

120035
-1

고 당 도 기 능 성 신 선 토 마 토 개 발 기 술 고 도 화 연 구

2021

농림축산식품부
농림식품기술기획평가원

보안 과제(), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개() 발간등록번호(O)
농식품연구성과후속지원사업 2021년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003608-01

고당도 기능성 신선토마토 개발기술 고도화 연구

2021. 8. 23.

주관연구기관 / 단마토유통

농 립 축 산 식 품 부
(전문기관)농림식품기술기획평가원

제출문

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

‘고당도 기능성 신선토마토 개발기술 고도화 연구’(연구개발 기간 : 2020. 4. 20. ~ 2021. 4. 19.)
과제의 최종보고서 5부를 제출합니다.

2021. 8. 23.

주관연구기관명 : 단마토유통 (대표자) 오 인 호



주관연구기관 책임자: 오 인 호

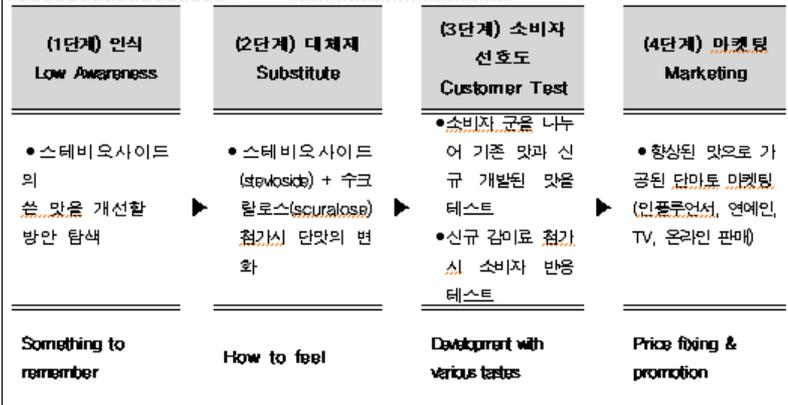
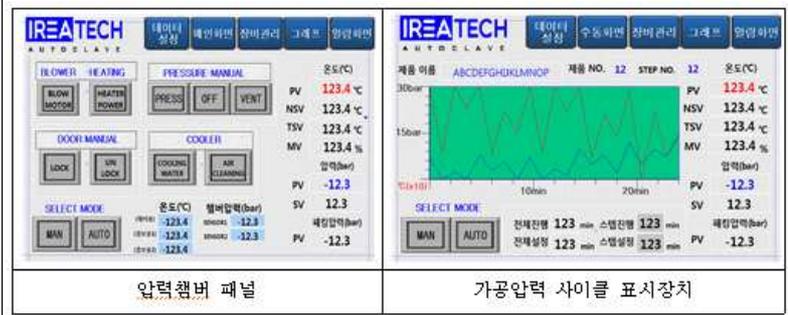


농림축산식품부 훈령 제18조에 따라 최종보고서 열람에 동의합니다.

< 요약 문 >

사업명	농식품연구성과후속지원사업				총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)			
내역사업명 (해당 시 작성)					연구개발과제번호		120035-1	
기술 분류	국가과학기술 표준분류	1순위 소분류 코드명	%	2순위 소분류 코드명	%	3순위 소분류 코드명	%	
	농림식품 과학기술분류	1순위 AA0205	40%	2순위 AA0203	30%	3순위 AA0299	30%	
총괄연구개발명 (해당 시 작성)								
연구개발과제명		고당도 기능성 신선토마토 개발기술 고도화 연구						
전체 연구개발기간		A Study on the Advancement of Technical Development for Highly Sweetened and Functional Fresh Tomato						
총 연구개발비		총173,500천원 (정부지원연구개발비: 130,000천원, 기관부담연구개발비 : 43,500천원, 지방자치단체: 천원, 그 외 지원금: 천원)						
연구개발단계		기초[] 응용[] 개발[<input checked="" type="checkbox"/>] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[]		기술성숙도 (해당 시 기재)		착수시점 기준(70) 종료시점 목표(90)		
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)								
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)								
연구개발 목표 및 내용	최종 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 단마토 생산시 가압으로 인한 토마토 표피가 깨지는 열과 현상 감소 및 방지 ○ 단마토 가공 후 무름현상 방지 및 저장성 강화 방안 ○ 가공 및 유통과정에서 발생 가능한 안전관리 매뉴얼 구축 ○ 스테비오사이드의 쓴 맛을 중화하거나 끝맛을 개운하게 만드는 첨가제 탐구 						
	전체 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 열과현상 방지 열과현상은 토마토가 압력을 견디지 못하고 표피가 터지는 현상을 말하고 현재 평균 열과 발생 비율은 동절기(11월~5월)까지 대추방울토마토 1~3%, 완숙토마토는 5~10%에 이른다. 하지만 하절기(6월 ~10월)는 완숙토마토가 20~ 50%에 이르러 하절기에는 생산을 중단하고 있으며 대추방울토마토는 5~10%에 이른다. 동절기(11월 ~ 5월) 열과현상 감소 목표는 대추방울토마토의 경우 1% 이내, 완숙토마토는 3% 이내를 목표로 하며 하절기(6월 ~ 10월)는 대추방울토마토 3% 이내 및 완숙토마토 5% 이내를 목표로 한다. ○ 저장성 강화 또는 신선도 유지기간 연장 열과현상과 함께 반드시 해결해야 할 문제는 가공된 단마토의 유통기한이 9일간 이지만 유통업체를 통한 거래일과 수출 등을 고려하면 14일 이내의 유통기한을 목표로 하며 저장성이 약해서 짓무름 현상이 발생하는데 이 문제를 해결하기 위해 토마토 품종별 특색을 탐구해야 하며 동양계 토마토 보다는 유럽계 토마토로 가공하는 방법을 선택하고 있다. 이번 연구과제에서 토마토 품종 및 특성에 대한 위탁연구과제를 시행해서 가공토마토에 부합하는 저장성이 높은 토마토 품 						

		<p>중 선택 및 품종개량 방안에 대한 연구가 시행된다.</p> <p>○ 안전성 확보 방안</p> <p>단마토 안전성에 대한 문제는 크게 생산과 유통 과정에서 발생하는 대장균, 황색포도상구균 등의 세균이나 바이러스를 멸균하는 것과 스테비오사이드가 첨가된 토마토의 유효 섭취량에 대한 연구가 시행된다.</p> <p>스테비오사이드는 칼로리가 거의 없기 때문에 설탕대신 다이어트를 하는 소비자가 애용하는 감미료로 너무 많이 섭취하는 경우(일일 권장 섭취량 25g 이하) 설사나 복통의 우려가 있고 탄수화물을 너무 적게 섭취해도 문제가 발생할 소지가 있기 때문에 단마토 권장 소비량을 측정하는 것을 연구과제 목표로 한다.</p> <p>‘식중독균 유전체 연구 사업단(단장 최상호 교수, 서울대학교)’이 수행한 부추·케일 등 채소류 세척 전후의 세균 분포(종류, 양)를 확인하기 위한 연구결과 채소는 냉장 온도에서 12시간 보관했을 때 세척 여부와 상관없이 유해균 분포에 변화가 없으나 세척한 뒤에 실온에서 12시간 보관한 경우 유해균 분포에 유의적인 변화가 확인됐기 때문에 단마토도 세척 후 실온에서 12시간 보관할 경우 미생물이 증식할 수 있는 환경(온도·시간)이 조성되어 유해균 증식으로 인해 식중독 발생 우려도 커질 것으로 나타났다.</p> <p>따라서 이번 연구과제에서 선행연구과제에서 제안한 ▲실온보다 냉장에서 보관 ▲유해균 살균을 위해 100ppm 염소 소독액(가정에서는 10배 희석 식초 가능)에 5분간 충분히 담군 후 3회 이상 세척 ▲세척 후에 절단 ▲세척 후 반드시 냉장 보관하거나 바로 섭취 ▲부득이하게 실온 보관 시 세척하지 않고 보관 등을 지키도록 관리메뉴얼을 작성하기로 한다.</p> <p>○ 신규 레시피 개발</p> <p>단마토는 토마토에 스테비오사이드를 흡착한 제품으로 선행연구과제 평가회에서 평가위원이 권장한 기능성 첨투물질을 말한 것으로 단마토가 기능성 제품으로 성장하기 위해서는 첨투물질에 대한 연구가 반드시 필요하며 이번 후속연구과제에서 진행할 신규 레시피는 스테비오사이드의 쓴맛을 중화 하거나 단맛이 깔끔하게 느낄 수 있는 보조 감미료 개발이다.</p> <p>먼저 스테비오사이드처럼 수용성 감미료를 선정하고 찬물에도 잘 녹으면서 첨가율이 0.001% 이내로 사용되는 감미료를 탐색한 후 단마토를 가공한 후 깔끔한 단맛을 보조하는지 여부를 소비자테스트를 통해 결정하기로 한다.</p>
	1단계	<p>목표</p> <ul style="list-style-type: none"> - 주관연구기관(단마토유통) : 압력챔버, 안전관리 매뉴얼 및 신규 레시피 개발 - 위탁연구기관(다이카) : 압력에 견딜 수 있는 토마토 품종 탐구 - 자문기관 1 (농업회사법인 머쉬엠(주)) : 압력챔버 개발 전문 자문 - 자문기관 2 (이화여대 약학과, 경북대 식품영양학과) : 주관연구기관과 레시피 개발 <p>내용</p> <ul style="list-style-type: none"> - 주관연구기관(단마토유통) : 압력챔버개발, 레시피 개발



- 위탁연구기관(다이카) : 가압챔버 압력(3~5atm)을 견딜 수 있는 토마토 품종 탐색

토마토는 저장기간이 짧아 단기간에 생산량이 늘어나면 시장가격이 매우 낮고 반대로 생산량이 부족하면 가격이 매우 높게 형성된다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 몇 가지 돌연변이 유전자를 갖고 있는 품종이 개발되어 있으며 대표적으로 *alcobaca(alc)*, *ripening inhibitor(rin)*, *non-ripening(nor)* 등의 돌연변이 유전자를 갖고 있는 토마토는 돌연변이가 없는 토마토보다 저장기간이 길어지고 푸른색에서 빨간색으로 익는 시간이 길어진다(Naveen et al., 2008).

토마토가 유통기한 중 물러지는 것은 토마토의 익는 속기와 관련되어 있다. 토마토의 숙기가 너무 진행되면 조직이 부드러워져 원거리 이동이 어려워진다. 따라서 선별기에서 외부 색깔의 변화로 선별하고 있다(Abbott et al., 1997).

토마토의 숙기는 과일이 노출된 에틸렌가스 농도와 온도가 높을수록 숙기가 빨라지고 과육이 부드러워지며 이것은 몇 가지 세포벽 분해 효소와 관련되어있다(Fisher and Bennett, 1991).

토마토를 수확하여 스테비아를 가공 처리하는 단마토, 토망고 등은 제조 과정에서 가압처리를 하기 때문에 토마토의 조직이 단단하여야 한다. 그러나 외부온도가 상승하는 4월부터

		<p>9월까지 스테비아 가공처리 시 유통과정에서 물러지고 세균에 감염되는 현상이 발생하여 문제가 되고 있다. 또한 온도가 낮은 시기에도 과육이 단단하면 유통기한을 연장할 수 있을 것이다.</p> <p>이번 연구에서는 돌연변이 유전자를 갖고 있는 품종 및 일반 품종 중에서 스테비아 토마토 생산에 적합한 품종을 선발하고 토마토 품질에 영향을 주지 않으면서 조직이 가장 단단한 숙기를 구명하고자 한다.</p>
--	--	--

연구개발성과	<p><연구과제 핵심 성과></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 단마토 생산공장 설립 및 생산(경기도 화성시 동탄지역/'20. 11월 생산) ○ 단마토 가공 신기술 수출 기반 구축 <ul style="list-style-type: none"> => 한국형 토마토 가공기계 수출 및 해외 현지 가공공장 설립 기반 구축 (캐나다, 몽골, 싱가포르, 호주 및 일본의 파트너 결정) => 전 세계 단마토 생산공장 구축을 위한 PCT출원('21. 7월 출원) ○ 신제품 개발 <ul style="list-style-type: none"> => (베이비)단마토, 완숙단마토, 새콤달콤 단마토, 프리미엄 단마토, 단송, 단산수 ○ 토마토 신규 수요층 개발 => 토마토 생산농가(작목반 수익성 향상)
연구개발성과 활용계획 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 단마토 개발 이후 토마토 생산농가의 품위 기준은 마트용(기준)과 가공용 품위로 구분되며, 농가별로 가공용 토마토만 전문적으로 생산하는 작목반이 구성됨 <ul style="list-style-type: none"> => 단마토 개발 이후 토마토 생산농가의 품위 기준 변경 ○ 단마토의 직접 수출 또는 해외 현지생산 공장 설립으로 한국산 토마토 수출 증대 및 수출국 다변화 가능 <ul style="list-style-type: none"> => 해외 각국에 단마토 생산공장을 설립을 추진 중 ○ 한국산 농업기계 수출 활성화 <ul style="list-style-type: none"> => 단마토 가공기계 생산시스템의 플랜트 수출과 가공인력의 해외파견으로 한국형 농산물 기계(K-Agrimachine) 수출활성화 기여

연구개발성과의 비공개여부 및 사유

해당사항 없음

연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구 시설·장비	기술 요약 정보	소프트웨어	표준	생명자원		화합물	신제품	
								생명정보	생물자원		정보	실물
1	1											
연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황	구입 기관	연구시설·장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	ZEUS 등록번호			
국문핵심어 (5개 이내)	가압챔버		스테비오사이드		수크랄로스		천연감미료		단마토			
영문핵심어 (5개 이내)	pressurized chamber		stevioside		sucralose		natural additive		danmato			

목 차

1. 연구개발의 필요성 및 목표	
1-1. 연구개발의 필요성	
1-1-1. 선행연구과제의 개요 및 성과	
1-1-2. 선행연구과제 결과물의 문제점	
1-1-3. 후속연구과제 개요	
1-2. 연구개발의 최종목표	
1-3. 평가의 착안점 및 기준	
2. 연구개발의 수행방법 및 주요성과	
2-1. 연구개발 추진체계	
2-2. 연구개발 연구결과	
3. 연구수행 성과물	
4. 파급효과	
4-1. 기술적 파급효과	
4-2. 기대성과 및 파급효과	
5. 연구성과 활용방안	
5-1. 연구개발 결과의 산업적 활용 계획	
5-2. 과학기술적 활용 계획	
● 붙임1) 토마토 품종에 따른 특성비교 연구	
● 붙임2) 논문	

1. 연구개발의 필요성

1-1. 연구개발의 개요

1-1-1. 선행연구과제 개요 및 성과

선행연구과제에서는 토마토가 미국 타임지에서 선정한 세계 10대 건강식품이면서도 우리나라 토마토 연간 소비량이 약 7.5kg으로 전 세계 평균소비량 15kg의 절반 정도 밖에 안되는 소비부진 원인을 분석하고 주요 소비부진 원인을 개선하는 방법으로 당도를 18brix 이상으로 획기적으로 개선한 '고당도 기능성 토마토'(단마토)를 개발함으로써 새로운 토마토 소비층을 형성하고 토마토 소비 활성화에 기여를 하게 되었다.

당도 개선방법으로 선행특허기술(특허번호 10-142889 압력차이 방식으로 가공된 사과를 포함한 과일 제조 방법)을 활용했으며, 제품 출시 후 브랜드 육성을 위해 '단마토'(상표등록 40-1441258)라는 상표를 등록해서 라디오, TV, 온라인 홍보 및 대형마트 판매 등의 적극적인 마케팅으로 토마토에 대한 소비자 인식기준을 크게 변화시키는 성과를 거두었다.

		
단마토	선행연구과제 응용 특허증	상품개발을 완료한 상표권

	<table border="1"> <tr> <th colspan="2">*21년 2월 17일 기준</th> </tr> <tr> <th colspan="2">게시글 수 & 발행량 (건)</th> </tr> <tr> <td>블로그</td> <td>830,664</td> </tr> <tr> <td>Instagram</td> <td>13,691 이상</td> </tr> <tr> <td>Youtube</td> <td>20 + 이상</td> </tr> <tr> <th colspan="2">월간 검색량 (건)</th> </tr> <tr> <td>PC</td> <td>25,910</td> </tr> <tr> <td>모바일</td> <td>285,490</td> </tr> </table>	*21년 2월 17일 기준		게시글 수 & 발행량 (건)		블로그	830,664	Instagram	13,691 이상	Youtube	20 + 이상	월간 검색량 (건)		PC	25,910	모바일	285,490	
*21년 2월 17일 기준																		
게시글 수 & 발행량 (건)																		
블로그	830,664																	
Instagram	13,691 이상																	
Youtube	20 + 이상																	
월간 검색량 (건)																		
PC	25,910																	
모바일	285,490																	
<JTBC 냉장고를 부탁해>	'단마토' 키워드 검색량	대형 유통매장																

<단마토 - 선행연구과제로 개발된 제품>

특히 당도개선 물질은 단 맛이 설탕보다 200~300배 강한 맛이 나지만 몸에 흡수되지 않고 배설되는 특징이 있는 스테비오사이드(stevioside)라는 천연감미료를 선정해서 당뇨(유)병자들도 당분 섭취 걱정 없이 고당도 토마토를 섭취할 수 있도록 기획되어 제품화 되었으나 현재 단맛을 좋아하는 어린이나 신맛을 싫어하는 어르신들, 다이어트용으로 섭취하는 성인들의 폭발적인 호응으로 지속적인 매출을 기록하고 있다.

1-1-2. 선행 연구과제 결과물의 문제점

<단마토 가공 공정에서 발생하는 문제점>

생산과정에서 발생하는 문제점은 크게 토마토를 압력챔버에 넣고 가공하는 과정에서 1)토마토 표피가 터지는 열과현상 발생과 2)단마토의 유통기한이 4~6일 정도로 매우 짧아 저장성 또는 신선도 유지가 어려운 점이 발생하고 있다.

특히 열과현상은 완숙토마토에서 주로 발생하며 날씨가 더워지는 5월 중순이후부터 10월까지 농가에서 토마토에 물을 많이 주는 시기에 생산되는 토마토에서 발생하고 있어 현재 이 시기에는 완숙토마토 가공을 중단해야 하는 심각한 문제가 발생했으며 이를 해결하기 위한 방법은 압력에 견딜 수 있는 토마토 품종을 선택하거나 개발하는 것이며, 다른 방법으로는 토마토 표피 두께에 따라 압력의 세기를 3~5atm(0.3~0.5MPa) 범위내에서 조절이 가능한 압력챔버를 개발하는 것이다.

<평가위원들의 단마토에 대한 권고사항>

또한 선행연구과제 최종 평가에서 평가위원들이 개선을 권고한 사항으로 3)생산 및 유통과정에서 발생 가능한 안전성 관리 시스템 구축과 4)단순한 단맛 외에 기능성 침투물질 개발을 통한 상품성 고도화 권고 요청이 있었다.

따라서 이번 연구과제 수행 개요는 상기 사항에서 제시된 열과현상 발생과 저장성 약화 문제점을 해결하고 상품성 향상을 위한 위생 안전성 확보 및 당도개선 물질의 보조 감미료를 탐색하고 적용해서 단마토의 맛을 고도화 하는 것이다.

		
<p>열과현상(완숙토마토)</p>	<p>열과현상(대추방울토마토)</p>	<p>저장성 약화 현상(짓무름)</p>

1-1-3. 후속 연구과제 개요

선행연구과제 수행의 결과물인 ‘단마토’의 생산과정 및 유통에서 발생하는 문제점을 해결하고 선행연구과제 최종 평가에서 평가위원들이 상품성 보완을 권고한 사항을 이번 연구과제를 통해 개선해서 상품성을 높이고 생산단가를 낮추는 방안을 연구하고자 한다.

또한 식품의약품안전처 식품의약품안전평가원이 채소 세척 후 보관 상태에 따른 유해균 변화를 조사한 결과, 채소를 씻은 후 실온에서 보관할 경우 대장균 등 유해균이 크게 증가하는 것처럼 단마토도 세척이 2회 가공 공정에 들어가므로 유해균 증식으로 인한 식중독 예방이 필수적이다.

이번 후속연구과제에서 단마토 세척 후 병원성대장균, 바이러스, 세균 등의 발생을 예방하는 식중독 예방법을 제시하고자 한다.

수행할 연구목록		해결방안 및 목표
결과물 문제점	1. 열과현상 방지	- 가공챔버의 기능 보완 및 압력챔버 개발 - 토마토 품종별 특색을 탐색하고 가압에 견디는 품종 선별
	2. 저장성 강화 방안	- 표피가 두꺼운 유럽품종 및 저장성이 높은 품종 개발 - 포장 후 물류 및 판매까지 냉장 유통시스템 구축
평가위원 권고사항	3. 안전성 확보 방안	- 생산과정에서 발생할 수 있는 미생물 또는 바이러스 확인 - 각 생산 공정별 세균과 바이러스 살균기능 강화 시스템 구축
	4. 신규 레시피 개발	- 스테비오사이드의 쓴맛을 보완할 수크랄로스 혼합비율 개발 - 신규 기능성 보조 감미료 탐색 - 단맛 외에 기능성을 추가한 침투물질 개발

1-2. 연구개발의 목표 및 내용

1-2-1. 연구개발의 최종목표 및 내용

- 단마토 생산시 가압으로 인한 토마토 표피가 깨지는 열과현상 감소 및 방지
- 단마토 가공 후 무름현상 방지 및 저장성 강화 방안
- 가공 및 유통과정에서 발생 가능한 안전관리 매뉴얼 구축
- 스테비오사이드의 쓴 맛을 중화하거나 끝맛을 개운하게 만드는 첨가제 탐구

수행할 연구목록		해결방안 및 목표
결과물 문제점	1. 열과현상 방지 (1~3% 이내)	- 가공챔버의 기능 보완 및 압력챔버 개발 - 토마토 품종별 특색을 탐색하고 가압에 견디는 품종 선별
	2. 저장성 강화	- 표피가 두꺼운 유럽품종 및 저장성이 높은 품종 개발

	방안(8~10일)	- 포장 후 물류 및 판매까지 냉장 유통시스템 구축
평가위원 권고사항	3. 안전성 확보 방안(멸균)	- 생산과정에서 발생할 수 있는 미생물 또는 바이러스 확인 - 각 생산 공정별 세균과 바이러스 살균기능 강화 시스템 구축
	4. 신규 레시피 개발	- 스테비오사이드의 쓴맛을 보완할 수크랄로스 혼합비율 개발 - 신규 기능성 천연감미료 탐색 - 단맛 외에 기능성을 추가한 침투물질 개발

1-2-2. 연구개발의 세부내용

○ 열과현상 방지

열과현상은 토마토가 압력을 견디지 못하고 표피가 터지는 현상을 말하고 현재 평균 열과 발생 비율은 동절기(11월~5월)까지 대추방울토마토 1~3%, 완숙토마토는 5~10%에 이른다. 하지만 하절기(6월 ~10월)는 완숙토마토가 20~ 50%에 이르러 하절기에는 생산을 중단하고 있으며 대추방울토마토는 5~10%에 이른다.

동절기(11월 ~ 5월) 열과현상 감소 목표는 대추방울토마토의 경우 1% 이내, 완숙토마토는 3% 이내를 목표로 하며 하절기(6월 ~ 10월)는 대추방울토마토 3% 이내 및 완숙토마토 5% 이내를 목표로 한다.

○ 저장성 강화 또는 신선도 유지기간 연장

열과현상과 함께 반드시 해결해야 할 문제는 가공된 단마토의 유통기한이 9일간 이지만 유통업체를 통한 거래일과 수출 등을 고려하면 14일 이내의 유통기한을 목표로 하며 저장성이 약해서 짓무름 현상이 발생하는데 이 문제를 해결하기 위해 토마토 품종별 특색을 탐구해야 하며 동양계 토마토 보다는 유럽계 토마토로 가공하는 방법을 선택하고 있다.

이번 연구과제에서 토마토 품종 및 특성에 대한 위탁연구과제를 시행해서 가공토마토에 부합하는 저장성이 높은 토마토 품종 선택 및 품종개량 방안에 대한 연구가 시행된다.

○ 안전성 확보 방안

단마토 안전성에 대한 문제는 크게 생산과 유통 과정에서 발생하는 대장균, 황색포도상구균 등의 세균이나 바이러스를 멸균하는 것과 스테비오사이드가 첨가된 토마토의 유효 섭취량에 대한 연구가 시행된다.

스테비오사이드는 칼로리가 거의 없기 때문에 설탕대신 다이어트를 하는 소비자가 애용하는 감미료로 너무 많이 섭취하는 경우(일일 권장 섭취량 25g 이하) 설사나 복통의 우려가 있고 탄수화물을 너무 적게 섭취해도 문제가 발생할 소지가 있기 때문에 단마토 권장 소비량을 측정하는 것을 연구과제 목표로 한다.

‘식중독균 유전체 연구 사업단(단장 최상호 교수, 서울대학교)’이 수행한 부추·케일 등 채소류 세척 전후의 세균 분포(종류, 양)를 확인하기 위한 연구결과 채소는 냉장 온도에서 12시간 보관했을 때 세척 여부와 상관없이 유해균 분포에 변화가 없으나 세척한 뒤에 실온에서 12시간 보관한 경우 유해균 분포에 유의적인 변화가 확인됐기 때문에 단마토도 세척 후 실온에서 12시간 보관할 경우 미생물이 증식할 수 있는 환경(온도·시간)이 조성되어 유해균 증식으로 인해 식중독 발생 우려도 커질 것으로 나타났다.

따라서 이번 연구과제에서 선행연구과제에서 제안한 ▲실온보다 냉장에서 보관 ▲유해균 살균을 위해 100ppm 염소 소독액(가정에서는 10배 희석 식초 가능)에 5분간 충분히 담군 후 3회 이상 세척 ▲세척 후에 절단 ▲세척 후 반드시 냉장 보관하거나 바로 섭취 ▲부득이하게 실온 보관 시 세척하지 않고 보관 등을 지키도록 관리메뉴얼을 작성하기로 한다.

○ 신규 레시피 개발

단마토는 토마토에 스테비오사이드를 흡착한 제품으로 선행연구과제 평가회에서 평가위원이 권장한 기능성 칩투물질을 말한 것으로 단마토가 기능성 제품으로 성장하기 위해서는 칩투물질에 대한 연구가 반드시 필요하며 이번 후속연구과제에서 진행할 신규 레시피는 스테비오사이드의 쓴맛을 중화 하거나 단맛이 깔끔하게 느낄 수 있는 보조감미료 개발이다.

먼저 스테비오사이드처럼 수용성 감미료를 선정하고 찬물에도 잘 녹으면서 첨가율이 0.001% 이내로 사용되는 감미료를 탐색한 후 단마토를 가공한 후 깔끔한 단맛을 보조하는지 여부를 소비자테스트를 통해 결정하기로 한다.

2. 연구개발 수행 방법 및 주요 결과

2-1. 연구개발 수행 방법

2-1-1 참여기관별 연구과제 수행내용

- 주관연구기관(단마토유통) : 압력챔버, 안전관리 매뉴얼 및 신규 레시피 개발
- 위탁연구기관(다이카) : 압력에 견딜 수 있는 토마토 품종 탐구
- 참여기관 1 (농업회사법인 머쉬엠(주)) : 압력챔버 공동 개발
- 자문기관 2 (이화여자대학교 약학과) : 주관연구기관과 레시피 개발
- 자문기관 3 (경북대학교 식품영양학과) : 주관연구기관과 레시피 개발

기간	4월 ~7월	8월 ~ 11월	12월 ~ 1월	2월~ 4월	합계
세부과제 및 주요내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 열과현상 <ul style="list-style-type: none"> - 열과현상 발생 원인 파악과 토마토 품종과의 상관관계 분석 - 가압챔버의 압력 조절 방안 프로그래밍 작업 - 표피와 압력의 세기 역관계 분석 ○ 저장성 강화 및 신선도 유지를 위한 가압용 토마토 품종 탐구 <ul style="list-style-type: none"> - 토마토 품종별 두께 분석 ○ 안전성 관리 <ul style="list-style-type: none"> - 침투물질의 화학적 반응 탐구 - 안전성 검사 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 열과현상 <ul style="list-style-type: none"> - 가압챔버 시제품 개발 ○ 저장성 강화 토마토 품종 탐구 <ul style="list-style-type: none"> - 완숙토마토와 대추방울토마토 경도를 확인한 후 토마토내 수분함유량 탐구 ○ 안전성 관리 <ul style="list-style-type: none"> - 가공공정과 유통과정에서 샘플 채취한 단마토의 유해성분 분석 ○ 신규 레시피를 위한 보조감미료 탐색 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 열과현상 <ul style="list-style-type: none"> - 가압챔버 시제품 테스트 ○ 저장성 강화 <ul style="list-style-type: none"> - 위탁연구과제에서 추천한 토마토를 가압챔버에서 실제 가공을 통해 열과 발생을 검증 ○ 안전성 관리 <ul style="list-style-type: none"> - 안전관리 매뉴얼 작성 ○ 신규 레시피 <ul style="list-style-type: none"> - 보조감미료를 스테비오사이드와 수용성 분해율 측정 - 보조감미료를 침투물질로 해서 가압챔버에서 시제품 가공 및 단맛의 호응도 테스트 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 마켓테스트 <ul style="list-style-type: none"> - 시제품 선호도 탐구 - 구매처 분류 - 시식행사 - 포장방법 및 선호 중량 탐구 ○ 지속가능한 사업 개발 <ul style="list-style-type: none"> - R&BD 모델 개발 - 파프리카 등 기능성 농산물 개발 ○ 사업화 방안 <ul style="list-style-type: none"> - 수출방안 수립 - 매출처 segmentation 	
사업진도(%)	20	40	30	10	100
소요인원(명)	8	8	8	8	8
예산(천원)	35,000	85,000	20,000	10,000	150,000
연구성과	과제별 연구범위 탐색 및 시행	시제품 제작	시제품 테스트	마케팅 및 홍보	

<연구개발 추진 전략- 주관연구기관>

○ 1단계 전략

- 머쉬엠과 압력챔버, 대학교(이화여대 약학과, 경북대학교 식품영양학과) 책임자들과 보조 감미료 개발에 관한 의견 수렴 및 단마토 상품성 테스트 및 개선할 점 모색
- 담당기관별 업무분장

○ 2단계 전략

- 가압챔버 제작은 주관연구기관과 머쉬엠에서 진행
- 레시피 개발과 안전성 관리는 이화여대와 경북대학교에서 주관연구기관과 진행

○ 3단계 전략

- 가압챔버 제작이 완료되면 신규로 개발된 천연감미료로 용액을 만들어 위탁연구기관에서 추천한 토마토로 단마토 가공
- 기존 레시피와 신규 레시피로 가공된 단마토에 대해 소비자 테스트 실시
- 가공된 단마토의 소비자 테스트 결과 피드백 및 소비자의 만족도가 충족될 때까지 반복적으로 가공과 테스트 반복저장성과 신선도 테스트
- 홍보와 마케팅으로 수익성 증대
- 지적재산권 관리 및 해외 플랜트 수출 착수

<연구개발 추진 전략- 위탁연구기관>

○ 1단계 전략

- *alcobaca(alc)*, *ripening inhibitor(rin)*, *non-ripening(nor)* 등 토마토의 경도 및 숙기와 관련된 유전자 돌연변이 시판품종 조사
- 문산토, 농우바이오, PPS 등 주요 토마토 종자 회사와 협의하여 돌연변이 시판품종 조사 및 종자 확보
- 돌연변이 품종 및 일반품종 재배 포장조사를 통해 재배수월성, 생산성 등 조사

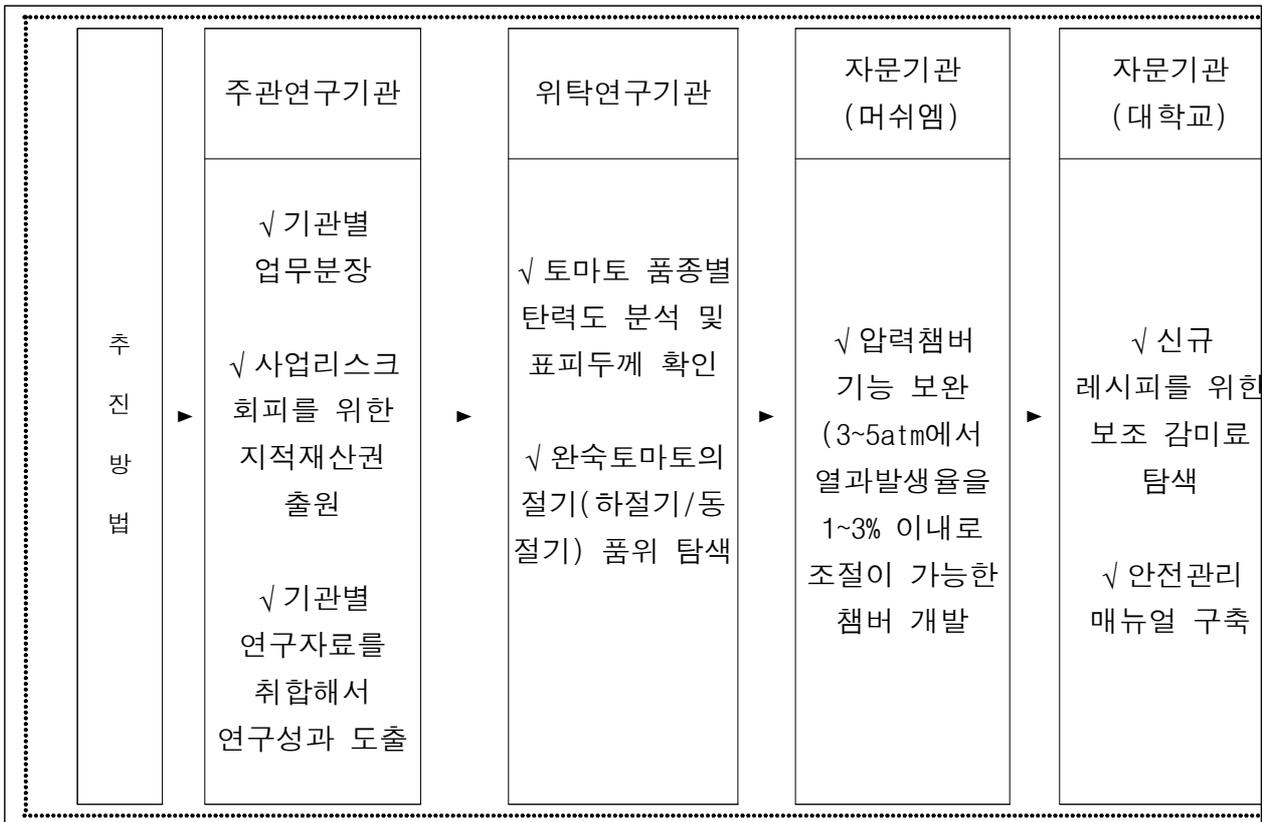
○ 2단계 전략

- 1단계 조사를 통해 선발된 품종 재배
- 재배를 통해 확보한 토마토를 품종 및 숙기에 따라 수확
- 수확 후 경도 등 기초조사 실시

○ 3단계 전략

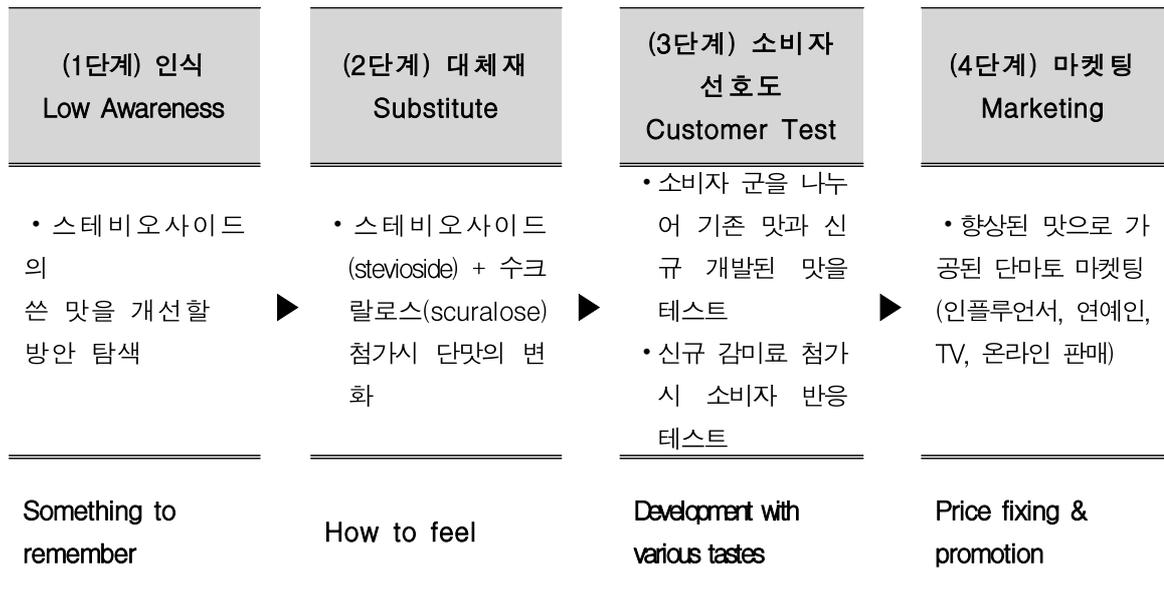
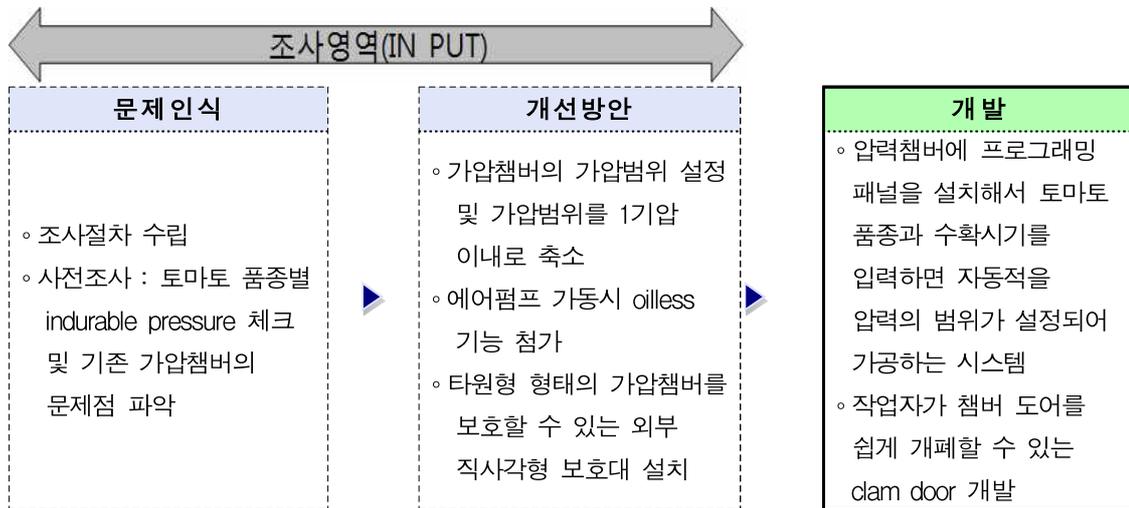
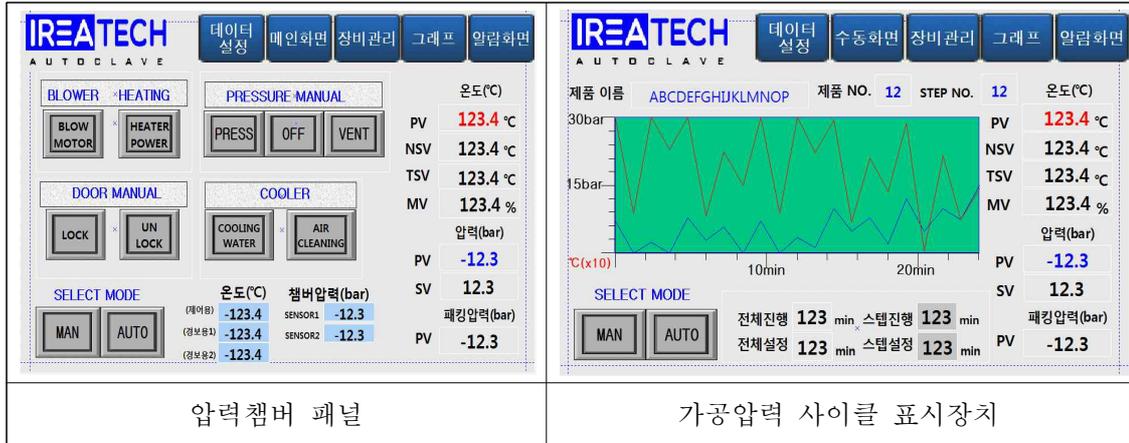
- 수확 후 품질 조사 된 토마토를 스테비아 가공 처리
- 가공 처리 후 숙기 및 품종에 따른 경도 조사
- 선발된 토마토 품종을 농가와 계약 재배
- 재배단계에서 품질의 균일성을 유지하기 위해 재배 컨설팅 실시

1단계 (3개월)	<ul style="list-style-type: none"> - 연구목표와 방향설정 - 연구기관별 세부 과제 설정 - 종합 테스트 시한 설정 	<ul style="list-style-type: none"> · 열과현상 방지, 저장성 강화, 안전성 방안 및 신규 레시피 개발 · 각 세부 목표별 연구방법 제시 · 9개월 내에 세부과제 연구 종료
2단계 (6개월) 과제수행	<ul style="list-style-type: none"> - 주관연구기관(단마토유통) - 자문기관 (머쉬엠, 이화여대, 경북대) - 위탁연구기관(다이카) 	<ul style="list-style-type: none"> - 머쉬엠과 가압챔버 공동 개발 - 자문기관과 안정성 관리 매뉴얼 및 보조감미료 개발 - 위탁연구기관에서 세부과제 수행을 위한 단계별 과제 수행
3단계 (3개월) 시제품 생산	<ul style="list-style-type: none"> - 각 연구기관별 성과를 종합하여 소비자 테스트, 마케팅 및 지적재산권 출원, 	<ul style="list-style-type: none"> - 소비자 테스트 - 온라인 홍보 - 연구 논문 : 5건 - 특허 : 1건 - 제품화 : 1건



2-1-2 연구수행 내용 및 범위

○ 주관연구기관(단마토유통) : 압력챔버개발, 레시피 개발



○ 위탁연구기관(다이카) : 가압챔버 압력(3~5atm)을 견딜 수 있는 토마토 품종 탐색

토마토는 저장기간이 짧아 단기간에 생산량이 늘어나면 시장가격이 매우 낮고 반대로 생산량이 부족하면 가격이 매우 높게 형성된다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 몇 가지 돌연변이 유전자를 갖고 있는 품종이 개발되어 있으며 대표적으로 *alcobaca(alc)*, *ripening inhibitor(rin)*, *non-ripening(nor)* 등의 돌연변이 유전자를 갖고 있는 토마토는 돌연변이가 없는 토마토보다 저장기간이 길어지고 푸른색에서 빨간색으로 익는 시간이 길어진다(Naveen et al., 2008).

토마토가 유통기한 중 물러지는 것은 토마토의 익는 속기와 관련되어 있다. 토마토의 속기가 너무 진행되면 조직이 부드러워져 원거리 이동이 어려워진다. 따라서 선별기에서 외부 색깔의 변화로 선별하고 있다(Abbott et al., 1997).

토마토의 속기는 과일이 노출된 에틸렌가스 농도와 온도가 높을수록 속기가 빨라지고 과육이 부드러워지며 이것은 몇 가지 세포벽 분해 효소와 관련되어 있다(Fisher and Bennett, 1991).

토마토를 수확하여 스테비아를 가공 처리하는 단마토, 토망고 등은 제조 과정에서 가압처리를 하기 때문에 토마토의 조직이 단단하여야 한다. 그러나 외부온도가 상승하는 4월부터 9월까지 스테비아 가공처리 시 유통과정에서 물러지고 세균에 감염되는 현상이 발생하여 문제가 되고 있다. 또한 온도가 낮은 시기에도 과육이 단단하면 유통기한을 연장할 수 있을 것이다.

이번 연구에서는 돌연변이 유전자를 갖고 있는 품종 및 일반 품종 중에서 스테비아 토마토 생산에 적합한 품종을 선발하고 토마토 품질에 영향을 주지 않으면서 조직이 가장 단단한 속기를 구명하고자 한다.

3. 연구수행 결과물

3-1 연구수행 결과물

○ 주관연구기관(단마토유통)

<가공용 압력챔버 개발>

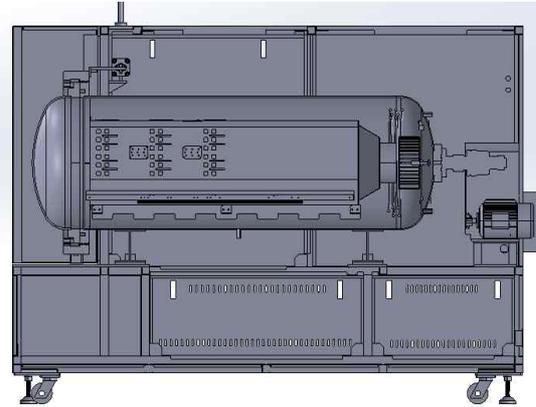
가공공정에서 압력으로 인한 열과율 감소를 위해 PLC 프로그램을 개발해서 토마토 품종에 따라 압력을 자동조절하고 제어하는 압력챔버를 개발했으며 1회 가공 중량은 240kg으로 열과율을 목표치인 1% 이내로 달성하였다.

향후 단마토 대량생산을 위해 챔버용량을 500kg으로 증대하고 원물투입 등의 공정을 자동화해서 한국산 가공용 기계 수출을 진행하고자 한다.

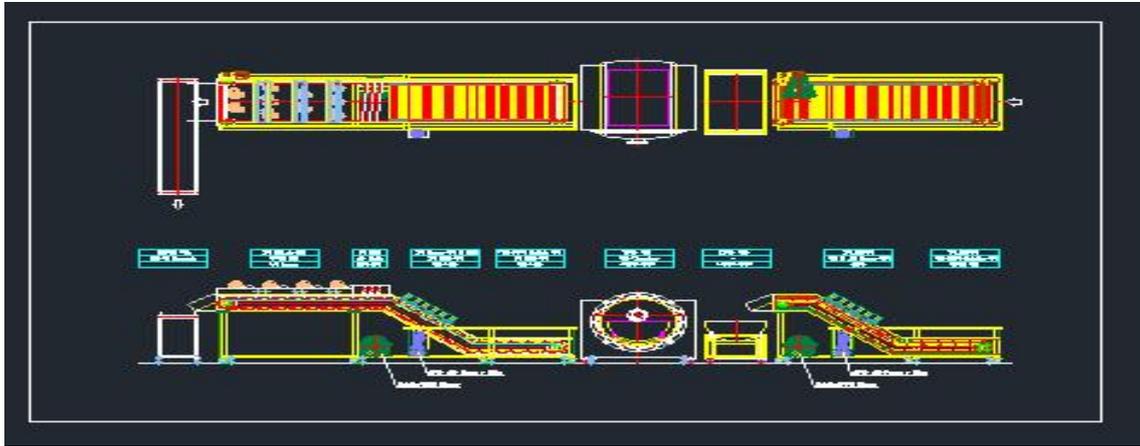
또한 가공 공정의 세척 및 건조에는 특허등록된 단과자의선과 HOCL 처리 기술을 적용하기로 한다.(특허등록번호 : 10-2172005)



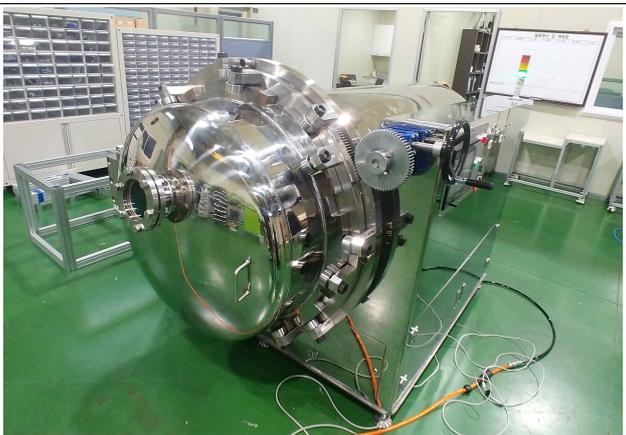
(구형 모델) 압력챔버



(신형모델) 압력챔버 구상도



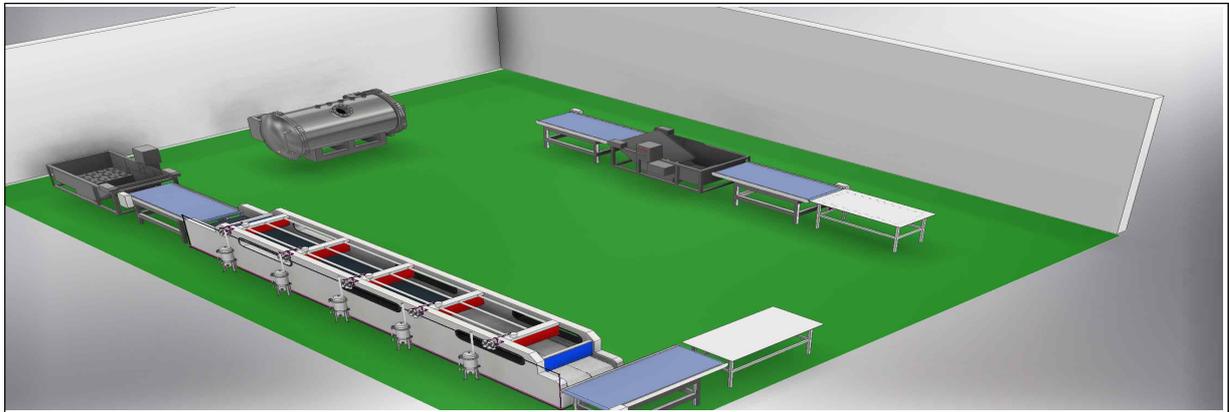
단마토 생산 공정도



연구과제에서 개발된 가압챔버(1000cc)



PLS 프로그램 내장 패널



단마토 생산 공정도

<감미료 개발>

GSG(발효처리한 스테비오사이드), 네오테임(Neotame)
 기존 스테비오사이드를 주원료로 했으나 스테비오사이드는 강한 단맛 때문에 쓴 맛이 나는 특징이 있어 이를 개선하기 위해 발효처리한 스테비오사이드를 감미료로 선정했으며 신규 감미료로 네오테임을 선정해서 감미수를 개발했다.

Item	Standard	Test Method
Color	White or light yellow	Visual
Appearance	Powder	Visual
GSG, w/%	≥75.0	Ministry of Health Announcement No.8 of 2016
Stevioside, w/%	≤4.0	
Rebaudioside A, w/%	≤4.0	
Rebaudioside A+Stevioside, w/%	≤6.0	
Maltodextrin, w/%	≤20.0	
Optical rotation	+65°~+75°	GB/T 14454.5
Relative density	0.2~0.6	GB/T 11540
PH	4.5~7.0	GB/T 9724

선행과제에서 선정한 4G GSG(Glycosyl Steviol Glycosides)

<지식재산권>

- 특허등록(10-2172005) : 단파자외선(violeds)와 차아염소산수(HOCL)을 이용한 ‘버섯살균기’
- 특허출원(10-2020-0034319) : 수용성 유효성분이 강화된 채소 및 과실의 제조방법
- 상표등록(40-1441258) : 단마토
- 상표출원(40-2020-0108222) : 단송
- 상표출원(40-2020-0101724) : 단마토 송송
- 상표출원(40-2020-0185505) : 단산수

<단마토의 식품유형 및 소비자들에게 과채가공품 인지 노력>

단마토(토망고, 샤인마토 등 유사상품 포함)의 식품유형에 대해서 농림축산식품부는 식품의약처의 의견을 반영하여 식품유형을 과채가공품으로 품목분류하였음.

이에 대해 주관연구기관의 후속조치로 상품 포장지 스티커에 과채가공품임을 표시하고 유통기한을 설정하였음(가공일로부터 7일)

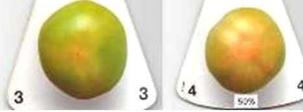
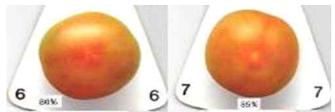
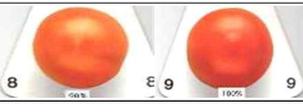
또한 소비자들이 과채가공품임을 인지할 수 있도록 판촉활동, 홈페이지, 온라인 쇼핑몰 등에서 단마토는 토마토의 품종이 아닌 가공품임을 표시함

3-2 위탁연구기관(다이카) : 가공용 토마토 탐색 및 품종 선정

<방울토마토 숙기 구분>

성숙 단계	채 색 도	과피의 채색비율	당도 (°Brix)	출하용도 (유통기간)
녹숙기		0%	6 이하	-
변색기		10% 이하	65	-
채색기		10~30%	65	수출용 (장기유통)
도색기		50%	70	단거리 수출용 국내용
담적 색기		70~80%	80	단시간 소비용
농적 색기		100%	90	산지 판매

○ 완숙토마토 숙기 구분

성숙 단계	그림 번호	과피의 채색비율	당도 °Brix		출하용도 (유통기간)
			도색계	적색계	
녹숙기		0%	54	46	-
변색기		10% 이하	56	47	수출용 (장기)
채색기		10~30%	57	48	수출용 (중장기)
도색기		50%	58	49	수출용 (단기)
담적 색기		70~80%	59	50	완숙과 판매
농적 색기		100%	59	50	산지 판매

<가공용 토마토 품종 선정>

충남농업기술원의 자문과 단국대학교에서 시행한 위탁연구 결과 대추방울토마토의 품종을 ‘브라보’로 선정해서 2020. 11월에 충남 부여군 소재 농가에서 과종 및 수확한 결과 단마토 가공생산에 최적화된 품종으로 선정해서 작목반에 브라보와 킥벨 품종 과종을 권하고 있다.

<선행연구과제에서 선정한 토마토 품종의 특성>

품종	브라보TY	핑크벨
형태	대추형 방울토마토	대추형 방울토마토
평균과중	18~23g	20~25g
과색	선홍색	분홍색
착과수(화방)	25~35과	20~30과
초세	강한편	강한편
특성	과육이 단단하고 저장성 높음	과육이 단단하여 저장성 높음
내병성	Ty(황화바이러스), Tm(토마토모자이크바이러스), F1.2(시들음병), V(반신위조병), Cf(잎곰팡이병), Ph(역병)	Ty(황화바이러스), Tswv(반점위조바이러스), Tm(토마토모자이크바이러스), F1.2(시들음병), V(반신위조병), Ph(역병)

		
<p>브라보 재배 온실(수경재배, 중남 부여 소재)</p>	<p>신품종 브라보</p>	<p>신품종 텅커벨</p>

○토마토 품종에 따른 특성 비교 연구(논문)

□ 일반토마토

2020년 6월 30일 일반토마토 품종을 측고 4.5m 플라스틱 연동 온실에 정식을 실시하였다. 품종은 국내에서 많이 재배되고 있는 데프니스, TY트리스트 등 13개 품종(표 1)이었으며 실생묘를 사용하였다. 재배방식은 수경재배로 PGB 토마토 전용액을 배양액으로 사용하였다. 수경은 뒤엇벌을 사용하였으며 수확은 8월 15일부터 10월 30일까지 실시하였다. 과중은 품종에 따라 180-230g이었으며 레드250이 230g으로 가장 무거웠다. 토스트, 토미킹, 감마 3품종이 180g으로 작은 과일이었다. 스테비아 토마토를 생산하는데 가장 중요한 경도는 데프니스, 데이로스, 토미킹, TY트리스트가 가장 높았다. 저온기 생산성에 영향을 미치는 온도 요구도는 데이로스, 토미킹, 레드250, 제네시스가 가장 고온을 요구하였다. 소비자들이 가장 선호하는 고고형의 토마토는 데프니스, 데이로스, 토리, 코모도, 토미킹, TY트리스트, 토스트 등 이었다. 착색의 균일도는 데프니스, 데이로스, 감마, 제네시스가 높았다.

□ 방울토마토

시판되고 있는 20개 종류의 방울토마토를 2020년부터 2021년 봄까지 벤로형유리온실에서 암면배지를 활용하여 수경재배로 재배하였다.

일반적으로 노랑색 토마토는 경도가 낮아 가공이 어렵고 유통할수 있는 기간이 짧았다. 그러나 경도를 높여주는 enzyme이 들어있는 M296은 경도가 0.87kg/cm² 빨간색 방울토마토 0.61-0.75kg/cm²보다도 오히려 높아 가공성이 좋을 것으로 예상되어진다. M296의 당도는 6brix로 다른 방울토마토 7.0수준보다 낮았다. 일반적인 방울토마토의 평균과중은 15-17g 정도로 시판 품종들은 큰 차이를 나타내지는 않았다. 일반적으로 경도가 높은 토마토 들은 숙기가 늦어 가공에 문제가 되지 않는 겨울철에는 일반적인 토마토를 사용하고 토마토의 경도가 떨어지는 고온기에는 enzyme이 들어있는 토마토를 가공에 사용하는 것이 생산과 가공에 유리하다고 생각된다.

□ 향후계획

경도를 높여주는 유전자가 들어있는 다른 품종들과 배지 내 EC, 함수율 등을 이용한 경도 향상 연구를 통해 토마토의 저장성과 가공성을 높여주는 연구가 필요할 것으로 판단된다.

단마토 생산에 필요한 원물의 속도는 80~85%이며 농가들이 생산하는 대부분의 품종을 활용할 방안으로 단마토라이코펜플러스 제품을 개발하였다. 이 제품의 토마토 원물은 8mg/100ml의 라이코펜 성분을 함유해야 하므로 과숙토마토를 사용해야 하고 농가들이 생산하는 대부분의 품종에 부합한다.

4. 연구개발 결과의 활용방안 및 기대효과

4-1. 연구개발 결과의 활용방안

<토마토 산업 발전- 내수 및 수출>

우리나라 1인당 토마토 소비량을 전세계 평균 소비량 수준인 15kg으로 증대될 경우 토마토 산업은 지금보다 2배 규모로 확대('17년도 토마토 생산액 추정액 : 7,500억원)

또한 토마토 수출물량이 확대될 뿐만 아니라 기능성 토마토의 수출단가 상승으로 농가소득 보전에 크게 기여할 것으로 판단된다. (대추방울토마토 : 2,800원/kg -> 3,500원/kg)

<과채산업 - 연관산업의 성장발전>

2016년 과채류 전체 생산액은 약 4조9,000억원으로 농업 생산액(47조6,000억원)의 10%를 차지하고 있다. 이중 7대 과채류(오이, 호박, 풋고추, 토마토, 수박, 참외, 딸기) 비중은 93%이다. 2016년 기준으로 과채류 생산액 비중을 살펴보면 딸기 27%, 수박 16%, 토마토 15%, 오이 10%, 호박 8%, 풋고추 8%, 참외 8% 순이다.

이번 연구과제는 산업체의 감압을 이용한 금속의 열처리 방법에서 농업으로의 감압·가압을 이용한 농산물에 대한 기능성 물질의 침투로 활용된 홍삼버섯에서 출발한 것으로 고당도 토마토가 활성화 되면 이 기술을 활용한 오메가-3가 함유된 파프리카, 커피향이 풍기는 사과, 초코 딸기 등으로 농산물 전체로 기술이전이 가능하다.

<당분산업 - 전지분유, 꿀 산업의 성장>

이번 연구과제에서 선정한 당도 개선물질은 스테비아로 저칼로리이며 체내에 축적이 되지 않는 물질을 선택함으로써 당뇨병 환자 등의 맞춤형 토마토 개발이 될 수 있으며, 당도 개선물질을 과대생산된 전지분유, 꿀 등으로 확대하는 경우 관련 산업의 재고처리에 기여를 함으로써 동반성장이 가능할 것으로 보인다.

<우리나라 당뇨병 환자를 위한 맞춤형 과일 제공>

자료에 따르면 우리나라 30세 이상의 성인 10명 중 1.2명이 당뇨병 환자(당뇨병 유병률 12.4%)이며, 약 400만명이 당뇨병을 가지고 있는 것으로 추정되며 당뇨병 진단계까지 범위를 넓히면

성인 10명 중 2명이 당뇨병 전단계(공복혈당장애 유병률 19.3%) 상태인 것으로 분석되어 종합하면 성인 10명 중 3.2명이 당뇨병 환자이거나 잠재적 당뇨병을 가지고 있는 셈이다.



당뇨병 유병률▲(왼쪽) 당뇨병 유병률은 30세 이상 성인에서 12.4%. ▲(오른쪽) 연령이 높아질수록 당뇨병 유병률도 증가해서, 70세 이상의 성인의 경우에는 25.9%에서 당뇨병이 있는 것으로 조사됨(70세 이상 성인 4명 중 1명은 당뇨병).

이러한 당뇨병 환자들은 당도가 높은 과일을 먹고 싶어 하지만 당을 관리해야 하는 입장에서 먹고 싶어도 먹지 못하는 경우가 많아 당의 흡수가 안 되는 과일을 즐길 수 있는 대체재 상품으로 각광 받을 것으로 사료된다.

이와 같이 토마토의 당도를 개선하고 기능성을 보강해서 소비자의 선택의 폭을 넓혀 1인당 섭취량을 늘리는 경우 국민 건강개선 뿐만 아니라 토마토 산업과 축산업, 양봉업 등의 연관 산업의 발전과 동반성장이 기대된다.

- 품종에 따른 경도, 숙기, 저장성 조사 데이터를 바탕으로 스테비아 토마토 적합품종 선발
- 스테비아 가공토마토의 저장성 향상으로 유통기한 연장에 활용
- 토마토 품종 및 숙기에 따른 물리성 데이터 확보로 다른 토마토 가공품 생산에 활용

4-2. 기대성과 및 파급효과

기술적 측면	경제적/산업적 측면			
	토마토 외에 파프리카, 딸기, 브로콜리 등 다양한 농산물 품목으로 기능접목	신선토마토 주력시장인 일본 수출 확대 및 대만, 홍콩, 싱가포르 등으로 새로운 시장 개척	국가별, 민족별 선호도 조사로 다양한 기능성 농산물 개발 및 수출확대	과잉 생산되는 토마토를 효율적인 산업용 원료로 소비물량 전가
(단위 : 억원)				
항 목	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도
직접 경제효과	12	21	32	50

경제적 파급효과	-	-	10	20
부가가치 창출액	3.8	5.4	7.8	10
합 계	15.8	26.4	49.8	80

- 연중 기호성 높은 스테비아 토마토 생산으로 토마토 소비촉진
- 스테비아 토마토 유통기한 및 공급기간 연장으로 안정적인 토마토 소비처 확보
- 토마토 품종의 기본정보 확보로 토마토 가공 산업 확산
- 스테비아 토마토의 저장성 때문에 수출제약이 되었던 문제를 해결함으로써 일본, 중국 등 새로운 수출시장 확보

5. 연구개발성과의 사업화 전략 및 계획

5-1. 국내외 시장 동향

5-1-1 토마토 가공제품의 필요성

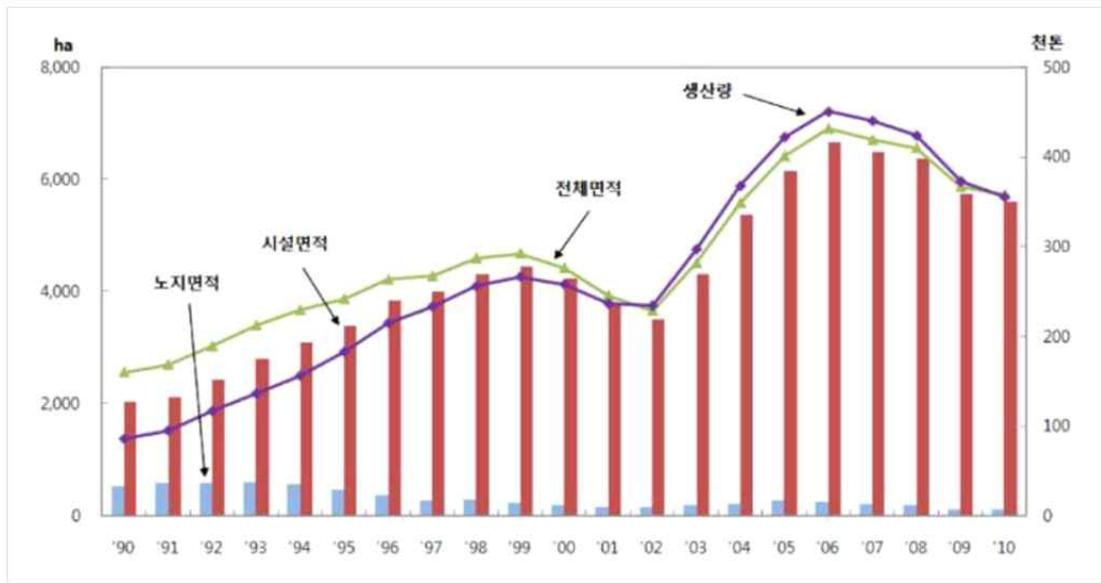
- 토마토는 가지과에 속하는 일년생 반덩굴성 식물열매로 90%가 수분이며 구연산, 사과산, 호박산, 아미노산, 루틴, 단백질, 당질, 칼슘, 철, 인, 비타민류 (비타민 A, B1, B2, C, K), 식이섬유 등이 다량 포함되어 있으며 특히 라이코펜, 베타카로틴 과 같은 항산화물질이 풍부함¹⁾
- 토마토의 붉은색 성분인 라이코펜은 카로티노이드 색소의 일종으로 강력한 항산화 능력을 가지고 있어서 활성산소를 제거하여 노화방지에 효과가 있고 혈전형성을 저해하여 뇌졸중, 심근경색 예방과 항암 (전립선암, 유방암, 소화기암 예방), 혈당저하의 효과가 있어 당뇨병 등 성인병 예방에 좋은 효과가 있다고 알려짐²⁾
- 토마토의 루틴은 혈관을 튼튼하게 하고 혈압을 저하시켜 고혈압에 효과가 있음¹⁾
- 토마토의 각종 비타민은 지방대사작용을 비롯하여 동맥경화의 억제, 모세혈관의 강화, 조혈기능 등의 생리활성 효과를 가지고 있음¹⁾³⁾
- 토마토의 구연산, 능금산, 주석산 및 호박산은 체내 연소효과에 의한 생체리듬 조절, 피로회복 및 체내 수분 조절에 의해 과식억제와 소화촉진으로 위장, 췌장, 간장, 식욕증진작용을 돕고 피부미용, 뇌세포 기능촉진 등의 작용을 활발하게 함¹⁾
- 이와 같은 토마토의 여러 장점에도 불구하고 소비자에게 어필할 수 있는 독특한 맛을 가지고 있지 않아 소비량의 증대가 어렵고 소비자층의 저변 확대가 힘들

1) 공개특허 10-2013-0068703 쌀물엿을 함유한 토마토잼의 제조방법

2) 토마토와 라이코펜이 전립선암의 예방과 치료에 미치는 영양

3) 토마토와 토마토 페이스트 급여가 고지방식을 급여한 Mongolian gerbil의 지질대사와 형태적 변화에 미치는 영향

<토마토 재배면적과 생산량 (3개년 이동평균)>



* 출처: 통계청, KREI(2012)

[그림 1] 국내 토마토 재배면적과 생산량

- 국내 토마토의 소비량도 최근 감소추세이며 주로 생과 형태로 소비되는 것이 국내 토마토 소비의 특징이자 걸림돌
- 토마토의 1인당 소비량은 1994년 3.0 kg에서 점차 증가하다가 2007년 8.7 kg을 정점으로 감소하여 2011년 7.3 kg을 기록하는 등 감소추세임⁴⁾ (그림 1)
- 또한 생산된 토마토의 약 20%가 모양이나 크기에 있어서 상품성이 없는 비상품과로 분류되어 판매되지 못함
- 이러한 비 특이적인 맛과 상품성이 없는 형태의 토마토를 이용하여 효율적으로 가공 처리하여 고부가가치 제품으로 개발하기 위함
- 또한 위에서와 같은 토마토의 특성 중 다량의 식이섬유 함유로 인하여 토마토 섭취 시 체지방개선 및 항비만 효과를 얻을 수 있음

5-1-2 단마토 가공제품의 필요성

- 현재 단마토 제조시 단맛을 내는 성분으로 스테비아 또는 스테비오사이드를 이용하는 것으로 알려져 있음
- 스테비아는 파라과이, 아르헨티나, 브라질 등의 남미에서 생산되는 국화과 다년초로 학명은 'Stevia rebaudiana Bertoni' 임

4) 통계청 KREI (2021)



[그림 2] 스테비아 및 스테비오사이드

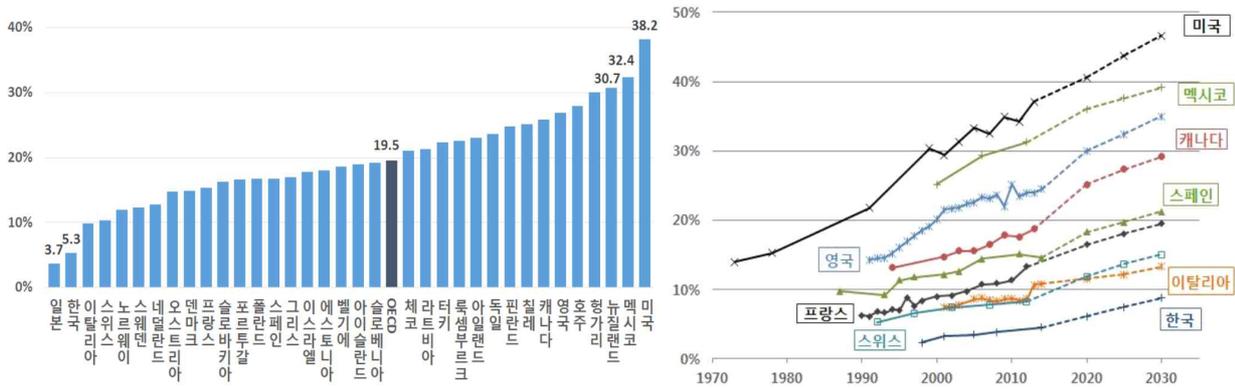
- 스테비아 잎은 설탕의 200-300배 단맛을 내는 스테비오사이드를 주성분으로 하는 단맛성분을 함유함⁵⁾ (그림2)
- 스테비아는 강한 단맛을 가지고 있는 반면 칼로리는 설탕의 1/90로 낮아 다이어트나 당뇨병에 효과가 있어 약용, 한약 조제, 차, 간장, 고추장 등에 천연감미료로 사용³⁾
- 일반적으로 단마토를 제조하는 방법은 크게 두 가지로 나뉘는데 스테비오사이드 용액에 토마토를 담그거나 주입하여 단마토를 제조하는 방법과 스테비아를 첨가한 스테비아 비료를 이용하여 단마토를 재배하는 방법인 스테비아 농법에 의해 제조하는 방법이 있음³⁾
- 이러한 스테비오사이드에 의한 단맛을 이용하여 단마토를 제조한 후 무가당 단마토 주스나 단마토 잼과 같은 단마토 가공제품을 제조, 대량생산하기 위함
- 이를 위하여 단마토 제조공정의 확립 후 단마토를 이용한 가공제품인 단마토 주스, 단마토 잼 제조공정 확립 및 자동화 생산설비 구축으로 대량생산을 위한 공장을 설립하고자 함

5-1-3 체지방 개선 및 항비만 제품 개발의 필요성

- 전 세계적으로 비만인구가 증가하고 있으며 미국의 경우 비만인구의 비율이 급속도로 증가하여 2017년 미국인구의 비만율은 약 30% 정도로 고도 비만사회가 되었음
- 비만환자중 남성이 36.2%, 여성은 27.6%인 것으로 나타나 남자의 비만 유병률이 여자보다 높게 나타났으며 30세 이상 성인은 34.3%를 보이며 이중 남자가 38.1%, 여자가 30.6%인 것으로 나타나 30세 이상의 남성이 가장 높게 관찰되는 것으로 조사되었으나 연령별, 성별에 대하여 모두 높은 수준으로 비만이 발생하고 있는 것으로 확인할 수 있었음⁶⁾ (그림 3)

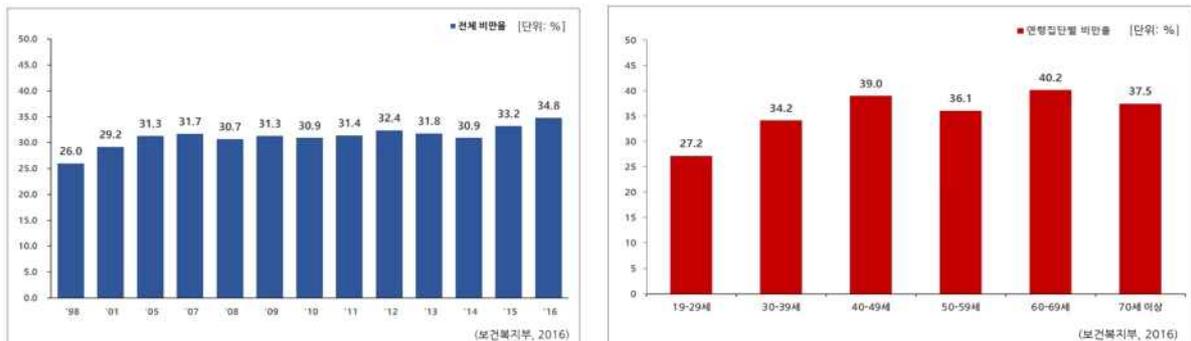
5) <https://users.tistory.com/479>

6) OECD (2017), Obesity update



[그림 3] 세계 비만인구의 변화

- 세계 비만환자는 현재 약 4억 명 이상으로 추산되며 비만으로 발전될 가능성이 높은 과체중 환자가 17억 명에 달하고 있어 비만환자는 지속적으로 증가할 것이 확실시되고 있으며 비만으로 인하여 지출되는 의료비를 포함한 사회적 지출비용도 기하급수적으로 증가할 것으로 예상되고 있음
- 세계 보건기구의 발표에 따르면 매년 심장마비나 뇌졸중과 같은 심혈관질환으로 사망하는 사람은 1천7백5십만 명에 달하며 2030년도에는 이보다 증가하여 2천3백6십만 명이 될 것으로 추산하고 있으며 근본적인 사망원인은 지질의 비정상 때문으로 정상 혈중지질인과 비교하여 고 콜레스테롤 혈증 (HCE)인은 심장마비로 인한 사망위험이 3배 더 높음⁷⁾
- 국내의 경우도 최근 서구화된 식습관, 외식문화의 발달 등으로 인하여 비만 유병률이 증가하고 있는 추세임. 19세 이상 성인 중 BMI 25이상인 비만 유병률은 2005년 31.3%에서 2016년 34.8%로 증가하였으며 2022년에는 41.5%로 급격히 증가할 것으로 예측됨⁹⁾ (그림 4)



[그림 4] 한국인의 비만을 및 연령별 비만을 (2016)

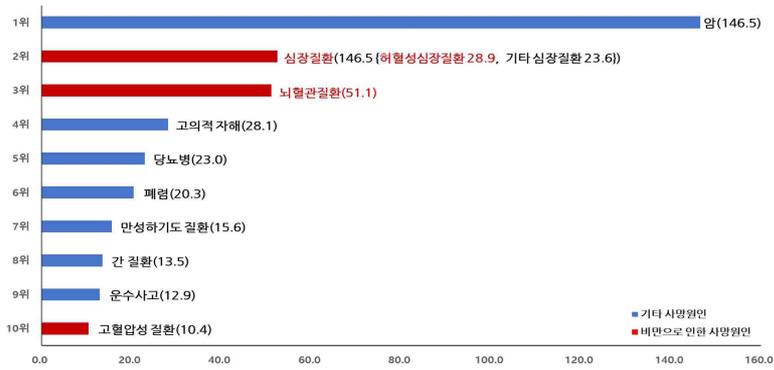
- 또한 보편화된 서구식 문화생활에 따라 고지방 및 고칼로리 식품 섭취의 증가 등에 따른 생활습관의 변화가 주요한 원인이 됨
- 비만은 심장질환, 뇌혈관질환, 고혈압질환 등의 사망률의 주원인이므로 체지방감소

7) Medical Observer, 2014

8) 질병관리본부, 2015

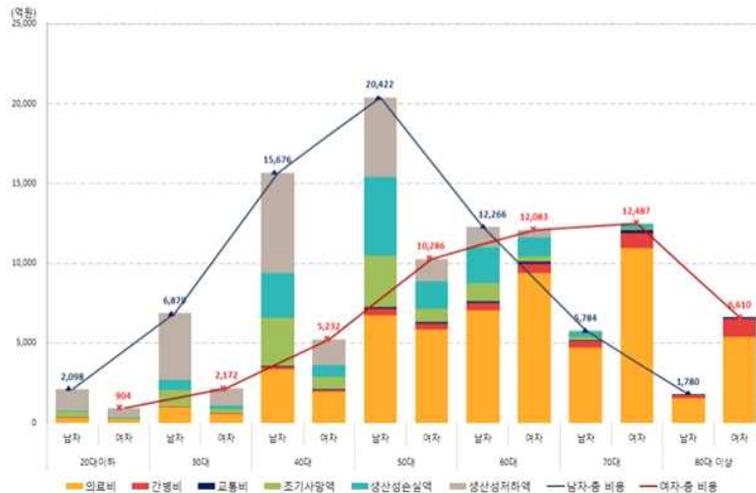
9) 보건복지부, 2016

에 대한 사회적 관심이 증가하고 있음 (그림 5)



[그림 5] 한국인 사망순위 (2012)

- 비만으로 인한 사회경제적 비용은 11조 4,679억 원으로 추산되는데 이중 의료비에 의한 손실규모가 51.3% (5조 8,858억 원)으로 가장 크고 그 다음으로 생산성 저하액 20.5% (2조 3,518억 원), 생산성 손실액 13.1% (1조 4,976억 원), 조기사망액 10.0% (1조 1,489억 원), 간병비 4.3% (4,898억 원), 교통비 0.8% (940억 원) 순으로 나타났음
- 비만에 기인해 발생하는 사회 경제적 비용에 대한 성별 비중을 살펴보면 남성에 의해 발생하는 비용이 56.6% (6조 4,905억 원), 여성에 의해 발생하는 비용이 43.4% (4조 9,774억 원)로 남성이 여성에 비해 1.3배 손실이 크게 발생하는 것으로 나타남 (그림 6)
- 따라서 식이섬유가 풍부하며 강한 단맛을 가지고 있지만 칼로리는 설탕의 1/90로 낮아 다이어트 및 체지방개선, 항비만 효과를 얻을 수 있는 단마토의 개발이 시급한 실정임



[그림 6] 성, 연령별 비만에 대한 항목별 사회 경제적 비용

- (2) 국내외 주요 수요처 현황
- (3) 국내외 경쟁기관 및 기술 현황

5-2 지식재산권, 표준화 및 인증기준 현황

5-2-1 국내 경쟁기관 및 기술 현황

- 단마토를 이용한 과채주스로서 우리존 스테비아 토마토즙, (더웰시아, 원재료: 스테비아 토마토, 꿀, 발효효소)이 있으며 스테비아를 첨가한 제품으로는 레드 토마토에 스테비아를 첨가한 과채음료인 THE단마토 (제이제이바이오, 원재료: 정제수, 토마토 페이스트, 에리스리톨, 토마토 농축액, 효소처리 스테비아, 토마토)이 있음¹⁰⁾¹¹⁾



[그림 21] 현재 국내에서 판매중인 단마토 주스류

ii) 국외 경쟁기관 및 기술 현황

- 토마토에 스테비아를 첨가하여 제조한 케첩인 French's (원재료: tomato paste, vinegar, water, salt, stevia extract, onion powder, spices), 스테비아 첨가로 기존의 설탕첨가 비율을 50%로 줄인 저칼로리 제품인 Heinz Tomato Ketchup (원재료: tomato, wine, vinegar, sugar, salt, spices and herbal extracts, sweetner steviol glycosides, spices) 등이 있음¹²⁾¹³⁾



[그림 22] 현재 국외에서 판매중인 스테비아 첨가 토마토 케첩

5-3 지식재산권, 표준화 및 인증기준 현황

5-3-1 지식재산권 현황

- 현재 단마토를 이용한 주스, 잼의 지식재산권은 다음과 같음

10) https://www.lotteon.com/p/product/LO1033861430?sitmNo=LO1033861430_1033861431&mall_no=1&dp_infw_cd=SCH%ED%86%A0%EB%A7%88%ED%86%A0%EC%A6%99

11) <https://smartstore.naver.com/multicare>

12) <https://www.helloflavour.ca/en-ca/our-brands/frenchs/products/ketchup/frenchs-no-sugar-added-ketchup-type-sauce>

13) González-Cuello, R. E., Pájaro, K., Acevedo, W., & Ortega-Toro, R. (2018). Study of the Shelf Life of a Low-Calorie Jam Added with Microencapsulated Probiotics

- 상표

일련번호	출원번호/등록번호	등록상표	출원인/발명자
1	40-1441258	단마토	차민성, 오서진
2	4020210028054	단마토 커피&브런치	차민성, 오서진
3	40-1573184	토망고	김호연
4	4020200235451	짬단마토	강정운
5	4020200111724	단마토 숭숭	차민성, 오서진
6	4020200240324	스테비아 단토마토	(주) 에프앤피

○ 현재 토마토를 이용한 잼의 지식재산권은 다음과 같음

- 상표

일련번호	출원번호/등록번호	등록상표	출원인/발명자
1	40-1451182	류재천의 토마토 밥상	(주) 컴앤시

- 특허

일련번호	출원번호/등록번호	특허제목	출원인/발명자
1	40-2017-0153088	류재천의 토마토 밥상	(주) 컴앤시
2	10-0995194	토마토잼의 제조방법	김순중
3	10-2006-0072949	토마토를 이용한 기능성 잼 제조방법	이진만, 강복희, 이상한
4	10-1297722	콜로이드 밀 공법을 이용하여 식감이 향상되고 이수현상이 방지된 토마토 잼의 제조방법	(주) 웰빙테이블
5	10-1095216	저당도 유기농 토마토 잼 제조방법	(주) 한팜농원
6	10-2008-0100052	풍미가 향상된 토마토 잼의 제조방법	양관직, 양창근, 이치혁
7	10-2011-0136029	쌀물엿을 함유한 토마토잼의 제조방법	한국식품연구원, 류성복, 김성수, 김경탁, 최상운

○ 현재 토마토를 이용한 쥬스의 지식재산권은 다음과 같음

- 상표

일련번호	출원번호/등록번호	등록상표	출원인/발명자
1	40-2012-0055714	폴무원 아임리얼 토마토	(주) 폴무원 홀딩스
2	40042845800000	가야토마토농장	(주) 가야에프앤비

- 특허

일련번호	출원번호/등록번호	특허제목	출원인/발명자
1	10-2014-0088941	방울토마토 주스 및 그 제조 방법	서민석
2	10-2015-0090320	토마토 음료의 제조방법	조권호, 박강일
3	특1996-0039050	무식염 토마토 주스 및 그의 제조방법	(주) 건영식품

5-3-2 표준화 현황

- 스테비아 농법의 경우 다음과 같이 스테비아와 비료를 경작지에 5-6회 살포하여 단마토를 재배하는 것으로 알려져 있음¹⁴⁾

 토마토 Stevia 농자재 사용방법 면적기준 : 20a (600평)

사용시기	사용제품	사용방법
 예정지 관리	 지력증진 토양보수력 향상에 도움	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 스테비 입상(6kg) 4포를 퇴비와 함께 혼합 살포 후 경운. ▷ 파워이엠 플러스(100g) 1병을 500 ~ 1000배 희석 후 600평에 엽면살포 또는 희석관주. ▷ 스테비 그린플러스 500ml를 1000배로 희석후 600평에 엽면살포 혹은 2000배 희석 관주.
 정식 15일 후	 생육 초 촉진에 도움	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 스테비 그린플러스 500ml를 1000배로 희석후 600평에 엽면살포 혹은 2000배 희석 관주. ▷ 파워이엠 플러스(100g) 1병을 1000~2000배 희석 후 600평에 엽면살포 또는 희석관주. ▷ 스테비 인산왕 500ml를 1000배로 희석 후 600평에 엽면살포 혹은 2,000배 희석관주.
 1회방 수확 후	 건실한 생육에 도움	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 스테비 그린플러스 500ml를 1000배로 희석후 600평에 엽면살포 혹은 2000배 희석 관주. ▷ 파워이엠 플러스(100g) 1병을 1000~2000배 희석 후 600평에 엽면살포 또는 희석관주. ▷ 참달콤 120g, 1포를 600평에 관주.
 2회방 수확 후	 건실한 생육 및 당도향상에 도움	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 스테비 그린플러스 500ml를 1000배로 희석후 600평에 엽면살포 혹은 2000배 희석 관주. ▷ 파워이엠 플러스(100g) 1병을 1000~2000배 희석 후 600평에 엽면살포 또는 희석관주. ▷ 참달콤 120g, 1포를 600평에 관주.
 3회방 수확 후	 건실한 생육 생산량증대에 도움	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 스테비 그린플러스 500ml를 1000배로 희석후 600평에 엽면살포 혹은 2000배 희석 관주. ▷ 파워이엠 플러스(100g) 1병을 1000~2000배 희석 후 600평에 엽면살포 또는 희석관주. ▷ 칼슘왕 500g 제품을 1000배 희석하여 엽면 살포. (500L 당 1병) 1주 간격으로 1~2회 살포
 4회방 수확 후	 열과감소 및 고품질 토마토 생산	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 스테비 그린플러스 500ml를 1000배로 희석후 600평에 엽면살포 혹은 2000배 희석 관주. ▷ 파워이엠 플러스(100g) 1병을 1000~2000배 희석 후 600평에 엽면살포 또는 희석관주. ▷ 참달콤 120g, 1포를 600평에 관주.

[그림 23] 대표적인 스테비아 농법에 의한 단마토 재배

14) 한국 스테비아 주식회사 (www.koreastevia.com)

5-3-3 인증기준 현황

- 현재 토마토 관련 상품의 인증은 HACCP, GAP (농산물우수관리인증), 무농약 유기농 (친환경인증) 등 세 가지로 구분됨

▶ 토마토

i) GAP (Good Agricultural Practice, 농산물우수관리인증)

- 생산단계에서 판매단계까지의 안전관리체계를 구축하여 소비자에게 안전한 농산물을 공급하고 안전성 확보를 통한 국내 소비자에 대한 신뢰제고 및 국제시장에서 우리 농산물의 경쟁력 강화를 위한 농업환경 보호를 목적으로 한 인증제도로 2006년부터 본격 시행중인 제도¹⁵⁾¹⁶⁾

ii) 무농약 유기농 (친환경인증)

- 환경보전과 안전한 농산물의 공급을 위하여 농약, 화학비료 및 사료 첨가제 등 화학자재를 전혀 사용하지 않거나 최소량을 사용하여 생산하는 것을 목적으로 한 인증제도¹⁷⁾

GAP 인증과 친환경 인증 (무농약 유기농)은 다음과 같은 차이점에 의해 구분함

구분	GAP인증	친환경인증
관련법	농산물품질관리법	친환경농어업 육성 및 유기식품 등의 관리 지원에 관한 법률(구 친환경농업육성법)
의의	위생적 관리(사람에게)- 안전성에 중심	환경보호(자연에게)- 환경보전에 중심
핵심내용	얼마나 위생적으로 관리했나- 농약,비료를 적절히 사용- 단계별 위생관리 평가	얼마나 환경 친화적인가- 화학적 방법을 쓰지않는 것- 환경오염을 최소화하는 것
적용단계	생산-가공-유통 등 모든단계(생산단계인증, 시설인증)	생산단계
인증난이도	시설인증(어렵고 비용과다)생산인증(비교적 쉬운편)	생산인증(인증종류에 따라 까다로움)
인증기관	시설인증 : 품관원 생산인증 : 민간기관	민간기관
안전성측면	잔류농약, 유해미생물검사 등 친환경인증보다 더 까다로움	화학적 방법만 쓰지 않는다면 GAP보다는 쉬운편
이력추적	이력추적관리 필수조건	인증번호로 추적가능 (성명, 전화번호 등 표기)
재배측면	표준재배 범위 내 비료, 농약, 제초제 등 사용 가능	인증종류에 따라 화학적 방법 배제
최근추세	정부차원에서 적극 권장- 규제완화 등 법 개정- 정부지원 확대(시설인증 등)	민간이양 및 관련기준 강화- 농자재 및 인증관련 규제강화- 직불제 확대(가격, 기간 등)

[그림 24] GAP 인증과 친환경 인증 차이

▶ 토마토 주스 및 잼

i) HACCP (Hazard analysis and critical control point)

- HACCP은 식품안전관리인증기준으로 식품가공 시 생물학적, 화학적, 물리적 위해요인들이 발생할 수 있는 상황을 과학적으로 분석하고 사전에 위해

15) 전라북도 농업기술원 (www.jbares.go.kr)

16) 국립농산물품질관리원 GAP 정보서비스 (www.gap.go.kr)

17) 농림축산식품부 소관 친환경농어업 육성 및 유기식품 등의 관리지원에 관한 법률 시행규칙 제2조제2호

요인의 발생여건들을 차단하여 소비자에게 안전하고 깨끗한 제품을 공급하기 위한 시스템적인 규정을 말함¹⁸⁾

- 식품의 원재료부터 제조, 가공, 보존, 유통, 조리단계를 거쳐 최종 소비자가 섭취하기 전까지의 각 단계에서 발생할 우려가 있는 위해요소를 규명하고 이를 중점적으로 관리하기 위한 중요관리점을 결정하여 자율적이며 체계적이고 효율적인 관리로 식품의 안전성을 확보하기 위한 과학적인 위생관리체계를 목적으로 하는 인증제도로 1995년부터 시행됨

5-4 표준화 전략

- 스테비아 농법에 의한 단마토 재배 시 스테비아와 비료 살포의 시기와 살포량(살포농도)을 표준화하여 일정농도의 스테비아를 함유한 단마토를 재배할 필요가 있음
- 토마토 재배 후 단마토를 제조하는 경우 사용하는 스테비아 용액의 농도를 표준화하여 최종제품인 단마토에 일정농도의 스테비아가 함유되도록 제품을 생산할 필요가 있음
- 이를 위하여 단마토에서의 스테비아 분석방법을 확립할 계획임

18) haccp.co.kr/site/haccp/sub.do?key=91

[붙임1] 토마토 품종에 따른 특성 비교 연구

표 1. 일반토마토 품종별 특성(2020년)

	Syngenta	Syngenta	Syngenta	Syngenta	Syngenta	Topseed	Topseed	Monsanto	스페인	피토	터키	Sky	Sky	비고
	데프니	데이로	토리	코모도	토미킹	TYQue	다볼	TY트러스	레드	감마	제네시	토스	찰스	
TYLCV 저항성	+	++	++1/2	++	++1/2	+++	++	+++	++	++	++	++	+	`+++높음
LENGTH	+	++	++	+	+	+++	++	+++	+++	++	++	+	++	`+++큰편
FRUIT SIZE	++	++	++	++1/2	+	++	++	+	+++	+	++	++	++	`+++큼
PRODUCTION	+	++	++	++	++	+++	+++	++	+++	+++	++	+	++	`+++많음
열매 모양	+++	+++	+++	+++	+++	+	++	+++	+	++	+	+++	++	+++고구형
착색	+++	+++	++	+	++	++	+	++	++	+++	+++	++	++	`+++좋음
착색 속도	+++	+++	++	++	+	+	++	+	+	+++	++	+++	++	`+++빠름
경도	+++	+++	++	+	+++	++	++	+++	+1/2	++	+	++	++	`+++높음
온도 요구도	++	+++	++	+	+++	+++/?	++	+++/?	+++	+	+++	+	++	`+++높음
뿌리세력	++	+++	++	++	+++	++	++	+	+	++	+	+	++	`+++좋음
화방당 착과수	2/3	3/4	2/3	2/3	3/4	3/4	3/4	2/3	3/4	4/5	3/4	2/3	2/3	
중량	200	210	190	200	180	200	190	200	230	180	200	180	190	

표 2. 방울토마토 경도 및 당도 조사(2020년-2021년)

품종명	M296(노랑) ※	19-594	19-509	27812	TY시스펜	TS썬팅	다볼	TY리도비엔 나	초코메이 트	MTK88
품종사진										
당도(Brix)	6.0	6.0	7.8	7.1	7.7	7.2	7.5	7.4	5.6	7.3
경도(kg/cm ²)	0.87	0.72	0.75	0.65	0.75	0.71	0.65	0.75	0.65	0.73
과중(g/개)	15.7	16.0	17.6	17.2	17.4	15.4	17.0	17.3	58	18

※ 숙기가 늦어지나 경도가 높아지는 유전자 포함(engine)

품종명	스위텔	TY홀리데 이	대장금	TY요요	해볼레	캔드플러 스	미니해피	아이보리방 울	TY센스큐	브라운방 울
품종사진										
당도(Brix)	6.0	6.0	7.8	7.2	7.7	7.6	7.3	7.6	7.3	7.8
경도(kg/cm ²)	0.87	0.72	0.75	0.65	0.75	0.72	0.76	0.61	0.73	0.62
과중(g/개)	15.7	16.0	17.6	17.2	16.3	17.3	17.0	17.3	16.2	17.3



저개발국가에서 토마토 재배 시 유인식물을 이용한 친환경적 담배가루이 및 아메리카잎굴파리 방제 연구

이문행* · 임선영** · 이동진**†

*충청남도농업기술원 과채연구소
**단국대학교 식량생명공학과

Studies on the Eco-friendly Management of American Serpentine Leafminer and Whitefly in Tomatoes by Planting Attractive Trap Plants in Underdeveloped Countries

Mun Haeng Lee*, Seon Young Im**, and Dong Jin Lee**†

*Fruit vegetable research institute chungcheongnam-do A.R.E.S, Buyeo 32514, Korea

**Department of Crop Science and Biotechnology, Dankook University, 119 Dandero, Cheonan, 31116, Korea

ABSTRACT: American serpentine leafminer (*Trialeurodes vaporariorum*) and whitefly (*Bemisia tabaci*) are serious agricultural insects causing a major damage in tomato cultivation. Therefore, it is important to identify eco-friendly alternative insect host plants which can be used as suitable management against *T. vaporariorum* and *B. tabaci*. This study was conducted by evaluating their feeding preferences among three crops, cucumber, oriental melon and eggplant, that are proven to be the favorite hosts for *T. vaporariorum* and *B. tabaci*. The overproduction of suckers in oriental melon and small size of plant height as well as relatively high temperature requirement in eggplant make them inappropriate for being alternative host plants in tomato cultivation. As a consequence, cucumber was found to be most suitable host for attracting the insects and was selected for the eco-friendly management of *T. vaporariorum* and *B. tabaci*. Cucumbers were planted with tomato plants in ratios of 1 : 10, 1 : 15 and 1 : 20 per row, while control treatment contained only tomatoes. Two insecticides, emmectin benzoate (2.15%) and pyridaben (20%), were mixed and sprayed only on the attractive trap plant (cucumber) at intervals of 10 days. In all three treatments, the population density level of *T. vaporariorum* and *B. tabaci* was same. Additionally, their population reduction was similar to the application of the insecticide in the control treatment. These data showed that planting tomato plants with cucumbers in a ratio of 1:10 resulted in significant reduction of insecticide use and high yields of fruits. However, it should be noted that the appearance of *T. vaporariorum* and *B. tabaci* was about 6 to 12 days faster on tomato than cucumbers.

Key words: Tomatoes, American serpentine leafminer, Whitefly, Eco-friendly Management

서 론

토마토에 발생하는 주요 해충은 온실가루이, 담배가루이, 아메리카잎굴파리, 총채벌레 등으로 대부분이 외래해충이다(Lee, 2009). 특히 온실가루이(*Trialeurodes vaporariorum* Westwood)와 담배가루이(*Bemisia tabaci*)는 기주 범위가 넓고 시설 내에서 세대기간이 짧아 시설 내에 침입 후에는 피해가 급격히

†Corresponding author
(Phone) +82-41-550-3622
(E-mail) dongjlee@dankook.ac.kr
<Received Sep. 14, 2020 / Revised Nov. 13, 2020 / Accepted Nov. 25, 2020>

확산된다. 또한, 살충제에 내성도 쉽게 획득하여 관리가 어려운 실정이다(Choi, 1990; Neuen *et al.*, 2002). 온실가루이는 1977년 국내에 유입한 외래해충으로 전국적으로 피해를 준다(Choi *et al.*, 1991). 담배가루이는 중앙아시아, 유럽, 북중아메리카 등 각 지역에 널리 분포하고 있으며 기주범위가 넓어 약 86과 700여종 이상의 식물을 가해한다(Salas and Mendoza, 1995; Greathead, 1986). 담배가루이의 피해로는 약충과 성충이 있을 흡즙하여 생산량을 감소시키거나 바이러스병 매개 및 감로분비에 의한 피해이다. 담배가루이는 비교적 낮은 밀도로도 바이러스병을 옮기는데 그 중에서 가장 문제가 되는 것은 황화잎말림바이러스(TYLCV)이다(Brown *et al.*, 1995; Matsui, 1992; Berlinger *et al.*, 1996; Rubinstein *et al.*, 1999). 담배가루이는 세계적으로 9가지 biotype이 보고되어 있으며, 국내에서는 1998년 충북 진천에서 B biotype의 담배가루이가 처음 발견되었고 A biotype과 Q biotype이 서식하고 있는 것으로 알려져 있다(Brown *et al.*, 1995; Lee and Barro, 2000; Lee *et al.*, 2000; Lee, *et al.*, 2009). 특히 Q biotype은 다른 biotype 보다 농약에 대한 저항성이 높아 방충망, 유인트랩 등 다른 경종적 방법이 요구된다(Lee *et al.*, 2012). 가루이의 방제를 위해 우리나라에서는 델타린 유제 등 29종의 화학살충제를 사용하고 있다(KCPA, 2007). 아메리카잎굴파리는 1994년 1월 전남 광주광역시 의거라 온실에서 최초로 발생이 확인되었다(Han *et al.*, 1996). 아메리카 잎굴파리는 성충이 있을 직접 섭식하거나 유충이 갱도를 형성하면서 엽육조직을 섭식하여 기주식물의 광합성을 저해한다(Bethke and Parrella, 1985; Nagata *et al.*, 1998). 아메리카 잎굴파리에 대한 방제는 주로 화학적 방제에 의존해 왔으나, 1970년대 이후 유기염소제, 유기인제, 합성피레스로이드제 등 살충제에 대한 저항성이 보고되며 지속적으로 문제가 제기되고 있다(Schuster and Everett, 1983; Parrella *et al.*, 1983; Robb and Parrella, 1984; Mason *et al.*, 1987; Leibee and Capinera, 1995). 화학살충제의 반복사용은 천적을 활용한 생물학적 방제체계를 교란시키고, 살충제 저항성을 발달시키며, 토양이나 수질오염 및 생태계를 교란하는 결과를 초래했다(Dittrich and Ernst, 1990; Immaraju *et al.*, 1992; Nauen *et al.*, 2002; Arno *et al.*, 2010; Calvo *et al.*, 2009). 따라서 자연환경 및 농업생태계의 안정성을 유지하기 위하여 살충제 사용을 감소시킬 필요가 있다. 또한, 2018년 필리핀 KOPIA 시범사업마을 쌀재배 농가의 1년 수익이 84,000페소(한화 2,100,000원)로 저개발국가 농민들의 농가수입은 낮은 반면, 시설원예에 사용되는 살충제의 가격은 고가이다(Hong *et al.*, 2020). 이번 연구는 살충제의 가격과 비교하여 농가소득수준이 낮은 저개발국가들을 대상으로 살충제 사용량을 줄이면서 높은 방제효과를 볼 수 있는 기술을 개발하기 위하여 연구하였다.

재료 및 방법

1. 토마토 재배에 적합한 유인식물의 선발

육묘는 육묘용 상토(부농, 한국)를 이용하여 셀 크기가 72 ml 인 50공 연결포트를 사용하였고, 제 1화방의 1번화가 개화되었을 때 정식하였다. 정식 시 재식거리는 80 cm(조간)×40 cm(주간)로 하였으며 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다. 그리고 과실의 수정을 위하여 각 화방마다 2~3개의 꽃이 개화되었을 때 토마토톤을 100배로 희석하여 살포하였다. 시험 품종은 호용(다끼)이었으며 가루이의 활동이 적은 저온기와 많은 고온기로 나누어 2차례 시험을 실시하였다. 1차 시험 파종일은 2014년 11월 1일이었으며 정식일은 2014년 12월 21일이었고, 2차 시험 파종일은 2015년 5월 4일이었으며 정식일은 2015년 6월 24일 이었다.

처리

유인식물로 오이 올백다다기(세미니스), 가지혹마장(농우바이오) 참외 슈퍼물 (장춘종묘)를 토마토 10주당 1주씩 식재하였다.

조사 및 분석방법

담배가루이 밀도는 7일 간격으로 토마토와 유인식물 상위 5엽에서 조사하였으며, 유인식물의 생육은 초장, 경경, 엽장을 3회 조사하였다.

2. 유인식물(오이)의 적정 처리 밀도 구명

재배방법

육묘는 육묘용 상토(부농, 한국)를 이용하여 셀 크기가 72 ml인 50공 연결포트를 사용하였고, 제 1화방의 1번화가 개화되었을 때 정식하였다. 정식 시 재식거리는 80 cm(조간)×40 cm(주간)로 하였으며 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다. 그리고 과실의 수정을 위하여 각 화방마다 2~3개의 꽃이 개화되었을 때 토마토톤을 100배로 희석하여 살포하였다. 시험품종은 리코핀9 (대추방울)이었으며 파종일은 2015년 12월 22일이었으며 정식일은 2016년 2월 20일 이었다.

처리

유인식물로 오이 올백다다기(세미니스)를 토마토 10주, 15주, 20주 당 1주 씩 식재하였으며 대조구에는 토마토만 정식하였다. 유인식물 및 대조구에는 담배가루이, 온실가루이 및 아메리카잎굴파리에 등록된 Emamectin benzoate 유제 2.15% (1,000배)와 담배가루이 및 온실가루이 방제용으로 등록된 Pyridaben 수화제 20% (1,000배)을 혼합하여 7일 간격으로 7회 엽면 살포하였다.

조사 및 분석방법

조사는 약제살포 7일 후 실시하였으며 가루이(온실가루이, 담배가루이)는 상위 5엽에서 성충의 밀도, 아메리카 잎굴파리는 유충의 갱도 형성 피해 정도를 조사하였다.

결과 및 고찰

토마토 재배에 적합한 유인식물의 선발

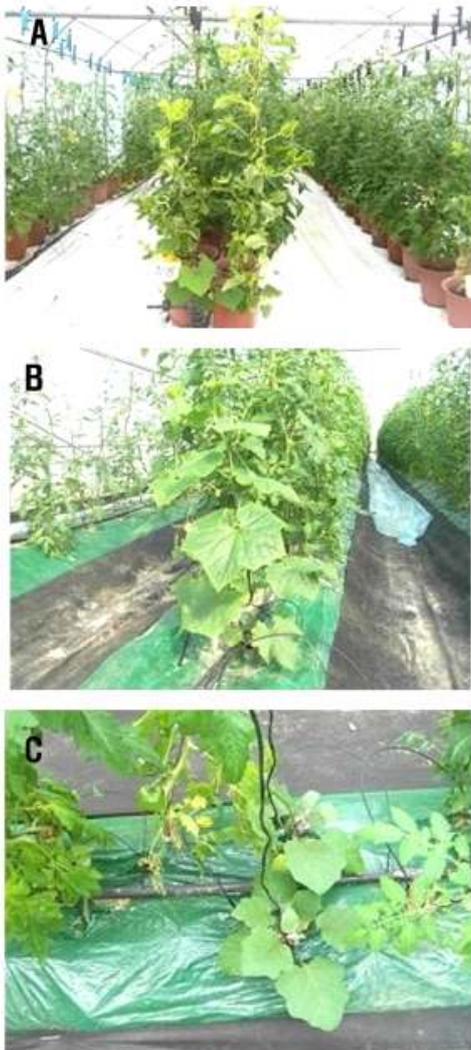


Fig. 1. Photographs of alternative host plants used to attract whitefly (*Bemisia tabaci*). A: Oriental melon, B: Cucumber, C: Eggplant. Survey day: March 15, 2015.

토마토 사이에서 유인식물로 재배한 참외, 오이 및 가지의 생육상태는 Fig. 1과 같다. 참외를 수직으로 유인하였을 경우 (Fig. 1A), 생육이 불균일하고 이상 엽이 발생하였으며 결순이 계속하여 발생하는 등 수직으로 유인하기에는 불리하였다. 가지의 경우(Fig. 1C), 생육 온도는 24~29°C로 토마토의 생육 적온인 18~25°C보다 고온의 관리가 요구되며 저온일 경우 생육이 부진하다(Delahaut and Newenhouse, 1997). 토마토의 축성·반축성 재배 온도로 관리하게 되면 Fig. 1C과 같이 초장이 작아 유인식물로 부적합하였다. 오이 생육 적온은 18~24°C로 토마토와 유사하며 유인 및 적엽 등 재배법도 비슷하여 유인식물로 사용하기에 가장 적합하였다(McComack, 2005).

Table 1은 유인식물의 생육을 조사한 것으로 2015년 4월 6일 조사에서 각 유인식물의 초장은 참외 134-205 cm, 오이 151-171 cm로 토마토의 초장(163-174 cm)과 비슷하였으며,

Table 1. Growth condition of alternative host plants in winter season

○ Oriental melon						
Date	Number of leaf		Plant height (cm)		Leaf length (cm)	
	*Entrance	Middle	Entrance	Middle	Entrance	Middle
2015. 2. 03	12	13	45	48	10	15
2015. 3. 20	30	25	178	132	18	13
2015. 4. 06	34	29	205	134	16	13

○ Cucumber						
Date	Number of leaf		Plant height (cm)		Leaf length (cm)	
	*Entrance	Middle	Entrance	Middle	Entrance	Middle
2015. 2. 03	5	6	25	27	8	9
2015. 3. 20	16	14	122	130	23	24
2015. 4. 06	22	19	151	171	24	24

○ Eggplant						
Date	Number of leaf		Plant height (cm)		Leaf length (cm)	
	*Entrance	Middle	Entrance	Middle	Entrance	Middle
2015. 2. 03	7	6	19	20	12	10
2015. 3. 20	14	13	43	40	16	17
2015. 4. 06	18	16	51	44	16	14

○ Tomato						
Date	Number of leaf		Plant height (cm)		Leaf length (cm)	
	*Entrance	Middle	Entrance	Middle	Entrance	Middle
2015. 2. 03	10	11	27	33	25	22
2015. 3. 20	15	16	132	127	35	35
2015. 4. 06	21	23	163	174	37	38

* Survey position in greenhouse

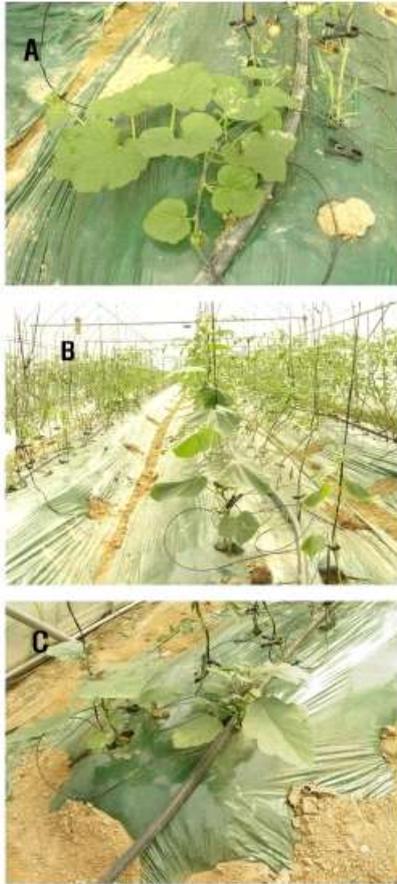


Fig. 2. Photographs of alternative host plants used to attract whitefly (*Bemisia tabaci*). A: Oriental melon, B: Cucumber, C: Eggplant. Survey day: July 20, 2015.

가지는 저온 영향 및 작물의 생육 특성상 44-51 cm로 가장 작았다. 초장이 작으면 다른 작물에 의해 햇빛이 가려져 생육에 지장을 받을 수 있다. 엽수는 참외가 가장 많았으며, 다음은 토마토, 오이 순서였고, 가지가 가장 적었다. 이는 참외가 결순이 가장 많이 발생하여 나타난 결과로 결순이 많이 나오게 되면 결순을 제거하는 작업을 자주하게 되어 재배관리에 시간과 비용이 많아지는 단점이 있다. 잎 길이는 토마토가 38 cm로 가장 길었다. 2015년 5월까지 저온이 계속됨에 따라 가루이(온실가루이, 담배가루이)는 발생되지 않았다.

Fig. 2는 고온기에 토마토 사이에서 유인식물로 재배한 참외, 오이 및 가지의 생육 상태이다. 가지는 토마토보다 초기

생장이 늦고, 식물체의 크기가 작아서 유인식물로는 적합하지 않았다. 참외는 저온기 재배와 유사하게 결순이 많이 발생하고 토마토 재배방식처럼 수식으로 줄기를 유인하기가 어려워 유인식물로 적합하지 않았다. 반면 오이는 고온기에도 초장 등 생육이 토마토와 비슷하고 토마토와 유인하는 방법이 동일하여 유인식물로 적합하다고 판단되었다.

Gergis(1997)는 담배가루이의 기주별(오이, 목화, 서양호박, 토마토) 내적 자연 증가율 비교한 결과, 목화와 토마토보다 오이와 서양호박에서 높은 자연 증가율을 보이며 기주의 적합성이 높다고 하였다. 이번 담배가루이 발생 조사 실험결과에서도 토마토만 정식한 경우, 토마토 전체 포장에서 담배가루이가 발생하였으나, 가지, 참외, 오이 등을 유인식물로 혼재하여 정식한 경우에는 유인식물에서만 담배가루이가 발생하여 토마토 보다는 오이나 참외 같은 작물을 선호한다는 결과와 일치하였다(Table 2). 오이와 토마토는 수직으로 유인하고 결순을 제거하는 등 재배 관리방법이 유사하나 참외는 수평으로 유인하고 관리방법 또한 토마토와 차이가 커 참외보다 오이가 유인식물로 적합하였다.

유인식물(오이) 적정 처리 밀도 구명

Table 3은 유인식물(오이)의 정식 밀도별 담배가루이 발생 조사 결과이다. 오이를 유인식물로 정식한 포장과 토마토만 재배한 포장에서의 담배가루이 발생 시기를 비교한 결과, 유인식물을 정식한 곳에서의 담배가루이 발생이 6-13일 빨랐으며 이 결과로 유인식물을 정식 하였을 때 외부에서 담배가루이의 유입이 더 빠르다고 판단할 수 있다. 토마토만 재배한 포장에서 전체적으로 살충제로 방제한 포장과 오이를 유인식물로 재식하고 유인식물에만 방제한 포장의 담배가루이 발생 정도는 유사하였다. 따라서 유인식물에만 살충제를 살포하는 것만으로도 토마토 포장 전체에 살포하는 것은 유사한 살충 효과를 얻을 수 있음을 의미한다.

이것은 살충제 사용량이 1/20로 줄어드는 효과를 기대할 수 있으나 상대적으로 토마토 재식 주수도 줄어들어 토마토의 생산량이 감소된다. 그러므로 토마토 가격이 살충제보다 고가인 경우에는 경제성 분석을 통한 추가적인 고려가 필요한 것이다.

Table 4는 유인식물인 오이의 밀도 별 아메리카잎굴파리 피해 정도를 나타낸 것으로 오이를 유인식물로 정식한 포장에서 6일 정도 먼저 아메리카잎굴파리의 피해가 발생하였으며 토마토 포장 전체를 살충제로 방제한 것과 유인식물(오이)에만 살충제를 처리한 것 사이에 피해 정도는 유사하였다. 모든 처리에서 아메리카잎굴파리의 개체수는 5-6마리/10주 였다.

Lim *et al.*(2007)은 아메리카잎굴파리의 경제적 피해허용 수준을 10-20마리/10주 라고 하였는데 이번 연구에서 유인식물을 이용한 방제 결과는 경제적 피해허용 수준 아래로 방제 효과가 상당히 높다고 할 수 있다.

Table 2. Comparison of attraction effect of whitefly(*Bemisia tabaci*) on alternative host plants (eggplant, oriental melon and cucumber)

Crop	Survey position	Planting arrangement order of alternative host plants and tomatoes										
		Alternative host plant	No. of Tomato									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eggplant	Entrance	1.3 ²	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Middle	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rear	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oriental melon	Entrance	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Middle	1.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rear	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cucumber	Entrance	2.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Middle	1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rear	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tomato	Entrance	-	0.5	0.5	0	0.5	0	0	0.5	0	0	0.5
	Middle	-	1	0	0.5	0.5	0	0	0.5	0	0	0.5
	Rear	-	0.5	0	0	0	0.5	0	0.5	0.5	0	0

²Number of whitefly on tomatoes and alternative host plants. Survey day: July 15, 2015.

Table 3. Attraction of whitefly according to planting density of cucumber

Density of Cucumber/ Tomato	Survey date						
	2016. 5. 6	5. 12	5. 19	5. 26	6. 2	6. 9	6. 15
1/10	0 ²	0.1	0.2	0.1	0.2	0.3	0.4a ²
1/15	0	0	0.1	0.2	0.2	0.3	0.2a
1/20	0	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3a
Tomato (control)	0	0	0	0.1	0.1	0.2	0.2a

²Number of whitefly on tomato plants. Survey number of 10 plants and three replication

²The same letters are not significantly different ($P=0.05$).

Table 4. Damage of the leaves by American serpentine leafminer according to alternative host plant, cucumber in greenhouse

Density of Cucumber/ Tomato	Survey date						
	2016. 5. 6	5. 12	5. 19	5. 26	6. 2	6. 9	6. 15
1/10	1.5 ²	2.0	2.5	2.5	4.0	4.5	5.0a ²
1/15	0	2.5	3.0	4.0	4.5	6.0	6.0a
1/20	0	3.0	3.0	3.0	5.0	5.5	5.5a
Tomato (control)	0	2.0	2.5	3.0	4.5	5.0	6.0a

²Number of leafminer on tomato plants. Survey number of 10 plants and three replication

²The same letters are not significantly different ($P=0.05$).

적 요

본 연구는 농가소득에 비해 농약가격이 비싼 저개발국가에서 농약의 사용을 줄여 농가소득을 향상시키고 지속가능한 농업을 하기 위하여 실시하였다.

1. 담배가루이 및 아메리카잎굴파리가 좋아하는 오이, 가지, 참외 3가지 작물 중 토마토 재배에 가장 유리한 유인식물로 생육온도 및 재배방법이 유사한 오이를 선발하였다. 가지는 초장이 작고 토마토보다 고온을 요구하여 겨울 재배에는 적합하지 않았다. 참외는 결순이 많이 나와 오이보다 재배 관리가 어려웠다. 토마토 재배 시 유인식물로는 오이가 가장 적합하였다.

2. 토마토 10, 15, 20주 당 1주 씩 오이를 정식 한 후 Emamectinbenzoate 유제 2.15%와 Pyridaben 수화제 20%를 혼합하여 유인식물에만 7일 간격으로 살포한 결과, 토마토 전체 포장에 살충제를 처리한 결과와 유사한 담배가루이 및 아메리카잎굴파리 발생 및 피해 정도를 보였다.

3. 유인식물을 많이 정식 할수록 토마토의 정식 주수가 줄어들어 토마토의 수확량이 감소하므로 유인식물의 재식주수가 가장 낮은 토마토 20주 당 1주 씩 오이를 정식하는 것이 가장 높은 생산량을 기대할 수 있다.

4. 오이를 유인식물로 사용할 경우 해충의 출현이 토마토만 정식하였을 경우보다 6-12일 빠르므로 예찰에 유의하여야 한다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 연구는 농림축산식품부 농식품연구성과후속지원사업 (No120035-1)에 의해 이루어진 성과 임.

REFERENCES

- Arno, J., C. Castane, and J. Riudavets. 2010. Risk of damage to tomato crops by the generalist zoophytophagous predator *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) (Hemiptera : Miridae). Bulletin of entomological research. 100(1):105-116.
- Berlinger, J. M., Lebiush-Mordechi, S., Dahan, R., and Taylor, R. A. J. 1996. A rapid method for screening insecticides in the laboratory. Pestic. Sci. 46: 345-353.
- Brown, J. K., Frohlich, D. R., and Rosell, R. C. 1995. The sweetpotato or silverleaf white flies: biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex?. Annu. Rev. Entomol. 40: 511-534.
- Calvo, J., K. Bolckmans, P. A. Stansly, and A. Urbaneja. 2009. Predation by *Nesidiocoris tenuis* on *Bemisia tabaci* and injury to tomato. BioControl. 54:237-246.
- Choi, G. M. 1990. Ecology and control of vegetable insect pests. NIAST. pp. 224.
- Choi, K. M., Ahn, S. B., Cho, W. S., Lee, S. H., Han, S. C., and Lee, M. H. 1991. The illustrated guide to Korean vegetable insect pests. NongJinHoe. Suwon. Korea.
- Delahaut, K. A. and Newenhouse, A. C. 1997. Growing tomatoes, peppers, and eggplants in Wisconsin: A guide for fresh-market growers. Univ. of Wisconsin-Extension.
- Dittrich, V.S. and G.H. Ernst. 1990. Chemical control and insecticide resistance of whiteflies. pp.263-285. Intercept Ltd., Andover, U.K.
- Gergis, M F. 1997. Population growth and life table analysis of whitefly in relation to temperature and host plants. Beltwide cotton conference. New Orleans. 1229-1230.
- Greathead, A. J.H. 1986. Host plants. pp. 17-25 In M.J.W. Cock [Ed], *Bemisia tabaci*-A Literature Survey on the Cotton Whitefly with an Annotated Bibliography, 121 pp. FAO/CAB, Ascot, UK.
- Han, M. J., Lee, S. H., Choi, J. Y., Ahn, S. B. and Lee, M. H. 1996. Newly introduced insect pest, American serpentine leafminer, *Liriomyza trifolii*(Diptera: Agromyzidae) in Korea. Korean J. Appl. Entomol. 35: 309-314.
- Hong, S. J., Kim, S. S., Ha, W. G., Lee, J. S., and Kim, Y. K. 2020. Analysis of effects on model village project for rice seed production and dissemination implemented by KOPIA Philippines center. Korean Soc. Int. Agric. 32: 159-165.
- Immaraju, J.A., T.D. Paine, J.A. Bethke, K.L. Robb, and J.P. Newman. 1992. Western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) resistance to insecticides in coastal California greenhouse. J. Econ. Entomol. 85:9-14.
- Korea Crop Protection Association(KCPA). 2007. Agrochemical Use Guide Book (Annually). Korea Crop Protection Association, Seoul, Korea.
- Lee G. S. 2009. Major crop pest-Tomato(1). 247: 46-47. Life and damage.
- Lee, M. L. and P. J. De Barro. 2000. Characterization of different biotypes of *Bemisia tabaci*(Gennadius)(Homoptera: Aleyrodidae) in South Korea based on 16s ribosomal RNA sequences. Korean J. Appl. Entomol. 39: 5-12.
- Lee, M. L., Ahn, S. B. and Cho, W. S. 2000. Morphological characteristics of *Bemisia tabaci*(gennadius)(Homoptera: Aleyrodidae) and discrimination of their biotypes in Korea by DNA markers. Korean J. Appl. Entomol. 39: 5-12.
- Lee, Y. S., Kim, J. Y., Hong, S. S., Park, J. A., and Park, H. H. 2012. Occurrence of sweet-potato whitefly, *Bemisia tabaci*(Homoptera: Aleyrodidae) and its response to insecticide in Gyeonggi area. Korean J. Appl. Entomol. 51: 377-382.
- Leibee, G. L. and Capinera, J. L. 1995. Pesticide resistance in Florida insects limits management options. Florida Entomologist.78: 386-399.
- Lim, J. R., Moon, H. c>, Choi, S. U., Lee, K. K., Ko, B. R., Choi, S. C., Jeon, Y. K. and Hwang, C. Y. 2007. Economic injury levels of *Liriomyza trifolii* burgess(Diptera: Agromyzidae) infesting eggplant in greenhouse. Korean J. Appl. Entomol. 46: 409-414.
- Mason, G. A., Hohnson, M. W. and Tabashnik, B. E. 1987. Susceptibility of *Liriomyza sativae* and *L. trifolii*(Diptera: Agromyzidae) to permethrin and fenvalerate. J. Econ. Entomol. 80: 1262-1266.
- Matsui, M. 1992. Irregular ripening of tomato fruit caused by the sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci*(Gennadius) in Japan. Jpn. J. Appl. Zool. 36: 47-49(in Japanese).
- McCormarck, J. H. 2005. Cucurbit seed production: An organic seed production manual for seed growers in the Mid-Atlantic and Southern U. S.
- Neuen, M., Stump N. and Elbert, A. 2002. Toxicological and mechanistic studies on neonicotinoid cross resistance in Q-type *Bemisia tabaci*. Pest Manag. Sci. 58: 868-875.
- Parrella, M. P., Christie, G. D. and Robb, K. L. 1983. Compatibility of insect growth regulators and *Chrysoscharis parksii*(Hymenoptera: Eulophidae) for the control of *Liriomyza trifolii*(Diptera: Agromyzidae). J. Econ. Entomol. 76: 949-951.
- Robb, K. L. and Parrella, M. P. 1984. Sublethal effects of two insect growth regulators applied to larvae of *Liriomyza trifolii*(Diptera: Agromyzidae). J. Econ. Entomol. 77: 1288-1292.
- Rubinstein, G., Morin, S. and Czsnek, H. 1999. Transmission of tomato yellow leaf curl geminivirus to imidacloprid treated tomato plants by the whitefly *Bemisia tabaci*(Homoptera: Aleyrodidae). J. Econ. Entomol. 92: 658-662.
- Salas, J. and O. Mendoza. 1995. Biology of the sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) on tomato. Florida. Entomol. 78(1): 156-160.
- Schuster, D. J. and Everett P. H. 1983. Response of *Liriomyza trifolii*(Diptera: Agromyzidae) to insecticides on tomato. J. Econ. Entomol. 82: 1011-1018.

<첨부1>

평가의견에 대한 조치 및 개인정보 삭제 확인서

평가의견에 대한 조치

평가의견	조치내용	비고
○ 보고서 내에 연구수행물 결과물에 대한 구체적인 내용 제시가 미흡함	○ 연구기간 개발한 가압챔버에 대한 설명과 감미수 특징을 비교 설명함 (최종보고서 17~19쪽에 제시함)	
○ 신제품으로 오인하지 않도록 가공품임을 소비자에게 정확히 제시할 필요성이 있음	○ 단마토 유형 분석을 의뢰하여 농림축산식품부에서 식약처 의견을 반영하여 과채가공품으로 품목 분류 하였음. 연구기관에서도 생산된 단마토 스티커에 과채가공품임을 표시함 (최종보고서 20 쪽에 제시함)	
○ 단마토 가공은 미숙과에 적용될 수 있는 기술로써 숙성과가 갖고 있는 상품성을 유지/보완할 수 있는 전략이 요구됨	○ 단마토 가공 품위에 맞는 속도는 80%이며 신제품인 단마토라이코펜플러스 원료는 과숙된 토마토로서 라이코펜 함유량이 8mg/100ml 이상인 과숙토마토를 활용할 계획임 (최종보고서 21쪽에 제시함)	

개인정보 삭제 확인

본인은 연구과제 최종보고서의 개인정보(주민등록번호 등)를 삭제하여 제출함을 확인합니다.

2021. 8. 23.

주관연구책임자 : 오 인 호



[별첨 1]

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 고당도 기능성 신선토마토 개발기술 고도화 연구					
	(영문) A Study on the Advancement of Technical Development for Highly Sweetened and Functional Fresh Tomato					
주관연구기관	단마토유통		주 관 연 구 책 임 자	(소속) 단마토유통		
참 여 기 업	다이카(DICA)			(성명) 오인호		
총연구개발비 (173,500,천원)	계	173,500천원	총 연 구 기 간	2020. 4. 20 ~ 2021 .4. 19.. (1년)		
	정부출연 연구개발비	130,000천원		총 인 원	14	
	기업부담금	43,500천원		총 참 여 연구 원 수	내부인원	2
	연구기관부담금	-		외부인원	12	

○ 연구개발 목표 및 성과

<연구개발 목표>

- 단마토 생산시 가압으로 인한 토마토 표피가 깨지는 열과현상 감소 및 방지
- 단마토 가공 후 무름현상 방지 및 저장성 강화 방안
- 가공 및 유통과정에서 발생 가능한 안전관리 매뉴얼 구축
- 스테비오사이드의 쓴 맛을 중화하거나 끝맛을 개운하게 만드는 첨가제 탐구

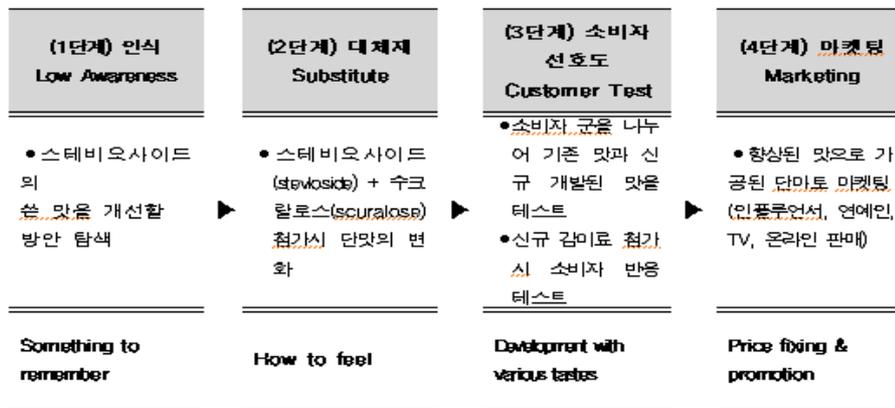
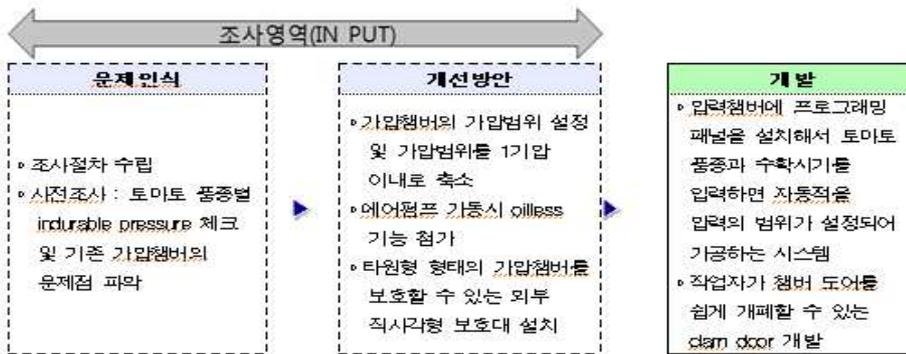
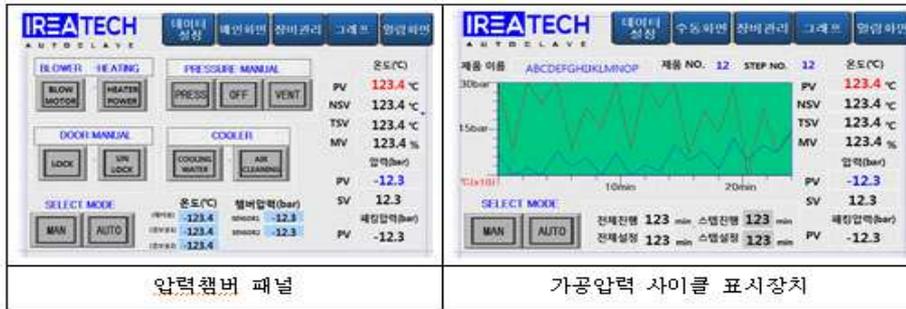
<연구과제 핵심 성과>

- 단마토 생산공장 설립 및 생산(경기도 화성시 동탄지역/’20. 11월 생산)
- 단마토 생산 2공장 건립(2021. 10월 완공, 일10톤 생산, 경기도 화성군 소재)
- 단마토 가공 신기술 수출 기반 구축
 - => 한국형 토마토 가공기계 수출 및 해외 현지 가공공장 설립 기반 구축 (캐나다, 몽골, 싱가포르, 호주 및 일본의 파트너 결정)
 - => 단마토 개발 방법에 대한 특허 등록
 - => 전 세계 단마토 생산공장 구축을 위한 PCT출원, 국내진입 특허 출원
- 신제품 개발
 - => (베이비)단마토, 완숙단마토, 새콤달콤 단마토, 프리미엄 단마토, 단송, 단산수
- 토마토 신규 수요층 개발 => 토마토 생산농가(작목반 수익성 향상)

○ 연구내용 및 결과

<연구내용>

- 주관연구기관(단마토유통) : 압력챔버개발, 레시피 개발



- 위탁연구기관(다이카) : 가압챔버 압력(3~5atm)을 견딜 수 있는 토마토 품종 탐색
 토마토는 저장기간이 짧아 단기간에 생산량이 늘어나면 시장가격이 매우 낮고 반대 생산량이 부족하면 가격이 매우 높게 형성된다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 몇 가지 돌연변이 유전자를 갖고 있는 품종이 개발되어 있으며 대표적으로 *alcobaca(alc)*, *ripening inhibitor(rin)*, *non-ripening(nor)* 등의 돌연변이 유전자를 갖고 있는 토마토는 돌연변이가 없는 토마토보다 저장기간이 길어지고 푸른색에서 빨간색으로 익는 시간이 길어진다(Naveen et al., 2008).

토마토가 유통기한 중 물러지는 것은 토마토의 익는 속기와 관련되어 있다. 토마토의 숙기가 너무 진행되면 조직이 부드러워져 원거리 이동이 어려워진다. 따라서 선별기에서 외부 색깔의 변화로 선별하고 있다(Abbott et al., 1997).

토마토의 숙기는 과일이 노출된 에틸렌가스 농도와 온도가 높을수록 숙기가 빨라지고 과육이 부드러워지며 이것은 몇 가지 세포벽 분해 효소와 관련되어 있다(Fisher and Bennett, 1991).

토마토를 수확하여 스테비아를 가공 처리하는 단마토, 토망고 등은 제조 과정에서 가압처리를 하기 때문에 토마토의 조직이 단단하여야 한다. 그러나 외부온도가 상승하는

4월부터 9월까지 스테비아 가공처리 시 유통과정에서 물러지고 세균에 감염되는 현상이 발생하여 문제가 되고 있다. 또한 온도가 낮은 시기에도 과육이 단단하면 유통기한을 연장할 수 있다.

이번 연구에서는 돌연변이 유전자를 갖고 있는 품종 및 일반 품종 중에서 스테비아 토마토 생산에 적합한 품종을 선발하고 토마토 품질에 영향을 주지 않으면서 조직이 단단한 8종의 토마토를 선정해서 실증재배 및 가공공정을 거쳐 단마토 생산에 필요한 품종을 개발하였다.

<결과>

1. 단마토 생산용 가압챔버 개발 완료

- 용량 : 1000cc(240kg 생산), 1회 가공 소요시간 : 30분, 현재까지 800회 시험생산 완료

2. 단마토 가공용 토마토 품종 선발

- 브라보, 텅커벨, 스위텔, 바마노 및 네블라 4종 선발(현재까지 140톤 생산 및 유통)

3. 지식재산권

- 특허등록 1건, PCT 출원 1건, PCT 국내진입 특허출원 1건, 상표등록 1건, 상표출원 4건

○ 연구성과 활용실적 및 계획

- 단마토 개발 이후 토마토 생산농가의 품위 기준은 마트용(기존)과 가공용 품위로 구분되며, 농가별로 가공용 토마토만 전문적으로 생산하는 작목반이 구성됨

=> 단마토 개발 이후 토마토 생산농가의 품위 기준 변경

- 단마토의 직접 수출 또는 해외 현지생산 공장 설립으로 한국산 토마토 수출 증대 및 수출국 다변화 추진 => 해외 각국에 단마토 생산공장을 설립을 추진중에 있으며

○ 한국산 농업기계 수출 활성화

- 단마토는 전세계 최초로 개발된 고당도 기능성 토마토이며 가공품임. 가공을 위해 수반되는 압력챔버, 세척기, 건조기, 포장기 등의 시설비용은 1일 10톤 생산규모시 5억원 정도의 기계 제작비용이 소요되는데, 이러한 기계를 생산해서 해외에 수출하는 경우 기술수출 및 한국산 가공토마토 기계 수출까지 일관 플랜트 수출이 가능함

=> 단마토 가공기계 생산시스템의 플랜트 수출과 가공인력의 해외파견으로 한국형 농산물 기계(K-Agrimachine) 수출활성화 기여

[별첨 2]

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호		120035-1	
사업구분					
연구분야				과제구분	단위
사업명	농식품연구성과후속지원사업				주관
총괄과제				총괄책임자	
과제명	고당도 기능성 신선토마토 개발기술 고도화 연구			과제유형	(기초,응용,개발)
연구기관	단마토유통			연구책임자	오인호
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차연도	2020.4.20~2021.4.19	130,000천원	43,500천원	173,500천원
	2차연도				
	3차연도				
	4차연도				
	5차연도				
	계				
참여기업	농업회사법인 머쉬엠(주), 다리카, 이화여대 약학과, 경북대 식품영양학과				
상대국			상대국연구기관		

※ 총 연구기간이 5차연도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2021. 8. 13

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
단마토유통	대표	오인호

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

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

확약	
----	---

I. 연구개발실적

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

단마토는 세계 최초로 개발된 제품으로 특허기술 기반으로 개발되었으며 보다 진보된 특허기술이 지난 8월에 등록(특허 제10-2290608호)되었을 뿐만 아니라 PCT 출원이 완료되어 각 국가별 특허 진입이 진행중으로 선행으로 대한민국에 대한 특허출원을 완료했음. 따라서 이번 연구과제 개발결과의 우수성과 창의성은 특허기술에 따른 성과로 아주우수 등급을 부여함

2. 연구개발 결과의 파급효과

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

단마토는 토마토의 당도를 18brix 이상으로 개선한 과채가공품으로 토마토 소비량 증대에 기여를 하고 있으며 2020년 내수시장 매출액이 약 250억원 이상인 제품으로 향후 5년 이내에 1000억원 시장으로 성장할 수 있음(근거 : 단마토(토망고, 샤인마토 등 유사제품 포함) 생산량은 일간 20,000kg * 10,000원/kg)이며 추가 증설 중인 물량을 감안하면 2022년에 일간 40톤 생산 가능)

또한 단마토의 주요 소비층은 다이어트를 하기 위한 2~30대 및 학교급식으로 배정되어 학생들이 소비하게 되므로 기존 토마토 소비자외에 신규 소비자층이 형성되어 우리나라 토마토 소비량 증대에 크게 기여할 것으로 사료되어 아주 우수 등급을 부여함

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

현재 단마토 외에 옥수수, 고구마 등으로 가공품 범위가 확대되고 있어 연구개발 결과의 파급효과는 아주 우수하다고 사료됨. 가공방법은 압력을 가하는 방식으로 감미수가 흡착되게 하는 특허기술로 가압챔버와 기타 가공 부속 설비(세척기, 건조기, 포장기 등)를 일관생산해서 각 나라별로 가공설비를 수출할 예정으로 가공방법 및 가공기계 개발로 한국산 농업기계 수출이라는 새로운 부수적 효과 달성이 가능함

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

이번 연구과제는 2018년 수행한 창업벤처 연구과제 후속사업으로 선행과제에서 개발한 시제품 및 제품의 시장평가가 매우 우수하였고 매출신장율도 매우 뛰어나 후속 연구과제가 반드시 필요한 시기에 선정되었으며 당 연구수행 담당자들은 연구과제 목표 수행을 위해 성실히 연구를 진행했으며 연구과제 종료 후 최종평가에서 성실하게 수행했다는 평가에 의해 우수 등급 부여

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

이번 연구과제 성과로 특허출원 1건, 특허등록 1건, PCT 출원 1건 및 상표출원 3건과 상표등록 1건, 논문 1건 등으로 아주우수 등급을 부여함

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
가압챔버 개발	60	100	2020. 10월 개발 완료하여 현재까지 800회 가공 생산 완료
가공용 토마토 품종 탐구	30	100	가공용 토마토 4종 선발
안전성 확보방안	10	100	식품공전에 따라 매월 안전성 검사 시행 및 검사결과 양호
합계	100점	100	

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

이번 연구과제 목표인 단마토 생산기반 구축과 가공용 토마토에 부합하는 품종탐색으로 2020년 11월부터 단마토를 생산하고 있으며 현재 매월 3억원의 매출을 달성하고 있음. 생산공장 투자도 연계되어 올 하반기 일일 10톤 생산이 가능한 가공공장을 운영하게 됨. 따라서 연구과제 목표 달성 및 매출과 고용의 초과달성의 성과를 거두고 있음

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

특이사항 없음

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

이번 연구과제 수행기간이 1년으로 지속적인 성과개발을 위한 연구기간이 짧은 아쉬움이 있으며 보다 많은 성과를 거둘 수 있도록 연관된 연구과제 수행이 필요함.

IV. 보안성 검토

해당사항 없음

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 연구책임자의 의견

해당사항 없음

2. 연구기관 자체의 검토결과

해당사항 없음

[별첨 3]

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input checked="" type="checkbox"/> 자유응모과제 <input type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야	
연구과제명	고당도 기능성 신선토마토 개발기술 고도화 연구		
주관연구기관	단마토유통	주관연구책임자	오인호
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금 총연구개발비
	130,000천원	43,500천원	173,500천원
연구개발기간	2020. 4. 20 ~ 2021. 4. 19		
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
① 단마토 생산가능 가압챔버 제작	연구기간에 1000cc 용량의 가압챔버 제작 완료했으며 2020. 11월부터 매일 800킬로 생산을 하고 있음. 추가로 용량이 2대 증대된 가압챔버를 제작중에 있으며 생산량도 일간 3톤규모로 확대함
② 안전성 강화 방안 탐구	매월 식품공전에 따라 정기적인 위생검사를 실시하고 있으며 식품기준에 부합하게 생산하고 있음
③ 가공용 토마토 품종 개발	충남농업기술원, 위탁기관(다이카)에서 브라보, 텅커벨, 스위텔, 바마노 등의 품종을 선정해서 농가별 작목반을 통해 생산과 시제품을 제작했으며 현재 하나로마트, 쿠팡, 네이버 등에서 매일 3억원 이상의 매출을 시현하고 있음

3. 연구목표 대비 성과

성과 목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	건수	기술 료	제품 화	매출 액	수출 액	고용 창출	투자 유치		논문		학술 발표			정책 활용	홍보 전시	
												SCI	비 SCI						
단위	건	건	건	건	백만 원	건	백만 원	백만 원	명	백만 원	건	건	건	건	명	건	건		
가중치																			
최종목표	1				50	2	300	100	4			1					1	1	
연간내 달성실적					100	4	150	0	6			1					1	2	
달성율(%)	0				200	200	500	0	150			100					100	200	

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	단마토 제조방법에 특허기술
②	가압챔버 제작 기술
③	단마토 가공에 부합하는 토마토 품종 탐색

5. 연구결과별 기술적 수준

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

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	국내 뿐만 아니라 해외에 단마토 생산공장 설립 및 기술이전으로 수익성 증대
②의 기술	단마토는 세계 최초로 개발된 고당도 과채가공 기술로 제조기술의 특허등록이 완료돼 해외 현지에서 생산 기계를 수출하여 국내 농업기계(K-AGIRMACHINE) 수출 기대
③의 기술	해외에 개량된 품종의 수출 및 현지 생산을 통한 단마토 브랜드 확대

7. 연구종료 후 성과창출 계획

성과목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타 (타연구활용등)
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		학술발표			정책활용	홍보전시	
												SCI	비SCI						
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명				
가중치																			
최종목표	3	2			200	6	8000	500	15				2			2	2	5	
연구기간내 달성실적					100	4	3000		6				1				1	2	
연구종료후 성과창출 계획	3	2			100	2	5000	500	7				1			2	1	3	

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술명 ¹⁾	단마토 제조 방법에 대한 기술특허		
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input checked="" type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	150,000천원
이전방식 ²⁾	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input checked="" type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타()		
이전소요기간	2년	실용화예상시기 ³⁾	2021. 11
기술이전시 선행조건 ⁴⁾	기술 이전을 요청하는 업체에서 생산시설(건물, 생산기계, 해썬시설 등)을 구축(투자)하는 조건		

- 1) 핵심기술이 2개 이상일 경우에는 각 핵심기술별로 위의 표를 별도로 작성
- 2) 전용실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 다른 1인에게 독점적으로 허락한 권리
통상실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 제3자에게 중복적으로 허락한 권리
- 3) 실용화예상시기 : 상품화인 경우 상품의 최초 출시 시기, 공정개선인 경우 공정개선 완료시기 등
- 4) 기술 이전 시 선행요건 : 기술실시계약을 체결하기 위한 제반 사전협의사항(기술지도, 설비 및 장비 등 기술이전 전에 실시기업에서 갖추어야 할 조건을 기재)

주 의

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