

최 종 보 고 서

편집순서 1 (표지)

<p>(뒷면)</p> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 40px; margin: 20px auto; text-align: center;"> <p>주 의 (편집순서 8)</p> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;">(15 포인트 고딕계열)</p> <p style="text-align: center;">↑ 6cm ↓</p>	<p>과 제 번 호</p> <p>↓</p> <p>신 선 식 품 의</p> <p>↓</p> <p>갈 변 방 지 를</p> <p>↓</p> <p>위 한</p> <p>↓</p> <p>천 연 소 재</p> <p>↓</p> <p>및</p> <p>↓</p> <p>공 정 개 발</p> <p>↓</p> <p>농 림 수 산 식 품 부</p> <p>↓</p> <p>↑ 3cm ↓</p>	<p style="text-align: right;">(앞면)</p> <p>보안과제(), 일반과제() 과제번호</p> <p style="text-align: center;">5cm</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">신선식품의 갈변방지를 위한 천연소재 및 공정개발 (18 포인트 고딕계열)</p> <p style="text-align: center;">(Development of natural resources and processes for the inhibition of browning in fresh-cut produces) (17 포인트 명조계열)</p> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;">한국식품연구원 (17 포인트 명조계열)</p> <p style="text-align: center;">↑ 9cm ↓</p> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;">농림축산식품부(17포인트 명조계열)</p> <p style="text-align: center;">↑ 4cm ↓</p>
--	--	--

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “신선식품의 갈변방지를 위한 천연소재 및 공정개발”과제의 보고서로 제출합니다.

2013년 7월 일

주관연구기관명 : 한국식품연구원
주관연구책임자 : 정 문 철
세부연구책임자 : 정 문 철
연 구 원 : 김 동 만
연 구 원 : 이 호 준
연 구 원 : 홍 석 인
연 구 원 : 최 정 희
연 구 원 : 조 은 영
연 구 원 : 이 지 영
협동연구기관명 : 덕성여자대학교
협동연구책임자 : 김 건 희
연 구 원 : 장 민 선
연 구 원 : 박 미 지
협동연구기관명 : 경북대학교
협동연구책임자 : 문 광 덕
연 구 원 : 조 정 석
연 구 원 : 김 한 빛
연 구 원 : 손 현 주
협동연구책임자 : 이 진 만
연 구 원 : 권 오 연
연 구 원 : 오혜진
연 구 원 : 정미선
연 구 원 : 강희화
연 구 원 : 안지혜
연 구 원 : 이한리

요 약 문

I. 제 목

신선식품의 갈변방지를 위한 천연소재 및 공정개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구개발의 목적

신선식품의 가공 중 발생하는 갈변현상을 억제하기 위한 실질적인 연구로서, 화학합성물에 의한 갈변억제제를 대체할 수 있는 국내 농수산자원 유래 천연 갈변억제제와 이를 상품화하는 기술을 개발함과 동시에 산업적인 제조시스템 수준에서 갈변억제를 위한 단위공정 개선과 운전조건을 확립하고 품목별 처리 공정 기본모델을 제시하고자 함.

2. 연구개발의 필요성

- 신선편이식품의 주요 품질저하현상의 원인인 갈변현상은 소비자의 구매행위의 선택기준이며, 유통 중 폐기율 발생의 주요원인으로, 식품산업의 중요 issue로 부각되어 지금까지 수많은 연구와 방법들이 시행되어 왔다.
- 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 적용기술의 개발이 절실히 요청되고 있음

III. 연구개발 내용 및 범위

- 본 연구의 주요내용은 소재개발과 공정개발의 2부문으로 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

■ 갈변억제제의 소재발굴 및 특성연구 (협동 : 덕성여자대학교)

- 천연물 소재 탐색 및 발굴
- 선발된 갈변억제 추출물의 갈변억제특성조사
- 천연물의 갈변억제인자 분리·동정
- 발굴 천연물의 건조·저장 중 항갈변활성 변화 조사

■ 갈변억제제의 개발 및 상품화기술개발 (주관 : 한국식품연구원)

- 기존 발굴소재의 이화학적 특성 및 항산화특성 조사
- 갈변억제제의 작용기작 특성조사
- 추출물의 최적 혼합기술연구
- 갈변억제제의 환경조건별 안정성 연구
- 실증실험 및 효과 분석

■ 갈변 억제제의 상승효과를 위한 복합처리기술개발 (협동 : 경북대학교)

- 물리적 처리기술 검토
- 물리적 처리공정의 최적화 연구
- 상품화를 위한 과채류 품목별 hurdle technology 기술 확립

■ 갈변억제 처리공정 확립기술 개발 (협동 : 호서대학교)

- 신선식품 제조공정 중 갈변발생 요인 도출 및 품질손실을 조사
- 단위 공정별 처리 기술 개선 연구
- 포장기술 개발
- 품목별 처리 공정 구축

IV. 연구개발결과

■ 갈변억제제의 소재발굴 및 특성연구(협동:덕성여자대학교)

- 천연물 소재 탐색 : 생약재, 녹차, 민들레, citrus류 과일껍질 등을 열수 및 에탄올 추출하여 갈변억제효능을 검토하였음
- 천연소재 추출물의 갈변억제특성조사 : 천연소재 추출물에 대하여 PPO 저해활성, DPPH radical 소거능, metal chelating 효과, total phenol/flavonoid 함량 등을 분석하고, 추출물을 사과 및 감자 슬라이스에 적용하여 저장에 따른 표면갈변 정도를 관찰함. 그 결과 생약재 C와 citrus류 과일껍질 추출물에서 갈변억제에 효과적이었으며 항산화력이 높았음
- 선발된 천연물의 갈변억제인자 확인 : Citrus류 과피 추출물에 PPO와 반응하는 기질과 PPO를 저해하는 기질이 있음을 파악하고, HPLC를 통하여 물질을 분리한 후, 각 물질에 따른 PPO 반응을 분석하였음. 그 결과 hesperidin 함량이 가장 높아 갈변을 억제하는데 효과적인 물질로 파악되었으며 CHCl_3 분획물은 갈변저해물질을, EtOAc 분획물은 PPO 기질을 많이 함유하는 것으로 측정됨
- 천연물의 건조·저장 중 갈변억제력 분석 : 노지와 하우스 재배의 citrus 과일을 각각 자연음건, 동결건조, 열풍건조 등으로 건조하며 갈변억제를 확인한 결과, 건조방법별에 큰 차이를 보이지 않았으나 하우스 재배-동결건조 과피 추출물에서 갈변억제 및 항산화효과가 높은 것으로 분석되었으며 이를 사과슬라이스에 적용한 결과, 4°C에서 약 9일간 품질이 유지되었음

■ 갈변억제제의 개발 및 상품화기술개발(주관 : 한국식품연구원)

- 천연갈변억제제의 후보물질 선별 : 항산화력이 있는 것으로 보고되거나 전래되어온 약 49종의 식물성 물질과 민간재래용법 및 한의학분야에서 미백, 백발 및 피부관련질환 치료 및 예방제 등의 기준으로 약 105종의 산약초, 유기산 함량과 신맛특성을 고려한 pH 조정제 18종을 후보물질로 선별함
- 천연갈변억제제의 예비선발 : 추출용매의 종류 및 기질의 종류별 tyrosinase 활성억제력 및 박피절단 감자의 적용효과에 따른 38종의 예비 갈변억제제 선별
- 예비 선발물질의 갈변관련 품질특성 및 kinetics연구 : 38종의 예비 후보 물질 중에서 pH, 적정산도, phenol함량, PPO활성저해력, DPPH radical 소거능, chelaing capacity를 통하여 PPO활성저해기작을 추정하여 8종의 갈변억제제를 선별한 다음, 8종의 추출물들의 PPO 활성 저해패턴 분석과 박피절단 감자 및 사과슬라이스에 대한 갈변저해 관련 품질지

표들 간 상관성 분석을 통하여 5종의 천연 추출물을 선발하였음

- 갈변저해 기작별 최적혼합기술 연구 : 갈변기작별 선정된 5종의 천연추출물에 대한 농도별 최적혼합방법을 표면반응분석을 통하여 최적 농도비를 확립하고 확증실험을 수행한 결과 박피절단감자는 5일, 사과슬라이스는 4일, 절단 양상추는 약 4일간 갈변작용을 억제하면서 상품성을 유지할 수 있었음
- 갈변억제제의 환경조건별 안정성 연구 : Byc, Gal 및 5종의 혼합추출물에 대한 환경온도별 저장성실험을 수행한 결과 45°C의 고온에서도 저장기간 동안 PPO활성 저해력은 안정한 수준이었으나, 품목별 및 환경온도별 각 품질특성치는 관능검사에 의한 기호도 변화와 낮은 상관성을 나타냄으로써 품질지표에 의한 저장수명의 예측은 불가능하였음
- 실증실험 및 효과분석 : 개발된 갈변억제제와 Heat shock 및 가스충전포장을 혼용하였을 때 박피감자는 약 15일, 사과슬라이스는 4일, 절단 양상추는 13일 동안 갈변작용이 발생하지 않으면서 상품성을 유지하는 것으로 나타남. 갈변억제제의 구입에 따른 비용증가는 침지수를 20회 반복처리하는 방법으로서 해소하였고, 이때 갈변억제력은 초기와 유사하면서 갈변억제제의 소요비용을 4,761원/물 100L정도 유지할 수 있었음. 이는 간감자 가격(2,280원/100g)을 고려시 경제성과 현장적용성이 높은 결과로 판단됨

■ 갈변 억제의 상승효과를 위한 복합처리기술개발(협동 : 경북대학교)

- 신선편이 식품의 갈변 억제를 위한 물리적 처리 기술 검토 : 신선절단 사과의 갈변을 억제할 목적으로 고농도 CO₂ 처리, 저온블랜칭, 초음파처리 등 물리적 처리 공정의 단독 및 복합처리의 효과를 검토하였다. 각각의 물리적 처리 후 신선절단 사과의 저장 중 품질 특성의 변화를 색도, 기체 조성, pH, 당도, 총균수, 경도 등의 항목의 측정을 통하여 평가하였다. 이들 결과의 분석을 통해 고농도 CO₂ 처리 시에는 단일 처리나 AA와 US 병용 처리 시 갈변억제에 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 저장기간이 길어질수록 대조구와 비교하여 CO₂ 처리구가 연부현상이나 secondary browning이 일어나지 않는 것을 확인할 수 있었다. 병용 처리보다는 CO₂ 단일 처리가 갈변 저해에 더 효과적이라고 사료되어진다.
- 물리적 처리 공정의 최적화 : 신선편이 사과, 양상추, 감자의 물리적 처리에 의한 갈변 억제와 전처리 조건의 최적화를 위한 연구를 수행하였다. 사과의 경우 ‘후지’, ‘쓰가루’, ‘홍옥’의 3가지 품종에서 모두 ultrasonication과 1% ascorbic acid의 병용 처리가 갈변 저해에 큰 효과를 보였다. 최적화 조건은 1.66% ascorbic와 1분간 40 KHz의 초음파처리 방법이었다. 양상추의 경우 초음파, 블랜칭 단일 처리보다 초음파 + 블랜칭의 병용 처리가 갈변 저해에 큰 효과가 있었고, 그 전처리 조건의 최적화 결과는 ΔE 대한 변수요

인들의 영향은 초음파 처리시간, 블랜칭 처리 시간 및 블랜칭 처리 온도의 순으로 미치는 영향이 크게 나타났고, 최적 조건은 초음파 처리 시간 90초, 블랜칭 처리 온도 45℃, 블랜칭 처리 시간 90초였다. 신선편이 감자는 블랜칭 처리가 감자의 갈변 저해에 효과가 있는 것으로 사료되지만, 백화 현상과 표면 건조 현상 때문에 높은 신뢰 수준의 데이터를 얻을 수 없었다.

- 상품화를 위한 과채류 품목별 hurdle technology 기술 확립 : 포장재 종류에 따른 신선편이 사과, 양상추, 감자의 저장기간 중 품질특성 변화를 알아보기 위해서 0.04 mm OPP필름, 0.04 mm PP필름, 0.04 mm PE필름, Nylon필름을 이용하여 각각의 시료를 포장한 후 저장기간 동안 품질 변화를 분석하였다. 사과의 경우 PP 필름이 색도 유지에 가장 좋은 것으로 확인되었으며 양상추의 경우에는 OPP필름으로 포장하는 것이 갈변 억제효과가 가장 좋은 것으로 나타났다. 마지막으로 감자는 Nylon으로 포장하는 것이 색도 유지 및 미생물 생육저해에 적합한 것으로 나타났다. 품목별 종합적 hurdle technology는 사과의 경우, 절단 후 1.66% ascorbic acid와 40 KHz로 1분간 초음파 복합 처리 후 PP필름으로 열 접합 포장하고 저온 저장한다. 양상추의 경우에는 절단 양상추를 40 KHz로 90초간 초음파 처리 후 45℃에서 90초간 블랜칭 처리하고 OPP 필름에 열접합 포장 및 저장을 한다. 마지막으로 감자는 껍질째로 40℃에서 30분간 블랜칭 후 박피 및 절단 과정을 거치고 1% ascorbic acid에 1분간 침지 한다. 그 후에 Nylon 필름으로 열 접합 포장을 하고 저장을 하는 것으로 hurdle technology를 확립하였다.

■ 갈변억제 처리공정 확립기술 개발(협동 : 호서대학교)

- 신선식품 제조공정 중 갈변발생 요인 도출 및 품질 손실을 조사 : 신선편이 제품의 제조시각 단위 공정간 제품 이송 방법 및 환경 조건(온도, 외기 노출 정도) 조사결과 신선편이 감자 제품은 온도 관리, 양상추 제품의 제조는 이물 관리 및 살균, 사과 제품 제조는 갈변 방지에 중점을 두고 있는 공정으로 조사되었다. 갈변발생 주요 공정 조사결과, 신선편이 감자 제품의 경우 갈변 및 품질변화 주요 요인에 영향을 미치는 공정은 절단 및 포장방법, 신선편이 양상추 제품은 포장 방법, 신선편이 사과 제품은 박피, 절단, 갈변 처리 공정 및 포장 방법인 것으로 나타났다.
- 단위 공정별 처리기술 개선 연구 : 칼날 재질에 따라 신선편이 제품의 갈변을 조사한 결과 세라믹 재질 처리구가 갈변 억제에 효과적인 것으로 판단되었다. 그러나, 세라믹 절단 재질은 스테인레스에 비하여 10~20배 이상 높으므로 실제 적용 및 산업화시에는 경제성 검토가 뒷받침되어야 할 것으로 판단된다. 이송 중 산소접촉억제 기술 연구에서 신선편이 감자는 산소 접촉 시간과 갈변 진행 정도가 유의적인 차이가 없었다. 신선편이 사과는 산소접촉 시

간을 억제시킨 물속 처리구의 갈변 진행이 50%이상 낮아 갈변 억제에 효과적이라고 판단되었다. 품질 증진을 위한 열처리 조건 확립으로 신선편이 감자, 양상추, 사과 제품에 대하여 각각 55℃에서 60 초, 50℃에서 30 초, 60℃에서 15 초로 열처리 최적 조건을 설정하였다. 신선편이 제품(감자, 양상추, 사과)에 대한 열처리(신선편이 감자 55℃, 60초/신선편이 양상추 50℃, 30초/신선편이 사과 60℃, 15초) 및 항갈변제 병용처리는 제품 저장 동안 무처리구, 단독처리구에 비하여 갈변억제에 상대적으로 효과적인 것으로 판단되었다.

- 품목별 포장 방법 및 처리공정 구축 : 품목별로 active MA포장을 하여 갈변 및 품질변화를 조사한 결과, 색도 및 갈변도에서 이산화탄소 농도가 높을수록 L값 및 ΔE 의 변화가 적었으며, 갈변도 역시 작은 변화를 보였다. 또한 PPO활성과 PAL활성에도 고 이산화탄소 포장이 무처리구에 비해 효소활성을 억제하였지만 높은 이산화탄소 농도로 인한 혐기적 호흡으로 관능평가 이취에서 낮은 점수를 받아 상대적으로 O₂ 5% : CO₂ 10%가 가장 좋은 active MA포장의 가스조성이라고 판단된다.

V. 연구성과 및 성과활용 계획

1. 연구성과

- 국내특허출원 13건, 논문발표 15건, 세미나 발표 1건, 논문게재 8편
- 2013년 6월 연합뉴스 외 12개 이상의 언론매체에 본 연구에서 개발한 연구결과 보도
- 감자 및 양상추의 최대 주산지인 대관령 원예협동조합에서 현장실험 중 인근지역의 생산자 단체 및 관계공무원 초빙하여 갈변억제효과에 대한 직접평가 및 무상기술이전 추진
- 참여업체인 (주)에스앤티에 유상기술이전을 위한 샘플제공 후 업체 자체 심의 중(천연갈변소재 분야)

○ 특허출원

출원연도	특허명	출원국	출원번호
2008	초음파와 갈변저해제의 병용처리에 의하여 과채류의 갈변을 방지하고 보존기간을 연장하는 가공방법	대한민국	10-2008-0131834
2011	감국 추출물을 함유하는 갈변방지용 조성물	대한민국	10-2011-0054683
2011	감귤과피 추출물을 함유하는 갈변방지용 조성물	대한민국	10-2011-0054686
2012	단삼 추출물을 함유하는 천연 갈변방지 조성물	대한민국	10-2012-0115392
2012	목향 추출물을 포함하는 천연 갈변방지 조성물	대한민국	10-2012-0115396
2012	황금 추출물을 포함하는 천연 갈변방지 조성물	대한민국	10-2012-0115402
2013	오배자 추출물을 함유하는 갈변방지용 조성물	대한민국	10-2013-0078571
2013	백작약 추출물을 함유하는 갈변방지용 조성물	대한민국	10-2013-0078548
2013	꾸지뽕잎 추출물을 함유하는 갈변방지용 조성물	대한민국	10-2013-0078562
2013	복숭아씨 추출물을 함유하는 갈변방지용 조성물	대한민국	10-2013-0078511
2013	상백피 추출물을 함유하는 갈변방지용 조성물	대한민국	10-2011-0078577
2013	천연추출물을 함유하는 갈변방지용 조성물	대한민국	출원작업 중
2013	천연추출물이 혼합된 천연 갈변방지용 조성물	대한민국	출원작업 중

○ 논문발표 및 게재

구분	논문명	학회명	연도	발표자
발표	Effects of <i>Taraxacum platycarpum</i> and <i>Chrysanthemum indicum</i> Extracts as Antibrowning Agents in Apple Slices	한국식품과학회	2011	김건희 등
발표	Antioxidative Activities and Antibrowning Effects of Apple and Onion Extracts in Apple Slices	한국식품과학회	2011	김건희 등
발표	Effects of Combined Green Tea Extracts and Propolis on Antibrowning in Apple Slices	한국식품과학회	2011	김건희 등
발표	Screening of various antibrowning agents for apple slices	Fresh-cut 2011 (International Conference Quality Management of Fresh Cut Produce)	2011	김건희 등
발표	Screening of Various Antibrowning Agents for Apple Slices	IPS 2012 (International Postharvest Symposium)	2012	김건희 등
발표	Effects of Antioxidative Activities and Antibrowning to <i>Citrus unshiu</i> Extracts in Apple Slices	IPS 2012 (International Postharvest Symposium)	2012	김건희 등

구분	논문명	학회명	연도	발표자
발표	Screening of Various Antibrowning Agents for Potato Slices	한국식품영양과학회	2012	김건희 등
발표	천연 갈변억제제로서의 녹차 및 하수오 추출물의 항산화 및 갈변저해 효과	한국식품조리과학회	2013	김건희 등
발표	<i>Scutellaria baicalensis</i> Extracts as Natural Inhibitors of Food Browning	한국식품과학회	2013	김건희 등
발표	Pytoncide 용액 처리가 신선편이 양상추의 저장 중 품질 특성에 미치는 영향	한국식품저장유통학회	2012	김도희 등
발표	고농도 CO ₂ 와 저온 blanching 병용처리가 신선편이 감자의 저장 중 품질에 미치는 영향	한국식품저장유통학회	2012	최혜진 등
발표	Effects of phytoncide solution on microbiological and sensory characteristics of fresh-cut lettuce	한국식품과학회	2012	김도희 등
발표	Browning inhibition of fresh-cut Tsugaru apples by cotreatment of CO ₂ gas, ultrasound and ascorbic acid	한국식품과학회	2012	조정석 등
발표	고농도 CO ₂ 와 Ascorbic acid 병용처리가 신선절단 사과류의 품질에 미치는 영향	한국식품저장유통학회	2011	김선영 등
발표	Effects of Combined Treatment with High CO ₂ Concentration and Ascorbic acid on Browning of Fresh-cut Fuji Apples	ASEAN FOOD CONFERENCE	2011	김선영 등
발표	신선편이 농산물의 갈변제어 기술 동향	한국식품저장유통학회 특별강연	2012	정문철
게재	천연 갈변 억제제 개발을 위한 양과, 사과 및 감귤 과피 추출물의 항산화 및 갈변저해 효과	한국식품영양과학회지	2011 24(3)	김건희 등
게재	천연 갈변저해제로서의 민들레 및 감국 추출물의 항산화 및 갈변억제 효과	한국식품저장유통학회지	2011 18(4)	김건희 등
게재	Phytoncide 처리가 신선편이 양상추의 저장 중 이화학적, 미생물학적 및 관능적 특성에 미치는 영향	한국식품저장유통학회지	2013 20(2)	김도희 등
게재	반응표면분석법으로 최적화한 초음파와 저온 블랜칭의 병용처리 조건이 신선편이 양상추의 갈변과 품질에 미치는 영향	한국식품저장유통학회지	2012 19(4)	김도희 등
게재	열처리 및 갈변저해제 병용처리에 의한 신선편이 감자제품의 저장 중 품질특성 변화	한국식품저장유통학회지	2013,2 0	이진만 등
게재	초음파 및 Ascorbic acid 병용처리가 신선절단 '쓰가루'사과의 갈변에 미치는 영향	한국식품저장유통학회지	2012 19(3)	조정석 등
게재	절단방법이 신선절단 사과와 열채류의 품질에 미치는 영향	한국식품저장유통학회지	2012 19(2)	정현식 등
게재	고농도 CO ₂ 와 Ascorbic acid 처리가 신선절단 사과의 갈변에 미치는 영향	한국식품저장유통학회지	2011 18(4)	김선영 등

2. 연구성과 활용 계획

- 본 연구사업의 결과는 천연 항균제 제조업체인 (주)에스앤티 및 대관령원예협동조합에 기술 이전하여 천연갈변제의 상업화를 통한 전국 신선편이 과·채류 생산업체에 보급하고자 하며, 제조공정 관련연구는 연구 종료 후에도 개발기술의 상업화를 위하여 추진할 것임
- 본 연구사업의 결과를 통하여 품질이 우수한 신선편의 사과, 양상추, 감자 제품 제조 기술을 보급하여 신선편의 식품산업 발전에 기여하고자 하며, 관능적 특성이 우수한 신선편의 제품을 제공하여 소비자의 만족도를 높일 수 있는 제품을 제공할 예정임
- 연구진행 및 특허출원 등으로 진행되지 못한 학술활동 및 기술홍보 작업을 지속적으로 추진하고자 함

SUMMARY

I. Research Title

Development of natural resources and processes for the inhibition of browning in fresh-cut produces.

II. Purpose and necessity of research

1. Purpose of Research

This is a practical research for prevention of browning during the processing of fresh food. The objectives of this research are to replace browning inhibitors from chemically synthetic compounds to natural browning inhibitors using domestic agricultural and fishery resources, and to develop the commercialization of natural browning inhibitors. At the same time, they are to improve a unit process for the browning inhibition at industrial manufacturing system levels, to establish operating conditions, and to present the basic models of treatment processes according to the items.

2. Need for research

- Browning reaction, severe quality reduction of fresh-cut food, is the selection standard of consumers' buying behavior, and is the major cause of refuse rate occurrence. Many researches and methods have been performed by being magnified as a critical issue in the food industry.
- Despite active researches and industry's efforts for the market entry until the late 1990's and early 2000's, the domestic and international market extensions have been stagnant because the consumers tend to avoid chemical food additives.
- Therefore, in order to promote the industry development of fresh-cut food like advanced

foreign countries, the development of materials and application techniques for a browning inhibitor derived from natural resources is required to be able to replace the synthetic additives that the domestic consumers have expressed the sensitive reactions.

III. Contents and Scopes of Research

- Detailed contents are as follows
- Development of natural browning inhibitors and research of characteristics
 - Screening of various natural substances
 - Research on anti-browning and antioxidative effects of natural substances extract
 - Verify a selected natural substances extract as antibrowning inhibitor
 - The anti-browning effects of selected natural substances by drying and storage
- Development of browning inhibitors and commercialization techniques
 - Investigation on the physicochemical and antioxidant properties of existing found materials
 - Investigation on the mechanism characteristics of browning inhibitors
 - Research on the optimal mixing techniques of extracts
 - Research on the stability of browning inhibitors by environmental conditions
 - Analysis of verification experiments and effects
- Development of combine treatment for synergy effects of browning inhibition
 - Research on physical treatments
 - Optimization of physical treatment process
 - Establishment of the hurdle technology for commercialization of each fruit vegetables
- Development of processing technology for browning inhibition in fresh-cut product
 - Investigation on the factors of browning occurrence and the rate of quality loss during the fresh-cut food processing
 - Research on the improvement of processing technology in a unit process

- Development of packaging technology
- Establishment of treatment process by items

IV. Research Results

■ Development of natural anti-browning inhibitors and research of characteristics

- The water and ethanol extract of traditional medical herbs, green tea, citrus fruit peel, etc. were investigated of antibrowning effects.
- The extracts of traditional medical herbs C and citrus fruit peel showed higher than other natural substances for PPO inhibitory activity, DPPH radical scavenging activity, metal chelating activity, total phenolic/flavonoid contents. And the color of apple and potato slices dipped in extracts of C and citrus fruit peel was better than other extracts.
- The extracts of traditional medical herbs C and citrus fruit peel were fractionated into solvents. CHCl₃ and hexane fractions showed high PPO inhibitory activity, and also, the maximum activity was achieved when L-DOPA was used as substrate. Likewise, these fractions were measured for various browning inhibitory factors using HPLC analysis because the results of antibrowning effects were very different from antioxidative effect. CHCl₃ fraction exhibited the highest phenolic compounds, the contents of enzymatic browning inhibitors (ferulic acid, hesperidin, neohesperidin, nobiletin) were much more than substrates (caffeic acid, coumaric acid, narirutin).
- The citrus fruit peel showed high PPO inhibitory activity, metal chelating activity, and total phenolic contents by freeze drying methods. The apple slice dipped citrus fruit peel extract seems to be effective in controlling of enzymatic browning during 9 days at 4°C.

■ Development of browning inhibitors and commercialization techniques

- Selection for the candidate materials from natural browning inhibitors : About 49 kinds of plant materials that reported or have been passed down about the antioxidant capacity,

about 105 kinds of mountain herbs based on use as the traditional medicines among the people and use as the therapy or disease preventors in oriental medicines for skin-lightening, white hair, and skin-related diseases, and about 18 kinds of pH adjusters by considering the organic acid content and the sour taste characteristics were selected as candidate materials.

- Prior selection for the natural browning inhibitors : 38 kinds of prior browning inhibitors were selected according to the inhibitory ability of tyrosinase activation by the type of extraction solvent and substrate, and according to the effect of application on peeled potato.
- Research on browning-related quality properties and kinetics of preliminary selected materials : Among 38 kinds of candidate materials, 8 kinds of browning inhibitors were selected by estimating the inhibitory mechanism of PPO activity based on pH, titratable acidity, phenolic compound content, inhibitory ability of PPO activity, DPPH radical scavenging activity, and chelating capacity. And then, 5 kinds of natural extracts were selected by the analysis of correlation between analysis of inhibitory patterns of PPO activity and browning inhibition-related quality factors for peeled-cut potato and apple slices with 8 kinds of extracts.
- Research on the optimal mixing techniques by browning inhibition mechanism : Optimum concentration was established by optimal mixing method with different concentrations of selected 5 kinds of natural extracts through the analysis of surface response method, and corroborate experiment was conducted. As a result, 5 days for peeled-cut potato, 4 days for apple slices, and 4 days for cut head lettuce were able to maintain their marketability with the inhibition of browning reaction.
- Research on the stability of browning inhibitors by the environmental conditions : According to the result of storability experiment by different environmental temperature with Bye, Gal and 5 kinds of mixed extracts, the inhibition ability of PPO activity is a stable level, but the each value of quality characteristics by different items and by environmental temperature had low correlation with the preference changes by sensory evaluation. Thus, the estimation of shelf-life was impossible.

■ Development of combine treatment for synergy effects of browning inhibition

- Research on physical treatments : To inhibit of browning on fresh-cut apples, the treatments of high pressure CO₂ gas, low-temperature blanching and ultrasonication were investigated. The single treatment of high pressure CO₂ gas and combine treatment with ascorbic acid solution, ultrasonication were effective to inhibit browning. Especially, the CO₂ treatment prevented the secondary browning and the single treatment of CO₂ gas is more effective than combine treatment.
- Research on optimization of physical treatment process : This study was investigated the optimized condition of physical treatment on fresh-cut apples, lettuces, potatoes. In the case of apples, the combine treatment of ultrasonication with 1% ascorbic acid inhibited the browning. The optimized condition was 1.66% ascorbic acid and 40 KHz ultrasonication for 1 minute. The combine treatment of ultrasonication with blanching was effective to inhibit browning of fresh-cut lettuce. The optimized condition was 40 KHz ultrasonication for 90 seconds and blanching at 45°C for 90 seconds. The blanching was also effective to inhibit browning of fresh-cut potatoes, it is difficult to acquire the conclusion of high confidence level because of whitening and drying.
- Establish of the hurdle technology for commercialization of each fruit vegetable : The packaging materials(OPP, PP, PE, Nylon) were investigated the change of quality properties on fresh-cut apples, lettuces, potatoes. In the case of apples, The PP film was suitable for apples and the OPP film was suitable for fresh-cut lettuces. The fresh-cut potatoes packed in nylon film, it was effective to inhibit quality deterioration. The hurdle technology of fresh-cut apples is combine treatment of 1.66% ascorbic acid with 40 KHz ultrasonication for 1 minute and packing in the polypropylene film. In the case of fresh-cut lettuces, the combine treatment of 40 KHz ultrasonication for 90 seconds with blanching at 45°C for 90 seconds. Lastly, the hurdle technology of fresh-cut potatoes is the blanching at 40°C for 30 minutes wholly, peeling, cutting and dipping in 1% ascorbic acid for 1 minute.

■ Development of processing technology for browning inhibition of fresh-cut product

- Investigation on the factors of browning occurrence and the rate of quality loss during the fresh-cut food processing: In the research of product transfer methods and environmental conditions (temperature, exposure level) between unit processes, the process

in fresh-cut product producing focused on temperature control in potato products, foreign matters control and sterilization in head lettuce products, and browning inhibition in apple products. Main process of browning occurrence was cutting and packaging in potato products, packaging method in head lettuce products, and was peeling, cutting, browning inhibition process in apple products.

- Research on the improvement of treatment technique by a unit process: According to the result of fresh-cut food browning by cutting materials, the ceramic cutting material was effective for the browning inhibition. But, economical efficiency is considered for practical application and industrialization because the ceramic material is much more expensive than stainless material. In the research of oxygen contact inhibition technology during transportation, fresh cut potato did not show significant difference between oxygen contact time and degree of browning. The treatment condition of cutting-in-water for the inhibition of oxygen contact in fresh-cut apple was effective for the browning inhibition with lower browning progress level over 50%. The optimum heat treatment condition for the improvement of quality set 60 sec at 55°C for fresh-cut potato, 30 sec at 50°C for fresh-cut head lettuce, and 15 sec at 60°C for fresh-cut apple, respectively. The combination of heat treatment and browning inhibitor for fresh-cut potato, lettuce, and apple showed the relatively positive effect on browning inhibition compare to no-treatment or one-treatment.
- Establishment of packaging method and treatment process by items : In the research of browning and quality change with active MA packaging, the higher CO₂ concentration, the lower L, ΔE change and browning index. Even though PPO activity and PAL activity of high CO₂ packaging were lower than those of no-treatment, the off flavor in sensory evaluation got low scores due to anaerobic respiration by high CO₂ concentration. Conclusively, the relatively optimum packaging condition of fresh cut potato, lettuce, and apple was considered as the O₂ 5% : CO₂ 10% for the active MA packaging.

V. Research Results and Utilization Plans

1. Research Results

- Application for 13 patents, 16 presentations, and publication of 8 papers
- Media-Report on our research results in June, 2013

2. Plans for Utilization of Research Results

- The result of this research project would disseminate to the fresh-cut fruit vegetables manufacturer in whole country by technology transfer to SNTech corporation, a natural antimicrobial agent manufacturing company. The research of production process will push ahead the industrialization of developed technology despite after finishing research project.
- According to the result of this research project, we would contribute to develop fresh-cut food industry by disseminating the manufacturing technique of fresh cut potato, head lettuce, and apple for high quality. And we plan to provide products of improved customer satisfaction by excellent sensory characteristics.
- Academic activities and technology promotion will be continued.

CONTENTS

Chapter 1. Outline of Research Project	02
I. Objectives and Necessity	02
1. Research Objectives	02
2. Research Necessity	02
II. Scopes of Research	03
 Chapter 2. Trends of Domestic and International Technical Developments	 2- 3
1. Development of natural browning inhibitors and commercialization technology	2- 3
2. Development of combine treatment for synergy effects of browning inhibition	2- 3
3. Development of processing technology for browning inhibition in fresh-cut product	3- 3
 Chapter 3. Research Content and Results	 43
I. Development of natural browning inhibitors and commercialization techniques	4 3
1. Screening of various natural browning inhibitors	43
2. Selection of natural browning inhibitors	94
3. Optimum condition for preparation of natural browning inhibitors	4
4. Stability research of developed natural browning inhibitors during storage	981
5. Demonstration and effect analysis	0
II. Development of combine treatment for synergy effects of browning inhibition	62
1. Research on physical treatments	2
2. Research on optimization of physical treatment process	4
3. Establish of the hurdle technology for commercialization of each fruit vegetables	172
III. Establishment of anti-browning process technology for fresh-cut products	8-9 2
1. Research of browning factor and quality loss occurring in process	82
2. Improvement for processing technology in unit process	13
3. Development of packaging technology for fresh-cut products	01
4. Development of processing technology for fresh-cut products	824

Chapter 4. Research Goal Achievements and Contributions to related area	04
I . Research Goal Achievements and Attainments	0
II. Contributions of Unit Research Results to Related Area	34
Chapter 5. Significant Research Outcomes and Future Utilizations	44
1. Outcomes and Planning of Industrialization	4
2. Planning of Technology Proliferation	4
3. Plans to Ensure Intellectual Property	4
Chapter 6. References	48

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요	2
제 1 절. 연구개발의 최종목표 및 필요성	26
1. 연구개발의 최종목표	26
2. 연구개발의 필요성	26
제 2 절. 연구 범위	30
 제 2 장 국내외 기술개발 현황	 28
1. 갈변억제제의 소재발굴 및 상품화 연구	32
2. 갈변 억제제의 상승효과를 위한 복합처리기술개발	32
3. 갈변억제 처리공정 확립기술 개발	33
 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과	 43
제 1 절 갈변억제제의 소재발굴 및 상품화 연구	34
1. 천연갈변억제제의 소재발굴(제1 협동)	48
가. 천연소재의 종류 및 추출물 조제	34
나. 추출물의 효소활성 저해력 및 항산화력 조사	34
1) PPO 저해활성	4
2) 항산화력 조사	36
3) 이화학적 특성조사	38
4) 농산물 적용을 통한 갈변억제 확인	4
2. 천연갈변억제제의 소재발굴(주관)	9
가. 천연소재의 후보 물질 선발	49
나. tyrosinase 활성억제력에 의한 갈변저해 소재 발굴	5
다. 박피절단 감자의 적용효과에 따른 갈변억제제 선발	55
라. pH 조정제의 선발	111
1) 산성제	111
2) 알카리제	121
3. 천연갈변억제제의 선발	124
가. 선발된 추출물의 갈변억제특성	126

1) C 분획물의 갈변억제특성 -----	126
2) <i>Citrus limon peel</i> 의 갈변억제특성 -----	128
3) 약용식물의 갈변억제특성 -----	131
4) 추출물의 갈변억제 kinetic특성 -----	145
5) 추출물의 이화학적 품질특성과 갈변저해특성과의 상관관계 -----	160
나. 천연물의 갈변억제 인자 확인 -----	182
1) 천연물의 갈변억제물질 확인 -----	182
2) 갈변억제물질 및 기질에 대한 PPO 저해활성 -----	183
다. 발굴 천연물의 건조·저장 중 항갈변 활성변화 -----	184
1) 건조방법에 따른 특성 -----	184
2) 저장방법에 따른 품질특성 -----	186
4. 갈변억제제의 최적혼합기술 연구 -----	189
가. 추출물의 혼합을 위한 종류 및 농도 범위설정연구 -----	189
나. 갈변저해 기작별 최적혼합기술 연구 -----	192
다. 반응표면분석 예측결과 확증실험 -----	198
5. 갈변억제제의 환경조건별 안정성 연구 -----	201
6. 실증실험 및 효과분석 -----	219
가. 종합적 갈변억제처리에 의한 품목별 갈변억제효과 -----	219
나. 종합적 갈변억제처리에 의한 경제성 검토 -----	223
제 2 절 갈변 억제제의 상승효과를 위한 복합처리기술개발 -----	226
1. 물리적 처리기술 검토 -----	226
가. 고농도 CO ₂ 처리에 의한 사과 저장 중 품질 특성 -----	226
1) 재료 및 방법 -----	226
2) 결과 및 고찰 -----	227
3) 요약 -----	230
나. 저온 블랜칭 처리에 의한 사과 저장 중 품질 특성 -----	230
1) 재료 및 방법 -----	230
2) 결과 및 고찰 -----	231
3) 요약 -----	233
다. 고농도 CO ₂ 처리, 저온 블랜칭 처리와 초음파와 병용처리의 갈변 저해 효과 -----	234
1) 재료 및 방법 -----	234
2) 결과 및 고찰 -----	234

3) 요약	242
라. 결론	242
2. 물리적 처리 공정의 최적화 연구	244
가. ‘후지’사과의 초음파 처리 조건 최적화	244
1) 재료 및 방법	244
2) 결과 및 고찰	245
3) 요약	248
나. 사과 품종별 병용처리 효과 검토	248
1) 재료 및 방법	249
2) 결과 및 고찰	250
3) 요약	255
다. 신선편이 양상추의 갈변 저해를 위한 물리적 처리법 검토	255
1) 재료 및 방법	255
2) 결과 및 고찰	256
3) 요약	263
라. 신선편이 양상추의 갈변 저해를 위한 물리적 처리법의 최적화	263
1) 재료 및 신선편이 전처리	263
2) 물리적 처리법 최적화를 위한 실험 설계	264
3) 결과 및 고찰	264
4) 요약	264
마. 신선편이 감자의 갈변 저해를 위한 물리적 처리법 검토	267
1) 재료 및 방법	267
2) 결과 및 고찰	267
3) 요약	269
바. 결론	270
3. 상품화를 위한 과채류 품목별 hurdle technology 기술 확립	271
가. 포장재 종류에 따른 신선편이 사과, 양상추, 감자의 저장 중 품질 특성	271
1) 재료 및 방법	271
2) 결과 및 고찰	272
3) 요약	284
나. 품목별 hurdle technology 기술 확립	286
1) 사과	286

2) 양상추	288
3) 감자	290
다. 천연 갈변 억제제와 물리적 처리법의 복합처리에 의한 갈변저해 효과 확인	292
1) 재료 및 방법	292
2) 결과 및 고찰	293
3) 요약	297
제 3 절 갈변억제 처리공정 확립기술 개발	298
1. 신선식품 제조공정 중 갈변발생 요인 도출 및 품질손실을 조사	298
가. 연구수행 방법	298
나. 연구내용 및 결과	301
1) 각 단위공정간 제품 이송방법 및 환경조건(온도, 외기노출 정도)조사	301
2) 현장에서의 품목별 제조방법에 따른 갈변 및 품질손실을 조사	308
3) 갈변발생 주요공정 도출	329
2. 단위 공정별 처리 기술 개선 연구	331
가. 연구수행 방법	331
나. 연구내용 및 결과	333
1) 절단 및 박피공정에서의 갈변억제기술 개발	333
2) 이송 중 산소접촉억제 기술연구	343
3) 품질증진을 위한 열처리 조건 확립	352
4) 갈변억제처리기술 개발	385
3. 품목별 포장기술 개발	406
가. 연구수행 방법	406
나. 연구내용 및 결과	408
1) Active MAP를 통한 신선편이 감자제품의 갈변정도 조사	408
2) Active MAP를 통한 신선편이 사과제품의 갈변정도 조사	415
3) Active MAP를 통한 신선편이 양상추 제품의 갈변정도 조사	422
4. 품목별 처리공정 구축	428
가. 연구수행 방법	428
나. 연구내용 및 결과	428
1) 품목별 처리방법 구축	428
2) 품목별 단위기술을 종합한 일관시스템 연구	439

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	4
제 1 절 연구개발목표 달성도	440
제 2 절 연구개발목표별 관련분야 기여도	443
제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획	4
1. 실용화 · 산업화 성과 및 계획	444
2. 교육 · 지도 · 홍보 등 기술확산 계획	444
가. 교육 · 지도 성과	444
나. 홍보 성과	444
다. 교육 · 지도 · 홍보 등 기술확산 계획	444
3. 특허, 논문 등 지식재산권 확보계획 등	444
가. 특허 출원 실적	445
나. 논문 발표 및 게재실적	446
다. 향후계획	447
4. 추가연구 및 타 연구에의 활용계획	447
제 6 장 참고문헌	48

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절. 연구개발의 최종목표 및 필요성

1. 연구개발의 최종목표

신선식품의 가공 중 발생하는 갈변현상을 억제하기 위한 실질적인 연구로서, 화학합성물에 의한 갈변억제제를 대체할 수 있는 국내 농수산물자원 유래 천연 갈변억제제와 이를 상품화하는 기술을 개발함과 동시에 산업적인 제조시스템 수준에서 갈변억제를 위한 단위공정 개선과 운전조건을 확립하고 품목별 처리 공정 기본모델을 제시하고자 하였다.

2. 연구개발의 필요성

신선편이식품이란 미국 전미 신선농산물협회(United Fresh Produce Association)에서는 '신선 농산물에 물리적 변화를 가한 것으로서 신선함을 유지하면서도 소비자에게 편의성과 영양 가치를 제공하는 것'이라고 정의하고 있으며, 국내 신선편이농산물협회에서는 '신선한 상태로 다듬거나 절단되어 세척과정을 거친 과일, 채소, 나물, 버섯류로 본래의 식품적 특성을 갖고 있으며 위생적으로 포장되어 있어 편리하게 이용할 수 있는 농산물'로 정의하고 있다.

1990년 후반부터 급증하여 온 국내 신선편이식품 시장은 약 5,500~6,800억원의 추정치와 1조원 이상의 추정치가 혼용되고 있으나, 최근 소비자의 합성첨가물에 대한 안전성 우려로 인하여 소비자 시장으로까지 확대되지 못하고 비교적 유통관리가 용이한 외식산업 및 단체급식 산업에 한하여 대부분의 시장이 형성되어 있다. 미국의 신선편이 농산물 판매액은 2007년 기준 155억달러(약 14조원)로 전체 농산물의 약 10%수준에서, 1990년대 이후 판매증가율이 연 10% 이상 기록하고 있는 추세이며, 미국 농무부 경제연구소 발표에 따르면 2022년에는 약 26%까지 시장규모가 증가할 것으로 전망하고 있다. 미국의 신선편이식품 시장은 외식산업뿐만 아니라 소비자 시장에서도 활성화 되어 있는 데, 국내실정과 비교시 다양한 품목과 포장방법으로 유통기한 및 영양성분 표시 등 품질관리가 보다 철저하며, 소비자 또한 월 1회 이상 구매경험(76%) 속에 편리(83%)하고 영양가가 풍부(76%)한 식품으로 인식하고 있는 것으로 나타났다(2006년 미국신선편이농산물협회 설문조사결과)



미국의 소비자용 신선편이식품 종류

신선편이식품은 박피, 절단, 제심, 분할 등의 가공처리를 거치면서 수분손실, 조직연화 및 미생물 오염 등의 품질저하와 함께 호흡작용, 에틸렌발생 및 갈변작용을 촉진시킴으로써 원료 농산물에 비하여 저장성 및 안정성이 현저하게 저하되는 문제가 있다

신선편이식품의 저장성 저하는 필수제조공정인 박피, 절단공정에서 발생하는 조직손상이 주요 원인으로, 일반적으로 MAP(Modified Atmospheric Packaging)상태에서 품질저하현상은 갈변현상이 가장 먼저 발생한 다음 이취, 연화 및 부패 등의 순으로 진행된다.

특히 갈변현상은 소비자의 신선도 판단기준과 함께 구매행위의 선택기준으로 작용하여, 신선편이식품의 유통 중 폐기율 발생의 주요인이 되고 있으며, 실제 약 25%수준의 높은 유통손실을 나타내는 것으로 조사되고 있다. 따라서 신선편이식품 제조시 발생하는 갈변작용은 생산자 및 유통업 등을 포함한 식품산업의 중요 issue로 부각되어 지금까지 수많은 연구와 방법들이 시행되어 왔다.

대부분의 신선편이식품에서의 갈변작용은 과·채류에 함유된 페놀성 화합물이 polyphenol oxidase(이하 PPO로 표기)에 의해 quinone 및 quinone 유도체로 산화되어 발생하는 효소적 갈변과 PPO의 관여없이 polyphenol화합물이 산화되어 발생하는 비효소적 갈변반응으로 구분된다.

신선편이 과·채류의 갈변억제를 위한 물리·화학적 방법들이 과거 몇 년 사이 집중 연구되어 왔으며, 저온유통과 MAP의 가장 기본적인 조건 속에서 thermal treatment와 edible coating 등이 산업적으로 활용되게 되었고, 최근에는 high-pressure treatment, 초임계 탄산가스처리 등의 방법이 실험실 수준에서 제안되고 있는 실정이나, 갈변억제를 위한 가장 중요하고 직접적인 방법은 갈변억제제의 사용이다.

화학적인 갈변억제방법은 1986년 이전 미국 FDA에 의해 사용금지된 sulfiting agents의 대체물질 발굴을 위한 수많은 연구가 진행되어 왔으며, 그 결과 효소적 갈변을 억제하기 위한 PPO inhibitor(갈변억제제)와 비효소적 갈변을 억제하기 위한 항산화제 즉, 환원제를 사용하는 것이 가장 중요하고 기본적인 방법으로 인식(85)되고 있다. Chemicals에 의한 신선편이식품의 갈변억제는 반응산물, 기질 및 PPO에 미치는 영향에 따라 3가지의 기작으로 구분될 수 있으며, 첨가물의 특성에 따라 reducing agents(환원제), acidulants(산미제), enzyme inhibitor, chelating

agents 및 complexon(축염제)의 사용 등으로 정리·구분되고 있다. 이들 chemical은 단독사용보다는 최근 상기 작용기작별 혼합사용이 일반화되어 신선식품의 갈변억제에 대한 상승효과를 초래하고 있으며, 실제 미국 USDA에서 reducing agents인 isoascorbic acid과 N-acetylcysteine, enzyme inhibitor인 4-hexylresorcinol 및 acidulants인 calcium propionate의 혼합물로 Red Delicious사과절편을 dipping처리시 4~5 주 동안 갈변이 발생하지 않으면서 미생물에 의한 부패 지연효과와 당·산비 등의 품질변화도 억제시킬 수 있음을 보고한 바 있다. 본 연구팀에서도 2003년도에 사과를 1-MCP로 처리한 다음 박피절단 후 ascorbic acid, cysteine-HCl, 4-hexylresorcinol의 혼합억제제와 동시 열처리한 후 MAP저장할 경우 1개월 이상 표면색의 변화없이 초기상태의 사과의 맛과 조직감을 유지할 수 있음을 확인한 바 있다.

그러나 90년 후반과 2000년 초기까지의 국내 신선편이식품에 대한 활발한 연구와 산업체의 시장진입노력에도 불구하고 소비자들의 화학적 식품첨가물에 대한 기피경향으로 인하여 국내외 신선편이식품의 시장확대가 정체되어 있는 실정이며, 규모도 비교적 품질 및 유통관리가 용이한 catering 업체에 한정적으로 사용될 뿐 국내 소비시장에 대한 접근은 현재까지 초보적인 수준에 불과한 실정이다.

따라서 신선편이식품의 소비시장 확대와 소비자 보급을 위한 천연 갈변억제제의 발굴을 위한 연구가 최근 국내외에서 박차를 가하여 천문동과 계피, 양파, 리치 씨, 망고 씨, 대황, 녹차, 계피, 감초+녹차+ascorbic acid, 양상추phenol, 파인애플주스, A, danielli, 메일라드 반응산물, 카라멜 반응산물, gallic acid와 ester산물(gallate, propyl, octyl, dodecyl-)등에 대한 연구가 속속 보고되고 있으나, 신선식품에 대한 산업적 이용은 아직 요원한 실정이다. 이와 같은 원인은 국내외 천연갈변억제제에 대한 연구의 대부분은 항갈변 활성물질의 screening 대상의 제한으로 herbal plants, fruits & vegetables 등과 같이 천연물의 종류별로 대량 탐색한 연구는 국내외 거의 보고되고 있지 않으며, 또한 소재의 선택근거도 없이 일부 선택된 물질에 대한 항갈변 효과를 제시한 논문이나 특허가 대부분인 상태이다(ScienceDirect에서 antibrowning & natural로 검색시 총 161건에서 13건 유효논문 검출 결과). 또한 천연 갈변억제제의 개발 및 상품화를 위한 체계적인 연구 부족현상인데, 소재탐색 및 발굴, 천연소재의 갈변억제특성을 파악하기 위한 kinetics연구, 천연물 내 갈변억제인자 확인을 위한 identification연구, 갈변억제기작별 원료혼합 최적화의 연구가 연계되어 수행되어야 chemicals와 같은 산업적인 항갈변 효과를 발휘할 가능성이 있을 것으로 판단되나, 대부분의 연구가 단편적인 분야에서만 보고되고 있음을 알 수 있다. 이는 ScienceDirect에서 browning & kinetic, antibrowning & identification 및 antibrowning & (combin or mix)로 검색시 각각 총 118건에서 5건, 202건에서 5건, 145건에서 6건의 유효논문만 검출된 결과에서 입증된다.

이상과 같은 천연 갈변저해제 개발에 대한 연구들은 연속성 부족으로 산업적 단계까지 접근

하지 못하는 단편적인 연구수준에 머물고 있는 반면 국내 식문화 패턴은 가공식품 대비 신선식품에 대한 소비성향이 급신장하면서 고품질, 안전성, 편의성을 추구하는 소비경향에 따라 신선편이 식품산업의 발전근간은 현재 거의 구축된 상태라 할 수 있다. 그럼에도 불구하고 국내 신선편이식품의 시장성장속도가 지체되는 현상은 시중 유통품에 대한 소비자들의 안전성 우려에 기인된 것이 주원인으로 작용하기 때문이며, 선진외국처럼 신선식품의 산업발전을 도모하기 위해서는, 국내 소비자들이 민감한 반응을 나타내는 합성첨가물을 대체할 수 있는 천연물 유래의 갈변억제 소재 개발과 적용기술의 개발이 절실히 요청되고 있다.

따라서 본 연구팀에서는 기존의 연구능력과 실적을 바탕으로, 천연 갈변억제제를 실험실 수준에서의 단순 개발이 아닌 산업적 규모로 상품화 할 수 있는 수준까지 개발하고, 개발기술을 식품첨가물 업체에 기술이전하는 방법으로 전개함으로써 신선식품의 생산업체들이 천연갈변억제제를 용이하게 구입하여 사용할 수 있도록 하고자 하였다.

제 2 절. 연구 범위

■ 갈변억제제의 소재발굴 및 상품화 연구

- 천연물 소재 탐색 및 발굴
 - 대상 농림수산물 : 과·채류, 식용화훼, 해조류의 부위별, 한약재
 - 추출용매의 종류 및 농도별 추출물 조제
 - 추출물의 농도별 효소 활성저해력 및 항산화력 조사
 - 갈변억제 추출물 선발
- 선발된 갈변억제 추출물의 갈변억제특성조사
 - 선발된 추출물의 이화학적 특성조사
 - 항산화특성 조사 :
- 천연물의 갈변억제인자 분리·동정
- 발굴 천연물의 건조·저장 중 항갈변활성 변화 조사
- 기존 발굴소재의 이화학적 특성 및 항산화특성 조사
- 갈변억제제의 작용기작 특성조사
- 추출물의 최적 혼합기술연구
- 갈변억제제의 환경조건별 안정성 연구

■ 갈변 억제제의 상승효과를 위한 복합처리기술개발

- 물리적 처리기술 검토
 - 고농도 탄산가스 처리, 저온 블랜칭 등의 단일처리와 초음파를 이용한 천연갈변소재와의 복합 처리를 통한 갈변억제 효과 검토 및 적합 처리기술 선정
- 물리적 처리공정의 최적화 연구
 - 초음파 처리공정 요인 최적화
- 상품화를 위한 과채류 품목별 hurdle technology 기술 확립
 - 대상 품목: 사과, 양상추, 감자
 - 갈변억제제와 선정된 물리적 처리의 복합적용에 따른 품질 분석 및 효과 검토
 - 품목별 적합 hurdle technology의 제시

■ 갈변억제 처리공정 확립기술 개발

- 신선식품 제조공정 중 갈변발생 요인 도출 및 품질손실을 조사
 - 절단 및 박피기 등 관련설비 종류, 제원, 원리 및 방법 조사
 - 각 단위공정간 제품 이송방법 및 환경조건 조사
 - 현장에서의 품목별 제조방법에 따른 갈변 및 품질손실을 조사
 - 갈변발생 주요공정 도출

- 단위 공정별 처리 기술 개선 연구
 - 절단 및 박피공정에서의 갈변 및 품질손실을 억제기술개발
 - 갈변억제제 처리기술 개발
 - 열처리 조건 확립 및 열처리 시스템 모델개발
 - 표면건조/탈수 방법 및 시스템 개발
 - 산소제어기술 연구 :
 - 단위공정 간 제품 이송 중 산소접촉억제 방법 및 시스템 개발
 - 포장기술 개발
- 품목별(사과, 감자, 양상추) 처리 공정 구축 및 최적화 연구
 - 대상 품목별 일관처리 공정 구축(천연 갈변방지제 포함)
 - 품목별 처리 공정 최적화
 - 품목별 일관 시스템의 방법 및 조건 확립
- 실증실험 및 효과 분석
- 품목별 처리 공정 기본 모델 개발

제 2 장 국내외 기술개발 현황

1. 천연 갈변억제기술 개발

신선편이 식품에 대한 갈변저해제로 매우 효과적인 sulfiting agents의 사용이 1986년 미국 FDA에 의해 제한된 이후, 그 대체물질로 천연유래물질인 ascorbic acid, citric acid, 4-hexylresorcinol, kojic acid 등에 관한 연구가 이루어지고 있다. 또한, 건강 지향적 식품에 대한 소비자들의 관심이 증가하면서 갈변저해제로서 다양한 천연물 연구가 이루어지고 있다. 그 중, 갈변효소인 tyrosinase 저해활성에 대한 연구는 채소 및 과일류를 포함하는 다양한 식물과 생약재를 시료로 하여 다수 진행되었으나, 효소의 활성저해에 관한 연구로만 이루어졌을 뿐 농산물에 적용하여 실질적인 효과를 분석한 연구는 미비하며 직접 농산물에 적용하여 효과를 살펴본 천연소재로는 꿀, 루바브 추출물, 양파 추출물 등이 있다.

2. 갈변 억제의 상승효과를 위한 복합처리기술개발

가. 국내 기술개발 현황

국내에서 신선편이 식품의 갈변 억제를 위한 기술이 많이 개발되었지만 주로 ascorbic acid와 citric acid와 같은 화학적 처리법에 대한 연구가 많이 수행되었고 MAP 포장, 세척 및 절단 방법, 기타 갈변 억제제 관련해서도 최근에 연구가 수행되고 있다. 하지만 대부분의 연구가 물리적 처리보다는 화학적 처리에 비중을 두고 있고, 화학적 처리에 대한 부정적인 인식을 보완하기 위한 다양한 물리적 처리법의 개발이 시급한 실정이다. 특히 국내에서는 단일처리에 의한 효과를 주로 검증하였고, 복합처리에 의한 시너지 효과를 확인하기 위한 연구가 아직은 미비한 상태이다. 따라서 신선편이 식품의 품목에 맞는 적합한 물리적 처리법을 개발하고, 여러 기술들의 복합처리에 의한 시너지 효과를 검증하고 이를 적용할 수 있는 기술의 개발이 시급한 실정이다.

나. 국외 기술개발 현황

국외에서는 신선편이 식품의 갈변 억제를 위해서 다양한 화학적 처리는 물론 물리적 처리 및 복합 처리에 의한 시너지 효과를 확인하는 연구를 다수 수행하였다. 키토산 코팅, 특수 포장 필름, 건열 처리, 삼투 탈수 등과 같은 새로운 방법들이 연구되었고, 녹차 추출물과 같은 천연 항산화제에 대한 연구도 시도되었다. 또한 다양한 단일 처리는 물론 복합 처리에 의한 시너지 효과를 검토하기 위한 연구들이 많이 수행되었다. 국내보다 신선편이 시장의 규모가 큰 만큼 다양한 연구들이 수행되었으며 국내에서도 국내 시료에 적합한 물리적 처리 및 복합 처리

방법의 개발이 시급한 실정이다.

3. 갈변억제 처리공정 확립기술 개발

최근 현대인들의 바쁜 생활 패턴과 더불어 소득이 증가함에 따라 편의성 추구, 시간 절약 등을 위하여 간편하게 조리하여 섭취 가능한 식품에 대한 수요가 급격히 증가하고 있다. 과일이나 채소류를 이용한 신선편의 식품도 그 중 한 종류로서 점차 소비가 증가하는 추세이다. 신선편의 식품은 미생물 제어와 갈변 억제가 품질특성 유지를 위해 관리되어야 할 주요 제조공정이며, 특히 신선편이 식품에서 갈변은 유통기한을 단축시키고, 소비자의 기호 특성을 저하시키는 주요 요인으로 작용하고 있다.

신선편의 식품의 이러한 갈변 억제를 위하여 물리적 처리, 화학적 처리, 물리화학적 복합 처리에 관한 다양한 연구가 진행되고 있으며, 이러한 연구결과를 바탕으로 하여 생산공정에 적용 가능한 실제적 시스템 도입이 시도되고 있는 실정이나 제한적으로 적용되어 왔다. 신선편이 갈변억제는 전단계의 제조공정 중의 관리를 통하여 이루어질 수 있으며, 특히 원료의 생산, 수확 후 관리에서부터 제조공정의 각 단계별로 적절한 관리가 될 때 효과적인 갈변억제가 이루어질 수 있다. 제조공정별 갈변억제를 위한 연구로는 절단방법, 절단방향, 신선편이 품질에 미치는 영향, 세척방법, 갈변억제제 처리(합성품, 천연물), 포장방법(기체조절, 포장재), 작업환경, 유통 온도 등에 의한 신선편의 식품의 품질특성에 관한 연구가 진행되어 왔으나 품목별 종류에 따른 품질특성이 다양하고, 작업장 환경 조건 등의 다양한 변수에 의해 영향을 받으므로 개별 품목에 적합한 갈변억제 처리공정이 요구되고 있다.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1절. 갈변억제제의 소재 발굴 및 상품화연구

1. 천연갈변억제제의 소재 발굴(협동1)

가. 천연소재의 종류 및 추출물 조제

천연소재로서 생약재, 녹차, 민들레, 감국, 양파, citrus류 과일껍질, 프로폴리스 등이 사용되었으며 프로폴리스(유효성분 non-alcohol 20%)를 제외한 소재들에 대하여 열수 및 에탄올 추출 방법을 적용하여 추출물을 얻었다.

나. 추출물의 효소활성 저해력 및 항산화력 조사

1) PPO 저해활성

추출물 0.1% 농도에 대한 PPO 활성 저해력을 catechin 기질을 이용하여 비교한 결과는 Table 1-1과 같으며 백작약(*Paeonia lactiflora Pallas*) 에탄올 추출물에서 56.24%로 가장 높은 저해활성을 보였다. 그 다음으로 목향(*Aucklandia lappa Decne*), 단삼(*Salvia miltiorrhiza Bunge*), 황금(*Scutellaria baicalensis*) 추출물의 순으로 PPO 저해활성이 높았으며 열수 추출보다 에탄올 추출물에서 더 높은 저해활성을 나타내었다.

Table 1-1. Inhibition ratio of PPO activity according to water and ethanol extracts of various natural substances and inhibitors in catechin

Natural substances/Inhibitors	Inhibition (%)	
	Water	EtOH
<i>Scutellaria baicalensis</i>	38.64±0.28	43.23±1.31
<i>Drynaria fortunei</i>	21.67±2.05	22.72±3.28
<i>Aloe ferox</i>	9.78±1.08	11.75±2.07
<i>Salvia miltiorrhiza Bunge</i>	37.20±0.27	38.27±1.49
<i>Aucklandia lappa Decne</i>	50.28±0.87	52.08±1.38
<i>Pulsatilla koreana</i>	9.27±0.28	11.23±1.21
<i>Diodia teres Walter var. teres</i>	8.17±3.17	8.96±2.24
<i>Paeonia lactiflora Pallas</i>	54.08±2.71	56.24±1.78
<i>Atractylodes japonica Koidzumi</i>	11.28±0.89	16.13±1.32
Ascorbic acid	11.05±0.49	

추출물에 대한 PPO 활성 저해력을 catechin 기질을 이용하여 비교한 결과, 시료의 농도가 증가할수록 저해활성이 증가하여 녹차 추출물의 경우 0.5%에서 44.15~48.18%, 1%에서 79.98~87.55%, 1.5%에서 94.06~95.10%의 저해활성을 나타내었고, 이에 대한 IC₅₀의 값은 열수 추출물에서 1.78%, 에탄올 추출물에서 1.88%로 측정되어 에탄올 추출물보다 열수 추출물에서 더 높은 저해활성을 보였다 (Table 1-2). 감국의 경우 열수 추출물에서 IC₅₀ 값은 3.32, 에탄올 추출물에서 IC₅₀ 값은 1.97로 민들레 추출물과는 달리 에탄올 추출물에서 더 높은 저해활성을 나타내었다. 양파 열수 및 에탄올 추출물의 경우 0.5%에서 각각 38.07%와 24.12%, 1%에서 74.00%와 53.22%, 1.5%에서 89.95%와 73.65%의 저해활성을 나타내었으며 이에 대한 IC₅₀의 값은 각각 2.18%, 3.89%으로 에탄올 추출물보다 열수 추출물에서 더 높은 효소 저해활성을 나타내었다. 감귤과피 추출물의 경우 농도가 증가할수록 PPO 활성 저해력이 높아졌으며 열수 추출물에 대한 IC₅₀의 값은 3.38, 에탄올 추출물에 대한 IC₅₀의 값은 3.41로 조사되었다.

Table 1-2. Inhibition ratio of PPO activity according to different concentrations of extracts from various natural substances in catechin

Natural substances	Conc. (%)	Water		EtOH	
		Inhibition (%)	IC ₅₀ (%)	Inhibition (%)	IC ₅₀ (%)
<i>Camellia sinensis</i> (Green tea)	0.5	48.18±0.95		44.15±1.70	
	1.0	87.55±2.45	1.78	79.98±1.73	1.88
	1.5	95.10±1.60		94.06±1.03	
<i>Taraxacum platycarpum</i> (Dandelion)	0.5	8.74±2.06		5.76±1.65	
	1.0	17.41±2.83	7.75	12.26±2.79	7.95
	1.5	25.26±1.08		21.72±1.69	
<i>Chrysanthemum indicum</i>	0.5	32.61±1.27		35.27±0.59	
	1.0	73.52±2.28	3.32	77.94±4.64	1.97
	1.5	83.03±1.27		89.85±1.48	
Onion	0.5	38.07±2.12		24.12±2.61	
	1.0	74.00±1.55	2.18	53.22±2.58	3.89
	1.5	89.95±0.37		73.65±2.12	
Apple	0.5	7.56±2.85		8.10±0.38	
	1.0	18.53±1.86	7.81	18.09±2.00	7.92
	1.5	31.61±0.48		25.54±2.89	
<i>Citrus unshiu</i> (Mandarin orange peel)	0.5	25.61±1.15		29.21±2.43	
	1.0	57.33±2.95	3.38	49.37±1.88	3.41
	1.5	74.98±2.08		69.82±3.01	
<i>Polygoni multiflori</i>	0.5	5.41±3.06		8.03±2.82	
	1.0	19.27±2.77	9.02	19.51±3.13	7.81
	1.5	22.72±2.48		25.51±0.84	
<i>Laminaria longissima</i> (Sea tangle)	0.5	7.05±1.84		12.35±2.18	
	1.0	15.11±1.29	11.06	25.43±0.44	6.81
	1.5	22.68±0.45		32.15±1.20	
Prpolis	0.5	23.12±1.60			
	1.0	45.57±2.51	4.01		
	1.5	65.16±2.02			

2) 항산화력 조사

가) DPPH radical scavenging activity

갈변억제에 효과적이었던 추출물인 황금(*Scutellaria baicalensis*), 단삼(*Salvia miltiorrhiza* Bunge), 목향(*Aucklandia lappa* Decne.), 백작약(*Paeonia lactiflora* Pallas)에 대한 DPPH radical 소거능을 분석한 결과는 Fig. 1-1과 같으며 황금 열수 추출물이 85.22%로 가장 높았다. 이는 ascorbic acid(84.65%)와 유사한 값이며 그 다음으로 백작약 에탄올 추출물이 82.33%로 높은 DPPH radical 소거능을 나타내었다. 또한, 천연소재에서 선발된 추출물의 경우 녹차 열수 추출물에서 90.81%, 녹차 에탄올 추출물에서 76.68%로 가장 높은 DPPH radical 소거능을 보였으며 이러한 녹차의 항산화능은 비타민 C와 polyphenol 화합물인 catechin류에 의한 것으로 보고되고 있다. 그 다음으로 감국 에탄올 추출물에서 76.10%, 감귤과피 에탄올 추출물에서 40.27%, 프로폴리스에서 28.44%의 DPPH radical 소거능을 나타내었다.

전자공여능 측정에 사용된 DPPH는 안전한 free radical로서 그것의 비공유전자로 인해 517 nm 부근에서 최대 흡수치를 나타내며 전자 또는 수소를 받으면 517 nm 부근에서 흡광도가 감소하게 되는데 추출물에서 이러한 radical을 환원시키거나 상쇄시키는 능력이 크면 높은 항산화활성을 기대할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 녹차 추출물, 감국 에탄올 추출물, 감귤과피 에탄올 추출물 등의 DPPH radical 소거능 값이 높아 항산화성이 있다고 사료된다.

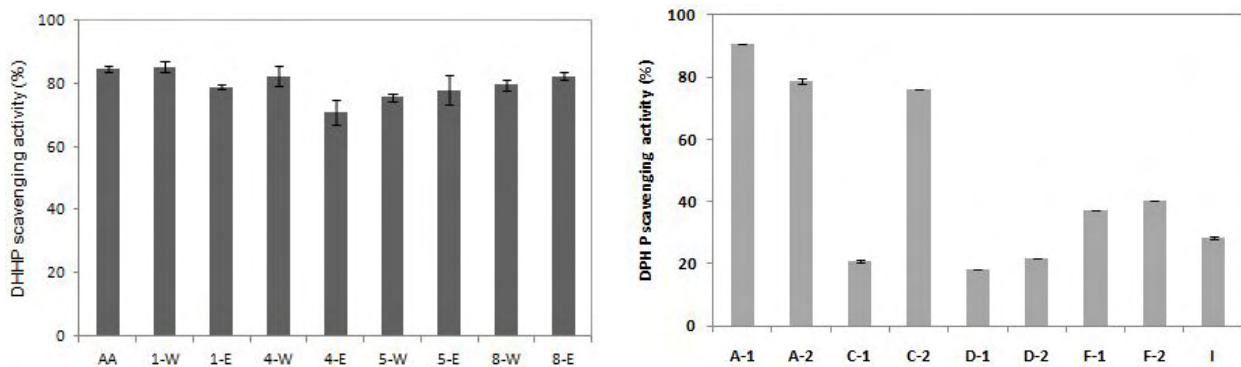


Fig. 1-1. DPPH radical scavenging activities of water and ethanol extracts from selected natural substances.

AA: ascorbic acid,

1-W: water extract of *Scutellaria baicalensis*, 1-E: 80% EtOH extract of *Scutellaria baicalensis*,

4-W: water extract of *Salvia miltiorrhiza* Bunge, 4-E: 80% EtOH extract of *Salvia miltiorrhiza* Bunge,

5-W: water extract of *Aucklandia lappa* Decne, 5-E: 80% EtOH extract of *Aucklandia lappa* Decne,

8-W: water extract of *Paeonia lactiflora* Pallas, 8-E: 80% EtOH extract of *Paeonia lactiflora* Pallas

A-1: water extract of *Camellia sinensis* (Green tea), A-2: 80% EtOH extract of *Camellia sinensis* (Green tea),

C-1: water extract of *Chrysanthemum indicum*, C-2: 80% EtOH extract of *Chrysanthemum indicum*,

D-1: water extract of onion, D-2: 80% EtOH extract of onion,

F-1: water extract of *Citrus unshiu* (Mandarin orange peel), F-2: 80% EtOH extract of *Citrus unshiu* (Mandarin orange peel),

I: propolis

4종의 citrus 과피 추출물의 DPPH radical 소거능을 조사한 결과, 전체적으로 레몬 > 감귤 = 오렌지 > 자몽 순으로 높은 소거활성을 보여 총 페놀함량의 경향과 일치하였으며 가장 우수한

활성을 보인 레몬의 경우 1% 용액에서 90.63%에 이르는 높은 활성을 보였다 (Fig. 1-2).

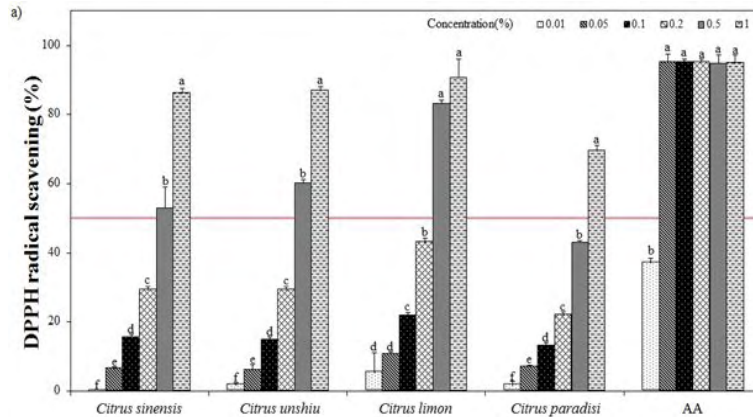


Fig. 1-2. DPPH radical scavenging activities of citrus peel extracts.

Each value represented mean \pm SD (n=3).

Values within each column followed by different letters are significantly different ($p < 0.01$).

나) Metal chelating activity

Metal chelating 효과를 조사한 결과는 Fig. 1-3과 같으며 백작약 열수 추출물에서 57.06%로 가장 높은 효과를 보였고, 그 다음으로 백작약 에탄올 추출물(21.71%)과 황금 열수 추출물(20.11%)에서 높은 chelating 효과를 보였다. 또한, 녹차 열수 추출물에서 45.93%로 가장 높은 chelating 효과를 보였으며 그 다음으로 감국 추출물에서 24.98~35.37%의 chelating 효과를 나타내었다. 감귤과피 에탄올 추출물의 경우 24.22%의 chelating effects가 조사되었는데 실제로 구연산, 주석산 등과 같은 유기산 및 폴리페놀 성분은 철이온, 구리이온과 같은 산화촉진제를 chelating하여 free radical 형성을 억제하는 효과가 탁월하다고 보고되고 있다.

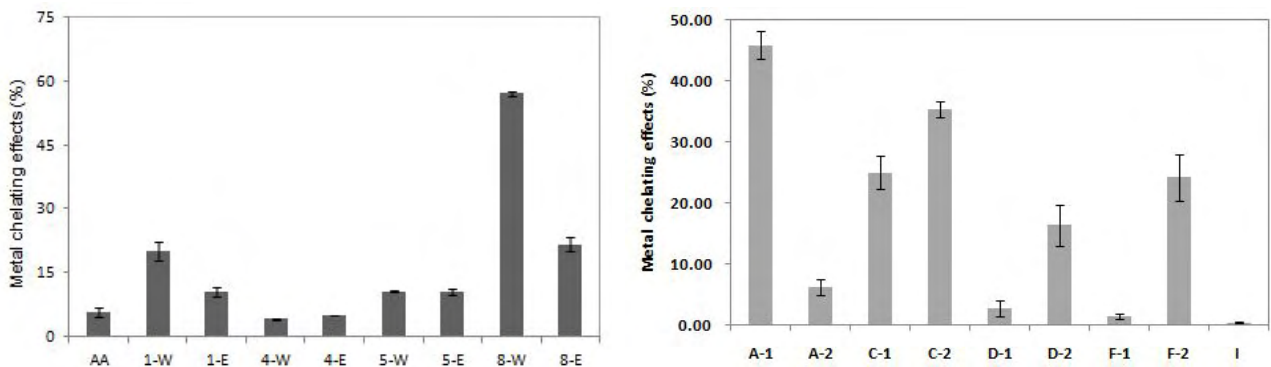


Fig. 1-3. Metal chelating effects of water and ethanol extracts from selected natural substances.

AA: ascorbic acid,

1-W: water extract of *Scutellaria baicalensis*, 1-E: 80% EtOH extract of *Scutellaria baicalensis*,

4-W: water extract of *Salvia miltiorrhiza Bunge*, 4-E: 80% EtOH extract of *Salvia miltiorrhiza Bunge*,

5-W: water extract of *Aucklandia lappa Decne*, 5-E: 80% EtOH extract of *Aucklandia lappa Decne*,

8-W: water extract of *Paeonia lactiflora Pallas*, 8-E: 80% EtOH extract of *Paeonia lactiflora Pallas*,

A-1: water extract of *Camellia sinensis* (Green tea), A-2: 80% EtOH extract of *Camellia sinensis* (Green tea),

C-1: water extract of *Chrysanthemum indicum*, C-2: 80% EtOH extract of *Chrysanthemum indicum*,

D-1: water extract of onion, D-2: 80% EtOH extract of onion,

F-1: water extract of *Citrus unshiu* (Mandarin orange peel), F-2: 80% EtOH extract of *Citrus unshiu* (Mandarin orange peel),

I: propolis.

Citrus 과피 추출물들의 Cu^{2+} 킬레이트 효과를 조사한 결과, 레몬 > 감귤 > 오렌지 > 자몽의 순으로 레몬 과피에서 가장 높은 활성을 보였으며 (Fig. 1-4) 이는 ascorbic acid의 값과 유사하였다. 특히, 0.2% 이하의 농도에서 ascorbic acid보다 우수한 활성을 보였다.

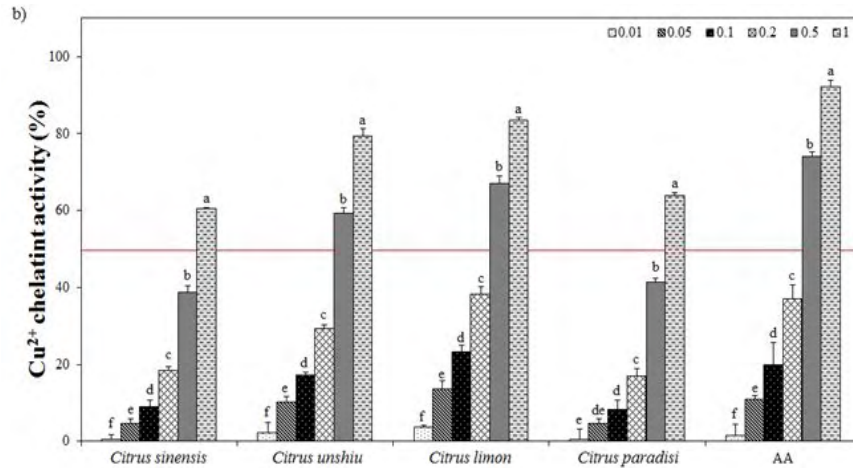


Fig. 1-4. Copper chelating activities of citrus peel extracts.

Each value represented mean \pm SD (n=3).

Values within each column followed by different letters are significantly different ($p < 0.01$).

Table 1-3. EC_{50} values of citrus peel extracts and ascorbic acid in different antioxidant assays

Sample	$\text{EC}_{50}^{1)}$	
	DPPH radical scavenging	Copper chelating activity
<i>Citrus sinensis</i>	$0.44 \pm 0.04^{c2)}$	0.71 ± 0.01^d
<i>Citrus unshiu</i>	0.39 ± 0.01^c	0.38 ± 0.01^b
<i>Citrus limon</i>	0.25 ± 0.01^b	0.29 ± 0.01^a
<i>Citrus paradisi</i>	0.64 ± 0.02^d	0.64 ± 0.05^c
Ascorbic acid	0.02 ± 0.00^a	0.29 ± 0.01^a

¹⁾ EC_{50} value is the term half maximal effective concentration. %

²⁾ Each value represented mean \pm SD (n=3). Values within same column followed by different letters are significantly different ($p < 0.01$, LSD test).

3) 이화학적 특성조사

가) Total phenolic contents

추출물의 총페놀 함량을 분석한 결과는 Fig. 1-5와 같으며 목향 에탄올 추출물에서 1996.32 mg GAE/L, 목향 열수 추출물에서 1585.54 mg GAE/L으로 가장 높았고, 그 다음으로 황금 > 단삼 > 백작약 추출물 등의 순으로 총페놀 함량이 높게 나타났다. 또한, 녹차 열수 추출물에서 170.42 mg/mL, 녹차 에탄올 추출물에서 150.12 mg/mL, 감국 열수 추출물에서 86.92 mg/mL, 감국 에탄올 추출물에서 94.07 mg/mL, 양파 열수 추출물에서 94.35 mg/mL, 양파 에탄올 추출물에서 88.90 mg/mL, 감귤과피 열수 추출물에서 77.96 mg/mL, 감귤과피 에탄올 추출물에

서 84.39 mg/mL, 프로폴리스에서 79.84 mg/mL의 함량을 나타내어 녹차 열수 추출물의 총페놀 함량이 가장 높게 나타났다.

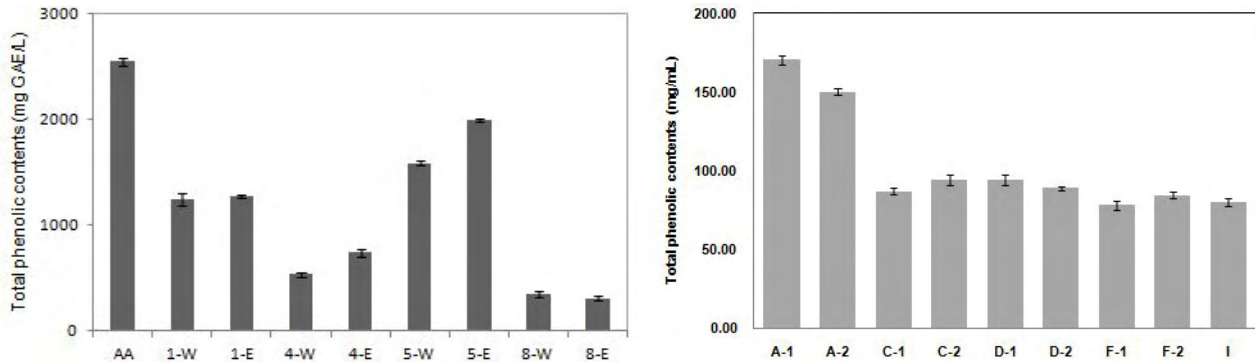


Fig. 1-5. Total phenolic contents of water and ethanol extracts from selected natural substances.

AA: ascorbic acid,

1-W: water extract of *Scutellaria baicalensis*, 1-E: 80% EtOH extract of *Scutellaria baicalensis*,

4-W: water extract of *Salvia miltiorrhiza Bunge*, 4-E: 80% EtOH extract of *Salvia miltiorrhiza Bunge*,

5-W: water extract of *Aucklandia lappa Decne*, 5-E: 80% EtOH extract of *Aucklandia lappa Decne*,

8-W: water extract of *Paeonia lactiflora Pallas*, 8-E: 80% EtOH extract of *Paeonia lactiflora Pallas*

A-1: water extract of *Camellia sinensis* (Green tea), A-2: 80% EtOH extract of *Camellia sinensis* (Green tea),

C-1: water extract of *Chrysanthemum indicum*, C-2: 80% EtOH extract of *Chrysanthemum indicum*,

D-1: water extract of onion, D-2: 80% EtOH extract of onion,

F-1: water extract of *Citrus unshiu* (Mandarin orange peel), F-2: 80% EtOH extract of *Citrus unshiu* (Mandarin orange peel),

I: propolis

Citrus 과피 추출물의 총 페놀함량의 경우 레몬과피 추출물이 9.77 mg GAE/g으로 가장 높은 함량을, 자몽과피 추출물이 7.04 mg GAE/g으로 가장 낮은 함량을 보였다 (Table 1-4).

Table 1-4. Total phenol contents of citrus peel extracts

Sample	Total phenol contents (mg GAE/g extract powder)
<i>Citrus sinensis</i>	8.79±0.13 ^b
<i>Citrus unshiu</i>	8.85±0.62 ^b
<i>Citrus limon</i>	9.77±0.15 ^a
<i>Citrus paradisi</i>	7.04±0.01 ^c
Ascorbic acid	NT ²⁾

¹⁾ Each value represented mean ± SD (n=3). Values within same column followed by different letters are significantly different ($p < 0.01$, LSD test).

²⁾ NT; Not tested.

나) Total flavonoid contents

선발된 추출물에 대한 총플라보노이드 함량을 분석한 결과 녹차 에탄올 추출물에서 110.59 mg/mL으로 가장 높은 함량을 보였으며 그 다음으로 감국 에탄올 추출물에서 102.60 mg/mL,

양과 열수 추출물에서 96.68 mg/mL로 함량이 높았다. 프로폴리스는 56.38 mg/mL로 선발된 소재들 중에서 총플라보노이드 함량이 가장 높은 것으로 조사되었다 (Fig. 1-6).

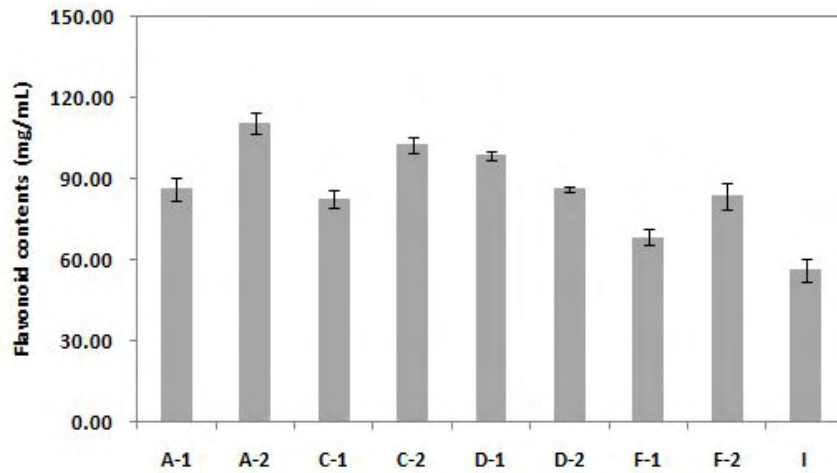


Fig. 1-6. Flavonoid contents of water and ethanol extracts from selected natural substances.

A-1: water extract of *Camellia sinensis* (Green tea), A-2: 80% EtOH extract of *Camellia sinensis* (Green tea),
 C-1: water extract of *Chrysanthemum indicum*, C-2: 80% EtOH extract of *Chrysanthemum indicum*,
 D-1: water extract of onion, D-2: 80% EtOH extract of onion,
 F-1: water extract of *Citrus unshiu* (Mandarin orange peel), F-2: 80% EtOH extract of *Citrus unshiu* (Mandarin orange peel),
 I: propolis.

총 플라보노이드 함량의 경우, 레몬 = 감귤 > 자몽 > 오렌지 순으로 높은 함량을 보여 총 페놀 함량과 다른 양상을 보였다 (Table 1-5).

Table 1-5. Total flavonoid contents of citrus peel extracts

Sample	Total flavonoid contents (mg QE/g extract powder)
<i>Citrus sinensis</i>	2.41±0.06 ^c
<i>Citrus unshiu</i>	3.62±0.02 ^a
<i>Citrus limon</i>	3.60±0.03 ^a
<i>Citrus paradisi</i>	2.80±0.19 ^b
Ascorbic acid	NT

¹⁾ Each value represented mean ± SD (n=3). Values within same column followed by different letters are significantly different ($p < 0.01$, LSD test).

²⁾ NT; Not tested.

4) 농산물 적용을 통한 갈변억제 확인

가) 사과

(1) 표면색 변화

스크리닝을 통하여 효과적이었던 추출물 농도에 대하여 Hunter L, a 및 b값을 조사한 결과 황금, 단삼, 목향, 백작약 추출물을 처리한 경우의 ΔE 값이 낮고, 색변화가 적었다 (Table 1-6).

Table 1-6. Changes in Hunter L, a, b and ΔE value of apple slices by water and ethanol extracts from various natural substance solutions after 48 hours at room temperature

Natural substances/Inhibitors	Solvents	L	a	b	ΔE
Untreated		58.39±2.38	-0.09±0.03	20.72±1.65	6.57
Ascorbic acid		67.27±0.90	-1.73±0.06	19.48±0.38	2.63
Calcium ascorbate		65.33±2.82	-1.68±0.20	19.56±0.67	2.45
Sucrose		63.80±0.90	-2.12±0.21	18.35±0.30	1.46
NaCl		67.40±0.57	-2.05±0.19	18.45±0.68	2.70
<i>Scutellaria baicalensis</i>	Water	70.98±2.97	-2.52±0.28	21.18±1.52	2.23
	EtOH	70.31±1.81	-2.76±0.71	19.72±1.14	2.60
<i>Drynaria fortunei</i>	Water	64.58±1.29	-1.13±0.19	19.55±0.54	3.75
	EtOH	66.67±2.81	-0.93±0.64	20.58±0.38	3.72
<i>Aloe ferox</i>	Water	67.22±1.11	-1.18±0.21	19.15±0.57	4.04
	EtOH	66.58±4.20	-1.43±0.85	19.90±1.48	3.77
<i>Salvia miltiorrhiza Bunge</i>	Water	70.01±2.48	-1.99±0.79	20.44±1.13	2.80
	EtOH	71.35±2.75	-1.64±0.13	18.54±0.98	2.31
<i>Aucklandia lappa Decne</i>	Water	69.10±1.68	-1.51±0.36	18.78±0.61	2.41
	EtOH	70.75±1.49	-1.46±0.40	18.04±1.20	2.82
<i>Pulsatilla koreana</i>	Water	67.44±1.86	-1.60±0.23	18.60±0.73	4.66
	EtOH	63.66±5.52	-1.18±0.61	20.43±0.52	3.17
<i>Diodia teres Walter var. teres</i>	Water	66.30±1.65	-1.15±0.68	20.40±0.65	4.50
	EtOH	65.47±4.19	-0.90±0.94	20.17±1.65	3.85
<i>Paeonia lactiflora Pallas</i>	Water	70.22±2.78	-1.26±0.20	17.68±1.16	2.98
	EtOH	71.17±0.63	-1.65±0.21	18.07±0.86	2.10
<i>Atractylodes japonica Koidzumi</i>	Water	69.97±0.95	-2.01±0.30	16.95±0.94	4.22
	EtOH	67.74±2.02	-1.52±0.29	18.93±0.52	3.11

또한, 처리하지 않은 사과 슬라이스의 L값이 52.50 ± 6.89 였던 반면 추출물을 처리한 사과 슬라이스의 L값이 전반적으로 높았다. 그러나 추출물 처리구간의 뚜렷한 차이는 없었으며 녹차 추출물일 경우 L값이 가장 높았고, 갈변이 적게 일어났음을 알 수 있었다 (Table 1-7).

Table 1-7. Changes in Hunter L, a and b value of apple slices by various water and ethanol extracts from various natural substance solutions after 24 hours

Natural substances	Extract	L	a	b
Untreated		52.50 ± 6.89	-34.61 ± 4.30	13.72 ± 1.68
<i>Camellia sinensis</i> (Green tea)	Water	79.03 ± 5.44	-49.02 ± 2.97	14.31 ± 3.15
	EtOH	77.46 ± 1.71	-46.73 ± 2.28	14.35 ± 1.19
<i>Taraxacum platycarpum</i> (Dandelion)	Water	66.87 ± 0.49	-43.99 ± 0.45	14.56 ± 3.02
	EtOH	55.68 ± 3.52	-36.73 ± 2.28	13.83 ± 1.70
<i>Chrysanthemum indicum</i>	Water	78.26 ± 1.12	-46.57 ± 0.35	15.53 ± 0.80
	EtOH	72.82 ± 0.98	-48.01 ± 0.50	12.99 ± 1.22
Onion	Water	78.11 ± 3.57	-52.53 ± 1.74	15.07 ± 1.98
	EtOH	76.41 ± 0.67	-52.12 ± 1.22	16.17 ± 2.29
Apple	Water	71.83 ± 1.38	-46.78 ± 2.97	18.16 ± 1.99
	EtOH	69.52 ± 0.21	-42.00 ± 0.17	12.40 ± 0.94
<i>Citrus unshiu</i> (Mandarin orange peel)	Water	74.27 ± 3.63	-57.67 ± 1.15	15.93 ± 0.87
	EtOH	71.64 ± 3.48	-58.71 ± 1.61	19.36 ± 3.03
<i>Polygoni multiflori</i>	Water	68.52 ± 2.58	-52.73 ± 1.49	15.17 ± 1.16
	EtOH	71.82 ± 2.41	-48.98 ± 1.26	18.57 ± 4.96
<i>Laminaria longissima</i> (Sea tangle)	Water	65.68 ± 3.52	-41.42 ± 0.72	7.75 ± 1.10
	EtOH	74.92 ± 3.32	-40.71 ± 1.59	15.95 ± 2.44
Prpolis		76.96 ± 2.07	-51.13 ± 0.53	16.29 ± 1.60
Citric acid		74.30 ± 0.95	-48.40 ± 0.34	11.61 ± 1.72
Ascorbic acid		81.12 ± 2.06	-53.62 ± 1.44	10.74 ± 1.97

ΔE 값을 이용하여 전체적인 색변화를 관찰한 결과 (Table 1-8) 처리하지 않은 사과 슬라이스에서 17.08의 색 변화를 나타낸 반면, 녹차 열수 추출물에서는 1.35, 에탄올 추출물에서는 1.97의 색변화를 보였다. 민들레 열수 추출물에서 6.68, 민들레 에탄올 추출물에서 6.97, 감국 열수 추출물에서 3.41, 감국 에탄올 추출물에서 2.22를 보여 민들레 추출물보다 감국 추출물에서 색 변화가 적게 일어난 것을 알 수 있었으며 감귤과피 추출물에서 2.37~2.63, 양파 추출물에서 3.00~3.71 그리고 사과 추출물에서 7.11~12.12로 감귤과피 추출물에서 색 변화가 가장 적었다. 결과적으로 녹차 추출물 > 감국 추출물 > 감귤과피 추출물 > 양파 추출물 등의 순으로 ΔE 값이 낮았으며 표면갈변이 억제됨을 알 수 있었다.

Table 1–8. Changes in ΔE value of apple slices by various water and ethanol extracts from various natural substances after 24 hours

Natural substances	ΔE	
	Water	EtOH
Untreated	17.08	
<i>Camellia sinensis</i> (Green tea)	1.35	1.97
<i>Taraxacum platycarpum</i> (Dandelion)	6.68	6.97
<i>Chrysanthemum indicum</i>	3.41	2.22
Onion	3.00	3.71
Apple	12.12	7.11
<i>Citrus unshiu</i> (Mandarin orange peel)	2.37	2.63
<i>Polygoni multiflori</i>	10.16	14.35
<i>Laminaria longissima</i> (Sea tangle)	13.55	8.89
Prpolis	5.65	–
Citric acid	1.37	
Ascorbic acid	0.30	

사과 슬라이스를 4종의 citrus 과피 추출물 및 ascorbic acid에 침지하여 48시간 후의 외관과 색을 관찰한 결과, citrus 과피 추출물 처리군들은 농도가 높아질수록 착색이 일어나 오히려 무처리군보다 더 변색되어 전반적으로 1% 이하에서 갈변저해효과를 보였으며, 모든 처리군에서 대체적으로 0.1%가 가장 효과적인 갈변저해효과를 나타냈다 (Table 1–9). 이는 Hunter L 및 ΔE 값으로 수치화했을 때도 같은 경향을 보였다. 무처리군의 L값과 ΔE 값이 각각 69.71과 3.01이었으며 자몽을 제외한 1% 이하의 추출물 처리군들의 전반적인 L값이 69.42~72.58, ΔE 값이 1.19~3.53로 측정되어 추출물 처리군들의 L값이 무처리군 보다 우수하였으나 citrus 종류별 및 농도별 유의적 차이는 적었다. 자몽의 경우 0.1%에서는 다른 추출물과 마찬가지로 우수한 효과를 보였으나, 이외의 농도에서는 갈변저해효과가 없을 뿐만 아니라 오히려 무처리군보다 더 갈변되는 현상을 보였다.

Table 1–9. Changes in Hunter L and ΔE value of apple slices by various concentrations of various Citrus peel extracts

Treatment	Conc.	0 hr	after 48 hr	
		L	L	ΔE
Untreated	0	71.87 \pm 1.29 ¹⁾	69.71 \pm 0.71	3.01 \pm 0.64
<i>Citrus sinensis</i>	0.1	72.27 \pm 0.74 ^a	70.26 \pm 1.08 ^a	2.99 \pm 0.58 ^{ab}
<i>C. unshiu</i>	0.1	73.18 \pm 0.39 ^a	71.22 \pm 0.62 ^a	2.43 \pm 0.36 ^a
<i>C. limon</i>	0.1	73.21 \pm 0.70 ^a	72.58 \pm 0.67 ^a	1.19 \pm 0.50 ^a
<i>C. paradisi</i>	0.1	73.64 \pm 0.77 ^a	71.72 \pm 0.97 ^a	2.01 \pm 0.88 ^a
Ascorbic acid	0.1	73.45 \pm 0.70 ^a	72.33 \pm 0.40 ^a	1.62 \pm 0.14 ^a

¹⁾ Each value represented mean \pm SD (n=3).

²⁾ Values within cell by different letters are significantly different ($p < 0.05$, Duncan's multiple range test).

(2) 외관변화

추출물을 농도별로 스크리닝하고, PPO 저해활성 결과를 토대로 갈변억제에 효과적이었던 추출물의 농도에 대하여 사과 슬라이스에 침지한 후 상온에 보관하면서 48시간 동안 외관변화를 관찰한 결과, 처리하지 않은 사과 슬라이스보다 추출물을 처리한 경우 전체적으로 갈변을 감소시키는데 효과적이었다. 특히 황금(*Scutellaria baicalensis*), 단삼(*Salvia miltiorrhiza Bunge*), 목향(*Aucklandia lappa Decne*), 백작약(*Paeonia lactiflora Pallas*) 추출물에서 갈변억제에 효과적인 것으로 관찰되었으며 이는 표면색 변화 결과를 통해서도 확인되었다 (Fig 1-7).

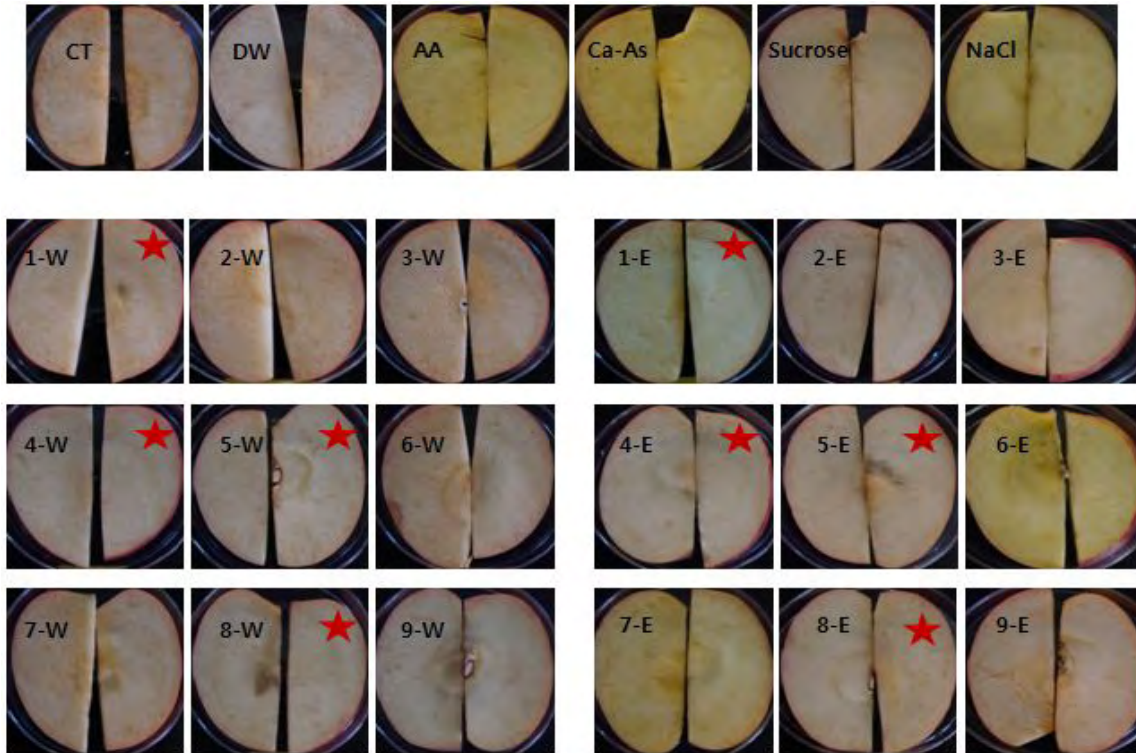


Fig. 1-7. Changes the appearances of apple slices by water and ethanol extracts from various natural substances after 48 hours at room temperature.

DW: distilled water, AA: ascorbic acid, Ca-As: calcium ascorbate,

1-W: water extract of *Scutellaria baicalensis*, 1-E: 80% EtOH extract of *Scutellaria baicalensis*,

2-W: water extract of *Drynaria fortunei*, 2-E: 80% EtOH extract of *Drynaria fortunei*,

3-W: water extract of *Aloe ferox*, 3-E: 80% EtOH extract of *Aloe ferox*,

4-W: water extract of *Salvia miltiorrhiza Bunge*, 4-E: 80% EtOH extract of *Salvia miltiorrhiza Bunge*,

5-W: water extract of *Aucklandia lappa Decne*, 5-E: 80% EtOH extract of *Aucklandia lappa Decne*,

6-W: water extract of *Pulsatilla koreana*, 6-E: 80% EtOH extract of *Pulsatilla koreana*,

7-W: water extract of *Diodia teres Walter var. teres*, 7-E: 80% EtOH extract of *Diodia teres Walter var. teres*.,

8-W: water extract of *Paeonia lactiflora Pallas*, 8-E: 80% EtOH extract of *Paeonia lactiflora Pallas*,

9-W: water extract of *Atractylodes japonica Koidzumi*, 9-E 80% EtOH extract of *Atractylodes japonica Koidzumi*.

국화 및 양파 추출물에서 갈변억제에 효과적인 것으로 관찰되었으나 민들레 및 사과 추출물의 경우 사과 슬라이스의 표면에 추출물이 다소 염색되는 경향을 보여 저농도로 처리하는 등의 보완이 필요하다고 판단된다 (Fig. 1-8).

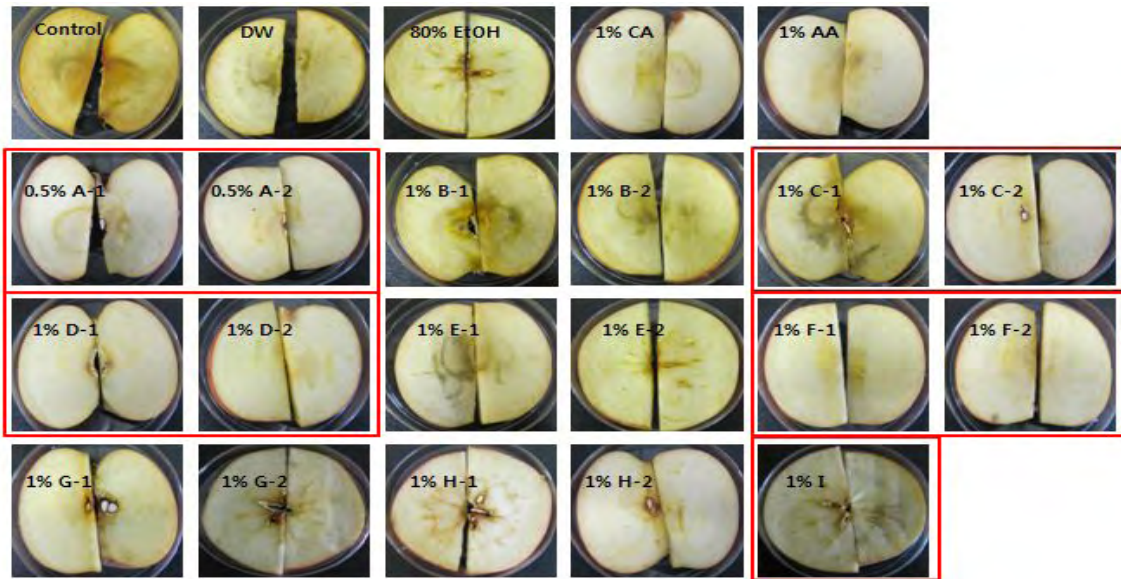


Fig. 1-8. Changes the appearances of apple slices by various water and ethanol extracts from various natural substances after 24 hours at room temperature.

DW: distilled water, CA: citric acid, AA: ascorbic acid,
 A-1: water extract of *Camellia sinensis* (Green tea), A-2: 80% EtOH extract of *Camellia sinensis* (Green tea),
 B-1: water extract of *Taraxacum platycarpum* (Dandelion), B-2: 80% EtOH extract of *Taraxacum platycarpum* (Dandelion),
 C-1: water extract of *Chrysanthemum indicum*, C-2: 80% EtOH extract of *Chrysanthemum indicum*,
 D-1: water extract of onion, D-2: 80% EtOH extract of onion,
 E-1: water extract of apple, E-2: 80% EtOH extract of apple,
 F-1: water extract of *Citrus unshiu* (Mandarin orange peel), F-2: 80% EtOH extract of *Citrus unshiu* (Mandarin orange peel),
 G-1: water extract of *Polygoni multiflori*, G-2: 80% EtOH extract of *Polygoni multiflori*,
 H-1: water extract of *Laminaria longissima* (Sea tangle), H-2: 80% EtOH extract of *Laminaria longissima* (Sea tangle),
 I: propolis.

Citrus 과피 추출물의 경우, 무처리군보다 처리군들의 갈변이 저해된 것을 확인할 수 있으며, 추출물 처리군들 가운데 레몬과 자몽과피 추출물 처리군이 ascorbic acid 처리군과 유사한 효과를 보여 가장 우수한 갈변저해효과를 나타냈다 (Fig. 1-9).

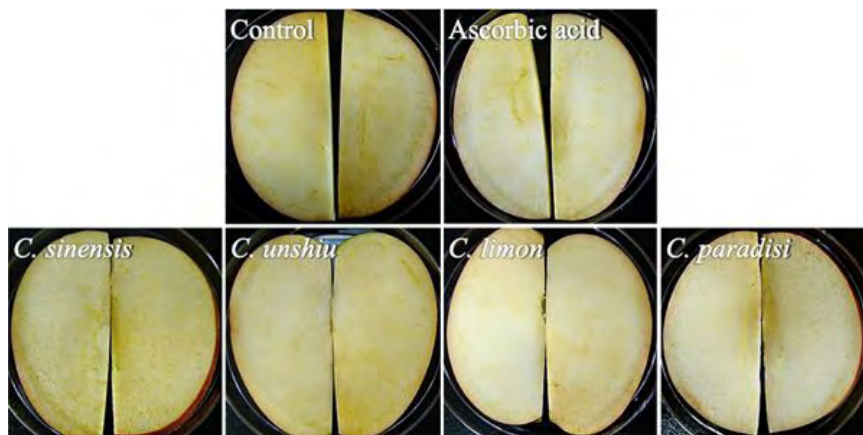


Fig. 1-9. Changes in the appearance of apple slices added with 0.1% various citrus peel extracts after 48 hours at room temperature.

나) 감자

(1) 표면색 변화

갈변억제에 효과적이었던 추출물 4가지에 대하여 감자 슬라이스에 처리하고 4℃에서 8일 동안 저장하며 표면색 및 외관의 변화를 관찰한 결과는 Table 1-10과 같다. ΔE값의 경우 처리하지 않은 감자는 12.20이었던 반면 추출물을 처리한 감자는 3.38~7.48의 값으로 색변화가 적게 일어났음을 알 수 있었으며 그 중 백작약(*Paeonia lactiflora Pallas*) 추출물로 처리한 ΔE값이 가장 낮았다.

Table 1-10. Changes in Hunter L value of potato slices by water and ethanol extracts from various natural substance solutions during 8 days at 4℃

Treatments	Storage period (days)				
	0	2	4	6	8
Untreated	66.70±1.88	62.63±2.04	60.72±0.61	59.81±0.79	54.74±1.24
Ascorbic acid	65.15±0.01	64.58±1.11	63.73±0.09	63.11±0.85	61.55±0.41
1-W	64.88±0.30	64.36±0.25	63.36±2.48	61.75±1.54	60.34±0.18
1-E	65.41±0.35	65.41±1.55	61.48±0.34	63.00±1.13	62.21±0.25
4-W	65.14±1.31	64.42±1.22	64.26±0.37	60.18±1.26	59.85±0.59
4-E	67.73±1.94	65.66±1.12	63.52±0.52	61.43±2.12	60.33±0.83
5-W	66.74±0.50	65.52±0.48	64.84±0.33	63.65±2.08	62.24±1.08
5-E	65.20±1.78	64.86±1.32	63.40±0.37	62.62±1.22	61.64±1.85
8-W	65.23±0.89	65.09±0.55	64.46±0.52	63.73±1.30	61.78±1.20
8-E	65.85±0.27	64.24±1.27	63.72±0.66	62.03±1.07	61.74±0.89

DW: distilled water, AA: ascorbic acid,

1-W: water extract of *Scutellaria baicalensis*, 1-E: 80% EtOH extract of *Scutellaria-2.18251ria baicalensis*,

4-W: water extract of *Salvia miltiorrhiza Bunge*, 4-E: 80% EtOH extract of *Salvia miltiorrhiza Bunge*,

5-W: water extract of *Aucklandia lappa Decne*, 5-E: 80% EtOH extract of *Aucklandia lappa Decne*,

8-W: water extract of *Paeonia lactiflora Pallas*, 8-E: 80% EtOH extract of *Paeonia lactiflora Pallas*

Table 1-11. Changes in Hunter a value of potato slices by water and ethanol extracts from various natural substance solutions during 8 days at 4℃

Treatments	Storage period (days)				
	0	2	4	6	8
Untreated	-2.18±0.09	-1.68±0.21	-1.45±0.7	-1.04±1.44	-0.13±0.21
Ascorbic acid	-2.23±0.18	-1.92±1.08	-1.80±0.92	-1.72±0.73	-1.61±0.87
1-W	-2.07±0.06	-2.00±0.14	-1.85±0.18	-1.41±1.18	-1.32±0.75
1-E	-1.90±0.35	-2.08±1.20	-1.98±0.87	-1.13±0.08	-1.02±1.97
4-W	-2.04±0.61	-1.66±0.18	-1.44±1.08	-1.08±1.08	-1.09±1.05
4-E	-2.44±0.03	-1.97±0.28	-1.66±0.66	-1.32±1.08	-1.37±0.85
5-W	-1.92±0.11	-1.74±1.27	-1.88±0.85	-1.61±1.04	-1.47±1.48
5-E	-1.91±0.43	-1.88±0.28	-1.24±1.08	-1.13±1.97	-1.09±1.47
8-W	-2.19±0.51	-1.89±0.98	-1.35±0.74	-1.47±0.16	-1.25±1.08
8-E	-2.09±0.91	-1.81±1.05	-1.79±1.08	-1.24±0.71	-1.02±1.06

Table 1-12. Changes in Hunter b value of potato slices by water and ethanol extracts from various natural substance solutions during 8 days at 4°C

Treatments	Storage period (days)				
	0	2	4	6	8
Untreated	13.25±0.18	14.24±0.22	14.47±1.05	15.43±1.41	14.49±0.75
Ascorbic acid	13.45±0.08	13.87±0.78	14.51±1.54	15.27±1.57	15.17±0.57
1-W	15.43±0.51	14.54±1.12	15.01±0.09	14.28±1.08	15.53±0.85
1-E	14.85±0.78	14.52±1.59	15.07±1.07	15.21±1.35	15.47±0.65
4-W	14.91±1.08	13.13±1.31	14.87±0.28	14.01±1.05	15.67±0.54
4-E	15.01±1.35	14.98±1.32	15.01±1.08	14.88±0.84	14.91±0.41
5-W	14.98±1.24	15.08±0.48	14.66±0.08	14.72±0.57	16.11±1.51
5-E	14.85±1.16	14.74±1.78	14.98±0.57	15.01±1.18	15.32±1.85
8-W	15.82±1.27	14.32±0.54	14.11±1.08	14.72±1.03	14.80±1.08
8-E	14.94±1.57	15.01±0.57	15.03±1.81	15.05±0.87	14.98±1.27

Table 1-13. Changes in ΔE value of potato slices by water and ethanol extracts from various natural substance solutions during 8 days at 4°C

Natural substances	ΔE	
	Water	EtOH
Untreated	12.20	
Ascorbic acid	4.04	
<i>Scutellaria baicalensis</i>	4.60	3.38
<i>Salvia miltiorrhiza Bunge</i>	5.43	7.48
<i>Aucklandia lappa Decne</i>	4.66	3.68
<i>Paeonia lactiflora Pallas</i>	3.72	4.25

(2) 외관변화

감자 슬라이스는 절단면 중심부위의 색이 저장 중 변하기 시작하면서 갈변과 함께 표면 건조현상이 크게 발생하였으나 갈변현상은 적게 발생하였다 (Fig. 1-10). 또한, 추출물을 처리하지 않았거나 증류수로만 처리한 감자 슬라이스의 경우 천연물 추출물로 처리한 경우보다 갈변이 많이 일어났다.

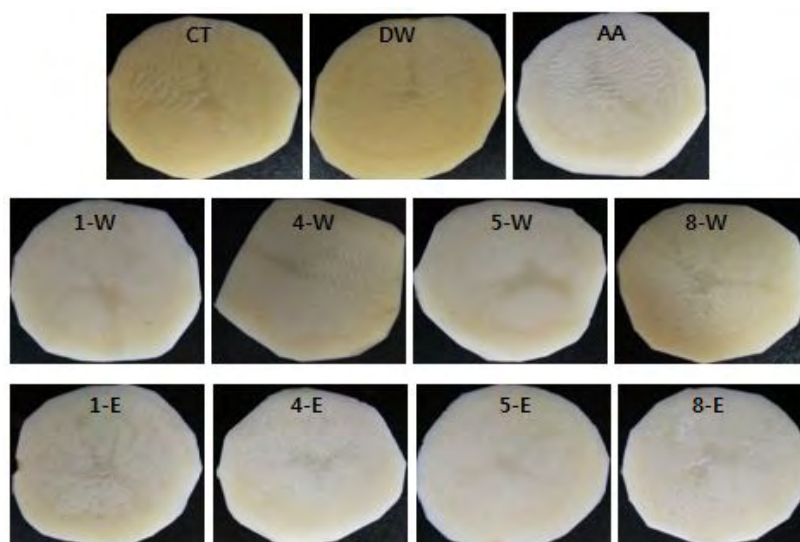


Fig. 1–10. Changes the appearances of potato slices by water and ethanol extracts from various natural substances after 8 days at 4°C.

DW: distilled water, AA: ascorbic acid,

1–W: water extract of *Scutellaria baicalensis*, 1–E: 80% EtOH extract of *Scutellaria baicalensis*,

4–W: water extract of *Salvia miltiorrhiza Bunge*, 4–E: 80% EtOH extract of *Salvia miltiorrhiza Bunge*,

5–W: water extract of *Aucklandia lappa Decne*, 5–E: 80% EtOH extract of *Aucklandia lappa Decne*,

8–W: water extract of *Paeonia lactiflora Pallas*, 8–E: 80% EtOH extract of *Paeonia lactiflora Pallas*.

2. 천연갈변억제제의 소재 발굴(주관기관)

가. 천연소재 후보물질 선발

본 연구에 사용된 천연 갈변억제제의 선발은 연기기간 내 선발 스펙트럼을 확대하기 위하여 주관기관과 제1 협동기관이 동시 수행하였다.

주관기관에서 사용된 천연 약용작물 및 산약초의 종류는 Table 1-14과 같다. 천연 약용작물 및 산약초의 종류는 기존 항산화력이 있는 것으로 보고되거나 전래되어온 약 49종의 식물성 물질과 민간재래용법 및 한의학분야에서 미백, 백발 및 피부관련질환 치료 및 예방제 등의 기준으로 약 105종의 산약초를 아래 표 1-15와 같이 선발하였다.

표 1-14. 항산화 효과 관련 산약초의 종류

No.	Plants	No.	Plants
1	가리극(가자)	26	오약
2	고량강	27	오이풀(지유)
3	고삼	28	유근피
4	금앵자	29	웃나무
5	내복자	30	울금
6	느릅나무	31	울피
7	대나무잎	32	인진
8	대황	33	제채
9	마늘(건조물)	34	조구등
10	모란피(뿌리)	35	지모
11	무화과열매	36	절레나무
12	밀납	37	차나무 잎
13	백자인	38	차조기
14	벗나무	39	창출
15	산국	40	택사
16	산뽕나무(상백피)	41	필발
17	산수유열매	42	함수초
18	삼백초	43	현초
19	석곡	44	화살나무(귀전우)
20	석위	45	황금
21	소나무수피	46	황련
22	쇠비름	47	파인애플주스
23	오갈피속 근피	48	레몬주스
24	오매	49	레몬피
25	오배자		

표 1-15. 미백 및 피부관련 산약초의 종류

No.	Herbal Plants	No.	Herbal Plants	No.	Herbal Plants
1	감말랭이	33	백지	65	영경귀
2	감나무 줄기껍질	34	백출	66	여정실 열매
3	감초	35	번행초	67	오가피
4	검정콩	36	보리	68	오갈피나무 줄기껍질
5	겨우살이 줄기와 뿌리)	37	보리수나무	69	용담
6	고비	38	복령	70	우방자
7	고추나무	39	복숭아씨	71	옥리인
8	광나무 잎, 열매	40	부들	72	원추리
9	광대나물	41	비파엽	73	율무
10	구기자	42	사상자 열매	74	자란
11	구슬봉이 줄기와 꽃	43	살구씨	75	자생황정
12	구절초	44	삼(마엽)	76	жат
13	꾸지뽕나무	45	삼백초	77	정향
14	꾸지뽕잎	46	삼지닥나무 열매	78	조뱅이
15	노박덩굴	47	삿갓나물 뿌리	79	지부자
16	녹두	48	상수리나무 줄기껍질	80	쪽
17	담배풀	49	새삼	81	창이자
18	당귀	50	서장경	82	천궁
19	대청	51	석창포	83	측백나무 잎
20	대추(건조)	52	소루쟁이	84	토복령 뿌리
21	도꼬마리	53	소엽	85	포도나무 뿌리
22	마가목	54	속새	86	표고(건조)
23	마전열매	55	송엽	87	피마자
24	맨드라미	56	송진	88	하수오
25	방풍	57	쇠뜨기	89	현미
26	배롱나무	58	쇠파리	90	호박(건조)
27	백강잠	59	숙지황	91	호장근
28	백렴	60	쌀겨	92	홍경천
29	백목련	61	알로에베레 잎	93	홍화
30	백복령	62	애기똥풀	94	화초
31	백선	63	애엽(쑥)	95	화초나무
32	백작약	64	어성초	96	황벽나무 껍질

나. tyrosinase 활성억제력에 의한 갈변저해 소재 발굴

선발된 천연 약용식물에 대한 항갈변 효과는 추출용매를 달리하여 추출한 천연 약용식물 추출액의 tyrosinase inhibition rate는 다음 표 1-16와 같다. 실험방법은 건조물을 hot water와 80% ethanol로 추출한 다음 냉동건조한 분말 1%농도에 대한 기질별 tyrosinase의 저해활성을 조사하였다. 기질로서, diphenol은 L-DOPA, polyphenol은 catechin을 사용하였다. 표 1-16에서와 같이 추출물의 열수추출액 중 diphenol에 대한 PPO활성 저해력이 우수한 물질은 etpoleen과

Table 1-16. Relative anti-browning effects of hot-water extracts of oriental plants in the diphenol-mushroom PPO system

No.	Plants	Inhibition (%)		No.	Plants	Inhibition (%)	
		Mean	std			Mean	std
1	Etpoleen	86.27	0.41	26	Lindera strychnifolia (Sieb. et Zucc) Villar	26.39	2.54
2	Gallnut	74.06	1.08	27	Rhus verniciflua	25.26	0.61
3	Sanguisorba officinalis L.	63.04	0.06	28	Piper longum L	24.98	2.85
4	Rheum undulatum *	63.03		29	Cornus officinalis (F.)	22.85	1.35
5	Winged spindle, Euonymus alatus	57.91	2.78	30	Artemisia capillaris	22.05	3.37
6	Bycirus	57.85	0.98	31	Curcumae rhizoma	21.72	4.48
7	Pinus densiflora	57.30	1.16	32	Prunus mume (F.)	19.85	1.68
8	Bulalia	55.34	3.45	33	Wax pattern	19.55	3.42
9	Dianus	51.17	4.28	34	Bambusoideae (L.)	19.40	2.78
10	Alpinia officinarum	46.28	5.08	35	Acanthopanax	19.02	3.07
11	Saururus chinensis*	44.27		36	Sensitive plant, Mimosa pudica	18.32	0.45
12	Green tea	42.31	2.02	37	E. stephanianum	15.38	0.54
13	Citrus limon (P.)	40.18	1.46	38	Ampelopsis japonica (Thunb.)	14.93	4.47
14	Sophora flavescens	39.56	0.59	39	Perilla frutescens var. acuta Kudo	13.96	0.99
15	Portulaca oleracea	38.46	1.74	40	Cista	13.32	1.83
16	Prunus serrulata var. spontanea	38.07	1.94	41	Alisma canaliculatum All. Br.	12.17	1.87
17	Rosa laevigata	35.61	1.16	42	Capsella bursa - pastoris(L.)	10.17	0.24
18	Chrysanthemum boreale	35.18	1.13	43	Nitraria sibirica Pall	8.29	0.89
19	Atractylodes japonica*	34.61		44	Dendrobium moniliforme L.	6.17	0.66
20	Uncaria rhynchophylla Miq.	34.12	2.71	45	Skullcap, Scutellaria baicalensis*	5.37	
21	Raphanus sativus (S.)	31.47	1.27	46	Anemarrhena asphodeloides Bunge	5.01	2.37
22	Magnolia denudata (R.)	31.13	0.12	47	Coptis chinensis	2.49	2.88
23	Pyrrrosia lingua	30.80	3.26	48	Allium sativum for. pekinense	-8.71	3.28
24	Camellia sinensis O, KTZE.	28.59	0.73				
25	Ficus carica (syconus)*	28.30					

gallnut(GAL)으로, 각각 $86.27 \pm 0.41\%$, $74.06 \pm 1.08\%$ 로서 높은 활성억제효과를 나타내었다.

표 1-17은 polyphenol을 기질로 하였을 때 tyrosinase의 활성저해력이 높은 물질을 나타낸 것으로, etpoleen이 96.35%로 가장 높았고, gallut(GAL), Sanguisorba officinalis L.(San)이 82.57%와 89.65%, Bulalia(BUL)가 78.32%로 우수한 효과를 나타내었다. 그러나 Sanguisorba officinalis L.(San)과 Bulalia(BUL)의 diphenol에 대한 PPO저해력은 63.04%, 55.34%로 약간 낮은 수준이었다.

Table 1-17. Relative anti-browning effects of hot-water extracts of oriental plants in the polyphenol-mushroom PPO system

No.	Plants	Inhibition (%)		No.	Plants	Inhibition (%)	
		Mean	std			Mean	std
1	Etpoleen	96.35	0.58	26	Curcumae rhizoma	21.25	2.67
2	Gallnut	89.66	0.19	27	Coptis chinensis	21.21	1.60
3	Sanguisorba officinalis L.	82.57	1.56	28	Saururus chinensis	18.17	2.85
4	Bulalia	78.32	2.26	29	Bambusoideae (L.)	18.12	0.55
5	Green tea	54.88	0.27	30	Perilla frutescens var. acuta Kudo	17.52	1.12
6	Prunus serrulata var. spontanea	47.09	1.89	31	Cista	16.38	0.74
7	E. stephanianum	37.53	1.54	32	Chrysanthemum boreale	16.05	1.76
8	Winged spindle, Euonymus alatus	37.10	1.03	33	Pyrrhosia lingua	16.01	2.96
9	Bycirus	36.33	1.25	34	Lindera strychnifolia (Sieb. et Zucc) Villar	15.98	1.75
10	Magnolia denudata (R.)	34.16	6.56	35	Alisma canaliculatum All. Br.	15.59	1.11
11	Rhus verniciflua	33.93	0.56	36	Dendrobium moniliforme L.	15.54	2.12
12	Raphanus sativus (S.)	33.74	2.38	37	Rheum undulatum	15.45	3.44
13	Pinus densiflora	32.13	0.37	38	Artemisia capillaris	15.29	3.28
14	Dianus	31.76	0.54	39	Allium sativum for. pekinense	13.87	1.82
15	Capsella bursa - pastoris(L.)	29.76	1.65	40	Acanthopanax	13.25	2.11
16	Uncaria rhynchophylla Miq.	27.50	1.14	41	Nitraria sibirica Pall	13.21	0.87
17	Sensitive plant, Mimosa pudica	25.90	0.43	42	Citrus limon (P.)	12.65	4.09
18	Rosa laevigata	25.58	2.06	43	Portulaca oleracea	12.50	4.93
19	Cornus officinalis (F.)	25.10	2.78	44	Ampelopsis japonica (Thunb.)	11.94	0.85
20	Camellia sinensis O, KTZE.	24.20	1.40	45	Wax pattern	10.49	2.96
21	Prunus mume (F.)	23.64	0.87	46	Atractylodes japonica	7.04	0.96
22	Skullcap, Scutellaria baicalensis	23.61	3.70	47	Anemarrhena asphodeloides Bunge	4.51	0.46
23	Sophora flavescens	23.47	1.36				
24	Alpinia officinarum	21.66	0.48				
25	Piper longum L	21.59	1.08				

diphenol과 polyphenol에 공용될 수 있는 열수 추출물은 etpoleen, gallnut(GAL)을 선발할 수 있었다.

표 1-18은 80%ethanol 추출물을 활용한 0.1%용액의 diphenol에 대한 PPO활성 저해력을 나타낸 결과이다. 이들 중 Cista, Bycirus, Gallnut, Rheum undulatum, Dianus의 순으로 우수하였으며 저해활성범위는 71.78~79.41% 수준으로 우수한 결과를 나타내었다.

상기 결과를 Table 1-16의 열수추출방법과 비교시, 열수추출로서는 70%대의 PPO저해력을

Table 1-18. Relative anti-browning effects of 80% ethanol-extracts of oriental plants in the diphenol-mushroom PPO system

No.	Plants	Inhibition (%)		No.	Plants	Inhibition (%)	
		Mean	std			Mean	std
1	Cista	79.41	1.83	26	Pyrrosia lingua	30.54	1.94
2	Bycirus	78.74	1.69	27	Wax pattern	25.51	4.73
3	Gallnut	74.93	2.40	28	Artemisia capillaris	23.54	2.60
4	Rheum undulatum *	73.16		29	Ampelopsis japonica (Thunb.)	22.66	13.08
5	Dianus	71.76	3.90	30	Dendrobium moniliforme L.	22.60	5.01
6	Pinus densiflora	65.95	2.20	31	Skullcap, Scutellaria baicalensis*	21.91	
7	Winged spindle, Euonymus alatus	65.10	2.41	32	Lindera strychnifolia (Sieb. et Zucc) Villar	21.00	3.22
8	Bulalia	65.07	2.64	33	Acanthopanax	20.68	3.09
9	Green tea	61.11	2.51	34	Cornus officinalis (F.)	20.66	3.49
10	Alpinia officinarum	60.95	1.26	35	Piper longum L	19.15	1.41
11	Sanguisorba officinalis L.	58.14	2.43	36	Perilla frutescens var. acuta Kudo	18.31	3.85
12	Camellia sinensis O, KTZE.	55.87	1.37	37	Coptis chinensis	17.78	2.79
13	Magnolia denudata (R.)	54.32	0.46	38	Citrus limon (P.)	17.54	3.20
14	Atractylodes japonica*	53.66		39	E. stephanianum	16.38	0.54
15	Sophora flavescens	47.90	1.17	40	Sensitive plant, Mimosa pudica	14.73	2.85
16	Prunus serrulata var. spontanea	46.97	4.53	41	Chrysanthemum boreale	14.51	0.36
17	Rosa laevigata	45.28	0.40	42	Ficus carica (syconus)*	14.44	
18	Uncaria rhynchophylla Miq.	41.67	4.34	43	Bambusoideae (L.)	13.13	11.34
19	Rhus verniciflua	39.98	1.63	44	Alisma canaliculatum All. Br.	11.34	2.67
20	Saururus chinensis*	38.11		45	Allium sativum for. pekinense	9.03	1.97
21	Portulaca oleracea	35.12	2.97	46	Raphanus sativus (S.)	8.85	5.82
22	Capsella bursa - pastoris(L.)	35.11	0.15	47	Curcumae rhizoma	6.21	0.30
23	Rosa multiflora	34.61	2.74				
24	Prunus mume (F.)	34.03	0.05				
25	Anemarrhena asphodeloides Bunge	32.57	0.53				

나타낸 물질이 Gallnut(74.08%, 녹차 polyphenol 추출물인 etpolean을 제외) 1종만 선발된 반면 ethanol 추출에서는 5종의 물질을 선발하는 다양성이 확보할 수 있었다. Gallnut의 경우 열수추출시 74.08%, 에탄올 추출시 74.93%로 유사한 수준이나 에탄올 추출물의 PPO저해효과가 높게 나타남을 알 수 있었다.

표 1-19은 Polyphenol을 기질로 하였을 때 에탄올추출물의 tyrosinase의 활성저해력을 종류별로 나타낸 결과이다. 갈변저해력이 높게 나타난 물질로서는, 90%대가 Cista(93.13%), Camellia

Table 1-19. Relative anti-browning effects of 80% ethanol-extracts of oriental plants in the polyphenol-mushroom PPO system

No.	Plants	Inhibition (%)		No.	Plants	Inhibition (%)	
		Mean	std.			Mean	std.
1	Cista	93.13	0.32	26	Coptis chinensis	25.03	2.74
2	Camellia sinensis O, KTZE.	91.70	0.45	27	Acanthopanax	24.97	1.52
3	Gallnut	89.65	0.44	28	Perilla frutescens var. acuta Kudo	24.72	2.02
4	Bycirus	88.31	1.15	29	Bambusoideae (L)	24.02	1.99
5	Bulalia	82.91	0.96	30	Curcumae rhizoma	23.58	3.01
6	Dianus	76.90	2.36	31	Artemisia capillaris	22.43	0.52
7	Green tea	76.50	2.76	32	Chrysanthemum boreale	22.38	3.00
8	Sanguisorba officinalis L.	66.97	0.70	33	Lindera strychnifolia (Sieb. et Zucc) Villar	22.01	1.40
9	Pinus densiflora	62.40	1.07	34	Saururus chinensis	21.75	0.44
10	Alpinia officinarum	58.33	1.73	35	Ampelopsis japonica (Thunb.)	20.63	0.64
11	E. stephanianum	57.41	1.55	36	Rosa multiflora	20.06	1.78
12	Prunus serrulata var. spontanea	53.32	6.12	37	Capsella bursa - pastoris(L)	18.61	2.01
13	Winged spindle, Euonymus alatus	49.95	0.19	38	Atractylodes japonica	18.34	0.41
14	Rhus verniciflua	46.49	0.61	39	Cornus officinalis (F)	15.77	0.56
15	Uncaria rhynchophylla Miq.	46.43	1.37	40	Anemarrhena asphodeloides Bunge	13.87	1.11
16	Magnolia denudata (R)	41.47	0.50	41	Citrus limon	11.87	1.59
17	Skullcap, Scutellaria baicalensis	40.31	0.25	42	Alisma canaliculatum All. Br.	11.69	2.07
18	Rosa laevigata	35.12	2.22	43	Raphanus sativus (S.)	10.64	1.49
19	Sophora flavescens	34.41	2.20	44	Piper longum L	7.60	1.22
20	Rheum undulatum	34.13	1.05	45	Wax pattern	6.38	1.22
21	Dendrobium moniliforme L.	33.04	0.69	46	Allium sativum for. pekinense	6.03	0.76
22	Portulaca oleracea	32.60	0.86				
23	Pyrrosia lingua	31.32	1.28				
24	Sensitive plant, Mimosa pudica	30.11	2.45				
25	Prunus mume (F.)	25.79	1.33				

sinensis O, KTZE(91.7%), 80%대로서는 Gallnut(89.65%), Bycirus(88.31%), Bulalia(82.91%), 70%대로서는 Dianus(76.90%), green tea(76.50%)를 선발할 수 있었다. 상기 물질들의 diphenol에 대한 PPO저해율은 Table 12에서와 같이 Cista(79.41%), Gallnut(74.93%), Bycirus(78.74%), Dianus(71.76%)로 비교적 우수한 효과를 나타낸 반면 Bulalia(65.07%), green tea(61.11%), Camellia sinensis O, KTZE(55.87%)는 polyphenol과 달리 저해력이 저하되는 결과를 나타내었다.

따라서 에탄올 추출물의 갈변억제제로서는 diphenol과 polyphenol에서 우수한 효과를 나타낸 Cista, Gallnut, Bycirus, Dianus를 선발하였고, diphenol의 대상기질에서 우수한 반면 polyphenol에서 65%의 다소 낮은 활성을 보인 Bulalia를 첨가 선발하였다

다. 박피절단 감자의 적용효과에 따른 갈변억제제 선발

민간재래용법 및 한의학분야에서 미백, 백발 및 피부관련질환 치료 및 예방제 등의 기준으로 선발된 약 105종의 산약초에 대한 갈변저해효과를 조사하였다. 천연산약초는 구입 직후 건조/분쇄한 다음 에탄올 추출, 감압농축 및 냉동건조하여 제조한 분말을 밀폐용기에 넣고 -40℃의 deep freezer에 보관하면서 실험에 사용하였다. 각 추출액 분말의 항갈변효과는 제한된 연구기간에서 다량의 물질 스크리닝을 위하여 폴리페놀의 기질에 따른 tyrosinase의 활성억제력 비교보다는 박피절단감자를 대상으로 한 갈변억제실험을 통하여 1차 선정하고자 하였으며, 그 결과는 아래 표 및 사진과 같다. 박피절단감자 적용실험은 여러 농도의 산약초 추출액이 첨가된 수용액에 박피절단감자를 1분간 침지한 후 5℃에서 MA저장하면서 Hunter colorimeter에 의한 표면색의 변화를 측정하여 갈변억제효과가 높은 물질을 예비 선발하였다.

#1-1. *Nelumbo nucifera*

Index	days	Control	Conc. of Treatments		
			0.1	0.2	0.3
Hunter L-value	0	66.39±0.81	69.10±0.44	66.75±0.61	67.66±0.43
	3	60.63±0.87	62.93±0.62	62.44±0.59	62.55±0.65
Hunter a-value	0	-1.98±0.25	-2.73±0.12	-2.34±0.11	-2.17±0.38
	3	0.19±0.15	-0.53±0.24	-0.50±0.17	0.07±0.14
Hunter a-value	0	13.12±0.32	13.05±0.14	12.67±0.27	12.21±0.25
	3	13.11±0.32	13.04±0.41	12.81±0.16	13.34±0.18
chroma value	0	13.27	13.33	12.88	12.40
	3	13.11	13.02	12.81	13.34
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	6.15	6.55	4.69	5.68

#1-2 *Pharbitis Nil Choisy*

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
Hunter	0day	66.39±0.81	66.07±0.50	65.15±0.42	64.21±0.45
L-value	1day	62.27±1.06	47.60±1.27	40.00±1.78	39.37±1.16
Hunter	0day	-1.98±0.25	-1.05±0.27	-0.26±0.23	-0.32±0.14
a-value	1day	-0.71±0.17	1.65±0.25	3.04±0.17	3.34±0.27
Hunter	0day	13.12±0.32	13.64±0.35	13.96±0.33	13.92±0.21
a-value	1day	12.16±0.20	11.43±0.14	10.09±0.51	10.43±0.28
chroma	0day	13.27	13.68	13.97	13.92
value	1day	12.18	11.54	10.53	10.95
delta E	0day	0	0	0	0
	1day	4.42	17.04	25.66	25.34

#1-3 *Arpil Liorum*

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.17	-0.20	-0.18	-0.18
	3	-0.08	-0.17	-0.16	-0.16
	4	-0.06	-0.16	-0.16	-0.14
	5	-0.07	-0.14	-0.15	-0.13
chroma	0	12.57	15.05	16.08	15.60
	3	12.77	15.10	16.17	15.34
	4	13.11	15.75	16.41	15.43
	5	13.30	15.94	16.58	16.21
delta E	0	0	0	0	0
	3	5.42	0.96	0.47	1.99
	4	5.57	1.21	0.81	1.81
	5	4.93	2.07	1.30	3.05



저장 3일째

저장 5일째

#1-4 *Lilium longiflorum*

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0,2	0,3
Hunter L-value	0day	68.01±0.34	68.72±0.56	69.02±0.59	68.49±0.43
	3day	63.13±0.45	64.47±0.64	64.77±0.75	63.49±0.75
	4day	62.26±0.49	63.82±0.74	63.02±0.61	64.48±0.57
	5day	62.47±0.36	63.25±0.56	64.14±0.38	62.38±0.61
Hunter a-value	0day	-2.48±0.12	-3.26±0.09	-3.23±0.09	-2.81±0.14
	3day	-0.79±0.21	-1.38±0.20	-1.09±0.19	-0.87±0.20
	4day	-0.69±0.17	-1.23±0.22	-0.52±0.19	-1.10±0.14
	5day	-0.34±0.18	-1.03±0.17	-1.01±0.15	-0.24±0.19
Hunter a-value	0day	14.51±0.27	14.23±0.31	14.13±0.19	14.03±0.17
	3day	13.41±0.28	13.43±0.22	14.13±0.29	13.27±0.23
	4day	13.74±0.18	14.01±0.30	13.70±0.17	13.88±0.27
	5day	14.79±0.27	14.47±0.25	15.04±0.31	13.92±0.20
chroma value	0day	14.72	14.60	14.49	14.31
	3day	13.43	13.50	14.17	13.30
	4day	13.76	14.06	13.71	13.93
	5day	14.80	14.50	15.07	13.92
delta E	0day	0	0	0	0
	3day	5.27	4.72	4.76	5.42
	4day	6.07	5.32	6.60	4.36
	5day	5.94	5.92	5.44	6.64

#1-6 *Eprota gimpsa*

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.02	0.05	0.10
Hunter L-value	0	68.55±0.72	69.96±0.73	70.03±0.55	70.15±0.55
	3	64.40±0.53	66.33±0.41	66.72±0.55	65.13±0.49
	4	62.01±1.85	65.78±0.70	64.96±0.77	65.05±0.59
	5	64.05±0.80	65.21±0.47	64.28±0.76	62.84±0.62
Hunter a-value	0	-2.56±0.08	-2.89±0.06	-3.05±0.07	-2.98±0.04
	3	-1.00±0.13	-1.40±0.14	-1.89±0.09	-1.39±0.12
	4	-0.92±0.13	-1.22±0.18	-1.61±0.12	-1.37±0.12
	5	-0.83±0.19	-1.17±0.13	-1.21±0.15	-1.16±0.19
Hunter b-value	0	13.59±0.16	12.90±0.24	14.67±0.25	14.07±0.24
	3	14.55±0.27	13.70±0.31	14.47±0.23	14.35±0.21
	4	14.63±0.28	13.94±0.28	15.17±0.29	13.50±0.83
	5	14.87±0.18	15.11±0.22	15.28±0.31	15.24±0.30
chroma value	0	13.82	13.22	14.98	14.38
	3	14.59	13.77	14.59	14.42
	4	14.66	13.99	15.26	13.57
	5	14.90	15.15	15.33	15.29
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	4.54	4.00	3.52	5.28
	4	6.82	4.62	5.29	5.39
	5	4.99	5.52	6.07	7.63



저장 3일째 (1-6)

저장 5일째 (1-6)

#1-8 *Agrimonia pilosa* Ledeb

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
Hunter	0 day	69.91±0.49	69.28±0.73	66.90±0.72	67.10±0.57
L-value	3 day	67.48±0.55	63.77±0.76	62.19±0.77	60.61±0.90
Hunter	0 day	-3.00±0.13	-2.82±0.08	-2.43±0.10	-2.62±0.08
a-value	3 day	-1.48±0.17	-0.12±0.18	-0.09±0.11	0.42±0.25
Hunter	0 day	14.57±0.30	14.86±0.25	14.78±0.27	15.31±0.27
a-value	3 day	15.12±0.16	14.90±0.15	16.21±0.14	16.92±0.23
chroma	0 day	14.88	15.13	14.98	15.54
value	3 day	15.19	14.90	16.21	16.93
delta E	0 day	0.00	0.00	0.00	0.00
	3 day	2.92	6.14	5.45	7.34

#1-9 *Duchesnea chrysantha*

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
Hunter	0 day	69.91±0.49	69.31±0.40	67.26±0.88	64.43±0.69
L-value	3 day	67.48±0.55	65.91±0.57	63.67±0.52	62.61±0.53
Hunter	0 day	-3.00±0.13	-2.73±0.08	-2.31±0.08	-1.95±0.14
a-value	3 day	-1.48±0.17	-0.92±0.16	-1.03±0.15	-0.48±0.19
Hunter	0 day	14.57±0.30	14.64±0.24	14.60±0.24	15.12±0.27
b-value	3 day	15.12±0.16	15.27±0.21	15.45±0.29	15.75±0.17
chroma	0 day	14.88	14.89	14.78	15.24
value	3 day	15.19	15.31	15.48	15.76
delta E	0 day	0.00	0.00	0.00	0.00
	3 day	2.92	3.91	3.91	2.43

#1–10 *Selaginella tamariscina* (P. Beauv.) Spring

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0,1	0,2	0,3
Hunter	0 day	69.91±0.49	70.08±0.32	68.11±0.73	69.24±0.51
L-value	3 day	67.48±0.55	66.03±0.55	65.45±0.76	66.33±0.39
Hunter	0 day	-3.00±0.13	-3.28±0.05	-3.03±0.11	-3.36±0.05
a-value	3 day	-1.48±0.17	-1.42±0.08	-0.62±0.17	-1.31±0.09
Hunter	0 day	14.57±0.30	14.47±0.11	15.28±0.28	15.41±0.22
b-value	3 day	15.12±0.16	15.68±0.30	15.67±0.22	15.09±0.22
chroma	0 day	14.88	14.84	15.58	15.77
value	3 day	15.19	15.74	15.68	15.15
delta E	0 day	0.00	0.00	0.00	0.00
	3 day	2.92	4.61	3.61	3.58

#1–11 *Humulus japonicus* S. et Z.

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0,1	0,2	0,3
Hunter	0 day	69.91±0.49	68.21±0.75	69.36±0.65	69.56±0.46
L-value	3 day	67.48±0.55	65.09±0.73	64.78±0.94	63.63±1.01
Hunter	0 day	-3.00±0.13	-3.16±0.06	-3.03±0.10	-3.26±0.05
a-value	3 day	-1.48±0.17	-1.21±0.21	-0.64±0.23	-1.22±0.17
Hunter	0 day	14.57±0.30	14.83±0.20	15.29±0.18	15.25±0.13
b-value	3 day	15.12±0.16	15.24±0.29	14.98±0.20	15.33±0.30
chroma	0 day	14.88	15.16	15.59	15.59
value	3 day	15.19	15.28	14.99	15.37
delta E	0 day	0.00	0.00	0.00	0.00
	3 day	2.92	3.70	5.18	6.27

#2–1 *Glysis Japoni* Fischer

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0,1	0,2	0,3
a/b	0	-0.19	-0.21	-0.21	-0.21
	3	-0.13	-0.17	-0.18	-0.18
	4	-0.12	-0.18	-0.18	-0.18
	5	-0.15	-0.18	-0.18	-0.18
chroma value	0	14.47	15.16	14.52	15.37
	3	14.72	15.54	14.78	15.54
	4	15.50	15.25	15.15	15.91
	5	15.85	16.10	16.22	15.92
delta E	0	0	0	0	0
	3	4.10	1.14	0.55	0.44
	4	4.70	1.66	1.49	0.80
	5	4.04	2.19	1.83	1.03



저장 3일째

저장 5일째

#2-2 *Glycine max* L. Merrill

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0,2	0,3
Hunter L-value	0	62.48±1.94	64.58±0.88	65.12±0.47	66.75±0.55
	3	63.18±0.78	63.72±0.57	60.30±0.87	62.78±0.75
	4	61.60±0.68	61.86±1.07	60.49±0.82	61.40±0.69
Hunter a-value	0	-1.60±0.17	-1.49±0.17	-1.37±0.11	-1.57±0.12
	3	-0.96±0.21	-0.96±0.15	-0.68±0.23	-1.16±0.19
	4	-0.22±0.24	-0.20±0.18	-0.10±0.18	-0.01±0.12
Hunter b-value	0	11.18±0.32	10.64±0.22	11.68±0.24	12.60±0.34
	3	12.21±0.20	12.04±0.17	11.64±0.24	12.82±0.30
	4	12.21±0.23	12.62±0.15	13.07±0.15	13.47±0.25
chroma value	0	11.29	10.74	11.76	12.69
	3	12.25	12.08	11.65	12.87
	4	12.22	12.62	13.07	13.47
delta E	0	0	0	0	0
	3	1.40	1.73	4.87	4.00
	4	1.93	3.61	5.00	5.64

#2-3 *Lycium chinense* Miller

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.19	-0.18	-0.19	-0.16
	3	-0.13	-0.13	-0.12	-0.13
	4	-0.12	-0.14	-0.14	-0.12
	5	-0.15	-0.15	-0.13	-0.12
chroma value	0	14.47	14.78	15.03	14.69
	3	14.72	14.83	14.31	14.33
	4	15.50	15.31	15.45	14.63
	5	15.85	15.65	15.70	15.39
delta E	0	0	0	0	0
	3	4.10	2.47	4.73	2.98
	4	4.70	3.30	3.87	4.39
	5	4.04	4.08	3.28	3.85

#2-4 *Phaseolus radiatus* L

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0,2	0,3
Hunter L-value	0	62.48±1.94	64.70±0.59	66.12±0.46	67.06±0.59
	3	63.18±0.78	65.23±0.58	65.25±0.80	62.25±0.52
	4	61.60±0.68	63.79±0.94	64.15±0.82	59.22±1.16
Hunter a-value	0	-1.60±0.17	-1.62±0.06	-1.83±0.14	-1.78±0.13
	3	-0.96±0.21	-1.44±0.19	-1.59±0.18	-1.16±0.20
	4	-0.22±0.24	-0.90±0.25	-0.97±0.17	-0.47±0.13
Hunter b-value	0	11.18±0.32	10.88±0.21	11.10±0.19	10.92±0.23
	3	12.21±0.20	12.98±0.27	12.85±0.19	12.27±0.27
	4	12.21±0.23	12.56±0.30	13.1±0.28	13.25±0.15
chroma value	0	11.29	11.00	11.25	11.06
	3	12.25	13.06	12.95	12.33
	4	12.22	12.59	13.14	13.25
delta E	0	0	0	0	0
	3	1.40	2.17	1.97	5.03
	4	1.93	2.04	2.94	8.28

#2-5 *Angasseol josiac*

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.19	-0.20	-0.20	-0.20
	3	-0.13	-0.17	-0.16	-0.16
	4	-0.12	-0.17	-0.17	-0.17
	5	-0.15	-0.16	-0.17	-0.15
chroma value	0	14.47	15.54	15.25	15.46
	3	14.72	15.14	15.36	14.82
	4	15.50	15.63	15.30	14.55
	5	15.85	15.55	15.56	15.15
delta E	0	0	0	0	0
	3	4.10	2.25	1.03	1.41
	4	4.70	1.04	1.30	2.97
	5	4.04	2.73	1.57	2.77

#2-6 *Bomco bysisorpus*

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.19	-0.20	-0.20	-0.21
	3	-0.13	-0.16	-0.17	-0.19
	4	-0.12	-0.15	-0.18	-0.19
	5	-0.15	-0.15	-0.16	-0.18
chroma value	0	14.47	15.53	15.36	15.88
	3	14.72	15.60	15.00	15.40
	4	15.50	15.26	15.46	15.52
	5	15.85	15.26	15.36	15.82
delta E	0	0	0	0	0
	3	4.10	0.73	0.55	0.61
	4	4.70	2.12	1.30	1.45
	5	4.04	2.42	1.72	2.07



저장 3일째

저장 5일째

#2-7 *Ampelopsis Radix*

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.17	-0.16	-0.18	-0.18
	1	-0.11	-0.04	-0.08	-0.06
chroma value	0	12.57	13.34	14.08	14.36
	1	12.55	11.84	13.16	13.77
delta E	0	0	0	0	0
	1	4.60	7.36	4.97	4.59

#2-8 *Poria cocos* Wolf

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.15	-0.19	-0.18	-0.18
	3	-0.10	-0.08	-0.03	-0.04
	4	-0.08	-0.07	-0.03	-0.04
	5	-0.04	-0.03	0.02	-0.01
chroma value	0	14.27	14.94	14.15	14.66
	3	15.10	15.79	14.93	15.50
	4	15.59	15.57	15.39	15.53
	5	15.80	16.19	15.82	17.00
delta E	0	0	0	0	0
	3	4.40	5.38	6.24	6.94
	4	4.97	5.51	5.87	6.75
	5	5.78	7.36	7.86	7.31

#2-9 *Maajata Paepoca*

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
Hunter L-value	0	62.48±1.94	66.88±0.48	65.82±0.31	64.60±0.66
	3	63.18±0.78	66.03±0.72	65.86±0.56	64.90±0.45
	4	61.60±0.68	65.33±0.48	63.29±0.82	63.51±0.37
Hunter a-value	0	-1.60±0.17	-1.85±0.13	-1.93±0.09	-2.01±0.10
	3	-0.96±0.21	-1.52±0.20	-1.72±0.09	-1.52±0.12
	4	-0.22±0.24	-1.22±0.20	-1.15±0.09	-1.00±0.12
Hunter b-value	0	11.18±0.32	11.12±0.25	11.33±0.12	10.98±0.23
	3	12.21±0.20	13.06±0.25	13.83±0.20	14.14±0.16
	4	12.21±0.23	13.48±0.18	13.57±0.16	14.00±0.15
chroma value	0	11.29	11.27	11.49	11.16
	3	12.25	13.15	13.93	14.23
	4	12.22	13.53	13.62	14.03
delta E	0	0	0	0	0
	3	1.40	2.14	2.51	3.21
	4	1.93	2.89	3.47	3.36



저장 3일 후

#2-10 *Behoda cahurica* Bentoker

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
Hunter L-value	0	68.01±0.34	67.87±0.74	68.02±0.34	67.95±0.64
	3	63.13±0.45	65.91±0.73	66.55±0.59	62.88±1.13
	4	62.26±0.49	64.98±0.69	66.45±0.75	64.74±0.96
	5	62.47±0.36	64.25±0.74	67.14±0.26	63.95±0.55
Hunter a-value	0	-2.48±0.12	-3.19±0.05	-3.38±0.03	-3.23±0.09
	3	-0.79±0.21	-1.51±0.15	-2.39±0.23	-1.54±0.20
	4	-0.69±0.17	-1.10±0.13	-2.18±0.20	-1.85±0.28
	5	-0.34±0.18	-1.31±0.18	-2.14±0.13	-1.48±0.14
Hunter b-value	0	14.51±0.27	13.89±0.20	14.34±0.20	14.57±0.19
	3	13.41±0.28	13.63±0.21	13.66±0.12	13.06±0.18
	4	13.74±0.18	13.13±0.15	13.58±0.17	13.41±0.19
	5	14.79±0.27	13.61±0.27	13.82±0.20	13.43±0.19
chroma value	0	14.72	14.25	14.73	14.92
	3	13.43	13.71	13.87	13.15
	4	13.76	13.17	13.76	13.53
	5	14.80	13.68	13.99	13.51
delta E	0	0	0	0	0
	3	5.27	2.59	1.89	5.55
	4	6.07	3.65	2.12	3.69
	5	5.94	4.09	1.60	4.51



저장 3일째 (2-10)



저장 5일째 (2-10)

#2-11 *Racvatract Lychin* DC.

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.17	-0.17	-0.20	-0.20
	3	-0.08	-0.13	-0.02	-0.18
	4	-0.06	-0.11	-0.17	-0.18
	5	-0.07	-0.10	-0.15	-0.18
chroma value	0	12.57	13.37	14.78	15.63
	3	12.77	13.10	117.81	15.48
	4	13.11	13.12	15.21	15.17
	5	13.30	13.08	15.09	16.61
delta E	0	0	0	0	0
	3	5.42	2.68	103.39	1.14
	4	5.57	3.73	2.59	2.80
	5	4.93	4.08	3.37	2.43



저장 3일째



저장 5일째

#2-12 *Hordeum vulgare* L.

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.15	-0.18	-0.19	-0.19
	3	-0.10	-0.08	-0.07	-0.09
	4	-0.08	-0.07	-0.06	-0.09
	5	-0.04	-0.04	-0.04	-0.08
chroma value	0	14.27	14.64	14.23	14.82
	3	15.10	15.37	14.88	16.21
	4	15.59	15.45	15.19	16.29
	5	15.80	16.42	15.89	16.85
delta E	0	0	0	0	0
	3	4.40	5.80	5.10	5.57
	4	4.97	5.25	5.23	5.32
	5	5.78	6.09	6.01	6.04

#2-13 *Bachpipun unuspers Batsch*

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
Hunter L-value	0	68.55±0.72	69.77±0.57	69.43±0.79	70.00±0.75
	3	64.40±0.53	67.52±0.74	66.99±0.43	66.72±0.66
	4	62.01±1.85	66.16±1.11	64.86±0.42	67.01±0.54
	5	64.05±0.80	65.30±0.51	65.65±0.57	65.80±0.60
Hunter a-value	0	-2.56±0.08	-2.85±0.04	-2.90±0.04	-2.79±0.05
	3	-1.00±0.13	-1.48±0.11	-1.49±0.10	-1.61±0.18
	4	-0.92±0.13	-1.21±0.18	-1.38±0.12	-1.68±0.06
	5	-0.83±0.19	-1.21±0.14	-1.34±0.10	-1.59±0.19
Hunter b-value	0	13.59±0.16	13.70±0.19	13.43±0.22	14.44±0.12
	3	14.55±0.27	13.97±0.21	14.11±0.25	14.20±0.24
	4	14.63±0.28	14.31±0.17	14.51±0.21	14.78±0.20
	5	14.87±0.18	14.75±0.20	15.40±0.46	15.32±0.25
chroma value	0	13.82	13.99	13.74	14.70
	3	14.59	14.04	14.18	14.29
	4	14.66	14.36	14.58	14.87
	5	14.90	14.80	15.46	15.40
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	4.54	2.66	2.90	3.50
	4	6.82	4.02	4.94	3.21
	5	4.99	4.88	4.54	4.46



저장 3일째 (2-13)

저장 5일째 (2-13)

#2-14 *Prunus armeniaca* var. *ansu* Max.

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.15	-0.19	-0.19	-0.19
	3	-0.10	-0.09	-0.09	-0.12
	4	-0.08	-0.11	-0.10	-0.13
	5	-0.04	-0.11	-0.11	-0.12
chroma value	0	14.27	14.57	14.40	14.64
	3	15.10	16.00	15.22	15.24
	4	15.59	16.38	15.62	15.59
	5	15.80	17.24	16.51	15.98
delta E	0	0	0	0	0
	3	4.40	5.20	3.93	4.02
	4	4.97	4.38	3.69	3.56
	5	5.78	4.88	3.65	4.85

#2-15 *rurus chinensis* (Lour.) Baill.

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0,2	0,3
Hunter L-value	0	68.13±0.58	69.74±0.65	68.74±0.52	68.96±0.64
	3	64.32±0.48	67.36±0.55	65.63±0.64	65.26±0.50
	4	64.07±0.59	66.11±0.49	65.10±0.46	65.40±0.78
	5	62.64±0.68	64.62±0.51	61.76±0.38	63.82±0.48
Hunter a-value	0	-2.62±0.05	-2.97±0.06	-2.70±0.11	-2.67±0.06
	3	-1.07±0.18	-1.32±0.13	-1.17±0.14	-1.18±0.12
	4	-0.79±0.19	-1.26±0.19	-0.85±0.18	-1.21±0.16
	5	-0.05±0.23	0.08±0.19	0.33±0.20	-0.39±0.15
Hunter b-value	0	12.89±0.12	15.05±0.20	15.39±0.27	15.59±0.26
	3	14.14±0.18	15.39±0.24	15.79±0.20	15.87±0.19
	4	14.79±0.21	16.10±0.19	15.85±0.18	16.87±0.36
	5	16.53±0.29	18.12±0.23	17.16±0.22	18.26±0.24
chroma value	0	13.15	15.34	15.62	15.82
	3	14.18	15.44	15.83	15.91
	4	14.81	16.15	15.87	16.91
	5	16.53	18.12	17.16	18.26
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	4.30	2.92	3.49	4.00
	4	4.85	4.03	4.59	5.03
	5	7.07	6.85	8.22	7.24

#2-16 *Mantinia hmaaglusa*

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
Hunter L-value	0	68.13±0.58	70.23±0.55	70.89±0.57	71.32±0.34
	3	64.32±0.48	69.00±0.44	66.68±0.45	67.22±0.57
	4	64.07±0.59	68.47±0.55	67.15±0.52	66.91±0.52
	5	62.64±0.68	67.92±0.41	66.46±0.44	65.76±0.52
Hunter a-value	0	-2.62±0.05	-3.16±0.06	-3.13±0.09	-3.21±0.09
	3	-1.07±0.18	-2.14±0.12	-1.49±0.22	-1.12±0.14
	4	-0.79±0.19	-1.73±0.16	-1.50±0.18	-1.18±0.13
	5	-0.05±0.23	-1.66±0.25	-0.74±0.23	-0.54±0.23
Hunter b-value	0	12.89±0.12	14.75±0.26	14.40±0.12	15.12±0.36
	3	14.14±0.18	15.32±0.24	14.38±0.27	14.14±0.17
	4	14.79±0.21	15.53±0.22	15.54±0.20	15.11±0.31
	5	16.53±0.29	18.18±0.31	17.77±0.21	15.99±0.29
chroma value	0	13.15	15.08	14.74	15.46
	3	14.18	15.47	14.46	14.18
	4	14.81	15.62	15.62	15.15
	5	16.53	18.26	17.79	16.00
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	4.30	1.69	4.51	4.71
	4	4.85	2.80	3.04	2.91
	5	7.07	5.38	5.49	4.43



저장 3일째 (2-16)

저장 5일째 (2-16)

#2-17 Rice bran

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.15	-0.20	-0.20	-0.22
	3	-0.10	-0.09	-0.09	-0.11
	4	-0.08	-0.09	-0.08	-0.12
	5	-0.04	-0.08	-0.09	-0.13
chroma value	0	14.27	14.33	14.34	14.49
	3	15.10	15.79	15.19	15.76
	4	15.59	16.00	15.66	16.15
	5	15.80	16.63	16.42	16.76
delta E	0	0	0	0	0
	3	4.40	4.39	4.33	4.14
	4	4.97	4.64	5.02	4.65
	5	5.78	5.14	5.51	4.36



저장 3일째

저장 5일째

#2-18 *Honia cordata* Thunberg

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
Hunter L-value	0	68.13±0.58	70.10±0.26	68.34±0.57	70.20±0.64
	3	64.32±0.48	69.04±0.48	66.66±0.92	66.59±0.57
	4	64.07±0.59	67.56±0.50	66.03±0.55	66.42±0.42
	5	62.64±0.68	64.59±0.51	65.77±0.41	65.42±0.47
Hunter a-value	0	-2.62±0.05	-3.24±0.05	-3.11±0.14	-3.41±0.04
	3	-1.07±0.18	-1.77±0.11	-1.65±0.20	-1.76±0.11
	4	-0.79±0.19	-1.65±0.14	-1.77±0.14	-1.58±0.11
	5	-0.05±0.23	-0.92±0.20	-1.59±0.20	-1.07±0.13
Hunter b-value	0	12.89±0.12	14.73±0.16	15.28±0.27	16.02±0.27
	3	14.14±0.18	15.58±0.22	15.21±0.34	15.86±0.26
	4	14.79±0.21	15.73±0.15	15.65±0.31	16.31±0.19
	5	16.53±0.29	16.82±0.21	17.26±0.34	17.35±0.21
chroma value	0	13.15	15.08	15.59	16.38
	3	14.18	15.68	15.29	15.95
	4	14.81	15.82	15.75	16.38
	5	16.53	16.84	17.33	17.38
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	4.30	2.01	2.23	3.97
	4	4.85	3.06	3.57	3.96
	5	7.07	5.55	5.07	5.44



저장 3일째 (2-18)

저장 5일째 (2-18)

#2-19 *Coix lachryma-jobi var. mayuen* (ROMAN STAPF)

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.17	-0.19	-0.20	-0.19
	3	-0.14	-0.09	-0.13	-0.13
	4	-0.10	-0.09	-0.10	-0.13
	5	-0.09	-0.02	-0.08	-0.08
chroma value	0	14.25	14.84	14.32	14.17
	3	13.24	13.66	13.45	12.27
	4	13.89	14.40	13.83	14.04
	5	15.05	16.17	15.69	15.36
delta E	0	0	0	0	0
	3	2.86	3.32	2.32	2.83
	4	3.93	3.26	3.42	2.40
	5	3.90	5.15	4.58	4.84

#2-20 *Cininala Prunaki*

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.17	-0.21	-0.20	-0.19
	3	-0.08	-0.20	-0.19	-0.19
	4	-0.06	-0.18	-0.20	-0.19
	5	-0.07	-0.19	-0.19	-0.17
chroma value	0	12.57	15.05	16.15	16.56
	3	12.77	15.34	15.64	15.59
	4	13.11	15.70	16.00	15.98
	5	13.30	15.88	15.78	16.11
delta E	0	0	0	0	0
	3	5.42	0.57	0.94	1.62
	4	5.57	1.29	1.34	1.78
	5	4.93	1.24	2.47	4.49



저장 3일째

저장 5일째

#2-21 Paddy rice

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.17	-0.19	-0.19	-0.20
	3	-0.14	-0.16	-0.13	-0.16
	4	-0.10	-0.11	-0.11	-0.13
	5	-0.09	-0.10	-0.08	-0.11
chroma value	0	14.25	14.41	14.81	14.60
	3	13.24	14.19	13.58	14.03
	4	13.89	14.10	14.87	14.10
	5	15.05	15.30	17.00	14.84
delta E	0	0	0	0	0
	3	2.86	2.00	2.67	1.96
	4	3.93	3.93	3.42	2.10
	5	3.90	4.68	5.28	2.68



저장 3일째

저장 5일째

#2-22 *Thatorihamus Japoni*

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.05	0.1	0.2
Hunter L-value	0	68.13±0.58	70.97±0.60	70.89±0.63	69.50±1.10
	3	64.32±0.48	69.68±0.41	66.42±0.53	66.05±0.75
	4	64.07±0.59	67.94±0.44	67.52±0.50	66.53±0.82
	5	62.64±0.68	67.90±0.56	67.31±0.60	65.87±0.55
Hunter a-value	0	-2.62±0.05	-3.24±0.08	-2.68±0.06	-2.08±0.11
	3	-1.07±0.18	-1.69±0.12	-1.17±0.17	-1.01±0.16
	4	-0.79±0.19	-1.07±0.09	-1.26±0.12	-0.92±0.13
	5	-0.05±0.23	-0.95±0.15	-1.06±0.14	-0.48±0.14
Hunter b-value	0	12.89±0.12	15.97±0.31	16.01±0.15	16.88±0.25
	3	14.14±0.18	14.57±0.24	15.36±0.21	15.46±0.25
	4	14.79±0.21	14.19±0.25	16.10±0.15	16.09±0.35
	5	16.53±0.29	15.17±0.21	17.65±0.32	17.04±0.26
chroma value	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	4.30	2.45	4.76	3.88
	4	4.85	2.03	3.53	3.96
	5	7.07	2.83	5.08	5.19
delta E	0	13.15	16.30	16.23	17.01
	3	14.18	14.67	15.40	15.50
	4	14.81	14.23	16.15	16.12
	5	16.53	15.20	17.68	17.05



저장 3일째 (2-22)

저장 5일째 (2-22)

#3-1 *Cuscuta japonica* CHOIS.-Seeds

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.21	-0.19	-0.18	-0.15
	3	-0.04	-0.06	-0.01	0.01
	4	-0.06	-0.05	0.02	-0.02
	5	-0.04	-0.06	0.01	0.00
chroma value	0	13.16	14.88	14.11	14.26
	3	13.61	14.92	14.66	15.23
	4	14.44	15.36	15.23	15.75
	5	14.57	15.65	15.73	16.15
delta E	0	0	0	0	0
	3	5.56	3.13	3.81	3.36
	4	3.92	3.91	4.68	2.73
	5	9.76	4.13	5.41	3.83

#3-2 *Saposhnikovia divaricata* Schiskin

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.21	-0.22	-0.20	-0.20
	3	-0.04	-0.14	-0.07	-0.11
	4	-0.06	-0.14	-0.07	-0.09
	5	-0.04	-0.11	-0.08	-0.08
chroma value	0	13.16	13.82	14.50	13.45
	3	13.61	13.81	13.90	13.47
	4	14.44	15.59	14.53	14.06
	5	14.57	14.93	15.09	14.67
delta E	0	0	0	0	0
	3	5.56	1.06	1.97	1.62
	4	3.92	2.32	2.35	1.71
	5	9.76	2.97	1.95	2.11

#3-3 *Dictamnus dasycarpus* Turcz.

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.21	-0.22	-0.13	-0.22
	3	-0.04	-0.09	-0.07	-0.07
	4	-0.06	-0.07	-0.08	-0.09
	5	-0.04	-0.06	-0.07	-0.07
chroma value	0	13.16	14.16	22.27	13.83
	3	13.61	12.94	13.32	13.08
	4	14.44	13.68	13.14	13.10
	5	14.57	13.63	13.73	13.72
delta E	0	0	0	0	0
	3	5.56	2.13	9.06	2.07
	4	3.92	2.44	9.20	6.38
	5	9.76	3.21	8.68	3.33

#3-4 *Reynoutria japonica*

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.21	-0.19	-0.13	-0.17
	3	-0.04	-0.07	-0.08	-0.05
	4	-0.06	-0.06	-0.07	-0.07
	5	-0.04	-0.05	-0.10	-0.08
chroma value	0	13.16	15.78	24.66	18.03
	3	13.61	14.63	15.82	17.21
	4	14.44	14.72	16.26	17.22
	5	14.57	15.04	16.70	17.54
delta E	0	0	0	0	0
	3	5.56	3.17	9.17	3.35
	4	3.92	3.53	9.30	3.49
	5	9.76	3.50	8.51	4.36

#3-5 *Rumex crispus* L.

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.21	-0.19	-0.18	-0.22
	3	-0.04	-0.08	-0.08	-0.10
	4	-0.06	-0.08	-0.07	-0.11
	5	-0.04	-0.08	-0.07	-0.09
chroma value	0	13.16	15.14	16.53	16.93
	3	13.61	14.21	14.41	16.17
	4	14.44	14.67	15.72	17.24
	5	14.57	14.87	15.66	16.60
delta E	0	0	0	0	0
	3	5.56	2.69	5.80	2.48
	4	3.92	4.04	3.93	2.52
	5	9.76	3.91	4.19	3.76



저장 3일째

저장 5일째

#3-6 *Persicaria tinctoria*

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.133	-0.167	-0.153	-0.182
	3	0.012	-0.008	-0.022	-0.068
	4	0.024	0.028	-0.007	-0.051
	5	0.027	0.076	0.024	0.004
chroma value	0	12.98	13.23	13.93	14.75
	3	13.51	14.12	14.07	14.50
	4	13.77	13.91	15.02	14.68
	5	15.10	14.88	15.35	15.03
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	5.27	3.81	5.30	3.31
	4	5.95	5.36	4.26	3.48
	5	6.60	7.15	6.53	5.59

#3-7 *Equisetum hyemale* L.

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.20	-0.20	-0.21	-0.19
	3	-0.07	-0.10	-0.10	-0.13
	4	-0.08	-0.11	-0.08	-0.08
	5	-0.07	-0.09	-0.06	-0.05
chroma value	0	14.00	13.38	14.83	15.26
	3	14.19	13.59	14.25	15.12
	4	13.99	13.86	14.37	14.59
	5	15.39	14.82	15.32	15.35
delta E	0	0	0	0	0
	3	3.15	3.17	1.79	1.98
	4	3.08	3.28	2.71	2.50
	5	3.58	3.48	3.67	3.64

#3-8 *Carpesium abrotanoides* L.

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.20	-0.16	-0.14	-0.11
	3	-0.07	-0.08	-0.08	-0.06
	4	-0.08	-0.08	-0.06	-0.04
	5	-0.07	-0.06	-0.04	-0.01
chroma value	0	14.00	15.00	15.07	14.69
	3	14.19	13.64	14.97	15.23
	4	13.99	13.76	14.78	15.68
	5	15.39	14.41	15.39	15.60
delta E	0	0	0	0	0
	3	3.15	1.95	1.23	1.47
	4	3.08	2.15	2.06	3.32
	5	3.58	2.66	3.43	2.96

#3-9 *Typha orientalis* C.Presl

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.20	-0.19	-0.21	-0.21
	3	-0.07	-0.11	-0.13	-0.13
	4	-0.08	-0.12	-0.13	-0.11
	5	-0.07	-0.11	-0.09	-0.06
chroma value	0	14.00	15.09	15.09	15.40
	3	14.19	13.54	13.73	14.51
	4	13.99	14.02	14.00	14.28
	5	15.39	15.09	14.61	14.91
delta E	0	0	0	0	0
	3	3.15	3.32	2.01	2.71
	4	3.08	3.48	3.04	3.51
	5	3.58	2.69	4.45	5.09



저장 3일째

저장 5일째

#3-10 *Suaco tillastria* Thunb.

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.20	-0.18	-0.17	-0.14
	3	-0.07	-0.09	-0.08	0.01
	4	-0.08	-0.09	-0.08	0.01
	5	-0.07	-0.07	-0.05	0.02
chroma value	0	14.00	14.56	14.23	15.14
	3	14.19	14.48	15.49	16.42
	4	13.99	14.52	15.52	16.69
	5	15.39	15.26	15.82	17.08
delta E	0	0	0	0	0
	3	3.15	2.18	3.81	6.99
	4	3.08	1.73	2.69	6.75
	5	3.58	4.00	3.44	6.83



저장 3일째

저장 5일째

#3-11 *Cirsium japonicum* var. *maackii* (Maxim.) Matsum.

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.16	-0.20	-0.20	-0.18
	3	-0.13	-0.14	-0.13	-0.12
	4	-0.13	-0.13	-0.11	-0.09
	5	-0.08	-0.04	-0.04	-0.03
chroma value	0	14.24	14.38	14.24	14.85
	3	13.07	13.39	12.88	13.30
	4	15.25	15.40	14.56	14.86
	5	17.31	17.37	16.68	16.97
delta E	0	0	0	0	0
	3	3.63	2.63	1.87	2.58
	4	3.78	3.80	3.03	3.96
	5	6.99	6.81	5.99	7.08

#3-12 *Hemerocallis fulva* (L.) L.

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.16	-0.20	-0.19	-0.19
	3	-0.13	-0.16	-0.15	-0.13
	4	-0.13	-0.13	-0.13	-0.11
	5	-0.08	-0.09	-0.07	-0.07
chroma value	0	14.24	13.86	14.05	14.05
	3	13.07	12.90	12.50	12.79
	4	15.25	15.06	14.77	15.15
	5	17.31	17.62	17.37	16.42
delta E	0	0	0	0	0
	3	3.63	2.26	2.22	1.54
	4	3.78	3.19	2.23	3.03
	5	6.99	6.86	5.71	4.98

#3-13 *Celosia cristata* L.

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.16	-0.18	-0.16	-0.15
	3	-0.13	-0.15	-0.11	-0.12
	4	-0.13	-0.11	-0.07	-0.07
	5	-0.08	-0.07	-0.05	-0.05
chroma value	0	14.24	14.15	14.61	14.65
	3	13.07	12.90	13.18	13.64
	4	15.25	14.78	14.72	14.72
	5	17.31	16.85	16.91	17.13
delta E	0	0	0	0	0
	3	3.63	2.05	2.02	2.00
	4	3.78	3.36	3.46	2.91
	5	6.99	6.06	4.98	5.47

#4-1 *Ligustrum lucidum* Aiton-Fruits

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.17	-0.14	-0.11	-0.08
	3	-0.14	-0.13	-0.09	-0.08
	4	-0.10	-0.11	-0.06	-0.09
	5	-0.09	-0.12	-0.08	-0.05
chroma value	0	14.25	14.82	15.63	15.77
	3	13.24	13.79	14.63	15.08
	4	13.89	14.35	14.59	15.26
	5	15.05	15.64	15.86	15.32
delta E	0	0	0	0	0
	3	2.86	2.74	2.53	0.74
	4	3.93	2.85	1.90	0.86
	5	3.90	2.96	2.28	1.14

#4-2 *Celastrus orbiculatus*

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.133	-0.147	-0.163	-0.143
	3	0.012	-0.029	-0.054	-0.007
	4	0.024	-0.009	-0.049	0.005
	5	0.027	0.049	-0.019	0.046
chroma value	0	12.98	14.07	14.60	15.00
	3	13.51	14.24	14.90	15.04
	4	13.77	14.57	14.77	15.47
	5	15.10	15.60	15.42	16.10
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	5.27	2.78	4.91	4.57
	4	5.95	3.81	3.95	5.29
	5	6.60	5.47	6.75	6.29

#4-3 *Zizyphus jujuba* Mill var. *inermis* Rehder

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.133	-0.203	-0.206	-0.190
	3	0.012	-0.049	-0.047	-0.055
	4	0.024	-0.049	-0.051	-0.036
	5	0.027	-0.028	-0.059	-0.011
chroma value	0	12.98	13.17	13.71	13.59
	3	13.51	14.02	13.32	13.29
	4	13.77	14.00	13.86	14.06
	5	15.14	15.10	15.11	14.86
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	5.27	3.74	3.68	4.56
	4	5.95	3.65	2.87	5.49
	5	6.61	4.47	2.85	6.02



저장 4일째

저장 5일째

#4-4 *Koscochiaisatins* Scharder

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.17	-0.15	-0.13	-0.12
	3	-0.14	-0.11	-0.06	-0.06
	4	-0.10	-0.10	-0.05	-0.04
	5	-0.09	-0.08	-0.03	-0.03
chroma value	0	14.25	14.34	14.41	13.95
	3	13.24	13.40	13.66	13.54
	4	13.89	13.84	13.76	13.29
	5	15.05	14.26	14.59	13.69
delta E	0	0	0	0	0
	3	2.86	1.49	2.25	2.75
	4	3.93	1.64	3.22	2.73
	5	3.90	2.11	49.31	3.36



저장 3일째

저장 5일째

#4-5 *Anthium marium* L.-seeds

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.238	-0.200	-0.145	-0.190
	3	0.012	-0.059	-0.015	-0.094
	4	0.024	-0.049	-0.023	-0.068
	5	0.027	-0.023	0.017	-0.069
chroma value	0	13.22	13.94	14.51	14.39
	3	13.51	13.28	13.44	13.60
	4	13.77	13.99	13.54	14.16
	5	15.10	14.13	14.03	14.53
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	5.89	4.38	6.38	4.18
	4	6.54	4.86	5.41	3.23
	5	7.15	5.84	6.67	3.43



저장 4일째

저장 5일째

#4-6 *Eriobotrya japonica* Lindley

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.16	-0.14	-0.12	-0.11
	3	-0.11	-0.12	-0.08	-0.05
	4	-0.10	-0.11	-0.08	-0.04
	5	-0.08	-0.07	-0.05	-0.03
chroma value	0	14.78	15.59	16.47	16.81
	3	13.63	14.55	15.70	16.15
	4	13.90	15.16	15.90	16.01
	5	15.63	16.00	17.22	16.92
delta E	0	0	0	0	0
	3	4.04	3.23	3.46	4.31
	4	5.11	3.29	4.35	4.28
	5	5.91	4.48	4.79	5.84

#4-7 *Paniculachum Podemasum*

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.16	-0.17	-0.16	-0.19
	3	-0.11	-0.14	-0.12	-0.17
	4	-0.10	-0.14	-0.11	-0.16
	5	-0.08	-0.11	-0.10	-0.14
chroma value	0	14.78	15.47	15.95	16.30
	3	13.63	14.39	15.10	15.98
	4	13.90	15.04	14.93	15.59
	5	15.63	16.15	15.12	16.27
delta E	0	0	0	0	0
	3	4.04	2.83	2.20	2.15
	4	5.11	3.40	3.74	2.61
	5	5.91	5.03	5.51	4.69



저장 3일째

저장 5일째

#4-8 *Pinus densiflora* S. et Z. -resin

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.16	-0.18	-0.20	-0.20
	3	-0.11	-0.16	-0.18	-0.17
	4	-0.10	-0.16	-0.17	-0.17
	5	-0.08	-0.14	-0.17	-0.18
chroma value	0	14.78	15.33	15.38	14.81
	3	13.63	14.41	14.69	14.77
	4	13.90	14.60	15.13	14.49
	5	15.63	15.76	15.30	15.15
delta E	0	0	0	0	0
	3	4.04	2.26	2.63	1.88
	4	5.11	2.18	2.68	2.98
	5	5.91	4.19	4.06	3.16



저장 3일째

저장 5일째

#4-9 *Equisetum arvense* L.

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.183	-0.193	-0.189	-0.193
	3	-0.061	-0.055	-0.081	-0.072
	4	-0.072	-0.038	-0.066	-0.071
	5	-0.045	-0.009	-0.043	-0.026
chroma value	0	15.31	16.01	15.81	16.04
	3	13.85	14.18	13.90	14.86
	4	14.43	14.67	14.10	15.53
	5	15.42	16.01	15.46	16.37
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	3.88	5.49	5.08	4.60
	4	3.52	5.59	6.03	4.85
	5	4.88	6.18	6.93	7.50

#4-10 *Ricomycinus Cartano* L.

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.163	-0.198	-0.224	-0.197
	3	-0.015	-0.117	-0.107	-0.082
	4	-0.025	-0.103	-0.090	-0.064
	5	0.016	-0.060	-0.068	-0.024
chroma value	0	15.32	14.68	14.68	13.76
	3	12.91	14.51	13.67	13.46
	4	13.95	14.58	14.16	14.44
	5	14.09	16.02	14.66	15.42
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	8.87	2.54	3.60	3.49
	4	7.05	3.60	3.80	2.98
	5	9.21	5.37	4.81	4.42



저장 3일째



저장 4일째



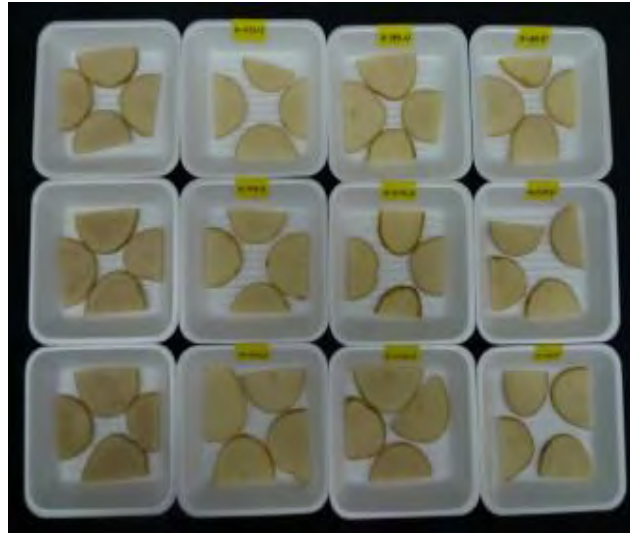
저장 5일째

#4-11 *Majusenium var. asiaticum*

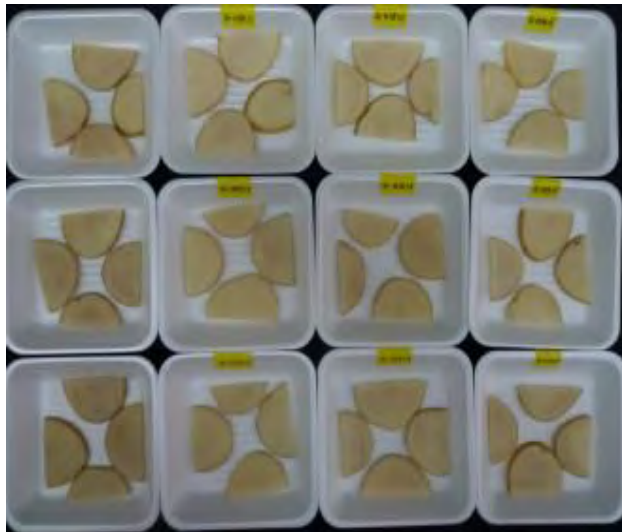
Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.133	-0.203	-0.208	-0.221
	3	0.012	-0.105	-0.097	-0.082
	4	0.024	-0.079	-0.075	-0.076
	5	0.027	-0.032	-0.014	-0.031
chroma value	0	12.98	14.69	15.49	15.51
	3	13.51	14.27	14.51	14.64
	4	13.77	14.37	14.94	14.86
	5	15.10	14.74	15.06	15.00
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	5.27	3.03	2.85	2.32
	4	5.95	3.98	3.61	3.32
	5	6.60	5.14	4.95	3.12



저장 3일째



저장 4일째



저장 5일째

#4-12 *Tiumla lappatium*

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.183	-0.205	-0.188	-0.195
	3	-0.061	-0.157	-0.125	-0.123
	4	-0.072	-0.171	-0.096	-0.145
	5	-0.045	-0.153	-0.054	-0.107
chroma value	0	15.31	16.14	16.00	15.62
	3	13.85	14.92	14.50	13.99
	4	14.43	15.67	14.46	14.84
	5	15.42	17.19	15.71	15.22
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	3.88	3.12	3.78	3.19
	4	3.52	1.34	4.32	2.04
	5	4.88	2.65	5.52	3.60



저장 3일째

저장 4일째

#4-13 *Konsisus Gusdium* Zieb et Eucc

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.183	-0.216	-0.226	-0.209
	3	-0.061	-0.010	-0.116	-0.102
	4	-0.072	-0.092	-0.080	-0.077
	5	-0.045	-0.069	-0.095	-0.093
chroma value	0	15.31	15.26	16.12	16.25
	3	13.85	13.57	14.03	13.82
	4	14.43	14.05	14.36	13.90
	5	15.42	14.67	15.74	14.94
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	3.88	4.35	3.51	5.94
	4	3.52	3.79	4.19	5.79
	5	4.88	5.30	4.38	6.07



저장 4일째

저장 5일째

#4-14 *Eugenia caryophyllata* Thumb

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.183	-0.216	-0.215	-0.203
	3	-0.061	-0.142	-0.075	-0.019
	4	-0.072	-0.124	-0.104	-0.033
	5	-0.045	-0.122	-0.080	-0.062
chroma value	0	15.31	16.70	16.79	16.38
	3	13.85	15.37	15.81	16.88
	4	14.43	15.55	16.32	17.06
	5	15.42	16.54	16.48	17.20
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	3.88	2.90	6.26	8.32
	4	3.52	2.21	2.93	6.11
	5	4.88	2.71	4.13	4.54

#4-15 *Smilamilax amplexilabra*

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.173	-0.212	-0.190	-0.202
	3	0.031	-0.107	-0.039	0.019
	4	0.006	-0.069	-0.018	0.025
	5	-0.012	-0.091	0.026	0.038
chroma value	0	15.01	17.62	16.02	16.54
	3	13.59	17.17	16.16	17.39
	4	13.91	16.84	16.28	17.64
	5	14.72	18.24	16.55	18.32
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	6.86	2.43	3.35	5.57
	4	6.31	2.96	4.25	6.26
	5	7.61	3.75	6.74	7.53

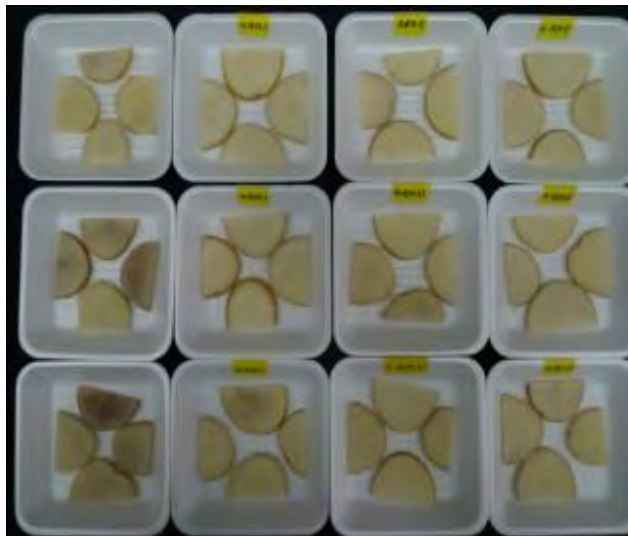


저장 3일째

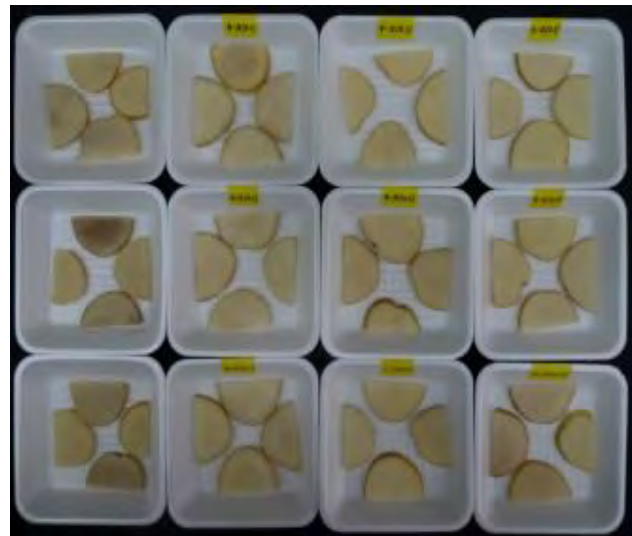
저장 4일째

#4-16 *Diospyros kaki* THUNB. (fruit)

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.163	-0.209	-0.211	-0.191
	3	-0.015	-0.101	-0.097	-0.104
	4	-0.025	-0.061	-0.093	-0.078
	5	0.016	-0.042	-0.033	-0.064
chroma value	0	15.32	14.18	14.04	14.11
	3	12.91	13.56	13.78	13.69
	4	13.95	13.67	14.51	13.96
	5	14.09	14.73	14.86	15.25
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	8.87	1.67	2.95	2.06
	4	7.05	2.18	2.56	3.28
	5	9.21	2.88	6.18	4.17



저장 3일째



저장 4일째



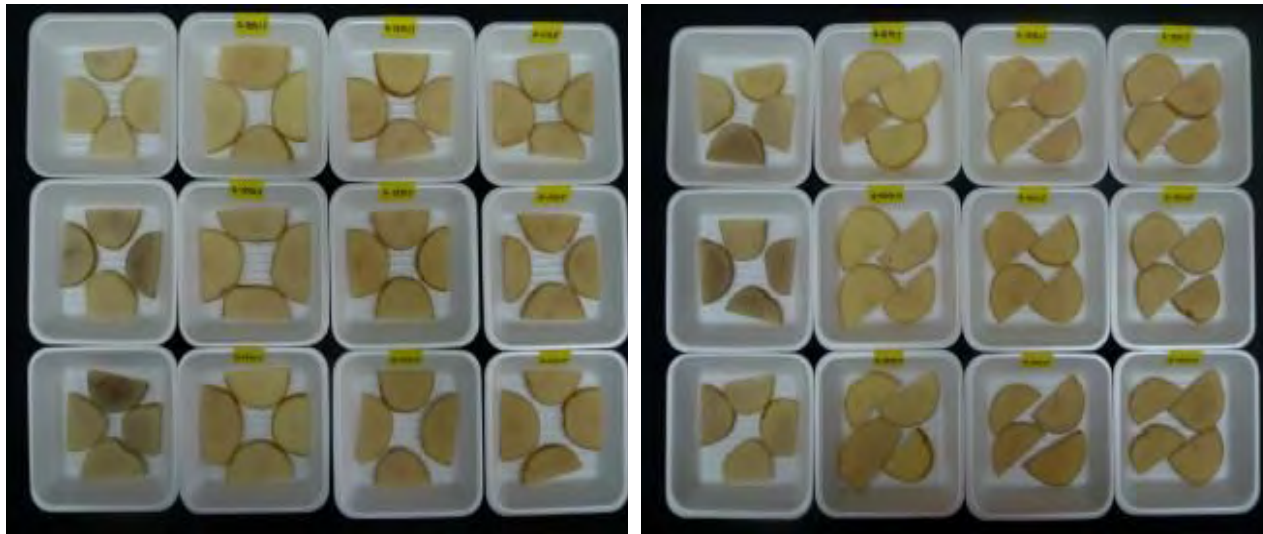
저장 5일째

#4-17 *Polydonati rhizoma*

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.163	-0.184	-0.199	-0.176
	3	-0.015	-0.061	-0.125	-0.090
	4	-0.025	-0.045	-0.085	-0.055
	5	0.016	-0.024	-0.084	-0.014
chroma value	0	15.32	14.13	14.99	14.39
	3	12.91	13.76	14.66	14.06
	4	13.95	14.38	14.89	14.48
	5	14.09	15.17	16.29	14.59
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	8.87	2.62	3.12	2.30
	4	7.05	3.22	4.86	4.58
	5	9.21	3.93	4.91	6.41

#4-18 *Bocomtarbus commixta Hedl.*

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.163	-0.155	-0.141	-0.143
	3	-0.015	-0.015	0.055	0.046
	4	-0.025	-0.016	0.035	0.037
	5	0.016	-0.048	0.073	0.045
chroma value	0	15.32	15.77	15.43	15.10
	3	12.91	15.92	16.97	17.15
	4	13.95	16.74	17.56	17.56
	5	14.09	17.39	17.96	17.96
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	8.87	4.39	7.26	7.53
	4	7.05	4.68	7.44	7.81
	5	9.21	5.04	8.45	7.69



저장 3일째

저장 5일째

#4-19 *Prunus nakii* Leveille

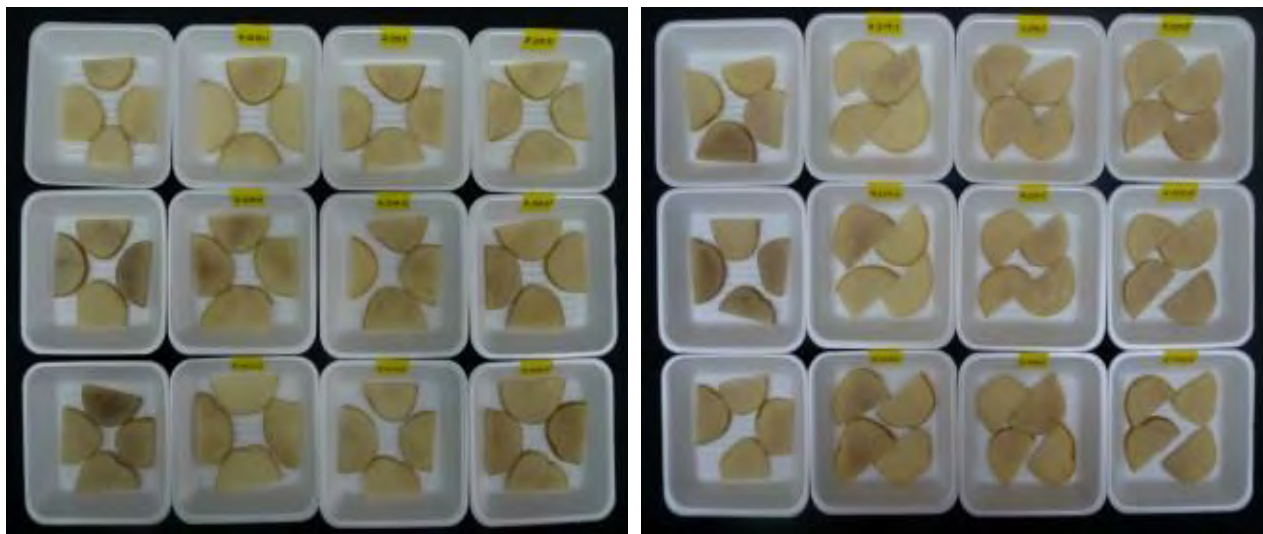
Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.173	-0.191	-0.182	-0.185
	3	0.031	-0.098	-0.108	-0.090
	4	0.006	-0.096	-0.082	-0.087
	5	-0.012	-0.096	-0.056	-0.062
chroma value	0	15.01	16.11	15.97	16.00
	3	13.59	14.20	14.77	14.47
	4	13.91	14.70	14.86	14.58
	5	14.72	16.61	16.55	15.19
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	6.86	3.82	2.85	3.79
	4	6.31	4.17	3.98	4.35
	5	7.61	5.31	4.96	4.83

#4-20 *Artemisia argyi* Lev. et Vant.

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.173	-0.182	-0.182	-0.183
	3	0.031	-0.097	-0.101	-0.112
	4	0.006	-0.069	-0.084	-0.078
	5	-0.012	-0.081	-0.118	-0.074
chroma value	0	15.01	16.35	16.94	15.66
	3	13.59	14.19	14.78	14.57
	4	13.91	14.82	15.53	14.98
	5	14.72	15.61	16.10	15.30
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	6.86	3.42	2.76	2.12
	4	6.31	4.69	2.69	3.63
	5	7.61	5.44	4.09	4.32

#4-21 *Thoparuthonax eugelca* Seeman

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.163	-0.185	-0.180	-0.158
	3	-0.015	-0.065	-0.039	0.005
	4	-0.025	-0.055	-0.038	0.019
	5	0.016	-0.044	0.008	0.037
chroma value	0	15.32	14.63	15.66	16.11
	3	12.91	13.88	14.59	14.87
	4	13.95	13.93	15.06	14.79
	5	14.09	14.32	15.26	15.38
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	8.87	5.76	5.31	6.87
	4	7.05	4.64	4.55	6.51
	5	9.21	5.37	6.75	6.93



저장 3일째

저장 5일째

#4-22 *Scabra Gencaunge* for. *scabra*

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.173	-0.204	-0.207	-0.226
	3	0.031	-0.112	-0.089	-0.136
	4	0.006	-0.076	-0.078	-0.120
	5	-0.012	-0.068	-0.058	-0.117
chroma value	0	15.01	15.52	15.38	16.22
	3	13.59	13.64	14.15	14.50
	4	13.91	14.24	14.02	14.87
	5	14.72	15.01	14.37	15.37
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	6.86	2.58	3.45	3.25
	4	6.31	3.06	3.11	3.05
	5	7.61	3.85	4.02	2.95



저장 3일째

저장 4일째

#4-23 *Zanthoxylum piperitum* De Candolle

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.193	-0.196	-0.182	-0.162
	3	-0.130	-0.136	-0.117	-0.074
	4	-0.130	-0.122	-0.114	-0.056
	5	-0.120	-0.120	-0.106	-0.062
chroma value	0	15.59	15.92	16.21	16.06
	3	14.34	14.88	15.74	15.63
	4	14.14	14.95	15.82	15.46
	5	15.94	16.90	17.83	17.75
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	2.80	2.06	2.44	3.02
	4	2.94	2.80	2.72	4.33
	5	3.10	3.31	4.56	3.79

#4-24 *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.200	-0.199	-0.189	-0.211
	3	-0.058	-0.017	0.011	-0.062
chroma value	0	14.39	14.00	13.55	14.55
	3	14.69	14.13	14.06	14.84
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	3.61	4.35	4.60	4.43

#4-25 *Plumulturopterus didas*

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.193	-0.215	-0.192	-0.211
	3	-0.130	-0.151	-0.110	-0.155
	4	-0.130	-0.149	-0.085	-0.139
	5	-0.120	-0.140	-0.073	-0.138
chroma value	0	15.59	15.89	15.77	15.96
	3	14.34	14.28	13.87	14.19
	4	14.14	14.11	13.84	14.51
	5	15.94	15.91	16.27	15.60
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	2.80	3.59	3.86	2.65
	4	2.94	3.11	4.15	3.10
	5	3.10	3.65	4.39	3.24



저장 3일째

#4-26 *Cucumovita moschata* DUCHESNE

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.193	-0.198	-0.215	-0.214
	3	-0.130	-0.136	-0.177	-0.154
	4	-0.130	-0.128	-0.166	-0.131
	5	-0.120	-0.115	-0.134	-0.106
chroma value	0	15.59	15.87	16.60	15.85
	3	14.34	14.55	14.78	14.42
	4	14.14	14.19	15.17	13.89
	5	15.94	15.80	15.95	15.74
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	2.80	2.30	2.82	2.01
	4	2.94	3.04	2.71	4.29
	5	3.10	4.27	2.69	4.23



저장 4일째



저장 5일째

#4-27 *Muricurania Nemborarium* -leaf

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.193	-0.232	-0.221	-0.233
	3	-0.130	-0.209	-0.200	-0.191
	4	-0.130	-0.213	-0.203	-0.200
	5	-0.120	-0.198	-0.188	-0.184
	6	-0.119	-0.196	-0.182	-0.180
	7	-0.090	-0.167	-0.155	-0.149
	chroma value	0	15.59	16.27	15.84
3		14.34	14.62	15.39	14.99
4		14.14	14.83	14.74	14.66
5		15.94	15.90	16.42	15.29
6		16.39	16.69	16.77	15.51
7		17.29	17.81	17.92	16.95
delta E		0	0.00	0.00	0.00
	3	2.80	1.68	0.89	1.49
	4	2.94	1.90	1.58	1.39
	5	3.10	1.50	1.63	1.11
	6	3.69	2.02	1.38	0.81
	7	4.83	3.74	2.40	2.37



저장 6일째

저장 7일째

#4-29 *Zanthoxylum piperitum* A. P. DC.

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.200	-0.208	-0.211	-0.215
	3	-0.058	-0.039	-0.105	-0.093
	4	-0.055	-0.011	-0.067	-0.025
	5	0.006	0.044	-0.049	-0.016
chroma value	0	14.39	14.17	15.44	15.70
	3	14.69	14.07	15.14	15.28
	4	15.64	14.47	15.18	15.04
	5	15.84	15.12	15.94	16.05
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	3.61	3.71	3.52	2.05
	4	3.60	4.47	5.23	3.92
	5	5.49	8.23	5.53	4.50

#5-1 *Viscum album var. coloratum* (KOM.) OHWI

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.200	-0.183	-0.174	-0.157
	3	-0.057	-0.080	-0.056	-0.049
chroma value	0	14.39	15.09	15.60	14.93
	3	14.69	14.79	15.17	14.76
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	3.61	1.76	2.87	2.11

#5-2 *Osmunda japonica* Thunb.

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.200	-0.183	-0.173	-0.157
	3	-0.058	-0.044	-0.040	-0.015
chroma value	0	14.39	15.35	15.63	16.49
	3	14.69	14.56	14.98	15.44
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	3.61	3.22	4.07	3.98

#5-3 *Gentiana squarrosa* Ledeb. var. *squarrosa*

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.200	-0.225	-0.206	-0.218
	3	-0.058	-0.079	-0.067	-0.054
chroma value	0	14.39	16.16	16.75	17.34
	3	14.69	14.51	16.05	15.62
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	3.61	4.12	4.80	5.01

#5-4 *Chrysanthemum zawadskii* var. *latilobum* KITA

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.178	-0.201	-0.193	-0.181
	3	-0.036	-0.051	-0.034	-0.018
	4	-0.007	-0.052	-0.035	-0.009
chroma value	0	12.87	13.52	13.33	14.05
	3	14.06	14.73	13.95	14.77
	4	14.51	15.04	14.01	15.02
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	2.62	3.64	3.98	2.85
	4	4.47	3.51	3.45	3.36



저장 3일째

저장 4일째

#5-5 *Cudrania tricuspidata* BUREAU-bark

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.178	-0.234	-0.244	-0.248
	3	-0.036	-0.055	-0.035	0.086
	4	-0.007	-0.062	-0.032	0.074
	5	0.034	-0.050	-0.008	0.088
chroma value	0	12.87	15.09	17.48	18.11
	3	14.06	15.56	17.44	18.06
	4	14.51	15.82	17.13	17.94
	5	15.10	16.03	17.17	17.14
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	2.62	3.61	3.82	9.68
	4	4.47	3.52	4.12	9.09
	5	6.17	4.27	5.88	9.68

#5-6 *Isatis tinctoria*

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.178	-0.180	-0.169	-0.142
	3	-0.036	-0.068	-0.026	-0.011
	4	-0.007	-0.075	-0.029	-0.003
chroma value	0	12.87	13.59	13.05	14.23
	3	14.06	14.27	13.43	14.42
	4	14.51	13.99	13.81	14.94
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	2.62	2.69	2.93	2.62
	4	4.47	3.67	2.40	2.50

#5-7 *Metaprexis japonia* Loganiaceae <Thunb> Makino

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.178	-0.187	-0.158	-0.159
	3	-0.036	-0.048	-0.053	-0.030
chroma value	0	12.87	13.10	12.88	13.13
	3	14.06	13.34	13.09	13.20
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	2.62	3.71	3.07	3.53

#5-8 *Hypoderma bovis*

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.178	-0.190	-0.176	-0.176
	3	-0.036	-0.057	-0.065	-0.051
chroma value	0	12.87	12.89	13.71	14.24
	3	14.06	13.66	13.72	13.91
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	2.62	4.21	3.67	3.11

#5-9 *NoliaMalia denudata*

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.181	-0.161	-0.144	-0.171
	3	-0.083	-0.068	-0.117	-0.091
	4	-0.048	-0.039	-0.088	-0.077
	5	-0.043	0.007	-0.077	-0.073
chroma value	0	13.04	11.81	12.78	13.90
	3	13.25	11.95	13.09	13.37
	4	13.57	12.78	14.22	14.34
	5	15.70	13.63	15.95	16.27
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	3.05	1.22	1.73	3.62
	4	4.36	2.96	3.34	3.37
	5	4.91	5.25	4.11	4.66



저장 4일째

저장 5일째

#5-10 *Gonideragonia tetragonoides*

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.181	-0.215	-0.177	-0.196
	3	-0.083	-0.140	-0.104	-0.108
	4	-0.048	-0.145	-0.067	-0.088
	5	-0.043	-0.126	-0.044	-0.078
chroma value	0	13.04	13.21	13.56	13.96
	3	13.25	12.95	12.65	13.10
	4	13.57	14.40	13.54	14.20
	5	15.70	15.83	14.89	15.05
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	3.05	2.92	1.45	2.74
	4	4.36	1.88	2.55	3.20
	5	4.91	4.21	4.07	3.74



저장 4일째

저장 5일째

#5-11 *Wolfiporia cocos* (Schw.) Kyu. et Gilbn

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.152	-0.181	-0.173	-0.179
	3	-0.009	-0.084	-0.051	-0.061
	4	0.049	-0.026	-0.053	-0.029
	5	0.064	-0.025	0.960	0.002
chroma value	0	12.52	12.26	12.59	13.09
	3	11.94	12.84	12.86	12.78
	4	12.72	13.27	13.25	13.02
	5	13.88	14.28	19.68	14.57
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	6.17	2.30	4.48	3.38
	4	6.19	5.39	4.98	5.90
	5	8.31	5.20	7.35	6.67

#5-12 *Tonicalis jamradi*

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.181	-0.206	-0.218	-0.218
	3	-0.083	-0.106	-0.186	-0.137
	4	-0.048	-0.090	-0.138	-0.134
	5	-0.043	-0.092	-0.147	-0.117
chroma value	0	13.04	13.49	14.30	14.30
	3	13.25	12.33	13.71	13.00
	4	13.57	12.77	14.08	14.46
	5	15.70	14.75	15.71	15.40
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	3.05	2.52	0.79	3.26
	4	4.36	3.34	2.67	1.81
	5	4.91	3.47	2.23	2.73



저장 4일째

저장 5일째

#5-13 *CanbisCanna Lagemia*

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.181	-0.202	-0.200	-0.146
	3	-0.083	-0.149	-0.073	-0.141
	4	-0.048	-0.138	-0.066	-0.093
	5	-0.043	-0.108	-0.071	-0.142
chroma value	0	13.04	13.97	14.46	13.64
	3	13.25	13.45	12.27	13.34
	4	13.57	14.18	13.38	14.01
	5	15.70	15.20	14.68	15.49
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	3.05	1.19	6.56	1.40
	4	4.36	0.90	7.80	3.12
	5	4.91	2.55	6.29	5.12



저장 4일째

저장 5일째

#5-14 *Edgeworthia chrysantha* Lindl.

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.181	1.000	-0.181	-0.137
	3	-0.083	-0.111	-0.119	-0.036
	4	-0.048	-0.085	-0.090	-0.036
chroma value	0	13.04	18.54	14.63	14.26
	3	13.25	12.95	13.08	12.55
	4	13.57	13.38	14.00	12.45
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	3.05	14.54	4.32	7.17
	4	4.36	14.33	5.65	6.80

#5-15 *Cuscuta japonica* CHOIS.-Fruits

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.177	-0.206	-0.177	-0.146
	3	-0.062	-0.125	-0.070	-0.036
	4	-0.026	-0.119	-0.048	-0.059
	5	0.007	-0.043	-0.013	0.007
chroma value	0	14.06	13.47	14.11	14.14
	3	13.14	13.85	14.44	22.55
	4	13.76	14.91	14.79	14.94
	5	15.13	16.17	15.42	15.20
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	5.39	1.41	2.12	9.35
	4	6.60	1.99	3.44	3.70
	5	7.48	4.26	5.90	7.45



저장 3일째



저장 4일째



저장 5일째

#5-16 *Gameus corisamineus* Sol.

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.177	-0.222	-0.193	-0.169
	3	-0.062	-0.170	-0.144	-0.141
	4	-0.026	-0.170	-0.139	-0.148
	5	0.007	-0.097	-0.076	-0.078
chroma value	0	14.06	14.72	13.91	14.17
	3	13.14	14.44	13.79	14.79
	4	13.76	15.14	13.88	15.18
	5	15.13	16.35	15.20	15.55
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	5.39	1.05	1.16	2.17
	4	6.60	2.25	0.75	1.52
	5	7.48	4.07	3.44	5.29



저장 3일째



저장 4일째



저장 5일째

#5-17 *Perilla frutescens* var. *acuta* KUDO.

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.177	-0.178	-0.158	-0.138
	3	-0.062	-0.079	-0.083	0.026
chroma value	0	14.06	14.18	14.43	15.88
	3	13.14	14.13	14.45	14.67
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	5.39	1.61	1.12	4.10

#5-18 *Pinus densiflora* S. et Z. -leaf

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.174	-0.178	-0.162	-0.182
	3	0.026	-0.003	0.016	0.030
chroma value	0	12.94	14.10	14.16	14.93
	3	12.85	13.41	13.86	13.85
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	4.15	4.78	4.32	5.84

#5-19 *Aloe vera*

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.174	-0.196	-0.176	-0.185
	3	0.026	-0.041	-0.013	-0.039
chroma value	0	12.94	13.87	13.82	15.09
	3	12.85	13.84	14.22	15.57
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	4.14	2.23	2.55	3.07

#5-20 *Acanthopanax sessiliflorus*

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.133	-0.109	-0.164	-0.140
	3	-0.028	-0.016	-0.046	-0.003
chroma value	0	12.75	14.43	14.10	13.96
	3	13.04	13.11	13.43	13.40
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	1.62	2.75	1.81	3.21

#5-21 *Cephalonoplos segetum* (Bunge) Kitamura

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.133	-0.234	-0.229	-0.205
	3	-0.028	-0.068	-0.037	-0.033
chroma value	0	12.75	13.96	14.82	14.46
	3	13.04	13.65	13.27	13.26
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	1.62	3.27	3.56	3.47

#5-22 *Thuja orientalis* L.

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.133	-0.216	-0.242	-0.250
	3	-0.028	-0.004	-0.019	-0.062
chroma value	0	12.75	14.17	14.28	14.64
	3	13.04	13.34	14.26	14.31
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	1.62	6.17	5.51	4.79

#5-23 *Phellodendron amurense* RUPR-Bark

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.133	-0.234	-0.290	-0.259
	3	-0.028	-0.065	-0.151	-0.066
chroma value	0	12.75	14.29	14.52	17.62
	3	13.04	13.61	14.32	14.60
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	1.62	5.07	2.11	6.05

#5-24 *Vitis vinifera* L.

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.169	-0.181	-0.199	-0.214
	3	0.014	0.030	0.030	0.009
chroma value	0	12.84	13.30	13.81	15.60
	3	12.43	13.08	13.58	21.88
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	2.59	5.09	6.16	19.67

#6-1 *Ligustrum lucidum* Aiton-Fruits

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.169	-0.062	0.004	0.005
	3	0.014	0.026	0.039	0.052
chroma value	0	12.84	12.64	13.48	13.84
	3	12.43	12.69	13.60	14.17
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	2.59	1.56	3.00	2.91

#6-2 *Lamium amplexicaule* L

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.169	-0.167	-0.171	-0.139
	3	0.014	-0.030	-0.050	-0.002
chroma value	0	12.84	14.35	13.21	14.20
	3	12.43	13.09	13.30	13.49
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	2.59	3.85	2.59	6.11

#6-3 *Xanthium strumarium* L. -Leaf

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.169	-0.212	-0.168	-0.191
	3	0.014	0.030	-0.043	-0.036
chroma value	0	12.84	13.69	14.08	14.51
	3	12.43	13.08	13.42	13.08
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	2.59	6.10	3.93	3.16

#6-4 *Lagerstroemia indica*

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.152	-0.155	-0.152	-0.130
	3	-0.009	0.029	-0.018	0.003
chroma value	0	12.52	13.68	13.40	13.93
	3	11.94	12.49	13.15	13.57
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	6.17	10.26	5.50	5.93

#6-5 *Paris verticillata* M. Bieb.

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.152	-0.204	-0.197	-0.184
	3	-0.009	-0.022	-0.008	-0.007
chroma value	0	12.52	13.73	14.09	14.07
	3	11.94	13.44	14.58	15.11
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	6.17	7.18	5.46	6.14

#6-6 *Diospyros kaki* THUNB. -branch

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.152	-0.196	-0.188	-0.198
	3	-0.009	-0.084	-0.047	-0.044
	4	0.049	-0.006	0.011	-0.015
	5	0.064	-0.016	-0.017	-0.028
chroma value	0	12.52	13.26	13.59	13.41
	3	11.94	12.84	14.43	14.48
	4	12.72	14.20	14.64	14.86
	5	13.88	15.30	15.80	15.50
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	6.17	2.81	4.28	4.05
	4	6.19	6.87	6.39	6.35
	5	8.31	6.79	6.51	6.43

#6-8 *Staphylea bumalda* DC

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.163	-0.195	-0.202	-0.183
	3	-0.055	-0.054	-0.107	-0.065
	4	-0.053	-0.136	-0.125	-0.029
	5	-0.013	-0.990	-0.050	0.022
chroma value	0	13.26	13.38	13.59	13.29
	3	12.26	12.69	13.61	13.24
	4	13.54	13.44	14.11	13.52
	5	14.18	20.65	15.56	14.50
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	5.63	6.49	5.05	5.24
	4	5.33	7.81	4.15	7.59
	5	7.55	6.84	6.74	7.84

#6-9 *Quercus acutissima* CARRUTH.

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.163	-0.206	-0.200	-0.194
	3	-0.055	-0.062	-0.020	0.007
	4	-0.053	-0.059	-0.023	-0.002
chroma value	0	13.26	13.89	13.40	14.16
	3	12.26	13.92	14.52	15.16
	4	13.54	14.98	15.11	15.55
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	5.63	3.99	5.14	5.93
	4	5.33	5.36	5.96	7.03

#6-10 *Rhodiola sachalinensis*

Index	days	Control	Conc. of Treatments (%)		
			0.1	0.2	0.3
a/b	0	-0.163	-0.196	-0.194	-0.201
	3	-0.055	-0.034	-0.024	-0.056
chroma value	0	13.26	13.15	13.98	13.60
	3	12.26	13.71	13.95	14.03
delta E	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	3	5.63	4.36	5.78	4.30

라. pH 조정제의 선발

1) 산성제(acidulants)

가) 산성제의 탐색

PPO의 효소활성은 산성조건에서 저하되므로 갈변억제제의 조합물질로서 acidulant의 사용이 필요한 것으로 판단되었다. 따라서 본 연구에서는 천연물 중 산성식물로 여겨지는 18종의 물질을 대상으로 갈변억제물질로서 발굴가능성을 검토하고자 하였다.

시료의 선발기준은 유기산이 다량 함유된 종자물질과 신맛특성을 고려하여 구입하였다, 구입 직후 시료를 건조/분쇄한 다음 에탄올 추출, 감압농축 및 냉동 건조하여 제조한 분말을 밀폐 용기에 넣고 -40℃의 deep freezer에 보관하면서 실험에 사용하였다.

대상 시료들의 pH는 1.74~5.58의 범위로서, 시료들 중 오미자가 pH 1.74로 가장 낮았으며, 그 다음으로는 건조석류와 탕자가 각각 pH 2.89와 pH 2.88로 조사되었다. 이들을 대상으로 한 tyrosinase의 활성저해율을 diphenol과 polyphenol을 기질로 하였을 때 오미자와 건조석류에서는 갈변저해력이 나타나지 않았고 탕자의 경우에도 10~14%의 매우 낮은 저해율을 나타내고 있었다.

표 1-20. 시료별 pH와 PPO 활성 저해력

재료명	pH	PPO Inhibition(%)	
		<L-DOPA>	<Catechol>
냉이	5.54	30.03±4.13	10.25±6.72
달래	4.88	23.52±8.19	24.5±3.36
당귀	5.02	21.55±5.69	17.75±13.37
매실	3.14	16.6±5.20	10.15±16.05
모과	3.79	45.52±4.27	12.91±2.73
목과	3.23	-10.28±11.33	-27.91±11.83
백작약	4.50	42.27±3.88	25.22±5.73
복분자	3.68	23.27±7.03	32.01±4.84
부추	5.58	10.77±4.95	0.95±19.56
산사	3.22	-18.67±9.71	-31.52±12.98
석류(건조)	2.89	-22.88±4.91	-13.39±8.45
석류(생)	3.13	-26.07±16.84	-29.07±10.20
선학초	3.8	-18.36±9.34	-29.52±14.25
씀바귀	5.5	29.44±7.97	31.68±4.52
오미자	1.74	-19.39±5.54	-12.97±10.09
자몽	3.56	11.58±3.17	3.68±2.62
천년초	4.82	13.62±7.11	19.84±15.79
탕자	2.88	14.13±4.80	10.80±18.90

나) 오미자 추출액을 활용한 박피절단사과의 갈변억제 효과

산성제 중 pH가 가장 낮게 나타난 오미자의 경우 버섯 tyrosinase의 활성억제 효과를 spectrophotometric method로 측정한 결과 PPO inhibition rate는 거의 나타나지 않았으나, 강산에 의한 갈변억제반응 저해효과를 확인하기 위하여 박피절단사과를 대상으로 갈변억제효과를 조사하였다.

오미자 추출액의 농도는 적색 색소가 사과의 과육에 침착되지 않는 농도인 0.2% 이하의 농도에서 실험을 수행하였으며, 실험방법으로서는 세척 사과(후지)를 야채절단기(RG-100, Halld, Sweden)에 넣고 slice형태로 절단한 다음, 오미자 추출액 분말을 0.05%, 0.1%, 0.15%, 0.2%로 조정된 액에 1분간 침지한 후 LDPE 필름 포장하여 5±5°C의 저온저장고에 보관하면서 표면색의 변화를 Hunter colorimeter로 측정하였다. 대조구로서는 증류수에 동일한 방법으로 처리한 것을 사용하였다.

표 1-21 오미자 추출액의 농도별 pH의 변화를 나타낸 결과이다, 0.05~0.2%범주에서 오미자 추출액의 pH는 3.09~3.46으로 강산의 특성을 나타내나 농도별 차이는 크게 나타나지 않았다.

표 1-21. 오미자 추출액의 농도별 pH

오미자 농도	0.05%	0.1%	0.15%	0.2%
pH	3.46±0.03	3.16±0.03	3.10±0.01	3.09±0.01

그림 1-11은 오미자 추출액의 농도별로 갈변억제 처리된 박피절단사과의 저장 중 표면색변화를 나타낸 결과이다. 표면색 특성으로는 명도(밝기), 적색도, 황색도, chroma value 및 종합색차(delta E)의 값으로 분석하였다.

박피절단사과의 5°C에서 MAP 저장 중 Hunter L-value와 b-value, chroma value의 경우 초기치 대비 변화율이 가장 낮은 것은 0.1%, 그 다음으로는 0.05%의 순으로 나타났다. 사과 조직의 갈변도 지수로서 빈번히 활용되는 Hunter a-value와 a/b값의 경우 저장 2일까지 급속히 증가하는 경향이였으며 2일 후 변화율에서는 0.05%, 0.1%의 순으로 낮게 나타났다. 명도, 황색도 및 적색도의 변화를 초기치 대비 차이를 나타내내는 delta E 값에서는 0.1%가 초기색 유지에 가장 효과적이었고 그 다음으로는 0.05%의 순이었다.

다음 그림 1-12은 상기 방법으로 저장된 박피절단사과의 표면색 변화를 사진으로 나타낸 결과이다.

사진으로는 대조구 대비 변색억제효과는 저장 4일부터 가능하였다. 관능적인 결과로는 Hunter colorimeter로 측정한 결과와 동일하게 0.1%와 0.05%농도에서 갈변억제 효과가 비교적 인지되었으나, 0.15%와 0.2%의 경우 변색억제효과를 나타내지 못하였다. 이러한 고농도에서 억제효과를 나타내지 못한 원인은, 처리 직후에는 인지되지 않았지만 저장기간 동안 처리된 오미자의 붉은 색소가 과육표면에 침착된 결과인 것으로 판단되었다.

<L-value 변화>

<Hunter a-value 변화>

<Hunter b-value 변화>












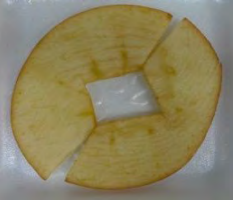

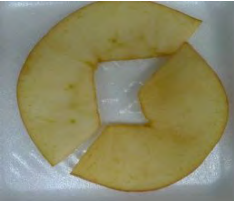






<Delta E값 변화>

<Chroma value 변화>

<a/b 변화>

그림 1-11 오미자 추출액의 농도별 처리된 박피절단사과의 저장 중 표면색 변화

그림 1-12. 오미자 추출액의 농도별 처리된 박피절단사과의 저장 중 표면색 변화 사진

	0일	2일	4일	6일
Control				
0.05%				
0.1%				
0.15%				
0.2%				

다) 박피절단사과의 갈변억제효과를 위한 오미자 추출액의 적정농도 조사

버섯 tyrosinase의 활성억제 효과가 미약한 오미자 추출액의 변색억제효과를 확립하기 위하여 박피절단사과에 대한 오미자 추출액의 적정농도범위에서 갈변억제효과를 재검토하고자 하였다.

실험방법으로서는 세척 사과(후지)를 야채절단기(RG-100, Hallde, Sweden)에 넣고 slice형태로 절단한 다음, 오미자 추출액 분말을 일정 농도로 조정한 액에 1분간 침지한 후 LDPE 필름포장하여 5±5℃의 저온저장고에 보관하면서 표면색의 변화를 Hunter colorimeter로 측정하였으며 대조구로서는 증류수에 동일하게 침지한 것을 사용하였다. 추출액 분말의 농도는 전항에서 상대적 우수한 효과를 나타낸 0.05%와 0.1%사이의 농도인 0.05, 0.06, 0.08, 0.1%의 농도에서 실험

을 수행하였다.

0.05~0.1%의 농도범위에서 오미자 추출액의 농도별 pH는 다음 표 1-22과 같이, pH 3.16~3.46의 범위로 0.05~0.2% 농도 간 pH 3.09~3.46의 범주 내에 있었다.

표 1-22. 오미자 추출액의 농도별 pH

오미자 농도	0.05%	0.06%	0.08%	0.1%
pH	3.46±0.03	3.35±0.02	3.26±0.02	3.16±0.03

표 1-22에서와 같이 pH 3.16~3.46의 범주에서 박피절단사과의 갈변억제 처리효과를 조사하기 위하여 전향과 동일한 방법으로 저장한 사과의 표면색변화와 저장 중 성상의 변화를 그림 1-12, 1-13과 같이 나타내었다.

박피절단사과의 5℃에서 MAP 저장 중 Hunter a-value와 chroma value의 경우 0.08%와 0.1%처리구는 저장 2일까지, 기타 다른 처리구는 저장 1일까지 급속히 증가 후 변화하는 경향으로 0.08%처리구가 변화율이 가장 낮게 나타나는 것으로 판단되었다. 황색도를 나타내는 Hunter b-value는 Hunter a-value와 유사한 변화경향으로 0.08% 처리구의 변화율이 가장 낮게 나타났다. 초기 표면색 대비 저장 중 종합표면색차인 delta E 값에서는 대조구 대비 0.06%, 0.08% 0.1%가 증가율이 억제되었으며, 그 중에서 0.08%처리구의 변화율이 0.06%와 0.1%처리구보다 낮은 상태를 보이는 것으로 조사되었고, chroma value와 a/b value의 변화에서도 Hunter a 및 b-value와 유사한 경향이며, 이중 0.08% 처리구에서의 변화율이 가장 낮게 나타나는 결과를 보였다. 따라서 박피절단사과의 갈변억제효과는 0.08%의 오미자 추출액이 가장 적정농도임을 알 수 있었다.

오미자 추출액의 농도별 박피절단사과의 성상변화를 확인하기 위하여 그림 1-14과 같이 저장 중 변화를 사진으로 제시하였다. 그림에 나타난 바와 같이 대조구, 0.05% 및 0.06%처리구는 저장 1일째 갈변현상이 나타났다. 반면 0.08%와 0.10%에서는 저장 2일 후부터 갈변현상이 발생하였으나 그러나 대조구의 1일째보다 미약한 현상이었다. 저장 3일째에는 0.08%처리구에서도 갈변이 확인하였으나 0.10%처리구보다 변색작용이 덜 진행되는 것으로 나타났다.

그러나 오미자 추출액의 사용 시 0.1% 이상의 농도에서는 오미자 색소가 과육에 침착되어 변색됨으로써 오히려 상품성을 소실하는 문제가 있으며, 적정 농도라고 여겨지는 0.08%에서는 pH가 3.26±0.02로서 PPO활성억제효과가 미약한 것으로 판단되었다.

따라서 0.08%농도의 오미자 추출액을 활용한 박피절단사과의 갈변억제효과는 약 2일 동안 안정한 것으로 여겨져 상업적 활용가능성은 높지 않은 것으로 판단하였다.

< Hunter L-value 변화 >

< Hunter a-value 변화 >

< Hunter b-value 변화 >





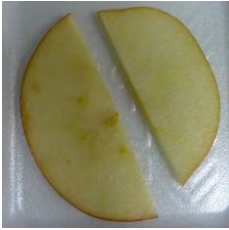
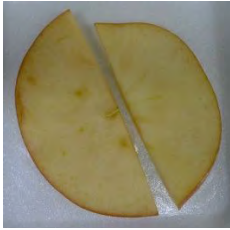

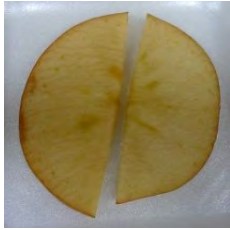
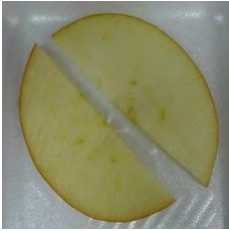
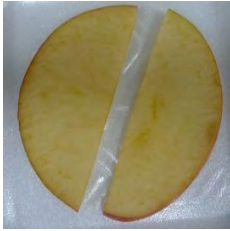




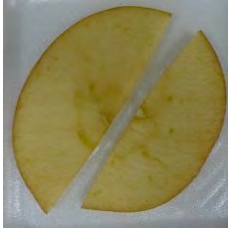

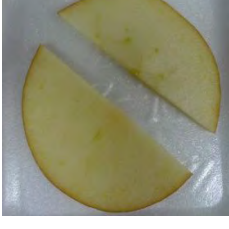


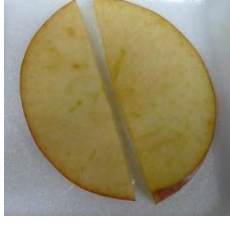
< Delta E 값 변화 >

< Chroma value 변화 >

< a/b value 변화 >

그림 1-13. 0.05%-0.1% 농도의 오미자 추출액으로 처리된 박피절단사과의 저장 중 Hunter color 특성변화

그림 1-14. 0.05%~0.1% 농도의 오미자 추출액 처리된 박피절단사과의 저장 중 표면색 변화

	0일	1일	2일	3일
Control				
0.05%				
0.06%				
0.08%				
0.1%				

라) pH 강도에 따른 박피절단사과의 갈변억제 효과

강산의 천연물인 오미자에 대한 tyrosinase의 활성억제 효과와 박피절단사과에 대한 갈변억제효과를 명확히 얻지 못함에 따라 빙초산을 활용하여 pH를 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 및 4.0의 값으로 조정한 희석액에 박피절단사과를 1분간 침지한 후 LDPE 필름 포장하여 5°C의 저장고에 보관하면서 표면색의 변화를 측정 및 관찰하였다.

그림 1-15는 박피 절단사과를 대상으로 pH 0.5~4.0의 범위로 처리 후 저장 1~2일간 표면색의 변화를 사진으로 나타낸 결과이다.

pH 0.5의 용액으로 박피절단사과 처리시 저장 2일 동안 갈변현상 없이 초기 과육색을 유지하나 껍질의 anthocyanin색소가 과육으로 용출되어 상품성을 저하하는 문제가 있었다. pH 1.0~pH 3.0의 강산에서는 과육 조직의 붕괴로 오히려 갈변이 촉진되는 결과를 발생한 반면 pH 3.5~4.0의 용액에서는 강산에 의한 조직손상이나 색소의 용출이 발생하지 않으나 과육의 표면색이 대조구와 유사한 정도로 상업적 갈변억제 효과는 나타내지 못하였다.

그림 1-15. 산성용액의 pH별 처리된 박피절단사과의 성상변화

	0일	1일	2일	pH	0일	1일
Cntrl				pH 2.5		
pH 0.5				pH 3.0		
pH 1.0				pH 3.5		
pH 1.5				pH 4.0		
pH 2.0						

< Hunter L-value 변화 >

< Hunter a-value 변화 >

< Hunter b-value 변화 >

그림 1-16. 산성용액의 pH별 처리된 박피절단사과의 표면색 변화(contineud)

Delta E값 변화

Chroma value 변화

a/b 변화

그림 1-16. 산성용액의 pH별 처리된 박피절단사과의 표면색 변화

그림 1-16은 박피 절단사과를 대상으로 pH 0.5~4.0의 범위로 처리 시 표면색의 변화를 Hunter 색차계로 측정한 결과이다.

pH 0.5의 처리구는 표면색의 밝기는 최대로 유지하면서 적색도와 황색도의 증가율은 최저수준을 유지하였고, delta E, chroma 및 a/b 값의 변화에서도 가장 안정한 상태를 나타내었다. 강산에 따른 조직손상에 의하여 갈변이 촉진되지 않았던 pH 3.5와 pH 4.0 처리구의 경우, 모든 색의 변수에서 변화정도가 대조구와 유사하였으나 pH 3.5처리구는 대조구보다 미소한 변색촉진결과가 얻어진 반면 pH 4.0처리구는 대조구보다 변색이 억제되었으나 큰 차이는 인지되지 않았다.

따라서 강산에 의한 갈변억제제 발굴은 추출액의 pH가 0.5이하이거나 4.0부근의 물질이 적절한 것으로 판단되었으나, pH 0.5의 처리는 안정성의 문제와 제품의 기호도 저하가 예상되어 산업적 활용이 불가능한 것으로 판단되었다.

결과적으로 신선식품에 적용될 산성제는 신선제품의 신선도를 유지하면서 갈변을 저해하는 목적 상, pH 4.0의 산성제가 적절한 것으로 판단되었으며, 직접적인 갈변억제효과보다 보조적인 영향인자로서 작용할 것으로 해석될 수 있었다.

2) 알칼리제

본 연구에서는 강산에 의한 신선편이식품의 PPO활성억제효과가 미약함에 따라 pH 10이상의 강알칼리 용액에 대한 갈변억제 효과를 살펴보고자 하였다. 강알칼리 제제는 천연 패각을 1,350℃의 고온으로 소성한 후 전기분해하여 제조한 고활성칼슘(High activated calcium, HAC) 분말을 사용하여 pH meter기로 용액의 농도를 0.03%와 0.05%로 제조한 다음 박피절단사과를 1분간 침지하여 상기 방법과 동일하게 처리하였다. 0.03%와 0.05% HAC용액의 pH는 11.0 및 13.0의 강알칼리 용액으로 조정된 것이다.

그림 1-17은 강알칼리 용액에 1분간 침지한 박피절단사과를 표면탈수한 다음 LLDPE필름으로 MA포장한 후 5℃의 항온 저장실에 저장하면서 측정한 표면색의 변화와 측정시점 마다 촬영한 박피절단 사과의 성상을 사진을 그림 1-18에 나타내었다.

강알칼리 처리된 박피절단사과는 L값(명도)이 대조구보다 낮고, a값(적색도)과 b값(황색도)이 대조구 보다 높은 경향이며, 상기 결과로 부터 chroma value와 a/b값 또한 대조구보다 높은 경향을 나타내었다. 일반적으로 갈변이 진행된 신선편이제품에서는 명도저하와 적색도 및 황색도가 증가하는 경향으로 볼 때 알칼리 용액에 의한 박피절단사과의 갈변억제효과는 없거나 미미한 것으로 판단되었다.

< Hunter b-value 변화 >

< Delta E값 변화 >

< Chroma value 변화 >

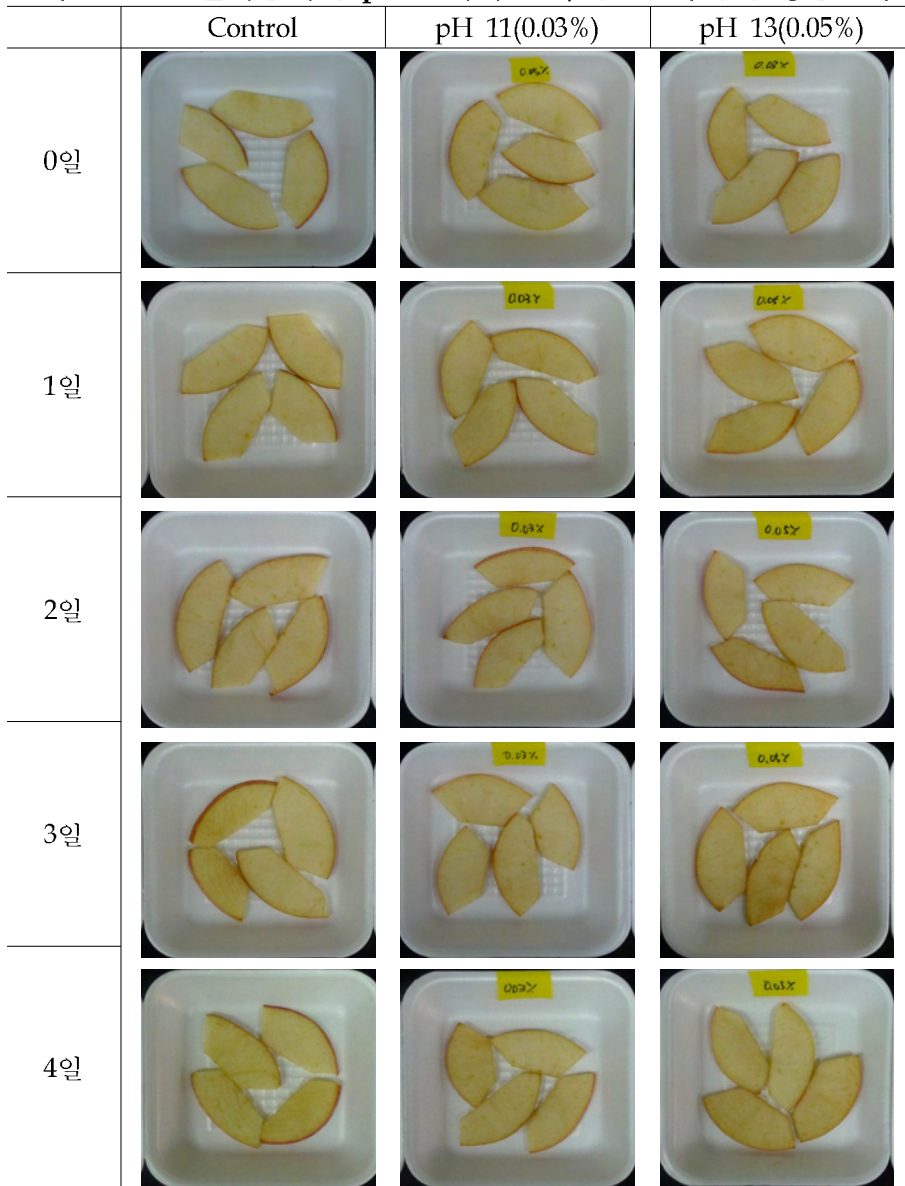
< a/b 변화 >

< Hunter L-value 변화 >

< Hunter a-value 변화 >

그림 1-17. 알칼리용액의 pH별 처리된 박피절단사과의 표면색변화

그림 1-18. 알칼리용액의 pH별 처리된 박피절단사과의 정상변화



3. 천연갈변억제제의 선발

제 1협동기관에서 수행한 추출물의 PPO 저해활성, DPPH radical 소거활성능 등을 통한 항산화 효과 그리고 이를 사과 슬라이스에 적용하였을 때의 갈변저해력 등을 통하여 갈변억제에 효과적이라고 판단된 C 소재와 citrus 과피 등의 소재를 선발하였다.

또한 주관기관에서의 연구결과로부터, 항산화성 물질을 기반으로 한 약용식물 48종에 대한 추출용매의 종류별, 기질의 종류별 PPO활성억제력과 박피절단감자의 갈변억제 효과를 조사한 결과를 토대로 Gallnut, Bycirus, Dianus를 선발할 수 있었다. 또한 산성제의 경우 신선편이 농산물의 물리적 품질보호측면에서 pH 3.5~4.0의 물질이 선정되어야 하며, 직접적인 갈변억제효과 보다 보조제로서의 활용이 기대되었으며, 경제성 측면에서 오미자는 타 식물체로 전환하여 사용하는 것이 바람직할 것으로 사료되었다.

또한 민간재래용법 및 한의학분야에서 미백, 백발 및 피부관련질환 치료 및 예방제 등의 기준으로 선정한 약 105종의 산약초를 대상으로 한 박피절단감자의 갈변억제효과실험을 토대로 조사한 결과 갈변작용을 억제하면서 3일정도 상품성을 유지하는 산약초 추출액 40종 및 5일 이상 상품성을 유지하는 물질 약 8종을 선발할 수 있었다.

표 1-23은 이상에서와 같이 천연 갈변저해제로서 선발된 예비물질의 종류를 정리한 결과이다.

표 1-23. 천연갈변저해제로서의 예비 선발물질

Code No.	Plants	Code No.	Plants
Cista	<i>Castanea crenata</i> var. <i>dulcis</i> (S.)	2-10	<i>Behoda cahurica</i> Bentoker
Gallnut	<i>Aphis chinensis</i>	2-20	<i>Cininala Prunaki</i>
Bycirus	<i>Morus bombycis</i>	2-22	<i>Thatorihamus Japoni</i>
Dianus	Japanese Elm, <i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	4-08	<i>Pinus densiflora</i> S. et Z. -resin
1-03	<i>Arpil Liorum</i>	4-27	<i>Muricurania Nemborarium</i> -leaf
1-06	<i>Eprota gimpsa</i>	5-12	<i>Tonicalis jamradi</i>
2-01	<i>Glysis Japoni</i> Fischer	5-13	<i>CanbisCanna Lagemia</i>
2-06	<i>Bomco bysisorpus</i>		Citrus 껍질
2-09	<i>Maajata Paepoca</i>		DS-C
2-11	<i>Racvatract Lychin</i>) DC.		
2-13	<i>Bachpipun unuspers Batsch</i>		
2-16	<i>Mantina hmaaglusa</i>		
2-17	<i>Rice bran</i>		
2-18	<i>Honia cordata Thunberg</i>		
2-21	<i>Paddy rice</i>		
3-05	<i>Rumex crispus</i> L.		
3-09	<i>Typha orientalis</i> C.Presl		
4-03	<i>Zizyphus jujuba</i> Mill var. <i>inermis</i> Rehder		
3-10	<i>Suaco tillastria</i> Thunb.		
4-04	<i>Koscochiaisatins</i> Scharder		
4-05	<i>anthium marium</i> L.-seeds		
4-07	<i>Paniculachum Podemasum</i>		
4-10	<i>Ricomycinus Cartano</i> L.		
4-11	<i>Majusenium</i> var. <i>asiaticum</i>		
4-12	<i>Tiumla lappatium</i>		
4-13	<i>Konsisus Gusdium</i> Zieb et Eucc		
4-15	<i>Smilamilax ampleglabra</i>		
4-16	<i>Diospyros kaki</i> THUNB. (fruit)		
4-18	<i>Bocomtarbus commixta</i> Hedl.		
4-21	<i>Thoparuththonax eugelca</i> Seeman		
4-22	<i>Scabra Gencaunge</i> for. <i>scabra</i>		
4-25	<i>Plumulturopterus didas</i>		
4-26	<i>Cucumosita moschata</i> DUCHESNE		
5-09	<i>NoliaMalia denudata</i>		
5-10	<i>Gonideragonia tetragonoides</i>		
5-15	<i>Cuscuta japonica</i> CHOIS.-Fruits		
5-16	<i>Gameus corisamineus</i> Sol.		

가. 선발된 갈변억제 추출물의 갈변억제특성

1) C 분획물의 갈변억제특성

가) DPPH radical scavenging activity

갈변억제에 효과적인 소재 중 C 열수 추출물을 극성에 따라 용매분획한 후 DPPH radical 소거능을 조사한 결과 EtOAc로 분획한 경우 91.11%로 가장 높은 DPPH radical 소거능을 보였으며 이는 ascorbic acid(93.57%), trolox(93.57%) 등의 천연유래물질의 갈변억제제의 값과 유사하였다 (Fig. 1-19).

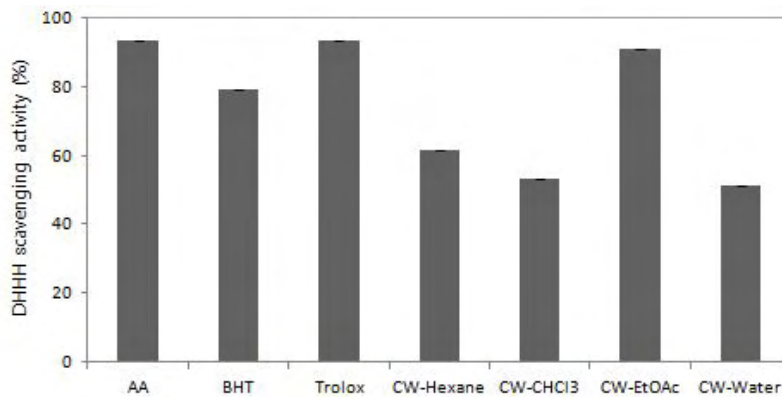


Fig. 1-19. DPPH radical scavenging activities of different solvent fractions from C water extracts.

나) Metal chelating activity

C 열수 추출물의 용매분획에 대한 metal chelating 효과의 경우 water층에서 14.63%로 가장 높은 chelating 효과를 보였으며 천연유래물질 중에서는 trolox가 55.12%로 높은 chelating 효과를 나타내었다 (Fig. 1-20).

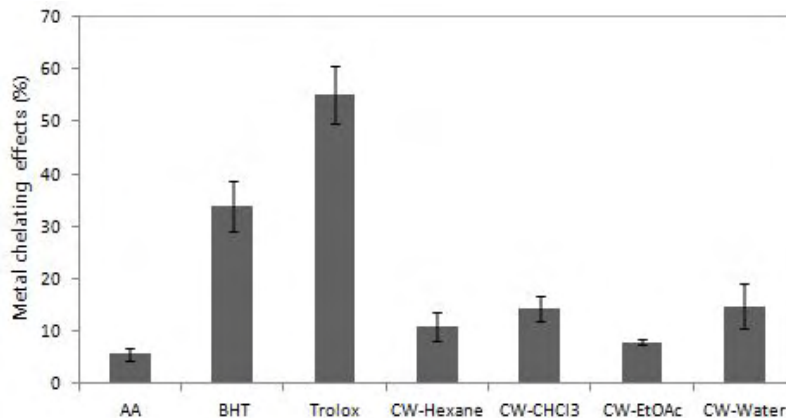


Fig. 1-20. Metal chelating effects of different solvent fractions from C water extracts.

다) Total phenol contents

C 열수 추출물의 용매분획에 대한 총페놀 함량을 분석한 결과, EtOAc로 분획한 경우 2584.40 mg GAE/L으로 그 활성이 가장 높았으며 hexane층은 667.64 mg GAE/L, CHCl₃층은 551.99 mg GAE/L, water층은 513.20 mg GAE/L로 총페놀 함량이 조사되었다 (Fig. 1-21). 천연유래물질인 ascorbic acid, BHT, trolox 등은 3051.88~4547.33 mg GAE/L으로 C 열수 추출물의 총페놀 함량보다 높았다

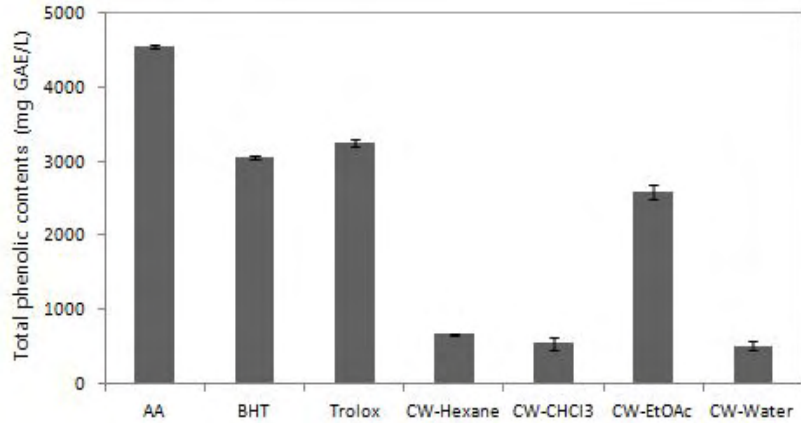


Fig. 1-21. Total phenolic contents of different solvent fractions from C water extracts.

라) 외관변화

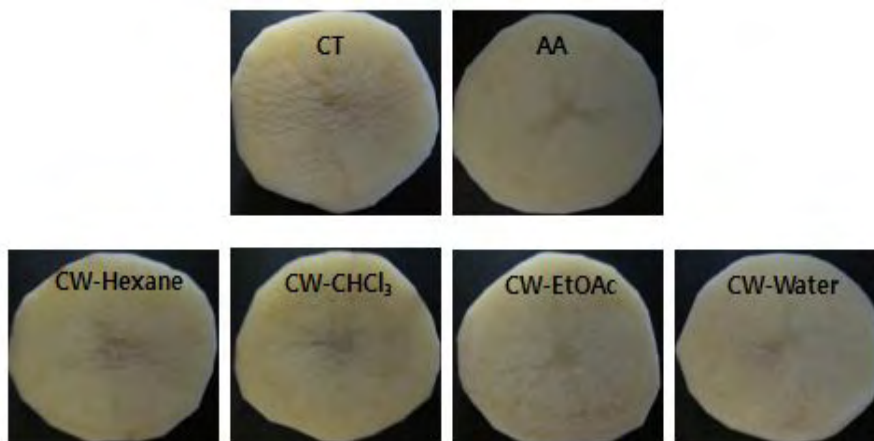


Fig. 1-22. Changes the appearances of potato slices by different solvent fractions from C water extracts after 8 days at 4°C.

2) *Citrus limon* peel의 갈변억제특성

가) PPO inhibitory activity

0.1% 레몬과피 분획물의 PPO 저해활성은 L-DOPA system에서 CHCl_3 (16.28%) > Hexane (9.51%) > Water (-5.24%) \geq EtOAc (-7.79%) 순으로 측정되었고, catechin system에서는 CHCl_3 (29.33%) > Hexane (11.97%) > Water (-3.47%) > EtOAc (-5.77%)로 측정되어 L-DOPA system보다 catechin system에서 더 우수한 저해활성을 보였으며, catechin system에서 0.1% CHCl_3 분획물의 PPO 저해활성이 동일한 농도의 ascorbic acid보다 우수하였다 (Table 1-24).

Table 1-24. Inhibitory activities of various fractions from 80% EtOH crude extract of lemon peel against polyphenol oxidase

Fractions	Inhibition ¹⁾		IC ₅₀ ²⁾	
	L-DOPA system	Catechin system	L-DOPA system	Catechin system
Hexane	9.51±0.49 ^{c5)6)}	11.97±2.50 ^b	1.71±0.04 ^c	0.94 0.14 ^b
CHCl_3	16.28±2.70 ^b	29.33±1.38 ^a	0.61±0.03 ^b	0.29 0.02 ^a
EtOAc	-7.79±0.36 ^d	-5.77±2.49 ^c	—	—
Water	-5.24±1.07 ^d	-3.47±0.32 ^d	—	—
AA ³⁾	50.61±1.24 ^a	13.06±0.97 ^b	0.11±0.00 ^a	0.18±0.01 ^a

¹⁾ PPO inhibition activities of 0.1% each fraction, %

²⁾ IC₅₀ value is the term half maximal inhibitory concentration, %

³⁾ AA: ascorbic acid

⁴⁾ Each value represented mean ± SD (n=3).

⁵⁾ Values within each column followed by different letters are significantly different (p<0.01).

나) 항산화 특성

사과 슬라이스에 침지하였을 때 효과적이었던 0.1%의 DPPH radical 소거 활성은 EtOAc > CHCl_3 > Hexane > Water 순으로 측정되었으며 전체적으로 ascorbic acid에 비해 뒤떨어지는 효과를 보였다 (Table 1-25). 반면, Cu^{2+} 킬레이트 활성은 Water > EtOAc > Hexane > CHCl_3 순으로 측정되었으며, 18.42%의 ascorbic acid에 비해 Water는 3배, EtOAc는 1.4 배에 이르는 우수한 활성을 보였다.

Table 1–25. 1% and EC₅₀ values of various fractions from 80% EtOH crude extract of lemon peel in different antioxidant assays

Fractions	DPPH radical scavenging		Copper chelating activity	
	0.1%	EC ₅₀ ¹⁾	0.1%	EC ₅₀
Hexane	26.61±0.25 ^{d2)}	0.209±0.01 ^d	17.34±1.40 ^{cd}	0.32±0.02 ^c
CHCl ₃	44.48±1.39 ^c	0.132±0.00 ^c	15.09±1.24 ^d	0.43±0.01 ^e
EtOAc	71.71±1.91 ^b	0.053±0.00 ^b	24.90±0.24 ^b	0.26±0.00 ^b
Water	21.86±0.42 ^e	0.280±0.00 ^e	54.31±0.48 ^a	0.09±0.00 ^a
Ascorbic acid	95.12±2.33 ^a	0.018±0.00 ^a	18.42±1.63 ^c	0.37±0.01 ^d

¹⁾ EC₅₀ value is the term half maximal effective concentration. %

²⁾ Each value represented mean ± SD (n=3). Values within same column followed by different letters are significantly different ($p < 0.01$, LSD test).

다) 이화학적 특성

레몬과피 분획물의 총 phenol 함량의 경우, EtOAc 분획물이 48.74 mg GAE/g로 가장 높은 함량을 보였고, 그 뒤로 CHCl₃ > Hexane > Water 분획물 순으로 높은 함량을 나타내었다. 총 flavonoid 함량의 경우, phenol과 마찬가지로 EtOAc 분획물에서 17.03 mg QE/g로 가장 높은 함량을 보였으나, 그 뒤로 Hexane > CHCl₃ > Water 분획물 순으로 높은 함량을 보였다.

Table 1–26. Total phenol and flavonoid contents of various fractions from 80% EtOH crude extract of lemon peel

Fractions	Total phenol contents (mg GAE/g)	Total flavonoid contents (mg QE/g)
Hexane	24.00±0.79 ^{b1)2)}	9.03±0.51 ^b
CHCl ₃	25.40±0.72 ^b	4.91±0.36 ^c
EtOAc	48.74±1.10 ^a	17.03±0.51 ^a
Water	10.28±0.64 ^c	4.01±0.18 ^c

¹⁾ Each value represented mean ± SD (n=3).

²⁾ Values within each column followed by different letters are significantly different ($p < 0.01$).

라) 표면색

사과 슬라이스를 레몬과피 분획물에 침지하여 48시간 후의 외관과 색을 관찰한 결과 0.5% 이상부터 농도가 높아질수록 착색으로 인한 변색이 나타났다. L값의 경우, 전반적으로 Water > CHCl₃ > Hexane > EtOAc 순으로, ΔE값의 경우, Water > CHCl₃ > Hexane > EtOAc 순으로 우수한 효과를 보였으며, 모든 처리군에서 대체적으로 0.1%가 효과적인 갈변저해 효과를 나타내었다 (Table 1–27).

Table 1–27. Changes in Hunter L and ΔE value of apple slices added with lemon fractions after 48 hours at room temperature

Treatment	Conc.	0 hr	after 48 hr	
		L	L	ΔE
Untreated	0	68.50±2.52 ¹⁾	64.91±0.72	4.51±1.10
Hexane	0.1	71.61±1.67 ^a	69.17±1.06 ^a	2.66±1.02 ^a
CHCl ₃	0.1	69.85±0.85 ^a	69.09±0.49 ^a	1.88±0.9 ^a
EtOAc	0.1	71.24±2.62 ^a	68.56±0.94 ^a	3.86±0.85 ^a
Water	0.1	70.50±1.74 ^a	70.14±0.17 ^a	1.20±0.79 ^a
Ascorbic acid	0.1	71.89±0.68 ^a	70.61±0.25 ^a	2.12±0.57 ^a

¹⁾ Each value represented mean ± SD (n=3).

²⁾ Values within cell by different letters are significantly different ($p < 0.05$, Duncan's multiple range test).

마) 외관변화

4가지 분획물 중에서 0.1%를 처리한 사과 슬라이스 외관의 경우, 무처리군에 비해 처리군들의 갈변이 적게 진행되었고, 처리군들 가운데 EtOAc의 갈변이 가장 많이 진행되었으며 이외의 분획물에서 밝은 과육색을 보여 갈변저해 효과가 육안으로 확인되었다 (Fig. 1–23). L값과 ΔE 값의 결과 및 외관을 종합적으로 고려하였을 때, 4가지 분획물 중 0.1%의 CHCl₃와 Water 분획물이 갈변저해효과가 있다고 사료된다.

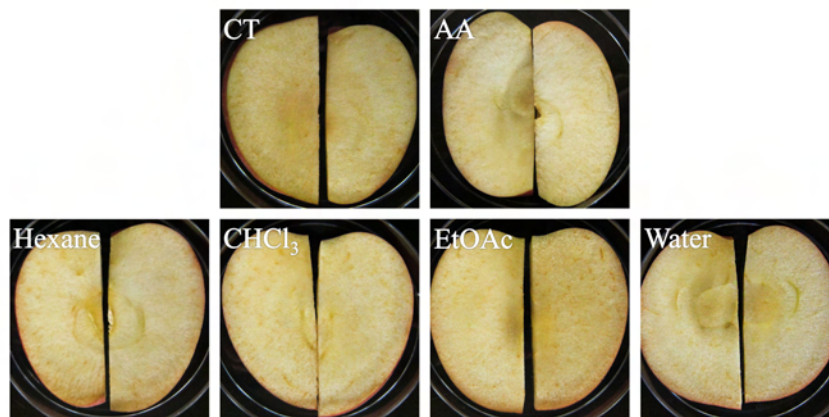


Fig. 1–23. Change in the appearance of apple slices added with 0.1% various fractions from 80% EtOH crude extract of lemon peel after 48hours at room temperature.

3) 약용식물의 갈변억제특성

가) 배경

일반적으로 PPO에 의한 효소적 갈변은 반응산물, 기질 및 PPO에 미치는 영향에 따라 3가지의 기작으로 구분될 수 있으며, 첨가물의 특성에 따라 reducing agents(환원제), acidulants(산미제), competitive binder, chelating agents 및 complexion(축염제)의 사용 등에 의해 활성이 저해되는 것으로 보고되고 있다. 따라서 선발된 추출액의 PPO저해효과는 항산화력, pH강하제, chelating capacity등이 우수하거나 PPO효소 기질과의 유사성으로 인하여 PPO와 기질의 결합을 사전에 차단하여 갈변작용을 억제하는 효과가 있어야 한다. 따라서 본 연구에서는 항산화력과 관련있는 total phenol함량, pH강하와 관계하는 pH, 유기산 함량을 추정할 수 있는 적정산도를 측정하였으며 더불어 함황성분을 알아보기 위하여 유리아미노산 함량과 금속성분의 무기질함량도 조사하였다.

나) 실험방법

(1) 갈변 일반특성

pH는 pH meter(Corning 150, Sweden)로, 적정산도는 디지털산도계(Acidity titrator, TA-70, Takadunobaba, Tokyo, Japan)을 이용하여 측정하였으며, Total phenol함량은 Folin-Ciocalteu법¹¹⁾을 이용하여 측정하였다. PPO 저해력은 50mM sodium phosphate buffer (pH 6.8) 0.5ml와 10mM L-DOPA 용액 0.2ml, 0.1% 농도의 저해제 0.2ml 각각 첨가하고 PPO (110units/ml) 0.1ml을 혼합한 후 분광광도계 (JASCO, V-560, Japan)를 이용하여 420nm에서 20분간의 변화를 측정하였다. 효소의 활성능은 흡광도의 변화를 관찰한 후 curve의 직선부위로부터 계산하였다.

$$\text{Inhibition(\%)} = [1 - (A/B)] \times 100$$

A : Sample의 흡광도, B : Blank solution의 흡광도

(2) 무기질

추출액 분말 0.2g을 회화용 도가니에 취하여 500°C에서 2시간 회화시켜 냉각한 후 이에 탈이온 증류수 10여 방울과 질산용액(HNO₃ : H₂O = 1 : 1 희석액) 3ml를 조심스럽게 가하고 100°C의 열판에서 과량의 질산을 제거하였다. 이를 다시 500°C회화로에서 1시간 동안 회화시킨 다음 염산용액 (HCl : H₂O = 1 : 1 희석액)으로 50ml가 되게 정용하여 시료로 사용하였다. 시료중의 무기질분석은 발광 플라즈마 분석기(Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer, Jovin Yvon JY38 Plus, France)를 이용하였다.

다) 실험결과

(1) 일반 품질특성

선발된 추출물의 갈변과 관련된 품질특성과 무기질함량을 표1-28와 1-29에 각각 나타내었다.

표 1-28에 나타난 각 추출물의 PPO저해력은 L-DOPA를 기질로 하였을 때 mushroom tyrosinase의 활성 저해력을 각 추출물의 농도별로 조사한 결과이다. 추출물의 농도는 0.1~1%로 조정하였으며, 약용식물의 알코올 추출물의 색상에 의한 흡광도 분석오차가 낮은 0.1%의 동일 농도에서 PPO 효소활성 저해력은 8.18%~78.05%로 많은 차이가 있었다. 이들 중 2-9, 2-22, 4-15, Byc, Cista, Gal이 70%이상의 높은 PPO 효소활성 저해력을 나타내었으며, 그 다음으로는 2-13이 66.51%, 4-27이 59.05%의 순이었다.

추출물의 pH는 3.39~7.14의 약산성 및 중성영역에 분포하였다. pH가 가장 낮은 물질은 2-16이었으나 PPO저해력이 33.4%로 매우 낮아 갈변억제력을 기대할 수 없었으며, 갈변저해력이 높으면서 강산성 물질로서는 2-9가 pH 3.71로서 기대될 수 있었다.

적정산도는 0. ~18.77%의 범위의 낮은 분포로 유기산에 의한 chelation효과는 높지 않을 것으로 예상되었다. 적정 산도가 가장 높은 물질로서는 Bul.이 18.08%, Gal.이 18.77%로 가장 높은 값을 나타내었으며, 이들 중 Gal.이 산도가 높으면서 PPO억제력(73.9%)도 우수한 효과를 나타내었다.

Total phenol함량은 4-4가 1012.98 μ g/ml로 가장 높았으나, 추출물 중 PPO저해력이 높은 물질로서는 4-15가 976.74 μ g/ml로 두 번째로 높아 phenol함량에 의한 anti-oxidation효과가 있을 것으로 추정되었다.

선발된 물질 중에서 pH, 적정산도 및 Total phenol함량에서 두드러지지 않으면서도 높은 PPO 활성억제력을 갖는 것으로 나타난 2-22, 4-15, Cista 및 Byc의 높은 PPO활성저해효과는 complexion이나 기질과의 경쟁적인 binding작용에 의한 효과가 높을 것으로 추정되었다.

표 1-29은 각 추출물의 무기질 함량을 조사한 결과이다. 추출물 중에서 Ca함량은 Yel이 5.32mg/100g의 최저수준이었고 Sang.이 41.49mg/100g으로 가장 많이 함유되어 있었으며 기타 나머지 추출물들의 Ca 함량은 12.4~17.0mg/100g의 수준이었다. 또한 효소작용을 촉진할 수 있는 Fe, Cu, Mn 및 Zn의 함량은 0.5mg/100g이하의 값으로 낮은 수준이었다.

표 1-28. 추출물(0.1% 농도)의 갈변억제관련 품질특성

Extracts	pH	Acidity(%)	Total phenol ($\mu\text{g/ml}$)	PPO inhibition(%)	Yield(%)
Byc	7.14 \pm 0.02	2.10 \pm 0.13	163.28 \pm 0.13	67.60 \pm 4.46	6.3
Bul	4.02 \pm 0.23	18.08 \pm 1.04	610.72 \pm 0.66	35.05 \pm 3.93	27.9
Cista	5.27 \pm 0.02	3.71 \pm 0.64	235.77 \pm 0.14	73.08 \pm 0.07	8.79
Dia	7.15 \pm 0.30	4.31 \pm 1.50	458.05 \pm 0.20	8.09 \pm 2.10	8.35
Gal	5.15 \pm 0.02	18.77 \pm 0.76	734.76 \pm 1.37	73.90 \pm 4.30	67.0
Sang	6.20 \pm 0.05	11.73 \pm 1.33	559.87 \pm 2.36	27.27 \pm 3.88	19.95
Yel	7.08 \pm 0.05	2.81 \pm 0.13	447.02 \pm 0.18	45.11 \pm 3.58	35.60
1-03	3.79 \pm 0.03	1.05 \pm 0.02	947.14	-	
1-06	4.27 \pm 0.04	0.77 \pm 0.04	708.69	53.030	
2-01	4.48 \pm 0.03	0.85 \pm 0.02	330.27	56.789	
2-05	4.31 \pm 0.05	0.85 \pm 0.03	380.34	54.005	
2-06	5.23 \pm 0.01	0.62 \pm 0.03	344.93	27.542	
2-09	3.71 \pm 0.03	1.25 \pm 0.03	816.57	78.048	
2-10	4.51 \pm 0.01	0.70 \pm 0.03	186.43	47.726	
2-11	4.28 \pm 0.03	0.77 \pm 0.01	336.08	45.378	
2-13	4.27 \pm 0.00	0.85 \pm 0.01	108.42	66.510	
2-16	3.39 \pm 0.01	0.79 \pm 0.05	200.26	33.409	
2-17	5.68 \pm 0.01	0.74 \pm 0.02	487.67	20.809	
2-18	3.99 \pm 0.01	1.02 \pm 0.04	712.84	46.452	
2-20	4.31 \pm 0.05	0.75 \pm 0.01	214.64	33.947	
2-21	6.44 \pm 0.02	0.62 \pm 0.01	329.16	-	
2-22	3.78 \pm 0.04	0.87 \pm 0.03	464.43	77.489	
3-05	3.72 \pm 0.03	1.10 \pm 0.01	951.57	37.156	
3-09	4.10 \pm 0.04	1.08 \pm 0.04	611.87	39.817	
3-10	3.71 \pm 0.03	0.86 \pm 0.01	384.76	17.446	
4-03	5.09 \pm 0.01	0.68 \pm 0.03	285.18	23.540	
4-04	4.36 \pm 0.06	1.04 \pm 0.04	1012.98	-	
4-05	4.38 \pm 0.04	0.81 \pm 0.02	662.49	53.436	
4-07	3.61 \pm 0.01	1.23 \pm 0.02	420.45	51.707	
4-08	5.63 \pm 0.0	0.64 \pm 0.02	523.91	9.947	
4-10	5.74 \pm 0.03	0.64 \pm 0.01	243.96	9.215	
4-11	3.86 \pm 0.01	1.37 \pm 0.02	575.64	27.808	
4-12	5.54 \pm 0.05	0.65 \pm 0.02	898.45	52.660	
4-13	5.69 \pm 0.02	1.50 \pm 0.06	55.86	8.187	
4-15	3.98 \pm 0.05	1.29 \pm 0.03	976.74	71.489	
4-16	4.51 \pm 0.02	0.71 \pm 0.03	34.01	21.523	
4-18	3.50 \pm 0.00	1.13 \pm 0.02	951.01	46.030	
4-21	3.97 \pm 0.03	0.76 \pm 0.03	671.07	50.321	
4-22	3.52 \pm 0.05	0.81 \pm 0.02	290.44	15.593	
4-25	5.15 \pm 0.02	0.71 \pm 0.04	115.89	9.340	
4-26	4.84 \pm 0.01	0.74 \pm 0.01	101.23	19.880	
4-27	3.99 \pm 0.04	0.92 \pm 0.04	827.92	59.047	
5-09	3.72 \pm 0.03	0.88 \pm 0.03	767.89	27.175	
5-10	4.22 \pm 0.06	0.88 \pm 0.01	377.57	45.364	
5-12	5.56 \pm 0.04	0.64 \pm 0.01	297.08	24.998	
5-13	4.79 \pm 0.03	0.79 \pm 0.01	255.31	31.893	
5-15	3.72 \pm 0.01	1.13 \pm 0.04	861.94	43.715	
5-16	3.48 \pm 0.03	1.54 \pm 0.01	488.78	19.956	

표 1-29 천연 추출물의 무기질 함량

금속	무기질 함량 (mg/100g)						
	Bul	Byc	Cista	Dia	Gal	Sang	Yel
Ca	13.05	17.03	12.42	15.80	0.50	41.49	5.32
Fe	0.15	1.21	0.16	1.08	0.17	0.38	0.53
Cu	0.13	0.13	-	0.10	0.11	0.06	0.17
Mn	0.13	0.12	-	0.05	0.05	0.21	0.14
Zn	0.20	0.31	-	0.35	0.17	0.26	0.47
Sn	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00

(2) PPO 저해력 평가

화학합성품과 달리 천연추출물의 경우 단위분자량에 대한 정보부재로 단순 %농도기준에서 효과를 상호비교하기에는 어려움이 있다. 따라서 천연물의 갈변저해력을 50%를 저해하는데 필요한 %농도를 비교하는 IC₅₀의 값으로 상호 평가하여 적정 저해제를 선발하고자 하였다.

실험방법으로서는 추출물의 각 농도별 PPO inhibition rate는 전술한바와 실시하였으며, IC₅₀의 측정은 tyrosinase 저해활성의 각 시료별 상대적 비교를 위하여 tyrosinase(110Units/ml)를 여러 농도의 추출물에 혼합하고 25℃에서 15분 동안 방치하였다. 용액의 효소 활성은 상기방법과 동일하게 측정하였으며, 추출물의 다양한 농도에 대한 효소 활성의 그래프로부터 각각 저해제의 IC₅₀값을 구하였다. IC₅₀값은 추출물이 효소 활성 50%를 저해하는데 필요한 저해제의 %농도를 나타낸 것이다.

표 1-30는 L-DOPA와 catechol을 기질로 하였을 때 추출물의 종류 및 농도에 따른 mushroom tyrosinase의 활성 저해력을 조사한 결과이다. 추출물간 발생한 농도차이는 보다 정확한 IC₅₀값을 구하기 위하여 PPO 효소활성 저해력이 50%를 나타내는 주변 농도범위를 사전 조사하여 측정하였기 때문이다.

표 1-30의 결과, 기질 L-DOPA와 각 추출물의 0.1%의 동일 농도에서 PPO 효소활성 저해력은 12.72%~74.06%로 많은 차이가 있는 것으로 나타났다. 이들 중 Byc, Cista 및 Gal이 0.1%농도에서 73.1~74.1%의 매우 높은 PPO 효소활성 저해력을 나타내었으며, 2-9, 4-27, 4-15가 30%이상의 억제율을 나타내었고, 그 다음으로는 4-21, 4-18, 2-13, 2-1의 순으로 나타났다. 0.5%의 추출물 농도에서는 5.3%~62.0%의 PPO저해력 가운데, 4-15가 62.0%로 가장 높았으며 그 다음으로 2-9, 4-27, 2-13이 50% 이상의 높은 효소활성억제력을 나타내었다. 비교적 농도가 높은 1%의 추출물 농도에서는 Yel이 90.53%로 가장 높은 활성억제력을 나타낸 가운데, 4-15, 2-9가 60%이상, 2-13, 2-22, 4-27이 50%이상의 PPO활성성억제력을 나타내었다.

표 1-30. 갈변억제를 위한 선발물질의 농도에 따른 PPO 활성억제력

(substrate : L-DOPA)

Code No.	추출액의 농도				
	0.1	0.25	0.5	0.75	1.0
Bul.	31.14±1.88	—	40.11±1.75	—	47.30±1.20
Byc.	74.06±0.38	—	—	—	—
Cista	73.08±0.07	—	—	—	—
Dia	12.73±2.27	20.59±3.70	24.11±2.32	31.05±4.02	32.71±3.41
Gal	73.25±1.09	—	—	—	—
Sang	18.43±1.98	26.05±1.78	37.21±0.80	38.68±1.86	45.89±1.53
Yel	37.45±1.89	55.30±0.61	66.59±1.35	73.58±0.27	90.53±0.00
1-03	ND	ND	ND	ND	ND
1-06	24.302	38.038	44.597	49.821	53.030
2-01	28.765	31.007	40.396	47.135	56.789
2-05	16.774	26.589	35.990	43.329	54.005
2-06	3.746	10.445	16.500	22.555	27.542
2-09	37.731	53.095	57.212	66.664	78.048
2-10	17.696	22.803	33.743	38.771	47.726
2-11	21.174	26.943	37.654	43.065	45.378
2-13	28.994	35.882	52.311	59.082	66.510
2-16	8.163	13.001	18.821	26.531	33.409
2-17	1.513	10.357	9.974	20.042	20.809
2-18	15.792	20.862	30.825	40.917	46.452
2-20	4.274	8.610	25.002	26.148	33.947
2-21	ND	ND	ND	ND	ND
2-22	14.460	23.802	39.962	57.581	77.489
3-05	19.926	25.947	27.073	34.275	37.156
3-09	9.268	19.330	23.762	25.602	39.817
3-10	7.735	9.788	14.960	16.627	17.446
4-03	5.343	10.388	14.419	19.426	23.540
4-04	ND	ND	ND	ND	ND
4-05	22.615	37.128	42.498	47.222	53.436
4-07	18.245	34.542	44.072	47.090	51.707
4-08	2.487	5.653	6.819	6.217	9.947
4-10	4.269	6.353	5.366	6.742	9.215
4-11	6.789	7.729	19.906	23.792	27.808
4-12	19.926	31.036	43.864	47.560	52.660
4-13	3.307	2.892	5.315	6.781	8.187
4-15	34.951	55.405	61.977	67.509	71.489
4-16	13.443	18.788	21.392	22.485	21.523
4-18	29.234	31.451	35.622	44.036	46.030
4-21	29.303	35.957	45.751	47.107	50.321
4-22	5.596	10.017	13.107	15.473	15.593
4-25	1.262	2.938	5.499	7.928	9.340
4-26	1.172	7.045	10.514	18.791	19.880
4-27	35.065	31.886	53.580	57.246	59.047
5-09	8.374	13.940	17.423	25.782	27.175
5-10	9.288	21.472	29.793	39.134	45.364
5-12	4.818	9.274	17.510	22.221	24.998
5-13	9.254	20.490	23.251	28.570	31.893
5-15	8.581	30.782	37.576	41.784	43.715
5-16	ND	7.675	11.999	15.700	19.956

표 1-31. 산약초 추출물의 PPO 활성 저해력과 IC₅₀

Code No.	Regression	R ²	IC ₅₀ (%)
Byc	y = 0.00102x - 0.02016	0.9411	0.0298
Bul	y = 0.05526x - 1.65044	0.9838	1.1146
Cista	y = 0.00120x - 0.00900	0.9886	0.0573
Dia	y = 0.04615x - 0.66527	0.9655	1.6447
Gal	y = 0.00173x - 0.07551	0.9091	0.0095
Sang	y = 0.03801x - 0.73488	0.9988	1.1651
Yel	y = 0.01325x - 0.42018	0.9275	0.2398
1-03	-	-	-
1-06	y = 0.0366x - 0.8924	0.9789	0.7520±0.06
2-01	y = 0.0314x - 0.7607	0.9912	0.8035±0.08
2-05	y = 0.0251x - 0.3675	0.9869	0.8875±0.03
2-06	y = 0.0383x - 0.0988	0.9832	1.8101±0.08
2-09	y = 0.0269x - 1.0021	0.9897	0.3480±0.08
2-10	y = 0.0300x - 0.4446	0.9887	1.0531±0.15
2-11	y = 0.0284x - 0.5158	0.9800	0.9773±0.09
2-13	y = 0.0275x - 0.8199	0.9998	0.5360±0.01
2-16	y = 0.0359x - 0.1974	0.9983	4.8026±0.06
2-17	y = 0.0407x - 0.0556	0.9412	2.2764±0.05
2-18	y = 0.0257x - 0.2955	0.9990	1.0131±0.06
2-20	y = 0.0293x - 0.0853	0.9975	1.4710±0.09
2-21	-	-	-
2-22	y = 0.0196x - 0.4442	0.9543	0.6349±0.03
3-05	y = 0.0517x - 0.9725	0.9506	1.6045±0.06
3-09	y = 0.0305x - 0.2413	0.9698	1.3505±0.14
3-10	y = 0.0666x - 0.4178	0.9589	2.4642±0.26
4-03	y = 0.0505x - 0.2180	0.9875	2.2227±0.20
4-04	-	-	-
4-05	y = 0.295x - 0.6756	0.8920	0.8937±0.15
4-07	y = 0.0432x - 1.2889	0.9410	0.8747±0.14
4-08	y = 0.1228x - 0.3019	0.9201	5.9706±0.23
4-10	-	-	-
4-11	y = 0.0373x - 0.1219	0.9439	1.9044±0.12
4-12	y = 0.0262x - 0.5003	0.9122	0.8131±0.10
4-13	y = 0.1825x - 0.4932	0.9983	7.5661±0.83
4-15	y = 0.0234x - 0.18	0.9999	0.3333±0.05
4-16	y = 0.2181x - 0.2176	0.9473	2.2175±0.41
4-18	y = 0.0529x - 1.4187	0.9951	1.1766±0.06
4-21	y = 0.0425x - 1.2042	0.9709	0.9015±0.05
4-22	y = 0.0911x - 0.6722	0.9942	3.0037±0.61
4-25	y = 0.108x - 0.0627	0.9878	3.3054±0.51
4-26	y = 0.0498x - 0.0178	0.9759	2.3494±0.03
4-27	y = 0.0395x - 1.3168	0.9940	0.5051±0.08
5-09	y = 0.0495x - 0.3652	0.9816	2.0708±0.16
5-10	y = 0.0307x - 0.4162	0.9941	1.0761±0.08
5-12	y = 0.0426x - 0.128	0.9822	1.9991±0.06
5-13	y = 0.0624x - 0.9994	0.9859	1.6789±0.07
5-15	y = 0.0527x - 1.487	0.9909	1.3684±0.34
5-16	y = 0.0616x - 0.2272	0.9991	2.8525±0.33

따라서 추출물의 PPO 활성억제력은 전반적으로 4-15가 가장 우수한 효과를 나타내었고 그 다음으로는 2-9, 4-27, 2-13, 1-6 등의 순으로 정리될 수 있었다. 이들 물질들은 박피절단감자에 대한 적용실험 결과와는 완전 일치하지 않았다. 즉, 4-27은 박피절단감자의 갈변억제효과가 가장 우수하였으면서도 PPO효소활성억제력이 높았으나, 2-9, 4-15, 2-13 및 1-6은 약 3일정도 감자의 상품성을 유지하는 보통 수준의 갈변억제효과물질로 조사된바 있다. 이와 같은 원인은 PPO활성억제실험과 박피절단감자에 대한 갈변억제 적용시험에 사용된 기질과 PPO의 종류 및 특성차이에 기인된 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 이와 같은 차이를 입증하는 연구와 더불어 다양한 신선편이 과·채류의 갈변효소와 기질의 종류 및 특성 차이를 극복할 수 있는 범용성있는 천연갈변억제제를 개발하는 방향으로 추진하고자 한다

기질 L-DOPA와 catechol을 대상으로 한 각 추출물의 0.1%의 동일 농도에서 PPO 효소활성 저해력을 IC₅₀으로 비교한 결과는 표 1-31와 같다.

추출물의 IC₅₀은 추출물의 농도별 PPO활성억제력이 높은 물질과 일치하는 경향을 나타내었고, catechol보다 L-DOPA의 기질계에서 더 우수한 갈변저해율을 나타내었다.

추출물 중에서 Gal이 0.0095%로 가장 우수하였고 Cista가 0.05%, Byc는 0.03%의 순으로 매우 우수한 효과를 나타내었다. 그 외에 4-15와 2-09가 0.333%, 0.348%, 4-27과 2-13이 각각 0.505%와 0.536%, 1-6이 0.752%로 효과적인 물질로 나타났다. 본 추출물의 갈변억제력은 ascorbic acid의 IC₅₀ 값인 3.71%로 근거할 때 매우 우수한 갈변저해력을 나타내는 것을 알 수 있었으며 산업적으로 적용가능성이 높을 것으로 예상되었다.

(3) 약용식물 추출물의 DPPH radical scavenging activity 평가

추출물의 PPO저해기작을 파악하기 위하여 DPPH radical 소거능을 통한 항산화력을 조사하였으며, 더불어 ascorbic acid의 항산화력과 비교함으로써 상업적 활용가능성을 타진하고자 하였다.

추출물의 항산화력은 첨가 농도에 따라 달라지므로, 추출물의 농도별 DPPH radical scavenging activity를 측정하고 각 물질에 대한 IC₅₀값을 상호 비교하였다.

선발된 추출물에 대한 항산화력을 조사하기 위하여 추출물의 농도를 0.1%로 조정하여 다음 DPPH radical 소거능을 측정하여 4반복 평균치로 아래 표 1-32에 나타내었다.

실험결과 0.1% 농도에서 각 추출물의 DPPH radical 소거능은 4-12가 약 97%로서 가장 우수한 효과를 나타내었고 그 다음으로는 4-18, 2-09, 4-05, Bul., 5-15가 95.0~96.3%로 유사한 수준에서 우수하였고 Dia, Cista, Gal, Sang, 1-03, 3-05, 4-21, 4-15, 2-18, 5-09, 4-04는 약 90.0~94.0%의 높은 항산화효과를 나타내고 있었다.

그러나 우수한 PPO활성 저해능을 나타낸 Byc는 70.02%로서 가장 낮은 항산화효과를 나타내었다. 이러한 경향은 버섯tyrosinase활성억제력이 높았던 4-15, 2-09, 4-27, 2-13, 1-06는 각각 93.4%, 96.0%, 82.8%, 18.5%, 84.3%로 나타났고 박피절단감자의 갈변억제력이 높았던 4-27,

2-20, 5-12, 2-22, 5-13, 2-10 및 4-8은 4-27을 제외하고 모두 50% 이하의 항산화력을 나타내므로써, 추출물의 DPPH radical 소거능은 버섯tyrosinase활성억제력 및 박피질단감자의 갈변억제력과 일치하지 않는 결과를 나타내었다.

표 1-33-1은 추출액의 농도를 추출물의 특성에 따라 0.0005%~0.0075%로 조정한 액의 DPPH 라디칼 소거능을 8반복 측정하여 평균치를 구한 결과이며, 표 1-33-2는 추출액의 농도를 0.001%~1.0%로 조정한 액의 DPPH라디칼 소거능을 8반복 측정하여 평균치를 각각 나타낸 결과이다. 상기 결과를 토대로 DPPH 소거능을 x축에 추출액 분말의 농도를 y축에 plotting 하고 회귀방정식을 구한 결과와 그때의 IC_{50} 은 표 1-34과 같다.

추출물의 DPPH라디칼 소거능에 대한 IC_{50} 은 0.00147~1.1295%의 범위에 있었으며, 이는 ascorbic acid의 0.00142%보다 유사하면서 높은 수준이었다.

추출물 중에서 가장 낮은 IC_{50} 을 나타낸 물질은 0.00147%를 나타낸 Gal이었으며, 그 다음으로 Bul, Sang, Cista, Dia, Yel, 4-15가 0.05%이하로 우수한 항산화력을 보유한 반면 4-18, 3-05, 1-03, 2-09, 4-04의 순으로 0.01%이하의 값을 나타내었다. 특히 4-15는 비교적 높은 PPO 활성 저해력을 나타내면서도 높은 항산화력도 지닌 것으로 분석되었으나, DPPH radical 소거능에 대한 IC_{50} 이 0.003%로서, ascorbic acid의 항산화력 대비 약 1/2수준에 머무르고 있어, Gal. 보다 항산화작용에 의하여 PPO활성을 억제하는 효과를 충분히 기대하기 어려울 것으로 판단되었다.

따라서 항산화제로서 PPO에 의한 갈변억제물질로서는, 적정산도와 total phenol함량이 가장 높으면서도 DPPH radical 소거능에 대한 IC_{50} 이 0.00147%로 Vit C와 유사한 항산화력을 지녔던 Gal.을 선택하는 것이 타당한 것으로 판단되었다. 특히 Gal에 의한 PPO 활성저해작용은 항산화력에 의한 효과일 것으로 추정할 수 있었으며, 상업적으로도 ascorbic acid와 유사한 항산화작용에 의한 PPO 저해력을 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

표 1-32. 0.1%농도에서의 각 추출물의 DPPH radical scavenging activity

Code No.	%	Code No.	%	Code No.	%
Bul	96.02±2.47	2-16	31.548±4.150	4-12	97.052±0.485
Byc	70.02±6.26	2-17	75.733±3.644	4-13	13.837±1.276
Cista	93.15±0.10	2-18	90.484±0.028	4-15	93.444±1.292
Dia	93.32±2.42	2-20	43.076±2.473	4-16	31.658±1.504
Gal	93.53±2.54	2-21	62.900±4.989	4-18	96.302±1.655
Sang	93.61±2.57	2-22	34.469±3.582	4-21	93.489±0.128
Yel	89.60±2.79	3-05	93.568±1.819	4-22	30.865±4.104
1-03	93.723±2.000	3-09	64.702±5.698	4-25	15.372±1.286
1-06	84.309±0.217	3-10	62.651±1.515	4-26	12.626±3.749
2-01	56.375±2.331	4-03	22.444±2.147	4-27	82.762±0.179
2-05	65.230±2.890	4-04	89.467±0.493	5-09	89.684±5.769
2-06	44.754±2.035	4-05	95.721±0.954	5-10	48.514±5.984
2-09	95.992±0.836	4-07	39.223±7.528	5-12	35.681±4.202
2-10	25.893±1.158	4-08	25.626±3.981	5-13	33.661±3.556
2-11	48.949±7.554	4-10	37.856±5.384	5-15	94.581±0.121
2-13	18.529±4.292	4-11	84.307±2.729	5-16	52.149±4.543

표 1-33-1. 갈변억제 1차 선발물질의 농도에 따른 DPPH radical scavenging activity

농도 (%)	Vit C	Bul	Byc	Cista	Gal	Dia	Sang	Yel
0.0005	20.69±2.69	-	-	-	23.08±0.54	-	-	-
0.001	34.94±2.09	23.40±1.15	-	-	40.78±0.85	-	26.76±2.23	-
0.0015	50.64±3.12	34.41±1.50	-	38.475±1.65	54.51±0.51	-	37.36±0.43	-
0.0020	73.94±6.37	47.03±0.82	-	47.635±2.12	-	-	-	-
0.0025	-	54.92±0.84	-	53.538±2.07	72.95±0.28	-	50.13±1.03	-
0.0030	-	-	-	64.005±2.81	-	30.05±1.11	55.11±2.60	21.60±0.30
0.0040	-	-	-	-	-	37.27±1.29	-	-
0.0050	-	-	-	-	-	47.58±1.11	-	32.82±1.42
0.0060	-	-	-	-	-	54.79±0.38	-	-
0.0075	-	-	-	-	-	-	-	45.16±0.85
0.01	-	-	-	-	-	-	-	52.33±0.88
0.04	-	-	26.04±1.13	-	-	-	-	-
0.05	-	-	32.91±0.61	-	-	-	-	-
0.06	-	-	42.32±0.76	-	-	-	-	-
0.075	-	-	51.48±1.28	-	-	-	-	-

표 1-33-2. 갈변억제 1차 선발물질의 농도에 따른 DPPH radical scavenging activity

code	추출액의 농도											
	0.001	0.0025	0.005	0.0075	0.01	0.025	0.05	0.075	0.1	0.25	0.5	1.0
1-03	20.317	-	39.846	-	64.382	-	93.802	-	-	-	-	-
1-06	-	-	-	-	26.946	48.270	78.784	82.541	84.309	-	-	-
2-01	-	-	-	-	17.034	-	34.379	-	56.375	-	93.655	-
2-05	-	-	-	-	15.216	-	31.960	-	65.230	-	96.496	-
2-06	-	-	-	-	13.936	-	23.906	-	44.754	-	91.224	-
2-09	19.292	-	46.123	-	74.788	-	94.001	-	-	-	-	-
2-10	-	-	-	-	6.661	-	14.991	-	25.893	-	85.320	-
2-11	-	-	-	-	17.910	-	33.650	-	55.163	-	98.043	-
2-13	-	-	-	-	5.652	-	13.367	-	25.054	-	58.424	-
2-16	-	-	-	-	13.902	-	24.072	-	34.656	-	89.077	-
2-17	-	-	-	-	23.231	-	57.114	-	75.733	-	95.486	-
2-18	-	-	-	-	35.297	63.324	83.162	84.297	90.484	-	-	-
2-20	-	-	-	-	23.061	-	36.633	-	46.183	-	95.991	-
2-21	-	-	-	-	16.462	-	34.313	-	63.211	-	95.612	-
2-22	-	-	-	-	15.586	-	25.133	-	37.576	-	61.360	-
3-05	24.578	32.658	52.140	-	73.367	-	-	-	-	-	-	-
3-09	-	-	-	-	19.796	-	46.542	-	70.917	-	91.540	-
3-10	-	-	-	-	13.566	-	36.699	-	62.651	-	88.225	-
4-03	-	-	-	-	13.497	-	17.709	-	28.659	-	61.486	-
4-04	16.340	-	31.723	-	55.593	-	89.096	-	-	-	-	-
4-05	-	-	-	-	29.279	45.439	75.507	90.175	95.721	-	-	-
4-07	-	-	-	-	12.488	-	25.530	-	51.651	-	91.887	-
4-08	-	-	-	-	-	-	16.082	-	25.626	-	55.732	82.332
4-10	-	-	-	-	13.027	-	36.666	-	47.178	-	77.049	-
4-11	-	-	-	-	16.221	32.666	54.341	70.256	84.307	-	-	-
4-12	-	-	35.234	-	48.888	71.023	89.210	94.299	-	-	-	-
4-13	-	-	-	-	13.295	-	26.491	-	-	-	33.453	73.938
4-15	21.932	-	53.846	-	89.033	-	91.980	-	-	-	-	-
4-16	-	-	-	-	-	-	-	-	31.658	51.630	82.288	92.932
4-18	10.651	21.440	38.404	68.103	93.020	-	-	-	-	-	-	-
4-21	-	-	-	-	13.877	42.547	67.585	89.009	93.489	-	-	-
4-22	-	-	-	-	10.770	-	36.102	-	40.186	-	70.546	-
4-25	-	-	-	-	-	-	-	13.658	15.372	37.020	64.446	-
4-26	-	-	-	-	-	-	-	-	11.770	19.922	23.929	44.310
4-27	-	-	-	-	28.416	69.068	85.306	84.048	82.762	-	-	-
5-09	-	-	-	-	34.845	61.690	84.423	93.662	-	-	-	-
5-10	-	-	-	-	12.791	-	27.055	-	54.728	-	91.129	-
5-12	-	-	-	-	10.973	-	16.449	-	32.574	-	83.426	-
5-13	-	-	-	-	11.309	-	25.166	-	39.876	-	92.739	-
5-15	-	-	-	-	18.563	36.394	72.187	87.310	94.581	-	-	-
5-16	-	-	-	-	22.657	-	27.717	-	58.364	-	91.887	-

표 1-34. 산약초 추출물의 종류별 DPPH radical scavenging activity의 IC₅₀ 비교

Code No	Regression	R ²	IC ₅₀
ascorbic A	y=4E-05x - 0.0005	0.0015	0.00142±0.000061
Gal	y=4E-05x - 0.0005	0.0015	0.00147±0.000033
Bul	y=5E-05x - 0.0002	0.0023	0.00222±0.000083
Cista	y=0.00012x - 0.0042	0.0018	0.00270±0.00067
Dia	y=0.0001x - 0.0005	0.0045	0.00450±0.00034
Yel.	y=0.0002x - 0.0018	0.0082	0.00800±0.00010
Byc	y=0.0014x + 0.0003	0.0703	0.06837±0.00133
1-03	y=0.0002x - 0.0039	0.9866	0.0069±0.000463
1-06	y=0.0008x - 0.0115	1.0000	0.0287±0.001908
2-01	y=0.0028x - 0.0440	0.9945	0.0841±0.008263
2-05	y=0.0015x - 0.0020	0.9993	0.0766±0.002612
2-06	y=0.0071x - 0.1593	0.9738	0.1935±0.007383
2-09	y=0.0002x - 0.0010	1.0000	0.0077±0.000273
2-10	y=0.0063x - 0.0482	0.9969	0.2714±0.00465
2-11	y=0.0021x - 0.0188	0.9958	0.0886±0.001308
2-13	y=0.0089x - 0.0792	0.9782	0.3976±0.017865
2-16	y=0.0070x - 0.1101	0.9932	0.2295±0.005266
2-17	y=0.0018x - 0.0433	0.9888	0.0501±0.003569
2-18	y=0.0008x - 0.0202	0.9673	0.1890±0.002325
2-20	y=0.0071x - 0.1809	0.9844	0.1625±0.005804
2-21	y=0.0018x - 0.0137	0.9991	0.0761±0.002455
2-22	y=0.0103x - 0.1418	0.9895	0.4110±0.049439
3-05	y=0.0002x - 0.0042	0.9979	0.0065±0.000379
3-09	y=0.0019x - 0.0295	0.9990	0.0601±0.002826
3-10	y=0.0019x - 0.0170	0.9989	0.0759±0.001241
4-03	y=0.0101x - 0.1278	0.9792	0.3662±0.005821
4-04	y=0.0003x - 0.0031	0.9989	0.0091±0.001398
4-05	y=0.0010x - 0.0182	0.9916	0.0293±0.001443
4-07	y=0.0026x - 0.0282	0.9992	0.0992±0.001405
4-08	y=0.0168x - 0.3432	0.9922	0.3995±0.049669
4-10	y=0.0106x - 0.3723	0.9950	0.1749±0.009182
4-11	y=0.0014x - 0.0179	0.9928	0.0494±0.001622
4-12	y=0.0008x - 0.0271	0.9639	0.0128±0.000639
4-13	y=0.0162x - 0.1333	0.9781	0.6571±0.015906
4-15	y=0.0001x - 0.0018	0.9993	0.0030±0.000186
4-16	y=0.0097x - 0.2110	0.9576	0.2547±0.012029
4-18	y=0.0001x - 0.0007	0.9868	0.0053±0.000219
4-21	y=0.0009x - 0.0054	0.9690	0.0389±0.012034
4-22	y=0.0092x - 0.1348	0.9932	0.3098±0.009390
4-25	y=0.0083x - 0.0385	0.9982	0.3751±0.015980
4-26	y=0.0302x - 0.3733	0.9803	1.1295±0.022088
4-27	y=0.0006x - 0.0104	0.8622	0.0194±0.000153
5-09	y=0.0008x - 0.0196	0.9889	0.0203±0.000896
5-10	y=0.0020x - 0.0125	0.9964	0.0906±0.004921
5-12	y=0.0071x - 0.0869	0.9927	0.2577±0.005201
5-13	y=0.0072x - 0.1694	0.9940	0.2000±0.004849
5-15	y=0.0009x - 0.0079	0.9693	0.0375±0.001033
5-16	y=0.0075x - 0.1607	0.9997	0.2145±0.004244

(4) EDTA 대비 약용식물 추출물의 Fe²⁺ Chelating capacity 평가

Free radical에 의한 체내세포의 손상을 자극하는 전이금속인 Fe²⁺ 이온과 안정적인 금속ion복합체를 형성함으로써 항산화효과를 나타내는 것으로 알려져 있는 EDTA는 대표적인 chelating agent로서 산업적으로 유용하게 사용되고 있는 합성 아미노산의 하나이다. 따라서 EDTA의 chelating capacity를 대조구로 하여, 각 추출물의 농도별 chelating capacity을 조사하고 IC₅₀을 분석하여 상호 비교함으로써 상업적 활용가능성을 타진하고자 하였다.

chelating capacity의 측정방법은 Yena 등의 방법¹²⁾을 응용하여 실행하였다. 추출물의 농도를 달리한 시료 1ml에 80% 에탄올 0.8ml를 혼합하여 2mM FeCl₂·4H₂O 0.1ml와 5mM ferrozine 0.1ml를 순서대로 첨가하고 실온에서 10분 동안 반응시킨 후 562nm에서 흡광도를 측정하였고 그 결과를 IC₅₀값으로 나타내었다. EDTA를 시료대신 같은 방법으로 사용하여 시료의 결과와 비교하였다.

표 1-35는 EDTA 대비 추출액의 농도별 chelating capacity 비교한 결과이다. 각 추출물의 농도별 반응시간에 따른 흡광도 변화를 graph로 구한 다음 curve의 직선부위를 취하여 기울기를 구한 후 각 물질의 농도별 chelating capacity를 3반복 평균치로 나타내었다.

0.1%농도에서 각 추출물의 chelating capacity는 0~39.29값인 반면 대조구로 사용된 EDTA의 chelating capacity는 96.59%로 매우 높은 값을 나타내고 있었다. 이 들 중 PPO활성 저해력이 있는 것으로 조사된 Byc, Cista 및 Gal의 chelating capacity는 0.1%농도에서 각각 38.91, 34.29, 39.29의 값으로 선발된 추출물 중에서는 비교적 높은 수준을 나타내고 있었으나 본 연구에 선발된 천연 약용식물들을 단순 알콜 추출한 경우 chelating capacity는 EDTA의 1/3수준으로 매우 낮았으며, 본 실험결과 본 방법으로 제조된 추출물들은 chelation에 의한 PPO활성저해력을 기대하기는 어려운 것으로 판단되었다.

화학합성품인 EDTA와 달리 천연추출물의 경우 단위분자량에 대한 정보부재로 단순 %농도 기준에서 효과를 상호비교하기에는 어려움이 있다. 따라서 천연물의 chelating capacity를 50%를 저해하는데 필요한 저해제의 %농도를 비교하는 IC₅₀의 값으로 상호평가하고자 하였으며 그 결과는 표 1-36과 같다.

EDTA의 chelating capacity에 대한 IC₅₀은 0.0030%인 반면 추출물의 IC₅₀은 0.201~3.898%의 분포를 나타내었다. 추출물 중에서는 Bul과 Byc가 각각 0.241%와 0.201%로 비교적 높은 효과를 나타내었으나 EDTA의 0.003%에 비하여 매우 낮은 결과이었다. 이와 같은 결과는 단순 화학합성품에 비하여 복합화합물의 matrix인 천연 추출물의 경우 예상될 수 있는 결과이다. 본 실험결과, 2년 동안 본 연구에 선발된 천연 한약초 중에서 chelation에 의한 갈변억제효과는 Byc가 0.201%로 가장 높은 효과를 나타내는 물질로 선정될 수 있었다.

표 1-35. 산약초 추출액의 농도별 chelating capacity 비교

Code No.	추출액의 농도				
	1%	0.75%	0.5%	0.25%	0.1%
Bul	71.53	68.58	64.47	55.30	38.54
Byc	83.70	83.55	79.62	56.95	38.91
Cista	69.616	65.643	57.36.	34.294	-
Dia	50.41	41.06	25.69	19.53	15.63
Gal	78.76	76.45	69.69	51.11	39.29
Sang	63.16	30.39	47.37	36.63	25.88
Yel	72.52	67.78	62.76	41.0	27.73
1-3	27.644	21.819	20.223	3.904	0.481
1-6	29.311	15.826	13.729	1.034	0.154
2-1	0.582	-1.629	-2.290	1.635	-0.561
2-5	12.053	9.555	3.386	2.870	1.906
2-6	-	-	92.587	52.886	21.190
2-9	71.976	46.259	38.090	10.463	1.529
2-10	42.985	30.790	18.958	3.637	1.517
2-11	1.811	1.811	2.170	3.251	2.169
2-13	1.581	3.715	2.760	3.419	-2.271
2-16	-6.606	-3.021	1.545	4.441	1.071
2-17	66.195	39.542	33.385	5.220	1.054
2-18	98.754	79.526	47.183	4.458	3.026
2-20	-5.789	3.305	0.552	2.715	1.744
2-21	97.791	68.721	39.808	2.095	1.499
2-22	-2.254	-5.535	-4.087	1.532	-9.497
3-5	78.291	55.564	33.435	5.171	0.723
3-9	95.425	74.592	30.138	3.817	0.634
3-10	5.682	1.590	2.252	3.461	1.593
4-3	13.801	4.087	13.872	3.309	8.519
4-4	96.848	76.230	41.428	9.317	4.208
4-5	28.772	-3.937	3.832	11.213	-1.660
4-7	27.888	24.045	6.295	2.376	0.125
4-8	1.317	9.114	0.629	2.594	5.227
4-10	-13.091	23.446	-2.557	1.301	4.165
4-11	32.290	16.388	30.991	8.419	-2.327
4-12	12.596	14.374	20.215	3.450	7.098
4-13	-9.485	-3.337	-5.732	0.915	4.670
4-15	19.632	12.659	10.525	3.937	3.100
4-16	48.944	36.013	15.933	2.292	0.855
4-18	-3.668	15.106	-0.273	3.131	7.324
4-21	27.658	36.862	34.408	5.146	7.793
4-22	0.150	6.816	0.546	3.568	0.268
4-25	-2.678	3.271	-0.688	2.476	1.642
4-26	20.499	11.527	22.075	4.911	7.525
4-27	12.368	8.814	0.141	2.156	0.256
5-9	26.545	8.132	6.035	3.244	0.125
5-10	27.062	5.751	8.558	0.552	-0.681
5-12	19.123	-28.806	4.676	0.173	-2.602
5-13	27.546	14.440	-27.951	30.573	-4.103
5-15	14.119	10.512	8.547	2.145	1.042
5-16	-2.527	5.152	9.461	-0.673	2.986

※ EDTA의 chelating capacity(%농도) : 96.59(0.1%), 95.12(0.01%), 78.92(0.005%),
39.90(0.0025%), 23.70(0.001%)

표 1-36. 산약초 추출액과 EDTA의 Chelating capacity 회귀식과 IC₅₀

Code No.	Regression	R ₂	IC ₅₀
EDTA	$y = 8E-05x - 0.001$	0.9796	0.0030
Bul	$y = 0.01460x - 0.489$	0.9065	0.2410
Byc	$y = 0.0099x - 0.2942$	0.9940	0.2008
Cista	$y = 0.0010x - 0.1122$	0.980	0.3879
Dia	$y = 0.0198x - 0.0245$	0.9806	0.9655
Gal	$y = 0.0132x - 0.4201$	0.9998	0.2399
Sang	$y = 0.0227x - 0.6070$	0.9873	0.5280
Yel	$y = 0.0114x - 0.2175$	0.99998	0.3525
1-03	$y = 0.0293x + 0.0859$	0.9141	1.5509
2-05	$y = 0.0767x + 0.0633$	0.9124	3.8983
2-06	$y = 0.006x - 0.0447$	0.9979	0.2553
2-09	$y = 0.0127x + 0.0914$	0.9784	0.7264
2-10	$y = 0.0205x + 0.1186$	1.1436	0.9892
2-17	$y = 0.0134x + 0.1301$	0.9646	0.8001
2-18	$y = 0.0083x + 0.1321$	0.9728	0.5471
2-21	$y = 0.0086x + 0.1589$	0.9803	0.5889
3-05	$y = 0.011x + 0.1391$	0.9903	0.6891
3-09	$y = 0.0085x + 0.1739$	0.9688	0.5989
4-04	$y = 0.0089x + 0.1137$	0.9847	0.3313
4-07	$y = 0.0244x + 0.2553$	0.9203	1.4753
4-15	$y = 0.0529x - 0.0074$	0.9686	2.6376
4-16	$y = 0.0171x + 0.1652$	0.9752	1.202
4-27	$y = 0.0731x + 0.1129$	0.9859	3.7697
5-09	$y = 0.0332x + 0.1865$	0.9330	1.8465
5-15	$y = 0.0627x + 0.0716$	0.9497	1.7232

4) 추출물의 갈변억제 kinetic특성

가) 반응특성

(1) V_m 과 K_m value

예비 선발된 Byc, Cista 및 Gal, 1-6, 2-09, 2-10, 2-13 및 2-22의 약용식물 추출물에 대한 효소친화력을 조사한 결과는 표 1-37과 1-38와 같다.

표 1-37은 8종의 선발된 추출물의 농도별 tyrosinase 활성저해력을 L-DOPA를 대상으로 나타낸 결과이고 표 1-38는 catechin을 대상으로 나타낸 결과이다.

각 추출물의 농도 6종에 대한 tyrosinase 활성저해력을 L-DOPA의 농도 4종에 대하여 120초 동안 측정 후 0~60초까지의 변화로부터 기울기를 각각 구하여 V_m 값으로 선정하였다. 기질 농도와 추출물의 농도별 tyrosinase의 최대반응속도 지점에서 1/2의 속도에 해당하는 기질의 농도로부터 K_m 을 구하였다. K_m 은 기질과 효소의 친화도를 나타내고, K_m 이 작다는 것은 효소의 기질에 대한 친화도가 높다는 것을 나타낸다.

$$v = \frac{V_m [S]}{K_m + [S]}$$

표 1-37의 L-DOPA 시스템에서는 Byc, Cista, Gal, 1-06, 2-09, 2-10, 2-13 및 2-22의 경우 저해제 농도가 높아지는 결과를 나타내었으며, K_m 값이 높아지는 것은 저해제의 첨가에 의해 기질과 효소의 친화도가 낮아지는 것으로 판단할 수 있다. 그러나 4-15는 저해제의 농도증가에 따라 K_m 값은 증가하다가 감소하는 경향을, 4-27은 저해제의 농도 증가에 따른 K_m 값의 변화가 일정한 패턴을 나타내지 않았다.

그러나 표 1-38의 catechin 기질을 대상으로 하였을 때, K_m 값은 Byc, 2-9 및 2-13에서 증가하는 경향을 보인 반면 Gal은 농도 증가에 따라 감소하는 경향을 보임으로써 기질에 대한 효소의 친화력이 높아짐을 알 수 있었다.

Table 1–37. Vm and Km calculated from Lineweaver–Burk plot for inhibition of PPO by natural herbal plants and L–DOPA

Plants	Conc.	0g/100g	0.1g/100g	0.25g/100g	0.5g/100g	0.75g/100g	1g/100g
1–06	Vm	0.0851	0.0862	0.0853	0.5288	0.0829	0.0879
	Km	0.0942	0.1556	0.1990	1.5532	0.3088	0.4184
2–09	Vm	0.04199	0.03948	0.04157	0.03806	0.03913	0.03998
	Km	0.01410	0.03165	0.06425	0.07950	0.11063	0.16811
2–10	Vm	0.03864	0.02814	0.03465	0.02671	0.02729	0.02705
	Km	0.05529	0.06653	0.17922	0.20727	0.34643	0.53883
2–13	Vm	0.14316	0.12533	0.12545	0.14552	0.14871	0.12334
	Km	0.13966	0.13191	0.14838	0.21338	0.25302	0.21978
4–15	Vm	0.0567	0.0497	0.0460	0.0419	0.0365	0.0334
	Km	0.0179	0.0229	0.0239	0.0181	0.0131	0.0109
4–27	Vm	0.0375	0.0181	0.0194	0.0198	0.0244	0.0281
	Km	0.0016	–0.0140	–0.0130	–0.0159	–0.0076	0.0014
2–22	Conc.	0g/100g	0.05g/100g	0.01g/100g	0.025g/100g	0.05g/100g	0.1g/100g
	Vm	0.051287	0.054621	0.042205	0.039624	0.643170	0.028273
	Km	0.023828	0.027534	0.031472	0.036411	1.532287	0.073376
Cista	Conc.	0g/100g	0.01g/100g	0.025g/100g	0.05g/100g	0.5g/100g	1.0g/100g
	V _m	0.05474	0.055281	0.049686	0.046587	0.048309	0.046559
	K _m	0.01944	0.027664	0.047284	0.073985	0.350731	0.508474
Byc	Conc.	0g/100g	0.01g/100g	0.025g/100g	0.05g/100g	0.075g/100g	0.01g/100g
	Vm	0.06027	0.05513	0.07365	0.06168	0.06317	0.07191
	Km	0.03196	0.05472	0.16751	0.19182	0.29672	0.43344
Gal	Conc.	0g/100g	0.05g/100g	0.01g/100g	0.025g/100g	0.05g/100g	0.1g/100g
	Vm	0.040835	0.038148	0.041095	0.041051	0.037635	0.037883
	Km	0.018237	0.063363	0.100473	0.134417	0.152881	0.253593

Table 1-38. Vm and Km calculated from Lineweaver-Burk plot for inhibition of PPO by natural herbal plants and catechin

Plants	Conc.	0g/100g	0.05g/100g	0.1g/100g	0.15g/100g	0.2g/100g	0.25g/100g
Byc	Vm	0.01775	0.01749	0.01648	0.01676	0.01658	0.01771
	Km	0.05027	0.14423	0.19221	0.28837	0.44308	0.60767
Gal	Conc.	0g/100g	0.001g/100g	0.002g/100g	0.003g/100g	0.004g/100g	0.005g/100g
	Vm	0.02603	0.02543	0.02538	0.02626	0.02567	0.02596
	Km	0.52519	0.41781	0.33296	0.25470	0.17688	0.10011
2-9	Conc.	0g/100g	0.1g/100g	0.25g/100g	0.5g/100g	0.75g/100g	1g/100g
	Vm	0.6448	0.5770	0.7701	1.2324	5.7405	7.1633
	Km	0.1397	0.1319	0.1484	0.2134	0.2530	0.2198
2-13	Conc.	0g/100g	0.025g/100g	0.05g/100g	0.075g/100g	0.1g/100g	0.25g/100g
	Vm	0.01775	0.01749	0.01648	0.01676	0.01658	0.01771
	Km	0.05027	0.14423	0.19221	0.28837	0.44308	0.60767

나) 저해 유형 판단

각 추출물들의 PPO 저해유형을 조사하기 위하여 L-DOPA와 catechin을 대상으로 각 추출물의 종류별로 나타낸 Lineweaver-burk plot은 그림 1-24 및 1-25에, Dixon plot은 그림 1-26 및 1-27과 같이 나타내었다.

저해제의 농도에 따른 기질농도의 역수에 대한 반응속도의 역수를 plotting하여 각 기질을 대상으로 한 Lineweaver-burk plot과 Dixon plot으로 나타내었을 때, competitive inhibition type은 Lineweaver-burk plot을 작성하였을 시, y축(1/V₀)위에 교차점(1/V_{max})이 생기며, Dixon plot을 작성시 1사분면 위의 한 점에서 교차점이 발생하는 것으로 해석되고 있다. Dixon plot에서 발생하는 교차점에서의 x 값([I] 농도)는 -K_i 값을 나타낸다.

Competitive inhibition type은 reversible inhibition mode에 속하며, 억제방법은 PPO가 결합하는 기질과의 구조적 유사성으로 인하여 PPO가 폴리페놀에 결합하지 않고 천연추출물에 결합함으로써 더 이상의 갈변작용이 진행되지 않게 하여 갈변현상을 억제하는 방법을 말한다.

본 연구결과, 각 추출물의 저해 유형은 reversible inhibition 형태로 보이며 그 중 L-DOPA의

기질에서는 Byc, Gal, 1-6, 2-9, 2-10, 2-13 및 2-22는 competitive inhibition type, cista는 mixed type, 4-15와 4-27은 non-competitive inhibition type으로 나타났다. 또한 catechin을 기질로 한 저해유형으로는 Byc, Gal, 2-9 및 2-13 공히 Dixon plot에서 noncompetitive로 나타남에 따라 이들은 mixed type의 저해유형을 나타냄을 알 수 있었다.

따라서 본 실험결과, PPO가 결합하는 기질과의 구조적 유사성으로 인하여 PPO가 폴리페놀에 결합하지 않고 천연추출물에 결합함으로써 갈변작용을 저해하는 물질로서는 1-6, 2-10 및 2-22의 물질이 효소와의 경쟁적 결합물질로서 갈변저해기작을 구성하고 있음을 알 수 있었다.

Cista

Gal

Byc

1-6

Fig 1-24. Lineweaver-Burk plot for kinetic study of mushroom PPO (25°C, 50mM phosphate buffer, pH 6.8) of natural herbal plants and L-DOPA at various concentrations.

2-9

2-10

2-13

2-22

4-15

4-27

Fig 1-24. Continued

Byc

Gal

2-9

2-13

Fig. 1-25. Lineweaver-Burk plot for kinetic study of mushroom PPO (25°C, 50mM phosphate buffer, pH 6.8) of natural herbal plants and catechin at various concentrations

Table 1–39. 1/Vo vs 1/S regression equations for kinetic study of mushroom PPO by natural herbal plants

Substrates	Plants	[I] g/100g	Regression curve	Correlation
L-DOPA	Cista	0.01g/100g	$y = 0.5004 X + 18.0894$	$R^2=0.9587$
		0.025g/100g	$y = 0.9516 X + 20.1263$	$R^2=0.9982$
		0.05g/100g	$y = 1.5881 X + 21.4651$	$R^2=0.9982$
		0.50g/100g	$y = 7.3843 X + 20.6999$	$R^2=0.9942$
		1.00g/100g	$y = 10.9210 X + 21.4779$	$R^2=0.9987$
	(Blank)	0g/100g	$y = 0.3551 X + 18.2683$	$R^2=0.9242$
	Byc	0.01g/100g	$y = 0.9925x + 18.139$	$R^2=0.9975$
		0.025g/100g	$y = 2.2744x + 13.578$	$R^2=0.9977$
		0.05g/100g	$y = 3.1099x + 16.213$	$R^2=0.9979$
		0.075g/100g	$y = 4.6970x + 15.830$	$R^2=0.9999$
		0.01g/100g	$y = 6.0278x + 13.907$	$R^2=0.9999$
	(Blank)	0g/100g	$y = 0.5303x + 16.592$	$R^2=0.9897$
	Gal	0.05g/100g	$y = 1.661x + 26.214$	$R^2=0.9960$
		0.01g/100g	$y = 2.4449x + 24.334$	$R^2=0.9834$
		0.025g/100g	$y = 3.2744x + 24.360$	$R^2=0.9976$
		0.05g/100g	$y = 4.0622x + 26.571$	$R^2=0.9999$
		0.1g/100g	$y = 6.6941x + 26.397$	$R^2=0.9998$
	(Blank)	0g/100g	$y = 0.4466x + 24.489$	$R^2=0.9906$
	1-6	0g/100g	$y = 1.1072x + 11.749$	$R^2= 0.9928$
		0.1g/100g	$y = 1.8064x + 11.607$	$R^2= 0.9803$
0.25g/100g		$y = 2.3337x + 11.73$	$R^2= 0.9466$	
0.5g/100g		$y = 2.9465x + 10.897$	$R^2= 0.9409$	
0.75g/100g		$y = 3.7245x + 12.062$	$R^2= 0.9633$	
2-9	1.0g/100g	$y = 4.7594x + 11.374$	$R^2= 0.9104$	
	0g/100g	$y = 0.3358x + 23.817$	$R^2= 0.8614$	
	0.1g/100g	$y = 0.8017x + 25.327$	$R^2= 0.937$	
	0.25g/100g	$y = 1.5455x + 24.055$	$R^2= 0.988$	
	0.5g/100g	$y = 2.0889x + 26.275$	$R^2= 0.9937$	
2-10	0.75g/100g	$y = 2.8274x + 25.558$	$R^2= 0.9926$	
	1.0g/100g	$y = 4.2051x + 25.014$	$R^2= 0.9931$	
	0.00g/100g	$y = 1.4312x + 25.881$	$R^2= 0.8357$	
	0.10g/100g	$y = 2.3645x + 35.538$	$R^2= 0.8249$	
	0.25g/100g	$y = 5.1724x + 28.861$	$R^2= 0.9434$	
	0.50g/100g	$y = 7.7601x + 37.439$	$R^2= 0.9407$	
	0.75g/100g	$y = 12.599x + 36.638$	$R^2= 0.9576$	
	1.00g/100g	$y = 19.922x + 36.973$	$R^2= 0.9515$	

Table 1-39. Continued

Substrates	Plants	[I] g/100g	Regression curve	Correlation
L-DOPA	2-13	0g/100g	$y = 0.9755x + 6.985$	$R^2 = 0.9802$
		0.1g/100g	$y = 1.0525x + 7.9787$	$R^2 = 0.9921$
		0.25g/100g	$y = 1.1828x + 7.9712$	$R^2 = 0.9920$
		0.5g/100g	$y = 1.4663x + 6.8719$	$R^2 = 0.9916$
		0.75g/100g	$y = 1.7014x + 6.7245$	$R^2 = 0.9946$
		1.0g/100g	$y = 1.7819x + 8.1077$	$R^2 = 0.9978$
	2-22	0g/100g	$y = 0.4646x + 19.498$	$R^2 = 0.9640$
		0.05g/100g	$y = 0.5041x + 18.308$	$R^2 = 0.9931$
		0.075g/100g	$y = 0.7457x + 23.694$	$R^2 = 0.8427$
		0.10g/100g	$y = 0.9189x + 25.237$	$R^2 = 0.7915$
		0.25g/100g	$y = 2.3824x + 1.5548$	$R^2 = 0.8989$
		0.50g/100g	$y = 2.5953x + 35.37$	$R^2 = 0.8373$
	4-15	0g/100g	$y = 0.3163x + 17.63$	$R^2 = 0.9982$
		0.1g/100g	$y = 0.4596x + 20.101$	$R^2 = 0.9989$
		0.25g/100g	$y = 0.521x + 21.762$	$R^2 = 0.9273$
		0.5g/100g	$y = 0.4316x + 23.84$	$R^2 = 0.9751$
		0.75g/100g	$y = 0.3582x + 27.424$	$R^2 = 0.9003$
		1.0g/100g	$y = 0.3274x + 29.973$	$R^2 = 0.9712$
	4-27	0g/100g	$y = 0.0429x + 26.656$	$R^2 = 0.0046$
		0.1g/100g	$y = -0.7692x + 55.136$	$R^2 = 0.9949$
		0.25g/100g	$y = -0.673x + 51.612$	$R^2 = 0.9328$
		0.5g/100g	$y = -0.8048x + 50.616$	$R^2 = 0.9334$
		0.75g/100g	$y = -0.3134x + 41.000$	$R^2 = 0.6020$
		1.0g/100g	$y = 0.048x + 35.530$	$R^2 = 0.0081$
Catechin	Byc	0.05g/100g	$y = 8.2452x + 57.1659$	$R^2 = 0.9952$
		0.1g/100g	$y = 11.6649x + 60.6878$	$R^2 = 0.9900$
		0.15g/100g	$y = 17.2022x + 59.6522$	$R^2 = 0.9821$
		0.2g/100g	$y = 26.7179x + 60.2998$	$R^2 = 0.9865$
		0.25g/100g	$y = 34.3147x + 56.4702$	$R^2 = 0.9938$
	Gal	0.001g/100g	$y = 16.4319 + 39.3292$	$R^2 = 0.9993$
		0.002g/100g	$y = 13.1170x + 39.3950$	$R^2 = 0.9961$
		0.003g/100g	$y = 9.9220x + 38.0835$	$R^2 = 0.9943$
		0.004g/100g	$y = 6.8905x + 38.9550$	$R^2 = 0.9920$
		0.005g/100g	$y = 3.8568x + 38.5249$	$R^2 = 0.9958$
	2-9	0.05g/100g	$y = 0.4008x + 1.5049$	$R^2 = 0.9948$
		0.075g/100g	$y = 0.5054x + 1.5574$	$R^2 = 0.9996$
0.1g/100g		$y = 0.6488x + 1.5753$	$R^2 = 0.9976$	
0.025g/100g		$y = 0.9109x + 1.5704$	$R^2 = 0.9878$	
2-13	0.025g/100g	$y = 0.2284x + 2.0381$	$R^2 = 0.9953$	
	0.05g/100g	$y = 0.3566x + 2.0429$	$R^2 = 0.9977$	
	0.075g/100g	$y = 0.4873x + 2.0639$	$R^2 = 0.9987$	
	0.1g/100g	$y = 0.6330x + 2.0855$	$R^2 = 0.9987$	

Cista

Byc

Gal

4-27

1-6

2-9

Fig 1-26. Dixon plot for kinetic study of mushroom PPO (25°C, 50mM phosphate buffer, pH 6.8) of natural herbal plants and L-DOPA at various concentrations(continued)

2-10

2-13

2-22

4-15

Fig 1-26. Continued

Byc

Gal

2-9

2-13

Fig 1-27. Dixon plot for kinetic study of mushroom PPO (25°C, 50mM phosphate buffer, pH 6.8) of natural herbal plants and catechin at various concentrations

Table 1–40 Dixon plot regression equations for kinetic study of mushroom PPO by natural herbal plants of L-DOPA

Substrate s	Plants	[S] g/100g	Regression curve	Correlation
L-DOPA	Byc	0.0197g/100g	$y = 3374.2x + 47.469$	$R^2=0.9967$
		0.0490g/100g	$y = 1060.6x + 28.773$	$R^2=0.9981$
		0.0980g/100g	$y = 490.57x + 25.135$	$R^2=0.9905$
		0.1971g/100g	$y = 247.46x + 21.569$	$R^2=0.9883$
	Cista	0.0197g/100g	$y = 63.2438 X + 20.9404$	$R^2=0.9814$
		0.049g/100g	$y = 111.7134 X + 26.4020$	$R^2=0.9875$
		0.098g/100g	$y = 212.9959 X + 40.0108$	$R^2=0.9254$
		0.1971g/100g	$y = 552.0612 X + 57.0709$	$R^2=0.9739$
	Gal	0.0197g/100g	$y = 3083.6x + 81.516$	$R^2=0.9931$
		0.0490g/100g	$y = 1533.7x + 58.510$	$R^2=0.9875$
		0.0980g/100g	$y = 509.96x + 37.218$	$R^2=0.9779$
		0.1971g/100g	$y = 220.15x + 31.810$	$R^2=0.8054$
	1–6	0.0197g/100g	$y = 843.63x + 50.255$	$R^2=0.8842$
		0.0490g/100g	$y = 390.09x + 30.508$	$R^2=0.8818$
		0.0980g/100g	$y = 202.10x + 22.181$	$R^2=0.9415$
		0.1478g/100g	$y = 148.57x + 27.881$	$R^2=0.9873$
2–9	0.0197g/100g	$y = 39.373x - 5.3202$	$R^2=0.9112$	
	0.0490g/100g	$y = 17.692x + 7.9856$	$R^2=0.9766$	
	0.0980g/100g	$y = 8.0967x + 12.855$	$R^2=0.9891$	
	0.1478g/100g	$y = 4.5335x + 14.817$	$R^2=0.9868$	
2–10	0.0197g/100g	$y = 143.89x - 229.27$	$R^2=0.9630$	
	0.0980g/100g	$y = 56.839x - 83.728$	$R^2=0.9386$	
	0.1478g/100g	$y = 29.299x - 36.114$	$R^2=0.9838$	
	0.197g/100g	$y = 2.3201x + 10.074$	$R^2=0.9781$	

Table 1-40. Continued.

Plants	[S] g/100g	Regression curve	Correlation	
L-DOPA	2-13	0.0197g/100g	$y = 17.064x + 17.737$	$R^2 = 0.9674$
		0.0490g/100g	$y = 5.1275x + 16.746$	$R^2 = 0.8748$
		0.0980g/100g	$y = 1.9066x + 15.287$	$R^2 = 0.9917$
		0.1478g/100g	$y = 1.1006x + 14.503$	$R^2 = 0.9885$
	2-22	0.0197g/100g	$y = 421.48x + 30.444$	$R^2 = 0.9829$
		0.0490g/100g	$y = 181.67x + 20.785$	$R^2 = 0.6365$
		0.0980g/100g	$y = 133.61x + 17.715$	$R^2 = 0.8809$
		0.1476g/100g	$y = 69.799x + 16.123$	$R^2 = 0.9090$
	4-15	0.0490g/100g	$y = 99.359x + 28.416$	$R^2 = 0.7061$
		0.098g/100g	$y = 105.20x + 23.635$	$R^2 = 0.9759$
		0.1478g/100g	$y = 105.37x + 22.560$	$R^2 = 0.8308$
		0.1971g/100g	$y = 288.19x + 26.782$	$R^2 = 0.8609$
4-27	0.0490g/100g	$y = 31.414x + 23.653$	$R^2 = 0.9425$	
	0.1478g/100g	$y = 11.753x + 32.852$	$R^2 = 0.8840$	
	0.1971g/100g	$y = 12.848x + 30.716$	$R^2 = 0.9390$	
Catechin	byc	0.0725g/100g	$y = 63.2875x + 32.5895$	$R^2 = 0.9992$
		0.1415g/100g	$y = 40.9708x + 32.1780$	$R^2 = 0.9964$
		0.2177g/100g	$y = 33.6961x + 31.0268$	$R^2 = 0.9993$
		0.2902g/100g	$y = 27.8930x + 29.7836$	$R^2 = 0.9964$
	Gal	0.0725g/100g	$y = 42.3628x + 44.8611$	$R^2 = 0.9873$
		0.1415g/100g	$y = 22.1898x + 45.6870$	$R^2 = 0.9711$
		0.2177g/100g	$y = 15.6854x + 45.2710$	$R^2 = 0.9839$
		0.2902g/100g	$y = 10.7534x + 43.7638$	$R^2 = 0.9912$
2-9	0.0725g/100g	$y = 2.4395x + 1.5924$	$R^2 = 0.9757$	
	0.1415g/100g	$y = 1.2547x + 1.4789$	$R^2 = 0.9860$	
	0.2177g/100g	$y = 0.7979x + 1.486$	$R^2 = 0.9798$	
	0.2902g/100g	$y = 0.6346x + 1.3438$	$R^2 = 0.9770$	
2-13	0.0290g/100g	$y = 4.4996x + 0.7982$	$R^2 = 0.9999$	
	0.0725g/100g	$y = 2.0012x + 1.2953$	$R^2 = 0.9993$	
	0.1415g/100g	$y = 1.1698x + 1.4693$	$R^2 = 0.9955$	
	0.2177g/100g	$y = 0.7421x + 1.488$	$R^2 = 0.9924$	
	0.2902g/100g	$y = 0.5216x + 1.4133$	$R^2 = 0.9964$	

Table 1–41. Calculated values of Ki for inhibition of PPO by natural herbal plants

Substrates	Plants	Plots	Ki	Type of inhibition
L_DOPA	Byc	Lineweaver–Burk plot	0.17781 ± 0.44442	Reversible inhibition (Competitive inhibition)
		Dixon plot	0.00900 ± 0.00118	Reversible inhibition (Competitive inhibition)
	Cista	Lineweaver–Burk plot	0.0781 ± 0.0020	Reversible inhibition (Competitive inhibition)
		Dixon plot	0.0716 ± 0.0004	Reversible inhibition (Uncompetitive inhibition)
	Gal	Lineweaver–Burk plot	0.50335 ± 0.23494	Reversible inhibition (Competitive inhibition)
		Dixon plot	0.01820 ± 0.00090	Reversible inhibition (Competitive inhibition)
	1–6	Lineweaver–Burk plot	$K_i = 0.0717 \pm 0.1602$	Reversible inhibition (Competitive inhibition)
		Dixon plot	$K_i = -0.0114 \pm 0.0242$	Reversible inhibition (Competitive inhibition)
	2–9	Lineweaver–Burk plot	$K_i = -0.4842 \pm 0.4017$	Reversible inhibition (Competitive inhibition)
		Dixon plot	$K_i = 0.4766 \pm 0.0718$	Reversible inhibition (Competitive inhibition)
	2–10	Lineweaver–Burk plot	$K_i = -1.1525 \pm 0.7250$	Reversible inhibition (Competitive inhibition)
		Dixon plot	$k_i = -1.4919 \pm 0.1192$	Reversible inhibition (Competitive inhibition)
	2–13	Lineweaver–Burk plot	$K_i = -1.8930 \pm 1.5123$	Reversible inhibition (Competitive inhibition)
		Dixon plot	$K_i = -0.4050 \pm 0.1356$	Reversible inhibition (Competitive inhibition)
	2–22	Lineweaver–Burk plot	$K_i = -1.8086 \pm 3.8630$	Reversible inhibition (Competitive inhibition)
		Dixon plot	$K_i = -0.0347 \pm 0.0062$	Reversible inhibition (Competitive inhibition)
	4–15	Lineweaver–Burk plot	$K_i = -59.5192 \pm 78.295$ 8	Reversible inhibition (Uncompetitive inhibition)
		Dixon plot	$K_i = 1.34749 \pm 1.01181$	Reversible inhibition (Uncompetitive inhibition)
4–27	Lineweaver–Burk plot	$K_i = 321.8234 \pm 449.97$ 14	Reversible inhibition (Uncompetitive inhibition)	
	Dixon plot	$K_i = 0.9330 \pm 0.5095$	Reversible inhibition (Uncompetitive inhibition)	

Table 1–41. Continued.

Substrates	Plants	Plots	Ki	Type of inhibition
Catechin	Byc	Lineweaver–Burk plot	$K_i = -6.9844 \pm 2.8191$	Reversible inhibition (Competitive inhibition)
		Dixon plot	$K_i = -0.1176 \pm 0.0320$	Reversible inhibition (Uncompetitive inhibition)
	Gal	Lineweaver–Burk plot	$K_i = -0.2727 \pm 0.2594$	Reversible inhibition (Competitive inhibition)
		Dixon plot	$K_i = -0.0860 \pm 0.0530$	Reversible inhibition (Uncompetitive inhibition)
	2–9	Lineweaver–Burk plot	$K_i = -0.9935 \pm 0.5138$	Reversible inhibition (Competitive inhibition)
		Dixon plot	$K_i = -0.3477 \pm 0.1593$	Reversible inhibition (Uncompetitive inhibition)
2–13	Lineweaver–Burk plot	$K_i = -0.1857 \pm 0.0366$	Reversible inhibition (Competitive inhibition)	
	Dixon plot	$K_i = -0.0493 \pm 0.0824$	Reversible inhibition (Uncompetitive inhibition)	

5) 추출물의 이화학적 품질특성과 갈변저해특성과의 상관관계

가) Cista의 갈변억제특성

(1) Cista의 처리농도 결정

Cista추출액의 갈변억제효과를 확인하기 위하여 농산물 중 갈변작용이 왕성하게 발생하는 품목 중 박피감자에 대한 적용실험을 수행하였다. 박피·세척한 감자를 야채절단기(RG-100, Halde, Sweden)에 넣고 dice형태로 절단하였다. 절단한 감자를 cista추출액의 농도를 0.05%, 0.1%, 0.3%, 0.5%로 조정된 액에 1분간 침지한 후 실온에 방치하면서 표면색의 변화를 Hunter colorimeter로 측정하였으며 대조구로서는 대조구는 증류수에 동일하게 침지한 감자를 사용하였다.

박피 및 절단 직후 감자의 표면색 중 그림 1-28의 Hunter L-value는 모든 처리구에서 유사한 수준이었으나 0.1%의 농도에 침지한 박피절단감자가 저장 중 가장 밝은 명도값을 유지하고 있었고, 그림 1-29의 Hunter a의 적색도 변화에서도 초기 값에서 가장 낮은 변화율을 보여주고 있었다. 이와 같은 Hunter L, a 및 b값을 종합적으로 평가한 ΔE 값의 변화에서는 처리구간 가장 낮은 변화율을 유지함으로써 본 실험결과 박피절단감자에 적합한 cista추출액의 농도는 0.1%가 가장 적합한 것으로 조사되었다.

그림 1-28. cista추출액의 농도별 박피절단 감자의 저장 중 밝기 변화

그림 1-29. cista추출액의 농도별 박피절단 감자의 저장 중 적색도 변화

그림 1-30. cista추출액의 농도별 박피절단 감자의 저장 중 황색도 변화

그림 1-31. cista추출액의 농도별 박피절단 감자의 저장 중 종합색차변화

(2) 0.1% cista추출액에 대한 박피절단 감자의 침지시간 결정

0.1%의 농도로 결정된 추출용액에 박피 절단감자를 장시간 침지할 경우 cista의 고등색이 침출되어 감자에 전이됨으로써 오히려 상품의 가치를 저하시킬 수 있다. 따라서 본 항에서는 0.1%로 결정된 cista추출액에 0.5분~2분까지의 처리시간에 따른 박피절단감자의 저장 중 표면색의 변화를 조사하였다.

그림 1-30의 밝기변화에서 저장기간이 경과함에 따라 0.5분 처리는 다른 처리구에 비하여 가장 낮은 명도값을 나타내었으나 1분에서 2분 까지 침지하는 처리는 박피절단감자의 표면색 차이가 두드러지지 않았다.

그림 1-31은 Hunter L, a 및 b 값의 변화를 토대로 초기치 대비 종합색차를 나타낸 결과이다. 저장 7일 째에는 처리시간이 길수록 초기치 대비 종합색차 값도 감소하는 경향이었으나 저장 10시간 후에는 1.5분이 가장 높았으며 그 다음으로는 2분침지가 가장 높은 색차를 나타내었다. 이는 과육조직을 보호하는 표피층이 제거된 상태에서 고농도의 침지액에 오랫동안 침지하는 경우는 품목에 따라 차이가 있으나 일반적으로 조직의 짓무름을 발생시키고 그 결과 표면색도 암색화시키는 경향에 근거하는 것으로 판단된다.

따라서 본 항에서는 0.1% 농도의 cista추출액에 박피절단 감자를 침지할 경우 단시간에 갈변을 일으키지 않고 10시간 경과 후에도 색의 변화가 안정적인 1분 침지가 가장 적당한 것으로 판단되었다.

그림 1-32. 0.1%의 cista추출액에 대한 침지 시간별 박피절단감자의 저장 중 밝기 변화

그림 1-33. 0.1%의 cista추출액에 대한 침지 시간별 박피절단감자의 저장 중 종합색차 변화

(3) Cista추출액에 의한 갈변억제 처리기술 연구

실제 박피절단감자에 cista추출물을 적용시켰을 때 상업적인 유통기간의 연장효과를 판단하기 위하여 cista추출액의 농도별로 1분 처리한 다음 PE필름으로 포장한 다음 5°C의 저장고에 보관하면서 박피절단감자의 저장 중 갈변억제효과를 조사하였다.

그림 1-32에 나타낸 Hunter L- value는 사진에서 보는 바와 같이 갈변보다는 흑변되는 현상이 발생함으로써 대조구와 처리구 간의 극명한 차이를 나타내었다. 적색도의 경우에도 대조구는 저장 1일 이후 급격히 증가한 반면 0.1%와 0.2% 처리에는 차이가 분명하게 나타나지 않았다.

그림 1-33의 Hunter L, a 및 b 값의 변화를 토대로 초기치 대비 종합색차를 나타낸 결과이다. 대조구의 경우 저장 1일부터 종합색차가 증가하여 2일에는 cista추출액에 침지한 0.1% 및 0.2% 처리구에 비해 초기치 대비 색차가 크게 증가하였다. cista추출액에 침지한 감자의 경우 초기치 대비 종합색차의 변화가 미미한 것으로 보아 갈변억제에 효과적인 것으로 판단된다.

이러한 결과는 실제 사진에서 보는 바와 같이 대조구의 경우는 저장 1일부터 갈변현상으로 인하여 상품성을 소실한 반면 처리구는 저장 3일 동안 상품성을 유지하였다. 그러나 0.2%의 농도에서 처리한 박피절단감자에서는 cista의 고등색이 침착되는 현상이 인지됨으로써 저장 3일째 0.1%처리구보다 Hunter L 값이 낮고 a값이 증가하는 경향을 보였다.

그림 1-34. Cista추출액의 농도별 처리된
박피절단감자의 저장 중 밝기 변화

그림 1-35. Cista추출액의 농도별 처리된
박피절단감자의 저장 중 적색도 변화

그림 1-36. Cista추출액의 농도별 처리된
박피절단감자의 저장 중 황색도 변화

그림 1-37. Cista추출액의 농도별 처리된
박피절단감자의 저장 중 종합색차 변화

그림 1-38. Cista추출액의 농도별 처리된
박피절단감자의 저장 중 경도 변화



저장 1일 후 대조구



저장 3일 후 대조구



저장 3일 후 0.1% 처리구



저장 3일 후 0.2% 처리구

(4) Cista추출액의 이화학적 품질특성과 갈변저해특성간의 상관관계

Cista 추출액의 갈변저해특성 및 저해효과를 분석하기 위하여 박피절단감자를 대상으로 처리한 다음 저장하면서 감자의 품질특성 및 갈변저해 특성간의 상관관계를 조사하여 보았다.

표 1-42은 0.1%의 Cista로 처리한 박피절단감자의 저장수명한계치로 판단한 3일차 감자의 품질특성치와 0.1%농도에서의 Cista 갈변관련품질특성치의 상관관계를 SPSS program을 사용하여 Pearson correlation coefficient로 두 개의 변수간에 관련성을 구하였다.

Cista의 갈변저해력은 DPPH radical 소거능, pH 및 적정산도와 0.85~0.99의 높은 상관성을 나타내며 0.05%의 수준에서 유의성이 있는 것으로 나타났다. 동 결과는 표 1-42에서와 같이 pH 5.27의 약산성 물질인 cista는 3.71%의 낮은 산도와 0.0025%의 IC50의 높은 항산화력, mixed competitive 저해형식으로 갈변저해력을 갖는 것으로 분석되었으나, 표 1-42의 결과에서는 cista에 의한 갈변저해효과는 주로 항산화 작용에 의한 것으로 이해되어졌다.

표 1-42. Cista 추출액으로 처리한 박피절단 감자의 갈변특성 인자간 상관관계

	색도 L	색도 a	색도 b	Delta E	Chroma value	a/b	PPO inhibition (%)	PPO IC50(%)	DPPH (%)	DPPH IC50(%)	Chelating IC50(%)	Phenol	pH	Acidity
색도 L	1	-0.898**	0.132	0.266	0.197	-0.849**	-0.224	0.708*	0.207	-0.575	-0.764*	0.461	-0.27	0.196
색도 a	-0.898**	1	0.151	-0.225	-0.22	0.954**	-0.025	-0.682	0.082	0.783*	0.479	-0.555	-0.004	0.092
색도 b	0.132	-0.151	1	0.448	0.997**	0.145	-0.085	0.214	-0.347	-0.17	-0.082	0.189	0.021	-0.388
Delta E	0.266	-0.225	0.448	1	0.46	-0.099	-0.514	0.05	0.119	-0.584	-0.4	0.643	-0.429	0.075
Chroma value	0.97	-0.22	0.997**	0.46	1	0.076	-0.086	0.261	-0.344	-0.221	-0.12	0.227	0.016	-0.385
a/b	-0.849**	0.954**	0.145	-0.99	0.076	1	-0.034	-0.593	-0.032	0.738*	0.449	-0.494	0.017	-0.034
PPO inhibition(%)	-0.224	-0.025	-0.085	-0.514	-0.086	-0.034	1	0.35	-0.873**	-0.05	0.681	0.185	0.990**	-0.847**
PPO IC50(%)	0.708*	-0.682	0.214	0.05	0.261	-0.593	0.35	1	-0.344	-0.517	-0.424	0.535	0.307	-0.345
DPPH (%)	0.207	0.082	-0.347	0.119	-0.344	-0.032	-0.873**	-0.344	1	0.252	-0.658	-0.394	-0.929**	0.999**
DPPH IC50(%)	-0.575	0.783*	-0.17	-0.584	-0.221	0.738*	-0.05	-0.517	0.252	1	0.27	-0.806*	-0.08	0.273
Chelating IC50(%)	-0.764*	0.479	-0.082	-0.4	-0.12	0.449	0.681	-0.424	-0.658	0.27	1	-0.146	0.730*	-0.64
Phenol	0.461	-0.555	0.189	0.643	0.227	-0.494	0.185	0.535	-0.394	-0.806*	-0.146	1	0.222	-0.413
pH	-0.27	-0.004	0.021	-0.429	0.016	0.017	0.990**	0.307	-0.929**	-0.08	0.730*	0.222	1	-0.908**
Acidity	0.196	0.092	-0.388	0.075	-0.385	-0.034	-0.847**	-0.345	0.999**	0.273	-0.64	-0.413	-0.908**	1

** . 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의합니다.

* . 상관계수는 0.05수준(양쪽)에서 유의합니다.

나) Byc의 갈변억제효과

(1) Byc추출액에 의한 갈변억제 처리기술 연구

Byc추출액의 갈변억제효과를 확인하기 위하여 농산물 중 갈변작용이 왕성하게 발생하는 품목 중 절단사과에 대한 적용실험을 수행하였다. 세척한 사과를 야채절단기(RG-100, Halldé, Sweden)에 넣고 슬라이스 형태로 절단하였다. 사과 슬라이스는 예비실험을 통하여 Byc의 색이 박피절단사과에 침착하지 않는 농도인 0.5% 이하의 농도인 0.01~0.5%로 조정된 추출액에 2분간 침지 후 자연탈수한 다음 LDPE 필름포장하여 5°C의 저온저장고에 보관하면서 표면색 및 관능적인 표면색 변화를 조사하였으며, 대조구로서는 증류수에 동일하게 침지한 것을 사용하였다.

표 1-43은 Byc 추출액의 농도별 처리된 박피절단사과의 저장 중 표면색 특성별 변화를 나타낸 결과이다.

Hunter L-value는 전반적인 감소경향이였다. 대조구는 저장 2일까지는 감소폭이 가장 높았으나 저장 3일후부터는 건조작용으로 과육 중의 전분이 유출되어 명도의 감소가 저하되는 현상을 보였다. 농도별 명도는 0.05%의 농도에서 가장 높게 유지되었으나 종료 4일경에는 모든 처리구에서 표준편차 범위 내에서 유의성이 없는 것으로 나타났다.

Hunter a 및 b-value는 적색도 및 황색도의 변화로써, 일반적으로 갈변이 진행됨에 따라 이 두 변수의 증가폭이 두드리는 현상을 보이게 된다. 본 실험결과 농도구간별 변화폭이 일정하지 않아 해석의 어려움이 있었다. 따라서 L, a b값의 종합해석치인 delta E와, a 및 b값의 변화를 종합해석하는 chroma value 및 a/b값으로 분석하고자 하였다.

Delta E value는 초기 표면색에 대한 변화정도를 나타내는 종합적 색의 차이를 나타내는 지표로서, 저장기간 동안 가장 변화가 적은 농도는 0.05%이었다. 또한 저장 3일 동안 추출액의 농도별 chroma value와 a/b value 변화는 0.1%농도에서 색의 변화가 가장 낮게 나타났으며, 그 다음으로는 0.05%인 것으로 조사되었다.

이상의 결과로부터, 갈변특성의 직접적인 품질평가인자인 적색도 및 황색도를 종합적으로 판단할 수 있는 chroma value와 a/b값의 변화에서 가장 안정한 상태를 나타낸 농도는 0.1%의 Byc 농도와 0.05%농도에서 저장 3일 동안 갈변억제효과가 있는 것으로 인지되었다. 이는 대조구의 상품성 유지기간이 1일 이내인 결과에 비추어 볼 때 상업적 활용가능성은 어느 정도 있는 것으로 판단되었다. 그러나 Byc 추출액의 농도가 0.1%이상의 농도에서는 색소의 침착으로 인하여 변색이 촉진되는 결과를 초래하므로 회피하는 것이 바람직한 것으로 사료되었다.








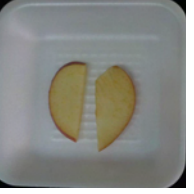






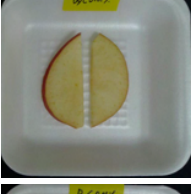



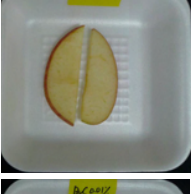

















(2) Byc추출액의 이화학적 품질특성과 갈변저해특성간의 상관관계 (Table 1-43)

0.1%의 Byc 처리한 사과 슬라이스의 저장수명한계치로 판단한 3일차 품질특성치와 0.1%농도에서의 Byc 갈변관련품질특성치의 상관관계를 PSS program을 사용하여 Pearson correlation coefficient로 두 개의 변수간에 관련성을 구하였다.

Byc의 갈변저해력은 phenol함량, pH 및 적정산도와 0.90이상의 높은 상관성이 0.05%의 유의적인 차이에서 인식되었으며, chelating capacity와는 약 0.90의 값으로 타 천연소재에 비하여

높은 상관성이 있는 것으로 나타났다.

Fig. 1-39. Byc 추출액의 농도별 처리된 사과슬라이스의 저장 중 표면색 변화

	1day	2day	3day	4day
Control				
				
				
0.01%				
				
				
0.05%				
				
				


















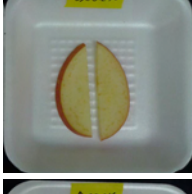












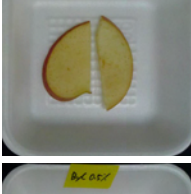





	1day	2day	3day	4day
0.1%				
				
				
0.2%				
				
				
0.5%				
				
				

표 1-43. Byc추출액을 처리한 사과슬라이스의 갈변특성 인자간 상관관계

	색도 L	색도 a	색도 b	Delta E	Chroma value	a/b	PPO inhibition (%)	PPO IC50(%)	DPPH (%)	DPPH IC50(%)	Chelating (%)	Chelating IC50(%)	Phenol	pH	Acidity
색도 L	1	-0.517	-0.025	-0.881*	-0.012	-0.414	0.194	0.327	0.157	-0.43	0.009	0.414	0.109	0.354	0.336
색도 a	-0.517	1	0.034	0.481	0.006	0.856**	-0.107	-0.038	-0.783**	0.087	0.062	-0.077	-0.09	-0.131	-0.129
색도 b	-0.025	0.034	1	0.307	1**	0.543	-0.17	-0.094	0.363	0.173	0.082	-0.158	-0.135	-0.222	-0.217
Delta E	-0.881*	0.481	0.307	1	0.295	0.526	-0.313	-0.175	-0.07	0.321	0.15	-0.293	-0.249	-0.411	-0.402
Chroma value	-0.012	0.006	1**	0.295	1	0.519	-0.166	-0.094	0.385	0.171	0.079	-0.157	-0.131	-0.218	-0.213
a/b	-0.414	0.856**	0.543	0.526	0.519	1	-0.173	-0.059	-0.473	0.137	0.101	-0.122	-0.145	-0.209	-0.207
PPO inhibition (%)	0.194	-0.107	-0.17	-0.313	-0.166	-0.173	1	-0.335	0	-0.076	-0.898**	-0.014	0.981**	0.903**	0.927**
PPO IC50(%)	0.327	-0.038	-0.094	-0.175	-0.094	-0.059	-0.335	1	0	-0.914**	0.716**	0.947**	-0.514	0.101	0.043
DPPH (%)	0.157	-0.783*	0.363	-0.07	0.385	-0.473	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DPPH IC50(%)	-0.43	0.087	0.173	0.321	0.171	0.137	-0.076	-0.914**	0	1	-0.37	-0.996**	0.121	-0.497	-0.445
Chelating (%)	0.009	0.062	0.082	0.15	0.079	0.101	-0.898**	0.716**	0	-0.37	1	0.453	-0.967*	-0.622*	-0.667*
Chelating IC50(%)	0.414	-0.077	-0.158	-0.293	-0.157	-0.122	-0.014	0.947**	0	-0.996**	0.453	1	-0.21	0.416	0.362
Phenol	0.109	-0.09	-0.135	-0.249	-0.131	-0.145	0.981**	-0.514	0	0.121	-0.967**	-0.21	1	0.801*	0.835**
pH	0.354	-0.131	-0.222	-0.411	-0.218	-0.209	0.903**	0.101	0	-0.497	-0.622*	0.416	0.801*	1	0.998**
Acidity	0.336	-0.129	-0.217	-0.402	-0.213	-0.207	0.927**	0.043	0	-0.445	-0.667*	0.362	0.835**	0.998**	1

** . 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의합니다.

* . 상관계수는 0.05수준(양쪽)에서 유의합니다.

다) Gal의 갈변억제효과

(1) Gal 추출액에 의한 갈변억제 처리기술 연구

Gal 추출액의 갈변억제효과를 확인하기 위하여 농산물 중 갈변작용이 왕성하게 발생하는 품목 중 절단사과에 대한 적용실험을 수행하였다. 세척한 사과를 야채절단기(RG-100, Halde, Sweden)에 넣고 슬라이스 형태로 절단하였다. 사과 슬라이스는 예비실험을 통하여 Gal의 색이 박피절단사과에 침착하지 않는 농도인 0.5% 이하의 농도인 0.01~0.5%로 조정된 추출액에 2분간 침지 후 자연탈수한 다음 LDPE 필름포장하여 5°C의 저온저장고에 보관하면서 표면색 및 관능적인 표면색 변화를 조사하였으며, 대조구로서는 증류수에 동일하게 침지한 것을 사용하였다.

표 1-44은 Gal 추출액의 농도별 처리된 박피절단사과의 저장 중 표면색 특성별 변화를 나타낸 결과이다.

Hunter L-value는 농도에 관계없이 저장기간 동안 전반적인 감소경향을 나타내었다. 저장 1일까지는 대조구의 감소폭이 가장 높았으나 저장 3일후부터는 과육 중의 전분유출로 인한 명도의 감소가 저하되는 현상을 보이고 있었다. Gal의 농도별 명도감소는 0.05%의 농도에서 가장 낮았으며, 그 다음으로는 0.01%와 0.1%의 농도구가 명도의 감소폭이 작게 나타났다. 적색도를 나타내는 Hunter a-value에서는 대조구의 증가폭이 가장 높았고 0.05%농도에서 가장 작게 나타났다. 황색도의 변화지표인 Hunter b-value는 저장기간 중 0.01%농도에서 가장 작았으며 그 다음으로는 0.05% 농도구였다. 이 두 구간의 황색도 차이는 저장 3일 후부터는 표준편차 범위 내에서 차이가 인식되지 않았다.

Hunter L, a 및 b-value의 종합색차를 나타내는 지표인 delta E value는 저장기간 동안 0.05%농도에서 가장 차이가 없는 안정된 수준을 나타내었고 그 다음으로는 0.1%처리구로 조사되었다. 또한 Hunter a 및 b-value의 종합평가 지수인 chroma value와 a/b값은 4일간의 저장기간 동안 0.01%가 가장 안정되었고 그 다음으로는 0.05% 처리구로 나타났다. 그러나 초기값의 차이를 고려할 경우에는 농도 0.05%에서의 증가폭이 농도 0.01%보다 낮음을 알 수 있었다.

이상의 결과로부터, 적색도 및 황색도의 변화에서 가장 안정한 상태를 나타낸 0.05%농도의 Gal처리가 갈변저해에 가장 우수한 효과를 나타내는 것으로 판단되었다. 상품성 유지기간은 대조구의 경우 저장 1일 내에 갈변으로 상품성을 소실한 반면 0.05%의 Gal농도로 처리한 사과는 3일까지 갈변현상을 인지할 수 없었으며 저장 4일부터 미소한 갈변현상이 나타나는 것으로 판단되었다.






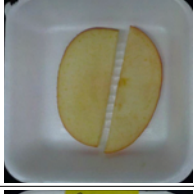














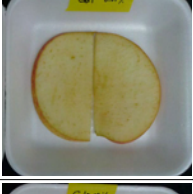















(2) Gal추출액의 이화학적 품질특성과 갈변저해특성간의 상관관계 (Table 1-44)

0.1%의 Gal로 처리한 박피절단사과의 저장수명한계치로 판단한 저장 3일차 사과의 품질특성치와 0.1%농도에서의 Gal 갈변관련품질특성치의 상관관계를 SPSS program을 사용하여 Pearson correlation coefficient로 두 개의 변수간에 관련성을 구하였다.

Gal의 갈변저해력은 PPO 저해력에 대한 IC₅₀, DPPH의 IC₅₀, pH 및 적정산도와 0.9이상의 높은 상관성이 0.05%의 유의적인 차이에서 인식되었으며, chelating capacity와 chelation의 IC₅₀

과는 약 0.74와 0.72의 상관관계가 0.05%수준에서 있었으며, phenol함량과는 0.64의 비교적 낮은 상관성이 있는 것으로 나타났다.

Fig. 1-40. Gal 추출액의 농도별 처리된 사과슬라이스의 저장 중 표면색 변화

	1day	2day	3day	4day
Control	  	  	  	  
0.01%	  	  	  	  
0.05%	  	  	  	  

	1day	2day	3day	4day
0.1%				
				
				
0.2%				
				
				
0.5%				
				
				

표 1-44. Gal 추출액을 처리한 사과슬라이스의 갈변특성 인자간 상관관계

	색도 L	색도 a	색도 b	Delta E	Chroma value	a/b	PPO inhibition(%)	PPO IC50(%)	DPPH (%)	DPPH IC50(%)	Chelating (%)	Chelating IC50(%)	Phenol	pH	Acidity
색도 L	1	-0.648*	-0.392	-0.319	-0.353	-0.694*	0.271	0	0.121	0.18	0.36	-0.36	0.356	0.325	0.191
색도 a	-0.648*	1	0.242	0.283	0.177	0.959**	-0.531	0.513	0.067	-0.495	-0.408	0.397	-0.359	-0.517	-0.502
색도 b	-0.392	0.242	1	0.726**	0.998**	0.505	0.164	-0.128	0.159	0.108	0.22	-0.22	0.218	0.198	0.115
Delta E	-0.319	0.283	0.726**	1	0.718**	0.457	0.089	-0.041	0.125	0.016	0.209	-0.212	0.22	0.144	0.024
Chroma value	-0.353	0.177	0.998**	0.718**	1	0.447	0.203	-0.165	-0.165	0.143	0.252	-0.251	0.247	0.236	0.15
a/b	-0.694*	0.959**	0.505	0.457	0.447	1	-0.43	0.423	0.115	-0.412	-0.307	0.298	-0.265	-0.409	-0.416
PPO inhibition (%)	0.271	-0.531	0.164	0.089	0.203	-0.43	1	-0.976**	0	0.946**	0.739**	-0.718**	0.644*	0.962**	0.957**
PPO IC50(%)	-0.213	0.513	-0.128	-0.041	-0.165	0.423	-0.976**	1	0	-0.994**	-0.575	0.55	-0.463	-0.880**	-0.997**
DPPH (%)	0.121	0.067	0.159	0.125	0.157	0.115	0	0	1	0	0	0	0	0	0
DPPH IC50(%)	0.18	-0.495	0.108	0.016	0.143	-0.412	0.946**	-0.994**	0	1	0.482	-0.455	0.363	0.822**	0.999**
Chelating (%)	0.36	-0.408	0.22	0.209	0.252	-0.307	0.739**	-0.575	0	0.482	1	-1**	0.991**	0.895**	0.513
Chelating IC50(%)	-0.36	0.397	-0.22	-0.212	-0.251	0.298	-0.718**	0.55	0	-0.455	-1**	1	-0.995**	-0.881**	-0.487
Phenol	0.356	-0.359	0.218	0.22	0.247	-0.265	0.644*	-0.463	0	0.363	0.991**	-0.995**	1	0.829**	0.396
pH	0.325	-0.517	0.198	0.144	0.236	-0.409	0.962**	-0.880**	0	0.822**	0.895**	-0.881**	0.829**	1	0.842**
Acidity	0.191	-0.502	0.115	0.024	0.15	-0.416	0.957**	-0.997**	0	0.999**	0.513	-0.487	0.396	0.842**	1

** . 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의합니다.

* . 상관계수는 0.05수준(양쪽)에서 유의합니다.

라) 기타 추출물

(1) 산약초 추출액에 의한 갈변억제 처리기술 연구

예비 선발된 1-6, 2-9, 2-13, 4-15 및 4-27 추출물의 농도 및 처리시간은 '나) 박피절단 감자의 적용효과에 따른 갈변억제제 선발'에서 결정된 처리농도 및 시간을 준수하였다.

(2) 산약초 추출액의 이화학적 품질특성과 갈변저해특성간의 상관관계

예비 선발된 1-6, 2-9, 2-13, 4-15 및 4-27 추출물을 0.1%의 농도로 처리한 박피절단감자의 저장 3일 후 갈변관련 품질지표 간의 상관관계를 SPSS program을 사용하여 Pearson correlation coefficient로 구한 결과는 표 1-45 ~ 1-49과 같다.

표 1-45에 나타난 추출물 1-6의 갈변저해력은 DPPH radical 소거능, phenol함량, chelating capacity 및 산도와 1%수준에서의 높은 유의성이 인식되어, 항산화력과 chelating capacity에 의한 항갈변 작용물질로 추정되어졌다. 전술한 표 0-000에서와 같이 1-6은 0.1%의 농도에서 산도가 약 0.77%로서 높지 않고 phenol함량 또한 708.69%로 우수한 편이지만, DPPH radical 소거능(IC₅₀)은 0.0287%로 매우 강력한 항산화물질로서 갈변저해작용을 나타내는 것으로 해석될 수 있었다.

표 1-46의 추출물 2-9는 total phenol함량과 상관계수가 0.999로 매우 높을 뿐만 아니라 0.1% 농도에서 DPPH radical 소거능으로 나타나는 항산화력과 거의 일치하는 경향으로 나타났따 따라서 2-9의 갈변저해작용은 phenol성분에 의한 항산화물질로 판명할 수 있었다. 특히 2-9의 DPPH radical 소거능(IC₅₀)은 0.0077%로 1-6보다 우수한 항산화작용을 나타내었다.

추출물 2-13은 표 1-47에서와 같이 박피절단감자의 표면색 밝기와 표면색차와의 1%수준에서 유의성이 인식되어졌으나, 기타 다른 항갈변성분과의 유의성은 인식되지 않았다. 그러나 DPPH radical 소거능에 대한 IC₅₀값으로 대표되는 항산화력과 0.944의 높은 상관성을 나타내고 있어, 동 물질도 항산화 작용에 의한 갈변저해물질로서 판단되었다. 그러나 2-13은 0.3976%의 DPPH radical 소거능(IC₅₀)으로 항산화효과는 높지 않은 물질이었다.

표 1-48에 나타난 추출물 4-15는 본 연구에서 조사한 항갈변 성분과의 유의성은 인식되지 않았다. 그러나 Hunter color의 적색도와 황색도의 변화를 나타내는 chroma value와의 상관계수가 0.988로 매우 높았으며, chelating capacity에 대한 IC₅₀값과도 0.977의 매우 높은 상관성을 보여주었으나, IC₅₀으로 나타난 chelating capacity는 2.6376%로 높지 않았다.

Hunter color의 적색도와 유의성은 없으나 상관계수가 0.987의 매우 높게 나타난 표 1-49의 추출물 4-27은 갈변관련 품질인자 중에서 pH와 5% 수준에서만 유의성이 인식되었으며, 상관계수는 0.998로 매우 높게 나타났다. 전술한 표 1-49에서와 같이 4-27은 pH 3.99±0.44로 강산성 물질로서, DPPH radical 소거능이 IC₅₀= 0.0194%로 우수한 항산화작용을 지니며, 0.5051%(IC₅₀)의 우수한 PPO 활성저해력을 나타내는 물질이었다.

표 1-45. 추출액 1-6을 처리한 박피절단 감자의 갈변특성 인자간 상관관계

	색도 L	색도 a	색도 b	Delta E	Chroma value	a/b	PPO Inhibition(%)	PPO IC50(%)	DPPH (%)	DPPH IC50(%)	Chelating (%)	Chelating IC50(%)	Phenol	pH	Acidity
색도 L	1	-.545	-.071	-.044	-.642*	-.602*	-.104	-.472	.448	-.114	-.540	.147	-.281	-.490	-.352
색도 a	-.545	1	-.527	-.562	.348	.989**	-.372	.511	-.525	-.365	.212	-.512	.546	.081	.548
색도 b	-.071	-.527	1	.999**	.180	-.397	.165	-.191	.198	.163	-.059	.210	-.217	-.005	-.214
Delta E	-.044	-.562	.999**	1	.157	-.435	.181	-.209	.217	.178	-.065	.231	-.238	-.006	-.235
Chroma value	-.642*	.348	.180	.157	1	.420	.204	.510	-.478	.216	.654*	-.093	.258	.616*	.349
a/b	-.602*	.989**	-.397	-.435	.420	1	-.362	.528	-.540	-.354	.236	-.512	.552	.104	.559
PPO Inhibition(%)	-.104	-.372	.165	.181	.204	-.362	1	-.362	.431	1.000**	.416	.898**	-.754**	.628*	-.643*
PPO IC50(%)	-.472	.511	-.191	-.209	.510	.528	-.362	1	-.997**	-.345	.696*	-.735**	.886**	.498	.947**
DPPH	.448	-.525	.198	.217	-.478	-.540	.431	-.997**	1	.414	-.641*	.784**	-.918**	-.432	-.968*
DPPH IC50(%)	-.114	-.365	.163	.178	.216	-.354	1.000**	-.345	.414	1	.434	.890**	-.741**	.642*	-.628*
Chelating (%)	-.540	.212	-.059	-.065	.654*	.236	.416	.696*	-.641*	.434	1	-.026	.283	.969**	.429
Chelating IC50(%)	.147	-.512	.210	.231	-.093	-.512	.898**	-.735**	.784**	.890**	-.026	1	-.966**	.221	-.914*
Phenol	-.281	.546	-.217	-.238	.258	.552	-.754**	.886**	-.918**	-.741**	.283	-.966**	1	.038	.988**
pH	-.490	.081	-.005	-.006	.616*	.104	.628*	.498	-.432	.642*	.969**	.221	.038	1	.193
Acidity	-.352	.548	-.214	-.235	.349	.559	-.643*	.947**	-.968**	-.628*	.429	-.914**	.988**	.193	1

*. 상관계수는 0.05 수준(양쪽)에서 유의합니다.

**.. 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의합니다.

표 1-46. 추출액 2-9를 처리한 박피절단 감자의 갈변특성 인자간 상관관계

	색도 L	색도 a	색도 b	Delta E	Chroma value	a/b	PPO Inhibition(%)	PPO IC50(%)	DPPH (%)	DPPH IC50(%)	Chelating (%)	Chelating IC50(%)	Phenol	pH	Acidity
색도 L	1	-.542	.393	.415	-.406	-.490	.260	.695	-.711	.867	.804	-.309	-.730	-.121	.196
색도 a	-.542	1	-.363	-.427	.218	.987**	-.657*	.125	-.148	.993	1.000**	-.817	-.174	.498	.744
색도 b	.393	-.363	1	.997**	.481	-.213	.170	.996	-.994	.156	.041	.547	-.990	-.849	-.641
Delta E	.415	-.427	.997**	1	.459	-.282	.219	.966	-.960	-.014	-.129	.681	-.953	-.926	-.761
Chroma value	-.406	.218	.481	.459	1	.299	-.048	.861	-.849	-.284	-.392	.853	-.835	-.994	-.908
a/b	-.490	.987**	-.213	-.282	.299	1	-.671*	.194	-.216	.999*	.998*	-.775	-.242	.437	.696
PPO Inhibition(%)	.260	-.657*	.170	.219	-.048	-.671*	1	-.691	.707	-.869	-.807	.314	.726	.115	-.201
PPO IC50(%)	.695	.125	.996	.966	.861	.194	-.691	1	-1.000*	.243	.130	.470	-.999*	-.798	-.569
DPPH	-.711	-.148	-.994	-.960	-.849	-.216	.707	-1.000*	1	-.266	-.153	-.449	1.000*	.784	.550
DPPH IC50(%)	.867	.993	.156	-.014	-.284	.999*	-.869	.243	-.266	1	.993	-.742	-.291	.391	.659
Chelating (%)	.804	1.000**	.041	-.129	-.392	.998*	-.807	.130	-.153	.993	1	-.814	-.179	.494	.741
Chelating IC50(%)	-.309	-.817	.547	.681	.853	-.775	.314	.470	-.449	-.742	-.814	1	-.425	-.907	-.993
Phenol	-.730	-.174	-.990	-.953	-.835	-.242	.726	-.999*	1.000*	-.291	-.179	-.425	1	.767	.528
pH	-.121	.498	-.849	-.926	-.994	.437	.115	-.798	.784	.391	.494	-.907	.767	1	.950
Acidity	.196	.744	-.641	-.761	-.908	.696	-.201	-.569	.550	.659	.741	-.993	.528	.950	1

*. 상관계수는 0.05 수준(양쪽)에서 유의합니다.

**.. 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의합니다.

표 1-47. 추출액 2-13을 처리한 박피절단 감자의 갈변특성 인자간 상관관계

	색도 L	색도 a	색도 b	Delta E	Chroma value	a/b	PPO Inhibition(%)	PPO IC50(%)	DPPH (%)	DPPH IC50(%)	Phenol	pH	Acidity
색도 L	1	-.441	.241	.253	-.551	-.433	.801**	.745**	.903	.318	.963	-.963	.714
색도 a	-.441	1	-.518	-.552	.621*	.981**	-.539	-.456	-.945	-.891	-.500	.500	-1.000**
색도 b	.241	-.518	1	.999**	-.198	-.344	.571	.361	.900	.938	.395	-.395	.993
Delta E	.253	-.552	.999**	1	-.221	-.382	.580*	.372	.904	.935	.403	-.403	.994
Chroma value	-.551	.621*	-.198	-.221	1	.641*	-.545	-.359	-.993	-.605	-.826	.826	-.901
a/b	-.433	.981**	-.344	-.382	.641*	1	-.466	-.420	-.951	-.882	-.517	.517	-1.000*
PPO Inhibition(%)	.801**	-.539	.571	.580*	-.545	-.466	1	.897**	.893	.944	.380	-.380	.991
PPO IC50(%)	.745**	-.456	.361	.372	-.359	-.420	.897**	1	.602	.993	-.068	.068	.830
DPPH	.903	-.945	.900	.904	-.993	-.951	.893	.602	1	.694	.755	-.755	.945
DPPH IC50(%)	.318	-.891	.938	.935	-.605	-.882	.944	.993	.694	1	.052	-.052	.891
Phenol	.963	-.500	.395	.403	-.826	-.517	.380	-.068	.755	.052	1	-1.000**	.500
pH	-.963	.500	-.395	-.403	.826	.517	-.380	.068	-.755	-.052	-1.000**	1	-.500
Acidity	.714	-1.000**	.993	.994	-.901	-1.000*	.991	.830	.945	.891	.500	-.500	1

*. 상관계수는 0.05 수준(양쪽)에서 유의합니다.

**.. 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의합니다.

표 1-48. 추출액 4-15를 처리한 박피절단 감자의 갈변특성 인자간 상관관계

	색도 L	색도 a	색도 b	Delta E	Chroma value	a/b	PPO Inhibition(%)	PPO IC50(%)	DPPH (%)	DPPH IC50(%)	Chelating (%)	Chelating IC50(%)	Phenol	pH	Acidity
색도 L	1	.206	.273	.242	-.478	.248	.460	-.452	.921	-.649	-.832	.253	.998*	.556	-.438
색도 a	.206	1	-.670*	-.717**	.556	.998**	-.528	.535	.135	-.986	.052	-.702	.562	.999*	-.997
색도 b	.273	-.670*	1	.998**	-.693*	-.632*	.195	-.187	.776	-.835	-.645	-.026	.976	.765	-.671
Delta E	.242	-.717**	.998**	1	-.698*	-.681*	.237	-.229	.802	-.810	-.677	.018	.984	.737	-.638
Chroma value	-.478	.556	-.693*	-.698*	1	.534	-.989	.988	-.855	-.239	.936	-.933	-.534	.350	-.474
a/b	.248	.998**	-.632*	-.681*	.534	1	-.401	.409	.276	-1.000*	-.092	-.593	.675	.996	-.974
PPO Inhibition(%)	.460	-.528	.195	.237	-.989	-.401	1	-1.000**	.770	.377	-.875	.975	.406	-.482	.596
PPO IC50(%)	-.452	.535	-.187	-.229	.988	.409	-1.000**	1	-.765	-.385	.871	-.977	-.398	.490	-.603
DPPH	.921	.135	.776	.802	-.855	.276	.770	-.765	1	-.300	-.983	.611	.895	.188	-.052
DPPH IC50(%)	-.649	-.986	-.835	-.810	-.239	-1.000*	.377	-.385	-.300	1	.118	.572	-.693	-.993	.968
Chelating (%)	-.832	.052	-.645	-.677	.936	-.092	-.875	.871	-.983	.118	1	-.748	-.797	-.002	-.134
Chelating IC50(%)	.253	-.702	-.026	.018	-.933	-.593	.975	-.977	.611	.572	-.748	1	.195	-.663	.758
Phenol	.998*	.562	.976	.984	-.534	.675	.406	-.398	.895	-.693	-.797	.195	1	.605	-.491
pH	.556	.999*	.765	.737	.350	.996	-.482	.490	.188	-.993	-.002	-.663	.605	1	-.991
Acidity	-.438	-.997	-.671	-.638	-.474	-.974	.596	-.603	-.052	.968	-.134	.758	-.491	-.991	1

*. 상관계수는 0.05 수준(양쪽)에서 유의합니다.

**. 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의합니다.

표 1-49. 추출액 4-27을 처리한 박피절단 감자의 갈변특성 인자간 상관관계

	색도 L	색도 a	색도 b	Delta E	Chrom a value	a/b	PPO Inhibition(%)	PPO IC50(%)	DPP H (%)	DPPH IC50(%)	Chelating (%)	Chelating IC50(%)	Phenol	pH	Acidity
색도 L	1	-.351	.227	.239	-.296	-.145	.747	.830	-.994	.980	.432	-.193	-.866	-.865	-.021
색도 a	-.351	1	-.363	-.402	.600*	.616*	.094	.987	-.655	.583	.931	-.810	-.292	-.975	-.697
색도 b	.227	-.363	1	.999**	-.616*	.510	.771	-.425	-.257	.344	-.825	.940	-.626	.365	.985
Delta E	.239	-.402	.999**	1	-.632*	.473	.725	-.486	-.189	.278	-.862	.962	-.571	.428	.995
Chroma value	-.296	.600*	-.616*	-.632*	1	.023	-.876	.248	.433	-.513	.705	-.860	.761	-.184	-.935
a/b	-.145	.616*	.510	.473	.023	1	.644	.901	-.969	.942	.557	-.332	-.785	-.928	-.164
PPO Inhibition(%)	.747	.094	.771	.725	-.876	.644	1	.250	-.814	.863	-.276	.508	-.979	-.312	.649
PPO IC50(%)	.830	.987	-.425	-.486	.248	.901	.250	1	-.766	.704	.862	-.707	-.440	-.998*	-.575
DPPH	-.994	-.655	-.257	-.189	.433	-.969	-.814	-.766	1	-.996	-.334	.087	.914	.806	-.086
DPPH IC50(%)	.980	.583	.344	.278	-.513	.942	.863	.704	-.996	1	.246	.004	-.947	-.749	.176
Chelating (%)	.432	.931	-.825	-.862	.705	.557	-.276	.862	-.334	.246	1	-.968	.077	-.827	-.911
Chelating IC50(%)	-.193	-.810	.940	.962	-.860	-.332	.508	-.707	.087	.004	-.968	1	-.324	.660	.985
Phenol	-.866	-.292	-.626	-.571	.761	-.785	-.979	-.440	.914	-.947	.077	-.324	1	.497	-.482
pH	-.865	-.975	.365	.428	-.184	-.928	-.312	-.998*	.806	-.749	-.827	.660	.497	1	.520
Acidity	-.021	-.697	.985	.995	-.935	-.164	.649	-.575	-.086	.176	-.911	.985	-.482	.520	1

*. 상관계수는 0.05 수준(양쪽)에서 유의합니다.

**.. 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의합니다.

나. 천연물의 갈변억제인자 확인

1) 천연물의 갈변억제물질 확인

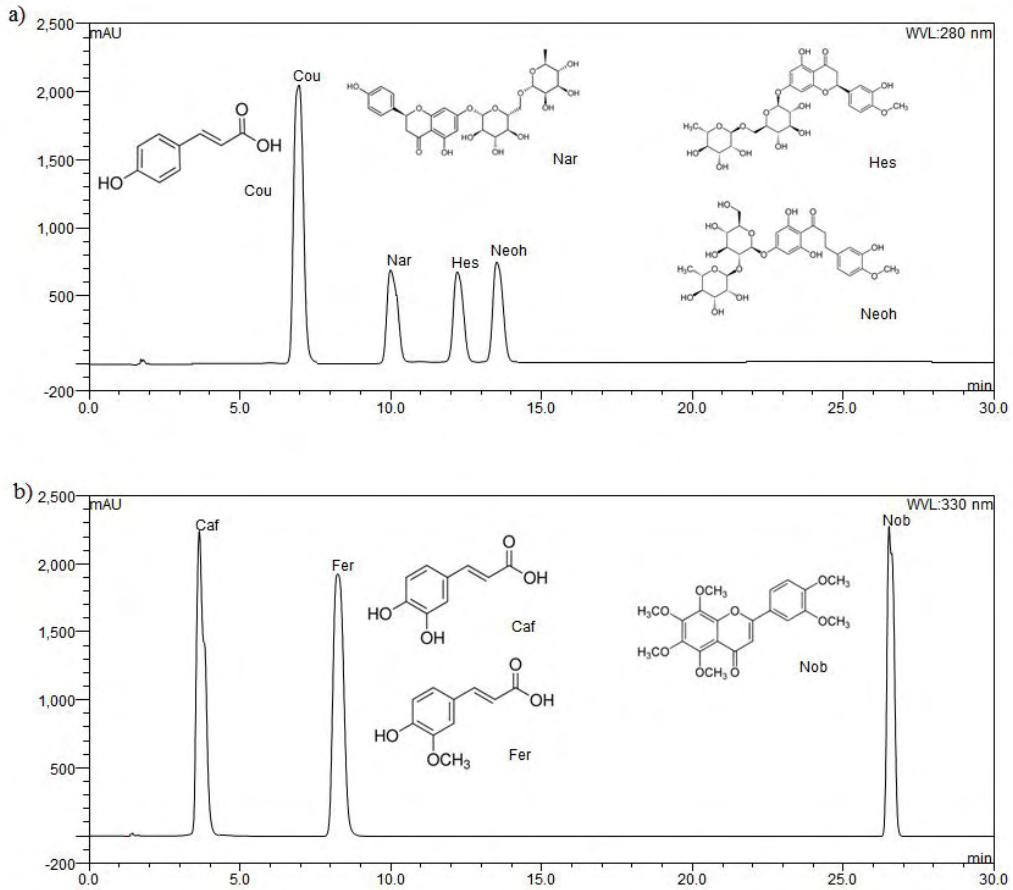


Fig. 1-41. HPLC chromatogram at (a) 280 nm and (b) 330 nm of phenolic and flavonoid compounds in citrus peel.

Cou: coumaric acid, Nar: narirutin, Hes: hesperidin, Neoh: neohesperidin, Caf: caffeic acid, Fer: ferulic acid, Nob: nobiletin.

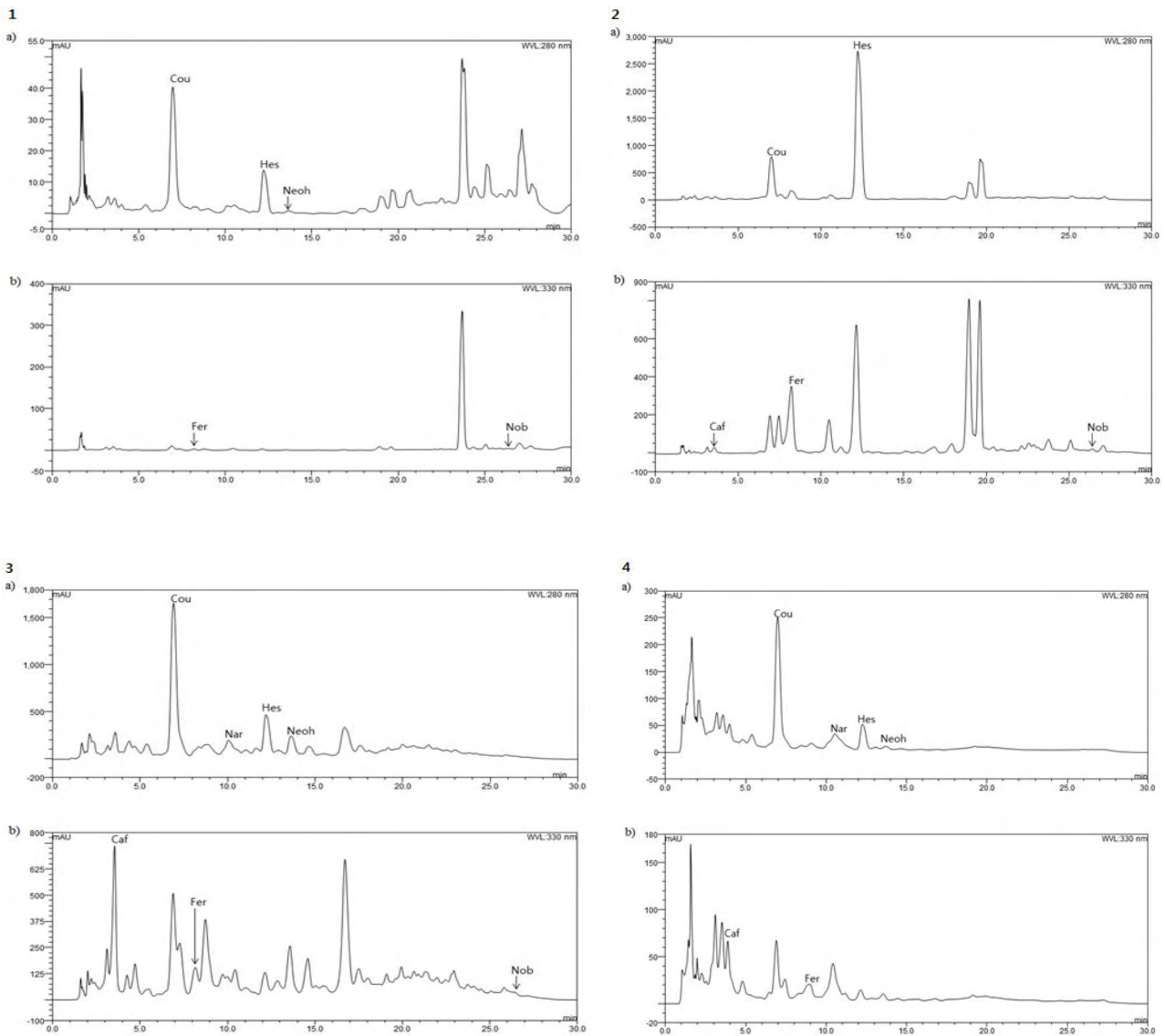


Fig. 1-42. HPLC chromatogram at (a) 280 nm and (b) 330 nm of the 1-hexane, 2-CHCl₃, 3-EtOAc, 4-Water fractions from 80% EtOH crude extract of lemon peel.

Cou: coumaric acid, Nar: narirutin, Hes: hesperidin, Neoh: neohesperidin, Caf: caffeic acid, Fer: ferulic acid..

2) 갈변억제물질 및 기질에 대한 PPO 저해활성

레몬과피에 다량 함유되어 있는 coumaric acid, caffeic acid, narirutin 등은 monophenol, diphenol로 tyrosinase 등의 PPO와 반응하는 기질로 작용하며, ferulic acid, hesperidin, neohesperidin, nobiletin 등은 PPO 저해활성이 있다고 보고되고 있다. 레몬과피 추출물에는 hesperidin이 가장 많은 함량을 보여 갈변저해효과를 확인하였으며 기질 중에서는 coumaric acid의 함량이 가장 높고, nobiletin이 가장 적었다 (Table 1-50). CHCl₃ 분획물은 갈변저해 물질 (219.23 mg/g)을, EtOAc 분획물에서는 기질(71.47 mg/g)을 가장 많이 함유하고 있는 것으로 측정되어 PPO 저해활성의 결과와 일치하였다.

Table 1-50. Enzymatic browning inhibitory factors contents of various fractions from 80% EtOH crude extract of lemon peel

	Hexane	CHCl ₃	EtOAc	Water	
Substrates ¹⁾ (mg/g)	Caf	ND ³⁾	0.97±0.17 ^b	16.35±0.90 ^a	1.52±0.06 ^b
	Cou	2.01±0.13 ^{d4)5)}	19.87±0.87 ^b	41.71±1.37 ^a	6.40±1.22 ^c
	Nar	2.10±0.04 ^c	ND	13.41±0.83 ^a	5.10±1.08 ^b
Total	4.84±0.21 ^d	20.51±0.70 ^b	71.47±2.82 ^a	12.51±1.84 ^c	
Inhibitors ²⁾ (mg/g)	Fer	1.93±0.00 ^c	10.71±0.24 ^a	4.55±0.13 ^b	2.29±0.13 ^c
	Hes	1.46±0.15 ^c	211.90±4.23 ^a	30.88±2.08 ^b	3.88±0.13 ^c
	Neoh	2.82±0.02 ^b	ND	14.08±0.31 ^a	3.03±0.06 ^b
	Nob	0.41±0.08 ^a	0.28±0.00 ^a	0.37±0.02 ^a	ND
Total	6.56±0.26 ^d	219.23±7.31 ^b	51.13±1.22 ^a	9.20±0.32 ^c	
Inhibitors / Substrates	1.61	10.69	0.72	0.74	

¹⁾ Caf: caffeic acid, Cou: coumaric acid, Nar: narirutin.

²⁾ Fer: ferulic acid, Hes: hesperidin, Neoh: neohesperidin, Nob: nobiletin.

³⁾ ND: Not detected.

⁴⁾ Each value represented mean ± SD (n=3).

⁵⁾ Values within each column followed by different letters are significantly different (p<0.01).

다. 발굴 천연물의 건조·저장 중 항갈변 활성변화

1) 건조방법에 따른 특성

가) 항산화 특성

재배 및 건조방법을 달리한 귤피의 항산화 활성을 비교한 결과는 Table 1-51와 같으며 생과피에 비해 건조과정을 거친 귤피의 활성이 높았고, 노지에서 재배한 귤피가 하우스 재배 귤피보다 우수한 활성을 보였다. 또한, 노지 재배의 경우 음건이, 하우스 재배의 경우 동결건조의 활성이 우수하였다.

Table 1-51. DPPH radical scavenging activity and copper chelating activity of *Citrus unshiu* peels by different cultivation and drying methods

Treatment		DPPH radical scavenging activity		Copper chelating activity	
cultivation	drying	0.1%	EC ₅₀ ¹⁾	0.1%	EC ₅₀
Fresh citrus peel		17.40±2.43	0.43±0.03	11.68±1.15	0.49±0.02
Outdoors	Freeze drying	19.47±1.65	0.40±0.02	23.14±1.45	0.25±0.00
	Air-drying in shade	29.81±2.07	0.21±0.00	25.75±1.91	0.22±0.01
House	Freeze drying	19.01±0.29	0.40±0.01	18.84±1.59	0.34±0.01
	Air-drying in shade	12.40±0.41	0.42±0.02	16.76±2.44	0.45±0.02
Ascorbic acid		101.12±0.43	0.00±0.00	32.47±1.73	0.17±0.00

¹⁾ EC₅₀ value is the term half maximal effective concentration. %.

나) 건조방법에 따른 이화학적 특성

재배 및 건조방법을 달리한 귤피의 총 페놀 및 플라보노이드 함량을 비교하였을 때, 노지 재배-음건 귤피에서 가장 높은 함량을 보였으나 그 외의 귤피들은 유사한 함량을 보였다 (Table 1-52).

Table 1-52. Total phenol and flavonoid contents of *Citrus unshiu* peels by different cultivation and drying methods

Treatment		Total phenol contents	Total flavonoid contents
Cultivation	Drying	(mg GAE/g)	(mg QE/g)
Fresh citrus peel		6.80±0.45 ¹⁾	2.45±0.07
Outdoors	Freeze drying	7.33±0.52	2.41±0.13
	Air-drying in shade	11.95±1.19	4.58±0.27
House	Freeze drying	6.71±0.69	2.21±0.15
	Air-drying in shade	6.60±0.62	2.33±0.11

¹⁾ Each value represented mean ± SD (n=3).

다) 건조방법이 다른 추출물을 적용한 사과슬라이스의 표면색 변화

재배 및 건조방법을 달리한 귤피를 적용한 사과 슬라이스의 외관과 색을 관찰한 결과, 전반적으로 무처리군 및 증류수 처리군보다 추출물 처리군에서 갈변저해효과가 있었으나, 5종류의 귤피 간의 큰 차이는 없었다 (Table 1-53). 전체적으로 0.1% 및 0.5% 농도에서 효과적인 갈변저해를 나타냈으나 시료의 농도가 높아질수록 사과 슬라이스가 변색되는 현상이 발생하여 ΔE값이 크게 증가하였으며 노지 재배 귤피에서 그 정도가 가장 컸다. 5종류의 추출물 처리군 중 하우스 재배-동결건조 귤피 추출물을 적용한 사과 슬라이스에서 미비하긴 하나 약간 더 효과적인 갈변저해를 보였다.

Table 1-53. Changes in Hunter L and ΔE value of apple slices added with *Citrus unshiu* peels by different cultivation and drying methods after 48 hours at room temperature

Treatment		Conc.(%)	0 hr	after 48 hr	
cultivation	drying		L	L	ΔE
Untreated			68.67±0.96	64.44±1.17	4.54±1.05
Distilled water			68.70±0.56	65.68±0.56	3.49±0.54
Fresh citrus peel		0.1	68.60±0.95	67.97±1.01	1.26±0.49
Outdoors	Freeze drying	0.1	69.29±0.68	67.05±0.65	2.59±0.81
	Air-drying in shade	0.1	70.92±0.93	69.97±1.08	1.85±0.92
House	Freeze drying	0.1	71.97±0.69	71.26±0.22	0.99±0.31
	Air-drying in shade	0.1	70.99±0.84	67.84±0.60	2.60±0.54
Ascorbic acid		0.1	71.08±0.81	70.93±0.56	1.35±0.31

¹⁾ Each value represented mean ± SD (n=3).

2) 저장방법에 따른 품질특성

가) 표면색 변화

위의 건조방법 중 갈변저해 및 항산화력이 높은 추출물을 사과슬라이스에 적용하고, 저장온도를 달리하며 표면색 변화를 관찰한 결과 15°C에 저장한 경우 저장 7일째 색 변화가 많이 일어난 반면, 4°C에 저장한 경우 저장 9일째까지 품질을 유지하였으며 천연소재 추출물을 적용한 경우 처리하지 않은 사과슬라이스에 비하여 색 변화가 매우 낮았다 (Fig. 1-43).

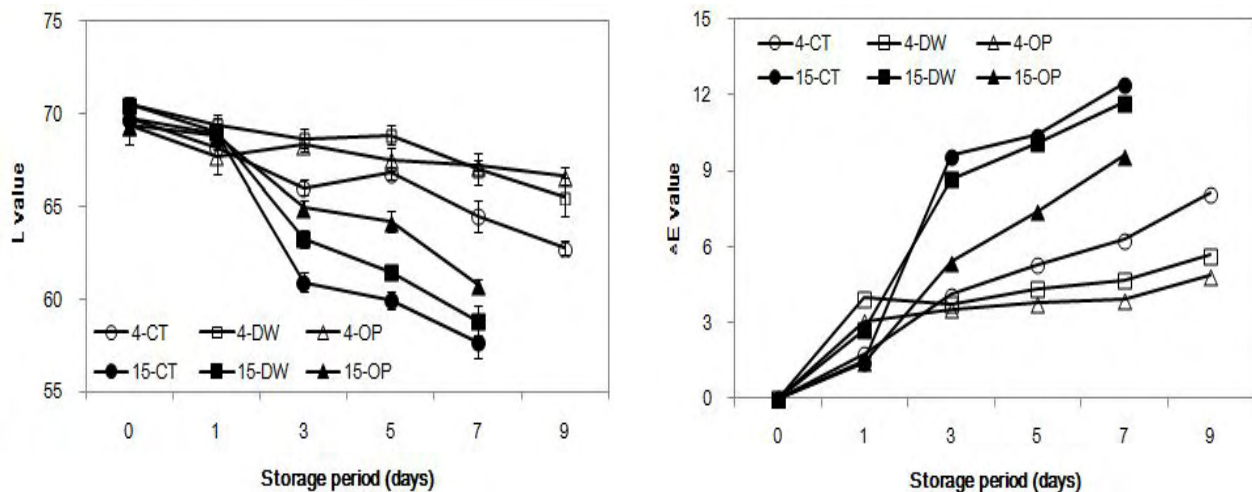


Fig. 1-43. Changes in the Hunter L and ΔE value of apple slices by antibrowning agents and different storage temperature

4°C-CT: storage at 4°C-control, 4°C-DW: storage at 4°C-distilled water, 4°C-OP: storage at 4°C-orange peel, 15°C-CT: storage at 15°C-control, 15°C-DW: storage at 15°C-distilled water, 15°C-OP: storage at 15°C-orange peel.

나) 품질특성

저장온도를 달리하며 천연소재 추출물을 적용한 사과슬라이스의 당도를 분석한 결과, 저장일이 경과함에 따라 감소하는 경향을 보였으며 15℃에 저장한 경우 4℃에 저장한 경우에 비하여 감소폭이 컸고, 천연소재 추출물을 처리한 사과슬라이스의 당도가 다른 처리구에 비하여 높았다 (Table 1-54).

Table 1-54. Changes in the total soluble solids acidity of apple slices by antibrowning agents and different storage temperature (unit: ° Brix)

Treatment	Storage period (days)						
	0	1	3	5	7	9	
4℃	CT	12.40±0.20	12.30±0.15	12.10±0.10	11.90±0.15	11.90±0.10	11.70±0.10
	DW	12.35±0.20	12.30±0.20	12.20±0.20	12.10±0.10	12.10±0.10	11.90±0.15
	OP	12.40±0.30	12.35±0.20	12.20±0.15	12.10±0.10	12.10±0.15	11.95±0.10
15℃	CT	12.40±0.20	11.50±0.15	10.30±0.10	9.60±0.30	9.40±0.20	
	DW	12.35±0.20	12.00±0.20	11.40±0.10	10.80±0.15	10.35±0.10	
	OP	12.40±0.30	12.10±0.10	11.50±0.20	11.45±0.10	11.50±0.15	

CT: control, DW: distilled water, OP: orange peel

저장온도를 달리하며 천연소재 추출물을 적용한 사과슬라이스의 산도와 pH를 분석한 결과, 산도는 저장기간에 따라 미미하게 감소하는 경향을 보였으며 (Table 1-55) pH의 경우 다소 증가하는 경향을 보였고 (Table 1-56), 처리군간의 큰 차이는 보이지 않았다.

Table 1-55. Changes in the titratable acidity of apple slices by antibrowning agents and different storage temperature (unit: %)

Treatment	Storage period (days)						
	0	1	3	5	7	9	
4℃	CT	0.32±0.02	0.32±0.01	0.30±0.02	0.30±0.01	0.29±0.01	0.28±0.02
	DW	0.33±0.01	0.32±0.02	0.32±0.01	0.32±0.02	0.31±0.02	0.29±0.01
	OP	0.32±0.01	0.31±0.01	0.31±0.01	0.30±0.01	0.30±0.02	0.29±0.01
15℃	CT	0.32±0.02	0.30±0.01	0.30±0.02	0.29±0.01	0.28±0.01	
	DW	0.33±0.01	0.32±0.02	0.31±0.01	0.30±0.02	0.29±0.02	
	OP	0.32±0.01	0.32±0.02	0.31±0.01	0.30±0.01	0.30±0.02	

CT: control, DW: distilled water, OP: orange peel

Table 1-56. Changes in the pH value of apple slices by antibrowning agents and different storage temperature

Treatment	t	Storage period (days)					
		0	1	3	5	7	9
4°C	CT	4.21±0.01	4.23±0.05	4.25±0.03	4.29±0.01	4.31±0.02	4.34±0.02
	DW	4.15±0.03	4.19±0.03	4.22±0.02	4.28±0.02	4.30±0.01	4.31±0.01
	OP	4.19±0.02	4.22±0.03	4.23±0.05	4.28±0.03	4.29±0.02	4.30±0.03
15°C	CT	4.21±0.01	4.24±0.03	4.27±0.04	4.30±0.03	4.33±0.04	
	DW	4.15±0.03	4.20±0.02	4.25±0.03	4.29±0.02	4.30±0.02	
	OP	4.19±0.02	4.23±0.04	4.25±0.02	4.28±0.03	4.30±0.03	

CT: control, DW: distilled water, OP: orange peel

다) 외관변화

저장온도를 달리하며 천연소재 추출물을 적용한 사과슬라이스 외관변화를 관찰한 결과, 천연소재 추출물을 처리하고 15°C에 저장한 경우 저장 7일째 품질이 유지된 반면, 처리하지 않은 사과와 함께 과육의 품질이 급격히 나빠졌다 (Fig. 1-44). 그러나 4°C에 저장한 경우 저장 9일째까지 갈변현상이 적었으며 특히, 천연소재 추출물을 처리한 경우 그 효과는 더욱 높았다.

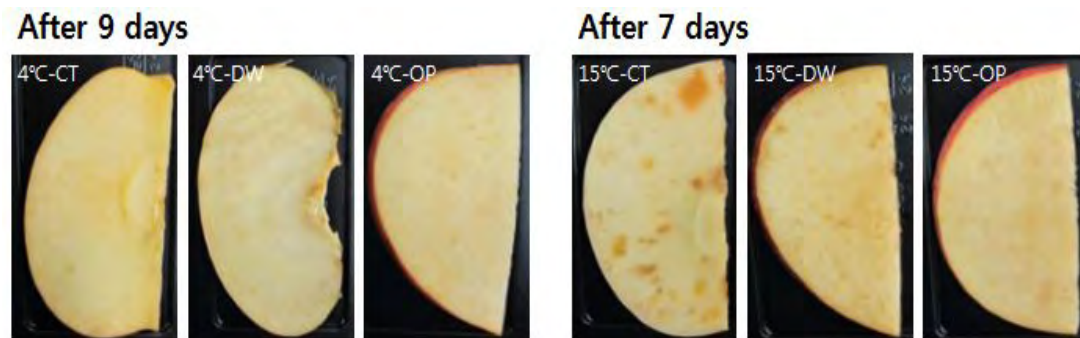


Fig. 1-44. Changes in the appearance of apple slices by antibrowning agents and different storage temperature.

CT: control, DW: distilled water, OP: orange peel.

4. 갈변억제제의 최적혼합기술 연구

가. 추출물의 혼합을 위한 종류 및 농도 범위설정연구

주관기관과 협동기관에서 선정된 천연갈변저해물질을 이용하여 상업용 제품을 개발하기 위한 전 단계로서, PPO의 저해작용기작별 우수한 물질을 종류 및 농도별 혼합하여 박피절단감자에 처리함으로써 실제 박피절단감자의 유통 중 상품성 유지효과를 비교·평가하고자 하였다. 동 결과는 PPO활성 저해작용 기작별 각 천연소재의 최적 혼합비율을 결정하기 위한 예비 농도범위를 결정하기 위한 예비적인 성격을 지닌다.

PPO의 저해력이 우수한 선발물질 가운데, pH강하제로서 2-9와 4-27, 항산화제로서 4-15와 Gal, 기질과의 경쟁적 결합제인 2-9와 2-10, Chelating agent로서 4-15와 Byc. 그리고 감자 적용에서 높은 갈변억제효과를 보인 2-10을 임의 선정하였으며, 이들 물질들의 종류 및 농도별 혼합하여 제조한 혼합물의 배합비는 아래 표 1-57과 같다.

각 배합비로 처리된 혼합물의 효과는 박피절단감자를 대상으로, 각 천연추출물의 종류 및 농도별로 배합한 혼합물이 용해된 20°C의 수용액에 박피절단감자를 1분간 침지하고 자연탈수한 다음 LDPE필름으로 포장한 후 5°C의 저장고에 저장하면서 표면색 및 표면조직경도의 변화를 비교·분석하였다.

표 1-57. 박피절단감자의 갈변억제를 위한 천연 추출물의 종류 및 농도별 혼합 비율

처리구	추출물의 종류					
	2-09	2-10	4-15	4-27	Gal	Byc
1	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	-	-
2	0.05%	0.05%	0.05%	0.05%	-	-
3	0.05%	0.05%	0.05%	0.1%	-	-
4	-	-	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
5	-	-	0.05%	0.05%	0.05%	0.05%
6	-	-	0.05%	0.1%	0.05%	0.05%
7	0.05%	0.05%	0.05%	0.05%	0.05%	0.05%

그림 1-45은 상기 7개의 혼합물 구성으로 각 처리된 박피절단 감자의 저장 중 표면색 및 경도의 변화를 조사한 결과이며, 아래 사진은 저장 3일 및 5일차의 박피절단 감자의 외관을 나타낸 결과이다.

박피절단 감자의 명도변화는 3번 처리구가 가장 일정한 분포를 보이며 가장 밝은 색을 유지한 반면 그 다음으로는 1번 처리구와 7번 처리구의 순으로 우수한 결과를 나타내었으며, 2번과 5번 처리구는 미소한 갈변이 발견되었고 4번과 6번 처리구는 추출물에 의한 미약한 착색결과를 나타내었다. 적색도의 변화인 Hunter a-value의 변화에서는 저장 5일 후 3번 처리구가 -2.26으로 가장 변화가 없었으며, 그 다음으로 -2.1의 7번과 1번 처리구가 우수하였다. 상대적으로는 적색도의 증가율이 크게 나타난 처리구는 4번과 7번 처리구에서 -1.6으로 가장 높았으며 그 다음으로는 -1.74의 2번 처리구였다. 황색도의 변화는 적색도에 비하여 변화폭이 높게 나타나지 않았다. 저장 5일 후 처리구별 변화값은 초기치 대비 최소 0.1에서 최대 1.5의 차이를 나타내었으나, 저장 중 가장 일정한 황색도의 분포는 3번 처리구에서 나타났다. 그러나 추출액의 종류 및 농도별 혼합처리는 박피절단 감자의 저장 중 표면경도에 미치는 영향은 나타나지 않았다.
























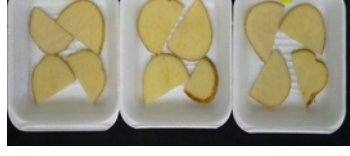
Hunter L-value

Hunter a-value

Hunter b-value

Firmness

그림 1-45. 추출물의 종류 및 농도별 혼합처리한 박피절단감자의 저장 중 표면색 및 경도 변화

	0 day	3day	5day
control			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

나. 갈변저해 기작별 최적혼합기술 연구

1) 적용실험 및 표면색 측정

시료는 2012년 6월 가락시장에서 구입하였으며, 크기와 모양이 유사하고 외관이 건전한 것을 선별하여 실험에 사용하였다. 감자는 슬라이스한 뒤 배합 한약재 추출물 희석액에 1분간 침지하고 거즈로 물기를 제거한 뒤 PE film(50 μ m)으로 포장하여 5 $^{\circ}$ C \pm 1 저장고에서 9일간 저장한 뒤 표면색을 측정하였다.

표면색은 colorimeter(CR-400, Minolta Co, Osaka, Japan)를 백색판(L=97.79, a=-0.38, b=2.05)으로 보정하여 L*(명도), a*(적색도) 및 b*(황색도), croma 값을 측정하였다.

2) 배합조건의 최적화 예측을 위한 실험설계

갈변억제 한약재 추출물의 배합비율 최적화를 위하여 실험계획은 중심합성계획법에 의하여 설계하였고, 독립변수(X_n)는 선행 연구결과에서 갈변억제 효과가 높았던 추출물로 표 1-58와 같이 Gal(X_1), Byc(X_2), 2-9(X_3), 2-13(X_4), 4-27(X_5)으로 설정하였으며, 표 1-59와 같이 실험범위를 3단계로 부호화하여 20구간으로 배합비율을 설정하였다. 이들 요인변수에 영향을 받는 반응변수(Y)로는 저장 9일째의 시료의 표면색(L*, a*, b*, croma)으로 SYSTAT(systat software, ver13)을 이용하여 회귀분석을 실시하였다.

Table 1-58. Level of extract concentrations

X_i	Extract	Level (%)		
		-1	0	1
X_1	Gal	0.02	0.06	0.1
X_2	Byc	0.02	0.11	0.2
X_3	2-9	0.05	0.075	0.1
X_4	2-13	0.05	0.1	0.15
X_5	4-27	0.02	0.085	0.15

Table 1-59. Control composite design for optimized mixing condition

Experiment Number	Mixing condition (%)				
	Gal	Byc	2-9	2-13	4-27
1	0.02(-1)	0.02(-1)	0.05(-1)	0.05(-1)	0.15(1)
2	0.1(1)	0.02(-1)	0.05(-1)	0.05(-1)	0.02(-1)
3	0.02(-1)	0.2(1)	0.05(-1)	0.05(-1)	0.02(-1)
4	0.1(1)	0.2(1)	0.05(-1)	0.05(-1)	0.15(1)
5	0.02(-1)	0.02(-1)	0.1(1)	0.05(-1)	0.02(-1)
6	0.1(1)	0.02(-1)	0.1(1)	0.05(-1)	0.15(1)
7	0.02(-1)	0.2(1)	0.1(1)	0.05(-1)	0.15(1)
8	0.1(1)	0.2(1)	0.1(1)	0.05(-1)	0.02(-1)
9	0.02(-1)	0.02(-1)	0.05(-1)	0.15(1)	0.02(-1)
10	0.1(1)	0.02(-1)	0.05(-1)	0.15(1)	0.15(1)
11	0.02(-1)	0.2(1)	0.05(-1)	0.15(1)	0.15(1)
12	0.1(1)	0.2(1)	0.05(-1)	0.15(1)	0.02(-1)
13	0.02(-1)	0.02(-1)	0.1(1)	0.15(1)	0.15(1)
14	0.1(1)	0.02(-1)	0.1(1)	0.15(1)	0.02(-1)
15	0.02(-1)	0.2(1)	0.1(1)	0.15(1)	0.02(-1)
16	0.1(1)	0.2(1)	0.1(1)	0.15(1)	0.15(1)
17	0.06(0)	0.11(0)	0.075(0)	0.1(0)	0.085(0)
18	0.06(0)	0.11(0)	0.075(0)	0.1(0)	0.085(0)
19	0.06(0)	0.11(0)	0.075(0)	0.1(0)	0.085(0)
20	0.06(0)	0.11(0)	0.075(0)	0.1(0)	0.085(0)

3) 실험결과

반응표면분석법은 그래프로 최적조건을 결정하는 방법으로 절단감자의 저장 중 표면색 변화를 측정된 결과는 표 1-60으로 나타내었다.

표면색이 가장 일정하게 유지되었던 실험구는 16번으로 L값 72.27 ± 0.51 , a값 -2.40 ± 0.12 , b 값 18.29 ± 0.46 , roma 18.45 ± 0.47 으로 가장 높은 갈변억제 효과를 나타내었으며, 대체적으로 Byc 추출물의 농도가 높은 수록 표면색의 변화가 일정하게 나타나는 것으로 판단되었다.

Table 1–60. Experimental data on of Hunter L, Hunter a, Hunter b, chroma value of extract under different conditions by response surface analysis on central composite design

Experiment Number	Experiment contents			
	L	a	b	Chroma value
1	71.46±0.48	-2.35±0.09	22.00±0.38	22.13±0.37
2	71.10±0.59	-1.83±0.40	22.40±0.34	22.51±0.33
3	70.47±0.40	-2.05±0.14	22.19±0.33	22.29±0.33
4	69.86±0.83	-1.02±0.36	22.59±0.35	22.64±0.35
5	70.51±0.55	-2.14±0.10	21.44±0.43	21.55±0.43
6	70.43±0.64	-1.27±0.30	22.17±0.30	22.23±0.30
7	68.41±0.76	-1.79±0.11	20.94±0.34	21.02±0.34
8	69.68±0.69	-1.11±0.36	22.08±0.33	22.14±0.33
9	68.69±0.53	-1.61±0.16	20.93±0.36	20.99±0.37
10	68.80±0.71	-1.33±0.24	21.95±0.26	22.00±0.25
11	70.63±0.58	-2.03±0.09	20.56±0.24	20.66±0.24
12	69.06±0.47	-1.54±0.16	21.82±0.24	21.88±0.24
13	70.51±0.52	-1.74±0.36	21.31±0.36	21.42±0.36
14	70.17±0.65	-1.46±0.12	21.97±0.44	22.02±0.44
15	70.60±0.53	-1.81±0.20	20.62±0.53	20.70±0.54
16	72.27±0.51	-2.40±0.12	18.29±0.46	18.45±0.47
17	70.16±0.60	-2.13±0.11	22.21±0.38	22.31±0.38
18	70.20±0.69	-2.05±0.09	22.02±0.47	22.12±0.47
19	70.74±0.57	-2.10±0.09	21.98±0.29	22.09±0.30
20	70.32±0.43	-2.06±0.12	21.69±0.41	21.79±0.41

Table 1-61. Polynomial equations calculated by RSM program for mixing condition

Responses	Polynomial equations ¹⁾	R ² ²⁾	Significance
Hunter's L value	$Y_L = 70.355 - 0.065X_1 - 0.306X_2 - 0.280X_3 - 0.136X_4 - 0.023X_5 + 0.290X_1^2 + 0.384X_1X_2 + 0.224X_2X_3 - 0.132X_2X_4 - 0.556X_2X_5 + 0.070X_1X_3 - 0.406X_3X_4 - 0.563X_3X_5 + 0.219X_1X_4 - 0.301X_4X_5 - 0.332X_1X_5$	0.991	0.014*
Hunter's a value	$Y_a = -2.085 + 0.316X_1 + 0.239X_2 + 0.102X_3 + 0.111X_4 - 0.012X_5 - 0.484X_1^2 - 0.211X_1X_2 - 0.125X_2X_3 - 0.003X_2X_4 + 0.110X_2X_5 - 0.072X_1X_3 + 0.137X_3X_4 + 0.196X_3X_5 - 0.276X_1X_4 + 0.245X_4X_5 + 0.145X_1X_5$	0.999	0.000***
Hunter's b value	$Y_b = 21.975 + 0.379X_1 + 0.452X_2 + 0.410X_3 + 0.629X_4 + 0.226X_5 + 0.399X_1^2 - 0.065X_1X_2 + 0.209X_2X_3 + 0.172X_2X_4 + 0.095X_2X_5 + 0.128X_1X_3 - 0.010X_3X_4 + 0.138X_3X_5 - 0.184X_1X_4 + 0.449X_4X_5 + 0.259X_1X_5$	0.994	0.008**
Croma value	$Y_{CV} = 22.078 - 0.194X_1 + 0.317X_2 + 0.348X_3 + 0.524X_4 + 0.221X_5 + 0.538X_1^2 + 0.139X_1X_2 + 0.297X_2X_3 + 0.276X_2X_4 + 0.309X_2X_5 + 0.176X_1X_3 + 0.019X_3X_4 + 0.191X_3X_5 + 0.122X_1X_4 + 0.162X_4X_5 + 0.183X_1X_5$	0.996	0.013*

¹⁾X₁: Gal(%), X₂: Byc(%), X₃: 2-9(%), X₄: 2-13(%), X₅: 4-27(%)

²⁾coefficient of determination.

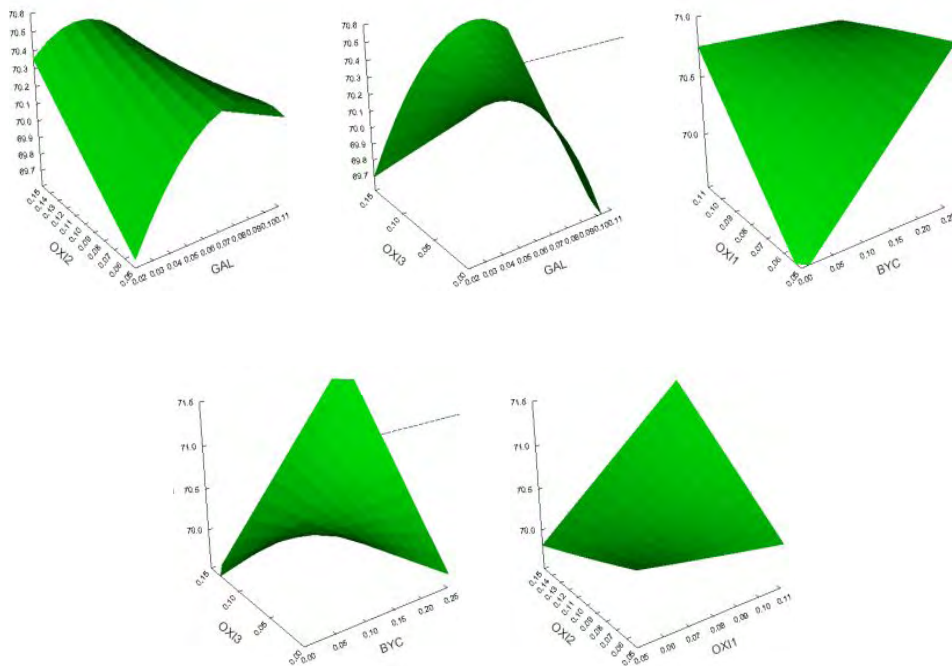
*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.0

절단감자의 표면색에 대한 영향을 조사한 결과 예측된 회귀식은 다음 표 1-61와 같다. 회귀식의 R² 값은 0.991~0.999로 높은 상관관계를 나타내었으며, 0.1~5% 수준에서 유의성이 인정되었다.

Table 1-62. The range of optimum mixing condition

Extract	Range of predicted condition(%) (optional point)
Gal	0.05~0.10
Byc	0.15~0.20
2-9	0.07~0.10
2-13	0.07~0.15
4-27	0.05~0.15

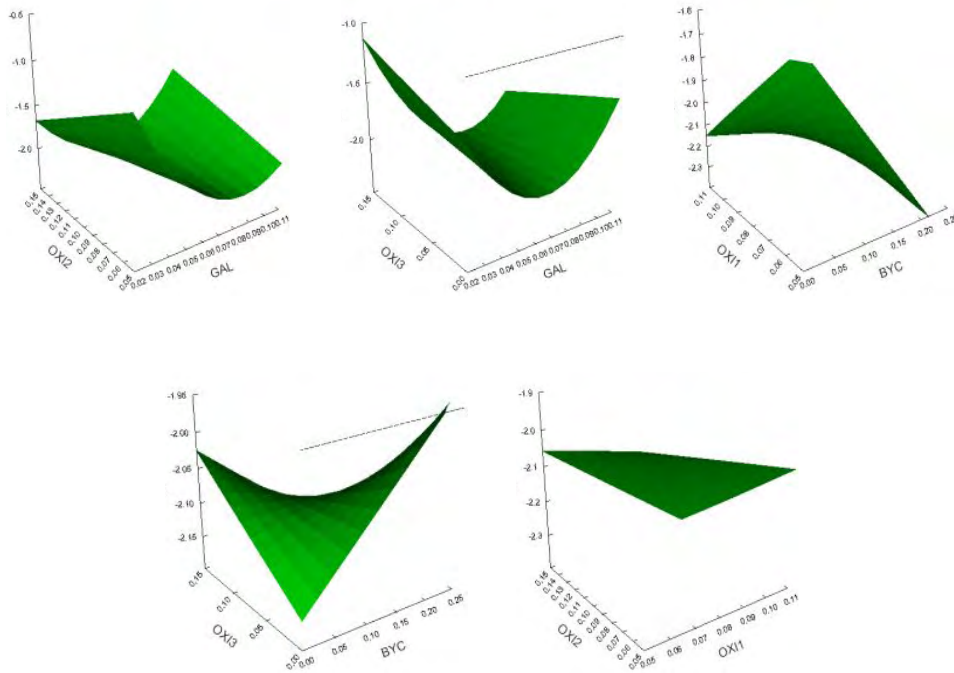
반응표면분석 그래프는 분석한 결과 추출물의 적정 배합농도의 범위를 예측한 결과를 표 1-62로 나타내었다. Byc 추출물은 0.15~0.20%, Gal 추출물은 0.05~0.10%, 2-13 추출물은 0.07~0.10%, 2-13 추출물은 0.07~0.15%, 4-27 추출물은 0.05~0.15% 의 농도에서 최적의 갈변억제 활성을 나타내는 것으로 예측되었다.



Hunter L

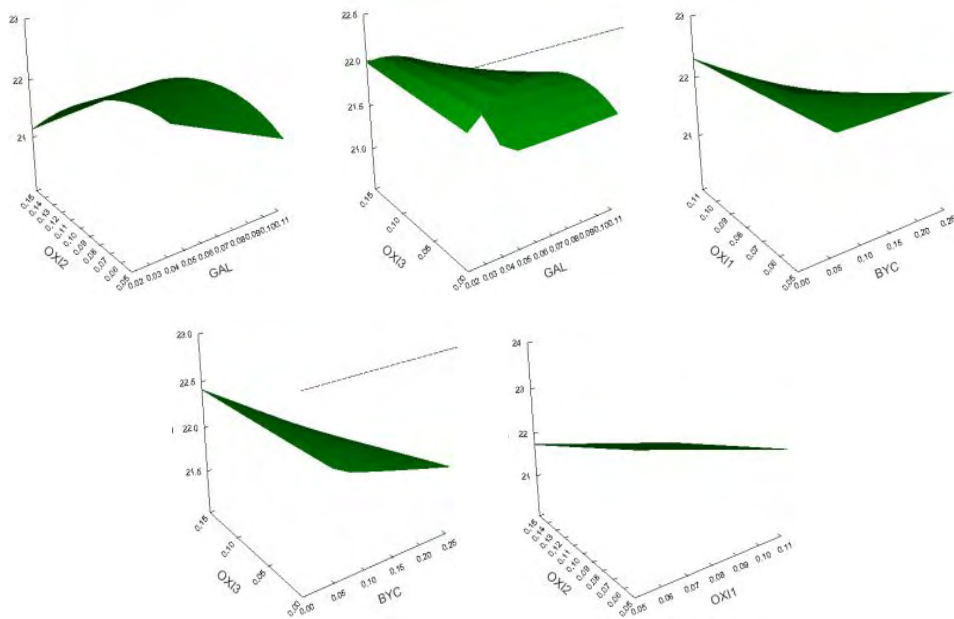
※ OX11: 2-13, OX12: 2-9, OX13: 4-27

Fig 1-46. Respons surface plot for Hunter L, Hunter a, Hunter b, ΔE Croma value and a/b



Hunter a

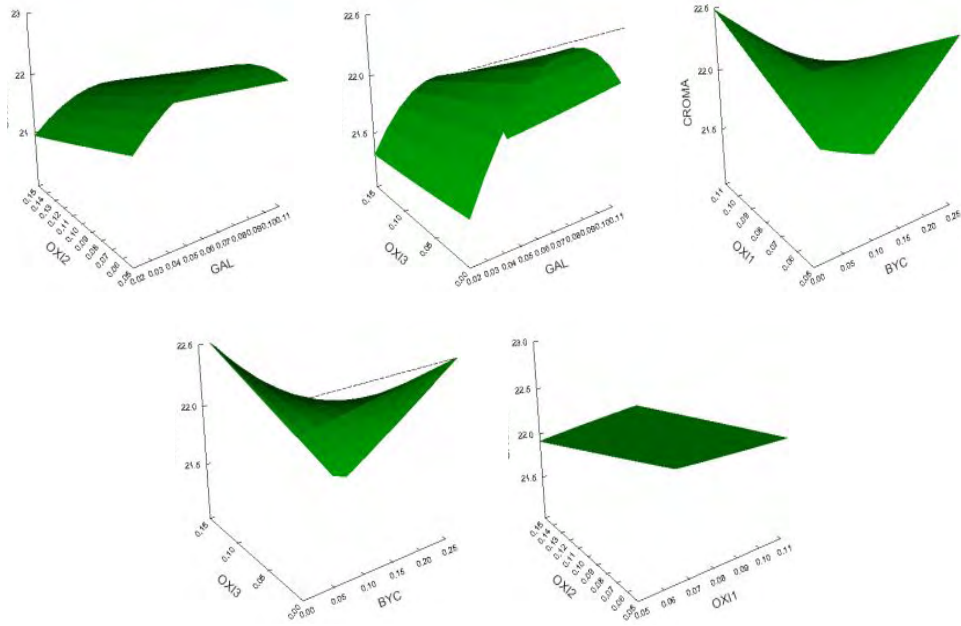
※ OX11: 2-13, OX12: 2-9, OX13: 4-27



Hunter b

※ OX11: 2-13, OX12: 2-9, OX13: 4-27

Fig 1-46. Continued



croma value

※ OXI1: 2-13, OXI2: 2-9, OXI3: 4-27

Fig 1-46. Continued

다. 반응표면분석 예측결과 확증실험

1) 실험방법

시료는 2013년 2월 가락시장에서 구입하였으며, 크기와 모양이 유사하고 외관이 건전한 것을 선별하여 실험에 사용하였다. 감자는 원형 그대로를 박피하였으며, 사과는 8조각으로 절단하여 씨방을 제거하였고, 양상추는 줄기부위를 약 5~10cm 크기로 절단하여 실험에 사용하였다.

Byc 추출물 희석액의 농도는 0.2%, 혼합 추출물 처리구의 농도는 표 1-63과 같이 하여 각 시료를 갈변억제제 희석액에 1분간 침지하고 거즈로 물기를 제거한 뒤 PP film(50 μ m)으로 포장하였다. 처리한 시료들은 5 $^{\circ}$ C \pm 1 저장고에서 저장하면서 표면색(감자, 사과)과 갈변도(양상추)를 측정하였다.

감자와 사과의 표면색은 Hunter colorimeter(CR-400, Minolta Co, Japan)를 백색판 (L=97.79,

표. 1-63. 혼합 추출물 농도

천연물	Byc	Gal	2-9	2-13	4-27
농도	0.2%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%

$a = -0.38$, $b = 2.05$)으로 보정하여 L^* (명도), a^* (적색도) 및 b^* (황색도), a/b , ΔE 값을 측정하였으며, 양상추의 절단부위에서 약 0.3cm가량을 잘게 자른 후 2g을 취한 다음 20mL의 증류수를 첨가하여 35°C의 water bath에서 2시간동안 추출하여 여과(Whatman No.2)한 뒤 분광광도계 (Optizen 2120, Mecasys, Korea)를 이용하여 420nm에서 흡광도를 측정하였다.

2) 실험결과

추출물의 최적조건의 배합비율 농도를 알아보기 위한 반응표면분석 예측결과의 확증실험을 실시한 결과, 박피감자의 대조구는 갈변으로 인해 대략 3일 동안 상품성을 유지한 반면, 혼합 추출물 처리구와 Byc 추출물의 처리구는 6일 동안 상품성을 유지하였다. 절단사과의 대조구는 1일 동안 상품성을 유지하였고, 혼합 추출물 처리구와 Byc 추출물 3일간의 상품성이 유지되었다. 절단 양상추의 경우 대조구의 경우 2일, 혼합 추출물 처리구와 Byc 추출물은 4~5일의 품질 유지효과를 나타내었다.

박피감자의 표면색 변화는 저장 6일 후 대조구의 명도(L^*)가 65.98 ± 0.39 으로 Byc 추출물 처리구 70.58 ± 0.68 , 혼합 추출물 처리구(Mix) 70.29 ± 0.61 으로 추출물 처리구에서 갈변의 진행을 지연시키는 것을 확인할 수 있었으며, 혼합 추출물 처리구와 Byc 추출물 처리구간의 명도는 큰 차이를 나타내지 않았다. 적색도(a^*), 황색도(b^*), a/b , ΔE 에서는 대조구보다는 우수한 갈변 억제 효과를 나타내었으나, Byc 추출물 처리구가 혼합 추출물 처리구보다 더 오래 유지하는 것으로 확인되었다.

절단 사과의 표면색의 변화는 혼합 추출물 처리구의 명도가 68.18 ± 0.20 으로 대조구의 명도 65.51 ± 0.50 와 비교하였을 때 갈변억제 효과를 보였으나, Byc 추출물 처리구가 70.31 ± 0.48 으로 혼합 추출물 처리구보다 더 높은 억제효과를 나타내었다. 적색도(a^*)와 황색도(b^*)는 혼합 추출물 처리구와 대조구를 비교하였을 때 미미한 차이를 보였으나, ΔE 값은 대조구가 9.16 ± 1.04 , 혼합 추출물 처리구 5.76 ± 0.48 으로 혼합 추출물 처리구가 표면색이 상대적으로 일정하게 유지되었으며, Byc 추출물 처리구는 ΔE 값이 3.75 ± 0.57 으로 가장 낮은 표면색의 변화를 보여, 절단사과에서의 Byc 추출물 처리구가 갈변억제에 가장 효과적인 것으로 판단되었다.

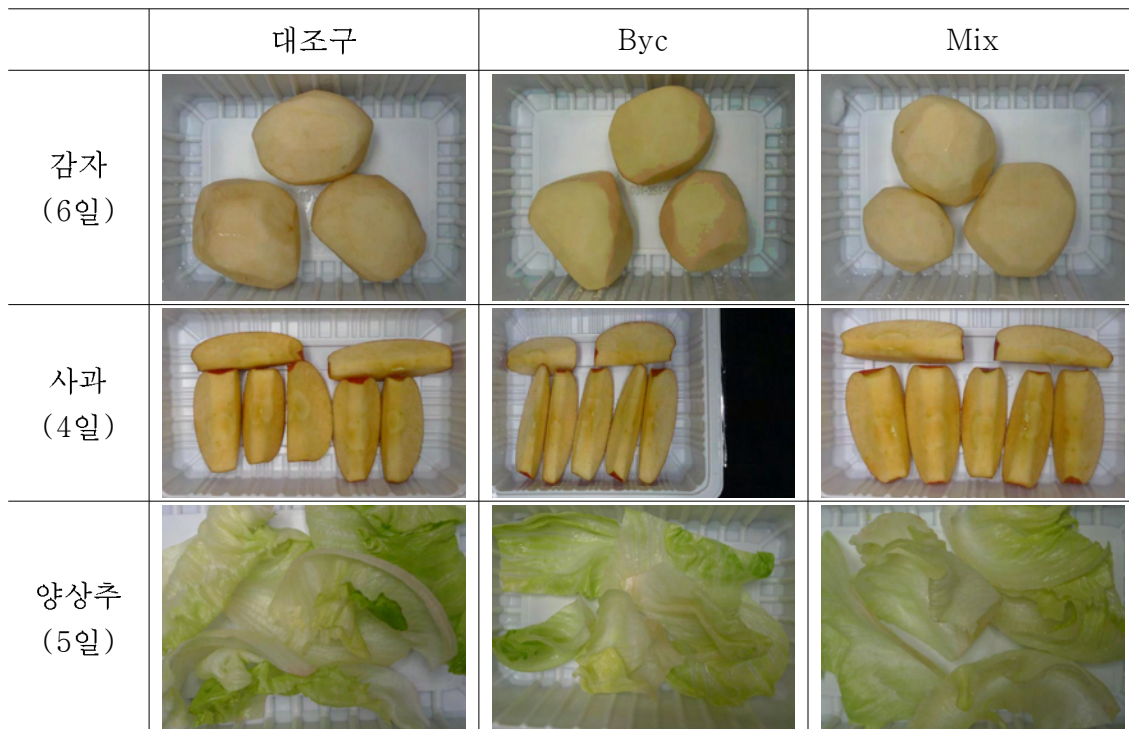
저장 5일 후 절단 양상추의 저장 5일 후 갈변도는 표 1-64에 나타내었다. 혼합 추출물 처리구의 갈변도는 0.27 ± 0.03 으로 대조구의 갈변도 0.40 ± 0.03 와 비교하였을 때 갈변억제효과를 나타내었으나, Byc 추출물 처리구의 갈변도 0.21 ± 0.02 이 더 높은 억제효과를 나타내었다.

반응표면분석 예측 혼합농도에서의 확증적용실험 결과 선행실험에서의 갈변억제제의 혼합 추출물 처리구가 대조구보다 갈변억제 효과가 우수한 것으로 나타났으나, Byc 추출물 처리구 보다는 큰 효과를 나타내지 못하였다. Byc 추출물 희석액은 L당 220원이며, 혼합 추출물은 L당 132원으로 가격, 갈변억제효과 등의 경제적인 측면을 고려하였을 때 Byc 추출물을 단일로 처리하는 것보다 혼합 추출물이 더 우수한 것으로 판단되었다.

표 1-64. 갈변억제제 처리 시료(박피감자, 절단사과)의 표면색

시료	천연물	L*	a*	b*	a/b	△E
감자 (6일)	대조구	65.98±0.39	2.88±0.14	19.54±0.48	0.19±0.01	7.57±0.45
	Byc	70.58±0.68	1.24±0.04	14.60±0.30	0.09±0.00	3.93±0.61
	Mix	70.29±0.61	1.83±0.11	18.68±0.29	0.10±0.01	4.14±0.48
사과 (4일)	대조구	65.51±0.50	4.33±0.29	24.05±0.74	0.18±0.01	9.16±1.04
	Byc	70.31±0.48	3.72±0.23	22.02±0.76	0.17±0.01	3.75±0.57
	Mix	68.18±0.20	4.22±0.19	24.60±0.55	0.16±0.00	5.76±0.48
양상추 (5일)	대조구	줄기절단부의 갈변도 지수 0.40±0.03				
	Byc	줄기절단부의 갈변도 지수 0.21±0.02				
	Mix	줄기절단부의 갈변도 지수 0.27±0.03				

그림 1-47. 갈변억제제 처리된 시료의 저장 중 성장변화



5. 갈변억제제의 환경조건별 안정성 연구

가. 재료 및 방법

1) 추출 및 동결건조

실험에서 사용된 Byc는 충북 제천, Gal은 경북 영천에서 생산된 것을 구입하여 이용하였다. 시료는 80% EtOH을 1:8 비율로 넣고 EtOH의 비등점(bp 78°C)보다 낮은 온도에서 추출(추출온도 : 50°C, 추출시간 :24hr, 150RPM)한 후 감압여과(whatman no.2)하여 여과액의 EtOH가 모두 증발할 때까지 40°C에서 농축한 다음 -40°C에서 냉동시켜 동결건조 후 분말을 제조하였다. 동결건조가 끝난 시료는 일정량을 담아 산화작용을 억제하기 위하여 진공포장하여 45°C, 25°C, 10°C에 저장하면서 환경온도 변화에 따른 갈변억제력의 변화를 조사하였다.

2) PPO 효소 활성 저해력

PPO 저해력은 50mM sodium phosphate buffer (pH 6.8) 0.5ml와 10mM L-DOPA 용액 0.2ml, 0.1% 농도의 저해제 0.2ml 각각 첨가하고 PPO (110units/ml) 0.1ml을 혼합한 후 분광광도계 (JASCO, V-560, Japan)를 이용하여 420nm에서 20분간의 변화를 측정하였다. 효소의 활성능은 흡광도의 변화를 관찰한 후 curve의 직선부위로부터 계산하였다.

$$\text{Inhibition(\%)} = [1 - (A/B)] \times 100$$

A : Sample의 흡광도, B : Blank solution의 흡광도

3) DPPH radical assay

DPPH는 0.15mM DPPH용액 0.2 μ l와 농도별 Sample 0.15 μ l을 실온(암실)에서 15min 반응시킨 뒤 분광광도계(Optizen 2120, Mecasys, Korea)를 이용하여 517nm에서 측정하였다.

$$\text{전자공여능(\%)} = [1 - (A/B)] \times 100$$

A : Sample의 흡광도, B : Blank solution의 흡광도

4) Total Polyphenol contents

Total Polyphenol contents은 농도별 Sample 0.2ml와 1N Folin-Ciocalteu reagent 0.5ml을 넣고 vortex를 이용하여 혼합하여 3분간 반응시킨 후 2% Na₂CO₃ 4ml을 넣어 vortexing 후 1시간 동안 암소에 방치 한 후 반응액의 흡광도를 UV/Visible spectrophotometer으로 750nm에서 측정하였다(ASCO, V-560, Japan). 표준물질로 1000ppm Gallic acid을 이용하여 검량선을 작성하였다.

5) pH, 적정산도

pH는 pH meter(Delta320, Mettler-Toledo Inc, Shanghai, China)로 측정하였으며 적정 산도는 0.01N NaOH 용액으로 적정하여 pH가 8.2가 될 때까지 NaOH 용액 소비량을 lactic acid 함량으로 환산하여 나타내었다.

바) 표면색 변화

표준 백색판(L=97.79, a=-0.38, b=2.05)으로 보정한 colorimeter(CR-400, Minolta Co, Osaka, Japan)를 사용하여 색도를 측정하고 그 결과를 L*(명도), a*(적색도) 및 b*(황색도), a/b, ΔE 값으로 나타내었다. 본 보고에서는 ΔE 값만 나타내었다.

사) 기호도

관능검사는 온도별로 저장한 갈변억제 추출물을 고정된 8명의 패널을 대상으로 본 실험의 목적과 평가방법에 대하여 교육시킨 후 색(color), 향(flavor), 종합적 기호도(overall acceptability)에 대하여 9단계 평점법으로 아주 좋음(9점), 좋음(7점), 보통(5점), 나쁨(3점), 아주 나쁨(1점)으로 평가하였다.

나. 결과 및 고찰

1) 추출물의 저장 중 관능특성 변화

가) 저장 중 기호도 변화

진공 포장된 갈변 추출물을 최장 56일 동안 저장하면서 색, 향, 종합적 기호도에 대한 관능검사를 실시한 결과는 표 1-65와 같다. 45°C에서는 Gal 추출물의 기호도가 6.3 ± 0.3 으로 가장 높았으나, 25°C와 10°C에서는 Byc 추출물의 기호도가 6.8 ± 0.2 , 6.6 ± 0.5 으로 가장 높게 나타나, 색의 관능적 특성에서는 추출물간의 온도에 따른 일관된 경향은 나타내지 않았다. 향은 45°C에서 56일 저장한 Byc 추출물이 5.2 ± 0.7 , Gal 추출물이 5.4 ± 0.8 , Mix 추출물이 6.0 ± 0.6 으로 저장수명한계치인 기호도 5.0에 가까운 값이 나타났다. 이는 높은 온도에서 저장기간이 지속됨에 따라 이취가 발생하여 낮은 기호도가 나타났을 것으로 판단되었다. 종합적기호도는 45°C에서 저장 56일 후 Byc 추출물이 6.2 ± 0.5 으로 가장 높았으며, 25°C에서 50일간 저장한 처리구에서는 Gal 추출물이 6.4 ± 0.2 으로 가장 높았다. 10°C에서 45일간 저장한 처리구에서는 Byc 추출물이 7.4 ± 0.3 으로 가장 높은 기호도를 나타내었다.

이상에서와 같이 갈변억제 추출물을 45, 25 및 10°C에 저장하였을 때 고온일수록 기호도가 낮아지는 특성을 보였으며, 관능특성 인자 중에서도 향에 의한 품질손실율이 가장 높게 나타남으로써, 진공포장한 갈변억제 추출분말제품은 flavor가 가장 결정적인 품질인자로 판단할 수 있었다.

표 1-65. 갈변 억제 추출물의 온도별 저장 중 기호도 변화

온도 (°C)	추출 물	저 장 기 간 (일)																
		0	7	10	14	15	20	21	28	30	35	40	42	45	49	50	56	
45	색	Byc	9	7.0±0.3	-	6.6±0.2	-	-	6.4±0.2	6.2±0.2	-	5.9±0.3	-	6.0±0.0	-	6.0±0.4	-	6.0±0.0
		Gal	9	7.9±0.4	-	7.5±0.5	-	-	6.8±0.6	6.7±0.3	-	6.3±0.5	-	6.3±0.5	-	6.3±0.3	-	6.3±0.3
		Mix	9	6.8±0.5	-	6.2±0.4	-	-	6.0±0.3	5.9±0.2	-	5.8±0.4	-	5.6±0.6	-	5.5±0.3	-	5.5±0.4
	향	Byc	9	7.5±0.6	-	7.4±0.4	-	-	7.2±0.2	7.0±0.5	-	6.8±0.8	-	6.3±0.3	-	5.8±0.5	-	5.2±0.7
		Gal	9	7.4±0.5	-	7.4±0.2	-	-	6.1±0.3	5.6±0.8	-	5.5±0.3	-	5.5±0.4	-	5.4±0.4	-	5.4±0.8
		Mix	9	7.9±0.4	-	7.9±0.3	-	-	7.7±0.4	7.4±0.5	-	6.6±0.6	-	6.8±0.5	-	6.2±0.4	-	6.0±0.6
	종합 적	Byc	9	7.4±0.6	-	7.3±0.3	-	-	7.1±0.4	7.1±0.2	-	6.1±0.6	-	6.2±0.2	-	6.1±0.7	-	6.2±0.5
		Gal	9	7.8±0.4	-	7.4±0.2	-	-	6.6±0.4	6.3±0.5	-	6.0±0.2	-	6.0±0.3	-	5.9±0.3	-	5.8±0.8
		Mix	9	6.8±0.5	-	6.6±0.2	-	-	6.6±0.2	6.4±0.2	-	6.3±0.5	-	6.2±0.5	-	6.2±0.4	-	6.0±0.5
25	색	Byc	9	-	7.8±0.2	-	-	7.0±0.6	-	-	6.8±0.4	-	6.8±0.2	-	-	-	6.8±0.2	-
		Gal	9	-	6.8±0.4	-	-	6.8±0.4	-	-	6.6±0.2	-	6.6±0.5	-	-	-	6.4±0.4	-
		Mix	9	-	6.6±0.4	-	-	6.6±0.2	-	-	6.4±0.2	-	6.3±0.2	-	-	-	6.1±0.2	-
	향	Byc	9	-	7.2±0.6	-	-	6.8±0.4	-	-	6.6±0.2	-	6.5±0.5	-	-	-	6.4±0.2	-
		Gal	9	-	7.2±0.6	-	-	7.0±0.9	-	-	7.0±0.6	-	6.8±0.5	-	-	-	6.6±0.2	-
		Mix	9	-	7.4±0.5	-	-	7.4±0.2	-	-	7.2±0.2	-	7.1±0.2	-	-	-	7.0±0.3	-
	종합 적	Byc	9	-	6.8±0.2	-	-	6.7±0.2	-	-	6.6±0.2	-	6.5±0.4	-	-	-	6.3±0.7	-
		Gal	9	-	7.4±0.5	-	-	7.1±0.7	-	-	7.0±0.6	-	6.5±0.3	-	-	-	6.4±0.2	-
		Mix	9	-	6.8±0.2	-	-	6.8±0.2	-	-	6.8±0.2	-	6.1±0.3	-	-	-	6.1±0.1	-

표 1-65. Continued

온도 (°C)	추출 물	저 장 기 간 (일)																
		0	7	10	14	15	20	21	28	30	35	40	42	45	49	50	56	
10	색	Byc	9	7.2±0.4	-	-	7.2±0.4	-	-	-	7.2±0.2	-	-	-	6.6±0.5	-	-	-
		Gal	9	8.0±0.3	-	-	8.0±0.3	-	-	-	8.0±0.3	-	-	-	7.6±0.4	-	-	-
		Mix	9	7.6±0.5	-	-	7.6±0.5	-	-	-	7.4±0.4	-	-	-	6.3±0.3	-	-	-
	향	Byc	9	7.6±0.3	-	-	7.6±0.3	-	-	-	7.6±0.2	-	-	-	7.5±0.5	-	-	-
		Gal	9	7.5±0.4	-	-	7.5±0.4	-	-	-	7.0±0.7	-	-	-	7.0±0.5	-	-	-
		Mix	9	7.6±0.3	-	-	7.6±0.3	-	-	-	7.6±0.2	-	-	-	7.0±0.7	-	-	-
	총 합 적	Byc	9	7.0±0.3	-	-	7.0±0.3	-	-	-	7.0±0.0	-	-	-	7.4±0.3	-	-	-
		Gal	9	7.6±0.2	-	-	7.6±0.2	-	-	-	7.4±0.4	-	-	-	7.2±0.6	-	-	-
		Mix	9	7.4±0.2	-	-	7.4±0.2	-	-	-	7.4±0.2	-	-	-	6.6±0.3	-	-	-

표 1-66. 갈변 억제 추출물의 기호도와 저장 기간과의 상관관계

온도 (°C)	추출물	회귀 방정식	상관계수 (R ²)
45	Byc	$y = -0.05452x + 8.437778$	0.9115
	Gal	$y = -0.05905x + 8.020000$	0.7825
	Mix	$y = -0.05548x + 8.564444$	0.9476
25	Byc	$y = -0.04371x + 8.176190$	0.6955
	Gal	$y = -0.03771x + 8.209524$	0.6527
	Mix	$y = -0.03171x + 8.309524$	0.6358
10	Byc	$y = -0.03027x + 8.616000$	0.6768
	Gal	$y = -0.03027x + 8.600000$	0.7860
	Mix	$y = -0.04027x + 8.716000$	0.8503

y=기호도, x=저장기간

(2) 기호도와 저장기간과의 상관관계

표 1-66은 갈변억제 추출물의 온도별 저장 중 기호도와 저장기간의 상관관계를 분석한 결과이다. 45°C의 경우, Byc 추출물과 Mix 추출물이 0.9115와 0.9476로 높은 상관성을 나타내었으며, Gal 추출물은 0.7825의 상관성을 나타내었다. 25°C에서는 3물질 모두 0.7이하로 낮은 상관계수를 나타내었으며, 10°C의 추출물 처리구에서는 Byc 추출물 0.6768, Gal 추출물 0.7860, Mix 추출물 0.8503으로 다소 낮은 상관성이 나타내었다.

이상에서와 같이 저장온도별 저장기간과 기호도에 의한 상관성이 저장온도별 일치하지 않을 뿐만 아니라 결정계수도 높지 않기 때문에, 기호도에 의하여 갈변억제 추출 분말의 저장수명을 예측하기에는 적절하지 않은 것으로 판단되었다.

표 1-67. 갈변 억제 추출물의 저장 중 PPO 효소 활성 저해력에 의한 IC₅₀ 변화

온도 (°C)	추출 물	저 장 기 간 (일)														
		0	7	10	14	15	20	21	28	30	35	40	42	45	49	56
45	Byc	0.0437± 0.0028	0.0605± 0.0040	-	0.0479± 0.0008	-	-	0.0576± 0.0020	0.0635± 0.0030	-	0.0488± 0.0021	-	0.0471± 0.0007	-	0.0412± 0.0025	0.0501± 0.0012
	Gal	0.0364± 0.008	0.0428± 0.007	-	0.0479± 0.0011	-	-	0.0484± 0.001	0.0468± 0.0010	-	0.0467± 0.0014	-	0.0567± 0.0008	-	0.0483± 0.0016	0.0522± 0.0013
	Mix	0.0342± 0.004	0.0522± 0.004	-	0.0549± 0.0017	-	-	0.0574± 0.005	0.0563± 0.0046	-	0.0542± 0.0062	-	0.0568± 0.0058	-	0.0579± 0.0022	0.0538± 0.0074
25	Byc	0.0437± 0.0028	-	0.0455± 0.0014	-	-	0.0461± 0.0015	0.0474± 0.0025	-	0.0474± 0.0025	-	0.0461± 0.0013	-	-	-	-
	Gal	0.0364± 0.008	-	0.0403± 0.003	-	-	0.0521± 0.0001	0.0534± 0.0010	-	0.0534± 0.0010	-	0.0515± 0.0002	-	-	-	-
	Mix	0.0342± 0.004	-	0.0442± 0.005	-	-	0.0498± 0.002	0.0502± 0.001	-	0.0502± 0.001	-	0.0461± 0.0013	-	-	-	-
10	Byc	0.0437± 0.0028	-	-	-	0.0455± 0.0014	-	-	-	0.0461± 0.0015	-	-	-	0.0474± 0.0025	-	-
	Gal	0.0364± 0.008	-	-	-	0.0403± 0.003	-	-	-	0.0521± 0.0001	-	-	-	0.0534± 0.0010	-	-
	Mix	0.0342± 0.004	-	-	-	0.0442± 0.005	-	-	-	0.0498± 0.002	-	-	-	0.0502± 0.001	-	-

표 1-68. 갈변 억제 추출물의 저장 중 PPO 효소 활성 저해력 변화

(단위 : %)

농도 (%)	온도 (°C)	추출물	저장 기간 (일)																
			0	7	10	14	15	20	21	28	30	35	40	42	45	49	50	56	
45	25	Byc	56.92 ±0.80	57.77 ±0.69	-	56.72 ±0.99	-	-	58.67 ±0.30	53.55 ±1.21	-	53.00 ±0.89	-	56.74 ±0.16	-	59.96 ±0.48	-	53.58 ±1.06	
		Gal	58.62 ±2.29	56.32 ±0.39	-	54.67 ±0.26	-	-	55.87 ±0.98	56.50 ±0.72	-	56.88 ±1.58	-	46.97 ±1.47	-	56.54 ±0.52	-	56.74 ±0.70	
		Mix	65.73 ±1.62	54.07 ±1.44	-	55.39 ±1.62	-	-	55.67 ±2.28	55.39 ±1.62	-	43.67 ±0.83	-	51.27 ±1.26	-	48.72 ±0.83	-	54.90 ±1.42	
	0.05	25	Byc	56.92 ±0.80	-	58.05 ±0.49	-	-	57.72 ±0.72	-	-	54.78 ±0.89	-	55.47 ±0.98	-	-	-	-	-
			Gal	59.86 ±1.90	-	56.43 ±0.73	-	-	50.21 ±0.13	-	-	52.41 ±0.66	-	51.74 ±1.28	-	-	-	-	-
			Mix	65.73 ±1.62	-	62.45 ±1.26	-	-	62.01 ±1.38	-	-	63.47 ±0.85	-	56.49 ±3.80	-	-	-	-	-
10	25	Byc	56.92 ±0.80	-	-	-	-	58.05 ±0.49	-	-	-	57.72 ±0.72	-	-	54.78 ±0.89	-	-	-	
		Gal	59.86 ±1.90	-	-	-	-	58.41 ±1.74	-	-	-	57.74 ±0.75	-	-	56.71 ±0.28	-	-	-	
		Mix	65.73 ±1.62	-	-	-	-	64.23 ±0.61	-	-	-	58.48 ±2.13	-	-	60.58 ±1.47	-	-	-	

2) 추출물의 저장 중 품질특성변화

가) PPO 효소 활성 저해력에 의한 IC₅₀ 변화

표 1-67은 PPO 효소 활성 저해력에 의한 IC₅₀ 변화를 나타낸 것이다. 저장 초기 Byc 추출물 0.0437±0.0028, Gal 추출물 0.0364±0.008, Mix 추출물 0.0342±0.004에서 45℃ 저장 56일 후 모든 추출물 처리구의 값이 0.0501~538, 25℃ 0.0461~0.0515, 10℃ 저장 45일 후 0.0474~0.0534로 나타나 전체적으로 저장 중 PPO 효소 활성 저해력에 의한 IC₅₀이 감소하지 않고 일정한 경향을 보여주었다. 이와 같은 결과는 45℃의 고온환경에서도 각 추출물 분말의 갈변억제력은 큰 변화없이 일정한 경향을 나타냄으로써 환경온도에 안정적임을 알 수 있었다.

나) PPO 효소 활성 저해력 변화

갈변 추출물의 저장기간 중 PPO 효소 활성 저해력의 변화는 표 1-68과 같다. PPO 효소 활성 저해력의 초기 Byc 추출물 56.92±0.80, Gal 추출물 58.62±2.29, Mix 추출물 65.73±1.62이었으나 각 온도별 저장 말기의 PPO 효소 활성 저해력은 45℃처리구에서 Byc 추출물 53.58±1.06, Gal 추출물 56.74±0.70, Mix 추출물 54.90±1.42으로 나타났으며, 25℃ 저장 40일 후 Byc 추출물 55.47±0.98, Gal 추출물 51.74±1.28, Mix 추출물 56.49±3.80, 10℃에서 저장 45일 후 처리구에서는 Byc 추출물 54.78±0.89, Gal 추출물 56.71±0.28, Mix 추출물 60.58±1.47로 PPO 효소 활성 저해력이 저장초기 값보다 감소하였으나 큰 차이는 없는 것으로 판단되었다. 이와 같은 경향은 PPO 효소 활성 저해력에 의한 IC₅₀ 변화에서도 결과를 유추할 수 있는 결과이었다.

다) DPPH radical 소거능의 변화

갈변 추출물 0.005% 농도에서의 저장 중 DPPH radical 소거능의 변화는 표 1-69와 같다. 초기 DPPH radical 소거능은 Byc 추출물 83.41±0.99, Gal 추출물 85.65±0.05, Mix 추출물 87.62±0.92로 45℃에서 56일, 25℃에서 50일, 10℃에서 45일 저장한 결과 45℃에서 저장 56일 후 Byc 추출물 34.91±0.20, Gal 추출물 87.60±0.07, Mix 추출물 58.64±0.48으로 나타났으며, 25℃에서 저장 50일 후 Byc 추출물 55.84±0.35, Gal 추출물 89.20±0.20, Mix 추출물 60.36±0.41, 10℃에서 저장 45일 후 Byc 추출물 55.06±0.59, Gal 추출물 85.81±0.04, Mix 추출물 68.38±0.51으로 나타나 Gal 추출물이 가장 높은 활성을 나타내었으며, 저장이 지속될수록 DPPH radical 소거능이 감소하는 경향을 보였다. 이상과 같이 본 연구에서 발굴한 천연소재 추출물은 고온환경에서 항산화력은 감소함을 알 수 있으나, 표 1-67~표 1-68에서와 같이 갈변 저해력은 일정한 경향을 보임으로 해서 본 개발 소재들은 항산화작용외 타 기작에 의한 갈변 억제효과가 높음을 알 수 있었다.

표 1-69. 갈변 억제 추출물의 저장 중 DPPH radical 소거능 변화

(단위 : %)

농도 (%)	온도 (°C)	추출물	저장 기간 (일)															
			0	7	10	14	15	20	21	28	30	35	40	42	45	49	50	56
0.005	45	Byc	83.41± 0.99	85.46± 0.65	-	80.91 ±0.59	-	-	80.99 ±0.86	79.09 ±0.25	-	62.56 ±0.44	-	54.32 ±0.28	-	40.22 ±0.37	-	34.91 ±0.20
		Gal	85.65± 0.05	86.81± 0.16	-	88.30 ±0.05	-	-	83.81 ±0.49	85.66 ±0.36	-	88.65 ±0.20	-	88.33 ±0.10	-	87.65 ±0.16	-	87.60 ±0.07
		Mix	87.62± 0.92	86.48± 0.09	-	83.18 ±0.52	-	-	83.86 ±0.37	83.64 ±0.28	-	60.12 ±0.50	-	63.01 ±0.41	-	60.30 ±0.37	-	58.64 ±0.48
	25	Byc	83.41± 0.99	-	86.24± 0.22	-	-	85.92 ±0.13	-	-	62.13 ±1.02	-	56.87 ±0.80	-	-	-	55.84 ±0.35	-
		Gal	85.65± 0.05	-	88.17± 0.11	-	-	86.27 ±1.04	-	-	88.28 ±0.23	-	90.17 ±0.05	-	-	-	89.20 ±0.20	-
		Mix	87.62± 0.92	-	85.18± 0.37	-	-	86.06 ±0.08	-	-	54.72 ±1.09	-	61.72 ±0.64	-	-	-	60.36 ±0.41	-
10	Byc	83.41± 0.99	-	-	-	86.90 ±0.09	-	-	-	85.15 ±0.08	-	-	-	55.06 ±0.59	-	-	-	
	Gal	85.65± 0.05	-	-	-	85.22 ±0.05	-	-	-	86.16 ±0.10	-	-	-	85.81 ±0.04	-	-	-	
	Mix	87.62± 0.92	-	-	-	86.57 ±0.09	-	-	-	86.06 ±0.10	-	-	-	68.38 ±0.51	-	-	-	

표 1-70. 갈변 억제 추출물의 저장 중 polyphenol 변화

(단위 : μ g/ml)

농도 (%)	온도 (°C)	추출물	저장 기간 (일)																
			0	7	10	14	15	20	21	28	30	35	40	42	45	49	50	56	
0.5	45	Byc	695.71	653.77 ± 0.55	-	649.37 ± 0.65	-	-	649.21 ± 0.81	649.41 ± 1.43	-	586.99 ± 1.81	-	456.97 ± 2.74	-	449.66 ± 0.01	-	430.19 ± 2.65	
		Gal	762.45	737.25 ± 0.36	-	724 \pm 1.61	-	-	721.20 ± 2.46	712.84 ± 1.91	-	555.33 ± 1.71	-	528.96 ± 0.78	-	503.12 ± 1.85	-	484.48 ± 1.02	
		Mix	703.93	694.74 ± 2.34	-	658.89 ± 3.83	-	-	645.50 ± 2.37	625.57 ± 1.85	-	489.09 ± 0.95	-	482.85 ± 1.79	-	473.43 ± 1.75	-	469.65 ± 2.29	
	25	Byc	695.71	-	671.80 ± 0.54	-	-	658.44 ± 1.19	-	-	474.97 ± 2.45	-	464.56 ± 3.84	-	-	-	457.61 ± 0.68	-	
		Gal	762.45	-	729.77 ± 0.61	-	-	703.20 ± 3.79	-	-	525.02 ± 3.23	-	521.40 ± 2.39	-	-	-	510.82 ± 1.42	-	
		Mix	703.93	-	663.72 ± 0.78	-	-	618.06 ± 6.51	-	-	497.75 ± 0.50	-	472.11 ± 1.12	-	-	-	471.33 ± 0.91	-	
10	Byc	695.71	-	-	-	665.45 ± 3.84	-	-	-	468.66 ± 0.97	-	-	-	459.84 ± 1.21	-	-	-		
	Gal	762.45	-	-	-	722.86 ± 4.93	-	-	-	535.34 ± 2.98	-	-	-	521.90 ± 1.90	-	-	-		
	Mix	703.93	-	-	-	662.04 ± 0.41	-	-	-	486.77 ± 1.41	-	-	-	476.38 ± 1.26	-	-	-		

라) Total polyphenol의 변화

0.5% 농도 갈변억제 추출물의 저장기간 중 total polyphenol의 변화는 표 1-70과 같다. Total polyphenol의 초기 값은 Byc 추출물 695.71 μ g/ml, Gal 추출물 762.45 μ g/ml, Mix 추출물 703.93 μ g/ml으로 45 $^{\circ}$ C에서 56일, 25 $^{\circ}$ C에서 50일, 10 $^{\circ}$ C에서 45일 저장하였다. 45 $^{\circ}$ C에서 저장 56일 후 Byc 추출물 430.19 \pm 2.65 μ g/ml, Gal 484.48 \pm 1.02 μ g/ml, Mix추출물 469.65 \pm 2.29 μ g/ml으로 나타났으며, 25 $^{\circ}$ C에서 저장 50일 후 추출물 처리구는 Byc 추출물 457.61 \pm 0.68 μ g/ml, Gal 추출물 510.82 \pm 1.42 μ g/ml, Mix 추출물 471.33 \pm 0.91 μ g/ml, 10 $^{\circ}$ C에서 저장 45일 후 처리구는 Byc 추출물 459.84 \pm 1.21 μ g/ml, Gal 추출물 521.90 \pm 1.90 μ g/ml, Mix 추출물 476.38 \pm 1.26 μ g/ml으로 점점 감소하는 경향을 보였다.

따라서 본 연구에서 선발된 추출물 분말은 대기환경에서 산소를 차단하여도 환경온도에 따라 polyphenol은 산화가 진행되어 감소하므로 가급적 유통온도를 저온으로 유지할 필요가 있음을 알 수 있다.

마) Hunter- Δ E의 변화

갈변 추출물의 저장기간 중 Hunter- Δ E의 변화는 표 1-71과 같다. Δ E는 45 $^{\circ}$ C에서 저장 56일 후 Byc 추출물 5.60 \pm 1.30, Gal 추출물 2.83 \pm 0.26, Mix 추출물 10.95 \pm 1.37으로 나타나 Gal 추출물의 표면색 변화가 가장 낮았으며, Mix 추출물의 표면색 변화가 가장 높았다. 25 $^{\circ}$ C에서 저장 50일 후 Byc 추출물은 3.53 \pm 0.56, Gal 추출물 3.71 \pm 0.29, Mix 추출물 13.41 \pm .84으로 나타나 Gal 추출물의 표면색 변화가 가장 낮았으며, 10 $^{\circ}$ C에서 저장 45일 후 Byc 추출물 3.25 \pm 0.75, Gal 추출물 1.98 \pm 0.32, Mix 추출물 3.47 \pm 0.46으로 나타나, 10 $^{\circ}$ C에서도 Gal 추출물의 Δ E 값이 다른 추출물 처리구에 비해 가장 낮게 나타났으며, 모든 온도 처리구에서 Mix 추출물의 표면색 변화가 가장 큰 것으로 나타났다.

바) 저장 중 pH의 변화

갈변 추출물의 저장기간 중 pH 변화는 표 1-72와 같다. pH는 저장 초기 Byc 추출물 3.90 \pm 0.02, Gal 추출물 3.79 \pm 0.02, Mix 추출물 4.27 \pm 0.01로 나타났으며, 45 $^{\circ}$ C에서 56일, 25 $^{\circ}$ C에서 50일, 10 $^{\circ}$ C에서 45일 저장하였다. 45 $^{\circ}$ C에서 저장 56일 후 Byc 추출물 3.40 \pm 0.03, Gal 추출물 3.45 \pm 0.04, Mix 추출물 3.71 \pm 0.01으로 Mix 추출물의 pH가 가장 낮았으며, 25 $^{\circ}$ C에서 저장 50일 후 Byc 추출물 3.55 \pm 0.03, Gal 추출물 3.53 \pm 0.02, Mix 추출물 3.76 \pm 0.02으로 나타났으며, 10 $^{\circ}$ C에서 저장 45일 후 Byc 추출물 3.46 \pm 0.03, Gal 추출물 3.42 \pm 0.01, Mix 추출물 3.71 \pm 0.01로 나타났다. 전체적으로 pH는 저장기간이 지속될수록 낮아지는 경향을 나타내었으나, 저장 환경 온도에 의한 영향은 본 실험기간 동안 없는 것으로 판단되었다.

표 1-71. 갈변 억제 추출물의 저장 중 Hunter-△E 변화

온도 (°C)	추출 물	저 장 기 간 (일)															
		0	7	10	14	15	20	21	28	30	35	40	42	45	49	50	56
45	Byc	-	3.90± 0.75	-	3.43± 0.71	-	-	3.52± 1.15	5.35± 1.42	-	5.70± 1.14	-	6.03± 1.29	-	5.48± 1.17	-	5.60± 1.30
	Gal	-	1.53± 0.33	-	2.07± 0.36	-	-	2.20± 0.78	2.19± 0.13	-	2.65± 0.31	-	2.73± 0.31	-	2.79± 0.28	-	2.83± 0.26
	Mix	-	7.72± 0.89	-	7.14± 0.77	-	-	6.34± 0.66	8.83± 1.28	-	8.95± 1.00	-	9.83± 1.51	-	9.93± 1.15	-	10.95 ±1.37
25	Byc	-	-	1.94± 0.20	-	-	2.97± 0.51	-	-	3.45± 0.48	-	3.24± 0.50	-	-	-	3.53± 0.56	-
	Gal	-	-	1.42± 0.18	-	-	2.82± 0.53	-	-	2.66± 0.55	-	3.14± 0.35	-	-	-	3.71± 0.29	-
	Mix	-	-	3.23± 1.20	-	-	3.39± 0.88	-	-	6.68± 0.70	-	13.04 ±0.22	-	-	-	13.41 ±.84	-
10	Byc	-	-	-	-	3.41± 0.84	-	3.25± 0.75	-	2.96± 0.96	-	-	-	3.25± 0.75	-	-	-
	Gal	-	-	-	-	1.20± 0.22	-	1.98± 0.32	-	1.58± 0.34	-	-	-	1.98± 0.32	-	-	-
	Mix	-	-	-	-	2.23± 0.32	-	3.47± 0.46	-	2.09± 0.33	-	-	-	3.47± 0.46	-	-	-

표 1-72. 갈변 억제 추출물의 저장 중 pH 변화

온도 (°C)	추출 물	저 장 기 간 (일)															
		0	7	10	14	15	20	21	28	30	35	40	42	45	49	50	56
45	Byc	3.90± 0.02	3.91± 0.02	-	3.61± 0.06	-	-	3.57± 0.01	3.46± 0.01	-	3.42± 0.02	-	3.41± 0.01	-	3.40± 0.01	-	3.40± 0.03
	Gal	3.79± 0.02	3.76± 0.05	-	3.64± 0.10	-	-	3.55± 0.04	3.48± 0.01	-	3.46± 0.04	-	3.46± 0.02	-	3.45± 0.01	-	3.45± 0.04
	Mix	4.27± 0.01	4.16± 0.01	-	3.94± 0.03	-	-	3.78± 0.04	3.75± 0.01	-	3.74± 0.02	-	3.74± 0.00	-	3.72± 0.01	-	3.71± 0.01
25	Byc	3.90± 0.02	-	3.98± 0.00	-	-	3.85± 0.04	-	-	3.83± 0.01	-	3.56± 0.06	-	-	-	3.55± 0.03	-
	Gal	3.79± 0.02	-	3.78± 0.02	-	-	3.58± 0.03	-	-	3.56± 0.03	-	3.54± 0.05	-	-	-	3.53± 0.02	-
	Mix	4.27± 0.01	-	4.27± 0.00	-	-	4.15± 0.01	-	-	4.08± 0.02	-	3.78± 0.02	-	-	-	3.76± 0.01	-
10	Byc	3.90± 0.02	-	-	-	3.62± 0.04	-	-	-	3.60± 0.03	-	-	-	3.46± 0.03	-	-	-
	Gal	3.79± 0.02	-	-	-	3.43± 0.09	-	-	-	3.42± 0.02	-	-	-	3.42± 0.01	-	-	-
	Mix	4.27± 0.01	-	-	-	3.75± 0.06	-	-	-	3.73± 0.01	-	-	-	3.71± 0.01	-	-	-

표 1-73. 갈변 억제 추출물의 저장 중 titratable acidity 변화

(단위 : %)

온도 (°C)	추출 물	저 장 기 간 (일)															
		0	7	10	14	15	20	21	28	30	35	40	42	45	49	50	56
45	Byc	0.05± 0.00	0.06± 0.00	-	0.06± 0.00	-	-	0.06± 0.00	0.06± 0.00	-	0.06± 0.01	-	0.06± 0.00	-	0.06± 0.00	-	0.07± 0.00
	Gal	0.13± 0.01	0.14± 0.00	-	0.16± 0.00	-	-	0.18± 0.00	0.22± 0.00	-	0.20± 0.00	-	0.19± 0.00	-	0.19± 0.01	-	0.19± 0.00
	Mix	0.06± 0.01	0.05± 0.00	-	0.06± 0.00	-	-	0.07± 0.00	0.08± 0.00	-	0.07± 0.00	-	0.07± 0.00	-	0.07± 0.00	-	0.07± 0.00
25	Byc	0.05± 0.00	-	0.06± 0.00	-	-	0.06± 0.00	-	-	0.07± 0.00	-	0.07± 0.00	-	-	-	-	0.07± 0.00
	Gal	0.13± 0.01	-	0.14± 0.00	-	-	0.17± 0.00	-	-	0.19± 0.00	-	0.19± 0.00	-	-	-	-	0.19± 0.00
	Mix	0.06± 0.01	-	0.06± 0.00	-	-	0.07± 0.00	-	-	0.07± 0.00	-	0.08± 0.00	-	-	-	-	0.08± 0.00
10	Byc	0.05± 0.00	-	-	-	0.06± 0.00	-	-	-	0.06± 0.00	-	-	-	0.05± 0.00	-	-	-
	Gal	0.13± 0.01	-	-	-	0.17± 0.00	-	-	-	0.19± 0.00	-	-	-	0.18± 0.00	-	-	-
	Mix	0.06± 0.01	-	-	-	0.06± 0.00	-	-	-	0.07± 0.00	-	-	-	0.07± 0.00	-	-	-

사) 적정산도의 변화

갈변 추출물의 저장기간 중 적정산도 변화는 표 1-73과 같다. 표에서 보는 바와 같이 적정산도는 저장초기 Byc 추출물 0.05±0.00%, Gal 추출물 0.13±0.01%, Mix 추출물 0.06±0.01%로 측정되었으며, 45℃에서 저장 56일 후 Byc 추출물은 0.07±0.00%, Gal 추출물 0.19±0.00%, Mix 추출물 0.07±0.00%, 25℃에서 저장 50일 후 Byc 추출물은 0.07±0.00%, Gal 추출물은 0.19±0.00%, Mix 추출물은 0.08±0.00%, 10℃에서 저장 45일 후 Byc 추출물은 0.05±0.00%, Gal 추출물은 0.18±0.00%, Mix 추출물은 0.07±0.00%로서 Gal 추출물의 산도가 가장 높았으며, Byc 추출물과 Mix 추출물의 적정산도는 거의 비슷하였다. 또한 전체적으로 저장기간이 경과함에 따라 적정산도는 미세하게 증가하는 경향을 나타내었다.

이와 같은 결과는 표 1-008의 pH의 변화와 유사한 경향으로 저장온도에 따른 영향보다는 저장기간에 따른 영향이 큰 것으로 나타났다.

3) 추출물의 품질특성변화와 기호도와와의 상관관계

추출물 분말의 품질지표를 선정하기 위하여 각 온도별 저장 중 품질특성인자의 변화와 기호도 변화에 대한 상관관계를 조사하였으며, 그 결과를 표 1-74와 같이 추출물 분말의 종류별 및 각 저장온도별 1차 회귀방정식과 결정계수를 나타내었다. 각 품질특성 인자에 대한 결정계수는 시료 및 저장온도별 일관된 값을 나타내지 않았으며, 또한 결정계수의 폭이 매우 큰 결과를 나타내고 있었다.

따라서 본 연구에서 선정한 품질특성 인자들 중에서는 추출물 분말의 저장수명을 예측·관리할 nt 있는 품질지표를 선정할 수 없는 것으로 판단하였다.

표 1-74. 갈변 억제 추출물의 기호도와 품질인자간의 상관관계

	온도 (℃)	추출물	회귀 방정식	R ²
PPO	45	Byc	y=0.364137x+53.80674	0.0266
		Gal	y=0.865115x+49.94877	0.1095
		Mix	y=3.435083x+29.78403	0.3927
	25	Byc	y=0.473682x+53.16802	0.1184
		Gal	y=3.779878x+26.15890	0.7539
		Mix	y=2.979575x+39.32564	0.4661
	10	Byc	y=0.216425x+55.15017	0.0110
		Gal	y=1.293023x+48.32070	0.8592
		Mix	y=2.773168x+40.60275	0.4994

표 1-74. Continued

	온도(°C)	추출물	회귀 방정식	R ²
DPPH	45	Byc	$y=15.64035x-41.21770$	0.7634
		Gal	$y=-0.32985x+89.04003$	0.0686
		Mix	$y=9.769153x+5.601828$	0.6737
	25	Byc	$y=9.197678x+6.584783$	0.3652
		Gal	$y=-1.44510x+98.45776$	0.5395
		Mix	$y=12.91788x-24.4894$	0.4007
	10	Byc	$y=7.039995x+21.76764$	0.1101
		Gal	$y=-0.13581x+86.74558$	0.1087
		Mix	$y=7.500699x+39.93469$	0.4745
Poly phenol	45	Byc	$y=85.59884x-11.4409$	0.7996
		Gal	$y=67.5202x+206.7469$	0.5649
		Mix	$y=81.90013x+8.41688$	0.7784
	25	Byc	$y=85.68468x-36.4181$	0.5287
		Gal	$y=94.80857x-63.4989$	0.4914
		Mix	$y=107.201x-234.644$	0.5940
	10	Byc	$y=123.1969x-405.152$	0.4886
		Gal	$y=110.5995x-207.684$	0.7042
		Mix	$y=110.4980x-210.424$	0.6312
Hunter - ΔE	45	Byc	$y=-0.92682x+11.03958$	0.5021
		Gal	$y=-0.41050x+5.092130$	0.6208
		Mix	$y=-1.66857x+19.99496$	0.8403
	25	Byc	$y=-1.96250x+16.17475$	0.9269
		Gal	$y=-3.50000x+26.97000$	0.8923
		Mix	$y=-27.0078x+202.9464$	0.9299
	10	Byc	$y=0.365385x+0.437051$	0.0133
		Gal	$y=-1.16000x+9.900000$	0.7371
		Mix	$y=-2.09544x+50.63000$	0.9782
pH	45	Byc	$y=0.155759x+2.487977$	0.6766
		Gal	$y=0.101934x+2.912132$	0.9204
		Mix	$y=0.171980x+2.662004$	0.7993
pH	25	Byc	$y=0.102912x+3.049376$	0.3123
		Gal	$y=0.106993x+2.852517$	0.5931
		Mix	$y=0.195725x+2.580464$	0.4007
	10	Byc	$y=0.245945x+1.693429$	0.9039
		Gal	$y=0.188837x+2.075116$	0.9498
		Mix	$y=0.305519x+1.371043$	0.9122
titratable acidity	45	Byc	$y=-0.00396x+0.087388$	0.7530
		Gal	$y=-0.02059x+0.308837$	0.8217
		Mix	$y=-0.00510x+0.102399$	0.4134
	25	Byc	$y=-0.00763x+0.117348$	0.8388
		Gal	$y=-0.02500x+0.350000$	0.6471
		Mix	$y=-0.00831x+0.477770$	0.6358
	10	Byc	$y=-0.00414x+0.087830$	0.2607
		Gal	$y=-0.02744x+0.376744$	0.9753
		Mix	$y=-0.00475x+0.098057$	0.4850

표 1-75. 갈변 억제 추출물의 저장기간과 품질인자간의 상관관계

	온도 (°C)	추출물	회귀 방정식	상관계수 (R ²)
PPO	45	Byc	$y = -0.02957x + 57.15133$	0.0538
		Gal	$y = -0.05060x + 56.87333$	0.0841
		Mix	$y = -0.18955x + 59.17511$	0.3681
	25	Byc	$y = -0.06170x + 57.82200$	0.4730
		Gal	$y = -0.20260x + 58.18200$	0.6603
		Mix	$y = -0.17460x + 65.52200$	0.6537
	10	Byc	$y = -0.04500x + 57.88000$	0.3513
		Gal	$y = -0.06747x + 59.69800$	0.9791
		Mix	$y = -0.14133x + 65.43500$	0.6803
DPPH	45	Byc	$y = -0.95555x + 93.62978$	0.8736
		Gal	$y = 0.036238x + 85.92533$	0.1860
		Mix	$y = -0.61557x + 91.33044$	0.8236
	25	Byc	$y = -0.71357x + 89.57429$	0.8000
		Gal	$y = 0.073600x + 86.11667$	0.6422
		Mix	$y = -0.68006x + 89.61143$	0.7020
	10	Byc	$y = -0.57867x + 90.65000$	0.5497
		Gal	$y = 0.009467x + 85.49700$	0.2210
		Mix	$y = -0.38820x + 90.89200$	0.6665
Poly phenol	45	Byc	$y = -5.05102x + 721.5709$	0.8536
		Gal	$y = -5.64338x + 794.6402$	0.8856
		Mix	$y = -5.02271x + 723.2638$	0.9013
	25	Byc	$y = -5.70197x + 713.0643$	0.8522
		Gal	$y = -5.88983x + 772.6890$	0.8704
		Mix	$y = -5.30897x + 703.8743$	0.9209
	10	Byc	$y = -6.02933x + 708.0750$	0.8647
		Gal	$y = -6.06113x + 772.0130$	0.8853
		Mix	$y = -5.71947x + 710.9680$	0.8868
Hunter -ΔE	45	Byc	$y = 0.051071x + 3.267500$	0.6704
		Gal	$y = 0.025085x + 1.583571$	0.8914
		Mix	$y = 0.080187x + 6.185357$	0.7833
	25	Byc	$y = 0.034500x + 1.991000$	0.7161
		Gal	$y = 0.049000x + 1.280000$	0.8408
		Mix	$y = 0.300100x - 1.053000$	0.8970
	10	Byc	$y = -0.00533x + 3.366667$	0.1230
		Gal	$y = 0.026000x + 0.806667$	0.9998
		Mix	$y = 0.041333x + 1.356667$	0.6663
pH	45	Byc	$y = -0.00971x + 3.836444$	0.8069
		Gal	$y = -0.00645x + 3.741778$	0.8277
		Mix	$y = -0.00952x + 4.134444$	0.7547

표 1-75. Continued

	온도 (°C)	추출물	회귀 방정식	상관계수 (R ²)
pH	25	Byc	$y = -0.00866x + 3.994762$	0.8042
		Gal	$y = -0.00583x + 3.775714$	0.8078
		Mix	$y = -0.01169x + 4.343810$	0.9029
	10	Byc	$y = -0.00893x + 3.846000$	0.8811
		Gal	$y = -0.00747x + 3.683000$	0.6216
		Mix	$y = -0.01133x + 4.120000$	0.6583
Titratable acidity	45	Byc	$y = 0.00019x + 0.0546670$	0.5333
		Gal	$y = 0.001119x + 0.146444$	0.5450
		Mix	$y = 0.000286x + 0.058667$	0.4000
	25	Byc	$y = 0.0004x + 0.05333300$	0.8400
		Gal	$y = 0.001343x + 0.134762$	0.8568
		Mix	$y = 0.000457x + 0.058571$	0.9143
	10	Byc	$y = 0.0000x + 0.05500000$	0.0000
		Gal	$y = 0.001133x + 0.142000$	0.6964
		Mix	$y = 0.000267x + 0.059000$	0.8000

4) 추출물의 품질특성변화와 저장기간과의 상관관계

표 1-75는 추출물의 품질특성치와 저장기간과의 상관관계를 조사하기 위하여 회귀식과 결정계수를 분석한 결과이다.

저장온도 및 추출물의 종류별 품질특성치와 저장기간간 결정계수가 높으면서 일정한 결과를 나타낸 특성인자는 polyphenol만이 유일하였다. 이와 같은 경향은 저장기간 동안 갈변저해역은 일정한 반면 polyphenol 함량은 지속적인 감소경향을 나타낸 결과에 기인하는 것에 근거하였다.

특히 total polyphenol 함량과 저장기간의 상관계수는 표에서 보는 바와 같이 전 항목에 걸쳐 0.8536 이상으로 매우 높은 상관관계를 나타내었다. 따라서 갈변억제 추출물의 저장 중 품질변화 지표 인자로서 total polyphenol를 선정할 수 있으나, PPO활성저해율과는 무관하며 단지 유통관리용으로서 활용할 수는 있을 것으로 판단되었다.

6. 실증실험 및 효과분석

가. 종합적 갈변억제처리에 의한 품목별 갈변억제효과

시료는 2013년 4월 가락시장에서 구입하였으며, 크기와 모양이 유사하고 외관이 건전한 것을 선별하여 실험에 사용하였다. 감자는 원형 그대로를 박피하였으며, 사과는 8조각으로 절단하여 씨방을 제거하였고, 양상추는 줄기부위를 약 5~10cm 크기로 절단하여 실험에 사용하였다.

실험방법은 제1협동 및 주관기관에서 수행한 천연갈변억제제 중 최적효과를 나타낸 Byc 단독물질을 토대로 하였으며, 처리공정은 제2 및 제3협동기관에서 확립한 공정기술을 적용하였다. 즉, 시료를 항온수조기에서 박피감자는 55°C에서 45초, 절단사과는 50°C에서 30초, 절단양상추는 55°C 30초 동안 수증 열처리한 뒤, 적정농도의 선발갈변억제제 희석액에 1분간 침지하고 거즈로 물기를 제거한 다음 PP film(50 μ m)으로 표 1-76과 같이 농도로 조정된 혼합가스를 이용하여 가스충전포장을 실시하였다. 포장된 시료들은 국내 콜드체인시스템의 온도를 고려하여 5°C \pm 1 저장고에서 저장하면서 표면색(감자, 사과)과 갈변도(양상추)를 측정하였다.

표 1-76. 품목별 가스치환포장 가스 농도

시료	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	N ₂ (%)
박피감자	50	20	30
사과 슬라이스	50	10	40
절단 양상추	10	5	85

감자와 사과의 표면색은 colorimeter(CR-400, Minolta Co, Osaka, Japan)를 백색판(L=97.79, a=-0.38, b=2.05)으로 보정하여 L*(명도), a*(적색도) 및 b*(황색도), a/b, ΔE 값을 측정하였으며, 양상추는 줄기 절단부위에서 약 0.3cm가량을 잘게 자른 후 2g을 취한 다음 20mL의 증류수를 첨가하여 35°C의 water bath에서 2시간동안 추출하여 여과(Whatman No.2)한 뒤 분광광도계(Optizen 2120, Mecasys, Korea)를 이용하여 420nm에서 흡광도를 측정하였다.

표 1-77은 종합적용처리 박피감자를 5°C \pm 1 저장고에서 저장 중 표면색 변화를 조사한 결과이며, 표 1-78은 측정시점에서의 감자의 표면색 및 성상변화를 사진으로 나타낸 결과이다.

















표 1-77에 나타낸 바와 같이 대조구의 명도(Hunter L*)는 초기 값 71.89 \pm 0.58에서 저장 15일 후 63.13 \pm 0.77 감소하면서 표 1-78에서와 같이 갈변이 상당량 진행된 결과를 나타낸 반면, Byc 추출물 처리 구에서는 저장 15일 후 명도 값이 71.63 \pm 0.76으로 저장 초기와 일정한 분포를 보이며 가장 밝은 색을 유지하여 품질유지 효과가 우수한 것으로 나타났다.

ΔE 값은 Hunter L-value에서와 같이 대조구가 10.07 \pm 1.12으로 표면색의 변화가 가장 높았으며, Gal 추출물 처리구의 경우 저장 6일 후 ΔE 값이 3.02 \pm 0.50으로 대조구나 다른 추출물 처리구보다 표면색의 변화가 가장 낮았으나, 저장 15일 후에는 7.32 \pm 0.49으로 Byc 추출물 처리구 3.49 \pm 0.41, 혼합추출물 처리구 4.57 \pm 0.43보다 높게 나타나 Gal 추출물 처리구의 경우 박

표 1-77. 종합적용 처리된 박피감자의 저장 중 표면색 변화

	Extracts	0day	6day	10day	15day
L*	control	71.89±0.58	66.76±0.76	64.69±0.98	63.13±0.77
	Byc	71.89±0.58	72.17±0.29	72.13±0.48	71.63±0.76
	Gal	71.89±0.58	72.09±0.58	70.34±0.32	69.98±0.59
	Mix	71.89±0.58	71.53±0.65	70.05±0.80	70.16±0.65
a*	control	0.30±0.06	2.93±0.13	3.33±0.36	3.63±0.27
	Byc	0.30±0.06	1.10±0.03	1.21±0.05	1.20±0.06
	Gal	0.30±0.06	1.53±0.08	1.71±0.08	3.32±0.12
	Mix	0.30±0.06	1.23±0.06	1.32±0.05	1.36±0.08
b*	control	16.14±0.22	19.66±0.49	17.73±0.38	19.32±0.87
	Byc	16.14±0.22	13.60±0.15	13.25±0.39	13.68±0.40
	Gal	16.14±0.22	15.77±0.47	16.16±0.55	21.42±0.39
	Mix	16.14±0.22	13.78±0.37	13.63±0.34	14.32±0.55
a/b	control	0.02±0.00	0.18±0.01	0.17±0.01	0.19±0.02
	Byc	0.02±0.00	0.08±0.00	0.09±0.00	0.09±0.00
	Gal	0.02±0.00	0.10±0.00	0.11±0.01	0.16±0.01
	Mix	0.02±0.00	0.07±0.47	0.10±0.00	0.09±0.00
△E	control	0.00±0.00	6.99±0.80	8.37±1.12	10.07±1.12
	Byc	0.00±0.00	3.56±0.23	3.67±0.35	3.49±0.41
	Gal	0.00±0.00	3.02±0.50	3.58±0.45	7.32±0.49
	Mix	0.00±0.00	3.72±0.47	4.07±0.79	4.57±0.43

표 1-78. 종합적용처리 박피감자의 저장 중 사진

Extracts	0day	6day	10day	15day
control				
Byc				
Gal				
Mix				

피감자에서는 저장 기간이 지속될수록 추출물이 시료에 착색되어 표면색에 영향을 주는 것으로 판단되었다. Byc 추출물처리구는 ΔE 가 저장 15일 후에도 3.49 ± 0.41 으로 가장 낮은 표면색의 변화를 나타내었으며, 저장 15일 동안 상품성을 유지하고 있는 것으로 판단되었다.

선발된 천연물에 의한 갈변억제와 열처리 및 가스충전포장을 혼합한 종합적용처리 절단사과의 저장 중 표면색 변화는 표 1-79 및 1-80과 같다. 사과 슬라이스의 경우 L-value가 감소하고 Hunter a 및 b-value는 증가하는 전형적인 표면색 특성을 나타내었으며, 변화정도는 대조구, mix, Gal 및 Byc순으로 억제되는 경향을 나타내었다. 갈변억제 처리구 중에서도 저장 4일 후 Byc 추출물이 70.43 ± 0.73 으로 다른 처리구에 비해 가장 안정적이었고 특히 Byc 처리구의 ΔE 값은 저장 4일 후 약 4.0의 값으로, 대조구의 9.16의 약 1/2이하의 수준을 유지하고 있었다.

종합처리된 절단사과의 상품성 유지기간은 표 1-80에서 보는 바와 같이 대조구는 저장 2일 후, 갈변억제 처리구는 약 4일 정도로 2배 정도 연장하는 효과가 있는 것으로 간주되었다.

표 1-79. 종합적용처리 절단사과의 저장 중 표면색 변화

	Extracts	0day	2day	4day
L*	control	73.45 ± 0.26	69.88 ± 0.39	65.51 ± 0.50
	Byc	73.45 ± 0.26	71.42 ± 0.48	70.43 ± 0.73
	Gal	73.45 ± 0.26	71.00 ± 0.56	68.98 ± 0.79
	Mix	73.45 ± 0.26	71.28 ± 0.30	69.03 ± 0.73
a*	control	3.14 ± 0.12	4.55 ± 0.12	4.33 ± 0.29
	Byc	3.14 ± 0.12	3.78 ± 0.23	3.77 ± 0.20
	Gal	3.14 ± 0.12	3.18 ± 0.32	3.67 ± 0.24
	Mix	3.14 ± 0.12	3.02 ± 0.18	4.67 ± 0.32
b*	control	21.42 ± 0.60	24.66 ± 0.66	24.05 ± 0.74
	Byc	21.42 ± 0.60	23.64 ± 0.87	23.28 ± 0.57
	Gal	21.42 ± 0.60	22.80 ± 0.67	23.12 ± 0.59
	Mix	21.42 ± 0.60	20.77 ± 0.58	25.34 ± 0.69
a/b	control	0.15 ± 0.01	0.18 ± 0.00	0.18 ± 0.01
	Byc	0.15 ± 0.01	0.16 ± 0.01	0.16 ± 0.01
	Gal	0.15 ± 0.01	0.14 ± 0.01	0.16 ± 0.01
	Mix	0.15 ± 0.01	0.14 ± 0.01	0.18 ± 0.01
ΔE	control	0.00 ± 0.00	4.94 ± 0.71	9.16 ± 1.04
	Byc	0.00 ± 0.00	3.14 ± 0.60	4.00 ± 0.73
	Gal	0.00 ± 0.00	3.90 ± 0.80	5.50 ± 0.80
	Mix	0.00 ± 0.00	3.47 ± 0.47	6.40 ± 0.86

표 1-80. 종합적용처리 절단사과의 저장 중 사진















표 1-81 및 1-82는 종합 적용처리된 절단양상추의 저장 중 갈변도 변화를 나타낸 것이다. 양상추의 갈변은 줄기 절단부에서 미약한 선홍색으로 가장 먼저 발생하는 특성을 고려하여 본 연구에서는 줄기 절단부위에서 약 0.3cm가량을 잘게 자른 후 420nm에서의 흡광도로 측정된 갈변도 지수로 나타내었다.

절단 양상추의 갈변도 지수에 대한 변화정도는 대조구, mix, Gal 및 Byc순으로 억제되는 경향을 나타내었다. 대조구는 저장 2일 후 갈변이 발생하기 시작하여 저장 5일 후 약 4배 이상의 갈변도 지수로 증가한 반면, 갈변억제 처리구 중 Byc처리구의 경우에는 저장 5일 후 0.12 ± 0.01 로 저장초기와 동일하였으며, 저장 말기인 13일 후에는 0.37로 상품성을 유지하고 있는 것으로 판단되었다.

표 1-81. 종합적용처리 절단양상추의 저장 중 갈변도 변화

Extracts	0day	5day	13day
Control	0.12 ± 0.01	0.40 ± 0.03	1.01 ± 0.04
Byc	0.12 ± 0.01	0.12 ± 0.01	0.37 ± 0.02
Gal	0.12 ± 0.01	0.16 ± 0.00	0.61 ± 0.04
Mix	0.12 ± 0.01	0.15 ± 0.00	0.86 ± 0.01

표 1-82. 종합적용처리 절단양상추의 저장 중 사진

Extracts	0day	5day	13day
control			
Byc			
Gal			
Mix			

일반적으로 절단 양상추는 갈변작용이 1~2일 내에 신속히 발생함으로써 생산업체의 유통관리에 주요 애로 사항이 되고 있으나, 갈변억제와 열처리 및 가스충전포장기법을 혼용하였을 때는 갈변작용에 의한 저장수명이 소실되기 보다는 엽채류의 특성 상 다량 발생하는 증산작용에 의하여 유출된 과잉의 수분이 양상추 조직과 장기 접촉함으로써 발생하는 조직 짓무름 현상이 주요 상품성 소실 원인으로 대두되었다.

나. 종합적 갈변억제처리에 의한 경제성 검토

종합처리 공정에서 지속적인 비용의 발생은 갈변억제제의 구입 및 처리비용일 것으로 판단되었다. 본 고에서는 갈변억제처리제 중에서 가장 효과적인 물질로 판단된 Byc를 대상으로 실제 소요되는 비용측면을 고려하고자 하였으며, 갈변억제제의 사용은 heat shock처리시 물에 침지하여 사용하는 방법을 대상으로 하였다. 즉, 현장에서 깎감자 제조방법(원료감자를 버블세척하고 기계박피한 다음 깨끗한 물에 침지된 상태에서 잔존 부피를 제거하는 인력작업을 거친 후 탈수 포장하는 방법)에서 본 개발기술은 도입할 경우, 인력박피 후 컨베어상으로 열수침지조로 이동하여 일정시간 처리하여 탈수·포장하는 방법으로 진행될 것이다.

이때 열수침지조에 함유된 갈변억제수를 반복 사용함으로써 갈변억제제의 구입에 따른 사용비용을 절감하는 방법을 검토하였다.

실험방법으로서는 Byc 추출물 0.2% 희석액을 45℃의 항온수조기에 넣고 박피절단감자를 1분간 침지하는 작업을 20회 반복 처리하였다. 반복처리에 의한 갈변억제효과를 조사하기 위하여

1, 5, 10, 15, 20회 침지할 때의 절단감자를 시료로 하여, 거즈로 물기를 제거한 뒤 PE film(50 μm)으로 포장한 후 $5^{\circ}\text{C}\pm 1$ 저장고에서 저장하면서 표면색을 측정하였고, 반복 침지할 때의 추출물 희석액을 취하여 PPO 효소 활성 저해력을 측정함으로써 갈변억제처리수의 반복사용가능성을 검토하였다.

PPO 저해력은 50mM sodium phosphate buffer (pH 6.8) 0.5ml와 10mM L-DOPA 용액 0.2ml, 시료 0.2ml 각각 첨가하고 PPO (110units/ml) 0.1ml을 혼합한 후 분광광도계 (JASCO, V-560, Japan)를 이용하여 420nm에서 20분간의 변화를 측정하였다. 효소의 활성능은 흡광도의 변화를 관찰한 후 curve의 직선부위로부터 계산하였다.

$$\text{Inhibition(\%)} = [1 - (A/B)] \times 100$$

A : Sample의 흡광도, B : Blank solution의 흡광도

감자의 표면색은 표준 백색판(L=97.79, a=-0.38, b=2.05)으로 보정한 colorimeter(CR-400, Minolta Co, Osaka, Japan)를 사용하여 색도를 측정하고 그 결과를 L*(명도), a*(적색도) 및 b*(황색도), a/b, ΔE 값으로 나타내었다.

표 1-83은 갈변억제제 희석액에 시료의 반복침지 횟수에 따른 갈변억제효과를 알아보기 위하여 시료를 희석액에 0회, 5회, 10회, 15회, 20회 침지한 Byc 추출물을 취하여 PPO 효소활성 저해력과 3일 저장 후 감자의 표면색 변화를 나타낸 것이다.


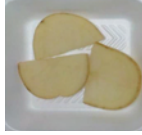


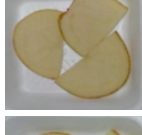

반복처리된 갈변억제수의 처리횟수별 희석액의 PPO활성 저해력은 초기치 82.58%에 대비하여 20회 반복 침지 후에도 81.91%로 희석액의 갈변억제력은 유지되고 있는 것으로 나타났다.

또한 Byc 추출물 희석액에 침지한 박피절단감자를 $5^{\circ}\text{C}\pm 1$ 저장고에서 3일간 저장한 후 표면색을 측정한 결과 대조구에서는 명도(L*)가 62.00 ± 0.73 를 나타낸 반면 0회~20회 침지한 모든 처리구에서는 64.51~64.84로 밝기가 저장초기와 비슷하게 유지되었다. 전체적으로 적색도(a*)와 황색도(b*), chroma 값도 표면색 유지의 효과를 나타내었으며, 모든 침지처리구의 값이 적색도 1.47~1.58, 황색도 15.71~15.95, chroma 16.05~16.34로 나타나 표준오차를 고려하였을 때 거의 비슷한 색도 유지 효과를 나타내었다.

따라서 시료를 희석액에 20회 반복 침지 하여도 갈변억제 효과가 유지되는 것을 확인 할 수 있었으며, 보다 높은 원료구입비용을 절감하고 자원의 효율적 사용을 위한 반복횟수의 20회 이상 추가 연장실험이 요구됨을 알 수 있었다. 본 실험은 개발기술의 기술이전시 현장에서 비용 상승에 따른 부담을 해소하기 위하여 반드시 재검토 되어야 할 것이다.

표 1-84는 갈변억제제(Byc)의 희석액에 박피절단감자를 20회 반복 침지할 경우 갈변억제제의 구입비용을 상쇄하는 효과를 검토하여 분석한 실 소요비용을 나타낸 결과이다.

표 1-83. 침지횟수에 따른 절단감자의 PPO 효소활성 저해력과 표면색 변화

침지 횟수	PPO(%)	L*	a*	b*	croma	사진 (저장 3일)
대조구	-	62.00±0.73	1.81±0.04	17.18±0.09	17.28±0.09	
0	82.58±0.89	64.51±0.25	1.49±0.09	15.89±0.41	16.34±0.22	
5	82.46±0.47	64.66±0.73	1.58±0.04	15.98±0.09	16.05±0.09	
10	82.49±0.24	64.54±1.05	1.50±0.04	15.71±0.54	16.28±0.48	
15	82.08±1.13	64.58±0.71	1.58±0.05	15.96±0.18	16.04±0.18	
20	81.91±0.83	64.84±0.53	1.47±0.06	15.95±0.38	16.02±0.38	

Byc의 인터넷 구매단가는 500g 기준 15,000원이었으며, 100L의 물에 20회 반복처리시 소요되는 비용은 약 4,761원으로 분석되었다. 그러나 일반적으로 감감자의 구매비용은 인터넷 판매기준으로 약 2,280원/100g으로 고가이면서 유통기간이 2~3일로 매우 짧은 반면, 본 개발기술을 적용하였을 때는 약 15일의 유통기간으로 증가하게 됨으로써, 기존 방법 고수시 소요되는 폐기물량과 유통관리 인력을 고려하였을 때는 충분히 경제성이 있는 것으로 판단되었다.

표 1-84. 침지횟수에 반복처리에 따른 갈변억제제(Byc)의 소요비용 분석

(단가 : 인터넷 기준)									
단위 중량	단가 (원)	수율 (%)	추출 물량	처리 농도	처리 수량	첨가량	단가(원)	반복 횟수	실비용 (원)
500g	15,000	6.30	31.5g	0.20%	10 L	20.00	9,523.81	20	476
					100 L	200.00	95,238.1	20	4,761
					1000 L	2000.00	952,380.9	20	47,619

제 2 절. 갈변억제의 상승효과를 위한 복합처리기술 개발

1. 물리적 처리기술 검토

가. 고농도 CO₂ 처리에 의한 사과 저장 중 품질 특성

1) 재료 및 방법

가) 시료

실험에 사용된 사과는 경상북도 청송의 하이크린사과 영농조합법인의 회원들이 생산한 '후지' 품종을 저온 저장한 것을 구입하여 이용하였다. 사과는 세척 후 종이타월로 닦아 물기를 제거한 후 자체 제작한 밀폐된 용기에 넣어 CO₂를 90% 이상 주입하여 12-13시간동안 처리한 후 곧바로 실험 시료로 사용하였다. 밀폐된 용기 내의 CO₂ 농도는 용기 syringe로 채취한 기체를 2N-NaOH로 제조한 탄산가스 흡수제를 이용하여 측정하였다.

전처리를 거친 사과는 스테인레스 사과 분할기를 사용하여 8조각으로 분할하여 증류수와 항산화제 등에 침지한 것을 종이타월로 물기를 제거한 후 두께 0.03mm의 PP film을 bag(20 x 15 cm)으로 포장하여 10°C에서 12일간 저장하면서 품질 변화를 관찰하였다. 대조구는 고농도 CO₂ 전처리를 거치지 않은 것을 증류수에 침지하여 같은 방법으로 처리하였으며 모든 실험은 3번 반복하여 수행하였다.

나) pH, 가용성 고형분 및 적정산도

pH는 pH meter(Model Delta 320, Mettler-Toledo, Inc. china)로 측정하였으며 가용성 고형분은 굴절 당도계(Atago Hand Refractometer, N1, Japan)로 측정하였다.

다) 색도 변화

표준 백색판(L=97.79, a=-0.38, b=-2.05)으로 보정한 colorimeter(Minolta, CR-200, Japan)를 사용하여 색도를 측정하고 그 결과를 각각 Hunter' color value인 L, a 및 b 값으로 나타내었다. 본 보고서에서는 밝기를 나타내는 L 값을 나타내었다.

라) 조직감 (Texture)

사과 조각을 1cm의 두께로 잘라 경도계 sun rheometer(Model compac-100 II, Japan)를 이용하여 경도(hardness)를 측정하였다. 이때 압력은 수직 방향으로 하였으며 측정조건은 진입 깊이 10 mm, 진입거리 120%, table speed 120 mm/min, prove는 No. 5를 사용하였다.

마) 포장 내부의 가스 측정

포장 내부의 기체 조성은 oxygen/carbon dioxide analyzer (902D, Quantek Instruments, Northboro, MA, USA)를 이용하여 측정하였다. 이 때 대기의 기체조성은 O₂는 21%, CO₂는 0%를 기준으로 하였다.

바) 미생물 총균수 측정

저장 중 미생물 변화를 조사하기 위하여 슬라이스형 사과와 총균수를 측정하였다. 과피를 제외한 사과 과육의 양쪽 절단면을 얇게 잘라 5 g에 0.1% 멸균 펩톤수 90 ml를 가한 액을 각 단계별로 희석하여 각각 0.1 ml을 PCA 배지에 접종하여 도말한다. 35℃에서 48시간 동안 배양 후 생성된 colony를 계수한 총균수를 log CFU/g으로 나타내었다. 시료채취 및 실험에 사용된 모든 기구는 121℃에서 1시간 동안 건열멸균한 것을 이용하였다.

사) 통계처리

모든 데이터는 SPSS program을 이용하여 분산분석 및 Duncan's multiple range test(p<0.05)를 수행하여 통계적 유의성을 검정하였다.

2) 결과 및 고찰

가) pH 및 가용성 고형분의 변화

표 2-1, 표 2-2에 CO₂ 전처리의 유무에 따른 이화학적 특성을 나타내었다. CO₂ 전처리를 실시한 결과 사과의 pH는 저장기간이 길어질수록 낮아지면서 CO₂ 처리한 것이 4.31, 4.15로 4.40, 4.30보다 낮은 값을 보였고, 총 가용성 고형분 함량은 6.80으로 CO₂ 무 처리보다 높은 값을 나타냄을 알 수 있었다. 결과적으로 차이가 미미하긴 하지만 CO₂ 처리한 것이 pH는 낮은 값을, 가용성 고형분 함량은 높은 값을 나타내는 것을 확인하였다.

표 2-1. CO₂ 전처리의 유무에 따른 신선절단 사과의 저장 중 pH의 변화

저장일수	대조구	CO ₂ 처리구
1일차	4.40±0.06	4.31±0.03
4일차	4.30±0.03	4.15±0.04
7일차	4.02±0.08	4.13±0.04
12일차	4.29±0.03	4.16±0.05

표 2-2. CO₂ 전처리의 유무에 따른 신선절단 사과 저장 중 가용성 고형분의 변화

저장일수	대조구	CO ₂ 처리구
1일차	6.53±0.31	6.80±0.20
4일차	6.93±0.31	7.20±0.20
7일차	7.20±0.00	7.13±0.23
12일차	6.00±0.00	6.47±0.50

나) 색(L값)의 변화

갈변 정도를 가장 잘 알 수 있는 색도, L값을 측정하고 그림 2-1에 나타내었다. 저장기간이 증가함에 따라 L값은 대체적으로 감소하는 특징을 보였다. CO₂ 처리한 구가 78.17에서 77.83으로 대조구 78.39에서 76.21로 L값의 감소폭이 더 작았고 육안으로 보았을 때도 시간이 갈수록 두 구의 차이가 컸던 것으로 보아 CO₂ 처리한 구가 갈변을 지연시키는 데 도움을 주는 것을 알 수 있었다.

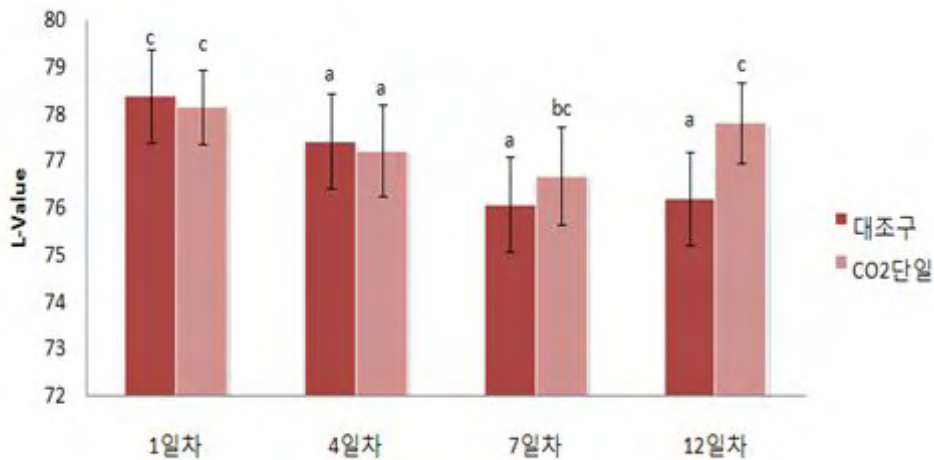


그림 2-1. CO₂ 전처리의 유무에 따른 신선절단 사과의 저장 중 L 값의 변화

다) 기체조성의 변화

고농도 탄산가스 전처리 유무에 따른 포장 내 산소 및 이산화탄소 농도의 변화를 조사하여 표 2-3에 나타내었다. 저장 초기 산소 농도는 처리구별 유의적인 차이 없이 비슷한 수준을 유지하였으나 저장기간이 길어짐에 따라 대체적으로 감소하는 경향을 보였다. 그러나 이산화탄소의 경우는 초기 농도부터 큰 차이를 보이며 대조구는 점차적으로 증가하였고, 처리구는 이산화탄소의 농도가 높게 유지되었으나 감소하는 것으로 나타났다. 이는 고농도 이산화탄소 처리의

영향인 것으로 생각되었다. 산소 농도는 같으므로 이산화탄소 농도가 높은 경우에 숙성이나 노화가 지연되므로 갈변이 저해되는 것으로 추측할 수 있다.

표 2-3. CO₂ 전처리의 유무에 따른 신선절단 사과 저장 중 포장 내 기체 조성의 변화

저장기간	대조구		CO ₂ 처리구	
	O ₂	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	CO ₂ (%)
1일차	20.70	0.20	19.23	9.30
4일차	18.17	2.50	17.27	14.73
7일차	14.97	5.77	14.53	7.80
12일차	12.40	5.37	11.67	5.70

라) hardness의 변화

그림 2-2에 CO₂ 전처리의 유무에 따른 조직감 특성을 나타내었다. 대조구는 저장기간이 지남에 따라 큰 변화가 없었는데 나머지 처리구들은 급격한 감소를 보였다. 그 중 US 병용 처리구가 가장 큰 폭의 변화를 보였는데 이는 초음파 처리가 조직감을 어느 정도 손상시키는 것을 알 수 있다. CO₂ 병용 처리구 역시 다른 처리구들에 비해 저장 초기에는 경도가 높게 나타나다가 저장기간이 길어질수록 급격히 감소하는 경향을 보였다. 단일 처리 시에는 문제가 되지 않는데 병용 처리할 경우 hardness가 급격히 증가하다 감소하는 것과 관련한 메커니즘은 추가 연구가 요구된다.

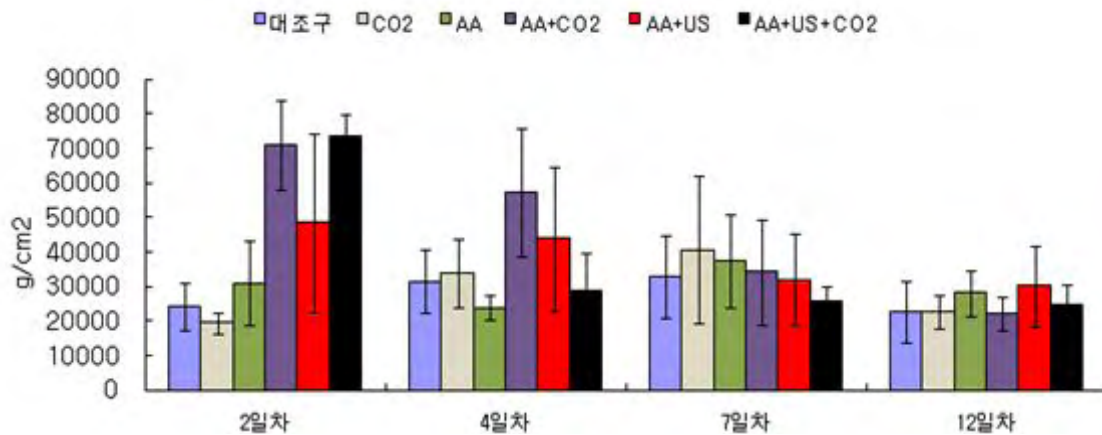


그림 2-2. CO₂ 전처리의 유무에 따른 신선절단 사과 저장 중 hardness의 변화

마) 총균수의 변화

무처리구와 CO₂ 처리한 신선절단 사과 저장 중 총균수 변화를 그림 2-3에 나타내었다. 저장기간이 증가함에 따라 대체적으로 값이 증가하는 특징을 보였다. 큰 차이는 아니지만 CO₂

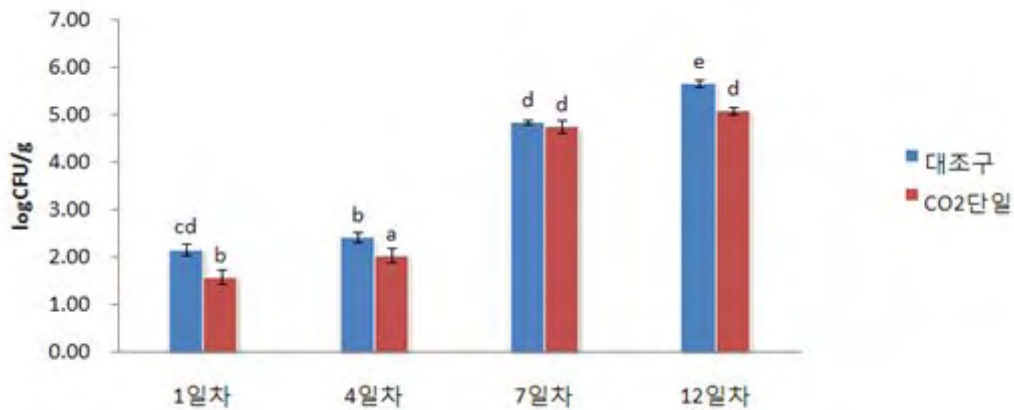


그림 2-3. CO₂ 전처리의 유무에 따른 신선절단 사과와 저장 중 총균수의 변화

처리한 구가 대조구에 비해 미생물 수가 작은 것을 확인하였다. 저장 7일차에 미생물 수가 크게 증가하는 것을 확인하였으므로 가급적 상가제품의 경우는 유통기한을 7일 이내로 하되 신선절단 사과의 유통기한 연장을 위한 미생물 제어 측면에서의 추가적인 허들기술의 개발이 필요하다.

3) 요약

신선편이 사과에 대한 고농도 CO₂ 처리의 효과를 검증하였다. 고농도 CO₂에서 저장한 사과가 대조구에 비해서 높은 L 값과 미생물 생육 저해 효과를 보였다. 미생물 생육 저해 효과는 포장 내 CO₂ 농도가 높게 유지되면서 호기성 세균의 생육이 저해된 것으로 생각된다.

나. 저온 블랜칭 처리에 의한 사과와 저장 중 품질 특성

1) 재료 및 방법

가) 시료

상기의 CO₂ 전처리에 사용한 시료와 같으며 대조구는 블랜칭 대신 증류수에 침지하여 같은 방법으로 처리하였다.

나) 블랜칭 처리

사과는 세척 후 slicer를 이용하여 8조각으로 분할하였다. 증류수를 50°C로 맞춰놓은 Water bath 수조에 넣어 30초간 블랜칭 처리하였다. 처리 후 종이타월로 물기를 제거하여 PP film(0.03 mm) bag(15 x 20 cm)으로 밀봉 포장하였다. 전처리 후 사과를 온도(4도, 10도)조건을

달리하여 12일 동안 저장하면서 3일 간격으로 성분을 분석하였다. 모든 실험은 3번 반복한 결과로 나타내었다.

다) 품질분석 및 통계처리

상기의 CO₂ 전처리에서 사용한 같은 방법을 사용하였다.

2) 결과 및 고찰

가) pH 및 가용성 고형분 함량의 변화

저온 블랜칭 처리한 신선절단 사과와 대조구의 저장 중 pH 및 가용성 고형분의 변화를 측정한 결과는 표 2-4, 표 2-5에 나타내었다. 각 시료는 pH와 가용성 고형분에서 블랜칭 처리한 시료가 4.26에서 4.46으로, 6.27°Brix 에서 6.83°Brix 으로 증가하는 경향을 보였다. 대조구와 비교하였을 때 블랜칭 처리한 것이 높은 pH와 가용성 고형분 함량을 나타내어 블랜칭 처리가 신선절단 사과의 이화학적 특성에 어느 정도 영향을 미친다는 것을 의미한다고 할 수 있다. 그러나 저장온도에 따른 차이는 보이지 않아 4℃의 결과만 아래에 나타내었다.

표 2-4. 저온 블랜칭 처리의 유무에 따른 신선절단 사과의 저장 중 pH의 변화

저장 기간	대조구	블랜칭 처리
0일차	4.05	4.26
3일차	4.33	4.42
6일차	4.46	4.46
9일차	4.34	4.44
12일차	4.38	4.46

표 2-5. 저온 블랜칭 처리에 따른 의 유무에 따른 신선절단 사과의 저장 중 가용성 고형분의 변화

저장 기간	대조구	블랜칭 처리구
0일차	6.80±0.20	6.27±0.50
3일차	5.37±0.06	6.23±0.15
6일차	6.63±0.32	7.20±0.20
9일차	7.07±0.50	6.80±0.20
12일차	6.67±0.12	6.83±0.15

나) 색(L값)의 변화

저장기간이 길어짐에 따라 L값은 감소하는 경향을 나타내었다(표 2-6). 초기 L값은 크게 차이가 나지 않았으나 블랜칭 처리한 시료가 10℃에서 72.40으로 대조구 71.98에 비해 더 높은 값을 나타내었다. 저장 3일째 대조구는 74.55인 반면 블랜칭 처리구는 75.33으로 초기 L값 75.60에 비해 크게 감소하지 않은 것으로 볼 때 블랜칭 처리가 갈변의 진행을 지연시킴을 확인할 수 있었다. 이러한 영향은 열처리를 약하게 하면 효소의 활성을 방해하거나 불활성화되어 갈변의 진행을 늦추거나 막지 않을까 사료된다. 저장 온도는 4℃의 경우 10℃에 비해 색도가 좀 더 오래 유지되었고, 블랜칭과 병용하였을 때 가장 높은 L값을 나타내어 신선편이 제품의 저장이나 유통 온도는 4℃ 부근이 적합할 것으로 생각되었다. 시료가 제철 과일이기 때문에 때에 따라 상태가 달라져 수확기가 지난 사과와 문제로 초기 L값이 너무 낮게 측정되어 71-72까지 낮아졌으나 보통 74-75를 유지하여 상품성에 크게 문제를 일으키는 수준은 아니었다.

표 2-6. 저온 블랜칭 처리 유무에 신선절단 사과의 저장 중 L값의 변화

저장 기간	대조구		블랜칭 처리	
	4℃	10℃	4℃	10℃
0일차	75.78±0.92	75.61±0.81	76.19±1.28	75.60±0.81
3일차	75.06±1.09	74.55±1.02	76.08±1.12	75.33±1.39
6일차	74.53±1.26	73.82±2.17	75.83±1.13	74.35±1.37
9일차	73.57±1.97	72.66±2.28	75.58±1.39	73.62±1.78
12일차	72.32±2.13	71.98±1.93	75.28±1.15	72.40±1.99

다) 포장 내 기체 조성 변화

표 2-7에서 보는 바와 같이 저장온도에 따라 기체 조성이 다름을 확인할 수 있었다. 대체로 저장기간이 길어질수록 산소는 점점 감소하고 이산화탄소는 증가하는 경향을 보였다. 4℃ 저장 온도에서는 산소가 19.77에서 14.30% 으로 10℃에서 19.23, 11.45% 보다 더 높게 나타났다. 반대로 이산화탄소 조성은 4℃가 10℃보다 더 낮게 나타났다. 그러나 블랜칭 유무에 따른 차이는 크게 눈에 띄지 않았다. 따라서 신선절단 제품의 유통 중이나 보관 시 낮은 온도, 10℃보다는 4℃를 유지하도록 하는 것이 품질 유지에 도움이 될 것이라고 생각된다.

표 2-7. 저온 블랜칭 처리 유무에 신선절단 사과와 저장 중 포장 내 기체 조성의 변화

저장 기간	대조구				블랜칭 처리			
	4℃		10℃		4℃		10℃	
	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂
0일차	19.77	0.43	19.23	1.73	19.70	0.57	19.30	0.66
3일차	16.85	4.05	10.10	10.00	16.90	3.57	11.15	9.80
6일차	13.93	5.83	10.50	10.63	14.65	4.90	10.95	8.30
9일차	12.20	6.85	17.47	5.27	14.03	4.67	9.83	8.87
12일차	14.30	3.13	11.45	9.60	13.80	5.03	8.07	10.50

라) hardness의 변화

그림 2-4는 블랜칭 유무에 따른 신선절단 사과와 저장 중 hardness의 변화를 보여주고 있다. 실험 결과, 저장 6일까지는 대조구가 더 큰 값을 나타내었지만 6일 이후에는 블랜칭 처리구가 더 큰 값을 나타내었다. 사과 조각의 단단하기를 측정하는 조직감 특성은 당연히 블랜칭 처리 시 대조구에 비해 약할 것이라고 생각하였다. 그러나 저장기간이 길어지면서 큰 차이는 아니지만 대조구에 비해 큰 값을 나타낼 수 있었다.

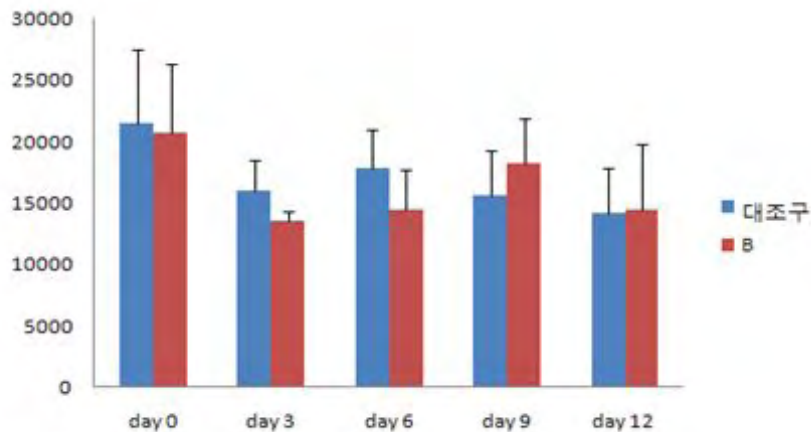


그림 2-4. 저온 블랜칭 처리 유무에 신선절단 사과와 저장 중 hardness의 변화

3) 요약

신선편이 사과와 블랜칭 처리에 대한 갈변 저해 효과를 확인하였다. 갈변을 대표할 수 있는 L값의 경우 대조구에 비해서 블랜칭 처리구가 모든 저장 기간 중 높은 값을 유지하는 것으로 확인되었다. 저장 온도의 경우 10℃보다 4℃에서 저장할 때 갈변 억제 효과가 더 높은 것으로 확인되었다. 그 외 이화학적

성분의 변화는 블랜칭의 유무에 따른 차이는 확인 할 수 없었다.

다. 고농도 CO₂ 처리, 저온 블랜칭 처리와 초음파와 병용처리의 갈변 저해 효과

1) 재료 및 방법

가) 고농도 CO₂ 처리와 초음파 및 ascorbic acid 용액 병용 처리

사과는 세척 후 종이타월로 닦아 물기를 제거한 후 자체 제작한 밀폐된 용기에 넣어 CO₂를 90% 이상 주입하여 상온에서 12-13시간동안 처리한 사과를 재료로 초음파 처리를 하였다.

전처리를 거친 사과를 8조각으로 분할한 뒤, 초음파 발생기(40 kHz, Daihan Scientific Co., Ltd, Korea)를 이용하여 증류수에 침지하면서 1분간 처리(US), 1% ascorbic acid 용액에 침지하면서 1분간 처리(UA)하였다. 갈변저해 처리를 마친 사과는 전술한 바와 같은 방법으로 포장, 저장하면서 품질변화를 측정하였다.

나) 저온 블랜칭 처리와 초음파 병용 처리

세척한 사과를 slicer를 이용하여 8조각으로 분할하였다. 증류수를 넣고 50°C로 맞춰놓은 Water bath 수조에 사과를 넣어 30초간 블랜칭 처리하였다(B). 절단 사과를 증류수에 1분간 초음파처리한 시료는 US, 그리고 증류수를 넣고 50°C로 온도를 조정한 후 1분 간 초음파 처리한 시료는 BUS구로 하였다. 저온 블랜칭과 초음파 병용처리한 신선절단사과의 포장 및 저장 중 품질변화는 전술한 방법과 같은 방법으로 수행하였다.

다) 품질분석 및 통계처리

상기의 CO₂ 전처리, 저온 블랜칭 처리에서 사용한 것과 같은 방법을 사용하였다.

2) 결과 및 고찰

가) 고농도 CO₂ 처리와 초음파 및 ascorbic acid 용액 병용 처리

(1) pH 및 가용성 고형분 함량의 변화

고농도 CO₂ 및 초음파와 항갈변제로서 ascorbic acid와 초음파를 병용처리한 신선절단 사과의 저장 중 pH 및 가용성 고형분의 변화를 측정한 결과는 그림 2-5, 그림 2-6에서와 같다. 고농도 CO₂, 초음파 및 ascorbic acid 용액 병용 처리 시 pH는 저장기간에 따라 점차적으로 감소하다가 12일차에 증가하였다. 3가지 복합 처리구(BUS)가 가장 낮은 값을 나타내면서 저장기간에 따른 변화를 보이지 않았으나, 대조구의 변화율이 가장 컸다. 처리구별로 큰 차이는 보이지 않았지만 그 중 AA 단일처리와 US 병용 처리가 높은 pH 값을 나타내었다. 저장 1일차에는 AA

와 US 병용 처리가 가장 높은 값을 보였고 저장 12일차에는 AA 단일처리가 가장 높게 나타났다. 가용성 고형분 함량은 전체적으로 저장기간이나 처리구별의 유의적인 차이가 없는 것을 알 수 있었다.

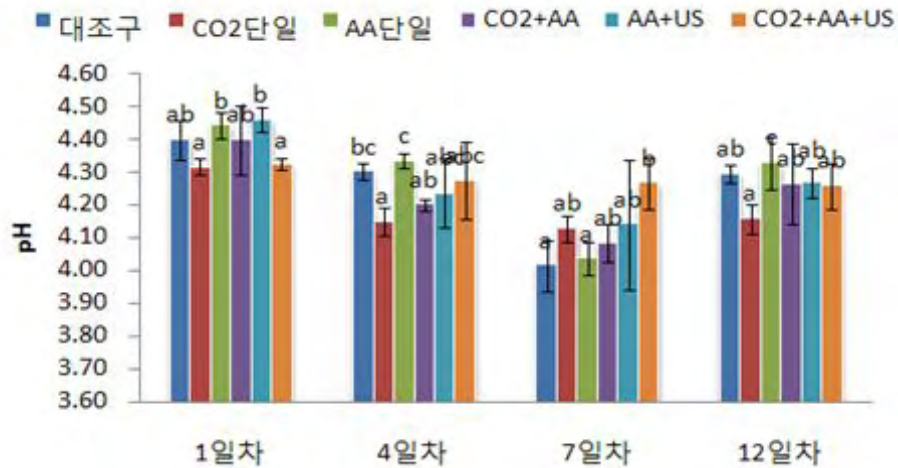


그림 2-5. 고농도 CO₂ 처리와 초음파 및 ascorbic acid 용액 병용 처리에 따른 신선절단 사과 저장 중 pH의 변화

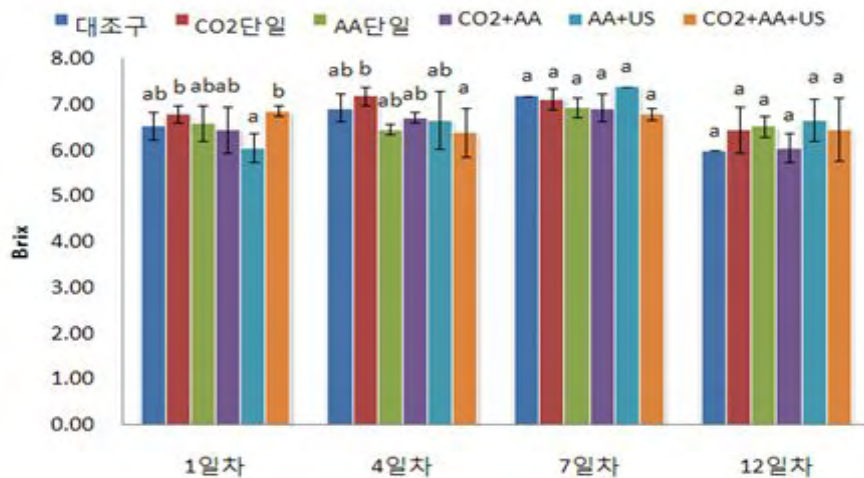


그림 2-6. 고농도 CO₂ 처리와 초음파 및 ascorbic acid 용액 병용 처리에 따른 신선절단 사과 저장 중 가용성 고형분의 변화

(2) 색(L값)의 변화

고농도 CO₂ 및 초음파와 항갈변제로서 ascorbic acid와 초음파를 병용처리한 신선절단 사과의 저장 중 L값의 변화를 측정한 결과는 그림 2-7에서와 같다. 저장기간이 증가함에 따라 L값은 감소하거나 유지되는 특징을 보였다. 전반적으로 저장 중 L값이 감소하였으나 저장 7일 후

에서는 ascorbic acid와 초음파 및 탄산가스 병용처리구에서 상대적으로 높은 L값을 유지하였으며 저장 12일 후에 있어서는 탄산가스 단일 처리구에서 오히려 높은 L값을 유지하였다. 결과적으로 물리적 전처리로서 탄산가스 단독처리보다는 항갈변제나 초음파 처리 등 복합처리에 의하여 갈변억제효과가 상승되는 것으로 나타났다.

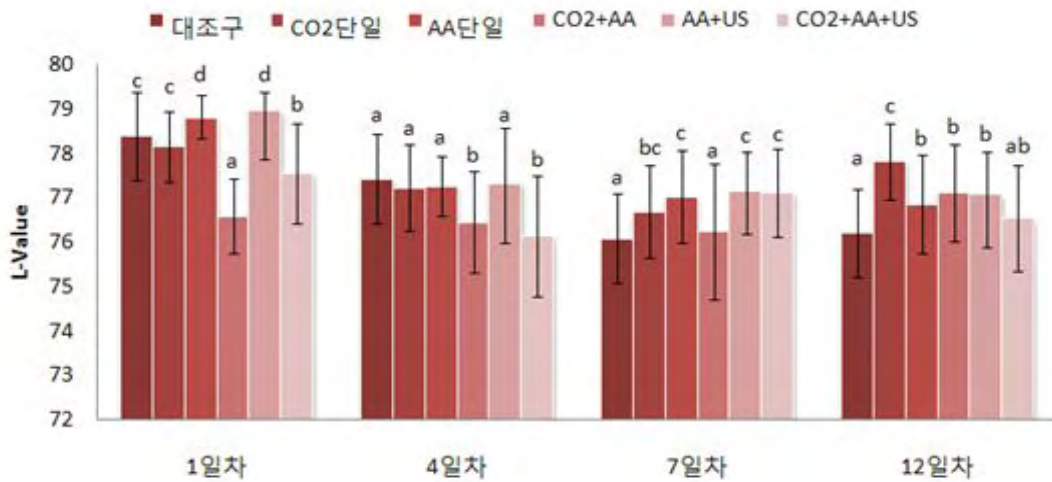


그림 2-7. 고농도 CO₂ 처리와 초음파 및 ascorbic acid 용액 병용 처리에 따른 신선절단 사과 저장 중 L값의 변화

(3) 포장 내 기체 조성 변화

고농도 CO₂ 처리와 초음파 및 ascorbic acid 용액 병용 처리한 신선절단 사과를 포장 저장 하면서 포장 내 기체조성의 변화를 측정한 결과는 그림 2-8에 나타내었다. 저장기간이 증가함에 따라 산소는 감소하고, 이산화탄소는 저장 초기 증가하다가 시간이 갈수록 유지되는 경향을 보였다. CO₂ 처리구는 초기부터 상대적으로 높은 값을 유지하였다가 저장 2일째 증가한 후 급격히 감소하였다. 특히 CO₂와 초음파를 병용처리한 경우에는 저장 1일째부터 높은 CO₂ 농도를 나타내었는데 이는 초음파 진동에 의해 과육에 침투되었던 CO₂가 초음파 비처리구에서보다 빠르게 과실 밖으로 방출되었기 때문으로 여겨진다. 포장 내 산소의 농도는 지속적으로 감소하여 저장 12일째에는 처리구에 관계없이 10%내외를 유지하였고 탄산가스는 저장 5일 경부터 약 6-9% 범위내에서 일정하게 유지되었다.

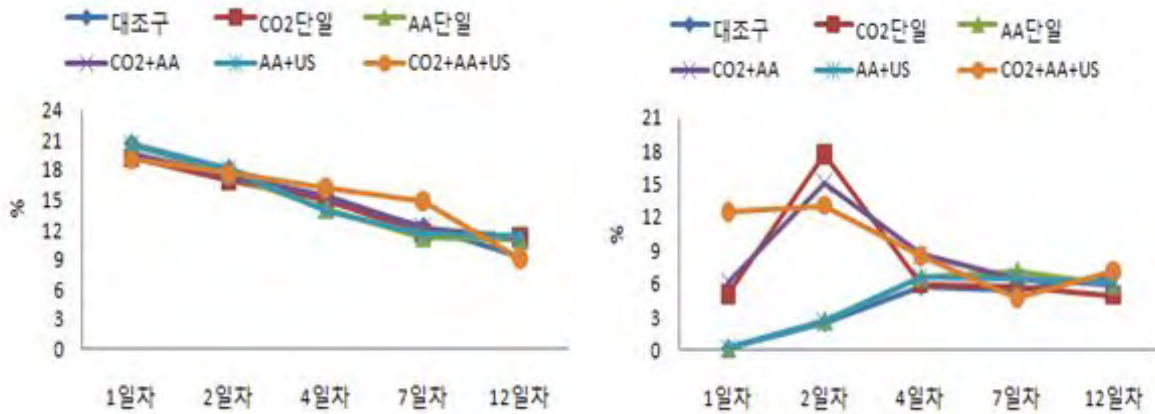


그림 2-8. 고농도 CO₂ 처리와 초음파 및 ascorbic acid 용액 병용 처리에 따른 신선절단 사과에 저장 중 L값의 변화(좌: O₂, 우: CO₂)

(4) 총균수의 변화

병용처리 방법에 따른 신선절단 사과에 저장 중 총균수 변화를 그림 2-9에 나타내었다. 저장기간이 증가함에 따라 미생물이 급격하게 증가하는 것을 알 수 있었다. 저장 초기 3가지 복합 처리구(CO₂+AA+US)가 가장 낮은 총균수를 보였으나 저장 7일째에 이르러서는 AA+US처리구에서 가장 낮은 총균수를 나타내었다. 전반적으로 병용처리는 CO₂ 단독, 혹은 ascorbic acid 단독 처리구보다는 총균수에서도 상승적 효과가 기대된다.

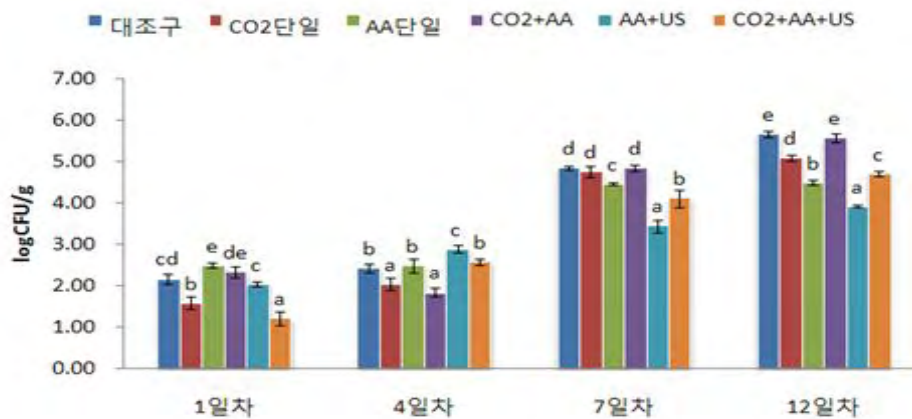


그림 2-9. 고농도 CO₂ 처리와 초음파 및 ascorbic acid 용액 병용 처리에 따른 신선절단 사과에 저장 중 총균수의 변화

(5) 관능적 특성

고농도 CO₂ 처리와 초음파 및 Ascorbic acid 용액 병용 처리한 신선절단 사과에 저장 16일

째 제품 사진은 그림 2-10에서와 같다. CO₂ 처리 유무에 따라서는 CO₂ 처리한 시료(오른쪽)가 CO₂ 처리를 하지 않은 시료(왼쪽)에 비하여 갈변도 등 전반적 품질이 우수하게 관찰되었다. 특히 CO₂ 처리를 하지 않은 시료에서는 처리구 모두에서 secondary browning에 의한 갈변현상이 관찰되었으며 미생물에 의한 부패 혹은 조직이 무르는 연부 현상과 함께 곰팡이까지 번식되어 있었으나 CO₂ 처리한 시료에서는 이러한 현상들이 발견되지 않았다. 증류수 처리구(대조구 1,2번)나 ascorbic acid 처리구(3,4번) 및 ascorbic acid와 초음파 병용처리구(5,6번)의 처리구에 따른 사진상의 차이는 크게 나타나지 않았다. 따라서 고농도 CO₂ 처리는 신선절단 사과의 갈변억제 등 품질유지에 효과가 있었으며 저장기간이 길어질 경우 발생하는 secondary browning과 연부현상이 다른 처리구에 비해서 억제됨을 알 수 있었다.

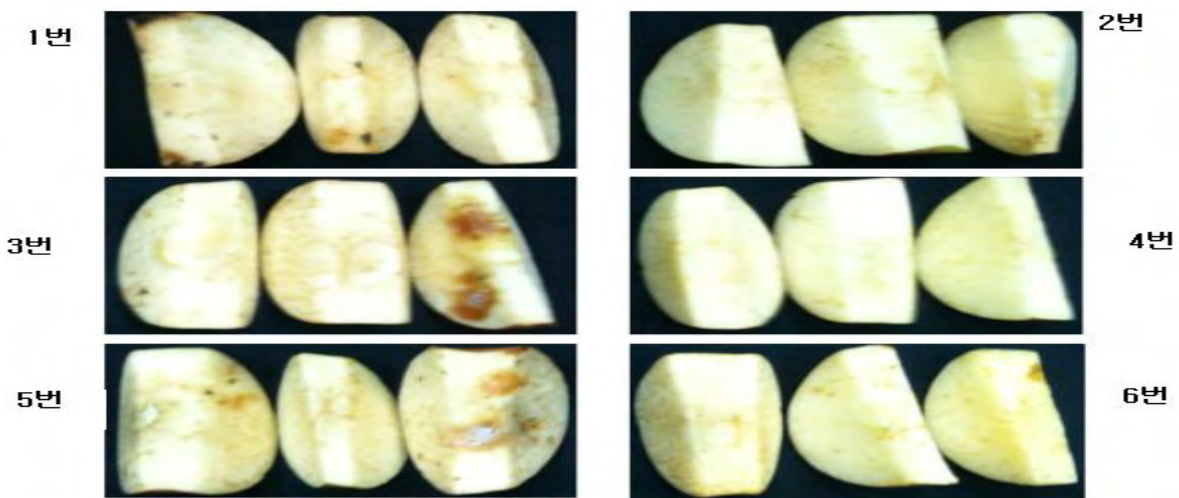


그림 2-10. 고농도 CO₂ 처리와 초음파 및 Ascorbic acid 용액 병용 처리에 따른 신선절단 사과의 저장 중 관능적 특성

(좌: 무처리, 우: CO₂ 처리. 1, 2번: 증류수 침지 3, 4번: AA 침지 5, 6번: AA+초음파)

나) 저온 블랜칭 처리와 초음파 병용 처리

(1) pH 및 가용성 고형분 함량의 변화

저온 블랜칭 처리와 초음파 병용 처리에 따른 신선절단 사과의 저장 중 pH 및 가용성 고형분의 변화를 측정된 결과는 그림 2-11, 그림 2-12에서와 같다. pH는 저장기간에 따라 점차적으로 증가하였으나 저장온도에 따른 차이는 눈에 띄지 않아 4°C의 결과를 나타내었다. 가용성 고형분 함량 또한 온도별, 처리구별 차이를 보이지 않아 물리적 처리가 이화학적 특성에는 별 다른 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

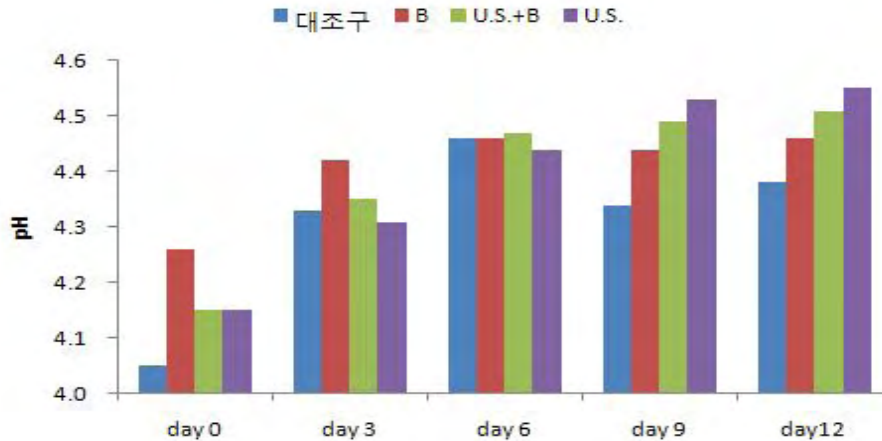


그림 2-11. 저온 블랜칭 처리와 초음파 병용 처리에 따른 신선절단 사과에 저장 중 pH의 변화

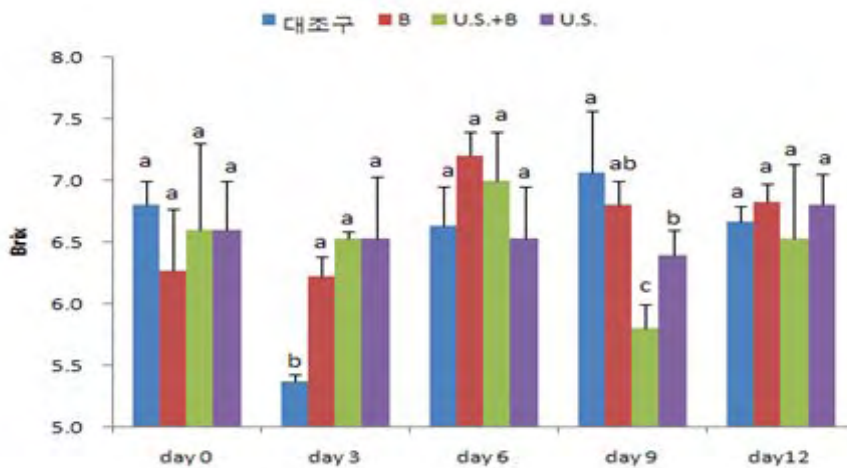


그림 2-12. 저온 블랜칭 처리와 초음파 병용 처리에 따른 신선절단 사과에 저장 중 가용성 고형분의 변화

(2) L값의 변화

저온 블랜칭 처리와 초음파 병용 처리에 따른 신선절단 사과에 저장 중 L값의 변화는 그림 2-13, 그림 2-14에서와 같이 저장기간이 길어짐에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 저장온도에 따른 차이는 저온인 4°C에서 저장하였을 때 10°C에서 보다 L값의 변화가 약간 낮게 나타났다. 4°C와 10°C 저장 신선절단 사과 모두 초기 L값은 전처리 방법에 따라 큰 차이를 나타내지 않았으나 블랜칭 처리한 시료가 대조구에 비해 조금 더 높은 값을 나타내었다. 블랜칭 단일 처리(B)와 병용 처리(BUS)를 비교하면, 병용 처리구가 저장 전기간에 걸쳐 L값이 가장 높게 나타나 색도의 유지에 가장 효과적이라고 사료된다. 블랜칭과 초음파 각각 단독으로 처리하였을 경

우에는 처리에 따른 차이가 거의 없었으며 무처리구인 대조구보다는 높은 L값을 유지하였으나 병용처리보다는 낮은 L값을 유지하였다. 따라서 블렌칭 처리나 초음파 처리가 갈변의 진행을 지연시키는 것은 확인하였고 이들 방법을 병용처리를 하였을 때 갈변억제에 상승적 효과가 있는 것으로 사료되었다.

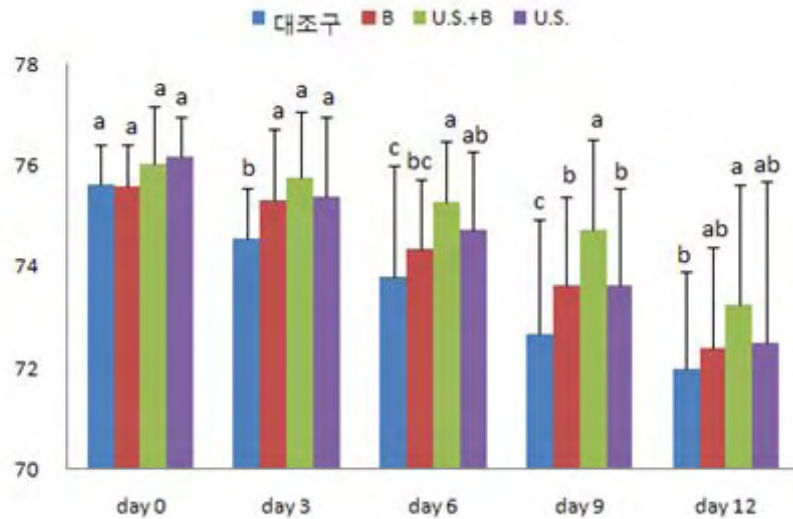


그림 2-13. 저온 블렌칭 처리와 초음파 병용 처리에 따른 신선절단 사과 저장 중 L값의 변화 (10°C)

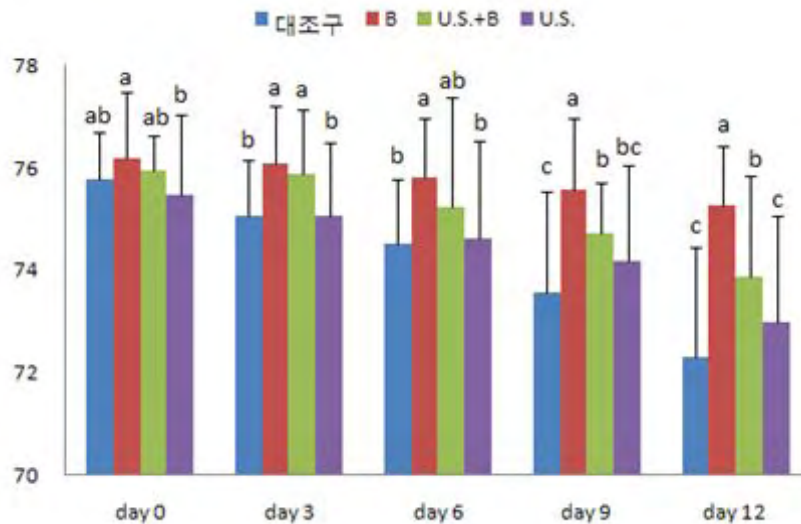


그림 2-14. 저온 블렌칭 처리와 초음파 병용 처리에 따른 신선절단 사과 저장 중 L값의 변화 (4°C)

(3) 포장 내 기체 조성 변화

저온 블랜칭 처리와 초음파 병용 처리에 따른 신선절단 사과 저장 중 포장 내 기체 조성 변화는 그림 2-15에서와 같다. 처리구에 따른 기체 조성의 큰 차이는 나타나지 않았으나 대조구는 처리구들보다 좀 약간 다른 양상을 보였다. 대체로 산소는 감소하고 이산화탄소는 증가하는 경향을 보였지만 저장온도 10°C에서는 4°C 실험구들보다 더 급격한 기체 조성 변화가 나타났다. 이는 호흡생리가 높은 저장온도에서 훨씬 더 활발하기 때문인 것으로 판단된다. 그러나 블랜칭 유무나 단일, 병용에 따른 차이는 크게 나타나지 않았으므로 블랜칭, 초음파 처리가 기체 조성에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

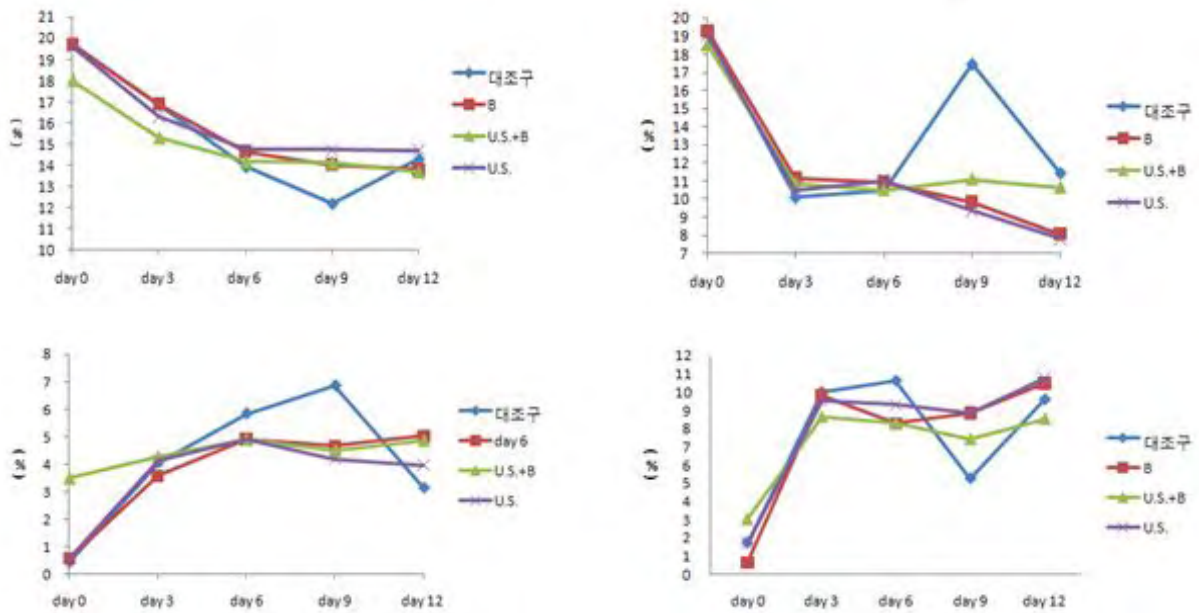


그림 2-15. 저온 블랜칭 처리와 초음파 병용 처리에 따른 신선절단 사과의 저장 중 포장 내 기체 조성 변화 (좌: 4°C, 우: 10°C, 상: O₂, 하: CO₂)

(4) Hardness 변화

블랜칭 및 초음파 병용처리에 따른 신선절단 사과의 저장 중 hardness의 변화를 나타낸 결과는 그림 2-16(4°C), 그림 2-17(10°C)에서 보는 바와 같다. 대조구보다 물리적 처리구들이 더 높은 값을 나타내었지만 저장기간이 길어질수록 그 차이가 점점 감소하였다. 저장온도에 따라서는 4°C에서 저장한 시료에서 전반적으로 약간 더 높은 hardness값을 나타내었다. 처리구별 차이는 저장기간과 저장온도에 따라 차이가 존재하였으나 물리적 처리방법들이 hardness에 미치는 영향은 크지 않은 것으로 생각된다.

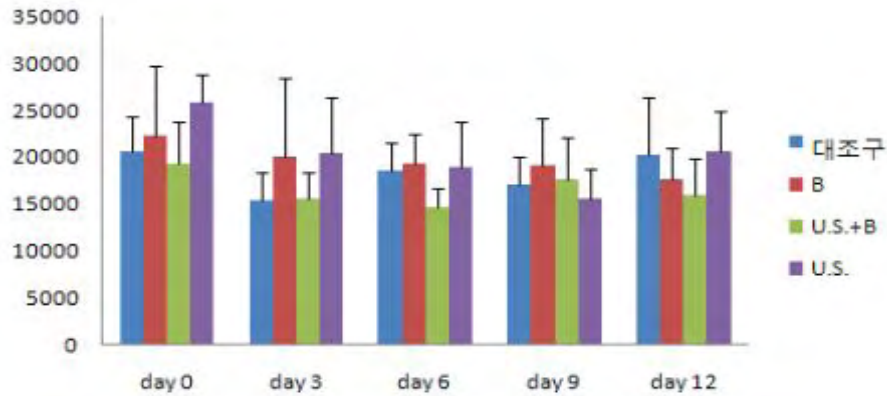


그림 2-16. 저온 블랜칭 처리와 초음파 병용 처리에 따른 신선절단 사과의 저장 중 Hardness 변화 (4°C)

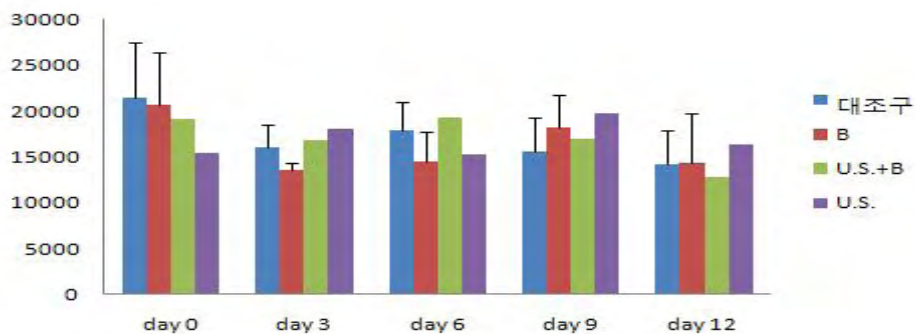


그림 2-17. 저온 블랜칭 처리와 초음파 병용 처리에 따른 신선절단 사과의 저장 중 Hardness 변화 (10°C)

3) 요약

신선편이 사과에 대해서 물리적 처리법인 CO₂, 블랜칭, 초음파 처리의 항갈변 효과를 확인하였다. CO₂ 무처리구와 비교했을 때, 고농도 CO₂에서 저장 후 블랜칭, 초음파 병용 처리한 사과에서 갈변 진행 속도가 늦어진 것을 확인하였다. 특히 CO₂ 처리구는 일반적인 갈변 및 미생물에 의한 secondary browning 현상이 대조구에 비해서 현저히 억제된 것으로 확인되었다. 따라서 신선편이 사과의 물리적 처리방법으로써 고농도 CO₂ 처리법이 적합하며, 블랜칭과 초음파의 병용 처리에 의한 효과도 있는 것으로 생각된다.

라. 결론

신선절단 사과의 갈변을 억제할 목적으로 고농도 CO₂ 처리, 저온블랜칭, 초음파처리 등 물리적 처리 공정의 단독 및 복합처리의 효과를 검토하였다. 각각의 물리적 처리 후 신선절단 사과

의 저장 중 품질 특성의 변화를 색도, 기체 조성, pH, 당도, 총균수, 경도 등의 항목의 측정을 통하여 평가하였다. 이들 결과의 분석을 통해 고농도 CO₂ 처리 시에는 단일 처리나 AA와 US 병용 처리 시 갈변억제에 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 저장기간이 길어질수록 대조구와 비교하여 CO₂ 처리구가 연부현상이나 secondary browning이 일어나지 않는 것을 확인할 수 있었다. 병용 처리보다는 단일 처리가 갈변 저해에 더 효과적이라고 사료되어진다.

2. 물리적 처리 공정의 최적화 연구

가. '후지' 사과 초음파 처리 조건 최적화

1) 재료 및 방법

가) 적정 병용 조건의 탐색

병용처리 조건에 따른 신선편이 '후지' 사과의 갈변 특성을 알아보고 적정 병용 조건을 조사하기 위하여 Box-Behnken Design에 의하여 실험계획을 설계하였으며, SAS program을 사용하여 반응표면 회귀분석을 실시하였다. 실험 요인변수는 초음파 처리시간(X_1), ascorbic acid 함량(X_2) 및 citric acid 함량(X_3)으로 하였으며 표 2-8과 같이 3단계로 부호화하였다. 이들 세 요인이 미치는 영향은 저장 마지막 날의 ΔE 값을 기준으로 예측된 모델식을 통해 Mathematica program을 이용하여 4차원 반응표면분석으로 조사하였다.

표 2-8. RSM을 위한 실험 요인변수

X_i	Independent variable	Coded levels		
		-1	0	1
X_1	Ultrasonication time (min)	0.5	1	1.5
X_2	Ascorbic acid (%)	0.1	1.05	2
X_3	Citric acid (%)	0	0.5	1

실험군의 수는 표 2-9와 같이 3개의 요인변수가 3수준을 갖도록 13구간으로 설정하였으며 이들 요인변수에 영향을 받는 반응변수(Y)로는 저장 12일째의 ΔE 를 선정하여 회귀분석을 실시하고 이들 조건이 갈변도에 미치는 영향은 예측된 모델식을 바탕으로 나타내었다.

표 2-9. 최적 조건 예측을 위한 실험 설계

Sample	Non-coded variables			Coded variables		
	X_1	X_2	X_3	Ultrasonication Time (min)	Ascorbic Acid (%)	Citric Acid (%)
TAC1	-1	-1	0	0.5	0.1	0.5
TAC2	1	-1	0	1.5	0.1	0.5
TAC3	-1	1	0	0.5	2	0.5
TAC4	1	1	0	1.5	2	0.5
TAC5	-1	0	-1	0.5	1.05	0
TAC6	1	0	-1	1.5	1.05	0
TAC7	-1	0	1	0.5	1.05	1
TAC8	1	0	1	1.5	1.05	1
TAC9	0	-1	-1	1	0.1	0
TAC10	0	1	-1	1	2	0
TAC11	0	-1	1	1	0.1	1
TAC12	0	1	1	1	2	1
TAC13	0	0	0	1	1.05	0.5

나) 색도 측정

표준 백색판($L=97.79$, $a=-0.38$, $b=-2.05$)으로 보정한 colorimeter(Minolta, CR-400, Japan)를 사용하여 색도를 측정하고 그 결과를 각각 L^* , a^* 및 b^* 값으로 나타내었다. 또한 이 값으로 chroma와 hue angle를 나타내었다.

다) 갈변도 측정

처리별 과육과 핵 부위에 갈변이 발생한 개체수를 조사하였으며, 갈변도에 대한 요인 변수들의 영향력에 대하여 조사하였다.

2) 결과 및 고찰

가) 색도 및 갈변도의 변화

색도와 갈변도의 변화를 그림 2-18, 그림 2-19에 나타내었다. 다른 처리구에 비해서 2% ascorbic acid와 1% citric acid 용액을 이용하여 1분간 초음파 병용 처리한 TAC12가 조사된 전체 항목에서 우수한 효과를 보였다. 2%의 ascorbic acid 용액을 이용한 TAC3, TAC4 및 TAC10와 TAC12을 비교해 보면 TAC3과 TAC4의 경우 다른 처리조건은 동일하나 처리 시간이 각각 0.5분과 1.5분으로 차이가 있는데 TAC4는 저장 후기로 갈수록 L^* 값이 빠르게 감소하였으나 TAC3은 TAC4에 비하여 L^* 값이 더디게 감소하였다. 그러나 두 처리구 모두 TAC12에 비해 다소 높은 b^* 값을 보였고 TAC4는 저장 4일째까지는 핵과 과육 부위에 변색이 관찰된 개체수가 많지 않았으나 저장 후기로 갈수록 급격하게 증가하는 특징을 보였으며 TAC3의 경우에는 처리 당일부터 핵 부위의 갈변이 눈에 띄게 관찰되었다. Citric acid의 처리여부를 달리한 TAC10과 TAC12을 비교해보면, citric acid를 처리하지 않은 TAC10의 a^* 및 b^* 값은 이를 처리한 TAC12와 거의 유사한 수준을 보였으나 L^* 값은 다소 낮았으며 핵과 과육 부위의 갈변 개체수도 훨씬 더 많은 것으로 나타났다. 반면, TAC12의 경우 저장기간 동안 유의적으로 가장 낮은 ΔE 값이 유지되었으며 저장 후기로 갈수록 핵 부위의 갈변은 다소 증가하였으나 과육부위의 갈변은 거의 발견되지 않아 초기 사과 색의 유지에 가장 효과적인 것을 알 수 있었다.

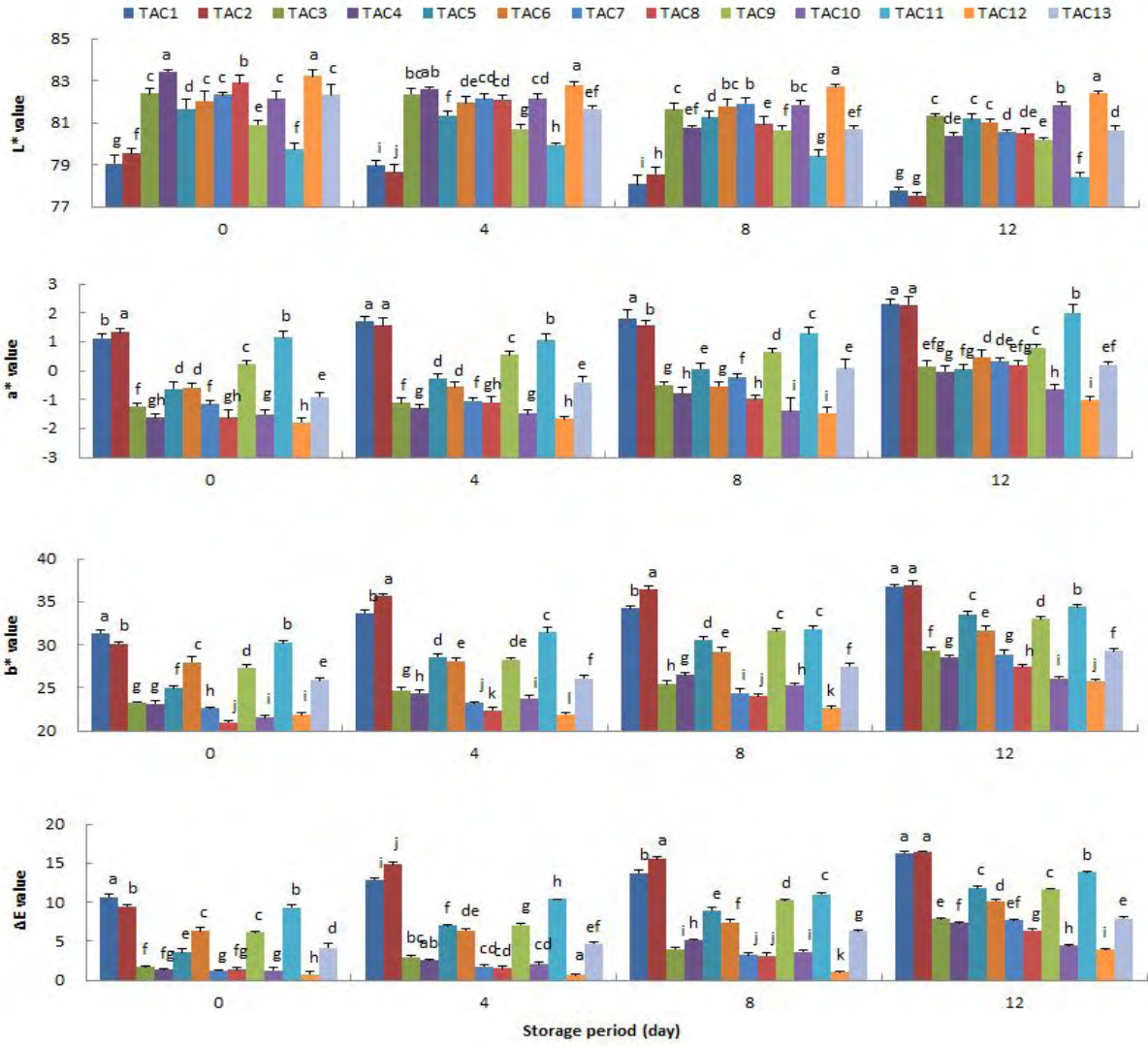


그림 2-18. 저장 기간에 따른 색도의 변화

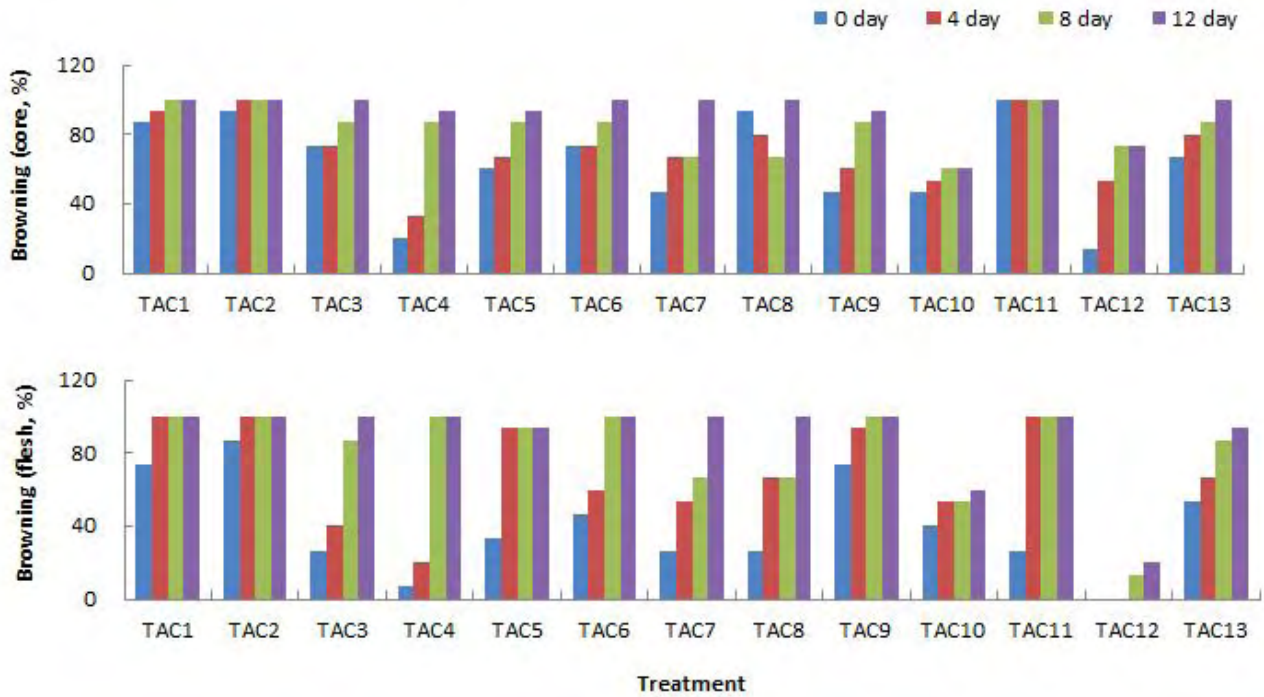


그림 2-19. 저장 기간에 따른 갈변도의 변화

나) 병용 처리 조건의 최적화

갈변 저해 처리한 신선편이 사과의 ΔE 값에 대한 초음파 처리시간(X1), ascorbic acid 농도(X2) 및 citric acid 농도(X3)의 영향을 조사한 결과, 예측된 회귀식은 다음과 같다.

$$Y = 23.369311 - 18.890132X_1 - 7.549377X_2 + 4.516053X_3 + 9.175000X_1^2 - 0.373684X_1X_2 + 1.937673X_2^2 + 0.300000X_1X_3 - 1.410526X_2X_3 - 4.915000X_3^2$$

회귀식의 R² 값은 0.9410로 높은 상관관계를 나타내었으며 10% 수준에서 유의성이 인정되었다. 그림 2-20에서 볼 때 ΔE 값에 대한 변수요인들의 영향은 처리시간 및 citric acid 농도에 비해 ascorbic acid 농도가 미치는 영향이 훨씬 더 큰 것을 알 수 있었는데, 반응표면분석을 통해 예측한 결과에서도 ΔE가 최소값일 때의 처리조건은 초음파 처리시간 1.03분, ascorbic acid 농도 1.66% 및 citric acid 농도 0.88%이었으나 ΔE가 최대값일 때의 조건은 각각 0.97분, 0.10% 및 0.49%으로 초음파 처리시간에 대한 영향은 크지 않은 것으로 나타났으며 ascorbic acid 농도와 citric acid 농도 모두 높을수록 갈변 저해 효과가 높은 경향을 보였다.

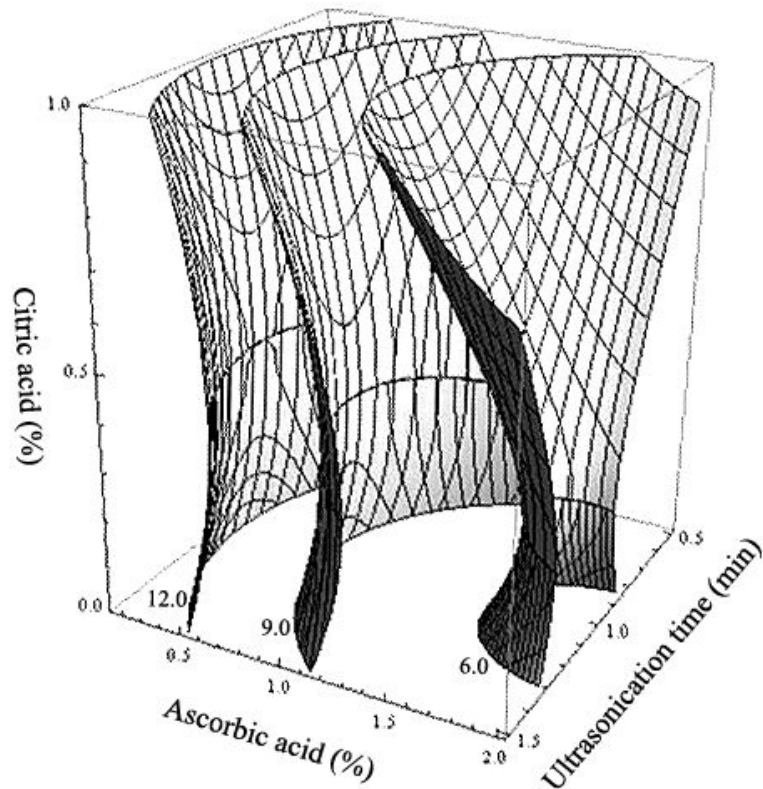


그림 2-20. '후지' 사과 of 처리 조건 최적화 결과

다) 요약

신선편이 '후지'사과의 갈변 억제 전처리 방법의 최적화를 위해 초음파 시간, ascorbic acid 농도, citric acid 농도를 변수로 하여 13개 조건으로 나누어서 실험을 진행하였다. 2% ascorbic acid, 1% citric acid로 1분 간 초음파를 병용 처리한 실험구에서 갈변 현상이 가장 억제 되는 것을 확인 할 수 있었고, 13개 조건의 결과를 이용하여 반응 표면 분석법을 실시하였다. 회귀식의 R2 값은 0.9410로 높은 상관관계를 나타내었으며, 최적 조건은 초음파 처리시간 1.03분, ascorbic acid 농도 1.66% 및 citric acid 농도 0.88%로 나타났다.

나. 사과 품종별 병용처리 효과 검토

'후지' 품종, 조생종인 '쓰가루' 품종의 사과 그리고 중생종인 '홍옥' 품종의 사과에 대하여 동일한 방법으로 병용처리의 효과를 조사하였다. 즉, 사과를 8조각으로 절단하여 초음파와 ascorbic acid의 처리를 달리한 후 PP 필름에 포장하여 저장하면서 색, PPO 활성 및 총 페놀성 화합물 함량을 분석하였다.

1) 재료 및 방법

가) 신선편이 전처리 및 초음파와 ascorbic acid의 적용

중량이 230 g 내외이며 외관이 건전한 사과를 선택하여 세척한 후 cork borer (ϕ 1.5 cm)를 이용하여 과육 부위를 원통형으로 만든 후 0.5 cm 두께로 절단하여 디스크 형태의 절편을 제조하였다. 처리조건별, 적정 포장재 선정 및 온도별 저장 실험에는 사과 절단기로 한 개의 사과를 8조각의 슬라이스 형태로 절단하여 이용하였다. 디스크형 사과 절편은 초음파 발생기(40 kHz, Daihan Scientific Co., Ltd, Korea)를 이용하여 증류수에 침지하여 1분간 처리(초음파 처리, US)하거나 1% ascorbic acid 용액에 침지하면서 1분간 초음파 처리(초음파와 ascorbic acid 병용처리, UA)하였으며, 초음파 처리 없이 1% ascorbic acid 용액에 1분간 침지(ascorbic acid 처리, AA)하였다. 무처리구(Cont)는 사과절편을 증류수에 헹군 것으로 대조구로 이용하였다. 처리한 사과 절편은 종이 타월로 겉면의 물기를 제거한 후 열접합 한 polypropylene (PP, 0.04 mm) 필름백에 디스크형은 15개씩, 슬라이스형은 5개씩 넣어 포장한 후 10°C의 항온기(Vision Scientific Co., Ltd., Korea)에 저장하면서 12일 동안 4일 간격으로 품질 변화를 측정 하였다. 사용된 ascorbic acid 용액과 증류수는 10°C까지 냉각시킨 후 사용하였다.

나) 색도 측정

색도는 colorimeter (CR-400, Minolta Co., Japan)로 색도 변화를 측정하여 나타내었다. 즉, CIE L*,a*및 b* 값을 측정하였다.

다) Polyphenol oxidase(PPO) 활성 분석

갈변 관련 주효소로 알려진 PPO에 대한 병용처리의 효과를 확인하기 위하여 효소활성을 측정하였다. 조효소의 추출은 다음과 같이 행하였다. 즉, 사과 절편에 polyvinylpyrrolidone (PVPP, 50 g/L)이 함유된 냉장 상태의 50 mM 인산완충용액(조효소 추출용: pH 5.0, 효소 농축용: pH 7.0)을 가한 후 빙수 중에서 균질기를 이용하여 2분간 마쇄한 액을 4겹의 cheese cloth로 여과하였다. 여과액은 4°C에서 30분간 원심분리(18,000×g) 하였으며 그 상등액을 실험에 이용하였다. 사과 과육에 50 mM 인산완충용액(pH 7.0)을 가하고 PVPP(50 g/L)와 함께 마쇄, 원심분리하여 조효소액을 제조하고 0.2 mL의 100 mM catechol 용액과 1.7 mL의 완충용액(10 mM citrate-20 mM sodium phosphate(pH 3.0~4.5), 20 mM sodium phosphate(pH 5.0~8.0))을 첨가한 후 조효소액을 가하여 spectrophotometer (Optizen 2120UV, Mecasys, Korea)를 이용하여 420nm에서 5분 동안 흡광도를 측정하였다. 효소 활성은 1분당 흡광도가 0.001 변하는 것을 1 unit (U)으로 하여 이를 각각의 단백질 함량으로 나눈 specific activity (U/mg)로 표시하였다.

2) 결과 및 고찰

가) '후지' 품종

(1) 갈변도의 변화

저장 중 색의 변화는 그림 2-21에 나타내었으며 처리구별로 주목할 만한 변화가 관찰되었다. 일반적으로 제품의 외관과 신선함은 소비자들의 제품 구입 시 가장 기본적인 판단의 근거가 되므로 신선편이 과채류 제품의 색은 매우 중요하다고 할 수 있다. 실험 결과, 저장 후기로 갈수록 모든 처리구에서 L*값이 감소되는 경향을 보였는데 L*값의 감소와 a*값의 증가는 과채류의 절단면에서 갈변이 발생함을 의미하므로, L*값의 감소는 저장 중에 갈변이 지속적으로 일어나는 것으로 간주할 수 있다. 본 연구에서는 처리 당일 US 처리구에서 무처리구보다 약간 더 높은 L*값을 보였으나 두 처리구 모두 저장 후기로 갈수록 심한 갈변이 발생하여 상품성이 소실되었다. 반면 UA 처리구에서는 유의적으로 가장 높은 수준의 L*값이 관찰되어 저장 중 초기의 색이 거의 그대로 유지되었다.

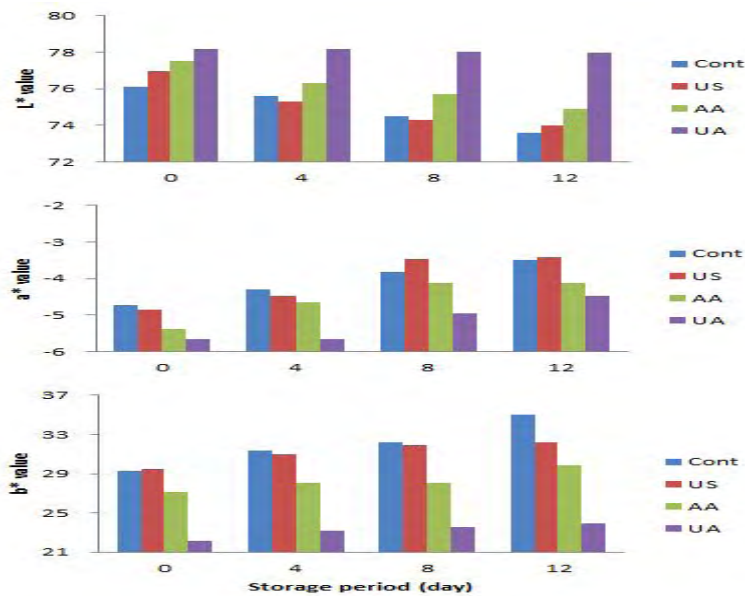


그림 2-21. 저장 기간에 따른 '후지' 품종의 색도의 변화

Ascorbic acid는 polyphenol의 산화에 의해 발생하는 o-quinone의 생성을 억제하고 dihydroxy polyphenol로 환원하는 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 그러나 사용된 ascorbic acid의 환원력이 고갈되면 o-quinone의 축적과 함께 갈변이 급격하게 발생하게 된다. 본 연구에서도 저장 초기에는 AA 처리구에서 무처리구와 US 처리구에 비해 높은 L*값을 보였으나 저장 후기로 갈수록 갈변이 현저하게 증가하는 특징을 보였다.

(2) PPO활성의 변화

갈변저해 처리 직후 신선편이 사과로부터 추출한 조효소액의 기질 처리에 따른 흡광도의 변화를 그림 2-22와 그림 2-23에 나타내었다. 무 처리구의 경우 가장 높은 활성을 보였으며

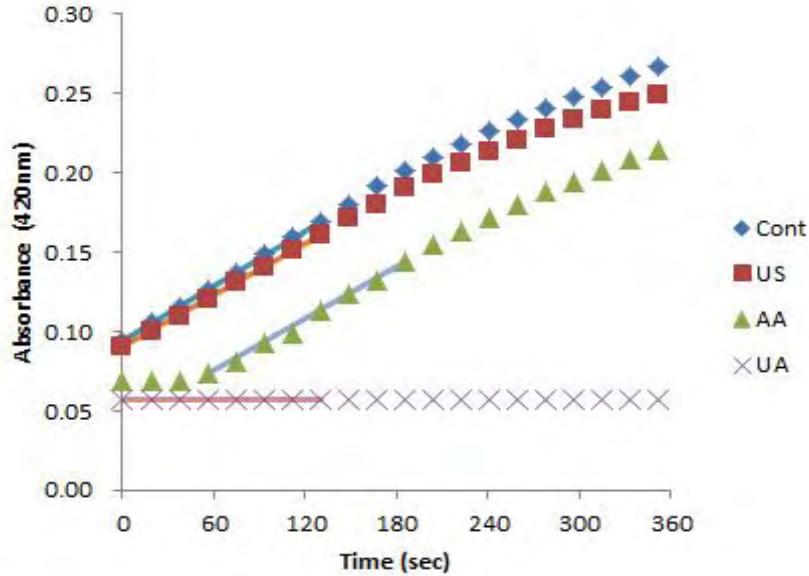


그림 2-22. 처리 방법에 따른 흡광도 변화

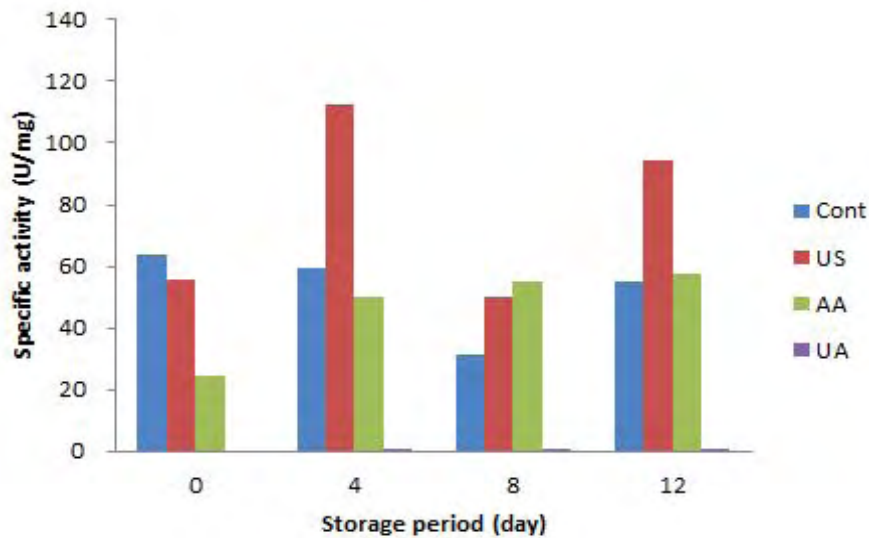


그림 2-23. 저장 기간에 따른 PPO활성의 변화

US 처리구에서도 무처리구와 거의 유사한 변화 경향을 보였다. Arias와 González 등은 ascorbic acid의 처리가 두 가지의 다른 메커니즘에 의하여 갈변을 저해한다고 하였다. 첫번째 견해는 PPO의 기질이 부재 시 ascorbic acid가 효소의 active site에 결합하여 PPO를 비가역적으로 불활성화시키는 것이다. 또 다른 견해는 PPO 기질이 존재할 경우에는 처리된 ascorbic

acid가 PPO에 의해 산화된 반응산물을 환원시키는 데에 이용되기 때문에, PPO 활성 측정 시 초기에 lag phase가 관찰되며 그 이후로는 다시 활성이 증가하게 되는 가역적인 활성 저해가 발생한다는 것이다. 본 연구에서는 AA 처리구에서 측정 초기에 1분 정도의 lag phase가 관찰되었으며 이는 후자의 경우에 해당하는데, 이러한 결과는 사과 절단 시 PPO와 사과에 이미 존재하는 기질인 페놀성 화합물들이 서로 접촉하면서 발생된 중간생성물을 환원시키는데 처리된 ascorbic acid가 이용되었기 때문인 것으로 생각된다. 반면, UA 처리구의 경우 효소 활성이 거의 나타나지 않았는데 이는 ascorbic acid 단독처리에 비해 단지 lag phase가 연장되었기 때문에 효소활성이 억제된 것이라기 보다는 병용처리가 효소활성에 직접적으로 영향을 주었기 때문일 것으로 추측되었다.

나) ‘쓰가루’ 품종

(1) 갈변도의 변화

저장 중의 색 변화는 그림 2-24와 같다. ‘후지’ 품종과 마찬가지로 UA 처리구의 L* 값이 저장기간 동안 유의적으로 가장 높은 수준으로 유지되었으며 a* 값은 AA 처리구와 유의적으로 동일한 수준을 보였다. 또한 저장 후기로 갈수록 UA 처리구의 b*값이 가장 낮은 수준으로 유지되어 갈변이 저해된 것을 알 수 있었다.

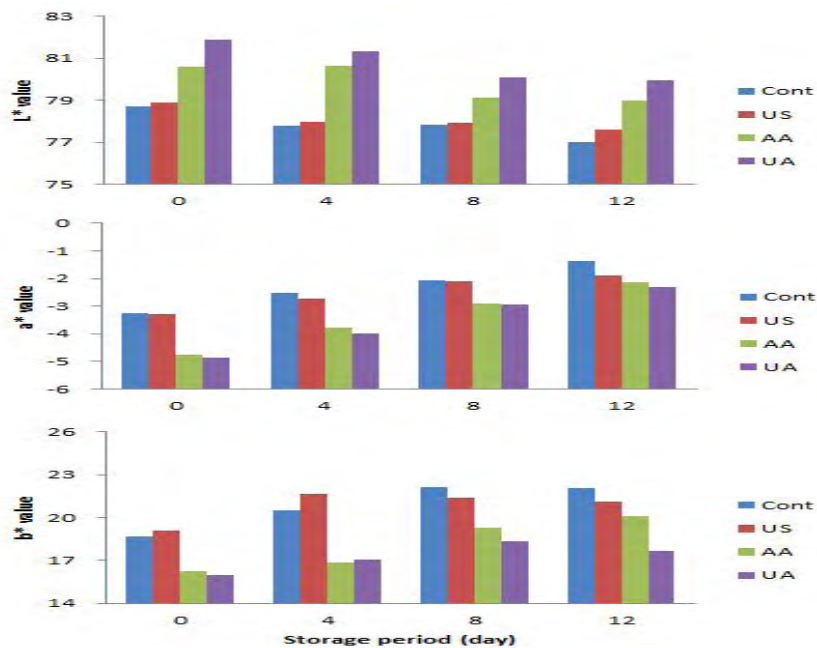


그림 2-24. 저장 기간에 따른 ‘쓰가루’ 사과의 색도 변화

(2) PPO 활성의 변화

저장 중 PPO활성의 변화는 그림2-25에 나타내었다. 갈변저해 처리한 신선편이 ‘쓰가루’ 사과의 저장 중 PPO 활성 변화를 조사하였다. 모든 처리구에서 저장 후기로 갈수록 PPO 활성

이 꾸준히 증가하였다. UA 처리구의 경우 유의적으로 가장 낮은 수준을 보였으나 저장기간 동안 거의 활성이 억제된 ‘후지’ 사과와는 달리 저장 후기로 갈수록 효소활성이 증가하였다. ‘후지’ 사과에서와 마찬가지로 무처리구와 US 처리구에서는 심한 수준의 갈변이 발생되었으며 AA 처리구에서도 부분적으로 상당한 수준의 변색이 관찰되었으나 UA 처리구의 경우 거의 변색이 발생하지 않았으므로 초음파와 ascorbic acid의 병용처리가 ‘쓰가루’ 사과의 효소적 갈변저해에도 효과적인 것을 알 수 있었다.

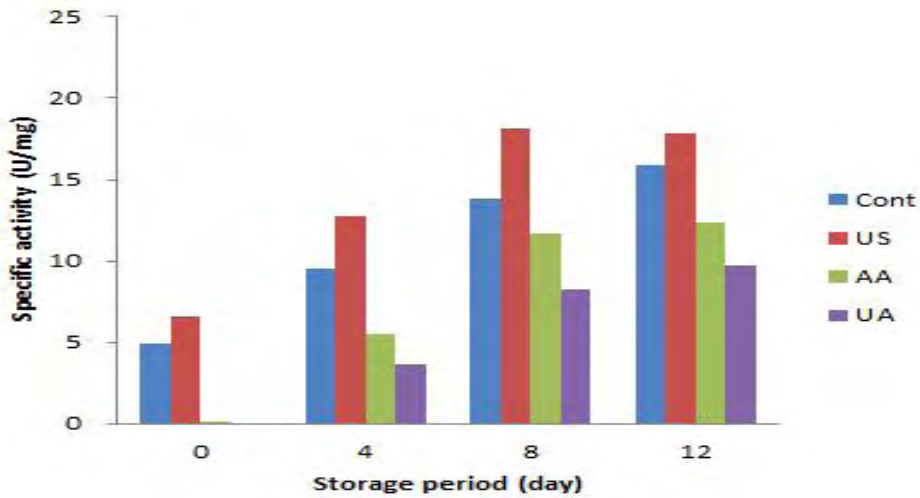


그림 2-25. 저장 기간에 따른 ‘쓰가루’ 사과의 PPO 활성 변화

다) ‘홍옥’ 품종

(1) 갈변도의 변화

저장 중의 색 변화는 그림 2-26과 같다. 앞서 살펴본 ‘후지’ 및 ‘쓰가루’ 품종과 마찬가지로 ‘홍옥’ 품종에서도 병용처리에 의한 갈변저해 효과가 확인되었다. 즉, 저장기간 동안 UA 처리구에서 유의적으로 높은 수준의 L* 값이 유지되었으며, a*와 b* 값의 경우 처리당일과 저장 4일째까지는 AA 처리구와 유의적으로 동일한 수준을 보였으나 저장 후기로 갈수록 유의적으로 낮은 값이 관찰되어 밝은 색이 유지되는 것을 알 수 있었다.

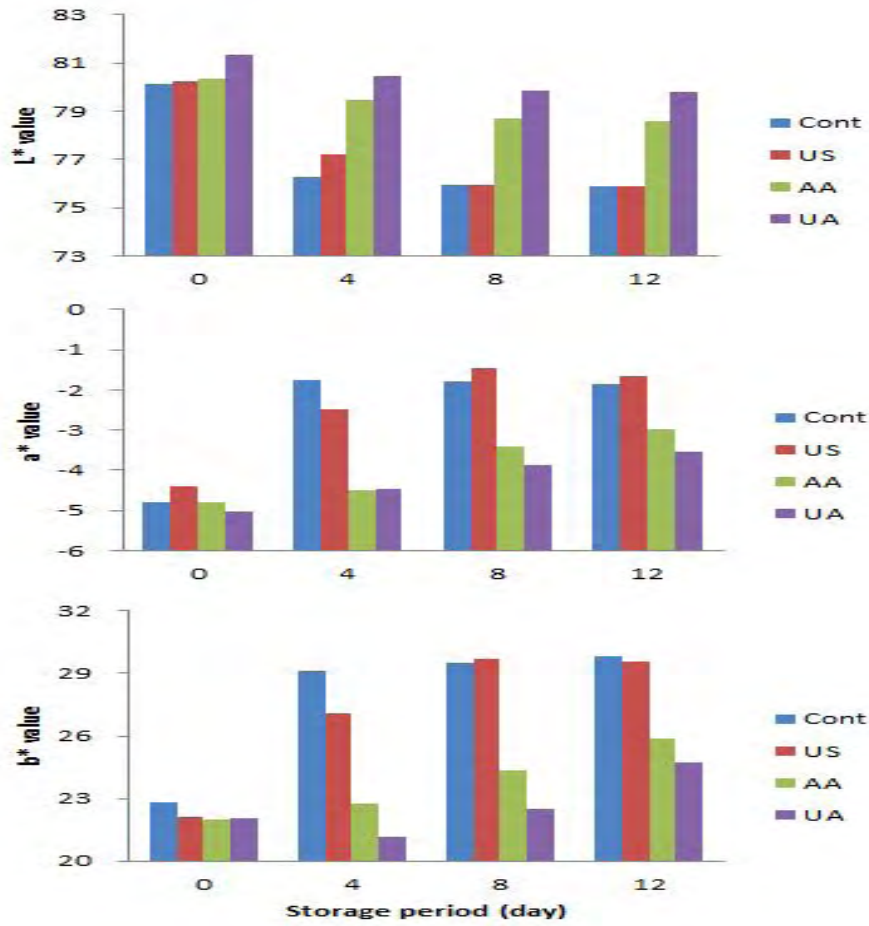


그림 2-26. 저장 기간에 따른 '홍옥' 사과 색도 변화

(2) PPO활성의 변화

갈변저해 처리한 신선편이 '홍옥' 사과의 저장 중 PPO 활성 변화를 조사하였다(그림 2-27).

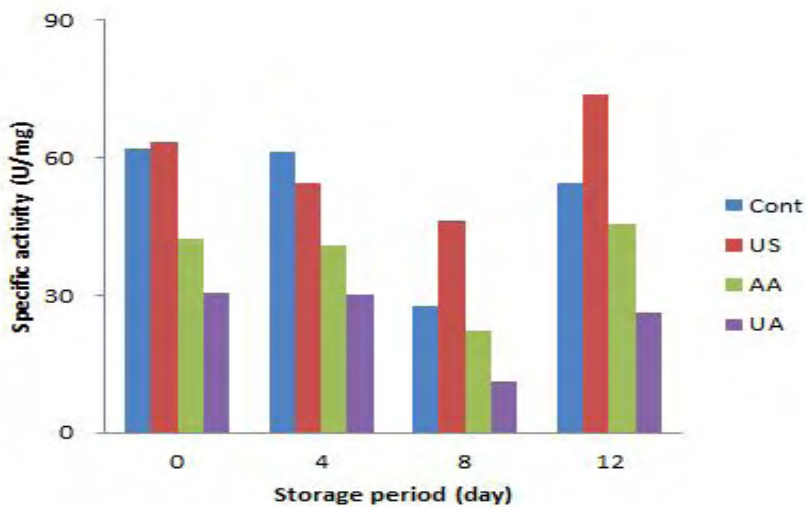


그림 2-27. 저장 기간에 따른 '홍옥' 사과의 PPO 활성 변화

모든 처리구에서 저장 8일째까지는 PPO 활성이 감소하는 경향을 보이다가 12일째에는 다시 증가하였는데, 특히 US 처리구의 활성이 급격히 상승하였다. UA 처리구의 경우 앞서 언급한 다른 2종의 사과와는 달리 처리 당일에도 PPO 활성이 관찰되었다. 그러나 저장기간 동안 다른 처리구에 비해 유의적으로 낮은 활성이 유지되어 병용처리가 '홍옥' 품종의 사과 PPO 활성의 억제에도 효과가 있는 것으로 나타났다.

3) 요약

신선편이 '후지', '쓰가루', '홍옥' 사과에 대해서 각각 1% ascorbic acid와 40KHz의 초음파의 병용 처리에 의한 갈변 억제 현상을 확인하였다. '후지' 사과에서만 병용 처리를 한 실험구가 저장 12일차 까지 아주 높은 L* 값과, 낮은 PPO활성을 보였고, 그 외 나머지 두 품종에서도 '후지' 품종만큼은 아니지만 모든 처리구중에서 갈변 억제에 가장 효과적인 것으로 확인되었다. 이 결과를 통해서 신선편이 사과의 갈변 억제를 위한 전처리로서 1% ascorbic acid와 40KHz 초음파의 병용 처리가 매우 효과적인 것으로 사료 된다.

다. 신선편이 양상추의 갈변 저해를 위한 물리적 처리법 검토

1) 재료 및 방법

가) 신선편이 전처리

실험에 사용된 양상추는 합천군 청덕면에서 생산한 crisphead type의 양상추를 실험 당일에 구입하여 사용하였다. 양상추를 적당한 크기로 손으로 찢어서 90초간 증류수에 침지(대조구), 40KHz의 초음파 처리기에서 90초간 초음파 처리(초음파), 45°C에서 90초간 블랜칭 처리(블랜칭), 동일한 조건으로 초음파 처리 후 블랜칭 처리(초음파 + 블랜칭)하였다. 전처리 후 0.03mm OPP film (30 x 20)에 열 접합 후 10°C에서 9일동안 저장하면서 품질 특성을 분석하였다.

나) 색도 측정

colorimeter (CR-400, Minolta Co, Osaka, Japan)를 백색판(L=97.79, a=-0.38, b=2.05)으로 보정하여 L*(백색도), a*(적색도) 및 b*(황색도) 값을 측정하였다.

다) PPO, POD 활성 분석

0.5%의 PVPP를 함유한 0.2 M sodium phosphat buffer (pH 7.0) 20 ml를 양상추 10 g과 함께 homogenizer로 균질화하였다. 4°C, 3,000 rpm의 조건으로 10분간 원심분리하여 그 상청액을 조효소액으로 하였다. PPO는 균질화할 때 썼던 buffer로 만든 0.02M의 catechol 용액 2.4 ml에 조효소액 0.8 ml를 넣어 420 nm에서 측정하였고, POD는 25 mM guaiacol과 25 mM의 hydrogen

peroxide를 함유한 0.05 M sodium phosphate buffer (pH 7.0) 2.8 ml에 조효소액 0.2. ml을 넣어 470 nm에서 측정하였다. 조효소액 대신 buffer를 넣은 것을 blank로 하였으며, 흡광도가 1분당 0.001 변하는 것을 1 unit으로 하여 나타내었다.

라) 퀴논 함량 분석

시료 10 g에 methanol 20mL을 가하여 homogenizer로 균질화하였다. 4겹의 cheese cloth로 여과한 것을 15000 g에서 15분간 원심분리하여 그 상청액을 분광광도계로 437nm에서 측정하였다.

마) 갈변도 분석

절단부위에서 약 1cm가량을 잘게 자른 후 2g을 취하였다. 20mL의 증류수를 첨가하여 35°C의 water bath에서 2시간동안 추출하여 여과(Whatman No.2)한 뒤 분광광도계(Optizen 2120, Mecasys, Korea)를 이용하여 420nm에서 흡광도를 측정하였다.

바) 총균수 분석

시료 1 g에 0.1% 펩톤수 9 ml를 가한 것을 시액으로 하여 10-fold 희석법으로 단계별로 희석하였다. 1 ml씩 pour plating한 후 35°C에서 48±2시간 배양하여 형성된 집락을 계수하여 log CFU/g의 형태로 표시하였다.

사) pH 및 총 가용성 고형분 함량 분석

시료와 증류수의 비를 1:1로 하여 마쇄한 후 여과한 액을 시액으로 하여, 굴절 당도계 (Master-α, Atago Co., Tokyo, Japan)로 가용성 고형분 함량을 측정하였으며, pH meter (Delta320, Mettler-Toledo Inc., Shanghai, China)를 이용하여 pH를 측정하였다.

아) 관능적 특징 분석

경북대학교 식품공학과 학부 및 대학원생 15명을 대상으로 외관, 색, 신선도, 갈변 정도, 갈변 범위, 향, 전반적 기호도에 대하여 9점 채점법(1=매우 싫음, 3=싫음, 5=보통, 7=좋음, 9=매우 좋음)으로 실시하였다. 갈변 범위 항목은 범위의 기준을 (9: none, 7: 10%미만, 5: 10-25%, 3: 25-50%, 1: 50% 초과)를 제시하여 평가하게 하였다.

2) 결과 및 고찰

가) 색도 변화

저장 기간에 따른 신선편이 양상추의 색도 변화를 그림 2-28에 나타내었다. L* 값은 저장 기간 동안 처리구별로 큰 차이를 보이지 않았고, a* 값은 전체적으로 연관성을 찾아 볼 수 없었

다. 하지만 b^* 값의 경우에는 저장 후기로 갈수록 다른 처리구와 비교했을 때 초음파 + 블랜칭 병용 처리구에서 가장 낮은 값을 확인할 수 있었다. b^* 값은 황색도를 나타내는 값으로 갈변이 진행됨에 따라서 양상추 외 다른 시료에서도 그 값이 증가하는 것으로 알려져 있는데, 그림 2-29와 같이 병용 처리구의 갈변이 가장 저해된 것을 눈으로도 확인할 수 있었다.

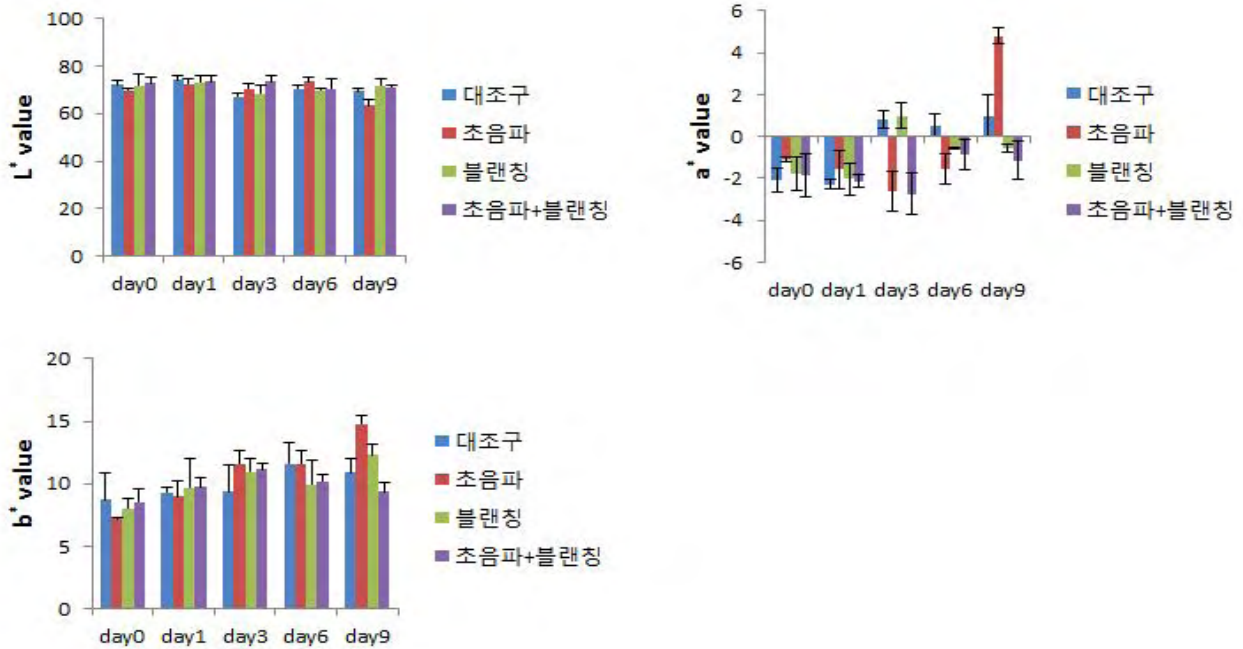


그림 2-28. 저장 기간에 따른 색도의 변화



대조구



초음파



블랜칭



초음파+블랜칭

그림 2-29. 저장 6일째 신선편이 양상추 처리 조건에 따른 품질 특성

나) PPO, POD activity 변화

PPO와 POD는 갈변 진행 과정에 관여하는 효소이며, 이것의 활성이 낮으면 갈변의 진행이 느려지는 것으로 알려져 있다. 그림 2-30과 같이 PPO와 POD의 활성은 저장 기간이 길어질수록 전반적으로 증가하는 경향을 보였다. 색도의 변화에서 초음파 + 블랜칭 병용 처리구가 갈변이 억제되는 것을 확인하였는데, 효소 활성 역시 병용 처리구에서 가장 억제 된 것으로 나타났다. 이 결과를 토대로 신선편이 양상추의 갈변 억제를 위한 물리적 처리법으로는 초음파+블랜칭의 병용 처리가 효과적인 것으로 생각 된다.

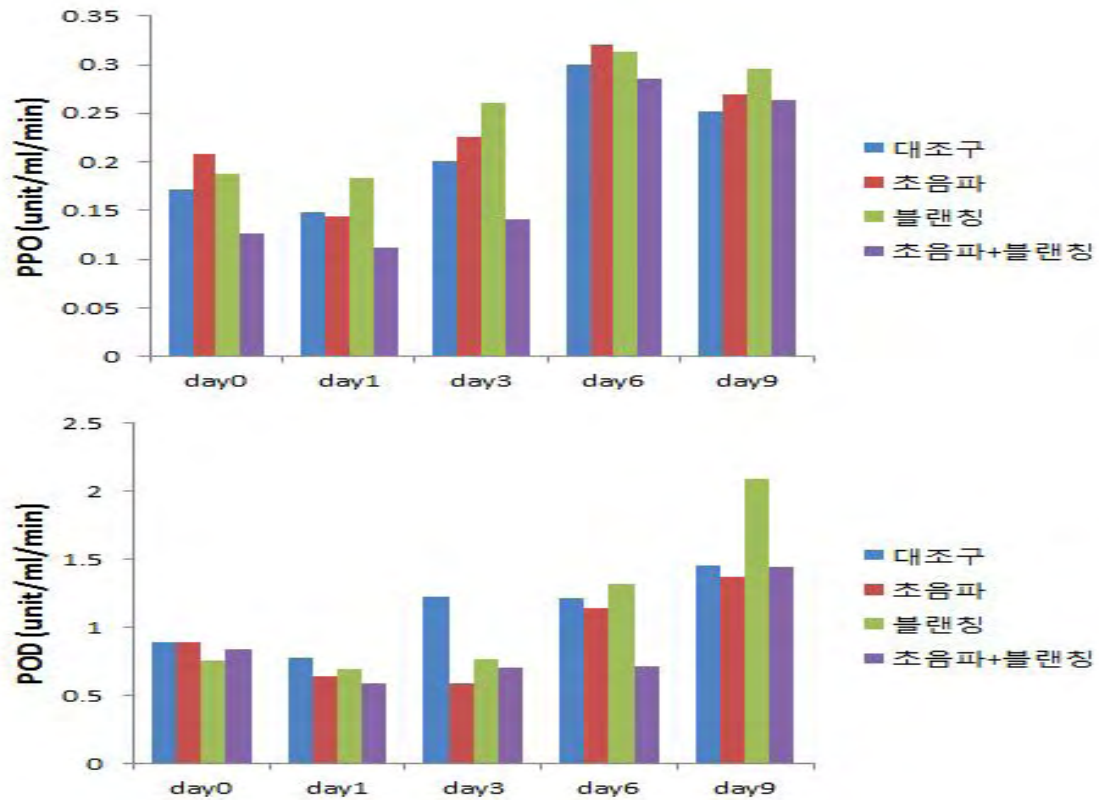


그림 2-30. 저장 기간에 따른 PPO, POD 활성 변화

다) 퀴논 함량 변화

그림 2-31는 퀴논 함량의 변화를 나타내고 있는데, 퀴논은 갈변 진행 과정 중에 생성 되는 물질로, 퀴논 함량이 많을수록 갈변이 많이 진행되었다고 판단 할 수 있다. 퀴논 함량은 저장 기간에 따라 증가하는 경향을 보였는데, 블랜칭과 초음파 단일 처리구에서 가장 큰 폭으로 증가하였고, 초음파 + 블랜칭 병용 처리구는 저장 첫 날부터 가장 낮은 함량을 보였다. 대조구의 퀴논 함량이 계속해서 감소하는 이유에 대해서는 추가적인 연구가 필요하다.

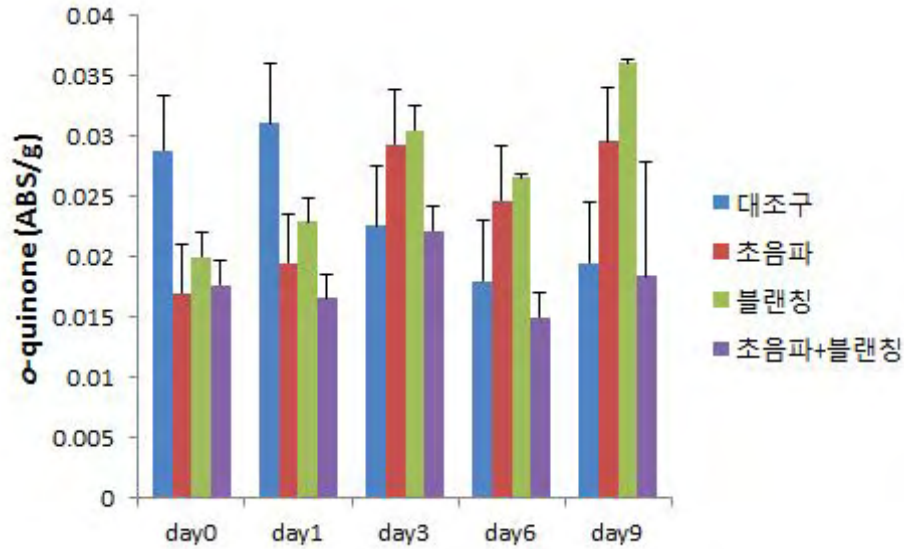


그림 2-31. 저장 기간에 따른 퀴논 함량의 변화

라) 갈변도 변화

갈변도의 변화를 그림 2-32에 나타내었다. 저장 1일차를 제외하고 모든 처리구에서 갈변도가 증가하는 경향을 보였다. 색도 변화, PPO 및 POD 변화, 퀴논 변화의 결과와 같이 저장 마지막 날에는 초음파, 블랜칭 단일처리구의 갈변이 가장 심하게 진행 된 것을 확인 할 수 있었고, 병용 처리구의 갈변도가 가장 낮은 것으로 확인되었다.

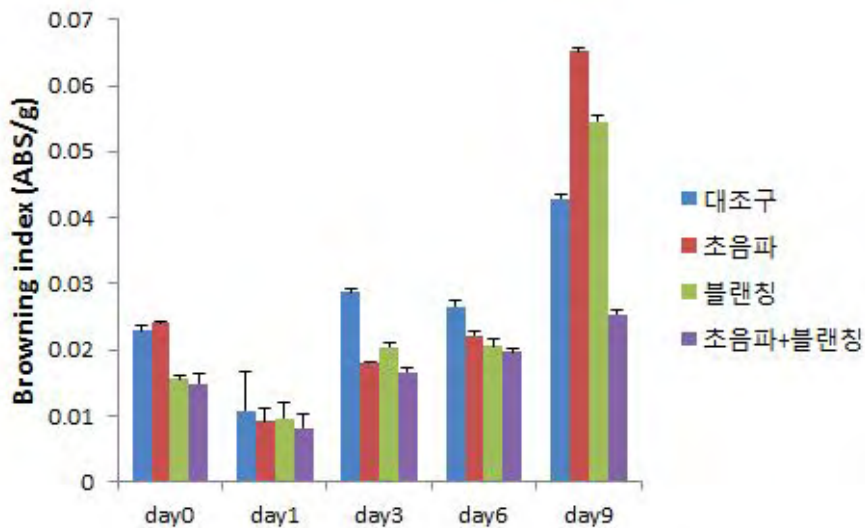


그림 2-32. 저장 기간에 따른 갈변도의 변화

마) 총균수 변화

저장 기간이 늘어남에 따라서 총 균수가 계속해서 증가하는 것을 확인하였다(그림2-33). 저장 6일째 까지는 대조구의 총균수가 가장 높다가 저장 마지막 날 초음파, 블랜칭의 단일 처리구에서 가장 많은 균이 검출되었다. 갈변도와 마찬가지로 병용 처리구에서 저장 초기부터 마지막 날 까지 가장 낮은 총 균수를 확인 할 수 있었고, 초음파 + 블랜칭의 병용 처리는 신선편이 양상추의 갈변을 억제함은 물론, 미생물적 안전성까지 확보 할 수 있을 것으로 기대 된다.

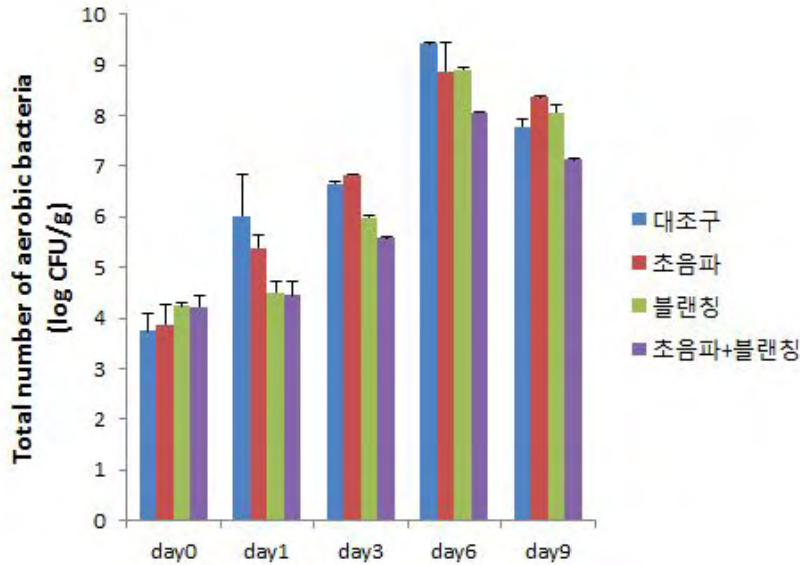


그림 2-33. 저장 기간에 따른 총균수의 변화

바) pH 및 총 가용성 고형분 함량 변화

pH 및 총 가용성 고형분 함량의 변화를 그림 2-34에 나타내었다. pH 변화는 저장 초기부터 마지막 날까지 모든 처리구에서 5.9 ~ 6.2 수준으로 큰 차이를 보이지 않았다. 총 가용성 고형분 함량 또한 1~1.5 birx로 큰 차이를 보이지 않았다. 하지만 저장 6일째 pH값이 증가했다가 감소하는 것에 대한 이유는 추가적인 연구가 요망 된다.

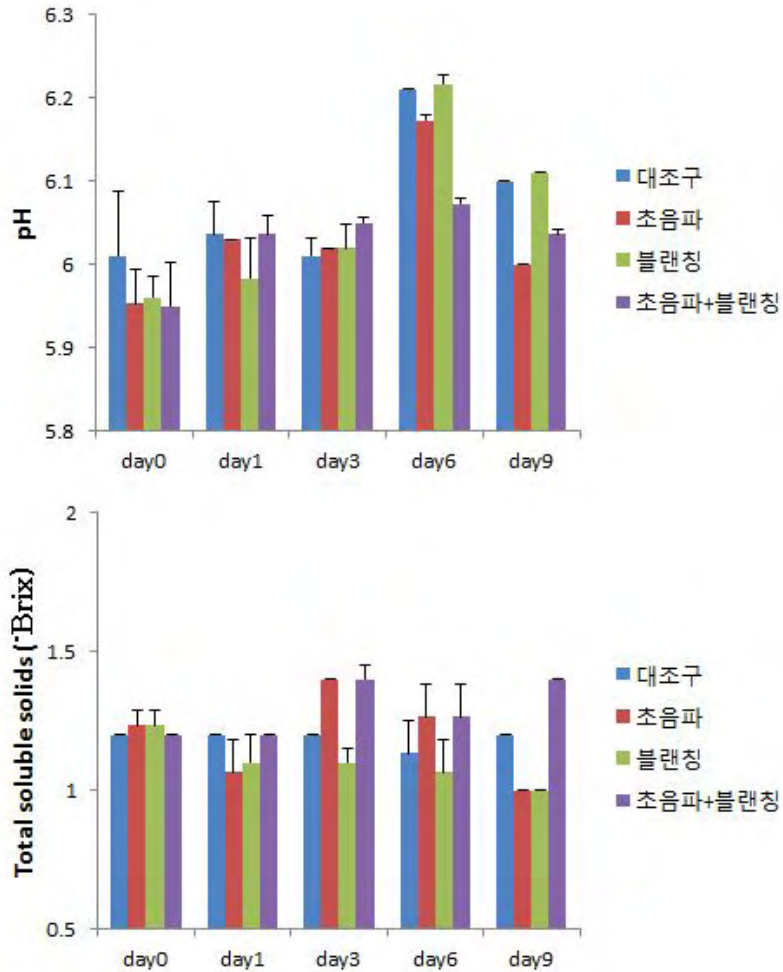


그림 2-34. pH 및 총 가용성 고형분 함량의 변화

사) 관능적 특징 변화

저장 기간에 따른 관능적 특징 변화를 표 2-10에 나타내었다. 모든 항목에서 초음파 + 블랜칭의 병용 처리가 가장 높은 점수를 받았고, 전반적인 기호도에서도 저장 6일차 까지 병용 처리구의 점수가 가장 높았다. 저장 마지막 날에는 초음파, 블랜칭 단일 처리구에서 가장 낮은 점수를 받았기 때문에 단일 처리가 저장 기간이 길어질수록 외관적 품질 특성의 저하가 더 빠르게 일어나는 것으로 생각 된다.

표 2-10. 저장 기간에 따른 관능적 특징 변화

	외관	색	신선도	조직감	갈변 정도	갈변 범위	향	전반적 기호도	
대 조 구	day0	8.00±1.10	7.75±0.84	8.00±0.45	8.20±0.71	9.00±0.55	9.00±0.00	8.60±0.55	8.25±0.55
	day1	6.33±0.58	6.33±1.00	5.67±0.58	6.67±0.00	6.33±0.00	6.33±0.58	8.67±1.00	5.67±0.58
	day3	6.08±1.88	5.58±1.76	4.83±1.90	6.00±2.02	6.17±1.27	5.50±2.10	7.92±1.16	5.17±2.02
	day5	3.50±1.40	4.10±1.91	3.70±1.93	5.40±2.10	5.30±2.85	4.00±2.17	6.40±1.18	4.30±1.58
	day7	4.60±1.65	4.90±1.45	4.00±1.76	4.00±1.63	4.50±1.18	5.60±1.65	5.90±1.73	4.50±1.08
초 음 파	day0	8.20±1.41	8.20±0.50	8.80±0.71	8.00±0.84	8.60±0.45	9.00±0.00	8.60±0.55	8.60±0.50
	day1	7.00±0.58	6.67±1.53	6.00±0.58	8.33±0.58	9.00±1.15	7.00±0.58	8.67±1.15	6.00±1.00
	day3	5.92±1.51	6.00±1.93	5.83±2.04	6.08±1.65	6.83±1.11	5.33±2.47	7.92±1.31	5.58±1.40
	day5	2.80±0.85	3.10±1.60	2.80±1.64	4.80±1.71	4.10±1.57	2.50±1.94	6.20±1.23	2.60±1.06
	day7	3.30±1.65	3.00±1.45	2.90±1.76	4.00±1.63	2.90±1.18	2.40±1.65	5.20±1.73	2.90±1.08
블 랜 칭	day0	7.33±0.58	7.50±1.00	7.75±0.96	7.67±0.58	7.80±0.84	9.00±0.00	8.80±0.45	7.50±1.00
	day1	5.67±0.58	6.33±0.58	5.67±0.58	7.67±0.00	7.00±0.00	7.00±0.58	8.67±0.58	5.67±1.15
	day3	5.08±1.16	5.42±1.16	4.67±1.83	5.50±1.45	6.75±1.06	4.00±1.86	8.08±1.31	4.33±1.44
	day5	4.20±2.04	4.30±1.70	3.90±1.52	5.40±1.78	4.10±2.18	3.20±1.48	6.40±1.58	3.60±1.51
	day7	2.90±1.45	2.80±1.23	3.30±1.42	4.60±1.17	3.10±2.28	2.20±1.03	5.40±1.58	3.00±1.89
초 음 파 +	day0	8.75±0.50	8.20±1.10	7.80±0.84	7.60±1.14	9.00±0.71	9.00±0.00	9.00±0.00	8.50±0.58
	day1	7.00±1.00	7.00±0.00	8.00±0.58	7.67±0.58	8.67±0.00	9.00±0.58	8.67±0.58	8.67±0.89
	day3	6.17±1.80	6.08±1.73	5.92±1.93	6.58±1.31	6.83±1.19	6.58±1.78	8.17±0.94	6.17±1.27
	day5	6.20±0.79	6.40±1.51	5.90±1.37	6.30±1.64	6.20±2.44	6.70±1.34	6.40±1.65	6.60±1.17
	day7	4.60±1.71	4.90±1.52	4.30±2.06	5.10±2.13	4.50±1.08	5.60±1.65	6.00±1.63	4.70±1.49

3) 요약

신선편이 양상추의 갈변 억제를 위해서 초음파, 블렌칭의 단일/병용 처리에 대한 효과를 확인하였다. 저장 마지막 날인 9일차에 40KHz 초음파와 45°C에서 블렌칭을 병용처리 한 실험구에서 갈변이 가장 많이 억제된 것을 확인하였다. 병용 처리구는 b* 값, PPO활성, POD활성, 퀴논 함량이 다른 처리구와 비교해서 가장 낮은 수준을 유지하였고, 관능평가에서도 저장기간 동안 가장 높은 점수를 받았다. 그 외 병용 처리구에서는 가장 낮은 총균수를 확인 할 수 있었고, pH 및 총 가용성 고형분 함량은 큰 차이를 보이지 않았다.

라. 신선편이 양상추의 갈변 저해를 위한 물리적 처리법의 최적화

1) 재료 및 신선편이 전처리

실험에 사용된 양상추는 합천군 청덕면에서 생산한 crisphead type의 양상추를 실험 당일에

구입하여 사용하였다. 양상추를 적당한 크기로 손으로 찢은 다음 각각의 조건에 맞게 전처리 한 후에 0.03 mm OPP film (20 x 30 cm)에 열 접합 포장 후 저장 5일 후 ΔE 값을 분석하였다.

2) 물리적 처리법 최적화를 위한 실험 설계

실험 조건은 표2-11에 나타내었다. 신선편이 양상추의 물리적 처리 조건의 최적화를 위해서 요인 변수(X)를 3개로 나누었다. X_1 = 초음파 처리 시간, X_2 = 블랜칭 온도, X_3 = 블랜칭 처리 시간을 변수로 하고, 요인 변수에 대한 반응 변수(Y)는 저장 5일의 ΔE 을 선정하여 SAS program(version 9.2)을 이용하여 반응 표면 회귀분석을 실시하였다.

3) 결과 및 고찰

저장 5일 째 ΔE 값 분석 그림 2-35에 나타내었다. ΔE 값이 낮을수록 갈변도가 낮은 것으로 알려져 있는데, UB9, UB10 처리구에서 가장 낮은 ΔE 값을 확인 할 수 있었다. 그림 2-36 사진에서도 UB9, UB10 처리구의 갈변 수준이 가장 낮은 것을 확인 할 수 있다.

가) 물리적 처리 최적 조건 예측

갈변 저해 처리한 신선편이 양상추의 ΔE 값에 대한 초음파 처리시간(X_1), 블랜칭 온도(X_2) 및 블랜칭 시간(X_3)의 영향을 조사한 결과, 예측된 회귀식은 다음과 같다.

$$Y=172.416875-14.718750X_1-6.497375X_2-16.958750X_3+9.975000X_1^2-0.440500X_1X_2+0.084700X_2^2+3.595000X_1X_3-0.357500X_2X_3+9.410000X_3^2$$

회귀식의 R^2 값은 0.8843으로 높은 상관관계를 나타내었으며 5% 이내 수준에서 유의성이 인정되었다. 그림 2-35에서 볼 때 ΔE 값에 대한 변수요인들의 영향은 초음파 처리시간, 블랜칭 처리 시간 및 블랜칭 처리 온도의 순으로 미치는 영향이 크게 나타났다. 반응표면분석을 통해 예측한 결과에서도 ΔE 가 최소값일 때의 처리조건은 초음파 처리 시간 1.50분, 블랜칭 처리 온도 45°C, 블랜칭 처리 시간 1.50분이었고, ΔE 가 최대값일 때의 조건은 각각 2.16분, 39.79°C 및 2.05분으로 나타났다.

4) 요약

신선편이 양상추의 갈변 억제 효과를 위한 초음파 + 블랜칭의 병용 처리 조건을 최적화하였다. 초음파 시간, 블랜칭 온도, 블랜칭 시간을 요인 변수로 하고, 변수를 토대로 16개 조건으로 세분화 하여서 저장 5일째 ΔE 값을 이용해서 조건을 최적화하였다. 초음파 처리 시간 90초, 블랜칭 온도 45°C, 블랜칭 시간 90초로 처리 한 구에서 다른 처리구와 비교했을 때 가장 낮은 ΔE 값을 확인하였다. 블랜칭 온도 50°C 이상에서는 양상추의 조직이 저장 중 많이 무르는 현

상을 확인할 수 있었다. 반응표면분석법을 이용한 최적화 조건은 초음파 처리 시간 90초, 블렌칭 처리 온도 45℃, 블렌칭 처리 시간 90초로 확인되었고, 초음파 처리 시간에 가장 큰 영향을 받는 것으로 나타났다.

표 2-11. 물리적 처리 조건 최적화를 위한 실험 설계

Sample	Coded variables			Non-coded variables		
	x ₁	x ₂	x ₃	Ultrasonication Time(min)	Blanching Temperature (°C)	Blanching Time(min)
UB1	-1	-1	-1	1	40	1
UB2	-1	-1	1	1	40	2
UB3	-1	1	-1	1	50	1
UB4	-1	1	1	1	50	2
UB5	1	-1	-1	2	40	1
UB6	1	-1	1	2	40	2
UB7	1	1	-1	2	50	1
UB8	1	1	1	2	50	2
UB9	0	0	0	1.5	45	1.5
UB10	0	0	0	1.5	45	1.5
UB11	-2	0	0	0.5	45	1.5
UB12	2	0	0	2.5	45	1.5
UB13	0	-2	0	1.5	35	1.5
UB14	0	2	0	1.5	55	1.5
UB15	0	0	-2	1.5	45	0.5
UB16	0	0	2	1.5	45	2.5

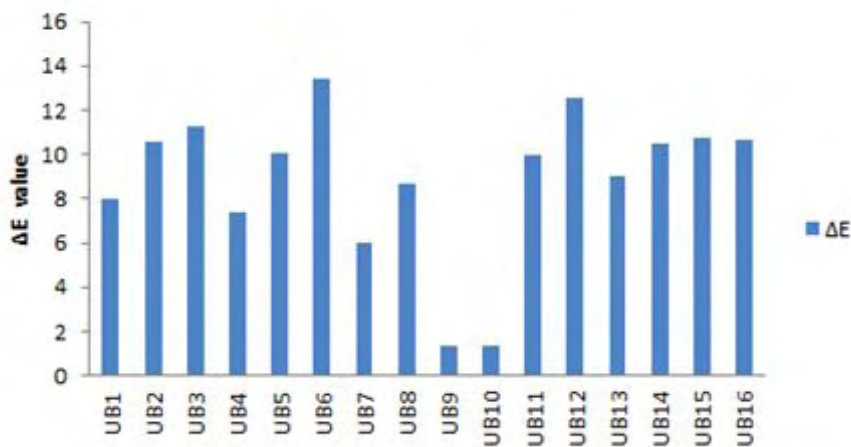


그림 2-35. 저장 5일째 ΔE 값

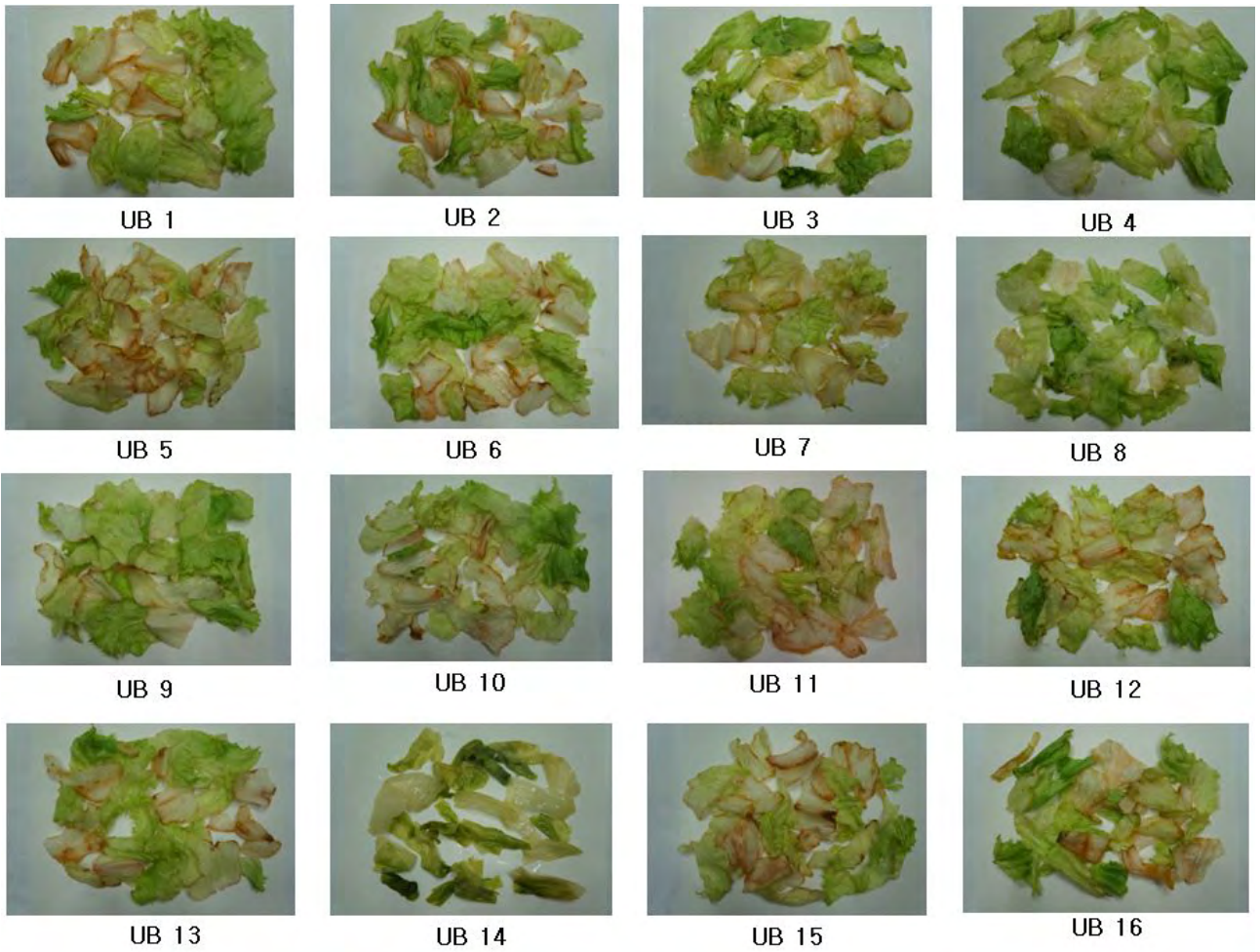


그림 2-36. 저장 5일째 사진

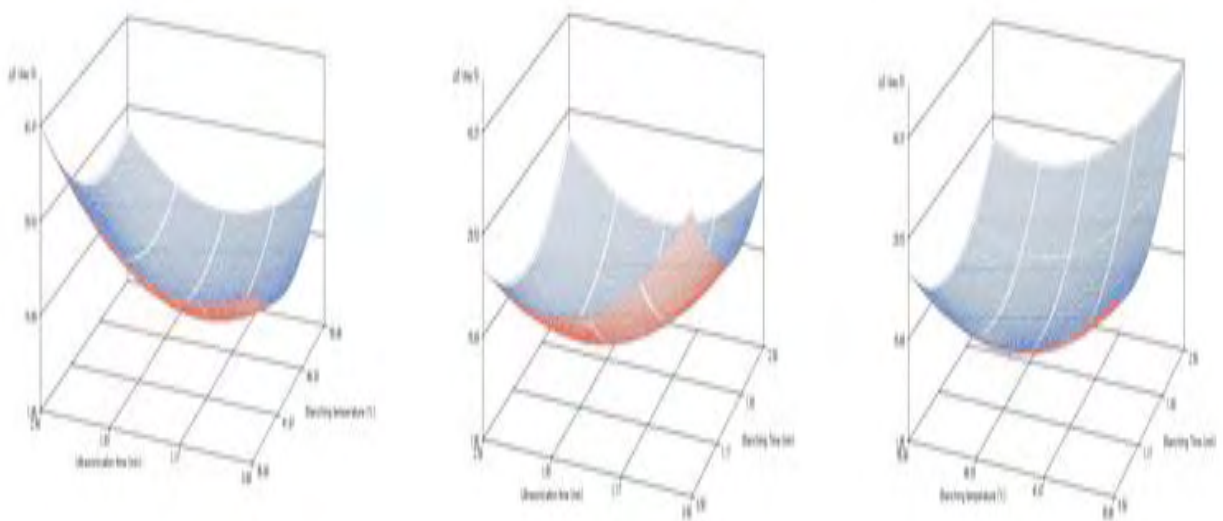


그림 2-37. 신선편이 양상추 RSM 결과

마. 신선편이 감자의 갈변 저해를 위한 물리적 처리법 검토

1) 재료 및 방법

가) 신선편이 전처리

시료는 강원도의 한 농가에서 생산한 감자를 구입 직후 바로 사용하였다. 감자를 사각썰기 (15x15x15mm) 하여 10°C D.W.에 1분 간 침지(대조구), whole 상태로 40°C에서 30분 간 블랜칭 후 사각 썰기하여 10°C D.W.에 1min간 침지(블랜칭), 블랜칭 구와 동일하게 처리 후 10°C의 1% ascorbic acid 용액에 1분 간 침지(블랜칭 + A.A), 블랜칭 구와 동일 처리 후 10°C의 D.W.로 1min간 초음파처리(블랜칭 + 초음파) 하였다. 처리 후 키친타올로 물리 제거하여 0.04 mm LDPE film(15x20cm)에 30개씩 넣고 10°C 항온기에서 6일 동안 저장하면서 품질을 분석하였다.

나) 포장 내 가스 분석

저장 중 포장 내부의 가스 분석은 dual gas analyzer (David bishop Instruments, 280 Combo, USA)를 이용, CO₂와 O₂의 농도 변화로 측정하였다.

다) 색도 측정

최소가공을 행한 감자의 색도 변화는 색차계 (CR-400, Minolta Co., Osaka, Japan)를 백색판 (L=97.79, a=-0.38, b=2.05)으로 보정하여 L* (백색도), a* (적색도) 및 b* (황색도) 값을 측정하였으며, 이를 이용하여 Chroma 값을 나타내었다.

라) 경도 측정 : 최소가공 감자의 저장 중 경도변화는 Rheometer (Compac-100 II, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan) 를 이용하여 측정하였다. 시료는 최소가공 처리별로 15개씩 취하여 측정하였다.

2) 결과 및 고찰

가) 포장 내 가스 성분의 변화

포장 내 가스 성분의 변화를 그림 2-38에 나타내었다. 저장 기간이 지날수록 O₂ 농도는 모든 처리구에서 감소하는 경향을 보였고, CO₂ 농도는 모든 처리구에서 저장 2일차 까지 증가하다가 다시 감소하는 경향을 보였다. 신선편이 전처리 방법을 달리하여도 처리 구 별로 포장 내 가스 성분의 변화는 차이를 보이지 않았다.

나) 색도 변화

신선편이 감자의 저장 기간에 따른 L*, a*, b*, chroma 값의 변화를 그림 2-39에 나타내었

다. 저장 기간이 지남에 따라서 L*, a* value는 일관성 있는 경향을 보이지 않았지만, b* value는 전체적으로 일관성 있는 결과를 얻을 수 있었다. 갈변이 진행됨에 따라 전체적으로 b* value가 증가하는 경향을 보였고, 저장 후기로 갈수록 블랜칭, 블랜칭+ascorbic acid의 병용 처리구에서 갈변 저해 효과를 확인 할 수 있었다.

감자는 갈변이 진행되면서 백화 현상도 함께 나타나기 때문에 L* value로 갈변도를 판단하기에는 무리가 있었다. 저장 기간에 따라 전체적으로 일관성 있는 경향을 나타내는 b* value가 가장 신뢰가 높을 것으로 생각된다.

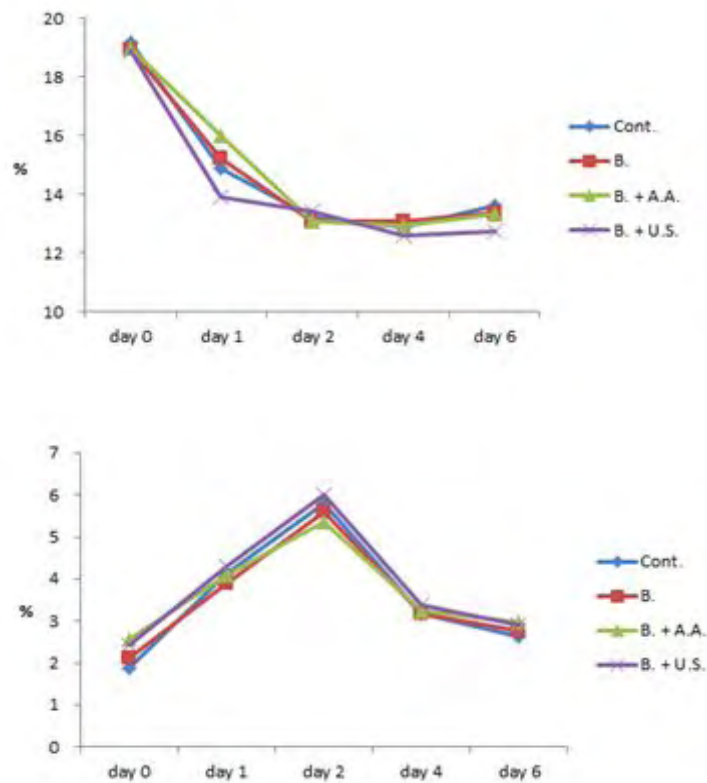


그림 2-38. 저장 기간에 따른 포장 내 가스 조성의 변화(위: O₂, 아래: CO₂)

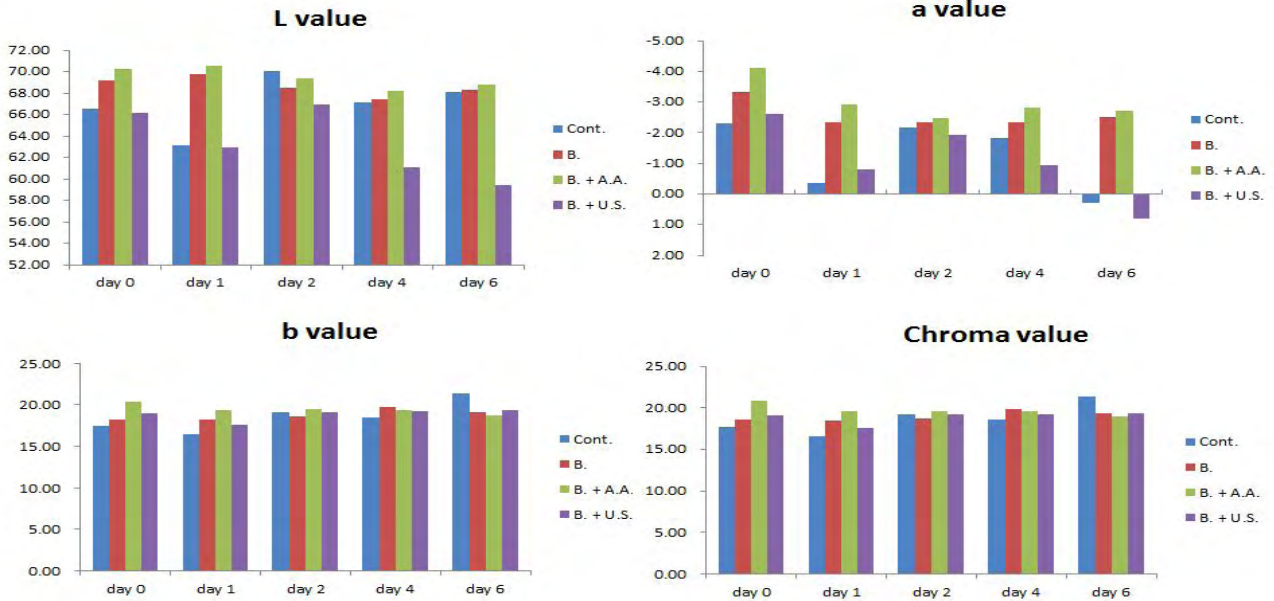


그림 2-39. 저장 기간에 따른 색도의 변화

다) 경도 변화

감자 경도의 변화를 그림 2-40에 나타내었다. 저장 기간이 지남에 따라 감자의 경도가 감소하다가 저장 2일차를 기준으로 다시 증가하는 경향을 보였다. 저장 후기로 갈수록 신선편이 감자의 표면의 수분이 증발하여 건조되는 경향을 보였는데, 이러한 이유로 경도가 증가 한 것으로 생각 된다. 전체적인 변화를 고려 해 볼 때, 블랜칭 단일 처리구가 저장 마지막 날까지 경도가 높은 것으로 확인되었다.

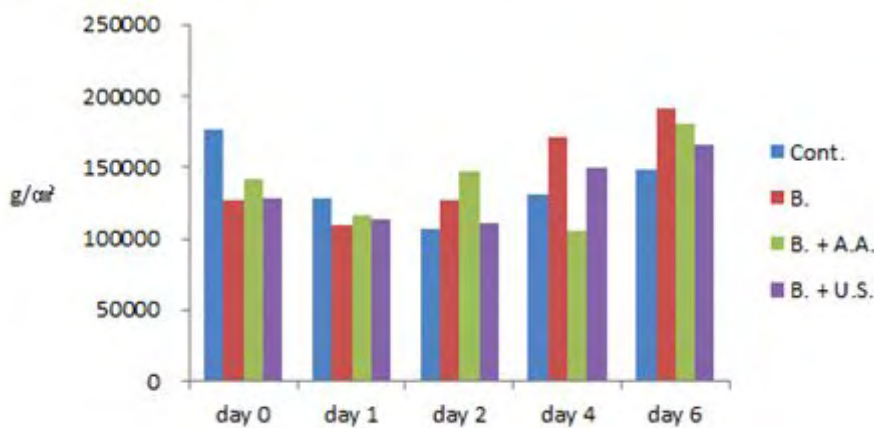


그림 2-40. 저장 기간에 따른 경도의 변화

3) 요약

신선편이 감자의 갈변 특성을 확인하고, 갈변 억제를 위한 물리적 처리법을 검토하였다. 감

자는 저장 중 백화현상으로 인해서 높은 신뢰수준의 색도 값을 얻는데 문제점이 있었고, 표면이 건조되어서 딱딱해지는 현상으로 인해서 경도의 측정 또한 문제점이 있었다. 하지만 전체적인 변화값을 고려했을 때, 초음파를 처리한 실험구에서는 대조구보다 낮은 L* 값을 보였고, 전체적으로 블랜칭 단일 처리구와 블랜칭 + ascorbic acid 병용 처리구에서 높은 L* 값과, 낮은 b* 값을 확인하였다. 경도의 변화는 저장 후기로 갈수록 블랜칭 단일 처리구에서 높은 값을 보였다. 따라서 신선편이 감자의 품질 특성을 연구하기 위해서는 블랜칭 처리에 대한 깊은 연구가 필요할 것으로 사료 된다.

마. 결론

신선편이 사과, 양상추, 감자의 물리적 처리에 의한 갈변 억제와 전처리 조건의 최적화를 위한 연구를 수행하였다. 사과의 경우 ‘후지’, ‘쓰가루’, ‘홍옥’의 3가지 품종에서 모두 ultrasonication과 1% ascorbic acid의 병용 처리가 갈변 저해에 큰 효과를 보였다. 양상추의 경우 초음파, 블랜칭 단일 처리보다 초음파 + 블랜칭의 병용 처리가 갈변 저해에 큰 효과가 있었고, 그 전처리 조건의 최적화 결과는 ΔE 대한 변수요인들의 영향은 초음파 처리시간, 블랜칭 처리 시간 및 블랜칭 처리 온도의 순으로 미치는 영향이 크게 나타났고, 최적 조건은 초음파 처리 시간 90초, 블랜칭 처리 온도 45°C, 블랜칭 처리 시간 90초였다. 신선편이 감자는 블랜칭 처리가 감자의 갈변 저해에 효과가 있는 것으로 사료되지만, 백화 현상과 표면 건조 현상 때문에 높은 신뢰 수준의 데이터를 얻을 수 없었다. 감자의 블랜칭 처리에 의한 갈변 저해 효과는 추후 깊은 연구를 수행 할 계획이다.

3. 상품화를 위한 과채류 품목별 hurdle technology 기술 확립

가. 포장재 종류에 따른 신선편이 사과, 양상추, 감자의 저장 중 품질 특성

1) 재료 및 방법

가) 시료

실험에 사용된 사과는 경상북도 청송에서 2013년도에 생산한 ‘후지’ 품종을 구입하여 이용하였다. 사과는 세척 후 사과 슬라이서를 사용하여 8조각으로 분할하여 증류수에 침지한 것을 키친타올로 물기를 제거한 후 포장하였다. 포장은 0.04 mm OPP필름, 0.04 mm PP필름, 0.04 mm PE필름, Nylon필름을 이용하여 30 X 20cm 봉투에 열 접합 후 4°C에서 12일 동안 저장하면서 품질 특성을 분석하였다.

양상추는 합천군 청덕면에서 생산한 ‘iceberg’ 품종의 양상추를 실험 당일에 구입하여 사용하였다. 양상추의 겉잎을 제거한 후 손으로 적당한 크기로 찢어서 1차 세척하여 불순물을 제거한 후 2차 세척을 실시하였다. 세척된 양상추를 야채 전용 탈수기를 이용하여 탈수하였다. 상기 방법으로 처리된 양상추는 30 x 20cm의 0.04 mm OPP필름, 0.04 mm PP필름, 0.04 mm PE필름, Nylon필름 포장재에 약 40 g씩 넣은 후 열 접합 하였으며, 20°C에서 저장하며 2일 간격으로 7일 동안 분석하였다.

마지막으로 감자의 경우에는 강원도의 한 농가에서 생산한 감자를 구입 직후 바로 사용하였다. 감자를 사각썰기(1.5x1.5x1.5 mm) 하여 10°C D.W.에 1분 간 침지 후 키친타올로 물기를 제거하여 포장재에 20개씩 넣고 10°C 항온기에서 7일 동안 저장하면서 품질을 분석하였다. 실험에 사용된 포장재는 두께 0.04 mm, 크기 20 x 30 cm의 OPP, PP, PE, Nylon 4종류의 포장재를 사용하였다.

나) 포장 내 가스분석

저장 중 포장 필름 내부의 산소와 이산화탄소의 농도는 dual gas analyzer (David bishop Instruments, 280 Combo, USA)를 이용하여 측정하였다. 이 때 대기의 기체조성은 O₂는 21%, CO₂는 0.02%를 기준으로 하였다.

다) 색도 측정

색도는 colorimeter (CR-400, Minolta Co, Osaka, Japan)를 백색판(L=97.79, a=-0.38, b=2.05)으로 보정하여 측정하였으며 L*(백색도), a*(적색도) 및 b*(황색도) 값으로 나타내었다.

라) 갈변도 분석

양상추의 경우 갈변도를 분석하였는데 분석방법은 다음과 같다. 절단부위에서 약 1 cm가량을 잘게 자른 후 2 g을 취하고, 20 mL의 증류수를 첨가하여 35°C의 water bath에서 2시간동안 추출하여 여과(Whatman No.2)한 뒤 분광광도계(Optizen 2120, Mecasys, Korea)를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다.

마) 총균수 측정

시료 1 g에 0.1% 펩톤수 9 ml를 가한 것을 시액으로 하여 10-fold 희석법으로 단계별로 희석하였다. 1 ml씩 pour plating한 후 35°C에서 48±2시간 배양하여 형성된 집락을 계수하여 log CFU/g으로 나타내었다.

바) 총 가용성 고형분 함량, pH 및 적정산도

시료와 증류수의 비를 1:1로 하여 마쇄한 후 여과한 액을 시액으로 사용하여 총 가용성 고형분 함량은 굴절 당도계(Master-α, Atago Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. pH는 동일한 여액을 사용하여 pH meter (pH 510, Oakion, Singapore)를 이용하여 측정하였다. 적정산도는 여액 20 mL을 취하여 100 mL의 메스플라스크에 증류수로 정용하였으며 automatic titrator (TitroLine easy, SI Analytics GmbH, Mainz, Germany)를 이용하여 pH가 8.3에 도달할 때까지 적정하여 소비된 0.1 N NaOH의 양을 malic acid로 환산하여 나타내었다.

사) 중량감소율

신선편이 사과와 초기 중량과 저장 후 측정된 시료의 중량 차이를 초기중량에 대한 백분율(%)로 계산하여 중량감소율을 나타내었다.

아) 수분함량

수분함량은 각 시료 5 g를 채취하여 105°C 상압가열건조법으로 건조한 다음 3회 반복 측정하여 평균값을 나타내었다.

자) 통계처리

색도는 30회 반복 측정하였고, 그 외의 모든 결과는 3회 반복 측정된 값을 SAS (Statistical Analysis System, version 9.3)를 이용해서 Duncan's multiple range test를 통해 통계적 유의성을 검증하였다($p < 0.05$).

2) 결과 및 고찰

가) 포장 내 가스 조성 변화

다른 포장재로 포장한 신선편이 사과와 저장 기간에 따른 포장 내 가스 조성의 변화를 그림 2-41에 나타내었다. 저장 기간이 증가할수록 모든 포장재에서 O₂ 농도는 감소하는 경향을 보였

고, CO₂ 농도는 증가하는 경향을 보였다. 포장재의 종류에 따라 가스 조성 변화의 차이가 있었으며 다른 포장재에 비해 가스투과도가 낮은 Nylon필름에서 저장 기간 동안 낮은 O₂ 농도와 높은 CO₂ 농도를 보였다. 포장재 필름의 종류에 따라 가스투과도의 차이가 있어 저장 기간 중 포장재간에 가스 조성의 차이가 있는 것으로 사료된다. 양상추의 포장 내 가스 성분의 변화를 그림 2-42에 나타내었다. 저장 기간이 지날수록 O₂ 농도는 모든 처리구에서 감소하는 경향을 보였고, CO₂ 농도는 모든 처리구에서 증가하는 경향을 보였다. 저장 기간 동안 PE포장재에서 가장 높은 O₂ 농도와 가장 낮은 CO₂ 농도가 유지되었다. Nylon포장재의 경우 투과율이 다른 포장재에 비해 매우 낮기 때문에 저장 기간 동안 O₂ 농도가 급격히 감소하였으며 CO₂ 농도는 급격하게 증가하였다.

저장 기간 동안 다른 포장재로 포장한 감자의 포장 내 가스조성을 측정된 결과를 그림 2-43에 나타내었다. 저장후기에 Nylon 포장재에서 눈에 띄게 높은 O₂ 농도감소와 CO₂ 농도증가를 나타내었으며, PE, OPP, PP, Nylon 포장재 순으로 높은 O₂ 농도감소와 CO₂ 농도증가 속도를 나타내었다. 산소투과도가 낮은 포장재일수록 포장재 내의 산소 고갈이 빠르게 진행되어 내부의 O₂ 농도는 낮고 CO₂ 농도는 높게 나타나는 것으로 보고된 바 있다. 이에 따르면 Nylon 포장재의 산소투과율이 가장 낮은 것으로 생각된다.

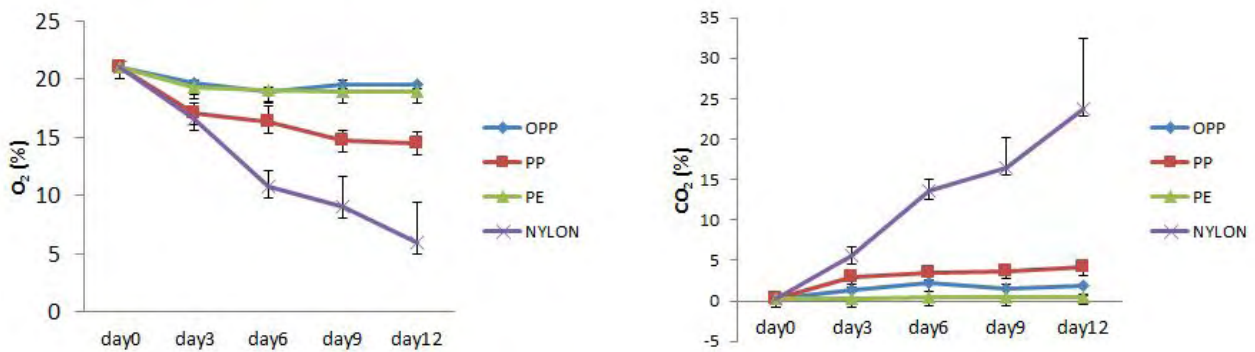


그림 2-41. 포장재 종류에 따른 사과 포장 내 가스 조성의 변화

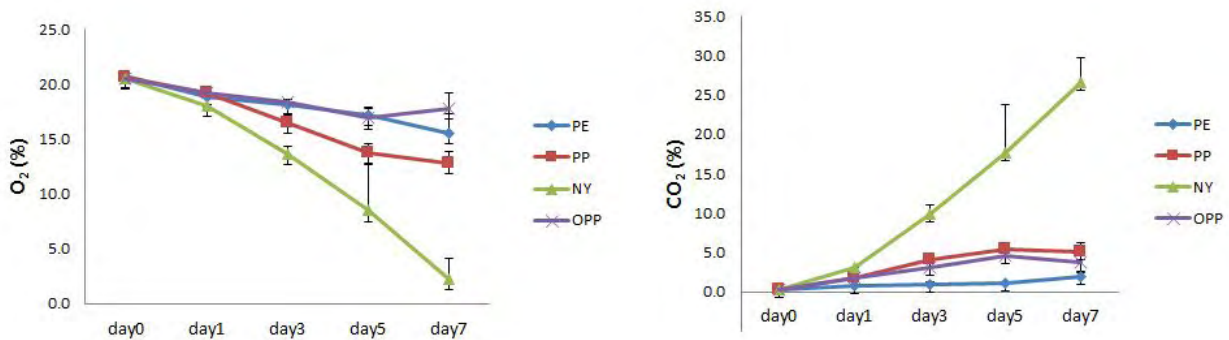


그림 2-42. 포장재 종류에 따른 양상추 포장 내 가스 조성의 변화

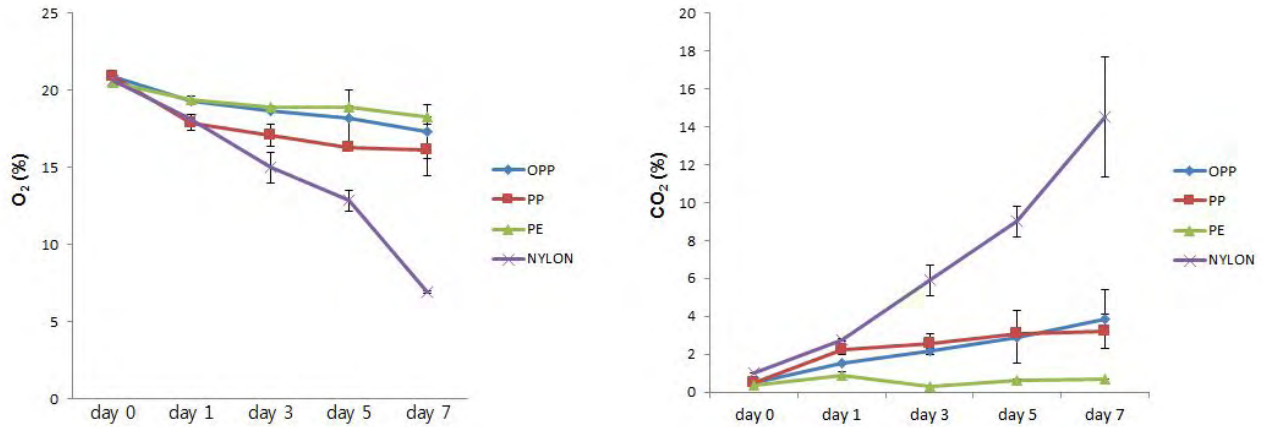


그림 2-43. 포장재 종류에 따른 감자의 포장 내 가스 조성의 변화

나) 색도 변화

포장재의 종류에 따른 신선편이 사과와 저장 중 색의 변화는 그림 2-44 ~ 그림 2-46에 나타내었다. 모든 포장재에서 저장 초기에 비해 저장 후기에 밝기를 나타내는 L^* 값이 감소하였는데 이는 신선편이 사과와 갈변으로 인해 L^* 값이 감소한 것으로 사료된다. 포장재의 종류에 따른 차이는 크게 나타나지 않았지만, PP 포장재의 경우 저장 9일째 유의적으로 가장 높은 L^* 값이 확인되었다. 적색도를 나타내는 a^* 값은 저장 초기에 크게 증가하였고 저장 후기로 갈수록 꾸준히 증가하는 경향을 보였다. 저장기간 동안 황색도를 나타내는 b^* 값은 증가하였으나 포장재 간에 큰 차이는 보이지 않았다.

저장 기간에 따른 신선편이 양상추의 색도 변화를 그림 2-47 ~ 그림 2-49에 나타내었다. L^* 값은 저장 기간 동안 처리구별로 큰 차이를 보이지 않았고, a^* 값은 전체적으로 연관성을 찾아볼 수 없었다. 하지만 b^* 값의 경우에는 모든 구에서 저장 기간이 경과할수록 값이 증가하였으며, 다른 구와 비교했을 때 PE와 PP포장재에서 비교적 높은 폭으로 증가함을 확인할 수 있었다. b^* 값은 황색도를 나타내는 값으로 갈변이 진행됨에 따라서 양상추 외 다른 시료에서도 그 값이 증가하는 것으로 알려져 있는데, 그림 2-52와 같이 PE포장재에서 가장 갈변이 많이 일어났음을 눈으로 확인할 수 있었으며, OPP포장재에서 갈변이 저해된 것을 확인할 수 있었다.

4종의 포장재로 포장한 감자의 저장기간별 L^* , a^* , b^* , chroma 값을 그림 2-50 ~ 그림 2-53에 나타내었다. 저장기간이 지남에 따라 L^* 값은 감소하다가 후반에 다시 증가하는 경향을 나타내었는데 이는 감자표면의 백화현상으로 인한 현상으로 생각된다. 전반적으로 PE 포장재의 L^* 값이 가장 낮았고, 나머지 포장재간의 뚜렷한 차이는 보이지 않았다. a^* 값의 경우 저장기간이 지남에 따라 증가하는 경향을 나타내었으며, PE 포장재에서 가장 높은 a^* 값을 나타내었다. 채도를 나타내는 chroma 값 결과에서도 PE 포장재에서 가장 낮은 값을 나타내었다. 이는 육안으로 보았을 때 PE 포장재의 감자가 갈변정도가 심했던 것과 일치하는 결과로, PE 포장재에서 갈변이 가장 많이 진행되었음을 알 수 있다.

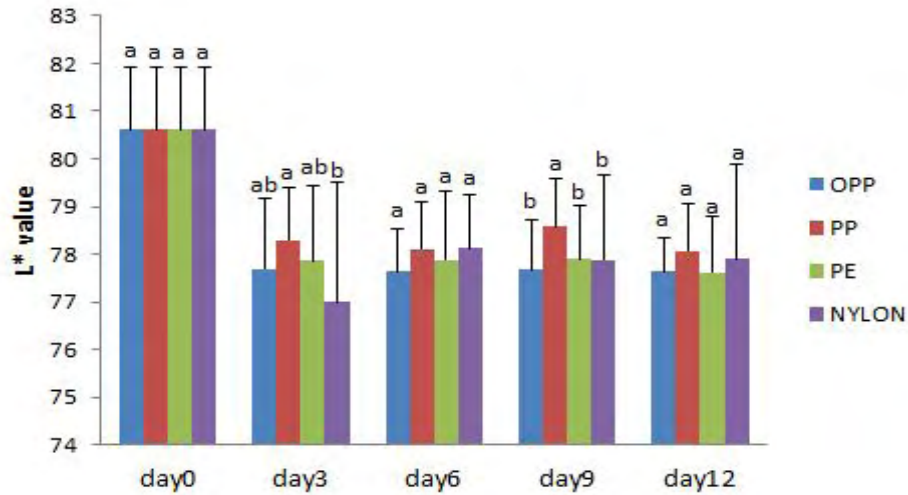


그림 2-44. 포장재의 종류에 따른 신선편이 사과 저장 중 L* 값의 변화

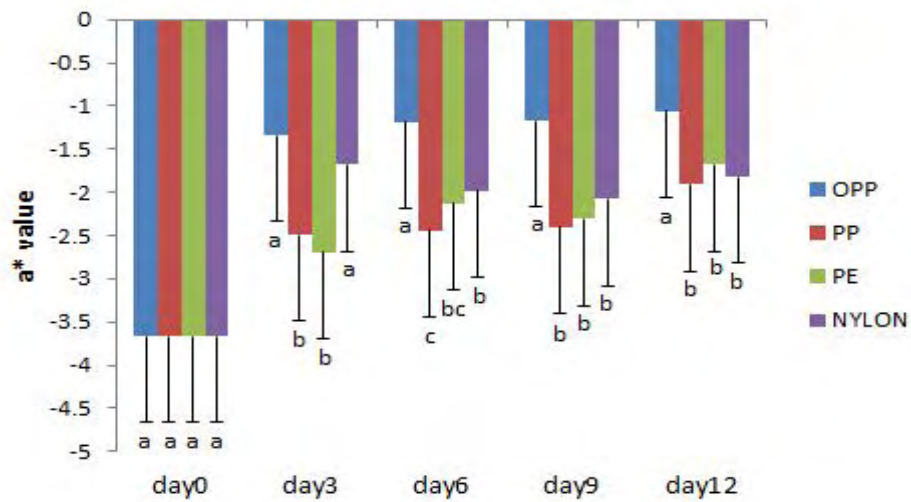


그림 2-45. 포장재의 종류에 따른 신선편이 사과 저장 중 a* 값의 변화

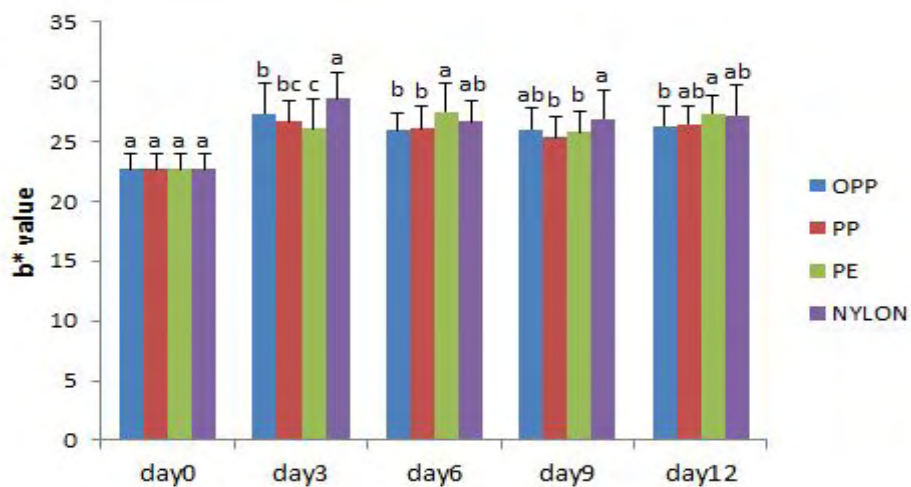
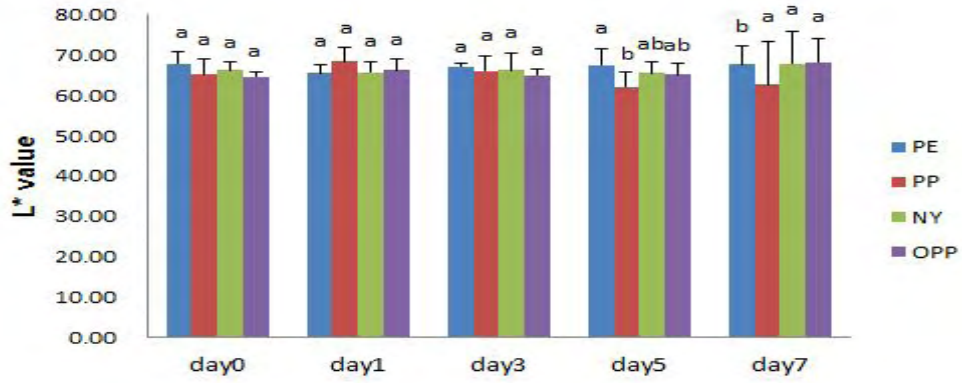
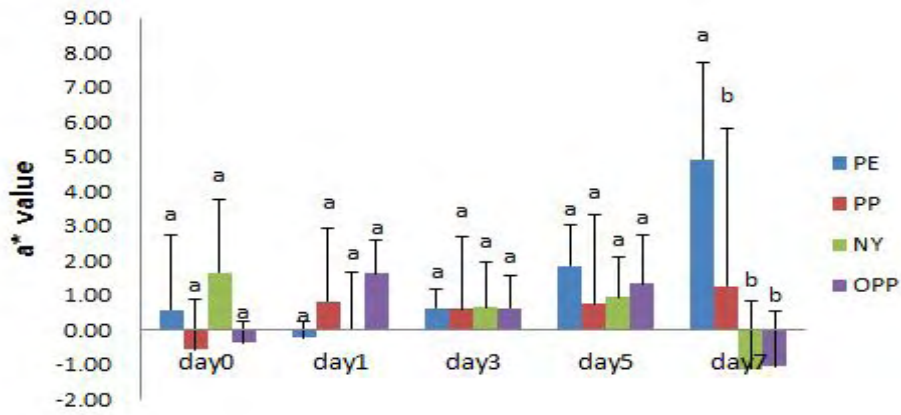


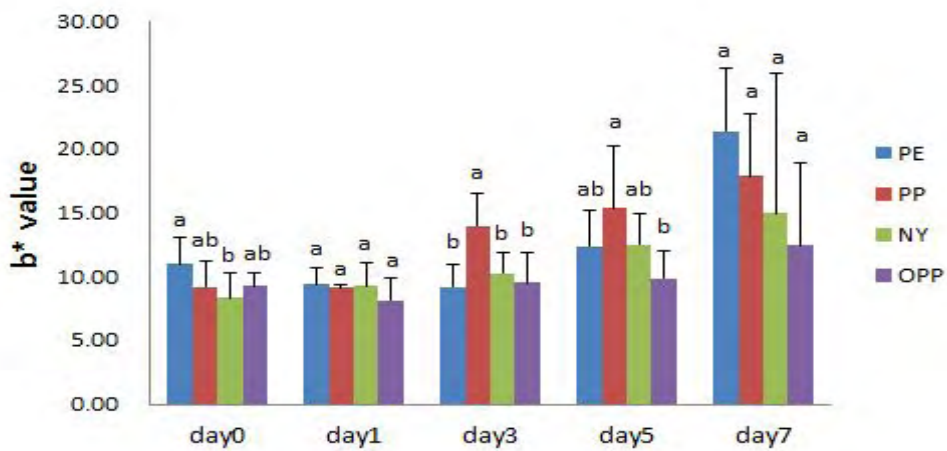
그림 2-46. 포장재의 종류에 따른 신선편이 사과 저장 중 b* 값의 변화



2-47. 포장재 종류에 따른 양상추의 저장 중 색도 변화 (L* value)



2-48. 포장재 종류에 따른 양상추의 저장 중 색도 변화 (a* value)



2-49. 포장재 종류에 따른 양상추의 저장 중 색도 변화 (b* value)

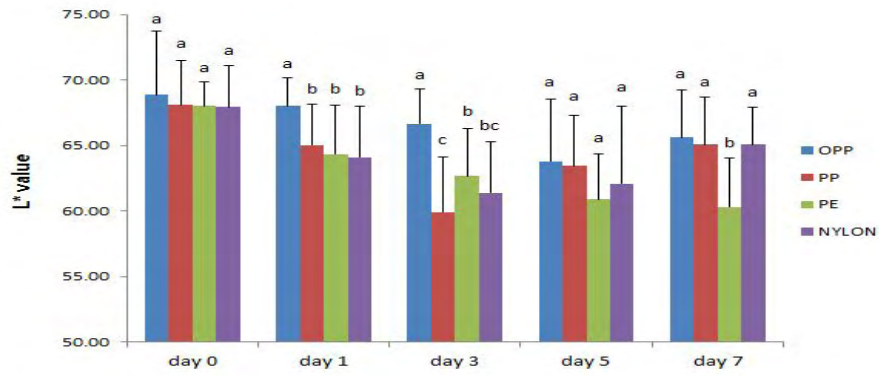


그림 2-50. 포장재 종류에 따른 감자의 저장 중 색도변화 (L* value)

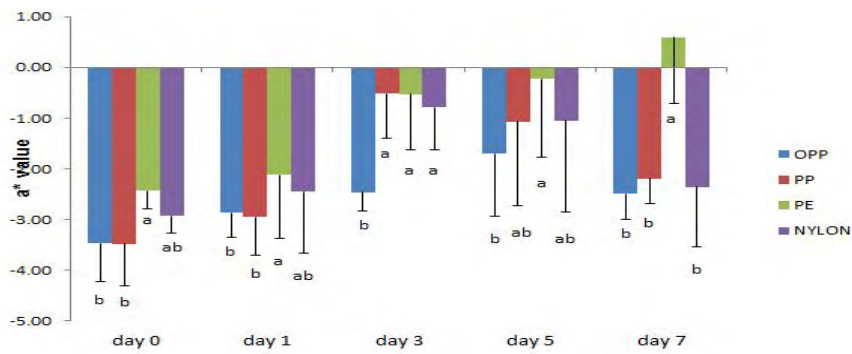


그림 2-51. 포장재 종류에 따른 감자의 저장 중 색도변화 (a* value)

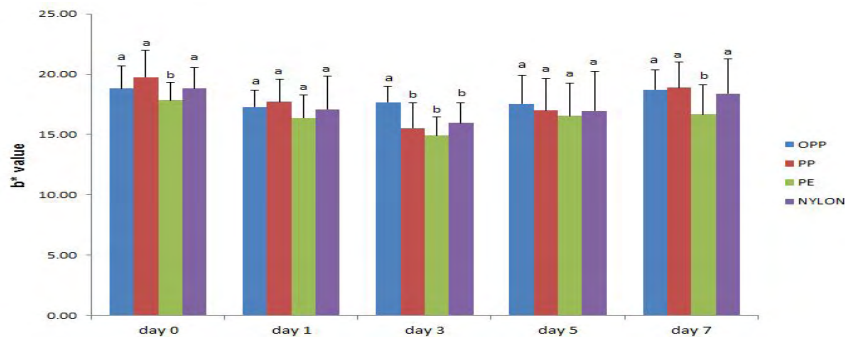


그림 2-52. 포장재 종류에 따른 감자의 저장 중 색도변화 (b* value)

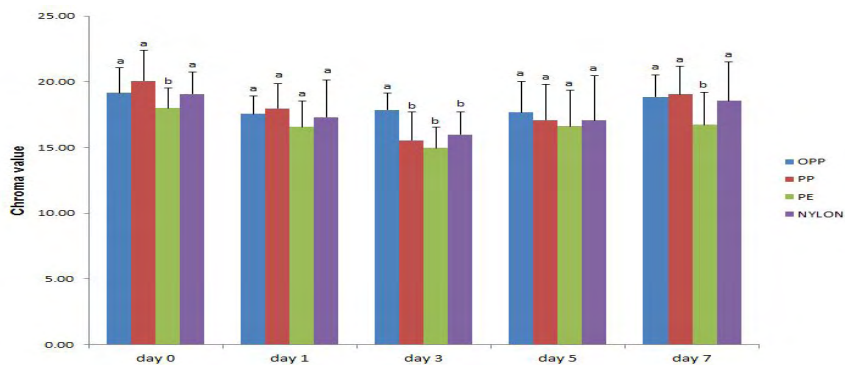
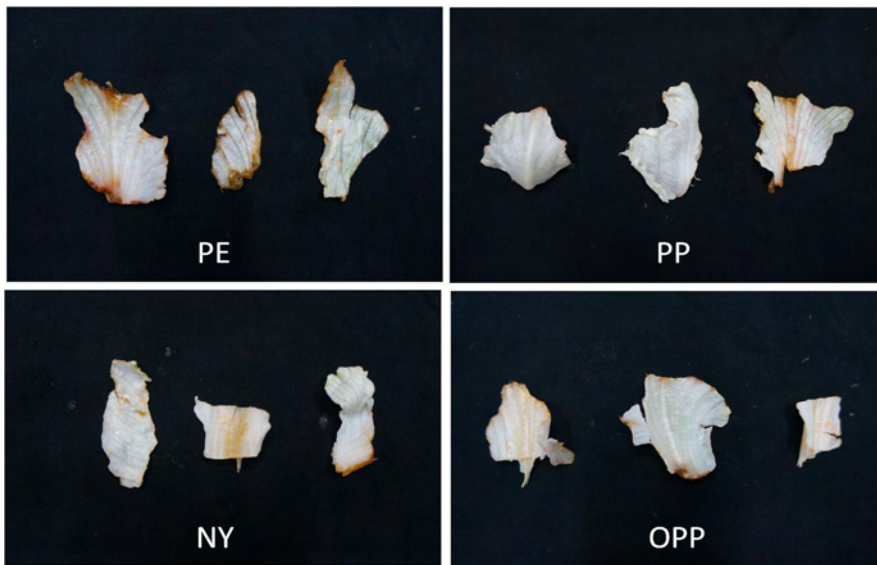


그림 2-53. 포장재 종류에 따른 감자의 저장 중 색도변화 (chroma value)

다) 갈변도의 변화

저장 중 양상추의 갈변도의 변화를 그림 2-55에 나타내었다. 저장 3일차부터 모든 실험구에
서 갈변도가 급격히 증가하는 경향을 보였다. 색도 변화와 마찬가지로 갈변도 역시 PE 포장재
에서 가장 급격한 증가를 보였으며, PP포장재 역시 저장 기간 동안 높은 갈변도를 유지하였다.
OPP포장재의 경우 저장 기간 동안 서서히 갈변도가 증가하였으며, 이는 Nylon포장재보다 낮은
수치의 갈변도 값을 나타내었다.



2-54. 포장재 종류에 따른 양상추의 품질 특성 (저장 3일째 사진)

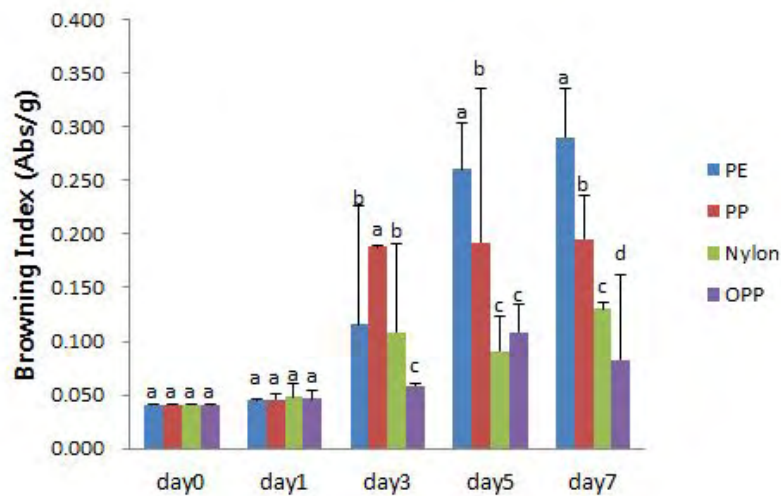


그림 2-55. 포장재 종류에 따른 양상추의 저장 중 갈변도 변화

라) 총균수 변화

다양한 포장재로 포장한 신선편이 사과와 저장 중 총균수 변화를 그림 2-56에 나타내었다. 저장 기간이 늘어남에 따라 신선편이 사과의 총균수는 증가하는 경향을 보였다. 저장기간 동안 PE필름으로 포장한 신선편이 사과에서 가장 높은 총균수를 보였으며 저장 12일째 OPP필름과 Nylon필름으로 포장한 신선편이 사과에서 다른 포장재로 포장한 경우에 비해 적은 균이 검출되었다. 신선편이 식품의 총균수 제한을 5 log 수준으로 봤을 때, 저장 6일째까지는 모든 포장재에서 미생물적 안전성을 기대할 만한 수준이었다.

그리고 감자의 총균수를 측정된 결과를 그림 2-57에 나타내었다. 총균수의 증가는 신선편이 감자의 안정성에 문제가 될 뿐만 아니라 이차 갈변의 원인이 될 수 있으므로, 총균수를 낮게 유지하는 것이 중요하다. 총균수는 저장기간이 지남에 따라 증가하는 특징을 보였다. 다른 포장재에 비해 PE 포장재의 총균수가 상대적으로 많았으며, Nylon 포장재에서 비교적 낮은 총균수를 나타내었다. 이는 포장 내 O₂ 농도에 따른 호기성미생물수의 차이에 의한 것으로 사료된다.

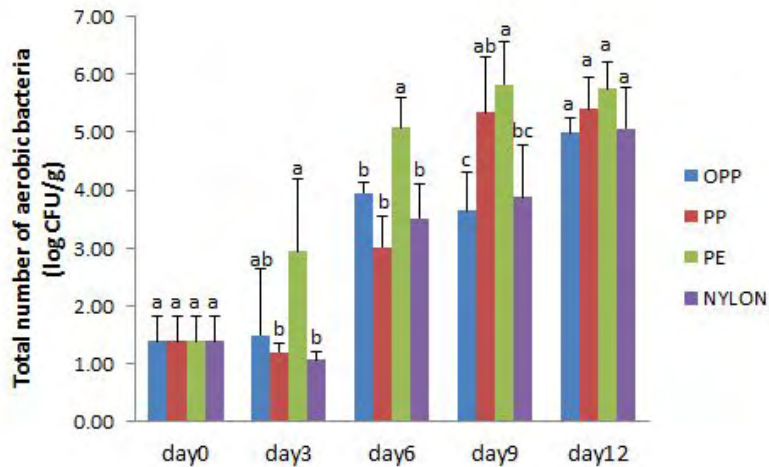


그림 2-56. 포장재 종류에 따른 신선편이 사과의 총균수 변화

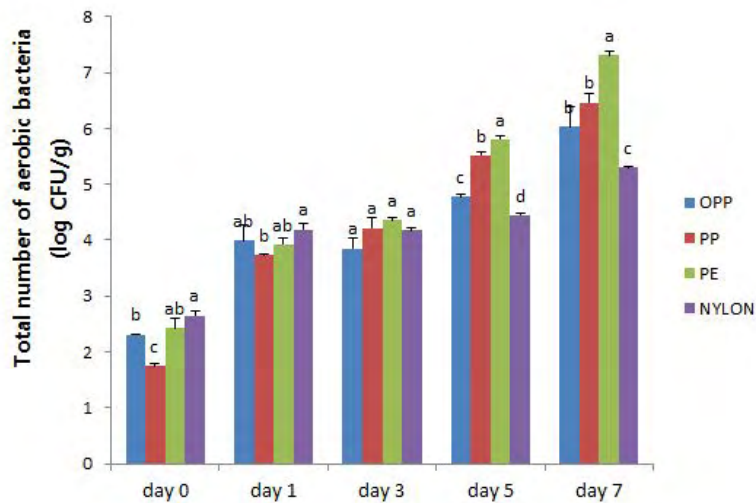


그림 2-57. 포장재 종류에 따른 감자의 저장 중 총균수의 변화

마) 총 가용성 고형분 함량, pH 및 적정산도의 변화

신선편이 사과 저장 중 총 가용성 고형분 함량, pH 및 적정산도의 변화를 그림 2-58에 나타내었다. 총 가용성 고형분 함량은 모든 포장재에서 저장 초기부터 마지막 날까지 6.1~7.4 °Brix로 큰 차이를 보이지 않았다. pH 또한 3.8~4.1 수준으로 포장재 간의 큰 차이가 없었다. 다른 종류의 포장재로 포장한 신선편이 사과의 적정산도는 저장 기간 동안 큰 변화를 보이지 않았다.

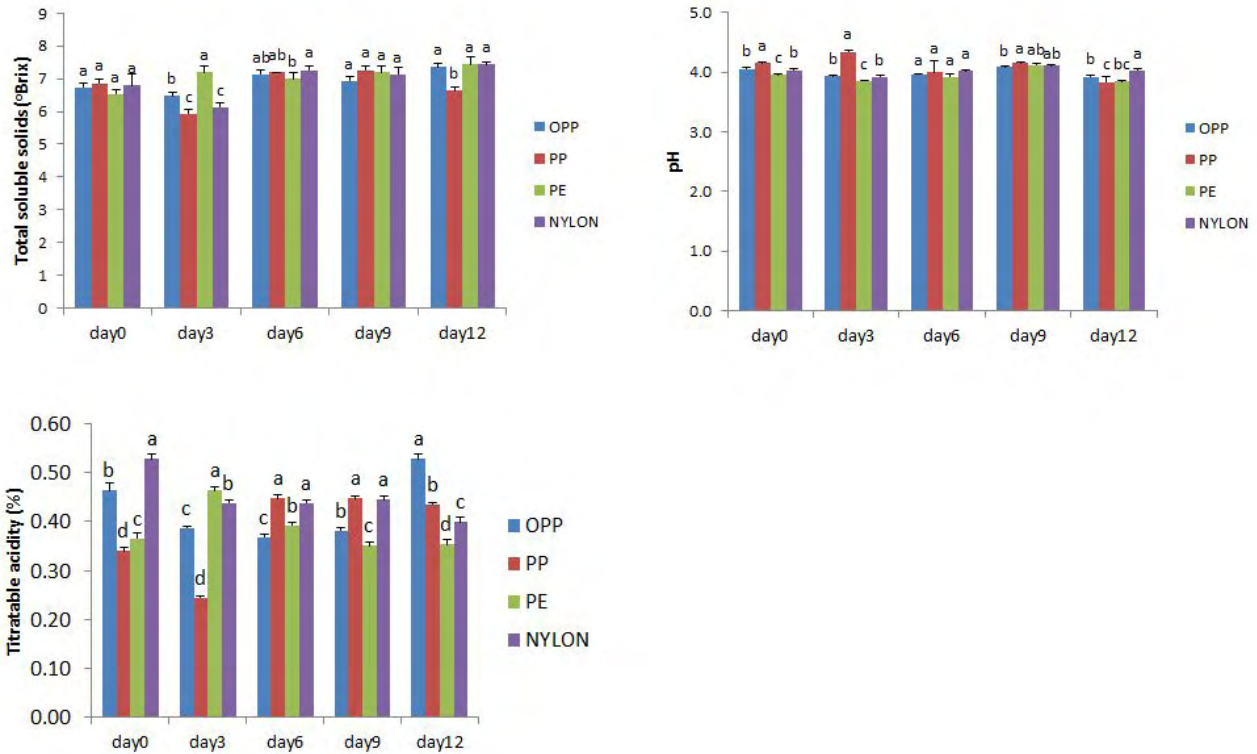


그림 2-58. 포장재 종류에 따른 신선편이 사과의 총 가용성 고형분 함량, pH 및 적정산도 변화

포장재 종류에 따른 양상추의 pH, 총 가용성 고형분 함량 및 적정 산도의 변화를 그림 2-59에 나타내었다. 미세하게 증가하였으나 저장 초기부터 마지막 날까지 모든 처리구에서 5.69 ~ 6.29 수준으로 큰 차이를 보이지 않았다. 총 가용성 고형분 함량 또한 저장기간 동안 전체적으로 감소하였으나 1~1.6 brix°로 큰 차이를 보이지 않았다. 적정 산도의 경우 저장 기간 동안 모든 구에서 0.4~0.6%로 큰 차이를 보이지 않았다. 저장 1일차에 PP구와 OPP구에서 적정산도가 감소한 것에 대하여 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

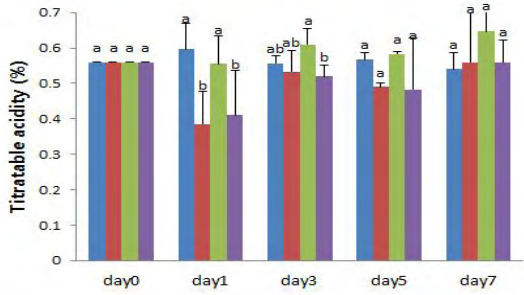
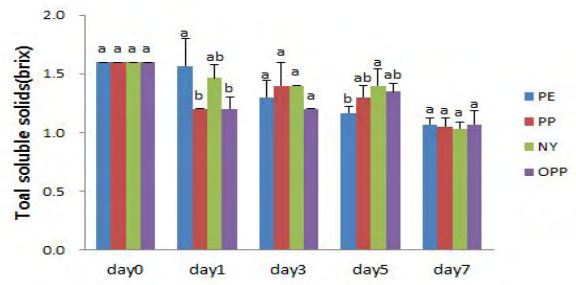
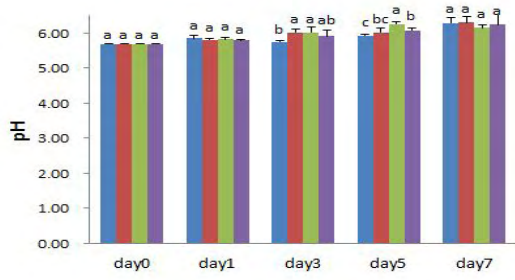


그림 2-59. 포장재 종류에 따른 양상추의 pH, 총 가용성 고형분 함량 및 적정 산도의 변화

포장재별 감자의 저장 중 pH와 적정산도, 가용성 고형분 함량을 측정된 결과를 그림 2-60에 나타내었다. 저장기간이 증가함에 따라 점차 증가하다가 감소하는 경향을 보였으며, 포장재간의 큰 차이는 보이지 않았다. 가용성 고형분 함량과 적정 산도도 역시 구간에 큰 차이를 보이지 않아, 포장재 종류에 큰 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

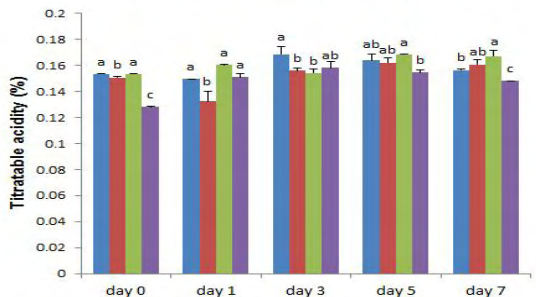
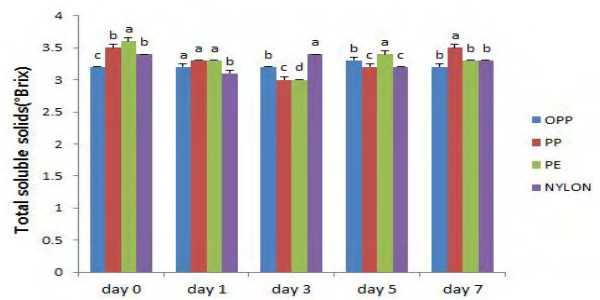
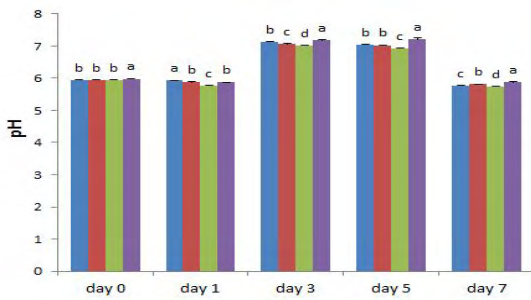


그림 2-60. 포장재 종류에 따른 감자의 pH, 총 가용성 고형분 함량 및 적정 산도의 변화

바) 중량감소율의 변화

포장재 종류에 따른 신선편이 사과 저장 중 중량감소율의 변화를 그림 2-61에 나타내었다. 저장기간이 증가함에 따라 신선편이 사과의 중량감소율은 증가하였으며 PE필름으로 포장하여 저장하였을 때 가장 큰 중량 감소를 보였고 PP필름으로 포장하였을 때 중량이 가장 적게 감소하였다.

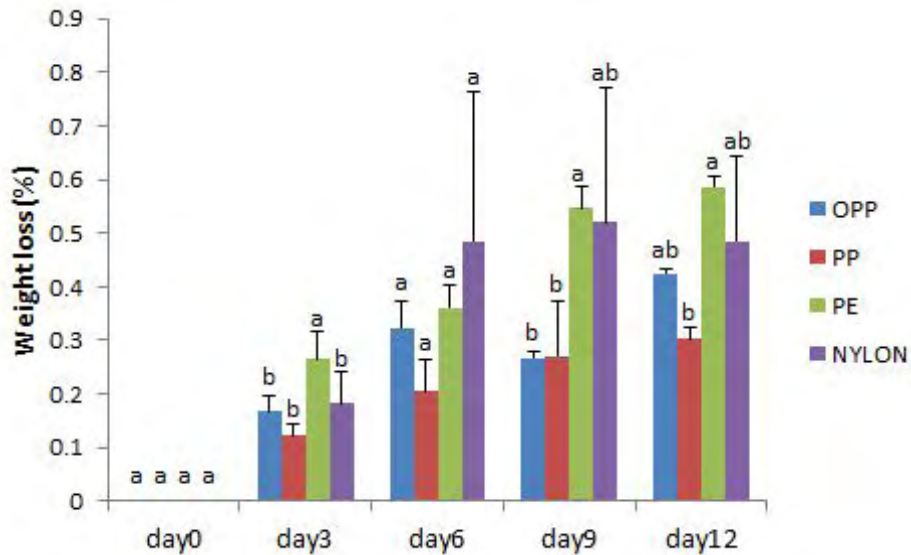


그림 2-61. 포장재 종류에 따른 신선편이 사과의 중량감소율 변화

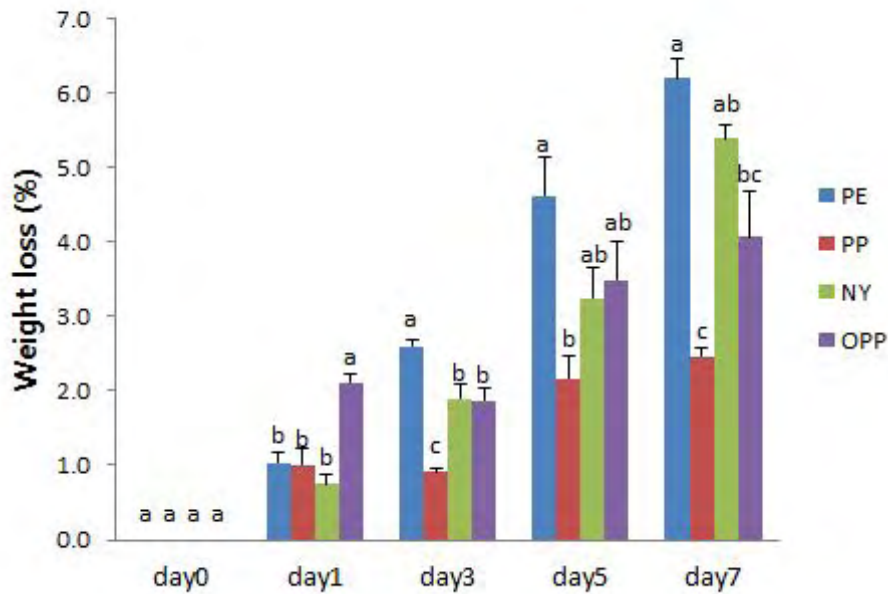


그림 2-62. 포장재 종류에 따른 양상추의 중량 감소율 변화

신선편이 양상추의 중량 감소율의 변화는 그림 2-62에 나타내었다. 저장 기간 동안 모든 처리구에서 증가하는 경향을 나타냈다. PE 포장재의 중량 감소율이 가장 크게 나타났으며, PP포장재가 가장 낮은 중량 감소율을 보였다. 저장 1, 3일차에서 PE 포장재의 중량 감소율이 급변하는 것은 수분 함량이 감소하는 것과 관련이 있을 것으로 보인다.

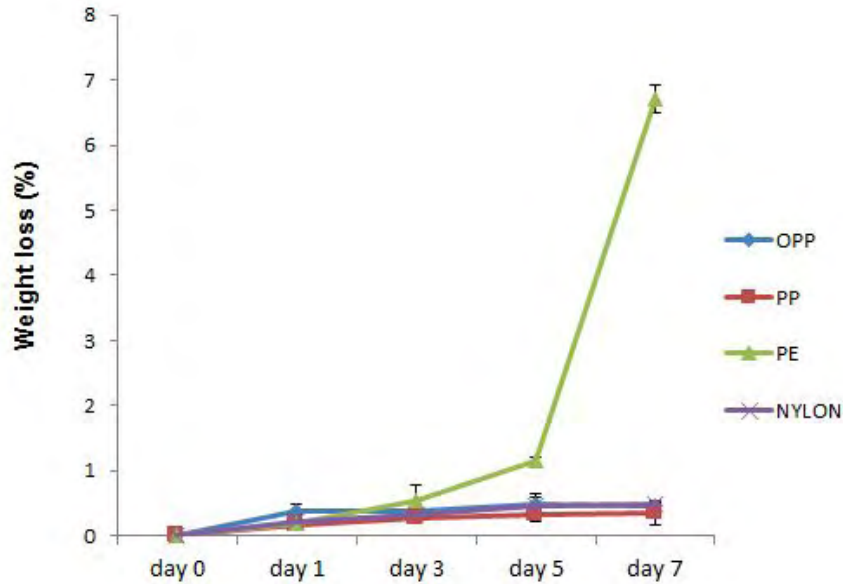


그림 2-63. 포장재 종류에 따른 감자의 저장 중 중량감소율 변화

저장 기간 동안 감자의 포장재 종류에 따른 중량감소율은 그림 2-63에 나타내었다. 중량감소는 시뒀 현상을 보여주는 것으로, 중량의 보존은 외관의 품질유지와 관련이 깊다. 중량감소율은 저장기간이 지남에 따라 점차 증가하였으며, 저장초기에는 구간의 큰 차이가 없었으나 저장 후기에 PE 포장재에서 급격히 높은 중량감소를 나타내었다. 이는 갈변과 관련된 색도 결과와 비슷한 양상으로, 갈변이 가장 진행 된 PE 포장재에서 중량감소율도 높게 나타난 것을 알 수 있다.

사) 수분함량의 변화

4종류의 포장재로 포장한 신선편이 사과와 감자의 저장 중 수분함량의 변화를 그림 2-64에 나타내었다. 저장기간 동안 신선편이 사과와 감자의 수분함량에는 큰 변화가 없는 것으로 나타났으며, 포장재 종류에 따른 수분함량의 차이도 크게 나타나지 않았다.

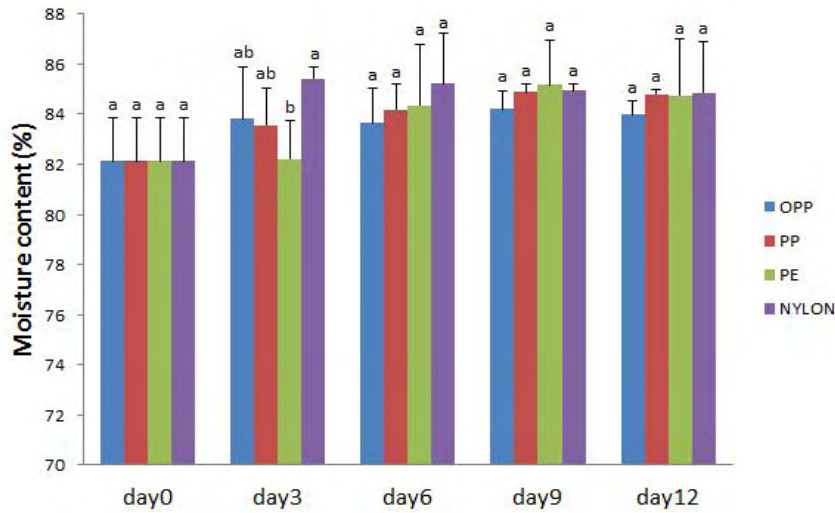


그림 2-64. 포장재 종류에 따른 신선편이 사과의 수분함량 변화

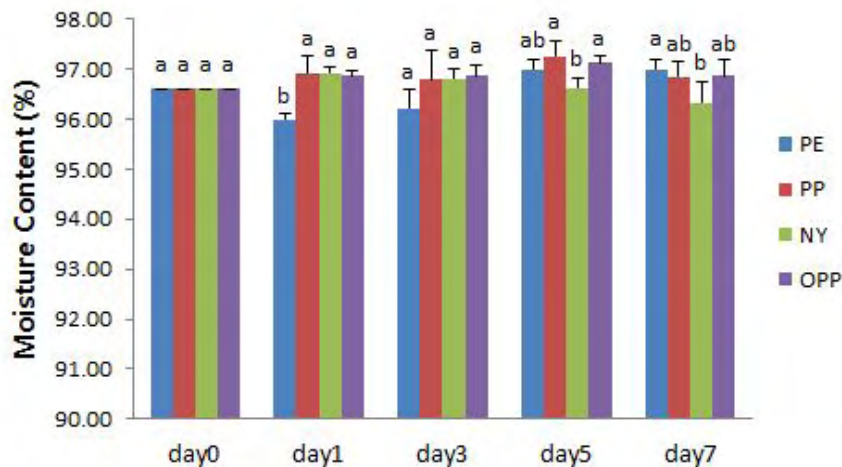


그림 2-65. 포장재 종류에 따른 양상추의 수분 함량 변화

3) 요약

포장재 종류에 따른 신선편이 사과, 양상추, 감자의 저장기간 중 품질특성 변화를 알아보기 위해서 0.04 mm OPP필름, 0.04 mm PP필름, 0.04 mm PE필름, Nylon필름을 이용하여 각각의 시료를 포장한 후 저장기간 동안 품질 변화를 분석하였다. 포장 내 가스 조성의 경우 저장기간이 증가할수록 O₂ 농도는 감소하고 CO₂ 농도는 증가하는 경향을 보였다. 4종류의 포장재 중 Nylon필름으로 포장한 경우에 비교적 낮은 O₂ 함량과 높은 CO₂ 함량을 나타냈다. 저장기간 동안 신선편이 사과의 L*값은 감소하였고 a*값과 b*값은 증가하는 경향을 보였고 PP포장재에서 L* 값이 가장 높게 유지되는 것을 확인하였다. 총균수는 저장기간 동안 꾸준히 증가하는 경향을 보였고 PE필름으로 포장한 신선편이 사과에서 미생물이 가장 많이 검출되었고, Nylon에서 가장 낮은 총균수를 확인하였다. 하지만 저장 6일째까지는 모든 포장재에서 5 log 이하로 검출

되었으므로, 신선편이 사과 포장에는 PP필름이 가장 적합한 것으로 확인되었다.

양상추의 경우 색도와 갈변도 변화에서 OPP 포장재 갈변이 가장 억제됨을 확인할 수 있었으며, 육안으로 보았을 때도 같은 효과를 확인할 수 있었다. pH, 총 가용성 고형분 함량, 적정 산도 및 수분 함량에서는 처리구 사이에 큰 변화가 없었으며, 포장재 내부 가스 변화의 경우 Nylon 포장재의 낮은 투과율로 인해 가장 낮은 O₂값과 가장 높은 CO₂값을 나타냈다. 중량 감소율의 경우 모든 구에서 증가하는 경향을 나타냈다. 따라서 신선편이 양상추의 포장재로는 OPP필름이 가장 적합한 것으로 판단된다.

마지막으로 감자는 포장재 종류에 따른 이화학적 특성의 변화를 확인 할 수 없었고, 색도를 분석한 결과 PE 포장재에서 가장 낮은 L*값, chroma값, 높은 a*값을 나타내어 PE 포장재에서 갈변이 가장 많이 진행되었음을 알 수 있었다. PE 포장재를 제외하고는 모든 포장재에서 유의적으로 비슷한 색도를 나타냈으며, Nylon 포장재에서 미생물 증식이 가장 억제된 것을 확인하였다. 따라서 신선편이 감자의 포장재로는 Nylon이 가장 적합한 것으로 생각 된다.

나. 품목별 hurdle technology 기술 확립

1) 사과

가) 전처리 방법

사과의 경우 대조구와 비교했을 때, 90% 이상의 고농도 CO₂에서 12시간 저장 후 신선절단한 것이 갈변 저해 및 오랜 기간 저장 시(본 실험에서는 16일 저장) 미생물에 의해서 발생하는 secondary browning의 저해 효과가 있음을 확인하였다. 그 외에도 블랜칭, 초음파 단일 처리 및 1% ascorbic acid와 초음파의 복합처리가 효과가 있었지만 그 중에서도 ascorbic acid와 초음파의 복합처리에 의한 갈변 저해 효과가 가장 큰 것으로 확인되었다. RSM으로 최적화한 조건은 초음파 처리 시간 1.03분, ascorbic acid 농도 1.66%로 확인되었다.

나) 적합 포장재의 선택

앞서 언급한 대로, 사과를 0.04 mm의 PP(Polypropylene, 20 x 30 cm)로 포장한 것이 색도 유지에 가장 좋은 것으로 확인되었다. 미생물 생육의 경우에는 Nylon 포장재가 가장 우수한 것으로 확인되었으나, 4°C에서 저장 시 6일째까지는 PP, PE, OPP, Nylon 모두 5 log 이하 수준으로 미생물이 검출되었기 때문에 신선편이 사과의 포장재로는 PP 필름이 적합한 것으로 확인되었다.

다) 종합적 hurdle technology

사과의 종합적 hurdle technology는 그림 2-66과 같다. 우선 사과를 수돗물로 세척 후 껍질째로 8절 슬라이서를 이용해서 사과를 절단한다. 절단 사과를 1~2% ascorbic acid가 들어있는 초음파 처리기에 넣고 1분간 40KHz로 초음파 처리한다. 초음파 처리 후 키친타올로 사과 표면의 물기를 제거하고 0.04 mm의 PP(Polypropylene) film에 열 접합 포장 후 저장한다. 저장 온도의 경우 10°C보다 4°C에서 저장 시 품질 열화 속도가 늦춰지는 것을 확인하였으며, 따라서 가능한 저온에서 저장하는 것이 유통기한을 연장하는 방법이 될 것으로 생각 된다.

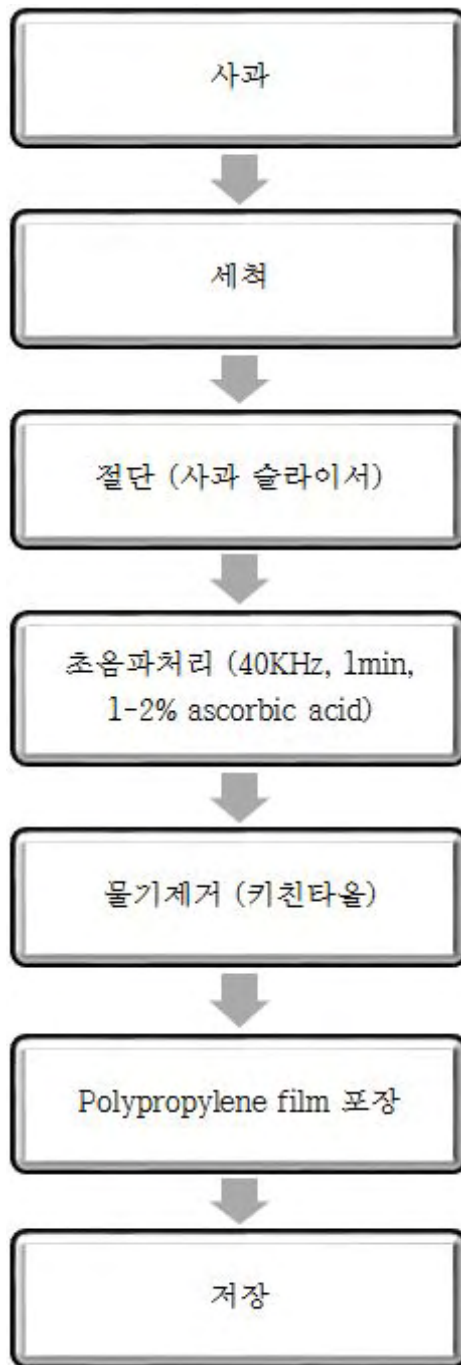


그림 2-66. 신선편이 사과 of 종합적 hurdle technology

2) 양상추

가) 전처리 방법

양상추의 갈변 저해를 위한 물리적 처리법으로 초음파, 저온 블랜칭에 대해서 연구하였다. 각각의 단일처리만으로 갈변 저해 효과가 있었지만, 초음파와 블랜칭의 복합처리에 의해서 눈에 띄는 효과를 확인할 수 있었다. 반응표면분석법으로 초음파+블랜칭의 조건을 최적화한 결과, 40Khz 초음파 90초, 45℃ 블랜칭 90초가 최적 조건으로 나타났다. 따라서 신선편이 양상추는 위 조건에서의 초음파 + 블랜칭 복합 처리에 의해서 갈변을 억제시킬 수 있는 것으로 생각된다.

나) 적합 포장재의 선택

신선편이 양상추의 포장재 종류에 따른 품질 유지 효과를 확인한 결과 OPP film이 가장 적합한 것으로 확인되었다. PP, PE, Nylon film과 비교했을 때 가장 높은 L* 값과 낮은 b* 값을 보였고, 그 효과는 육안으로도 확인할 수 있었다. 이화학적 특성은 포장재에 따른 큰 차이를 확인할 수 없었으며, 따라서 신선편이 양상추의 포장재로는 OPP film이 가장 적합한 것으로 생각된다.

다) 종합적 hurdle technology

신선편이 양상추의 종합적 hurdle technology는 그림 2-67과 같다. 일단 양상추의 겉잎을 제거하고, 나머지 부분을 수돗물로 세척 후 손으로 찢는 방법으로 절단한다. 적당한 크기로 절단된 양상추를 40KHz로 90초간 초음파 처리 후 즉시 45℃에서 90초간 저온 블랜칭 처리 한다. 전처리 후 양상추 조각을 탈수기를 이용해서 1차적으로 물기를 제거 후 키친타올로 한번 더 물기를 제거한다. 적합 포장재인 OPP(Oriented polypropylene) film에 열 접합 포장 후 저온에서 저장한다.



그림 2-67. 신선편이 양상추의 종합적 hurdle technology

3) 감자

가) 전처리 방법

절단 감자는 저장 중 백화현상으로 인해서 높은 신뢰수준의 색도 값을 얻는데 문제점이 있었고, 표면이 건조되어서 딱딱해지는 현상으로 인해서 경도의 측정 또한 문제점이 있었다. 하지만 전체적인 변화 값을 고려했을 때 40KHz에서 1분간 초음파 처리에 의해서 대조구보다 낮은 L* 값을 보였고, 전체적으로 whole 상태로 40°C에서 30분간 블랜칭 처리 후 절단 또는 동일한 방법으로 블랜칭 처리 및 절단 후 1% ascorbic acid에 1분간 침지하는 처리구에서 높은 L* 값과, 낮은 b* 값을 확인하였다. 다른 이화학적 특성에는 처리방법에 따른 차이를 확인할 수 없었다. 따라서 신선편이 감자의 갈변 저해 전처리 방법으로는 박피 전 whole 상태로 40°C에서 30분간 블랜칭 처리 후에 박피 및 절단을 하고 1% ascorbic acid 용액에 1분간 침지하는 것이 가장 효과적인 것으로 생각된다.

나) 적합 포장재의 선택

신선편이 감자의 포장 시 적합한 포장재는 Nylon film으로 확인되었다. 이화학적 특성은 포장재에 따른 차이가 없었으며, PE 포장재의 경우 감자의 갈변 진행 및 미생물 증식이 빠른 것으로 나타났다. 그 외에 PP, OPP, Nylon 포장재의 경우 색도 분석에서 유의적으로 큰 차이가 없었고, 미생물 분석에서는 Nylon 포장재가 미생물 증식이 가장 억제된 것을 확인하였다. 따라서 신선편이 감자의 포장 시 갈변 및 미생물 증식 억제를 위해서는 Nylon film이 가장 적합한 것으로 생각 된다.

다) 종합적 hurdle technology

신선편이 감자의 종합적 hurdle technology는 그림 2-68과 같다. 감자의 곁에 묻은 흙을 수돗물로 세척 후 통째로 40°C에서 30분간 저온 블랜칭 한다. 그 후 박피 및 절단과정을 거치는데 본 실험에서는 사각 썰기 (1.5 cm X 1.5 cm X 1.5 cm)를 하였다. 절단된 감자를 1% ascorbic acid 용액에 1분간 침지 후 키친타올로 물기를 제거한다. 적합 포장재인 Nylon film으로 열 접합 포장 후 저장한다.

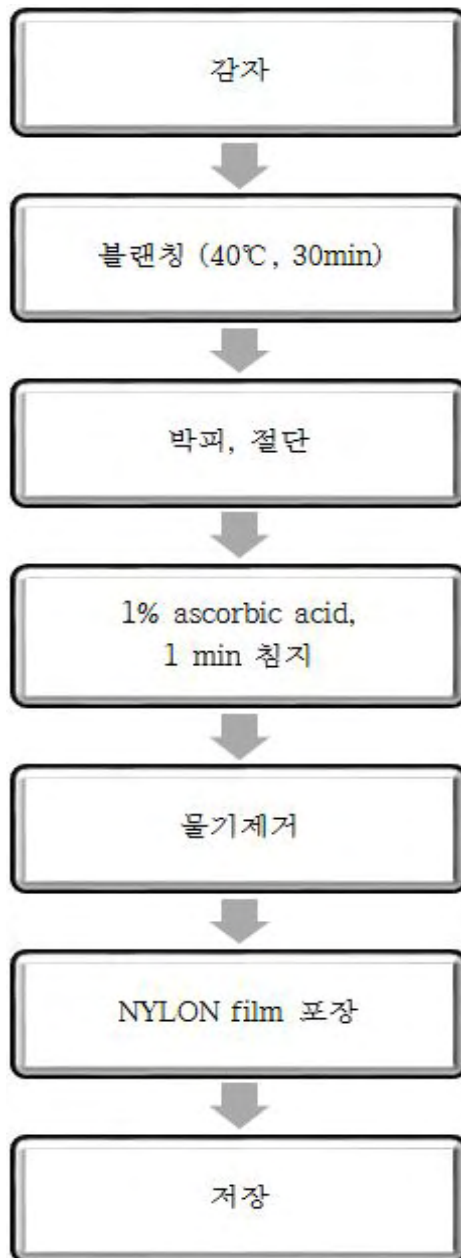


그림 2-68. 신선편이 감자의 종합적 hurdle technology

다. 천연 갈변 억제제와 물리적 처리법의 복합처리에 의한 갈변저해 효과 확인

1) 재료 및 방법

가) 천연 갈변 억제제

천연 갈변 억제제로는 한국식품연구원에서 제공받은 상백피(Mulberry root) 분말의 추출액을 사용하였다. 상백피 분말과 80% 에탄올을 1:8 비율로 진탕수조(50°C, 120 rpm)에서 24시간 추출하였다. 추출 후 whatman no.2 여과지로 감압 여과하고 여과액의 에탄올이 증발할 때까지 농축 후 동결건조하고, 건조 분말을 증류수에 녹여서 전처리 시 침지 용액으로 사용하였다.

나) 전처리 방법

신선편이 사과와 감자에 대해서 실험하였고, 각각의 전처리 방법은 아래와 같다.

우선 사과의 경우, 5 mm 두께로 슬라이스 후 증류수에 1분간 침지한 것으로 대조구(Cont)로 하고, 실험구는 0.2% 상백피 용액에 1분간 침지(MRE), 12시간 동안 90% 이상의 CO₂에서 저장 후 절단 및 증류수에 1분간 침지(CO₂), 12시간 동안 90% 이상의 CO₂에서 저장 후 절단 및 0.2% 상백피 용액에 1분간 침지(CO₂+MRE) 하였다. 표면의 물기를 제거하고 0.04 mm 두께의 PP film에 열 접합 포장 후 5°C에서 6일 동안 저장하면서 품질 변화를 분석하였다.

다음으로 감자의 경우에는 사과와 같은 방법으로 대조구를 설정하였고, 5 mm 두께로 절단 후 0.2% 상백피 용액에 1분간 침지(MRE), whole 상태로 40°C에서 30분간 blanching 처리하고 5 mm 두께로 절단(blanching), whole 상태로 40°C에서 30분간 blanching 처리하고 절단 후 0.2% 상백피 용액에 1분간 침지(blanching+MRE) 하였다. 표면에 물기를 제거하고 0.04 mm PP film 으로 열 접합 포장 후 5°C에서 6일 동안 저장하면서 품질 변화를 분석하였다.

다) 포장 내 가스분석

저장 중 포장 필름 내부의 산소와 이산화탄소의 농도는 dual gas analyzer (David bishop Instruments, 280 Combo, USA)를 이용하여 측정하였다. 이 때 대기의 기체조성은 O₂는 21%, CO₂는 0.02%를 기준으로 하였다.

라) 색도 측정

색도는 colorimeter (CR-400, Minolta Co, Osaka, Japan)를 백색판(L*=97.796, a*=-0.38, b*=2.05)으로 보정하여 측정하였으며, 갈변을 대표할 수 있는 L* 값의 변화를 그래프로 나타내었다.

마) 일반 세균수 측정

시료 1 g에 0.1% 펩톤수 9 ml를 가한 것을 시액으로 하여 10-fold 희석법으로 단계별로 희석하였다. 1 ml씩 pour plating한 후 35°C에서 48±2시간 배양하여 형성된 집락을 계수하여 log CFU/g으로 나타내었다.

바) 총 가용성 고형분 함량, pH 및 적정산도

시료와 증류수의 비를 1:1로 하여 마쇄한 후 여과한 액을 시액으로 사용하여 총 가용성 고형분 함량은 굴절 당도계(Master-α, Atago Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. pH는 동일한 여액을 사용하여 pH meter (pH 510, Oakion, Singapore)를 이용하여 측정하였다. 적정산도는 여액 20 mL을 취하여 100 mL의 메스플라스크에 증류수로 정용하였으며 automatic titrator (TitroLine easy, SI Analytics GmbH, Mainz, Germany)를 이용하여 pH가 8.3에 도달할 때까지 적정하여 소비된 0.1 N NaOH의 양을 malic acid로 환산하여 나타내었다.

2) 결과 및 고찰

가) 포장 내 가스조성의 변화

신선편이 사과와 감자의 포장 내 가스조성의 변화를 그림 2-69, 2-70에 나타내었다. 신선편이 사과의 경우에는 고농도 CO₂에서 저장 후 절단 및 포장한 실험구만 높은 CO₂ 농도를 나타냈으며, 그 외 전처리 방법에 따른 가스 조성의 차이를 확인할 수 없었다. 감자도 마찬가지로 처리구별로 눈에 띄는 차이가 없는 것을 확인하였다.

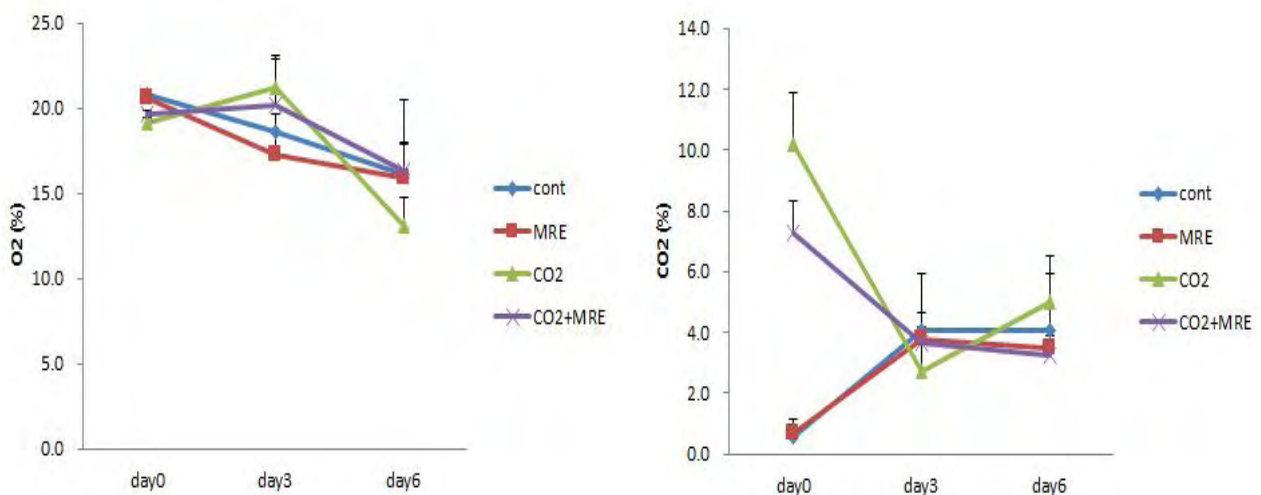


그림 2-69. 전처리 방법에 따른 신선편이 사과의 포장 내 가스 조성의 변화

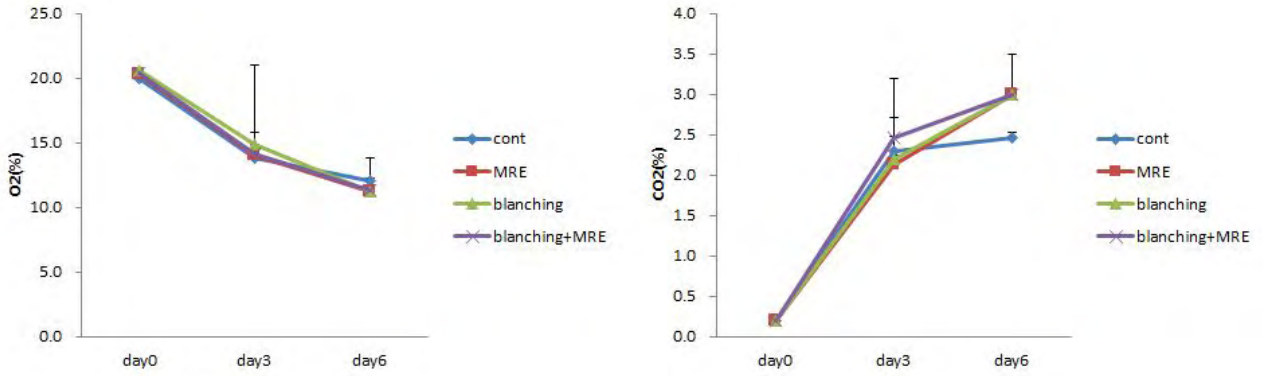


그림 2-70. 전처리 방법에 따른 신선편이 감자의 포장 내 가스 조성의 변화

나) 색도의 변화

신선편이 사과와 감자의 색도 변화를 그림 2-71, 2-72에 나타내었다. 사과의 경우에는 모든 저장 기간 동안 대조구에서 가장 낮은 L* 값을 나타냈으며 상백피 처리구에서 가장 높은 L* 값을 보였다. CO₂ 단일 및 복합 처리구에서 대조구보다 높은 L* 값을 보였지만, 병용처리에 의한 시너지 효과를 확인할 수 없었다. 감자는 저장 3일째 상백피 단일처리구에서 가장 높은 L* 값을 보였고, 저장 마지막 날인 6일째에는 복합처리구에서 가장 높은 L* 값을 보였다. 하지만 상백피 단일처리구와 blanching 복합 처리구의 L* 값의 차이가 크지 않아서 복합 처리에 의한 시너지 효과가 있다고 판단하기 어려운 것으로 생각된다.

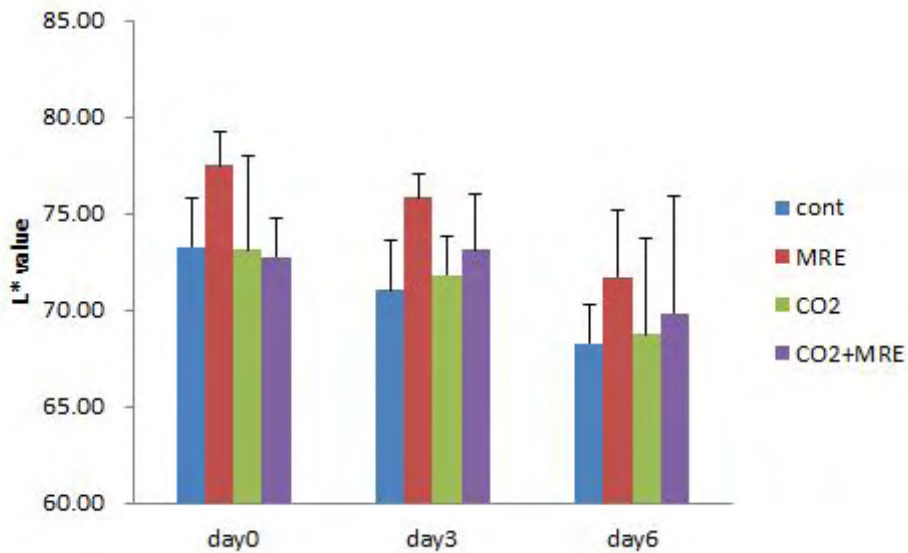


그림 2-71. 전처리 방법에 따른 신선편이 사과의 L* 값의 변화

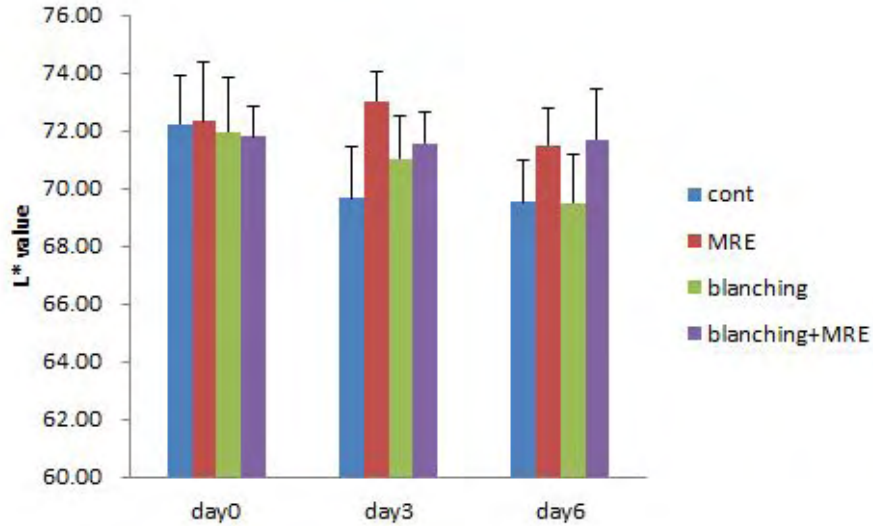


그림 2-72. 전처리 방법에 따른 신선편이 감자의 L* 값의 변화

다) 일반 세균수의 변화

신선편이 사과와 감자의 일반 세균수의 변화를 그림 2-73, 2-74에 나타내었다.

신선편이 사과의 경우 저장 마지막 날인 6일째 CO₂ 단일 처리구에서 가장 낮은 일반세균수를 보였고, 상백피와의 복합 처리구에서 가장 높은 일반세균이 검출되었다. CO₂ 처리에 의한 일반 세균 증식 억제 효과는 앞서 언급한 바 있으며, 이번 실험에서도 그 효과를 입증 할 수 있었고, 복합 처리에 의한 효과는 입증할 수 없었다.

신선편이 감자의 경우에는 저장 3일째까지 상백피 단일처리구에서 가장 낮은 수준의 일반 세균이 검출되었다. 하지만 저장 마지막 날인 6일째에는 복합 처리구에서 가장 낮은 수준의 세균이 검출되었다. 3일 이내의 단기 저장 시 상백피에 의한 세균 증식 효과를 확인하였고, 3일 이상 저장 시에는 복합 처리에 의한 미생물 증식 억제 효과가 있음을 확인하였다.

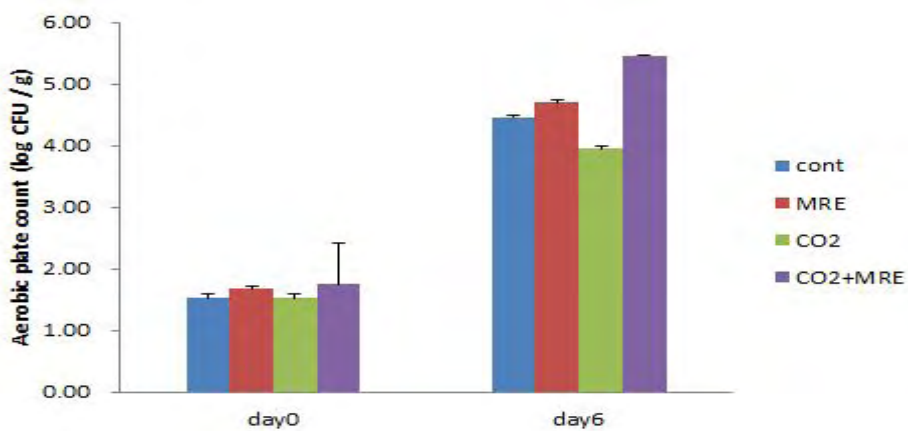


그림 2-73. 전처리 방법에 따른 신선편이 사과의 일반세균수의 변화

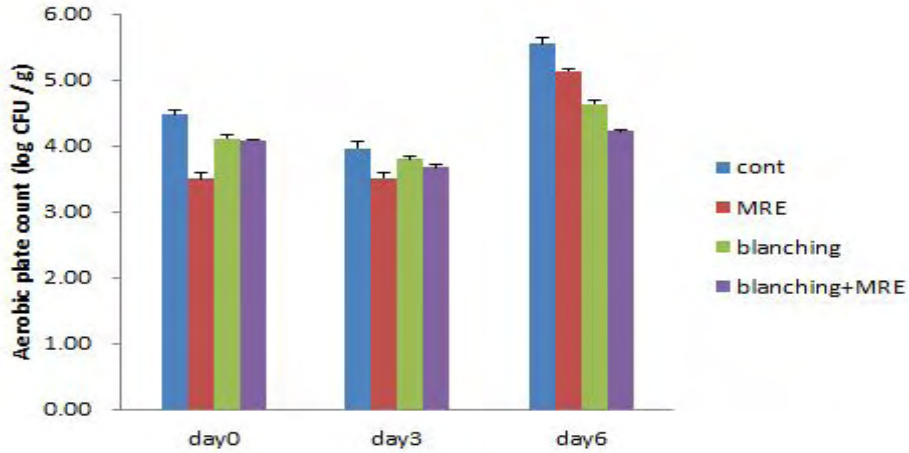


그림 2-74. 전처리 방법에 따른 신선편이 감자의 일반세균수의 변화

라) pH, 총 가용성 고형분, 적정산도의 변화

신선편이 사과와 감자의 pH, 총 가용성 고형분, 적정산도의 변화를 그림 2-75, 2-76에 나타내었다. 사과의 pH는 모든 저장 기간 동안 4~5 수준을 유지하였고, 당도는 5.5~6.5, 적정산도는 0.6%~1.2% 수준이었다. 전처리 방법에 따른 큰 차이는 확인할 수 없었고, 감자도 마찬가지로 저장 기간이 지나면서 전처리 방법에 따른 큰 차이가 없었다.

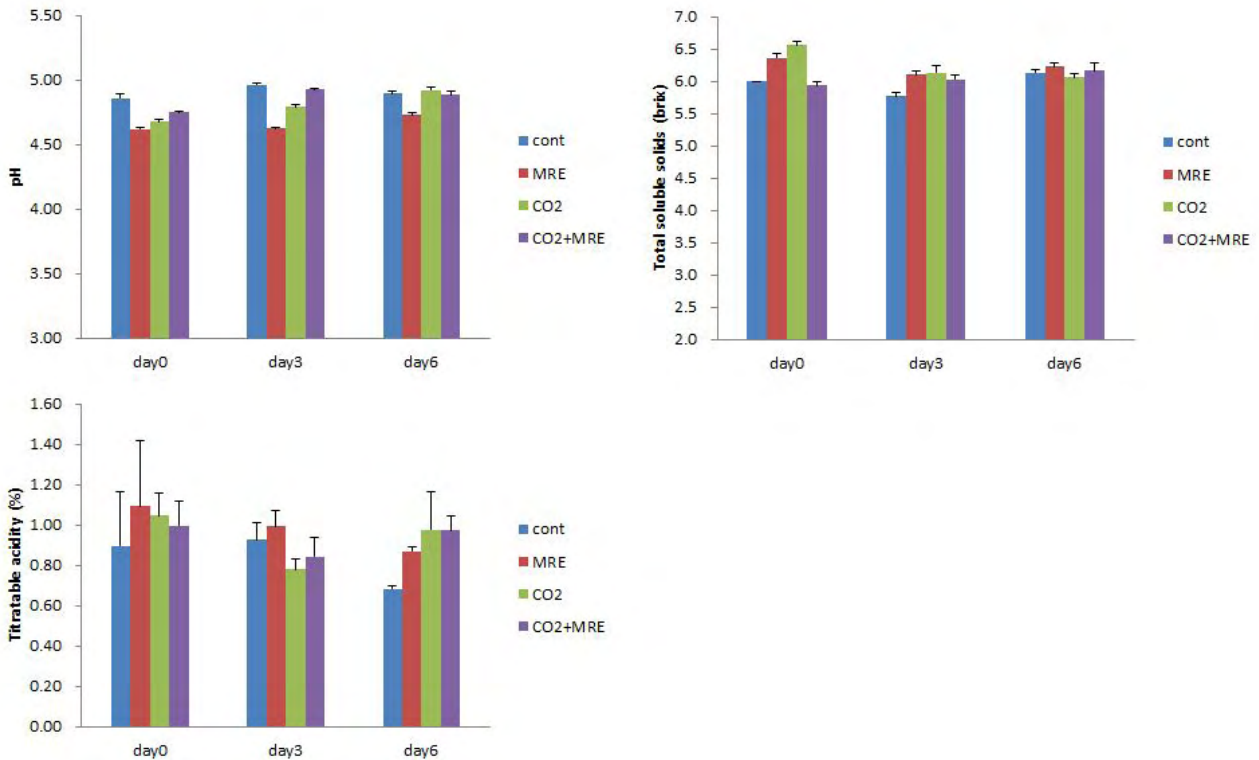


그림 2-75. 전처리 방법에 따른 신선편이 사과의 pH, 총 가용성 고형분, 적정산도의 변화

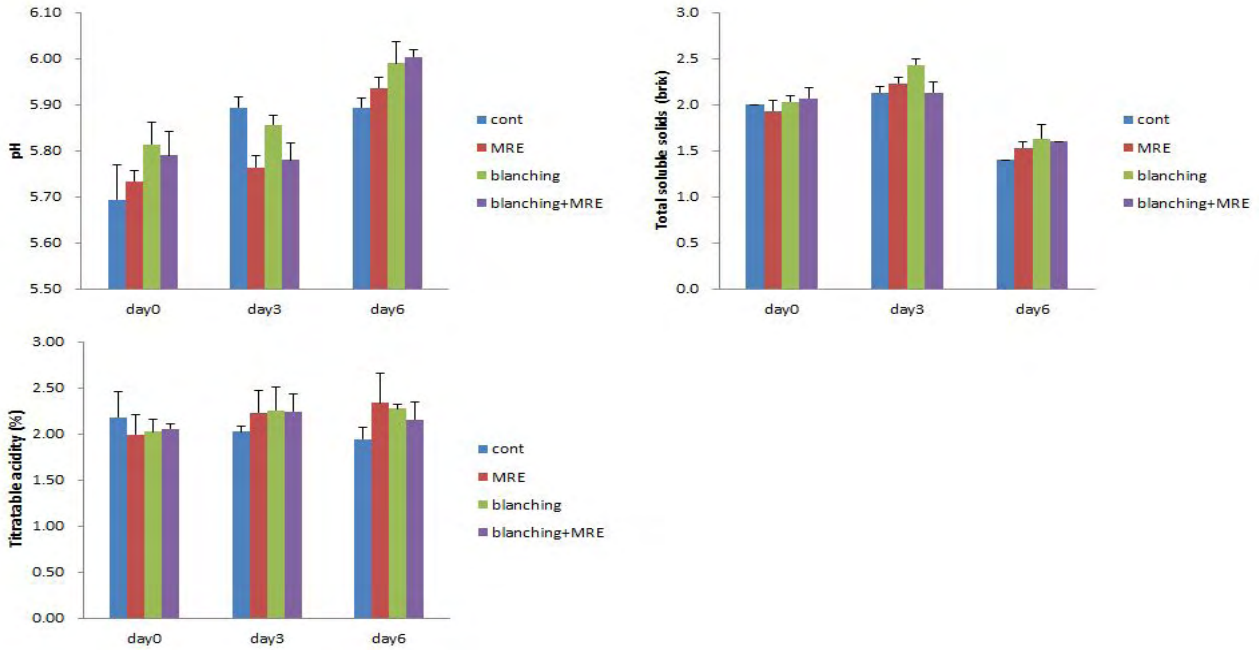


그림 2-76. 전처리 방법에 따른 신선편이 감자의 pH, 총 가용성 고형분, 적정산도의 변화

3) 요약

신선편이 사과와 감자를 대상으로 단일 처리법으로 상백피 추출물 침지, 물리적 처리법 그리고 각각의 복합처리에 의한 품질 열화 정도를 분석하였다. 신선편이 사과의 경우에는 저장 6일째까지 상백피 단일 처리구에서 가장 높은 L*값을 유지하였고, 물리적 처리와의 복합 처리에 의한 시너지 효과를 확인할 수 없었다. 일반 세균 분석에서는 CO₂ 단일 처리에 의한 세균 증식 억제 효과를 확인하였지만 복합 처리에 의한 시너지 효과를 기대하기 어려웠다. 감자는 저장 3일째까지 상백피 단일 처리구에서 높은 L*값을 보였고, 저장 6일째에는 복합 처리구에서 가장 높은 L*값을 보였지만, 상백피 단일처리구와의 차이가 크지 않아서 복합 처리에 의한 시너지 효과라고 단정하기 어려웠다. 미생물 분석에서는 3일 이내 단기 저장 시 상백피 단일 처리에 의한 미생물 증식 억제 효과를 확인하였고, 3일 이상 저장 시에는 blanching과 상백피 복합 처리에 의한 세균 증식 억제 효과를 확인할 수 있었다. 그 외 pH, 총 가용성 고형분, 적정산도의 변화는 전처리 방법에 따른 큰 차이를 확인할 수 없었다.

제 3 절. 갈변억제 처리공정 확립기술 개발

1. 신선식품 제조공정 중 갈변발생 요인 도출 및 품질손실을 조사

가. 연구수행 방법

1) 대장균 정성

각 시료 25g에 Butterfield's phosphate buffer dilution water 225 mL을 가한 후 stomacher로 2분간 균질화한 후 1 mL을 Duram관이 든 3개의 LST-MUG(Flurocult Lauryl sulfate)배지에 접종하였다. 35°C에서 24~48시간 배양 후 가스 생성 또는 푸른색 형광이 생기면(양성반응) EMB agar(Eosin methylene Blue agar, Difco)에 streaking 후 35°C에서 24시간 배양하였다. 이후 녹색 금속 광택 colony가 생기면 PCA에 35°C에서 24시간에서 배양하여 Bactident kit(Merk co.)를 이용하여 Gram타입(노란색) 판정하였다.

2) 대장균군 정성 분석

각 시료를 25g에 생리식염수 225 mL을 가한 후 stomacher로 2분간 균질화하여 1 mL씩 BGLB(Brilliant Green Lactose Bile Broth, Difco) 배지에 접종하고 35±1°C에서 24~48시간 배양하였다. Duram관에 가스가 생성되면 EMB agar에 streaking 하여 35°C에서 24~48시간 후에 녹색 금속광택 콜로니가 확인되면 colony를 NA(Nutrio broth agar, Difco) 배지에 streaking한 후 35°C에서 24시간 배양 Bactident kit를 이용하여 Gram 타입(노란색)을 판정하였다.

3) *Staphylococcus aureus* 정성 분석

각 시료 25g에 10% NaCl이 포함된 TSB(Tryptic Soy Broth, Difco) 225 mL을 혼합하여 stomacher로 2분간 균질화하여 멸균백 채로 35°C에서 18~24시간 배양하였다. 여기에서 살균된 10% 난황(egg yolk, Sigma)이 첨가된 MSA(Mannitol salt agar, Difco) 배지에 1백금이 streaking 하여 35°C에 18~24시간 배양하였다. 황색 불투명집락이 확인되면 NA배지에 streaking하여 35°C에서 18~24시간 배양한 후 Coagulase(BD BBL™) test 응고 여부(응고되면 양성)를 확인하고 Bactident kit를 이용하여 Gram 타입(무색)을 판정하였다.

4) *Escherichia coli* O157:H7 정성 분석

각 시료 25g에 멸균한 Modifie EC medium(Difco)에 novobiocin(Sigma) 0.02g/L 첨가한 225mL에 혼합하여 stomacher로 2분간 균질화하여 멸균백 채로 35°C에서 24시간 배양하였다. 그리고 Now kit를 이용하여 양성반응을 확인한 후 EMB agar에 1백금이 streaking하여 35°C에서 24시간 배양 후 녹색 금속광택 집락이 발생하면 1백금을 따서 NA배지에 streaking하여 35°C에서

24시간 배양한 뒤 Bactident kit를 이용하여 Gram 타입(노란색)을 판정하였다.

5) *Bacillus cereus* 정성 분석

각 시료 25g에 멸균 인산완충 희석액 225 mL를 혼합하여 stomacher로 2분간 균질화 한 뒤 검액에서 1백금이 될 때까지 MYP agar(Manitol Egg Yolk Polymyxin agar, Difco)에 streaking하여 35°C에서 24시간 배양하였다. 이 배지에 혼탁한 환을 갖는 분홍색 집락이 관찰되면 1백금이 따서 NA배지에 30°C에서 24시간 배양 후 Bactident kit를 이용하여 Gram타입(무색) 판정하였다.

6) *Listeria monocytogenes* 정성 분석

각 시료 25g에 Listeria enrichment broth(Difco) 225 mL 혼합하여 stomacher로 2분간 균질화 하여 30°C에서 24시간 증균 배양 후 Fraser listeria broth(Difco)를 살균 후 supplement 1% 첨가한 뒤 10 mL에 1차 증균액 1 mL 분주하여 30°C에서 24~48시간 배양한 뒤 검게 변하면(변하지 않아도 양성) 양성 판정을 하였다. 이 배양액에서 1백금이 따서 listeria selective Agar인 Oxford Formulation(Difco) 갈색무리 colony가 생기면 1백금이 따서 TSA(Tryptic Soy Broth agar)배지에 배양하고 Bactident kit를 이용하여 Gram타입(무색) 판정하였다.

7) PCR-DGGE를 이용한 유해미생물 검지방법

PCR(polymerase chain reaction)은 premix(20 μ l, bioneer)를 이용하여 DNA template 1 μ l와 25pmole의 341fGC[CCTACGGGAGGCAGCAG] / 534r[ATTACCGCGGCTGCTGG]primer를 가지고 멸균수로 20 μ l의 부피를 맞추어 혼합한 후, Biorad Gene Cyclor(biorad, USA)를 이용하여 PCR을 행하였다. 이 때 반응조건은 1U thermostable DNA polymerase, dNTP 250 μ l, 50mM Tris-HCL(pH 8.3), 40mM KCl, 1.5mM MgCl₂ 였으며, 온도 조성은 변성 94°C 2분, [변성 94°C 30초, 냉각 56°C 30초, 연장 72°C 1분]의 3가지 온도 30회를 반복한 후 72°C에서 30분간 연장 반응을 하였다. PCR 반응이 끝난 증폭된 DNA는 약 20 μ l 중 2 μ l를 취해 1.5% agarose gel에 0.5 μ g/mL의 EtBr을 넣은 겔에 전기 영동하여 UV trans-illuminator하에 밴드를 확인하였다. 이 후 DGGE(denaturing gradient gel electrophoresis) 분석은 변성 농도구배 겔은 0%와 100% 변성제(7M urea, 40% formamide)가 각각 포함된 8%(wt/vol) 아크릴아마이드 스톱 용액(acrylamide-N,N'-methylene-bisacrylamide, 37.5:1)으로 이동 시스템을 이용하여 35-50%의 농도 구배를 가지는 8%(wt/vol) 폴리아크릴아마이드 겔을 만들었다. DGGE는 1X TAE 버퍼를 러닝 버퍼로 Power pac 200(biorad, USA)을 이용하여 70V 10분 후 200V 2시간 30분 동안 전기영동 하였다. 전기영동 후에 변성 농도구배 겔은 shaker에서 50 μ g/mL EtBr로 15분간 염색한 후, 1X TAE 버퍼로 5분간 탈색하여 UV trans-illuminator로 분리된 밴드를 확인하였다. 그리고 증폭된 산물의 용출 및 염기서열 분석을 위해 DGGE 겔 내에서 분리된 각 레인의 서로 다른 위치의 밴드들을 멸균된 면도칼로 최대한 잘게 잘라낸 후 마이크로 튜브에 넣고 잘게 분쇄하여 각각의 튜브에 20 μ l의 멸균수를 넣고 동결과 해동을 5회 이상 반복한 후 13,000 rpm에서 3분간

원심분리한 후 상등액을 얻어내었다. 얻어진 상등액은 DNA template(3 μ l)로 사용되어 GC clamp가 달리지 않은 341f와 534r primer에 의해서 재증폭하였다. 재증폭된 PCR 산물들은 염기서열 분석팀(Bionics, Korea)에게 의뢰하여 얻은 염기서열 정보를 바탕으로 Gene bank를 통해 유사도를 확인하여 미생물의 동정 결과를 얻었다(<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>)

8) 중량 감소율

초기 중량에 대한 저장 시 측정된 중량의 차이를 Electronic Balance(HS-4100, Hansung, China)로 측정하여 초기 중량에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

9) 갈변도

색차계(JC801S, Color Techno System. Co. Ltd, Japan)를 이용하여 사과, 감자(각둑 썬 감자, 채 썬 감자)의 표면을 5회 반복 측정하여 Hunter L, a, b값을 구하였다. 또한 평균 L, a, b 값을 이용하여 $\Delta E(\sqrt{(\Delta L)^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2})$ 값을 구하였다. 양상추의 경우는 샘플 2g에 20 mL 증류수를 첨가하여 35°C 항온수조에서 2시간 진탕 후 여과지로 여과한 뒤 Micro Reader(BN 02910, Versa Max, USA)를 이용하여 420nm에서 흡광도를 측정하여 갈변정도를 표시하였다.

10) 경도

Texture Analyzer(TA-XT, Stable Micro System, UK)을 이용하여 감자, 사과를 지름 1.5cm 높이 1cm로 절단 후 2mm probe로 puncture test (5회 반복 측정 후 평균값으로 계산)하여 경도를 Newton으로 나타내었다.

11) 가용성 고형분 함량

착즙기(SJ-200B, Hurom, Korea)로 즙을 짠 후 당도계(Master M, Atago, Japan)를 이용하여 측정하고, Brix로 나타내었다.

12) 총 폴리페놀 함량

착즙기를 이용하여 착즙한 후 원심분리기(Supra22k, Hanil. Industry. Co. Ltd., Korea)를 이용하여 10,000 rpm, 4°C에서 10분간 원심분리하였다. Folin-Ciocalteu's 방법에 의해 폴리페놀 함량을 정량하였고 원심분리 상등액 0.1 mL에 2N-Folin-Ciocalteu(Sigma Co., USA) 시약 50 μ L를 첨가하여 4분간 반응시켰다. 20% Na₂CO₃ 1.5 mL을 가하여 2분간 방치한 후 Micro Reader를 이용해 96well plate에 200 μ L 분주하여 760nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 Chlorogenic acid(Sigma co., USA)를 사용하였다.

13) 수분 함량

수분 함량 분석은 상압가열 건조법을 이용하였다. 칭량접시에 감자와 양상추를 0.5~5g의 무

계를 칭량한 후 자외선 수분 측정기(MB45, OHAUS, Switzerland)를 이용하여 110℃에서 60분간 건조한 후 측정하여 백분율로 수분감소를 나타내었다.

14) 일반 세균수

각 시료 25g에 생리식염수 225 mL 혼합하여 계단 희석법을 이용하여 희석한 후 1 mL을 PCA(plate counting agar, Difco)배지에 접종한 후 35℃에서 24시간 배양하여 생성된 균락(CFU)을 계수하여 일반세균수를 측정하였다.

나. 연구내용 및 결과

1) 각 단위공정간 제품 이송방법 및 환경조건(온도, 외기노출 정도)조사

가) 제품별 제조 공정 및 온도관리 시스템 조사

신선편의 식품 가공 시 제품의 품질에 영향을 미칠 수 있는 공정과 작업 환경에 대해 알아보하고자 하였다. 이는 실제 신선편의 식품을 제조하는 업체를 방문하여 품목별로 제조 공정을 조사하였다. 첫 번째로 감자는 1차 세척하고 겉껍질을 기계적으로 탈피시킨 후 수작업으로 싹과 흙을 제거하고 물에 침지시켜 녹말을 제거하고 계량하여 진공 포장하는 방식으로 깎 감자 제품이 생산되고 있었다. 깎 감자를 제조하는 공정에서는 원료 입고 및 보관 온도, 세척수 온도, 포장 후 예냉 온도 및 완제품 보관 온도 등 온도 제어에 중점을 두고 있었다(Table 3-1). 두 번째로 양상추는 원료를 세척으로 외엽의 흙을 제거한 후 외엽 1-2잎과 심지를 제거하고 규격별로 기계 절단하고 선별 작업이 이루어지고 있었다. 또한 150-200 ppm 농도의 염소를 이용하여 두 차례에 걸쳐 살균을 한 후 2-4차 선별작업 후 진공포장으로 절단 양상추 제품이 생산되었다. 절단 양상추는 원료의 특성상 이물 관리 및 살균 공정에 중점을 두고 있음을 알 수 있었다(Table 3-2). 세 번째로 신선편이 사과는 2차례 원료 세척 후 사과의 박피와 코어를 동시에 제거하고 절단하여 갈변 처리 후 용기에 담고 금속 검출기를 통과하여 외포장하여 제품이 생산되고 있었다. 신선편이 절단 사과 제품에서는 특히 갈변처리 공정이 포함되어 있었다. 이는 갈변을 방지하는 첨가제(아스코르브산+탄산칼슘)를 사과에 처리하여 갈변을 방지하는 작업이었다. 이 공정은 위의 제품들(감자, 양상추)과 달리 사과는 갈변이 곧 제품 품질에 큰 손실을 가져다주어 판매에 영향을 미치기 때문에 갈변을 방지하기 위한 첨가제를 사용이 불가피한 것으로 보였다(Table 3-3).

Table 3-1. The processing for fresh-cut potatoes










공정	공정 관리	공정 사진
원료 입고/ 보관	보관온도 : 5℃ ±2℃	
1차 세척	썩음, 짓무름 등 선별	
	정수된 지하 세척수 사용 온도: 냉각수 5℃ 공급 세척수 0~10℃	
기계적 탈피	탈피 시간: 30분/회 1회 투입량: 35~40Kg	
수작업 탈피	규격 외 제품 선별 짓무름, 갈라짐, 썩음, 찌, 청변, 갈변 등을 선별	
침지	침지수 온도: 0~10℃	
컨베어 이동	컨베어 이동하며 자동 탈수 이동 시간: 1분	
계량	생산일, 유통기한 확인 유통기한: 포장일로부터 4일 내	
진공 포장	진공압력 90 kPa 진공 18초, 실링 2초	
예냉	온도: 1~5℃/ 예냉 시간: 1~5시간	
외포장	진공 풀림 및 갈변 여부 체크	
출고	품온 6℃ 이하	

Table 3-2. The processing for fresh-cut lettuces

공정	공정 관리	공정 사진
원료 입고/ 보관	관리 품온 : 10℃ 이하 제품 품온: 하절기 18~30℃ 동절기 8~15℃	
원료 투입 및 살균	원료 투입조에 양상추 투입	
	원료 외엽의 흙 제거를 위한 세척	
트리밍 및 선별	외엽 1-2잎 제거 1/2 절단 후 심지 제거 육안 선별	
규격별 기계 절단 및 1차 선별	규격 절단 갈변잎, 벌레, 심지 등 형광 선별	
1차 살균 (와류식 살균)	물온도 0~10℃ 살균시간 40~60초 염소 농도 150~200ppm	
2차 살균 (와류식 살균)	물온도 0~10℃ 살균시간 40~60초 염소 농도 150~200ppm	
세척 (와류식 자동세척)	물온도 5℃ ±2℃ 세척시간 40~60초	
2차 선별	갈변잎, 벌레, 심지 등 선별	
탈수	세척 후 자동 탈수(480rpm, 45초) 단, 원료 상태에 따라 조절 가능	
3차 및 4차 선별	갈변잎, 벌레, 심지 등 선별	
포장	진공 포장 후 금속검출기 통과	
완제품 저온 저장 및 출고	완제품 저장고 온도 5℃ ±2℃	

Table 3-3. The processing for fresh-cut apple slices

공정	공정 관리	공정 사진
입고 및 보관	보관온도: 5℃ 이하	
1차 세척	물온도 5℃ ± 2℃ 세척시간 40~60초	
탈피	코어 제거 및 탈피	
2차 세척	물온도 5℃ ± 2℃ 세척시간 40~60초	
절단	절편 절단	
갈변 처리	AS-5 첨가제(아스코르브산+탄산칼슘)	
선별	갈변 여부, 코어 제거 여부, 이물 유무 등 체크	
계량 및 포장	품목에(종합 과일 or 단일 과일) 따라 적정 용량 확인	
금속 검출	용기 충전 후 금속 검출기 통과	
외포장	갈변 여부 체크	
보관 및 출하	보관온도: 5℃ 이하	

나) 신선편이 제품의 유해미생물 검사

신선편이 식품은 감자와 같은 볶음용 채소 및 카레용 채소 등을 제외하고는 일반적으로 비가열 즉석 섭취하는 ready-to-eat 식품이기 때문에 미생물학적 안전성의 확인이 필요하였다. 그래서 본 연구에서 신선편이 식품 중 가장 많이 소비하는 샐러드의 각 제조 공정별로 swab을 이용하여 샘플링을 하고 식중독균으로 잘 알려진 대표적인 6종의 유해미생물(*Escherichia coli*, *Coliform*, *Staphylococcus aureus*, *E. coli* O157:H7, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*)을 식품공전의 검지 방법에 의거하여 완전시험 후 Gram 타입 판별까지 확인하였다. 그 결과 채소들을 절단하기 위한 칼날 내면, 포장 전 계량하기 위한 용기에서 *B. cereus*가 검출됨을 알 수 있었다(Table 3-4). 이는 신선 편이 식품 제조 공정 중에서도 미생물학적 안전성이 우려되고 생산 중에도 미생물의 관리가 필요함을 보여준다. 또한 시판되고 있는 샐러드를 종류별로 위와 동일한 방법으로 일반세균수 및 유해미생물의 유무를 확인해 보았다. 그 결과 샐러드 B와 C에서 *E. coli* O157:H7, *B. cereus*가 검지되었고 샐러드 D, E, F에서는 *B. cereus*가 검지되었고 볶음용 채소 A, B에서는 *E. coli* O157:H7이 검출되었다(Table 3-5). 이처럼 신선 편이 샐러드 제품에서 식중독을 일으킬 수 있는 식중독균들이 검출되는 것을 확인할 수 있었다. 그래서 신선 편이 샐러드 제품의 미생물학적 안전성의 확보가 시급하다고 판단된다. 특히 유해미생물에 대한 정량 분석을 통하여 각각 미생물들의 수를 확인함으로써 식중독 발병 가능성 여부를 판단하여야겠다. 이와 같이 신선편이 즉석 섭취 식품의 안전한 섭취를 위해서는 정기적이고 체계적인 미생물의 관리가 필요할 것으로 판단된다. 그래서 다음으로 생산 시기에 따른 신선편이 샐러드 제품의 유해미생물에 대한 검출 빈도 정도를 알아보기 위하여 PCR-DGGE 검지 방법을 이용하여 9개월간 혼합 샐러드 제품의 미생물 실험을 수행하였다. 본 실험을 하는 동안 한 달에 2-6번 정도의 샘플링을 하여 유해미생물 실험을 하였다. 그 결과 Table 4-6에서와 같이 *B. cereus*와 *E. coli*는 실험을 수행하는 내내 검출되었고 계절에 따라 하절기(7-8월)일수록 약간의 유해미생물 빈도수가 높게 나타났다. 또한 식품의 품질을 저하시키는 부패 미생물인 *Pseudomonas fluorescens*와 *Pseudomonas sp.*의 검출 빈도수가 높아지고 있음을 알 수 있었고 대표적인 유해미생물 외에도 *Enterobacter sp.*과 *Citrobacter sakazakii*가 검출되었다. 그러나 시간에 따라 유해미생물 검지의 빈도는 큰 변화폭은 확인되지 않았다. 이는 점점 계절의 뚜렷한 변화가 없어지고 있기 때문이라고 생각되고 유해미생물의 빈도의 변화는 크지 않지만 식중독균들의 빈도수가 높아지는 것으로 보아 항상 식중독균에 노출되어 있다가 고온다습한 여름에 균들이 증식되는 것으로 판단된다. 이를 방지하기 위하여 여름철에만 식중독에 대해 주의하여야 할 뿐만 아니라 지속적으로 관리하여야 할 것이다. 또한 모든 신선 편의 식품은 냉장 유통 및 냉장 보관인 점을 고려하여 *Listeria*나 *Pseudomonas* 같은 저온성 세균들의 증식 환경에 적합하므로 각별한 주의가 필요하겠다.

Table 3-4. The detection of pathogens in the processing of fresh-cut salads using selective media method

시료명	<i>E. coli</i>	Coliform	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>E. coli</i> O157:H7	<i>Bacillus cereus</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>
1차 세척수	-	-	-	-	-	-
2차 세척수	-	-	-	-	-	-
3차 세척수	-	-	-	-	-	-
칼날 내면	-	-	-	-	+	-
2차 세척기 컨베이어	-	-	-	-	-	-
3차 세척기 컨베이어	-	-	-	-	-	-
보관용 바구니	-	-	-	-	-	-
계량 용기	-	-	-	-	+	-
버켓 컨베이어	-	-	-	-	-	-

(-) not detected, (+) detected

Table 3-5. The detection of pathogens in several salads using selective media method

시료명	일반 세균수 (CFU/g)	<i>E. coli</i>	Coliform	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>E. coli</i> O157:H7	<i>Bacillus cereus</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>
salad A	1.5×10^4	-	-	-	-	-	-
salad B	7.1×10^4	-	-	-	+	+	-
salad C	4.3×10^4	-	-	-	+	+	-
salad D	2.0×10^4	-	-	-	-	+	-
salad E	4.0×10^5	-	-	-	-	+	-
salad F	4.0×10^4	-	-	-	-	+	-
salad G	2.0×10^5	-	-	-	-	-	-
stir-frying vegetables A	5.0×10^6	-	-	-	+	-	-
stir-frying vegetables B	4.0×10^6	-	-	-	+	-	-

(-) not detected, (+) detected

Table 3–6. Seasonal detection of pathogens in mixed salads using PCR–DGGE

date (month)	product	detected microorganism	frequent
7	mixed salads	<i>S. aureus</i>	1/2
		<i>L. monocytogenes</i>	1/2
		<i>P. fluorescens</i>	1/2
		<i>Enterobacter sp.</i>	2/2
8		<i>B. cereus</i>	1/6
		<i>E. coli</i>	1/6
		<i>L. monocytogenes</i>	3/6
		<i>P. fluorescens</i>	2/6
		<i>S. aureus</i>	2/6
		<i>Citrobacter sakazakii</i>	1/6
9	<i>P. fluorescens</i>	2/6	
	<i>S. aureus</i>	1/6	
10	<i>B. cereus</i>	2/4	
	<i>S. aureus</i>	1/6	
11	-	0/2	
12	<i>E. coli</i>	1/6	
	<i>B. cereus</i>	1/6	
	<i>Actinetobacter sp.</i>	1/6	
1	<i>E. coli</i>	1/4	
	<i>B. cereus</i>	1/4	
	<i>Enterobacter sp.</i>	1/4	
2	<i>E. coli</i>	1/2	
	<i>P. fluorescens</i>	1/2	
3	<i>B. cereus</i>	1/4	
	<i>E. coli</i>	2/4	

(–) not detected

2) 현장에서의 품목별 제조방법에 따른 갈변 및 품질손실을 조사

실질적인 신선편이식품의 제조 공정에 따른 제품의 갈변 및 품질 변화를 연구하기 위하여 신선 편이 제조업체에 현장 방문하여 품목별로 샘플링을 하여 품목별로 실험을 수행하였다.

가) 신선편이 감자 제품의 갈변 및 품질 변화

제조 방법에 따라 신선편이 감자 제품의 갈변과 품질 변화율을 조사하기 위하여 현장에서 한꺼번에 샘플링을 하여 냉장고에서 5°C 이하로 보관하며 저장 실험을 실시하였다. 저장 기간에 따른 깐 감자의 갈변 및 품질 변화는 색도, 경도, 일반세균수, 수분함량, 총 폴리페놀 함량, 가용성 고형분 함량, 중량 감소율을 주기적으로 13일 동안 측정하였다. 측정 결과 깐 감자의 일반세균수는 저장 4일까지는 큰 변화 없다가 10일이 지난 후에는 초기 세균수에 약 2 log의 증가를 확인할 수 있었다(Fig. 3-1). 그러나 현재 깐 감자 제품의 유통기한이 제조일로부터 5일로 설정되어 있어 큰 문제는 되지 않을 것이다. 또한 감자의 수분함량은 시간 경과에 따라 차츰 감소하여 13일째는 초기 수분함량보다 약 9% 감소된 것을 볼 수 있었다(Fig. 3-2). 그리고 저장 기간에 따른 깐 감자의 경도와 총 폴리페놀 함량은 오차 범위에서의 변화만 보였으며(Fig. 3-3, Fig. 3-4) 중량 감소율의 변화는 저장 기간 10일이 지난 후에야 초기 중량에 약 0.2% 정도만 감소하는 미미한 수준이었다(Fig. 3-5). 또한 가용성 고형분의 함량은 13일 저장 기간 동안 거의 변화가 없었으며(Fig. 3-6) 갈변 정도는 색차계를 이용하여 L, a, b 값의 변화를 측정하였으나 초기 L값과 차이 없는 것으로 측정되었다(Fig. 3-7, 3-8, 3-9). 그러나 ΔE 값은 $\sqrt{(\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)}$ 으로 점점 변화하는 것으로 나타났다(Fig. 3-10). 하지만 역시 육안으로 신선 편이 감자의 갈변 현상은 거의 보이지 않을 정도였다(Fig. 3-15(a)). 그래서 탈피 공정으로만 이루어진 깐 감자의 경우 감자의 겉껍질만을 벗겨 물에 침지 후 진공포장으로 완성되기 때문에 갈변에 품질 변화가 미미하여 갈변의 주요 원인 공정이라 말하기 어렵다. 그래서 깐 감자 외에 절단 공정이 가미되어 있어 산소와 접촉하는 면이 많이 발생될 수 있는 신선편이 감자채 또는 카레용 깍둑 썬 감자를 이용하여 저장 실험을 수행하기로 하였다. 현 방문 업체에서는 깐 감자 외에는 샘플링이 어려운 관계로 직접 대형마트에서 감자를 구입하여 업체와 동일한 제조 공정 순서로 감자채와 깍둑 썬 감자 제품을 제조하여 저장 기간에 따른 신선편이 감자 제품의 갈변 정도를 실험하였다. 이 결과, 채 썬 감자와 깍둑 썬 감자는 모두 박피 감자에 비해 저장기간에 따라 L, a, b 값의 측정 결과 L 값은 지속적으로 감소하고 있었고 a 값은 증가하는 추세를 보이나 b 값과 마찬가지로 큰 차이 없었다(Fig. 3-11, 3-12, 3-13). 그리고 ΔE 값 계산 결과 진공포장 감자의 ΔE 값보다 10이상씩 차이가 나는 것을 알 수 있었다(Fig. 3-14). 또한 저장기간에 따른 채 썬 감자와 깍둑 썬 감자의 사진 역시 뚜렷한 갈변이 일어나고 있음을 관찰할 수 있었다(Fig. 3-15). 그래서 신선편이 감자 제품의 경우 박피 공정만으로 이루어진 깐 감자보다는 절단공정이 가미되어 있는 채 썬 감자와 깍둑 썬 감자를 타겟으로 해야 할 것이다. 그리고 절단 공정을 거친 감자 제품들의 갈변 정도가 심하게 일어나는 것으로 보아 절단 공정이 갈변의 원인이 되는 주요 공정으로 판단된다. 또한 완제품의 진공포장의 여

부에 따라 갈변 정도의 차이가 보여 졌다. 차후 감자와 직접 접촉하는 절단 칼날의 재원 조사와 저장 실험을 수행하여야 하고 절단할수록 산소와 닫는 면이 넓어짐에 따라 산소 접촉 시간을 줄일 수 있는 공정을 개발하여야 할 것이다. 또한 진공 포장 방법에 따른 감자 제품의 저장 실험 역시 진행되어 갈변 및 품질 변화를 최소화 할 수 있는 방법을 강구하여야 할 것이다.

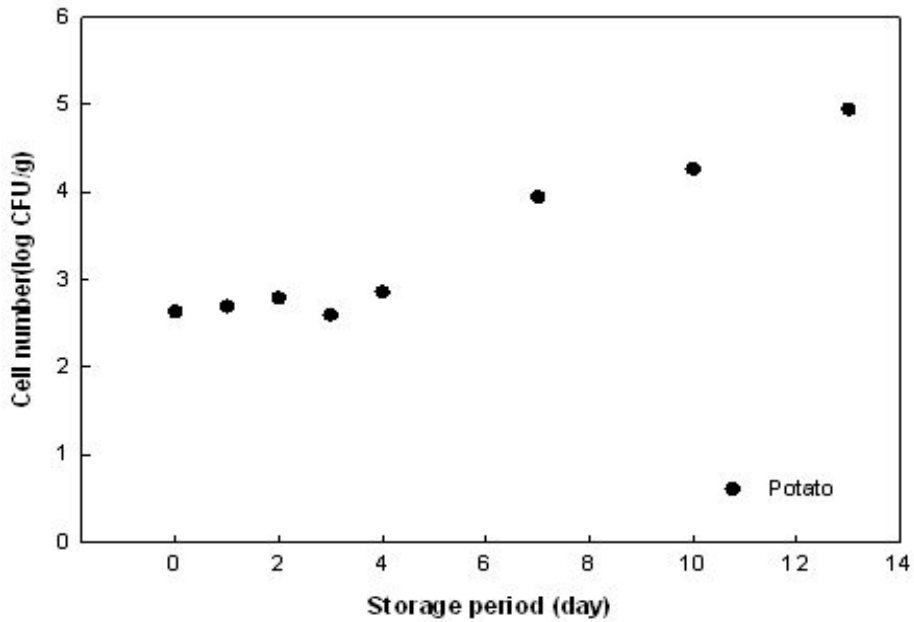


Fig. 3-1. Number of aerobic bacteria of vacuum packaged fresh-cut potatoes during 13 days storage.

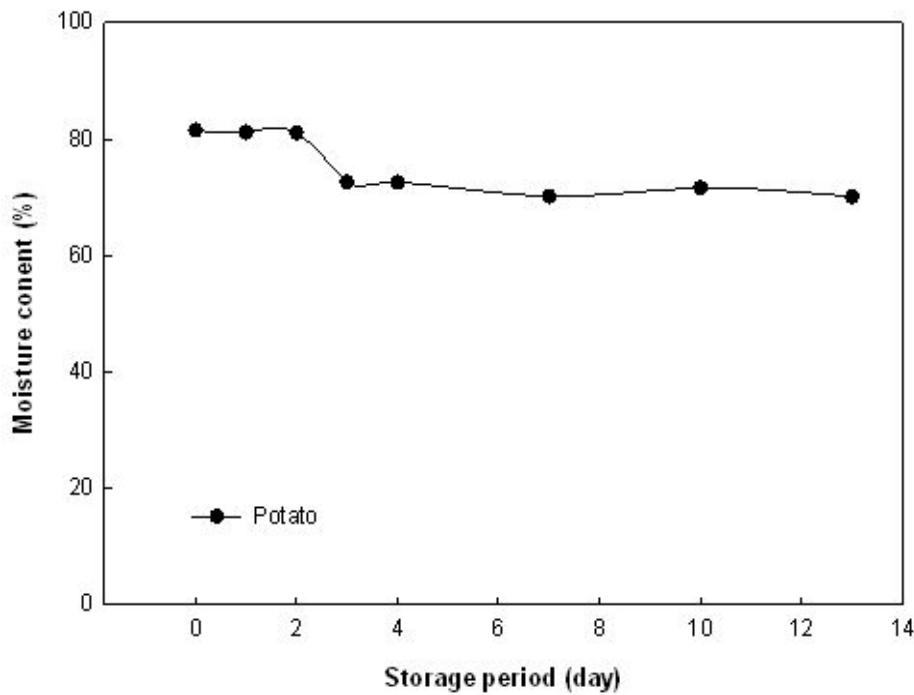


Fig. 3-2. Changes of moisture content of vacuum packaged fresh-cut potatoes during 13 days storage.

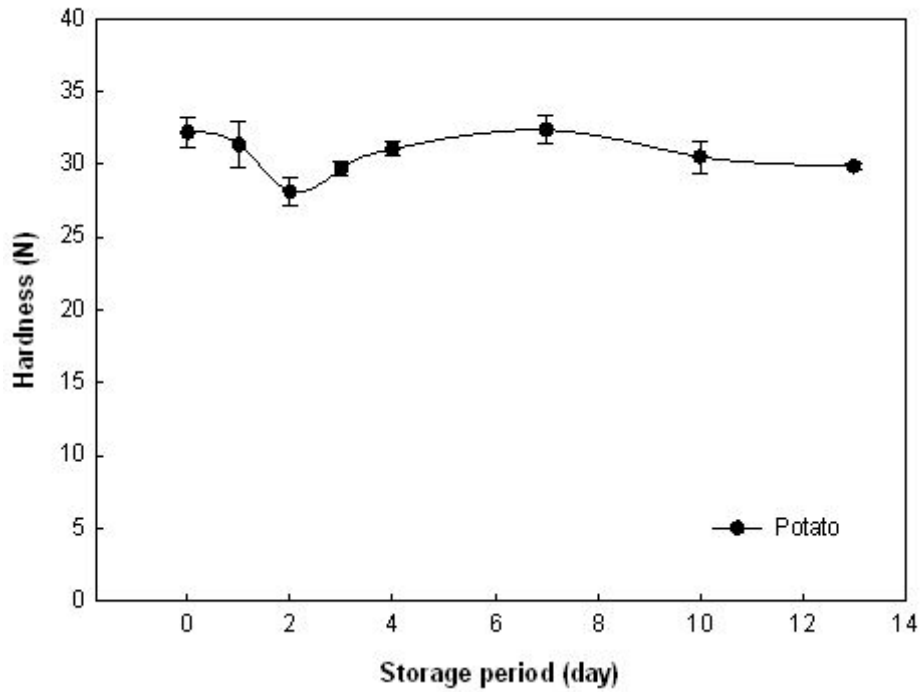


Fig. 3-3. Hardness changes of vacuum packed fresh-cut potatoes during 13 days. storage.

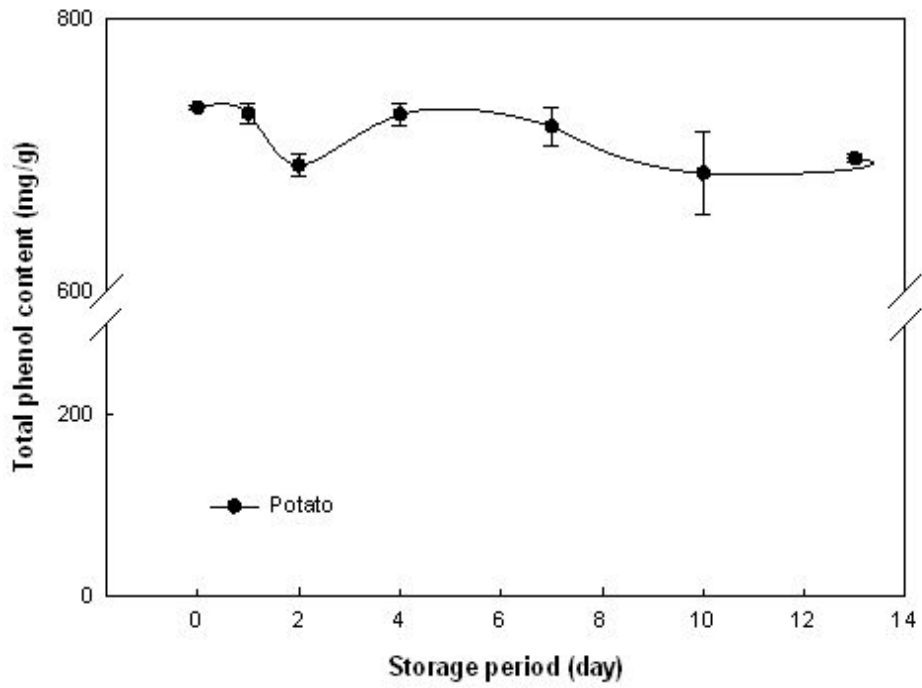


Fig. 3-4. Changes of total phenolic content of vacuum packed fresh-cut potatoes during 13 days storage.

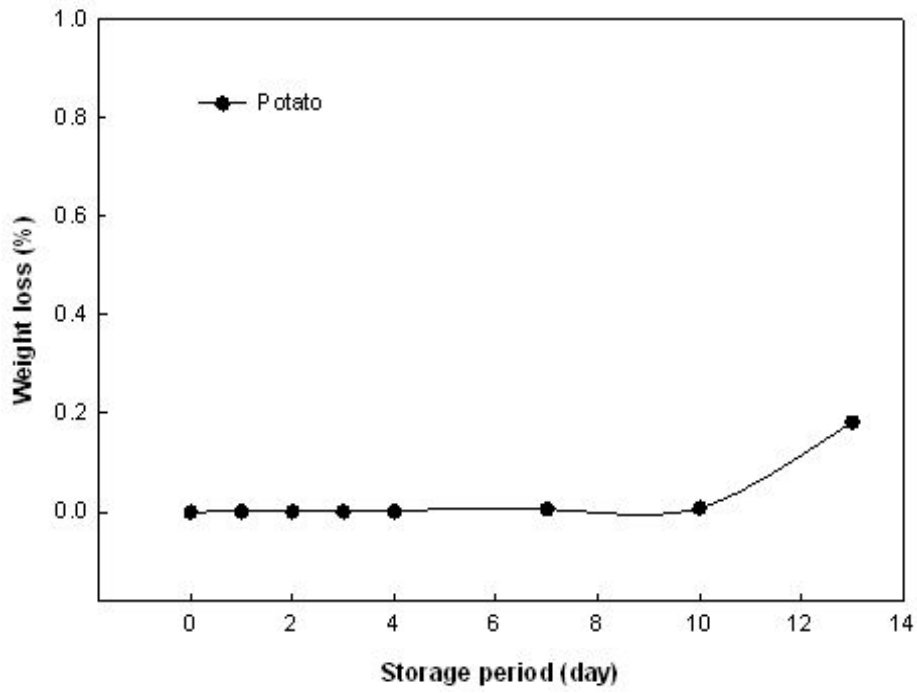


Fig. 3-5. Changes of weight loss of vacuum packed fresh-cut potatoes during 13 days storage.

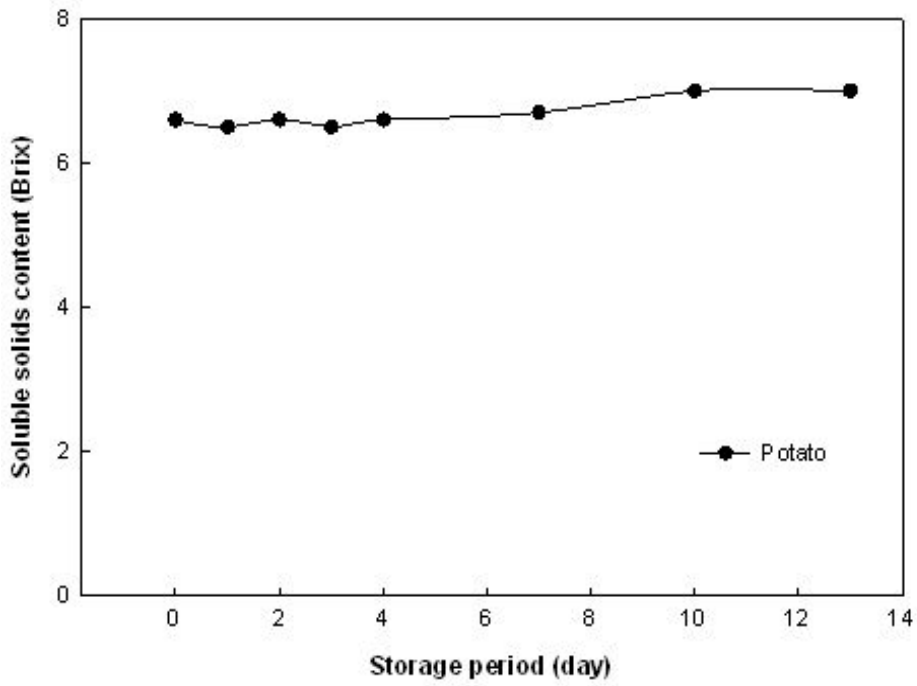


Fig. 3-6. Changes of soluble solids content of vacuum packed fresh-cut potatoes during 13 days storage.

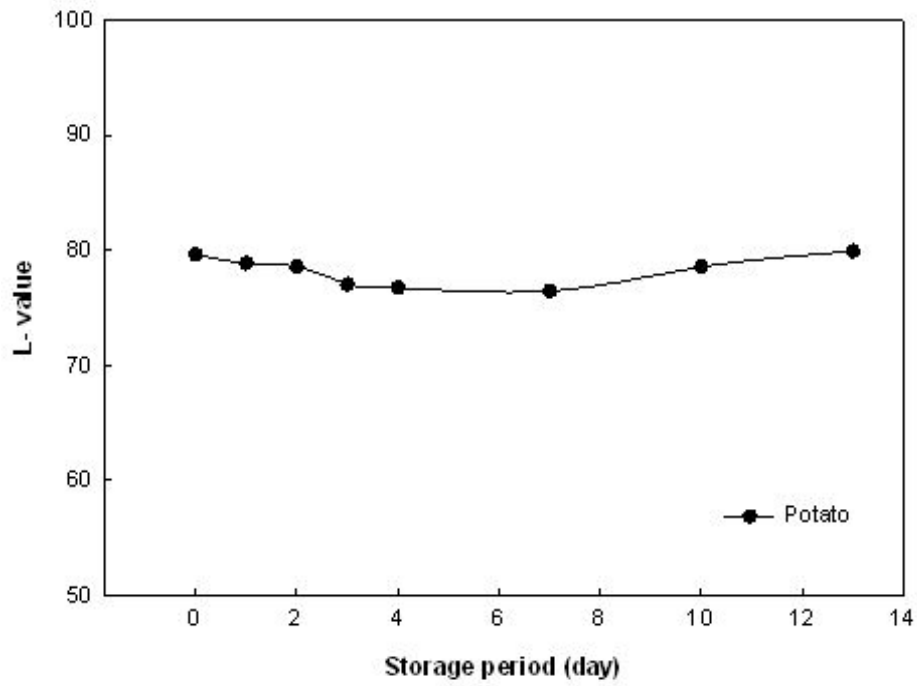


Fig. 3-7. Changes of L value of vacuum packed fresh-cut potatoes during 13 days storage.

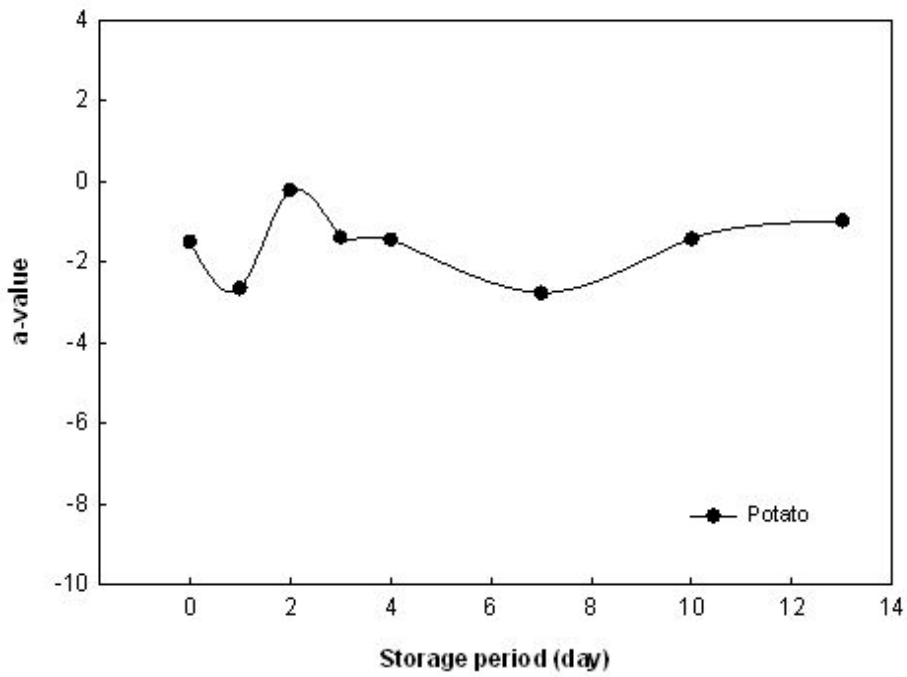


Fig. 3-8. Changes of a value of vacuum packed fresh-cut potatoes during 13 days storage.

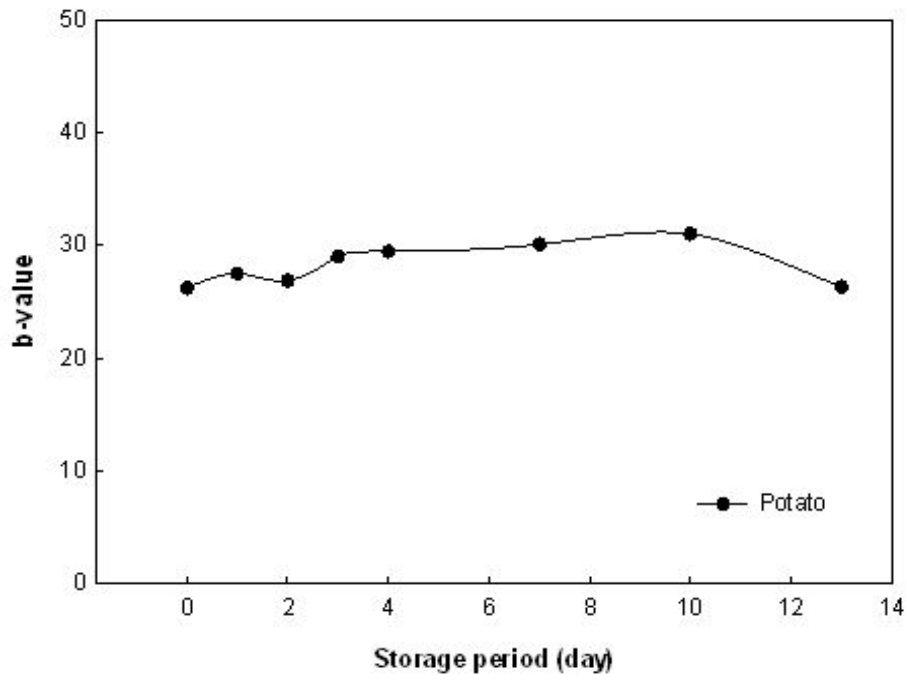


Fig. 3-9. Changes of b value of vacuum packed fresh-cut potatoes during 13 days storage.

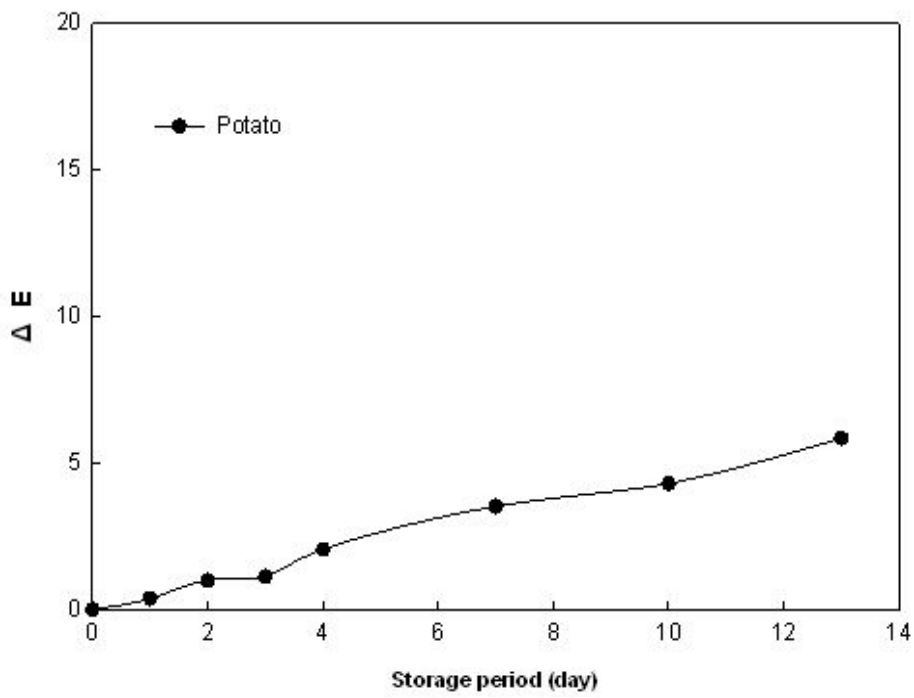


Fig. 3-10. Changes of ΔE value of vacuum packed fresh-cut potatoes during 13 days storage.

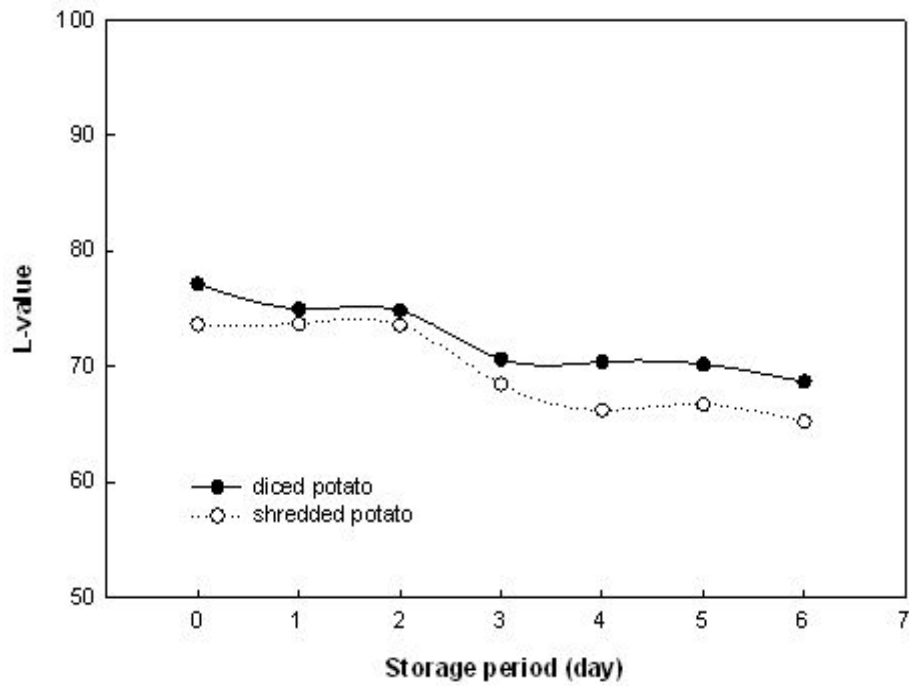


Fig. 3-11. Changes of L value of fresh-cut potatoes by different cutting method during 6 days storage (No vacuum packing).

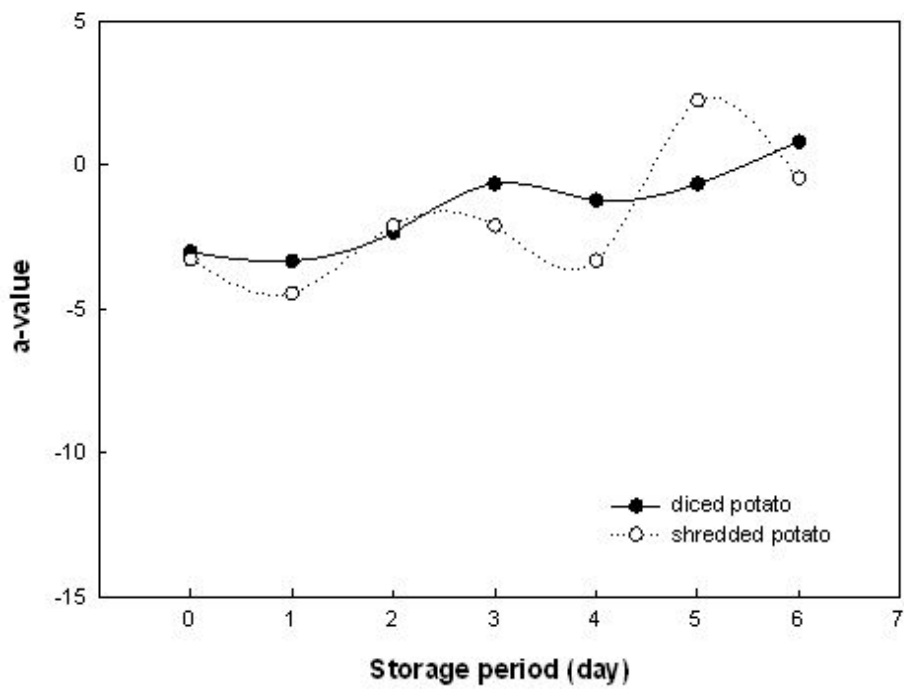


Fig. 3-12. Changes of a value of fresh-cut potatoes by different cutting method during 6 days storage (No vacuum packing).

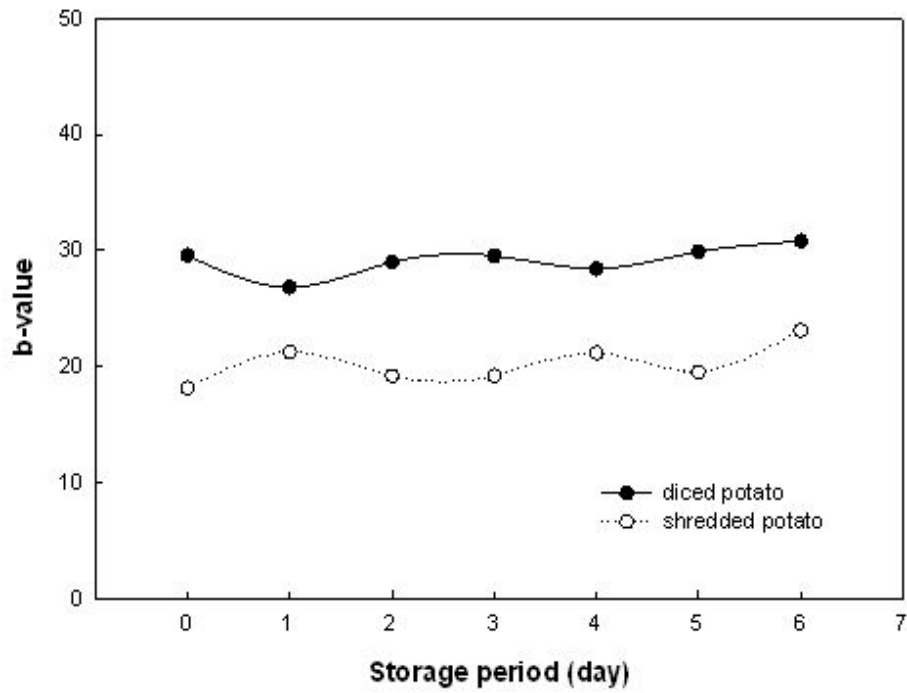


Fig. 3-13. Changes of b value of fresh-cut potatoes by different cutting method during 6 days storage (No vacuum packing).

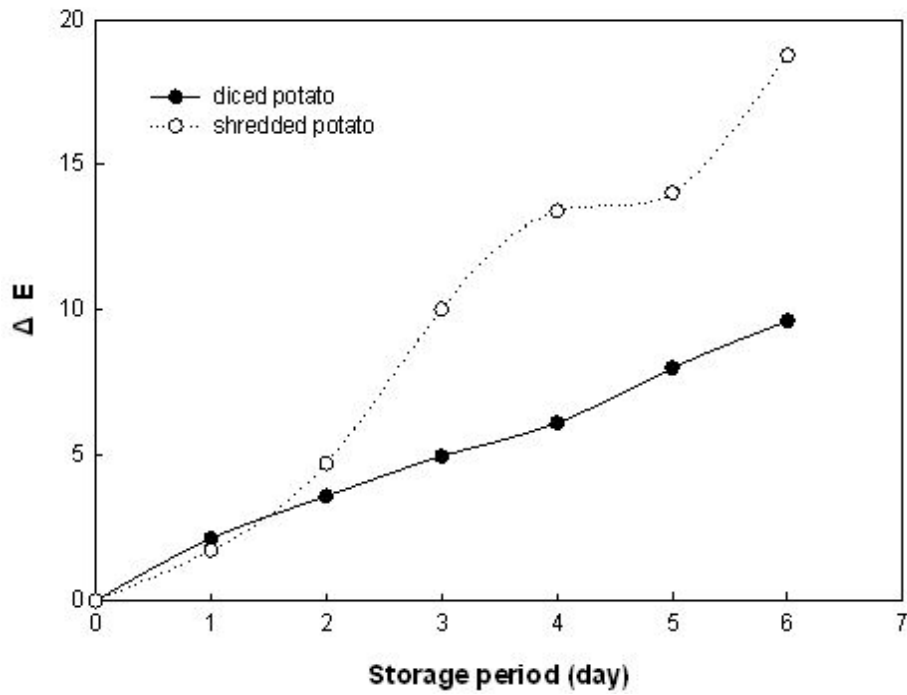


Fig. 3-14. Changes of ΔE value of fresh-cut potatoes by different cutting method during 6 days storage (No vacuum packing).



Fig. 3-15. Color changes of fresh-cut potatoes during 6 days storage. (a) peeled potatoes- vacuum packing (b) shredded potatoes- No vacuum packing, (c) diced potatoes- No vacuum packing

나) 신선편이 양상추 제품의 갈변 및 품질 변화

신선편이 양상추의 제조공정에 따라 갈변 및 품질변화를 조사하기 위하여 제조업체에서 샘플링하여 냉장보관(5°C)하에 저장실험을 수행하였다. 절단 양상추의 품질변화는 수분함량, 일반세균수, 가용성 고형분 함량, 총 폴리페놀 함량, 갈변 정도와 사진으로 측정하였다. 그 결과, 절단 양상추의 일반세균수는 본 제품의 유통기한인 제조일로부터 5일까지는 큰 변화가 없다가 10일 이후에 초기 세균수보다 3 log cycle 증가하는 추세를 보였다(Fig. 3-16). 그리고 진공포장 하에 절단 양상추의 갈변 정도는 저장기간에 따라 갈변 변화가 거의 일어나지 않았으나(Fig. 3-17) 진공 포장을 하지 않은 상태에서 저장한 것은 색이 점점 진해지는 경향으로 보였으며(Fig. 3-18), 저장기간에 따른 양상추의 사진에서 역시 갈변 현상이 지속적으로 일어남을 알 수 있었다(Fig. 3-19). 그리고 절단 양상추의 수분함량은 13일 저장 실험하는 동안 거의 변화가 없는 것으로 측정되었고(Fig. 3-20) 총 페놀의 함량 역시 오차범위 내에서의 변화밖에 없는 것으로 관찰되었다(Fig. 3-21). 또한 가용성 고형분 함량도 저장기간 동안 큰 변화가 보이지 않았고

(Fig. 3-22), 중량 감소율은 저장기간 4일부터 약간씩 일어나기 시작하였으나 13일째도 초기 중량 감소율보다 약 0.08%의 변화만을 보일 뿐이었다(Fig. 3-23). 이같이 절단 양상추의 경우는 양상추의 지속적인 갈변 및 미생물학적 안전성에 대해 중점을 두어야 할 것으로 생각된다. 제조 공정상 양상추의 갈변은 절단 공정이 거치기 때문에 위의 감자 제품과 마찬가지로 갈변의 주요 공정으로 판단된다. 또한 진공 포장된 양상추는 갈변지수의 변화가 거의 없는 것으로 보아 진공포장 상태에 따라 갈변현상이 좌우되는 것으로 보인다. 그래서 진공도에 따른 신선편이 양상추의 갈변 및 품질 변화율을 측정할 수 있는 저장실험을 수행하여 적정 진공도 포장 방법을 개선해야 할 것이다. 또 양상추는 다른 신선편이 제품에 비해 염소를 이용한 살균 공정이 들어가기 때문에 초기 일반세균수는 적지만 원료 특성상 미생물의 증식이 쉬워 저장기간 동안 세균수의 증가가 컸다. 그리고 신선편이 양상추는 신선편이 감자와는 달리 구입 후 가열 조리 없이 섭취하는 식품군임으로 미생물학적 안전성의 확보가 필요하다고 판단된다. 또한 살균 공정 시 염소를 이용한다는 것은 세척을 충분히 하지만 잔류할 수도 있기 때문에 영양소 파괴를 최소화하고 미생물에 대한 안전성을 확보할 수 있음과 동시에 효소적 갈변도 제어할 수 있는 중온처리 공정의 개발이 필요하다고 생각된다.

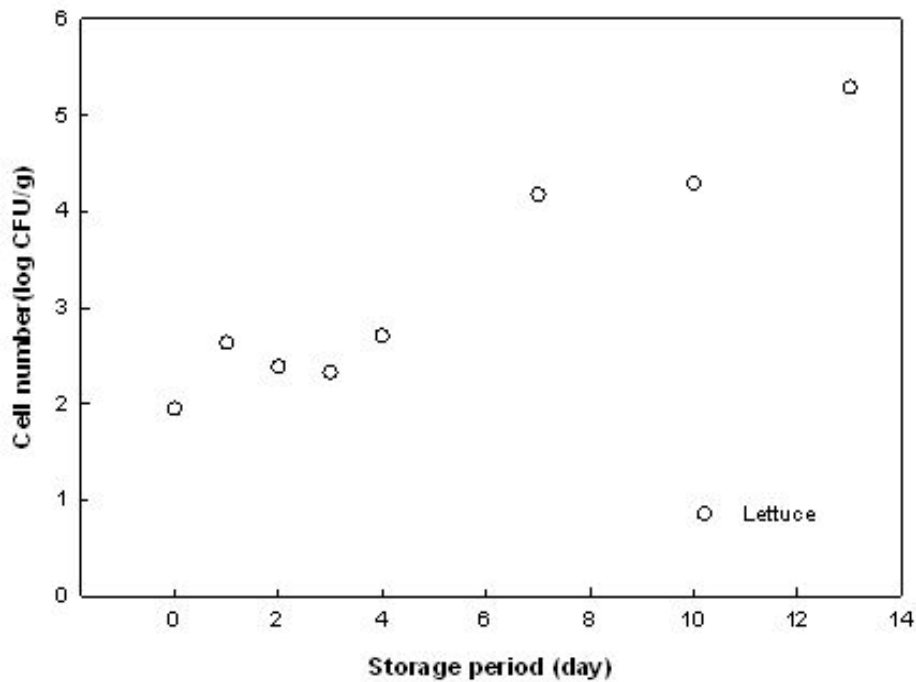


Fig. 3-16. Number of aerobic bacteria of vacuum packaged fresh-cut lettuces during 13 days storage.

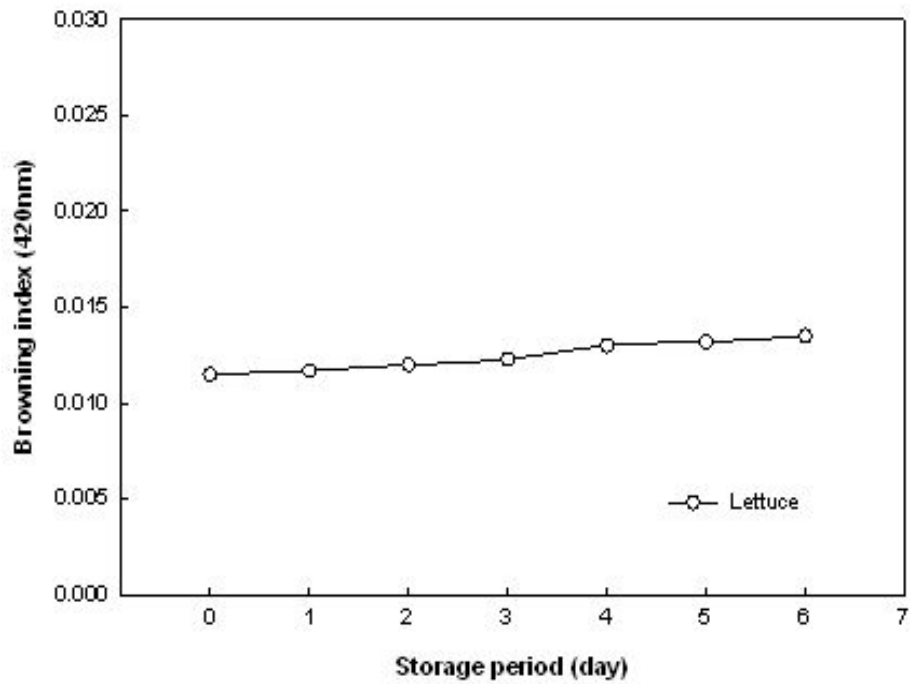


Fig. 3-17. Changes of browning index of vacuum packed fresh-cut lettuces during 6 days storage.

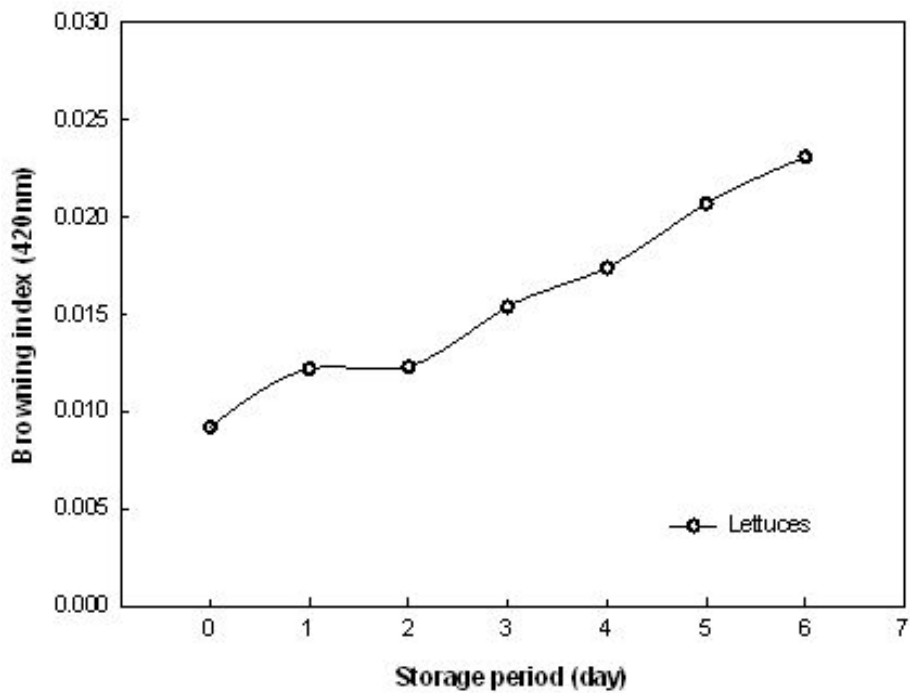


Fig. 3-18. Changes of browning index of fresh-cut lettuces during 6 days storage (No vacuum packing).

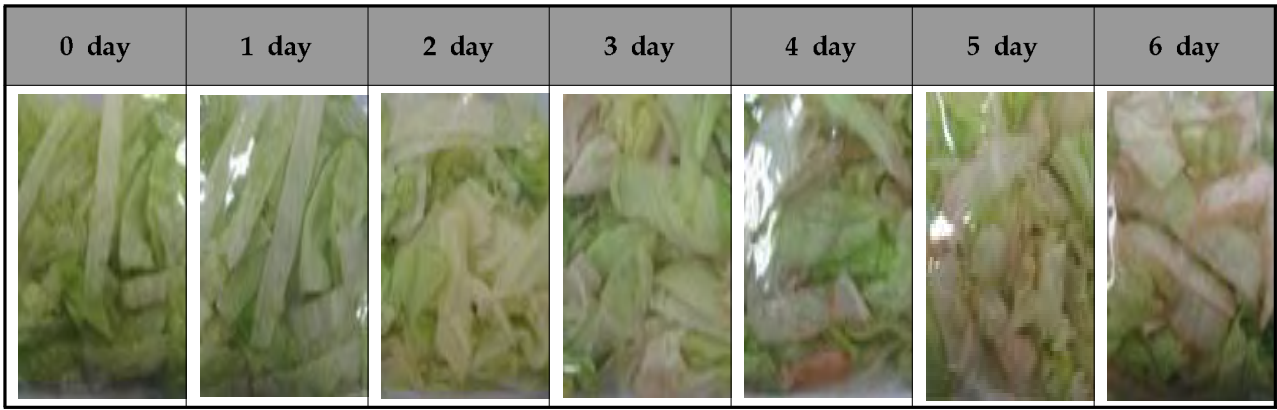


Fig. 3-19. Color changes of fresh-cut lettuces during 6 days storage (No vacuum packing).

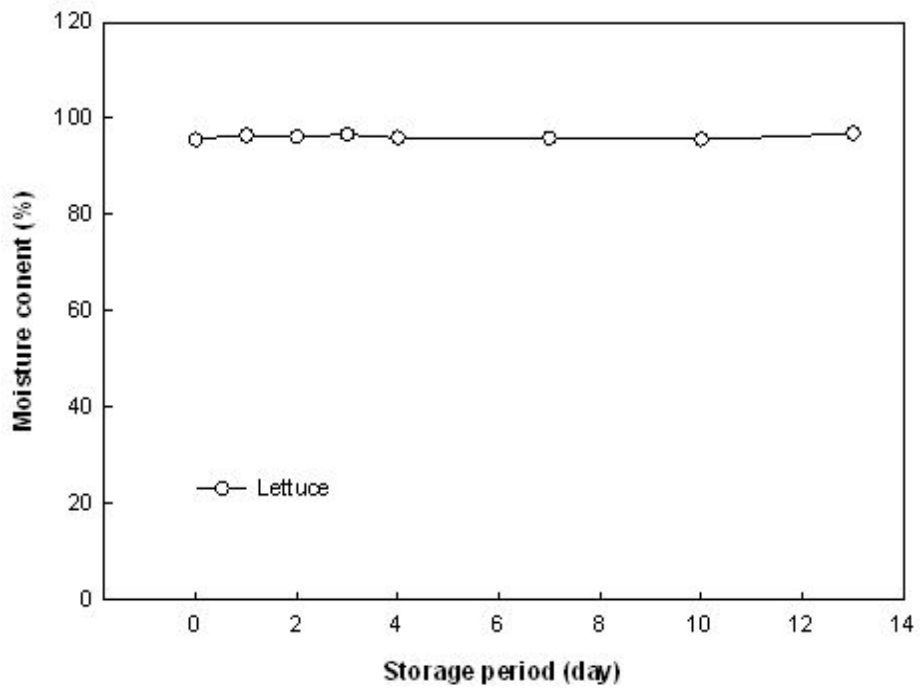


Fig. 3-20. Changes of moisture content of vacuum packaged fresh-cut lettuces during 13 days storage.

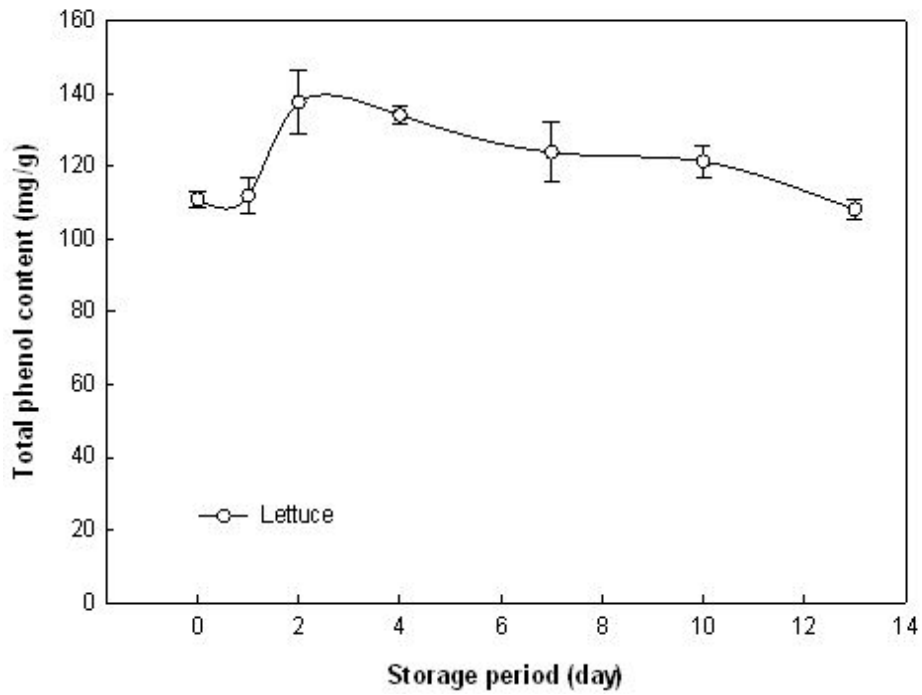


Fig. 3-21. Changes of total phenolic content of vacuum packaged fresh-cut lettuces during 13 days storage.

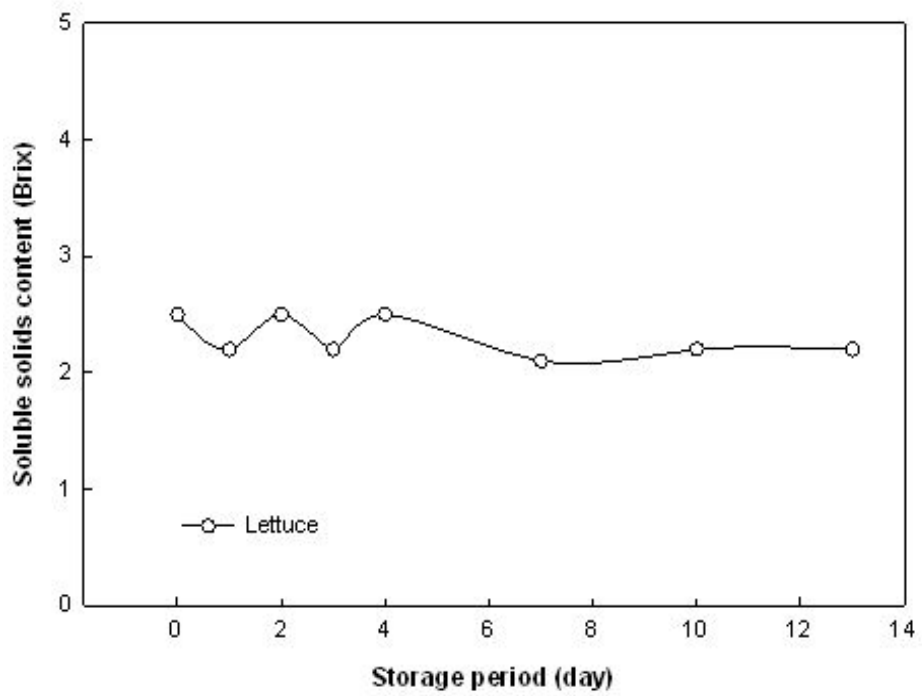


Fig. 3-22. Changes of soluble solids content of vacuum packaged fresh-cut lettuces during 13 days storage.

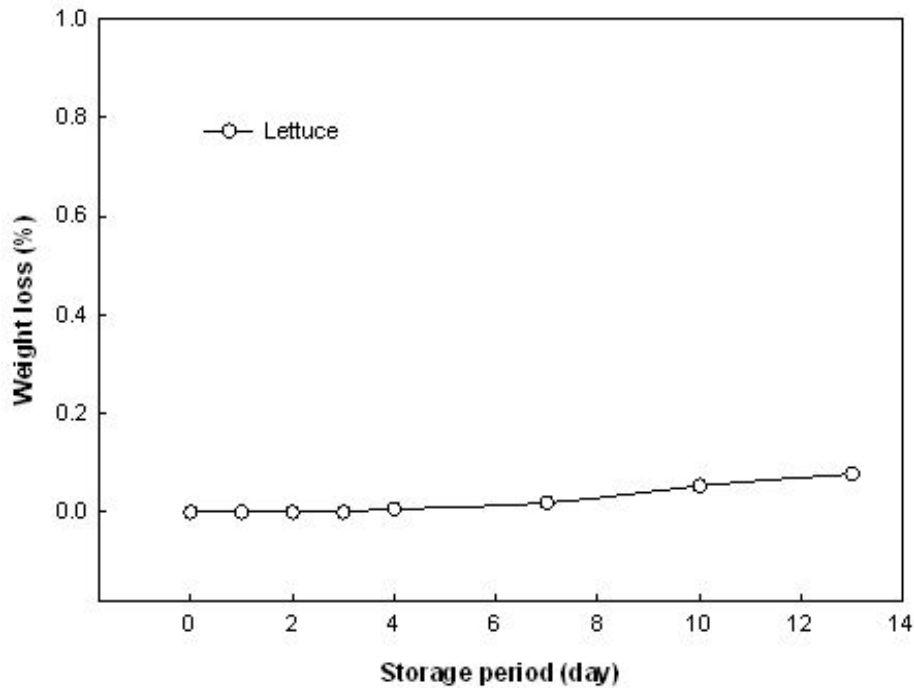


Fig. 3-23. Changes of weight loss of vacuum packaged fresh-cut lettuces during 13 days storage.

다) 신선편이 사과제품의 갈변 및 품질 변화

신선편이 사과의 갈변 및 품질 변화를 조사하기 위하여 제조업체에서 샘플링하려고 하였으나 수요가 맞지 않아 현재 생산이 되고 있지 않았다. 그래서 실험실내에서 실제 제조공정(항갈변제 무첨가)과 동일하게 제조하여 냉장보관(5°C)하에 저장 실험을 수행하였다. 박피 절단 사과의 품질 변화는 저장 기간에 따른 일반세균수, 경도, 색도 및 제품 사진을 측정하여 분석하였다. 측정 결과 박피 절단 사과의 일반세균수는 저장기간에 따라 점차 증가하였고 저장 8일째 초기 일반세균수보다 1 log cycle 증가하였으나 초기 일반세균수가 매우 낮아 품질에 큰 영향을 주지 않는다고 판단하였다(Fig. 3-24). 그리고 경도는 다른 제품군들에 비해 점차 감소하는 경향을 보이긴 하였으나 초기 경도보다 2N 정도의 미미한 차이를 보였고(Fig. 3-25) 절단 사과의 색도는 시간이 경과함에 따라 점차 L 값이 감소하였는데 이 변화는 저장 1일째부터 갈변이 일어남을 알 수 있었고 a, b 값의 변화는 거의 측정되지 않았다(Fig. 3-26, 3-27, 3-28). 또한 ΔE 값(Fig. 3-29)은 초기에 변화가 컸으며 저장기간이 경과함에 따라 제품의 사진 변화 또한 육안으로도 갈변이 진행되고 있다는 것을 확인할 수 있었다(Fig. 3-30). 위의 결과로 볼 때 신선편이 사과의 갈변은 박피 및 절단 후부터 바로 진행된다는 것으로 관찰되었고 이는 제조업체에서 항갈변제의 첨가가 불가피하다는 것을 알 수 있었다. 그러나 현재 제조업체에서 사용하고 있는 항갈변제는 아스코르브산과 탄산칼슘이 혼합된 합성 항갈변제로 수입하여 사용하고 있기 때문에 경제적이고 효과가 탁월한 천연 항갈변제가 필요하다고 판단된다. 그래서 신선편이 사과 제조 공정에 있어서 항갈변제의 효과를 알아보기 위하여 아스코르브산과 천연 항갈변제로 알려진 루바브를 첨가한 저장 실험을 해보았다. 신선편이 사과 제조 공정에서 박피

및 절단 후 바로 1% 아스코르브산과 루바브 주스를 단계적으로 희석하고 혼합하여 3분간 침지하여 냉장보관 하에 8일 동안 저장실험 진행하였다. 이 실험은 각각의 사과 절편의 초기 색도가 다르기 때문에 L, a, b 값을 측정하여 ΔL 값과 ΔE 값으로 비교하였다. ΔL 값의 경우 1% 아스코르브산 용액의 효과는 미미하였으나 루바브 주스를 단계적으로 희석하여 혼합하여 사용하였을 경우 강력한 항갈변 효과를 보여주었다(Fig. 3-31). 또한 ΔE 값은 항갈변제 무첨가군보다 1% 아스코르브산 첨가군이 약 2 정도, 농도별로 루바브와 같이 넣은 실험군들은 약 5-10 정도까지 변화를 감소시키는 것을 알 수 있었다(Fig. 3-32). 그리고 사진 촬영 결과, 1% 아스코르브산 용액과 20%이상의 루바브 주스를 혼합하여 신선편이 절단 사과에 항갈변제를 첨가하여야 품질을 유지할 수 있을 것으로 판단되었다(Fig. 3-33). 또한 Fig. 3-34의 절단 사과 제품 사진은 위의 실험결과를 통한 적정 농도인 1% 아스코르브산 용액과 30% 루바브 주스를 혼합한 항갈변제를 첨가하여 시판 신선편이 사과 포장 용기와 동일한 용기에 넣어 냉장 저장하면서 6일 동안 촬영한 것으로 신선편이 사과의 갈변이 항갈변제의 첨가 유무에 따라 품질에 큰 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다. 그래서 본 연구에서 갈변이 쉽게 일어나는 사과 제품의 경우 박피 및 절단 공정, 갈변 처리 공정, 포장 공정 같이 모든 제조 공정에서 갈변의 원인이 될 수 있었다. 그래서 사과 제품은 절단 칼날의 재원에 따른 저장 실험과 더불어 갈변 처리 시 효과가 뛰어난 천연 항갈변제 선택 및 효과 적인 항갈변제 처리 방법을 찾아야 할 것이다. 또한 천연 항갈변제와 병행 처리할 수 있는 적절한 물리적인 방법(중온처리)의 조건을 정립하여야 할 것이다.

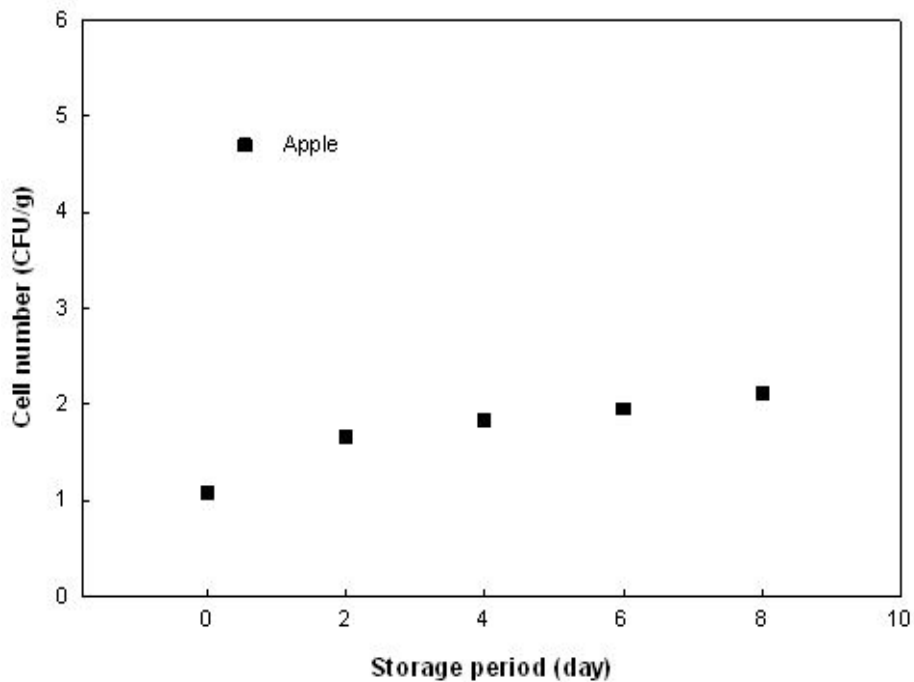


Fig. 3-24. Number of aerobic bacteria of fresh-cut apple slices during 8 days storage.

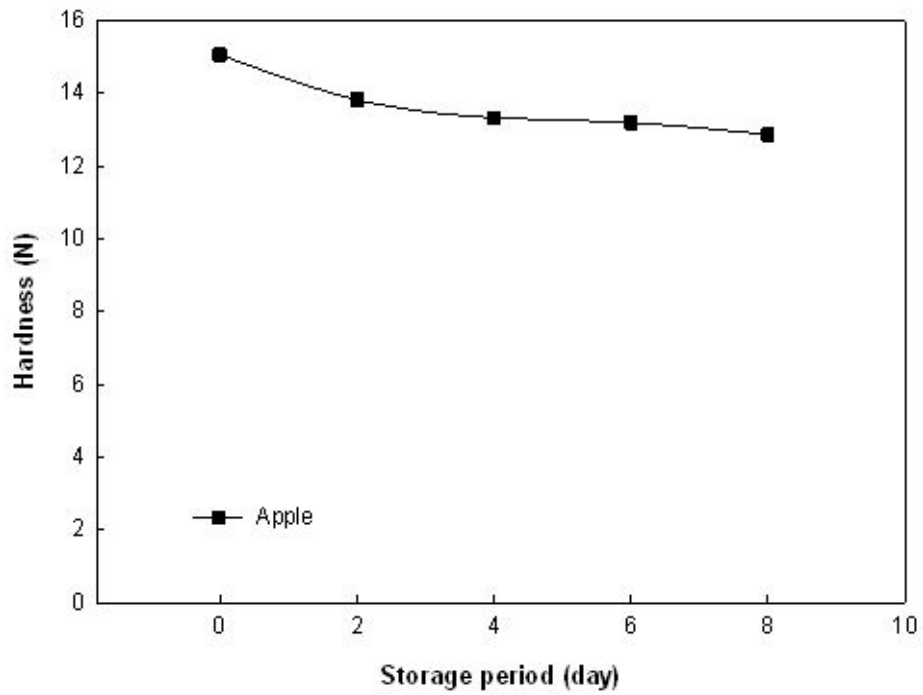


Fig. 3-25. Hardness changes of fresh-cut apple slices during 8 days storage.

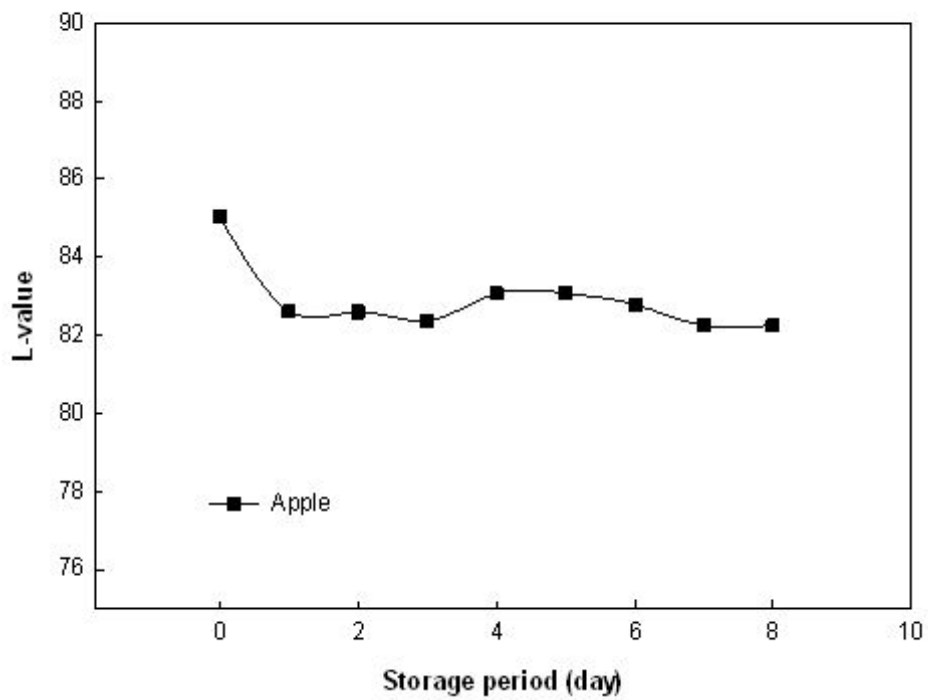


Fig. 3-26. Changes of L value of fresh-cut apple slices during 8 days storage.

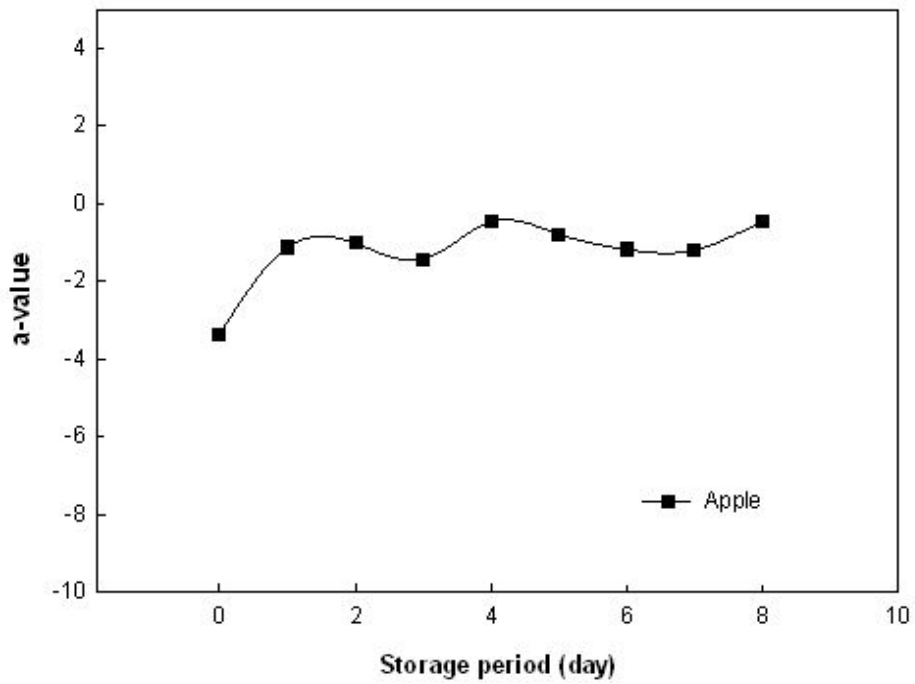


Fig. 3-27. Changes of a value of fresh-cut apple slices during 8 days storage.

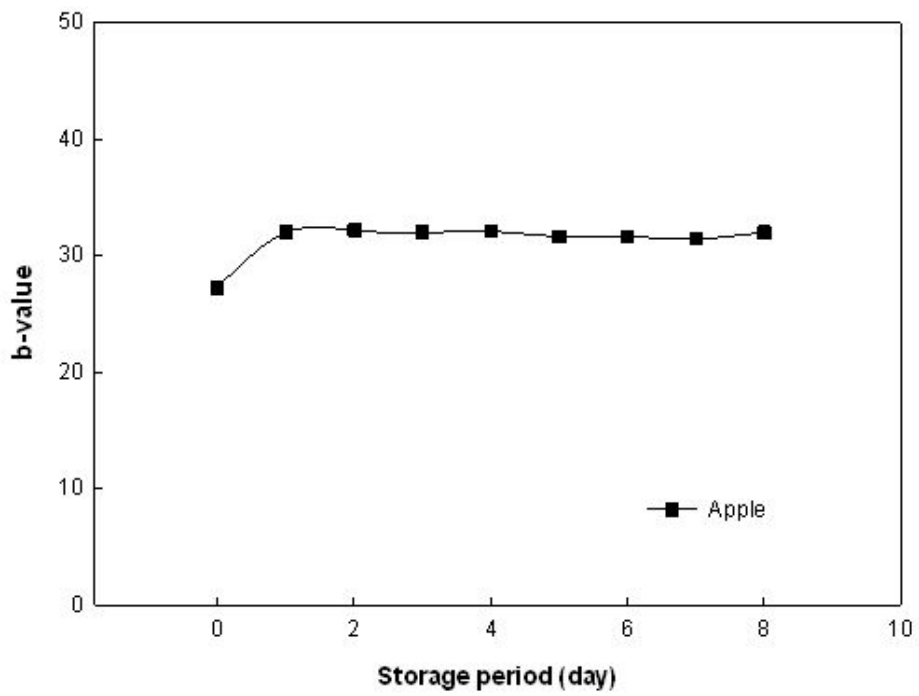


Fig. 3-28. Changes of b value of fresh-cut apple slices during 8 days storage.

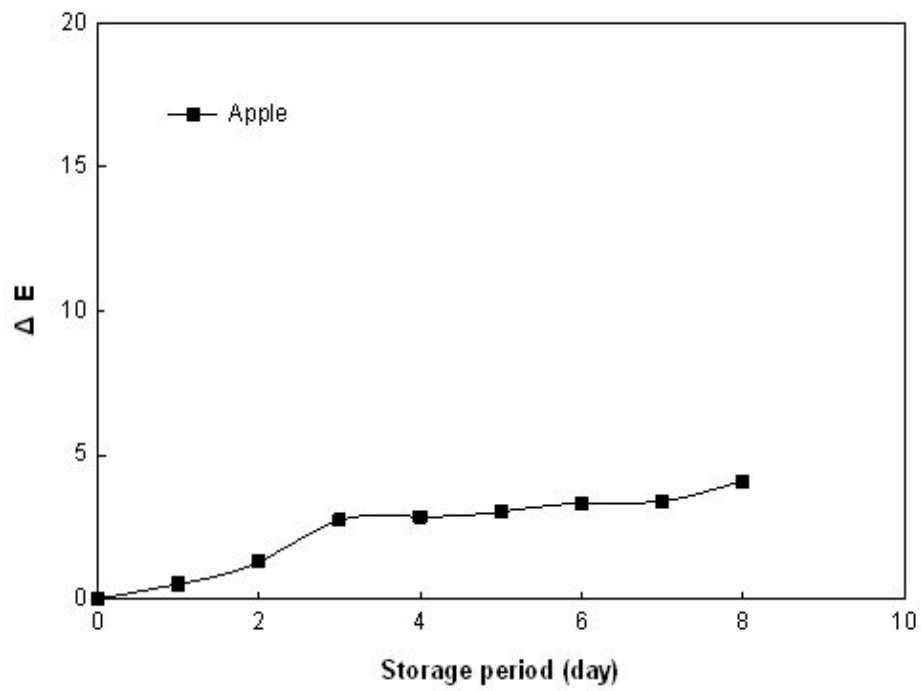


Fig. 3-29. Changes of ΔE value of fresh-cut apple slices during 8 days storage.



Fig. 3-30. Color changes of fresh-cut apple slices during 8 days storage.

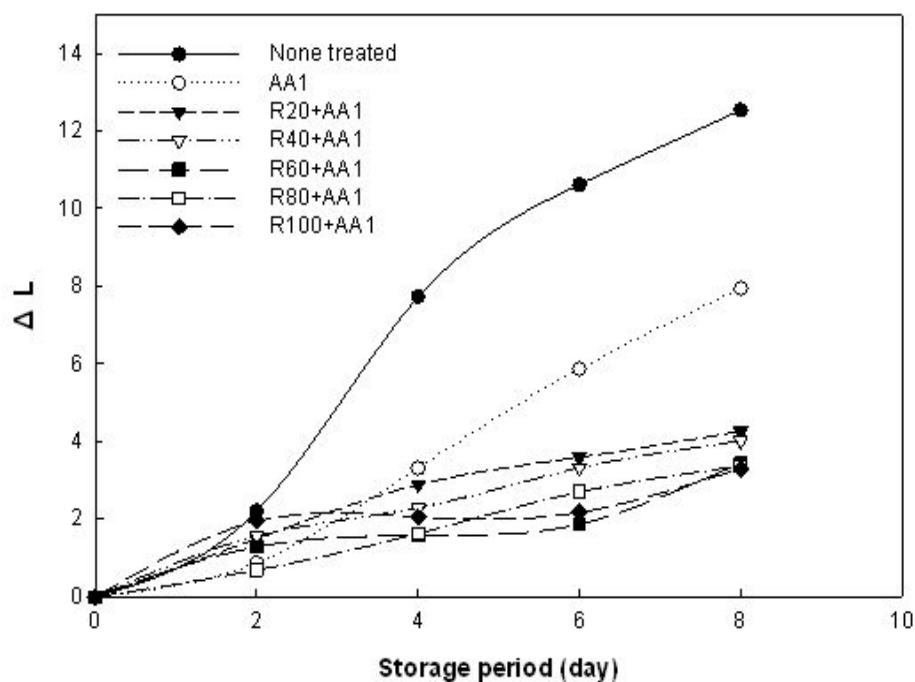


Fig. 3-31. Changes of ΔL value of fresh-cut apple slices using antibrowning agents during 8 days storage.

None treated: Fresh-cut apple slices without dipping treatment

AA1: Fresh-cut apple slices added 1% ascorbic acid

R20+AA1: Fresh-cut apple slices added 1% ascorbic acid and 20% rhubarb juice

R40+AA1: Fresh-cut apple slices added 1% ascorbic acid and 40% rhubarb juice

R60+AA1: Fresh-cut apple slices added 1% ascorbic acid and 60% rhubarb juice

R80+AA1: Fresh-cut apple slices added 1% ascorbic acid and 80% rhubarb juice

R100+AA1: Fresh-cut apple slices added 1% ascorbic acid and 100% rhubarb juice.

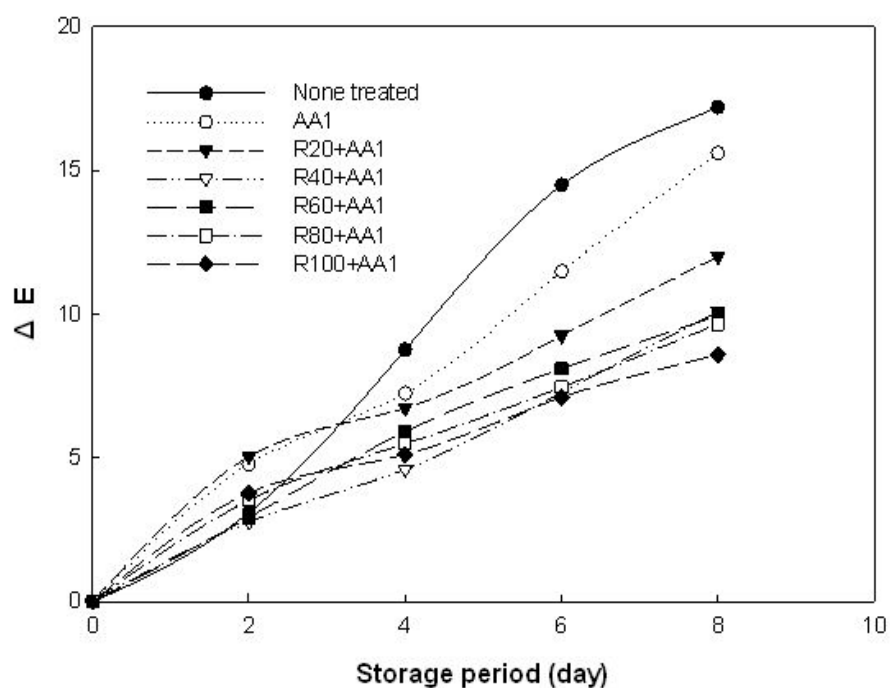


Fig. 3-32. Changes of ΔE value of fresh-cut apple slices added antibrowning agents during 8 days storage.

None treated: Fresh-cut apple slices without dipping treatment

AA1: Fresh-cut apple slices added 1% ascorbic acid

R20+AA1: Fresh-cut apple slices added 1% ascorbic acid and 20% rhubarb juice

R40+AA1: Fresh-cut apple slices added 1% ascorbic acid and 40% rhubarb juice

R60+AA1: Fresh-cut apple slices added 1% ascorbic acid and 60% rhubarb juice

R80+AA1: Fresh-cut apple slices added 1% ascorbic acid and 80% rhubarb juice

R100+AA1: Fresh-cut apple slices added 1% ascorbic acid and 100% rhubarb juice.

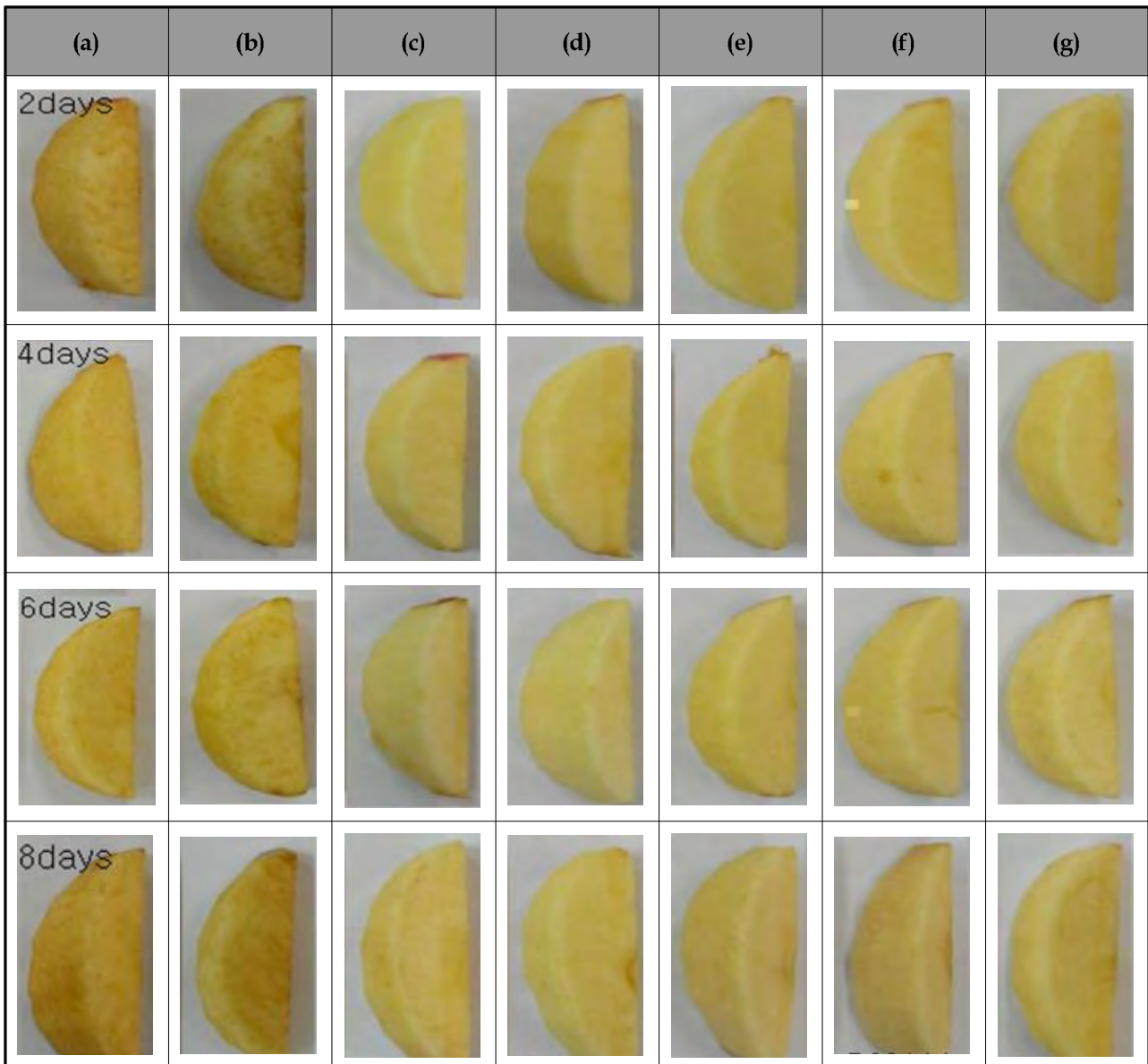


Fig. 3-33, Color changes of fresh-cut apple slices treated with both rhubarb juice(20, 40, 60, 80, 100%) and Ascorbic acid(1%) as a dipping solution.

- (a) Fresh-cut apple slices without dipping treatment
- (b) Fresh-cut apple slices added 1% ascorbic acid
- (c) Fresh-cut apple slices added 1% ascorbic acid and 20% rhubarb juice
- (d) Fresh-cut apple slices added 1% ascorbic acid and 40% rhubarb juice
- (e) Fresh-cut apple slices added 1% ascorbic acid and 60% rhubarb juice
- (f) Fresh-cut apple slices added 1% ascorbic acid and 80% rhubarb juice
- (g) Fresh-cut apple slices added 1% ascorbic acid and 100% rhubarb juice.

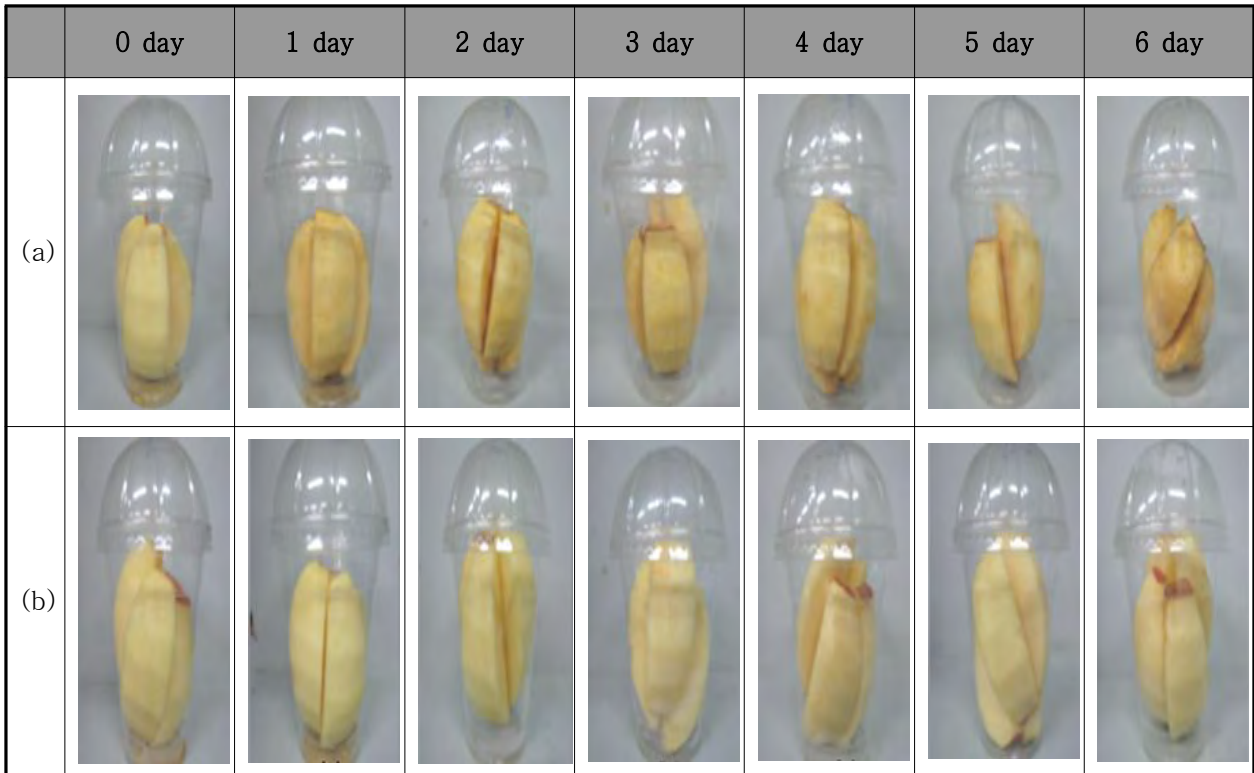


Fig. 3-34. Color change of the fresh-cut apple slices during 6 days storage. (a) Fresh-cut apple slices without dipping treatment, (b) Fresh-cut apple slices added 1% ascorbic acid & 30% rhubarb juice

3) 갈변발생 주요공정 도출

○ 신선편이 양상추 제품은 원료의 특성상 제조시 이물 관리 및 살균에 중점을 두어 관리하는 것이 특징이다. 양상추는 150-200 ppm 농도의 염소를 이용하여 2차례 살균 처리를 했음에도 불구하고 저장 기간 동안 다른 제품보다 미생물의 번식이 가장 크게 나타났다. 진공 포장을 하지 않을 경우에는 저장기간에 따라 차츰 갈변이 진행되었고 이는 절단 공정 및 포장 방법에 기인한다고 생각된다. 양상추 제품의 갈변은 절단 공정과 포장 방법이 주요 요인이라고 판단되고 양상추는 감자 같은 제품과는 달리 비가열 즉석 섭취 식품이기 때문에 미생물학적 안전성의 확보를 위해 체계적이고 주기적인 미생물의 추적이 필요할 것이다. 양상추 역시 절단 칼날의 재원에 따른 저장 실험 및 진공 조성을 달리한 포장 방법의 저장 실험을 수행하여 갈변 및 품질 변화를 최소화할 수 있는 공정 개선이 요구되는 것으로 판단하였다.

○ 신선편이 사과 제품의 경우는 단연 갈변을 방지하는 것에 중점을 두는 제조 공정을 가지고 있었다. 그래서 박피 및 절단 공정 후에 항갈변제를 첨가하는 공정이 있었고 이 첨가제의 유무에 따라 갈변 정도가 확연하게 나타났다. 또한 항갈변제를 첨가하지 않는 제품에서는 생산일로부터 1-2일 사이에 급격히 갈변이 일어나는 것을 알 수 있었다. 그래서 신선편이 절단 사과제

품은 박피 공정, 절단 공정, 항갈변제 첨가 공정, 포장 공정과 더불어 제조 시간 까지 모두 갈변 및 품질변화를 일으킬 수 있는 요인이라고 판단하였다. 그러므로 본 신선편이 사과 제품 제조에서는 갈변을 효과적으로 방지할 물리적인 방법(중온처리) 및 경제적이면서 항갈변 효과가 강력한 천연 항갈변제의 제조가 시급하다고 생각된다. 차후 사과 역시 절단 칼날의 재원에 따른 저장 실험, 갈변 처리 방법에 따른 저장 실험, 중온처리 같은 물리적 갈변 방지 실험 및 포장 방법에 따른 저장 실험을 수행하여 제품의 갈변 및 품질 변화를 최소화할 수 있는 공정 개선이 필요할 것이다.

2. 단위 공정별 처리 기술 개선 연구

가. 연구수행 방법

1) 중량 감소율

감자, 양상추, 사과 모두 초기 중량에 대한 저장 시 측정된 중량의 차이를 Electronic Balance(HS-4100, Hansung, China)로 측정하여 초기 중량에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

$$\text{중량감소율 (\%)} = 100 - \left(\frac{\text{초기중량} - \text{저장 중 중량}}{\text{초기중량}} \right) \times 100$$

2) 갈변도

색차계(JC801S, Color Techno System. Co. Ltd, Japan)를 이용하여 감자, 사과의 표면을 5회 반복 측정하여 Hunter L, a, b값을 구하였다. 또한 평균 L, a, b 값을 이용하여 $\Delta E (\sqrt{(\Delta L)^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2})$ 값을 구하였다. 양상추는 샘플 40 g에 200 mL 증류수를 첨가하여 3 5°C 항온수조에서 2 시간 진탕 후 여과지로 여과한 뒤 Micro Reader(BN 02910, Versa Max, USA)를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하여 갈변정도를 표시하였다.

3) 경도

Texture Analyzer(TA-XT, Stable Micro System, UK)을 이용하여 감자, 사과를 지름 1.5 cm 높이 1cm로 절단 후 사과는 2 mm probe로 감자는 5 mm probe로 puncture test (5회 반복 측정 후 평균값으로 계산)하여 경도를 Newton으로 나타내었다.

4) 가용성 고형분 함량

시료(감자, 양상추, 사과)와 증류수를 1:1로 첨가하여 균질기(HG15, Wisemix, Korea)로 저속으로 균질한 후 여과지를 이용하여 여과하였다. 여과액을 휴대용 굴절당도계(Master M, Atago, Japan)를 이용하여 측정하고, Brix로 나타내었다.

5) 수분 함량

감자, 양상추, 사과의 수분함량은 상압가열건조법을 이용하여 함량을 구한 칭량병에 1~2 g의 시료를 채취한 후 상압건조기에서 될 때 까지 건조하여 수분함량을 나타내었다.

6) PPO(Polyphenol oxidase) 활성

감자는 10 g을 동량의 50 mM Potassium phosphate buffer(pH6.8)를 가하고 균질화하여 ice bath 상에서 여과하고 15,000 rpm에서 20 분 동안 원심분리(Supra22k Hanil, Korea)한 후 상등

액을 조효소 액으로 사용하였다. 조효소 추출액 0.1 mL에 0.2 M catechol 기질 1 mL 과 완충액 1.9 mL 가하여 분광광도계(CARY100 conc, Varian, Australia)를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. PPO의 활성은 1 분과 2 분 사이의 0.001의 흡광도 변화량을 1 unit로 표기하였다.

양상추는 무작위 5 g을 취한 후 이 샘플에 0.5 g의 Polyvinylpolypyrrolidone(PVPP)가 함유된 50 mM 인산완충용액(pH 7.0) 20 mL을 첨가하여 저속으로 균질화한 후 ice bath 상에서 여과하였다. 여과액을 원심분리기(4°C)를 이용하여 12,000 rpm에서 10 분간 원심 분리한 후 상등액을 조효소로 사용하였다. 조효소액 0.1 mL에 10 mM catechol 기질 2.9 mL을 가하여 분광광도계로 420 nm에서 측정하였다. PPO의 활성은 1 분과 2 분 사이의 0.001의 흡광도 변화량을 1 unit로 표기하였다.

사과 5 g에 0.1 M Potassium phosphate buffer(pH5.7) 25 mL을 가하고 1 분간 균질기로 마쇄한 후 여과하여 10분간 17000 rpm에서 원심 분리한 상등액을 조효소로 사용하였다. 사과의 효소활성은 조효소 0.5 mL에 기질 2.5 mL가하여 분광광도계로 400 nm에서 흡광도를 측정 하였다. PPO의 활성은 1 분과 2 분 사이의 0.001의 흡광도 변화량을 1 unit로 표기하였다.

7) PAL(Phenylalanine ammonia lyase) 활성

감자 5 g을 취하고 25 mM borate buffer(pH8.8) 25 ml과 2-mercaptoethanol 5 µL를 첨가하여 균질로 마쇄한 후 여과하였다. 17,000rpm에서 30분 동안 원심분리(4°C)한 후 상등액을 조효소로 사용하였다. 조효소 추출액 1 mL에 0.1 M L-phenylalanine 0.5 mL을 가하여 40°C에서 1 시간 동안 반응시킨 후 분광광도계로 290 nm에서 흡광도 측정하였다. 표준물질은 *trans*-cinnamic acid(Sigma co., USA)를 사용하였다.

양상추를 5 g을 취하고 5 mM 2-mercaptoethanol과 0.4 g의 polyvinylpolypyrrolidone(PVP)이 함유된 50 mM borate buffer(pH 8.8) 15 mL을 첨가하여 저속 균질화한 후 여과하였다. 17,000 rpm, 20 분간 원심분리 한 후 상등액을 조효소로 사용하였다. 조효소액 1 mL에 100 mM L-phenylalanine 0.55 mL을 가하여 40°C에서 60 분간 반응시킨 후 분광 광도계로 290 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질은 *trans*-cinnamic acid(Sigma Co., USA)를 사용하였다.

8) 관능 평가

10명의 패널을 대상으로 표면색, 향, 조직감, 종합적 기호도의 4가지 항목을 5점 척도법(감자, 사과)과 9점 척도법(양상추) (매우 좋음 5점/9점, 좋음 4점/7점, 보통 3점/5점, 나쁨 2점/3점, 매우 나쁨 1점)으로 평가하였다. 유의성 검증은 SPSS WIN 12.0 프로그램을 이용하여 패널과 시료별로 점수의 합계를 계산한 뒤 일원배치 분산분석방법으로 하였다.

나. 연구내용 및 결과

1) 절단 및 박피공정에서의 갈변억제기술 개발

가) 신선편이 감자 제품의 칼날 재질에 따른 갈변 정도 조사

감자는 아산 지역 마트에서 당일 입고된 국내산 농산물을 구입하여 사용하였다. 그리고 감자는 세척 후 각 칼날의 재질별로 탈피하여 가로×세로×두께가 3 cm×3 cm×1 cm가 되도록 절단하였다. 그리고 물에 30초 동안 침지한 후 표면 수분을 제거하여 LDPE(Low Density Polypropylene) 지퍼백으로 포장하고 5℃에서 저장하였다. 신선편이 농산물의 주요 품질지표인 갈변 정도는 절단 후 저장 0, 1, 3, 5, 7, 14 일 동안 색도를 측정하였다(Fig. 3-35, Fig. 3-36).

ΔL 값은 저장 7 일째 황동 > 강철 > 스테인리스 > 알루미늄 > 구리 > 세라믹 순으로 명도의 변화량이 나타났고 ΔE 값은 저장 14 일째 알루미늄 > 황동 > 강철 > 스테인리스 > 강철 > 구리 > 세라믹 순으로 세라믹으로 절단한 감자의 전체적인 색도 변화가 6.97로 가장 낮은 변화 폭을 보였다. Fig. 4-36의 ΔE 값에서 저장 1일 이내에 감자의 색도가 급격히 변화하는 결과를 보여 0, 1, 2, 3, 5, 7, 11, 24 시간대별로 측정해 보기로 하였다. 그 결과 초기 L 값은 세라믹 74.36, 스테인리스 72.78, 알루미늄 73.21, 황동 75.21, 강철 72.13, 구리 74.75에서 저장 24 시간에 69.75, 65.99, 67.27, 68.11, 62.31, 61.62로 세라믹 재질을 이용하여 절단한 감자가 가장 높은 L 값을 유지하였다(Fig. 3-37). 그리고 ΔL 값과 ΔE 값은 저장 5 시간까지 급격한 갈변현상이 진행되었고 저장 7 시간부터 24 시간까지는 완만한 변화를 보여 구리> 강철 > 황동 > 알루미늄 > 스테인리스 > 세라믹 순으로 갈변이 일어나는 것을 확인할 수 있었다.(Fig. 3-38, 3-39). 저장 사진에서는(Fig. 3-40) 저장 초기 감자표면에 수분이 유지되다가 시간이 지날수록 수분이 증발되었으며 색도 변화와 마찬가지로 저장 5 시간째부터 갈변현상이 눈에 띄게 나타났다. 저장 24 시간에는 다른 처리구에 비해 세라믹 재질로 절단한 감자의 갈변 정도가 덜한 것으로 알 수 있었다. 이는 최소가공 공정에서 물리적, 화학적 충격이 강할수록 생리적 변화가 빠르기 때문에 초기 갈변도와 박피 후 시간 경과에 따른 증가폭이 크게 나타난 것으로 생각된다. 그렇기 때문에 이 원인이 화학적으로 칼날의 재질에 따른 갈변 속도 증가인지 물리적으로 칼날의 sharpness에 따른 감자의 갈변 속도 증가인지는 차후 실험이 행해져야 할 것이다.

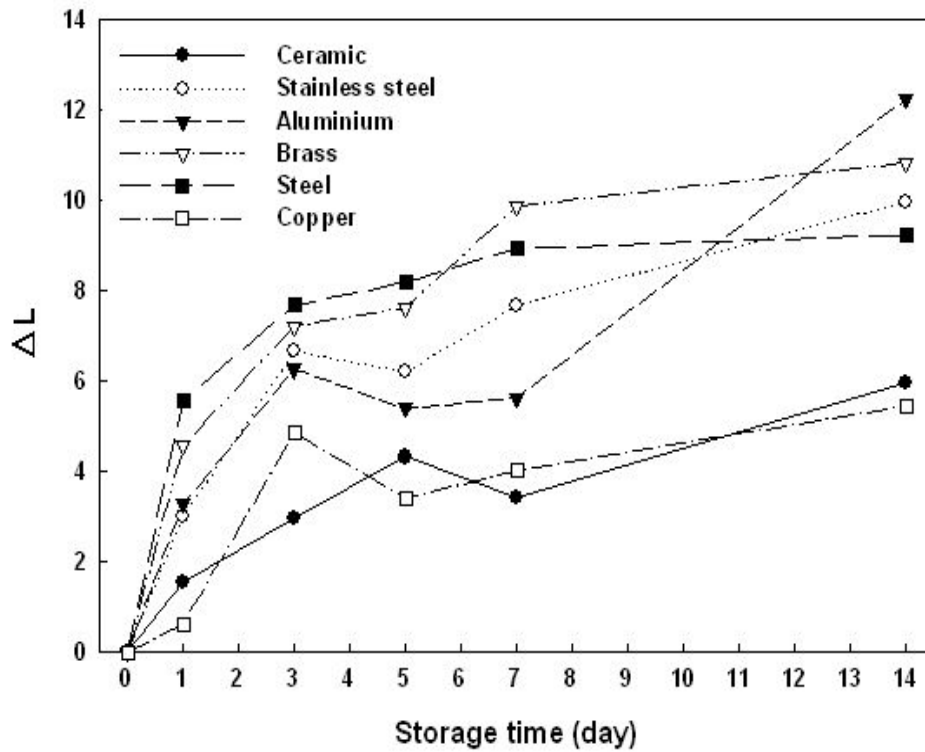


Fig. 3-35. Changes of ΔL value of fresh-cut potato according to various materials of cutting-edge during storage at 5°C.

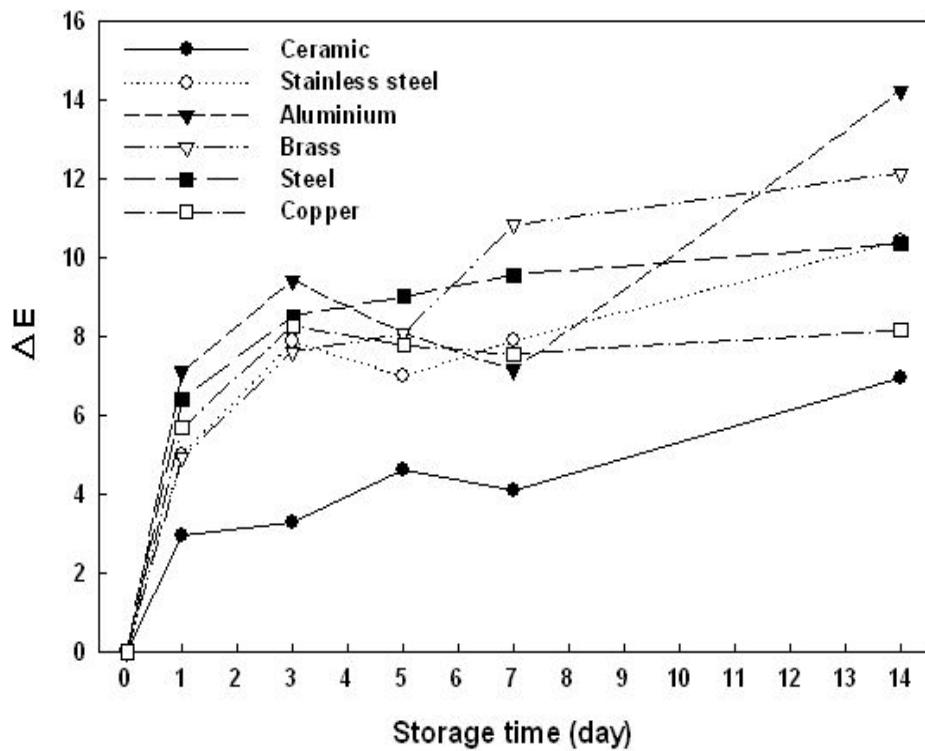


Fig. 3-36. Changes of ΔE value of fresh-cut potato according to various materials of cutting-edge during storage at 5°C.

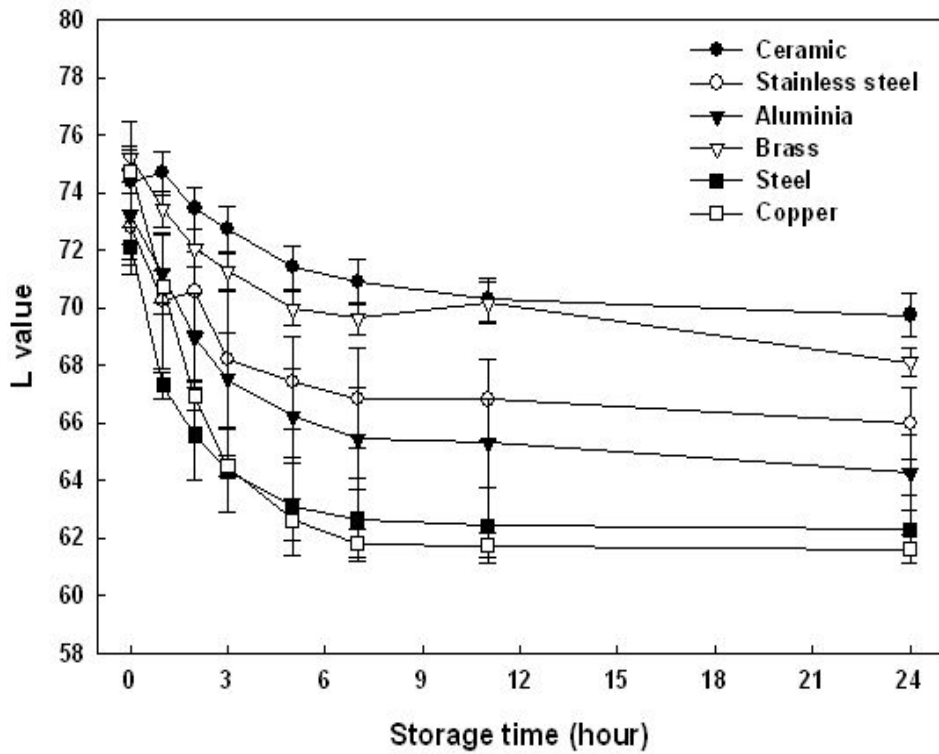


Fig. 3-37. Changes of L value of fresh-cut potato according to various material of cutting-edge during storage at RT(Room temperature).

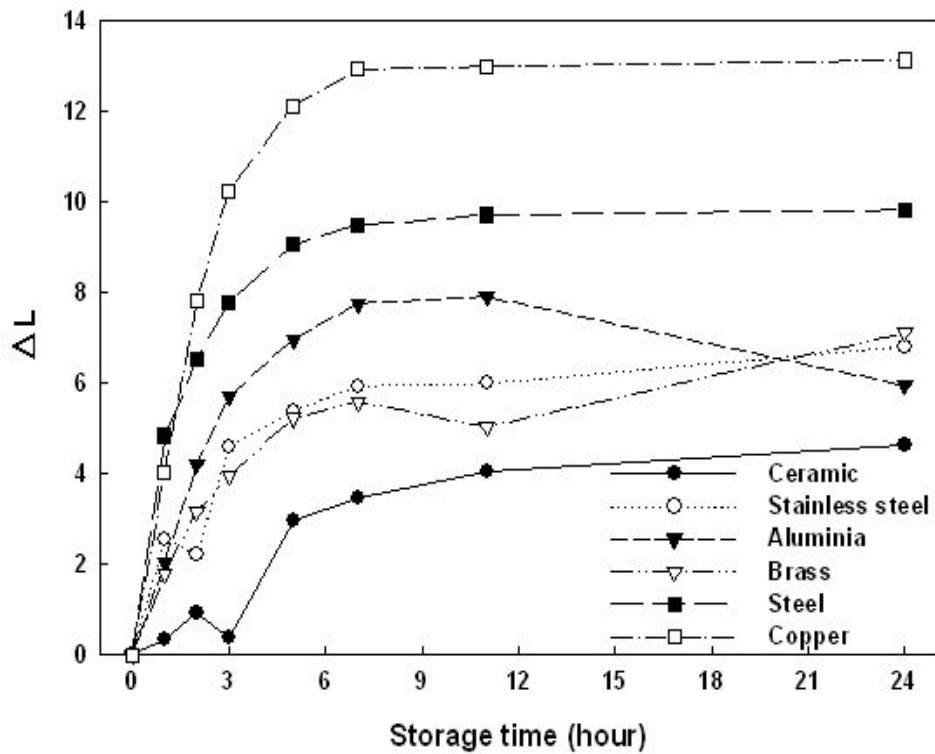


Fig. 3-38. Changes of ΔL value of fresh-cut potato according to various material of cutting-edge during storage at RT.

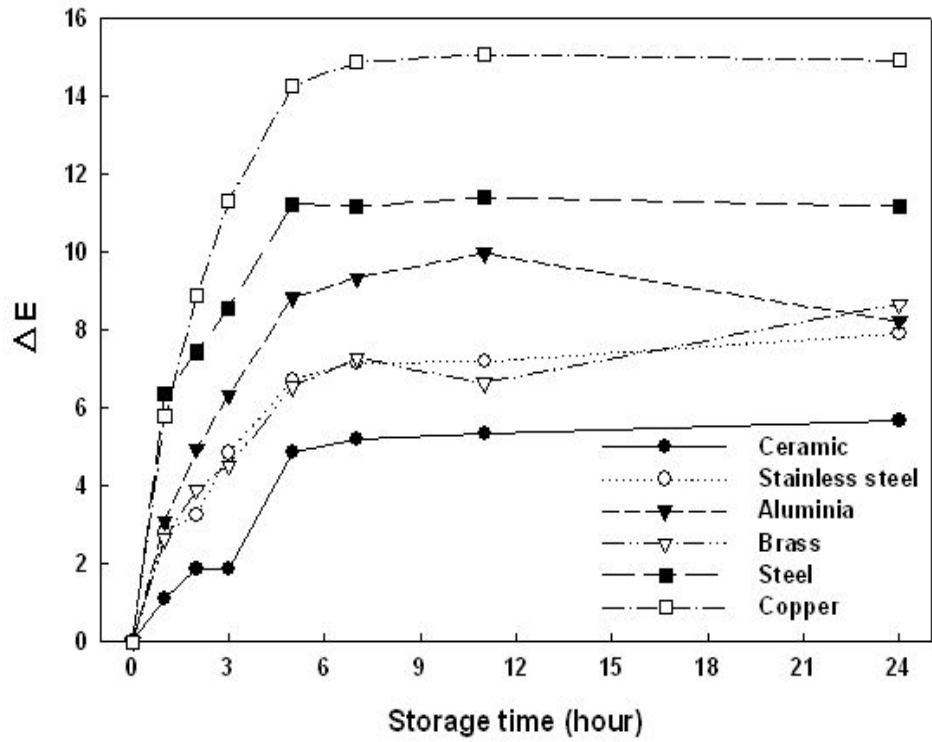


Fig. 3-39. Changes of ΔE value of fresh-cut potato according to various material of cutting-edge during storage at RT.

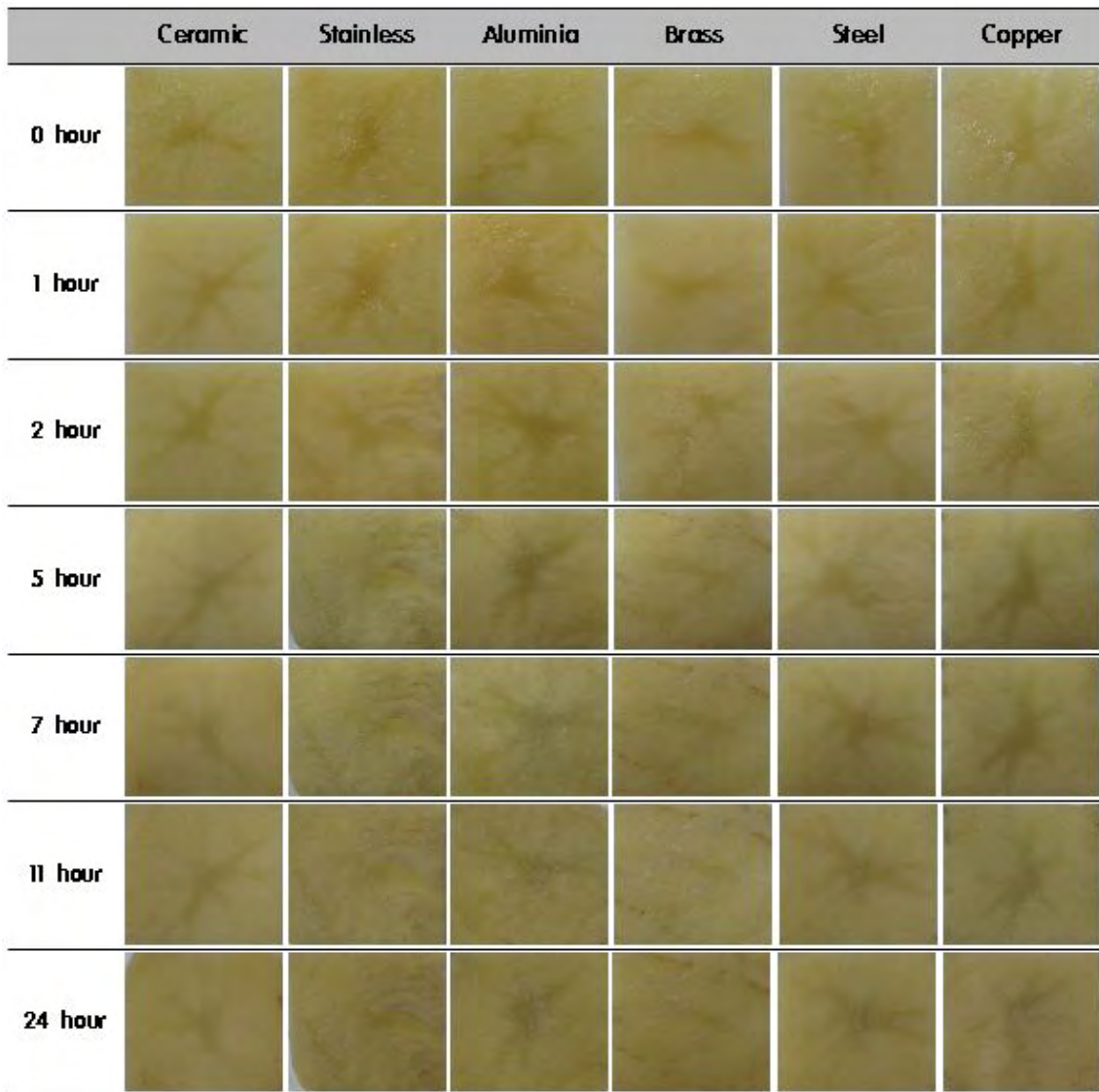


Fig. 3-40. Color changes of fresh-cut potato according to various materials of cutting-edge during storage at RT.

나) 신선편이 양상추 제품의 칼날 재질에 따른 갈변 정도 조사

양상추는 아산 지역의 마트에서 국내산 농산물을 구입하여 실험에 사용하였다. 양상추는 겉 잎 3장과 속심 등 비가식 부위를 제거한 후 5 x 5 cm로 절단 후 100 g씩 LDPE 지퍼백에 100 g씩 포장하여 5℃에 저장하였다. 세라믹, 스테인리스, 알루미늄, 황동, 구리, 강철 칼을 이용하여 절단한 신선편이 양상추는 7일 동안 냉장 저장하면서 갈색도를 측정하였다. 저장 7일째에 세라믹 < 스테인리스 < 알루미늄 < 황동 < 구리 < 강철의 갈색도가 각각 0.0151, 0.0252, 0.0213, 0.024, 0.0375, 0.1396으로 측정 되었다(Fig. 3-41). 또한 Fig. 3-42의 저장 사진에서도 강철재질의 칼이 양상추의 갈변을 촉진시켰고 세라믹 재질의 칼을 이용한 양상추가 갈변의 진행이 늦는다는 것을 알 수 있었다. 이는 polyphenoloxidase와 tyrosinase는 Cu²⁺를 가진 금속 효

소로 철, 구리에 의해 효소활성이 촉진되는 것으로 알려져 있다. 그래서 Fe^{3+} , Cu^{2+} , Mg^{2+} 이온들은 tyrosinase에 의한 효소활성을 증가 시킬 수도 있으나 본 실험의 재질별 칼들의 sharpness가 다르기 때문에 차 후 재질별로 sharpness가 동일한 칼날을 이용한 실험을 더 수행하여 판단해야할 것으로 생각된다.

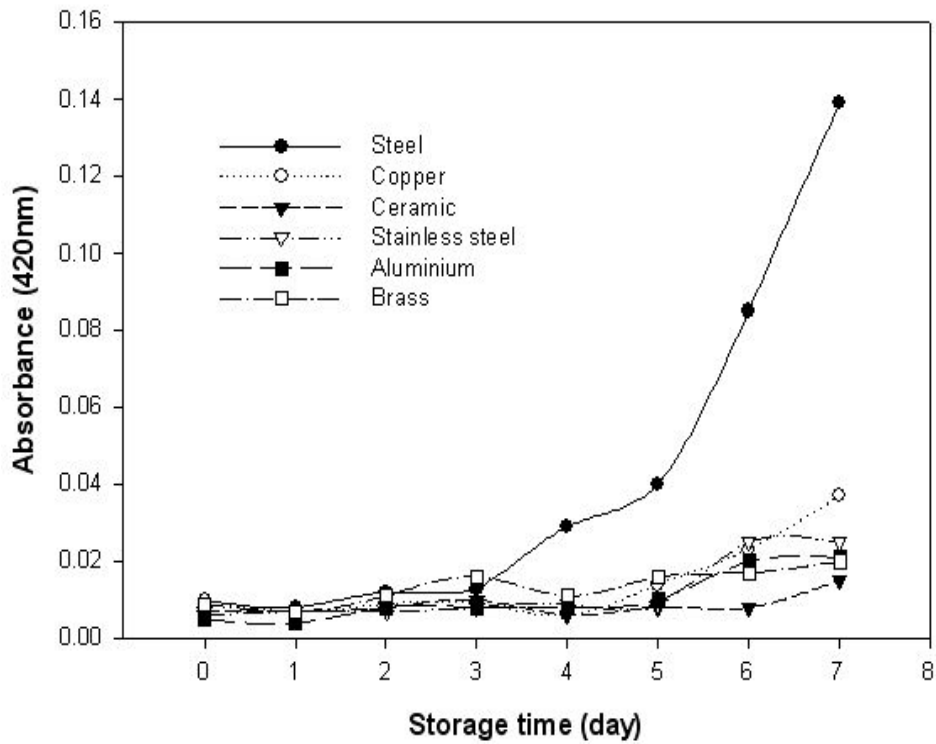


Fig. 3-41. Changes of browning index of fresh-cut lettuces according to various material of cutting-edge during storage at 5°C.

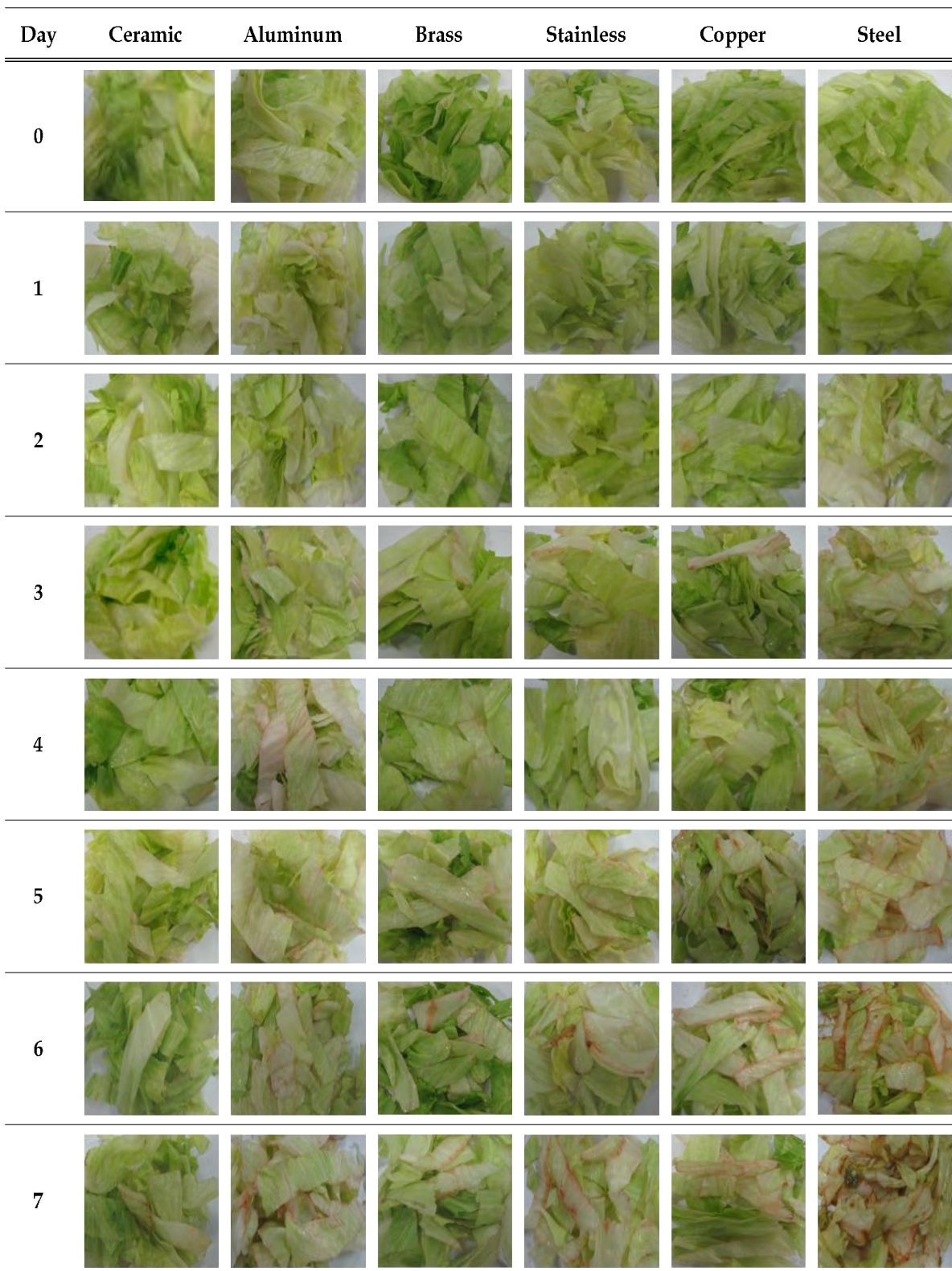


Fig. 3-42. Color changes of fresh-cut lettuces according to various materials of cutting-edge during storage at 5°C.

다) 신선편이 사과제품의 칼날 재질에 따른 갈변 정도 조사

사과는 예산 지역 농협에서 국내산 농산물을 구입하여 사용하였다. 6종의 칼날 재질별(강철, 구리, 세라믹, 스테인리스, 알루미늄, 황동)로 사과를 절단한 후 LDPE 지퍼백에 포장한 후 5℃에서 냉장 보관하였다. 칼날 재질별로 사과를 절단 한 후 12 일 동안 저장하면서 색차계를 이용하여 색도를 측정하였다. 그 결과 1일째 L 값에서는 강철, 구리, 스테인리스, 알루미늄, 황동으로 절단한 경우 79.04, 78.06, 75.85, 75.64, 76.53의 값을 보였으며 세라믹으로 절단한 경우에는 79.52로 가장 높은 값을 보였다.

ΔL 값에서도 강철, 구리, 스테인리스, 알루미늄, 황동으로 절단한 것은 7.29, 7.84, 6.16, 8.77, 8.55의 변화를 보였고 세라믹으로 절단한 것이 4.34으로 가장 낮은 변화폭을 보였다(Fig. 3-43, 3-44). 그리고 전체적인 사과의 색도 변화를 나타내는 ΔE 값에서도 세라믹 < 강철 < 구리 < 스테인리스 < 알루미늄 < 황동으로 절단한 것은 5.27, 8.16, 9.79, 7.10, 10.85, 10.29의 변화를 보였으며(Fig. 3-45), Fig. 3-46의 저장 사진에서도 세라믹 재질의 칼을 이용하여 절단한 사과가 저장 내내 밝은 것을 확인할 수 있었다. 그러나 신선편이 사과 제품 역시 차후 칼날의 sharpness에 따른 갈변 정도를 확인해 볼 필요성이 있다고 생각된다.

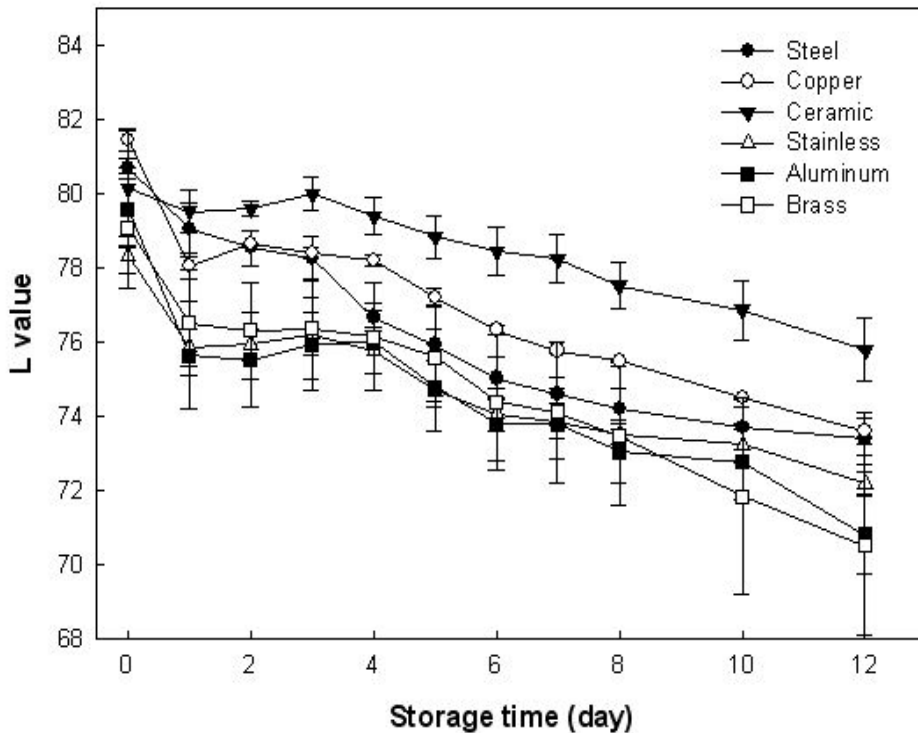


Fig. 3-43. Changes of L value of fresh-cut apples according to various materials of cutting during storage at 5°C.

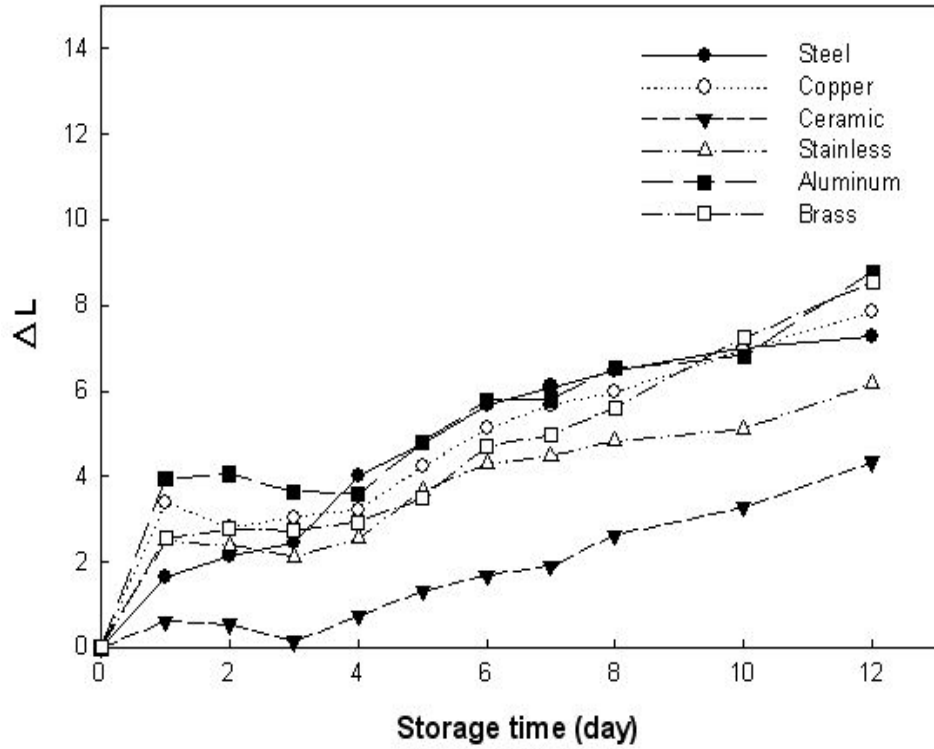


Fig. 3-44. Changes of ΔL value of fresh-cut apples according to various materials of cutting during storage at 5°C.

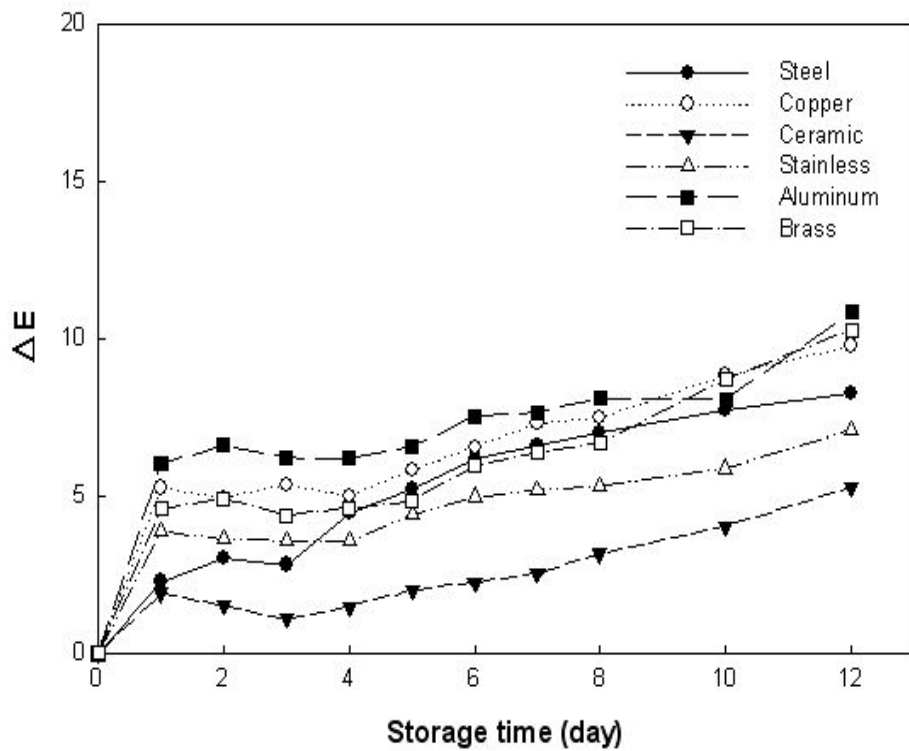


Fig. 3-45. Changes of ΔE value of fresh-cut apples according to various materials of cutting during storage at 5°C.

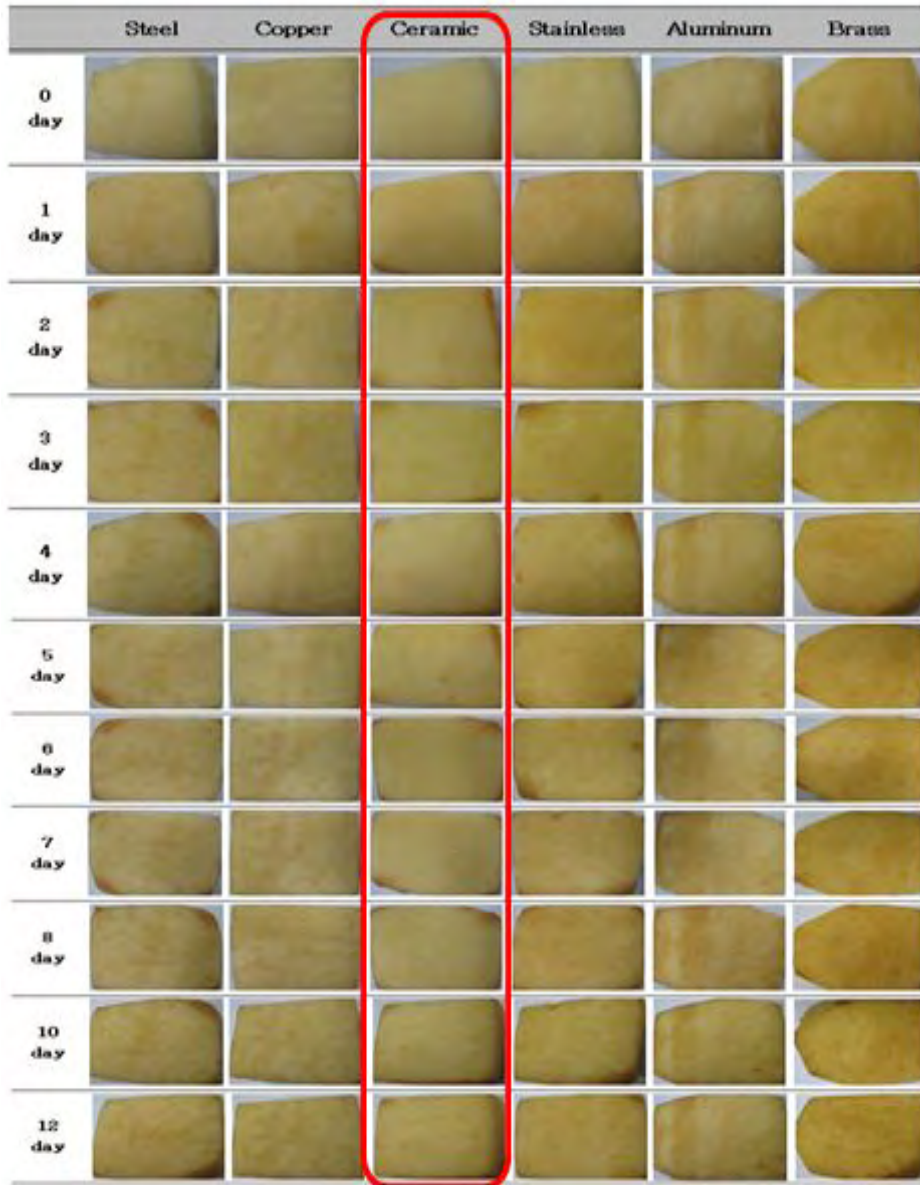


Fig. 3-46. Color changes of fresh-cut apples according to various materials of cutting-edge during storage at 5°C.

라) 칼날 재원에 따른 갈변억제효과 대비 경제성 검토

모든 품목별(감자, 양상추, 사과) 갈변 억제 효과가 탁월한 칼날의 재원은 세라믹으로 선정되었다. 세라믹 재원을 사용하여 신선편이 제품을 제조하였을 때 기존 품질유지기한인 5일 대비 적게는 7일 이상 길게는 14일 이상까지 제품의 품질을 유지하는 것을 알 수 있었다. 단면으로만 보았을 경우 세라믹을 이용하여 박피 및 절단 한다면 농산물 폐기율 면에서 40~ 180% 정도의 경제성 효과가 있을 것으로 생각된다. 그러나 세라믹의 단가는 6,000원 이상/cm(칼날)으로 일반적인 스테인리스 단가에 비해 10~20 배 이상으로 지속적으로 칼날을 갈아 사용할 수 있는 스테인리스 재질에 비해 반영구적으로 칼날을 갈아 사용할 수 없음을 감안한다면 결코

경제성이 효과적이라고는 할 수 없다고 생각된다. 이러한 경제성은 칼날 재원으로 계산하기 보다는 차후 물리 화학적 병용처리와 같이 hurdle technology 시스템을 정립한 후 최종적으로 공정에 사용되는 재원 대비 제품의 폐기율 등으로 재검토해야할 것으로 판단된다.

2) 이송 중 산소접촉억제 기술연구

가) 신선편이 감자 제품의 산소접촉시간에 따른 갈변 정도 조사

감자는 아산 지역 마트에서 구입하여 사용하였다. 실험실 스케일에서 감자와 산소와의 접촉을 최소화하기 위하여 박피 및 절단 과정을 물속에서 진행하였고 대조구로 공기에 노출시켜 박피 및 절단하여 물에 30초 침지하였다. 수분을 제거한 후 LDPE 지퍼백에 포장하여 상온 보관하며 0, 1, 3, 5, 7일 동안 색도, PPO활성을 측정하였다.

색도는 대조구보다 산소와의 접촉을 최소화시킨 처리구의 L 값은 물속 처리구가 다소 높았으나 저장 7 일에 대조구가 69.05, 산소접촉 억제 처리구가 69.79로 차이가 미미한 것으로 나타났다(Fig. 3-47), ΔL 값은 대조구가 2.64, 산소접촉 억제 처리구가 1.76으로 대조구의 값이 높았으나 0.88 정도의 차이만 있었다(Fig. 3-48). 또한 ΔE 값도 저장 기간 내내 두 처리구가 모두 비슷한 정도의 변화만을 나타냈다(Fig. 3-49). 과일, 채소의 갈변 반응은 일반적으로 효소적 갈변에 의해 일어난다. 이러한 효소에 의해서 일어나는 갈변반응은 주로 PPO에 의한 것으로 감자의 표피 근처에 다량 보유하고 있는 polyphenol이 PPO의 기질로 작용하여 최소가공 시 절단면이나 박피 면을 중심으로 갈변현상이 발생한다. 따라서 효소적 갈변과 관계가 있는 감자를 산소접촉을 억제하며 PPO 활성 변화를 관찰하였다(Fig. 3-50). 그 결과 상온에서 산소와 접촉하며 박피 및 절단한 대조구는 저장 초기 116 unit에서 저장 5 일째 172 unit으로 효소활성이 증가하다가 저장 7일째에 99 unit으로 PPO 활성이 감소하여 저장 초기보다 낮은 활성을 나타내었다. 이는 지속적으로 산소와 접촉하면서 PPO의 활성이 증가되어 갈변이 일어나다가 저장 5일 이후로는 기질 및 효소의 감소로 활성이 감소하는 것으로 생각된다. 그리고 산소 접촉을 억제한 처리구에서는 저장기간 동안 PPO의 활성이 증가와 감소를 반복적으로 나타내었는데 물속에서 조작하는 과정 중 대조구보다 세포벽 파괴가 촉진되어 초기 PPO 활성이 높게 나타난 것으로 생각된다. 그리고 저장 3일부터는 124 unit으로 대조구와 비슷한 경향으로 활성을 나타내었다. Fig. 3-51의 저장 사진으로 보아 대조구와 산소접촉억제 처리구는 육안으로는 뚜렷한 차이를 볼 수 없었으며 위 모든 결과를 볼 때 두 처리구 간의 유의적인 차이는 없다고 사료된다.

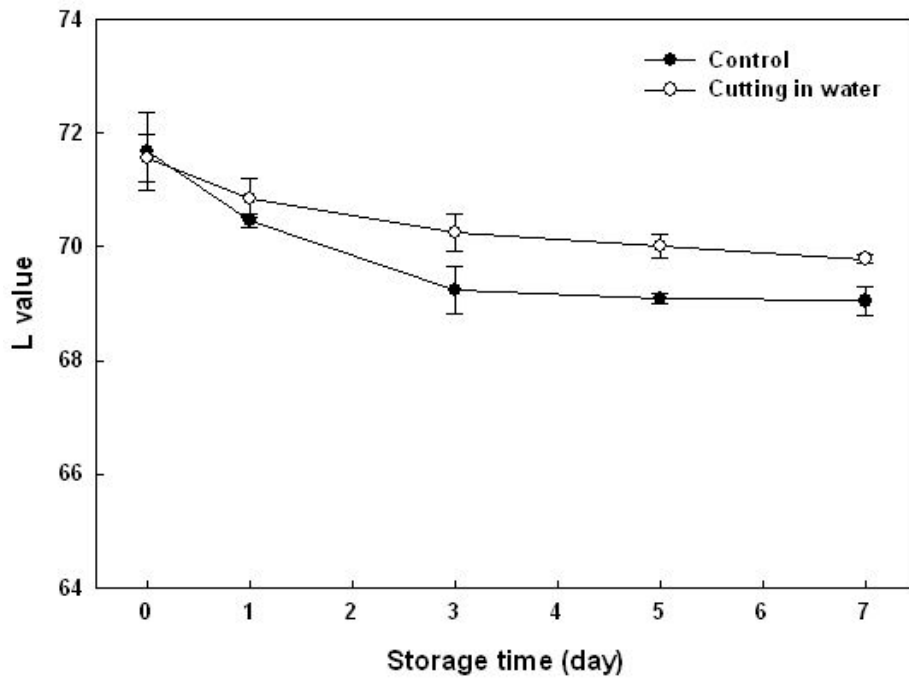


Fig. 3-47. Changes of L value of fresh-cut potato according to the contact with oxygen during storage at RT.

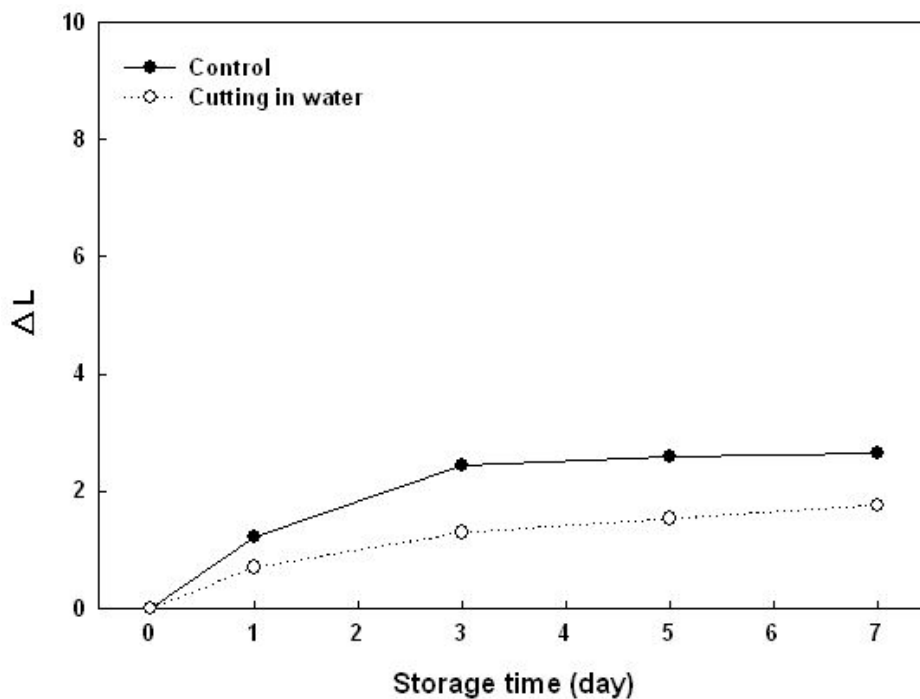


Fig. 3-48. Changes of ΔL value of fresh-cut potato according to the contact with oxygen during storage at RT.

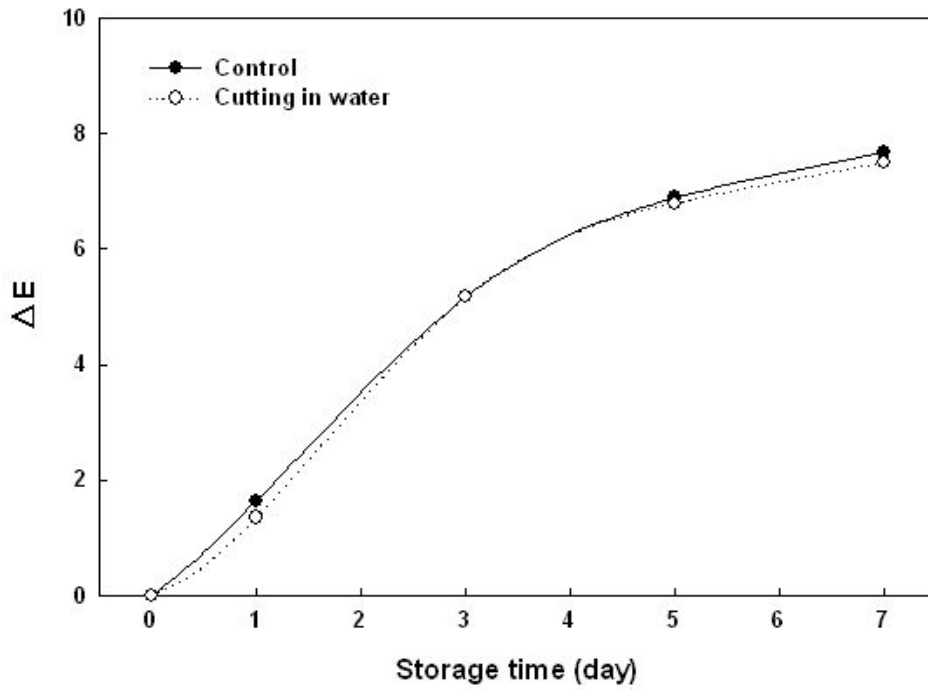


Fig. 3-49. Changes of ΔE value of fresh-cut potato according to the contact with oxygen during storage at RT.

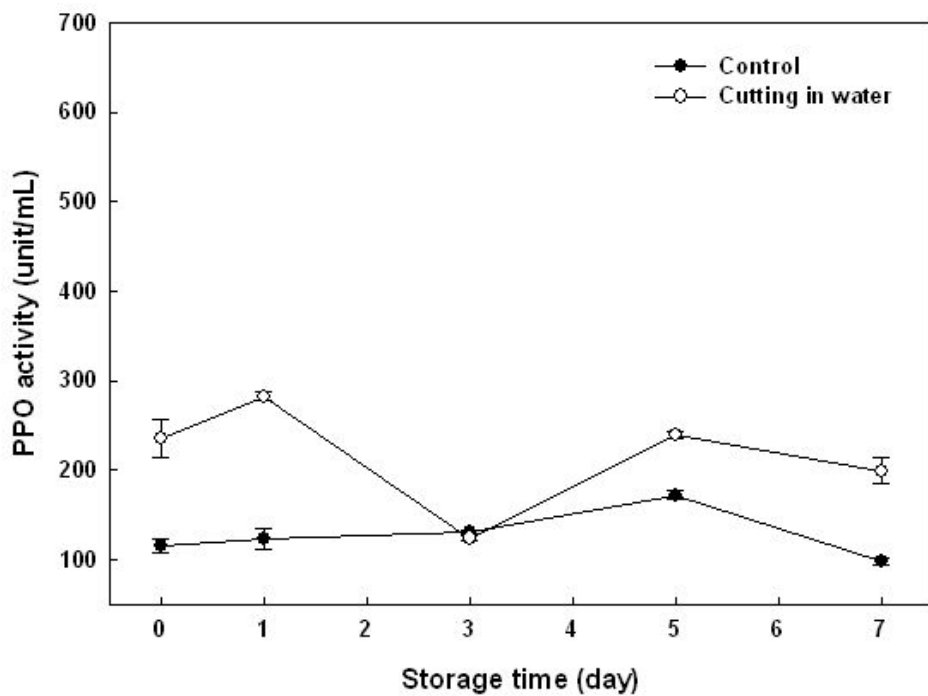


Fig. 3-50. Changes of polyphenol oxidase(PPO) activity of fresh-cut potato according to the contact with oxygen during storage at RT.



Fig. 3-51. Color changes of fresh-cut potato according to the contact with oxygen during storage at RT.

나) 신선편이 양상추 제품의 산소접촉시간에 따른 갈변 정도 조사

양상추는 아산 지역 마트에서 구입하여 사용하였다. 산소접촉에 따른 신선편이 양상추의 품질변화를 알아보기 위하여 대조구는 박피 및 절단 후 바로 LDPE 지퍼백에 소포장 하였고, 산소접촉 억제 처리구는 박피와 절단을 물속에서 시행한 후 탈수하여 포장하였고, 산소접촉 시간에 따른 변화를 보기 위해 나머지 처리구는 절단 후 3분 동안 산소에 노출시킨 후 포장하였다. 그리고 상온에서 4일간 저장하면서 갈색도와 PPO활성을 측정하였다. 우선 갈색도를 측정한 결과 모든 처리구에서 저장기간이 지남에 따라 흡광도 값이 증가 하였고 대조구는 저장 2 일부터 급격히 증가하였다. 그리고 3분 동안 산소에 노출시킨 처리구는 갈색도에서는 많은 변화를 보이지 않았지만 대조구에 비해서 높은 값을 유지 하였다. 또한 산소접촉 억제 처리구는 가장 낮은 갈색도를 보일 것으로 예상했었지만 가장 높은 갈색도를 보였다(Fig. 3-52). 이는 물속에서 절단을 하는 동안 많은 양의 수분을 양상추가 함유하게 되어 세포액 유출이 쉬워졌고 이 때문에 빠른 부패가 일어났을 것으로 예상된다. 이는 Fig. 3-54의 저장사진에서도 확인할 수 있었다. 각기 다르게 처리한 양상추의 PPO 활성을 조사한 결과(Fig. 3-53)에서도 갈색도와 마찬가지로 산소접촉을 억제하기 위해 물속에서 절단한 양상추가 저장 기간에 따라 가장 높은

활성을 나타냈다. 저장 0일에는 3분 동안 산소에 방치한 처리구에서 가장 높은 활성이 측정되었지만 시간이 지남에 따라 물속에서 절단한 처리구의 활성이 빠르게 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 위 결과로 보아 양상추는 산소 접촉을 억제하기 위하여 물속에서 절단하는 것은 조직의 연화와 부패를 촉진시킬 수 있기 때문에 현재로서는 절단 후 산소 접촉 시간을 3분 이내로 설정하는 것이 적합하다고 생각된다.

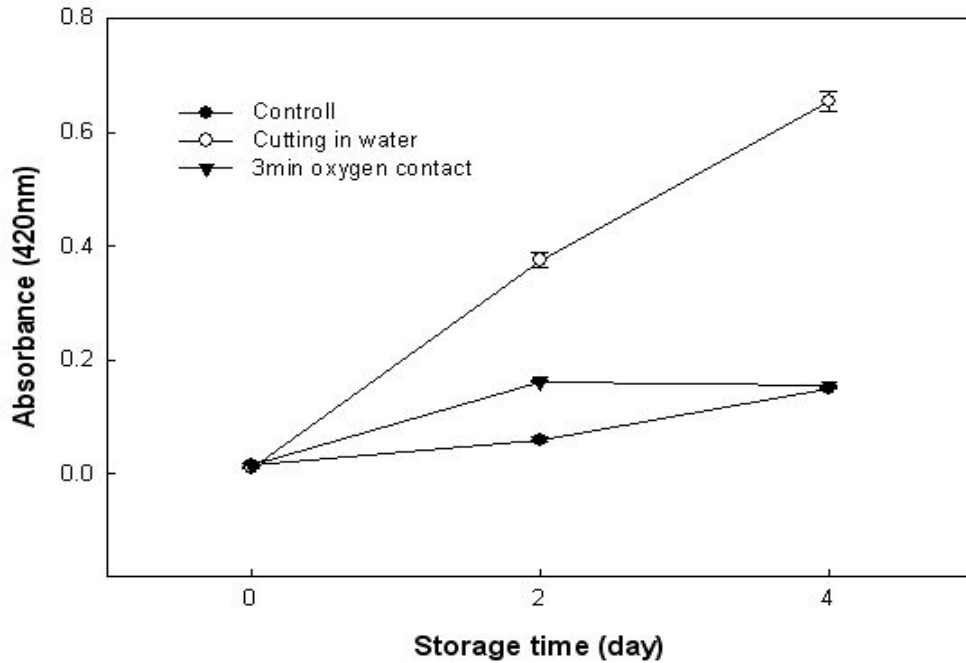


Fig. 3-52. Changes of browning index of fresh-cut lettuces during storage at RT.

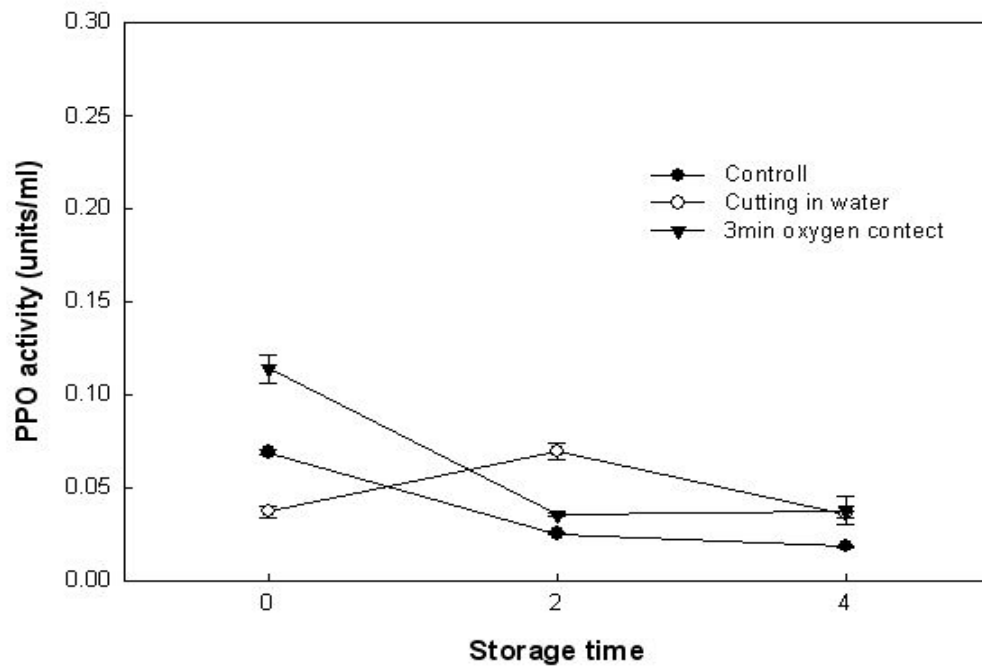


Fig. 3-53. Changes of polyphenol oxidase(PPO) activity of fresh-cut lettuces during to storage at RT.

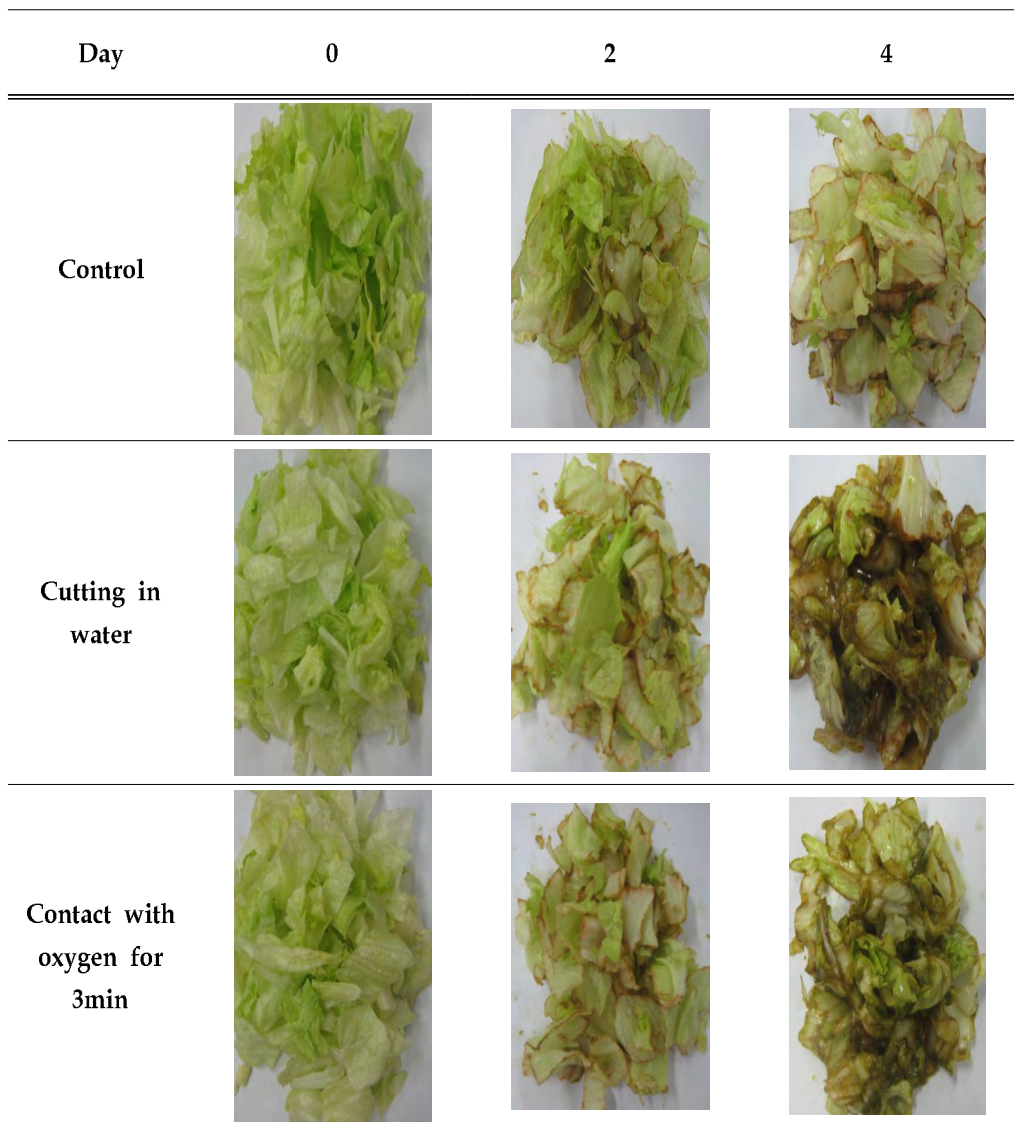


Fig. 3-54. Color changes of fresh-cut lettuces during storage at RT.

다) 신선편이 사과 제품의 산소접촉시간에 따른 갈변 정도 조사

사과는 예산 지역 농협에서 구입하여 사용하였다. 이송 중 산소접촉을 억제하기 위해 박피 및 절단 과정을 물속에서 진행하였고 대조구는 공기 중에 동일하게 수행하여 LDPE 지퍼백에 포장하여 4일간 상온 보관하면서 색도와 PPO 활성을 측정하였다. 색도 측정 결과 저장 초기 L 값이 산소접촉 억제 처리구는 83.31, 대조구는 83.6로 차이가 없었으나 저장 4 일에는 산소접촉 억제 처리구는 80.39 로 대조구 78.16 보다 2 정도 높은 값을 보였다(Fig. 3-55). 또한 ΔL 값과 ΔE 값이 2.91, 3.56 으로 대조구보다 1/2 배 정도로 산소접촉 억제를 최소화하기 위해 물속에서 진행시킨 처리구의 갈변 억제 효과가 뛰어났다(Fig. 3-56, 3-57). 그리고 저장 사진 Fig. 3-59에서도 대조구에 비해 산소접촉 억제 처리구가 밝은 색을 나타내고 있었다. 그리고 PPO 활성 측정 결과, 산소 접촉을 억제시킨 처리구는 완만하게 서서히 PPO의 활성이 증가되

어가고 있었다. 그러나 대조구에서는 1 일까지 증가하다가 다시 2 일째 감소하다 다시 증가하는 경향을 나타내었는데 이는 Asemota *et al.*(1992)에 의하면 저장 1 일째까지 증가하는 것은 절단에 의한 스트레스 반응에 의한 것이라고 하였고, 저장 2 일 이후의 감소는 내재 대사 활성의 감소에 따른 휴면 상태 때문이라고 하였다(Fig. 3-58). 이러한 PPO 활성의 증가는 저장 시 박피 및 절단 등에 의한 조직의 스트레스와 조직의 파괴로 인한 것으로 생각된다. 위의 결과를 미루어 보아 사과는 물속에서 산소 접촉을 억제하는 방법으로도 갈변을 억제할 수 있다고 판단된다.

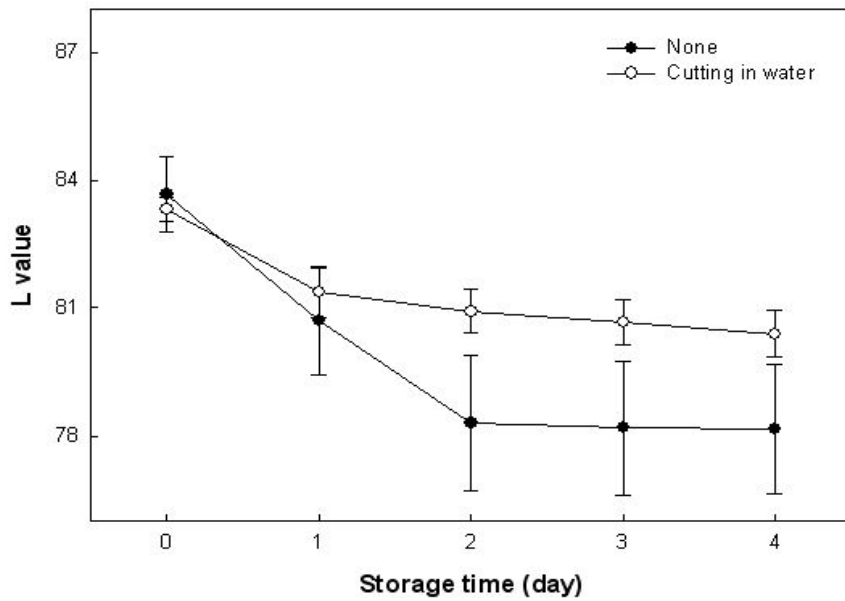


Fig. 3-55. Changes of L value of fresh-cut apples according to the contact with oxygen during storage at RT.

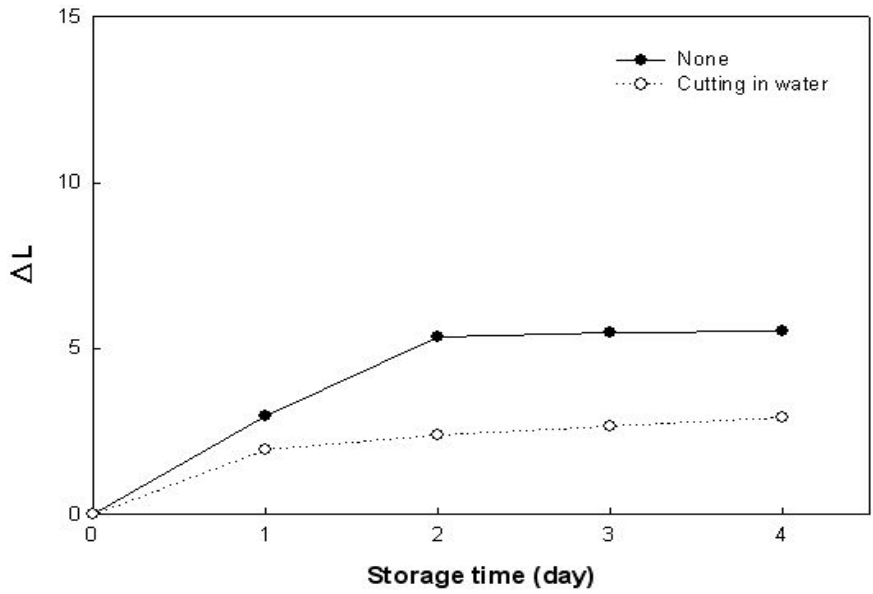


Fig. 3-56. Changes of ΔL value of fresh-cut apples according to the contact with oxygen during storage at RT.

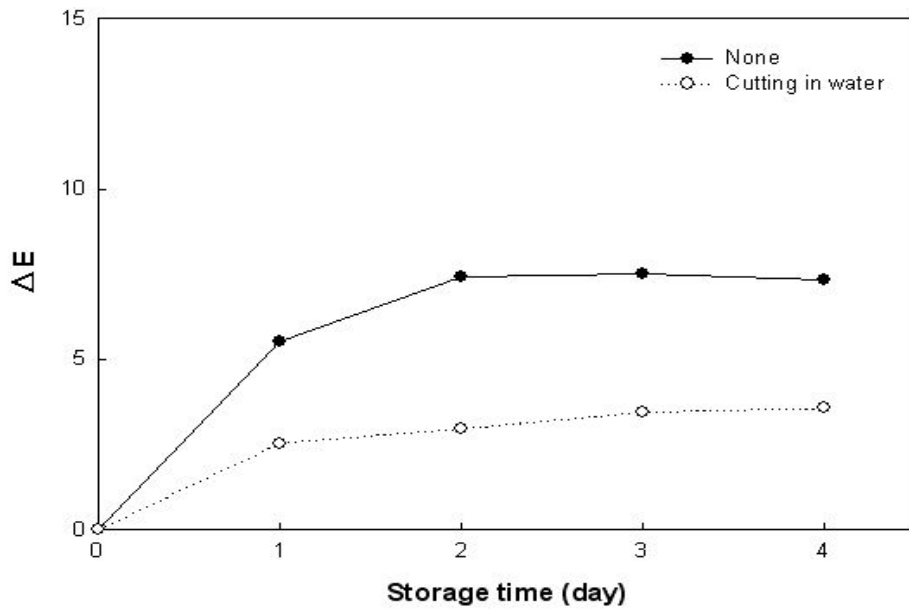


Fig. 3-57. Changes of ΔE value of fresh-cut apples according to the contact with oxygen during storage at RT.

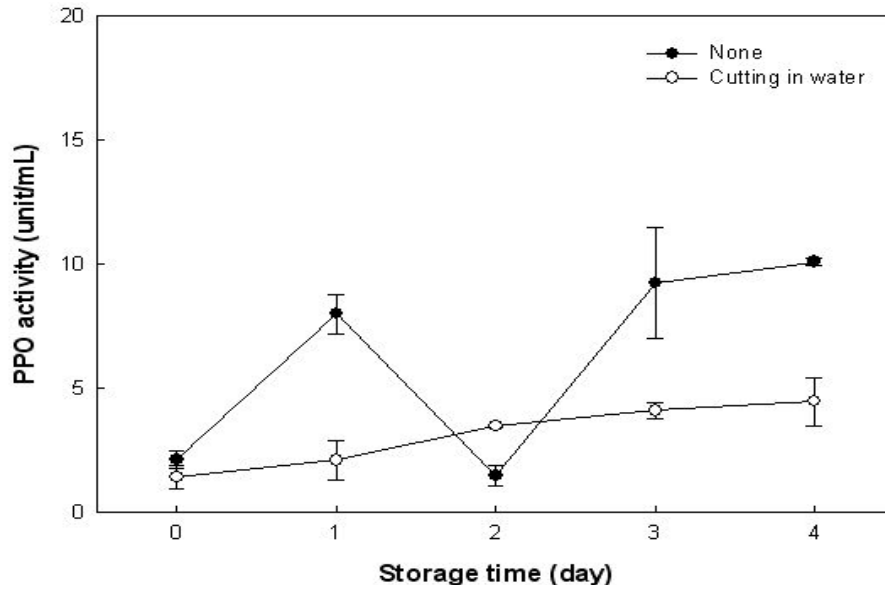


Fig. 3-58. Changes of PPO activity of fresh-cut apples according to the contact with oxygen during storage at RT.

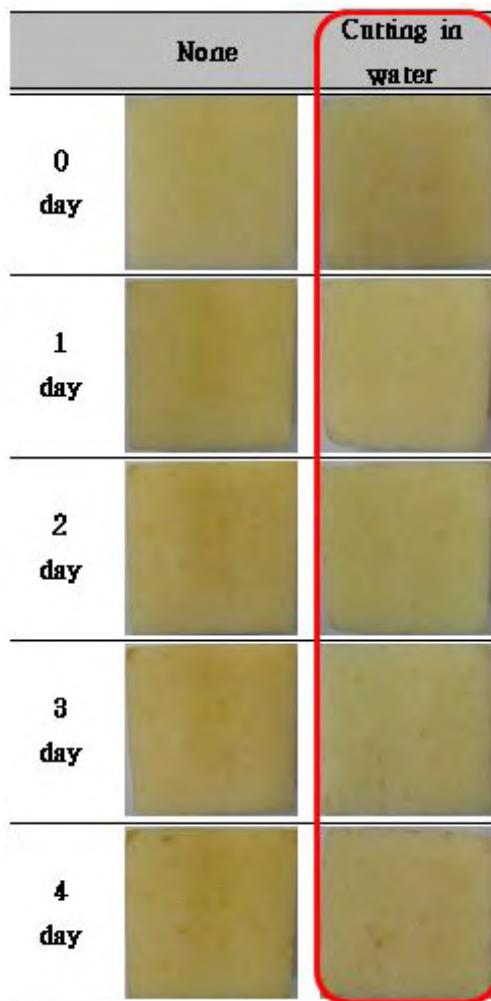


Fig. 3-59. Changes of fresh-cut apples according to the contact with oxygen during storage at RT.

3) 품질증진을 위한 열처리 조건 확립

가) 신선편이 감자 제품의 열처리 조건 확립

감자 세척 후 박피하여 가로×세로×두께가 3cm×3cm×1cm가 되도록 절단한 후 고온 장시간(50℃, 60℃, 70℃에서 3 분, 5 분, 10 분) 침지하였고 중온 단시간(50℃, 55℃, 60℃에서 30 초, 60초, 180초) 침지 후 물기를 제거 후 LDPE 지퍼백에 담아 5℃에서 저장실험(색도, PPO 활성, PAL 활성, 경도, 중량감소율, 가용성 고형분 함량, 수분함량, 관능평가)을 하였다. 대조구는 5℃에서 30초 침지하여 실험에 사용하였다.

i) 고온 장시간 열처리 조건(50℃, 60℃, 70℃에서 3 분, 5 분, 10 분)

온도별(50℃, 60℃, 70℃)로 장시간(3분, 5분, 10분) 열처리하여 색도를 측정된 결과 L 값은 50℃-10분(68.9), 60℃-5분(70.27), 10분(70.46)을 제외한 나머지 처리구에서 72~74의 범위로 대조구의 71.9보다 전반적으로 높았으며 그 중 70℃-5분 처리구가 74.41로 가장 높았다. 저장 1일부터 50℃-10분, 60℃-5분, 10분, 70℃-3분 처리구의 L 값이 대조구보다 현저히 낮은 값을 나타내었고 70℃-5분 처리구는 저장 2일째부터 대조구보다 낮은 값을 나타내기 시작하였다. 나머지 다른 처리구는 저장 7일 동안 모두 대조구보다 높은 L 값을 나타내며 갈변이 억제되는 것을 보여주었다(Fig. 3-60). ΔL 값은 50℃-3분, 5분, 70℃-10분 처리구가 저장 7 일 동안 대조구(10.3)보다 낮은 값을 유지하였고(Fig. 3-61), ΔE 값은 ΔL 값과 비슷한 경향을 보였고 50℃-3분, 5분, 60℃-3분, 70℃-10분 처리구가 저장 기간 동안 대조구(6.8)보다 낮은 값을 나타내었다(Fig. 3-62). 열처리 조건에 따른 PPO 활성 측정 결과(Fig. 3-63), 60℃-5분, 10분, 70℃-3분, 5분, 10분 처리구는 저장기간 내내 대조구보다 낮은 PPO 활성을 유지하였으며 저장 7일째 50℃-10분, 60℃-5분, 10분, 70℃-5분, 10분 처리구는 각각 49 unit, 86 unit, 15 unit, 25 unit, 4 unit으로 대조구의 122 unit 보다 낮은 PPO 활성을 보였다. 본 실험에서도 산소접촉 억제 기술 연구에서와 같이 대조구는 저장 1일째 PPO 활성이 295 unit으로 가장 높은 활성을 나타내다가 저장 3일에 감소하는 경향을 보였다. 대부분의 페놀성 화합물은 shikimic acid pathway에 의해 합성된 phenylalanine과 tyrosine을 출발 물질로 하여 합성된다. 대부분 페놀성 화합물의 합성에서 가장 중요한 단계는 phenylalanine이 trans-cinnamic acid로 전환되는 반응으로 phenylalanine ammonia lyase(PAL)에 의해 촉매된다. 페닐 알라닌의 탈 아미노기 반응에 의하여 trans-cinnamic acid가 합성되며 trans-cinnamic acid는 페닐 프로판으로 caffeic acid, phenolic acid 등 복잡한 페놀 화합물의 구성 원료가 되어 PPO에 기질로 작용하기 때문에 신선편이 감자의 PAL 활성을 측정하였다. 그 결과(Fig. 3-64) 모든 처리구가 저장 기간 내내 0.1 이하의 낮은 활성을 나타내었고 70℃를 제외한 다른 처리구는 대조구와 비슷한 활성을 나타내었다. 70℃ 처리구는 저장기간 동안 대조구보다 낮은 PAL활성을 나타내었는데 이는 70℃ 이상의 온도에 의해 감자의 PAL 활성이 실활된 것으로 보인다. 열처리로 인하여 경도 유지 및 강화에 영향을 미치는지 알아보았다. Fig. 3-65에서와 같이 저장 초기 경도는 33~37 N으로 모든

처리구가 비슷한 값을 나타내었으며, 저장 7일째 32~38 N으로 저장 초기와 비슷한 값을 유지하였다. 70℃-10분 처리구는 저장 초기 34 N에서 저장 7일째 28 N으로 경도가 감소하였는데 이는 열처리하는 동안 감자가 익었기 때문에 감자의 물성이 변한 것으로 생각된다. 그리고 중량 감소율은 저장 7일 동안 60℃-5분, 10분 처리구와 70℃-3분, 5분, 10분 처리구를 제외한 모든 처리구에서 대조구의 0.4%와 비슷한 수준의 0.4~0.7% 정도의 낮은 중량 감소율을 나타내었다. 70℃-5분 처리구와 70℃-10분 처리구는 저장 1일째부터 각각 2%와 4%의 감소율을 나타내기 시작하여 저장 기간 동안 점차적으로 증가하는 경향을 보이며 저장 7일째 5%와 10%의 높은 감소율을 나타내었다(Fig. 3-66). 70℃ 처리구에서 중량 감소율의 변화는 고온으로 장시간 열처리하였기 때문에 감자의 익힘 현상으로 성분의 변화로 중량이 가벼워졌을 것으로 생각된다. 감자의 저장 기간에 따른 가용성 고형분의 함량은 저장 초기 모든 처리구가 2.6~3.7°Brix를 나타내었고, 저장 7일째 2.6~3.2 °Brix를 나타내며 저장 내내 비슷한 수준을 나타내었다(Fig. 3-67). 저장 기간 동안 감자의 수분함량 변화는 초기 수분함량은 80~85%로 생감자의 수분함량 84%와 비슷한 수준을 보였으며, 저장 7일째에서도 저장 초기와 같은 80~85%의 수분함량을 나타내어 저장 기간 동안 모든 처리구에서 수분의 손실이 없음을 알 수 있었다(Fig. 3-68). 감자의 열처리 방법별 저장 중 색, 향, 조직감, 종합적 기호도에 대한 관능검사 결과는 Table 3-7에 나타내었다. 표면색에 대한 평가는 저장 초기 대조구, 50℃-3분, 70℃-5분, 10분 처리구에서만 3점 이상의 점수를 받았고, 다른 처리구에서는 낮은 점수를 받았다. 이는 열처리 후 갈변 진행 속도가 빨라져 낮은 점수를 받은 것으로 생각된다. 또한 향과 조직감에서는 60℃-10분, 70℃-3분, 5분, 10분 처리구를 제외한 모든 처리구에서 저장 기간 동안 3점 이상의 점수를 받았지만 유의적 차이를 나타내지 않았다. 60℃-10분, 70℃-3분, 5분, 10분 처리구는 높은 온도의 침지로 인해 감자 전분의 호화로 조직감이 물러지고 부패가 촉진되어 쉼내가 나는 현상이 발생하여 낮은 점수를 받았고 관능평가 결과 전반적으로 대조구가 높은 점수를 받았다. 마지막으로 Fig. 3-69에서와 같이 열처리에 따른 감자의 저장 사진 결과는 저장 초기 대조구와 50℃-3분, 70℃-5분, 10분 처리구를 제외한 나머지 처리구에서 빠른 갈변의 진행이 나타난 것으로 보아 장시간 열처리는 감자의 급격한 갈변을 일으키는 것으로 보인다. 위의 결과를 종합해 볼 때 고온에서 장시간 열처리하는 것은 갈변을 촉진시킬 수 있으며 신선식품의 품질 저하를 일으키는 것으로 판단된다. 따라서 본 실험보다는 저온(50℃, 55℃, 60℃)과 단시간(30초, 60초, 180초)으로 재설정 하여 실험을 진행하였다.

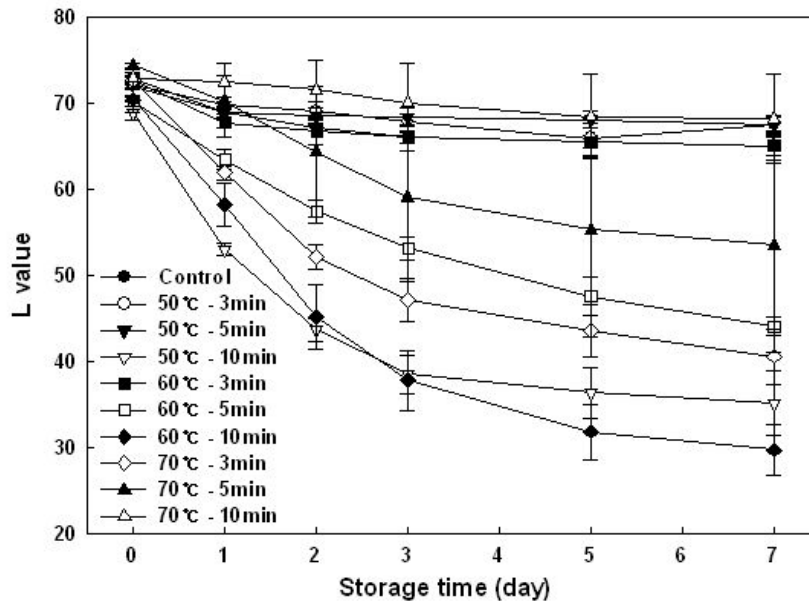


Fig. 3-60. Changes of L value of fresh-cut potato by various thermal treatments during storage at 5°C.

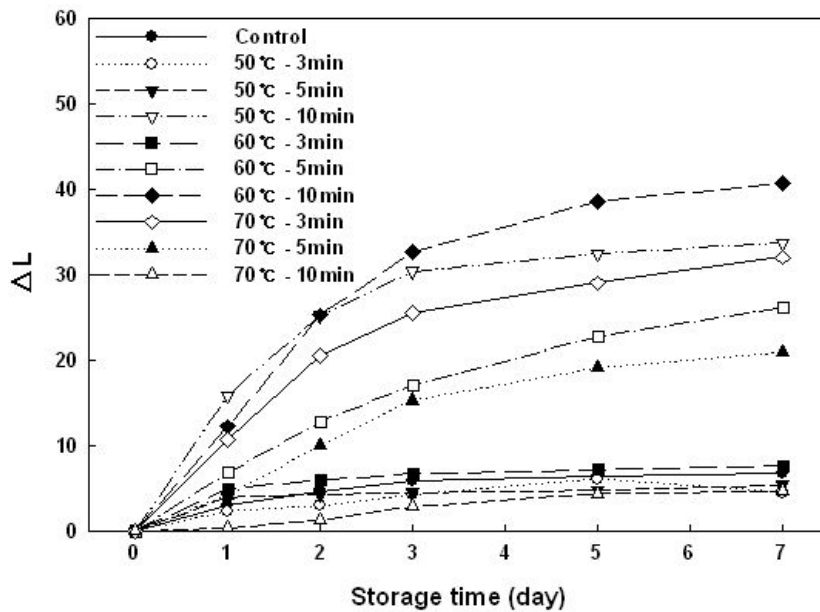


Fig. 3-61. Changes of ΔL value of fresh-cut potato by various thermal treatments during storage at 5°C.

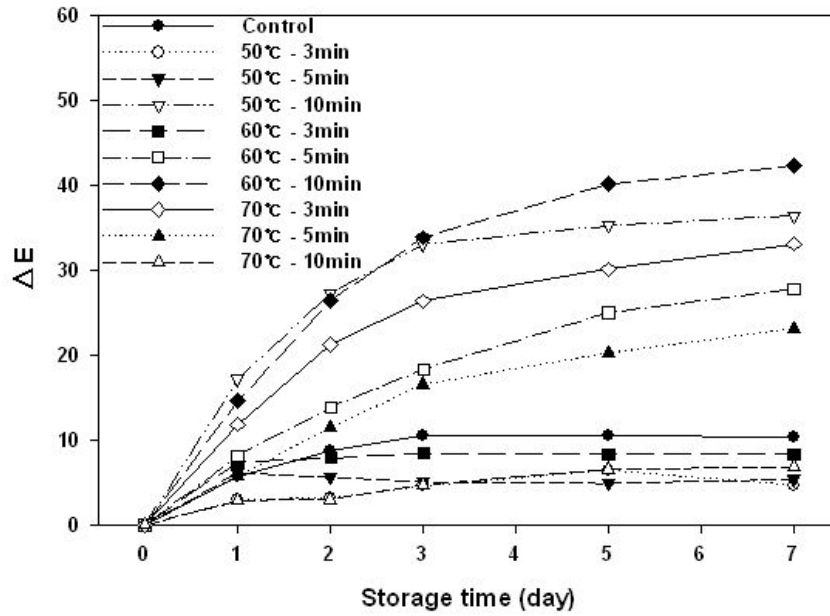


Fig. 3-62. Changes of ΔE value of fresh-cut potato by various thermal treatments during storage at 5°C.

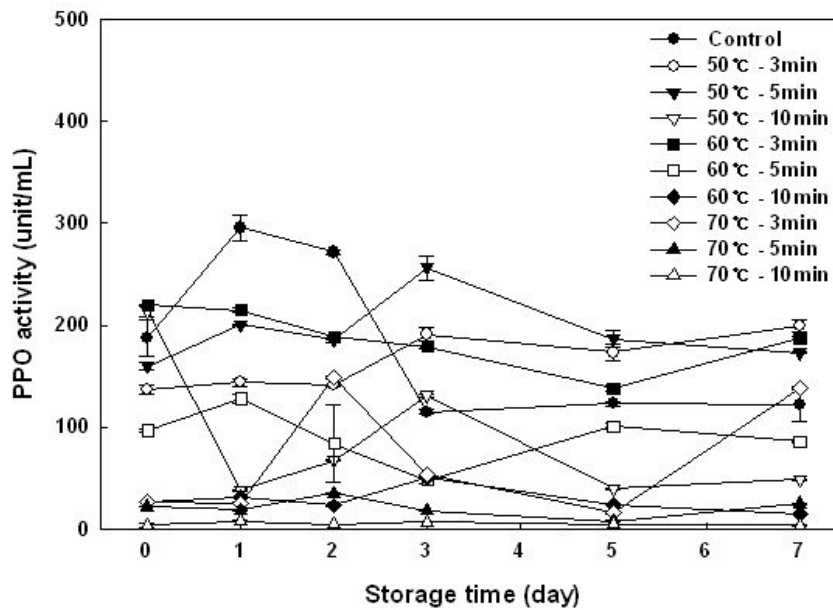


Fig. 3-63. Changes of PPO activity of fresh-cut potato by various thermal treatments during storage at 5°C.

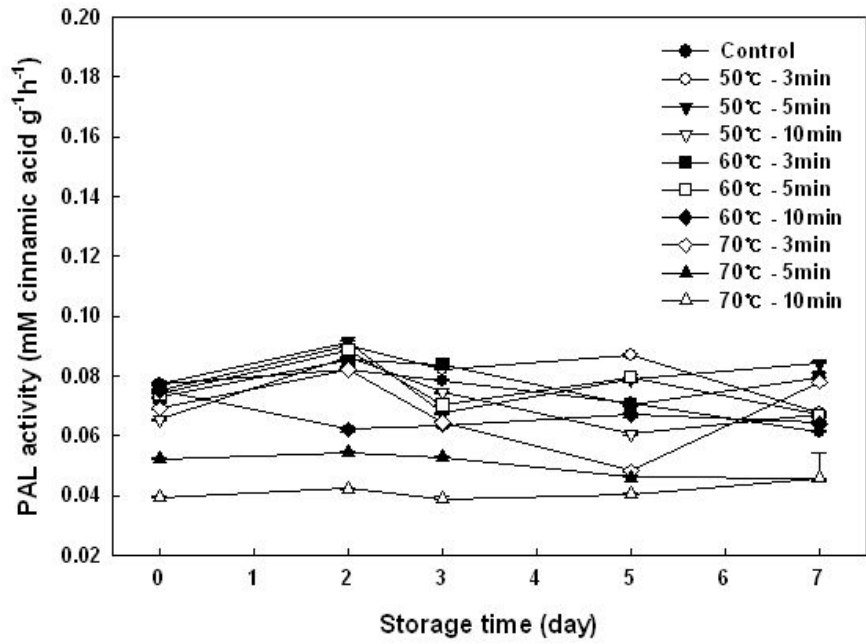


Fig. 3-64. Changes of PAL activity of fresh-cut potato by various thermal treatments during storage at 5

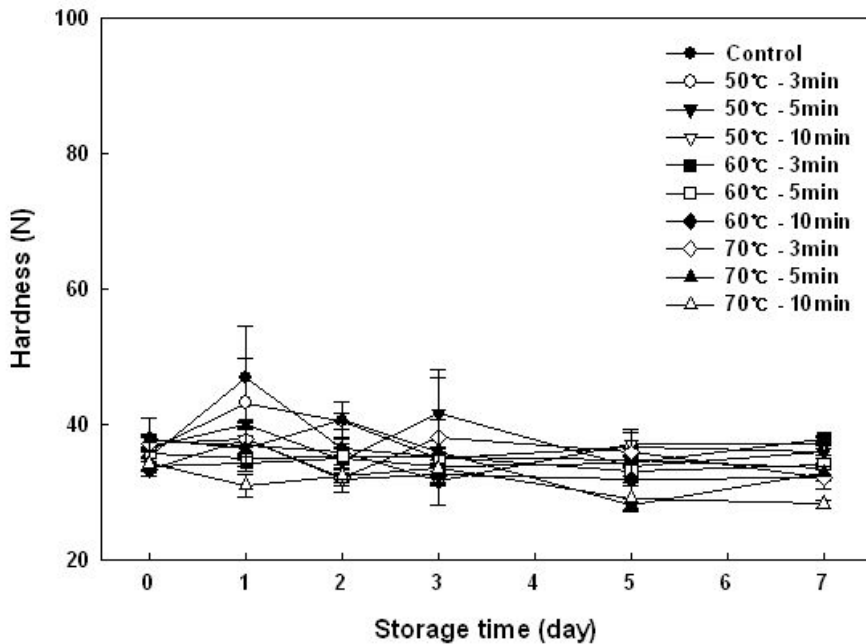


Fig. 3-65. Changes of the Hardness of fresh-cut potato by various thermal treatments during storage at 5°C.

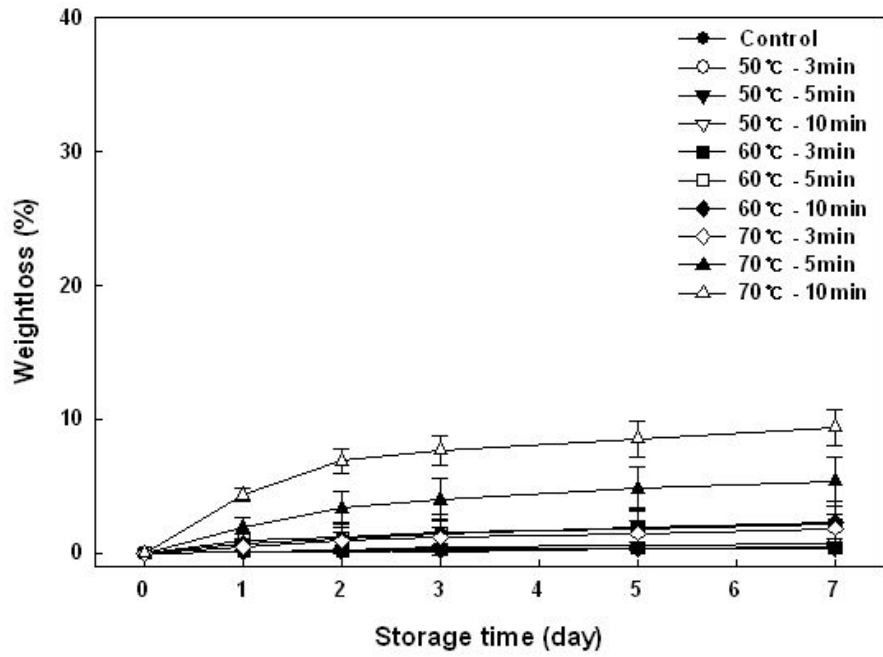


Fig. 3-66. Changes of the weight loss of fresh-cut potato by various thermal treatments during storage at 5°C.

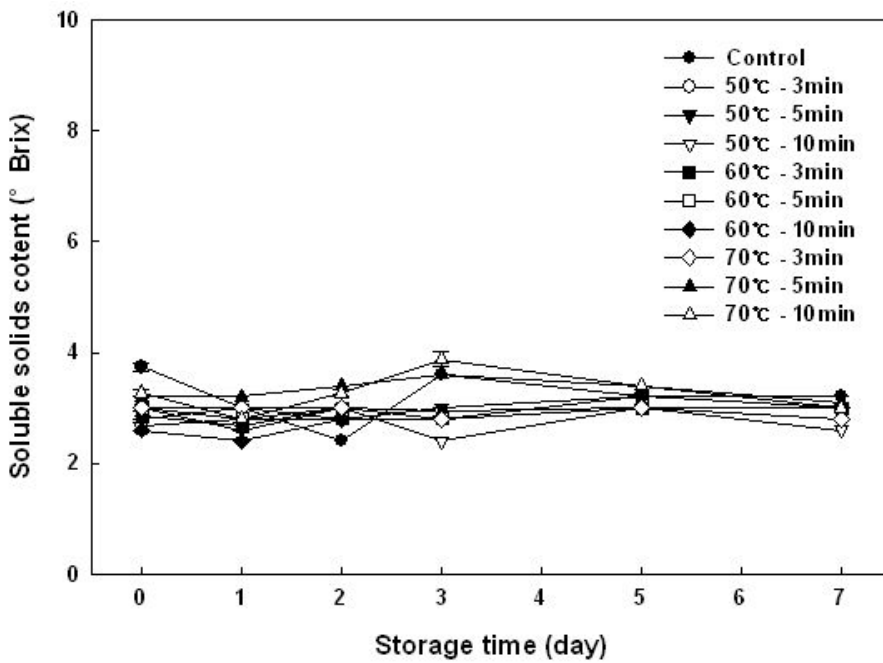


Fig. 3-67. Changes of the soluble solids content of fresh-cut potato by various thermal treatments during storage at 5°C.

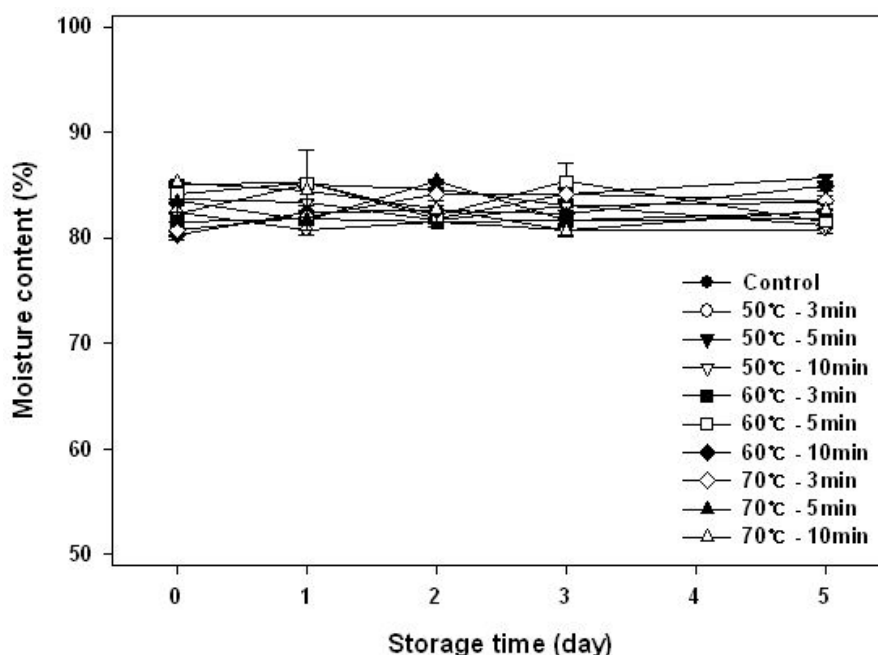


Fig. 3-68. Changes of the moisture content of fresh-cut potato by various thermal treatments during storage at 5°C.

Table 3-7. Sensory properties of fresh-cut potato by various thermal treatments during storage at 5°C (p<0.05).

Day	Control	50 °C			60 °C			70 °C			
		3 min	5 min	10 min	3 min	5 min	10 min	3 min	5 min	10 min	
Color	0	4.8±0.63*	3.3±1.06 ^{bc}	2.2±1.14 ^{bcd}	1.6±1.07 ^{cd}	1.4±0.84 ^d	2.1±1.10 ^{bcd}	1.5±0.85 ^{cd}	2.6±0.97 ^b	4.6±0.52*	4.9±0.32*
	1	4.6±0.52*	3.0±0.67 ^b	2.4±0.52 ^c	1.1±0.32*	2.0±0.67 ^{cd}	1.6±0.52 ^d	1.6±0.52 ^d	1.0±0.00*	1.0±0.00*	4.7±0.67*
	3	4.2±0.42*	2.4±0.84 ^c	2.4±0.70*	1.2±0.42 ^{dk}	2.3±0.95 ^c	1.9±0.57 ^{cd}	1.3±0.48 ^{dk}	2.2±0.79 ^c	1.0±0.00*	3.5±1.43 ^b
	7	4.4±1.25*	2.6±0.97 ^b	2.3±0.67 ^b	1.0±0.00 ^d	2.4±0.84 ^b	1.6±0.70 ^{cd}	1.0±0.00 ^d	1.3±0.48 ^d	1.1±0.32 ^d	2.1±0.57 ^{bc}
Flavor	0	3.7±1.25*	3.9±0.99*	3.6±0.97*	3.1±1.45*	3.0±1.15*	3.7±1.06*	3.2±1.40*	3.2±1.62*	3.7±1.16*	3.4±1.58*
	1	3.8±1.14*	3.3±0.82*	3.3±0.48*	2.9±0.88 ^{ab}	3.3±0.48*	3.0±1.15 ^{ab}	1.8±1.03 ^c	2.2±1.40 ^{bc}	2.9±1.20 ^c	2.9±0.99 ^{ab}
	3	3.8±1.03*	3.0±0.67 ^{abcd}	3.6±1.07 ^{ab}	2.3±0.67 ^{cddef}	3.2±1.14 ^{abc}	2.8±0.92 ^{bcd}	1.7±0.82 ^f	1.8±0.92 ^{ef}	2.2±1.14 ^{def}	2.7±0.95 ^{bcde}
	7	3.6±0.84*	3.1±0.57 ^{ab}	3.1±0.57 ^{ab}	2.6±1.07 ^{bc}	3.1±0.57 ^{ab}	2.6±0.52 ^{bc}	1.8±0.92 ^d	2.0±1.06 ^{bcd}	2.1±0.74 ^{cd}	2.4±0.84 ^{bcd}
Texture	0	4.1±1.20 ^{ab}	4.3±1.06*	4.1±1.10 ^{ab}	3.5±1.18 ^{abcd}	3.7±1.60 ^{abcd}	3.7±0.95 ^{abcd}	2.8±1.40 ^{cd}	2.9±1.45 ^{bcd}	3.9±1.20 ^{abc}	2.5±1.27 ^d
	1	4.7±0.48*	4.1±0.74 ^{ab}	3.8±0.63 ^b	3.1±0.57 ^c	3.1±0.74 ^c	2.6±0.84 ^{cd}	1.7±0.67 ^f	1.9±0.88 ^{ef}	2.4±0.70 ^{de}	1.5±0.71 ^f
	3	4.3±0.82*	3.7±0.67*	4.3±0.82*	1.7±0.67 ^c	3.9±0.99*	3.6±1.07*	1.7±0.67 ^c	1.8±0.63 ^c	1.7±0.48 ^c	1.7±0.95 ^e
	7	3.9±1.10*	3.8±0.63 ^{ab}	3.9±0.57*	2.2±0.79 ^c	3.9±0.57*	3.1±1.37 ^b	2.0±0.67 ^{cd}	2.1±0.74 ^c	1.9±0.57 ^{cd}	1.3±0.48 ^d
Overall acceptance	0	4.3±0.82*	2.6±1.43 ^{bcd}	2.4±1.26 ^d	2.2±1.23 ^d	1.9±1.29 ^d	2.5±1.35 ^{cd}	2.0±1.25 ^d	2.8±1.32 ^{bcd}	3.8±1.32 ^{ab}	3.7±1.50 ^{bc}
	1	4.6±0.52*	2.9±0.57 ^b	3.2±0.79 ^b	1.9±0.99 ^{cd}	2.2±0.79 ^c	2.2±0.63 ^c	1.5±0.71 ^{dk}	1.1±0.32*	1.2±0.42*	3.4±0.84 ^b
	3	4.5±0.53*	2.5±0.85 ^b	3.3±0.67*	1.6±0.52 ^c	2.4±0.84*	2.3±0.82*	1.4±0.52 ^c	1.7±0.48 ^c	1.2±0.42 ^c	2.5±1.08 ^c
	7	4.3±0.95*	2.8±0.79 ^{bc}	2.8±0.92 ^{bc}	1.6±0.52 ^{dk}	3.0±0.94 ^b	2.2±0.63 ^{cd}	1.4±0.52*	1.6±0.70 ^{dk}	1.5±0.53 ^{dk}	1.8±0.63 ^{dk}

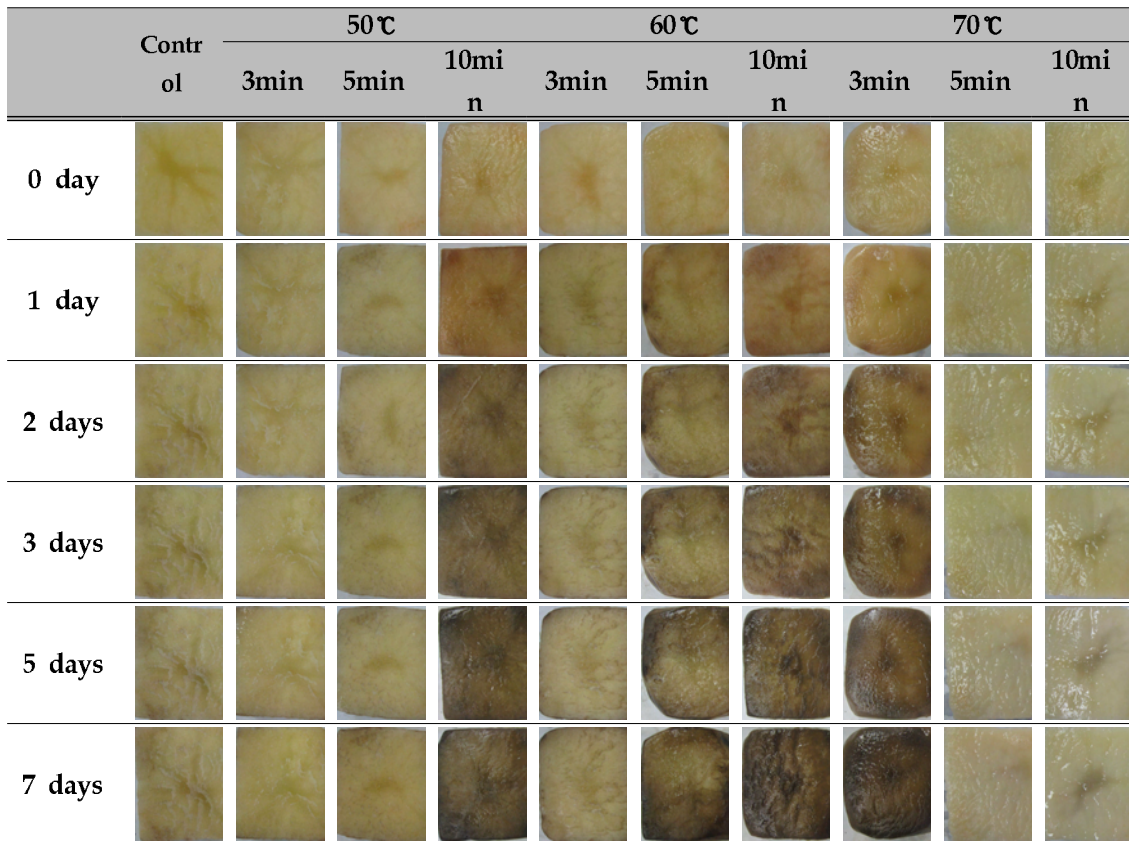


Fig. 3-69. Color change of fresh-cut potato by various thermal treatments during storage at 5℃.

ii) 저온 단시간 열처리 조건 확립(50℃, 55℃, 60℃에서 30초, 60초, 180초)

중온도별(50℃, 55℃, 60℃)로 단시간(30초, 60초, 180초) 열처리하여 색도를 측정된 결과 L 값은 저장기간 동안 모든 처리구가 완만한 감소를 보이며 67~70으로 대조구의 65.97보다 높은 L 값을 나타내었다(Fig. 3-70). ΔL 값은 저장 10일째 50℃-180초(2.94), 60℃-30초(3.65), 60초(3.15) 처리구를 제외하고 대조구의 2.92보다 낮은 값을 보였고, 그 중에서 55℃-60초 처리구가 1.92로 가장 낮은 ΔL 값을 나타내었다(Fig. 3-71). ΔE 값은 저장 10일째 60℃-30초(3.90) 처리구를 제외하고 모든 처리구에서 대조구의 3.34보다 낮은 변화값을 나타내었고 55℃-60초 처리구가 저장기간 동안 가장 적은 변화폭을 나타내었다(Fig. 3-72). ΔE 값 0.6~2.0는 육안으로 쉽게 구별할 수 없는 작은 차이에 불과하지만 ΔE 값 2.0~3.0의 차이는 식별할 수 있을 정도로 변화된 것으로 여겨지고 있다. 그래서 저장 8일째 55℃-30초 처리구와 60초 처리구는 ΔE 값이 각각 1.95, 1.76으로 육안으로 차이를 느낄 수 없을 만큼 같변이 진행되지 않았고 저장 10일까지도 3.0이하의 값을 나타내어 같변억제에 효과적인 것으로 생각된다. 감자 침지 용액을 50℃, 65℃, 60℃로 설정하여 열처리 한 후 저장기간에 따른 PPO 활성을 측정하였다(Fig. 3-73). 저장기간 동안 모든 처리구의 PPO 활성은 큰 변화를 보이지 않았다. 그리고 PAL 활성은 Fig. 3-74과 같이 저장 초기 대조구의 PAL 활성은 0.11을 나타내며 열처리구의 0.07~0.09 수준의 값보다

높은 값을 나타내었다. 저장기간 동안에는 모든 처리구가 대조구보다 낮은 활성을 보였는데 저장 2일째까지 대조구와 50℃, 55℃ 처리구는 0.1이상의 PAL 활성을 보이다 저장기간이 지날수록 전체적으로 0.1 이하의 낮은 활성을 나타내었다. 경도 변화는 저장 초기 감자의 경도는 33~36 N으로 고온 장시간 처리구와 비슷한 값을 나타내었고, 저장 10일째 32~39 N을 나타내며 저장 초기와 큰 차이를 보이지 않고 비슷한 수준의 경도를 유지하였다(Fig. 3-75). 그리고 중량 감소율 변화는 55℃-30초 처리구(2% 미만)를 제외한 나머지 처리구는 저장기간 동안 1% 미만의 낮은 중량 감소율을 보였다(Fig. 3-76). 가용성 고형분의 함량은 저장 초기 모든 처리구가 3.1~3.7 °Brix를 나타내었고, 저장 10일째 3.2~4.1°Brix를 나타내었고 저장하는 동안 뚜렷한 변화는 보이지 않았다(Fig. 3-77). 감자의 초기 수분함량은 80~86%였으며 저장 10 일까지 저장 초기와 비슷한 79~87%의 수분함량을 나타내어 유의적 차이를 보이지 않았다(Fig. 3-78). 감자의 열처리 조건별 저장 중 색, 향, 조직감, 종합적 기호도에 대한 관능검사 결과는 Table 3-8에 나타내었다. 표면색에 대한 평가는 저장 초기 55℃-180초와 60℃-180초 처리구를 제외한 모든 처리구에서 3 점 이상의 높은 점수를 받았고, 저장 10 일째 60℃-30초 처리구는 다른 처리구 중 가장 낮은 점수를 받았다. 향과 조직감에서는 모든 처리구에서 이취와 조직의 물러짐이 발생하지 않아 저장 기간 동안 높은 점수를 받아 유의적 차이를 보이지 않았다. 종합적 기호도에서는 저장 10일까지 55℃-60초 처리구에서만 종합적 기호도가 3점 이상을 나타내었다. 또한 Fig. 3-79에서와 같이 저장 기간 동안 55℃-180초를 제외한 모든 처리구에서는 뚜렷한 갈변현상이 일어나지 않았다. 위 결과를 토대로 단시간의 열처리는 감자의 품질 변화에 영향을 미치지 않고 갈변을 억제할 수 있었으며 10일 이상의 저장도 가능할 것이라고 판단된다. 감자는 열처리 조건 중 55℃에서 60초 처리하는 것이 갈변 억제가 가장 효과적이라고 생각된다.

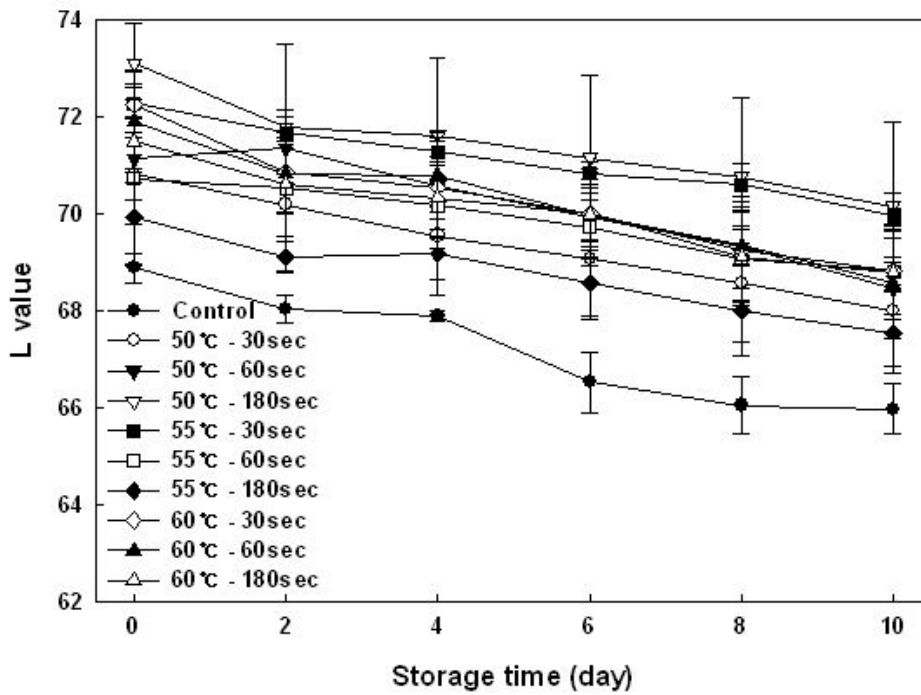


Fig. 3-70. Changes of L value of fresh-cut potato by various thermal treatments during storage at 5°C.

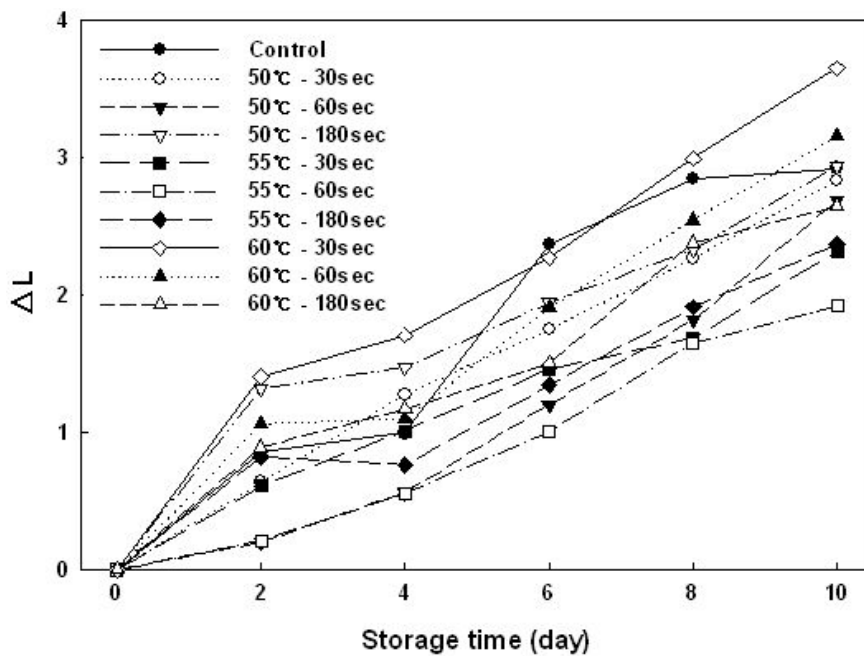


Fig. 3-71. Changes of ΔL value of fresh-cut potato by various thermal treatments during storage at 5°C.

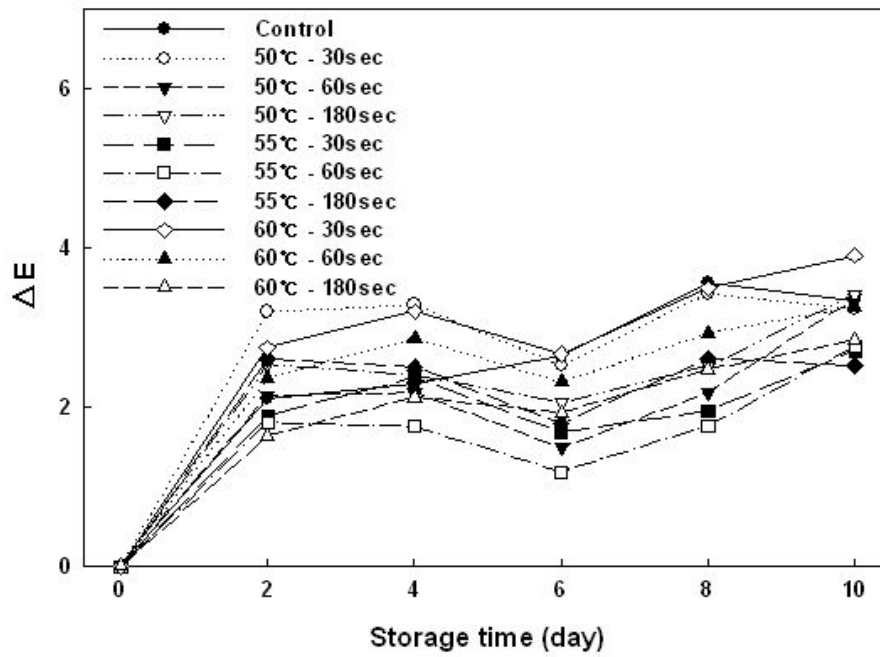


Fig. 3-72. Changes of ΔE value of fresh-cut potato by various thermal treatments during storage at 5°C.

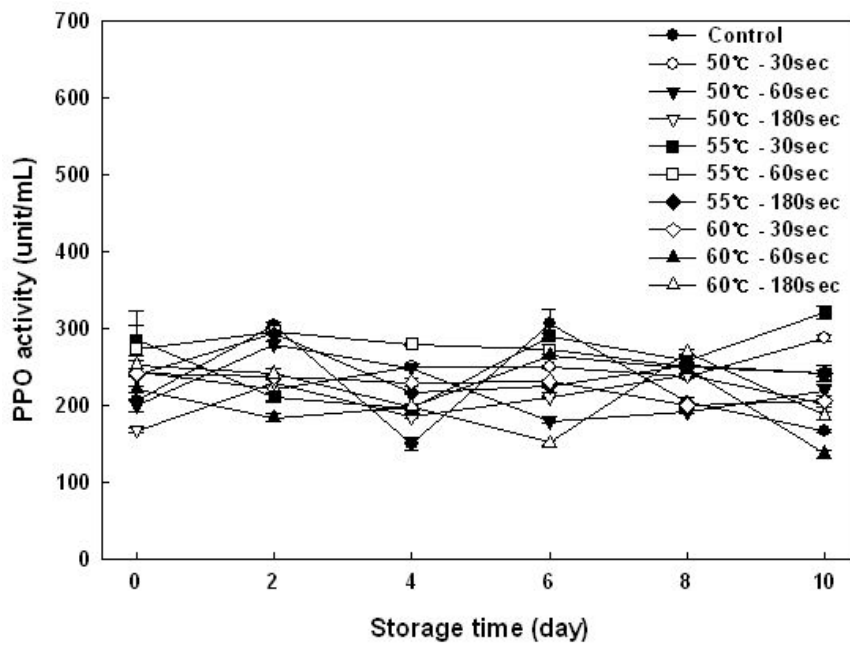


Fig. 3-73 . Changes of PPO activity of fresh-cut potato by various thermal treatments during storage at 5°C.

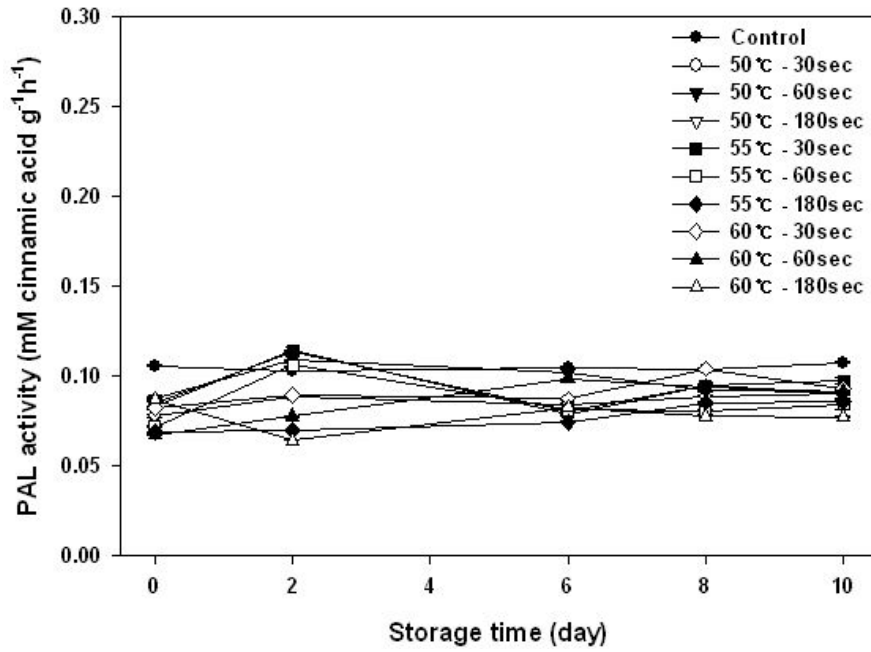


Fig. 3-74. Changes of PAL activity of fresh-cut potato by various thermal treatments during storage at 5°C.

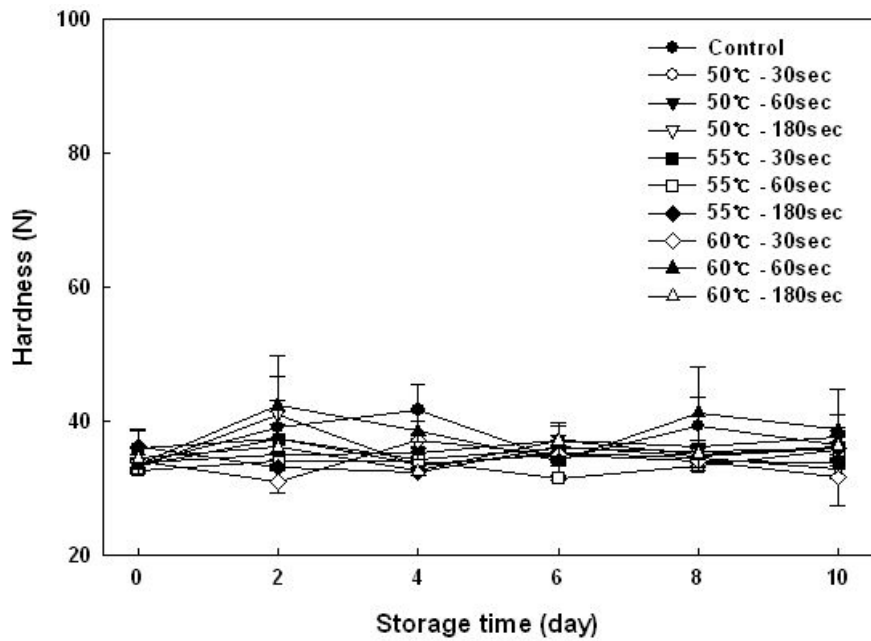


Fig. 3-75. Changes of the Hardness of fresh-cut potato by various thermal treatments during storage at 5°C

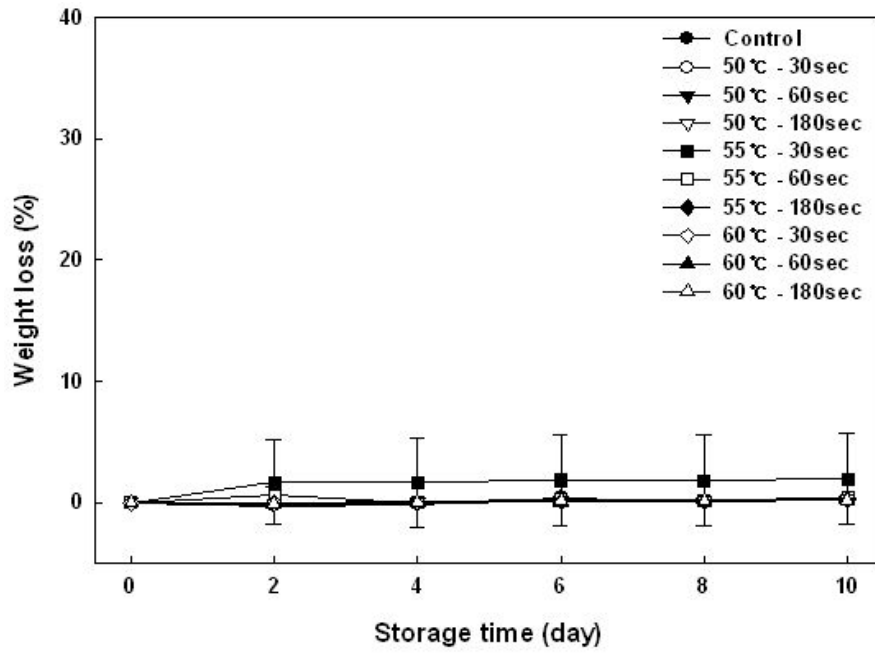


Fig. 3-76. Changes of the weightloss of fresh-cut potato by various thermal treatments during storage at 5°C.

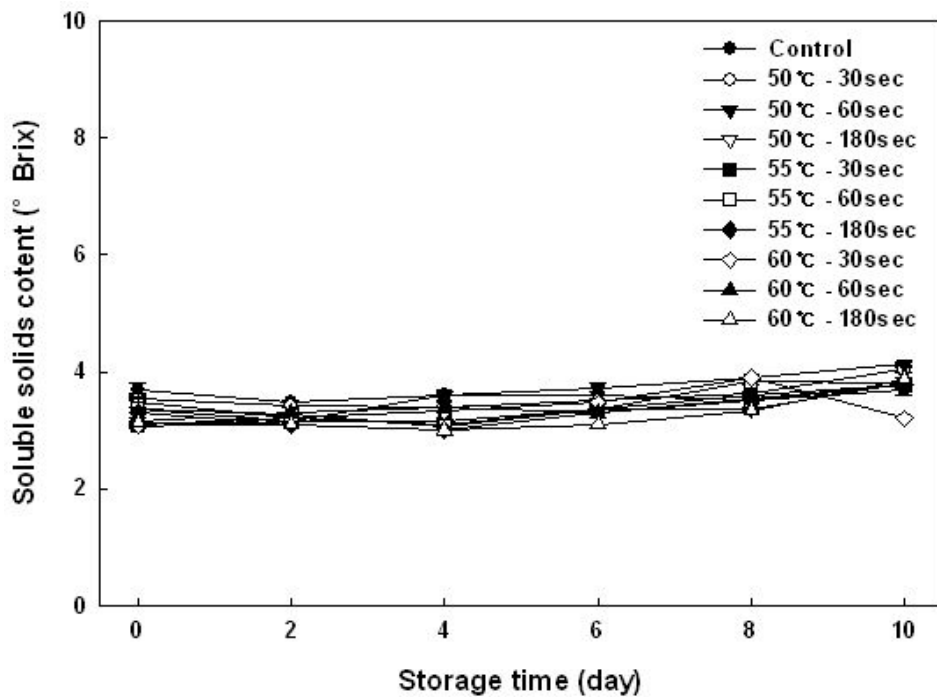


Fig. 3-77. Changes of the soluble solids content of fresh-cut potato by various thermal treatments during storage at 5°C.

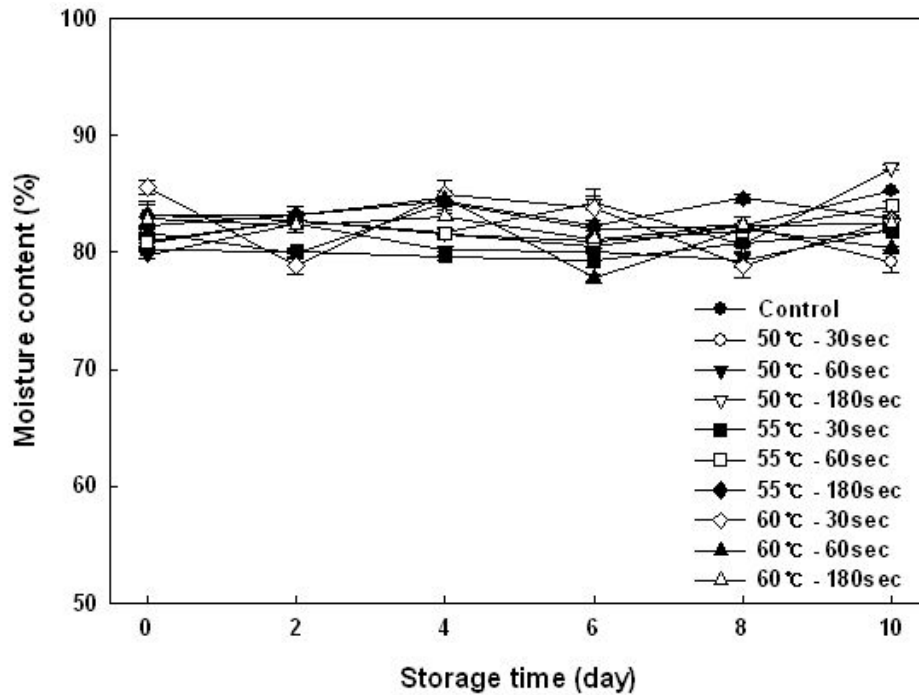


Fig. 3-78. Changes of the moisture content of fresh-cut potato by various thermal treatments during storage at 5°C.

Table 3-8. Sensory properties of fresh-cut potato by various thermal treatments during storage at 5°C (p<0.05).

	Day	Control	50 °C			55 °C			60 °C		
			30 sec	60 sec	180 sec	30 sec	60 sec	180 sec	30 sec	60 sec	180 sec
Color	0	4.7±0.48 ^a	4.8±0.42 ^a	3.7±0.95 ^b	3.9±1.16 ^{cd}	3.2±1.40 ^{bc}	4.7±0.67 ^a	2.3±0.95 ^{de}	3.3±1.06 ^{bc}	3.5±1.27 ^{bc}	1.5±0.71 ^e
	4	3.2±1.03 ^{bc}	4.4±0.84 ^a	3.7±0.82 ^{ab}	3.7±0.99 ^{cd}	3.2±1.03 ^{bc}	3.2±0.42 ^{de}	2.6±0.52 ^{cdde}	2.6±0.84 ^{cdde}	3.3±0.67 ^{de}	2.0±0.67 ^e
	8	2.7±0.95 ^{abcd}	3.5±0.71 ^a	3.0±1.25 ^{abcd}	3.3±0.67 ^{bcd}	2.7±0.95 ^{abcd}	3.4±1.35 ^a	2.2±0.79 ^{cd}	2.2±1.14 ^{ab}	3.3±1.06 ^a	1.8±0.79 ^d
	10	2.3±0.48 ^{de}	3.1±0.99 ^{bc}	3.0±0.82 ^{bc}	4.2±0.79 ^a	2.7±0.82 ^{cd}	3.5±0.71 ^b	1.6±0.52 ^f	1.4±0.52 ^f	2.7±0.48 ^{cd}	1.8±0.42 ^{ef}
	0	4.2±0.92 ^a	3.7±1.06 ^a	4.0±0.94 ^a	4.2±0.63 ^a	4.0±0.82 ^a	4.3±0.67 ^a	4.0±0.92 ^a	3.9±0.88 ^a	4.2±0.63 ^a	3.7±1.16 ^a
Flavor	4	3.9±1.20 ^a	4.0±1.33 ^a	4.1±1.29 ^a	4.1±1.29 ^a	4.1±1.37 ^a	3.9±1.29 ^a	4.0±1.25 ^a	3.7±1.16 ^a	3.9±1.29 ^a	3.8±1.14 ^a
	8	3.7±0.82 ^a	3.8±0.92 ^a	3.8±0.92 ^a	3.8±0.92 ^a	3.8±0.92 ^a	3.8±0.92 ^a	3.6±0.84 ^a	3.7±0.95 ^a	3.5±0.97 ^a	3.6±0.97 ^a
	10	2.9±0.74 ^a	3.1±0.57 ^a	2.9±0.74 ^a	3.3±0.67 ^a	3.1±0.57 ^a	2.9±0.32 ^a	2.8±0.42 ^a	3.1±0.32 ^a	3.0±0.47 ^a	3.1±0.32 ^a
	0	4.4±0.84 ^a	4.8±0.92 ^a	4.3±0.82 ^a	3.9±0.99 ^a	3.7±1.06 ^a	4.3±0.67 ^a	3.8±1.14 ^a	3.8±0.92 ^a	4.1±0.74 ^a	3.5±1.27 ^a
	Texture	4	4.0±0.67 ^a	4.2±0.63 ^a	3.9±0.99 ^a	3.6±0.70 ^a	3.7±0.67 ^a	3.8±0.79 ^a	3.8±0.63 ^a	4.0±0.82 ^a	3.5±0.97 ^a
8		3.6±1.07 ^a	3.7±0.95 ^a	3.7±0.67 ^a	3.5±0.85 ^a	3.2±1.14 ^a	3.8±1.03 ^a	3.3±1.25 ^a	3.9±0.74 ^a	3.0±1.05 ^a	3.1±1.10 ^a
10		2.7±0.67 ^a	3.1±0.88 ^a	2.8±1.40 ^a	3.2±1.14 ^a	3.1±0.74 ^a	3.3±1.06 ^a	2.7±1.16 ^a	3.4±1.25 ^a	3.1±0.88 ^a	3.1±1.20 ^a
0		4.3±0.95 ^a	4.6±0.57 ^a	3.5±1.43 ^{ab}	2.8±1.23 ^b	3.2±1.31 ^{ab}	4.3±0.67 ^a	2.6±1.17 ^{bc}	3.3±1.25 ^{ab}	3.3±1.34 ^{ab}	1.7±0.82 ^c
Overall acceptance		4	3.5±0.97 ^{bc}	4.1±0.52 ^a	3.8±0.79 ^b	3.3±0.95 ^{bcd}	3.4±0.97 ^{bcd}	3.7±0.82 ^b	3.1±0.74 ^{bcde}	3.0±0.94 ^{bcde}	2.6±0.97 ^{de}
	8	3.0±0.67 ^{abc}	3.8±0.63 ^a	3.2±1.03 ^{abc}	2.7±0.82 ^{bc}	2.7±0.95 ^{bc}	3.2±1.23 ^{abc}	2.5±0.97 ^{bc}	3.0±0.84 ^{ab}	3.2±0.92 ^{abc}	2.4±0.97 ^c
	10	2.4±0.52 ^{cd}	2.8±0.79 ^{bc}	2.9±1.10 ^{bc}	3.0±0.82 ^a	3.0±0.47 ^{bc}	3.4±0.52 ^{ab}	2.0±0.47 ^d	2.7±1.16 ^{bcd}	2.8±0.42 ^{bc}	2.5±0.71 ^{cd}

	Control	50℃			55℃			60℃		
		30 sec	60 sec	180 sec	30 sec	60 sec	180 sec	30 sec	60 sec	180 sec
0 day										
2 day										
4 days										
6 days										
8 days										
10 days										

Fig. 3-79. Color changes of fresh-cut potato by various thermal treatments during storage at 5℃.

나) 신선편이 양상추 제품의 열처리 조건 확립

양상추를 겉잎과 속심을 제거한 후, 일정한 크기로 절단하여 4, 40, 50, 60℃에서 각각 5, 15, 30초 침지하여 LDPE 지퍼백에 포장하여 5℃에서 8일간 저장실험(갈색도, PPO 활성, PAL 활성, 중량 감소율, 가용성 고형분 함량, 수분함량, 관능평가)을 하였다. 대조구는 4℃ 처리구로 하였다. 갈색도 측정 결과(Fig. 3-80) 60℃- 30초 처리구를 제외한 온도 처리구에서 대체적으로 대조구보다 낮은 값을 보였다. 60℃-30초 처리구는 고온으로 30초 이상 노출되었기 때문에 양상추의 얇은 잎 조직이 손상되어 세포액의 유출로 인하여 높은 갈색도 값이 측정되었다고 생각된다. 50℃-30초 처리구에서 0.141로 가장 낮은 갈색도를 나타내었다. 그리고 PPO 활성은 8일차 때 50℃-30초 처리구, 60℃- 5, 15, 30초 처리구의 활성이 각각 35.90, 35.71, 37.93, 35.63 unit로 다른 처리구에 비해 낮은 PPO 활성을 보였다(Fig. 3-81). 이는 60℃ 이상의 열에 의해서 PPO 효소의 활성이 저하된다는 것으로 생각된다. PAL 활성은 열처리구에서 대체적으로 대조구 보다 낮은 활성을 보여주어 역시 갈변 억제에 효과적이라는 것을 알 수 있었다(Fig. 3-82). 가용성 고형분 함량을 조사 결과로 모든 처리구에서 저장 8일간 2~3 Brix 정도의 고형분 함량을 보여 유의적인 차이점을 보이지 않았고 중량 감소율 역시 열 처리구별로 차이가 없었다(Fig. 3-83, 3-84). 또한 수분함량 변화를 조사한 결과(Fig. 3-85). 열 처리구별 수분 함량은 95~96% 정도로 저장 8일까지 유지 되었으며 변화의 폭도 매우 적은 정도여서 온도처리에 따

큰 수분손실의 차이는 많지 않은 것으로 생각된다. 그리고 사진으로 저장기간 동안 갈변도를 확인한 결과(Fig. 3-86) 열처리 온도가 50℃ 이상에서 갈변억제가 되는 것으로 나타났고 관능평가 측정 결과(Table. 3-9)에서도 60℃- 30초 처리구는 고온에 의해 조직에 손상을 가져와 조직감과 전체적 기호도 평가에서 낮은 점수를 받은 것으로 생각된다. 그리고 50℃, 30초 처리구는 이취, 조직감, 색, 전체적 기호도에서 높은 점수를 얻어 통계적으로 유의적 차이(P<0.05)를 보여 신선편이 양상추의 최적 열처리 온도와 처리 시간은 50℃, 30초 처리로 판단된다.

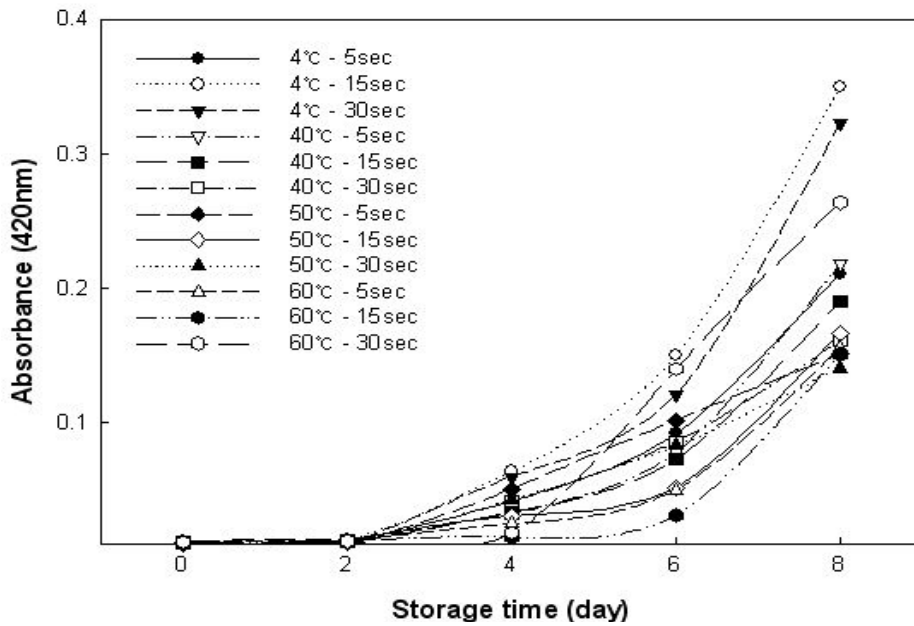


Fig. 3-80. Changes of browning index of fresh-cut lettuces by different water temperatures during storage at 5℃.

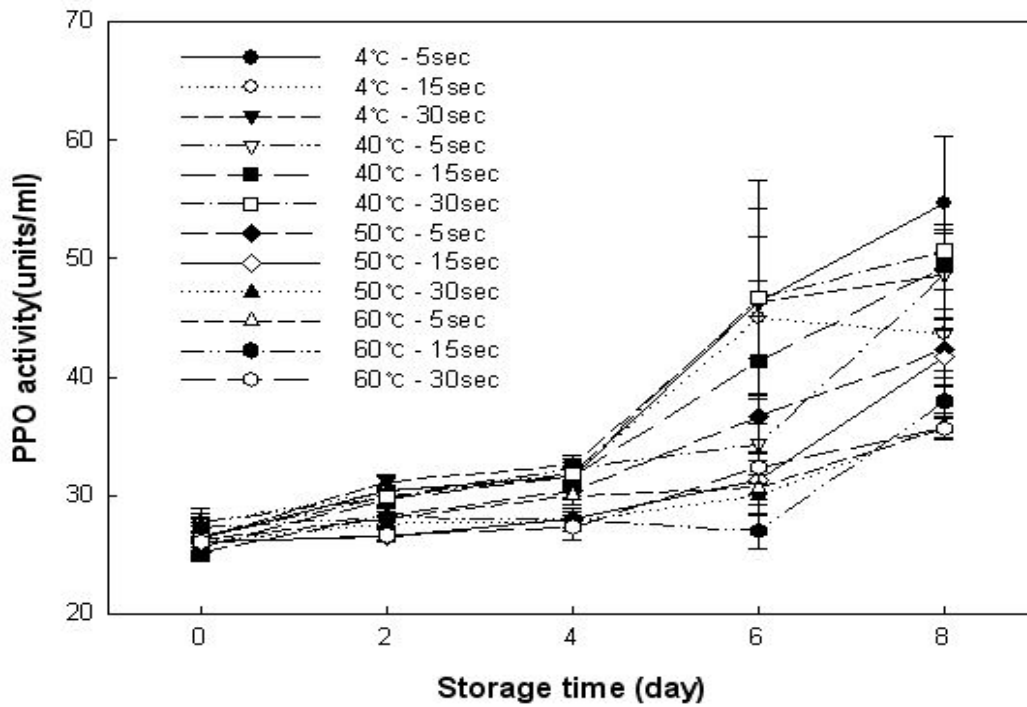


Fig. 3-81. Changes of PPO activity of fresh-cut lettuces by different water temperatures during storage at 5°C.

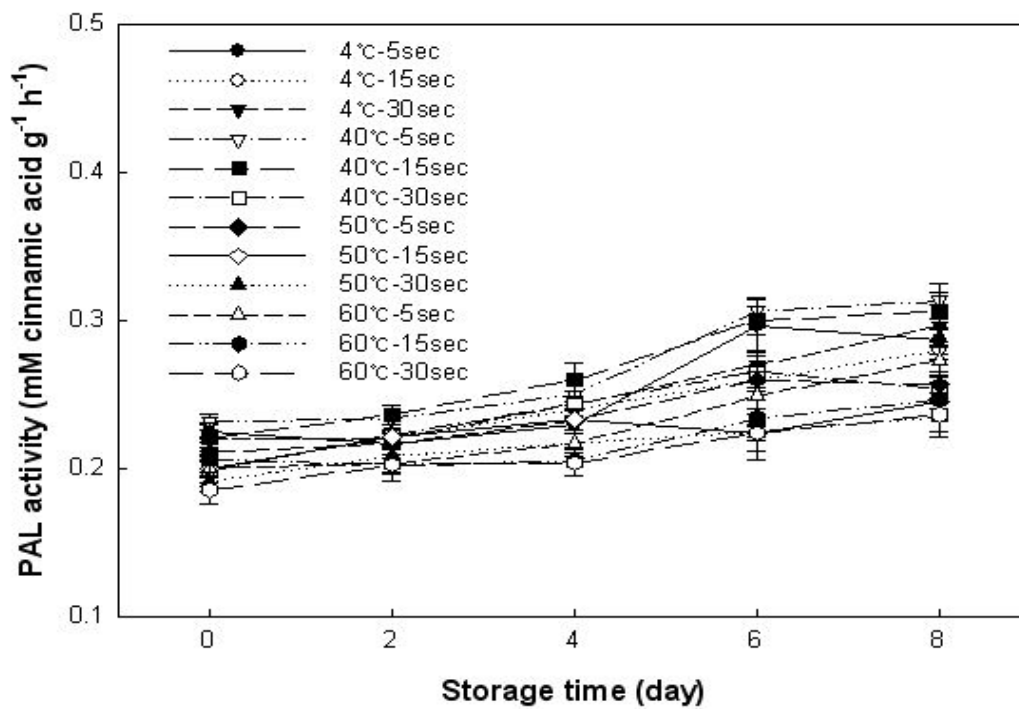


Fig. 3-82. Changes of phenylalanine ammonia lyase (PAL) activity of fresh-cut lettuces by different water temperatures during storage at 5°C.

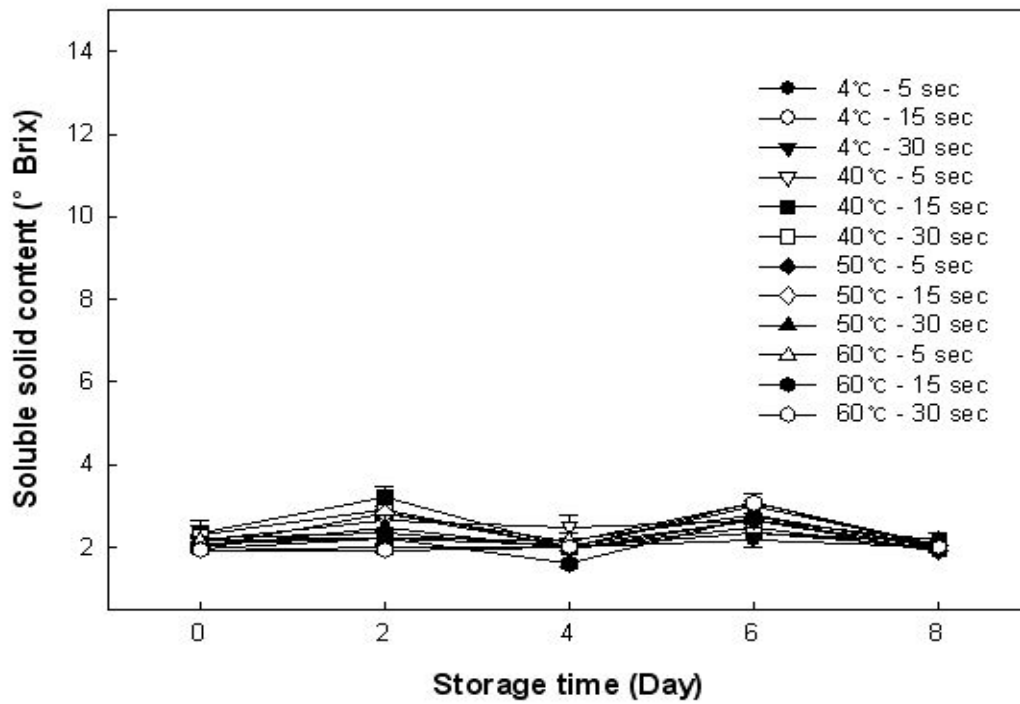


Fig. 3-83. Changes of soluble solid content of fresh-cut lettuce by different water temperatures during storage at 5°C.

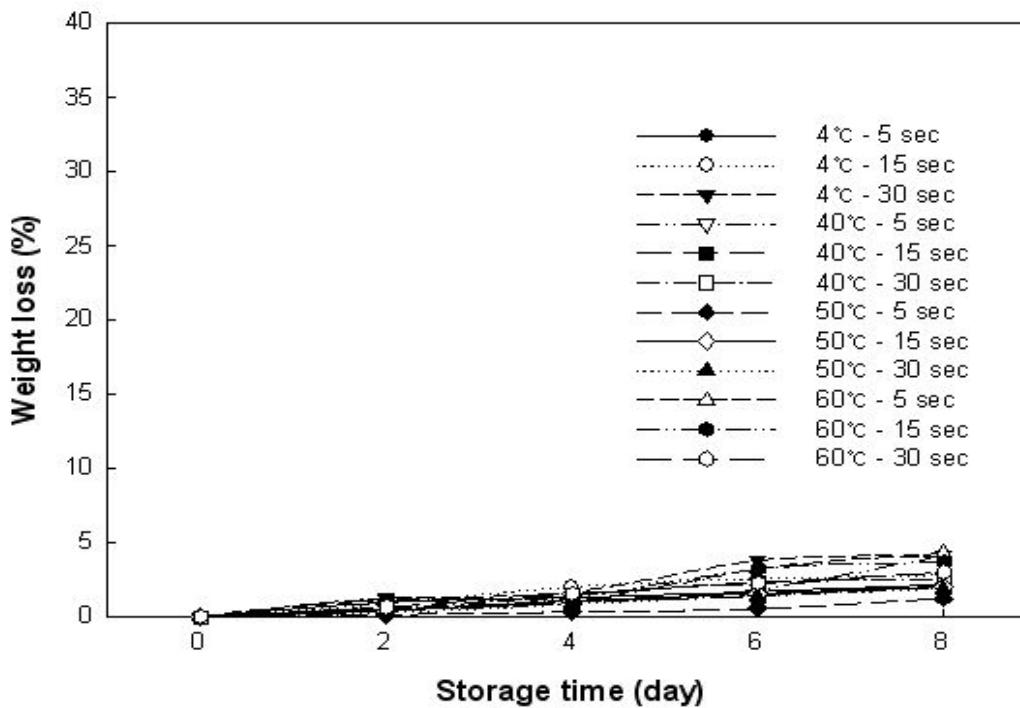


Fig. 3-84. Changes of weight loss of fresh-cut lettuce by different water temperatures during storage at 5°C.

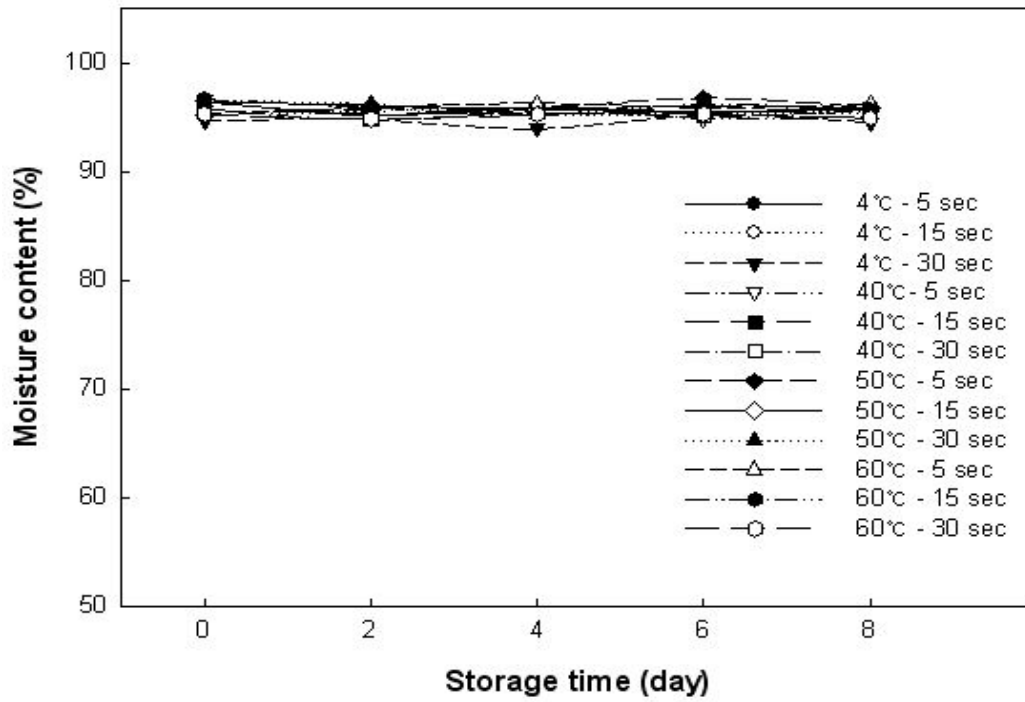


Fig. 3-85. Changes of moisture content of fresh-cut lettuce by different water temperatures during storage at 5°C.

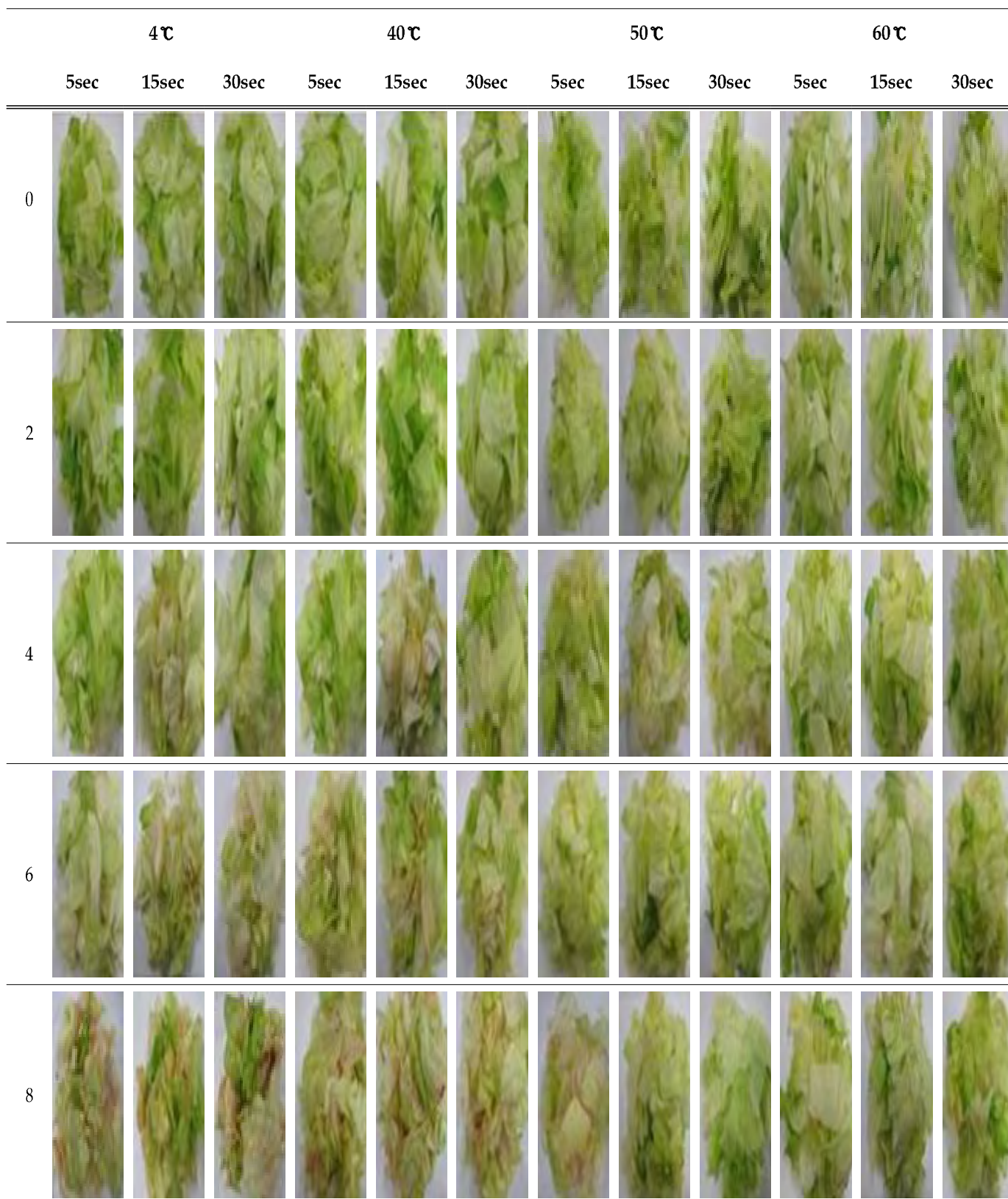


Fig. 3-86. Color changes of fresh-cut lettuces by different water temperature during storage at 5℃.

Table 3-9. Sensory properties of fresh-cut lettuces by different water temperature during storage at 5°C (p>0.05).

Day	4°C			40°C			50°C			60°C			
	5 s	15 s	30 s	5 s	15 s	30 s	5 s	15 s	30 s	5 s	15 s	30 s	
flavor	0	8.41ab	8.51ab	8.85a	8.33ab	8.40a	8.33ab	8.43ab	8.55ab	8.81a	8.43a	8.22ab	8.33a
	2	6.23b	6.13a	6.35b	7.88ab	8.10a	8.23a	8.31a	8.15a	8.65a	8.15a	7.91ab	7.81ab
	4	5.11d	5.32cb	5.50cb	7.11bc	7.53b	7.51b	7.74b	7.91b	8.33a	7.71b	7.52b	7.51b
	6	3.22c	3.75c	4.11c	6.71c	6.92b	6.80b	7.00b	7.35ab	7.95a	7.43ab	7.00b	7.15b
	8	2.36d	2.57d	2.92d	5.92ab	6.32b	6.43b	6.66b	7.00ab	7.54a	7.15ab	6.96ab	6.96ab
texture	0	8.14ab	8.24b	8.33ab	8.23ab	8.21ab	8.22ab	8.33a	8.36a	8.76a	8.60a	8.36a	8.45a
	2	7.75ab	7.84ab	7.73ab	7.98ab	7.91ab	7.88ab	8.00a	8.10a	8.42a	8.23ab	8.12a	5.21c
	4	6.14c	6.36c	6.33c	7.15b	7.53ab	7.32b	7.73ab	7.93ab	8.10a	7.82ab	7.61ab	3.76d
	6	4.81c	4.93c	5.11c	6.77b	6.75b	6.63b	7.35ab	7.50a	7.93a	7.45ba	7.43ab	1.65d
	8	3.73cd	3.61cd	3.83cd	5.61c	5.51c	5.45c	6.93b	7.33ab	7.66a	7.16ab	7.22ab	1.36d
color	0	8.62a	8.72a	8.78a	8.15b	8.23ab	8.11b	8.21b	8.45ab	8.75a	8.30b	8.22b	8.25b
	2	7.44c	7.73b	7.15c	7.86b	7.88b	7.86ab	8.13ab	8.00ab	8.56a	7.95b	7.74b	7.83b
	4	7.74b	5.10d	5.24d	6.93b	7.10b	7.20b	7.52b	7.77b	8.12a	7.65b	7.55b	7.52b
	6	4.16d	4.61d	4.66d	6.10c	6.55bc	6.66bc	7.11b	7.43b	7.91a	7.00b	7.00b	7.11b
	8	3.71c	3.83c	3.81a	5.51bc	5.92bc	5.88bc	6.73b	7.16ab	7.65a	6.66b	6.41b	6.52b
overall	0	8.80a	8.15ab	8.30ab	7.91ab	7.93ab	7.83ab	8.21a	8.45a	8.65a	8.41a	8.33a	8.22ab
	2	7.75b	7.35b	7.71b	7.52b	7.41b	7.30b	7.74b	8.13ab	8.48a	7.92ab	7.82ab	5.91c
	4	4.81c	5.12c	5.22c	6.93b	6.83b	6.41bc	7.33ab	7.77ab	8.10a	7.63ab	7.61ab	2.66d
	6	4.22c	4.63c	4.63c	6.22b	6.32b	6.13b	6.81ab	7.00a	7.73a	6.71ab	6.63ab	1.82d
	8	3.89d	4.11c	4.22d	5.92b	6.00b	5.82b	6.42ab	6.81ab	7.35a	6.55ab	6.25ab	1.34d

다) 신선편이 사과 제품의 열처리 조건 확립

사과를 박피 및 절단 후 저온 장시간 처리구(40℃, 45℃, 50℃에서 10 분, 30 분, 1 시간)와 고온 단시간 처리구(55℃, 60℃, 65℃에서 15초, 1 분, 3 분)로 하여 일정 시간 간격으로 시료를 취한 후 LDPE 지퍼백에 포장한 후 6 일 동안 5℃에서 저장실험(색도, PPO 활성, 경도, 중량감소율, 가용성 고형분 함량, 수분함량, 관능평가)을 하였다. 대조구는 열처리하지 않은 사과를 사용하였다.

i) 저온 장시간 열처리 조건 확립(40℃, 45℃, 50℃에서 10 분, 30 분, 1 시간)

저온 장시간 열처리에 따른 신선편이 사과의 색도 측정 결과, 저장초기 L 값은 40℃-30 분 처리구가 81.92 로 가장 높은 값을 보였고 다른 실험구들은 80.12 인 대조구 보다 낮은 값을 보였다(Fig. 3-87). ΔL , ΔE 값은 45℃-10 분 처리구가 2.32, 3.03 의 변화율을 보여 가장 낮은 변화폭을 보였으나 45℃-30 분 처리구를 제외하고 30 분 이상 열처리한 실험구는 6.18, 8.33 의 변화율을 보인 대조구보다 높은 변화율을 보였다(Fig. 3-88, Fig. 3-89). 장시간 열에 노출될 경우, 사과 표면의 익힘 현상으로 인하여 색의 변화가 뚜렷한 것으로 보여 저온장시간 열처리한 신선편이 사과는 품질 증진에 효과가 없다고 판단된다. PPO 활성 측정 결과, 저장 기간 동안 모든 처리구에서 증가하다 감소하였고 다시 증가하는 경향을 보였으며 저장 6 일째 45℃-10 분 처리구가 3.4 unit으로 가장 낮은 값을 보였다(Fig. 3-90). 경도 측정 결과, 모든 처리구에서 저장 기간 동안 1-3 N 사이 값을 보이며 저장기간 동안 미미하게 증가하였다(Fig. 3-91). 또한 중량감소율 측정 결과, 저장 기간 동안 모든 처리구가 중량 감소율이 증가하였으나 3% 미만으로 측정되어 저장기간 유의적 동안 차이가 없음을 확인하였다(Fig. 3-92). 그리고 가용성 고형분 함량은 저장 기간 동안 전반적으로 1~2 °Brix로 거의 변화 없거나 약간 감소하는 경향을 보여 가용성 고형분 유지에는 저온장시간 열처리의 영향이 거의 없는 것으로 판단되었다(Fig. 3-93). 수분함량 측정 결과, 모든 처리구가 저장 2-3일에 약간 증가하다 다시 감소하는 경향을 보였었지만 전체적으로 저장기간 동안 차이 없음을 확인하였다(Fig. 3-94). 관능평가 결과, 저장초기 색의 점수가 대조구가 5.00 으로 가장 높은 점수를 보였고, 저장 6 일째에도 3.70 으로 가장 높은 점수를 보였다. 전체적인 기호도 역시 대조구의 점수가 저장초기 4.80, 저장 6일째 3.60 으로 가장 높은 점수를 보였다(Table 3-10). 향과 조직감은 대조구를 제외한 모든 실험구에서 낮은 값으로 유의적 차이를 보이지 않았다. 이는 장시간 열처리로 인해 사과가 수분을 흡수하여 미끄러운 조직감과 진한 향을 냄으로 낮은 값을 보였다고 판단된다. 또한 Fig. 3-95에서와 같이 사과 색이 가장 밝은 것으로 보여 저온장기간 열처리의 갈변 억제 효과가 없음을 확인 할 수 있었다. 따라서 저온 장시간 열처리하는 것은 관능적인 면에서나 갈변 정도에서나 제품의 품질 증진에 효과가 없을 알 수 있었다. 그래서 본 열처리구에 비해 고온(55℃, 60℃, 65℃), 단시간(15초, 1 분, 3 분)으로 열처리 조건 실험을 실시하였다.

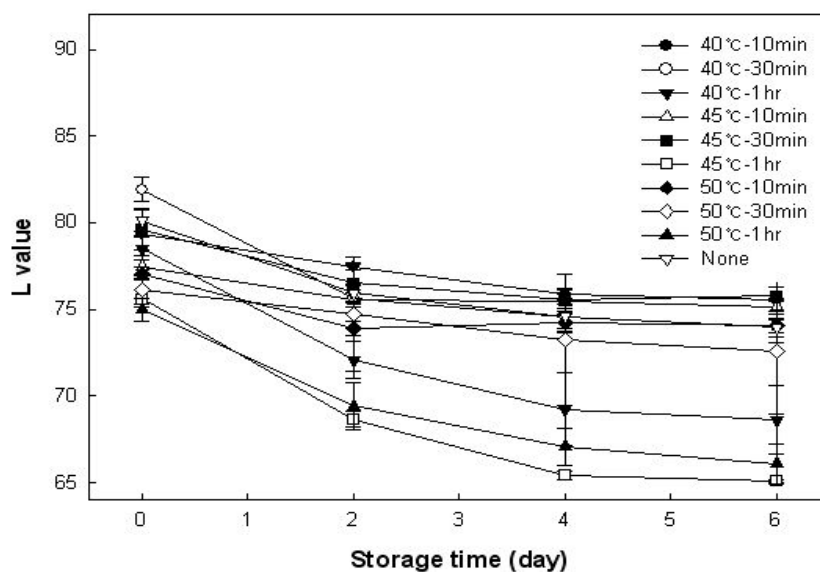


Fig. 3-87. Changes of L value of fresh-cut apples according to various thermal treatments during storage at 5°C.

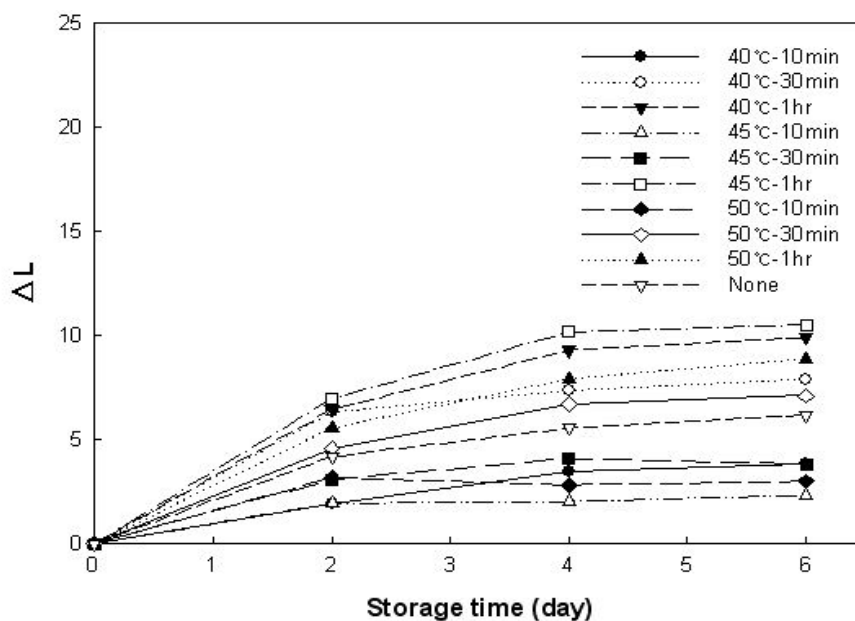


Fig. 3-88. Changes of ΔL value of fresh-cut apples according to various thermal treatments during storage at 5°C.

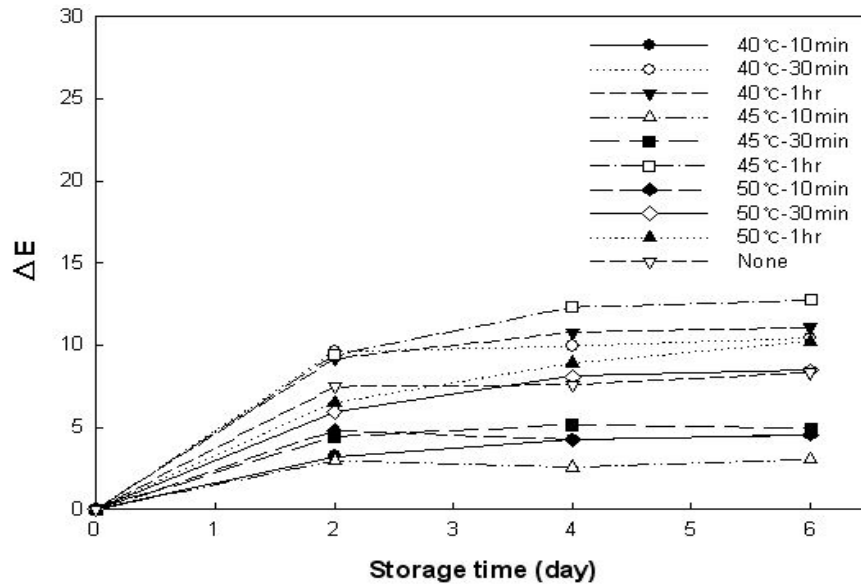


Fig. 3-89. Changes of ΔE value of fresh-cut apples according to various thermal treatments during storage at 5°C.

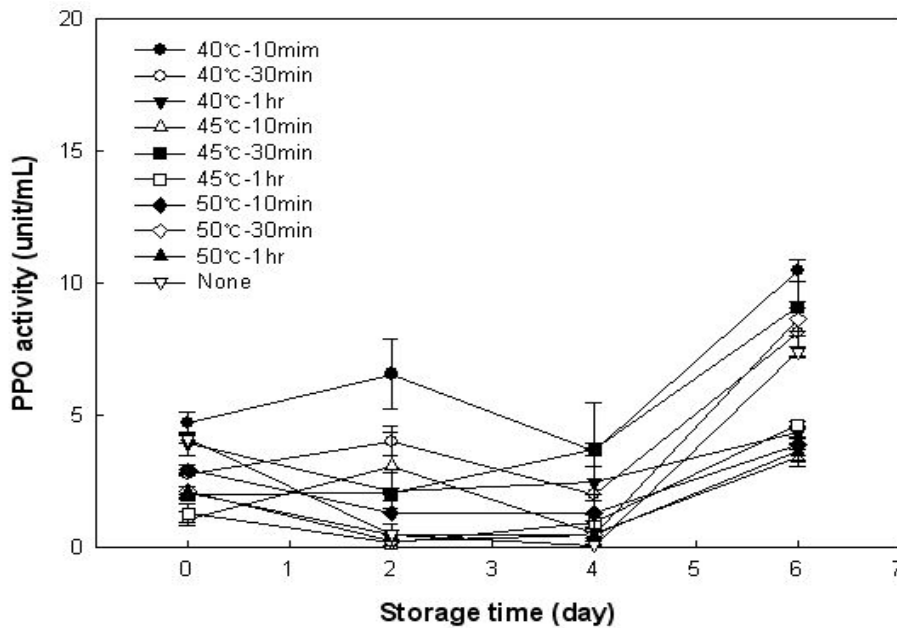


Fig. 3-90. Changes of PPO activity of fresh-cut apples according to various thermal treatments during storage at 5°C.

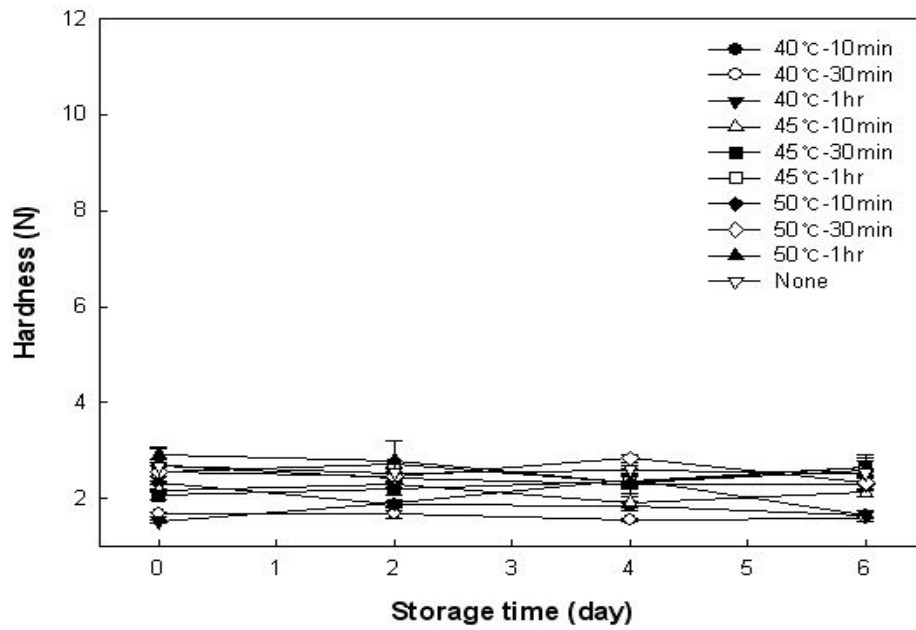


Fig. 3-91. Changes of Hardness of fresh-cut apples according to various thermal treatments during storage at 5°C.

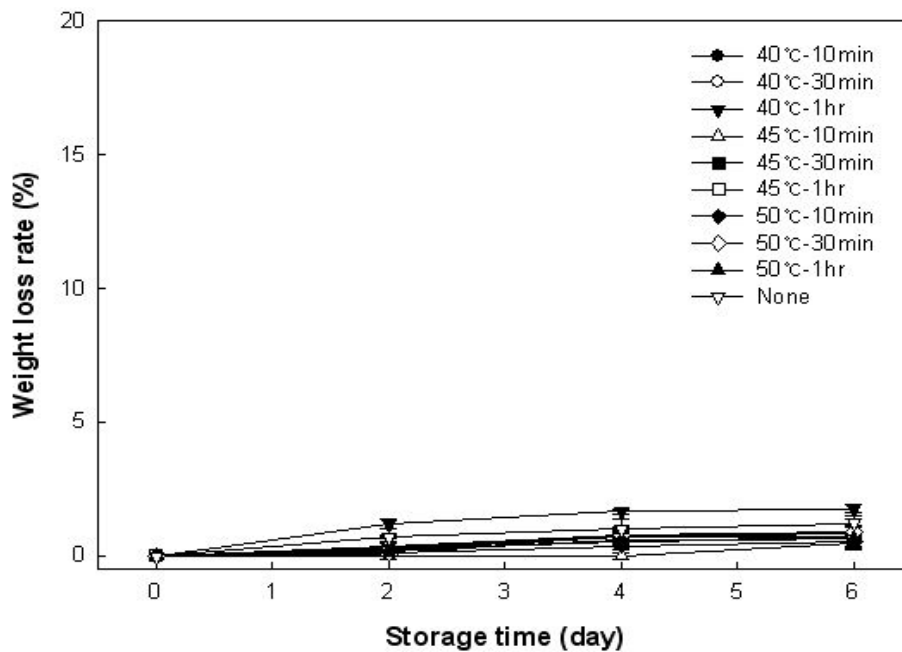


Fig. 3-92. Changes of Weight loss rate of fresh-cut apples according to various thermal treatments during storage at 5°C.

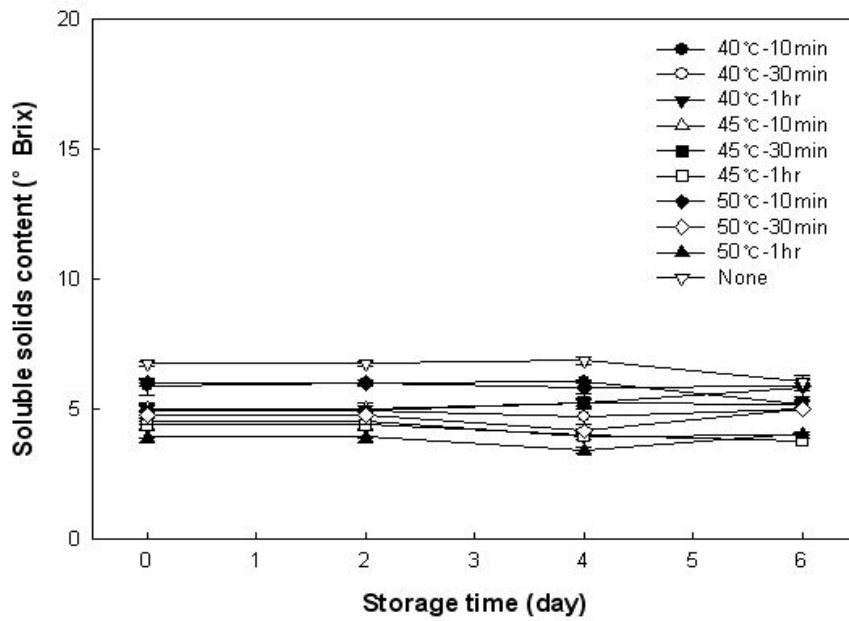


Fig. 3-93. Changes of soluble solids content of fresh-cut apples according to various thermal treatments during storage at 5°C.

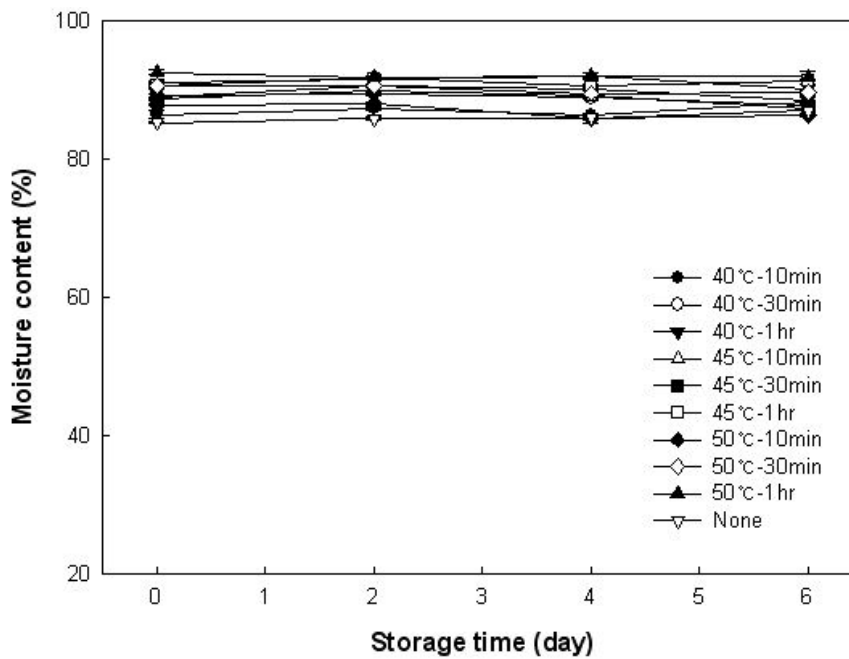


Fig. 3-94. Changes of Moisture content for fresh-cut apples according to various thermal treatments during storage at 5°C.

Table 3-10. Sensory evaluation of fresh-cut apples according to various thermal treatments during storage at 5°C (p<0.05).

Day	40 °C			45 °C			50 °C			None	
	10 min	30 min	1 hr	10 min	30 min	1 hr	10 min	30 min	1 hr		
Color	0	3.30±0.82 ^{bc}	2.80±0.91 ^{cd}	1.70±0.67 ^f	3.50±0.52 ^b	2.00±0.81 ^{ef}	2.10±0.73 ^{ef}	2.50±0.84 ^{de}	3.30±0.67 ^{bc}	1.90±0.73 ^{ef}	5.00±0.00 ^a
	2	2.80±1.07 ^{bc}	2.70±0.82 ^{bc}	2.00±0.94 ^{bc}	3.00±0.94 ^{ab}	2.10±0.73 ^{bc}	1.20±0.42 ^f	2.80±0.78 ^{ab}	2.20±0.63 ^{bd}	1.60±0.69 ^{de}	3.50±0.84 ^a
	4	2.40±0.84 ^a	2.40±0.69 ^a	1.30±0.48 ^b	2.80±0.91 ^a	1.70±0.48 ^b	1.20±0.42 ^b	1.50±0.52 ^a	1.70±0.82 ^b	1.10±0.31 ^b	3.00±0.81 ^a
	6	3.20±0.63 ^a	2.30±0.48 ^b	1.40±0.69 ^{cd}	3.40±1.17 ^a	2.10±0.56 ^b	1.30±0.48 ^d	2.20±0.78 ^b	2.00±0.66 ^{bc}	1.00±0.00 ^d	3.70±0.94 ^a
Flavor	0	3.80±0.51 ^{ab}	4.00±0.81 ^{ab}	3.80±0.78 ^{ab}	4.00±0.81 ^{ab}	3.20±1.22 ^b	3.40±0.84 ^b	3.90±0.73 ^{ab}	3.50±0.84 ^{ab}	3.20±0.91 ^b	4.30±0.67 ^a
	2	3.40±0.96 ^a	3.00±0.94 ^a	2.70±1.05 ^a	3.50±0.70 ^a	3.20±0.91 ^a	3.00±1.15 ^a	3.30±1.15 ^a	3.10±0.99 ^a	2.60±1.17 ^a	3.50±0.97 ^a
	4	3.30±1.25 ^{ab}	3.50±0.97 ^a	2.80±1.39 ^b	3.70±1.15 ^a	3.90±0.73 ^a	2.90±0.87 ^{ab}	3.30±1.56 ^{ab}	2.30±1.15 ^{bc}	2.00±0.81 ^c	3.60±0.84 ^a
	6	3.00±0.94 ^{ab}	2.70±0.94 ^{ab}	2.40±1.17 ^{ab}	2.90±1.10 ^{ab}	2.10±0.99 ^{ab}	1.90±0.73 ^{de}	2.50±0.84 ^{ab}	2.00±0.47 ^{ab}	1.40±0.96 ^c	3.50±0.70 ^a
Texture	0	3.30±1.15 ^{bc}	2.90±0.99 ^{bd}	2.20±0.63 ^d	3.50±0.97 ^b	2.50±1.17 ^{bd}	2.40±1.17 ^{cd}	2.90±1.28 ^{bd}	2.70±1.25 ^{bd}	2.10±0.87 ^d	4.70±0.67 ^a
	2	2.70±0.67 ^{cd}	2.70±0.94 ^{cd}	1.80±0.78 ^{de}	3.60±0.96 ^{ab}	2.20±0.63 ^{def}	1.40±0.51 ^f	3.10±0.87 ^{bc}	2.30±1.05 ^{de}	1.50±0.70 ^{de}	4.20±0.78 ^a
	4	3.30±0.67 ^{bc}	2.90±0.87 ^{cd}	1.90±1.19 ^{ef}	3.80±1.03 ^b	1.70±0.48 ^f	1.40±0.84 ^f	2.30±1.15 ^{de}	1.60±0.84 ^{ef}	1.20±0.42 ^f	4.60±0.51 ^a
	6	3.80±0.69 ^a	2.50±0.70 ^b	1.80±0.91 ^{bc}	2.60±0.51 ^b	2.00±0.81 ^b	1.80±0.84 ^c	3.50±1.35 ^b	2.60±0.69 ^{bc}	1.40±0.69 ^c	4.20±0.78 ^a
Overall acceptance	0	3.40±0.63 ^b	3.00±0.94 ^{bc}	2.40±0.51 ^{ab}	3.40±0.51 ^b	2.10±0.73 ^c	2.30±0.48 ^{de}	2.90±1.10 ^{bd}	3.20±0.78 ^b	2.10±0.56 ^e	4.80±0.42 ^a
	2	2.70±0.82 ^{ab}	2.70±0.67 ^{ab}	2.10±0.73 ^{ab}	2.90±0.73 ^{ab}	2.20±0.63 ^{ab}	1.50±0.70 ^f	2.80±0.78 ^{ab}	2.30±0.67 ^{bd}	1.60±0.51 ^{de}	3.40±0.96 ^a
	4	2.90±1.13 ^{ab}	2.70±0.94 ^{ab}	1.80±0.78 ^{ab}	2.80±1.03 ^{ab}	2.50±0.84 ^{ab}	1.90±0.73 ^{ab}	2.30±1.15 ^{ab}	1.60±0.84 ^{ef}	1.10±0.31 ^f	3.40±0.96 ^a
	6	3.00±0.81 ^a	2.30±0.48 ^b	1.60±0.69 ^{bd}	3.00±1.05 ^a	2.20±0.78 ^b	1.20±0.42 ^{cd}	2.00±0.94 ^b	1.70±0.67 ^{bc}	1.00±0.00 ^d	3.60±0.69 ^a

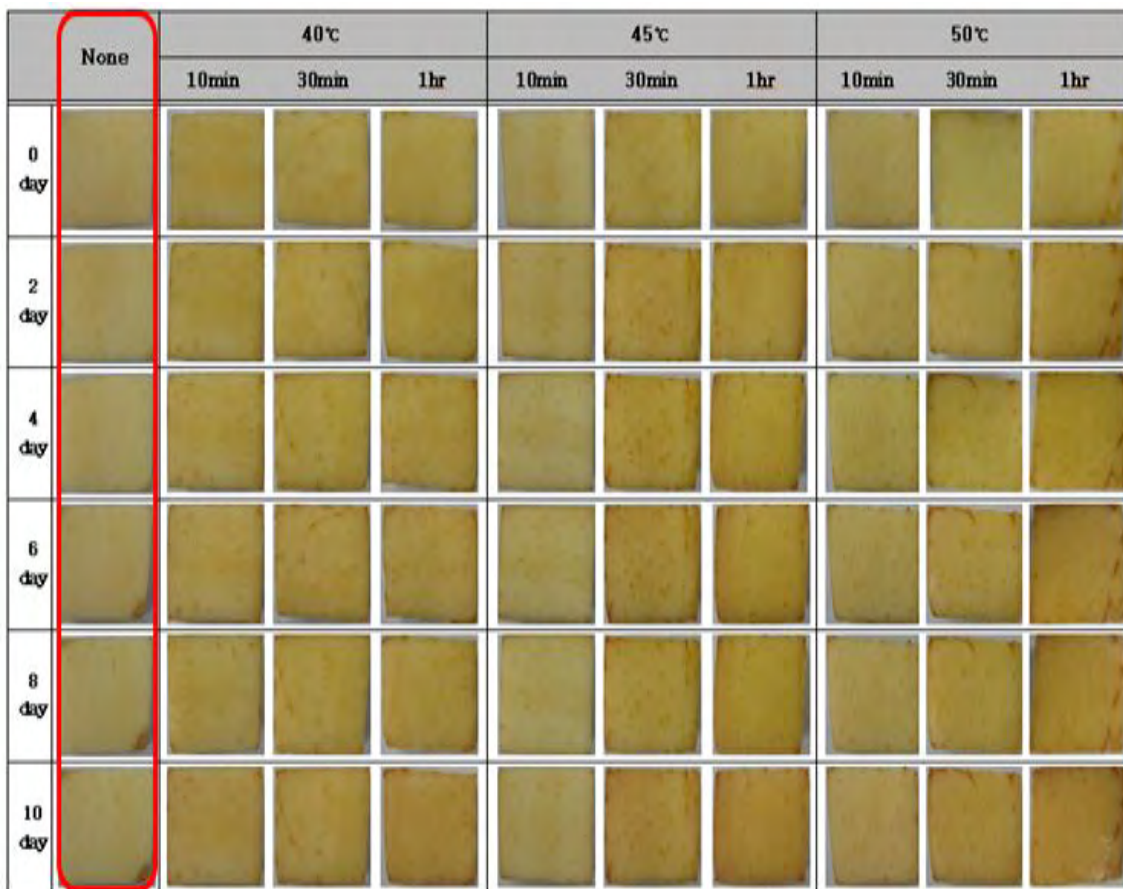


Fig. 3-95. Changes of fresh-cut apples according to various thermal treatments during storage at 5°C.

ii) 고온 단시간 열처리 조건 확립(55℃, 60℃, 65℃에서 15초, 1 분, 3 분)

고온 단시간 열처리에 따른 신선편이 사과의 색도 측정 결과, L 값 60℃-15초 처리구가 저장 초기 82.68 로 가장 높았고, 저장 기간 내내 81 의 값을 유지하며 가장 높은 값을 보였다(Fig. 3-96). ΔL , ΔE 값은 6.63, 9.83 의 변화율을 보인 65℃-3 분 처리구를 제외한 모든 처리구에서 5.49, 7.75 의 변화율을 보인 대조구 보다 낮은 변화율을 보였다. 60℃-15초 처리구에서 ΔL , ΔE 값이 1.60, 2.16 로 가장 낮은 변화율을 보여 고온 단시간 열처리가 갈변 억제 효과가 있다고 판단되었다(Fig. 3-97, 3-98). 그리고 PPO 활성은 저장 기간 동안 모든 처리구에서 증가하다 감소하다 다시 증가하는 경향을 보였다. 저장 6 일째, 모든 실험구에서 3.66 unit 의 값을 보인 대조구보다 대체적으로 낮은 값을 보였다(Fig. 3-99). 이는 고온 열처리가 사과 속의 PPO 활성을 저해하는데 효과가 있는 것으로 보인다. 경도 측정 결과, 55℃-3 분, 60℃-3 분, 65℃-3 분 처리구를 제외한 실험구에서 저장 기간 동안 1~3 N 사이 값을 보이며 미미하게 증가하였다. 55℃-3 분, 60℃-3 분, 65℃-3 분 처리구는 대체적으로 3~5 N 값으로 다른 처리구에 비해 높은 값을 보였다(Fig. 3-100). 이러한 현상은 열처리에 의해 세포벽에서 galacturonic acid의 분해가 부분적으로 저해되었기 때문인 것으로 추정된다. 중량 감소율은 저장 기간 동안 모든 처리구의 중량 감소율이 증가하였으나 1% 미만으로 측정되어 저장기간 유의적 동안 차이가 없음을 확인하였다(Fig. 3-101). 또한 가용성 고형분 함량 측정 결과, 저장 내내 전반적으로 1~2 °Brix 값으로 거의 변화 없거나 약간 감소하는 경향을 보여 가용성 고형분 유지에는 고온단시간 열처리의 영향이 거의 없는 것으로 판단되었다(Fig. 3-102).

수분함량 변화 역시 모든 처리구가 저장 2~3일에 약간 증가하다 다시 감소하는 경향을 보였으나 전체적으로 저장기간 동안 차이 없음을 확인하였다(Fig. 3-103). 관능평가 결과, 저장 초기 대조구의 색 점수가 5.00 으로 가장 높았으나 저장 1 일째부터 낮은 점수를 보였다. 저장 기간 동안 55℃, 60℃, 65℃-15초 처리구에서 4 점대로 높은 값을 보였으며 특히 저장 6 일째 60℃-15초 처리구의 색 점수가 4.60 으로 가장 높은 점수를 보였다. 종합적 기호도 역시 4.20 으로 1.40~3.90 점수를 보인 다른 처리구 보다 높은 점수를 보여 관능적인 면에서 60℃-15초 열처리가 품질 증진에 효과가 있음을 확인하였다(Table 3-11). 향과 조직감은 저장 기간 대조구와 55℃, 60℃, 65℃-15초 처리구를 제외한 실험구는 낮은 값을 보였으며, 높은 온도, 장시간 열처리구 일수록 낮은 값을 나타냈다. 이는 고온처리로 인해 사과 고유의 향과 조직감이 소실된 것으로 생각된다. 그리고 Fig. 3-104과 같이 사진 결과에서도 60℃-15초 처리구의 사과 색이 가장 밝은 것으로 보여 고온 단시간 열처리가 갈변 억제의 효과가 있음을 확인 할 수 있었다. 위 결과로 종합하여 볼 때 신선편이 사과제품은 60℃에서 15초 처리할 경우 제품의 품질 증진에 효과적이라고 판단된다.

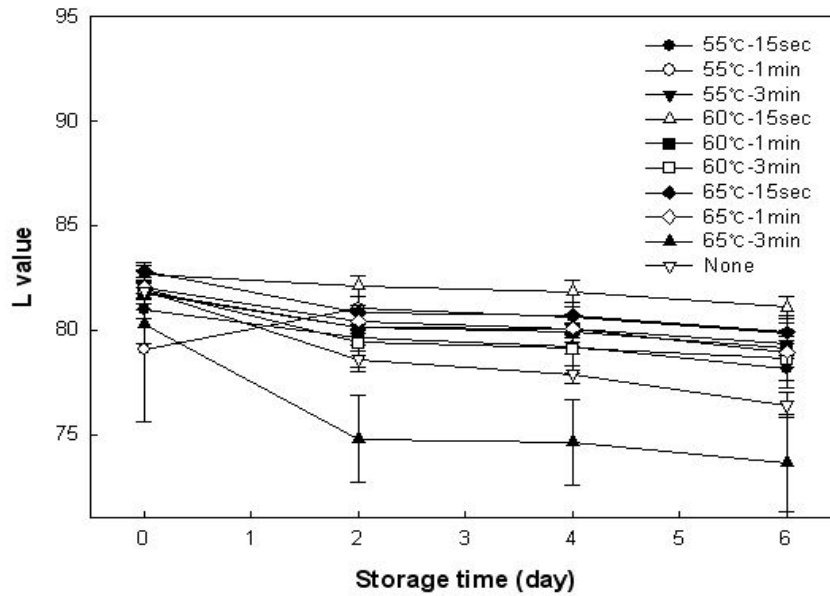


Fig. 3-96. Changes of L value of fresh-cut apples according to various thermal treatments during storage at 5°C.

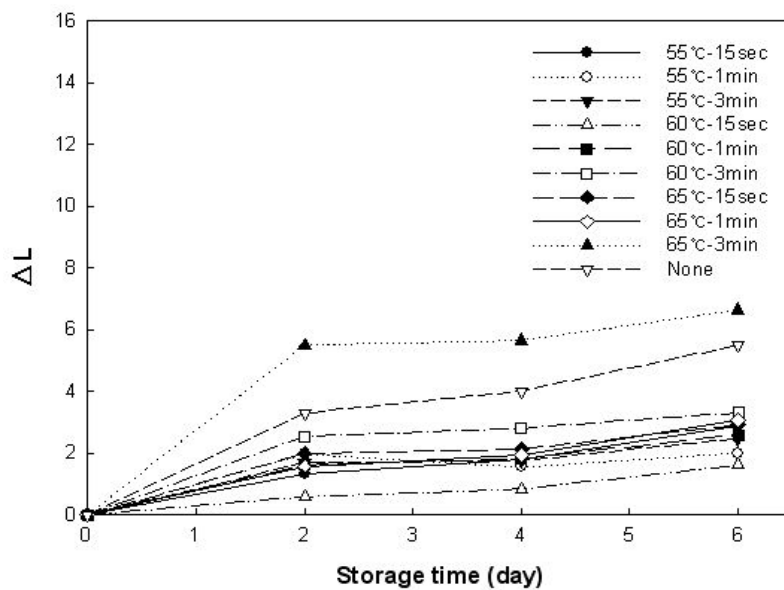


Fig. 3-97. Changes of ΔL value of fresh-cut apples according to various thermal treatments during storage at 5°C.

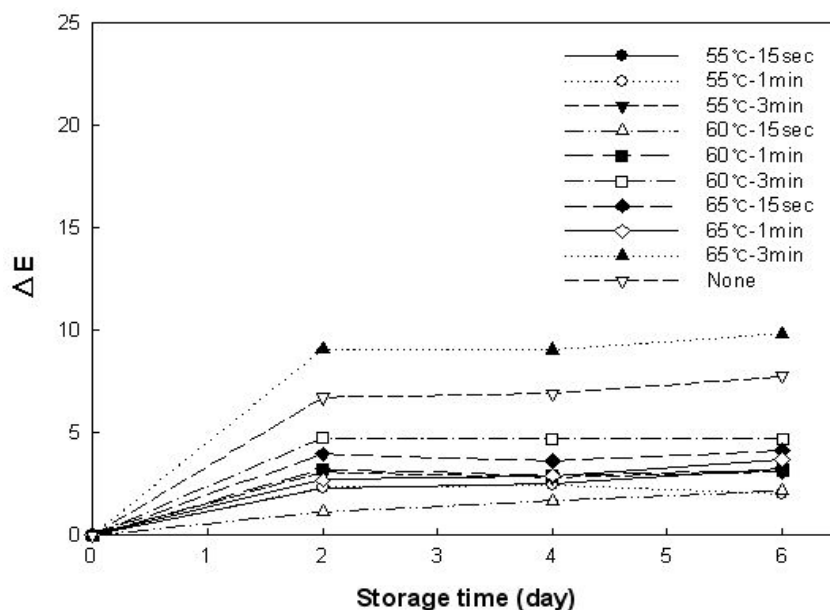


Fig. 3-98. Changes of ΔE value of fresh-cut apples according to various thermal treatments during storage at 5°C.

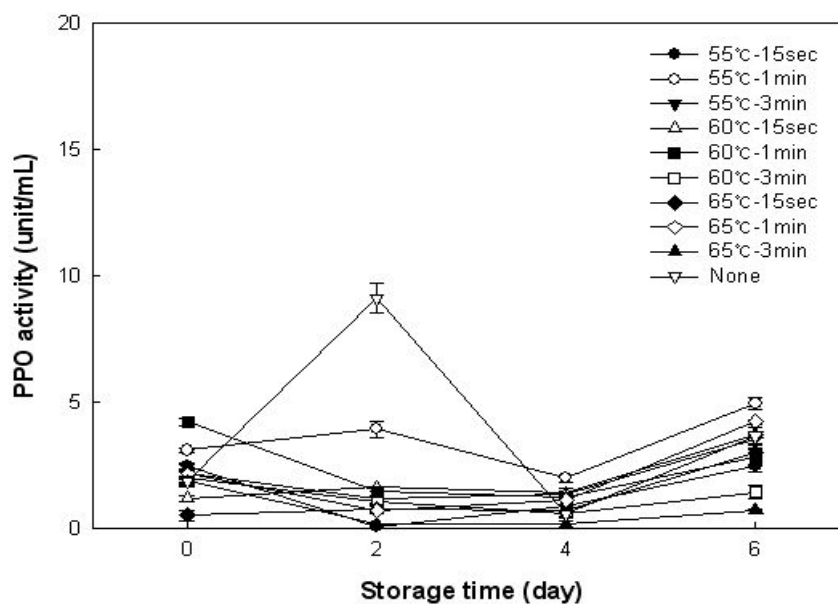


Fig. 3-99. Changes of PPO activity of fresh-cut apples according to various thermal treatments during storage at 5°C.

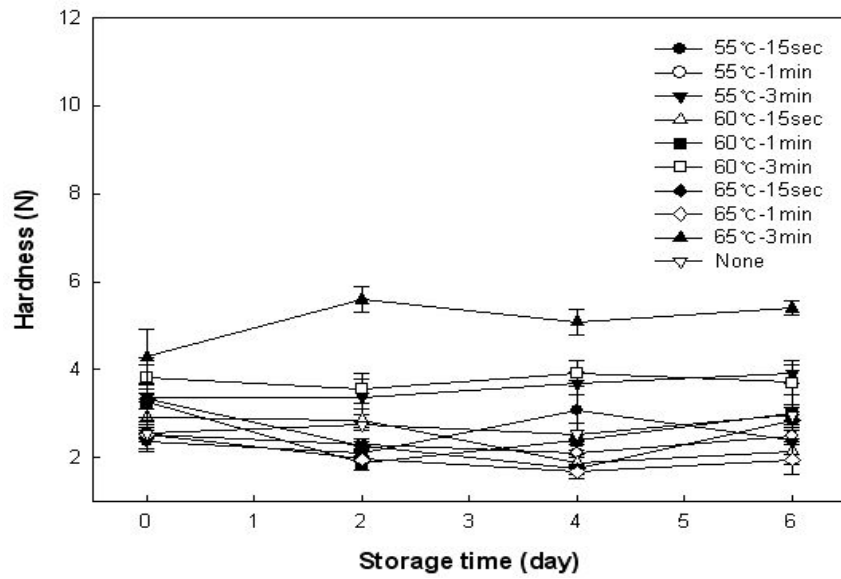


Fig. 3-100. Changes of Hardness of fresh-cut apples according to various thermal treatments during storage at 5°C.

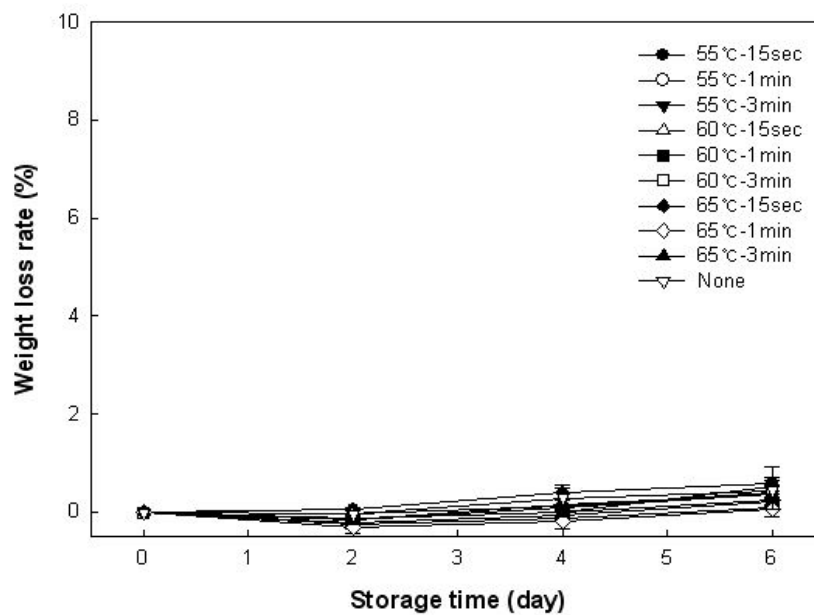


Fig. 3-101. Changes of Weight loss rate of fresh-cut apples according to various thermal treatments during storage at 5°C.

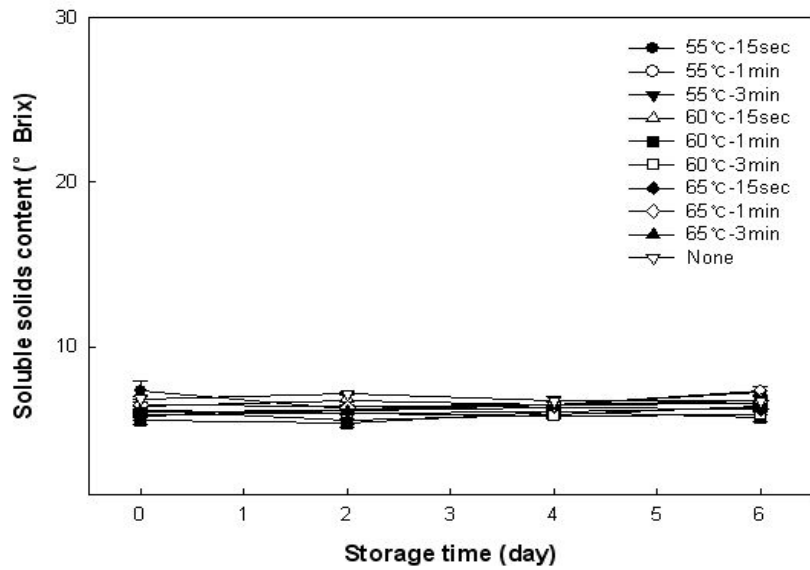


Fig. 3-102. Changes of soluble solids content of fresh-cut apples according to various thermal treatments during storage at 5°C.

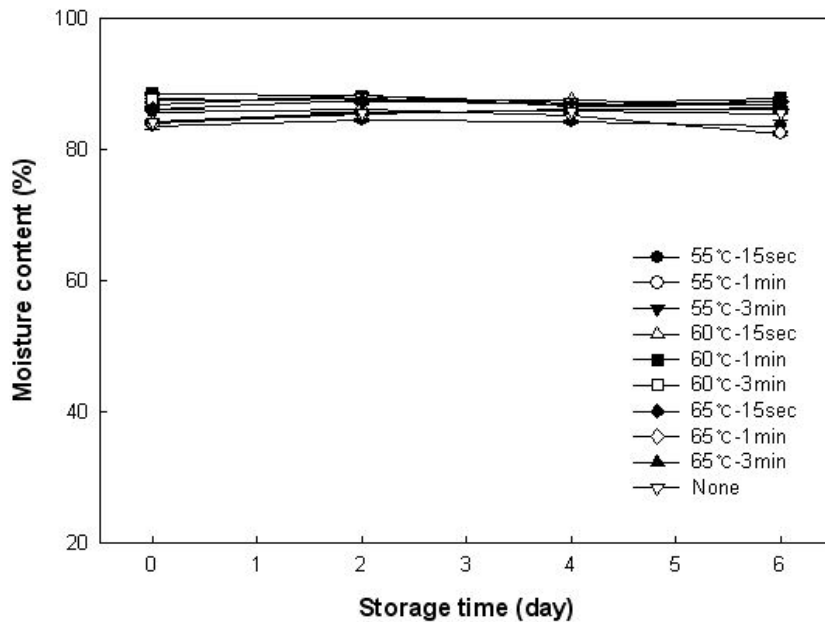


Fig. 3-103. Changes of Moisture content for fresh-cut apples according to various thermal treatments during storage at 5°C.

Table 3-11. Sensory evaluation of fresh-cut apples according to various thermal treatments during storage at 5°C (p<0.05).

Day	55 °C			60 °C			65 °C			None	
	15 sec	1 min	3 min	15 sec	1 min	3 min	15 sec	1 min	3 min		
Color	0	4.50±0.70 ^{ab}	4.50±0.70 ^{ab}	2.90±0.73 ^f	4.80±0.42 ^a	3.80±0.78 ^{cd}	3.40±0.69 ^{ab}	4.70±0.48 ^a	4.00±0.66 ^{bc}	2.10±0.56 ^f	5.00±0.00 ^a
	2	4.50±0.52 ^a	4.20±0.63 ^{ab}	2.70±0.82 ^c	4.60±0.51 ^a	3.80±0.42 ^b	2.70±0.48 ^c	4.10±0.73 ^{ab}	2.70±0.94 ^c	1.40±0.51 ^d	2.80±0.78 ^c
	4	4.00±0.00 ^{bc}	3.70±0.34 ^{cd}	2.40±0.96 ^{ab}	4.70±0.48 ^a	3.20±0.63 ^{de}	1.90±0.73 ^{de}	4.50±0.70 ^{ab}	3.50±0.52 ^{ab}	1.90±0.73 ^b	3.00±0.81 ^{de}
	6	4.00±0.47 ^{ab}	4.20±0.63 ^{ab}	2.70±0.67 ^c	4.60±0.51 ^a	4.00±0.47 ^{ab}	2.90±0.73 ^c	4.50±0.70 ^a	3.10±0.31 ^c	1.40±0.51 ^d	3.70±0.94 ^b
Flavor	0	4.20±0.42 ^{ab}	4.30±0.48 ^{ab}	3.60±0.84 ^{bc}	4.50±0.52 ^a	3.90±0.87 ^{ab}	3.80±0.63 ^{ab}	4.10±0.56 ^{ab}	3.90±0.31 ^{ab}	3.50±1.26 ^c	4.30±0.67 ^{ab}
	2	4.30±1.05 ^a	3.50±1.08 ^{ab}	3.50±0.97 ^{ab}	4.10±0.56 ^{ab}	3.80±0.91 ^{ab}	3.00±1.24 ^c	3.70±0.94 ^{ab}	3.50±0.70 ^{ab}	3.20±0.91 ^{bc}	3.30±1.15 ^{ab}
	4	3.90±0.87 ^a	3.90±1.10 ^a	3.40±1.17 ^{ab}	4.30±0.82 ^a	3.80±1.13 ^a	3.80±0.91 ^a	4.00±1.05 ^a	3.80±0.78 ^a	2.70±0.94 ^b	3.60±0.84 ^{ab}
	6	3.40±0.84 ^a	3.60±0.84 ^a	2.40±0.69 ^b	3.70±1.15 ^a	3.80±0.69 ^a	3.10±0.87 ^{ab}	3.80±0.91 ^a	3.30±0.82 ^a	1.80±0.69 ^c	3.50±0.70 ^a
Texture	0	4.50±0.70 ^{ab}	4.60±0.51 ^{ab}	3.40±0.96 ^d	5.00±0.00 ^{ab}	4.10±0.73 ^{bc}	3.60±1.07 ^{cd}	4.40±0.63 ^a	4.50±0.52 ^{ab}	2.40±0.84 ^e	4.70±0.67 ^{ab}
	2	4.10±1.19 ^{ab}	4.20±0.78 ^{ab}	3.30±1.05 ^{bc}	4.40±0.69 ^a	3.50±1.09 ^{ab}	3.30±1.05 ^{bc}	3.80±0.91 ^{ab}	3.60±0.69 ^{ab}	2.20±0.63 ^d	3.10±0.87 ^c
	4	4.40±0.51 ^a	4.20±0.91 ^{ab}	3.60±1.07 ^b	4.60±0.69 ^a	4.20±0.42 ^{ab}	4.00±0.81 ^{ab}	4.50±0.52 ^a	4.70±0.48 ^a	2.40±1.26 ^c	4.60±0.51 ^a
	6	4.50±0.70 ^a	4.20±0.78 ^{ab}	3.40±0.96 ^b	4.00±1.24 ^{ab}	4.30±0.67 ^a	3.40±0.69 ^b	4.50±0.70 ^a	4.00±1.05 ^{ab}	2.100±0.73 ^c	4.20±0.78 ^{ab}
Overall acceptance	0	4.44±0.52 ^{ab}	4.40±0.69 ^{ab}	3.10±0.73 ^d	4.80±0.42 ^a	4.00±0.47 ^{bc}	3.50±0.70 ^{cd}	4.50±0.52 ^{ab}	4.10±0.31 ^b	2.20±0.91 ^e	4.80±0.42 ^a
	2	4.40±0.69 ^a	4.00±0.66 ^{ab}	2.70±0.82 ^d	4.50±0.52 ^a	3.60±0.51 ^{bc}	2.70±0.82 ^d	3.90±0.73 ^{ab}	3.00±0.81 ^{cd}	1.80±0.63 ^e	2.80±0.78 ^d
	4	4.10±0.31 ^a	4.00±0.81 ^{ab}	2.80±0.78 ^b	4.70±0.67 ^a	3.20±0.63 ^{ab}	3.20±0.91 ^{ab}	4.20±0.78 ^a	3.70±0.94 ^a	2.10±1.19 ^f	3.40±0.96 ^a
	6	3.80±0.63 ^{ab}	3.90±0.56 ^{ab}	2.70±0.67 ^d	4.20±0.91 ^{ab}	3.90±0.56 ^{ab}	3.00±0.81 ^{cd}	4.40±0.63 ^a	3.10±0.56 ^{cd}	1.40±0.51 ^e	3.60±0.69 ^{bc}



Fig. 3-104. Changes of fresh-cut apples according to various thermal treatments during storage at 5°C.

4) 갈변억제처리기술 개발

신선편이 식품의 기존 dipping 방법, 기존 항갈변제 처리, 열처리와 이들을 병행 처리 방법을 적용하여 품목별(감자, 양상추, 사과)로 저장실험으로 제품의 갈변 및 품질 손실율을 비교하였다.

가) 신선편이 감자의 갈변억제 처리 기술 개발

감자 세척 후 박피하여 가로×세로×두께가 3cm×3cm×1cm가 되도록 절단한 후 열처리구(55℃-60초), 갈변억제제처리구(0.1% Ascorbic acid-60초), 병용처리구(55℃+AA 0.1%-60초)로 하여 침지시킨 후 표면 물기를 제거한 후 LDPE 지퍼백으로 포장하여 5℃에서 저장실험(색도, PPO 활성, PAL 활성, 경도, 중량 감소율, 가용성 고형분 함량, 수분함량, 관능평가)하였다. 대조구는 4℃에 30초 침지한 후 처리구와 같은 방법으로 포장하였다. 감자의 갈변억제를 위해 열처리와 갈변억제제처리, 열처리와 갈변억제제 병용처리에 의한 저장 기간별 감자의 색도를 측정된 결과 L 값은 저장 기간 동안 AA 0.1% 처리구가 가장 높은 L 값을 나타내었고 55℃-60초 처리구는 대조구보다 낮은 L 값을 나타내었다(Fig. 3-105). ΔL 값은 저장 2일째 55℃+AA 0.1% 병용처리구가 0.68로 다른 처리구의 1.3~1.4에 비해 가장 낮은 변화폭을 나타내었다. 병용처리를 제외한 나머지 처리구에서는 대조구가 1.44, 55℃-60초 열처리구가 1.26, AA 0.1% 처리구가 1.35의 비슷한 수준의 ΔL 값을 보이다 저장 10일째에 대조구의 변화가 4.40으로 가장 높게 나타난 것을 알 수 있었다(Fig. 3-106). ΔE 값은 저장 2일째 모든 처리구가 1 이상의 변화를 나타내어 급격한 변화가 나타났지만 이 중 변화폭이 가장 작게 나타난 병용처리구의 ΔE 값은 1.34였다. 저장 10일째 55℃-60초 처리구와 55℃+AA 0.1%의 병용처리구는 각각 4.74, 4.65로 비슷한 값을 나타내었지만 저장 기간 동안 병용처리구의 변화폭이 더 적었으므로 55℃+AA 0.1%의 병용처리가 감자의 갈변 억제에 더 효과적이라고 생각된다.(Fig. 3-107). PPO 활성은 저장 초기에는 AA 0.1% > Control > 55℃+AA 0.1% > 55℃-60초 처리구 순으로 활성이 높았고 저장 10일째 55℃-60초 > AA 0.1% > 55℃+AA 0.1% > Control 순으로 대조구의 활성이 가장 낮게 나타났다(Fig. 3-108). 하지만 저장 기간 동안에 55℃+AA 0.1% 병용처리구의 PPO 활성이 완만한 변화를 보여 열처리와 갈변억제제의 병용 처리는 PPO 효소의 활성을 억제 및 아스코르브산의 환원제 역할과 더불어 갈변을 효과적으로 억제하는 것으로 사료된다. 그리고 PAL 활성은 Fig. 3-109와 같이 저장 기간 동안 0.06~0.01 수준의 값을 유지하였다. 대조구와 55℃+AA 0.1% 병용처리구가 저장 기간 동안 큰 변화 없이 완만한 증가를 보였는데 저장 10일째 대조구의 PAL 활성이 0.08로 증가하였고 병용처리구는 0.06으로 감소하여 가장 낮은 활성을 나타내었다. 병용처리구의 완만한 PAL 활성 증가는 PPO 활성과 같은 경향을 나타내었는데 이는 PAL 활성으로 인해 생성된 phenol 화합물이 PPO 활성에 기질로 작용한 것이라고 생각된다. 감자의 경도 변화는 저장 초기 모든 처리구의 경도는 36~37 N으로 비슷한 값을 보였고 저장 10일째 33~38 N으로 처리구간의 변화 폭이 저장 초기에 비해 증가하였다(Fig. 3-110). 하지만 저장 기간 동안 처리구별 경도의 변화가 크게 나타나지 않아 조직의 연화가 일어나지 않은 것

으로 생각된다. 또한 저장 기간 동안 감자의 중량 감소율은(Fig. 3-111) 저장 초기 중량에 변화가 적었으나 시간이 지날수록 점차 증가하여 저장 초기에 비해 저장 10일째 감소율이 10배나 증가하였으나 초기의 중량 감소율이 워낙 낮아 품질에 영향을 미칠만한 수준이 아닌 것으로 판단된다. 또한 가용성 고형분의 함량과 수분함량 역시 저장 기간 동안 2.7~3.2 °Brix와 81% 이상을 유지하며 모든 처리구가 비슷한 값을 나타내었고, 저장 기간 동안 미미하게 증가하는 경향을 보였다(Fig. 3-112, 3-113). 갈변억제 기술에 따른 저장 중 감자의 색, 향, 조직감, 종합적 기호도에 대한 관능검사 결과는 Table 3-12.에 나타내었다. 저장 6일까지 모든 처리구에서 3점 이상의 높은 평가를 받았으나 각 처리구의 유의적인 차이는 보이지 않았다. 55°C+AA 0.1% 병용처리구는 저장 10일째 표면색 및 종합적 기호도가 3점을 나타내며 다른 처리구에 비해 가장 높은 점수를 받았고 오랜 저장기간에도 감자의 품질을 유지할 수 있었다. Fig. 3-114의 저장사진에서는 모든 처리구의 갈변현상이 육안으로 확인되지 않았고 저장 6일까지도 표면에 수분이 유지되어 있었다. 결과적으로 아스코르브산과 열을 병용 처리한 감자가 10 일 이상 저장기간에도 상품성을 잃지 않았으며 갈변 억제에도 효과적인 것으로 판단된다.

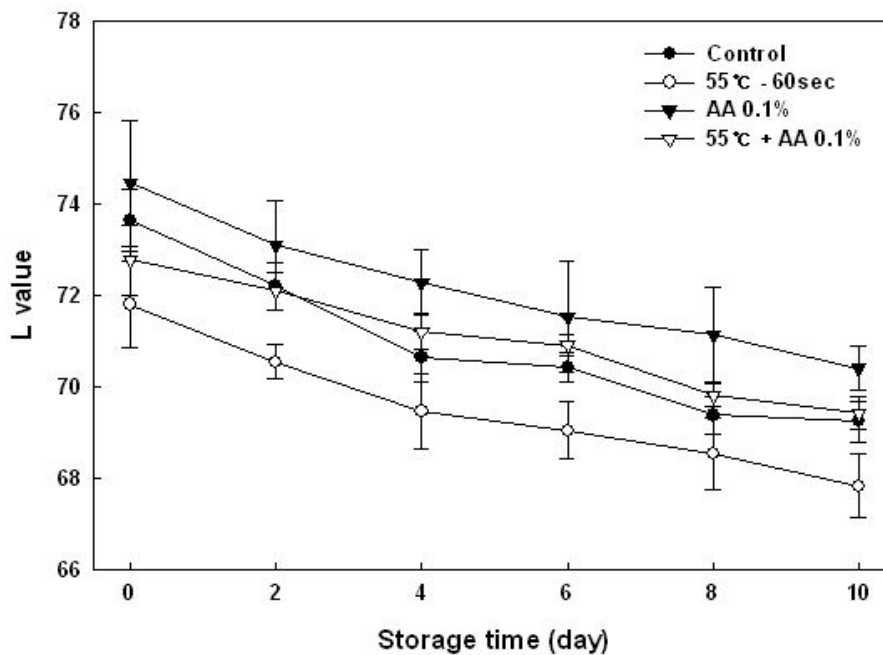


Fig. 3-105. Changes of L value of fresh-cut potato using combination treatment during storage at 5°C.

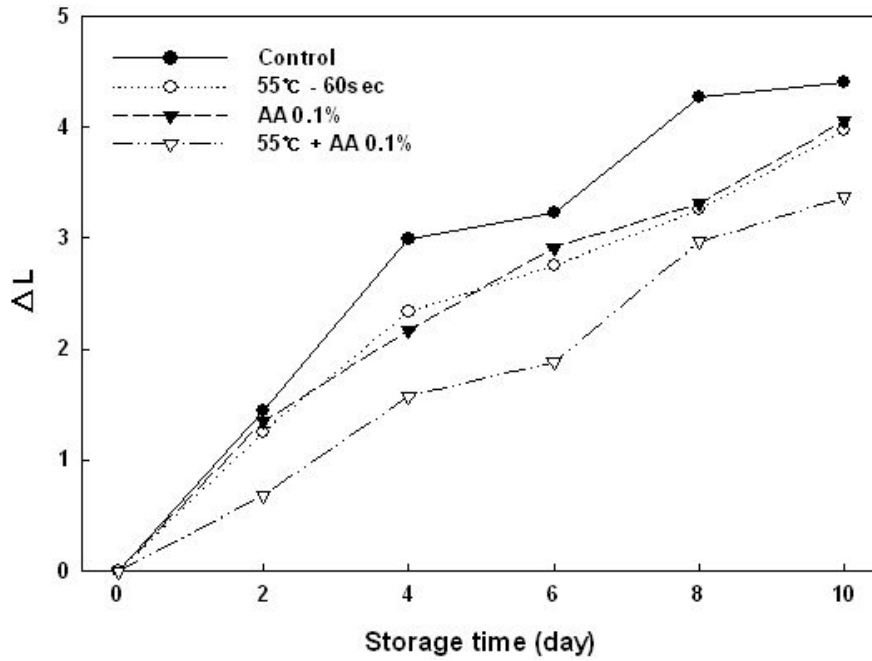


Fig. 3-106. Changes of ΔL value of fresh-cut potato using combination treatment during storage at 5°C.

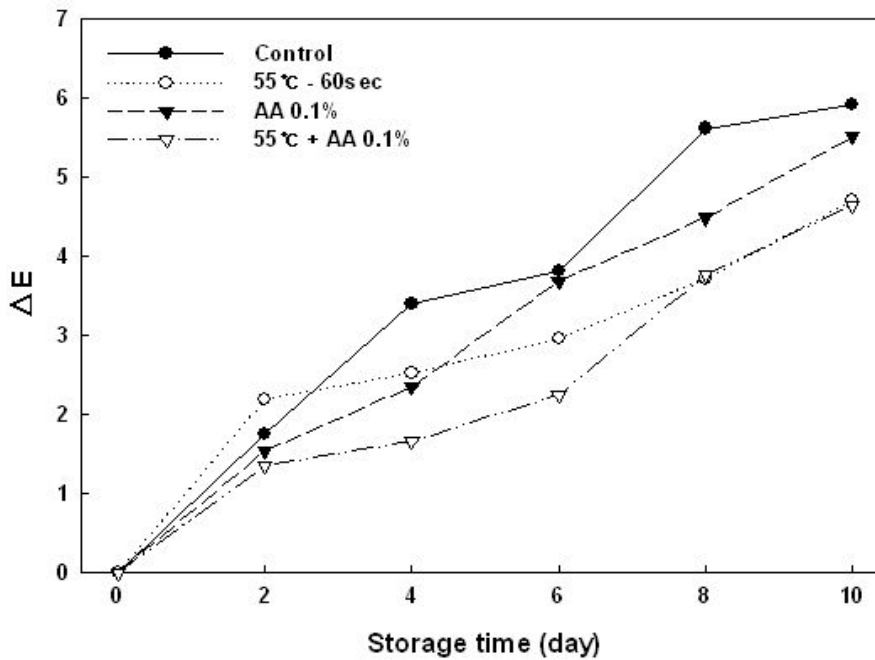


Fig. 3-107. Changes of ΔE value of fresh-cut potato using combination treatment during storage at 5°C.

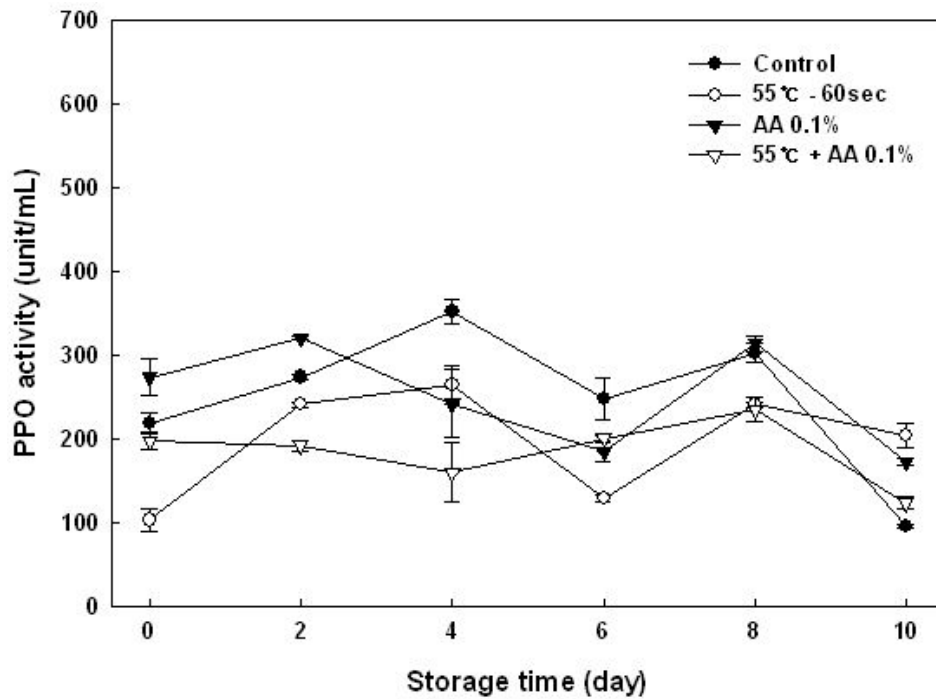


Fig. 3-108. Changes of PPO activity of fresh-cut potato using combination treatment during storage at 5°C.

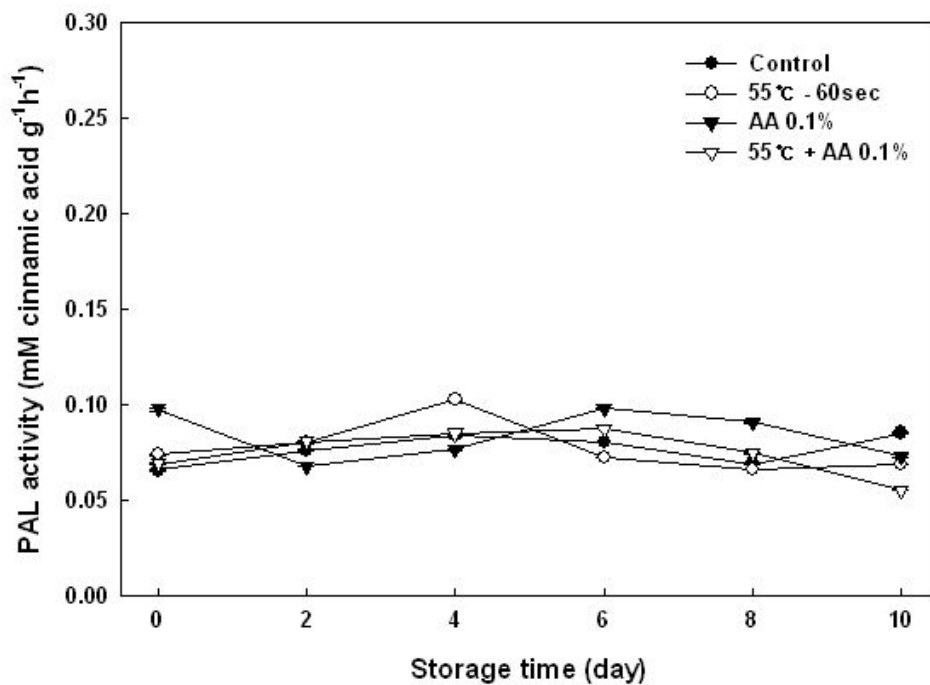


Fig. 3-109. Changes of PAL activity of fresh-cut potato using combination treatment during storage at 5°C.

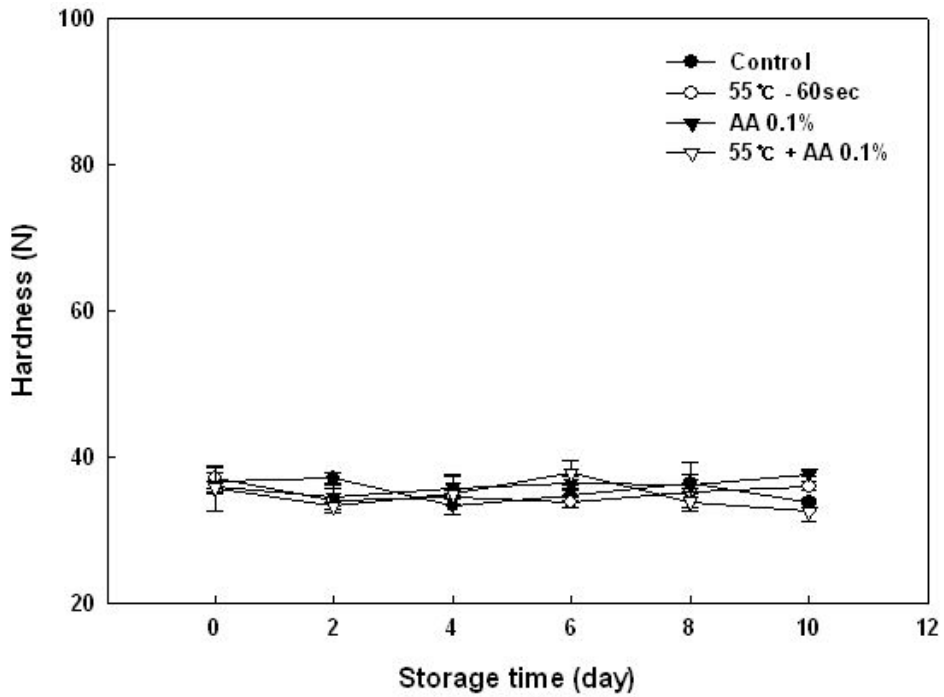


Fig. 3-110. Changes of the Hardness of fresh-cut potato using combination treatment during storage at 5°C.

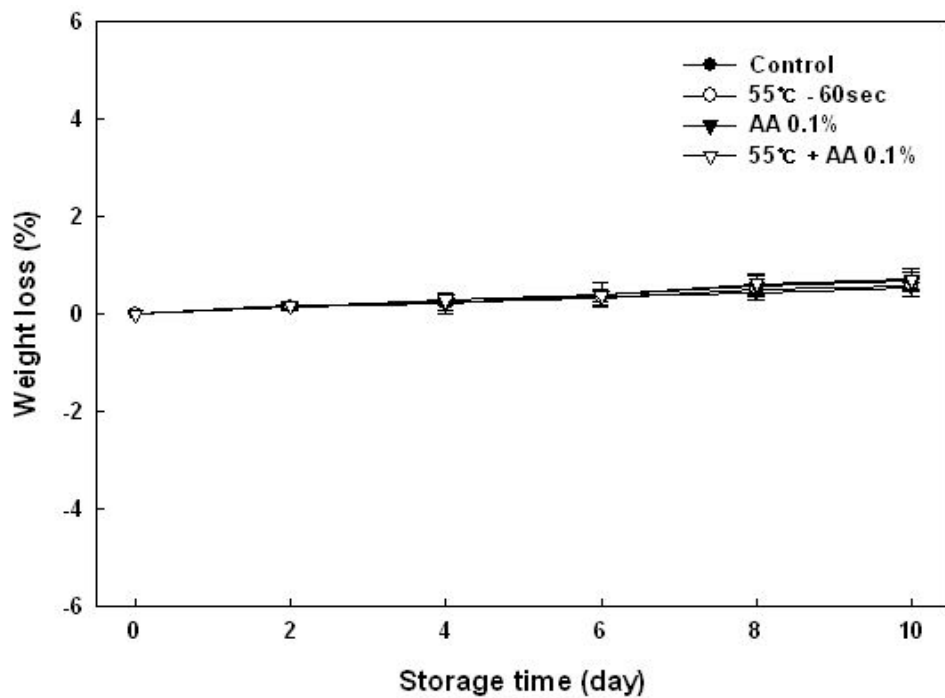


Fig. 3-111. Changes of the weightloss of fresh-cut potato using combination treatment during storage at 5°C.

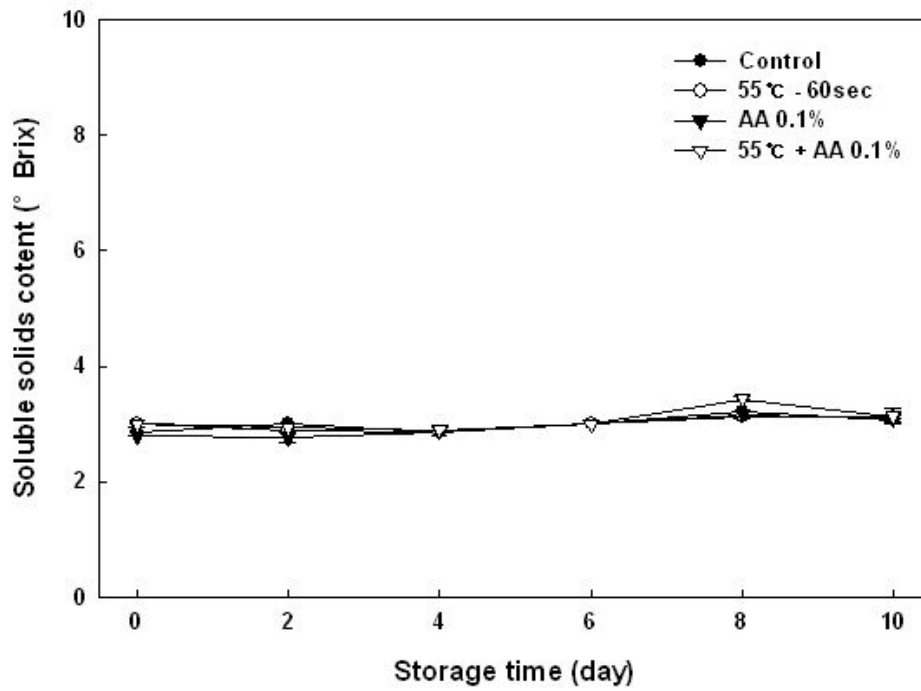


Fig. 3-112. Changes of the soluble solids content of fresh-cut potato using combination treatment during storage at 5°C.

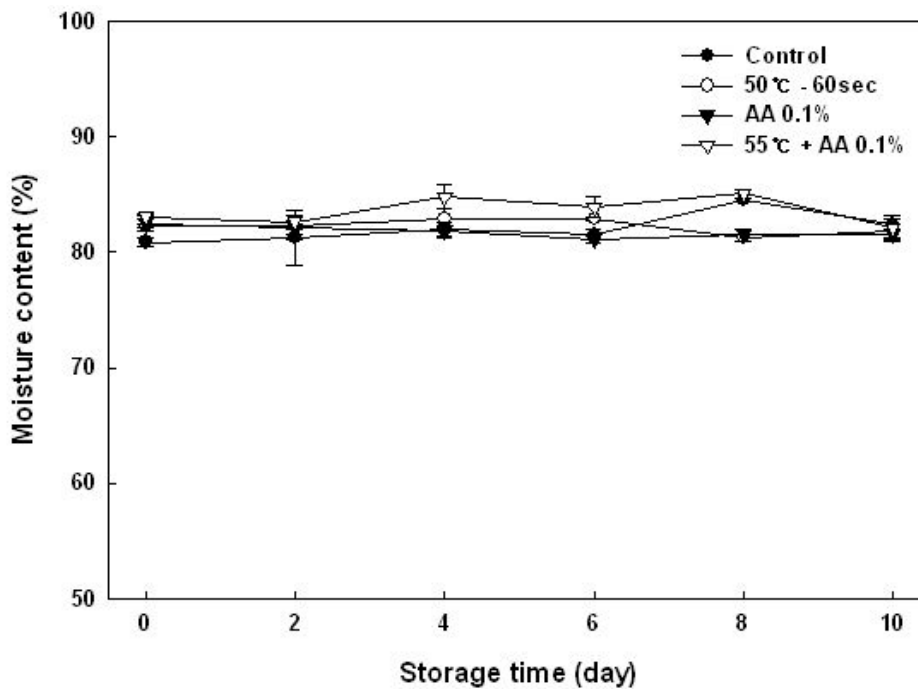


Fig. 3-113. Changes of moisture content of fresh-cut potato using combination treatment during storage at 5°C.

Table 3-12. Sensory properties of fresh-cut potato using combination treatment storage at 5°C (P<0.05).

	Day	Control	55 °C-60sec	AA 0.1%	55 °C + AA0.1%
Color	0	4.4±0.70*	4.5±0.53*	4.2±1.14*	3.7±1.06*
	2	4.3±0.48*	3.1±0.74 ^b	4.2±0.63*	3.4±1.17 ^b
	6	2.6±0.70 ^b	3.0±0.67 ^{ab}	3.5±0.85*	3.2±0.92 ^{ab}
	10	2.6±0.52*	2.5±0.71*	2.5±0.85*	3.0±0.67*
Flavor	0	3.8±0.63*	3.7±0.95*	3.4±0.84*	3.8±0.79*
	2	3.7±1.06*	3.9±0.88*	3.7±1.06*	3.9±0.88*
	6	3.5±0.85*	3.3±0.82*	3.7±0.67*	3.4±0.97*
	10	2.5±0.53*	2.8±0.63*	2.5±0.71*	2.8±0.63*
Texture	0	4.0±0.67*	4.2±0.63*	3.9±0.74*	4.1±0.88*
	2	4.3±0.67*	4.0±0.94*	4.3±0.67*	4.4±0.70*
	6	3.0±0.67*	3.3±0.67*	3.4±0.84*	3.3±0.82*
	10	3.2±0.42*	3.0±0.82*	3.4±0.97*	3.5±0.71*
Overall acceptance	0	4.0±0.82*	4.3±0.82*	4.3±0.82*	3.8±0.92*
	2	4.0±0.82 ^{ab}	3.2±0.63*	4.1±0.74*	3.5±1.27 ^{ab}
	6	2.9±0.57 ^b	3.1±0.57 ^b	3.8±0.63*	3.3±0.82 ^{ab}
	10	2.6±0.52*	2.6±0.70*	2.6±0.84*	3.0±0.67*

	Control	55°C - 60sec	AA 0.1%	55°C + AA 0.1%
0 day				
2 day				
4 days				
6 days				

Fig. 3-114. Color changes of fresh-cut potato using combination treatment during storage at 5°C.

나) 신선편이 양상추의 갈변억제 처리 기술 개발

양상추는 이물질 및 비가식 부위를 제거하여 5 x 5 cm으로 절단하고 처리구로는 대조구로 1분간 증류수로 침지한 것과 50°C-30초 열처리 처리구, 0.1% Ascorbic acid를 사용한 갈변 억제제 처리구, 열처리와 갈변억제제를 동시에 실행한 병용 처리구로 하였다. 이후 LDPE 지퍼백에 소포장하여 5 °C에서 10일간 저장실험(갈색도, PPO 활성, PAL 활성, 중량 감소율, 가용성 고형분 함량, 수분함량, 관능평가) 하였다. 열처리, 갈변억제제 처리 그리고 병용처리를 하여 신선편이 양상추의 품질증진을 조사하기 위하여 갈색도를 조사한 결과(Fig. 3-115) 모든 처리구가 저장 기간이 경과함에 따라 갈색도 값이 증가하였지만 병용처리구가 저장 10일까지 다른 처리구들에 비하여 지속적으로 낮은 갈색도를 유지하였다. 그리고 PPO 활성은 색도와 같이 병용처리구가 저장 10일 까지 꾸준히 낮은 활성을 유지하였다(Fig. 3-116). 또한 갈변억제제 처리구도 낮은 활성을 유지하였지만 병용처리구에 비해 다소 높은 활성을 보였다. 아스코르브산에 의해 양상추의 항산화력이 증가되고 증온처리에 의해 효소의 활성이 낮아져 병용처리구가 갈변 억제에 효과적으로 나타난 것으로 생각된다. 그리고 시료를 10일간 냉장 저장하면서 PAL 활성을 조사한 결과(Fig. 3-117), 대조구와 열처리구는 비슷한 활성을 보인 반면에 병용처리구와 갈변억제제 처리구와 비슷한 활성을 보였다. 갈변억제제 처리구와 병용처리구의 PAL 활성에 많은 차이는 보이지 않았지만 저장 초기부터 4일째까지는 병용처리구가 갈변억제제 처리구보다 낮은 활성을 보였다. 각 처리구별 중량 감소율과 가용성 고형분 함량은 모든 처리구에서

저장 내내 2% 미만으로 1~2 Brix 정도로 큰 변화가 보이지 않았다(Fig. 3-118, 3-119). 그리고 모든 처리구에서 95~96% 정도의 수분 함량을 보였으며 눈에 띄는 차이는 보이지 않았다(Fig. 3-120). 신선편이 양상추의 품질에 대한 관능평가를 실시한 결과(Table. 3-13) 대조구는 저장 6 일째 색, 향, 조직감에서 품질 한계점인 5점보다 낮은 점수를 받았고 열처리구는 저장 10일에 색에서 품질 한계점에 도달 하여 전체적 품질이 한계점에 도달하였다. 0.1% Ascorbic acid 처리구는 저장 10일까지도 품질 한계점에 도달하지 않았고 병용처리구도 저장 10일까지 관능평가 6점 이상을 유지하는 것을 알 수 있었다. 또한 Fig. 3-121의 저장 사진에서도 유사한 결과를 보였다. 신선편이 양상추의 경우에도 물리적인 열처리와 화학적인 아스코르브산을 같이 병행 처리한 것이 갈변 억제에 더욱 효과적임을 알 수 있었다.

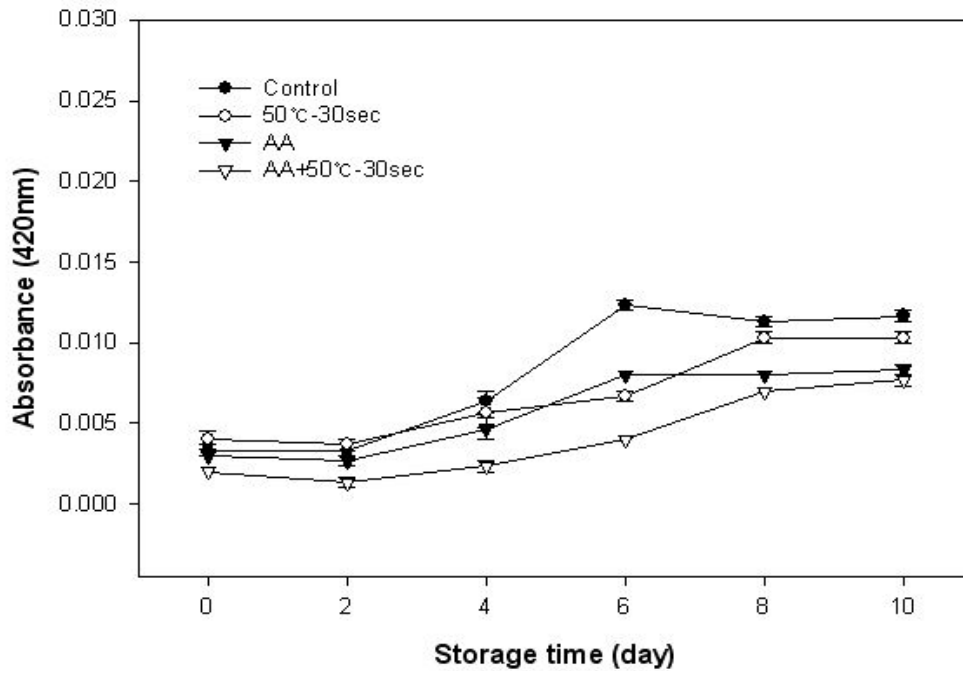


Fig. 3-115. Changes of browning index of fresh-cut lettuces using combination treatment during storage at 5°C.

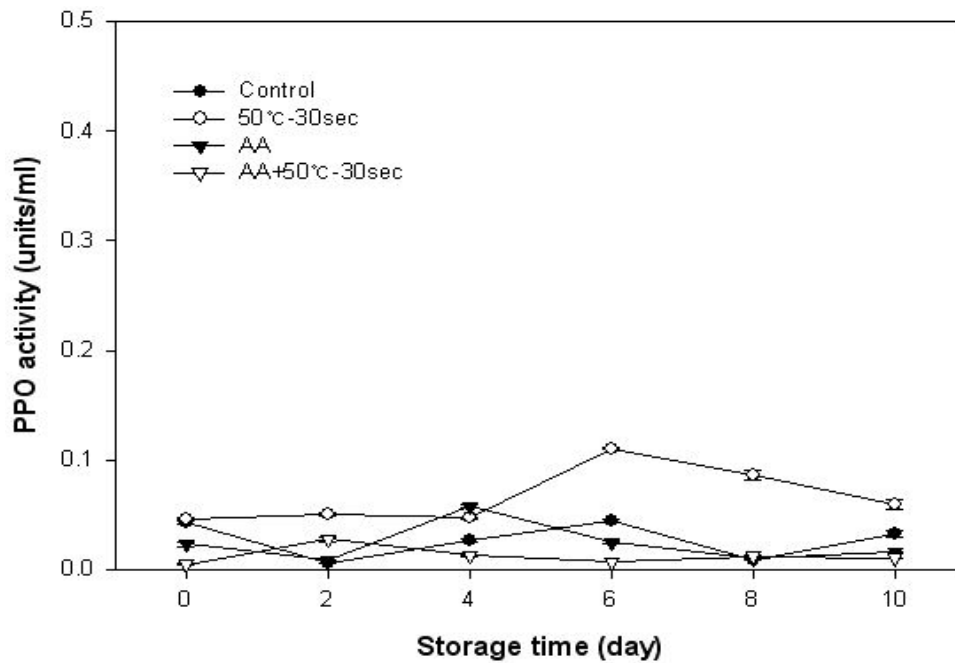


Fig. 3-116. Changes of polyphenol oxidase(PPO) activity of fresh-cut lettuces using combination treatment during storage at 5°C.

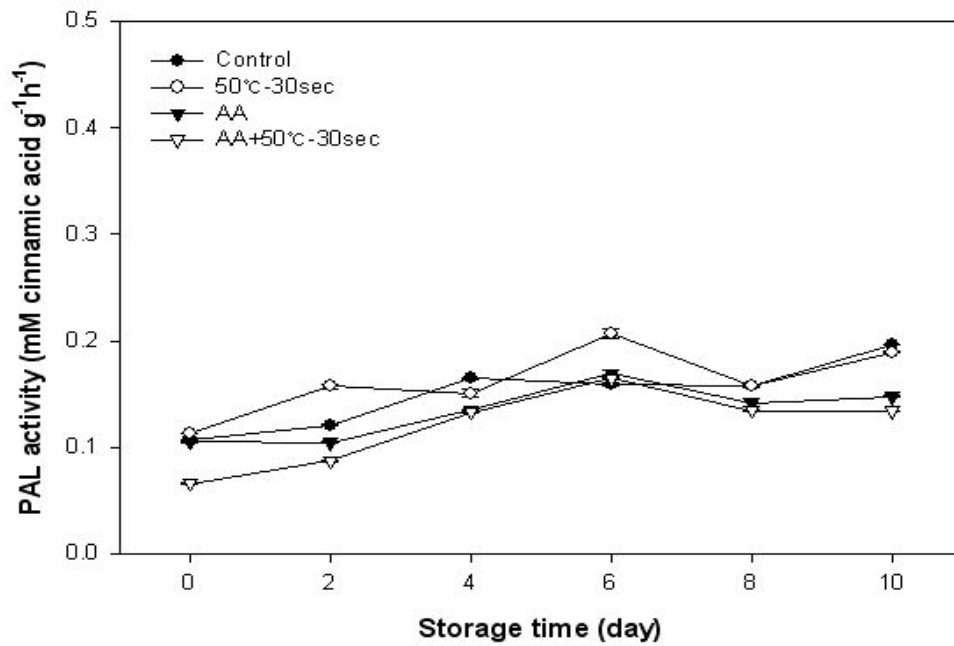


Fig. 3-117. Changes of phenylalanine ammonia lyase (PAL) activity of fresh-cut lettuces using combination treatment during storage at 5°C.

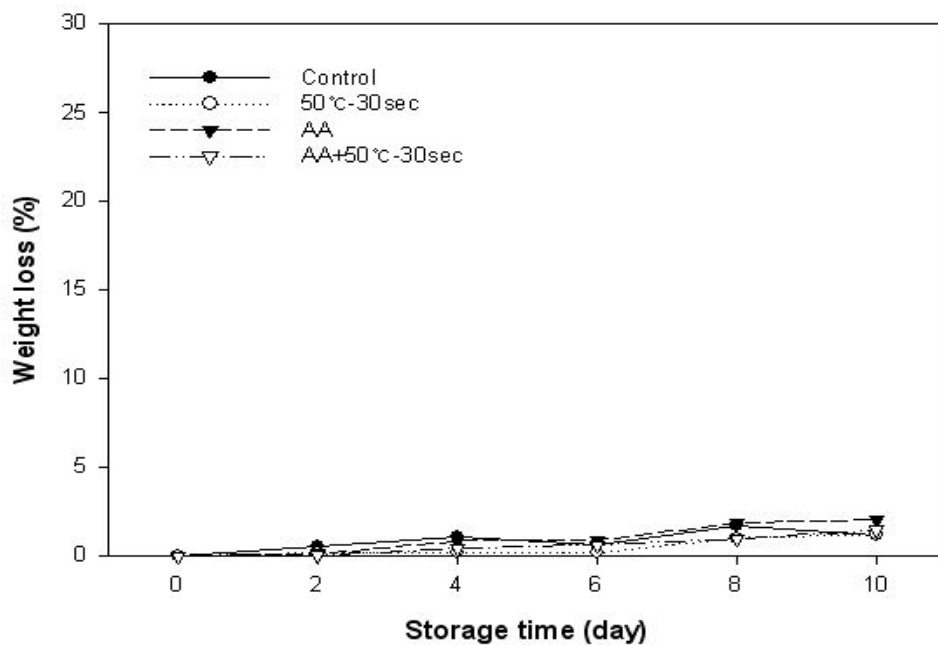


Fig. 3-118. Changes of weight loss of fresh-cut lettuce using combination treatment during storage at 5°C.

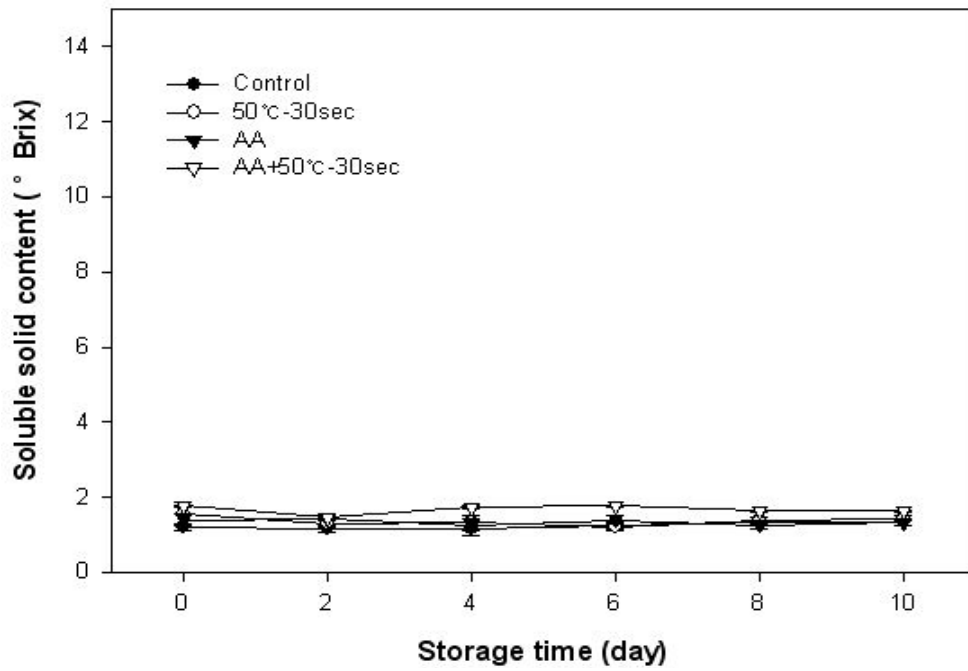


Fig. 3-119. Changes of soluble solid content of fresh-cut lettuce using combination treatment during storage at 5°C.

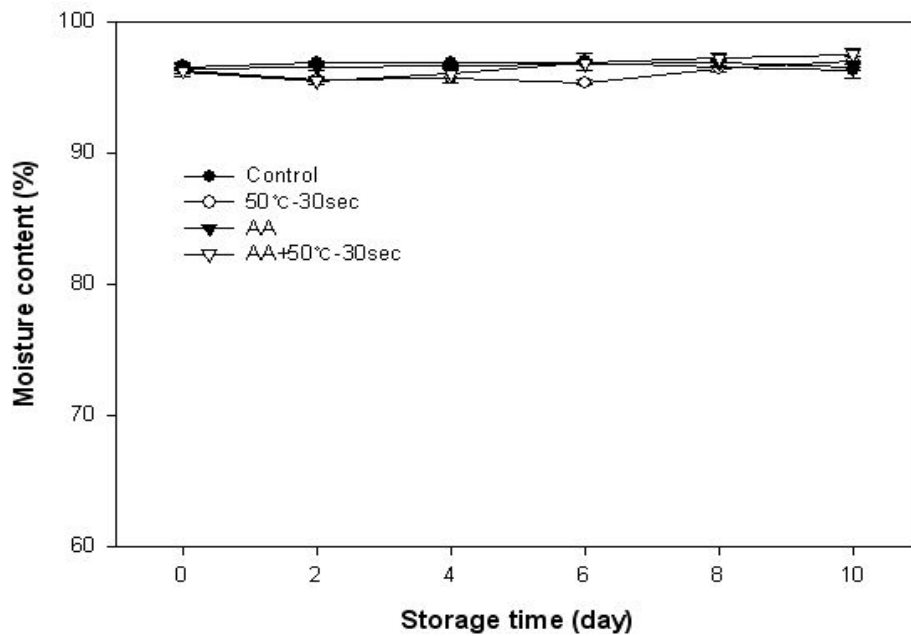


Fig. 3-120. Changes of moisture content of fresh-cut lettuce using combination treatment during storage at 5°C.

Table 3-13. Sensory acceptance of fresh-cut lettuces using combination treatment storage at 5 °C (P<0.05).

	Day	Color	Flavor	texture	Overall
Control	0	8.6±0.67a	7.9±0.73a	8.8±0.42a	8.6±0.51b
	2	6.9±0.87b	6.6±0.84a	6.9±0.99a	6.9±0.56a
	6	2.9±0.73b	2.6±0.84a	2.9±0.73b	1.3±0.48b
	10	1.4±0.51c	1.7±0.67a	1.8±0.91c	1.0±0.47b
50 °C -30sec	0	8.6±0.84a	8.4±0.69a	8.9±0.31a	8.7±0.48ab
	2	7.6±0.69ab	7.2±0.63a	7.4±0.51a	7.6±0.51a
	6	6.0±0.81a	5.9±0.73a	6.8±0.78a	6.7±0.67a
	10	4.5±0.70b	4.0±0.81a	5.3±0.82bc	5.5±0.52b
AA	0	8.8±0.00a	8.5±0.70a	8.9±0.31a	8.8±0.00a
	2	8.7±0.67a	7.9±0.99a	7.9±0.99a	8.0±0.81a
	6	8.0±0.66a	6.7±0.67a	7.1±0.73a	7.9±0.56a
	10	6.7±0.82a	6.3±0.94a	6.8±0.78ab	6.8±0.78a
AA + 50 °C -30sec	0	9.0±0.63a	8.8±0.73a	8.9±0.31a	8.8±0.40ab
	2	8.5±0.70ab	7.9±0.99a	8.3±0.94a	8.3±1.05a
	6	8.2±0.78a	7.9±0.56a	8.1±0.87a	8.1±0.73a
	10	7.2±0.63a	7.1±0.73a	7.1±0.73a	7.1±0.73a

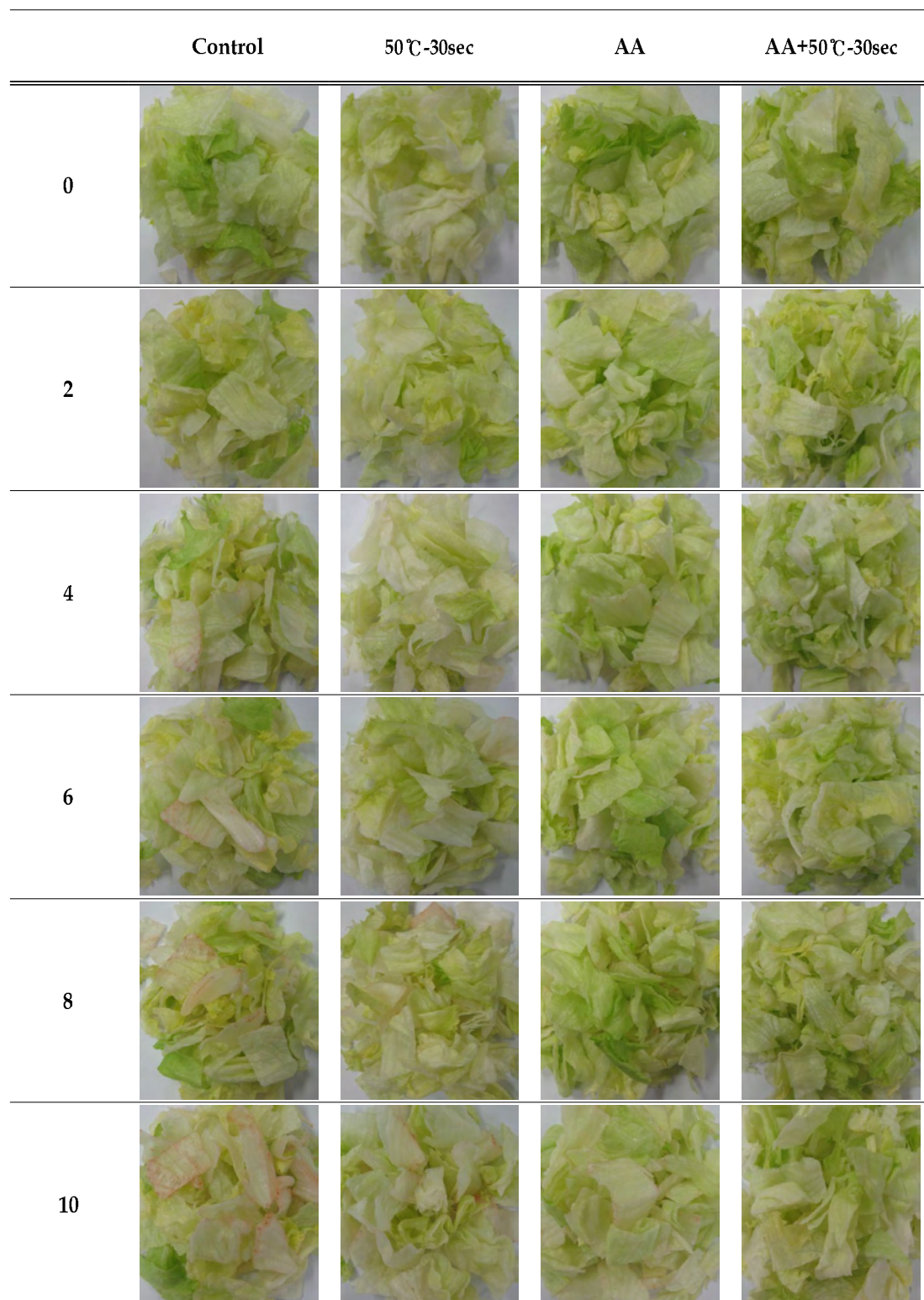


Fig. 3-121. Color changes of fresh-cut lettuces using combination treatment during storage at 5°C.

다) 신선편이 사과에 갈변억제 처리 기술 개발

사과는 0.1% Ascorbic acid-1분 처리구와 60°C-15초 열처리구, 60°C-15초+0.1% Ascorbic acid-1분 병용 처리구와 절단 직후 LDPE 지퍼백에 포장한 대조구를 8 일 동안 5°C에서 저장실험(색도, PPO 활성, 경도, 중량 감소율, 가용성 고형분 함량, 수분함량, 관능평가)을 하였다. 색도 측정 결과, 초기 L 값은 병용처리구가 82.32 로 가장 높은 값을 보였고 온도처리구와 AA 0.1% 처리구, 대조구는 각각 80.72, 80.52, 78.42 값을 보였으며, 저장 8일째 79.07, 78.94, 76.08 값을 보여 80.62 의 값을 보인 병용 처리구 보다 낮은 값을 보였다(Fig. 3-122). 그러나 저장 8일째 ΔL 값은 열처리구가 2.16 으로 3.14 의 변화율을 보인 병용처리구 보다 낮은 변화율을 보였다(Fig. 3-123). 전체적인 색도 변화를 나타내는 ΔE 값 에서는 AA 0.1% 처리구가 2.15 로 2.34 의 변화율을 보인 병용처리구 보다 낮은 변화율을 보였다(Fig. 3-124). 그러나 다른 처리구와는 다르게 미미한 0.19 차이를 보여 AA 처리구에서 갈변 억제 효과가 효과적이라고 생각된다. PPO 활성은 열처리구에서 저장 초기 0.96 unit 에서 저장 2일째 11 unit 로 증가하였고, AA 0.1% 처리구는 0.05 unit 에서 1.36 unit, 병용처리구는 0.7 unit에서 11.96 unit, 대조구는 1.86 unit에서 9.13 unit 으로 증가하였다(Fig. 3-125). 또한 모든 시료에서 2일째까지 증가하다 4일째 다시 감소하다 다시 증가하는 경향을 나타냈다. 그리고 경도는 모든 처리구에서 저장 기간 동안 1~2.5 N 사이 값을 보이며 저장 기간 동안 미미하게 증가하였다(Fig. 3-126). 중량 감소율은 저장 8 일째 AA 0.1% 처리구가 0.61% 의 감소율을 보여 가장 높은 감소율을 보였고, 병용처리구가 0.39% 로 가장 낮은 감소율을 보였으나 전체적으로 모든 처리구가 0.7% 미만의 감소율로 유의적인 차이가 없음을 확인하였다(Fig. 3-127). 또한 가용성 고형분 함량도 모든 처리구에서 1°Brix의 차이를 보여 변화가 없음을 확인하였다(Fig. 3-128). 사과의 수분함량은 저장 기간 동안 모든 처리구가 저장 초기 84~85% 사이 값에서 저장 5일째 84~86%를 보이며 미미한 증가를 보였다(Fig. 3-129). 관능평가 결과는 저장 초기 병용처리구의 색이 4.80, 열처리구 4.40, AA 0.1% 처리구 3.90 무처리구 3.60 보다 높은 점수를 받았고 저장 8일째에도 열처리구 2.70, AA 0.1% 처리구 2.40, 무처리구 1.90 보다 3.60 으로 병용처리구의 점수가 높았다(Table 3-14). 전체적인 기호도에서도 저장 초기 병용처리구가 4.80 으로 열처리구 4.30, AA 0.1% 처리구 3.90 무처리구 4.00 보다 높은 점수를 받았고 저장 8일째에도 열처리구 3.00, AA 0.1% 처리구 2.90, 무처리구 2.20 보다 3.70 으로 병용처리구의 점수가 높았다. 향은 저장 기간 동안 AA 0.1% 처리구와 병용처리구가 다른 실험구보다 낮은 값을 보였다. 또한 Fig. 3-130과 같이 병용처리구의 사과 색이 가장 밝은 것으로 확인하였다. 신선편이 사과는 60°C-15초 열처리와 0.1 % AA로 병용처리가 갈변억제 기술이 효과가 있음을 확인하였다.

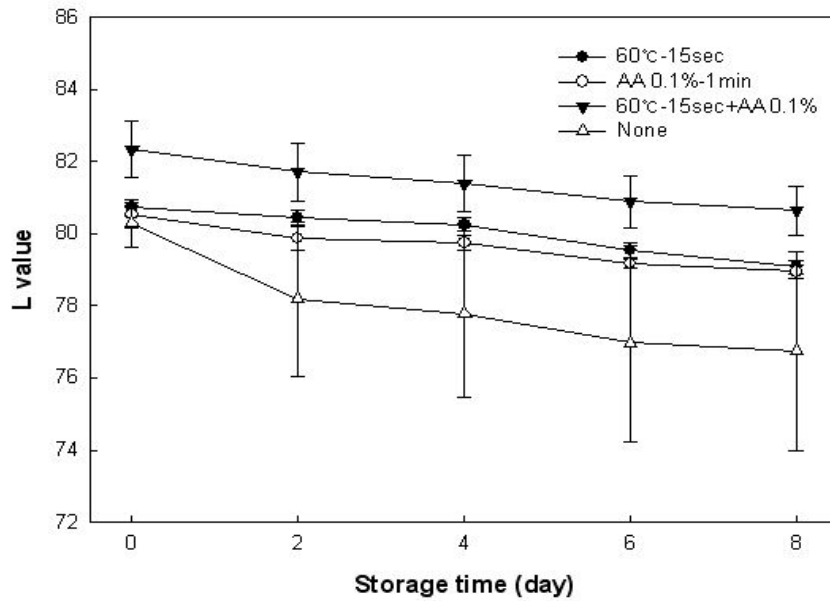


Fig. 3-122. Changes of L value, of fresh-cut apples according to using combination treatment during storage at 5°C.

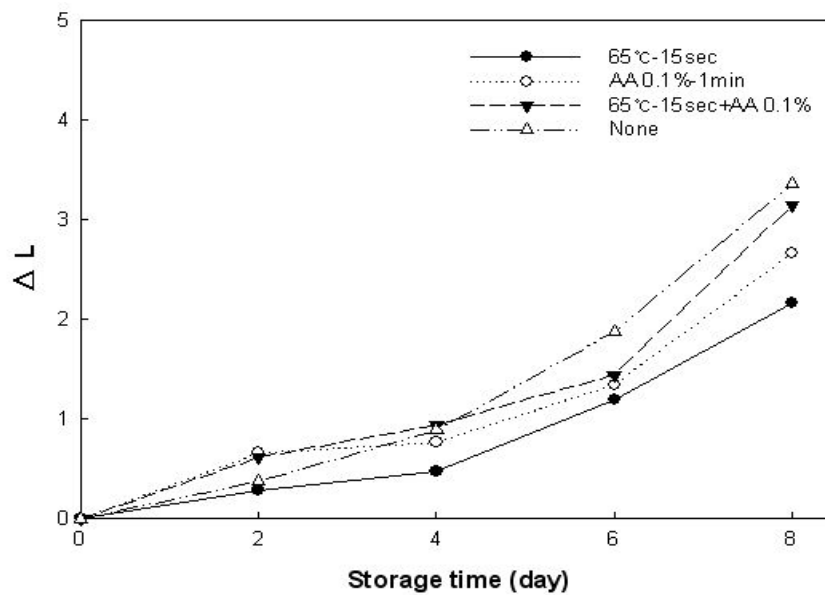


Fig. 3-123. Changes of ΔL value, of fresh-cut apples according to using combination treatment during storage at 5°C.

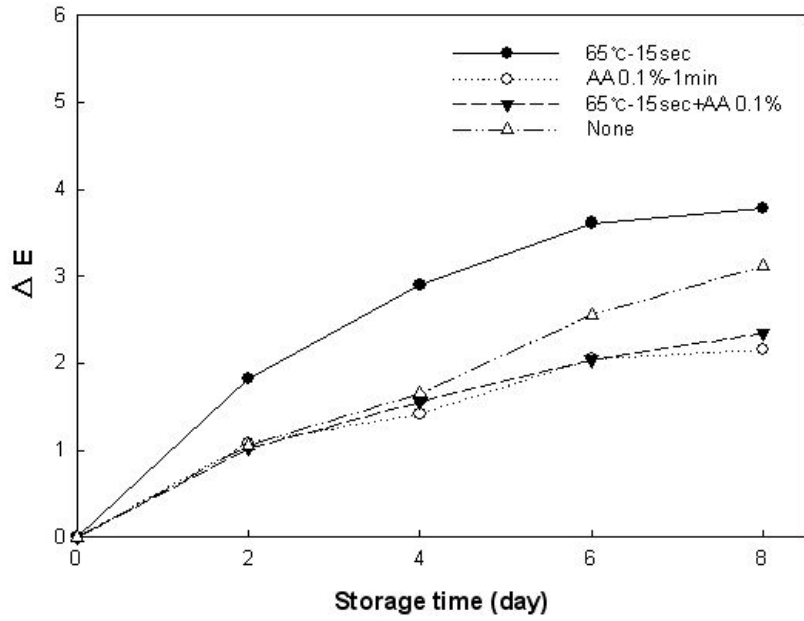


Fig. 3-124. Changes of ΔE value, of fresh-cut apples according to using combination treatment during storage at 5°C.

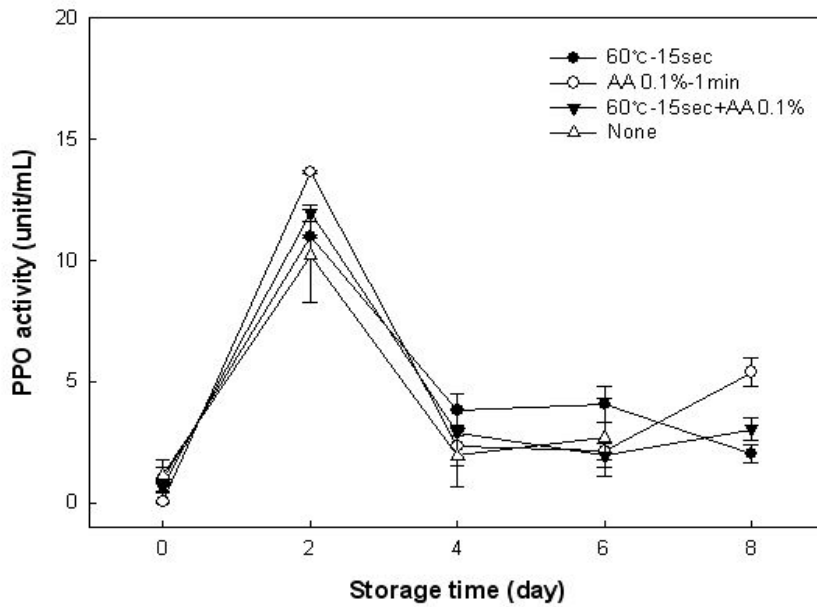


Fig. 3-125. Changes of PPO activity of fresh-cut apples using combination treatment during storage at 5°C.

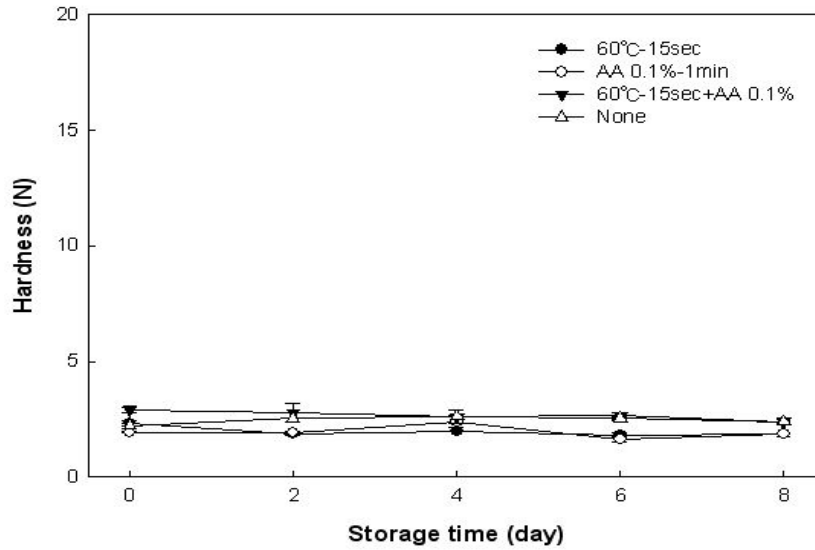


Fig. 3-126. Changes of hardness of fresh-cut apples according using combination treatment during storage at 5°C.

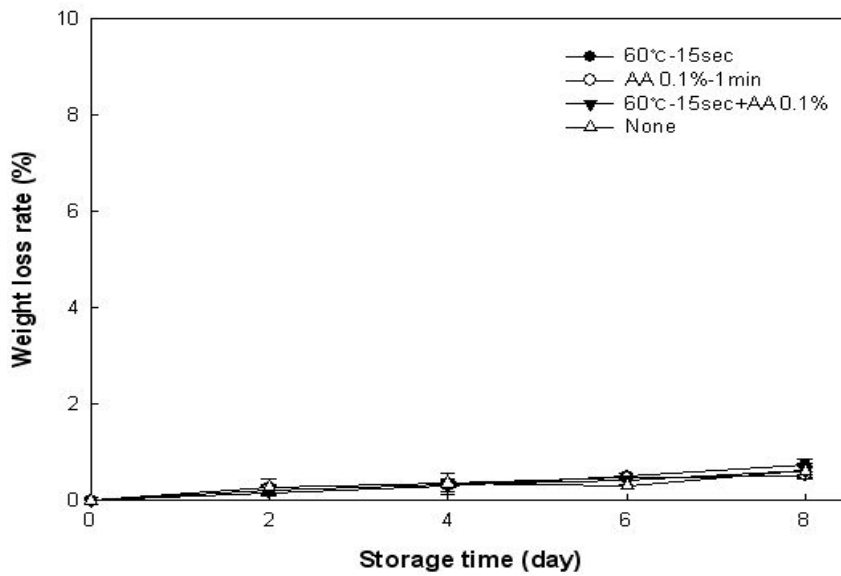


Fig. 3-127. Changes of weight loss of fresh-cut apples using combination treatment during storage at 5°C.

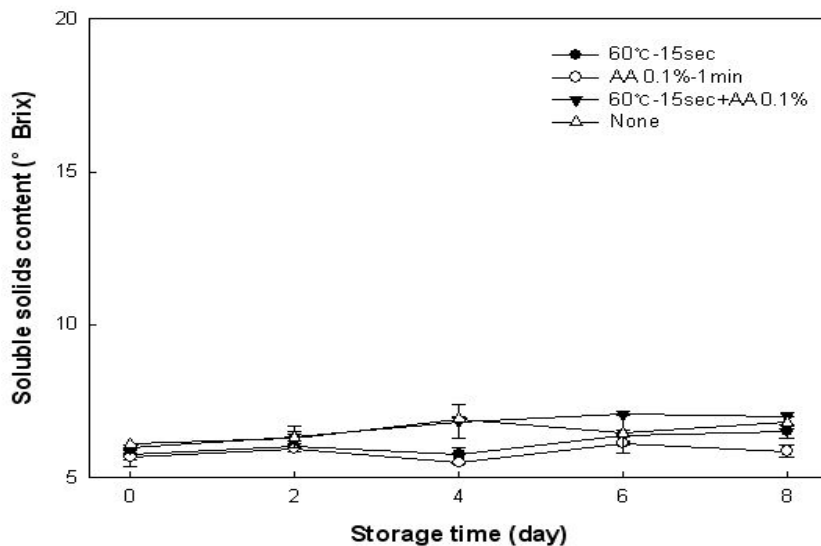


Fig. 3-128. Changes of soluble solid content of fresh-cut apple using combination treatment during storage at 5°C.

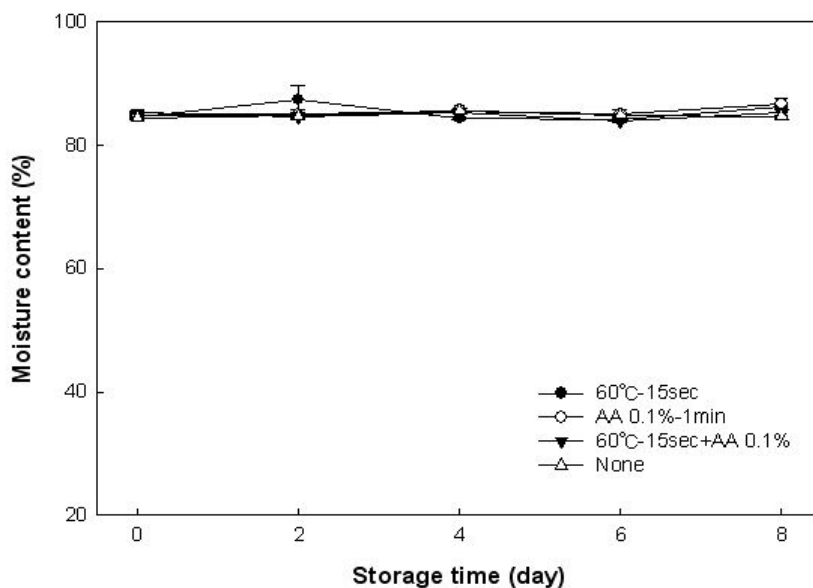


Fig. 3-129. Changes of moisture content of fresh-cut apples using combination treatment during storage 5°C.

Table 3-14. Sensory acceptance of fresh-cut apples using combination treatment storage at 5 °C (P<0.05).

	Day	60 °C-15sec	AA 0.1% - 1min	60 °C-15sec + AA 0.1%	None
Color	0	4.40±0.69 ^{ab}	3.90±0.87 ^{bc}	4.80±0.63 ^a	3.60±0.96 ^c
	2	3.20±0.63 ^b	3.50±0.67 ^b	4.30±0.67 ^a	3.20±0.78 ^b
	4	2.60±0.51 ^b	3.70±0.67 ^a	3.50±0.70 ^a	2.30±0.94 ^b
	6	2.70±0.82 ^b	2.70±0.82 ^b	3.50±0.70 ^a	1.80±0.63 ^c
	8	2.70±0.67 ^b	2.40±0.69 ^{ab}	3.60±0.51 ^a	1.90±0.87 ^c
Flavor	0	3.60±1.07 ^b	3.70±0.82 ^b	4.60±0.51 ^a	4.10±0.73 ^{ab}
	2	3.60±0.69 ^a	3.90±0.56 ^a	3.90±0.87 ^a	4.20±0.63 ^a
	4	3.10±0.31 ^b	2.90±0.31 ^b	3.00±0.00 ^b	3.90±0.99 ^a
	6	3.60±1.07 ^a	3.80±0.91 ^a	3.90±0.99 ^a	4.30±1.05 ^a
	8	2.90±0.99 ^a	3.20±1.03 ^a	3.50±0.84 ^a	3.50±0.97 ^a
Texture	0	4.90±0.31 ^a	4.70±0.67 ^a	4.80±0.42 ^a	4.60±0.69 ^a
	2	4.10±0.99 ^a	4.00±1.24 ^a	4.20±0.78 ^a	4.30±0.82 ^a
	4	3.90±0.31 ^a	3.90±0.31 ^a	3.90±0.31 ^a	4.00±0.00 ^a
	6	4.20±0.78 ^a	4.20±0.63 ^a	4.20±0.63 ^a	4.00±0.81 ^a
	8	4.40±0.51 ^a	4.00±0.94 ^a	4.20±0.63 ^a	3.80±1.03 ^a
Overall acceptance	0	4.30±0.82 ^{ab}	3.90±0.87 ^b	4.80±0.42 ^a	4.00±0.94 ^b
	2	3.40±0.51 ^b	3.70±0.48 ^{ab}	4.20±0.78 ^a	3.50±0.84 ^b
	4	2.90±0.56 ^b	3.60±0.51 ^a	3.30±0.48 ^{ab}	2.00±0.66 ^c
	6	3.10±0.87 ^b	2.90±0.56 ^b	3.80±0.63 ^a	2.50±0.52 ^b
	8	3.00±0.78 ^b	2.90±0.56 ^b	3.70±0.48 ^a	2.20±0.78 ^c





















	60℃-15sec	AA 0.1% - 1min	60℃-15sec + AA 0.1%	None
0 day				
2 day				
4 day				
6 day				
8 day				

Fig. 3-130. Color changes of fresh-cut apples using combination treatment during storage at 5℃.

3. 품목별 포장기술 개발

가. 연구수행 방법

1) 가스 농도 측정

포장지 내 가스농도 측정은 포장지에 septum을 부착하여 가스 농도 분석기(Check point II, Worldbee Systems Corp, Korea)를 이용하여 측정하였다.

2) 갈변도

색차계(JC801S, Color Techno System. Co. Ltd, Japan)를 이용하여 감자, 사과 표면의 5회 반복 측정하여 Hunter L, a, b값을 구하였다. 평균 L, a, b 값을 이용하여 ΔE ($\sqrt{(\Delta L)^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$) 값을 구하였다. 양상추의 경우는 샘플 40 g에 200 mL 증류수를 첨가하여 35°C 항온수조에서 2 시간 진탕 후 여과지로 여과한 뒤 Micro Reader(BN 02910, Versa Max, USA)를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하여 갈변정도를 표시하였다.

3) PPO(Polyphenol oxidase) 활성

감자는 10 g을 동량의 0.1M potassium phosphate buffer(pH 7.0)를 가하고 Homogenizer(HG15 wisemix, Korea)로 균질화하여 ice bath 상에서 여과하고 원심분리(4°C, 15,000 g, 10분)하여 상등액을 조효소액으로 사용하였다. 조효소 추출액 0.2 mL를 완충액으로 조제한 0.2 M catechol 용액 2.8 mL과 혼합하고 25°C 조건에서 총 180초간 분광광도계(CARY100 conc, Varian, Australia)를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 효소활성 1 unit은 효소 추출액의 1분당 0.001의 흡광도 변화로 나타내었다.

양상추는 무작위 5 g을 취한 후 이 샘플에 0.5 g의 Polyvinylpolypyrrolidone(PVPP)가 함유된 50 mM 인산완충용액(pH 7.0) 20 mL을 첨가하여 저속으로 균질화한 후 ice bath 상에서 여과하였다. 여과액을 원심분리기(4°C)를 이용하여 12,000 rpm에서 10 분간 원심 분리한 후 상등액을 조효소로 사용하였다. 조효소액 0.1 mL에 10 mM catechol 기질 2.9 mL을 가하여 분광광도계로 420 nm에서 측정하였다. PPO의 활성은 1 분과 2 분 사이의 0.001의 흡광도 변화량을 1 unit로 표기하였다.

사과 5 g에 polyvinylpolypyrrolidone (PVPP) 1.5 g과 0.1 M Potassium phosphate buffer (pH 5.0) 25 mL을 가하고 1분간 Homogenizer (HG15, wisemix, Korea)로 600 rpm으로 마쇄한 후 여과하였다. 여과액을 30분간 8,000 x g에서 원심분리하여 상등액을 취하여 조효소액으로 사용하였다. 조효소 0.1 mL에 기질용액(10 mM catechol) 2.9 mL을 가하여 반응시켜 분광광도계(CARY100 conc, Varian, Australia)로 420 nm에서 흡광도를 측정하였고, 1분과 2분사이의 0.001의 흡광도 변화량을 1 unit로 표기하였다.

4) PAL(Phenylalanine ammonia lyase) 활성

감자 5 g을 취하여 25 mM borate buffer(pH 8.8) 25 mL과 2-mercaptoethanol 5 μ L를 혼합한 후 Homogenizer (HG15 wisemix, Korea)로 균질화하고 ice bath 상에서 여과하였다. 그 다음 원심분리(15,000 g, 10분) 한 후 상등액을 조효소액으로 사용하였다. 조효소 추출액 1 mL에 완충액으로 조제한 0.1 M L-phenylalanine 0.55 mL을 가하여 40°C에서 1시간 동안 반응시킨 후 분광광도계로 290 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질은 trans-cinnamic acid (Sigma Co., USA)를 사용하였다. 양상추를 5 g을 취하고 5 mM 2-mercaptoethanol과 0.4 g의 polyvinylpolypyrrolidone(PVPP)이 함유된 50 mM borate buffer(pH 8.8) 15 mL을 첨가하여 저속 균질화한 후 여과하였다. 17000 rpm, 20 분간 원심분리 한 후 상등액을 조효소로 사용하였다. 조효소액 1 mL에 100 mM L-phenylalanine 0.55 mL을 가하여 40°C에서 60 분간 반응시킨 후 분광 광도계로 290 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준 물질은 trans-cinnamic acid(Sigma Co., USA)를 사용하였다.

5) 총페놀 함량 측정

감자 10 g을 80% ethanol 100 mL에 넣어 마쇄하고 85°C의 Shakingwater bath(BS-31, JEIO TECH Co., Korea)에서 4시간 추출하여 그 여액을 진공감압농축기(R-200, BUCHI Co., Switzerland)를 이용하여 10 mL로 농축하였다. 이 농축액 0.1 mL를 0.9 mL의 Folin-Ciocalteu reagent (Sigma Co., USA)와 혼합하고 여기에 1 mL의 20% sodium carbonate를 첨가하여 1시간 방치하였다. 이 발색된 시료액을 640 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 chlorogenic acid (Sigma Co., USA)를 사용하였다.

사과는 50 g을 착즙한 후 8,000 x g에서 10분간 원심분리하여 상등액 0.1 mL에 Folin-ciocalteu reagent (Sigma co., USA) 50 μ g을 혼합하여 vortex 후 4분간 반응 시켰다. 반응 후 혼합액에 20% Na₂CO₃를 1.5 mL 첨가하여 vortex 후 2분간 반응 후 분광광도계를 이용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 chlorogenic acid (Sigma Co., USA)를 사용하였다.

양상추 10 g을 70% methanol 60 mL을 가하여 균질화 한 후 상온에서 1시간 추출하여 여과한 후에 15,000 rpm에서 20분간 원심분리하여 상등액 0.1 mL에 Folin-ciocalteu reagent(Sigma Co., USA) 50 μ g을 혼합하여 vortex 후 4분간 반응 시켰다. 반응 후 혼합액에 20% Na₂CO₃를 1.5 mL 첨가하여 vortex 후 2분간 반응 후 분광광도계를 이용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 chlorogenic acid(Sigma Co., USA)를 사용하였다.

6) 관능 평가

10명의 패널을 대상으로 표면색, 향, 조직감, 종합적 기호도의 4가지 항목을 9점 척도법(갈변, 이취 : 매우 좋음 1점, 좋음 3점, 보통 5점, 나쁨 7점, 매우 나쁨 9점), (조직감, 전체적 기호도 : 매우 좋음 9점, 좋음 7점, 보통 5점, 나쁨 3점, 매우 나쁨 1점)으로 평가하였다. 유의성 검증

은 SPSS WIN 12.0 프로그램을 이용하여 패널과 시료별로 점수의 합계를 계산한 뒤 일원배치 분산분석방법으로 하였다.

나. 연구내용 및 결과

1) Active MA포장을 통한 신선편이 감자제품의 갈변정도 조사

감자는 인근 대형마트에서 구입하여 사용하였으며, 세척 후 3 x 3 x 1 cm크기로 절단하여 30초간 물에 침지한 후 표면의 물기를 제거한 후에 포장용 트레이 (24 x 16.5 x 5 cm)에 100 g 씩 담고 MA 포장기를 이용하여 O₂ : CO₂ 가스조성을 5 : 5, 5 : 10, 5 : 20, 5 : 30으로 하여 포장하여 4℃에서 저장하였다. 신선편이 감자제품의 기체조성을 조사한 결과(Fig. 3-131, 3-132) 산소농도 저장기간이 경과하면서 감소하는 경향을 보였다. 무처리구는 가장 많은 산소의 감소를 보였으며 고이산화탄소 처리구(5:20, 5:30)는 저장초기 산소가 약간 증가하였으나 다시 감소 추세를 보였으며 5:5처리구와 5:10 처리구는 저장기간 동안 꾸준히 산소농도가 감소하였지만 무처리구를 제외한 모든 처리구가 산소농도의 큰 감소는 보이지 않았다. 이산화탄소 농도는 무처리구가 가장 많은 증가를 보였으나 5:20처리구와 5:30 처리구는 이산화탄소 농도가 다소 감소하였다. 5:5처리구와 5:10처리구의 이산화탄소 농도는 저장기간 동안 많은 변화를 보이지 않았다.

신선편이 식품의 주요품질 지표인 갈변정도는 포장 후 0, 2, 4, 6, 8, 10일 동안 측정하였다 (Fig. 3-133, 3-134). L 값은 저장기간이 경과함에 따라서 모든 처리구가 감소하는 경향을 보였으나 무처리구가 MA포장 처리구보다 더 많은 L 값의 변화를 보였다. MA포장 처리구 사이에서도 이산화탄소 농도가 높을수록 L 값의 감소가 적게 유지되었다. 전체적인 색도의 변화를 나타내는 ΔE 값도 무처리구가 가장 많은 변화를 보였으며 MA포장 처리구에서도 고농도의 이산화탄소 처리구가 가장 적은 ΔE 값의 변화를 나타내었다. 이는 고농도의 탄산가스 및 저농도의 산소 조건이 신선편이 감자의 갈변억제에 도움이 있다고 판단되며, 다른 신선편이 제품에서도 유사한 결과를 보여주었다(1). 신선편이 식품의 갈변은 주로 효소적 갈변을 통해 발생하는데 MA포장에 따른 효소활성의 억제효과에 대해 조사하였다. 신선편이 감자제품의 PPO(polyphenol oxidase)활성은 저장기간이 지남에 따라 그 활성이 증가하였다(Fig. 3-135). 색도와 마찬가지로 무처리구가 가장 높은 활성을 보였으며 5 : 20, 5 : 30 처리구가 저장기간 동안 낮은 활성을 유지하였다. 이는 고농도의 이산화탄소처리가 PPO의 활성을 억제했다는 다른 보고와도 유사한 결과를 보였다(2).

대부분의 페놀성 화합물은 shikimic acid pathway에 의해 합성된 phenylalanine과 tyrosine을 출발 물질로 하여 합성된다. 대부분 페놀성 화합물의 합성에서 가장 중요한 단계는 phenylalanine이 trans-cinnamic acid로 전환되는 반응으로 phenylalanine ammonia lyase(PAL)에 의해 촉매된다. phenylalanine의 탈 아미노기 반응에 의하여 trans-cinnamic acid가 합성되며 trans-cinnamic acid는 phenyl propanoid로 caffeic acid, phenolic acid 등 복잡한 페놀 화합

물의 구성 원료가 되어 PPO에 기질로 작용하기 때문에 신선편이 감자의 PAL 활성을 측정하였다(Fig. 3-136). PAL활성은 모든 처리구가 저장기간 동안 다소 증가하는 경향을 보였으며 무처리구가 가장 높은 활성을 보였으며 MA포장 처리구는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이는 고농도의 탄산가스 처리는 조직의 pH를 저하시켜 PAL 활성을 억제한다는 보고와 유사하다(3). 페놀물질은 PPO, PAL 효소에 의해 갈변 물질로 산화되는 것으로 알려져 총 페놀 함량을 측정하였다(Fig. 3-137).

총 페놀성 화합물 함량은 저장기간이 지남에 따라 모든 처리구가 증가하는 경향을 보였다. 저장 중 total phenol 함량의 증가는 PAL 효소 등 페놀관련 효소활성의 증가로 페놀함량이 증가하였기 때문이다(5-8).

사진 결과(Fig. 3-138)에서는 색도의 결과와 유사하게 MA포장 처리구가 무처리구에 비해 적은 갈변을 보였으며 MA포장 처리구에서도 고농도의 이산화탄소처리구가 저농도의 이산화탄소 처리구보다 갈변을 더욱 효과적으로 억제하였다. 이는 색도 결과와 유사한 결과를 보였다.

MA포장에 따른 신선편의 감자의 기호도를 조사하기 위한 관능평가(Table. 3-15)에서는 모든 처리구가 저장기간이 경과함에 따라 품질이 저하되었지만 무처리구는 갈변으로 인해 빠르게 품질저하가 진행되었고, 5 : 20, 5 : 30처리구의 경우 갈변은 효과적으로 제어되었지만 신선편이 감자의 이취로 인해 품질이 저하되었지만 조직감은 우수하였다. 공기 중 CO₂ 농도가 증가하면 호흡을 억제하여 산소소비가 줄어들고 발효산물인 에탄올과 아세트알데히드가 축적되어 이취가 발생(9)한다는 보고와 비슷한 결과라고 생각된다. 이산화탄소 단일처리시 신선편이 감자 조직감에 좋은 영향을 미칠 수 있다는 보고와 유사하였다(2). 5 : 10처리구가 상대적으로 가장 좋은 품질을 유지할 수 있었다.

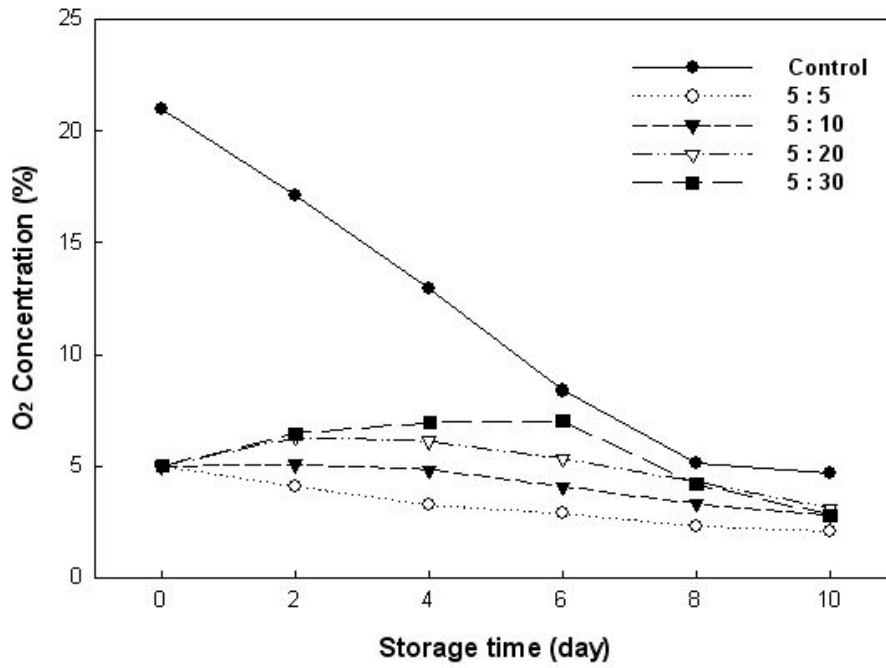


Fig. 3-131. Changes in O₂ concentration of modified atmosphere packaged fresh-cut potato during storage at 4°C.

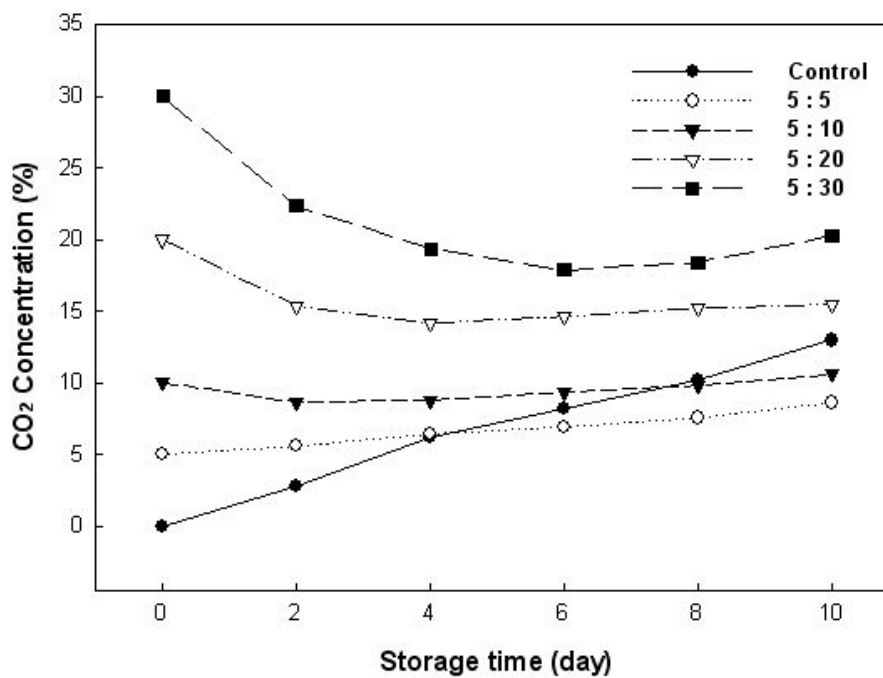


Fig. 3-132. Changes in CO₂ concentration of modified atmosphere packaged fresh-cut potato during storage at 4°C.

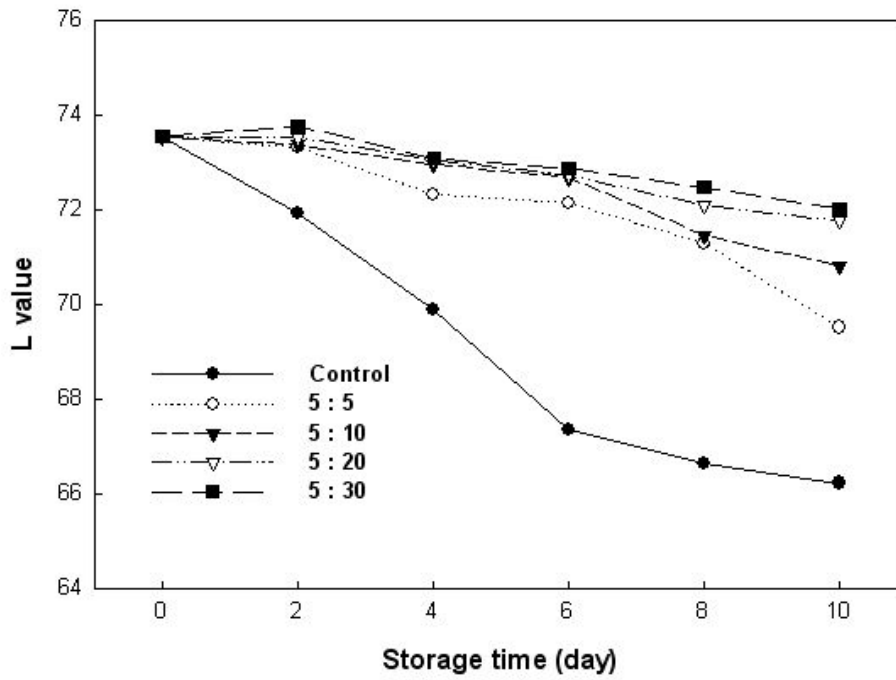


Fig. 3-133. Changes in L value of modified atmosphere packaged fresh-cut potato during storage at 4°C.

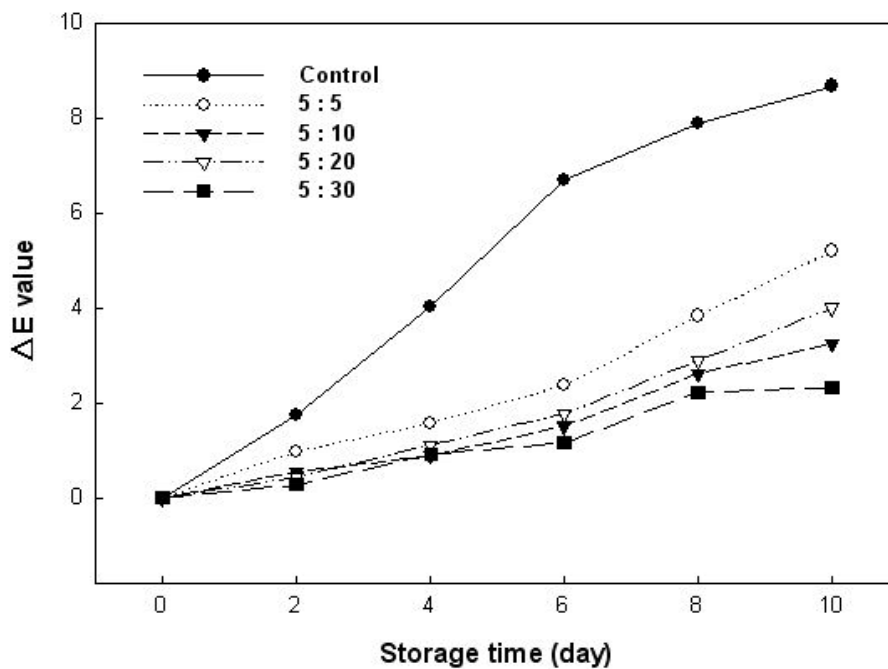


Fig. 3-134. Changes in delta E value of modified atmosphere packaged fresh-cut potato during storage at 4°C.

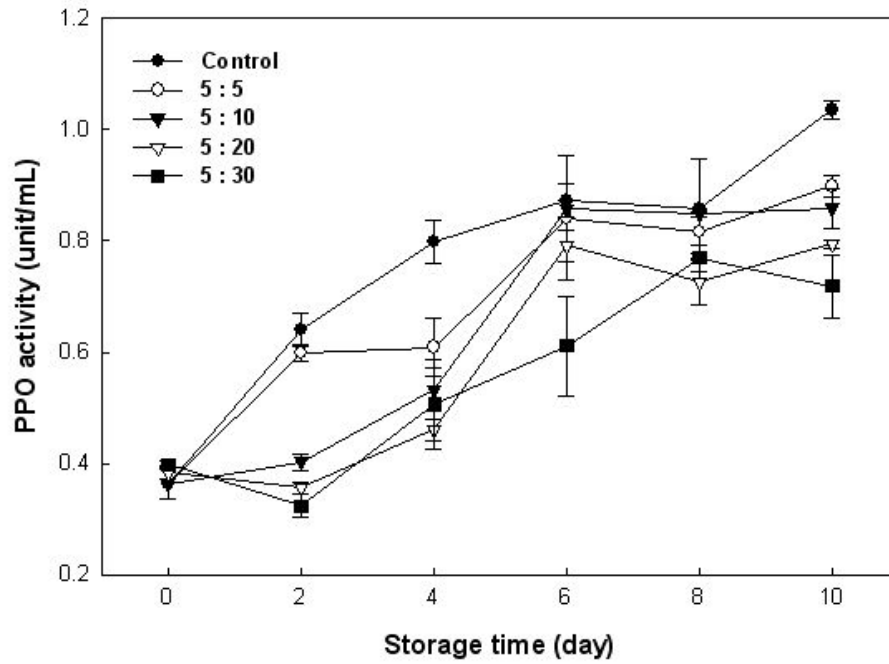


Fig. 3-135. Changes in polyphenol oxidase activity of modified atmosphere packaged fresh-cut potato during storage at 4°C.

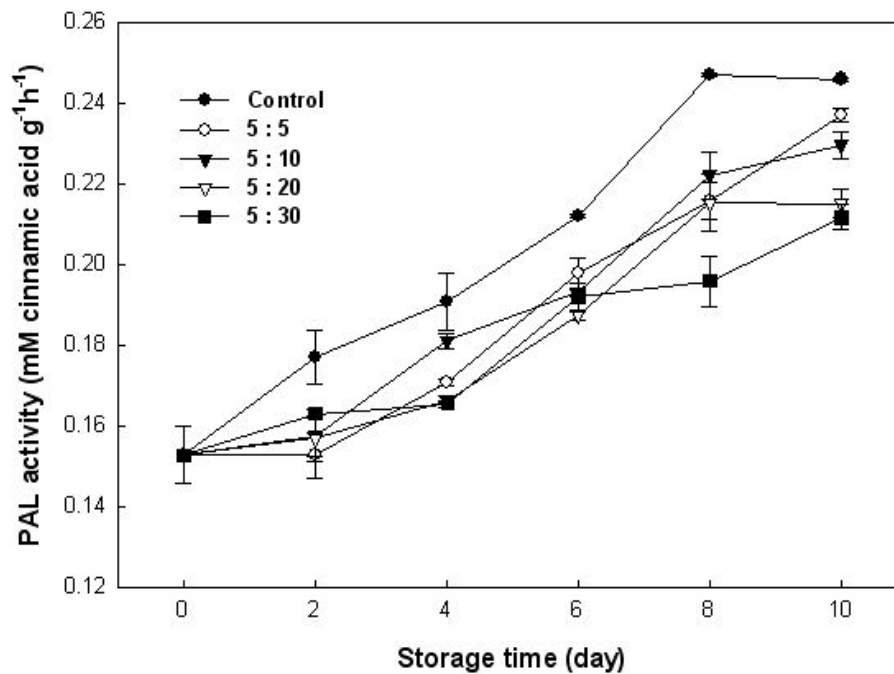


Fig. 3-136. Changes in phenylalanine ammonia lyase activity of modified atmosphere packaged fresh-cut potato during storage at 4°C.

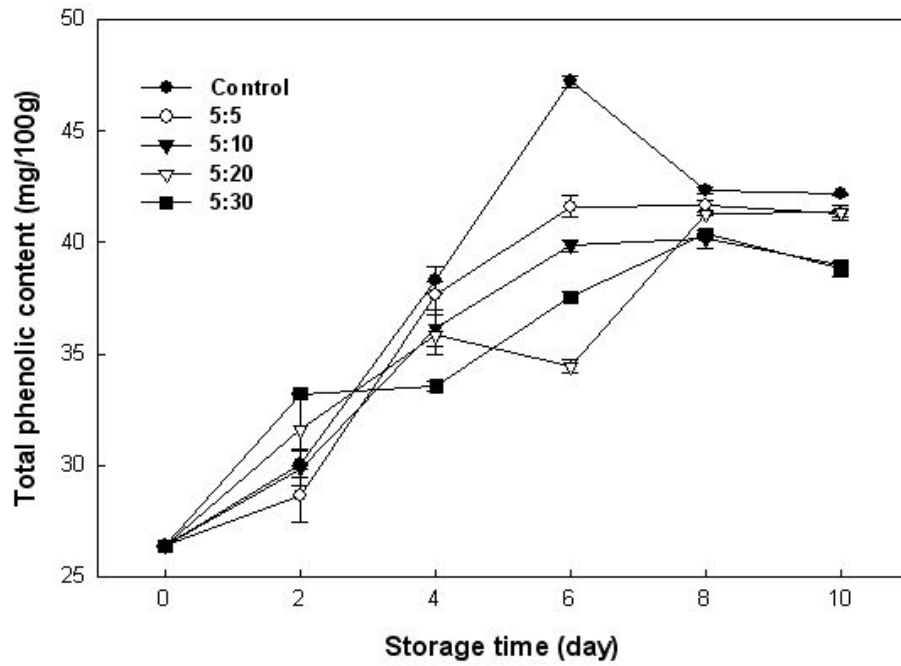


Fig. 3-137. Changes in total phenolic content of modified atmosphere packaged fresh-cut potato during storage at 4°C.

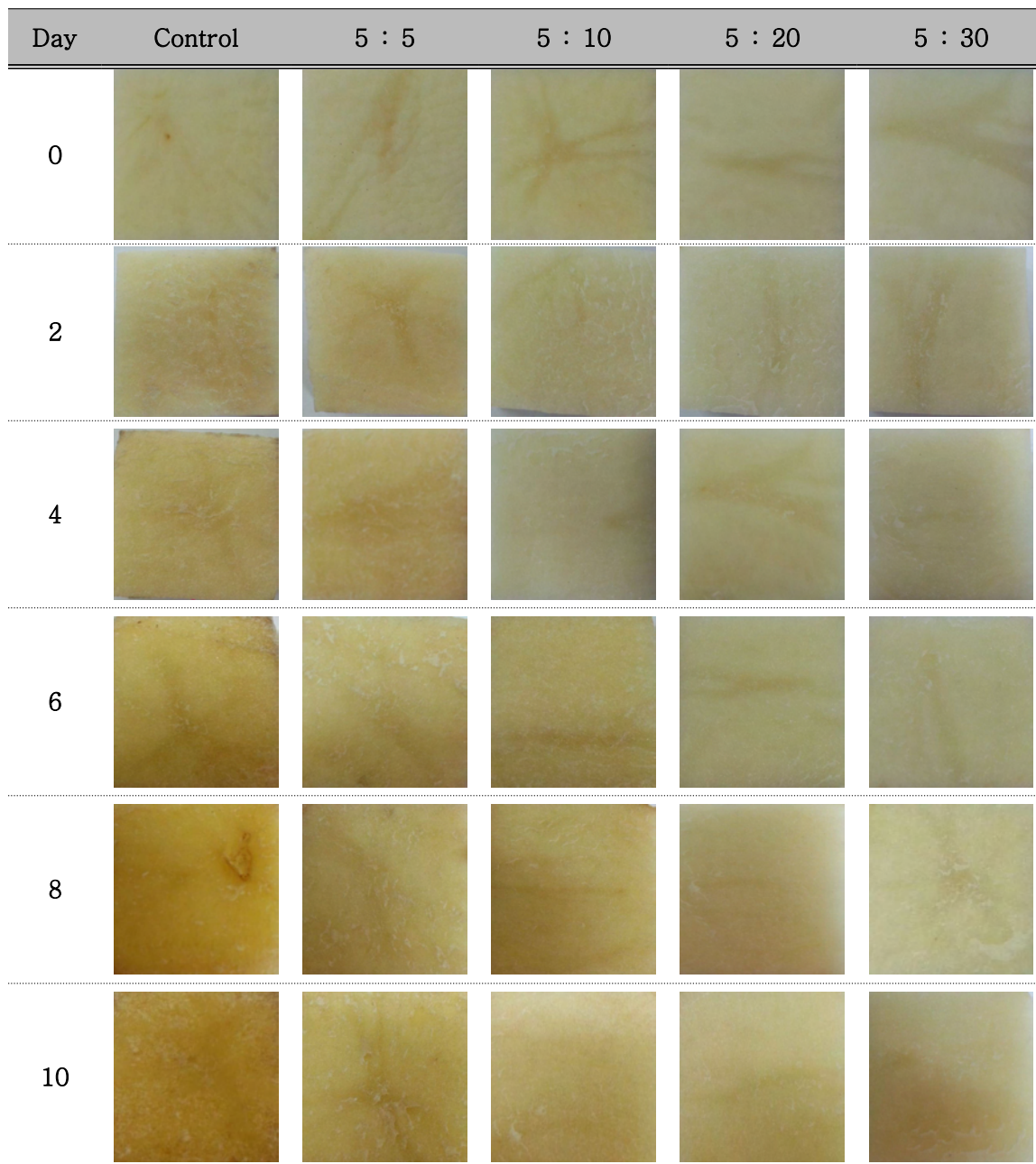


Fig. 3-138. Color changes of modified atmosphere packaged fresh-cut potato during storage at 4°C.

Table. 3-15. Sensory properties of modified atmosphere packaged fresh-cut potato during storage at 4 °C (p<0.05)

	Day	Control	5 : 5	5 : 10	5 : 20	5 : 30
Color	0	2.60±0.69 ^a	2.10±0.56 ^a	2.20±0.42 ^a	2.30±0.48 ^a	2.30±0.48 ^a
	2	4.30±0.82 ^a	3.50±0.84 ^b	2.30±0.48 ^c	2.10±0.73 ^c	1.70±0.67 ^c
	4	7.00±0.66 ^a	5.20±0.63 ^b	3.70±0.48 ^c	2.70±0.48 ^d	2.30±0.48 ^d
	6	7.10±0.31 ^a	5.10±0.56 ^b	3.40±0.51 ^c	2.30±0.48 ^d	2.20±0.42 ^d
	8	8.30±0.48 ^a	5.50±0.52 ^b	4.20±1.03 ^c	2.90±0.31 ^d	2.40±0.51 ^d
	10	9.00±0.00 ^a	7.00±0.81 ^b	5.40±0.51 ^c	4.70±0.48 ^d	4.20±0.42 ^e
Flavor	0	1.40±0.51 ^b	1.70±0.48 ^{ab}	1.50±0.52 ^{ab}	1.90±0.31 ^a	1.70±0.48 ^{ab}
	2	1.90±0.87 ^b	2.70±0.48 ^a	2.30±0.48 ^{ab}	2.30±0.48 ^{ab}	2.80±0.42 ^a
	4	4.40±0.51 ^{cd}	4.70±0.48 ^c	4.10±0.56 ^d	6.20±0.42 ^b	6.80±0.42 ^a
	6	6.30±0.48 ^c	4.10±0.73 ^d	4.00±0.94 ^d	7.10±0.73 ^b	8.10±0.87 ^a
	8	6.70±0.48 ^c	5.50±0.52 ^d	5.00±0.47 ^e	7.60±0.51 ^b	8.60±0.51 ^a
	10	6.50±0.52 ^b	5.40±0.51 ^c	5.50±0.52 ^c	8.10±0.56 ^a	8.00±0.66 ^a
Texture	0	8.30±0.48 ^b	8.80±0.42 ^a	7.80±0.63 ^c	7.60±0.51 ^c	7.60±0.51 ^c
	2	7.80±0.42 ^a	7.40±0.69 ^a	7.60±0.69 ^a	7.40±0.51 ^a	7.60±0.69 ^a
	4	6.60±0.51 ^b	7.00±0.66 ^b	6.50±0.52 ^{ab}	7.40±0.69 ^a	7.30±0.48 ^a
	6	5.10±0.56 ^c	6.50±0.52 ^b	7.00±0.47 ^{ab}	7.10±0.87 ^a	6.80±0.42 ^{ab}
	8	3.80±1.13 ^d	4.60±0.84 ^c	5.20±0.63 ^{bc}	5.60±0.69 ^{ab}	6.30±0.67 ^a
	10	4.80±0.63 ^b	5.30±0.48 ^b	5.20±0.63 ^b	6.10±0.56 ^a	6.50±0.70 ^a
Overall acceptance	0	7.30±0.67 ^b	8.40±0.51 ^a	8.50±0.52 ^a	8.10±0.56 ^a	8.30±0.67 ^a
	2	5.40±0.51 ^c	6.20±0.42 ^{ab}	6.50±0.52 ^a	5.80±0.91 ^{bc}	5.80±0.51 ^c
	4	3.40±0.51 ^c	5.10±0.56 ^b	6.90±0.56 ^a	5.10±0.56 ^b	3.70±0.48 ^c
	6	2.40±0.51 ^d	5.40±0.51 ^b	6.60±0.51 ^a	3.50±0.52 ^c	2.60±0.51 ^d
	8	1.50±0.52 ^c	4.10±0.99 ^a	4.60±0.69 ^a	3.10±0.56 ^b	2.90±0.73 ^b
	10	1.20±0.42 ^d	3.70±0.48 ^b	4.30±0.67 ^a	3.50±0.52 ^b	2.50±0.70 ^c

2) Active MA포장을 통한 신선편이 사과제품의 갈변정도 조사

사과는 인근의 대형마트에서 구입하여 실험에 사용하였으며, 세척 후 절편형태로 절단하여 포장용 트레이(24 x 16.5 x 5 cm)에 100g 씩 포장하여 각 기체조성별로 포장하여서 4 °C에 10일간 저장하였다. 각각 기체농도에 따른 신선편이 사과의 기체조성의 변화를 조사하였다(Fig. 3-139, 4-10). 산소농도와 이산화탄소농도는 5:30 처리구를 제외하고 모두 감소하였다. 처리구 중 무처리구가 가장 많은 감소를 보였고 MA처리구들은 저장기간 동안 특별히 눈에 띄는 감소를 보이지는 않았다. 이산화탄소 농도는 저장기간에 증가함에 따라 무처리구와 5:5, 5:10 처리구는 그

농도가 증가하였지만 무처리구를 제외하고는 많은 변화를 보이지 않았으며, 5:20과 5:30 처리구는 이산화탄소 농도가 다소 감소하였다.

신선편이 사과의 색도(Fig. 3-141, 3-142)는 저장기간이 경과함에 따라 모든 처리구가 L값이 감소하는 경향을 확인하였으며, 무처리구가 MA포장 처리구에 비해 상대적으로 낮은 L값을 보였으며 CO₂ 농도가 높을수록 L값은 높게 유지되었다. ΔE 값의 변화도 무처리구가 가장 많은 변화를 보였으며, MA포장 처리구가 상대적으로 낮은 변화값을 보여 갈변을 억제하였다고 사료된다. PPO 활성(Fig. 3-143)은 모든 처리구가 저장기간 동안 약간 증가하는 경향을 보였으나 무처리구를 제외한 MA처리구에서는 비슷한 활성을 보였지만 CO₂의 농도가 높은 처리구일수록 PPO 활성을 억제하였다. 이는 CO₂ 농도가 높을수록 PPO 활성이 억제된다는 보고와 유사하였다(10). PPO활성과 마찬가지로 총페놀 함량(Fig. 3-144) 역시 무처리구가 MA포장 처리구보다 상대적으로 증가함을 확인할 수 있었다. 사과 과실의 갈변은 과실내의 PPO효소의 활성 및 페놀성 화합물의 함량과 정의 상관관계가 있다고 하였으며(4) 마늘과 가공품의 총 페놀 함량도 갈변이 많이 진행 될수록 그 함량이 증가한다고 보고하여 유사한 결과를 보였다(11). 사진결과(Fig. 3-145)는 색도결과와 유사하게 무처리구가 가장 많은 갈변이 진행되었고 탄산가스농도가 높을수록 갈변이 억제되었다. 관능평가(Table. 3-16)에서는 무처리구가 가장 많은 갈변으로 인해 품질이 저하되었고 5 : 20, 5 : 30 처리구는 이취가 증가하여 품질저하를 일으켰다.

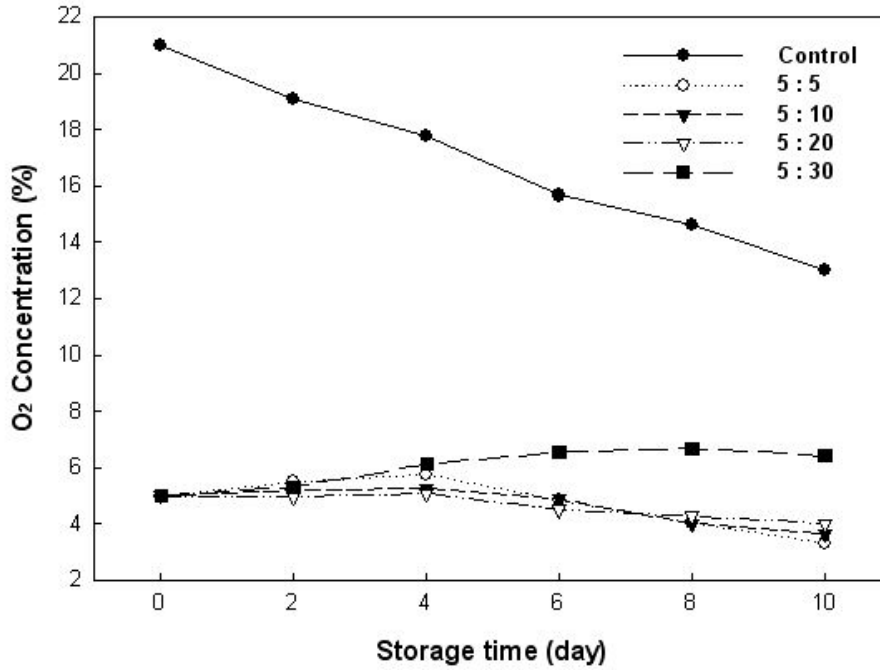


Fig. 3-139. Changes in O₂ concentration of modified atmosphere packaged fresh-cut apple during storage at 4°C.

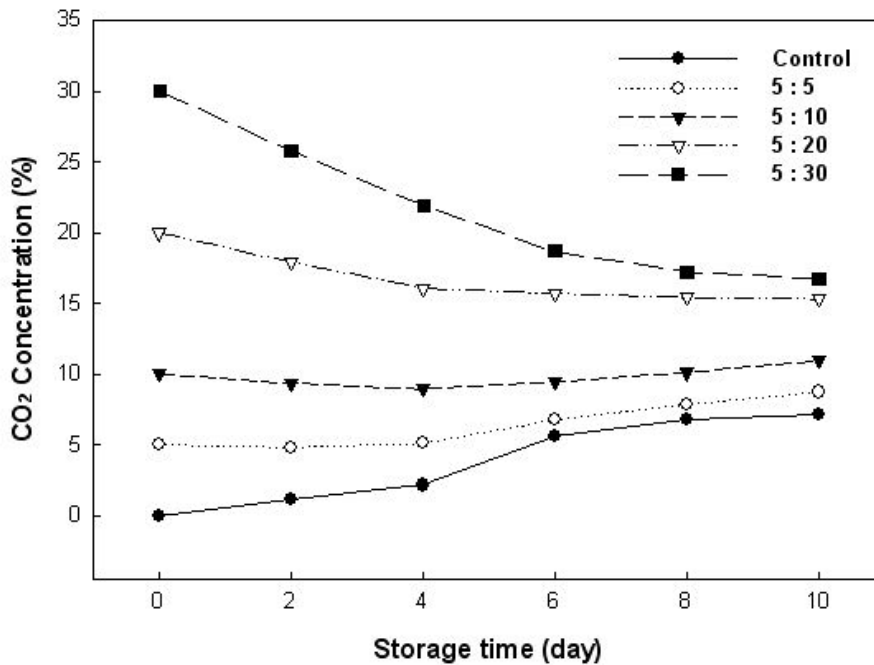


Fig. 3-140. Changes in CO₂ concentration of modified atmosphere packaged fresh-cut apple during storage at 4°C.

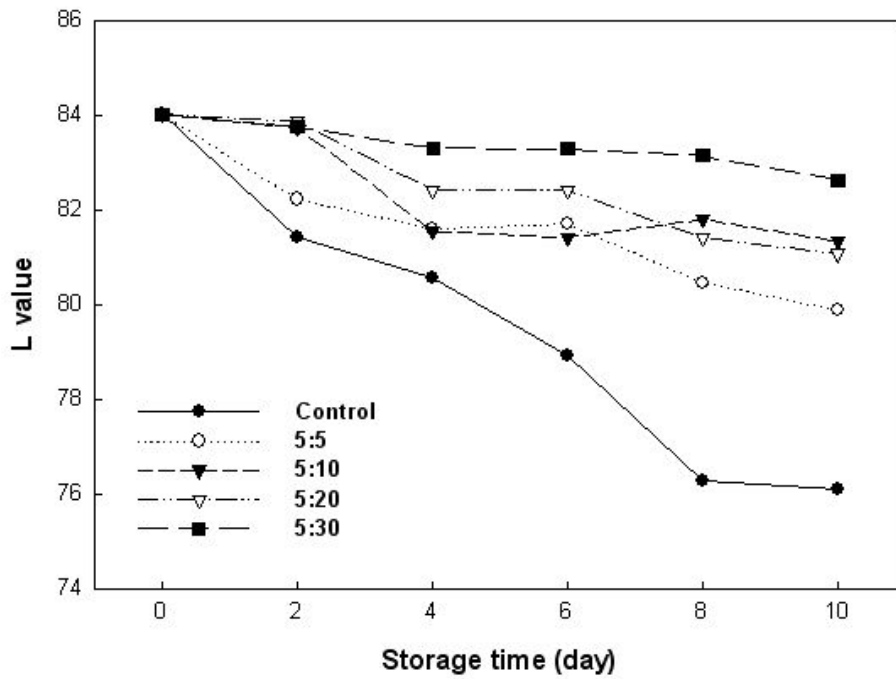


Fig. 3-141. Changes in L value of modified atmosphere packaged fresh-cut apple during storage at 4°C.

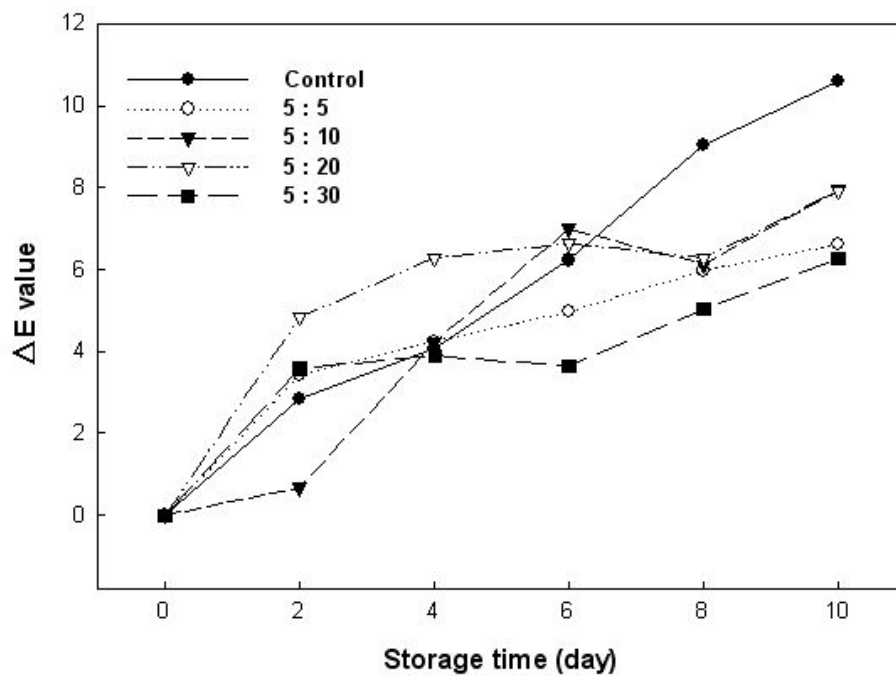


Fig. 3-142. Changes in delta E value of modified atmosphere packaged fresh-cut apple during storage at 4°C.

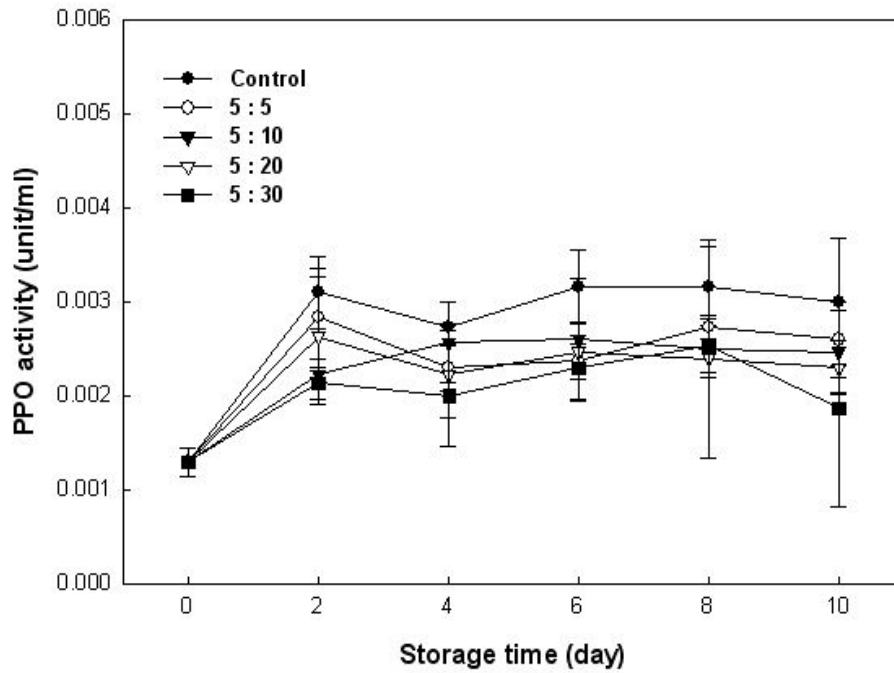


Fig. 3-143. Changes in polyphenol oxidase activity of modified atmosphere packaged fresh-cut apple during storage at 4°C.

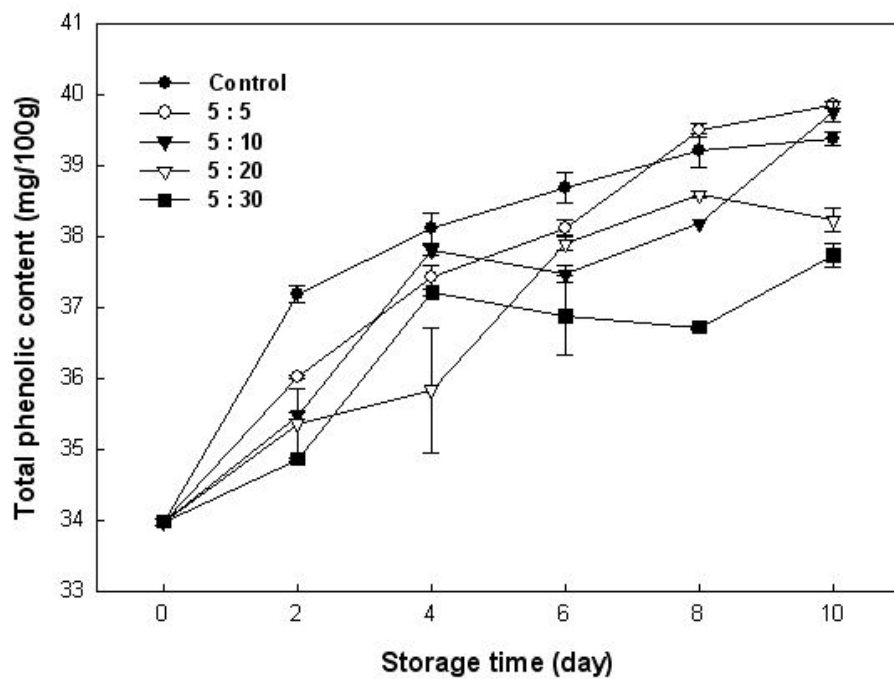


Fig. 3-144. Changes in total phenolic content of modified atmosphere packaged fresh-cut apple during storage at 4°C.

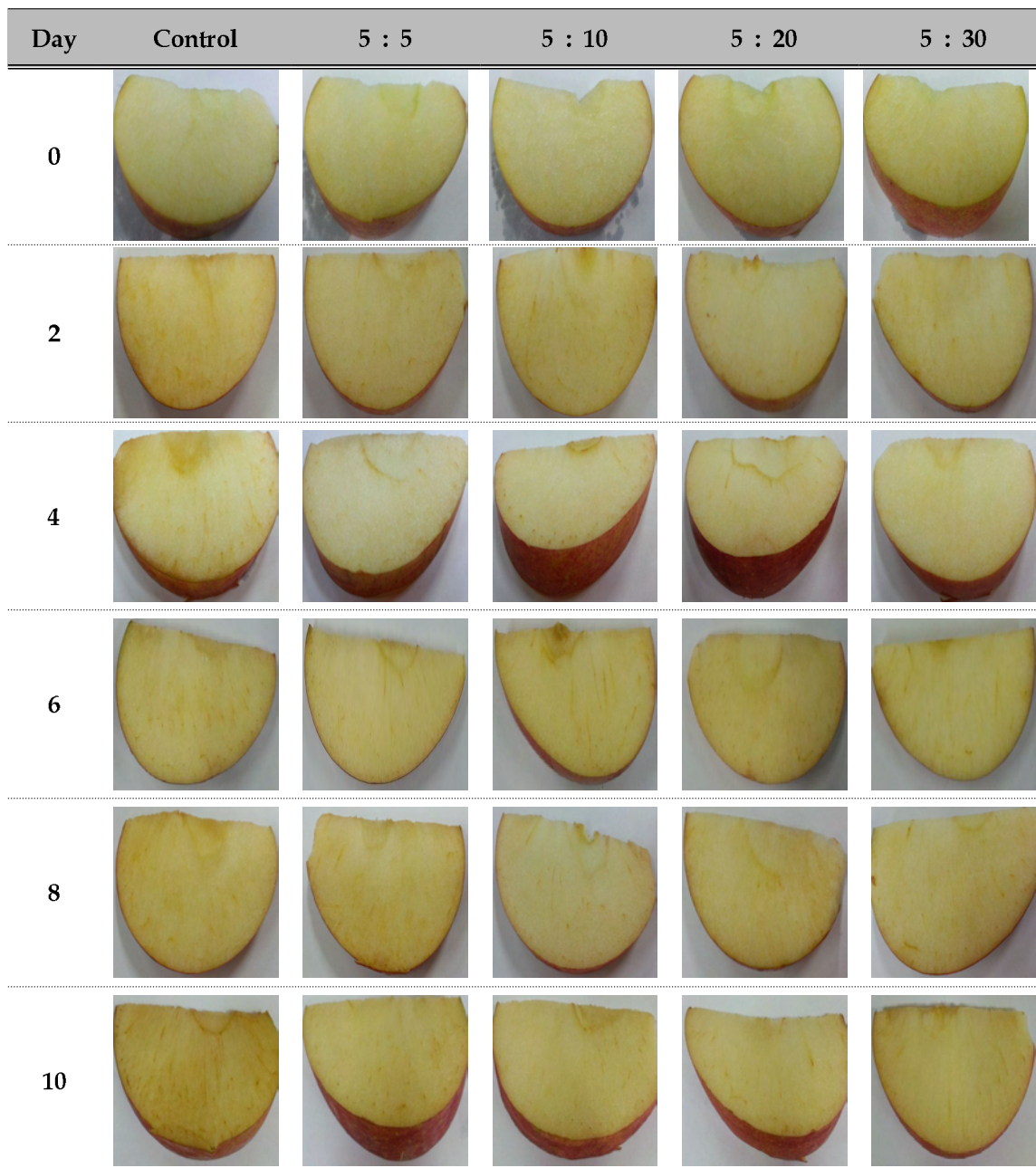


Fig. 3-145. Color changes of modified atmosphere packaged fresh-cut apple during storage at 4°C.

Table 3-16. Sensory properties of modified atmosphere packaged fresh-cut apple during storage at 4 °C (p<0.05)

	Days	Control	5 : 5	5 : 10	5 : 20	5 : 30
Color	0	3.50±0.52 ^a	2.40±0.51 ^b	2.10±0.56 ^b	2.60±0.96 ^b	2.20±0.42 ^b
	2	5.20±0.42 ^a	3.30±0.48 ^b	2.90±0.56 ^{bc}	2.50±0.52 ^c	2.50±0.52 ^c
	4	7.30±0.67 ^a	7.10±0.73 ^{ab}	6.70±0.48 ^b	5.50±0.52 ^c	5.20±0.63 ^c
	6	7.70±0.48 ^a	6.60±0.51 ^b	6.40±0.51 ^b	5.60±0.51 ^c	4.80±0.78 ^d
	8	8.30±0.48 ^a	6.70±0.67 ^{bc}	7.00±0.81 ^b	6.10±0.87 ^c	4.60±0.69 ^d
	10	8.90±0.31 ^a	7.90±0.73 ^b	6.90±0.56 ^c	6.70±0.67 ^c	6.30±0.82 ^c
Flavor	0	3.10±0.31 ^a	2.70±0.48 ^{bc}	2.90±0.31 ^{ab}	2.20±0.42 ^d	2.40±0.51 ^{cd}
	2	3.70±0.48 ^a	2.60±0.51 ^b	2.70±0.48 ^b	3.50±0.52 ^a	3.90±0.31 ^a
	4	5.50±0.52 ^b	4.20±0.63 ^c	4.10±0.73 ^c	6.60±0.84 ^a	7.00±0.66 ^a
	6	5.00±0.81 ^b	4.60±0.51 ^b	4.40±0.51 ^b	7.20±0.63 ^a	7.30±1.05 ^a
	8	5.50±0.52 ^b	5.10±0.73 ^b	5.20±0.91 ^b	7.40±0.69 ^a	7.70±0.82 ^a
	10	6.70±0.48 ^c	5.50±0.52 ^d	5.80±1.03 ^d	7.90±0.87 ^b	8.80±0.42 ^a
Texture	0	7.50±0.52 ^b	7.40±0.51 ^b	7.80±0.42 ^{ab}	8.30±0.48 ^a	8.30±0.67 ^a
	2	6.60±0.51 ^b	6.60±0.69 ^b	6.70±0.48 ^b	6.90±0.31 ^b	7.60±0.51 ^a
	4	5.00±0.94 ^c	5.40±0.51 ^{bc}	6.00±0.94 ^b	6.90±0.73 ^a	6.90±0.73 ^a
	6	5.60±1.26 ^{bc}	5.10±0.56 ^c	5.50±0.70 ^{bc}	6.20±0.63 ^{ab}	6.60±0.51 ^a
	8	5.10±1.66 ^{ab}	4.60±0.69 ^b	4.90±0.73 ^{ab}	5.20±1.13 ^{ab}	5.90±0.56 ^a
	10	4.10±1.10 ^b	4.30±0.67 ^b	5.30±1.05 ^a	5.80±0.78 ^a	5.80±0.78 ^a
Overall acceptance	0	6.60±0.51 ^c	7.20±0.42 ^{ab}	7.20±0.42 ^{ab}	6.90±0.31 ^c	7.40±0.51 ^a
	2	5.70±0.48 ^c	6.60±0.51 ^b	7.10±0.56 ^{ab}	7.30±0.67 ^a	7.30±0.82 ^a
	4	3.40±0.51 ^c	5.00±0.66 ^{ab}	5.20±0.63 ^a	4.90±0.87 ^{ab}	4.50±0.52 ^b
	6	2.80±0.42 ^c	4.80±0.63 ^b	6.30±0.67 ^a	5.20±0.78 ^b	4.80±0.78 ^b
	8	1.90±0.56 ^d	4.30±0.82 ^b	5.60±0.84 ^a	4.00±0.94 ^{bc}	3.40±1.34 ^c
	10	1.20±0.42 ^d	4.30±0.48 ^b	4.90±0.73 ^a	2.60±0.51 ^c	2.90±0.87 ^c

3) Active MA포장을 통한 신선편이 양상추제품의 갈변정도 조사

양상추는 대형마트에서 구입하였고, 양상추의 겉잎 및 불가식 부위를 제거하고 3 x 3 cm 크기로 절단하여 각 처리구의 기체농도 별로 50 g씩 포장용 트레이 (24 x 16.5 x 5 cm)에 담아 포장하여 4°C에서 10일간 저장하면서 갈색도, PPO 활성, PAL 활성, 총 페놀함량, 기체조성, 관능평가를 조사하였다. 기체조성에서 산소농도는 무처리구의 산소농도가 저장기간에 걸쳐 지속적으로 감소하였고, MA처리구들은 산소농도의 차이가 많이 나타나지 않았다(Fig. 3-146, 3-147). 이산화탄소 농도는 5:20과 5:30처리구는 이산화탄소 농도가 저장기간 동안 조금씩 감소하였지만 나머지 처리구들은 비슷하거나 증가하였다. 무처리구의 이산화탄소 농도는 저장기간 동안 꾸준히 증가하여 저장 10일경 5% 수준까지 증가하였다.

신선편이 양상추의 갈색도(Fig. 3-148)는 저장기간에 따라 무처리구가 MA포장 처리구보다 많은 증가를 보여서 갈변이 더욱 진행되었음을 알 수 있었다. 이는 포장내에 저산소, 고이산화탄소 농도가 갈변을 억제했다고 판단된다(12). PPO 활성(Fig. 3-149)은 모든 처리구가 저장 6일까지 증가하다가 그 이후부터 감소하는 경향을 나타내었으며 5 : 30 처리구가 저장기간 중 상대적으로 낮은 PPO 활성을 나타내었다. 이는 고이산화탄소가 PPO 활성을 억제하였다고 생각되며, PAL 활성(Fig. 3-150)은 무처리구가 가장 높은 활성을 보였으며, MA포장 처리구 중 5 : 30 처리구가 상대적으로 가장 낮은 활성을 나타내었다. 총 페놀함량(Fig. 3-151)에서도 모든 처리구가 증가하였으나 무처리구가 가장 많이 증가하였고 CO₂ 농도가 높을수록 페놀 함량이 억제 되어 신선편이 양상추의 갈변 발생 또한 억제되었다고 사료된다. 사진결과(Fig. 3-152)는 고탄산가스 처리구가 상대적으로 갈변이 억제 되었으며 무처리구가 가장 많은 갈변이 발생되었다. 신선편이 양상추의 관능평가를 조사한 결과(Table 3-153) 모든 처리구가 저장기간이 경과함에 따라서 품질이 저하되었다. 그 중 무처리구는 특히 갈변부분에서 많은 품질저하를 보였고 MA포장 처리구는 상대적으로 갈변을 억제하여 색에서는 좋은 점수를 유지하였지만 고농도 탄산가스 처리구는 이취로 인해 품질이 저하되어 비교적 5 : 10 처리구가 품질을 가장 오래 유지하였다.

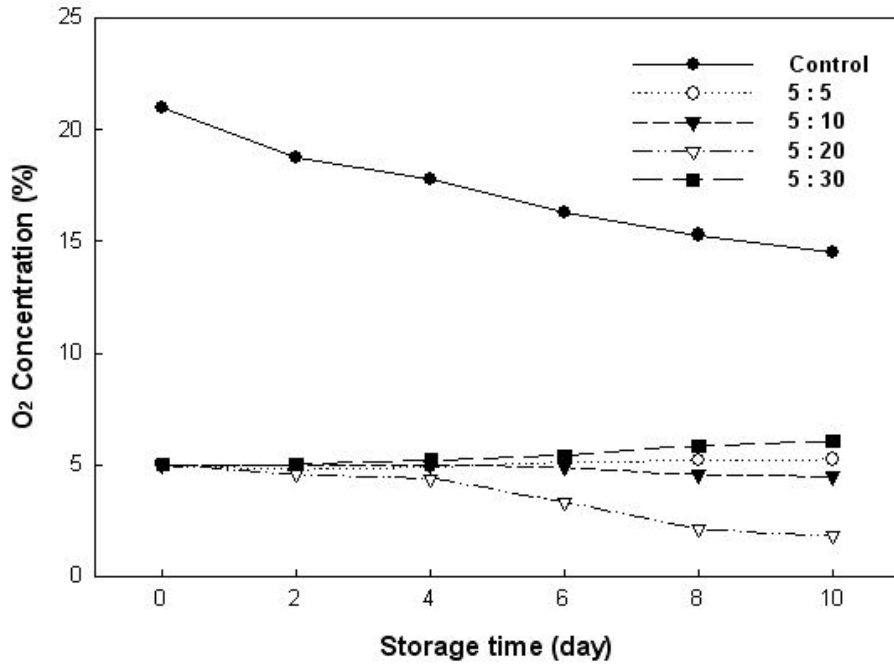


Fig. 3-146. Changes in O₂ concentration of modified atmosphere packaged fresh-cut lettuce during storage at 4°C.

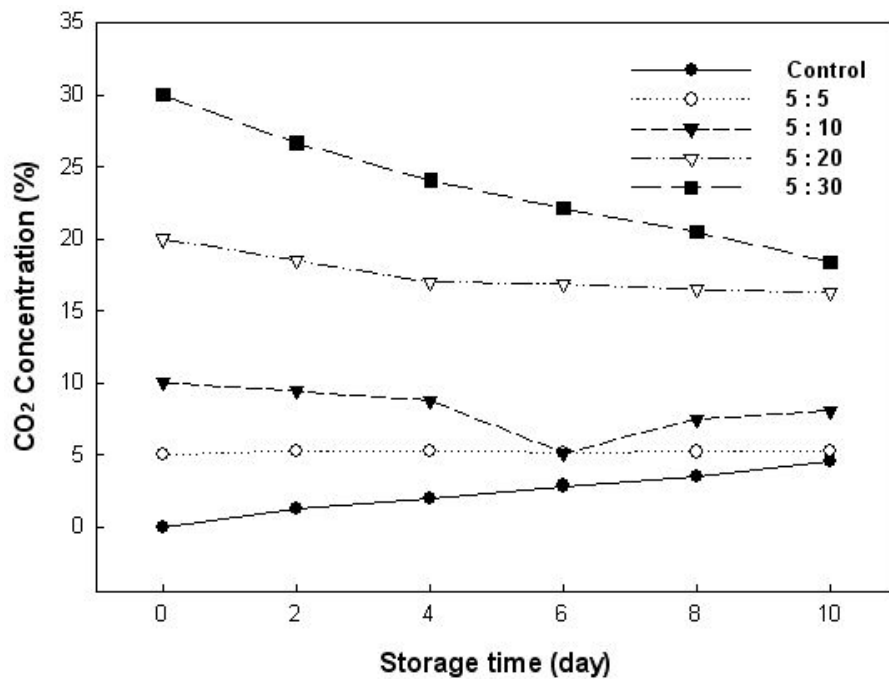


Fig. 3-147. Changes in CO₂ concentration of modified atmosphere packaged fresh-cut lettuce during storage at 4°C.

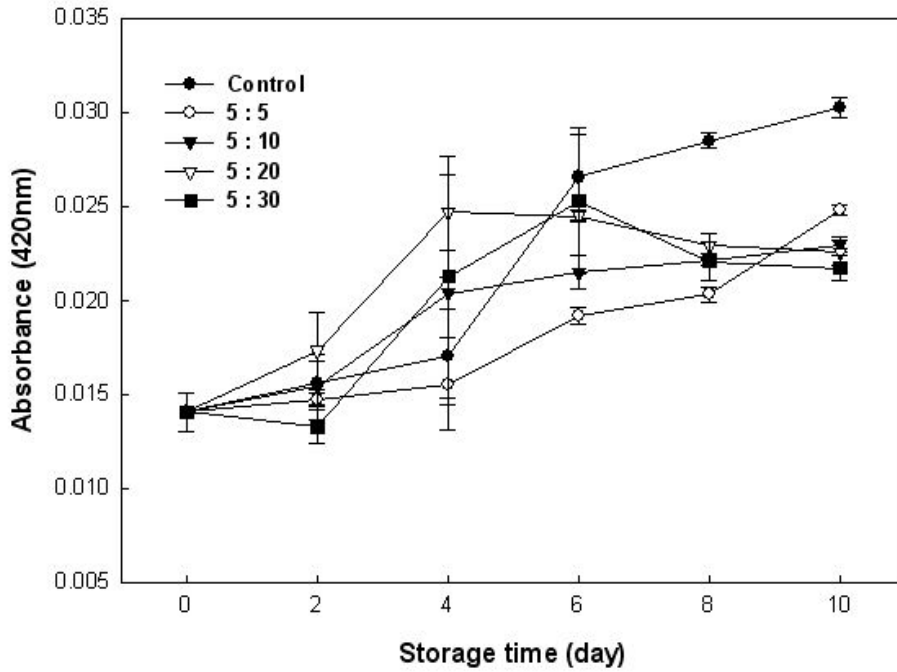


Fig. 3-148. Changes in browning index of modified atmosphere packaged fresh-cut lettuce during storage at 4°C.

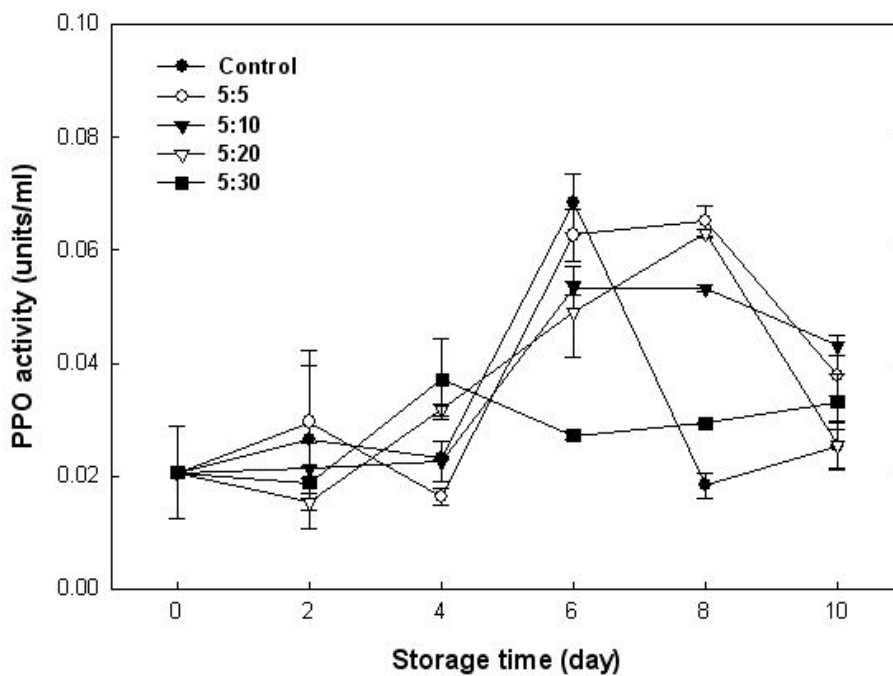


Fig. 3-149. Changes in polyphenol oxidase activity of modified atmosphere packaged fresh-cut lettuce during storage at 4°C.

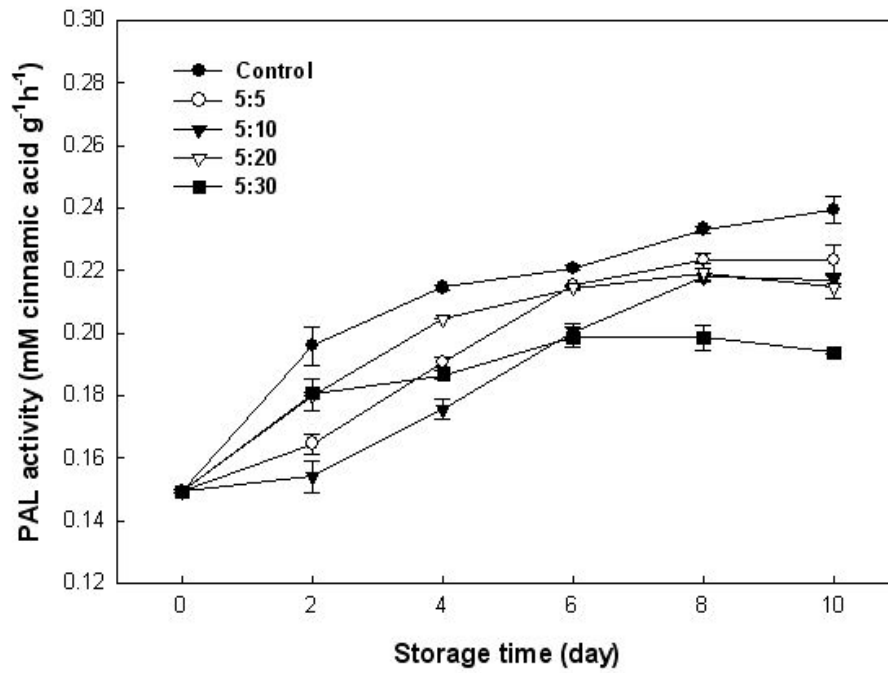


Fig. 3-150. Changes in phenylalanine ammonia lyase activity of modified atmosphere packaged fresh-cut lettuce during storage at 4°C.

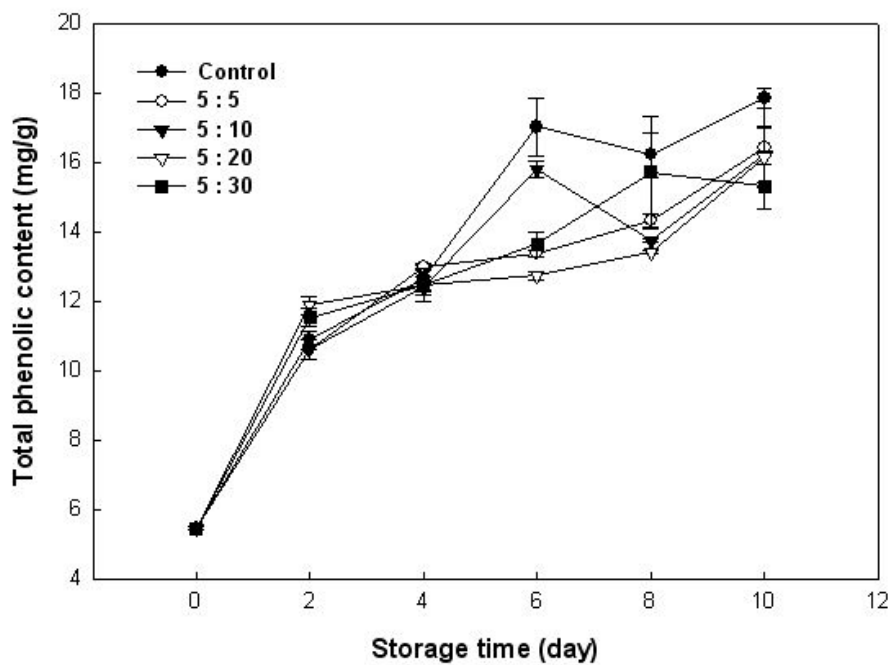


Fig. 3-151. Changes in total phenolic content of modified atmosphere packaged fresh-cut lettuce during storage at 4°C.

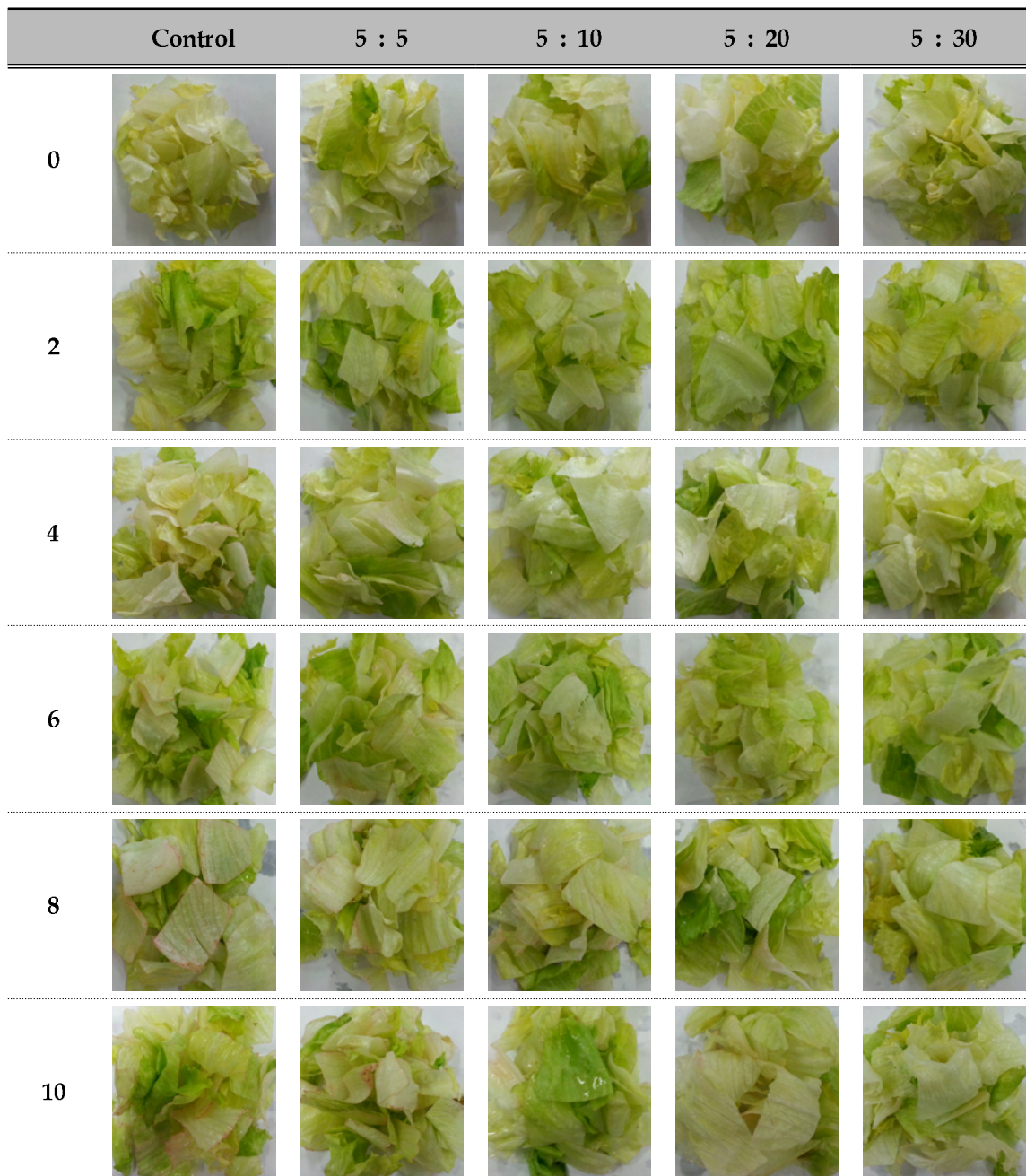


Fig. 3-152. Color changes of modified atmosphere packaged fresh-cut lettuce during storage at 4°C.

Table 3-17. Sensory properties of modified atmosphere packaged fresh-cut lettuce of during storage at 4 °C (p<0.05)

	Day	Control	5 : 5	5 : 10	5 : 20	5 : 30
Color	0	2.50±1.95 ^a	1.50±0.52 ^b	1.20±0.42 ^b	1.40±0.69 ^b	1.60±0.69 ^{ab}
	2	5.40±1.26 ^a	5.60±0.69 ^a	2.10±0.56 ^b	1.70±0.48 ^{bc}	1.30±0.48 ^c
	4	7.10±0.73 ^a	5.50±0.52 ^b	2.40±0.51 ^c	1.60±0.51 ^d	1.40±0.51 ^d
	6	7.30±1.33 ^a	7.10±1.37 ^a	4.20±0.42 ^b	4.10±2.02 ^b	1.30±0.67 ^c
	8	7.80±1.31 ^a	6.00±1.41 ^b	4.10±0.73 ^c	1.90±0.87 ^d	1.20±0.42 ^d
	10	8.70±0.48 ^a	4.50±0.97 ^c	7.20±0.63 ^b	2.20±0.63 ^d	1.60±0.84 ^d
Flavor	0	2.00±1.41 ^a	2.30±1.82 ^a	1.80±0.78 ^a	2.70±2.05 ^a	3.10±2.18 ^a
	2	4.10±1.28 ^b	4.20±0.78 ^b	3.00±0.81 ^c	5.70±0.82 ^a	6.40±0.84 ^a
	4	5.20±0.78 ^b	4.90±0.73 ^{bc}	4.30±0.67 ^c	6.40±0.51 ^a	6.70±0.67 ^a
	6	3.70±0.82 ^b	3.00±1.24 ^{ab}	2.40±0.84 ^c	8.20±0.91 ^a	7.40±2.0 ^a
	8	3.30±2.11 ^b	3.20±1.68 ^b	3.60±1.42 ^b	6.60±1.34 ^a	7.70±2.26 ^a
	10	4.80±0.63 ^b	4.40±1.34 ^b	5.00±1.05 ^b	8.10±0.73 ^a	8.60±0.69 ^a
Texture	0	7.60±1.42 ^a	7.90±0.73 ^a	8.20±0.78 ^a	7.50±1.64 ^a	7.50±1.77 ^a
	2	6.40±1.17 ^{ab}	5.90±0.56 ^b	6.80±0.91 ^{ab}	7.00±1.05 ^a	6.90±0.99 ^a
	4	6.30±0.48 ^b	6.30±0.67 ^b	7.20±0.63 ^a	6.40±0.51 ^b	6.20±0.63 ^b
	6	3.60±1.50 ^c	4.90±1.52 ^{bc}	7.30±2.40 ^a	6.00±1.24 ^{ab}	6.70±1.88 ^a
	8	5.60±1.57 ^a	6.40±1.42 ^a	6.20±1.61 ^a	5.50±2.01 ^a	5.20±1.93 ^a
	10	4.60±0.69 ^a	5.60±1.26 ^a	4.50±1.50 ^a	5.30±1.33 ^a	5.30±1.25 ^a
Overall acceptance	0	7.10±1.85 ^a	7.90±1.10 ^a	8.20±1.03 ^a	7.70±1.25 ^a	7.30±2.49 ^a
	2	6.70±1.25 ^c	6.40±0.51 ^c	8.10±0.56 ^a	7.40±0.69 ^b	6.40±0.51 ^c
	4	5.50±0.70 ^{bc}	5.70±0.67 ^{bc}	7.20±0.63 ^a	5.80±0.91 ^b	5.00±0.81 ^c
	6	1.60±0.69 ^d	3.20±1.39 ^c	5.90±1.66 ^{ab}	4.90±1.37 ^b	6.80±1.47 ^a
	8	3.40±1.26 ^b	4.20±1.13 ^{ab}	5.60±1.95 ^a	4.80±1.61 ^{ab}	4.40±1.07 ^{ab}
	10	3.30±1.15 ^c	5.60±0.96 ^b	7.00±0.81 ^a	3.90±1.52 ^c	3.50±1.26 ^c

4. 품목별 처리공정 구축

가. 연구수행 방법

나. 연구내용 및 결과

1) 품목별 처리방법 구축

(1) 신선편이 제조공정

(가) 신선편이 채소류 제조공정

신선편이 양상추 같은 엽채류는 잎에 묻어있기 쉬운 벌레 등 이물질 제거하기 위해 다른 신선편이 품목보다 선별하는 과정이 추가된다(29).

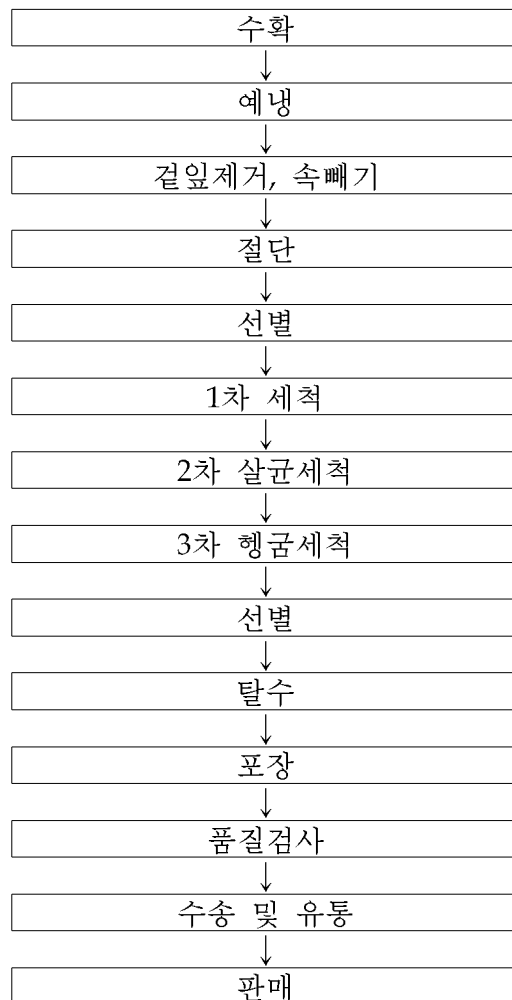


Fig. 3-153. 신선편이 양상추의 일반적인 제조공정.

(나) 신선편이 과일류 제조공정

신선편이 과일류는 보통 표면을 먼저 세척 한 다음 박피 또는 절단하는 과정을 갖는다

(29)(Fig. 3-154).

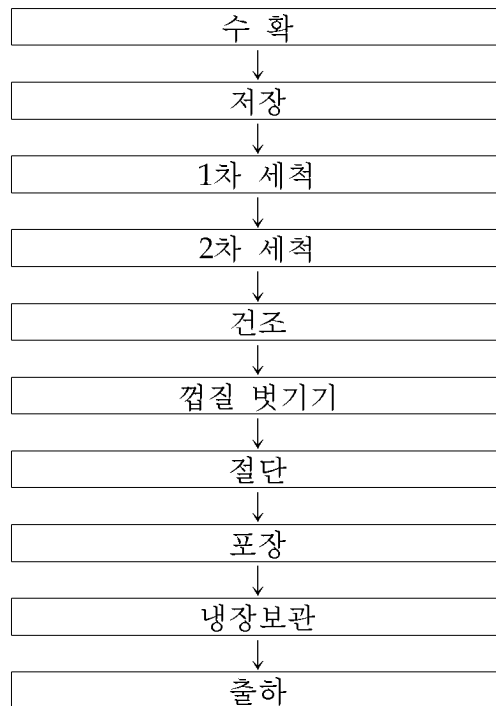


Fig. 3-154. 신선편이 과일의 일반적인 제조과정

(2) 수확

신선편이 제품은 원료가 신선해야 가공 후 품질에도 좋은 영향을 미치기 때문에 품질이 좋은 원료를 사용하여야 하며 수확 시 원료에 많은 상처가 발생하면 효소활성 및 미생물의 오염이 쉽게 발생하기 쉬우며, 수확 시기와 재배환경 역시 원료의 품질에 영향을 미치므로 가장 적절한 시기에 수확한 원료나 그러한 환경에서 재배된 원료를 사용하는 등 유통 중 빠른 품질변화를 막기 위해서는 좋은 원료는 확보하는 것이 큰 과제이다(29).

(3) 수확 후 처리

예냉(precooling)은 가공 전 시료단계에서 간편하게 적용할 수 있는 실용적 기술로 수확직후에 신속히 온도를 낮춰 수확물의 저장성과 운송기간의 품질을 유지하는 효과를 증대시키고 부패를 억제하며 신선도를 유지하는데 도움을 준다. 수확 후의 높은 온도는 원예작물의 호흡과 같은 물질 대사율을 증가시키고 호흡열을 발생시켜 많은 에너지가 소모된다. 따라서 수확 후 효소활성을 감소시키고 노화를 지연시키기 위해서는 온도가 낮을 때에 수확하거나, 수확 후 즉시 예냉처리로 호흡열의 제거가 필요하다. 진공예냉은 결구상추에 대해서 일반적으로 많이 쓰이는 예냉 방법중 하나로서, 30분 이내의 짧은 시간에 식물의 품온을 4℃ 이내로 감소시킬 수 있다. 또한 진공예냉을 통해서 표층부위의 수분이 증발되면서 조직이 단단해지는 부수적인 효과도 얻을 수 있기 때문에 신선 엽채류의 품질 유지에 효과적인 것으로 알려져 있다. 또한 감

자는 수확작업과정에서 상처를 받은 감자는 저장 중 상처에 부위에 미생물이 침입하여 부패하고, 주변 감자에도 감염이 되어 연쇄적으로 부패되는 손실이 발생한다. 이러한 피해를 방지하기 위한 방법으로 큐어링이 있는데 대량으로 수확된 감자를 처리 가능한 방법은 큐어링 후 저온저장하는 방법이 가장 바람직하다고 생각된다(30).

(4) 다듬기(박피) 및 절단

신선편이 제품은 다듬기, 박피, 절단 등의 과정에 의해 원료에 물리적인 변화가 발생한다. 이때 절단면 가까이 있는 세포들이 받은 상처는 저장수명과 신선편이 농산물의 품질에 영향을 미친다(29).

(가) 다듬기(박피)

신선편이 제품의 원료인 과일, 채소 등은 이용할 수 있는 부위를 남겨놓고 절단 이전에 제거되어야 하는데 이 과정은 신선편이 제품의 수율과 직접적인 관계가 있어 적합한 수준이 필요하다. 양상추의 경우 일단 결구되지 못하고 웃자란 부위는 전부 제거하고, 외잎은 미생물 수준도 높고, 신선도도 떨어지기에 제거하며, 반드시 심(핵)을 제거 하도록 한다. 신선편이 감자 제품의 박피는 얼마 전까지만 해도 브러시박피기를 이용하여 회전되는 통에 브러시가 부착되어 있고 감자가 돌아가면서 브러시와의 마찰에 의해 벗겨지는 방법을 주로 사용하였으나 최근 일종의 수증박피기로 원통형 옆면에 칼날이 있고, 감자가 들어가면 물을 채워 물속에서 감자의 껍질이 벗겨지는 박피기가 개발되어 보급되고 있는데, 물속에서 박피하다 보니 공기 중에 적게 노출되어 갈변억제에 도움을 주고 있다(29).

(나) 절단

절단 시 예리한 칼로 절단하는 것이, 예리하지 못한 칼에 절단되는 것보다 저장수명이 증가하며, 연구를 통해서 알 수 있었듯이 칼 재질에 따라서도 품질에 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 실험상에서는 세라믹 칼을 이용하는 것이 가장 효과가 좋았으나 실제 도입하기에는 어려움이 있으므로 예리하고 철저히 살균소독이 된 스테인리스 칼을 사용하는 것이 좋을 것으로 예상되며 신선편이 양상추의 경우 다른 과채류와는 다르게 수작업이 아닌 기계적 절단을 사용하기 때문에 기계 칼날에 주기적인 점검과 살균세척이 이루어져야 할 것으로 생각된다.



Fig. 3-155. 신선편이 양상추의 선별 및 절단 공정

(5) 세척 및 살균

신선편이 농산물은 보통 3차례의 세척을 실시하는데 이 때 세척에 사용되는 물은 음용수로 이용할 수 있는 것으로 선도유지를 위하여 주로 3~5℃ 내외의 냉각수를 사용한다. 1차 세척은 이물질 및 흙을 제거하고, 2차 세척은 염소수와 같은 세척액으로 살균세척을 하고 3차세척은 깨끗한 물로 행구는 과정이다. 세척방법에도 여러 방법이 있지만 그 중에 주로 많이 사용하는 방법으로는 물이 빠른 속도로 소용돌이 치면서, 세척조 아래에서 공기방울이 분출되는 와류식 세척, 컨베이어벨트 라인으로 이동 중인 채소류를 위에서 물로 뿌려주는 방식인 분무식 세척, 정제된 물에 담갔다가 꺼내는 방식인 침지식 세척 등이 있다(29). 이 방법으로 세척 시 세척과정에서 충분히 흙이나 벌레와 같은 이물질이나 미생물을 없애는데 많은 도움이 될 것으로 생각된다. 와류식 세척은 쌈채소 뿐만 아니라 근채류와 과채류에도 적용 가능하며, 분무식 세척의 경우 과채류 조직에 영향을 미치지 않아 연한 과일을 세척할 때나 살균소독 후 행굼을 목적으로 사용하고 침지식 세척은 세척전 1차적으로 흙 등의 이물질을 제거하는데 사용한다. 소독제의 종류로는 염소수, 이산화염소, 오존수 등 많은 종류의 세척액으로 살균 소독이 이뤄지고 있지만 경제적 가치와 안전성을 생각해 보면 염소수를 사용하여 살균 소독을 하는 것이 원가 상승을 방지하는 하나의 요인이 될 것이라고 생각한다.

(가) 살균

신선편이 사과, 양상추, 감자의 세척 전후의 미생물의 단독 콜로니를 분리한 후 균주를 동정한 결과는 Table 3-18와 같으며, 수확 후 이물 및 미생물 오염 등을 제거하기 위해 세척, 살균 공정 등이 적용된다. 신선편이 양상추의 세척은 현재 200 ppm의 차아염소산나트륨을 사용하고 있으며 10~20초 정도의 세척시간을 가지며 와류식으로 세척과정을 거치고 있다. 염소수는 세척비용이 가장 적게 들며, 살균효과가 뛰어나고 전세계적으로 신선편이 농산물에 가장 널리 사용되고 있는 소독제이다. 과채류의 표면에 오염되어 있는 대부분의 위해 요소들은 수도수를 이

용한 간단한 세척 과정으로는 거의 제거되지 않기 때문에 현재 미국 Centers for Disease Control and Prevention과 Environmental Protection Agency에서는 과채류의 세척에 있어서 50~200 ppm 염소용액을 사용할 것을 권장하고 있다(13). 실제로 신선편이 감자, 사과, 양상추의 세척수의 농도별 미생물수를 조사한 결과(Fig. 3-156) 차아염소산나트륨 농도가 증가함에 따라 미생물수가 감소하였지만 100 ppm과 200 ppm 사이의 미생물 수준이 많은 차이를 보이지 않아서 100 ppm으로 세척하여도 충분히 미생물수 감소의 효과를 볼 수 있다고 판단된다. 또한 200 ppm과 300 ppm은 미생물수 감소효과에서 많은 차이가 있지 않았으며, 염소를 물에 희석한 농도가 200 ppm 이상인 경우에는 첨가한 염소의 함량과 비례하여 더 높은 살균 효과를 기대할 수 없다는 보고와 유사하였다(14). 또한 200 ppm 이상의 농도로 세척시 염소취가 심하게 발생하여 관능적 품질이 저하하였다. 또한 염소수는 pH 및 온도에 따라서도 살균효력이 달라지는데 pH 4.5 부근이 가장 효과가 좋으나 세척장비의 부식을 가져와 비교적 살균효과가 높은 pH 6~7정도로 사용하는 것이 좋다고 판단된다(29).

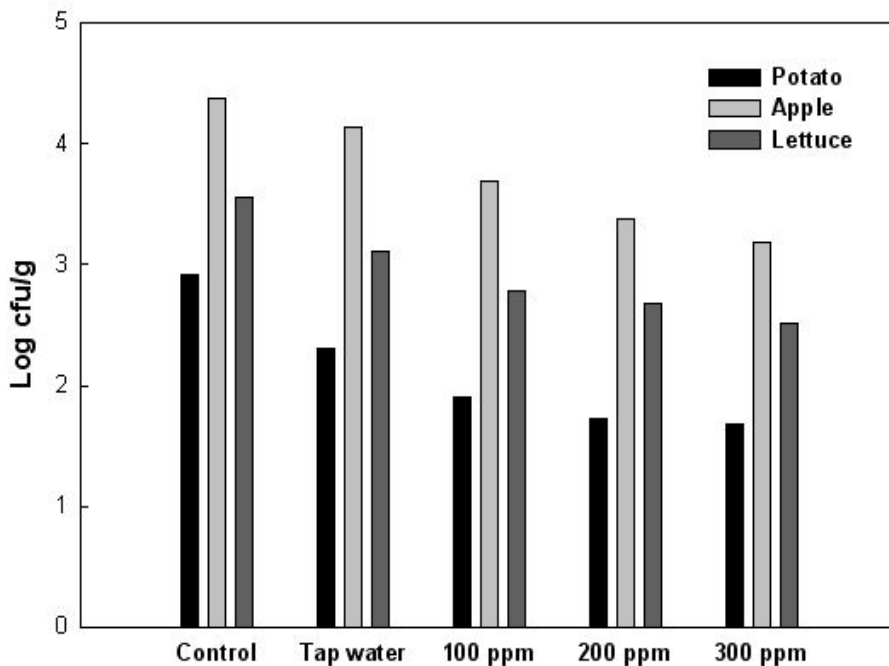


Fig. 3-156. Effect of the concentration of chlorinated water on the survival of total viable cell counts on fresh-cut potato, apple and lettuce.

Table. 3-18. Microorganisms isolated from apple, lettuce, potato

균주번호	출처	염기서열 길이(bp)	동정결과	유사도 (%)
AP-21	사과	1,403	Bacillustequilensis10b(T)	100
AP-22	"	1,406	BacillusthuringiensisATCC10792(T)	100
AP-23	"	1,357	Enterobacter ludwigii DSM 16688(T)	100
AP-26	"	1,419	Staphylococcus warneri ATCC 27836(T)	99.93
AP-27	"	1,357	Leclercia adecarboxylata GTC 1267(T)	100
AY-21	"	1,421	Bacillus siamensis KCTC 13613(T)	99.93
AY-24	"	1,425	Leuconostocmesenteroidessubsp.dextranicumNRIC1539(T)	99.93
LP-1	양상추	1,415	Bacillus methylotrophicus CBMB205(T)	100
LP-2	"	1,387	PseudomonascremoricolorataNRIC0181(T)	99.93
LP-3	"	1,357	Enterobacter ludwigii DSM 16688(T)	99.78
LP-4	"	1,406	BacillusthuringiensisATCC10792(T)	100
LP-5	"	1,358	Escherichia vulneris ATCC 33821(T)	99.85
LY-3	"	1,444	Weissella cibaria KACC 11862(T)	99.93
LY-4	"	1,406	BacillusthuringiensisATCC10792(T)	100
LY-6	"	1,404	Acinetobacter pittii LMG 1035(T)	100
PP-11	감자	1,357	Enterobacter ludwigii DSM 16688(T)	99.71
PP-14	"	1,424	Bacillus aryabhattai B8W22(T)	100
PP-15	"	1,424	BacillusthuringiensisATCC10792(T)	99.86
PP-17	"	1,388	Chryseobacterium defluvii B2(T)	97.62
PY-11	"	1,404	Acinetobacter pittii LMG 1035(T)	100
PY-17	"	1,405	PseudomonascremoricolorataNRIC0181(T)	99.93

(나) 침지

침지세척 과정에서 항균제, 조직 보존제, 갈변 방지제 등을 사용하여 신선편이 제품의 품질 유지를 시도한다. 이때 사용 가능한 갈변 방지제로는 ascorbic acid, citric acid 등과 같은 물질

로 pH를 조절하고 천연 갈변 방지제로 녹차 추출물이나 키토올리고당 또는 염화나트륨이나 젖산칼슘 등을 사용하여 신선편이 채소 조직의 효소활성을 억제하거나 미생물 증식을 억제시킴으로 품질유지를 할 수 있다. 신선편이 사과에 1% Citric acid 처리시 미생물 생장이 억제되었고, 최소 0.25% malic acid : 0.5% ascorbic acid : 0.25% calcium chloride, 최대 0.75% malic acid : 1.0% ascorbic acid : 0.75% calcium chloride 병용처리시 미생물수와 조직의 연화와 갈변을 억제하였다고 보고하였다(15). 천연물로는 감초 추출물과 ascorbic acid를 병용하여 사용할 경우 냉장저장 시 일정기간 동안 천연물을 이용한 갈변저해 및 품질유지가 가능하다고 하였다(16). 다른 천연물로는 루바브 주스를 이용한 사과 절편의 갈변억제 와 protease를 이용하여 파프리카의 변색방지(17) 등이 있다. 본 연구를 통하여 선발된 상백피, 오배자, 백작약, 꾸지뽕잎 등의 천연갈변억제제를 향후 신선편이 양상추, 사과, 감자 등의 제품 제조시 적용하는 것을 고려해 볼 수 있을 것이며, 제조회사에서는 경제성 검토 등의 면밀한 사전검토 후 산업화하는 것이 적절할 것으로 생각된다.

(다) 열처리

신선편이 농산물은 신선도가 생명이므로 가공과정에서 저온을 유지하는 것이 기본이지만 가공과정에서 환경 친화적인 살균소독 세척이 필요하다. 살균소독제 사용시 냄새 등을 과하기 위해 열처리를 사용하기도 한다(29). 열처리는 신선편이 채소의 polyphenol oxidase(PPO)나 phenylalanine ammonia lyase(PAL)과 같은 갈변 관련 효소들의 활성을 억제시켜 결론적으로 신선편이 제품의 갈변을 억제할 수 있는 방법이다. 그러나 침지수의 온도가 너무 높을 경우 엽채류 같은 채소는 오히려 품질을 악화시킬 수 있으므로 중온(50℃)에서 짧은 시간 동안만 열충격을 가하여 효소 활성을 억제시키는 것이 바람직하다고 생각된다. 55℃ 열수에 45초간 침지한 신선편이 감자가 갈변과 호흡률이 억제 되었다고 하며(25), 앞서 연구한 바와 같이 열처리를 통하여 신선편이 감자, 사과, 양상추의 갈변과 효소활성이 억제되는 것을 확인하였다. 또한 신선편이 식품의 선도 유지를 위해 당근(18), 사과(19) 및 멜론(20)에 열처리 효과를 보고하였다. 하지만 실제 작업장의 온도는 12℃ 정도로 유지되고 있는데 세척수를 이용한 열처리의 경우 작업장의 온도를 증가시키는 문제와 중온수를 유지하는 비용 또한 적지 않을 것이라고 판단된다. 따라서, 실험실 scale 또는 미니 scale에서 제조과정에 대한 최적 공정을 도출하였다 하더라도 실제 산업화 적용시 여러 제한사항이 있으므로 우수한 결과를 나타낸 신선편이 처리공정, 또는 제조공정을 선별적으로 적용가능한 방법에 대한 모색이 필요할 것으로 생각된다.

(6) 탈수(건조)

신선편이로 가공된 채소들은 가공을 거치지 않은 채소들 보다 많은 양의 수분을 흡수할 수 있다. 수분의 흡수 시 중량의 증가와 수분에 의한 빠른 미생물 변화와 품질 변화가 일어 날수 있으므로 세척 후 반드시 탈수 과정을 거쳐야 한다(29).

(가) 탈수 방법

신선편이 엽채류의 경우 세척 후 컨베이어벨트를 타고 직접 또는 진동판을 통과한 후 원심력을 이용해 탈수한다. 그리고 컨베이어 라인위에 강제 공기터널을 통과하게 하여 제한적이긴 하지만 특별히 신선편이 과일이나 원심분리에 민감한 제품에 유용하다(29).

신선편이 양상추와 같은 엽채류의 탈수는 세척 후 표면에 남아있는 물을 제거하기 위하여 주로 원심분리 방법으로 탈수 과정을 거치는데 원심분리 회전속도가 지나치게 빠르거나 처리 시간이 너무 오래되면 조직감에 피해를 줄 수 있어 신선도가 빨리 저하될 수 있다.

일반적으로 사용되는 신선편이 엽채류의 원심 탈수 속도는 400~1200 rpm이며, 시간은 60~150초를 많이 사용하고 있다(29). 실제로 신선편이 양상추의 탈수는 800 rpm으로 1분간 실시되고 있지만 수분이 쉽게 제거되지 않는 어려움을 겪고 있다. 그렇기에 수분을 보다 완벽히 제거하기 위한 방법으로 탈수기의 회전방식에 차이가 있는데 현재 사용되는 탈수기는 한 방향으로만 회전을 하며 그 원심력으로 탈수를 하는 방식이다. 이때 탈수기의 회전방향을 정방향과 역방향을 번갈아 가면서 회전한다면 더욱 효과적인 탈수를 할 수 있을 것이라 판단된다. 과채류처럼 부스러지기 쉬운 품목은 원심분리식 탈수 방법에서 세척 후 컨베이어벨트 위의 공기터널에서 강한 송풍으로 표면 수분을 제거해야 한다(29).

주의 사항으로 대부분의 신선편이 제품의 경우 원심분리형 탈수를 할 때 미생물 수가 조금 줄어들지만 가끔씩 미생물 수가 증가하는 경우가 나타남으로 탈수기와 바스켓을 작업 전에 깨끗이 세척하는 것이 중요하다. 또한 다른 채소들과 같이 탈수할 경우 각 채소마다 적정 회전속도 및 시간이 다르므로 비슷한 종류의 채소들만 섞어서 탈수하는 것이 교차오염을 방지하는데 도움을 줄 수 있다. 또한 각 품목별로 적정 회전속도나 시간이 다르므로 품목별로 잘 구분하여 사용하여야 한다(29).

(7) 포장

탈수가 끝난 신선편이 채소는 시간 안에 포장을 하여 산소와의 최대한 산소와의 접촉을 방지하여 산화를 방지하는 것이 중요하다. 또한 신선편이 농산물의 포장은 내부의 수분, 가스(산소, 이산화탄소), 오염원(먼지, 미생물 등) 등을 차단하거나 제한할 수 있어, 갈변, 이취, 조직감 등의 품질에 중요한 영향을 미치는 매우 중요한 기술로서 크게 플라스틱 필름을 이용한 MA(Modified atmosphere) 포장 및 견고한 트레이에 포장되는 용기 포장, 그리고 진공 포장 등으로 구분된다(29).



Fig. 3-157. 신선편이 양상추의 포장공정

(가) MAP(modified atmosphere packaging)

MAP는 선택적 가스투과성이 있는 플라스틱 필름을 이용하여 포장 내부의 기체조성이 최적에 도달하게 하는 포장방법이다. 가스농도의 조절방법은 호흡률과 포장내의 가스투과성만을 이용하여 가스의 농도가 포장내에서 평형에 도달하도록 하는 고전적 방법인 passive modification과 이 포장방법의 단점을 개선한 포장방법으로 절단한 과채류의 신선도 유지에 적합한 탄산가스와 산소의 혼합가스를 내용물의 포장 시 포장 내 주입, 밀봉하여 포장내의 가스조성이 평형에 도달하는 시간을 단축시켜주는 active modification이 이용된다(21). 신선편이 적체에 active MA포장을 하여 품질을 유지하였다는 보고(22)와 깻잎에 active MA포장을 실시하였을 때 일반 passive MA포장에 비하여 품질을 더 유지하였다는 연구도 진행되었다(23). 그 외에도 각 품목에 적절 기체조성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그 외에도 신선편이 양상추를 가공한 직후에는 절단에 의해 상대적으로 높은 호흡률을 가지고 있어 제품을 바로 포장하지 않고 지연시켜 포장하는 delayed MA포장방법(24)도 있다. MA포장에 사용되는 플라스틱 필름은 일정 온도에서 산소, 이산화탄소 및 물에 대한 플라스틱 필름의 투과성, 밀봉된 포장의 전체 표면적, 그리고 포장내의 자유부피(free volume) 등을 고려해야 한다. 현재 국내에서는 주로 PE(poly ethylene)필름이나 PP(poly propylene)필름을 이용하여 포장을 하고 있지만 최근에는 산소투과율을 매우 높은 미세기공(micro-perforated)필름과 un-perforated high OTR(산소투과율) 필름 등이 도입되고 있다. 미세천공이 된 필름을 이용한 신선편이 사과의 MA포장시 과육경도 유지에 효과적이라는 연구결과도 보고되어 있다(26). 이러한 필름들은 외국에서 도입되고 있지만 우리나라 업체에서도 이러한 산소투과율이 높은 필름이나 그 품목에 맞는 적정 기체조성으로 active MA포장을 한다면 충분히 신선편의 농산물의 품질을 유지할 수 있을 것으로 생각된다. 신선편이 양상추는 적정 MA조건(산소 농도 0.5~3%)를 빨리 조성하고자 처음부터 2~3%의 낮은 산소 농도로 포장하면, 이때 포장필름의 산소 투과율(OTR)이 낮으면 쉽게 산소 농도가 거의 0에 가깝게 되고, 이산화탄소 농도는 높게 축적되어 이취 또는 고이산화탄소 장해나 혐기호흡이 발생하기 쉽다. 그러므로 포장방법을 micro-perforated 필름을 이용하여 포

장하면 적절한 가스조성이 유지되어 갈변 및 이취발생을 억제할 수 있어 유통기한 연장이 가능하다고 판단된다.

(나) 진공포장

신선편이 농산물의 진공포장은 가장 많이 사용되는 포장 방법의 하나로 특히 유통기간이 짧은 단체급식용 및 외식업체용에는 진공포장이 주로 사용되고 있다. 진공포장은 신선편이 제품의 부패를 줄일 수 있어 수송에 유리하고 신선편이 제품의 갈변억제에도 유효하나 유통중 이취가 발생할 수 있으므로 저온유통에서 필수이다. 신선편이 과채류의 품질을 유지하기 위해서는 포장내에 산소농도를 줄여 호흡량을 줄이는 것이 중요하다. 진공포장내에 진공도는 신선편이 채소 품목에 따라 달라지며, 진공도가 높으면 신선편이 과채류의 압상 원인이 되어, 급격한 기압변화 때문에 증산작용에 의한 시들음이 발생한다(29). 진공포장은 단체급식 및 외식업체용인 벌크형의 대형포장 뿐만 아니라 다양한 소포장 품목에도 사용되고 있으며 유통중 갈변을 억제하는데 도움을 주나 유통 중 이취 발생 또는 지나치게 높은 이산화탄소나 너무 낮은 산소농도 때문에 장해가 발생하기도 한다. 신선편이 슬라이스 더덕을 진공포장하였을 때 중량감소와 고형분 함량, 색도에서 변화가 적었다는 연구결과(27)도 보고되어 있으며 데친나물을 여러 가지 방법을 포장 후 품질변화를 측정한 결과 진공포장이 가장 변화가 적었다는 연구(28)도 있다. 현장에서는 신선편이 양상추의 진공포장을 실시하는데 포장시 포장지의 접착시에 내용물이 접착부분에 끼지 않도록 주의할 필요가 있다.

(8) 유통

가공된 신선편이 농산물은 품질변화를 최소화하며 목적지로 옮겨야 하는데 이때 중요한 요인이 판매장까지의 온도관리이다.

(가) 출하

포장까지 완료된 신선편이 농산물을 운송하기 위해 트럭이나 기타 운송수단으로 옮기면서 운반자나 기타 등의 의해서 교차오염이 일어나기 쉬우므로 출하 및 운송에 관여하는 작업자는 적절한 취급자는 기본적인 위생 시스템을 적용해야 하며 작업장에서 차량까지 옮겨질 때 저온에서 보관되어 있던 제품이 외부의 높은 온도에 노출되면 결로가 발생되어 신선편이 제품의 부패에 영향을 미칠 수 있기 때문에 작업장에서 차량까지의 경로를 최대한 온도 변화없이 운반할 수 있는 시스템이 필요하다. 그리고 급격한 온도의 변화가 없도록 하며, 트레일러 내에서는 응결의 위험을 최소화하기 위해 적재된 신선편이 제품은 건조상태를 유지하는 것이 중요하다. 운송시에도 저온이 유지되는 냉장차로 운송하여야 하며 운송전에 컨테이너가 살균세척되어 있는 것이 교차오염을 방지하는 좋은 방법이기도 하나 이것이 어렵기 때문에 동일 품목을 운송하는 것이 좋다(29).

(나) 판매

판매장까지 운송되어진 신선편이 제품은 5℃ 이내로 보관하는 것이 적절하다. 가공 단계에서 부터 낮은 온도에서 가공되는 것이 좋으나 대부분의 국내 신선편이 가공공장의 온도는 12~15℃로, 미국, 영국, 일본에 비하여 높은 온도에서 가공하기 때문에 유통기간 중에 품질변화가 크게 나타나며, 유통 중 차량의 온도 역시 외국에 비하여 높은 온도이다. 또한 제품이 판매되고 있는 대형마트에서도 영국은 4℃, 일본은 5~10℃이며, 우리나라는 7~13℃에서 판매가 되고 있기 때문에 5℃ 이하에서 판매가 되도록 노력이 매우 필요하다(29).

Table 3-19. Processing of fresh-cut apple, lettuce and potato

공정	내용
1. 수확	· 상처가 없는 신선한 원료 선택
2. 수확 후 처리	· 예냉(precooling) 처리로 원료의 품온 상승 방지 · 큐어링(curing)을 통해 부패 방지
3. 다듬기 (박피) 및 절단	· 양상추는 미생물 수준이 높은 겉잎을 제거하고 심을 제거, 감자의 박피는 수중 박피기를 이용하여 박피하는 것이 품질 유지에 도움 · 세라믹 칼을 이용하는 것은 품질유지에 큰 도움이 되지 않으며, 칼날이 무딘 것보다 날카로운 칼로 절단하며 칼날의 주기적인 살균 세척
4. 세척 및 살균	· 와류식 세척으로 pH 6.5~7, 염소수 100 ppm의 농도로 5분간 세척 · 1% 수준의 유기산으로 품질유지 및 미생물 성장 억제 · 중온의 열수처리도 품질유지에는 효과적이나 현실적으로 어려움
5. 탈수	· 양상추는 정방향과 역방향으로 번갈아가며 회전하는 탈수방법 이용 · 사과와 감자는 조직에 무리가 가지 않도록 진동판과 송풍을 이용하여 건조
6. 포장	· 단체급식, 외식업체용은 진공포장을 사용, 가정용은 MA 포장 · 진공포장시 썰링 불량 주의 · O ₂ 5% : CO ₂ 10% 기체조성의 MA 포장이 품질유지에 효과적
7. 유통	· 작업장에서 운송차량까지 최대한 온도변화가 없는 시스템 · 판매장에서 5℃ 이하 유지

2) 품목별 단위기술을 종합한 일관시스템 연구

신선편이 제품의 유통 중 품질 유지, 갈변 억제를 위하여 품목별 단위공정별 최적화 조건을 아래와 같다. 신선편이 감자, 양상추, 사과 제품 제조시 Table 4-6과 같이 열처리와 천연 갈변억제제 처리를 병행할 경우 갈변억제 및 저장 중의 품질저하를 방지하여 유통기한 연장을 기대할 수 있다. 그러나, 실제의 작업 공정 중 열처리, 천연갈변억제제 처리와 같은 공정이 한 단계씩 증가할 때 마다 구축비용과 유지비용 등의 경제적 부담이 발생하므로, 이러한 Hurdle technology를 공장의 실정이나 규모에 맞게 적절하게 적용하여 이용하는 과정이 필요할 것으로 생각된다.

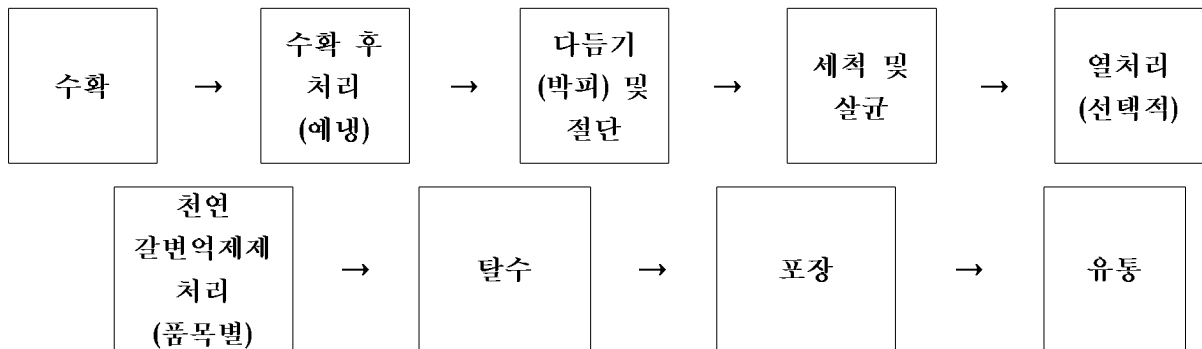


Fig. 3-158. 신선편이 제품 제조 공정도

Table 3-20. 신선편이 제품 품목별 처리 공정도

Hurdle technology	처리조건	비고																													
열처리	<ul style="list-style-type: none"> 신선편이 감자 55℃, 60초 신선편이 양상추 50℃, 30초 신선편이 사과 60℃, 15초 																														
천연 갈변억제제 처리	<ul style="list-style-type: none"> 천연갈변억제제 농도별 처리 <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>천연갈변억제제</th> <th>1L기준</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>상백피</td> <td>2g (0.2%)</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>오배자</td> <td>1g (0.1%)</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>sample 1</td> <td>1g (0.1%)</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>백작약</td> <td>1g (0.1%)</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>꾸지뽕잎</td> <td>1g (0.1%)</td> </tr> <tr> <td rowspan="5">6</td> <td>상백피</td> <td>0.4g (0.04%)</td> </tr> <tr> <td>오배자</td> <td>0.2g (0.02%)</td> </tr> <tr> <td>sample 1</td> <td>0.2g (0.02%)</td> </tr> <tr> <td>백작약</td> <td>0.2g (0.02%)</td> </tr> <tr> <td>꾸지뽕잎</td> <td>0.2g (0.02%)</td> </tr> </tbody> </table> 	No.	천연갈변억제제	1L기준	1	상백피	2g (0.2%)	2	오배자	1g (0.1%)	3	sample 1	1g (0.1%)	4	백작약	1g (0.1%)	5	꾸지뽕잎	1g (0.1%)	6	상백피	0.4g (0.04%)	오배자	0.2g (0.02%)	sample 1	0.2g (0.02%)	백작약	0.2g (0.02%)	꾸지뽕잎	0.2g (0.02%)	추출물 동결건조 분말 기준
No.	천연갈변억제제	1L기준																													
1	상백피	2g (0.2%)																													
2	오배자	1g (0.1%)																													
3	sample 1	1g (0.1%)																													
4	백작약	1g (0.1%)																													
5	꾸지뽕잎	1g (0.1%)																													
6	상백피	0.4g (0.04%)																													
	오배자	0.2g (0.02%)																													
	sample 1	0.2g (0.02%)																													
	백작약	0.2g (0.02%)																													
	꾸지뽕잎	0.2g (0.02%)																													

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절 연구개발목표 달성도

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
1차 연도 (2010)	갈변억제제의 소재발굴 및 특성 연구	과·채류, 식용화훼류 로부터 갈변억제제 소 재 발굴 및 선발	100	<ul style="list-style-type: none"> ○대상: 과·채류, 식용화훼류 ○추출용매의 종류별, 농도별 추출물 조제 : H₂O, EtOH ○추출물의 농도별 효소 활성 저해력 및 항산화력 조사 <ul style="list-style-type: none"> - tyrosinase, PPO activity, IC₅₀, DPPHradical 소거능 ○갈변억제 추출물 선발 ○선발된 추출물의 이화학적 특성조사 : polyphenol함량, 유기산 등 ○선발된 추출물의 항산화특성조사 : pH, acidity, DPPH radical 소거능등
	갈변억제제의 개발 및 상품화 기술개발	기존 발굴소재의 이화학적 특성 및 항산화특성 조사	100	<ul style="list-style-type: none"> ○품질특성 및 항산화특성 조사 : <ul style="list-style-type: none"> -Polyphenol함량, 유기산, 유리아미노산, 무기질, sulfur compounds 등 -pH, acidity, DPPH radical 소거능 등
		갈변억제제의 작용기작 특성조사	100	<ul style="list-style-type: none"> ○반응특성 조사(Kinetic parameter) <ul style="list-style-type: none"> -PPO효소활성저해력, IC₅₀, 가역성 여부, Inhibition type등 결정 ○산화력 및 갈변억제력과 이화학적성분간의 상관성 조사 <ul style="list-style-type: none"> -대상 : 버섯tyrosinase, 사과, 양상추, 감자 조효소액 -추출물의 이화학적 품질특성과 항산화 및 항갈변특성간의 상관성 조사 -갈변억제 및 항산화 성분 도출 ○작용기작별 추출물의 분류 및 선정
	갈변 억제제의 상승효과를 위한 복합처리기술개발	물리적 처리기술 검토	100	<ul style="list-style-type: none"> ○물리적 처리 검토 대상 <ul style="list-style-type: none"> -단일 처리-고농도 탄산가스 처리, 저온 블랜칭 등 -복합 처리-초음파 처리 및 천연갈변소재 ○저장 중 품질 변화 측정 <ul style="list-style-type: none"> -측정 항목: 색, PPO, total phenolics, pH, total soluble solids 등 -적합 물리적 처리기술 선정
갈변억제 처리공정 확립기술 개발	신선식품 제조공정 중 갈변 발생요인 도출 및 품질손실을 조사	100	<ul style="list-style-type: none"> ○각 단위공정간 제품 이송방법 및 환경조건 (온도, 외기노출 정도)조사 ○현장에서의 품목별 제조방법에 따른 갈변 및 품질손실을 조사 ○갈변발생 주요공정 도출 	

구분 (연도)	세부과제명	세부연구내용	달성도 (%)	연구범위
2차 년도 (2011)	갈변억제제의 소재발굴 및 특성연구	소재탐색	100	-생약재 및 해조류 등 천연물
		추출물의 농도별 효소활성저해력 조사	100	-추출용매 : H ₂ O, EtOH -PPO activity, 사과 등 박피절단과 채류 적용 실험
		소재발굴 및 갈변억제관련 품질특성조사	100	-pH, acidity, polyphenol함량, DPPH radical소 거능, Chelating capacity, PPO저해활성 -IC50%로 소재 발굴
	갈변억제제의 개발 및 상품화 기술개발	갈변억제제의 작용기작 특성 조사	100	-반응특성조사 -산화력 및 갈변억제력과 이화학적성분간의 상 관성 조사 -작용기작별 추출물의 분류 및 선정
		추출물의 종류 및 농도별 혼합비율 최적화 실험	100	-대상작물 : 박피절단사과 등 -독립변수 : 종류, 농도 -종속변수 : PPO활성저해효과, DPPH radical 소거능, 갈색도 지수 등
	갈변 억제 상승효과를 위한 복합처리기술개 발	물리적 처리공정 최적화 : 초음파 처리공정의 최적화	100	- 변수: 초음파 출력, 시간, 수온, 처리농도 등 - 요인에 따른 품질 분석 및 최적 조건 확립
		사과 외 다른 대상도 검토 : 물리적 처리	100	- 양상추, 감자 등 - 갈변 양상 관찰 및 물리적 처리
	갈변억제 처리공정 확립기술 개발	절단 및 박피 공정에서의 갈변억제기술 개발	100	절단기의 재질별 갈변도 조사
		이송 중 산소접촉억제 기술 연구	100	박피 후 이송 중 산소접촉억제 방법 개발
		품질증진을 위한 열처리 조건 확립	100	품목별(감자, 양상추, 사과)의 열처리조건 (온도 및 시간)별 저장 실험 (5℃)으로 품질 증진 조 건 확립
		갈변억제처리기술 개발	100	품목별(감자, 양상추, 사과)로 기존 dipping방 법으로 처리한 것과 dipping방법 및 열처리를 병행 처리한 것의 저장실험 (5℃)으로 갈변 및 품질 손실을 비교 분석

구분 (연도)	세부과제명	세부연구내용	달성도 (%)	연구범위
3차 년도 (2012)	갈변억제제의 소재발굴 및 특성연구	선발된 추출물의 갈변억제인자 확인	100	- 1, 2차년도에서 선발된 추출물 - 용매분획 - 갈변억제물질 분리 및 확인
		건조 및 저장방법에 따른 갈변억제 추출물의 특성조사	100 100	- 건조·저장방법에 따른 갈변억제제의 항갈변 및 항산화력 비교·분석 - 농산물 적용을 통한 갈변억제 및 품질유지 효과 검증
	갈변억제제의 개발 및 상품화 기술개발	선정된 갈변억제제의 최적혼합기술개발	100	- 갈변기작별 선정된 5종의 천연추출물대상 농도별 반응표면분석을 통한 최적농도조건 확립하고 검증실험을 수행하였음
		천연갈변억제제의 상품화기술개발	100	○상품화기술연구 - 제품의 보관 및 편의성 높은 냉동건조분말 을 대상으로 AF/NY/PE복합필름으로 진공포 장하는 형태로 유통 중 산화가능성 차단 - 경제성검토 : 갈변억제수 침지횟수에 따른 갈변저해활성조사를 바탕으로 반복처리가능 횟수를 제시하고 경제성을 검토하였음 - 환경조건별 안정성 연구 : 45℃, 25℃ 및 1 0℃에 저장한 결과 45℃저장 시에도 갈변저 해활성은 안정한 상태를 나타냄
	갈변 억제제의 상승효과를 위한 복합처리기술개 발	사과, 양상추, 감자의 포장재 종류에 따른 품 질 특성 확인	100	○포장재 종류 - PP, PE, OPP, Nylon ○저장 중 품질 변화 측정 - 측정 항목: 포장 내 가스 조성, 색, pH, total soluble solids 등 - 시료 종류에 따른 적합 포장재 선정
		천연 갈변억제제와 품 목별 물리적 처리법의 병용 처리에 의한 갈변 저해 효과 확인	100	○시료 - 사과, 감자 ○저장 중 품질 변화 측정 - 측정항목 : 포장 내 가스 조성, 색, pH, 당도, 유기산, 미생물 - 천연 갈변억제제와 물리적 처리법의 병용 처리에 의한 갈변 저해 효과 유무 확인
	갈변억제 처리공정 확립기술 개발	품목별 포장방법 개발	100	- 기체조성에 따른 신선편이 감자, 양상추, 사과의 품질특성 조사
		대상품목별 처리방법 구축	100	- 품목별(감자, 양상추, 사과) 일관처리 작업 공정 구축
		품목별 단위기술을 종합한 일관시스템 연구	100 100	- 단위공정별 개발기술 및 조건 + 천연갈변억 제제 + hurdle technology = 종합적 적용을 통 해 품목별(감자, 양상추, 사과) 시스템 운전 방 법 및 조건 검토

제 2 절 연구개발목표별 관련분야 기여도

세부과제명	세부연구목표	관련분야 기여도
갈변억제제의 소재발굴 및 특성연구	천연물로부터 갈변억제제 소재 발굴 및 선발	- 천연갈변억제제 발굴 및 천연소재 추출물에 대한 항갈변, 항산화 특성 등 정보제공 - 안전하고, 건강지향적인 갈변억제제 제공 및 부산물을 이용한 부가가치 향상
	선발된 추출물의 갈변억제인자 분리·동정	- 갈변억제에 작용하는 천연갈변억제제의 물질 제시
	발굴 천연물의 건조·저장 중 항갈변활성 변화조사	- 효과적인 갈변억제제의 건조방법 제시 - 자연건조, 열풍건조, 동결건조 등에 의한 천연갈변억제제의 항갈변특성 정보 제공
갈변억제제의 개발 및 상품화 기술개발	기존 발굴소재의 이화학적 특성 및 항산화특성 조사	- 항산화성, 피부미백 작용물질 등에 근거한 약 180여종에 대한 갈변억제력 screening함으로써 관련연구에 기초자료 제공
	갈변억제제의 작용기작 특성조사	- 갈변억제제 개발방법에 대한 학문적 과학적 접근방법으로 관련연구에 방법론적 기초자료 제공
	선정된 추출물의 최적혼합기술 연구	- PPO활성제어를 위한 기능별 물질 5종의 과학적 혼합방법으로 관련연구의 기초확립에 기여
	천연갈변억제제의 상품화기술개발	- 원료의 산지처리, 최종제품의 유통환경, 산업적 활용방안 등을 통합고려한 연구수행으로 산업적 기술활용의 편의성 제공
갈변 억제제의 상승효과를 위한 복합처리기술 개발	물리적 처리기술 검토	○ 신선식품의 갈변 저해를 위한 물리적 처리방법의 가능성 제시
	물리적 처리공정 최적화	○ 물리적 처리법의 실용화를 위한 기본 정보 제공 ○ 최근 트렌드에 맞는 친환경 갈변 저해 처리법의 개발
	상품화를 위한 과채류 품목별 hurdle technology 기술 확립	○ 품목별 적합한 전처리 기술 개발 ○ 신선편이 식품 제조 공정에서 적합한 outline 제시
갈변억제 처리공정 확립기술 개발	신선식품 제조공정 중 갈변 발생요인 도출 및 품질손실율 조사	○ 품목별 갈변 발생요인 주요 공정 도출 및 정보제공
	단위 공정별 처리 기술 개선연구	○ 신선편이 감자, 양상추, 사과 처리공정 기술개발 ○ 품목별 적정 처리조건 정보 제공
	품목별 포장 방법 및 처리공정 구축	○ 포장조건에 따른 신선편이 제품의 품질특성 정보제공 ○ 신선편이 제품(감자, 양상추, 사과) 품질향상

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

1. 실용화·산업화 성과 및 계획

- 국내 유일의 천연항균제 제조업체인 (주)에스앤티에 유상기술이전을 위한 샘플제공 후 업체 자체 심의 중(천연갈변소재 분야)에 있으며, 본 이전 성공시 천연갈변제의 상업화를 통한 전국 신선편이 과·채류 생산업체에 보급하고자 함
- 단일 갈변억제제를 활용한 갈변억제기술은 유통업체에서 단순 사용가능하므로, 참여업체인 대관령원예협동조합에 기술이전하고자 함
- 개발기술은 현재 현대그린푸드 외 3개 신선편이업체와 협의한 바 있음. 보고서 및 특허출원 완료 후 개발기술에 대한 브리핑을 통하여 유상기술 이전을 추진하겠음

2. 교육·지도 홍보 등 기술확산 계획

가. 교육·지도 성과 : 호서대학교 석사 인력 양성 3명/3년

나. 홍보 성과 : 2013년 6월 연합뉴스 외 12개 이상의 언론매체에 본 연구에서 개발한 연구결과 보도

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
2011	감국 추출물을 함유하는 갈변방지용 조성물	대한민국	10-2011-0054683
2011	감귤과피 추출물을 함유하는 갈변방지용 조성물	대한민국	10-2011-0054686
2012	단삼 추출물을 함유하는 천연 갈변방지 조성물	대한민국	10-2012-0115392
2012	목향 추출물을 포함하는 천연 갈변방지 조성물	대한민국	10-2012-0115396
2012	황금 추출물을 포함하는 천연 갈변방지 조성물	대한민국	10-2012-0115402
2013	오배자 추출물을 함유하는 갈변방지용 조성물	대한민국	10-2013-0078571
2013	백작약 추출물을 함유하는 갈변방지용 조성물	대한민국	10-2013-0078548
2013	꾸지뽕잎 추출물을 함유하는 갈변방지용 조성물	대한민국	10-2013-0078562
2013	복숭아씨 추출물을 함유하는 갈변방지용 조성물	대한민국	10-2013-0078511
2013	상백피 추출물을 함유하는 갈변방지용 조성물	대한민국	10-2011-0078577
2008	초음파와 갈변저해제의 병용처리에 의하여 과채류의 갈변을 방지하고 보존기간을 연장하는 가공방법	대한민국	10-2008-0131834
2013	천연추출물을 함유하는 갈변방지용 조성물	대한민국	출원작업 중
2013	천연추출물이 혼합된 천연 갈변방지용 조성물	대한민국	출원작업 중

나. 논문 발표 및 게재실적

구분	논문명	학회명	연도	발표자
발표	Effects of <i>Taraxacum platycarpum</i> and <i>Chrysanthemum indicum</i> Extracts as Antibrowning Agents in Apple Slices	한국식품과학회	2011	김건희 등
발표	Antioxidative Activities and Antibrowning Effects of Apple and Onion Extracts in Apple Slices	한국식품과학회	2011	김건희 등
발표	Effects of Combined Green Tea Extracts and Propolis on Antibrowning in Apple Slices	한국식품과학회	2011	김건희 등
발표	Screening of various antibrowning agents for apple slices	Fresh-cut 2011 (International Conference Quality Management of Fresh Cut Produce)	2011	김건희 등
발표	Screening of Various Antibrowning Agents for Apple Slices	IPS 2012 (International Postharvest Symposium)	2012	김건희 등
발표	Effects of Antioxidative Activities and Antibrowning to <i>Citrus unshiu</i> Extracts in Apple Slices	IPS 2012 (International Postharvest Symposium)	2012	김건희 등
발표	Screening of Various Antibrowning Agents for Potato Slices	한국식품영양과학회	2012	김건희 등
발표	천연 갈변억제제로서의 녹차 및 하수오 추출물의 항산화 및 갈변저해 효과	한국식품조리과학회	2013	김건희 등
발표	<i>Scutellaria baicalensis</i> Extracts as Natural Inhibitors of Food Browning	한국식품과학회	2013	김건희 등
발표	Pytoncide 용액 처리가 신선편이 양상추의 저장 중 품질 특성에 미치는 영향	한국식품저장유통학회	2012	김도희 등
발표	고농도 CO ₂ 와 저온 blanching 병용처리가 신선편이 감자의 저장 중 품질에 미치는 영향	한국식품저장유통학회	2012	최혜진 등
발표	Effects of phytoncide solution on microbiological and sensory characteristics of fresh-cut lettuce	한국식품과학회	2012	김도희 등
발표	Browning inhibition of fresh-cut Tsugaru apples by cotreatment of CO ₂ gas, ultrasound and ascorbic acid	한국식품과학회	2012	조정석 등
발표	고농도 CO ₂ 와 Ascorbic acid 병용처리가 신선절단 사과 품질에 미치는 영향	한국식품저장유통학회	2011	김선영 등
발표	Effects of Combined Treatment with High CO ₂ Concentration and Ascorbic acid on Browning of Fresh-cut Fuji Apples	ASEAN FOOD CONFERENCE	2011	김선영 등

구분	논문명	학회명	연도	발표자
발표	신선편이 농산물의 갈변제어 기술 동향	한국식품저장유통학회 특별강연	2012	정문철
게재	천연 갈변 억제제 개발을 위한 양파, 사과 및 감귤 과피 추출물의 항산화 및 갈변저해 효과	한국식품영양과학회지	2011 24(3)	김건희 등
게재	천연 갈변저해제로서의 민들레 및 감국 추출물의 항산화 및 갈변억제 효과	한국식품저장유통학회지	2011 18(4)	김건희 등
게재	Phytoncide 처리가 신선편이 양상추의 저장 중 이화학적, 미생물학적 및 관능적 특성에 미치는 영향	한국식품저장유통학회지	2013 20(2)	김도희 등
게재	반응표면분석법으로 최적화한 초음파와 저온 블랜칭의 병용처리 조건이 신선편이 양상추의 갈변과 품질에 미치는 영향	한국식품저장유통학회지	2012 19(4)	김도희 등
게재	열처리 및 갈변저해제 병용처리에 의한 신선편이 감자제품의 저장 중 품질특성 변화	한국식품저장유통학회지	2013,2 0	이진만 등
게재	초음파 및 Ascorbic acid 병용처리가 신선절단 '쓰가루'사과의 갈변에 미치는 영향	한국식품저장유통학회지	2012 19(3)	조정석 등
게재	절단방법이 신선절단 사과와 엽채류의 품질에 미치는 영향	한국식품저장유통학회지	2012 19(2)	정현식 등
게재	고농도 CO ₂ 와 Ascorbic acid 처리가 신선절단 사과의 갈변에 미치는 영향	한국식품저장유통학회지	2011 18(4)	김선영 등

다. 향후 계획

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

4. 추가연구 및 타 연구에의 활용계획

제 6 장 참고문헌

- Ahn SC, Lee GC. Effect of antibrowning agents on browning of apple slices during cold storage. Korean J. Food Cookery Sci. 21: 24–32 (2005)
- Bae YM, Hong YJ, Kang DH, Heu S, Lee SY. Microbial and pathogenic contamination of ready-to-eat fresh vegetables. Korean J. Food Sci. Technol. 43: 161–168 (2011)
- Chung HS, Toivonen P, Moon KD. Combined effects of vanillin and antibrowning agent on changes of quality and microorganisms in fresh-cut apples. Korean J. Food Preserv. 15: 385–389 (2008)
- Cho SD, Youn SJ, Kim DM, Kim GH. Quality evaluation of fresh-cut lettuce during storage. J Korean Soc Food Sci Nutr. 21: 28–34 (2008)
- Chen Z, Zhu C, Zhang Y, Niu D, Du J. Effects of aqueous chlorine dioxide treatment on enzymatic browning and shelf-life of fresh-cut asparagus lettuce (*Lactuca sativa* L.). Postharvest biol. technol. 58: 232–238 (2010)
- Choi DJ, Lee YJ, Kim YK, Kim MH, Choi SR, Park IS, Cha HS, Youn AR. Quality changes of minimally processed sliced deodeok (*Codonopsis lanceolata*) during storage by packaging method. Korean J. Food Preserv. 19: 626–632 (2012)
- Chung HS, Toivonen P, Moon KD. Combined effects of vanillin and antibrowning agent on changes of quality and microorganisms in fresh-cut apples. Korean J. Food Preserv. 15: 385–389 (2008)
- Cha HS, Kim SI, Kim BS, Kim SH. Effect of inhibition on browning and microbial growth of minimally processed lettuce. Korean J. Food Preserv. 11: 331–335 (2004)
- Cho SK, Kwon HS, Park JH. Microbe and quality changes of ready-to-eat lettuce during storage at different temperatures. J Korean. Soc Food Sci. Nutr. 39: 1867–1872 (2010)
- Choi HJ. Quality of fresh-cut potatoes as affected by exposure to physicochemical treatment, MS thesis (2013)
- Choi ST. Fresh-cut product manufacturing and quality changes of prevention technology. Korean J. Food Preserv Processing Ind, 3: 229 (2004)
- Coseteng MY, Lee CY. Change in apple polyphenol oxidase and polyphenol concentrations in relation to degree of browning. J. Food Sci. 52: 985–989 (1987)
- Choi JU, Lee JB. Effect of CA storage conditions on the internal breakdown of fuji apple fruits under CA storage. Korean J. Food preserv. 4: 227–235 (1997)
- Chung HS, Peter Toivonen, Moon KD. Effect of modified atmosphere packaging in microperforated film on maintenance of the quality of fresh-cut apples. Korean J. Food Preserv. 15: 347–351 (2008)
- Choi DJ, Lee YJ, Kim YK, Kim MH, Choi SR, Park IS, Cha HS, Youn AR, Quality changes of

- minimally processed sliced deodeok(*Codonopsis lanceolata*) during storage by packaging method. Korean J Food Preserv 19: 626–632 (2012)
- Degl'Innocenti E, Pardossi A, Tognoni F, Guidi L. Physiological basis of sensitivity to enzymatic browning in 'lettuce', 'escarole' and 'rocket salad' when stored as fresh-cut products. Food chem. 104: 209–215 (2007)
- Hwang TY, Jang JH, Moon KD. Quality changes in fresh-cut potato (*Solanum tuberosum* var. Romano) after low-temperature blanching and treatment with anti-browning agents. Korean J. Food Preserv. 16: 499–505 (2009)
- Hwang TY, Son SM, Lee CY, Moon KD. Quality changes of fresh-cut packaged 'Fuji' apples during storage. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 469–473 (2001)
- Herrera MC, Luque de Castro MD. Ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from strawberries prior to liquid chromatographic separation and photodiode array ultraviolet detection. J. Chromatogr. 1100: 1–7 (2005)
- Hwang TY, Son SM, Lee CY, Moon KD. Quality changes of fresh-cut packaged 'Fuji' apples during storage. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 469–473 (2001)
- Hwang TY, Moon KD. Quality characteristics of fresh-cut potatoes with natural antibrowning treatment during storage. Korean J. Food Sci. Technol. 38: 183–187 (2006)
- Hwang TY, Jang JH, Moon KD. Quality changes in fresh-cut potato (*Solanum tuberosum* var. Romano) after low-temperature blanching and treatment with anti-browning agents. Korean J. Food Preserv. 16: 499–505 (2009)
- Hwang TY, Moon KD. Technical trend and prospect of minimal processing fruits and vegetables industry. Food Sci Ind. 38: 120–130 (2005)
- Hwang TY, Moon KD. Quality characteristics of fresh-cut potatoes with natural antibrowning treatment during storage. Korean J. Food SCI. 38: 183–187 (2006)
- Itoh K, Jirata N, Masuda M, Naruto S, Murata K, Wakabayashi K, Matsuda H. Inhibitory effects of Citrus hassaku extract and its flavanone glycosides on melanogenesis. Biol. Pharm. Bull. 32: 410–415 (2009)
- Jeong CH, Choi SG, Heo HJ. Analysis of Nutritional Components and Evaluation of Functional Activities of *Sasa borealis* Leaf Tea. Korean J. Food Sci. Technol. 40: 586–592 (2008)
- Jang JH, Moon GD. Effects of combined treatment with ultrasound and ascorbic acid on the storage qualities of fresh-cut 'Jonathan' apples. Korean J. Food Preserv. 17: 202–207 (2010)
- Jung JY, Shin SH, Choi JH, Jeong MC. Browning and quality changes of fresh-cut iceberg lettuce by gas flushing packagings. Korean J. Hort. Sci. 26: 406–412 (2008)
- Jang JH, Moon KD. Effects of combined treatment with ultrasound and ascorbic acid on the storage qualities of fresh-cut 'Jonathan' apples. Korean J. Food Preserv. 17: 207–212 (2010)

- Jeong HM, Lee GJ. Changes in polyphenol oxidase activity, phenol concentration and browning degree of potato slices with different cultivars during cold storage. *Korean J.* 10, 2 (1995)
- Jeong CS, Um GJ, Park JN, Effects of active MA mini-packaging on shelf-life maintenance during marketing of Perilla leaves. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 28: 980–984 (2010)
- Jo IH, Kim HS, Kim GM, Kim JS, Kim GC. Effects of packaging method on the quality of blanched Namul during storage. *Korean J Food Preserv*, 19: 328–336 (2012)
- Kim JK, Jo CH, Kim HJ, Lee JU, Hwang HJ, Byun MW. Microbiological safety of minimally processed white radish in modified atmosphere packaging combined with irradiation treatment. *Korean J. Food Sci. Technol.* 37: 11–14 (2005)
- Knorr D, Zenker M, Heinz V, Lee DU. Applications and potential of ultrasonics in food processing. *Trends Food Sci. Technol.* 15: 261–266 (2004)
- Kim MJ, Lee CY. Effects of β -carotene on the browning of phenolics extracted from potato and polyphenol oxidase characteristic. *Korean J. Food Sci.* 10: 24–28 (1994)
- Kim DH, Kim SM, Kim HB, Moon KD. Effects of optimized co-treatment conditions with ultrasound and low-temperature blanching using the response surface methodology on the browning and quality of fresh-cut lettuce. *Korean J. Food Preserv.* 19: 470–476 (2012)
- Kwon OH, Ryu JA, Kang DK, Choe SY, Lee HR. Effect of packaging materials and storage temperature on the quality of dried lotus root (*Nelumbo nucifera* G.). *Korean J. Food Preserv.* 17: 777–783 (2010)
- Kim KS, Joo SJ, Yoon HS, Kim MA, Park SG, Kim TS. Effects on storage with various films and storage temperature of *Pholiota adiposa*. *Korean J. Food Preserv.* 10: 284–287 (2003)
- Kang YH. *Plant physiology*. 2nd ed. JI-GU Publishing Co., Seoul. Korea. p. 344–345 (2005)
- Kang YJ. Effect of active MA packaging on the quality and enzymatic browning of fresh-cut lettuce, MS thesis (2009)
- Kwon NH, Kim SH, Kim JY, Lim JY, Kim JM, Jung WK, Park KT, Bae WK, Noh, KM, Choi JW, Hur J, Park YH. Antimicrobial activity of GC-100X against major foodborne pathogens and detaching effects of it against *Escherichia coli* 0157:H7 on the surface of tomatoes. *J. Fd Hyg. Safety.* 17: 36–44 (2002)
- Kim JC, Kim SC, Park KJ, Jeong JW, Jeong SW. Development of dipping solution to extend a shelf-life of fresh-cut apples. *Korean J. Food SCI.* 38: 35–41 (2006)
- Kader AA, Zagory D, Kerbel EL. Modified atmosphere packaging of fruit and vegetables. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 28: 1–30 (1989)
- Kim JG, Choi ST, Lim CI. Effect of delayed modified atmosphere packaging on quality of fresh-cut iceberg lettuce, *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 23: 140–145 (2005)
- Lee GC, Ahn SC. Inhibition effect of several cereal extracts on enzymatic browning. *Korean J. Soc. Food Sci.* 13: 390–395 (1997)

- Lim JH, Choi JH, Hong SI, Jeong MC, Kim DM. Mild heat treatments for quality improvement of fresh-cut potatoes. *Korean J. Food Preserv.* 12: 552–557 (2005)
- Lim JH, Choi JH, Hong SI, Jeong MC, Kim DM. Quality changes of fresh-cut potatoes during storage depending on the packaging treatments. *Korean J. Food Sci. Technol.* 37: 933–938 (2005)
- Lim JH, Choi JH, Hong SI, Jeong MC, Kim DM. Effects of packaging treatment on quality of fresh-cut mushrooms (*Agaricus bisporus sing.*) during storage. *Korean J. Food Preserv.* 13: 1–7 (2006)
- Lee JS, Lee HE, Lee YS, Chun CH. Effect of packaging methods on the quality of leaf lettuce. *Korean J. Food Preserv.* 15: 630–634 (2008)
- Lee HJ, Jang JH, Kwon JH, Moon KD. Effect of packaging materials on the quality of radish sprout during Storage. *Korean J. Food Preserv.* 16: 147–154 (2009)
- Lim JH, Choi JH, Hong SI, Jeong MC, Kim DM. Mild heat treatments for quality improvement of fresh-cut potatoes. *Korean J. Food Preserv.* 12: 552–557 (2005)
- Lee HJ, Jang JH, Kwon JH, Moon KD. Effect of packaging materials on the quality of radish sprout during storage. *Korean J. Food Preserv.* 16: 147–154 (2009)
- Lim JH, Choi JH, Hong SI, Jeong MC, Kim DM. Effect of packaging treatment on quality of fresh-cut mushrooms(*Agaricus bisporus Sing.*) during Storage. *Korean J. Food preserv.*, 13: 1–7 (2006)
- Lister PD, Tung MA, Garland MR, Porritt SW. Texture modification of processed apple slices by a postharvest heat treatment. *J. Food Sci.*, 44: 998–1000 (1979)
- Lim. JH, Choi JH, Hong SI, Jeong MC. Mild heat treatments for quality improvement of fresh-cut potatoes. *Korean J. Food Preserv.* 12: 552–557 (2005)
- Manthey JA, Grohmann K. Phenolics in citrus peel byproducts. Concentrations of hydroxycinnamates and polymethoxylated flavones in citrus peel molasses. *J. Agric. Food Chem.* 49: 3268–3273 (2001)
- Molina EG, Perles RD, Moreno DA, Viguera CG. Natural bioactive compounds of *Citrus limon* for food and health. *J. Pharm. Biomed. Anal.* 51: 327–345 (2010)
- Mcevely A, Lyenger R, Otwell S. Inhibition of enzymatic browning in foods and beverages. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 32: 689–695 (1992)
- Moon KD, Lee CH, Kim JK, Sohn TH. Storage of tomatoes by polyethylene film packaging and CO₂ treatment. *Korean J. Food Sci. Technol.* 24: 603–609 (1992)
- Mason TJ, Paniwnyk L. Ultrasound as a preservation technology. *Ultrason. Sonochem.* 3: 253–260 (1996)
- Moon KD, Lee CH, Kim JK, Sohn TH. Storage of tomatoes by polyethylene film packaging and CO₂ treatment. *Korean J. Food Sci. Technol.* 24: 603–609 (1992)

- Nirmal NP, Benjakul S. Inhibition kinetics of catechin and ferulic acid on polyphenoloxidase from cephalothorax of pacific whit shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Food Chem. 131: 569–573 (2012)
- Niu S, Xu ZH, Fang YD, Zhang LY, Yang YJ, Liao XJ, Hu XS. Comparative study on cloudy apple juice qualities from apple slices treated by high pressure carbon dioxide and mild heat. Innov. Food Sci. Emerg. Technol. 11: 91–97 (2010)
- Niu S, Xu ZH, Fang YD, Zhang LY, Yang YJ, Liao XJ, Hu XS. Comparative study on cloudy apple juice qualities from apple slices treated by high pressure carbon dioxide and mild heat. Innov. Food Sci. Emerg. Technol. 11: 91–97 (2010)
- Niu S, Xu ZH, Fang YD, Zhang LY, Yang YJ, Liao XJ, Hu XS. Comparative study on cloudy apple juice qualities from apple slices treated by high pressure carbon dioxide and mild heat. Innov. Food Sci. Emerg. Technol. 11: 91–97 (2010)
- Nguyen-the C, Carlin F. The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 34: 371–401 (1994)
- Osuna-garcia JA, Wall MM, Waddell CA. Natural antioxidants for preventing color loss in stored paprika. J. Food Sci. 62: 1017–1021 (1997)
- Park WP, Cho SH, Lee DS. Screening of antibrowning agents for minimally processed vegetables. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 278–282 (1998)
- Penta P, Wills RBH, Golding JB. Inhibition of browning on the surface of apple slices by short term exposure to nitric oxide (NO) gas. Postharvest Biol. Technol. 42: 256–259 (2006)
- Park YJ, Moon KD. Influence of preheating on quality changes of fresh-cut muskmelon. Korean J. Food Preserv., 11: 170–174 (2004)
- Park JN, Kyoung JH, Jeong CS. Optimum gas ratio and packaging films for active MA packaging of cut red cabbage., Journal of Agricultural, Life and Environmental Sciences 23: 11–15 (2011)
- Park JN, Kang JP, Kyoung JH, Jeong CS. Effects of warehouse types and packaging methods on the quality of potatoes after wound-healing. Korean J, Hort. Sci. 25: 311–315 (2007)
- Queiroz C, Mendes Lopes ML, Fialho E and Valente-Mesquita VL. Polyphenol oxidase: Characteristics and mechanisms of browning control. Food Rev. Int. 24: 361–375 (2008)
- Quintero-ramos A, Bourne MC, Anzaldúa-morales A. Texture and rehydration of dehydrated carrots as affected by low temperature blanching. J. Food Sci., 57, 1127–1128 (1992)
- Rocha AMCN, Coulon EC, Morais AMMB. Effect of vacuum packaging of minimally processed potatoes. Food Service Technol. 3: 81–88 (2003)
- Sapers GM, Miller RL. Enzymatic browning control in potato with ascorbic acid-2-phosphate. J. Food Sci. 57: 1132–1137 (1992)

- Seo YW, Lee KJ, Noh SH. Study for nondestructive detection algorithm development of the internal browning and watercore of fuji Apple using VIS/NIR transmittance spectroscopy. *Food Eng. Prog.* 11: 38–44 (2007)
- Seo HJ, Han SY, Choi HS, Han GJ, Park HY. Quality characteristics of cabbage kimchi by different packaging materials. *Korean J. Food Cookery Sci.* 28: 207–214 (2012)
- Stafford HA. The metabolism of aromatic compounds. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 25: 459–486 (1974)
- Shin JH, Kang MJ, Kim RJ, Ryu JH, Kim MJ, Lee SJ, Sung NJ. Biological activity of browning compounds from processed garlics separated by dialysis membrane. *Korean J. Food Sci Nutr.* 40: 357–365 (2011)
- Taiz, Zeiger *Plant physiology*. 3rd ed. life Science Publishing Co., Seoul. Korea. p. 278–280 (2005)
- Tian SP, AL, Y Xu, Y wang. Responses of physiology and quality of sweet cherry fruit to different atmospheres in storage. *Food Chem.* 87: 449 (2004)
- Wu JJ, Cheng KW, Li ETS, Wang M, Ye WC. Antibrowning activity of MRPs in enzyme and fresh-cut apple slice models. *Food Chem.* 109: 379–385 (2008)
- Wu JY, Lin LD. Ultrasound-induced stress responses of *Panax ginseng* cells: enzymatic browning and phenolics production. *Biotechnol. Prog.* 18: 862–866 (2002)
- Youn AR., Kwon KH., Kim BS, Cha HS. Quality evaluation of minimally processed lettuce (*Lactuca sativa* L.) according to degree of head formation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 40: 460–465 (2008)
- Zhang C, Lu Y, Tao L, Tao X, Su X, Wei D. Tyrosinase inhibitory effects and inhibition mechanisms of nobiletin and hesperidin from citrus peel crude extracts. *J. Enzyme Inhib. Med. Chem.* 22: 91–98 (2007)

주 의

1. 이 보고서는 농림수산식품부에서 시행한 ○○○○○○사업(해당사업 표기)의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림수산식품부에서 시행한 ○○○○○○사업(해당사업 표기)의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.

