup>cC</sup>	6.98±1.07 <sup>cB</sup>	8.33±1.65 <sup>bA</sup>
	6	6.36±0.53 <sup>dB</sup>	9.53±2.62 <sup>bA</sup>	6.34±0.44 <sup>dB</sup>	8.02±1.47 <sup>cA</sup>	7.69±2.10 <sup>cAB</sup>
△E	1	82.48±2.91 <sup>cA</sup>	81.45±0.97 <sup>cdA</sup>	81.02±1.61 <sup>dB</sup>	80.88±2.74 <sup>dAB</sup>	84.97±1.95 <sup>aA</sup>
	2	82.26±2.71 <sup>bcdB</sup>	80.52±5.20 <sup>eA</sup>	83.35±1.83 <sup>abA</sup>	81.50±3.24 <sup>cdeA</sup>	84.23±1.98 <sup>aAB</sup>
	3	78.21±2.55 <sup>deD</sup>	81.08±2.01 <sup>bcA</sup>	72.69±3.18 <sup>gD</sup>	79.74±5.61 <sup>cdAB</sup>	84.52±0.90 <sup>a</sup>
	4	84.95±1.51 <sup>aA</sup>	80.11±2.66 <sup>dA</sup>	84.12±0.86 <sup>abA</sup>	81.65±3.51 <sup>cA</sup>	82.96±2.08 <sup>bcB</sup>
	5	79.98±2.13 <sup>bcdC</sup>	78.52±1.99 <sup>cdeB</sup>	78.00±3.69 <sup>deC</sup>	76.57±4.44 <sup>efC</sup>	80.15±5.52 <sup>bcC</sup>
	6	80.92±1.23 <sup>aC</sup>	75.98±3.20 <sup>eC</sup>	80.41±2.42 <sup>cB</sup>	78.85±3.81 <sup>dB</sup>	77.58±4.27 <sup>deD</sup>

<sup>1)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different (p<0.05); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different (p<0.05).

**Table 5-27. Changes in color values of cut kimchi cabbage with preservative dips during short-term storage at 5°C**

Storage period (weeks)	Treatment					
	Con	As-2	Ca-2	Ct-2	Mix-2	
L	1	82.24±2.94 <sup>1)ba</sup>	81.39±1.61 <sup>bcA</sup>	83.69±2.89 <sup>aA</sup>	83.47±1.52 <sup>aA</sup>	84.26±2.52 <sup>aA</sup>
	2	82.03±2.77 <sup>bcB</sup>	79.70±1.67 <sup>dB</sup>	80.59±3.37 <sup>cdB</sup>	80.47±2.18 <sup>cdC</sup>	82.8±1.88 <sup>abB</sup>
	3	77.79±2.45 <sup>deD</sup>	76.22±1.95 <sup>efD</sup>	75.04±6.96 <sup>fc</sup>	81.75±1.78 <sup>bBC</sup>	80.95±2.39 <sup>bcC</sup>
	4	84.68±1.48 <sup>aA</sup>	78.15±1.84 <sup>cC</sup>	81.51±4.38 <sup>cA</sup>	82.61±2.48 <sup>bcAB</sup>	82.04±1.40 <sup>cBC</sup>
	5	79.70±2.16 <sup>bcC</sup>	74.58±4.01 <sup>dE</sup>	75.33±4.59 <sup>dC</sup>	80.68±4.01 <sup>abC</sup>	81.98±2.95 <sup>aBC</sup>
	6	80.67±1.23 <sup>abC</sup>	75.48±2.80 <sup>dD</sup>	77.33±1.68 <sup>cC</sup>	81.05±3.85 <sup>abC</sup>	81.84±1.60 <sup>aBC</sup>
a	1	-0.64±0.10 <sup>cdC</sup>	-0.59±0.05 <sup>bcD</sup>	-0.44±0.32 <sup>ab</sup>	-0.69±0.12 <sup>deC</sup>	-0.76±0.05 <sup>eD</sup>
	2	-0.45±0.22 <sup>cb</sup>	-0.25±0.28 <sup>bb</sup>	-0.42±0.31 <sup>cb</sup>	-0.47±0.11 <sup>cb</sup>	-0.66±0.05 <sup>dC</sup>
	3	-0.73±0.35 <sup>cc</sup>	0.01±0.28 <sup>ba</sup>	0.01±0.23 <sup>ba</sup>	-0.65±0.20 <sup>cc</sup>	-0.60±0.04 <sup>eb</sup>
	4	-0.54±0.19 <sup>cb</sup>	-0.22±0.31 <sup>bb</sup>	0.01±0.15 <sup>aA</sup>	-0.50±0.12 <sup>eb</sup>	-0.60±0.06 <sup>cb</sup>
	5	-0.18±0.19 <sup>abA</sup>	-0.40±0.31 <sup>cc</sup>	0.02±0.34 <sup>aA</sup>	-0.16±0.54 <sup>abA</sup>	-0.61±0.09 <sup>dB</sup>
	6	-0.17±0.21 <sup>abcA</sup>	-0.06±0.31 <sup>abA</sup>	-0.11±0.39 <sup>abcA</sup>	-0.44±0.13 <sup>deB</sup>	-0.50±0.06 <sup>ca</sup>
b	1	6.22±0.71 <sup>cdB</sup>	6.28±0.61 <sup>cdD</sup>	5.87±0.18 <sup>ed</sup>	6.40±0.64 <sup>bcC</sup>	6.01±0.27 <sup>deA</sup>
	2	6.00±0.99 <sup>dB</sup>	6.61±0.72 <sup>cdD</sup>	7.03±0.64 <sup>bcB</sup>	7.30±1.77 <sup>bAB</sup>	5.46±0.48 <sup>EB</sup>
	3	7.63±2.93 <sup>abA</sup>	7.27±1.25 <sup>abcBE</sup>	6.84±1.13 <sup>bcdBC</sup>	7.71±2.07 <sup>aA</sup>	5.53±0.21 <sup>EB</sup>
	4	6.69±0.55 <sup>cdB</sup>	7.80±0.72 <sup>ab</sup>	6.46±0.79 <sup>dC</sup>	6.70±0.49 <sup>edBC</sup>	5.65±0.48 <sup>FB</sup>
	5	6.57±0.40 <sup>cdB</sup>	10.71±2.23 <sup>aA</sup>	8.25±1.49 <sup>ba</sup>	6.54±0.85 <sup>cdC</sup>	5.96±0.76 <sup>deA</sup>
	6	6.36±0.53 <sup>dB</sup>	10.89±2.16 <sup>aA</sup>	6.62±0.76 <sup>dBC</sup>	6.50±0.54 <sup>dC</sup>	6.00±0.83 <sup>dA</sup>
ΔE	1	82.48±2.91 <sup>cA</sup>	81.64±1.61 <sup>cdA</sup>	83.9±2.87 <sup>abA</sup>	83.72±1.56 <sup>ba</sup>	84.48±2.52 <sup>abA</sup>
	2	82.26±2.71 <sup>bcdB</sup>	79.98±1.64 <sup>eb</sup>	80.9±3.34 <sup>deB</sup>	80.82±2.19 <sup>deC</sup>	82.98±1.89 <sup>abcB</sup>
	3	78.21±2.55 <sup>deD</sup>	76.57±1.96 <sup>efD</sup>	75.35±6.99 <sup>fc</sup>	82.15±1.64 <sup>bBC</sup>	81.14±2.40 <sup>bcC</sup>
	4	84.95±1.51 <sup>aA</sup>	78.54±1.79 <sup>cC</sup>	81.76±4.42 <sup>cAB</sup>	82.88±2.44 <sup>bcAB</sup>	82.24±1.42 <sup>cBC</sup>
	5	79.98±2.13 <sup>bcdC</sup>	75.39±3.65 <sup>fd</sup>	75.81±4.39 <sup>fc</sup>	80.95±4.00 <sup>abC</sup>	82.20±2.98 <sup>aBC</sup>
	6	80.92±1.23 <sup>aC</sup>	76.30±2.57 <sup>ed</sup>	77.62±1.69 <sup>deC</sup>	81.31±3.84 <sup>bcC</sup>	82.07±1.58 <sup>bBC</sup>

<sup>1)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different (p<0.05); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different (p<0.05).

**Table 5-28. Changes in absorbances at 420nm of cut kimchi cabbage with preservative dips during short-term storage at 5°C**

(abs)

Treat- ment	Storage period (weeks)					
	1	2	3	4	5	6
Con	0.366±0.010 <sup>1)abB</sup>	0.263±0.006 <sup>gC</sup>	0.259±0.001 <sup>cC</sup>	0.270±0.003 <sup>bC</sup>	0.418±0.007 <sup>bA</sup>	0.198±0.005 <sup>eD</sup>
As-1	0.392±0.008 <sup>abB</sup>	0.159±0.002 <sup>iF</sup>	0.217±0.004 <sup>dE</sup>	0.250±0.003 <sup>cD</sup>	0.378±0.004 <sup>bC</sup>	0.525±0.008 <sup>bA</sup>
As-2	0.329±0.003 <sup>cC</sup>	0.316±0.003 <sup>dD</sup>	0.209±0.004 <sup>eF</sup>	0.277±0.002 <sup>bE</sup>	0.507±0.006 <sup>aB</sup>	0.624±0.003 <sup>aA</sup>
Ca-1	0.348±0.011 <sup>cdA</sup>	0.191±0.003 <sup>hC</sup>	0.201±0.003 <sup>fBC</sup>	0.199±0.003 <sup>eBC</sup>	0.205±0.006 <sup>eB</sup>	0.144±0.007 <sup>hD</sup>
Ca-2	0.357±0.003 <sup>bcAB</sup>	0.401±0.001 <sup>bA</sup>	0.323±0.006 <sup>bB</sup>	0.216±0.003 <sup>dC</sup>	0.255±0.006 <sup>cB</sup>	0.162±0.002 <sup>gC</sup>
Ct-1	0.341±0.003 <sup>dB</sup>	0.418±0.001 <sup>aA</sup>	0.218±0.003 <sup>dE</sup>	0.166±0.002 <sup>fF</sup>	0.272±0.002 <sup>cdC</sup>	0.267±0.003 <sup>dD</sup>
Ct-2	0.356±0.002 <sup>bA</sup>	0.281±0.003 <sup>eB</sup>	0.164±0.002 <sup>gD</sup>	0.171±0.003 <sup>fC</sup>	0.094±0.000 <sup>fE</sup>	0.061±0.005 <sup>iF</sup>
Mix-1	0.262±0.001 <sup>fD</sup>	0.270±0.004 <sup>fD</sup>	0.207±0.004 <sup>eE</sup>	0.336±0.004 <sup>aB</sup>	0.288±0.007 <sup>cC</sup>	0.372±0.003 <sup>cA</sup>
Mix-2	0.398±0.004 <sup>aB</sup>	0.359±0.003 <sup>cC</sup>	0.476±0.002 <sup>aA</sup>	0.243±0.003 <sup>cD</sup>	0.225±0.006 <sup>deE</sup>	0.179±0.005 <sup>fF</sup>

<sup>1)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different (p<0.05); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different (p<0.05).

Weeks	1	2	3	4	5	6
Con						
As-1						
As-2						
Ca-1						
Ca-2						
Ct-1						
Ct-2						
Mix-1						
Mix-2						

Fig. 5-14. Color change of cut kimchi cabbage with preservative dips during short-term storage at 5°C.

(5) 관능평가

신선도는 외관, 색도, 이취의 항목을 5점 척도로 6주간 측정된 결과는 Table 5-29와 같다. 저장 1주차까지는 처리구별로 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 2주차 이후 차이를 보이기 시작하였다. 초기에 비해 외관상 가장 큰 상태 변화를 보였던 As 처리구의 경우 4주차 이후 배추가 물러지고, 5주차에서는 부패가 진행되어 대부분의 항목에서 가장 낮은 점수를 얻었다. Ca 처리구, Ct 처리구는 Con군에 비해 높은 점수를 얻었으며, Mix-1 처리구는 3주차까지 높은 점수를 얻었으나, 4주차 이후 다른 처리구와 비슷한 양상으로 점수가 떨어졌다. 모든 군에서 4주차 이후 선도 저하가 촉진되어 전반적인 기호도가 초기에 비해 낮아졌으며, 1군에 비해 2군이 높은 점수를 얻었다. Mix-2 처리구의 경우 5주차까지도 초기와 비슷한 정도의 신선도를 나타내었다. 즉, Ca(calcium chloride)와 Ct(citric acid)의 병용 처리가 다른 처리구에 비하여 저장성이 우수하다고 판단되었다.

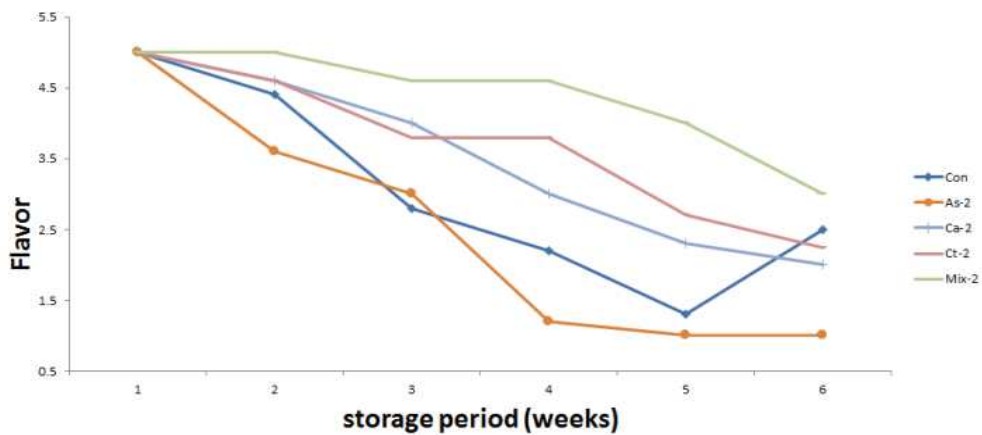


Fig. 5-15. Changes in flavor evaluation of cut kimchi cabbage with preservative dips during short-term storage at 5°C

**Table 5-29. Sensory evaluation of cut kimchi cabbage with preservative dips during short-term storage at 5°C**

		(point)					
Property		Storage period (weeks)					
		1	2	3	4	5	6
Appearance	Con	5.00±0.00 <sup>1)abA</sup>	4.20±0.00 <sup>abB</sup>	3.40±0.45 <sup>bcC</sup>	2.80±0.55 <sup>bCD</sup>	1.80±0.40 <sup>cE</sup>	2.20±0.40 <sup>bDE</sup>
	As-1	5.00±0.00 <sup>aA</sup>	3.60±0.55 <sup>bB</sup>	2.80±0.45 <sup>cC</sup>	1.60±0.00 <sup>cD</sup>	1.00±0.00 <sup>dD</sup>	1.40±0.49 <sup>cD</sup>
	As-2	4.25±0.45 <sup>bA</sup>	3.80±0.45 <sup>bA</sup>	2.80±0.00 <sup>cB</sup>	1.60±0.55 <sup>cC</sup>	1.00±0.00 <sup>dD</sup>	1.00±0.00 <sup>cD</sup>
	Ca-1	5.00±0.00 <sup>aA</sup>	4.40±0.45 <sup>abAB</sup>	3.80±0.71 <sup>abB</sup>	2.60±0.45 <sup>bC</sup>	2.40±0.49 <sup>bC</sup>	2.20±0.40 <sup>bC</sup>
	Ca-2	5.00±0.00 <sup>aA</sup>	4.20±0.84 <sup>abB</sup>	4.00±0.00 <sup>abB</sup>	3.00±0.00 <sup>bC</sup>	2.00±0.00 <sup>bcD</sup>	2.00±0.00 <sup>bD</sup>
	Ct-1	5.00±0.00 <sup>aA</sup>	4.20±0.45 <sup>abB</sup>	3.40±0.45 <sup>bcC</sup>	3.00±0.45 <sup>bCD</sup>	2.60±0.49 <sup>bDE</sup>	2.20±0.40 <sup>bE</sup>
	Ct-2	5.00±0.00 <sup>aA</sup>	4.40±0.45 <sup>abB</sup>	3.80±0.55 <sup>abC</sup>	3.00±0.00 <sup>bD</sup>	2.60±0.49 <sup>dDE</sup>	2.40±0.49 <sup>bE</sup>
	Mix-1	5.00±0.00 <sup>aA</sup>	4.40±0.45 <sup>abB</sup>	4.00±0.55 <sup>abB</sup>	2.00±0.45 <sup>cD</sup>	2.60±0.49 <sup>bC</sup>	2.20±0.40 <sup>bCD</sup>
	Mix-2	5.00±0.00 <sup>aA</sup>	4.80±0.45 <sup>aA</sup>	4.40±0.00 <sup>aA</sup>	4.40±0.00 <sup>aA</sup>	4.40±0.49 <sup>aA</sup>	3.00±0.00 <sup>aB</sup>
	Color	Con	5.00±0.00 <sup>aA</sup>	4.00±0.55 <sup>bcB</sup>	3.20±0.45 <sup>bcC</sup>	2.60±0.45 <sup>bcD</sup>	2.00±0.00 <sup>dE</sup>
As-1		5.00±0.00 <sup>aA</sup>	3.40±0.89 <sup>cB</sup>	2.80±0.45 <sup>cC</sup>	2.00±0.55 <sup>dD</sup>	1.40±0.49 <sup>eE</sup>	1.20±0.40 <sup>cE</sup>
As-2		5.00±0.00 <sup>aA</sup>	3.80±0.55 <sup>bcB</sup>	3.20±0.00 <sup>bcC</sup>	1.20±0.45 <sup>eD</sup>	1.00±0.00 <sup>eD</sup>	1.00±0.00 <sup>cD</sup>
Ca-1		5.00±0.00 <sup>aA</sup>	4.20±0.55 <sup>abB</sup>	3.00±0.55 <sup>cC</sup>	2.80±0.55 <sup>bCD</sup>	2.60±0.49 <sup>bcD</sup>	2.20±0.40 <sup>bD</sup>
Ca-2		5.00±0.00 <sup>aA</sup>	3.80±0.55 <sup>bcB</sup>	4.00±0.00 <sup>aB</sup>	3.00±0.00 <sup>bC</sup>	2.20±0.40 <sup>cdD</sup>	2.20±0.40 <sup>bD</sup>
Ct-1		5.00±0.00 <sup>aA</sup>	4.20±0.55 <sup>abB</sup>	3.20±0.84 <sup>bcC</sup>	2.80±0.00 <sup>bC</sup>	2.80±0.40 <sup>bC</sup>	2.20±0.40 <sup>bD</sup>
Ct-2		5.00±0.00 <sup>aA</sup>	4.20±0.55 <sup>abB</sup>	3.40±0.45 <sup>abcC</sup>	3.00±0.45 <sup>bCD</sup>	2.60±0.49 <sup>bcD</sup>	2.80±0.40 <sup>abD</sup>
Mix-1		5.00±0.00 <sup>aA</sup>	4.20±0.00 <sup>abB</sup>	3.60±0.00 <sup>abC</sup>	2.20±0.55 <sup>cdD</sup>	2.80±0.40 <sup>bD</sup>	2.40±0.49 <sup>bD</sup>
Mix-2		5.00±0.00 <sup>aA</sup>	4.80±0.00 <sup>aA</sup>	4.00±0.55 <sup>aB</sup>	4.00±0.55 <sup>aB</sup>	4.00±0.00 <sup>aB</sup>	3.00±0.00 <sup>aC</sup>
Flavor		Con	5.00±0.00 <sup>aA</sup>	4.40±0.84 <sup>aB</sup>	2.80±0.89 <sup>dC</sup>	2.20±0.45 <sup>dD</sup>	1.40±0.49 <sup>dE</sup>
	As-1	5.00±0.00 <sup>aA</sup>	3.60±0.55 <sup>bB</sup>	2.80±0.45 <sup>dC</sup>	1.40±0.89 <sup>eD</sup>	1.00±0.00 <sup>dD</sup>	1.00±0.00 <sup>cD</sup>
	As-2	5.00±0.00 <sup>aA</sup>	3.60±0.45 <sup>bB</sup>	3.00±0.45 <sup>dC</sup>	1.20±0.55 <sup>eD</sup>	1.00±0.00 <sup>dD</sup>	1.00±0.00 <sup>cD</sup>
	Ca-1	5.00±0.00 <sup>aA</sup>	4.60±0.89 <sup>aA</sup>	3.40±0.45 <sup>bcdA</sup>	2.40±0.55 <sup>cdC</sup>	2.20±0.40 <sup>bcC</sup>	2.00±0.00 <sup>bC</sup>
	Ca-2	5.00±0.00 <sup>aA</sup>	4.60±0.84 <sup>aB</sup>	4.00±0.00 <sup>abC</sup>	3.00±0.00 <sup>cD</sup>	2.20±0.40 <sup>bcE</sup>	2.00±0.00 <sup>bE</sup>
	Ct-1	5.00±0.00 <sup>aA</sup>	4.40±0.45 <sup>aB</sup>	3.20±0.55 <sup>cdC</sup>	3.00±0.00 <sup>cC</sup>	2.00±0.00 <sup>dD</sup>	2.20±0.40 <sup>bD</sup>
	Ct-2	5.00±0.00 <sup>aA</sup>	4.60±0.55 <sup>aA</sup>	3.80±0.45 <sup>bcB</sup>	3.80±0.00 <sup>bB</sup>	2.60±0.49 <sup>bC</sup>	2.20±0.40 <sup>bC</sup>
	Mix-1	5.00±0.00 <sup>aA</sup>	5.00±0.55 <sup>aA</sup>	4.00±0.00 <sup>abB</sup>	2.40±0.00 <sup>cdC</sup>	2.20±0.40 <sup>bcD</sup>	2.00±0.00 <sup>bD</sup>
	Mix-2	5.00±0.00 <sup>aA</sup>	5.00±0.45 <sup>aA</sup>	4.60±0.55 <sup>aA</sup>	4.60±0.55 <sup>aA</sup>	4.00±0.00 <sup>aB</sup>	3.00±0.00 <sup>aC</sup>

<sup>1)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different (p<0.05); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different (p<0.05).

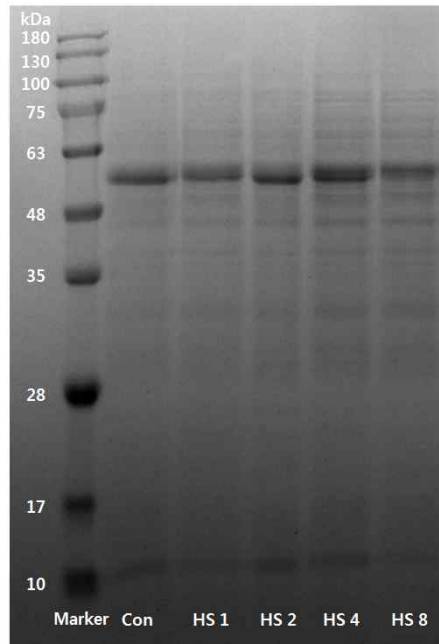
### 제 3 절 최소가공 배추 제품의 단위 공정 기술 개선

#### 1. 예비가열처리에 의한 절단배추의 저장 실험

##### 가. 배추의 적정 예비가열처리 조건

예열처리 시간에 따른 절단배추의 단백질 패턴은 Fig. 5-16에 나타낸 것과 같다. 고등식물이 열 충격에 노출되었을 때, 분자량이 60 kDa 이상인 고분자량 HSP이외에 특징적으로 분자량이 15-40 kDa인 sHSP를 다량 합성한다는 연구(26-28)와 유사하게 예열처리시간에 따라 단백질 밴드의 발현에 차이가 있었다. 이를 Fig. 5-17과 같이 Image J 프로그램을 이용하여, 대조구를 기준으로 area값을 비교하였을 때 밴드의 식별이 용이한 60, 39, 33, 12 kDa 위치의 경우 처리 시간별 뚜렷한 밴드 발현의 차이를 확인할 수 있었다. 이때 대조구에 비하여 예열처리구가 모두 높은 밴드 발현을 보였는데, 이중에서도 HS 4가 공통적으로 가장 높은 HSP 밴드의 발현을 나타내었다(4 hr > 2 hr > 8 hr > 1 hr > Con). 이는 열처리와 같은 abiotic stress를 통한 HSP 발현과 생존률의 상관관계를 나타낸 연구결과(26)와 같이 저장기간 동안의 품질특성과 단백질 밴드 발현이 높은 상관관계를 나타내는 것임을 말하며, 특히 HSP 60으로 추정되는 60 kDa 밴드와 sHSP의 범주안에 속하는 39, 33, 12 kDa 밴드의 경우, 고온처리하에 HSP 밴드의 발현이 유도 및 축적되는 것이 식물체의 내성 향상에 영향을 끼친다는 연구결과(29,30)와 상관관계를 나타낼 것으로 사료된다.

예열처리에 따른 절단배추의 중량 감소율을 측정한 결과는 Table 5-30과 같다. 60, 120, 180, 240, 360, 480 min 예열처리를 진행한 결과 240 min이내 예열처리시 증산작용으로 인한 중량대비 수분손실이 5%미만으로 나타났으며, 예열처리 후 대조구와 외관적 차이 또한 크지 않았다. 하지만 처리 360, 480 min의 경우 각각 9.81%, 13.20%의 중량대비 수분손실이 있었으며, 외관적으로도 광택이 낮아지며, 시들해지는 등 상품적 가치가 떨어지는 모습을 나타내었다. 이에 과채류에 40℃에서 4시간 예열처리시 HSP의 축적이 가장 높다는 연구결과(2,31)를 바탕으로 수분손실 5% 미만이었던 60 min (HS 1), 120 min (HS 2), 240 min (HS 4)처리구와 지나친 열처리로 인한 차이를 확인하기 위해 수분손실 및 관능적 평가가 낮았던 480 min처리구 (HS 8)를 이용하여 실험을 진행하였다.



**Fig. 5-16. Protein band profiles of cut kimchi cabbages with pre-heat treatments.**

Marker; Molecular weight marker, Con; control, HS 1; pre-heat treatment for 1 hr at 40°C, HS 2; pre-heat treatment for 2 hr at 40°C, HS 4; pre-heat treatment for 4 hr at 40°C, HS 8; pre-heat treatment for 8 hr at 40°C.

**Table 5-30. Weight ratios of cut kimchi cabbages with pre-heat treatments**

Treat- ment <sup>1)</sup>	Con	HS 1	HS 2	HS 3	HS 4	HS 6	HS 8
weight ratio	100.00±0.00 <sup>2)a</sup>	97.99±0.01 <sup>b</sup>	95.25±0.01 <sup>c</sup>	95.15±0.01 <sup>d</sup>	95.01±0.01 <sup>e</sup>	90.19±0.03 <sup>f</sup>	86.80±0.06 <sup>g</sup>

<sup>1)</sup>Con; control, HS 1; pre-heat treatment for 1 hr at 40°C, HS 2; pre-heat treatment for 2 hr at 40°C, HS 3; pre-heat treatment for 3 hr at 40°C, HS 4; pre-heat treatment for 4 hr at 40°C, HS 6; pre-heat treatment for 6 hr at 40°C, HS 8; pre-heat treatment for 8 hr at 40°C.

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different (p<0.05).



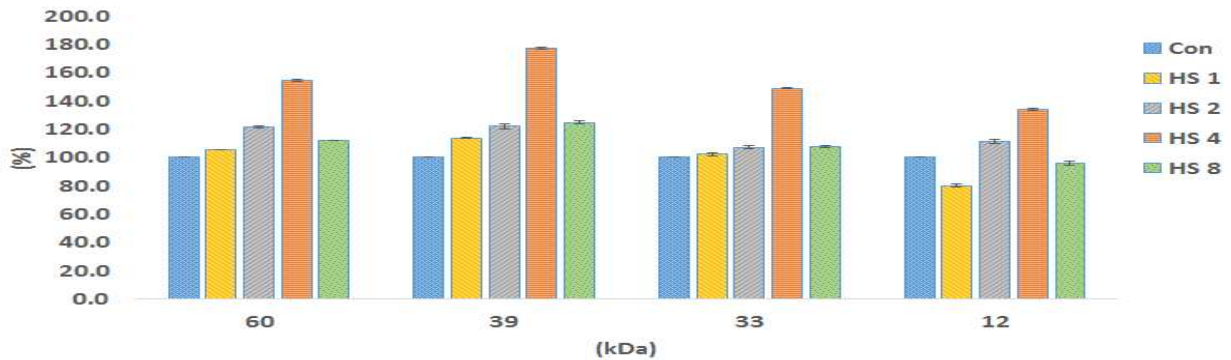


Fig. 5-17. Protein band ratio of cut kimchi cabbages with pre-heat treatments.

Con; control, HS 1; pre-heat treatment for 1 hr at 40°C, HS 2; pre-heat treatment for 2 hr at 40°C, HS 4; pre-heat treatment for 4 hr at 40°C, HS 8; pre-heat treatment for 8 hr at 40°C.

나. 예비가열처리에 의한 절단배추의 저장 중 품질 변화

(1) 중량감소율

예열처리에 따른 저장 중 절단배추의 중량감소율을 측정한 결과는 Table 5-31과 같다. 예열처리구는 저장 8주차에 이르기까지 99.71~99.73%로 각 처리구별로 유사한 중량감소율을 나타냈으며, 대조구 포함 모든 처리구에서 저장 8주차까지 평균 99.70%의 감소율로서 저장초기 대비 큰 차이를 나타내지 않았다. 중량감소는 주로 증산작용에 의한 것으로서 품질에 영향을 주는 것(32)으로 알려져 있다.

Table 5-31. Changes in weight ratio of cut kimchi cabbages with pre-heat treatments during 8 weeks storage at 5°C

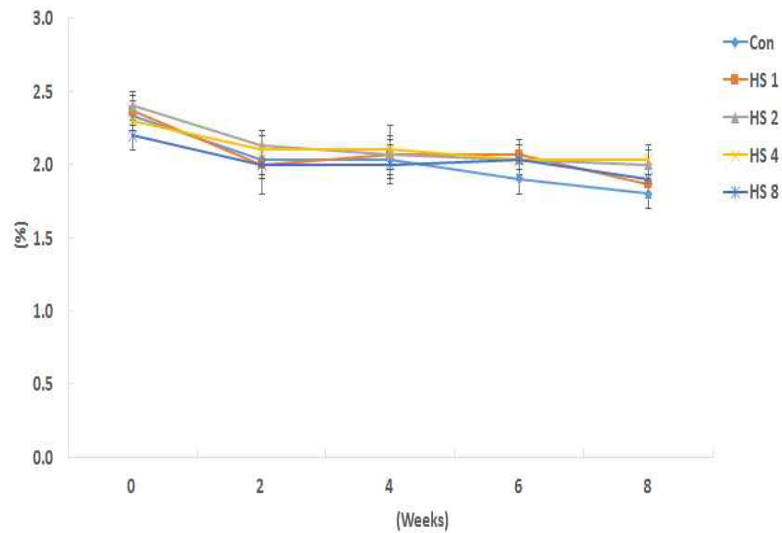
Treatment <sup>1)</sup>	Weeks				
	0	2	4	6	8
Con	100.00 ± 0.010 <sup>2)aA</sup>	99.85 ± 0.010 <sup>bC</sup>	99.78 ± 0.000 <sup>dD</sup>	99.72 ± 0.010 <sup>dD</sup>	99.62 ± 0.000 <sup>eC</sup>
HS 1	100.00 ± 0.000 <sup>aA</sup>	99.94 ± 0.010 <sup>bB</sup>	99.85 ± 0.010 <sup>eB</sup>	99.80 ± 0.010 <sup>dB</sup>	99.73 ± 0.010 <sup>eA</sup>
HS 2	100.00 ± 0.010 <sup>aA</sup>	99.94 ± 0.010 <sup>bAB</sup>	99.83 ± 0.010 <sup>cC</sup>	99.79 ± 0.010 <sup>dC</sup>	99.71 ± 0.000 <sup>eB</sup>
HS 4	100.00 ± 0.000 <sup>aA</sup>	99.95 ± 0.010 <sup>bA</sup>	99.87 ± 0.010 <sup>eA</sup>	99.82 ± 0.010 <sup>dA</sup>	99.73 ± 0.000 <sup>eA</sup>
HS 8	100.00 ± 0.020 <sup>aA</sup>	99.94 ± 0.000 <sup>bAB</sup>	99.84 ± 0.010 <sup>eB</sup>	99.80 ± 0.000 <sup>dB</sup>	99.71 ± 0.000 <sup>eB</sup>

<sup>1)</sup>Con; control, HS 1; pre-heat treatment for 1 hr at 40°C, HS 2; pre-heat treatment for 2 hr at 40°C, HS 4; pre-heat treatment for 4 hr at 40°C, HS 8; pre-heat treatment for 8 hr at 40°C.

<sup>2)</sup>ab Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different (p<0.05); ABC means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different (p<0.05).

(2) 가용성 고형분

가용성 고형분 함량 변화는 Fig. 5-18에 나타내었다. 저장초기 대비하여 저장 2주차까지 모든 처리구에서 감소폭을 나타냈으며, 이후 저장 8주차까지 대조구의 경우 저장 2주차의 2.0%에 비하여 약 0.2% 감소하였지만 예열처리구에서는 평균 0.1% 감소하였다. HS 4의 경우 저장 8주차에 2.0%로 가장 낮은 감소를 나타내었다. 저장기간 중 절단배추의 호흡 기질로 이용되어 소실되는 가용성 고형분(33)의 함량의 변화로 보아 예열처리가 대조구에 비하여 절단배추의 수확 후 호흡을 억제하였다는 것을 알 수 있다.



**Fig. 5-18. Changes in the soluble solid contents of cut kimchi cabbages with pre-heat treatments during 8 weeks storage at 5°C.**

Con(◆); control, HS 1(■); pre-heat treatment for 1 hr at 40°C, HS 2(▲); pre-heat treatment for 2 hr at 40°C, HS 4(×); pre-heat treatment for 4 hr at 40°C, HS 8(\*) ; pre-heat treatment for 8 hr at 40°C.

### (3) 적정산도

예열처리에 따른 저장 중 절단배추의 적정 산도의 변화는 Fig. 5-19에 나타내었다. 저장 초기에 비하여 예열처리구에서는 변화가 없거나 감소하였으며 HS 4가 가장 감소율이 적었다. 저장 기간 중 산도의 증가는 배추 중의 당 성분이 젖산 등의 유기산으로 발효되기 때문에 일어나는 것이다(34).

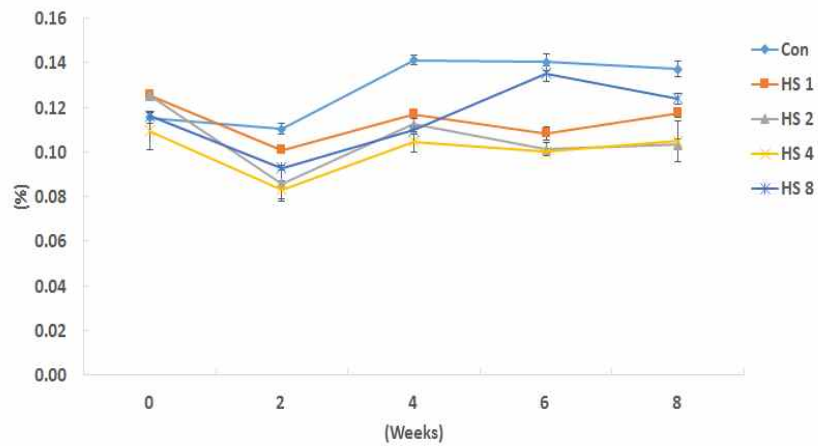
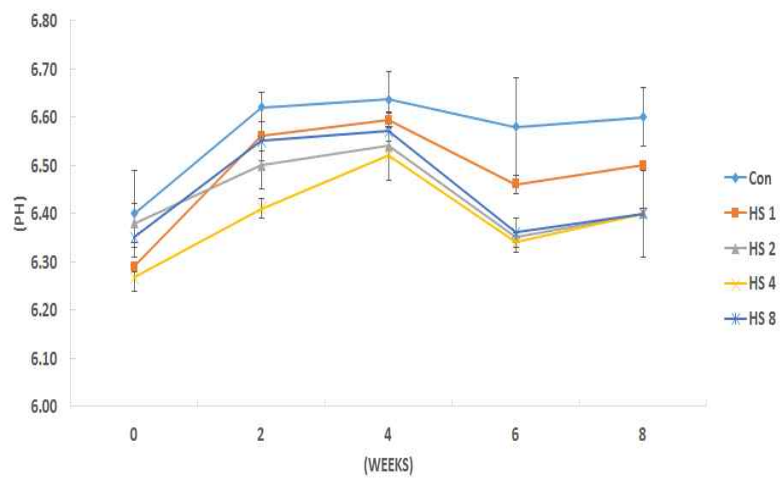


Fig. 5-19. Changes in the titratable acidities of cut kimchi cabbages with pre-heat treatments during 8 weeks storage at 5°C.

Con(◆); control, HS 1(■); pre-heat treatment for 1 hr at 40°C, HS 2(▲); pre-heat treatment for 2 hr at 40°C, HS 4(×); pre-heat treatment for 4 hr at 40°C, HS 8(\*); pre-heat treatment for 8 hr at 40°C.

#### (4) pH

예열처리에 따른 저장 중 절단배추의 pH 변화는 Fig. 5-20에 나타내었다. 대조구 포함 모든 처리구에서 상승폭을 나타냈으며, 예열처리구의 경우 저장 4주차까지 증가하는 경향을 나타낸 후, 감소하였다. 저장 8주차에는 대조구의 pH(6.60)가 가장 높았으며, 예열처리구는 HS 2, HS 4, HS 8 처리구가 유사한 값(6.40)을 나타냈으며, HS 1 처리구가 가장 높은 값(6.50)을 나타내었다. 저장초기와 비교하여 대조구와 HS 1 처리구가 0.2 상승으로 변화폭이 가장 컸다.



**Fig. 5-20. Changes in the pH of cut kimchi cabbages with pre-heat treatments during 8 weeks storage at 5°C.**

Con(◆); control, HS 1(■); pre-heat treatment for 1 hr at 40°C, HS 2(▲); pre-heat treatment for 2 hr at 40°C, HS 4(×); pre-heat treatment for 4 hr at 40°C, HS 8(\*); pre-heat treatment for 8 hr at 40°C.

(5) 색차

열처리에 따른 절단 배추의 저장 중 Hunter색차계를 이용한 색차와 갈변도 변화 결과는 Table 5-32와 같다. L값의 경우 대조구는 저장 초기 82.74에서 저장 8주차 80.30까지 수치가 낮아졌으며, 열처리구는 대조구에 비하여 L값의 감소폭이 낮았다. HS 4처리구는 저장 초기 81.36에서 8주차 82.01까지 저장기간 큰 변화 없이 유지되었다. 여기서 L값의 감소는 배추 절단면을 시작으로 갈변이 점차 진행되고 있다는 것을 의미한다(35,36). a(-)값의 경우 모든 처리구에서 값이 감소하였으나 유의적인 특성은 나타나지 않았다. yellow color의 변화를 나타내는 b(+ )값의 경우 모든 처리구에서 값이 상승하였다. 예열처리구의 경우 평균 0.77의 변화 폭을 나타냈으나, 대조구의 경우 저장 8주차 8.55로 가장 높은 값과 가장 높은 변화 폭(2.10)을 보였다. 갈변정도를 나타내는  $\Delta E$ 값은 HS 4처리구가 가장 변화 폭이 낮았으며(0.83), 대조구의 경우 높은 변화폭(-2.22)을 확인 할 수 있다.

**Table 5-32. Changes in Hunter color value of cut kimchi cabbages with pre-heat treatments during 8 weeks at 5°C.**

Storage period (weeks)	Treatment <sup>1)</sup>					
	Con	HS 1	HS 2	HS 4	HS 8	
L	0	82.74±1.90 <sup>2) aA</sup>	81.95±1.40 <sup>abB</sup>	82.31±1.11 <sup>abAB</sup>	81.36±1.72 <sup>bC</sup>	81.68±0.61 <sup>bAB</sup>
	2	82.20±0.67 <sup>bcAB</sup>	82.74±0.90 <sup>aA</sup>	82.72±0.69 <sup>aA</sup>	82.66±0.55 <sup>abA</sup>	82.01±0.96 <sup>cAB</sup>
	4	81.41±1.09 <sup>ab</sup>	82.08±1.71 <sup>aAB</sup>	81.93±1.52 <sup>abBC</sup>	82.16±0.36 <sup>aAB</sup>	82.26±1.10 <sup>aA</sup>
	6	80.51±0.65 <sup>bC</sup>	81.62±0.55 <sup>ab</sup>	81.44±0.91 <sup>aC</sup>	81.63±1.21 <sup>abC</sup>	81.52±1.03 <sup>ab</sup>
	8	80.30±1.55 <sup>cC</sup>	80.76±0.91 <sup>bcC</sup>	81.69±1.11 <sup>abC</sup>	82.01±0.96 <sup>aABC</sup>	81.38±0.81 <sup>abB</sup>
a	0	-1.52±0.36 <sup>bA</sup>	-2.09±0.13 <sup>cC</sup>	-1.62±0.46 <sup>bA</sup>	-1.12±0.14 <sup>aA</sup>	-1.58±0.24 <sup>bA</sup>
	2	-1.91±0.47 <sup>bB</sup>	-1.81±0.46 <sup>bB</sup>	-1.79±0.57 <sup>bAB</sup>	-1.32±0.50 <sup>aA</sup>	-1.75±0.31 <sup>bA</sup>
	4	-1.58±0.55 <sup>aA</sup>	-1.94±0.35 <sup>bBC</sup>	-2.06±0.42 <sup>bcBC</sup>	-1.41±0.27 <sup>aAB</sup>	-2.25±0.58 <sup>cB</sup>
	6	-2.21±0.07 <sup>bC</sup>	-1.62±0.07 <sup>aA</sup>	-1.97±0.52 <sup>bBC</sup>	-1.72±0.46 <sup>ab</sup>	-2.13±0.43 <sup>bB</sup>
	8	-2.15±0.43 <sup>aBC</sup>	-2.28±0.26 <sup>aD</sup>	-2.12±0.29 <sup>aC</sup>	-2.19±0.90 <sup>aC</sup>	-2.36±0.40 <sup>aB</sup>
b	0	6.45±1.25 <sup>cC</sup>	7.78±0.91 <sup>aA</sup>	6.79±1.37 <sup>bcB</sup>	5.38±0.61 <sup>dCD</sup>	7.23±0.98 <sup>abAB</sup>
	2	7.69±1.86 <sup>ab</sup>	7.47±2.16 <sup>aA</sup>	7.11±2.39 <sup>aAB</sup>	7.11±2.02 <sup>aAB</sup>	6.42±0.79 <sup>ab</sup>
	4	6.00±1.31 <sup>bC</sup>	7.33±1.37 <sup>aA</sup>	7.65±1.47 <sup>aAB</sup>	5.06±1.08 <sup>bd</sup>	7.43±2.09 <sup>aAB</sup>
	6	8.57±0.65 <sup>aA</sup>	6.26±0.28 <sup>bB</sup>	8.01±2.03 <sup>aA</sup>	6.28±1.56 <sup>bBC</sup>	6.63±1.74 <sup>abB</sup>
	8	8.55±1.35 <sup>aA</sup>	7.63±0.97 <sup>abA</sup>	7.35±1.14 <sup>bAB</sup>	7.41±1.98 <sup>bA</sup>	7.60±1.53 <sup>abA</sup>
ΔE	0	83.01±1.41 <sup>aA</sup>	82.34±0.18 <sup>abcAB</sup>	82.61±1.44 <sup>abAB</sup>	81.55±0.62 <sup>cC</sup>	82.01±1.01 <sup>bcAB</sup>
	2	82.58±1.92 <sup>abA</sup>	83.10±2.19 <sup>aA</sup>	83.05±2.45 <sup>aA</sup>	82.98±2.07 <sup>aA</sup>	82.28±0.83 <sup>bAB</sup>
	4	81.64±1.38 <sup>bB</sup>	82.43±1.41 <sup>abAB</sup>	82.31±1.53 <sup>abAB</sup>	82.33±1.11 <sup>abAB</sup>	82.62±2.17 <sup>aA</sup>
	6	80.99±0.40 <sup>bBC</sup>	81.87±0.29 <sup>aBC</sup>	81.86±2.09 <sup>ab</sup>	81.89±1.79 <sup>abC</sup>	81.82±1.60 <sup>ab</sup>
	8	80.79±1.40 <sup>cC</sup>	81.15±0.99 <sup>bcC</sup>	82.04±1.17 <sup>ab</sup>	82.38±2.20 <sup>aAB</sup>	81.76±1.58 <sup>abB</sup>

<sup>1)</sup>Con; control, HS 1; pre-heat treatment for 1 hr at 40°C, HS 2; pre-heat treatment for 2 hr at 40°C, HS 4; pre-heat treatment for 4 hr at 40°C, HS 8; pre-heat treatment for 8 hr at 40°C.

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different (p<0.05); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different (p<0.05).

(6) 갈변도


























절단배추는 특히 절단 부위에서부터 갈변이 시작되므로 색도 측정시의 오차를 줄이기 위하여 추출물의 흡광도로서 갈변도를 나타내었다. 예열처리 조건에 따른 갈변도 변화는 Table 5-33에 나타내었다. 모든 처리구에서 저장 2주차까지 유사한 수치를 보였지만, 이후 상승하기 시작하여, 저장 8주차 갈변도는 대조구가 저장 초기(0.036) 대비 저장 8주차(0.113)의 갈변도 상승폭(0.077)이 가장 컸으며 HS 4는 저장 초기(0.035) 대비 저장 8주차(0.093)에 상승폭이 0.058로 가장 낮았다(Con > HS 1 > HS 8 > HS 2 > HS 4). 이는 저장기간 중 외관의 변화를 나타낸 Fig. 5-21과 같은 결과를 나타내었다.

Table 5-33. Changes in browning index of cut kimchi cabbages with pre-heat treatments during 8 weeks storage at 5°C

Treatment <sup>1)</sup>	Weeks				
	0	2	4	6	8
Con	0.036±0.003 <sup>2)da</sup>	0.043±0.004 <sup>da</sup>	0.074±0.002 <sup>ca</sup>	0.095±0.001 <sup>ba</sup>	0.113±0.007 <sup>aa</sup>
HS 1	0.032±0.002 <sup>da</sup>	0.039±0.001 <sup>daB</sup>	0.068±0.001 <sup>ca</sup>	0.090±0.008 <sup>ba</sup>	0.109±0.011 <sup>aAB</sup>
HS 2	0.033±0.008 <sup>ca</sup>	0.031±0.001 <sup>cb</sup>	0.043±0.003 <sup>cb</sup>	0.063±0.002 <sup>bcB</sup>	0.095±0.014 <sup>ab</sup>
HS 4	0.035±0.007 <sup>cdA</sup>	0.032±0.010 <sup>db</sup>	0.046±0.006 <sup>bcB</sup>	0.057±0.002 <sup>bc</sup>	0.093±0.005 <sup>aB</sup>
HS 8	0.035±0.006 <sup>da</sup>	0.042±0.003 <sup>cdA</sup>	0.056±0.016 <sup>bcB</sup>	0.065±0.002 <sup>bb</sup>	0.105±0.003 <sup>aAB</sup>

<sup>1)</sup>Con; control, HS 1; pre-heat treatment for 1 hr at 40°C, HS 2; pre-heat treatment for 2 hr at 40°C, HS 4; pre-heat treatment for 4 hr at 40°C, HS 8; pre-heat treatment for 8 hr at 40°C.

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different (p<0.05); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different (p<0.05).

Weeks	Treatment <sup>1)</sup>				
	Con	HS 1	HS 2	HS 4	HS 8
0					
2					
4					
6					
8					

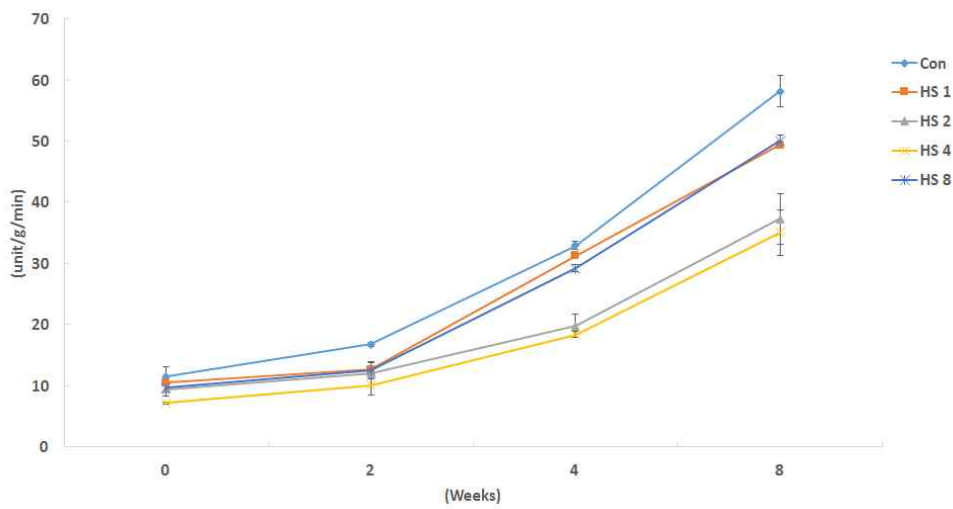
**Fig. 5-21. Photos of cut kimchi cabbages treated with pre-heat treatments during 8 weeks storage at 5°C.**

Con; control, HS 1; pre-heat treatment for 1 hr at 40°C, HS 2; pre-heat treatment for 2 hr at 40°C, HS 4; pre-heat treatment for 4 hr at 40°C, HS 8; pre-heat treatment for 8 hr at 40°C.



(7) Polyphenol oxidase (PPO)

절단배추의 저장 중 PPO의 활성 변화는 Fig. 5-22에 나타낸 것과 같다. 과채류의 PPO활성은 갈변정도를 판단하는 주요 지표 중 하나로서 널리 이용되고 있다. 저장기간 중 PPO활성은 모든 구에서 증가하였으며 전반적으로 예열처리구가 대조구에 비하여 낮았으며 그 중 4시간 예열처리구가 가장 낮았다(Con > HS 1 > HS 8 > HS 2 > HS 4).

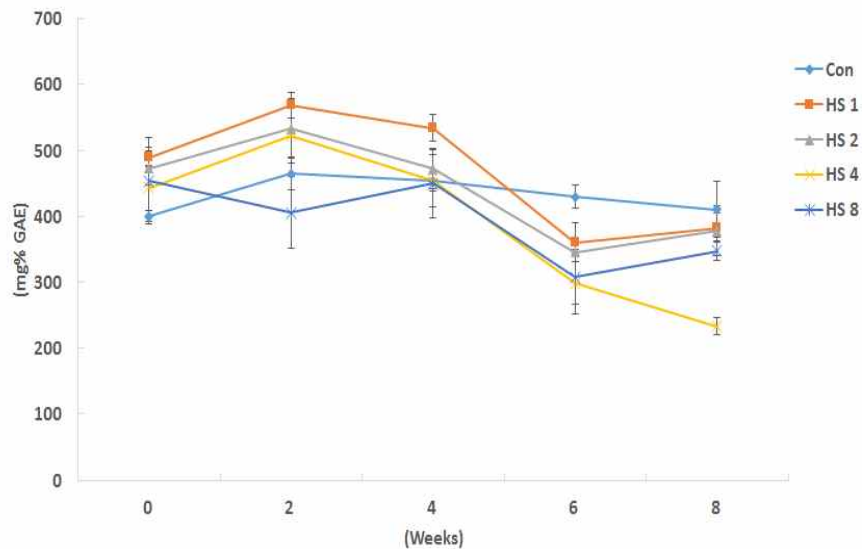


**Fig. 5-22. Changes in PPO activity of cut kimchi cabbages with pre-heat treatments during 8 weeks storage at 5°C.**

Con(◆); control, HS 1(■); pre-heat treatment for 1 hr at 40°C, HS 2(▲); pre-heat treatment for 2 hr at 40°C, HS 4(×); pre-heat treatment for 4 hr at 40°C, HS 8(\*); pre-heat treatment for 8 hr at 40°C.

(8) 총페놀성 화합물 함량

저장기간 중 총페놀성 화합물의 함량 변화를 Fig. 5-23에 나타내었다. 대조구의 총페놀성 화합물 함량은 저장 기간 중 거의 일정한 수준이었으나, 예열처리구의 함량은 저장 초기에 약간 증가하였으나 후기에는 감소하는 경향이였다. 이는 예열처리에 의하여 배추의 phenylpropanoid pathway가 활성화되어서 총페놀성 화합물이 증가한 것으로 여겨진다(37,38). Carla Alergria 등 (39)도 예열처리한 당근 저장 중 총페놀성 화합물의 함량이 초기에는 증가하지만 후기에 감소하였다고 보고한 바 있다. 과채류의 저장 중 갈변도는 PPO 활성화와 정의 상관성이 있으며, PPO 활성화는 총페놀 화합물의 함량과 부의 상관성을 보이는 것으로 보여진다(40).

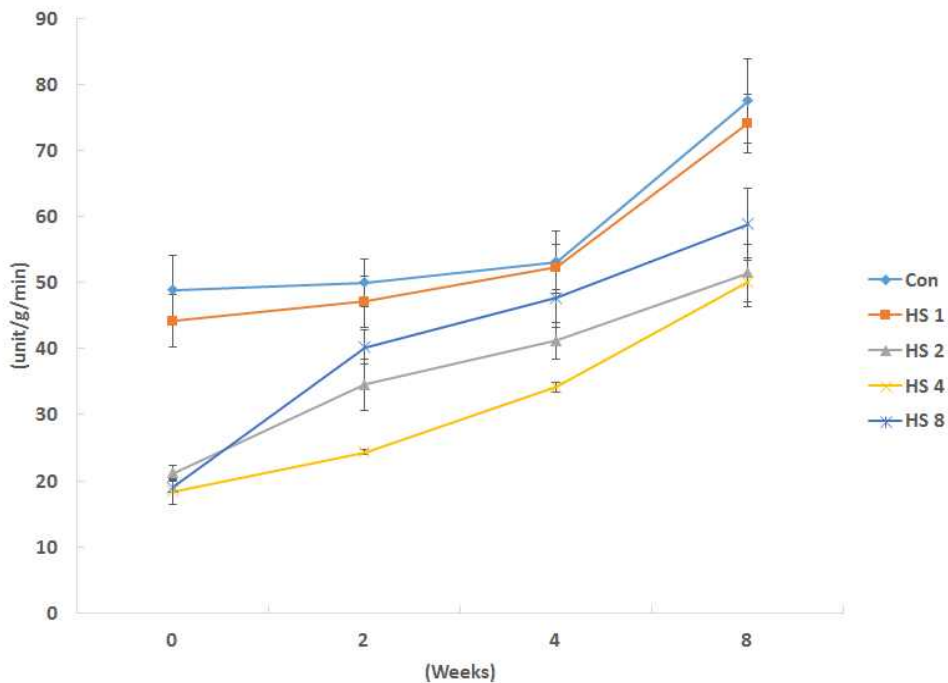


**Fig. 5-23. Changes in TPC of cut kimchi cabbages with pre-heat treatments during 8 weeks storage at 5°C.**

Con(◆); control, HS 1(■); pre-heat treatment for 1 hr at 40°C, HS 2 (▲); pre-heat treatment for 2 hr at 40°C, HS 4(×); pre-heat treatment for 4 hr at 40°C, HS 8(\*); pre-heat treatment for 8 hr at 40°C.

(9) Peroxidase (POD)

절단배추의 저장 중 POD의 활성 변화는 Fig. 5-24에 나타난 것과 같다. POD는 PPO와 마찬가지로 대표적인 갈변 관련 효소로 알려져 있으며, POD의 활성 또한 PPO의 활성과 유사한 결과를 나타내어(Con > HS 1 > HS 8 > HS 2 > HS 4), 갈변효소활성에 있어 PPO와 POD가 매우 유사한 경향으로 나타났으며, PPO와 유사하게 공통적으로 예열처리가 대조구보다 낮은 활성을 나타내는 것으로 보아 PPO와 POD 모두 같은 원인에 기인하여 저해된 것으로 생각된다.



**Fig. 5-24. Changes in POD activity of cut kimchi cabbages with pre-heat treatments during 8 weeks storage at 5°C.**

Con(◆); control, HS 1(■); pre-heat treatment for 1 hr at 40°C, HS 2(▲); pre-heat treatment for 2 hr at 40°C, HS 4(×); pre-heat treatment for 4 hr at 40°C, HS 8(\*); pre-heat treatment for 8 hr at 40°C.

(10) Phenylalanine ammonia-lyase (PAL)

절단배추의 저장 중 PAL 활성 변화는 Fig. 5-25에 나타난 것과 같다. PAL효소는 L-phenylalanine을 trans cinnamic acid로 전환시키는 효소로써 조직손상과 에틸렌노출, 곰팡이의 감염 및 온도환경 등의 여러 스트레스(19)에 의해 야기되며, 절단배추의 갈변기작의 전단계인 phenylpropanoid pathway의 첫 번째 대사경로에 관여하여(41), 기질뿐만 아니라 PPO나 POD와 같은 효소의 작용을 유발할 수 있는 원인 효소라 할 수 있다. PAL의 활성은 PPO 및 POD와 같이 저장기간 내내 활성경향이 유사한 것(Con > HS 1 > HS 8 > HS 2 > HS 4)으로 나타나, 신선편의 과채류의 shelf-life와 전반적인 시각적 품질 저하와의 상관관계를 나타내는 연구결과(42)와 유사한 결과를 나타낼 뿐만 아니라, 페놀성화합물 및 갈변에 영향을 미치는 세 효소(PPO, POD, PAL)는 매우 높은 연관성이 있음을 알 수 있다.

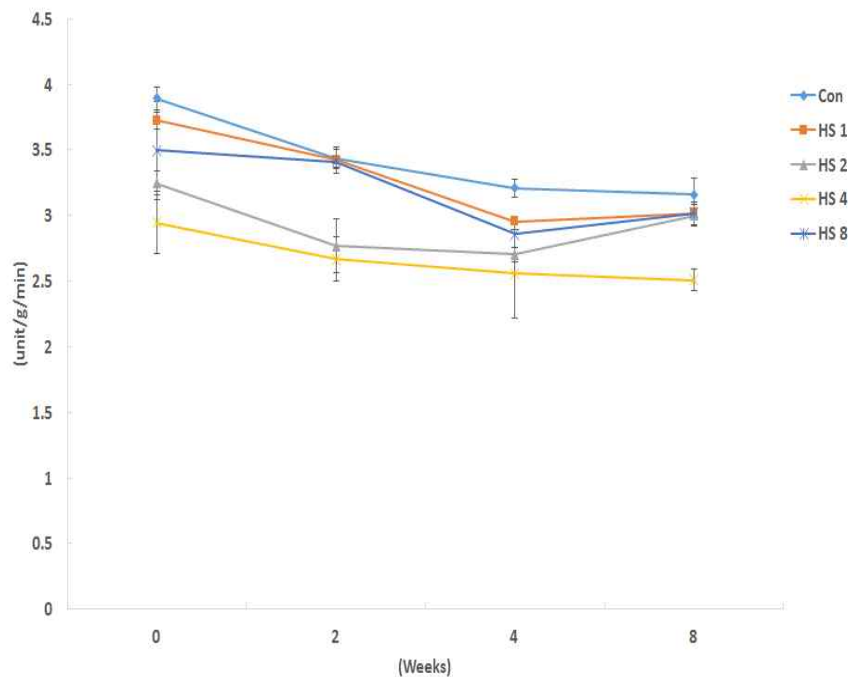
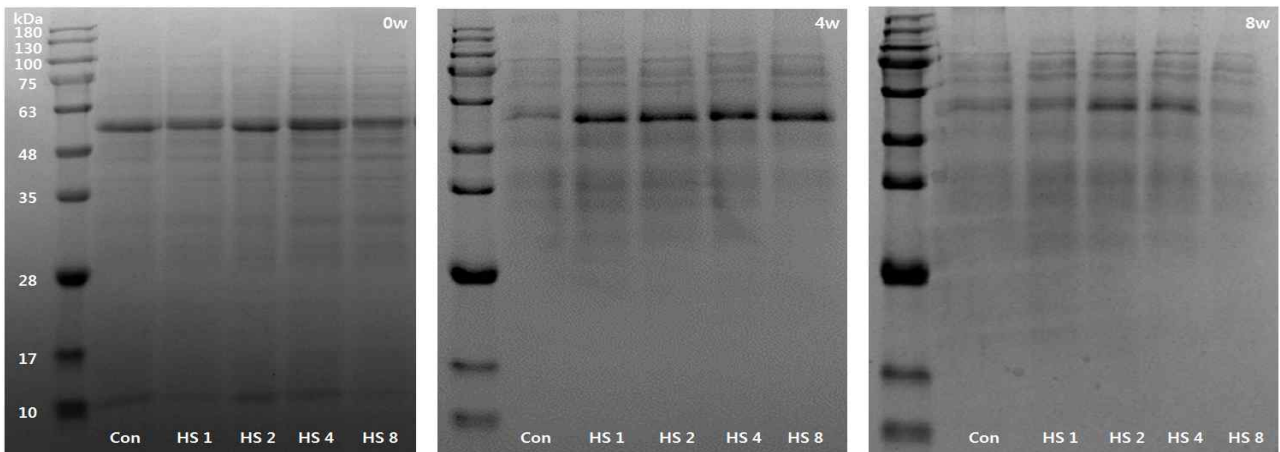


Fig. 5-25. Changes in PAL activity of cut kimchi cabbages with pre-heat treatments during 8 weeks storage at 5°C.

Con(◆); control, HS 1(■); pre-heat treatment for 1 hr at 40°C, HS 2(▲); pre-heat treatment for 2 hr at 40°C, HS 4(×); pre-heat treatment for 4 hr at 40°C, HS 8(\*); pre-heat treatment for 8 hr at 40°C.

(11) SDS-PAGE에 의한 단백질 분석

예열처리에 따른 저장기간 중 단백질 밴드의 변화는 Fig. 5-26과 Fig. 5-27에 나타난 것과 같다. 저장기간 동안 밴드의 발현이 강했던 60, 39, 33 kDa 밴드의 경우 Fig. 5-16의 예열처리시간에 따른 단백질 패턴과 유사한 발현을 나타냈으며(HS 4 > HS 2 > HS 8 > HS 1 > Con), 저장 4주차부터 저장기간 중 성분소실로 인하여 밴드 발현이 낮아져 39, 33kDa 밴드의 경우 대조구와 차이가 낮았다. 60kDa 밴드의 경우 저장 4주차에 대조구의 발현 정도가 가장 낮게 나타났으며, 예열처리구는 저장 초기와 유사한 발현 정도(HS 4 > HS 2 > HS 8 > HS 1 > Con)를 유지하였으며, 저분자량의 밴드의 경우 소실로 인하여 발현이 되지 않았음을 확인할 수 있었다. 저장 8주차에서는 HS 4, HS 2를 제외하고 발현정도의 차이가 낮았다. 이는 저장기간 중 품질특성과 protein band 발현이 높은 상관관계를 나타내는 것임을 말한다.



**Fig. 5-26. Protein band area of fresh-cut kimchi cabbages treated by Heat shock pre-treatments during storage for 8 weeks at 5°C.**

M; protein marker, Con; control, HS 1; pre-heat treatment for 1 hr at 40°C, HS 2; pre-heat treatment for 2 hr at 40°C, HS 4; pre-heat treatment for 4 hr at 40°C, HS 8; pre-heat treatment for 8 hr at 40°C.

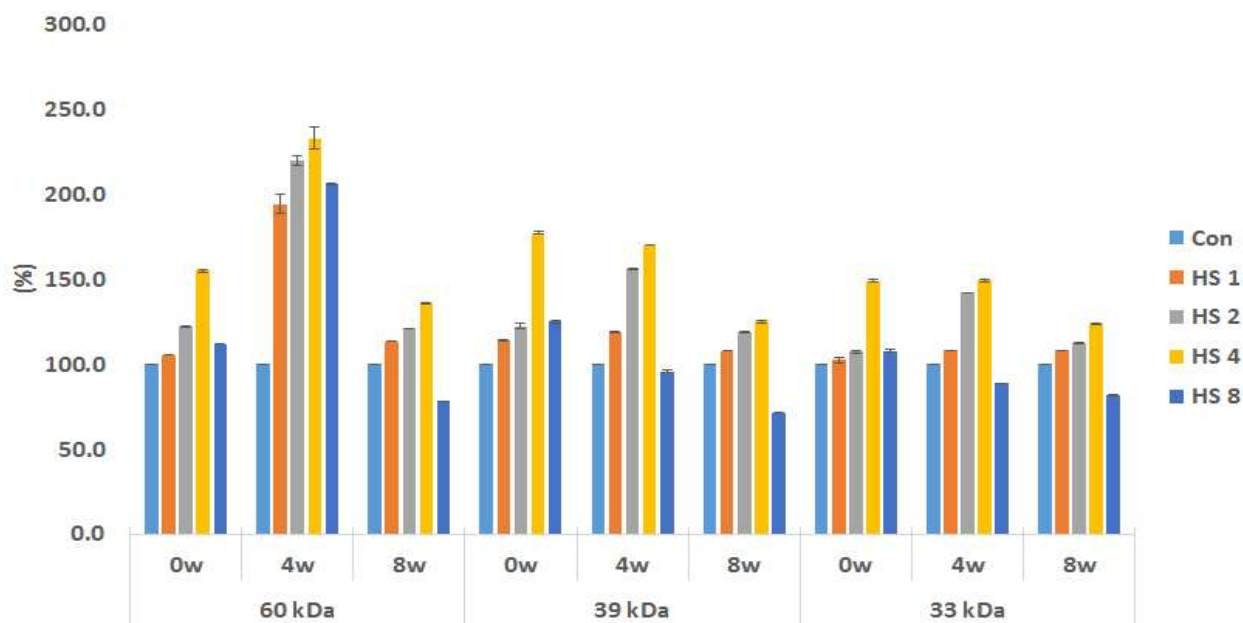


Fig. 5-27. Protein band area of cut kimchi cabbages with pre-heat treatments during 8 weeks storage at 5°C.

Con; control, HS 1; pre-heat treatment for 1 hr at 40°C, HS 2; pre-heat treatment for 2 hr at 40°C, HS 4; pre-heat treatment for 4 hr at 40°C, HS 8; pre-heat treatment for 8 hr at 40°C.

## (12) 관능평가

예열처리에 따른 저장 중 절단배추의 외관, 색, 향, 전반적 기호도에 대하여 10점 척도로 측정된 결과는 Table 5-34와 같다. 절단배추의 상품성은 향기와 같은 품미특성, 색, 갈변, 시각적 종합품질과 같은 외관 특성이 소비자의 선호도 및 구매결정인자로 작용하는데(43), 저장 2주차 이후 예열처리구가 대조구에 비하여 모든 항목에서 유의적으로 높은 점수를 얻었으며, 저장 후기로 갈수록 낮은 점수감소경향을 나타내었다. 외관의 경우 HS 4, HS 2처리구가 저장 초기 10.0에서 각각 7.8, 7.4로 대조구의 5.8보다 낮은 수치의 점수감소폭을 보였다. 색의 경우 저장 8주차에 HS 4(7.8), HS 2 처리구(7.4)가 Con(5.9)에 비하여 높은 점수를 얻었다. 향의 경우 저장 4주차부터 점수감소의 폭이 전체에서 급격히 감소하기 시작하여 저장 후기에는 모든 처리구에서 유사한 점수를 얻었다. 전반적 기호도는 HS 4 > HS 2 > HS 8 > HS 1 > Con의 순으로 예열처리구가 대조구에 비하여 전체적으로 높은 점수를 얻었으며, HS 4처리구의 점수가 모든 관능 검사항목에서 가장 높은 점수를 얻었다.

**Table 5-34. Changes in sensory evaluation of cut kimchi cabbages with pre-heat treatments during 8 weeks storage at 5°C**

Property <sup>1)</sup>		Weeks				
		0	2	4	6	8
Appearance	Con	10.0±0.0 <sup>2)aA</sup>	8.8±1.3 <sup>bC</sup>	6.5±1.2 <sup>cD</sup>	6.4±1.7 <sup>cC</sup>	5.8±1.3 <sup>cC</sup>
	HS 1	10.0±0.0 <sup>aA</sup>	9.1±0.6 <sup>aBC</sup>	7.1±1.4 <sup>bCD</sup>	6.6±1.3 <sup>bcC</sup>	6.0±0.9 <sup>cC</sup>
	HS 2	10.0±0.0 <sup>aA</sup>	9.8±0.5 <sup>aAB</sup>	8.5±0.8 <sup>bAB</sup>	8.5±0.8 <sup>bA</sup>	7.4±1.2 <sup>cAB</sup>
	HS 4	10.0±0.0 <sup>aA</sup>	10.0±0.0 <sup>aA</sup>	8.8±0.5 <sup>bA</sup>	8.1±0.8 <sup>cAB</sup>	7.8±0.9 <sup>cA</sup>
	HS 8	10.0±0.0 <sup>aA</sup>	9.6±0.7 <sup>aAB</sup>	7.6±0.9 <sup>bBC</sup>	7.3±0.7 <sup>bcBC</sup>	6.5±1.3 <sup>cBC</sup>
Color	Con	10.0±0.0 <sup>aA</sup>	8.8±1.3 <sup>aC</sup>	6.9±1.6 <sup>bB</sup>	6.3±1.5 <sup>bB</sup>	5.9±1.2 <sup>bB</sup>
	HS 1	10.0±0.0 <sup>aA</sup>	9.1±0.6 <sup>aBC</sup>	7.1±1.4 <sup>bB</sup>	6.8±1.3 <sup>bcB</sup>	6.0±1.1 <sup>cB</sup>
	HS 2	10.0±0.0 <sup>aA</sup>	9.4±0.5 <sup>aABC</sup>	8.4±0.9 <sup>bA</sup>	8.1±1.0 <sup>bcA</sup>	7.4±1.1 <sup>cA</sup>
	HS 4	10.0±0.0 <sup>aA</sup>	10.0±0.0 <sup>aA</sup>	8.9±0.6 <sup>bA</sup>	8.0±0.9 <sup>cA</sup>	7.8±0.9 <sup>cA</sup>
	HS 8	10.0±0.0 <sup>aA</sup>	9.8±0.7 <sup>aAB</sup>	7.8±1.0 <sup>bAB</sup>	7.0±0.8 <sup>bcAB</sup>	6.1±1.6 <sup>cB</sup>
Flavor	Con	10.0±0.0 <sup>aA</sup>	9.3±1.4 <sup>aA</sup>	7.3±1.7 <sup>bB</sup>	6.6±1.8 <sup>bB</sup>	4.6±1.4 <sup>cC</sup>
	HS 1	10.0±0.0 <sup>aA</sup>	9.8±0.5 <sup>aA</sup>	7.9±1.7 <sup>bAB</sup>	6.9±1.5 <sup>bAB</sup>	5.0±1.6 <sup>cBC</sup>
	HS 2	10.0±0.0 <sup>aA</sup>	9.8±0.7 <sup>aA</sup>	8.4±0.9 <sup>bAB</sup>	8.0±0.9 <sup>bA</sup>	6.0±0.8 <sup>cAB</sup>
	HS 4	10.0±0.0 <sup>aA</sup>	10.0±0.0 <sup>aA</sup>	9.0±0.9 <sup>bA</sup>	8.0±0.8 <sup>cA</sup>	6.5±0.5 <sup>dA</sup>
	HS 8	10.0±0.0 <sup>aA</sup>	9.8±0.7 <sup>aA</sup>	8.0±1.1 <sup>bAB</sup>	7.0±0.8 <sup>cAB</sup>	5.3±1.3 <sup>dABC</sup>
Overall	Con	10.0±0.0 <sup>aA</sup>	9.1±1.4 <sup>aB</sup>	6.9±1.4 <sup>bC</sup>	6.5±1.8 <sup>bB</sup>	5.5±1.5 <sup>bB</sup>
	HS 1	10.0±0.0 <sup>aA</sup>	9.4±0.5 <sup>aAB</sup>	7.3±1.6 <sup>bBC</sup>	6.9±1.5 <sup>bAB</sup>	5.5±1.3 <sup>cB</sup>
	HS 2	10.0±0.0 <sup>aA</sup>	9.8±0.5 <sup>aAB</sup>	8.4±0.9 <sup>bAB</sup>	8.1±1.0 <sup>bA</sup>	6.8±1.4 <sup>cAB</sup>
	HS 4	10.0±0.0 <sup>aA</sup>	10.0±0.0 <sup>aA</sup>	8.9±0.8 <sup>bA</sup>	8.1±0.8 <sup>cA</sup>	7.5±0.9 <sup>cA</sup>
	HS 8	10.0±0.0 <sup>aA</sup>	9.8±0.7 <sup>aAB</sup>	7.9±0.8 <sup>bABC</sup>	7.3±0.7 <sup>bAB</sup>	6.1±1.6 <sup>cAB</sup>

<sup>1)</sup>Con; control, HS 1; pre-heat treatment for 1 hr at 40°C, HS 2; pre-heat treatment for 2 hr at 40°C, HS 4; pre-heat treatment for 4 hr at 40°C, HS 8; pre-heat treatment for 8 hr at 40°C.

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different (p<0.05); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different (p<0.05).

## 2. 갈변방지제 첨가에 의한 절단배추 소포장 저장 실험

소포장 절단배추 저장 시 갈변방지제 처리에 따른 품질특성 변화(중량감소율, 가용성고형분, 적정산도, pH, 색차 및 갈변도)를 측정하였다.

칼슘은 과실이나 채소의 세포벽 구조를 유지하는데 결정적인 역할을 하며 연화를 억제하고 숙성을 지연시키는 역할을 하며, 세포벽 붕괴로 인한 연화를 억제시키는 효과가 있다(44). Kim(45) 등의 논문에 따르면 소포장 절단배추를 칼슘 침지 처리 하였을 때 칼슘, 유기산 처리 및 병용처리 시 무처리구에 비해 저장 기간 증대 및 선도유지가 가능하다는 연구결과가 있으며, 천연 소재인 달걀껍질을 이용하여 만든 Egg shell power (ESP)를 citric acid에 용해시켜 침지 하였을 때 대조구에 비해 중량감소율, 가용성 고형분, 적정산도, pH, 색차 및 갈변도가 대조구에 비해 변화가 적은 것으로 보아 citric acid 및 칼슘 병용처리 시 선도유지가 가능하다는 것을 확인하였다. 그러므로 ESP 회화 유무, 칼슘 첨가량에 따른 절단배추의 선도 유지 효과를 알아보기 위하여 실험을 진행하였다.

### 가. 중량감소율

갈변방지제를 활용하여 절단배추를 침지 처리한 처리구별 저장 중 중량감소율은 Table 5-35와 Fig. 5-28에 나타내었다. 중량감소율은 주차별로 6주까지 측정하였으며 처리구에 따른 유의적이 차이가 나타났다. 중량감소는 주로 증산작용에 의한 것으로서 품질에 영향을 주는 것(32)으로 알려진 것처럼 저장기간 동안 대조구의 이화학적 특징이 갈변방지제 처리에 비하여 낮은 결과와 일치하였다. 저장기간 3주까지 각 처리구의 중량감소율은 변화가 적었지만, 4주 이후부터 중량감소가 나타나기 시작하여 2% ESP-2 처리구의 중량감소율이 가장 높게 나타났으며, 1% ESP-1과 2% ESP-2의 중량감소율이 높게 나타났다. 그 외 처리구와 대조구의 중량감소율은 저장기간 동안 유의적인 차이 없이 감소하는 것으로 나타났다.



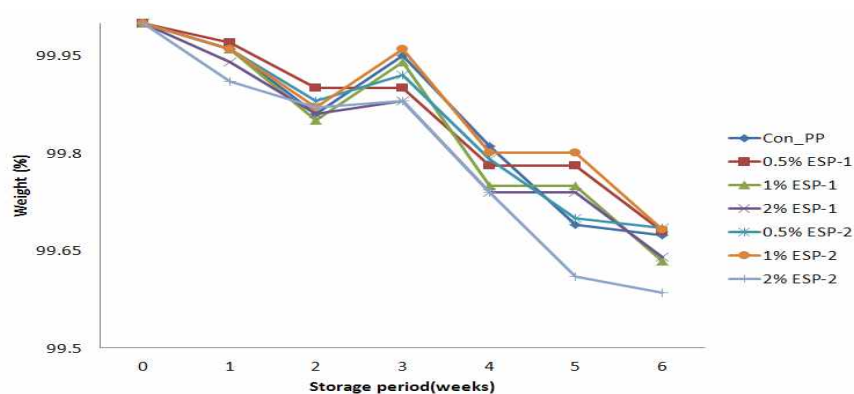


Fig. 5-28. Changes in weight ratios of cut kimchi cabbages with preservative dips during short-term storage at 5°C

Table 5-35. Changes in weight ratios of cut kimchi cabbages with preservative dips during short-term storage at 5°C

sample	Weeks						
	0	1	2	3	4	5	6
Con	100±0.00 <sup>2)aA</sup>	99.96±0.01 <sup>bA</sup>	99.86±0.03 <sup>cB</sup>	99.95±0.01 <sup>bAB</sup>	99.81±0.03 <sup>dA</sup>	99.69±0.02 <sup>eBC</sup>	99.67±0.01 <sup>eA</sup>
0.5% ESP-1 <sup>1)</sup>	100±0.01 <sup>aA</sup>	99.97±0.00 <sup>aA</sup>	99.9±0.02 <sup>bA</sup>	99.9±0.01 <sup>bDE</sup>	99.78±0.01 <sup>cB</sup>	99.78±0.01 <sup>cA</sup>	99.68±0.01 <sup>dA</sup>
1% EPS-1	100±0.01 <sup>aA</sup>	99.96±0.02 <sup>bA</sup>	99.85±0.01 <sup>cB</sup>	99.94±0.01 <sup>bB</sup>	99.75±0.01 <sup>dC</sup>	99.75±0.01 <sup>cC</sup>	99.63±0.01 <sup>fB</sup>
2% ESP-1	100±0.01 <sup>aA</sup>	99.94±0.01 <sup>bB</sup>	99.86±0.01 <sup>bA</sup>	99.88±0.01 <sup>bD</sup>	99.74±0.01 <sup>cC</sup>	99.74±0.01 <sup>dC</sup>	99.64±0.01 <sup>eB</sup>
0.5% ESP-2	100±0.01 <sup>aA</sup>	99.96±0.01 <sup>bA</sup>	99.88±0.01 <sup>dAB</sup>	99.92±0.01 <sup>cC</sup>	99.79±0.02 <sup>eAB</sup>	99.7±0.01 <sup>fB</sup>	99.68±0.01 <sup>fA</sup>
1% ESP-2	100±0.01 <sup>aA</sup>	99.96±0.01 <sup>bA</sup>	99.87±0.02 <sup>cAB</sup>	99.96±0.01 <sup>bA</sup>	99.8±0.01 <sup>dAB</sup>	99.8±0.01 <sup>eB</sup>	99.68±0.01 <sup>eA</sup>
2% ESP-2	100±0.01 <sup>aA</sup>	99.91±0.02 <sup>bB</sup>	99.87±0.01 <sup>cAB</sup>	99.88±0.01 <sup>cE</sup>	99.74±0.01 <sup>dC</sup>	99.61±0.01 <sup>eD</sup>	99.58±0.01 <sup>fC</sup>

<sup>1)</sup>ESP-1; more than 100 mesh, ESP-2; crude ash of egg shell powder

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each calcium solubilities are not significantly different ( $p<0.05$ ); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different ( $p<0.05$ ).

나. 가용성 고형분

갈변방지제를 침지 처리 후 절단배추의 저장 중 가용성 고형분 함량을 측정한 결과는 Table 5-36과 같다. 모든 처리구 및 대조구에서 저장기간이 지남에 따라 가용성 고형분 함량의 감소가 나타나며, 저장 기간 중 과채류의 호흡 기질로 이용되어 소실되는 가용성 고형분의 함량이 줄었다는 점으로 보아 호흡량이 증가함을 알 수 있다(46). 가용성 고형분의 6주차의 값이 초기값에서 얼마나 감소했는지를 나타낸 대조구의 가용성 고형분 함량의 경우 0.2 정도 감소하였으나, 2% ESP-1 처리구는 0.5% 감소, 2% ESP-2 처리구는 0.3 %감소를 나타내어 갈변방지제의 농도가 높은 처리서 가용성 고형분의 많은 감소를 나타내었다.

**Table 5-36. Changes in soluble solid of cut kimchi cabbages with preservative dips during short-term storage at 5°C**

Sample	Weeks						
	0	1	2	3	4	5	6
Con	1.87±0.06 <sup>2)abE</sup>	1.93±0.06 <sup>aAB</sup>	1.57±0.15 <sup>cdAB</sup>	1.4±0.20 <sup>dBC</sup>	1.7±0.10 <sup>abcB</sup>	1.17±0.15 <sup>eB</sup>	1.63±0.12 <sup>bcdB</sup>
0.5% ESP-1 <sup>1)</sup>	2.00±0.10 <sup>aD</sup>	2.07±0.06 <sup>aA</sup>	1.47±0.15 <sup>cdB</sup>	1.43±0.21 <sup>cdBC</sup>	1.67±0.31 <sup>bcB</sup>	1.33±0.12 <sup>dAB</sup>	1.87±0.12 <sup>abAB</sup>
1% EPS-1	2.2±0.00 <sup>aB</sup>	2.03±0.06 <sup>abA</sup>	1.97±0.23 <sup>abA</sup>	1.83±0.06 <sup>bA</sup>	2.03±0.15 <sup>abA</sup>	1.53±0.31 <sup>cA</sup>	1.97±0.06 <sup>abA</sup>
2% ESP-1	2.35±0.05 <sup>aA</sup>	1.83±0.15 <sup>bcB</sup>	1.93±0.31 <sup>bAB</sup>	1.57±0.15 <sup>cdABC</sup>	1.47±0.15 <sup>dB</sup>	1.33±0.06 <sup>dAB</sup>	1.83±0.15 <sup>bcAB</sup>
0.5% ESP-2	2.18±0.08 <sup>aBC</sup>	2.00±0.00 <sup>abA</sup>	1.73±0.38 <sup>bcAB</sup>	1.5±0.2 <sup>cABC</sup>	1.67±0.15 <sup>bcB</sup>	1.53±0.15 <sup>cA</sup>	1.93±0.12 <sup>abA</sup>
1% ESP-2	2.07±0.06 <sup>aCD</sup>	2.00±0 <sup>abA</sup>	1.9±0.1 <sup>abAB</sup>	1.27±0.12 <sup>dC</sup>	1.4±0.17 <sup>dB</sup>	1.63±0.06 <sup>cA</sup>	1.8.±0.20 <sup>bcAB</sup>
2% ESP-2	2.07±0.06 <sup>aCD</sup>	2.00±0.00 <sup>abA</sup>	1.83±0.25 <sup>abcAB</sup>	1.7±0.26 <sup>bcdAB</sup>	1.63±0.15 <sup>cdB</sup>	1.43±0.25 <sup>dAB</sup>	1.77±0.06 <sup>abcdAB</sup>

<sup>1)</sup>ESP-1; more than 100 mesh, ESP-2; crude ash of egg shell powder

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each calcium solubilities are not significantly different (p<0.05); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different (p<0.05).

다. 적정산도

갈변방지제를 침지 처리 후 저장기간에 따라 나타낸 절단배추의 적정산도를 측정한 결과는 Table 5-37에 나타내었다. 갈변방지제 처리에 따른 절단배추의 적정산도는 저장기간에 따라 큰 차이가 나타나지 않았으며, 2% ESP-2 처리구에서 초기 적정산도 값에 비해 저장기간이 6주가 되었을 때 0.05 증가하여 나타났다. 저장 기간 중 적정산도의 증가는 젖산균으로 인하여, 유기산이 생성되어 산도가 증가하게 되는 것으로서 이는 배추 내의 당분이 젖산 등의 유기산으로 발효되기 때문으로 보고 된 바 있다(34).

**Table 5-37. Changes in the titratable acidity of cut kimchi cabbages with preservative dips during short-term storage at 5°C**

Sample	Weeks						
	0	1	2	3	4	5	6
Con	0.13±0.01 <sup>2)bcB</sup>	0.14±0.01 <sup>abA</sup>	0.09±0.01 <sup>dA</sup>	0.11±0.01 <sup>cA</sup>	0.14±0.01 <sup>aA</sup>	0.09±0.00 <sup>dB</sup>	0.15±0.01 <sup>aA</sup>
0.5% ESP-1 <sup>1)</sup>	0.13±0.01 <sup>abB</sup>	0.13±0.01 <sup>abA</sup>	0.09±0.01 <sup>dA</sup>	0.11±0.01 <sup>bcA</sup>	0.11±0.01 <sup>bcBC</sup>	0.10±0.01 <sup>cdA</sup>	0.14±0.02 <sup>aABC</sup>
1% EPS-1	0.13±0.00 <sup>aAB</sup>	0.11±0.01 <sup>bcB</sup>	0.09±0.02 <sup>cA</sup>	0.11±0.00 <sup>bcA</sup>	0.12±0.02 <sup>abAB</sup>	0.11±0.01 <sup>abcA</sup>	0.12±0.01 <sup>abBCD</sup>
2% ESP-1	0.14±0.01 <sup>aA</sup>	0.11±0.01 <sup>bB</sup>	0.09±0.02 <sup>dAB</sup>	0.08±0.00 <sup>dB</sup>	0.10±0.01 <sup>bcdC</sup>	0.09±0.00 <sup>cdB</sup>	0.11±0.00 <sup>bcD</sup>
0.5% ESP-2	0.13±0.00 <sup>abAB</sup>	0.13±0.01 <sup>aA</sup>	0.08±0.01 <sup>eAB</sup>	0.12±0.01 <sup>bcA</sup>	0.11±0.01 <sup>dBC</sup>	0.11±0.01 <sup>cdA</sup>	0.12±0.01 <sup>abCD</sup>
1% ESP-2	0.12±0.01 <sup>abB</sup>	0.13±0.01 <sup>aA</sup>	0.08±0.01 <sup>a<sup>c</sup>B</sup>	0.09±0.02 <sup>cB</sup>	0.10±0.01 <sup>b<sup>bc</sup>C</sup>	0.11±0.01 <sup>bA</sup>	0.12±0.01 <sup>abD</sup>
2% ESP-2	0.10±0.01 <sup>cC</sup>	0.08±0.01 <sup>dC</sup>	0.06±0.01 <sup>eB</sup>	0.07±0.00 <sup>deB</sup>	0.12±0.01 <sup>b<sup>AB</sup>B</sup>	0.11±0.00 <sup>bcA</sup>	0.15±0.02 <sup>a<sup>AB</sup>B</sup>

<sup>1)</sup>ESP-1; more than 100 mesh, ESP-2; crude ash of egg shell powder

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each calcium solubilities are not significantly different ( $p<0.05$ ); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different ( $p<0.05$ ).

라. pH

갈변방지제를 침지 처리 후 저장기간에 따라 나타낸 절단배추의 pH를 측정한 결과는 Table 5-38에 나타내었다. 저장기간에 따른 pH의 변화는 대조구에서 가장 많이 증가하는 것으로 나타났으며, 0.5% ESP-1과 1% ESP-1, 0.5% ESP-2 및 1% ESP-2는 저장 6주차에서 초기 값보다 조금씩 증가하는 것으로 나타났다. 갈변방지제의 농도가 높은 2% ESP-1 과 2% ESP-2 의 pH 는 모두 감소하였으며, 특히 칼슘의 용해도가 가장 높은 갈변방지제 2% ESP-2의 경우 저장 기간 동안 1이 감소할 만큼 가장 큰 감소를 나타내었다.

**Table 5-38. Changes in pH of cut kimchi cabbages with preservative dips during short-term storage at 5°C**

Sample	Weeks						
	0	1	2	3	4	5	6
Con	5.82±0.02 <sup>2dG</sup>	6.21±0.04 <sup>cC</sup>	6.38±0.01 <sup>aBC</sup>	6.34±0.03 <sup>aC</sup>	6.35±0.06 <sup>aB</sup>	6.27±0.03 <sup>bCD</sup>	6.36±0.02 <sup>aAB</sup>
0.5% ESP-1 <sup>1)</sup>	6.11±0.01 <sup>dB</sup>	6.48±0.02 <sup>aB</sup>	6.35±0.03 <sup>bC</sup>	6.22±0.02 <sup>cC</sup>	6.25±0.07 <sup>cBC</sup>	6.25±0.08 <sup>cD</sup>	6.25±0.04 <sup>cCD</sup>
1% EPS-1	6.28±0.01 <sup>cdC</sup>	6.51±0.06 <sup>aB</sup>	6.47±0.07 <sup>abB</sup> <sub>c</sub>	6.46±0.06 <sup>abB</sup>	6.39±0.06 <sup>bcB</sup>	6.26±0.06 <sup>dCD</sup>	6.31±0.07 <sup>cdABC</sup>
2% ESP-1	6.38±0.01 <sup>abB</sup>	6.36±0.16 <sup>abBC</sup>	6.5±0.06 <sup>aB</sup>	6.31±0.04 <sup>bC</sup>	6.26±0.11 <sup>bBC</sup>	6.36±0.04 <sup>abB</sup> <sub>c</sub>	6.28±0.03 <sup>bBCD</sup>
0.5% ESP-2	6.02±0.02 <sup>cE</sup>	6.3±0.04 <sup>bBC</sup>	6.41±0.03 <sup>aBC</sup>	6.26±0.03 <sup>bC</sup>	6.26±0.12 <sup>bBC</sup>	6.2±0.08 <sup>bD</sup>	6.2±0.07 <sup>bDE</sup>
1% ESP-2	5.97±0.02 <sup>dF</sup>	6.26±0.00 <sup>bC</sup>	6.46±0.05 <sup>aBC</sup>	6.28±0.08 <sup>bC</sup>	6.17±0.07 <sup>cC</sup>	6.38±0.03 <sup>aB</sup>	6.15±0.04 <sup>cE</sup>
2% ESP-2	7.4±0.02 <sup>aA</sup>	7.21±0.24 <sup>aA</sup>	6.91±0.14 <sup>bAB</sup>	6.58±0.12 <sup>cdA</sup>	6.64±0.05 <sup>cA</sup>	6.69±0.05 <sup>cA</sup>	6.39±0.05 <sup>aDdA</sup>

<sup>1)</sup>ESP-1; more than 100 mesh, ESP-2; crude ash of egg shell powder

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each calcium solubilities are not significantly different ( $p<0.05$ ); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different ( $p<0.05$ ).

마. 색차

갈변방지제를 침지 처리 후 저장기간에 따라 나타낸 절단배추의 저장 중 배추의 색차 변화를 측정된 결과는 Table 5-39에 나타내었다. 배추는 갈변 시 황색화 되므로 백색도를 나타내는 L값이 중요하다. 저장기간에 따라 줄기부분의 L값은 유의적인 변화를 나타내지 않았으나, 갈변방지제 0.5% ESP-1을 처리한 구에서 초기 L값에 비하여 6주차에서 가장 많은 감소를 나타냈으나, 갈변방지제 1% ESP-1과 2% ESP-2를 처리한 구에서는 L값이 초기값에 비해 높게 나타났다. 갈변을 나타내는  $\Delta E$ 값은 L값과 유사한 결과를 나타내어 저장기간에 따라 a값과 b값보다 L값이 저장기간에 따라 갈변도에 더 많은 영향을 주는 것을 알 수 있다. 이는 L값의 감소는 과채류의 갈변이 점차 진행되고 있다는 것을 의미하므로 배추 저장의 중요한 판단 요소로 작용한다(36).

**Table 5-39. Changes in the Hunter color value of cut kimchi cabbage with preservative dips during short-term storage at 5°C**

Storage period (weeks)	Con	0.5% ESP-1 <sup>1)</sup>	1% ESP-1	2% ESP-1	0.5% ESP-2	1% ESP-2	2% ESP-2	
L	0	81.21±3.43 <sup>2)abA</sup>	80.81±1.96 <sup>abA</sup>	80.16±1.10 <sup>abcBC</sup>	79.77±2.14 <sup>bcA</sup>	80.79±1.18 <sup>abA</sup>	81.58±2.15 <sup>aA</sup>	79.25±2.06 <sup>cA</sup>
	1	78.1±2.73 <sup>aABC</sup>	76.54±3.62 <sup>abB</sup>	72.98±2.78 <sup>bd</sup>	79.93±2.92 <sup>aA</sup>	78.36±1.40 <sup>aABC</sup>	79.43±1.70 <sup>aAB</sup>	80.21±18.8 <sup>8aA</sup>
	2	77.21±2.6 <sup>abC</sup>	77.97±2.04 <sup>ab</sup>	79.82±3.08 <sup>abC</sup>	79.77±2.90 <sup>aA</sup>	80.03±7.34 <sup>aAB</sup>	80.03±7.34 <sup>aAB</sup>	77.84±1.88 <sup>aAB</sup>
	3	78.03±4.34 <sup>cABC</sup>	81.29±1.10 <sup>abA</sup>	82.1±2.40 <sup>aAB</sup>	75.74±2.84 <sup>dB</sup>	76.07±1.9 <sup>dCD</sup>	81.76±1.10 <sup>aA</sup>	79.96±3.26 <sup>bA</sup>
	4	74.95±3.32 <sup>bC</sup>	77.11±4.1 <sup>abA</sup>	79.22±5.87 <sup>aC</sup>	75.13±1.71 <sup>bB</sup>	78.06±3.66 <sup>abC</sup>	77.88±3.42 <sup>ab</sup>	79.29±1.53 <sup>aA</sup>
	5	67.15±11.08 <sup>cD</sup>	76.94±6.8 <sup>abA</sup>	73.73±6.05 <sup>bd</sup>	75.93±1.63 <sup>bB</sup>	75.2±4.53 <sup>bd</sup>	80.55±2.92 <sup>aA</sup>	73.79±5.49 <sup>bB</sup>
	6	80.33±2.41 <sup>bcAB</sup>	77.42±4.45 <sup>dA</sup>	83.33±2.31 <sup>aA</sup>	78.81±3.33 <sup>cdA</sup>	79.76±1.76 <sup>cAB</sup>	79.92±2.64 <sup>cAB</sup>	82.2±3.82 <sup>abA</sup>
a	0	-1.05±0.33 <sup>cD</sup>	-0.63±0.04 <sup>aBC</sup>	-0.72±0.15 <sup>abAB</sup>	-0.77±0.33 <sup>bB</sup>	-0.66±0.08 <sup>abAB</sup>	-0.66±0.07 <sup>abAB</sup>	-0.61±0.08 <sup>ab</sup>
	1	-0.72±0.27 <sup>abBC</sup>	-0.93±0.51 <sup>bDE</sup>	-2.91±0.93 <sup>dC</sup>	-0.45±0.15 <sup>aA</sup>	-1.34±0.4 <sup>C</sup>	-0.62±0.05 <sup>aA</sup>	-0.68±0.19 <sup>abBC</sup>
	2	-0.9±0.33 <sup>abC</sup>	-0.98±0.34 <sup>cdE</sup>	-0.91±0.18 <sup>bcB</sup>	-0.73±0.10 <sup>ab</sup>	-0.77±0.22 <sup>abB</sup>	-0.77±0.22 <sup>abBC</sup>	-0.92±0.25 <sup>bcD</sup>
	3	-0.8±0.16 <sup>abCD</sup>	-1.01±0.27 <sup>cE</sup>	-0.98±0.17 <sup>bcB</sup>	-0.83±0.47 <sup>abcB</sup>	-1.67±0.38 <sup>dD</sup>	-0.65±0.07 <sup>abAB</sup>	-0.83±0.17 <sup>abcCD</sup>
	4	0.3±1.03 <sup>aA</sup>	-0.38±0.48 <sup>abAB</sup>	-0.59±0.25 <sup>bcA</sup>	-1.24±0.4 <sup>eC</sup>	-0.68±0.16 <sup>bcAB</sup>	-0.84±0.29 <sup>cdC</sup>	-1.12±0.51 <sup>deE</sup>
	5	-0.43±0.26 <sup>bcB</sup>	-0.22±0.67 <sup>abA</sup>	-0.63±0.25 <sup>cA</sup>	-0.54±0.07 <sup>cA</sup>	-0.57±0.07 <sup>cA</sup>	-0.62±0.2 <sup>cA</sup>	-0.21±0.37 <sup>aA</sup>
	6	-0.92±0.13 <sup>cdCD</sup>	-0.72±0.22 <sup>abCD</sup>	-0.83±0.1b <sup>cAB</sup>	-0.78±0.23 <sup>abB</sup>	-0.71±0.15 <sup>abAB</sup>	-0.69±0.23 <sup>abAB</sup>	-0.99±0.17 <sup>dCD</sup>
b	0	7.32±0.98 <sup>bcA</sup>	5.28±0.24 <sup>ab</sup>	7.24±1.28 <sup>dCD</sup>	6.76±0.25 <sup>cdE</sup>	6.42±1.82 <sup>ab</sup>	5.78±1.00 <sup>cdCD</sup>	6.45±0.65 <sup>bc</sup>
	1	8.98±2.36 <sup>dD</sup>	6.9±2.43 <sup>C</sup>	12.82±3.28 <sup>bcB</sup>	6.24±0.63 <sup>abcDE</sup>	9.2±1.8 <sup>cC</sup>	5.9±0.54 <sup>abA</sup>	6.76±1.6 <sup>bcD</sup>
	2	6.2±1.28 <sup>deA</sup>	7.11±1.44 <sup>bA</sup>	8.41±2.35 <sup>dA</sup>	8.13±0.98 <sup>aA</sup>	6.67±0.83 <sup>cA</sup>	6.67±0.83 <sup>cd</sup>	5.66±1.06 <sup>cb</sup>
	3	6.74±0.61 <sup>dAB</sup>	7.28±1.41 <sup>deC</sup>	14.34±1.32 <sup>ba</sup>	7.55±0.67 <sup>cd</sup>	8.92±1.34 <sup>ab</sup>	5.47±0.36 <sup>dD</sup>	8.21±0.53 <sup>bc</sup>
	4	9.21±1.7 <sup>cdBC</sup>	8.09±0.81 <sup>ab</sup>	11.07±0.85 <sup>bcdBC</sup>	9.03±1.46 <sup>ab</sup>	7.42±0.9 <sup>bCD</sup>	7.26±0.65 <sup>bcBC</sup>	9.46±1.65 <sup>dE</sup>
	5	6.47±0.53 <sup>CD</sup>	7.96±0.96 <sup>cC</sup>	6.69±1.93 <sup>bcBC</sup>	6.18±0.28 <sup>f</sup>	6.97±0.69 <sup>dD</sup>	7.32±0.3 <sup>ab</sup>	7.95±0.88 <sup>bd</sup>
	6	7.96±0.89 <sup>dB</sup>	7.09±0.8 <sup>dC</sup>	10.09±0.84 <sup>dD</sup>	8.41±1.03 <sup>cC</sup>	6.06±0.77 <sup>bB</sup>	6.7±1.15 <sup>cA</sup>	11.96±0.93 <sup>aA</sup>
△E	0	81.55±3.44 <sup>aA</sup>	80.99±1.95 <sup>abcAB</sup>	80.49±1.14 <sup>bcA</sup>	80.06±2.14 <sup>abcC</sup>	81.07±1.23 <sup>cB</sup>	81.79±2.08 <sup>dC</sup>	79.52±2.03 <sup>abB</sup>
	1	78.66±2.61 <sup>aAB</sup>	76.89±3.58 <sup>bAB</sup>	74.25±2.22 <sup>ba</sup>	80.17±2.91 <sup>aAB</sup>	78.93±1.33 <sup>bAB</sup>	79.65±1.66 <sup>bAB</sup>	80.49±18.94 <sup>bc</sup>
	2	77.47±2.62 <sup>bABC</sup>	78.31±1.97 <sup>cb</sup>	80.29±3.28 <sup>ba</sup>	80.19±2.9 <sup>aA</sup>	80.31±7.36 <sup>ba</sup>	80.31±7.36 <sup>cb</sup>	78.05±77.92 <sup>aA</sup>
	3	78.32±4.34 <sup>abC</sup>	81.63±1.07 <sup>aA</sup>	83.35±2.4 <sup>aA</sup>	76.13±2.8 <sup>bd</sup>	76.61±2.00 <sup>bb</sup>	81.95±1.09 <sup>bb</sup>	80.39±3.21 <sup>a<sup>BC</sup></sup>
	4	75.54±3.13 <sup>aAB</sup>	77.54±4.05 <sup>abcAB</sup>	80±5.84 <sup>abA</sup>	75.7±1.62 <sup>cdD</sup>	78.42±3.65 <sup>bcA</sup>	78.23±3.38 <sup>dB</sup>	79.88±1.37 <sup>abB</sup>
	5	67.48±11.02 <sup>aA</sup>	77.36±6.74 <sup>abA</sup>	74.07±5.94 <sup>abA</sup>	76.19±1.62 <sup>aAB</sup>	75.53±4.46 <sup>ba</sup>	80.89±2.89 <sup>aA</sup>	74.22±5.45 <sup>abB</sup>
	6	80.73±2.45 <sup>aC</sup>	77.75±4.45 <sup>aA</sup>	83.95±2.32 <sup>ba</sup>	79.27±3.34 <sup>ab</sup>	79.99±1.77 <sup>aA</sup>	80.21±2.68 <sup>bb</sup>	83.08±3.71 <sup>aA</sup>

<sup>1)</sup>ESP-1; more than 100 mesh, ESP-2; crude ash of egg shell powder

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different (p<0.05); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different (p<0.05).

#### 바. 관능평가

갈변방지제를 침지 처리 후 저장기간에 따라 나타낸 절단배추의 저장 중 관능평가는 외관, 색도, 향의 항목을 5점 척도로 저장기간 0주차부터 6주차까지 매주 측정하여 Table 5-40에 나타내었으며, 저장 기간 동안의 절단배추의 기간에 따른 변화는 Fig. 5-29에 나타내었다. 갈변방지제를 처리한 구의 색도는 저장기간 3주차 이후 대조구보다 높은 점수를 나타내었다. 갈변방지제 ESP-2를 처리하는 농도가 증가함에 따라 외관과 색도, 향이 유의적으로 낮은 점수를 얻는 것을 확인할 수 있었다. 갈변방지제 처리 후 저장기간 2주차의 대조구 향이 낮은 점수를 나타내었으나, 저장기간 3주차부터 저장기간 6주차까지 2% ESP-2의 향 평가 점수가 가장 낮은 점수를 나타내었다. 0.5% ESP-1과 0.5% ESP-2는 향을 제외한 외관과 색도에서 대조구보다 높은 점수를 나타낸 것으로 보아 0.5%의 ESP-1, ESP-2가 외관과 색도의 유지에 효과가 있는 것을 확인할 수 있었다.

**Table 5-40. Changes in sensory evaluation of cut kimchi cabbage with preservative dips during storage at 5°C**

Property	Weeks							(point)
	0	1	2	3	4	5	6	
Appearance	Con	5.0±0.0 <sup>2)abA</sup>	4.5±0.5 <sup>aA</sup>	3.7±0.8 <sup>baB</sup>	2.7±0.5 <sup>cdC</sup>	3.0±0.6 <sup>caB</sup>	1.5±0.5 <sup>daB</sup>	1.2±0.4 <sup>dA</sup>
	0.5% ESP-1 <sup>1)</sup>	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	4.5±0.5 <sup>baA</sup>	4.0±0.6 <sup>ba</sup>	3.7±0.8 <sup>ba</sup>	2.7±0.8 <sup>aA</sup>	1.7±0.8 <sup>dA</sup>
	1% ESP-1	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	4.3±0.5 <sup>baB</sup>	3.5±0.5 <sup>caB</sup>	3.0±0.9 <sup>cdAB</sup>	2.3±0.5 <sup>dA</sup>	1.2±0.4 <sup>eA</sup>
	2% ESP-1	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	4.5±0.8 <sup>aA</sup>	3.3±0.5 <sup>baB</sup>	3.2±0.4 <sup>bcA</sup>	2.7±0.8 <sup>aA</sup>	1.3±0.5 <sup>dA</sup>
	0.5% ESP-2	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	4.3±0.5 <sup>aA</sup>	4.3±0.5 <sup>aA</sup>	3.0±0.6 <sup>bcC</sup>	2.8±0.8 <sup>baB</sup>	2.5±0.5 <sup>caA</sup>	1.7±0.8 <sup>aA</sup>
	1% ESP-2	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	4.7±0.5 <sup>baA</sup>	4.0±0.6 <sup>baB</sup>	3.0±0.6 <sup>cdC</sup>	3.0±0.6 <sup>caB</sup>	2.7±0.5 <sup>aA</sup>	1.5±0.5 <sup>dA</sup>
	2% ESP-2	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	4.7±0.5 <sup>aA</sup>	3.3±0.8 <sup>baB</sup>	2.7±1.5 <sup>c</sup>	2.0±0.6 <sup>b</sup>	1.3±0.5 <sup>cdB</sup>	1.0±0.0 <sup>dA</sup>
Color	Con	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	4.2±0.4 <sup>baB</sup>	3.8±0.4 <sup>baB</sup>	2.7±0.5 <sup>cdD</sup>	3.2±0.4 <sup>cdAB</sup>	1.7±0.5 <sup>cdC</sup>	1.3±0.5 <sup>dB</sup>
	0.5% ESP-1	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	4.5±0.5 <sup>aA</sup>	3.8±0.4 <sup>baA</sup>	3.7±0.5 <sup>baA</sup>	2.8±0.4 <sup>aA</sup>	1.5±0.5 <sup>daB</sup>
	1% ESP-1	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	3.8±0.4 <sup>baB</sup>	3.2±0.8 <sup>ABC</sup>	3.2±0.8 <sup>baB</sup>	2.3±0.8 <sup>caB</sup>	1.3±0.5 <sup>dB</sup>
	2% ESP-1	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	4.5±0.5 <sup>aA</sup>	3.5±0.5 <sup>baB</sup>	3.3±0.5 <sup>baB</sup>	2.5±0.8 <sup>caB</sup>	1.2±0.4 <sup>dB</sup>
	0.5% ESP-2	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	4.7±0.5 <sup>baAB</sup>	4.0±0.0 <sup>baB</sup>	3.3±0.8 <sup>caABC</sup>	2.7±0.5 <sup>cdB</sup>	2.3±0.8 <sup>daB</sup>	2.2±0.8 <sup>dA</sup>
	1% ESP-2	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	4.0±0.6 <sup>baB</sup>	2.8±0.4 <sup>cdD</sup>	2.8±0.4 <sup>caB</sup>	2.0±0.6 <sup>cdC</sup>	1.8±0.8 <sup>daB</sup>
	2% ESP-2	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	4.5±0.5 <sup>baAB</sup>	3.3±0.8 <sup>baB</sup>	2.0±0.6 <sup>d</sup>	1.7±0.5 <sup>cdC</sup>	1.2±0.4 <sup>cdC</sup>	1.2±0.4 <sup>dB</sup>
Flavor	Con	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	4.8±0.4 <sup>aA</sup>	3.8±0.4 <sup>baA</sup>	2.8±0.4 <sup>bcAB</sup>	3.2±0.4 <sup>cdAB</sup>	1.8±0.8 <sup>kaA</sup>	2.2±0.8 <sup>eA</sup>
	0.5% ESP-1	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	4.2±0.8 <sup>baA</sup>	3.7±0.5 <sup>baA</sup>	3.7±0.5 <sup>baA</sup>	2.5±0.8 <sup>aA</sup>	1.7±0.8 <sup>caB</sup>
	1% ESP-1	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	4.3±0.8 <sup>baA</sup>	3.5±0.8 <sup>bcAB</sup>	3.0±0.9 <sup>cdAB</sup>	2.2±0.8 <sup>dA</sup>	1.2±0.4 <sup>dB</sup>
	2% ESP-1	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	4.2±1.0 <sup>baA</sup>	3.7±1.0 <sup>baA</sup>	3.3±0.8 <sup>bcAB</sup>	2.5±1.0 <sup>dA</sup>	1.5±0.8 <sup>daB</sup>
	0.5% ESP-2	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	4.8±0.4 <sup>aA</sup>	3.8±1.2 <sup>baA</sup>	2.8±1.2 <sup>bcAB</sup>	2.5±0.8 <sup>cdC</sup>	2.0±0.9 <sup>aA</sup>	1.5±0.5 <sup>caB</sup>
	1% ESP-2	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	4.8±0.4 <sup>aA</sup>	3.5±1.0 <sup>baA</sup>	3.0±0.9 <sup>bcAB</sup>	2.3±0.5 <sup>cdC</sup>	1.7±0.5 <sup>kaA</sup>	1.2±0.4 <sup>dB</sup>
	2% ESP-2	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	4.8±0.4 <sup>aA</sup>	3.5±1.0 <sup>baA</sup>	2.3±1.0 <sup>b</sup>	1.5±0.5 <sup>cdC</sup>	1.2±0.4 <sup>dA</sup>	1.2±0.4 <sup>dB</sup>

<sup>1)</sup>ESP-1; more than 100 mesh, ESP-2; crude ash of egg shell powder

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different (p<0.05); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different (p<0.05).



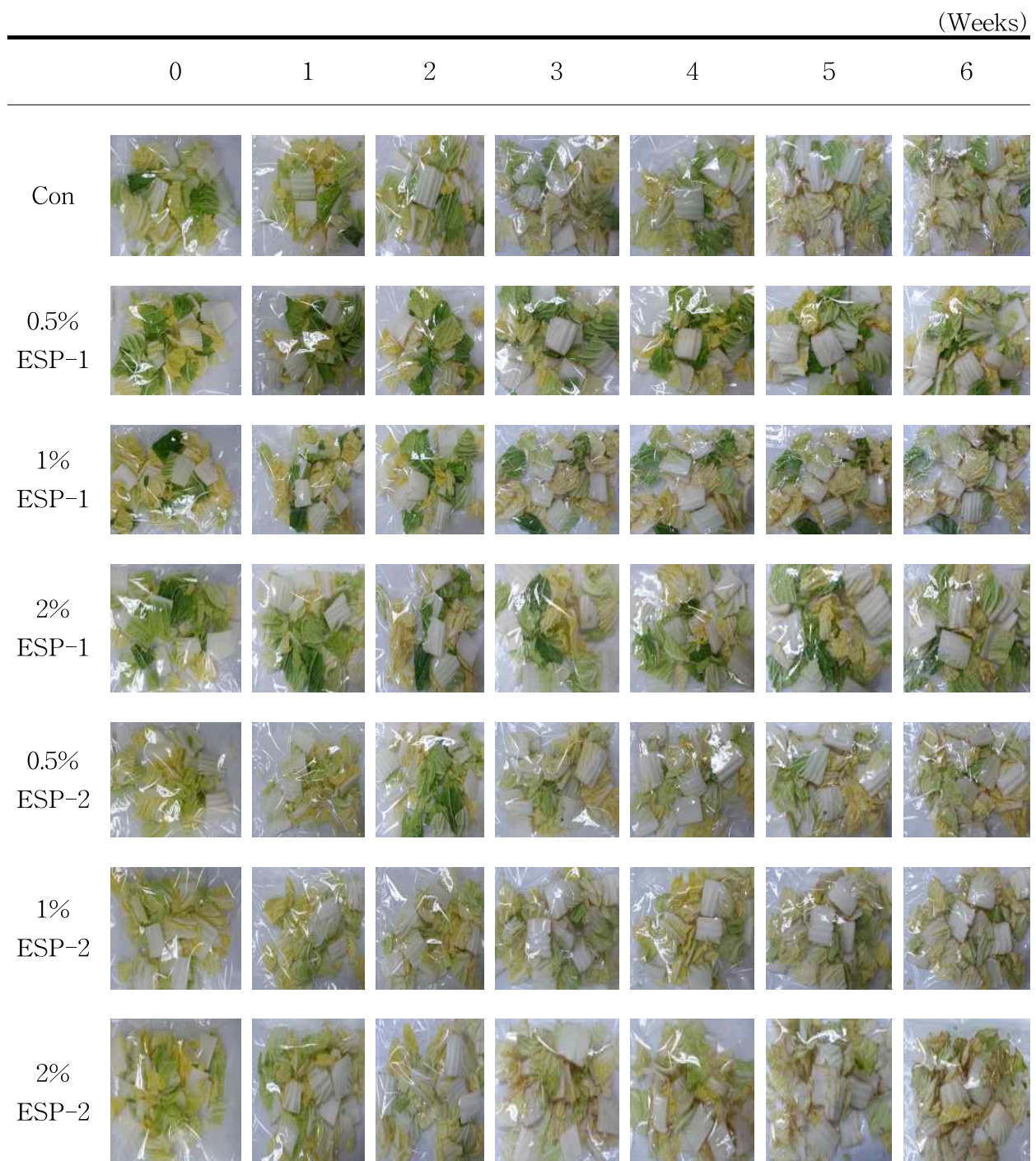


Fig. 5-29. Changes in color of cut kimchi cabbage with preservative dips during storage at 5°C

### 3. 절단배추의 필름 포장 저장 실험

#### 가. 중량감소율

저장 중 포장지에 따른 절단배추의 중량감소율을 측정 한 결과는 Table 5-41과 Fig. 5-30에 나타내었다. 중량감소율은 4주차에 걸쳐 주차별로 측정하였고, 측정기간 중 모든 처리구에서 1.0% 미만의 변화를 보였다. 저장 1주차까지는 대부분의 처리구가 99.93~99.97%의 비슷한 중량 감소 양상을 보였다가, 2~4 주 동안 중량 감소율은 점점 커졌으며, OPP-film으로 포장한 처리구가 99.7% 감소하였다. PP-film과 LDPE-film으로 포장한 군은 4주차 동안 99.80~99.82%로 비슷한 감소율을 보이며 감소하였다. 중량감소율은 OPP-film, LDPE-film, PP-film 순으로 나타났다. 이는 상추를 PP-film과 LDPE-film에 포장하여 중량감소를 보았을 때 PP-film이 더 낮은 중량감소를 보인 것과 유사하다(47). 중량감소는 주로 증산작용에 의한 것으로서 품질에 영향을 준다고 알려져 있다(32).

**Table 4-41. Changes in weight ratios of cut kimchi cabbage with a different kind of package during storage at 5°C**

Package <sup>1)</sup>	Weeks				
	0	1	2	3	4
OPP	100±0.01 <sup>2)aaA</sup>	99.93±0.01 <sup>bB</sup>	99.85±0.01 <sup>cC</sup>	99.82±0.00 <sup>dB</sup>	99.76±0.01 <sup>eC</sup>
PP	100±0.00 <sup>aaA</sup>	99.96±0.00 <sup>baA</sup>	99.90±0.01 <sup>cbB</sup>	99.89±0.01 <sup>caA</sup>	99.82±0.01 <sup>dB</sup>
LDPE	100±0.00 <sup>aaA</sup>	99.97±0.00 <sup>baA</sup>	99.92±0.02 <sup>caA</sup>	99.89±0.01 <sup>daA</sup>	99.80±0.01 <sup>eaA</sup>

<sup>1)</sup>OPP; oriented Polypropylene, PP; polypropylene, LDPE; low density polyethylene

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different (p<0.05); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different (p<0.05).

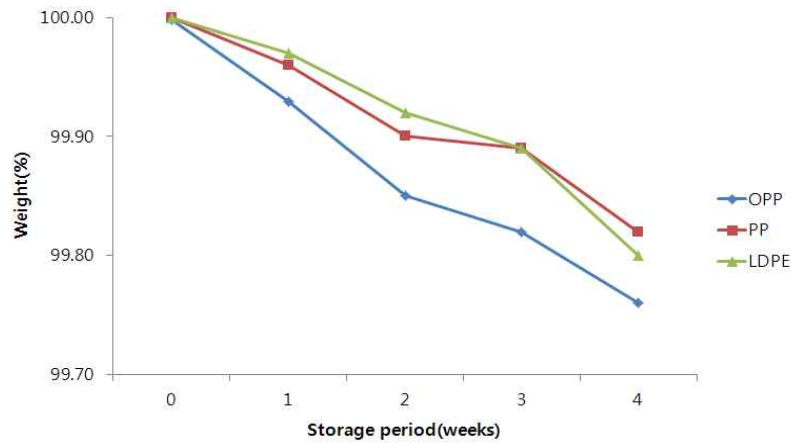


Fig. 5-30. Changes in weight ratios of cut kimchi cabbage with a different kind of package during storage at 5°C

나. 가용성 고형분

가용성 고형분의 함량은 저장기간 중 호흡 기질로 사용되어 소실된다고 한다(33). 저장 중 포장지에 따른 절단배추의 가용성 고형분 함량 변화를 측정된 결과는 다음 Table 5-42와 같다. 측정 결과 포장지에 따라 큰 차이는 없었으나, 모든 포장재질 처리구에서 감소함을 알 수 있었다. OPP-film 처리구는 0주차 대비 0.2 % 감소하였고, PP-film, LDPE-film 처리구는 0주차 대비 0.03 %로 유사한 감소를 보였다. 가용성 고형분의 변화는 PP-film과 LDPE-film으로 포장한 처리구가 가장 적은 변화를 나타냈다.

Table 5-42. Changes in soluble solid of cut kimchi cabbage with a different kind of package during storage at 5°C

Package <sup>2)</sup>	Weeks				
	0	1	2	3	4
OPP	1.8±0.2 <sup>1)aA</sup>	1.67±0.15 <sup>aAB</sup>	1.77±0.35 <sup>aB</sup>	1.83±0.12 <sup>aA</sup>	1.6±0.2 <sup>aA</sup>
PP	1.8±0.2 <sup>bA</sup>	1.47±0.12 <sup>bB</sup>	2.47±0.31 <sup>aA</sup>	1.7±0.26 <sup>bA</sup>	1.77±0.21 <sup>bA</sup>
LDPE	1.8±0.2 <sup>aA</sup>	1.87±0.12 <sup>aA</sup>	1.93±0.12 <sup>aAB</sup>	1.67±0.31 <sup>aA</sup>	1.77±0.25 <sup>aA</sup>

<sup>1)</sup>OPP : Oriented PolyPropylene, PP : PolyPropylene, LDPE : Low Density PolyEthylene

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different (p<0.05); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different (p<0.05)

다. 적정산도

저장 중 포장지에 따른 절단배추의 적정산도 변화는 Table 5-43에 나타내었다. 적정산도는 저장기간이 지남에 따라 유의적인 차이를 보이며 증가하는 것으로 나타났다. 저장 1주차까지는 비슷한 양상을 보이다가 PP-film과 LDPE-film이 높은 증가율을 보이고, OPP-film은 상대적으로 완만한 증가 양상을 보였다.

**Table 5-43. Changes in the titratable acidity of cut kimchi cabbage with a different kind of package during storage at 5°C**

Package <sup>1)</sup>	Weeks				
	0	1	2	3	4
OPP	0.08±0.03 <sup>2)cA</sup>	0.08±0.01 <sup>cA</sup>	0.08±0.01 <sup>cB</sup>	0.16±0.00 <sup>aA</sup>	0.12±0.00 <sup>bB</sup>
PP	0.08±0.03 <sup>cA</sup>	0.08±0.01 <sup>cA</sup>	0.10±0.00 <sup>bcA</sup>	0.16±0.02 <sup>aA</sup>	0.13±0.01 <sup>abB</sup>
LDPE	0.08±0.03 <sup>bA</sup>	0.08±0.01 <sup>bA</sup>	0.09±0.02 <sup>bAB</sup>	0.15±0.02 <sup>aA</sup>	0.15±0.01 <sup>aA</sup>

<sup>1)</sup>OPP; oriented Polypropylene, PP; polypropylene, LDPE; low density polyethylene

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different (p<0.05); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different (p<0.05).

라. pH

저장 중 포장지에 따른 절단배추의 pH 변화는 Table 5-44에 나타내었다. 배추의 pH 감소는 젖산균에 의해 배추 내의 당분이 젖산 등의 유기산의 발효에 의해 일어난다(45). 저장기간 동안 OPP-film이 PP-film과 LDPE-film에 비해 pH의 감소 및 변화율이 더 낮은 것으로 보아 OPP-film이 배추의 산화를 좀 더 지연시키는 것으로 나타났다.

Table 5-44. Changes in pH of cut kimchi cabbage with a different kind of package during storage at 5°C

Package <sup>1)</sup>	Weeks				
	0	1	2	3	4
OPP	6.00 ± 0.11 <sup>2)aa</sup>	5.82 ± 0.04 <sup>bB</sup>	5.82 ± 0.09 <sup>bB</sup>	5.96 ± 0.11 <sup>abA</sup>	6.05 ± 0.05 <sup>aB</sup>
PP	6.00 ± 0.11 <sup>bA</sup>	5.96 ± 0.06 <sup>bA</sup>	6.06 ± 0.02 <sup>bA</sup>	6.01 ± 0.05 <sup>bA</sup>	6.20 ± 0.02 <sup>aA</sup>
LDPE	6.00 ± 0.11 <sup>aA</sup>	5.91 ± 0.03 <sup>aA</sup>	6.01 ± 0.03 <sup>aA</sup>	5.95 ± 0.14 <sup>aA</sup>	6.07 ± 0.09 <sup>aB</sup>

<sup>1)</sup>OPP; oriented Polypropylene, PP; polypropylene, LDPE; low density polyethylene

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different ( $p < 0.05$ ); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different ( $p < 0.05$ ).

#### 마. 색차

소비자가 배추 등 채소류의 제품의 구매에 있어 외관상 신선도를 비교하여 소비하는 경향이 크다. 따라서 포장지에 따른 배추의 갈변도가 어떻게 달라지는가가 매우 중요하다(48). 저장 중 포장지에 따른 절단배추의 색차를 측정된 결과는 Table 5-45에 나타내었다. 포장지별 L값은 OPP 포장지의 경우 초기 값에 비해 4주차의 L값이 0.89 낮아졌으며, PP 포장지는 2.04, LDPE 포장지는 3.35가 증가하는 것으로 나타났다. 포장지별 a값은 모든 포장재질에서 증가하는 것으로 나타났으며 포장지별 저장 기간 동안 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 포장지별 b값은 OPP, PP 포장지는 저장 기간 동안 유의적으로 감소하는 것으로 나타났고 LDPE는 저장 기간 동안 유의적으로 증가하여 초기값에 비하여 0.8 증가하는 것으로 나타났다. 갈변도를 나타내는 ΔE값은 초기 값에 비해 4주차의 ΔE값은 OPP, PP 포장재질은 감소하였으며, LDPE 포장지는 증가한 값을 나타내었다. 포장지별로 투명도가 달랐는데 PP, OPP, LDPE 포장지 순으로 투명하였으며, PP의 두께가 얇아 포장지내의 배추의 외관이 신선하게 보이는 효과가 있었다.

**Table 5-45. Changes in the Hunter color value of cut kimchi cabbage with a different kind of package during storage at 5°C**

	Weeks	Treatment <sup>1)</sup>		
		OPP	PP	LDPE
L	0	80.17 ± 2.83 <sup>2)aA</sup>	78.19 ± 3.28 <sup>bC</sup>	80.65 ± 2.6 <sup>aB</sup>
	1	78.84 ± 2.62 <sup>cB</sup>	80.34 ± 0.68 <sup>bB</sup>	81.81 ± 1.88 <sup>aB</sup>
	2	79.67 ± 1.11 <sup>cAB</sup>	82.61 ± 1.19 <sup>bA</sup>	83.76 ± 1.81 <sup>aA</sup>
	3	78.64 ± 0.85 <sup>cB</sup>	83.06 ± 1.88 <sup>aA</sup>	81.4 ± 1.08 <sup>bB</sup>
	4	79.28 ± 1.2 <sup>bAB</sup>	76.15 ± 3.53 <sup>cD</sup>	84 ± 3.3 <sup>aA</sup>
a	0	-0.83 ± 0.2 <sup>aA</sup>	-0.75 ± 0.15 <sup>aBC</sup>	-0.8 ± 0.18 <sup>aB</sup>
	1	-0.85 ± 0.37 <sup>bA</sup>	-0.6 ± 0.08 <sup>aA</sup>	-1.01 ± 0.34 <sup>bC</sup>
	2	-0.71 ± 0.06 <sup>bA</sup>	-0.69 ± 0.08 <sup>abB</sup>	-0.66 ± 0.04 <sup>aA</sup>
	3	-1.14 ± 0.33 <sup>bB</sup>	-0.83 ± 0.11 <sup>aC</sup>	-1.05 ± 0.25 <sup>bC</sup>
	4	-0.88 ± 0.21 <sup>aA</sup>	-0.82 ± 0.12 <sup>aC</sup>	-0.87 ± 0.13 <sup>aB</sup>
b	0	5.71 ± 0.81 <sup>aB</sup>	5.8 ± 0.58 <sup>aAB</sup>	5.62 ± 0.71 <sup>aBC</sup>
	1	6.61 ± 0.58 <sup>aA</sup>	5.73 ± 0.65 <sup>cAB</sup>	6.2 ± 0.48 <sup>bB</sup>
	2	4.81 ± 0.39 <sup>cC</sup>	5.71 ± 0.44 <sup>aAB</sup>	5.31 ± 0.59 <sup>bC</sup>
	3	6.38 ± 1.34 <sup>aA</sup>	5.97 ± 0.41 <sup>aA</sup>	6.24 ± 1.02 <sup>aB</sup>
	4	5.55 ± 0.65 <sup>bB</sup>	5.42 ± 0.97 <sup>bB</sup>	7.78 ± 1.54 <sup>aA</sup>
△E	0	80.38 ± 2.83 <sup>aA</sup>	78.41 ± 3.28 <sup>bC</sup>	80.85 ± 2.59 <sup>aB</sup>
	1	79.12 ± 2.65 <sup>cAB</sup>	80.55 ± 0.69 <sup>bB</sup>	82.05 ± 1.85 <sup>aB</sup>
	2	79.82 ± 1.1 <sup>cAB</sup>	82.81 ± 1.18 <sup>bA</sup>	83.93 ± 1.77 <sup>aA</sup>
	3	78.92 ± 0.75 <sup>cB</sup>	83.28 ± 1.9 <sup>aA</sup>	81.65 ± 1.14 <sup>bB</sup>
	4	79.48 ± 1.21 <sup>bAB</sup>	76.35 ± 3.46 <sup>cD</sup>	84.37 ± 3.41 <sup>aA</sup>

<sup>1)</sup>OPP; oriented Polypropylene, PP; polypropylene, LDPE; low density polyethylene

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different (p<0.05); ABCmeans followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different (p<0.05).

바. 관능평가

포장지별 절단배추의 저장 중 관능평가는 외관, 색도, 향의 항목을 5점 척도로 저장기간 0주차부터 4주차까지 매주 측정한 결과를 Table 5-46에 나타내었으며, 포장지별 배추의 저장 기간 별 사진은 Fig. 5-31에 나타내었다. 포장지별 저장기간 동안 외관은 OPP, PP, LDPE 포장지별 유의적인 차이를 나타내지 않았으나, PP포장지의 두께가 얇고 투명도가 높아 포장지내의 절단 배추가 더욱더 선명하게 보이는 효과를 나타내었다. 색도는 저장기간 3주차부터 평가 점수가 낮아졌으나, 포장지별 차이는 나타나지 않았다. 향에 대한 기호도는 저장기간 3주차부터 4주차까지 점차적으로 낮은 점수를 나타내었으나, 포장지별 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

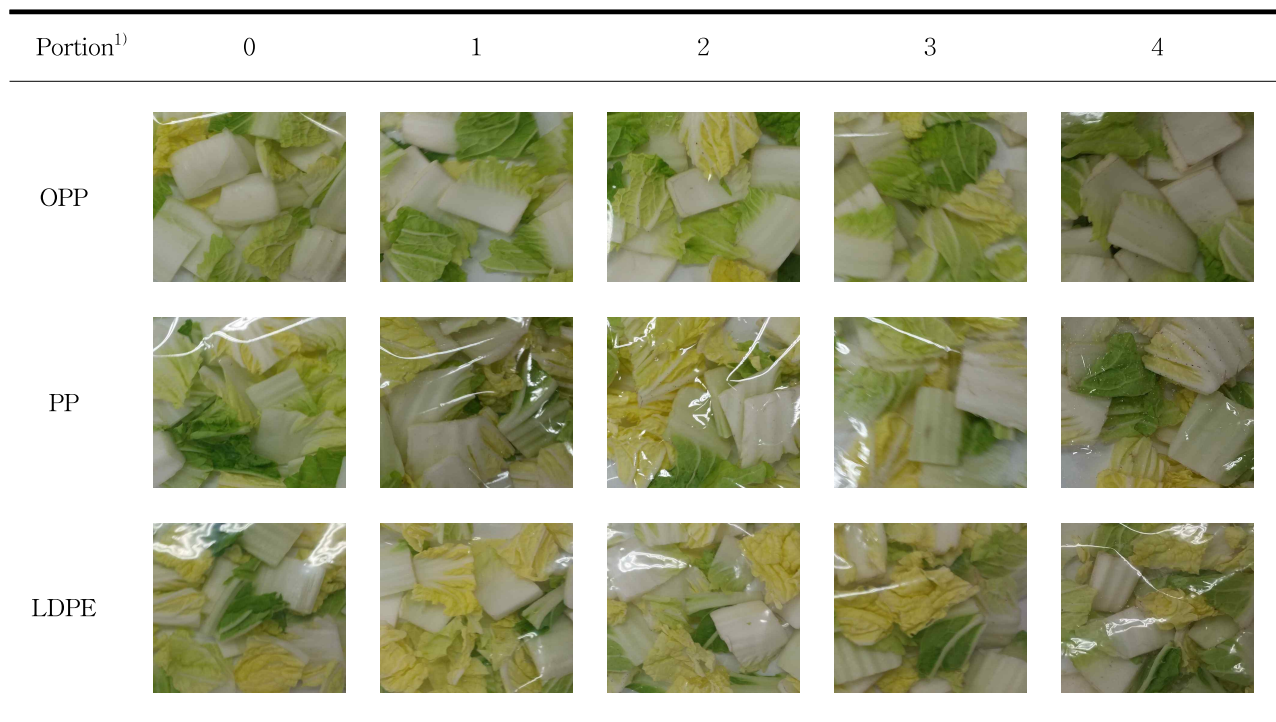
**Table 5-46. Changes in sensory evaluation of cut kimchi cabbage with a different kind of package during storage at 5°C**

Property <sup>1)</sup>		Weeks				
		0	1	2	3	4
appearance	OPP	5.0±0.0 <sup>2)aA</sup>	4.7±0.5 <sup>abA</sup>	4.3±0.5 <sup>bcAB</sup>	4.0±0.6 <sup>cA</sup>	2.3±0.5 <sup>dA</sup>
	PP	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	4.8±0.4 <sup>aA</sup>	4.0±0.0 <sup>bB</sup>	3.3±0.5 <sup>cA</sup>	2.8±0.8 <sup>cA</sup>
	LDPE	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	4.8±0.0 <sup>aA</sup>	4.7±0.5 <sup>aA</sup>	3.8±0.5 <sup>bA</sup>	3.0±0.9 <sup>cA</sup>
color	OPP	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	4.7±0.5 <sup>aA</sup>	4.7±0.5 <sup>aA</sup>	3.8±0.4 <sup>bA</sup>	3.0±0.9 <sup>cA</sup>
	PP	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	4.8±0.4 <sup>aA</sup>	4.0±0.0 <sup>bA</sup>	3.7±0.5 <sup>bcA</sup>	3.5±0.5 <sup>cA</sup>
	LDPE	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	4.5±0.8 <sup>abA</sup>	4.2±0.8 <sup>bA</sup>	3.8±0.4 <sup>bA</sup>
flavor	OPP	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	4.3±0.5 <sup>bA</sup>	3.7±0.5 <sup>cA</sup>	3.0±0.9 <sup>dA</sup>
	PP	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	4.8±0.4 <sup>abA</sup>	4.3±0.5 <sup>bA</sup>	3.7±0.5 <sup>cA</sup>	2.8±0.8 <sup>dA</sup>
	LDPE	5.0±0.0 <sup>aA</sup>	4.8±0.4 <sup>aA</sup>	4.2±0.4 <sup>bA</sup>	3.7±0.5 <sup>bA</sup>	3.0±0.9 <sup>cA</sup>

<sup>1)</sup>OPP; oriented Polypropylene, PP; polypropylene, LDPE; low density polyethylene

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different (p<0.05); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different (p<0.05).

(weeks)



**Fig. 5-31. Changes in color of cut kimchi cabbage with a different kind of package during storage at 5°C**

<sup>1)</sup>OPP; oriented Polypropylene, PP; polypropylene, LDPE; low density polyethylene



## 제 4 절 최소가공 배추의 냉동 저장기술 개발

### 1. 신선편이 배추의 냉동 저장 기술 개발

#### 가. 중량감소율

냉동처리 조건에 따른 절단배추의 해동 전, 후의 중량 감소는 %로 나타내었으며, 그 결과는 Table 5-47과 같다. 중량 감소는 저장 중 채소의 시듦 현상을 보여주는 것으로, 이는 수분 손실과 관련이 있으며, 중량의 보존은 외관 품질을 유지하는 중요한 사항이다(49,50). 저장기간이 지남에 따라 모든 처리구에서 해동 전, 후 중량 감소폭이 커졌다. CAS 냉동, 급속 냉동에 비해 완만 냉동이 해동 전 후 중량감소가 더 큰 것으로 나타났다. 저장 2개월까지는 냉장 해동(90.22~95.39%)이 유수 해동(75.09~82.62%)에 비해 월등하게 중량감소가 적었으며, 마이크로웨이브(70.10~79.50%) 해동이 중량감소가 가장 컸다. 저장 3개월에는 냉장 해동(72.82~89.58)과 유수 해동(70.06~84.31%)이 해동 전, 후 중량감소가 유사했으며, 마이크로웨이브(62.62~73.99%) 해동이 중량감소가 가장 큰 것으로 나타났다. 결과적으로 급속 냉동, 완만 냉동, CAS 냉동 모두 해동 시간이 길수록 해동 후 중량감소가 적은 것으로 나타났으며, 이는 양과 냉동 후 해동하였을 때 해동시간이 길수록 해동 감량이 줄어든다는 연구결과(51)와 딸기를 냉동하여 해동 하였을 때 냉동 온도가 낮을수록 해동 감량이 낮다는 연구결과와 일치하였다(52). 식품을 냉동 처리 시 생성되는 빙결정은 세포의 파괴, 가용성 물질의 용출, 세포 보수력 감소 등을 야기하여 해동 전 후 중량 차이가 나타나게 되며, 해동 전 후 중량 변화는 식품의 물성과 관능적 특성에 부정적인 영향을 미치므로 냉동식품의 품질 평가 지표로 사용된다(53,54).

**Table 5-47. Weight ratios of cut kimchi cabbage with different freeze-thawing conditions**

(%)

Freezing conditions <sup>1)</sup>	Thawing conditions <sup>2)</sup>	Months		
		1	2	3
DF	M	77.61±0.00 <sup>aI</sup>	70.10±0.01 <sup>cH</sup>	73.99±0.01 <sup>bD</sup>
	R	94.94±0.01 <sup>aC</sup>	92.52±0.00 <sup>bB</sup>	85.68±0.01 <sup>cB</sup>
	W	95.99±0.00 <sup>aB</sup>	82.62±0.01 <sup>cD</sup>	84.31±0.01 <sup>bC</sup>
RF	M	78.67±0.00 <sup>aG</sup>	69.17±0.00 <sup>bI</sup>	62.62±0.01 <sup>cI</sup>
	R	93.76±0.00 <sup>aD</sup>	90.22±0.00 <sup>aC</sup>	72.82±0.01 <sup>bE</sup>
	W	89.26±0.00 <sup>aE</sup>	75.09±0.00 <sup>bF</sup>	71.71±0.00 <sup>cF</sup>
CAS	M	78.41±0.01 <sup>aH</sup>	72.34±0.01 <sup>bG</sup>	65.66±0.00 <sup>cH</sup>
	R	96.18±0.06 <sup>aA</sup>	95.39±0.01 <sup>bA</sup>	89.58±0.01 <sup>cA</sup>
	W	86.87±0.01 <sup>aF</sup>	79.50±0.00 <sup>bE</sup>	70.06±0.01 <sup>cG</sup>

<sup>1)</sup>DF; deep freezer freezing, RF; refrigerator freezing, CAS; cell alive system

<sup>2)</sup>M; microwave thawing, R; refrigerator thawing, W; water thawing

<sup>3)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different (p<0.05); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different (p<0.05)

나. 가용성 고형분

냉동처리 및 해동조건에 따른 절단 배추의 가용성 고형분 함량 변화는 Table 5-48과 같다. CAS를 제외한 모든 처리구에서 증가하는 경향을 보였으며, 급속 냉동은 3달 저장기간 동안 가용성 고형분 함량이 0.5~0.9% 증가하는 것으로 나타났다. 완만 냉동은 저장기간 동안 0.7~1.1%증가하였으며 급속 냉동에 비해 가용성 고형분 함량 증가가 큰 것으로 나타났다. CAS 냉동은 저장기간이 지남에 따라 0.3~0.4% 감소하는 것으로 나타났으며 마이크로웨이브 해동에 비해 냉장해동과 우수해동에서 가용성 고형분 함량 변화가 적은 것으로 나타났다. 냉동채소의 해동 후 가용성 함량 증가는 생화학적 변화에 의해 세포 및 조직 파괴에 의해 촉진되어 단당류 성분이 증가하여 가용성 고형분 함량이 증가하거나, 드립에 의한 성분 유출로 인해 상대적으로 가용성 고형분 함량은 증가한다고 보고되고 있다(55).

**Table 5-48. Soluble solids of cut kimchi cabbages with different freeze-thawing conditions**

Freezing conditions <sup>1)</sup>	Thawing conditions <sup>2)</sup>	Months			
		0	1	2	3
DF	M	1.2±0.1 <sup>cB3)</sup>	1.6±0.2 <sup>bE</sup>	2.0±0.1 <sup>aC</sup>	1.7±0.1 <sup>bD</sup>
	R	1.2±0.1 <sup>cB</sup>	1.7±0.1 <sup>abCDE</sup>	1.6±0.2 <sup>bD</sup>	1.9±0.1 <sup>aCD</sup>
	W	1.2±0.1 <sup>cB</sup>	1.8±0.0 <sup>bCDE</sup>	1.8±0.1 <sup>bD</sup>	2.1±0.1 <sup>aBC</sup>
RF	M	1.2±0.1 <sup>bB</sup>	2.2±0.0 <sup>aA</sup>	2.3±0.1 <sup>aAB</sup>	2.3±0.2 <sup>aA</sup>
	R	1.2±0.1 <sup>cB</sup>	1.7±0.1 <sup>bDE</sup>	1.8±0.2 <sup>abD</sup>	1.9±0.1 <sup>aCD</sup>
	W	1.2±0.1 <sup>cB</sup>	1.7±0.3 <sup>bCDE</sup>	1.7±0.2 <sup>bD</sup>	2.1±0.2 <sup>aB</sup>
CAS	M	2.2±0.1 <sup>aA</sup>	2.0±0.1 <sup>bcAB</sup>	2.1±0.1 <sup>abBC</sup>	1.8±0.1 <sup>cD</sup>
	R	2.2±0.1 <sup>bA</sup>	1.9±0.0 <sup>cBCD</sup>	2.5±0.1 <sup>aA</sup>	1.9±0.1 <sup>cD</sup>
	W	2.2±0.1 <sup>aA</sup>	1.9±0.1 <sup>bBC</sup>	2.2±0.1 <sup>aBC</sup>	1.9±0.1 <sup>bCD</sup>

<sup>1)</sup>DF; deep freezer freezing, RF; refrigerator freezing, CAS; cell alive system

<sup>2)</sup>M; microwave thawing, R; refrigerator thawing, W; water thawing

<sup>3)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different (p<0.05); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different (p<0.05)

다. 적정산도

냉동처리 및 해동조건에 따른 절단 배추의 적정산도는 Table 5-49와 같다. 절단 배추의 초기 적정산도는 0.44~0.51%였으며, 저장기간이 지남에 따라 모든 냉동 및 해동조건에서 적정산도가 증가하는 경향을 보였다. 저장 2달차까지는 급속 냉동과 완만 냉동에 비해 CAS 냉동에서 적정산도 증가가 컸으며, 저장 3달차에는 완만 냉동에서 적정산도 증가가 가장 큰 것으로 나타났다( $p<0.05$ ). 해동 조건에 따른 적정산도 변화는 모든 냉동 조건에서 마이크로해동이 적정산도 증가가 가장 컸으며, 냉장 해동에서 적정 산도 증가가 가장 적은 것으로 나타났다. 저장 기간 중 산도의 증가는 배추 중의 당 성분이 젖산 등의 유기산으로 발효되기 때문에 일어나는 것이다(56).

Table 5-49. titratable acidities of cut kimchi cabbages with different freeze-thawing conditions

Freezing conditions <sup>1)</sup>	Thawing conditions <sup>2)</sup>	Months			
		0	1	2	3
DF	M	0.044±0.003 <sup>bB3)</sup>	0.046±0.003 <sup>bD</sup>	0.045±0.003 <sup>bC</sup>	0.056±0.008 <sup>aD</sup>
	R	0.044±0.003 <sup>aB</sup>	0.048±0.005 <sup>aBCD</sup>	0.044±0.003 <sup>aC</sup>	0.048±0.003 <sup>aD</sup>
	W	0.044±0.003 <sup>bB</sup>	0.046±0.004 <sup>bD</sup>	0.042±0.004 <sup>bC</sup>	0.066±0.002 <sup>aC</sup>
RF	M	0.044±0.003 <sup>bB</sup>	0.055±0.007 <sup>bAB</sup>	0.056±0.009 <sup>bB</sup>	0.090±0.007 <sup>aA</sup>
	R	0.044±0.003 <sup>bcB</sup>	0.0470±0.003 <sup>bCD</sup>	0.040±0.002 <sup>cC</sup>	0.068±0.001 <sup>aC</sup>
	W	0.044±0.003 <sup>cB</sup>	0.054±0.002 <sup>bABC</sup>	0.040±0.003 <sup>cC</sup>	0.077±0.007 <sup>aB</sup>
CAS	M	0.051±0.003 <sup>bA</sup>	0.056±0.003 <sup>bA</sup>	0.072±0.008 <sup>aA</sup>	0.067±0.002 <sup>aC</sup>
	R	0.051±0.003 <sup>bA</sup>	0.051±0.003 <sup>bABCD</sup>	0.061±0.006 <sup>aB</sup>	0.052±0.000 <sup>bD</sup>
	W	0.051±0.003 <sup>bA</sup>	0.048±0.002 <sup>bBCD</sup>	0.060±0.006 <sup>aB</sup>	0.052±0.002 <sup>bD</sup>

<sup>1)</sup>DF; deep freezer freezing, RF; refrigerator freezing, CAS; cell alive system

<sup>2)</sup>M; microwave thawing, R; refrigerator thawing, W; water thawing

<sup>3)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different ( $p<0.05$ ); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different ( $p<0.05$ )

라. pH

냉동처리 및 해동조건에 따른 절단 배추의 pH 변화는 Table 5-50과 같다. 절단 배추의 초기 pH는 6.0~6.2으로, 저장 1달차에는 급속 냉동이 6.7로 해동 방법에 따라 차이가 나타나지 않았 으며, 완만 냉동은 6.3~6.6 범위로 소폭 증가하는 경향을 보였으며, CAS 냉동은 해동 방법에 모든 해동조건에서 pH 변화가 나타나지 않았다. 저장 2달차에 급속 냉동은 6.2~6.7, 완만 냉동 은 6.2~6.5, CAS 냉동은 6.0~6.3 범위로 나타났으며, 저장 3달차에는 급속 냉동이 6.2~6.6, 완 만 냉동이 6.2~6.4, CAS 냉동이 6.1~6.3 범위로 나타났다. 결과적으로 냉동 및 해동방법에 따 른 pH는 저장기간 중 모든 냉동 및 해동 방법에서 유의적으로 소폭 증가하는 경향을 보였으 며, 이는 냉동양파를 해동 후 냉동 조건에 따른 pH가 소폭 증가하였으나 차이가 미비하였다는 연구결과와 유사하였다(51).

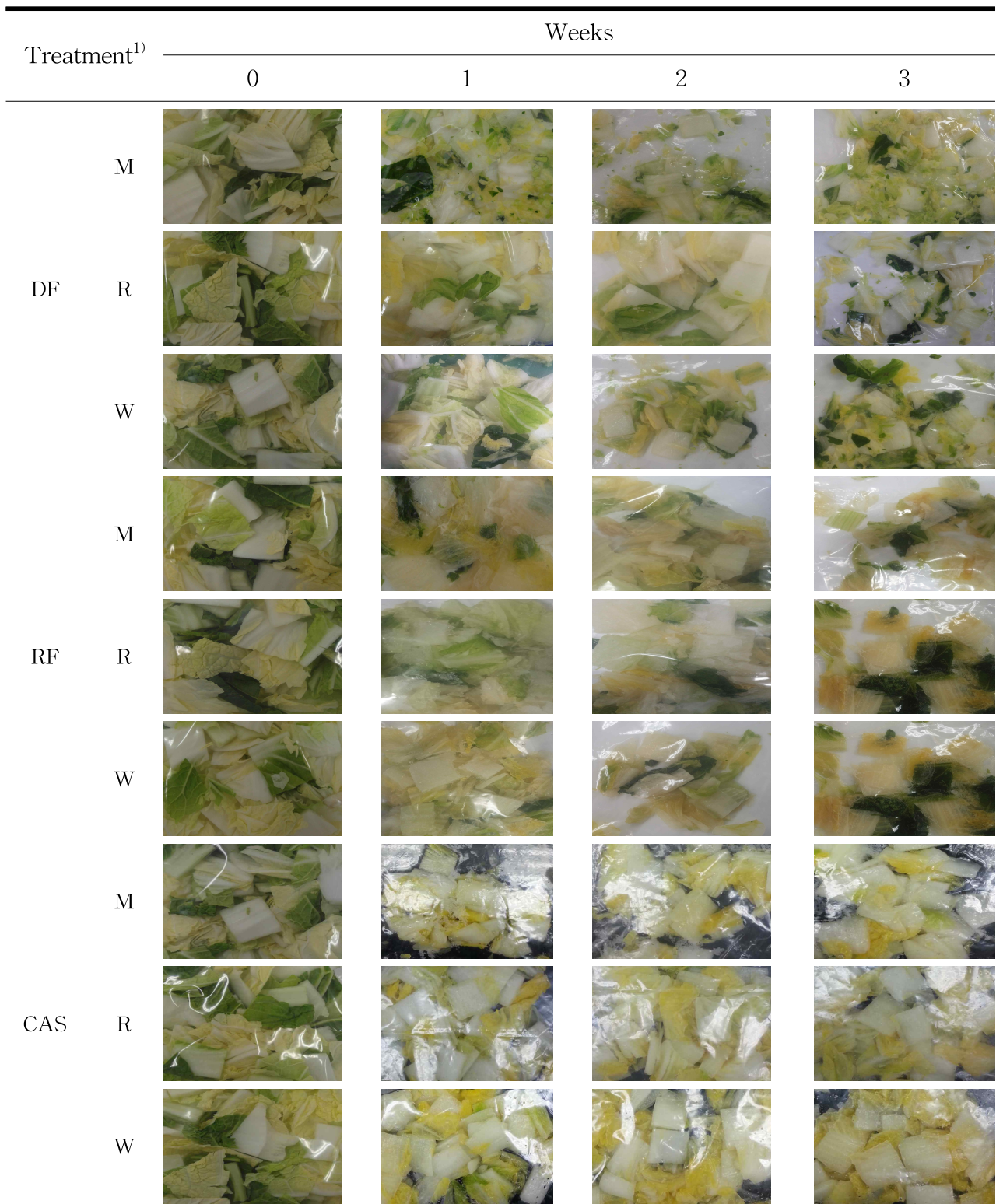
**Table 5-50. pH values of cut kimchi cabbages with different freeze-thawing conditions**

Freezing conditions <sup>1)</sup>	Thawing conditions <sup>2)</sup>	Months			
		0	1	2	3
DF	M	6.0±0.1 <sup>cB3)</sup>	6.7±0.0 <sup>aA</sup>	6.2±0.0 <sup>bF</sup>	6.2±0.1 <sup>bC</sup>
	R	6.0±0.1 <sup>cB</sup>	6.7±0.1 <sup>aAB</sup>	6.4±0.0 <sup>bBC</sup>	6.6±0.0 <sup>aA</sup>
	W	6.0±0.1 <sup>bB</sup>	6.7±0.0 <sup>aAB</sup>	6.7±0.0 <sup>aA</sup>	6.7±0.1 <sup>aA</sup>
RF	M	6.0±0.1 <sup>cB</sup>	6.3±0.0 <sup>aC</sup>	6.2±0.1 <sup>bEF</sup>	6.2±0.0 <sup>bC</sup>
	R	6.0±0.1 <sup>dB</sup>	6.6±0.0 <sup>aAB</sup>	6.5±0.1 <sup>bB</sup>	6.3±0.0 <sup>cC</sup>
	W	6.0±0.1 <sup>cB</sup>	6.6±0.1 <sup>aB</sup>	6.4±0.2 <sup>bCD</sup>	6.4±0.1 <sup>abB</sup>
CAS	M	6.2±0.0 <sup>aA</sup>	6.1±0.0 <sup>bE</sup>	6.0±0.0 <sup>cG</sup>	6.1±0.0 <sup>bD</sup>
	R	6.2±0.0 <sup>aA</sup>	6.2±0.0 <sup>aD</sup>	6.2±0.0 <sup>aEF</sup>	6.3±0.1 <sup>aC</sup>
	W	6.2±0.0 <sup>bA</sup>	6.2±0.0 <sup>cD</sup>	6.3±0.0 <sup>aDE</sup>	6.2±0.0 <sup>cC</sup>

<sup>1)</sup>DF; deep freezer freezing, RF; refrigerator freezing, CAS; cell alive system

<sup>2)</sup>M; microwave thawing, R; refrigerator thawing, W; water thawing

<sup>3)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different (p<0.05); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different (p<0.05)



**Fig. 5-32. Photos of cut kimchi cabbages with different freeze-thawing conditions.**

<sup>1)</sup>DF; deep freezer freezing, RF; refrigerator freezing, CAS; cell alive system, M; microwave thawing, R; refrigerator thawing, W; water thawing.

#### 마. 미세구조 관찰

동결 온도에 따른 절단 배추의 미세구조 관찰 결과는 Fig. 5-33, Fig. 5-34 및 Fig. 5-35에 보인 바와 같이 동결 온도가 낮을수록 작고 치밀한 조직을 보였다. 처리구별 조직의 특성은 CAS가 가장 조밀하고 분포가 일정하였으며, 완만 동결은 세포벽이 파괴되어 기공이 일정하지 않은 것으로 보였다. 식품 동결 시 물리적으로 체적의 증가, 수분 이동, 조직의 기계적 손상이 일어나는데 식품에 존재하는 수분이 얼음입자로 팽창하며, 동결속도가 길어질수록 빙결정의 크기가 작아지고 수가 증가하기 때문에 완만 동결 시 기공이 크며 일정하지 않은 것으로 사료된다 (56,57).

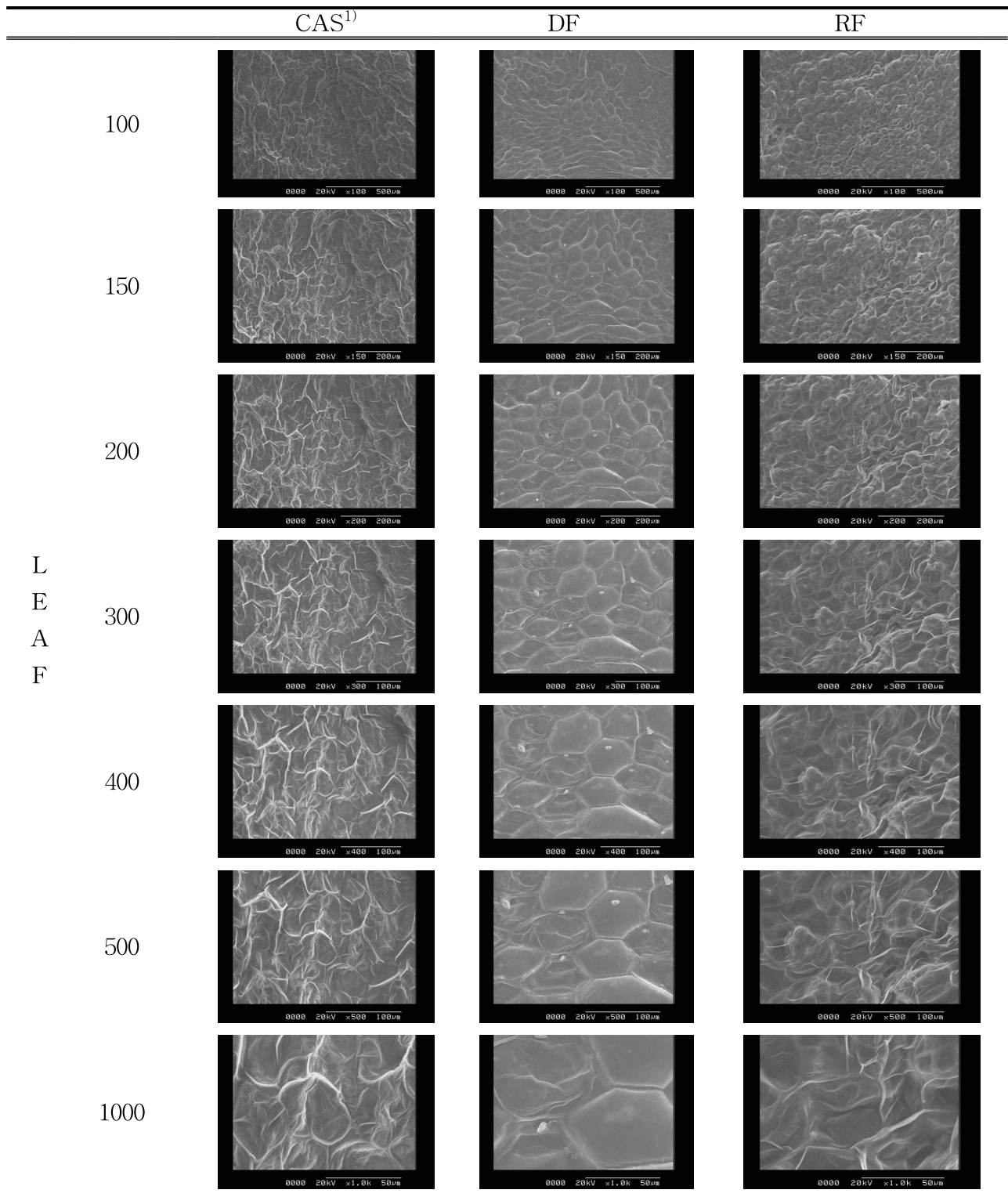


Fig. 5-33. Microstructures of cut kimchi cabbages leaf sides with different freeze-thawing conditions by SEM observation.

<sup>1)</sup>CAS; cell alive system, DF; deep freezer freezing, RF; refrigerator freezing.



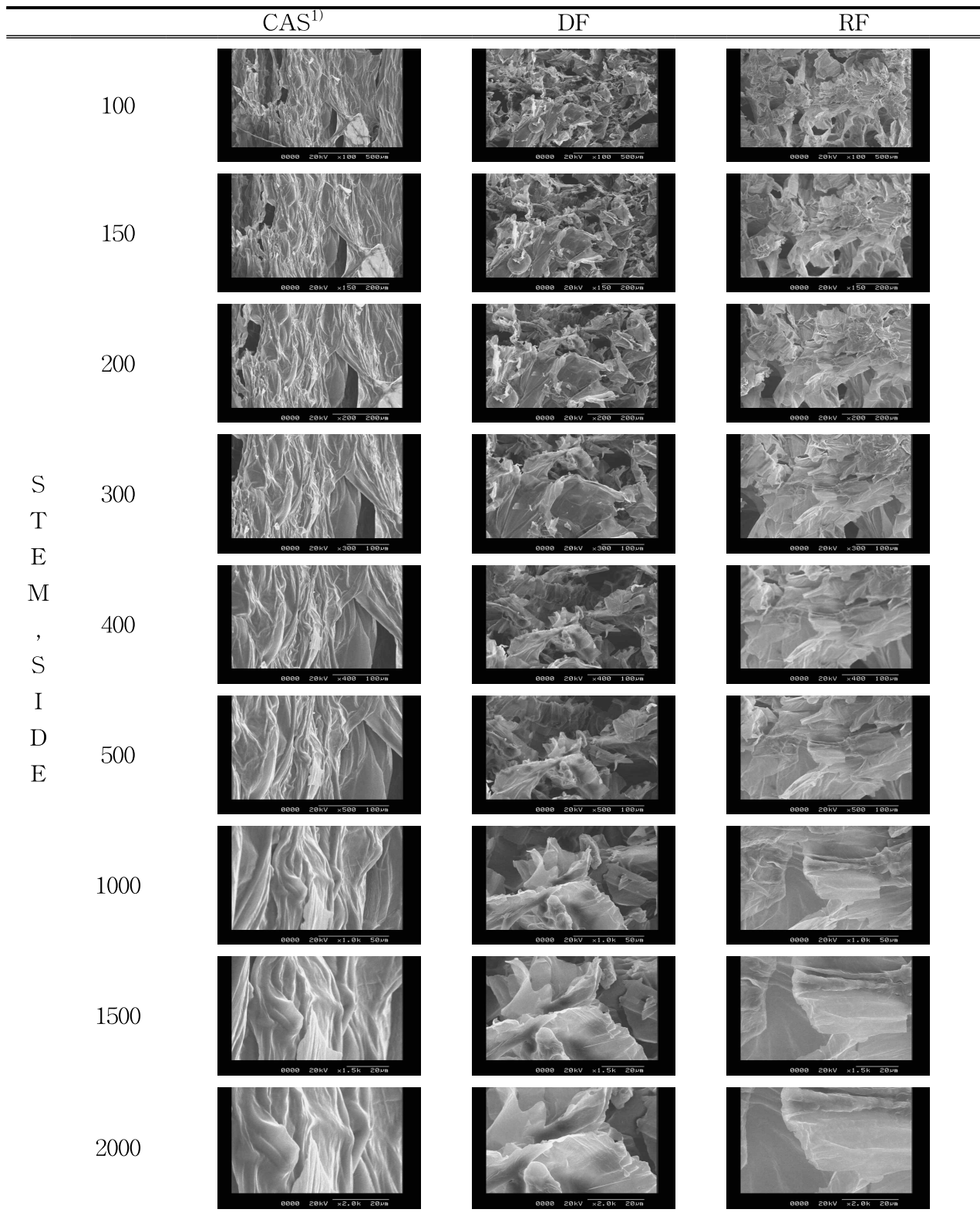


Fig. 5-34. Microstructures of cut kimchi cabbages stemsides with different freeze-thawing conditions by SEM observation.

<sup>1)</sup>CAS; cell alive system, DF; deep freezer freezing, RF; refrigerator freezing.

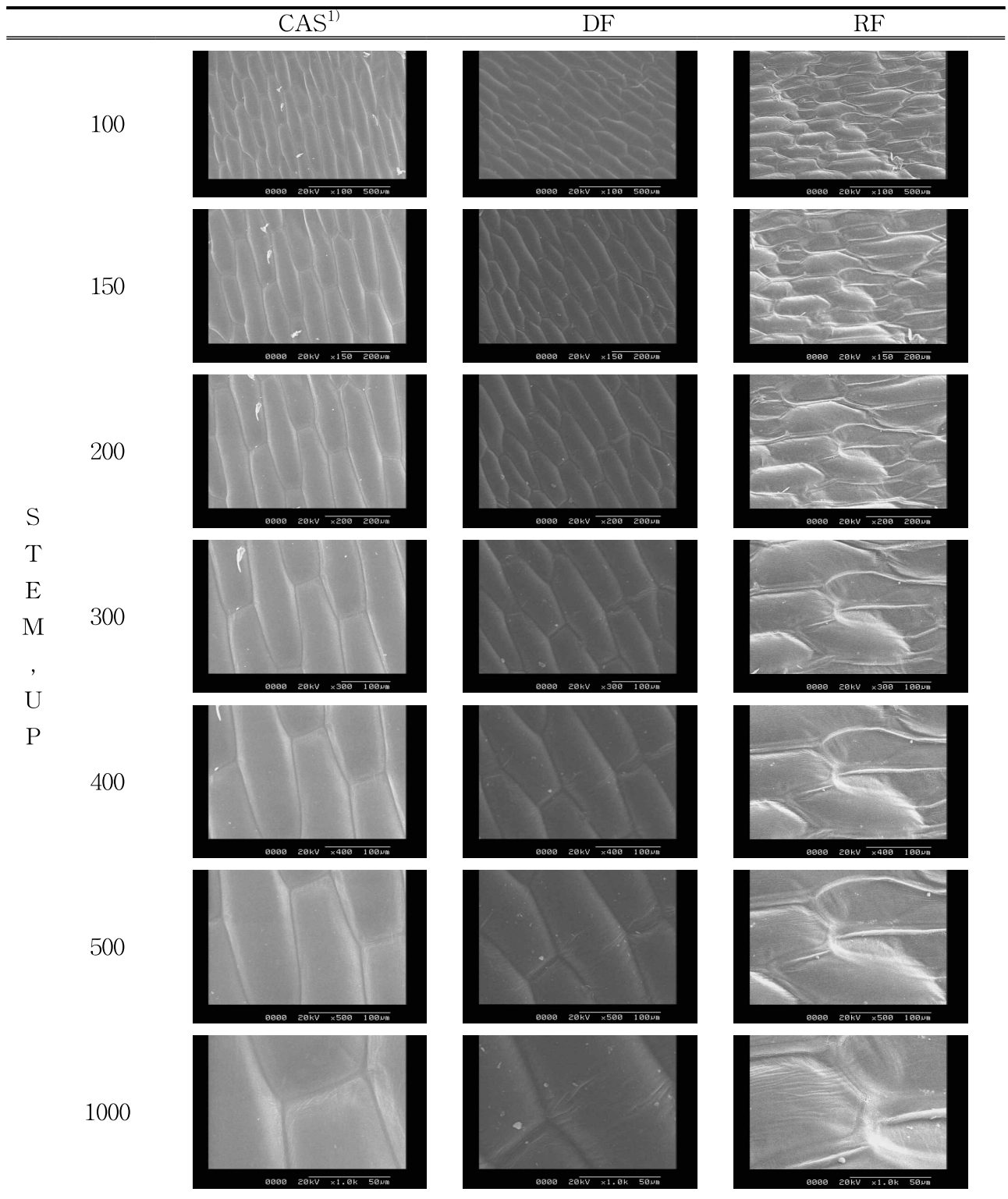


Fig. 5-35. Microstructures of cut kimchi cabbages stem-up with different freeze-thawing conditions by SEM observation.

<sup>1)</sup>CAS; cell alive system, DF; deep freezer freezing, RF; refrigerator freezing.

2. 신선편이 배추의 hybrid technology처리에 의한 저장 기술 개발

가. 중량감소율

절단배추의 복합 처리 조건에 따른 중량 감소율 변화는 Table 5-51과 같다. 중량 감소율은 5주간 측정하면서 %로 나타내었다. 중량 감소는 저장 중 채소의 시들 현상을 보여주는 것으로, 이는 수분 손실과 관련이 있으며, 중량의 보존은 외관 품질을 유지하는 중요한 사항이다 (49,50). 저장기간이 지남에 따라 모든 처리구에서 중량이 유의적으로 낮아지는 것으로 나타났으며( $p<0.05$ ), 저장 5주차에 중량은 98.12~99.81% 범위로 나타났으며, HT1의 중량감소가 가장 낮은 것으로 나타났다. 이는 절단배추를 칼슘 침지(45), 예열처리(57) 하였을 때 저장기간 중 대조구에 비해 처리구의 중량감소가 적었다는 연구결과와 유사하였다.

**Table 5-51. Weight ratios of cut kimchi cabbage with hybrid technology treatments**

Samples <sup>1)</sup>	Weeks					
	0	1	2	3	4	5
	Con	100.00±0.00 <sup>aA2)</sup>	99.64±0.00 <sup>bD</sup>	99.26±0.00 <sup>cE</sup>	98.89±0.00 <sup>dE</sup>	98.51±0.00 <sup>eE</sup>
HT1	100.00±0.00 <sup>aA</sup>	99.96±0.00 <sup>bA</sup>	99.93±0.00 <sup>cA</sup>	99.89±0.00 <sup>dA</sup>	99.85±0.00 <sup>eA</sup>	99.81±0.00 <sup>fA</sup>
HT2	100.00±0.01 <sup>aA</sup>	99.78±0.01 <sup>bC</sup>	99.59±0.01 <sup>cD</sup>	99.37±0.01 <sup>dD</sup>	99.17±0.00 <sup>eD</sup>	98.97±0.01 <sup>fD</sup>
HT3	100.00±0.01 <sup>aA</sup>	99.80±0.01 <sup>bC</sup>	99.63±0.01 <sup>cC</sup>	99.46±0.01 <sup>dC</sup>	99.31±0.01 <sup>eC</sup>	99.15±0.01 <sup>fC</sup>
HT4	100.00±0.00 <sup>aA</sup>	99.84±0.01 <sup>bB</sup>	99.66±0.00 <sup>cB</sup>	99.51±0.00 <sup>dB</sup>	99.33±0.00 <sup>eB</sup>	99.17±0.00 <sup>fB</sup>

<sup>1)</sup>Con; control, HT1; hybrid technology1, HT2; Hybrid technology2, HT3; hybrid technology3, HT4; hybrid technology4

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different ( $p<0.05$ ); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different ( $p<0.05$ ).

나. 가용성 고형분

절단배추의 복합 처리 조건에 따른 가용성 고형분 함량 변화는 Table 5-52에 나타내었다. 가용성 고형분의 함량은 저장기간 중 호흡 기질로 사용되어 소실된다고 알려져 있으며, 모든 처리구에서 가용성 고형분의 함량이 감소하는 것으로 나타났다. 대조구의 가용성 고형분 감소율은 1주차 대비 27% 감소하여 가장 큰 변화를 나타내었다. HT2 및 HT3 처리구의 가용성 고형분 감소율은 비슷한 감소율을 보였으며, 모든 처리를 실시한 HT1 처리구는 가장 낮은 1주차 대비 10%의 감소율을 나타내었으며, ‘후지’ 사과에 5% 염화 칼슘을 침지 처리 하였을 때 저장기간 중 대조구에 비해 칼슘 침지 처리구의 가용성 고형분 함량 변화가 적었다는 연구결과와 유사하였다(58).

**Table 5-52. Soluble solids of cut kimchi cabbage with hybrid technology treatments**

Samples <sup>1)</sup>	Weeks					
	0	1	2	3	4	5
Con	2.6±0.2 <sup>aA2)</sup> (100%)	2.6±0.1 <sup>aA</sup> (99%)	2.2±0.1 <sup>bcA</sup> (83%)	2.2±0.2 <sup>bcA</sup> (83%)	2.3±0.1 <sup>abA</sup> (90%)	1.9±0.4 <sup>cA</sup> (73%)
HT1	2.1±0.2 <sup>aB</sup> (100%)	2.0±0.2 <sup>aB</sup> (97%)	2.0±0.1 <sup>aAB</sup> (98%)	1.9±0.1 <sup>aA</sup> (90%)	1.9±0.1 <sup>aB</sup> (90%)	1.9±0.1 <sup>aA</sup> (90%)
HT2	2.4±0.1 <sup>aAB</sup> (100%)	2.0±0.4 <sup>bB</sup> (82%)	1.9±0.1 <sup>bb</sup> (79%)	2.0±0.2 <sup>bA</sup> (82%)	1.9±0.2 <sup>bB</sup> (79%)	2.0±0.1 <sup>bA</sup> (82%)
HT3	2.5±0.1 <sup>aA</sup> (100%)	2.2±0.2 <sup>abAB</sup> (92%)	2.2±0.1 <sup>bA</sup> (90%)	2.1±0.1 <sup>bA</sup> (89%)	2.1±0.3 <sup>bAB</sup> (89%)	2.0±0.1 <sup>bA</sup> (82%)
HT4	2.3±0.3 <sup>aAB</sup> (100%)	2.1±0.1 <sup>abB</sup> (91%)	1.9±0.1 <sup>bb</sup> (83%)	1.9±0.2 <sup>bA</sup> (81%)	1.9±0.2 <sup>bB</sup> (81%)	1.7±0.2 <sup>bA</sup> (75%)

<sup>1)</sup>Con; control, HT1; hybrid technology1, HT2; Hybrid technology2, HT3; hybrid technology3, HT4; hybrid technology4

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different (p<0.05); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different (p<0.05)

다. 적정산도

복합 처리 조건에 따른 절단 배추의 적정산도는 Table 5-53과 같다. 절단 배추의 초기 적정산도는 0.06~0.07%로, 저장 기간 동안 전반적으로 증가하는 경향을 나타냈다. 저장 기간 동안 대조구의 적정산도가 가장 높았으며, 저장 5주차에서 HT 2의 적정산도가 유의적으로 가장 낮은 결과를 나타냈다(p<0.05). 저장 기간 중 산도의 증가는 배추 중의 당 성분이 젖산 등의 유기산으로 발효되기 때문이다(56).

**Table 5-53. titratable acidities of cut kimchi cabbage with hybrid technology treatments**

Samples <sup>1)</sup>	Weeks					
	0	1	2	3	4	5
Con	0.06±0.1 <sup>cA2)</sup>	0.05±0.00 <sup>dA</sup>	0.07±0.01 <sup>cA</sup>	0.07±0.01 <sup>cA</sup>	0.09±0.00 <sup>bA</sup>	0.12±0.00 <sup>aA</sup>
HT1	0.06±0.01 <sup>bA</sup>	0.04±0.00 <sup>cB</sup>	0.06±0.00 <sup>bB</sup>	0.05±0.00 <sup>cBC</sup>	0.06±0.00 <sup>bC</sup>	0.10±0.01 <sup>aBC</sup>
HT2	0.07±0.01 <sup>bA</sup>	0.05±0.00 <sup>dA</sup>	0.06±0.00 <sup>cdB</sup>	0.06±0.00 <sup>cbAB</sup>	0.07±0.00 <sup>bcC</sup>	0.09±0.00 <sup>aC</sup>
HT3	0.07±0.01 <sup>bcA</sup>	0.05±0.00 <sup>dA</sup>	0.05±0.01 <sup>dB</sup>	0.06±0.01 <sup>cdAB</sup>	0.07±0.00 <sup>bB</sup>	0.12±0.01 <sup>aA</sup>
HT4	0.06±0.01 <sup>bA</sup>	0.05±0.01 <sup>cA</sup>	0.06±0.00 <sup>bB</sup>	0.06±0.00 <sup>bAB</sup>	0.06±0.00 <sup>bC</sup>	0.11±0.01 <sup>aAB</sup>

<sup>1)</sup>Con; control, HT1; hybrid technology1, HT2; Hybrid technology, HT3; hybrid technology3, HT4; hybrid technology4

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different (p<0.05); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different (p<0.05).

라. pH

절단배추의 복합 처리 조건에 따른 pH 변화는 Table 5-54와 같다. 절단 배추의 초기 pH는 6.18~6.29 범위로 나타났으며, HT 4와 대조구를 제외한 나머지는 저장기간 동안 대체로 증가하였다가 감소하는 경향을 보였다. HT 1은 저장 기간 동안 가장 높은 pH를 나타냈으며, 저장 5주차에 HT 2의 pH값이 가장 낮았다. 앞선 Table 5-53의 적정 산도가 증가하는 경향에 따라 전체적인 pH는 감소하는 것으로 나타났다.

**Table 5-54. pH values of cut kimchi cabbage with hybrid technology treatments**

Samples <sup>1)</sup>	Weeks					
	0	1	2	3	4	5
Con	6.18±0.02 <sup>cB2)</sup>	6.52±0.11 <sup>aA</sup>	6.22±0.04 <sup>cD</sup>	6.17±0.03 <sup>cC</sup>	6.44±0.03 <sup>aA</sup>	6.33±0.02 <sup>bB</sup>
HT1	6.28±0.03 <sup>bA</sup>	6.55±0.06 <sup>aA</sup>	6.51±0.08 <sup>aA</sup>	6.54±0.07 <sup>aA</sup>	6.46±0.03 <sup>aA</sup>	6.45±0.06 <sup>aA</sup>
HT2	6.29±0.04 <sup>bcA</sup>	6.44±0.05 <sup>aA</sup>	6.37±0.00 <sup>abC</sup>	6.31±0.09 <sup>bcB</sup>	6.3±0.02 <sup>bcC</sup>	6.22±0.06 <sup>cB</sup>
HT3	6.20±0.06 <sup>cB</sup>	6.49±0.05 <sup>aA</sup>	6.41±0.02 <sup>bBC</sup>	6.35±0.04 <sup>bB</sup>	6.36±0.04 <sup>bB</sup>	6.26±0.02 <sup>cB</sup>
HT4	6.26±0.00 <sup>cAB</sup>	6.49±0.06 <sup>aA</sup>	6.49±0.01 <sup>abAB</sup>	6.26±0.06 <sup>cBC</sup>	6.41±0.02 <sup>bA</sup>	6.31±0.10 <sup>cB</sup>

<sup>1)</sup>Con; control, HT1; hybrid technology1, HT2; Hybrid technology2, HT3; hybrid technology3, HT4; hybrid technology4

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different (p<0.05); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different (p<0.05)

마. 색차

절단배추의 복합 처리 조건에 따른 색차 변화는 Table 5-55와 같다. 채소류는 저장기간 동안 polyphenol oxidase에 의해 phenol성 화합물의 산화되면서 갈변 현상이 진행되어 표면의 L값이 감소하고 a, b값이 증가하는 것으로 알려져 있다(23,59). 명도를 나타내는 L값의 경우 저장 5주차에 대조구에서 가장 낮은 값(81.69)을 보였으며, HT1 처리구에서 가장 높은 값(84.05)을 나타내 유의적인 차이를 보였다(p<0.05). L값의 감소는 배추의 절단면에서 갈변이 진행되고 있음을 나타내는 것으로 복합 처리가 저장기간 중 갈변 억제에 효과적인 것을 나타낸다(36,48). 또한 적색도를 나타내는 a값은 5주차 대조구에서 급격한 감소를 보였으며, 그 외 처리구에서는 소폭 감소한 것으로 나타났다. 황색도를 나타내는 b값은 모든 처리구에 저장기간 동안 증가하는 경향을 보였으며, 대조구에서 저장기간 동안 가장 큰 변화(5.42~10.88)를 보였다. HT1 처리구에서 가장 낮은 b값(6.43)을 나타내었고, HT2(7.77), HT4(7.79)과 HT3(8.6) 순으로 낮게 나타났다.













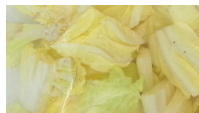
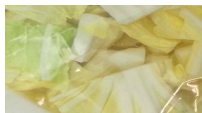

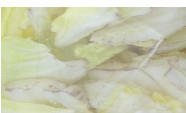





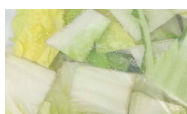

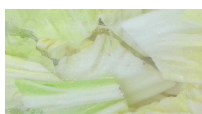

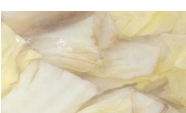


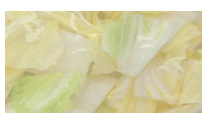

갈변도를 나타내는  $\Delta E$  값은 5주차 대조구에서 가장 높은 값(6.89)을 보였으며, HT1(3.51)과 HT2(3.55)이 유의적으로 낮은 값을 나타내었다.

**Table 5-55. Hunter's color values of cut kimchi cabbage with hybrid technology treatments**

Storage period (weeks)	Sample <sup>1)</sup>					
	CON	HT1	HT2	HT3	HT4	
L	0	83.37±3.05 <sup>abA2)</sup>	83.02±1.78 <sup>abB</sup>	82.38±2.54 <sup>bcC</sup>	83.52±1.81 <sup>abB</sup>	83.98±2.28 <sup>aAB</sup>
	1	81.81±1.71 <sup>cb</sup>	82.39±1.98 <sup>bcB</sup>	82.86±0.79 <sup>bcC</sup>	82.37±2.39 <sup>bcC</sup>	84.66±1.78 <sup>aA</sup>
	2	83.3±1.67 <sup>ba</sup>	82.45±0.75 <sup>cb</sup>	83.01±1.80 <sup>bcBC</sup>	84.07±1.64 <sup>aAB</sup>	84.64±0.66 <sup>aA</sup>
	3	82.94±1.88 <sup>aA</sup>	82.84±2.50 <sup>aB</sup>	83.63±2.09 <sup>aAB</sup>	83.37±1.52 <sup>aB</sup>	83.35±1.96 <sup>aB</sup>
	4	79.15±2.09 <sup>dc</sup>	82.18±1.69 <sup>bb</sup>	84.36±1.66 <sup>aA</sup>	84.48±1.26 <sup>aA</sup>	80.73±2.32 <sup>cd</sup>
	5	81.69±0.96 <sup>cb</sup>	84.05±1.39 <sup>aA</sup>	83.38±1.50 <sup>abc</sup>	82.46±1.86 <sup>bc</sup>	82.4±1.07 <sup>bcC</sup>
a	0	-0.88±-0.88 <sup>bb</sup>	-0.68±0.04 <sup>ac</sup>	-0.70±0.08 <sup>aA</sup>	-0.69±0.10 <sup>ac</sup>	-0.71±0.05 <sup>aBC</sup>
	1	-0.67±0.03 <sup>ca</sup>	-0.50±0.12 <sup>aA</sup>	-0.69±0.09 <sup>ca</sup>	-0.59±0.08 <sup>ba</sup>	-0.74±0.09 <sup>dc</sup>
	2	-0.90±0.21 <sup>cb</sup>	-0.59±0.05 <sup>aB</sup>	-0.71±0.02 <sup>ba</sup>	-0.62±0.04 <sup>aAB</sup>	-0.62±0.04 <sup>aAB</sup>
	3	-0.62±0.07 <sup>ba</sup>	-0.55±0.15 <sup>aB</sup>	-0.70±0.05 <sup>ca</sup>	-0.73±0.10 <sup>cC</sup>	-0.61±0.12 <sup>baB</sup>
	4	-0.68±0.18 <sup>ba</sup>	-0.73±0.05 <sup>bd</sup>	-0.85±0.13 <sup>cb</sup>	-0.68±0.06 <sup>bcC</sup>	-0.53±0.10 <sup>aA</sup>
	5	-1.13±0.17 <sup>bc</sup>	-0.85±0.15 <sup>aE</sup>	-0.84±0.26 <sup>aB</sup>	-0.82±0.27 <sup>ad</sup>	-0.77±0.44 <sup>ac</sup>
b	0	5.42±0.24 <sup>abc</sup>	5.48±0.53 <sup>aB</sup>	5.08±0.81 <sup>bc</sup>	5.22±1.01 <sup>abc</sup>	5.18±0.46 <sup>abc</sup>
	1	5.93±0.37 <sup>ac</sup>	5.07±0.31 <sup>cb</sup>	4.87±0.32 <sup>cc</sup>	5.82±0.26 <sup>abB</sup>	5.64±0.83 <sup>bcC</sup>
	2	7.59±2.39 <sup>aB</sup>	5.42±0.50 <sup>bb</sup>	5.29±0.10 <sup>bc</sup>	5.07±0.26 <sup>bc</sup>	5.38±0.29 <sup>bcC</sup>
	3	5.73±0.66 <sup>abc</sup>	5.34±0.68 <sup>bcB</sup>	5.83±1.12 <sup>aB</sup>	5.15±0.53 <sup>cc</sup>	5.68±0.74 <sup>abB</sup>
	4	5.27±1.08 <sup>bcC</sup>	6.21±1.44 <sup>aA</sup>	6.14±1.06 <sup>aB</sup>	4.87±0.33 <sup>cc</sup>	5.62±0.57 <sup>bcC</sup>
	5	10.88±1.81 <sup>aA</sup>	6.43±1.59 <sup>ca</sup>	7.77±1.04 <sup>ba</sup>	8.6±1.80 <sup>ba</sup>	7.79±1.50 <sup>ba</sup>
$\Delta E$	1	2.83±1.20 <sup>ad</sup>	1.56±1.14 <sup>bc</sup>	2.29±1.76 <sup>abB</sup>	2.21±1.55 <sup>abB</sup>	1.56±1.07 <sup>bc</sup>
	2	3.47±2.01 <sup>acd</sup>	2.06±1.17 <sup>bcBC</sup>	2.82±2.42 <sup>abAB</sup>	2.60±1.22 <sup>abcB</sup>	1.73±1.56 <sup>cc</sup>
	3	3.95±2.09 <sup>ac</sup>	1.73±1.59 <sup>bcC</sup>	2.84±1.77 <sup>baB</sup>	2.80±1.42 <sup>bb</sup>	3.3±2.17 <sup>abB</sup>
	4	4.99±3.00 <sup>ab</sup>	2.36±1.68 <sup>cb</sup>	3.78±2.15 <sup>ba</sup>	2.42±1.13 <sup>cb</sup>	3.52±2.06 <sup>bb</sup>
	5	6.89±1.08 <sup>aA</sup>	3.51±1.39 <sup>ca</sup>	3.55±1.70 <sup>ca</sup>	4.26±1.56 <sup>ba</sup>	4.38±0.97 <sup>ba</sup>

<sup>1)</sup>Con; control, HT1; hybrid technology1, HT2; Hybrid technology2, HT3; hybrid technology3, HT4; hybrid technology4

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different ( $p<0.05$ ); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different ( $p<0.05$ )

Weeks	Treatment <sup>1)</sup>				
	Con	HT1	HT2	HT5	HT4
0					
1					
2					
3					
4					
5					

**Fig. 5-36. Photos of cut kimchi cabbage with hybrid technology treatments.**

Con; control, HT1; hybrid technology1, HT2; Hybrid technology2, HT3; hybrid technology3, HT4; hybrid technology4.



### 3. 절단배추김치 제조에 의한 실증 실험 및 효과 분석

본 연구에서 조사한 절단배추의 단기저장을 위한 종합적 전처리(난각칼슘, 예열) 효과를 조사하였다.

#### 가. 절단배추의 저장 중 이화학적 품질 특성

##### 1) 중량감소율

절단배추의 단기저장 실증 실험에 따른 중량 감소율 변화는 Table 5-56과 같다. 중량 감소율은 저장기간이 지남에 따라 모든 처리구에서 중량은 유의적으로 낮아졌으며( $p < 0.05$ ), 저장 2주 차의 중량은 99.92~99.93% 범위로 나타났다. 대조구에 비하여 실증실험을 위한 처리구의 중량 감소율이 낮았다.

Table 5-56. Weight ratios of cut kimchi cabbages with verification test

Samples <sup>1)</sup>	Weeks		
	0	1	2
NT	100±0.00 <sup>aA2)</sup>	99.97±0.01 <sup>bA</sup>	99.92±0.01 <sup>cB</sup>
VT	100±0.00 <sup>aA</sup>	99.98±0.01 <sup>bA</sup>	99.93±0.00 <sup>cA</sup>

<sup>1)</sup>NT; not treatment, VT; verification test

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different ( $p < 0.05$ ); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different ( $p < 0.05$ ).

##### 2) 가용성 고형분

절단배추의 실증 실험에 따른 가용성 고형분 함량 변화는 Table 5-57에 나타내었으며, 대조구와 처리구 모두 감소하는 경향을 보였다. 대조구는 2주의 저장기간 동안 14.29% 감소하였으며, 처리구는 18.97% 감소하였으나, 대조구와 처리구의 가용성 고형분 감소율에 대한 유의차는 나타나지 않았다( $p < 0.05$ )

Table 5-57. Soluble solids of cut kimchi cabbages with verification test

(%)

Samples <sup>1)</sup>	Weeks		
	0	1	2
NT	1.87 ± 0.31 <sup>aA2)</sup>	1.77 ± 0.12 <sup>aA</sup>	1.60 ± 0.17 <sup>aA</sup>
VT	1.93 ± 0.12 <sup>aA</sup>	1.67 ± 0.15 <sup>bA</sup>	1.57 ± 0.12 <sup>bA</sup>

<sup>1)</sup>NT; not treatment, VT; verification test

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different ( $p < 0.05$ ); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different ( $p < 0.05$ )

### 3) 적정산도

실증 실험에 따른 절단 배추의 적정산도는 Table 5-58과 같다. 절단 배추의 초기 적정산도는 0.07%로, 저장 기간 동안 유의적인 변화는 나타나지 않았다( $p < 0.05$ ). 저장 1주차에서 처리구의 적정산도가 대조구에 비해 증가하였으나, 저장 2주차에는 0.06%로 대조구와 처리구간의 차이는 나타나지 않았다.

Table 5-58. titratable acidities of cut kimchi cabbages with verification test

(%)

Samples <sup>1)</sup>	Weeks		
	0	1	2
NT	0.07 ± 0.01 <sup>aA2)</sup>	0.06 ± 0.01 <sup>aB</sup>	0.06 ± 0.00 <sup>aA</sup>
VT	0.07 ± 0.00 <sup>bA</sup>	0.11 ± 0.00 <sup>aA</sup>	0.06 ± 0.00 <sup>cA</sup>

<sup>1)</sup>NT; not treatment, VT; verification test

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different ( $p < 0.05$ ); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different ( $p < 0.05$ ).

### 4) pH

절단배추의 실증 실험에 따른 pH 변화는 Table 5-59와 같으며, 배추의 초기 pH는 6.40~6.45의 범위로 나타났다. 대조구와 처리구 모두 저장기간 동안 증가하는 경향을 보였으며, 저장 2주차에서 6.66~6.67의 범위로 대조구와 처리구간의 유의차는 나타나지 않았다( $p < 0.05$ ).

**Table 5-59. pH values of cut kimchi cabbages with verification test**

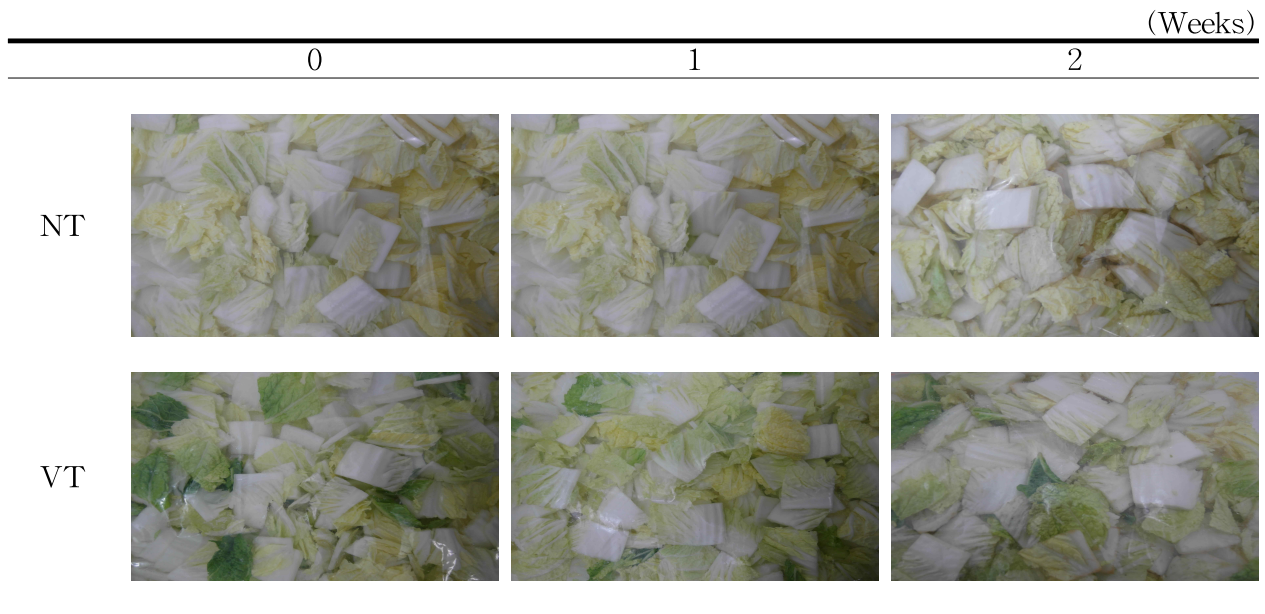
Samples <sup>1)</sup>	Weeks		
	0	1	2
NT	6.40±0.01 <sup>bB2)</sup>	6.67±0.06 <sup>aA</sup>	6.67±0.06 <sup>aA</sup>
VT	6.45±0.01 <sup>bA</sup>	6.66±0.01 <sup>aA</sup>	6.66±0.01 <sup>aA</sup>

<sup>1)</sup>NT; not treatment, VT; verification test

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different ( $p < 0.05$ ); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different ( $p < 0.05$ )

(5) 외관

절단배추의 대조구와 처리구의 외관을 비교한 결과는 Fig. 5-37과 같으며, 초기에는 대조구가 우수하였으나, 저장 2 주 후에는 대조구에 비하여 처리구의 외관이 밝고 깨끗하였다.



**Fig. 5-37. Photos of cut kimchi cabbages with verification test.**

나. 절단배추김치의 이화학적 품질 특성

전향에서 2주간 저장한 절단배추를 이용하여 김치를 제조하고 숙성시키면서 배추김치 및 대조구와 이화학적 특성 및 관능적 특성을 조사하고 비교하였다. 이때 대조구는 통배추김치로 하

였고, 무처리저장구의 배추김치(NT), 종합처리구의 배추김치(VT)로 하였다.

1) 가용성고형분

실증실험을 통한 김치 제조 후 숙성 1주일째에 가용성 고형분 함량을 측정한 결과는 Table 5-60과 같다. 대조구와 NT, VT군 모두 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 가용성고형분의 함량은 대조구, VT, NT 순으로 높았다.

**Table 5-60. Soluble solids of kimchi with cut kimchi cabbages**

Samples <sup>1)</sup>	Soluble solid (%)
Con	5.03±0.06 <sup>a2)</sup>
NT	4.87±0.15 <sup>a</sup>
VT	4.97±0.15 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Con; control, NT; not treatment, VT; verification test

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different (p<0.05)

2) 적정산도

김치를 제조하고 숙성 1주일째에 적정산도 함량을 측정한 결과는 Table 5-61과 같다. 적정산도 또한 가용성 고형분 함량과 마찬가지로 유의적인 차이는 보이지 않았으나, 그 값에서는 NT, VT가 비슷한 값을 나타내었으며, 대조구가 더 낮은 함량을 보였다. 소금 농도와 종류에 따른 김치의 적정산도를 측정하였을 때 숙성 1주일째에 10% 소금물에 염장한 경우 산도가 0.36~0.43%, 15% 소금물에 염장한 경우 0.44~0.46%로 나타나 소금물 농도가 높아짐에 따라 적정산도가 높아짐을 알 수 있었다(60). 이에 따라 5% 소금물 농도로 염장한 본 연구의 김치에서는 0.19~0.20%로 측정되어 산도가 다소 낮음을 알 수 있다.

**Table 5-61. titratable acidities of kimchi with cut kimchi cabbages**

Samples <sup>1)</sup>	titratable acidity (%)
Con	0.19±0.02 <sup>a2)</sup>
NT	0.20±0.01 <sup>a</sup>
VT	0.20±0.01 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Con; control, NT; not treatment, VT; verification test

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different (p<0.05)

### 3) pH

실증실험을 통한 김치 제조 후 숙성 1주일째에 pH를 측정된 결과는 Table 5-62와 같다. NT군에서 낮은 pH 값을 보였으며, 대조구와 처리구인 VT는 유의적인 차이를 보이지 않았다 ( $p < 0.05$ ). 소금 농도와 종류에 따른 김치의 pH를 측정하였을 때 숙성 6일째에 pH가 10% 소금물에 염장한 경우 4.78~5.10, 15% 소금물에 염장한 경우 4.49~4.89로 나타나 소금물 농도가 높아짐에 따라 pH가 낮아짐을 알 수 있었다(60). 이에 따라 5% 소금물 농도로 염장한 본 연구의 김치에서는 5.62~5.74로 측정되어 pH가 다소 높음을 알 수 있다.

**Table 5-62. pH values of kimchi with cut kimchi cabbages**

Samples <sup>1)</sup>	pH
Con	5.74±0.02 <sup>a2)</sup>
NT	5.62±0.03 <sup>b</sup>
VT	5.71±0.01 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Con; control, NT; not treatment, VT; verification test

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different ( $p < 0.05$ )

### 4) 관능평가

실증실험을 통한 김치 제조 후 숙성 1일, 1주일째에 관능평가를 측정된 결과는 외관, 냄새, 조직감은 Table 5-63, Fig. 5-38, Fig. 5-39, 향미는 Table 5-64, Fig. 4-40, Fig. 5-41과 같다.

외관을 평가하는 2가지 항목인 색과 절임상태에서는 숙성 기간 별 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 색의 경우 1일째에서 7.20~7.40, 1주일째에 6.40~7.20으로 색이 감소하는 것을 보였으며, 절임상태도 대조구에서 가장 크게 감소하였다. 냄새를 평가하는 항목인 생배추내, 젓갈내, 신내, 군덕내에서는 젓갈내가 대조구에서 1일째에 6.60, 1주일째에 4.60으로 2점 감소하여 유의적인 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 조직감은 아삭아삭한 정도, 질긴 정도를 측정하였으며, 아삭아삭한 정도는 숙성 기간 동안 모든 시료에서 값이 감소하였으며, 특히 VT군에서는 7.53에서 6.13으로 유의적인 차이를 보였다( $p < 0.05$ ).

향미는 생배추맛, 짠맛, 쓴맛, 젓갈맛, 신맛, 탄산맛, 매운맛, 군덕맛 8가지 항목으로 평가하였다. 생배추맛은 1일째에 대조구가 가장 높았으나, 1주일째에 1.5점 이상 감소하여 유의적인 차이를 보였다. 짠맛은 3.47~4.53에서 1주일째에 4.47~4.80으로 증가하였으며, 시료에 따른 유의적인 차이는 보이지 않았다. 쓴맛은 저장 1일째에서 대조구에서 가장 높았으나, 1주일째에 가장 큰 폭으로 감소하여, 쓴맛이 가장 낮았다. 젓갈맛 또한 시료에 따른 유의적 차이를 없었으나, 1일째에 3.20~3.87에서 1주일째에 4.07~4.67로 증가함을 보였다. 탄산맛은 숙성 기간 동안

2.67~2.80에서 2.00~2.27로 감소함을 보였다. 매운맛은 NT군에서 숙성 기간 동안 가장 낮은 값을 보였으며, 군덕맛은 대조구에서 숙성 기간 동안 가장 낮게 나타났다.

**Table 5-63. Sensory qualities(appearance, odor, texture) of Kimch depending on pretreatments**

		Samples <sup>1)</sup>	Days	
			1	7
Appearance	Color	Con	7.40±1.64 <sup>aA2)</sup>	7.20±1.42 <sup>aA</sup>
		NT	7.33±0.90 <sup>aA</sup>	6.40±1.68 <sup>aA</sup>
		VT	7.20±1.37 <sup>aA</sup>	6.47±1.46 <sup>aA</sup>
	Salted condition	Con	5.67±2.06 <sup>aA</sup>	5.27±2.02 <sup>aA</sup>
		NT	6.53±1.73 <sup>aA</sup>	6.20±1.93 <sup>aA</sup>
		VT	6.73±1.98 <sup>aA</sup>	6.67±1.68 <sup>aA</sup>
Odor	Fresh cabbage odor	Con	5.07±2.22 <sup>aA</sup>	5.80±2.08 <sup>aA</sup>
		NT	4.53±2.10 <sup>aA</sup>	5.73±1.79 <sup>aA</sup>
		VT	4.60±2.41 <sup>aA</sup>	5.73±1.71 <sup>aA</sup>
	Pickled seafood odor	Con	6.60±1.45 <sup>aA</sup>	4.60±2.20 <sup>bA</sup>
		NT	6.00±2.07 <sup>aA</sup>	5.27±2.09 <sup>aA</sup>
		VT	5.53±1.85 <sup>aA</sup>	5.27±2.49 <sup>aA</sup>
	Sour odor	Con	3.13±2.50 <sup>aA</sup>	2.53±1.68 <sup>aA</sup>
		NT	3.13±2.39 <sup>aA</sup>	3.27±2.09 <sup>aA</sup>
		VT	3.20±2.27 <sup>aA</sup>	2.87±1.88 <sup>aA</sup>
	Staled odor	Con	2.60±2.50 <sup>aA</sup>	2.20±1.66 <sup>aA</sup>
		NT	2.40±2.26 <sup>aA</sup>	3.13±2.53 <sup>aA</sup>
		VT	2.87±2.67 <sup>aA</sup>	2.47±1.51 <sup>aA</sup>
Texture	Crispness	Con	7.67±1.29 <sup>aA</sup>	6.73±1.22 <sup>aA</sup>
		NT	7.33±1.80 <sup>aA</sup>	6.40±1.24 <sup>aA</sup>
		VT	7.53±1.41 <sup>aA</sup>	6.13±1.30 <sup>bA</sup>
	Chewiness	Con	4.87±2.42 <sup>aA</sup>	4.40±1.92 <sup>aA</sup>
		NT	4.47±2.64 <sup>aA</sup>	4.53±1.55 <sup>aA</sup>
		VT	4.27±2.22 <sup>aA</sup>	4.47±1.68 <sup>aA</sup>

<sup>1)</sup>Con; control, NT; not treatment, VT; verification test.

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different (p<0.05); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different (p<0.05).

Table 5-64. Sensory qualities(flavor) of Kimch depending on pretreatments

	Samples <sup>1)</sup>	weeks		
		1	7	
Flavor	Fresh cabbage flavor	Con	7.07±1.10 <sup>aA</sup>	5.47±2.20 <sup>bA</sup>
		NT	6.40±1.84 <sup>aA</sup>	6.13±2.07 <sup>aA</sup>
		VT	5.93±1.58 <sup>aA</sup>	5.73±1.94 <sup>aA</sup>
	Salty flavor	Con	3.47±1.88 <sup>aA</sup>	4.80±2.01 <sup>aA</sup>
		NT	3.73±1.67 <sup>aA</sup>	4.47±1.68 <sup>aA</sup>
		VT	4.53±1.92 <sup>aA</sup>	4.73±1.87 <sup>aA</sup>
	Bitter flavor	Con	3.40±2.59 <sup>aA</sup>	2.73±1.83 <sup>aA</sup>
		NT	3.13±2.29 <sup>aA</sup>	3.00±1.73 <sup>aA</sup>
		VT	3.00±2.30 <sup>aA</sup>	3.07±1.53 <sup>aA</sup>
	Pickled seafood flavor	Con	3.20±1.70 <sup>aA</sup>	4.47±2.33 <sup>aA</sup>
		NT	3.87±1.77 <sup>aA</sup>	4.67±2.47 <sup>aA</sup>
		VT	3.87±1.51 <sup>aA</sup>	4.07±2.46 <sup>aA</sup>
	Sour flavor	Con	2.33±1.50 <sup>aA</sup>	2.13±1.36 <sup>aA</sup>
		NT	2.80±2.08 <sup>aA</sup>	2.53±1.73 <sup>aA</sup>
		VT	2.27±1.67 <sup>aA</sup>	2.53±1.55 <sup>aA</sup>
	Carbonic flavor	Con	2.73±2.37 <sup>aA</sup>	2.07±1.10 <sup>aA</sup>
		NT	2.67±2.23 <sup>aA</sup>	2.27±0.96 <sup>aA</sup>
		VT	2.80±1.74 <sup>aA</sup>	2.00±1.07 <sup>aA</sup>
	Spicy hot flavor	Con	4.13±2.59 <sup>aA</sup>	3.87±2.17 <sup>aA</sup>
		NT	3.47±1.96 <sup>aA</sup>	3.67±2.02 <sup>aA</sup>
		VT	3.80±2.04 <sup>aA</sup>	3.93±2.09 <sup>aA</sup>
	Off-flavor	Con	2.40±2.26 <sup>aA</sup>	2.33±1.84 <sup>aA</sup>
		NT	2.47±2.17 <sup>aA</sup>	2.53±2.03 <sup>aA</sup>
		VT	2.60±2.35 <sup>aA</sup>	2.73±2.02 <sup>aA</sup>

<sup>1)</sup>Con; control, NT; not treatment, VT; verification test.

<sup>2)ab</sup>Means followed by the same letters within the row of each kimchi cabbages are not significantly different (p<0.05); <sup>ABC</sup>means followed by the same letters within the column per parameter are not significantly different (p<0.05).

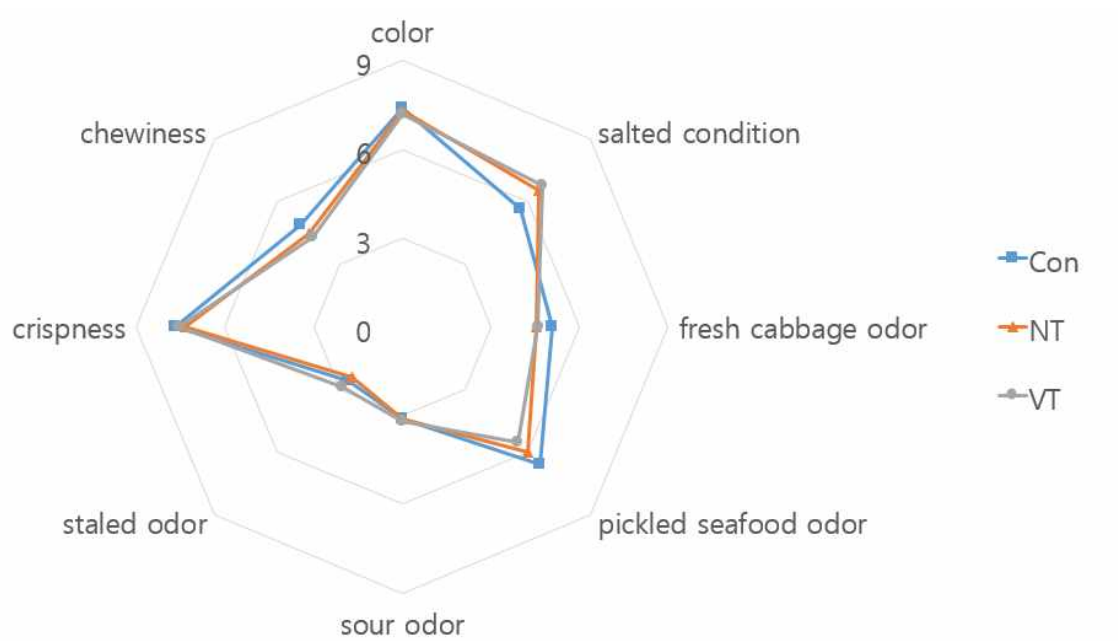


Fig. 5-38. QDA profile of the sensory qualities (appearance, odor, texture) of Kimch with cut kimchi cabbages (aging for 1 day).

Con(■), control; NT(▲), not treatment; VT(●), verification test.

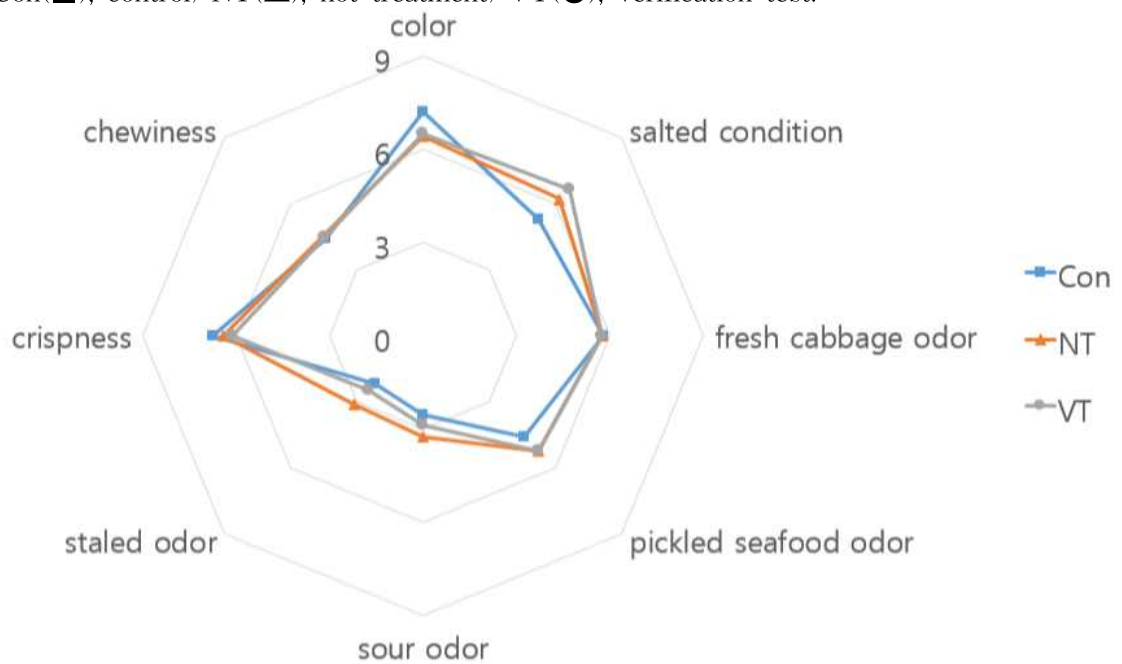


Fig. 5-39. QDA profile of the sensory qualities (appearance, odor, texture) of Kimch with cut kimchi cabbages (aging for 7 days).

Con(■), control; NT(▲), not treatment; VT(●), verification test.



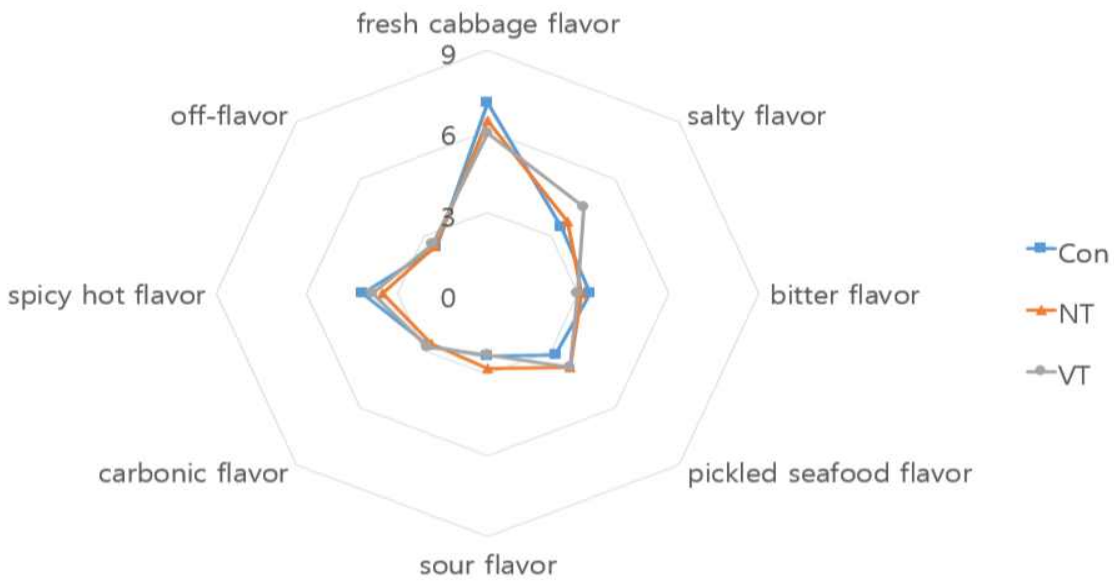


Fig. 5-40. QDA profile of the sensory qualities(flavor) of Kimch with cut kimchi cabbages (aging for 1 day).

Con(■), control; NT(▲), not treatment; VT(●), verification test.

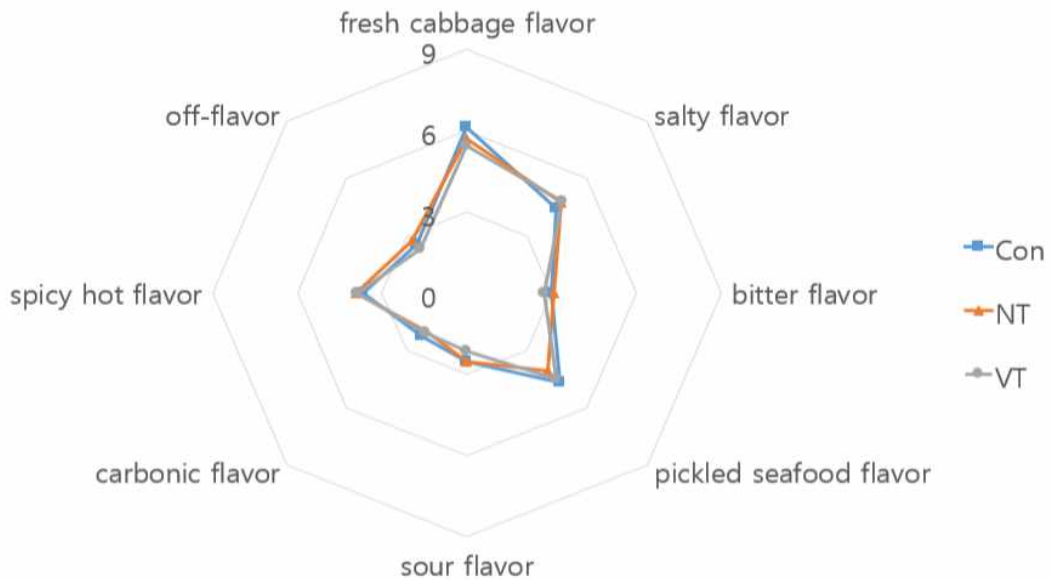


Fig. 5-41. QDA profile of the sensory qualities(flavor) of Kimch with cut kimchi cabbages (aging for 7 days).

Con(■), control; NT(▲), not treatment; VT(●), verification test.

(day)

1

7

Con



NT



VT



Fig. 5-42. Photos of kimchi prepared with cut kimchi cabbage.

## 요약

배추는 국내 채소류 소비량의 25%를 차지하고 있다. 배추는 대부분 원물 상태로 상온에서 유통되며, 일부 냉장 및 냉동되어 유통된다. 유통되는 배추의 약 10% 정도가 전처리 및 가공되며 주로 박피, 세척/소독, 절입, 절단 등의 부분 가공 작업을 거쳐 판매된다. 품질 변화에 영향을 미치는 주된 요인을 조사한 결과 미생물에 의한 품질 저하, 절단 시 산소와의 접촉으로 인한 갈변현상, 포장 후 호흡으로 인한 품질 저하, 잘못된 저장 온도에 따른 효소적 갈변 등이 있다. 따라서 갈변 및 품질 손실 개선을 위해 절단 칼날 재질과, 절단 환경(O<sub>2</sub>)에 따른 이화학적 특성을 조사하였다. 절단 칼날 재질에 따른 실험 결과 중량감소율은 CC로 절단한 군이 감소율이 낮았으며, 색차는 CC가 SS에 비해 낮았다. 갈변도는 SS에 비해 CC를 사용하였을 때 더 낮았다. 절단환경에 따른 실험 결과는 중량감소율, 색차, 갈변도 모두 무산소군이 유산소군보다 낮았다. 품질개선을 위한 공정개선을 위해 배추의 부위별 이화학적 특성 및 항산화 특성을 조사하고, 소포장 절단 배추의 선도 연장 실험을 하였다. 유리당은 fructose, glucose, sucrose이고, 유기산은 citric acid, malic acid, succinic acid이 나타났다. 총비타민 C 함량은 여름배추가 가장 높고, 봄배추가 가장 낮았으며, 부위별 결과는 상이하게 나타났다. 총카로티노이드 함량은 L1이 가장 높았고, 계절에 따른 결과는 여름배추가 가장 함량이 높았다. 유리아미노산 함량은 겨울배추 31종, 봄배추 32종, 여름배추 28종의 아미노산이 확인되었다. 무기질 함량은 10종이 확인되었다. 항산화 특성은 부위별, 계절별 활성 및 성분 의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 소포장 절단배추의 선도 연장 실험 결과 중량감소율은 As처리구가 가장 높고, Mix처리구가 가장 낮았으며, 가용성 고형분 함량 변화는 Con과 Mix처리구가 감소율이 가장 낮았다. 적정산도는 모든 군에서 증가하였으며, 색차 및 갈변도는 As가 가장 높았다. 관능평가는 Ca과 Ct 병용 처리가 가장 기호도가 높았다.

최소가공 배추 제품의 단위 공정 기술 개선을 위해 절단배추의 예비가열처리, 갈변방지제 첨가, 포장 필름 종류에 따른 이화학적 품질 특성 및 선도 측정을 하였다. 절단 배추를 40°C 에서 1, 2, 4, 8시간동안 예열처리한 후 단기저장특성을 조사한 결과 4시간 예열처리구(HS 4)가 가장 발현율이 높았으며 중량감소율도 적었다. 또한 pH 변화가 가장 적었으며, PPO, POD, PAL 활성 모두 HS 4가 가장 낮고, 기호도는 가장 높았으므로, 예열처리시 4시간이 가장 효과가 좋았다. 절단 배추에 갈변방지제인 Ca을 처리하여 저장 중 이화학적 품질 특성 변화를 조사한 결과 중량감소는 대조구가 처리군에 비해 낮았고, 적정산도 및 pH는 차이가 없었으며, 관능평가 결과 0.5% ESP-2의 결과가 가장 좋았으므로, 갈변방지제를 활용한 절단 배추의 단기 저장시 0.5% ESP-2의 효과가 가장 좋았다. 절단 배추를 포장지 종류 (OPP-film, PP-film, LDPE-film)에 따른 저장기간 중 이화학적인 품질 특성을 조사한 결과 중량감소율은 PP가 가장

낮고, OPP가 가장 높았다. PP와 LDPE가 OPP에 비해 가용성 고형분의 감소율이 적었으며, 적정산도는 높은 증가율을 보였고, 관능평가에서 기호도가 높았다. 포장지 종류에 따른 저장기간 중 이화학적 변화는 큰 차이가 없었으나, 종합적으로 PP가 가장 우수하였다.

최소가공 배추의 냉동 저장기술 개발을 위해 냉동 및 해동기술과 hybrid technology처리에 의한 이화학적 특성을 조사하고 절단배추로 김치를 제조하여 단기저장 조건의 실증 실험과 그 효과를 조사하였다. 동결 및 해동방법에 따른 절단배추의 동결 저장 중 품질 변화측정 결과 CAS 냉동을 한 경우 중량감소율과 가용성 고형분, 적정산도 변화는 대체로 적은 경향을 보였다. 주사전자현미경으로 관찰한 절단배추의 미세 구조는 CAS 동결 조건에서 그 조직이 가장 치밀하고 일정한 분포 양상을 보였으며, 완만 동결은 세포벽이 파괴되어 조직의 분포가 불균일하였다. 절단배추를 hybrid technology 처리하여 단기 저장 중 이화학적 품질특성 변화를 조사한 결과 모든 처리구에서 중량이 감소하였으며, HT1과 HT3 처리구에서 중량 감소율이 가장 낮았다. 가용성 고형분 함량의 경우 대조구와 HT3에서 높은 함량을 나타냈다. 적정산도는 대조구가 가장 높았다. pH는 HT1이 가장 높았고, 색차는 L값이 대조구에서 가장 낮았으며, HT1에서 가장 높았다. 결과적으로 HT1이 다른 처리군에 비해 선도유지에 효과적인 것으로 나타났다. 난각칼슘과 예비가열 처리를 병용한 hybrid 처리에 의한 절단배추의 단기저장 효과를 조사하였다. 실증 실험 및 효과 분석의 결과 처리구(VT)가 무처리구(NT)보다 중량 감소율이 낮았고, 가용성 고형분 함량과 pH는 유의적인 차이가 없었다. 적정산도는 1주차에서 VT가 높았으나, 저장 2주차에서는 유의적인 차이를 나타내지 않았으며 전반적으로 처리구의 품질이 우수하였다. 저장한 절단배추를 이용하여 김치를 제조하였다. 김치 제조 후 숙성 일주일 째에, 가용성 고형분 함량과 적정산도는 일반 포기김치인 대조구와 NT, VT의 유의적인 차이는 없었고, pH는 NT가 가장 낮았다. 관능평가는 절임상태와 젓갈 내 모두 control이 크게 감소하였고, 아삭 아삭한 정도는 모든 군에서 감소를 보였으며, 숙성 전과 후 모두 control에서 가장 높았다. 생배추 맛은 control이 가장 많이 감소하였고, 짠맛은 control과 NT는 증가하였다. 쓴맛은 control이 가장 크게 감소하였고, 젓갈맛은 모든 군에서 증가하는 경향을 보였다. 따라서 본 연구에서 구명한 저장조건에 의한 절단배추로 우수한 품질의 배추김치를 제조하는 것이 가능하였다.

## 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

구분	연도	연구개발의 목표	달성도 (100%)	관련분야 기여도
1차년도	2012	신선편이 배추 제품의 품질 현황 및 개선 방안	100	- 배추 소비 및 유통 촉진 - 신선편이식품 개발, 유통 - 국민 보건 향상
2차년도	2013	최소가공 배추 제품의 단위 공정 기술 개선	100	- 신선편이채소류 품질 향상 - 신선편이제품 원가 절감
3차년도	2014	최소가공 배추의 냉동 저장기술 개발	100	- 신선편이배추 선도유지 저장 - 절단배추의 수출상품화 - 배추김치 제조원가절감

## 제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

- 배추의 신선편이 상품화로 국내 수요 확대
- 본 연구로 개발하여 등록된 상표권(쌈형제, 조각배추, 절인배추)을 활용하여 신선편이배추 제품의 고품질 브랜드 개발
- 배추 신선편이 배추 제품의 절단 공정 개선으로 품질 손실 절감
- 배추의 최소가공제품 개발
- 절단배추의 냉동저장기술 개발로 수출 상품화에 이바지함
- 최소가공배추 제품화의 산업형 매뉴얼 보급에 기여함

## 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

### 가. 일본의 배추 생산 및 유통 현황(2008-2012)

2008년도부터 2012년도 까지 일본의 배추 생산량은 대개 900천톤 전후로서 조금씩 감소하는 추세이며, 그 중 약 75% 정도가 출하되어 이중 95% 정도가 생식, 나머지 5% 정도가 가공 및 업무용으로 소비되고 있음.

일본에서는 유통기간 10일 정도로 하여 1/4 포기 씩 비닐랩으로 포장되어 판매되고 있으며, 연간 배추 생산량 900천 톤 중 7 거의 90% 이상이 원물로서 비닐랩 포장의 유형으로 판매되고 있다.

-논문 투고: ‘절임배추 및 신선편이 배추의 산업화’, 구경형, 정문철, 정신교, 식품과학과 산업46(4), pp 2-11,2013.

## 제 7장 참고문헌

1. Kim BS, Kim MJ, Kim OW, Kim GH. 2001. Quality changes of winter Chinese cabbage by different packing and loading during cold storage. Korean J Postharvest Sci Technol 8:30-36
2. Barnett T, Altschuler M, Mcdaniel CN, Mascarenhas JP (1980) Heat shock induced proteins in plant cells. Dev. Gen, 1, 331-340
3. Haslbeck M, Franzmann T, Weinfurtner D, Buchner J (2005) Some like it hot: The structure and function of small heat-shock proteins. Nat. Struct. Mol. Biol. 12, 842-846
4. Sun W, Van Montagu M, Verbruggen N (2002) Small heat shock proteins and stress tolerance in plants. Biochim. Biophys. Acta 1577, 1-9
5. Park SW (1999) Effects of Calcium on Cell Wall Metabolism and Ripening of Horticultural Products, Kor. J. Hort. Technol., 17, 377-380
6. The Korean Society of Food Science and Nutrition (2000) Handbook of Experiments in Food Science and Nutrition. Hyoil press, Seoul p.256-2612.
7. Chandler, L.A. and Schwartz, S.J. (1988) Isomerization and loss of trans- $\beta$ -carotene contents in white flamed african sweet potatoes as affected by processing treatments. J. Agric. Food Chem., 36, 129-132
8. Moon, K.D., Kim, J.K and Kim, J.H. (1997) The compositions of fatty acid and amino acid and storage property in dried persimmons. Korean J. Postharvest Sci.
9. An, B.J., Bae, M.J., Choi, H.J., Zhang, Y.B., Sung, T.S and Choi, C. (2002) Isolation of polyphenol compounds from the leaves of korean persimmon (*Diospyros kaki* L. Folium). J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem., 45, 212-217
10. AOAC. (1990) Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of official analytical chemists. Washington, DC, USA.



11. Blois MS (1958) Antioxidants determination by the use of a stable free radical. *Nature*, 181, 1199–1200.
12. Benzie, I.F.F. and Strain, J.J. (1996) The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power” : the FRAP assay. *Anal. Biochem.* 239, 70–76.
13. R. Budinin, D. Tonelli, S. Girotti A. (1980) Analysis of total phenols using the Prussian blue method, *J. Agric. Food Chem.*, 28, 1236–1238
14. Jia Z.S., Tang M.C., Wu J.M. (1999) Determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals *Food Chem.* 64(4):555–559
15. Jung JY, Shin SH, Choi JH, Jeong MC (2008) Browning and Quality Changes of Fresh-cut Iceberg Lettuce by Gas Flushing Packagings. *Korean J Hortsci Technol*, 26, 406–412
16. Rico D, Martin DAB, Barry RC, Frias JM, Henehan GRM, Barat JM (2008) Optimisation of steamer jet-injection to extend the shelflife of fresh-cut lettuce. *Postharvest Biol Technol*, 48, 431– 442
17. Rico D, Martin DAB, Frias JM, Henehan GTM, Barry RC, (2006) Effect of ozone and calcium lactate treatments on browning and texture properties of fresh-cut lettuce. *J Sci Food Agric*, 86, 2179–2188
18. Yang Z, Zheng Y, Cao S (2009) Effect of high oxygen atmosphere storage on quality, antioxidant enzymes, and DPPH-radical scavenging activity of Chinese bayberry fruit. *J Agric Food Chem*, 57, 176 – 181
19. Ke D, Saltveit ME (1989) Wound-induced ethylene production, phenolic metabolism and susceptibility to russet spotting in ice berg lettuce. *Physiol Plant*, 76, 412 – 418
20. In BC, Kim JG (2008) Effect of precooling and harvesting at different times on respiration, browning and microbial growth of fresh-cut iceberg lettuce. *J Kor Hort Sci Technol*, 26, 258 – 264

21. 김혜영. (2001). 제 13 회 부산대학교 김치연구소 심포지움: 김치의 맛:배추김치의 묘사분석. 김치의 과학과 기술, 7(단일호), 145-154
22. Joslyn, M.A and Ponting, J.D (1995) Enzyme-catalyzed oxidative browning of fruits products. *Adv. Food Res.*, 3, 1-44
23. Monslve-Gonzalez A, Barbosa-Canovas GV, Cavalieri RP, MxEvily AJ, Iyengar R (1993) Control of browning during storage apple slices preserved by combined methods. 4-hexylresorcinol as anti-browning agent. *J Food Sci*, 58, 797-800.
24. Woo-Po Park, Chul-Hwan Kim and Sung-Hwan Cho (2006) Quality Characteristics of Cherry Tomato and Unshiu Orange Packed with Box Incorporated with Antimicrobial Agents. *Korean J. Food Preserv* Vol. 13, 273-278, June
25. Eung Soo Han, Moon Sik Seok, and Ji Hyun Park (1998) Quality Changes of Salted *Baechu* with Packaging Methods during Long Term Storage. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 30, 1307-1311
26. Lee GJ, Vierling E (2000) A small heat shock protein cooperates with heat shock protein 70 systems to reactive a heat-denatured protein. *Plant Physiol*, 122, 189-197
27. Mansfield MA, Key JL (1987) Synthesis of the low molecular weight heat shock proteins in plants. *Plant Physiol*, 84, 1007-1017
28. Park SM, cho HS, Song HW, Suh JW, Hong CB (1994) *Nicotiana tabacum* low molecular weight heat shock protein cDNA clones and their expression patterns. *Mol. Cells*, 4, 393-397
29. Sun W, Van Montagu M, Verbruggen N (2002) Small heat shock proteins and stress tolerance in plants. *Biochim. Biophys. Acta* 1577, 1-9
30. Haslbeck M, Franzmann T, Weinfurtner D, Buchner J (2005) Some like it hot: The structure and function of small heat-shock proteins. *Nat. Struct. Mol. Biol.* 12, 842-846

31. Saltveit ME (2000) Wound induced changes in phenolic metabolism and tissue browning are altered by heat shock. *Postharvest Biol Technol*, 21, pp. 61-69
32. Park WP, Kim CH, Cho SH (2006) Quality characteristics of cherry tomato and unshiu orange packed with box incorporated with antimicrobial agents. *Korean J Food Preserv*, 13, 273-278
33. Jorg A, Monica F, Renato A (1992) Changes in sugars, acids, and amino acids during ripening and storage of apples(cv. Glockenapfel). *J Agric Food Chem*, 40, 1131-1134
34. Han ES, Seok MS, Park JH (1998) Quality changes of salted baechu with pakaging methods during long term storage. *Korean J Food Sci Technol*, 30, 1307-1311
35. Monslve-Gonzalez A, Barbosa-Canovas GV, Cavalieri RP, MxEvily AJ, Iyengar R (1993) Control of browning during storage apple slices preserved by combined methods. 4-hexylresorcinol as anti-browning agent. *J Food Sci*, 58, 797-800.
36. Mondy Ji, Munshi CB (1993) Effect of maturity and storage on ascorbic acid and tyrosine concentrations and enzymatic discoloration of potatoes. *J Agric Food Chem*, 41, 1868-1871
37. Jacobo-Velazquez D, Martinez-Hernandez GB, del C, Rodriguez S, Cao C-M, Cisneros-Zevallos L (2011) Plants as biofactories: physiological role of reactive oxygen species on the accumulation of phenolic antioxidants in carrot tissue under wounding and hyperoxia stress. *J Agric Food Chem*, 59, 6583-6593
38. Ke D, Saltveit ME (1989) Wound-induced ethylene production, phenolic metabolism and susceptibility to russet spotting in iceberg lettuce. *Plant Physiology*, 76, 412-418
39. Alegria C, Pinheiro J, Duthoit M, Goncalves EM, Moldao-Martins M, Abreu M (2012) Fresh-cut carrot quality as affected by abiotic stress pre-treatments. *LWT-Food Sci Technol*, 197-203
40. Rodriguez-Lopez JN, Fenoll LG, Penalver MJ, Garcia-Ruiz PA, Varon R, Martinez-Ortiz F,

Garcia-Canovas F (2001) Tyrosinase action on monophenols; evidence for direct enzymatic release of o-diphenol. *Biochimica and Biophysica Acta*. 1548, 238-256

41. Pereyra L, Roura SI, Del Valle CE (2005) Phenylalanine ammonia lyase activity in minimal processed Romaine lettuce. *Lebensm Wiss Technol*. 38, 67-72

42. Couture R, Cantwell MI, Ke D, Saltveit ME (1993) Physiological attributes and storage life of minimally processed lettuce. *HortSci*, 28, 723-725

43. Allende A, Artis F (2003) Combined ultraviolet-C and modified atmosphere packing treatments for reducing microbial growth of fresh processed iceberg lettuce. *Lebensm Wiss Technol*, 36, 779-786

44. Park SW (1999) Effects of Calcium on Cell Wall Metabolism and Ripening of Horticultural Products, *Kor. J. Hort. Technol.*, 17, 377-380

45. Kim SS, Seong GU, Hwang HY, Jeong MC, Chung SK (2014) The short-term storage characteristics of cut kimchi cabbages treated with Ca<sup>2+</sup>, *Korean J Food preserv*, 21, 157-162

46. Jorg A, Monica F, Renato A (1992) Changes in sugars, acids, and amino acids during ripening and storage of apples(cv. Glockenapfel). *J Agric Food Chem*, 40, 1131-1134

47. Lee JS, Lee HE, Lee YS, Chun CH (2008) Effect of Packaging Methods on the Quality of Leaf Lettuce, *Korean J Food preserv*, 14, 630-634

48. Gil MI, Gomy JR, Kader AA (1998) Responses of 'Fuji' apple slices to ascorbic acid treatments and low-oxygen atmospheres. *Hortsci*, 33, 205-209

49. Lee HJ, Jang JH, Kwon JH, Moon KD (2009) Effect of packaging materials on the quality of radish sprout during storage. *Korean J Food Preserv*, 16,147-154

50. Park JE, Kim HM, Hwang SJ (2012) Effect of harvest time, precooling, and storage temperature for keeping the freshness of 'Maehyang' strawberry for export. *Journal of*

Bio-Environment Control, 21, 404-410Environment

51. Jang MY, Jo YJ, Hwang IG, Yoo SM, Choi MJ, Min SG (2014) Physicochemical characterization and changes in nutritional composition of onions depending on type of freezing process. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 43, 1055-1061
52. Kang JH, Song KB (2015) Non-thermal Treatment of postharvest strawberry and establishment of its optimal freezing condition. *J Appl Biol Chem*, 58, 55-60
53. Jung KH, Jo YJ, Hwang IG, Yoo SM, Choi MJ, Min SG (2014) Effects of air blast freezing and microwave thawing on physicochemical and nutritional properties of carrots. *Food Eng Prog*, 18, 293-299
54. Kim BC, Hwang JY, Wu HJ, Lee SM, Cho HY, Yoo YM, Shin HH, Cho EK (2012) Quality changes of vegetables by different cooking methods. *Korean J Culinary Res* 18, 40-53
55. Kim JE, Jo HJ, Yu MJ, Song KB, Kim HY, Hwang IG, Yoo SM, Han GJ, Park JT (2014) Freeze-thawing conditions to produce high quality Bokbunja (*Rubus occidentalis*). *Korean J Food Sci Technol*, 46, 710-715
56. Han ES, Seok MS, Park JH (1998) Quality changes of salted baechu with packaging methods during long term storage. *Korean J Food Sci Technol*, 30, 1307-1311
57. Kim SS, Ku KH, Jeong MC, Hong JH, Chung SK (2014) Effects of pre-heat treatments on the quality of cut kimchi cabbages during short-term storage, 26, 776-783
58. Park HW, Lee SA, Kim YH, Kim YM, Cha HS, Park JD (2007) Effects of calcium chloride treatment and modified atmosphere packaging on the quality change of 'Fuji' apple, *Korean J Food Preserv*, 14, 457-461
59. Joslyn, MA, Ponting, JD (1995) Enzyme-catalyzed oxidative browning of fruits products. *Adv Food Res*, 3, 1-44

60. Kim DM (2014) Quality characteristics of kimchi prepared with various salt type and concentration. Duksung Women's University.

## 제 8 장 연구실 안전관리 이행실적

### 제 1 절 안전관리 이행실적

#### 1. 경북대학교

##### 가. 연구실 안전 점검 체계 및 실시

###### (1) 실험실 안전점검 체계 및 실시

- 일상점검 : 연구활동종사자가 매일 연구개발활동을 하기 전에 연구개발활동에 사용되는 기계 · 기구 · 전기 · 가스 등의 실험기자재와 약품 · 병원체 등 실험재료의 이상유무와 보호장비의 관리상태 등을 점검하고 그 결과를 기록 · 유지
- 정기점검 : 연구개발활동에 사용되는 기계 · 기구 · 전기 · 가스 등의 설비기능의 이상유무와 보호장비의 성능유지 여부 등을 장비를 이용하여 매년 1회 이상 세부적으로 점검을 실시하고 그 결과를 기록 · 유지

###### (2) 실험실 정밀안전진단 체계 및 실시

- 해당법 시행령 제11조 별표3의 점검장비 중 해당 분야의 장비를 이용하여 세부적으로 실시

##### 나. 교육 훈련

(1) 개요 : 연구실 안전환경 조성에 관한 법률 제18조, 동법 시행령 제17조 및 동법 시행규칙 제9조에 따라 연구활동종사자들의 안전의식 제고와 실험실 사고 예방을 위하여 안전교육을 의무적으로 수강

(2) 교육 대상 : 본 실험실 소속 연구원/대학생/대학원생 및 연구보조원 등

###### (3) 안전 교육 실시 방법

- 사이버안전교육 : 연구실안전관리시스템에서 제공하는 사이버안전교육

\* 경북대학교연구실안전관리시스템 <http://safe.knu.ac.kr/>

- 자체안전교육 : 연구실험실에서 자체적으로 실시하는 교육으로, 실시 후 『안전교육일지』를 연구실안전관리시스템에 등록하고 있음

###### (4) 안전 교육 시간

연구활동 종사자는 반기별 6 시간 이상 정기 교육 · 훈련을 받으며 신규 채용 시 2 시간 이상, 특별한 경우에 안전 교육을 2 시간 이상 매년 수강하고 있음.

##### 다. 보험 가입 현황

경북대학교 과학기술분야 연구활동종사자 중 연구원/연구보조원/기타 등으로 현재 경북대학교 재학생이 아닌 자 및 보험 미 가입자와 과학기술분야 재학생(대학생, 대학원생, 수료 후 등록

생)은 교무처 학사과 자료를 참고하여 시설과 에서 가입 관리하고 있음.

(1) 보험 내용

- 보험명 : 『연구실 안전공제』

- 보상금액

- 사망 1인당 1억원, 후유장애 시 급수에 따라 1억~625만원 보상
- 부상의 경우, 1,000만원 한도로 상해 등급별 정액 및 실손 보상

- 적용대상 : 경북대학교 연구활동종사자

- 보상내용

- 연구활동종사자가 연구실에서 발생한 사고로 부상/질병/신체장애/사망 등 생명 및 신체상의 손해를 입었을 때
- 과실이 있고 없음을 가리지 않고 자기 또는 다른대학·연구기관 등에서 연구활동 등에서 연구활동 중에 급격하고도 우연한 외래의 사고로 신체에 상해를 입거나 그 상해가 원인이 되어 질병에 걸렸을 때.



목표달성도 및 관련분야에의 기여도  
연구개발 성과 및 성과활용 계획  
연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보  
참고 문헌  
연구실 안전관리 이행실적



# 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

## 제 1 절 연구개발목표 달성도

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
1차년도 (2012)	소규모 절입 배추 생산 공정 표준화 (세부1)	○작형별 절입 배추의 특성 규명 및 소규모 절 입 배추 생산 방안 도출	100	-작형별 절입배추 제조를 위한 기반 기술 확보
			100	-시판절입배추의 감각과학적 품질 특성 규명 및 객관화
			100	-표준화된 절입배추의 생산 기술 제시
	배추의 현장 적용형 작형별 저장 기술개발 (세부2)	○ 순간 건식열처리기술 개발	100	-표면건조조건별 배추의 작형별 품질특성 조사 -배추의 작형별 표면건조조건 도출 -배추의 작형별 저장성 기반 표면건조 효과 분석 -최적 표면건조 조건 확립 및 건조장치 설계
			100	-피복 및 코팅제제 선발 -피복 및 코팅기술 개발 -피복 및 코팅방법별 선도유지효과 분석
	배추 저장 장애 제어 기술개발 (협동1)	○작형별 배추 저장 중 저장 장애 발생원인 규명	100	-배추의 수확 후 유통 단계별 유통환경 및 병해발생을 조사
			100	-작형별 배추 저장 중 저장 장애 발생 원인 규명
	신선편이 배추의 저장 기술 개발 (협동2)	○신선편이 배추 제품이 -품질 현황 및 개선방안	100	-신선편이 배추 제품의 유통 현황 파악
			100	-제품별 단위 공정 중 품질 변화 요인 조사
			100	-갈변 및 품질 손실 현황 및 요인 도출
			100	-품질개선을 위한 공정 개선 방안 도출
	산업적 규모의 현장 저장 시험 (협동3)	○ 배추 저장 처리기술의 현장적용실험 및 평가	100	-해남군 화원농협 배추 저장고 -배추의 저장 중 품질특성 및 감각과학특성 분석 -저장배추를 이용한 김치제조 및 품질평가

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
2차년도 (2013)	소규모 절임 배추 생산 공정 표준화 (세부1)	○공정단계별 품질 지표 객 관화 및 작형별 절임배추 저장성 향상 전처리 기술 연구	100	-공정단계별 품질 지표 객관화 및 작 형별 절임배추 저장성 향상 기술 개발
			100	-작형별 절임배추 유통중 저장성 향 상 기술 제시
	배추의 현장 적용형 작형별 저장기술 개발 (세부2)	○순간건식 열처리 기술개발(계속)	100	-최적 표면건조 조건 확립 및 건조장 치 설계
		○배추의 저장성 증진기술 개발	100	-배추 뿌리길이 조정에 따른 신선도 연장효과 -증산작용 억제기술 개발: -다공성 인공석 피복 및 기체환경조절 병용처리기술 -배추 전용 컨테이너구조개발 -빙결점 근접저장 기술연구
	배추 현장 적용형 저장장해 제어기술 개발 (제1협동)	○배추 저장 중 병해 발생 을 조사 및 발생원인 구명	100	-배추 저장 중 병해 발생을 조사
			100	-배추의 저장장해 발생원인 구명
	신선편이 배추의 저장 기술 개발 (협동2)	○예비 가열 처리 기술 연 구	100	-절단배추 예열 처리 최적 조건 및 선도 유지 저장
		○갈변억제 처리 기술 연구	100	-절단배추의 친환경 갈변방지제 첨 가 단기 저장 중 선도 및 품질 효과
		○포장 및 저장 기술 개발	100	-필름 포장 절단배추의 단기 저장 중 선도 및 품질 효과
	산업적 규모의 현장 저장시험 (협동3)	○배추 저장 전처리 기술의 현장적용실험 및 평가(계속)	100	-1세부 및 2세부 과제와 연계하여 배 추의 저장 중 품질특성 및 관능특성 분석
○배추의 작형별 저장조건 최적화기술의 현장적용실험 및 평가		100	-저장배추를 이용한 김치제조 및 품질 평가	

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
3차 년도 (2014)	소규모 절임업체용 절임배추의 제조 공정·저장·유 통매뉴얼 작성 (세부1)	소규모 절임업체용 절임배추 제조 공정, 저장·유통 매뉴얼 작성	100	- 작형별 절임배추의 최적 저장 및 유통 조건 확립 - 소규모 절임 배추 표준화 모델 및 작형별 절임배추 생산 공정 표준화 제시 - 소규모 절임배추 업체용 계절별 절임 염수 재활용 및 절임 폐수 처리 제시 - 절임배추 생산공정 표준화를 위한 최적화 기술의 현장적용 실험 및 평가
	작형별 저장조건 최적화 기술 확립 및 종합저장기술 확립(세부2)	배추의 저장성 증진기술 개발(계속)	100	- 증산작용 억제기술 개발: 다공성 인공토 피복 및 기체환경조절 병용처리기술 - 현장실증실험 및 효과분석
		배추 작형별 전처리 및 저장기술 종합적용시험	100	- lab scale에서의 simulation 실험 - 산업적 규모의 현장적용시험 지원 및 효과분석 - 개발 기술 적용에 따른 관행대비 소요 비용 비교
	배추 현장 적용형 저장장해 제어기술 개발(제1협동)	배추의 저장장해 발생억제 기술 개발	100	-배추의 저장장해 원인 구명을 통해 장해억 제 재배조건 구명
				-산업적 저장시스템에서의 실증실험
	신선편이 배추 저장 기술 개발(제2협동)	신선편이 배추의 냉동저장 기술 개발	100	-절단배추의 급속(전자장, 기계식)냉동 및 완 만냉동 동결 및 해동, 이화학적 특성, 김치 가공적성
		작형 및 용도별 처리 공정 구축	100	- 개별적 개발 공정의 일관 시스템 적용 평가
		실증 실험 및 효과 분석	100	-실험실 수준에서 pilot plant 수준-scale up, 품질 비교, 공정 확립
	산업적 규모의 현장 저장시험 (협동3)	배추의 작형별 종합 저장기술 현장적용실험 및 평가	100	-세부 2의 최종연구결과 현장실험 지원 -현장실증실험 및 효과분석 공동실시
		최소가공 배추의 저장 및 유통기술 현장적용실험 및 평가	100	

## 제 2 절 연구개발목표별 관련분야 기여도

세부과제명	세부연구목표	관련분야 기여도
소규모 절임배추 생산 공정 표준화 (세부1)	작형별 절임배추 생산 기술 제시	- 시판 절임배추 감각과학적 품질의 개관화 - 작형별(봄,여름,가을,겨울) 절임배추의 물리화학적 품질 지표 및 감각과학적 품질 지표 제시 - 작형별로 절임배추 제조후 적정 포장재로 밀폐포장하여 0℃ -1℃ 유지-약 10일 정도 상품성 유지 가능
	작형별 소규모 절임배추 생산 공정 표준화	- 작형별 절임배추의 경우 HACCP와 제조 공정의 작업표준, 위생 기준으로 절임배추 생산 공정 표준화 제시 - 절임배추 저장성 연장 기술은 약 60일 이상 김치 원료용 절임배추로 활용도 확인
	소규모 절임업체용 절임배추 제조공정·저장·유통매뉴얼 작성	- 작형별 절임배추의 최적 저장 및 유통 조건을 기준으로 소규모 절임배추 제조 공정 표준화와 저장·유통 매뉴얼 제시
배추의 현장적용형 작형별 저장기술 개발(세부2)	작형별 저장전처리 기술 개발	- 컨베어 타입의 건식열처리 기술 개발(2분)로 기존 차압예냉(10시간 이상)보다 전처리 시간 획기적 단축하고 흐름공정으로 현장 적용성 향상
	저장효율 증대를 위한 저장조건 최적화	- 배추뿌리상향적재방법 제안, 배추전용 P-box 제원 및 구조 개발, 램핑기에 의한 현장형 MAP기술 개발, 다공성 천연석 활용에 따른 증산억제 효과 - 개발기술은 업체류 및 습도 민감한 근채류 저장에 활용가능
	산업적 규모의 현장저장시험 지원 및 효과분석	- 배추 저장의 문제점 도출 및 개선방안 농식품부 자료 제공 - 산학 공동연구 형태로 진행함으로써 연구기간 내 조기 기술 이전 완료
배추 현장 적용형 저장장해 제어기술 개발(제1협동)	작형별 배추 저장 중 저장 장해발생 원인 규명	- 배추 저장기한에 가장 큰 영향을 미치는 증상이 깨씨무늬증으로 확인되었고, 세포내 암모늄 함량이 큰 영향을 끼침을 확인
	작형별 배추의 저장 장해 발생 억제 기술 개발	- 질산태 질소 관주 처리로 깨씨무늬 증상 완화 확인
신선편이 배추 저장 기술 개발(제2협동)	신선편이 배추 제품의 품질 현황 및 개선 방안	- 배추 소비 및 유통 촉진을 위한 신선편이 개발 및 개선 방안에 기여
	최소가공 배추 제품의 단위 공정 기술 개발	- 최소가공 공정 기술 개발에 의한 신선편이채소류 품질 향상 및 신선편이제품 원가 절감
	최소 가공 배추의 냉동 저장 기술 개발	- 신선편이배추 선도유지를 위한 냉동 기술 가능성 확인 - 절단배추의 수출상품화 및 배추김치 제조원가절감 효과 기대
산업적 규모의 현장 저장시험 (협동3)	배추의 작형별 종합 저장기술 현장적용실험 및 평가	- 세부 1, 세부 2의 최종연구결과 현장실험 지원으로 현장실증실험 및 효과분석 공동실시로 현장에서의 적용 가능성 확인 - 타 산업적 규모의 현장 저장 시험에 직접 활용 가능

# 연구개발 성과 및 성과활용 계획

## 1. 실용화·산업화 성과 및 계획

- 본 연구에서 도출된 배추 저장성 연장 기술과 절임배추 저장성 연장 기술은 협동기관과 참여 업체인 화원농협과 괴산시골절임배추 조합에 무상 기술 이전하였음.
- 유상기술이전을 위하여 절임배추 및 김치 제조업체에 과제 종료 후 기술에 대한 홍보를 계획하고 있으며 전국 절임배추 제조업체에 보급하고자 추진 중에 있음.
- 개발기술은 현재 절임배추 제조업체와 협의한 바 있으며, 보고서 및 특허출원 완료 후 개발기술에 대한 브리핑을 통하여 유상기술 이전을 추진하겠음.

## 2. 교육·지도 홍보 등 기술확산 계획

가. 교육·지도 성과 : 경북대학교 인력 양성 5명/3년

### 나. 홍보 성과

- 배추 저장 중 관찰되는 장해현상, 식품과학과 산업 12월(2013)
- 절임배추 산업 및 기술 현황, 김치산업발전 심포지움(2014)
- 배추 장기 저장 및 배추 절임기술 개발, 중앙 TV 방송(2014, 11월 연합 뉴스외 6개 이상의 언론매체에 본 연구에서 개발한 연구결과 보도)
- 절임배추 산업 및 기술 현황, 김치산업 발전 심포지움(2014)
- 장기 저장 가능한 배추 저장과 배추 절임 기술, 먹고사는 세상(2015)
- 배추의 저장성 증진 기술 개발, 한국식품저장유통학회(2014), 학술상 수상
- 배추 장기 저장과 장기 저장용 배추 절임 기술 보도 예정(2016. 1)

### 다. 교육·지도·홍보 등 기술확산 계획

- 연구기간 동안 개발기술은 특허출원을 위한 사전 보도 및 홍보에 제한적인 특성을 지녔음. 2013년 9월 이전 특허출원을 완료한 후 논문 발표 및 투고 작업을 통한 전문가 집단에 기술적 가치를 인식시키고자 함.
- 생산자 중심 언론매체를 통하여 특별기고 형태로 개발기술에 대한 홍보작업을 수행함으로써 개발기술의 전국적 확대를 위해 노력하고자 함.
- 개발기술의 유상 및 무상기술이전 후 상업적 마케팅에 성공할 경우 경쟁업체 및 지자체를 통한 기술도입을 위한 기회는 증가할 것으로 판단함.

### 3. 특허, 논문 등 지식재산권 확보계획 등

#### 가. 특허 출원 및 상표 등록

- 다공성 인공석을 이용한 엽채류의 저장방법(출원번호 10-2013-0052415)
- 건식열처리를 이용한 엽채류의 저장방법(출원번호 10-2014-0019080)
- 빙결점을 이용한 배추의 절임 및 장기 저장 방법(출원번호 10-2014-022108)
- 빙결점을 이용한 배추의 절임 및 장기 저장 방법(출원번호 10-2015-0115566)
- 쌈형제 상표 등록(출원번호 40-2013-0055130)
- 조각배추 상표 등록(출원번호 40-2014-0054694)
- 절임배추 상표 등록(출원번호 40-2014-0056074)

#### 나. 논문

- 절임배추 및 신선편이 배추의 산업화, 식품과학과 산업 12 (2013)
- 배추 저장 중 관찰되는 장해 현상, 식품과학과 산업 12월(2013)
- 계절별 절임배추의 품질 특성 비교, 한국식품저장유통학회, 21(4) (2014)
- 계절별 배추 품종에 따른 절임배추의 저장 중 품질 특성, 한국식품저장유통학회 (2015)
- Ca<sup>2+</sup> 처리 절단 배추의 소포장 단기 저장 특성, 한국식품저장유통학회지(2013)
- 절단배추의 단기 저장에 대한 예열처리 효과, 한국식품저장유통학회지(2014)
- 절임배추 및 신선편이 배추의 산업화, 식품과학과 산업 12 (2013)
- Antioxidant capacities and polyphenolics of Chinese cabbage(*Brassica rapa* L. SSP. *Pekinensis*) leaves. Food Chemistry. (2016년 개제 예정)
- Chemical Forms of Nitrogen in Nutrient Solution Affect Development of Pepper Spot in Chinese Cabbage (*Brassica campestris* ssp. *pekinensis*), Horticulture, Environment, and Biotechnology(HEB, ISSN2211-3452(print)-3460(online) 투고중

#### 다. 학회발표

- Effect of salt types and salting temperature on the salt content of chinese cabbage (2012. 11. 1. 제주 ICC)
- Effect of storage temperature on the quality characteristics of salted chinese cabbage (2013. 8. 30. 천안휴러클러스)
- Sensory evaluation and physicochemical characteristics of salted-Kimchi cabbage(2014. 5. 12. 싱가포르 expo)
- The quality characteristics comparison of spring and winter salted Kimchi cabbage(2014.



#### 8. 25. 광주 김대중 센터

- 다공성 인공석을 활용한 월동배추의 저장성 증진 효과 분석, 한국식품저장유통학회, aT 센터 (2013. 11)
- 건식열처리에 의한 월동배추의 저장성 증진 효과 분석, 한국식품저장유통학회, 제주대학교 (2015. 10)
- 건식열처리, 다공성 인공석 및 P-box 제원에 따른 봄배추의 저장성 연장 효과, 한국식품저장유통학회(2015. 10)
- 결구 배추 잎의 부위별 항산화 특성, 한국식품저장유통학회(2013.10)
- Ca<sup>2+</sup> 처리 절단 배추의 소포장 단기 저장 특성, 한국식품저장유통학회(2013. 10)
- The antioxidant and short-term storage characteristics of Kimchi cabbage leaves. Asia Pacific symposium on postharvest research, education and extension (2014. 12. Viet Nam)
- 절단배추의 동결 저장에 따른 품질 특성. 한국식품영양과학회. 평창 알펜시아(2015. 8)
- 절임배추 제조 공정 단계별 미생물학적 품질 평가. 한국식품과학회. 부산 벅스코(2015. 6)

#### 4. 추가연구 및 타 연구에의 활용계획

연구진행 및 특허출원 등으로 진행되지 못한 논문발표 및 게재 등의 학술활동을 연구종료 후에도 지속적으로 수행할 예정임



- 정기안전점검 실시 : 매월 2회 한국안전기술연구원과 합동으로 안전점검 실시
- 특별안전점검 실시 : 동·하절기 및 해빙기 특별안전점검 실시
- 정밀안전진단 실시 : 2년 주기 외부 전문기관 위탁 정밀안전진단 실시

**라. 안전교육**

- 신규직원 안전교육 : 신규직원 채용시 안전교육 실시
- 맞춤형 안전교육 : 실험실 위험지역별 맞춤형 안전교육 년 4회 실시
- 관리감독자 안전교육 : 안전관리감독자 및 안전관리자 외부전문기관 교육 이수
- 특별안전교육 : 특별한 사항 발생시 유형별 특별안전교육 실시

**마. 연구활동종사자 건강검진 실시**

- 매년 건강검진 실시
- 성인병 건강 검진비 지원

**바. 연구활동종사자 보험가입**

- 매년 정기적으로 보험가입 및 갱신처리를 지속적으로 이행함
- 가입회사 : 동부화재(재해보장 책임보험), 산재보험
- 가입대상 : 전직원

**사. 안전시설 및 안전장비 설치 : 실험실 7개소 설치**



**• 실험실 안전시설 및 장비설치**

번호	품 명	수량	용 도	번호	품 명	수량	용 도
1	산소호흡기	1Set	질식환자 구호	8	안전장갑	10켢래	내구성 장갑
2	산소구급벨트	1Set	유독가스지역 비상탈출	9	내열장갑	5켢래	내열성 장갑
3	국민방독면	1Set	독가스 살포시	10	화학장갑	5켢래	내화학 장갑

4	세안기	1대	안구 이물질 세척	11	실험복	5벌	내화학 실험복
5	비상약품	1Set	24종 구비	12	흡착포	1Set	흡착제거
6	보안경	10ea	안구보호	13	흡착팬스	1Set	구획설정, 확산방지
7	마스크	10ea	호흡기 보호	14	비상샤워	1대	유독물질 세척

**아. 비상대피 시설 구축**

- 가스누출 자동감지 경보 및 대피방송시스템 구축
- 주요연구장비보호구역내 자동화재소화설비 구축운영(하론소화설비) 및 법정구역내 소화기 비치
- 비상시 탈출을 위한 피난계단 설치

**자. 기타 안전사고 예방 활동 강화**

- 연구실안전관리 위원회 개최 년2회
- 안전사고 매뉴얼 제작, 배포 및 숙지
- 연구활동종사자 안전점검 일지 작성
- 화학약품의 올바른 취급을 위한 MSDS(물질안전보건자료) 통합제작 및 배포
- 실험실습실 안전수칙 게시판 제작 부착(9개소)
- 폐용매 분리수거 및 위탁처리(6회/년)

**협동과제 3. 신선편이 배추 저장 기술 개발 : 경북대학교**

**제 1 절 안전관리 이행실적**

**1. 경북대학교**

**가. 연구실 안전 점검 체계 및 실시**

**(1) 실험실 안전점검 체계 및 실시**

- 일상점검 : 연구활동종사자가 매일 연구개발활동을 하기 전에 연구개발활동에 사용되는 기계 · 기구 · 전기 · 가스 등의 실험기자재와 약품 · 병원체 등 실험재료의 이상유무와 보호장비의 관리상태 등을 점검하고 그 결과를 기록 · 유지
- 정기점검 : 연구개발활동에 사용되는 기계 · 기구 · 전기 · 가스 등의 설비기능의 이상유무와 보호장비의 성능유지 여부 등을 장비를 이용하여 매년 1회 이상 세부적으로 점검을 실시하고 그 결과를 기록 · 유지

**(2) 실험실 정밀안전진단 체계 및 실시**

- 해당법 시행령 제11조 별표3의 점검장비 중 해당 분야의 장비를 이용하여 세부적으로 실시

**나. 교육 훈련**

(1) 개요 : 연구실 안전환경 조성에 관한 법률 제18조, 동법 시행령 제17조 및 동법 시행규칙 제9조에 따라 연구활동종사자들의 안전의식 제고와 실험실 사고 예방을 위하여 안전교육을 의무적으로 수강

(2) 교육 대상 : 본 실험실 소속 연구원/대학생/대학원생 및 연구보조원 등

(3) 안전 교육 실시 방법

- 사이버안전교육 : 연구실안전관리시스템에서 제공하는 사이버안전교육

\* 경북대학교연구실안전관리시스템 <http://safe.knu.ac.kr/>

- 자체안전교육 : 연구실험실에서 자체적으로 실시하는 교육으로, 실시 후 『안전교육일지』를 연구실안전관리시스템에 등록하고 있음

(4) 안전 교육 시간

연구활동 종사자는 반기별 6 시간 이상 정기 교육·훈련을 받으며 신규 채용 시 2 시간 이상, 특별한 경우에 안전 교육을 2 시간 이상 매년 수강하고 있음.

다. 보험 가입 현황

경북대학교 과학기술분야 연구활동종사자 중 연구원/연구보조원/기타 등으로 현재 경북대학교 재학생이 아닌 자 및 보험 미 가입자와 과학기술분야 재학생(대학생, 대학원생, 수료 후 등록생)은 교무처 학사과 자료를 참고하여 시설과에서 가입 관리하고 있음.

(1) 보험 내용

- 보험명 : 『연구실 안전공제』

- 보상금액

- 사망 1인당 1억원, 후유장애 시 급수에 따라 1억~625만원 보상
- 부상의 경우, 1,000만원 한도로 상해 등급별 정액 및 실손 보상

- 적용대상 : 경북대학교 연구활동종사자

- 보상내용

- 연구활동종사자가 연구실에서 발생한 사고로 부상/질병/신체장해/사망 등 생명 및 신체상의 손해를 입었을 때
- 과실이 있고 없음을 가리지 않고 자기 또는 다른대학·연구기관 등에서 연구활동 등에서 연구활동 중에 급격하고도 우연한 외래의 사고로 신체에 상해를 입거나 그 상해가 원인이 되어 질병에 걸렸을 때.



## 3P(Patent, Paper, Product) 분석 보고서





# Cabbage storage, Fresh-cut, salted cabagge 관련 특허 · 논문 분석결과

2016. 02. 24



Cabbage storage\_특허

특허분석방법

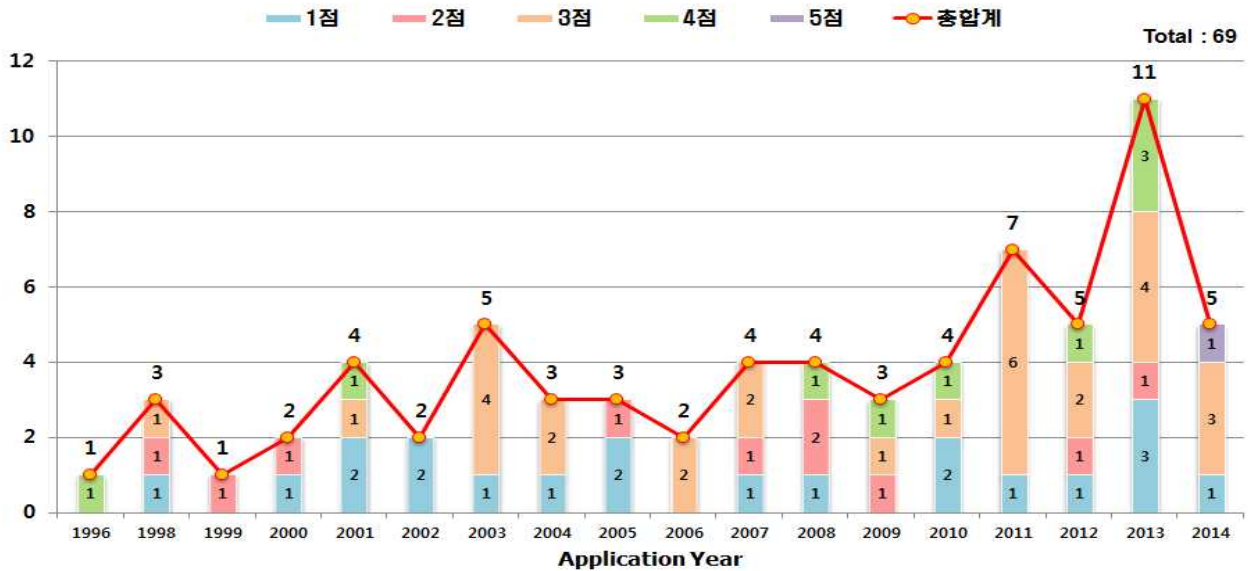
특허검색 DB : Thomson Innovation			
Cabbage storage	(leaf vegetable or cabbage) AND (storage* or preservat*)		
검색결과	검색 건수 : 739 건	패밀리 특허 제거 후 : 624 건	노이즈 제거 후 : 69 건
검색기간 (Application Year)	검색범위 :	검색 도메인 :	검색일
1996-2016	Title/Abstract	미국/유럽/일본/한국 공개 및 등록, PCT 공개	2016-02-18

**패밀리특허(Family Patent)란?**  
 동일한 내용의 특허가 여러 국가에 출원된 경우, 세계 각국의 복수국에 출원된 특허군을 의미함. 기본 원출원에 대한 각국의 출원들이 마치 형제와 같이 형태를 이루고 있기 때문에 이들을 패밀리 특허라고 하며, 우선순위로 한 개의 특허만 남기고 나머지 특허는 제외한 후 분석을 수행함

## Cabbage storage\_특허

### 국내외특허 연도별 출원 및 공개현황

- Cabbage storage 관련 특허는 1996년부터 현재까지 총 69건의 특허가 출원되었고, 2013년에 11건으로 가장 많았고 관련도 높은 특허도 많이 나옴



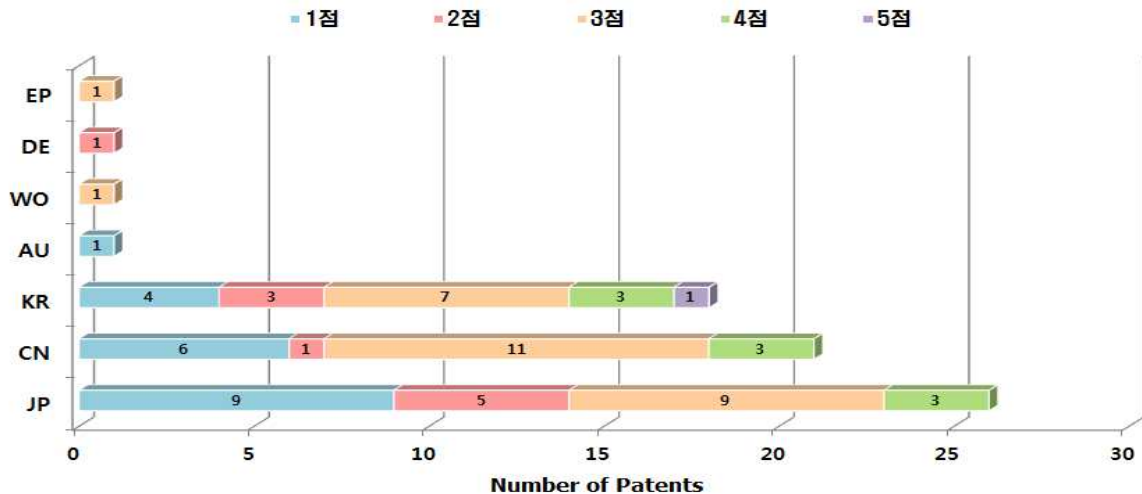
\* 특허공개는 통상 18개월이 소요되어 2014년 이후의 데이터는 정확도 떨어짐

\* 관련도는 0점부터 5점까지로 관련도가 전혀 없는 특허는 0점, 관련도 높은 특허는 5점이며, 관련도 0점인 특허는 분석에서 제외함

## Cabbage storage\_특허

### 관련도별/출원국별 특허출원 현황

- 일본이 26건으로 전체 출원의 37.68%를 차지한 1위 출원국. 중국이 21건 30.43%로 2위. 한국이 18건 26.09%로 3위, 그 밖에 호주, PCT 출원, 독일, 유럽에 특허가 출원됨



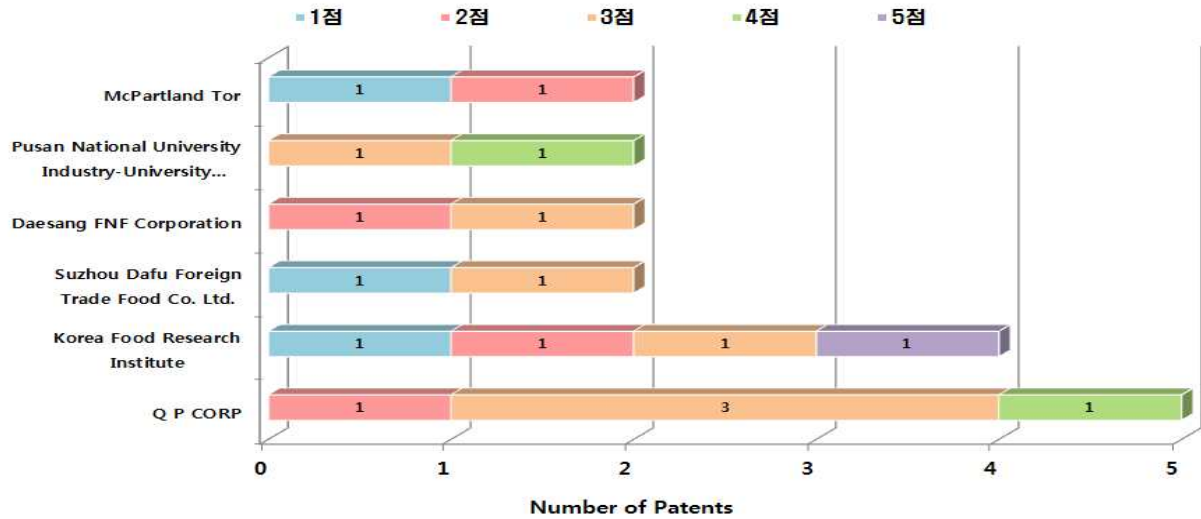
\* 관련도는 0점부터 5점까지로 관련도가 전혀 없는 특허는 0점, 관련도 높은 특허는 5점이며, 관련도 0점인 특허는 분석에서 제외함

\* JP : Japan, CN : China, KR : Korea, AU : Australia, WO : PCT출원, DE : Deutschland, EP : European Patent Office

## Cabbage storage\_특허

### 세계 주요 출원기관

- 주요 출원기관은 일본, 한국, 중국, 미국 등으로 다양함. 이 중 Q P Corporation이 4건으로 가장 많은 특허를 출원하였고 관련도 높은 특허도 많음



\* 관련도는 0점부터 5점까지로 관련도가 전혀 없는 특허는 0점, 관련도 높은 특허는 5점이며, 관련도 0점인 특허는 분석에서 제외함

## Cabbage storage\_특허

### 주요 피인용 특허 리스트

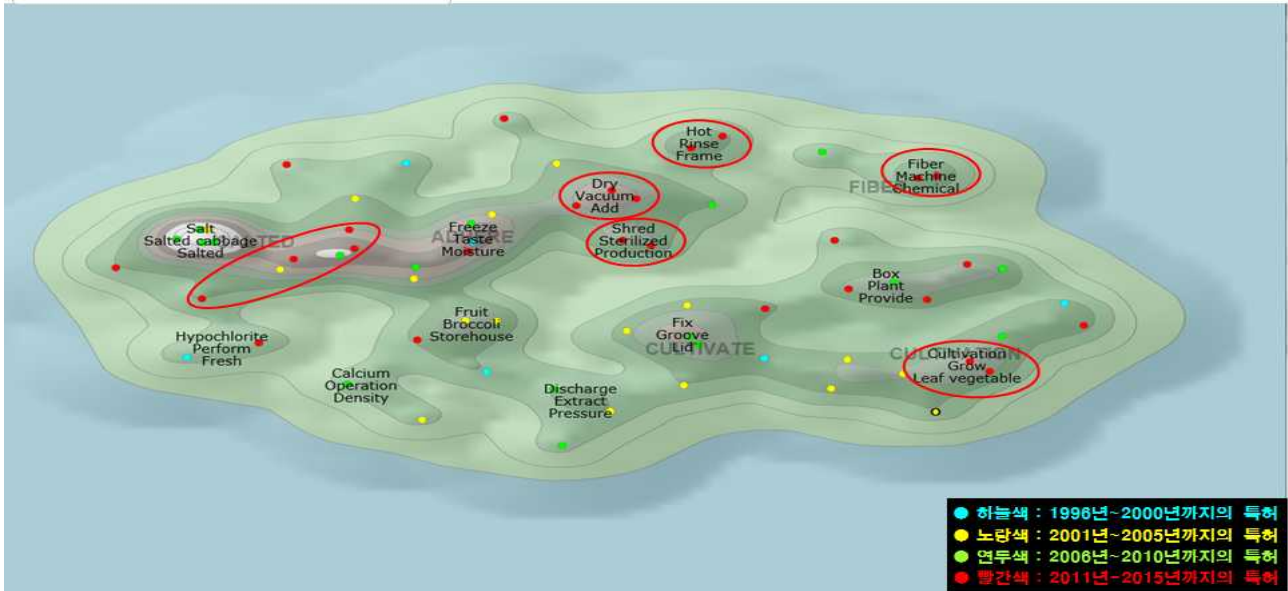
관련도	특허번호	명칭	출원인	인용도
3	<a href="#">CN101156624A</a>	A dehydrating processing method of cabbage	Cixi Vegetables Development Co. Ltd.	12
3	<a href="#">JP2003102376A</a>	Method for maintaining quality of vegetable and fruit	OGIWARA ISAO	8
4	<a href="#">CN101744032A</a>	New method for keeping Chinese cabbage fresh	Beijing ICT Refrigeration Equipment Co. Ltd.	3
3	<a href="#">JP2008281251A</a>	Cooling storage agent container	ADEKA CORP.	2
3	<a href="#">JP2011000081A</a>	Method for storing fresh vegetable-processed product, method for producing fresh vegetable-processed	FRESH SYSTEM INC	2
1	<a href="#">JP2009136208A</a>	Food deterioration suppressing method, and food packaging body	FP CORP	2
1	<a href="#">KR2003076019A</a>	Immersion liquid containing mixture of electrolyzed oxidizing water and food additive for storage of food and method of storing same	Korea Food Research Institute	2

\* 관련도는 0점부터 5점까지로 관련도가 전혀 없는 특허는 0점, 관련도 높은 특허는 5점이며, 관련도 0점인 특허는 분석에서 제외함

## Cabbage storage\_특허

## Cabbage storage 관련 특허의 연도별 등고선지도

• ○ 는 최근 연구가 활발한 키워드임.



## Cabbage storage\_논문

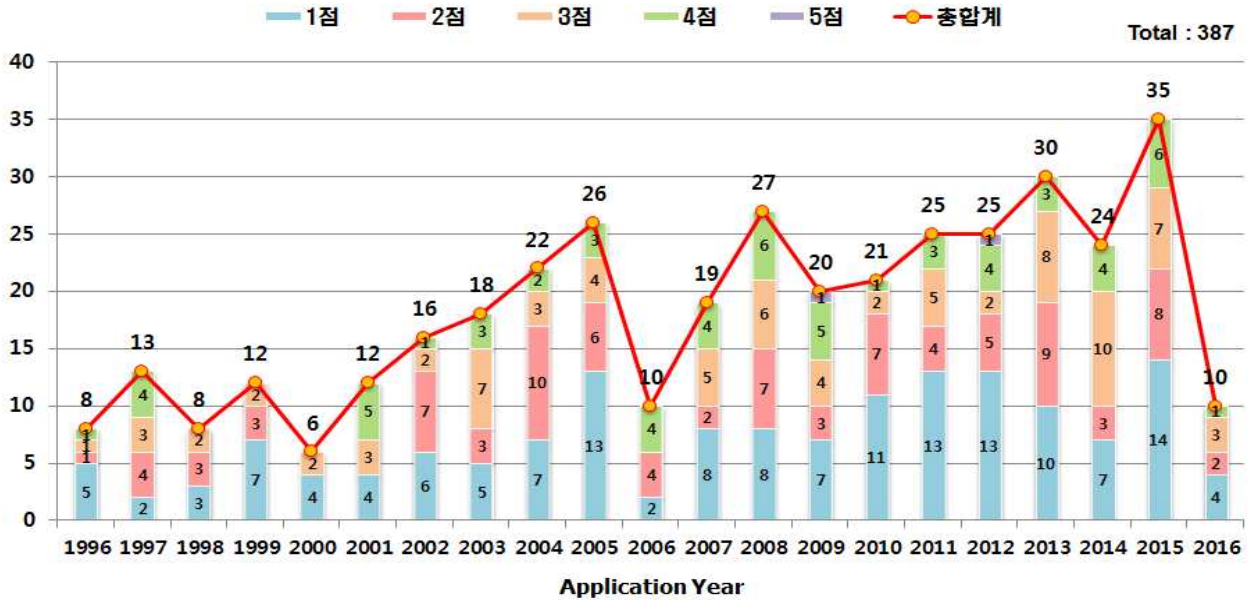
## 논문분석 방법

논문검색 DB : Thomson Innovation		
Cabbage storage	(leaf vegetable or cabbage) AND (storage* or preservat*)	
검색결과	검색건수 : 463 편	노이즈 제거 후 : 387편
검색범위(Web of Science)		
All text field		
검색일	검색기간 (Time Span)	문서형태
2016-02-18	1996-2016	Article

## Cabbage storage\_논문

### 논문 연도별 발표현황

• Cabbage storage 관련 논문은 2015년에 최대 35편으로 1996년부터 2016년까지 총 387편의 논문이 발표됨

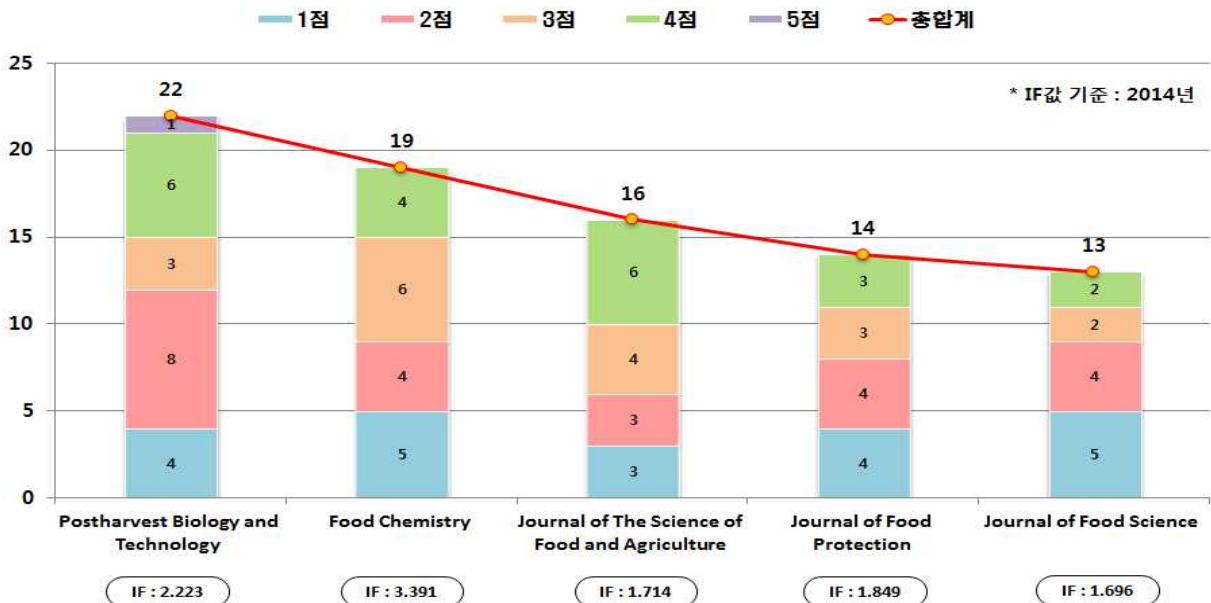


\* 관련도는 0점부터 5점까지로 관련도가 전혀 없는 논문은 0점, 관련도 높은 논문은 5점이며, 관련도 0점인 논문은 분석에서 제외함

## Cabbage storage\_논문

### 논문 주요 게재저널

• 상위 5개 저널에 전체 논문의 21.71%가 게재되었으며, 그 중에서도 Postharvest Biology and Technology 저널에 가장 많은 22편의 논문이 발표되었고 관련도 높은 논문 또한 가장 많았음



관련도	논문제목	저널명	발표년도	피인용회수
3	Effect of storage, processing and cooking on glucosinolate content of Brassica vegetables	Food and Chemical Toxicology	2007	107
2	Glucosinolates and vitamin C content in edible parts of broccoli florets after domestic cooking	European Food Research and Technology	2002	106
4	Selection and characterization of mixed starter cultures for lactic acid fermentation of carrot, cabbage, beet and onion vegetable mixtures	International Journal of Food Microbiology	2001	100
3	Post-harvest increase of indolyl glucosinolates in response to chopping and storage of Brassica vegetables	Journal of the Science of Food and Agriculture	2001	85
2	Microbial, nutritional and sensory quality of rocket leaves as affected by different sanitizers	Postharvest Biology and Technology	2006	83
1	Compilation of a provisional UK database for the phyloquinone (vitamin K-1) content of foods	British Journal of Nutrition	2000	83
2	Effects of nitrate supply on plant growth, nitrate accumulation, metabolic nitrate concentration and nitrate	Plant Science	2004	83
2	Effects of gas atmosphere, antimicrobial dip and temperature on the fate of <i>Listeria innocua</i> and <i>Listeria monocytogenes</i> on minimally processed lettuce	International Journal of Food Science and Technology	1997	82
1	Behavior of <i>Listeria monocytogenes</i> and <i>Aeromonas</i> spp. on fresh-cut produce packaged under equilibrium-modified atmosphere	Journal of Food Protection	1999	78
1	Production of probiotic cabbage juice by lactic acid bacteria	Bioresource Technology	2006	71
3	Intense light pulses decontamination of minimally processed vegetables and their shelf-life	International Journal of Food Microbiology	2005	71

\* 관련도는 0점부터 5점까지로 관련도가 전혀 없는 논문은 0점, 관련도 높은 논문은 5점이며, 관련도 0점인 논문은 분석에서 제외

**Fresh-cut cabbage\_논문**

**논문분석방법**

논문검색 DB : Thomson Innovation		
Cabbage storage	(leaf vegetable or cabbage) AND (storage* or preservat*)	
검색결과	검색건수 : 62 편	노이즈 제거 후 : 62 편
검색범위(Web of Science)		
All text field		
검색일	검색기간 (Time Span)	문서형태
2016-02-18	1996-2016	Article

**Fresh-cut cabbage\_논문**

**주요 피인용 논문 리스트**

관련도	논문제목	저널명	발표년도	피인용회수
4	The effects of various disinfectants against <i>Listeria monocytogenes</i> on fresh-cut vegetables	Food Microbiology	1996	222
4	The increase in antioxidant capacity after wounding depends on the type of fruit or vegetable tissue	Food Chemistry	2007	119
4	Behavior of <i>Listeria monocytogenes</i> and <i>Aeromonas</i> spp. on fresh-cut produce packaged under equilibrium-modified atmosphere	Journal of Food Protection	1999	78
4	Intense light pulses decontamination of minimally processed vegetables and their shelf-life	International Journal of Food Microbiology	2005	71
4	Evaluation of gaseous chlorine dioxide as a sanitizer for killing <i>Salmonella</i> , <i>Escherichia coli</i> O157 : H7, <i>Listeria monocytogenes</i> , and Yeasts and molds on fresh and fresh-cut produce	Journal of Food Protection	2005	68
4	Combined efficacy of nisin and pediocin with sodium lactate, citric acid, Phytic acid, and potassium sorbate and EDTA in reducing the <i>Listeria monocytogenes</i> population of inoculated fresh-cut produce	Journal of Food Protection	2005	64
3	Disinfection efficacy of slightly acidic electrolyzed water on fresh cut cabbage	Food Control	2009	58
3	<i>Cronobacter sakazakii</i> in foods and factors affecting its survival, growth, and inactivation	International Journal of Food Microbiology	2009	58
4	Efficacy of sanitizers in reducing <i>Escherichia coli</i> O157 : H7, <i>Salmonella</i> spp. and <i>Listeria monocytogenes</i> populations on fresh-cut carrots	Food Control	2007	50
4	Assessment of radiation sensitivity of fresh-cut vegetables using electrolyte leakage measurement	Postharvest Biology and Technology	2005	44
4	Shelf-life of minimally processed lettuce and cabbage treated with gaseous chlorine dioxide and cysteine	International Journal of Food Microbiology	2008	44

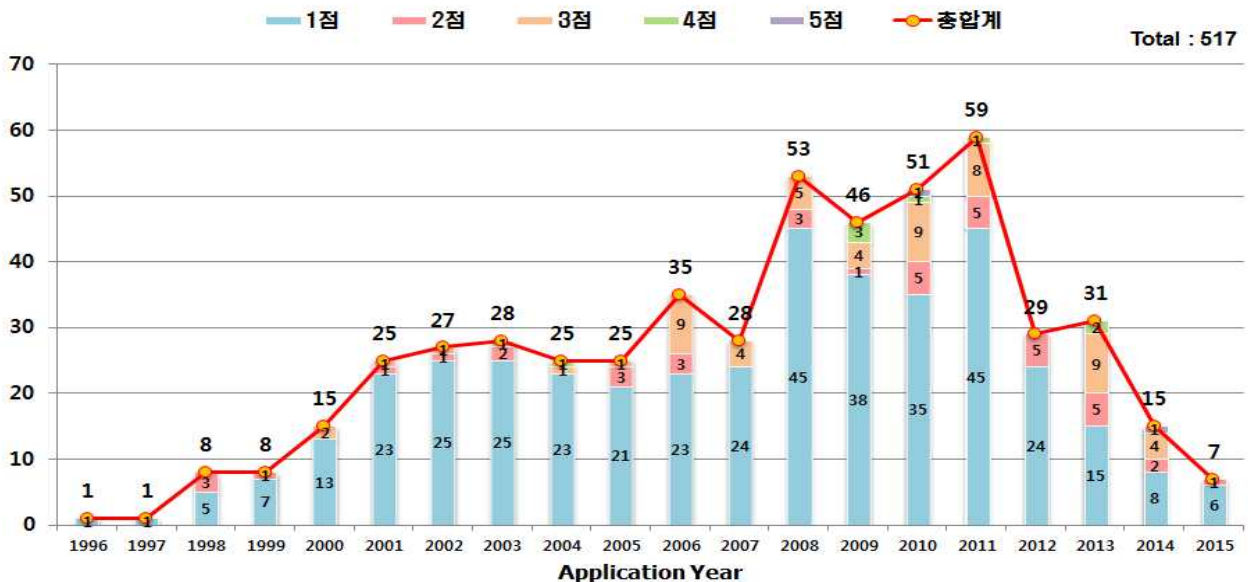
\* 관련도는 0점부터 5점까지로 관련도가 전혀 없는 논문은 0점, 관련도 높은 논문은 5점이며, 관련도 0점인 논문은 분석에서 제외

특허검색 DB : Thomson Innovation			
Cabbage storage	(leaf vegetable or cabbage) AND (storage* or preservat*)		
검색결과	검색 건수 : 1,072 건	패밀리 특허 제거 후 : 926 건	노이즈 제거 후 : 517 건
검색기간 (Application Year)	검색범위 :	검색 도메인 :	검색일
1996-2016	Title/Abstract	미국/유럽/일본/한국 공개 및 등록, PCT 공개	2016-02-18

패밀리특허(Family Patent)란?

동일한 내용의 특허가 여러 국가에 출원된 경우, 세계 각국의 복수국에 출원된 특허군을 의미함. 기본 원출원에 대한 각국의 출원들이 마치 형제와 같이 형태를 이루고 있기 때문에 이들을 패밀리 특허라고 하며, 우선순위로 한 개의 특허만 남기고 나머지 특허는 제외한 후 분석을 수행함

• Salted cabbage 관련 특허는 2011년에 59건으로 가장 많았고, 1996년부터 현재까지 총 517건의 특허가 출원되었고 관련도 높은 특허는



\* 특허공개는 통상 18개월이 소요되어 2014년 이후의 데이터는 정확도 떨어짐

\* 관련도는 0점부터 5점까지로 관련도가 전혀 없는 특허는 0점, 관련도 높은 특허는 5점이며, 관련도 0점인 특허는 분석에서 제외함





**Salted cabbage\_논문**

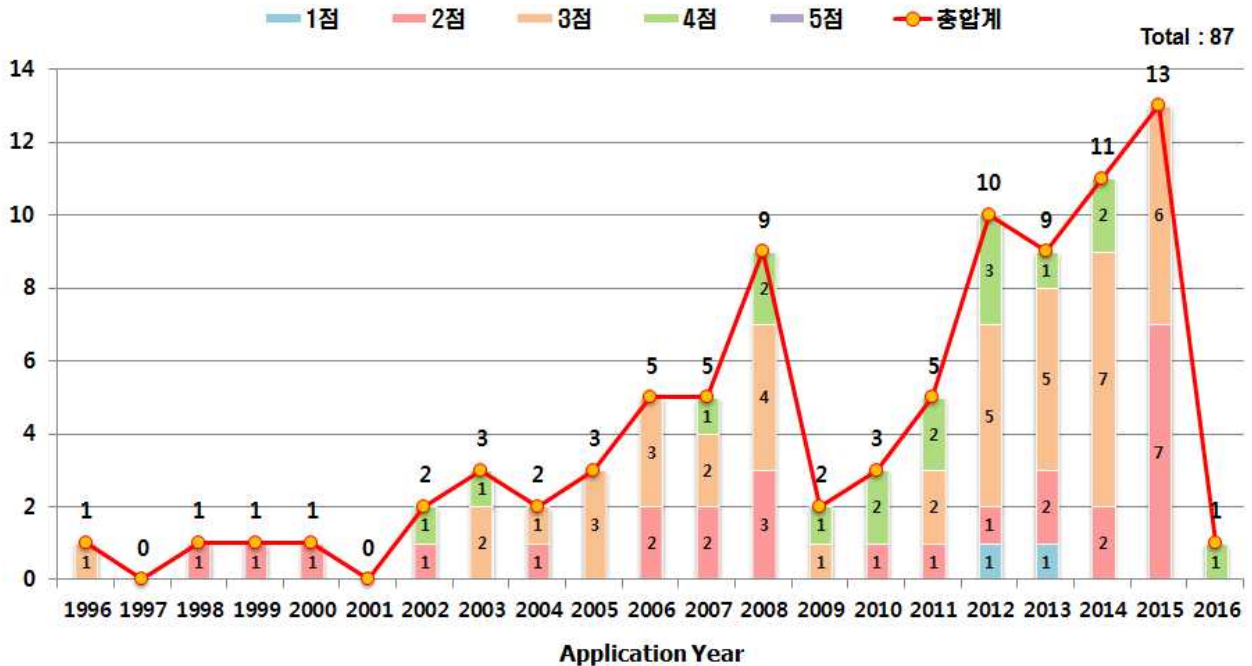
**논문분석 방법**

논문검색 DB : Thomson Innovation		
Cabbage storage	(leaf vegetable or cabbage) AND (storage* or preservat*)	
검색결과	검색건수 : 87 편	노이즈 제거 후 : 87 편
검색범위(Web of Science)		
All text field		
검색일	검색기간 (Time Span)	문서형태
2016-02-18	1996-2016	Article

**Salted cabbage\_논문**

**논문 연도별 발표현황**

• Salted cabbage 관련 논문은 2015년에 최대 13편으로 1996년부터 2016년까지 총 87편의 논문이 발표됨



\* 관련도는 0점부터 5점까지로 관련도가 전혀 없는 논문은 0점, 관련도 높은 논문은 5점이며, 관련도 0점인 논문은 분석에서 제외함

## 제품 시장 분석

### 가. 생산 및 시장현황

#### 1) 신선 배추와 절임배추의 생산 및 시장 현황

- 국내 채소류를 크게 엽근채류와 조미채소류로 나누어 보면 엽근채류는 배추가 조미 채소류는 고추가 가장 많이 생산되었는데, 2007년 기준으로 배추는 재배 농가수 607천명, 생산액 7,195억원, 재배 면적 34,3ha였고, 고추는 재배면적 54,876ha, 건조 고추로 160,398톤이 생산됨.
- 엽근채류인 배추의 경우 약 96%가 가정용 김치, 판매용 상품 김치에 사용하고 있다고 보고되어 있고, 약 4%만이 배추국 등에 사용하고 있어 국내산 배추는 대부분 김치 산업과 가장 관련이 있는 채소 품목임. 즉 수요 측면에서는 김치 원료로 한정되어 있고, 생산 측면에서는 재배 면적이 감소되고 있으며, 한중 FTA 체결, 물류 개선에 따라 중국산 김치 수입량 증가로 배추 생산 농가에 피해가 발생할 것으로 여겨진다. 또 배추는 규모화가 거의 되어 있지 않고 전체 유통물량의 70%가 도매시장을 경유하는 형태로 이루어지고 있어 유통 비용이 40.7-70% 수준이므로 유통 단계의 개선이 필요함.
- 앞으로의 배추 수급 전망을 보면 전체 배추 재배면적은 2013년 이후 연평균 2%씩 감소하여 2022년 재배면적은 30,483ha가 될 것으로 예측하였다. 이에 배추 생산량은 2017년 232만 8천 톤, 2022년은 219만 1천 톤 수준으로 감소하여, 배추 수입량(김치 환산량 포함)은 2013년부터 연평균 2%씩 증가하여 2022년에는 62만 7천 톤까지 증가할 것으로 전망하였다. 배추 총 공급량의 경우 2017년 280만 9천 톤, 2022년 271만 9천 톤으로 2013년보다 각각 3%, 6% 감소하고, 배추 자급률은 국내 배추 생산량 감소와 김치 수입 증가 등으로 2013년 85%에서 2017년 83%, 2022년 81%로 하락할 것으로 예측됨.

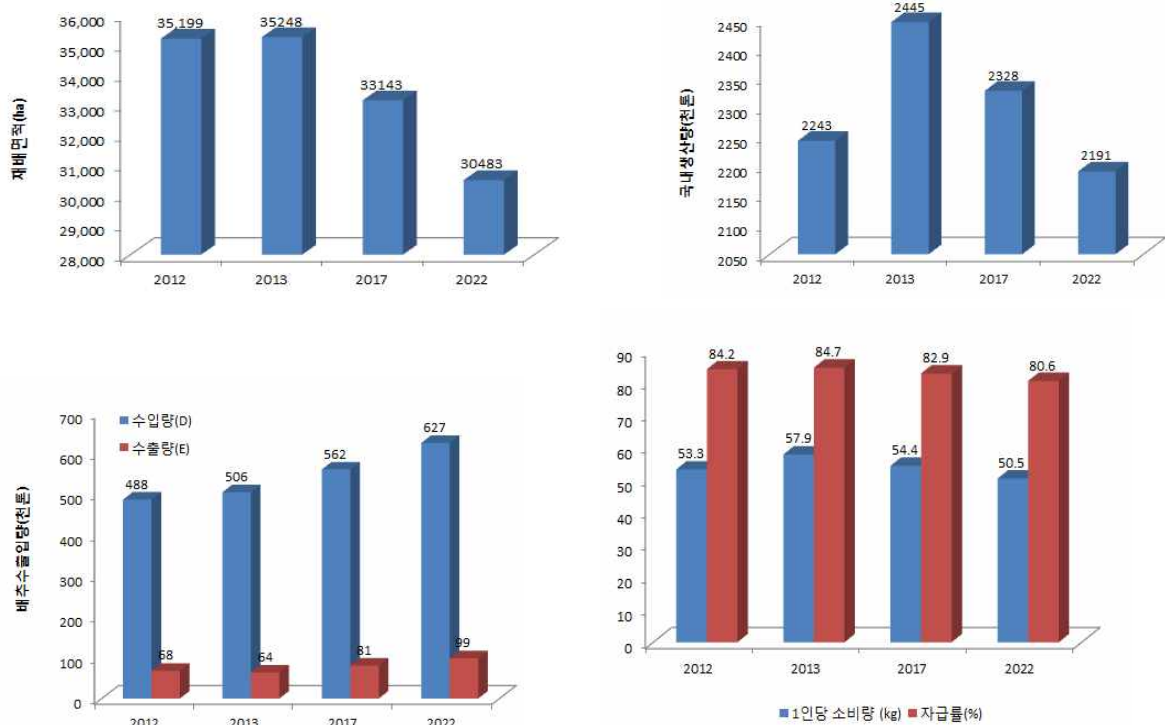


그림 1. 배추 수급 전망(한국농촌경제연구원, 2012)

- 배추는 약 90% 이상이 배추 원물 상태로 상온에서 유통되며, 냉장 8.3% 및 냉동 0.5%로 유통됨. 배추 자체로 유통되는 것을 제외한 약 10%의 배추가 전처리 및 가공되는데, 주로 박피(35.5%), 세척/소독(38.6%), 절임(24.0, 절단(0.7%)) 등의 부분 가공 작업을 거쳐 판매되고 있음. 유통 경로를 조사하면 산지에서 직구매 59.6%, 도매 및 농수산물유통센터, 대형유통업체를 거쳐서 대부분 김치류 제조(82.5%), 절임식품(9.9%), 면류, 기타식품류로 가공되어서 급식업체(19.8%), 외식업체(12.4%), 도매/벤더업체(9.7%), 중소유통업체(11.9%), 자체 대리점 및 직영매장(9.3%) 등에서 판매되고 있음(농림수산물유통부, 국내 배추의 유통 경로, 2011)
- 절임배추는 배추 김치를 만들기 위한 주원료로 배추김치를 만드는데 반드시 필요한 공정이 다. 2012년 기준 전체 김치 시장은 2조 4천 254억원에서 가정 생산 시장은 1조 2천 229억원으로 50.4%, 상품 김치 시장이 1조 2천 25억원을 약 49.6%이었다(10). 2012년 김장 김치를 직접 담그는 소비자 패널 1,000명을 조사한 결과 김장철에 김치를 직접 담그는 가구의 배추 형태별 선호도는 ‘신선배추’가 58%, ‘절임배추’가 42%로 ‘신선배추’ 선호도가 높게 나왔으나, ‘절임배추’ 선호도 역시 빠르게 증가하고 있음.
- ‘절임배추’를 사용한 경험이 있는 소비자의 경우 63.7%는 배추의 절임 과정이 힘들고 번거

로워서 ‘절임배추’를 선호하며, 시간을 절약하기 위한 경우도 22% 수준으로 소비자 대부분이 편리성을 이유로 ‘절임배추’를 선호하는 것으로 조사되었음. 즉 가정에서 직접 김치를 담구는 가구의 경우 경제 발전과 함께 주거 환경의 변화로 배추를 절이기에 적당하지 않고, 고춧가루 등 김치 양념에 대한 불신과 가정 각자의 고유한 김치 맛을 원하는 소비자들에 의해 점차 절임배추 수요는 늘어날 것으로 예측됨.

## 나. 개발기술의 산업화 방향 및 기대효과

### 1) 산업화 방향(제품의 특징, 대상 등)

- 배추 절임시장은 재배 농가에서 제조하는 것까지는 정확한 통계는 되어 있지 않으나, 김치 양념류에 대한 안전성, 소비자의 불신등으로 절임 배추와 양념을 따로 구매하는 소비층이 증가될 것으로 여기므로 안전성과 품질이 확인된 절임배추를 생산하여 소비자에게 공급할 수 있어야 하므로 소규모 절임배추 절임업체(농가 가내 수공업 제조 형태)의 경우도 소비자가 안심하고 구매할 수 있는 제조 방법과 품질관리가 이루어져야 함.
- 본 연구 결과를 기초로 하여 신선배추의 저장성 연장으로 배추 수급을 조절할 수 있으며, 농가 교육, 수확관리, 원료 조달, 저장, 완제품 가공 시설 관리 등을 조직화하여 수출 촉진화에 기여할 것으로 여겨짐. 즉 김치 전문생산업체와 주산지간의 생산과 유통단계를 연결할 수 있어 원료 생산 매뉴얼에 의한 배추 생산과 김치 공장에 맞는 규격품을 공급이 가능함.
- 배추 또는 배추를 원료로 하는 가공품(절임배추, 김치)의 안전성 확보로 소비자의 신뢰를 높이고, 제품의 고품질화를 유도할 수 있으며 김치 재료에 대한 생산 이력시스템을 구축할 수 있는 기반을 만들 수 있을 것으로 사료됨.
- 김치와 함께 절임배추 등으로 가공하여 안전성이 확보되고 고품질의 제품을 생산하여 수출하는 방안 개발이 요구됨. 연간 김치 생산량은 약 150만톤으로 추정하며, 이중 배추 김치는 70% 수준인 100만톤 규모로 추정하고 있는데, 배추의 과잉생산시 배추 절임 등으로 제조하여 수출하면 농가 수입과 수급 안정에도 기여할 수 있음.

## 2) 산업화를 통한 기대효과

- 2012년부터 지속된 엔저와 반한 정서에 의한 한국 김치 시장이 감소된 반면 홍콩, 대만, 영국 등 제 3시장의 김치 수출이 증가세를 보여 2014년 수출은 2013년 대비 5.9% 감소한 84백만불을 달성하였고, 신규 시장 비중 확대를 위해 다변화하고 있는 추세임(2014 농림수산식품 수출입 동향 및 통계 )