

발간등록번호

11-1543000-000919-01

충남 토마토 산업의 스마트화 육성  
요소기술 개발 및 생산 혁신사업

(Smart Technology Development and production Innovation  
Business for Tomato Industry of Chungnam Province)

충남대학교

농림축산식품부

# 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “충남 토마토 산업의 스마트화 육성 요소기술 개발 및 생산 혁신사업” 과제의 보고서로 제출합니다.

2015년 6월 26일

주관연구기관명 : 충남대학교

주관연구책임자 : 박 종 석

세부연구책임자 : 김 영 식

연 구 원 : 첨부 참조

# 요 약 문

## I. 제 목

충남 토마토 산업의 스마트화 육성 요소기술 개발 및 생산 혁신사업

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

고품질 토마토의 연중 안정생산을 위한 생산기반 구축을 하고자 충남 토마토 생산 현장에 순환식 수경재배, 온실 에너지 절감기술, 지능형 복합 환경 관리 시스템 등의 요소 기술을 선별하고 요구 사항을 기획하고자 했다.

이를 위해 토마토 생산의 복합 관리 체인을 구축하고, 관리시스템을 선진화함으로써 토마토 농산업의 국제 경쟁력을 갖추어 생산 혁신을 이룰 수 있는 실행 전략 개발을 도출했다.

## III. 연구개발 내용 및 범위

본 연구진은 Market 분석, SWOT 분석, SKEPTIC LIST 분석 등을 통한 토마토 산업 분석을 실시하였고, 이를 통해 R&D 과제 설계를 하였다.

## IV. 연구개발결과

다양한 토마토 산업 분석을 통해 핵심성과지표(KPI)와 핵심 성공 요인(CSF)을 설계하였으며 이와 같은 결과와 중복성 검토 등을 토대로 다음과 같은 핵심요소기술들을 도출했다.

- ICT 기반 온실복합환경제어시스템 플랫폼 기술 고도화 및 산업화
- 온실 에너지 절감 틸트 기술 패키지화 및 보급
- 스마트 생산 관리 매뉴얼 개발 및 인력양성 프로그램 개발
- 스마트기술을 이용한 작업관리시스템의 개발 및 보급
- 배지중량제어법을 이용한 자동급액시스템 개발
- 토마토 고수익 창출을 위한 유통 채널별 전략 수립

## V. 연구성과 및 성과활용 계획

본 기획과제의 성과를 통해 “충남 토마토 산업의 스마트화 육성 요소기술 개발 및 생산 혁신사업”을 도출하였으며, 본 실행과제를 통해 다양한 성과활용이 기대된다.

## SUMMARY

### (영문요약문)

#### I. Title

Smart technology development and production innovation business for tomato industry of Chungnam Province

#### II. The purpose and need for research and development

To establish year-round stable high-quality tomatoes production in Chungnam Province, it was planned to select key technologies, such as recirculating hydroponics, greenhouse energy-saving technologies, and smart complex environment management systems. It was drawn to develop implementation strategies that ensure the tomato production innovation with international competitiveness by advancing a management system and establishing a complex management chain system for tomato production.

#### III. Research contents and scope

The researchers conducted tomato industry analysis by the Market analysis, SWOT analysis, and SKEPTIC LIST analysis, and the R&D project was designed by them.

#### IV. Research Results

Key Performance Indicators (KPI) and critical success factors (CSF) were designed through a various analysis of tomato industry. Based on these results and redundancy reviews we have drawn the following core technologies.

- Platform technology advancement related with ICT-based greenhouse complex environment control system and its industrialization
- Greenhouse energy saving technology packages and dissemination
- Development of smart product management manual and human resources programs
- Development and dissemination of task management system using smart technology
- Development of an automatic irrigation system using a medium weight control method
- Making a strategy according to the type of distribution channel for generating high-return tomato

#### V. Research achievements and future plan

Through the results of this project, it was drawn to "smart technology development and production innovation business for tomato industry of Chungnam Province", and is expected to take advantage of a variety of performance through the execution challenges.

# CONTENTS

## (영 문 목 차)

Chapter 1. Overview of research and development

1.1 The purpose of research and development

1.2 Needs for research and development

1.3 The scope of research and development

Chapter 2. Present status of technical development at domestic and abroad

Chapter 3. Research contents and results

3.1 Tomato industry analysis

3.2 R&D project design

Chapter 4. Goal achievement and contribution to related fields

Chapter 5. Research development outcome and plan to its application

Chapter 6. International science and technology information obtained during the research

Chapter 7. Present status for the facilities and equipments of the research center

Chapter 8. Cited literatures

# 목 차

- 제 1 장 연구개발과제의 개요
  - 제 1 절 연구개발과제의 목적
  - 제 2 절 연구개발과제의 필요성
  - 제 3 절 연구개발과제의 연구범위
  
- 제 2 장 국내외 기술개발 현황
  
- 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과
  - 제 1 절 토마토 산업 분석
  - 제 2 절 R&D 과제 설계
  
- 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도
  
- 제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획
  
- 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보
  
- 제 7 장 연구시설·장비 현황
  
- 제 8 장 참고문헌

# 제 1 장 연구개발과제의 개요

## 제 1 절 연구개발과제의 목적

고품질 토마토의 연중 안정생산을 위한 생산기반 구축을 위해 충남 토마토 생산 현장에 순환식 수경재배, 온실 에너지 절감기술, 지능형 복합 환경 관리 시스템 등의 요소 기술을 선별하고 요구 사항을 기획하고자 한다.

## 제 2 절 연구개발과제의 필요성

토마토 생산성 향상을 이루려면 토마토 산업의 생산기술, 에너지 절감기술, 가치기반 수출시스템 고도화와 지자체와 함께하는 컨설팅 및 창의적 인재양성 시스템 고도화를 이루는 것이 필요하다. 이를 통해 농가 소득, 유통 및 수출이 향상되고 기술개발 모티베이션과 컨설팅을 제공하여 자기 학습능력을 배가시킬 수 있다.

## 제 3 절 연구개발과제의 연구범위

현장 중심의 문제점을 파악하여 원인 분석 및 스마트 요소 기술(순환식 수경재배, 에너지 절감기술, 연동형온실 복합 환경 관리 시스템 등) 기획을 통해 경쟁력 강화 토대를 구축하고, 고품질 토마토 생산 기반 확립에 기여한다. 현장 컨설팅과 연계된 생산자 중심의 견학 및 교육 프로그램과 경영 개선 프로그램 개발 방향을 기획하여 산업 경쟁력을 강화한다.

## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

### 1. 세계 토마토 산업 동향

#### ○ 토마토 생산 동향

- 세계 토마토 생산 면적 및 생산량은 꾸준히 늘고 있으며 주요 생산국은 중국, 인도, 미국, 터키로 중국이 세계 토마토 재배 면적의 20%, 세계 토마토 생산량의 30%를 차지하고 있음.

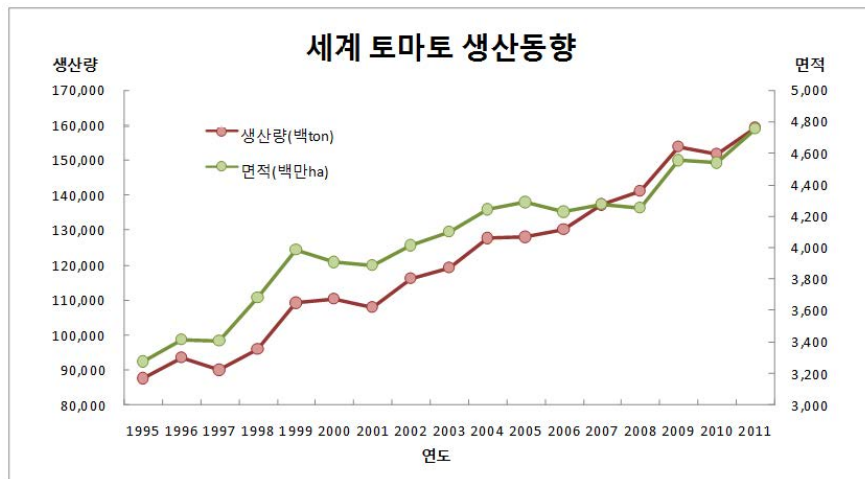


그림. 세계 토마토 면적 및 생산량 추이

\* 출처: FAOSTAT

표. 세계 토마토 재배면적 및 생산량

순위	국가	재배면적(천ha)	순위	국가	생산량(천tone)
	전체	4,752		전체	159,347
1	중국	981	1	중국	48,450
2	인도	865	2	인도	16,826
7	미국	147	3	미국	12,526
92	네덜란드	1.7	25	네덜란드	815
67	한국	5.9	43	한국	368

\* 출처: FAOSTAT 2011

#### ○ 토마토 교역 동향

- 세계 토마토 교역 규모는 매년 증가하고 있는 추세이며 품목별로는 신선토마토의 교역 규모가 가장 큰 편으로 수출의 경우 세계 수출액의 52.0%, 수입액의 63.1%를 차지하고 있으며, 신선토마토 다음으로는 토마토 페이스트, 토마토 조제품, 토마토 케첩 및 소스, 토마토 주스 순으로 교역 규모가 큼.
- 세계 토마토 수출액  
: 9,296백만불(2006) → 13,027(2008) → 12,577(2009) → 13,603(2010) → 14,138(2011)
- 세계 토마토 수입액  
: 9,509백만불(2006) → 12,331(2008) → 12,166(2009) → 13,115(2010) → 13,670(2011)



- 세계 각국의 신선토마토 수출은 매년 증가하고 있으며 주 수출국은 멕시코, 네덜란드, 스페인, 터키, 시리아 등이고 멕시코가 세계 수출량의 20%를 차지하고 있음. 신선토마토 수입은 수출에 비례하여 증가추세이며 주수출국은 미국, 독일, 러시아, 영국이고 미국이 세계 수입량의 22.7%를 차지하고 있음.

표. 세계 토마토 교역량

수 출				수 입			
순위	국가	수출량(천톤)	수출단가(\$/kg)	순위	국가	수출량(천톤)	수입단가(\$/kg)
	전체	7,336			전체	6,724	
1	멕시코	1,510	1.06	1	미국	1,532	1.22
2	네덜란드	943	1.85	2	러시아	699	1.10
3	스페인	739	1.47	3	독일	681	1.96
4	터키	574	0.83	4	프랑스	501	1.22
5	시리아	408	0.44	5	영국	387	1.74
	한국	1	3.73		-	-	-

\* 출처: FAOSTAT(2010), 신선토마토

○ 토마토 소비동향

- 토마토는 전 세계적으로 널리 소비되고 있으며, 2010년 북미 지역을 제외한 모든 지역에서 토마토 소비는 증가하고 있는 추세임. 특히 아시아와 아프리카 지역의 상승률이 큼. 그리고 대륙별로 소비규모가 큰 지역은 아시아로 2010년 세계 소비량의 33.9%를 차지하고 있음.

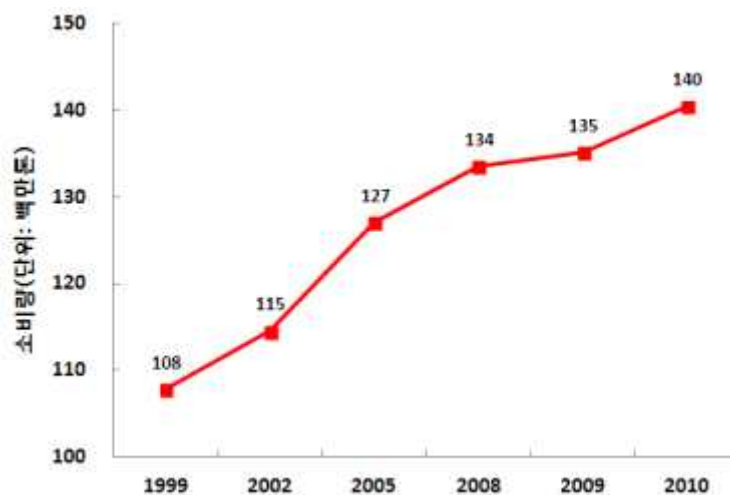


그림. 세계 토마토 소비량 추이

표. 세계 지역별 토마토 소비량 추이

(단위: 천톤)

	1999	2002	2005	2008	2009	2010
계	107,800	114,547	127,054	133,541	135,172	140,435
북미	6,991	16,547	15,156	17,852	15,595	16,347
남미	6,708	7,494	7,909	8,067	8,828	8,702
EU27	6,293	13,702	17,336	15,516	15,098	16,742
기타유럽	12,797	14,280	15,722	15,790	17,280	17,564
아프리카	15,286	16,357	18,165	20,818	21,610	22,708
중동	7,518	7,861	8,971	9,726	9,186	9,837
아시아	31,602	37,684	43,064	45,041	46,639	47,677
오세아니아	605	622	731	731	936	858

\* 출처: World Processing Tomato Council

○ 토마토 산업의 경쟁력 동향

- 토마토 교역 지역 특징으로 수입국(녹색)은 산업이 발달되고 인구밀도가 높은 극한지역이며, 수출국(붉은색)은 열대 또는 아열대 지역이고 국민소득(농업국)이 낮은 편임.

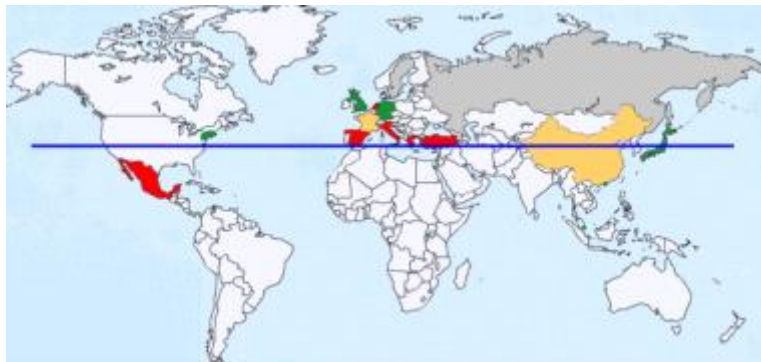


그림. 세계 토마토 교역지역

○ 네덜란드의 경쟁력 동향

과거 경쟁력 확보	미래 경쟁력 약화
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 경영농업</li> <li>▪ 고비용</li> <li>▪ 고품질 높은 생산성</li> <li>▪ 뛰어난 마케팅능력</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 경쟁국의 확대</li> <li>▪ 경쟁국의 저비용 생산에 의한 가격경쟁력 약화</li> <li>▪ 품질의 평준화 확대</li> <li>▪ 마케팅 수준의 평준화 확대</li> <li>▪ 유통의 시장교섭력 증대</li> </ul>

○ 미래 경쟁력 변수

- 경쟁국간의 유통비용: 가격에서 유통이 차지하는 비율의 방향에 따라 수입국과 인접한 네덜란드의 경쟁력이 변화될 수 있음.
- 국제관계의 변화: 네덜란드는 매우 안정된 국가이지만 수출경쟁국 중에는 상대적으로 불안정한 국가들이 있으며 이들의 국내정세뿐만 아니라 유럽과 중동 및 북아프리카 등의 국제관계에 따라서도 경쟁력이 변화될 수 있음.
- 국가브랜드의 변화: 현재 지중해 지역의 품질이 향상되고 있으나 전체적으로 시설이 열악하므로 네덜란드의 국가브랜드의 향배에 따라 경쟁력이 변화될 수 있음.

2. 국내 토마토 산업 동향

○ 토마토 생산 동향

- 생산 현황

- 토마토 생산액은 2013년 기준 9,260억 원으로 과채류 품목 중 딸기, 수박에 이어 세 번째로 생산액이 큰 품목으로 주로 신선 토마토로 소비되고 있음.
- 국내 토마토 재배면적 및 생산량은 2007년도까지 증가하였으나 2008년 토마토 재배면적은 2007년 대비 16.4% 감소하였는데 이는 기상호조로 연중 공급이 많고 가격이 평년에 비해 낮게 형성되면서 전남, 전북지역에서 오이나 수박으로 재배를 전환하거나 2기작 재배를 줄였기 때문으로 파악되고 있음.<sup>1)</sup> 그리고 2010년 겨울철 일조부족과 여름철 고온으로 생산량이 감소하였으나 2011년 이후 출하기 가격 상승 기대와 지자체 시설지원 사업, 다른 작목에서의 전환 등으로 증가하고 있음.

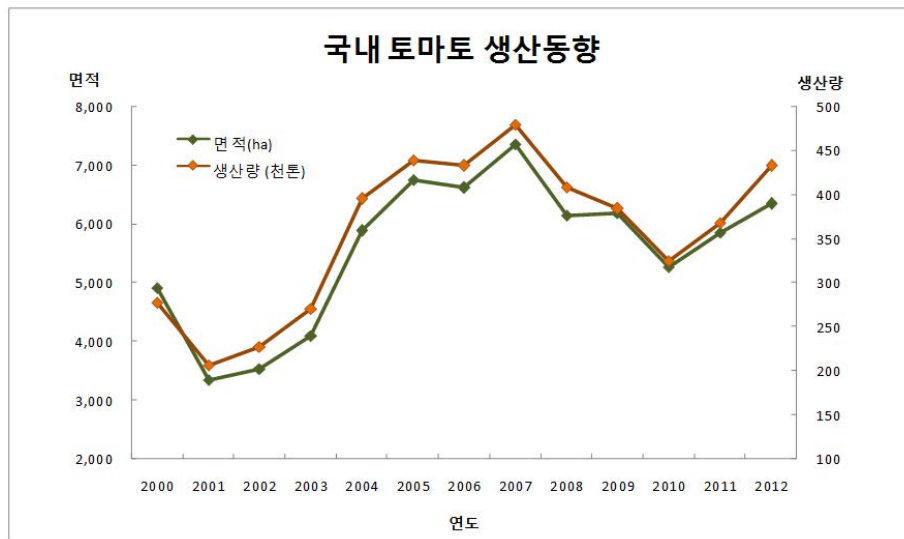


그림. 국내 토마토 생산동향

\* 출처: 농림축산식품부, 시설채소 온실현황 및 채소류 생산실적 2013

1) 농촌경제연구원, 농업전망 2009

- 토마토 재배는 노지재배와 시설재배로 나뉘는데, 노지재배가 시설재배 대비 매우 미비하여 2010년 이후 시설재배가 기준이 되어가고 있음. 토마토 재배 농가 수는 감소하는 추세에 있으며 2010년 기준 농가 수는 13,751호로 평균 영농규모가 적은 것이 특징임.
- 토마토 재배 농가 수는 다소 감소하는 추세이며, 2010년 기준 농가 수는 13,751호로 전체 재배농가의 약 79%가 0.5ha미만으로 영세하고 농가 경영수준에 따라 소득 현황 차이도 매우 큰 편임.

표. 국내 토마토 생산동향

(단위: 억원, 천톤, ha, 호)

구분	생산액	생산량	재배면적	농가수
2000	1,895	277	4,916	10,335
2005	6,287	439	6,749	13,751
2006	6,243	433	6,613	-
2007	6,642	480	7,353	-
2008	5,778	408	6,144	-
2009	6,028	384	6,188	-
2010	6,001	325	5,270	10,306
2011	7,039	368	5,850	-
2012	-	433	6,344	-
2000년 대비	-	17.7% ↑	8.4% ↑	-

\* 출처: 농업총조사, 농산물수출입 통계자료

- 토마토 재배지역은 전국적으로 분포되어 있고 10개 시·군을(부산 강서, 강원 춘천, 충남 부여, 충남 논산, 광주 광산, 경남 김해, 대구 달성, 전북 익산, 전남 담양, 경북 김천) 중심으로 주산지가 형성되어 전체 토마토 20% 수준을 생산하고 있으며 충남지역이 최대 주산임.
- 재배 품종
  - 재배품종은 가정원예용을 제외한 70% 이상이 외국품종으로 일본에서 육성된 분홍색계에서 최근 유럽계 품종의 재배면적이 증가되고 있음.
  - 현재 국내 품종 개발 회사는 3곳뿐이며 국산 품종은 내병성, 균일성 등 부족으로 선호도가 낮은 편임. 단, 최근 시장 점유율은 향상되고 있음.
- 생산 기술
  - 국내 토마토 재배는 대부분 1년 2기작으로 연중 생산하고 있으며 재배 작형이 중복되는 시기인 4~6월에 전체 생산량의 43.5%가 생산되고 있음.
  - 단위면적당 생산량은 네덜란드의 28% 수준으로 재배 환경 및 양·수분관리 기술 수준이 네덜란드에 비해 낮음.

구 분	한 국	일 본	미 국	중 국	네덜란드
단수(톤/10a)	13(2기작)	15(2기작)	6.6(1기작)	7.9(1기작)	46(1기작)
생산비(천원/10a)	7,872	10,726	1,352	768	50,574
노동시간(hr/10a)	505.5	904.0	62.5	434.4	-
상품화율(%)	60	70	-	50	80
재배시설 - 시설환경관리 - 양·수분관리	단순환경조절 수시인적점검	복합환경조절 실시간 제어	복합환경조절 실시간 제어	-	복합환경조절 실시간 제어
수확후 전처리 - 예냉, 세척 등	적용초기단계	실용화	실용화	-	실용화
재배품종 사용현황	90% 이상 일본품종	90% 이상 자국품종	90% 이상 자국품종	90% 이상 자국품종	90% 이상 자국품종
토마토 가격(원/kg)	2,276	2,491	-	247	929
호당 경영규모(ha)	0.35	-	-	-	1.4
호당 소득(백만원)	19.3	-	-	-	62

- 소득 현황

- 토마토 재배 농가의 단위당 소득은 다른 작목에 비해 높은 편으로 농가의 생산성, 품질, 재배 방식, 경영 기법 등에 따라 농가간의 소득 및 경영비가 다름.
- 단위당 소득은 상·하위 간, 영농규모별, 지역별 차이가 크고 품종별 경영비는 일반토마토 반축성, 일반토마토 축성, 방울토마토 순으로 높음.
- 경영수준별 소득현황
  - \* 상위 10% 농가소득이 하위 10% 농가소득보다 6.6배(생산량 40%, 출하가격 86% 높음.) 높는데 이는 전문적 재배기술을 통한 고품질화, 영농규모화, 수확기간 연장(21일), 연중 재배, 과감한 경영비 투자(26%↑, 친환경비료, 광열동력비, 포장비 등), 자가노력 추가투입(18%↑) 등에 기인함.

표. 경영수준별 10a당 소득 현황 (일반토마토, 반축성)

단위: 천원

경영수준	조수입	경영비	소득
상위 10%	17,480	6,328	11,152
평균	11,358	5,567	5,792
하위 10%	6,712	5,030	1,682

· 영농규모별 소득현황

- \* 0.7ha이상 규모의 농가소득이 0.3~0.5ha 규모의 농가보다 38%높음(생산량 12%, 출하가격 14% 높음).

표. 영농규모별 10a당 소득 현황(일반토마토)

단위: 천원

영농규모	조수입	경영비	소득
0.3~0.5ha	11,019	5,573	5,446
0.7ha이상	14,024	6,479	7,546

· 지역별 소득현황

- \* 지역 및 기후 특성을 고려한 장기 재배 등을 통해 달성군이 화천군보다 생산량 40%, 출하가격 53% 높음.

표. 지역별 10a당 소득 현황(일반토마토)

(단위: 천원)

지역	조수입	경영비	소득
달성군	16,552	5,940	10,612
화천군	7,688	5,946	1,741

○ 토마토 유통 동향

- 국내 토마토 유통 경로

- 국내 토마토는 도매시장을 경유하여 유통되는 물량이 전체 85%로 비중이 높은 편이며 나머지 14%는 대형 유통 업체를 통해 유통되고 있음.
- 가격은 산지 공급량이 많아 유통 업체(인)가 가격을 주도하고 있음.

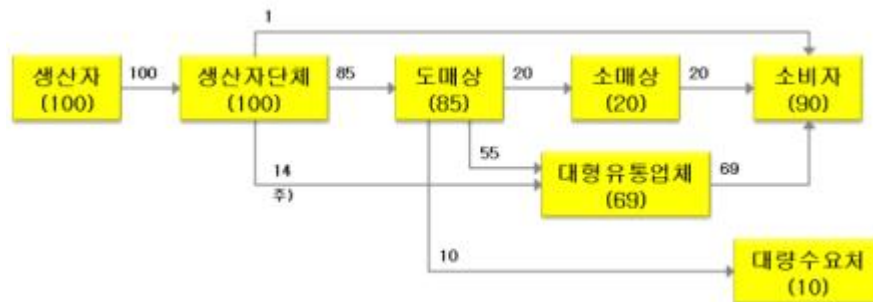


그림. 국내 토마토 유통 경로

\* 출처: 농수산물유통공사

- 토마토 수요는 토마토가 건강식품으로 인식되면서 1인당 소비량이 꾸준히 증가하고 있으며 1990년대는 1인당 소비량이 연평균 14% 증가했음에 불구하고 가격은 거의 변화가 없었는데 반해 2000년대에는 1인당 소비량인 연평균 12% 증가함에 따라 가격 또한 연평균 11% 증가함.
- 국내 토마토 자급률은 90% 이상으로 대부분 국내에서 생산되어 국내에서 소비되고 있으며 대부분 신선형태로 소비되고 있으며 국내에서 생산되는 토마토는 색상, 과육부족, 무름 등 특성상 가공용으로 부적합함.

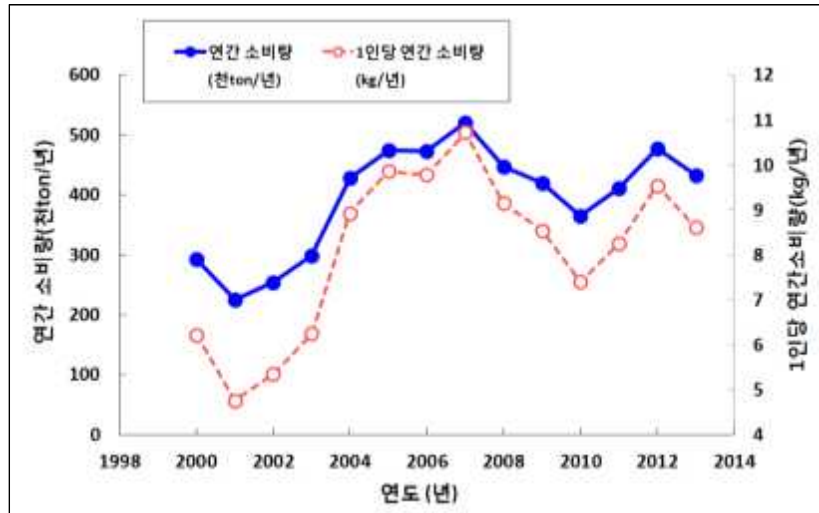


그림. 국내 토마토 소비동향(1인당 연간 소비량은 연간소비량을 총인구수로 나눈 값임.)

- 국내 토마토 가격 동향

- 토마토 소비량 증가, 토마토 재배 면적 및 생산량 감소 등으로 2008년 이후 토마토 가격은 가파르게 상승하였으나 최근 일반토마토 가격은 정체되어 있고 방울토마토 가격은 하락세를 보임.

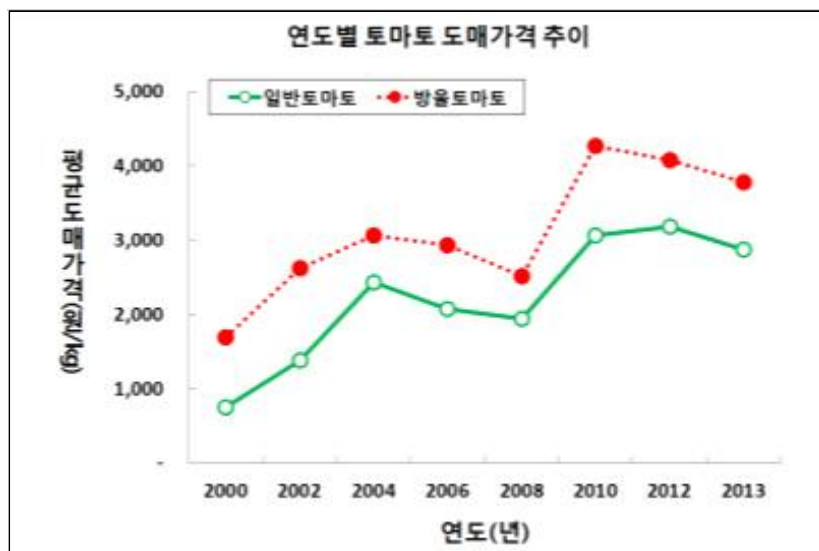


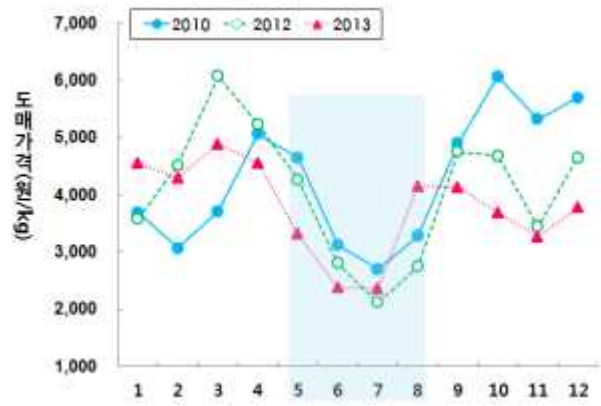
그림. 국내 토마토 도매가격 동향

\* 출처: 농수산물유통공사 농산물유통정보([www.kamis.co.kr](http://www.kamis.co.kr))

- 월별 토마토 도매 시장 가격을 보면 9월에서 이듬해 3월까지 높은 가격을 형성하고 출하량이 많은 6~7월에는 낮은 가격을 형성함. 월별 가격 차이가 큰 편임.



(a) 일반토마토



(b) 방울토마토

그림. 월별 토마토 도매가격 추이

\* 출처: 농산물유통정보(www.kamis.co.kr)-도매가격

### ○ 토마토 수출입 동향

#### - 토마토 수출 동향

- 우리나라의 토마토 수출은 주로 신선품 위주로 1995년부터 백만불을 넘기 시작하여 2000년까지 급격히 증가하여 12,678톤(22,949천불) 수출된 이후 크게 감소였다가, 2009년부터 다시 증가하는 추세임.
- 주요 수출국은 일본으로 수출 다변화에 노력이 필요함.
- 우리나라의 주 수출시장은 일본으로 2000년 11월에 일본으로 수출된 토마토에서 잔류농약 성분이 검출된 이후 검역이 강화되어 대일 수출량이 감소하기 시작하였으며 2002년 이후에는 국내 가격상승과 주수출국인 일본의 잔류농약 포지티브제도 도입(2006.5)으로 지속적인 감소추세를 보이다 2010년부터 증가 추세로 전환됨.
- 2015년도 초반 일본수출용 일반토마토에서 농약이 검출되어 농약전수검사가 시행됨으로써 향후 수출에 타격이 예상됨(비공식 자료).
- 토마토는 신선토마토, 케첩, 페이스트, 소스, 주스, 기타 가공품 등의 형태로 수출이 이루어지고 있으며, 우리나라 토마토 수출은 대부분 신선토마토와 토마토케첩으로 신선토마토는 일본에 주로 수출되고 있으며 수출되고 있는 신선토마토의 95%가 방울토마토임. 가공토마토는 페이스트를 수입하여 케첩으로 2차 가공한 제품을 중국, 러시아, 대만 등지에 수출하고 있으며 2007년까지는 신선토마토의 수출량과 수출액이 가장 많았으나 2008년에는 토마토케첩의 수출량과 수출액이 처음으로 신선토마토 수출을 앞서기도 함.



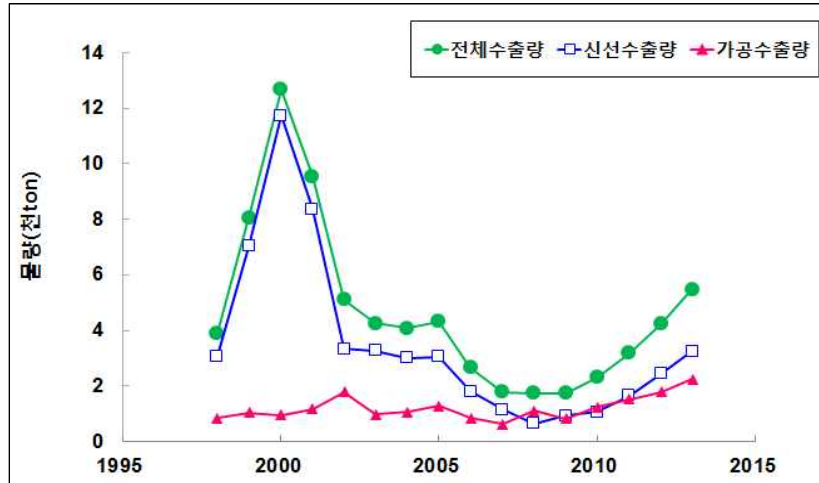


그림. 연간 토마토 수출량

\* 출처: 농산물무역정보(www.kati.net)-수출입통계

- 토마토 수입 동향

- 토마토 수입은 수입물량 100%가 가공용 원료 토마토(페이스트, 조각상 등)로 수입이 되고 있으며 주요 수입국은 미국, 중국, 이탈리아, 칠레 등 임. 신선토마토는 일본 이외의 국가에서는 식물방역법상 수입이 금지되고 있음.

○ 토마토 산업의 경쟁력 동향

과거	미래
<p>경쟁력 확보</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 우리나라의 경쟁력이 높아서가 아니라 무역장벽에 의해 수입이 어려워 경쟁력이 확보될 수 있었음.</li> </ul>	<p>경쟁력 약화</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 우리나라의 경쟁력이 높아지지 않을 경우, 언젠가 무역장벽이 낮아져서 중국으로부터의 수입이 가능해지면 약화될 가능성이 있음.</li> </ul>

○ 국내 토마토 산업 기술 현황

- 생산

- 장기간 생산 역사가 오히려 수출에는 장애물로 작용하고 있음. 즉, 영농자의 지식 수준, 연령, 관행 생산 방법의 고집, 영농 규모, 농약 및 영양제에 대한 높은 의존도, 원예수출전문단지 규모, 작목반의 후진성, 경영 능력 부재 등에 의해 발달 속도가 파프리카 같은 신작목에 비해 느림.
- 대규모, 첨단 시설, 선진 생산 방법, 고급인력 투입 등을 실현한 대규모 생산단지를 육성할 필요가 있음.
- 다양한 병충해에 의한 토마토의 질 및 양적 손실은 매년 증가 추세이나 방제법은 답보상태임. 이로 인한 유통 및 수출의 걸림돌이 되고 있으며 경제적 피해 증가. 농가의 친환경방제법의 기피 및 농약의 과다 오용으로 인한 병해충의 약제저항성 증가 추세임.

- 농자재

- 1990년대 정부의 농어촌 구조개선 사업에 의한 농업 투자의 증가에 따라 농자재 업체가 급격히 증가 → 1997년 외환 위기와 시설 직접 보조의 감축에 따라 대부분의 농자재 업체가 도산하거나 업종을 변경 → 현재 영세 업체가 외국 상품을 수입 유통시키거나, 자체 개발 상품을 지역적으로 유통하는 형태로 명맥을 유지하고 있음. 즉, 전국적인 Market share를 가지고 있으며, 유통망을 가지고, 개발 능력을 갖추고 있는 업체가 거의 없음.
- 네덜란드에서는 완전 폐쇄형 온실을 개발하여 병해충을 근본적으로 해결하고, 에너지를 절감하는 차원까지 발전함.
- 복합 환경 자동제어 시스템 및 프로그램, 관련 환경 계측 센서 등의 개발을 통하여 생산 현장에 활용하는 추세임.
- 첨단 생산 시스템에 대한 종합적인 연구 수준이 낮고, 생산자 현장 적용 수준도 낮음.
- 발전 능력, 시장 개척 능력, A/S 능력, 전국적 유통망 등을 갖춘 복수의 업체를 육성할 필요가 있음.

- 수출 및 유통

- 미국 및 선진국에서 수확 후 저장 및 유통 중, 신선 농산물의 품질 유지에 관한 예냉, 저온 저장, Active MAP를 비롯한 다양한 첨단 수확 후 저장 및 유통 시스템 기술들에 비해 국내의 기술 수준 및 상업화는 많이 부족한 실정임.
- 미국, 독일과 네덜란드 등의 유럽에서는 일반토마토 등 과채류에서 수확 후 선도유지를 위하여 예냉처리, 열처리, 고이산화탄소처리 등이 산업화 기술로 정착되어 상업화에 적용되고 있으나 국내는 도입 적용 단계 수준임.
- 수확 후 관리, 예냉, 냉장 수송, 포장, 보관 등 전 과정에 걸친 cold chain system이 이루어지지 않아 상품성 유지가 안 되고 있어 유통 과정에서 농산물의 품질을 크게 떨어뜨리고 있음.
- 국내 수출 및 유통 업체의 영세성, 지역성 및 경영 능력 부족 등에 의해 도산과 창업이 빈번하고, 수출 작물 변경이 많아 신뢰성이 높지 않은 상황임.
- 수확 후 전 처리 관리 업체, 포장 업체, 계측기 및 품질 판정 기술업체 등 유통 관련업체들의 내수 제품 상품화에 편중 및 수출용 설비 투자 및 기술 개발 미비함.
- 수집과 선별기법이 단순 중량선별 수준에서 머물고 있으며, 색깔 등의 품질에 의한 선별이 실용화 되어 있지 않음.
- 수출용 토마토의 유통 기간 증대와 더불어 다른 대상국과의 경쟁력을 갖추기 위해서는 농산물 수출시 포장 방법 및 소재 개발을 통한 상품성 유지 및 안정성 확보가 절대적임.
- 확실한 기술력과 강력한 브랜드 파워를 갖고, 선진 마케팅 능력을 갖춘 생산 단위를 육성할 필요가 있음.

- 지능형 복합환경제어 시스템 개발

- 후지쯔 시설농업 지원을 위한 클라우드 서비스는 필드나 식물공장에 각종 센서노드를 설치하고 현장의 필드서버를 통하여 본사에 있는 메인서버(클라우드 시스템)와 연결함. 원격으로 본사의 전문가가 모니터링 및 프로그램에 의한 제어가 가능하고 현장의 담당자는 휴대용 전자 기기를 이용하여 실시간 모니터링 할 수 있는 시스템을 규격화 하여 많은 시설

원예 농가들을 회원사로 가입시켜 통합 운영·관리하고 있음.



그림. 후지쯔 농업 클라우드 서비스 시스템의 개요

- NEC는 다양한 센서 및 단말기 등을 네트워크화하는 “M2M”기술을 시설원예용 모니터링 서비스에 활용하여 농업 ICT 클라우드 서비스를 제공함.
- 센서에서 환경데이터를 수집하고 현장의 데이터를 축적 활용하면 수확량 수확시기 예측의 정확도 향상과 적지(適地), 적작(適作) 생산화의 판단과 원격으로 상황파악이 가능함.
- 온실용 온풍 난방기기 및 환경 센서 등의 정보를 실시간으로 클라우드에 수집, 축적하여 PC 나 스마트폰 등으로 원격으로 모니터링하고 기기의 이상이나 고온, 저온 시 즉시 알람 서비스 제공
- 하우스 내의 환경을 적절히 유지하도록 커튼이나 채광, 가습기, 난방기 등 하우스 시설에 대해서 스마트폰이나 PC에서 시설의 제어값 설정을 확인하거나 변경할 수 있으며, 하우스 환경제어 도입의 문턱을 낮추고 효율적으로 고품질 농작물 생산에 기여함.
- 생산자 설명서, 농약 살포 및 방제 정보, 시장 정보 등 농작업과 관련된 생산자에게 유용한 정보를 영농 지도자 그룹에 일제히 배포 가능, 영농일지 지원, 농약사용 기록부, 일정 기능 제공

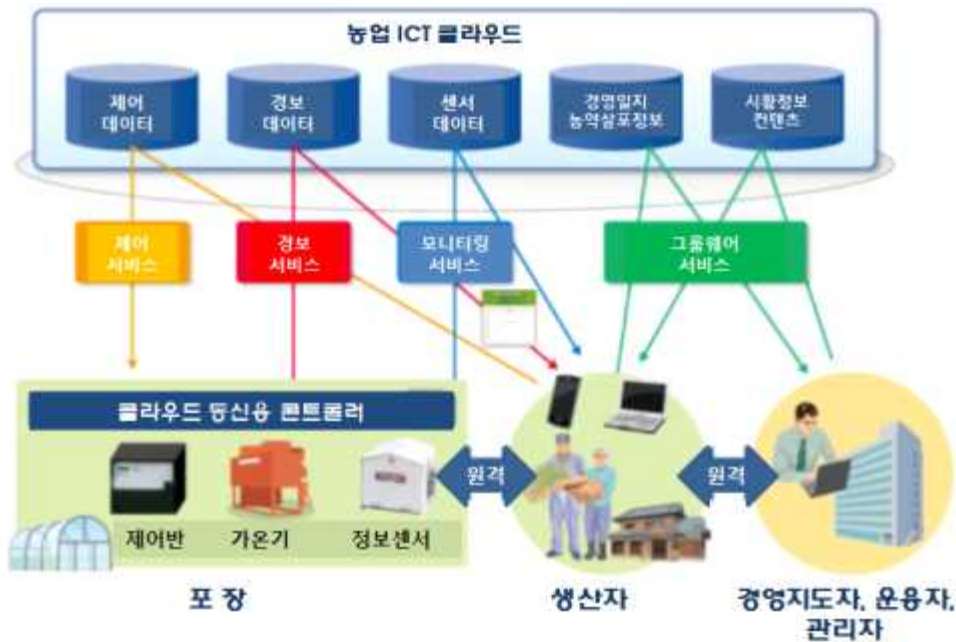


그림. NEC 농업 클라우드 서비스 시스템의 개요

- 국내 온실 복합 환경 제어 프로그램의 기술수준은 매우 낮아서 단독 인자에 대한 제어 로직에 기반한 시스템 보급이 주를 이루고 있으며, 1개의 제어노드에 대해서 몇 개의 센서로부터 얻은 데이터를 복합적인 로직에 의해서 최종 제어되는 개념이 정확히 구현되는 국산 온실 환경제어 시스템은 부재한 실정임.
- 동우, 우성(주), 그린씨에스의 마그마 등 몇 개의 업체에서 복합 환경 제어 프로그램 및 제어를 자체 개발하여 제작 및 보급하고는 있으나 생산 관련 복합로직이 부족함.
- 최근 마그마 프로그램에서는 지열히트 에너지와 연계된 온실의 난방 및 환경제어 개념이 연계된 제어를 하고 있지만 복합 환경 제어라고 하기에는 부족함이 지적되고 있음.

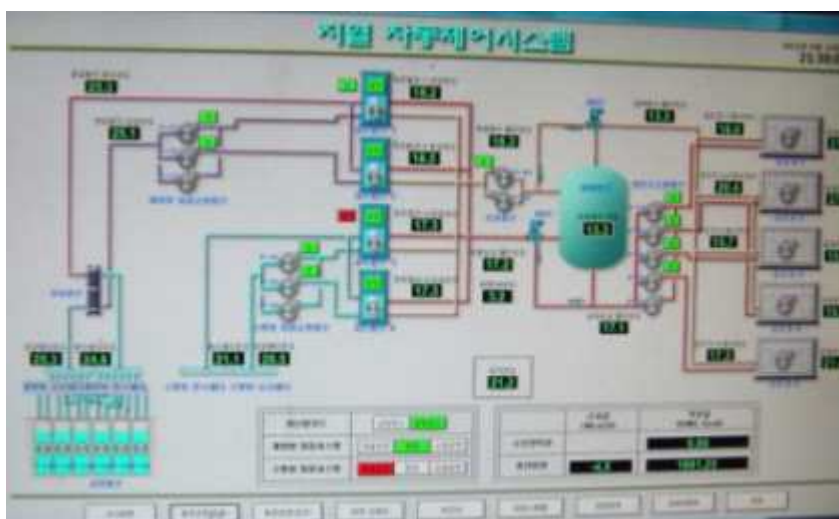
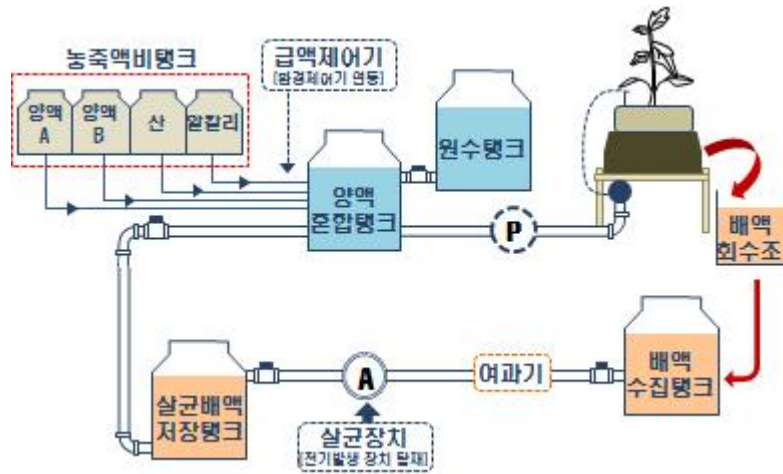
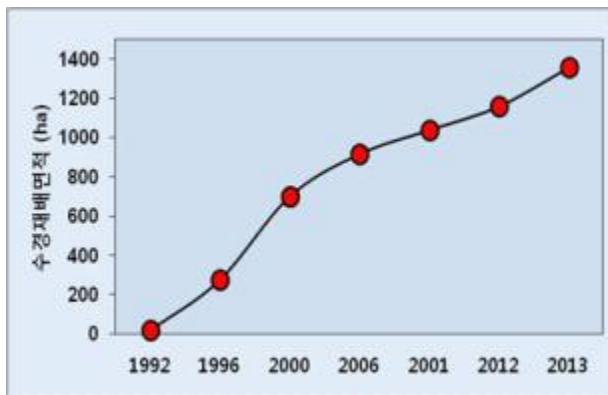


그림. 그린씨에스의 마그마 복합 환경 제어 프로그램의 지열자동제어 메인 화면

- 순환식 수경재배 시스템
- 순환식 수경재배 모식도



- 국내 현황
- 우리나라는 '90년대 이후 유리 온실의 보급으로 수경재배 면적은 급속히 확대되어 '13년도 현재 면적은 1,365ha이며, 농가 수는 3,109호에 이르고 있으나 농가당 규모는 0.43ha로 영세함.



<한국의 수경재배면적 변화 추이 및 재배 작물 현황>

- 수경재배 면적과 농가의 급증으로 수경재배 농업은 배양액의 폐기와 폐배지의 방치로 인해 환경오염의 주범으로 오인되고 있음.



\* 자료출처 : 농촌진흥청 원예특작과학원 시설원예시험장 이한철 박사

- 국내 배양액 재활용 비율은 5% 이하로, 0.5ha 기준으로 연간 약 2,100톤의 지하수와 1,600만 원어치의 비료가 버려지고 있으며, 배양액 방출에 의한 환경 문제(토양 및 수질 오염)도 발생하고 있음.
  - 배양액의 재활용률이 90% 이상인 네덜란드의 경우, 배양액 분석 및 조제 시스템, 배양액 관련 컨설팅 서비스 인프라 구축이 완료되었으며, 법적·제도적 장치까지 마련되어 시행되고 있음.
  - 우리나라는 5% 이하인 배양액 재활용률을 선진국 수준으로 올리기 위해, 먼저 정확하고 신속한 양액 분석 및 조제 시스템 및 서비스 시스템이 구축되어 산업화·활성화 되어야 함.
  - 또한 배양액 재활용을 위한 전 처리 기술 및 정밀 급액 시스템이 가격 경쟁력과 우수한 기술력을 갖춘 국산 기술로 개발되어야 함.
  - 그 외 영세한 배양액 재활용 관련 산업의 활성화를 위한 여건 마련을 위해 정부의 의지와 연구 기관의 끊임없는 노력, 농업 현장의 의식 변화가 시급함.
- 순환식 수경재배 기술 개발 및 시스템 구축의 필요성
  - 토양 대신에 물이나 고형배지에 배양액을 공급하여 작물을 재배하는 수경재배는 토양재배보다 생산성과 품질이 높고, 농가 수익이 많아 2000년대 이후 급증하는 추세임.

구분	조수입 (천원/10a)		
	토경재배 (A)	수경재배 (B)	B/A
합계	14,395	41,781	2.9
채소	11,588	45,358	3.9
화훼	17,706	33,019	1.9

- 적합한 배양액을 처방·조성하여도 작물의 흡수불균형과 배지의 이화학적 특성 등의 이유로 재배 중 흡수량이 변화하므로 배액은 반드시 발생시켜야 함.
  - 선진국에서는 배양액의 외부 유출을 법적으로 규제하고 있으며, 향후 우리나라에서도 규제할 시기가 올 수 밖에 없으므로 이에 대비해야 함.
- 법령 제정의 배경
    - 배양액의 재활용을 통해 환경보전에 대한 국제사회의 관심 증가와 규제 변화에 대응하고, 국내 시설원예 산업의 경쟁력 강화의 일환인 경영비 절감과 최근 국내에서도 고조되고 있는 국민건강과 환경보전에 대한 관심을 만족하게 할 수 있는 친환경 농업환경을 실현할 수 있음.
  - 순환식 수경재배에 대한 한국의 관련 법령
    - 친환경농업육성법(법률 제 9623호) 및 시행규칙(농림수산식품부령 제 73호)
    - “수경재배농산물의 친환경농산물(무농약농산물 및 저농약농산물) 인증시 수경재배 및 양액 재배의 방식은 순환식 등으로 하여 양액으로 인한 환경오염이 없어야 함(제 9조 인증기준)”
  - 배액에 관한 네덜란드의 법령
    - The Waste Water Disposal Decree(1994년)
      - 재활용의 권장 (Encouraging recycling)
      - 잔여배출물의 오염 제거 (Decontaminating any remaining discharge)
      - 의무적 폐양액 재사용 등 폐수 재활용의 권장
  - 수경재배 농가에서 재활용해야 하는 배양액은 재배면적 0.5ha의 경우 연간 약 2,100톤으로 원수비용 1,728,000원, 비료비용 15,120,000원이 절약됨.
  - 배양액 재활용을 통한 경제이익 산출
    - 조건: 재배면적 1500평, 연간 재배일수 300일, 평당 재식주수 8주, 주당 공급량 2L
    - 배액 발생량: 1500평 × 8주 × 300일 × 2L × 30% = 2,160톤
    - 원수 절감액 : 2,160톤 × 800원/톤 = 1,728,000원
    - 비료절감액 : 2,160톤 × 7,000원/톤 = 15,120,000원
    - 합계(원수 및 비료절감액) : 16,848,000원

<근거 사항>

- 급액 배양액 EC 2.5dS/m, 배액률 30% 적용
  - 원수 : 상수도 요금 톤당 800원 적용
  - 연간 사용되는 원수량 7,200톤은 1500평×300일×8주×2L로 산출하였음
  - 과채류(토마토, 파프리카, 딸기 등) 일반 재배시 급배액 평균을 기준으로 함
  - 급액 제어법으로 일사량 제어법 적용
  - 1톤당 비료비용은 한국원시, 야마자키, 네덜란드 PGB 배양액 제조비용의 평균값 적용
- 여러 가지 배양액 제조 시 소요비용  
\* 한국원시 배양액 비료 비용 산정자료

비료명	출고단위(g)	단가(원)	배양액 1톤당 비료 첨가량(g)	배양액 1톤당 비료단가(원)	EC 2.5 배양액 제조단가(원)
KNO <sub>3</sub>	25,000	84,000	505	1,700	3,564
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	25,000	38,500	472	730	1,530
Fe-EDTA	25,000	276,000	25	276	580
MgSO <sub>4</sub>	25,000	23,000	246	230	475
NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	25,000	112,000	76	345	715
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	500	14,000	3	84	177
MnSO <sub>4</sub>	1,000	17,500	2	35	74
ZnSO <sub>4</sub>	1,000	22,000	0.22	5	10
CuSO <sub>4</sub>	500	23,000	0.05	3	5
Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub>	500	66,000	0.02	3	6
				3,411	7,163

\* 야마자키 배양액 비료 비용 산정 자료

비료명	출고단위(g)	단가(원)	배양액 1톤당 비료 첨가량(g)	배양액 1톤당 비료단가(원)	EC 2.5 배양액 제조단가(원)
KNO <sub>3</sub>	25,000	84,000	404	1,360	2,850
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	25,000	38,500	354	550	1,150
Fe-EDTA	25,000	276,000	20	220	464
MgSO <sub>4</sub>	25,000	23,000	246	230	475
NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	25,000	112,000	76	340	715
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	500	14,000	3	84	177
MnSO <sub>4</sub>	1,000	17,500	2	35	74
ZnSO <sub>4</sub>	1,000	22,000	0.22	5	10
CuSO <sub>4</sub>	500	23,000	0.05	3	5
Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub>	500	66,000	0.02	3	6
				2,830	5,943



\* PBG 배양액 비료 비용 산정 자료

비료명	출고단위(g)	단가(원)	배양액 1톤당 비료 첨가량(g)	배양액 1톤당 비료단가(원)	EC 2.5 배양액 제조단가(원)
KNO <sub>3</sub>	25,000	84,000	444	1,492	3,133
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	25,000	38,500	918	1,414	2,970
Fe-EDTA	25,000	276,000	6	66	140
MgSO <sub>4</sub>	25,000	23,000	493	454	954
NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	25,000	112,000	46	206	433
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	500	14,000	3	84	177
MnSO <sub>4</sub>	1,000	17,500	2	35	74
ZnSO <sub>4</sub>	1,000	22,000	0.22	5	10
CuSO <sub>4</sub>	500	23,000	1.5	69	145
Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub>	500	66,000	0.12	16	33
				3,841	8,066

- 배양액의 재활용을 통해 토양과 수질 오염을 예방할 수 있으며, 지하수 사용을 절약하여 수 자원을 보호할 수 있음. 따라서 친환경적이고 지속가능한 농업을 구현할 수 있음.
- 계절, 수경재배 작물의 생산단계에 따른 재활용 배양액의 생산량 변화 등을 고려한 전략적인 배양액 재활용 기술을 개발하여야 함.
- 순환식 수경재배 기술 적용시 투입 비용과 수익 비교 계산법

투입되는 기술 및 에너지 비용	배양액 재활용을 통한 편익
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 순환식 수경재배 시스템 설치비 : 3,000,000원 (30,000,000원÷10년)</li> <li>• 시스템 운영비 : 2.8kW × 38원/kW × 1시간/일 × 300일 = 32,000원</li> <li>• 고정자본 이자 : 250,000원</li> <li>• 수리비 및 기타 : 200,000원</li> <li>• 합계(B) : 3,482,000원</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 원수 절감 : 1500평 × 8주 × 300일 × 2L × 30% × 800원/톤 = 1,728,000원</li> <li>• 비료절감 : 2,160톤 × 7,000원/톤 = 15,120,000원</li> <li>• 합계(A) : 16,848,000원</li> </ul>
추정이익(A-B) = 16,848,000 - 3,482,000 = 13,366,000원	

<근거 사항>

- 배양액 자동회수 및 제어 시스템, 배액 살균시스템
- 급액 배양액 EC 2.5dS/m, 배액률 30% 적용
- 재배면적 0.5ha, 연간 재배일수 300일, 평당 재식주수 8주, 주당 공급량 2L
- 원수 : 상수도 요금 톤당 800원 적용
- 1500평×300일×8주×2L = 연간 사용되는 원수량 7,200톤
- 과채류(토마토, 파프리카, 딸기 등) 일반 재배시 급배액 평균을 기준으로 함
- 급액 제어법으로 일사량 제어법 적용
- 1톤당 비료비용은 한국원시, 야마자키, 네덜란드 PGB 배양액 제조비용의 평균값 적용

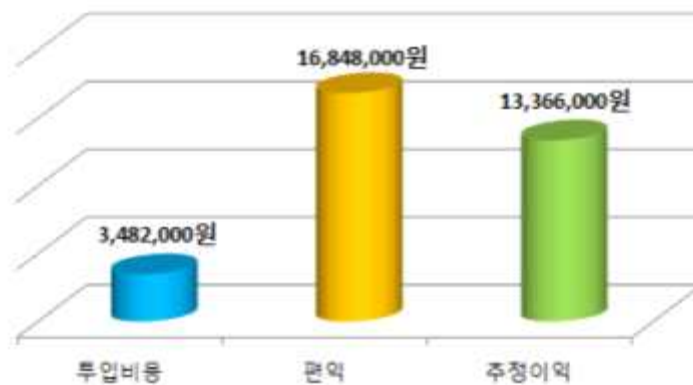


표. 순환식 수경재배 기술 적용시 경제적 이익

- 배양액의 재순환에는 재순환시스템의 배양액 조성, 살균 등의 기술이 매우 중요함.
- 처음 급액하는 배양액은 작물종류와 생육단계를 고려하여 적절한 비료균형과 농도로 제공되나, 작물의 양수분 흡수량은 생육상태와 환경 등 여러 가지 요인에 의해 균형이 깨지고, 양분이 축적되며, 병원균을 포함할 수 있으므로 재활용을 위해서는 전처리가 필요함.

### 원수

○ 서울시립대 원수 분석결과 - 2009년 1회 측정 (단위 : mg/L)

원소	Ca	Mg
평균	7.06	2.80
최대	8.76	3.84

○ 국립농업과학기술원, 가톨릭대, 농촌진흥청 (2011, 2012)

원소	농도 범위	농도 범위	농도 범위	비고
pH	6.0-7.5	6.0-7.5	7.06	
EC	<12.5	5.5	5.55	
온도	15.0-20.0	<15.0		
용존 산소	<1.0	1.80		
용존 질소	<10.0	2.80		
Ca	7.00	8.00	6.9	
Mg	2.00	4.00	3.80	
Na	<30	<12.5	4.20	
NO3-N	12.00	2.00	42.14	
PO4-P	<0.50	<0.50	<0.51	
NO2-N	<0.5	0.04	<0.51	
Cl	<10.0	<10.0	<10.51	
CO3-C	<0.51	<10.0	<10.51	

1. 용수 중의 질소, 인, 칼륨은 농도별 농도임.

### 급액

○ 서울시립대 급액 분석결과

원소	평균 급액 기준	측정값 (mg/L)	비고		
			농도	범위	비고
EC(dS/m)	2.0-2.5	2.5			
pH	5.5-6.5	5.8			Y
T-N(mg/L)	20-30	22.5			Y
P(mg/L)	30-50	45.8			Y
N(mg/L)	300-350	284.1			Y
Ca(mg/L)	170-200	162.2		Y	Y
Mg(mg/L)	30-50	48.2			Y
Na(mg/L)	<30	5.8			Y
PO4-P(mg/L)	0.5-1.0	0.51			Y
NO3-N(mg/L)	0.5-1.0	11.72			Y
NO2-N(mg/L)	<0.5	0.18			Y
CO3-C(mg/L)	0.5-1.0	0.58			Y

1. 급액 pH, EC가 적절하게 유지되고 있음.  
2. 20농도에 맞춘 급액임.

### 배액

○ 서울시립대 배액 분석결과

원소	배액 배액 기준	측정값 (mg/L)	비고		
			농도	범위	비고
EC(dS/m)	1.0-1.5	4.74			Y
pH	5.5-7.0	5.68			Y
T-N(mg/L)	20-30	12.8			Y
P(mg/L)	20-40	40.2			Y
N(mg/L)	270-400	381.7			Y
Ca(mg/L)	200-400	394.4			Y
Mg(mg/L)	70-110	126.5			Y
Na(mg/L)	<70	42.1			Y
PO4-P(mg/L)	0.5-1.0	0.94			Y
NO3-N(mg/L)	0.5-1.0	0.21			Y
NO2-N(mg/L)	0.5-1.0	0.78			Y
CO3-C(mg/L)	0.5-1.0	0.78			Y

1. 배액 pH, EC가 적절하게 유지되고 있음.  
2. 배액 용액이 잘 처리되고 있고, 20농도에 맞춘 급액으로 급액을 농도를 맞추고 있음.

\* 자료출처: 서울시립대학교

- 국내 수경재배 농가가 대부분 소규모이나, 점차 대형화 추세인 점을 감안하여 배양액 전처리 시스템은 다양한 상황에 변형할 수 있는 시스템으로 구축해야 함. 본 연구팀은 배양액 전처리 기술 중 중요한 배양액 살균법과 관련하여 ‘전기를 이용한 배양액 살균소독법’에 대한 원천기술(특허출원번호: 10-2013-0159116)을 보유하고 있음. 본 연구 및 특허는 세계적으로 본 연구팀이 유일한 독자 기술임.

- 온실 에너지 절감 틈새 기술 패키지화 및 보급

· 국내 현황

- \* 지금까지 온실의 보온에 관한 연구는 천창에 설치하는 스크린의 소재, 두께, 다중 보온 커튼 등에 관하여 이루어 졌다. 온실 측면창과 출입구 쪽에 관한 실제적인 연구는 진행된 적이 없으며, 단순히 온실 보온이라는 관점에서 손실 원인으로만 지목된 상태임.
- \* 베로 온실의 경우 측창에도 천창과 같은 소재의 보온커튼을 설치하여 복합 환경 제어 시스템과 연동하여 일출과 연동된 개폐, 온실의 방향에 따라 동쪽은 겨울에도 빨리 열어 태양광의 입사를 촉진 시키고, 서쪽이나 남쪽의 경우에는 겨울에도 늦게까지 열지 않고, 온실 내부의 열을 최대한 가둘 수 있는 조건의 제어로직을 가지고 있음.

- 스마트 생산관리 매뉴얼 개발 및 보급

- 현재 본 연구팀은 토마토 생산관련 매뉴얼을 5가지 개발한 바 있음.
- 종류: 작물관리, 토양 및 양분관리, 수경재배, 시설 및 환경관리, 병충해와 생리장애



- 현존 생산관련 정보의 체계화 및 스마트 기기와의 연동에의 필요성은 꾸준히 요구되고 있음.
- 매뉴얼의 다양한 매체를 통한 보급 필요

- 생산 컨설팅 프로그램 개발 및 보급

- 현재 SNS를 통한 컨설팅이 보급되기 시작했고, 이의 입체적이며 체계적인 시스템이 필요

### 3. 지역의 산업적·경제적 측면

- 2010년 4대강 사업의 영향으로 다소 감소되었던 전국 토마토 재배 면적 및 생산량은 다시 증가했다가 2013년 감소했음.
- 2013년 충남지역 토마토 재배 면적은 1,191ha으로 전년대비 7.8% 감소하였고 생산량은 61천톤으로 43% 감소함.
- 2014년도에는 통계로 집계되지는 않았으나 생산량 과다 및 소비 저조로 가격이 낮은 경향을 보이고 있음.
- 충남 지역 토마토 주산지는 부여, 예산, 논산, 공주, 청양, 보령임.
- 다수확 위주의 토마토 생산 관리로 고품질의 규격품 토마토 생산이 미흡함.
  - 충남은 국내 최대의 토마토 생산지이지만 수출 실적은 미비한 편임.

연도	생산면적 (ha)	생산량 (천M/T)	생산 농가수(호)	전국 생산 면적(ha)	전국대비 생산면적 비중
2007	1,240	83	1,829	7,353	16.9%
2008	1,578	110	1,553	6,143	25.7%
2009	1,595	87	1,551	6,188	25.8%
2010	1,217	70	1,551	5,270	23.1%
2011	1,431	87	1,820	5,850	24.5%
2012	1,292	88	1,778	6,344	20.4%
2013	1,191	61	미집계	6,054	19.7%

\* 출처: 통계청-농작물생산조사

### 4. 지역의 연구 인프라 및 기술적 측면

- 국내의 토마토 전문 연구 인프라는 충남에 집중되어 있음.
  - 충남농업기술원 과채류연구소: 기존의 토마토 시험장이 확대 개편 됨
  - 토마토수출연구사업단: 토마토의 생산에서 유통, 수출의 전방위적 전문 연구조직으로 오랜 기간 동안 운영되었으며, 단장 및 사업단 본부가 상명대학교에 존재함.
  - 충남토마토산학협력단: 상명대학교를 중심으로 생산자그룹+연구그룹+정부기관이 함께 유기적인 협력체계를 이루고 충남 토마토 산업의 발전에 기여해 옴.

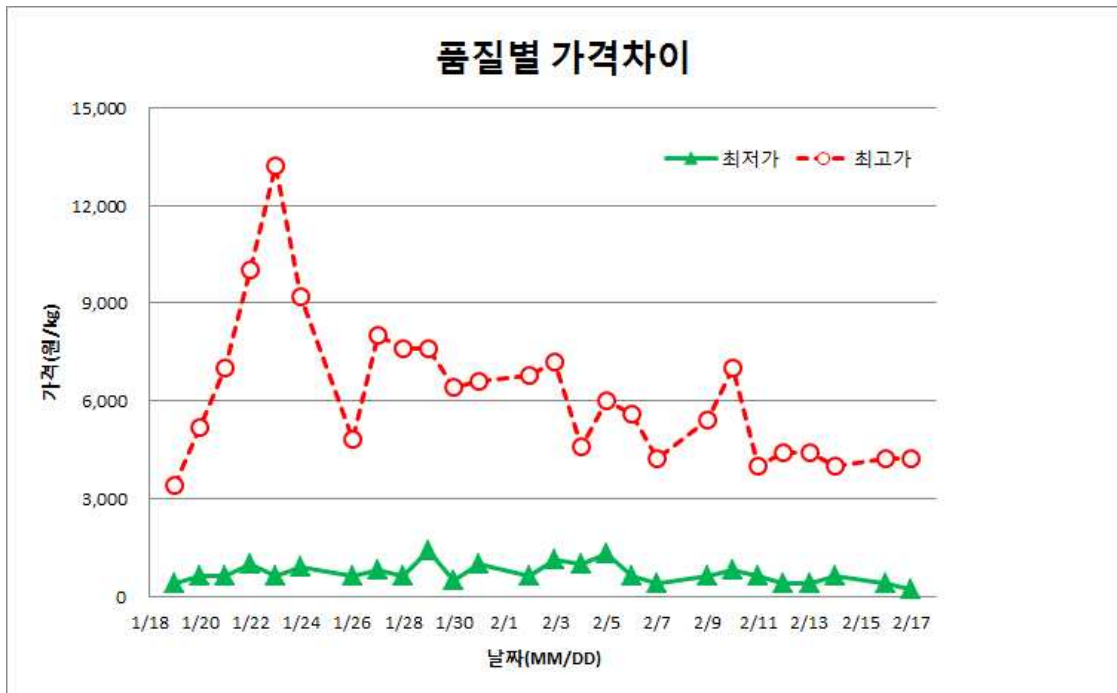
소속	담당	기술분야
과채연구소	연구관 및 연구사 7명	육종, 재배, 병해충, 컨설팅
상명대학교	김성은, 김영식, 안범준	생산, 환경관리, 경영
충남대학교	박종석, 남상운, 육홍선	환경관리, 가공
단국대학교	김성환	병해충
배재대학교	최창원	병해충

# 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

## 제 1 절 토마토 산업 분석

### 1. Market 분석

- 토마토 시장 분석의 일반적 사항은 제 2 장 국내외 기술개발 현황에서 수록하였으며 이곳에서는 기획 전략에 필요한 부분을 요약함.
- 상품 품질: 상품의 품질을 나타내는 직접적인 척도인 동일 시점 동일 시장의 경매단가는 5배 이상 발생하여 생산자간 품질차이가 매우 심함.



\* 출처. 서울시농수산물공사 (www.garak.co.kr), 2015.

- 생산만족도: 생산만족도란 정식할 시기의 기대생산량 대비 실제 생산량을 퍼센트로 나타낸 지표로 본 연구진이 개발한 생산성관련 대표 지표임. 생산자간 단위생산량은 6배 이상 큰 차이를 나타내는데 생산성은 재배의 개선점을 도출하는데 한계를 보이는 지표이므로 생산만족도를 사용하는 것이 바람직함.

<토마토농가 생산만족도 설문지 형식>

[지난 작기의 경영성 분석: 생산량 및 생산만족도]		
	내용	예
생산자명		홍길동
핸드폰번호		010-3471-5500
종류	대과, 원형 방울, 대추형 방울	대과
품종명		슈퍼도태랑
재배방식	수경재배(    ), 토양재배(    )	수경재배(    ), 토양재배( ○ )
정식일	20    년    월    일	
수확개시일	20    년    월    일	
수확종료일	20    년    월    일	
시설면적①		평
총생산량②	(    )상자 × (    )kg = (    )kg	8,000 상자 × 10kg = 80,000 kg
수확화방수③		화방 10 화방 (평균적으로 수확한 화방수)
총재식주수④		주 16,000주
평당재식주수⑤		= (    )주/평 ④16,000주 / ①2000평 = 8 주/평
화방당과실수⑥		개 한 화방에 붙인 평균 과실수: 4개
평균과중⑦		kg 평균적인 과실무게 0.2kg
기대생산량⑧	화방 × 개 × 주 × 과중 0.    kg =    kg	③10화방×⑥4개×④16,000주 × ⑦0.2kg = 128,000kg
생산만족도	kg/    kg × 100=    %	②80,000kg / ⑧128,000kg = 62.5%
생산성(kg/평)	kg/    평=    kg/평	②80,000kg / ①2,000평 = 40kg/평

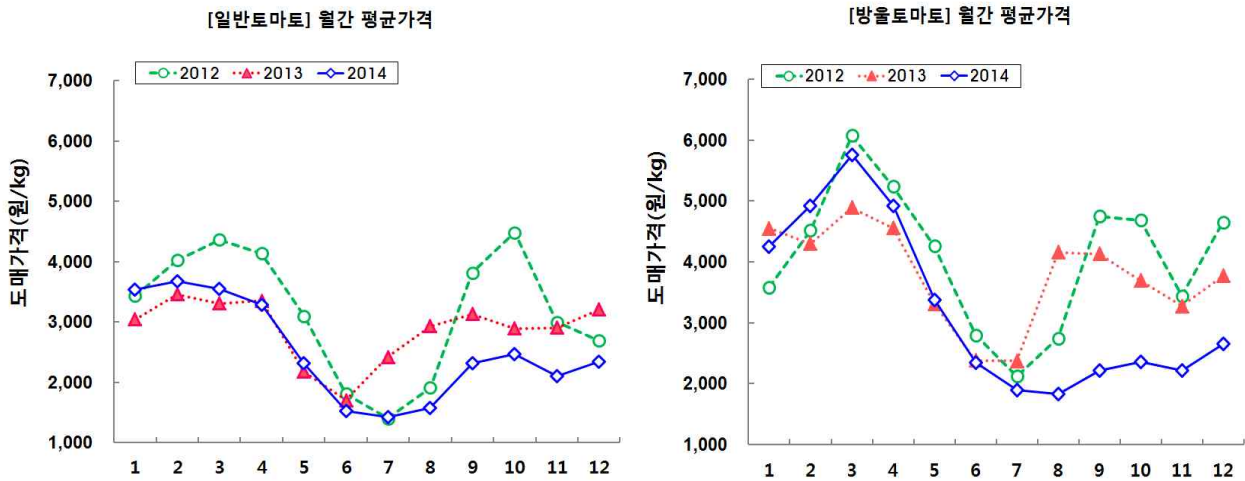
※ 생산만족도가 낮은 이유를 기술하십시오(병충해, 눈맞음 등).

<토마토농가 생산만족도 조사 결과>

- 생산성을 나타내는 지표인 생산만족도(production satisfaction index)는 일반 생산자의 경우 50~60% 정도를 나타냄. 선도농가의 경우는 매우 만족도가 높는데, 예를 들어 화방 당 과실수 전략이 크게 관여하는 것으로 나타남. 농가 컨설팅 및 교육 시 생산자의 수준과 교육방침은 생산만족도를 근거로 하여 진행할 필요가 있는 것으로 나타남.
- 아래 표는 각 지역 대표적 6개 농가의 결과임.

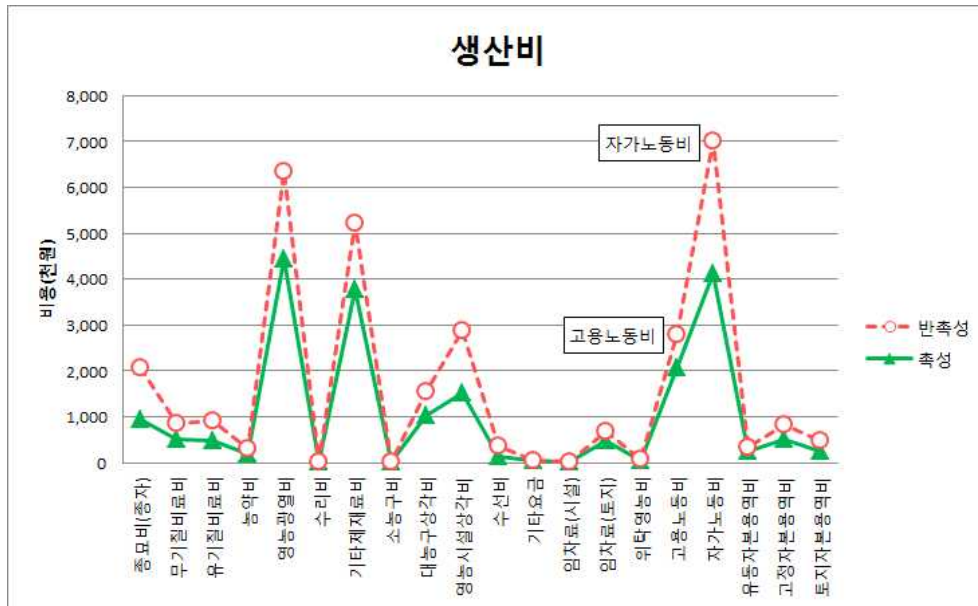
	A	B	C	D	E	F
총 생산량(kg)	153,000	30,000	20,000	35,000	100,000	130,000
수확화방수	27	7	14	6	24	22
화방당과실수(개)	3	5	5	4	4	3
기대생산량(kg)	147,177	61,250	31,920	63,000	162,000	116,160
생산만족도(%)	103.0	49.0	62.6	55.5	61.7	111.9
생산성(kg/평)	109.0	30.0	33.3	17.5	66.6	81.3

- 상품 가격: 동일한 품질의 상품이라 하더라도 시기별로 매우 가격차이가 크게 나타남. 따라서 작기조절은 생산자 개인뿐만 아니라 국가적 차원에서도 매우 중요한 고려인자임.



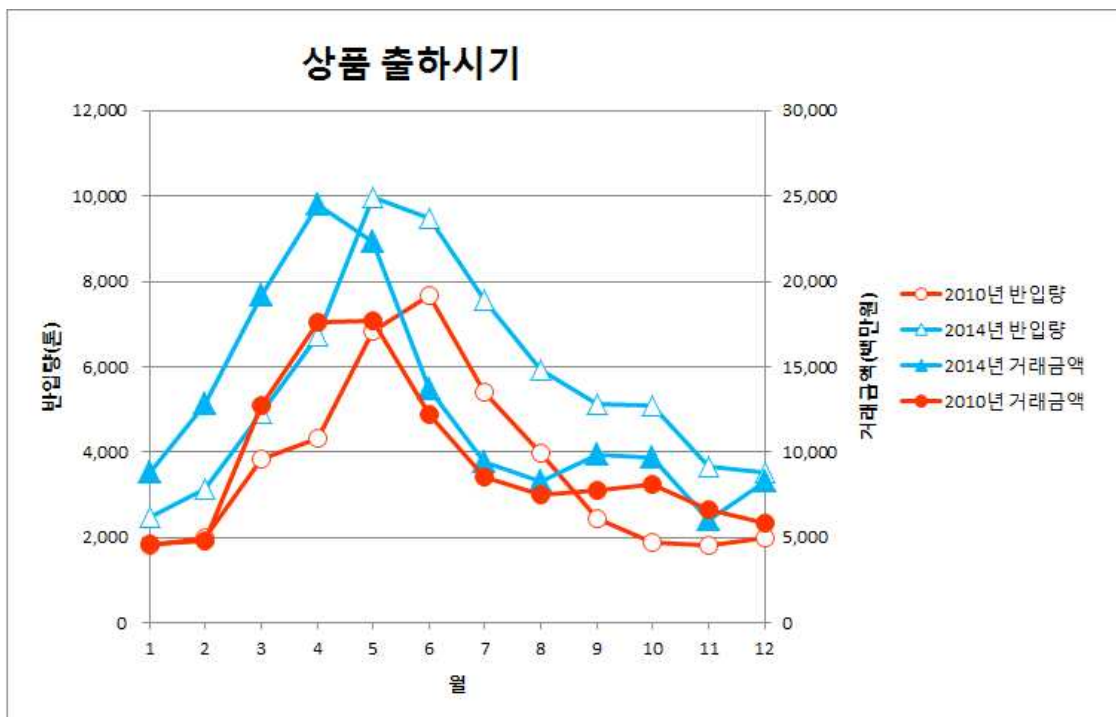
\* 출처. 농산물유통정보(KAMIS)

- 상품 생산비: 시기에 따라 생산비의 차이가 심함. 생산비 중에서는 자가노동비를 포함한 인건비의 비율이 가장 높음.



\* 출처: 통계청 KOSIS, 2013년 농산물소득조사.

- 상품 출하시기: 연간 가격변화추이에서도 나타나듯이 출하시기는 집중되는 경향을 나타냄.



- 충남의 토마토 산업을 종합하면 유럽 선진국과 달리 생산자에 따라 품질 및 생산성에 차이가 크고, 시기별로 생산비 및 가격의 차이가 매우 다양한 특성을 가지고 있으며, 시설은 최근에 지어진 타지역의 토마토 온실과 비교하여 노후 낙후 되었고, 복합환경제어기의 경우에도 실제 만족도가 높은 조건으로 사용하는 농가가 매우 적으며, 복합환경제어기와 같이 구동하는



서브 유닛의 모터, 펌프, 제어기 등의 설치가 비교적 오래되어 전반적으로 경쟁력이 낮은 상황임.

## 2. SWOT 분석 및 SKEPTIC LIST 분석

### ○ 생산자 입장

항목	강점	약점
Man	수경재배의 경우 후계자 존재 비율이 높음 한국인 특유의 자신감이 높음 고품질 생산자가 있음 생산성이 높은 생산자가 있음	생산자 학습능력 낮음 단체구성 선진화 부족함 고령화 및 후계자 부족으로 무자외지 부족함 정부지원에 대한 의존도 높음 경영의식 부족함 일반적으로는 품질 및 생산성 낮음
Mat	최근 최신 시설 및 설비 증가	생산 시설 및 설비 낙후
Mon	대규모 농업법인 출현	영세
I	유료 컨설팅을 받는 생산자의 기술수준은 높음 정보량은 많음 정보에 대한 정부지원이 많음	일반적으로 기술수준이 낮음 계절별 생산성이 불균일함 고령화로 신기술 습득 열의 적음

### ○ 수출업체 입장

항목	강점	약점
Man	취업난으로 고령인력 기대	영세성으로 생산자 지도 및 경영능력이 낙후함 직원 수준 낮음
Mat	정부지원(시설 및 포장 등)	가동률이 낮아서 경영효율 낮음 유통설비의 낙후 품질관리 어려움
Mon	정부지원	영세
I	유통공사 지원 가능함	해외시장 마케팅 능력 부족함 품질관이 비계획적임

○ SKEPTIC LIST 분석

항목	위기로인	기회요인
S	친환경 안정성 선호로 일반 상품 수출 위기	친환경 안정성 선호로 고급 상품 수출 기회 건강인식으로 수요 증가
K	국내가격 우위로 수출 위기 가공품의 경쟁력은 절대 열악 수출업체 영세로 신용도 저미 일본시장: 미국, 캐나다, 네덜란드, 벨기에, 멕시코 등 가격 저가	유통비용이 경쟁국보다 낮음 일본도 홍콩에 토마토 수출중 (개당 소매가 330엔, 모 모타로) 일본내 생산량 저미 대과 수출시장 확대
E	높은 생산단가로 국제경쟁력 약화	중국 및 러시아의 고소득층 증가로 고품질 상품 수요 증가
P	무역장벽 심화	검역으로 신규 경쟁자 참여 어려움
T	생산규모, 시설구조, 생산기술 낙후 전후방 산업 낙후	IT산업 발달
I	수출업체 영세화로 정보력 낙후	정부기관의 정보제공 및 수출 지원
C	한국산 품질 인식 낮음	타 수출국보다 한국산 인식이 우위

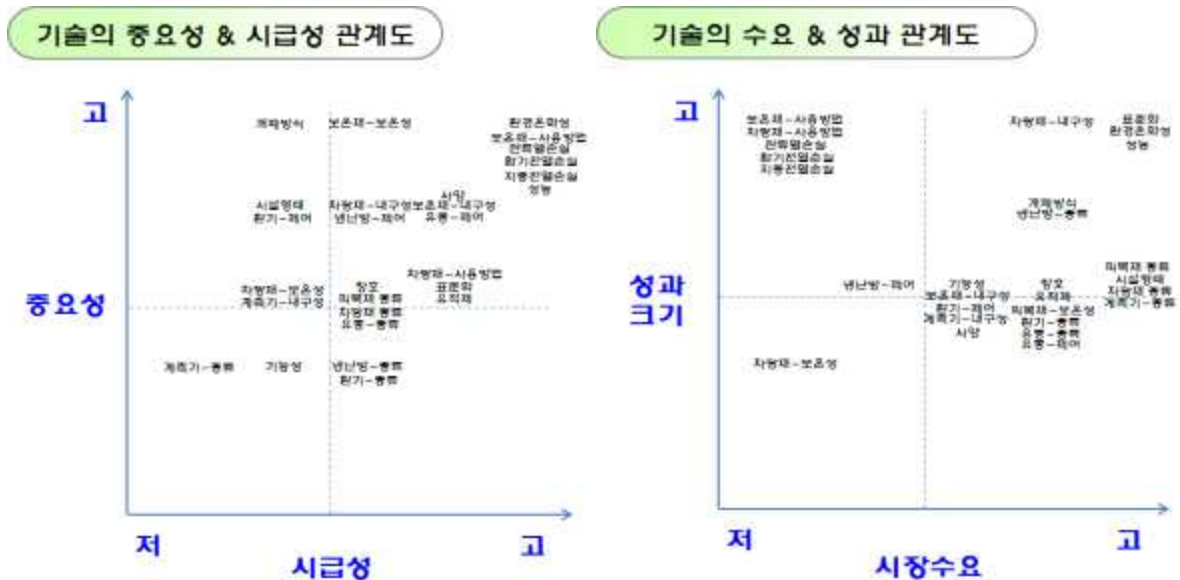
## 제 2 절 R&D 과제 설계

### 1. 생산, 가공, 유통 방면 중 KPI(핵심성과지표) 설계

#### 가. 기술요소 관계도

KPI(핵심성과지표) 설계를 하고자 전문가의 자문 및 협의를 통해 기술요소간의 관계도를 도출했음.

#### (1) 기술요소 관계도 - 시설 및 설비



상기 그래프는 토마토 산업에서 필요한 기술개발 중 시설 및 설비에 대한 것으로 X축은 토마토산업에서의 시급성, 시장성을 Y축은 중요성과 개발을 통한 성과 크기를 기준으로 기술의 시급을 표현한 것임.

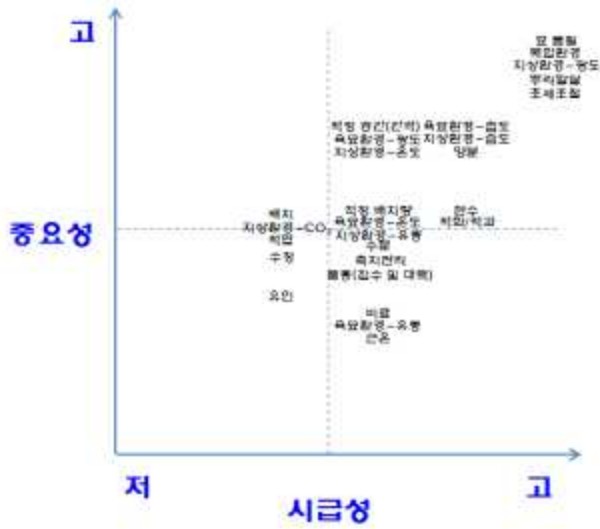
시급성과 중요성이 모두 낮은 것으로는 계측기의 종류, 피복재의 기능이 있고, 높은 것으로는 보온재의 환경온화성, 복합환경자동제어시스템의 개발 및 성능 측정 등이 있음. 중간영역으로는 차광재의 보온성, 피복재 및 차광재 종류 등이 있음을 알 수 있음.

성과와 시장수요가 모두 낮은 것으로는 차광재와 보온재의 사용방법에 관한 것이며 중간영역으로는 보온재의 기능성 및 내구성, 피복재의 보온성 등이 위치함.

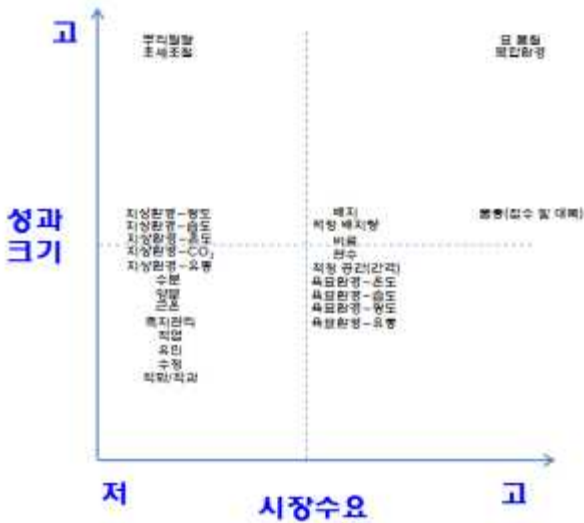
성과와 시장수요가 모두 높은 것으로는 보온재의 환경온화성, 복합환경자동제어시스템의 개발 및 성능 측정 등이 열거되어 있음. 특히 ICT 복합환경제어시스템의 경우 현재 설치되어 있는 기존의 복합환경제어기의 기능을 분석하고 현재 사용자의 효율성을 분석하여 잘 이용하지 않는 농가의 경우 그 원인을 분석하고 해결책을 제시해 주어야 하며, 현재의 충남에 대표적으로 설치된 시설과 환경에 맞는 제품을 제안 또는 개발해야 할 것이다.

(2) 기술요소 관계도 - 재배

기술의 중요성 & 시급성 관계도



기술의 수요 & 성과 관계도



상기 그래프는 토마토 산업에서 필요한 기술개발 중 육묘 및 재배에 대한 것으로 X축은 토마토산업에서의 시급성, 시장성을 Y축은 중요성과 개발을 통한 성과의 크기를 기준으로 기술의 시급을 표현한 것임.

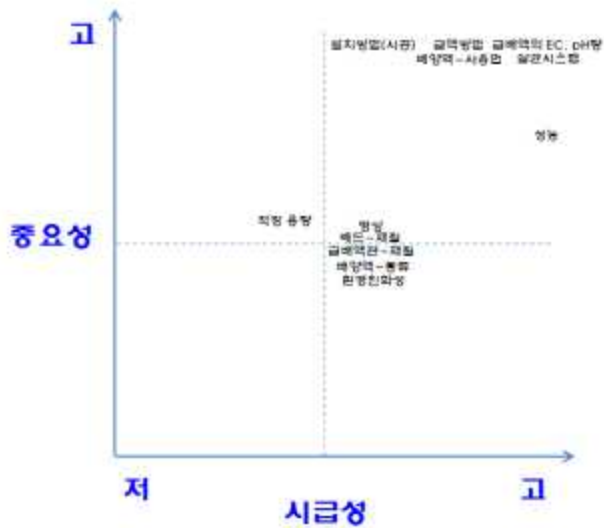
시급성과 중요성이 모두 낮은 것으로는 배지, 적엽 및 유인 등이 있고, 높은 것으로는 묘 품질, 복합환경, 뿌리발달 및 초세조절 등이 있음. 중간영역으로는 적정 배지량, 육묘환경 중 온도와 광도, 측지관리 등이 있음을 알 수 있음.

성과와 시장수요가 모두 낮은 것으로는 지상환경, 근온, 측지관리 등에 관한 것이며 중간영역으로는 적정 배지량, 비료, 관수 등이 위치하고 있음.

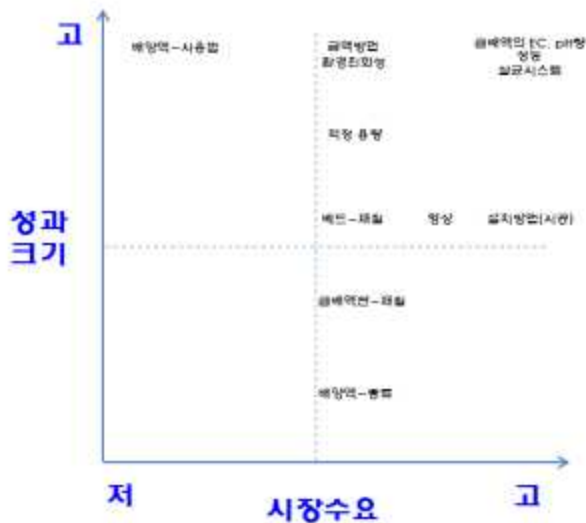
성과와 시장수요가 모두 높은 것으로는 묘 품질, 복합환경이 열거되어 있음.

(3) 기술요소 관계도 - 수경재배

기술의 중요성 & 시급성 관계도



기술의 수요 & 성과 관계도



상기 그래프는 토마토 산업에서 필요한 기술개발 중 수경재배에 대한 것으로 X축은 토마토산업에서의 시급성, 시장성을 Y축은 중요성과 개발을 통한 성과의 크기를 기준으로 기술의 시급을 표현한 것임.

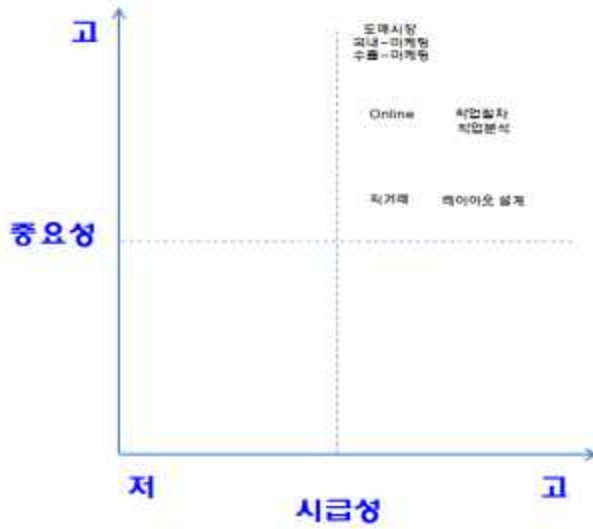
시급성과 중요성이 모두 낮은 것으로는 재순환시스템의 적정 용량 등이 있고, 중간영역으로는 베드 및 급배액관의 재질, 배양액의 종류 등이 있음을 알 수 있음.

성과와 시장수요가 모두 낮은 것으로는 배양액의 사용법에 관한 것이며 중간영역으로는 베드와 급배액관의 재질, 급액 방법 등이 위치함.

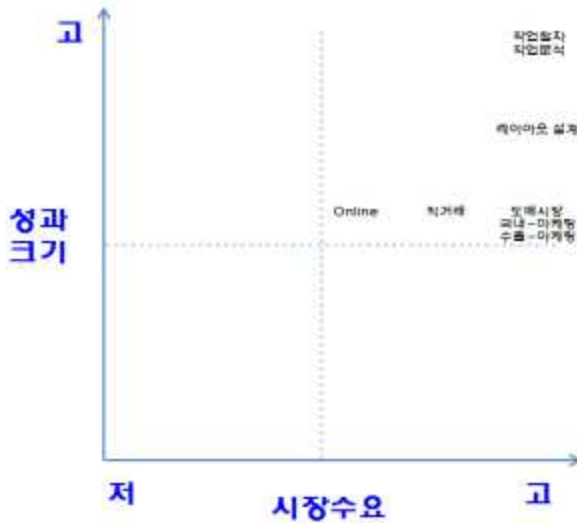
수경재배 기술에서는 시급성과 중요성, 성과와 시장수요가 모두 높은 것에서 급배액의 EC, pH, 배액량, 살균시스템 등이 나타남.

(4) 기술요소 관계도 - 유통 및 경영

기술의 중요성 & 시급성 관계도



기술의 수요 & 성과 관계도



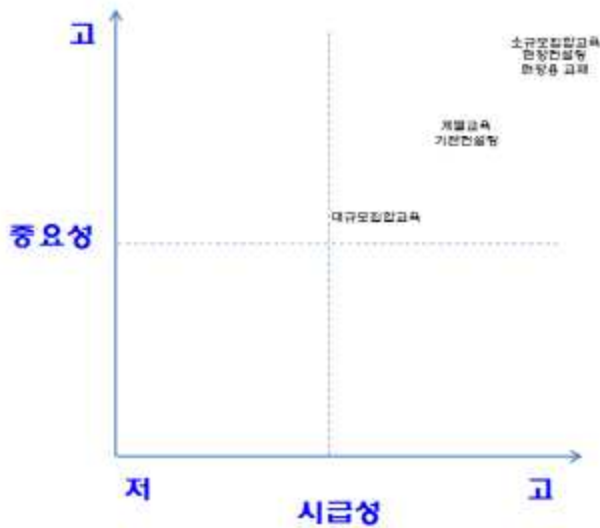
상기 그래프는 토마토 산업에서 필요한 기술개발 중 유통 및 경영에 대한 것으로 X축은 토마토산업에서의 시급성, 시장성을 Y축은 중요성과 개발을 통한 성과의 크기를 기준으로 기술의 시급을 표현한 것임.

시급성과 중요성이 높은 것으로는 작업절차, 작업분석 및 레이아웃 설계 등이 있고, 중간영역으로는 직거래, 도매시장, 국내 및 수출 마케팅 등이 있음을 알 수 있음.

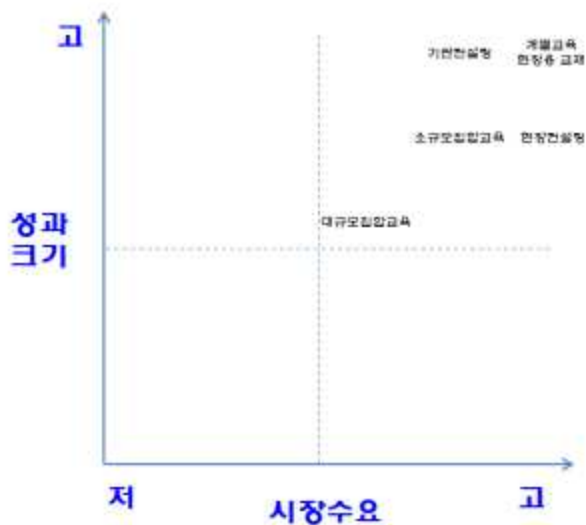
성과와 시장수요가 모두 높은 것으로는 작업절차, 작업분석, 레이아웃 설계 등이 열거되어 있고, 중간영역으로는 온라인 유통, 직거래 등이 위치하고 있음.

(5) 기술요소 관계도 - 교육 및 컨설팅

기술의 중요성 & 시급성 관계도



기술의 수요 & 성과 관계도



상기 그래프는 토마토 산업에서 필요한 기술개발 중 교육 및 컨설팅에 대한 것으로 X축은 토마토산업에서의 시급성, 시장성을 Y축은 중요성과 개발을 통한 성과의 크기를 기준으로 기술의 시급성을 표현한 것임.

시급성과 중요성이 높은 것으로는 소규모 집합 교육, 현장 컨설팅, 현장용 교재가 있고, 중간영역으로는 대규모 집합 교육, 개별 교육, 기관컨설팅이 있음을 알 수 있음. 성과와 시장수요가 모두 높은 것으로는 개별교육, 현장용 교재 등이 열거되어 있고, 중간영역으로는 대규모 집합 교육 등이 위치하고 있음.



나. KPI(핵심성과지표) 설계

도출된 요소기술 중 다양한 지표를 종합한 결과 가장 높은 점수를 받은 분야별 요소 기술들은 다음과 같음.

(1) 시설 및 설비 분야

AHP-1	AHP-2	AHP-3	중요성	시급성	산업수요	성과크기	합계	도출과제
시설	보온재	환경온화성	5	5	5	5	20	5
시설	보온재	사용방법	5	5	1	5	16	5
설비	열손실을	관류열손실	5	5	1	5	16	5
설비	열손실을	환기전열손실	5	5	1	5	16	5
설비	열손실을	지중전열손실	5	5	1	5	16	5
설비	복합환경자동 제어시스템	성능	5	5	5	5	20	5

이 요소기술들을 종합하여 도출한 과제로는 “ICT 기반 온실복합환경제어시스템 플랫폼 기술 고도화 및 산업화” 및 “온실 에너지 절감 틈새 기술 패키지화 및 보급”이 적절하다고 판단되었음.

그리고 이 과제들의 대표적인 KPI는 “복합환경관리시스템의 지능수준” 및 “온실 에너지 손실량”으로 도출하였음.

(2) 수경재배시스템 분야 - 1

AHP-1	AHP-2	AHP-3	중요성	시급성	산업수요	성과크기	합계	도출과제
수경재배 시스템	계측 및 제어	급배액의 EC, pH 양	5	5	5	5	20	5
수경재배 시스템	재순환시스템	삼균시스템	5	5	5	5	20	5
수경재배 시스템	재순환시스템	환경친화성	3	3	3	5	14	5
수경재배 시스템	재순환시스템	적정용량	3	2	3	4	12	5

이 요소기술들을 종합하여 도출한 과제로는 “순환식 수경재배 시스템 개발 및 보급” 및 “배지직접제어법을 이용한 자동급액시스템 개발”이 적절하다고 판단되었음. 단, 농업 ICT를 이용한 스마트팜의 경우 복합환경자동제어와 순환식 수경재배시스템이 일

체화되므로 “ICT 기반 온실복합환경제어시스템 플랫폼 기술 고도화 및 산업화”로 통합하는 것이 바람직한 것으로 결론지었음.

그리고 이 과제의 대표적인 KPI는 “개방형 수경재배 대비 배액 폐기량 절감량” 및 “복합환경관리시스템의 지능수준”으로 도출하였음.

(3) 수경재배시스템 분야 - 2

AHP-1	AHP-2	AHP-3	중요성	시급성	산업수요	성과크기	합계	도출과제
수경재배 시스템	금액기	금액방법	5	4	3	5	17	5

이 요소기술들을 종합하여 도출한 과제로는 “배지중량제어법을 이용한 자동금액시스템 개발”이 적절하다고 판단되었음.

그리고 이 과제의 대표적인 KPI는 “자동금액시스템의 자동화 수준”으로 도출하였음.

(4) 재배 분야

AHP-1	AHP-2	AHP-3	중요성	시급성	산업수요	성과크기	합계	도출과제
재배	지상환경	복합환경	5	5	5	5	20	5
재배	작물관리	초세조절	5	5	1	5	16	5

이 요소기술들을 종합하여 도출한 과제로는 “스마트 생산 관리 메뉴얼 개발 및 보급”이 적절하다고 판단되었음.

그리고 이 과제의 대표적인 KPI는 “생산관리 메뉴얼의 현장 활용성”으로 도출하였음.

(5) 교육 및 컨설팅 분야

AHP-1	AHP-2	AHP-3	중요성	시급성	산업수요	성과크기	합계	도출과제
교육 및 컨설팅	교육	소그룹집합교육	5	5	4	4	18	5
교육 및 컨설팅	교육	개별교육	4	4	5	5	18	5
교육 및 컨설팅	컨설팅	현장 컨설팅	5	5	5	4	19	5
교육 및 컨설팅	컨설팅	기관 컨설팅	4	4	4	5	17	5
교육 및 컨설팅	교재개발/보급	현장용 교재	5	5	5	5	20	5

이 요소기술들을 종합하여 도출한 과제로는 “창의형 생산 컨설팅 및 인력양성 프로

그램 개발 및 보급”이 적절하다고 판단되었음. 단, 효율적으로 교육을 행하거나 현장에서 컨설팅하기 위해서는 관련 자료의 수준이 매우 중요하므로 “스마트 생산 관리 매뉴얼 개발 및 보급”과 통합하여 “스마트 생산 관리 매뉴얼 개발 및 인력양성 프로그램 개발”로 통합하는 것이 바람직하다고 결론지었음.

그리고 이 과제의 대표적인 KPI는 “생산 컨설팅 프로그램의 개발 수준” 및 “인력양성 프로그램의 개발 수준”으로 도출하였음.

(6) 경영 분야

AHP-1	AHP-2	중요성	시급성	산업수요	성과크기	합계	도출과제
경영	작업절차	4	4	5	5	18	5
경영	작업분석	4	4	5	5	18	5
경영	레이아웃 설계	3	4	5	4	16	5

이 요소기술들을 종합하여 도출한 과제로는 “스마트기술을 이용한 작업관리시스템의 개발 및 보급”이 적절하다고 판단되었음.

그리고 이 과제의 대표적인 KPI는 “과학적 온실운영 기법 개발 수준”으로 도출하였음.

(7) 유통 분야

AHP-1	AHP-2	중요성	시급성	산업수요	성과크기	합계	도출과제
유통	도매시장	5	3	5	3	16	5
유통	마케팅	5	3	5	3	16	5

이 요소기술들을 종합하여 도출한 과제로는 “토마토 고수익 창출을 위한 유통 채널별 전략 수립”이 적절하다고 판단되었음.

그리고 이 과제의 대표적인 KPI는 “경매 시세 수준”과 “수익성 수준”으로 도출하였음.

다. KPI 목표치 설정

자료 및 전문가 설문을 통해 각 KPI에 대한 목표치를 설정했다. 결과는 다음과 같음.

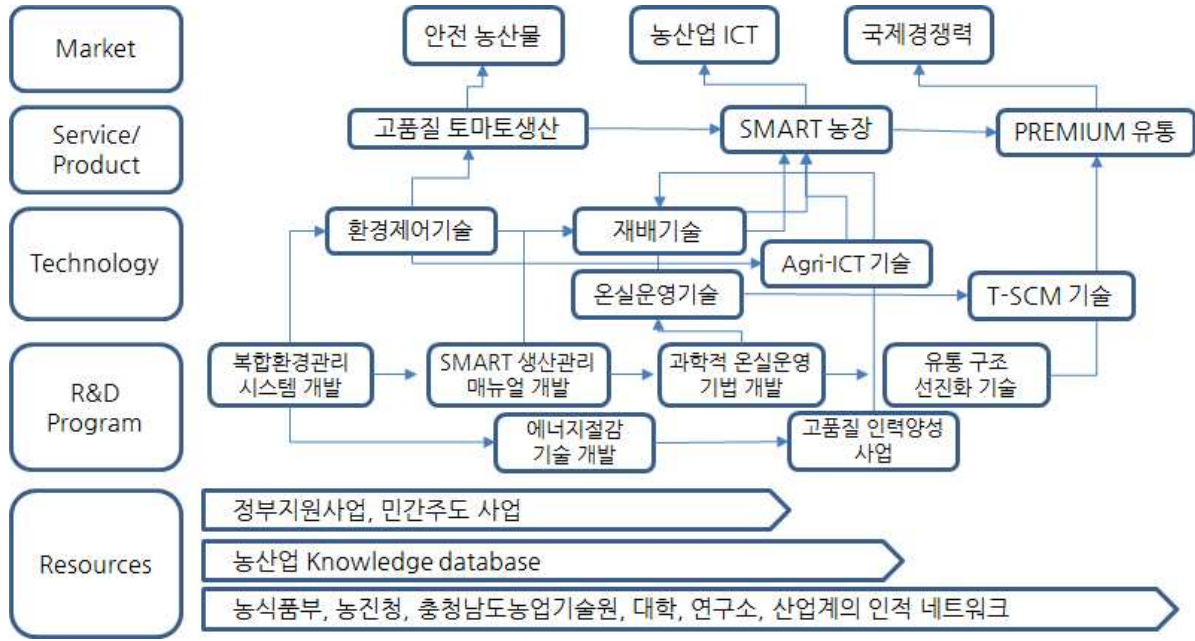
KPI(핵심성과지표) 정의	KPI 목표치
복합환경관리시스템의 지능수준	PRIVA시스템의 한국형
온실 에너지 손실량	현 손실량의 30%
개방형 수경재배 대비 배액 폐기량 절감량	현 배양액 폐기량의 20%
생산관리 매뉴얼의 현장 활용성	현장 문제 해결 능력 90%
생산 컨설팅 프로그램의 개발 수준	컨설팅 수요자 만족도 90%
인력 양성 프로그램의 개발 수준	교육 수요자 만족도 90%
과학적 온실운영 기법 개발 수준	작업 인력관리 효율 30% 증대 바코드를 이용한 작업관리 시스템
자동급액시스템의 자동화 수준	신뢰도 90%
경매 시세 수준	시세 상위 10%
수익성 수준	단위 출하량 기준 매년 10% 증대

표. KPI 정의 및 KPI 목표치

- 토마토 산업 관련 기술 중 시설 및 설비에 관한 KPI 정의는 복합환경관리시스템의 지능수준, 온실 에너지 손실량으로 도출됐으며 이에 대한 KPI 목표치는 현실적인 제약 등을 고려하여 PRIVA시스템의 한국형, 에너지 현 손실량의 30%로 설정했음.
- 토마토 산업 관련 기술 중 수경재배 시스템에 관한 KPI 정의는 개방형 수경재배 대비 배액 폐기량 절감량과 자동급액시스템의 자동화 수준으로 도출됐으며 이에 대한 KPI 목표치는 현 배양액 폐기량의 20%, 자동급액시스템의 신뢰도 90%로 설정했음. 폐기량 설정은 선진국 기준을 적용했음. 자동급액시스템의 신뢰도는 작물생육인자 및 환경인자와의 완전 해석에 의해 달성되는 것으로 현실적으로 90% 이상의 신뢰도는 어려운 상황임.
- 토마토 산업 관련 기술 중 재배에 관한 KPI 정의는 생산관리 매뉴얼의 현장 활용성으로 도출됐으며 이에 대한 KPI 목표치는 현장 문제 해결 능력 90%로 설정했음. 토마토를 비롯한 생물의 경우 성장제어 및 문제해결의 정도는 이 이상을 달성하기 어려움.
- 토마토 산업 관련 기술 중 교육 및 컨설팅에 관한 KPI 정의는 생산 컨설팅 프로그램의 개발 수준, 인력 양성 프로그램의 개발 수준으로 도출됐으며 이에 대한 KPI 목표치는 컨설팅 수요자 만족도 90%, 교육 수요자 만족도 90%로 설정했음. 교육이나 컨설팅의 경우 지식공여자의 능력, 수혜자의 수준 및 적극성, 시설 및 자재 등의 제약에 의해 현실적으로 이 이상은 어려움.

- 토마토 산업 관련 기술 중 경영에 관한 KPI 정의는 과학적 온실운영 기법 개발 수준으로 도출됐으며 이에 대한 KPI 목표치는 작업 인력관리 효율 30% 증대, 바코드를 이용한 작업관리 시스템으로 설정했음. 현재 작업관리방법에 ICT를 활용하고 있지 않아 이의 도입으로 설정했음.
- 토마토 산업 관련 기술 중 유통에 관한 KPI 정의는 경매 시세 수준, 수익성 수준으로 도출됐으며 이에 대한 KPI 목표치는 토마토 가격 시세 상위 10%, 단위 출하량 기준 매년 10% 증대로 설정했음. 시장에서의 경락가격은 기간을 요하며 시장상황에 따른 가변적인 사항들이 있음을 고려하여 설정함.

2. KPI(핵심성과지표) 목표 달성을 위한 CSF(주요성공요인) 설계



상기 그림은 토마토산업의 중장기 기술전략을 보여주고 있다. 먼저 토마토 산업에 대한 시장수요 흐름(MARKET)은 향후 안전한 농산물, 농산업 ICT, 국제 경쟁력이 점차 중요해질 것으로 판단된다. 이를 달성하기 위해서는 고품질의 토마토 생산시스템 구축, SMART농장에 대한 연구와 투자, 선진 유통기술의 도입이 필요 함.

고품질 토마토생산, SMART농장을 구현하기 위해서는 복합환경제어기술의 기능분석을 통한 최적 사용 방법의 교육, 자동 수분관리 시스템을 통한 근권환경의 복합제어, 작물의 작업일정에 뒤처지지 않는 관리를 위한 시스템 개발이 필요하다. 선진 유통기술 등의 서비스(Service)를 달성하기 위해서는 다음과 같은 기술적 뒷받침이 있어야 한다. 지원 기술(Technology)로는 Ari-ICT(Information Communication Technology) 기술, T-SCM(Tomato Supply Chain Management)기술 등이며 이러한 다양한 기술들은 서로 융·복합적인 연계성을 가지고 있음.

다양한 지원 기술(Technology)을 위해서는 연구개발 프로그램이 지속적으로 진행되어야 하는데, 환경제어기술을 위해서는 복합환경관리시스템의 개발, 재배기술의 확립을 위해서는 SMART생산관리 매뉴얼의 개발, 온실운영기술의 향상을 위해서는 과학적 온실운영기법의 개발, T-SCM기술 확보를 위해서는 유통구조 선진화 기술의 확보가 필요하며 전반적인 연구로 에너지절감 기술과 고품질의 인력양성 사업이 진행되어야 함.

이러한 토마토산업의 기술전략을 성공시키기 위해서는 정부지원사업의 활성화, 민간주도의 농산업 혁신이 필요하며, 농식품부, 농진청, 대학 및 연구소 등의 인적 네트워크화, 농산업 지식데이터베이스의 지속적인 공개 및 지원이 필요함.

### 3. 토마토 산업의 스마트화 육성 요소기술 개발의 정의

현재 토마토 생산기반 중심의 현장 요구도 분석을 통하여 최우선 기술을 선별한 결과, 순환식 수경재배 기술, 에너지 절감기술, 배지 자동제어 기술, ICT 기반 인력관리 효율화 프로그램, 인력양성 및 유통의 스마트화로 각 영역이 도출되어 이것을 기술 패키지화하여 전체 토마토 생산효율을 증가시킴

### 4. 지자체/농가들과의 사업단 협력전략 및 사업단 세부 연구추진 방법

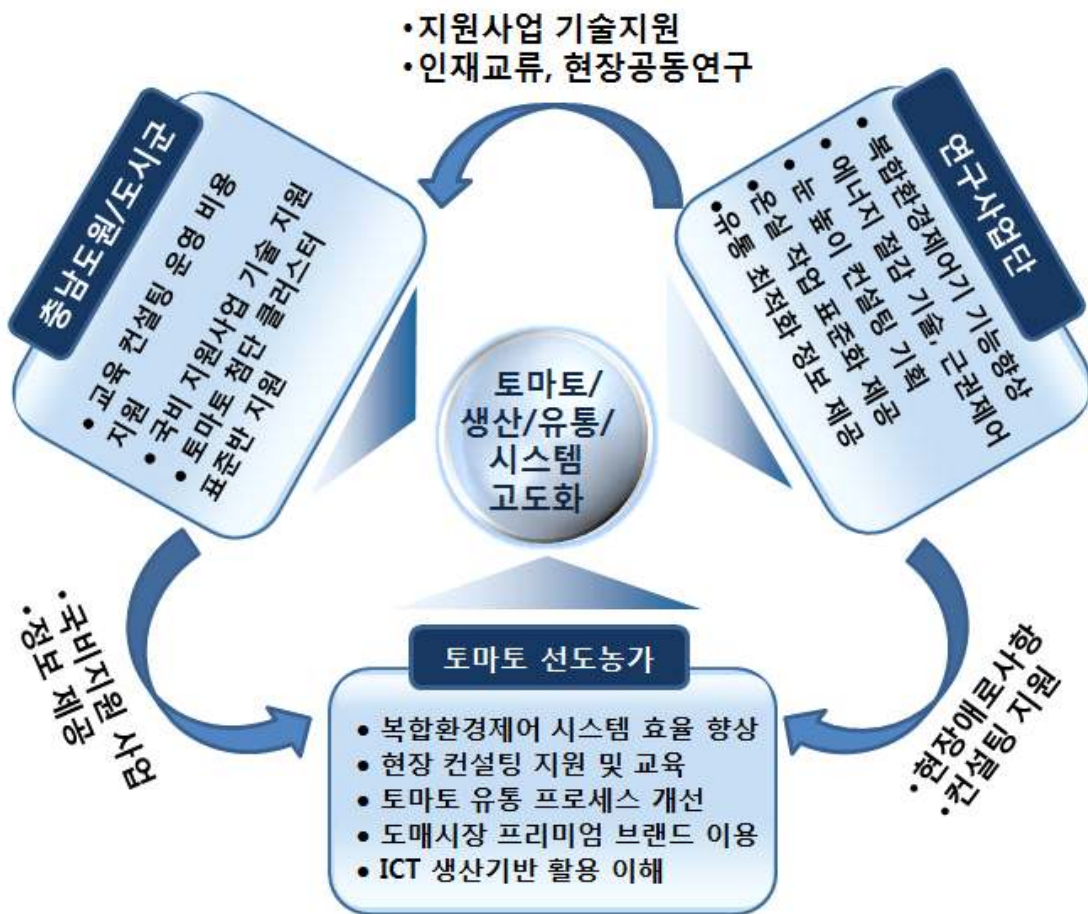


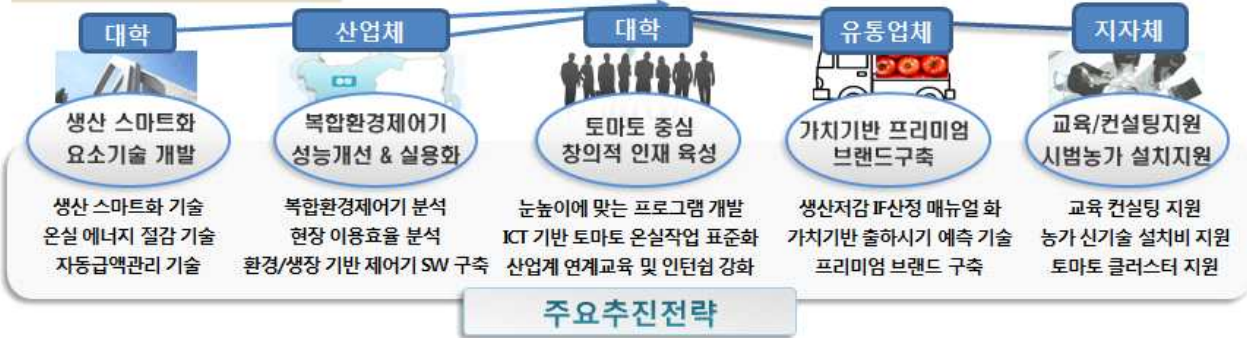
그림. 지자체/시도군과의 사업단 협력전략

- 연구사업단은 충남도원 및 도시군과 교육컨설팅을 운영하고 국비 지원사업의 기술 및 장단점 현장 설명을 통하여 적절한 시설이 설치될 수 있도록 유도 함
- 농가의 경우 산업체와 연계하여 설치된 복합환경제어기의 성능을 분석하고 효율성 증진 방안을 마련하며, 현장 컨설팅 지원

생산 및 유통 효율 20% 개선을 통한 충남 토마토 산업의 재도약 기반 구축

- 생산성 증대 응용기술 실용화 (12%)
- ICT 작업관리 표준화 및 맞춤형 현장교육 (5%)
- 프리미엄 유통 브랜드화 (3%)

<농가 실증 및 실용화>



<예상 결과 및 기대 효과>

- ▶ 토마토 산업의 **생산기술, 에너지 절감기술, 가치기반 유통 브랜드 고도화**  
 → 토마토 생산성 향상, 경영지원을 통한 농가소득 및 유통의 프리미엄화
- ▶ 지자체와 함께하는 **컨설팅 및 창의적 인재양성 시스템 고도화**  
 → 차별화 교육, 기술개발 동기 제공, 컨설팅을 통한 자기 학습능력 배가

한국 제일의 토마토 산지  
생산·관리·유통의 스마트화

그림. 연구사업단의 연구내용 및 연구추진 방법



## 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

### 1. 목표달성도

분류	연구목표	평가의 착안점	달성도 (%)
요소 기술의 도출	충남 지역 토마토 생산 기반 경쟁력을 갖추기 위한 요소 기술의 도출	기술개발 동향 및 관련 기술 분석	100
		핵심성과지표(KPI) 도출	100
		주요 성공요인(CSF) 도출	100
추진 분야 설정	중점 추진 분야 및 후보 과제 설정	동적 생산 관리 매뉴얼 개발 및 컨설팅 강화 프로그램 개발	120
		충남 토마토 산업 종사자 및 인재 양성을 위한 교육 프로그램 개발 및 운영	100
		경영 개선 프로그램 개발	100
		시기별 수급 조절 및 가격 안정화를 위한 작기 체계 개발	100
		소비자 클레임 해소 기술 개발 및 보급	100
기획	연구개발 과제 기획	연구개발 과제 목표 및 범위 설정	100
		성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진 방안	100
		인력투입계획 및 소요예산 산정	100
		사전 타당성 검토	100
		RFP 작성 및 평가 기준 설정	100

## 제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

해당없음.

## 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

해당없음.

## 제 7 장 연구시설·장비 현황

해당없음.

## 제 8 장 참고문헌

Kim, S.E., S.Y. Sim, S.D. Lee, and Y.S. Kim. 2011. Appropriate each irrigation quantity in irrigation system controlled by drainage level sensor for perlite bag culture of tomato. Korean J. Hort. Sci. Technol. 29:36-42.

Shin, J.H., J.S. Park, and J.E. Son. 2014. Estimating the actual transpiration rate with compensated levels of accumulated radiation for the efficient irrigation of soilless cultures of paprika plants. Agr. Water Mgt. 135:9-18.

Ta, T., J. Shin, E. Noh, and J. Son. 2012. Transpiration, growth, and water use efficiency of paprika plants (*Capsicum annuum* L.) as affected by irrigation frequency. Hort. Environ. Biotechnol. 53:129-134.

김성은, 김영식, 심상연. 2011. 토마토 펄라이트 베드재배시 배액전극 제어법에 적합한 측정틀 설계. 원예과학기술지 29:568-574.

김성은, 심상연, 김영식. 2010. 배액전극제어법에 의한 토마토 펄라이트 자루재배시 일중 첫 배액 제어. 원예과학기술지 28:409-414.

김성은, 심상연, 김영식. 2010. 토마토 펄라이트 자루재배시 배액전극제어법 적용시점 구명. 생물환경조절학회지 19:19-24.

김성은, 심상연, 김영식. 2010. 토마토의 암면과 코이어 자루재배시 일사량제어법과 배액전극제어법에 의한 급액제어 방법 비교. 생물환경조절학회지 19:12-18.

김성은, 심상연, 이상돈, 김영식. 2011. 배액전극제어법을 이용한 토마토 펄라이트 자루재배시 일회급액량 구명. 원예과학기술지 29:36-42.

김종윤. 2014. 화훼작물의 효율적 생산을 위한 토양수분센서 자동관수시스템. Flower Res. J. 22:48-53.

김혜진, 고관달, 김완순, 노미영, 강윤임, 이정현, 김형준, 남윤일, 김영식. 2003. 소량의 펄라이트 재배 시 적산일사량에 의한 급액제어가 방울토마토의 생육 및 품질에 미치는 영향. 원예과학기술지 21:49-49.

노미영, 김형준, 남윤일, 이용범, 배종향. 2002. 배액의 EC를 기초로 한 급액의 EC 제어에 대한 오이의 생육 및 수량 반응. Hort. Environ. Biotechnol. 43:261-266.

노미영, 이용범. 2001. 고품배지경에서 급액제어 방법에 따른 오이의 수분흡수량, 광합성, 생육 및 수량. Hort. Environ. Biotechnol. 42:38-42.

박성태, 최기영, 오정심, 고지연, 장은지, 이용범. 2013. 코코넛 코이어를 이용한 장미 수경재배에서 FDR 센서를 이용한 자동 급액제어 시 급액시작 시간이 절화 생육에 미치는 영향. 원예과학기술지 31:157-157.

소재우, 조영렬, 이용범. 2001. 식물공장에서 적산일사량에 따른 급액제어가 상추의 생육에 미치는 영향. 원예과학기술지 19:68-68.

심상연, 이수연, 이상우, 서명훈, 임재욱, 김순재, 김영식. 2006. 타이머 제어에 의한 토마토 펠라이트 자루재배시 적정 관수시간 도출. 생물환경조절학회지 15:327-334.

심상연, 이수연, 이상우, 서명훈, 임재욱, 김순재, 김영식. 2006. 토마토 펠라이트 자루재배에서의 급액제어 방법에 따른 배지의 수분변화. 생물환경조절학회지 15:225-230.

양은영, 박금순, 이혜진, 이준숙, 이용범. 2002. 장미 식물공장에서 적산일사량에 의한 급액제어 방식이 장미의 생육과 품질에 미치는 영향. 원예과학기술지 20:116-116.

이한철. 2014. 순환식 수경재배의 필요성 및 당면과제. 2014 추계생물환경조절학회. 함안.

채준석, 서종분, 양승구, 최경주. 1998. 오이 양액재배시 일사량 비례제어에 의한 최적 급액시점 및 급액량 설정에 관한 연구. 원예과학기술지 16:433-433.

최병민, 최기영, 오정심, 박성태, 유형주, 송현지, 연제성, 장은지, 이용범. 2014. 딸기의 고설수경재배에서 FDR 센서를 이용한 급액제어 시 배지조성이 배액율과 생육에 미치는 영향. 원예과학기술지 32:86-86.

최은영, 이용범. 1998. 상추의 NFT재배에서 급액제어를 위한 최적 적산일사량 구명. 원예과학기술지 16:434-434

Beum Jun Ahn, YoungShik Kim, Development of greenhouse work management system using a wireless bar code system, pp. 427~428, The 4th International Conference on Convergence Technology 2014

안범준, 김성은, 김영식, 토마토 농가를 대상으로 한 영농작업기록장 작성 및 활용 실태 조사 연구, 2014 한국원예학회 추계학술발표회

HortiMaX Synopta. <http://www.hortimax.com/>

Hoogendoorn Information management. <http://www.hoogendoorn.nl/en/>

Priva: <http://www.privagroup.com/en/>

김덕현, 이금재, 서귀수, 이진우, “양액재배농가 농장경영관리프로그램 개발”, 전남농업기술원, 2005.

박주섭, 박석영, “인터넷농장경영종합관리프로그램”, 농촌진흥청 농업경영정보관실, 2003

유찬주, 정안성, 최영찬, “농축산경영관리소프트웨어의 개발 현황과 개선과제”, 「한국지역정보화학회지」, 제3권, 제2호(2000), pp.85-112.

이명희, “인터넷농장경영종합관리시스템 설계”, 한양대학교, 석사학위논문(2004).

이원노, “eBiz태극회계프로그램2010”, 산천경제연구소(<http://eclid.com>).

한국농림수산정보센터, “농업용소프트웨어서비스”, 옥답포털(<http://www.okdab.com>).

한국인터넷진흥원, “웹2.0 개발의 새로운 모델-Open API”, Issue ABC(2008).

황현수, “Web2.0 동향 및 서비스전략”, SK커뮤니케이션.

Shi-feng Yang, Daudi S. Simbeye, “Computerized Greenhouse Environmental Monitoring and Control System Based on Lab Windows/CVI”, JOURNAL OF COMPUTERS, ), vol. 8, no. 2, pp.399-408, 2013.

Ji-woong Lee, Changsun Shin, Hyun Yoe, “An Implementation of Paprika Green house System Using Wireless Sensor Networks”, Int. Journal of Smart Home, vol. 4, no. 3, pp.57-68, 2010.

Diop, S., J.W. Lee, and H.W. Lee. 2014. Measurement and comparison of overall heat transfer coefficients for greenhouse covering materials with thermal screens. Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers. 56(4):41-51.

Lee, H.W., S. Diop, and Y.S. Kim. 2011. Variation of the overall heat transfer coefficient of plastic greenhouse covering material. J. of Bio-Env. Control. 20(2):72-77.

Nam, S.W., H.H. Shin, and D.U. Seo. 2014. Comparative analysis of weather data for heating and cooling load calculation in greenhouse environmental design. Protected Horticulture and Plant Factory. 23(3):174-180.

Nam, S.W. 2013. Current status of greenhouse environmental design technique and comparison of standard weather data. Magazine of the Korean Society of Agricultural Engineers. 55(4):28-36.

Hwang, Y.Y., J.W. Lee, and H.W. Lee. 2013. Estimation of overall heat transfer coefficient for single layer covering in greenhouse. Protected Horticulture and Plant Factory. 22(2):108-115.





# 충청남도



수신자 **충남대학교농업생명과학대학장**  
(경유)

제목 「지역 농산업 육성 프로젝트 R&D 기획지원」 협조 요청에 대한 회신

1. 귀 대학의 무궁한 발전을 기원합니다.

2. 충남대학교농업생명과학대학-1511(2015.02.24.)호(「지역 농산업 육성 프로젝트 R&D 기획지원」 협조 요청)와 관련하여 검토 결과를 아래와 같이 회신합니다.

□ 검토결과

가. 충남도는 시설원예분야의 경쟁력 제고를 위하여 ICT 융복합시설을 도입하는 등 생산시설의 첨단화와 규모화를 위한 사업을 추진하고 있습니다.

나. 귀 대학이 「지역특화 시설원예산업 전략 육성」에 최종 선정되어 연구개발이 이루어질 경우, 개발된 기술에 대하여 현장농가에 적용될 수 있도록 적극 검토하도록 하겠습니다. 끝.

충청남도지사



주무관	<b>김진형</b>	인삼원예팀장	<b>김동기</b>	친환경농산과장	전결 03/11 <b>이건호</b>
협조사	주무관	<b>조경애</b>	주무관	<b>윤용민</b>	주무관 <b>이진택</b>
시행	친환경농산과-3807	( 2015.03.11. )	접수	충남대학교농업생명과학 대학-2060	( 2015.03.12. )
우	350831	충남 홍성군 홍북면 충남대로 21(충청남도 본청) 3		/ http://www.chungnam.net	
전화	041-635-4051	/전송 041-635-3055		/ maker33@korea.kr	/ 공개

1. 세부과제 참여연구원 및 연구기관명(8명)

연구원명	소속
김성진	충남대학교
김홍주	충남대학교
강남규	충남대학교
김소연	충남대학교
김성은	상명대학교
채민정	상명대학교
이요셉	상명대학교
배찬홍	상명대학교

## 주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 농생명산업기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 농생명산업기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.