

어젠다코드	6 - 1 - 2		구분	완결	
기술분야코드	V2	기술유형코드	M03	작목구분코드	MI-01-MI11
과제종류	농업공동연구		과제번호	LP004458	
과제명	스마트온실 유형별 종합 성과 분석 및 핵심기기 국산화율 조사				
과제책임자	성명		직급	소속기관 및 부서	
	조완현		교수	전남대학교 통계학과	
연구기간	2020. 7. ~ 2021. 6.		참여연구기관	충남도원 등 6개 기관	
세부과제명			부서	세부책임자	연구기간
2) 강원권 품목별·유형별 경제성 분석 및 핵심기기 설치 현황 조사			작물연구과	노희선	'20. 7.~'21. 6.
색인용어	파프리카, 생산성 향상, 모델링				

## ABSTRACT

The domestic market size of smart farms is expected to grow every year to 6 trillion won in 2022, but efforts are urgently needed to replace them with domestic products as they often rely on imports of key parts and equipment such as growth and biometric sensors and complex environment control devices. To this end, based on the survey on the status information by smart greenhouse type of smart farm in Gangwon-do, the management performance of the introduction of smart greenhouse, the supply status of key smart greenhouse devices (H/W), and best localization cases were analyzed. According to a survey on the general status of 60 greenhouses in Gangwon-do (paprika 35, tomato 25), smart greenhouses were introduced and cultivated by 46% of 3,300m<sup>2</sup> or more, environmental control equipment accounted for 55% of domestic products and 45% of foreign products. Vinyl greenhouses accounted for 96.6% of the total and glass greenhouses for 3.4%. By crop, paprika cultivation facilities and farmers' management skills were higher than tomatoes. 73 items of greenhouse environmental management facilities were investigated, and it was thought necessary to increase the installation rate of CO<sub>2</sub> sensors, CO<sub>2</sub> suppliers, fog systems, pumping supplies, and medium moisture content measurement sensors, which had low installation rates. As a result of analyzing the management performance after the introduction of smart greenhouses, the total income of the surveyed farmers was 1.30 times higher, income was 1.93 times, and net income was 1.67 times higher than that of non-introduced farmers. As a result of the smart greenhouse satisfaction survey, satisfaction with introduction was 75%, innovation ability improvement 82%, upgrade intention 85%, and peripheral recommendation intention 82%, and happiness after the introduction of smart farms was 68.3%. Factors affecting the overall happiness of farmers who introduced smart farms were analyzed as increased productivity. The 5 best localized farms for smart greenhouse core devices were selected to analyze management performance and factors that farmers were satisfied with.

## 1

## 연구목표

스마트팜 국내 시장규모는 2017년 4조 4493억에서 매년 5% 성장해 2022년에는 6조원으로 성장을 예상하였으며(김지은 등, 2019), 시설원에 농가의 스마트팜 도입에 따른 소득 향상 효과가 높게 나타났다(이승현 등, 2018). 하지만, 스마트팜에는 많은 ICT 가자재가 필요한데(한철우 등, 2019) 반하여, 생육·생체 측정 센서류, 복합환경제어기기 등 핵심 부품·기자재의 수입에 의존하는 등 스마트팜 기자재의 평균 외산 비율 37% 수준이며, 대부분의 농업·ICT 융합 기술 개발이 단발성 프로젝트로 진행되어 ICT 융합부품(센서, 제어기, 통신장치 등)의 상호 호환성이 미흡한 수준으로 주요센서 등 기반 기자재 분야는 해외기업이 국내시장을 장악하여 2세대, 3세대 스마트팜 핵심분야에서도 외국산의 시장 점유율은 점차 증가할 것으로 예측되고 있으며, 스마트온실 경영체의 복합환경제어시스템 제품별 사용비율을 보면, 마그마(32%)와 프리마(15%)의 사용비중이 가장 높은 것으로 나타나 이에 대한 대응책 마련이 시급하다. 이를 위하여 강원도내 스마트팜 핵심기기의 국산화율을 파악하고, 이를 향상시키기 위하여 스마트온실 유형별 현황정보 조사를 토대로 현황을 파악하고, 이를 기반으로 스마트온실 도입 전후 경영성과 분석 및 스마트온실 핵심기기(H/W) 보급현황 및 국산화 우수사례를 분석하고자 한다.

## 2

## 재료 및 방법

### <제2세부과제: 강원권 품목별·유형별 경제성 분석 및 핵심기기 설치 현황조사>

#### (시험 1) 스마트온실 현황 조사 및 유형분류

본 연구는 강원도내 스마트온실 60농가를 대상으로 스마트팜 도입년도, 작물명, 재배면적, 환경제어시스템, 국내스마트온실 핵심기기 보급현황 및 국산화율 등 일반현황을 조사하여 파프리카, 토마토 등 품목별과 스마트온실 면적별로 자료를 분석하였다. 또한, 온실종류, 유형, 설치방향, 하우스구조(동고, 측고, 길이, 폭), 피복필름종류(1-3중), 보온방법, 차광방법, 난방방법, 환기, 관수방법, CO<sub>2</sub>시비 시설 여부 및 시비 방법 등 스마트온실 시설현황 자료를 조사하여 유리온실, 비닐온실, 단동형, 연동형 등으로 분류하여 스마트온실 유형별로 자료를 분석하였다. 마지막으로 천창, 측창, 천정보온스크린, 측면보온스크린, 차광스크린, 관수관비장치, CO<sub>2</sub> 공급, 광량제어, 훈증기, 유동팬, 두상살수장치, 난방기, 양액기, 농약살포기 등 설치 유무 및 제어방법 등 스마트온실 환경관리시설 제어현황 자료 수집하여 환경제어 수준별로 타이머제어 1세대, 단순제어 1.5세대, 복합환경제어 2세대로 나누어 분류하여 데이터를 분석하였다. 또한, 스마트온실 핵심기기(필수장비) 우선순위를 교수, 연구원, 경영체를 대상으로 총 41명을 대상으로 설문조사하였다. 조사방법은 문헌조사, 농가 직접 방문조사 및 시군센터 현황자료 협조를 받았다. 분석시 Excell 프로그램을 활용하여 자료 정리 및 데이터베이스화 하였다.

#### (시험 2) 스마트온실 도입 후 경영성과 분석

시험 1에서 유형별로 분류한 농가별 생산량, 경영비, 소득 등을 조사 분석하여 스마트온실 도입 후 경영성과를 분석하였다. 연구품목은 파프리카, 토마토로 조사지역 강원도 60호 로 경영성과 분석을

위하여 스마트온실 비도입 농가도 조사하였다. 분석방법은 스마트온실 도입농가와 비도입 농가 비교 분석으로 생산량, 경영비, 소득(총수입, 유동비용 등) 등 경영성과를 비교 분석하였다.

### (시험 3) 스마트온실 만족도 조사

스마트팜 도입 전·후 만족도는 9점 척도로 실시하였다. 0점은 매우 불만족, 3점은 만족, 5점은 보통, 7점은 만족, 9점은 매우 만족하는 것으로 계산하였다. 조사방법은 농가별로 설문지를 작성하여 면접 조사하였다. 설문지는 소득, 생산성, 생산비 절감, 시설 관리·유지, 유통 분야로 나누어 작성하였다.

### (시험 4) 스마트온실 핵심기기(H/W) 국산화 우수 사례분석

시험2, 3 연구결과에서 스마트 온실 핵심기기 국산화 우수 농가 5호를 선정하여 설문지를 활용한 면접조사로 스마트온실 핵심기기 국산화율 및 우수 활용사례를 수집하였다.

## 3 결과 및 고찰

### <제2세부과제: 강원권 품목별·유형별 경제성 분석 및 핵심기기 설치 현황조사>

#### (시험 1) 스마트온실 현황 조사 및 유형분류

본 연구는 강원도내 온실 60개 농가(파프리카 35, 토마토 25)를 조사한 결과를 분석하였다. 평균 연령 52세, 영농경력 19.3년, 재배면적은 2.3ha, 해당작물의 재배 경력은 13.5년, 스마트 온실 재배 경력은 1.9년, 스마트온실 재배 면적은 3.1ha로 나타났다(표 1).

표 1. 강원도 온실 조사농가 일반현황

작물명	빈도 (호)	연령 (세)	영농경력 (년)	재배면적 (ha)	해당작물 재배경력(년)	해당작물 재배면적(ha)	스마트온실 경력(년)	스마트온실 재배면적(ha)
토마토	25	53.6	18.8	1.3	16.0	0.570	1.8	2.3
파프리카	35	50.8	19.6	2.9	11.6	0.949	2.0	3.4
전체 평균	60	52.0	19.3	2.3	13.5	0.795	1.9	3.1

전체 60농가 중 34농가인 약 56%농가가 스마트온실을 도입하였고, 도입시 재배면적은 3,300㎡ 이상 6,600㎡ 미만인 전체의 46%를 차지하여 가장 많았고, 다음은 9,900㎡ 이상이 전체의 32%를 차지하여 두 번째로 많은 분포를 보였다(표 2).

표 2. 면적별 스마트 온실 농가 현황

구분	3,300㎡미만	3,300㎡이상 6,600㎡미만	6,600㎡이상 9,900㎡미만	9,900㎡이상	합계
도입	4	12	7	11	34
비도입	5	16	2	3	26
총합계	9	28	9	14	60

스마트팜 도입 40농가 중 환경제어시스템별로 분석해보면 국산 22농가로 55%, 외국산 18농가로 45%가 도입하였다. 작목별로 보면 파프리카의 경우 전체 35농가 중 국산 11농가로 약 38%, 외국산 15농가로 약 42%로 외국산 비중 높았다. 환경제어시스템 중에서는 국산은 마그마 11농가로 31%, 외국산은 프리바가 10농가로 28%로 가장 많았다. 토마토의 경우 전체 25농가 중 국산 11농가로 약 44%, 외국산 3농가로 약 12% 국산 비중이 높았으며, 국산 환경제어 시스템 중에서는 마그마가 6농가로 약 24%로 가장 많았다(표 3).

표 3. 작목별 환경제어시스템별 농가수

구분	국산			외산				도입	비도입	계
	KT	마그마	반딧불이	네타핌	프리바	호겐도른	홀티맥스			
파프리카	-	11	0		10	2	2	26	9	35
토마토	1	6	4		2	-	1	14	11	25
강원전체	1	17	4		12	2	3	40	20	60

강원지역내 조사농가 중 비닐온실은 전체의 96.6%, 유리온실은 3.4%를 차지하고 있다. 결과적으로 대부분이 비닐온실로 나타났다(표 4).

표 4. 작목별 온실 유형 및 면적규모별 농가수

작목	규모형태	3,300㎡미만	3,300㎡이상 6,600㎡미만	6,600㎡이상 9,900㎡미만	9,900㎡이상	총합계
		파프리카	비닐 3	17	4	
	유리 -	-	1	1	2	
토마토	비닐 6	11	4	4	25	
	유리 -	-	-	-	-	
총합계		9	28	9	14	60

국산장비 마그마가 17농가, 외산장비는 프리바가 12농가로 가장 많았으며, 전체적으로 3,300㎡이상 6,600㎡미만 면적에서는 국산장비 도입률이 높았고, 9,900㎡이상 에서는 외산장비 도입이 많았다(표 5).

표 5. 면적에 따른 조사 농가 중 환경제어회사 도입현황

면적구분	국산			외산				총합계
	KT	마그마	반딧불이	네타핌	프리바	호겐도른	홀티맥스	
3,300㎡미만	1	2			1			4
3,300㎡이상 6,600㎡미만		9			5		1	15
6,600㎡이상 9,900㎡미만		4	3			1	1	9
9,900㎡이상		2	1		6	1	1	12
총합계	1	17	4		12	2	3	40

대부분 연동농가로 3,300㎡이상 6,600㎡미만이 43%로 가장 많았다(표 6).

표 6. 작목별 온실 종류 및 면적규모별 조사농가 수

작목	규모형태	3,300㎡미만	3,300㎡이상 6,600㎡미만	6,600㎡이상 9,900㎡미만	9,900㎡이상	총합계
파프리카	단동	-	-	-	-	-
	연동	3	17	5	10	35
토마토	단동	1	2	-	-	3
	연동	5	9	4	4	22
총합계		9	28	9	14	60

스마트팜의 세대별 구분은 ‘스마트팜다부처 패키지 개발’ 보고서(이상엽 등, 2019.)에서 표 7.과 같이 구분한 것을 참고하여 도내 스마트팜 농가의 세대를 구분하여 보았다. 현재 도내 선도농가들은 2세대 목표로 생육정보를 활용한 생산성 향상 모델에 기반한 정밀생육관리를 하고자 노력하고 있으나, 아직 완벽한 2세대는 아니고 현재 1세대에서 2세대로 진화중으로 1.5세대로 표현하였다.

표 7. 스마트팜의 세대별 구분

구분	1세대	2세대	3세대
목표실현시기	현재	2025년	2030년
목표효과	편의성 향상 ‘좀 더 편하게’	생산성 향상 ‘덜 투입, 더 많이’	지속가능성 향상 ‘누구나 고생산·고품질’
주요기능	원격 시설제어	정밀 생육관리	전주기 지능·자동관리
핵심정보	환경정보	환경정보, 생육정보	환경정보, 생육정보, 생산정보
핵심기술	통신기술	통신기술, 빅데이터/AI	통신기술, 빅데이터/AI, 로봇
의사결정/제어	사람	사람/컴퓨터	컴퓨터
대표 예시	스마트폰 온실제어 시스템	데이터 기반 생육관리 소프트웨어	지능형 로봇농장

(출처: ‘스마트팜다부처 패키지 혁신기술개발’ 예비타당성조사 보고서, p71. 2019.)

강원도 내 스마트 온실 세대별 현황은 0세대와 1세대가 각각 21농가(35%)로 가장 많았고, 1.5세대는 18농가(30%)를 차지하였다. 파프리카에서는 1.5세대가 14농가로 전체의 약 39%로 가장 높았고, 토마토의 경우에는 미도입 농가가 11농가로 45% 가장 높았고, 1세대 도입농가가 9농가(38%) 순이었다. 대체적으로 조사농가 중 파프리카가 비교적 고도화된 시설이 많았다(표 8).

표 8. 강원지역 세대별 조사 농가 수

구분	강원전체		파프리카		토마토	
	농가 수(N)	비율(%)	농가 수(N)	비율(%)	농가 수(N)	비율(%)
0세대	21	35.0%	10	27.8%	11	45.8%
1세대	21	35.0%	12	33.3%	9	37.5%
1.5세대	18	30.0%	14	38.9%	4	16.7%
총합계	60	100%	36	100%	24	100%

지역에 따른 세대별 온실 분포현황 분석 결과 철원군이 조사농가가 총 30농가로 가장 많았고, 미도입 12, 1세대 11, 1.5세대 7농가, 평창군은 총 14농가 중 미도입 3, 1세대 4, 1.5세대 7농가 이었다. 인제, 평창, 철원군 농가의 1.5세대 농가가 많았다(그림 1).

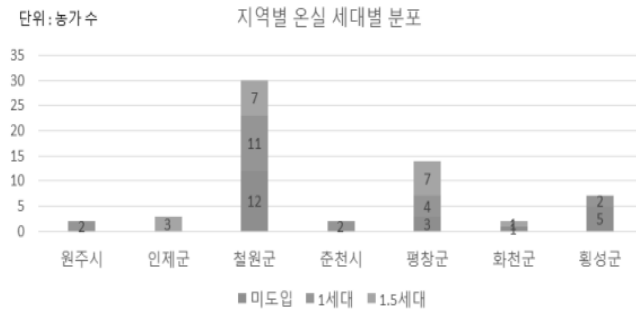


그림 1. 지역별 스마트 온실 세대별 농가 분포 현황

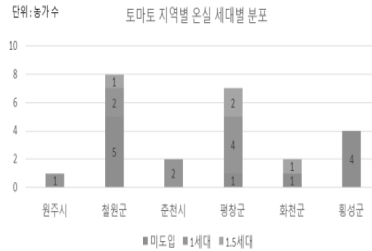


그림 2. 파프리카, 토마토 지역별 스마트 온실 세대별 농가 분포 현황

파프리카는 스마트온실이 철원군이 많았으며, 총 22농가 중 미도입 7, 1세대 9, 1.5세대 6농가로 나타났다. 토마토도 철원군이 많았으며, 총 8농가 중 미도입 5, 1세대 2, 1.5세대 1농가로 나타났다. 작목별로 보았을 때 대체적으로 파프리카의 경우 환경제어 시설 및 운영능력이 토마토 보다 더 좋은 것으로 나타났다(그림 2).

온실 환경관리시설 조사는 복합환경제어 프로그램 4항목, 지상부 22항목, 근권부 9항목, 내부환경 측정장치 9항목, 양액환경 측정장치 5항목, 외부환경 측정장치 9항목, 작물생육 측정장치 6항목, 온실 작업관리 5항목, 기타장비 3항목으로 총 73항목을 조사하여 스마트팜 세대별로 분석하였다(표 9).

표 9. 세대별 온실 환경관리시설 조사 항목 및 설치 현황

(단위: %)

구분 항목	조사 항목	비도입 (n=20)	도입		구분 항목	조사 항목	비도입 (n=20)	도입	
			1세대 (n=21)	1.5세대 (n=19)				1세대 (n=21)	1.5세대 (n=19)
복합환경 제어 프로그램	PC	30	81	95	내부환경 측정장치	온도센서	85	95	100
	정보시스템	20	81	84		습도센서	75	90	100
	UPS	0	38	53		CO <sub>2</sub>	10	24	47
	무선라이터	0	24	0		광량센서	70	81	100
내부환경 측정장치 (지상부)	내부환경제어	30	62	68	조도센서	0	0	0	
	일중천창	90	76	89	토양센서	0	10	0	
	이중천창	15	33	32	지온센서	15	5	0	
	삼중천창	0	5	5	천장개도센서	0	0	0	
	측창	90	81	79	양액기콘트롤러	35	67	100	
	천창보온스크린	45	90	100	유량계	0	0	0	
	측면보온스크린	45	76	100	EC센서	65	90	100	
	차광스크린	45	76	95	pH센서	65	86	100	
	공조기	0	0	0	수온센서	20	33	32	
	냉방기	0	5	0	배지중량측정기	5	5	16	
내부환경 측정장치 (지상부)	난방기	65	81	89	온도센서	30	76	89	
	휀코일	10	0	0	습도센서	15	38	37	
	순환펌프	0	0	0	일사센서	30	71	95	
	난방수	0	0	0	광량센서	25	57	68	
	하부덕트	0	0	0	장파복사센서	0	5	5	
	팬애편드	0	0	0	풍향센서	20	67	95	
	CO <sub>2</sub> 공급기	0	14	47	풍속센서	20	57	89	
	배기팬	10	10	21	감우센서	25	52	89	
	유동팬	70	48	58	우적센서	35	57	68	
	보광등	0	5	0	엽온센서	0	0	0	
내부환경 측정장치 (근권부)	훈증기	0	0	0	광합성측정장치	0	0	0	
	포그시스템	5	5	37	탐침센서	0	0	0	
	두상살수장치	0	0	5	작물온도센서	0	0	0	
	관수/관비 시스템	55	76	100	열화상카메라	0	0	0	
	거터	0	10	26	영상촬영장비	0	0	0	
	원수펌프	20	24	26	지붕청소장비	0	0	0	
	관수모터	20	33	16	적엽로봇	0	0	0	
	액비솔밸브	0	0	0	수확로봇	0	0	0	
	산소공급기	0	0	0	무인방제기	10	24	16	
	배액회수장치	0	0	0	작업관리장비	0	0	0	
기타장비	배액살균장치	0	0	0	아크감지센서	0	0	0	
		0	0	0	화재센서	0	0	0	
					CCTV	50	62	89	

스마트온실 핵심기기(필수장비) 우선순위를 교수, 연구원, 경영체를 대상으로 설문조사 결과 스마트온실 핵심기기(필수장비) 우선순위는 내부환경 측정장치, 내부환경 관리시설(지상부, 근권부), 양액환경 측정장치 순이었다(표 10). 핵심기기 우선순위가 높았던 항목중에 설치율이 낮은 기기인 CO<sub>2</sub>센서, CO<sub>2</sub>공급기, 포그시스템, 양액공급기, 배지함수율측정센서의 설치율을 높이는 노력이 필요하다고 생각되었다.

표 10. 스마트온실 핵심기기(필수장비) 우선순위 설문조사 (단위: 점)

순위	스마트온실 핵심기기	교수 (n=4)	연구원 (n=7)	경영체 (n=30)	총합계 (n=41)
1	내부환경 측정장치	29	49	194	272
2	내부환경 관리시설(지상부)	29	43	187	259
3	내부환경 관리시설(근권부)	23	40	182	245
4	양액환경 측정장치	23	30	169	222
5	작물생육 측정장치	15	28	119	162
6	외부환경 측정장치	10	31	107	148
7	온실 작업관리	11	21	89	121
8	기타 장비	4	10	33	47

\* 1순위 8점 ~ 8순위 1점

### (시험 2) 스마트온실 도입 후 경영성과 분석

시험 1에서 유형별로 분류한 농가별 생산량, 경영비, 소득 등을 조사 분석하여 스마트온실 도입 후 경영성과를 분석하였다.

스마트온실 비도입·도입 경영체 경영성과 비교를 강원도 전체 스마트온실 도입 경영체의 총수입은 비도입 경영체 대비 1.30배, 경영비를 제외한 소득은 1.93배, 생산비를 제외한 순수익은 1.67배로 높았다(표 11.). 파프리카 스마트온실 도입경영체의 경우 총수입 1.65배, 소득 4.31배, 순수익 8.60로 높았다(표 12.). 토마토 스마트온실 도입경영체의 경우 총수입 1.20배, 소득 1.41배, 순수익 1.49배로 높았다(표 13.). 2018년 스마트팜 수출파프리카 4농가의 스마트팜 도입 후 소득률이 12.8% 증가하였던(이승현, 2018) 결과와 같이 스마트 온실도입 후 가격이 좋은 생산시기에 맞춰 순차적으로 생산량을 조절하는 등 계획생산이 가능한 것이다. 앞으로도 스마트온실 환경제어 기술의 발전과 유통정보를 결합한 농가 의사결정을 통해 더 많은 소득을 예상할 수 있을 것이다.

표 11. 전체 스마트 온실 환경제어기 도입 별 경영성과 비교 (단위: 10a, kg, 원)

구분	비도입(A) (n=6)	도입(B) (n=25)	비교(B/A)
수량	12,161	15,602	1.28
kg당 가격	2,516	2,546	1.01

구분	비도입(A) (n=6)	도입(B) (n=25)	비교(B/A)
총 수입	30,590,996	39,713,618	1.30
일반유동비 (종묘,비료,농약등)	5,770,005	7,194,883	1.08
감가상각비	4,592,004	4,894,403	1.07
기타비용	3,959,354	5,040,372	1.27
노력비	5,973,659	6,051,240	1.01
경영비	20,295,022	23,180,896	1.14
자가노동비	831,783	1,295,202	1.56
유동자본용역비	361,169	420,589	1.16
고정자본용역비	1,059,131	1,468,321	1.39
토지자본용역비	122,362	104,939	0.86
생산비	22,669,467	26,469,947	1.17
소득	10,295,974	16,532,722	1.93
순수익	7,921,529	13,243,672	1.67
kg당 노력비	491	388	0.79
kg당 경영비	1,669	1,486	0.89

표 12. 파프리카 스마트 온실 환경제어기 도입 별 경영성과 비교 (단위: 10a, kg, 원)

구분	비도입(A) (n=3)	도입(B) (n=15)	비교(B/A)
수량(kg)	8,186	14,190	1.73
kg당 가격	3,361	3,195	0.95
총 수입	27,508,923	45,338,604	1.65
일반유동비 (종묘,비료,농약등)	6,845,734	10,376,840	1.52
감가상각비	6,369,395	6,595,846	1.04
기타비용	3,749,853	4,845,480	1.29
노력비	6,510,112	6,139,966	0.94
경영비	23,475,093	27,958,132	1.19
자가노동비	679,406	1,389,855	2.05
유동자본용역비	393,431	491,333	1.25
고정자본용역비	1,273,879	1,978,754	1.55
토지자본용역비	127,970	113,773	0.88
생산비	25,949,780	31,931,846	1.23
소득	4,033,830	17,380,472	4.31
순수익	1,559,143	13,406,758	8.60
kg당 노력비	795	433	0.54
kg당 경영비	2,868	1,970	0.69

표 13. 토마토 스마트 온실 환경제어기 도입 별 경영성과 비교

(단위: 10a, kg, 원)

구분	비도입(A) (n=3)	도입(B) (n=10)	비교(B/A)
수량(kg)	16,136	17,013	1.05
kg당 가격	1,670	1,896	1.14
총 수입	26,947,053	32,256,327	1.20
일반유동비 (종묘, 비료, 농약등)	4,694,276	4,012,925	1.20
감가상각비	2,814,613	3,192,959	1.13
기타비용	4,168,855	5,235,263	1.26
노력비	5,437,205	5,962,513	1.10
경영비	17,114,949	18,403,660	1.08
자가노동비	984,160	1,200,549	1.22
유동자본용역비	328,908	349,846	1.22
고정자본용역비	844,384	957,888	0.66
토지자본용역비	116,753	96,104	0.82
생산비	19,389,154	21,008,047	1.08
소득	9,832,104	13,852,667	1.41
순수익	7,557,899	11,248,280	1.49
kg당 노력비	337	350	1.04
kg당 경영비	1,061	1,082	0.85

(시험 3) 스마트온실 만족도 조사

스마트온실 도입 41농가를 대상으로 스마트온실 만족도 조사를 실시하였다. 만족도는 9점 척도로 0점은 매우 불만족, 3점은 만족, 5점은 보통, 7점은 만족, 9점은 매우 만족하는 것으로 계산하였다.

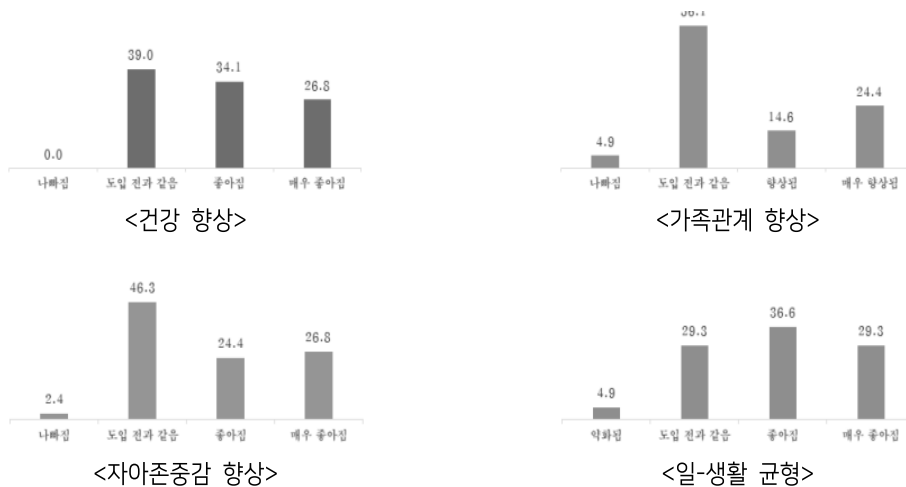


그림 3. 스마트온실 도입농가 생활만족도 (단위: %, n=41)

도입농가의 생활만족도는 건강 60%, 자아존중감 51%, 일-생활 균형 65.9% 향상된 것으로 나타났다(그림 3).

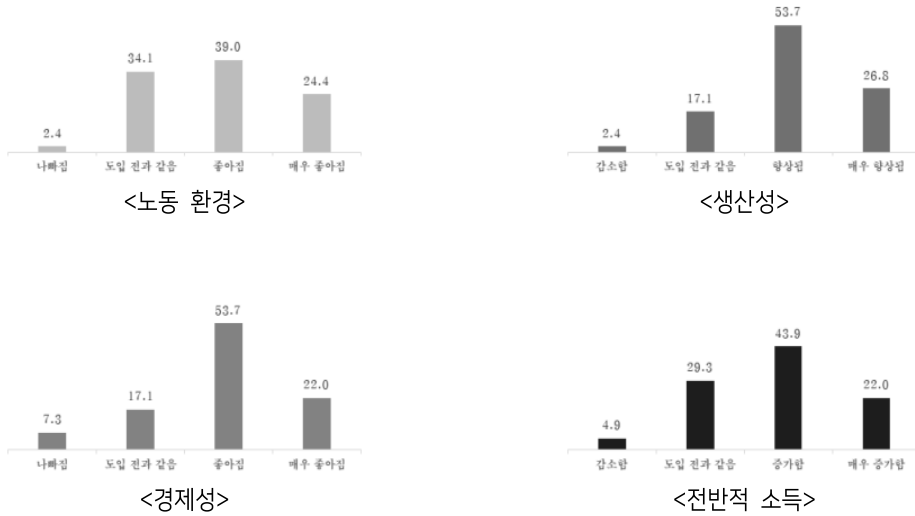


그림 4. 스마트온실 도입농가 경영성과 만족도 (단위: %, n=41)

경영성과 만족도는 노동 63%, 생산성 80%, 경제성 75%, 소득 66% 향상된 것으로 조사되었다(그림 4).

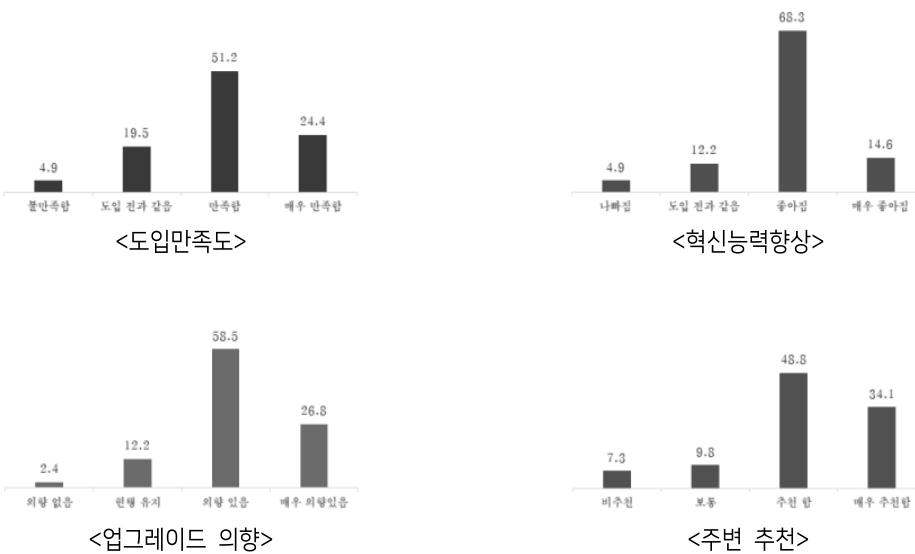


그림 5. 스마트온실 도입농가 도입관련 만족도(단위: %, n=41)

도입관련 만족도는 도입만족도 75%, 혁신능력향상 82%, 업그레이드 의향 85%, 주변추천 의향 82%로 높았다(그림 5).

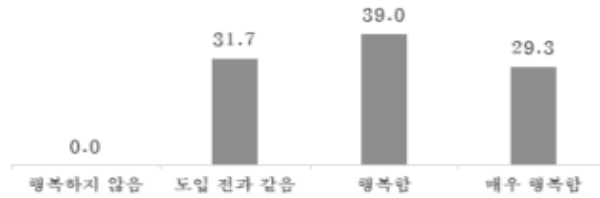


그림 6. 스마트팜 도입농가의 도입 후 행복도

스마트팜 도입농가의 도입 후 행복도는 68.3%로 높게 나타났다(그림 6).

표 14. 스마트팜 도입농가의 전반적 행복도에 미치는 요인분석 변수

구분	변수 수	변수명
농촌생활	5	건강, 가족관계, 자아존중감, 주거환경 등
대외활동	5	친교활동, 조직활동, 문화활동, 교육활동 등
경영성과	4	노동환경, 생산성, 경제성, 소득 향상
도입만족	4	기술만족도, 업그레이드, 주변추천 등

스마트팜 도입농가의 행복에 미치는 요인 분석으로 분석에 활용된 변수는 농촌생활, 대외활동, 경영성과, 도입만족과 관련된 18개 변수였다(표 14).

표 15. 스마트팜 도입농가의 전반적 행복도에 미치는 영향력

구분	건강 향상	개별 활동 자유도 증가	지역사회활동 증가	생산성 증가	주변 추천
표준화계수	0.34998	0.33442	0.25335	0.74501	0.55966

스마트팜 도입농가의 전반적 행복도에 미치는 요인은 생산성 증가, 주변 추천, 건강 향상, 개별활동 자유도 증가, 지역사회활동 증가 등의 순으로 분석되었다(표 15).

#### (시험 4) 스마트온실 핵심기기(H/W) 국산화 우수 사례분석

스마트 온실 핵심기기 국산화 우수농가 5호를 선정하여 경영성과 및 농가가 만족한 요인 등을 조사하여 우수 사례를 분석하였다(표 16).

표 16. 핵심기기 우수사례 대상 농가 현황

지역	농가	작목	도입년도	복합환경제어	면적(m)
철원	201	파프리카	2017	마그마	8,085
	204	파프리카	2015	마그마	3,300
평창	314	토마토	2017	반딧불이	8,250
	313	토마토	2017	반딧불이	6,930
화천	911	토마토	2016	마그마	3,300

스마트 온실 핵심기기 국산화 우수농가로 선정된 농가 정보는 표 17과 같았다.

표 17. 스마트온실 핵심기기 국산화 우수사례 농가정보

구분	내역	구분	내역
지역	강원 철원군 김화읍	시설면적(m <sup>2</sup> )	3,300
재배품목	파프리카	길이	15
재배방법	수경재배(2단)	온실크기 (m)	너비 7.2
시설형태	5연동	측고	4.5
스마트온실 설치년도	2015년	천고	7.5
스마트온실 설치유형	①A형(처음부터 도입) ②B형(기존온실에 시스템 도입)		

표 18. 스마트팜 도입장비 현황

구분	기기명	제조국(브랜드)	비고
복합환경제어프로그램 (컴퓨터/환경제어컨트롤러)	컴퓨터	대한민국 삼성	핵심기기
	정보시스템	대한민국 그린씨에스	핵심기기
내부환경관리시설(지상부)	무정전 전원장치	대한민국	
	내부환경제어기(제어함)	대한민국 우성하이텍	핵심기기
	일중천창(모터 등)	대한민국 엠파인	핵심기기
	이중천창(모터 등)	대한민국 엠파인	
	삼중천창(모터 등)		
	측창(모터 등)	대한민국 엠파인	
	천정보온스크린(모터, 스크린 등)	대한민국 우성하이텍	
	측면보온스크린(모터, 스크린 등)	대한민국 엠파인	
	차광스크린(모터, 스크린 등)	대한민국 엠파인	
	공조기		
	난방기	대한민국 청우	핵심기기
	팬코일		
	순환펌프		
CO <sub>2</sub> 공급기		핵심기기	
유동팬			
보광등			
포그시스템	대한민국		
내부환경관리시설(근권부)	관수/관비시스템	대한민국 한가람	핵심기기
	원수펌프	대한민국	
	관수모터	대한민국	
	액비 솔밸브	대한민국	

구 분	기기명	제조국(브랜드)	비고
내부환경 측정장치	온도센서	대한민국 그린씨에스	핵심기기
	습도센서	대한민국 그린씨에스	핵심기기
	CO <sub>2</sub> 센서	대한민국 그린씨에스	핵심기기
	광량센서	대한민국 그린씨에스	
	조도센서		
양액환경 측정장치	양액기 컨트롤러(통합제어)	대한민국 그린씨에스	핵심기기
	유량계(m <sup>3</sup> )		
	EC 센서	대한민국 그린씨에스	핵심기기
	pH 센서	대한민국 그린씨에스	핵심기기
	수온 센서		
	배지중량 측정기(함수량 측정장치 kg)	대한민국 그린씨에스	
외부환경 측정장치	온도 센서	대한민국 그린씨에스	핵심기기
	습도 센서		
	일사 센서	대한민국 그린씨에스	핵심기기
	광량 센서	대한민국	
	풍향 센서	대한민국 그린씨에스	핵심기기
	풍속 센서	대한민국 그린씨에스	핵심기기
	감우 센서	대한민국 그린씨에스	핵심기기
	우적 센서(강우 센서)		
작물생육 측정장치	탐침센서(Sap flow sensor)		
온실 작업관리	무인방제기		
기타장비	CCTV	대한민국	

표 19. 스마트온실, 국산핵심기기 도입동기 및 편리성

구분	스마트온실 도입 동기	국산 핵심기기 도입 동기	국산 핵심기기의 편리성
내역	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 정부 지원사업</li> <li>- 노동력 절감, 운영 간소화</li> <li>- 데이터 기반 농업에 대한 기대감</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 정부 지원사업</li> <li>- 외산과 비교하여 농가 운영</li> <li>- 외산 장비에 비해 저렴함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 사용자가 보기 편한 UI (User Interface)</li> <li>- 접근성 좋음</li> <li>- 유지비용 저렴</li> </ul>

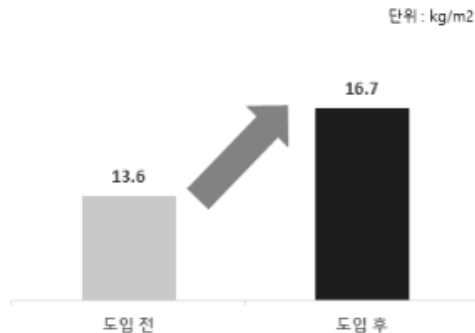


그림 7. 국산 핵심기기 도입 전후 단위면적당 생산량(kg/m<sup>2</sup>) 변화

국산 핵심기기 도입 전 생산량이 단위면적당 13.6kg에서 도입 후 단위면적당 16.7kg으로 도입 후 약 1.22배 생산성이 향상되었다(그림 7).

## 4 적 요

### 〈제2세부과제: 강원권 품목별·유형별 경제성 분석 및 핵심기기 설치 현황조사〉

#### (시험 1) 스마트온실 현황 조사 및 유형분류

- 가. 강원도 온실 60농가(파프리카 35, 토마토 25)의 일반현황을 조사한 결과 평균 연령 52세, 영농 경력 19.3년, 스마트 온실 재배경력 1.9년, 스마트온실 재배 면적은 3.1ha 이었다.
- 나. 전체 60농가 중 56%가 스마트온실을 도입하였고, 도입시 재배면적은 3,300㎡이상 6,600㎡ 미만인 46%, 9,900㎡ 이상이 32%로 많았다.
- 다. 환경제어장비는 국산이 55%, 외국산이 45%를 차지하며, 파프리카의 경우 국산이 38%, 외국산이 42%로 외국산이 높은 반면에, 토마토의 경우 국산이 44%, 외국산이 12%로 국산 비중이 높았다.
- 라. 강원지역내 조사농가 중 비닐온실은 전체의 96.6%, 유리온실은 3.4%를 차지하였다.
- 마. 3,300㎡이상 6,600㎡미만 면적에서는 국산장비 도입률이 높았고, 9,900㎡이상 에서는 외산장비 도입이 많았다.
- 바. 파프리카는 1.5세대가 전체의 39%로 가장 높았고, 토마토의 경우에는 미도입 농가가 45% 가장 높았다.
- 사. 지역에 따른 세대별 온실 분포현황 분석 결과 철원군이 조사농가가 총 30농가로 가장 많았고, 미도입 12, 1세대 11, 1.5세대 7농가가 분포하였다.
- 아. 온실 환경관리시설 조사는 복합환경제어 프로그램 등 9개 분야 총 73항목을 조사하였으며, 핵심기기 우선순위가 높았던 항목 중에 설치율이 낮았던 CO<sub>2</sub>센서, CO<sub>2</sub>공급기, 포그시스템, 양액 공급기, 배지 함수율 측정센서의 설치율을 높이는 것이 필요하다고 생각되었다.

#### (시험 2) 스마트온실 도입 후 경영성과 분석

- 가. 농가별 생산량, 경영비, 소득 등을 조사하여 스마트온실 도입 후 경영성과를 분석하였다.
- 나. 강원도 스마트온실 도입농가의 총수입은 비도입 농가 대비 1.30배, 소득은 1.93배, 순수익은 1.67배로 높았다.
- 다. 파프리카 스마트온실 도입농가는 비도입 농가 대비 총수입 1.65배, 소득 4.31배, 순수익 8.60로 높았다.
- 라. 토마토 스마트온실 도입농가는 비도입 농가 대비 총수입 1.20배, 소득 1.41배, 순수익 1.49배로 높았다.

### (시험 3) 스마트온실 만족도 조사

- 가. 스마트온실 도입 41농가의 만족도를 조사한 결과 생활관련 만족도는 건강 60%, 자아존중감 51%, 일-생활 균형에 대해 65.9%가 만족하는 것으로 나타났다.
- 나. 경영성과 관련하여 노동 63%, 생산성 80%, 경제성 75%, 소득에 대해 66%가 만족하는 것으로 나타났다.
- 다. 도입만족도 75%, 혁신능력향상 82%, 업그레이드 의향 85%, 주변추천 의향 82%로 높았다.
- 라. 스마트팜 도입 후 행복도는 68.3%가 만족하는 것으로 높게 나타났다.
- 마. 스마트팜 도입농가의 전반적 행복도에 미치는 요인은 생산성 증가, 주변 추천, 건강 향상, 개별 활동 자유도 증가, 지역사회활동 증가 등의 순으로 분석되었다.

### (시험 4) 스마트온실 핵심기기(H/W) 국산화 우수 사례분석

- 가. 스마트 온실 핵심기기 국산화 우수농가 5호 선정률 선정하여 경영성과 및 농가가 만족한 요인 분석을 하여 우수 사례를 분석하였다.
- 나. 스마트 온실 도입 동기로는 정부 지원사업, 노동력 절감, 운영 간소화, 데이터 기반 농업에 대한 기대감이었으며, 국산 핵심기기 도입 동기는 정부지원과 외국산과 비교하여 저렴한 것이 크게 작용하였고, 국산 핵심기기의 편리성은 사용자가 보기 편한 사용환경으로 접근성 좋고, 유지비용 저렴하기 때문으로 조사되었다.

## 5 인용문헌

- 김지은, 이정우. 2019. 스마트팜 기술 및 시장동향 보고서. S&T Market Report. Vol.69
- 김효중, 김민찬, 김정욱, 임동혁, 김성준. 2020. 스마트팜 구현을 위한 식물재배기 개발 및 경제적 생육조건 최적화 방법 연구. 학국품질경영학회. 춘계학술대회. p. 2.
- 박정현, 김정은, 박용현, 손형일. 2021. 스마트팜 적용을 위한 SLAM 기반 자율주행 알고리즘 평가. (사)한국농업기계학회. 춘계학술대회. p. 178.
- 이승현, 하지영, 박향자, 김덕현, 이혜림. 2018. ICT기반 스마트팜 수출파프리카 농업경영체의 경영성과. 2018 학국품질경영학회. 추계학술대회. p. 3.
- 정용준, 신운수, 이충호, 양승환. 2018. 스마트팜 온실용 복합 센서의 사용 환경. 한국농업기계학회. 학술발표논문집 23권 2호. p. 269.
- 이상엽, 박성규. 2019. 스마트팜 다부처 패키지 혁신기술개발 예비타당성조사 보고서. 한국과학기술기획평가원(KISTEP).
- 한철우, 백선욱, 김은국, 안치국, 김영태. 2019. 원예용 스마트팜 ICT 기자재 개발동향 및 표준화 현황 분석. (사)한국농업기계학회. 추계공동학술대회. p. 135.

## 6 연구결과 활용

연도(연차)	활용방안	제 목	
2020.7.~2021.6. (1년)	정책제안	파프리카 시설재배 생산량 향상을 위한 핵심기기 지원	
	홍보	디지털농업 홍보(5. 27., G1강원민방) 스마트팜 전문가 세미나(6. 18., 강원도민일보)	
	교육	경영성과 분석, 스마트팜핵심기기 등 (3건 60명)	

성과지표명	연도	1년차 (2020.7.1.~2021.6.30.)		계	
		목표	실적	목표	실적
정책제안		1	1	1	1
홍보		1	2	1	2
교육지도		1	3	1	3
계		3	6	3	6

## 7 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도	
					'20	'21
과제책임자	전남대학교	교수	조완현	과제 총괄	○	○
2세부책임자	작물연구과	농업연구사	노희선	세부주관 수행	○	○
	작물연구과	농업연구관	안용진	시험평가	○	○
	작물연구과	농업연구사	김기성	조사지원	○	○
	작물연구과	농업연구사	신동호	조사지원	○	○
	작물연구과	농업연구관	정정수	시험평가	○	○
	작물연구과	전문경력인사	강진구	시험평가	○	○
	작물연구과	농촌지도관	최종태	시험평가	○	○
공동연구자	작물연구과	공무직	안옥희	조사지원	○	○
	작물연구과	공무직	김희진	조사지원	○	○
	작물연구과	공무직	손연희	조사지원	○	○
	작물연구과	공무직	박은정	조사지원	○	○
	작물연구과	공무직	박정호	조사지원	○	○
	작물연구과	공무직	서인선	조사지원	○	○
	작물연구과	공무직	고경선	조사지원	○	○
	작물연구과	연구원	박장순	자료분석	○	○
	작물연구과	연구원	백지훈	자료분석	○	○