

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

농축산물안전생산유통관리기술개발사업 2021년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003550-01

고구마를 이용한 기능성 강화 건조농산물 (원물 영양강화식) 제품 개발

2021. 06. 04.

주관연구기관 / 조선대학교 산학협력단
참여기관 / 공덕농협

농 립 축 산 식 품 부
(전문기관)농림식품기술기획평가원

<제출문>

제 출 문

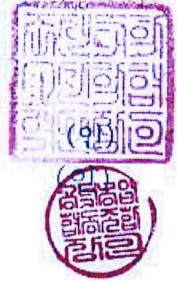
농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “고구마를 이용한 기능성 강화 건조농산물(원물 영양강화식) 제품 개발” (개발기간 : 18. 12. 03. ~ 20. 12. 02.) 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2021. 06. 04.

주관연구기관명 : 조선대학교 산학협력단
참여기관명 : 공덕농협

(대표자) 이 종 국
(대표자) 문 홍 길



주관연구책임자 : 신 현 재

참여기관책임자 : 구 정 운

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

<보고서 요약서>

보고서 요약서

과제고유번호	318101-2	해 당 단 계 연 구 기 간	18. 12. 03. ~ 20. 12. 02.	단 계 구 분	-
연구 사업 명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	농축산물안전생산유통관리기술개발사업(역매칭시범사업)			
연구 과제 명	대 과 제 명	-			
	과제명	고구마를 이용한 기능성 강화 건조농산물 (원물 영양강화식) 제품 개발			
연구 책임자	신 현 재	해당단계 참여연구원 수	-	해당단계 연구개발비	-
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 11명 내부: 8명 외부: 3명	총 연구개발비	정부: 114,000천원 정부 외: 114,000천원 계: 228,000천원
연구기관명 및 소속부서명	조선대학교 산학협력단			참여기업명 공덕농협	
국제공동연구	상대국명: 해당 없음			상대국 연구기관명: 해당 없음	
위탁연구	연구기관명: 해당 없음			연구책임자: 해당 없음	
※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음					
연구개발성과의 보안등급 및 사유	-				

9대 성과 등록·기탁번호

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

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

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

요약	보고서 면수
<p>○ 가공에 적합한 농산물 선정</p> <ul style="list-style-type: none"> - 고구마 품종 (주황고구마, 자색고구마, 끝고구마) 별 생리활성 및 영양 성분 분석 (국내논문 1편 게재, 학술발표 1건). - GI지수 측정. 	<p>○ p. 14</p> <p>- p. 14</p> <p>- p. 24</p>
<p>○ 가공(건조)방법의 최적화</p> <ul style="list-style-type: none"> - 맛, 향, 색상, 식감 등 주원료의 특성을 강화하고 영양학적 가치를 극대화 할 수 있는 전처리, 건조방법 등 제조공정 수립. - 참여기업인 공덕농협의 가공식품 제조 공정 개선 (기술실시 1건, 매출액 8.5억원). - 원물 선별 기술 개발: 중백현상 (전분이 당화되지 않고 고구마 내부에 남아있는 현상) 선별 기술 개발 (특허 등록 1건, 국외논문 1편 게재, 학술발표 2건). 	<p>○ p. 26</p> <p>- p. 26</p> <p>- p. 31</p> <p>- p. 39</p>
<p>○ 기능성 소재의 적용 기술 연구</p> <ul style="list-style-type: none"> - 고구마 페이스트의 유산균 발효를 통하여 유산균 및 유기산 함량이 증가된 고구마 페이스트 제조 기술 개발 (특허 출원 1건). - 저분자 콜라겐 함유 고구마 말랭이 제조 기술 개발. - 알긴산 및 키토산 코팅을 통한 유통기간 증진 기술 개발. 	<p>○ p. 51</p> <p>- p. 51</p> <p>- p. 53</p> <p>- p. 56</p>
<p>○ 영양강화 및 맞춤형 웰빙 고구마 제품 개발 및 상품화</p> <ul style="list-style-type: none"> - 고구마를 이용하여 총 8종 (후레이크, 페이스트칩, 전병, 저분자 콜라겐 고구마 말랭이, 고구마 단백질 셰이크, 앙금, 베이커리 (고구마 만쥬, 고구마 초코파이))의 시제품 개발. - 8종 중 4종은 품목제조보고 완료 후 상품화 준비 중 (제품화 4건). 	<p>○ p. 63</p> <p>- p. 63</p> <p>- p. 74</p>

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<p>[목적] 고구마 신수요 창출 및 소비확대를 위해 고구마를 주원료로 하여 “고구마 페이스트와 앙금을 제조” 하고 이를 기반으로 시리얼 등의 다양한 가공식품을 개발함. 가공식품 처리 공정에 코팅기법을 도입하여 보관성을 높이고 맛, 향, 색상, 식감의 유지와 유통기간을 증가시킴. 고구마 원물로부터 영양강화 원물간식, 대용식, 맞춤형제품의 개발을 위한 반제품 타입의 가공품 개발 기술 개발 및 고부가가치 상품개발. 제품개발과 더불어 추가적으로 중백 고구마 선별기술을 개발함.</p> <p>[내용] ○ 가공에 적합한 농산물 선정 - 호박고구마 (호감미), 자색고구마 (단자미), 꿀고구마 (베니하루카)의 생리활성 및 영양성분 분석, GI 지수 측정. - 고구마 페이스트와 앙금을 활용하여 매년 2가지씩의 다양한 형태의 제품을 개발하여 2년간 총 4가지 이상의 판매 가능한 제품 개발.</p> <p>○ 가공(건조)방법의 최적화 - 관능평가를 통해 가공식품의 “맛, 향, 색상, 식감” 을 강화하기 위한 전처리 및 건조방법을 고구마 종류에 따라 검토하여 최적 공정 제안. - 중심부에 중백 현상이 있는 고구마를 가공 전 검출하기 위하여 NIR를 이용한 비파괴기법 활용 검출장비를 제안하고, 이를 선별공정에 적용.</p> <p>○ 기능성 소재의 적용 기술 연구 - 식이섬유에 의한 가스 생성 및 기타 장 기능을 증진하기 위하여 고상발효기법을 도입하여 유산균 추가. - 고구마 가공식품의 맛, 영양을 오래 보관하기 위하여 항산화제가 포함된 알긴산 코팅기법을 도입.</p> <p>○ 상품화 - 식품의 유형을 서류가공품 혹은 기타가공품으로 하여 소비자에게 다가가기 쉬운 형태로 개발 및 상품화.</p>
<p>연구개발성과</p>	<p>○ 가공에 적합한 농산물 선정 - 호박고구마 (호감미), 자색고구마 (단자미), 꿀고구마 (베니하루카)의 생리활성 및 영양성분 분석. GI 지수 측정 등을 통하여 꿀고구마 (베니하루카)를 가공에 적합한 고구마로 선정함. - 꿀고구마 (베니하루카)를 이용하여 고품질 영양식 혹은 대용식으로 다양한 반제품 및 최종 제품 개발함.</p> <p>○ 가공(건조)방법의 최적화 - 가공식품의 “맛, 향, 색상, 식감” 을 증진시키기 위하여 최적 전처리 및 건조방법을 개발함. - 고구마 중심부에 중백 현상이 있는 고구마를 가공 전 검출하기 위하여 비파괴기법을 이용한 검출장비를 개발하여 제안하였으며, 본 기술을 특</p>

허 등록함.

○ 기능성 소재의 적용 기술 연구

- 장 기능 개선 고구마 가공식품 개발을 위하여, 유산균 발효를 통한 프로바이오틱스 고구마 페이스트를 개발하였으며, 본 기술을 특허 출원함.
- 고구마 가공식품의 보관기간 증진을 위하여 알긴산 및 키토산 코팅기법을 도입함. 실험결과 유통기간이 11일 증진되었음.

○ 상품화

- 식품의 유형을 서류가공품 혹은 기타가공품으로 하여 소비자에게 다가가기 쉬운 형태로 개발함. 총 4종 (저분자 콜라겐 고구마 말랭이, 고구마 단백질 셰이크, 고구마 만쥬, 고구마 초코파이)을 제품화함.

○ 정량 성과지표 계획 및 실적

성과지표	계획	실적	목표달성률 (%)
특허 출원 (건)	1	1	100
특허 등록 (건)	1	1	100
기술이전 (건)	1	1	100
제품화 (건)	4	4	100
매출액 (백만원)	110	850	772.7
비SCI 논문 (건)	1	1	100
SCI 논문 (건)	1	1	100
논문평균 IF	2	2.072	103.6
학술발표	2	3	150
인력양성	2	2	100

구분	논문	특허	보고서 원문	연구 시설 · 장비	기술 요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
예상성과 (N/Y)	Y	Y	Y	N	Y	N	N	N	N	N	N

연구개발성과의
활용계획
(기대효과)

- 비파괴 기술을 활용하여 중백 현상이 있는 고구마를 선별하여 고구마의 품질 평가지표로 활용함.
- 고부가가치 고구마 제품의 개발로 소비 확대 및 기업 매출 증대.
- 알긴산 및 키토산 코팅 기술을 활용하여 고구마 가공식품의 수분 손실 감소 및 색도 변화의 감소를 통해 가공식품의 품질 향상 도모함.

국문핵심어
(5개 이내)

고구마

가공식품

중백현상

고부가가치

코팅

영문핵심어
(5개 이내)

sweet potato

processed
food

whitening
phenomenon

high-value

coating

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	1
2. 연구수행 내용 및 결과	14
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	92
4. 연구결과의 활용 계획 등	104
붙임. 참고 문헌	105

1장. 연구개발과제의 개요

1-1. 연구개발 목적

1. 경제적이고 효율적인 고구마의 중백 현상 탐지기법 개발

- 가. 고구마의 중백 현상은 전분이 α -amylase에 의해 당화되지 않고 중심부에 남아있는 현상임. 이는 외관 및 식감 등에 영향을 미치며 상품가치가 하락함.
- 나. 고구마의 중백 현상 발생 시 전분의 호화가 이루어지지 않아 당이 생성되지 못하여, 당도가 감소하고 식감이 딱딱해짐 (그림 1).
- 다. 중백 현상은 쪄보아야 나타남을 알 수 있기 때문에 찌기 전에 확인하거나 찌 후 확인하는 작업이 필수적임. 따라서 비파괴 방법을 이용하여 측정할 수 있는 기술개발이 필수적임. 따라서 중백 현상이 있는 고구마를 가공 전 선별하여 농가의 소득 증대 및 기업 매출 향상을 도모하고자 함.

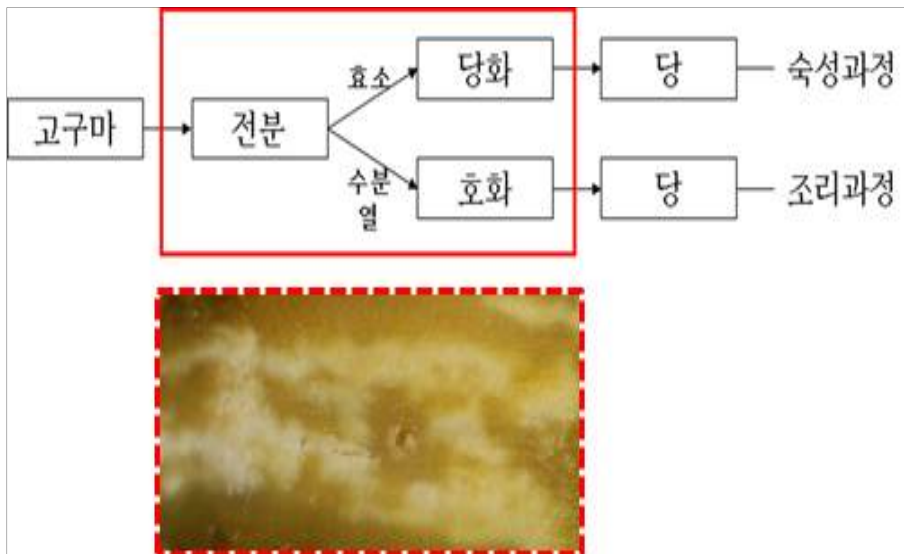


그림 1. 고구마의 중백 현상이 발생하는 과정과 중백 현상이 발생한 고구마의 조직.

- 라. 비파괴 검사 (NDT: Nondestructive Testing) 기술이란 검사 대상물에 손상을 가하지 않는 방법을 이용해 구조물의 결함유무를 파악하여 대형사고 및 파손을 방지하는 기술을 의미함. 원자력발전설비, 항공산업, 석유화학 설비 등 대형구조물이나 발전설비의 내부결함을 비파괴적인 방법으로 사전에 검출하는 기술로 최근 식품산업도 점차 이용되고 있음.
- 마. 현재는 방사선, 초음파 비파괴검사 외에 적외선·레이저 등을 활용한 기법이 개발·적용되고 있음. 선진국의 경우 초음파 및 전자 기술의 현장 활용도가 전체 비파괴검사기법 중 50% 이상을 차지하고 있는 반면 국내는 20% 수준임 (그림 2).
- 바. 비파괴 검사와 관련하여 IT기술과의 융합 및 복합기술 등 신기술 개발이 활발하게 진행 중에 있음. 최근 비파괴 검사 장비는 전자화, 디지털화, 영상화, 지능화되어 가고 있는 추세이

므로 국내의 IT산업과 연계하여 발전시킬 필요가 있음.

- 사. 근적외선 및 음파를 이용하여 농산물의 품질 평가가 비파괴 검사를 통하여 이루어지고 있음. 국내에서는 수박, 메론, 사과 등 수분 함유량이 높은 과일에 대하여 근적외선으로 당도를 비파괴 검사로 측정함.
- 아. 따라서 본 연구에서는 근적외선 및 음파를 이용하여 고구마의 중백 현상을 선별할 수 비파괴 기술을 적용한 고구마 선별 기술을 개발함.

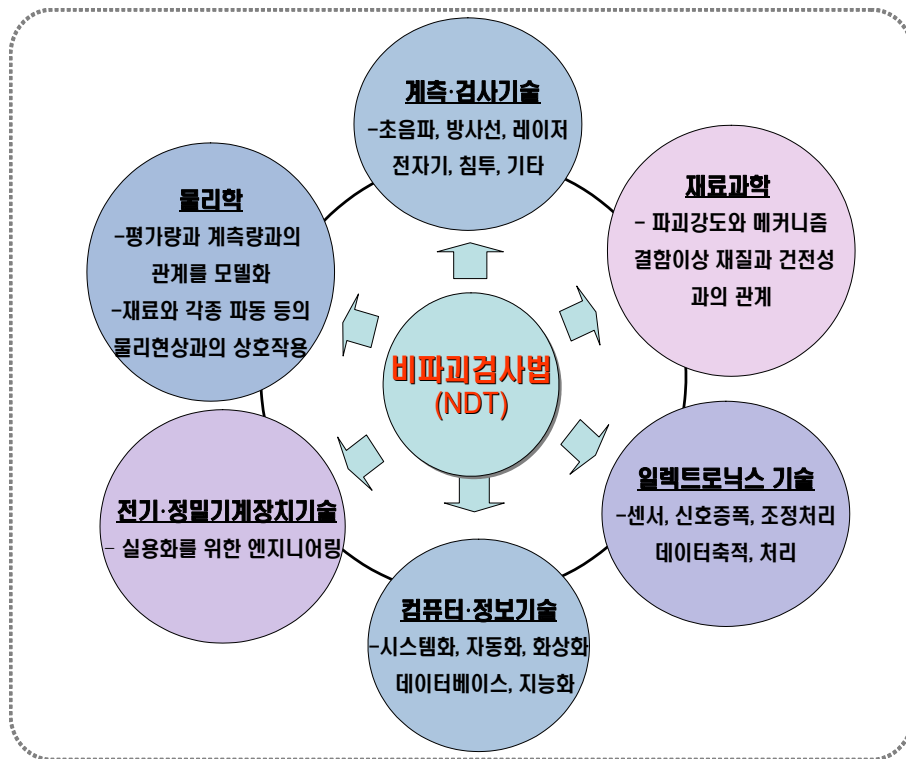


그림 2. 비파괴 검사의 범위.

2. 영양강화 및 맞춤형 웰빙 고구마 제품 개발

- 가. 웰빙의 영향으로 저칼로리 제품에 대한 관심이 뜨겁고, 음료나 과자에서 불기 시작한 '저칼로리 열풍'이 주류로까지 이어지고 있음 (표 1) .
- 나. 건강을 챙기려는 소비자들, 특히 다이어트에 민감한 여성 소비자들이 저칼로리 제품을 찾고 있어 소비자의 니즈에 맞춘 상품이 활발하게 개발 및 출시되고 있음.
- 다. 저칼로리는 칼로리가 적은 식품을 일컫는데 원래부터 100 g당 최대 약 50 kcal가 들어 있는 식품을 저칼로리 식품이라 함.
- 라. 고구마를 이용한 저칼로리 제품으로는 단순 원물 가공 형태가 대부분이었으며, 가공 식품으로는 주로 죽과 셰이크형태 제품이 주류를 이루고 있음.
- 마. 고구마 관련 저칼로리 제품의 형태로는 시리얼, 말랭이, 젤리, 닭가슴살과 혼합된 스테이크 등이 일부 출시가 되어 있었으나, 국산 고구마를 이용하지 않고 국외산 고구마 이용 제품이 대부분이었음.

표 1. 최근 출시된 저칼로리 관련 제품

제조업체	본죽	켈로그	동원
이미지			
상품명	본죽 밀타임 군고구마죽	고구마&바나나	자연한입 고구마
제조업체	두손푸드	텐바이텐	벨리블리
이미지			
상품명	기죽지마 고구마 타락	모닝죽 고구마	곤약젤리 고구마
제조업체	햇살닭	스포맥스	헬쓱
이미지			
상품명	고구마 닭가슴살	비키니쉐이크 고구마	자색고구마 라떼
제조업체	소핏	굽네	글램
이미지			
상품명	더쉐이크 고구마	건강한 다이어트쉐이크 고구마	글램쉐이크

(출처: <https://www.google.co.kr/search?q=고구마함유저칼로리+제품&>)

3. 유산균 고상발효를 통한 영양성분 및 정장기능 강화 고구마 발효 페이스트 제조

- 가. 다양한 유산균을 이용하여 단기간에 고상발효를 진행하여 영양성분 및 정장작용이 강화된 고구마 발효 페이스트를 제작.
- 나. 최근 발효식품의 생리활성 작용이 입증되면서 건강기능식품으로 소비가 증가하는 추세임.
- 다. *Lactobacillus* 속, *Bifidobacterium* 속, *Streptococcus* 속과 같은 유산균은 당을 발효하여 유기산을 생성하는 균으로서, 발효 후 기질의 당 함량이 감소하고 rhamnose와 같은 기능성식이섬유, 단백질, 아미노산 등의 영양성분 함량은 증가하는 것으로 보고됨. 또한, 유산균 발효가 진행된다면 보존성이 향상되며 풍미가 증진됨.
- 라. 유산균은 사람 장내의 유해균 생육억제를 촉진하고 유익균의 성장을 촉진하는 probiotics로서, 유산균 성장 시 발생한 유기산으로 인하여 장내 환경이 변화되어 정장작용을 촉진함. 이 외에도 위장기능 개선, 체내 콜레스테롤 흡수 저해, 면역조절, 영양소의 흡수 및 이용률을 향상시키며, 다양한 질병 예방효과와 생리조절작용이 있음.
- 마. 따라서 본 연구에서는 고구마 페이스트를 기질로 사용하여 소장 및 대장에 서식하는 유산균으로 발효를 진행해 당 함량은 감소하고 영양성분 및 정장작용이 강화된 고구마 발효 페이스트 및 파우더를 제조하고 제품 생산을 통하여 시중에 유통시킬 예정임 (그림 3).

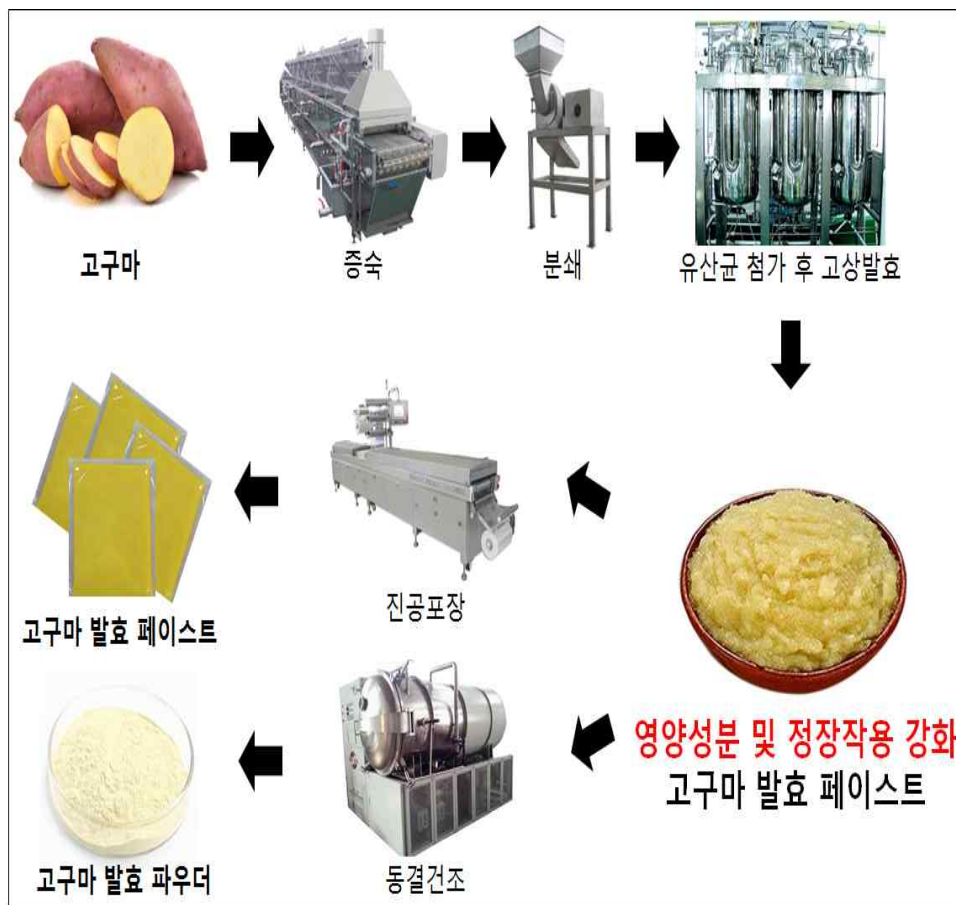


그림 3. 유산균을 이용한 고상 발효 제조 공정.

4. 알긴산 코팅 기술 개발



그림 4. 식품 저장 시 영향을 미치는 요인 및 코팅의 필요성.

- 가. 식품 저장 시 수분 증발, 유기물 증기 발생 등 다양한 요인으로 인하여 식품 품질이 떨어짐. 알긴산 코팅 용액을 이용하여 식품 코팅 시 수분 증발 및 유기물 증기 발생을 방지할 수 있음 (그림 4).
- 가. 자색고구마 및 고구마의 껍질에는 천연 항산화제인 안토시아닌 (anthocyanin)이 풍부함. 알긴산 코팅에 항산화제인 안토시아닌과 시클로덱스트린 (cyclodextrin)을 첨가하여 식품의 저장기간, 항산화 그리고 항균성을 높인 기능성을 부여함 (그림 5).
- 나. 알긴산은 음성을 띤 천연고분자이며 안토시아닌은 양성을 띤 천연항산화제로서 가교, 반데르발스 힘, 전기적 인력에 의한 구조 결합이 우수할 것이라 예상됨.
- 다. 또한 항산화 효과를 가진 물질들은 신맛을 가지고 있지만 안토시아닌은 맛과 향이 없기 때문에 고구마 가공식품 코팅에 있어서 고유의 맛과 향을 유지시킬 수 있는 장점을 가지고 있음.

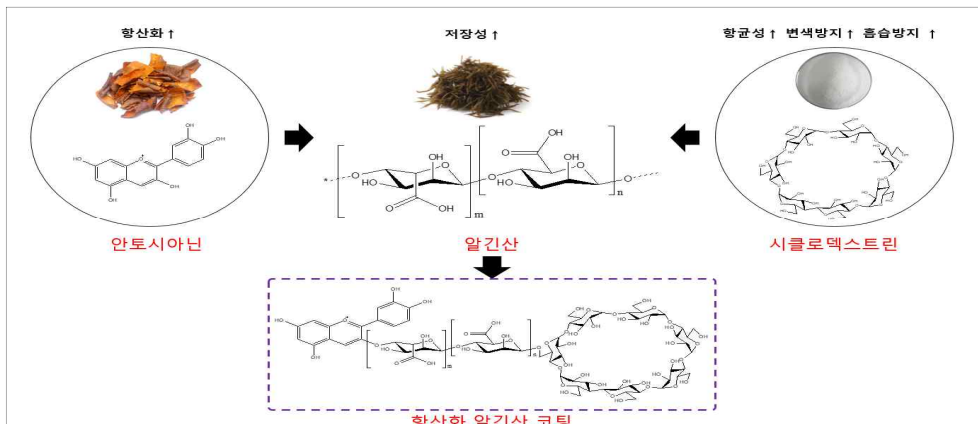


그림 5. 알긴산과 시클로덱스트린을 이용한 가공식품 코팅 용액 제조 방법.

1-2. 연구개발의 필요성

1. 본 연구의 배경

- 가. 국내 고구마 생산량은 2015년 기준으로 연간 30만톤 가량이 생산되며, 매년 0.35 % 씩 증가하고 있는 추세임 (표 2).
- 나. 고구마는 75% 이상이 전분으로 이루어져 있으며, 식이섬유, 칼슘, 철 등의 무기질, 비타민 C, β -carotene 등이 풍부하여 영양학적으로 우수하고, GI 지수가 낮은 식품임 (표 3-5).
- 다. 또한 고구마는 웰빙식품, 기능성식품, 다이어트식품 등의 인식의 전환과 함께 국내·외 생산과 소비가 증가하고 있으므로 단순 원물 가공에서 벗어나 주원료의 특성을 강화하고 영양학적 가치를 극대화 시킬 수 있는 제조 공정 수립이 필요함.
- 라. 고구마의 수입 동향에 의거하여, 국내 고구마 경제 및 산업의 부가가치 증대를 위해 원물에 대한 시장뿐만 아니라 고구마를 원료로 한 가공식품에 대한 국내·외시장 진출이 필요함.
- 마. 현재 고구마를 이용한 가공 식품은 대부분 청과와 전분용으로 사용되고 있으며, 가공 기술 또한 한정적이므로 한 단계 진보된 가공 기술 개발이 요구되며, 가공 시 영양학적 손실을 예방하고 보존에 용이한 신규 코팅 공정 기술 개발이 필요함.

표 2. 최근 5개년 고구마 재배면적 및 생산량 추이 (전국)

구분		2011	2012	2013	2014	2015
고구마	면적 (ha)	18,040	22,997	22,207	20,515	19,357
	10a당 생산량 (kg)	1,415	1,490	1,484	1,570	1,522
	생산량 (톤)	255,284	342,668	329,516	322,071	294,655

(출처: 통계청)

표 3. 고구마의 일반성분 함량

구분	수분 (%)	열량 (kcal/100)	단백질 (g/100g)	지방 (g/100g)	탄수화물 (g/100g)	식이섬유(g)	
						총 식이섬유	수용성 식이섬유
생고구마	66.9	111	1.4	0.1	30.6	3.8	1.4
찜고구마	66.0	114	1.5	-	31.3	2.4	-
군고구마	68.0	141	1.5	0.2	29.3	-	-

(출처: 농촌진흥청 국가표준식품성분표)

표 4. 고구마 무기질 및 비타민 함량 (단위: mg/100 g)

구분	칼슘	인	철	나트륨	칼륨	마그네슘	비타민			
							베타카로틴 (μ g/100 g)	B1	B2	C
생고구마	26	32	0.8	13	460	-	15	0.06	0.08	27
찜 고구마	16	53	1	2	548	19	102	0.08	0.1	19
군고구마	22	44	0.8	15	438	23	0	0.13	0.9	21

(출처: 농촌진흥청 국가표준식품성분표)

표 5. GI 지수에 따른 식품의 분류

GI 지수가 높은 식품 (70 이상)		GI 지수가 보통인 식품 (69~55)		GI 지수가 낮은 식품 (55 이하)	
바게트(93)	쌀밥(92)	카스텔라(69)	보리밥(66)	고구마(55)	바나나(52)
식빵(91)	도넛(86)	파인애플(66)	파스타(65)	포도(46)	양배추(26)
떡(85)	감자(85)	호밀빵(64)	아이스크림(63)	사과(36)	귤(33)
우동(85)	잡쌀(80)	치즈피자(60)	패스츄리(59)	토마토(30)	버섯(29)
라면(73)	팍콘(72)	머핀(59)	감자칩(60)	우유(25)	미역(16)

(출처: 대한영양사협회)

- 바. 국제연합식량농업기구 (FAO)에 따르면 중국의 고구마 생산량은 2009년 76,544,000톤에서 2014년 70,732,000톤으로 연간 생산량이 감소하고 있는 추세임.
- 사. 미국의 농산물유통자원센터 (AGMRC)에 따르면 2013년 기준으로, 전 세계 고구마 생산량 중 중국의 고구마 생산량이 약 73.98%를 차지함 (기타 13.57%, 탄자니아 3.63%, 나이지리아 3.61%, 우간다 2.71%, 인도네시아 2.50%).
- 아. 2015년 기준 글로벌 고구마의 수입 시장은 9억 9,700만 985달러로 나타나고 있으며, 2013-2015년 3개년 연평균 성장률은 30.98%로 높은 수준임 (표 6).

표 6. 글로벌 고구마 수입규모 (2015년)

(단위: US 달러, %)

수입국가	2013	2014	2015	2013-2015 연평균성장률
글로벌	581,173,654	799,510,006	997,000,985	30.98
영국	50,936,563	72,032,888	100,574,997	40.52
네덜란드	33,483,037	52,016,438	58,867,234	32.59
캐나다	40,795,564	42,547,079	46,209,918	6.43
독일	11,516,454	20,908,251	25,651,563	49.24
프랑스	15,061,576	19,821,779	22,697,895	22.76
중국	342,050	214,500	155,870	-32.49

(출처: Global Trade Atlas(www.gtis.com/gta))

- 자. 2011년부터 2015년의 고구마의 수출 증량과 수입증량은 점차적으로 증가하는 추세를 보이고 있음 (표 7).

표 7. 최근 5개년 수출 동향 및 주요 수출입국 현황

연도	수출증량(t)	수출금액(\$)	수입증량(t)	수입금액(\$)
2011	3,479,444.72	7,691,320,230	47529445.69	33,184,002,309
2012	3,914,370.56	8,006,060,157	51365829.20	33,422,386,075
2013	4,023,122.77	7,875,904,350	52555045.07	34,192,710,040
2014	4,306,760.66	8,249,709,143	53290343.38	36,139,922,073
2015	4,286,002.69	8,032,505,158	54588755.79	34,770,047,669

(출처: 수출지원정보 KATI)

1-3. 연구개발 대상의 국내·외 현황

1. 국내 기술 수준 및 시장 현황

가. 기술현황

- (1) 국내의 고구마 산업은 간소농 및 생산자 단체가 다수 존재하여 기술, 생산역량 측면에서 기반이 잘 갖춰진 상태임 (농촌진흥청).
- (2) 국내에서 생산되는 고구마 가공식품은 주로 원물 형태를 단순 가공한 식품들이 주류를 이루고 있으며, 국외 기업에 비해 저장기술과 가공기술이 부족한 실정임.
- (3) 현재 건조 고구마의 제조 공정은 상태가 양호한 고구마를 선별하여 세척하는 과정에서 시작하여 고구마를 찌고 식힌 후 속껍질을 벗겨내고 냉각 과정을 거쳐 완성됨.
- (4) 제조 공정에서 생산된 고구마를 절단하고 건조하고 난 후 저온상태의 어두운 곳에서 10 일 정도 방치하면 최종 제품으로 완성됨.
- (5) 현재 고구마의 중백 현상을 예방하는 방법으로는 일정 온도 및 습도를 유지하여 큐어링 과정을 통해 고구마의 수분 손실을 최소화 하는 기술이 전부이며, 중백 현상 발생 시 선별하는 기술은 개발된 바가 없음.
- (6) 큐어링 (아물이) 처리란 고구마 수확이나 운반 시 고구마에 생긴 상처를 통해서 병균이 침입하지 못하도록 고구마의 상처를 아물도록 하는 것을 말하며, 큐어링 하는 동안 고구마의 상처 입은 부위는 대개의 경우 코르크층이 형성되며 wound periderm (상해주피 : 외상에 새로이 형성되는 껍질)의 형성으로 치료됨.
- (7) 일반적인 큐어링의 조건은 32-35℃의 온도에서 85-90%의 상대습도가 적합하며 온풍장치의 출구 풍속은 2.5-3m/s 내외가 적합하며 시간은 3-4일이 적당함.
- (8) 큐어링 하지 않고 저장한 고구마에 비해 중량 감소율을 약 30%정도 억제하면서 고구마의 표면색을 밝게 유지하는 특성 외에 곰팡이 발생율과 짓무름 현상을 약 10배 이상 억제하는 효과가 있음.
- (9) 본 연구에서는 고구마 식품 가공 시 기존의 큐어링 방법 이외에 기능성 소재 첨가 및 신규 코팅 기술 공정을 개발 예정임.

나. 시장현황

- (1) 식품산업 내 고구마 원료 사용량은 점차적으로 증가하는 추세이며, 국산 고구마 사용량의 증가와 함께 식품가공에 사용되는 고구마 수입 또한 증가하는 추세임 (표 8).
- (2) 최근 수요가 늘어나고 있는 고구마 가공식품을 대상으로 잼류 (스프레드), 고구마 빵, 고구마 말랭이, 고구마 원물 순서로 부가가치액이 높음 (여주시농업기술센터).
- (3) 고구마를 이용한 주요 가공품은 과일/채소 가공품 (25.2%), 기타식품류 (23.1%), 밀가루/분말류 (22.5%), 즉석식품류 (8.7%), 면류 (6.9%), 조미식품 (3.5%)으로 순서임.
- (4) 국내 식품 업계의 웰빙 선호에 따른 고구마를 바탕으로 한 제품이 다양하게 개발되고 있음.

표 8. 식품산업 내 고구마 원료 사용량

구분	2011	2012	2013
국내 총생산량(톤) ^(a)	255,284	342,668	329,516
식품산업 고구마 사용량(톤) ^(b)	17,711	13,166	14,102
식품산업 고구마 국산사용량(톤) ^(c)	11,769	10,183	12,430
국내 총생산량 대비 식품산업 고구마 사용량 비중(%)(a/b)*100	6.39	3.8	4.3
식품산업 내 고구마 국산 사용량 비중(%)(b/c)*100	66.5	77.3	88.1

(출처: 통계청(kosis.kr)/** 2014 식품산업 분야별 원료소비 실태조사, 한국농수산물유통공사)

- (5) 현재 시장에 출시되는 원물간식의 제조사는 대기업으로 CJ제일제당 (‘맛고구마’), 대상 (‘고구마츄’), 동원F&B (‘자연한입 고구마’), 청정원 (‘츄앤리얼 군고구마’, ‘츄앤리얼 고구마’, ‘고구마슈’) 등이 대표적임.
- (6) 원물간식을 제외한 고구마 가공 제품으로 (주)지산식품 (‘자색고구마 잼’, ‘자색고구마 차’, ‘자색고구마 라떼’, ‘자색고구마 음료’), 엔자인팜 (‘유기농무설탕고구마 잼’), 단잼 (‘고구마 밀크 잼’), (주)담터 (‘자색고구마 차’), (주)위드고 (‘자색고구마 라떼’), 통영시 (‘야미얌’) 등이 있음.
- (7) 2010년 대비 2016년 기준으로 건조 고구마가 포함된 서류 가공품은 401.2% (202억 원→ 1,015억 원) 증가함.
- (8) 소비시장의 특성으로 다이어트에 관심이 많은 여성들이 건강식으로 체중을 감소하려는 경향에 따라 건강한 식재료로 만든 ‘원물간식’ 제품 인기가 증가하고 있음.
- (9) 하지만 아직까지는 고구마에 대한 소비는 청년층으로 구성되는 것이 아니라 노년층이 즐겨하는 식품이기 때문에 젊은 소비자에게도 인기가 있는 가공식품의 개발이 필요로 함 (표 9).
- (10) 따라서 젊은 소비자 계층은 섭취의 편리성이나 용도의 다양성을 요구하기 때문에 이에 맞춘 상품과 판매 전략이 필요로 함.

표 9. 고구마 연령별 구매패턴

(단위: 원·회·%/연·가구)

구분	구입액		구매빈도	구매가구비율
	금액	표준편차		
30대이하	18,689	7,245	3.3	75.4
40대	25,599	9,314	3.6	77.1
50대	33,955	11,401	4.4	81.7
60대	34,440	10,463	4.2	81.4

(출처: 고구마 소비트렌드 변화와 대응전략, 경기도농업기술원)

다. 경쟁기관현황

- (1) KAIST 최인성 화학과 교수 연구팀이 식물기반의 폴리페놀 물질을 이용해 스프레이 나노 코팅기술을 개발 (2017)함, 폴리페놀이 철 이온과 화학적으로 강하게 결합해 복합체를 형성한다는 특성과 분사 기술을 함께 접목하여 꺾과 딸기에 적용한 결과 코팅되지 않은 과

일에 비해 상당수가 모양과 품질을 유지함.

- (2) (유)농업회사법인 더고은에서 새로운 개념의 고구마가공식품인 떠먹는 고구마 (스위트미)를 출시하여, 지난 2017년에 4억원의 매출과 싱가포르에 1톤의 떠먹는 고구마를 백화점에 수출함.

라. 지식재산권현황

- (1) 고구마 관련 특허 등록 현황은 1999년부터 2018년까지 꾸준히 증가하는 추세를 보이고 있으며, 고구마를 이용한 식품에 대한 등록이 대부분임.
- (2) 고구마의 원물을 이용한 건조식품은 원물에서 말랭이를 만들거나, 페이스트에서 말랭이를 제조하는 방법으로 출원 및 등록된 상태임.
- (3) 유산균 발효 고구마 페이스트를 이용하여 가공식품을 제조한 특허는 없기 때문에 신규성을 가지고 있음.
- (4) 고구마 페이스트 발효와 해조류 유래 알긴산 코팅 가공은 진보성을 가지고 있기 때문에 특허 출원에 있어서 이점을 가지고 있음.

마. 고구마 가공의 표준화 현황

- (1) 고구마의 가공의 표준화 현황은 그림 6과 같은 단계로 진행되며 건조 후 파우더로 가공되거나 건조 간식으로 이용되고 있음.



그림 6. 건조 고구마의 제조 공정(출처: 바이오에너지작물센터).

2. 국외 기술 수준 및 시장 현황

가. 기술현황

- (1) 국외의 농산물 저장과 가공기술은 대부분이 과일을 보존하는데 중점을 두고 있음.
- (2) 대표적인 고구마를 이용한 가공품은 주로 고구마 전분이 있음 (그림 7).
- (3) 고구마의 가공은 칩, 과립, 잼, 수프 등으로 제조하는데 사용됨 (그림 8).



그림 7. 고구마를 이용한 flour 생산 공정 (출처: FAO 2011).

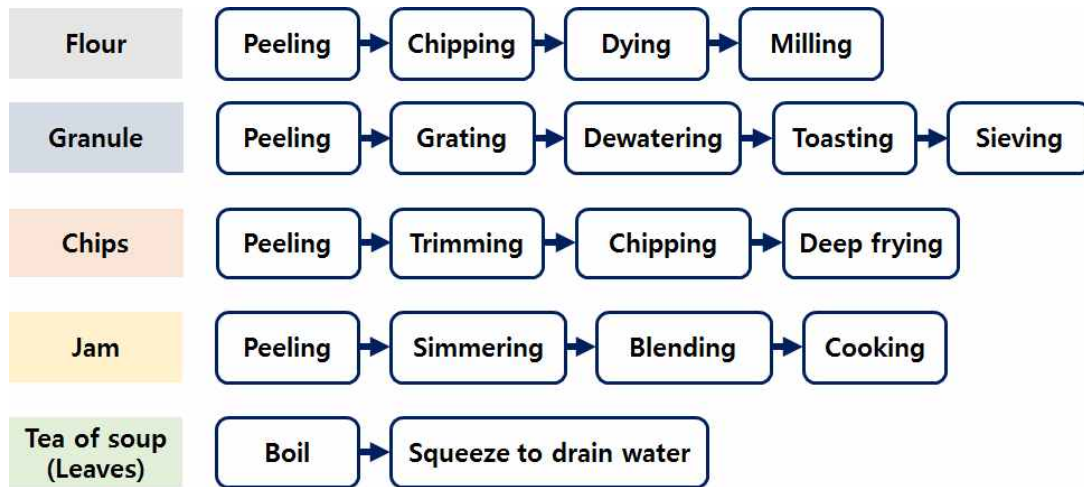


그림 8. 고구마를 이용한 가공식품의 공정

(출처: Promotion of sweetpotato for the food industry in nigeria).

- (4) 국외의 농산물 보존기술은 다양한 물질로 식용필름 (edible film)을 제조하여 장기간 보관할 수 있는 기술이 꾸준히 제시되고 있음.
- (5) 특히 해조류 및 천연 하이드로콜로이드인 알긴산 (sodium alginate), 키토산 (chitosan), 카라기난 (carrageenan), 펙틴 (pectin), 전분 (starch), 검 (gum), 카르복시메틸 셀룰로오스 (carboxymethyl cellulose), 젤라틴 (gelatin) 등 다양한 천연물 유래 다당류 코팅이 있음.
- (6) 코팅 및 필름을 형성할 수 있는 다당류는 대부분이 인체에 무해하고, 실제 다양한 공정에서 사용되기 때문에 코팅 공정에 대한 기술 도입이 필요함.

나. 시장현황

- (1) 세계 원물간식 시장 규모는 210억 달러이며, 미국 97.2억 달러, 중국 49.6억 달러, 일본 8.3억 달러, 베트남 4,650만 달러, 홍콩 2,2230만 달러로 구성됨.
- (2) 일본의 규슈 가고시마를 중심으로 다양한 식품가공기술을 개발하여 부가가치를 향상시키고 있음 (농촌진흥청, 한국농업의 희망을 캐는 고구마).
- (3) 고구마 소주, 케이크 등에 특화된 지역기업과 생산자 연합이 가공 공정을 운영함.
- (4) 고구마 산업을 프리미엄화 식품소재와 6차 산업으로 격상시킨 일본의 페스티발로사는 제빵 (대표 상품 케이크 ‘러블리’), 제과분야에서 전문 업체 수준의 가공기술 개발과 고객의 취향과 눈높이를 고려한 제품개발이 특징적임.
- (5) 일본의 고구마를 이용한 제품의 경우 고구마 소주가 대표적임 (모라이조, 마오, 무라오, 시라나미, 호호잔, 이아이노아카, 구로기리시마 등)
- (6) 중국의 고구마를 이용한 제품은 고구마 말랭이, 젤리, 스낵 등으로 형성되어 있음.
- (7) 중국에서의 말린 고구마는 자색과 노란색을 띠는 제품이 대부분임 (제조하고 판매하는 업체마다 가격이 매우 다양함).
- (8) 전 세계에서 고구마를 생산은 중국이 대부분을 차지하기 때문에 고구마 간식에 대한 제

품이 많음. 중국시장 내 원물간식에 있어서 국내와 달리 설탕 등 식품첨가물이 많이 첨가되어 단맛이 강한 특징이 있음.

다. 경쟁기관현황

- (1) 미국의 스타트업 회사인 어필 사이언스 (Apeel Sciences)에서 식용 코팅제 (edible coating)를 개발, 타겟 식품은 과일로서 바나나, 망고, 토마토, 아보카토, 블루베리의 맞춤형으로 구성됨. 식용 코팅제는 다수의 유기 폐기물에서 추출한 지방질 (lipids)을 추출해 분말을 만들고 섭취해도 무해함.

라. 지식재산권현황

- (1) 해외 특허의 경우 중국에서 출원한 특허가 대부분이며, 두부, 잼, 음료, 케이크, 페이스트, 칩, 타르트, 치즈, 아이스크림 등의 식품에 대한 특허로 구성되어 있음.
- (2) 가공특허의 경우 가공 후 장기간의 보관을 위한 특허, 저장에 관한 특허가 대부분이 중국에서 출원되어 있는 실정임.
- (3) 알긴산의 코팅으로 유사한 특허는 FMC 사의 (Alginate coating for sett treatment) US20160249523A1이 있으나 내용은 알긴산 가교화 내용이기 때문에 본 연구와는 차별성을 가지고 있음.

마. 표준화현황

- (1) 고구마를 이용한 산업 표준화의 경우 가공식품 제조와 부산물 당화가 주를 이루고 있음 (그림 9).
- (2) 고구마의 탈수를 통한 식품제조의 표준화방법이 있으나, 이에 대한 가공 방법의 특색에 대한 특이성은 없음.
- (3) 따라서 국내에서 고구마 원물 간식 공정에 대한 수립을 통하여 농협에서의 표준화 시스템으로 된다면 다양한 경제적 효과가 있을 것이라 판단됨.

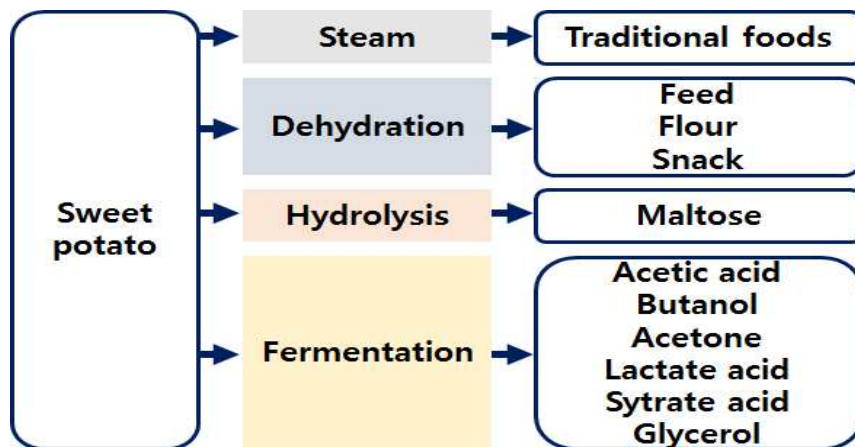


그림 9. 고구마를 이용한 다양한 가공 방법 (Oke et al. 2013).

1-4. 연구개발 범위

1. 가공에 적합한 농산물 선정

- 가. 고구마 품종 (주황고구마, 자색고구마, 꿀고구마) 별 생리활성 및 영양성분 분석.
- 나. *In vitro* GI 지수 측정을 통해 GI 지수가 낮은 고구마 품종 확인.

2. 가공 (건조) 방법의 최적화

- 가. 맛, 향, 색상, 식감 등 주원료의 특성을 강화하고 영양학적 가치를 극대화 할 수 있는 전처리, 건조방법 등 제조공정 수립.
- 나. 참여기업인 공덕농협의 가공식품 제조 공정 개선.
- 다. 원물 선별 기술 개발: 중백 현상 (전분이 당화되지 않고 고구마 내부에 남아있는 현상) 선별 기술 개발.

3. 기능성 소재의 적용 기술 연구

- 가. 고구마 페이스트의 유산균 발효를 통하여 유산균 및 유기산 함량이 증가된 고구마 페이스트 제조 기술 개발.
- 나. 저분자 콜라겐 함유 고구마 말랭이 제조 기술 개발.
- 다. 알긴산 및 키토산 코팅을 통한 유통기간 증진 기술 개발.

4. 상품화

- 가. 고구마를 이용하여 총 8종 (후레이크, 페이스트칩, 전병, 저분자 콜라겐 고구마 말랭이, 고구마 단백질 셰이크, 앙금, 베이커리 (고구마 만쥬, 고구마 초코파이))의 시제품 개발.
- 나. 8종 중 4종은 품목제조보고 완료 후 상품화 준비 중.

2장. 연구수행 내용 및 결과

1. 가공에 적합한 농산물 선정

가. 고구마 품종 (주황고구마, 자색고구마, 꿀고구마) 별 영양성분 및 생리활성 분석

(1) 영양성분 분석

(가) 실험방법

① 실험재료

국내에서 육성된 품종인 호감미 (Hogammi)와 단자미 (Danjami)는 전라남도 해남군에서 재배 후 수확함. 국외에서 육성된 품종인 베니하루카 (Beni-Haruka)는 전라북도 김제시에서 재배 후 수확함. 고구마를 세척 후 껍질을 제거하고 동결건조 후 분쇄하여 분말 상태로 보관하여 시료로 사용함 (그림 10).

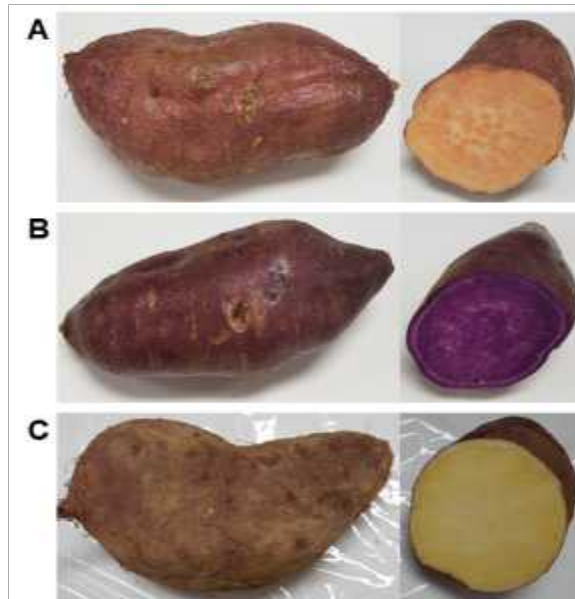


그림 10. 영양성분 분석에 사용한 고구마
(A-호감미, B-단자미, C-베니하루카).

② 일반성분 분석

일반성분 분석은 식품공전에 준하여 분석함. 수분 함량은 105°C 상압가열건조법으로 측정하였고, 단백질은 킬달 (Kjeldahl) 분해법으로 단백질 분해장치 (Foss Tecator Digestor auto, FOSS, USA)를 이용하여 질소계수 6.25를 곱하여 g/100g 함량으로 표시함. 지방은 에테르 추출법의 특수법을 사용하였고, 회분은 550°C 온도의 회화로에서 회백색의 회분이 얻어질 때까지 회화하여 정량함. 탄수화물은 고구마 동결건조 분말 중량 100 g 기준에서 수분, 단백질, 지방, 회분의 함량을 제외한 값으로 계산함. 식이섬유는 고구마 동결건조 분말 1 g을 MES-TRIS 용액 40 mL에 넣고 분산시킨 후, α -amylase 50 μ L를 첨가

하여 95°C에서 40분간 교반함. 이를 60°C로 냉각 후 protease 100 μ L를 가한 뒤, 60°C에서 30분 동안 방치한 후 amyloglucosidase 300 μ L를 가한 뒤 다시 60°C에서 30분간 반응시킨 후 95% 에탄올 225 mL를 첨가함. 이 반응액을 시험용액으로 하여 celite 1 g을 첨가하고 105°C에서 항량시킨 후 유리필터로 여과함. 여과기를 105°C에서 건조시킨 뒤 단백질 함량을 구하고, 525°C에서 회화시킨 후 회분량을 구하여 식이섬유 함량을 계산함.

③ 유리당 분석

고구마 동결건조 분말 5 g을 증류수 25 mL에 넣고 85°C에서 25분간 가온함. 10,000 rpm에서 10분 동안 원심분리하여 얻은 상등액을 0.45 μ m membrane filter로 여과한 후 HPLC로 분석함. HPLC는 SPD-20A (SHIMADZU Co., Japan)를 이용하였고, column은 NH₂P-50 4E (4.6×250 mm, Shodex, Japan)을 사용함. Mobile phase로 acetonitrile:water = 70:30 (v/v)를 이용하였으며, flow rate는 1.0 mL/min, injection volum은 20 μ L, Refractive Index Detector (RID)를 사용하여 분석함.

④ 아미노산 분석

고구마 동결건조 분말 0.1 g에 6 N HCl 5 mL를 가하여 110°C에서 24시간동안 가수분하였고, rotary evaporator로 산을 제거한 후 sodium dilution buffer를 이용하여 10 mL로 정용하여 샘플로 사용함. 아미노산 자동분석기는 S433-H (SYKAM Germany)를 이용하였고, column은 cation separation column (4.6×150 mm, LCA K06/Na)을 사용함. Buffer 용액 (pH 3.45 ~ 10.85)의 flow rate는 0.45 mL/min, reagent의 flow rate는 0.25 mL/min, column 온도는 57~74°C, fluorescence spectrophotometer로 440 nm와 570 nm에서 분석함.

⑤ 무기성분 분석

고구마 동결건조 분말 0.5 g에 65% HNO₃ 7 mL와 30% H₂O₂ 1 mL를 가한 후 microwave digestion system (ETHOS TC, Milestone, Sorisole, Italy)을 사용하여 산 분해함. 1% HNO₃을 이용하여 50 mL로 정용한 후 샘플로 사용함. 미네랄 분석은 ICP-OES (OPTIMA 7300 DV, Perkin Elmer, USA)를 이용하였으며, Rf power 1400 W, gas flow rate 15 L/min, nebulizer gas flow 0.65 L/min, auxillary gas flow 0.2 L/min 조건에서 분석함.

⑥ 비타민 분석

비타민 분석은 비타민 B₁과 B₆, 비타민 C, 비타민 E, 베타카로틴 (β -carotene) 함량을 HPLC (LC-10Avp, PerkinElmer, USA)로 분석함. 비타민 종류마다 상이한 전처리 방법 및 조건을 이용하여 분석함.

비타민 B₁과 B₆는 고구마 동결건조 분말 0.5 g에 증류수 5 mL를 가해 균질화한 후 acetonitrile 20 mL를 첨가하여 30분 동안 추출한 다음 4,000 rpm에서 20분간 원심분리하여 침전물에 동일 용액을 가하여 재추출하였고, 상등액을 합하여 rotary vacuum

evaporator에서 감압·농축하고 초순수로 용해시킨 후 membrane filter (0.45 μ m)로 여과하여 다음과 같이 HPLC로 분석함. Luna HILIC (150 \times 4.6 mm, Phenomenex, USA) column을 사용함. Mobile phase로 Acetonitrile (A), water (B), 100 mM NH₄OAc (pH 5.8, C)를 이용하였으며, 0-2.5 min은 A:B:C = 90:5:4, 2.5-7.0 min은 A:B:C = 50:45:4, 7.0-9.5 min은 A:B:C = 50:45:4, 9.5-10.5 min은 A:B:C = 90:5:4, 10.5-17.5 min은 A:B:C = 90:5:4로 분석함. Flow rate는 2.0 mL/min, injection volume은 20 μ L, oven temperature는 30 $^{\circ}$ C, UV-VIS detector로 275 nm에서 분석함.

비타민 C는 고구마 동결건조 분말 0.5 g을 10% HPO₃을 가해 균질화하여 추출한 후 3,000 rpm에서 20분 동안 원심분리한 후 상등액을 membrane filter (0.45 μ m)로 여과하여 Bondclone (3.9 \times 300 mm, Phenomenex, USA) column으로 분석함. Mobile phase로 50 mM KH₂PO₄ : Acetonitrile = 60:40 (v/v)를 이용하였으며, flow rate는 1.0 mL/min, injection volume은 20 μ L, oven temperature는 30 $^{\circ}$ C, UV-VIS detector로 254 nm에서 분석함.

비타민 E는 고구마 동결건조 분말 0.4 g에 ascorbic acid 0.1 g과 EtOH 30 mL를 첨가하여 균질화한 후 80 $^{\circ}$ C에서 20분간 추출하여 50% KOH용액 0.25 mL를 첨가하고 증류수 3 mL와 hexane 5 mL를 가하여 3,000 rpm에서 20분간 원심분리하여 침전물에 hexane 5 mL를 가하여 균질화한 후 80 $^{\circ}$ C에서 20분간 추출시켜 3,000 rpm에서 20분간 원심분리함. 상등액에 무수황산나트륨을 가해 탈수시킨 후 50 $^{\circ}$ C에서 감압 농축하고 EtOH로 용해시킨 후 membrane filter (0.45 μ m)로 여과하여 Luna C18 (250 \times 4.6 mm, Phenomenex, USA) column으로 분석함. Mobile phase로 acetonitrile:2-propanol = 95:5 (v/v)를 이용하였으며, flow rate는 1.0 mL/min, injection volume은 20 μ L, oven temperature는 30 $^{\circ}$ C, UV-VIS detector로 254 nm에서 분석함.

베타카로틴은 고구마 동결건조 분말 0.2g에 ethyl ether와 petroleum ether 혼합용액 (1:1) 10 mL를 가하여 균질화한 후 3,000 rpm에서 20분간 원심분리하여 침전물에 동일 혼합용액 10 mL를 첨가하여 균질화한 후 3,000 rpm에서 20분간 원심분리함. 상등액을 무수황산나트륨을 가해 탈수시킨 후 감압 농축하고 acetone으로 용해시킨 후 membrane filter (0.45 μ m)로 여과하여 μ -Bondapak C18 (3.9 \times 300 mm, Waters, USA) column을 사용함. Mobile phase로 acetone:water = 95:5 (v/v)를 이용하였으며, flow rate는 1.0 mL/min, injection volume은 20 μ L, UV-VIS detector로 450 nm에서 분석함.

(나) 실험결과

① 일반성분 분석

고구마 동결건조 분말의 일반성분 함량을 분석한 결과는 표 10과 같음. 수분 함량은 8.44-8.52%의 범위로 측정되었으며, 단백질 함량은 4.91-5.86 g/100 g으로서 베니하루카가 가장 높음. 지방 함량은 1.20-1.79%로서 베니하루카가 가장 높음. 회분 함량은 2.88-3.47%로서 호감미가 가장 높았으며, 탄수화물 함량은 80.77-81.97 g/100 g으로서 호감미가 가장 높은 것으로 확인됨. 고구마 동결건조 분말의 식이섬유 함량은 6.81-8.39 g/100 g으로 측정되었으며, 호감미의 경우 타종에 비해 가장 높은 식이섬유 함유량을 나타냄. 수분 함량은 고구마의 품종 간 유의적 차이를 보이지 않음. 단백질, 지방, 회분, 탄수화물, 식이섬

유 함량은 호감미, 단자미, 베니하루카 모두 집단 간 유의적인 차이를 가짐 ($p < 0.05$).

표 10. 고구마 종류별 일반성분 분석결과 (Unit: mg/100 g)

Cultivar	Moisture (%)	Protein (g/100g)	Fat (g/100g)	Ash (%)	Carbohydrate (g/100g)	Dietary fiber (g/100 g)
Hogammi	8.44 ± 0.12	4.91 ± 0.02 ^a	1.20 ± 0.03 ^a	3.47 ± 0.01 ^a	81.97 ± 0.06 ^a	8.39 ± 0.04 ^a
Danjami	8.52 ± 0.10	5.47 ± 0.01 ^b	1.48 ± 0.04 ^b	2.88 ± 0.01 ^b	81.64 ± 0.04 ^b	6.96 ± 0.02 ^b
Beni-Haruka	8.48 ± 0.06	5.86 ± 0.05 ^c	1.79 ± 0.06 ^c	3.11 ± 0.02 ^c	80.77 ± 0.03 ^c	6.81 ± 0.03 ^c

② 유리당 분석

유리당 분석결과는 표 11과 같음. 분석결과 고구마 동결건조 분말 100 g을 기준으로 fructose는 0.75-1.14 g, glucose는 0.39-1.66 g, sucrose는 3.93-7.23 g이 함유되어 있음. 호감미의 fructose, glucose, sucrose 함량이 단자미와 베니하루카보다 높음. Fructose, glucose, sucrose 함량은 고구마 3종의 집단 간 유의적인 차이를 가짐. 당의 종류 및 함량에 따라서 단맛 (sweetness)이 상이함. 생고구마를 가열하면 전분이 분해되어 maltose가 생성되는데, Biester 등에 따르면 maltose보다 fructose는 5배, sucrose는 3배, glucose는 2배의 단맛을 느끼게함. 이전 연구에서 일반고구마 16종과 유색고구마 7종을 동결 건조하여 분말상태로 유리당을 측정하였는데 실험결과 자색고구마인 연자미와 단자미의 유리당 함량이 비슷하였고, 일반고구마인 신올미, 증미, 진홍미와 비슷함. 주황고구마인 신황미, 주황미, 해피미는 호감미에 비하여 유리당 함량이 약 2배 정도 높게 측정됨 [Ra et al., 2018]. 본 실험결과에서는 호감미의 유리당 함량이 가장 높은 것으로 확인되었으며, 이는 고구마의 종류에 따라서 유리당 함량의 차이가 있음을 알 수 있음..

표 11. 고구마 종류별 유리당 분석결과 (Unit: mg/100 g)

Cultivar	Fructose	Glucose	Sucrose
Hogammi	1.14 ± 0.01 ^a	1.66 ± 0.04 ^a	7.23 ± 0.08 ^a
Danjami	1.08 ± 0.03 ^b	1.10 ± 0.05 ^b	3.93 ± 0.07 ^b
Beni-Haruka	0.75 ± 0.02 ^c	0.39 ± 0.01 ^c	4.37 ± 0.04 ^c

③ 아미노산 분석

아미노산 분석결과는 표 12와 같으며, 고구마 동결건조 분말 100 g을 기준으로 4542.13-4835.59 mg의 아미노산이 측정됨. 필수 및 비필수 아미노산을 포함한 총 아미노산 함량은 단자미가 가장 높았으며, 총 아미노산 대비 필수 아미노산의 비율은 호감미가 37.54%로 가장 높음. 고구마를 높은 비율로 구성하고 있는 아미노산은 aspartic acid,

glutamic acid이며, cystine을 제외한 모든 아미노산을 함유하고 있음. 이는 중국의 고구마 품종 55-2를 이용하여 분리한 단백질 (SPP)의 아미노산 분석결과와 비슷함. SPP는 18.5%의 aspartic acid, 9.30%의 glutamic acid를 함유하고 있었으며, cystine을 포함한 모든 아미노산을 함유함. 아미노산 분석은 표 12의 Total EAA, Total NAA, Total amino acid, EAA/TAA에 대하여 통계처리함. 통계분석결과 호감미와 베니하루카는 단자미에 비하여 필수 아미노산 함량이 유의적으로 낮고, 비필수 아미노산 함량은 호감미가 단자미와 베니하루카에 비하여 유의적으로 낮음. 그러나 총 아미노산 함량 대비 필수 아미노산 함량은 호감미가 유의적으로 가장 높았고, 단자미와 베니하루카 순서로 높음.

표 12. 고구마 종류별 아미노산 분석결과 (Unit: mg/100 g)

Amino acids	Hogammi	Danjami	Beni-Haruka
Essential amino acid			
Methionine	97.20 ± 3.55	101.58 ± 1.23	100.76 ± 0.80
Threonine	246.47 ± 6.82	272.48 ± 2.72	251.35 ± 1.97
Valine	327.86 ± 7.35	321.65 ± 3.21	309.50 ± 3.24
Isoleucine	214.49 ± 4.01	220.45 ± 3.26	200.86 ± 1.79
Leucine	306.51 ± 5.16	318.58 ± 3.06	290.65 ± 2.34
Phenylalanine	287.09 ± 1.55	293.24 ± 2.63	311.54 ± 3.99
Lysine	226.70 ± 2.93	227.14 ± 1.95	232.48 ± 2.21
Total EAA [*]	1706.31 ± 20.23 ^a	1755.11 ± 0.83 ^b	1697.16 ± 8.82 ^a
Non-essential amino acid			
Cystine	N. D.	N. D.	N. D.
Aspartic acid	758.25 ± 9.48	967.26 ± 6.61	1101.36 ± 10.17
Serine	296.41 ± 1.97	281.22 ± 2.50	258.72 ± 1.73
Glutamic acid	574.27 ± 10.38	517.32 ± 3.62	495.52 ± 3.92
Glycine	193.73 ± 2.12	204.33 ± 2.83	197.59 ± 1.89
Alanine	233.05 ± 2.32	224.36 ± 2.64	212.52 ± 6.48
Tyrosine	132.73 ± 1.12	146.64 ± 2.73	123.71 ± 2.22
Histidine	174.48 ± 2.36	178.10 ± 1.77	172.51 ± 1.32
Arginine	268.19 ± 5.89	258.42 ± 2.62	347.66 ± 3.12
Proline	193.69 ± 3.11	300.66 ± 1.68	175.69 ± 2.20
Total NAA [†]	2824.80 ± 11.66 ^a	3078.31 ± 5.95 ^b	3085.28 ± 2.23 ^b
Total amino acid	4531.11 ± 26.69 ^a	4833.42 ± 6.67 ^b	4782.44 ± 6.63 ^c
EAA/TAA [§] (%)	37.66 ± 0.26 ^a	36.31 ± 0.04 ^b	35.49 ± 0.14 ^c

* Total essential amino acid, [†] Total non essential amino acid, [§] Total essential amino acid/Total amino acid × 100

④ 무기성분 분석

무기성분 분석결과는 표 13과 같음. 고구마 3종 모두 K이 가장 높은 비율을 차지하였고, P의 함량이 그 다음으로 높음. Ca 함량은 호감미가 가장 높았고, 베니하루카가 가장 낮음. 단자미는 Mg, Na 함량이 호감미와 베니하루카에 비하여 높음. K, P, Ca, Mg, Na, Fe 함량은 고구마 3종의 집단 간 유의적인 차이를 가졌으며, 특히 호감미의 K, P, Ca 함량이 단자미와 베니하루카에 비하여 유의적으로 높음. 기존 연구에서는 밤고구마와 호박고구마를 동결건조하여 무기성분을 분석하였으며, 실험결과 호박고구마보다 호감미에 함유된 Ca, Fe 함량이 약 2배 높았으며, 밤고구마와 베니하루카의 무기성분은 유사한 것으로 측정됨.

표 13. 고구마 종류별 무기성분 분석결과 (Unit: mg/100 g)

Cultivar	K	P	Ca	Mg	Na	Fe
Hogammi	1630.63 ± 15.12 ^a	172.22 ± 4.20 ^a	115.92 ± 4.68 ^a	71.05 ± 3.56 ^a	10.65 ± 0.96 ^a	2.23 ± 0.12 ^a
Danjami	1122.55 ± 11.99 ^b	124.40 ± 5.69 ^b	70.57 ± 3.01 ^b	86.50 ± 2.06 ^b	63.64 ± 1.02 ^b	1.12 ± 0.05 ^b
Beni-Haruka	1484.64 ± 13.10 ^c	150.657 ± 7.55 ^c	21.33 ± 1.74 ^c	55.41 ± 2.66 ^c	3.71 ± 0.67 ^c	1.85 ± 0.33 ^a

⑤ 비타민 분석

비타민 분석결과는 표 14와 같음. 호감미의 비타민 E 함량이 유의적으로 가장 높았고, 단자미의 비타민 C와 β-carotene 함량이 유의적으로 가장 높음. 베니하루카는 비타민 B₆와 B₁₂의 함량이 유의적으로 가장 높음. 비타민과 β-carotene의 총 합은 단자미, 호감미, 베니하루카 순서로 높음. 자색고구마와 옅은 황색 고구마의 비타민 C 함량을 비교한 타 연구에 따르면 자색고구마가 약 1.3배 높게 측정됨. 이와 같은 함량의 차이는 고구마 종간의 차이라고 판단됨. 그러나 동일한 종이어도 재배 환경 및 채취 시기 등에 따른 차이가 존재함. β-Carotene은 비타민 A 결핍 예방 효과가 있으며, β-carotene 함량이 높은 주황색 고구마 (시험군)와 β-carotene이 없는 백색 고구마 (대조군)를 초등학교생에게 식이하여 체내 비타민 A 함량 증가에 관한 연구 등이 보고되어 있음 [Jaarsveld et al., 2005]. 실험결과 시험군의 체내 비타민 A 상태는 78%에서 87%로 증가하였지만 유의적인 차이는 없었음. 대조군의 비타민 A 상태는 86%에서 82%로 감소함. 따라서 β-carotene을 함유하고 있는 호감미와 단자미는 체내에서 비타민 A 합성에 중요한 역할을 할 수 있을 것이라고 사료됨.

표 14. 고구마 종류별 비타민 분석결과 (Unit: mg/100 g)

Cultivar	Vitamin B ₆	Vitamin B ₁₂	Vitamin C	Vitamin E	β-Carotene
Hogammi	10.60 ± 0.15 ^a	1.43 ± 0.02 ^a	61.03 ± 0.69 ^a	6.43 ± 0.03 ^a	2.64 ± 0.03 ^a
Danjami	N. D. ¹	N. D.	104.19 ± 1.64 ^b	3.73 ± 0.05 ^b	2.87 ± 0.03 ^b
Beni-Haruka	11.18 ± 0.18 ^b	6.58 ± 0.08 ^b	48.19 ± 0.61 ^c	5.64 ± 0.03 ^c	N. D.

(2) 생리활성 분석

(가) 실험방법

① 원물 평가 실험재료

광주 서부농수산물시장에서 구입한 호감미 (주황고구마), 단자미 (자색고구마)와 공덕 농협에서 공급받은 베니하루카 (꿀고구마)로 고구마 원물 평가를 진행함. 속살, 속살+껍질, 껍질로 분류 후 동결건조해 분말화하여 anthocyanin 함량, β -carotene 함량, 항산화능을 측정함.

② 추출

동결건조한 고구마 분말 5 g을 25 mL acidified EtOH (7% CH₃COOH in 80% EtOH)를 첨가하고, 2분간 vortex하여 3,000 rpm에서 10분 동안 원심분리 후 상등액을 얻음. 침전물은 25 mL acidified EtOH (7% CH₃COOH in 80% EtOH)로 다시 한 번 추출하여 위와 같은 방법으로 상등액을 얻어, 추출물의 총 부피를 50 mL로 맞춤.

③ Anthocyanin 함량 측정

0.2 M HCl 용액을 0.2 M KCl 용액으로 pH 1.0을 맞춘 용액 A와, 0.2 M potassium phosphate 용액을 0.1 M citric acid 용액으로 pH 4.5를 맞춘 용액 B를 제조함. 추출물 40 μ L를 160 μ L 용액 A, 160 μ L 용액 B와 혼합하여 분광광도계를 이용해 520 nm와 700 nm에서 흡광값을 측정해 anthocyanin 함량을 측정함.

$$\text{Anthocyanin 함량 (mg/g)} = A \times 449.2 \times DF \times 50 \times 2 \div (26,900 \times 1)$$

$$A = (OD_{520\text{nm}} - OD_{700\text{nm}})_{\text{of pH}1.0} - (OD_{520\text{nm}} - OD_{700\text{nm}})_{\text{of pH}4.5}$$

449.2 = Cyanidin-3-glucoside의 분자량

DF = 희석배수

50 = 추출액의 총 부피

2 = 시료 1g 당 anthocyanin 함량으로 환산

④ β -Carotene 함량 측정

위에서 추출한 추출물을 440 nm에서 흡광값을 측정하여, β -carotene standard curve를 이용하여 β -carotene 함량을 측정함.

⑤ 항산화능 측정

증류수에 용해한 7 mM의 ABTS와 2.45 mM potassium persulfate를 1:1로 혼합하여 12-16 시간 동안 암소에 방치하여 radical stock 용액을 제조함. 이 용액을 PBS (pH 7.4)로 흡광도 값이 0.70 ± 0.02 이 되도록 희석하여 radical 용액을 제조함. Radical 용액 200 μ L에 시료 40 μ L를 가하여 15분 동안 방치 후 730 nm 흡광도를 측정함. 추출물의 ABTS radical에 대한 소거능은 아래와 같은 식으로 계산함.

$$ABTS\text{radical scavenging activity}(\%) = 1 - \frac{\text{aborbance of sample}}{\text{aborbance of control}} \times 100$$

(나) 실험결과

① Anthocyanin 함량 측정

호감미, 단자미, 베니하루카의 부위별 항산화능 측정 결과는 그림 11와 같음. 호감미의 anthocyanin 함량 측정결과 속살이 0.19 mg/extract g으로 측정됨. 속살+껍질과 껍질에서는 anthocyanin이 측정되지 않음. 단자미의 anthocyanin 함량 측정결과 속살이 0.22 mg/extract g, 속살+껍질이 0.48 mg/extract g, 껍질이 2.28 mg/extract g으로 측정됨. 단자미는 호감미와 베니하루카보다 높은 함량의 anthocyanin이 측정됨. 베니하루카의 anthocyanin 함량 측정결과 속살이 0.12 mg/extract g, 껍질이 0.79 mg/extract g으로 측정됨. 속살+껍질의 시료에서는 anthocyanin이 측정되지 않음.

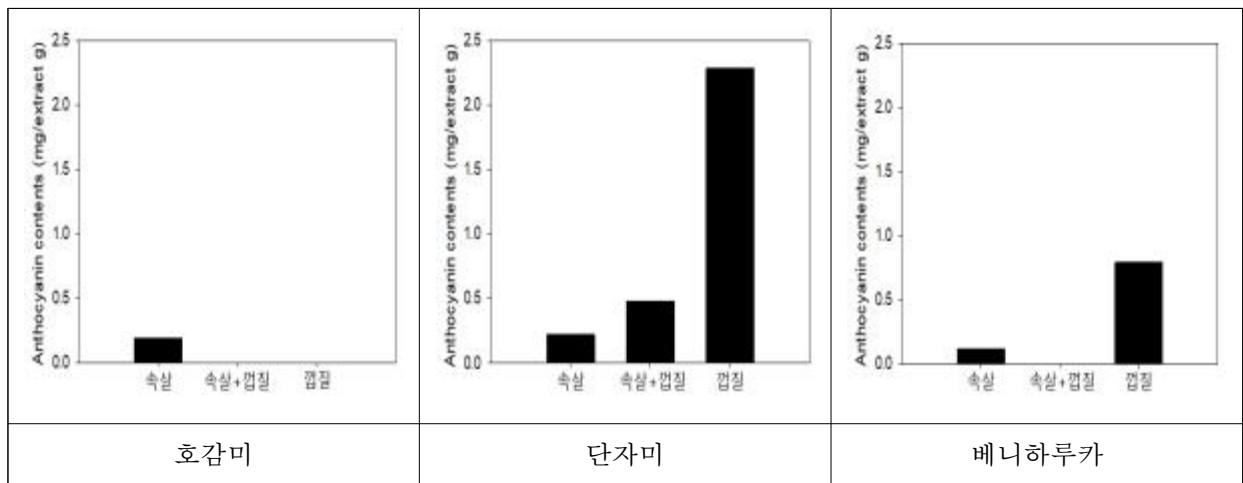


그림 11. 고구마의 부위별 anthocyanin 함량 측정결과.

② β -Carotene 함량 측정

호감미, 단자미, 베니하루카의 부위별 β -Carotene 측정 결과는 그림 12와 같음. 호감미의 β -carotene 함량 측정결과 속살이 3.86 mg/extract g, 속살+껍질이 4.69 mg/extract g, 껍질이 9.42 mg/extract g으로 측정됨. 단자미의 β -carotene 함량 측정결과 속살이 2.94 mg/extract g, 속살+껍질이 3.49 mg/extract g, 껍질이 4.14 mg/extract g으로 측정됨. 호감미와 베니하루카에 비하여 낮은 β -carotene 함량을 가짐. 베니하루카의 β -carotene 함량 측정결과 속살이 6.92 mg/extract g, 속살+껍질이 2.94 mg/extract g, 껍질이 8.40 mg/extract g으로 측정됨.

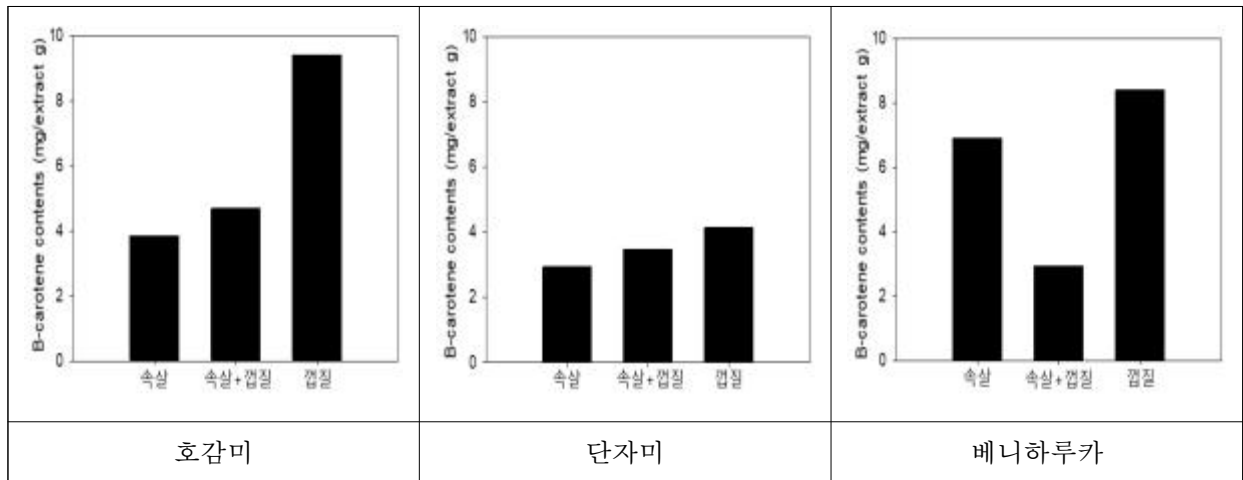


그림 12. 고구마의 부위별 β -carotene 함량 측정결과.

③ 항산화능 측정

호감미, 단자미, 베니하루카의 부위별 항산화능 측정 결과는 그림 13과 같음. 호감미의 ABTS radical 소거능 측정결과 속살이 9.09%, 속살+껍질이 17.39%, 껍질이 83.40%로 측정됨. 껍질 추출물의 항산화능이 가장 높게 측정됨. 단자미의 ABTS radical 소거능 측정결과 속살이 39.95%, 속살+껍질이 50.26%, 껍질이 89.38%로 확인됨. 껍질 추출물의 항산화능이 가장 높게 측정되었으며, 자색고구마는 anthocyanin 함유량과 항산화능이 일치함. 베니하루카의 ABTS radical 소거능 측정결과 속살이 74.88%, 속살+껍질이 19.62%, 껍질이 73.56%로 측정됨. 속살과 껍질의 추출물이 높은 ABTS radical 소거능을 가졌으며, 이는 β -carotene 함유량과 항산화능이 일치하는 결과임.

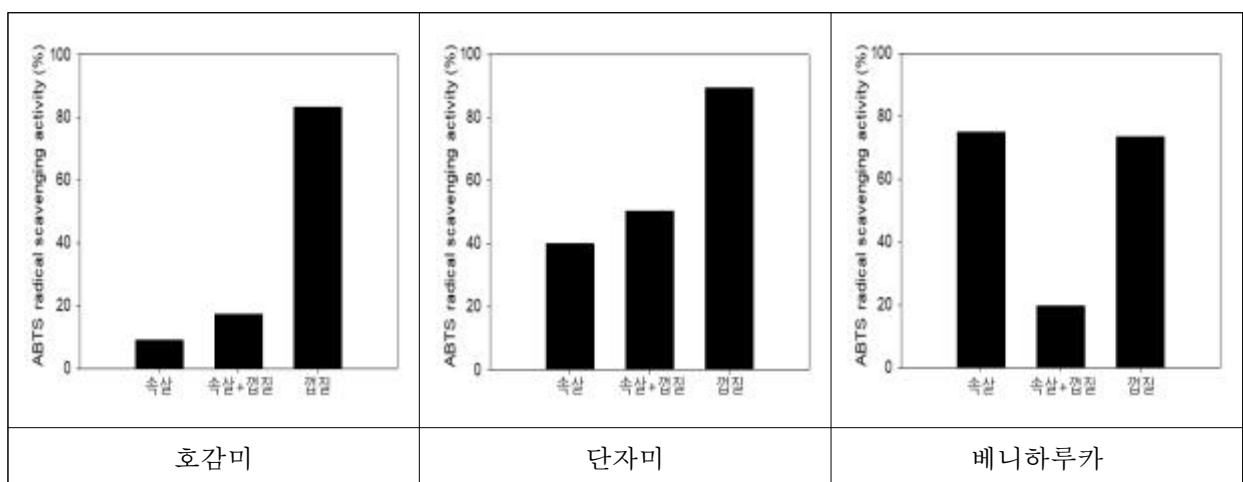


그림 13. 고구마의 부위별 항산화능 측정결과.

(3) 고찰

국내에서 육성된 고구마 23종을 육질색으로 분류하여 일반고구마 16종, 주황고구마 3종, 자색고구마 4종의 일반성분 분석에서 같은 육질색이여도 수분, 단백질, 지방 함량차이가 유의적으로 존재함을 확인함 [Ra et al., 2018]. 육질색 별로 가장 높은 단백질 함량을 가진 품종은 해피미 (주황고구마), 보라미 (자색고구마), 신율미 (일반고구마)였으며, 각 각 5.22%, 2.54%, 4.25%의 단백질을 함유하였음. 본 연구에서도 호감미 (주황고구마), 단자미 (자색고구마), 베니하루카 (일반고구마)의 단백질 함량 차이가 존재하였음. 이는 일반성분 분석은 육질색에 관계없이 품종과 재배환경에 많은 영향을 받는 것으로 판단됨. 또한, Ra 등 (2018)의 유리당을 측정결과 주황고구마인 신황미, 주황미, 해피미는 호감미에 비하여 유리당 함량이 약 2배정도 높게 측정되었음. 자색고구마인 연자미는 단자미와 유리당 함량이 비슷하였음. 이는 같은 육질색의 고구마도 품종에 따라서 유리당 함량의 차이가 있음을 알 수 있음. Kim 등 (1995)의 연구에서는 자색고구마와 옅은 황색 고구마의 아미노산 함량을 측정하였음. 2품종 모두 주성분이 aspartic acid이며, 자색고구마의 총 아미노산 함량이 옅은 황색 고구마보다 더 높았음. 이는 본 실험과 일치하는 결과임. Lee 등 (2016)의 연구에서는 밤고구마와 호박고구마를 동결건조하여 무기성분을 분석하였으며, 실험결과 호박고구마보다 호감미에 함유된 칼슘, 철 함량이 약 2배 높았으며, 밤고구마와 베니하루카의 무기성분 함량은 유사한 것으로 측정되었음. Kim 등 (1995)은 자색고구마와 옅은 황색 고구마의 비타민 C 함량을 비교하였는데, 실험결과 자색고구마가 약 1.3배 높게 측정되었음. 이와 같은 함량의 차이는 고구마 종 간의 차이라고 판단됨. 그러나 동일한 종 일지라도 재배환경 및 채취 시기 등에 따라 그 함량은 차이가 발생함 [Wu et al., 2008]. Jaarsveld 등 (2005)은 β -carotene 함량이 높은 주황색 고구마 (시험군)와 β -carotene이 없는 백색 고구마 (대조군)를 초등학교생에게 식이하여 체내 비타민 A 함량 증가에 관한 연구를 하였음. 실험결과 시험군의 체내 비타민 A 상태는 78%에서 87%로 증가하였지만 유의적인 차이는 없었음. 대조군의 비타민 A 상태는 86%에서 82%로 감소하였음. 따라서 β -carotene을 함유하고 있는 호감미와 단자미는 체내에서 비타민 A 합성에 중요한 역할을 할 수 있을 것이라고 사료됨. Teow 등 (2007)은 다양한 육질색 (white, yellow, orange, purple)을 가진 19종의 고구마의 항산화 활성을 비교하였는데, 자색고구마 3종 (NC415, 12-5, 13-18)이 높은 ABTS와 DPPH radical scavenging activity를 나타내었으며, 이는 본 논문과 유사한 결과임. 본 연구결과 고구마 품종에 따라서 상이한 영양성분을 함유하고 있어, 고구마 섭취 및 가공 시 특성에 맞는 품종을 선택하는 것이 중요하다고 판단됨. 고구마 가공식품 제조 시에는 높은 온도에서 가공 및 살균과정이 존재하기 때문에 단백질 함량이 높고 당 함량이 비교적 낮은 베니하루카가 가장 적합하다고 판단되며, 일반 섭취 시에는 영양성분 및 생리활성이 높은 호감미와 단자미가 적합하다고 판단됨.

나. 고구마 품종 및 조리 방법 별 *in vitro* GI 지수 측정

(1) 실험방법

In vitro GI 지수 측정을 위해서 고구마 시료의 total starch 및 starch digestion의 kinetic 측정이 필요함. Total starch 측정은 동결건조하여 분쇄한 고구마 시료 (호감미, 단자미, 베니하루카) 50 mg에 5 mL의 2 M KOH를 첨가한 후 37°C에서 30분동안 shaking함. 24 mL의 0.4 M sodium acetate buffer (pH 4.75)를 첨가하여 용액의 pH를 4.75 부근으로 맞추는 후 4 mL를 채취함. 60 μ l의 amyloglucosidase를 첨가하여 70분동안 60°C에서 shaking함. Megazyme의 GOPDO kit를 이용하여 고구마 시료의 total starch를 측정함.

Starch digestion의 kinetics 측정을 위해 동결건조하여 분쇄한 고구마 시료 (호감미, 단자미, 베니하루카) 50 mg을 10 mL HCl-KCl 버퍼 (pH 1.5)에 현탁하여 0.2 mL의 pepsin을 첨가하여 40°C에서 60분간 반응시킴. 반응 후 tris-maleate buffer (pH 6.9)를 이용하여 25 mL로 정용한 후 5 mL 2.6 IU의 α -amylase를 첨가하여 37°C에서 180분간 반응시키면서 30분마다 0.1 mL 씩 샘플링함. 샘플링 시료는 5분간 100°C에서 중탕하여 효소를 불활성화 시킨 후 원심분리하여 4°C에 보관함. 반응이 모두 종료한 후 1 mL 0.4 M sodium acetate buffer (pH 4.75)와 30 μ l amyloglucosidase를 첨가하여 60°C에서 45분간 반응시킴. 반응 종료 후 megazyme의 GOPDO kit를 이용하여 글루코오스 값을 전분 값으로 전환함. Total starch에 대한 starch digestion 시간 별로 측정된 전분 값으로 total starch hydrolysis (%)를 계산함. Starch digestion의 kinetic 결과를 first order equation인 $C=C_0(1-e^{-kt})$ 으로 나타냄 (C : t (시간)에서의 starch hydrolyzed 농도, C_0 : 평형상수). GI 지수는 다음과 같은 식으로 계산함. **GI = 39.71 + 0.549 HI**

(2) 실험결과

GI 지수는 음식을 섭취 후 음식이 blood sugar level 증가를 얼마나 빨리 하는가를 나타내는 지수임. 그림 14는 total starch에 대한 starch digestion을 시간 별로 측정하여, total starch hydrolysis (%)-시간 그래프로 나타냄. 식빵 (white bread)은 *in vivo* GI 지수가 94-100으로서 starch digestion의 kinetics 측정 시 control으로 사용함. 3종의 고구마 시료 모두 생고구마는 total starch hydrolysis (%)가 최대 약 10%로, 매우 낮았음. 그러나 고구마를 삶거나 구우면 식빵보다 높은 total starch hydrolysis (%)를 나타냈으며, 삶은 베니하루카는 99.19%의 total starch hydrolysis를 보임. *In vivo* GI 지수가 50보다 낮으면 low GI 지수, 51~69이면 medium GI 지수, 70보다 높으면 high GI 지수를 가지고 있다고 표현함. 표 15는 각 시료별 GI 지수 측정 model의 parameter 및 GI 지수를 나타냄. 식빵의 *in vitro* GI 지수는 94.61로서 *in vivo* GI 지수와 비교하였을 때 적정 범위 내로 측정되었음. 3종의 생고구마는 모두 낮은 GI 지수를 가지고 있었음. 삶은 고구마와 구운 고구마는 베니하루카, 호감미, 단자미 순서로 높은 GI 지수를 나타냄.

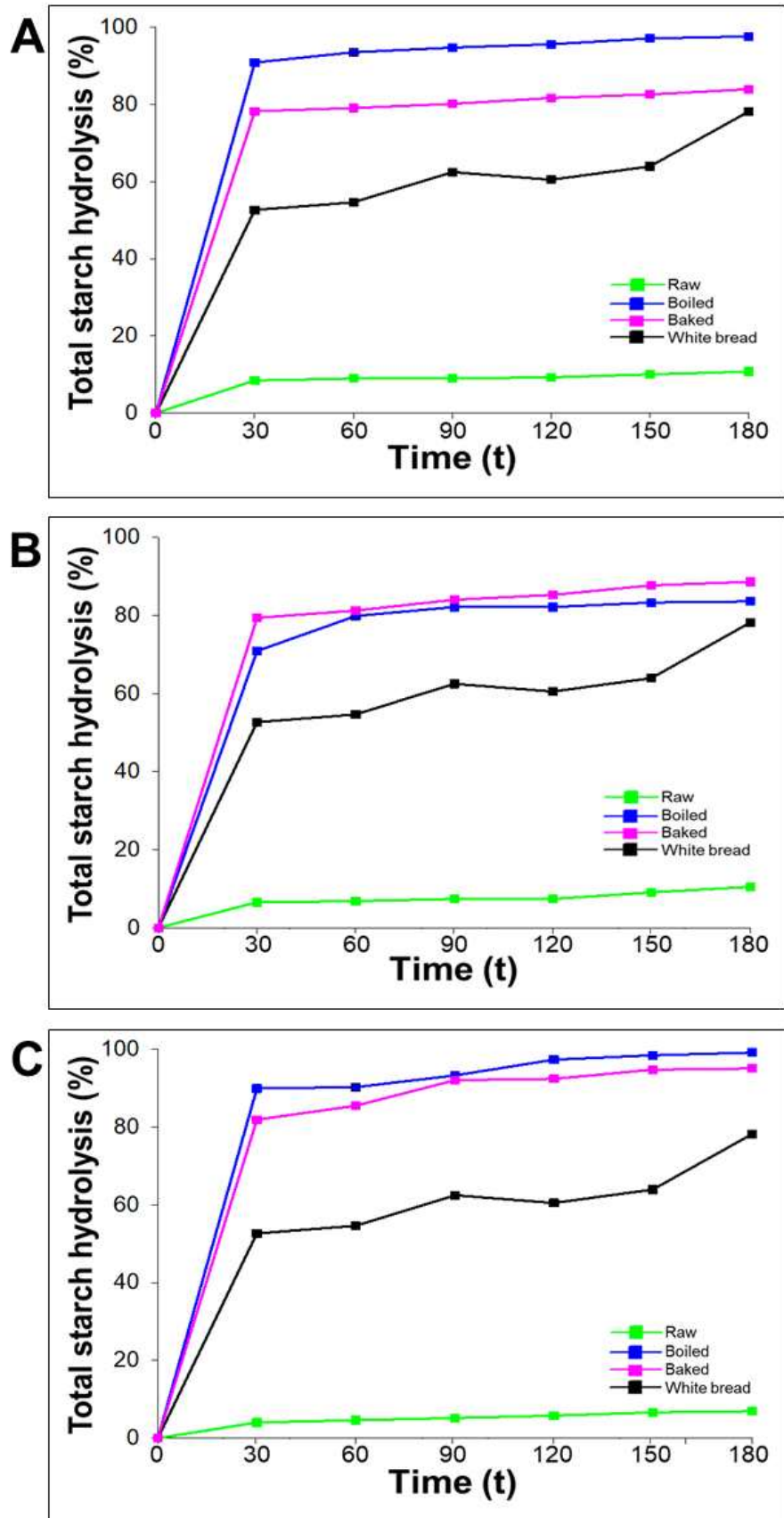


그림 14. Starch digestion의 kinetic 실험 결과

((A) 주황고구마 (호감미), (B) 자색고구마 (단자미), (C) 꿀고구마 (베니하루카)).

표 15. GI 지수 측정 model의 parameter 및 GI 지수

품종	조리	C α	k	HI (%)	GI
호감미	생	5.96	0.014	15.30	48.11
	삶기	38.88	0.029	156.27	125.50
	굽기	29.72	0.023	133.17	112.82
단자미	생	7.80	0.010	12.73	46.70
	삶기	47.08	0.034	132.06	112.21
	굽기	43.66	0.025	138.59	115.80
베니하루카	생	6.68	0.018	8.91	44.60
	삶기	53.72	0.029	155.71	125.19
	굽기	66.66	0.033	148.31	121.13
식빵	-	48.89	0.0095	100	94.61

2. 가공 (건조) 방법의 최적화

가. 조리방법 및 시간에 따른 최적 조건 수립

(1) 증숙

고구마의 증숙은 조직감과 맛에 많은 영향을 미치는 전처리 방법이다. 고구마의 크기와 중량에 따라서 증숙 조건이 상이해지는데, 본 연구에서는 300 g 고구마를 기준으로 실험함. 아래와 같은 조건으로 고구마를 증숙시켜 관능 평가함 (표 16).

표 16. 고구마 증숙 조건

시료명	증숙 조건
A	100℃ 에서 30분 동안 증숙
B	100℃ 에서 40분 동안 증숙
C	120℃ 에서 30분 동안 증숙
D	120℃ 에서 40분 동안 증숙

증숙 조건에 대한 관능평가 결과 색과 향은 모두 비슷한 결과가 나옴 (표 17). 조직감은 조건 B (100℃ 에서 40분 동안 증숙)에서 가장 높았고, 맛은 조건 D (120℃ 에서 40분 동안 증숙)에서 가장 높았으며, 전반적인 기호도는 조건 B (100℃ 에서 40분 동안 증숙)에서 가장 높음. 고구마 증숙 시 온도가 낮거나 시간이 짧으면 설익어서 조직감이 감소하게 되며, 증숙 시간이 너무 길어지면 고구마의 수분함량이 높아져 품질이 저하됨. 하지만 증숙 온도가 높아지거나, 증숙 시간이 길어지면 전분의 호화가 활발해져 당도가 높아짐. 따라서 본 연구에서는 100℃ 에서 40분 동안 증숙을 최적 조건으로 제안함.

표 17. 고구마 증숙 조건에 대한 관능평가 결과

	A	B	C	D
색	5.61±1.02 ^a	6.15±0.47 ^b	5.91±0.35 ^{cd}	6.02±1.32 ^d
조직감	5.34±0.42 ^a	8.52±1.05 ^b	7.15±0.94 ^c	6.24±0.45 ^d
향	5.54±0.58 ^{ab}	5.34±0.65 ^b	5.03±0.77 ^c	5.11±0.47 ^c
맛	6.91±0.41 ^a	7.65±0.80 ^{bc}	7.29±0.85 ^c	8.01±0.83 ^d
전반적인 기호도	7.06±0.52 ^a	8.33±1.52 ^b	7.51±0.74 ^{cd}	7.79±0.81 ^d

* 유의차 검정은 각 행별로 ANOVA 분산분석 후 Duncan의 다중분석에 의해 평가됨.
 * a, b, c, d : 그룹간 동일 알파벳은 유의차가 없음 ($p < 0.05$).
 1 : 가장 특성 및 강도가 낮음, 9 : 가장 특성 및 강도가 높음.

(2) 굽기

구운 고구마는 증숙된 고구마보다 수분함량이 낮고, 당도가 높아 관능평가 결과 전반적인 선호도가 높았음. 고구마의 크기와 중량에 따라서 굽기 조건이 상이하어, 본 연구에서는 300 g 고구마를 기준으로 실험함. 아래와 같은 조건으로 고구마를 오븐으로 구워 관능평가함 (표 18).

표 18. 고구마 굽기 조건

시료명	굽기 조건
A	180℃ 에서 90분 동안 구움
B	180℃ 에서 120분 동안 구움
C	200℃ 에서 90분 동안 구움
D	200℃ 에서 120분 동안 구움

굽기 조건에 대한 관능평가 결과 맛과 전반적인 기호도 외에는 모두 비슷한 결과가 나옴 (표 19). 맛과 전반적인 기호도는 모두 조건 D (200℃ 에서 120분 동안 증숙)에서 가장 높게 평가됨. 오랜 시간동안 높은 온도에서 고구마를 구우면 전분이 호화되는 시간이 증가하여 맛과 전반적인 기호도가 높은 것으로 판단됨. 따라서 본 연구에서는 굽기의 최적 조건을 200℃ 에서 120분으로 제안함.

표 19. 고구마 굽기 조건에 대한 관능평가 결과

	A	B	C	D
색	4.87±0.32 ^a	5.32±0.55 ^b	5.71±0.68 ^c	5.53±0.94 ^d
조직감	5.39±0.57 ^{ad}	5.84±0.41 ^b	5.07±0.85 ^c	5.33±0.62 ^d
향	5.64±0.41 ^a	5.62±0.69 ^a	5.20±0.71 ^{bc}	5.36±0.74 ^c
맛	5.35±0.65 ^a	5.60±0.40 ^b	5.44±0.72 ^a	7.62±1.57 ^c
전반적인 기호도	4.38±0.72 ^a	5.35±1.03 ^b	6.08±1.16 ^c	7.25±1.42 ^d

* 유의차 검정은 각 행별로 ANOVA 분산분석 후 Duncan의 다중분석에 의해 평가됨.
 * a, b, c, d : 그룹간 동일 알파벳은 유의차가 없음 ($p < 0.05$).
 1 : 가장 특성 및 강도가 낮음, 9 : 가장 특성 및 강도가 높음.

(3) 건조

고구마 건조는 말랭이 제조 시 수분함량을 조절하기 위하여 추가되는 공정임. 증숙 또는 구운 고구마를 아래와 같은 조건으로 건조시켜 관능평가함 (표 20).

표 20. 고구마 건조 조건

시료명	건조 조건
A	70℃ 에서 6시간동안 열풍건조
B	70℃ 에서 12시간동안 열풍건조
C	4℃ 에서 24시간동안 냉풍건조
D	4℃ 에서 48시간동안 냉풍건조

건조 조건에 대한 관능평가 결과 조직감과 전반적인 기호도 외에는 모두 비슷한 결과가 나옴 (표 21). 조직감과 전반적인 기호도는 모두 조건 A (70℃에서 6시간 동안 열풍건조)에서 가장 높게 평가됨. 고구마 말랭이 제조 시 수분 함량이 낮으면 식감이 딱딱하고, 수분 함량이 높으면 조직감이 끈적끈적해져 적절한 수분 함량을 맞춰주는 것이 가장 중요한 요인임. 따라서 본 연구에서는 건조의 최적 조건을 70℃에서 6시간으로 제안함.

표 21. 고구마 건조 조건에 대한 관능평가 결과

	A	B	C	D
색	6.08±0.98 ^{ab}	5.54±0.74 ^c	6.10±1.25 ^a	6.23±0.91 ^b
조직감	8.62±1.73 ^a	5.71±0.68 ^b	5.03±0.74 ^c	5.69±0.75 ^b
향	6.71±1.06 ^a	6.11±0.81 ^b	6.43±1.03 ^c	6.18±0.84 ^b
맛	6.00±1.20 ^a	5.57±0.56 ^c	5.96±0.88 ^{ab}	5.89±0.90 ^b
전반적인 기호도	8.31±1.54 ^a	7.04±1.19 ^b	6.81±1.15 ^c	6.22±1.13 ^d

* 유의차 검정은 각 행별로 ANOVA 분산분석 후 Duncan의 다중분석에 의해 평가됨.

* a, b, c, d : 그룹간 동일 알파벳은 유의차가 없음 ($p < 0.05$).

1 : 가장 특성 및 강도가 낮음, 9 : 가장 특성 및 강도가 높음.

(4) 관능평가

고구마를 4가지 조건으로 전처리를 달리하여 공덕농협에서 근무하는 30-50대 30명을 대상으로 관능평가를 진행함. 관능평가는 고구마의 색, 조직감, 향, 맛, 전반적인 기호도에 대한 9점 척도법으로 진행하였으며, 관능평가 표는 아래의 그림 15와 같음.

고구마 관능평가

- 고구마를 섭취하신 후 1~5번까지의 평가목록에 대한 평가점수를 숫자에 체크해주세요.
- 고구마를 섭취하신 후 물로 입 안을 헹구어 주신 후 다른 고구마를 섭취해주세요.
- 평가에 의하여 주셔서 감사드립니다.

A	C																																				
1. 색 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">1</td><td style="width: 12.5%;">2</td><td style="width: 12.5%;">3</td><td style="width: 12.5%;">4</td><td style="width: 12.5%;">5</td><td style="width: 12.5%;">6</td><td style="width: 12.5%;">7</td><td style="width: 12.5%;">8</td><td style="width: 12.5%;">9</td> </tr> <tr> <td>매우 싫음</td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: center;">보통</td><td></td><td></td><td></td><td>매우 좋음</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	매우 싫음				보통				매우 좋음	1. 색 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">1</td><td style="width: 12.5%;">2</td><td style="width: 12.5%;">3</td><td style="width: 12.5%;">4</td><td style="width: 12.5%;">5</td><td style="width: 12.5%;">6</td><td style="width: 12.5%;">7</td><td style="width: 12.5%;">8</td><td style="width: 12.5%;">9</td> </tr> <tr> <td>매우 싫음</td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: center;">보통</td><td></td><td></td><td></td><td>매우 좋음</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	매우 싫음				보통				매우 좋음
1	2	3	4	5	6	7	8	9																													
매우 싫음				보통				매우 좋음																													
1	2	3	4	5	6	7	8	9																													
매우 싫음				보통				매우 좋음																													
2. 조직감 (입 안에서의 느낌) <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">1</td><td style="width: 12.5%;">2</td><td style="width: 12.5%;">3</td><td style="width: 12.5%;">4</td><td style="width: 12.5%;">5</td><td style="width: 12.5%;">6</td><td style="width: 12.5%;">7</td><td style="width: 12.5%;">8</td><td style="width: 12.5%;">9</td> </tr> <tr> <td>매우 싫음</td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: center;">보통</td><td></td><td></td><td></td><td>매우 좋음</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	매우 싫음				보통				매우 좋음	2. 조직감 (입 안에서의 느낌) <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">1</td><td style="width: 12.5%;">2</td><td style="width: 12.5%;">3</td><td style="width: 12.5%;">4</td><td style="width: 12.5%;">5</td><td style="width: 12.5%;">6</td><td style="width: 12.5%;">7</td><td style="width: 12.5%;">8</td><td style="width: 12.5%;">9</td> </tr> <tr> <td>매우 싫음</td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: center;">보통</td><td></td><td></td><td></td><td>매우 좋음</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	매우 싫음				보통				매우 좋음
1	2	3	4	5	6	7	8	9																													
매우 싫음				보통				매우 좋음																													
1	2	3	4	5	6	7	8	9																													
매우 싫음				보통				매우 좋음																													
3. 향 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">1</td><td style="width: 12.5%;">2</td><td style="width: 12.5%;">3</td><td style="width: 12.5%;">4</td><td style="width: 12.5%;">5</td><td style="width: 12.5%;">6</td><td style="width: 12.5%;">7</td><td style="width: 12.5%;">8</td><td style="width: 12.5%;">9</td> </tr> <tr> <td>매우 싫음</td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: center;">보통</td><td></td><td></td><td></td><td>매우 좋음</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	매우 싫음				보통				매우 좋음	3. 향 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">1</td><td style="width: 12.5%;">2</td><td style="width: 12.5%;">3</td><td style="width: 12.5%;">4</td><td style="width: 12.5%;">5</td><td style="width: 12.5%;">6</td><td style="width: 12.5%;">7</td><td style="width: 12.5%;">8</td><td style="width: 12.5%;">9</td> </tr> <tr> <td>매우 싫음</td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: center;">보통</td><td></td><td></td><td></td><td>매우 좋음</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	매우 싫음				보통				매우 좋음
1	2	3	4	5	6	7	8	9																													
매우 싫음				보통				매우 좋음																													
1	2	3	4	5	6	7	8	9																													
매우 싫음				보통				매우 좋음																													
4. 맛 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">1</td><td style="width: 12.5%;">2</td><td style="width: 12.5%;">3</td><td style="width: 12.5%;">4</td><td style="width: 12.5%;">5</td><td style="width: 12.5%;">6</td><td style="width: 12.5%;">7</td><td style="width: 12.5%;">8</td><td style="width: 12.5%;">9</td> </tr> <tr> <td>매우 싫음</td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: center;">보통</td><td></td><td></td><td></td><td>매우 좋음</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	매우 싫음				보통				매우 좋음	4. 맛 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">1</td><td style="width: 12.5%;">2</td><td style="width: 12.5%;">3</td><td style="width: 12.5%;">4</td><td style="width: 12.5%;">5</td><td style="width: 12.5%;">6</td><td style="width: 12.5%;">7</td><td style="width: 12.5%;">8</td><td style="width: 12.5%;">9</td> </tr> <tr> <td>매우 싫음</td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: center;">보통</td><td></td><td></td><td></td><td>매우 좋음</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	매우 싫음				보통				매우 좋음
1	2	3	4	5	6	7	8	9																													
매우 싫음				보통				매우 좋음																													
1	2	3	4	5	6	7	8	9																													
매우 싫음				보통				매우 좋음																													
5. 전반적인 기호도 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">1</td><td style="width: 12.5%;">2</td><td style="width: 12.5%;">3</td><td style="width: 12.5%;">4</td><td style="width: 12.5%;">5</td><td style="width: 12.5%;">6</td><td style="width: 12.5%;">7</td><td style="width: 12.5%;">8</td><td style="width: 12.5%;">9</td> </tr> <tr> <td>매우 싫음</td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: center;">보통</td><td></td><td></td><td></td><td>매우 좋음</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	매우 싫음				보통				매우 좋음	5. 전반적인 기호도 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">1</td><td style="width: 12.5%;">2</td><td style="width: 12.5%;">3</td><td style="width: 12.5%;">4</td><td style="width: 12.5%;">5</td><td style="width: 12.5%;">6</td><td style="width: 12.5%;">7</td><td style="width: 12.5%;">8</td><td style="width: 12.5%;">9</td> </tr> <tr> <td>매우 싫음</td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: center;">보통</td><td></td><td></td><td></td><td>매우 좋음</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	매우 싫음				보통				매우 좋음
1	2	3	4	5	6	7	8	9																													
매우 싫음				보통				매우 좋음																													
1	2	3	4	5	6	7	8	9																													
매우 싫음				보통				매우 좋음																													
B	D																																				
1. 색 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">1</td><td style="width: 12.5%;">2</td><td style="width: 12.5%;">3</td><td style="width: 12.5%;">4</td><td style="width: 12.5%;">5</td><td style="width: 12.5%;">6</td><td style="width: 12.5%;">7</td><td style="width: 12.5%;">8</td><td style="width: 12.5%;">9</td> </tr> <tr> <td>매우 싫음</td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: center;">보통</td><td></td><td></td><td></td><td>매우 좋음</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	매우 싫음				보통				매우 좋음	1. 색 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">1</td><td style="width: 12.5%;">2</td><td style="width: 12.5%;">3</td><td style="width: 12.5%;">4</td><td style="width: 12.5%;">5</td><td style="width: 12.5%;">6</td><td style="width: 12.5%;">7</td><td style="width: 12.5%;">8</td><td style="width: 12.5%;">9</td> </tr> <tr> <td>매우 싫음</td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: center;">보통</td><td></td><td></td><td></td><td>매우 좋음</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	매우 싫음				보통				매우 좋음
1	2	3	4	5	6	7	8	9																													
매우 싫음				보통				매우 좋음																													
1	2	3	4	5	6	7	8	9																													
매우 싫음				보통				매우 좋음																													
2. 조직감 (입 안에서의 느낌) <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">1</td><td style="width: 12.5%;">2</td><td style="width: 12.5%;">3</td><td style="width: 12.5%;">4</td><td style="width: 12.5%;">5</td><td style="width: 12.5%;">6</td><td style="width: 12.5%;">7</td><td style="width: 12.5%;">8</td><td style="width: 12.5%;">9</td> </tr> <tr> <td>매우 싫음</td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: center;">보통</td><td></td><td></td><td></td><td>매우 좋음</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	매우 싫음				보통				매우 좋음	2. 조직감 (입 안에서의 느낌) <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">1</td><td style="width: 12.5%;">2</td><td style="width: 12.5%;">3</td><td style="width: 12.5%;">4</td><td style="width: 12.5%;">5</td><td style="width: 12.5%;">6</td><td style="width: 12.5%;">7</td><td style="width: 12.5%;">8</td><td style="width: 12.5%;">9</td> </tr> <tr> <td>매우 싫음</td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: center;">보통</td><td></td><td></td><td></td><td>매우 좋음</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	매우 싫음				보통				매우 좋음
1	2	3	4	5	6	7	8	9																													
매우 싫음				보통				매우 좋음																													
1	2	3	4	5	6	7	8	9																													
매우 싫음				보통				매우 좋음																													
3. 향 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">1</td><td style="width: 12.5%;">2</td><td style="width: 12.5%;">3</td><td style="width: 12.5%;">4</td><td style="width: 12.5%;">5</td><td style="width: 12.5%;">6</td><td style="width: 12.5%;">7</td><td style="width: 12.5%;">8</td><td style="width: 12.5%;">9</td> </tr> <tr> <td>매우 싫음</td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: center;">보통</td><td></td><td></td><td></td><td>매우 좋음</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	매우 싫음				보통				매우 좋음	3. 향 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">1</td><td style="width: 12.5%;">2</td><td style="width: 12.5%;">3</td><td style="width: 12.5%;">4</td><td style="width: 12.5%;">5</td><td style="width: 12.5%;">6</td><td style="width: 12.5%;">7</td><td style="width: 12.5%;">8</td><td style="width: 12.5%;">9</td> </tr> <tr> <td>매우 싫음</td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: center;">보통</td><td></td><td></td><td></td><td>매우 좋음</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	매우 싫음				보통				매우 좋음
1	2	3	4	5	6	7	8	9																													
매우 싫음				보통				매우 좋음																													
1	2	3	4	5	6	7	8	9																													
매우 싫음				보통				매우 좋음																													
4. 맛 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">1</td><td style="width: 12.5%;">2</td><td style="width: 12.5%;">3</td><td style="width: 12.5%;">4</td><td style="width: 12.5%;">5</td><td style="width: 12.5%;">6</td><td style="width: 12.5%;">7</td><td style="width: 12.5%;">8</td><td style="width: 12.5%;">9</td> </tr> <tr> <td>매우 싫음</td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: center;">보통</td><td></td><td></td><td></td><td>매우 좋음</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	매우 싫음				보통				매우 좋음	4. 맛 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">1</td><td style="width: 12.5%;">2</td><td style="width: 12.5%;">3</td><td style="width: 12.5%;">4</td><td style="width: 12.5%;">5</td><td style="width: 12.5%;">6</td><td style="width: 12.5%;">7</td><td style="width: 12.5%;">8</td><td style="width: 12.5%;">9</td> </tr> <tr> <td>매우 싫음</td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: center;">보통</td><td></td><td></td><td></td><td>매우 좋음</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	매우 싫음				보통				매우 좋음
1	2	3	4	5	6	7	8	9																													
매우 싫음				보통				매우 좋음																													
1	2	3	4	5	6	7	8	9																													
매우 싫음				보통				매우 좋음																													
5. 전반적인 기호도 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">1</td><td style="width: 12.5%;">2</td><td style="width: 12.5%;">3</td><td style="width: 12.5%;">4</td><td style="width: 12.5%;">5</td><td style="width: 12.5%;">6</td><td style="width: 12.5%;">7</td><td style="width: 12.5%;">8</td><td style="width: 12.5%;">9</td> </tr> <tr> <td>매우 싫음</td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: center;">보통</td><td></td><td></td><td></td><td>매우 좋음</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	매우 싫음				보통				매우 좋음	5. 전반적인 기호도 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%;">1</td><td style="width: 12.5%;">2</td><td style="width: 12.5%;">3</td><td style="width: 12.5%;">4</td><td style="width: 12.5%;">5</td><td style="width: 12.5%;">6</td><td style="width: 12.5%;">7</td><td style="width: 12.5%;">8</td><td style="width: 12.5%;">9</td> </tr> <tr> <td>매우 싫음</td><td></td><td></td><td></td><td style="text-align: center;">보통</td><td></td><td></td><td></td><td>매우 좋음</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	매우 싫음				보통				매우 좋음
1	2	3	4	5	6	7	8	9																													
매우 싫음				보통				매우 좋음																													
1	2	3	4	5	6	7	8	9																													
매우 싫음				보통				매우 좋음																													

그림 15. 조리방법 및 시간 최적 조건 수립을 위한 관능평가 표.

나. 고구마 페이스트 가공 방법 최적화 및 표준화

(1) 가공 방법 최적화 (그림 16, 표 22)

- ① 고구마 선별 및 숙성
- ② 1차 세척하고 상처유무를 확인하면서 2차 세척
- ③ 로스팅 및 증숙
고구마의 크기에 따라 190~210℃의 온도에서 40~60분간 로스팅 후 고구마의 밑부분은 절단하고 위에서 아랫방향으로 결 따라 껍질을 제거하는 단계
- ④ 로스팅 및 증숙 고구마의 이물질 제거 및 중량 체크
- ⑤ 고구마의 중량 조건에 적절한 수분, 당분, 전분의 추가 중량을 조건표를 참고하여 첨가하고, 물성 조정 시 첨가할 전분 용액을 제조
- ⑥ 믹서기를 이용하여 고구마와 전분 용액을 혼합 믹싱
- ⑦ 5 kg 단위로 비닐팩에 넣어 진공 포장 및 이물질 잔존여부 검사
- ⑧ 냉동보관 및 유통



그림 16. 페이스트 제조 과정.

표 22. 페이스트 제조 실시 예

구분(실시 예1)	원물 페이스트 조건	제조 페이스트 조건	재료 첨가량	
베니하루카 페이스트 500g	수분	±60%	±70%	50 mL
	당도	±35 brix	±41 brix	설탕 22.5 g, 올리고당 22.5 g
	전분	±22%	±25%	15 g
자색고구마 페이스트 500g	수분	±55%	±70%	75 mL
	당도	±24 brix	±40 brix	설탕 60 g, 올리고당 75 g
	전분	±23%	±25%	10 g

구분(실시 예2)		원물 페이스트 조건	제조 페이스트 조건	재료 첨가량
베니하루카 페이스트 1.5kg	수분	±60%	±70%	150 mL
	당도	±32 brix	±40 brix	설탕 90 g, 올리고당 90 g
	전분	±22%	±25%	45 g
자색고구마 페이스트 0.9Kg	수분	±55%	±70%	135 mL
	당도	±24 brix	±38 brix	설탕 157.5 g, 올리고당 157.5 g
	전분	±23%	±25%	18 g

(2) 고구마 페이스트 표준화

(가) 수분 표준화

① 측정 방법

고구마 페이스트 100 g을 60℃ 건조기 (Drying oven, Isuzu Seisakusho Co.,LTD.)에서 24시간 건조 후 무게를 측정함. 온도와 시간은 동일한 조건에서 측정함. 당초 수분분석기 (Mod. MA-00023 OU)를 이용하여 3회씩 측정함. 고구마 페이스트의 수분함량 측정은 다음의 식으로 산출함.

$$\text{수분함량 (\%)} = \frac{\text{건조전 무게 (g)} - \text{건조후 무게 (g)}}{\text{건조전 무게 (g)}} \times 100$$

원물 고구마 페이스트의 수분함량 측정 결과에 의하여 목표제품의 물 조절 용량은 다음의 식으로 산출함.

$$\text{물조절 용량 (\%/ml)} = \text{목표 수분함량 (\%)} - \text{원물 수분함량 (\%)}$$

② 측정 결과

공덕농협에서 공급받은 고구마 페이스트 2종과 시판 고구마 페이스트 (CJ 아임요 허니)의 수분 함량을 측정한 결과 시판 고구마 페이스트의 수분 함량은 33.5~37.6%로 측정되었고, 공덕농협 베니하루카 수분 함량은 57.4~65.2%로 측정되었으며, 자색고구마 페이스트는 68.2~67.2%으로 측정됨 (표 23). 시판 고구마 페이스트는 설탕, 꿀, 전분, 생크림을 함유한 제품으로 건조 시 수분의 손실이 적고 끈적임이 강한 제품이므로 수분함량이 낮게 측정됨. 또한 고구마의 수분은 생산지, 기후조건, 원물의 저장기간에 따라서 변화되므로 수분함량이 일정하지 않음. 따라서 공덕농협에서 제공된 고구마 페이스트 원물 소재의 맞춤형 수분함량 표준화 작업 조건표를 작성함. 고구마 페이스트 수분함량 표준화 조건표는 표 24에 나타냄. 표준화 조건표는 고구마 페이스트 수분함량 측정결과에 의하여 고구마 페이스트 원물 수분함량 범위가 57.4~67.2% 이므로 표준조건은 53~70% 이내로 작성함 (그림 17).

표 23. 고구마 페이스트의 종류별 수분 함량

종류별 수분함량 (%)								
시판 고구마 페이스트			베니하루카 고구마 페이스트			자색고구마 페이스트		
1회	2회	3회	1회	2회	3회	1회	2회	3회
37.6	33.52	36.04	61.6	57.43	65.24	68.16	67.21	68.34

표 24. 고구마 페이스트 수분함량 표준화 조건표 (건조 전 페이스트 100 g 기준)

수분 표준화 조건표 (고구마 페이스트 100g 기준)								
	고구마 페이스트원물		출고제품 수분함량별 물 조절 용량 (mL)					
	건조 후 무게(g)	수분함량 (%)	70%	68%	66%	64%	62%	60%
출고제품 수분함량(%) - 물 조절용량(mL)	47	53	17	15	13	11	9	7
	46	54	16	14	12	10	8	6
	45	55	15	13	11	9	7	5
	44	56	14	12	10	8	6	4
	43	57	13	11	9	7	5	3
	42	58	12	10	8	6	4	2
	41	59	11	9	7	5	3	1
	40	60	10	8	6	4	2	-
	39	61	9	7	5	3	1	-
	38	62	8	6	4	2	-	-
	37	63	7	5	3	1	-	-
	36	64	6	4	2	-	-	-
	35	65	5	3	1	-	-	-
	34	66	4	2	-	-	-	-
	33	67	3	1	-	-	-	-
	32	68	2	-	-	-	-	-
	31	69	1	-	-	-	-	-
30	70	-	-	-	-	-	-	



그림 17. 고구마 페이스트의 수분 표준화를 위한 조절 과정
(1-시판제품, 2-베니하루카, 3-자색고구마).

(나) 당 함량 표준화

① 측정 방법

디지털 당도계 (SCM-1000, Gimisangung Co., Korea)를 이용하여 시료의 액상을 측정함. 원물 고구마 페이스트의 당분함량 측정은 brix값으로 산출함. 1 brix는 100 g의 용액에 1 g의 sucrose가 녹아 있는 것으로 실험결과와 산출결과의 비교에 의하여 목표제품의 당 조절 용량 조건표를 작성함.

$$\text{당 함량 (Brix)} = \frac{\text{용질 (g)}}{\text{용매 (g)} + \text{용질 (g)}} \times 100$$

② 측정 결과

당 함량 측정을 위한 고구마 페이스트는 마트에서 구입한 (CJ 아임요 허니) 제품화된 고구마 페이스트와 공덕농협에서 제공받은 2종의 고구마 페이스트 당분함량을 측정하고 측정결과는 표 25에 나타냄.

표 25. 고구마 페이스트 종류별 당분 함량 (건조 전 페이스트 100g 기준)

종류별 당분 함량 (brix)								
시판 제품			베니하루카 고구마 페이스트			자색고구마 페이스트		
1회	2회	3회	1회	2회	3회	1회	2회	3회
53.3	53.2	52.4	33.4	35.6	34.6	23.8	24.6	25.8

고구마 페이스트 당분조절 표준화 조건표 작성을 위하여 설탕과 올리고당을 이용하여 실험결과의 당도를 측정하고 산출식에 의한 결과 값과 비교함. 오차범위는 $\pm 0\sim 0.8$ brix로 나타남 (표 26).

표 26. 실측 당도와 산출식에 의한 당도의 결과 값 비교

구분	첨가 비율 (%)	물 & 당 조절 용량 (g/mL)			실측 당도 (brix)	산출 당도 (brix)	오차 범위 (brix)
		물 (mL)	설탕 (g)	올리고당 (mL)			
물, 설탕	50	100	50	-	± 33.2	33.3	± 0.1
	40	100	40	-	± 28.5	28.6	± 0.1
	30	100	30	-	± 23.6	23.1	± 0.5
	20	100	20	-	± 16.7	16.7	0
	10	100	10	-	± 9.8	9.1	± 0.7
물, 설탕, 올리고당	50	100	25	25	± 33.5	33.3	± 0.2
	40	100	20	20	± 28.5	28.6	± 0.1
	30	100	15	15	± 23.5	23.1	± 0.4
	20	100	10	10	± 17.2	16.7	± 0.5
	10	100	5	5	± 9.9	9.1	± 0.8

측정결과 시료C 설탕 100% 시료와 시료D 설탕 50% : 올리고당 50% 시료의 당도 오차범위는 거의 없으므로 당도 산출식에 차이를 두지 않음. 시료의 올리고당 100 mL의 무게는 139.8 g임 (백설 올리고당 기준). 따라서 당분 조절용 올리고당 첨가량은 [올리고당의 무게(g) = 올리고당(mL) \times 1.398], [올리고당 부피(mL) = 올리고당(g) \times 0.7153] 식으로 계산함.

당도 조건별 용질 용량은 표 27과 같이 페이스트 1 brix 상승은 1.5 g의 용질이 필요함. 따라서 고구마 페이스트 당도별 용질의 표준화 조건표를 작성함 (표 28).

표 27. 당도 조건별 용질 용량

당도 조건별 용질 용량													
당도 (brix)	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
용질 용량 (g/mL)	57.1	58.6	60.1	61.6	63.1	64.6	66.1	67.6	69.1	70.6	72.1	73.6	75.1

표 28. 고구마 페이스트 당도별 용질의 표준화 조건표

당도별 용질의 표준화 조건표													
페이스트 (100g) brix	용질의 추가 용량(g)												
	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
24	21	22.5	24	25.5	27	28.5	30	31.5	33	34.5	36	37.5	39
25	19.5	21	22.5	24	25.5	27	28.5	30	31.5	33	34.5	36	37.5
26	18	19.5	21	22.5	24	25.5	27	28.5	30	31.5	33	34.5	36
27	16.5	18	19.5	21	22.5	24	25.5	27	28.5	30	31.5	33	34.5
28	15	16.5	18	19.5	21	22.5	24	25.5	27	28.5	30	31.5	33
29	13.5	15	16.5	18	19.5	21	22.5	24	25.5	27	28.5	30	31.5
30	12	13.5	15	16.5	18	19.5	21	22.5	24	25.5	27	28.5	30
31	10.5	12	13.5	15	16.5	18	19.5	21	22.5	24	25.5	27	28.5
32	9	10.5	12	13.5	15	16.5	18	19.5	21	22.5	24	25.5	27
33	7.5	9	10.5	12	13.5	15	16.5	18	19.5	21	22.5	24	25.5
34	6	7.5	9	10.5	12	13.5	15	16.5	18	19.5	21	22.5	24
35	4.5	6	7.5	9	10.5	12	13.5	15	16.5	18	19.5	21	22.5

당도별 용질 표준화 조건표에 따른 용질의 추가 실험 결과는 자색고구마 페이스트 24~25 brix와 베니하루카 페이스트 33~36 brix의 시료에 용질 추가 용량을 조건표에 의하여 첨가한 후 90℃에서 30분 휘핑 후 당도를 측정함. 목표 당도값은 40 brix로 설정하였으며, 실험 결과 값은 37.8~43.4 brix로 나타남. 오차범위는 ±2.2~3.4 brix임 (표 29).

표 29. 당도별 용질 표준화 조건표에 따른 당도 실험 결과

페이스트 (brix)	용질 추가 용량			실험 결과(brix)					
	페이스트 (g)	설탕 (g)	올리 고당 (g)	1회	2회	3회	Aver	목표 당도	오차 범위
자색고구마 페이스트 24 ~ 25	100	12	12	40.24	41.4	38.2	39.95	40	±0.05
	100	11.25	11.25	43.35	42.8	43.4	43.18	40	±3.4
베니하루카페 이스트 33 ~ 36	100	5.25	5.25	38.6	39.6	37.8	38.67	40	±1.33
	100	4.5	4.5	37.8	37.8	38.6	38.07	40	±1.93
	100	3.75	3.75	42.6	41	40.6	41.40	40	±1.4

③ 전분 함량 표준화

㉠ 측정 방법

고구마 페이스트 제조 시 전분의 추가 분량을 조절하기 위하여 2종의 생고구마 전분 함량을 측정함. 고구마 전분은 저장기간이 길수록 수분이 감소하고 요오드 친화력이 급격히 감소하여 요오드와 결합할 수 있는 아밀로스의 물 결합능력은 증가함. 전분과 수분의 관계는 고구마 페이스트 질감과 형태유지에 영향이 있음. 따라서 전분의 함유량은 페이스트 제조 시 물 결합능력과 점착성이 달라지므로 2종의 전분 함량을 비교함. 전분의 추가 함량 조절을 위하여 2종 (베니하루카, 자색고구마)의 전분 함량을 측정함. 알칼리 침지법에 의한 전분함량 측정 방법은 세척한 고구마의 껍질을 제거한 후 각각 100 g씩 취하여 0.2 mm 두께로 자른 후 300 mL 0.1 N NaOH 용액에 넣고 3분간 마쇄하여 100 mesh 체에 통과하고 실온에 정치하여 상층액은 버리고 얻어진 침전물을 증류수로 2회 세척함. 얻어진 침전물은 수거하여 0.1 N HCl을 사용하여 pH 6.5 ~ 7로 중화하고 60°C에서 24시간 건조시켜 무게를 측정함. 증류수 침지법에 의한 전분함량 측정방법은 세척한 고구마의 껍질을 제거한 후 각각 100 g씩 취하여 0.2 mm 두께로 자른 후 증류수에서 3분간 마쇄하여 100 mesh 체에 통과하고 실온에 정치하여 상층액은 버리고 얻어진 전분을 침지 증류수로 2회 세척함. 얻어진 침전물은 수거하여 60°C에서 24시간 건조시켜 무게를 측정함.

㉡ 측정 결과 및 유동성 측정

고구마 페이스트 원물은 고구마의 종류에 따라서 전분의 종류와 함량도 각각 다르므로 제과 제빵의 몰딩작업에 용이하지 않음. 전분 함량이 추가된 고구마 페이스트는 온도가 높을 때는 점도가 증가되고, 냉각 후 몰딩작업에서 안정성이 있으므로 가공식품 제조 시 편리하게 이용할 수 있음. 따라서 고구마 페이스트의 표준화 공정을 위하여 수분과 당분 뿐만 아니라 전분(옥수수 전분)을 함량별로 추가하여 점도를 측정하였으며 냉각 후 몰딩 안정성을 확인함 (표 30).

표 30. 고구마 페이스트 전분 표준화 조건표

전분 표준화 조건표					
페이스트 전분 함량	페이스트 100g당 전분의 추가용량(g)				
	25	26	27	28	29
21	4	5	6	7	8
22	3	4	5	6	7
23	2	3	4	5	6
24	1	2	3	4	5
25	0	1	2	3	4
26	0	0	1	2	3
27	0	0	0	1	2

다. 고구마 페이스트 분말 제조 기술 개발

(1) 제조 방법

수분조건 $\pm 70\%$, 당도 ± 40 brix, 전분 $\pm 25\%$ 조건을 가진 베니하루카 페이스트는 -80°C 에서 24 ~ 48시간 동안 냉동 보관 후 냉동 건조기에서 건조함. 베니하루카 페이스트의 건조 전 무게는 360 g이고 건조 후 167.4 g, 168.2 g, 169.2 g으로 각각 46.5%, 46.72%, 46% 수득하였으며, 자색고구마 페이스트는 수분조건 $\pm 70\%$, 당도 ± 38 brix, 전분 $\pm 25\%$ 조건으로 배합하여 1차 가공한 상태에서 건조분말을 제조함. 건조 전 무게 360 g, 건조 후 147.6 g, 149.4 g, 149.2 g으로 각각 41%, 41.44%, 41.5% 수득함. 건조된 고구마 페이스트는 각각 마쇄하여 100 mesh 체에 내린 후 압착 포장하여 냉동 보관함.

(2) 수율

베니하루카 페이스트 원물 건조 전 무게 470 g은 건조 후 무게 183.3 g, 194.24 g, 192.7 g으로 각각 39%, 41.33%, 41% 수득함. 자색고구마 페이스트 원물 건조 전 무게 470 g은 건조 후 무게 150.4 g, 159.8 g, 178.6 g으로 각각 32%, 34%, 38% 수득함 (표 31). 건조된 고구마 페이스트는 각각 마쇄하여 100 mesh 체에 내린 후 압착 포장하여 냉동 보관함 (그림 18).

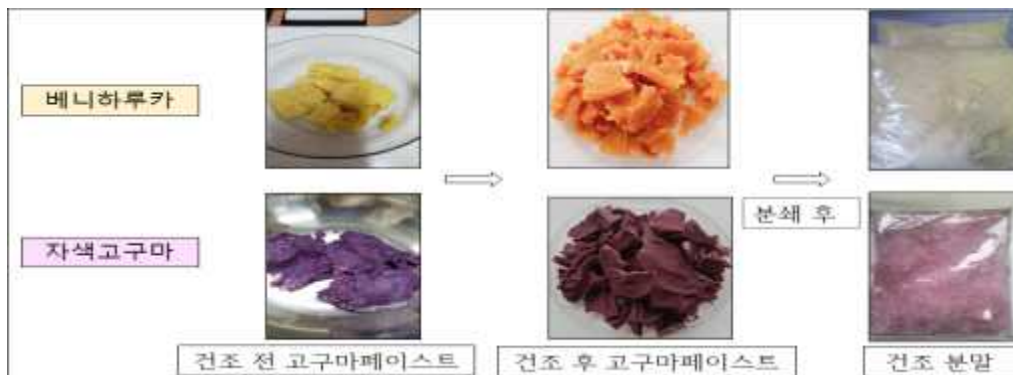


그림 18. 고구마 페이스트 분말 제조 과정.

표 31. 고구마 페이스트 분말 제조 수율

구분		조건	건조 후 중량(g)			수율(%)		
베니하루카 페이스트	원물	수분 $\pm 60\%$, 당도 ± 32 brix, 전분 $\pm 22\%$, 중량 ± 470 g	183.3	194.2	192.7	39	41.33	41
	제조 후	수분 $\pm 70\%$, 당도 ± 38 brix, 전분 $\pm 25\%$, 중량 ± 360 g	167.4	168.2	169.2	46.5	46.72	46
자색고구마 페이스트	원물	수분 $\pm 60\%$, 당도 ± 32 brix, 전분 $\pm 22\%$, 중량 ± 470 g	150.4	159.8	178.6	32	34	38
	제조 후	수분 $\pm 60\%$, 당도 ± 38 brix, 전분 $\pm 25\%$, 중량 ± 360 g	147.6	149.4	149.2	41	41.44	41.5

라. 원물 선별 기술 개발: 중백 현상 (전분이 당화되지 않고 고구마 내부에 남아있는 현상) 선별 기술 개발

(1) NIR 기술

(가) 실험방법

① 실험재료

전라북도 김제의 공덕농협에서 2019년 9월에 수확한 베니하루카를 3일동안 큐어링 후 12℃에서 저장하면서 1주에 18개씩 실험실로 운송하여 실험함. 총 8주동안 실험을 하였고, 총 144개의 고구마를 분석함.

② 근적외선을 이용한 고구마 품질분석 방법

생고구마 시료를 근적외선 수광 센서 위에 올려놓은 후, 근적외선을 조사하여 투과되는 빛을 수광하여 스펙트럼을 얻었음 (그림 19). 검량곡선을 작성하기 위하여 모든 시료에 대한 스펙트럼을 기반으로 전처리를 하였고, 케모메트릭스 방법 중 PLS 분석을 이용하여 최적의 모델을 개발하여 최적화된 값을 도출하였음.

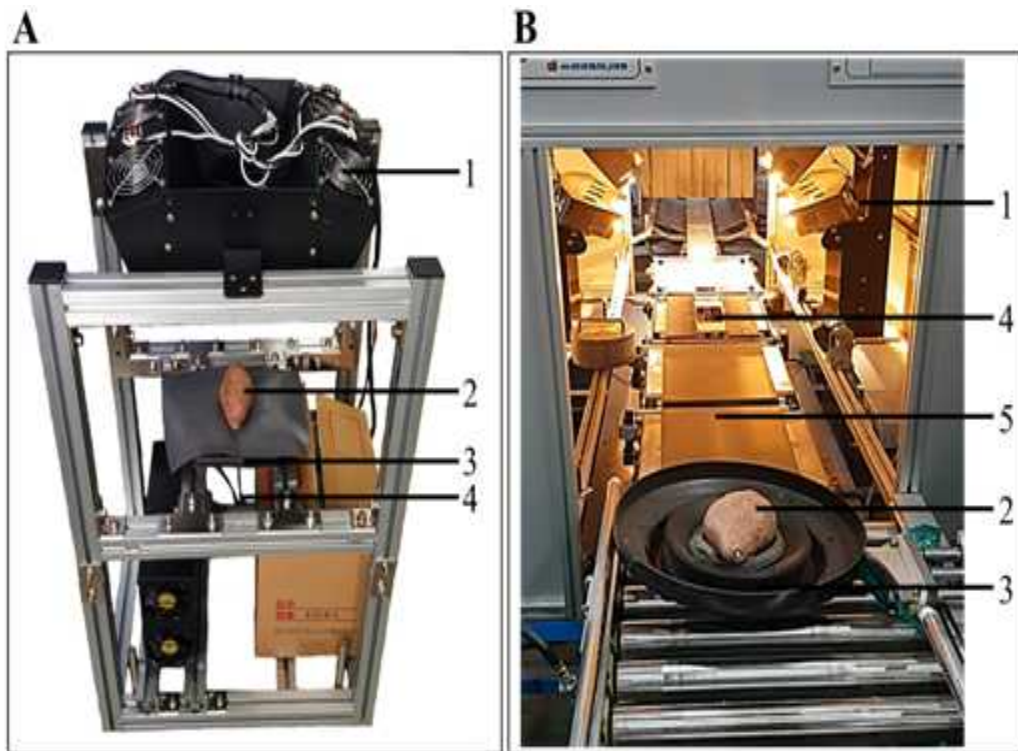


그림 19. 고구마 NIR 스펙트럼 측정 장치

- (A) 실험실에서 사용한 장치, (B) 선별공정 적용 시 사용한 장치

(1, NIR light source; 2, sweet potato (sample); 3, sample holder; 4, detector; and 5, conveyor belt).

③ 수분 함량 분석

105℃로 설정된 건조기에 칭량병을 2시간동안 방치한 후, 데시케이터에서 30분 동안 방치하여 실온으로 냉각한 후 무게 (a)를 측정함. 칭량병에 고구마 시료를 넣고 무게 (b)를 측정함. 105℃로 설정된 건조기에서 3시간동안 방치한 후, 데시케이터에서 30분 동안 방치하여 실온으로 냉각한 후 무게 (c)를 측정하였음.

$$\text{수분 함량 (\%)} = \frac{b-c}{b-a} \times 100$$

④ 중백 함량 분석

중백 함량을 분석하기 위하여, 고구마를 구운 후 중심부에 남아있는 전분 함량을 측정함. 180℃에서 90분 동안 구운 후 구운 고구마 시료를 적도 부분에서 절단하여 단면을 카메라로 이미지를 얻음 (그림 20). 이미지 파일로 저장한 후 원본 이미지를 흑백 이미지로 변환하여 히스토그램 데이터를 구축함. 중백 현상이 발생한 부분의 구운 고구마 단면은 100 이상의 히스토그램 값 (a)을 가졌고, 중백 현상이 발생하지 않은 부분의 구운 고구마 단면은 100 이하의 히스토그램 값 (b)을 가졌으며, 중백 함량은 아래와 같은 식으로 계산하였음.

$$\text{중백 함량} = \frac{a}{a+b} \times 100$$

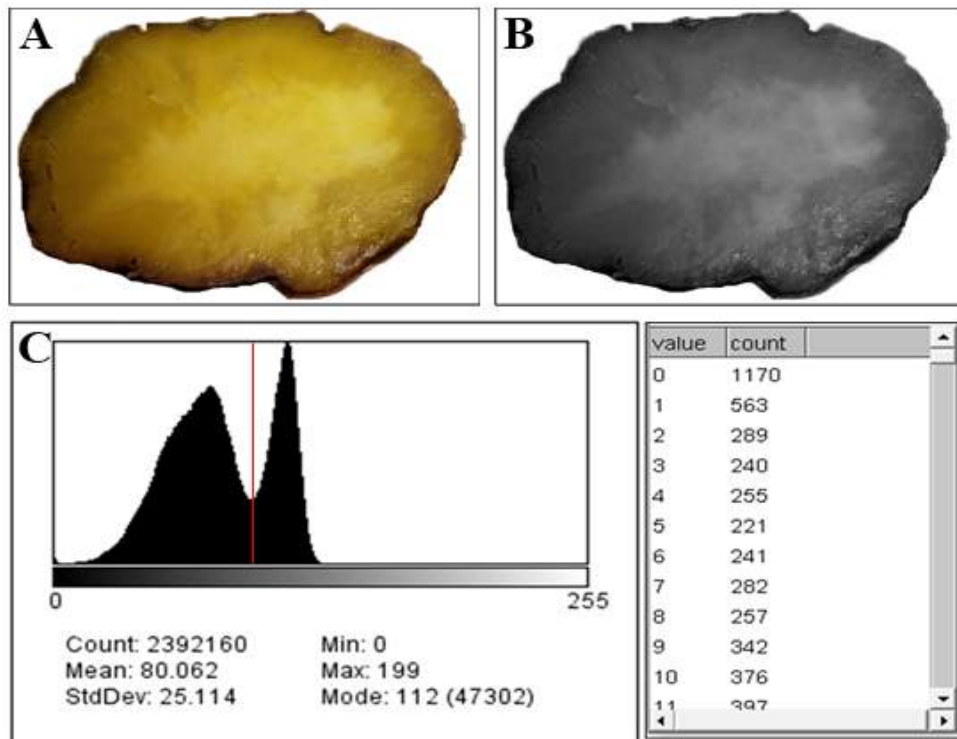


그림 20. 중백 함량 분석을 위한 이미지 및 히스토그램.

⑤ α -Amylase 활성 분석

고구마 전분의 호화는 α -amylase와 연관이 있으므로, 고구마의 α -amylase 함량을 분석함. NIR 측정이 완료된 고구마를 1 mm 두께로 전달하여, Macllvaine buffer (pH 7.0)를 고구마 질량의 10배 부피를 첨가하여 호모게나이저로 분쇄하여 고구마의 α -amylase 추출물을 얻음. 추출물의 α -amylase 활성을 측정하기 위하여 기질 용액으로 1% 가용성 전분을 사용하였음. 5 mL의 기질 용액, 4 mL의 Macllvaine buffer 및 1 mL의 0.1 % CaCl_2 를 10 mL의 효소 추출물과 함께 37°C에서 20분동안 반응시킴. 반응이 종료되면 얼음으로 온도를 낮추고, 4°C에서 10,000 rpm으로 원심분리하여 상층액을 수집함. 0.2 mL의 상층액과 0.6 mL의 DNS 용액을 100°C에서 5분 동안 반응시킨 후 상온에서 냉각시킴. 540 nm에서 흡광도를 측정하여 α -amylase 활성을 계산함.

⑥ 고구마 내부품질 분석을 위한 케모메트릭스 적용

고구마의 내부품질인 수분 및 전분함량을 분류 (classification) 및 예측 (prediction)하기 위하여 partial least squares (PLS) 모델과 linear discriminant analysis (LDA) 모델을 사용함 (그림 21). Q residuals 값과 Hotelling's T^2 값으로 outlier로 판단되는 12개의 고구마 스펙트럼은 제외하고 분석함.

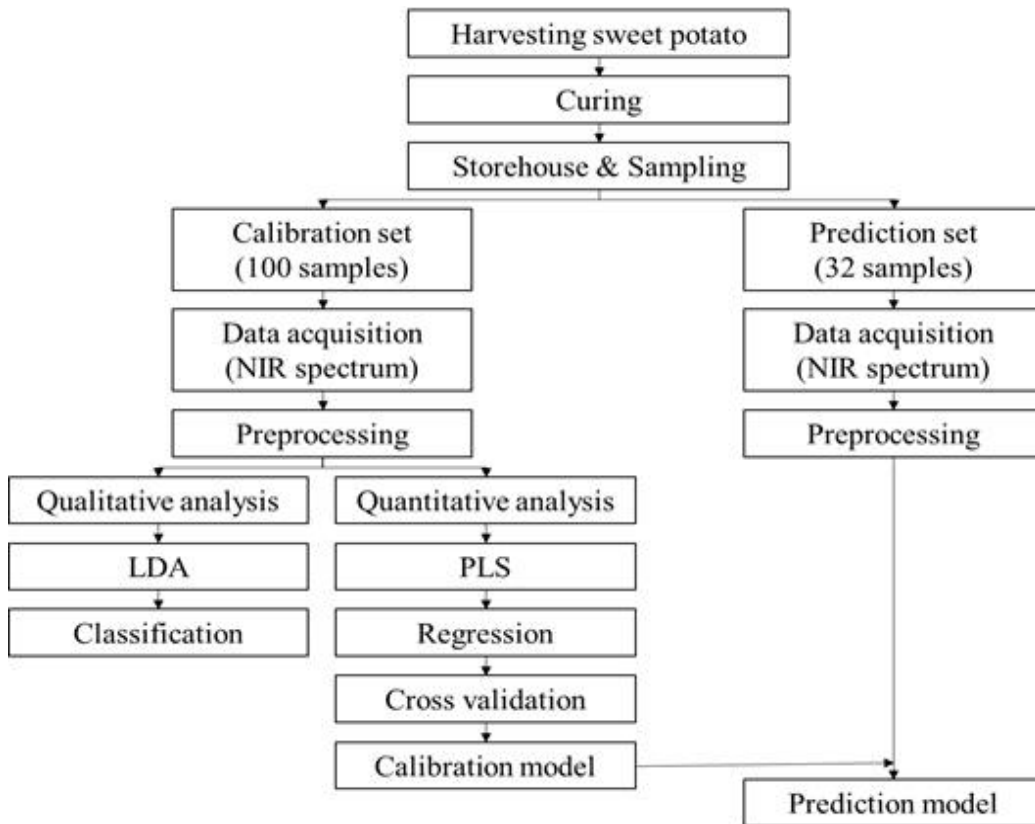


그림 21. 고구마 내부품질 분석을 위하여 적용한 케모메트릭스.

(가) 실험결과

① 근적외선을 이용한 고구마 품질분석 방법

실제 고구마 선별라인에 적용하기 위하여 on-line 및 at-line에 적용가능성을 확인함 (그림 22). NIR 스펙트럼은 그림 19 (A) 장비를 이용하여 측정함. 그림 23 (A)는 고구마 시료에 대한 NIR raw 스펙트럼임. 품질평가 모델 개발 시 NIR raw 스펙트럼의 noise 및 scattering effect 등 불필요한 정보를 제거하기 위하여 스펙트럼을 전처리함. 그림 23 (B)는 savitzky golay deviation (S-G), 그림 23 (C)는 standard normal variate (SNV), 그림 23 (D)는 multiplicative scatter correction (MSC) 전처리한 스펙트럼임.



그림 22. NIR을 활용한 중백 고구마 분석.

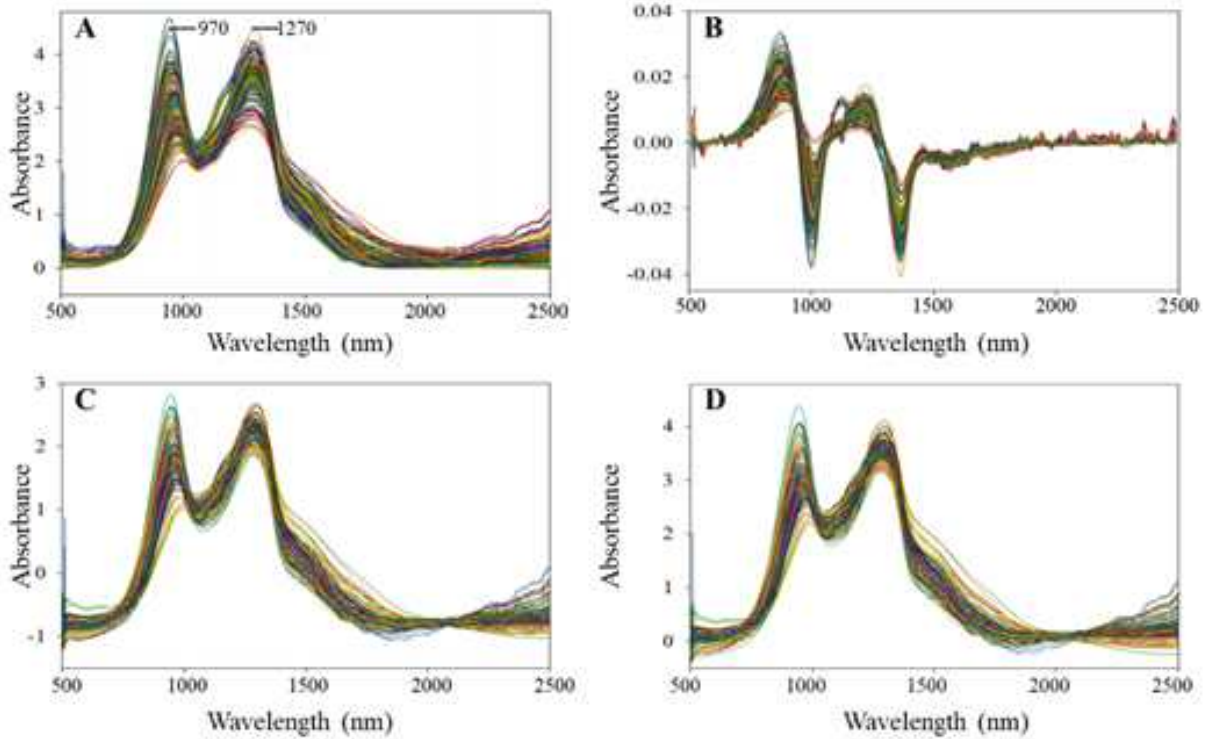


그림 23. 고구마 시료에 대한 NIR 스펙트럼. / (A) NIR raw spectrum. Preprocessed spectrum (B) S-G, (C) SNV, and (D) MSC.

② 저장기간 중 품질 변화 측정

8주동안 고구마의 수분 및 중백 함량, α -amylase 활성 변화를 측정함 (그림 24). 수분 함량의 범위는 59.44-64.83 wt %로 저장 창고의 습도 조절을 통해 거의 일정하게 유지됨. 저장 기간이 증가함에 따라 전분 함량은 감소함. α -Amylase 활성은 3주까지 증가하고, 그 이후에는 감소함. 또한, α -amylase 활성은 2주와 3주의 저장기간에 크게 증가함. α -Amylase 활성은 7주와 8주의 저장 기간에 감소함. α -Amylase 활성이 증가한 후 전분 함량이 감소한 것을 확인함. 이는 고구마의 α -amylase에 의한 전분 가수 분해 현상임. Hagenimana 등은 고구마를 절단하여 바깥쪽과 안쪽 부분에서 immunological detection 및 활성 측정을 사용하여 α -amylase의 분포를 측정함. 실험결과 고구마의 바깥부분인 aticifer, cambium, parenchyma tissues에서 α -amylase에 검출되었으며, 안쪽 부분에서는 α -amylase가 검출되지 않았음. 고구마 수확 후 저장 중 고구마 껍질부분에서 3주동안 α -amylase가 분비되고, 이로 인하여 전분 가수 분해가 발생함. 따라서 껍질부분에서 분비된 α -amylase가 고구마 중심부의 전분을 가수 분해하지 못 하면 중백 현상이 발생함.

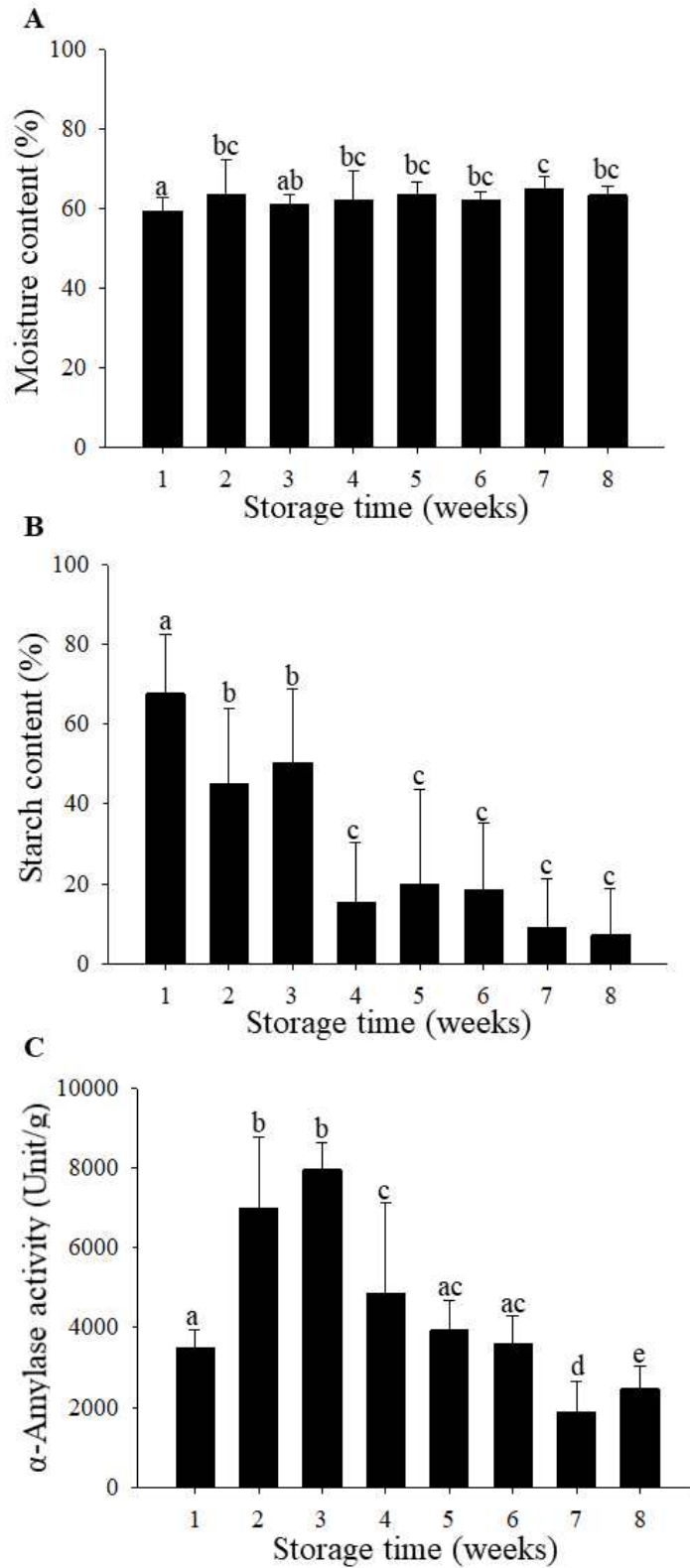


그림 24. 저장기간 중 고구마의 품질 변화 측정
 - (A) 수분 함량, (B) 전분 함량, (C) α -amylase 활성.

③ 고구마 내부 품질 예측을 위한 PLS 분석

표 32는 raw 스펙트럼과 S-G, SNV, MSC 전처리 스펙트럼의 고구마 내부 품질 예측 PLS 모델의 calibration, cross-validation, prediction 결과임. 수분 함량에 대한 예측 모델의 정확도는 S-G 전처리 스펙트럼 ($R_c^2 = 0.7878$, RMSEC = 1.1147)과 MSC 전처리 스펙트럼 ($R_p^2 = 0.8065$, RMSEP = 1.2480)에서 높았음. 전분 함량의 경우 SNV 전처리 스펙트럼 ($R_c^2 = 0.8320$, RMSEC = 10.5383)과 MSC 전처리 스펙트럼 ($R_p^2 = 0.7811$, RMSEP = 11.4115)에서 모델의 정확도가 높았음. 실험결과 스펙트럼 전처리 시 raw 스펙트럼보다 예측 모델의 정확도가 개선됨. 이는 raw 스펙트럼 전처리 시 noise 및 scatter effect가 제거되는 것을 확인함. α -Amylase에 대한 PLS 예측 모델을 분석하였지만, calibration model 및 prediction model 모두 R^2 값이 0.2 이하로 표시되어 실험 결과에 포함하지 않았음. 그림 25-28은 고구마 내부 품질 예측 PLS 모델의 calibration data와 prediction data의 regression plot과 regression coefficient plot임.

표 32. 고구마 내부 품질 예측 PLS 모델의 calibration, cross-validation, prediction 결과

Quality parameters	LVs	Calibration		Cross-validation		Prediction		RMSEP/ RMSECV	RPD
		R_c^2	RMSEC	R_{cv}^2	RMSECV	R_p^2	RMSEP		
Raw spectrum									
Moisture	3	0.5893	1.5508	0.5698	1.6027	0.6533	1.6706	1.0424	1.3258
Starch	3	0.5825	16.6109	0.5538	17.3473	0.4607	17.9101	1.0324	1.0211
Savitzky-Golay derivative									
Moisture	7	0.7878	1.1147	0.6920	1.3520	0.8031	1.2590	0.9312	2.1655
Starch	4	0.7303	13.3509	0.6896	14.4122	0.6462	14.5069	1.0066	1.6605
SNV									
Moisture	8	0.7715	1.1568	0.6919	1.3551	0.8047	1.2539	0.9253	2.0036
Starch	9	0.8320	10.5383	0.7688	12.5890	0.7722	11.6418	0.9248	2.1288
MSC									
Moisture	7	0.7531	1.2024	0.7175	1.4021	0.8065	1.2480	0.8901	2.0136
Starch	8	0.7734	12.2385	0.6784	14.8012	0.7811	11.4115	0.7710	2.1749

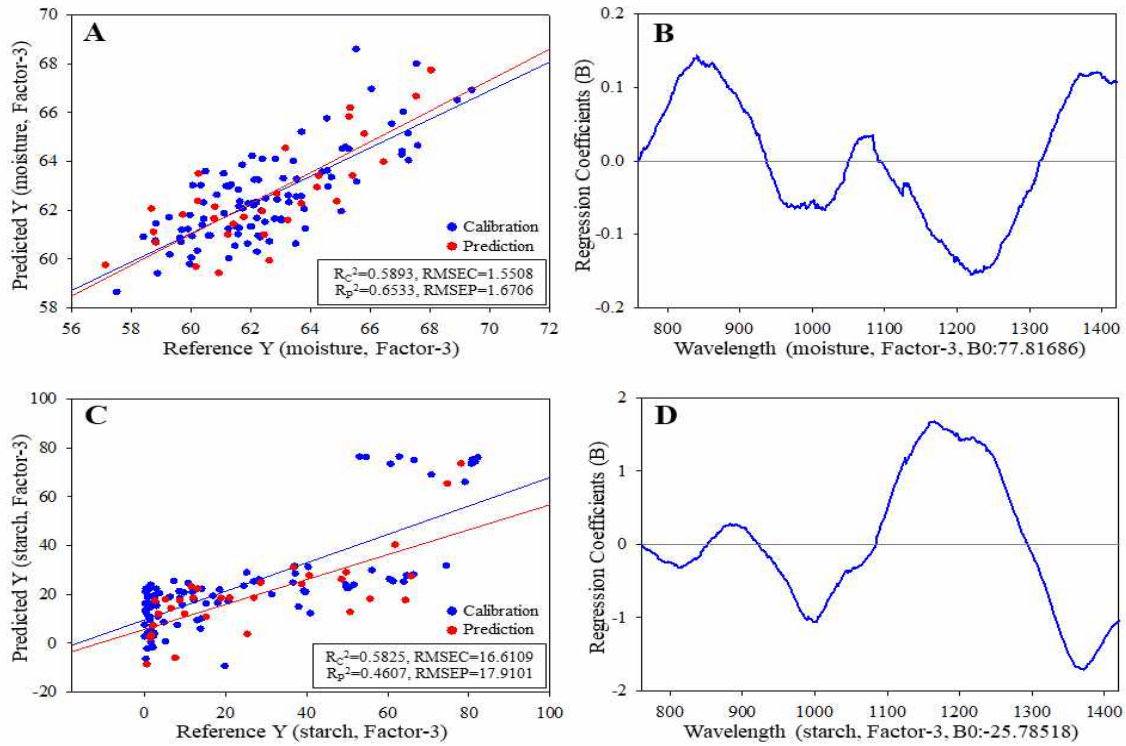


그림 25. Raw 스펙트럼의 PLS 모델 regression plot (A-수분, C-전분) 및 regression coefficient plot (B-수분, D-전분).

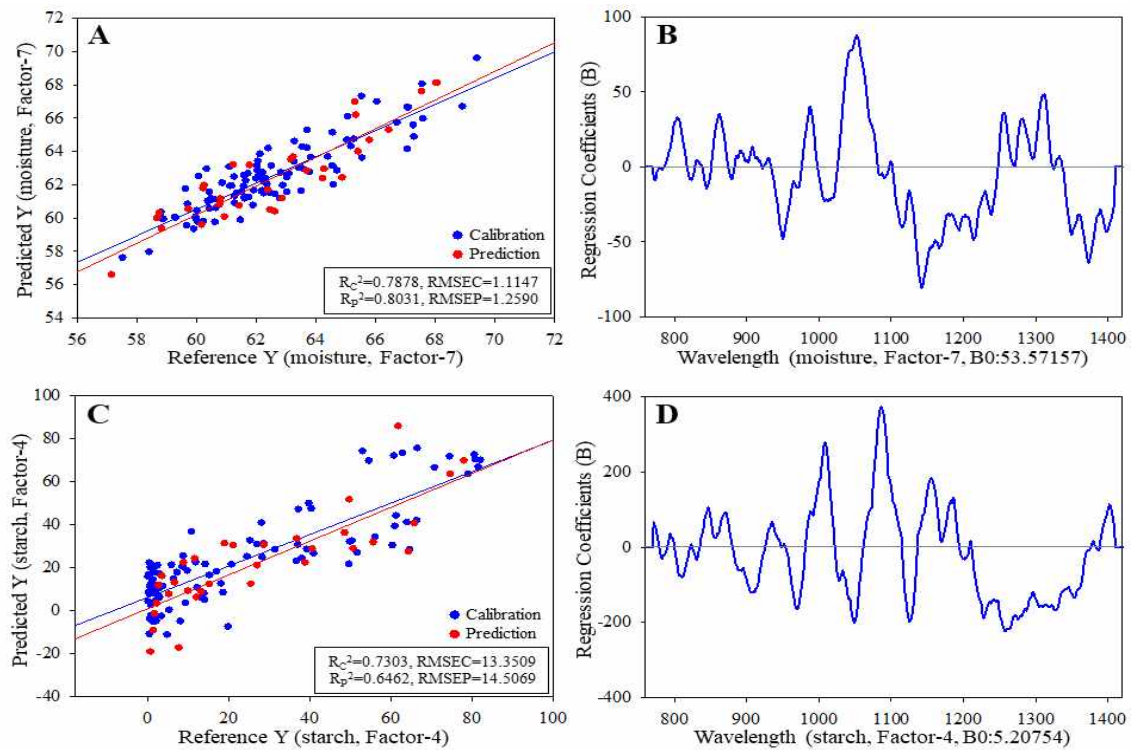


그림 26. S-G 전처리 스펙트럼의 PLS 모델 regression plot (A-수분, C-전분) 및 regression coefficient plot (B-수분, D-전분).

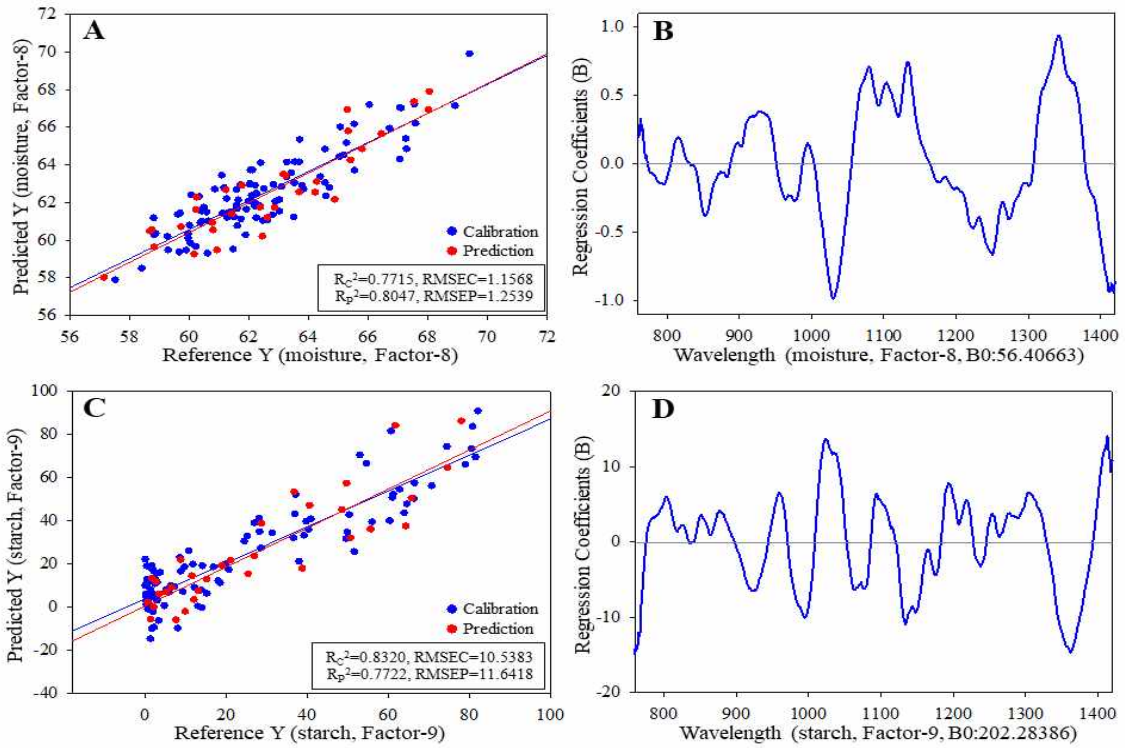


그림 27. SNV 전처리 스펙트럼의 PLS 모델 regression plot (A-수분, C-전분) 및 regression coefficient plot (B-수분, D-전분).

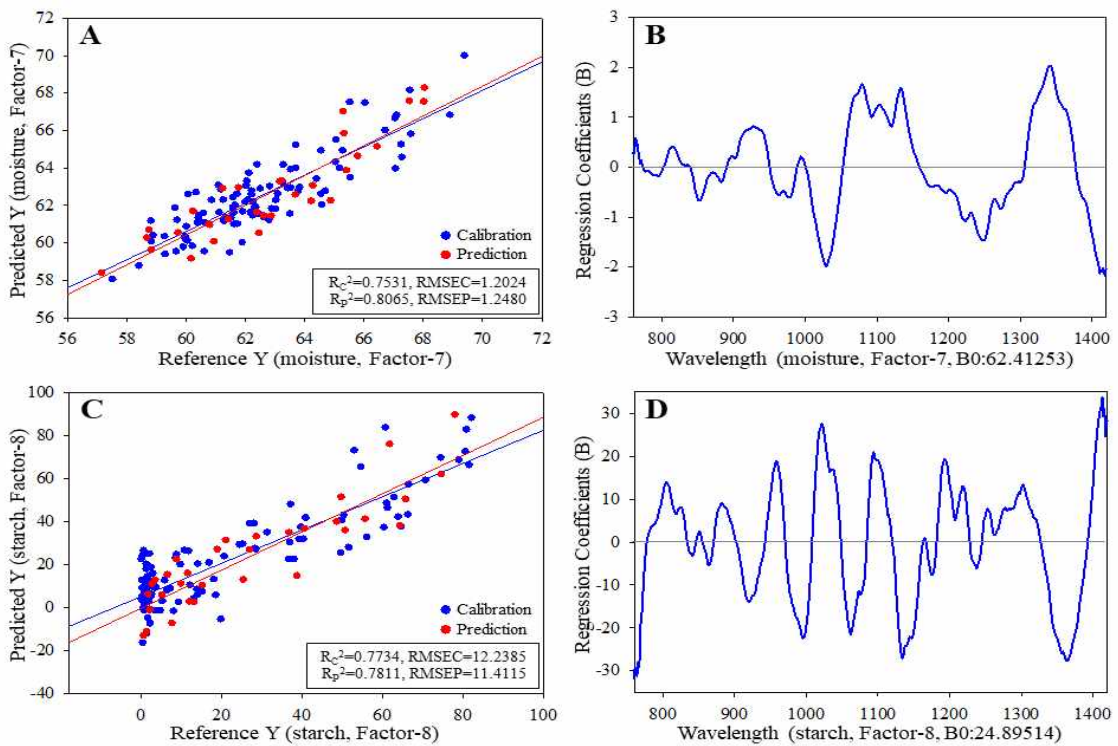


그림 28. MSC 전처리 스펙트럼의 PLS 모델 regression plot (A-수분, C-전분) 및 regression coefficient plot (B-수분, D-전분).

④ 고구마 내부 품질 분류를 위한 LDA 분석

고구마의 수분과 전분 함량에 따른 분류 (classification) 모델 분석을 위하여 LDA를 사용함. S-G 및 SNV 전처리를 사용하여 각각 수분 및 전분 함량에 대하여 분류함 (그림 29). Raw 스펙트럼을 기반으로 한 수분 함량의 LDA는 애매한 분류 경계를 나타냄. S-G 전처리 스펙트럼은 수분 함량에 대한 LDA 분석 시 분류 경계가 명확한 것을 확인함. 마찬가지로 raw 스펙트럼에 대한 전분 함량 LDA 분류 결과는 경계가 모호함. SNV 전처리 스펙트럼은 0 % -10 %, 11 % -30 %, 51 % -70 % 범주의 분류 경계가 가깝지만 다른 범주의 경계는 명확하게 분류되어 있음을 확인함.

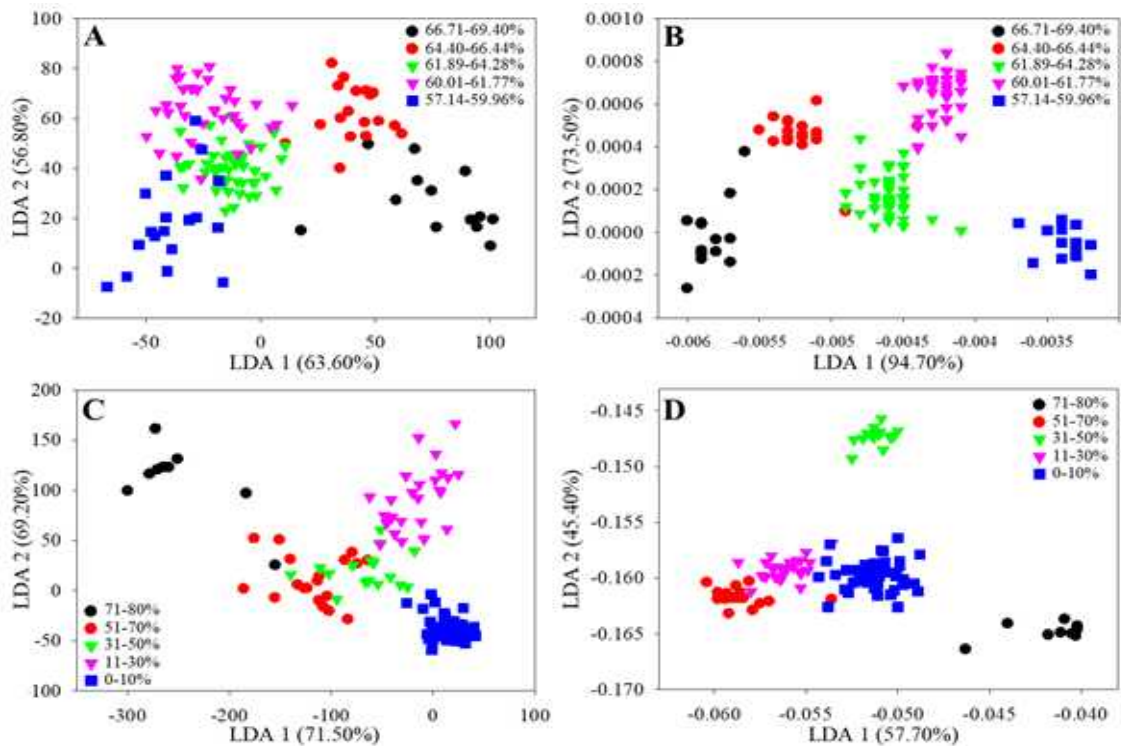


그림 29. 고구마 내부 품질 분류를 위한 LDA 분석 결과.

(2) 초음파 및 X-ray를 이용한 고구마 품질분석 가능성 검토

(가) 초음파

초음파 탐상 검사 시 사용하는 장비 (서울검사주식회사)를 이용하여 고구마 내부 품질 분석 가능성을 검토함. 초음파 탐상 검사는 시험체에 초음파를 투과하여 결함부위에서 반사한 초음파 세기를 분석하여 결함의 크기 및 위치를 검사하는 방법임. 분석 시작 지점에서 초음파가 침투하여 일정한 속도로 진행하며, 분석 완료 지점에서 초음파가 반향됨. 반향된 초음파를 초음파 세기-시간 그래프로 나타냄. 고구마는 표면이 울퉁불퉁하여 초음파 전달속도가 시작 지점부터 완료 지점까지 일정하지 않아 초음파 분석이 불가능함. 시작 지점부터 완료 지점까지 초음파 전달 속도를 일정하게 맞추기 위하여 고구마를 8 cm로 절단하여 분석하였지만, 초음파가 일정하게 전달되지 않음 (그림 30). 따라서 고구마 내부 품질 분석 시 초음파 적용에는 어려움이 있음.

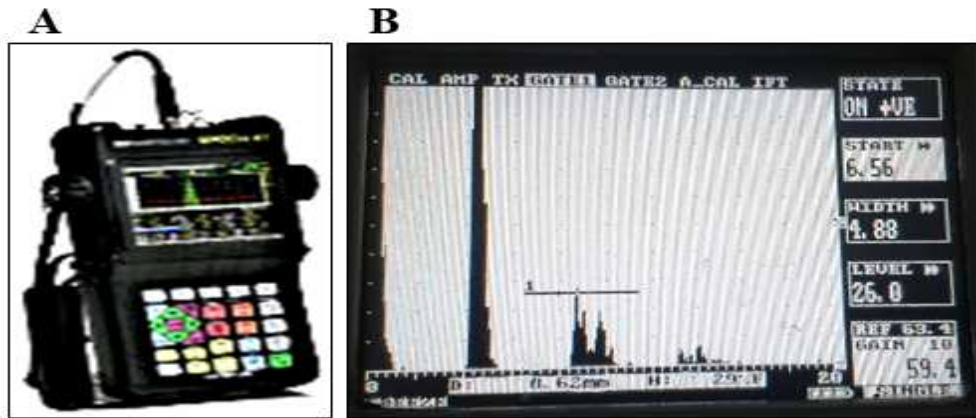


그림 30. (A) 초음파 탐상 검사 장비 및 (B) 고구마의 초음파 측정 결과.

(나) X-ray

의료용 X-ray 장비인 17HW700W (에이치디티(주), 대한민국)을 이용하여 고구마 내부 품질분석 가능성을 검토함. 그림 31과 같이 X ray generator와 x ray detector는 1.3 ~ 1.5 m의 간격을 유지해야하며, 차폐실에서 촬영해야함. 열린 공간에서 사용 시 cabinet 형으로 제작해야함. 고구마 내부 품질분석을 위하여 생고구마 (3개), 구운 고구마 (2개), 삶은 고구마 (3개)를 x-ray로 분석함.

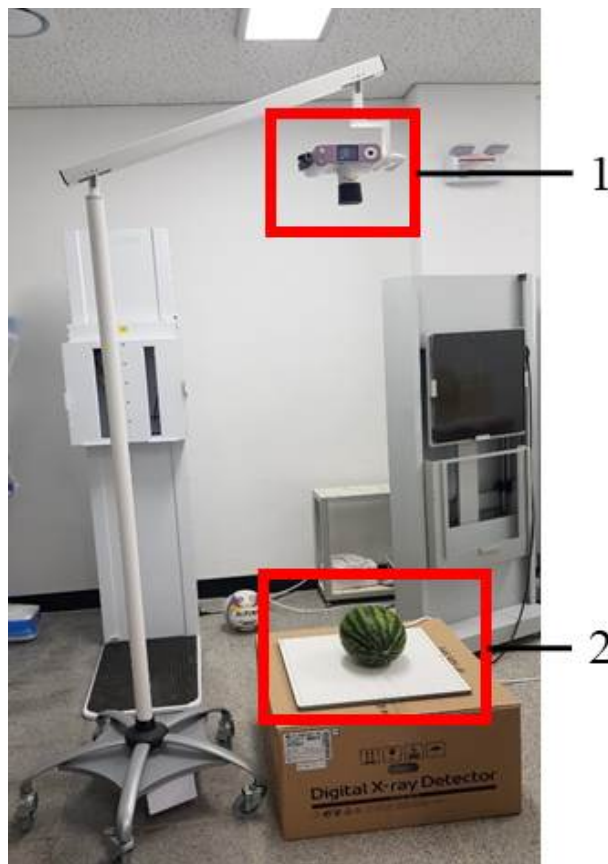


그림 31. X-ray 측정 장치 (1. X-ray generator. 2. X-ray detector).

고구마를 x-ray로 분석한 결과는 그림 32와 같으며, 생고구마를 삶거나 구우면 전분이 당화되며 내부 조직의 변화가 발생함. 생고구마를 100℃ 이상으로 굽는 경우 수분 손실로 인하여 부피가 줄어들어 껍질과 고구마 사이에 빈 공간이 생김. 생고구마와 삶은 고구마의 내부 조직은 많은 차이가 있지만, x-ray 측정 결과 차이가 없음. 구운 고구마는 내부 조직의 부피 감소로 인한 껍질과 내부 조직 사이의 빈 공간을 확인할 수 있음. 따라서 x-ray를 이용하여 고구마의 미세한 내부 품질 변화를 측정하여 판별하기는 어려울 것으로 판단됨.

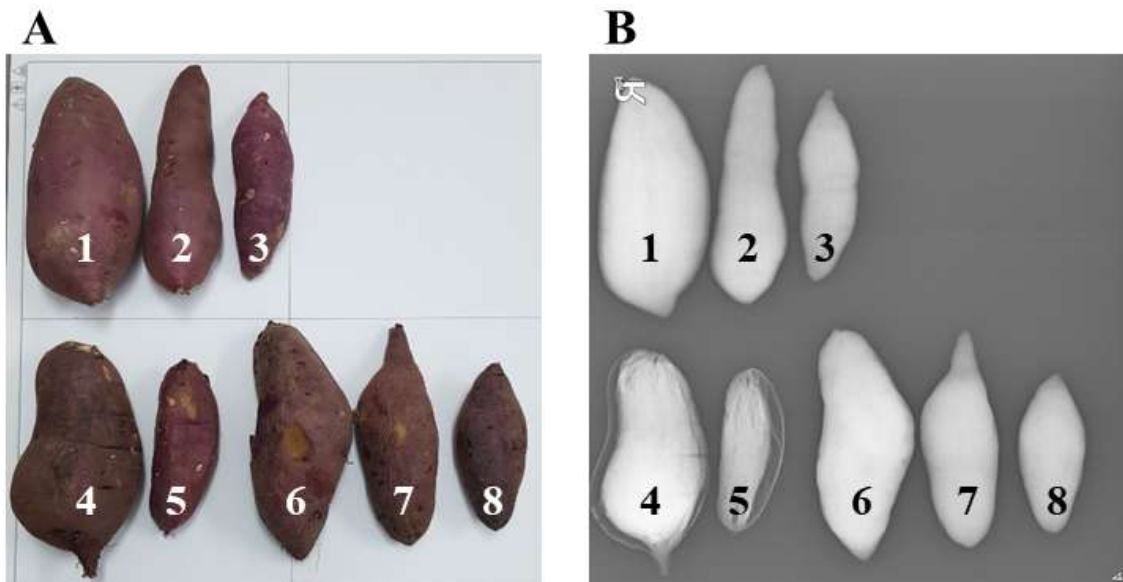


그림 32. 고구마의 x-ray 측정 결과 (1-3. 생고구마, 4-5. 구운 고구마, 6-8. 삶은 고구마).

(3) 고찰

최근 고구마 가공식품 시장 증가로 인한 품질 평가에 대한 중요성이 대두되고 있음. 고구마 가공 시 당도 및 중백 함량은 고구마의 품질 결정에 중요한 요인임. 고구마의 품질을 평가하는 방법으로는 고구마를 절단하여 확인하는 파괴적 방법으로 이루어져왔는데, 최근 광학 및 음향을 이용하여 비파괴적 방법으로 품질을 측정하는 연구가 활발하게 진행되고 있음 [Cheng et al., 2013, Morrison & Abeyratne, 2014, Arendse et al., 2018]. 수박을 비롯하여 농산물을 비파괴적 방법으로 측정할 때 NIR 측정 방법을 가장 많이 사용하고 있으며, 이는 시료의 전처리 없이 측정이 가능하기 때문임. 본 과제에서는 near-infrared (NIR) 투과 스펙트럼을 이용하여 고구마 내부의 수분, 당, 중백 함량을 측정하고, 예측하였음. 고구마는 내부 밀도가 높아 NIR의 투과가 어려워, 6개 이상의 광원을 사용하여 투과 스펙트럼을 측정하였음. NIR은 분자들의 진동과 분자 간의 상호작용으로 인하여 broad한 peak가 얻어지는데, 이러한 peak로부터 분석을 통한 정량분석을 진행함 [Manley, 2014]. 따라서 정확한 예측 데이터를 얻기 위해서는 정확한 calibration model 확립을 위해 데이터의 축적이 필요함 [Kobayashi et al., 2010].

3. 기능성 소재의 적용 기술 연구

가. 고구마 페이스트의 유산균 발효를 통하여 유산균 및 유기산 함량이 증가된 고구마 페이스트 제조 기술 개발

(1) 고구마 페이스트 유산균 발효

공덕농협 농산물가공사업소에서 판매하는 고구마 페이스트를 이용하여 유산균 발효를 진행함. 유산균 발효 시 *Lactobacillus plantarum*, *L. amyovorous*, *L. gasseri*를 이용하였음. 유산균 생육배지는 MRS broth와 MRS agar를 사용함 (표 33). MRS broth에 분양받은 균을 분주하여 24시간동안 37℃에서 배양하여 생균수가 1.0×10^8 CFU/mL인 배양액을 멸균된 고구마 페이스트에 2% 농도 (v/w)로 접종하여 36시간동안 발효하며, 0, 5, 10, 20, 36시간마다 pH와 산도를 측정함.

표 33. 유산균 발효에 사용한 유산균 정보

<i>Strain</i>	
<i>Lactobacillus plantarum</i>	KCTC 3104
<i>Lactobacillus amyovorous</i>	KCTC 3597
<i>Lactobacillus gasseri</i>	KCTC 3163

(2) 유산균 발효 시간별 특징

*L. plantarum*으로 0, 5, 10, 20, 36시간동안 발효 시료를 LP0, LP5, LP10, LP20, LP36으로 명명함. *L. amyovorous*으로 0, 5, 10, 20, 36시간동안 발효 시료를 LA0, LA5, LA10, LA20, LA36으로 명명함. *L. gasseri*로 0, 5, 10, 20, 36시간동안 발효 시료를 LG0, LG5, LG10, LG20, LG36으로 명명함. 3가지 유산균 균주로 발효한 시간 별 고구마 페이스트 변화는 그림 33과 같음. 36시간동안 발효한 고구마 페이스트 표면에는 유산균 외의 진균류가 생장한 것을 확인할 수 있음. 또한, 20시간보다 발효시간이 증가하면 산미가 매우 강해져 식품으로서 섭취가 어려움. 프로바이오틱스 고구마 페이스트 조성물 제조 시 10시간, 20시간동안 발효한 고구마 페이스트를 이용하였으며, 최적발효 시간은 10시간임.



그림 33. 고구마 페이스트 발효 시간에 대한 표면 변화
(LP_*L. plantarum*, LA_*L. amylovorus*, LG_*L. gasseri*).

(3) pH 변화 측정

고구마 페이스트 유산균 발효 샘플 10 g을 증류수 100 mL에 희석하여 pH meter기를 사용하여 pH를 측정함. 발효 시간이 증가할 수록 pH가 감소함 (표 34). 20시간동안 발효하였을 때 LG20, LP20, LA20 순서로 pH가 낮았음.

표 34. 고구마 페이스트 발효 시간에 대한 pH 변화

	0 hr	5 hr	10 hr	20 hr	36 hr
<i>Lactobacillus plantarum</i>	5.89	5.77	4.52	4.42	4.32
<i>Lactobacillus amylovorus</i>	5.76	5.41	5.26	5.11	4.70
<i>Lactobacillus gasseri</i>	5.75	5.17	4.52	4.20	3.99

(4) 유산균수 분석

유산균으로 발효한 고구마 페이스트를 멸균생리식염수로 9배 희석하여 10^{-1} g/mL 농도로 제조함. 10^{-1} g/mL 농도 시료를 희석하여 시험용액을 준비함. 시험용액 1 mL를 멸균 페트리접시 분주함. 약 43 ~ 45°C로 유지한 MRS 배지 약 15 mL를 페트리접시 뚜껑에 닿지 않도록 주의하면서 회전하여 좌우로 기울이면서 검체와 배지를 잘 혼합하여 응고시킴. 시료가 접종된 페트리디쉬는 35~37°C에서 48~72±3시간 배양 후 생성된 집락수를 측정하

고 희석배수를 곱하여 검사시료 g당 균수를 산출함.

유산균수 분석 결과 LP20은 5.2×10^8 , LA20은 1.0×10^5 , LG20은 5.0×10^6 으로 측정됨. LP20, LG20, LA20 순서로 유산균수가 높았음.

(5) 유기산 분석

샘플 0.1 g에 6 N HCl 5 mL를 가하여 110°C 에서 24시간동안 가수분해였고, rotary evaporator로 산을 제거한 후 sodium dilution buffer를 이용하여 10 mL로 정용하여 분석함. HPLC는 Prominence HPLC (Shimadzu Co., Japan)를 이용하였고, column은 Two Shim-pack SCR-102H (8.0×300 mm)을 사용함. 이동상으로 4 mM ρ -toluenesulfonic acid, flow rate는 0.8 mL/min, column 온도는 40°C 으로 분석함.

유기산 분석 결과는 표 35와 같으며, LG20, LP20, LA20 순서로 함량이 높았고, 이는 pH가 낮은 순서와 일치함. Lactic acid와 citric acid 함량이 높음.

표 35. 프로바이오틱스 고구마 페이스트 조성물의 유기산 함량

Organic acid	LP20	LA20	LG20
Citric acid	2175.22	2019.62	2212.70
Malic acid	400.44	408.59	487.58
Succinic acid	0	160.76	231.24
Lactic acid	4472.24	1984.24	4900.92
Acetic acid	153.60	151.20	120.84
Total	7201.51	4724.40	7953.28

(6) 프로바이오틱스 고구마바 제조

*L. plantarum*으로 발효한 유산균 고구마 페이스트 500 g과 설탕 50 g을 넣고 혼합한다. 완성된 반죽을 1cm 두께로 성형하여 3시간동안 냉동실에서 굳힌다. 냉동실에서 굳힌 후 10 cm * 2 cm 모양으로 절단하여, 70°C 오븐에서 10시간동안 건조하였다.

나. 저분자 콜라겐 함유 고구마 말랭이 제조 기술 개발

(1) 제조 방법

시중에서 판매 중인 군고구마 말랭이는 고구마를 오븐으로 구운 후 껍질을 제거하고, 섭취하기 좋은 크기로 절단함. 24시간 이상 열풍 (60 ~ 90°C) 및 냉풍 (8°C 이하) 건조시킴. 고구마 원물을 절단하여 제조하기 때문에 고구마 말랭이의 모양이 일정하지 않음 (그림 34). 모양이 일정하고 저분자 콜라겐을 첨가하여 단백질 (아미노산) 함량이 증가된 고구마 말랭이 제조 기술을 개발함. 고구마 페이스트, 저분자 콜라겐, 설탕, 천연바닐라향을 100 : 5 : 5 : 0.25 질량 비로 혼합함. 성형틀을 이용하여 고구마 말랭이를 성형한 후 60°C 에서 10시간동안 열풍건조함. 성형틀을 이용하기 때문에 고구마 말랭이의 모양이 일정함.

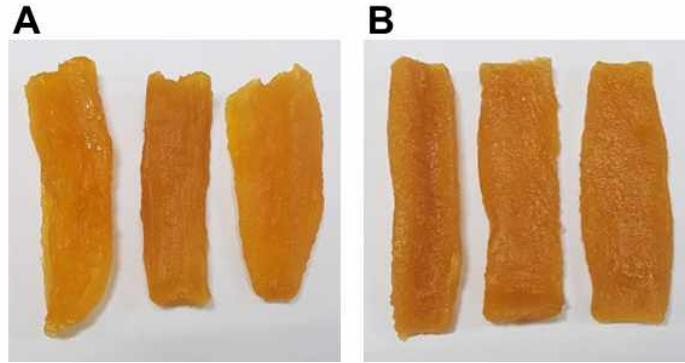


그림 34. (A) 판매 중인 군고구마 말랭이, (B) 저분자 콜라겐 함유 고구마 말랭이.

(2) 영양성분 분석

(가) 분석 시료

Control으로 공덕농협에서 제조 및 판매하고 있는 군고구마 말랭이 제품인 ‘상상초월 군고구마말랭이’ 을 사용하였으며, CON으로 표시함. 고구마 페이스트 (공덕농협 제조 및 판매)에 5% 저분자 콜라겐, 설탕, 천연바닐라향을 첨가하여 60℃ 에서 10시간동안 건조한 ‘저분자 콜라겐 함유 고구마 말랭이’ 는 CSP로 표시함. 저분자 콜라겐은 70℃ 이상의 온도에서 젤라틴으로 변성되어 식품 물성이 딱딱해지므로, 저분자 콜라겐 함유 고구마 말랭이 건조 온도에 따른 식품 물성을 비교함.

(나) 일반성분 분석

일반성분 분석은 식품공전에 준하여 분석함. 수분 함량은 105℃ 상압가열건조법으로 측정하였고, 단백질은 킬달 (Kjeldahl) 분해법으로 단백질 분해장치 (Foss Tecator Digestor auto, FOSS, USA)를 이용하여 질소계수 6.25를 곱하여 g/100g 함량으로 표시함. 지방은 에테르 추출법의 특수법을 사용하였고, 회분은 550℃ 온도의 회화로에서 회백색의 회분이 얻어질 때까지 회화하여 정량함. 탄수화물은 고구마 말랭이 건조 분말 중량 100 g 기준에서 수분, 단백질, 지방, 회분의 함량을 제외한 값으로 계산함.

일반성분 함량 (수분, 단백질, 지방, 회분, 탄수화물)을 분석한 결과는 표 36과 같음. CSP가 CON에 비해 단백질 함량이 약 7배가 높고, 지방 및 탄수화물 함량이 낮음. CON과 CSP 샘플의 수분 및 회분 함량 차이는 거의 없음. 기존의 고구마 말랭이 (CON)에 부족한 영양성분인 단백질을 보충하기 위하여 저분자 콜라겐을 첨가하였으며, 첨가 시 단백질 성분이 증가한 것을 확인함.

표 36. 일반성분 분석결과

Sample	Moisture (%)	Protein (g/100g)	Fat (g/100g)	Ash (%)	Carbohydrate (g/100g)
CON	20.18 ± 0.01	1.88 ± 0.03	1.17 ± 0.01	2.87 ± 0.01	73.91 ± 0.03
CSP	19.55 ± 0.01	11.44 ± 0.01	0.54 ± 0.01	2.27 ± 0.01	66.20 ± 0.01

(다) 유리당 분석

샘플 (CON, CSP)을 72% H₂SO₄와 1:10 (w/v)으로 혼합 후 30°C에서 2시간 동안 shaking incubator에서 추출함. 추출물에 증류수를 가한 후 121°C에서 1시간 동안 산 가수분해를 진행하여 시료를 전처리함. 반응액은 0.45 μm membrane filter로 여과 후 사용함. 당 분석은 HPAEC (ICS-5000, Dionex Co., USA)를 이용하였고, column은 carbohydrate column (250×4 mm, CarboPac PA-1, Dionex Co., USA)을 사용함. 18 mM NaOH를 mobile phase로 사용하였고 flow rate 1.0 mL/min, column temperature 25°C, injection volume 25 μL, detector는 PDA를 사용하여 추출물의 구성당을 분석함.

유리당 분석결과는 표 37과 같음. CSP가 CON에 비해 fructose, galactose, glucose의 함량이 낮으며, sucrose 함량은 높음. CSP 제조 시 저분자 콜라겐의 비린향을 저해시키기 위하여 고구마 페이스트 질량의 5% 설탕과 0.25% 바닐라향을 첨가하여 sucrose 함량이 높아진 것으로 판단됨.

표 37. 고구마 종류별 유리당 분석결과 (Unit: mg/g)

Sample	Fructose	Galactose	Glucose	Sucrose
CON	9.70 ± 0.10	0.21 ± 0.00	10.11 ± 0.05	96.41 ± 1.00
CSP	5.49 ± 0.06	0.17 ± 0.00	7.49 ± 0.05	211.61 ± 1.17

(라) 아미노산 분석

샘플 (CON, CSP) 0.1 g에 6 N HCl 5 mL를 가하여 110°C에서 24시간동안 가수분하였고, rotary evaporator로 산을 제거한 후 sodium dilution buffer를 이용하여 10 mL로 정용하여 분석함. 아미노산 자동분석기는 S433-H (SYKAM Germany)를 이용하였고, column은 cation separation column (LCA K06/Na, 4.6×150 mm)을 사용함. Buffer 용액 (pH 3.45 ~ 10.85)의 flow rate는 0.45 mL/min, reagent의 flow rate는 0.25 mL/min, column 온도는 57 ~ 74°C, fluorescence spectrophotometer로 440 nm와 570 nm에서 분석함.

아미노산 분석결과는 표 38과 같음. CSP가 CON에 비해 모든 항목의 구성아미노산 함량이 높으며, total amino acid는 약 7배 높음. 특히 CSP의 proline과 glycine 함량이 CON에 비해 각각 약 24배, 34배 증가하였는데, 이는 저분자 콜라겐 첨가로 인한 것으로 판단됨.

(마) 물성 분석

샘플 (CON, CSP)의 물성은 texture analyzer를 이용하여 측정함. 경도 (hardness) 및 부착성 (adhesiveness)을 10 mm cylinder probe를 사용하여 각각 10회 반복 측정함. 경도는 depression limit 5 mm, test speed 1 mm/s의 조건으로 측정함. 부착성은 compression force 5 N, hold time 10 s, test speed 50 mm/min의 조건으로 측정함.

물성 분석결과는 표 39와 같음. 경도는 단단함의 정도를 나타내고, 부착성은 치아로 씹을 때 끈적거리는 정도를 나타냄. 기존의 고구마 말랭이 (CON)는 경도가 높고, 치아 부착성

이 높아 소비자의 관능적 평가가 낮았음. CSP는 CON에 비해 경도와 부착성 모두 낮게 측정되었으며, 기존의 고구마 말랭이 (CON)의 식품 물성을 개선함.

표 38. 아미노산 분석결과 (Unit: mg/100 g)

Amino acids	CON	CSP
Aspartic acid	228.32 ± 1.26	888.28 ± 1.29
Threonine	82.41 ± 0.33	279.39 ± 0.82
Serine	65.83 ± 0.70	340.45 ± 0.82
Glutamic acid	245.16 ± 1.70	1097.30 ± 1.91
Proline	52.05 ± 0.83	1288.30 ± 1.41
Glycine	58.19 ± 0.24	1973.72 ± 3.32
Alanine	91.13 ± 0.72	814.15 ± 1.85
Cystine	N. D.	N. D.
Valine	66.31 ± 0.31	318.31 ± 0.77
Methionine	14.10 ± 0.06	95.59 ± 0.35
Isoleucine	43.65 ± 0.12	195.57 ± 1.06
Leucine	74.19 ± 0.99	329.25 ± 1.00
Tyrosine	25.94 ± 0.18	48.26 ± 0.30
Phenylalanine	81.00 ± 0.02	230.29 ± 0.74
Histidine	32.02 ± 0.94	137.44 ± 0.39
Lysine	45.77 ± 0.20	362.15 ± 0.34
Arginine	76.07 ± 0.81	605.41 ± 0.78
Total amino acid	1282.11 ± 8.23	9003.86 ± 10.52

표 39. 물성 분석결과

Sample	Hardness (N)	Adhesiveness (N · mm)
CON	24.66 ± 6.24	6.43 ± 2.16
CSP	14.22 ± 4.10	3.84 ± 1.12

다. 식품 코팅 용액 및 식용 필름 제조 기술 개발

(1) 알긴산 및 키토산 필름의 유통기간 증진 효과

(가) 식품 코팅 용액 제조

알긴산은 필름 형성능이 높으며, 식품 표면에서 수분 투과율을 감소시켜 식품의 신선도를 유지함. 그러나 알긴산 필름에서는 미생물이 번식하기 쉬워, 식품 코팅 시 미생물 번식이 무처리군보다 빠른 것을 확인함. 따라서 알긴산을 식품 코팅 용액으로 제조 시 미생물 번식을 억제할 수 있는 물질을 함께 사용해야함. 본 연구에서는 항균효과를 가지고 있는 키토산을 이용함. 1.5% 알긴산 용액을 제조하고, 5% (w/w) glycerol 용액을 첨가하여 알긴산 코팅 용액을 제조함. 1% acetic acid 용액으로 1% 키토산 용액을 제조하고, 5% (w/w) glycerol 용액을 첨가하여 키토산 코팅 용액을 제조함. 식품 코팅 시 알긴산 코팅 용액에 식품을 30초동안 dipping한 후 80°C 오븐에서 10분동안 건조시킨 후 키토산 코팅

용액에 30초동안 dipping하여 건조시킴. 식품 코팅 후 표면 변화를 확인하기 위하여 코팅하지 않은 고구마 말랭이와 코팅한 고구마 말랭이를 SEM 분석함. 분석 결과는 그림 35와 같으며, 코팅하지 않은 고구마 말랭이는 표면이 거칠고 울퉁불퉁한 것을 확인할 수 있음. 코팅 용액으로 고구마 말랭이를 코팅 시 표면의 울퉁불퉁한 부분이 코팅 용액으로 채워지면서 매끈해 지는 것을 확인할 수 있음. 코팅 유무에 대한 변화를 확인하기 위하여 색도를 측정함. 코팅하지 않은 고구마 말랭이의 L, a, b 값은 27.5, 2.0, 9.4이고, 코팅한 고구마 말랭이의 L, a, b 값은 33.5, 1.9, 14.6임. 고구마 말랭이를 코팅하였을 때 L 값과 b 값이 증가한 것을 확인함.

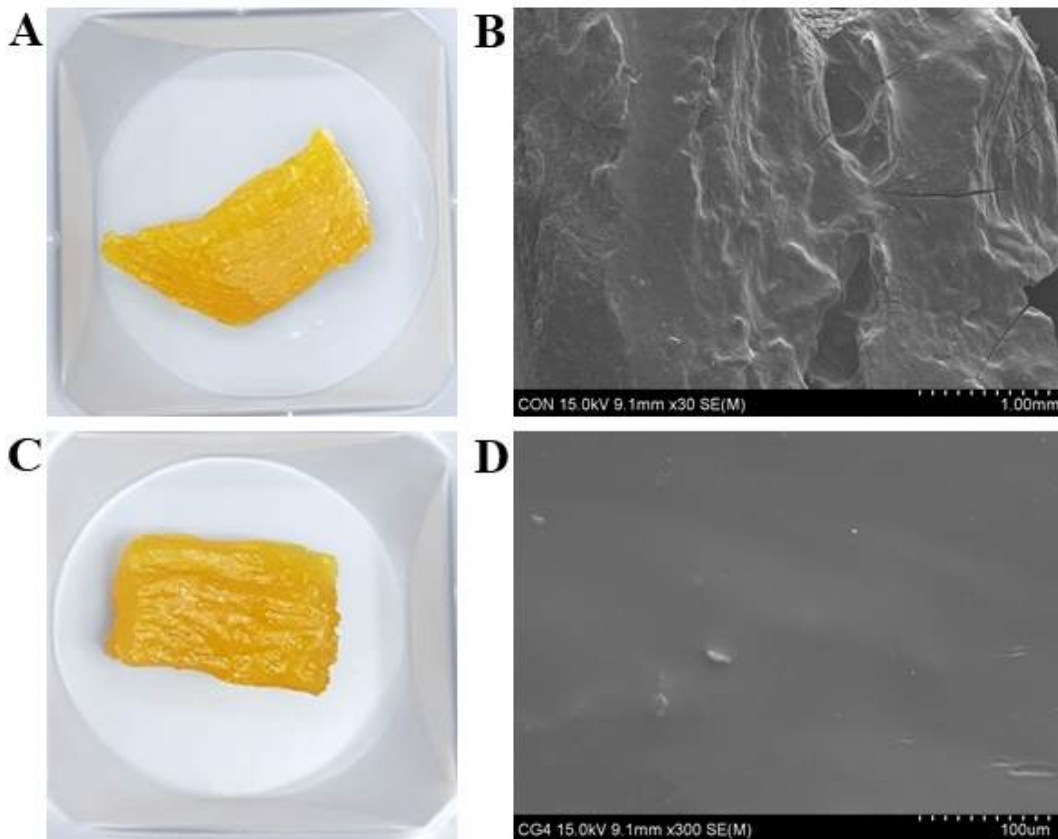


그림 35. 고구마 말랭이 코팅 및 SEM 분석 결과

((A) 코팅하지 않은 고구마 말랭이, (B) 코팅하지 않은 고구마 말랭이 SEM 분석 결과, (C) 코팅한 고구마 말랭이, (D) 코팅한 고구마 말랭이 SEM 분석 결과).

(나) 유통기간 증진 효과 확인

고구마 가공식품 유통기간 증진 효과를 확인하기 위하여, 유통기간이 짧은 찹쌀떡으로 실험을 진행함. 현재 공덕농협 농산물가공업소에서 찹쌀떡의 팔 양금을 고구마 양금으로 변경할 계획을 가지고 있음. 식품의약품안전처에서 고시한 떡류의 식품 규격은 대장균 ($n=5, c=1, m=0, M=1$)임. 찹쌀떡은 상온에서 9일이 경과하면 표면에 진균이 발생하지만, 대장균 수는 변화가 없음. 찹쌀떡에 알긴산 코팅 및 키토산 코팅을 한 CC 그룹, 알긴산 코팅한 CRC 그룹, 코팅하지 않은 CRN 그룹의 대장균과 진균수 변화를 관찰 및 측

정하며 유통기간 증진 효과를 확인함 (그림 36). 알긴산 코팅 및 키토산 코팅 처리 그룹은 11일 경과 후 (CC-11)에도 찹쌀떡 표면에 진균이 관찰되지 않음. 알긴산 코팅 처리 그룹은 11일 경과 후 (CRC-11) 찹쌀떡 표면에서 진균이 관찰됨. 코팅하지 않고 9일 경과 후 (CRN-9) 찹쌀떡 표면에서 진균이 관찰되었으며, 11일 경과 후 (CRN-11) 진균이 기하급수적으로 증가함.

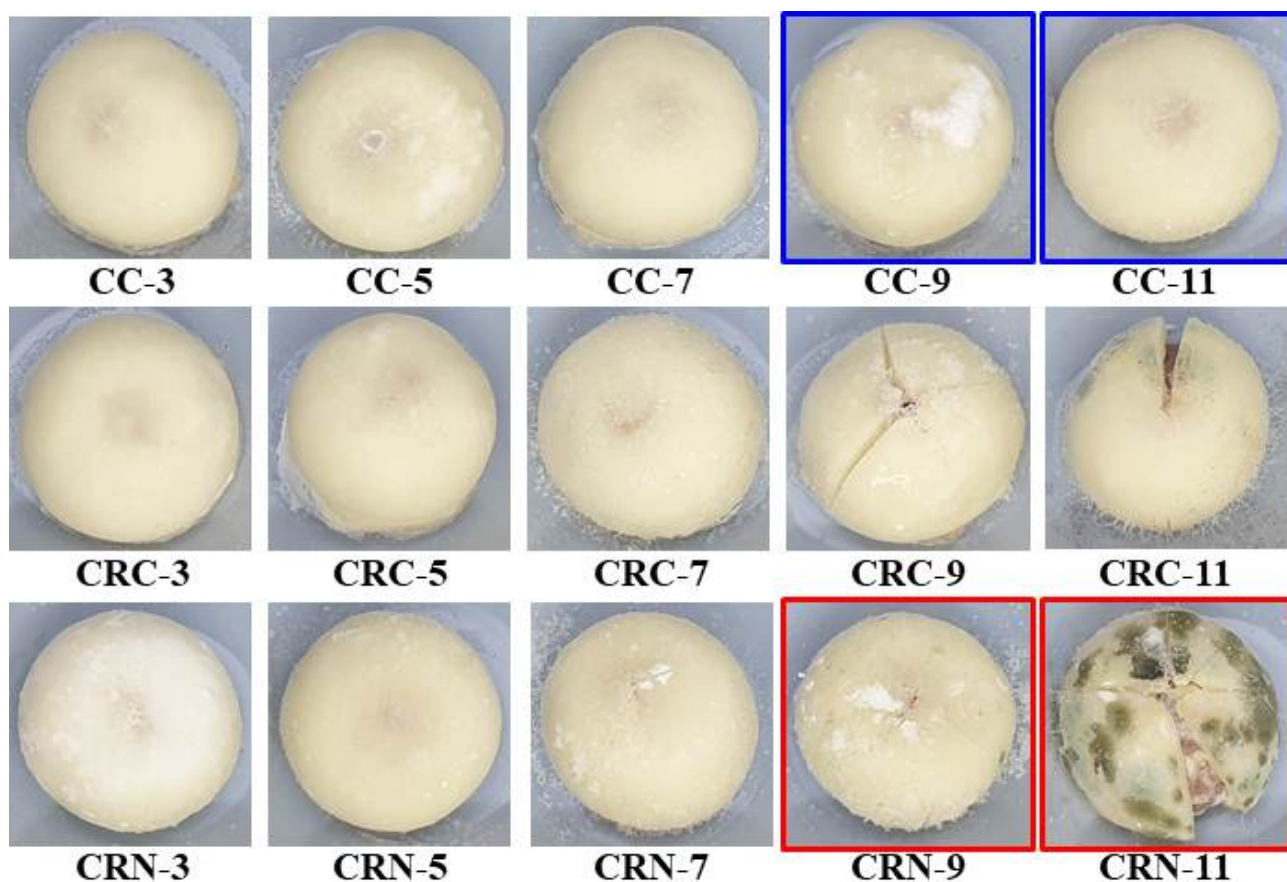


그림 36. 찹쌀떡의 코팅 처리 그룹 별 표면 변화

(CC:알긴산 코팅 + 키토산 코팅, CRC:알긴산 코팅, CRN: 코팅하지 않음, 숫자는 코팅 후 코팅 후 변화 관찰 일 (day)을 의미함).

찹쌀떡의 코팅 처리 후 11일동안 대장균 수는 0 CFU/g으로 변화가 없었으며, 진균수 변화는 그림 37과 같음. 코팅 처리 후 7일부터 진균수가 증가하며, CC-7은 710 CFU/g, CRC-7은 1,000 CFU/g, CRN-7은 1,500 CFU/g임. 코팅하지 않은 CRN 그룹에 비하여 코팅 처리한 CC, CRC 그룹의 진균수가 낮음. 코팅 처리 후 9일에는 코팅하지 않은 CRN 그룹의 진균수가 기하급수적으로 증가하였음. CC-9는 770 CFU/g, CRC-9는 3,000 CFU/g, CRN-9는 66,000 CFU/g임. 코팅 처리 후 11일의 진균수는 CC-11은 3,000 CFU/g, CRC-11은 1.6×10^7 CFU/g, CRN-11은 1.4×10^7 CFU/g임. 따라서 알긴산 및 키토산 코팅 후 유통기간이 11일 이상 증가하였음.

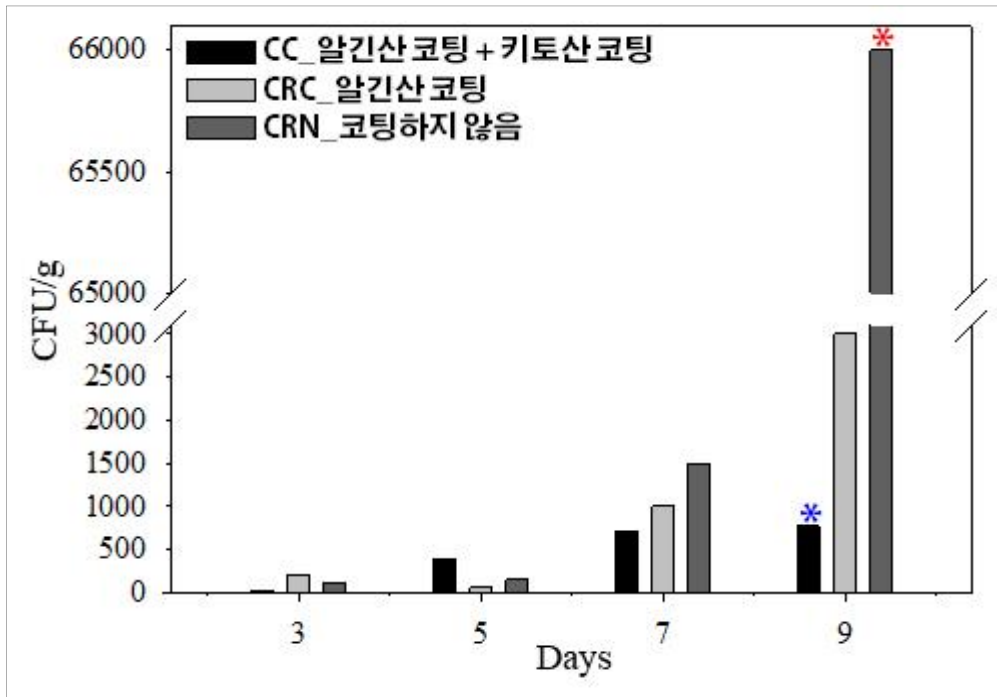


그림 37. 찹쌀떡의 코팅 처리 그룹 별 진균수 변화 측정 결과.

(2) 해조류 유래 알긴산 추출 및 항산화제 함유 코팅 용액 개발

(가) 해조류 유래 알긴산 추출

25 g의 건조 미역 줄기를 2% formaldehyde 800 mL에 24시간 동안 상온에서 전처리 후 증류수로 세척하고, 0.2 M HCl 800 mL에 24시간 동안 전처리함. 전처리가 완료된 해조류를 증류수로 세척하여 2% Na₂CO₃ 1 L에 3시간 동안 100°C에서 알긴산나트륨을 추출함. 추출물을 필터로 여과 후 10,000 rpm에서 30분 동안 원심분리하여 상등액을 수거하고, 3배 부피의 EtOH을 첨가하면 알긴산나트륨이 침전됨. 이를 아세톤으로 세척하고, 48시간 동안 60°C에서 건조함.

(나) 안토시아닌 추출

항산화제 함유 코팅 용액 개발을 위하여 단자미 (자색고구마)에서 안토시아닌을 추출함. 단자미를 절단하여 20% EtOH를 이용해 안토시아닌을 추출하였으며, 추출 후 농축하여 사용함. 안토시아닌 추출 시 산성의 용매를 사용하면 추출 수율이 증가하지만, 식품에 적용하기 위하여 산을 사용하지 않음.

(나) 알긴산 및 항산화제 함유 코팅 용액 개발

코팅 용액 개발 시 항산화제의 안정성을 높여줄 수 있는 시클로덱스트린 (cyclodextrin)을 첨가함. 시클로덱스트린은 glucopyranose 단위들이 α-(1,4) 결합을 통해 링 구조를 하고 있으며, hydroxy기가 링의 밖으로 위치함. 따라서 링의 외곽은 친수성이고, 링의 내부는 소수성임. 따라서 소수성을 가지는 항산화제와 시클로덱스트린을 혼합하면 분자 간

fitting에 의해 inclusion complex를 형성하게됨. 2% (w/v) 시클로덱스트린 (ES 식품원료) 200 mL 를 교반시켜 제조함. 항산화제로는 단자미에서 추출한 안토시아닌을 사용함. 10 mg/mL 단자미 추출물을 농도 별로 시클로덱스트린 용액에 첨가함. 시클로덱스트린과 단자미 추출물의 inclusion complex을 제조하기 위하여 빛을 차단한 후 24 hr동안 상온에서 240 rpm으로 교반시킴. 코팅용액을 제조하기 위해 알긴산 용액 (20% (w/w) glycerol in 3% (w/v) sodium alginate)을 제조함. 알긴산 용액과 시클로덱스트린·단자미 추출물의 inclusion complex 용액을 1:1 (v:v) 비율로 혼합함. 코팅 용액의 필름 형성을 확인하기 위하여 90 mm petri dish에 코팅 용액을 35 mL 첨가하여 40°C 오븐에서 12시간동안 건조함. 본 연구에서 제조한 알긴산 및 항산화제 코팅 용액의 필름은 그림 38과 같음. 단자미 추출물은 다량의 안토시아닌을 함유하고 있어, 0.25% 농도에서도 색을 나타냄. 식품 코팅 시 코팅 용액은 무색투명해야 식품 외관에 미치는 영향이 없음. 따라서 고구마에 함유된 항산화제인 안토시아닌을 코팅 용액에 적용하기는 어렵다고 판단됨. 본 기술을 활용하여 안토시아닌을 대신하여 무색의 항산화제를 적용이 가능함.



그림 38. 알긴산 및 항산화제 함유 코팅 용액의 필름
(Control:알지네이트 용액 필름 /
0.25%, 0.50%, 1.00%, 2.00%: 단자미 추출물 농도 별 함유 필름).

(3) 식용 필름 제조

(가) 식용 필름의 제조과정 (그림 39-40)

식용 필름의 제조에 사용되는 코팅용액 및 필름 조성은 표 40-41에 표기함. 필름의 제조 과정은 제조용 기계의 종류에 따라 차이가 있으나 조액제조→거품제거→성형단계→건조 공정→실링→절단→불량선별→포장의 단계로 이루어짐.

- 1) 용액제조: 각각의 재료를 혼합, 80°C로 조절하면서 15분간 교반, 첨가제 혼합제조
- 2) 거품제거: 100 mesh 체에서 내린 후 30분간 냉장보관 후 기포를 제거, 온도 60°C로 조절하고 디스펜서로 이동
- 3) 성형공정: 성형 온도 50~80°C 바늘형 노즐을 이용하여 Teflon pan에 제조된 필름 액을 분사 코팅 공정, 수평을 고르게 도포
- 4) 건조공정: 실온에서 48시간 자연풍 건조 또는 40°C 적외선, 열풍 12 ~ 24시간 건조, 제습
- 5) 필름제거: Teflon pan으로부터 필름 제거
- 6) 실링: Sealing 기기의 열을 이용한 접착

- 7) 절단공정: 일정한 크기로 규격에 알맞게 절단
- 8) 불량선별: 렌즈를 장착하여 기포로 인한 구멍 선별
- 9) 포장: 용도에 맞는 포장

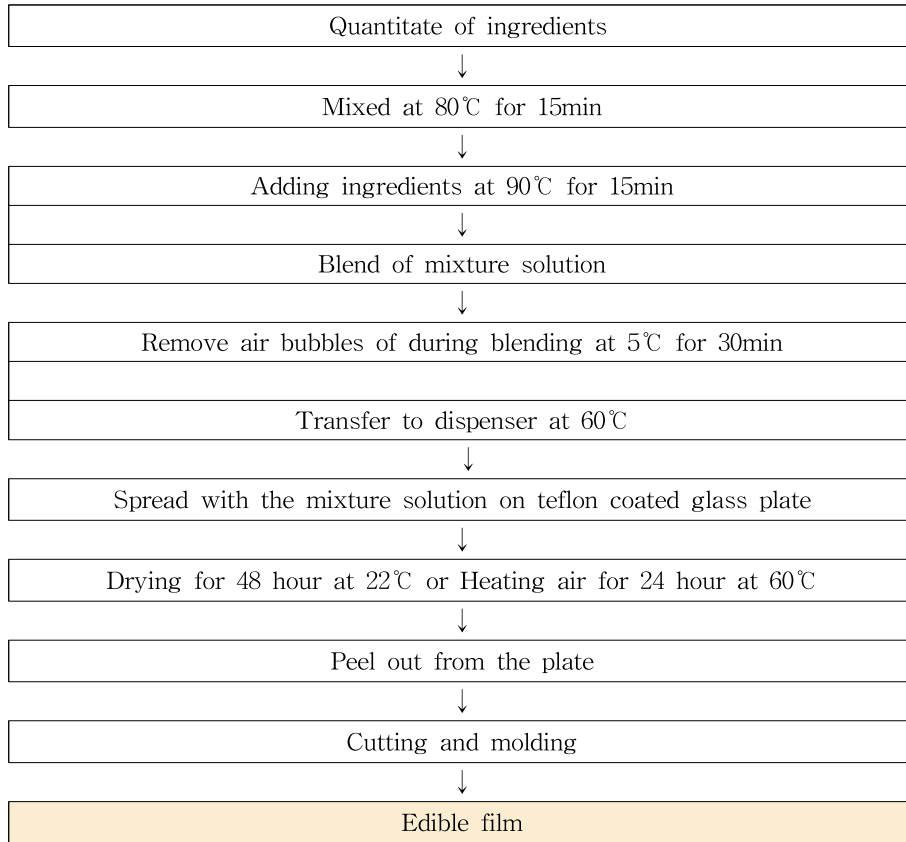


그림 39. 식용 필름 제조 공정.



그림 40. 식용 필름 제조 과정.

표 40. 코팅 용액 혼합비

Ingredients	Concentration (g/mL)				
	F1	F2	F3	F4	F5
Carrageenan	0.5				
Gelatin	0.5	10			3
Gellan gum	0.5				
Xanthan gum	0.5				
Sodium alginate	0.5		5	5	
Agar	1	20			2
Acetylated distarch adipate	4		5	5	4
Glutinous rice powder					3
Tapioca starch	1		5	5	3
Solec FS-B	1		3	3	5
Glycerol monostearate	1		5		3
Glycerin			5	5	5
Purple sweet potato extract	100		45		200
Lyophilized Purple sweet potato powder	0.5			3	
Roasted sweet potato powder	1				
CYDEX-S	0.2		0.2	0.2	0.2
Sugar	5	10			
Sugar powder	0.3				
Vitamin C	0.1				
Starch syrup					2
Calcium chloride	0.6				
Water		300	300	420	160
Total weight(g)	118.2	40	73.2	26.2	230.2

표 41. 자색고구마 열수추출액을 첨가한 식용 필름 혼합비

Ingredients	Concentration		
	F6	F7	F8
Ⓐ Pectin(5g) + DW(100mL) [mL]	10	10	10
Ⓑ Starch(5g) + DW(100mL) [mL]	30	30	30
Ⓒ Alginate7.5g, Carrageenan(2.5g) + DW(400mL) [mL]	30	30	30
Ⓓ Purple sweet potato extract(300mL) + Glycerin(1.5mL) [mL]	20	20	20
Ⓔ CYDEX-S [g]	0.2	0.2	0.2
Ⓕ Sugar [g]	-	-	5
Ⓖ Starch sirup [g]	-	-	5
Ⓗ Chitosan [g]	-	1	1

라. 고찰

식품의 코팅은 저장 수명을 증가시키며, 안정화 및 흡습방지 등의 효과가 있음. 본 연구에서는 해조류 유래 알긴산을 추출하여 코팅용액을 제조하였으며, 자색고구마껍질 추출물을 첨가하여 항산화 활성이 증가된 코팅용액 및 필름에 제조하였음. 코팅용액을 기반으로 첨가제를 첨가하여 식용필름을 제조함. Choi 등 (2017)은 알긴산, 감자 전분, 자색고구마 추출물을 혼합하여 pH indicator 코팅용액을 제조하여 돼지고기 표면을 코팅하여 저장기간동안 pH 변화에 의한 부패를 확인함. 또한 Yong 등 (2019)은 키토산, 자색고구마 추출물을 혼합하여 항산화 및 pH sensing packaging을 제조함. 본 과제에서 개발한 고구마 만쥬 및 고구마 초코파이는 빵으로서 유통과정 중 균 번식 억제를 위한 온도 및 수분을 조절이 가장 중요함.

4. 상품화

가. 고구마를 이용하여 총 8종 (후레이크, 페이스트칩, 전병, 저분자 콜라겐 고구마 말랭이, 고구마 단백질 셰이크, 앙금, 베이커리 (고구마 만쥬, 고구마 초코파이))의 시제품 개발.

(1) 후레이크

(가) 고구마 페이스트 활용

본 연구에 사용된 고구마 페이스트는 전북 공덕농협에서 공급된 베니하루카 페이스트, 자색고구마 페이스트를 -20°C 에서 냉동 보관하면서 사용함. 후레이크에 혼합할 재료인 쌀가루, 옥수수 분말, 설탕, 올리고당, 옥수수 전분, 볶은 콩가루, 채종유, 아몬드 분말, 소맥분, 소금은 일반 마트에서 구입하였으며, 볶은 귀리 분말, 당근, 울무는 마트에서 구입한 후 실험실에서 열처리 가공함. 재료의 혼합비에 따라서 8 종류의 후레이크를 제조하였으며, F1-F8로 명명함 (그림 41, 표 42).



그림 41. 고구마 페이스트를 사용한 후레이크 제조 과정.

표 42. 후레이크 제조 혼합비

Ingredients	Concentration (g/mL)							
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
베니하루카페이스트	150	150	150	-	-	-	-	500
자색고구마 페이스트	-	-	-	90	90	90	500	-
설탕	9	9	9	15.8	15.8	15.8	52	15
올리고당	9	9	9	15.8	15.8	15.8	52	-
옥수수전분	4.5	4.5	4.5	1.8	1.8	1.8	-	-
고구마 분말	5	5	5	5	5	5	-	-
볶은 귀리 분말	-	-	-	-	-	-	30	30
쌀가루	18.8	37.5	56	13.7	27.4	41.1	30	50
옥수수 분말	-	-	-	-	-	-	-	100
건조당근	-	-	-	-	-	-	20	-
올무 분말	-	-	-	-	-	-	50	30
볶은 콩가루	-	-	-	-	-	-	20	20
채종유	-	-	-	-	-	-	5	2
아몬드 분말	-	-	-	-	-	-	10	-
소맥분	-	-	-	-	-	-	30	-
소금	-	-	-	-	-	-	-	0.2
물	15	15	15	13.5	13.5	13.5	-	-
Total weight	211.3	230	248.5	155.6	169.3	183	799	747.2

후레이크의 제조는 준비된 곡물을 수분과 함께 섞어 스파이럴 회전축을 이용하여 반죽하며 압출성형하고 가열, 냉각, 건조, 컷팅 등의 단계를 거쳐서 제품을 생산함.

고구마 페이스트를 이용한 후레이크는 다음과 같은 방법으로 제조함 (그림 42).

- 1) 고구마 페이스트와 부재료에 수분 20, 25, 30% 보충하여 페이스트 믹스
- 2) 열처리 및 페이스트를 압출 성형하여 펠릿을 제조
- 3) 상온에서 건조 후 1cm길이로 절단 한 후 롤러를 통과하여 압착
- 4) 압착된 펠릿은 열판 온도 90, 100, 120, 160°C로 약 1분간 로스팅
- 5) 알긴산-시클로덱스트린, 슈가, 비타민 등 코팅
- 6) 드라이어 및 냉각
- 7) 후레이크 검수 후 포장

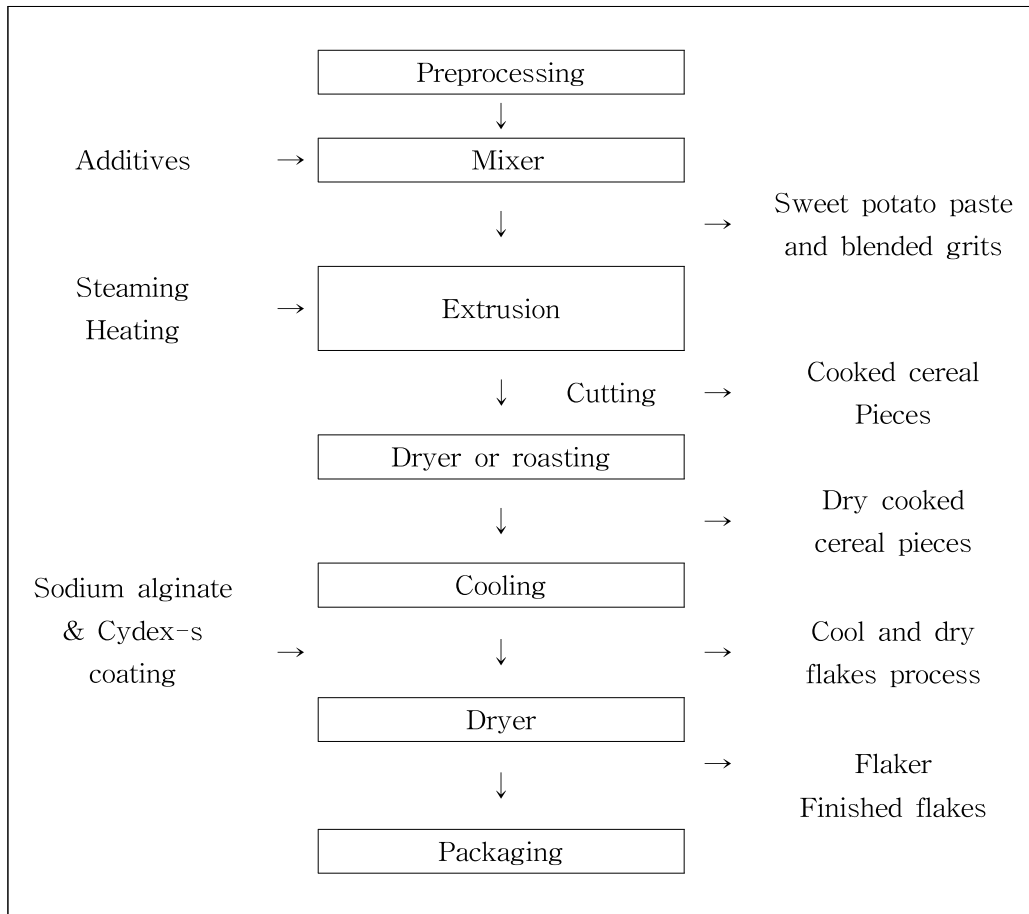


그림 42. 코팅을 포함한 후레이크 제조공정도.

후레이크의 수율을 측정하기 위하여 각각 2종의 고구마 페이스트를 1차 제조하여 중량을 측정하고 2차 후레이크를 제조하여 중량을 측정하여 후레이크 수율을 계산함. 베니하루카 후레이크 중량은 제조 전 $\pm 360\sim 390$ g이고 후레이크 제조 후 $181\sim 196.2$ g으로 나타났으며, 자색고구마 후레이크 중량은 제조 전 $\pm 143\sim 156$ g이고 후레이크 제조 후 $72.34\sim 79.4$ g으로 나타남. 후레이크 수율은 수분과 다른 첨가물의 종류에 따라서 다소 다르게 나타났지만 일반적으로 베니하루카 후레이크의 수율은 $50.2\sim 50.3\%$, 자색고구마 후레이크 수율은 $50.6\sim 50.9\%$ 로 나타남.

$$\text{후레이크 수율}(\%) = \frac{\text{후레이크 중량}(g)}{\text{고구마페이스트 중량}(g)} \times 100$$

(나) 고구마 분말 활용

고구마 분말, 쌀가루를 사용하여 다음과 같은 방법으로 후레이크를 제조함 (그림 43).

- 1) 고구마가루 400g 계량.
- 2) 박력쌀가루 100g, 소금 1g 계량.
- 3) 물 150g 계량.

- 4) 1, 2,3 번을 모두 섞어 후레이크 반죽 제조. 반죽이 가볍게 뭉치는 정도에서 멈춤 (너무 오래 섞어 반죽이 딱딱해지지 않게 조심함).
- 5) 반죽을 냉장고에서 휴지 시킴.
- 6) 지름 5mm ~ 1cm 정도의 펠릿 제조함.
- 7) 만든 펠릿을 0.5mm ~ 1mm 두께로 얇게 편.
- 8) 얇게 편 펠릿을 열풍 오븐 50도, 12시간 건조시킴. 후레이크 겉색이 연한 갈색이 될 때까지 건조함.

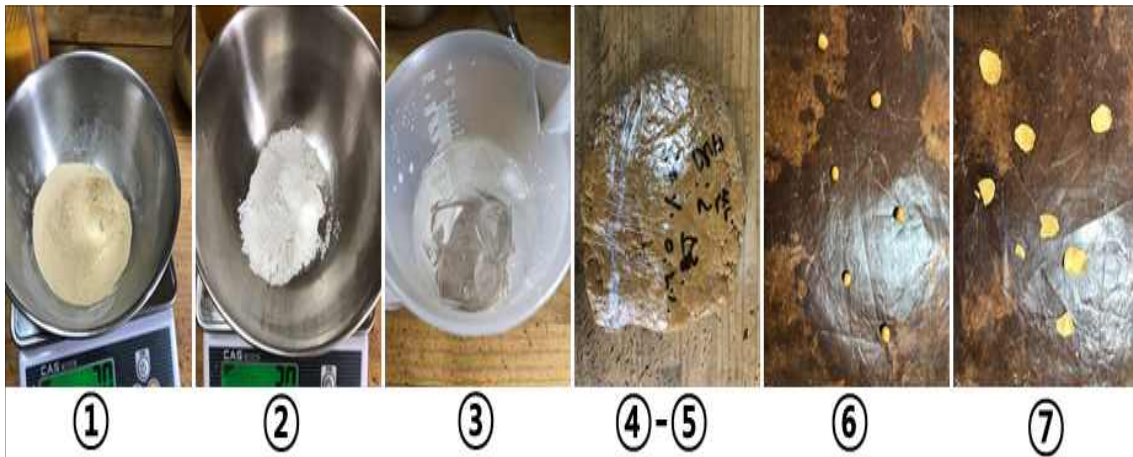


그림 43. 고구마 분말을 사용한 후레이크 제조 과정.

고구마 분말을 활용하여 후레이크 제조 시 열풍오븐 기준으로 50도 이상으로 건조하지 않음. 이보다 온도가 높을 경우 얇게 편 펠릿의 표면이 탈 수 있음. 말리는 시간을 조정해 원하는 식감을 만들 수 있음.

(2) 페이스트칩

구운 고구마 칩의 제조 혼합비는 고구마 페이스트와 옥수수 전분을 혼합하여 제조하였음. 재료의 혼합비에 따라서 3 종류의 고구마칩을 제조하였으며, Ra-Rc로 명명함 (표 43). 구운 고구마 칩의 제조에 사용된 고구마 품종은 베니하루카를 3회 이상 세척하여 100℃ 스팀에서 35분 찌낸 고구마를 사용함. 구운 고구마 칩의 반죽은 찌낸 고구마 원물을 껍질 포함 100%를 이용하여 으갠으며, 옥수수 전분을 첨가한 칩도 제조함. 160℃ 가열된 팬에 식용유를 바르고 1회에 30g씩 반죽을 올려 뒤집어가며 3분 동안 가열함 (그림 44-45).

표 43. 고구마 칩의 혼합비

Ingredients	함량 (g)		
	Ra	Rb	Rc
Sweet potato paste	30	27	25
Corn starch	0	3	5
Sweet potato percent(%)	100	90	83

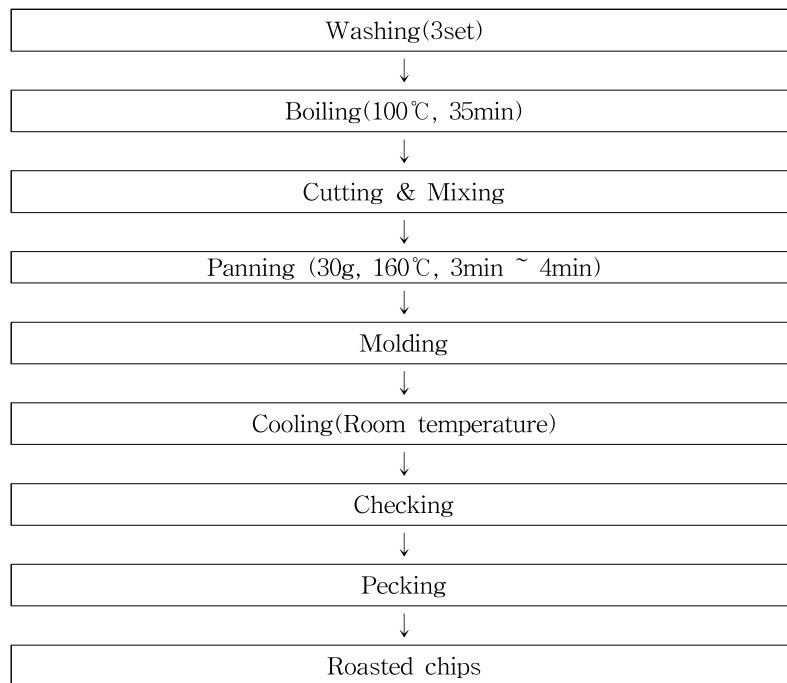


그림 44. 고구마 칩의 제조 공정.

완성된 고구마 구운 칩은 따뜻할 때 즉시 성형하여 철망에서 냉각시킨 후 수분을 제거하고 딱딱하게 굳힌 칩을 포장함. 완성된 구운 고구마 칩은 관능평가와 강도테스트를 위한 시료로 사용함.



그림 45. 고구마 칩 제조 과정.

(3) 전병

본 연구에 사용한 고구마 페이스트는 전북 공덕농협에서 가공된 베니하루카 고구마페 이스트로 당도 35.4~35.5 brix 범위로 냉동 보관하면서 사용함. 계란 (하나로 마트), 설탕 (제일제당), 소금 (한주소금), 박력분 (대한제분), 땅콩버터 (원산지 미국, 수입원:(주)훼미리인터내셔널), 바닐라향 ((주)청은애프앤비), 땅콩분 (전남 순천시), 군고구마향 (ES식품연구소)을 구입하여 사용함. 재료의 혼합비에 따라서 4 종류의 고구마칩을 제조하였으며, Fa-Fd로 명명함 (표 44).

표 44. 고구마 전병의 혼합비

Ingredients	합량 (g)			
	Fa	Fb	Fc	Fd
Sweet potato paste	60	100	250	
Egg white	75	75	75	75
Sugar	30	30	30	30
Soft flour	50	50	50	50
Peanut better	20	40	20	20
Vanilla flour	1	1	1	1
Peanut powder	2	3	10	2
Salt	0.5	0.5	0.5	0.5
Sweet potato flavor	0.01	0.01		
Total weight(g)	238.51	299.51	436.5	178.5
Sweet potato paste percent(%)	25.16	33.39	57.27	0

고구마 전병의 제조에 사용된 고구마 페이스트는 베니하루카 고구마 품종을 1차 가공한 페이스트 제품을 비율별로 첨가하여 사용하였으며, 고구마 페이스트를 첨가하지 않은 전병 제조의 예비 실험을 거친 후 제조함. 고구마 페이스트를 첨가하지 않고 제조한 전병을 대조군으로 하고 첨가하는 고구마 페이스트의 첨가량을 25.18~57.27% 범위로 다르게 고구마 전병을 제조함 (그림 46).



그림 46. 고구마 전병 제조 과정.

전병의 반죽은 가장 보편적으로 사용하는 크림법 (creaming method)으로 제조함. 계량된 계란흰자와 설탕을 각각 정량하여 반죽기 (Storming hand mixer, Guang Dong Xinbao Electrical Appliances Holdings)를 이용하여 3단으로 3min 휘핑 (Whipping)하여 설탕을 녹인 후 50℃ 항온조 (Water Bath, Daihan Co., Korea)에서 5min 녹인 땅콩버터를 첨가하여 혼합하고 박력분은 체에 내려서 혼합하였으며, 바닐라향, 땅콩분, 정제염, 군고구마 향 그리고 고구마 페이스트를 첨가하여 모든 재료를 통합 4단으로 1분 동안 혼합함. 160℃ 가열된 와플팬에 식용유를 도포 후 30 g씩 반죽을 올려 뒤집어가며 3분 동안 구움. 완성된 전병은 성형 및 절단된 전병은 실온에서 1 시간동안 냉각시킨 후 포장하여 관능평가와 실험시료로 사용함 (그림 47).

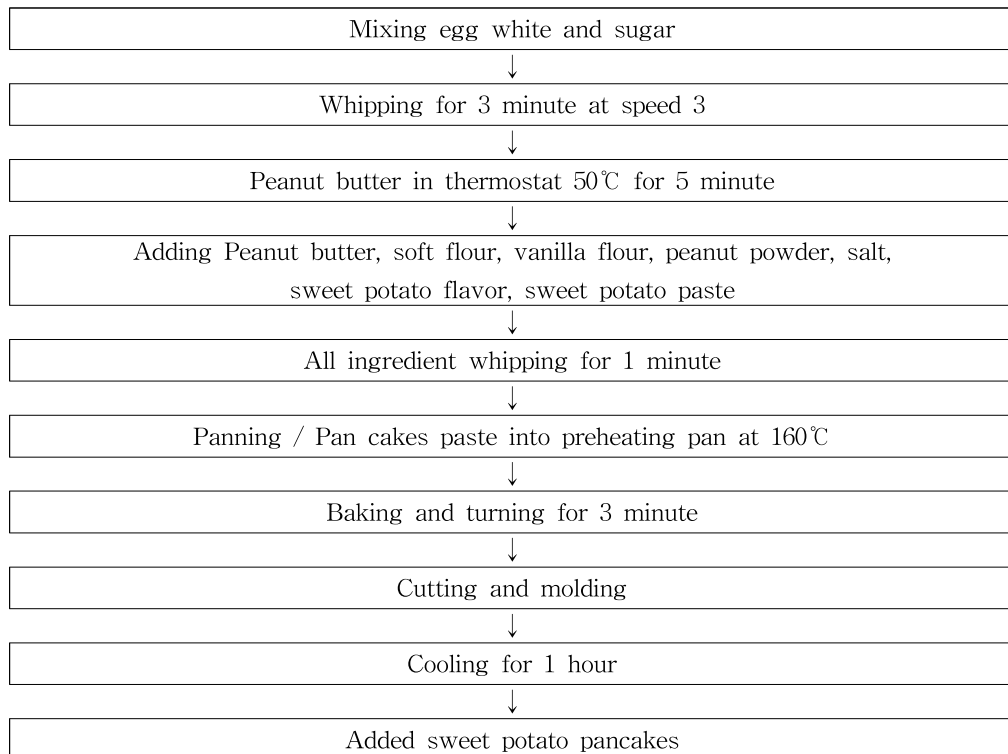


그림 47. 고구마 전병 제조 과정.

(4) 저분자 콜라겐 고구마말랭이

고구마 페이스트, 설탕, 피쉬콜라겐, 바닐라향을 사용하여 다음과 같은 방법으로 저분자 콜라겐 고구마말랭이를 제조함 (그림 48).

- 1) 고구마페이스트 500g을 계량.
- 2) 설탕 50g을 계량.
- 3) 피쉬콜라겐 25g을 계량.
- 4) 천연바닐라향 1ml을 계량.
- 5) 1,2,3,4번을 모두 함께 넣고 완벽하게 섞음.
- 6) 완성된 말랭이 반죽을 1cm정도 두께로 펴서 냉동실에서 단단하게 굳힘. 굳힌 반죽을 두께를 약 5 mm로 절단.
- 7) 열풍 오븐에서 60℃, 10시간동안 건조 (중간에 한번씩 뒤집어 줌).

바닐라향은 콜라겐의 비릿한 향을 잡아주며 말랭이에 고급스런 맛을 더 할 수 있어 추가하였음. 열풍오븐 기준 60℃ 이하의 저온에서 오랫동안 말려주는 것이 중요하며, 원하는 식감은 말리는 시간으로 조정할 수 있음.

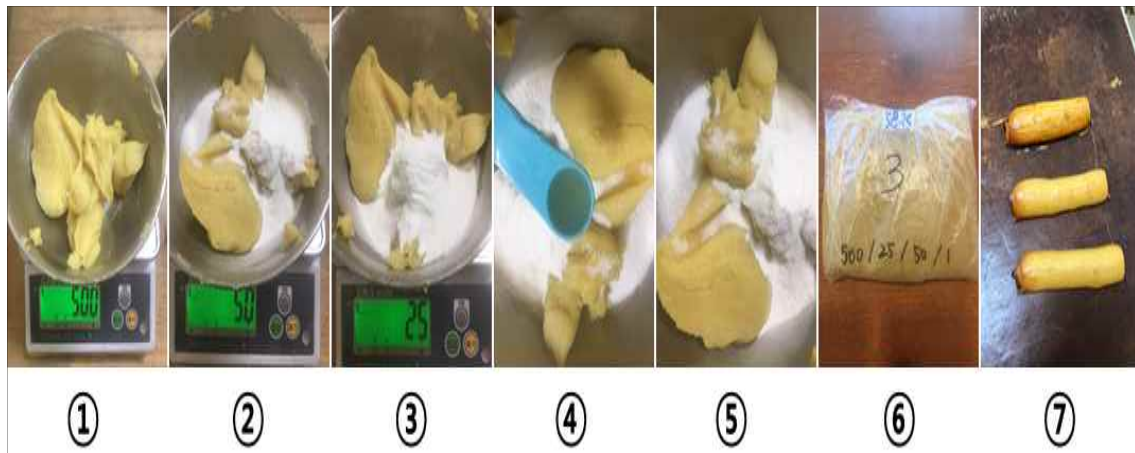


그림 48. 저분자 콜라겐 고구마말랭이 제조 과정.

(5) 고구마 단백질 셰이크

고구마 가루, 완두콩 가루, 미숫가루, 아카시아 식이섬유, 피쉬콜라겐, 유산균배양분말을 사용하여 다음과 같은 방법으로 단백질 셰이크를 제조함 (그림 49).

- 1) 고구마가루 60g 계량.
- 2) 완두콩가루 50g 계량.
- 3) 미숫가루 10g 계량.
- 4) 아카시아 식이섬유 20g 계량.
- 5) 피쉬콜라겐 2g 계량.

- 6) 유산균배양분말 0.5g 계량.
- 7) 1,2,3,4,5,6번을 모두 함께 섞어줌.
- 8) 고구마단백질 셰이크 완성.

아카시아식이섬유의 양을 가감함으로써 단백질 셰이크의 신맛을 조정할 수 있음. 피쉬콜라겐은 2 g 이상 넣지 않는 것을 권장하며, 2 g 이상 첨가 시 셰이크에서 비릿한 향이 날 수 있음.



그림 49. 고구마 단백질 셰이크 제조 과정.

(6) 양금

고구마 페이스트, 설탕, 쌀가루를 사용하여 다음과 같은 방법으로 고구마 양금을 제조함 (그림 50).

- 1) 고구마페이스트 1000g 계량.
- 2) 열풍오븐에서 100도 90분 말림.
- 3) 백설탕 200g 계량하고 말린 고구마 페이스트와 함께 섞음.
- 4) 박력쌀가루 150g 계량. 체에 친 쌀가루를 3번에 넣어 함께 섞음.
- 5) 쌀가루 분말이 보이지 않고 맛을 봤을 때 멍친 분말이 없을 때까지 섞어줌.
- 6) 고구마양금 완성

고구마 앙금의 점도는 열풍오븐 100℃, 90분을 기준으로 말리는 온도나 시간을 변경하여 수분 함량을 조절함. 고구마 페이스트를 열풍오븐 기준, 100℃ 이상에서 건조 시 구워질 수 있음. 설탕의 비율과 쌀가루의 비율로 점도를 조정하지 않음. 앙금의 당도는 페이스트 1000에 백설탕 200을 기준으로 조금씩 가감해 제조함.

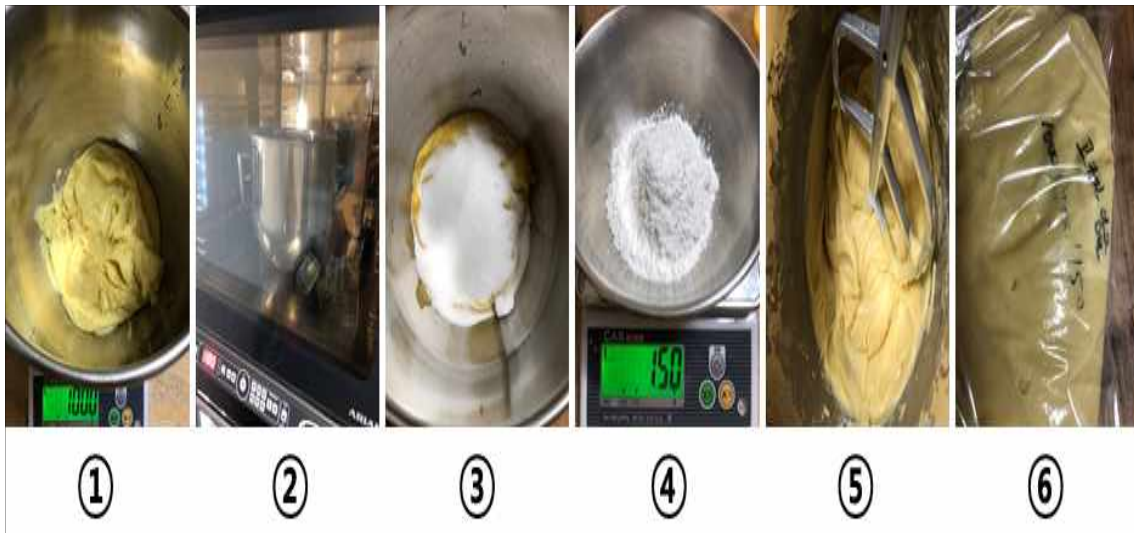


그림 50. 고구마 앙금 제조 과정.

(7) 베이커리 (고구마 만쥬, 고구마 초코파이)

(가) 고구마 만쥬

고구마 농축액, 고구마 농축 분말, 고구마 농축 페이스트, 밀가루, 연유를 사용하여 다음과 같은 방법으로 고구마 만쥬를 제조함 (그림 51).

- 1) 밀가루와 베이킹파우더를 섞어서 체로 걸러줌. 고구마 농축액, 고구마 농축 분말, 고구마 농축 페이스트, 난황을 섞고, 체로 거른 밀가루와 다시 한 번 섞어 30분동안 휴지시킴.
- 2) 반죽을 가공 연유와 섞고 조금씩 떼어내 동그랗게 만들어 줌.
- 3) 휴지시킨 반죽을 납작하게 만들어 고구마 앙금을 넣고 고구마 모양으로 감싸줌.
- 4) 윗면에 난황을 바른 후 오븐에서 170℃, 15분간 구워줌.
- 5) 완성된 고구마 만쥬를 포장함.

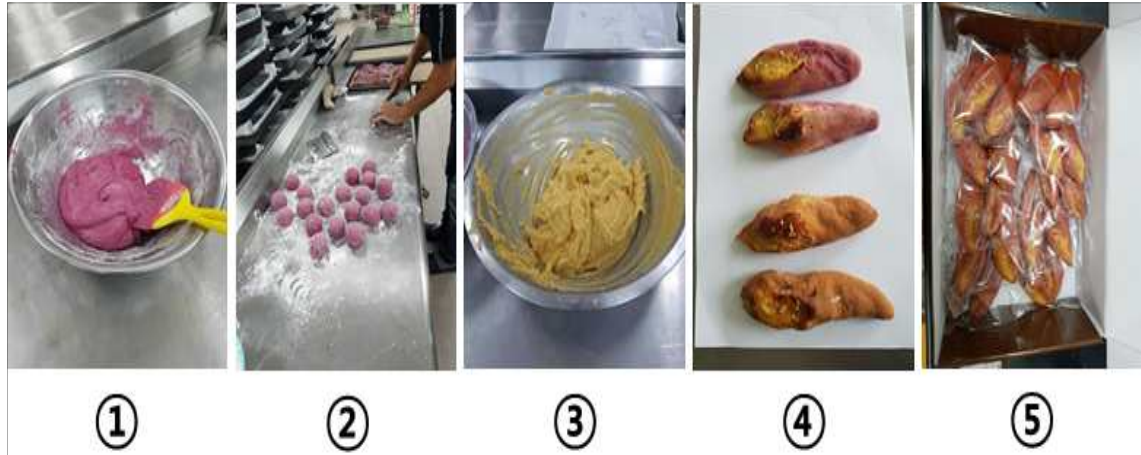


그림 51. 고구마 만쥬 제조 과정.

(나) 고구마 초코파이

고구마 분말, 설탕, 밀가루, 카카오분말을 사용하여 다음과 같은 방법으로 고구마 초코파이를 제조함 (그림 52).

- 1) 실온 상태의 계란과 설탕을 함께 섞어줌.
- 2) 밀가루, 카카오 분말, 초콜릿을 함께 섞어줌.
- 3) 밀가루, 고구마 분말을 함께 섞어 반죽을 제조함.
- 4) 완성된 반죽으로 초코파이 모양을 만들어 준 후 오븐에서 170℃, 12분간 구워줌.
- 5) 구워져 나온 초코파이를 충분히 식혀준 후 고구마 농축 페이스트를 발라주고 반대편 초코파이를 덮어 완성함.
- 6) 완성된 초코파이를 포장함.



그림 52. 고구마 초코파이 제조 과정.

나. 8종 중 4종은 품목제조보고 완료 후 상품화 검토 중 (제품화 4건)

(1) 저분자 콜라겐 고구마말랭이

(가) 관능평가

본 연구에서 수행한 관능평가는 농협식품(주) 주부모니터링을 통해서 시행하였으며, 40대~50대 주부 30명을 대상으로 진행하였음. 저분자 콜라겐이 함유한 고구마말랭이와 시중에서 판매되는 고구마말랭이를 비교하여 관능평가를 실시함 (그림 53). 관능평가는 5개 항목을 최저 1점에서 최고 5점까지의 점수로 선택하고 결과는 평균치로 나타냄.

주부모니터 관능평가 설문지				
				농협식품(주)
제품명	고구마말랭이	연령		
1. 고구마말랭이 전반적인 소비 행태				
1) 주로 어느 목적으로 고구마말랭이를 구입하시나요?				
구분	간식용	식사 대용	기타	상관없음
구입 목적				
2) 주로 어떤 장소에서 고구마말랭이를 구입하시나요?				
구분	마트	인터넷 쇼핑몰	홈쇼핑	기타
구입 장소				
3) 구매에 영향을 미치는 요소는?(우선순위로 2가지)				
① 가격 ② 원산지 ③ 브랜드 ④ 원료성분, 영양가치 ⑤ 안전,안심 ⑥ 기타-----				
4) 국산농산물이 주원료인 본제품의 구매를 원하는 가격은 얼마정도 이신가요?				
2. 관능 평가				
두 가지 시식 제품의 번호를 해당란에 기입해주세요!				
1) 전반적인 외관에 대한 기호도 (보임성)				
1(매우나쁨)	2(나쁨)	3(보통)	4(좋음)	5(매우좋음)
사유 :				
2) 고구마말랭이의 딱딱한 강도				
1(매우약함)	2(약함)	3(적당)	4(강함)	5(매우강함)
3) 고구마말랭이의 이에 달라붙는 정도				
1(매우약함)	2(약함)	3(보통)	4(강함)	5(매우강함)
4) 고구마말랭이의 이미, 이취의 강도				
1(매우약함)	2(약함)	3(보통)	4(강함)	5(매우강함)
4-1) 고구마말랭이에서 이미, 이취를 느끼셨다면 그 내용을 자세히 써주세요.				
5) 복합미의 기호도				
1(형편없음)	2(맛없음)	3(보통)	4(맛있음)	5(매우맛있음)
6) 제품에 대한 의견을 자유롭게 써주세요.				
7) 시식하신 2가지의 샘플 중 하나는 콜라겐이 함유되어 있습니다.				
7-1) 콜라겐이 함유된 고구마말랭이라고 생각하시는 샘플은 무엇인가요?				
① A ② B ③ 잘 모르겠다.				
7-2) A, B 중 하나를 선택하셨다면, 그 이유를 써주세요.				
7-3) 콜라겐이 함유된 고구마말랭이라고 생각하시는 샘플에서 개선되었으면 하는 점은 무엇인가요? (없을 경우 '없음'으로 작성)				

그림 53. 저분자 콜라겐 고구마말랭이 관능평가 설문지.

본 연구에서 시행하는 관능평가는 본 연구팀에서 개발한 저분자 콜라겐을 함유한 고구마말랭이와 시중에서 판매되는 고구마말랭이 2종을 대상으로 관능 평가를 시행하였으며, 관능 평가 결과 본 연구팀에서 개발한 저분자 콜라겐 고구마말랭이의 평가 점수가 높은 것으로 확인됨 (표 45). 외관 기호도와 복합미 기호도가 가장 높게 확인되었으며, 특히 외관은 기존에 판매되고 있는 말랭이보다 기호도가 월등히 높은 것으로 확인됨.

표 45. 저분자 콜라겐 고구마말랭이 관능평가 결과

관능 평가	A	B
외관 기호도	3.45 ± 0.48 ^b	4.98 ± 0.23 ^{ab}
강도	3.77 ± 0.54 ^a	3.95 ± 0.16 ^a
이에 달라붙는 정도	3.80 ± 0.34 ^{ab}	2.76 ± 0.65 ^b
이미 및 이취	3.12 ± 0.27 ^a	3.34 ± 0.37 ^a
복합미의 기호도	4.59 ± 0.55 ^a	4.80 ± 0.46 ^a

A: 시중에서 판매되는 고구마말랭이, B: 본 연구팀에서 개발한 저분자콜라겐 고구마말랭이
 *유의차 검정은 각 행별로 ANOVA 분산분석 후 Duncan의 다중비교분석에 의해 평가됨.
 * a,b : 그룹간 동일 알파벳은 유의차가 없음($p < 0.05$).
 1 : 가장 특성 및 강도가 낮음, 5 : 가장 특성 및 강도가 높음.

(나) 식품 품목제조보고서

발급번호 : 1V1G-0JM9-1WAE-PI66-11DM		발급번호 : 1V1G-0JM9-1WAE-PI66-11DM	
식품(식품첨가물) 품목제조보고서			
신고인	성명(법인명) 권인천	생년월일(법인번호) 1982년 07월 10일	
	주소 광주광역시 동구 월문대로205번길 37-38(1층 지산동)	전화번호 01090660633	휴대전화 01090660633
영업소	영칭(상호) 062커피로스터스	영업등록번호 20190217642	
	소재지 광주광역시 동구 월문대로205번길 37-38(1층 지산동)		
제품정보	식품의 유형 서유가공품	포함하는 품목제조 신고번호 201902176426	
	제품명 고구마 말랭이		
	유통기한 제조일부터 3개월		
	품질유지기한		
	원재료 또는 성분명, 배합비율 햇감에 기재		
	용도 용법 햇감에 기재		
	보관방법 및 포장재질 햇감에 기재		
	포장방법 및 포장단위 1봉/60g		
성상 말랭이			
품목의 특성 ■ 고열량·저영양 식품 해당 여부 []에 []아니오 [O]해당 없음 ■ 영·유아를 섭취대상으로 표시 판매하는 식품 해당 여부 []에 [O]아니오 ■ 살균·멸균 제품의 해당 여부 []비살균 [O]살균 []열균			
기타			
「식품위생법」 제37조제5항 및 같은 법 시행규칙 제45조제1항에 따라 식품(식품첨가물) 품목제조 사항을 보고합니다.			
2020년 11월 05일 신고인 권인천			
광주광역시 동구청장 귀하			
품목신고번호 20190217642-6	처리부서 보건소 위생과	처리자성명 고영훈	처리일자 2020년 11월 06일
본 증명서는 인터넷으로 발급되었으며 식품안전정보포털(http://www.foodsafetykorea.go.kr/) 홈페이지에서 확인할 수 있습니다.			

그림 54. 저분자 콜라겐 고구마말랭이 식품 품목제조보고서.

(2) 단백질 셰이크

(가) 관능평가

본 연구에서 수행한 관능평가는 농협식품(주) 주부모니터링을 통해서 시행하였으며, 40대~50대 주부 30명을 대상으로 진행하였음. 본 연구팀에서 개발한 고구마 분말 함유 단백질 셰이크와 시중에서 판매되는 단백질 셰이크를 비교하여 관능평가를 실시함 (그림 55). 관능평가는 5개 항목을 최저 1점에서 최고 5점까지의 점수로 선택하고 결과는 평균치로 나타냄.

주부모니터 관능평가 설문지				농협식품(주)				
제품명	단백질셰이크	연령						
1. 단백질셰이크 전반적인 소비 행태								
1) 주로 어느 목적으로 단백질셰이크를 구입하시나요?								
구분	다이어트용	식사 대용	기타	상관없음				
구입 목적								
2) 주로 어떤 장소에서 단백질셰이크를 구입하시나요?								
구분	마트	인터넷 쇼핑몰	홈쇼핑	기타				
구입 장소								
3) 구매에 영향을 미치는 요소는?(우선순위로 2가지)								
① 가격 ② 원산지 ③ 브랜드 ④ 원료성분, 영양가치 ⑤ 안전,안심 ⑥ 기타-----								
2. 관능 평가								
두 가지 시식 제품의 번호를 해당란에 기입해주세요!								
1) 전반적인 외관에 대한 기호도 (보임성)								
1(매우나쁨)	2(나쁨)	3(보통)	4(좋음)	5(매우 좋음)				
사유 : _____								
2) 단백질셰이크의 단맛								
1(매우약함)	2(약함)	3(적당)	4(강함)	5(매우강함)				
3) 단백질셰이크를 물에 타서 먹을 때 식감에 대한 기호도								
1(매우나쁨)	2(나쁨)	3(보통)	4(좋음)	5(매우 좋음)				
4) 단백질셰이크의 이미, 이취의 강도								
1(매우약함)	2(약함)	3(보통)	4(강함)	5(매우강함)				
4-1) 단백질셰이크에서 이미, 이취를 느끼셨다면 그 내용을 자세히 써주세요.								
5) 복합미의 기호도								
1(혀편없음)	2(맛없음)	3(보통)	4(맛있음)	5(매우맛있음)				
6) 제품에 대한 의견을 자유롭게 써주세요.								
7) 시식하신 2가지의 샘플 중 하나는 고구마 분말이 함유되어 있습니다.								
7-1) 고구마 분말이 함유된 단백질셰이크라고 생각하시는 샘플은 무엇인가요?								
① A ② B ③ 잘 모르겠다.								
7-2) A, B 중 하나를 선택하셨다면, 그 이유를 써주세요.								
7-3) 고구마 분말이 함유된 단백질셰이크라고 생각하시는 샘플에서 개선되었으면 하는 점은 무엇인가요? (없을 경우 '없음'으로 작성)								

그림 55. 고구마 단백질 셰이크 관능평가 설문지.

고구마 분말이 함유된 단백질 셰이크와 시중에서 판매되는 단백질 셰이크의 관능평가 결과 본 연구팀에서 개발한 저분자 콜라겐 고구마말랭이의 평가가 높은 것으로 확인됨 (표 46). 외관, 식감, 복합미 기호도가 높은 점수로 확인되었고 특히 물에 타서 먹는 식감은 시중에 판매되고 있는 제품보다 우수한 것으로 확인되었음.

(3) 고구마 만쥬

(가) 관능평가

본 연구에서 수행한 관능평가는 농협식품(주) 주부모니터링을 통해서 시행하였으며, 40대~50대 주부 30명을 대상으로 진행하였음. 본 연구팀에서 개발한 고구마 농축액, 분말, 페이스트를 함유한 만쥬와 시중에서 판매되는 만쥬를 비교하여 관능평가를 실시함 (그림 57). 관능평가는 5개 항목을 최저 1점에서 최고 5점까지의 점수로 선택하고 결과는 평균치로 나타냄.

주부모니터 관능평가 설문지				
				농협식품(주)
제품명	만쥬	연령		
1. 만쥬 전반적인 소비 형태				
1) 주로 어느 목적으로 만쥬를 구입하시나요?				
구분	간식용	식사 대용	기타	상관없음
구입 목적				
2) 주로 어떤 장소에서 만쥬를 구입하시나요?				
구분	마트	인터넷 쇼핑몰	홈쇼핑	기타
구입 장소				
3) 구매에 영향을 미치는 요소는?(우선순위로 2가지)				
① 가격 ② 원산지 ③ 브랜드 ④ 원료성분, 영양가치 ⑤ 안전,안심 ⑥ 기타-----				
4) 국산농산물이 주원료인 본제품의 구매를 원하는 가격은 얼마정도 이신가요?				
2. 관능 평가				
두 가지 시식 제품의 번호를 해당란에 기입해주세요!				
1) 전반적인 외관에 대한 기호도 (보임성)				
1(매우나쁨)	2(나쁨)	3(보통)	4(중음)	5(매우 좋음)
사유 : _____				
2) 만쥬의 식감				
1(매우약함)	2(약함)	3(적당)	4(강함)	5(매우강함)
3) 만쥬의 단맛				
1(매우약함)	2(약함)	3(보통)	4(강함)	5(매우강함)
4) 만쥬의 이미, 이취의 강도				
1(매우약함)	2(약함)	3(보통)	4(강함)	5(매우강함)
4-1) 만쥬에서 이미, 이취를 느끼셨다면 그 내용을 자세히 써주세요.				

5) 복합미의 기호도				
1(형편없음)	2(맛없음)	3(보통)	4(맛있음)	5(매우맛있음)
6) 제품에 대한 의견을 자유롭게 써주세요.				

7) 시식하신 2가지의 샘플 중 하나는 고구마 농축액, 분말 및 페이스트가 함유되어 있습니다.				
7-1) 고구마 농축액, 분말 및 페이스트가 함유된 만쥬라고 생각하시는 샘플은 무엇인가요?				
① A ② B ③ 잘 모르겠다.				
7-2) A, B 중 하나를 선택하셨다면, 그 이유를 써주세요.				

7-3) 고구마 농축액, 분말 및 페이스트가 함유된 만쥬라고 생각하시는 샘플에서 개선되었으면 하는 점은 무엇인가요? (없을 경우 '없음'으로 작성)				

그림 57. 고구마 만쥬 관능평가 설문지.

본 연구팀에서 개발한 고구마 농축액, 분말, 페이스트를 함유한 고구마 만쥬와 시중에서 판매되는 고구마만쥬의 관능평가 결과 본 연구팀에서 개발한 고구마 농축액, 분말, 페이스트를 함유한 고구마 만쥬의 평가가 높은 것으로 확인됨 (표 47). 외관, 식감, 복합미가 높은 점수로 평가 되었고, 특히 식감과 복합미가 시중에서 판매되는 제품보다 월등히 높은 것으로 확인되었음. 시중에 판매되는 만쥬보다 단맛이 낮아 섭취하는데 부담이 적은 것으로 확인되었음.

표 47. 고구마 만쥬 관능평가 결과

관능 평가	A	B
외관 기호도	4.57±0.52 ^a	3.80±0.41 ^b
단맛	3.71±0.26 ^a	3.99±0.79 ^a
식감	4.78±0.48 ^a	4.12±0.58 ^b
이미 및 이취	3.51±0.12 ^a	3.85±0.38 ^a
복합미의 기호도	4.83±0.69 ^a	4.23±0.29 ^b

A: 본 연구팀에서 개발한 만쥬, B: 시중에서 판매되는 만쥬

*유의차 검정은 각 행별로 ANOVA 분산분석 후 Duncan의 다중비교분석에 의해 평가됨.

* a,b : 그룹간 동일 알파벳은 유의차가 없음 (p<0.05).

1 : 가장 특성 및 강도가 낮음, 5 : 가장 특성 및 강도가 높음.

(나) 식품 품목제조보고서

발급번호 : 1251-0F0C-08CJ-L47U-254F 		발급번호 : 1251-0F0C-08CJ-L47U-254F 																																									
식품(식품첨가물) 품목제조보고서																																											
보고인 성명(법인명) : 왕귀순 주소 : 전라북도 완주군 소양면 대흥봉덕길 7		생년월일(법인번호) 1965년 05월 21일 전화번호 : 01026247346 휴대전화 :																																									
영업소 명칭(상호) : 한진식품 원천식품 소재지 : 전라북도 완주군 소양면 대흥봉덕길 7		영업등록번호 : 20160494280																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>식품의 유형</th> <th>종류</th> <th>요청하는 품목제조 보고번호</th> <th>201604942806</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>제품명</td> <td>한일고구마(만쥬)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>유통기한</td> <td>제조일로부터 1개월</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>품질유지기한</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>원재료 또는 성분명, 배합비율</td> <td>맛장애 기재</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>품도 율법</td> <td>맛장애 기재</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>포장방법 및 포장단위</td> <td>맛장애 기재</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>비닐랩포장 / 60g</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>성상</td> <td colspan="3">고체, 고유의 향미를 가지고 이취, 이취가 없음</td> </tr> <tr> <td>음식의 특성</td> <td colspan="3"> <input type="checkbox"/> 고열량·저영양 식품 해당 여부 <input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 해당 없음 <input type="checkbox"/> 알레르기 유발 식품 해당 여부 <input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 영·유아를 섭취대상으로 표시 판매하는 식품 해당 여부 <input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오 </td> </tr> </tbody> </table>				식품의 유형	종류	요청하는 품목제조 보고번호	201604942806	제품명	한일고구마(만쥬)			유통기한	제조일로부터 1개월			품질유지기한				원재료 또는 성분명, 배합비율	맛장애 기재			품도 율법	맛장애 기재			포장방법 및 포장단위	맛장애 기재				비닐랩포장 / 60g			성상	고체, 고유의 향미를 가지고 이취, 이취가 없음			음식의 특성	<input type="checkbox"/> 고열량·저영양 식품 해당 여부 <input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 해당 없음 <input type="checkbox"/> 알레르기 유발 식품 해당 여부 <input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 영·유아를 섭취대상으로 표시 판매하는 식품 해당 여부 <input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오		
식품의 유형	종류	요청하는 품목제조 보고번호	201604942806																																								
제품명	한일고구마(만쥬)																																										
유통기한	제조일로부터 1개월																																										
품질유지기한																																											
원재료 또는 성분명, 배합비율	맛장애 기재																																										
품도 율법	맛장애 기재																																										
포장방법 및 포장단위	맛장애 기재																																										
	비닐랩포장 / 60g																																										
성상	고체, 고유의 향미를 가지고 이취, 이취가 없음																																										
음식의 특성	<input type="checkbox"/> 고열량·저영양 식품 해당 여부 <input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 해당 없음 <input type="checkbox"/> 알레르기 유발 식품 해당 여부 <input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 영·유아를 섭취대상으로 표시 판매하는 식품 해당 여부 <input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오																																										
기타		<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>원재료명 또는 성분명</th> <th>배합비율(%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>고구마농축액이스트</td><td>15.24%</td></tr> <tr><td>2</td><td>고구마농축액</td><td>0.64%</td></tr> <tr><td>3</td><td>고구마농축분말</td><td>1.52%</td></tr> <tr><td>4</td><td>고구마양공</td><td>30.5%</td></tr> <tr><td>5</td><td>양공박양공</td><td>30.2%</td></tr> <tr><td>6</td><td>가공연유</td><td>10.7%</td></tr> <tr><td>7</td><td>밀</td><td>9.32%</td></tr> <tr><td>8</td><td>난황</td><td>1.57%</td></tr> <tr><td>9</td><td>볶은감자</td><td>0.01%</td></tr> <tr><td>10</td><td>베이킹파우더</td><td>0.3%</td></tr> </tbody> </table>		No.	원재료명 또는 성분명	배합비율(%)	1	고구마농축액이스트	15.24%	2	고구마농축액	0.64%	3	고구마농축분말	1.52%	4	고구마양공	30.5%	5	양공박양공	30.2%	6	가공연유	10.7%	7	밀	9.32%	8	난황	1.57%	9	볶은감자	0.01%	10	베이킹파우더	0.3%							
No.	원재료명 또는 성분명	배합비율(%)																																									
1	고구마농축액이스트	15.24%																																									
2	고구마농축액	0.64%																																									
3	고구마농축분말	1.52%																																									
4	고구마양공	30.5%																																									
5	양공박양공	30.2%																																									
6	가공연유	10.7%																																									
7	밀	9.32%																																									
8	난황	1.57%																																									
9	볶은감자	0.01%																																									
10	베이킹파우더	0.3%																																									
「식품위생법」 제37조제5항 및 같은 법 시행규칙 제45조제1항에 따라 식품(식품첨가물) 품목제조 사항을 보고합니다.		품도율법 : 간식용																																									
2019년 10월 15일 전라북도 완주군수 귀하 보고인 왕귀순		포장방법 및 포장재질 : 상온 PPB닐																																									
품목보고번호 : 20160494280-6 처리부서 : 관차산업국 먹거리정책과 처리자성명 : 김이슬 처리일자 : 2019년 11월 01일		품도율법 : 간식용																																									
																																											
본 보고서는 인터넷으로 발급되었으며, 식품안전정보포털(http://www.foodsafetykorea.go.kr) 홈페이지에서 확인할 수 있습니다.		본 보고서는 인터넷으로 발급되었으며, 식품안전정보포털(http://www.foodsafetykorea.go.kr) 홈페이지에서 확인할 수 있습니다.																																									

그림 58. 고구마 만쥬 식품 품목제조보고서.

(4) 고구마 초코파이

(가) 관능평가

본 연구에서 수행한 관능평가는 농협식품(주) 주부모니터링을 통해서 시행하였으며, 40대~50대 주부 30명을 대상으로 진행하였음. 고구마 분말을 함유한 초코파이와 시중에서 판매되는 초코파이를 비교하여 관능평가를 실시함 (그림 59). 관능평가는 5개 항목을 최저 1점에서 최고 5점까지의 점수로 선택하고 결과는 평균치로 나타냄.

주부모니터 관능평가 설문지				농협식품(주)																								
제품명	초코파이	연령																										
1. 초코파이 전반적인 소비 형태				4) 초코파이의 이미, 이취의 강도																								
1) 주로 어느 목적으로 초코파이를 구입하시나요?				<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>1(매우약함)</td> <td>2(약함)</td> <td>3(보통)</td> <td>4(강함)</td> <td>5(매우강함)</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>					1(매우약함)	2(약함)	3(보통)	4(강함)	5(매우강함)															
1(매우약함)	2(약함)	3(보통)	4(강함)	5(매우강함)																								
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>구분</td> <td>간식용</td> <td>식사 대용</td> <td>기타</td> <td>상관없음</td> </tr> <tr> <td>구입 목적</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>				구분	간식용	식사 대용	기타	상관없음	구입 목적					4-1) 초코파이에서 이미, 이취를 느끼셨다면 그 내용을 자세히 써주세요.														
구분	간식용	식사 대용	기타	상관없음																								
구입 목적																												
2) 주로 어떤 장소에서 초코파이를 구입하시나요?				5) 복합미의 기호도																								
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>구분</td> <td>마트</td> <td>인터넷 쇼핑몰</td> <td>홈쇼핑</td> <td>기타</td> </tr> <tr> <td>구입 장소</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>				구분	마트	인터넷 쇼핑몰	홈쇼핑	기타	구입 장소					<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>1(형편없음)</td> <td>2(맛없음)</td> <td>3(보통)</td> <td>4(맛있음)</td> <td>5(매우맛있음)</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>					1(형편없음)	2(맛없음)	3(보통)	4(맛있음)	5(매우맛있음)					
구분	마트	인터넷 쇼핑몰	홈쇼핑	기타																								
구입 장소																												
1(형편없음)	2(맛없음)	3(보통)	4(맛있음)	5(매우맛있음)																								
3) 구매에 영향을 미치는 요소는?(우선순위로 2가지) ① 가격 ② 원산지 ③ 브랜드 ④ 원료성분, 영양가치 ⑤ 안전,안심 ⑥ 기타.....				6) 제품에 대한 의견을 자유롭게 써주세요.																								
4) 국산농산물이 주원료인 본제품의 구매를 원하는 가격은 얼마정도 이신가요?				7) 시식하신 2가지의 샘플 중 하나는 고구마 분말이 함유되어 있습니다.																								
2. 관능 평가				7-1) 고구마 분말이 함유된 초코파이라고 생각하시는 샘플은 무엇인가요? ① A ② B ③ 잘 모르겠다.																								
두 가지 시식 제품의 번호를 해당란에 기입해주세요!				7-2) A, B 중 하나를 선택하셨다면, 그 이유를 써주세요.																								
1) 전반적인 외관에 대한 기호도 (보임성)				7-3) 고구마 분말이 함유된 초코파이라고 생각하시는 샘플에서 개선되었으면 하는 점은 무엇인가요? (없을 경우 '없음'으로 작성)																								
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>1(매우나쁨)</td> <td>2(나쁨)</td> <td>3(보통)</td> <td>4(좋음)</td> <td>5(매우좋음)</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>				1(매우나쁨)	2(나쁨)	3(보통)	4(좋음)	5(매우좋음)																				
1(매우나쁨)	2(나쁨)	3(보통)	4(좋음)	5(매우좋음)																								
사유 :																												
2) 초코파이의 식감																												
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>1(매우약함)</td> <td>2(약함)</td> <td>3(적당)</td> <td>4(강함)</td> <td>5(매우강함)</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>				1(매우약함)	2(약함)	3(적당)	4(강함)	5(매우강함)																				
1(매우약함)	2(약함)	3(적당)	4(강함)	5(매우강함)																								
3) 초코파이의 단맛																												
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>1(매우약함)</td> <td>2(약함)</td> <td>3(보통)</td> <td>4(강함)</td> <td>5(매우강함)</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>				1(매우약함)	2(약함)	3(보통)	4(강함)	5(매우강함)																				
1(매우약함)	2(약함)	3(보통)	4(강함)	5(매우강함)																								

그림 59. 고구마 초코파이 관능평가 설문지.

고구마 분말을 함유한 고구마 초코파이와 시중에서 판매되는 초코파이의 관능평가 결과 본 연구팀에서 개발한 고구마 초코파이의 평가가 높은 것으로 확인됨 (표 48). 외관, 식감, 복합미가 높게 확인되었고 특히 고구마의 풍미가 가미된 복합미의 점수가 시중에서 판매되는 초코파이보다 관능평가의 반응이 높게 평가되었음.

표 48. 고구마 초코파이 관능평가 결과

관능 평가	A	B
외관 기호도	3.19±0.77 ^a	4.55±0.27 ^b
단맛	3.82±0.62 ^a	3.90±0.34 ^a
식감	3.50±0.57 ^a	4.31±0.11 ^b
이미 및 이취	3.76±0.43 ^a	3.59±0.42 ^a
복합미의 기호도	4.58±0.32 ^a	4.88±0.69 ^b

A: 시중에서 판매되는 초코파이, B: 본 연구팀에서 개발한 초코파이

*유의차 검정은 각 행별로 ANOVA 분산분석 후 Duncan의 다중비교분석에 의해 평가됨.

* a,b : 그룹간 동일 알파벳은 유의차가 없음(p<0.05).

1 : 가장 특성 및 강도가 낮음, 5 : 가장 특성 및 강도가 높음.

(나) 식품 품목제조보고서

발급번호 : 1251-BF4C-AB02-J-04JU-3X11 식품(식품첨가물) 품목제조보고서		발급번호 : 1251-BF4C-AB02-J-04JU-3X11 원재료명 또는 성분명 및 배합비율		
보고인 성명(법인명) 임귀순 주소 전라북도 완주군 소양면 대흥봉덕길 7	생년월일(법인번호) 1965년 05월 21일	No. 1 2 3 4 5 6 7 8	원재료명 또는 성분명 말 [무리말] 계란 버터 설탕 고구마농축액이스트 고구마분말 초콜릿 카카오분말	
	전회번호 01026247346		배합비율(%) 30% 27% 14% 12% 5% 5% 4% 3%	
영업소 영칭(상호) 현진식품 소재지 전라북도 완주군 소양면 대흥봉덕길 7	영입등록번호 20160494280	용도용법 간식용		
	식품의 유형 종류 유류 우유 및 고구마 초코파이	요할하는 품목제조 신고번호 201604942805	보관방법 및 포장재질 상온 pp티넨	
제품정보 유통기한 제조일로부터 30일 품질유지기한 유통도 또는 유통영역, 배합비율 원장예 기재 용도 용법 원장예 기재 보존방법 및 포장재질 원장예 기재 포장방법 및 포장단위 비닐밀봉포장 / 80g 색상 고차, 고구마 향미를 가지고 이미, 이취가 없음 품목의 특성 ■ 고열량·저영양 식품 해당 여부 []에 []아니오 [O] 해당 없음 ■ 황달인증 식품 해당 여부 []에 [O]아니오 ■ 알, 유아를 위해 대상으로 표시 판매하는 식품 해당 여부 []에 [O]아니오	기타			
	「식품위생법」 제37조제5항 및 같은 법 시행규칙 제45조제1항에 따라 식품(식품첨가물) 품목제조 사항을 보고합니다. 2019년 10월 15일 전라북도 완주군수 귀하 보고인 임귀순			
	품목신고번호 20160494280-5	처리부서 경제산업국 먹거리정책과	처리자성명 김미숙	처리일자 2019년 11월 01일
	본 증명서는 인터넷으로 발급되었으며 식품안전정보포털(http://www.foodsafetykorea.go.kr) 홈페이지에서 확인할 수 있습니다.			

그림 60. 고구마 초코파이 식품 품목제조보고서.

다. 시제품 시연회

2020년 10월 29일 목요일에 농협식품(주)에서 시제품 시연회를 실시함 (그림 61). 시제품 시연회에는 농협식품(주)의 대표, 마케팅부, 경영지원부에서 참석하였으며, 농협경제지주 및 농협식품연구소에서도 참석함. 시연한 시제품 목록 및 시제품에 대한 제안 의견은 아래의 표 49와 같으며, 시제품 시연회를 통하여 상품화 가능성이 있는 4종 (저분자 콜라겐 고구마 말랭이, 고구마 단백질 웨이크, 고구마 만쥬, 고구마 초코파이)을 선택하여 상품화 검토 중.

방명록

행사명 : 기능성 강화 고구마 제품 시연회
일시 : 2020년 10월 29일 목요일 16:30
장소 : 농협식품(주)

번호	이름	소속	서명
1	구정민	농협식품	구정민
2	김명환	경영지원부	김명환
3	유기원	마케팅부	유기원
4	조한규	연구소	조한규
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			

방명록

행사명 : 기능성 강화 고구마 제품 시연회
일시 : 2020년 10월 29일 목요일 16:30
장소 : 농협식품(주)

번호	이름	소속	서명
18	신재재	연구소	신재재
19	김다은	"	김다은
20	김하연	"	김하연
21	김시라	농협식품	김시라
22	두윤	"	두윤
23	김민준	"	김민준
24	연지은	"	연지은
25	신지현	"	신지현
26	정민서	"	정민서
27	김민혜	"	김민혜
28	유재학	"	유재학
29			
30			
31			
32			
33			
34			



그림 61. 시제품 시연회 방명록 및 개최 사진.

표 49. 시연 시제품 목록 및 시제품에 대한 제안 의견

연번	품목	시연회 중 제안 의견	개발배경
1	고구마 양갱	-	원물간식 개발
2	고구마 큐브	샐러드와 섭취하기 좋음.	
3	고구마 말랭이	부착성이 강해 식감 개선이 필요함.	
4	저분자 콜라겐 고구마 말랭이	저분자 콜라겐 첨가를 마케팅 포인트로 설정하여 상품화 가능함.	고구마를 이용한 기능성 강화 가공식품 개발
5	고구마 와플	식감이 다소 거침. 팽창제 첨가가 필요함.	
6	고구마 스프레드	유통기간 및 방식, 포장형태 개선이 필요함.	
7	고구마 베이커리 (빵)	제품의 완성도는 우수하나, 대량생산에 적합하지 않음.	
8	고구마 베이커리 (생지)	제품의 완성도는 우수하나, 대량생산에 적합하지 않음.	
9	고구마 단백질 셰이크	웰빙 식품으로서 적합하고, 제조공정이 비교적 간단하여 상품화 가능함.	
10	고구마 만쥬	고구마 양금이 함유된 제품으로서 제품의 완성도가 매우 우수하고, 대량생산 및 상품화가 가능함.	
11	고구마 초코파이	초코파이는 소비자들에게 친숙한 이미지로서, 대량생산 및 상품화가 가능함.	

라. 농협식품(주)의 상품화 검토 의견

(1) 저분자 콜라겐 고구마말랭이

전체적으로 식감이 균일하고 우수함. 여러 가지 맛(향)을 적용하면 다양한 제품군 개발이 가능할 것으로 판단됨. 제조 시 사용하는 원재료 및 공정이 간단하여 빠른 시일 내에 상품화가 가능할 것을 판단됨. 현재 생산처와 상품화 논의 중.

(2) 고구마 단백질 셰이크

웰빙 식품으로서 적합하고, 제조공정이 비교적 간단하여 상품화 가능하며, 생산처와 상품화 진행 중. 소재는 좋으나 고구마 맛의 특징이 부족하여, 상품 개선 중.

(3) 고구마 만쥬

외관, 색상, 맛 모두 우수하여 상품성은 좋으나 유통기한이 짧음. 생산처와 보존제 첨가 및 유통방식 개선을 통한 상품화를 진행하고 있음.

(4) 고구마 초코파이

외관, 색상, 맛 모두 우수하여 상품성은 좋으나 유통기한이 짧음. 생산처와 보존제 첨가 및 유통방식 개선을 통한 상품화를 진행하고 있음.

마. 고찰

고구마는 2000년대부터 다양한 가능성이 있는 것으로 공인되어 웰빙식품으로 인식되어 소비가 지속적으로 증가되고 있음 [Low et al., 2007, Mohanraj & Sivasankar, 2014]. 그러나 고구마의 가공제품 산업은 다양한 발전을 이루지 못하고 한계에 있음. 고구마의 가공제품은 고구마 농가의 안정적인 소득증대를 위한 도움 뿐 만 아니라 제과 또는 제빵의 제조 분야에서도 활용이 용이하므로 다양한 가공식품의 개발이 필요함. 본 과제에서는 국내산 고구마를 이용하여 가공제품의 원가부담을 줄이고 활용이 편리한 고구마페이스트의 제조기술을 개발하여 고구마 활용의 확산에 기여하고자 하였음. 따라서 본 연구는 기존 유통되고 있는 고구마 페이스트의 단점을 보완하여 문제점이 개선된 고구마페이스트를 제조하고자 혼합물의 표준화 작업을 진행함. 기존제품의 페이스트 혼합물 성분은 전분, 생크림, 꿀, 설탕, 올리고당, 수분 등을 사용하는 것으로 조사되었으며, 혼합물의 첨가종류와 첨가량에 따라서 텍스처 특성에도 영향을 미침 [Shin et al., 2014, Yoon et al., 2017]. 생크림과 꿀을 첨가한 고구마페이스트는 원재료의 특성 상 유통단가와 유통기간 등이 문제점으로 대두되기도 함. 또한 고구마는 품종, 산지, 저장기간에 따라서 수분, 당도가 다르고 전분의 호화도 조건도 변동되어 표준화된 페이스트 제공이 어려우므로 산업에서 응용 조건 또한 어려움이 있음. 따라서 수분, 당도, 전분의 표준화 조건표를 작성하였으며, 출고 제품의 격차를 줄일 수 있는 조건의 페이스트를 제공하여 본 과제의 시제품 제조에 활용하였음.

5. 고구마 가공식품 국내·외 시장조사

가. 국내

- (1) 고구마의 전국 재배면적은 2016년 기준 2만 3,151 ha로 2015년 대비 19.6% 증가하였으며, 고구마 생산량의 경우 4만 6,376 톤으로 2000년 이후 연평균 3.2%씩 감소세를 보였지만 2016년에 재배면적이 29.6% 증가하면서 이로 인한 고구마 생산량 증가가 예상됨 (그림 62).

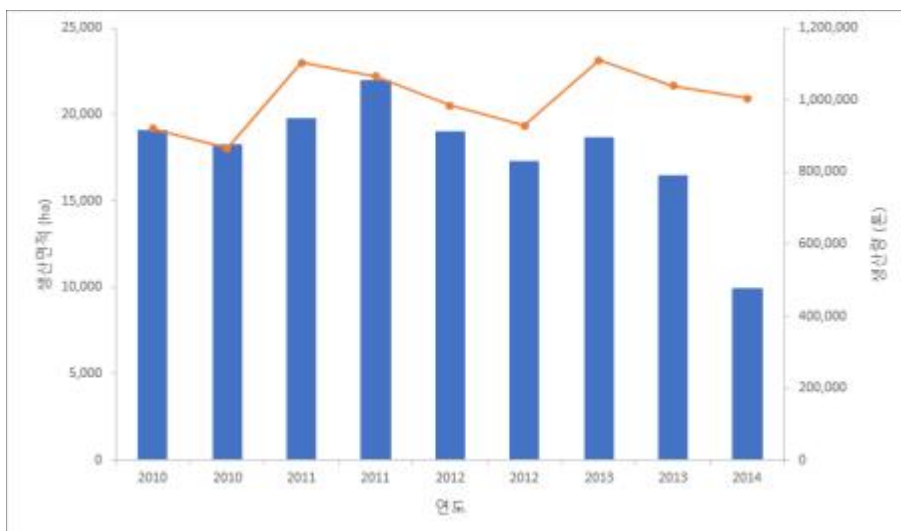


그림 62. 고구마 재배면적 및 생산량 추이 (출처: 국가통계포털 KOSIS).

- (2) 2017년 기준 고구마 주산지 동향으로 무안지역 고구마 재배 농가는 도매시장 30%, 산지 유통 상인 25%, 직거래 5% 등 55%를 대부분 출하하고 나머지 약 40% 물량은 저장 후 단경기에 출하하고 있음. 주 출하지역은 수도권 50%, 전남권 20%, 경북권 10% 등이며, 충청, 경남, 제주지역으로도 일부 물량이 출하되고 있음.
- (3) 논산지역 고구마 재배 농가는 대부분 수도권 도매시장에 출하하며, 주 재배품종은 베니 하루카 (75%)와 미니 (25%)임.
- (4) 여주지역 고구마 재배 농가는 도매시장 (저장포함) 90%, 산지직거래 10%로 출하 및 판매 하고 있으며, 재배품종은 베니하루카가 70%로 대부분이며 기타 신건미 10%, 조백 20% 순이며, 주 출하지역은 수도권 지역임.
- (5) 국내 식품업계에 well-being 선호현상과 자연소재류 제품화 계획에 고구마 소재화가 다양 하게 개발되고 있으며, 특히 기능적 소재로의 특성을 기반으로 베이커리, 제과, 선식 등 에서 사용범위가 확대되고 있는 추세임.
- (6) 고구마는 다양한 형태로 국내에서 판매되고 있으며, 원물자체 제품, 과자류, 케이크, 전분 등 총 100여 종이 있음.
- (7) 최근 다이어트에 관심이 많아진 젊은 여성층이 건강식으로 체중을 감소하려는 경향을 보 임에 따라 식이섬유가 많고 영양이 풍부해서 한 끼 식사대용으로 손색이 없을 뿐만 아니 라 칼로리와 혈당은 낮고 포만감을 주는 고구마와 같은 건강한 식재료로 만든 ‘원물간 식’ 제품 인기가 증가하고 있음.
- (8) 고구마 가공식품을 대상으로 한 부가가치를 조사한 결과에 따르면 부가가치는 스프레드 가 가장 높았고, 그 다음으로 고구마 빵, 고구마 말랭이, 생고구마 순으로 나타남 (그림 63).

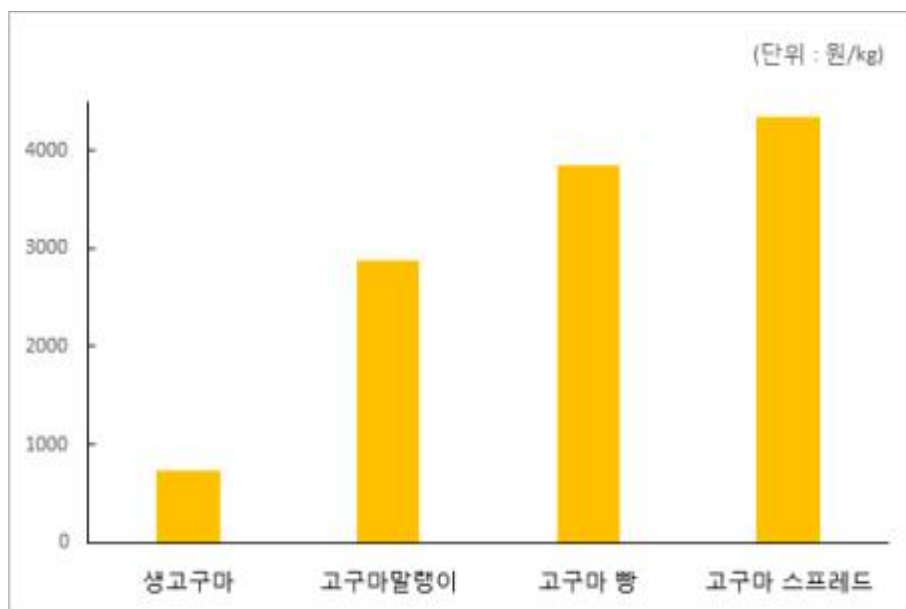


그림 63. 고구마 가공식품에 대한 부가가치액 (출처, 경기도농업기술원, 2015).

- (9) 고구마 원물 간식제조사는 CJ제일제당 (‘뭇고구마’), 대상 (‘고구마쥬’), 동원 F&B (‘자연한입 고구마’) 등이 대표적임 (표 50).
- (10) 고구마 페이스트 원물자체를 이용해 가공하고 있고, 페이스트 제조사로는 아임요CJ (‘허니고구마 페이스트’), 세미 (‘고구마라떼 페이스트’), 쥬피터 (‘고구마 페이스트’) 등이 대표적임 (표 51).
- (11) 가공되어 판매되는 페이스트는 주로 카페에서 고구마라떼 원료, 베이커리에서 케이크, 빵 속 앙금 또는 필링 등으로 많이 사용되고 있음.

표 50. 국내에서 판매되고 있는 고구마 원물 제품

제품명	츄엔리얼 군고구마	자연한입 고구마	뭇고구마	혼자 먹어도 달콤한 아침고구마
회사	청정원	동원	CJ제일제당	해맑음
사진				

표 51. 국내에서 판매되고 있는 고구마 페이스트 제품

제품명	허니고구마 페이스트	고구마 페이스트	고구마라떼 페이스트	고구마라떼 페이스트
회사	I'm Yo (아임요)	쥬피터	세미	얼빠소
사진				
제품명	고구마라떼 페이스트 스틱	고구마라떼 페이스트	자색고구마라떼 페이스트	고구마필링
회사	세미	나눔정	세미	(주) 선인
사진				

(12) 전국 체인 제과점인 파리바게뜨, 뚜레쥬르에서는 고구마 페이스트 및 앙금을 사용하여 자색고구마케이크, 고구마케이크, 고구마 앙금빵으로 판매하고 있고, 해남에서는 고구마 형태 그대로 만든 고구마빵 안에 페이스트를 넣어 판매하고 있으며, 그 외에도 마카롱, 피자, 돈가스, 소시지 및 떡 속에 고구마 페이스트를 넣어 판매하거나 페이스트 자체를 고구마 모양으로 만들어 한입 섭취가 가능한 제품으로 판매하고 있음 (표 52).

표 52. 고구마 페이스트를 이용한 식품 및 제품

제품명	자색고구마케이크	고구마케이크	고구마 치즈 돈가스	해남 고구마빵
사진				
제품명	레드홀릭 찰고구마떡	고구마 앙금빵	고구마 피자	고구마 구움과자
사진				
제품명	달짝 고구마	고구마 마카롱	맘마밀	고구마후랑크
사진				

나. 국외 (일본 가고시마현)

- (1) 저가 수입 옥수수 전분의 유입으로 인해 옥수수 전분보다 질이 낮은 고구마 전분의 판매량이 지속적으로 감소하고 있음.
- (2) 가고시마 현의 고구마를 새롭게 바꾸는 노력이 시작되면서 고구마 전분외의 ‘고구마’를 활용한 가공품 생산에 관심을 갖고 있음 (표 53).
- (3) 과거 일본에서는 고구마를 하품 식자재로 취급하여 밖에서 먹는 것을 좋아하지 않아 이미지 전환이 필요해 디자인, 이름, 포장 등의 외형에 신경을 많이 썼음.
- (4) 고구마의 장점을 살리기 위해 방부제를 첨가하지 않고 냉동을 할 수 있는 기술적 노하우를 습득하면서 맛을 살림.

표 53. 일본 가고시마현에서 판매하고 있는 고구마 제품

제품		금액	제품		금액
	자색 고구마 칩	-		자색 고구마 칩	-
	고구마 카라멜	130 ¥		고구마 카라멜	130 ¥
	고구마 양갱	540 ¥		고구마 양갱	540 ¥
	고구마 빵	1,300 ¥		고구마 페이스트 가공식품	926 ¥
	고구마 카라멜	540 ¥		고구마 과자	864 ¥

	고구마 빵	1,080¥		고구마 전분	-
	고구마 말랭이	378¥		고구마 말랭이	389¥

(5) 일본 가고시마 고구마 가공농장 방문 및 가공식품 시장조사

(가) 2019년 02월 28일 공장 방문 및 견학 (그림 64)

- ① 세비야 가고시마 공장 도착 후 균고구마 페이스트라인 견학 (페이스트 전체 라인 및 페이스트 제조 공정 견학: 3-5 kg 베이스로 제조하여 납품함)
- ② 오오스미 가공센터 견학 및 세미나 (가공품 및 설비)



그림 64. 세비야 공장, 오오스미 가공센터 및 가공제품.

(나) 2019년 03월 01일 공장 방문 및 견학

- ① 페스티발로 본사공장방문 (고구마 밭 비닐하우스 재배 상황 견학)
- ② 제품명 페스티발로 러브리 및 찢 고구마 페이스트 라인 견학
- ③ 페스티발로 본점 견학 (그림 65)
- ④ 디저트 하우스 견학 (가공식품 컨셉 아이디어-센베)
- ⑤ 페스티발로 러브리 고구마 연구소 방문
- ⑥ 일본 측 연구원들과 제품 기획 미팅

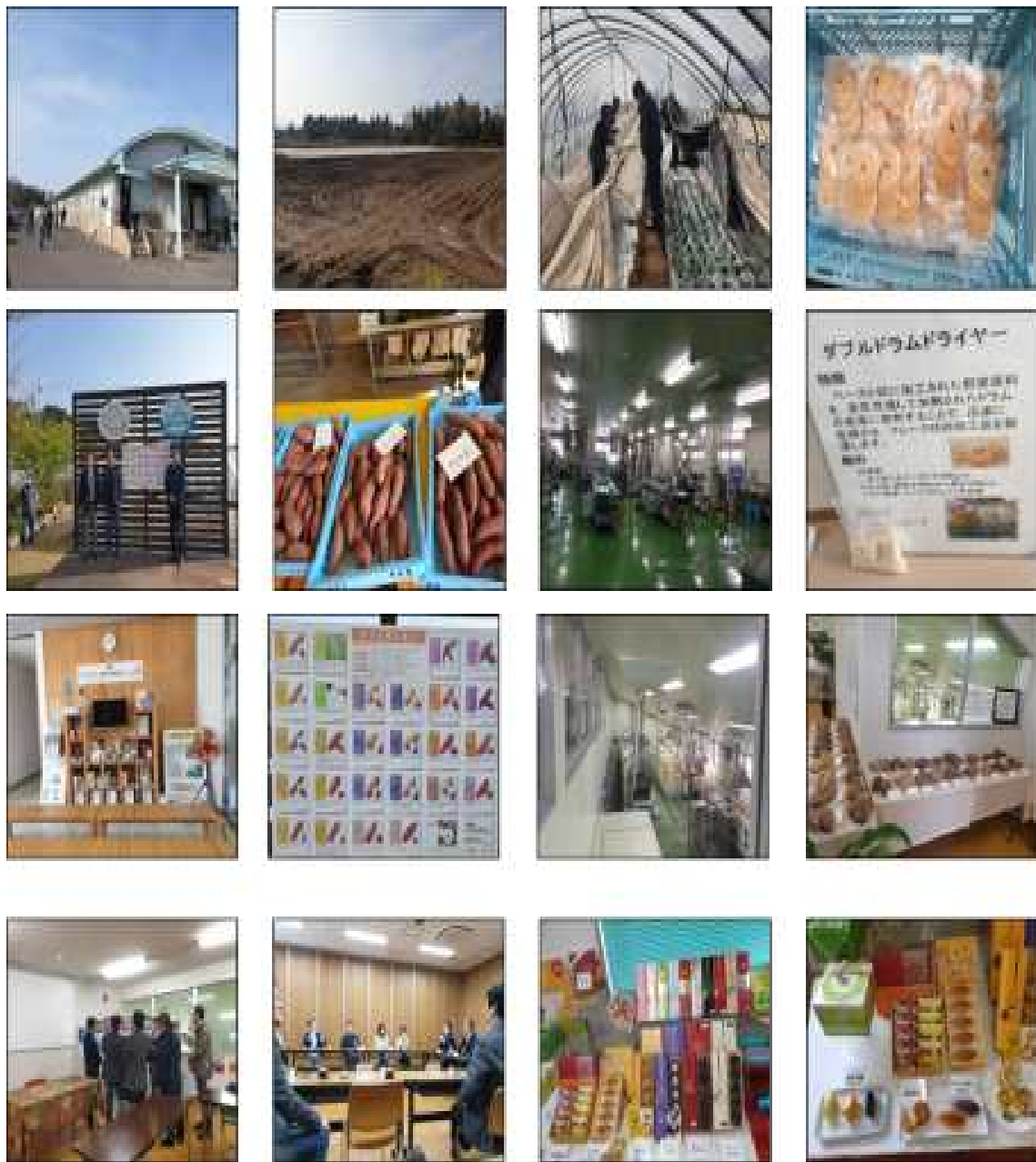


그림 65. 페스티발로 농장, 공장 모습 및 생산 제품.

(다) 2019년 03월 02일 고구마상점 및 가공품 견학

- ① 가고시마 시내 고구마상점 견학 (고구마생과 및 가공품) (그림 66)
- ② 가고시마 중앙역 및 공항 도착 후 가공품 견학



그림 66. 고구마관 및 가공품.

(라) 2019년 03월 05일 일본 고구마 가공식품 품평회 및 제품 개발 논의

- ① 가고시마 출장 후기 및 일본 고구마 가공식품 품평회를 진행함.
- ② 고구마 카라멜 같은 경우는 식용필름으로 처리된 제품임.
- ③ 과제에서 진행하고자 하는 알지네이트 코팅 기술을 이용하여 고구마 가공식품에 영양 성분을 추가한 식용필름 처리한 제품 개발 논의 (그림 67).



그림 67. 고구마 가공식품 품평회 및 제품 개발 논의.

3장. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

1. 목표

고구마 신수요 창출 및 소비확대를 위해 고구마를 주원료로 하여 “고구마 페이스트와 앙금을 제조” 하고 이를 기반으로 시리얼 등의 다양한 가공식품을 개발함. 가공식품 처리 공정은 해조류 유래 알긴산을 이용하여 스프레이 방식의 코팅기법을 도입하여 보관성을 높이고 맛, 향, 색상, 식감의 유지와 보존력을 증가시킴. 고구마원물로부터 영양강화 원물간식, 대용식, 맞춤형제품의 개발의 위한 반제품 타입의 가공품 개발 기술 개발 및 고부가가치 상품을 개발함. 제품개발과 더불어 추가적으로 중백고구마 선별기술을 개발함.

2. 목표 달성여부

본 과제에서는 현재 시장에서 가장 널리 재배되고 있는 꺾고구마 품종인 베니하루카를 대상으로 고품질 영양식 혹은 대용식으로 다양한 반제품 및 최종 제품 개발을 목표로 하여 고구마, 고구마 페이스트, 앙금을 활용하여 매년 2가지씩의 다양한 형태의 제품을 개발하여 2년간 총 4가지 (저분자 콜라겐 고구마말랭이, 고구마 단백질 웨이크, 고구마 만쥬, 고구마 초코파이) 가공식품을 개발하고 판매 가능한 제품 개발하였음. 또한 당초 목표인 중백 고구마 선별 기술개발을 위해 심부에 중백 현상이 있는 고구마를 가공 전 검출하기 위하여 NIR (Near Infrared)을 사용하여 이를 선별공정에 적용할 수 있는 고구마 중백 현상 비파괴 선별기술을 국내 최초로 개발하였음. 이에 대한 결과로서, 지식재산권 1, SCI 논문 1편의 성과를 달성하였으며, 당초 목표보다 연구의 성과를 초과 달성하였음.

3. 정략적 연구성과 목표 및 달성률

No	성과지표	계획	실적	달성률 (%)
1	특허 출원 (건)	1	1	100
2	특허 등록 (건)	1	1	100
3	기술이전 (건)	1	1	100
4	제품화 (건)	4	4	100
5	매출액 (백만원)	110	850	772.7
6	비SCI 논문 (건)	1	1	100
7	SCI 논문 (건)	1	1	100
8	논문평균 IF	2	2.072	103.6
9	학술발표	2	3	150
10	인력양성	2	2	100

가. 특허 출원

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원		
			출원인	출원일	출원번호
1	발효 고구마 페이스트 및 이의 제조방법	대한민국	조선대학교 산학협력단	2020.12.30	10-2020-0187165

나. 특허 등록

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	등록		
			등록인	등록일 (출원일)	등록번호 (출원번호)
1	근적외선 및 케모메트릭스를 이용한 고구마의 비파괴 품질평가 방법	대한민국	조선대학교 산학협력단	2020.07.29. (2019.10.28.)	10-2141154 (10-2019-0134317)

다. 기술 이전

번호	기술실시 계약명	기술실시 대상기관명	실시기술유형	계약체결일
1	기존 고구마 가공식품 개선 및 신제품 개발	공덕농협	노하우	2019.06.01

라. 제품화

번호	제품
1	저분자 콜라겐 고구마 말랭이 (제품명 : 고구마 말랭이)
2	고구마 단백질 웨이크 (제품명 : 고구마 단백질웨이크)
3	고구마 만쥬 (제품명 : 한입고구마(만쥬))
4	고구마 초코파이 (제품명 : 우리밀고구마초코파이)

마. 매출액 (합계 = 850,000,000)

기간	매출액 (원)
2019.06.01. ~ 2019.09.26	335,866,208
2020.01.01. ~ 2020.10.31	514,071,942

바. 비SCI 논문

번호	논문명	학술지명	주저자명	교신저자명	권 (호)	게재일	비고
1	국내산 및 국외산 고구마의 영양성분 비교 분석	공학기술논문지	김다송	신현재	12 (3)	2019.09.20	-

사. SCI 논문

번호	논문명	학술지명	주저자명	교신저자명	권 (호)	게재일	비고
1	Estimation of Starch Hydrolysis in Sweet Potato (<i>Beni Haruka</i>) Based on Storage Period Using Nondestructive Near-Infrared Spectrometry	Agriculture	김다송	신현재	11 (2)	2021.02.06	IF : 2.072

아. 학술발표

번호	발표제목	학술회의명	발표자
1	Quality Measurement of Sweet Potato Using Non-Destructive Techniques	2019 한국생물공학회 춘계학술발표대회 및 국제심포지엄	김다송 김현택 신현재
2	Comparative Analysis of Nutritional Components of Domestic and Foreign Sweet	2019 한국생물공학회 추계학술발표대회 및 국제심포지엄	김다송 최문희 신현재
3	Can near infrared (NIR) spectroscopy analyze sweet potatoes' quality in nondestructive manner?	2020 한국생물공학회 추계학술발표대회 및 국제심포지엄	김다송 신현재

자. 인력양성

번호	인력양성명	취업자명	취업회사	인력양성년도
1	공학계열 석사과정 졸업	김다송	조선대학교 박사과정 진학	2019
2	공학계열 석사과정 졸업	이수빈	전남 소재 기업 취직	2020

4. 정성적 연구성과 목표 및 달성률

No	연구성과 목표	최종 개발목표	최종 개발결과	달성률 (%)
1	고구마 원료 항산화능 (IC ₅₀ 값)	1,000 µg/mL 농도에서 항산화능 50% 이상	1,000 µg/mL 농도에서 항산화능 82.87%	100
2	고구마 중백 현상 선별 정확도	90% 이상	94.6%	100
3	고구마 페이스트 제조 수율	80% 이상	82.77%	100
4	유산균 고상발효 후 생균수 측정	1×10 ⁸ CFU/g 이상	5.2×10 ⁸ CFU/g	100
5	알긴산 코팅 후 유통기간 증진	7 일 이상	11일	100
6	고구마 가공식품 개발	4건	4건	100

가. 고구마 원료 항산화능 (IC₅₀ 값)

고구마 원료의 항산화능을 측정하기 위하여 1,000 µg/mL 단자미 (자색고구마) 추출물을 이용하였고, 항산화능은 DPPH assay (%)를 이용하여 측정함. 측정결과 82.87%의 항산화능 (라디칼 소거 활성)을 가졌고 (그림 68), 이는 연구성과 목표인 50% 이상을 달성하였음.



시험성적서

TEST REPORT

대전광역시 중구 대흥로 28번길 6 한국과학기술연구원
 대표전화: 042-716-2310 팩스: 042-716-2309
 이메일: pgaeguri@hanmail.net 홈페이지: www.okkr.kr

Report No. 2019KRIBS1521.001

page 1 of 1

발급일자 : 2019. 10. 18.
 신청인 : 조선대학교
 시료수 : 1
 시료명 : 고구마추출물
 분석항목 : 항산화활성 분석

Result

단위 : %

시료	DPPH assay(%)
고구마추출물	82.87

주) - 시료는 멸균수로 희석하였음.
 - N.D : Not Detected (불검출)

확인

시험자
선 명

이병안

(서명)

승인자
선 명

정문규

Note.
 1. 본 시험성적서는 의뢰자가 제시한 시료에 대한 시험 결과이며 용도이외의 목적으로 사용을 금합니다.
 2. 본 시험성적서는 한국과학기술연구소의 사전 서면동의없이 홍보선전, 광고 및 소송용으로 사용될 수 없습니다.



한 국 의 과 학 연 구 소 장

대전광역시 중구 대흥로 28번길 6 한국과학기술연구원 . 전화번호 : 042-716-2310 <http://www.okkr.kr/>

본 문서는 한국과학기술연구소의 자산이며 무단으로 복제 및 배포할 수 없습니다.
 [KRIBS-DF11-REV.A]

그림 68. 고구마 원료 항산화능 (IC₅₀ 값)의 외부기관 시험성적서.

나. 고구마 중백 현상 선별 정확도

본 과제에서 개발한 고구마의 중백 현상 선별 모델의 정확도를 측정하기 위하여 농산물 비파괴 선별 장비 업체인 한성엔지니어링에 시험을 의뢰함. 시험결과 선별정확도는 94.60%였으며 (그림 69), 이는 연구성과 목표인 90% 이상을 달성하였음.

시 험 성 적 서				
신청인				
기관 :	조선대학교 산학협력단 (신현재교수님)			
주소 :	광주광역시 동구 필문대로 309 조선대학교			
분석정보				
분석기기 :	NIR 비파괴 센서 및 선별기			
측정 방식 :	투과형			
이동 속도 :	500 mm/초			
선별 능력 :	3,600 개/시간			
선별 대상 :	고구마 (중백현상)			
측정 항목 :	중백현상 유, 무 (중백함량으로 측정)			
선별 범위 :	중백현상 유 중백함량 > 15%			
	중백현상 무 중백함량 < 15%			
시료정보				
시료 :	고구마			
수량 :	1,000개			
중량 :	400 g 이상			
시험결과				
시험항목 :	고구마 중백현상 선별 정확도			
단위 :	%			
시험방법 :	NIR 비파괴 센서 및 선별기로 고구마의 중백함량을 측정하여 중백현상 유, 무로 선별			
결과 :		중백현상		합계
		유	무	
	선별 결과 (개)	347	653	1,000
	오차 (개)	16	38	54
선별정확도 (%)	95.39	94.18	94.60	

위와 같이 품질검사 성적서를 발급합니다.

2020년 10월 7일

 (株)韓成 ENGINEERING



그림 69. 고구마 중백 현상 선별 정확도의 외부기관 시험성적서.

다. 고구마 페이스트 제조 수율

고구마 페이스트 제조 시 구운 고구마를 사용하였으며, 제조 수율은 다음과 같은 식으로 계산함 [고구마 페이스트 제조수율 (%) = $\frac{\text{제조된 고구마 페이스트 중량}(g)}{\text{구운 고구마 중량}(g)} \times 100$]. 시험결과 고구마 페이스트 제조 수율은 82.77%였으며 (그림 70), 이는 연구성과 목표인 80% 이상을 달성하였음.

제 품 시 험 성 적 서

조선대학교 산학협력단 귀하

품질 관리인
인명자


제품명 : 구운 고구마 페이스트

시 험 항 목	규 격 기 준	시 험 결 과	비 고
수율 (%)	구운 고구마 중량에 대한 제조된 고구마 페이스트 중 량을 백분율로 표시	82.77%	구운 고구마 중량은 겉걸을 제거한 중량

상기와 같이 시험성적서를 제출합니다

2019년 06월 28일

네 이 처 인 코




네이처인코
광주광역시 서구 상일로 66
대표전화 : (062)884-8113

그림 70. 고구마 페이스트 제조 수율의 외부기관 시험성적서.

라. 유산균 고상발효 후 생균수 측정

*Lactobacillus plantarum*을 20시간동안 발효한 샘플 (LP_20)이 식품으로서 가장 적합한 pH와 향을 가졌음. LP_20의 유산균수 측정결과 5.2×10^8 CFU/g으로서 연구성과 목표인 1.0×10^8 CFU/g을 달성하였음 (그림 71).


수원여자대학교
식품분석연구센터

시험성적서

[18333] 경기 화성시 봉담읍 주석로 1098 수원여자대학교 해란캠퍼스 309호
 Tel. 031-290-8217 Fax. 031-290-8220

접수번호	A5-201028-222-04	접수일자	2020년 10월 28일
시험목적	위생/과제	시험항목	유산균수
제품명	LP_20	식품유형	기준규격 외
제조일자		유통기한	
업체명	조선대학교 산학협력단	대표자	이종국
업체주소	광주 동구 필문대로 309 (서석동)		


귀하께서 의뢰하신 검체에 대하여 다음과 같이 시험성적서를 교부합니다.

시험 결과

시험항목	단위	결과	비고
유산균수		520,000,000	

비고: 1. 위 결과는 의뢰된 시험 항목만을 대상으로 한 것입니다.
 2. 이 시험성적서는 의뢰자가 제시한 제품 및 제품명으로 시험한 결과로서 전체제품에 대한 품질을 보증하지 않습니다.
 3. 이 시험성적서는 당 센터의 사전 서면 동의 없이 홍보, 선전, 광고 및 소송용으로 사용될 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.
 4. 당 센터는 KOLAS 공인시험기관이나, 이 시험성적서는 KOLAS 인정과 관련이 없습니다.

2020년 11월 04일



수원여자대학교
 Suwon Women's University

수원여자대학교 식품분석연구센터
 Suwon Women's University Food Analysis Research Center




그림 71. 유산균 고상발효 후 생균수 외부기관 시험성적서.

마. 알긴산 코팅 후 유통기간 증진

참쌀떡을 코팅하여 진균 및 대장균 수 변화를 통하여 유통기간 증진을 확인하였음 (CC 그룹:알긴산 코팅 및 키토산 코팅, CRC 그룹:알긴산 코팅, CRN 그룹:코팅하지 않음). 대장균 수는 11 일동안 변화가 없음. 코팅 처리 후 7일부터 진균수가 증가했으며. 코팅 처리 후 9일에는 코팅 하지 않은 CRN 그룹의 진균수가 기하급수적으로 증가하였음. CC-9는 770 CFU/g, CRC-9는 3,000 CFU/g, CRN-9는 66,000 CFU/g임. 코팅 처리 후 11일의 진균수는 CC-11은 3,000 CFU/g, CRC-11은 1.6×10^7 CFU/g, CRN-11은 1.4×10^7 CFU/g임. 따라서 알긴산 및 키토산 코팅 후 유통기간이 11일 이상 증가하였으며 (그림 72-74), 연구성과 목표인 유통기간 7일 증진을 달성 하였음.

제 D2020113132 호 문서화인 909Q-1315-E38U												
시험·검사성적서												
제품명	CC-9	제조일자 (유통기한)										
의뢰인	업체명 조선대학교산학협력단	성명	이종국									
	주소 광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)											
제조번호		검수년월일	2020-11-26									
검사의뢰목적	참고용	검수번호	D2020113132									
<p>귀하가 우리 연구원에 시험·검사의뢰한 결과는 다음과 같습니다.</p> <p>시험·검사 완료일: 2020-12-02 시험·검사 책임자: 장정순 검사관련 총 책임자: 김전희</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>시험·검사항목</th> <th>시험·검사 결과</th> <th>시험·검사원</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>진균수(/g)</td> <td>770 /g</td> <td>박예지</td> </tr> <tr> <td>대장균(/g)</td> <td>0</td> <td>박예지</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ 위 판정은 의뢰된 시험·검사 항목만을 대상으로 한 것입니다. ※ 본성적서는 광고를 성립하지 않습니다. 시험·검사결과는 시험·검사목적 이외의 광고 및 홍보 등에 이용할 수 없으며, 국가중성검사 또는 정부기관 외 세출 용도로 활용할 수 없습니다. ※ 본 성적서는 KS Q ISO/IEC 17025 및 KOLAS 인증과 관련이 없습니다. ※ 지면이 부족한 경우 시험·검사 및 결과란은 별지로 작성 가능합니다.</p> <p style="text-align: center;">2020년 12월 02일</p> <p style="text-align: center;">한국기능식품연구원</p> <p style="text-align: center;">(사)한국건강기능식품협회 부설 한국기능식품연구원 http://www.khsti.re.kr 전화번호 (02) 331-6228-331628-0400-1</p>				시험·검사항목	시험·검사 결과	시험·검사원	진균수(/g)	770 /g	박예지	대장균(/g)	0	박예지
시험·검사항목	시험·검사 결과	시험·검사원										
진균수(/g)	770 /g	박예지										
대장균(/g)	0	박예지										

제 D2020113133 호 문서화인 3006-N55N-1H27												
시험·검사성적서												
제품명	CC-11	제조일자 (유통기한)										
의뢰인	업체명 조선대학교산학협력단	성명	이종국									
	주소 광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)											
제조번호		검수년월일	2020-11-26									
검사의뢰목적	참고용	검수번호	D2020113133									
<p>귀하가 우리 연구원에 시험·검사의뢰한 결과는 다음과 같습니다.</p> <p>시험·검사 완료일: 2020-12-02 시험·검사 책임자: 장정순 검사관련 총 책임자: 김전희</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>시험·검사항목</th> <th>시험·검사 결과</th> <th>시험·검사원</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>진균수(/g)</td> <td>3000 /g</td> <td>박예지</td> </tr> <tr> <td>대장균(/g)</td> <td>0</td> <td>박예지</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ 위 판정은 의뢰된 시험·검사 항목만을 대상으로 한 것입니다. ※ 본성적서는 광고를 성립하지 않습니다. 시험·검사결과는 시험·검사목적 이외의 광고 및 홍보 등에 이용할 수 없으며, 국가중성검사 또는 정부기관 외 세출 용도로 활용할 수 없습니다. ※ 본 성적서는 KS Q ISO/IEC 17025 및 KOLAS 인증과 관련이 없습니다. ※ 지면이 부족한 경우 시험·검사 및 결과란은 별지로 작성 가능합니다.</p> <p style="text-align: center;">2020년 12월 02일</p> <p style="text-align: center;">한국기능식품연구원</p> <p style="text-align: center;">(사)한국건강기능식품협회 부설 한국기능식품연구원 http://www.khsti.re.kr 전화번호 (02) 331-6228-331628-0400-1</p>				시험·검사항목	시험·검사 결과	시험·검사원	진균수(/g)	3000 /g	박예지	대장균(/g)	0	박예지
시험·검사항목	시험·검사 결과	시험·검사원										
진균수(/g)	3000 /g	박예지										
대장균(/g)	0	박예지										

그림 72. CC 그룹 (알긴산 코팅 및 키토산 코팅)의 진균 및 대장균수 (9일, 11일) 외부기관 시험성적서.

제 D2020113142 호 문서확인 7Q32-K001-B8MT				시험·검사성적서												
제품명	CRC-9		제조일자 (유통기한)													
의뢰인	업체명	조선대학교산학협력단	성명	이종국												
	주소	광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)														
제조번호			접수년월일	2020-11-26												
검사의뢰목적	참고용		접수번호	D2020113142												
<p>귀하가 우리 연구원에 시험·검사의뢰한 결과는 다음과 같습니다.</p> <p>시험·검사 완료일: 2020-12-02 시험·검사 책임자: 장정준 검사관련 총 책임자: 김천희</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>시험·검사항목</th> <th>시험·검사 결과</th> <th>시험·검사원</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>진균수(/g)</td> <td>3000 /g</td> <td>박예지</td> </tr> <tr> <td>대장균(/g)</td> <td>0</td> <td>박예지</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ 위 판정은 의뢰된 시험·검사 항목만을 대상으로 한 것입니다. ※ 본성적서는 참고용 성적서입니다. 시험·검사결과는 시험·검사목적 이외의 광고 및 홍보 등에 이용할 수 없으며, 자가품질검사 또는 정부기관 외 제출 용도로 활용할 수 없습니다. ※ 본 성적서는 KS Q ISO/IEC 17025 및 KOLAS 인정과 관련이 없습니다. ※ 지면이 부족한 경우 시험·검사 및 결과란은 별지로 작성 가능합니다.</p> <p style="text-align: center;">2020년 12월 02일</p> <p style="text-align: center;">한국기능식품연구원</p> <p style="text-align: center;">(사)한국건강기능식품협회 부설 한국기능식품연구원 http://www.khsl.re.kr 전화번호: 02-331-6228-0400-1</p>								시험·검사항목	시험·검사 결과	시험·검사원	진균수(/g)	3000 /g	박예지	대장균(/g)	0	박예지
시험·검사항목	시험·검사 결과	시험·검사원														
진균수(/g)	3000 /g	박예지														
대장균(/g)	0	박예지														

제 D2020113143 호 문서확인 06R7-V109-938C				시험·검사성적서												
제품명	CRC-11		제조일자 (유통기한)													
의뢰인	업체명	조선대학교산학협력단	성명	이종국												
	주소	광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)														
제조번호			접수년월일	2020-11-26												
검사의뢰목적	참고용		접수번호	D2020113143												
<p>귀하가 우리 연구원에 시험·검사의뢰한 결과는 다음과 같습니다.</p> <p>시험·검사 완료일: 2020-12-02 시험·검사 책임자: 장정준 검사관련 총 책임자: 김천희</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>시험·검사항목</th> <th>시험·검사 결과</th> <th>시험·검사원</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>진균수(/g)</td> <td>16 000 000 /g</td> <td>박예지</td> </tr> <tr> <td>대장균(/g)</td> <td>0</td> <td>박예지</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ 위 판정은 의뢰된 시험·검사 항목만을 대상으로 한 것입니다. ※ 본성적서는 참고용 성적서입니다. 시험·검사결과는 시험·검사목적 이외의 광고 및 홍보 등에 이용할 수 없으며, 자가품질검사 또는 정부기관 외 제출 용도로 활용할 수 없습니다. ※ 본 성적서는 KS Q ISO/IEC 17025 및 KOLAS 인정과 관련이 없습니다. ※ 지면이 부족한 경우 시험·검사 및 결과란은 별지로 작성 가능합니다.</p> <p style="text-align: center;">2020년 12월 02일</p> <p style="text-align: center;">한국기능식품연구원</p> <p style="text-align: center;">(사)한국건강기능식품협회 부설 한국기능식품연구원 http://www.khsl.re.kr 전화번호: 02-331-6228-0400-1</p>								시험·검사항목	시험·검사 결과	시험·검사원	진균수(/g)	16 000 000 /g	박예지	대장균(/g)	0	박예지
시험·검사항목	시험·검사 결과	시험·검사원														
진균수(/g)	16 000 000 /g	박예지														
대장균(/g)	0	박예지														



그림 73. CRC 그룹 (알긴산 코팅)의 진균 및 대장균수 (9일, 11일) 외부기관 시험성적서.

제 D2020113137 호 문서확인 7FYJ-QTKH-99H3				시험·검사성적서												
제품명	CRN-9		제조일자 (유통기한)													
의뢰인	업체명	조선대학교산학협력단	성명	이종국												
	주소	광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)														
제조번호			접수년월일	2020-11-26												
검사의뢰목적	참고용		접수번호	D2020113137												
<p>귀하가 우리 연구원에 시험·검사의뢰한 결과는 다음과 같습니다.</p> <p>시험·검사 완료일: 2020-12-02 시험·검사 책임자: 장정준 검사관련 총 책임자: 김천희</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>시험·검사항목</th> <th>시험·검사 결과</th> <th>시험·검사원</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>진균수(/g)</td> <td>66 000 /g</td> <td>박예지</td> </tr> <tr> <td>대장균(/g)</td> <td>0</td> <td>박예지</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ 위 판정은 의뢰된 시험·검사 항목만을 대상으로 한 것입니다. ※ 본성적서는 참고용 성적서입니다. 시험·검사결과는 시험·검사목적 이외의 광고 및 홍보 등에 이용할 수 없으며, 자가품질검사 또는 정부기관 외 제출 용도로 활용할 수 없습니다. ※ 본 성적서는 KS Q ISO/IEC 17025 및 KOLAS 인정과 관련이 없습니다. ※ 지면이 부족한 경우 시험·검사 및 결과란은 별지로 작성 가능합니다.</p> <p style="text-align: center;">2020년 12월 02일</p> <p style="text-align: center;">한국기능식품연구원</p> <p style="text-align: center;">(사)한국건강기능식품협회 부설 한국기능식품연구원 http://www.khsl.re.kr 전화번호: 02-331-6228-0400-1</p>								시험·검사항목	시험·검사 결과	시험·검사원	진균수(/g)	66 000 /g	박예지	대장균(/g)	0	박예지
시험·검사항목	시험·검사 결과	시험·검사원														
진균수(/g)	66 000 /g	박예지														
대장균(/g)	0	박예지														

제 D2020113138 호 문서확인 8834-JF7-V9Y7				시험·검사성적서												
제품명	CRN-11		제조일자 (유통기한)													
의뢰인	업체명	조선대학교산학협력단	성명	이종국												
	주소	광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)														
제조번호			접수년월일	2020-11-26												
검사의뢰목적	참고용		접수번호	D2020113138												
<p>귀하가 우리 연구원에 시험·검사의뢰한 결과는 다음과 같습니다.</p> <p>시험·검사 완료일: 2020-12-02 시험·검사 책임자: 장정준 검사관련 총 책임자: 김천희</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>시험·검사항목</th> <th>시험·검사 결과</th> <th>시험·검사원</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>진균수(/g)</td> <td>14 000 000 /g</td> <td>박예지</td> </tr> <tr> <td>대장균(/g)</td> <td>0</td> <td>박예지</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ 위 판정은 의뢰된 시험·검사 항목만을 대상으로 한 것입니다. ※ 본성적서는 참고용 성적서입니다. 시험·검사결과는 시험·검사목적 이외의 광고 및 홍보 등에 이용할 수 없으며, 자가품질검사 또는 정부기관 외 제출 용도로 활용할 수 없습니다. ※ 본 성적서는 KS Q ISO/IEC 17025 및 KOLAS 인정과 관련이 없습니다. ※ 지면이 부족한 경우 시험·검사 및 결과란은 별지로 작성 가능합니다.</p> <p style="text-align: center;">2020년 12월 02일</p> <p style="text-align: center;">한국기능식품연구원</p> <p style="text-align: center;">(사)한국건강기능식품협회 부설 한국기능식품연구원 http://www.khsl.re.kr 전화번호: 02-331-6228-0400-1</p>								시험·검사항목	시험·검사 결과	시험·검사원	진균수(/g)	14 000 000 /g	박예지	대장균(/g)	0	박예지
시험·검사항목	시험·검사 결과	시험·검사원														
진균수(/g)	14 000 000 /g	박예지														
대장균(/g)	0	박예지														



그림 74. CRN 그룹 (코팅하지 않음)의 진균 및 대장균수 (9일, 11일) 외부기관 시험성적서.

바. 고구마 가공식품 개발

저분자 콜라겐 고구마말랭이, 고구마 단백질 셰이크, 고구마 만쥬 (한입고구마), 고구마 초코파이 (우리밀고구마초코파이)의 제품화를 완료함 (그림 75-78).

발급번호 : 1V1G-GJW9-1WAE-P16G-110M			
식품(식품첨가물) 품목제조보고서			
보고인	성명(법인명)	생년월일(법인번호)	
	권인천	1982년 07월 10일	
주소	주소	전화번호	
	광주광역시 동구 팔문대로205번길 37-38(1층 지산동)	휴대전화	01090660633
영업소	명칭(상호)	영업등록번호	
	062커피로스터스	20190217642	
제품정보	식품의 유형	서유가공품	요청하는 품목제조 신고번호
	제품명	고구마 말랭이	201902176426
	유통기한	제조일부터 3개월	
	품질유지기한		
	원재료 또는 성분명, 배합비율	맛장예 기재	
	용도 용법	맛장예 기재	
	보관방법 및 포장재질	맛장예 기재	
	표장방법 및 포장단위	1봉/60g	
	성상	말랭이	
	품목의 특성	<ul style="list-style-type: none"> ■ 고열량·저영양 식품 해당 여부 <input type="checkbox"/>예 <input type="checkbox"/>아니오 <input type="checkbox"/>해당 없음 ■ 영·유아를 섭취대상으로 표시 판매하는 식품 해당 여부 <input type="checkbox"/>예 <input type="checkbox"/>아니오 ■ 알러·열관 제품의 해당 여부 <input type="checkbox"/>비알러 <input type="checkbox"/>알러 <input type="checkbox"/>열관 	
기타			
<p>「식품위생법」 제37조제6항 및 같은 법 시행규칙 제45조제1항에 따라 식품(식품첨가물) 품목제조 사항을 보고합니다. 2020년 11월 05일</p> <p style="text-align: right;">보고인 권인천</p> <p style="text-align: center;">광주광역시 동구청장 귀하</p>			
품목보고번호	20190217642-6	처리부서	보건의 위생과
처리일자	2020년 11월 06일	처리자성명	고영환
처리일자	2020년 11월 06일	처리일자	2020년 11월 06일

그림 75. 저분자 콜라겐 고구마말랭이의 식품 품목제조보고서.

발급번호 : 1V1G-HJW9-5WFE-117G-2U47			
식품(식품첨가물) 품목제조보고서			
보고인	성명(법인명)	생년월일(법인번호)	
	권인천	1982년 07월 10일	
주소	주소	전화번호	
	광주광역시 동구 팔문대로205번길 37-38(1층 지산동)	휴대전화	01090660633
영업소	명칭(상호)	영업등록번호	
	062커피로스터스	20190217642	
제품정보	식품의 유형	기타가공품	요청하는 품목제조 신고번호
	제품명	고구마 단백질셰이크	201902176424
	유통기한	제조일부터 1년	
	품질유지기한		
	원재료 또는 성분명, 배합비율	맛장예 기재	
	용도 용법	맛장예 기재	
	보관방법 및 포장재질	맛장예 기재	
	표장방법 및 포장단위	1일봉포장 /1kg	
	성상	아이보리색 가루	
	품목의 특성	<ul style="list-style-type: none"> ■ 고열량·저영양 식품 해당 여부 <input type="checkbox"/>예 <input type="checkbox"/>아니오 <input type="checkbox"/>해당 없음 ■ 영·유아를 섭취대상으로 표시 판매하는 식품 해당 여부 <input type="checkbox"/>예 <input type="checkbox"/>아니오 ■ 알러·열관 제품의 해당 여부 <input type="checkbox"/>비알러 <input type="checkbox"/>알러 <input type="checkbox"/>열관 	
기타			
<p>「식품위생법」 제37조제5항 및 같은 법 시행규칙 제45조제1항에 따라 식품(식품첨가물) 품목제조 사항을 보고합니다. 2020년 11월 02일</p> <p style="text-align: right;">보고인 권인천</p> <p style="text-align: center;">광주광역시 동구청장 귀하</p>			
품목보고번호	20190217642-4	처리부서	보건의 위생과
처리일자	2020년 11월 06일	처리자성명	고영환
처리일자	2020년 11월 06일	처리일자	2020년 11월 06일

그림 76. 고구마 단백질 셰이크의 식품 품목제조보고서.

발급번호 : 12SI-0F0C-08CJ-L47U-254F

식품(식품첨가물) 품목제조보고서

보고인	성명(법인명) 양귀순	생년월일(법인번호) 1965년 05월 21일	
	주소 전라북도 완주군 소양면 대흥봉덕길 7	전화번호 휴대전화	01026247346
	영장(상호) 원진식품		
영업소	소재지 전라북도 완주군 소양면 대흥봉덕길 7	영업등록번호 20160494280	
	요청하는 품목제조 보고번호 201604942806		
제품정보	식품의 유형	분류	
	제품명	한입고구마(만주)	
	유통기한	제조일로부터 1개월	
	유통유지기한		
	원재료 또는 성분명, 배합비율	맛장에 기재	
	용도 용법	맛장에 기재	
	포장방법 및 포장재질	맛장에 기재	
	포장방법 및 포장단위	비닐봉투포장 / 80g	
	성상	고체, 고유의 향미를 가지고 이미, 이취가 없음	
	품목의 특성	<input type="checkbox"/> 고열량·저영양 식품 해당 여부 <input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 해당 없음 <input type="checkbox"/> 알람민감 식품 해당 여부 <input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 영·유아를 섭취대상으로 표시 판매하는 식품 해당 여부 <input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오	
기타			

『식품위생법』 제37조제5항 및 같은 법 시행규칙 제45조제1항에 따라 식품(식품첨가물) 품목제조 사항을 보고합니다. 2019년 10월 15일
보고인 양귀순

전라북도 완주군수 귀하

품목보고번호	20160494280-6
처리부서	경제산업국 먹거리정책과
처리자성명	김이슬
처리일자	2019년 11월 01일

본 증명서는 인터넷으로 발급되었으며 식품안전정보포털(http://www.foodsafetykorea.go.kr/) 홈페이지에서 확인할 수 있습니다.

발급번호 : 12SI-0F0C-08CJ-L47U-254F

원재료명 또는 성분명 및 배합비율

No.	원재료명 또는 성분명	배합비율(%)
1	고구마 농축액이스트	15.24%
2	고구마 농축액	0.64%
3	고구마 농축분말	1.52%
4	고구마 앙금	30.5%
5	양공백 앙금	30.2%
6	가공연유	10.7%
7	밀	9.32%
8	난황	1.57%
9	복합장제	0.01%
10	베이킹파우더	0.3%

용도용법	간식용
포장방법 및 포장재질	상온 PP비닐

본 증명서는 인터넷으로 발급되었으며 식품안전정보포털(http://www.foodsafetykorea.go.kr/) 홈페이지에서 확인할 수 있습니다.

그림 77. 고구마 만주 (한입 고구마)의 식품 품목제조보고서.

발급번호 : 12SI-0F4C-080J-04JU-3X11

식품(식품첨가물) 품목제조보고서

보고인	성명(법인명) 양귀순	생년월일(법인번호) 1965년 05월 21일	
	주소 전라북도 완주군 소양면 대흥봉덕길 7	전화번호 휴대전화	01026247346
	영장(상호) 원진식품		
영업소	소재지 전라북도 완주군 소양면 대흥봉덕길 7	영업등록번호 20160494280	
	요청하는 품목제조 보고번호 201604942805		
제품정보	식품의 유형	분류	
	제품명	우리밀고구마초코파이	
	유통기한	제조일로부터 30일	
	유통유지기한		
	원재료 또는 성분명, 배합비율	맛장에 기재	
	용도 용법	맛장에 기재	
	포장방법 및 포장재질	맛장에 기재	
	포장방법 및 포장단위	비닐봉투포장 / 80g	
	성상	고체, 고유의 향미를 가지고 이미, 이취가 없음	
	품목의 특성	<input type="checkbox"/> 고열량·저영양 식품 해당 여부 <input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 해당 없음 <input type="checkbox"/> 알람민감 식품 해당 여부 <input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 영·유아를 섭취대상으로 표시 판매하는 식품 해당 여부 <input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오	
기타			

『식품위생법』 제37조제5항 및 같은 법 시행규칙 제45조제1항에 따라 식품(식품첨가물) 품목제조 사항을 보고합니다. 2019년 10월 15일
보고인 양귀순

전라북도 완주군수 귀하

품목보고번호	20160494280-5
처리부서	경제산업국 먹거리정책과
처리자성명	김이슬
처리일자	2019년 11월 01일

본 증명서는 인터넷으로 발급되었으며 식품안전정보포털(http://www.foodsafetykorea.go.kr/) 홈페이지에서 확인할 수 있습니다.

발급번호 : 12SI-0F4C-080J-04JU-3X11

원재료명 또는 성분명 및 배합비율

No.	원재료명 또는 성분명	배합비율(%)
1	밀 [우리밀]	30%
2	계란	27%
3	버터	14%
4	설탕	12%
5	고구마 농축액이스트	5%
6	고구마 분말	5%
7	초콜릿	4%
8	카카오분말	3%

용도용법	간식용
포장방법 및 포장재질	상온 pp비닐

본 증명서는 인터넷으로 발급되었으며 식품안전정보포털(http://www.foodsafetykorea.go.kr/) 홈페이지에서 확인할 수 있습니다.

그림 78. 고구마 초코파이 (우리밀고구마초코파이)의 식품 품목제조보고서.

5. 목표 미달성 시 원인 (사유) 및 차후대책 (후속연구의 필요성 등)

- 가. 본 연구에서는 1차 년도에 연구목표인 가공에 적합한 농산물을 선정하고 고구마 품종별 생리활성 및 영양성분 분석을 시행하여 가공식품 2건, 국내논문 1편 게재, 학술발표 1건을 달성하여 당초 목표 100% 달성하였음. 참여 기업인 공덕농협의 가공식품 제조 공정을 개선하였으며, 본 연구의 결과물로 기술실시 1건, 연매출액 8.5억원을 달성함.
- 나. 2차 년도에서는 GI 지수 측정을 통해 GI 지수가 낮은 고구마 품종을 확인하였으며, 알긴산 및 키토산 코팅 기술 개발을 통해 고구마 가공식품 유통기간 증진기술을 개발하였음. 또한 국내 최초로 NIR 장비를 활용하여 비파괴 중백 고구마 선별 기술을 개발하여 지식재산권 1건을 획득하였으며, 이와 같은 성과를 기반으로 국제학술지 (SCI) 1편을 게재하여 당초 연구 목표보다 연구 실적을 초과 달성하였음.
- 다. 본 연구에서는 비파괴 측정 방법으로 NIR장비를 활용하여 비파괴 중백 고구마 선별 기술을 개발하였음. 본 연구팀에서 개발한 비파괴 중백 고구마 선별 기술은 고구마 중백 현상 선별률이 95%로 확인되었으며, 당초 목표인 90% 이상의 선별률 조건이 충족되었음. NIR 장비 활용 선별기술 이외에 고구마 선별 시 초음파 센서 기술을 같이 활용한다면 중백 고구마 선별률을 현재 95%에서 97~100%으로 향상 시킬 수 있을 것으로 판단됨. 초음파 센서 선별 기술은 반사파가 노이즈에 감염되어 신호의 형태가 왜곡될 때 상호상관 기법은 기준 신호와 수신 신호의 유사성을 이용하여 비행시간을 검출하므로, 기준 신호를 수중 환경에 따라 다르게 적용해 반사파와 유사성을 높여 센서의 성능을 향상시킬 수 있어서 본 연구팀에서는 중백 고구마 선별에 대한 추가적인 연구로서, NIR 비파괴 중백고구마 선별 기술 이외에 초음파 센서 기술을 제안함.

4장. 연구결과의 활용 계획 등

본 연구팀에서 개발한 비파괴 중백 고구마 선별 기술은 고구마 재배 농가를 비롯하여 고구마를 유통, 판매, 가공하는 전국의 농협가공사업소에서 고구마 선별 시 매우 중요한 기술로 활용될 수 있음. 기존의 농축산물품질계측에서 비파괴로 선별 가능한 작물은 주로 수박, 멜론, 배 등, 주로 과일에 국한 되어 있으며, 국내에서 비파괴 고구마 선별 기술은 개발된 바가 없음.

최근 농업 생산 인구의 감소 및 고령화 등 농촌 노동력 부족에 대응하는 방법으로 농산물 선별작업의 자동화 및 무인화 지능화 기술 개발은 매우 중요하며, 품질 좋은 고구마의 비파괴적인 선별은 원물과 가공식품의 분류에서 매우 중요함. 본 연구의 결과는 참여기업인 공덕 농협에 기술이전을 시행할 예정임. 추후 공덕 농협을 비롯한 고구마 가공, 유통, 판매 기업에 기존에 구축되어 있는 세척, 분류 공정에 본 비파괴 선별 공정을 하이브리드 (hybrid) 시킨 신규 공정을 구축하여 고구마 가공식품의 손실율을 감소시키고, 기업의 매출 증대를 도모함. 또한 국내 선별장비 제조업체인 한성엔지니어링, 한아SS 등에 본 기술을 보급하여 국내·외 비파괴선별 기술 산업 발전에 기여하고자 함.

붙임. 참고문헌

- Arendse, E., Fawole, O. A., Magwaza, L. S., & Opara, U. L. (2018). Non-destructive prediction of internal and external quality attributes of fruit with thick rind: A review. *Journal of Food Engineering*, 217, 11-23.
- Bourtoom, T. (2008). Edible films and coatings: characteristics and properties. *International Food Research Journal*, 15, 237-248.
- Cheng, J. H., Dai, Q., Sun, D. W., Zeng, X. A., Liu, D., & Pu, H. B. (2013). Applications of non-destructive spectroscopic techniques for fish quality and safety evaluation and inspection. *Trends in Food Science & Technology*, 34(1), 18-31.
- Choi, I., Lee, J. Y., Lacroix, M., & Han, J. (2017). Intelligent pH indicator film composed of agar/potato starch and anthocyanin extracts from purple sweet potato. *Food Chemistry*, 218, 122-128.
- Hamann, D. D., Miller, N. C. & Purcell, A. E. (1980). Effects of curing on the flavor and texture of baked sweet potatoes. *Journal of Food Science*, 45, 992-994.
- Hagenimana, V., Vezina, L. P. & Simard, R. E. (1992). Distribution of amylases within sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) root tissue. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40, 1777-1783
- Jaarsveld, P. J., Faber, M., Tanumihardjo, S. A., Nestel, P., Lombard, C. J., & Benade, A. J. S. (2005). β -Carotene rich orange-fleshed sweet potato improves the vitamin A status of primary school children assessed with the modified-relative-dose-response test. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 81(5), 1080-1087.
- Kim, S. Y., & Ryu, C. H. (1995). Studies on the nutritional components of purple sweet potato (*Ipomoea batatas*). *Korean Journal of Food Science and Technology*, 27(5), 819-825.
- Kobayashi, K. I., Matsui, Y., Maebuchi, Y., Toyota, T., & Nakauchi, S. (2010). Near infrared spectroscopy and hyperspectral imaging for prediction and visualisation of fat and fatty acid content in intact raw beef cuts. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, 18(5), 301-315.
- Lee, J. S., Chung, M. N., Kim, J. J., Kim, H. S., Song, Y. S., Shim, H. K., Han, S. K., Jeong, K. H., & Kim, J. M. (2016). A sweetpotato cultivar “Geonpungmi” for table use. *Korean Journal of Breeding Science*, 48(4) 504-508.

- Lin, D. & Zhao Y. (2007). Innovations in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 6, 60-75.
- Low, J. W., Arimond, M., Osman, N., Cunguara, B., Zano, F., & Tschirley, D. (2007). A food-based approach introducing orange-fleshed sweet potatoes increased vitamin A intake and serum retinol concentrations in young children in rural Mozambique. *The Journal of Nutrition*, 137(5), 1320-1327.
- Manley, M. (2014). Near-infrared spectroscopy and hyperspectral imaging: non-destructive analysis of biological materials. *Chemical Society Reviews*, 43(24), 8200-8214.
- Mohanraj, R., & Sivasankar, S. (2014). Sweet Potato (*Ipomoea batatas* [L.] Lam)-A valuable medicinal food: A review. *Journal of Medicinal Food*, 17(7), 733-741.
- Morrison, D. S., & Abeyratne, U. R. (2014). Ultrasonic technique for non-destructive quality evaluation of oranges. *Journal of Food Engineering*, 141, 107-112.
- Oke, M. O. & Workneh, T. S. (2013). A review on sweet potato postharvest processing and preservation technology. *African Journal of Agricultural Research*, 8, 4990-5003.
- Park, J., S. Choi, H. Moon, H. Seo, J. Kim, S. P. Hong, B. Lee, E. H. Kang, J. H. Lee, D. Ryu, & Choi, I. S. (2017). Antimicrobial spray nanocoating of supramolecular Fe (III)-tannic acid metal-organic coordination complex: applications to shoe insoles and fruits. *Scientific Reports*, 7, 6980.
- Ra, H. N., Kim, J. S., Kim, G. C., Choi, S. Y., Han, S. K., Chung, M. N., & Kim, K. M. (2018). Nutrient components and physicochemical properties of korean sweet potato according to cultivars. *Journal of The Korean Society of Food Culture*, 33(6), 597-607.
- Shin, D. S., Yoo, S. M., & Park, B. R. (2014). Quality characteristics of pumpkin paste by storage period according to starch type. *The East Asian Society of Dietary Life Conference*, 2014(5), 231.
- Shin, M. Y., & Lee, W. Y. (2011). Physical properties and preference of a steamed sweet potato slab after mild hot air drying. *Korean Society of Food and Cookery Science*, 27(2), 73-81.
- Teow, C. C., Truong, V. D., McFeeters, R. F., Thompson, R. L., Pecota, K. V., & Yencho, G. C. (2007). Antioxidant activities, phenolic and β -carotene contents of sweet potato genotypes with varying flesh colours. *Food Chemistry*, 103(3), 829-838.

Wu, X., Sun, C., Yang, L., Zeng, G., Liu, Z., & Li, Y. (2008). β -carotene content in sweet potato varieties from China and the effect of preparation on β -carotene retention in the Yanshu No. 5. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 9(4), 581-586.

Van Oirschot, Q. E., Rees, D., & Aked, J. (2003). Sensory characteristics of five sweet potato cultivars and their changes during storage under tropical conditions. *Food Quality and Preference*, 14(8), 673-680.

Yong, H., Wang, X., Bai, R., Miao, Z., Zhang, X., & Liu, J. (2019). Development of antioxidant and intelligent pH-sensing packaging films by incorporating purple-fleshed sweet potato extract into chitosan matrix. *Food hydrocolloids*, 90, 216-224.

Yoon, H., Jeong, O., No, J., Kim, W., & Shin, M. (2017). Development of sweet potato shaped rice madeira cakes using sweet potato paste with different cultivars. *Korean Society of Food and Cookery Science*, 33(1), 78-86.

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 농축산물안전생산유통관리기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 농축산물안전생산유통관리기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.