식품공학 학사학위논문

과채류에서 열충격을 이용한 효소적 갈변 억제 개발

목포대학교 공과대학

식품공학과

조 규 형

김 초 은

박 서 영

지도교수: 함 경 식

2024년 2월

과채류에서 열충격을 이용한 효소적 갈변 억제 개발

이 논문을 식품공학 학사학위 논문으로 제출함

목포대학교 공과대학

식품공학과

조 규 형

김 초 은

박 서 영

지도교수: 함 경 식

상기자의 식품공학 학사학위 논문을 인준함

심사위원장 강 성 국 (인)

심사위원 함 경 식 (인)

2024년 2월

목 차

국문초록

제1장 서 론 ····· 1

제2장 재료 및 방법 ····· 6

1. 실험 재료 및 시약 ····· 6
2. 실험 방법 ····· 7
   1) 과채류의 열충격 처리 ····· 7
   2) 색도 측정
   3) 갈변도 측정
   4) 총 페놀성 화합물 측정
3. 통계처리 ····· 8

제3장 결과 및 고찰 ····· 9

1. 실험 결과 ····· 9
   1) 열충격에 따른 감자, 연근, 사과, 마늘의 열충격 처리 변화
   2) 열충격에 따른 감자, 연근, 사과, 마늘의 색도 변화
   3) 열충격에 따른 감자, 연근, 사과, 마늘의 갈변도 변화
   4) 열충격에 따른 감자, 연근, 사과, 마늘의 총 페놀성 화합물 변화

제4장 결 론 ····· 18

참고문헌 ····· 19

과채류에서 열충격을
이용한 효소적 갈변 억제 개발

조규형, 김초은, 박서영

목포대학교 공과대학 식품공학과

(지도교수 : 함 경 식)

(초록)

생명체에 두 종류의 스트레스가 주어졌을 때 생명체는 두 종류의 스트레스에 모두 반응하는 대신 모든 역량을 좀 더 위급한 스트레스를 극복하는 데 사용하여 다른 스트레스에 대한 반응이 나타나지 않을 수가 있다. 본 실험에 감자, 연근, 사과, 마늘을 박피 및 절단하는 과정 중에 나타나는 효소적 갈변이 일어나는데 이것은 상처에 대한 반응이다. (wounding response) 따라서 열충격 (heat- shock) 스트레스를 이용하여 wounding stress 보다 더 절박하게 해결할 스트레스를 주었다. 열 충격을 준 과채류는 박피 및 절단만 한 과채류에 비해서 색도, 갈변도, 총 페놀성 화합물 측정 결과에서 갈변이 적게 일어나는 것으로 나타났다. 45℃에서 열충격을 준 과채류의 색도는 총 8일 동안 비교했다. L 값은 0일에서 64가 측정되었다. 8일 후 비교했을 때 L 값은 49가 나왔다. 하지만 마늘의 경우 다른 식물과 달리 열충격의 효과가 나타나지 않았다. 마늘의 경우 다른 식물과 달리 스트레스에 대한 대응이 다른 방식으로 진화가 이루어졌기 때문이라고 생각한다. 따라서 어느 정도 열충격으로 과채류의 갈변을 억제할 수 있는 이유를 설명할 수 있다.

키워드 : 갈변현상, 열충격 방법, Heat Shock Protein, 폴리페놀 옥시데이스

제1장 서 론

연근은 주로 동아시아 지역에서 사용되는 채소로, 주로 중국, 일본, 한국 등에서 자주 찾아볼 수 있다. 연근의 과학적 명칭은 Daucus carota subsp. sativus로 알려져 있다. 연근은 당근과 함께 우리에게 익숙한 대표적인 품종 중 하나이다. 원래는 중국에서 비롯되었으며, 그 역사는 몇 천 년에 걸친다. 연근은 주로 중국과 일본에서 기원한 것으로 알려져 있으며, 기원했던 지역을 중심으로 서로 다른 품종이 개량되어 오늘날에 이르렀다. 다양한 품종이 존재하며, 크기, 색상, 모양 등에서 차이가 있다. 흔히 볼 수 있는 품종은 주로 흰색의 부드러운 껍질을 가진 연근이지만, 녹색, 노란색, 분홍색 등 다양한 색상의 연근도 존재한다. 연근은 식용 부위가 주로 뿌리 부분인데, 부드럽고 상큼한 식감을 가지고 있다. 신선한 연근은 세척한 후에 껍질을 벗겨서 음식에 넣거나, 채소 샐러드에 사용하거나, 무침이나 볶음 요리 등 다양한 방식으로 조리하여 섭취한다. 연근은 낮은 칼로리, 다이어트에 적합한 비타민C, 식이섬유, 칼륨 등이 풍부하게 함유되어 있어, 소화에 도움을 주고 면역 체계를 지원하는 데 도움이 된다. 연근은 아시아 지역을 중심으로 시작되었지만, 현재는 세계적으로 널리 퍼져 사용되고 있다. 다양한 조리법과 음식 문화에 적용되어, 다양한 요리에서 많이 볼 수 있는 채소 중 하나로 자리매김하고 있다.

감자는 남아메리카의 안데스산맥 지역에서 기원하였다. 이 지역은 감자의 원산지로서 수천 년 동안 감자가 농사지어져 왔다. 수천 년 전에 안데스산맥에서 발견된 감자의 조상은 작은 크기의 뿌리를 가지고 있었으며, 이러한 감자는 수많은 세기 동안 현지 주민들에게 중요한 음식원으로 사용되었다.

감자의 과학적 명칭은 Solanum tuberosum이다. 감자는 16세기에 스페인인들에 의해 유럽으로 소개되었다. 처음에는 꾸러미나 기타 뿌리식물과 함께 식용으로 소개되었으나, 감자의 향유성 및 풍부한 탄수화물 함량 등이 인식되면서 빠르게 유럽에서 수용되었다. 감자는 농사지어질 때 겨울에 저장이 가능하고, 양분이 풍부한 식품이기 때문에 유럽의 식량 안보에 중요한 역할을 하게 되었다. 세계적으로 널리 퍼져 현재는 중요한 식량 작물 중 하나로 인식되고 있다. 특히 아이슬

란드, 아일랜드, 독일, 폴란드, 러시아 등 유럽 국가들에서 중요한 식재료로 사용되고 있다. 농업 기술의 발전과 함께 다양한 품종이 개발되어 다양한 기후와 토양 조건에서 재배되고 있다. 감자는 다양한 요리에 사용되며, 삶거나 구워서 먹을 수 있을 뿐만 아니라, 감자를 갈아 만든 감자 반죽인 매쉬드 포테이토나 튀긴 감자튀김 등 다양한 조리법으로 활용된다. 감자는 탄수화물, 식이섬유, 비타민 C, 비타민B6, 칼륨 등이 풍부하게 함유되어 있다. 특히 감자의 껍질에는 추가적인 식이섬유와 영양소가 많이 들어있다.

사과는 수천 년 전에 중앙아시아 지역에서 자라기 시작했다. 중앙아시아 지역은 사과의 원산지로 알려져 있으며, 현재의 터키, 이란, 카자흐스탄, 터크메니스탄 등이 해당 지역에 포함된다.

최초로 사과를 규모 있게 재배한 것은 아마도 약 4000년 전의 고대 메소포타미아 문화에서 시작되었다. 이후에는 그리스, 로마, 이슬람 제국 등으로 전파되었다. 사과의 과학적 명칭은 Malus domestica이다. 로마 제국이 확장되면서 사과는 유럽 전역으로 전파되었다. 중세 시대에는 수확 기술의 개발과 함께 유럽 전역에 사과나무가 심어지게 되었다. 17세기에는 유럽에서 미국으로 사과가 소개되었고, 미국에서도 사과 생산이 크게 확대되었다. 사과는 다양한 품종이 존재하며, 각 품종은 크기, 색상, 맛 등에서 차이가 있다. 예를 들면, 간지나, 후지, 골든 딜리셔스, 그라니 스미스 등이 있다.

사과는 신선한 상태로 소비되는 것 외에도, 주스, 사과소스, 사과잼, 건조 사과 등 다양한 가공 형태로 활용된다. 신선한 사과는 과일 생으로 먹거나, 샐러드에 넣거나, 디저트로 사용되며, 사과주스는 건강 음료로 자주 섭취된다. 사과는 비타민 C, 식이섬유, 항산화 물질 등이 풍부하게 함유되어 있다. 식이섬유는 소화를 촉진하고, 항산화 물질은 세포 손상을 방지하는 데 도움이 된다.

마늘은 지중해 지역을 중심으로 하는 유럽과 아시아의 특정 지역에서 원산지를 갖고 있다. 이 지역에서 약 5000년 전부터 사람들이 마늘을 재배하고 사용했을 것으로 추정된다.

고대 이집트, 그리스, 중국, 로마 등 다양한 문화에서 마늘이 음식 재료로서, 그리고 의약품으로써 사용되었다. 마늘은 그 특별한 향과 맛 때문에 요리에 풍미를 더하는 데 사용되었고, 또한 그 특유의 성분으로 건강에 이로운 영향을 믿어왔

다. 마늘은 티오 황소 화합물, 알리신, 비타민 C, 비타민 B6, 망간 등 다양한 영양소를 함유하고 있다. 마늘은 신선한 형태로, 마늘 뿌리, 마늘 케이브 등 다양한 형태로 사용된다. 또한, 마늘을 갈아서 나오는 마늘 페이스트나 마늘 가루 등 편리한 형태도 널리 판매되고 있다. 마늘은 다양한 요리에서 널리 사용되며, 특히 이탈리아, 프랑스, 중국, 한국, 인도 등의 다양한 요리 문화에서 특색을 지닌 요리에 활용된다.

음식을 향과 맛을 강화하는 데 사용되며, 특히 마늘의 강한 향은 음식에 고유한 풍미를 부여한다. 마늘은 전통적으로 식품뿐만 아니라 의약품으로도 사용되었다. 알리신이라는 화합물은 항균 및 항염 작용이 있을 것으로 알려져 있다. 마늘은 혈액 순환 개선, 혈압 조절, 콜레스테롤 감소 등의 건강 이점을 갖추고 있다고 여겨지며, 다양한 건강 보조제나 의약품에 함유되기도 한다.

본 연구는 과채류의 갈변 억제 방법에 관한 것으로서, 특히 박피 후 갈변이 일어나는 과일 또는 채소인 사과, 감자, 연근, 마늘에 열충격을 가함으로써 과채류의 효소적인 갈변을 억제하기 위한 것이다. 일반적으로, 식품을 가공 또는 저장하는 동안에 식품의 고유한 빛깔이 퇴색되거나 변색을 일으켜 점차 갈색 내지 암갈색으로 변하는 여러 가지 복잡한 반응을 갈변 반응(Browning reaction)이라고 한다. 이러한 변색은 대부분의 외관과 풍미를 손상시켜 소비자의 기호성을 저하시킬 뿐만 아니라, 영양가 등에 큰 영향을 미치므로 상품의 가치에 직접적으로 또는 간접적으로 영향을 미치기 때문에 식품의 저장 및 가공에 매우 중요하게 취급되고 있다.

갈변은 효소적 갈변과 비효소적 갈변으로 나누어지지만 신선한 과실에서는 주로 전자, 가공품은 후자의 원인에 의해 갈변반응이 일어난다. 먼저 효소적 갈변은 과일 및 채소를 절단, 파쇄하거나 껍질을 벗길 때 생기는 외적 요인이나 심한 온도 변화에 따른 생리적 교란으로 세포가 손상되면서 일어난다.

이러한 효소적 갈변에서는 과실의 갈변에 관계되는 주요 효소로서 폴리페놀 산화효소(polyphenol oxidase)가 있고, 클로로겐산(chlorogenicacid)을 비롯하여 여러 가지 페놀류 또는 폴리페놀류에 작용한다. 그 결과 카테콜(catechol)이나 그 유도체 등이 공기 중의 산소에 의하여 퀴논(quinone)이나 이의 유도체로 산화하는 반응을 촉매하기 때문이다. 여기서 생긴 퀴논 또는 그 유도체들은 활성이

대단히 크기 때문에 비효소적으로 계속 산화되고 중합 또는 축합 되어 멜라닌색소 또는 이와 유사한 갈색 또는 검은색의 효소를 형성한다.

이들 효소반응에 의한 갈변을 방지하기 위해서는 과실에 함유된 페놀류의 산화효소를 불활성화시키기 위한 방법이 몇 가지로 데치기 등의 가열처리 이외에 oxidase 저해물, 식염, 산, 아스코르브산, 시스테인, 아황산염의 첨가 등이 있다. 갈변방지에 가장 효과가 있는 방법인 데치기나 박피 등의 가열처리는, 한편으로는 과실의 텍스처, 향기, 맛 등에 악영향을 주는 경우도 있어 가열조건에 관해서는 충분히 고려해야 한다. 또한 아스코르브산은 갈변방지, 황산화제로서 널리 이용되고 있지만, 아스코르브산 자체가 산화효소에 의해 갈변의 원인이 되기 때문에 첨가량이나 공존물질을 고려하지 않으면 안 된다.

비효소적갈변은 효소에 의하지 않는 갈변현상으로 즉, 비효소적 갈변의 대부분은 아미노-카르보닐반응 또는 메일라드반응(maillard reaction)에 의해 진행된다. 이 반응은 아미노산, 펩티드, 단백질, 아민류 등의 아미노화합물과 알도오스나 케토오스 같은 환원당, 소당이나 다당의 환원성 말단과 카보닐 관련물질이 반응하여 멜라노이딘(melanoidin)이라고 부르는 함질소갈변물질이 생긴다. 비효소적갈변의 방지에는 산소제거, 저온 유지, pH 낮춤, 수분함량 조절, 금속이온 아황산염의 2 첨가 등이 유효하다.

최근 소비자들이 건강과 편리성을 추구함에 따라 신선편이(fresh-cut) 식품에 대한 수요가 증가하고 있다. 신선편이 식품이란 식품 소재의 특유의 신선함을 유지하면서도 사용할 때 간편성을 부여하는 제품이다. 이에 따라 제품의 품질 및 저장성을 유지하기 위한 가공 기술이 개발되고 있다.

식품가공 및 저장 기술의 발전을 예로부터 거슬러 올라간다면, 옛날에는 자연건조나 소금, 설탕, 식초 등에 절이는 가공 저장법을 이용하여 식품의 보존성을 높였다. 15세기에는 증자, 배소, 염장, 당장, 움저장 등의 방법과 불, 바람, 햇빛, 해수, 암염 등의 자연건조를 하였다. 1600년대에는 열풍건조기에 의한 인공건조법이 이용되었다. 1800년대는 프랑스의 Nicolas Appert가 통조림의 원리를 발견하고, 영국의 Peter Durand가 제조방법을 개발하여 기업화를 하였다. 18-19세기에는 냉동기의 발명과, 통조림 및 병조림기술의 발전, 급속냉장이나 동결건조기술의 개발과 CA(Controlled Atmosphere)의 저장기술이 출현했다.

20세기에는 냉동, 냉장, 진공포장, 레토르트 기술, cold chain system, 방사선 이용, 진공농축 및 건조기술, 압출성형(extrusion), 기술 등 각종 식품가공 저장 기술의 발전을 볼 수 있다. 하지만 신선편이 제품은 가공에 따른 과채류의 호흡률 증가, 에틸렌 발생 증가, 조직 연화, polyphenol oxidase(PPO) 등에 의한 갈변 등이 문제가 되고 있다. 특히, 신선편이 가공에 따라 phenylpropanoid 대사 효소인 phenylalanine ammonia-lyase (PLA), 페놀성 화합물 및 PPO 합성 증가에 따른 wounding 반응이 품질 저하에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다.

과채류에 상처가 나면 wounding response라는 반응이 일어나게 된다. 여기서 wounding response 반응이란 식물은 동물과 다르게 상처를 초래하는 다양한 스트레스에 지속적으로 노출된다. 예를 들어 초식동물의 공격이나 환경적 스트레스와 같은 상처를 입는 사건으로부터 자신을 방어하도록 적응했다. 이를 통해 자신의 몸에 상처가 나면 그 부위를 보호하려 하는데 이 반응으로 인하여 멜라닌 색소를 증가하게 하는 PPO와 phenolic compound가 증가하게 된다.

본 연구에서는 열충격(heat-shock) 처리를 이용한다면 wounding responses를 억제하여 PPO와 phenolic compounds 생성을 멈추게 될 거라고 예상한다. 그 이유는 동시에 상처치료와 열처리가 일어나면 둘 다 손상을 입히지만, 과채류 세포들이 wounding response보다 열충격 처리에 더 집중하게 하여 갈변을 억제될 것 같다. 열충격(heat-shock) 처리는 짧은 시간 동안 중저온의 온도를 가함으로써 과채류가 열충격 단백질(heat-shock proteins, HSPs)을 생성하게 되는데, 이는 갈변의 주된 원인인 PPO의 합성을 억제함으로써 갈변이 억제될 것이라고 생각을 한다.

또한 화학적인 물질을 첨가하여 효소적 갈변을 억제하는 것이 아닌 열을 이용한 방법이라 인체에 유해하지 않는다는 장점이 있다. 따라서, 본 연구에서 사과, 감자, 연근, 마늘을 대상으로 열충격 처리에 따라 갈변에 미치는 영향과 열충격 처리의 최적조건을 조사하고자 한다.

제2장 재료 및 방법

1. 실험 재료 및 시약

본 실험에서 사용한 감자는 전남 무안 청계 지역 마트에서 사과(청송사과 옛골농원, 국산(경상북도), 대한민국), 연근(알찬연근팜, 국산(경상북도), 대한민국), 마늘(자연닮음, 국산(경북), 대한민국)은 온라인 주문을 통해 구매하여 사용했다. 시약은 80% Ethanol, 95% Ethanol, 증류수, ascorbic acid, Folin-Ciocalteu, 표준용액 (Garlic acid)는 Sigma-Aldrich Chemical (St. Louis, MO, USA)의 시약을 사용하였다.

2. 실험 방법

사과, 감자, 연근, 마늘을 박피 및 수세 후 약 0.5cm의 두께로 절단하여 45℃ 항온 수조에서 2분간 침지한다. 양성 대조구로 1% ascorbic acid에 같은 두께로 절단하여 2분간 침지한다. 45℃에서 열충격 처리한 것(45T), 양성 대조구(AA), 아무 처리를 하지 않고 절단만 한 control(CON) 3가지를 비교한다. petri dish에 넣고 low density polyprophylen(LDPE) 지퍼백에 담아서 4℃ 냉장고에 보관한다. 과채류의 차이를 측정하기 위해 8일 동안 관찰하고 비교한다.

1) 과채류의 열충격 처리

사과, 감자, 연근, 마늘을 박피 및 수세 후 약 0.5cm의 두께로 절단하여 45℃ 항온 수조에서 2분간 침지한다. 대조구로 1% ascorbic acid에 같은 두께로 절단하여 2분간 침지한다. 열충격 처리한 것, 대조구(Aa), 아무 처리를 하지 않고 절단만 한 control 3가지를 비교한다. petri dish에 넣어 4℃ 냉장고에 보관한다. 과채류의 차이를 측정하기 위해 8일 동안 관찰하고 비교한다.

2) 색도 측정

사과, 감자, 연근, 마늘을 저장 시간별로 Hunter 색차계 (MINOLTA, JAPAN)을 이용하여 L-value, a-value를 측정하였다.

3) 갈변도 측정

갈변도는 (Browning Degree)의 약어로 과채류의 갈변 정도를 나타내는 값이다. 과채류 0.5g에 80% Ethanol 1μl을 넣고 vortexing한 뒤 상온에 24시간 추출한다. 그리고 흡광도를 측정한다.

4) 총 페놀성 화합물 측정

과채류 0.5g에 95% 에탄올 1μl를 넣어 vortexing하고 상온에 2시간을 둔다. 원심분리하여 상등액을 얻는다. 총 페놀성 화합물은 Folin-Ciocalteu 법에 의하여 측정한다. 추출물 0.1 mL에 10배 희석된 Folin-Ciocalteu 용액 0.75 mL를 넣은 후 상온에서 10분간 반응시킨다. 다음, 2% 탄산나트륨 0.75 mL를 넣은 후 암실에서 45분간 반응 후 765 nm에서 흡광도를 측정한다. 흡광도 값은 작성된 표준용액 (Garlic acid)의 표준곡선을 이용하여 과채류의 총 페놀성 화합물 함량으로 환산한다.

3. 통계처리

본 연구의 결과에 대한 유의성을 검정하기 위하여 SPSS 프로그램을 이용하여 통계처리 하였다. 실험군들 간의 유의성은 분산분석 후 $p \leq 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

제3장 결과 및 고찰

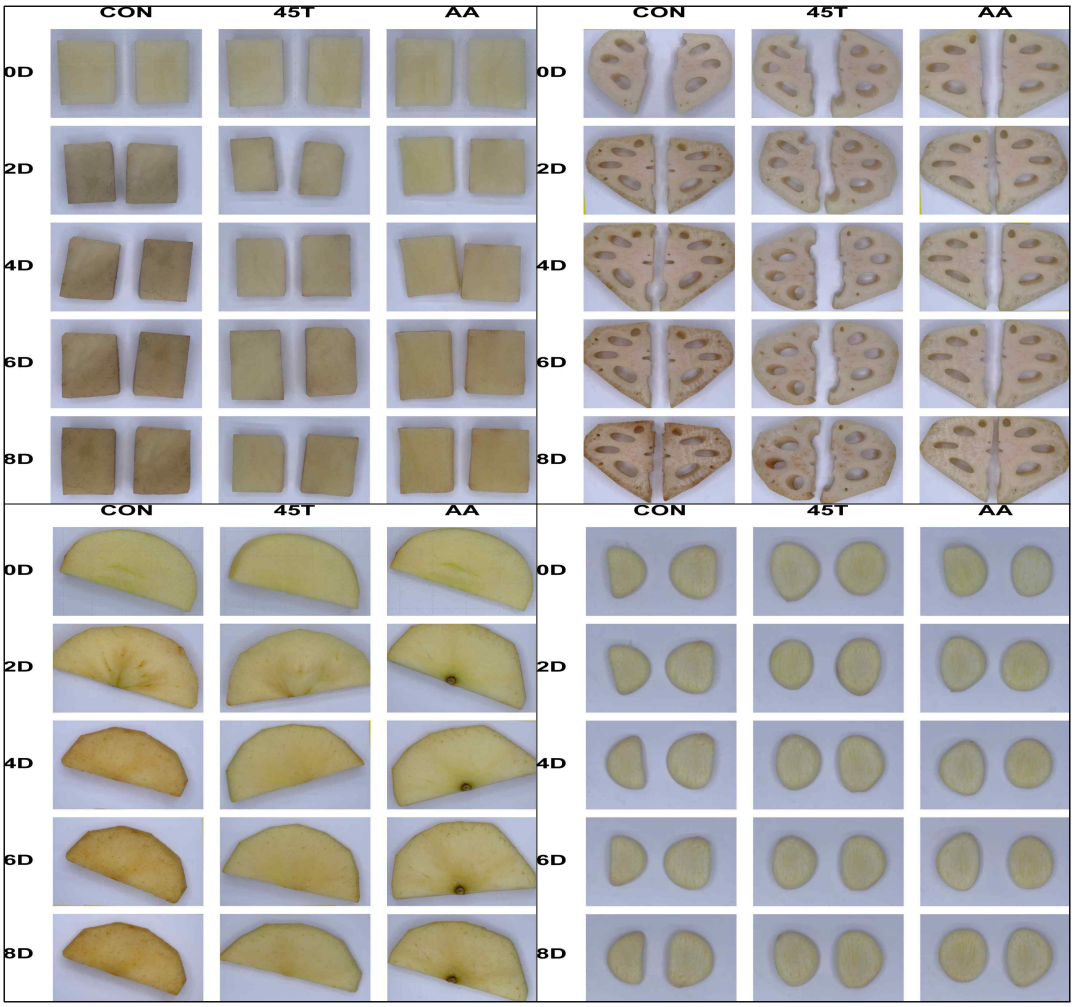


Fig 1. 열충격처리 8일간 보관시 감자, 연근, 사과, 마늘의 대표 이미지
CON 대조구, 45T, 열충격처리, AA 1% 초산처리

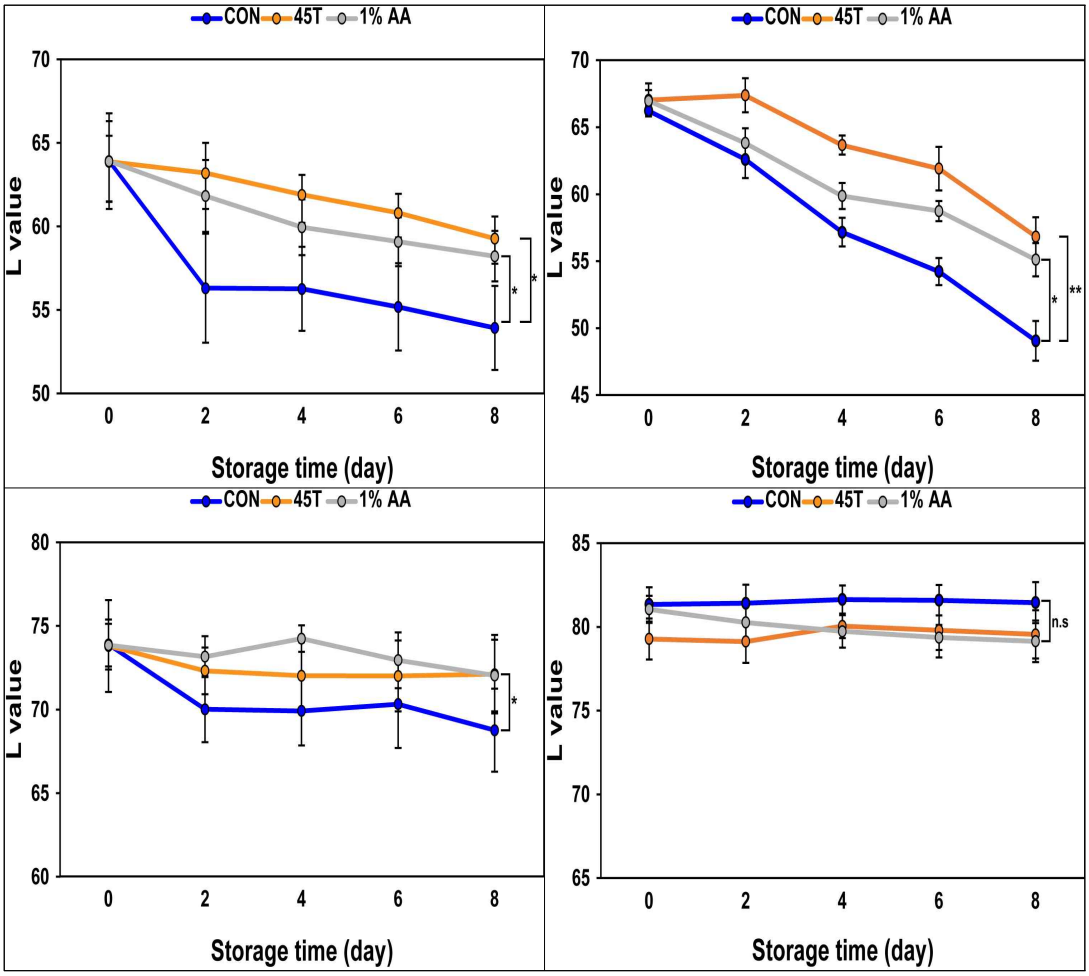


Fig 2. 감자, 연근, 사과, 마늘의 색도 측정 결과

감자의 일반군 그룹의 L값은 초기 0d (63.91±2.86)에서 최종 저장 8d (53.93±2.51)로 낮아지는 것을 확인하였다. 감자의 45T 그룹의 L값은 초기 0d(63.87±1.56)에서 최종 저장 8d (59.27±1.32)로 낮아지는 것을 확인하였다. 감자의 AA 그룹의 L값은 초기 0d(63.9±2.4)에서 최종 저장 8d(58.22±1.51)로 낮아지는 것을 확인하였다. 1% AA 그룹과 45T 그룹을 최종 저장 8일에서 CON그룹과 비교하여 유의적으로 색도가 높은 것을 확인하였다 ($p < 0.05$).

연근의 일반군 그룹의 L값은 초기 0d (66.23±0.39)에서 최종 저장 8d (49.09±1.48)로 낮아지는 것을 확인하였다. 연근의 45T 그룹의 L값은 초기 0d(67.04±1.23)에서 최종 저장 8d(56.84±1.44)로 낮아지는 것을 확인하였다. 연근의 AA그룹의 L값은 초기 0d(66.97±0.81)에서 최종 저장 8d(55.12±1.24)로 낮아지는 것을 확인하였다. 1%AA그룹과 45T그룹을 최종 저장 8일에서 CON그룹과 비교하여 유의적으로 색도가 높은 것을 확인하였다.

사과의 일반군 그룹의 L값은 초기 0d (73.9±1.49)에서 최종 저장 8d (68.76±2.49)로 낮아지는 것을 확인하였다. 사과의 45T 그룹의 L값은 초기 0d(73.8±2.74)에서 최종 저장 8d (72.12±2.35)로 낮아지는 것을 확인하였다. 사과의 AA 그룹의 L값은 초기 0d(73.85±1.27)에서 최종 저장 8d(72.04±2.14)로 낮아지는 것을 확인하였다. 1% AA 그룹과 45T 그룹을 최종 저장 8일에서 CON그룹과 비교하여 유의적으로 색도가 높은 것을 확인하였다 ($p < 0.05$).

마늘의 일반군 그룹의 L값은 초기 0d (81.35±1.02)에서 최종 저장 8d (81.45±1.23)로 차이를 볼 수 없었다. 마늘의 45T 그룹의 L값은 초기 0d(79.29±1.88)에서 최종 저장 8d (79.55±1.87)로 차이를 볼 수 없었다. 마늘의 AA그룹의 L값은 초기 0d(81.06±1.96)에서 최종 저장 8d(79.15±2.84)로 차이를 볼 수 없었다. 1% AA 그룹과 45T 그룹을 최종 저장 8일에서 CON 그룹과 비교하여 유의적으로 색도가 차이나는 것을 볼 수 없었다. ($p < 0.05$).

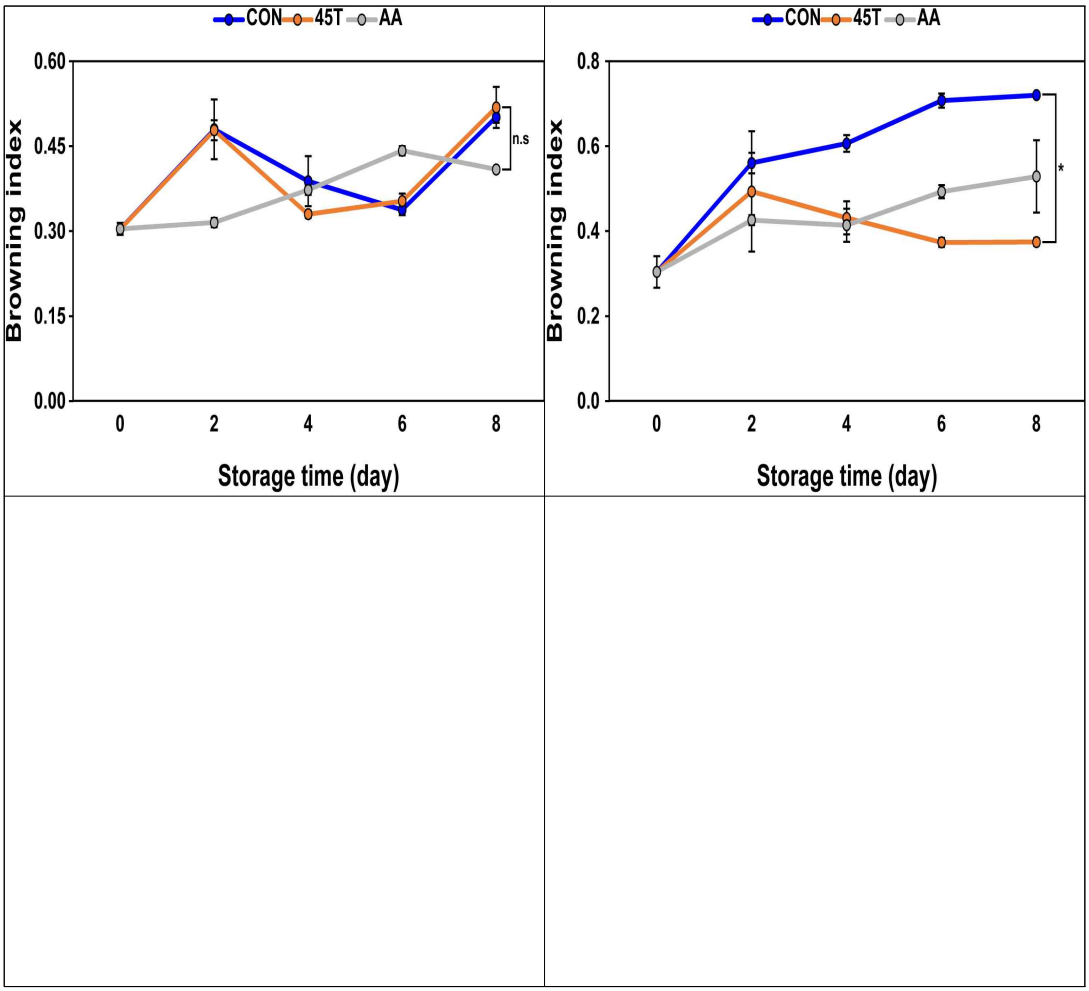


Fig 3. 감자, 연근, 사과, 마늘의 갈변도 측정 결과

감자의 CON 그룹의 BD값은 초기 0d (0.304±0.011)에서 2d까지 급격하게 증가하였다가 서서히 4d까지 감소하였다가 6d에서 다시 증가하면서 최종 저장 8d (0.501±0.01)로 높아지는 것을 확인하였다. 감자의 45T 그룹의 BD값은 초기 0d(3.04±0.006)에서 2d까지 급격하게 증가 하면서 4d에서 감소하고 6d부터 서서히 증가하면서 최종 저장 8d (0.519±0.036)로 높아지는 것을 확인하였다. 감자의 AA 그룹의 BD값은 초기 0d(0.304±0)에서 서서히 증가하다가 최종 저장 8d(0.409±0.005)까지 높아지는 것을 확인하였다. 최종 저장 8일에서 AA 그룹이 가장 낮은 BD 값이 나타났으며 45T 그룹, CON 그룹은 비슷한 BD값으로 확인되었으며 AA 그룹이 유의적으로 BD 값이 낮은 것을 확인하였다. ($p < 0.05$).

연근의 CON 그룹의 BD값은 초기 0d (0.304±0.037)에서 2d까지 급격하게 증가하였다가 서서히 최종 저장 8d (0.72±0.01)로 높아지는 것을 확인하였다. 연근의 45T 그룹의 BD값은 초기 0d(0.304±0.004)에서 2d까지 증가하면서 4d에서부터 서서히 감소하고 최종 저장 8d (0.374±0.009)로 일정한 값을 유지하는 것을 확인하였다. 연근의 AA 그룹의 BD값은 초기 0d(0.304±0.001)에서 서서히 증가하다가 4d에서 일정한 값을 유지하나 싶더니 최종 저장 8d(0.529±0.085)까지 서서히 높아지는 것을 확인하였다. 최종 저장 8일에서 45T 그룹이 가장 낮은 BD값이 나타났으며, CON 그룹과 차이가 큰 것을 보아 유의적으로 차이가 있음을 확인하였다. ($p < 0.05$).

사과의 CON 그룹의 BD값은 초기 0d (0.054±0.003)에서 2d까지 급격하게 증가하였다가 4d에서 최종 저장 8d (0.162±0.003)까지 급격하게 높아지는 것을 확인하였다. 사과의 45T 그룹의 BD값은 초기 0d(0.054±0.003)에서 2d까지 증가 하면서 4d에서부터 서서히 감소하고 최종 저장 8d (0.101±0.005)까지 서서히 증가한 값을 유지하는 것을 확인하였다. 사과의 AA 그룹의 BD값은 초기 0d(0.054±0.008)에서 서서히 증가하다가 4d에서 일정한 값을 유지하나 싶더니 최종 저장 8d (0.102±0.004)까지 서서히 높아지는 것을 확인하였다. 최종 저장 8일에서 45T 그룹과 AA 그룹이 비슷한 BD값이 나타났으며, CON 그룹과 차이가 큰 것을 보아 유의적으로 차이가 있음을 확인하였다. ($p < 0.05$).

마늘의 CON 그룹의 BD값은 초기 0d (0.304±0.004)에서 최종 저장 8d (0.285±0.007)까지 거의 일정한 값이 나온 것을 확인하였다. 마늘의 45T 그룹의 BD값은 초기 0d(0.281±0.012)에서 최종 저장 8d (0.325±0.006)까지 마찬가지로 일정한 값을 유지하는 것을 확인하였다. 마늘의 AA 그룹의 BD값은 초기 0d(0.304±0.007)에서 최종 저장 8d(0.299±0.002)까지 일정한 값을 유지하는 것을 확인하였다. 최종 저장 8일에서 45T 그룹과 AA 그룹과 CON 그룹의 BD값의 차이가 거의 없는 것으로 나타났으며, 유의적으로 BD값이 차이가 없다는 것을 확인하였다. ($p < 0.05$).



Fig 4. 감자, 연근, 사과, 마늘의 총 페놀성 화합물 측정 결과

감자의 CON 그룹의 TPC값은 초기 0d (13.56±1.34)에서 2d까지 일정한 값을 나타내다가 4d에서 증가하다가 줄어들며 최종 저장 8d (22.01±4.8)까지 TPC값이 높아지는 것을 확인하였다. 감자의 45T 그룹의 TPC값은 초기 0d(13.56±4.61)에서 2d까지 일정한 값을 나타내다가 4d에서부터 일정하게 유지되나 싶더니 최종 저장 8d (8.12±1.38)에서 감소하는 값을 확인하였다. 감자의 AA 그룹의 TPC값은 초기 0d(13.56±5.51)에서 서서히 증가하다가 최종 저장 8d(15.41±4.58)에서 약간 감소하는 모습을 보였다. 최종 저장 8일에서 45T 그룹과 CON 그룹이 차이가 많이 나는 것을 확인하였다. 따라서 CON 그룹과 45T 그룹의 차이가 큰 것을 보아 유의적으로 차이가 있음을 확인하였다. ($p < 0.05$).

연근의 CON 그룹의 TPC값은 초기 0d (9.93±0.14)에서 최종 저장 8d (13.71±0.06)까지 지속적으로 TPC값이 높아지는 것을 확인하였다. 연근의 45T 그룹의 TPC값은 초기 0d(9.93±0.03)에서 6d까지 일정한 값을 나타내다가 최종 저장 8d (11.34±0.02)에서 급격하게 증가하는 값을 확인하였다. 연근의 AA 그룹의 TPC값은 초기 0d(9.93±0.22)에서 서서히 증가하다가 6d에서 급격하게 감소하더니 최종 저장 8d(11.89±0.04)에서 다시 증가하는 모습을 보였다. 최종 저장 8일에서 AA 그룹과 CON 그룹이 차이가 많이 나지 않는 것을 확인하였다. 또한 45T 그룹과 AA 그룹 또한 차이가 거의 나타나지 않았다. 하지만 45T 그룹과 CON 그룹이 어느 정도 차이를 보아 유의적으로 차이가 있음을 확인하였다. ($p < 0.05$).

사과의 CON 그룹의 TPC값은 초기 0d (6.08±3.98)에서 서서히 증가하다가 6d에서 값이 낮아졌지만 최종 저장 8d (23.1±2.37)에서 급격하게 TPC값이 증가하는 것을 확인하였다. 사과의 45T 그룹의 TPC값은 초기 0d(6.08±2.29)에서 6d까지 일정한 값을 나타내다가 최종 저장 8d (16.76±3.15)에서 급격하게 증가하는 값을 확인하였다. 사과의 AA 그룹의 TPC값은 초기 0d(6.08±1.94)에서 최종 저장 8d(15.26±6.93)까지 서서히 다시 증가하는 모습을 확인할 수 있었다. 최종 저장 8일에서 AA 그룹과 45T 그룹이 차이가 많이 나지 않는 것을 확인하였다. 또한 45T 그룹과 AA 그룹을 CON 그룹과 비교하였을 때 유의적으로 차이가 있음을 확인하였다. ($p < 0.05$).

마늘의 CON 그룹의 TPC값은 초기 0d (9.93±1.52)에서 서 최종 저장 8d (8.74±0.35)에서 TPC값이 일정하게 유지하다가 값이 떨어지는 것을 확인할 수 있었다. 마늘의 45T 그룹의 TPC값은 초기 0d(9.93±0.09)에서 최종 저장 8d (10.13±0.27)까지 일정하게 유지되는 값을 확인하였다. 마늘의 AA 그룹의 TPC 값은 초기 0d(9.63±0.21)에서 최종 저장 8d(8.97±0.13)까지 4d에서 줄어드는 값을 보였으나 최종 저장 8일까지 일정한 값을 유지하는 것을 확인할 수 있었다. AA 그룹과 CON 그룹이 차이가 거의 없는 것을 확인하였다. 또한 최종 저장 8일에서 45T 그룹과 AA 그룹과 CON 그룹의 TPC값의 차이가 거의 없는 것으로 나타났으며, 유의적으로 TPC값이 차이가 없다는 것을 확인하였다. ($p < 0.05$).

제4장 결 론

동물들은 스트레스를 받으면 스트레스를 피하기 위해서 자리를 뜨지만 식물들은 스트레스를 받으면 움직일 수가 없어서 스트레스를 그대로 받는다. 이에 대하여 식물들은 자신들만의 스트레스를 극복하는 방법을 터득하였으며, 과채류도 마찬가지로 자신을 보호할 수 있는 방법을 스스로 터득하였다. 이에 대하여 열충격을 주었을 때 사과, 감자, 연근은 잘 되었지만, 마늘은 잘 안 된 것을 보았을 때 과채류마다 열충격의 효과가 있을 수도 있고 없을 수도 있다는 것을 확인할 수 있었다.

참고문헌

1. 황인국, 우관식, 정헌상. 식품의 열처리 가공과 생리활성. 식품과학과 산업 44(3), 56-65 (2011)

2. 장민선, 박미지, 김지강, 김건희. 포장재질에 따른 열처리한 연근의 저장 중 품질변화. 한국식품저장유통학회지 19(6), 807-812 (2012)

3. 박주현, 홍석인, 정문철, 김동만. 열처리 및 유기산처리가 신선편이 연근의 품질에 미치는 영향. 한국식품저장유통학회지 20(1), 23-29 (2013)

4. 임정호, 최정희, 홍석인, 정문철, 김동만. 열처리가 신선편이 감자 가공품의 품질에 미치는 영향. 한국식품저장유통학회지 12(6), 552-557 (2013)

5. 송혜진. 열처리 및 갈변저해제 병용처리에 의한 신선편이 감자제품의 저장 중 품질특성변화. 한국식품저장유통학회지 20(3), 386-393 (2013)

6. 이정준. 열처리 조건에 따른 애사과의 Polyphenol 함량 변화. 한국식품과학회지 31(1), 147-152 (1999)

7. 서자영. 임계 열처리 조건에서 후지 사과의 호흡 및 품질 특성. 한국식품과학회지 37(3), 372-376 (2005)

8. 문상미, 김현진, 함경식. 연근의 polyphenol oxidase 정제 및 특성조사. 한국식품과학회지 35(5), 791-796 (2003)

9. McCann JC, Ames BN. Vitamin K, an Example of Triage Theory: Is Micronutrient Inadequacy Linked to Diseases of Aging? The American journal of clinical nutrition 90(4), 889-907 (2009)

10. Schilmiller AL, Howe GA. 상처 반응의 전신 신호. Plant Biology 8(4), 369-377 (2005)

11. Howe GA. 상처 반응의 신호로 Jasmonates. 식물 생장 조절 저널 23, 223-237 (2004)

12. 황우익, 이성동, 손흥수, 백나경, 지유환. 마늘 성분에 의한 면역 증강 및 항암 효과. 한국식품영양과학회지 19(5), 494-508 (1990)

13. 윤기선. 식문화 변화에 따른 신선편이 식품 발전방안. 식품저장과 가공산업 13(1), 26-31 (2014)

14. 최선태. 신선편이 농산식품의 제조 및 품질변화방지 기술. 식품저장과 가공산업 3(1), 23-29 (2004)

15. 최승렬. 저장온도 및 저장일수에 따른 신선편이 식품의 품질변화. 한국농업기계학회 학술발표논문집 15(1), 253-257 (2010)

16. 김동만. 과실 및 채소류 신선편이 식품가공 기술. 식품과학과 산업 30(3), 95-102 (1997)

17. 임효원. 한국산 감자의 페놀 화합물 함량 분석에 관한 연구. 한국외식산업학회지 6(1), 43-59 (2010)

18. 신정혜, 최덕주, 정미자, 강민정, 성낙주. 숙성 온도에 따른 마늘의 이화학적 성분 및 항산화 활성의 변화. 한국식품영양과학회지 37(9), 1174-1181 (2008)

19. 박수진. 마늘의 유통 형태에 따른 저장 중 품질 특성. 한국식품영양과학회지

41(7), 994-1001 (2012)

20. Loaiza-Velarde JG, Saltveit ME. Heat shocks applied either before or after wounding reduce browning of lettuce leaf tissue. Journal of the American Society for Horticultural Science 126(2), 227-234 (2001)