

319026-01

보안 과제(), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개() 발간등록번호(O)
농림축산식품연구개발사업 2020년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003220-01

식물공장 이용 신소득작물
생산시스템 산업화

최종보고서

2020

농림식품기술기획평가원
농림축산식품부

식물공장 이용 신소득작물 생산시스템 산업화

2020. 07. 31.

주관연구기관 / 농업회사법인
만나씨이에이 주식회사
협동연구기관 / 충청북도 농업기술원
협동연구기관 / 충청북도 연구원

농림축산식품부
(전문기관) 농림식품기술기획평가원

<제출문>

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “식물공장 이용 신소득작물 생산시스템 산업화”(개발기간 : 2019.01.22 ~ 2020.01.21.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2020. 03. 04



주관연구기관명 : 농업회사법인 만나씨이에이 주식회사 (대표자) 전태병 박아론 (인)

협동연구기관명 : 충청북도 농업기술원 (대표자) 송용삼 (인)

협동연구기관명 : 충청북도 연구원 (대표자) 정초상 (인)



주관연구책임자 : 전태병

협동연구책임자 : 조성연

협동연구책임자 : 우장명

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

<보고서 요약서>

보고서 요약서

과제고유번호	319026-01	해 당 단 계 연 구 기 간	2019.01.22. - 2020.01.21	단 계 구 분	1차년도/ 1년
연구사업명	단 위 사 업	농림축산식품연구개발산업			
	사 업 명	1세대 스마트 플랜트팜 산업화 기술개발			
연구과제명	대 과 제 명	식물공장 이용 신소득작물 생산시스템 산업화			
	세부 과제명	식물공장 이용 신소득작물 생산시스템 산업화			
연구책임자	전태병	해당단계 참여연구원 수	총: 21명 내부: 20명 외부: 1명	해당단계 연구개발비	정부:500,000천원 민간:125,000천원 계:625,000천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 21명 내부: 20명 외부: 1명	총 연구개발비	정부:500,000천원 민간:125,000천원 계:625,000천원
연구기관명 및 소속부서명	농업회사법인 만나씨이에이 주식회사 충청북도 농업기술원 충청북도 연구원			참여기업명 농업회사법인 만나씨이에이 주식 회사	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

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

사유	
----	--

9대 성과 등록·기탁번호

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

- | | |
|---|--------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. 조사된 작물별 생육 적합 환경을 토대로 생육환경 표준화 요소안을 작성하고 만나CEA 내 작물재배에 도움이 될 2건의 특허 출원. 2. 결과, 모든 식물공장 타입에서 ‘바질’작물의 생산량이 가장 많은 것으로 나타남. 또한 대마 작물 재배실험을 통해 여러 방면으로 성장 가능성을 봄. 3. 허브 유용물질 분석 결과 바질의 Rosmarinic acid 함량이 높게 나타남. 이는 유통되는 바질에 비해 항산화 및 항염 기능이 우수한 것을 확인. 4. 순현재가치법에 의한 투자경제성 분석 후 산업화 모델 수립: 기관에서 활용하는 경제성 및 산업화 모델기법을 통해 분석을 완료. 5. 식물공장 수익성 향상 및 마케팅 전략 개발: 기관에서 활용하는 시장 소비 데이터를 통하여 수익성 마케팅 전략 개발을 완료. 6. 허브 후보군들의 생산량을 고려하였을 때 수익성과 현재 국내 소비현황을 검토한 결과 바질이 최종 후보작물로 선정되었음. 이에 따라 농업소득 1억원 달성 산업화 경영모델과 재배공정 표준화를 제시함. | <p>보고서 면수</p> <p>105</p> |
|---|--------------------------|

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<p>본 연구개발사업의 목표는 기 운영중인 식물공장 시설을 활용하여 고부가가치 산업을 연계한 식물공장 성공 비즈니스 모델을 도출하는 데에 있다. 기존 식물공장 시설을 최대한 활용하며, 식물공장에서의 생산에 적합하며 식의약 및 향장 기업에 공급이 가능한 고소득 작물을 1품목 이상 발굴해내며, 발굴된 고소득 작물을 재배하기 위한 식물공장 재배기술 및 공정을 기존 시설 및 테스트베드 실험을 통해 표준화한다. 이와 동시에 국내외 식물공장 성공사례를 분석하고 시장성 및 농식품 소비트렌드를 분석하여 신소득 작물의 수익성 최대화를 위한 전략을 수립 한다.</p> <p>본 연구개발사업은 크게 신소득작물 발굴 및 산업화 모델 제시, 두 부분으로 구분될 수 있으며, 최종적으로는 이를 통합하여 기술이전까지 이루어지게 된다.</p>																																	
<p>연구개발성과</p>	<p>본 연구개발사업을 통해 신소득 작물 재배를 위한 재배자재 개발에 대한 최소 1건 이상의 제품화를 진행, 최종 산출된 재배 시스템 및 산업화 모델을 적용하기 위해 1건 이상의 기술이전을 진행. 전반적인 재배환경 및 공정 표준화 과정, 경제성 분석 및 산업화 모델 산출 등의 과정을 수행함에 따라 한 명 이상의 연구개발 인력을 고용.</p> <p><예상되는 연구개발성과 유형></p> <table border="1" data-bbox="432 1070 1457 1234"> <thead> <tr> <th rowspan="2">구분</th> <th rowspan="2">논문</th> <th rowspan="2">특허</th> <th rowspan="2">보고서 원문</th> <th rowspan="2">연구 시설·장비</th> <th rowspan="2">기술 요약 정보</th> <th rowspan="2">소프트웨어</th> <th rowspan="2">화합물</th> <th colspan="2">생명자원</th> <th colspan="2">신품종</th> </tr> <tr> <th>생명 정보</th> <th>생물 자원</th> <th>정보</th> <th>실물</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>예상성과 (N/Y)</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>Y</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> <td>N</td> </tr> </tbody> </table>						구분	논문	특허	보고서 원문	연구 시설·장비	기술 요약 정보	소프트웨어	화합물	생명자원		신품종		생명 정보	생물 자원	정보	실물	예상성과 (N/Y)	N	N	N	Y	N	N	N	N	N	N	N
구분	논문	특허	보고서 원문	연구 시설·장비	기술 요약 정보	소프트웨어									화합물	생명자원		신품종																
							생명 정보	생물 자원	정보	실물																								
예상성과 (N/Y)	N	N	N	Y	N	N	N	N	N	N	N																							
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<p>본 연구개발사업이 성공적으로 종료되면 식물공장의 신소득작물 생산, 마케팅 모델 개발을 통해 식물공장을 활용한 창업, 창농 확산에 기여할 수 있을 것으로 보인다. 이를 통해 우수한 기능과 좋은 품질을 지닌 작물을 적정 가격에 안정적으로 공급받는 제약 및 화장품 회사의 수익성이 증대되고 이는 다시 고용 및 연구개발 투자비 증가라는 긍정적인 요소로 작용하여, 선순환 구조를 제시하게 될 것으로 기대된다.</p> <p>또한 식물공장의 새로운 비즈니스 모델 창출을 통해 다양한 고소득 작물 발굴 및 연구의 가속화가 이루어져 농업 및 식의약, 향장 분야 등에 있어 산업화 및 기술개발 확대에 기여할 것이다.</p>																																	
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>고부가가치작물</p>	<p>식물공장</p>	<p>식물공장 산업화 모델</p>	<p>농업 비즈니스 모델</p>	<p>재배 표준화</p>																													
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>High value added crops</p>	<p>Plant Factory</p>	<p>Plant Factory Industrialization model</p>	<p>Agricultural business model</p>	<p>Cultivation Standardization</p>																													

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

<본문목차>

< 목 차 >

1. 연구개발의 필요성	1
1-1. 연구개발의 개요	1
1-2. 연구개발 대상의 국내·외 현황	1
2. 연구수행 내용 및 결과	8
2-1. 국내외 식물공장 상용화 성공 사례 발굴 및 성공요인 분석	8
2-2. 농식품 소비 트렌드 및 수급동향	12
2-3. 고소득 작물 후보군 선정 및 생육환경 조사	14
2-4. 재배 자재 설계 및 포토타입 개발	19
2-5. 재배자재 및 최적 환경 1차 재배실험	28
2-6. 재배자재 및 최적 환경 2차 재배실험	35
2-7. 후보 작물군 성분 비교 분석	37
2-8. 식물공장 생산 신소득 작물의 경제성 분석	44
2-9. 신소득 작물의 식물공장 운영성과 분석	54
2-10. 신소득 작물 경영전략 및 수익향상 전략 분석	61
2-11. 최종 식물공장 산업화 모델 수립	75
2-12. 재배 공정 및 후처리 매뉴얼화	78
2-13. 기술이전 및 농장 운영 지원	80
2-14. 총괄과제 세부 분석 및 종합 결론	81
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	85
3-1. 연구개발의 목표	85
3-2. 목표 달성 여부 및 기여도	85
3-3. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등)	86
4. 연구결과의 활용 계획	88
4-1. 연구 성과의 활용 분야 및 활용 방안	88
4-2. 추가 연구의 필요성	90
4-3. 타 연구에의 응용	90
4-4. 기업화 추진 방안	90
4-5. 기술이전 및 제품 판매	91
붙임. 참고문헌	92
<별첨> 연구개발보고서 초록/주관연구기관의 자체평가의견서/연구성과 활용계획서	

1. 연구개발과제의 필요성

1-1. 연구개발의 개요

가. 연구 개발 목적

- 식물공장에서 고부가가치 신소득 작물의 발굴과 생산기술을 표준화 하여 식물공장 비즈니스 모델을 도출

나. 연구 개발의 필요성

- 식물공장은 1950~1960년대 도입을 시작으로 최근에는 완전밀폐형 인공광원을 이용한 생산시설에서 작물을 재배하기 시작했지만 초기시설투자비용과 운영 및 생산비용이 높아 작물의 가격 경쟁력이 낮음
- 식물공장은 초기 시설투자비용이 다른 온실보다 높고 현재까지는 양상추류에 국한된 생산작물군으로 재배되고 있어 생산시설 투자비용 회수기간과 가격 경쟁력을 높일 수 있는 새로운 고소득 신 작물 발굴이 필요한 실정
- 현재 식물공장에서 생산되는 작물은 주로 식용의 목적으로 재배되는 작물이 대부분이며 해외에서는 안전한 향장 원료, 제약 원료의 확보를 위해 식물공장에서 작물을 생산하고 있지만 국내에서는 고부가가치 경쟁력을 갖춘 향장 원료 생산과 제약 원료 생산 작물에 대한 정보는 부족한 상황이며 한국 실정에 맞는 식물공장 비즈니스 모델이 필요한 상황

1-2. 연구개발 대상의 국내.외 현황

가. 국내 기술 수준 및 시장 현황

○ 기술현황

- 환경 조절 기술을 통한 기능성 작물 농업에 대한 연구는 국내의 경우 넥스트에이 등에서 상용화 연구 중이지만, 환경 조절을 통한 기능성 대사체 농업 연구는 아직 기초적인 수준으로 국내에는 한국과학기술연구원 등에서 원천 기술을 연구 중
- 국내에서도 약용식물의 기능성 물질, 생리활성 물질 추적 증대기술 개발 중이지만, 기초적인 수준으로 주요 생리 장애의 원인 규명 및 억제 기술을 개발 중(※ 출처 : 농촌진흥청 국립농업과학원, 식물공장 기술 개발 로드맵)
- 최근 식물 유래의 화학물질(Phytochemical)의 효과가 시장에서 주목 받고 있으며 이는 식물에서만 형성되는 물질로 식물공장에서 환경 제어를 통해 기능성 성분을 증가시키는 생육 제어법의 개발이 추진되는 추세
- 지속적인 연구는 진행되고 있지만 아직까지 식물공장에서 고부가가치의 작물재배에 실용화 사례가 없고 적용되는 작물의 범위가 좁고 한계성을 나타내고 있으며 상용화를 위한 신 작물 발굴과 산업화를 위한 비즈니스 전략이 도출되어야 함

○ 시장현황

- 바이오산업의 세계시장 규모는 연평균 9%의 성장률을 나타내고 있으며 국내 시장규모는 세계 시장의 2.8%를 점유하고 있으며 2003년부터 2012년까지 연평균 13%의 성장률을 나타내고 있음
- 국내 화장품 산업은 2001년 기준 4조 원의 시장으로 확대, 관련 산업까지 약 10조의 대형 시장을 형성하고 있음
- 화장품 원료에는 대개 20 ~ 30가지의 원료가 들어가게 되는데, 한약재나 천연 약초가 주 원료인 경우가 대부분임. 이러한 원료는 공급이 수월하지 못하고 대량 생산이 곤란하며 고가라는 것이 가격 경쟁력이 낮음
- 기능성이 있는 천연작물 성분을 활용하려는 소비자의 요구에 부응하여 향노화, 미백, 자외선 차단 등 3개 분야의 기능성 천연물 화장품은 2009년 14조, 2012년 24조원으로 급격하게 성장함
- 아모레퍼시픽은 썩, 녹차, 대나무에서 카테킨, 비타민, 아미노산 등의 성분을 추출하여 식물에서 추출한 원료를 특징으로 한 이니스프리와 같은 브랜드를 런칭 하였으며 엘지 생활건강에서는 백합, 국화, 매실에서 천연 꽃잎성분을 추출하여 피부회복에 특화한 제품을 개발하고 있고 애경 산업에서는 굴나무에서 알부틴 성분을 추출하여 미백 개선에 활용하고 있고 식물을 원료로 다양화하는 연구를 진행하고 있는 등 화장품 업계에서는 식물에서 추출한 원료를 이용하여 제품들이 시장에서 큰 인기를 얻고 있음
- 기업들은 이러한 화장품원료로 사용되는 식물에 안전하고 안정적으로 공급받기를 원하고 있으며 대량으로 원료를 수급할 수 있는 방법들을 모색 중이지만 현재 한국 시장에서는 원료를 생산하기 위한 식물공장의 이용 수준이 낮고 고부가가치 재배 작물에 대한 연구 및 재배 매뉴얼 부족 등으로 접근이 어려운 상황 임

○ 경쟁기관현황

- 아모레퍼시픽은 식물공장에서 인삼의 진생베리 열매와 꽃을 대량 생산하여 천연물 화장품 원료를 확보하기 위한 연구를 진행 중
- 미래원의 후레쉬 팜의 경우 지속적인 식물공장 운영을 통해 광량과 광질을 조절하여 50g 중량의 일반 버터 헤드레터스보다 100g 이상 무거운 중량의 작물을 재배한 성과가 있고 인천국제성모병원의 마리스가든은 자동 환경 조절시스템에서 노랑궁텅이 버섯으로 이산화탄소를 생산하여 안정적으로 작물 생산하지만 식용목적으로 작물을 생산하며 생산 품목의 한계를 보임
- 농업회사법인 바이오웍스는 경북북부의 한방바이오 산업특구와 협연하여 약용작물을 다양하게 재배하고 연구 중

○ 지식재산권현황

- 국내에서 식물공장의 키워드로 검색되는 특허 수는 2004-2014년까지 연평균 31%의 증가율을 보이고 있고 이후 점차 감소하고 있음

- 주요 출원인별 특히 동향은 독일의 바이엘 크롭사이언스 악티엔게젤샤프트, 바스프 에스이, 미국의 질레코 인코포레이티드 등이 상위에 랭크
- 주요 한국 출원인으로는 한상관, 서희동, 농촌진흥청 및 각 국립대학교 산하 산학협력단, 정부출연연구원 등이 있음
- 만나 CEA는 식물공장과 작물 생산 등 농업분야 관련된 핵심 특허 10가지 이상 보유 중

○ 표준화현황

- 2010년부터 ETRI 등 10개 기관이 온실 관제 시스템 요구 사항 프로파일 표준 등을 공동으로 개발하여 TTA 단체 표준으로 채택
- 2015년 농촌진흥청 국립 농업과학원을 중심으로 스마트 원예시설의 센서(22종) 및 제어기(9종)에 대해 기계 및 전기적 인터페이스 규격을 설정해 제어기 9종은 2015년 12월에 TTA 단체 표준에 채택되었고, 13종은 2016년 채택 예정
- 기능성 또는 고소득 작물에 대한 재배기술 및 생산 표준화의 기준이 부재한 상태이며 운영 중인 농업경영업체에서 지속적으로 필요성 요구하고 있음
- 식물공장을 운영하는 업체마다의 식물공장 모델이 다르고 초기시설비용의 편차도 많이 나며 그 안에서 키우는 작물의 다양성과 재배기술 표준화도 미비한 실정으로 새로운 비즈니스 모델을 검증하여 표준화된 식물공장 비즈니스 모델이 필요한 실정

나. 국외 기술 수준 및 시장 현황

○ 기술현황

- 일본은 식물공장을 이용하여 다양한 연구를 진행하고 있는데 카지마건설, 아사히공업사 등은 유전자변형식물을 연구하며 (주)Hokusan는 딸기 품종을 개발 중이며 Kiasato daiichi sankyo vaccine에서는 유전자변형 감자 조류인플루엔자용 경구백신을 개발 중이며 idemitsu kosan Co. 사에서는 유전자변형 양상추로 가축용 백신을 개발하는 등 식물공장을 이용하여 고부가가치 작물을 생산을 연구 중이지만 유전자변형식물이라는 원료와 재료로서 부정적으로 인식이 있음
- LED 정밀 제어와 미스트 양액 재배에 대한 연구는 일본 AeroFarms 등에서 상용화 연구 중이지만, 작물에 따른 LED 정밀 제어 및 양액 관리는 아직 기초적인 수준으로 일본의 Fairy Angel 등에서 원천 기술 연구 중이며 양액 재배 관리 기술 등은 일본의 (주)미라이 등에서 기술 개발 중
- 생육환경을 조절하여 기능성 작물 재배에 대한 연구는 일본 닥터 베지터블 등에서 저칼륨 채소 등을 연구 중이고, 이외에 기능성 작물 연구에 칸사이철강공업, 어드벤스드 어그리 등이 재배 기술을 개발 중
- 묘의 생산, 자동이식, 재배베드에 정식 후 생장에 따른 최적 재식 간격을 조절할 수 있도록 하는 자동 스페이싱 장비를 벨기에 홀티플랜사에서 기술 개발하고, 작물 생산성이 3배 증대됨에 따라 호주, 벨기에, 이태리 등에 엽채류 재배에 이용됨

- 치바대학교는 유전자 조작 기술을 이용하여 식물에서 유용한 의약 성분을 추출, 대량생산화 하였고, 생산량을 지속적으로 확대 중. 또한, 유전자 조작 기술에만 의존하지 않고 다양한 조건에서 약효 성분의 생산량을 늘리는 연구 지속적인 진행

○ 시장현황

- 식물공장 생산 시스템을 활용한 작물재배는 완전제어형, 자연광+인공광원 온실, 일반온실 등 다양한 형태의 식물공장 생산 시스템을 통하여 생산되고 있음
- 전 세계 천연 유기농 화장품 시장이 매년 20%대 성장하고 있고 글로벌 유기농 퍼스널케어 시장이 연평균 9.3%의 고성장세를 지속하고 있고 2020년에는 156.9억달러 시장을 형성 할 것으로 예측
- 소비자의 건강 인식 증가와 신제품 출시, 유통 구조의 확대로 유기농 퍼스널케어 제품 시장은 꾸준히 성장할 것으로 예상되며 제품군 별로는 유기농 스킨케어 제품이 2013년 32.3%(26.9억 달러)로 가장 큰 비중을 차지했으며, 2020년에도 32.6%(51.1억 달러)로 가장 많은 비중을 차지할 것으로 예상
- 유럽과 미국에서는 천연 유기농 화장품이 보편화 되어 있음
- 일본의 경우 먹는 화장품의 개발이 진행되고 있으며 시세이도와 같은 일부 회사에서는 뷰티 푸드 브랜드를 설립하여 시장을 확장 중
- 전 세계 화장품 산업의 추세가 천연추출원료를 기반으로 한 화장품이 인기를 얻고 있으며 화장품업계에서는 안전하고 대량원료 수급이 가능한 방법을 모색 중



<그림 1> 글로벌 유기농 퍼스널케어 제품 시장현황 및 전망

○ 경쟁기관현황

- 세계적으로 다양한 컨셉의 식물 재배 시설에 대한 스타트업 투자가 진행되고 있고 글로벌 사업에 초점을 두고 있음
- 식물공장 작물재배에 관하여 유전자변형식물과 생약식물, 고기능성식물을 중점적으로

연구 중에 있음

- Aizufujikako Co.사에서는 환자들을 위한 저 칼륨 양상추를 재배해 판매하고 있으며 (주) 무라카미농원에서는 브로콜리 스프라우트 및 멀티비타민 무순 등의 기능성 야채를 판매하고 있음
- 이스라엘의 Protalix Biotherapeutics에서는 인삼 배양 세포의 안정형질전환체에 의해 고혈압 치료약을 개발하여 제품화한 사례가 있으며 네덜란드의 Synthon사는 부초를 이용하여 C형 간염백신을 생산하는 중이며 캐나다의 Medicago사는 담배의 일과성 발현을 통해 인플루엔자 백신을 생산하는 등 의약품원료를 식물공장을 통해 생산하는 사례가 있음
- 국내의 경우 국내 식물공장 실정과 기후에 맞는 적합한 품종 개발과 표준화 및 정착이 필요하며 식용 외 의약, 제약, 화장품 원료의 목적으로 고부가가치를 창출할 수 있는 새로운 고소득 재배 작물군 연구가 필요한 실정

○ 지식재산권현황

- 스마트 농업 기술로 검색된 특허의 등록 사항을 보면, 2010년까지 미비한 수준이었으나, 2011년부터 2015년까지 연평균 44% 증가율을 보이면서 전반적인 증가추세에 있음.
- 주요 출원인별 특허 동향은 미국의 다우 아그로사이언시즈 엘엘씨, 일본의 반도체에너지연구소, 구보다 등이 있음

○ 표준화현황

- 식물공장에 관한 기술, 서비스 표준화는 ITU-T(ITU telecommunication Standardization Sector) 및 ISO/IECJTC1(Joint technical committee of the ISO and the IEC)를 중심으로 진행

다. 바이오산업 현황

- 본 연구에서 바이오산업에 대해 현황을 분석한 이유는 식물공장의 주요 재배작목인 파슬리, 타임, 바질 등이 식품소재 뿐만 아니라 건강식품과 화장품의 원료도 쓰이기 때문임
- 산업통상자원부(2018)는 바이오산업(Biotechnology Industry 또는 Bioindustry)은 바이오기술(Biotechnology)을 바탕으로 생물체의 기능과 정보를 활용하여 인류가 필요로 하는 유용한 물질과 서비스를 생산하는 산업이라고 정의하고 있음
- 바이오산업의 범위는 대분류 항목 8개, 중분류 항목 51개로 구성되어 있음. 이중 연구 대상 작목과 관련된 분야는 바이오화학·에너지산업과 바이오식품산업임
 - 바이오화학·에너지산업(7) : 생물체로부터의 분리정제기술 혹은 생명공학기술을 연구개발 또는 생산 과정에 이용하여 화합물을 제조 및 수입, 연구개발하거나 에너지를 획득하는 산업
 - 바이오고분자제품, 산업용 효소 및 시약류, 연구·실험용 효소 및 시약류, **바이오화장품 및 생활화학제품**, 바이오농약 및 비료, 바이오연료, 기타 바이오화학·에너지제품
 - 바이오식품산업(6) : 생물체로부터의 분리정제기술 혹은 생명공학기술을 연구개발 또는 생

산 과정에 이용하여 각종 음식료품 및 동물사료, 동식물성 유지 등을 제조하는 산업

- 건강기능식품, 식품용 미생물 및 효소, 식품첨가물, 발효식품, 사료첨가제, 기타 바이오식품

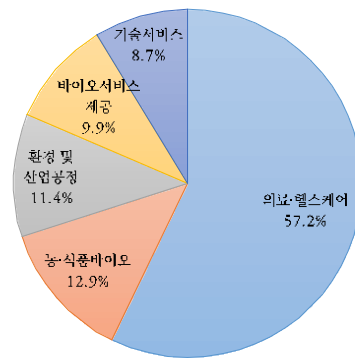
○ 바이오산업 시장 점유율에 있어 가장 많은 비중을 차지한 분야는 의료·헬스케어 분야로 57.2%를 차지하였으며, 그 다음으로 농식품 분야, 환경 및 산업공정, 바이오서비스, 기술서비스 등의 순으로 시장 점유율을 구성하고 있음

-의료헬스케어 분야가 2,023억 달러로 바이오산업 시장의 57.2%를 차지

-기타 농식품 분야 457억 달러 12.9%, 환경 및 산업공정 분야 402억 달러 11.4%, 서비스제공 분야 349억 달러 9.9%, 기술서비스 분야 308억 달러 8.7% 등의 순으로 시장 점유율을 형성

<표 1> 글로벌 바이오산업 분야별 시장 현황 (2016)

분야	금액 (억불)	점유율(%)
의료·헬스케어	2,023	57.2
농·식품바이오	457	12.9
환경 및 산업공정	402	11.3
바이오서비스 제공	349	9.9
기술서비스	308	8.7
합 계	3,539	100.0



자료 : MARKETLINE, Global Biotechnology(2017.10)

<표 2> 국내 바이오산업 생산규모 (2016-2017)

구분	2016년		2017년		증감률(%)
	생산액	비중	생산액	비중	
바이오의약	35,176	38.0	38,501	38.0	9.5
바이오식품	29,182	31.5	30,889	30.5	5.8
바이오화학·에너지	13,333	14.4	14,564	14.4	9.2
바이오서비스	5,842	6.3	8,136	8.0	39.3
바이오의료기기	5,895	6.4	6,047	6.0	2.6
바이오자원 등 기타	3,182	3.4	3,127	3.1	△1.7
합 계	92,611	100.0	101,264	100.0	9.3

자료 : 산업통상자원부·한국바이오협회, “2017년 기준 국내 바이오산업 실태조사 결과 보고서”, 2018

○ 2017년 기준 국내 바이오산업 수출은 전년대비 11.2% 증가한 5조 1,497억원, 수입은 전년대비 12.7% 증가한 1조 6,456억원으로 나타나, 3조 5,041억원의 무역수지 흑자를 기록하였음

<표 3> 국내 바이오산업 수출입 변화 추이 (2016-2017)

구 분	수 출					수 입				
	2016년		2017년		전년대비 증감률	2016년		2017년		전년대비 증감률
	계	비중	계	비중		계	비중	계	비중	
바이오의약	18,769	40.53	20,613	40.03	9.8	12,385	84.85	14,167	86.09	14.4
바이오식품	17,262	37.27	18,802	36.51	8.9	412	2.82	460	2.80	11.8
바이오서비스	3,398	7.34	5,528	10.73	62.7	9	0.06	94	0.57	975.4
기 타	6,881	14.86	6,554	12.73	△4.8	1,791	12.27	1,735	10.54	△3.1
합 계	46,310	100.00	51,497	100.00	11.2	14,597	100.00	16,456	100.00	12.7

□ 국내 바이오산업 시장 전망

- 바이오산업은 4차 산업혁명의 대표 기술로 부상하게 되면서 인공지능과 빅데이터, 의료 산업 등과 융합화를 통해 관련 산업영역을 확대하고 있으며, 양질의 일자리 창출 등 지속가능한 성장을 견인하는 미래 핵심 산업으로 주목받고 있음
 - 세계 각국은 정책적으로 바이오 관련 산업을 지원/육성하고 있으며, 글로벌 제약사를 필두로 관련 기업들은 적극적인 R&D 투자를 통해 시장 선점에 나서고 있음
- 한국산업마케팅연구소에 따르면 국내 바이오산업은 2020년 14조 6,572억원을 기록하며 2017년 대비 24.51% 확대될 것으로 전망하고 있음
 - 2017년 대비 바이오의약이 1조 4,958억원 증가하여 가장 크게 확대될 것으로 전망했으며, 바이오서비스(5,427억원 증가), 바이오화학·에너지(5,119억원 증가), 바이오의료기기(2,064억원 증가) 순으로 시장규모가 확대될 것으로 예상되고 있음
 - 세부 분야로는 치료용 항체 및 사이토카인제제와 바이오연료, 기타 바이오의약품, 바이오 위탁생산·대행 서비스, 체외진단, 바이오소재의약품 등 6개 분야가 시장을 선도할 것으로 전망
 - 또한 사료첨가제와 백신, 식품첨가물, 혈액제제, 호르몬제, 건강기능식품은 상대적으로 성장세는 둔화되었지만 지속적으로 시장의 Cash Cows 역할을 수행할 것으로 기대

2. 연구수행 내용 및 결과

2-1 국내외 식물공장 상용화 성공 사례 발굴 및 성공요인 분석

○ 국내외 식물공장 상용화 성공 사례들

가. 국외 스마트팜 기술 도입 사례

- (덴마크) 크리스텐센(Christensen) 농장. 덴마크의 크리스텐센 농장은 1957년 최초의 식물공장을 운영. 이후 유럽에 식물공장 연구개발이 활발히 진행.



<그림 2> 덴마크 크리스텐센 농장 모식도

자료: 한국정보화진흥원¹⁾

- 통제된 시설 안에서 인공적으로 환경을 조절하는 것으로 농산물을 계획 생산하는 시스템.
- 채소·허브용 엽채류를 생산하는 식물공장인 스웨덴의 Agritech Innovation는 자체 개발한 스웨데포닉(Swedeponic)이라는 시설을 설립, 이는 유럽 전역에 퍼지게 됨
- 이 시스템의 원리는 식물체가 자람에 따라 자동적으로 전체적인 컨베이어 라인이 움직여서 단계 별 환경에 정착하게 된 후 수확되어지는 시스템.
- 광원으로는 태양광과 고압 나트륨 램프를 보광용으로 사용하며 병용형.
- 주요 재배 작물들: 초기 상추류에서 부가가치가 높은 허브류로 바뀜.

● Advanced Agri 주식회사

-2006년 설립된 일본의 한 식물공장 회사.

현재 사업내용으로는 식물공장 설계 및 시공, 3파장 와이드밴드 LED 판매업, 스트레스 부하형 재배장치 판매, 기능성 식물로부터 천연기능성분 생성 및 판매, 식물공장 채소 생산 판매 등으로 이루어짐.

주요 제품명으로는 Glacitol(글라시톨)로 ‘아이스플랜트’ 작물 체내에 있는 glacitol 성분을 분사 기술로 집적시켜 직접 생산, 가공, 판매가 이루어짐.

-주요 재배 작물: 아이스플랜트(Mesembryanthemum crystallinum.)

● Spread 식물공장, 교토

-일 평균 2만1000 포기 상추를 식물공장에서 수확

-공장 면적 2만5000m² *약 8000평, 최적의 재배환경=완벽한 폐쇄 공간이 필요.

흑자 전환에 가장 큰 비결은 안정적인 가격과 공급유통망 확보

안정적인 가격을 책정한 후 하루에 몇 포기의 상추를 생산 했을 시 순익분기점을 넘는가에 대한 결과를 도출. (선, 가격 책정-> 후, 총 생산량 계획)

1) 한국정보화진흥원, 2013, ‘u-IT 기술을 활용한 작물 컨테이너 구축사업 사업 개요서’

- 오사카 부립 대학 부속 식물공장.

-1300m², 일 평균 5000포기 양상추(버터비아, 프릴 양상추) 생산

자주식 반송 로봇, 모종선별 로봇, 환경제어 장치 등 자동화 시설 및 기술을 갖춘

식물 공장 내부는 생육 구간 별 나뉘어져 있고 이 공간들을 상황에 따라 이동하며 작물을 생산.

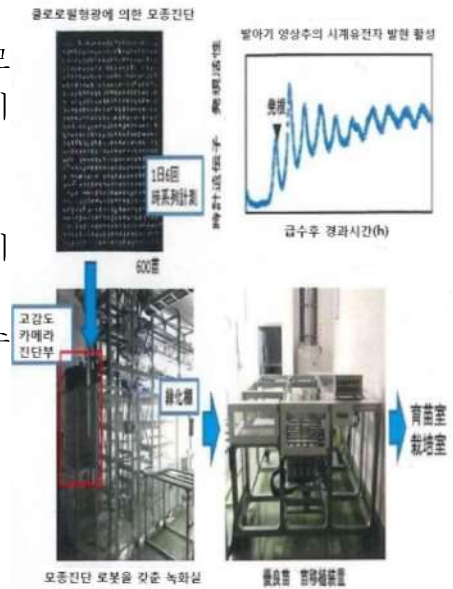
파종- 암발아- 백색LED 조사- 유묘 육성(이 단계에서 모종선별 로봇을 통해 유묘의 장래성을 판단하고 우량묘만이 육묘실로 보내짐)

선별된 우량모종은 자동화 기기를 통해 묘판에 이식.

실제 이루어지는 수작업은 묘판을 다단까지 옮겨주는 것이 전부.

이후 수확기에 다른 상추는 반송컨베이어 벨트에 실려 수확실 까지 이동.

-주요재배작물: 양상추(버터비아, 프릴 양상추)



<그림 3> 우량 모종 선별 로봇

- Internationally Local(INLOCO), [일본]

식물공장 설비 판매 및 프랜차이즈 사업, 식물공장 채소의 생산 및 판매

재배작물: 아이스플랜트, 베이비리프, 허브, 딸기 등

아쿠아포닉스를 사용하여 식물공장을 운영, 컨테이너 타입 딸기 재배를 진행중, 태양광을 활용한 과채류 생산비 절감, 태양광 발전 및 축전 기술을 활용.

1) 국외 스마트팜 작물 리스트 및 성공요인

○ 작물 리스트업

- 아이스플랜트(Mesembryanthemum crystallinum.) -> 화장품 원료
- 양상추(버터비아, 프릴 양상추)
- 허브류 (바질, 딜, 파슬리, 타임 등)
- 과채류 (딸기, 토마토)

○ 성공 요인

- 생산비 절감을 위한 대체 에너지원 사용. (태양광, 공장 폐열 등)
- 대량생산을 하며 안정적인 물가를 통한 판로개척
- 식물공장의 안정성 및 생산물에 대한 품질을 증명하는 Certificate 등록(유기농마크, USDA, Euro-leaf 등)
- 연중생산

나. 국내 스마트팜 기술 도입 사례

<표 4> 국내 스마트팜 기술 도입 선도 경영체 사례 종합 정리

구분	경영체명	비고
시설재배	OO농장 (토마토)	- 기존 온·습도 제어 수준에서 복합환경제어 시스템을 도입 - 최적의 생육환경 관리 시스템 구축을 통해 정확한 분석 및 제어가 가능해졌으며, 이후 생산성, 소득, 출하상품 비중이 상승
	OOOO 딸기농장 (딸기)	- 2012년 정부의 시설원예품질 개선사업을 통해 스마트팜 시스템을 도입, 생산성 제고 - 외부에서 온도·습도·측창·수막·환기 등 5가지를 제어하고, 하우스 내 온도와 습도, 환기 등의 환경제어가 가능한 시스템을 구축
	OO농장 (토마토)	- 2011년 복합환경제어시스템 도입 후 생산성 증대 시현 - 온실 안팎의 실시간 환경 데이터 수집을 통해 생육을 직접 관리
	OO팜 (토마토)	- 국내 최대 규모의 유리온실을 갖추고 있으며, 네덜란드에서 도입해 온 운영프로그램 시스템을 적용하여 스마트팜을 구축 - 표준화된 유리온실 모델 내 가장 생산성 높은 생육정보를 뽑아 제공하는 프리바(Priva) 패키지를 통해 생산성 증대 실현
	주OO (파프리카)	- 최첨단 재배환경을 구축해 고품질 파프리카 생산
축산	OO농장 (양돈농장)	- 농장 환경관리, CCTV, 포유모돈 자동급이기, 사료빈 관리기, 출하선별기 등 스마트팜 관련 ICT시설장비를 통합 연계해 PC 및 모바일로 농장을 모니터링, 분석
	OO농장 (양계농장)	- 사료계측장치를 도입해 ICT 축산기술을 양계농장에 접목해 최첨단 농장을 구축 - 사료계측장치의 데이터를 통해 정확한 데이터 분석 시스템으로 농장을 경영
ICT기업의 스마트팜 관련 사업 확대	카카오 파머 제주	- 제주감귤 전용 모바일 유통 플랫폼 '카카오파머 제주'를 3개월간 운영한 바 있으며, 오는 2016년 8월, 서비스를 정식 상용화 예정 - 제주감귤 농가와 계약을 체결해 감귤을 매입하고 카카오 브랜드와 모바일 플랫폼 등을 통해 판매하는 형태임
	SK텔레콤 '스마트팜' 사업	- SK텔레콤은 '스마트팜'이라는 비닐하우스의 자동 제어 시스템을 개발해 농가에 보급하며 스마트 농업 비즈니스를 실시 중 - SK는 SK텔레콤의 주력 기술인 오픈 사물인터넷(IoT) 플랫폼이 기반이 되는 '스마트팜'을 세종창조경제센터 인근 비닐하우스 100여 곳에 설치. 스마트팜 덕분에 토마토 농사를 짓는 농부 강모씨는 집에서 비닐하우스를 관리할 수 있게 됨

자료 : 삼정KPMG 경제 연구원²⁾

● 미래원

실평수 약 250평 규모 대형 식물공장, 다수의 엽채류 생산, 이식 후 35~42일 후 수확, 롯데마트, 코스트코 등 유명 대형마트에 납품. 자사 유통망 이용. 경제성 확보 상태.

새싹채소 전용 공장, 농산물 전처리 작업장, 식물공장, 농식품연구소 등등 보유. 주요 작물은 새싹채소, 어린잎채소, 바질(허브) 등

2) 스마트팜 산업분석 및 성공사례 연구용역, 삼정KPMG 경제연구원, 2016년 7월, 70pg

- (주)바이오웍스

식물공장 기능성 채소 생산 및 유통. 주요 재배작물로 엽채류(케일, 루꼴라, 찰스 등), 식이 조절용 저칼륨 채소 및 바질(허브) 등.

어려운 점 : 운영비 및 인건비 부족, 마케팅과 판로 개척

- (주)에그로닉스

수경인삼 재배, 식물공장 시스템 개발

태양광 이용형, 태양광 병용형, 완전제어형 식물공장 보유. 기능성 엽채류 및 약용작물 재배 기술 보유

어려운 점: 1. 초기 투자비용에 맞는 채산성 있는 작물의 선정 어려움

2. 생산된 제품의 시장의 가격 경쟁력이 크지 않음

- N.thing(엔씽)

완전 제어형 식물공장, 밀폐형 실내 식물공장을 통한 엽채류 생산. 컨테이너 형 식물공장 (N.thing 플랜티 큐브)에 환경 요소를 자동화 시스템으로 원격 제어하며 이를 한 상품으로서 판매. 그 밖에 소형 재배 모듈(플랜티 스퀘어) 등 가정에서 쉽게 엽채류를 기를 수 있는 수경재배 키트 제품을 판매. 장기적으로 플랜티 큐브 1만대를 판매하는 것이 목표.

1) 국내 스마트팜 작물 리스트 및 성공요인

○ 작물 리스트업

- 새싹채소
- 엽채류(로메인 상추, 허브, 케일, 버터비야)
- 과채류(딸기, 파프리카, 토마토)
- 수경인삼

○ 성공요인

- 생산비 절감을 위한 대체 에너지원 사용. (태양광, 공장 폐열 등)
- 대량생산을 하며 안정적인 물가를 통한 판로개척
- 식물공장의 안정성 및 생산물에 대한 품질을 증명하는 Certificate 등록(유기농마크, USDA, Euro-leaf 등)
- 연중생산
- 직접 유통
- 자연 에너지를 활용. (밀폐형 식물공장이 아닌 개방형 혹은 온실 복합형 식물공장으로 설계, 인공광으로 부족한 광원을 태양광으로 보충)

다. 작물 및 성공요인 분석 결과

<표 5> 국내외 스마트팜 작물 리스트 및 성공전략

작물 리스트업	용도
아이스플랜트	화장품 원료 및 샐러드 원재료

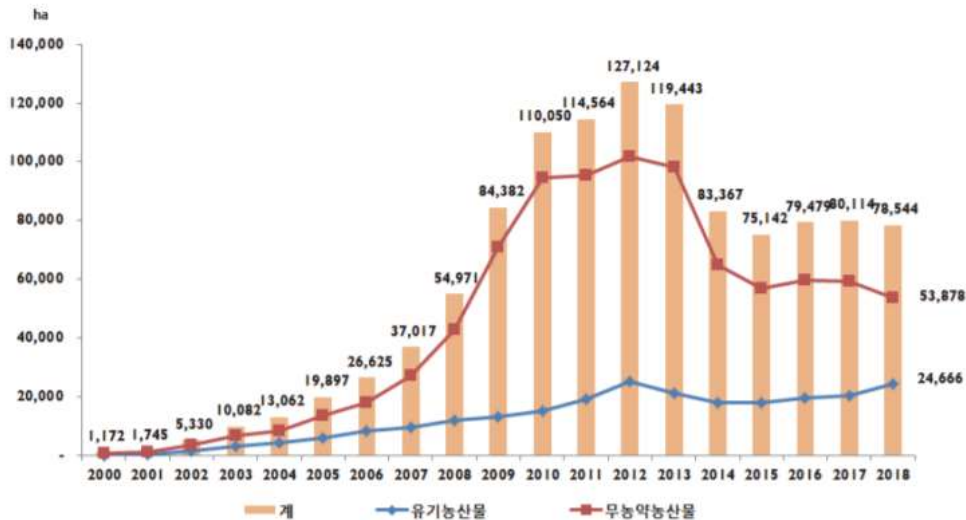
양상추(버터비야, 프릴 양상추, 멀티리프 등)	샐러드 원재료
허브류(바질, 딜, 파슬리, 타임 등)	1) 화장품 원료 및 의약품 원재료 2) 향신료 및 식용
과채류(딸기, 토마토 등)	식용 및 가공품 원재료

성공 요인	본 사업 전략화 적용
생산비 절감	1) 자연광원을 병용하는 온실 기반 식물공장을 이용 2) 순환식 펌프를 이용하여 수자원 손실 억제
대량생산	테스트베드를 기반한 규모화 온실을 운영
품질 증명	USDA 마크 등록
연중생산	온실 데이터 기반 환경제어를 통해 연중생산

2-2. 농식품 소비 트렌드 및 수급동향

○ 국내외 유기농산물과 무농약 농산물

국내 유기농산물 인증 면적은 증가하는 추세이며 2016~2018년 연평균 11.3%의 증가폭이 나타남. 하지만 무농약 농산물 인증면적은 감소하는 추세임. 친환경농산물(유기농+무농약)의 약 70% 차지하고 있는 무농약 농산물의 감소로 인해 국내 친환경 농산물의 인증면적의 숫자는 점차 줄어들고 있음.



<그림 4> 국내 친환경농산물 인증면적 변화 추이

3)반면에 국외 유기농식품 시장은 수요가 매우 빠른 속도로 증가하고 있으며 2017년 전 세계 유기농경지 면적은 2016년 대비 약 20%가 증가함. 유기농 식품 및 음료 시장 규모 역시 2017년 대비 2018년에 8% 증가하였으며, 향후에도 확대가 될 것으로 예상함. 하지만 시장의 규모가 커지는 반면에 생산 면적이 작음.

○ HMR(Home Meal Replacement) 간편하게 먹을 수 있는 식재료를 제조 가공 포장해 놓은 식품

3) 국내외 친환경농산물 생산 및 소비 실태와 향후 과제. 한국농촌경제연구원(KREI), 2019.

4)간편식은 간편한 식사 대응품으로 식품공전에 따른 품목분류로 보면 즉석섭취, 즉석 조리 식품 및 신선편의 식품류가 이에 해당됨.

<표 6> 식품 분류 별 주요 품목 및 정의

품목분류	주요품목	정 의
① 즉석섭취식품	도시락, 김밥, 샌드 위치, 햄버거 등	동·식물성 원료를 식품이나 식품첨가물을 가하여 제조·가공한 것으로서 더 이상의 가열, 조리과정 없이 그대로 섭취 할 수 있는 식품
② 즉석조리식품	가공밥, 국, 탕, 스프, 순대 등	동·식물성 원료를 식품이나 식품첨가물을 가하여 제조·가공한 것으로서 단순 가열 등의 조리과정을 거치거나 이와 동등한 방법을 거쳐 섭취 할 수 있는 식품
③ 신선편의 식품	샐러드, 간편과일 등	농·임산물을 세척, 박피, 절단 또는 세절 등의 가공공정을 거치거나 이에 단순히 식품 또는 식품첨가물을 가한 것으로서 그대로 섭취할 수 있는 샐러드, 새싹채소 등의 식품

식품공전 체계상 간편식이 범주 ※식품공전: 식품위생법 제23조에 따라 식품의 제조·가공·용도 및 보존방법에 관한 기준과 그 식품 성분에 관한 규정

<표 7> 가정간편식 출하 규모

(단위: 백만 원, %)

구분	2013	2014	2015	2016	2017	2018(추정)
즉석섭취식품	942,160 (58.7)	917,438 (59.4)	992,165 (59.0)	1,323,939 (58.4)	1,427,981 (52.1)	1,628,898 (50.6)
즉석조리식품	585,275 (36.4)	542,965 (35.2)	594,559 (35.3)	834,272 (36.8)	1,151,122 (42.0)	1,392,858 (43.3)
신선편의식품	78,340 (4.9)	83,439 (5.4)	95,566 (5.7)	109,959 (4.8)	163,041 (5.9)	195,649 (6.1)
합계	1,605,775	1,543,842	1,682,290	2,268,170	2,742,144	3,216,405

신선편의식품시장(샐러드, 간편과일 등), 간편성 및 건강에 대한 관심증가로 최근 5년 사이 59.1% 증가 >> 출하액: ('11) 601억원 → ('15) 956억원.

○ 미세먼지

최근 미세먼지로 인한 호흡기 질환 및 폐 기능 저하가 나타나는 현상이 두드러지게 많아짐. 때문에 예방 및 배출에 효과적으로 알려진 신선식품 또는 가공식품의 판매가 급증하였으며 그 중에는 브로콜리 미나리 등 식물성 신선제품들이 다수 포함되어 있다.

바질, 파슬리, 타임 등 이와 같은 허브류 작물들을 요리 향신료는 물론 '차'로 가공이 많이 이루어짐. 이를 통해 호흡기 질환 방지 또는 완화에 탁월하여 많이 사용되어지는 작물로 꼽힘. 특히 신선 식품의 경우 원재료 등에 대한 신뢰가 강하기 때문에 소비자들에게 일상생활에서 흡입되는 유해 성분을 신선식품 음식 등을 통해 배출하려는 수요가 늘어가며 관련 제품들이 인기를 끌고 제품 매출이 급증하고 있는 것으로 분석 가능.

4) 가정간편식[HMR] 시장규모 5년 사이 51.1% 성장, 농림축산식품부 보도자료, 2017년 2월 6일, 2019년 8월 2일자.

○ 다이어트

다이어트는 꾸준한 소비트렌드로서 최근 급증하는 Self-Care(자기관리)에 필수 항목 중 하나. 다이어트 식품의 다양화는 매년 성행하고 있음. 다이어트 식품에서 대표적인 가공식품이 바로 샐러드와 건강주스(해독주스).

2-3. 고소득 작물 후보군 선정 및 생육환경 조사, 최적 환경 후보 분석

○ 후보작물군

금화규	대마	타라곤	딜
			
주 사용처 : 화장품원료, 식용	주 사용처 : 제약원료, 화장품원료, 채종, 식용	주 사용처 : 화장품원료, 식용	주 사용처 : 화장품원료, 식용
효능 : 항산화, 항염, 심혈관질 환 개선 등	효능 : (CBD) 통증 완화, 항암, 불안 우울 감소, 여드름 제거, 신경 보호 등	효능 : 강장작용, 해독효과, 소 화촉진, 식욕증진 등	효능 : 소화촉진, 구취제거, 동 맥경화 당뇨 고혈압 예 방 등
타입	페퍼민트	파슬리	바질
			
주 사용처 : 화장품원료, 식용	주 사용처 : 화장품원료, 식용	주 사용처 : 화장품원료, 식용	주 사용처 : 화장품원료, 식용
효능 : 항균, 거담작용, 신경성 질환, 빈혈, 피로, 피부 미용 등	효능 : 우울증, 신경성 발작 개 선, 감기 천식 기관지염 신경통 등 효과	효능 : 소화촉진, 간장해독, 이 노작용, 류머티즘 완화 등	효능 : 비만, 노화방지, 소화불 량 해소, 이노작용 등

- 실제 식/화장품 업계의 실질적 수요가 있으며 성장 가능성이 큰 작물들을 선정
- 허브류는 식용으로 널리 사용될 뿐만이 아니라 화장품 산업으로 넓게 적용 가능, 나아가 제약 용도로써의 활용 또한 검토될 수 있음
- 기존의 식물공장은 대부분 엽채류 등을 기반으로 한 다층형 시스템이 대부분으로, 크지 않은 초본류 등을 키우기에는 적합하지만 크기가 큰 작물을 키우는 데에는 한계가 있음
- 하지만 이러한 허브류는 키우는 기간이 길며 엽채류와는 배지, 양액 레시피 등에 차이가 있기 때문에 별도의 매뉴얼 및 재배 부자재 등이 필요한 상황
- 대마는 제약, 화장품 등의 다양한 적용 분야가 있지만 법적 제한이 있기 때문에 쉽게 접근 하지 못하고 있는 상황, 하지만 해외에서도 식물공장형으로 많은 개발이 이루어졌으며 법

테두리 안에서 얼마든지 큰 경제성을 보이는 작물

<표 8> 원물로서 상품화

품목	작물명	용량	사진	특장점
허브	TARAGON	10g		타라곤은 향신료로서 강하고 달콤한 향을 가지고 있으며 닭고기나 칠면조 요리와 같은 육류 요리에 많이 사용. 또한 샐러드, 각종 소스와 스프에도 사용되는 작물.
허브	THYME	10g		타임의 독특한 향은 강한 소나무향과 상큼한 향을 가지고 있음. 타임 기능 성분에는 항균능이 있어 최근 화장품 원료로도 사용되어짐.
허브	PASLEY	30g		일반 파슬리와 달리 넓은 잎을 가지고 있는 '이탈리안 파슬리'는 재배하기 쉬운 서양 3대 향신료 중 한가지. 각종 샐러드, 수프, 생선요리 등에 활용되어짐.
허브	PEPPERMINT	10g		박하로도 불리는 페퍼민트는 청량감을 주는 독특한 향 덕분에 요리는 물론 디저트, 방향제 등에도 활용됨.
허브	GENOVESE BASIL	30g		바질 만의 독특한 향을 지니고 있어 바질페스토, 바질 오일 등 요리에 다방면 활용 가능. 또한 파스타나 스테이크, 샐러드에 가니쉬 재료로서 활용.

<표 9> 가공품으로 상품제작

품목	제품명	용량	사진	특장점
가공	Parsley Lemon shot	165g x 5병		신선함을 보존하기 위해 원재료를 그대로 갈아 급속 냉동한 '오일만주스'. 건강습관을 보다 쉽게 실천 할 수 있도록 만든 제품
가공	Parsley Sauce	130g		김대천 셰프의 레시피로 만든, 육류·생선·파스타 등 요리에 잘 어울리는 소스류 제품
가공	Basil Pesto	170g/80g		제조 당일 농장에서 직접 수확한 바질을 그대로 갈아 만든 바질 페스토.
가공	Basil pesto & Tomato Bacon Jam	170g		제조 당일 농장에서 수확한 바질을 갈아 만든 바질 페스토와 잘 숙성된 토마토에 베이컨을 넣고 톡톡히 졸여 만든 토마토&베이컨 잼.

- 이와 같이 가공 또는 원물로 나갈 수 있는 작물의 이점을 생각하면 파슬리와 바질이 유력한 후보 고소득 작물.
타임작물은 콜마와의 협업으로 연구 목적의 재배를 이어나가고 있으며 연구목적 이외에도 화장품 원재료 또는 외식업 등 수요가 있어 현재 노지베드에서 지속 재배 중.

○ 생육환경 기준 제시

- ◆ <바질, Ocimum Basilicum, 잎·줄기·꽃대, 씨앗 이용>
재배특성 : 일년초, 햇볕이 잘 들고 통풍이 양호한 곳을 선호 (호광성), 꿀꿀과 발아적온 : 25±5℃ 로 저온에서는 발아가 안 되며 비교적 고온이 필요
발아기간 : 약 2주
생육적온 : 25~30℃ 로 온화한 기후 필요. 추위·건조에 약함, 5℃ 이하 생육 둔화
- ◆ <타임, Thymus Vulgaris, 줄기·잎 이용>
재배특성 : 다년초, 호광성 식물, 꿀꿀과
발아적온 : 15~20℃
발아기간 : 약 3주
생육적온 : 25~30℃, 저온 건조에 강하나 고온 다습에 약함, 병충해 없음.
- ◆ <파슬리, Petroselinum crispum, 잎 이용>

재배특성 : 다년초, 호냉성 식물 (저온에 강하여 3~4℃에서도 고사하지 않음), 미나리과
 발아적온 : 11~18℃, 비교적 낮은 온도에서도 발아. 25℃ 이상에서 발아율 떨어짐
 발아기간 : 약 10일 소요

생육적온 : 15~20℃. 추위에 강하나 고온건조에 약함

◆ <페퍼민트, *Mentha sp.*, 꽃·잎·줄기>

재배특성 : 다년초, 호광성 식물 꿀풀과

발아적온 : 20℃

발아기간 : 약 20일 소요 (삼목을 추천)

생육적온 : 약 18~25℃ 내한성이 강하고 다습에 주의.

◆ <딜, *Anethum araveolens*, 꽃·잎·줄기 (전체)>

재배특성 : 자라는 장소에 따라 일년초/다년초, 내한성에 강하고 과습에는 취약. 미나리과.

발아적온 : 20~25℃

발아기간 : 약 1주

생육적온 : 25~30℃, 팬넬 작물과 쉽게 교잡이 되므로 같은 공간에 두지 않는다.

◆ <타라곤, *Artemisia dracunculus*, 꽃·잎>

재배특성 : 품종에 따라 초장 20cm에서 60cm 이상, 다년초, 국화과.

발아적온 : 15~20℃로 봄 또는 가을에 파종하며, 온난한 기후에 발아

발아기간 : 혐광성 종자로 16~21일 소요

생육적온 : 18~30℃, 내서성과 내한성이 다소 약한 편이며 과습에 약함.

◆ <금화규, *Hibiseu smanihot L.*, 꽃·잎·줄기 (전체)> *Aurea helianthus*(황금해바라기)

재배특성 : 꽃을 수확 시 생육기간이 100일정도로 꽤 긴 편, 일년생 초본식물, 아욱과
 상대적 단일 식물로서 10℃ 이상의 온도 유지 시 개화

발아적온 : 약 18℃ 로 온화한 온도에서 발아됨.

생육적온 : 20~30℃, 10℃ 이하 생육 둔화

◆ <대마, *Cannabis sativa*, 꽃과 잎 말린 것을 사용>

재배특성 : 호광성으로 광량이 좋고 환기가 잘되고 습도가 낮은 환경에서 재배, 암꽃과 수
 꽃이 따로 피는 자웅이체, 삼과

발아적온 : 20±5℃ 로 온화한 온도에서 발아됨.

발아기간 : 약 3~5일

생육적온 : 23~32℃ 로 따뜻한 기후 필요. 최적온도는 30.0℃

<표 10> 작물 리스트 및 특성

작물명	-과	특성	발아적온	생육적온
바질	꿀풀과	일년초	25±5℃	25~30℃
타임	꿀풀과	다년초	15~20℃	25~30℃
파슬리	미나리과	다년초	11~18℃	15~20℃
페퍼민트	꿀풀과	다년초	20℃	18~25℃
딜	미나리과	일년초/다년초	20~25℃	25~30℃
타라곤	국화과	다년초	15~20℃	18~30℃
금화규	아욱과	일년초	18℃ 이상	20~30℃
대마	삼과	일년초	20±5℃	23~32℃

생육환경 조사 결과 비교적 따뜻하고 과습하지 않은 공간을 대체적으로 선호. 온·습도 조절이 잘

이루어지는 공간에서 재배하는 것이 좋을 것으로 사료됨. 작물 생육의 최적상태를 유지하며 작업성이 편리한 공간에서 기르는 것이 유리.




<표 11> 작물별 생육환경 표준화 요소

	대기환경	광환경	양액환경		
분류	평균 온·습도	PPFD($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}$)	pH	EC	온도
최 적 환 경	21~28℃ / 50~60%	광보상점:20, 광포화점:360	5.5~6.5	0.8~1.5	20±5℃

조사한 데이터를 기반으로 적합한 생육환경 표준화 요소를 작성.

○ 최종 환경 후보 분석

<표 12> 후보 환경

	
<p>온실기반 DWC 타입</p>	<p>냉난방 별도환경제어 타입</p>
	
<p>실내형 다층 환경제어 타입</p>	<p>온실기반 노지형 타입</p>

재배 타입 별 생육환경 (하절기)[19.05.14~07.12]						
분류	대기환경		광환경	양액환경		
	평균 온도	평균 습도	PPFD($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}$)	pH	EC	온도
Type1	29.9	57.65	300.6	6.539	0.91	25.4
Type2	29.7	55.98	365	7.4	1.5	24.62
Type3	24.5	68.98	200	7.1	1.25	26.98
Type4	27	67.55	163	7.1	1.25	26.95

*Type1: 온실기반 DWC 타입(진천), Type2: 냉난방 별도환경제어 타입(진천), Type3:실내형 환경제어 타입 광원 타입(제주), Type4: 온실기반 노지형 타입(제주), [PPFD-최대 광량인 오후 1시에 측정].

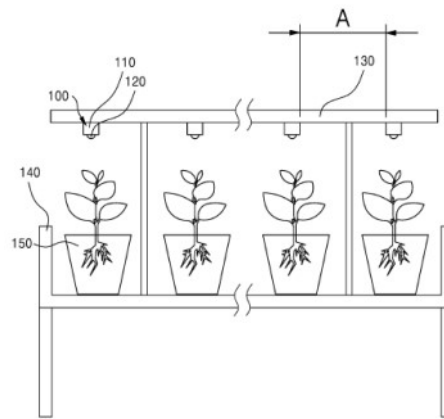
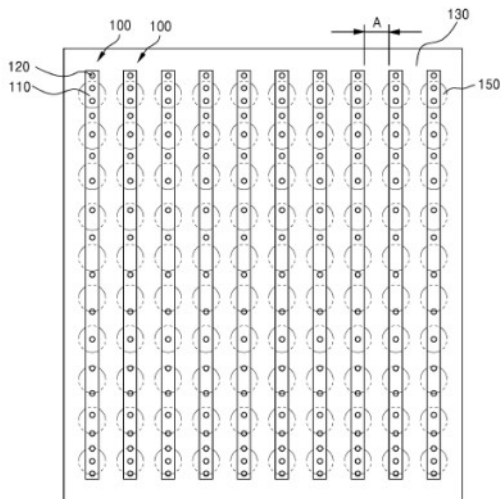
Type2: 냉난방 별도환경제어 타입(진천) 은 아쿠아포닉스 양액이 아닌 일반 화학양액을 사용.

2-4. 재배자재 설계, 프로토타입 개발

<p>> 환경제어 테스트베드</p> <p>● 연구 배경 및 목적</p> <ul style="list-style-type: none"> ▷ 환경제어를 통한 작물 재배가 가능한 구조의 테스트베드 제작 <ul style="list-style-type: none"> - 외부 환경에 최대한 영향을 적게 받으며 작물의 생육 최적 환경 수치 도달 ▷ 작업 효율성 및 생산성 고려 <ul style="list-style-type: none"> - 다단 재배베드를 이용한 재식주수 증대 구조 ▷ 냉·난방 기능 강화 <ul style="list-style-type: none"> - 내부 구획 냉난방 제어 ▷ 내부의 습도유지를 위한 고압미스트 설치 ▷ 식물생장용 LED를 활용한 보광 													
<p>● 실내형 다층 환경제어 테스트베드</p> <table border="1"> <tr> <td rowspan="4">구 성</td> <td>크기(m)</td> <td>- 6.7W * 3.4D * 5.3H(면적:23m²) - 5.25W * 2.28D * 2.15H(면적:26m²)</td> </tr> <tr> <td>구 획</td> <td>- 판넬 건축물 - 냉동 컨테이너</td> </tr> <tr> <td>구 조</td> <td>• 골조 : 알루미늄 프레임 • 바닥 : 알루미늄 복합판넬 • 관수 : - Ebb and Flow 및 DWC 방식 - 점적 드리퍼</td> </tr> <tr> <td>구동방식</td> <td>롤-업 개폐 (좌/우 측창용 2개)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">환경제어</td> <td>• 습도 : 고압미스트 • 다층형 재배를 위한 LED 라이트박스 시스템</td> </tr> </table>		구 성	크기(m)	- 6.7W * 3.4D * 5.3H(면적:23m ²) - 5.25W * 2.28D * 2.15H(면적:26m ²)	구 획	- 판넬 건축물 - 냉동 컨테이너	구 조	• 골조 : 알루미늄 프레임 • 바닥 : 알루미늄 복합판넬 • 관수 : - Ebb and Flow 및 DWC 방식 - 점적 드리퍼	구동방식	롤-업 개폐 (좌/우 측창용 2개)	환경제어		• 습도 : 고압미스트 • 다층형 재배를 위한 LED 라이트박스 시스템
구 성	크기(m)		- 6.7W * 3.4D * 5.3H(면적:23m ²) - 5.25W * 2.28D * 2.15H(면적:26m ²)										
	구 획		- 판넬 건축물 - 냉동 컨테이너										
	구 조		• 골조 : 알루미늄 프레임 • 바닥 : 알루미늄 복합판넬 • 관수 : - Ebb and Flow 및 DWC 방식 - 점적 드리퍼										
	구동방식	롤-업 개폐 (좌/우 측창용 2개)											
환경제어		• 습도 : 고압미스트 • 다층형 재배를 위한 LED 라이트박스 시스템											



- 인공광원을 활용하는 테스트베드 위의 작물의 경우, 베드의 중앙부에 있는 작물에 비해 베드의 가장자리에 있는 작물에 조사되는 광량이 적어지는 경우가 있어, 이를 해결하기 위해 작물재배용 인공광원의 배치를 가장자리에 밀집하여 배치하는 방안을 제안(특허 출원)





95012100000101110100016230000000

특허출원서

【창조번호】 P6610
 【출원구분】 특허출원
 【출원인】
 【명칭】 농업회사법인 만나씨이에이 주식회사
 【특허고객번호】 1-2013-051535-2
 【대리인】
 【명칭】 특허법인 동문
 【대리인번호】 9-2012-100002-0
 【지정된 변리사】 박병석
 【포괄위임등록번호】 2016-061916-9
 【발명의 국문명칭】 LED 식물재배장치
 【발명의 영문명칭】 LED Plant Cultivation Apparatus
 【발명자】
 【성명】 박아론
 【특허고객번호】 6-2013-000208-1
 【발명자】
 【성명】 임준기
 【특허고객번호】 4-2012-060142-9
 【발명자】
 【성명의 국문표기】 켈퍼 필리호, 파울로
 【성명의 영문표기】 KEMPER FILHO, Paulo
 【주소】
 【주소의 영문표기】



【출원언어】 국어
 【심사청구】 청구
 【이 발명을 지원한 국가연구개발사업】
 【과제고유번호】 319026-01
 【부처명】 농림축산식품부
 【연구관리전문기관】 농업회사법인 만나씨이에이 주식회사
 【연구사업명】 1세대 스마트 플랜트용 산업형 기술 개발
 【연구과제명】 식물공장 이용 산소특작물 생산시스템 산업화
 【기여율】 1/1
 【주관기관】 농업회사법인 만나씨이에이 주식회사
 【연구기간】 2019.01.22 ~ 2020.01.21
 위의 같이 특허청장에게 제출합니다.
 대리인 특허법인 동문 (서명 또는 인)

【수수료】

【기본출원료】	0 원	46,000 원
【가산출원료】	17 원	0 원
【우선권주장료】	0 건	0 원
【심사청구료】	8 항	495,000 원
【합계】		541,000원
【결연서류】	소기업(70%공면)[1]	
【감면후 수수료】		162,300 원

【첨부서류】 1. 중소기업기본법 제2조의 규정에 따른 소기업에 해당함을 증명하는 서류_1통
 2. 기타첨부서류[사업자등록증 사본]_1통



● 챔버형 환경제어 테스트베드

구 성	크기(m)	- ① 2.6W * 24.3 * 2.4H (면적 : 63m ²) - ② 1.2W * 21L * 2.4H (면적 : 25.2m ²) - ③ 1.4W * 20L * 2.5H (면적 : 28m ²)
	구 획	- 비닐 커버 구조를 이용한 독립 환경
	구 조	<ul style="list-style-type: none"> • 골조 : 프로파일 • 바닥 : 스티로폼 • 관수 : 점적테이프, 드리퍼
	구동방식	롤-업 개폐 (좌/우 측창용 2개)
환경제어	<ul style="list-style-type: none"> • 냉·난방 : 수냉식 제어, 순환팬 • 습도 : 고압미스트 • 기타 : 이산화탄소 주입기 	

① 환경제어 테스트베드



②







③



● 냉난방 별도환경제어 테스트베드

구 성	크기(m)	2.8m(W) x 21m(L), 부유식 재배관 총 196개 투입 가능
	구 획	작물 외부 환경 격리용 알루미늄 프레임 및 비닐 구조
	구 조	<ul style="list-style-type: none"> • 골조 : 프로파일 • 바닥 : 스티로폼 • 관수 : 외부 PE탱크를 활용한 DWC양액 순환 구

		조
	구동방식	양액환경 제어 및 상시 순환
	환경제어	<ul style="list-style-type: none"> • 냉·난방 : 수냉식 제어, 순환팬 • 습도 : 순환팬 이용하여 환기 • 기타 : 온실 환경제어 시스템을 이용한 환경 설정
환경제어 재배 챔버 (외부)		환경제어 재배 챔버 (내부)
		
온도 및 광량센서 모듈		양액 탱크 및 순환부
		

> 온실기반(복합형) 테스트베드

● 연구 배경 및 목적

▷ 상용 온실 환경에서의 재배베드 시스템을 활용한, 기존 온실 및 규모화 환경에서의 재배 실험

- 재배 매뉴얼 마련 및 생산 수익성 분석

▷ 작업 효율성 및 생산성 고려

- 실제 가동 중인 베드를 활용하여, 현실적인 작업 효율성 및 생산성 데이터 확보

▷ 냉·난방 및 환경제어

- 온실 자체 환경제어 방식을 활용한 생육 환경 구현

- 스크린, 보온커튼, 순환팬, 쿨링용 고압 미스트, 환기 제어 시스템

● 온실기반 DWC타입 테스트베드

구 성	크기(m)	6W * 80 * 0.15H (베드당 면적 : 6.9m ²)
	구 조	<ul style="list-style-type: none"> 골조 : 알루미늄 프레임 배지 : 부유식 재배판 포트에 따른 호환 배지 관수 : DWC 방식
	구동방식	양액 환경 제어 및 상시 순환
환경제어		<ul style="list-style-type: none"> 냉·난방 : 고압미스터, 환기팬 습도 : 온실 고압미스트 기타 : 온실 환경제어 시스템을 이용한 환경 설정

온실기반 DWC타입



온도 및 광량센서 모듈



● 온실기반 노지형 테스트베드

구 성	크기(m)	1.2W * 6 * 0.4H (면적 : 7.2m ²)
	구 조	<ul style="list-style-type: none"> 배지 : 상토 관수 : 점적관수
	구동방식	자체 기타 구동부 없음
환경제어	<ul style="list-style-type: none"> 냉·난방 : 매설형 보일러관 습도 : 온실 고압미스트 기타 : 온실 환경제어 시스템을 이용한 환경 설정 	

온실기반 노지형 타입



환경제어 컨트롤 박스



점적호스 배치



매설형 보일러



> 작물 재배용 자재

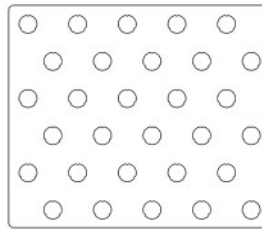
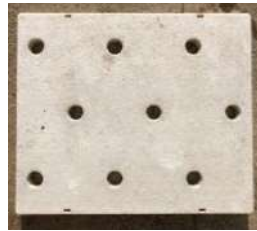
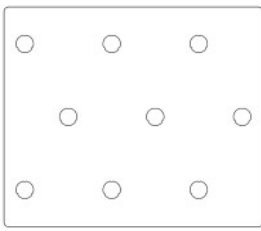
재배 포트

설명

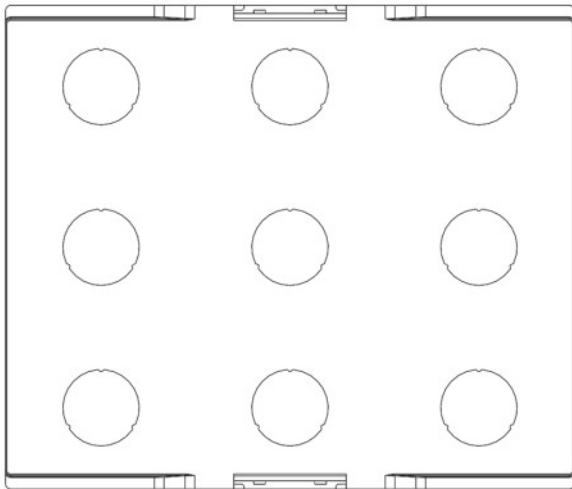
<p style="text-align: center;">소형 포트</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - 재질 : PP - 상단 사각, 하단 원형 화분 형태로, 부유식 재배판과 연동되어 재배베드에 적용될 수 있는 구조 - 엽채류 및 소형 허브를 키우기 적절한 크기 - 작물의 뿌리 성장 및 양액 급배수성을 위한 하부 슬릿 구조의 개선 (슬릿 수 증대 및 폭 감소) - 용량 : 30~40cc
<p style="text-align: center;">중형 포트</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - 재질 : PP - 상단 사각, 하단 원형 화분 형태로, 하단 슬릿을 통해 양액이 공급될 수 있는 구조 - 엽채류 및 소, 중형 허브를 키우기 적절한 크기 - 용량 : 125cc
<p style="text-align: center;">5, 6, 7호 포트</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p>❖ 5호 B</p>  <p>115 × 115 × 160(h)</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>❖ 6호</p>  <p>135 × 135 × 155(h)</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p>❖ 7호</p>  <p>175 × 175 × 190(h)</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> - 재질 : PP - 사각 화분 형태 - 소, 중형 포트에 비해 상토 용량이 커, 대형 작물 재배 가능 - 점적관수 등을 연동하여 활용 가능 - 5호 : 115*115*160(h) - 6호 : 135*135*155(h) - 7호 : 175*175*190(h)
<p>작물 재배용 상토 제작</p> <p>▷ 수경재배에 적합한 배수성을 고려하며, 범용적으로 활용 가능한 상토 배합 선정</p>	

부유식 재배판

소형 포트 전용 재배판

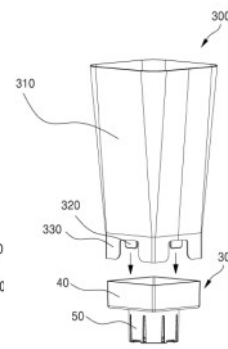
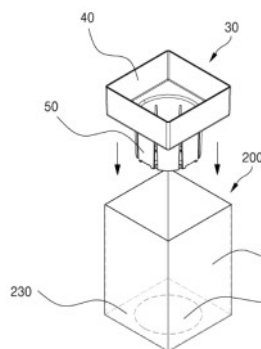
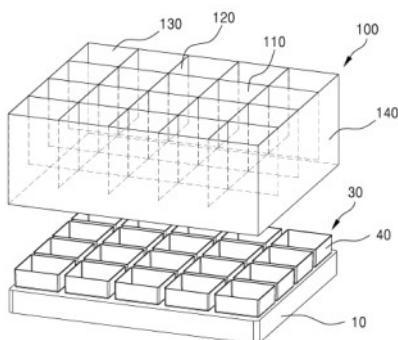


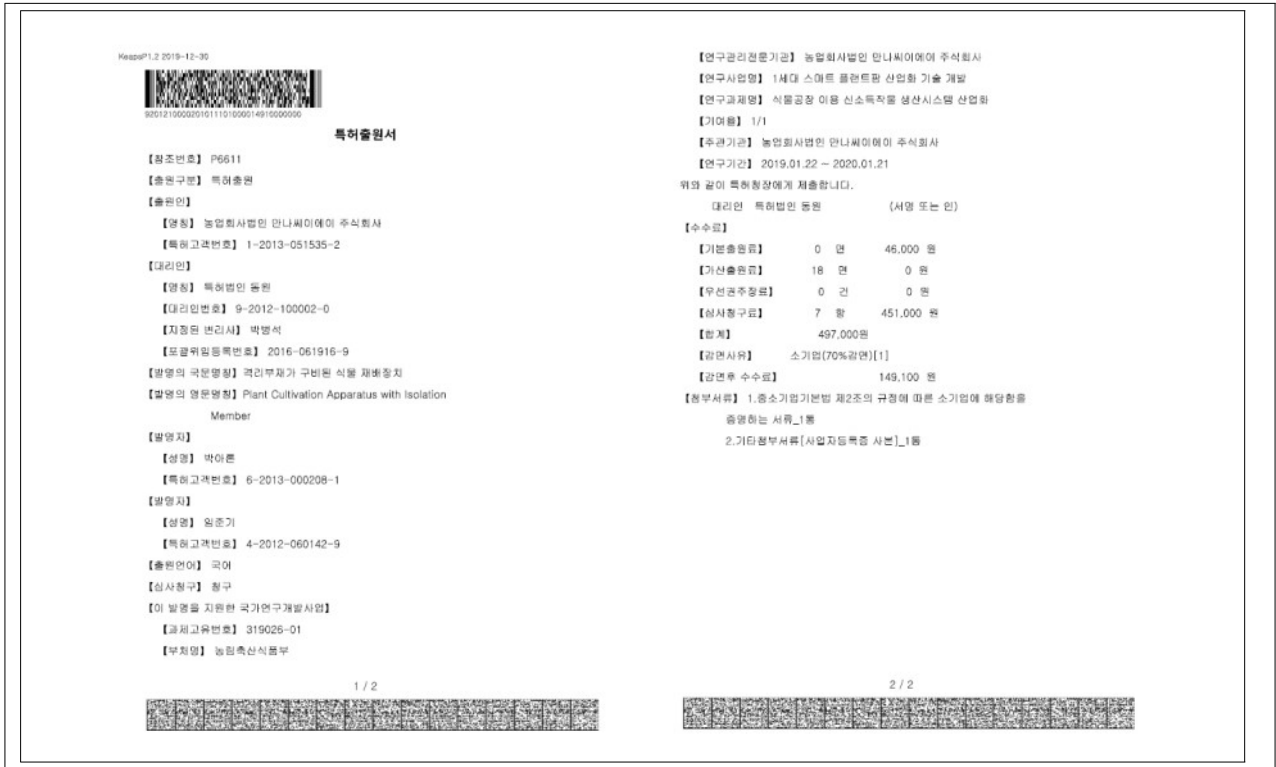
중형 포트 전용 재배판



- 소형 및 중형 포트 연동하여 활용 가능
- 작물간의 간격에 따라 적정 판을 선택하여 사용
- 지그재그 배열 또는 직렬 배열

- 재배판을 활용하여 재배하는 경우, 인접한 작물이 서로 엉키지 않도록 독립된 공간을 구성해주기 위한 구조를 추가할 수 있음 (특허 출원)





2-5. 재배자재 및 최적환경 1차 재배실험(후보군, 6종)

1차 재배실험의 장소로는 충청북도 진천 지역과 제주 지역 두 군데에서 동시간대 진행 하였으며 실험1.을 진천, 실험2.를 제주라 명칭함.

실험1. 신소득 작물 생육비교실험 1차 (과종: 5/10)





실험배경 및 개요	충북 진천 지역, 신소득 작물별 적합 환경 실험 및 작물 후보군 선발
실험기간	2019.05.10.(과종)~2019.07.10(수확)
실험품종	허브류 7종: 딜, 바질, 타임, 페퍼민트, 파슬리, 타라곤, 금화규.
실험목표	각 작물군을 진천 농장 내 구비되어 있는 다른 유형의 재배 베드에서 생육 및 생산량 비교. 생육(무게)조사.
재배환경	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 온실기반 DWC타입 테스트베드 평균 온도: 29.9°C, 평균 습도:64.95% 목표 온도 범위: (주간)20~30°C, (야간)10~20°C PPFD: 398μm²/s 급액 방식: DWC(Deep Water Culture, 담액식 수경 재배) ▷ 냉난방 별도환경제어 테스트베드 평균 온도: 29.7°C, 평균 습도:63.29% 목표 온도 범위: (주간)20~30°C, (야간)10~20°C

PPFD: 264 μ mol/m²/s
 금액 방식: DWC(Deep Water Culture, 담액식 수경 재배)
 ▷ 재식밀도(plants/m²) =112.5/m²

실험사진 및 방법

-작물 별 총 10개의 샘플을 채취하여 평균 무게를 산출. [일시수확]
 -작물 타입 마다 한해에 여러 차례에 걸쳐 수확 되어지는 다수확/또는 일시수확 으로 나누 어지지만 본 실험에서는 다양한 작물의 환경 적응능력 및 일시에 생산되어지는 양을 측정 하여 최종 후보군과 최적 환경을 도출해내는 과정.

표 . 신소득 작물 온실기반 DWC타입 측정 결과

온실기반 DWC타입 테스트베드		평균 길이/주	평균무게/ 주
19/05/10 파종~19/07/10 수확	단위	cm	g
파슬리		41	14.5
페퍼민트		46	33
러시아 타라곤		51	21.5
제노비스 바질		58	42




덜		46	10.5
타입		26	13.5
금화규		102	310.5

표 . 냉난방 환경별도제어타입 테스트베드 측정 결과

냉난방 별도환경제어 테스트베드		평균 길이/주	평균 무게 / 주
19/05/10 파종~19/07/09 수확	단위	cm	g
파슬리		36	14.5
페퍼민트		41	29

러시아 타라곤		56	27
제노비스 바질		61	42
딜		58	17
타임		26	13.5
금화규	금화규의 크기가 너무 커 재배 베드 허용 용량을 초과 (19.07)	-	-

실험결과

무게g	온실기반 DWC타입			냉난방 환경별도제어 테스트베드		
	1포트 당 (g)	1 Tray 당 (g)	1m ² 당 생산량 (g)	1포트 당 (g)	1 Tray 당(g)	1m ² 당 생산량 (g)
파슬리	14.5	435	1631.9	14.5	435	1631.9
페퍼민트	33	990	3714	29	870	3263.8
타라곤	21.5	645	2419.7	27	810	3038.7
바질	42	1260	4726.9	42	1260	4726.9
딜	10.5	315	1181.7	17	510	1913.3
타임	13.5	405	1519.4	13.5	405	1519.4
금화규	310.5	-	-	-	-	-

총 생산량	15,194.6		16,095
-------	----------	--	--------

= 냉난방 별도 환경제어 타입에서 1m² 단위면적당 총 생산량이 900.4g 더 많은 것으로 나타남.

재배관 면적 0.2665m²을 고려하여 1m² 당 생산량을 산출 한 결과, 두 타입 모두에서 바질 생산량이 가장 높게 나왔으며 수확 당시 작물 품질 또한 타 작물 대비 우수했음.

금화규 실험재배 중단 사유: 과도하게 자라는 금화규 작물은 재배 베드 허용 용량을 초과하여 후보 작물군에서 제외.

최적환경을 조사 하기 위해 재배 기간동안 환경데이터를 수집

※본 실험에서 최적 후보군: 페퍼민트, 바질, 타라곤

※본 실험에서 (여름철) 환경 :

PPFD(μmol/m ² /s)	기온(°C)	RH(%)	양액온도(°C)
365.08	29.7	55.98	24.62

▷ 위 자료는 실험기간 동안 제어된 환경의 센서 데이터를 수집하여 그 평균을 낸 값.

▷ 급액 방식: DWC(Deep Water Culture, 담액식 수경재배)

실험2. 신소득 작물 생육비교실험 2차 (과종: 5/13)

실험배경 및 개요	제주 농장, 신소득 작물별 적합 환경 실험 및 작물 후보군 선발
실험기간	2019.05.13.(과종)~2019.07.04(수확)
실험품종	허브류 6종: 딜, 타임, 파슬리, 타라곤
실험목표	각 작물군을 제주 농장 내 구비되어 있는 다른 유형의 재배 베드에서 생육 비교 및 후보군을 선발. 작물 별 적합한 환경을 찾는 것이 최종 목표.
재배환경	▷ 실내형 다층 환경제어 테스트베드 평균 온도: 24.5°C, 평균 습도:69%

	PPF: 200 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ (20시간) 급액 방식: ebb and flow 방식 ▷ 온실기반 노지형 테스트베드 평균 온도: 27°C, 평균 습도:67.5% PPF: 163 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 급액 방식: 단층 점적관수 ▷ 재식밀도(plants/ m^2) =112.5/ m^2
--	---

실험사진

6/27 제주 실내형 다층 환경제어 테스트베드



6/27 제주 온실기반 노지형 타임





실험결과

무게g	실내형 다층 환경제어 테스트베드			온실기반 노지형 테스트베드		
	1 포트 당(g)	1 tray 당 (g)	1m ² 당 생산량 (g)	1 포트 당(g)	1 Tray 면적 당 (g)	1m ² 당 생산량(g)
파슬리	7.3	220	825.5	20	600	2250.9
타라곤	3.5	105	394	4.5	135	506.6
딜	10.5	315	1182	13	390	1463.4
타임	6	180	675.4	14	420	1575.6
총 생산량			3,077.9			5,797.5

노지형의 경우 밀폐형 인공광원 타입에서 사용한 트레이 크기와 동일한 면적에서 생산량을 측정하였음.(1 tray의 면적은 476*560mm)

*결과 : 제주 농가에서는 실내형 다층 환경제어 테스트베드와 온실기반 노지형 타입에서 실험을 진행 하였으며 작물은 모두 같은 품종을 사용.

실내형 다층 환경제어 테스트베드 : 후보 작물군들의 초장(cm)은 일반적으로 20cm 이상 자라는 것을 감안 했을 때 실내형 다층 환경제어 베드의 경우 부유식 재배판과 LED 인공광원의 거리가 30cm로 고른 광분포가 이루어져 균등하고 빠른 성장률을 나타냄.

온실기반 노지형 테스트베드 : 노지형 테스트베드의 경우 작업의 편리성이 우수하며 생산량 또한 상대적으로 많은 편임. 파종작업 이후 이관작업 없이 테스트베드 위에 직파하는 것과 수확 시 재배판을 꺼내는 등 반복작업이 없어 편리함. 다만 광원이 다소 부족하여 작물이 자라는데 상대적으로 오랜 기간이 소요된다는 점과 단층의 구조로 수직 면적을 활용하지 못한다는 단점이 있음.

허브작물 특성 상 적엽 또는 전정을 하게 되면 신엽 또는 새 줄기가 왕성해지는 점을 이용해 작물을 약 50일간 키운 뒤 작물 상단 잎 또는 줄기를 절단하여 상품화 하는 것이 좋을 것으로 사료됨. (파종과 발아단계를 거치는 시간이 줄어들고 종자 절약이 가능)

※본 실험에서 최적 후보군: 덜, 파슬리, 타임

※본 실험에서 (여름철) 환경 : 온실기반 노지형 타입 테스트베드


	PPFD($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	기온($^{\circ}\text{C}$)	RH(%)	양액온도($^{\circ}\text{C}$)
▷	163	27.03	67.55	26.95

▷ 위 자료는 실험기간 동안 제어된 환경의 센서 데이터를 수집하여 그 평균을 낸 값.

▷ 급액 방식: 단층 점적관수

2-6. 재배자재 및 최적 환경 2차 재배실험

실험4. 신소득 작물 대마 재배 실험

실험배경 및 개요	마약류 관리에 관한 법률 시행규칙 [별지 제 23호 서식]에 따른 마약류학술연구자의 마약류 연구내용 기록서 바탕으로 작성
실험기간	2019.09.17.~ 2020.01.15
실험품종	수입 대마
실험목표	대마의 유기농 재배법에 있어 투자 대비 최대 매출점을 찾고 그에 맞는 농장(자동제어)시설을 구축.
재배환경	▷ 밀폐형 텐트 평균 온도: 24.5 $^{\circ}\text{C}$, 평균 습도:63% PPFD(광질): 단계별 적용 급액 방식: 점적관수 (Drip emitter)
실험사진 및 방법	 <p>2019.09.17.~ 2020.01.15. : 실험 종료</p>
실험결과	
<p>대마 실험, 신소득 발굴 과제에서 제외된 사유 : 대마의 경우 시장성 조사가 어렵고 정부기관의 허가가 필요한 실정.</p> <p>하지만 본사에서 일부 허가를 받고 지속적인 연구를 진행하여 대마의 유기농 재배 가이드 라인을 확립하는 것이 목표.</p>	

재배 실험을 통한 4가지 재배 시스템 타입별 분석

재배환경	타입 1 : 온실기반 DWC
	타입 2 : 냉난방 환경별도제어
	타입 3 : 실내형 다층 환경제어
	타입 4 : 온실기반 노지형

내용

환경 타입	장/단점
	<p><장점></p> <ul style="list-style-type: none"> - 온실 기반 복층형으로 위 정식기는 태양광 에너지를 활용 밑의 수로는 육묘기로 정식기 하단 LED를 통해 광원을 공급 <p>이로 재배 면적 효율을 높임</p> <p><단점></p> <ul style="list-style-type: none"> - 대규모 온실형 농장으로 병해충 관리에 주의를 기울여야 함
	<p><장점></p> <ul style="list-style-type: none"> - 냉난방 별도 환경제어로 정밀 타겟 환경을 조성 할 수 있음 - 고소득 작물 중 생육조건이 까다로운 작물을 키우기에 적합 <p><단점></p> <ul style="list-style-type: none"> - 작업 시 문을 여닫는 반복적인 업무 발생
	<p><장점></p> <ul style="list-style-type: none"> - 복수층으로 구성되어 실 재배 면적 당 생산량이 단층형 대비 높음 - 병해충의 해를 거의 입지 않음 <p><단점></p> <ul style="list-style-type: none"> - 작업 동선 및 환경이 제한적임
	<p><장점></p> <ul style="list-style-type: none"> - 작업성이 매우 편리함. 직파를 통해 손쉬운 재배가 가능하며 토양 부피가 넓어 생육저조 현상이 매우 드뭄 <p><단점></p> <ul style="list-style-type: none"> - 배수 및 관수 관리와 병해충 관리에 힘을 써야함

결론

작물 생산성 및 시스템 환경 안정성을 종합적으로 볼 때, 타입 1과 타입 4이 각각 1, 2순위

로 신소득 작물을 일반적인 국내 기후 조건에서 키우는 것이 가장 용이할 것으로 판단되며, 해당 두 시스템의 작물 재배 상황에 대한 경제성 평가를 진행하여 최종 후보를 산출
두 타입 모두 온실을 기반으로 스마트 팜 형태로 에너지 효율을 활용하여 운영됨을 알 수
있음. 반면에 국내 식물공장 기존 형태는 밀폐형 공간 다층 LED 재배가 다수 이루어지고
있으며 이는 연구용으로 거의 사용되고 있음.

2-7. 후보 작물군 성분 비교 분석

실험5. 데이터 필요 성분분석용 실험

실험배경 및 개요	후보 작물군 성분비교 분석 실험	
실험기간	2019.11.26.~2020.01.20	
실험품종	파슬리(Petroselinum crispum), 바질(Ocimum basilicum), 타임(Thymus vulgaris)	
실험목표	본사 실내형 다층 환경제어 테스트베드와 온실기반 노 지형 베드에서 재배된 후보 작물군(1)과 일반 농가에서 재배되어지고 있는 작물(2)의 대표적인 기능성분을 조사 후 비교함.	
재배환경	▷ 실내형 다층 환경제어 테스트베드 평균 온도: 24.5°C, 평균 습도:69% PPFD: 200 μ mol/m ² /s(20시간) 급액 방식: 아쿠아포닉스, ebb and flow 방식 ▷ 온실기반 노지형 테스트베드 평균 온도: 27°C, 평균 습도:67.5% PPFD: 163 μ mol/m ² /s 급액 방식: 아쿠아포닉스, 단층 점적관수	
실험사진 및 방법	작물 별 과종 직후 총 2~3주 동안의 발아기간을 보낸 다음에 온실기반 노지형 테스트베드 혹은 실내형 다층 환경제어 테스트베드로 이관. 분석을 의뢰한 연구실은 중앙대학교 산하 식물시스템공학부 천연물신소재 연구실에 의뢰하 였으며 분석 결과서를 토대로 본 보고서를 작성. <만나CEA(주) 아쿠아포닉스 재배> 생육 사진 (19/12/30)	
	▷ 바질	▷ 타임
		▷ 파슬리



수확, 500g (20/01/08)

▷ 바질	▷ 타임	▷ 파슬리

<비교대상, 가락시장 직송>

▷ 바질	▷ 타임	▷ 파슬리

바질, 파슬리의 경우 국내 유통되는 작물로서 국내산이었으나 타임은 이스라엘 수입품.

① 장비와 재료

1) 실험실 장비 및 소모품

부피플라스크(100 mL), HPLC용 유리병, 용매용 일회용 실린지, 여과용 멤브레인필터 (PVDF, 0.45 μm), 초음파진탕기

2) 분석장비

고속액체크로마토그래프, 자외부흡광광도검출기(UV Detector), INNO column C18 (4.6 × 250 mm, 5 μm), Reflux 추출기, 농축기

② 표준 추출물(검체) 조제

- 시료준비: 허브(바질, 파슬리, 타임: 각 만나CEA 시료 및 가락시장 구입시료)를 일정량 취하여 Dry Oven에 건조하여 건조시료를 만든 후 마쇄하여 표준 추출물 조제용 시료로 사용하였음.
- 표준 추출물 조제: 건조된 허브 각 3.5g을 20배수 에탄올(EtOH) 70 mL에 3시간씩 3반복 추출하여 필터로 여과한 후 농축하였음.

시료	만나CEA 시료	가락시장 시료
바질	338 mg	319 mg
파슬리	318 mg	337 mg
타임	299 mg	249 mg

실험결과

고순도의 표준품 A(Apigenin), B(Rosmarinic acid), C(Thymol) 세 가지를 활용하여 파슬리, 바질, 타임 작물에 각각 물질의 함량을 조사해본 결과,

<Apigenin>

출처	시료	함량 (mg/g ext.)
만나CEA(주)	Parsley(국내)	trace
가락시장	Parsley(국내)	trace

Apigenin의 경우 두 시료에서 모두 극미량 검출.

<Rosmarinic acid>

출처	시료	함량 (mg/g ext.)
만나CEA(주)	Basil(국내)	48.952 ± 0.666
가락시장	Basil(국내)	38.142 ± 0.559

Rosmarinic acid의 경우 두 시료에서 다량 검출되었고, 만나CEA의 바질에서 10.81 ± 0.107 높게 검출되었음.

<Thymol>

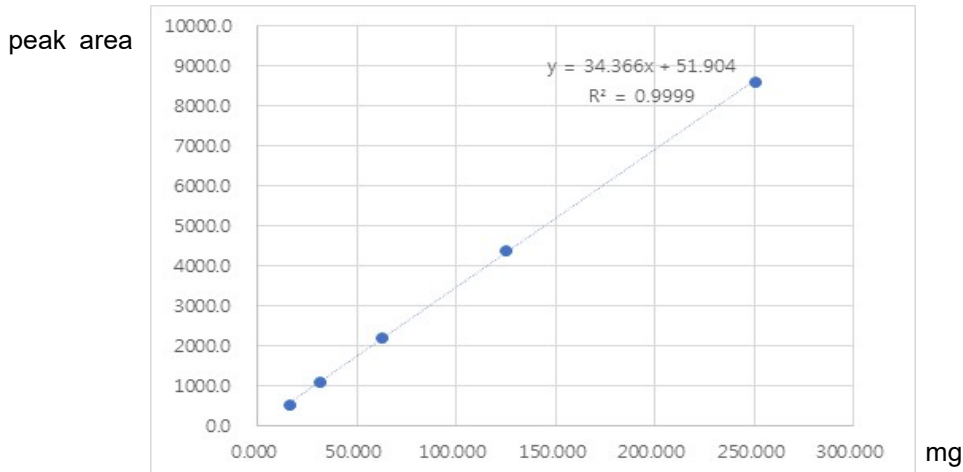
출처	시료	함량 (mg/g ext.)
만나CEA(주)	Thyme(국내)	5.141 ± 0.025
가락시장	Thyme(이스라엘)	10.480 ± 0.445

Thymol의 경우 두 시료에서 모두 검출되었으며, 가락시장의 타임에서 다소 높게 검출됨.

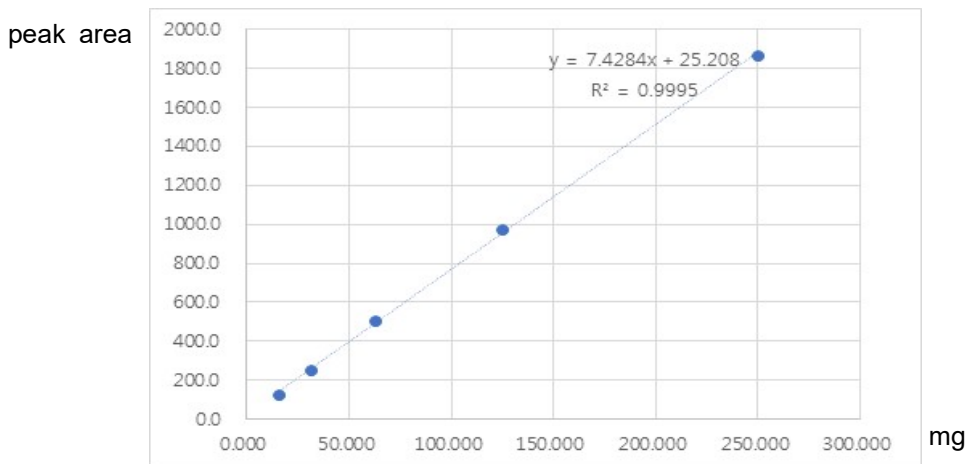
Rosmarinic acid는 대표적인 허브 향기성분으로 알려짐. 음식 또는 방향제, 그리고 천연 항산화 물질로도 사용됨. 로즈마릭산은 체내 활성산소 생성을 억제하고 지방대사에 관여하여 비만 완화를 돕는 효과가 있다는 점에서 이를 농축하여 건강기능식품으로도 많이 사용되어짐.

바질(Genovese)의 HPLC 분석결과 Rosmarinic acid의 함량이 대조군 보다 10.81 ± 0.107 높게 검출된 것으로 보아 생리활성 효과 및 항산화 능이 높을 것으로 사료됨.

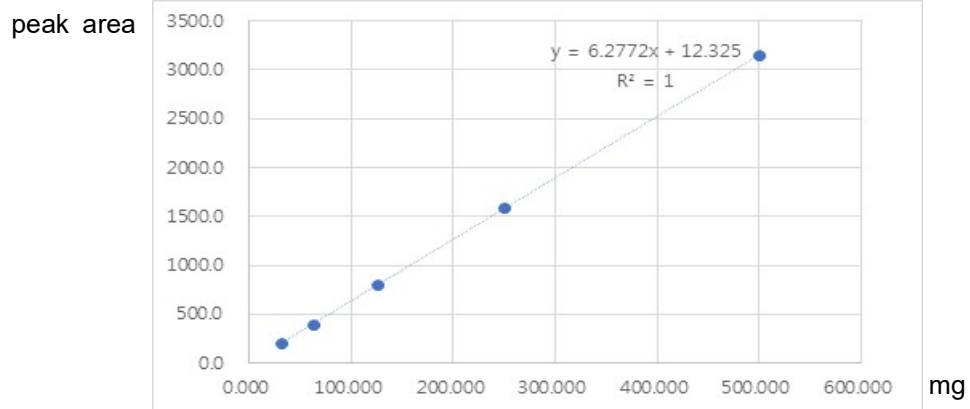
<부록>



(A)

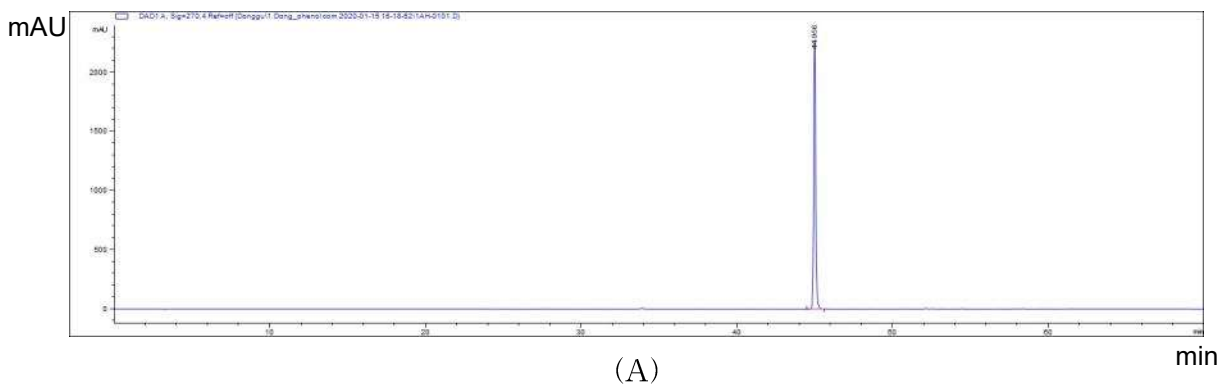


(B)

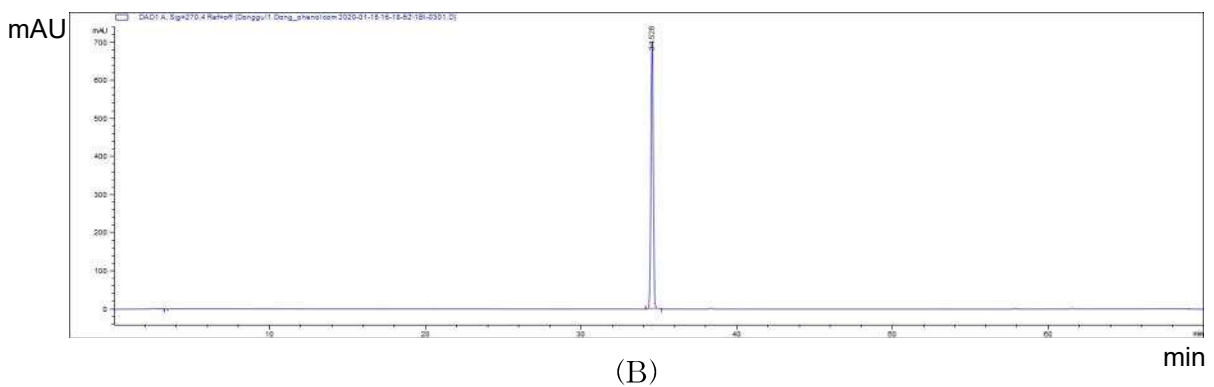


(C)

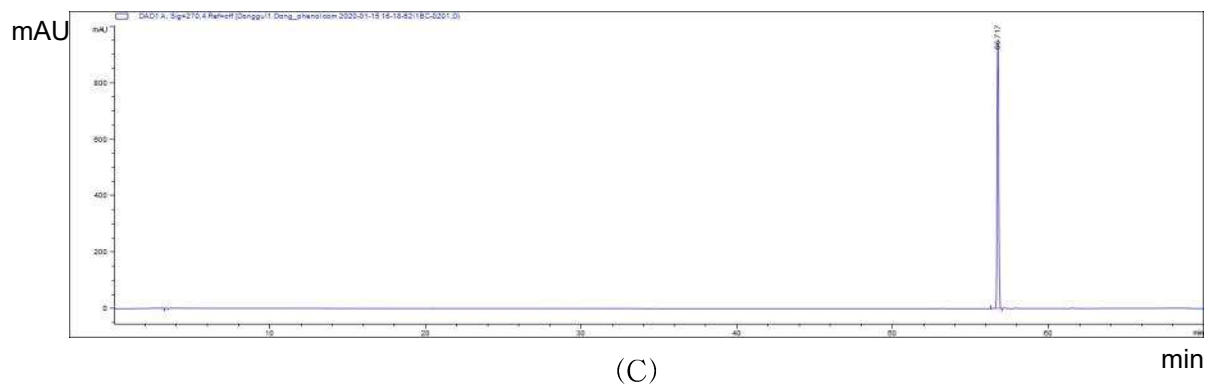
Fig. 1. Calibration curves of apigenin (A), rosmarinic acid (B), and thymol (C).



(A)



(B)



(C)

Fig. 2. HPLC chromatograms of standards, apigenin (A), rosmarinic acid (B), and thymol (C)

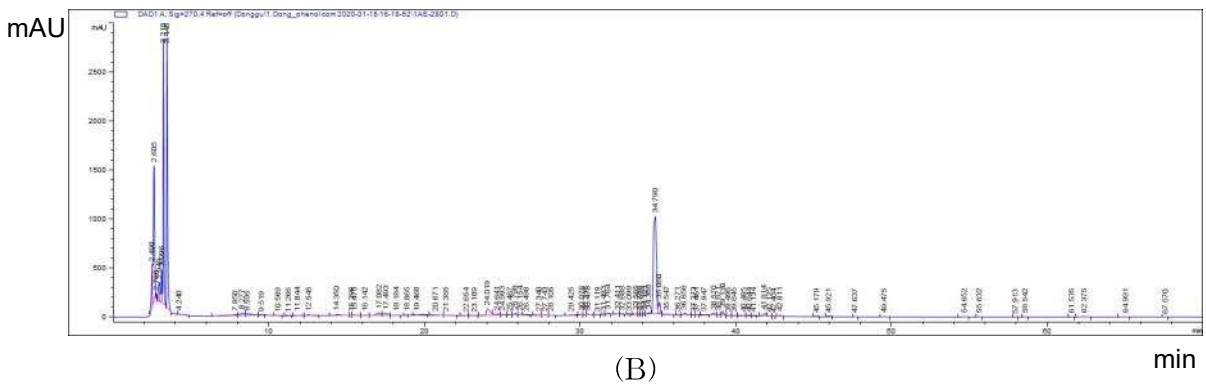
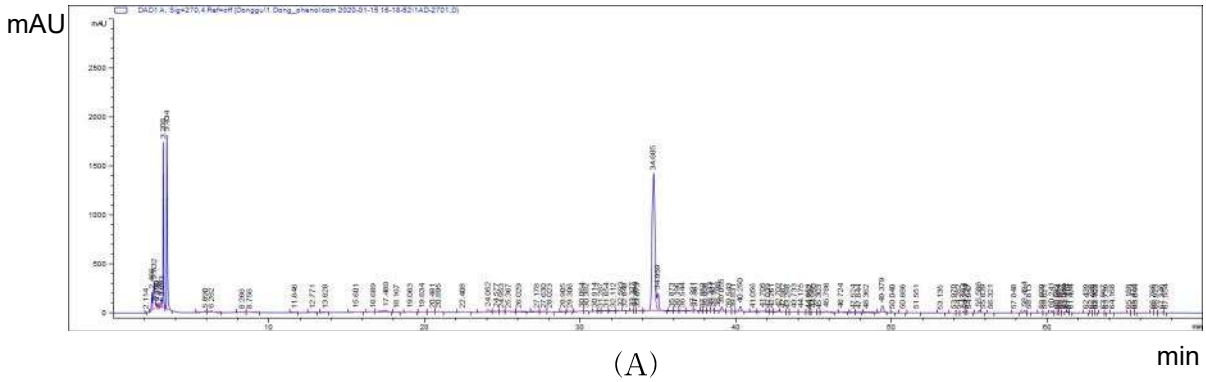
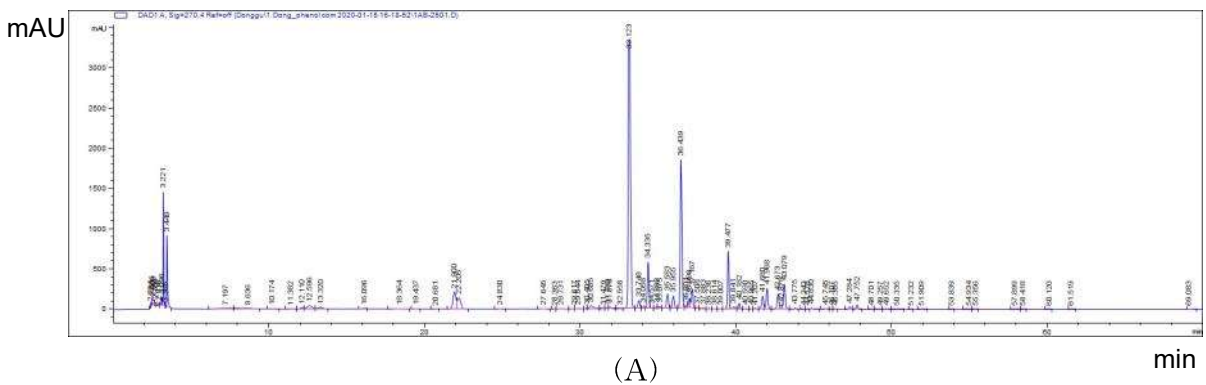


Fig. 3. HPLC chromatograms of basil from Manna CEA (A) and Garak market (B)



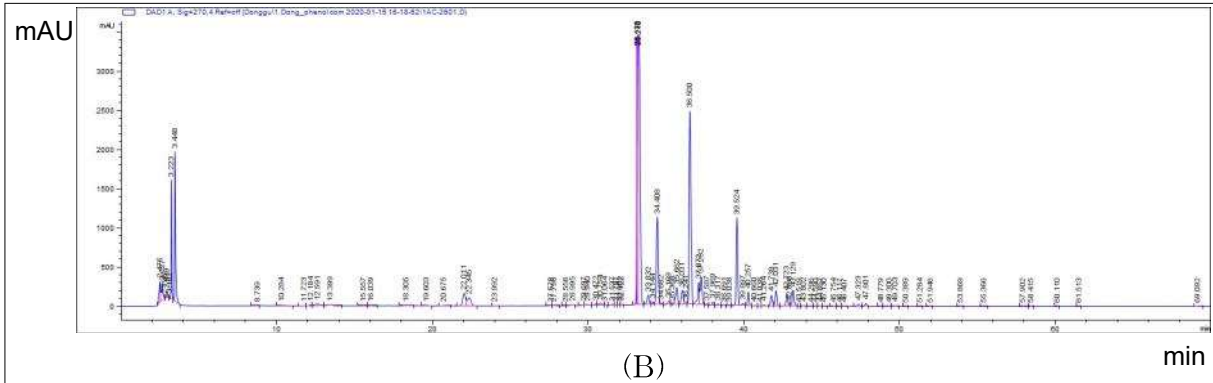


Fig. 4. HPLC chromatograms of parsley from Manna CEA (A) and Garak market (B)

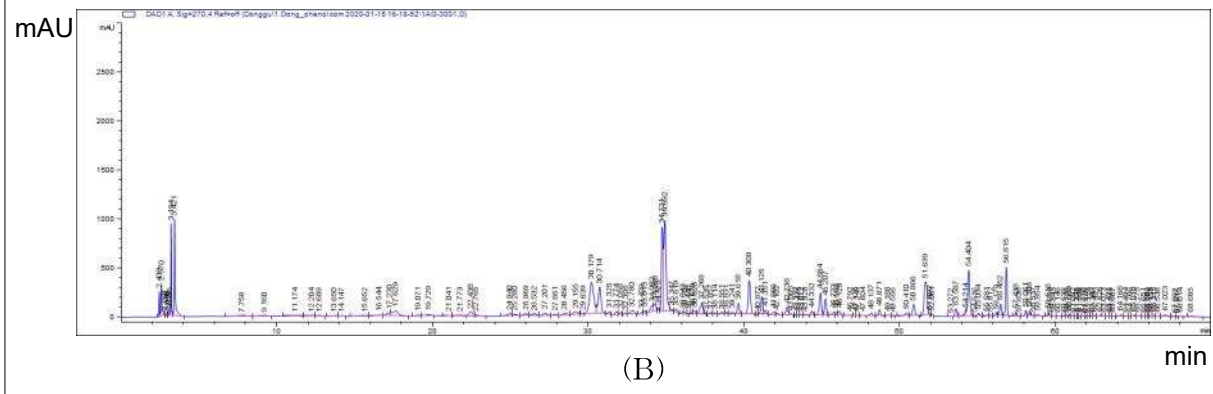
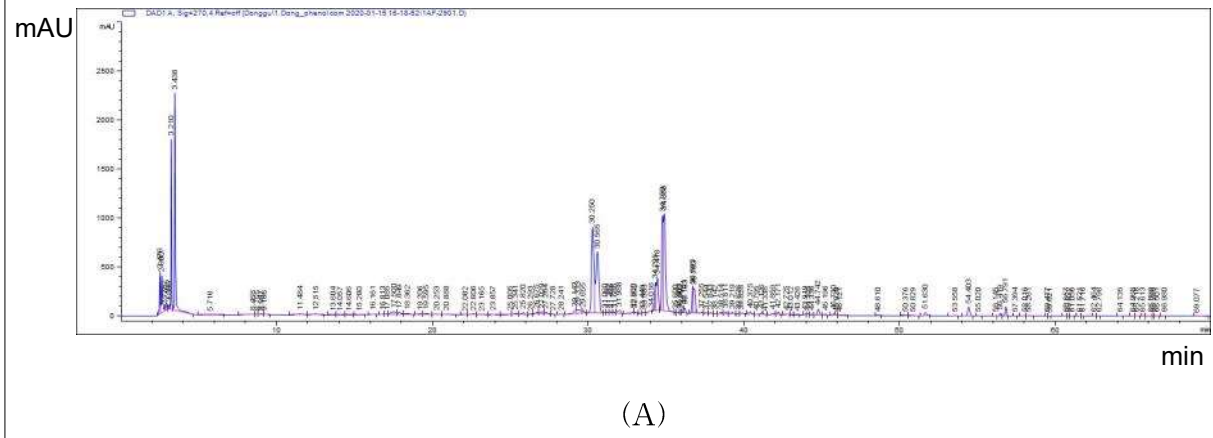


Fig. 5. HPLC chromatograms of thyme from Manna CEA (A) and Garak market (B)


잔류농약 분석 결과:

검사항목	검출성분	허용기준(mg/kg)	결과(mg/kg)	검토의견
잔류농약 320종	Carbendazim	0.15	0.010	의 313 전성분 불 검출
	Dinotefuran	0.01	2.232	
	Flufenoxuron	0.01	1.175	
	Imidacloprid	2.0	0.420	
	Iprodione	0.01	16.423	
	Lufenuron	0.05	1.720	
	Penthotoate	0.01	0.006	

가락시장 직송 바질,타임 그리고 파슬리 잔류농약분석 결과 타임 작물에서 잔류농약 7종

허용기준치 초과 검출. 타 작물들에서는 불검출.

만나CEA(주) 농작물은 주기적인 잔류농약성분을 검사 의뢰. 결과, 만나 작물 모두에서 불검출.



KRIAT 시험성적서

• 성적서 번호 : PG190592
• 페이지 : (1) / (총 1)

1. 인종기관
• 기관명 : 농업회사법인 만나씨에이 주식회사
• 의뢰일자 : 2019-09-18

2. 시료
• 시료명 : 만나씨에이 8월 작물
• 생산자 :
• 생산지 : 인천군 아월면 분서농장

3. 시험 및 인증
• 성적서용도 : 참고용
• 분석항목 : 잔류농약 320항목
• 시험기간 : 2019-09-18 ~ 2019-09-20
• 인증종류 :
• 시험방법 : 동시대상분분석방법

4. 시험결과
• 시험결과 : (검출 성분수) 0 건
• 검출현황

농약명	검출농도(mg/kg)	비고
불검출	-	(의뢰지역)

작성일자 : 2019년 9월 20일
작성자 : 김형준 기술책임자 : 서민정
(주) 한국분석기술연구소 대표이사

* 본 성적서는 고객의 제공한 시료를 시험한 결과로서 전체 제품에 대한 품질을 보증하지는 않음
* 본 성적서는 검사용도 이외에 사용할 수 없으며, 원고, 중단, 중복 및 성적 변경의 수단으로 사용할 수 없음
* 본 성적서는 의뢰자가 제공한 시료로부터 나온 것으로 유사 제품 시료에 적용할 수 없음
* 본 성적서는 공인인증서가 아님



제일분석센터
http://www.cheillab.com 김수영담 · 김수하
NTR2-1ANSV-PCUJ-BEAUT

검사성적서

성명 / 상호	농업회사법인 만나씨에이(주)	사업자등록번호	314-86-45628
의뢰인	주소	전화번호	
검사품목	가락시장 타임		
접수연월일	2020. 01. 18	검사완료일	2020. 01. 23
접수번호	20-01-GE0383	검사목적	참고용

검사결과

검사항목	검출성분	허용기준(mg/kg)	결과(mg/kg)	검토의견
잔류농약 320종	Carbendazim	0.15	0.010	외 313 전성분 불검출
	Dinotefuran	0.01	2.232	
	Flufenoxuron	0.01	1.175	
	Imidacloprid	2.0	0.420	
	Iprodione	0.01	16.423	
	Lufenuron	0.05	1.720	
Phenthoate	0.01	0.006		

발령 : 시험항목(1장) 시험원 : 이준현
시험책임자 : 지동운 주) 상기 검사결과에 의뢰인이 당사에 제공한 시료에 대한 분석결과입니다.

2020년 01월 23일
제일분석센터 대표이사 이은미

* 본 검사결과는 의뢰목적 이외에 참고 및 소송 등의 목적으로 사용하실 수 없으며, 그에 따른 책임은 당사자가 부담함을 알려드립니다.

만나CEA 전반 실험 결과 : **바질, 파슬리, 타임** 세 가지 작물이 여러 타입의 재배 시스템에 대하여 생산량 오차가 적으며 준수한 생산량을 나타내는 것으로 확인됨. 따라서 해당 세 가지 작물에 대하여 경제성 분석을 하여, 최종 후보 작물을 선정하는 것이 좋을 것으로 보임. 대마는 국내외 데이터 기반의 수익성 및 시장성 조사는 불가하므로 내부적인 검토를 거친 자료 기반으로 경제성을 추정. 그 결과, 수익성 및 경제성이 상대적으로 우수함.

2-8. 식물공장 생산 신소득 작물의 경제성 분석

가. 제주 식물공장 신소득 작물의 경영성과

1. 제주 식물공장 신소득 작물의 수익성

표 1. 제주 식물공장 신소득 작물의 수익성

(단위 : 원/3.3a)

구 분		타입	파슬리	딜
경영규모(330m ²)		년 8.5회 수확	년 8.5회 수확	년 8.5회 수확
총수입	판매수량 (kg)	1,749	2,499	1,624
	단가 (원/kg)	88,000	38,500	88,000
	금 액	152,162,700	93,712,500	141,287,650
비 용	경영비	47,360,075	47,354,335	48,402,445
	생산비	58,156,577	58,150,693	59,225,006
수 익	부가가치	128,182,625	69,738,165	116,265,205
	소 득	104,802,625	46,358,165	92,885,205
	순수익	94,006,123	35,561,807	82,062,644
생산성	노동 생산성	54,826	29,828	49,728
	토지 생산성	388,432	211,328	352,319
kg당 생산비		33,251	23,270	36,469
노동시간		2,338	2,338	2,338

주 1) 식물공장 경영성과 분석 자료 : 주관연구기관 만나씨이에이 제공 데이터

2) 타입의 3.3a 당 총수입은 152,162,700원이며, 경영비로 47,360,075원을 투입하여 소득 104,802,625원을 올리고 있는 것으로 분석(초기 시설투자비용이 미 계상된 분석임)

3) 총수입 : 판매액(판매 수량×단가)에서 출하비용(판매운송비)을 차감하여 계상

나. 제주 식물공장 신소득 작물의 비목별 생산비

1. 제주 식물공장 타입의 생산비

표 2. 제주 식물공장 타입의 비목별 생산비

(단위 : 원/년 8.5회/3.3a)

비 목	금액(원)	비율(%)	비 고
-----	-------	-------	-----

생산비	경영비	중간재비	종자비	29,260	0.05		
			무기질비료비	240,000	0.41		
			유기질비료비	0	-		
			농약비(친환경제제)	504,000	0.87		
			수도광열비	8,400,000	14.44		
			기타재료비	상토	155,462	0.27	
				포트	920,220	1.58	
				소모품	1,500,000	2.58	
				사료	815,133	1.40	
				수질측정	1,232,000	2.12	
			대농구상각비	0	-		
			영농시설상각비	8,500,000	14.62		
			수리·유지비	100,000	0.17		
			기타(통신비, 운반비)	1,584,000	2.72		
	계	23,980,075	41.23				
	임차료	0	-				
	위탁영농비	0	-				
	고용노동비	23,380,000	40.20	2,338시간			
	계	47,360,075	81.44				
	자가노동비	0	-	0시간			
유동자본용역비	971,502	1.67					
고정자본용역비	3,825,000	6.58					
토지자본용역비	6,000,000	10.32					
계	58,156,577	100.00					

2. 제주 식물공장 파슬리의 생산비

표 3. 제주 식물공장 파슬리의 비목별 생산비

(단위 : 원/년 8.5회/3.3a)

비 목	금액(원)	비율(%)	비 고
-----	-------	-------	-----

생산비	경영비	중간재비	종자비	23,520	0.04		
			무기질비료비	240,000	0.41		
			유기질비료비	0	-		
			농약비(친환경제제)	504,000	0.87		
			수도광열비	8,400,000	14.45		
			기타재료비	상토	155,462	0.27	
				포트	920,220	1.58	
				소모품	1,500,000	2.58	
				사료	815,133	1.40	
				수질측정	1,232,000	2.12	
			대농구상각비	0	-		
			영농시설상각비	8,500,000	14.62		
			수리·유지비	100,000	0.17		
			기타(통신비, 운반비)	1,584,000	2.72		
	계	23,974,335	41.23				
	임차료	0	-				
	위탁영농비	0	-				
	고용노동비	23,380,000	40.21	2,338시간			
	계	47,354,335	81.43				
	자가노동비	0	-	0시간			
유동자본용역비	971,358	1.67					
고정자본용역비	3,825,000	6.58					
토지자본용역비	6,000,000	10.32					
계	58,150,693	100.00					

3. 제주 식물공장 딸의 생산비

표 7. 제주 식물공장 딸의 비목별 생산비

(단위 : 원/년 8.5회/3.3a)

비 목	금액(원)	비율(%)	비 고
-----	-------	-------	-----

생산비	경영비	중간재비	종자비	1,071,630	1.79		
			무기질비료비	240,000	0.40		
			유기질비료비	0	-		
			농약비(친환경제제)	504,000	0.84		
			수도광열비	8,400,000	13.99		
			기타재료비	상토	155,462	0.26	
				포트	920,220	7.67	
				소모품	1,500,000	2.50	
				사료	815,133	1.36	
				수질측정	1,232,000	2.05	
			대농구상각비	0	-		
			영농시설상각비	8,500,000	14.16		
			수리·유지비	100,000	0.17		
			기타(통신비, 운반비)	1,584,000	2.64		
	계	25,022,445	47.82				
	임차료	0	-				
	위탁영농비	0	-				
	고용노동비	23,380,000	38.95	2,338시간			
	계	48,402,445	86.77				
	자가노동비	0	-	0시간			
유동자본용역비	997,561	1.82					
고정자본용역비	3,825,000	6.37					
토지자본용역비	6,000,000	5.04					
계	59,225,006	100.00					

다. 진천 식물공장 신소득 작물의 경영성과
 1. 진천 식물공장 신소득 작물의 수익성

표 8. 진천 식물공장 신소득 작물의 수익성

(단위 : 원/3.3a)

구 분		타임	파슬리	바질	페퍼민트	딜
경영규모(330m ²)		년 8.6회 수확	년 8.6회 수확	년 6.1회 수확	년 6.1회 수확	년 8.6회 수확
총수입	판매수량 (kg)	1,956	2,101	4,292	3,373	1,521
	단가 (원/kg)	80,000	35,000	40,000	40,000	80,000
	금 액	155,717,101	72,687,335	170,005,964	133,604,686	121,086,634
비 용	경영비	37,605,878	37,599,318	33,856,088	34,084,378	38,797,158
	생산비	42,621,025	42,614,301	38,777,490	39,011,487	43,842,087
수 익	부가가치	131,597,523	48,574,317	145,908,116	109,278,548	95,775,776
	소 득	118,111,223	35,088,017	136,149,876	99,520,308	82,289,476
	순수익	113,096,076	30,073,034	131,228,474	94,593,199	77,244,547
생산성	노동 생산성	83,820	30,939	128,440	69,604	61,004
	토지 생산성	398,780	147,195	442,146	331,147	290,230
kg당 생산비		21,790	20,283	9,035	11,566	28,825
노동시간		1,570	1,570	1,136	1,136	1,570

주 1) 식물공장 경영성과 분석 자료 : 주관연구기관 만나씨이에이 제공 데이터

2) 바질의 3.3a 당 총수입은 170,005,964원이며, 경영비로 33,856,088원을 투입하여 소득 136,149,876원을 올리고 있는 것으로 분석(초기 시설투자비용이 미 계상된 분석임)

3) 총수입 : 판매액(판매 수량×단가)에서 출하비용(판매운송비)을 차감하여 계상

라. 진천 식물공장 신소득 작물의 비목별 생산비

1. 진천 식물공장 타임의 생산비

표 9. 진천 식물공장 타임의 비목별 생산비

(단위 : 원/년 8.6회/3.3a)

비 목	금액(원)	비율(%)	비 고
-----	-------	-------	-----

생산비	경영비	중간재비	종자비	33,440	0.08		
			무기질비료비	643,628	1.51		
			유기질비료비	0	-		
			농약비(친환경제제)	1,023,800	2.40		
			수도광열비	8,545,678	20.05		
			기타재료비	상토	177,671	0.42	
				포트	1,051,680	2.47	
				소모품	1,500,000	3.52	
				사료	715,464	1.68	
				수질측정	924,000	2.17	
			대농구상각비	0	-		
			영농시설상각비	9,000,000	21.12		
			수리·유지비	100,000	0.23		
			기타(통신비, 운반비)	404,217	0.95		
	계	24,119,578	56.59				
	임차료	0	-				
	위탁영농비	0	-				
	고용노동비	13,486,300	31.64	1,570시간			
	계	37,605,878	88.23				
	자가노동비	0	-	0시간			
유동자본용역비	715,147	1.68					
고정자본용역비	4,050,000	9.50					
토지자본용역비	250,000	0.59					
계	42,621,025	100.00					

2. 진천 식물공장 파슬리의 생산비

표 10. 진천 식물공장 파슬리의 비목별 생산비

(단위 : 원/년 8.6회/3.3a)

비 목	금액(원)	비율(%)	비 고
-----	-------	-------	-----

생산비	경영비	중간재비	종자비	26,880	0.06		
			무기질비료비	643,628	1.51		
			유기질비료비	0	-		
			농약비(친환경제제)	1,023,800	2.40		
			수도광열비	8,545,678	20.05		
			기타재료비	상토	177,671	0.42	
				포트	1,051,680	2.47	
				소모품	1,500,000	3.52	
				사료	715,464	1.68	
				수질측정	924,000	2.17	
			대농구상각비	0	-		
			영농시설상각비	9,000,000	21.12		
			수리·유지비	100,000	0.23		
			기타(통신비, 운반비)	404,217	0.95		
	계	24,113,018	56.58				
	임차료	0	-				
	위탁영농비	0	-				
	고용노동비	13,486,300	31.65	1,570시간			
	계	37,599,318	88.23				
	자가노동비	0	-	0시간			
유동자본용역비	714,983	1.68					
고정자본용역비	4,050,000	9.50					
토지자본용역비	250,000	0.59					
계	42,614,301	100.00					

3. 진천 식물공장 바질의 생산비

표 11. 진천 식물공장 바질의 비목별 생산비

(단위 : 원/년 6.1회/3.3a)

비 목	금액(원)	비율(%)	비 고
-----	-------	-------	-----

생산비	경영비	중간재비	종자비	11,710	0.03		
			무기질비료비	643,628	1.66		
			유기질비료비	0	-		
			농약비(친환경제재)	1,023,800	2.64		
			수도광열비	8,545,678	22.04		
			기타재료비	상토	177,671	0.46	
				포트	1,051,680	2.71	
				소모품	1,500,000	3.87	
				사료	715,464	1.85	
				수질측정	924,000	2.38	
			대농구상각비	0	-		
			영농시설상각비	9,000,000	23.21		
			수리·유지비	100,000	0.26		
			기타(통신비, 운반비)	404,217	1.04		
		계	24,097,848	62.14			
		임차료	0	-			
		위탁영농비	0	-			
		고용노동비	9,758,240	25.16	1,136시간		
		계	33,856,088	87.31			
		자가노동비	0	-	0시간		
유동자본용역비	621,402	1.60					
고정자본용역비	4,050,000	10.44					
토지자본용역비	250,000	0.64					
계	38,777,490	100.00					

4. 진천 식물공장 페퍼민트의 생산비

표 12. 진천 식물공장 페퍼민트의 비목별 생산비

(단위 : 원/년 6.1회/3.3a)

비 목			금액(원)	비율(%)	비 고		
생산비	경영비	중간재비	종자비	240,000	0.62		
			무기질비료비	643,628	1.65		
			유기질비료비	0	-		
			농약비(친환경제재)	1,023,800	2.62		
			수도광열비	8,545,678	21.91		
			기타재료비	상토	177,671	0.46	
				포트	1,051,680	2.70	
				소모품	1,500,000	3.85	
				사료	715,464	1.83	
				수질측정	924,000	2.37	
			대농구상각비	0	-		

		영농시설상각비	9,000,000	23.07	
		수리·유지비	100,000	0.26	
		기타(통신비, 운반비)	404,217	1.04	
		계	24,326,138	62.36	
	임차료	0	-		
	위탁영농비	0	-		
	고용노동비	9,758,240	25.01	1,136시간	
	계	34,084,378	87.37		
	자가노동비	0	-	0시간	
	유동자본용역비	627,109	1.61		
	고정자본용역비	4,050,000	10.38		
	토지자본용역비	250,000	0.64		
	계	39,011,487	100.00		

5. 진천 식물공장 딸의 생산비

표 13. 진천 식물공장 딸의 비목별 생산비

(단위 : 원/년 8.6회/3.3a)

		비 목	금액(원)	비율(%)	비 고		
생산비	경영비	중간재비	종자비	1,224,720	2.79		
			무기질비료비	643,628	1.47		
			유기질비료비	0	-		
			농약비(친환경제제)	1,023,800	2.34		
			수도광열비	8,545,678	19.49		
			기타재료비	상토	177,671	0.41	
				포트	1,051,680	2.40	
				소모품	1,500,000	3.42	
				사료	715,464	1.63	
				수질측정	924,000	2.11	
			대농구상각비	0	-		
			영농시설상각비	9,000,000	20.53		
			수리·유지비	100,000	0.23		
			기타(통신비, 운반비)	404,217	0.92		

	계	25,310,858	57.73	
	임차료	0	-	
	위탁영농비	0	-	
	고용노동비	13,486,300	30.76	1,570시간
	계	38,797,158	88.49	
	자가노동비	0	-	0시간
	유동자본용역비	744,929	1.70	
	고정자본용역비	4,050,000	9.24	
	토지자본용역비	250,000	0.57	
	계	43,842,087	100.00	

2-9. 신소득 작물의 식물공장 운영성과 분석

마. 제주 식물공장의 단기 운영성과

1. 제주 식물공장 타임의 운영성과 분석

표 14. 타임의 1년간 운영성과 분석

(단위 : 원/ 3.3a)

총수입			비용					수익
생산량	단가	총수입	시설 구축비	감가 상각비	자본 이자	운영비	비용 계	천원
kg/년	천원/kg	천원/년	천원	천원/10년	천원/5%	천원	천원	
1,749	88	152,163	85,000	8,500	4,250	38,860	136,610	15,553

주) 운영비(판매물류비는 제외) : 중간재비-감가상각비+노동비

2. 제주 식물공장 파슬리의 운영성과 분석

표 15. 파슬리의 1년간 운영성과 분석

(단위 : 원/ 3.3a)

총수입			비용					수익
생산량	단가	총수입	시설 구축비	감가 상각비	자본 이자	운영비	비용 계	천원
kg/년	천원/kg	천원/년	천원	천원/10년	천원/5%	천원	천원	
2,499	38.5	93,713	85,000	8,500	4,250	38,854	136,604	-42,891

3. 제주 식물공장 딜의 운영성과 분석

표 19. 딜 1년간 운영성과 분석

(단위 : 원/ 3.3a)

총수입			비용					수익
생산량	단가	총수입	시설 구축비	감가 상각비	자본 이자	운영비	비용 계	천원
kg/년	천원/kg	천원/년	천원	천원/10년	천원/5%	천원	천원	
1,624	88	141,288	85,000	8,500	4,250	39,902	137,652	3,636

바. 진천 식물공장의 단기 운영성과

1. 진천 식물공장 타임의 운영성과 분석

표 20. 타임 1년간 운영성과 분석

(단위 : 원/ 3.3a)

총수입			비용					수익
생산량	단가	총수입	시설 구축비	감가 상각비	자본 이자	운영비	비용 계	천원
kg/년	천원/kg	천원/년	천원	천원/10년	천원/5%	천원	천원	
1,956	80	155,717	90,000	9,000	4,500	28,606	132,106	23,611

주) 운영비(판매물류비는 제외) : 중간재비-감가상각비+노동비

2. 진천 식물공장 파슬리의 운영성과 분석

표 21. 파슬리 1년간 운영성과 분석

(단위 : 원/ 3.3a)

총수입			비용					수익
생산량	단가	총수입	시설 구축비	감가 상각비	자본 이자	운영비	비용 계	천원
kg/년	천원/kg	천원/년	천원	천원/10년	천원/5%	천원	천원	
2,101	35	72,687	90,000	9,000	4,500	28,599	132,099	-59,412

3. 진천 식물공장 바질의 운영성과 분석

표 23. 바질 1년간 운영성과 분석

(단위 : 원/ 3.3a)

총수입			비용					수익
생산량	단가	총수입	시설 구축비	감가 상각비	자본 이자	운영비	비용 계	천원
kg/년	천원/kg	천원/년	천원	천원/10년	천원/5%	천원	천원	
4,292	40	170,006	90,000	9,000	4,500	24,856	128,356	41,650

4. 진천 식물공장 페퍼민트의 운영성과 분석

표 24. 페퍼민트 1년간 운영성과 분석

(단위 : 원/ 3.3a)

총수입			비용					수익
생산량	단가	총수입	시설 구축비	감가 상각비	자본 이자	운영비	비용 계	천원
kg/년	천원/kg	천원/년	천원	천원/10년	천원/5%	천원	천원	
3,373	40	133,605	90,000	9,000	4,500	25,084	128,584	5,021

5. 진천 식물공장 딜의 운영성과 분석

표 25. 딜 1년간 운영성과 분석

(단위 : 원/ 3.3a)

총수입			비용					수익
생산량	단가	총수입	시설 구축비	감가 상각비	자본 이자	운영비	비용 계	천원
kg/년	천원/kg	천원/년	천원	천원/10년	천원/5%	천원	천원	
1,521	80	121,087	90,000	9,000	4,500	29,797	133,297	-12,210

다. 식물공장의 초기 생산시설 투자비용 회수

1. 분석 방법 : 회수기간법, 순현재가치법(B/C분석), 투자기간 설정(일반적 년수 기준)
2. 식물공장, 작물별 재배 시 현금흐름

(가) 제주 식물공장의 현금흐름

(1) 타임 재배 시 현금흐름

(단위 : 천원)

구 분	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
현금유출	85,000	51,610	51,610	51,610	51,610	51,610
현금유입	-	15,553	100,553	100,553	100,553	100,553
순현금흐름	△85,000	△36,057	48,943	48,943	48,943	48,943

주)현금유입 : 총수입 - 운전자금, 현금유출 : 총비용 - 시설구축비

(2) 파슬리 재배 시 현금흐름

(단위 : 천원)

구 분	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
현금유출	85,000	51,604	51,604	51,604	51,604	51,604
현금유입	-	△42,891	42,109	42,109	42,109	42,109
순현금흐름	△85,000	△94,495	△9,495	△9,495	△9,495	△9,495

(3) 딜 재배 시 현금흐름

(단위 : 천원)

구 분	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
현금유출	85,000	52,652	52,652	52,652	52,652	52,652
현금유입	-	3,636	88,636	88,636	88,636	88,636
순현금흐름	△85,000	△49,016	35,984	35,984	35,984	35,984

(나) 진천 식물공장의 현금흐름

(1) 타임 재배 시 현금흐름

(단위 : 천원)

구 분	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
현금유출	90,000	42,106	42,106	42,106	42,106	42,106
현금유입	-	23,611	113,611	113,611	113,611	113,611
순현금흐름	△90,000	△18,495	71,505	71,505	71,505	71,505

주)현금유입 : 총수입 - 운전자금, 현금유출 : 총비용 - 시설구축비

(2) 파슬리 재배 시 현금흐름

(단위 : 천원)

구 분	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
현금유출	90,000	42,099	42,099	42,099	42,099	42,099
현금유입	-	△59,412	30,588	30,588	30,588	30,588
순현금흐름	△90,000	△101,511	△11,511	△11,511	△11,511	△11,511

(3) 바질 재배 시 현금흐름

(단위 : 천원)

구 분	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
현금유출	90,000	38,356	38,356	38,356	38,356	38,356
현금유입	-	41,650	131,650	131,650	131,650	131,650
순현금흐름	△90,000	3,294	93,294	93,294	93,294	93,294

(4) 페퍼민트 재배 시 현금흐름

(단위 : 천원)

구 분	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
현금유출	90,000	38,584	38,584	38,584	38,584	38,584
현금유입	-	5,021	95,021	95,021	95,021	95,021
순현금흐름	△90,000	△33,563	56,437	56,437	56,437	56,437

(5) 덜 재배 시 현금흐름

(단위 : 천원)

구 분	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
현금유출	90,000	43,297	43,297	43,297	43,297	43,297
현금유입	-	△12,210	77,790	77,790	77,790	77,790
순현금흐름	△90,000	△55,507	34,493	34,493	34,493	34,493

3. 회수기간법에 의한 투자경제성 분석(초기 생산시설 투자비용 회수기간)

(가) 제주 식물공장의 투자비용 회수기간 분석

(1) 타임 재배 시 투자비용 회수기간

구 분	투자금액	회수금액	미회수 잔액
Y0	85,000	-	85,000
Y1	-	△36,057	121,057
Y2	-	48,943	72,114
Y3	-	48,943	23,171
Y4	-	48,943	△25,772

- 회수기간, 최종 회수시점 : 4년째의 12개월 × 23,171/48,943 = 5.68개월
따라서, 회수기간은 3년 6개월임

(2) 파슬리 재배 시 투자비용 회수기간

구 분	투자금액	회수금액	미회수 잔액
Y0	85,000	-	85,000
Y1	-	△94,495	179,495
Y2	-	△9,495	188,990
Y3	-	△9,495	198,485
Y4	-	△9,495	207,980
Y5	-	△9,495	217,475

- 회수기간, 최종 회수시점 : 미회수액 누적으로 회수 불능

(3) 딜 재배 시 투자비용 회수기간

구 분	투자금액	회수금액	미회수 잔액
Y0	85,000	-	85,000
Y1	-	△49,016	134,016
Y2	-	35,984	98,032
Y3	-	35,984	62,048
Y4	-	35,984	26,064
Y5	-	35,984	△9,920

- 회수기간, 최종 회수시점 : 5년째의 12개월 × 26,064/35,984 = 8.69개월
따라서, 회수기간은 4년 9개월임

(나) 진천 식물공장의 투자비용 회수기간 분석

(1) 타임 재배 시 투자비용 회수기간

구 분	투자금액	회수금액	미회수 잔액
Y0	90,000	-	90,000
Y1	-	△18,495	108,495
Y2	-	71,505	36,990
Y3	-	71,505	△34,515

- 회수기간, 최종 회수시점 : 3년째의 12개월 × 36,990/71,505 = 6.2개월
따라서, 회수기간은 2년 7개월임

(2) 파슬리 재배 시 투자비용 회수기간

구 분	투자금액	회수금액	미회수 잔액
Y0	90,000	-	90,000
Y1	-	△101,511	191,511
Y2	-	△11,511	203,022
Y3	-	△11,511	214,533
Y4	-	△11,511	226,044
Y5	-	△11,511	237,555

- 회수기간, 최종 회수시점 : 미회수액 누적으로 회수 불능

(3) 바질 재배 시 투자비용 회수기간

구 분	투자금액	회수금액	미회수 잔액
Y0	90,000	-	90,000
Y1	-	3,294	86,706
Y2	-	93,294	△6,588

- 회수기간, 최종 회수시점 : 2년째의 12개월 × 86,706/93,294 = 11.15개월
따라서, 회수기간은 2년임

(4) 페퍼민트 재배 시 투자비용 회수기간

구 분	투자금액	회수금액	미회수 잔액
Y0	90,000	-	90,000
Y1	-	△33,563	123,563
Y2	-	56,437	67,126
Y3	-	56,437	10,689
Y4	-	56,437	△45,748

- 회수기간, 최종 회수시점 : 4년째의 12개월 × 10,689/56,437 = 2.27개월
따라서, 회수기간은 3년 3개월임

(5) 딜 재배 시 투자비용 회수기간

구 분	투자금액	회수금액	미회수 잔액
Y0	90,000	-	90,000
Y1	-	△55,507	145,507
Y2	-	34,493	111,014
Y3	-	34,493	76,521
Y4	-	34,493	42,028
Y5	-	34,493	7,535
Y6	-	34,493	△26,958

- 회수기간, 최종 회수시점 : 6년째의 12개월 × 7,535/34,493 = 2.62개월
따라서, 회수기간은 5년 3개월임

4. 순현재가치법에 의한 투자경제성 분석(B/C분석, NPV, 중장기 5년)

○ 순현재가치(NPV, Net Present Value) : 현금유입의 현재가치에서 현금유출의 현재가치를 차감한 값으로, NPV > 0 이면 투자를 하고, NPV < 0 이면 투자하지 않음, 자본비용 5%로 가정

(가) 제주 식물공장의 투자경제성 분석

(1) 타임 재배 시 투자경제성

$$NPV = [-36,057/(1+0.05)^1 + 48,943/(1+0.05)^2 + 48,943/(1+0.05)^3 + 48,943/(1+0.05)^4 + 48,943/(1+0.05)^5] - [85,000/(1+0.05)^0] = 176,610.4 - 80,952.4 = 95,658.1 > 0$$

투자기간을 5년 중장기로 결정하면, 타임 재배 시 NPV > 0 이므로 투자경제성 있음

(2) 파슬리 재배 시 투자경제성

파슬리 재배 시 미회수액 누적, 투자비용 회수 불능으로 투자경제성 없음

(3) 딜 재배 시 투자경제성

$$NPV = [-49,016/(1+0.05)^1 + 35,984/(1+0.05)^2 + 35,984/(1+0.05)^3 + 35,984/(1+0.05)^4 + 35,984/(1+0.05)^5] - [85,000/(1+0.05)^0] = 108,413.6 - 80,952.4 = 27,461.3 > 0$$

투자기간을 5년 중장기로 결정하면, 딜 재배 시 NPV > 0 이므로 투자경제성 있음

(나) 진천 식물공장의 투자경제성 분석

(1) 타임 재배 시 투자경제성

$$NPV = [-18,495/(1+0.05)^1 + 71,505/(1+0.05)^2 + 71,505/(1+0.05)^3 + 71,505/(1+0.05)^4 + 71,505/(1+0.05)^5] - [90,000/(1+0.05)^0] = 290,581.2 - 85,714.3 = 204,866.9 > 0$$

투자기간을 5년 중장기로 결정하면, 타임 재배 시 NPV > 0 이므로 투자경제성 있음

(2) 파슬리 재배 시 투자경제성

파슬리 재배 시 미회수액 누적, 투자비용 회수 불능으로 투자경제성 없음

(3) 바질 재배 시 투자경제성

$$NPV = [3,294/(1+0.05)^1 + 93,294/(1+0.05)^2 + 93,294/(1+0.05)^3 + 93,294/(1+0.05)^4 + 93,294/(1+0.05)^5] - [90,000/(1+0.05)^0] = 405,245.9 - 85,714.3 = 319,531.7 > 0$$

투자기간을 5년 중장기로 결정하면, 바질 재배 시 NPV > 0 이므로 투자경제성 있음

(4) 페퍼민트 재배 시 투자경제성

$$NPV = [-33,563/(1+0.05)^1 + 56,437/(1+0.05)^2 + 56,437/(1+0.05)^3 + 56,437/(1+0.05)^4 + 56,437/(1+0.05)^5] - [90,000/(1+0.05)^0] = 211,285.8 - 85,714.3 = 125,571.5 > 0$$

투자기간을 5년 중장기로 결정하면, 페퍼민트 재배 시 NPV > 0 이므로 투자경제성 있음

(5) 딜 재배 시 투자경제성

$$NPV = [-55,507/(1+0.05)^1 + 34,493/(1+0.05)^2 + 34,493/(1+0.05)^3 + 34,493/(1+0.05)^4 + 34,493/(1+0.05)^5] - [90,000/(1+0.05)^0] = 95,805.3 - 85,714.3 = 10,091.0 > 0$$

투자기간을 5년 중장기로 결정하면, 딜 재배 시 NPV > 0 이므로 투자경제성 있음

(다) 식물공장 작물별 중장기 투자경제성 분석 결과 요약

각 지역 식물공장에서 NPV > 0 으로 투자경제성이 있는 작물은 제주의 타임(NPV=95,658.1)과 진천의 타임(NPV=204,866.9), 바질(NPV=319,531.7), 페퍼민트(NPV=125,571.5), 딜(NPV=10,091.0)임

단순 비교 투자의 경우, NPV > 0 인 투자의 경제성이 있는 대안 중 NPV 값이 가장 큰 **진천 식물공장의 바질 재배**를 투자대안으로 **선택**할 것임

2-10. 신소득 작물 경영전략 및 수익향상 전략 분석

가. 생산현황

○ 파슬리와 허브의 연간 생산현황

- 파슬리, 타임, 바질에 대한 경영체수 및 재배면적은 이 작목들이 작목의 비중이 워낙 작아 일반적인 농업통계로 나오지 않기 때문에 농림축산식품부에서 조사하는 경영체DB를 통해 파악하였음. 생산량은 통계데이터가 존재하지 않아 추정이 불가능하였음

- 농업경영체DB는 파슬리의 경영체수는 지속적으로 감소하고 있으나 재배면적은 2017년을 정점으로 2018년 약간 감소하였음

- 타임과 바질, 페퍼민트에 대한 재배면적이 추정되지 않아 이에 대한 대안으로 허브의 재배면적을 살펴보았음
- 허브는 재배하는 경영체수가 지속적으로 증가하고 있으나 재배면적은 2017년을 정점으로 2018년 약간 감소하였음

<표 13> 파슬리와 허브 재배 경영체수와 재배면적

년도	파슬리		허브	
	경영체수	재배면적(ha)	경영체수	재배면적(ha)
2015	113	26.4	433	109.7
2016	104	24.3	434	99.0
2017	106	29.4	484	123.0
2018	101	25.8	518	112.0

자료 : 농림축산식품부, 농업경영체 등록정보 조회 서비스,
<http://uni.agrix.go.kr/docs7/biOlap/dashBoard.do>

○ 파슬리 연간 영농규모 변화 추이

<표 14> 파슬리 영농규모별 경영체수와 재배면적

영농규모		2015	2016	2017	2018
합계	경영체수(건)	113	104	106	101
	면적합계(ha)	26.4	24.3	29.4	25.8
0.1ha미만	경영체수(건)	33	26	33	35
	면적합계(ha)	1.8	1.4	1.8	1.9
0.1~0.2	경영체수(건)	35	38	32	30
	면적합계(ha)	5.2	5.6	5	4.7
0.2~0.3	경영체수(건)	19	17	14	13
	면적합계(ha)	4.8	4.4	3.5	3.3
0.3~0.5	경영체수(건)	12	12	13	12
	면적합계(ha)	4.6	4.7	5.1	4.7
0.5~0.7	경영체수(건)	10	7	7	5
	면적합계(ha)	5.6	3.8	4	2.8
0.7~1.0	경영체수(건)	3	2	2	2
	면적합계(ha)	2.5	1.7	1.8	1.8
1.0~1.5	경영체수(건)	0	1	3	3
	면적합계(ha)	0	1	3.8	3.8
1.5~2.0	경영체수(건)	1	1	1	0
	면적합계(ha)	1.9	1.6	1.6	0
2.0~2.5	경영체수(건)	0	0	0	0
	면적합계(ha)	0	0	0	0
2.5~3.0이상	경영체수(건)	0	0	1	1
	면적합계(ha)	0	0	3	3

자료 : 농림축산식품부, 농업경영체 등록정보 조회 서비스,
<http://uni.agrix.go.kr/docs7/biOlap/dashBoard.do>

- 파슬리의 연간 영농규모를 살펴보면 경영규모가 타 작목들에 비해 상당히 영세한 것을 알 수 있음. 하지만 2017년 이후로는 1ha이상의 농가도 증가하고 있어 대규모 재배가 늘어날 것으로 예상됨

○ 허브 연간 영농규모 변화 추이

- 허브의 경우 영농규모는 파슬리와 마찬가지로 상당히 영세한 것을 볼 수 있음. 파슬리보다 이러한 경향이 더 컸음. 또한 1ha미만은 증가추세이지만 2.5ha이상의 영농규모를 가진 경영체는 오히려 감소하고 있어 영세한 규모의 경영체 위주로 재배되고 있음을 알 수 있음

<표 15> 허브 영농규모별 경영체수와 재배면적

영농규모		2015	2016	2017	2018
합계	경영체수(건)	433	434	484	518
	면적합계(ha)	109.7	99.0	123.0	112.0
0.1ha미만	경영체수(건)	194	202	232	241
	면적합계(ha)	8.0	8.2	9.7	10.1
0.1~0.2	경영체수(건)	104	100	112	120
	면적합계(ha)	15.3	14.5	16.3	17.1
0.2~0.3	경영체수(건)	43	51	46	50
	면적합계(ha)	10.3	12.5	11.3	12.4
0.3~0.5	경영체수(건)	45	37	41	55
	면적합계(ha)	17.2	14.2	15.3	20.6
0.5~0.7	경영체수(건)	16	14	17	17
	면적합계(ha)	9.7	8.4	10.3	10.1
0.7~1.0	경영체수(건)	14	16	17	18
	면적합계(ha)	11.4	13.2	13.6	14.1
1.0~1.5	경영체수(건)	5	6	8	8
	면적합계(ha)	6.1	7.2	9.9	9.6
1.5~2.0	경영체수(건)	5	3	4	6
	면적합계(ha)	9.0	5.0	7.1	10.6
2.0~2.5	경영체수(건)	2	2	2	2
	면적합계(ha)	4.3	4.1	4.3	4.3
2.5~3.0	경영체수(건)	1	0	1	0
	면적합계(ha)	2.5	0.0	2.6	0.0
3.0~5.0	경영체수(건)	4	3	3	1
	면적합계(ha)	15.9	11.6	10.9	3.1
5.0~7.0	경영체수(건)	0	0	0	0
	면적합계(ha)	0	0	0	0
7.0~10.0	경영체수(건)	0	0	0	0
	면적합계(ha)	0	0	0	0
10.0ha 이상	경영체수(건)	0	0	1	0
	면적합계(ha)	0.0	0.0	11.8	0.0

자료 : 농림축산식품부, 농업경영체 등록정보 조회 서비스, <http://uni.agrix.go.kr/docs7/biOlap/dashBoard.do>

나. 수출입현황

○ 수출입현황을 파악하기 위해 한국무역협회의 자료를 활용하였음

○ 바질 수출입현황

- 바질 수출량은 증감을 반복하고 있으나 수입량에 비하면 미미한 상황임. 2009년에 비해 2018년의 수입액은 3배 이상 증가했으며 이러한 경향은 과거에 비해 식품소비 패턴이 한식위주에서 다변화 되어 양식 등으로 확대되면서 나타나는 현상으로 보임

<표 16> 바질 수출입 현황

년	수출				수입			
	금액 (천\$)	증감률 (%)	중량 (kg)	증감률 (%)	금액 (천\$)	증감률 (%)	중량 (kg)	증감률 (%)
2018	124	351.9	41,223	696.9	2,322	20.7	884,261	20.1
2017	27	-65.2	5,173	-36.5	1,924	-43.0	736,023	-31.3
2016	79	-36.5	8,149	-61.1	3,376	53.3	1,071,254	49.5
2015	124	14.2	20,965	168.0	2,202	-32.1	716,591	-22.6
2014	109	-30.1	7,824	-48.2	3,245	147.7	925,980	74.2
2013	156	49.5	15,110	29.8	1,310	23.0	531,710	18.3
2012	104	-2.0	11,637	10.0	1,065	8.8	449,434	37.9
2011	106	49.8	10,582	36.2	979	27.9	325,841	-11.6
2010	71	-18.8	7,769	-51.5	766	22.3	368,618	38.1
2009	87	-66.9	16,005	-43.2	626	-23.7	266,880	-7.3

자료 : 한국무역협회, <https://www.kita.net/>

○ 타임 수출입현황

- 타임의 경우 수출은 매우 미미함. 수입의 경우 바질에 비하면 작지만 2009년에 비해 2018년 수입량은 2배가량, 수입액은 3배가량 증가하였음. 바질과 마찬가지로 식품소비가 다변화 되면서 소비가 증가했기 때문으로 보임

<표 17> 타임 수출입현황

년	수출				수입			
	금액 (천\$)	증감률 (%)	중량 (kg)	증감률 (%)	금액 (천\$)	증감률 (%)	중량 (kg)	증감률 (%)
2018	3	-37.5	85	-39.8	1,055	-1.8	166,651	-10.1
2017	5	103.1	141	148.9	1,074	24.1	185,345	16.6
2016	2	294.3	57	396.8	865	-11.4	159,013	-5.4
2015	1	321.2	11	-37.0	977	17.2	168,063	20.6
2014	0	0.0	18	0.0	833	17.5	139,355	17.4
2013	0	-100.0	0	-100.0	709	10.3	118,726	2.6
2012	12	4,133.6	2,900	451.3	643	26.9	115,703	29.2
2011	0	0.0	526	0.0	507	15.6	89,584	6.8
2010	0	-100.0	0	-100.0	438	18.1	83,892	8.2
2009	0	0.0	6	0.0	371	-9.1	77,565	-0.6

자료 : 한국무역협회, <https://www.kita.net/>

다. 소비현황

- 해당 농산물의 소비현황을 알아보기 위해 농촌진흥청에서 조사하고 있는 농식품소비자패널 데이터를 활용하였으며 이 데이터는 전국의 1,283명을 대상으로 장바구니 정보를 수집한 내용임
- 파슬리 소비현황

<표 18> 파슬리 가구당 연간 구입액

단위: 원

년도	2015	2016	2017
구입액	146	131	122

자료 : 농촌진흥청, 농식품소비자패널데이터(전국, 2015~2017년 1,283명 데이터 기준)

- 가구당 파슬리 연간구입액은 2017년 122원으로 감소하는 추세로 나타났으나 구입이 자체가 미미하여 대중적인 식재료는 아닌 것으로 보임

<표 19> 파슬리 연도별 월간 구입액 비중

단위: %

구분	2015	2016	2017
1월	5.2	6.3	16.0
2월	3.2	6.0	7.4
3월	7.7	16.6	18.7
4월	9.9	4.2	7.4
5월	14.3	13.5	3.3
6월	14.0	14.3	4.8
7월	10.1	6.4	4.6
8월	12.2	3.1	6.6
9월	13.0	5.9	1.6
10월	0.3	10.3	4.2
11월	9.3	6.6	9.9
12월	1.0	7.0	15.3
합계	100	100	100

자료 : 농촌진흥청, 농식품소비자패널데이터(전국, 2015~2017년 1,283명 데이터 기준)

- 월별 구입패턴을 살펴보았을 때 2015년과 2016년은 5~6월에 많이 구입하는 것으로 나타났으나 2016년과 2017년은 3월에 가장 많이 구입하는 것으로 나타나 특정 패턴이 있는 것으로 보이지 않음

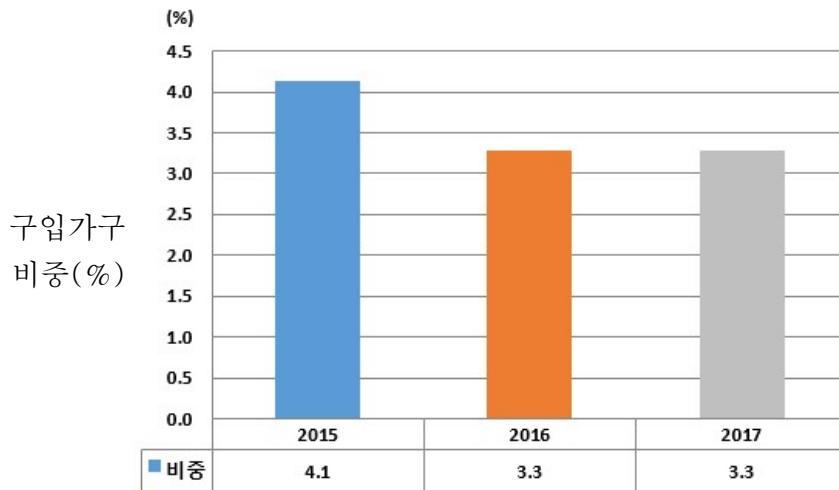
<표 20> 파슬리 연도별 구입처별 구입액 비중

단위: %

구분	2015	2016	2017
대형마트	56.6	42.2	54.3
전통시장	6.0	4.6	0.0
기업형슈퍼	20.2	29.4	27.3
소형슈퍼	10.0	17.7	7.7
전문점	3.1	1.4	5.2
무점포판매	1.9	2.4	1.1
백화점	2.1	2.2	4.4
총합계	100.0	100.0	100.0

자료 : 농촌진흥청, 농식품소비자패널데이터(전국, 2015~2017년 1,283명 데이터 기준)

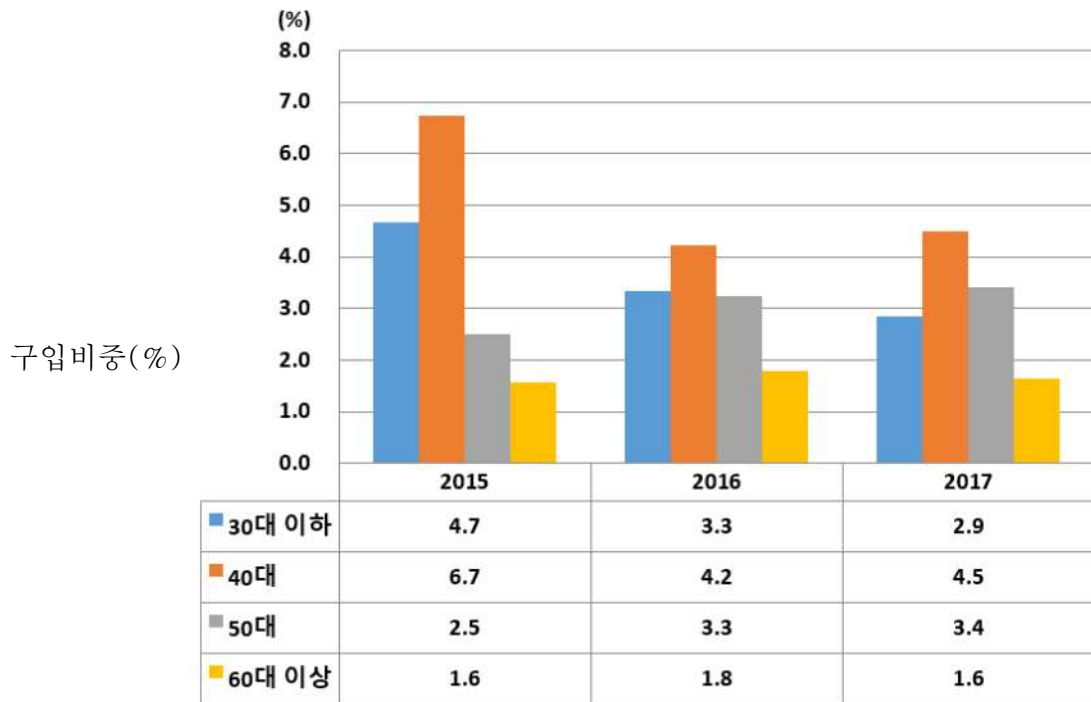
- 파슬리를 주로 구입하는 구입처는 대형마트와 기업형 슈퍼였음. 절반 이상이 대형마트에서 구입하고 있었기 때문에 앞으로 마케팅 및 구입에 대한 이벤트를 진행할 시 대형마트 위주로 진행해야 함



자료 : 농촌진흥청, 농식품소비자패널데이터(전국, 2015~2017년 1,283명 데이터 기준)

<그림 5> 파슬리 연도별 구입가구수 비중

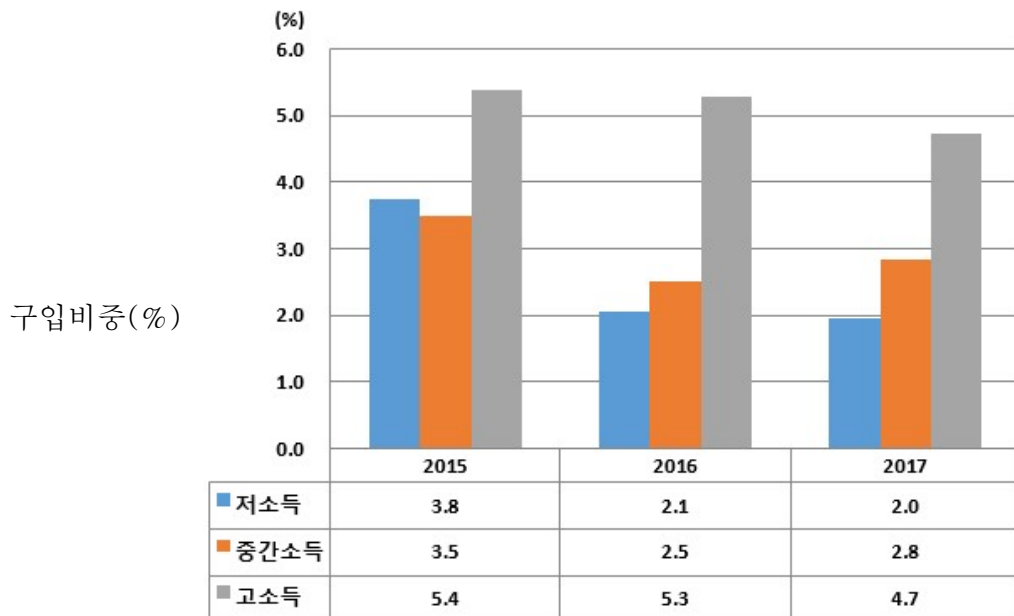
- 파슬리의 구입가구의 비중은 3%를 약간 웃도는 수준임. 전체 가구중 구입하는 구입비중이 매우 낮은 편으로 파슬리 식품으로서의 대중화가 필요함



자료 : 농촌진흥청, 농식품소비자패널데이터(전국, 2015~2017년 1,283명 데이터 기준)

<그림 6> 연령별 파슬리 구입비중

- 연령별 구입비중을 살펴보면 40대 이상이 해마다 가장 높은 구입 비중을 보였으며 30대 이하 또한 대부분의 농산물 구입비중이 50대와 60대 이상보다 낮은 것에 비해서는 높은 구입 비중을 보였음



자료 : 농촌진흥청, 농식품소비자패널데이터(전국, 2015~2017년 1,283명 데이터 기준)

<그림 7> 소득별 파슬리 구입비중

- 소득별 구입비중을 살펴보면 소득이 높을수록 구입비중이 높은 것을 알 수 있음. 이는 소득이

높을수록 다양한 국적의 식재료에 대한 수용이 더 크기때문으로 보임

○ 바질 소비현황

<표 21> 바질 가구당 연간 구입액

단위: 원

년도	2015	2016	2017
구입액	354	189	414

자료 : 농촌진흥청, 농식품소비자패널데이터(전국, 2015~2017년 1,283명 데이터 기준)

- 바질의 연간구입액 점차 증가하고 있는 추세이지만 아직은 가정 내 소비는 미미함

<표 22> 바질 연도별 월간 구입액 비중

단위: 원

구분	2015	2016	2017
1월	14.1	8.7	8.6
2월	13.8	2.2	3.6
3월	4.7	5.5	8.1
4월	12.7	15.7	7.4
5월	4.4	6.8	4.3
6월	2.1	4.2	12.4
7월	6.7	15.9	10.8
8월	13.3	4.4	6.4
9월	9.3	12.5	8.4
10월	2.9	15.3	7.2
11월	5.0	1.7	13.8
12월	11.1	7.0	9.0
합계	100.0	100.0	100.0

자료 : 농촌진흥청, 농식품소비자패널데이터(전국, 2015~2017년 1,283명 데이터 기준)

- 바질의 연간 구입패턴은 파슬리와 마찬가지로 특별 월에 편중되는 특정 성향을 나타내지는 않음

<표 23> 바질 연도별 구입처별 구입액 비중

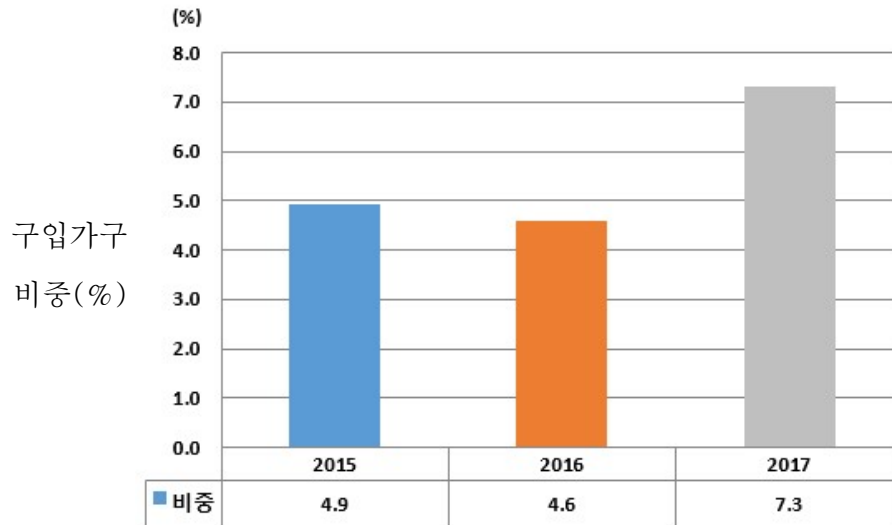
단위: %

구분	2015	2016	2017
대형마트	44.5	39.4	37.4
전통시장	3.0	0.0	0.0
기업형슈퍼	5.8	8.1	14.7
소형슈퍼	7.6	4.0	4.3
전문점	29.8	18.3	26.2
무점포판매	5.6	17.8	9.5
백화점	3.7	12.4	7.9
총합계	100.0	100.0	100.0

자료 : 농촌진흥청, 농식품소비자패널데이터(전국, 2015~2017년 1,283명 데이터 기준)

- 바질도 파슬리와 마찬가지로 대형마트의 비중이 높지만 전문점에서 구입하는 비중이 기업형

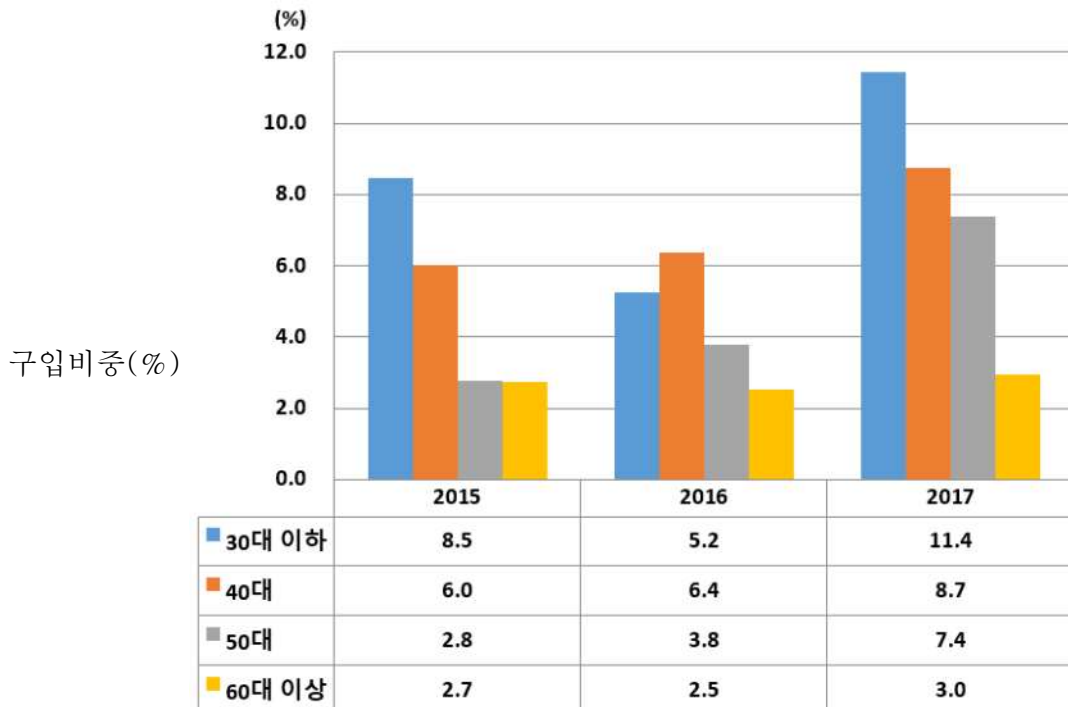
슈퍼에서 구입하는 비중보다 더 높은 것으로 나타났음



자료 : 농촌진흥청, 농식품소비자패널데이터(전국, 2015~2017년 1,283명 데이터 기준)

<그림 8> 바질 구입가구 비중

- 바질의 구입 가구 비중은 2015년과 2016년 5%가 안되는 비중이었지만 2017년에 7.3%로 크게 상승했음

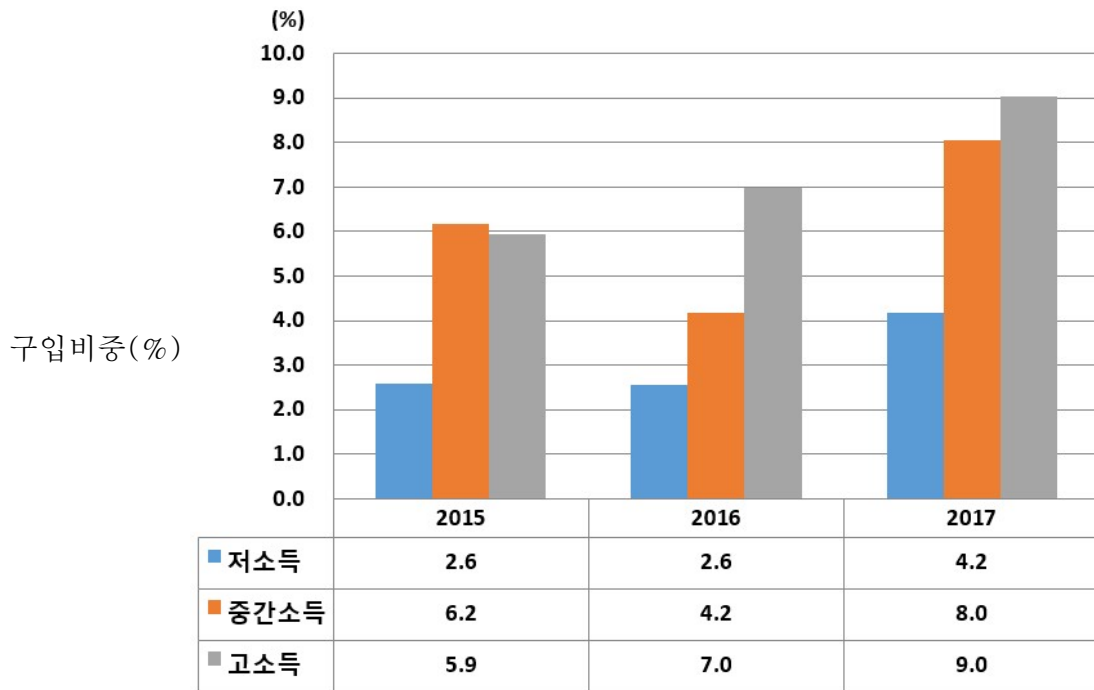


자료 : 농촌진흥청, 농식품소비자패널데이터(전국, 2015~2017년 1,283명 데이터 기준)

<그림 9> 연령별 바질 구입비중

- 바질의 연령별 구입비중을 살펴보면 30대 이하의 구매가 타 연령에 비교하여 높은 것을 알

수 있음. 일반적으로 연령대가 낮을수록 외식을 더 선호하거나 가구원수가 작아 농산물의 구입 비중은 높지 않아 바질의 구입비중이 높다는 것은 젊은층이 선호하는 농식품이라는 가능성을 시사함



자료 : 농촌진흥청, 농식품소비자패널데이터(전국, 2015~2017년 1,283명 데이터 기준)

<그림 10> 소득별 바질 구입비중

- 바질의 소득별 구입비중을 살펴보면 파슬리와 마찬가지로 소득이 높을수록 구입비중이 더 높았음.

○ 페퍼민트 소비현황

<표 24> 페퍼민트 가구당 연간 구입액

년도	2015	2016	2017
구입액	176	151	172

단위: 원

자료 : 농촌진흥청, 농식품소비자패널데이터(전국, 2015~2017년 1,283명 데이터 기준)

- 페퍼민트의 연간구입액은 170대로 대부분 차로 소비되며 아직까지 가정 내 소비는 미미함

<표 25> 페퍼민트 연도별 월간 구입액 비중

단위: 원

구분	2015	2016	2017
1월	10.5	8.6	6.9
2월	4.4	15.1	4.4
3월	10.7	3.4	14.2
4월	6.5	9.3	7.1
5월	5.2	18.9	3.6
6월	5.4	1.0	5.9
7월	6.8	9.9	14.8
8월	15.6	1.4	3.4
9월	5.7	15.6	9.3
10월	14.5	4.5	5.1
11월	4.0	5.0	10.2
12월	10.7	7.2	15.1
합계	100.0	100.0	100.0

자료 : 농촌진흥청, 농식품소비자패널데이터(전국, 2015~2017년 1,283명 데이터 기준)

- 페퍼민트의 월간 구입액 비중은 어떤 특정한 패턴 없는 것으로 보임. 계절이나 명절 등에 영향을 받지 않는 것으로 보임

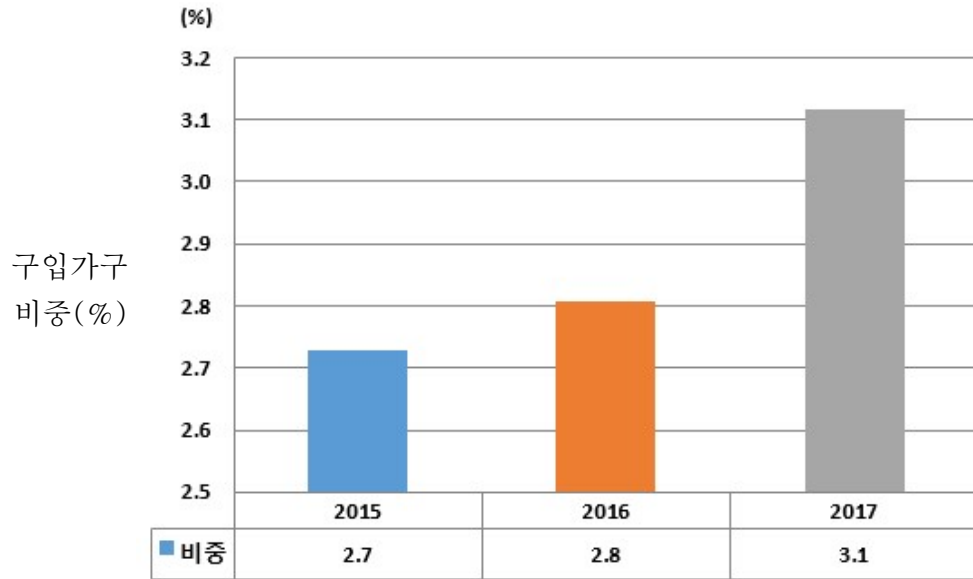
<표 26> 페퍼민트 연도별 구입처별 구입액 비중

단위: %

구분	2015	2016	2017
대형마트	60.6	47.4	39.8
전통시장	0.0	0.0	0.0
기업형슈퍼	17.5	19.2	1.3
소형슈퍼	0.0	9.6	0.0
전문점	18.1	10.7	51.9
무점포판매	2.4	12.6	7.0
백화점	1.6	0.5	0.0
총합계	100.0	100.0	100.0

자료 : 농촌진흥청, 농식품소비자패널데이터(전국, 2015~2017년 1,283명 데이터 기준)

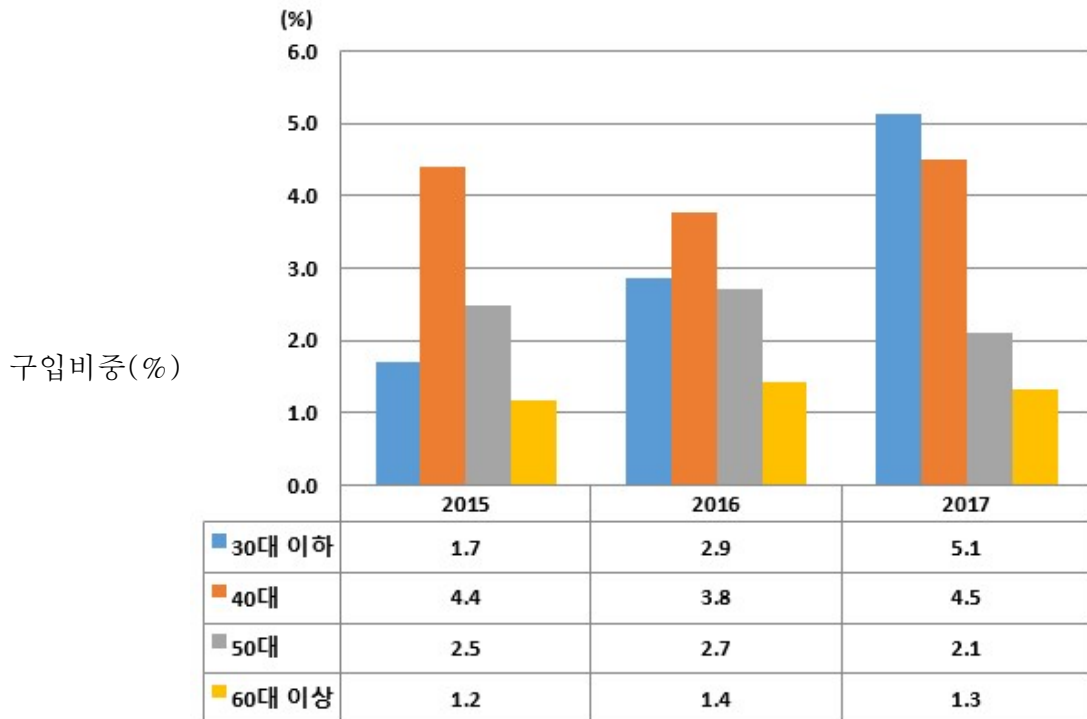
- 페퍼민트는 대형마트 구입비중이 높았으나 2017년에는 전문점 구입비중이 높아졌으며, 전통시장에서의 구입은 없는 것으로 나타났음



자료 : 농촌진흥청, 농식품소비자패널데이터(전국, 2015~2017년 1,283명 데이터 기준)

<그림 11> 페퍼민트 구입 가구비중

- 페퍼민트 구입 가구 비중은 꾸준히 상승하고 있으나 미미함

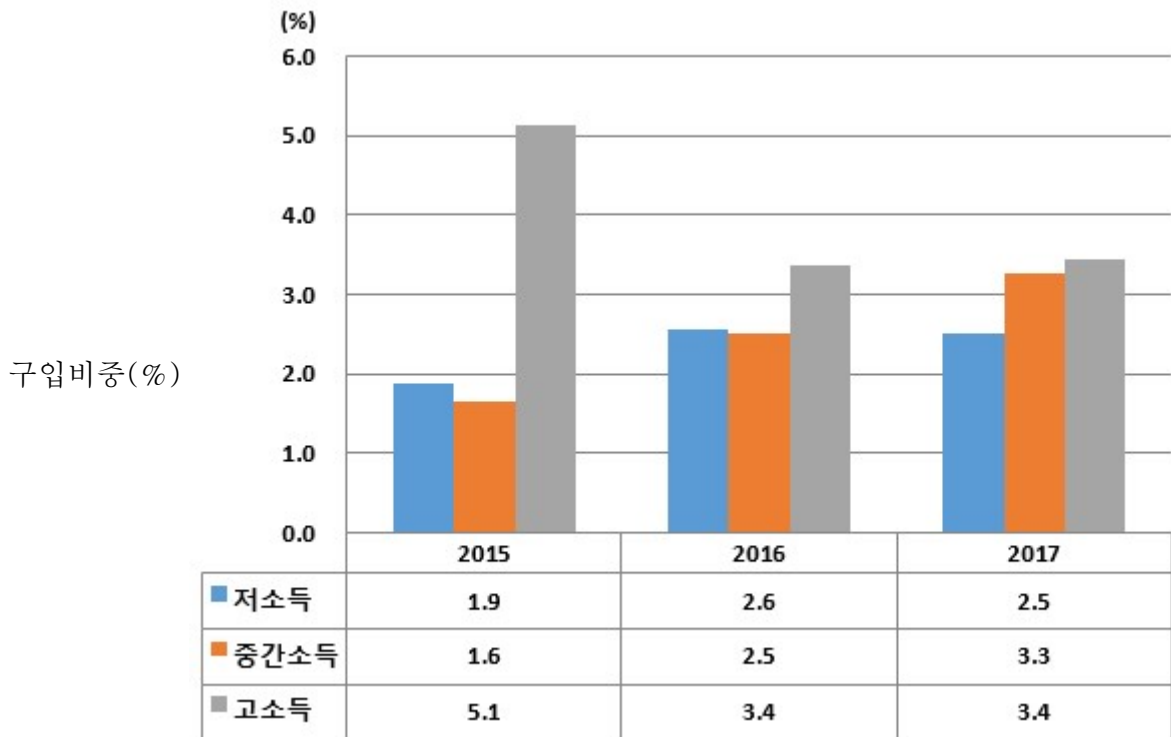


자료 : 농촌진흥청, 농식품소비자패널데이터(전국, 2015~2017년 1,283명 데이터 기준)

<그림 12> 연령별 페퍼민트 구입비중

- 페퍼민트의 연령별 구입비중을 살펴보면 30대 이하의 구매가 타 연령에 비교하여 높았으며 이러한 경향은 더 강해지는 것으로 분석됨. 또한 40대의 구입비중도 높았음. 따라서 페퍼민트의

고객층은 젊은 것으로 보임



자료 : 농촌진흥청, 농식품소비자패널데이터(전국, 2015~2017년 1,283명 데이터 기준)

<그림 13> 소득별 페퍼민트 구입비중

- 페퍼민트의 소득별 구입비중을 살펴보면 파슬리, 바질과 마찬가지로 소득이 높을수록 구입비중이 더 높았지만 이러한 추세는 많이 미미해졌음

마. 마케팅 방안

- 수입하는 파슬리·바질·타임을 대체할 수 있는 생산량 확보
 - 현재 수입하고 있는 파슬리·바질·타임을 국산으로 대체할 수 있는 물량을 확보 할 수 있도록 생산량을 증가시킬 수 있는 생산체계 확립 필요
- 대형마트 및 기업형 슈퍼를 중심으로 한 프로모션 진행
 - 현재 대상작물의 주요 구입처는 대형마트와 기업형 슈퍼임. 대상작물은 일반 주부들에게는 생소한 농산물로 이를 식재료로 좀 더 친근하게 할 수 있도록 시식 등을 통해 요리에 활용할 수 있는 방법을 더 홍보해야 할 것임
- 신선농산물 보다는 다양한 가공식품 및 간편식으로 판매
 - 현재 주로 조미료나 차 등의 가공식품에 의한 판매가 대부분임. 현재 허브류의 작물들은 요리의 식재료로 신선한 상태로 직접 조리해서 먹는 경우가 별로 없기 때문에 더 다양한 가공식품을 통해 판매하는 것이 효과적임
 - 더 다양한 가공식품 개발을 위한 R&D가 필요함
- 40대 이하 소비자를 대상으로 마케팅
 - 식재료가 한식보다는 양식에 주로 쓰이기 때문에 한식에 익숙한 50대 이상의 소비자들 보다

- 는 다양한 국적의 요리에 관심이 많은 40대 이하의 소비자에게 소비되는 것으로 보임
- 또한 차에 대한 소비도 많아 연령이 낮은 소비자가 허브류의 차에 대한 선호도가 높은 것으로 보임
 - 소득계층에 따라 다른 마케팅 전략 개발
 - 소득이 높을수록 다양한 요리에 대한 개방성이 높고 접근성도 높기 때문에 고소득 계층과 중간소득계층에는 고급화 전략을 위해 친환경 프리미엄 식재료 개발 및 홍보
 - 저소득계층에게는 요리방법에 대한 홍보와 세일행사 등을 통해 보다 친숙한 식재료가 될 수 있도록 해야함

<표 27> 신소득 대상작물별 마케팅 방안

작물	마케팅 방안
파슬리	▪ 현재 주스용 등 식음용으로 많이 개발되고 있으므로 건강에 관심이 많은 고소득층, 고령층을 대상으로 친환경재배 등을 강조한 프리미엄 식품으로 마케팅
타임	▪ 식자재로서는 통계에 나오지 않을 만큼 가정내 소비가 되지 않고 있기 때문에 일단 다양한 가공식품과 레시피 개발을 홍보가 필요
바질	▪ 대상작목 중 가장 소비가 많이 되고 있는 작목으로 주로 소비되고 있는 대형마트를 중심으로 프로모션을 진행 필요
페퍼민트	▪ 페퍼민트는 차로 음용되는 것이 대부분으로 더 다양한 가공식품 개발이 필요

2-11. 최종 식물공장 산업화 모델 수립

가. 최종 작물 후보 선정

- 최종 후보 선정 이유

(진천)단위:3.3a, 3.3a=100평	NPV (NPV>0, 투자경제성 있음)	시장성	전망	비고
바질	319,531.7 > 0	上	증가	수익,시장성,전망 우수
파슬리	NPV < 0	中	정체	열등
타임	204,866.9 > 0	中	증가	수익, 전망 우수
타라곤	(알수없음)	(알수없음)	(알수없음)	시장 데이터 부족
딜	10,091.0 > 0	中	(알수없음)	상대적으로 열등
페퍼민트	125,571.5 > 0	中	정체	상대적으로 열등
금화규	(알수없음)	(알수없음)	(알수없음)	시장 데이터 부족
대마	(알수없음)	(알수없음)	성장 가능성 높음	법적인 문제로 파악은 어려우나 국내외 수요가 높아질 것으로 전망

上: 소비액,경영규모,수출입량 전체 증가. 中:소비액,경영규모,수출입량 부분 증가 및 감소, (알수없음):자료 수집 불가.

바질 작물에서 수익성과 시장성 그리고 잠재력(젊은 고객층의 시각다변화로 인한 구매력 상승) 등에서 준수한 것으로 나타남. 바질과 타임 작물의 수입량은 2009년 대비 2배 이상 증가하였고 수입액은 3배 이상 증가함. 이는 국내 소비자 식단이 다양화 되었다는 것으로 보이며 소비가 증가한 것으로 사료됨. 대중에 친숙하여 시장성이 높은 파슬리 작물은 제품다양화와 마케팅을 통해 부족한 수익성 및 잠재력을 증대시킬 수 있을 것으로 사료됨.

위 고수익성 작물에 대하여, 수익성 극대화 및 산업화 전략에 맞추어 단계별 확산을 목표로 하며 1순위 작물인 바질에 대한 첫 산업화 경영모델을 제시함.

나. 산업화 경영모델

□ 최종 선정된 신소득 작물 바질의 총수입 1억원 달성 산업화 경영모형

- 노동력 1인을 고용하고 자연광과 인공광을 모두 활용하는 혼합형 식물공장이라는 조건하에서 경영규모를 아래와 같이 설정함
- 바질의 총수입 1억원 달성 경영규모는 부대시설 포함 7.4a이며, 경영비 42,320천원과 연간 1,421.1시간 노동력을 투입하여 5,365kg을 생산·판매할 때 소득은 57,687천원임

식물공장 유형 : 혼합형(자연광+인공광, 인공광은 발아·육묘 시 활용)

경영규모 : 7.4a

재배방법 : 수경재배(아쿠아포닉스) / 식재거리 : 9~10cm / 출하처 : 온라인판매(B2C) / 주요품종 : 제노비스

연간 투하노동량 : 1,421.1시간

투자 유동자본 : 33,320천원

경영성과 : 총수입 100,007천원, 생산량 5,365kg, 경영비 42,320천원, 소득 57,687천원

소요노동력(시간) : 1,421.1시간

농장정리 2.4시간, 포트 털기 2.1시간, 재배판 세척 1.2시간, 상토제조 0.5시간, 포트 세척뽑기 12.6시간, 파종 36.58시간, 육묘이관 0.9시간, 정식이관 9.3시간, 방제 44.1시간, 사료공급 17.6시간, 보정(8대 미량요소 공급) 1.4시간, 수확 638.7시간, 세척 및 포장 638.7시간, 포장동 청소 15.2시간

기계 및 시설

- 생산시설 : 베드(30구), 지하 양액순환시설, 생산자동화 시스템(인력은 수확, 운반, 청소)

- 환경제어 : 냉난방은 온도·광량에 따라 (천창·측창·차광막·보온커튼)을 자동 제어, 환기팬,

미스트 시설(적정 습도 조절 및 방제 겸용) 등

- 부대시설 : 파종(1.1a), 자재 세척·적재(0.9a), 세척·포장(1.3a)

- 기 타 : 보일러(수온 관리에 활용), 양액기

작물 재배기술

노동력 : 1명(고용 1명)

연간 교육수강 : 1~2회(환경제어시스템 활용 및 정전을 비롯한 위기대응 매뉴얼 등)

품질(%) : 상 100%, (고용 인력이 상품만 선별 수확)

온·습도, 양·수분 등 환경제어 : 자동제어시스템

품종선택 : 일반적인 수요가 있는 그린바질 '제노비스'로 선정

재배기술 : (작물) 진딧물, 온실가루이·총재벌레에 대한 천적 및 친환경제재 활용 방제 (어종 관리) 적정 수온 자동제어, 질소·암모니아 농도, 수온에 대한 모니터링

주) 유동자본은 원료, 재료비, 연료와 같이 한번 써서 그 가치가 생산물로 바뀌는 자본으로 경영비에서 감가상각비를 제외한 금액

2-12. 재배 공정 및 후처리 메뉴얼화 (최종 후보 작물 재배 공정 정리)

가. 최종 후보 작물 “바질” 재배과정 및 관리 방법 메뉴얼

○ 재배 작형 및 재배 달력

재배작형	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
온실 기반 아쿠아포닉스 부유식(DWC) 타입	동절기 주· 야간 난방		간절기&하절기 무가온재배 (3월 하순~11월 하순)									

: 1월달부터 12월달까지 연중생산을 목표로 매달 수확 작업이 이루어지도록 파종 작업이 및 이관작업 진행.

○ 작물 재배 과정 및 관리 방법

구분	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12																																																	
	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하																																																
생육과정																																																																								
	<p>>1</p> <p>h</p> <p>t h</p> <p>파종 - 발아 - 이관 - 정식 - 수확 <연중생산></p>																																																																							
	<table border="1"> <tr> <td colspan="6">혹한기(저온)</td> <td colspan="6">온·습도 유지</td> <td colspan="6">고온 및 다습</td> <td colspan="6">혹한기(저온)</td> </tr> <tr> <td colspan="12">모잘록병 및 해충 방제</td> <td colspan="12">진딧물, 뿌리혹파리 방제</td> </tr> </table>																								혹한기(저온)						온·습도 유지						고온 및 다습						혹한기(저온)						모잘록병 및 해충 방제												진딧물, 뿌리혹파리 방제											
	혹한기(저온)						온·습도 유지						고온 및 다습						혹한기(저온)																																																					
	모잘록병 및 해충 방제												진딧물, 뿌리혹파리 방제																																																											
	<p>계절 별 주의가 필요한 점</p>																																																																							
<p>병·해충 : 모잘록병, 바이러스 및 곰팡이병/ 진딧물, 나방 등. 방제방법 : 친환경 약제(제충국, 님오일 등), 물리적 방제(끈끈이트랩, 기주제거), 천적이용(진디벌, 칠레이리응애 등)</p>																																																																								
<p>주요 기술</p> <table border="1"> <tr> <td> <p>-파종: 자동 드럼과 종기를 사용하여 트레이 파종</p> <p>-발아: 파종 완료된 트레이들을 자연광 보광형 발아기로 이동. 2~3주 발아기간.</p> </td> <td> <p>-이관·정식육묘: 발아 이후 육묘 최적 환경으로 이동</p> <p>-생육 모니터링: 지속적으로 병해충 예찰 및 생육 상태를 점검</p> </td> <td> <p>-양액조성(아쿠아포닉스): 바이오필터(미생물),미량원소 공급</p> <p>-양액순환 시스템 및 환경제어:</p> <p>*하부 아쿠아포닉스 탱크를 활용한 담액식(DWC) 양액 순환 구조,</p> <p>*자동 천측창 개폐기, 미스트 방제, 온실 내·외부 순환팬, 차광막 및 보온커튼.</p> </td> </tr> </table>																								<p>-파종: 자동 드럼과 종기를 사용하여 트레이 파종</p> <p>-발아: 파종 완료된 트레이들을 자연광 보광형 발아기로 이동. 2~3주 발아기간.</p>	<p>-이관·정식육묘: 발아 이후 육묘 최적 환경으로 이동</p> <p>-생육 모니터링: 지속적으로 병해충 예찰 및 생육 상태를 점검</p>	<p>-양액조성(아쿠아포닉스): 바이오필터(미생물),미량원소 공급</p> <p>-양액순환 시스템 및 환경제어:</p> <p>*하부 아쿠아포닉스 탱크를 활용한 담액식(DWC) 양액 순환 구조,</p> <p>*자동 천측창 개폐기, 미스트 방제, 온실 내·외부 순환팬, 차광막 및 보온커튼.</p>																																														
<p>-파종: 자동 드럼과 종기를 사용하여 트레이 파종</p> <p>-발아: 파종 완료된 트레이들을 자연광 보광형 발아기로 이동. 2~3주 발아기간.</p>	<p>-이관·정식육묘: 발아 이후 육묘 최적 환경으로 이동</p> <p>-생육 모니터링: 지속적으로 병해충 예찰 및 생육 상태를 점검</p>	<p>-양액조성(아쿠아포닉스): 바이오필터(미생물),미량원소 공급</p> <p>-양액순환 시스템 및 환경제어:</p> <p>*하부 아쿠아포닉스 탱크를 활용한 담액식(DWC) 양액 순환 구조,</p> <p>*자동 천측창 개폐기, 미스트 방제, 온실 내·외부 순환팬, 차광막 및 보온커튼.</p>																																																																						

○ 기계화 및 시설 이용

□ 종자 파종에서 정식까지의 작업 과정

작업단계		관행	개선(기계파종)
파종,이관,정식,숙아내기	방법	종자 파종	자동 파종기 이용
	작업단계	파종-육묘-이관-정식-숙아내기	파종-육묘-정식이관(동시)-숙아내기(생략)
	기계	알루미늄 타입 파종기	진공 자동 파종기, 담액식 순환 급수기, 보광용 인공광원

□ 기계 분류

작업종류	기계
파종	자동파종기, 진압기, 복토기
밭아	다층 인공광원 타입 밭아기, 담액식 순환 자동 급수기
정식이관 이후	담액식 순환 자동 급수기, 천측창 개폐기, 차광막 및 보온커튼, 방제용 미스트기.

○ 파종

□ 파종 및 육묘기간 자재

트레이	바질은 75구 트레이를 사용
소형 포트	40x40mm 규격의 소형 포트 사용
자동 드럼 파종기	펠렛팅 또는 non-펠렛팅 종자 분류에 따라 적합한 진공 드럼기를 사용
진압롤러	75구 전용 진압 롤러
상토 배합기	여러가지 비율의 상토를 골고루 배합
복토	보수성과 투과성 그리고 통기성이 우수한 버미큘라이트 사용
30구 부유식 재배판	재식간격을 고려한 30구 지그재그 배열 재배판
허브 종자	코팅종자(또는 일반종자)

○ 파종 및 육묘 방법

- ① 75구 트레이에 소형포트 75개 꼽기.
- ② 파종이 완료된 트레이 복토기를 지나가면 밭아기로 이동

③ 발아동 환경 제어:

- MANNA 자동제어 모듈: 측창 개폐 및 차광막 보온커튼 작동.
- 보조 인공 광원: 타이머 작동.
- 관수 방법: 하부 원수 탱크를 활용한 담액식 양액 순환 구조

○ 수확 및 포장 방법

- ① 손 수확(직접수확) 시 잎 따기, 줄기 절단, 뿌리 발근 등 소비자가 원하는 형태로 수확
- ② 기계수확 시 일정한 크기로 줄기 절단
- ③ 뿌리 채 나가게 될 경우 포장지는 비닐 팩 A 또는 B 타입을 사용하여 포장
- ④ 샐러드용 또는 식자재용으로 포장 시 포장 용기 A 또는 B 타입을 사용하여 포장

○ 최종 후보작물 “바질”의 화장품 원료화 공정을 위한 후가공 매뉴얼 (수확 후 관리 방법)

- 수확 후 관리: 세척은 경우에 따라 진행하며 보통의 경우 세척 없이 냉장 5℃ 보관(비닐 팩의 경우 진공포장)
- 배송(직배송): 우체국택배(만나CEA 물류센터에서 포장 작업 이후 우체국 택배를 통한 직배송)

<p>세척X -> 보관(비닐 팩은 진공포장)</p> <p>바질의 경우 세척 과정을 거친 뒤 포장 하게 되면 무름 현상이 발생하기 때문에 수확 직후 진공 포장 또는 전용 용기 포장되어 출하.</p>	
<p>계절에 따른 포장 용기 내부 온도 조절.</p> <p>여름철: 처리하기 어려운 아이스팩 대신 얼린 생수로 온도를 유지</p> <p>겨울철: 동결 방지를 위해 얼리지 않은 생수를 동봉</p>	

2-13. 기술이전 및 농장 운영 지원

개발된 기술은 자체실시하여, 현장에 적용하였으며, 제품화에 성공하였음.

구분	제품명	제품사진	제품출시일	매출액(백만원)		해당기술의 매출액 기여율(%)	원산지	품질인증 여부
				국내	해외			
1	Salading		2019년	국내	231	10%	국내	0
				해외	-			
2	스마트팜 시스템		2019년	국내	-	40%	국내	-
				해외	902			

1. 주생산제품 : 수경재배장비 및 고부가가치 작물
2. 이전희망기술 : 격리부재가 구비된 식물 재배장치, LED 식물재배장치
3. 이전기술 활용계획 :
 - 1) 기존 보유중인 스마트팜 - 2020년에 이전기술 및 신소득작물 재배 시작하고 판매
 - 2) 신규 확장할 스마트팜 - 2020년 하반기 준공예정인 신규 스마트팜 일부 섹션에 이전 기술 및 신소득작물 재배
 - 3) 국내·외 관련 기술 수요가 있을 경우, 컨설팅 및 공급, 기술실시 예정 - 2023년까지

2-14. 기존 시스템 대비 세부 연구 내용

	기 운영 식물공장	본 사업
시설 대비 효율	시설투자 대비 NPV 미검증	시설투자 대비 NPV 검증
고부가가치 작물	생산품의 부가가치 등 신소득 작물 미발굴	작물 별 경제성 분석 완료 및 신소득 작물 발굴
시스템 다양화	식물공장 상용화를 위한 다양한 산업화 모델 제시 미흡	4가지 타입의 식물공장 유형 테스트 진행 후 경제성 평가를 통해 최종 식물공장 산업화 모델을 제시
후처리 생산공정 및 분석	1세대 식물공장의 수익성 생산기술 및 성과분석 연구 미흡	생산기술 공정모델 제시 및 성과 분석(수익성 모델 분석 및 평가)
종합 결론		
<ul style="list-style-type: none"> ○ 식물공장 이용 신소득 작물 생산을 통해 작물 최적 생산공정 및 제품화 기술을 실증하였으며 본 사업을 통해 모델을 제시 ○ 식물 공장 활용 하여 원료 생산 시 기능성 물질 등 수치가 기존 대비 높은 것을 확인 ○ 경제성 분석 및 수익향상 모델 분석을 통해서 산업화 모델을 수립 ○ 산업화 모델 보급과 향후 2세대 3세대 스마트팜 사업에 기초 자료로서 활용 기대 		

2-15. 총괄과제 세부 분석 및 종합 결론

만 나 c e a	기술현황 조사 및 신소득 작물 발굴	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내외 기술 및 시장 현황을 살펴보면 식물공장 생산 시스템 기반의 사례들이 많지만 아직 식물공장 내 고부가가치 작물 실용화에 대한 연구는 미진한 실정. ○ 국내외 작물 리스트와 성공요인을 토대로 본 사업 전략화 적용 ○ 조사된 작물별 생육 적합 환경을 토대로 생육환경 표준화 요소안을 작성하고 만나CEA 내 여러 타입별 테스트베드를 적합환경으로 조성하여 작물재배 실험을 진행 								
	재배실험 및 기타 실험	<ul style="list-style-type: none"> ○ 총 2건의 재배실험 결과, 진천 농장 냉난방 환경 별도제어 테스트베드 환경에서 적합한 생산량이 도출 ○ 대마 작물 재배실험을 통해 여러 방면으로 성장가능성을 봄 ○ 만나 허브 3종과 가락시장 유통 허브 3종 유용물질 분석 결과 바질의 Rosmarinic acid 함량이 높게 나타남. 이는 유통되어지는 바질에 비해 항산화 및 항염 기능이 우수한 것을 확인. 								
	생육환경 표준화 및 재배공정 표준화	<ul style="list-style-type: none"> ○ 최종 후보작물 ‘바질’의 생육환경 표준화 및 재배공정을 표준화 								
결론		<ul style="list-style-type: none"> ○ 해당 식물공장 환경 모니터링 데이터를 수집하여 재배환경 표준화를 수립함. ○ 해당 작물의 재배 공정을 표준화하고 생산라인부터 판매 직전까지의 모든 과정을 상세히 작성함. 								
충 북 연 구 원	영농규모	<ul style="list-style-type: none"> ○ 허브 재배하는 경영체수가 지속적으로 증가, 재배면적은 2017년을 정점으로 2018년 약간 감소 ○ 허브 작물의 영세한 규모의 재배농가가 증가 추세 								
	소비현황	<ul style="list-style-type: none"> ○ 바질 작물의 가구 소비액이 증가하는 추세 								
	수출입현 황	<ul style="list-style-type: none"> ○ 바질 작물의 수입량 및 수입액은 2009년(266,880kg) 대비 2018년(884,261kg)에 3배 이상 증가.(수입액: \$62,600->\$232,200) ○ 타임 작물의 수입량 및 수입액 역시 증가함 2009년 대비 2018년 수입량은 2배, 수입액은 약 3배 증가. (수입량: 77,565kg->166,651kg / 수입액: \$37,100->\$105,500) 								
결론		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">파슬리</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 현재 주스용 등 식음용으로 많이 개발되고 있으므로 건강에 관심이 많은 고소득층, 고령층을 대상으로 친환경재배 등을 강조한 프리미엄 식품으로 마케팅 </td> </tr> <tr> <td>타임</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 식자재로서는 통계에 나오지 않을 만큼 가정내 소비가 되지 않고 있기 때문에 일단 다양한 가공식품과 레시피 개발을 홍보가 필요 </td> </tr> <tr> <td>바질</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 대상작목 중 가장 소비가 많이 되고 있는 작목으로 주로 소비되고 있는 대형마트를 중심으로 프로모션을 진행 필요 </td> </tr> <tr> <td>페퍼민트</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 페퍼민트는 차로 음용되는 것이 대부분으로 더 다양한 가공식품 개발이 필요 </td> </tr> </table>	파슬리	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 현재 주스용 등 식음용으로 많이 개발되고 있으므로 건강에 관심이 많은 고소득층, 고령층을 대상으로 친환경재배 등을 강조한 프리미엄 식품으로 마케팅 	타임	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 식자재로서는 통계에 나오지 않을 만큼 가정내 소비가 되지 않고 있기 때문에 일단 다양한 가공식품과 레시피 개발을 홍보가 필요 	바질	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 대상작목 중 가장 소비가 많이 되고 있는 작목으로 주로 소비되고 있는 대형마트를 중심으로 프로모션을 진행 필요 	페퍼민트	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 페퍼민트는 차로 음용되는 것이 대부분으로 더 다양한 가공식품 개발이 필요
파슬리	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 현재 주스용 등 식음용으로 많이 개발되고 있으므로 건강에 관심이 많은 고소득층, 고령층을 대상으로 친환경재배 등을 강조한 프리미엄 식품으로 마케팅 									
타임	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 식자재로서는 통계에 나오지 않을 만큼 가정내 소비가 되지 않고 있기 때문에 일단 다양한 가공식품과 레시피 개발을 홍보가 필요 									
바질	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 대상작목 중 가장 소비가 많이 되고 있는 작목으로 주로 소비되고 있는 대형마트를 중심으로 프로모션을 진행 필요 									
페퍼민트	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 페퍼민트는 차로 음용되는 것이 대부분으로 더 다양한 가공식품 개발이 필요 									

충북농업기술원	운영성과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제주와 진천 지역 식물공장의 재배실험 결과를 토대로 경제성 추정 ○ 제주 식물공장 1년간 운영성과 분석 결과, 타임, 딜 수익 발생 ○ 진천 식물공장 1년간 운영성과 분석 결과, 타임, 바질, 페퍼민트 수익 발생
	투자비용 회수기간	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제주 식물공장 회수기간법에 의한 투자경제성 분석 결과, 타임은 3년 6개월, 딜 4년 9개월의 회수기간 발생 ○ 진천 식물공장 분석 결과, 타임 2년 7개월, 바질 2년, 페퍼민트 3년 3개월, 딜 5년 3개월 회수기간 발생
	순현재가치 (NPV)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 바질 NPV(NPV>0, 투자경제성 있음)에서 319,531.7>0으로 다른 작물 대비 월등한 가치를 보여줌
종합 결론		<ul style="list-style-type: none"> ○ 허브 후보군들의 생산량을 고려하였을 때 수익성과 현재 국내 소비현황을 검토한 결과 바질, 타임 2종으로 추려졌으며 그 중에서도 바질(또는 다른 작물)이 최종 후보작물로 선정되었음. 이에 따라 최종 식물공장 산업화 모델 수립을 진행하였으며 농업소득 1억원 달성 산업화 경영모델을 제시함.

○ 사업화성과 및 매출실적

- 사업화 성과

항목	세부항목			성 과
사업화 성과	매출액	개발제품	개발후 현재까지	11억원
			향후 3년간 매출	100억원
		관련제품	개발후 현재까지	35억원
			향후 3년간 매출	200억원
	시장 점유율	개발제품	개발후 현재까지	국내 : 0.1% 국외 : 0.01%
			향후 3년간 매출	국내 : 1% 국외 : 0.001%
		관련제품	개발후 현재까지	국내 : 1.75% 국외 : 0%
			향후 3년간 매출	국내 : 1.57% 국외 : 0.03%
	세계시장 경쟁력 순위	현재 제품 세계시장 경쟁력 순위		알 수 없음
		3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위		10위

국내 : 2000억 신선 셀러드 시장 규모 (2018년 기준) 연평균 15% 상승

국외 : 75.3억달러 글로벌 스마트팜 시장 규모 (2018년 기준) 연평균 12.4% 상승

작물 제품은 국내 시장으로 분석

스마트팜 제품은 국외 시장으로 분석

- 사업화 계획 및 매출 실적

항 목	세부 항목	성 과			
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	2			
	소요예산(백만원)	150			
	예상 매출규모 (억원)	현재까지	3년후	5년후	
		11	40	100	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년후	5년후
		국내	0.1	1	1
국외		0.01	0.0155	0.037	
	향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획	신소득작물 스마트팜 재배장치 개발 신소득작물 비즈니스모델 추가 개발 수출형 신소득작물 스마트팜 시스템 개발			
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)	현재	3년후	5년후	
	수입대체(내수)	2	20	40	
	수 출	9	20	60	

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

3-1. 목표

-본 연구개발사업의 목표는 기 운영중인 식물공장 시설을 활용하여 고부가가치 산업을 연계한 식물공장 성공 비즈니스 모델을 도출하는 데에 있다. 기존 식물공장 시설을 최대한 활용하며, 식물공장에서의 생산에 적합하며 식의약 및 향장 기업에 공급이 가능한 고소득 작물을 1품목 이상 발굴해내며, 발굴된 고소득 작물을 재배하기 위한 식물공장 재배기술 및 공정을 기존 시설 및 테스트베드 실험을 통해 표준화한다.

3-2. 연구개발 목표 달성여부

○ 1차년도 연구개발 목표 달성여부

성과지표	가중치	목표	결과	목표달성도
①지식재산권	10	1건 이상	달성	2건의 특허
②기술이전	10	1건 이상	달성	1건의 기술이전 실시
③사업화(제품화)	40	1건	달성	2건 제품화
④사업화(매출액 및 수출액)	-	종료후 목표	달성	1,133 백만원
⑤사업화(고용창출)	30	1명	달성	1건의 고용 이행
⑥학술발표	10	2회	달성	3회의 학술발표 실시
합계	100			

○ 지식재산권

No	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원			등록			기여율
			출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호	
1	격리부재가 구비된 식물 재배장치	대한민국	농업회사법인 만나씨에이 주식회사	2019-12-30	10-2019-0178145				100
2	LED 식물재배 장치	대한민국	농업회사법인 만나씨에이 주식회사	2019-12-30	10-2019-0178137				100

○ 전문 연구 인력 양성 (고용창출)

No	분류	기준 년도	현황											
			학위별				성별		지역별					
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타	
1	신규	2019			1		1			1				

○ 기술이전 등

No	기술이전 유형	기술실시계약명	기술실시 대상기관	기술실시 발생일자	기술료 (당해연도 발생액)	누적 징수현황
1	자체실시	식물공장 이용 신소득작물 생산시스템 산업화	농업회사법인 만나씨에이 주식회사	2019.12.31	0	

○ 학술발표

No	학술발표명	국명	학술발표 주최기관	학술발표일	참여자	
1	빅데이터 활용 상추 소비 분석	빅데이 터 활용 상추 소비 분석	원예학회	2019.05.22	충북연구원 김미옥 우장명	
2	식물공장 재배를 위 한 허브 소비 분석	식물공 장 재 배를 위한 허브 소비 분석	원예학회	2019.05.22	충북연구원 김미옥 우장명	
3	식물공장 재배를 위 한 파슬리 소비 분석	식물공 장 재 배를 위한 파슬리 소비 분석	한국산학기술 학회	2019.11.29	충북연구원 김미옥	

○ 매출액 및 수출액

구분	제품명	제품사진	제품출시 일	매출액(백만원)		해당기술의 매출액 기여율(%)	원산지	품질인증 여부
				국내	해외			
1	Salading		2019년	국내	231	10%	국내	O
				해외	-			
2	스마트팜 시스템		2019년	국내	-	40%	국내	-
				해외	902			

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

○ 목표 미달성 없음

○ 후속 연구의 필요성

- 전 세계 천연 유기농 화장품 시장이 2020년에는 156.9억달러 시장을 형성 할 것으로 예측
- 바이오산업 시장 점유율에 있어 가장 많은 비중을 차지한 분야는 의료·헬스케어 분야로 57.2%를 차지

- 유기농 화장품 및 바이오 의료 분야에 대한 전략 수립을 비롯한 사업화 연구가 추가로 진행되는 것이 필요
- 과제 결과를 기반으로, 향후 2세대, 3세대 사업 등에 참여하여 연구 내용을 더욱 발전시키고, 정부 및 연구기관과 협력하여 스마트팜 기술을 더욱 발전시키는 것이 필요
- 앞으로 국내 및 세계 스마트팜 분야를 선도할 수 있도록 해외시장 판로 개척이 필요

4. 연구결과의 활용 계획 등




4-1. 연구 성과의 활용 분야 및 활용 방안

- 충북 진천과 제주라는, 다른 기후에 있는 스마트팜 시스템, 그리고 그 내부적으로도 다층형 식물공장 시스템과 노지형 환경제어 시스템 등으로, 시스템의 다양성 측면에서 다각도로 접근하여 연구가 진행되었음. 따라서 본 연구의 결과를 국내 다양한 스마트팜 및 식물공장 시스템에 적용하는 것이 용이할 것으로 판단됨
- 또한 본 연구에서와 같이 특정 작물의 시장성에 대해 체계적인 연구가 이루어진 바는 과거 없었기 때문에 향후 진행될 다양한 신규 작물에 대한 연구의 가이드라인이 될 수 있을 것으로 예상함. 이를 통해 많은 농가들이 보다 효과적으로 재배 작물을 선택할 수 있는 데이터가 축적되어 안정적이고 다양한 농가 소득원을 창출해 내는데 기여할 것으로 판단됨
- 본 연구를 통해 얻어진 고수익성 작물에 대하여, 수익성 극대화 및 산업화 전략에 맞추어 단계별 확산

○ 재배설비 제품화 및 농장운영컨설팅 서비스 런칭

- 본 사업을 통해 고소득작물 재배를 위한 식물공장의 표준화가 이루어지면 설비 구성요소들을 대량생산에 적합하도록 재설계하고 설비를 설치하는데 있어 고도의 숙련도가 필요하지 않도록 구체적인 도면 및 시방서 작성이 가능함
- 표준화된 설비 및 재배방법을 하나의 제품군으로 하여 농민 혹은 농업법인을 대상으로 판매
- 설비 도입 농가를 대상으로 종자 및 재배자재 공급

○ 표준화 설비 판로 개척

직접/연계 판매	온라인 마케팅	국내외 전시회 참석
		
<ul style="list-style-type: none"> - 시공예정 농장 적용, 시스템 우수성 입증 - 농민대상 교육 및 컨설팅 서비스 제공 	<ul style="list-style-type: none"> - 식물공장 마케팅용 웹페이지 제작 - 영상제작 등을 통한 SNS 마케팅 진행 	<ul style="list-style-type: none"> - 전시용 제품 제작 및 국내외 전시회 참석 - 국내외 농업인, 농업법인 등 농업 종사자 대상 판로 확보

- 표준화된 식물공장을 만나CEA의 보급형 농장과 연계시켜, 기존에 농장을 운영하고 있던 농장주 뿐 만이 아닌 농장 설비를 분양받고자 하는 귀농인들에게도 통합 솔루션을 제공하여 넓은 소비자층을 확보
- 식물공장 마케팅 전용 웹페이지를 제작하여 설비 도입 희망자들이 식물공장에 대한 정

보를 손쉽게 얻을 수 있게 하고 SNS에 영상을 게시하는 등 온라인 마케팅을 적극 활용

- 국내외 농업관련 전시회에 참여하여 제품을 전시하고 농업인과 농업법인, 영농조합 등 농업에 종사하는 고객을 대상으로 판매 진행

○ 작물 판로 개척

- 협업중인 향장 및 식의학 기업과의 공급계약 체결을 통해 안정적인 공급처 확보

구 매 의 향 서

1. 공급기업정보

회 사 명	농업법인회사 만나씨이에이
주 소	충청북도 진천군 이월면 진광로 702-10
연 락 처	042)364-6720
홈페이지	http://www.mannacea.com

2. 수요기업(구매의향기업 정보)


회 사 명	주식회사 에이피알
주 소	서울특별시 강남구 영동대로96길 8-8, 4층
연 락 처	070)4667-1504
홈페이지	http://www.apr-in.com

3. 구매희망 원료 품목

품목 리스트	금화규, 타임, 바질, 딜, 타라곤, 페퍼민트, 파슬리, 대마 혹은 이 원료 혼합 구성품목
	크림, 미스트 등 화장품 원료 형태

위와 같이 귀기관의 제품에 대한 당사의 구매의향서를 제출합니다.

2019년 1월 9일

수요기업명 : 주식회사 에이피알
주 소 : 서울특별시 강남구 영동대로96길 8-8, 4층
대 표 자 : 이주광 

<구매의향서>

- 개인들이 고소득 작물을 활용할 수 있는 방법에 대한 가이드 제작 후 자사 인터넷 쇼핑몰 및 온라인 마켓을 통해 B2C 판매 및 마케팅 진행

직접/연계 판매



<자사 인터넷 쇼핑몰 “Salading“> 출처:www.salading.co.kr

4-2. 추가 연구의 필요성

- 연구 결과로 얻어진 허브류의 경우, 수익성은 높지만 국내 시장이 아직 충분히 크지 않아 시장 확대 측면에서의 판매 전략에 대한 연구가 추가로 필요할 것으로 판단됨. 본 연구에서는 오일만 주스, 화장품으로의 활용 등 판로에 대한 몇 가지 솔루션을 제시하였지만, 국내 식물공장의 주 작물로 확산되기 위해서는 더욱 넓은 시장 규모가 필요할 것으로 보임
- 허브류의 소비현황이나 시장성을 조사하기에 국내 허브시장 데이터가 부족한 상황이며 아직 국내 허브작물에 대한 식재료로서의 인식은 부족한 것으로 사료됨. 따라서 향후 연구에 있어서 의약 또는 가공 산업, 화장품 산업 등에서 시장성 조사가 필요. 이번 연구보고서를 통해 허브 작물의 식재료로서 시장성 조사가 이루어졌다는 점에서 앞으로 허브시장 데이터 수집에 기점이 될 것으로 전망.
- 해외의 경우 이번 연구의 대상 작물이 형성하고 있는 시장 규모가 국내보다 훨씬 더 큼. 특히 중동 등 향신료를 많이 사용하는 국가의 경우 바질 등 본 연구의 대상 작물이 가장 보편적으로 소비되면서도 높은 가격대를 형성하고 있음. 따라서 해외 시장에 대한 연구와 더불어 기후적으로 작물을 재배하기에 유리하면서도 지리적으로 중동 지역과 가까운 카자흐스탄, 우즈베키스탄 등의 국가에 적합한 스마트팜 모델에 대한 연구가 이루어진다면 보다 우수한 수익구조를 가진 신소득작물 스마트팜 모델을 개발할 수 있을 것으로 예상함.

4-3. 타 연구에의 응용

- 국내 아쿠아포닉스 농가의 수가 적어, 현재로는 사업성, 수익성 분석 등이 이루어지지 않았으며, 본 과제를 통한 산업화 모델을 통해 국내 아쿠아포닉스 농장 확장 검토에 대한 기반 자료로 활용될 수 있음
- 아쿠아포닉스 및 일반재배에 있어서 영양분 함량 및 잔류농약 함량 비교 내용 등
- 아쿠아포닉스 시스템에서 키우기에 적합한 작물을 본 과제 실험을 통해 참고하여, 알맞은 형태 및 종류의 아쿠아포닉스 농장이 확대될 수 있도록 연계연구 진행

4-4. 기업화 추진 방안

- 본 연구의 대상 작물들은 화장품 및 의약품의 원료로 사용이 가능함. 따라서 화장품 제조업체 또는 제약회사와 합작을 통해 원료작물 납품 전문 농업회사법인 또는 영농조합법인을 설립할 수 있음. 이를 통해 수요처는 보다 안정적인 원료작물 수급을 기대할 수 있으며 만나씨이에이는 소모품 공급 및 위탁운영 계약으로 지속적인 매출 창출과 전후방 산업에 대한 밸류체인 구축이 가능함.

4-5. 기술이전 및 제품 판매

- 현재 운영 중인 만나CEA 농장에 바로 적용 가능, 현재 일부 비율로 생산 진행 중 만나CEA에서 운영 관리를 참여하고 있는 카카오제주 스마트팜 등에서도 계속하여 작물을 생산 중에 있음
- 제품 자체 플랫폼 판매 및 대형유통업체 납품 계약을 통해 지속적인 매출 발생 중
- 자사 견학 프로그램을 시범적으로 운영하여 본사의 스마트팜, 식물공장 시스템에 관심을 갖고 있는 잠재고객에게의 접근성을 높임
- 이를 중심으로 재배 시스템 자체를 토탈 솔루션으로 접근하여 제품 판매
- 재배를 위한 재배자재류 및 환경제어 시스템을 제품화하여 현재 운영 중인 농장에 적용이 가능한 형태로 기술이전 및 판매 -> 특용작물 재배 수요가 높은 중동, 카자흐스탄 지역을 중심으로 재배 시스템 판매 계약 수주 기대

붙임. 참고문헌

- 농촌진흥청*(연구용역), 2017.09.20~2017.12.20, 특·약용작물의 농생명 소재산업 활성화를 위한 기술보급, 지역농업네트워크(RANET)
- 한국농촌경제연구원(KREI), 국내외 친환경농산물 시장 현황과 과제, 정학균, 성재훈, 이현정, 2018
- 식품의약품안전처, 잔류물질정보(pesticides and Veterinary Drugs Information), 농약잔류허용기준MRLs in Pesticide (허브(생)) 홈페이지,
<http://www.foodsafetykorea.go.kr/residue/prd/mrls/list.do?menuKey=1&subMenuKey=161>
- 농림축산식품부, 식물공장 중장기 정책, 박종석, 손정익 외 4명, 2016.11
- 주요 허브 추출물의 항산화성 및 항균활성, 한국원예학회, 최인영, 송영주 외 1명, 2010.10
- 스마트팜 산업분석 및 성공사례 연구용역, 삼정KPMG 경제연구원, 2016.07
- 로즈마리 식용 신선허브 재배기술 체계, 전북 농업기술원, 홍윤기, 문정섭 외 6명, 2013
- 농업관측 통계정보시스템, KREI OASIS, 전국도매시장 RAW DATA 홈페이지
<https://oasis.krei.re.kr/basicInfo/wholesale/auctionPrice.do>
- 한국농촌경제연구원(KREI), 국내외 친환경농산물 생산 및 소비 실태와 향후 과제. 정학균, 성재훈, 이현정, 2019

[별첨 1]

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 식물공장 이용 신소득작물 생산시스템 산업화				
	(영문) Industrialization of New income Crop Production System Using plant factory				
주 관 연구 기관	농업회사법인 만나씨이에이 주식회사		주 관 연 구 책 임 자	(소속) 대표이사	
참 여 기 업	충북농업기술원/ 충북연구원			(성명) 전태병	
총 연구개발비 (단위: 천원)	계	625,000	총 연구 기간	2019.01.22..~2020.01.21. (12개월)	
	정부출연 연구개발비	500,000	총 연 구 원 수	총 인원	21
	기업부담금	125,000		내부인원	20
	연구기관부담금			외부인원	1
<p>○ 연구개발 목표 및 성과 본 연구개발사업의 목표는 기 운영중인 식물공장 시설을 활용하여 고부가가치 산업을 연계한 식물공장 성공 비즈니스 모델을 도출하는 데에 있다. 기존 식물공장 시설을 최대한 활용하며, 식물공장에서의 생산에 적합하며 식의약 및 향장 기업에 공급이 가능한 고소득 작물을 1품목 이상 발굴해내며, 발굴된 고소득 작물을 재배하기 위한 식물공장 재배기술 및 공정을 기존 시설 및 테스트베드 실험을 통해 표준화한다. 이와 동시에 국내외 식물공장 성공사례를 분석하고 시장성 및 농식품 소비트렌드를 분석하여 신소득 작물의 수익성 최대화를 위한 전략을 수립한다. 이들을 통합하여 신소득작물 식물공장 상용화 모델을 개발하며, 최종적으로 한 건 이상의 기술이전을 통해 농민에게 해당 상용화 모델을 시험 적용한다.</p> <p>○ 연구내용 및 결과 본 연구개발사업을 통해 신소득 작물 재배를 통한 기술 출원을 2건 진행했으며, 관련 학술발표를 3건 진행했고, 신소득 작물 재배 관련 제품화를 1건 이상 진행했다. 전반적인 재배환경 및 공정 표준화 과정, 경제성 분석 및 산업화 모델 산출 등의 과정을 수행함에 따라 한 명 이상의 연구개발 인력을 고용했다.</p> <p>○ 연구성과 활용실적 및 계획 본 연구개발사업이 성공적으로 종료되면 식물공장의 신소득작물 생산, 마케팅 모델 개발을 통해 식물공장을 활용한 창업, 창농 확산에 기여할 수 있을 것으로 보인다. 이를 통해 우수한 기능과 좋은 품질을 지닌 작물을 적정 가격에 안정적으로 공급받는 제약 및 화장품 회사의 수익성이 증대되고 이는 다시 고용 및 연구개발 투자비 증가라는 긍정적인 요소로 작용하여, 선순환 구조를 제시하게 될 것으로 기대된다.</p> <p>또한 식물공장의 새로운 비즈니스 모델 창출을 통해 다양한 고소득 작물 발굴 및 연구의 가속화가 이루어져 농업 및 식의약, 향장 분야 등에 있어 산업화 및 기술개발 확대에 기여할 것이다.</p>					

[별첨 2]

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호		319026-01	
사업구분	농식품기술개발사업				
연구분야	농림식품 융복합			과제구분	단위
사업명	1세대 스마트 플랜트람 산업화 기술개발 사업				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	식물공장 이용 신소득작물 생산시스템 산업화			과제유형	개발
연구기관	농업회사법인 만나씨이에이 주식회사			연구책임자	전태병
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차연도	2019.01.22.~2020. 01.21	500,000	125,000	625,000
	2차연도				
	3차연도				
	4차연도				
	5차연도				
	계		500,000	125,000	625,000
참여기관	충청북도농업기술원, 충청북도연구원				
상대국	상대국연구기관				

* 총 연구기간이 5차연도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2020.03.04

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
농업회사법인 만나씨이에이 주식회사	연구책임자	전태병

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

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

확 약

I. 연구개발실적

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

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : 우수

상추류, 엽채소류에 한정되어 있던 식물공장 재배작물에, 소비트렌드와 경제성을 분석한 신소득작물을 발굴하고, 이와 관련하여, 가능성을 제시하였으며, 관련 재배기술을 개발하였고, 제품화 하였음.

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : 우수

신소득작물에 대하여 실증함으로써, 귀농귀촌 청년 농업인 및 스마트팜 운영 농업인들에게 가능성을 제시할 수 있음. 신소득작물은 아직 시장에서 대중화가 된 작물로 보기에 성숙하지 않은 성장기의 제품주기를 보이기 때문에, 테스트 및 제품화를 통한 연구개발결과의 파급효과가 있을 것으로 보임.

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : 아주우수

신소득작물이라는 1차 생산물을 통하여, 직접 판매 및 HMR 간편식 등의 최신 시장 소비 트렌드에 따라서 2차 생산물, 외식, 식품, 식의약, 향장 산업에 영향을 미칠 것으로 보이며, 원재료, 제품, 가공 등의 형태로 다양하게 활용될 전망. 이를 통해 식물공장 및 신소득작물 발굴 등 연구기술개발 분야가 활발해질 것으로 예상됨.

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : 우수

기존 운영하는 스마트팜 및 테스트베드를 통해 테스트 및 연구를 진행하였으며, 협동기관들과의 활발한 교류를 통해, 전문적으로 확인하기 위해 성실히 수행함.

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : 아주우수

학술발표 2건 외 1건을 더 진행하였음.

지적재산권 2건 출원, 직접 고용창출 1건, 제품화 및 기술실시 진행하였고, 매출이 발생하였음.

성과목표였던 모든 부분을 충족하였음.

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
식물공장 활용 신소득 작물 최적 생산법 및 제품화 기술 실증	30	100	신소득작물 선정 및 제품화 실증 성공
국내외 고소득 식물공장 상용화 성공 사례 발굴 및 성공요인 도출 및 확산	30	80	자체 기술실시 및 제품화 성공, 과제기간이 짧아 확산하지 못함.
식물공장 생산 가능 신소득 작물의 경제성 분석	20	100	기관에서 활용하는 경제성 및 산업화 모델기법을 통해 분석완료
식물공장 수익성 향상 마케팅 전략 개발	20	100	기관에서 활용하는 시장소비데이터를 통하여 수익성 마케팅 전략 개발완료
합계	100점	96	

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

대부분 해외에서도 통용되고, 국내에서 성장하고 있는 신소득작물을 발굴하였으며, 스마트팜 분야에 대한 산업화모델을 관련 작물을 토대로 분석하였으며, 이와 관련하여 특허를 출원하고, 학술발표 등을 진행하였음. 이를 통해 고용이 창출되고, 자체 기술실시 및 제품화 그리고 매출이 발생하였음. 신소득작물이라는 원물을 통해, 농업, 외식산업, 식품산업, 식의약산업, 향장산업 등에 파급효과가 있을 것이며, 기술 또한 발전하여 수출을 통한 세계 시장 선도가 가능할 것으로 보임.

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

국내 농업인들 사이에서 농법 및 노하우의 차이가 있듯이, 스마트팜 식물공장 분야 또한 농법 및 생산방식이 다름. 해당 연구에 사용된 농법은 아쿠아포닉스 스마트팜 농법으로, 유기 재배 방식을 지향함. 단년과제이므로 연구개발일정이 짧았음.

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

1세대 스마트 플랜트 산업의 연구결과를 토대로, 신소득작물 및 스마트팜 분야의 연구를 지속하고, 사업화를 진행할 예정이며, 후속연구개발사업을 지원할 예정이며, 향후 2세대 3세대 사업 등에 참여하여, 연구내용을 더욱 발전시키고, 정부 및 연구기관과 협력하여 스마트팜 기술을 발전시키고, 국내 및 세계 스마트팜 분야를 선도할 수 있도록 해외시장 수출도 진행할 예정임.

IV. 보안성 검토

1. 연구책임자의 의견

이상없음

2. 연구기관 자체의 검토결과

이상없음

[별첨 3]

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야	농림식품 융복합	
연구과제명	식물공장 이용 신소득작물 생산시스템 산업화			
주관연구기관	농업회사법인 만나씨이에이 주식회사	주관연구책임자	전태병	
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	500,000,000	125,000,000		625,000,000
연구개발기간	2019.01.22. ~ 2020.01.21			
주요활용유형	<input checked="" type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input type="checkbox"/> 기타()) <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:)			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
①식물공장 활용 신소득 작물 최적 생산법 및 제품화 기술 실증	신소득 작물 발굴 및 지식재산권 출원 2건 완료
②국내외 고소득 식물공장 상용화 성공 사례 발굴 및 성공요인 도출 및 확산	기술이전을 자체실시로 진행, 제품화 및 매출 발생
③식물공장 생산 가능 신소득 작물의 경제성 분석	경제성 분석 및 산업화 모델 제시완료
④식물공장 수익성 향상 마케팅 전략 개발	소비시장 분석 및 마케팅 전략 개발 완료, 학술발표 진행 완료

3. 연구목표 대비 성과

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과				교육 지도	인력 양성	정책 활용 홍 보		기 타 (타 연 구 활 용 등)
	특 허 출 원	특 허 등 록	품 종 등 록	건 수	기술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논문		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			10		40			30				10							
최종목 표	2	2		1	10 0	1	52 00	20 00	1				2							
연구기간 내 달성실적	2			1		1	11 33	90 2	1				3							
달성율(%)	10 0			10 0		10 0			10 0				10 0							

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	식물공장 이용 신소득작물 생산시스템 산업화
②	격리부재가 구비된 식물재배장치
③	LED 식물재배장치

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복	외국기술 제	외국기술 소화·흡수 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해	정책 자료	기타
①의 기술		v					v			
②의 기술	v					v				
③의 기술		v				v				
· ·										

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	1세대 스마트팜에서 더욱 진보된 연구를 진행하고, 국내외 기술료 발생을 위해 사업화
②의 기술	관련 기술 활용하여 스마트팜 작물을 재배하고, 신소득작물 매출 기대
③의 기술	관련 기술 활용 연구를 진행하고 국내외 시장 스마트팜 사업모델 제시, 수출 기대

7. 연구종료 후 성과창출 계획

성과목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용홍보		기타 (타연구활용등)
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		학술발표			정책활용	홍보전시	
												SCI	비SCI						
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명				
가중치	10			10		40			30				10						
최종목표	2	2		1	100	1	5200	2000	1				2						
연구기간 내 달성실적	2			1		1	1133	902	1				3						
연구종료 후 성과창출 계획		2			100		5200	2000											

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술명 ¹⁾	식물공장 이용 신소득작물 생산시스템 산업화		
이전형태	<input checked="" type="checkbox"/> 무상 <input type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	0 천원
이전방식 ²⁾	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의 결정 <input checked="" type="checkbox"/> 기타 (자체실시)		
이전소요기간	1년	실용화예상시기 ³⁾	2019.12.31
기술이전시 선행조건 ⁴⁾	자체실시 이므로 없음		

<뒷면지>

주 의

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