

119046-01

조각사과
제조공정
개선
및
심지활용
제품
사업화

2020

농림축산식품부
농림식품기술기획평가원

보안 과제(), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개()발간등록번호(O)

고부가가치식품기술개발사업 2020년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003250-01

조각사과 제조공정 개선 및 심지활용 제품 사업화

2020.09.04.

주관연구기관 / (농)농가생활협동조합
협동연구기관 / 푸드랩토리

농림축산식품부
(전문기관) 농림식품기술기획평가원

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 "조각사과 제조공정 개선 및 심지 활용 제품 사업화"(개발기간 : 2019.06.05 ~ 2020.06.04)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2020. 09. 04.

주관연구기관명 : (농)농가생활협동조합 (대표자) 최기형
협동연구기관명 : 푸드랩토리 (대표자) 육진수



주관연구책임자 : 전병길

협동연구책임자 : 육진수

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

과제고유번호	119046-01	해 당 단 계 연 구 기 간	2019.06.05.~ 2020.06.04.	단 계 구 분	(1차년도)/ (1차년도)
연구사업명	단 위 사 업	농림축산식품연구개발사업			
	사 업 명	고부가가치식품기술개발사업			
연구과제명	대 과 제 명	조각사과 제조공정 개선 및 심지활용 제품 사업화			
	세부 과제명	조각사과 제조공정 개선 및 심지활용 제품 사업화			
연구책임자	전병길	해당단계 참여연구원 수	총: 8명 내부: 6명 외부: 2명	해당단계 연구개발비	정부: 100,000천원 민간: 33,400천원 계: 133,400천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 8명 내부: 6명 외부: 2명	총 연구개발비	정부: 100,000천원 민간: 33,400천원 계: 133,400천원
연구기관명 및 소속부서명	(농)농가생활협동조합, 푸드랩토리			참여기업명: (농)농가생활협동조합, 푸드랩토리	
국제공동연구	상대국명: 해당없음			상대국 연구기관명: 해당없음	
위탁연구	연구기관명: 해당없음			연구책임자: 해당없음	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	일반
-------------------------	----

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 ·장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호			000								

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입기관	연구시설· 장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

요약

보고서 면수

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 조각사과의 갈변에 의한 품질 저하 방지를 위한 항산화제 첨가 공정의 연구가 미비하여 고가의 항산화제 투입량, 투입방법 등의 표준화가 이루어지지 않아 다량의 항산화제 사용으로 인한 원가 부담에 대한 애로 사항이 있음. • 또한 조각사과 제조 시 발생하는 부산물인 심지는 가공 과정에서 원료 중량 대비 40% 수준(년간 200톤 규모)으로 발생되는데 이를 그대로 폐기함으로써 환경부하 및 부가가치가 낮아지는 애로 사항도 피력함. • 따라서 조각사과의 갈변방지를 위한 항산화제 첨가 공정에서 최적의 항산화제 포물라 개발과 회수 사용 방안의 고안을 통한 원가절감 공정 개발 필요하며, 부산물로 발생하는 심지를 활용한 상품 개발을 통해 부가치를 높이는 연구가 필요한 실정임. 				
<p>연구개발성과</p>	<p>주관연구기관(농가생활협동조합)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 조각사과 갈변억제 및 심지사과 산업화를 위한 현장적용 시험 <ul style="list-style-type: none"> - 갈변억제기술 개발 전처리 효능 현장시험 - 조각사과 포장방법에 따른 냉장저장 품질특성 현장시험 - 갈변억제 전처리 침지액 회수 및 재활용 현장시험 - 심지사과 사과즙, 농축액 현장 적용시험 및 시제품 생산 - 조각사과 및 심지사과 제품의 제조공정 및 품질규격 설정 - 최종 시제품과 기존 제품과의 비교 관능검사 또는 기호도 조사 <p>협동연구기관(푸드랩토리)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 조각사과 갈변억제 전처리기술 개발 및 심지사과 활용 제품개발 <ul style="list-style-type: none"> - 갈변억제기술 개발 전처리 효능 및 시너지효과 측정 - 조각사과 포장방법에 따른 저장중 품질특성 분석 - 갈변억제 전처리 침지액 회수 및 재활용 공정 설정 - 사과 심지의 기계적 전처리 - 사과즙 및 농축액 제조시험 - 사과즙 및 농축액의 포장방법에 따른 살균 등 제조공정 설정 - 최종 시험품 사과즙 및 농축액의 저장중 유통기한 설정을 위한 품질특성 분석 				
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 관능의 영향을 최소화 하며 경제성이 높은 갈변 억제 포물라 개발 및 잉여항산화 포물라 용액 재활용을 통해 경제성 획득 • 심지 부산물을 통해 제조된 주스의 경제성 획득 				
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	조각사과	신선편의식품	항산화제	사과 심지 주스	사과 과육 주스
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	apple slice	fresh-cut	antioxidant	apple core juice	apple flesh juice

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 필요성	1
2. 연구수행 내용 및 결과	7
3. 목표 달성도	80
4. 연구개발 결과의 활용방안 및 기대효과	81

<별첨>

1. 연구개발보고서 초록
2. 주관연구기관의 자체평가의견서
3. 연구성과 활용계획서

1. 연구개발의 필요성

1-1. 연구개발의 개요

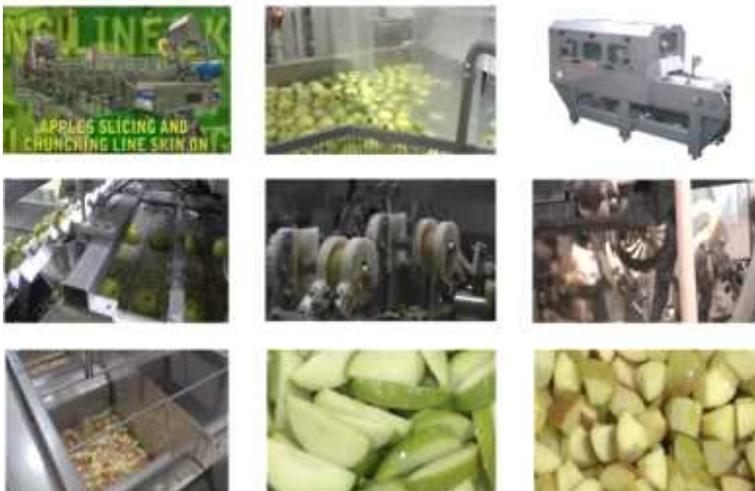
(농)농가생활협동조합은 (사)충북친환경채소클러스터사업단을 시작으로 설립된 농업회사법인으로서 현재 지역 내 친환경 농산물을 원료를 사용하여 야채 샐러드 및 다양한 종류의 세척 야채와 과일들을 다품종 소규모로 생산하여 급식 유통을 중심으로 판매하고 있음.

(농)농가생활협동조합의 생산공장 현황



(농)농가생활협동조합은 지역 내 친환경농산물 브랜드인 '에이그린(Agreen)'을 육성하기 위해 최근 조각사과 제품의 산업화를 위한 신규 사업을 추진하였으며, 이에 이태리 A사로부터 조각사과 생산 설비(2톤/일, 480톤 처리/년)를 도입하고 있음.

이태리 A사의 조각사과 제조 라인

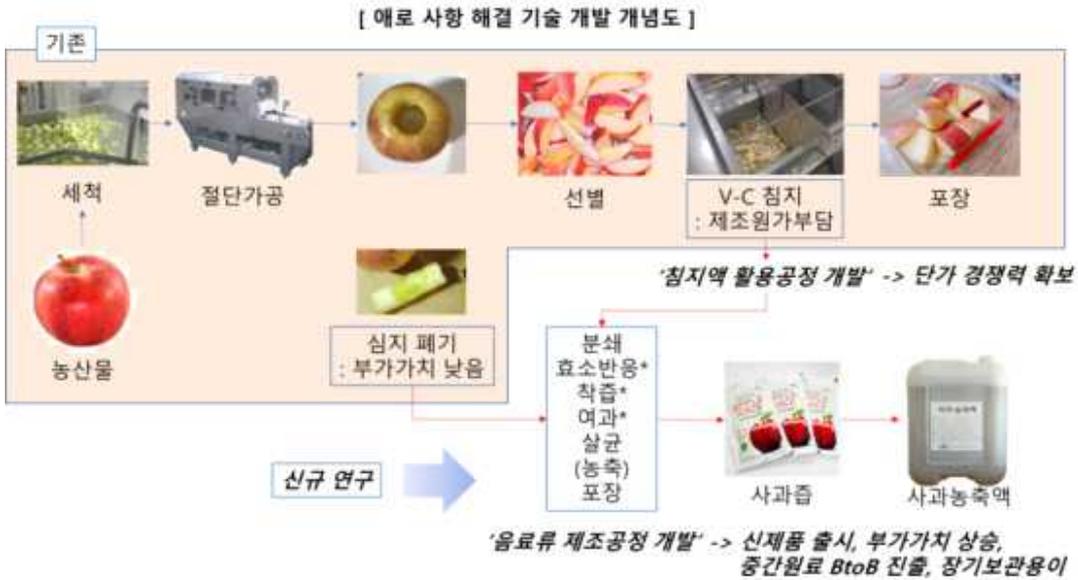


그러나 조각사과의 갈변에 의한 품질 저하 방지를 위한 항산화제 첨가 공정의 연구가 미비하여 고가의 항산화제 투입량, 투입방법 등의 표준화가 이루어지지 않아 다량의 항산화제 사용으로 인한 원가 부담에 대한 애로 사항을 피력함.

또한 조각사과 제조 시 발생하는 부산물인 심지는 가공 과정에서 원료 중량 대비 40% 수준

(년간 200톤 규모)으로 발생되는데 이를 그대로 폐기함으로써 환경부하 및 부가가치가 낮아지는 애로 사항도 피력함.

따라서 조각사과의 갈변방지를 위한 항산화제 첨가 공정에서 최적의 항산화제 포물라 개발과 회수 사용 방안의 고안을 통한 원가절감 공정 개발 필요하며, 부산물로 발생하는 심지를 활용한 상품 개발을 통해 부가치를 높이는 연구가 필요한 실정임.



1-2. 연구개발 대상의 국내·외 현황

신선편의식품(Fresh-cut)은 농산물이나 임산물을 세척, 박피, 절단 또는 세절 등의 가공 공정을 거치거나, 단순한 식품 또는 식품첨가물을 추가한 것으로서 그대로 먹을 수 있는 단순 가공식품을 말함. 즉 농산물 또는 임산물을 1차적으로 가공한 식품으로 산지에서 수확하여 공장으로 가져온 농산물 혹은 임산물을 씻거나(세척), 껍질을 벗기거나(박피), 작게 자르는(절단 또는 세절) 등의 작업을 하고 필요한 경우 일부 식품이나 식품 첨가물을 더한 형태로 그대로 먹을 수 있는 단순 가공식품인 것임.

신선편의식품은 바로 먹을 수 있기에 조리의 번거로움을 줄일 뿐 아니라, 껍질 등과 같이 먹지 않고 버리는 부분이 없어 사회적 이슈로 제기되고 있는 음식물 쓰레기를 줄이는 데에도 기여하고 있음.

최근 신선편의식품 시장이 급성장 하고 있는데, 그 배경은 산업화와 함께 식품 소비 트렌드가 변화함에 따라 시장에서 사온 농산물을 집에서 직접 조리하여 먹는 비중이 점점 줄어들고 있고 특히, 맞벌이 가구와 1인 가구의 증가는 집에서 오랜 시간을 투자하여 음식을 요리하는 대신 외식을 하거나 가공식품을 선택하는 경향을 강화했음. 그러나 외식이나 가공식품은 비용이 많이 들 뿐 아니라 건강에 이롭지 않다는 인식이 강하여 소비자들은 이에 대한 대안을 찾기 시작하였고, 건강을 생각하면서도 준비 시간을 줄일 수 있는 신선편의식품이 등장한 것임. 샐러드나 조각 과일 등이 대표적인 제품임.

국내 신선편의식품 시장은 거의 매년 2배에 가까운 가파른 성장을 하고 있음. 농림축산식품

부는 최근 식품의약품안전처 자료를 분석해 신선편의식품 시장 규모가 2011년 601억원에서 2015년에는 956억원대 규모로, 5년 새 59%나 증가했다고 발표했다.



이 같은 성장 추세가 앞으로도 지속될 전망이다. 이 같은 가운데 신선편의식품 시장이 국산 농산물의 대량 소비처로 자리 잡으려면 정부의 다각적 지원이 필요하다는 주장도 나오고 있음.

주요 신선편의식품 제조업체 중 한곳인 '미래원'(경기 평택시 진위면)의 경우 다양한 종류의 샐러드를 생산해 유명 대형 마트·백화점·식자재업체에 납품하고 있음. 100명 규모의 생산작업자를 통해 양상추·양배추·파프리카 등의 채소를 썰 새 없이 선별·절단·세척한 다음 '양상추+파프리카+닭가슴살+드레싱' '양배추+당근+비트'처럼 다양한 구성과 용량의 상품을 포장하여 판매하고 있음.

이 같은 흐름에는 몇 가지 이유가 있다는 게 전문가들의 분석임. 초기 신선편의식품은 단순히 채소를 세척해 절단한 형태의 '일차원' 제품이었지만 요즘은 견과류·닭가슴살·달걀 등 다양한 재료를 혼합한 '3차원' 제품으로 진화하고 있음. 이런 제품들의 대거 등장과 맛과 건강을 모두 중시하는 소비자들의 관심을 끌기에 충분하다는 것임. 또 한번에 먹기 좋은 양과 언제 어디서나 편리하게 먹을 수 있는 간편성은 1인가구와 혼밥족을 사로잡은 요인임. 최근 건강에 대한 관심이 고조되면서 과채류의 인기가 상승한 것도 주된 원인으로 꼽히고 있음. 한국농촌경제연구원은 "우리나라의 신선편의식품 시장은 아직도 초기 수준"이라며 "그만큼 성장 가능성이 크고, 1인가구·맞벌이가구가 늘어날수록 소비자들의 관심은 더욱 커질 것"이라고 전망함.

따라서 시장 성장세에 따른 정부의 다각적 지원과 현실적 규제 완화 등 뒷받침이 필요하다는 지적임. 농업계와 식품업계는 신선편의식품 시장을 신성장 동력으로 예의주시하고 있고, 특히 신선편의식품이 다른 가정간편식(HMR) 품목보다 원물이 차지하는 비중이 크다는 이유에서 농업계의 기대가 높기 때문에 신선편의식품 시장이 국산 농산물의 대량 소비처로 정착할 수 있도록 정부가 다각적인 지원책을 마련해야 한다는 주장이 힘을 받고 있음. 예로 신선편의식품 포장 및 가공기술 개발이나 산지·제조업체·유통업체를 잇는 네트워크 구축, 저리로 농산물 구매자금을 지원하는 대책이 필요하다는 것임.

신선편의식품에 적용되는 위생기준이 지나치게 까다롭다는 의견도 주지해야 함. 식품공전에 따르면 신선편의식품의 대장균 허용치는 1g당 10마리이고 이 기준은 1g당 100마리 이하로 규정한 영국이나, 원칙적으로 대장균 미검출을 요구하지만 강제가 아니라 지침으로 유연하게 운

영하는 일본보다 매우 엄격한 수준인 것임. 소비자의 건강과 먹거리 안전이 무엇보다 중요한 가치임에는 동의하지만 현실에 맞지 않는 지나친 규제는 시장을 위축시킬 수 있다는 우려도 있음. 또 다른 의견으로는 강화되는 식품안전 관련 기준과 더불어 식품제조업체들에게 시설현대화도 동반되어야 하기에 정부의 지원을 통해 소규모 업체의 재정 부담을 줄이는 다양한 방안들이 촉진되어야 한다는 의견도 다수임. 이에 농식품부에서도 국민의 건강과 안전한 먹거리 확보를 도모하면서도 농업계와 식품업계가 상생 발전할 방안을 찾기 위해 다각화 검토가 진행되고 있다고 보고됨.

국내 대기기업의 경우 SPC삼립은 '신선편의식품' 사업을 신성장동력으로 육성해 오는 2020년까지 관련 매출 1천억원을 달성하고, 회사 매출을 4조원으로 끌어올리겠다는 비전을 발표함. SPC삼립 대표이사는 "샐러드, 간편과일 등 신선편의식품 시장은 매년 30%이상씩 고속 성장하는 시장으로 향후 성장 잠재력이 무한하다"며 "최근 가동을 시작한 'SPC프레쉬푸드팩토리'를 중심으로 신선편의식품 시장을 적극 공략해 종합식품회사로 한 단계 더 도약할 것"이라고 강조함.

이와 관련 SPC삼립이 총 420억원을 투자해 충북 청주시 흥덕구 산업단지에 1만 6천m² 규모(건물면적)로 건립한 'SPC프레쉬푸드팩토리'는 다양한 신선편의식품을 생산하는 '멀티 팩토리'로 가공채소, 소스류, 음료베이스, 제빵용 필링 등 200여 품목을 연 1만3000톤 생산할 수 있는 규모임. SPC프레쉬푸드팩토리의 핵심 생산 품목은 샐러드, 샌드위치에 사용되는 양상추, 로메인, 샐러리, 토마토 등 가공채소로 월 평균 가공량이 500톤 수준임.이 외에도 비가열 냉장주스 및 음료베이스와 토마토 페이스트, 마요네즈, 머스터드, 드레싱 등의 다양한 소스류도 생산하고 있음.현재 원료 위주로 공급하고 있는 가공채소를 향후에는 완제품 샐러드로 확대해 여러 유통망을 통해 공급할 계획이고, SPC그룹이 운영하는 샐러드 전문점인 '피그 인 더 가든(Pig In the Garden)'을 샐러드 제품 전문 브랜드로 육성해 시장 선점에 나설 것이라고 발표함. 이외 파리바게뜨, 던킨도너츠 등 전국 6천 여 개 SPC그룹 매장을 통한 캡티브 마켓을 중심으로 외부 거래 비중을 꾸준히 확대할 계획이라 발표함(출처:파이낸셜리뷰 <http://www.financialreview.co.kr>)

SPC삼립은 전국 편의점에 샐러드 완제품인 '피그인더가든 볼샐러드(Bowl Salad)' 5종을 출시하며 '2020년 신선편의식품 매출 1000억원' 목표 달성을 위한 제품을 론칭함. 소용량 및 간식용 샐러드 등 다양한 제품을 출시해 신선편의식품 시장을 선점할 것이라는 계획이라 함. 피그인더가든 볼샐러드는 '가든 볼샐러드' '치킨커틀렛 볼' '오리엔탈쉬림프 볼' '콤포 볼샐러드' '치킨시저 볼샐러드'로 구성됐으며, 4~5가지 채소와 토핑으로 식사대용으로도 가능하며 가격은 5종 모두 4800원임(출처:식품음료신문<http://www.thinkfood.co.kr>)



대기업 이외에 지역 주력 농산물을 이용한 신선편이식품도 다양한 제품으로 출시되고 있음. 특히 당 연구과제에서 해결하고자 하는 조각사과를 2017년부터 본격 판매하고 있는 동안동농협이 대표적임. 동안동농협은 농업법인과일드림(주)를 제조사로 하여 조각사과를 포함하여 다양한 사과 가공품을 판매하고 있음. 조각사과의 전국 900개 초등학교로 급식용으로 확대 납품 중이며, 90g짜리 1봉지(사과 반개 분량)를 1,000원에 판매하고 있음.



<동안동농협 조각사과 가공시설에서 씨방을 제거한 후 6~10개로 쪼개 비타민C 처리한 조각사과를 포장하고 있는 사진> 2018.11.13 (사진=뉴시스DB)

동안동농협에 따르면 간식용 조각사과 공급이 사업착수 2년 만에 도내 15개 시·군을 비롯해 울산시, 대구시, 부산시 전역 등 총 900개 초등학교(학생수 3만 5000여명)로 확대됐다고 함. 이 같은 안정적인 대량 수요처 확보로 안동지역 사과농가의 소득 향상은 물론 2016년 말부터 가동을 시작한 동안동농협 조각사과 가공시설도 인력 추가고용 등 지역일자리 창출 효과도 얻고 있음.

소비자들이 간편하게 즉석에서 위생적으로 먹을 수 있도록 세척·소독 과정을 거쳐 씨방을 제거한 후 6~10개 조각으로 쪼개 비닐 포장하는 시설을 구축했지만, 절단공정이 수작업이 동반되는 반자동 설비로 구성되어 생산 효율 증대에는 한계가 있는 실정임.

동안동농협은 조각사과의 수요가 증대되면서 안동사과의 꾸준한 대량 소비처 확보는 물론 지역농가 소득향상 및 30여 명의 추가고용 효과까지 거두고 있다고 보도함.



<동안동농협에서 생산된 다양한 종류의 '조각사과' 제품들(출처 : 뉴시스, 과일드림 블로그)>
 제조원 : 농업회사법인 과일드림(안동시 와룡면), 브랜드명 : 애플진
 판매가 : 1.000원/90g, 3조각(사과 반개)

○ 핵심기술

당과제에서의 애로사항 해결기술의 핵심은 다음의 4가지로 구분하여 제안할 수 있음

- 향산화제 시너지 효과 발굴
- 향산화제 재활용 기술 개발
- 심지 유래 사과즙의 수율 증대 기술 개발
- 심지 유래 사과즙의 품질 향상 공정 개발

상기 4가지 기술들에 대한 현장 적용 현황 및 기술 개발 내용을 요약하면 다음의 표와 같음.

적용기술	AS IS	TO BE
<ul style="list-style-type: none"> • 향산화제 시너지 효과 발굴 	<ul style="list-style-type: none"> • 비타민C 단독처리 : 냉장 유통 1주일 전후 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 비타민과 유기산 병행 사용 : 원가절감 및 냉장 유통기한 연장 기대
<ul style="list-style-type: none"> • 향산화제 재활용 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 사용 후 버림 	<ul style="list-style-type: none"> • 심지 활용 제품의 생산 공정에 적용하여 생산 원가 절감
<ul style="list-style-type: none"> • 심지 유래 사과즙의 수율 증대 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 단순 분쇄 착즙 : 낮은 수율(70~80%), 여과 공정 작업 로드 큼(막힘현상) 	<ul style="list-style-type: none"> • 효소 반응을 이용한 착즙 : 높은 수율(90%이상), 추출박 부산물 수분함량 감소, 여과 공정 속도 높음
<ul style="list-style-type: none"> • 심지 유래 사과즙의 품질 향상 공정 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 공정 중 효소 제어 및 온도관리 없음 : 침전물 다량 발생, 점도의 증가, 변색 촉진 	<ul style="list-style-type: none"> • 공정 중 효소 제어 및 온도 조절 : 침전물 최소화, 점도의 감소, 산성당 함량 감소, 갈변 최소화

2. 연구수행 내용 및 결과

조각사과 제조공정 개선 및 심지 활용 제품 사업화

1. 서론

사과는 세계 3대 과실로서 2017년도 통계청 자료에 따르면 국내에서도 연간 40만톤 이상의 생산량을 유지하고 있으며 재배 사과 품종 중 가장 많은 부분을 차지하는 품종은 "Fuji" 품종으로 전체 사과 품종 중 35% 이상의 사과 품종이 재배되고 있음. 이는 "Fuji" 사과의 여러 장점을 통해 확인되었는데 Fuji 사과는 다른 사과 품종에 비해 당도가 높고 상온 유통 기간 및 저온 저장 시에 저장성이 길며 저장 한계성이 높은 이점을 가지고 있으므로 가장 많이 재배 및 판매 되는 실정임¹.

최근 well-being, well-ness 등의 건강에 관련된 트렌드와 천연 식품에 대한 사회적 관심이 증가함에 따라 신선절단 (Fresh-cut) 과실과 채소류의 소비도 증가하는 추세임. 따라서 국내 신선 편의 식품 시장의 성장 폭은 매년 가파르게 증가하고 있으며, 농림축산식품부에 따르면 2011년 601억 원의 시장규모에서 2015년 956억원대로 5년동안 59%의 증가 폭을 가짐. Fresh-cut 이란 세척, 박피, 절단 등과 같이 단순 처리만을 하는 가공기술을 말하며² 필요한 경우 일부 식품 및 첨가물을 더하여 형태 그대로 섭취할 수 있는 단순 가공식품을 말함. Fresh-cut 과일 같은 경우 특히, 사과의 경우엔 효소적 갈변, 조직의 연화, 미생물 번식 등에 의해 품질 저하되는 단점을 극복해야하는 과제가 수반됨³.

특히, Polyphenol oxidase (PPO), Peroxidase (POD) 등의 산화 촉진 효소를 통해 사과의 갈변이 진행되며⁴, 기존의 Fresh-cut 제조 공정 시 ascorbic acid 등의 화학적 처리를 통해 갈변을 억제하는 방식이 많이 채택되어 왔음⁵. 본 과제에서는 Vitamin C Mixture (Food freshly, Germany)의 처리를 통해서 사과 갈변을 억제하였으며, 냉장 보관 시 8일이상 제품의 품질을 유지하며 기존의 원가보다 10% 이상의 절감의 목표에 대한 연구를 진행하였음.

Fresh-cut 사과 제조시 사과 한 개당 직경 15 mm의 심지가 부산물로 버려짐. 이때 발생된 사과의 심지는 원료 중량대비 10~20% 수준이며 이에 따른 폐기 처리 비용 및 환경 문제 등의 여러 문제가 발생함. 부산물로서의 심지를 심지 주스로 재가공하여 부가가치의 창출과 폐기 처리 비용의 감소 등의 여러 이점을 가지고 올 수 있음. 그러나, 아직 심지 주스에 대한 연구가 미비한 실정이라 심지 주스의 제조 공법을 확립하며 품질 향상을 위한 최적화 공정 개발 연구에 중점을 두었음.

과일 주스는 보통 원료 - 선별 - 세척 - 절단 - 착즙 - 여과 - 조합 - 살균 - 제품의 공정과정을 거쳐 제조됨⁶. 보통의 공정에서 절단 및 착즙 후의 공정에서 항산화제를 투여하여 갈변을 억제하지만⁷ 본 연구에서는 원료의 절단 후 항산화제가 첨가된 침지 액을 통해 갈변을 억제 후 추가적으로 착즙 후의 공정에서 항산화제를 투여하여 갈변정도를 확인하였음.

과일 주스는 크게 clear type 과 cloud type으로 구분됨. Clear type 주스는 펙틴 등의 부유물을 galacturonase, pectinase 등의 여러 효소를 통해 제거하여 clear type의 형태로 만들어지는 주스를 말함⁸. 이와 다르게 cloud type 주스는 효소를 처리하지 않고 착즙한 그대로의 상태로 가공하여 제품으로 출하하는 타입의 주스임⁹. 소비자들의 건강 지향적 사고 방식과 천연적이며 과일 천연의 식감이 존재하는 cloud type의 주스를 더 선호하는 경향이 증가함¹⁰. 따라서, 본 연구에서는 효소를 따로 처리하지 않고 살균처리한 cloud type의 사과 주스를 통해 실험에 임하였음.

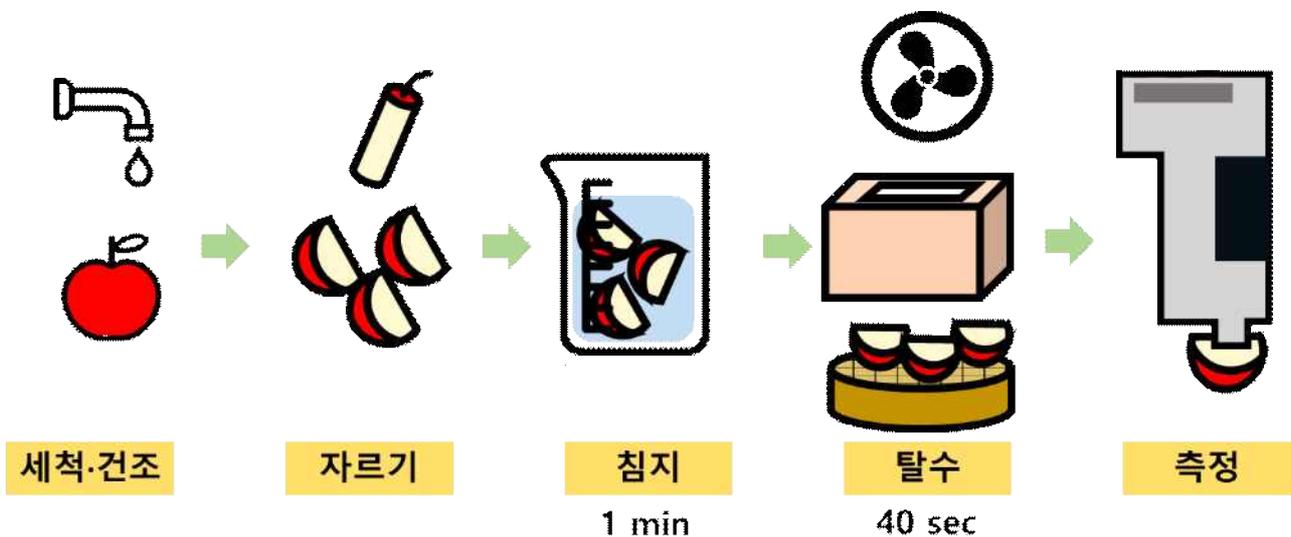
2. 재료 및 방법

2.1. 실험 재료

본 실험에 사용한 사과는 '후지(Fuji)' 품종을 충청북도 충주시에서 구입하여 상온에 보관하며 일주일 이내에 사용하였음. 시료는 외관 상태가 양호하고 무게가 200~250 g 인 것으로 선별하여 세척 후 건조시켜 사용하였음.

2.2. 사과 갈변 측정 실험

2.2.1. 조각사과 제조법



사과를 세척 후 절단된 사과 심지의 크기가 7.5 mm가 될 수 있도록 균일하게 절단하였으며 절단된 사과는 총 8조각이며 10초 이내에 침지 용액에 담가 1분동안 침지 공정을 거침. 침지 용액에 사용된 갈변 억제제는 갈변억제제로 많이 사용되는 Vitamin C Mixture; VCM (Food freshly, Germany)를 사용하였으며 현재 공정에 사용되고 있는 VCM의 함량은 4% 임. 본 실험에서는 VCM의 처리 농도를 1%, 2%, 3%, 4%로 세분화 하여 원가 절감의 최적 농도를 확인하였음. 또한, VCM의 농도를 10배 희석하여 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4%와 결과를 비교하였음. 그리고 VCM과 Citric acid; Cit, Phytic acid; PA와의 시너지 효과를 확인하였음. 보관은 각각 냉장(4°C), 상온(22~27°C), 가속(30~35°C) 조건 하에서 진행하였음. 유통기한 목표는 8일까지이며 안전 계수를 고려하여 10일까지 측정하였으며 상온, 가속 보관 시에 곰팡이가 생길 시 측정을 종료하고 폐기 처리하였음.

2.2.2. 색도 및 갈변도

색도는 백색판($Y=94.2$, $x=0.3167$, $y=0.3336$)으로 보정된 chromameter (CR400, Minolta Co., Japan)을 사용하여 사과 절단면의 L (lightness), a (redness), b (yellowness) 값을 각각 4반복 측정하였음. 또한 갈변도는 BI (Browning Index) 값으로 계산하였음¹¹. BI 계산법은 아래와 같음.

$$x = (a + 1.75 \times L) \div (5.645 \times L + a + 3.012 \times b)$$

$$BI = 100 \times (x - 0.31) \div 0.172$$

$$\Delta BI = BI_t - BI_0 \quad (BI_t = t \text{ min value, } BI_0 = 0 \text{ min BI value})$$

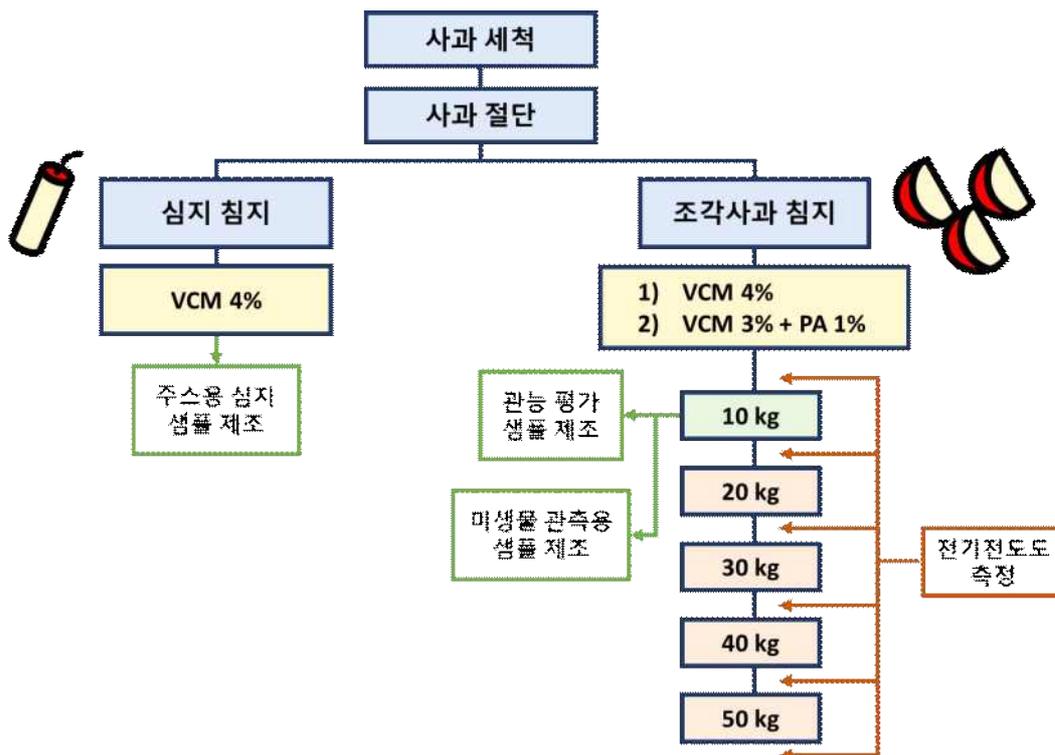
2.2.3. 침지액 전기 전도도, pH 측정

4% VCM 침지 용액 1L를 시료로 사용하여 절단된 사과 5개 침지 할 때마다 전기 전도도 측정하였으며 총 30개 사과에 대해 반복하여 실험에 진행하였음. 또한, 침지 하기 전, 후의 pH를 측정하였음. 사용한 전기전도도는 Conductivity meter (CM-31P, TOADKK, Japan)을 이용하여 측정하였으며 pH는 pH meter (Orion Star A211, Thermo Scientific, USA)를 통해 시험에 임하였음.

2.2.4. 관능 평가

농가생활협동조합 공장에서 제조하였으며 침지 용액을 다르게 한 사과를 이용하여 관능평가를 진행하였음. 각 샘플은 기존에 판매했던 VCM 4% 침지액에 침지된 사과와 VCM 3%+PA 1% 침지액에 침지된 사과를 대상으로 하였으며 관능 평가 대상자는 20~40대의 소비자 34명을 대상으로 종합적 기호도, 색, 식감, 단맛, 신맛의 다섯 가지 항목을 대상으로 1점~9점까지의 선호도 평가를 진행하였음. 본 실험에 사용된 사과는 판매되는 용기에 저장하여 냉장 보관 1일 후에 평가에 임하였음. 선호도 평가의 bias를 배제하고자 샘플을 난수로 표기하였으며, 각 사과 순서도 랜덤 배치하여 평가에 임하였음.

2.2.5. 공장 제조 실험



조각사과를 농가생활협동조합에서 대량으로 제조하여 실험에 임하였음. 기존의 조각사과 제조법인 VCM 4%에 침지하여 10 kg, 20 kg, 30 kg, 40 kg, 50 kg별로 조각사과 절단 및 침지하였으며 3 kg의 침지 액에 침지 후 침지액의 전기전도도를 측정하였음. 또한 본 실험의 목표인 원가 절감 10%의 침지 액인 VCM 3%+PA 1%에 침지하여 동일한 방법으로 제조 및 전기전도도 측정하였음. 조각 사과 제조 후 남은 심지는 심지 주스에 사용하였음.

본 실험에서 제조된 조각사과를 이용하여 0 kg, 10 kg, 20 kg, 30 kg, 40 kg 침지 후 나온 조각사과 마다 색차를 측정하여 침지 할수록 침지 용액 별 갈변억제율의 변화를 확인하였음.

2.2.6. 미생물 측정 실험

식품 공전 신선편의식품 제품 규격인 대장균 수를 통해 유통기한 설정 실험을 진행하였으며 그 방법은 각 용액에 침지한 조각 사과 10 g을 각각 stomacher용 멸균 필터백에 넣고 희석수 90 ml를 넣은 후 3 분간 stomacher로 균질화 하여 필터에 거른 것을 10^{-1} 로 희석한 것으로 하고, 이를 10배 희석하여 10^{-2} 로 함. 10^{-1} 과 10^{-2} 를 각각 $n=3$ 으로 하여 진균용 필름 배지 (3M petrifilm yeast and mold count plate, 3M, USA)에 1 ml씩 중앙에 수직으로 접종하였음. 균질화 된 샘플을 대장균용 필름 배지 (3M petrifilm *E.coli*/Coliform count plate, 3M, USA)과 진균용 필름 배지 (3M petrifilm yeast and mold count plate, 3M, USA)에 접종 후 누름판을 이용하여 눌러준 후 배양함. 식품 공전에서 신선편의식품의 대장균 규격은 $n=5$, $c=1$, $m=10$, $M=100$ 이며, 진균 규격은 공전에 표기되어 있지 않음.

2.2.7. 시중 판매 조각사과 색차 측정

시중에서 판매되고 있는 조각 사과 중 유사한 항산화제를 사용한 제품(하루한컵헬스, 농업회사법인 푸드팩토리(주), 경상북도 김천시)을 선별하였으며 제품의 설정된 유통기한이 지난 후 색 값을 측정하여 갈변억제율을 확인 하였음.

2.2.8. 농가생활협동조합 공정 라인 별 세부 사진

조각 사과 제조 공정 과정



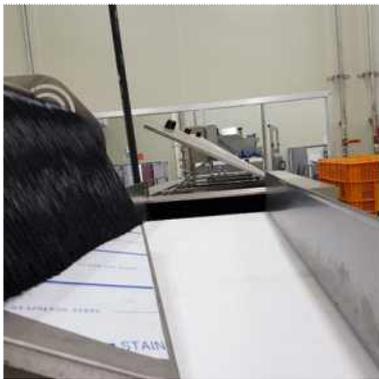
0. 공정 전 근무자들 소독



1. 사과 1차 세척



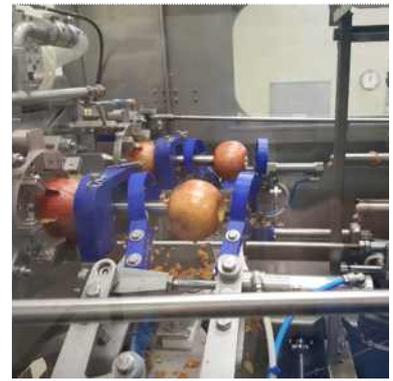
2. 스프레이 세척 (2차 세척)



3. 이동



4. 절단



5-A 조각사과 부산물 제거



5-B. 사과심지 분리 및 침지



6. 조각사과 이동



7. 조각사과 갈변억제 용액 도포



갈변억제 용액 배관



8. 조각사과 탈수 및 배출

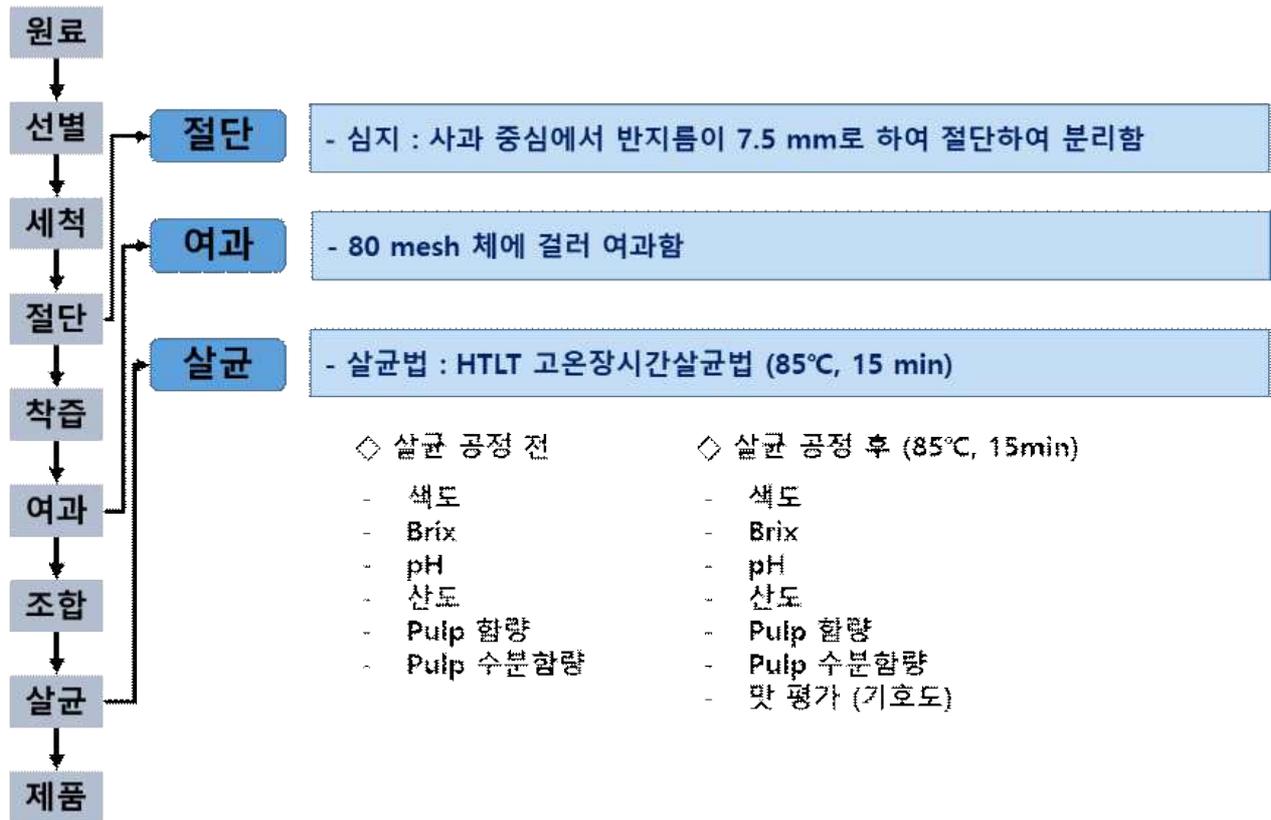


9. 조각사과 포장



2.3. 사과 주스

2.3.1. 사과 심지, 과육 주스 제조 방법



사과 주스는 사과 부위별로 전체 사과 주스 (Whole Apple Juice), 사과 심지 주스 (Apple Core Juice), 사과 과육 주스 (Apple Flesh Juice)로 구분하여 제조하였음. 원료를 절단하여 4% VCM 용액에 침지 후 착즙기 (H-AIT-LBF20, Hurom, Korea)를 이용하여 착즙하였음. 착즙된 시료에 VCM 미처리 군과 0.01%, 0.05%의 VCM 처리 군으로 구분 후 80 mesh 체에 걸러 부유물 제거 후 주스의 수율을 측정하였음. 제조된 주스를 Poly propylene(PP) 재질의 용기 파우치에 충전 후 사과 향을 첨가한 그룹과 첨가하지 않은 그룹을 비교 하였으며 첨가한 사과 향은 사과향(1601450, Aromaline, 경기 성남시)을 0.1% w/w의 양으로 첨가하였으며 충전된 사과주스는 HTST 공법(85°C, 15 min)으로 살균처리하여 최종 제품으로 하여 실험에 임하였음.

사용된 사과 향의 규격서는 아래와 같음.

최종 검사 성적서		결	작성	검토	승인
		재	/	/	/
품명	사과향 1601450				
제조일자	2020.05.26				
고객명	고려대학교				
출고량					
LOT NO.					
검사일	2020.05.26	검사원	박슬비		
항목	규격	분석결과	비고		
성상	무색~미황색의 액상	양호	육안 검사		
향취	특유의 사과향취	양호	관능 검사		
비중(d_{20}^{20})	0.93~1.03	0.9904	Meter WBA-504		
굴절률(n_D^{20})	1.36~1.46	1.4218	Meter WBA-504		
비소	3.7ppm 이하	불검출	식품첨가물 공전 IV. 일반 시험법		
납	2.6ppm 이하	불검출	식품첨가물 공전 IV. 일반 시험법		
아로마라인(주) 연구소 주소 : 경기도 성남시 중원구 갈마치로 234 SK아파트형공장 413호, 610호, 611호 Tel. (031)734-7744 Fax. (031)734-7747				판정	
양식 ALP-803-02(1)		아로마라인(주)		A4(210×297mm)	

2.3.2. pH, brix, 산도, 당산비

최종 완성된 시료는 살균 처리 군과 미처리 군으로 구분하여 pH, 가용성 고형분 함량, 산도 측정하였으며 맛의 지표 중의 하나인 당산비를 계산하였음. 가용성 고형분 함량은 Pocket refractometer (Refractometer PAL-1, ATAGO, Japan) 기기를 이용하여 측정하였으며 적정 산도는 시료를 20 g을 취한 후 0.1 N NaOH 로 Phenolphthalein 변색 기준인 pH 8.2까지 적정하여 소비된 양을 사과 내 가장 많은 함량을 포함하고 있는 malic acid로 환산하여 나타냄¹². 또한 당산비는 산도에서 brix 값을 나눠 계산하였음.

$$\text{산도 (\%)} = (0.0067 \text{ (g)} \times 0.1 \text{ N NaOH 소모량 (mL)} \times 100) \div \text{시료 량 (g)}$$

$$\text{당산비} = \text{산도} \div \text{brix}$$

2.3.3. Total polyphenol

총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis 법을 변형하여 측정¹³하였다. 시료 0.2 mL 를 시험관에 취하고 여기에 0.2 mL Folin-Ciocalteu's phenol reagent를 첨가 후 3분간 실온에 방치함. 3분 후 10% Na₂CO₃ 0.4 mL을 가하여 혼합하여 증류수 4 mL 첨가하여 실온에서 한 시간 방치한 후 725 nm에서 흡광도를 spectrophotometer (Lambda 35 UV/VIS spectrometer, PerkinElmer, USA) 이용하여 측정함. 이때 총 폴리페놀 화합물은 gallic acid (Sigma Aldrich Co., USA)를 이용하여 작성한 표준 곡선으로부터 함량을 구함.

2.3.5. ABTS, DPPH 라디칼 소거능

2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)(ABTS) 소거 활성은 Re 등의 방법¹⁴을 변형하여 실험하였음. 시험용액의 제조는 증류수에 7 mM ABTS와 2.45 mM potassium persulfate를 동량으로 첨가하고, 상온에서 24시간 방치하여 ABTS 양이온을 형성시킨 후, 이 용액을 734 nm에서 흡광도의 값이 0.70(±0.02)이 되도록 에탄올로 희석하였음. 그 다음 시료의 여러 농도에 희석한 ABTS+ 용액을 0.8 mL에 시료 0.2 mL를 가하여 6분 동안 반응시켜 흡광도를 spectrophotometer 통해 측정하였음.

DPPH 라디칼 소거능은 Blois의 방법¹⁵에 준하여 안정한 free radical인 DPPH 라디칼에 대한 시료 용액과의 전자공여 효과에 의해 DPPH 라디칼이 감소하는 정도를 분광광도계로 측정하였음. 0.1 mM DPPH 용액 950 μL와 시료 50 μL를 혼합하고 실온에서 30분간 방치한 후 spectrophotometer를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였음. DPPH 라디칼 소거 활성은 ascorbic acid를 표준물질로 하여 표준 곡선을 통해 antioxidant capacity를 계산하였음. 계산 방법은 아래와 같음.

$$\text{Antioxidant capacity} = 100 - 100(\text{Abs} - \text{Abs}^{\circ})$$

$$\text{Equivalence of Vitamin C per sample} = \text{mg Vitamin C} / \text{g Sample}$$

2.3.6. Pulp 함량 및 수분함량

사과 주스 내의 pulp 함량은 20 g 의 시료를 1800 rpm, 15분 동안 원심분리하여 상등 액을 제거 후 남은 고형분의 무게를 pulp의 무게로 하여 계산하였음. Pulp의 수분함량은 수분함량 측정기 (Electronic moisture analyzer, MA160, Satorius, Japan)을 사용하여 측정하였음. 측정 방법은 120 °C 에서 수분을 모두 제거하여 남은 중량 비로 계산하였음.

23.7. 호기성 일반 균 수, 진균수

사과 주스 중의 호기성 일반 균 수 측정은 PCA (plate count agar, DIFCO) 배지 법으로, 진균류는 PDA (potato dextrose agar) 배지에 시료 100 µL씩 취한 후 37°C에서 24시간 배양 후 균 수를 측정함. 시료는 살균 후 유통기한 기준인 10일 이후에 측정하였으며 살균처리 군과 미처리 군으로 구분하여 측정함.

23.8. 시중 판매 사과즙 특징

본 실험에서 제조된 사과 주스와 시중에서 판매중인 사과즙의 특성을 비교하고자 하였음. 시중에서 판매중인 사과즙은 영농조합법인 제조 사과즙, YJ (충청북도 청주시), 충주팜 제조 사과즙, CJ (충청북도 충주시), 일오삼 식품 제조 사과즙, IS (세종특별자치시 조치원읍)을 시료로 사용하였음. 제조된 주스의 타입은 YJ, IS는 cloudy type 주스, CJ는 clear type 주스이며 각각 pH, Brix, 산도, 당산비를 측정하여 본 실험에서 제조된 샘플과 비교하였음.

23.9. 관능 평가

시중 판매 사과 즙에서 주스의 타입, 당산비 등의 지표를 통해 선정된 주스와 제조된 주스와의 선호도 평가를 하였음. 관능 평가 대상자는 20~40대의 소비자를 대상으로 종합적 기호도, 사과 향, 색, 단맛, 신맛의 다섯 가지 항목을 대상으로 1점~5점까지의 선호도 평가를 진행하였음. 본 실험에 사용된 사과 주스는 미리 냉장 보관하여 4~7°C의 제조 후 3일 지난 후 평가에 임하였음. 선호도 평가의 bias를 배제하고자 샘플을 난수로 표기하였으며, 각 주스 순서도 랜덤 배치하여 평가에 임하였음.

23.10. 농축액 제조

제조된 사과 심지 주스를 농축기를 사용하여 기존의 사과주스보다 Brix 지표가 4배가 되는 시점에 종료하여 농축액을 제조하였음. 본 농축액의 살균법은 HTST 공법¹⁶을 통해 살균 진행하였으며 농축액 제조 후 유통기한 설정을 위하여 대장균 수, 진균 수를 측정하였음.

23.6. 주스 및 농축액 미생물 측정 실험

식품 공전 신선편의식품 제품 규격인 대장균 수를 통해 유통기한 설정 실험을 진행하였으며 그 방법은 포장까지 완료된 사과 주스와 농축액을 각각 n=3으로 하여 진균용 필름 배지 (3M petrifilm yeast and mold count plate, 3M, USA)에 1 ml씩 중앙에 수직으로 접종하였음. 균질화 된 샘플을 대장균용 필름 배지 (3M petrifilm *E.coli*/Coliform count plate, 3M, USA)과 진균용 필름 배지 (3M petrifilm yeast and mold

count plate, 3M, USA)에 접종 후 누름판을 이용하여 눌러준 후 배양함. 식품 공전에서 과채 주스의 대장균 규격은 $n=5$, $c=1$, $m=0$, $M=10$ 이며, 진균 규격은 공전에 표기되어 있지 않음.

24. 통계처리

본 연구에서 얻은 결과를 SPSS 통계 프로그램 (Version 25.0)을 이용하여 통계 분석을 실시하였음. 기술 통계를 이용하여 평균과 표준 오차 (standard error)로 표기하였으며 각 그룹간의 차이는 일원배치 분산분석 (ANOVA)를 통해 계산하였으며 후 처리 방식은 Duncan 방식을 통해 계산하였음. 또한 그룹간의 일대일 비교는 독립 표본 T 검정을 통해 계산하여 통계 표시하였음.

3. 결과 및 고찰

3.1 조각 사과 갈변 측정 실험

3.1.1 조각 사과 냉장 보관시 갈변도 확인

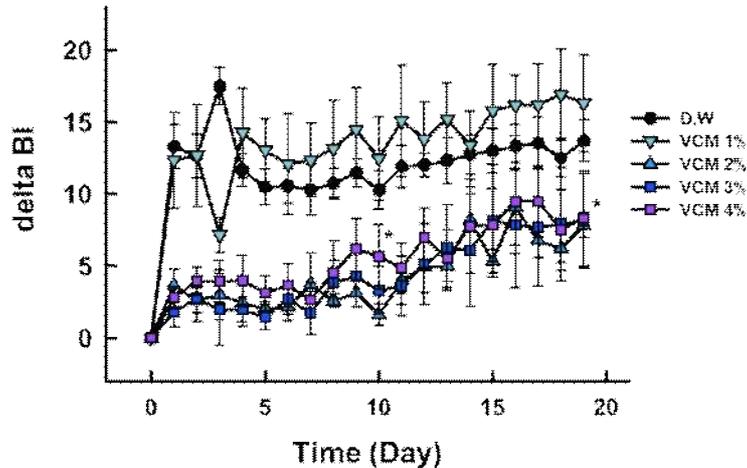


Fig. 1. Evolution of browning index ($\Delta BI = BI(t) - BI(t = 0 \text{ min})$) in apple treated with D.W, VCM (Vitamin C Mixture) 1%, 2%, 3%, 4% for 1 minute. Each treatment repeated 4 times.

- 위 결과는 침지 용액을 D.W, VCM 1%, 2%, 3%, 4%로 제조하여 조각사과를 침지 후 냉장 보관하여 매일 동일한 시간에 색차계로 측정하여 BI 값을 계산하였음. 그 후 0일차 BI 데이터 값을 빼주어 ΔBI 값을 계산하였음.

- 유통기한 설정 기간인 10차의 BI 값은 각각 D.W 10.29 ± 1.31 , VCM 1% 12.49 ± 2.90 , VCM 2% 1.61 ± 0.76 , VCM 3% 3.31 ± 1.64 , VCM 4% 5.67 ± 2.25 임. 각 그룹에서 D.W와 VCM 1%와의 유의적 차이를 보이지 않았음. 이는 VCM 1%의 농도에서는 갈변 억제력을 하지 못하는 것으로 파악됨. VCM 2%, 3%, 4%에서는 D.W 그룹과 통계적 차이를 확인할 수 있는데 이를 통해 VCM 농도를 기존의 4%에서 더 낮춰 2%, 3%에서도 갈변 억제가 진행됨을 확인할 수 있음.

- 추가적으로 10일 이후에도 냉장보관 시 갈변 억제율을 확인하였음. 20일 이후에는 미생물 생육으로 인해 더 이상 갈변율을 확인할 수 없었음. 19일에서의 BI값은 각각 D.W 13.71 ± 1.47 , VCM 1% 16.31 ± 3.38 , VCM 2% 7.86 ± 0.87 , VCM 3% 8.16 ± 3.27 , VCM 4% 8.31 ± 3.29 로 계산됨. 이 결과는 10일차 BI 결과에서와 같이 D.W, VCM 1%은 갈변이 많이 진행되었으며, VCM 2%, 3%, 4%의 BI값은 D.W 값 보다 더 낮은 값을 확인할 수 있음. 이는 4%의 VCM 침지 용액을 사용할 경우 농도가 VCM 2% 까지 낮아졌을 때도 재활용

가능성을 확인할 수 있음. VCM은 1 kg 당 4만원으로 단가가 계산되는데 VCM 4%의 침지 용액 1L 제조 시 VCM만 계산하였을 때 1600원으로 계산됨. 2%, 3%로 침지 용액의 농도를 낮춰서 사용할 경우 각각 50, 75%의 단가 절감 효과를 보일 것으로 예상됨.

3.1.2 조각 사과 냉장, 상온, 가속 보관 시 갈변 억제율 확인

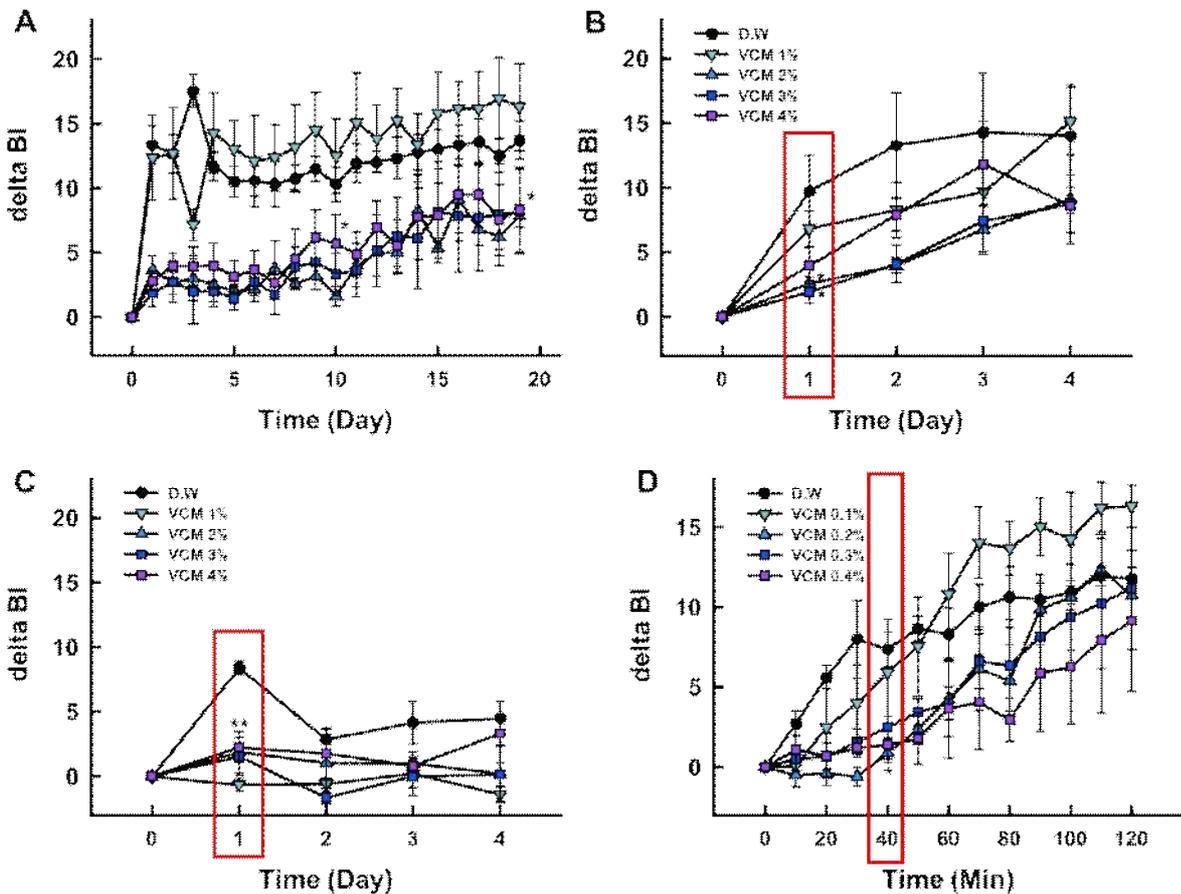


Fig. 2-A, B, C, and D. Evolution of browning index ($\Delta BI = BI(t) - BI(t = 0 \text{ min})$) in apple treated with D.W, VCM (Vitamin C Mixture) 4%, 3%, VCM 3% + PA (Phytic acid) 0.8%, 1.0%, 1.2% for 1 minute. Each treatment repeated 4 times. Statistical significance compared with D.W group was determined by *t*-test. * $P < 0.05$

- 위 Fig. 2-A, B, C는 침지 용액을 D.W, VCM 1%, 2%, 3%, 4%로 제조하여 조각사과를 침지 후 각각 냉장 (A, 4°C), 상온 (B, 22~27°C), 가속 (C, 33~37°C) 조건하에 보관하여 매일 동일한 시간에 색차계로 측정하여 BI 값을 계산하였음. 그 후 0일차 BI 데이터 값을 빼주어 delta BI 값을 계산하였음. Fig. 2-D 그래프는 침지 용액을 D.W, VCM 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4% 제조하여 0분부터 120분까지 10분 간격으로 색차계로 측정하여 delta BI 값 계산한 그래프임.

- Fig 1과 Fig 2-A와 동일한 그래프이며, Fig. 2-B, C 그래프 모두 4일차 이후부터 사과 표면에 곰팡이가 생겨 측정을 중지하였음. 상온 보관인 Fig. 2-B의 1일차 데이터는 D.W 9.74 ± 2.77 , VCM 1% 6.82 ± 1.4 , VCM 2% 2.59 ± 0.52 , VCM 3% 1.94 ± 0.89 , VCM 4% 3.96 ± 1.40 의 값을 확인할 수 있음. 보관 후 1일차부터 냉장 보관의 10일, 19일 데이터와 유사하게 D.W, VCM 1%가 BI 값이 높으며 VCM 2%, 3%, 4%는 BI 값이

높은 경향을 확인 할 수 있음. 또한, 가속 보관 조건 하에서 (Fig. 2-C) BI 값은 D.W 8.40±0.50과 비교하였을 때 VCM 2% 1.88±1.6, VCM 3% 1.53±1.45, VCM 4% 2.24±1.20와 유의적으로 차이남을 확인할 수 있었음. 이를 통해 상온, 가속 조건에서는 1일 경과 후 갈변이 진행됨을 확인할 수 있음.

- 상온, 가속 결과 값에서 상온 측정 BI 값이 가속 측정 BI 값보다 높은 경향성을 확인할 수 있는데 이는 사과 갈변 효소인 Peroxidase의 active temperature가 25~30°C이며 30°C 이상 보관시에 효소 활성도의 급격한 감소로 인하여 나타난 결과로 확인할 수 있음¹⁷.

- Fig. 2-D는 Fig. 2-A의 VCM농도보다 1/10배로 제조하여 침지 후 120분 이내로 delta BI값을 계산하였음. Fig. 2-A의 10일, 19일 데이터와 Fig. 2-D의 침지 후 30~40분 후의 delta BI 값이 비슷한 경향을 나타냄을 확인할 수 있음. 특히 40분 후의 결과값은 각각 D.W 7.36±1.10, VCM 0.1% 5.92±3.33, VCM 0.2% 0.87±0.60, VCM 0.3% 2.48±0.68, VCM 0.4% 1.40±0.90이며 Fig. 2-A의 경향성과 유사하게 D.W그룹의 값이 VCM 0.2%, VCM 0.3%, VCM 0.4% 결과값보다 더 낮은 경향성을 확인할 수 있음. 이를 통해 갈변억제제를 10배 희석 후 침지할 경우에도 고농도 침지 할 경우와 유사한 경향성을 확인할 수 있음.

3.1.3 조각 사과 VCM 과 다른 유기산 첨가시 시너지 효과 확인

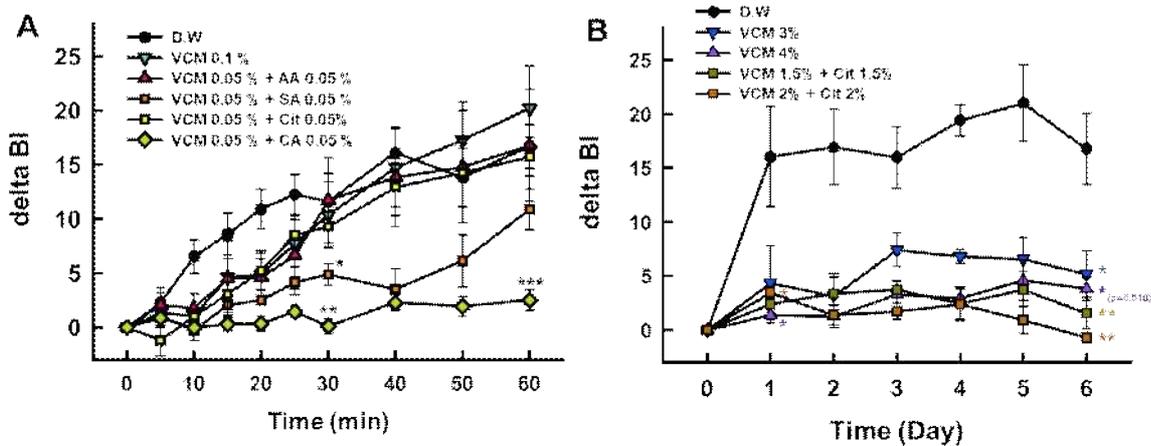


Fig 3-A, B. A are evaluated browning index ($\Delta BI = BI_t - BI_0$) in apple treated with Raw, DW, VCM(Vitamin C Mixture) 0.1%, VCM 0.05% + Ascorbic acid 0.05%, VCM 0.05% + Sodium Ascorbate 0.05%, VCM 0.05% + Citric acid 0.05%, VCM 0.05% + Calcium ascorbate 0.05% and B showed that browning index ($\Delta BI = BI(t) - BI(t = 0 \text{ min})$) in apple treated with Raw, DW, VCM (Vitamin C Mixture) 3%, 4%, (VCM + Cit (Citric acid)) 3%, 4% for 1 minute. Each treatment repeated 4 times. Statistical significance compared with DW group was determined by *t*-test. * $P < 0.05$

- Fig. 3-A는 DW 침지 용액 그룹과 VCM 0.05% + Ascorbic acid 0.05% (AA0.05%), VCM 0.05% + Sodium ascorbate (SA 0.05%), VCM 0.05% + Citric acid 0.05% (Cit 0.05%), VCM 0.05% + Calcium ascorbate 0.05%(CA 0.05%)의 비율로 침지 용액을 제조하여 조각사과 침지 후 갈변도를 delta BI로 나타낸 그래프임.

- Fig. 3-A의 실험은 이전의 실험인 Fig. 2-A, D와 비교하였던 것처럼 각 유기산과의 농도를 낮춰 경향을 확인하였으며, 경제성, VCM과의 갈변 억제 시너지를 확인하여 농도를 높여 본 실험에 임하였음. D.W 그룹과 VCM 0.1% 용액 침지 후 조각 사과 갈변율은 30분의 결과는 각각 D.W 11.60 ± 2.60 , VCM 0.1% 10.37 ± 3.07 로 유의적 차이를 보이지 않으며 이는 Fig 2-A의 결과와 유사한 경향성을 나타냄. 또한, 침지 후 30분 후의 결과에서 D.W와 유의적 차이를 보이는 결과는 각각 VCM 0.05%+Cit 0.05% 9.29 ± 1.85 , VCM 0.05%+SA 0.05% 4.88 ± 0.98 , VCM 0.05%+CA 0.05% 0.12 ± 0.70 임. 이를 통해 Citric acid, Sodium ascorbate, Calcium ascorbate과 VCM을 동일한 농도로 첨가하였을 경우 저농도의 VCM만 처리하였을 경우보다 조각 사과 갈변 억제율이 더 높은것으로 사료됨. 이는 Citric acid은 조각사과에 첨가시 PPO 억제를 통해 갈변 억제를 하며¹⁸, 여러 장점은 generally recognized as safe(GRAS)에 등록되어

다양한 채소 및 과일 신선 식품에 사용되고 있으며¹⁹, 천연 과일류 특히, 사과에도 다량 함유되어 있어 사과 특유의 맛과 향을 크게 변화시키지 않는 장점이 알려져 있음¹⁸. 또한, Citric acid는 UV, Ascorbic acid 등과 함께 다양한 처리를 하였을 경우 갈변 억제 효과가 증진된다고 알려져 있음²⁰. Sodium ascorbate, calcium ascorbate 모두 PPO 활성 억제제로 갈변 억제함²¹으로 알려져 있어 delta BI가 감소함을 알 수 있음. 경제적인 측면과 유기산의 여러 장점들을 참고하였을 때 citric acid를 VCM과 같이 첨가 후 색도 변화를 통해 유통기한 실측실험을 진행하였음.

- Fig. 3-B는 채택된 citric acid와 VCM의 농도를 높여 실측 실험에 임하였음. 침지 용액은 D.W, VCM 3%, VCM 4%, VCM 1.5%+Cit 1.5%, VCM 2%+Cit 2%로 제조하여 조각 사과를 각 침지용액에 침지 후 매일 색도를 측정하며, 그 값을 delta BI로 나타내었음.

- Fig. 3-B의 결과는 D.W 처리시 높은 delta BI 값을 나타내며 VCM 및 VCM과 citric acid 같이 제조한 침지액에 침지한 사과의 delta BI값은 모두 1일차부터 D.W 그룹보다 낮은 유의적인 결과를 확인할 수 있음. 1일차의 결과값은 D.W 16.04±4.61, VCM 3% 4.36±3.43, VCM 4% 1.38±0.75, VCM 1.5%+Cit 1.5% 2.40±0.29, VCM 2%+ Cit 2% 3.45±0.57임. 또한, 이 결과에서 마지막 날인 6일차의 결과는 각각 D.W 16.76±3.28, VCM 3% 5.17±2.17, VCM 4% 3.81±1.08, VCM 1.5%+Cit 1.5% 1.54±1.46, VCM 2%+ Cit 2% -0.74±0.47로써 VCM만 처리한 그룹보다 VCM과 Citric acid 함께 처리한 그룹의 delta BI 값이 유의적으로 낮음을 확인할 수 있음. 따라서 Citric acid를 VCM과 같이 첨가할 경우 경제성의 이점과 갈변 억제제로서의 이점을 확인할 수 있음.

3.1.4 조각 사과 VCM 과 phytic acid 첨가시 시너지 효과 확인

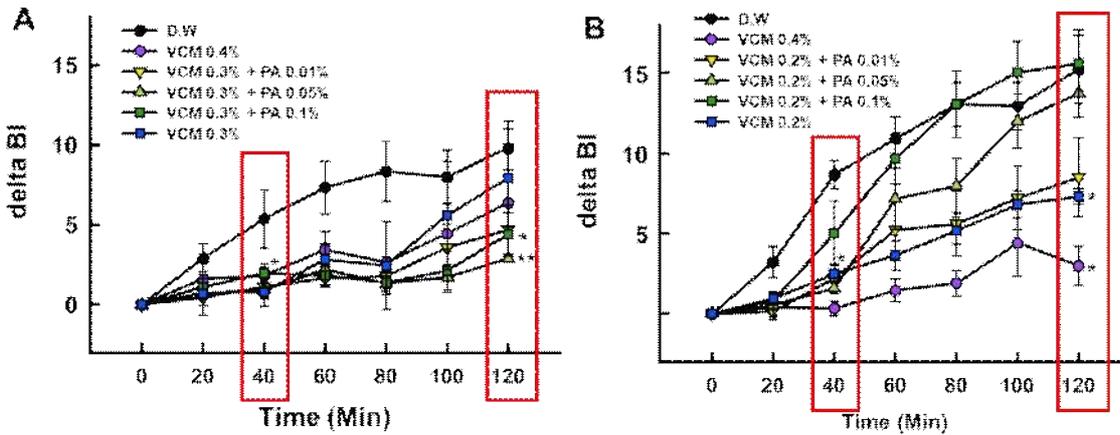


Fig 4-A, B. A are evaluated browning index ($\Delta BI = BI(t) - BI(t = 0 \text{ min})$) in apple treated with D.W, VCM (Vitamin C Mixture) 0.4%, 0.3%, VCM 0.3% + PA (Phytic acid) 0.01%, 0.05%, 0.1% and B are showed that browning index ($\Delta BI = BI(t) - BI(t = 0 \text{ min})$) in apple treated with D.W, VCM (Vitamin C Mixture) 0.4%, 0.2%, VCM 0.2% + PA (Phytic acid) 0.01%, 0.05%, 0.1% for 1 minute. Each treatment repeated 4 times. Statistical significance compared with D.W group was determined by *t*-test. * $P < 0.05$

- Fig. 4-A, B의 그래프는 조각 사과 갈변 억제 효과가 있는 유기산 중 phytic acid를 첨가하여 갈변 억제율을 확인하였음. Fig. 4-A는 조각 사과를 D.W, VCM 0.4%, VCM 0.3%+PA 0.01%(Phytic acid 0.01%), VCM 0.3%+PA 0.05% (Phytic acid 0.05%), VCM 0.3%+PA 0.1% (Phytic acid 0.1%), VCM 0.3%의 제조된 침지 액을 통해 침지 후 조각 사과 갈변율을 delta BI 값으로 환산하여 나타내었음. 또한, Fig. 4-B 는 조각 사과를 D.W, VCM 0.4%, VCM 0.2%+PA 0.01%(Phytic acid 0.01%), VCM 0.2%+PA 0.05% (Phytic acid 0.05%), VCM 0.2%+PA 0.1% (Phytic acid 0.1%), VCM 0.2%의 제조된 침지 액을 통해 침지 후 조각 사과 갈변율을 delta BI 값으로 환산하여 나타내었음. 위의 농도는 phytic acid 첨가시 사과의 산도 변화의 최소 값으로 하여 기준점 (PA 0.1%)을 잡고 측정하였음.

- Fig. 4-A의 그래프의 40분 데이터의 경향성을 확인해 보면 D.W 5.36 ± 1.83 과 다른 데이터인 VCM 0.4% 1.80 ± 0.5 , VCM 0.3%+PA 0.01% 1.10 ± 0.73 , VCM 0.3%+PA 0.05% 0.93 ± 0.51 , VCM 0.3%+PA 0.1% 1.96 ± 0.61 , VCM 0.3% 0.79 ± 0.87 과의 유의적인 차이를 확인할 수 있음. 이는 Fig. 2-D의 D.W, VCM 0.3%, VCM 0.4%와의 유사한 경향성을 확인할 수 있음. 또한, 120분 데이터는 D.W 9.81 ± 1.66 과 VCM 0.3% 4.42 ± 1.34 , VCM 0.4% 7.93 ± 3.0 의 유의적인 차이를 확인할 수 없었으나 VCM 0.3%+PA 0.01% 4.68 ± 1.55 , VCM 0.3%+PA 0.05% 2.90 ± 0.22 , VCM 0.3% +PA 0.1% 4.42 ± 1.34 와는 유의적인 차이를 확인할 수 있었음.

이는 VCM 갈변 억제 매커니즘과 Phytic acid의 갈변 억제 매커니즘과의 시너지한 경향을 시사함. 특히, Phytic acid는 금속이온의 킬레이트 작용을 통해 갈변을 억제하는 비효소적 갈변 억제와 PPO를 직접 억제하는 효소적 갈변 억제제로서의 역할을 함이 선행 연구에서 연구되어 있음²². 이를 바탕으로 실측 실험을 통해 VCM과 Phytic acid의 갈변 억제율을 확인할 예정임.

- Fig. 4-B는 VCM 함량을 낮춰 경제성을 높이는 방법으로 예비실험을 진행하였음. 40분의 데이터에서 보았듯이 D.W 침지한 사과의 delta BI는 8.67 ± 0.88 이며 VCM 0.3% 2.48 ± 0.56 , VCM 0.4% 0.33 ± 0.46 의 값을 가지며 Fig. 2-D와 유사한 경향성이 확인됨. 또한, 120분 데이터에서 D.W 15.23 ± 2.13 과 VCM 0.3% 7.31 ± 0.49 , VCM 0.4% 2.98 ± 1.22 를 통해 delta BI값이 유의적으로 차이를 보이지만 PA를 첨가한 그룹인 VCM 0.2%+PA 0.01% 8.51 ± 2.47 , VCM 0.2%+PA 0.05% 13.75 ± 1.49 , VCM 0.2%+PA 0.1% 15.61 ± 2.11 에서는 D.W 그룹과 유의적인 차이를 보이지 않음. 따라서 VCM 0.3%와 PA를 첨가한 침지 용액을 농도를 높여 실측 실험에 임할 예정임.

3.1.5. 조각 사과 VCM 과 Phytic acid 첨가시 시너지 효과 확인

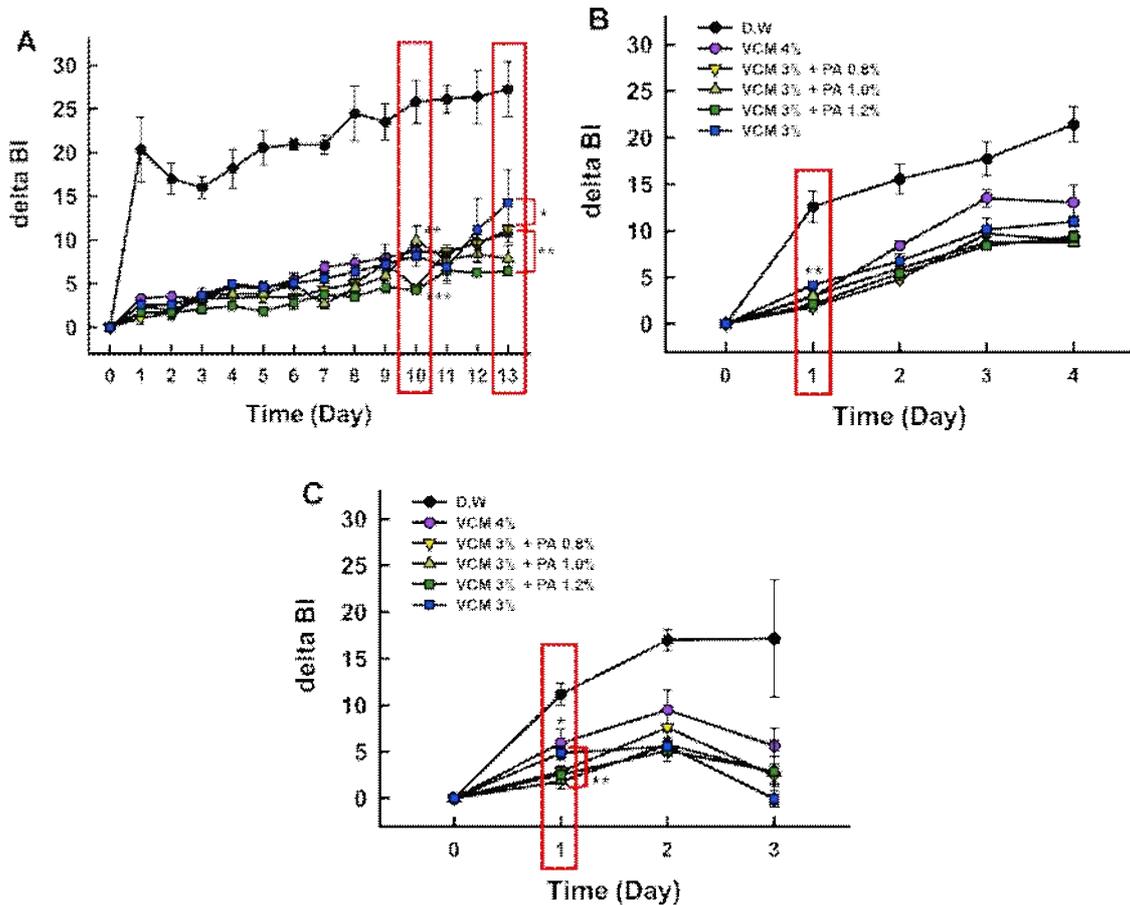


Fig 5-A, B and C. Evolution of browning index ($\text{delta BI} = \text{BI}(t) - \text{BI}(t = 0 \text{ min})$) in apple treated with D.W, VCM (Vitamin C Mixture) 4%, 3%, VCM 3% + PA (Phytic acid) 0.8%, 1.0%, 1.2% for 1 minute. Each treatment repeated 4 times. Statistical significance compared with D.W group was determined by *t*-test. * $P < 0.05$

- Fig. 4의 결과에서 VCM과 PA를 첨가하였을 때 Fig. 4-A의 결과 (VCM 0.3%)가 Fig. 4-B의 결과 (VCM 0.2%)보다 더 나은 경향을 확인할 수 있음. 따라서 Fig. 4-A의 결과 값을 통해 VCM과 PA의 농도를 10배 높여 보관 기간을 길게하여 실측 실험에 임하였음.

- Fig. 5-A, B, C는 침지 용액을 D.W, VCM 4%, VCM 3%+PA 0.8%, VCM 3%+PA 1.0%, VCM 3%+PA 1.2%로 제조하여 조각사과를 침지 후 각각 냉장 (A, 4°C), 상온 (B, 22~27°C), 가속 (C, 33~37°C) 조건하에 보관하여 냉장 조건은 매일 상온, 가속조건에서는 2일마다 동일한 시간에 색차계로 측정하여 BI 값을 계산하였음. 그 후 0일차 BI 데이터 값을 빼주어 delta BI 값을 계산하였음. Fig. 4-A와 달리 Phytic acid 농도를 다르게한 이유는 Phytic acid의 농도를 0.1%, 0.5% 첨가시 염이 생겨 Phytic acid의 농도를 높여

서 진행함. VCM 3%+PA 0.1%의 pH는 4.93, VCM 3%+PA 0.5%의 pH는 4.57, VCM 3%+PA 1.0%의 pH는 4.35 였으며 세가지 침지 용액 중 VCM 3%+PA 1.0%만 염이 생기지 않았음. VCM 3%+PA 0.1%에 1 M HCl 용액을 첨가하여 pH 4.40부터는 염이 생기지 않는 현상을 보임. 따라서 Phytic acid 첨가 농도를 염이 생기지 않는 최적 pH에 맞춰 VCM 3%+PA 0.8% (pH4.48), VCM 3%+PA 1.0% (pH4.35), VCM 3%+PA 1.2% (pH 4.26)으로 실측 실험에 임하였음.

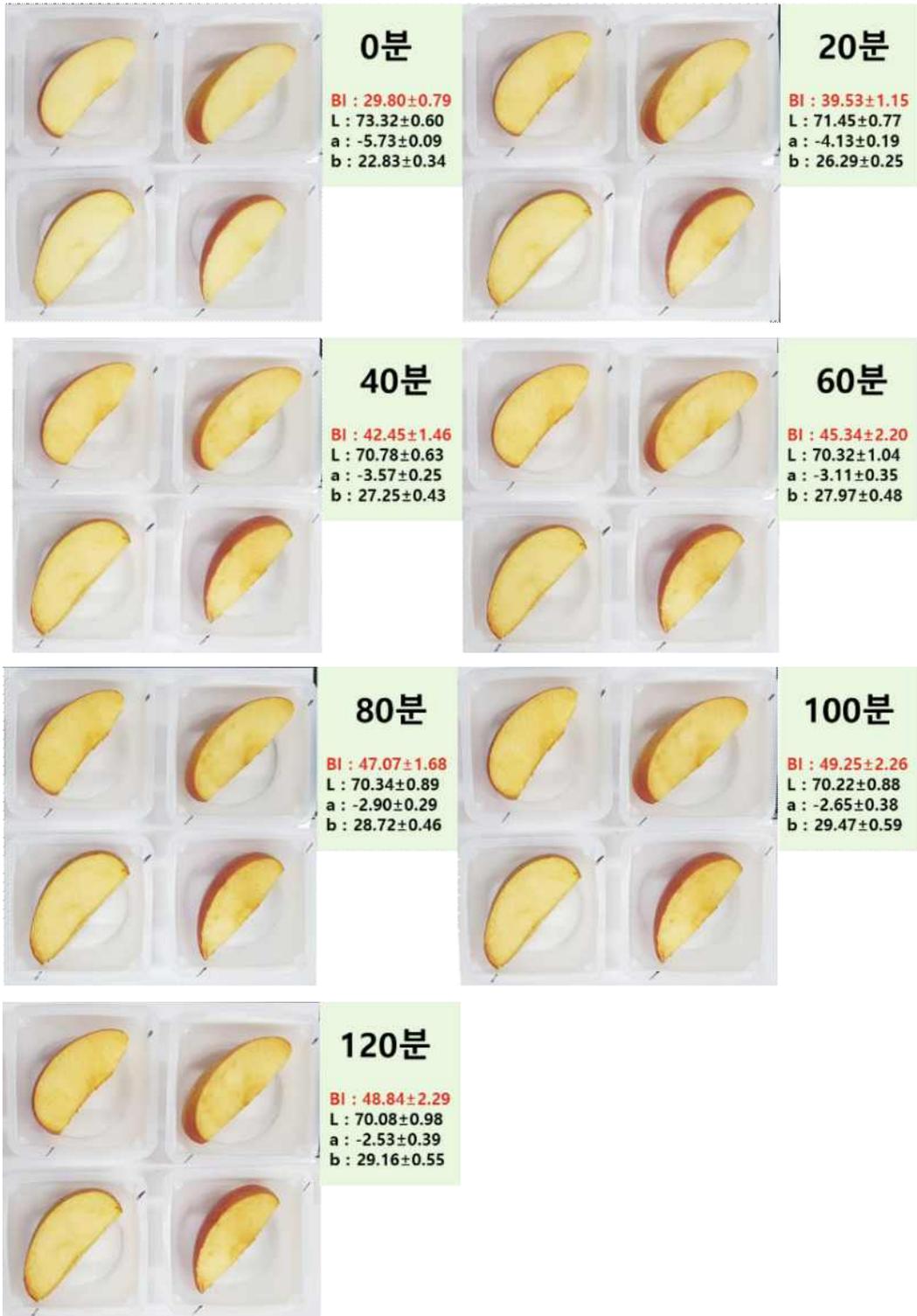
- Fig. 5-A의 냉장 보관시 그래프에서 본 실험의 유통기한 최적 목표인 10일 차 데이터를 확인하면 D.W 침지 용액의 조각 사과 delta BI 값은 25.80±2.49이며 VCM 3% 8.18±1.15, VCM 4% 8.73±1.10, VCM 3%+PA 0.8% 4.59±0.21, VCM 3% +PA 1.0% 9.97±1.65, VCM 3%±PA 1.2% 4.23±0.24로 모두 유의적인 차이를 확인할 수 있음. 또한 D.W를 제외한 각 그룹은 VCM 3%+PA 1.2%의 그룹이 다른 그룹에 비해 낮은 delta BI 값을 확인할 수 있음. 이를 통해 VCM 3%와 Phytic acid 1.2%의 침지 용액이 가장 갈변을 효과적으로 억제함을 확인할 수 있음. 또한, 실험의 마지막 일차수인 13일 데이터를 통해 D.W 27.23±3.11 침지 용액과 VCM 3% 14.26±3.74, VCM 4% 10.74±1.03, VCM 3% +PA 0.8% 4.59±0.21, VCM 3%+PA 1.0% 7.88±1.47, VCM 3%+PA 1.2% 6.45±0.54를 통해 유의적인 차이를 확인할 수 있으며 또한 10일차 결과와 유사한 경향성인 VCM 3%+PA 1.2%가 가장 낮은 delta BI 값을 가짐을 확인할 수 있음. 이를 통해 VCM 3%+PA 1.2%의 침지 용액이 최적의 갈변 억제능을 보임.

- Fig. 5-B, C는 각각 침지 후 상온, 가속 보관 하에서 delta BI 값을 나타내었음. 상온에서는 5일 이후에, 가속조건에서는 4일 이후에 사과 표면에 균이 증식하여 실험을 종료하였음. 상온에서 1일차 D.W 침지 후 사과의 delta BI 값은 12.58±1.64이며 각 데이터는 VCM 3% 4.18±0.30, VCM 4% 2.89±0.19, VCM 3%+PA 0.8% 1.81±0.39, VCM 3%+PA 1.0% 2.98±0.64, VCM 3%+PA 1.2% 2.13±0.45임. D.W와 모든 그룹에서 유의적인 차이를 보이며 특히 Fig. 5-A와 유사한 경향성인 VCM 3%+PA 1.2%에서 가장 낮은 delta BI 값을 확인할 수 있었음. 가속 조건하에서 1일차 데이터는 D.W 침지 후 사과의 delta BI 값은 11.18±1.20이며 각 데이터는 VCM 3% 4.85±0.72, VCM 4% 5.93±1.56, VCM 3%+PA 0.8% 2.86±0.22, VCM 3%+PA 1.0% 1.80±0.77, VCM 3%+PA 1.2% 2.33±0.96임. 가속 조건하에서도 냉장, 상온 조건과 유사한 경향성을 확인할 수 있음.

- 위의 실측 실험을 통해 VCM과 Phytic acid의 최적의 농도 조건은 VCM 3%+PA 1.2%임을 확인할 수 있음. VCM과 Phytic acid를 침지 용액을 사용시 1L, 4% VCM 침지 용액 기준 VCM 3%+PA 0.8%을 침지 용액 사용시 원가대비 15%, VCM 3%+PA 1.0%을 침지 용액 사용시 원가대비 12.5%, VCM 3%+PA 1.2%을 침지 용액 사용시 원가대비 10%임을 확인할 수 있음. 따라서 VCM 3%와 Phytic acid 1.2%의 침지 용매 제조시 본 실험의 목표인 원가절감 10% 달성할 수 있음을 시사함.

3.16 조각 사과 갈변도 측정

A



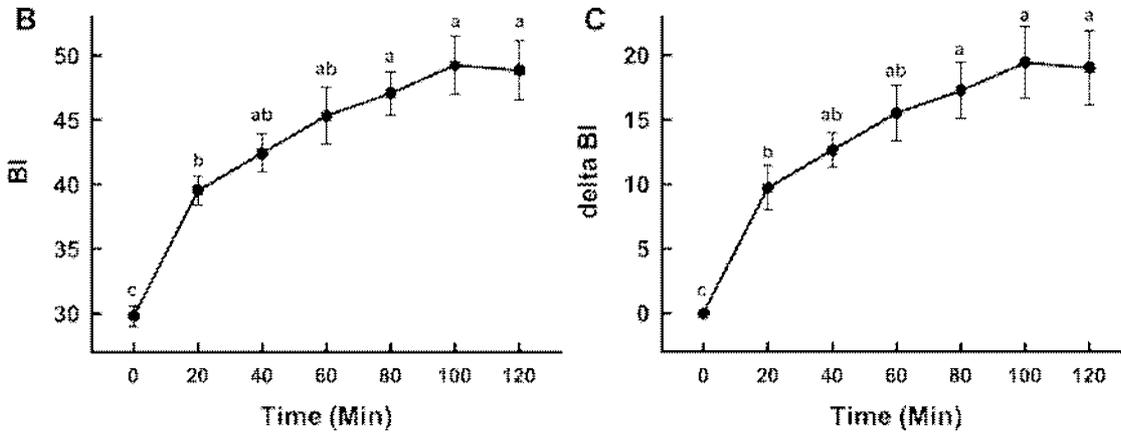


Fig. 6-A, B, and C. A picture are showed apple browning photo and BI values. B, C are depicted that evaluation of browning index ($\Delta BI = BI(t) - BI(t = 0 \text{ min})$) in raw apple at room temperature. The measurements were repeated 4 times. Statistical significance was determined by one-way ANOVA.

- Fig. 6-A는 BI 값으로 유통기한 설정 기준을 정하기 위한 실험으로써 절단 후 시간별 사진 및 BI, L, a, b 값을 표기하였음. 사진은 동일한 각도, 조도에서 촬영하였으며, 같은 품종 다른 4개의 사과를 비교, 측정하였음. 사과가 갈변이 진행될수록 빛의 명암을 지시하는 L 값이 낮아짐. 이와 대조적으로 a, b 값은 증가하는 이는 Polyphenol oxidase, Peroxidase의 효소적 작용으로 사과의 phenolic compound 내부의 산소가 감소하여 이와 같은 경향이 나타남⁹.

- Fig. 6-B, C는 각각 Fig. 6-A의 값을 BI, ΔBI 값으로 나타낸 그래프임. 절단 후 20분 이후부터 BI, ΔBI 값이 유의적으로 증가하며 ΔBI 의 값은 9.72 ± 1.71 임. 절단 후 80분 이후부터 linear한 그래프를 확인할 수 있으며 이때의 ΔBI 의 값은 17.27 ± 2.20 임. 이를 통해 사과 절단 후 갈변 진행 속도를 색차계를 통해 확인하였음.

3.1.7 시중 판매 조각사과 유통기한 이후 BI 측정 값

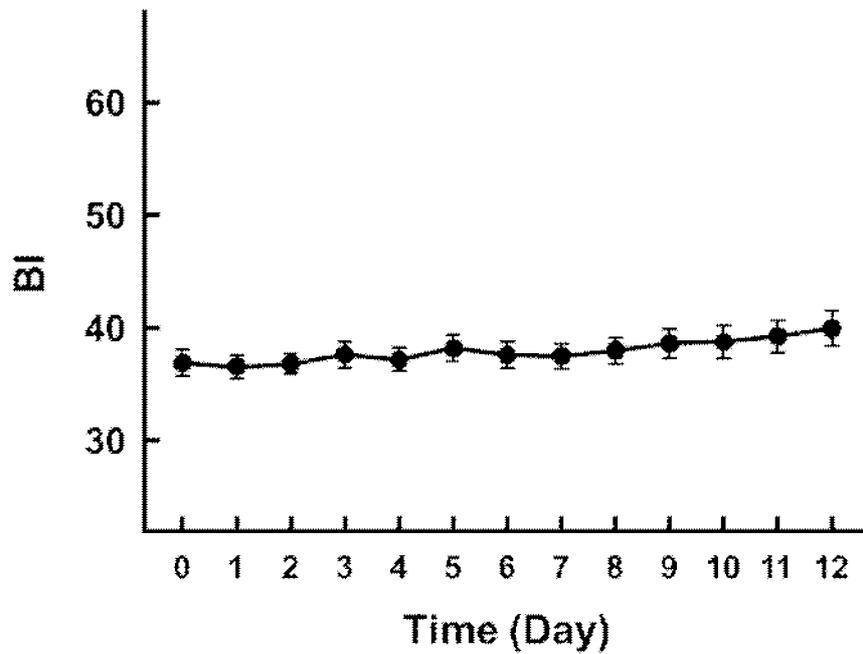


Fig. 7. Evolution of browning index in apples on the market stored under 10°C. The measurement repeated 10 times.

- Fig. 7.은 농업회사법인 (주) 푸드팩토리에서 Vitamin C로 침지한 후 제조, 판매되고 있는 조각사과를 구매하여 표기된 유통기한이 지난 시점을 0일로 하여 색 값을 측정하여 갈변율을 확인한 데이터임.

- 0일차는 36.91 ± 1.19 이며 12일차(39.94 ± 1.56)까지 유의적인 차이 없이 비슷한 수치를 확인할 수 있음. Fig. 6-B.의 20분 후 데이터인 BI 39.51 ± 2.15 와 대조하여 큰 차이를 보이지 않으며 이후부터 갈변진행율이 1차함수 곡선을 그리지 않고 로그 함수 그래프를 보이는 이는 갈변이 진행되더라도 색에서는 큰 차이를 보이지 않음을 의미함. 또한 이전 데이터인 VCM 4% 및 VCM 3%+PA 1% 역시 유통기한이 지나서도 BI 값에서 크게 변화가 없는 것으로 판단되어 이후 유통기한 설정 실험은 식품공전에서 제시하는 대장균 수를 통해 판단할 예정임.

3.1.8 조각 사과 침지 용액 전기 전도도 측정

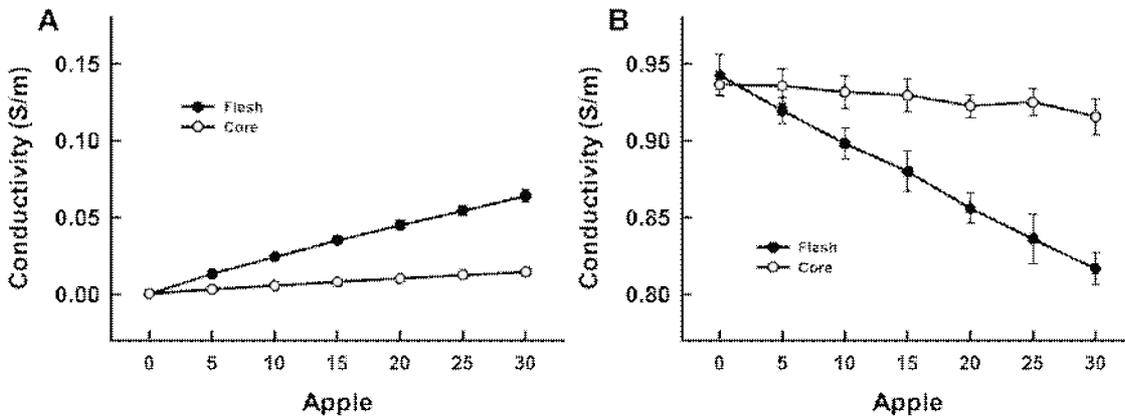


Fig. 8-A, B. Evolution of electrical conductivity when an apple is soaked in DW and VCM 4% for 1 minute. The treatment repeated 3 times.

- Fig. 8-A는 증류수에 총 30개의 사과를 조각 사과로 절단하여 사과 침지 후 5개의 사과 마다 침지 액의 전기전도도를 측정한 그래프임. 총 3번 반복 진행하였으며 과육과 심지를 각각 따로 침지하여 전기전도도를 확인하였음. Fig.87-B는 4% VCM 침지 용액 1 L에 Fig. 8-A와 같이 총 30개의 사과를 조각 사과로 절단하여 사과 침지 후 5개의 사과 마다 침지 액의 전기전도도를 측정하였으며 총 3번의 반복 실험을 진행하였음. 또한, 심지, 과육을 구분하여 침지 액에 침지 하였으며 이에 따른 결과를 그래프로 나타냄.

- Fig. 8-A의 그래프에서 심지, 과육 모두 증류수에 침지시 전기 전도도가 증가하는 경향을 확인할 수 있음. D.W의 전기전도도는 0.000 ± 0.000 S/m이며 사과 개수 기준 30개 침지 후 과육 침지 용액의 전기전도도는 0.064 ± 0.004 S/m이고 사과 심지 후 과육 침지액의 전기전도도는 0.014 ± 0.000 S/m임. 이는 침지 시 용액의 osmo-dehydrated의 영향으로 인하여 사과의 수용성 성분인 유기산과 당 등이 용출되어 전기전도도가 증가하는 경향을 확인할 수 있음²³.

- Fig. 8-B의 그래프를 통해 VCM 4%의 침지 용액에 심지, 과육을 침지 할 경우 전기전도도가 감소함을 확인할 수 있음. VCM 4%의 전기전도도는 0.942 ± 0.013 S/m 이며, 사과 개수 기준 30개 침지 후 과육 침지 용액의 전기전도도는 0.817 ± 0.011 S/m이고 사과 심지 후 과육 침지 용액의 전기전도도는 0.916 ± 0.012 S/m임. VCM 각 농도별 전기전도도는 1% 0.30 S/m, 2% 0.55 S/m, 3% 0.74 S/m, 4% 0.94 S/m으로 침지 용액 농도가 낮을수록 전기전도도도 감소함을 확인할 수 있음($R^2=0.9961$). 이를 통해 4% VCM 침지 용액에 사과 침지 시 전기전도도가 감소하며 사과를 다량 침지하여 침지 용액이 0.74 S/m 전기전도도 값을

가질 시 약 3%의 VCM 농도임을 유추할 수 있음. Fig. 2-A의 실험을 통해 2~3% VCM 침지 용액에서도 조각 사과 침지 할 경우 VCM 4%와 큰 차이를 보이지 않음을 통해 사용된 VCM 침지 용액의 재활용 가능성을 시사함. 추가로 공장에서 조각 사과 대량 생산 시 전기전도도가 낮아진 VCM 침지 용액에서의 갈변억제율을 확인할 예정임.

3.1.9 농가생활협동조합 침지 용액 별 전기전도도

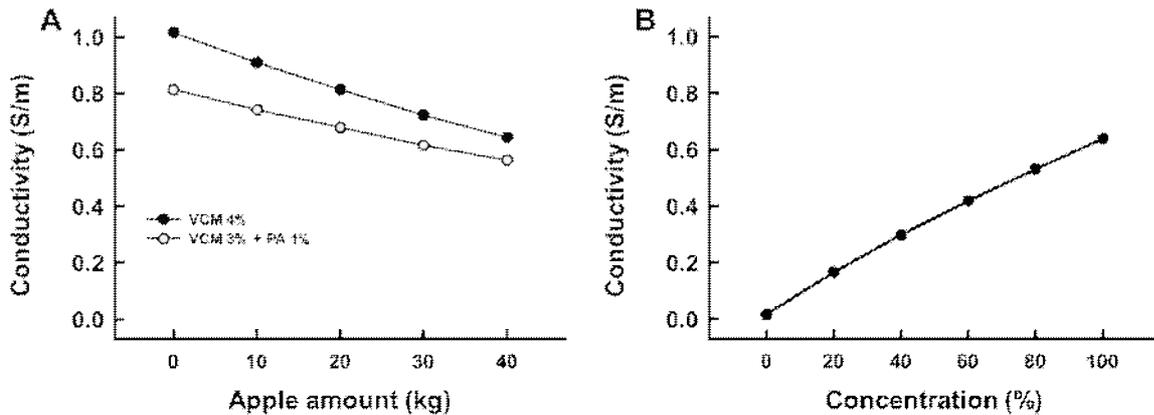


Fig. 9. Evolution of electrical conductivity when apples are soaked in VCM (Vitamin-C Mixture) 4% and VCM 3% + PA (Phytic Acid) 1% for 1 minute. B are evaluated in VCM 3%+ PA (Phytic acid) 1% solution and serial diluted VCM 3% + PA 1% by electrical conductivity. [The measurement repeated 3 times.]

- Fig. 9-A는 Fig. 10-A, B의 10 kg 단위로 조각 사과 침지 시 농가생활협동조합 공장에서 측정한 전기전도도 값임. 0 kg 부터 40 kg 까지 침지 하였을 경우의 전기 전도도의 수치를 나타내었음. 농가생활협동조합 공장의 정제수로 VCM 4% 침지용액 만든 후 초기 전기 전도도는 1.02 ± 0.00 이며 침지 할수록 10 kg 0.91 ± 0.00 , 20 kg 0.81 ± 0.00 , 30 kg 0.72 ± 0.00 , 40 kg 0.58 ± 0.00 의 결과로 감소하는 경향을 확인할 수 있음. 또한, 본 실험의 목표인 원가절감 10%의 침지 용액인 VCM 3%+PA 1%의 초기 전기전도도는 0.81 ± 0.00 의 값을 가지며 VCM 4% 보다 더 낮은 값을 가짐을 확인할 수 있음. VCM 3%+PA 1%의 전기전도도 경향성은 10 kg 0.74 ± 0.00 , 20 kg 0.68 ± 0.00 , 30 kg 0.61 ± 0.00 , 40 kg 0.56 ± 0.00 으로 VCM 4%와 동일하게 사과를 다량 침지 시 점점 감소하는 경향을 확인할 수 있음. 이를 통해 VCM 4%와 VCM 3%+PA 1% 침지 용액에 조각 사과를 침지하였을 경우 물질 성분이 바뀌는 것을 확인할 수 있음. 또한, 각 무게 별 침지 용액에 침지하였을 경우 갈변 억제율을 확인하여 침지 용액 재활용 가능성 및 활용 가능성을 확인할 예정임.

- Fig. 9-B는 증류수에 VCM 3% + PA 1%를 첨가하여 순차 희석 하였을 경우 전기전도도의 변화를 확인한 그래프임. 침지 액을 순차희석하여 나타내었을 경우 점점 전기전도도가 감소하는 경향을 나타내며 r^2 값은 0.9962 를 나타냄. 증류수의 전기전도도 0.0005 이며

농가생활협동조합에서 사용하는 정제수의 전기전도도는 0.0172 임. VCM 3%+PA 1%의 전기전도도는 0.64 ± 0.00 을 나타내는데 이는 정제수의 전기전도도와 증류수의 전기전도도의 차이로 인해 Fig. 9-A 의 수치와 차이 남을 시사함. 이 결과는 침지 액을 순차 희석을 통해 희석하여도 값이 일정하게 감소하는 경향을 확인 할 수 있음.

3.1.10 공장 제조 무게 별 침지 후 갈변 억제율 측정

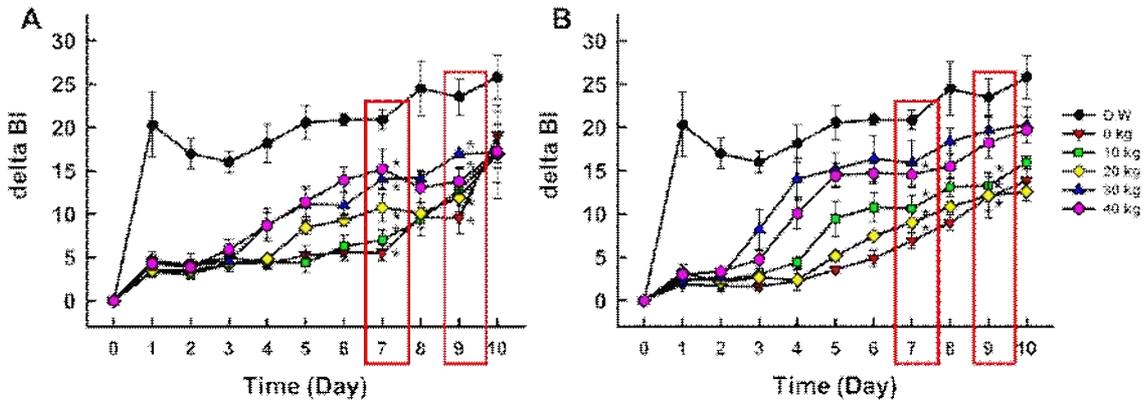


Fig. 10-A, B. Evolution of browning index ($\text{delta BI} = \text{BI}(t) - \text{BI}(t = 0 \text{ min})$) in apple treated with D.W, VCM 4%, and VCM 3%+PA 1% for 1 minute and stored under 10°C. Each treatment repeated 4 times. Statistical significance compared with D.W group was determined by *t*-test. * $P < 0.05$

- Fig. 10-A, B는 농가생활협동조합 공장에서 조각 사과 대량 생산 후 10 kg 단위 별로 동일한 침지 용액에 침지하여 갈변 억제율을 확인한 그래프임. Fig. 9.과 동일하게 실험하였으며 Fig. 10-A.는 VCM 4%의 침지 용액을 제조한 후 10 kg 마다 침지 한 사과를 꺼내 냉장 보관 후 매일 색 값을 측정하여 delta BI로 나타낸 그래프이며 Fig. 10-B.는 VCM 3% + PA 1%의 침지 용액을 제조한 후 10 kg 마다 침지 한 사과를 꺼내 냉장 보관 후 매일 색 값을 측정하여 delta BI로 나타내었음.

- Fig. 10-A.의 그래프에서 3 일차까지의 결과를 보았을 때 kg 별 Delta BI 값의 차이가 보이지 않음을 확인할 수 있으나 4 일 경과 시부터 점점 차이가 남을 확인할 수 있음. 4 일차부터 30 kg(4.57 ± 0.69), 40 kg(8.69 ± 1.45) 후 침지 용액에서 침지한 조각 사과의 색 값이 대조군인 D. W (16.02 ± 1.23)와 가까워짐을 확인할 수 있었음. 7 일차때부터 30 kg(13.98 ± 1.21), 40 kg(15.21 ± 2.27)의 Delta BI 값은 D.W 침지한 조각 사과와 유의적 차이는 보이지만 큰 차이가 나지 않았음. 그러나 용액 제조 후 처음 침지한 사과 7 일차 결과 delta BI 값(5.54 ± 0.93)은 0 일차 결과와 비교하여 큰 차이를 보이지 않았음. 침지 용액에 침지 할 수록 갈변 억제율이 감소함을 Fig. 10.을 통해 확인할 수 있음. 9 일차 결과는 대조군의 값(20.33 ± 1.10)과 비교하여 모든 그룹에서 유의적인 차이를 보이지만 0 kg(9.11 ± 2.73)을 제외한 모든 그룹에서 갈변이 많이 진행되고 11 일차 경과 시부터 썩는 현상이 시작됨을 확인할 수 있어 상품 가치가 떨어짐을 확인할 수 있음.

- Fig. 10-B.의 그래프는 Fig. 10-A와 비교하여 3 일차 부터 30 kg, 40 kg 의 Delta BI 값은 각 각 8.23 ± 2.29 , 4.73 ± 0.96 으로 0 kg 의 값인 1.62 ± 0.45 와 차이가 나기 시작함. 또한, Fig. 10-A 에서와 달리 4 일차부터 30 kg, 40 kg 의 침지 용액에 침지한 조각 사과 의 Delta BI 값은 대조군과 유사한 경향성을 확인할 수 있으며 7 일차에서는 0 kg (6.90 ± 0.90), 10 kg (10.62 ± 1.53), 20 kg (9.04 ± 1.16), 30 kg (15.92 ± 2.62), 40 kg (14.55 ± 1.52)의 값을 통해 0 kg, 10 kg 을 제외한 그룹에서 갈변억제율이 낮음을 확인할 수 있음. 11 일차부터 Fig. 10-A. 와 유사하게 모든 그룹에서 썩는 현상이 시작되어 상품 가치가 감소함을 확인할 수 있음.

- Fig. 9, Fig. 10.을 통해 침지 용액의 재활용 가능성과 그 시점에 대해 확인 할 수 있었음. 침지 용액을 재활용 시 Fig. 9.의 30~40 kg 의 전기전도도에서는 최대 3 일의 사과의 갈변 억제능을 가지며 이를 통해 빠르게 납품 및 소비되는 곳에 납품할 수 있는 장점을 가지며 오래 보관해야하는 경우 초기의 0~10 kg 의 전기전도도에서 침지 용액을 제조하여 제품을 생산하여 가격 경쟁적인 부분에서 이점이 존재함을 시사함.

3.1.11 대장균 수를 통한 유통기한 설정 실험

Table 1. Changes in the counts of E. coli (CFU/g) in fresh-cut apples during storage at 4°C. Each treatment repeated 3 times.

날짜	용액 희석 배수	D.W			VCM 3%			PA 1%			VCM 3% + PA 1%		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	10 ⁻¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10 ⁻²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	10 ⁻¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10 ⁻²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	10 ⁻¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10 ⁻²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	10 ⁻¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10 ⁻²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- Table 1. 은 사과를 DW 침지 용액 그룹과 VCM 3%, PA 1%, VCM 3%+PA 1% 침지 용액을 제조하여 조각 사과 침지 후 대장균의 수를 관측한 그래프임. 조각 사과는 개봉했을 때 미생물에 의한 오염을 방지하기 위해 0, 3, 6, 9, 12, 15일차 별로 각각 다른 용기에 냉장 조건 (4°C)으로 보관하였음. 각 조각 사과는 해당 날짜에 처음으로 용기를 개봉하여 샘플을 취했음.

- 식품 공전에서 신선편의식품의 규격은 대장균 n=5, c=1, m=0, M=100이며, 그 외에 황색포도상구균이 1 g당 100 이하, 살모넬라가 n=5, c=0, m=0/25g, 바실루스 세레우스 1 g 당 1,000 이하, 장출혈성 대장균이 n=5, c=0, m=0.25 g, 클로스트리디움 퍼프린젠스가 1 g 당 100 이하임. 이 중 황색포도상구균, 살모넬라, 바실루스 세레우스, 장출혈성 대장균, 클로스트리디움 퍼프린젠스는 SGS에 의뢰하여 분석한 시험결과로 대체하며, 대장균을 실험실에서 확인하였음.

- 0, 3, 6, 9, 12일차에서 D.W, VCM 3%, PA 1%, VCM 3%+PA 1% 용액에 침지한 조각사과에서 검출된 대장균의 수는 0으로, 식품 공전 기준에 부합함. 따라서 위 실험에 쓰인 조각사과는 제조시 대장균에 오염되지 않는 환경에서 제조 되었으며 유통기한 10일 이상으로 책정해도 무리 없다고 판단함.

3.1.12 진균 수를 통한 유통기한 설정 실험

Table 2. Changes in the counts of yeasts and molds (CFU/g) in fresh-cut apples during storage at 4°C. Each treatment repeated 3 times.

날짜	D.W	VCM 3%	PA 1%	VCM 3% + PA 1%
0	$0.67 \times 10^1 \pm 0.33$	$3.33 \times 10^1 \pm 0.88$	-	$9.67 \times 10^1 \pm 1.76$
3	$0.33 \times 10^1 \pm 0.33$	-	$0.67 \times 10^1 \pm 0.67$	$1.00 \times 10^1 \pm 0.00$
6	$1.02 \times 10^4 \pm 0.05$	$3.33 \times 10^3 \pm 0.48$	$2.00 \times 10^3 \pm 0.40$	$3.93 \times 10^3 \pm 0.27$
9	$1.07 \times 10^5 \pm 0.10^a$	$4.04 \times 10^4 \pm 0.49^b$	$3.50 \times 10^4 \pm 0.61^b$	$4.10 \times 10^4 \pm 0.70^b$
12	$4.90 \times 10^4 \pm 0.26^a$	$6.03 \times 10^4 \pm 0.67^a$	$1.39 \times 10^4 \pm 2.02^b$	$6.10 \times 10^4 \pm 0.26^a$

- Table 2. 는 사과를 DW 침지 용액 그룹과 VCM 3%, PA 1%, VCM 3%+PA 1% 침지 용액을 각각 제조하여 조각 사과 침지 후 냉장 보관 시 기간에 따른 진균의 수를 기입하였음. 조각 사과는 개봉했을 때 미생물에 의한 오염을 방지하기 위해 0, 3, 6, 9, 12, 15일차 별로 각각 다른 용기에 냉장 조건 (4°C)으로 보관하였음. 각 조각 사과는 해당 날짜에 처음으로 용기를 개봉하여 샘플을 취했음.

- 식품 공전에서 진균은 규격에 없으나, 앞선 실험에서 진균이 조각 사과의 유통기한에 영향을 주는 것을 확인하여 진균으로 조각 사과의 유통기한 설정 실험을 하였음.

- 각 항산화 포물라 용액에 따른 액체의 pH는 D.W 5.26, VCM 3% 5.32, PA 1% 1.68이며 VCM 3%+PA 1%의 pH는 4.32임.

- 위의 결과를 통해 확인하였듯이 날짜별 미생물의 진균수 변화는 6일차까지 유의적인 차이가 없음. 그러나 9일차부터 차이가 발생하는데 D.W그룹의 진균수 ($1.07 \times 10^5 \pm 0.10$) 보다 VCM 3% ($4.04 \times 10^4 \pm 0.49$), PA 1% ($3.50 \times 10^4 \pm 0.61$), VCM 3%+PA 1% ($4.10 \times 10^4 \pm 0.70$) 그룹들의 진균수가 더 적게 검출됨을 확인할 수 있음. 이는 항산화제가 항균 역할 함을 확인할 수 있음.

- 또한, 냉장 보관 후 12일차의 결과는 D.W ($4.90 \times 10^4 \pm 0.26$), VCM 3% ($6.03 \times 10^4 \pm 0.67$), PA 1%

($1.39 \times 10^4 \pm 2.02$), VCM 3%+PA 1%($6.10 \times 10^4 \pm 0.26$)의 진균수가 검출 되었음. PA 1%는 유의적으로 다른 D.W 그룹, VCM 3%그룹, VCM 3%+PA 1% 그룹보다 더 낮은 진균의 검출이 확인되는 데, 이는 위에서 언급된 각 항산화 표물라 중 pH가 가장 낮은 그룹이 PA 1%로써 낮은 pH가 미생물 제어에 효과적임을 시사함.

- 따라서, pH가 낮은 Phytic acid의 첨가가 균 제어에 효과적이며, 9일에서도 VCM 3% + PA 1%그룹이 D.W 그룹보다 더 낮은 수의 진균 검출로 인해 항산화 포물러의 적용 가능성 및 10일 이후에도 유통기한 가능성을 확인 할 수 있음.

3.1.13. 침지 용액별 조각 사과 관능 평가

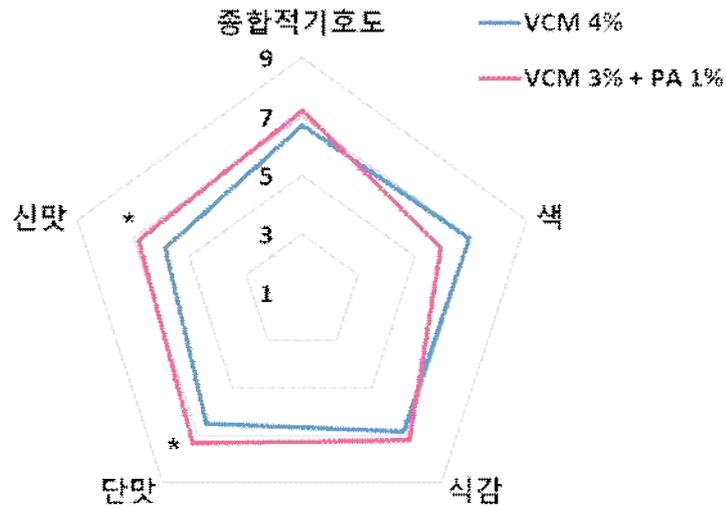


Fig. 11. Sensory analysis results for apple treated with VCM 4% and VCM 3%+PA 1%. Statistical significance compared with VCM 4% group was determined by *t*-test. * $P < 0.05$

- 위 Fig. 11. 은 농가생활협동조합에서 침지 용액을 VCM 4%, VCM 3%+PA 1%로 제조하여 조각 사과를 침지하였음. 염에 안정적이면서 경제적인 VCM 3%+PA 1%를 최종 농도로 결정하였고, 현재 상업적으로 이용되는 VCM 농도인 VCM 4%를 대조군으로 하여 관능 평가를 진행하였음.

- 관능 평가는 시중에 판매되었을 때와 동일한 조건 하에 진행하기 위해 조각 사과 판매에 이용되는 플라스틱 용기를 알코올로 소독 후 침지한 조각 사과를 담아 냉장 (4°C) 조건하에 보관 후 관능 평가를 진행하였음. 통상적으로 조각 사과가 제조 후 하루가 지나 마트, 편의점 등에 진열되는 것을 감안하여 샘플 제조 후 하루가 지난 후에 20~40대 성인남녀 34명을 대상으로 관능 평가를 실시하였음.

- 보통의 경우 관능 평가 지표에서는 종합적 기호도, 색, 식감, 맛, 냄새를 평가 항목²⁴으로 하여 평가를 진행하였음. 본 실험에 앞서 사전실험을 진행하였으며 PA를 첨가한 침지 용액에 조각 사과를 침지하면 신맛이 증가되는 경향이 있고 냄새에서는 큰 차이를 보이지 않았음. 따라서 대조군인 VCM 4%와 맛 평가에 있어 단맛과 신맛으로 세분화 하여 평가를 진행하였음. 각 항목은 선호도 평가로, 감각의 세기와 상관 없이 피험자가 조각사과를 섭취하였을 때 해당 감각이 좋다고 느낄수록 9점에 가까운 점수를, 좋지 않다고 느낄

수록 1점에 가까운 점수를 부여하도록 하였음.

- VCM 3%+PA 1%는 종합적기호도, 색, 식감, 단맛, 신맛에서 7.21 ± 0.24 점, 6.94 ± 0.27 점, 7.21 ± 0.23 점, 7.32 ± 0.24 점, 6.82 ± 0.29 점을 받았고, VCM 4%는 각 항목에서 각각 6.71 ± 0.24 점, 5.94 ± 0.35 점, 6.82 ± 0.25 점, 6.50 ± 0.25 점, 5.88 ± 0.30 점을 받았음. VCM 3%+PA 1%는 VCM 4%에 비해 종합적기호도, 식감, 단맛, 신맛에서 높은 점수를 받았고, 특히 단맛과 신맛에서 기호도가 높았음. 따라서 VCM 3%+PA 1%에 조각 사과를 침지하게 되면 원가를 절감하면서도 기존의 VCM 4%에 침지할 때에 비해 조각 사과의 맛을 증진 시킬 수 있는 가능성을 시사함.

3.1.14. 조각사과 시험 분석 성적서 (SGS)



시험성적서 번호 F690101/LF-CTSAYFN20-22169 발행일: 2020. 06. 26 페이지 : 1 / 1

고객명 : 농업회사법인 농가생활협동조합주식회사
주소 : 충청북도 청주시 흥덕구 직지대로 130-11 (충북친환경 채소가공유통센터 주1동)

고객으로부터 제공받은 시료에 대한 정보는 다음과 같습니다.

SGS 파일 번호 : AYFN20-22169
제품명 : 신선편의식품(프레시켓)
아이템번호 : 20.06.19입고
시험기간 : 2020. 06. 19 ~ 2020. 06. 26
시험성적서의 용도 : 참고용

시험결과

시험항목	단위	시험방법	정량한계	결과
대장균 (n = 5)	cfu/g(mL)	식품공전	-	0,0,0,0,0
살모넬라 (n = 5)	**	식품공전	-	음성, 음성, 음성, 음성, 음성
황색포도상구균	cfu/g(mL)	식품공전	-	0
비실루스세레우스	cfu/g(mL)	식품공전	-	0
장출혈성대장균 (n = 5)	**	식품공전	-	음성, 음성, 음성, 음성, 음성
클로스트리디움파프린젠스	cfu/g(mL)	식품공전	-	0

주) (1) 불검출 = 정량한계 이하
(2) g/100g = %(w/w)
(3) - = No Regulation
(4) ** = 단위없음
(5) 이 시험 결과는 의뢰자가 제시한 제품 및 제품명에만 한정됩니다.
이 시험 성적서는 KS Q ISO/IEC 17025 와 KOLAS 인정 분야와 관련 없는 시험 결과입니다.
(6) 성적서의 진위 판별은 https://wap.sgs.com/sgsrsts_cloud에서 가능합니다.
*** 끝 ***


 Conrad Lee
Technical Manager / SGS KOREA

This document is issued by the Company subject to its General Conditions of Service printed overleaf, available on request or accessible at <http://www.sgs.com/en/terms-and-conditions.aspx> and, for electronic This document is issued by the Company subject to its General Conditions of Service printed overleaf, available on request or accessible at <https://www.sgs.com/en/terms-and-conditions/terms-a-document>. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and the document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. This document cannot be reproduced except in full, without prior written approval of the Company. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested.

FOP-32-F1 (3) SGS Korea Co., Ltd. 9301, 87, Nalgwanri-gil, Ulsang-si, Gyeonggi-do, Korea 116071
t +82 (0)1 889 8600 f +82 (0)70 4332 1859 <http://www.sgsgroup.kr>
Member of the SGS Group (Société Générale de Surveillance)

Fig. 12. SGS 의뢰 독성 미생물 검출 결과

- 식품공전에 의거하여 SGS 에 독성 미생물 검출 의뢰 결과 해당 독성 미생물은 모두 검출 되지 않음.
따라서 조각 사과 제품화 가능성을 시사함.



시험성적서 번호 F690101/LF-CTSAYFN20-22171

발행일: 2020. 06. 26 페이지: 1 / 1

고객명: 농업회사법인 농가생활협동조합주식회사

주소: 충청북도 청주시 흥덕구 직지대로 130-11 (충북친환경 채소가공유통센터 주1동)

고객으로부터 제공받은 시료에 대한 정보는 다음과 같습니다.

SGS 파일 번호 : AYFN20-22171
 제품명 : 신선편의식품(프레시켓)
 아이템 번호 : 20.06.19입고
 시험기간 : 2020. 06. 19 ~ 2020. 06. 26
 시험성적서의 용도 : 참고용

시험결과

시험항목	단위	시험방법	정량한계	결과
열량	kcal/100g	식품공전	-	60.96
탄수화물	g/100g	식품공전	-	14.82
단백질	g/100g	식품공전, Protein Analyzer	-	0.33
지방	g/100g	식품공전	-	0.04
당류	g/100g	식품공전, HPLC/RI	-	10.99
포화지방	g/100g	식품공전, GC/FID	-	0.02
트랜스지방	g/100g	식품공전, GC/FID	-	불검출
콜레스테롤	mg/100g	식품공전, GC/FID	1	불검출
나트륨	mg/100g	식품공전, ICP/OES	1	10.91
수분	g/100g	식품공전	-	84.61
회분	g/100g	식품공전	-	0.20

- 주) (1) 불검출 = 정량한계 이하
 (2) g/100g = %(w/w)
 (3) - = No Regulation
 (4) ** = 단위없음
 (5) 이 시험 결과는 의뢰자가 제시한 제품 및 제품명에만 한정됩니다.
 이 시험 성적서는 KS Q ISO/IEC 17025 와 KOLAS 인정 분야와 관련 없는 시험 결과입니다.
 (6) 성적서의 진위 판별은 https://twap.sgs.com/sgrsts_cloud에서 가능합니다.
 *** 끝 ***


 Kangsoo Jeon

 Kaita Park
 Technical Manager / SGS KOREA

This document is issued by the Company subject to its General Conditions of Service printed overleaf, available on request or accessible at <http://www.sgs.com/en/terms-and-conditions.aspx>, and, for electronic, this document is issued by the Company subject to its General Conditions of Service printed overleaf, available on request or accessible at <http://www.sgs.com/en/terms-and-conditions.aspx>. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. This document cannot be reproduced except in full, without prior written approval of the Company. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested.

FQP-32-F1 (3)

SGS Korea Co., Ltd.

#301, 87, Magwon-ro-gil, Ueongni, Oyeong-gu, Korea #10071
T +82 (0)1 889 9000 F +82 (0)70 4332 1650 <http://www.sgsgroup.kr>

Member of the SGS Group (Societe Generale de Surveillance)

Fig. 13. 조각사과 9대 영양성분 SGS 의뢰 결과

- 제품의 9대 영양 성분 표시하여 제품화 진행 예정임.

3.1.15. 조각사과 시제품 제작 시험 작업

작업명	사진
세척 및 건조	
심지절단	
절단	
침지 및 탈수	
포장(벌크)	

<p>품명: 건강한컵 착한사과 (조각사과)</p>	<p>포장단위</p>
	<p>리테일용 벌크: 10kg</p>
	<p>학교급식용 소포장: 150g</p>

3.1.15. 조각사과 규격서

제품 규격서		결	작성	검토	승인		
		재					
제품명		제정일자	개정일자	개정차수			
조각사과							
구분		내용					
기본정보	식품의 유형	신선 편의식품					
	유통기한	제조일로부터 10일 까지					
	유통/보관 방법	냉장보관					
	포장재질	포장재(내면) : 폴리에틸렌					
	포장형태	플라스틱 용기					
	포장단위	150 g					
	품목제조번호						
항목	기준 및 규격		검사방법	검사주기			
	법적규격	사내규격					
성상	고유의 색택을 가지고 이미-취가 없어야 한다.		관능검사	매생산시			
내용량	150 g (법적허용오차 : 6.75 g)	150 ± 5.0 g	시험분석	매생산시			
당도	-	10.0 이상	시험분석	매생산시			
pH	-	4.5 ± 0.5	시험분석	매생산시			
산도	-	2.0 이하	시험분석	매생산시			
완제품규격	생물학적 위해요소	세균수	-	n=5,c=1,m=10,M=100	사내분석	매생산시	
		대장균	n=5,c=1,m=10,M=100	n=5,c=1,m=10,M=100	사내분석	매생산시	
		대장균군		n=5,c=1,m=0,M=10	사내분석	매생산시	
		진균류	-	0	사내분석	매생산시	
	살모넬라	-	음성	외부분석	1회/년		
	황색포도상구균	-	음성	외부분석	1회/년		
	바실러스세레우스	-	음성	외부분석	1회/년		
	장출혈성대장균	-	음성	외부분석	1회/년		
	클로스트리디움 퍼프린젠스	-	음성	외부분석	1회/년		
	화학적 위해요소	타르색소	-	불검출	외부분석	1회/3개월	
납		-	0.05 mg/kg 이하	외부분석	1회/3개월		
카드뮴		-	0.1 mg/kg 이하	외부분석	1회/3개월		
물리적 위해요소	이물	금속성이물 2.0mm이상 불검출 그 외 이물 불검출		금속성이물 2.0mm이상 불검출 출 그 외 이물 불검출		육안검사	매생산시
표시	디자인		영양정보		특정성분표시		

3.1.16. 조각사과 공정도

제 조 공 정 도		작 성	검 토	승 인
제 품 명	조각사과	문 서 번 호		
유 형	신선 편의식품	개 정 일 자		2020.06.01
원재료	용수(상수도)	부원료	부자재	
입고검수	시험성적서, 관능검사, 외관검사	항산화제 시험성적서, 관능검사	플라스틱용기 입고검수	
원료입고				
계량/전처리	정량계량, 이물혼입주의	정량계량		
선별	이물 제거, 목기조	용해		
세척	브러쉬세척기			
절단	8조각, 심지분리			
침지	항산화제 용액 침지	투입		
건조	에어브로워			
충진(내포장)	150g 플라스틱 용기			
금속검출 CCP-1P	Fe 2mm이상, Sus 3mm이상 불검출 금속검출기 점검일지			
보관	냉장보관			
출하				

3.1.17. 조각사과 제조방법설명서

제 조 방 법 설 명 서

1. 제 품 명 : 조각사과
2. 식품의유형 : 신선편의식품
3. 원재료명 또는 성분명 및 배합비율

원재료	배합비율 (%)	성분	비고
사과	99.9	사과 100%	
비타민믹스	0.1	비타민 75%, 유기산 25%	
계	100		

4. 제조방법

- 1) 원료 입고 : 식품공전에서 정하는 적합한 원료만 선별하여 사용한다.
- 2) 선별 세척 : 이물을 제거하고 세척한다.
- 3) 절단 : 절단기를 이용하여 절단한다.
- 4) 침지 : 비타민믹스 용액에 침지한다.
- 5) 건조 : 침지 후 표면에 잔존하는 물기를 제거한다.
- 6) 포장 : 품질규격에 적합한 제품만 선별하여 포장한다.
- 7) 규격시험 및 포장 : 성상 및 이물 등 일반 성분 검사를 거쳐 품질 규격에 적합한 제품을 포장하여 출하한다.

5. 성상 : 고유의 색택과 향미를 가지고 있으며 이미 이취 이물이 없어야한다.

6. 용도용법 : 직접섭취

7. 보관방법 : 냉장보관

8. 포장재질 및 포장방법 : PE, 밀봉

9. 포장단위 : 자사포장단위

10. 유통기한 : 제조일로부터 10일

11. 품질유지기한 : 해당없음

3.2 사과 심지 주스

3.2.1 사과 주스 살균 공정 확립

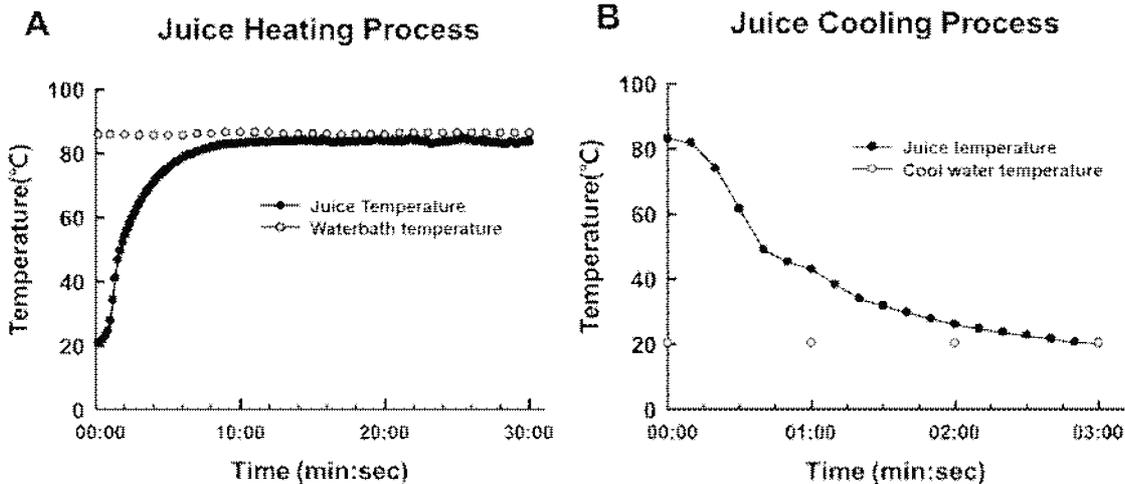


Fig. 14-A, B. Juice heating and cooling temperature for sterilization.

- Fig. 14-A, B는 사과 주스의 제조법 원료 - 선별 - 세척 - 절단 - 착즙 - 여과 - 조합 - 살균 - 제품화에 서 살균 공정의 확립을 위한 실험으로써 주스의 온도 변화를 실시간으로 측정하여 나타내었음. 살균법은 85°C의 온도를 통해 15 min간 처리하는 HTST 공정을 채택하여 진행하였음. HTST 공정이란 High-Temperature, Short-Time을 뜻하며 기존의 HTLT 공정에 비해 맛과 향에 영향을 주는 과일의 휘발 성분의 영향이 덜 끼친다고 알려져 있음²⁵. Fig. 14. 의 실험은 Poly propylene(PP) 재질의 용기에 사과 주스 100 mL을 충전한 후 주스 중앙에 온도 센서를 부착하여 가열, 냉각의 온도 변화를 측정하였음.

- Fig. 14-A 는 살균 가열 공정 시 온도 변화를 나타내었으며 주스를 항온 수조에 넣고 주변 온도에 영향을 최소화하여 소규모 살균 공정을 진행하였음. 온도는 항온 수조와 주스 심부 온도를 표기하였음. 수조에 넣은 후 9분 후부터 주스 심부 온도와 항온 수조 온도가 같아지는 시간임을 확인할 수 있음. 또한, Fig. 14-B. 는 살균된 주스를 흐르는 20°C 상온 수돗물을 통해 냉각하였으며 냉각 되는 온도와 시간을 측정하였음. 이를 통해 HTST 공법을 통한 사과 주스의 살균법은 살균기에 넣고 24분동안 살균 진행 후 3분간 흐르는 물에 냉각 시키는 방법으로 확립하였음.

3.2.2. 사과, 심지, 과육 주스 특성

Table 3. Juice yield in whole apple juice, apple core juice, and apple flesh juice. The measurements were repeated 3 times. Statistical significance was determined by one-way ANOVA.

	Whole apple juice	Core juice	Flesh juice
주스 수율 (%)	73.87±1.68 ^a	78.50±1.56 ^b	72.86±1.42 ^a

Table 4. pH, Brix, acidity, Brix/acidity in whole apple juice, apple core juice, and apple flesh juice. The measurements were repeated 3 times. Statistical significance was determined by one-way ANOVA.

		Whole apple juice	Core juice	Flesh juice
pH	살균 전	4.00±0.02 ^b	4.26±0.05 ^a	4.02±0.06 ^b
	살균 후	4.00±0.03 ^b	4.25±0.04 ^a	4.01±0.05 ^b
Brix°	살균 전	14.03±0.03 ^b	13.93±0.09 ^b	14.97±0.03 ^a
	살균 후	14.00±0.05 ^b	14.00±0.12 ^b	14.97±0.03 ^a
Acidity	살균 전	0.234±0.006	0.240±0.009	0.248±0.014
	살균 후	0.235±0.007	0.235±0.014	0.244±0.017
Brix°/acidity ratio	살균 전	60.3±1.5	58.1±2.0	60.6±3.2
	살균 후	59.7±2.0	60.0±3.6	62.1±4.4

- Table 3. 의 Whole apple juice는 사과 심지와 과육을 포함한 사과 전체 부위 주스이며 core juice는 심지 주스, Flesh juice는 과육 주스를 나타냄. Table 3. 은 주스의 수율을 나타내는데 여기서 주스 수율의 정의는 원물의 무게에서 착즙 및 여과 후의 무게를 나눈 값에 퍼센트를 곱한 값임. 주스 수율 값에서 사과 주스와 과육 주스는 유사한 경향성을 보이며 심지 주스는 사과주스, 과육 주스 보다 더 많은 수율을 보임. 그러나 Table 4. 의 Brix 값에서 core 주스가 과육주스보다 유의적으로 낮은 값을 보이는데 이를 통해 주스 내의 고형분 함량은 과육 주스에서 더 우월한 것으로 사료됨.

- Table 4. 에서 pH는 사과 주스와 과육 주스의 값과 유의적 차이가 없지만 심지 주스는 사과주스, 과육 주스 모두 유의적 차이를 보임. 이는 부위에 따른 착즙액의 유기산 분석을 통해 확인이 필요하나 보통 사

과의 대부분을 차지하는 malic acid(pH 3.3)의 함량 차이²⁶로 인하여 pH가 다름을 예상함. 또한 Brix/acidity에서 유의적 차이를 보이지 않는데 Brix/acidity는 사과 주스의 풍부한 맛과 저장기간 등에 연관이 있으며 최소 22.0이상일 경우 사과 주스의 본연의 맛을 나타내는 기준이 됨²⁷. 그러나 현대의 사과 주스 Brix/acidity의 상품성 가치는 33.1 이상을 권장함²⁸. 본 실험에 제조된 사과 주스, 심지 주스, 과육 주스 모두 Brix/acidity 권장량인 33.1의 수준보다 더 높은 값을 가지며 결국 세 부위의 사과 주스 모두 상품성이 높음을 시사함.

3.2.3. 사과, 심지, 과육 주스 Pulp 함량

Table 5. Feature of apple juice pulp in whole apple juice, apple core juice, and apple flesh juice. The measurements were repeated 3 times. Statistical significance was determined by one-way ANOVA.

		Whole apple juice	Core juice	Flesh juice
살균 전 Pulp	Pulp 함량 (%)	4.53±0.17 ^b	5.95±0.20 ^a	3.29±0.10 ^c
	수분함량 (%)	79.56±0.76	81.92±0.43	83.20±0.42
	고형분 함량 (%)	0.92±0.05	1.07±0.07	0.55±0.03
살균 후 Pulp	Pulp 함량 (%)	3.14±0.36 ^b	4.15±0.24 ^a	2.20±0.04 ^c
	수분함량 (%)	80.24±0.55	82.40±0.51	82.03±0.98
	고형분 함량 (%)	0.63±0.08 ^a	0.73±0.04 ^a	0.40±0.02 ^b

- Table 5. 은 각 주스 내의 pulp 함량은 20 g 의 시료를 1800 rpm, 15분 동안 원심분리하여 상등 액을 제거 후 남은 고형분의 무게를 pulp의 무게로 하여 계산하였음. 살균 전과 살균 후에 수분 함량은 변함 없으나 pulp, 고형분 함량은 전체적으로 낮아진 경향을 확인할 수 있음. 이는 Pulp함량의 대부분을 차지하는 pectin의 구조 변화를 통해 나타난 결과임. Pectin은 안정한 물질이나 80°C 이상의 조건하에서 pH가 4.5 미만일 경우 β-Elimination 과정을 거쳐 펙틴의 결합이 끊어짐에 따라 결국 pectin의 함량이 감소하게 되어 결국 pulp의 함량이 감소하게 됨²⁹. 이에 따라 전체적으로 pulp의 함량이 감소되어 cloudy juice 타입의 주스에서 turbidity가 감소함. 또한 위의 결과에서 확인한 바와 같이 심지 주스의 pulp 함량이 과육 주스의 pulp 함량보다 더 많은 경향을 확인할 수 있음. 이는 심지 주스의 풍부한 식감의 이점을 나타낼 수 있는 중요한 지표로 사료됨.

3.2.4 사과, 심지, 과육 주스 ABTS, DPPH, TPC

Table 6. Evaluation of total polyphenol, ABTS, and DPPH in whole apple juice, apple core juice, and apple flesh juice. The measurements were repeated 3 times. Statistical significance was determined by one-way ANOVA.

	Whole apple juice	Core Juice	Flesh Juice
Moisture Contents (%)	83.6±1.2	83.8±1.7	84.3±0.4
Total Polyphenol (g sample / mg gallic acid equivalent)	0.62±0.04 ^a	0.56±0.02 ^b	0.62±0.02 ^a
ABTS (g sample / mg ascorbic acid equivalent)	36.13±0.58 ^a	36.21±1.94 ^a	36.46±0.91 ^a
DPPH (g sample / mg ascorbic acid equivalent)	30.34±0.46 ^a	19.53±0.14 ^c	25.82±0.96 ^b

- Table 6.의 Total polyphenol, ABTS, DPPH 값 모두 수분함량을 통해 고형분 수치 보정하였음.

- Total Polyphenol의 결과값을 통해 심지에서 낮은 경향을 확인 할 수 있음. 이는 사과 껍질의 polyphenol 성분의 영향으로 추측되며 선행 연구에서는 보통 과육에 비해 껍질에서의 polyphenol의 함량은 보통 3배에서 많게는 6배까지 많은 polyphenol의 함량을 포함하고 있음³⁰. 따라서 사과 껍질의 부분이 적은 심지 주스에서 polyphenol의 함량이 적음을 시사함. 그러나 이는 전체적으로 보았을 때 큰 차이는 아니며, 심지 주스도 다량의 polyphenol 함량을 보유하고 있어 과일 주스의 다양한 이점을 시사함.

- ABTS radical 소거 활성에서는 사과 주스, 심지 주스, 과육 주스 간의 유의적 차이를 보이지 않음. 그러나 DPPH radical 소거 활성에서의 결과는 사과 주스에서 가장 높은 값의 수치를 확인할 수 있었으며 과육 주스, 심지 주스의 순으로 활성이 높은 것으로 확인되었음. 이는 천연 항산화 물질인 Flavonoid 물질(특히, Anthocyanin 계열)의 함량이 사과의 껍질 부분에 다량 함유되어 있으며, 특히 과육에 비해 1.5배에서 많게는 3배까지 많은 flavonoid 함량을 가지고 있음을 선행연구를 통해 밝혀짐³⁰. 이 결과 사과 껍질의 함량의 순서인 사과주스, 과육 주스, 심지 주스 순으로 DPPH radical 소거능이 높음을 확인할 수 있음.

3.2.5. 시중 판매 주스 평가

Table 7. pH, Brix, acidity, Brix/acidity value in commercial apple juice. The measurements were repeated 3 times. Statistical significance was determined by one-way ANOVA.

	영농조합법인	충주팜	일오삼식품
pH	3.89±0.03	4.01±0.01	3.78±0.01
Brix°	12.9±0.1	14.4±0.1	15.3±0.1
Acidity	0.268±0.003	0.237±0.002	0.353±0.001
Brix°/acidity ratio	48.0±0.6	60.5±0.4	43.3±0.4



영농조합법인

- Cloudy type



충주팜

- Clear type



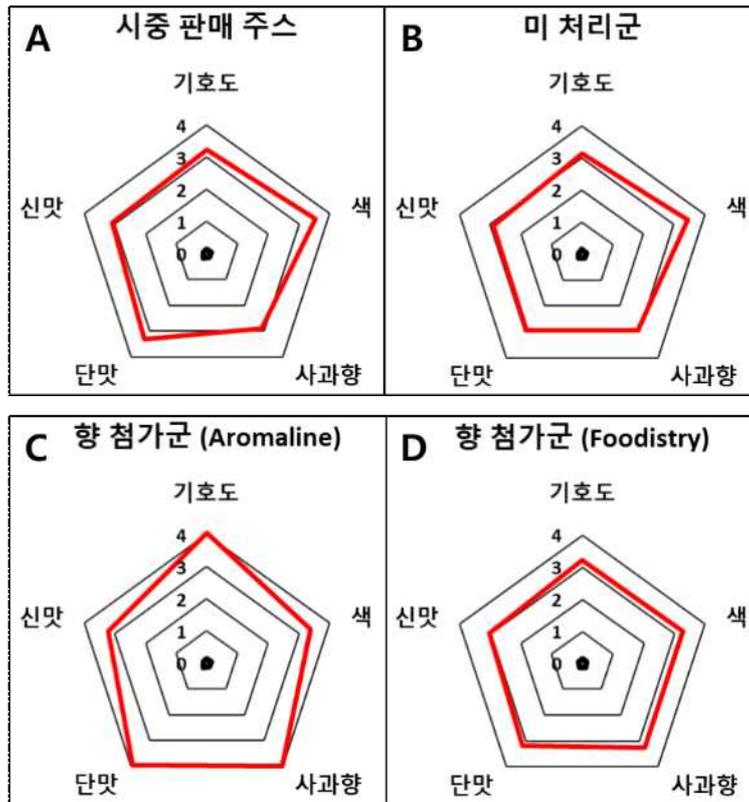
일오삼식품

- Cloudy type

Fig. 15. Pictures are showed that the juice type and color of commercial juice type.

- 위의 Table 7. 와 Fig. 15.는 시중에서 판매되고 있는 사과 착즙액의 특성을 비교, 시험한 그림임. Fig. 15.를 통해 각 판매 제조사 별 사과 주스의 type을 확인할 수 있음. 영농조합법인 제품과 일오삼식품 제품은 cloudy type의 주스이며 충주팜 제품은 clear type의 사과 주스임. Table 7.에서 일오삼식품 제품의 pH가 가장 낮고 brix가 가장 높음. 그러나 맛의 중요 지표인 당산비가 가장 낮아 산미가 강하게 느껴짐. 그러나 영농조합법인 제품에서 당산비가 높아 산미가 덜 느껴지고 단맛이 강하게 남. 본 실험의 target은 cloudy type의 주스 비교이므로 clear type의 충주팜 제품과의 비교보다 같은 cloudy type의 주스인 일오삼식품, 영농조합법인 제품과 본 실험에서 제조된 제품과의 비교를 통해 선호도 평가를 진행할 예정임.

3.2.6. 심지+과육 주스 관능평가



	A 판매주스	B 미 처리군	C 향 첨가군	D 향 첨가군
사과 부위	Whole apple	Apple core + flesh (1:1)		
향 첨가 (0.01% w/w)	-		Aromaline	Foodistry

Fig. 16-A, B, C, and D. Preference sensory analysis diagram and figure for apple juices that A; commercial juice, B; core juice+flesh juice (1:1), C; B juice added flavor by Aromaline, D; B juice added flavor by Foodistry

- Fig. 16.의 결과는 제조된 사과 주스별 선호도 평가를 진행하였으며 Fig. 16-A. 는 위의 영농조합법인 제조 판매중인 제품, Fig. 16-B. 는 심지 주스와 과육 주스를 1:1로 교반하여 제품화까지 공정을 거친 제조 사과주스, Fig. 16-C. 는 Fig. 16-B. 의 주스에 Aromaline에서 제조된 사과향을 0.01 % (w/w) 첨가하여 살균 공정을 거친 사과주스, Fig. 16-D. 는 Fig. 16-B. 주스에 Foodistry 에서 제조된 사과향을 0.01% (w/w) 첨가하여 살균 공정을 거친 사과주스의 선호도 평가를 진행하였음. 본 실험은 5점 척도로 실험이 진행 되었으며 일반 소비자 20~40대, 30명을 대상으로 선호도 평가하였음.

- 평가 항목은 전체적 기호도, 사과 향, 색, 신맛, 단맛의 총 5가지 항목에 대해 진행하였으며 관능평가 대상자의 bias를 배제하기 위해 샘플을 난수로 표기하였으며 랜덤한 배열로 실험에 임하였음. 그 결과 신맛

색 부분에서는 4가지 사과 주스 모두 유의적 차이를 보이지 않았으며 특히, 전체적 기호도, 신맛, 단맛 부분에서 시중 판매 주스인 Fig. 16-A 보다 Fig. 16-C 인 Aromaline 그룹이 더 높은 점수로 평가 받음을 확인할 수 있음. 이를 통해 시중 판매 주스보다 더 맛과 향이 풍부하며 색에서의 큰 차이가 없는 사과 심지 주스를 제조하였음. 또한, 향을 처리하지 않은 사과 심지 주스인 Fig. 16-B. 도 시중 판매 주스와 유의적인 차이를 보이지 않아 향을 첨가하지 않아도 시중 판매 주스와 동일한 제품 가치가 있으므로 사료됨.

3.2.8. 살균 주스 총균수, 진균수

Table 8. Evaluation of total yeast and mold in unprocessed juice and HTST process treated juice after 10 days on 4°C.

(CFU/mL)	살균 전		살균 후	
	과육주스	심지주스	과육주스	심지주스
진균수 (Potato dextrose agar)	675 ± 35	795 ± 15	0	0
총균수 (Plate count agar)	860 ± 145	845 ± 65	0	0

- Table 8. 은 사과주스 제조 공정 과정 중 살균 처리 그룹과 살균 미처리 군으로 구분하여 10 일동안 냉장 보관 후 총균수, 진균수를 측정함. 살균 전 진균수, 총균수에서 심지 주스와 과육 주스 간의 유의적 차이를 보이지 않아 과육 부위와 심지 부위와의 미생물의 생육 차이는 보이지 않음. 살균 후의 값에서 10 일 냉장 보관 진행시에도 총균수, 진균수에서 균이 모두 검출되지 않아 살균 공정에서 미생물 제어가 효과적으로 이뤄짐을 확인할 수 있음. 따라서 본 실험을 통해 제조된 사과 과육, 심지 주스 모두 최소 유통기한이 8 일 이상으로 사료됨.

3.2.9. 주스 농축액 특성 및 대장균 수

Table 9. pH, Brix, acidity, Brix/acidity value in apple core juice and apple core juice concentrate. Evaluation in the counts of *E. coli* (CFU/g) in apple core juice concentrate.

	Apple core juice	Juice concentrate
Brix°	12.7	55.8
pH	4.44	4.41
Acidity	0.55	2.42
Brix/Acidity	23.06	23.06
<i>E. coli</i> (CFU/g)	0	0

- 위 결과는 사과 과육과 심지 주스를 1:1로 섞어 제조 후 Brix, pH, Acidity, Brix/Acidity, *E. coli* 수를 측정 후 제조된 사과 주스를 5배 농축하여 제조 후 동일하게 후 Brix, pH, Acidity, Brix/Acidity, *E. coli* 수를 측정한 결과임.

- 제조된 사과 주스와 농축액 모두 대장균이 검출되지 않아 안정성이 확보된 주스이며 시중 판매중인 제품의 경우 냉장보관 시 최소 30일 이상의 유통기한을 보유한 것³¹으로 알려져 있음. 본 실험에서 진행한 살균법인 HTST의 공법이 대장균 수를 효과적으로 제어함을 확인할 수 있음.

- 제조된 사과 주스의 Brix 값은 12.7이며 5배 농축한 농축액의 Brix는 55.8로 약 4~5배의 비투과성 물질을 함유하고 있는 것으로 추정됨. 이를 통해 농축 시 Brix 수치가 농축하는 양 만큼 증가한 것으로 확인됨. 그러나, pH에서는 변화를 보이지 않는데 이는 사과 주스 내의 유기산 성분의 종류가 변하지 않았음을 시사함.

- 사과주스 농축액의 Acidity 결과를 확인하면 Brix의 수치와 유사하게 증가함을 확인할 수 있어 pH는 변하지 않았지만 단위 부피당 유기산의 함량은 증가하여 acidity가 증가하며, Brix 값도 증가한 것으로 사료됨. Brix, acidity 값 모두 농도 구배적으로 증가함에 따라 사과주스, 사과주스 농축액 Brix/Acidity의 값은 유사한 값을 가짐을 확인할 수 있음. 따라서 농축액 제조 시 맛에 영향을 주는 Brix/Acidity의 값은 변화하지 않는 것으로 보아 단위 부피당 당의 함량이 증가하여 미생물의 제어가 편리한 농축액의 제조를 하였음을 확인할 수 있음.

3.2.10. 주스 농축액 관능평가

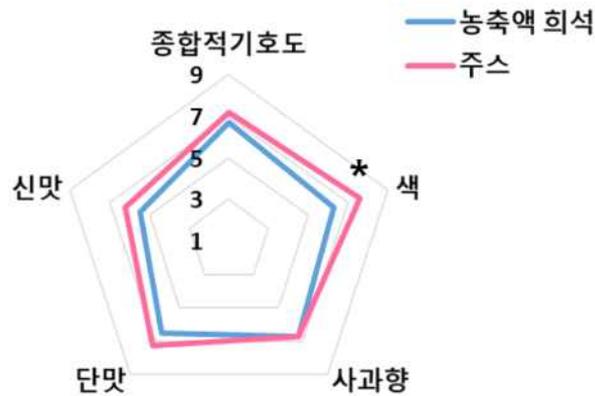


Fig. 17. Sensory analysis results for apple concentrate and apple juice. Statistical significance compared with juice group was determined by *t*-test. * $P < 0.05$

- 위 결과는 Table 9.에서 제조된 농축액을 정수로 희석하여 사과 과육 + 심지 주스의 Brix 인 12.7 에 맞춘 후 사과 과육 + 심지 주스와의 관능평가를 진행하였음.
- 종합적 기호도, 사과 향, 신맛, 단맛에서는 유의적 차이를 보이지 않으나 색에서는 주스에서 더 긍정적인 평가로 확인 되었음. 사과 향, 신맛, 단맛에서는 농축액을 희석하여도 큰 차이를 보이지 않았으며 이는 동일한 Brix 의 값과 Table 9.에서의 데이터와 같이 해석하면 농축액을 희석하였을 경우 Brix/acidity 의 수치가 주스와 큰 차이를 보이지 않음으로 예상됨.
- 그러나 색 차이에서는 유의적인 차이를 확인할 수 있는데 이는 정수로 희석하였을 때 색 차이가 남을 확인할 수 있음. 그러나 본 연구의 목표인 기존 제품 대비 80% 이상의 품질적 가치가 있음으로 사료됨.

3.2.11. 사과 주스(과육 + 심지 주스) 시험 분석 성적서 (SGS)



시험성적서 번호 F690101/LF-CTSAYFN20-22168 발행일: 2020. 06. 26 페이지 : 1 / 1

고객명 : 농업회사법인 농가생활협동조합주식회사
주소 : 충청북도 청주시 흥덕구 직지대로 130-11 (충북친환경 채소가공유통센터 주1동)

고객으로부터 제공받은 시료에 대한 정보는 다음과 같습니다.

SGS 파일 번호 : AYFN20-22168
제품명 : 과채주스
아이템번호 : 20.06.19입고
시험기간 : 2020. 06. 19 ~ 2020. 06. 26
시험성적서의 용도 : 참고용
시험결과

시험항목	단위	시험방법	정량한계	결과
납	mg/kg	식품공전, ICP/MS	0.05	불검출
카드뮴	mg/kg	식품공전, ICP/MS	0.04	불검출
보존료(대히드로초산)	g/kg	식품공전, HPLC/UV	0.0006	불검출
보존료(소브산)	g/kg	식품공전, HPLC/UV	0.0015	불검출
보존료(안식향산)	g/kg	식품공전, HPLC/UV	0.001	불검출
보존료(파라옥시안식향산에틸)	g/kg	식품공전, HPLC/UV	0.001	불검출
보존료(파라옥시안식향산메틸)	g/kg	식품공전, HPLC/UV	0.001	불검출
보존료(프로파운산)	g/kg	식품공전, GC/FID	0.001	불검출
일반세균수 (n = 5)	cfu/g(mL)	식품공전	-	0.0.0.0.0

주) (1) 불검출 = 정량한계 이하
(2) g/100g = %(w/w)
(3) - = No Regulation
(4) ** = 단위없음
(5) 이 시험 결과는 의뢰자가 제시한 제품 및 제품명에만 한정됩니다.
이 시험 성적서는 KS Q ISO/IEC 17025 와 KOLAS 인정 분야와 관련 없는 시험 결과입니다.
(6) 성적서의 진위 판별은 https://twap.sgs.com/sgsrsts_cloud에서 가능합니다.
*** 끝 ***



Kwangsoo Jeon Kats Park Conet Lee
Technical Manager / SGS KOREA

This document is issued by the Company subject to its General Conditions of Service printed overleaf, available on request or accessible at <http://www.sgs.com/en/Terms-and-Conditions.aspx> and, for electronic This document is issued by the Company subject to its General Conditions of Service printed overleaf, available on request or accessible at <https://www.sgs.com/en/Terms-and-Conditions.pdf>. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions. If any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. This document cannot be reproduced except in full, without prior written approval of the Company. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested.

FQP-32-F1 (3) **SGS Korea Co., Ltd.** #301, 6F, Majeonmire-gil, Ulsongyeon, Gyeonggi-do, Korea #15271
T +82 (0)11 889 9900 F +82 (0)70 4332 1659 <http://www.sgs.com>

Member of the SGS Group (Societe Generale de Surveillance)

Fig. 18. SGS 의뢰 독성 미생물 검출 결과

- 식품공전에 의거하여 SGS 에 독성 미생물 검출 의뢰 결과 해당 독성 미생물은 모두 검출 되지 않음. 따라서 사과 주스 제품화 가능성을 시사함.



시험성적서 번호 F690101/LF-CTSAYFN20-22170

발행일: 2020. 06. 26 페이지 : 1 / 1

고객명 : 농업회사법인 농가생활협동조합주식회사

주소 : 충청북도 청주시 흥덕구 직지대로 130-11 (충북친환경 채소가공유통센터 주1동)

고객으로부터 제공받은 시료에 대한 정보는 다음과 같습니다.

SGS 파일 번호 : AYFN20-22170

제품명 : 과채주스

아이템번호 : 20.06.19입고

시험기간 : 2020. 06. 19 ~ 2020. 06. 26

시험성적서의 용도 : 참고용

시험결과

시험항목	단위	시험방법	정량한계	결과
열량	kcal/100g	식품공전	-	56.10
탄수화물	g/100g	식품공전	-	13.60
단백질	g/100g	식품공전, Protein Analyzer	-	0.38
지방	g/100g	식품공전	-	0.02
당류	g/100g	식품공전, HPLC/RI	-	11.62
포화지방	g/100g	식품공전, GC/FID	-	0.01
트랜스지방	g/100g	식품공전, GC/FID	-	불검출
콜레스테롤	mg/100g	식품공전, GC/FID	1	불검출
나트륨	mg/100g	식품공전, ICP/OES	1	24.03
수분	g/100g	식품공전	-	85.73
회분	g/100g	식품공전	-	0.27

주) (1) 불검출 = 정량한계 이하

(2) g/100g = %(w/w)

(3) - = No Regulation

(4) ** = 단위없음

(5) 이 시험 결과는 의뢰자가 제시한 제품 및 제품명에만 한정됩니다.

이 시험 성적서는 KS Q ISO/IEC 17025 와 KOLAS 인정 분야와 관련 없는 시험 결과입니다.

(6) 성적서의 진위 판별은 https://twap.sgs.com/sgrsts_cloud에서 가능합니다.

*** 끝 ***


Kiangeo-jeon


Karis Park

Technical Manager / SGS KOREA

This document is issued by the Company subject to its General Conditions of Service printed overleaf, available on request or accessible at <http://www.sgs.com/en/terms-and-conditions.aspx> and, for electronic, this document is issued by the Company subject to its General Conditions of Service printed overleaf, available on request or accessible at <http://www.sgs.com/en/terms-and-conditions.aspx>. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. This document cannot be reproduced except in full, without prior written approval of the Company. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested.

FQP-32-F1 (3)

SGS Korea Co., Ltd.

#301, 87, Majeonri-ro, Ulsang-e, Gyeonggi-do, Korea #16271
 T +82 (0)1 889 9600 F +82 (0)70 4332 1859 <http://www.sgsgroup.kr>

Member of the SGS Group (Societe Generale de Surveillance)

Fig. 19. 사과 주스 9대 영양성분 SGS 의뢰 결과

- 사과 주스 제품의 9대 영양 성분 표시하여 제품화 진행 예정임.

3.2.12 사과 주스 및 농축액 제품화 사진



Fig. 20. 사과 주스 제품 (Brix 12.7)



Fig. 21. 사과 농축액 제품 (Brix 55.8)

3.2.13. 조각사과 시제품 제작 시험 작업

작업명	사진
심지 수거	
착즙	
여과	
배합	
살균 및 포장	

품명: 건강한컵 착한사과 (사과주스 및 사과농축액)	포장단위
	<p>사과주스 리테일용 벌크: 10kg</p>
	<p>사과주스 학교급식용 소포장: 130mL</p>
	<p>사과농축액 리테일용 벌크: 10kg</p>

3.2.14 사과 주스 규격서

<p>제품 규격서</p>		결	작성	검토	승인
		재		/	
제품명		제정일자	개정일자	개정차수	
사과주스					

구분	내용	
기본정보	식품의 유형	과채음료
	유통기한	제조일로부터 12개월까지
	유통/보관 방법	실온보관
	포장재질	포장재(내면) : 폴리에틸렌
	포장형태	3면 파우치
	포장단위	100 g
	품목제조번호	

항목	기준및 규격		검사방법	검사주기	
	법적규격	사내규격			
성상	고유의 색택을 가지고 이미-취가 없어야 한다.		관능검사	매생산시	
내용량	100 g (법적허용오차 : 0.45 g)	100 ± 3.0 g	시험분석	매생산시	
당도	-	10.0 이상	시험분석	매생산시	
pH	-	4.5 ± 0.5	시험분석	매생산시	
산도	-	2.0 이하	시험분석	매생산시	
완제품규격 생물학적 위해요소	세균수	n=5,c=1,m=100,M=1000	n=5,c=1,m=10,M=100	사내분석	매생산시
	대장균	-	n=5,c=1,m=0,M=10	사내분석	매생산시
	대장균군	n=5,c=1,m=0,M=10	n=5,c=1,m=0,M=10	사내분석	매생산시
	진균류	-	0	사내분석	매생산시
	살모넬라	-	음성	외부분석	1회/년
	황색포도상구균	-	음성	외부분석	1회/년
	리스테리아	-	음성	외부분석	1회/년
	모노사이토제네스	-	음성	외부분석	1회/년
	장출혈성대장균	-	음성	외부분석	1회/년
	캠필로박터 제주니	-	음성	외부분석	1회/년
	역시디아	-	음성	외부분석	1회/년
안테로콜리티카	-	음성	외부분석	1회/년	
화학적 위해요소	타르색소	-	불검출	외부분석	1회/3개월
	납	-	0.05 mg/kg 이하	외부분석	1회/3개월
	카드뮴	-	0.1 mg/kg 이하	외부분석	1회/3개월
물리적 위해요소	이물	금속성미물 2.0mm이상 불검출 그 외 이물 불검출	금속성미물 2.0mm이상 불검출 출 그 외 이물 불검출	육안검사	매생산시

표시	디자인	영양정보	특정성분표시
	-	-	-

3.2.15. 사과 주스 공정도

	제 조 공 정 도		작 성	검 토	승 인
제 품 명	사과주스	문 서 번 호			
유 형	과채음료	개 정 일 자		2020.06.01	
원재료		부원료	부자재		
입고검수		항	필름		
원료입고		시험성적서,관능검사	소포장		
계량/전처리	정량계량, 이물혼입주의	정량계량			
작증	스크류 작증기				
여과	80 mesh				
배합	부원료 투입				
가열	가열온도 95°C± 2°C 살균				
CCP-1B	가열시간 40초				
제품검사	Brix, 당도 검사				
충진(내포장)	100g 필름 소포장				
금속검출	Fe:2mm이상, Sus 3mm이상 불검출				
CCP-2P	금속검출기 점검일지				
냉각					
보관	실온보관				
출하					

3.2.16. 사과 주스 제조방법설명서

제 조 방 법 설 명 서

1. 제 품 명 : 사과주스
2. 식품의유형 : 과채음료
3. 원재료명 또는 성분명 및 배합비율

원재료	배합비율 (%)	성분	비고
사과	99.9	사과 100%	
사과향	0.1	사과향 100%	
계	100		

4. 제조방법

- 1) 원료 입고 : 식품공전에서 정하는 적합한 원료만 선별하여 사용한다.
- 2) 착즙 여과 : 착즙기로 착즙 후 80메쉬로 여과한다.
- 3) 배합 : 배합비에 맞게 배합한다.
- 4) 살균 : 95±2°C/40초 이상 살균한다.
- 5) 포장 : 품질규격에 적합한 제품만 선별하여 포장한다.
- 6) 규격시험 및 포장 : 성상 및 이물 등 일반 성분 검사를 거쳐 품질 규격에 적합한 제품을 포장하여 출하한다.

5. 성상 : 고유의 색택과 향미를 가지고 있으며 이미 이취 이물이 없어야한다.

6. 용도용법 : 직접음용

7. 보관방법 : 실온보관

8. 포장재질 및 포장방법 : PE, 밀봉

9. 포장단위 : 자사포장단위

10. 유통기한 : 제조일로부터 12개월

11. 품질유지기한 : 해당없음

3.2.17. 심지사과농축액 규격서

제품 규격서		결		재	
		작성	검토	승인	
제품명		제정일자	개정일자	개정차수	
사과농축액					
구분		내용			
기본정보	식품의 유형	농축과재즙			
	유통기한	제조일로부터 36개월까지			
	유통/보관 방법	냉동보관			
	포장재질	포장재(내면) : 폴리에틸렌			
	포장형태	비닐백			
	포장단위	10 kg			
	품목제조번호				
항목	기준및 규격		검사방법	검사주기	
	법적규격	사내규격			
성상	고유의 색택을 가지고 이미-취가 없어야 한다.		관능검사	매생산시	
내용량	10 kg (법적허용오차 : 45 g)	10 ± 0.030 kg	시험분석	매생산시	
당도	-	45.0 이상	시험분석	매생산시	
pH	-	4.5 ± 0.5	시험분석	매생산시	
산도	-	2.0 이하	시험분석	매생산시	
생물학적 위해요소	세균수	n=5,c=1,m=100,M=1000	n=5,c=1,m=10,M=100	사내분석	매생산시
	대장균	-	n=5,c=1,m=0,M=10	사내분석	매생산시
	대장균군	n=5,c=1,m=0,M=10	n=5,c=1,m=0,M=10	사내분석	매생산시
	진균류	-	0	사내분석	매생산시
	살모넬라	-	음성	외부분석	1회/년
	황색포도상구균	-	음성	외부분석	1회/년
	리스테리아	-	음성	외부분석	1회/년
	모노사이토제네스	-	음성	외부분석	1회/년
	장출혈성대장균	-	음성	외부분석	1회/년
	캠필로박터 제주니	-	음성	외부분석	1회/년
	역시디아	-	음성	외부분석	1회/년
	안테로클리티카	-	음성	외부분석	1회/년
화학적 위해요소	타르색소	-	불검출	외부분석	1회/3개월
	납	-	0.05 mg/kg 이하	외부분석	1회/3개월
	카드뮴	-	0.1 mg/kg 이하	외부분석	1회/3개월
물리적 위해요소	이물	금속성이물 2.0mm이상 불검출 그 외 이물 불검출	금속성이물 2.0mm이상 불검출 그 외 이물 불검출	육안검사	매생산시
	표시	디자인	영양정보	특정성분표시	

3.2.18. 심지사과농축액 공정도

제 조 공 정 도		작 성	검 토	승 인
제 품 명	사과농축액	문 서 번 호		
유 형	농 축 과 채 즙	개 정 일 자	2020.06.01	
원재료			부자재	
			필름	
입고검수			입고 검수	
원료입고				
계량/전처리	정량계량, 이물혼입주의			
착즙	스크류 착즙기			
여과	80 mesh			
가열	가열온도 95°C± 2°C 살균			
CCP-1B	가열시간 40초			
농축	감압농축, 60°C± 2°C			
제품검사	Brix 당도 검사			
충진(내포장)	10 kg 필름 포장			
금속검출	Fe:2mm이상, Sus 3mm이상 불검출			
CCP-2P	금속검출기 점검일지			
냉동				
보관	냉동보관			
출하				

3.2.19. 심지사과농축액 제조방법설명서

제 조 방 법 설 명 서

1. 제 품 명 : 사과농축액
2. 식품의유형 : 농축과채즙
3. 원재료명 또는 성분명 및 배합비율

원재료	배합비율 (%)	성분	비고
사과	100	사과 100%	
계	100		

4. 제조방법

- 1) 원료 입고 : 식품공전에서 정하는 적합한 원료만 선별하여 사용한다.
- 2) 착즙 여과 : 착즙기로 착즙 후 80메쉬로 여과한다.
- 3) 살균 : 95±2°C/40초 이상 살균한다.
- 4) 농축 : 감압농축기로 농축한다.
- 5) 냉동 : 농축액을 냉동고에서 냉동한다.
- 6) 포장 : 품질규격에 적합한 제품만 선별하여 포장한다.
- 7) 규격시험 및 포장 : 성상 및 이물 등 일반 성분 검사를 거쳐 품질 규격에 적합한 제품을 포장하여 출하한다.

5. 성상 : 고유의 색택과 향미를 가지고 있으며 이미 이취 이물이 없어야한다.

6. 용도용법 : 음료용 주원료, 직접음용, 희석하여 음용

7. 보관방법 : 냉동보관

8. 포장재질 및 포장방법 : PE, 밀봉

9. 포장단위 : 자사포장단위

10. 유통기한 : 제조일로부터 36개월

11. 품질유지기한 : 해당없음

4. 결론

- 조각 사과 제조시 침지 용액의 VCM 농도를 1%, 2%, 3%, 4%로 농도 구배하여 침지한 결과를 통해 2%의 VCM 농도로 제조하여도 10 일까지의 갈변 억제율을 보였음을 확인할 수 있는데 이를 통해 침지 용액을 계속 소모하였을 때, VCM 함량이 낮아져도 재활용할 수 있는 가능성을 예상할 수 있음.
- 온도에 따라 보관하였을 경우에도 Fig. 2를 통해 냉장 보관 이외에 상온 (20°C)과 가속 (30°C) 조건하에서의 갈변 억제율을 확인하였으나 2 일차 이후에 급격하게 상온, 가속 조건 내에서 BI 값이 증가함을 확인할 수 있었음. 이에 따라 조각 사과 유통 과정 및 보관에서 상온, 가속 조건에서는 효소 반응의 가속화로 인하여 적절하지 않은 보관 조건임을 시사함.
- 다양한 유기산과의 갈변 억제율을 확인하였으며(Fig. 3.) Citric acid와 VCM 1:1로 첨가시 총 용량 3%에서도 갈변 억제율이 확인 되었음. Citric acid은 조각사과에 첨가시 PPO 억제를 통해 갈변 억제를 하며¹⁸, 여러 장점은 generally recognized as safe(GRAS)에 등록되어 다양한 채소 및 과일 신선 식품에 사용되고 있으며¹⁹, 천연 과일류 특히, 사과에도 다량 함유되어 있어 사과 특유의 맛과 향을 크게 변화시키지 않는 장점이 알려져 있음¹⁸. 또한, Citric acid는 UV, Ascorbic acid 등과 함께 다양한 처리를 하였을 경우 갈변 억제 효과가 증진된다고 알려져 있어 갈변 억제제로서의 가능성도 확인할 수 있는 시료임. 그러나 citric acid의 과량 첨가는 사과의 신맛을 증가시켜 관능적 부분에서 많이 아쉬운 시료이며 이의 대체 방안을 모색하였음.
- 다양한 갈변 억제제가 존재하나 사과의 관능을 해치지 않으며 VCM과 잘 혼합하여 사용할 수 있는 시료를 모색하였으며 이에 따라 최적의 시료인 Phytic acid를 통해 실험에 임하였음. Phytic acid는 금속이온의 킬레이트 작용을 통해 갈변을 억제하는 비효소적 갈변 억제와 PPO를 직접 억제하는 효소적 갈변 억제제로서의 역할을 함이 선행 연구에서 연구되어 있음.²² 이에 따라 본 연구의 성과 지표인 경제성 10%의 이점을 기준으로 하여 VCM과 Phytic acid의 첨가를 통해 갈변 억제를 확인하였음. (Fig. 4.) 이를 통해 VCM 3%+ Phytic acid 1%의 농도를 확정하였으며 10 일 이후에도 갈변 억제율을 확인하였음.
- 시중 판매중인 조각사과의 유통기한에 따른 BI 값을 확인(Fig. 7.)하였으며 유통 기한 이후에도 색 값에서는 큰 차이를 보이지 않았음. 따라서 색 값의 변화를 참고하여 식품 공전 규격인 대장균의 변화를 통해 유통기한 설정 실험을 진행하였음.
- 확정한 농도인 VCM 3%+ PA 1%와 기존에 공정에서 사용했던 농도인 VCM 4%를 공장에서 적용하여 실험에 임하였으며 10 kg 마다 전기전도도, 갈변억제율, 미생물 검출을 통해 유통기한 설정실험 하였음. Fig. 9를 통해 침지할수록 전기전도도의 값은 감소하며 이에따라 Fig. 10.을 통해 침지 용액별 갈변억제율을 확인할 수 있음. 이를 통해 사용된 침지 용액을 재사용하는 기준을 설정하였으며, 빠르게

납품해야하는 장소에는 30 kg, 40 kg 침지 후에 해당하는 침지액의 전기전도도를 기준으로하여 침지 후 납품할 수 있음. 또한, 새롭게 제조한 신선한 침지용액은 VCM 4%와 다르게 유통기한 10 일 이상의 갈변 억제율을 확인할 수 있으며 미생물의 검출 결과(Table 1, 2)에서도 식품공전을 만족시키는 결과값을 확인할 수 있음. 따라서, 공장 실험에서도 갈변 진행 정도, 미생물 규격에 따른 유통기한 설정 실험에서도 조각 사과 유통기한을 10 일 이상 성과 달성을 하였음.

- 공장에서 제조된 사과를 통해 VCM 4%와 VCM 3% + PA 1%의 침지 용액별 관능평가를 진행하였을 때 맛 평가지표에서는 모두 기존의 침지 용액인 VCM 4% 보다 우수한 평가를 받았으며 이에 따라 충분히 소비자도 만족시킬 수 있는 조각사과 공정을 확립하였음을 시사함.

- Fig. 12, 13 을 확인하면 SGS 에 해당 조각사과의 규격을 의뢰하여 제품화 가능성을 확인하며, 식품공전을 만족하는 안전한 신선편의식품을 제조하였음을 시사함. Fig 14 는 완성품의 제품을 확인할 수 있으며 본 상태로 포장하여 유통할 수 있음.

- Fig. 14 는 전체 주스 제조 공정 중 가장 중요한 살균 처리 공법에서 음료 내부의 온도를 실시간으로 모니터링하여 온도 변화를 확인하였고 가열 및 쿨링 과정의 시간을 HTST 공법에 맞춰 규격을 확립하였음.

- Table 3.은 주스의 수율 값에서 사과 주스와 과육 주스는 유사한 경향성을 보이며 심지 주스는 사과주스, 과육 주스보다 더 많은 수율을 보임. 그러나 Table 4. 의 Brix 값에서 core 주스가 과육주스보다 유의적으로 낮은 값을 보이는데 이를 통해 주스 내의 고형분 함량은 과육 주스에서 더 우월한 것으로 사료됨. 이를통해 과육 주스와 심지 주스를 혼합하여 주스를 제조하였으며 심지 주스와 과육 주스간의 상호 보완적으로 상품 가치를 증가시킬 수 있음.

- Table 4.의 Brix/acidity 에서 심지 주스, 과육 주스 간의 유의적 차이를 보이지 않는데 Brix/acidity 는 사과 주스의 풍부한 맛과 저장기간 등에 연관이 있으며 최소 22.0 이상일 경우 사과 주스의 본연의 맛을 나타내는 기준이 됨²⁷. 그러나 현대의 사과 주스 Brix/acidity 의 상품성 가치는 33.1 이상을 권장하나²⁸. 본 실험에 제조된 사과 주스, 심지 주스, 과육 주스 모두 Brix/acidity 권장량인 33.1 의 수준보다 더 높은 값을 가지며 제조된 사과 과육+심지 주스의 상품성 가치가 높음을 시사함.

- 천연 항산화 물질인 Flavonoid 물질(특히, Anthocyanin 계열)의 함량이 사과의 껍질 부분에 다량 함유되어 있으며, 특히 과육에 비해 1.5 배에서 많게는 3 배까지 많은 flavonoid 함량을 가지고 있음을 선행연구를 통해 밝혀짐³⁰. 또한, 항산화능의 결과를 통해 심지 주스와 과육주스와의 혼합으로 높은 항산화능을 가져 다양한 생리활성 가치가 있는 음료가 될 것으로 사료됨.

- 시중에서 판매중인 사과 주스의 특성을 파악하였으며 (Fig. 15.) 본 연구에서 제조된 제품과 가장 유사하며 선호도가 높은 제품을 선별하여 관능평가를 비교하였음. 평가 항목은 전체적 기호도, 사과 향, 색,

신맛, 단맛의 총 5 가지 항목에 대해 진행하였으며. 그 결과 본 실험에서 제조된 사과 주스와 판매중인 사과주스와의 신맛, 색 부분에서는 유의적 차이를 보이지 않았으며 특히, 전체적 기호도, 신맛, 단맛 부분에서 시중 판매 주스인 Fig. 16-A. 보다 Fig. 16-C. 인 Aromaline 그룹이 더 높은 점수로 평가 받음을 확인할 수 있음. 이를 통해 시중 판매 주스보다 더 맛과 향이 풍부하며 색에서의 큰 차이가 없는 사과 심지 주스를 제조하였음을 시사함.

- 농축액 제조에 있어서 사과 착즙액 주스를 농축하여 제조하였으며 해당 성분의 지표는 Table 9 를 통해 확인할 수 있음. 제조된 사과 주스와 농축액 모두 대장균이 검출되지 않아 안정성이 확보된 주스이며 시중 판매중인 제품의 경우 냉장보관 시 최소 30 일 이상의 유통기한을 보유한 것³¹으로 알려져 있음. 본 실험에서 진행한 살균법인 HTST 의 공법이 대장균 수를 효과적으로 제어함을 확인할 수 있음. 또한, 농축액 제조 시 맛에 영향을 주는 Brix/Acidity 의 값은 변화하지 않는 것으로 보아 단위 부피당 당의 함량이 증가하여 미생물의 제어가 편리한 농축액의 제조를 하였음을 확인할 수 있음.

- 본 실험에서 농축액 제조 후 농축액을 정수로 희석하여 사과 주스와의 비교 관능평가를 진행하였으며 이 결과 종합적 기호도, 사과 향, 신맛, 단맛에서는 유의적 차이를 보이지 않으나 색의 결과에서 차이가 남을 확인할 수 있었음. 사과 향, 신맛, 단맛에서는 농축액을 희석하여도 큰 차이를 보이지 않았으며 이에 따라 농축액을 환원시켰을 경우 상품가치성은 주스에 비해 대략 80% 이상의 상품 가치성

- 시중 판매 주스와 제조된 심지 주스를 평가하여 완성도 있는 사과 심지 주스를 제조하였으며³² 심지 주스를 식품 공전에 맞게 의뢰하여 제품화 가능성을 확인하였음(Fig. 18, 19). 이와 관련한 시제품의 사진은 사과 심지 주스(Fig. 20), 사과 농축액 (Fig. 21)을 통해 확인하여 완성도 있는 제품을 개발하였음.

5. 참고자료

1. 홍윤표, 홍성식, 정대성, 김영배. 사과 주요 품종의 상온유통 기간 및 저온저장 한계기 설정. 한국원예학회 학술발표요지 **14**, 154–155 (1996).
2. Schlimme, D. V. Marketing Lightly Processed Fruits and Vegetables. *HortScience* **30**, 15–17 (1995).
3. Soliva-Fortuny, R. C. & Martín-Belloso, O. New advances in extending the shelf-life of fresh-cut fruits: a review. *Trends in Food Science & Technology* **14**, 341–353 (2003).
4. Yi, J. *et al.* Quality change during high pressure processing and thermal processing of cloudy apple juice. *LWT* **75**, 85–92 (2017).
5. Kim, S.-Y., Cho, J.-S., Jeong, M.-C. & Moon, K.-D. Effects of Combined Treatment with High CO₂ Concentration and Ascorbic acid on Browning of Fresh-cut 'Fuji' Apples. *Korean Journal of Food Preservation* **18**, 475–480 (2011).
6. Grimi, N., Mamouni, F., Lebovka, N., Vorobiev, E. & Vaxelaire, J. Impact of apple processing modes on extracted juice quality: Pressing assisted by pulsed electric fields. *Journal of Food Engineering* **103**, 52–61 (2011).
7. 박난영, 김재화, 서지형, 이상철 & 정용진. 비타민 C 첨가에 따른 미세과육 함유 사과주스의 저장 중 품질변화. *한국식품저장유통학회지 (Korean J. Food Preserv.)* **17**, 451–456 (2010).
8. Dey, T. B. & Banerjee, R. Application of decolourized and partially purified polygalacturonase and α -amylase in apple juice clarification. *Brazilian Journal of Microbiology* **45**, 97–104 (2014).
9. Schilling, S. *et al.* Comparative Study of Pulsed Electric Field and Thermal Processing of Apple Juice with Particular Consideration of Juice Quality and Enzyme Deactivation. *J. Agric. Food Chem.* **56**, 4545–4554 (2008).
10. Hwang, I.-W., Kim, C.-S. & Chung, S.-K. The Physicochemical Qualities and Antioxidant Activities of Apple Juices Marketed in Korea. *Korean Journal of Food Preservation* **18**, 700–705 (2011).
11. Olivas, G. I., Mattinson, D. S. & Barbosa-Cánovas, G. V. Alginate coatings for preservation of minimally processed 'Gala' apples. *Postharvest Biology and Technology* **45**, 89–96 (2007).
12. Chung, H.-S., Toivonen, P. & Moon, K.-D. Combined Effects of Vanillin and Antibrowning Agent on Changes of Quality and Microorganisms in Fresh-Cut Apples. *Korean Journal of Food Preservation* **15**, 385–389 (2008).
13. Folin, O. & Denis, W. On Phosphotungstic-Phosphomolybdic Compounds as Color Reagents. *J. Biol. Chem.* **12**, 239–243 (1912).
14. Re, R. *et al.* Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine* **26**, 1231–1237 (1999).
15. BLOIS, M. S. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* **181**, 1199–1200 (1958).
16. Pendyala, B., Patras, A., Ravi, R., Gopisetty, V. V. S. & Sasges, M. Evaluation of UV-C Irradiation

- Treatments on Microbial Safety, Ascorbic Acid, and Volatile Aromatics Content of Watermelon Beverage. *Food Bioprocess Technol* **13**, 101–111 (2020).
17. Murtaza, A. *et al.* Enzymatic, Phyto-, and Physicochemical Evaluation of Apple Juice under High-Pressure Carbon Dioxide and Thermal Processing. *Foods* **9**, 243 (2020).
 18. Jiang, Y., Pen, L. & Li, J. Use of citric acid for shelf life and quality maintenance of fresh-cut Chinese water chestnut. *Journal of Food Engineering* **63**, 325–328 (2004).
 19. Rahman, S. M. E., Jin, Y.-G. & Oh, D.-H. Combination treatment of alkaline electrolyzed water and citric acid with mild heat to ensure microbial safety, shelf-life and sensory quality of shredded carrots. *Food Microbiology* **28**, 484–491 (2011).
 20. Chen, C., Hu, W., He, Y., Jiang, A. & Zhang, R. Effect of citric acid combined with UV-C on the quality of fresh-cut apples. *Postharvest Biology and Technology* **111**, 126–131 (2016).
 21. Li, Y., Wills, R. B. H. & Golding, J. B. Sodium chloride, a cost effective partial replacement of calcium ascorbate and ascorbic acid to inhibit surface browning on fresh-cut apple slices. *LWT - Food Science and Technology* **64**, 503–507 (2015).
 22. Du, Y., Dou, S. & Wu, S. Efficacy of phytic acid as an inhibitor of enzymatic and non-enzymatic browning in apple juice. *Food Chemistry* **135**, 580–582 (2012).
 23. Taiwo, K. A., Angersbach, A. & Knorr, D. Influence of high intensity electric field pulses and osmotic dehydration on the rehydration characteristics of apple slices at different temperatures. *Journal of Food Engineering* **52**, 185–192 (2002).
 24. Glicerina, V. *et al.* Influence of two different cocoa-based coatings on quality characteristics of fresh-cut fruits during storage. *LWT* **101**, 152–160 (2019).
 25. Pendyala, B., Patras, A., Ravi, R., Gopisetty, V. V. S. & Sasges, M. Evaluation of UV-C Irradiation Treatments on Microbial Safety, Ascorbic Acid, and Volatile Aromatics Content of Watermelon Beverage. *Food Bioprocess Technol* **13**, 101–111 (2020).
 26. Ku, K.-H., Kim, H.-J. & Jeong, M.-C. Relationship between quality characteristics and skin color of 'Fuji' Apples (*Malus domestica* Borkh.). *Food Measure* **13**, 1935–1946 (2019).
 27. Acevedo-Barrera, A. A., Parra, J. M. S., Yañez-Muñoz, R. M., Sanchez, E. & Perez-Leal, R. Natural Sources of Spraying to Preserve Apple Fruit Quality during Post-Harvest. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* **47**, 1136–1144 (2019).
 28. Cepeda Castañeda, I., Saucedo Veloz, C., Colinas León, M. T. & Rodríguez Alcázar, J. Evaluation of pre- and post-harvest treatments with CaCl₂ on cold storage and quality of the apple cv. Golden delicious. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* **15**, 54–60 (2014).
 29. Sila, D. N. *et al.* Pectins in Processed Fruits and Vegetables: Part II—Structure–Function Relationships. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* **8**, 86–104 (2009).
 30. Wolfe, K., Wu, X. & Liu, R. H. Antioxidant Activity of Apple Peels. *J. Agric. Food Chem.* **51**, 609–

614 (2003).

31. 김경탁, 김성수 & 이영춘. 고전압 펄스 전기장 처리된 사과주스의 저장중 품질변화. 한국식품과학회지 **31**, 375-379.
32. Olivas, G. I., Mattinson, D. S. & Barbosa-Cánovas, G. V. Alginate coatings for preservation of minimally processed 'Gala' apples. *Postharvest Biology and Technology* **45**, 89-96 (2007).

3. 목표 달성도

3-1. 목표

해당 과제에서 제시한 주요 목표와 성과를 서술하면 아래와 같음

- 1) 관능에 영향을 최소화 하면서 갈변을 최소화 하는 항산화제 포몰라의 개발과 처리 공정 최적화 연구, 공정 중 잉여 항산화 포몰라 용액 재활용법 연구
 - 주요 기능 및 성능치
 - 냉장 유통기한 8일 이상 확보
 - 원가절감 10% 이상
 - 핵심 기술
 - 비타민 C와 천연 유래 유기산의 최적 조합비 발굴, 공정 처리 조건 표준화
 - 심지 활용 제품 공정에 재활용 조건 최적화
 - 적용범위
 - 효소제어가 필요한 타종의 과채류 생산 공정에 활용
 - 부재료 및 유틸리티 저감 공정 개발에 활용

- 2) 심지 부산물을 활용한 사과즙, 사과농축액 제조 시 수율 향상, 생산 효율, 품질 향상을 위한 최적화 공정 개발 연구
 - 주요 기능 및 성능치
 - 신제품 2종 출시를 위한 제조공정도, 규격 표준 완성
 - 과제 종료 후 1년 내 신규 매출 1.5억 규모 달성
 - 핵심 기술
 - 효소반응을 통한 수율 향상, 부산물 감소, 여과 공정 속도 향상
 - 효소 및 온도제어를 통한 침전물 최소화, 갈변 최소화를 통한 품질 향상
 - 적용범위
 - 효소반응 및 제어가 필요한 타종의 과일 음료 생산 공정에 활용
 - 유사제품 공정 개선 연구에 활용

4. 연구개발 결과의 활용방안 및 기대효과

4-1. 연구개발 결과의 활용방안

- 연간 60~70백만원의 원가 절감 효과 기대
- 과제 종료 후 1년 내 1.5억원/년 규모의 추가 매출 달성, 3년 내 3억원/년 규모의 매출 발생 기대
- 신규 고용 1인 창출
- 기술이전 1건 달성
- 조각 사과 및 부산물 활용 주스와 농축액 제조 공정 표준으로 활용
- 가공 설비 개선 및 도입을 위한 기반 자료로 활용
- 사과 이외에 지역 과실 유래 가공품 생산에 활용

4-2. 기대성과 및 파급효과

- 다양한 과일 믹스 제품 출시를 통한 연관 매출 상승 기대
- 지역 가공과실의 가공율 증대를 통한 저장비용 등의 부대비용 감소 기대
- 저장 사과의 효율적 저장 운영 관리 가능 기대
- 친환경 간식용 조각사과 공급이 원활해져 지역 내 초등학교로 공급 확대 기대
- 안정적인 대량 수요처 확보로 지역 사과농가의 소득 향상 기대
- 조각사과 가공시설의 인력 추가고용 등 지역일자리 창출 효과 기대

적용기술	AS IS	TO BE
항산화제 시너지 효과 발굴	비타민C 단독처리 : 냉장 유통 1주일 전후 가능	비타민과 유기산 병행 사용 : 원가절감 및 냉장 유통기한 연장 기대
항산화제 재활용 기술 개발	사용 후 버림	심지 활용 제품의 생산 공정 에 적용하여 생산 원가 절감
심지 유래 사과즙의 수율 증대 기술 개발	단순 분쇄 착즙 : 낮은 수율 (70~80%), 여과 공정 작업 로드 큼(막힘현상)	효소 반응을 이용한 착즙 : 높은 수율(90%이상), 추출박 부산물 수분함량 감소, 여과 공정 속도 높음
심지 유래 사과즙의 품질 향상 공정 개발	공정 중 효소 제어 및 온도 관리 없음 : 침전물 다량 발생, 점도의 증가, 변색 촉진	공정 중 효소 제어 및 온도 조절 : 침전물 최소화, 점도의 감소, 산성당 함량 감소, 갈변 최소화

[별첨 1]

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 조각사과 제조공정 개선 및 심지 활용 제품 사업화				
	(영문) Research for improving the manufacturing process of apple slices and product development using by-products of apple processing				
주 관 연구 기관	(농)농가생활협동조합		주 관 연 구 책 임 자	(소속) 농가생활협동조합	
참 여 기 업	(농)농가생활협동조합, 푸드랩토리			(성명) 전병길	
총 연구개발비 (133,400천원)	계	133,400천원	총 연 구 기 간	2019.06.05. ~ 2020.06.04. (1년)	
	정부출연 연구개발비	100,000천원	총 참 여 원 수	총 인 원	8
	기업부담금	33,400천원		내부인원	6
	연구기관부담금	-		외부인원	2
<p>○ 연구개발 목표 및 성과</p> <ul style="list-style-type: none"> • 조각사과의 갈변에 의한 품질 저하 방지를 위한 항산화제 첨가 공정의 연구가 미비하여 고가의 항산화제 투입량, 투입방법 등의 표준화가 이루어지지 않아 다량의 항산화제 사용으로 인한 원가 부담에 대한 애로 사항이 있음. • 또한 조각사과 제조 시 발생하는 부산물인 심지는 가공 과정에서 원료 중량 대비 40% 수준(년간 200톤 규모)으로 발생되는데 이를 그대로 폐기함으로써 환경부하 및 부가가치가 낮아지는 애로 사항도 피력함. • 따라서 조각사과의 갈변방지를 위한 항산화제 첨가 공정에서 최적의 항산화제 포뮬라 개발과 회수 사용 방안의 고안을 통한 원가절감 공정 개발 필요하며, 부산물로 발생하는 심지를 활용한 상품 개발을 통해 부가치를 높이는 연구가 필요한 실정임. <p>○ 연구내용 및 결과</p> <p>주관연구기관(농가생활협동조합)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 조각사과 갈변억제 및 심지사과 산업화를 위한 현장적용 시험 <ul style="list-style-type: none"> - 갈변억제기술 개발 전처리 효능 현장시험 - 조각사과 포장방법에 따른 냉장저장 품질특성 현장시험 - 갈변억제 전처리 침지액 회수 및 재활용 현장시험 - 심지사과 사과즙, 농축액 현장 적용시험 및 시제품 생산 - 조각사과 및 심지사과 제품의 제조공정 및 품질규격 설정 - 최종 시제품과 기존 제품과의 비교 관능검사 또는 기호도 조사 <p>협동연구기관(푸드랩토리)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 조각사과 갈변억제 전처리기술 개발 및 심지사과 활용 제품개발 <ul style="list-style-type: none"> - 갈변억제기술 개발 전처리 효능 및 시너지효과 측정 - 조각사과 포장방법에 따른 저장중 품질특성 분석 - 갈변억제 전처리 침지액 회수 및 재활용 공정 설정 - 사과 심지의 기계적 전처리 					

- 사과즙 및 농축액 제조시험
 - 사과즙 및 농축액의 포장방법에 따른 살균 등 제조공정 설정
 - 최종 시험품 사과즙 및 농축액의 저장중 유통기한 설정을 위한 품질특성 분석
- 연구성과 활용실적 및 계획
- 관능의 영향을 최소화 하며 경제성이 높은 갈변 억제 포몰라 개발 및 잉여항산화 포몰라 용액 재활용을 통해 경제성 획득
 - 심지 부산물을 통해 제조된 주스의 경제성 획득

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호	119046-01		
사업구분	고부가가치식품기술개발사업				
연구분야	식품가공			과제구분	단위
사업명	고부가가치식품기술개발사업				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	조각사과 제조공정 개선 및 심지 활용 제품 사업화			과제유형	(기초, 응용, 개발)
연구기관	(농)농가생활협동조합			연구책임자	전병길
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차연도	2019.06.05.~2020.06.04	100,000	33,400	133,400
	2차연도				
	3차연도				
	4차연도				
	5차연도				
	계	2019.06.05.~2020.06.04	100,000	33,400	133,400
참여기업	(농)농가생활협동조합, 푸드랩토리				
상대국	해당없음	상대국연구기관		해당없음	

※ 총 연구기간이 5차연도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

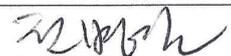
2. 평가일 : 2020년 7월 23일

3. 평가자(연구책임자) : 전병길

소속	직위	성명
(농)농가생활협동조합	이사	전병길

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확인하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

확약	
----	---

I. 연구개발실적

※ 다음 각 평가항목에 따라 자체평가한 등급 및 실적을 간략하게 기술(200자 이내)

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

o 주요 결과 및 성능치

- 급식용 조각사과 제품의 냉장 유통기한 8일 이상 확보
- 갈변방지를 위한 항산화제(비타민, 유기산)의 구입 원가절감 10% 이상
- 신제품 2종 출시를 위한 제조공정도, 규격 표준 완성
- 과제 종료 후 1년 내 신규 매출 1.5억 규모 달성

o 핵심 기술

- 비타민 C와 천연 유래 유기산의 최적 조합비 발굴, 공정 처리 조건 표준화
- 심지 활용 제품 공정에 재활용 조건 최적화
- 효소반응을 통한 수율 향상, 부산물 감소, 여과 공정 속도 향상
- 효소 및 온도제어를 통한 침전물 최소화, 갈변 최소화를 통한 품질 향상

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

- o 다양한 과일 믹스 제품 출시를 통한 연관 매출 상승
- o 지역 가공시설의 가공율 증대를 통한 저장비용 등의 부대비용 감소
- o 저장 사과와 효율적 저장 운영 관리 가능
- o 친환경 간식용 조각사과 공급이 원활해져 지역 내 초등학교로 공급 확대
- o 안정적인 대량 수요처 확보로 지역 사과농가의 소득 향상
- o 조각사과 가공시설의 인력 추가고용 등 지역일자리 창출 효과

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

- o 효소반응 및 제어가 필요한 타종의 과채류 생산 및 과일 음료 생산 공정에 활용, 부재료 및 유틸리티 저장 공정 개발에 활용 가능

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

- o 계획서에 제시된 정량, 정성 목표를 달성하였으며, 위탁기관과 긴밀한 협력을 통해 연구를 추진함

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

지적소유권(노하우): 자체기술이전

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
항산화제 포물라 및 재활용공정 개발	5	100	항산화제 개발 연구 완료
완제품(조각사과, 사과즙, 사과농축액) 시험 제품 제조	5	100	레시피 완성 및 시험 제품 제작 완료
제조공정 개발	5	100	제조공정도 제시
유통기한 설정 연구	5	100	유통기한 설정 완료
고용창출	60	100	고용창출 1건 달성
기술이전	20	100	기술실시 완료
합계	100점	100	

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

- 항산화제 주요 기능 및 성능치: 냉장 유통기한 8일 이상 확보, 원가절감 10% 이상 달성
- 비타민 C와 천연 유래 유기산의 최적 조합비 발굴, 공정 처리 조건 표준화 및 심지 활용 제품 공정에 재활용 조건 최적화 완료
- 효소제어가 필요한 타종의 과채류 생산 공정에 활용, 부재료 및 유틸리티 저감 공정 개발에 활용
- 심지 부산물 활용 사과즙, 사과 농축액 제조 주요 기능 및 성능치: 신제품 2종 출시를 위한 제조공정도, 규격 표준 완성, 과제 종료 후 1년 내 신규 매출 1.5억 규모 달성
- 효소반응을 통한 수율 향상, 부산물 감소, 여과 공정 속도 향상, 효소 및 온도제어를 통한 침전물 최소화, 갈변 최소화를 통한 품질 향상
- 효소반응 및 제어가 필요한 타종의 과일 음료 생산 공정에 활용, 유사제품 공정 개선 연구에 활용 가능

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

농가생활협동조합은 학교급식을 주력사업으로 하는 업체로서, 코로나 확산에 따른 학교급식 식재료 납품의 제한사항이 발생하여, 계획서 상에서와 같이 개발된 제품(후식용 조각사과 및 사과주스)의 판매 실적(1.5억원 ↑/년)을 과제 종료 후 1년 이내에 달성할 수 있음

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

- 조각 사과 및 부산물 활용 주스와 농축액 제조 공정 표준으로 활용
- 가공 설비 개선 및 도입을 위한 기반 자료로 활용
- 사과 이외에 지역 과일 유래 가공품 생산에 활용
- 사과 품목뿐만 아니라 산화적 갈변이 발생할 수 있는 감자 등의 품목에도 적용하여 제품의 품질을 향상시킬 수 있는 제조공정에 적용

IV. 보안성 검토

o 연구책임자의 보안성 검토의견, 연구기관 자체의 보안성 검토결과를 기재함

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 연구책임자의 의견

특이사항 없음

2. 연구기관 자체의 검토결과

특이사항 없음

[별첨 3]

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input checked="" type="checkbox"/> 자유응모과제 <input type="checkbox"/> 지정공모과제		분 야	식품가공
연구과제명	조각사과 제조공정 개선 및 심지 활용 제품 사업화			
주관연구기관	(농)농가생활협동조합		주관연구책임자	전병길
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	100,000,000	33,400,000		133,400,000
연구개발기간	2019.06.05.~2020.06.04			
주요활용유형	<input type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input checked="" type="checkbox"/> 기타(자체기술이전) <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:)			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
① 갈변억제 전처리 현장시험에 의한 유통기한 냉장 8일 이상 달성	냉장 유통기한 8일 이상 확보 및 10% 이상 원가절감
② 조각사과 갈변억제 전처리기술 개발	
③ 심지사과 사과즙 및 농축액 산업화 제조에 의한 품질수준 80% 이상 달성	신제품 2종 출시를 위한 제조공정도, 규격 표준 완성, 2021년 3월 학교급식 납품예정
④ 심지사과 활용 제품 2종(사과즙, 농축액) 개발	

3. 연구목표 대비 성과

성과목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용-홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		학술발표			정책활용	홍보전시	
												SCI	비SCI						

단위	건	건	건	건	백만 원	백만 원	백만 원	백만 원	명	백만 원	건	건	건	건	명	건	건
가중치				20	20				60								
최종목표				1	10				1								
연기간내 달성실적				1	5				1								
달성율(%)				100	50				100								

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	항산화제 시너지 효과 발굴
②	항산화제 재활용 기술 개발
③	심지 유래 사과즙의 수율 증대 기술 개발
④	심지 유래 사과즙의 품질 향상 공정 개발

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해결	정책 자료	기타
①의 기술							√	√		
②의 기술							√	√		
③의 기술		√					√	√		
④의 기술		√					√	√		

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	비타민과 유기산 병행사용으로 원가절감 및 냉장 유통기한 연장 기대
②의 기술	심지 활용 제품의 생산 공정에 적용하여 생산 원가 절감
③의 기술	지역 가공과실의 가공율 증대를 통한 저장비용 등의 부대비용 감소 기대
④의 기술	조각사과 및 부산물 활용 주스와 농축액 제조 공정 표준으로 활용

7. 연구종료 후 성과창출 계획

성과목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용-홍보		기타 (타연구활용등)
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화*	매출액**	수출액	고용창출	투자유치		논문		학술발표			정책활용	홍보전시	
												SCI	비SCI						
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명				
가중치																			
최종목표						2	1,550												
연구기간내 달성실적						0	0												
연구종료후 성과창출 계획						2	1,550												

* 제품화: 과제종료 후 1년 이내 실시

** 매출액: 과제종료 후 5년 이내 달성 합계

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술명	조각사과 갈변억제 기술		
이전형태	<input checked="" type="checkbox"/> 무상 <input type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	농업경영체 기술료 감면
이전방식	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input checked="" type="checkbox"/> 기타(실시권 유형 : 직접 실시)		
이전소요기간	2020.7.15.~2028.7.14	실용화예상시기	2021.3.1
기술이전시 선행조건	조각 사과 생산 장비 구축 완료함 (2019년 11월 15일)		

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 고부가가치식품기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 고부가가치식품기술개발사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.