

발 간 등 록 번 호
11-1541000-001674-01

스마트 팜 운영실태 분석 및 발전방향 연구

연구기관: 한국농촌경제연구원

농림축산식품부

제 출 문

농림수산식품부 장관 귀하

본 보고서를 「스마트 팜 운영실태 분석 및 발전방향 연구」의 최종
보고서로 제출합니다.

2016년 10월

주관연구기관명: 한국농촌경제연구원

선임연구위원	김 연 중
부 연구 위 원	서 대 석
부 연구 위 원	박 지 연
전 문 연구 원	박 영 구

차 례

제1장 서 론

1. 연구의 필요성	1
2. 연구 목적	3
3. 선행연구와 차별성	3
4. 연구 범위와 방법	5

제2장 스마트 팜 정책 동향 및 보급 실태

1. 스마트 팜의 정의	11
2. 스마트 팜 정책추진 경과 및 목표	15
3. 스마트 팜 보급 현황 및 실태	23

제3장 스마트 팜 운영 실태 및 경제성 분석

1. 스마트 팜 도입 현황	37
2. 미 도입농가의 스마트 팜 도입의향	42
3. 스마트 팜 도입 효과 및 경제성 분석	45
4. 스마트 팜 도입농가의 애로사항	57
5. 스마트 팜 도입확대 방안	60

제4장 스마트 팜 보급 확대를 위한 정책 우선순위

1. 스마트 팜 보급 확대 전략의 설정	65
2. 분석방법	68
3. 스마트 팜 보급 확대를 위한 전략의 우선순위 결정	72
4. 스마트 팜 보급 확대를 위한 세부 분야별 중요도 분석	77
5. 스마트 팜 보급 확대를 위한 정책 우선순위와 시사점	84

제5장 주요국의 스마트 팜 활용사례와 시사점

1. 주요국의 스마트 팜 활용 사례	87
2. 스마트 팜 기술 적용 식물공장	105
3. 선진국과 우리나라 스마트 팜 분야별 기술수준 비교	115
4. 스마트 팜 보급 확대를 위한 시사점	125

제6장 스마트 팜 발전방향

1. 스마트 팜 비전	133
2. 스마트 팜의 보급 목표	134
3. 추진 전략	136

<참고문헌>	143
--------------	-----

표 차 례

제1장

표 1-1. 조사 및 원고위탁 내용	8
---------------------------	---

제2장

표 2-1. 농업과 ICT 융복합의 주요 유형 및 사례	13
표 2-2. 스마트 팜 보급목표	15
표 2-3. 2017년 스마트 팜 보급목표	18
표 2-4. 연도별 재정투입 계획(시설원예)	21
표 2-5. 연도별 재정투입 계획(축산)	22
표 2-6. 부류별 스마트 팜 농가 수	24
표 2-7. 시설원예 부문 스마트 팜 재배면적 추정	25
표 2-8. 시설원예 부문 스마트 팜 재배면적 추정	26
표 2-9. 시설원예 스마트 팜 재배면적 구간별 농가수(대분류)	26
표 2-10. 시설원예 스마트 팜 재배면적 구간별 농가수(중분류)	27
표 2-11. 시설원예 스마트 팜 온실 분류	28
표 2-12. 시설원예 ICT 제어 구분	29
표 2-13. ICT 제어 시설을 반영한 품목별 스마트 팜 기술 수준	30
표 2-14. 품목별 ICT 제어 기술수준 분류	31
표 2-15. 노지과수 부문 스마트 팜 재배면적 추정	32
표 2-16. 주요 노지과수 스마트 팜 재배면적 추정	32
표 2-17. 주요 노지과수 스마트 팜 재배면적 추정	33
표 2-18. 주요 노지과수 스마트 팜 재배면적 구간 추정	33
표 2-19. 노지과수 스마트 팜 ICT 제어 수준	34

표 2-20. 노지과수 품목별 스마트 팜 ICT 제어 수준	34
표 2-21. 축산 부문 스마트 축산 비중 추정	35
표 2-22. 축산 부문 스마트 제어 수준	36

제3장

표 3-1. 응답자의 일반적 특성	38
표 3-2. 영농형태별 재배·사육 규모	40
표 3-3. 스마트 팜 도입시기	40
표 3-3. 스마트 팜 적용 비율 및 향후 규모 확대·축소 계획	41
표 3-4. 스마트 팜 관련 정책사업 참여율	42
표 3-5. 미도입농가의 스마트 팜 인지도	42
표 3-6. 미도입농가의 스마트 팜 도입의향	43
표 3-7. 미도입농가의 스마트 팜 도입 희망 이유	43
표 3-8. 미도입농가의 스마트 팜 미도입 선택 이유	44
표 3-9. 스마트 팜 투자비 중 희망 자부담 비율	45
표 3-10. 스마트 팜 도입 전 예상효과 및 도입 후 실제효과	46
표 3-11. 스마트 팜 도입 후 만족도	47
표 3-12. 시설원예용 스마트 팜 구성요소별 도입율 및 만족도	48
표 3-13. 과수용 스마트 팜 구성요소별 도입율 및 만족도	49
표 3-14. 축산용 스마트 팜 구성요소별 도입율 및 만족도	50
표 3-15. 스마트 팜 금리·상환기간별 자본회수계수(K)	55
표 3-16. 스마트 팜 조건별 도입자금 상환을 위한 필요소득	56
표 3-17. 스마트 팜 도입자금 상환 필요소득 대비 실제소득	56
표 3-18. 스마트 팜 도입 후 사용상의 애로사항	57
표 3-19. 스마트 팜 시공업체에 대한 애로사항	58
표 3-20. 스마트 팜과 관련된 문제 발생시 도움을 요청하는 기관	58
표 3-21. 스마트 팜 시공업체 선택 이유	59

표 3-22. 스마트 팜 지원역할별 중점지원기관	60
표 3-23. 스마트 팜 도입 촉진방안	61
표 3-24. 농업 발전을 위한 스마트 팜 도입 필요성	61
표 3-25. 시설원예용 맞춤형 스마트 팜	62
표 3-26. 과수용 맞춤형 스마트 팜	63
표 3-27. 축산용 맞춤형 스마트 팜	64

제4장

표 4-1. 스마트 팜 보급확대 방안 도출을 위한 의사결정 계층구조	67
표 4-2. 쌍대비교 척도	69
표 4-3 . 전문가 조사 개요	71
표 4-4. 스마트 팜 보급 확대 방안 마련을 위한 제1계층 AHP 분석결과	72
표 4-5. 스마트 팜 보급 확대 방안 마련을 위한 제2계층 AHP 분석결과(경제성)	73
표 4-6. 스마트 팜 보급 확대 방안 마련을 위한 제2계층 AHP 분석결과(R&D)	74
표 4-7. 스마트 팜 보급 확대 방안 마련을 위한 제2계층 AHP 분석결과(기반구축)	75
표 4-8. 스마트 팜 보급 확대 방안 마련을 위한 제2계층 AHP 분석결과(정책지원) ...	76
표 4-9. 경제성 확보를 위한 분야별 중요도 평가 결과	78
표 4-10. 기술개발을 위한 분야별 중요도 평가 결과	80
표 4-11. 기반구축 위한 분야별 중요도 평가 결과	82
표 4-12. 기반구축 위한 분야별 중요도 평가 결과	83
표 4-13. 스마트 팜 보급 확대 방안 마련을 위한 정책 결정 우선순위	84

제5장

표 5-1. 토마토 재배이력 현황	91
표 5-2. “V 식물공장” 경영성과 분석(년)	107
표 5-3. “E 식물공장” 경영성과 분석(년)	109

표 5-4. “G 식물공장” 경영성과 분석(년)	110
표 5-5. 유럽 “K 식물공장” 경영성과 분석(ha/년)	110
표 5-6. 국내외 스마트 팜 수준 비교	116
표 5-7. 시설원예 분야의 스마트 팜 기술	118
표 5-8. 노지농업 부문 스마트 팜 기술	119
표 5-9. 축산 부문 스마트 팜 기술	121
표 5-10. 2015년 국가별 글로벌 ICT 발전지수 순위	122
표 5-11. ICT 융합 분야 주요국 최고기술국 대비 기술수준 및 격차	122
표 5-12. ICT 융합 스마트 온실 중장기 방향	124

제6장

표 6-1. 중장기 스마트 팜 보급 목표	135
------------------------------	-----

그림 차례

제1장

그림 1-1. 스마트 팜 연구 범위 및 효과	5
그림 1-2. 스마트 팜 연구 체계도	9

제2장

그림 2-1. 스마트 온실 구성도	12
그림 2-2. 광의의 스마트 팜 추진 현황	14

제3장

그림 3-1. 토마토 농가의 규모별 스마트 팜 도입 효과	51
그림 3-2. 토마토 농가의 단위노동당 재배면적별 스마트 팜 도입 효과 ...	52
그림 3-3. 양돈농가의 규모별 스마트 팜 도입 효과	53
그림 3-4. 양돈농가의 단위노동당 사육두수별 스마트 팜 도입 효과	54

제4장

그림 4-1. 스마트 팜 보급 확대를 위한 기본 전략	66
그림 4-2. 전문가 그룹별 제1계층 AHP 분석결과	73
그림 4-3. 전문가 그룹별 기술개발(R&D) 부문 전략 우선순위	74
그림 4-4. 전문가 그룹별 스마트 팜 기반구축 관련 전략 우선순위	75

제5장

그림 5-1. 토양수분센서 및 양액제어시스템	88
그림 5-2. 스케줄링 시스템 화면	89
그림 5-3. IGH에서 실시하고 있는 PDCA사이클	90
그림 5-4. 농업클라우드기반 온실모니터링시스템	92
그림 5-5. 미국의 정밀농업시스템	94
그림 5-6. 남티롤의 기상관측장치 및 설치 위치도	94
그림 5-7. IOD 시스템	95
그림 5-8. Phyttech 사의 식물생장모니터링 센서	96
그림 5-9. 응용데이터의 샘플엑셀파일 출력 화면(좌) 및 재배지의 저속촬영이미지(우) ..	97
그림 5-10. PigWise 시스템	100
그림 5-11. SoundTalks 시스템 및 돼지 기침 모니터링 모식도	101
그림 5-12. 개별 육계 소리측정을 위한 장치 설계	102
그림 5-13. 친환경 농장에서 센서를 부착한 젖소의 발	102
그림 5-14. 우보 SaaS	104
그림 5-15. 소 걸음수 계측 데이터와 수정적기	104
그림 5-17. 식물공장의 현재와 미래	113

제6장

그림 6-1. 스마트 팜 발전 전략	134
그림 6-2. 스마트 팜 확산을 위한 거버넌스체계 구축	141

제 1 장

서 론

1. 연구의 필요성

- 국제적으로 시장 개방화가 진전되고, FTA 등 농업 개방화는 당연한 현실임. 우리나라 농업은 세계 농업강국들과 겨루기에는 아직은 열악한 수준이며 이를 극복할 수 있는 방안은 결국 생산비 및 노동력 절감, 농산물 품질 향상이라고 볼 수 있음.
- 이를 위한 방안으로 ICT를 접목한 스마트 팜이 이에 대한 좋은 대안이 될 수 있음. ICT 기술을 접목하여 농산물을 생산하는 농가(법인)는 도시에서 다른 일을 보면서 원격으로 현장을 제어할 수 있기 때문에 최소 노동력으로 농장을 운영할 수 있으며, 자동으로 온·습도 및 환경제어를 통해 균일하고 품질 좋은 농산물을 생산할 수 있음.
- 현재 우리나라 농업의 현실은 농가인구 감소와 고령화, 곡물자급률 하락, 농가소득의 정체, 더 나아가 기후변화 심화 등으로 인해 작물 생산이 계획대

로 이루어지지 못해 어려움을 겪고 있음.

- 우리나라 전체 인구 중에서 농가인구 비중은 1990년에 15.5%를 차지하였으나 2014년에는 5.5%로 크게 줄었고, 곡물자급률도 같은 기간에 43.1%에서 24.0%로 급감하였으며, 농가소득은 2000년에 23,072천원에서 2014 34,950으로 연평균 3.0% 증가하는데 그침.
- 최근 기후변화 심화로 농산물의 작황 및 생산량이 일정하지 못해 가격 역시 심하게 등락하고 있으며, 이로 인해 농산물의 소비자인 국민의 안정적 먹거리 확보에 많은 어려움이 뒤따르고 있음.

○ 이를 극복하기 위해서는 우리나라 농업 구조도 변화되어야 함. 1970~80년대 농업이 노동집약적 산업, 1990~2000년에는 토지집약적 산업, 2010년 이후는 자본집약적 산업이었다면 2020년 이후는 우리나라 농업 구조가 자본 및 기술 집약 산업으로 전환할 필요가 있음. 이를 뒷받침 할 수 있는 것은 농업에 정보통신기술(ICT)을 접목한 스마트 농업에 대한 기술개발과 보급 확대가 필요한 시기임.

○ 최근 농촌에 귀농·귀촌 인구가 증가하고 있으나, 기존의 농법으로는 귀농·귀촌한 농가가 빠르게 경쟁력을 확보하는데 한계가 있음. 이들이 경쟁력을 갖기 위해서는 새로운 기술이 도입되어야 함. 그 대안으로 정보통신 기술을 농업에 접목한 스마트 팜의 보급 확대임.

- 그러나 현재 우리나라는 스마트 팜의 보급률이 낮고, 기술수준 역시 초기 단계임. 향후 기술개발이 활발하게 이루어져 농가가 스마트 팜 도입을 확대할 수 있게 하고, 개발 분야도 생산 부문 이외에 유통, 소비, 농업·농촌 부문까지 확대할 필요가 있음.

2. 연구 목적

- 정보통신기술이 접목된 스마트 팜의 보급실태를 분야별(시설원예, 축산, 과수, 노지)로 파악하고, 보급된 스마트 팜의 운영 성과, 성공과 실패요인을 분석하여 스마트 팜의 보급확대 방안을 도출
- 스마트 팜의 분야별(시설원예, 축산, 과수, 노지)로 기술수준을 선진국과 비교 분석하여 중장기적으로 기술개발 방향을 설정하고자 하며, 외국의 스마트 팜 정책 및 적용사례에서 시사점을 도출하고 우리나라의 스마트 팜 보급 확대 정책방안을 도출하고자 함.

3. 선행연구와 차별성

- 유남현 등(2009)은 군사, 의료, 환경, 산업현장, 물류 분야 등에서 다양하게 응용되고 있는 유비쿼터스 센서 네트워크(USN) 기술을 적용하여 농산물 생산, 가공, 유통 및 판매 분야에서 활용할 수 있는 통합시스템을 연구하였음.
- 서종성 등(2008)은 토양 및 기상센서와 CCTV 카메라를 이용하여 온실 기상환경 및 토양정보를 수집하고, 온실설비의 실시간 모니터링 및 제어가 가능한 USN 기반의 온실관리시스템을 연구하였음.
- 정용균 등(2009)은 농어업경영체 정보화와 관련된 정보화 정책환경을 분석하고, 농어업경영체 및 타 산업경영체 정보화 사례와 선진기술 동향 등을

포함한 해외사례를 분석하였음.

- 김상태 등(2012)은 2010년도 농수축산 분야 IT 융합 모델화사업을 중심으로 대표 품목 과제에 대한 ROI 분석¹을 통한 IT 융합모델화 사업 성과지표를 확립하고, 이에 대한 성과분석을 실시하였음.
- 유찬주 등(2008)은 정보화 사회 진전과 정보화 격차 해소를 위해 정보화 취약계층인 농업인의 정보 활용 및 수용태도를 조사하고, 정보화 수용태도가 농가경제 향상에 미치는 영향을 분석하였음.
- 김연중 등(2013)은 스마트 농업의 현황, 개념 및 필요성을 정리하고 각 분야별 도입 가능 기반 기술 및 국내외 사례 검토를 통해 스마트 농업 도입을 위한 정책방향을 제시하였음.
- 본 연구는 스마트 팜 보급 이후 실제 농가의 운영 실태를 파악하고, 도입한 농가의 성공 또는 실패요인을 면밀하게 조사·분석하여 문제점, 기술개발 방향, 정책방안을 제시하고, 향후 스마트 팜의 외연적 확대 가능성과 발전 방향 제시로 기존 연구와 차별성을 갖고 있음.

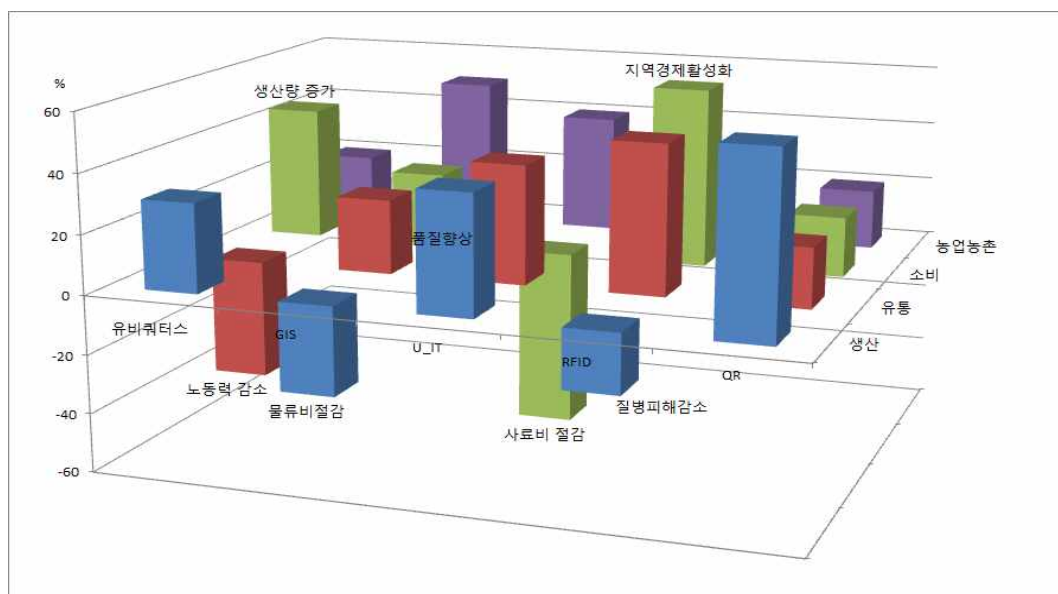
1 총괄적인 경영성과를 분석하는 지표는 투자에 대한 수익률을 나타내는 것으로 $ROI = (\text{순이익}/\text{매출액}) \times (\text{매출액}/\text{총자산}) = \text{매출액순이익율} \times \text{총자산회전율} = \text{매출마진} \times \text{총자산회전속도로}$ 계산됨.

4. 연구 범위와 방법

4.1. 연구 범위

- 스마트 팜의 범위는 (그림 1-1)에서 보는바와 같이 생산, 유통, 소비, 농업·농촌 부문으로 광범위하며, 스마트 팜에 이용되는 기술로는 유비쿼터스, GIS, GPS, U_IT, RFID, QR, SNS 등이 있음. 이를 이용하여 생산량 증대, 노동력 절감, 품질향상, 소비자 잉여, 일자리 창출 등의 효과를 얻을 수 있음.

그림1-1. 스마트 팜 연구 범위 및 효과



- 생산부문은 원격·실시간 농업생산관리로 작물의 생산성, 품질향상이 가능하며 빠른 정보 제공으로 스마트한 농업을 할 수 있으며, 그 대표적인 예가 식물공장임.
 - 식물공장은 사용자가 컴퓨터와 스마트 폰을 통해 시간과 공간의 제약 없이 전체 과정을 관리할 수 있음. 식물공장은 온도, 습도, 이산화탄소 농도, 양액공급 등을 제어할 수 있고, 실시간으로 이들을 자유롭게 조정도 가능함.
- 유통부문에서 스마트 폰을 활용한 전자경매 시스템이 있음. 이는 생산자, 유통인, 소비자에게 실시간으로 정보를 제공하고 있어 상호간 신뢰구축에 도움이 되고, SNS등을 이용하여 전자결재, 직거래 등을 통해 물류비 절감 등의 효과를 가져옴.
 - 생산자는 출하계획, 품질관리, 소비지 동향 등을 파악할 수 있고 소비자도 농산물 가격정보를 실시간으로 확인이 가능함.
 - 유통인은 생산된 농산물을 자동으로 선별, 포장이 가능하여 노동력을 절감할 수 있고, 비파괴 기술을 이용하여 선별을 균등하게 하여 품위를 높일 수 있음. 또한 유통업자가 기상에 따른 작황, 수확예상 시기 및 물량 등의 정보를 실시간으로 파악하여 구매 및 판매에 이용하고 있음.
- 소비분야는 소비자가 농산물 생산정보를 직접 확인이 가능하며, 잔류농약, 원산지 등 농산물 안정성에 대해 소비자가 직접 확인 할 수 있음.
 - 최근 국내외 모든 국가에서 GAP와 이력추적제를 시행하고 있으며, 농산물의 생산, 유통 단계별 정보를 바코드 등의 표기를 이용하여 기록·관리하고 소비자에게 제공하여 신뢰도를 높이고 있음.
 - 이력관리 주요 식별수단으로 바코드, RFID 등을 활용하고 있으며 최근에는 QR코드도 많이 활용하고 있음.
- 이 연구에서는 생산, 유통, 소비, 농업·농촌분야 중에서 생산부문으로 한정하고, 생산부문에 ICT 기술이 적용되었을 때 생산량 증가, 노동력 절감, 품

질향상, 편농 등에 대한 분석과 향후 확대 가능성을 분석하고자 함.

4.2. 연구 방법

- 스마트 팜 현황과 관련된 자료는 농림축산식품부 창조농식품정책과의 내부자료와 농촌진흥청의 자료를 이용하였음.
- 농림축산식품부가 우리나라에 보급된 스마트 팜 전수조사(2016.9)한 것을 바탕으로 표본 107개를 선정하여 정밀 조사·분석하였음.
 - 스마트 팜 도입농가(1,441농가): 시설원예 85.7%, 과일류 6.5%, 축산 7.8%
 - 조사내용: 온실종류(유리, 비닐), 온실형태(단동, 연동), 재배품목, 재배면적, 사육두수, 스마트 팜 기기 설치 여부, 활용수준 등
 - 또한 스마트 팜 도입성과 이외에 도입만족도, ICT 활용수준, 스마트 팜 도입 목적 등은 이 선도농가들의 응답을 빈도 분석하여 제시하였음.
- 스마트 팜 도입농가의 운영실태 조사
 - 표본으로 선정된 107농가에 대해 면접조사를 통해 스마트 운영실태, 도입이전 이후 성과, 애로사항, 경영규모 온실형태 등을 고려한 맞춤형 스마트 팜, 확대 방안 등을 조사 분석하였음.
- 스마트 팜 미 도입농가 200개를 선정하고 스마트 팜 도입 가능한 20개 품목을 대상으로 인터넷 조사를 실시하였으며, 주요 조사 내용은 스마트 팜에 대한 인식, 스마트 팜 도입 의향, 스마트 팜의 도입 시 예상되는 문제점, 스마트 팜 도입을 위한 선결과제 등을 조사 분석하였음.

① 풋고추 ② 노지고추 ③ 수박 ④ 딸기 ⑤ 토마토 ⑥ 파프리카 ⑦ 사과
 ⑧ 배 ⑨ 포도 ⑩ 감귤 ⑪ 새송이 ⑫ 국화 ⑬ 백합 ⑭ 장미 ⑮ 난류 ⑯ 한우
 ⑰ 양돈 ⑱ 육계 ⑲ 산란계 (20) 기타

- 스마트 팜 관련 전문가인 대학교수, 연구원, 진흥청 공무원 등 42명을 대상으로 조사하였으며, 조사결과는 AHP분석을 통해 정책 우선순위, 스마트 팜 관련 기술 수준 및 기술개발 방향, 스마트 팜 보급을 위한 기반구축, 경제성, 정책 및 제도 등의 우선 순위를 정하는 데 이용하였음.
- 해외사례 연구는 외부 전문가에 원고를 의뢰하여 일본, EU(네덜란드, 스위스), 미국, 중국의 스마트 팜 활용사례, 스마트 팜 기술 수준, 정책 등을 소개하고 우리에게 줄 수 있는 시사점을 도출하였음.

표 1-1. 조사 및 원고위탁 내용

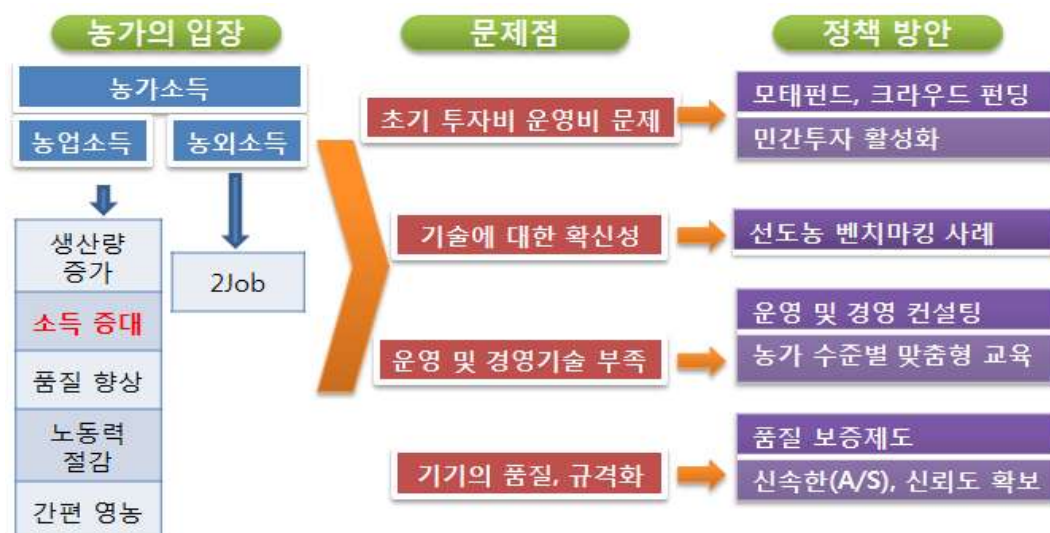
	내용	비고
농림축산식품부의 전 수조사 결과	온실종류(유리, 비닐), 온실형태(단동, 연동), 재배 품목, 재배면적, 사육두수, 스마트 팜 설치 여부, 활용 수준 등	1,441농가
스마트 팜 도입농가 조사(면접조사)	스마트 운영실태, 도입이전 이후 성과, 애로사항, 경영규모 온실형태, 스마트 팜 확대 방안 등	107농가
스마트 팜 미도입농 가 조사(인터넷 조사)	스마트 팜에 대한 인식, 스마트 팜 도입 의향, 스 마트 팜의 도입 시 예상되는 문제점, 스마트 팜 도 입을 위한 선결과제 등	200농가
스마트 팜 관련 전문 가 조사(AHP 분석)	정책 우선순위, 스마트 팜 관련 기술 수준 및 기술 개발 방향, 스마트 팜 보급을 위한 기반구축, 경제 성, 정책 및 제도 등	42명
전문가 원고의뢰	일본, EU(네덜란드, 스위스), 미국, 중국의 스마트 팜 활용사례, 스마트 팜 기술 수준, 정책 등	농촌진흥청 (강금춘, 이시영)

- 스마트 팜 연구의 기본 방향은 농가의 입장에서 무엇을 추구하는지, 이를

달성하는데 문제점은 무엇인지, 이를 해결하기 위한 정책 및 제도는 어떤 것이 있는지임(그림 1-2).

- 농가는 스마트 팜의 도입 목적은 생산량 증가, 품질향상, 노동력 절감, 간편 영농으로 농업소득 향상과 잉여 노동력을 활용하여 농외소득 증대임. 결국 농업소득과 농외소득 증대로 농가 소득이 증대될 수 있음.
- 스마트 팜 도입 및 운영의 문제점으로 들 수 있는 것은 초기투자비 및 운영비, 보급된 스마트 팜의 기술에 대한 신뢰성 및 목적을 달성할 수 있는 확산성, 경영주가 스마트 팜 기술을 잘 이용할지 경영 기술의 부족 그리고 스마트 팜 공급 기기의 품질 및 규격화임.

그림 1-2. 스마트 팜 연구 체계도



- 스마트 팜 보급 운영의 문제점을 해결할 수 있는 정책 및 제도는 다음과 같음. 초기투자비 및 운영비 문제는 모태펀드와 클라우드 펀딩을 이용하는 방안 중요한 것은 민간투자가 활성화될 수 있는 제도 마련이 필요할 수 있음.

- 기술에 대한 확산성에 대해서는 현재 운영되고 있으며 성공한 사례들이 있음. 이를 벤치마킹할 수 있도록 견학과 홍보가 필요할 것임.
- 스마트 팜 운영 기술 및 경영기술 부족은 컨설팅 업체를 양성하거나 겨울철 영농교육시 스마트 팜 관련 교육을 정례화하고 경영주의 능력, 자본금, 작목, 시설규모, 시설형태가 고려된 맞춤형 스마트 팜 보급방안이 필요할 것 임.
- 스마트 팜을 도입한 농가가 스마트 팜 기기에 대한 품질 문제가 있을 수 있고, 운영자가 주로 애로점으로 들고 있는 것으로는 기기 공급회사 마다 규격 및 기능이 달라 이를 규격화·표준화가 필요할 것으로 보임.

제2 장

스마트 팜 정책 동향 및 보급 실태

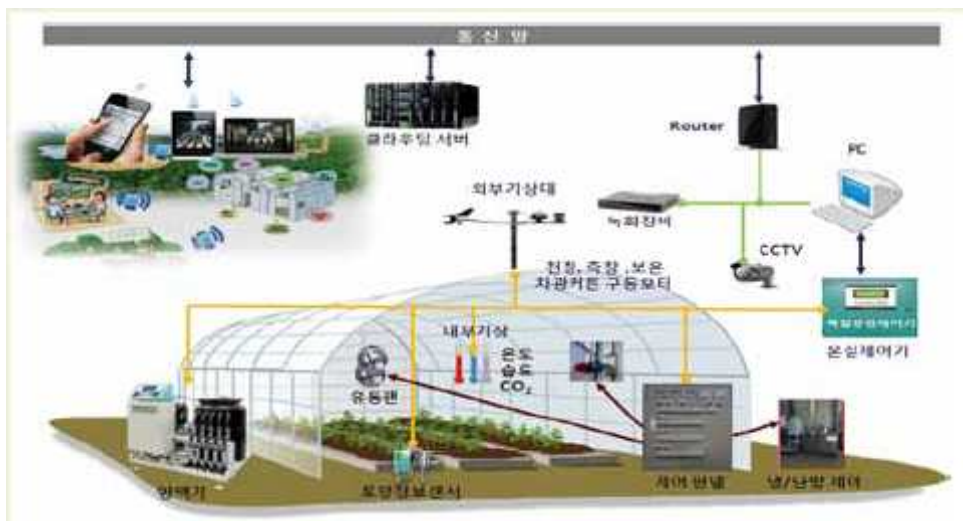
1. 스마트 팜의 정의

1.1. 협의의 스마트 팜

- 스마트 팜을 좁은 개념으로 한정하면 정보통신기술(ICT: **I**nformation and **C**ommunications **T**echnologies)를 비닐하우스·축사·과수원 등에 접목하여 원격·자동으로 작물과 가축의 생육환경을 적정하게 유지·관리할 수 있는 농장을 의미함.
- 스마트 팜은 작물 생육정보와 환경정보 등에 대한 정확한 데이터를 기반으로 언제 어디서나 작물, 가축의 생육환경을 점검하고, 적기 처방을 함으로써 노동력·에너지·양분 등을 종전보다 덜 투입하고도 농산물의 생산성과 품질 제고 가능한 농업을 말함.

- 스마트 팜 운영원리는 첫째, 생육환경 유지·관리 SW로 온실·축사의 온습도, CO₂ 수준 등 생육조건을 설정, 둘째, 온습도, 일사량, CO₂, 생육환경 등을 자동으로 수집해 환경정보를 모니터링, 셋째, 자동·원격으로 냉·난방기구동, 창문개폐, CO₂, 영양분·사료 공급 등 환경을 관리하는 것임.

그림 2-1. 스마트 온실 구성도



- ICT를 접목한 스마트 팜이 보편적으로 확산되면 노동·에너지 등 투입 요소의 최적 사용을 통해 우리 농업의 경쟁력을 한층 높이고, 미래 성장산업으로 건인이 가능함.
- 단순한 노동력 절감 차원을 넘어서 농 작업의 시간적·공간적 구속으로부터 자유로워져 여유 시간도 늘고, 삶의 질도 개선되어 우수 신규인력의 농촌 유입 가능성도 증가할 것으로 예상됨.

1.2. 광의의 스마트 팜

- 농업과 ICT의 융합은 생산분야 이외에 유통·소비 및 농촌생활에 이르기까지 현장의 혁신을 꾀할 수 있도록 다양한 형태로 적용될 수 있으며, 이를 광의의 스마트 팜이라 할 수 있음.
- 생산·유통·소비 등 농식품의 가치사슬(value-chain)에 ICT를 융복합하여 생산의 정밀화, 유통의 지능화, 경영의 선진화 등 상품, 서비스, 공정 혁신 및 새로운 가치를 창출하는 것을 의미함.

표 2-1. 농업과 ICT 융복합의 주요 유형 및 사례

구분		추진내용
생산	시설원예 환경제어	<ul style="list-style-type: none"> ● 센싱기반 시설물 제어 및 생장환경 관리 - 환경센서 : 온·습도, CO₂, pH, LED, - 시설센서 : 정전센서, 창문, 차양, 환풍기 등
	지능형 축사관리	<ul style="list-style-type: none"> ● 센싱기반 축사환경 제어 및 사양·질병관리 - 환경 및 시설센서 : 온·습도, 암모니아, CCTV 등 - Web 기반 cloud 서비스
유통	산지유통센터 ERP	<ul style="list-style-type: none"> ● 유통센터 경영 및 생산·가공·유통 관리 ● POS-Mall 및 가상스토어를 통한 농산물 전자거래 - ERP(입고-선별-가공-포장-저장-출하) - SCM(수발주), POS, NFC 등
소비	식재료 안심유통	<ul style="list-style-type: none"> ● 학교급식 등 식재료 안전·안심 정보 모니터링 ● 생산/가공/유통 이력·인증정보 제공 - RFID기반 이력추적관리(Farm 2 Table)
농촌	u-농촌관광	<ul style="list-style-type: none"> ● 농촌관광(체험정보, 주말농장, 문화, 축제 등) - GIS/GPS기반 위치정보 서비스 - 문화재, 관광지 등 화재센서 서비스

자료: 농림축산식품부, 박근혜정부 국정 중간보고서(2016).

- 사물인터넷(IoT: Internet of Things)·기계화에 기반한 농업생산, POS-Mall을 통한 전자상거래 등 유통, RFID(Radio Frequency IDentification)에 기반한 농산물 이력추적관리까지 등 다양한 분야에서 이용할 수 있으며, 국가동물방역통합시스템(www.kahis.go.kr)을 통해 질병 발생지역을 중심으로 신속히 방역 대를 설정하고 취약농가 소득, 이동제한 등 효율적 방역 실시가 가능함.
- 스마트 팜 맵(농경지 전자지도) 기반으로 주요 수급품목에 원격탐사를 통해 재배면적, 생육현황 및 생산량 예측 등 정밀한 작황 추정이 가능함.
- 기존 농기계에 ICT 전자부품을 접목하면 정밀농업, 스마트 농업 실현 가능함.

그림 2-2. 광의의 스마트 팜 추진 현황



자료: 농림축산식품부, 박근혜정부 농정 중간보고서(2016).

2. 스마트 팜 정책추진 경과 및 목표

2.1. 스마트 팜 정책 추진경과

2.1.1. 시설현대화 사업 추진

- 1968년부터 융자, 보조 등 다양한 방식을 통해 비닐하우스 설치를 지속적으로 지원해 왔으나, 신축 중심으로 실시되어 2000년대 이후 10년 이상된 온실이 97%를 차지하는 등 생산시설의 노후화가 진행되었음.
- 여기에 2007년 한·미 FTA가 타결되면서 ‘한·미 자유무역협정 체결에 따른 농업부문 국내보완대책’의 일환으로 10년간(’08~’17) 5천억원 규모의 정책자금을 투입해 노후화된 비닐온실 등의 현대화를 추진하였음.
 - 온실 증축, 내재해성 강화, 측창개폐기 등 자동화기기 도입 등 원예 시설의 구조 개선과 운영 효율화를 집중적으로 지원하였음.
- 2009년부터는 ‘농업에너지이용효율화사업’을 도입해 다겹보온커튼, 지열난방설비와 같은 신재생에너지시설로 지원대상을 확대하였음.
- 이러한 개방화 대책에 힘입어 시설원예 생산액은 1990년 0.8조 원에서 2010년 5.3조원으로 6배 이상 증가하였고, 시설원예의 규모화도 촉진되었음.
 - 호당 시설원예 면적은 2005년 0.37ha에서 2012년 0.60로 증가하였음.

2.1.2. 농업과 ICT 융합을 위한 연구개발과 정책 추진

- IT 산업을 체계적으로 육성하기 위한 ‘IT 839전략²⁾’의 일환으로 여러 산업 분야에 걸친 유비쿼터스-IT(u-IT) 기술 검증사업을 추진하였음.
- 농업분야에서도 지식경제부(정보통신부) 주관으로 ‘u-Farm 선도사업’을 실시해 25개 시험모델을 운영(’04~’09년)하였음.
 - 센서를 활용한 최적 성장환경 구현과 전자태그(RFID)를 활용한 이력추적시스템 등 농식품분야와 IT기술의 융합 가능성을 확인했으나, 소규모 실증실험 단계에 머무름.
- 2010년 농림수산식품부로 ‘농수축산분야 u-IT사업’이 이관되면서 농업 경쟁력 향상을 목표로 한 생산 정밀화 모델 개발이 본격화되고, 생산성 향상 등의 성과가 가시화되었음.
 - 매년 ICT 융복합 모델 발굴사업을 진행해 시설원예, 축산, 유통 등 총 20건의 모델 개발 및 현장 실증을 추진(’10~’13년)하였음.
 - 시설원예 분야는 관련 모델 발굴사업이 가장 많이 시도되었고, 기술개발도 진전되면서 토마토, 파프리카 등 일부 품목은 확산 가능한 수준에 도달하였음.
 - 축산분야는 시장 규모가 큰 양돈을 중심으로 사료 자동급이 시스템 등 핵심 시설과 운영모델 등이 현장적용 단계에 진입하였음.
- 한편, 시설원예분야에 대한 정책적 지원에 힘입어 파프리카 등을 재배하는 선도농가를 중심으로 네덜란드 등 선 진국의 유리온실과 관리 S/W를 도입

2 2004년 3월 국민 소득 2만달러 조기 달성을 위한 정책의 일환으로 정보통신부가 수립한 IT산업 개발 전략. 8은 8대 신규 서비스(휴대인터넷, 홈네트워크 등), 3은 3대 인프라(광대역통합망, 유비쿼터스센서네트워크 등), 9는 9대 신성장 동력(차세대 이동통신, 임베디드 소프트웨어 등)을 의미

하여 적용하는 사례도 등장했으나, 국내 기술은 R&D 수준에 머무르며 시설현대화와 연계되지 못하였음.

2.1.3. 농업의 스마트화 본격 추진

- 그동안의 R&D 지원으로 농업 현장에 확산 가능한 스마트 팜 모델이 정립됨에 따라 박근혜정부부터는 시설 증·개축 등 H/W 위주 접근 방식에서 탈피하여 ICT를 접목한 농업의 스마트화를 중점 추진하였음.
- 2013년 ‘농식품 ICT 융복합 확산대책’을 마련해 생산, 유통, 소비 등 부문별 ICT 융복합 현황을 진단하고, 스마트 팜 보급, R&D, 산업 생태계 조성 등 정책 기본 방향을 설정하였음.
- 2014년부터 시설원예, 축산분야를 중심으로 스마트 팜의 본격적인 현장 확산을 추진하였으나 첫째 보급실적은 시설원예 60ha, 축산 30호(목표 : 330ha, 80호)에 머물면서 본격적인 확산을 위한 체계적이고 실효적인 추진 기반이 요구되었음.
- 이후 2015년 1월 창조농식품정책관실 출범과 더불어 농식품부 내에서 산발적으로 운영되던 스마트 팜 추진체계를 비로소 일원화하고, 원예, 축산 등 관련부서와 함께 시설현대화사업과 연계하여 신속한 현장 보급을 추진하였음.
 - 이와 함께, 정책자금 지원, R&D, 교육·훈련, 관련기업 육성 등 스마트 팜과 관련된 전반적인 산업 생태계를 조성하기 위한 ‘ICT기반 첨단 농업·행복한 농촌 조성방안’을 마련하여 추진하였음.

2.2. 스마트 팜 정책 목표 및 방향

2.2.1. 스마트 팜 정책 목표

- 정부의 정책 목표는 스마트 팜을 집중 보급해 농가 생산성 향상 및 농업 경쟁력을 강화하고 스마트 팜 관련 산업의 선순환 생태계를 조성하는 것을 골자로 하고 있음.
- 이에 2017년까지 시설원예 4,000ha(시설현대화 면적의 40%), 축산농가 700호(전업농의 10%) 및 과수농가 600호(과원규모화농가의 25%)에 스마트 팜을 보급할 계획임.

표 2-3. 2017년 스마트 팜 보급목표

분류		목표	내용
시설원예	첨단수출형	600ha	파프리카, 토마토, 화훼 등 첨단온실에 기반한 주요 수출품목 시설면적 전체(100%)
	연동복합형	2,400ha	오이, 딸기 규모화·현대화가 진전된 연동형온실(7,853ha)의 30% 수준
	단동간편형	1,000ha	참외, 수박 주산지 단동형온실(10,719ha)의 10% 수준
축산	양돈	310호	주요 축종별 전업농의 10% 수준
	낙농	230호	
	양계	160호	
노지	과수	600호	규모화된 과원 농가의 25% 수준

자료: 농림축산식품부, 박근혜정부 국정 중간보고서(2016).

- 시설원예는 ICT 융복합 시설 설치가 가능한 현대화된 시설('14년 기준 11,700ha)의 40% 수준까지 스마트 팜 보급

- 축산분야는 양돈·양계 중심에서 젓소, 한우 등 축종별 모델 개발을 순차적으로 진행해 축산 전업농의 10% 수준인 700호까지 단계적 확대
 - 노지분야는 과원규모 1.5ha 이상, 농산물 판매액 1억원 이상 농가(2,582호)의 25% 수준인 600호 까지 확대
- 스마트 팜 보급 확대와 운영성과 제고를 위한 교육 등 현장지원 체계를 강화하여 스마트 팜 도입농가의 생산성을 30% 향상하는데 중점을 둘 계획임.
- 스마트 팜에 대한 정부 투자 및 시장 확대를 기반으로 관련 산업이 동시에 발전하는 선순환 생태계 조성을 목표로 하였음.
- 정부 주도의 스마트 팜 확산 및 우수사례를 창출하여 스마트 팜 수요를 확대하고 관련 산업의 기술 발전을 도모하여 스마트 팜의 전체적인 단가 인하를 이끌어 스마트 팜 보급 확대
 - 시설설치 지원, R&D 등 정부의 초기 투자가 시장 확대로 이어져 관련 업체의 경쟁력을 높이고 수출산업으로까지 도약할 수 있도록 지원

2.2.2. 스마트 팜 정책 방향

- 정부의 스마트 팜 정책의 기본방향은 정책자금 지원, R&D, 교육훈련, 기업육성 등의 종합적 접근과 스마트 팜 확산의 장애 요인을 해소해 스마트 팜 보급을 가속화하고 관련 산업 성장기반을 강화하는 것으로 세부적인 내용은 다음과 같음.
- 첫째, 시설현대화 사업과 스마트 팜 보급을 동시에 추진해 ICT 융복합 시설 도입이 가능한 기반 자체를 확대하고, 농가의 투자 부담을 완화함.
- 둘째, 스마트 팜 도입에 따른 생산성 향상, 노동력 절감 등의 성과를 객관적으로 분석·홍보해 농업인이 자발적으로 스마트 팜을 도입하도록 유도함.

- 셋째, 관련 기자재 및 생육관리 등 스마트 팜의 핵심 부품 및 기술을 국산화·표준화해 우리 농업 환경 및 여건에 맞는 한국형 스마트 팜 모델을 만들고 단가를 인하함.
- 넷째, 농업인과 관련 인력이 ICT 활용 능력 및 작목별 전문성을 갖춰 현장에서 스마트 팜의 효과를 100% 발휘할 수 있게 지원하고 농업인에게 꼭 필요하나 기업이 충족시키지 못하는 A/S와 같은 핵심 기능을 정부에서 지원해 농가의 애로사항도 해소하고, 관련 기업도 성장할 수 있는 발판을 마련함.

2.3. 정부의 스마트팜 확산 사업

2.3.1. 시설원예 부문

- 스마트 팜 활성화 목표에 따라 정부는 ‘ICT 융복합 확산-스마트팜 시설보급’ 지원 사업을 추진하고 있음. 사업목적은 “ICT 시설기반 구축 자동화온실 등에 시설물 자동·원격제어를 통한 온·습도 관리 등 최적 생육환경 조성에 필요한 복합환경제어시스템 구축 등 스마트팜 시설 지원” 임.
- 구체적으로 환경관리 부문은 온도·습도·CO₂·광량·풍속 등에 대한 정보수집 및 원격 모니터링, 생장관리 부문은 측장·난방 등 환경제어와 양액 등 생육에 필요한 복합환경 관리, 마지막으로 정보분석 부문은 축적된 생육정보 DB를 활용한 분석 및 컨설팅 지원 등이 이 사업에 해당됨.
- 근거법령은 「자유무역협정 체결에 따른 농어업인 등의 지원에 관한 특별법」 제5조(농어업등의 경쟁력 향상을 위한 지원)이며, 연도별 재정투입은

2014~2016년까지 각각 200억 원, 2017년 이후는 840억 원의 예산을 투입할 계획임.

표 2-4. 연도별 재정투입 계획(시설원예)

단위: 백만 원

	2014	2015	2016	2017 이후
합계	20,000	20,000	20,000	84,000
국고	4,000	6,000	4,000	16,800
용자	6,000	6,000	6,000	5,040
지방비	6,000	6,000	6,000	5,040
자부담	4,000	4,000	4,000	16,800

자료: 농림축산식품부 농림축산식품사업 시행지침서.

- 사업대상자는 채소·화훼류 등(육묘, 버섯, 인삼, 인삼·약용채소) 자동화 재배 시설을 운영하는 농업인·농업법인·생산자단체이며 ‘시설원예현대화사업’ 등을 통한 ICT 시설기반 구축사업 동시추진 농업인 등도 지원이 가능함.
- 지원 대상은 시설원예 분야 ICT 융복합 시설장비 및 정보시스템인 센서장비(외부 온도·풍속·감우·조도 등과 시설 내부 온습도, Co2, 토양수분, 배지수분, 양액 EC/PH 모니터링을 위한 센서장비), 영상장비(영상모니터링 장비 등), 제어장비(환풍기, 천창, 측창, 차광커튼, 보온커튼, 광량, Co2, 감우 및 양액재배시설 등 제어장비), 정보시스템(온실 내 센싱, 제어정보의 모니터링, 제어 및 분석 시스템) 등임.
- 지원형태는 국고(보조 20%, 용자 30%), 지방비 30%, 자부담 20%로 구성되며 용자금 일부는 지방비 대체가 가능함. 지원의 상한액은 2억 원(총 사업비 기준 1백만원 미만 사업 지원 제외)으로 사업집행 시 실 단가를 적용하되, 사업주관기관장 책임 하에 철저한 검토·확인(사업비 산출근거, 견적서, 원가계산서, 타 지자체 사례 등)을 거쳐 집행하게 되어 있음.

2.3.2. 축산부문

- 축산부문 ICT 융복합 확산사업의 목적은 “축산농가에 생산비 절감 및 최적의 사양관리 등으로 경쟁력을 강화하기 위한 ICT 융복합 장비지원” 임.
- 구체적으로 환경관리 부문은 온축사 내부(온도, 습도, 정전, 화재), 외부(온도, 습도, 풍향, 풍속, CCTV 등의 정보수집 및 원격 모니터링, 사양관리 부문은 사료빈관리기, 출하선별기, 자동급이기, 음수관리기 등의 제어를 통한 사양관리, 마지막으로 경영관리 부문은 생산관리, 경영관리, 출하관리 등을 통한 경영계획 수립 및 분석 등이 이 사업에 해당됨.
- 근거법령은 시설원에 부문과 마찬가지로 「자유무역협정 체결에 따른 농업인 등의 지원에 관한 특별법」 제5조(농어업등의 경쟁력 향상을 위한 지원)이며, 2016년 재정투입은 135억 원이며 2017년에는 153억 원의 예산이 투입될 계획임.

표 2-5. 연도별 재정투입 계획(축산)

	2014	2015	2016	단위: 백만 원 2017 이후
합계	7,200	9,000	13,500	15,300
국고	2,160	2,700	4,050	4,590
융자	3,600	4,500	6,750	7,650
자부담	1,440	1,800	2,700	3,060

자료: 농림축산식품부 농림축산식품사업 시행지침서.

- 사업대상자는 ICT 융복합 시설 적용이 가능한 양돈분야 농업경영체로 시설 현대화 조건을 갖춘 돈사이며 1,000두를 기본단위로 규모별로 적용(최소 700두 이상)하는 것으로 규정하고 있음.

- 지원 대상은 양돈분야의 ICT 융복합 시설장비 및 정보시스템으로 외부환경(온습도·풍속·풍향) 및 내부환경(온습도, 정전, 화재 등)의 모니터링 장비, 사육단계별 사료자동급이기, 돈선별기, 사료빈관리기, 돈방별 음수관리기 등이 이에 해당함.
- 지원형태는 국고보조 30%, 용자 50%, 자부담 20%로 구성되며 용자금 및 자부담을 지방비로 대체 할 수 있음. 지원한도액은 1,000두를 기준으로 1억 원 수준이며 시설 및 사육두수 증가에 따라 사업비 증액은 규격 및 서비스 기준을 준수하고 사전컨설팅 결과를 반영한 실소요액을 반영함. 또한 사업비의 상한액 기준은 5억 원임.

3. 스마트 팜 보급 현황 및 실태

3.1. 분석 개요

- 현재, 우리나라의 스마트 팜과 관련한 데이터는 공식적으로 생산되지 않고 있음. 따라서 본 연구에서는 농림축산식품부에서 농업경영체 DB를 기반으로 조사한 스마트 팜 관련 데이터와 각 도농업기술원의 스마트 팜 운영 농가를 바탕으로 하였음. 또한 축산의 경우 축산 ICT사업 지위농가와 축사시설현대화사업농가, ICT관련 지방비 지원 농가를 대상으로 하였음.
- 이와 같이 농림축산식품부는 다양한 경로를 통해 습득한 데이터를 제공하였으며, 각 사업별, 또는 경영체 DB 및 유리온실 조사사업에서의 중복농가를 제외하여 대체로 전수 조사와 가까운 데이터라고 볼 수 있음.

- 본 연구에서는 이를 기반으로 시설원예 농가 1,235호, 노지과수 농가 93호, 축산농가 113호에 대한 스마트 팜 실태를 분석하였음.
- 분석과정에서 면적이 기재되어 있지 않거나, 휴경중인 농가 2호를 제외하였으며 이후 각 분석과정에서 결측치가 발생한 부분은 데이터의 비중으로 대체하였음.

표 2-6. 부류별 스마트 팜 농가 수

대분류	중분류	소분류(농가수)		주요작목(농가수)
시설 원예 (A)	채소	과채류	893	파프리카(320), 토마토(296), 딸기(128)
		엽채류	18	
		양념류	3	
		기타채소류	19	
		계	933(75.5)	
	화훼	절화류	70	장미(26), 국화(7)
		분화류	38	
		화목류	12	
		관상수류	2	
		초화류	3	
		난류	7	난(8)
		기타화훼류	58	
		계	190(15.4)	
	과수	시설과수류	70(5.7)	만감류(30)
특용작물	버섯류	42(3.4)	버섯(38)	
시설원예 소계		1,235(100.0)		
노지과수(B)		93	사과(20), 배(14), 만감류(17), 감귤(6)	
축산(C)		113	양돈(60), 양계(21), 한우(27)	
합계(A+B+C)		1,441		

자료: 농림축산식품부 경영체 DB 및 유리온실 조사 결과.

- 2015년 현재 시설원에 부문 스마트 팜 재배농가는 1,235호로 이중 시설비중이 높은 채소분야가 933호로 절대적인 비중을 차지하고 있으며 화훼류 190농가, 시설과수 70농가, 버섯류 42농가로 파악되고 있음.
- 채소분야에서는 과채류 농가가 893호로 가장 많았으며 파프리카, 토마토, 딸기 농가의 비중이 높은 편임.
- 화훼류는 절화와 분화류의 비중이 높았으며 대표적인 작목은 장미와, 국화인 것으로 나타났음. 한편 과수류는 시설의존도가 높은 만감류의 비중이 높은 것으로 나타났으며 특용작물로는 대부분 버섯을 재배하고 있음.
- 한편 노지과수는 사과와 만감류 비중이 높고, 축산은 양돈 60호, 양계 21호, 한우 27호 등이 스마트 팜을 운영하고 있으며 낙농 및 오리 등은 그 비중이 매우 미미한 것으로 나타났음.

3.2. 부류별 스마트 팜 실태

3.2.1. 시설원예

- 우리나라 시설원예 전체 재배면적은 9만 468ha이며 조사된 시설원예 스마트 팜 재배농가들의 총면적은 920ha으로 전체 시설원예 면적은 1.0% 수준임.

표 2-7. 시설원예 부문 스마트 팜 재배면적 추정

시설원예전체(ha)	스마트 팜(ha)	스마트 팜 재배면적 비중
90,468	920	1.0%

자료: 통계청, 농림축산식품부 경영체 DB 및 유리온실 조사 결과.

- 시설원에 재배면적 중 과채류의 스마트 팜 재배면적은 715ha로 전체 과채류 면적의 1.5% 수준으로 전체 시설원에 부문보다는 다소 스마트 팜의 비중이 높음. 그러나 스마트 팜 보급확대의 의미로 해석할 경우 과채류 편중 현상이 높은 편임.

표 2-8. 시설원에 부문 스마트 팜 재배면적 추정

단위: ha

	시설과채	파프리카	토마토	딸기
전체재배면적(A)	46,693	598	7,070	6,825
스마트팜 재배면적(B)	715	401	202	51
비중(B/A)	1.5%	67.1%	2.9%	0.7%

자료: 농림축산식품부 경영체 DB 및 유리온실 조사 결과.

- 과채류 스마트 팜의 주요 작물은 파프리카, 토마토, 딸기 등이며 특히, 파프리카의 스마트 팜 재배면적은 401ha로 전체 파프리카 재배면적의 67.1% 달하는 것으로 나타났다.
- 이는 파프리카가 다른 과채류와는 달리 비교적 관리가 편하고 대부분 선진 방식의 온실에서 재배되기 때문에 자동제어 및 ICT관련 기술을 구현하기가 용이하기 때문인 것으로 판단됨.

표 2-9. 시설원에 스마트 팜 재배면적 구간별 농가수(대분류)

	채소		화훼		과수		특용		전체	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
1천 평 미만	430	46.1	83	43.7	49	70.0	28	66.7	590	47.8
1천~3천 평	325	34.8	58	30.5	17	24.3	5	11.9	405	32.8
3천~5천 평	75	7.8	35	18.4	2	2.9	2	4.8	114	9.2
5천~1만 평	82	8.7	8	4.2	2	2.9	4	9.5	96	7.8
1만~3만 평	16	1.7	6	3.2	-	0.0	3	7.1	25	2.0
3만 평 이상	5	0.4	-	0.0	-	0.0	-	0.0	5	0.4
전체	933	100.0	190	100.0	70	100.0	42	100.0	1,235	100.0

자료: 농림축산식품부 경영체 DB 및 유리온실 조사 결과.

- 스마트 팜 재배농가의 재배면적 규모는 50% 가까이가 1천 평 미만인 것으로 나타났다. 1ha 미만으로 확대할 경우 전체 농가의 80%가 이에 해당함. 1만 평 이상 농가는 전체의 2.4%임.
- 부류별로는 과수가 1천 평 미만 농가 비중이 가장 높았으며 1만평 이상 농가는 채소류가 가장 많음. 재배사를 통해 생산되는 특용작물(버섯)도 비교적 재배면적 5천 평 이상은 높은 것으로 나타났다.

표 2-10. 시설원에 스마트 팜 재배면적 구간별 농가수(중분류)

단위: 호

	1천평 미만	1천 ~3천평	3천 ~5천평	5천 ~1만평	1만 ~3만평	3만평 이상	전체
과채류	412	312	69	80	16	4	893
엽채류	8	5	5	0	0	0	18
양념류	3	0	0	0	0	0	3
기타채소	11	6	2	0	0	0	19
시설과수류	48	18	2	2	0	0	70
절화류	23	26	16	5	0	0	70
분화류	20	15	3	0	0	0	38
화목류	12	0	0	0	0	0	12
관상수류	2	0	0	0	0	0	2
초화류	2	1	0	0	0	0	3
난류	5	1	1	0	0	0	7
기타화훼류	25	30	2	1	0	0	58
버섯류	26	4	2	8	2	0	42
전체	564	383	87	91	18	4	1,235

자료: 농림축산식품부 경영체 DB 및 유리온실 조사 결과.

- 시설원에 분야 스마트 팜 농가의 온실은 연동형태가 69.0%로 전국적인 연동분포보다 확실히 높은 것으로 나타났으며, 부류별로는 재배성격상 시설특성상 연동비중이 높은 과수류를 제외하면 화훼류의 연동비율이 가장 높았음.

표 2-11. 시설원에 스마트 팜 온실 분류

단위: %

		채소	화훼	과수	특용	기타	전체
온실분류	단동	34.1	18.4	0.0	73.5	50.0	31.0
	연동	65.9	81.6	100.0	26.5	50.0	69.0
	전체	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
온실형태	유리온실	7.1	2.7	1.7	0.0	0.0	5.2
	경질판온실	0.8	0.0	0.0	2.9	0.0	0.8
	비닐온실	90.9	94.6	98.3	11.8	75.0	85.2
	재배사	1.2	2.7	0.0	85.3	25.0	8.8
	전체	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

자료: 농림축산식품부 경영체 DB 및 유리온실 조사 결과.

- 시설원에 분야 ICT 적용 기술은 양액 또는 신재생에너지만을 활용하는 단순 구동방식의 농가수가 21.5%, 양액제어, 개폐제어, 온습도제어, 보안시설 등을 2개 이상 제어하는 농가가 46.5%, 3개 이상 구동하는 농가가 15.5%, 모든 시설을 갖춘 농가는 0.6%로 나타났음.
- 채소류는 단순 구동 방식이 36.1% 가장 높아 스마트 팜 보급 규모에 비해서는 ICT 제어 수준은 떨어지는 것으로 나타났음. 화훼류, 과수류, 특용작물은 대부분 위 시설 중 2개 이상을 구동하는 방식이 가장 많음.
- 3개 이상의 제어시설을 구동하는 비중은 화훼류가 가장 높으며, 특히 개폐, 양액, 온습도, 보안까지 갖춘 농가(5%)도 있는 것으로 파악됨. 따라서 전반적인 ICT 구동 수준은 화훼류가 가장 높은 것으로 나타났음.

표 2-12. 시설원에 ICT 제어 구분

단위: %

구분	채소	화훼	과수	특용	전체
양액제어	35.1	10.0	-	-	20.9
신재생에너지시설	1.0	-	-	-	0.6
양액제어+개폐제어	29.9	25.0	1.9	33.3	20.9
개폐제어+온습도제어	13.4	35.0	76.9	33.3	35.5
개폐제어+보안시설	2.1	5.0	21.2	-	8.1
양액제어+온습도제어	4.1	-	-	-	2.3
온습도제어+보안시설	-	-	-	33.3	0.6
양액제어+개폐제어+온습도제어	6.2	5.0	-	-	4.1
개폐제어+온습도제어+보안시설	5.2	5.0	-	-	3.5
양액제어+개폐제어+보안시설	3.1	10.0	-	-	2.9
개폐제어+양액제어+온습도제어+보안시설	-	5.0	-	-	0.6
전체	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

자료: 농림축산식품부 경영체 DB 및 유리온실 조사 결과.

- 위에 제시된 ICT 제어 구동방식에 따라 이를 반영한 각 품목별 스마트 팜 기술수준을 추정하였음.
- 추정방식은 양액제어, 신재생에너지시설 등 단순 1개 분야 제어에 그칠 경우 0.1, 2개시설 운용 0.2, 3개 시설 운용 0.3, 4개 시설 운용 0.4의 가중치를 부여하여 단순히 시설이 설치되어 있을 경우와 각 품목별 시설 설치 개수에 위 가중치를 적용한 경우를 지수화하여 산출하였음. 여기에 편차를 줄이기 위해 두 값을 다시 평균하여 최종 지수를 산출하였음.
- 추정결과, 스마트 팜 ICT 제어 수준이 가장 높은 품목은 딸기로 나타났으며 가장 낮은 품목은 야생화인 것으로 분석되었음.

표 2-13. ICT 제어 시설을 반영한 품목별 스마트 팜 기술 수준

구분	단순설비 기준지수(A)	설비개수 반영지수(B)	평균 (A+B)/2	순위
딸기	0.6	6.3	3.45	1
토마토	0.6	4.6	2.6	2
포도	0.2	4.6	2.4	3
만감류	0.3	4.5	2.4	4
장미	1.0	2.0	1.5	5
오이	0.6	1.4	1.0	6
파프리카	0.3	1.7	1.0	7
가지	0.5	1.0	0.75	8
국화	0.3	1.0	0.65	9
꽃고추	0.3	0.9	0.6	10
호박	0.3	0.8	0.55	11
버섯	0.3	0.7	0.5	12
콩나물	0.3	0.6	0.45	13
수박	0.3	0.6	0.45	14
난	0.3	0.5	0.4	15
시금치	0.3	0.3	0.3	16
고구마	0.3	0.3	0.3	17
카네이션	0.2	0.4	0.3	18
자두	0.2	0.4	0.3	19
안개꽃	0.3	0.3	0.3	20
양파	0.2	0.2	0.2	21
심비디움	0.2	0.2	0.2	22
복숭아	0.2	0.2	0.2	23
야생화	0.1	0.1	0.1	24

주1: A는 ICT 시설(양액, 신재생, 온습도, 개폐, 보안 시설)의 단순 설치 유무를 4단계로 계층화하여 가중치를 각각 0.1~0.4를 적용하여 환산하였음.

주2: B는 각 품목별 ICT 시설 설치 개수에 가중치 0.1~0.4를 적용하여 환산하였음.

자료: 농림축산식품부 경영체 DB 및 유리온실 조사 결과.

- 순위가 높은 품목은 대부분 시설재배가 진전된 과채류 및 시설과수류인 것으로 나타났으며 장미, 국화를 제외한 화훼류, 양파 등은 순위가 낮게 나타났다.
- 과채류 중에는 수박의 순위가 낮은 것으로 나타났으며 스마트 팜 보급률이 매우 높은 파프리카의 경우는 장미와 오이보다도 수준이 낮은 것으로 나타났다.

표 2-14. 품목별 ICT 제어 기술수준 분류

단계	ICT 제어 수준 (ICT기술 수준 지수)	품목
1단계	단순제어 (0.1~0.3)	야생화, 복숭아, 심비디움, 양파, 안개꽃, 자두, 카네이션, 고구마, 시금치
2단계	복합제어 (0.4~0.8)	난, 수박, 콩나물, 버섯, 호박, 풋고추, 국화, 가지
3단계	첨단제어 (0.8~3.5)	파프리카, 오이, 장미, 만감류, 포도, 토마토, 딸기

주: 각 단계는 표00의 평균지수를 반영하여 구분하였음.

자료: 농림축산식품부 경영체 DB 및 유리온실 조사 결과.

- 따라서 이들 24개 품목을 단계별로 현재의 ICT 제어 수준을 구분하였음. 1단계(단순제어)는 단순제어와 함께 복합제어일 경우에도 보안시설 정도만 추가되는 경우로 구분하였음. 2단계(복합제어)는 양액과 개폐제어, 온습도 제어 중 2가지 이상을 구동하는 범위로 한정하였으며 3단계(첨단제어)는 4개 항목의 제어를 모두하는 품목을 포함하여 3가지 이상의 ICT 제어를 포함하는 품목을 설정하였음.
- 그 결과, 현재 단순제어(1단계)에 그치는 품목은 야생화, 복숭아, 심비디움, 양파, 안개꽃, 자두, 카네이션, 고구마, 시금치 등인 것으로 추정되며 기타화훼류(심비디움, 야생화 등)와 생산시기가 한정되어 있는 복숭아 등이 대표적임.

- 복합제어의 경우는 채소과채류인 호박, 풋고추, 가지 등과 버섯 등이 대표적인 것으로 나타났음.
- 첨단제어의 경우는 과일과채류와 대표 화훼작물인 장미, 만감류 등이 이에 해당하는 것으로 나타남.
- 각 분류는 제어 수준을 단순 반영하여 나온 추정치에 근거한 것이므로 향후 이를 보다 체계적으로 분류할 수 있는 시스템이 필요하며 과학적 분류가 이루어질 경우, 정부 지원 및 선택과 집중에 있어 보다 객관적인 근거자료가 될 수 있을 것으로 기대됨.

3.2.2. 노지과수

- 우리나라 노지과수 전체 재배면적은 16만 5,985ha이며 조사된 시설원에 스마트 팜 재배농가들의 총면적은 575ha으로 전체 시설원에 면적은 0.3%에 불과한 수준임.

표 2-15. 노지과수 부문 스마트 팜 재배면적 추정

노지과수전체(ha)	스마트 팜(ha)	스마트 팜 재배면적 비중
165,985	575	0.3%

자료: 통계청, 농림축산식품부 경영체 DB 및 유리온실 조사 결과.

표 2-16. 주요 노지과수 스마트 팜 재배면적 추정

	감귤	사과	배	단위: ha 복숭아
전체재배면적(A)	16,692	31,620	12,664	16,704
스마트팜 재배면적(B)	8	210	65	16
비중(B/A)	0.05%	0.66%	0.51%	0.10%

자료: 농림축산식품부 경영체 DB 및 유리온실 조사 결과.

- 노지과수류의 스마트 팜 보급 실태는 매우 미미한 상황임. 주요 과수류의 스마트 팜 재배면적은 감귤이 8ha, 사과 210ha, 배 65ha에 불과함. 이는 노지에서 재배되는 과수의 성격 상 토질과 기상환경에 많은 영향을 받기 때문에 스마트 팜의 구현이 매우 어렵기 때문임.

표 2-17. 주요 노지과수 스마트 팜 재배면적 추정

	농가수		재배면적	
	n	%	n	%
사과	20	21.5	210.4	36.6
배	14	15.1	65.2	11.3
복숭아	3	3.2	16.0	2.8
감귤	6	6.5	7.6	1.3
망고	3	3.2	3.1	0.5
만감류	17	18.3	21.8	3.8
기타	30	32.3	251.4	43.7
전체	93	100.0	575.4	100.0

자료: 농림축산식품부 경영체 DB 및 유리온실 조사 결과.

- 노지과수 농가수는 사과, 배, 만감류의 재배 비중이 높은 편임. 그러나 전체 재배면적은 사과와 배, 기타 과수류에 집중되어 있음. 이는 만감류의 경우 시설재배가 많아 노지의 규모는 매우 영세하기 때문임.
- 한편, 특히 과수의 경우 주작물을 제외한 기타 작물의 분포가 많아 다양한 작물이 분포되어 있을 가능성이 큼.

표 2-18. 주요 노지과수 스마트 팜 재배면적 구간 추정

	빈도(n)	면적계	계층평균
1~3천평	33	59,610	1,806
3~5천평	23	83,200	3,617
5~1만평	20	173,718	8,686
1~3만평	15	279,710	18,647
3만평 이상	2	454,000	227,000
전체	93		

자료: 농림축산식품부 경영체 DB 및 유리온실 조사 결과.

- 노지과수 스마트 팜 재배규모는 시설원예와는 달리 비교적 고른 분포를 보이고 있음. 계층별 농가 평균면적은 1~3천 평이 1,806평, 3~5천 평이 3,617평, 5~1만 평이 8,666평, 1~3만 평이 1만 8,647평임. 특히 빈도수는 적으나 3만 평 이상인 그룹도 있는 것으로 나타났음.

표 2-19. 노지과수 스마트 팜 ICT 제어 수준

ICT제어수준	빈도(n)	비중(%)
환경제어	3	3.3
관수제어	29	31.9
병해충예찰	5	5.5
환경+관수제어	6	6.6
관수+병해충예찰	5	5.5
환경+관수+병해충예찰	43	46.2
결측	2	2.2
합계	91	100.0

자료: 농림축산식품부 경영체 DB 및 유리온실 조사 결과.

- 노지과수 스마트 팜 제어기술은 편차가 큰 것으로 나타났음. 시설원예의 경우 비교적 중간 수준의 ICT 제어 수준을 보인 것과는 달리 환경 및 관수제어만 수준만을 유지하는 농가 비중이 40.7%였으며, 환경, 관수, 병해충예찰까지 모두 제어하는 첨단형의 비중도 46%임.

표 2-20. 노지과수 품목별 스마트 팜 ICT 제어 수준

	감귤	사과	배	복숭아	망고	만감류	기타
환경제어	-	5.6	-	66.7	-	-	-
관수제어	-	-	21.4	-	-	-	86.7
병해충예찰	-	-	35.7	-	-	-	-
환경+관수제어	-	11.1	14.3	33.3	-	-	3.3
관수+병해충예찰	-	5.6	28.6	-	-	-	-
환경+관수+병해충예찰	100.0	77.8	-	-	100.0	100.0	10.0
전체	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

자료: 농림축산식품부 경영체 DB 및 유리온실 조사 결과.

- 품목별로는 감귤과 망고, 만감류, 사과 농가가 대부분 환경, 관수, 병해출 예찰을 동시에 진행하고 있어 ICT제어 수준이 높은 반면, 배는 중간 수준, 복숭아는 단순 환경제어 수준에 머무르고 있는 것으로 분석됨.

3.2.3. 축산

- 우리나라 축산부문 스마트 팜 보급 비중은 시설원예, 노지과수보다 적은 것으로 나타났음. 한육우 및 젓소의 경우 전체 두수의 0.02%, 닭은 0.2% 수준이며 돼지는 이보다 다소 높은 0.9%를 점유하고 있음.

표 2-21. 축산 부문 스마트 축산 비중 추정

	전체두수(수수)	스마트 축산 두수(수수)	스마트 축산 두수 비중
한육우	10,835,791	2,571	0.02%
젓소	1,671,856	389	0.02%
돼지	40,508,863	365,927	0.9%
닭	682,173,512	1,494,000	0.2%

자료: 통계청, ICT사업 및 지방비 지원 축산농가 통계

- 축산 농가 조사결과, 제어수준을 다음과 같이 분류하였음.
 - 단순제어는 자동급이기, 선별기, 냉난방기, 환경제어기, 사료빈관리기, 액상급이기, 군사급이기, CCTV, 환기팬제어, 화재경보기, 음수관리기 중 한가지 시설만 구동하여 제어하는 방식임.
 - 복합제어는 위 제어기기 중 2개 이상을 제어하는 경우로 구분하였으며 첨단제어는 제어기기 중 3개 이상을 동시에 운용하는 것을 기준으로 하여 분석하였음.
- 분석결과, 전체의 68.8%가 단순제어 수준이었으며 복합제어와 첨단제어 수준은 비슷한 것으로 나타났음. 앞의 분석결과에 따라 시설원예가 중간수준,

과수는 상하 편차가 컸다면 축산은 단순제어에 집중되어 있음.

표 2-22. 축산 부문 스마트 제어 수준

	낙농	양계	양돈	한우	전체
단순제어	75.0	71.4	55.9	92.6	68.8
복합제어	25.0	9.5	20.3	7.4	15.2
첨단제어	0.0	19.0	23.7	0.0	16.1
전체	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

자료: ICT사업 및 지방비 지원 축산농가 통계

- 축종별로는 한우가 단순제어 비중이 90% 이상이었으며 복합제어가 높은 축종은 낙농과 양돈이었음. 특히 양돈과 양계 부문은 첨단제어 부분도 각각 19.0%, 23.7%로 비교적 높은 수준이었음.

제 3 장

스마트 팜 운영 실태 및 경제성 분석

1. 스마트 팜 도입 현황

- 농업인들의 스마트 팜 인지도 및 도입 현황과 스마트 팜 도입농가의 성과 등을 파악하기 위해 스마트 팜 도입농가 및 미도입농가를 대상으로 설문조사를 실시하였음. 도입농가 대상의 설문 조사 내용은 스마트 팜 도입 현황, 성과 및 만족도, 사용상의 애로사항, 맞춤형 스마트 팜 등으로 구성되었으며, 미도입농가 대상의 설문 조사 내용은 스마트 팜에 대한 인지도, 도입의향, 도입 촉진방안, 맞춤형 스마트 팜 등으로 구성되었음. 조사기간은 2016년 9월이며, 조사 대상은 스마트 팜 도입농가 107가구(면접조사)와 미도입농가 200가구(인터넷 조사)임.
- 설문에 응한 농가를 스마트 팜 도입농가와 미도입농가로 분류하여 일반적인 현황을 연령, 농업종사 기간, 귀농여부, 귀농 시기, 영농형태, 농지 형태 측면에서 살펴보면 다음과 같음.

표 3-1. 응답자의 일반적 특성

		스마트 팜 도입농가		스마트 팜 미도입농가	
		농가수	비율(%)	농가수	비율(%)
총 응답자 수		107		200	
경영주 연령	평균(세)	52.6		58.3	
	39세 이하	13	12.1	9	4.8
	40대	16	15.0	19	10.1
	50대	55	51.4	72	38.3
	60대	20	18.7	68	36.2
	70세 이상	3	2.8	20	10.6
농업종사 기간	평균(년)	19.6		20.9	
	10년 미만	24	22.4	46	23.1
	10-19년	28	26.2	53	26.6
	20-29년	23	21.5	44	22.1
	30-39년	26	24.3	31	15.6
	40년 이상	6	5.6	25	12.6
귀농 여부	예	38	35.5	109	54.8
	아니오	69	64.5	90	45.2
귀농 시기	1985년 이전	5	13.2	5	5.3
	1986-95년	6	15.8	10	10.5
	1996-05년	9	23.7	38	40.0
	2006-10년	8	21.1	31	32.6
	2011-15년	10	26.3	11	11.6
영농 형태	노지작물	0	0.0	45	22.8
	시설원예	85	79.4	88	44.7
	과수	4	3.7	19	9.6
	축산	18	16.8	45	22.8
농지 형태	자가	90	84.1	147	75.4
	10년 이상 임차지	14	13.1	27	13.8
	10년 미만 임차지	3	2.8	21	10.8
사용노동력 (남=1, 여=0.8)	평균	3.4		3.4	
	노지작물	-		3.5	
	시설원예	3.3		3.5	
	과수	2.4		3.4	
	축산	4.3		2.9	

- 경영주의 평균 연령은 도입농가가 52.6세로 미도입농가의 58.3세보다 5.7세 젊으며, 50대 이상의 비율도 도입농가가 72.9%로 미도입농가의 85.1%보다 12.2% 낮은 것으로 나타났다. 하지만 연령 차이와 비교해서 농업종사기간 차이는 약 1년으로 크지 않아, 도입농가는 미도입농가와 비슷한 수준의 영농경험을 가지고 있지만 나이는 젊은 것으로 분석됨.
- 귀농한 농가의 비율은 도입농가(35.5%)가 미도입농가(54.8%)보다 낮은 것으로 나타났으나, 귀농농가 중 최근 10년간 귀농한 비율은 도입농가(47.4%)가 미도입농가(44.2%)보다 다소 높게 조사되었음. 농지 형태는 도입농가의 자가 비중은 84.1%로 미도입농가의 75.4%보다 높고, 도입농가의 10년 미만의 임차지의 비중은 2.8%로 매우 낮은 것으로 나타났다. 이는 스마트 팜 도입 비용이 크며 도입 효과가 장기간 지속되기 때문에 안정적인 생산기반에서 스마트 팜을 도입하는 것으로 해석됨.
- 시설원예의 경우 스마트 팜 도입농가의 규모가 미도입농가보다 크지만 사용노동력은 비슷하게 조사되었으며, 과수농가의 경우 재배면적은 비슷하지만 사용노동력은 도입농가가 2.4로 미도입농가의 3.4보다 1.0 더 적은 것으로 나타남. 축산농가의 경우 도입농가가 미도입농가보다 노동력을 더 많이 사용하는 것으로 조사되었으나 이는 사육규모의 차이에서 비롯된 것으로 해석됨.
- 도입농가의 전반적인 재배 및 사육규모가 미도입농가보다 더 큰 것으로 조사되었음. 시설원예의 경우 도입농가의 재배면적은 7,249m²로 미도입농가의 6,771m²보다 평균 478m² 넓은 것으로 나타났으며, 시설의 재질은 도입농가와 미도입농가 모두 대부분 비닐로 조사되었음. 하지만 미도입농가의 경우 시설의 형태가 단동이 많지만 도입농가는 연동이 많은 것으로 나타났다. 이는 연동형태가 단동에 비해 스마트 팜 설치 시 효율성 면에서 유리하여 연동 시설농가가 스마트 팜 도입을 선호하는 것으로 분석됨.

- 과수의 재배면적은 도입농가와 미도입농가 간 차이가 크지 않은 것으로 나타났다으며, 축산의 경우는 도입농가의 사육규모가 미도입농가에 비해 양돈의 경우 5배 이상, 육계의 경우 2배 이상 큰 것으로 조사되었음.

표 3-2. 영농형태별 재배·사육 규모

			도입농가		미도입농가	
			농가수	비율(%)	농가수	비율(%)
노지 및 시설원예	재배면적(m ²)		7,249		6,771	
	재질	비닐	83	97.6	68	65.4
		유리	2	2.4	0	0.0
		노지	0	0.0	36	34.6
	시설형태	단동	17	20.0	44	46.8
		연동	67	78.8	22	23.4
		해당없음	1	1.2	28	29.8
과수	재배면적(m ²)		12,063		12,659	
축산	사육두수	한우(두)	-		50	
		양돈(두)	4,720		817	
		육계(수)	62,000		30,000	
		산란계(수)	38,000		1,510	

- 스마트 팜 도입농가를 대상으로 스마트 팜 도입시기를 조사하였을 때, 2015년 도입한 농가가 61.7% 제일 많은 것으로 나타났다. 축산농가의 경우 2016년에 도입한 비중이 비교적 큰 것으로 조사되었음.

표 3-3. 스마트 팜 도입시기

단위: %

도입시기	전체	시설원예	과수	축산
2014	26.2	27.1	25.0	22.2
2015	61.7	61.2	75.0	61.1
2016	12.1	11.8	0.0	16.7

- 전체 재배면적 및 사육두수에 스마트 팜을 적용한 비율은 84.6%로, 스마트 팜을 도입한 농가는 대부분의 재배면적에 스마트 팜을 적용하는 것으로 나타났다. 특히 시설원예의 경우 적용 비율이 89.2%로 높게 나타났으며, 반면 축산은 61.9%로 다소 적용 비율이 낮은 것으로 조사되었음.
- 응답농가의 56.1%가 향후 스마트 팜 규모를 유지할 계획이라고 응답하였고 40.2%는 확대할 것으로 응답하였음. 축소 또는 중단할 계획이라고 응답한 비율은 3.7%로 매우 낮게 나타났다. 영농형태별로는 과수(100.0%)와 축산농가(55.6%)의 확대 응답 비율이 시설원예(34.1%)보다 높게 나타나, 현재 도입 비율 응답과 비교하면 현재 도입비율이 비교적 낮은 과수와 축산농가가 스마트 팜 확대에 더 적극적인 것으로 분석됨.

표 3-3. 스마트 팜 적용 비율 및 향후 규모 확대·축소 계획

단위: %

		전체	시설원예	과수	축산
현재	도입비율	84.6	89.2	87.5	61.9
향후 계획	확대	40.2	34.1	100.0	55.6
	유지	56.1	63.5	0.0	33.3
	축소	0.0	0.0	0.0	0.0
	중단	3.7	2.4	0.0	11.1

- 스마트팜시설보급사업을 제외하면³ 도입농가의 시설원예현대화사업의 참여율이 가장 높은 것으로 나타나 전체 도입농가의 41.1%가 시설원예현대화사업에 참여한 것으로 조사되었으며, 그 다음으로 수출전문스마트팜사업(21.5%)의 참여율이 높은 것으로 조사되었음. 시설원예는 시설원예현대화사업(51.8%), 과수(25.0%)와 축산(11.1%)은 신재생에너지사업에 가장 많이 참여한 것으로 응답하였음.

³ 스마트팜시설보급사업에 참여한 농가들을 대상으로 본 설문을 실시하여 스마트팜시설보급사업 참여율이 매우 높게 나타남.

표 3-4. 스마트 팜 관련 정책사업 참여율

단위: %

	전체	시설원예	과수	축산
첨단온실사업	17.8	22.4	0.0	0.0
수출전문스마트팜사업	21.5	25.9	0.0	5.6
시설원예현대화사업	41.1	51.8	0.0	0.0
신재생에너지사업	18.7	20.0	25.0	11.1
스마트팜시설보급사업	87.9	85.9	100.0	94.4

2. 미 도입농가의 스마트 팜 도입의향

- 스마트 팜에 대하여 ‘잘 알고 있음’이 10.1%, ‘알고 있음’이 39.9%로 50.0%가 스마트 팜에 대하여 인지하고 있는 것으로 나타남. 또 ‘보통’으로 응답한 농가가 30.3%인 것을 고려하면 80% 이상의 농가가 스마트 팜을 인지하고 있는 것으로 나타남.

표 3-5. 미도입농가의 스마트 팜 인지도

단위: %

	전체	노지	시설	과수	축산
평균	3.36	3.13	3.96	3.14	3.42
전혀모름	4.5	8.9	0.0	5.7	0.0
모름	15.2	17.8	6.7	18.4	15.8
보통	30.3	33.3	11.1	37.9	36.8
알고있음	39.9	31.1	62.2	32.2	36.8
잘알고있음	10.1	8.9	20.0	5.7	10.5

주: 설문은 5점 리커트 척도를 사용하였음(1: 매우 불만족, 2: 불만족, 3: 보통, 4: 만족, 5: 매우 만족)

- 농가형태별로는 시설원예농가의 스마트 팜 인지도가 가장 높고 축산농가, 과수농가, 노지농가 순으로 나타나, 스마트 팜이 시설원예와 축산을 중심으로 보급되고 있음을 알 수 있음.
- 전체 응답농가 중 54.3%가 향후 스마트 팜을 도입할 의향이 있다고 응답하였음. 특히 축산농가와 시설원예농가의 경우 향후 스마트 팜을 도입할 의향이 있다고 응답한 비율이 각각 73.7%, 66.7%로 높게 나타남.

표 3-6. 미도입농가의 스마트 팜 도입의향

단위: %

	전체	시설	과수	축산	노지
도입희망 응답율	54.3	66.7	50.0	73.7	42.2

- 스마트 팜을 도입할 의향이 있다고 응답한 108농가를 대상으로 가장 중요하게 생각하는 스마트 팜 도입의 목적을 물었을 때, ‘노동투하시간 절감’이라는 응답이 가장 많았고, ‘영농 편의성 증대’, ‘농산품 품질 향상’ 등의 순으로 나타남.

표 3-7. 미도입농가의 스마트 팜 도입 희망 이유

	전체	노지	시설	과수	축산
생산성 향상	164	39	32	65	27
생산비용 절감	99	22	15	53	6
농산품 품질 향상	196	26	69	98	3
영농 편의성 증대	236	40	78	79	39
노동투하시간 절감	239	44	67	86	37
기타	6	0	0	5	1

- 시설원예농가는 스마트 팜 도입의 목적을 ‘영농 편의성 증대’와 ‘농산품 품질 향상’ 순으로 뽑았으며, 과수농가는 ‘농산물 품질 향상’, ‘노동투하시간 절감’, 축산농가는 ‘영농편의성 증대’, ‘노동투하시간 절감’, 노지농가는 ‘노

동투하시간 절감’, ‘영농 편의성 증대’ 순으로 답하였음.

- 향후 스마트 팜을 도입할 의향이 없다고 응답한 92 농가를 대상으로 미도입 이유를 물었을 때, ‘투자 대비 성과의 불확실성’ 때문이라는 응답이 가장 높았고, ‘영농규모가 작아서’, ‘운영비 부담’의 순으로 나타남.
- 시설원예와 과수농가는 스마트 팜 미도입의 이유를 ‘투자 대비 성과의 불확실성’과 ‘운영비 부담’ 순으로 뽑았으며, 축산농가는 ‘투자 대비 성과의 불확실성’, ‘영농규모가 작아서’, 노지농가는 ‘영농규모가 작아서’, ‘투자 대비 성과의 불확실성’ 순으로 답하였음.

표 3-8. 미도입농가의 스마트 팜 미도입 선택 이유

	전체	노지	시설	과수	축산
투자 대비 성과의 불확실성	241	43	54	124	15
관행농업에 불편함을 느끼지 않아서	76	36	6	34	0
영농규모가 작아서	130	63	19	37	11
스마트팜 기술사용의 어려움	27	10	1	16	0
기술제공업체 및 재공기술에 대한 신뢰 부족	49	11	14	18	3
스마트 팜에 대한 정보 부족	71	29	4	36	1
운영비 부담	125	26	24	73	2
인터넷 등 기반시설 부족	42	3	7	32	0
기타	16	6	2	8	0

- 향후 스마트 팜을 도입한다고 가정할 때, 총 투자비 중 농가의 희망 자부담 비율을 물었을 때, 총 투자비 중 평균 27.9%를 농가에서 부담하는 것이 적절하다고 응답하였음. 영농형태별로는 노지농가가 33.3%로 가장 높게 응답하였고, 과수농가가 24.8%로 가장 낮게 응답하였음.

표 3-9. 스마트 팜 투자비 중 희망 자부담 비율

	전체	노지	시설	과수	축산
자부담 비율	27.9	33.3	28.1	24.8	28.6

단위: %

3. 스마트 팜 도입 효과 및 경제성 분석

3.1. 스마트 팜 도입효과

- 스마트 팜 도입으로 인한 농업관련 성과를 알아보기 위하여, 스마트 팜 도입 전 농가가 기대한 효과와 스마트 팜 도입 후 실제 성과를 조사하였음. 조사결과에 따르면 가장 크게 개선된 부분은 “영농편이성”으로 스마트 팜 도입 이후 23.9% 증가하였으며 이는 기대치인 14.3%를 상회하는 것으로 나타남. “투입노동시간(-13.6%)”, “상품화율(11.4%)” 순으로 실제 도입효과가 큰 것으로 나타났으며, 전 분야에 있어 실제 효과가 도입 전 예상치보다 높은 것으로 조사되었음.
- 원예시설의 경우, 스마트 팜 도입 전 “영농편이성(15.3%)”과 “단위면적당 생산량(10.4%)”의 개선을 가장 크게 기대하였지만, 실제로는 “영농편이성(23.2%)”과 “투입노동시간(-13.4%)”이 가장 크게 개선된 것으로 나타남.
- 과수농가는 스마트 팜 도입 전 “단위면적당 생산량(15.0%)”과 “투입노동시간(-13.8%)”, “상품화율(-13.8%)”의 개선을 가장 크게 기대하였지만, 실제로는 “영농편이성(27.5%)”과 “단위면적당 생산량(20.0%)”이 가장 크게 개선된

것으로 나타남.

- 축산농가는 스마트 팜 도입 전 “영농편이성(10.3%)”과 “투입노동시간(-9.7%)”의 개선을 가장 크게 기대하였지만, 실제로는 “영농편이성(26.1%)”과 “단위면적당 생산량(16.9%)”이 가장 크게 개선된 것으로 나타남.

표 3-10. 스마트 팜 도입 전 예상효과 및 도입 후 실제효과

단위: %

		전체	시설원예	과수	축산
단위면적당생산량	예상치	9.9	10.4	15.0	6.1
	실제치	10.5	8.6	20.0	16.9
상품(上品)화율	예상치	9.6	10.3	13.8	5.6
	실제치	11.4	10.4	12.5	15.6
영농편이성	예상치	14.3	15.3	10.0	10.3
	실제치	23.9	23.2	27.5	26.1
농업소득	예상치	7.8	8.4	3.8	5.6
	실제치	9.0	8.3	5.0	13.1
생산비	예상치	-8.9	-9.5	-8.8	-6.1
	실제치	-9.6	-9.4	-5.0	-11.9
투입노동시간	예상치	-10.3	-10.3	-13.8	-9.7
	실제치	-13.6	-13.4	-15.0	-13.9

3.2. 스마트 팜 도입 만족도

- 스마트 팜 도입에 대한 농가의 만족도는 4.01으로 만족도가 높은 것으로 나타남. 분야별로는 ‘영농편이성 증대’(4.27)가 가장 만족도가 높게 조사되었고, ‘노동력 절감’(4.00), ‘경영 도움’(3.98) 순으로 만족도가 높은 것으로 나타남.

- 영농형태별로는 시설원예는 ‘영농편이성 증대’(4.28), ‘노동력 절감’(4.04)에서 만족도가 높다고 응답하였고, 축산은 ‘영농편이성 증대’(4.11), ‘경영 도움’(4.06)과 ‘생산성 향상’(4.06)에서 만족도 높은 것으로 응답하였음.

표 3-11. 스마트 팜 도입 후 만족도

	전체	시설원예	과수	축산
전반적 만족도	4.01	3.99	4.25	4.06
경영 도움	3.98	3.94	4.50	4.06
생산성 향상	3.95	3.91	4.50	4.06
품질 향상	3.88	3.88	4.00	3.83
비용 절감	3.76	3.78	3.75	3.67
노동력 절감	4.00	4.04	4.50	3.72
영농편이성 증대	4.27	4.28	4.75	4.11

주: 설문은 5점 리커트 척도를 사용하였음(1: 매우 불만족, 2: 불만족, 3: 보통, 4: 만족, 5: 매우 만족)

- 스마트 팜의 구성요소별 도입여부와 만족도를 살펴보면, 시설원예의 경우 평균적으로 외부환경센터 요소들의 도입율이 높은 것으로 조사되었음(96.5%). 최적 생육환경 정보관리시스템의 도입율은 가장 낮지만(44.3%) 만족도는 가장 높은 것으로 조사되었으며(4.64), 그 다음으로 내부환경센터(4.63)와 시설별 제어 및 통합제어장비(4.63) 순으로 만족도가 높은 것으로 나타났음. 구성요소별로는 외·내부 온도(100.0%), 환기(100.0%) 장비의 도입율 높게 조사되었고, 반면 LED(22.4%), 생육정보 DB분석시스템(29.4%)의 도입율은 낮게 나타남. 구성요소별 만족도는 전반적으로 높게 나타나 도입한 스마트 팜 구성요소들에 대해 시설원예 스마트 팜 도입농가들이 매우 만족하는 것으로 판단됨.

표 3-12. 시설원예용 스마트 팜 구성요소별 도입율 및 만족도

		도입율(%)	만족도
응답 원예시설농가 수		85	
외부환경센터	온도	100.0	4.53
	습도	88.2	4.52
	풍향/풍속	98.8	4.50
	강우	98.8	4.57
	일사량	96.5	4.57
내부환경센터	온도	100.0	4.62
	습도	97.6	4.63
	CO2	89.4	4.67
	토양수분(토경)	38.8	4.67
	양액측정센서	89.4	4.61
	수분센서	78.8	4.58
영상장비	적외선카메라	82.4	4.56
	DVR	94.1	4.53
시설별 제어 및 통합제어장비	환기	100.0	4.64
	난방	90.6	4.65
	에너지절감시설	75.3	4.70
	차광커튼	89.4	4.67
	유동팬	96.5	4.63
	온수/난방수 조절	81.2	4.64
	모터제어	83.5	4.63
	양액기 제어	88.2	4.64
	LED	22.4	4.42
최적 생육환경 정보관리시스템	실시간 생장환경 모니터링	45.9	4.62
	시설물 제어 환경	57.6	4.69
	생육정보 DB 분석시스템	29.4	4.60

주: 만족도 설문은 5점 리커트 척도를 사용하였음(1: 매우 불만족, 2: 불만족, 3: 보통, 4: 만족, 5: 매우 만족)

- 과수농가 스마트 팜 구성요소별 도입율을 살펴보면, CCTV(100.0%)와 DVR(100.0%)과 같은 영상장비(91.7%)의 도입율이 가장 높게 나타났으며,

시설원예와 마찬가지로 최적 생육환경 정보관리시스템의 도입율(58.3%)은 가장 낮지만 만족도(4.89)는 가장 높은 것으로 나타남.

표 3-13. 과수용 스마트 팜 구성요소별 도입율 및 만족도

		도입율(%)	만족도
응답 과수농가 수		4	
환경 센터	온도	100.0	5.00
	습도	75.0	4.67
	토양수분(토경)	50.0	4.50
	양액측정 센서	50.0	4.50
	수분 센서	50.0	5.00
	풍향/풍속	75.0	5.00
	강우	75.0	5.00
	일사량	100.0	5.00
영상장비	CCTV	100.0	4.50
	웹카메라	75.0	5.00
	DVR	100.0	4.75
시설별 제어 및 통합제어장비	에너지절감시설	75.0	4.33
	관수모터제어	100.0	4.75
	양액기 제어	50.0	4.50
최적 생육환경 정보관리시스템	실시간 생장환경 모니터링	75.0	4.67
	시설물 제어 환경	50.0	5.00
	생육정보 DB 분석시스템	50.0	5.00

주: 만족도 설문은 5점 리커트 척도를 사용하였음(1: 매우 불만족, 2: 불만족, 3: 보통, 4: 만족, 5: 매우 만족)

- 축산농가의 경우 구성요소별 도입율이 시설원예나 과수에 비해 낮게 조사되어 축산 스마트 팜의 경우 요소별 구성 자유도가 시설원예나 과수에 비해 높고 따라서 구성요소별 설치여부가 농가별로 다른 것으로 보임. 영상장비(75.0%)의 도입율이 가장 높고, 외부환경센터(34.4%)와 제어장비(36.5%)의 도입율이 비교적 낮게 조사되었음. 만족도는 영상장비(4.68)와 제어장비(4.68)가 가장 높고, 외부환경센터(4.32)가 가장 낮았으며, 요소별로는 내부

온도(83.3%), 내부습도(61.1%), 모돈급이기(66.7%), CCTV(83.3%)와 DVR(66.7%)과 같은 영상장비, PC와 모니터(66.7%)의 도입율이 높게 나타났으며, 만족도는 누전감지기(5.00)와 음수관리기(5.00)가 가장 높게 조사되었음.

표 3-14. 축산용 스마트 팜 구성요소별 도입율 및 만족도

		도입율(%)	만족도
응답 축산농가 수		18	
외부환경센터	온도	55.6	4.60
	습도	50.0	4.67
	풍향/풍속	33.3	3.83
	강우	11.1	4.50
	일사량	22.2	4.00
내부환경센터	온도	83.3	4.67
	습도	61.1	4.45
	CO2	27.8	4.40
	조도	22.2	4.50
	암모니아	22.2	4.50
	누전감지	50.0	5.00
제어장비	발정체크기	16.7	4.67
	돈선별기	27.8	4.40
	보온등	33.3	4.83
	모돈급이기	66.7	4.33
	사료믹스기	27.8	4.80
	사료빈	38.9	4.71
	음수관리기	44.4	5.00
영상장비	CCTV	83.3	4.53
	DVR	66.7	4.83
생산경영관리시스템	PC,모니터	66.7	4.58

주. 만족도 설문은 5점 리커트 척도를 사용하였음(1: 매우 불만족, 2: 불만족, 3: 보통, 4: 만족, 5: 매우 만족)

- 스마트 팜 도입농가들은 스마트 팜 도입시 발생한 투자비를 4~5년 사이에 회수할 것으로 예상하고 있는 것으로 조사되었으며, 영농형태별 응답차이는 크지 않은 것으로 나타남.

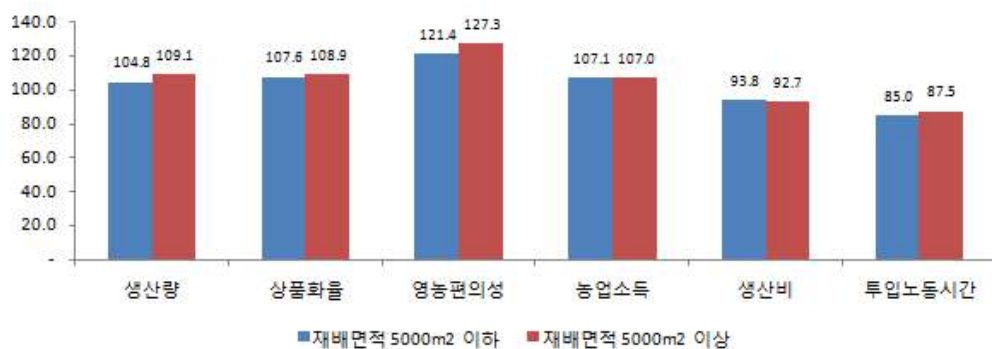
3.3. 스마트 팜 도입 경제성 분석

3.3.1. 스마트 팜 도입 효과

- 규모와 노동효율성 측면에서 스마트 팜 도입 효과를 분석하기 위하여 스마트 팜 도입농가 중 토마토(43농가)와 양돈(15농가)의 도입성과를 교차분석하였음.

그림 3-1. 토마토 농가의 규모별 스마트 팜 도입 효과

단위: %



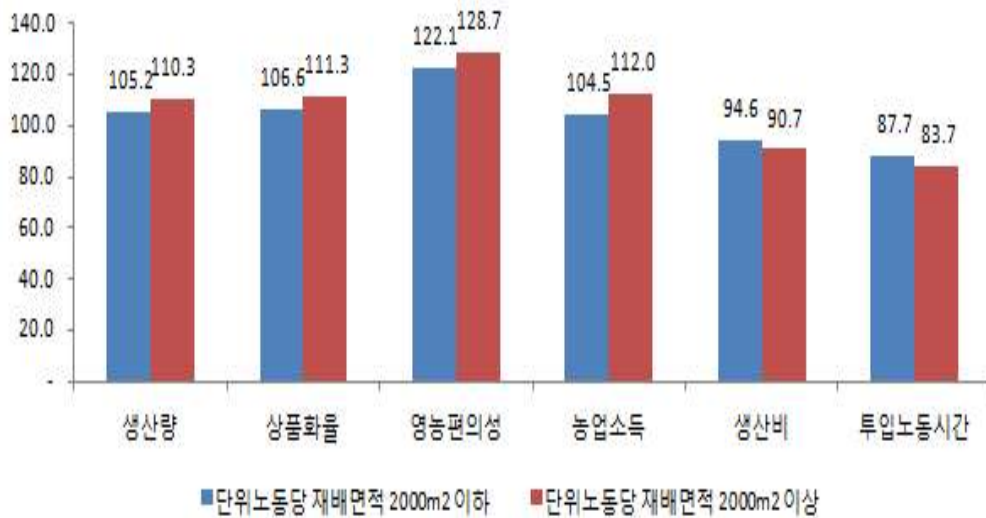
- 토마토 농가의 경우, 재배면적이 50a 이상의 대규모 농가의 스마트 팜 도입 성과가 재배면적 50a 이하의 소규모 농가보다 대부분 큰 것으로 나타났음. 대규모 농가는 스마트 팜 도입이후 생산량은 9.1%, 상품화율 8.9%, 영농편의성 27.3% 증가하였고 생산비는 7.3% 감소하여 소규모 농가보다 효과가 큰 것으로 분석됨. 하지만 소규모 농가의 경우, 투입노동시간이 15% 감소하

여 대규모 농가보다 노동력 절감의 효과는 큰 것으로 보이며, 농업소득 증가율은 규모별 차이가 크지 않음.

- 노동효율성별 스마트 팜 도입 효과 차이는 규모별 차이보다 더 크게 나타나는 것으로 조사됨. 단위노동당 재배면적이 20a 이상의 노동효율성이 높은 농가의 스마트 팜 효과가 전 분야에서 단위노동당 재배면적이 20a 이하의 노동효율성이 낮은 농가보다 크게 나타났으며, 특히 농업소득은 7.5%, 영농편의성은 6.5% 더 높은 것으로 나타났음. 노동효율성이 농가의 경영 및 기술수준을 평가하는 지표 중 하나인 것을 고려하면, 노동효율성이 높은 농가일수록 스마트 팜 운영에도 성공적인 것으로 해석할 수 있음.

그림 3-2. 토마토 농가의 단위노동당 재배면적별 스마트 팜 도입 효과

단위: %

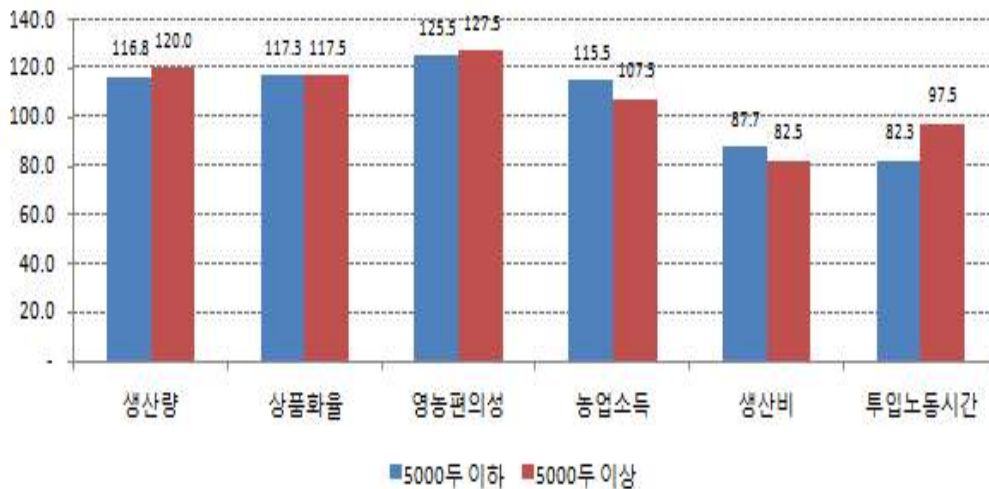


- 양돈 농가의 경우, 토마토 농가와 마찬가지로 사육두수가 5,000두 이상인 대규모 농가의 스마트 팜 도입 성과가 사육두수 5,000두 이하의 소규모 농가보다 대부분 큰 것으로 나타났음. 스마트 팜 도입으로 인해 대규모 농가는 생산량은 20.0%, 영농편의성 27.5% 증가하였고 생산비는 7.5% 감소하여 소

규모 농가보다 효과가 큰 것으로 나타남. 반면 농업소득과 투입노동시간의 효과는 소규모 농가에서 더 크며, 상품화율은 규모별 차이가 크지 않은 것으로 조사됨. 이는 설비보다 노동에 의존해 운영되면 소규모 양돈농가가 스마트 팜을 도입함으로써 노동력 절감 효과를 크게 경험하고, 노동비용 절감이 농업소득 증가로까지 이어지는 것으로 분석됨.

그림 3-3. 양돈농가의 규모별 스마트 팜 도입 효과

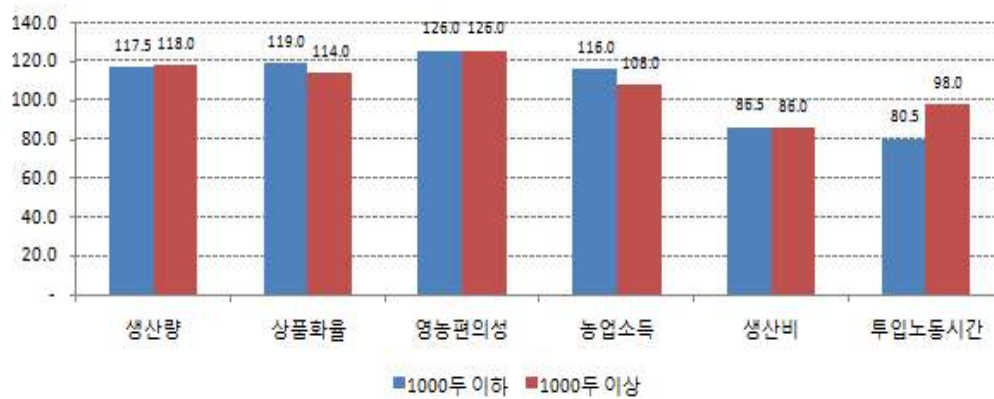
단위: %



- 노동효율성별 스마트 팜 도입 효과를 살펴보면 토마토 농가와 달리 단위 노동당 사육두수가 1,000두 이하의 노동효율성이 낮은 농가의 스마트 팜 효과가 전 분야에서 단위노동당 사육두수가 1,000 이상의 노동효율성이 높은 농가보다 크거나 비슷하게 나타났음. 생산량, 영농편의성, 생산비의 경우 효율성별 차이가 거의 없으며, 노동효율성이 낮은 농가가 스마트 팜 도입이후 상품화율은 19.0%, 농업소득 16.0% 증가하고 투입노동시간은 19.5% 감소하여 노동효율성이 높은 농가보다 스마트 팜 효과가 큰 것으로 나타났음. 이는 기존의 노동집약적 축산을 하는 농가일수록 스마트 팜 도입 후 큰 성과를 가질 수 있음을 의미함.

그림 3-4. 양돈농가의 단위노동당 사육두수별 스마트 팜 도입 효과

단위: %



3.3.2. 스마트 팜 도입자금 상환능력 분석

- 스마트 팜 도입 후 농가가 스마트 팜 도입으로 인해 발생한 비용을 상환할 수 있을지 검토하기 위하여 자본회수기간법을 이용하여 분석하였음.
- 자본회수기간법은 투자에 소요된 자금을 그 투자에서 발생하는 현금흐름으로부터 모두 회수하는 데 걸리는 기간을 분석하여 투자여부를 결정하는 방법 중 하나임(김남현 2004).
 - 본 분석방법에서 이자율과 자금회수기간을 이용하여 자본회수계수를 계산하며, 다시 자본회수계수와 투자액을 이용하여 필요소득을 구할 수 있음.

<식 3-1> $K = \frac{i(1+i)^t}{(1+i)^t - 1}$, K : 자본회수계수, i : 이자율, t : 회수기간

<식 3-2> $S = C \cdot K$, S : 필요소득, C : 투자액, K : 자본회수계수

- 이자율은 현재 기준금리인 1.25%와 2%, 회수기간은 도입농가 설문조사에서 나타난 투자금 회수기간인 4~5년을 적용하여 조건별 자본회수계수를 구하였음.

표 3-15. 스마트 팜 금리·상환기간별 자본회수계수(K)

이자율	상환기간		
	3년	4년	5년
1.25%(기준금리)	0.34170	0.25786	0.20756
2%	0.34675	0.26262	0.21216

- 스마트 팜 시공업체에 의뢰한 결과, 시설원예의 경우 스마트 팜 시공비가 평균 600만 원, 축산(양돈)의 경우 평균 2,000만 원 가량 발생하는 것으로 조사되었음.⁴ 또한 기본설비가 설치되면 면적이 늘어나도 추가 비용은 크게 발생하지 않는 것으로 조사되어, 본 분석에서는 단위면적당 비용이 아닌 농가당 비용을 적용하였으며, 농가의 규모는 스마트 팜 도입농가 평균 규모를 적용하였음.
- 자본회수기간법 분석결과에 따르면, 시설원예 스마트 팜은 2% 이자율일 경우 3년 이내 시공비를 상환하기 위해서는 208만 원의 소득이 필요하며, 1.25% 이자율일 경우 5년 이내 시공비를 상환하기 위해서는 125만 원의 소득이 필요한 것으로 분석되었음. 축산(양돈) 스마트 팜은 2% 이자율일 경우 3년 이내 시공비를 상환하기 위해서는 694만 원, 1.25% 이자율과 5년 상환기간 하에서는 415만 원의 필요소득이 발생함.

⁴ 스마트 팜 도입농가 평균 규모(시설원예 7,249m², 양돈 4720두)를 적용한 수치임.

표 3-16. 스마트 팜 조건별 도입자금 상환을 위한 필요소득

단위: 천원/농가

	상환기간	기준금리 1.25%		2%	
		자본회수계수(K)	필요소득	자본회수계수(K)	필요소득
시설원예	3년	0.34170	2,050	0.34675	2,081
	4년	0.25786	1,547	0.26262	1,576
	5년	0.20756	1,245	0.21216	1,273
축산(양돈)	3년	0.34170	6,834	0.34675	6,935
	4년	0.25786	5,157	0.26262	5,252
	5년	0.20756	4,151	0.21216	4,243

- 농가들의 상환능력을 알아보기 위하여 위에서 계측된 필요소득과 각 품목별 스마트 팜 도입 시 발생할 것으로 예상되는 소득효과를 비교하였음. 스마트 팜 도입으로 인하여 발생할 것으로 예상되는 소득효과는 농촌진흥청(2016)이 발표한 작목별 소득과 스마트 팜 도입농가 설문조사에서 조사된 실제 소득효과 결과⁵를 적용하여 추정하였음.
- 2% 이자율과 3년 상환기간 하에서 시설원예농가는 스마트 팜을 도입하기 위해 208만 원의 필요소득이 요구되는 것에 비해, 토마토(축성), 토마토(반축성), 딸기 재배농가의 스마트 팜 효과는 각각 669만 원, 416만 원, 669만 원으로 조사되었음. 또한 축산(양돈)농가의 경우 스마트 팜 도입 시 필요소득은 694만 원으로 나타났으나, 실제 양돈농가의 스마트 팜 소득효과는 6천 941만 원으로 조사되었음.
- 해당 품목의 경우 스마트 팜 도입으로 인해 발생 가능한 소득이 필요소득을 상회하는 것으로 나타났으며, 따라서 농가의 스마트 팜 도입비용 상환능력이 충분한 것으로 판단됨.

5 품목별 실제 소득효과는 토마토는 7.1%, 딸기 7.9%, 양돈 13.3% 증가로 조사되었음.

표 3-17. 스마트 팜 도입자금 상환 필요소득 대비 예상소득효과

단위: 천원/농가

시설원예 스마트 팜			
필요소득	스마트 팜 도입으로 인해 발생할 것으로 예상되는 소득효과		
2.00%, 3년	토마토(축성)	토마토(반축성)	딸기
2,081	6,689	4,163	6,695
축산(양돈) 스마트 팜			
필요소득	스마트 팜 도입으로 인해 발생할 것으로 예상되는 소득효과		
2.00%, 3년	양돈		
6,935	69,406		

4. 스마트 팜 도입농가의 애로사항

- 스마트 팜 도입 후 사용상의 애로사항을 살펴보면, 전체 농가 기준으로 ‘시공업체의 사후기술지원서비스 및 교육 미흡’이 가장 높으며, 다음으로 ‘기자재의 비표준화로 인한 낮은 호환성’, ‘투자비용 대비 저조한 성과’ 순으로 나타나, 농가들이 스마트 팜 도입 후 부품교환이나 시스템 상 문제가 발생시 해결에 어려움을 가장 크게 느끼고 있는 것으로 분석됨.

표 3-18. 스마트 팜 도입 후 사용상의 애로사항

	전체	시설원예	과수	축산
투자비용 대비 저조한 성과	126	103	3	20
기자재의 저품질로 인한 활용도 저하	76	59	1	16
기자재의 비표준화로 인한 낮은 호환성	193	151	6	36
시공업체의 사후기술지원서비스 및 교육 미흡	239	199	11	29
유지비용 부담	119	86	6	27
기타	0	0	0	0

- 스마트 팜 시공업체 관련 애로사항으로는 ‘기술교육 및 사후기술지원서비스 체계 미흡’과 ‘시공비 및 장비의 높은 가격’, ‘기자재의 비표준화로 인한 낮은 호환성’ 순으로 높게 나타남.
- 시설원예농가는 기술교육 및 사후기술지원서비스에 대한 애로사항이 가장 큰 것으로 나타났으며, 과수농가는 기자재의 비표준화로 인한 낮은 호환성, 축산농가는 높은 가격에 대한 애로사항이 가장 큰 것으로 조사됨.

표 3-19. 스마트 팜 시공업체에 대한 애로사항

	전체	시설원예	과수	축산
기술교육 및 사후기술지원서비스 체계 미흡	284	257	6	21
사용 부품이 표준화되어 있지 않아 부품 확보 및 호환에 어려움이 있음	138	109	8	21
시공업체가 영세하고 낮은 기술력	49	31	5	13
시공업체가 재배품목 및 농업에 대한 이해력이 부족	59	41	3	15
시공비 및 장비가 높은 가격	191	148	5	38
없음	80	55	5	20
기타	0	0	0	0

- 스마트 팜과 관련하여 문제가 발생하였을 때 대부분의 농가는 ‘시공업체’에 게 연락하여 도움을 요청하는 것으로 조사되었음. 총 응답자 중 92.5%가 시공업체에 도움을 요청한다고 응답하여 대부분의 스마트 팜 농가들이 스마트 팜에 관한 문제를 시공업체를 통해 해결하는 것으로 나타남.
- ‘농업기술센터(4.7%)’나 ‘권역별현장지원센터(2.8%)’를 활용한다고 응답한 농가의 비율이 매우 낮아, 해당기관의 역할 및 활용도가 낮은 것으로 분석됨. 따라서 농업기술센터나 권역별현장지원센터와 같은 공공기관의 역할을 강화할 필요가 있음.

표 3-20. 스마트 팜과 관련된 문제 발생시 도움을 요청하는 기관

단위: %

	전체	시설원예	과수	축산
시공업체	92.5	90.6	100.0	100.0
농업기술센터	4.7	5.9	0.0	0.0
권역별현장지원센터	2.8	2.4	25.0	0.0
주위농가	4.7	5.9	0.0	0.0
컨설팅업체와 같은 사설업체	8.9	7.1	0.0	5.6
기타	4.3	0.0	25.0	5.6

- 스마트 팜 도입농가가 시공업체 선정 과정에서 가장 중요하게 고려하는 요인은 ‘필요로 하는 기술 보유’, ‘업체 및 제공 기술 품질에 대한 신뢰’, ‘기술 교육 및 사후기술지원서비스’ 순으로 나타남. 따라서 필요로 하는 기술을 보유하되 좋은 제품을 판매하고 안정적인 사후기술지원서비스를 제공하는 시공업체가 농가가 바라는 이상적인 업체라 할 수 있음.

표 3-21. 스마트 팜 시공업체 선택 이유

	전체	시설원예	과수	축산
본인이 필요로 하는 스마트팜 기술을 보유한 업체임	272	213	12	47
업체 및 제공기술 품질에 대한 신뢰	170	127	9	34
시공업체의 기술교육 및 사후기술 지원서비스 체계	132	118	1	13
스마트 팜 기술의 성능 대비 합리적인 가격	96	76	6	14
시공업체가 가까이 위치함	86	69	8	9
기타	0	0	0	0

- 스마트 팜 지원기관들의 역할에 대한 조사결과에 따르면, 농가는 ‘농업기술센터’가 스마트 팜 도입 및 운영과 관련된 전반적 지원을 수행해주기를 바라는 것으로 나타났음. 영농형태별로는 큰 차이가 없는 것으로 나타났으나, 축

산농가의 경우 ‘사설업체’의 역할을 다소 강조하는 것으로 조사됨.

- 스마트 팜 도입 및 운영과 관련한 역할별로 살펴보면, 스마트 팜 도입 컨설팅은 ‘농업기술센터’와 ‘권역별현장지원센터’, 스마트 팜 운영 컨설팅과 농가교육은 ‘농업기술센터’와 ‘컨설팅 업체와 같은 사설업체’, 스마트 팜 관리는 ‘농업기술센터’와 ‘시공업체’에서 중점적으로 수행하는 것이 바람직하다고 응답하였음. 이처럼 농가들은 농업기술센터가 스마트 팜과 관련하여 중점적으로 역할을 해주기를 바라고 있지만 실제로는 그렇지 못한 것으로 나타나 농업기술센터의 스마트 팜 관련 역량을 향상시키고 역할을 강화할 필요가 있음.

표 3-22. 스마트 팜 지원역할별 중점지원기관

단위: %

	도입 컨설팅	운영 컨설팅	농가교육	스마트팜 관리
시공업체	15.0	17.8	5.7	29.2
농업기술센터	40.2	40.2	47.2	46.2
권역별현장지원센터	18.7	18.7	18.9	9.4
선도농가	9.3	1.9	6.6	1.9
사설업체	16.8	21.5	21.7	13.2
기타	0.0	0.0	0.0	0.0

5. 스마트 팜 도입확대 방안

- 도입농가의 경우 스마트 팜 도입 촉진 방안으로 ‘기술 및 시설 도입자금 및 운영자금 지원 강화’와 ‘스마트 팜 연구개발 강화(기술향상 및 기술표준화)’를 강조하는 것으로 나타남. 영농형태별로는 시설원예 농가는 ‘기술 및 시설 도입자금 및 운영자금 지원 강화’와 ‘스마트 팜 연구개발 강화(기술향상 및 기술

표준화)’를, 과수와 축산농가는 ‘기술 및 시설 도입자금 및 운영자금 지원 강화’와 ‘스마트 팜 관련 정책 및 제도개선’이 필요하다고 응답하였음.

- 미도입농가도 도입농가와 마찬가지로 스마트 팜 도입을 촉진하기 위해서 ‘기술 및 시설 도입자금 및 운영자금 지원 강화’해야 한다는 응답이 가장 높게 나타났음. 하지만 도입농가와 달리 대부분의 미도입농가가 ‘스마트 팜 도입에 따른 성과의 불확실성 해소’를 중요한 스마트 팜 도입 촉진방안으로 응답하여, 미도입농가가 스마트 팜 도입의 성과에 대한 불안감을 가지고 있음을 알 수 있음. 또한 ‘기술 및 시설 도입자금 및 운영자금 지원 강화’에 대한 응답은 전 영농형태에 가장 높게 나타나, 스마트 팜 도입 촉진에 있어 농업인이 생각하는 가장 중요한 부분으로 판단됨.
- 이처럼 도입농가와 미도입농가 모두 자금관련 지원을 스마트 팜 도입을 위해 가장 중요하게 이루어져야 할 방안으로 생각하고 있음. 스마트 팜 도입 시 비용이 크게 발생하여 초기에 농가에 부담이 되는 것은 사실이나, 앞의 도입자금 상환능력 분석 결과에서 보듯이 농가의 상환능력이 충분한 것으로 나타났음. 따라서 스마트 팜 도입에 필요한 자금을 융자받을 수 있도록 정부에서 도와주는 지원이 필요함.
- 또한 지역별, 품목별, 규모별 스마트 팜 대표농가를 선정하여 성과를 홍보하고 미도입농가들에게 스마트 팜의 실제 운영현황을 제시하여 미도입농가의 스마트 팜 도입 성과에 대한 불안을 해소할 수 있도록 하여야 함.

표 3-23. 스마트 팜 도입 촉진방안

		경제성, 경영성과	자금지원	R&D, 표준화	조직화	교육	정책	기타
도입 농가	전체	129	293	<u>195</u>	79	134	127	0
	시설원예	119	229	<u>166</u>	58	106	82	0
	과수	1	10	0	6	9	10	0
	축산	9	54	29	15	19	<u>35</u>	0
미도입 농가	전체	<u>355</u>	609	199	81	266	188	2
	시설	60	152	54	23	51	36	1
	과수	<u>190</u>	264	62	26	123	82	0
	축산	26	59	<u>33</u>	6	30	17	0
	노지	<u>74</u>	131	49	26	62	53	1

- 도입농가의 경우 우리나라 농업의 발전을 위하여 스마트 팜 도입이 필요한 가라는 질문에 총 응답자 107명 중 104명이 필요하다고 응답하여 스마트 팜 도입의 필요성에 대해서 도입농가들은 크게 공감하고 있는 것으로 나타났음. 미도입농가도 총 응답자의 89.5%가 필요하다고 응답하여, 도입농가보다는 다소 낮은 수치이지만, 스마트 팜 도입의 필요성에 대해 미도입농가들도 동의하는 것으로 분석됨.

표 3-24. 농업 발전을 위한 스마트 팜 도입 필요성

단위: %					
	전체	노지	시설원예	과수	축산
도입농가	97.2	-	98.8	100.0	88.9
미도입농가	89.5	93.0	86.0	88.1	94.4

- 전반적으로 기존의 스마트 팜 도입농가가 스마트 팜 구성요소들의 필요성을 더 높게 응답한 것으로 조사되었음. 이는 실제 스마트 팜을 사용하고 있는 농가들이 스마트 팜 및 구성요소들의 필요성을 더 높게 평가하고 있는 것으로 해석됨.
- 시설원예 스마트 팜 도입농가는 외부환경센터(98.1%)과 영상장비(96.5%)

요소들의 도입 필요성이 높게 나타났으며, 반면 미도입농가는 시설별 제어 및 통합제어장비(81.23%)와 내부환경센터(81.11%) 요소들의 필요성을 비교적 높게 응답하였음. 토양수분, 실시간 생장환경 모니터링, 시설물 제어 환경을 제외한 모든 구성요소들에 대해 도입농가가 미도입농가보다 필요성을 높게 생각하는 것으로 나타났음.

표 3-25. 시설원예용 맞춤형 스마트 팜

단위: %

		도입농가	미도입농가
응답 시설원예농가 수		85	88
외부환경센터	온도	100.0	88.9
	습도	97.6	80.0
	풍향/풍속	97.6	71.1
	강우	96.5	82.2
	일사량	98.8	80.0
내부환경센터	온도	100.0	97.8
	습도	100.0	93.3
	CO2	96.5	80.0
	토양수분(토경)	52.9	75.6
	양액측정센서	100.0	71.1
	수분센서	94.1	68.9
영상장비	적외선카메라	96.5	57.8
	DVR	96.5	71.1
시설별제어및통합제어장비	환기	97.6	97.8
	난방	96.5	93.3
	에너지절감시설	95.3	84.4
	차광커튼	98.8	86.7
	유동팬	97.6	86.7
	온수/난방수 조절	94.1	75.6
	모터제어	96.5	84.4
	양액기 제어	98.8	68.9
	LED	67.1	53.3
최적생육환경정보관리시스템	실시간 생장환경 모니터링	76.5	80.0
	시설물 제어 환경	81.2	91.1
	생육정보 DB 분석시스템	75.3	71.1

○ 과수용 스마트 팜의 경우 기존의 스마트 팜 도입농가는 영상장비(91.7%)와

시설별 제어 및 통합제어장비(91.7%)의 도입 필요성을 높게 응답하였으며, 미도입농가는 시설별 제어 및 통합제어장비(75.76%)와 환경센터(74.57%)의 필요성이 높게 나타났다. 구성요소별로는 양액측정센서와 수분센서를 제외하고는 도입농가의 필요성이 전반적으로 높게 조사되었음.

표 3-26. 과수용 맞춤형 스마트 팜

단위: %

		도입농가	미도입농가
응답 과수농가 수		4	19
환경센터	온도	100.0	83.0
	습도	100.0	75.0
	토양수분(토경)	100.0	85.2
	양액측정센서	50.0	65.9
	수분센서	50.0	67.0
	풍향/풍속	100.0	63.6
	강우	100.0	79.5
	일사량	100.0	77.3
영상장비	CCTV	100.0	79.5
	웹카메라	75.0	47.7
	DVR	100.0	60.2
시설별제어및통합제어장비	에너지절감시설	100.0	68.2
	관수모터제어	100.0	89.8
	양액기 제어	75.0	69.3
최적생육환경정보관리시스템	실시간 생장환경 모니터링	75.0	70.5
	시설물 제어 환경	75.0	71.6
	생육정보 DB 분석시스템	75.0	73.9

- 축산용 스마트 팜은 도입, 미도입농가 모두 영상장비와 생산경영관리시스템의 필요성을 높게 평가하였음. 요소별로는 양액측정센서와 수분센서를 제외하고는 도입농가가 미도입농가보다 전반적으로 높게 나타났다. 요소별로는 미도입농가의 외부강우, 일사량, 발정체크기, 보온등, 사료믹스기의 도입 필요성이 도입농가보다 높게 나타났다.

표 3-27. 축산용 맞춤형 스마트 팜

단위: %

		도입농가	미도입농가
응답 축산농가 수		18	45
외부환경센터	온도	100.0	84.2
	습도	94.4	63.2
	풍향/풍속	66.7	63.2
	강우	50.0	57.9
	일사량	55.6	68.4
내부환경센터	온도	100.0	94.7
	습도	100.0	84.2
	CO2	88.9	52.6
	조도	72.2	47.4
	암모니아	88.9	52.6
	누전감지	100.0	84.2
제어장비	발정체크기	61.1	73.7
	돈선별기	77.8	31.6
	보온등	61.1	73.7
	모돈급이기	77.8	36.8
	사료믹스기	61.1	68.4
	사료빈	77.8	63.2
	음수관리기	94.4	73.7
영상장비	CCTV	100.0	84.2
	DVR	94.4	73.7
생산경영관리시스템	PC,모니터	94.4	89.5

제4장

스마트 팜 보급 확대를 위한 정책 우선순위

1. 스마트 팜 보급 확대 전략의 설정

- 스마트 팜 보급을 더욱 확대하기 위해 여러 가지 방안과 대책이 마련되어 시행되고 있음. 지금까지 수립되어 추진되고 있는 대책들과 더불어 더 보완되고 새롭게 대응해야할 전략 등을 보다 면밀히 검토한 후 대응 방안을 마련할 필요가 있음. 또한 이렇게 마련된 전략들에 대해 정책 및 제도적 지원의 효율성과 효과성을 제고하기 위한 전략적 우선순위를 결정하고, 이를 시행할 필요성이 있음.
- 우선 스마트 팜의 보급을 확대하기 위한 농림축산식품부의 여러 정책들과 제도를 검토하여 정리하고 농림축산식품부가 주도하여 운영하고 있는 ‘스마트 팜 워킹그룹’의 여러 대응 방안들도 함께 검토하여 종합적인 대응 전략을 마련함. 이를 바탕으로 정책당국, 유관기관 및 스마트 팜 전문가 등과

심층 논의를 통해 몇 가지 주제별로 전략기준을 설정하고 이를 수행하기 위한 세부항목과 발전세부 전략을 세밀히 설정하였음.

- 스마트 팜이라는 농업 환경 변화와 첨단화 주도를 위한 전략적 기준은 크게 네 가지임. 먼저 과학, 영농 및 첨단기술 등 융복합을 통한 기술개발이 첫째이고, 기술지원 및 컨설팅 및 사후관리 등 기반구축이 둘째이며, 비용 절감 및 수익성 제고를 통한 경제성이 셋째, 정책지원이 넷째임.
- 또한 이를 시행하기 위한 중요도와 우선순위 결정을 위해 다방면의 전문가(61명)를 통해 심층 조사함.
 - 스마트 팜 도입 선도농가, 영농 및 과학기술 유관기관 전문가와 학계 등 다방면의 전문가와 심층 인터뷰를 통해 전략기준과 세부항목 및 세부전략을 수립 한 후 이를 전문가들과 재검토 하여 스마트 팜 보급확산을 위한 의사결정 구조체계를 세움.

그림 4-1. 스마트 팜 보급 확대를 위한 기본 전략



표 4-1. 스마트 팜 보급확대 방안 도출을 위한 의사결정 계층구조

전략기준	세부 항목	발전 세부 전략
1. 기술 개발 (R&D)	a) 스마트팜 기자재 및 시설 표준화 국산화	① 온실 기자재 표준화 및 국산화 ② 축종(양돈, 양계, 축우)별 기자재 표준화 국산화 ③ 온실 및 축사시설 설계 표준화 및 품질 보증
	b) 빅데이터 기반 생육(사양) 관리 기술	① 온실작물 생육 관리 ② 가축 사양관리
	c) 노지작물 ICT 적용 기술	① 관수·관비 자동화 ② 병해충 예찰 및 방제 기술 ③ 작황 예측·평가 기술
	d) 스마트 팜 확산 모델 개발	① 스마트 온실 확산 모델 개발 ② 스마트 축사 확산 모델 개발
2. 기반구축	a) 스마트 팜 도입 이전 기술 및 운영 기술 전문 컨설팅	① 전문 인력 육성 체계 구축 ② 시설별 맞춤형 기술 및 설비 설계 ③ 미래 예측 대응 시나리오 숙지
	b) 스마트 팜 도입 이후 A/S 및 단계별 기술 지원	① 확고한 A/S 체계 구축 ② 시범사업 주체들의 철저한 사후관리 ③ 농가 수준별 단계별 맞춤 교육
	c) 스마트 팜 관련 전문기술 지원체계	① ICT 기자재 성능검증 및 인증제 도입 ② ICT 테스트 베드 구축 및 현장 기술 지원
	d) 시스템 및 매뉴얼 표준화	① 보다 쉽고 접근성이 담보되는 시스템 도입 ② 매뉴얼 표준화를 통해 농업 ICT 기반 확충 ③ 품목별, 단계별, 수준별 표준 운영 매뉴얼
3. 경제성	a) 시공비 절감	① 초기 시스템 및 설비 도입 부담 완화 ② 온실별 표준 설계 및 시공 매뉴얼 제공 ③ 건설한 설계/시공 업체 육성 관리
	b) 운영비 절감 및 소득 증대	① 노동력 및 광열비 절감 ② 수량 증가 및 고품질 농산물 생산 ③ 수급과 연계 생산성 최적화 시스템
	c) 농가의 경영성과 제고 강화	① 수급 현황과 전망 자료 맞춤형 제공 ② 농가 데이터 마인드 및 관리 체계화 지원 ③ 수출 확대 및 신규 시장정보 생산, 제공
4. 정책지원	a) 스마트 팜 관련 법/제도 개선	① 스마트 팜 육성 지원 법 정비 제정 ② 산재된 지원 사업 개선(선택과 집중) ③ 미래지향적 목표 및 지속 지원 사업 확립
	b) 농업인 수용성 제고	① 초기 투자 및 운영 부담 저감을 통한 농가 사업 접근성 제고 ② 농가의 특성을 고려한 스마트 팜 보급 지원
	c) 기관별 협력	① 기술 교류 및 협력 네트워크 ② 민간투자 유치 활성화

2. 분석방법

2.1. 분석방법의 이론적 배경

- 스마트 팜 보급 확대를 위해 설정한 전략기준과 세부전략에 대한 정책우선 순위를 제시하고 분야별 중요도를 분석하고자 스마트 팜 분야별 전문가를 대상으로 의사결정 계층구조 분석을 시행함.
- 분석에 이용한 모형은 의사결정분석에서 주로 이용하는 ‘계층분석법(AHP; Analytic Hierachy Process)을 적용함.
 - AHP분석법이란 다계층구조에 있어서 이산적 또는 연속적 쌍대비교를 통해 비율척도를 이끌어 내는 데 이용되는 이론임.
- 이 분석은 하나의 결론에 도달하기 위하여 다수의 요인을 동시에 고려하고 상호 의존성과 피드백을 허용하고 수치적 상쇄(Trade off)를 고려함으로써 비선형 의사결정의 틀을 제공함.
- AHP 분석 절차를 살펴보면, 1단계에서 의사결정 문제를 결정하고 최상위 단계(목표), 중간단계(기준), 최하위 단계(대안)로 설정하고 각 관련된 평가 대상들을 분류하여 의사결정 계층 구조를 설정함.
- 그 다음 2단계에서 각 계층의 의사결정 요소들 간의 쌍대비교를 실시하여 행렬을 작성함. n개의 항목으로 구성된 계층에서 항목 i가 j에 대하여 얼마

나 더 중요한지 결과를 a_{ij} 로 하여 다음과 같은 비교 행렬을 구할 수 있음⁶.

수식 4-1. 쌍대비교 행렬

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

주: $a_{ij}=1/a_{ji}$, $a_{ii}=1$, $\forall i$.

표 4-2. 쌍대비교 척도

중요도	정의	설명
1	동등하게 중요	최종 목표에 대해서 두 개의 요소가 비슷하게 중요함
3	약간 중요	한 요소가 다른 요소보다 약간 선호됨
5	상당히 중요	한 요소가 다른 요소에 보다 강하게 선호됨
7	매우 강하게 중요	한 요소가 다른 요소 보다 매우 강하게 선호됨
9	절대적으로 중요	한 요소가 다른 요소보다 절대적으로 선호됨.

주: 위 값들의 중간값 2, 4, 5, 8도 동일하게 사용됨.

여기서 원소 a_{ij} 는 항목 i j 간의 가중치 비율을 의미함.

$$a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}$$

- 제 3단계에서 고유벡터법⁷을 이용하여 속성들 간의 상대적 가중치(w)를 추정하는데, 가중치 벡터를 구하기 위해서 행렬 A 의 고유벡터를 이용함. 아래 식에서 λ_{\max} 는 행렬 A 의 가장 큰 고유치이며 이때 고유벡터 w 를 구할 수 있음.

⁶ $A=(a_{ij})$, $i,j=1,2,\dots,n$

⁷ 쌍대비교행렬로부터 각 계층내의 상대적 중요도를 계산하는 방법은 크게 산술평균법, 기하 평균법, 최소자승법, 고유벡터 방법 4가지가 있음. 고유 벡터 방법은 쌍대 비교행렬의 일치성 정도를 측정할 수 있는 장점이 있음.

$$\sum_j^n a_{ij} \cdot w_j \cdot \frac{1}{w_i} = n$$

$$\sum_j^n a_{ij} \cdot w_j = n \cdot w_i$$

$$\hat{A} * \hat{w} = \lambda_{\max} * \hat{w}$$

- 또한 쌍대 비교 시 발생할 수 있는 논리적 모순을 검증하기 위해서 일관성 지수(Consistency index: CI), 일관성 비율(Consistency Ratio: CR)을 이용해 일치성여부를 점검할 수 있음.

$$CI = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n-1)}, CR = \left(\frac{CI}{RI} \right) \times 100\%$$

주: RI(Random index): 난수지수⁸.

- 마지막, 제4,5 단계: 여러 가지 대안들에 대한 종합 순위를 얻기 위하여 의사결정 요소들의 상대적 가중치를 종합화하고 이를 토대로 우선순위를 부여하여 평가함. 쌍대비교의 가중치가 일관성이 있는지는 Saaty의 일관성 비율 (CR: Consistency Ratio)과 일관성 지수(CI: Consistency Index)를 이용하여 검정하는데 CI와 CR값이 0.1이하이면 논리적 신뢰성이 있음.
- 한편, 본 연구에서는 발전방안에 대한 우선순위 도출과 함께 세부 항목별로 리커트 척도(Lickertis scale)⁹를 분석하여 분야별 중요도를 평가하였음.

8 행렬 차수 n의 크기에 따라 수치를 임의로 설정하여 역수행렬을 작성하고 이 행렬의 평균 일관성 지수를 산출한 값으로 일관성의 허용한도를 나타냄.

9 총화평점법이라고도 하는데, 여러 개의 문항으로 응답자 태도를 측정하고 해당 항목에 대한 측정치를 합산하여 평가 대상자의 태도를 점수화 시키는 방법임. 본 연구에서는 전문가 42명 의견을 취합 분석함.

2.2. 조사개요

- 스마트 팜의 보급 확대를 위한 전략과 정책방안 도출을 위해 학계, 연구기관 및 정부 등 각계 전문가 pool을 대상으로 전문가 조사를 실시하였음.
- 우리나라 스마트 팜과 관련된 경제 및 정책 분야와 관련 기술 연구, 개발, 보급 및 사업관련 전문가를 망라하였음 (표 4-3).
 - 경제 및 정책 전문가 그룹이 31명, 기술분야 전문가 그룹 30명
- 효율적 AHP 조사 분석을 위해 해당 분야 전문가에게 전자우편을 통한 인터넷 조사를 시행한 후 세부적 확인이 필요하거나 추가 질문이 필요한 경우 전화조사를 병행하여 실시하였음.
 - 조사기간은 2016년 9월 하순~10월 상순에 걸쳐 진행하였음.
- 총 61명의 전문가 중 45명이 응답하였으며, 이 중 계층분석의 통계적 유의성을 감안하여 논리성과 일관성을 갖춘 42명의 응답 자료를 바탕으로 분석하였음.

표 4-3 . 전문가 조사 개요

	경제정책 전문가그룹	기술분야 전문가 그룹	전 체
학계 및 연구원	8	12	20
정책 및 행정	23	13	36
사업기술		5	5
계	31	30	61

3. 스마트 팜 보급 확대를 위한 전략의 우선순위 결정

- 분석결과에 따르면, 종합적인 전략 분석에서는 예상한 바와 같이 경제성 확보가 가장 시급한 것으로 나타나고, 그 다음 기술 개발(R&D)이 필요하다고 나타남. 그러나 두 전략부분의 중요도 차이는 그리 크지 않아 두 전략 모두 거의 동등한 선상에서 주요 전략별 로드맵 마련 등이 필요할 것으로 판단됨. 반면 기반 구축은 그 다음으로 중요한 것으로 분석되었고, 정책지원이 중요하다는 의견은 상대적으로 가장 낮게 나타남.

표 4-4. 스마트 팜 보급 확대 방안 마련을 위한 제1계층 AHP 분석결과

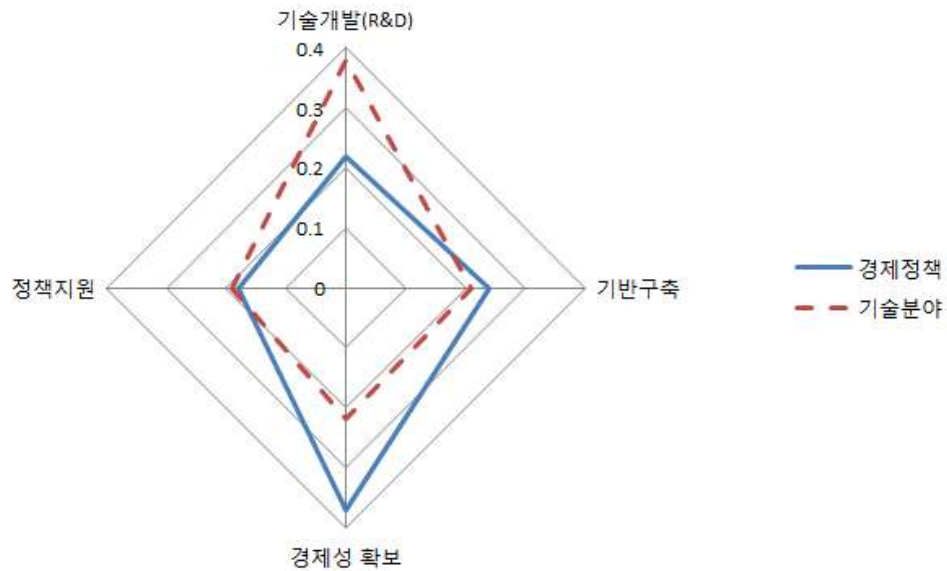
전략적 기준	전체 전문가	경제정책 전문가그룹	기술분야 전문가 그룹
기술개발(R&D)	0.29	0.22	0.38
기반구축	0.23	0.24	0.21
경제성 확보	0.31	0.37	0.22
정책지원	0.18	0.18	0.19

주: $\lambda_{\max} = 3.027$, $CI = 0.014$, $CR = 0.015$. (전체 전문가 결과)
 자료: 한국농촌경제연구원, 스마트 팜 전문가 설문조사(2016.9).

- 그러나 전문가 그룹별 전략기준의 우선 순위는 차이가 발생함.
 - 경제·정책 분야의 전문가는 경제성 확보가 가장 중요한 전략적 기준이며, 다음이 기반구축 기술개발 순이며, 정책지원은 가장 낮은 순임.
 - 반면, 기술분야 전문가는 기술개발이 가장 중요한 전략적 기준으로 보고 있고, 다음으로 경제성 확보와 기반 구축이며 마지막으로 정책지원 순임.
- 이러한 차이는 정책전문가는 정책과 제도의 효율성과 효과성을 극대화하여 스마트 팜 보급 확대의 최종 목적인 경제성확보에 방점을 둔 반면, 기술전

문가는 스마트 팜의 실효성에 방점을 둔 기술개발을 가장 중요한 요소로 인식하고 있는 것으로 판단됨.

그림 4-2. 전문가 그룹별 제1계층 AHP 분석결과



- 가장 중요한 전략 기준인 경제성 확보를 위한 세부항목별 중요도를 살펴보면, 제일 먼저 ‘운영비 절감 및 소득 증대’ 방안 마련이 가장 필요한 것으로 나타났음. 다음으로는 ‘농가의 경영성과 제고 강화’와 ‘시공비 절감’ 순으로 나타남. 분야별 전문가들의 세부항목별 중요도에 대해서는 이견이 없었음.

표 4-5. 스마트 팜 보급 확대 방안 마련을 위한 제2계층 AHP 분석결과(경제성)

경제성	전체 전문가	경제정책 전문가그룹	기술분야 전문가 그룹
시공비 절감	0.29	0.28	0.31
운영비 절감 및 소득 증대	0.39	0.39	0.38
농가의 경영성과 제고 강화	0.32	0.32	0.32

주: $\lambda_{\max} = 4.033$, $CI = 0.011$, $CR = 0.012$. (전체 전문가 결과)

자료: 한국농촌경제연구원, 스마트 팜 전문가 설문조사(2016.9).

- 두 번째로 중요한 전략 기준인 기술개발 부문에서는 제일 먼저 ‘스마트 팜 기자재 및 시설 표준화와 국산화’ 방안 마련이 가장 필요한 것으로 나타났음. 다음으로는 ‘스마트 팜 확산 모델 개발’과 ‘빅데이터 기반 생육(사양) 관리 기술’이 동등하게 중요한 것으로 나타났고, ‘노지 작물 ICT 적용 기술’은 상대적으로 그 중요도가 가장 낮은 것으로 분석됨.
- 분야별 전문가들의 세부항목별 중요도도 유사한 것으로 나타났으나, 기술 분야 전문가 그룹은 ‘스마트 팜 확산 모델 개발’이 ‘빅데이터 기반 생육(사양)관리 기술’보다 다소 중요도가 앞서는 것으로 분석되었음.

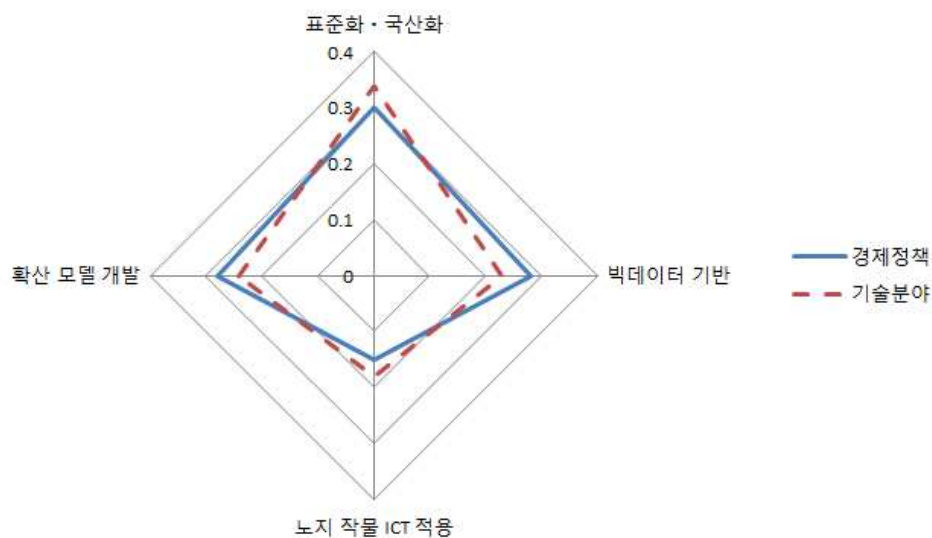
표 4-6. 스마트 팜 보급 확대 방안 마련을 위한 제2계층 AHP 분석결과(R&D)

기술개발(R&D)	전체 전문가	경제정책 전문가그룹	기술분야 전문가 그룹
스마트 팜 기자재 및 시설 표준화·국산화	0.32	0.30	0.34
빅데이터 기반 생육(사양) 관리 기술	0.26	0.28	0.23
노지 작물 ICT 적용 기술	0.16	0.15	0.18
스마트 팜 확산 모델 개발	0.26	0.28	0.24

주: $\lambda_{\max} = 4.033$, $CI = 0.011$, $CR = 0.012$ (전체 전문가 결과)

자료: 한국농촌경제연구원, 스마트 팜 전문가 설문조사(2016.9).

그림 4-3. 전문가 그룹별 기술개발(R&D) 부문 전략 우선순위



- 기반구축 부문에서 가장 먼저 수립해야할 전략적 세부사항은 ‘시스템 및 매뉴얼의 표준화’인 것으로 나타남. ‘스마트 팜 도입 이후 A/S 및 단계별 기술 지원’과 ‘스마트 팜 관련 전문기술 지원체계’가 동등하게 중요하고, ‘스마트 팜 도입 이전 기술 및 운영 기술 전문 컨설팅’은 상대적으로 그 중요도가 가장 낮은 것으로 분석됨.

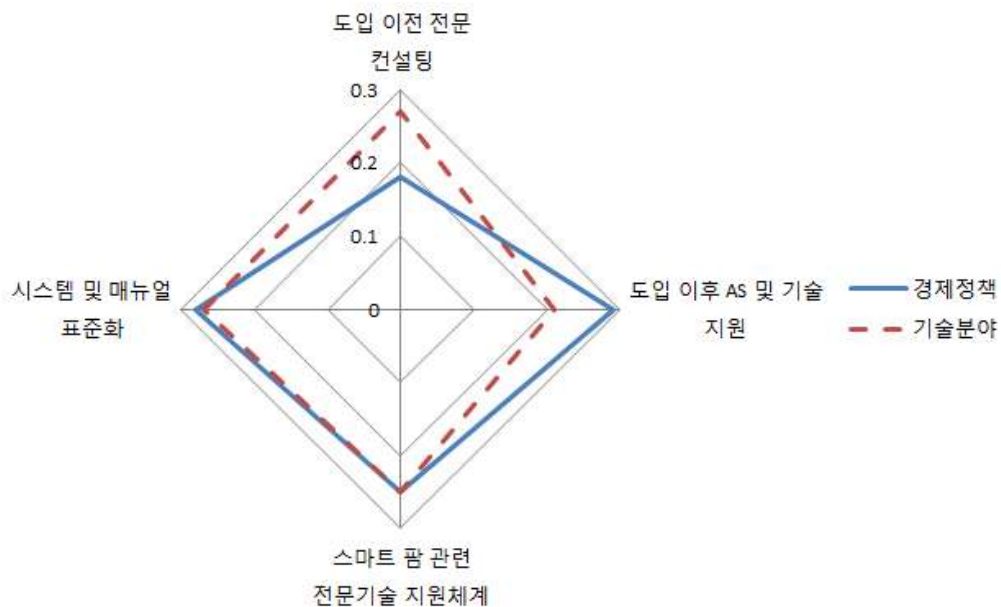
표 4-7. 스마트 팜 보급 확대 방안 마련을 위한 제2계층 AHP 분석결과(기반구축)

기반구축	전체 전문가	경제정책 전문가그룹	기술분야 전문가 그룹
도입 이전 기술 및 운영 기술 전문 컨설팅	0.22	0.18	0.27
스마트 팜 도입 이후 AS 및 단계별 기술 지원	0.25	0.29	0.21
스마트 팜 관련 전문기술 지원체계	0.25	0.25	0.25
시스템 및 매뉴얼 표준화	0.28	0.28	0.27

주: $\lambda_{\max} = 4.033$, $CI = 0.011$, $CR = 0.012$. (전체 전문가 결과)

자료: 한국농촌경제연구원, 스마트 팜 전문가 설문조사(2016.9).

그림 4-4. 전문가 그룹별 스마트 팜 기반구축 관련 전략 우선순위



- 전문가 그룹별로는 기반구축을 위한 세부항목별 우선 순위가 다소 상이함.
 - 경제·정책 전문가들은 ‘스마트 팜 도입 이후 AS 및 단계별 기술 지원’이 가장 중요한 것으로 나타났고, 근소한 차이로 ‘시스템 및 매뉴얼 표준화’도 중요한 것으로 나타남. 다음으로 ‘스마트 팜 관련 전문기술 지원 체계’구축과 ‘스마트 팜 도입 이전 기술 및 운영 기술 전문 컨설팅’ 순이었음.
 - 기술분야 전문가들은 ‘스마트 팜 도입 이전 기술 및 운영 기술 전문 컨설팅’과 ‘시스템 및 매뉴얼 표준화’가 모두 동등하게 가장 중요한 세부항목인 것으로 분석되었음. 다음으로 ‘스마트 팜 관련 전문기술 지원 체계’, ‘스마트 팜 도입 이후 AS 및 단계별 기술 지원’의 순으로 나타남.
- 정책지원 부문에서는 ‘농업인 수용성 제고’를 위한 정책과 제도적 지원 마련이 가장 시급한 것으로 나타났고, ‘스마트 팜 관련 법/제도 개선’과 ‘기관별 협력’ 순으로 분석되었음. 전문가 그룹별 세부 항목별 중요도 역시 동일한 것으로 분석되었음.

표 4-8. 스마트 팜 보급 확대 방안 마련을 위한 제2계층 AHP 분석결과(정책지원)

정책지원	전체 전문가	경제정책 전문가그룹	기술분야 전문가 그룹
스마트 팜 관련 법/제도 개선	0.33	0.34	0.30
농업인 수용성 제고	0.41	0.38	0.46
기관별 협력	0.26	0.28	0.24

주: $\lambda_{\max} = 4.033$, $CI = 0.011$, $CR = 0.012$. (전체 전문가 결과)

자료: 한국농촌경제연구원, 스마트 팜 전문가 설문조사(2016.9).

4. 스마트 팜 보급 확대를 위한 세부 분야별 중요도 분석

4.1. 경제성 관련

- 경제성관련 가장 중요도가 높았던 ‘운영비 절감 및 소득 증대’ 부문의 세세부 항목별 발전전략별 중요도를 살펴보면, ‘생산 자재 표준화 및 첨단화 지속 개발’의 중요도가 가장 높게 나타났고, 이어서 ‘노동력 절감, 품질 향상 기술 개발 보급 확대’와 ‘수급과 연계 생산성 최적화 시스템’ 개발 순으로 분석됨.
- 그러나, 전문가 그룹별로 세세부항목의 중요도와 우선순위가 다소 차이나는 것으로 나타남.
 - 경제·정책 전문가 그룹은 스마트 팜 보급 농가의 ‘운영비 절감과 소득 증대’를 위해서는 ‘노동력 절감과 품질향상 기술 개발 보급 확대’를 가장 중요한 것으로 보는 반면, 기술분야 전문가들은 ‘생산자재 표준화 및 첨단화 지속 개발’을 제일 중요한 것으로 분석됨.
- 다음으로 ‘시공비 절감’을 위한 세세부 사항으로 ‘초기 시스템 및 설비 도입 부담 완화’가 중요하고, ‘온실별 표준 설계 및 시공 매뉴얼 제고’과 ‘건설한 설계/시공 업체 육성 관리’ 순으로 중요도가 나타남. 이러한 세세부항목별 우선순위와 중요도에서는 분야별 전문가들의 의견이 일치하는 것으로 분석되었음. 다만, 기술분야 전문가들은 ‘초기 시스템 및 설비 도입 부담완화’와 ‘온실별 표준 설계 및 시공 매뉴얼 제고’이 동일한 중요도를 보임.

- ‘농가의 경영성과 제고 강화’를 위한 세부 항목별 전략 중에서는 ‘농가 데이터 마인드 및 관리 체계화 지원’이 가장 중요하며, ‘수출 확대 및 신규 시장 정보 생산 및 제공’과 ‘수급 현황 및 전망 자료 맞춤형 제공’ 순으로 나타남. 이는 스마트 팜의 특성 상 보다 정밀하고 첨단화된 영농 및 경영을 지향하는 것을 감안할 때 일반 농가보다는 영농 및 경영 정보와 자체 데이터 생성 정리 및 관리와 활용에 대한 숙지 능력이 요구됨을 잘 반영한 것으로 판단됨.
- 이와 같은 결과는 뒤에서 살펴볼 기술개발 및 기반구축과도 긴밀하게 연관되어 있음. 시공비 및 운영비 절감은 모두 기술개발과 보급 확대 및 교육활용과 매우 밀접하게 연관되어 있음. 경영성과 제고를 위한 기본적 전제인 ‘농가의 데이터 마인드와 관리 체계화’ 역시 보급이전 사전교육 등의 중요함을 전제하고 있음.

표 4-9. 경제성 확보를 위한 분야별 중요도 평가 결과

시공비 절감	전체	경제·정책 전문가	기술 전문가
초기 시스템 및 설비 도입 부담 완화	4.06	4.04	4.13
온실별 표준 설계 및 시공 매뉴얼 제공	4.00	3.88	4.13
건설한 설계/시공 업체 육성 관리	3.92	3.92	3.94
운영비 절감 및 소득 증대			
생산 자재 표준화 및 첨단화 지속 개발	4.22	4.19	4.25
노동력 절감, 품질향상 기술 개발 보급 확대	4.19	4.31	4.13
수급과 연계 생산성 최적화 시스템	4.08	4.12	4.06
농가의 경영성과 제고 강화			
수급 현황 및 전망 자료 맞춤형 제공	3.72	3.77	3.75
농가 데이터 마인드 및 관리 체계화 지원	4.08	4.23	4.00
수출 확대 및 신규 시장정보 생산, 제공	3.92	3.88	3.81

자료: 한국농촌경제연구원, 스마트 팜 전문가 설문조사(2016.9).

4.2. 기술개발

- 기술개발 부문에서 가장 중요도가 높은 것으로 나타난 ‘스마트 팜 기자재 및 시설 표준화와 국산화’ 부문의 세세부항목별 중요도를 살펴보면, ‘온실 기자재 표준화와 국산화’가 가장 높게 나타남, 이어서 ‘온실 및 축사 시설 설계 표준화 및 품질보증’, ‘축종(양돈, 양계, 축우)별 기자재 표준화 및 국산화’ 순으로 나타남. 이는 상대적으로 스마트 팜 보급률이 높은 과채류 등 원예작물의 중요성과 기술지원 필요성을 보여주고 있음.
- 그러나, 전문가 그룹별로 세세부항목의 중요도와 우선순위가 다소 차이나는 것으로 나타남.
 - 경제·정책 전문가 그룹은 ‘온실 및 축사시설 설계 표준화 및 품질 보증’의 중요도가 가장 높은 반면, 기술분야 전문가들은 ‘온실 기자재 표준화 및 국산화’가 상대적으로 더 중요하게 생각하는 것으로 분석되었음.
- 다음으로 중요 부분인 ‘스마트 팜 확산 모델 개발’ 부문에서도 역시 ‘스마트 온실 확산 모델 개발’의 중요도가 ‘스마트 축산 확산 모델 개발’ 보다 높게 나타남. 또한 ‘빅데이터 기반 생육(사양) 관리 기술’ 부문에서도 ‘온실 작물 생육관리’ 부문이 ‘가축 사양관리’보다 그 중요도가 우위에 있음. 두 분야 모두 분야별 전문가 그룹의 의견 역시 일치하는 것으로 분석되었음.
- ‘노지 작물 ICT 적용 기술’ 부문 중에서는 노지 작물의 특성을 반영하여 ‘관수 관비 자동화’ 기술이 가장 시급하고 중요한 것으로 나타났고, 다음으로 ‘병해충 예찰 및 방제 기술’ 보급과 ‘작화 예측 평가 기술’ 부문 순으로 나타남. 이 분야 역시 전문가 그룹별 분야 및 항목별 중요도 우선순위는 모두 일치하는 것으로 분석되었음.

- 최근 관심도가 높고 중요성이 강조되고 있는 첨단온실과 연계하여 비닐온실과 유리온실과 관련 기술개발이 우선 추진되어야 할 것으로 판단됨. 또한 첨단온실 및 스마트 팜의 설계와 시공 등 주요 원예산업의 기반이 외국업체와 관련됨에 따라 이를 대체할 선진 국내 기술의 육성과 지원이 시급함. 특히 단시일 내 개발과 보급이 어렵더라도 시설 표준화와 국산화에 대한 중요도가 높게 나타남.
- 이와 같은 기술개발과 관련해서는 농림축산식품부의 원예산업 관련 주요 사업인 ‘첨단온실’, ‘시설현대화’ 및 ‘에너지이용효율화’ 사업 등과 연계하여 추진할 필요가 있음. 또한 첨단과학기술 및 원예기술 등의 발전도 수반해야 하므로 범 정부적 협력과 지원이 필요할 것으로 판단됨.

표 4-10. 기술개발을 위한 분야별 중요도 평가 결과

스마트 팜 기자재 및 시설 표준화·국산화	전체	경제·정책 전문가	기술 전문가
온실 기자재 표준화 및 국산화	4.22	4.04	4.50
축종(양돈, 양계, 축우)별 기자재 표준화 및 국산화	3.92	3.85	4.00
온실 및 축사시설 설계 표준화 및 품질보증	4.14	4.12	4.19
빅데이터 기반 생육(사양) 관리 기술			
온실 작물 생육 관리	4.25	4.19	4.44
가축 사양 관리	4.03	4.00	4.00
노지 작물 ICT 적용 기술			
관수 관비 자동화	3.94	3.69	4.13
병해충 예찰 및 방제 기술	3.78	3.65	3.94
작황 예측 평가 기술	3.53	3.54	3.50
스마트 팜 확산 모델 개발			
스마트 온실 확산 모델 개발	4.25	4.15	4.25
스마트 축산 확산 모델 개발	3.97	3.92	3.88

자료: 한국농촌경제연구원, 스마트 팜 전문가 설문조사(2016.9).

4.3. 기반구축

- 스마트 팜 기반구축 부문에서 세부항목별 중요도를 살펴보면, ‘스마트 팜 도입 이전 기술 및 운영 기술 전문 컨설팅’ 부문에서는 ‘시설별 맞춤형 기술 및 설비 설계’가 가장 중요도가 높게 나타났고, 이어서 ‘전문 인력 육성 체계 구축’과 ‘미래 예측 대응 시나리오 숙지’가 뒤를 이었다. 다만, 기술분야 전문가 들은 ‘전문 인력 육성 체계 구축’이 가장 중요한 것으로 나타남.
- ‘스마트 팜 도입 이후 AS 및 단계별 기술 지원’ 부문 중 세부 내역별로 보면, ‘확고한 AS 체계 구축’, ‘시범사업 주체들의 철저한 사후 관리’, ‘농가 수준별 단계별 맞춤 교육’ 순으로 중요하게 나타남.
- ‘스마트 팜 관련 전문 기술 지원 체계’ 부문에서는 ‘ICT 기자재 성능검증 및 인증제 도입’과 ‘ICT 테스트 베드 구축 및 현장 기술 지원’ 순으로 중요한 것으로 분석됨.
- ‘시스템 매뉴얼 표준화’ 부문에서는 ‘품목별, 단계별, 수준별 표준 운영 매뉴얼’ 도입이 가장 시급하고, 다음으로 ‘보다 쉽고 접근성이 담보되는 시스템 도입’과 ‘매뉴얼 표준화를 통한 농업 ICT 기반 확충’ 순으로 분석되었음.
- 스마트 팜 보급 확대를 위한 기반구축 부문은 대부분 전문 인력의 육성과 이들 전문인력을 통한 교육, 컨설팅 및 지원을 통해 가능함. 따라서 농림축산식품부와 농촌진흥청 등 농업유관기관 뿐 아니라 대학교 농업관련 학과는 물론 첨단과학 및 시설·시공 관련 부문등 다양한 분야의 지원과 육성이 필요하고 이를 위해 범 정부적 협력도 요구됨.

표 4-11. 기반구축 위한 분야별 중요도 평가 결과

스마트 팜 도입 이전 기술 및 운영 기술 전문 컨설팅	전체	경제·정책 전문가	기술 전문가
전문 인력 육성 체계 구축	4.22	4.12	4.38
시설별 맞춤형 기술 및 설비 설계	4.28	4.23	4.25
미래 예측 대응 시나리오 숙지	3.56	3.62	3.38
스마트 팜 도입 이후 AS 및 단계별 기술 지원			
확고한 AS 체계 구축	4.53	4.58	4.38
시범사업 주체들의 철저한 사후 관리	4.31	4.38	4.19
농가 수준별 단계별 맞춤 교육	4.28	4.35	4.25
스마트 팜 관련 전문 기술 지원 체계			
ICT 기자재 성능검증 및 인증제 도입	4.22	4.19	4.13
ICT 테스트 베드 구축 및 현장 기술 지원	4.14	4.12	4.06
시스템 및 매뉴얼 표준화			
보다 쉽고 접근성이 담보되는 시스템 도입	4.06	4.19	3.94
매뉴얼 표준화를 통한 농업 ICT 기반 확충	3.97	4.12	3.69
품목별, 단계별, 수준별 표준 운영 매뉴얼	4.17	4.27	4.00

자료: 한국농촌경제연구원, 스마트 팜 전문가 설문조사(2016.9).

4.4. 정책 지원

○ 정부정책과 제도 지원 부문에서 가장 중요도가 높았던 ‘농업인 수용성 제고’ 부문의 세세부 항목별 우선순위와 중요도를 살펴보면, ‘농가의 특성을 고려한 스마트 팜 보급 지원’ 방안 마련이 가장 중요하고, 다음으로 ‘초기 투자 및 운영 부담 저감’과 ‘우수 사례 홍보 강화’가 뒤를 이었음. 이는 온실 등의 신축에 초기 투자와 경영비 부담이 커 농가들이 첨단온실 및 스마트 팜 도입에 적극적이지 못한 현실을 반영한 것으로 판단됨.

○ 다음으로 ‘스마트 팜 관련 법과 제도 개선’ 부문에서는 ‘산재된 지원 사업

개선, 즉 선택과 집중'이 가장 중요한 것으로 나타났고, '스마트 팜 육성 지원 법 정비 제정'과 '미래 지향적 목표 및 지속 지원 사업 확립' 순으로 나타남. 따라서 현재 농림부 등이 시행하고 있는 산재된 스마트 팜 관련 사업과 지원 정책을 일목 요연하게 정리할 필요가 있으며, 필요할 경우 스마트 팜 지원 특성에 맞춤형 사업과 지원 및 법적 제도적 정비가 필요한 것으로 사료됨. 또한, 기술분야 전문가들은 '미래지향적 목표 및 지속 지원 사업 확립' 역시 가장 중요한 항목 중 하나인 것으로 분석되었음.

- 마지막으로 '기관별 협력' 부문에서는 '기술 교류 및 협력 네트워크' 구축과 '민간투자 유치 활성화'가 중요한 것으로 나타남. 스마트 팜 특성 상 농림부 뿐만 아니라 산업자원부, 환경부, 과학기술부 등 다양한 정부 부처와 농촌진흥청 등 다양한 유관기관의 협력과 지원이 필요한 특성이 반영된 것임.
- 그러나 분야별 전문가들의 의견은 다소 상이한 것으로 나타남. 경제 및 정책 전문가들은 '민간투자 유치 활성화'가 '기술 교류 및 협력 네트워크' 보다 더 중요한 것으로 보고 있음.

표 4-12. 기반구축 위한 분야별 중요도 평가 결과

스마트 팜 관련 법/제도 개선	전체	경제·정책 전문가	기술 전문가
스마트 팜 육성 지원 법 정비 제정	3.64	3.54	3.81
산재된 지원 사업 개선(선택과 집중)	3.81	3.77	3.88
미래지향적 목표 및 지속 지원 사업 확립	3.76	3.69	3.88
농업인 수용성 제고			
초기 투자 및 운영 부담 저감	4.14	4.23	4.00
농가의 특성을 고려한 스마트 팜 보급 지원	4.31	4.27	4.38
우수사례 홍보 강화	3.61	3.65	3.56
기관별 협력			
기술 교류 및 협력 네트워크	3.93	3.81	4.13
민간투자 유치 활성화	3.74	3.85	3.56

자료: 한국농촌경제연구원, 스마트 팜 전문가 설문조사(2016.9).

5. 스마트 팜 보급 확대를 위한 정책 우선순위와 시사점

5.1. 정책 우선순위

- 경제 및 정책부문과 기술개발 부문의 전문가를 대상으로 실시한 위의 분석 결과를 종합해 보면, 스마트 팜의 보급을 확대하기 위한 전략적 기준은 무엇보다 경제성 확보와 기술개발(R&D)이 최우선 과제인 것으로 분석됨.

표 4-13. 스마트 팜 보급 확대 방안 마련을 위한 정책 결정 우선순위

전략적 기준	세부항목	전체 전문가	경제정책 전문가그룹	기술분야 전문가 그룹
기술개발 (R&D) (0.29)	표준화·국산화	0.32	0.30	0.34
	빅데이터 기반 생육 관리	0.26	0.28	0.23
	노지 작물 ICT 적용	0.16	0.15	0.18
	스마트 팜 확산 모델	0.26	0.28	0.24
기반구축 (0.23)	도입 이전 전문 컨설팅	0.22	0.18	0.27
	도입 이후 AS, 기술지원	0.25	0.29	0.21
	전문기술 지원 체계	0.25	0.25	0.25
	시스템 매뉴얼 표준화	0.28	0.28	0.27
경제성 확보 (0.31)	시공비 절감	0.29	0.28	0.31
	운영비 절감 및 소득증대	0.39	0.39	0.38
	농가의 경영성과 제고	0.32	0.32	0.32
정책지원 (0.18)	관련 법/제도 개선	0.33	0.34	0.30
	농업인 수용성 제고	0.41	0.38	0.46
	기관별 협력	0.26	0.28	0.24

자료: 한국농촌경제연구원, 스마트 팜 전문가 설문조사(2016.9).

- 우선 경제성 확보를 위해서 필요한 전략은 ‘운영비 절감 및 소득 증대’방안 마련이 가장 시급한 것으로 나타났고, 이를 실행하기 위해서는 우선 ‘생산 자재 표준화 및 첨단화’ 지속 개발이 필요하며, ‘노동력 절감과 품질향상 기술 개발 보급 확대’를 위한 제도적 지원이 필요한 것으로 분석되었음.
- 이를 위해 정부가 기존에 추진하던 우수농가 및 선도농가 벤치마킹 서비스와 경영성과 분석을 통한 경영분석 모델 설정 등의 사업을 더욱 체계적으로 추진할 필요

- 스마트 팜 기술개발(R&D) 촉진을 위해 가장 중요한 전략은 ‘스마트 팜 기자재 및 시설의 표준화와 국산화’인 것으로 분석되었고, 두 전문가 집단의 의견이 일치하는 것으로 분석되었음. 이를 실현하기 위한 세부 부문별 중요도에서는 ‘온실 기자재 표준화와 국산화’가 가장 중요한 것으로 나타났으나, 경제분야 전문가 들은 ‘온실 및 축사시설 설계의 표준화와 품질 보증’역시 중요한 요인 중 하나로 선정하였음. 이를 종합해 볼 때 국내 보급되고 있는 온실 및 축사의 설계에 대한 표준화 방안과 시설 및 기자재에 대한 표준화 방안 마련을 위한 정책 및 제도적 지원이 시급한 것으로 판단됨.
- 이를 위해 국과연 융합연구 협력을 강화하고, 스마트 팜 R&D 추진 협의체가 더욱 효율적으로 운영 될 수 있도록 범부처 협력을 통해 지원할 필요가 있으며, 스마트 팜 기자재 및 시설 표준화, 확산모델 개발 등 전문가들의 의견과 같이 우선 순위별 효율적 지원이 요구됨.

- 이와 더불어 중장기적으로 스마트 팜의 기반을 구축하고 저변을 확대하기 위해서는 ‘시스템 및 매뉴얼의 표준화’가 가장 중요한 것으로 나타남. 다만, 전문가 부문별로 중요도 차이는 있으나, ‘도입 이전 기술 및 운영 기술 전문 컨설팅’과 ‘스마트 팜 도입 이후 AS 및 단계별 기술 지원’ 역시 중요한 세분 전략으로 꼽힘.

5.2. 시사점

- 스마트 팜 보급을 확대하기 위해 분석한 위의 전략적 기준과 세부항목 등은 각 분야 전문가의 검토의견을 반영하여 선정되었고 이를 바탕으로 해당분야 전문가들의 의견을 조사 분석한 결과물임.
- 각 전략기준과 세부항목별 우선순위가 결정되었다고는 하나 개별적 전략들만으로 정책 목표에 대한 소기의 성과와 농업의 발전 방향을 주도하는 것은 불가능함. 따라서 각 전략 기준과 세부항목들의 유기적 결합과 융복합적인 통합적 기획 및 관리방안 마련이 중요할 것으로 판단됨.
- 스마트 팜의 특성 상 정책, 경제, 경영, 재배(사육)기술, 농학 및 첨단기자재 등 다종·다양한 분야 전문가의 협업이 필수불가결함. 따라서 이를 통합 관리하고 기획할 수 있는 헤드쿼터(HQ)가 설치되어야 하며 각 분야 전문가가 참여하는 위원회 구성이 필요할 것으로 판단됨. 즉, 기존에 농림축산식품부에서 운영하던 ‘스마트 팜 워킹그룹’을 범 조직, 범 부처로 확대하여 운영하는 것이 필요할 것으로 사료됨. 이를 통해 우선순위가 상이한 전략기준 등의 조정과 전체 로드맵 작성 및 체계적 실천과 지원이 필요함.

제 5 장

주요국의 스마트 팜 활용사례와 시사점

1. 주요국의 스마트 팜 활용 사례

1.1. 시설원예 분야

1.1.1. 일본의 클라우드 서버 및 PDCA 사이클 활용

가. 클라우드 서버 활용

- 일본은 후지쓰, NEC, IBM, NTT 등 유수의 기업들이 농업분야에 ICT기술을 접목하여 다양한 서비스를 제공하고 있음. 일본 IBM의 농산물 이력추적 서비스, NEC의 사물지능통신(M2M) 기반 생육환경 감시 및 물류 서비스(Connexive), 후지쓰의 농업관리 클라우드 서비스(아키사이) 등이 대표적인

사례임.

- 후지쓰의 아키사이는 IoT 센서를 이용하여 재배환경의 데이터를 실시간으로 계측, 수집하는 동시에 클라우드 서비스를 이용하여 데이터를 축적/분석하여 토마토 등 작물재배에 활용하고 있음. 재배시설에서 기온, 지온, 수분, 일사량, 토양의 비료농도 등을 측정하고 몇 분 간격으로 클라우드 서버에 전송하여 수집/분석/예측 등을 수행한 후 각 농가에 최적의 물과 비료의 양을 제시해 줌.

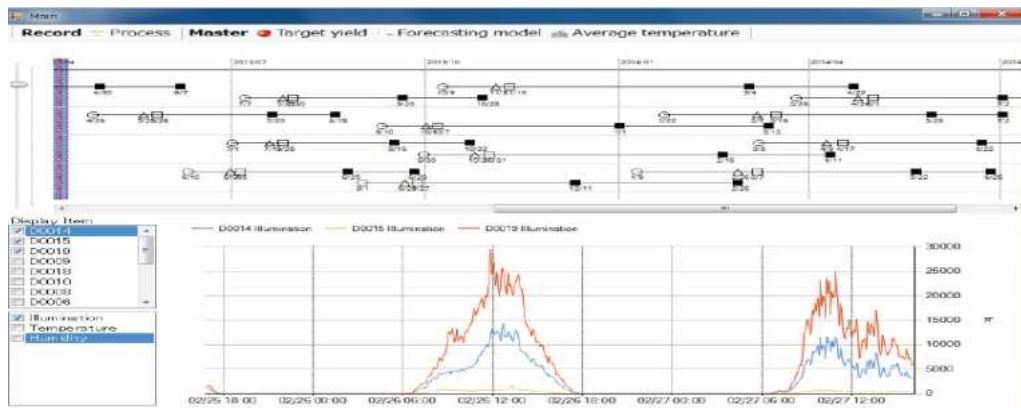
그림 5-1. 토양수분센서 및 양액제어시스템



자료: http://m.blog.daum.net/_blog/_m/articleView.do?blogid=0fGmj&articleno=638

- 본 시스템을 통해 농가에서는 수확량이 20~30% 증가하였으며, 농가별 생산계획과 수확량 예상 등의 확인 및 일괄 관리가 가능하여 농산물 조달 계획 수립을 위한 기반 데이터로도 활용되고 있음. 그리고 기후변화 속에서도 소비자가 만족할 만한 품질의 토마토를 연중 일정한 양을 공급할 수 있도록 하는 스케줄링 소프트웨어를 개발하여 시험운영 중에 있음.
 - 이 소프트웨어는 온실 내에 설치되는 온습도 및 조도 센서를 통하여 획득한 데이터를 이용하여 누적온도 기반의 작물생육 예측 모델과 스케줄 및 환경정보를 표시하여 줌.

그림 5-2. 스케줄링 시스템 화면



자료: 농업 ICT융합 선진사례 모음(농촌진흥청, 2014)

나. ICT 접목 시설온실의 토마토 재배 시스템

- IGH(Innovation Green House)는 일본 내에서 최초로 일반토마토 재배에 있어서 10a당 50톤의 수확을 달성한 토마토 재배 농업법인으로 2012년 6월에 준공된 최신식 시설을 갖추고 있음. 총 면적은 1,581m²이며, 이 중에서 재배동은 1,280m², 기계·공조실은 256m², 관리동은 45m²로서 실질적으로 작물을 재배하는 공간은 약 388평 정도임. 사업비 총액은 127,900천엔이며 이 중에서 경제산업성 보조금 80,670천엔(63%), 토요하시시 보조금 22,198천엔(17%)으로 자부담은 25,032천엔(20%)이었음.
- 이 농업법인은 지금까지 생산자의 “감”에 의존하던 재배방식을 식물이 생산능력을 충분히 발휘할 수 있도록 하기 위해 주간 단위로 PDCA사이클을 돌려 1년 전체로 식물의 생육을 양호하게 유지하고 있음.

그림 5-3. IGH에서 실시하고 있는 PDCA사이클



자료 : 일본의 스마트농업 추진전략(농촌진흥청, 2016)

- 이를 통해 일반 시설재배 보다 시스템을 고도화하여 수확량 50톤(품종: 린카 409호)을 달성하고 동시에 고품질의 토마토를 생산하고자 노력하고 있음. 그림은 IGH에서 실시하고 있는 PDCA사이클을 나타내고 있으며 앞에서 언급한 관리방법 설정, 관리, 조사, 관리방법 조정 등을 통해 최적의 식물상태를 유지하여 고수량-고품질의 토마토를 생산하는 것을 주목표로 하고 있음.
- 지난 2012년부터 2015년까지 토마토 재배이력을 나타내고 있는데 정식시기, 수확기간, 작목, 주수, 재배방법, 수량 등을 세부적으로 나타내고 있으며, 2013년 제 2작기에서 목표 수량 50톤을 초과 달성하였음.

표 5-1. 토마토 재배이력 현황

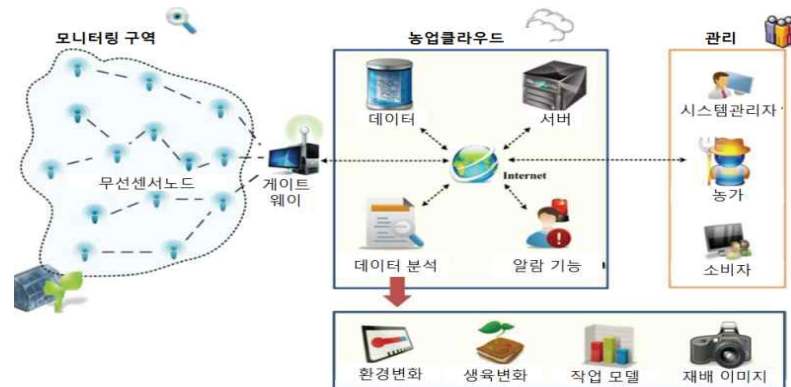
구분	제1작기	제2작기	제3작기
정식	2012년 7월 24일	2013년 12월 17일	2014년 12월 24일
수확기간	2012년 9월15일 ~2013년 7월10일	2014년 2월 20일 ~12월10일	2015년 2월25일 ~12월17일
작목	일반 토마토(린카 409) 대목(스마이크) 장기재배에서의 초세를 중시		
주수	2,964주 (3,458본으로 분기) * ~3월 하순까지는 3.0(본/m ²), 4월 상순 부터는 3.5(본/m ²)	3,534주 (4,123본으로 분기) * ~2월 하순까지는 3.5(본/m ²), 3월 상순 부터는 4.1(본/m ²)	3,534주 (4,123본으로 분기)
재배방법	하이 와이어 장기 다단, 양액재배(야자수 껍질 배지)		
수량	41.5(톤/10a)	50.6(톤/10a)	-
기타	1과중 평균 무게 : 152g, 당도 5브릭스, 36단 재배, 방제 29회/년		

자료 : 일본의 스마트농업 추진전략(농촌진흥청, 2016)

1.1.2. 대만의 패킷에러 발생 방지와 클라우드 기반 온실모니터링

- 대만은 무선센서네트워크(WSN, Wireless Sensor Network) 기반의 실시간 데이터를 수집하는 센서노드의 효율적인 데이터 수집을 위해 자동 백업 메커니즘을 개발, 게이트웨이 일부가 고장 나더라도 데이터 패킷에러가 발생하지 않는 시스템을 개발하였음.
- 그리고 무선센서네트워크 기반의 난초 환경 모니터링 시스템, 멀티채널 무선센서네트워크 기술 및 농업클라우드기반 온실모니터링시스템 등이 개발되어 농업생산의 효율성 향상에 기여하고 있음.

그림 5-4. 농업클라우드기반 온실모니터링시스템



자료 : 농업 ICT융합 선진사례 모음(농촌진흥청, 2014)

1.2. 노지재배분야

1.2.1. 미국의 처방과 정밀농업

가. 처방농법

- 최근 미국 농촌에서는 ‘처방(Prescription) 농법’이 확대되고 있음. 1960년대 1차 녹색혁명은 관개시설 확충 · 화학비료 공급확대와 품종개량 덕분이었고, 1990년대 2차 혁명이 유전자 변형(GMO) 혁명이었다면, 최근 시작된 3차 혁명은 고도로 발달된 첨단 정보기술(IT)이 기반임.
- 농기계와 농경지 이곳저곳에 센서를 최대한 장착하고 이들이 수집하는 방대한 자료를 ‘빅 데이터’기법으로 분석, 해당 지역에 최적 농법을 처방하는 방식임.
 - 해상도가 10m×10m(100m²)인 경우, 6,000 에이커는 구역을 2,400분의 1

로 세분화된 맞춤 관리를 받게 됨.

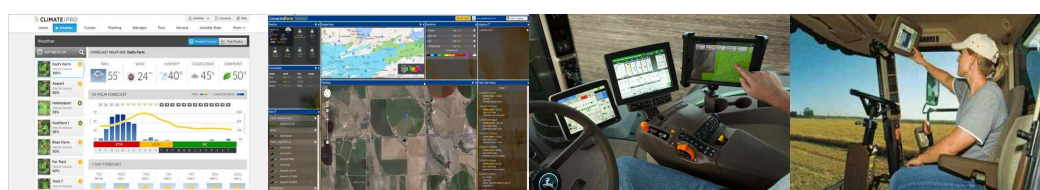
- 처방농법은 농민에게 토양정보, 일기예보, 작물의 성장 상황은 물론 곡물 시세에 이르는 다양한 정보를 제공함. 몬산토에 따르면 농부는 곡물을 재배하는 과정에서 작물 선택, 파종 시기, 시비량 조절 등 40가지 의사결정을 내려야 하는데 이 가운데 한두 가지만 정확하게 이루어져도 농업 생산성이 크게 향상됨.
- 처방농업이 미국 전역에서 전면 실시 될 경우, 옥수수 농가의 에이커 당 생산량은 4,352kg에서 5,440kg 수준까지 높아질 것이라고 예측함. 곡물의 최적 생산으로 추가되는 부가가치도 연간 200억 달러(24조원)에 달할 것으로 추정됨. 아직 전면적이지는 않지만 미국 전체 농민의 60% 가량이 한두 가지 종류의 데이터 서비스를 이용하고 있으며, 미국에서 운행되는 농업용 트랙터의 80%에 데이터 송수신 장치가 장착되어 있음.

나. 정밀농업

- 정밀농업을 위한 장치는 해당지역의 30년 기후와 토질, 토양의 수분함량 및 파종될 종자의 특성을 빅 데이터로 실시간으로 분석하여 최적의 깊이로 파종을 할 수 있도록 파종기를 조절하고 모니터링을 할 수 있음.
 - 씨앗이 뿌려 지는 것과 동시에 또 다른 모니터에는 토양의 비옥도 정보가 실시간 제공됨. 파종 후 컴퓨터 화면에서 농장을 구글 지도로 확인할 수 있으며, 화면 한 구석에 날씨 정보가 실시간으로 업데이트되는 가운데 파종한 옥수수 품종 번호를 입력하면 예상 수확일자와 수확량은 물론이고 톤당 가격까지 제공됨.
- 이러한 정밀농업을 위한 대표적인 시스템은 Climate Corporation의 ‘Climate Fieldview Pro’와 Trimble사 ‘ConnectedFarm’ 등이 있으며, Climate Corporation에 따르면 프로그램 이용료는 에이커 당 15달러이지만 시스템 덕분에 에이커 당 수익이 100달러가 증가되는 것으로 나타났음. 이러한 서비스는 콤팩트 내부에서도 가능하지만 스마트 폰에서도 이용이 가능하여

활용도가 더욱 더 증가하여 Climate Corporation사가 몬산토에 인수된 2015년 프로그램 이용료는 에이커 당 3달러로 인하됨과 동시에 사용자들은 더 많은 향상된 서비스를 제공받고 있음.

그림 5-5. 미국의 정밀농업시스템



<Climate Pro>

<ConnectedFarm>

<정밀농업장치를 탑재한 농기계 내부 모습>

자료 : Climate Corporation, Trimble Co. 및 JohnDeere 홈페이지

1.2.2. 이탈리아의 실시간 기상자료 제공

- 이탈리아 남티롤은 사과재배 면적이 18,500ha로 약 5,000농가가 밀집되어 있는 지역임. 남티롤의 사과 생산량은 5,000kg/10a로 국내 생산량에 비해 2.3배 높으며, 생산단가는 496원/kg으로 국내의 0.44배에 불과함.

그림 5-6. 남티롤의 기상관측장치 및 설치 위치도



자료 : <http://www.beratungsring.org/>

- 이러한 결과는 합리적인 재배관리와 기계화가 이루어낸 것임과 동시에 합리적 재배관리를 위한 정확한 기상자료를 농가들이 실시간으로 제공받을 수 있는데 기인한 것임.
- 남티롤에는 중앙과 지자체에서 운용하는 기상관측장치가 131개소에 설치되어 보다 정확한 기상자료를 실시간으로 농가들이 제공받을 수 있음.

1.2.3. 이스라엘의 관수관리 집중 시스템

- 이스라엘은 물 부족 및 기타 열악한 환경 조건으로 인해 물, 토지 및 인적 자원의 효율성을 극대화하는 농업기술 발전에 집중하고 있음.
- 작물관리를 위한 통합적 솔루션으로 지리정보시스템(GIS) 등과 연결해 작물의 상태 및 물을 관리하는 ‘uManageTM’ 소프트웨어와 뿌리에 부착된 센서를 통해 언제, 어느 정도 양의 물과 비료 등을 공급할지 결정할 수 있게 해주는 자동시스템 IOD(Irrigation on demand)을 사용하여 효과적인 물 관리를 하고 있음.

그림 5-7. IOD 시스템



자료 : 이스라엘 농산업 현황 및 농업IT 기술과 시사점(한국이스라엘산업연구개발재단, 2014)

- 또한 작물과 경작 환경을 모니터링할 수 있는 무선 식물성장 모니터링 시스템을 개발하여 오렌지 농장 등에 적용하고 있음. 이 시스템은 식물 성장량

을 자동으로 측정하여 관수 주기, 관수량 등의 재배법 개선에 활용되고 있으며, 식물에 직접 부착되어있는 센서는 5~10분 간격으로 읽혀지며 해당 데이터는 케이블이나 무선연결을 통해 재배자의 집에 있는 컴퓨터로 전송됨.

- 소프트웨어는 식물의 컨디션을 최적상태의 녹색부터 최악상태인 적색까지 그래프와 색깔로 나타내 줌. 오렌지 농장에 적용하여 30분 간격으로 환경정보를 측정하여 관수 방법을 개선한 결과 톤당 849,000원의 소득 증가가 있었음. 그리고 이스라엘 히브리농대 자동관개시스템의 센서는 잎의 두께를 1마이크로미터까지 측정할 수 있으며, 이러한 시스템으로 토마토의 수확량을 최대 40%까지 증대시키면서 물의 소비는 60% 이상 절약할 수가 있었음.

그림 5-8. Phytech 사의 식물생장모니터링 센서



자료: 이스라엘 농산업 현황 및 농업IT 기술과 시사점(한국이스라엘산업연구개발재단, 2014)

1.2.4. 일본의 채소 예측응용시스템 및 감귤 생산시스템

가. 채소에측응용시스템

- 일본은 채소의 적시 출하 및 정확한 생산예측을 위하여 채소생산예측응용 시스템을 개발하였음.

- 이 시스템은 마이크로엑셀파일, 각 필드의 재배데이터 입력시트, 주별 생산량 출력시트, 전문 기상데이터 수집을 위한 웹 조회 및 작물 성장시뮬레이션모델 프로그램의 집합 명령으로 구성이 되어 있으며, 저속도 촬영카메라와 기상데이터베이스를 활용하고 있음.
- 일일 평균온도, 일일 태양복사열 데이터로부터 상추 성장량인 일일 건조 상황 무게를 계산하여 채소생산자의 모든 필드에서 성장 시뮬레이션을 이용하여 매주 상추생산 예측을 하게 된다. 적절한 수확시기가 재배지에서 시뮬레이터한 수확일자로부터 일주일 이내가 되면 재배지에서 관측된 수확일이 80~90% 정확하게 예측되는 것으로 나타나 시스템의 유효성이 높은 것으로 나타났음.

그림 5-9. 응용데이터의 샘플엑셀파일 출력 화면(좌) 및 재배지의 저속촬영이미지(우)

Field name	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cultivar name	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000
Planting date	5/11/12	5/11/12	5/11/12	5/11/12	5/11/12	5/11/12	5/11/12	5/11/12	5/11/12	5/11/12	5/11/12	5/11/12
Seeding number	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yield rate	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Harvestable date	6/24/12	7/5/12	7/16/12	7/16/12	7/16/12	7/16/12	7/16/12	7/16/12	7/16/12	7/16/12	7/16/12	7/16/12
Harvestable yield	444	555	444	555	555	555	555	555	555	555	555	555
Daily simulated growth amounts	25.06	15.062	8.79	7.35	5.266	5.266	5.266	5.266	5.266	5.266	5.266	5.266

자료 : 농업 ICT융합 선진사례 모음(농촌진흥청, 2014)

나. ICT 접목을 통한 고품질 감귤 생산시스템

- 감귤 재배는 수확 등 기계화가 곤란한 작업 등이 많고 노동집약적이며 사

회구조변화에 따라 감귤농가의 고령화와 여성의 진출 대응, 경영규모의 확대 등을 위해서는 작업의 생력화와 경로화가 필수적임. 또한, 수입과일과의 경쟁력 향상을 위해서는 고품질 감귤을 안정적으로 생산·출하하는 일과 산지 브랜드를 형성해 다른 농가와의 차별화를 도모하는 것이 중요하며 이것들을 통해 감귤농가의 수익성 향상과 경영안정으로 연결해 갈 필요가 있음.

- 이를 실현하기 위해 그림 38과 같은 마루도리 방식(멀칭+점적관수+점적액비 시용 재배법)과 ICT를 활용한 생력적인 고품질 감귤 안정생산기술 체계를 구축하였음.
- 이 시스템은 시코쿠 에이메현 이마바리시에 시험 구축된 시스템으로 강수량이 적고, 다양한 감귤 품종이 재배되고 있으며, 고품질의 과실을 연속적으로 출하하고자 노력을 하고 있는 지역임. 이 지역의 단지형 감귤재배지역에서는 복선식(수관+액비관 별도) 단지형 마루도리방식의 설비를 갖추고 있고, 토양수분센서, 아메다스 기상위성 등의 정보를 활용하여 감귤재배에 노력하고 있음.
- 시험 단지는 18개의 과원으로 구성되어 있고 총 1.29ha로 단지형 마루도리방식이 도입되어 있음. 2014년부터 생육, 과실품질, 시비관리 등의 실태조사를 실시하고 있음.
- 재배품종은 8개 품종으로 매우 다양하며 각 품종에 적합한 액비의 점적관수를 위해 물을 보내는 수관과 양액을 보내는 액비관으로 둘로 나누어져 있으며 총 배관길이는 3,900m에 이름.
- 배관으로는 국제규격 폴리에틸렌 파이프(외경 40mm, 내경 33mm)를 사용하고 있음. 멀칭자재는 자외선에 강한 재료를 활용하여 3년 정도 수명을 보장할 수 있는 제품 등을 활용하고 있음.

- 점적 관수용 튜브는 압력보정기능을 부착하고 있고, 2열 직선배치를 하였으며 토출공 간격은 30cm이며 시간당 토출량은 1L/hr이며, 2014년에 설치한 면적은 1.2ha임.
- 점적관수 등에 사용되는 물은 지하 30m 깊이에서 뽑아 올리는 2개의 관정에서 공급되는 지하수를 이용하고 있으며 20톤 규모의 수조 3개를 갖추어 60톤의 물을 저장할 수 있으며, 갈수기를 대비하여 저수지에서 물을 끌어올 수 있는 펌프시설도 별도로 갖추고 있음. 점적관수 시기와 기상예측에 따른 최적 수분 및 양분관리를 하기 위해 토양수분측정은 가격이 저렴한 간이수분계(약 9,500엔)를 활용하고 있음.
- 기상정보는 “아메다스(일본의 기상위성)”기상자료를 활용하고, 마루도리 방식의 점적관수 시스템을 도입하기 위해서는 규모와 방식 등에 따라 다소 차이가 있지만 평균 50만엔/10a 정도로 매우 고가이기 때문에 보다 많은 농가에 보급하기 위해서는 설치비의 절감이 요구됨.

1.3. 축산분야

1.3.1. 이탈리아의 동물행동탐지

- 이탈리아에서 개발된 사물인터넷 기반의 양돈개체관리 시스템인 PigWise는 고주파 전파식별(RFID, Radio Frequency Identification Reader) 인식기와 카메라를 이용한 돼지개체별 성장과 복지 및 모니터링 수행에 사용되는 도구로서 양돈축사내 동물행동탐지 → 스마트 사료섭취행위모니터링 → 농가 조기알람시스템으로 구성되어 있음.
- 경제적 손실 방지를 위한 모니터링과 의사결정지원으로 초기단계에서 문제점을 탐지할 수 있으며, 잠재적 건강문제와 성장과 복지에 문제 발생 시 초

기에 긴급 알람을 해주는 기능을 가지고 있음.

- 고주파 전파식별(RFID) 안테나를 통해 개체별 사료섭취 행동 데이터 수집을 하여 컴퓨터로 전송시키며, 카메라비전시스템은 전파식별(RFID)리더에 의한 식별을 검증 수단으로 사용됨.

그림 5-10. PigWise 시스템



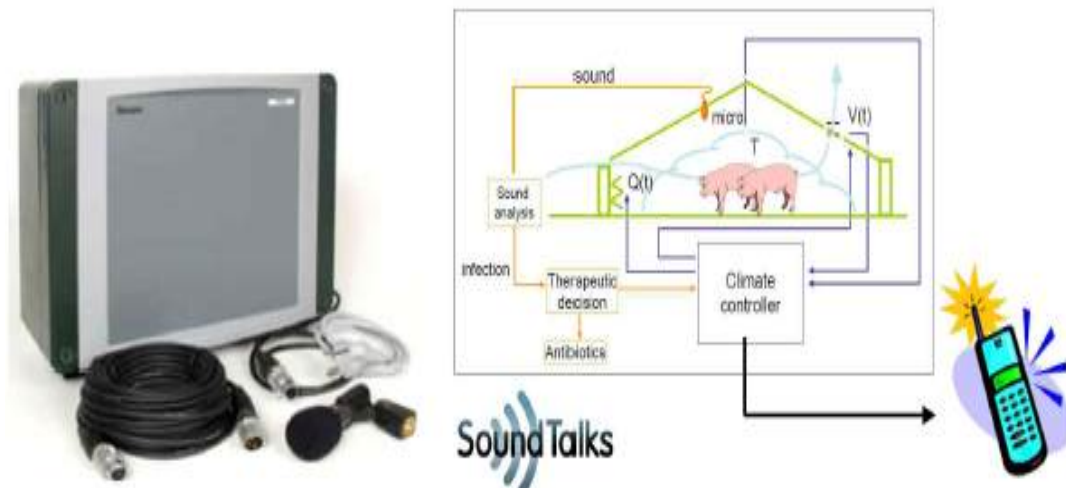
자료: 농업 ICT융합 선진사례 모음(농촌진흥청, 2014)

- 돼지의 발성음을 통하여 건강상태 및 복지수준을 분석하고 질병 감염 등에 대해서 실시간 모니터링하여 어린돼지 등의 호흡기 질병 감염을 조기 경보할 수 있는 시스템인 Soundtalk는 벨기에 루벤대학과 이탈리아 밀란대학의 공동연구로 개발되어 상용화를 목표로 유럽내 여러 농장에서 실증 평가 중에 있음.
- 어린돼지들의 기침소리를 분석함으로써 호흡기 질병의 발생을 예찰하여 질병의 확산을 막을 수 있으며 환기불량과 같은 환경변화를 실시간으로 분석

및 제어하여 돈사의 환경을 자돈의 건강에 적합하도록 자동으로 조절할 수 있도록 하고 있음.

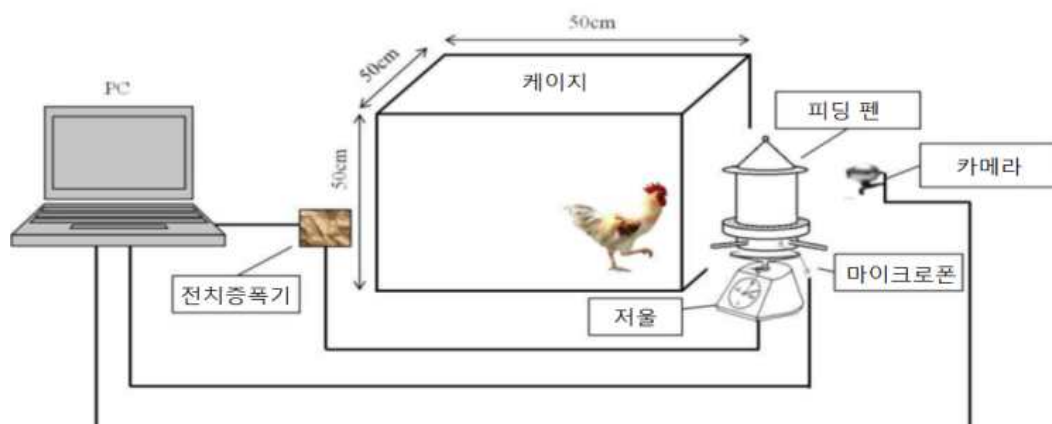
- 이 기술을 이용하면 호흡기 질환의 예방으로 항생제 사용량의 감소, 자돈 폐사율 감소 및 생산성 증가의 효과가 있을 것으로 예상됨(양돈분야 ICT 해외 신기술 동향(월간 PIG&Consulting, 2015) 내용 발췌). 그리고 벨기에 (Aydin, 2014)에서는 육계가 모이를 쪼는 소리를 감지하는 알고리즘을 개발하여, 쪼는 소리와 사료 섭취량 간의 관계를 구명하여 상용화를 위한 연구를 계속하고 있음.

그림 5-11. SoundTalks 시스템 및 돼지 기침 모니터링 모식도



자료: 양돈분야 ICT 해외 신기술 동향(이준엽, 2015)

그림 5-12. 개별 육계 소리측정을 위한 장치 설계



자료: 사례 리뷰를 통한 농식품 분야에서의 최신 ICT 융복합 기술 현황 분석(정병호, 장익훈, 문정훈, 2014)

1.3.2. 이스라엘의 우유 생산자동화 시스템

- 이스라엘의 축산업은 낙농, 가금 그리고 면양과 염소로 구분되며, 낙농업은 총 농업생산액의 16.5%, 우유가 그 중 11.6%이며 나머지는 육류가 4.9%를 차지하고 있다. 젖소 개량과 더불어 생리에 맞는 과학적 급여로 1두당 11,000kg이라는 세계 최고의 비유량을 보유하고 있음.

그림 5-13. 친환경 농장에서 센서를 부착한 젖소의 발



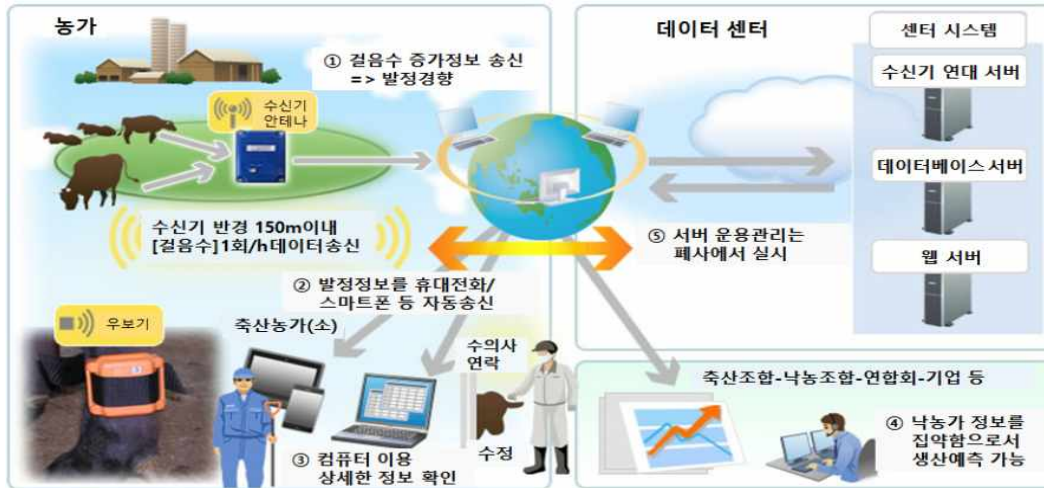
자료: 이스라엘 농산업 현황 및 농업IT 기술과 시사점(한국이스라엘산업연구개발재단, 2014)

- 이스라엘의 우유 생산 자동화 관리체계는 먼저 일 유량의 단계적 비교분석을 통하여 개체의 생산능력 변화를 모니터링하고, 월간 집계정보가 검정원에 의하여 IC센터로 전송함. 이후 검정원이 우유성분을 IC센터내의 Lab에 전송, 개체별 성분 함량 등을 분석하여 검정 결과 통보하고 착유 중 개체우유의 전도성을 자동 측정하여 유방염 등을 조기 진단함. 또한 매일의 체중조사와 사료 섭취결과를 통한 개체 감시를 수행함.

1.3.3. 일본의 걸음수 데이터 활용

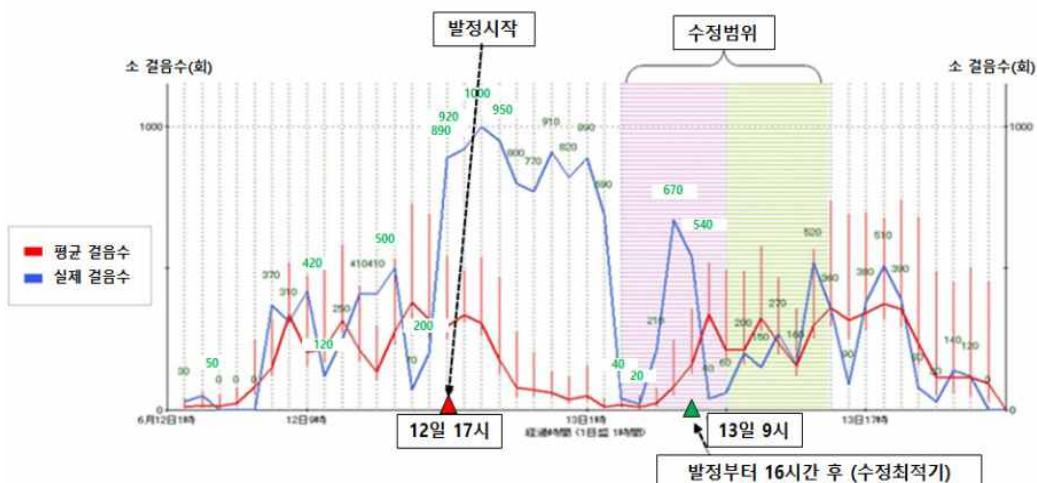
- 일본 후지쓰사에서 개발한 우보 시스템은 암소의 행동 특성을 이용해 우보기(소 걸음수 측정기)를 활용한 걸음 수 데이터의 추이로 발정시간(발정징후)을 감지해 이용자에게 메일로 통지하여 수정 기회를 맞춤으로써 높은 수태율로 번식이 가능하고 수태율 향상을 통해 운영비용의 절감을 지원하는 서비스임.
- 또한 소의 건강상태를 파악할 수 있어 사산율을 줄임으로써 어미 소의 생존율을 늘리고 젖소는 임신에 의한 착유량을 늘릴 수 있음.
- 기존에는 눈으로 발정징후를 확인하는 데 24시간 감시가 필요했지만 시스템에 의해 자동감시가 가능하여 시간적 구속으로부터 해방될 수 있음. 또한 수정률 향상에 의해 정액 비용과 수정 작업을 줄일 수 있고, 전농(JA)은 농가별 계획적인 운영을 지도할 수 있으며 생산제어를 통해 공급 안정을 기할 수 있는 장점이 있음.
- 소 걸음수를 계측한 데이터를 표시하고 있는데 발정 시 소 걸음 수가 급격히 상승하고 있는 것을 알 수 있으며, 이를 통해 수정 적기를 판단할 수 있음.

그림 5-14. 우보 SaaS



자료: 일본의 스마트농업 추진전략(농촌진흥청, 2016)

그림 5-15. 소 걸음수 계측 데이터와 수정적기



자료: 일본의 스마트농업 추진전략(농촌진흥청, 2016)

2. 스마트 팜 기술 적용 식물공장

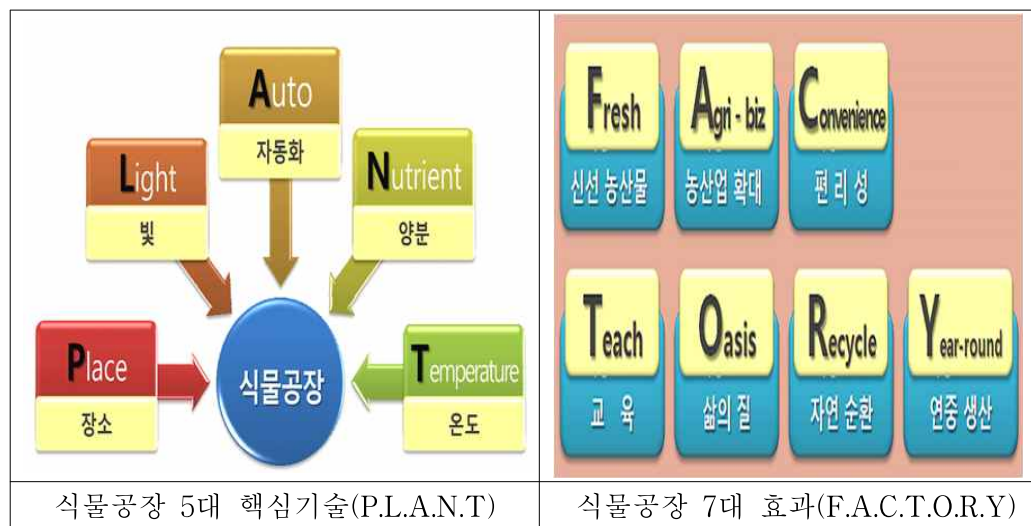
2.1. 식물공장의 의의

- 식물공장이란 환경제어와 자동화 등 작물 재배에 필요한 첨단기술을 이용하여 공업제품을 생산하는 것과 같이 시설 내에서 농산물을 연중 생산하는 시스템으로 완전제어형과 태양광병용형의 재배시스템을 뜻함.
- 우리나라의 농업은 농업생산정책을 통해 괄목할만한 성장과 발전을 보였음. 그러나 이제 농업이 1차 생산물 만으로는 성장의 한계에 와 있음. 이제 농업에 대한 범위를 1차 산업 만이 아닌 6차 산업(1차+2차+3차) +a로 확대 필요.
 - 즉 농업생산물이 보다 많은 부가가치를 가질 수 있는 IT(정보통신기술), BT(생명공학기술), IT-BT(융복합화 기술)가 융합되어야 하며, 이 기술을 종합적으로 이용한 것이 식물공장임.
- 식물공장은 기후와 지역에 관계없이 농산물을 재배할 수 있는 장점이 있음. 이외에도 식물공장은 농업용 로봇, LED등 인공광, 생산 자동화 시스템 기술의 복합체의 산물임. 식물공장은 IT-BT 기술의 융복합화로 신성장 동력 산업으로 성장하는데 충분한 잠재력을 가지고 있음
- 이와 같은 식물공장은 IT와 BT, 건축기술 및 농업기술 등 다양한 기술이 집약된 기술의 결정체로서, 그 핵심기술을 다섯 가지 《PLANT》로 정리할 수 있음
 - ① Place(장소): 사막이나 바다, 극지 등 환경에 구애받지 않고 어디에서나

건설이 가능, 장소의 한계를 극복할 수 있음

- ② **Light(빛)**: 음극선관 형광등, 고압나트륨, LED등 다양한 광원을 이용하여 작물의 광합성과 생육을 조절할 수 있음
- ③ **Auto(자동화)**: 각 자동화 기술과 로봇화, 원격제어 등으로 파종부터 수확까지 자동화가 가능함
- ④ **Nutrient(양분)**: 식물 생장에 적합한 양분을 공급하여 품질을 높이고 기능성분을 강화할 수 있음
- ⑤ **Temperature(온도)**: 온도를 조절하여 열대에서 온대까지, 다양한 식물을 재배하고 생육 속도와 수확기를 조절할 수 있음

그림 5-16. 식물공장의 핵심기술 및 효과



자료: 농촌진흥청, 인터러뱅 18호

○ 식물공장을 통한 7가지 기대효과 《FACTORY》가 있음

- ① **Fresh**: 주문생산 및 계획생산을 통해 신선한 농산물을 얻을 수 있음
- ② **Agri-biz**: IT, BT 산업과의 융·복합을 통하여 새로운 시장창출 가능
- ③ **Convenience**: 자동제어와 로봇개발 등으로 농작업의 편리성을 증진
- ④ **Teach**: 도시 속 식물공장은 도시민들에게 식물 생장의 전 과정을 체험하

고 학습할 기회를 제공

- ⑤ Oasis: 도심 속 오아시스가 되어 삶의 질을 향상
- ⑥ Recycle: 식물공장 내에서는 자원의 재활용이 이루어져 환경오염 방지
- ⑦ Year-round: 기후에 영향을 받지 않는 연중 안정적 생산

2.2. 식물공장 운영 사례

2.2.1. V 식물공장

- 식물공장 운영 사례는 경기도 고양시에 있는 “V 식물공장”은 총 설치비 8억 1천만 원을 투자하여 600㎡(약 200평/동)을 시설을 설치하였음.
 - 설치비 중 광원설비가 21.6%로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 공조 설비 20.6%, 골조 설치비 16.5% 순임.
 - 이 시설은 다단 입체형 방식의 식물공장으로 8단으로 되어있으며, 1단은 180cm×12m이며 총 10개의 라인으로 구성됨.
 - 광원으로 쓰이는 형광등은 1단에 27개, 8단, 10라인 총 2,160개설치 형광등 안전기 포함 개당 10,000원임.
 - 생산 작물은 상추, 청경채 등으로 파종으로부터 30~35일 후 수확하여 판매하고 있으며, 판매처는 주로 학교급식임. 향후 병원, 호텔 및 수출 등으로 출하처의 다변화를 시도하고 있음.

표 5-2. “V 식물공장” 경영성과 분석(년)

조수익			비용					수익
생산량	단가	조수익	설치비	감가상각비	자본이자	운영비	비용계	천원
포기/년	원/포기	천원/년	천원	천원/10년	천원/5%	천원	천원	(천원/평)
504,000	950	478,800	970,000	97,000	48,500	250,200	395,700	83,100

- 경영성파로 식물공장의 1년 수익은 8천 310만원으로 추정됨.
 - 현재 년 생산량은 504,000주, 포기당 단가 950원으로 연간 478,800천원의 조수익 발생.
 - 비용 중 설치비는 200평에 9억 7천만 원. 이에 대한 감가상각비 97,000천원, 자본이자 48,500천원, 운영비 250,200천원, 총 비용 395,700천원(1년)
 - 수익은 1년 기준 200평에 83,100천원으로 평당 약 416.5천원임.

2.2.2. E 식물공장

- 경기도 부천에 소재하는 “E 식물공장”은 설치비 4억 5,300만 원을 투자하여 식물공장 600㎡(약 200평/동)를 설치하여 운영하고 있음.
 - 이 시설은 다단 입체형 방식의 식물공장으로 4단으로 되어있으며, 1단은 180cm×12m이며 총 13개의 라인으로 구성
 - 광원으로 쓰이는 LED등은 1단에 20개, 4단, 13라인으로 총 1,040개임
 - 생산 작물은 상추, 케일, 청로메인, 생채, 적겨자, 비트 및 쌈채소이며, 주로 이마트, 직영음식점, 직판장 등에 판매하고 있음.
- 연간 조수익은 2억 8,829만원이며, 연간 비용은 1억 1,748만원(감가상각 2,265만원, 자본이자 2,265만원, 운영비 7,218만원)으로 수익은 1억 7,081만원이며, 평당 85만원의 수익이 발생함.
- 연간 수익(200평 기준)으로 1억 7,081만원 (평당 85만원) 의 수익이 발생하는 것으로 추정되었음. 1일 생산량은 718포기, 1년 생산량은 262,080포기이며, 시장 가격은 1,100원/100g으로 판매함.

표 5-3. “E 식물공장” 경영성과 분석(년)

조수익			비용					계
생산량	단가	조수익	설치비	감가상각비	자본이자	운영비	비용계	수익
포기/년	원/포기	천원/년	천원	천원/10년	천원/5%	천원	천원	(천원/평)
262,080	1,100	288,288	453,000	22,650	22,650	72,180	117,480	170,808 (854.0)

2.2.3. G 식물공장

- 충남 예산군에 소재하는 “G 식물공장”은 총 설치비 22억 8백만 원을 투자하여 식물공장 약 500평을 시설하였음. 이 시설은 체인재배시스템과 up-down 시스템으로 구성되어 있음.
 - 설치비는 22억 8백만 원이며 시스템공사가 69.7%인 15억 원, 온실공사가 28.9%인 6억4천만 원을 차지하고 있음.
- 생산 작물은 상추 등 엽채류와 과채류를 생산하고 있으며 판매처는 대부분 세이프 푸드가 담당하고 있고, 롯데마트, 현대그린푸드 및 현대백화점 등에 일부 판매하고 있음.
- “G 식물공장”의 1년간 조수익은 22억 896만원임. 대당 1개월 생산량은 13,000주이고, 12개월 생산하면 15만 6천주, 12대에서 생산된량은 1년에 1,872천주이다. 시장에서 포기당 1,180원에 거래되고 있음.
 - 운영비 중 인건비가 51.1%로 가장 많고, 전기세 8.9%, 포트비용 8.5%, 종자비 7.5% 순임.
- 연간 수익은 12억 7,149만원임. 조수익 22억 896만원, 비용으로 감가상각비 2억 2,087만원, 자본이자 1억 1,043만원, 운영비 6억원임.

표 5-4. “G 식물공장” 경영성과 분석(년)

조수익			비용					계
생산량	단가	조수익	설치비	감가상각비	자본이자	운영비	비용계	수익
포기/년	원/포기	천원/년	천원	천원/10년	천원/5%	천원	천원	(천원/평)
1,872,000 (500평)	1,180	2,208,960	2,208,659	220,866	110,433	606,174	937,473	1,271,487 (2,542)

2.2.4. 유럽의 “K 식물공장”

- 유럽의 “K 식물공장”을 1ha 설치하는데 총 공사비는 59억 5천만 원으로 추정됨. 순 공사원가는 총 공사비의 85.5%인 50억 9천만 원이며, 기타 부대비가 14.5% 수준인 8억 6천만 원임. 유럽에서 1ha 시장규모는 59억 5천만 원으로 추정됨.
- 유럽의 스웨드포닉식의 경우 1ha당 연간 상추 생산량은 1,825,500주이며, 단위면적당 182.5주/m²를 생산함. 주당 가격은 국내보다 3배 높은 3,540원임.
- 1년간 조수익은 64억6천만 원으로 추정됨. 여기서 비용으로 감가상각비 5억 9천만 원, 자본이자 2억9,700만원, 운영비가 42억 8천만 원으로 총비용이 51억 7천만 원으로 추정되어 수익은 12억 9천만 원(평당 43만원)임.

표 5-5. 유럽 “K 식물공장” 경영성과 분석(ha/년)

조수익			비용					수익
생산량	단가	조수익	설치비	감가상각비	자본이자	운영비	비용계	천원 (천원/평)
포기/년	원/포기	천원/년	천원	천원/10년	천원/5%	천원	천원	
1,825,500	3,540	6,462,270	5,949,100	594,910	297,455	4,278,470	5,170,835	1,291,435 (430)

2.3. 식물공장에 적용된 스마트 팜 기술

- 식물공장에서 적용되는 스마트 팜 기술은 크게 작물재배 기술, 광원 및 조명 기술, 양액 제어기술, 환경 제어기술이 융복합되어 있음.
- 첫째, 작물재배 기술은 자동으로 파종, 육묘, 재배, 수확, 수확후 관리기술을 말하며, 작물재배에서 중요한 것으로 사전에 병해충 발생 예찰 및 생물학적 방제 기술 등이 적용됨.
- 둘째, 광원 및 조명기술로 LED, 형광등, 고압나트륨등, 메탈할라이드 등 조명 기술이 적용되고, 이 때 광원배치, 광조합(단색광, 혼합광, 3파장) 기술이 포함되어야 하며, 방열, 냉각 기술 및 광량, 광파장 제어기술도 융합되어야 함.
- 셋째, 양액 및 제어기술로 식물공장에서 스마트 팜이 제대로 작동되기 위해서 필요한 기술이며, pH, EC, 이온성분 계측기술 및 센서가 작동되고, 재배 베드, NFT, DFT 등 양액 기술도 접목되어야 하며, 양액공급, 혼합, 여과, 살균 기술 등이 시스템화되어 작동되어야 함.
- 넷째, 환경제어 기술임. 온실의 재배되고 있는 품목, 시기, 시설형태에 따라 광량, 광질 계측기술 및 센서 기술이 적용되어야 하며, 특히 생육상태에 영향을 주는 온·습도, CO₂등 환경, 식물체 계측 기술 및 센서가 필요하며, 공기 순환, 냉난방, 가습, 제습, 공조 기술도 적용되고 이상 징후가 발생할 경우 경보음을 통해 생산자가 원격제어할 수 있는 기기가 설치되어야 함.

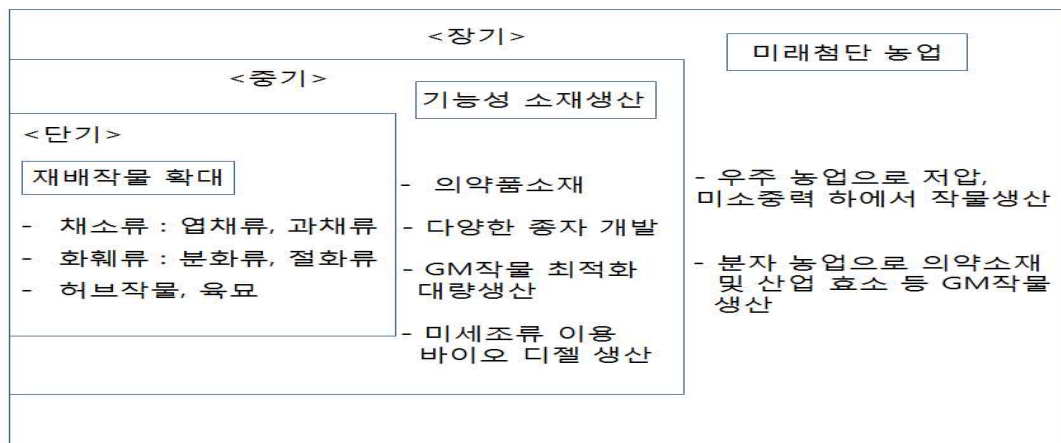
2.4. 식물공장의 보급 확대 방안

2.4.1. 기술개발에 의한 발전 방향

- 식물공장 발전을 위해서 기술개발은 단기, 중기, 장기로 구분할 수 있음. 단기적 기술개발은 수익이 창출될 수 있는 인공광 식물공장을 대상으로 하고, 중기적으로는 수직농장, 장기적으로는 우주농업에 대한 기술개발이 필요함.
- 단기적으로는 식물공장에서 재배할 수 있는 재배작목의 확대가 필요함. 채소류의 경우 엽채류인 상추 등은 대부분 식물공장에서의 적용이 가능하지만 아직 과채류인 토마토 등 열매채소는 아직 어려운 실정임. 화훼작물의 경우 분화류는 자동화가 가능하도록 화분의 규격화에 의해 가능하고, 절화류는 자연광 + 인공광 병용형 식물공장에서 재배가 가능함. 허브작물의 경우 분 또는 배지에서 생육 가능한 것으로 허브작물을 향료나 약재 작물로 확대 가능하고, 육묘의 경우 다양한 작물의 어린 묘를 공정 생산하여 보급 확대할 필요가 있음.
- 중기적으로는 의약품 소재 생산과 다양한 육종 종자개발용으로 보급 확대되어야 하며, IT-BT를 결합한 융복합화 기술을 이용한 작물생산이 가능하도록 해야 함. GM 작물 재배의 환경최적화로 대량생산과 식물공장 내에서 미세조류를 배양 재배하여 바이오디젤 연료도 생산할 수 있도록 기술이 개발되어야 함.
- 또한 식물공장 개발방향은 도심빌딩에서 작물을 생산하는 수직농장임. 수직농장은 친환경 녹색도시 개념과 함께 물류비용의 최소화, 이산화탄소 배출제로 달성, 에너지 사용을 최소화하는 작물 생산 시스템으로 발전되어야 함.

- 장기적으로는 우주농업에 적합한 작물 선발 및 품종 육성, 무중력 상태에서 효율적인 생산방식, 생산시스템, 생태계 유지 시스템 등 우주 환경에서 식물을 생산할 수 있어야 함. 우주농업 적용 수경재배, 우주농업을 위한 저압, 미소중력 하에서 환경을 조절하여 작물을 생산해야 함.
- 더 나아가서는 유전자 재조합 기술을 이용하여 의약 소재 및 산업 효소 등 특정물질의 발현 또는 향상, GM 작물을 밀폐형 식물공장에서 생산할 수 있는 기술이 개발되어야 함.

그림 5-17. 식물공장의 현재와 미래



- 기술개발 방향은 우주농업이라고 할 수 있음. 미국, 유럽, 일본 등 세계 주요 국가들은 우주선을 발사하였고, 우주개발 및 우주 기지프로젝트를 구상하고 있음. 우주에서 인간이 장기간 활동하기 위해서는 지속적인 식품공급이 필요함. 이를 위해 NASA 등 우주개발 기관에서는 우주 농업에 대한 연구가 이미 시작되고 있음. 이와 별개로 우주환경에서 식물생산과 생명공학 연구도 진행 중임. 국내에서 우주 농업에 대한 장기적인 관점에서 기술개발이 이루어져야 함.

2.4.2. 사업화 및 기타여건에 의한 발전 방향

- 식물공장의 사업화에서 관련 기술개발을 전제로 한 식물공장의 사업화 성공 여부는 역시 경제성 확보에 달려 있음. 경제성 확보는 각종 시설투자 및 운용비용과 수익원 개발이라는 두 가지 측면에서 접근해야 할 것으로 보임.
 - 초기 설비투자를 절감하고 운영비용도 줄여야 함. 그러나 현실적으로 볼 때 고도의 기술이 적용 될수록 설비 투자비는 오히려 늘어날 수밖에 없음. 따라서 비용 절감의 핵심은 운영비용 절감, 즉 식물공장 설비 가동에 필요한 전기 사용량과 물 등 각종 자원 사용량을 줄일 수 있는 기술이라 할 수 있음.
 - 고급 야채류 또는 의약품 식물과 같은 특수 작물 등 고수익을 창출할 수 있는 시장 발굴과 식물공장에 적합한 종자 개발 등을 통해 수익성 높은 사업모델을 개발하는 것도 사업화 시기를 앞당길 수 있을 것임.
- 식물공장이 경제성 있는 사업으로 각광받기 위해서는 관련 기술에 대한 많은 연구가 추가되어야 함. 다양한 수종과 다양한 광원을 이용한 각종 작물의 재배 방법에 대한 연구가 필요함. 환경 제어 기술 개발에 필수적인 각종 작물의 생육 자료 축적에만 몇 년이 소요됨. 이런 상황을 감안한다면 단기간에 식물공장 사업이 활성화되기는 힘들 것으로 전망됨. 또 기술 개발과는 별개로 기업들이 농업에 진출하는 것에 대해 부정적인 시각도 있을 수 있음. 기존의 농민들과의 대립이 있을 수 있어 사회적으로 이슈화 될 소지가 있음.
- 식물공장은 농작물의 생육 상태를 과학적으로 관리하여 비료나 농약을 저 투입하는 정밀농업(precision agriculture)의 성격을 가지므로, 일반 농산물에 비해 안전성을 확보할 수 있음. 또한 노지에서 재배가 어려운 기능성 농작물을 재배함으로써 고부가가치 농업을 실현할 수 있고, 식량작물의 연중 재배를 통해 생산성을 비약적으로 높임으로써 식량기지로 활용할 수 있다는

점에서 식물공장 방식은 미래 농업의 대안이 될 수 있을 것임.

- 그럼에도 불구하고 우리나라에서는 여전히 사업화 가능성, 즉 경제성에 대한 논란이 여전한 것이 사실임. 그 이유는 아마도 초기 시설비가 과다하게 소요되고, 시장여건이 충분하게 성숙되지 않았기 때문으로 판단됨. 또한 기술의 수준도 아직 충분하지 않다고 판단되고 있음.

3. 선진국과 우리나라 스마트 팜 분야별 기술수준 비교

3.1. 스마트 팜 기능별 선진국과 기술 비교

- 선진국의 농업부문 ICT 융합의 기술 개발 및 활용은 농업의 생산, 가공, 유통, 판매, 소비, 농촌 지역 개발 등 다양한 영역에서 이루어지고 있으며, 국가별 농업 및 농식품 산업과 농촌사회의 차이에 따라 ICT 융합 및 기술 활용 현황도 차이가 큼.
- 농림축산식품부의 조사 결과, 주요국의 분야별 농산업 ICT 융합 및 기술 활용 현황은 국가별로 차이가 존재하며, 우리나라 농업분야의 ICT 융합 기술 수준은 최고기술 보유국인 네덜란드(86.4%) 대비 65.0% 수준으로 약 9.8년의 기술격차가 있는 것으로 조사('14년 기준) 되었음.
- 스마트 팜에 대한 분야별 주요 내용은 ICT 기자재 표준화·국산화, 스마트 팜 시설 표준화, 빅데이터 기반 생장(사양) 관리, 스마트 팜 확산모델 등으로 구분할 수 있음.

표 5-6. 국내외 스마트 팜 수준 비교

분 야		농업 선진국 *(원예)네덜란드, (축산)덴마크	한국
ICT 기자재 표준화· 국산화	원예	<ul style="list-style-type: none"> - 온·습도, 일사, CO2 센서 등 대부분 기자재를 생산·보급, 기자재 대부분은 규격화 되어 있고, 내구성과 신뢰성이 우수 	<ul style="list-style-type: none"> - 센서소자를 구입하여 조립품 생산수준 - 온도 습도 및 CO2 센서는 업체별 다양하게 개발되어 호환성 부족, 스마트 팜 기자재 규격화 미흡
	축산	<ul style="list-style-type: none"> - ICT 센서는 네덜란드 주)네답, 오스트리아 주)샤우어에서 RFID 칩을 개발, 농가 보급율은 40% 정도 - 네덜란드, 덴마크 회사들 중심으로 축산 기자재를 생산·보급 중 	<ul style="list-style-type: none"> - 축산 센서 개발은 대부분 수입에 의존 - 양돈분야 RFID 칩은 전량 수입 - 양돈 필수 자재 중 자동급이 장치, 사료빈 관리기, 환경제어기 3종이 국산화 진행 중, 성능 개선 필요
스마트 팜 시설 표준화	원예	<ul style="list-style-type: none"> - 설계기준과 시방서가 국가표준으로 정립되어 있음(NEN 3859) - 복합환경제어가 가능한 환경조절장치 및 재배시스템이 일체형으로 구성된 온실 설계서가 보급 - CASTA 프로그램에 의한 기본설계서를 토대로 현장여건에 맞는 설계도면 제작 	<ul style="list-style-type: none"> - 설계기준과 시방서가 없어 시공업체 제각기 운영 - 시공시 설계에 공사비의 5~10% 소요 - 내재해형 설계서 및 시방서가 있으나 구조측면만 명시, 환경조절장치 및 재배시스템 일체형 설계서는 부재
	축산	<ul style="list-style-type: none"> - ICT 적용 축산표준설계도, 농가지도 매뉴얼이 있음 - 추천 환기방식 표준설계도(3종) 보급중 - 축종별, 사육규모별 적합 기자재 및 센서 보급 	<ul style="list-style-type: none"> - ICT 적용 축산 표준설계도 개발을 시도중이나(농협중앙회) 현장의 상황이 다양하여 표준화에 애로 - 환기방식 표준설계도는 있으나, 실증 및 검증을 거치지 않아 현장 적용성이 떨어져 농가에서는 미활용

자료: 농림축산식품부, 농업과 ICT 융합, 한국형 스마트 팜 확산, 2016

분 야		농업 선진국 *(원예)네덜란드, (축산)덴마크	한국
빅 데이터 기반 생 장 (사 양) 관리	원 예	<ul style="list-style-type: none"> -국가 표준매뉴얼 등은 없으나 업체별 최적생육관리를 위한 프로세스가 정립 -환경제어모델이 복합환경제어시스템에 탑재 -파프리카, 토마토, 화훼류 등 재배품목이 단조로워 최적생육관리 기술 개발이 용이 	<ul style="list-style-type: none"> -ICT 기반의 최적생육관리는 일부 선도 농가를 중심으로 진행 중 -국내 여건에 적합한 ICT 기반 최적생육관리 개발 중이나 재배품목이 다양하고, 지역별 환경요소도 상이하어 최적생육관리모델링에 애로
	축 산	<ul style="list-style-type: none"> -사양시설 및 환경관리 표준 매뉴얼을 작성하여 축산농가에 보급 중 -사양 및 환기관리 방식은 ICT 기반으로 3~5가지 패턴으로 요약 관리 중 	<ul style="list-style-type: none"> -무창축사(양돈, 양계)는 센서에 의한 환경(온도, 환기)관리에만 집중하는 경향 -ICT 기반 표준 매뉴얼이 없음
스마트 팜 확산모델	원 예	<ul style="list-style-type: none"> -원예시설 중 99%가 유리온실로 벤로형이 87%로 규격화되어 있음 -보급 온실의 대부분이 시설현대화가 되어 있으며, ICT+에너지+내재해형이 결합된 표준 모델 보급 중 	<ul style="list-style-type: none"> -시설면적 중 비닐온실이 98.8%이며, 온실의 형태도 품목별, 지역별 다양함 -유리온실 등 첨단온실은 대부분 자동화 -연동온실은 천창과 측창, 보온커튼 장치, 양액, 난방기 등 자동화 진입 중 -단동온실은 반자동 또는 수동으로 자재 활용
	축 산	<ul style="list-style-type: none"> -축사시설이 현대화되어 있어 스마트 팜 농장을 실행 중 -축사 사육환경(온·습도, 위해요소) 관리, 경영프로그램 분석 등 활용 	<ul style="list-style-type: none"> -선도농 중심으로 양돈, 양계 분야는 환경관리 및 경영프로그램 이용 중 -일반농가는 스마트팜 기술 적용 시도 중이나 경제성 등으로 추진은 미흡

3.2. 스마트 팜 분야별 기술 비교

- 기술선진국과 비교했을 때 시설원예(네덜란드), 축산(덴마크) 분야의 시설 표준화, ICT 기자재 개발수준, 생장(사양) 관리 수준이 특히 미흡한 것으로 나타남.
- 스마트 팜 분야별 주요 기술은 시설원예, 노지농업, 축산 관련 기술로 구분할 수 있으며, 각 기술별 최고기술 보유국과 스마트 팜 적용 기술에 대한 특징을 나타내었음.


표 5-7. 시설원예 분야의 스마트 팜 기술

구 분	사 진	특 징
스마트폰 환경제어장치 (스마트 온실)		◆ 최고기술 보유국 : 네덜란드 - 자동화된 설비와 스마트폰을 활용하여 온실환경을 진단 및 원격으로 조정관리 - 외국기술장점 : 정밀도·완성도 우수 - 국내기술장점 : 가격 저렴, A/S우수
점적관수		◆ 최고기술 보유국 : 이스라엘 - 관을 통해 작물 포기마다 물방울 형태로 물을 주는 방식 - 가뭄 및 물부족 해소와 수분 공급 시기 조절 용이

구 분	사 진	특 징
양액 자동 공급기		<p>◆ 최고기술 보유국 : 덴마크</p> <ul style="list-style-type: none"> - 작물에 물 공급 시 영양분을 함께 공급할 수 있도록 제어 - 양분의 효율 향상과 수확물 품질 향상 효과
자동 수확작 업기		<p>◆ 최고기술 보유국 : 일본</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수확방법의 자동화, 기계화로 작업효율 향상과 연속적 작업 용이 - 고노동력을 요구하는 수확 작업의 인력 투하율 감소 효과

자료: 농림축산식품부, ICT 기반 한국형 스마트 팜 기술개발 계획, 2015

표 5-8. 노지농업 부문 스마트 팜 기술

구 분	사 진	특 징
농작물 도난방 지 시스템		<p>◆ 최고기술 보유국 : 한국</p> <ul style="list-style-type: none"> - 지역적 제한조건 없이 농장 내·외부 침입자 감시 및 도난 예방 가능 - 일부 취약지역 설치 가능 - 휴대폰 알림을 통한 신속 대처 가능

구 분	사 진	특 징
무인해충 예찰 시스템		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 최고기술보유국: 네덜란드, 덴마크 - ICT 기술을 활용한 해충 예찰의 정확도 향상 및 약제 살포 적정량 측정 가능 - 농약사용량 절감 및 사용효과 거양 - 예찰시간 감소를 통한 노동력 감소
환경 감지 통합 센서 장비		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 최고기술 보유국: 미국 - 농산물의 생육 환경 모니터링을 위한 통합 센서 장비 - 토양의 물리화학적 특성을 종합적 모니터링 하는 센서 패키지 활용 - 환경제어장치와 연계활용 가능
유해동물·조류 방지 시스템		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 최고기술 보유국: 덴마크 - 지향성 음파기반 방식으로 유해동물·조류의 퇴치 가능

자료 : 농림축산식품부, ICT 기반 한국형 스마트 팜 기술개발 계획, 2015

표 5-9. 축산 부문 스마트 팜 기술

구 분	사 진	특 징
축사 내부환경 센서		◆ 최고기술 보유국: 일본 - 온, 습도, 유해가스 감지 - 정전 및 화재 알람 기능 - 일별, 월별, 계절별 변화데이터 측정
로봇 착유기		◆ 최고기술 보유국: 덴마크 - 24시간 착유가능, 개체별 상태, 능력 모니터링 - 자동 유두세척 및 유질분석 - 젖소의 스트레스 감소
비육돈 출하 선별기		◆ 최고기술 보유국: 덴마크 - 센서를 통해 목표 체중에 도달한 비육돈을 자동 선별하는 장치 - 출하 전 절식 문제 해결 - 규격돈 출하 선별 가능
포유모돈 자동 급이 장치		◆ 최고기술 보유국: 일본 - 포유모돈 사료섭취량 실시간 확인 - 분만사 기록관리와 통계적 분석 - 사료 섭취량 모니터링을 통한 이유 후 발정까지의 영양상태 관리 가능

자료 : 농림축산식품부, ICT 기반 한국형 스마트 팜 기술개발 계획, 2015

- 국가별 글로벌 ICT 발전지수는 한국이 8.93으로 가장 높고, ICT 융합 분야의 한국 기술수준이 최고 수준 국가인 미국에 비해 74.8% 수준으로 4.6년 정도의 기술격차가 있는 것으로 나타났음. 그리고 선진국에 비해 농업의 생

산성이 떨어지는 중국, 한국 등의 국가에서 ICT 융합 기술수준이 낮은 것으로 나타났다.

표 5-10. 2015년 국가별 글로벌 ICT 발전지수 순위

순위	국가	점수	순위	국가	점수
1	한국	8.93	11	일본	8.47
2	덴마크	8.88	12	핀란드	8.36
3	아이슬란드	8.86	13	호주	8.29
4	영국	8.75	14	독일	8.22
5	스웨덴	8.67	15	미국	8.19
6	룩셈부르크	8.59	16	뉴질랜드	8.14
7	스위스	8.56	17	프랑스	8.12
8	네덜란드	8.53	18	모나코	8.10
9	홍콩	8.52	19	싱가포르	8.08
10	노르웨이	8.49	20	에스토니아	8.05

자료: ICT를 활용한 과수재배 환경관리 연구 동향과 발전 방안(문병우, 2016), ITU 보도자료, 2015.11.30.

표 5-11. ICT 융합 분야 주요국 최고기술국 대비 기술수준 및 격차

국가	한국	미국	일본	영국	프랑스	네덜란드	독일	호주	중국
기술수준 그룹	추격	최고	선도	선도	선도	선도	선도	선도	추격
기술수준 (%)	74.8	100	97.7	89.5	89.1	99.1	93.3	83.4	61.1
기술격차 (년)	4.6	0	0.8	2.1	2.2	0	1.4	3.4	7.0

자료 : 2014년 농림식품 기술수준평가 총괄보고서(IPET, 2014)

3.3. 우리나라 스마트 팜 기술수준에 따른 ICT 방향

- 주요국의 스마트 팜 활용사례와 기술격차를 통해 살펴본 바, 향후 우리나라의 ICT 스마트 농업 중장기 방향을 설정해 보았음. 현재 우리나라는 스마트 농업은 인터넷과 네트워크 연결, 온실 자동제어와 원격지 장치제어 등 1세대 스마트 농업에 위치하고 있다고 판단됨.
- 농업인이 영상을 통해 온실을 제어하는 수준으로 온습도 등 기상환경과 온실내 이산화탄소 조절 등에 머무르고 있으며, 장치제어 역시 천창, 측창 개폐, 환기 조절 등이 주를 이루고 있음.
- 그러나 해외 사례에서 나타난 것과 마찬가지로 향후 2~3세대 스마트 농업을 지향해야 할 것으로 사료됨. 2세대의 경우 지상부 복합환경제어가 가능하고 여기에 **Big Data**분석 및 영농의사결정 지원서비스가 더해져야 할 것임. 작물 생육제어 역시, 지상부 뿐 아니라 지하부까지 가능한 시스템으로 발전해야 함.
- 3세대의 경우 기존 1~2세대의 기본 요소를 갖추고 여기에 지열, 태양열 등 신재생에너지 활용과 최적제어기술을 적용하고 로봇 및 지능형 농기계를 활용하는 단계까지 이루어져야 할 것임. 센서정보 역시 기존 시스템에 더하여 작물진단센서, 에너지관제센서, 로봇항법 센서 등이 추가로 개발되어야 함. 장치제어 역시 로봇과 에너지관제시스템을 연계하는 방향으로 발전해야 할 것으로 판단됨.

표 5-12. ICT 융합 스마트 온실 증장기 방향

	주요 내용			
1세대 스마트온실 (~현재)	스마트 링크 (네트워크 구성/인터넷 연결)	센서노드 (각종 센서데이터 수집, 네트워크 연결)	농업인이 영상을 통해 “원격	
	제어기 노드 (네트워크로부터 제어명령 수신)	스마트 영상 (원격지에서 농업시설 영상 모니터링)	센서정보	기상정보: 온도, 습도 온실환경: 온도, 습도
			장치제어	천창, 측창, 보온재
2세대 (2017 ~2018)	지상부 복합환경제어 (지능형자동제어 알고리즘 적용)	클라우드 서비스 (Big Data 분석 및 영농 의사결정 지원서비스)	작물의 지상부/ 지하부 생육환경	
	1세대온실 기본 요소		센서정보	기상정보: 온도, 습도 온실환경: 온도, 습도
			장치제어	천창, 측창, 보온재
3세대 (2019 ~2020)	복합에너지관리 (지열, 태양열, 보온재 등 최적제어기술적용)	스마트 농작업 (로봇 및 지능형 농기계 농작업 자동화 시스템)	최적 에너지 관리와 로봇 농작업	
	2세대온실 기본 요소		센서정보	기상정보: 온도, 습도 온실환경: 온도, 습도, 에너지관제센서
			장치제어	천창, 측창, 보온재, 농작업기, 에너지관리

4. 스마트 팜 보급 확대를 위한 시사점

- 첫째, 스마트 농업의 추진을 위한 입체화된 국가전략의 수립과 협조체제의 구축이 필요함.
 - 즉, 국가 IT전략 수립과 이와 연계된 스마트 농업의 추진전략 수립, 전략에 따른 단기·중장기적인 분야별 세부 로드맵의 수립, 이러한 로드맵을 실천해 나가기 위한 핵심과제의 연구개발 및 보급이 입체적으로 추진되어야 함.
 - 스마트 농업을 효율적으로 추진하기 위해서는 무엇보다도 정부의 정책 부서 및 연구기관, 민간의 정보통신, 전자, 농업기계, 금융, 보험 등 민간 산업체, 농협 및 농업법인 등이 참여하는 국가적 협조체제의 구축이 필수적임.
- 둘째, 스마트 농업의 확산을 위한 국가적 환경정비의 구축이 필요함. 스마트 농업을 통해 이익을 극대화하고 국내 농축산물의 해외 수출을 활성화기 위해서는 농업현장에 투입된 ICT 기기 간의 융합, 정보의 공유 및 이동, 가치 있는 정보의 재생산 및 제공을 할 수 있는 공통된 환경기반이 필요함.
 - 이를 위해 농업정보의 창출·유통 전략 수립 및 가이드라인의 책정, 로드맵 수립, 농업 ICT 서비스 표준 이용 약관 가이드 마련, ICT 기기의 규격 표준화, 국제 표준화에 대응 등의 강화 노력이 필요할 것이다. 아울러, 로봇 농업기계가 농업현장에서 안전하게 이용될 수 있도록 농업로봇의 안전성 확보를 위한 가이드라인 책정 등이 필요함.
- 셋째, 스마트 농업에 대한 연구개발의 확대 및 강화가 필요함.
 - 위성측위시스템 적용 농업기계의 확대 개발 및 로봇화, 공간 인식 기술

등의 로봇화를 위한 핵심 요소기술 개발, 기존 기술과 ICT를 결합한 실증연구 추진, 영농규모·작물별 적합한 클라우드 시스템의 구축 및 솔루션 개발, 정밀농업을 위한 요소기술 및 센서 개발, 시설 내 작업 자동화, 원격모니터링 및 관리 시스템의 고도화, 노지농업 정밀관리 기술 개발, 축산 자동화, 정밀화를 위한 축사환경 정보의 실시간 계측기술, 개체관리, 사양관리 등의 고도화 기술 개발, 스마트 농업을 위한 표준화, 가이드라인 수립 책정을 산·학·관·연 공동으로 연구하여 현장에서 직접 활용될 수 있는 결과를 도출하는 것이 중요함.

- 넷째, 스마트 농업의 확산을 위해서는 현장 맞춤형 보급 모델의 수립 및 추진이 필요함.
 - 클라우드 시스템의 경우에는 주로 중·대형 농업법인 등을 대상으로 서비스할 목적으로 개발되어 보급되고 있음. 그러나 중·소형 농업법인 혹은 농가를 대상으로는 하는 시스템을 개발하기 위해 연구기획 단계에서 충분한 검토를 거친 후에 제품을 개발하여 농가가 원하는 서비스를 제공함으로써 소득 향상에 기여할 수 있도록 해야 함.
 - 아울러, 로봇 농업기계의 경우에도 면적이 확대될수록 이익이 더 창출되겠지만, 적은 경영면적으로 중산간지를 중심으로 분포하고 있는 농업법인 및 농가 등의 인력부족 현상도 해결할 수 있도록 고려해야 할 것임.

4.1. 시설 및 노지 농업 분야 시사점

- 스마트 팜 보급 확대를 위해서는 개별적 기술 중심으로 개발되어 있는 ICT 융합 기술에 대한 표준화가 필요함. 농촌진흥청, 출연연, 대학 등을 중심으로 일부 표준화가 진행 중에 있으나 여전히 부족한 상태이며, 관련 기업들의 요구를 충분히 반영하지 못하고 있는 것으로 보임.
 - 정보를 수집하는 기본 단위인 센서 및 계측장비의 국산화가 절실하며 이

와 더불어 기본 농업용 장비인 환기, 순환팬, 제습, 냉·난방, CO2 공급, 양액공급, 보온커튼 및 차광막 등 사물인터넷 지능화 기술이 필요함.

- 또한 국내의 영세한 시장구조를 고려할 때 농업분야 ICT 융합 스마트 팜 기술 개발 및 산업화에 있어 국내 및 해외 해외 테스트베드 구축과 실증을 통하여 해외시장을 개척할 필요가 있음.

- 농업 현장에서는 지능화된 스마트 팜 기술을 접목하여 생육환경 최적화, 작업자와 경영주의 편의성, 상품성 향상을 통한 경쟁력 확보 및 수익 증대가 매우 중요함.
- 하지만 아직은 농업인이 갖고 있는 전문적인 노하우를 ICT기술로 융합하여 스마트 팜에 접목하는데 있어서 미흡한 수준이며, 축적된 데이터의 가치에 대한 이해도가 부족한 상황임. 이를 해결하기 위해서는 스마트 팜 기술에서 서비스별 플랫폼 기술이 추가로 개발되어 사물인터넷 기술의 적용성을 높여야 하며, 개별적이고 산발적으로 개발되는 기술들로 인한 정부와 민간의 중복 투자를 방지하여 산업화를 위한 가장 빠른 접근방법을 찾아야 할 것임.
- 스마트 팜 기술 중 가장 요구도가 높은 사물지능통신(M2M) 기술 분야는 시설환경이나 생육 모니터링과 관련된 기술이며, 개발도상국에서 장비와 환경 모니터링이 76%로 가장 많은 비중을 차지하고 있고 선진국은 48%를 차지하고 있음. 이는 고가의 장비를 관리하는 것이 개발도상국에서는 중요한 요인으로 작용하기 때문임. 초기 투자비용이 높고 빅 데이터 분석 기술을 요구하는 정밀 농업은 선진국이 개발도상국에 비해 상당히 높은 비중을 차지하고 있음.
- 일본의 클라우드 시스템은 생산 분야뿐만 아니라 농가 경영관리, 판매 관리 등 다양한 분야에서 사용되고 있는 반면, 국내에서는 시설원예 분야의 생산

단계에서의 환경 모니터링 및 정보 저장 단계에 국한되어 있으며, 양질의 자료를 어떻게 확보할 것인가와 선도 농가의 재배노하우를 축적된 정보를 이용하여 일반화시켜야 되는 등의 숙제를 안고 있음.

- 따라서 국내 농업 여건에서 클라우드 서비스의 타당성 유무를 진지하게 고민하여야 그 결과에 따른 후속조치 등이 필요할 것으로 판단되며, 후속조치 관련 예로서 국내의 클라우드 서비스가 타당성이 있다면 이에 따른 다양한 분야의 클라우드 서비스를 위한 생태계 조성을 위한 지원, 국내보다는 해외를 겨냥한 클라우드 시스템의 개발이 목적이라면 해외시장 개척에 필요한 기술 개발, 축적된 정보의 활용 및 분석을 위한 전문가 양성 또는 인공지능 기반의 분석 시스템 개발 등 이라고 할 수 있음.
- EU는 스마트 농업을 위한 ICT 융합기술에 대한 많은 정보를 연구자, 산업체 등에서 공유할 수 있는 자료발간을 위한 단위사업 등이 필요하며, 이러한 사업을 통하여 해외 주요국의 스마트 농업에 대한 정책, 시장 및 단위기술 현황 등을 전반적으로 이해할 수 있는 자료를 수집하여, 발간함으로써 국내에 적합한 스마트 농업의 로드맵 작성 등에 긴요하게 활용될 수 있을 것임.
- 스마트 농업의 로드맵 작성, 관련 보고서를 작성할 경우 참여 위원들의 제한적인 자료를 통하여 국내 스마트 농업의 방향과 기능을 결정하게 되면 주관적인 오류 등을 통하여 합리적인 정책결정이 되지 못할 수도 있으므로, 보다 광범위한 자료, 객관적인 자료 및 요구를 수렴하는 과정이 필요함.
- 미국, 일본, EU 등은 스마트 농업을 위한 개발에 필요한 연구와 지원을 체계적으로 하고 있으므로 국내에서도 스마트 농업 발전을 위한 부처별 기본적인 연구와 각 기능에 맞는 지원사업을 명확히 한 후 체계적인 연구와 지원이 이루어질 수 있도록 개발, 보급, 활용에 대한 협업시스템의 구축이 필요함.

- 스마트 팜과 관련된 다양한 기자재에 데이터 처리 및 활용 측면에서 빅데이터, 딥러닝 등의 인공지능 관련 기술을 도입해 전체적인 시스템을 전주기적으로 관리하고 지능적인 시스템으로 새롭게 탄생시켜, 고부가가치를 창출할 수 있는 스마트팜 시스템의 개발이 필요함.
- 그러기 위해서는 스마트 팜을 위한 ICT 융복합 기술 개발과 더불어 보급할 때 선진국의 단위기술을 무작정 따라할 것이 아니라, 네덜란드, 미국, 일본 등 농업 선진국의 농업 관련 정책, 농업의 구조적 특성, 농업인의 요구도, 지역적 특성 등을 고려하여 국내의 실정에 맞도록 접목 가능한 부분에 대한 선택과 집중이 필요함.
- 국내 시설채소의 단위 생산성은 네덜란드와 비교하였을 때 파프리카는 45%, 토마토가 13%, 딸기가 41% 수준으로 많은 차이가 있는 것으로 나타나지만, 복합 환경 제어시스템이 구비된 유리온실이 99%인 네덜란드와 그렇지 않은 플라스틱온실이 대부분인 국내 실정에서 복합 환경 제어시스템이 구비된 연동 플라스틱온실에서의 동일한 조건에서 단위 생산성 비교를 통해 해결책을 모색하여야 할 것임.
- 스마트 팜 기술이 이러한 해결책으로 활용될 것으로 예상되며, 기존 시설과 장치의 문제, ICT 융합기술의 도입 여부, 재배자의 능력 등에 따른 단위생산성 차이점을 분석했을 때 스마트 팜 기술의 도입에 따른 실질적인 효과를 농업인이 직접 실감할 수 있을 것으로 생각됨.
- 네덜란드와 덴마크 등에서는 농업에도 자격증이 필요하다고 할 정도로 농가의 교육에 많은 노력을 기울이고 있음. 스마트 팜 기술의 보급을 위해 반드시 필요한 것이 농가의 수준을 더욱 향상시키는 것임. 국내에서 수행되고 있는 스마트 농업을 위한 교육은 농정원, 각 지자체의 농민사관학교, 마이스

터대학 등 별도로 이루어지고 있음. 그러나 강사에 따라 교육의 내용이 상이하여 농민들에게 혼란을 초래하는 경향도 일부 있으므로 각 기관별로 이루어지고 있는 교육내용 중 공동으로 사용할 수 있는 내용에 대해서는 품목별, 기능별로 표준교안을 제작하여 활용하는 방안을 고려할 필요가 있음.

4.2. 축산 분야 시사점

- 축산 선진국인 덴마크 농업의 특징은 전문화, 협업, 협동조합 운영, 식품 안정 및 환경에 있음.
- 과거 덴마크의 농업 형태는 대부분 소나 돼지를 사육하며 곡물까지 재배하는 혼합농 형태였으나 현재는 단일 품종을 전문적으로 생산하는 형태로 변하는 추세임.
- 덴마크에서는 식품 안정과 환경을 경제 요소로 인식하여 마케팅에 적극 활용하고 있음. 이러한 식품 안정 시스템은 전 세계로 수출되고 있음. 덴마크에서 생산되는 돼지고기 중약 85%가 해외로 수출됨. 파리, 런던, 뉴욕 등 세계 주요도시에서 소비되는 햄 종류 가운데 가장 고급품인 살라미(Salami)는 덴마크의 특산품이며 일본에 팔리는 최고급 돈가스용 고기 역시 덴마크 산임.
- 덴마크는 철저한 농업교육을 통해 농민의 경영자적 자질을 높이고 있음. 농업에 새로 종사하려는 사람들은 농업학교에 들어가 5년 과정을 마치고 국가시험을 거쳐 자격을 취득해야 함. 또한 반드시 30ha이상의 농지를 구입야만 농장을 경영할 수 있음.
- 정부는 이러한 과정을 모두 거친 농민에 대해서는 지원을 아끼지 않음. 즉

농장 경영자를 중심으로 정부와 농업학교, 농업자문센터, 은행을 연결하는 총체적 지원시스템이 갖춰져 있음. 또한 농업학교를 졸업한 젊은 농민들은 학교에서 배운 대로 ‘기업으로서의 농업’에 대한 인식이 강함. 특히 농업자문센터는 이들에게 충실한 조언을 아끼지 않음. 왕립농업대학을 졸업한 전문가가 농장 경영자에게 회계원리에서부터 농업기술, 윤작계획, 분뇨처리 대책 등 다양한 분야에 대해 유료로 자문함. 이처럼 우리나라에서도 농가는 기업이고 농업인은 스스로 기업인이라는 자세를 가져야 할 것임.

- 현재 축산 일선에서 가장 시급한 문제는 경제동물인 가축의 생산성 향상이라고 할 수 있음. 우리나라는 유럽과 미국 등 축산 선진국에 비해 생산성 측면에서 취약한 것이 사실이며 이러한 생산성 차이는 유전적 요인(30%) 이외에도 사양기술(30%), 위생수준과 방역시스템(20%), 시설과 설비(20%)로 추정되며 효율적인 ICT 활용을 통해 극복할 수 있을 것으로 예상됨.
- 하지만 기술 및 시장성의 차이를 단기간에 극복하는 것은 매우 어려운 것으로 판단되며, 이를 위해서는 정밀농업, 자동화 시스템, 사물인터넷과 같은 국내 여건에 적합한 새로운 방식의 접근이 필요함. 그러나 일부 축산 선진국에서는 로봇착유기 등을 활용하고 있지만, 전면적인 확산이 이루어지지 않고 있으므로 이러한 이유를 좀 더 구체적으로 파악할 필요성이 있는 것과 같이 스마트팜 융합기술의 생태조성이 어려운 요인과 국내 농업의 정책방향에 부합하는 기술 융합 전략을 새로이 수립하고 재점검해야 할 것임.
- 축산 분야 스마트 팜 기술의 핵심으로는 네트워크를 중심으로 다양한 정보를 수집하고, 이를 분석하여 새롭게 창출하는 지능화 기술이 매우 중요하며, 다양한 센서, 디바이스, 플랫폼에 이르는 전반위적 투자가 우선 되어야 할 것으로 판단됨.
- 특히, 외산장비에 의해 국내 축산 정보가 해외로 유출되어 상업화되는 문제

를 근본적으로 차단하고, 국내산 축산물의 가격경쟁력과 품질경쟁력의 확보할 수 있는 사물인터넷의 도입은 선택이 아니라 필수적인 사항임. 생산성 향상뿐만 아니라 질병을 통제하고 해외 수입 의존도를 줄일 수 있는 ICT 융복합 스마트 팜 기술 관련 성공모델과 함께 일선의 축산농가에 개발된 관련 기술을 최대한 빠른 기간 내에 접목시킬 수 있는 정부의 보급 지원 정책 마련도 시급하다 하겠음.

제 6 장

스마트 팜 발전방향

1. 스마트 팜 비전

- 우리 농업은 2000년대 초반까지만 해도 지속적이고 빠르게 성장하였으나, 최근 그 성장 속도가 늦어지거나 정체되어 있는 상황임. 이를 극복하기 위해 정부는 1차 산업, 2차 산업, 3차 산업과 농업을 연계한 농업의 6차 산업화 정책을 추진할 필요가 있음. 그러나 노동력 부족과 생산비 증가로 그 성과가 감히 크다고 단언 할 수는 없음. 따라서 현재의 농업 생산, 유통, 소비 부문에 IT 과학기술이 접목된 스마트 팜의 보급 확대로 농업을 미래성장산업으로 도약시킬 필요가 있음.
- 스마트 팜이 모든 농업문제를 해결할 수 있다고 과신해서는 안됨. 스마트 팜 설치 및 비용지원보다는 농업부문 기술 융합의 성과를 최대한 높이고, 농업·농촌 관련 현안을 해결하면서 미래 농업의 설계가 가능한 농업 ICT 융합 중장기 로드맵이 작성되어야 함. 이를 위해 관련 기관들은 농업부문 기술 융합의 구체적 유형별 실태를 파악하고 ICT 융합 수요 조사 등을 통해 중장기

농업과 ICT 융합의 체계적인 추진 전략을 수립할 필요가 있음.

- 스마트 팜 보급확대 비전은 스마트팜 보급확대로 농업을 미래성장산업으로 자리매김하는 것으로 했으며, 이에 따른 보급목표와 추진전략으로 스마트 팜 도입농가의 애로점 해소 전략, 스마트 팜 전문가가 생각하는 기술개발 전략, 스마트 팜의 외연적 확대 전략 그리고 지속적이고 육성하기 위한 거버넌스를 구축하는 것으로 했음.

그림 6-1. 스마트 팜 발전 전략

비전	스마트 팜 미래성장산업으로 도약			
목표	단기(2017년): 시설원예 4,000ha, 축산 700호, 과수 600호 중장기: 159만 경영체 중 전문농 12만 9천호(8%)			
추진 전략	현장 애로점 해결	지속적 기술개발	스마트 팜의 외연적 확대	거버넌스 체계
추진 과제	<ul style="list-style-type: none"> · 초기 투자비 지원 · 기술의 확산성 · 운영, 기술부족 · 맞춤형 보급 	<ul style="list-style-type: none"> · 시공업체육성 A/S · 지속적인 R&D · 기기의 표준화 · 기자재 산업육성 	<ul style="list-style-type: none"> · 유통, 소비, 농촌관광 · 노지 작물 확대 · 해외 진출 · 민간자본 유도 	<ul style="list-style-type: none"> · 주체간 역할 · 컨트롤 타워 · 대학, 출연연 · 농업인

2. 스마트 팜의 보급 목표

- 농림축산식품부에서는 2017년까지 단기목표로 시설원예 4,000ha(시설현대화 면적의 40%), 축산농가 700호(전업농의 10%) 및 과수농가 600호(과원규

모화농가의 25%)에 스마트 팜을 보급할 계획임.

- 시설원예는 ICT 융복합 시설 설치가 가능한 현대화된 시설('14년 기준 11,700ha)의 40% 수준까지 스마트 팜 보급
- 축산분야는 양돈·양계 중심에서 젓소, 한우 등 축종별 모델 개발을 순차적으로 진행해 축산 전업농의 10% 수준인 700호까지 단계적 확대
- 노지분야는 과원규모 1.5ha 이상, 농산물 판매액 1억원 이상 농가(2,582호)의 25% 수준인 600호 까지 확대

○ 중장기적으로 보급목표는 우리나라 전체 농업경영체 159만호 중 8%에 해당하는 12만 9천호으로 함.

- 우리나라 경영체수 중에서 전문농에게 보급하는 방안임. 전문농은 영농경력이 5년 이상이면서 경영주 연령이 65세 이하이고, 재배면적이 상위 30% 이상이며, 조수익이 5천만원 이상인 농가를 대상으로 함.

표 6-1. 중장기 스마트 팜 보급 목표

경력	연령	경영지표(조합)		경영체 유형	세부유형	대상(천호)
5년 이상	65세미만 (65세이상+ 후계농)	재배면적 상위30% +조수입5천만원	→	전문농	전문농	129
		+조수입3천만원	→	일반농	예비전문농	45
		그 외	→		6차농	98
	65세이상	-	→	고령농	일반농	486
	75세이상	-	→		고령농	397
5년 미만	65세미만	-	→	창업농	창업농	293
	65세이상	-	→	취미농	취미농	121
						19

자료: 농림축산식품부. 경영체 DB자료를 제작성

3. 추진 전략

3.1. 농업현장의 애로사항 해결 전략

- 스마트 팜 도입 및 운영의 문제점으로 들 수 있는 것은 초기투자비 및 운영비, 보급된 스마트 팜의 기술에 대한 신뢰성 및 목적을 달성할 수 있는 확신성, 경영주가 스마트 팜 기술을 잘 이용할지 경영 기술의 부족 그리고 농가의 시설형태, 재배작목, 자본금, 경영주 능력에 맞는 맞춤형 시설설치 유도
- **스마트 농업을 널리 보급하는 데는 초기 투자비 및 운영비 지원이 필요하다.** 아직까지 스마트 팜 시장 규모 자체가 적기 때문에 기기의 공급가격이 높은 것이 현실임. 농가 입장에서는 ICT 기술을 접목한 기기를 설치·운영하는데 드는 초기 투자비용 부담이 큼.
 - 해결할 수 있는 정책 및 제도는 다음과 같음. 초기투자비 및 운영비 문제는 모태펀드와 클라우드 펀딩을 이용하는 방안 중요한 것은 민간투자가 활성화될 수 있는 제도 마련이 필요할 수 있음.
- **스마트 팜을 운영할 수 있는 인재 육성과 교육이 필요하다.** 농업은 다른 산업 분야에 비해 비교적 느린 속도로 스마트화가 진행되고 있음. 이는 농업이 가진 특성상 다른 산업에 비해 정보통신기술이나 새로운 하드웨어에 숙달된 인력을 고용하는 데 한계가 있기 때문임. 따라서 연령, 경험과 상관없이 누구나 쉽게 사용할 수 있도록 돕는 지원 및 교육체계 개발과 농업분야 IT 활용에 능숙한 인재 육성이 동시에 필요함.

- 스마트 팜 운영 기술 및 경영기술 부족은 컨설팅 업체를 양성하거나 겨울철 영농교육시 스마트 팜 관련 교육을 정례화해야 함.
- 스마트 팜을 도입·확대하기 위해서는 성과에 대한 확신성 필요함. 스마트 팜 도입에 의해 생산성 증가, 노동력 절감, 품질향상 등의 목적을 가지고 있으나, 이에 대한 확신성이 적은 편임.
- 이를 극복하기 위해서는 스마트 팜 선도농가의 경영성과 홍보가 필요하고, 광역단위의 테스트 베드를 설립·운영하여 실습 및 견학 등을 통해 기술을 사전에 습득할 수 있도록 할 필요가 있음.
- 스마트 팜 보급 시 시설형태, 작목(축종), 경영주 능력, 자본금 등을 **고려하여 맞춤형 스마트 팜 보급방안이 필요함**. 온실 형태(단동, 연동), 시설이 형태(비닐온실, 유리온실, 경질판 온실), 작목(시설원예, 축산, 노지, 과수), 규모(대규모, 중규모, 소규모)에 따라 필요 기기가 다르고, 농가가 필요한 기기를 설치하도록 유도, 경영주가 자기 토지인지, 경영주 연령은 어느정도인지, 임차지 계약이 10년 인지 등도 고려되어야 함.

3.2. 스마트 팜 기술개발 방향에 맞는 연구

- 국내 스마트 팜관련 기술 수준을 파악하고, 향후 기술개발 방향에 따른 기술개발 방향은 지속적인 R&D, 전문시공업체 육성 및 신속한 A/S, 기기의 표준화가 필요함.
- **농산업 ICT 관련 인프라 및 지속적인 R&D가 필요함**. ICT 선도 부처인 미래창조과학부, 산업통상자원부 등과 비교해볼 때 농산업 ICT 관련 R&D 투자액 및 예산은 부족한 것이 현실임. 지금까지의 농업 정책은 생산기반, 유통시설 확충 등 하드웨어 중심의 투·융자정책이 주를 이루었기 때문에 정

작 필요한 소프트웨어 투자기반은 매우 미흡함. 또한 도시에 비해 ICT 융합 및 활용을 위한 농어촌지역 통신 인프라도 제대로 구축되어 있지 못함. 이로 인해 외국의 높은 수준의 기술과 고가의 기자재를 도입했다 하더라도 제대로 활용하지 못하는 경우가 많음.

- **스마트 팜 전문 시공업체 육성 및 A/S 강화 필요함.** 우리나라의 스마트 팜 시공업업체 수는 다수 있지만 전문적으로 시공하는 업체가 그리 많지 않고, 아직 스마트 팜 보급이 초기 단계로 설치 수요자도 적은 편임. 이로 인해 시공업체의 기술 수준이 높지 못하고 성과도 적어 도산되는 업체가 많아 A/S가 잘 이루어지지 못한 실정임.
 - 따라서 전문 시공업체를 육성하여 규모화 되고 공급이 늘어나 공급단가를 낮출 수 있으며, 수요자인 농가도 낮은 가격으로 시공할 수 있어 초기 투자비를 절감할 수 있을 것임.
- **스마트 농업관련 기기가 표준화되어야 함.** 표준화 문제는 농업에 국한된 것은 아니지만 이용자의 편의를 위해서도 표준화는 반드시 이루어져야 함. 개별 기업이 자체 기술을 개발하여 표준화할 수 있는 노하우를 제공할 경우 제도적인 인센티브를 통해 기술개발을 촉진해 나가야 함. 그 동안 국내 스마트 농업관련 기기들은 부분 제품 위주로 공급되어 왔거나, 수요자가 주문한 후 제작하여 공급함으로서 시설·장비 간 호환성 부족으로 고비용·저효율성이 자주 발생되고 있음.
- **스마트 농업에서 중요한 기자재 산업육성이 필요함.** 우리 농업 부문에 잘 적용해 충분히 활용할 수 있는 관련 기자재가 마련되지 않은 상태에서 고가의 외국 기자재를 수입하는 방식으로 기자재를 조달해서는 농업부문 ICT 융·복합의 수익성을 담보하기 힘들다. 국내 기자재 산업의 발전을 통한 산업 생태계 조성이 무엇보다 중요하다.

3.3. 스마트 팜의 외연적 확대

- 스마트 팜은 자동으로 취득한 생육·환경정보를 스스로 학습·분석하여 최적화하는 인공지능(AI)형 제어시스템이 개발·보급되어 적용분야도 생산에서 유통, 소비, 농촌체험관광까지 확대되어야 함.
 - 농업무분의 ICT기술을 적용한 스마트 팜 농업은 아직 초기 단계로 현대화된 온실·축사 등 농업시설에 ICT를 접목하여 PC 또는 스마트 폰을 통해 작물과 가축의 생육환경을 적절하게 제어하는 정도에 머물러 있음.
- 스마트 팜은 노지 및 과수부문으로 외연적 확대가 필요함. 미국은 광범위하게 재배되는 노지작물에 대해서는 농기계와 농경지 이곳 저곳에 센서를 최대한 장착하고 이들이 수집하는 방대한 자료를 ‘빅 데이터’기법으로 분석, 해당 지역에 관수·관비, 병해충 예찰 및 방제, 작황 예측 등을 하고 있음. 이는 농가 개별적으로 시설을 설치하여 운영하기에는 경제적으로 그리고 기술적으로 어렵기 때문에 몬산토 회사의 자본과 기술이 투입되어 지역단위로 실시하고 있음.
- 민간 기업으로부터 인프라 구축 및 자본투자 유도. 스마트 팜 설치·운영하기 위해서는 인터넷 설치 인프라와 IoT¹, IoE²와 같은 기술개발 투자가 필요함.
 - 통신 대기업들도 그들이 지닌 통신과 ICT기술을 장점으로 살려서 스마트 농업을 추진중에 있음. 일례로 KT는 2010년에 농업과 의료분야의 KT스마트 팜 사업을 추진하고 있고, SKT는 농림축산식품부, 세종창조혁신센터와 협업을 통해 세종창조마을을 시범적으로 운영중에 있음.

1 사물 인터넷(Internet of Things)

2 모든 인터넷(Internet of Everything)

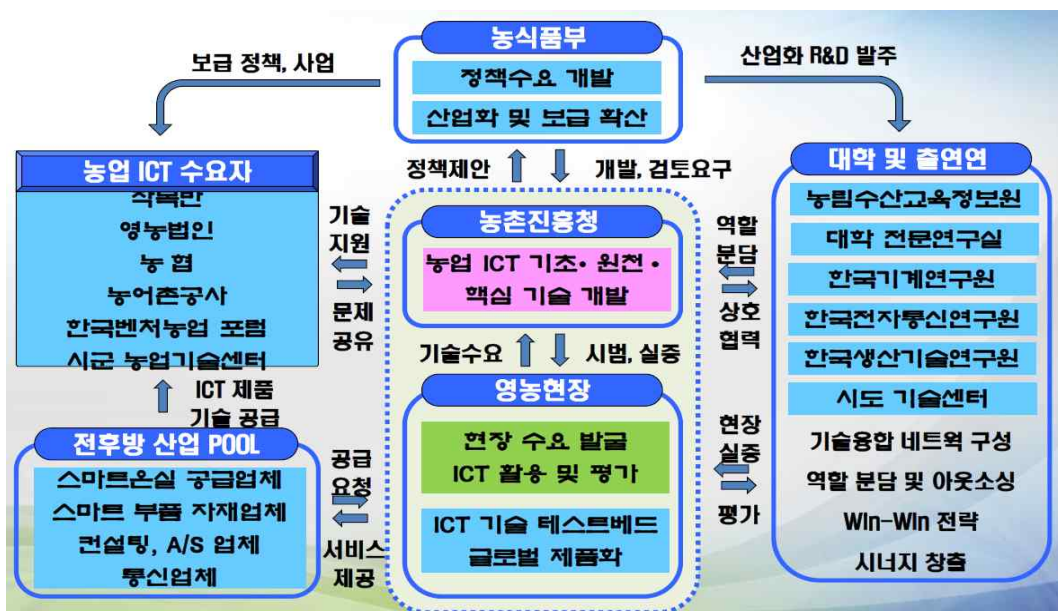
- **스마트 팜 기술 및 기기의 해외 수출로 외연적 확대가 필요함.** 스마트 팜에 대한 국내 기술은 네덜란드, 미국, 일본의 75% 수준으로 낮지만 중국에 비해 높은 편임. 최근 중국의 경우 대규모로 스마트 팜 시설을 보급하고 있어 우리 기술 및 자재가 수출될 수 있는 방안 필요함.

3.4. 스마트 팜 확산을 위한 거버넌스 체계 구축

- **스마트 팜 관련 주체간 협력이 필요함.** ‘기관별 협력’ 부문에서는 ‘기술 교류 및 협력 네트워크’ 구축과 ‘민간투자 유치 활성화’가 중요함. 스마트 팜 특성 상 농림축산식품부 뿐만 아니라 산업자원부, 환경부, 과학기술부 등 다양한 정부 부처와 농촌진흥청, 대학 및 출연연 등 다양한 유관기관의 협력과 지원이 필요함.
- **부처간 역할 분담.** 농림축산식품부에서는 ‘농림식품과학기술육성증장계획’을 중심으로 농림축산식품산업과 ICT융복합 기술을 융합하여 경쟁력 강화 및 고부가가치 첨단 산업화의 기반을 마련, 지식경제부 및 산업통상부에서는 농식품 생산·유통·소비단계의 IT융합을 통해 우리가족 안전·안심 먹을거리 환경을 구축하고 농식품산업의 경쟁력 제고 추진, 미래창조과학부에서는 창조 비타민 프로젝트를 통해 생산정밀화, 유통지능화, 소비안전화 등 전반에 걸친 첨단산업화·기업화·대형화를 지원하고 새로운 비즈니스 모델 확산 등의 정책을 수립·추진
- **스마트 팜의 커트론타워 및 스마트 팜 워크 그룹 지속적으로 운영 필요.** 스마트 팜의 특성 상 정책, 경제, 경영, 재배(사육)기술, 농학 및 첨단기자재 등 다종·다양한 분야 전문가의 협업이 필수불가결함. 따라서 이를 통합 관리하고 기획할 수 있는 헤드쿼터(HQ) 컨트롤 타워가 설치되어야 하며 각 분야 전문가가 참여하는 위원회 구성이 필요할 것으로 판단됨. 즉, 기존에

농림축산식품부에서 운영하던 ‘스마트 팜 위킹그룹’을 범 조직, 범 부처로 확대하여 운영하는 것이 필요할 것으로 사료됨. 이를 통해 우선순위가 상이한 전략기준 등의 조정과 전체 로드맵 작성 및 체계적 실천과 지원이 필요함.

그림 6-2. 스마트 팜 확산을 위한 거버넌스체계 구축



자료: 김상철, 2016. 스마트 팜 농업생산시스템 발표자료

- 농림축산식품부는 정책수요 개발과 스마트 팜의 산업화 방향을 설정하고 보급확산을 위한 정책을 계획하고 수립해야 함.
- 농촌진흥청은 ICT 기반 원천 기술개발과 중장기 기술개발 로드맵을 작성하여 실천하도록 하며, 기 보급된 현장 애로사항을 해결하는 방안을 모색하고, 현장 수요를 반영하여 ICT 관련 테스트 베드를 설치 운영할 필요가 있음.
- ICT 수요자인 농가, 법인은 영농활동에 이용되었을 때 효과를 배가 시킬 수 있는 기술을 요구하여야 하며, 기술적 결함, 운영상 문제점을 보고하여 개선

할 수 있도록 해야 함.

- 대학 및 출연연은 중장기 스마트 팜 보급 확대 시 농가의 경영성과와 정부의 재정지출 효과와 스마트 팜의 외연적 확대 방안 등을 모색해야 함.

참 고 문 헌

- 김상태 등. 2012. 「농수축산 IT 융복합모델화사업 성과분석」. 농림수산식품부.
- 김연중 등. 2013. 「스마트 농업의 현황과 발전방향」. 한국농촌경제연구원.
- 김연중 · 김종진 · 한혜성. 2013. 「인공광형 식물공장 경영 모델 연구」. 한국농촌경제연구원
- 김연중 · 한혜성 · 김배성. 2015. “AHP기법을 이용한 농업관측사업 중장기 발전방향 탐색”.
한국산학기술학회논문지, 제5권, 제6호.
- 김창길 · 문동현. 2013. “농업 · 농촌 녹색성장 정책수단의 우선순위 결정”, 농촌경제, 제33권
제5호: pp 45~64. 한국농촌경제연구원.
- 농림수산식품부. 2015. 농식품부 농업경영체 등록 농업시설현황 실태조사 자료.
- 농림수산식품부. 2016. 박근혜정부 농정 중간보고서
- 농림축산식품부 내부자료. 2016. 농업과 ICT 융합 한국형 스마트 팜 확산 자료
- 농림축산식품부. 2016. 주요 기업별 스마트 팜 추진현황 조사결과
- 농림축산식품부. EPIS. 농림수산식품교육문화정보원. 2015. 농식품 ICT 융복합 우수사례집
- 농촌진흥청. 2016. 온실유형 조사결과 보고서
- 도농업기술원. 2015. 권역별 현장지원센터 관리농가 현황자료
- 서울대학교. 2015. 세종 창조마을 ICT 스마트 팜 시범사업 성과분석
- 서종성 등. 2008. “센서 네트워크를 활용한 유비쿼터스 온실관리시스템 구현.” 「한국인터넷정보학회」 제9권 제3호.
- 유남현 등. 2009. “유비쿼터스 센서 네트워크를 이용한 농산물 재배관리 및 이력추적 시스템의 설계 및 구현.” 「정보과학회 논문지: 컴퓨팅의 실제와 레터」 제15권 제9호.
- 유찬주 · 이영만. 2008. “농업정보화에 대한 농업인의 수용태도 분석.” 「농업생명과학연구」 vol 41, no 4.
- 정용균 등. 2009. 「농어업경영체 정보화 사업 강화를 위한 ISP 수립」. 한국농림수산정보센터.

정책연구 P000
스마트 팜 운영실태 분석 및 발전방향 연구

등 록 제6-0007호(1979. 5. 25)
인 쇄 2016. 12.
발 행 2016. 12.
발행인 김창길
발행처 한국농촌경제연구원
58217 전라남도 나주시 빛가람로 601
061-820-2000 <http://www.krei.re.kr>
인 쇄 (주)_____ E-mail: cree1775@hanmail.net
02-2273-1775

ISBN

- 이 책에 실린 내용은 출처를 명시하면 자유롭게 인용할 수 있습니다.
무단 전재하거나 복사하면 법에 저촉됩니다.
- 이 연구는 본연구원의 공식견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.