

8180
0202

문양이
새겨진
배의
과육
갈라짐
방지를
위한
문양들의
설계,
제작 및
재배
적용기술
개발

최
종
보
고
서

2019

농림식품기술기획평가원
농림축산식품부

보안 과제(), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개()발간등록번호(O)
농식품연구성과후속지원사업 2019년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003214-01

문양이 새겨진 배의 과육 갈라짐 방지를 위한 문양들의 설계, 제작 및 재배 적용기술 개발 최종보고서

2020.07.17.

주관연구기관 / 마니팜주식회사
위탁연구기관 / 부산대학교 산학협력단

농림축산식품부
농림식품기술기획평가원

제출문

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “문양이 새겨진 배의 과육 갈라짐 방지를 위한 문양들의 설계, 제작 및 재배 적용기술 개발”(개발기간 : 2018. 04. ~ 2019. 12.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2020. 07. 17.

주관연구기관명 : 마니팜주식회사 (대표자) 고영균

위탁연구기관명 : 부산대학교 산학협력단 (대표자) 최경민



주관연구책임자 : 유호준

위탁기관책임자 : 고종수

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

<보고서 요약서>

보고서 요약서

과제고유번호	818002 02	해당단계 연구기간	2018. 04. 30. - 2019. 12. 31.	단계구분	(2년 완료)/ (총 2년)
연구사업명	단위사업	농식품기술개발사업			
	사업명	농식품연구성과후속지원사업			
연구과제명	대과제명	(해당 없음)			
	세부 과제명	문양이 새겨진 배의 과육 갈라짐 방지를 위한 문양들의 설계, 제작 및 재배 적용기술 개발			
연구책임자	유 호 준	해당단계 참여연구원 수	총: 4 명 내부: 1 명 외부: 3 명	해당단계 연구개발비	정부: 86,000 천원 민간: 28,700 천원 계: 114,700 천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 6 명 내부: 2 명 외부: 4 명	총 연구개발비	정부: 150,000 천원 민간: 50,050 천원 계: 200,050 천원
연구기관명 및 소속부서명	마니팜 주식회사 개발팀			-	
국제공동연구	상대국명: -			상대국 연구기관명: -	
위탁연구	연구기관명: 부산대학교 산학협력단			연구책임자: 고종수	
※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음					
연구개발성과 의 보안등급 및 사유	일반				

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시 설·장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호		10-2019-0137216									
		10-2019-0150161									

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

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

요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다)

- 문양틀 관련 특허 2건 출원
- 배의 성장압력을 정량적으로 측정 가능한 임베디드 시스템 개발
- 시제품 판매를 통한 제품화 및 매출 발생
- 과피 찢어짐 방지 최적화 조건 분석
- 대량 생산이 가능한 플라스틱 소성가공기법을 적용한 생산방식 개발
- 적극적인 홍보전시를 통하여 목표 이상 초과달성

보고서 면수

48 페이지

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<p>○ 표면에 문양이 새겨진 새로운 개념의 배를 개발함에 있어, 문양이 새겨질 때 발생하는 측면방향의 압력으로 인하여 성장 중인 배의 내부 과육이 갈라지는 문제를 해결하는 기술을 개발하고, 문양배의 출시로 개발 기술을 검증한다.</p>				
<p>연구개발성과</p>	<p>○ 문양틀 형상 설계 - 측면방향의 압력을 최소화하면서 문양이 잘 새겨질 수 있는 문양틀의 폭과 높이 설계 기술을 개발</p> <p>○ 압력측정 - 문양배의 과육 갈라짐은 문양틀 적용 시, 문양틀에 의한 가로방향(측면방향)으로의 성장은 제한되는 반면, 세로방향(길이방향)으로의 성장은 상대적으로 커서 발생함, 측면방향으로 작용하는 압력을 측정하고, 문양이 안정적으로 새겨지는 범위내에서 가해지는 최소측면압력을 측정하고, 배 재배 시 이 압력이 작용할 수 있는 문양틀 구조를 제시</p> <p>○ 문양틀 제작 - 3D 프린팅과 사출성형 등 플라스틱 소성가공기법을 이용하여 최적 설계된 폭과 높이를 가지는 문양틀을 제작</p> <p>○ 문양틀의 배 재배 적용 - 제작된 문양틀을 배 재배에 적용하여 배 성장 과정에서 발생 할 수 있는 과육 갈라짐 여부를 시기별로 측정</p> <p>○ 원인 분석 및 개선안 제시 - 재배된 배를 전수 검사하여 문제점 발견 시 원인을 분석하고 개선</p> <p>○ 문양틀 심화적용 및 과수 확장성을 위해 배보다 단단한 과육을 가진 사과를 대상으로 문양이 새겨지는 테스트를 진행</p>				
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<p>○ 본 과제를 통하여 문양틀 적용 시 발생하였던 문제점인 배 과육 갈라짐을 해결하여, 문양이 새겨진 신개념 배가 탄생한다. 문양이 새겨진 배는 현재까지 전 세계에 출시된 바가 없으므로, 당사에서 개발한 배는 이전에 존재하지 않았던 새로운 형태의 프리미엄급 배 시장을 형성하는 시발점이 될 것으로 사료된다. 따라서, 국산 배의 국내 수요를 증진시킬 뿐만 아니라, 국제 수요를 유발하여 국제경쟁력을 높이는 촉매가 될 것임을 확신한다.</p> <p>○ 본 과제는 과학/농업/예술을 융합하여 전통적인 배 농업에 적용한 창발적 시도이다. 이러한 배는 단순히 식용과일로서의 역할을 넘어서, 아름다움과 의미를 전달하는 새로운 매개체로 자리매김하게 될 것이다.</p>				
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>문양틀</p>	<p>배</p>	<p>과육 갈라짐</p>	<p>압력</p>	<p>3D 프린팅</p>
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>Imprinting tool</p>	<p>Pear</p>	<p>Pulp crack</p>	<p>Pressure</p>	<p>3D printing</p>

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

<본문목차>

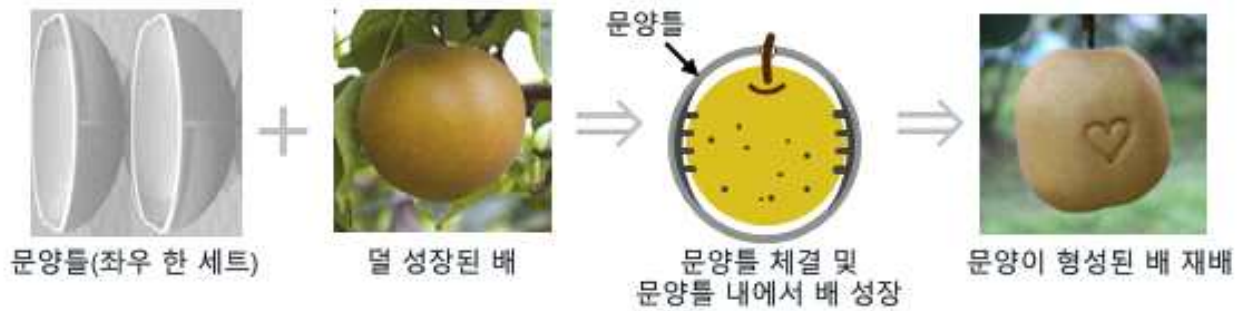
< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	1
1-1. 연구개발 목적	1
1-2. 연구개발의 필요성	1
1-3. 연구개발의 중요성	5
1-4. 연구개발 범위	5
2. 연구수행 내용 및 결과	6
2-1. 연구개발의 최종목표	6
2-2. 연차별 연구내용 및 결과	6
2-3. 연차별 연구성과 및 결과	32
2-4. 연구개발의 추진전략·방법 및 추진체계	36
2-5. 사업화 계획(해당 시 작성)	41
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	44
3-1. 목표	44
3-2. 목표 달성여부	44
3-3. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책	1
4. 연구결과의 활용 계획 등	46
4-1. 연구개발 결과의 활용방안	46
4-2. 기대성과 및 파급효과	46
붙임. 참고 문헌	48

1. 연구개발과제의 개요

1-1. 연구개발 목적

○ 연구개발 목적: 면에 표면에 문양이 새겨진 배 생산을 위한 공학적으로 최적화된 문양틀을 개발한다.



[그림 1] 당사에서 개발 중인 문양이 형성된 배 재배 개념도 및 재배 결과 예시

1-2. 연구개발의 필요성

가. 국내 기술 수준 및 시장 현황

(1) 기술현황



[그림 2] 케이스를 이용해 형태를 변형시킨 사각수박



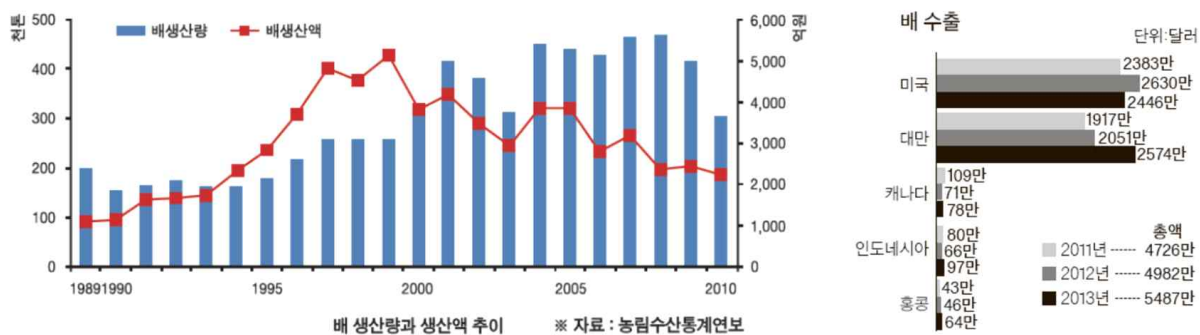
[그림 3] 과도한 변형으로 인해 먹을 수 없게 된 사각수박

○ [그림 2]에서 볼 수 있듯 형태를 변형한 사례는 존재하지만 단순히 외형을 억제하여 변형시키는 기술에 그치고 있다. 따라서 과도한 변형으로 인해 [그림 3]과 같이 대부분 먹을 수 없게 된다.

- 자사에서 구현하는 기술은 과실 원형을 살리면서 표면에 음각으로 의미를 부여하는 기술이다. 따라서 단순변형이 아닌 의미를 담은 프리미엄 과일로써의 고부가가치화가 가능해지고 원형을 살리기 때문에 충분한 당도도 확보한다.

(2) 시장현황

- 국내 배 총생산액은 약 2,500여 억 원 수준이다. 이 중, 나주배는 2015년 기준 전국 배 생산량의 20여%를 차지하며, 2,240여 농가에서 연간 7만6000여 톤의 배를 생산하여 1,200억 여 원의 소득을 올리고 있다. 나주배 전체 생산량 중 1%의 문양배를 생산하면, 문양키트 매출은 약 10억 원이다.
- 국내 배 수출량은 매년 증가하고 있으며, 2013년에 5,487만 달러를 수출하였다.(중앙일보, 2014.07.03.) 2019년에 주요 배 수출국인 미국, 대만, 베트남에 문양배를 수출을 진행할 계획이며, 수출용 문양배에 적용할 키트의 매출을 1억 원으로 예상하고 있으며, 이후 큰 폭으로 증가할 것으로 예상하고 있다.



[그림 4] 국내 배 총생산액(좌)과 수출액(우)

(3) 경쟁기관현황

- 경쟁기관 없음.

(4) 지식재산권현황

구분	지식재산권명	특징
국내	감귤 재배에 사용되는 과실 성형틀 장치 (한달선, 2003154230000)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 상하로 구분된 한 쌍의 성형틀이 집게에 연결된 형태 ▪ 스프링에 의존하므로, 성장 압력이 매우 큰 배의 경우 적용 불가
	박재배용 성형틀 (오숙희, 2004330260000)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 상하로 구분된 한 쌍의 박 성형틀에 넣고, 볼트 너트로 조여서 결합하는 구조 ▪ 체결 공정이 까다롭고 많은 노동력 필요
	과실 육성용 케이스 (김규석, 20041537801000)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 좌우 한 쌍의 성형 케이스를 결합하고, 단힘용 고 정구를 끼우는 방식 ▪ 성장 압력이 큰 배에는 고정구 적용 불가

(5) 표준화현황

- 자사가 최초로 개발한 기술이므로 표준화되어 있지 않음.

(6) 기술유출 방지대책

- 성형키트의 문양 디자인, 형상 설계 및 제작 등 자료로 남는 기술적인 부분도 중요하지만, 키트 체결 방법과 시기 등 무형의 재배 방법에 대한 노하우 또한 매우 중요하다. 이 같은 노하우는 매년 배의 생육상태를 육안으로 확인하고 결정하기 때문에 외부인이 기술적으로 파악하기 힘든 장점이 있다.
- 하지만 계획서, 보고서, 설계도 또는 제작품과 같이 유형의 산출물에 대해서는 기술유출 방지대책이 필요하다. 중요한 자료를 이메일로 송부할 경우, 첨부자료에 비밀번호를 부여한다. 또한 최종 보관하지 않을 작성서류는 반출을 삼가며, 기술자료는 파쇄 한다.
- 실험데이터, 새로운 아이디어 등 중요한 연구내용은 반드시 연구노트에 기재하고, 일반용지에 기재한 연구내용은 반드시 파쇄한다. 주간업무회의 시, 신규 아이디어에 대한 지적재산권 확보 필요성을 파악하여 가능한 한 빠른 시간 내에 지적재산권을 확보한다.

나. 국외 기술 수준 및 시장 현황

(1) 기술현황



[그림 5] 외형을 심하게 변형시킨 베트남의 수박



[그림 6] 표면에 상처를 내서 만든 일본의 헬로키티 멜론

- 국내에 비해 다양한 모양으로 기술이 적용되고 있다. [그림 5]에서 볼 수 있듯 한국정서에는 맞지 않지만 과격적으로 형태를 변형한 수박이 유통되고 있다. [그림 5]의 경우 사각 수박과 같은 기술이 적용된다. [그림 6]의 경우 표면을 캐릭터 모양으로 파서 상처를 낸 뒤 상처가 아무는 과정에서 남은 흉터로 표면특성을 부여한다.
- 국외 사례 중 [그림 5]는 비교적 변형이 쉽고 무른 과일에 한정된다는 한계점을 가진다.
- [그림 6]의 경우는 소수 과일의 특성을 이용한 것이므로 다양한 과일적용이 제한되고 수작업으로 진행되므로 생산성 및 경제성이 떨어진다. 자사의 기술은 과육이 단단한 과일에도 적용이 가능하고 간단한 문양틀 체결로 표면 특성을 부여하므로 생산성 및 경제성도 우위를 점한다.

(2) 시장현황



[그림 7] 프리미엄 시장을 형성 하고 있는 형태를 변형한 과일

- 국외의 경우 국내에 비해 외형을 변형시킨 과일의 가치를 높게 인식하고 있다. [그림 5], [그림 7]에서 볼 수 있듯 형태를 변형한 수박이 다양한 국가에서 높은 가격의 프리미엄 시장을 형성하고 있다는 것을 확인할 수 있다.

(3) 경쟁기관현황

- 경쟁기관 없음.

(4) 지식재산권현황

구분	지식재산권명	특징
국외	오이 재배통 (武田征男, 일본 /昭 51-30747)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 오이를 길쭉한 일자형으로 만들기 위한 오이재배통 ▪ 원형 튜브의 끝을 톱을 후 , 양쪽이 간단하게 걸리는 형태의 재배통 ▪ 성장 압력이 큰 배에는 적용 불가

(5) 표준화현황

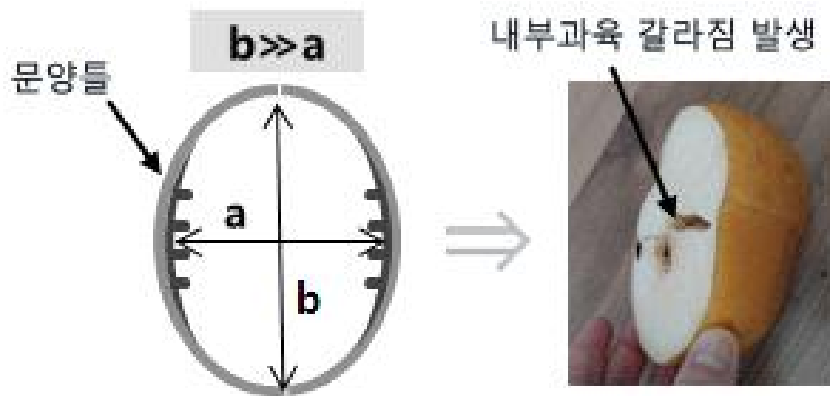
- 자사가 최초로 개발한 기술이므로 표준화되어 있지 않다.

(6) 기술유출 방지대책

- 위에 기술된 국내 방지대책과 동일하다.

1-3. 연구개발의 중요성

- 2000년을 정점으로 배의 생산과 소비가 큰 폭으로 감소하고 있으며, 현재도 회복의 기미가 보이지 않아 배 농가의 시름이 깊어지고 있다. 외국 과일의 국내 시장 잠식이 가속화되고 있으며, 종래의 대과, 고당도, 장기간 보관성 위주의 배 품종 선택이 현재의 핵가족화와 다양성 추구 시대에 오히려 걸림돌이 되고 있으며, 국산배의 경쟁력을 약화시키고 있다.
- 배 생산농가는 물론 관련 연구소, 유통업계에서도 현재 배 산업의 패러다임을 바꾸지 않고서는 앞으로 수입 과일과의 경쟁은 물론 국내 과일과의 경쟁에서도 설 자리를 잃을 수밖에 없다고 우려하고 있다. 배 산업에 대한 혁신적인 기술과 아이디어가 더해지지 않는 한, 전체적인 배 관련 산업의 몰락으로 귀결될 것으로 예상되고 있다.
- 국산배의 재도약을 위해서는 기존의 배 품종 개량연구 외에 새로운 예술적/공학적인 개념의 창발적 아이디어를 배에 적용하여 독창적인 브랜드화와 고부가가치화를 가능하게 하는 연구가 반드시 필요하다. 내부에 문양이 형성된 문양틀을 배에 체결하여 배의 표면에 문양이 형성된 배를 재배하는 기술을 개발하고 있다.
- 하지만, 당사에서 개발된 문양틀은 [그림 8]에서와 같이 문양틀의 폭(a)보다 높이(b)가 더 큰 형태로 인하여 재배된 배의 내부 과육이 갈라지는 불량 발생하였다. 이에 당사에서는 이러한 과육 갈라짐 문제를 해결하기 위하여 최적의 문양틀을 설계, 제작하고, 당사와 함께 제작된 문양틀을 현장 적용하고 그 결과를 토의할 수 있는 연구기관과 함께 문제를 해결하기를 희망한다.



[그림 8] 폭(a)보다 높이(b)가 큰 문양틀 형상으로 인하여 재배된 배 내부 과육 갈라짐 발생

1-4. 연구개발 범위

- 문양틀 구조의 폭과 높이 최적화 기술 : 공학적인 분석을 통해 과실의 모양(내부/외부)은 유지하면서 문양이 새겨 질 수 있는 형상을 설계한다.
- 강도와 유연성을 고려한 플라스틱 문양틀 제작 기술 : 단단한 육질을 가진 과실의 성장압력을 견딜 수 있는 문양틀을 설계하고 투명/불투명의 플라스틱 재질로 문양틀을 제작한다.
- 문양틀에 작용한 압력 측정: 제작한 문양틀의 측면방향으로 작용하는 압력을 측정하여, 문양배 생산에 적절한 압력범위를 알아낸다.

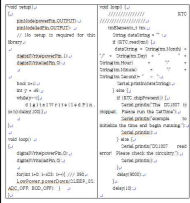

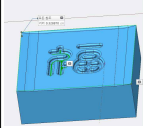



2. 연구수행 내용 및 결과

2-1. 연구개발의 최종목표

구분	내용
최종목표	○ 연구 개발의 최종목표: 표면에 문양이 새겨진 새로운 개념의 배를 개발함에 있어, 문양이 새겨질 때 발생하는 측면방향의 압력으로 인하여 성장 중인 배의 내부과육이 갈라지는 문제를 해결하는 기술을 개발하고, 문양배의 출시로 개발 기술을 검증한다.
세부목표	○ 문양틀 폭: 4 mm 이상 ○ 문양 면적: 30×15 mm ² 이상 ○ 문양 깊이: 0.5 mm 이상 ○ 문양배 당도: 12 Brix 이상 ○ 문양배 세계 최초 출시 및 판매

2-2. 연차별 연구내용 및 결과

가. 1차년도 연구내용 및 결과

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	연구개발 수행내용	연구결과
1차 년도 (2018)	문양이 새겨진 배의 과육 갈라짐 방지를 위한 문양틀의 설계, 제작 및 재배	<ul style="list-style-type: none"> 배의 측면 방향으로 작용하는 압력 측정 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 배 측면 성장에 따른 압력 측정용 임베디드 시스템 설계 재배 배의 개별 압력 데이터 최소 2,500개 이상 수집 가능한 시스템 제작 	 
		<ul style="list-style-type: none"> 문양틀 형상 설계 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 문양틀 직경 70 mm 이상 문양 면적 20×10 mm² 이상 문양 깊이 0.3 mm 이상 	
		<ul style="list-style-type: none"> 플라스틱 소성가공 기법을 이용한 문양틀 제작 	<ul style="list-style-type: none"> '福' 등 문양 5종 이상 문양과 배 체결부가 결합하는 결합형 구조의 문양틀 	
		<ul style="list-style-type: none"> 문양틀 배 재배에 적용 및 재배된 배 검사 	<ul style="list-style-type: none"> '福' 문양이 체결된 배의 30일 이상 성장 기간에 따른 압력 측정 재배된 배 검사 및 자료 정리 	 

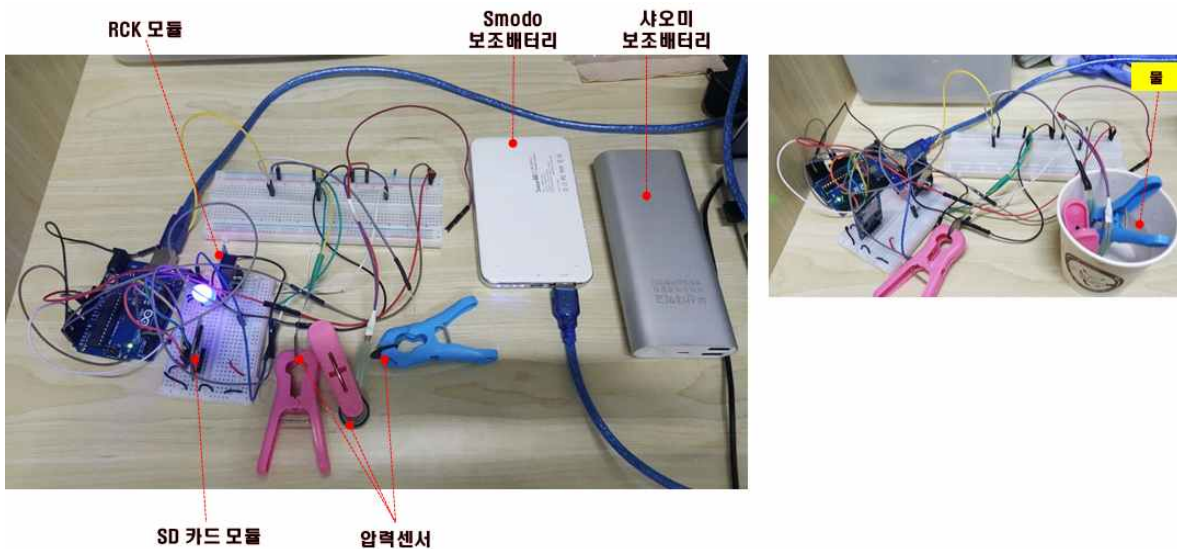
(1) 배의 측면 방향으로 작용하는 압력 측정 기술 개발

(가) 배 측면 성장에 따른 압력 측정용 임베디드 시스템 설계

① Pilot 제품 구성

㉞ 압력센서 3개 데이터 수집, SD 카드에 데이터 저장, 보조배터리로 전원 인가

- 아두이노 우노에 압력센서 3개를 아날로그핀에 연결하여, 데이터 수집
- SD카드에 요일, 년,월,일, 시간별 데이터 수집. 밧데리 교체할 경우, 밧데리 교체 시에도 임베디드 보드의 별도 작업 없이 전원 인가 후 자동으로 센서에서 수집한 데이터 SD 카드에 저장
- Smodo 6,400 mAh 보조배터리 46시간 정상 작동
- 샤오미 16,000 mAh 보조배터리 연결 1분 후 정지. 샤오미 배터리는 소비전력이 낮을 경우 자동으로 다운
- 오나 제품의 10,000 mAh 보조배터리도 연결 1분 후 샤오미 배터리와 동일한 현상 발생
- 별도의 승압장치를 연결하여 낮은 소비전력으로 인한 문제 해결 방법, Smodo 13,000 mAh가 정상작동 할 경우 Smodo 13,000 mAh 로 대체
- 상용 보조 밧데리는 임베디드 시스템의 저전력 모드에서 자동으로 꺼짐으로, 재현성 있는 시스템에 적용하기가 용이치 않음.



[그림 9] 압력센서 pilot 제품 구성(좌), 압력센서를 물에 입수 후 성능 평가(우)

(나) 압력센서 감지부 방수 테스트

- 제작된 회로에 연결된 압력센서 1개를 물이 담겨져 있는 종이컵에 입수 시켰을 때, 압력센서의 출력 신호가 정상적으로 출력되는지 실험하였음.
- 압력센서의 감지부는 방수 필름이 도포되어 있어, 물에 의한 영향이 없었으나, 압력센서와 연결된 전선 체결부가 물에 노출되었을 때 저항값이 불규칙적으로 출력되었음.
- 이를 통해, 압력센서와 결합되는 전선 체결부 방수 처리에 대한 추가적인 공정을 임베디드 시스템에 반영하였음.

(다) 외곽케이스 설계

① 외곽케이스(임베디드 시스템 보호 케이스) 구성

- 전체 외곽 크기: 190×290×100 (mm³)
- 내부 구성: 상단에 임베디드 보드 고정
하부에 2S4P(10,400 mAh) 배터리팩 고정
- 임베디드 보드는 피스로 고정되며, 하부 배터리팩은 벨크로 테이프(찍찍이)를 사용하여 탈부착
- 배터리팩은 10,000 mAh 용량의 배터리 다발로 구성되어, 배터리 충전시 배터리팩에 연결된 단자로 충전할 수 있음.
- 외곽케이스 구성: 외경 Φ19.5 mm 케이블그랜드 2개, 외경 Φ31 mm 케이블그랜드 1개, 뒷면에 배나무 고정 브라켓으로 구성
- 외경 Φ19.5 mm 케이블그랜드 2개는 내부의 열을 배출시키기 위한 목적으로, 외곽케이스에 삽인된 케이블그랜드 개구에 방충망을 부착하여, 곤충 유입 방지
- 외경 Φ31 mm 케이블그랜드는 압력센서 전선(10가닥)과 아두이노와 연결되기 위한 개구임.



[그림 10] 외곽케이스 크기와 외곽케이스 내부에 설치된 임베디드 시스템, 배터리팩



[그림 11] 외곽케이스 하부에 설치된 케이블그랜드와 케이블그랜드의 목적

(라) 재배 배의 개별 압력 데이터 최소 2,500개 이상 수집 가능한 시스템 제작

① 임베디드 시스템 목표 성능

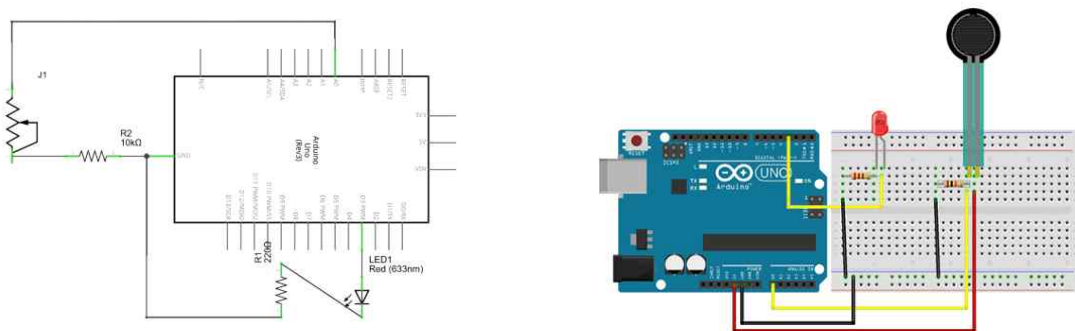
- 각각의 임베디드 시스템에 연결된 압력센서는 다수의 배에 체결되어, 30일 이상 배 성장에 따른 압력 데이터를 수집

- 압력센서와 연결 전선부 저항 및 출력값 보정
- 시스템 소비전력을 최소화 하기 위한 지원 보드 구성 및 프로그래밍
- 최소 30일 이상 사용할 수 있는 배터리팩 구성 및 배터리팩 제작
- 압력센서 연결단자 방수
- 압력센서 출력값에 대한 정량적 데이터 수집
- 압력센서와 임베디드 연결단자 라벨링하여 출력값 혼선 방지
- 시간별로 배 성장에 대한 압력 데이터 수집을 위한 프로그래밍

② 임베디드 시스템 제작

임베디드 시스템 프로그램 코딩

- 출력값 보정 슬립모드를 사용하기 위해서 시스템을 다시 깨어나게 하는 방법에 대해 고려하였음.
- Wake up을 위해 ㉠외부 인터럽트를 통한 Wake Up, ㉡내부 타이머를 통한 Wake Up, ㉢UART를 통한 Wake Up 에 대한 방법을 고려하였음.
- 일반적으로 ㉠외부 인터럽트를 통한 Wake Up, ㉡내부 타이머를 통한 Wake Up에서, 외부 인터럽트를 통한 Wake up은 인터럽트를 기다려야 하기 때문에 내부 타이머를 통한 Wake up 보다 소비 전력이 더 많이 필요. 그러나 ㉡내부 타이머를 통한 Wake Up은 타이머에 따라 정해진 시간에만 Wake up을 할 수 있음.
- 따라서 센서 사용 시간과 사용시간이 정해져 있다면 시계와 타이머를 이용해서 Wake up을 하는 것이 바람직함.
- ㉠외부 인터럽트를 통한 Wake Up 의 경우, 보드에 따라 인트럽트 기능을 사용할 수 있는 Pin이 한정적임. 아두이노는 pin 2, 3에 인터럽트가 할당되어 있고 이는 인트럽트 번호로 0과 1을 나타냄. 일반적인 코드에서 const int wakeUpPin = 2; //pin of interrupt 0 로 되어 있고, 인터럽트 설정 코드인 attachInterrupt(0, wakeUp, LOW); 에도 pin번호 2가 아닌 0으로 입력됨.



[그림 12] 임베디드 보드를 이용한 압력센서의 일반 회로도(좌), 아두이노를 사용하여 압력센서 단일 센서를 결합한 사례(우)

<pre> void setup() { pinMode(powerPin,OUTPUT); pinMode(ledPin,OUTPUT); // No setup is required for this library digitalWrite(powerPin,1); digitalWrite(ledPin,0); bool x=1; int y = 45; while(y--){ digitalWrite(ledPin, x>=x);delay(100);} } void loop() { digitalWrite(powerPin,0); digitalWrite(ledPin,0); for(int i=0; i<423; i++){ // 390 LowPower.powerDown(SLEEP_80, ADC_OFF, BCD_OFF); } } </pre>	<pre> void loop() { //////////////// RTC //////////////// tmElements_t tm; String dateString = ""; if (RTC.read(tm)) { dateString = String(tm.Month) + "/" + String(tm.Day) + " " + String(tm.Hour) + ":" + String(tm.Minute) + ":" + String(tm.Second) + " "; Serial.println(dataString); } else { if (RTC.chipPresent()) { Serial.println("The DS1307 is stopped. Please run the SetTime"); Serial.println("example to initialize the time and begin running."); Serial.println(); } else { Serial.println("DS1307 read error! Please check the circuitry."); Serial.println(); } } delay(9000); } delay(10); </pre>
---	---

[그림 13] 슬립모드 및 wake up 프로그램 코딩 내용 일부 캡처 화면

③ 압력센서 연결단자 제작

- 제작에 사용한 압력센서는 감지부와 연결단자부로 구성되어 있음.
- 압력센서 감지부 표면은 코팅 처리되어 있어, 생활 방수가 가능하나, 압력센서와 보드 연결단자는 방수 처리가 되어 있지 않아, 물에 접촉할 경우 압력값이 불안정하게 출력되어 과일 성장에 따른 압력값을 얻을 수 없음.
- 따라서, 압력센서 연결단자에 실리콘과 방수처리제를 사용하여 3중으로 방수처리를 진행하였음.



[그림 14] 실리콘 도포, 수축튜브 커버를 사용하여 압력센서와 실드선 연결부 방수처리 작업. 3회 처리

④ 임베디드 시스템 소비전력에 따른 전원부 제작

- 임베디드 시스템은 최소 5 V에도 작동 가능한 시스템임.

- Power supply에 5 V 전원을 인가했을 때 임베디드 시스템의 작동 유무를 확인하였으며, 제작한 배터리팩의 일일 소비전력을 점검하고, 1주일 동안 연속적으로 사용했을 때 사용 소비전력값을 통해 과수원에서 실제 사용 기간에 대한 사전 준비 작업을 진행하였음.
- 이를 통해, 배터리팩의 제작 개수와 교환 방법 등에 대한 보완책을 준비하여, 작업의 불안정성을 최소화 하였음.



5 V에서의 임베디드 시스템 작동 여부 평가 실험

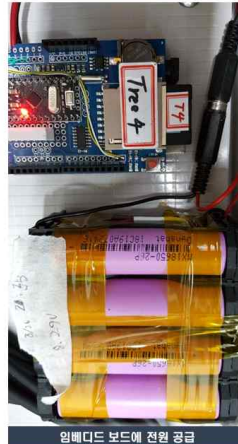


배터리팩 전원 측정

[그림 15] 5 V(최소전원) 전원 공급 하에서 임베디드 시스템 작동 평가 및 배터리팩 전원 측정



임베디드 보드 결함



임베디드 보드에 전원 공급

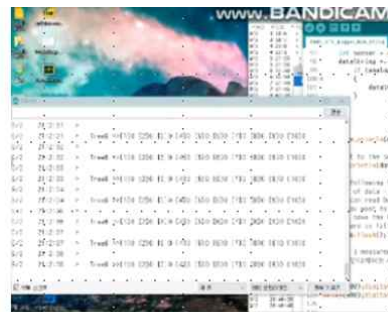


임베디드 보드 프로그램 업로드

[그림 16] 임베디드 시스템 어셈블리, 임베디드 시스템 전원 공급 및 시스템 프로그램 업로드



압력센서 신호 테스트 영상 화면 캡처



압력센서 출력값 영상 화면 캡처

[그림 17] 압력센서 신호 테스트 및 출력값 영상 화면 캡처

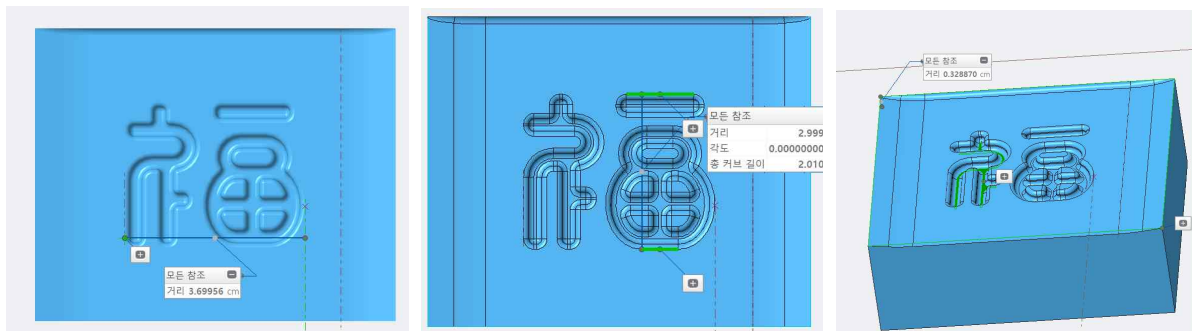


[그림 18] 하중에 따른 압력센서 출력 데이터 수집



[그림 19] 시스템 체결 대상 과수와 학교 인근 나무에 시스템 결합 후 사진

(2) 문양틀 형상 설계 기술 개발



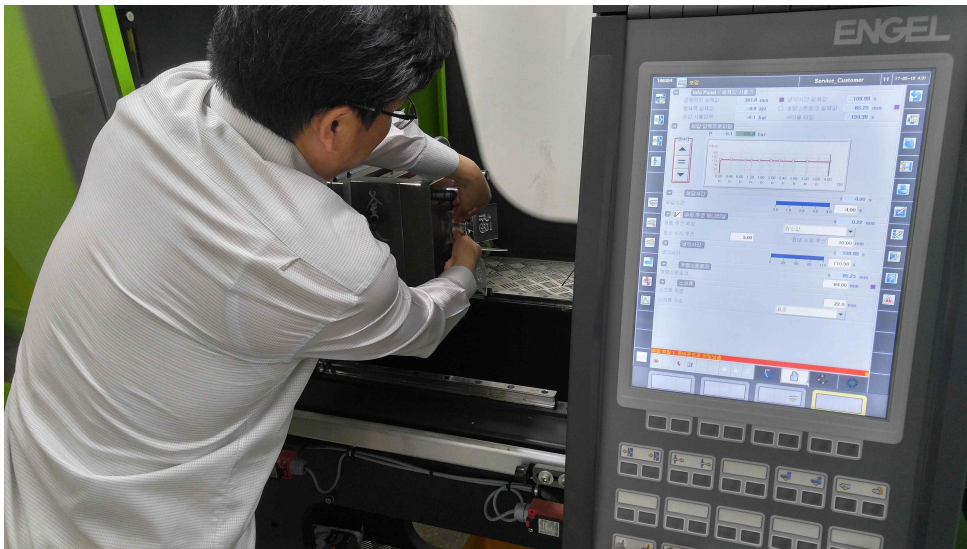
[그림 20] '福' 문양 형상 설계 후 가로(좌), 세로(중), 길이와 문양 깊이(우) 길이 값 측정 이미지

- 최적 성형을 위해서는 사용되는 성형 수지의 물성이나 특성은 물론 그 제품의 가공 공정에 따른 이점과 한계성을 파악하고, 문양틀을 제작하기 위한 예상되는 문제점에 대한 사전 조사를 진행하였음.
- 문양틀의 두께가 균일하지 않은 경우, 즉 두께의 단차가 큰 경우, 용융 수지는 흐름에 제한을 받지 않는 곳으로 우선적으로 흐르고 금형 냉각도 불균일하게 되어 싱크마크, 내부 기포, 뒤틀림, 성형 응력, 미성형 등과 같은 문제점이 발생할 수 있음.
- 문양에서 뾰족한 모서리는 수지 흐름에 장애가 되어 응력 집중 현상이 나타나며 그

부분은 깨지기 쉬움. 따라서 집중을 완화시키기 위한 필렛(fillet) 반경은 최소 0.4 mm 이상이 되어야 함.

- 또한 문양틀에 사용되는 플라스틱 원료는 수분의 영향을 받는 형태에 따라서, 흡수성 수지와 비흡수성 수지 두 종류로 구분됨.
- 흡수성 수지는 비흡수성 수지와는 달리 펠렛 속으로 수분이 흡수되며, 흡수된 수분이 제거되지 못한 상태에서 성형이 되면, 제품의 강도와 외관 품질이 크게 떨어짐. 수분 제거에는 건조 공기와 열이 필요하고, 원료 건조기는 열을 공급하는 것 외에도 공기 중의 수분 함량도 줄일 수 있어야 함.
- 이와 같이 문양에 사용할 공정과 재료에 대한 연구를 통해 ㉠ 문양 면적 37×30 mm², ㉡ 문양 깊이 3 mm, ㉢ 문양폭 2.8 mm 값을 갖는 문양틀 설계를 진행하였음.

(3) 플라스틱 소성가공기법을 이용한 문양틀 제작

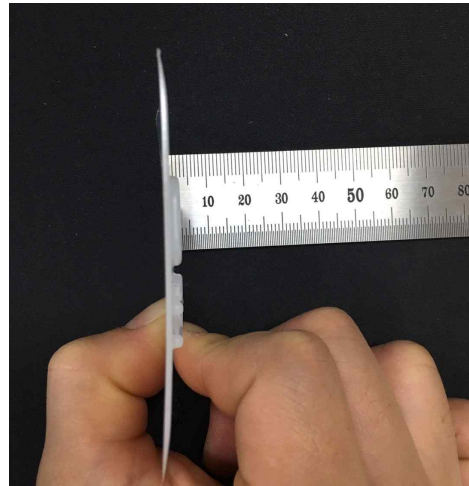
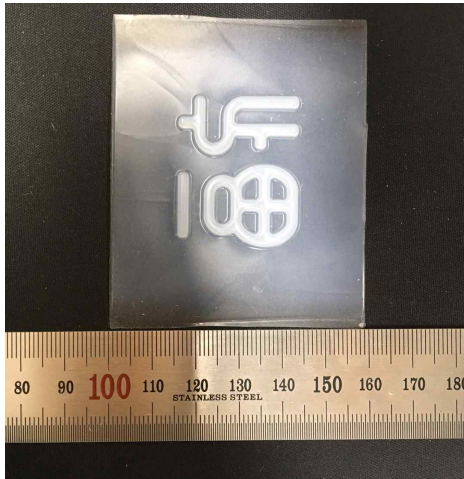


[그림 21] 플라스틱 소성가공기법을 이용한 ‘福’ 문양틀 제작 모습

- 플라스틱 소성가공기법은 제품 가공시 폴리머의 용융상태에서의 물성, 금형의 온도, 압력, 사출속도 등 아래와 같이 작업환경을 고려하여야 함.
- 우선 실린더에서 조정되는 온도는 용융 온도, 즉 용융 수지의 점도에 영향이 크며 온도가 너무 낮으면 흐름에 저항을 받게 되고, 캐비티에 충전시키기 위해 고압을 걸게 되는데 이 때문에 발생하는 내부 응력은 제품을 취약하게 함
- 금형 온도는 수지 흐름에 영향을 주는 중요한 요소이며, 나일론의 높고 예민한 용융점 때문에 비록 수지 점도가 낮을지라도 좁은 캐비티는 충전시키기 어려운 경우가 있으므로 용융물의 빠른 경화를 막기 위하여 금형 온도를 상대적으로 올릴 필요가 있음.
- 제작 압력은 제작 단계에서 실린더, 노즐, 스프루, 런너, 게이트 등, 특히 게이트에서 일어나는 압력 손실을 극복하기 위하여 충분한 사출 압력, 경우에 따라서는 기계의 최대 능력까지 사용하는 것도 있음. 특정 재료의 경우 예민한 용융점 때문에 재료가 쉽게 고화하는 경향이 있고 이는 용융물 통과 시 저항을 증가시키는 원인이 되어 불충분한 사출압은 금형에 작은 압력만 전달하게 되어 기포 현상(VOID) 이나 과도한

싱크 마크 및 웰드 라인 등과 같은 불량 원인이 되기도 함.

- 사출 속도는 일반적으로 얇은 부분은 빠르게 하고 두꺼운 부분은 기포 현상의 발생을 막기 위하여 사출 속도를 느리게 하여야 함.
- 정상적인 작업에서는 노즐에서 재료가 새는 것을 방지하기 위해서 단 몇 mm 의 suck back 또는 디컴프레션을 해 주며, 과도한 suck back 의 사용은 노즐을 통해 공기를 유입시키는 결과가 되어 성형품에는 변색 상태로 나타나는 재료의 산화에 원인이 됨.
- 스크류의 속도는 회전수로 나타내고, 대부분의 경우 80~150 RPM 이 적당함.



[그림 22] 플라스틱 소성가공기법을 통해 제작한 ‘福’ 문양(좌), 문양 깊이 측정 사진(우)

(4) 문양틀 배 재배에 적용 및 재배된 배 검사

(가) 문양틀 배 재배에 적용

- 문양틀이 과육배 성장에 미치는 압력을 측정하기 위한 임베디드 시스템을 제작하고, 이를 과수원에 설치하였음.
- 과육배의 성장에 따른 압력값 분석에 착오가 없게 측정용 배와 압력센서에 각각 라벨 링을 진행하였음.
- 제작된 임베디드 시스템은 약 30일 동안 배 성장과 문양틀 사이의 압력값을 측정하였으며, 측정된 성장배의 데이터량은 성장배 개별 최소 2,500개 이상, 시스템은 15,000 개 가량의 데이터를 시스템에 설치된 저장장치에 기록하였음.



임베디드 시스템 작동 점검



압력센서 과육배 설치



임베디드 시스템 과육배 설치 후

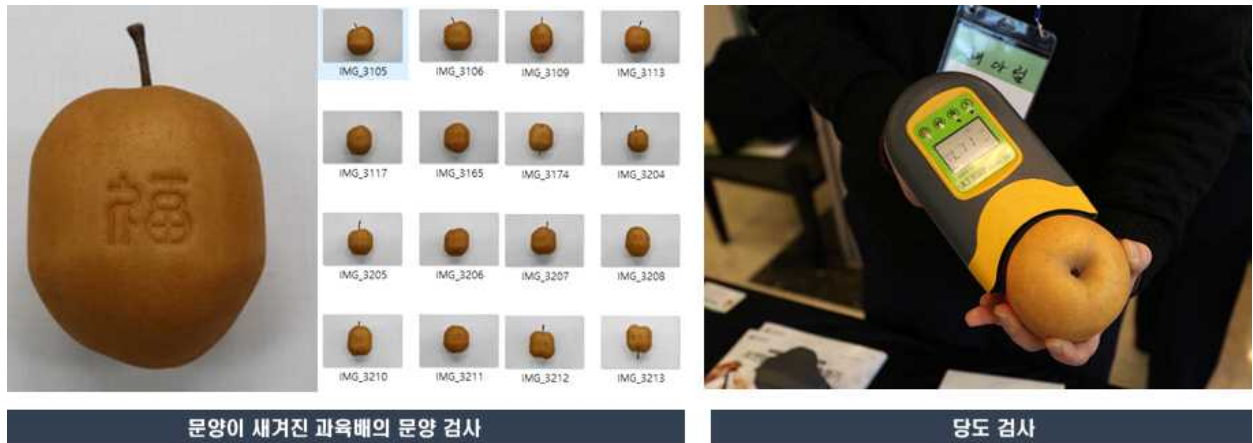
[그림 23] 임베디드 시스템에 설치된 압력센서를 과육배에 설치하고 있는 모습



[그림 24] 과육배에 설치된 압력센서 일체 수거하고 있는 작업 모습

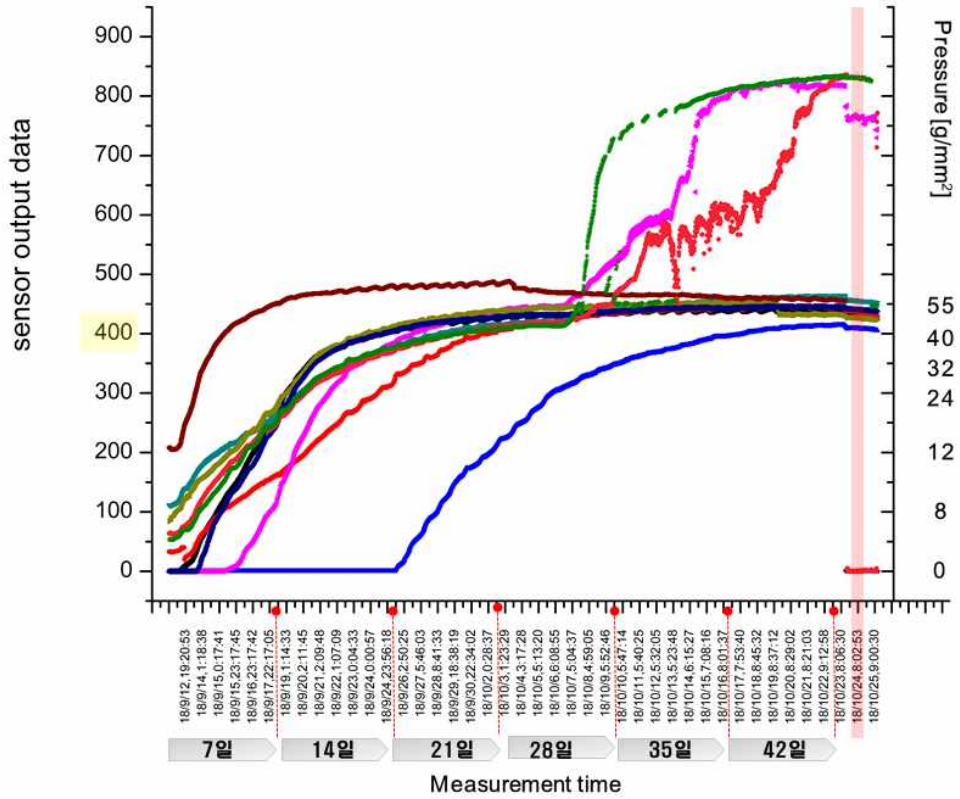
(나) 문양틀을 적용하여 재배한 배 검사

- 문양틀과 압력센서가 부착된 과육배를 회수하고, 회수한 배에 대한 분석을 진행하였음.
- 과육배 분석은 병충해, 태풍 등 자연적인 현상으로 인해 과육배의 성장에 문제가 생긴 것들을 우선 분류하고, 분류된 배들을 통해 압력과 배 성장에 대한 연관성을 검토하였음.

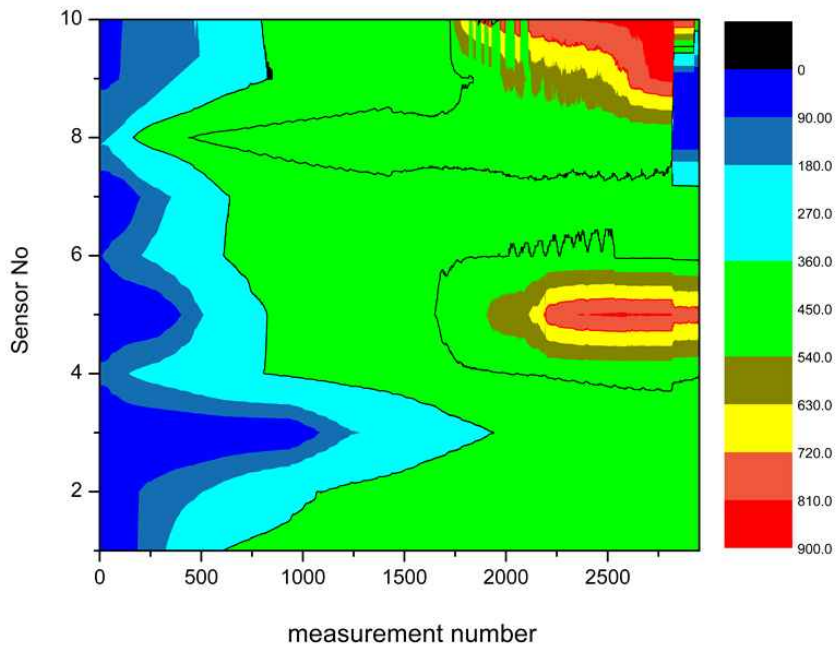


[그림 25] 문양이 새겨진 배 검사 사진

- 또한 임베디드 시스템을 통해 수집된 과육배 성장에 따른 압력센서의 출력값에 대한 그래프를 작성하였음.
- 압력센서 출력값은 센서 출력값 400에서 수렴하고 있으며, 이 때 압력은 약 55 g/mm² 이었음.



[그림 26] 임베디드 시스템을 통해 수집된 과육배 성장에 따른 압력센서 출력값 그래프

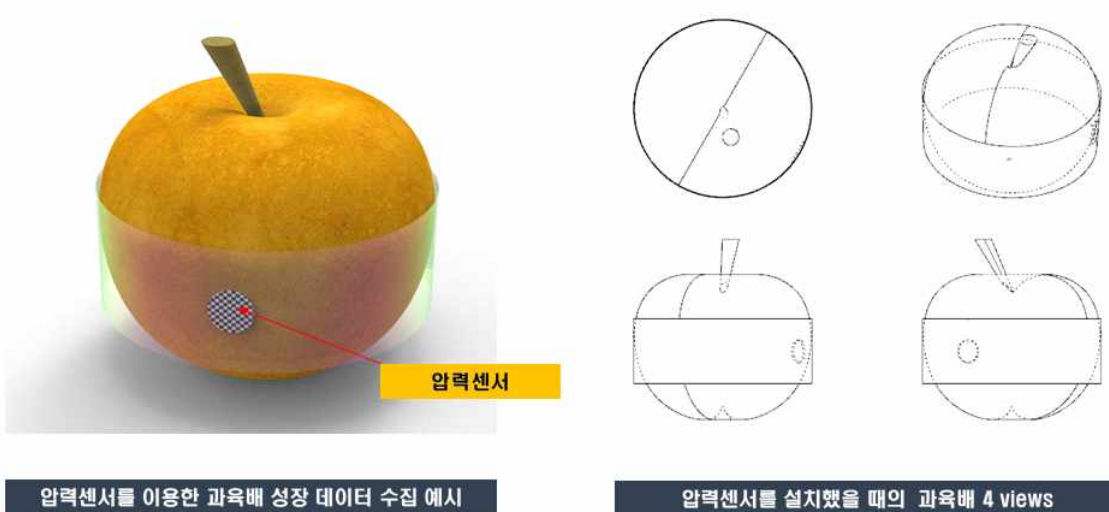


[그림 27] 임베디드 시스템을 통해 수집된 과육배 순번에 따른 압력센서 출력값 matrix 그래프

나. 2차년도 연구내용 및 결과

(1) 연구개발 목표

- 주관연구기관(마니팜(주)) : 과일 재배 나무와 기존에 보유하고 있던 문양틀을 이용한 과일 재배 기술 데이터를 제공하고, 문양틀 설계, 제작 과정에서 함께 참여한다. 특히, 문양틀 체결과 배 재배는 당사의 책임 하에 공동 진행한다. 이와 더불어, 당사는 기술 개발기관에서 개발하는 모든 과정에 함께 참여하며 개발에 도움을 줌과 동시에 개발된 기술을 습득한다.
- 위탁연구기관(부산대학교산학협력단) : 공학적인 전문 기술이 필요한 영역을 집중적으로 개발한다. 특히, 배의 측면 방향으로 작용하는 압력 측정, 최적의 문양틀 형상 설계 기술을 개발하고, 이를 바탕으로 플라스틱 문양틀을 제작한다. 새로운 아이디어를 당사와 공동으로 특허 출원 진행한다. 개발된 기술을 당사에 피드백함과 동시에, 당사 연구진이 이해할 수 있도록 기술교육을 제공한다.



[그림 28] 압력센서를 이용한 과육배 성장 데이터 수집 방법 예시(좌), 4방향으로 바라본 센서가 부착된 과육배의 모습(우)

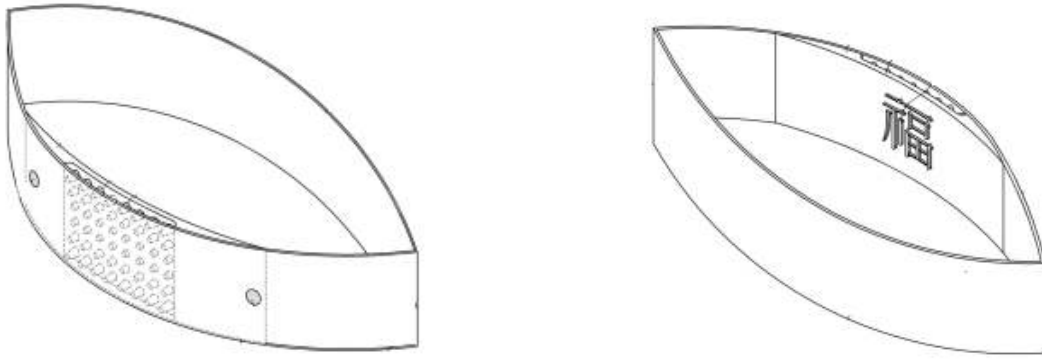
(2) 연구개발 수행내용 및 결과

(가) 문양틀 형상 설계: 측면방향의 압력을 최소화하면서 문양이 잘 새겨질 수 있는 문양틀의 폭과 높이 설계 기술을 개발한다.

① 문양틀 보조용 지지부재

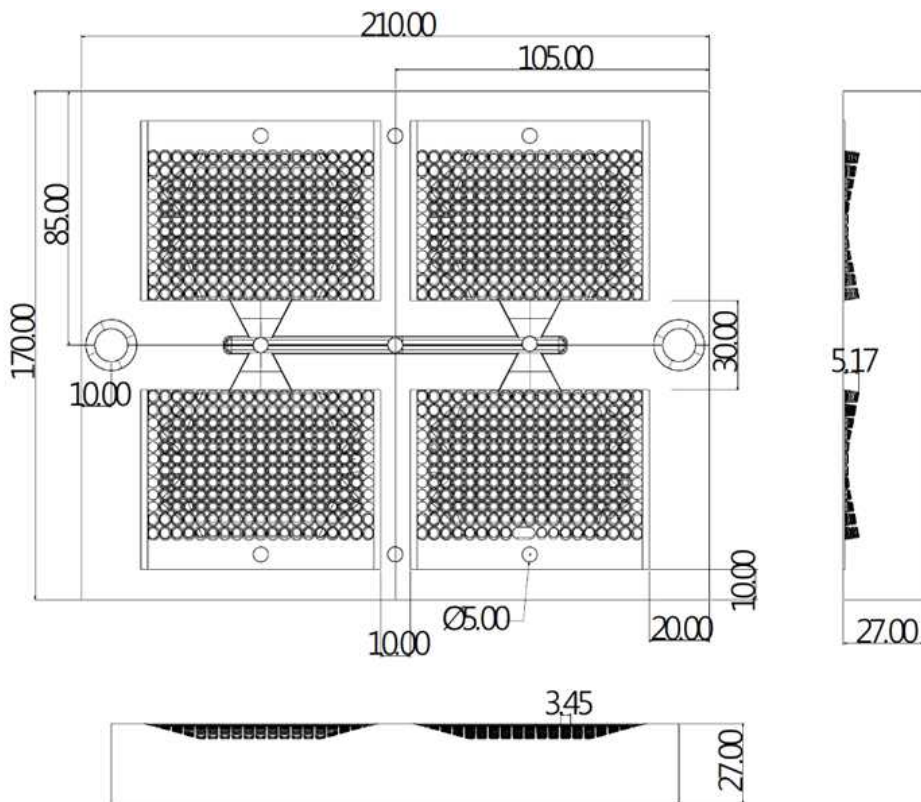
㉠ 문양틀 보조용 지지부재 설계

- 곡률이 형성되어 있는 성장배의 표면에 상대적으로 편평한 문양틀을 성장배 표면에 밀착시키기 위한 지지부재를 설계
- 그림 29에 문양틀과 문양틀 체결부 사이에 삽입되는 지지부재를 나타내었음.
- 지지부재는 길이가 다른 곡률변환용 돌기가 전면에 형성되어 있어, 문양틀이 성장배 전면에 새겨질 수 있게 문양틀을 지지함.



[그림 29] 문양틀 체결부 안쪽에 부착된 지지부재(좌), '福' 문양과 문양틀 체결부 사이에 결합된 지지부재(우) 예시

- 지지부재는 형성된 곡률돌기는 중앙은 길고, 테두리로 오면서 점점 길이가 짧아지는 곡률돌기가 일정하게 배열되어 있음.
- 이는 상하 방향으로 외측돌기의 길이가 내측돌기의 길이보다 길게 형성하여, 곡률돌기의 꼭지를 연결한 가상의 선이 C 형상의 곡률을 이루도록 형성됨.



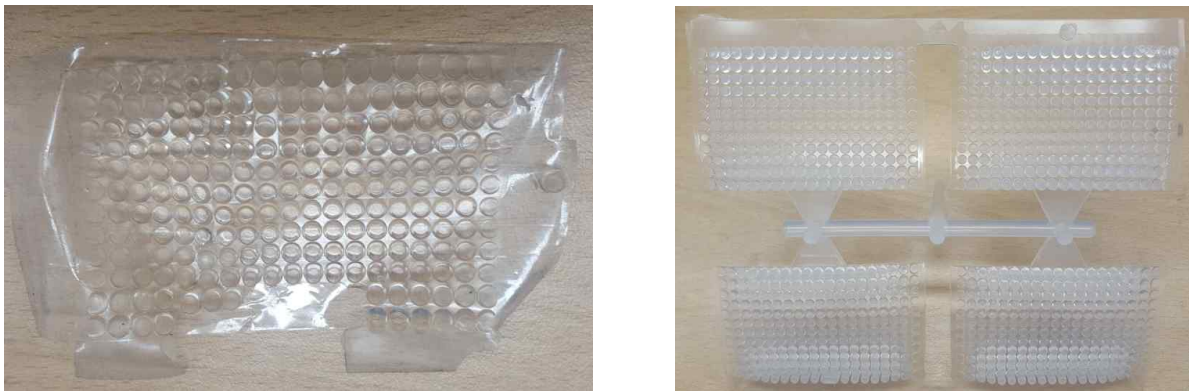
[그림 30] 지지부재 4개로 구성된 금형의 치수 및 도면 예시

⊕ 문양틀 지지부재 PDMS 캐스팅

- PDMS(polydimethylsiloxane)를 사용하여, 지지부재 설계 내용에 대해 검토를 진행하

였음.

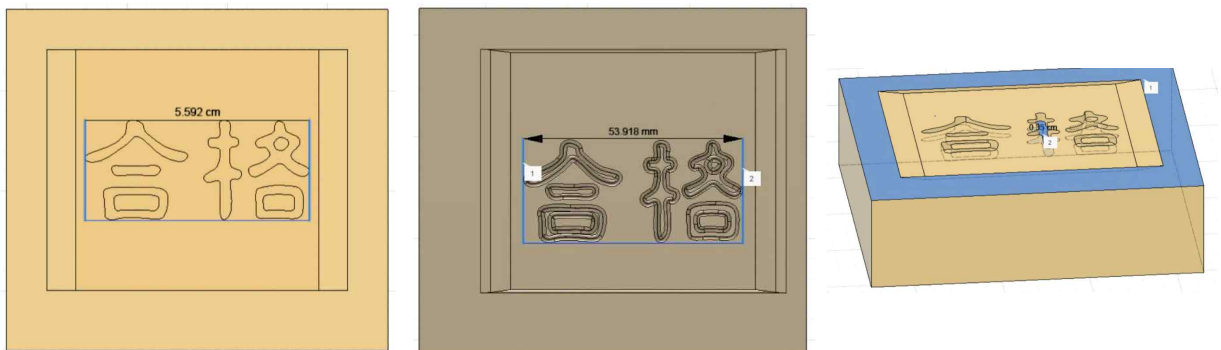
- 지지부재는 PDMS 원료를 직접 가교 반응시켜 제작. PDMS는 탄소-탄소 이중 결합을 기본으로 하는 뷰타다이엔 고무와 비교해 열적, 화학적 안정성 및 투명성이 우수한 특징을 가짐.
- PDMS는 기본적으로 실리콘-산소 결합의 반복 구조를 뼈대로 하는 실록세인 고분자이며 통상적으로 고무(elastomer, or rubber)라 하면 위의 고분자들이 서로 가교 반응을 통해 물리적 변형에 대한 복원력을 가지고 있는 물질을 의미
- 테스트에서 사용하는 Sylgard 184는 사슬 길이가 짧은 실록세인 올리고머(siloxane oligomer)에 포함된 Vynly기와 가교제에 포함된 실리콘 하이드라이드 (Si-H)가 유기 금속 촉매에 의해 Si - CH₂ - CH₂ - Si 결합을 이루는 가교 반응을 이용하여 열적·화학적 안정성, 투명성이 좋은 실리콘 고무를 형성
- 이러한 반응의 장점으로는 반응 부산물이 없으며, 가교제의 혼합비를 조절하여 고무의 탄성을 조절할 수 있고, 열을 가함으로써 가교 반응을 촉진시킬 수 있음.



[그림 31] PDMS 캐스팅 후 지지부재(좌), 사출성형 후 지지부재(우)

② 문양틀 설계

- 문양틀은 체결부 내측면에 결합되어, 일정 크기 이상의 힘이 과육배에 작용하면 문양틀의 문양이 과육배에 새겨질 수 있도록 문양틀 크기를 설계
- 문양틀 금형의 설계값은 문양 면적 54 × 26 (mm²), 문양 깊이 2.3 mm
- 문양틀은 사출성형으로 제작됨으로 문양틀 설계 시 아래와 같은 항목을 설계에 고려함.



[그림32] ‘شم恪’ 문양 형상 설계. 가로 폭(좌), 세로 폭(중), 문양 폭과 3차원 모양(우)의 문양 이미지

㉠ 파팅라인 설계

- 금형의 열림 방향에 수직으로 작성
- 금형 가공상 경사로 하는 것이 쉬울 때는 경사면 또는 곡면으로 진행하나, 파팅면이 평면일 때가 가장 좋으므로 평면으로 설계
- 파팅라인면 바로 윗부분에 단을 주는 방식을 택하여 거스러미 발생 시 제거의 용이성 검토
- 성형품이 가동측이나 고정측 한쪽에서 성형이 되도록 파팅라인을 선택하여 빼기 구배를 고려

㉡ 문양틀 형상 설계

- 수지의 살두께 결정

표 1. 수지의 살두께 범위

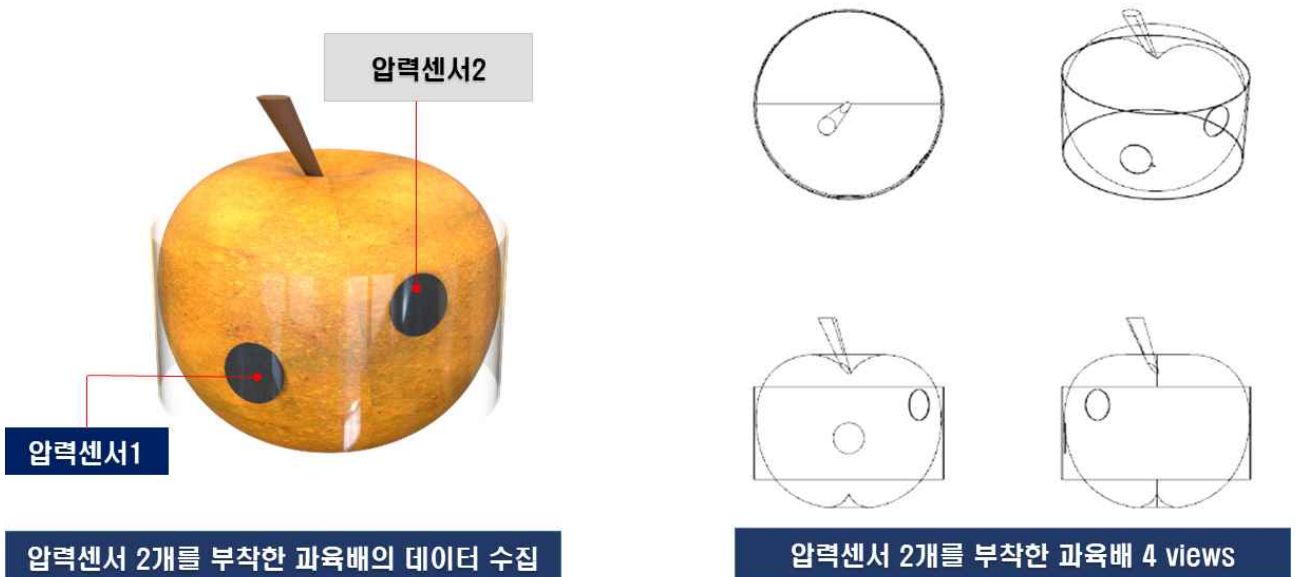
수지명	수지온도(℃)	사출압력(kg/cm)	금형온도(℃)	살두께(mm)
폴리에틸렌(PE)	300~300	600~1500	40~60	0.9~4.0
폴리프로틸렌(PP)	160~260	800~1200	55~65	0.6~3.0
ABS	200~260	800~2000	40~60	1.5~4.5
폴리카보네이트(PC)	280~320	400~2000	90~120	1.5~5.0

- 성형품의 강도를 보강할 필요가 있는 경우는 리브나 보스를 설치
- 전 제품에 걸쳐 가능한 균일한 살두께를 유지하도록 설계
- 한 부품 내에서 서로 다른 살두께가 균일하게 되지 않으면 경사로 연결됨으로 주의
- 빼기 구배
 - 금형을 열고 성형품을 취출할 때 성형품을 변형 없이 취출하기 위해 파팅면에 수직인 제품면에 빼기 구배를 갖게 문양에 라운딩 값을 부여
- 구멍의 설계
 - 구멍과 구멍의 피치는 구멍지름 5 mm의 2배 이상이 되도록 제작
 - 구멍과 성형품 가장자리와의 거리는 구멍에 하중이 작용할 땐 구멍지름의 3배 이상, 하중이 작용하지 않을 땐 구멍지름의 1.5배 정도를 띄웁.
 - 성형재료가 흐르는 방향에 수직인 구멍에 코어핀을 설치할 경우, 구멍의 크기가 직경 1.5 mm 이하인 경우 깊이는 구멍의 직경을 넘지 않고, 직경 3 mm보다 클 경우 직경의 두 배보다 작게 함.

표 2. 구멍 및 축에 대한 성형품 공차

구분	구멍 또는 구멍에 준하는 것	축 또는 축에 준하는 것
10 이하	+ 0.15	-0.2
10 이상 30 이하	+0.2	-0.25
30 이상 50 이하	+0.3	-0.3
50 이상 80 이하	+0.4	-0.4
80 이상 120 이하	+0.5	-0.5
120 이상	+0.6	-0.6

(나) 압력 측정: 문양배의 과육 갈라짐은 문양틀 적용 시, 문양틀에 의한 가로방향(측면방향)으로의 성장은 제한되는 반면, 세로방향(길이방향)으로의 성장은 상대적으로 커서 발생함. 측면방향으로 작용하는 압력을 측정하고, 문양이 안정적으로 새겨지는 범위 내에서 가해지는 최소측면압력을 측정하고, 배 재배 시 이 압력이 작용할 수 있는 문양틀 구조를 제시한다.



[그림 33] 압력센서 2개를 부착한 과육배의 성장 데이터 수집 예시(좌), 4방향으로 바라본 센서가 부착된 과육배의 모습(우)

- 문양틀 중앙에 압력센서1을 부착하여, 측면방향으로 작용하는 압력 데이터 측정
- 또한, 문양이 안정적으로 새겨지는 범위와 배 재배 시 문양틀 새겨지는 정도를 알기 위한 데이터 수집용으로 체결부 상단에 압력센서2를 부착

- ① 문양배 성장 압력측정용 임베디드 시스템 제작
- ② 실드선 처리

- 신호에 혼입하는 노이즈에 의해, 압력센서의 신호값이 불규칙적으로 나타날 수 있음.
- 이러한 노이즈에 의해 시스템이 오동작, 시스템 트러블이 되는 일이 발생
- 노이즈 대책으로서 변환기, 수신 계기 등 신호를 받는 계기에, 노이즈를 제거하는 필터를 부가할 수 있으나, 계기의 응답속도를 늦어지게 하므로 펄스성의 신호를 취급하는 경우에는 적합하지 않음.
- 무엇보다 바람직한 노이즈 대책은, 노이즈를 신호에 혼입시키지 않는 것임.
- 노이즈 혼입을 막기 위한 방법 중 압력신호선에 실드(shield)선을 사용하여 임베디드 시스템을 구축하였음.
- 실드는 1점으로써 완전하게 접지하였음.

㉠ 압력센서 연결단자 제작

- 과육배를 보호하는 봉지는 나방의 애벌레가 침투하지 못하도록 봉지 끝단에 가는핀으로 묶는데, 별도의 처리없이 2개의 실드선을 삽입하게 될 경우 실드선이 배 보호 봉지 끝을 벌리게 되어 해충이 과육배에 침범할 수 있음.
- 따라서 2개의 압력센서가 하나의 과육배에 안전하게 부착될 수 있도록, 압력센서와 연결되는 실드선의 외피를 제거하여 최대한 전선을 가늘게 처리하였음.
- 또한, 방수액과 실리콘을 압력센서 및 실드선 연결부에 도포하고, 방수튜브로 연결부를 감싼 뒤 방수튜브를 열압착시켜 물이 침투하지 못하게 하였음.
- 제작된 압력센서 연결단자를 물이 담겨 있는 플라스틱 비커에 넣고 압력센서 신호가 정상적으로 발신되는지 확인하였음.
- 방수테스트 결과 약 10개의 압력센서에서 무한대 값이 출력되는 등 압력센서에서 누수로 인한 신호현상을 발견하였음.
- 이는 압력센서 회로가 형성된 하부와 하부를 보호하기 위한 상부의 접착불량으로 인해, 상하부 틈으로 물이 들어가 회로부가 손상된 것임을 확인하였음.
- 불량센서를 다시 정상센서로 대체하고, 문양틀 체결부와 동일한 재질의 플라스틱 필름 사이에 압력센서를 넣은 후 플라스틱 필름을 압착하였음.
- 추가적인 방수테스트 실험에서 압력센서의 정상신호를 확인하였음

㉡ 임베디드 시스템 단자함 통기부 방수 처리

- 18650 배터리팩과 임베디드 시스템의 과열방지를 위해 시스템 박스 하부에는 통기 구멍 두 개가 형성되어 있음.
- 통기 구멍을 통해 외부의 비나 이슬 물 등이 유입되어, 시스템에 심각한 문제를 발생시킬 수 있음. 이를 방지하기 위해 부산대에서 제작한 통기방수 나노필터를 부착하여, 외부에서 유입하는 물을 차단 하였음.

② 임베디드 시스템 소프트웨어 로딩

- 임베디드 시스템에 아래의 프로그램을 입력할 때 RTC 라이브러리와 SD card 라이브러리를 추가하였음.
- 추가내용과 기존내용이 충돌하여, 정상적으로 작동하지 않는 문제가 발생하였음. 이를



수축튜브 열압착



연결단자 방수처리



물에 투입된 압력센서들

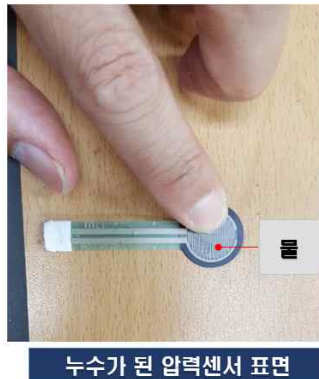


방수테스트에서 압력센서 출력신호 점검

< 압력센서와 실드선 연결부 방수처리 및 압력센서 방수테스트 >



누수가 된 압력센서 틈

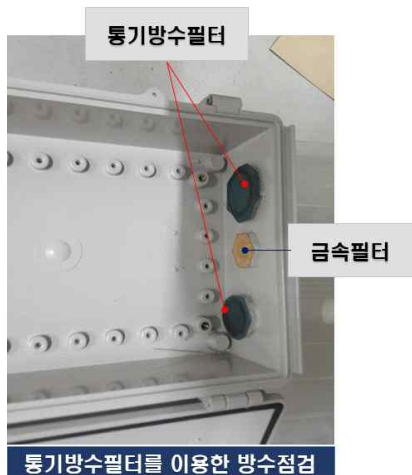


누수가 된 압력센서 표면



누수 후 압력센서 상하부 분리

< 방수테스트 후 누수 현상이 발생한 압력센서 >

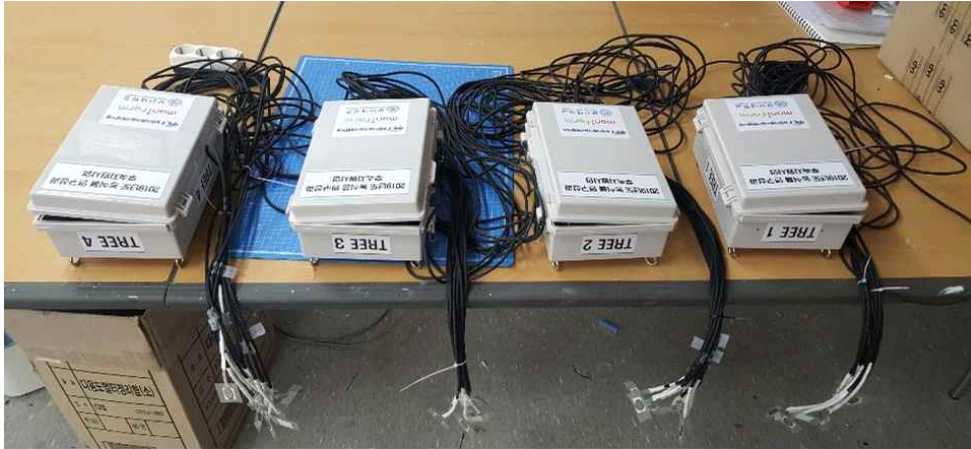


통기방수필터를 이용한 방수점검



외부수압에 따른 박스 방수점검

< 임베디드 시스템 단자함 통기부 방수처리 >



압력센서 임베디드 시스템 과육배 설치 전

[그림 34] 임베디드 시스템 제작

해결하기 위해 작업 컴퓨터의 저장경로에 있는 기존 라이브러리를 삭제한 후 새로운 라이브러리를 추가하여 시스템의 정상작동을 진행하였음.

- 새 라이브러리 추가 작업 때, 임베디드 시스템을 구성하는 보드의 개별 라이브러리를 정리하였는데, 보드 제조사에 따라 라이브러리 내용이 다르므로 제조사에 맞는 라이브러리를 찾아 시스템에 적절하게 반영하여야 함.
- 또한, 임베디드 시스템의 저전력 모드를 관리하는 소프트웨어를 정리하여 압력센서 임베디드 시스템에 적용하였음.
- 일정 시간마다 압력센서를 작동시켜 수집한 데이터를 저장하는 임베디드 시스템의 코딩 내용은 다음과 같음.

```

#include "LowPower.h"
/// Data Logger
#include <SPI.h>
#include <SD.h>
const int chipSelect =10; //////////////////////////////////// 칩셀렉트 ////////////////////////////////////
const int LedPin = 4;
File dataFile;
/// RTC
#include <Wire.h>
#include <TimeLib.h>
// #include <DS1307RTC.h>
#include "RTCLib.h"
RTC_PCF8523 rtc;
void setup() {
    Serial.begin(9600);

```

```

////////// RTC ////////////
if (!rtc.begin()){
  Serial.println("Couldn't find RTC");
  while (1);
}
if (! rtc.initialized() ) {
  Serial.println("RTC is NOT running!");
  // following line sets the RTC to the date & time this sketch was compiled
  rtc.adjust(DateTime(F(__DATE__), F(__TIME__)));
  // This line sets the RTC with an explicit date & time, for example to set
  // January 21, 2014 at 3am you would call:
}
Serial.print("Initializing SD card...");
// make sure that the default chip select pin is set to
// output, even if you don't use it:
pinMode(SS, OUTPUT); //// Default 53
pinMode(LedPin,OUTPUT); //LED
////////// SD Card ////////////
// see if the card is present and can be initialized:
if (!SD.begin(10,11,12,13)) {
  Serial.println("Card failed, or not present");
  // don't do anything more:
  while (1) ;
}
Serial.println("card initialized.");
// Open up the file we're going to log to!
dataFile = SD.open("Tree1.txt", FILE_WRITE);////////// Tree ## ////////////
if (! dataFile) {
  Serial.println("error opening Tree1.txt");
  // Wait forever since we cant write data
  while (1) ;
}
Serial.println("Start...");
// wait for serial port to connect. Needed for Leonardo only
}
bool x=0;
void loop() {
  //////////// RTC ////////////
  DateTime now = rtc.now();

```

```

String dataString = String(now.month()) + "/" + String(now.day()) + " " + String(now.hour())
+ ":" + String(now.minute()) + ":" + String(now.second())+ " > ";
Serial.println(dataString);
delay(10);
////////// Data Logger //////////
dataString += String (" Tree1 >>");
// make a string for assembling the data to log:
int idx=0;
// read three sensors and append to the string:
for (int analogPin = 6; analogPin < 16; analogPin++)
{
    idx++;
    int sensor = analogRead(analogPin);
    dataString += String("[")+String(idx) + String("]") + String(sensor) ;
    if (analogPin <15)
    {
        dataString += " ";
    }
}
dataFile.println(dataString);
// print to the serial port too:
Serial.println(dataString);
// The following line will 'save' the file to the SD card after every
// line of data - this will use more power and slow down how much data
// you can read but it's safer!
// If you want to speed up the system, remove the call to flush() and it
// will save the file only every 512 bytes - every time a sector on the
// SD card is filled with data.
dataFile.flush();
// Take 1 measurement every 500 milliseconds
// LED 인디케이트
delay(500);digitalWrite(LedPin,x=!x);
delay(500);digitalWrite(LedPin,x=!x);
}
/// Loop

```

(다) 문양틀 제작: 3D 프린팅과 사출성형 등 플라스틱 소성가공기법을 이용하여 최적 설계된 폭과 높이를 가지는 문양틀을 제작한다.



[그림 35] 플라스틱 소성가공기법을 이용한 문양틀 제작

- 사출성형 중 열가소성 사출공정에 대한 일반적인 작업구성은 ①가소화(계량)단계, ②충진 단계(1차 가압), ③보압 단계(2차 보압), ④냉각 단계, ⑤성형품 이형 단계, ⑥재료 재공급 단계(계량) 6단계임.

① 가소화 단계

- 펠릿(Pellet)이나 분말 상태로 된 플라스틱 원료는 중력에 의해서 호퍼를 통하여 회전하고 있는 스크류의 후부 날개 부분으로 이송되고, 스크류가 회전하면서 후퇴하는 동안 실린더의 선단 부분으로 이송 원료가 실린더의 선단 부분으로 이송되는 동안 딱딱한 상태의 원료는 실린더를 에워싸고 있는 밴드 히터로부터 전도된 열과 원료에 작용되는 전단력에 의해서 발생하는 마찰열에 의해 글라스 전이 온도(Glass Transition Temperature : Tg) 이상으로 되면서 연화된 후 용융 상태로 상이 바뀌게 되는 것 (可塑化, plasticization, 재료에 소성을 부여하여 유동하기 쉽게 하는 것)

② 충진 단계(1차 가압)

- 사출은 크게는 충진 단계와 보압 단계로 나뉜다. 스크류의 후부 부분에 부착된 유압 실린더의 힘으로 스크류가 앞으로 전진 이때 실린더의 선단 부분에 있는 용융된 원료는 금형의 캐비티 내부로 신속히 흘러 들어가 캐비티를 충진시킴.

③ 보압 단계

- 용융원료로 금형이 충진되면서, 금형 내부의 압력은 급격히 증가되고 성형된 제품은 표면부터 냉각되기 시작, 냉각되면서 수축이 발생하고, 수축으로 줄어든 체적을 보상하기 위해서 스크류가 앞으로 더 전진, 사출압력이 유지되는 동안 게이트가 굳어질 때까지 용융원료는 캐비티 내로 흘러 들어가게 됨. 이것을 패킹이라 하며 가해지는 힘을 보압이라 함.

④ 냉각 단계

- 성형이 완료된 후 고온의 수지를 냉각시키기 위해 냉각 매체(물, Oil)를 공급하는 과정
- 보압이 끝난 후 게이트가 응고하게 되고 스크류가 후진하기 시작함, 더 이상의 열량 공급이 없으며, 수지의 열이 금형을 통하여 냉각 채널 내 냉각수로 전달되어 수지가 냉각됨.
- 생산성 향상을 위한 냉각 효과 및 제품의 균일한 온도분포 유지의 2가지 측면 고려

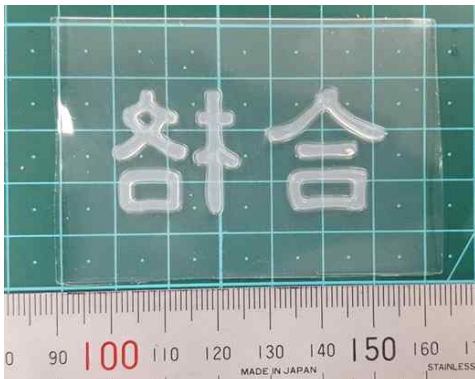
- 실제 성형 시 제품의 온도가 완전히 균일해질 때까지 기다리지 않음. (제품이 냉각되어 자중 때문에 굽힘 변형이 발생하지 않을 정도의 강성을 갖게 되면 캐비티에서 취출함)

⑤ 성형품 이형 단계

- 성형된 제품이 변형 온도 이하로 충분히 냉각된 뒤 금형이 열리면서 제품이 금형으로부터 빠져나오게 되는 것

⑥ 재료 재공급 단계

- 금형이 열려있는 동안(이형 전부터 진행됨) 스크류가 회전하며 뒤로 후진하는데 이때 성형재료(Pellet)가 호퍼로부터 가열 실린더로 공급되는 것을 계량이라 하며, 이형 후 금형이 닫히며 금형 조임(Mould Clamping)에 들어가게 되면 앞 공정을 계속 반복하는 것이 사출 공정임.



[그림 36] 플라스틱 소성가공기법을 통해 제작한 ‘합격’ 문양(좌), 문양 깊이 측정 사진(우)

(라) 문양틀의 배 재배 적용: 제작된 문양틀을 배 재배에 적용하여 배 성장 과정에서 발생할 수 있는 과육 갈라짐 여부를 시기별로 측정한다.

- 그림 37과 같이 문양틀과 압력센서를 과육배에 설치하고, 임베디드 시스템을 배나무 줄기에 고정하였음.



압력센서2개 문양틀 체결부에 부착



압력센서가 부착된 문양틀 과육배 체결



문양틀 과육배에 체결



과육배에 체결된 문양배와 압력센서



임베디드 시스템 배나무 줄기에 체결

[그림 37] 과육배에 압력센서 및 문양틀 체결 및 압력측정 임베디드 시스템 설치



[그림 38] 강우, 태풍 등의 악기상 후 압력센서 및 과육배 상태 점검

- 과육배1개에 2개의 압력센서를 부착하였음. 압력센서1은 문양틀 체결부 중앙에 위치하여 과육배 성장 전체기간 동안의 압력데이터를 수집하며, 압력센서2는 문양틀 체결부 상단에 부착되어 과육배 수확 시기와 과육배 표면의 문양 새겨짐 사이의 관계를 분석하기 위한 데이터를 모니터링 함..
- 문양틀 체결부 중앙에 체결된 압력센서는 1, 3, 5, 7, 9 홀수 순번을, 문양틀 체결부 상단에는 2, 4, 6, 8, 10 짝수 순번을 배정하였음.
- 데이터 수집의 혼선을 막기 위해 압력센서와 연결되는 신호선 양 끝단에 같은 번호를 추가하였음.
- 각각의 압력센서는 33여 일 동안 최소 2,400여 개의 데이터를, 임베디드 시스템 개별로는 24,000여 개의 압력데이터를 수집하였음.

(마) 원인 분석 및 개선안 제시: 재배된 배를 전수 검사하여 문제점 발견 시 원인을 분석하고 개선안을 제시한다.

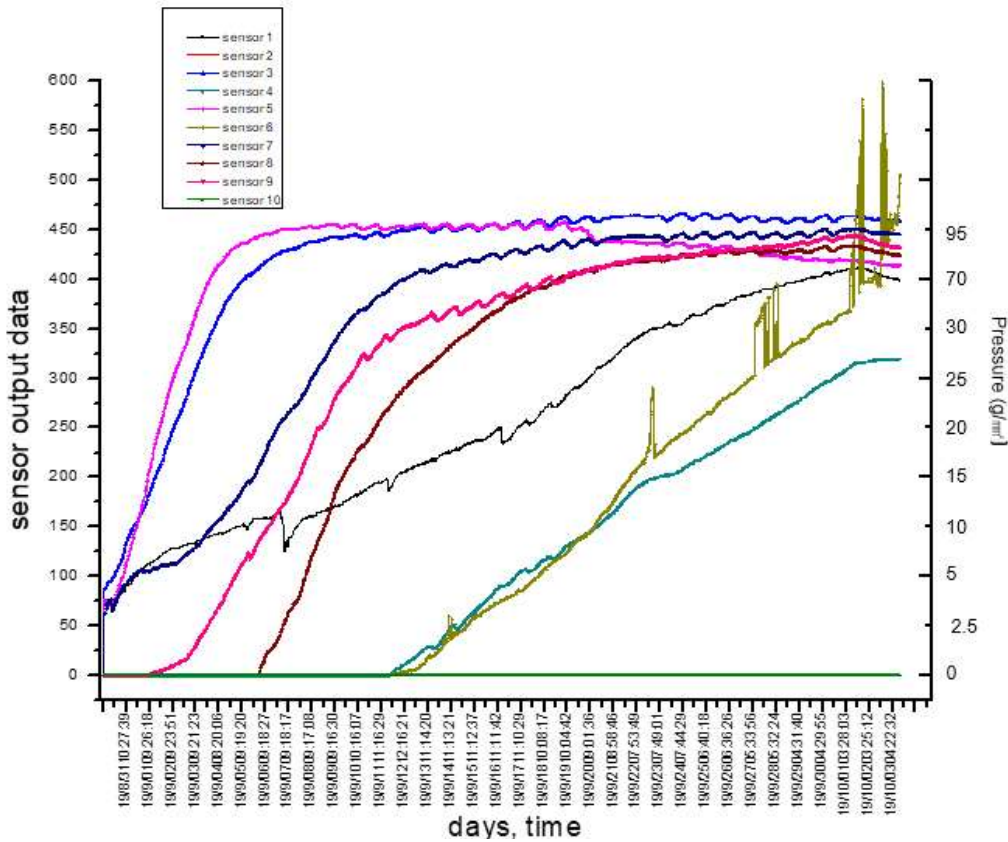
- 문양이 새겨진 문양배를 회수하고, 문양배에 새겨진 문양의 깊이와 당도를 측정하였음.
- 압력센서1과 압력센서2의 측정 데이터를 정리하고, 문양배에 부착된 센서 위치와 문양 새겨짐에 대한 분석자료를 작성하였음.



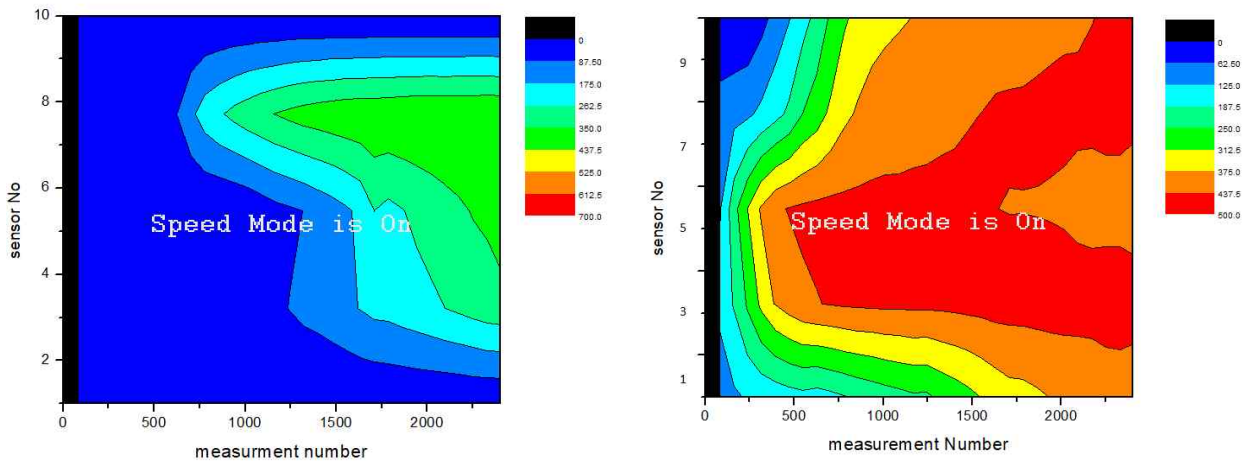
[그림 39] 문양배 문양 깊이 측정 및 문양배 당도 검사

표 3. 임베디드 시스템 #1에서 수집한 압력데이터 분석 및 문양배 검사

#1	문양부	센서부	문양배
센서 1,2			
	▶ ① ~ 50 %, ② ~ 50 %	▶ ③ 100%, ④ 25%, ⑤ 45%. ▶ x: 3.5 cm, y: 1.5 cm	▶ 문양이 전체적으로 흐릿함. 30 % 새겨짐 ▶ 중앙압력 450. 7일. 태두리 off
센서 3,4			
	▶ ① 100 %, ② 95 %	▶ ③ 100%, ④ 100%, ⑤ 95%. ▶ x: 3.6 cm, y: 2 cm	▶ 문양이 선명함. 100 % 새겨짐 ▶ 중앙압력 425이상. 28일. 태두리 on. 20일
센서 5,6			
	▶ ① 100 %, ② 95 %	▶ ③ 100%, ④ 100%, ⑤ 100%. ▶ x: 2.8 cm, y: 1.7 cm	▶ 문양이 선명함. 100 % 새겨짐 ▶ 중앙압력 425이상. 28일. 태두리 on. 17일
센서 7,8			
	▶ ① 100 %, ② 95 %	▶ ③ 100%, ④ 100%, ⑤ 90%. ▶ x: 3.2 cm, y: 1.5 cm	▶ 문양이 선명함. 100 % 새겨짐 ▶ 중앙압력 425이상. 24일. 태두리 on. 27일
센서 9, 10			
	▶ ① ~50 %, ② ~50 %	▶ ③ 100%, ④ 25%, ⑤ 45%. ▶ x: 3.7 cm, y: 1.7 cm	▶ 문양이 60 % 새겨짐 ▶ 중앙압력 425이상. 15일. 태두리 off



<임베디드 시스템#1의 압력데이터 분석 그래프>



<문양틀 중앙에 체결한 압력센서에서 수집 데이터(좌), 문양틀 상단에 체결한 압력센서로부터 수집한 데이터(우)의 matrix 그래프

[그림 40] 임베디드 시스템을 통해 수집된 과육배의 압력센서 출력값 및 matrix 그래프

(바) 문양틀 심화적용 및 과수 확장성을 위해 배보다 단단한 과육을 가진 사과를 대상으로 문양이 새겨지는 테스트를 진행한다.

2-3. 연차별 연구성과 및 결과

가. 1차년도(해당 시 작성)

※ 해당연도 연구기간 동안 발생한 연구 성과를 작성 또는 국가연구개발사업 조사·분석에 제출한 자료를 첨부하여도 무방함

(1) 국내외 논문 게재

No	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCI여부 (SCI/비SCI)	게재일	등록번호

(2) 국내 및 국제학술회의 발표

No	회의명칭	발표자	발표일시	장소	국명

(3) 생명자원(생물자원)/화합물

No	생명자원(생물자원)/화합물명	등록/기탁번호	등록/기탁기관	발생년도

(4) 지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신제품, 프로그램)

No	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원			등록			기여율
			출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호	

(5) 저작권(소프트웨어, 서적 등)

No	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록번호	저작권자명	기여율

(6) 전문 연구 인력 양성

No	분류	기준 년도	현 황														
			학위별				성별		지역별								
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타				

(7) 산업기술 인력양성

No	프로그램명	프로그램 내용	교육기관	교육 개최회수	총 교육시간	총 교육인원

(8) 기술거래(이전) 등

No	기술이전 유형	기술실시계약명	기술실시 대상기관	기술실시 발생일자	기술료 (당해연도 발생액)	누적 징수현황

(9) 사업화 투자실적

No	추가 R&D 투자	설비 투자	기타 투자	합계	투자자금 성격
1	R&D 자금 투자	0	100,000,000원	100,000,000원	신용대출 (기술보증기금)

(10) 사업화 현황

(단위 : 명, 년)

No	사업화 방식	사업화 형태	지역	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생년도	기술 수명
							국내	국외		
1	자기실시	신제품개발	국내	문양배	나주문양배	나주A PC	80 백만원	0원	2018	10년

(11) 표준화

No	수행기관명	표준화 주제	표준화 기구	표준화 단계	관련번호	제출(채택)일	국가
						yyyy.mm.d d	

(12) 기술요약정보

연도	기술명	요약내용	기술완성도	등록번호

(13) 보고서 원문

연도	보고서 구분	발간일	등록번호

(14) 기타

나. 2차년도(해당 시 작성)

※ 해당연도 연구기간 동안 발생한 연구 성과를 작성 또는 국가연구개발사업 조사·분석에 제출한 자료를 첨부하여도 무방함

(1) 국내외 논문 게재

No	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCI여부 (SCI/비SCI)	게재일	등록번호

(2) 국내 및 국제학술회의 발표

No	회의명칭	발표자	발표일시	장소	국명

(3) 생명자원(생물자원)/화합물

No	생명자원(생물자원)/화합물명	등록/기탁번호	등록/기탁기관	발생년도

(4) 지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신제품, 프로그램)

No	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원			등록			기여율
			출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호	
1	패턴 부재 및 이를 이윽한 과채류 표면에 패턴을 형성하기 위한 장치	대한민국	부산대학교 산학협력단	2019.10.31	10-2019-0137216				1/1
2	과채류 표면에 패턴을 형성하기 위한 장치	대한민국	마니콤주식회사	2019.11.21	10-2019-0150161				1/1

(5) 저작권(소프트웨어, 서적 등)

No	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록번호	저작권자명	기여율

(6) 전문 연구 인력 양성

No	분류	기준년도	현황														
			학위별				성별		지역별								
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타				

(7) 산업기술 인력양성

No	프로그램명	프로그램 내용	교육기관	교육 개최회수	총 교육시간	총 교육인원

(8) 기술거래(이전) 등

No	기술이전 유형	기술실시계약명	기술실시 대상기관	기술실시 발생일자	기술료 (당해연도 발생액)	누적 징수현황

(9) 사업화 투자실적

No	추가 R&D 투자	설비 투자	기타 투자	합계	투자자금 성격

(10) 사업화 현황

(단위 : 명, 년)

No	사업화 방식	사업화 형태	지역	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생년도	기술 수명
							국내	국외		

(11) 표준화

No	수행기관명	표준화 주제	표준화 기구	표준화 단계	관련번호	제출(채택)일	국가
						yyyy.mm.d d	

(12) 기술요약정보

연도	기술명	요약내용	기술완성도	등록번호

(13) 보고서 원문

연도	보고서 구분	발간일	등록번호

(14) 기타

2-4. 연구개발의 추진전략·방법 및 추진체계

가. 연구개발 추진전략·방법



[그림 41] 수행 과정 중 배 농사 관계자와의 현장회의 모습

- 본 사업은 특성상 연구 결과가 제품 출시에 도움이 되어야 하므로 주관기관과의 협업뿐만 아니라, 배 농사를 담당하는 농장주와 유통을 담당하는 유통사와의 긴밀한 협조 속에 연구가 진행되어야 한다. 이에 따라, 주관기관, 위탁연구기관, 농장주, 유통사 간의 정기적인 회의와 공동 농장 방문을 연구 기간 동안 진행할 계획이다.
- 성장에 따른 압력, 표피에 작용하는 응력 등을 측정한다.
 - 마니팜(주)는 지금껏 쌓아온 생장 정보 및 연구에 사용될 장소 및 과수 등 제공 담당
 - 기술개발기관은 모형화를 통한 시뮬레이션과 성장하는 과일에 센서를 부착하여 정량적이고 체계적으로 측정 담당
- 문양을 보완품을 제작하고 제작한 문양틀을 체결한다.
 - 마니팜(주)는 보완품 설계에 대한 아이디어 제시, 문양틀 체결 시기 제안 및 농장 지원 및 체결 후 문제점 파악 담당
 - 기술개발기관은 마니팜(주)와 같이 보완품을 설계하고 제작, 체결 후 문제점 파악 담당



'문양이 새겨진 배' 마한문화축제 전시 사진



'2018 강소농 대전' 에 전시된 문양배 사진



주관기관의 문양배 홍보 전시

[그림 42] 마한문화축제 및 2018 강소농 대전 전시회 참여를 통한 제품홍보 전시



2019년 국제농업박람회에 전시된 문양배



2019년 마한문화축제에 출품된 문양배

[그림 43] 2019년 국제농업박람회 및 마한문화축제에 출시된 문양배



2019년 나주 한마음축제에 출품된 문양배



2019년 하나로마트 양재점에서 판매된 문양배

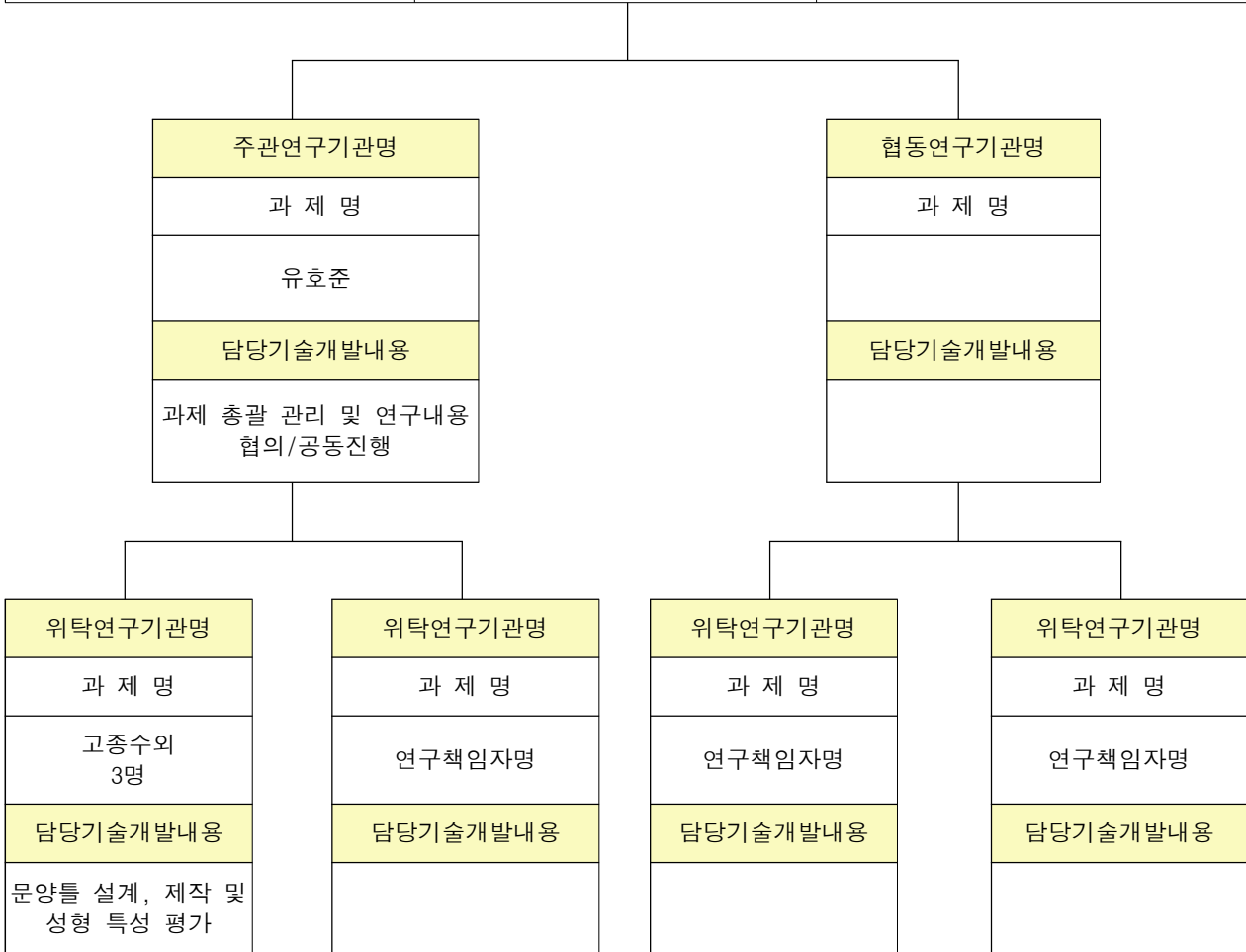
[그림 44] 2019년 나주 한마음축제 출품 및 하나로마트 양재점에서 판매된 문양배

나. 연구개발 추진체계

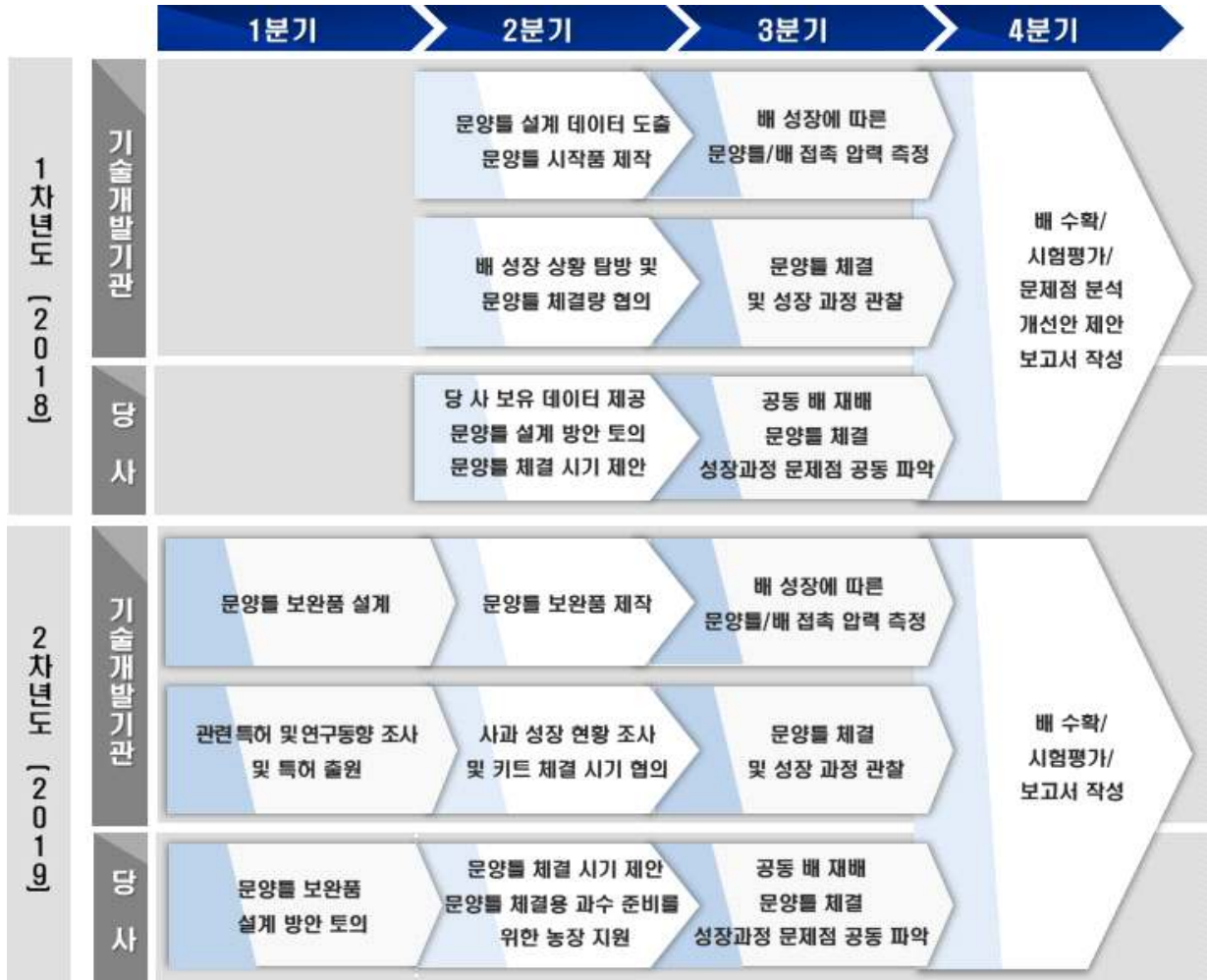
○ 연구개발 추진체계는 아래 표에서 보는 바와 같다.

연구개발과제		총 참여 연구원
과제명	문양이 새겨진 배의 과육 갈라짐 방지를 위한 문양들의 설계, 제작 및 재배 적용기술 개발	주관연구책임자 유호준 외 총 4명

기관별 참여 현황		
구 분	연구기관수	참여연구원수
중견기업		
중소기업	1	2
대 학	1	4
국공립(연)		
출 연 (연)		



다. 연구개발 추진일정



[그림 45] 연차별 연구개발 추진일정

2-5. 사업화 계획(해당 시 작성)

가. 생산 계획

구분		(2020년) 개발 종료 후 1년	(2021년) 개발 종료 후 2년	(2022년) 개발 종료 후 3년
국내	시장점유율(%)			
	판매량(단위:)			
	판매단가(원)			
	국내매출액(백만원)	150	200	300
해외	시장점유율(%)			
	판매량(단위:)			
	판매단가(\$)			
	해외매출액(백만\$)	0	0.1	0.15
당사 생산능력1)				

나. 투자 계획

(단위 : 백만원)

항목		() 개발 종료 후 1년	() 개발 종료 후 2년	() 개발 종료 후 3년
매출원가1)				
판매관리비2)				
자본적 지출	토지			
	건물/구축물			
	기계장치등			
자본적지출 합계				

다. 사업화 전략

- 제품홍보, 판로확보, 판매전략 등의 사업화 추진전략

(1) 주관기관

구분	구체적인 내용
형태/규모	<ul style="list-style-type: none"> ○ 상용화 형태 : 무양플 제품 ○ 수요처 : 국내외 과일유통사/과일 농장 ○ 예상 단가 : 5,000원/개 ○ 개발 투입인력 및 기간 : 과제기간 중 주관과 위탁기관에서 총 5명의 연구인력 투입
상용화 능력 및 자원보유	<ul style="list-style-type: none"> ○ 우수한 R&D 인적 자원 보유 ○ 다년간 제품 생산 노하우 보유
상용화 계획 및 일정	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2018년 상용화 1차 제품 출시 ○ 2019년 상용화 2차 보완제품 출시

(2) 참여기업2

구분	구체적인 내용
형태/규모	<ul style="list-style-type: none"> ○ 상용화 형태 : ○ 수요처 : ○ 예상 당가 : ○ 개발 투입인력 및 기간 :
상용화 능력 및 자원보유	<ul style="list-style-type: none"> ○ ○
상용화 계획 및 일정	<ul style="list-style-type: none"> ○ ○

라. 사업화를 위한 비즈니스 모델

(1) BM 수립 배경

- 국내 배 총생산액은 약 2,500여 억 원 수준이다. 이 중, 나주배는 2015년 기준 전국 배 생산량의 20여%를 차지하며, 2,240여 농가에서 연간 7만6000여 톤의 배를 생산하여 1,200억여 원의 소득을 올리고 있다. 나주배 전체 생산량 중 1%의 문양배를 생산하면, 문양키트 매출은 약 10억 원이다.
- 국내 배 수출량은 매년 증가하고 있으며, 2013년에 5,487만 달러를 수출하였다.(중앙일보, 2014.07.03.) 2019년에 주요 배 수출국인 미국, 대만, 베트남에 문양배 수출가능성을 타진할 계획이다.

(2) BM 목표 및 핵심경쟁요인

(가) BM 목표



[그림 46] 역량에 따른 업무분담을 통한 BM

- 중소기업 입장에서 비즈니스 전체를 혼자 하겠다는 욕심보단 마니팜(주), 대형 유통센터, 전문

농업인 각각 협력업체의 역량을 최대한 활용하여 시장에 진입하고 운영한다.

- 문양과일을 직접 생산하고 유통/마케팅 하는 것이 아닌 문양과일을 생산 할 수 있는 문양들을 생산하여 유통업체에 공급하는 것이 주 수익확보 전략이다.

(3) 목표 시장 구조

(가) 경쟁기업 현황
없음

(나) 시장진입 장벽

- 비싼 금형 제작비로 인한 예산확보
- 과일의 특성상 1년에 1번의 연구개발 기회
- 외형을 변형한 과일에 대한 프리미엄 시장 규모

(4) 수익 확보 전략

(가) 주요 고객군

- 주요 고객은 대형유통업체이다. 문양들을 생산해서 대량으로 대형유통업체에 판매한다.

(나) BM의 수익창출 방안

- 문양과일의 직접적인 판매가 아닌 문양과일을 생산할 수 있는 문양들을 판매하므로 유통 및 마케팅에 대한 부담이 줄어든다. 따라서 상대적으로 안정적인 수익을 창출 할 수 있다.
- 대형유통회사들은 마케팅경쟁에서 우위를 점하기 위해 지금까지 없던 새로운 가치를 찾고 있다. 이러한 현실에서 문양배는 매력적으로 유통회사에 마케팅이 가능하다.

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

3-1. 목표

성과 목표	사업화지표											연구기반지표								
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인 증	학술성과				교육 지 도	인 력 양 성	정책 활용-홍보		기 타 (타 연구 활용 등)
	특 허 출 원	특 허 등 록	품 종 등 록	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논 문		논 문 평 균 IF	학 술 발 표			정 책 활 용	홍 보 전 시	
												SC I	비 SC I							
단위	건	건	건	건	백 만 원	백 만 원	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치	10			5	5	40	30										10			
최종 목표	2			1	10	2	180										3			

3-2. 목표 달성여부

○ 연차별 연구개발 목표 달성여부는 아래 표에서와 같이 정량적인 방법으로 평가하고자 함.

성과 목표	사업화지표											연구기반지표								
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인 증	학술성과				교육 지 도	인 력 양 성	정책 활용-홍보		기 타 (타 연구 활용 등)
	특 허 출 원	특 허 등 록	품 종 등 록	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논 문		논 문 평 균 IF	학 술 발 표			정 책 활 용	홍 보 전 시	
												SC I	비 SC I							
단위	건	건	건	건	백 만 원	백 만 원	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건			
1 차 연 도	목 표	1				1	80										1			
	실 적	0				1	80										2			
2 차 연 도	목 표	1			1	10	100										2			
	실 적	2			1	2.1	11.8										4			
소 계	목 표	2			1	10	180										3			
	실 적	2			1	2.1	91.8										6			
연구기간내		2			1	2.1	91.8										6			

달성실적						8												
달성율(%)	100			100	21	100	51											200
종료 1차연도		1				1	15 0		1									2
종료 2차연도	1	1					20 0	10 0	1									2
종료 3차연도						1	30 0	15 0										2
종료 4차연도	1						50 0	20 0	1									2
종료 5차연도						1	70 0	40 0	1									2
소 계	2	2				3	1,8 50	85 0	4									10
합 계	4	2		1	10	5	2,0 30	85 0	4									13

3-3. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등)

- 본 사업은 연구결과를 제품에 적용, 생산하는 데 있어 주관기관의 협업 뿐 아니라 배를 생산하는 농장주와 생산된 배를 유통하는 유통사 등의 지속적인 협조를 바탕으로 연구를 수행하여야 한다. 이에 따라 주관기관, 위탁연구기관, 농장주와 유통사 간의 정기적인 회의와 공동 농장 방문 등을 통해 실효성 있는 계획을 수립하고, 현장에 제품 적용 및 기술교육을 실시함으로써 현장 만족도를 높일 수 있었다.
- 이것은 기존의 배 재배 방법보다 새로운 개념의 기술을 접목시킴으로서 농장주 및 배 관련 업자들에게 배 재배 기술에 대한 역량 확대 기회를 제공하기 때문으로 분석된다.
- 그러나 1년에 한번씩 생산되는 배 농사의 특성상 연구개발 내용을 단기적으로 얻기 힘들다는 점, 어려운 일정관리, 제품에 대한 시장의 불안정성 등으로 농장주 및 현장 작업자의 동기부여가 미흡하였고, 이러한 요인으로 목표 대비 미달성 연구결과들이 발생하였다.
- 따라서 사업종료 이후에도 배 농사를 관리하는 센터 및 농장주들에게도 본 사업 결과에 대한 지속적인 홍보 및 사업성과에 대한 설명을 통해 본 사업의 연구결과를 유지시켜 나갈 수 있는 대안을 마련하고자 한다.

4. 연구결과의 활용 계획 등

4-1. 연구개발 결과의 활용방안

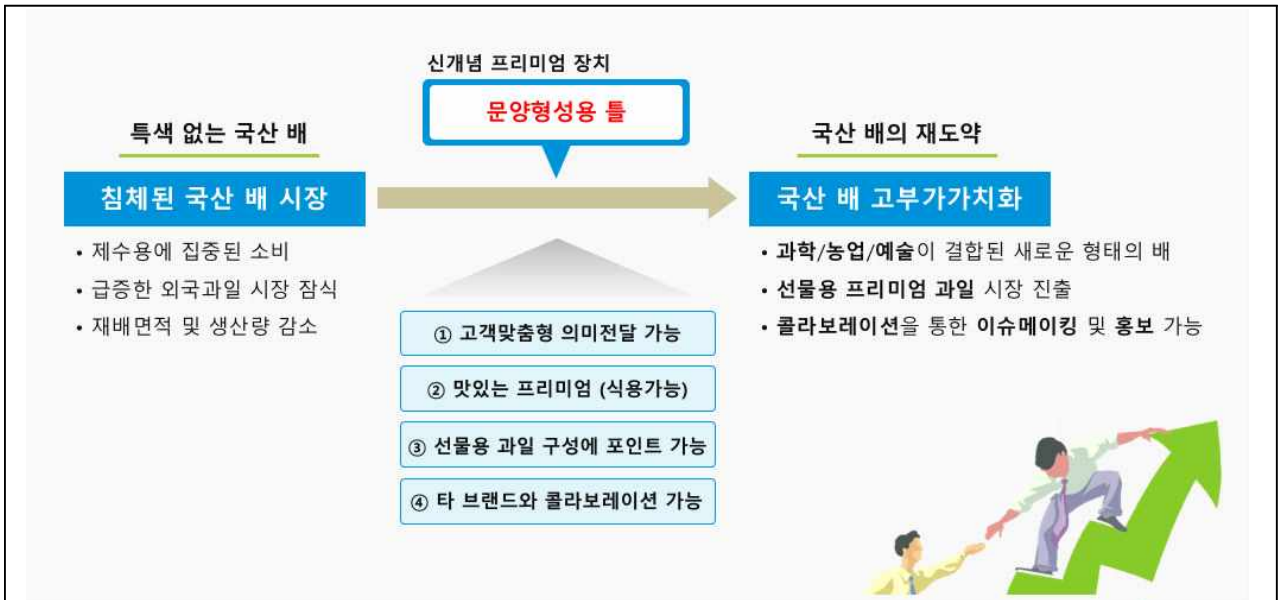
- 본 과제를 통하여 문양틀 적용 시 발생하였던 문제점인 배 과육 갈라짐을 해결하여, 문양이 새겨진 신개념 배가 탄생한다. 문양이 새겨진 배는 현재까지 전 세계에 출시된 바가 없으므로, 당사에서 개발한 배는 이전에 존재하지 않았던 새로운 형태의 프리미엄급 배 시장을 형성하는 시발점이 될 것으로 사료된다. 따라서, 국산 배의 국내 수요를 증진시킬 뿐만 아니라, 국제 수요를 유발하여 국제경쟁력을 높이는 촉매가 될 것임을 확신한다.
- 또한 연구개발 결과를 통해 다양한 과일에 확장적용 시 최적화 서비스가 가능하도록 시스템에 대한 연구개발을 진행하였고, 그 결과 과일별 과피 특성에 맞는 과체류에 활용 가능한 기술을 확보하였다. 이것은 생산측면에서도 별도의 고정장치 없이 과체류에 장착이 가능한 구조를 가짐으로써, 작업자의 노동력과 시간을 단축할 수 있어, 전체적인 생산비를 절감하여 대량 제작이 가능한 작업환경을 제공할 것으로 기대된다.
- 체결부와 문양부로 구성된 개발제품은 3D 프린팅 기술에 적용가능함으로써, 소비자 개별 니즈를 충족시킬 수 있는 다양성을 제공할 수 있다. 이를 통해 소비자가 과일을 먹는 수동적 경제주체가 아닌 생산적 주체로서 주도적으로 과일 생산에 참여하게 되어 새로운 형태의 시장을 창출하는데도 활용가능할 것으로 보인다.



[그림 47] 연구개발 결과의 활용방안

4-2. 기대성과 및 파급효과

- 기대성과
 - 본 과제는 과학기술을 전통적인 배 농업에 적용하여, 최종적으로 예술의 옷을 입을 배를 탄생시킨 전례 없는 창발적인 시도이다.
 - 문양이 새겨진 배는 신개념 프리미엄 과일로서, 고객의 개별적 기호에 맞는 문양을 배에 새김으로써 개별 고객들에게 각자의 의미전달이 가능한 고객맞춤형 상품으로 소비자에게 다가갈 수 있다. 또한 문양배는 배 특유의 맛에 촉각과 시각이 가미된 오감을 갖춘 과일로 새로운 개념의 과일로서, 과일 시장에 새로운 문화를 형성할 수 있을 것으로 기대된다.



[그림 49] 문양이 새겨진 배 개발에 따른 기대효과

○ 파급효과

- 본 과제를 통하여 과학/농업/예술이 결합된 새로운 형태의 배가 탄생될 것이다. 이러한 배는 단순히 식용과일로서의 역할을 넘어서, 아름다움과 의미를 전달하는 새로운 매개체로 자리매김하게 될 것이다.
- 보다 구체적으로는 농업인에게는 ①제수용에 치중된 배 소비시장에 새로운 판로를 개척, ②상대적으로 빈약한 과일 브랜딩의 새로운 수단, ③다양한 과일에 적용가능한 확장성을 제공할 것으로 보이며, 소비자에게는 ①원하는 의미를 담은 맞춤형 문양제작 가능, ②선물로써 확실한 의사전달이 가능하며, ③늘어난 선택권을 제공할 것이다.
- 이를 통해 농업인과 소비자 서로의 니즈를 충족하는 Win-Win 구도를 형성함과 아울러, 크리슈머 시대 맞춤형 아이템으로 신시장 창출에 이바지하는 등의 파급효과가 발생할 것으로 판단된다.



[그림 50] 문양틀을 적용한 과일 개발에 따른 파급효과

붙임. 참고문헌

1. http://blog.daum.net/_blog/BlogTypeView.do?blogid=0DpXK&articlno=11804023
2. https://m.blog.naver.com/james_parku/110143468730
3. <https://www.v-on.kr/617/>
4. http://www.hellot.net/new_hellot/magazine/magazine_read.html?code=205&sub=001&idx=23068
5. <https://ko.3dsystems.com/quickparts/learning-center/injection-molding-basics>
6. <https://mold.kitech.re.kr/bbs/pdf/mold%20technology%20center%20brochure.pdf>
7. <https://m.blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=hyunjoor&logNo=40181943504&proxyReferer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>
8. KR-10-0644920, B1 (2006)
9. KR-10-0470835, B1 (2005)
10. <http://www.e-mold.co.kr>
11. <http://www.engelglobal.com>
12. KR-10-0789244, B1 (2007).
13. dept1.sau.ac.kr
14. <https://heyyareyouthere.tistory.com/10>
15. <https://m.blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=roboholic84&logNo=220414174116&proxyReferer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>
16. <https://www.arduino.cc/reference/ko/>
17. <https://m.blog.naver.com/siliconechoi/220707535277>
18. Kudo, H., Sawada, T., Kazawa, E., Yoshida, H., Iwasaki, Y., et al., "A Flexible and Wearable Glucose Sensor Based on Functional Polymers with Soft-MEMS Techniques," *Biosensors and Bioelectronics*, Vol. 22, No. 4, pp. 558-562, 2006.
19. Choi, M.-C., Kim, Y., and Ha, C.-S., "Polymers for Flexible Displays: From Material Selection to Device Applications," *Progress in Polymer Science*, Vol. 33, No. 6, pp. 581-630, 2008.
20. Wang, D.-Y., Kim, C.-L., and Kim, D.-E., "Development of Flexible Polymer Sheet with High Surface Durability Using Discretely Embedded Micro-Balls," *CIRP Annals*, Vol. 66, No.1, pp. 527-530, 2017

뒷면지

주 의

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