

전 략 체 계	혁신 - 1 - 2		구 분	완결	
기술분야코드	V2	기술유형코드	M03	작목구분코드	MI-01-MI11
과 제 종 류	공동연구		과제번호	421010-02	
과 제 명	스마트 온실 경영 및 생산이력 관리 기술 개발				
과 제 책임자	성 명		직 급	소속기관 및 부서	
	박 훈 동		대 표	(주) 지농	
연 구 기 간	2021. 4. ~ 2022. 12.		참여연구기관	(주) 컬티랩스, 한국농산업조사연구소, 농협대학교 산학협력단	
세부과제명			부 서	세부책임자	연구기간
2) 스마트온실 생산 및 재배 방식별 표준 모델 개발			작물연구과	노희선	'21.4.~'22.12.
색 인 용 어	파프리카, 농작업				

ABSTRACT

Due to the recent expansion of the smart farm market, demand for technologies that integrate production, work, and management is increasing, and for this, it is necessary to develop all technologies to establish and apply standards for smart farm farming, production management, and management systems. In this study, a standard model for agricultural work by paprika production method (general, pesticide-free, GAP), which is the main crop of Gangwon-do, was developed and used to build a management model. In order to create a standard process for paprika smart greenhouse farming, agricultural work was investigated and analyzed by production stage using literature data, CCTV images, and farm management records. In order to investigate and analyze agricultural work by cultivation method, certification status and related systems were analyzed, and in the case of pesticide-free certification, a total of 16 standardized areas were derived through identification and analysis of 43 tasks. The difference between general and pesticide-free cultivation was the difference in control types such as the use of eco-friendly control drugs and shallow control, and other agricultural work was almost the same. The difference in agricultural work by cultivation type occurred depending on the environment such as rainy season and external temperature, and many winter cultivation farms were held without a cube in winter cultivation. As a result of evaluating the difficulty and time required for major agricultural work, the very difficult tasks were seedling, planting, pesticide spraying, and harvest/shipment, while the long-time tasks were eggplant inducement, a side eggplant arrangement, thinning out the fruit, leaf thinning, harvest, shipment, pesticide spraying, and environmental control. In order to design a standardized model for agricultural work history by paprika period, major management activities and key management by paprika cultivation period were standardized, and the work

was largely divided into sowing/seeding, block transplant, planting, and harvesting period. In order to calculate the actual time and proportion of each smart greenhouse farming operation, the average farming time took 1,223 hours based on 10a, and the proportion of time required for each growth stage was in the order of growth/fruit/harvest period (80.7%) > work end period (6.7) > planting (6.1) > block transplant period (3.5) > sowing/seeding period (3.0). The proportion by agricultural work details was in the order of harvest (25.5%) > sprout removal (18.9) > sprout winding up (17.1), pesticide control (5.0) > shipment (3.7) > facility demolition (3.2). As a result of analyzing the agricultural work time by paprika cultivation type, the average farming time was 1,184.9 hours for 14 summer cultivation types (Gangwon 10, Jeonbuk 3, Gyeongnam 1), 1,284.6 hours for 8 winter cultivation types (Gyeongnam 5, Jeonnam 3). The proportion of agricultural work by detail was harvest (26.6%) > sprout removal (19.1) > sprout winding up (16.8) > pesticide control (5.5) > shipment (3.9) > facility removal (3.5), and winter cultivation was in the same order. Content modification work was carried out according to the farm situation through the installation and testing of a smart greenhouse agricultural work management system (2 farms in Gangwon). In addition, non-quantitative factors for each farmhouse that can efficiently perform agricultural work were collected and cases were collected and organized so that other farms could use them.

1

연구목표

스마트팜 시장규모는 매년 증가 추세로 세계시장은 2022년 약 4,080억 달러로 2016년부터 연평균 약 16.4% 정도 성장률로 지속적인 증가가 예상되며, 국내시장은 2017년 4.4조에서 연평균 5%로 성장하여 2022년 5.9조로 규모에 이를 것으로 전망하고 있다(김지은 등, 2019). 이러한 시장 확대에 따른 스마트팜 생산, 농작업, 농장경영관리를 연계한 체계적인 관리 기술 혁신 필요하다. 최근 국내 스마트팜 관련 연구는 스마트온실 데이터 수집분석(이충호 등, 2016), 생산성 향상 모델 개발(정원주 등, 2009., 명동주 등, 2012), 환경 예측 알고리즘 개발(조라훈 등, 2021), 생산량 예측 (황인철 등, 2021) 등 재배기술에 관한 연구가 주를 이루고 있으며, 경영성과(이승현 등, 2018)에 관한 연구와 진행되고 있지만 이를 통합하기 위한 연구는 아직 많지 않다. 또한, 기존 국내 스마트팜 관리 S/W는 환경, 양액관리 프로그램만 제공되며, 생산과 출하에 적합한 작업과 경영관리 프로그램이 없어 통합 연계 활용이 어려운 실정이다. 이를 위해서는 우선적으로 다양한 유형의 작물과 재배에 적용이 가능하도록 시스템 적용 기준(모델) 마련이 시급하고, 데이터 수집이 어려운 농작업과 생산이력 정보가 체계적으로 수집될 수 있는 자동 수집기술과 주요 정보 입력시점을 알려주고 관리하는 시스템 개발 필요하다. 반면, 스마트 온실 분야 선두 기업인 Priva는 농작업, 생산 및 경영 관련 S/W만 상용 제품으로 판매되고 있으며, 작업자의 단말기로 주요 지점과 작업차량에 부착된 센서를 인식하여 작업자의 동선을

파악하여 인력의 작업 효율성을 높이는 기술과 스마트폰을 단말기로 생산 정보와 수확 후 경영 정보를 이용한 종합 분석을 제공하고 있는 기술을 보유하고 있어 이에 대응하고 국내 환경에 적용 가능한 국내 기술 개발이 필요하다. 스마트팜 농작업, 생산관리, 경영관리 시스템 적용 기준(모델) 수립과 기준 적용을 위한 제반기술 개발을 위하여 본 연구는 강원도 주력작목인 파프리카 생산 방식별(일반, 무농약, GAP 등) 농작업 표준모델을 개발하여 경영관리 모델 구축에 활용하고자 실시하였다.

2

재료 및 방법

〈제2세부과제: 스마트온실 생산 및 재배 방식별 표준 모델 개발〉

(시험 1) 스마트온실 농작업 표준모델개발

본 연구는 스마트온실 농작업 조사 분석을 위하여 관련 문헌조사와 전국 주요지역 파프리카 스마트온실 50농가를 대상으로 CCTV 모니터링, 현장조사 및 농가 작업일지 조사를 실시하였다. 표준화 방법으로는 생산단계별(육묘, 정식, 재배, 수확 등), 재배방식별(일반, 무농약 재배 등), 재배작형별(여름, 겨울)로 나누어 여름재배작형은 강원도와 전라북도 남원, 겨울재배작형은 경상남도, 전라남도 농가를 조사하였다. 또한, 파프리카 시기별 농작업 내역 표준화 모델 설계를 위하여 농작업 표준 프로세스 작성, 주요 농작업별 소요시간과 난이도 구분 및 농작업 표준모델 농가검토 및 전문가 자문을 실시하였다.

문헌조사 (6곳)	CCTV (10농가)	농가경영기록장 분석(50농가)	대면조사 (22농가)	전문가 자문 (5명)
농림수산식품부, 농촌진흥청 농사로 등	도내 파프리카 스마트온실 농작업 모니터링	강원13, 전북9, 전남10, 경남18	강원10, 전남3, 경남6, 전북3	재배사1 연구사1 교수 3

〔그림 1〕 파프리카 스마트온실 농작업 조사 및 분석 내역

(시험 2) 스마트온실 표준 농작업별 소요시간 및 비중 산출

스마트온실에서 파프리카를 재배하는 22농가(강원10, 전북 3, 전남 3, 경남6)를 대상으로 농가 작업일지 및 대면 조사를 실시하였다. 조사내용으로는 농작업 내역, 소요시간, 고용인원, 면적, 매출액, 생산량 등을 조사하여 농작업별 소요시간과 전체 농작업 중 비중을 산출하여 주요 농작업을 판단할 수 있도록 하였다.

(시험 3) 스마트온실 경영 및 생산이력 관리 시스템 적용

본 연구에서 개발한 스마트온실 경영 및 생산이력 관리 시스템 적용을 위하여 철원 조남현 농가와 평창 김관섭 농가에 스마트온실 경영 및 생산이력 키오스크 농가 설치하여 사용 후 만족도를 설문조사 하였다. 조사 내용은 용이성, 편의성, 노동시간 절감, 생산성 증대 및 개선 요구 사항 등 이었다.

(시험 4) 농작업 고효율 우수사례 수집

스마트온실 표준 농작업 모델 개발을 위하여 시험 1의 대상농가 방문시 농작업을 개선하기 위한 비계량적인 우수요인을 도출하여 다른 농가에서 참고할 수 있도록 정리하였다.

3

결과 및 고찰

〈제2세부과제: 스마트온실 생산 및 재배 방식별 표준 모델 개발〉

(시험 1) 스마트온실 농작업 표준모델개발

농작업 프로세스 작성을 위하여 참고한 문헌은 농림수산식품부에서 발간한 수출과채류 온실 종합환경관리 현장적용 매뉴얼과 농촌진흥청 농사로, 국립농산물품질관리원, 친환경농축산물 인증, 유기식품 및 무농약농산물 등의 인증에 관한 세부실시 요령 자료와 파프리카 주요해충의 천적과 농약을 활용한 방제 모델(최병렬, 2016)자료와 농촌진흥청, 농업기술길라잡이(2021) 내용을 참고하여 작성하였다. 또한, CCTV 영상분석을 통한 생산단계별 농작업 조사하였다 (그림 2).



(그림 2) CCTV 영상을 통한 농작업 모니터링

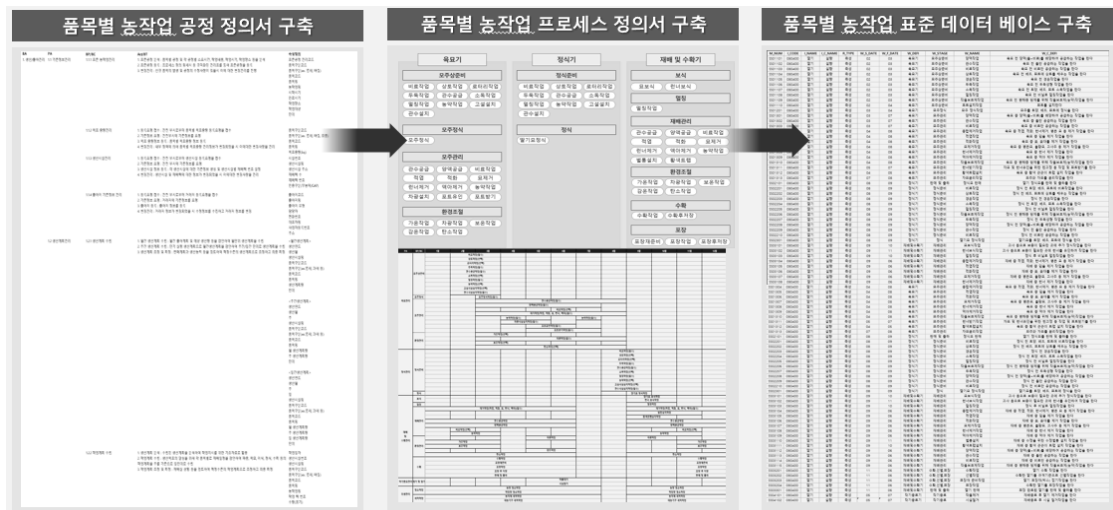
2020년과 2021년에 걸쳐 총 50농가(강원 13, 전북 9, 전남 10, 경남 18)의 농가경영기록장을 조사하였다. 참고로 2020년 시도별 파프리카 시설 재배면적 및 생산량(통계청)은 총 733ha, 81,841ton으로 집계되었으며, 이중 면적이 높은 순으로 경상남도 270ha, 강원도 258ha, 전라남도 87ha, 전라북도 57ha 순으로 집계되었다.

<표 1> 파프리카 시설재배농가 경영기록장 농작업 분석 내역 (2020~2021)

재배작형	지역	농가	정식기	수확종료	농작업시간 (hr)	수량 (kg)	소득 (원/10a)
여름	강원	철원1	2021.03.17	2021.12.14	8,259	98,599	13,900,667
		철원2	2021.03.12	2021.11.15	15,504	124,380	31,823,135
		철원3	2021.03.14	2021.12.13	9,120	170,865	40,754,491
		철원4	2021.03.12	2021.12.05	2,194	42,008	7,390,616
		철원5	2021.04.06	2021.12.15	2,926	50,751	6,548,761
		철원6	2021.03.12	2021.11.12	2,612	39,151	10,644,036
		횡성1	2021.01.22	2021.11.18	8,888	125,904	6,476,677
		평창1	2021.02.16	2021.12.03	5,098	404,300	32,461,476
		평창2	2021.02.16	2021.11.10	16,320	230,965	17,420,201
		평창3	2021.02.06	2021.11.21	7,722	307,735	34,800,826
		인제1	2021.02.28	2021.11.19	13,440	201,127	16,329,981
		인제2	2021.01.12	2021.11.13	11,400	186,470	17,362,918
		인제3	2021.02.01	2021.12.07	15,000	301,135	19,187,464
	전북	남원1	2021.02	2021.12	3,915	103,694	12,210,809
		남원2	2021.02	2021.12	3,298	82,755	1,724,750
		남원3	2021.03	2021.12	2,535	50,737	6,352,795
		남원4	2021.02	2021.12	4,440	196,277	29,146,220
		남원5	2021.02	2021.12	3,783	53,534	3,032,229
		남원6	2021.04	2021.12	1,337	33,314	8,672,896
		남원7	2021.02	2021.12	4,058	122,774	13,343,177
		남원8	2021.02	2021.12	3,104	53,901	3,075,113
		남원9	2021.03	2021.12	2,120	52,535	10,127,910
겨울	경남	의령1	2020.08.26	2021.06.14	1,776	143,140	31,611,673
		의령2	2020.08.15	2021.01.16	2,632	130,270	36,973,525
		의령3	2020.08.21	2021.06.14	2,084	102,125	35,121,522
		진주1	2020.08.08	2021.06.29	4,684	137,190	31,124,981
		진주2	2020.08	2020.11	4,815	125,000	21,326,250
		진주3	2020.07.21	2021.06	148	22,480	18,226,015
		창녕1	2020.08	2021.06.19	7,789	185,914	28,989,113
		창녕2	2020.09	2021.06	3,719	117,690	37,154,551
		창녕3	2020.08	2021.06	4,337	121,845	25,982,236
		창원1	2020.08.13	2021.06	3,075	86,665	41,547,909
		창원2	2020.08.28	2021.06.23	2,630	89,168	38,798,913
		창원3	2019.07.29	2020.06.22	2,174	56,147	34,546,623
		함안1	2020.07	2021.06	4,792	135,000	41,341,667
		함안2	2020.08	2021.06	3,695	110,000	39,661,738
		함안3	2020.07	2021.06	6,954	220,000	42,281,250
		합천1	2020.08	2021.06	1,360	60,180	-
		합천2	2020.08	2021.06	8,836	276,195	35,803,930
		합천3	2019.01.02	2019.12.05	5,001	145,045	-
	전남	화순1	2020.09	2021.07	5,747	150,000	18,063,995
		화순2	2020.09	2021.08	5,104	114,884	23,422,969
		화순3	2020.09	2021.08	4,526	100,332	16,824,671
		장흥1	2020.09	2021.08	3,328	88,025	11,928,002
		장흥2	2020.09	2021.07	12,678	540,000	5,798,832
		장흥3	2020.08	2021.07	8,173	355,140	33,691,817
		광양1	2020.09	2021.07	6,425	111,406	9,816,254
		광양2	2020.09	2021.07	5,387	118,623	7,613,958
		광양3	2020.09	2021.07	3,364	42,825	7,454,696
		영광1	2020.08	2021.07	6,121	72,364	14,841,631

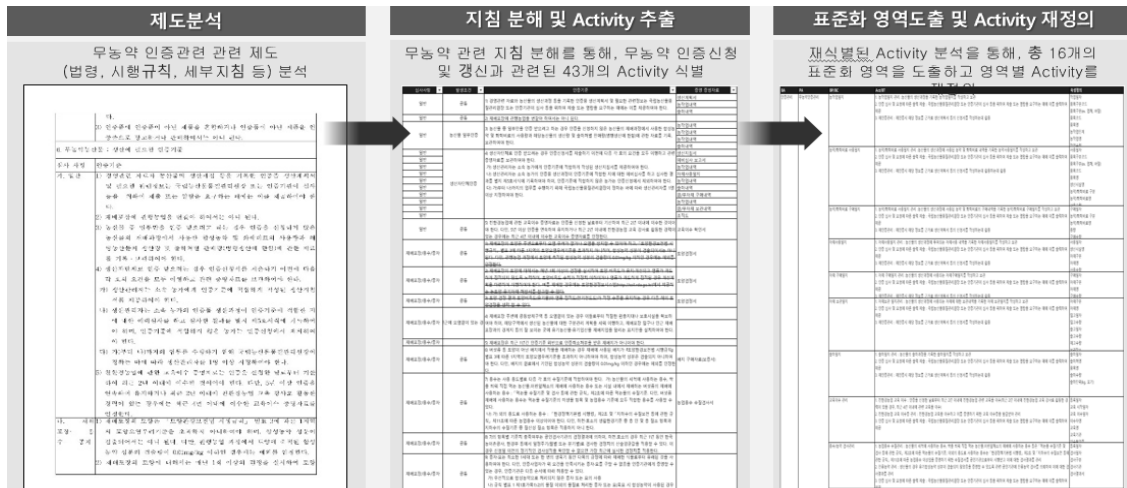
또한, 농가현장 방문 대면조사 결과 삼척 무농약 파프리카 민철홍 농가에서는 원도 여름재배 작형시 일반재배와 무농약 재배 차이점으로 친환경 약제 및 천적 약제를 사용하고 있었으며, 일반농가 대비 생산량이 적어 출하가격, 생산량, 친환경 약제, 생물관제 소요비용을 일반농가와 비교가 필요하다고 생각되었다. 철원 김형남 농가에서는 파프리카 농작업 프로세스 검토 및 농작업 난이도 및 소요시간 검토 결과 온실소독 작업소요시간을 보통에서 깊으로 변경하고 온실 청소, 양액제조, 철거작업 등을 영농일지에 추가하여 작성을 제안하였다. 평창 김관섭, 한준섭 농가에서는 스마트온실 농작업 모델 개발을 위한 농가 경영기록장 작성요령 안내와 주요 작업일지 확인 및 반복작업 기록 보완사항이 필요하다고 건의하였다. 인제 박규석 농가는 파프리카 생산단계별 농작업 프로세스 검토하였고, 농작업 내역별 소요시간 및 난이도 분석을 하였다. 겨울재배를 하는 경상남도 진주 파프리카 하현수 농가는 작형별 농작업 차이로 겨울작형시 고온 육묘로 생장속도 및 뿌리 활착 늦어지는 현상을 대표적인 차이로 보았다. 전라남도 화순 문형량 농가에서 파프리카 생산단계별 농작업 프로세스 검토결과 무큐브 재배 정식시기를 본엽 2~4장에서 4~6장 나올 때로 수정이 필요하다고 건의하였으며, 농작업 시간 단축을 위하여 무큐브 재배 및 온실 기반 시설 확충하였다. 전라북도 남원 파프리카 이태성 농가의 파프리카 생산단계별 농작업 프로세스 검토결과 과실 90% 이상 착색시 수확 이라는 표현보다는 수확 시기별 착색정도에 따라 수확 실시한다는 문구로 수정을 요청하였다.

생산단계별(육묘, 정식, 재배, 수확 등) 농작업 조사·분석 및 표준을 위하여 농작업 공정, 프로세스 정의서 및 표준 데이터 베이스 구축을 하였다(그림 3).



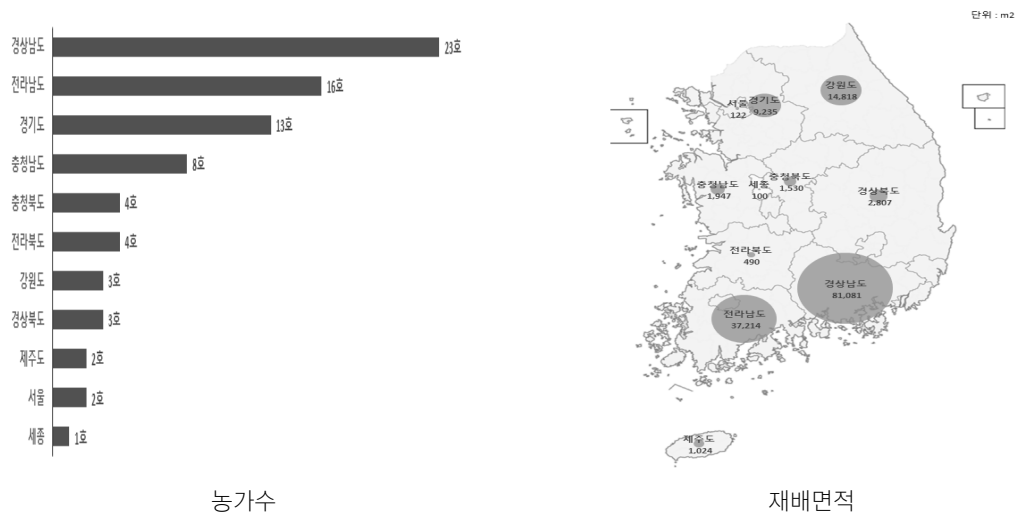
[그림 3] 농작업 공정 정의서 구축, 프로세스 정의서 및 데이터 베이스 구축

재배방식별(일반, 무농약, GAP) 농작업 조사·분석을 위하여 농산물 인증방식별 생산 및 경영관리 작업 식별을 위해, 인증현황과 관련 제도 분석하여, 무농약 인증에 경우 총 43개 작업 식별 및 분석을 통해 총 16개의 표준화 영역 도출하였다(그림 4).



(그림 4) 무농약 제도분석, 표준화 영역도출 및 Activity 재정의

2022년 파프리카 무농약 인증 시도별 농가수, 재배면적 및 생산계획량(국립농산물품질관리원 친환경 인증관리 정보시스템(<https://www.enviagro.go.kr>))에서는 전국 총 79개 농가 중 23농가가 경상남도에 있었고, 전라남도 16농가, 경기도 13농가, 강원도 3농가로 나타났다(그림 5).



(그림 5) 파프리카 무농약 인증 농가수 및 재배면적('22)

무농약재배는 유기합성 농약을 일체 사용하지 않고 화학비료 사용을 권장 시비량의 1/3 이내로 최소화하여 생산된 농산물에 부여되는 인증제도이며, 화학비료를 사용하지 않는 유기농과 달리 무농약은 화학 비료 사용을 최소화한다는 차이점이 있다. 일반과 무농약 재배의 차이점은 친환경 방제 약제 사용 및 천적방제 등 방제종류 차이가 있었으며, 그 외의 농작업은 거의 같았다. 전국적으로 보면 경남지역에서 무농약 재배가 주로 이루어지고 있으며 농약살포 대신 천적살포로

대체되고 있었다. 친환경 재배시에는 일반 재배에 비해서 작업시간이 달라지는 것을 정리해 보면 축소되는 작업은 상대적으로 수확량 감소하여 수확작업시간이 감소하였고, 반대로 연장되는 작업은 친환경 방제에 따른 병충해 방제 횟수 등 이었다. 특히, 무농약 재배는 '21 17농가에서 '22 89농가로 대폭적으로 증가하는 경향을 보였다(표 2). 수적으로는 증가하였지만 급식업체 납품을 위해 다품목을 재배하는 소면적 농가가 많았고, 병충해 방제의 어려움으로 생산량이 적고 품질이 떨어지는 경우가 많았으며 기존 무농약 재배를 하시는 농가에서도 재배상의 어려움 때문에 계속 무농약 재배를 하기는 어렵다는 의견이 많이 차지하고 있었다.

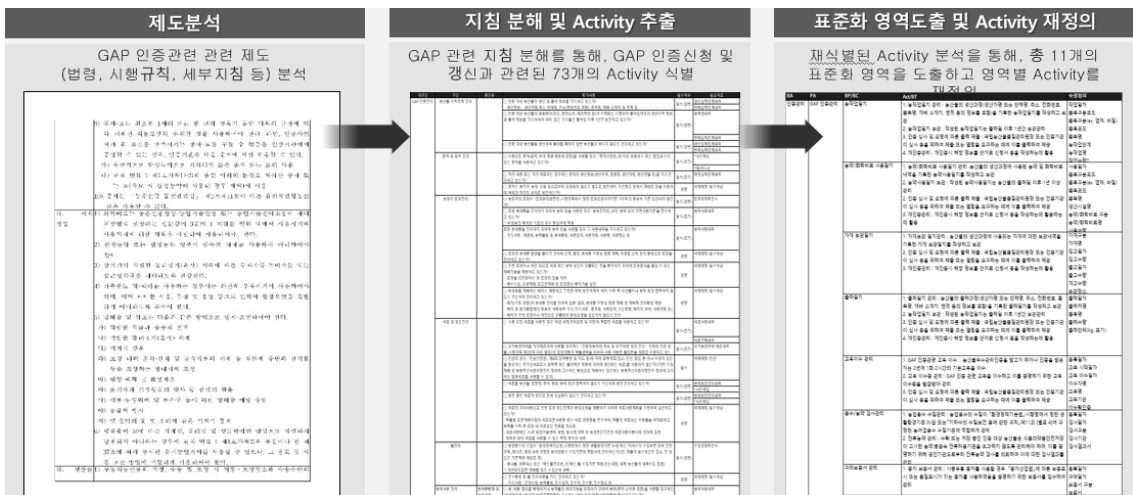
<표 2> 파프리카 무농약인증 농가 목록

년도	총계	경기	강원	충북	세종	충남	경북	경남	전북	전남	제주
2021	17	1	1					14		1	
2022	89	14	3	6	1	10	4	25	3	15	2
계	106	15	4	6	1	10	4	39	3	16	2

* 출처: 친환경 인증관리 정보시스템

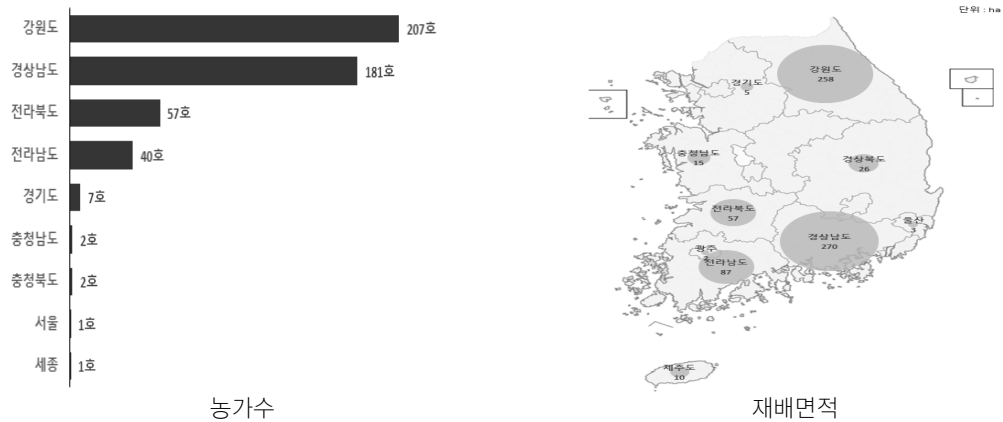
참고로 무농약 재배 친환경 천적방제법으로는 진딧물 및 종합방제를 위해서는 벅커플랜트 투입 및 콜레마니진디벌 활용을 하고 있었으며, 담배가루이 방제를 위해서는 지중해이리응애, 황온좀벌, 총채벌레 방제를 위해서는 지중해이리응애, 미끌애꽃노린재, 잎응애 방제용으로는 지중해이리응애, 칠레이리응애, 사막이리응애를 활용하고 있었다.

GAP 인증의 경우, 총 73개의 Activity 식별과 분석을 통해 총 13개의 표준화 영역을 도출하였다.



(그림 6) GAP 제도분석, 표준화 영역도출 및 Activity 재정의

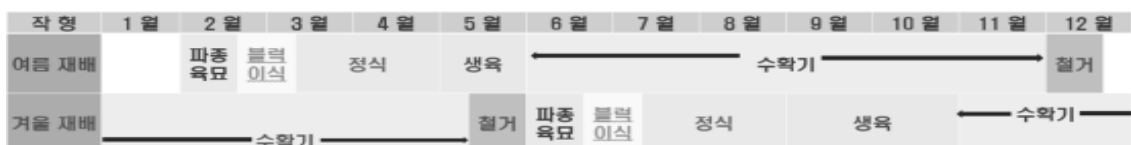
2022년 파프리카 농산물우수관리제도(GAP) 인증 시도별 농가수, 재배면적 및 생산계획량(국립농산물품질관리원 친환경 인증관리 정보시스템)은 총 498농가 583.7ha, 66,506.8ton이었으며, 이중 강원도는 207농가 186.6ha, 17,465.1ton, 경상남도 181농가, 222.6ha, 24,652.6ton으로 주로 강원도와 경상남도에서 GAP 인증을 받고 있었다(그림 7).



[그림 7] 파프리카 GAP 인증 농가수 및 재배면적('22)

농산물우수관리(GAP)는 농산물의 안전성을 확보하고 농업환경을 보전하기 위하여 농산물의 생산, 수확 후 관리(저장, 세척, 건조, 선별, 박피, 절단, 조제, 포장 등을 포함) 및 유통의 각 단계에서의 위해요소를 적절하게 관리하는 것을 말한다. 우수관리인증의 세부기준으로는 농경지 토양에 대하여 5년에 1회 이상 토양 중금속 분석을 실시해야 하며, 인증품 생산을 위해 사용되는 농업용수에 대하여 5년에 1회 이상 분석을 실시해야 한다. 현장심사, 생산과정 조사 시 수확 또는 저장 중인 인증 대상 농산물이 있는 경우 인증심사원은 농산물 잔류농약, 중금속 등 위해요소 조사를 실시하여 잔류허용기준 적합여부를 확인할 수 있다. 인증을 받으려는 자는 기본교육을 인증 신청 전에 이수하여야 하며, 재배환경, 재배단계, 수확 및 수확 후 관리과정에 대해 위해요소관리계획서를 작성하고 실천해야 한다. 일반과 GAP 인증시 농작업의 차이점은 없었고 중금속 및 농업용수 분석, 필수교육 수료 등 경영관리 추가가 필요하다.

파프리카 재배작형별 농작업 차이에 대하여 정리해보면 먼저 여름작형 주요 재배지역은 강원도의 철원, 평창, 인제와 전라북도 남원이 대표적이며, 겨울작형은 전라남도, 경상남도이었다. 재배작형별 농작업 시기 차이는 여름작형은 2월 파종, 3월 정식, 6월 수확, 11월 종료이었으며, 겨울작형은 6월 파종, 7월 정식, 11월 ~ 이듬해 4월 수확, 5월 종료하였으며, 농가별 상황에 따라 시기가 가감되었다(그림 8).



[그림 8] 파프리카 재배작형별 농작업 시기 차이

재배작형별 외부환경에 따라 환경관리 작업 차이는 장마시기, 외부온도 차이에 따라 감온, 가온 및 차광작업 차이 발생하였으며, 겨울재배 작형시 큐브 없이 육묘를 정식하는 무큐브 정식을 많이 하고 있었다(그림 9). 그 이유는 전문 육묘장 없고, 자가육묘를 하는 재배자가 많기 때문이었으며, 고온, 과다차광, 밀식에 의한 모종이 도장하여 약해지는 경향을 보여 생산량 감소의 원인으로 작용하였다. 하지만, 농작업시 파종판 간격 벌리기 작업이 생략되었으며, 일부 농장에서는 생장억제제 살포 작업이 추가되었다.



육묘



무큐브 정식



큐브 정식(블럭이식)

(그림 9) 무큐브 정식 및 큐브정식

파프리카 시기별 농작업 내역 표준화 모델 설계를 위하여 파프리카 재배 시기별 주요 관리 활동 및 중점 관리사항 표준화 하였다(표 3).

<표 3> 파프리카 여름재배 작형 시기별 농작업 내역 표준화 내용

구분	시기	주요 관리	중점 관리사항
육묘기	1~3월	파종 및 발아 후 관리 (2월 상순)	- 파종 전 종자 소독여부 확인 (정식 28~35일 전후) ※ 소독 종자가 유통되고 있어 대부분 소독 작업은 생략함 - 온실 내 장비 및 파종 사용 도구 소독 - 파종판 포수하기 - 파종판 포수 EC1.5~1.7, pH 5.5 - 육묘장의 발아실에서 25℃유지 후 발아 - 트레이 22℃ 유지 후 파종 실시, 비오염된 버미큘라이트로 복토 - 암면 플러그 내 온도 20℃ 유지, 마르지 않도록 습도관리 - 발아율 5%정도에서 피복재를 벗겨 육묘장 이동 - 육묘상 온도 주야간 23~25℃, 공중습도는 65%, 플러그 내 습도는 70%로 관리
		이식 (3월 초순)	- 파종 후 2주, 본엽 2매 전개 시 실시 - 이식 전 암면블록에 양액 포수, 생육상태 감안하여 이식 - EC 3.0~3.5dS · m⁻¹, pH 5.5의 양액 포수 - 주간 25℃, 야간 22℃ 배지온도 22℃, 습도 65% 관리 - 이식 후 농약을 약해가 없을 정도로 희석 후 방제 1주 간격으로 간격을 벌려줌.

구분	시기	주요 관리	중점 관리사항
정식기	3~4월	정식 준비 (3월 초순)	• 불량 드리퍼 점검 • 배지 간격 설정하여 배치 • 드리퍼 소독 후 배지에 드리퍼 설치 • 온실 소독, 슬라브 포수(EC 3.0~3.5dS · m⁻¹, pH 5.5)
		정식 (3월 중순)	• 본엽 8~10매, 파종 후 30~35일 후 실시 • 재식 밀도: 6.6~7.4stem/m² (광 투과량에 따라 변동) • 역병약 관주 (정량의 70% 희석배수) • 관수는 점적관수 사용
		정식묘 관리	• 정식후에는 주기적인 관수관리로 생육촉진 • 영양생장 및 뿌리활착 유도, 결순제거 • 불량묘 교체 및 병해충 방제
		정지 및 유인	• 1차 분지에서 2차분지가 되면서 정지를 실시. – 튼튼한 2-3가지만 남기고 제거 – 3줄기 재배 시 2차분지의 3차분지에서 유도 – 정지작업 시 탈지분유를 적셔가며 실시 • 유인줄 간격 조정하기 • 집게작업하기 • 2줄기 or 3줄기 유도 작업 • 천적 살포
		정식 직후 관리	• 정식 후 20일간 충분한 영양생장을 위한 환경관리 요구 – 주간온도 약 23℃내외, 야간온도는 20℃로 높게 관리 • 일출 후 2~3시간 전 조조가온 실시 • 활착 후 결순 발생이 많으므로 되도록 빨리 제거 • 착과절위는 3~4분지에 착과가 일반적이며, 1~2분지 꽃은 빨리 제거하며, 측지에 1엽을 남기고 제거 하면 엽면적 확보에 도움. • 줄간 교대 순작업
	4~10월	작기 중 반복 작업	• 환경관리 – 함수율: 80~85% – 일중 함수율편차: 4% 목표로 관리 – 1회 공급량: 100~120mL/plant(배지온도에 따라) – 배지내 적정 온도: 22~24℃, 최대 28℃ 이하 유지 – EC: 3.0~3.2dS/m – 일출 1시간 후~일몰 2시간 전 – 공급횟수: 8~10회 • 순 작업, 순 감기, 수확, 적과 주 1회 실시 • 양액제조 – 양액탱크 및 물 소비량에 따라 1~2주 내외로 실시 • 하엽제거 온도 및 습도에 맞추어 광에 따른 엽면적 지수를 고려하여 월 1회 혹은 반기 1회 실시 • 적과의 경우 순 작업시, 농가별 유도 그룹에 따라 실시 (마디별 수확, 그룹별 수확 등 전략에 따라 실시함.) • 잡초제거 및 청소 주 1회 실시

구분	시기	주요 관리	중점 관리사항
재배 · 수확기	4~5월	작과 및 환경관리	● 배지에 충분한 뿌리형성, 작물의 원활한 생장, 생식생장 유도 ● 3~5분지에서 착과 절위 결정 및 유도(1그룹 착과) ● 착과량 약 25~30개/㎡ 유지 ● 환경관리 - 급액 EC: 3.5 → 3.0dS/m, 급액횟수: 2회 → 5회 - 근권 EC: 5.0~6.0dS/m - 함수율: 63~65%(일중 함수율편차: 6~8%) - 배지 함수율 감소: 맑은 날 5%/주, 흐린 날 10%/주 - 1회 공급량: 120~200mL/plant - 적정배액량: 맑은 날 20~40 %, 흐린 날 10~20% - 일출 1시간 30분~2시간, 일몰 3~4시간 전 (흐린 날 마지막 공급은 정오 전후에) - 슬라브 온도 - 오전은 슬라브 온도가 낮아 증산에 따른 수분흡수가 원활 - 오후에는 슬라브 온도가 높아 수분흡수는 억제 - 이때 양액공급이 많아지면 근권 함수율이 높아져 산소 부족 현상이 발생하기 쉽고 뿌리생성이 어렵다
		과실 비대 및 영양생장 전환기	● 작물의 생육과 균형 유지 ● 1그룹 과실 비대 유도, 영양생장 전환 ● 매 10일 마디 측지에 1엽 남기고 전정 ● 환경관리 - 급액 EC: 3.0 → 2.8dS/m, 근권 EC: 3.5~4.0dS/m - 함수율: 65~68%(일중 함수율편차: 4~6%) - 급액횟수: 5회 → 8회 (1회 공급량: 100~120ml/plant) - 배액률: 맑은 날 20~40 %, 흐린 날 10~20% - 일출 1시간 30분 후~2시간, 일몰 2시간 전후 (흐린 날 마지막 공급은 일몰 3~4시간 전에) - 수분 흡수량이 많은 시기로 함수율이 급격히 떨어지지 않도록 관리
	5~6월	장마기 이전 근권부 함수율 관리	● 더울 경우 무리한 유인과 정지를 피함. ● 10일 마다 2엽씩 정지 ● 병/생리장해 해충 방제 ● 무름병, 연부병, 배꼽썩이 예방 ● 2그룹 착과 및 1그룹 과실 착색 유도, 생식생장 전환 ● 환경관리 - 급액 EC: 2.8 → 3.0dS/m, 급액횟수: 8회 → 5회 → 7회 - 근권 EC: 4.0~5.0dS/m, 함수율: 63~65% - 근권 함수율 및 EC 관리 유의 ● 배꼽썩음과 발생 유의 - Ca(+0.5mM), K(-1mM), NH₄-N (-0.5mM), NO₃-N (+0.5mM) - 공급 EC 낮추고 공급횟수 늘림

구분	시기	주요 관리	중점 관리사항
재배 · 수확기	5~6월	장마기 이전 근권부 함수율 관리	• 2그룹 과실 비대 및 영양생장 전환 유도 • 1그룹 과실 수확 • 뿌리의 활력 및 작물의 활력 유지 - 급액 EC: 3.0 → 2.8dS/m, 근권 EC: 3.5~4.5dS - 함수율: 60~65%(일중 함수율편차: 6~8%) - 배지 함수율의 감소: 맑은 날 최대 5%/주, 흐린 날 10%/주 - 1회 공급량: 100~120mL/plant(2.5mL/J/m²) - 배액률: 맑은 날 40~50 %, 흐린 날 20% - 급액: 4~5회 (일출 1시간 30분 후~2시간, 일몰 3시간 전후) - 충분한 뿌리확보는 봄철 환경변화에 탄력적으로 적응
	7~8월	장마기 근권부 관리	• 배꼽썩이 및 기형과 등 생리장해 관찰 • 3그룹 착과, 영양생장 유도 • 흐린날이 오래 지속될 경우 줄기당 1~1.2까지 푸른과 제거 • 환경관리 - 급액 EC: 3.0 → 2.8dS/m, 급액횟수: 3~4회 - 근권 EC: 4.5~3.5dS/m, - 함수율: 50%(2주간) 2주간 함수율 낮춰 뿌리 양 확보 - 세력 강한 측지 추가유인 준비
	8~10월	가을철 수확량 확보	• 생산과 작물의 균형적인 생육유지 • 외온이 낮을 경우 일출 후 1시간 이후 스크린을 연다. • 4그룹 이후 작물 세력에 따라 영양생장 및 생식생장 균형을 맞추어 착과, 비대, 착색 및 수확 유도 • 환경관리 - 급액 EC: 2.8 → 2.4~2.6dS/m - 근권 EC: 3.0~4.0dS/m - 함수율: 65% 정도(일중 함수율편차: 4~8%) - 배지 내 함수량의 증가는 3~5주에 걸쳐서 맑은 날 증가 - 1회 공급량: 100~120mL/plant(2.5~3mL/J/m²) - 배액률: 맑은 날 25~35 %, 흐린 날 10~20% - 급액: 6~10회(일출 1시간 30분 후~2시간, 일몰 2시간 전후) - 기후조건이 생식생장환경이므로 영양생장 관리 유지
끝 수확기	11~12월	적심 및 다음 작기 준비	• 마지막 수확 화방 계산 후 적심하여 과실착과에 소요되는 부하를 줄임. - 과실비대를 도움 - 규칙적으로 정지를 하고 주지의 긴 측지도 제거함. - 급액은 늦게 시작하여 일찍 종료하는 방법으로 줄임. • 마지막 수확 후 동면에 들어가는 해충밀도를 줄이기 위한 살충제 엽면 살포 • 작물 절단 후 걷어냄. • 배지 및 큐브 비닐 벗긴 후 걷어냄. • 바닥 청소 후 물로 세척 • 관수 배관 및 온실 내부 소독 실시

주요 농작업 난이도 및 소요시간을 전문가 자문을 받아서 평가하였다(표 4). 난이도 매우 어려운 작업은 육묘, 정식, 농약살포, 수확/출하 작업이었고(그림 10), 소요시간 긴 작업은 가지유인, 측지정리, 적과, 적엽, 수확, 출하, 농약살포, 환경제어 등이었다(그림 11)

<표 4> 주요 농작업 난이도 및 소요시간 전문가 평가

작업구분	내 용	난이도 구분	소요시간 구분
파종	수작업	보통	매우짧음
육묘	고온, 양수분 수동	매우 어려움	짧음
블럭이식	부러짐, 포수불균일	보통	짧음
포수/배액구	배액구 절개	쉬움	보통
정식	고온, 양수분 관리, 농약살포& 관주	매우 어려움	짧음
온실소독	농약살포, 소독제이용, 청소	어려움	보통
가지유인/측지정리	매주 작업, 시간소요 많음	어려움	길
적과/하엽적엽	적과 심적 부담	보통	길
수확/출하	매주 2회 수확, 무거움, 고온기 품질하락	어려움	길
부산물처리	처리장소	쉬움	매우짧음
병해충/농약살포	농약종류, 병해충 예찰, 해충내성, 자주살포	매우 어려움	길
천적방사	천적전문가 예찰, 방제력 좋음, 농약살포 거의 안함, 작물생육 좋음	쉬움	짧음
환경제어컴퓨터관리	매일 1~2시간 작물읽기 능력	어려움	길
작물일지작성	매일 측정&기록(기록 농가 적음)	보통	짧음
양액조제	2~3주 간격 비료 무거움	보통	보통



[그림 10] 파프리카 농작업 난이도 분석



[그림 11] 파프리카 농작업 소요시간 분석

농작업 표준모델 농가검토 및 전문가 자문을 위하여 농가 의견수렴(15농가), 전문가(5명)을 실시하여 앞서 작성한 파프리카 생산단계별 표준 농작업 프로세스(표 3)를 농가 현실에 맞게 수정하였다. 그 결과 작업 구분은 파종/육묘기, 블럭이식기, 정식기, 생육기/작과/수확기, 작업

종료기로 크게 나누었다. 특히, 농작업이 많이 겹치는 생산단계인 생육기/착과/수확기를 통합하여 정리하였다(그림 13).

파프리카 생산단계별 농작업 프로세스	
파종/육묘기	파종준비: 온실 내 장비, 도구 소독 후 준비 파종관 포수: 파종 하루~6시간 전 EC 1.5~2.0dSm, pH 5.5의 영역으로 충분히 관수 후 22~25°C 유지 파종: 정식 전 21~35일 경 불량묘 대비하여 15~20% 추가로 파종하여 파종 후 질적으로 복토 발아실관리: 적정 온도 25~28°C, 상대습도 90% 이상으로 유지하며 발아 5% 가까이 되면 (약 5~6일 후) 육묘장으로 파종관 이동 육묘장 관리: 육묘 전 육묘장 소독, 차광스크린, 양액공급기, 온실환경관리 센서 작동점검 육묘장 관리: 급액 EC 2.5~2.8, pH 5.5, 주간온도 25~28°C, 야간온도 22°C 정식(무분별 육묘장식): 여름재배시 파종 60일 후 본엽 6~8장, 겨울재배시 파종 15~20일 후 본엽 4~6장 나올 때 정식
블록이식기	이식준비: 1일전 일면블록 EC 2.7~3.0dSm, pH 5.5의 육묘용 양액 충분히 포수 이식: 파종 15~20일 후 본엽 2~4장 정도 나올 때 일면큐브에 이식(파종 후 2주 정도) 간격별리가: 1번 정도 간격을 벌려줌 온습도 관리: 주간 25°C, 야간 22°C, 배지 내 온도 22°C 내외가 적당하며 65~75% 내외의 습도가 적절 약제관리: 이식시 등속원 약제의 100% 농도로 정식 5일 후 관주 (뿌리병과 줄록병 예방 등) 약제살포: 육묘기나 정식초기에는 진딧물, 총채벌레, 가루이, 자먼지충에, 나방류 등 방제에 주의할 것을 유의해야 함
정식기	슬라브 포수: 양액(EC 3.0dSm/m)으로 정식 하루 전에 슬라브 포수 정식: 정식 30일 이후 배지 20g/㎡씩 배치하여 슬라브 배지 내 배지나 흙을 잘 맞춰 큐브 배지쪽으로 드레퍼를 뺏음, 앞 8~10cm, 재식밀도 6.5~7.5줄/m ² , 뿌리가 어느 정도 나왔을 때 정식 최 하한 착과까지 주간 23~26°C, 야간 21~22°C 열매 달린 후부터 주간 24~26°C, 야간 18~20°C (15°C 이하로 내려가거나 28°C 이상으로 오르지 않게 관리) 정식초기 관리: 배지 온도 22~23°C, 주간온도 23~25°C, 야간온도 20~22°C, 습도 75~80% 유지 재배관리: 영양생장 및 뿌리활착 유도, 갈순제거, 불량묘 교체 병해충 방제: 적정 방제약 관수(정량의 100% 희석배수), 약제 살포 및 천적사용
생육기/착과기/수확기	반복작업: 순제거, 순감기, 황소, 잡초제거, 양액기 점검, 모니터 점검, 원수점검, 드레퍼 점검 재배관리: 관수, 양액공급, 농약방제, 탄소시비, 작업, 착과, 적화 환경조절: 가온, 감온, 가습, 차광, 보온 근원부 관리: 드레퍼관수, 일출 2시간 후-일몰 3시간 전 시간대 실시, 황수를 80~85%, 일출 황수를 관자 8~10%, 착과 4%, 비대기 4% 육묘, 1회 주급량 100~120ml/plant(농작업일시에 따라 조절) 착과관리: 1그루 착과는 2~4년 내외로 시작 착과수는 줄기당 3개 내외 수확: 수확시기별 착색정도(노랑) 수확, 주지와 과병의 경계부위를 절단함, 마지막 수확 후 해충밀도를 줄이기 위해 방제 실시 수확 후 저장: 수확 후 저장온도 8~10°C, 습도 90% 내외 유지
작업종료기	작물제거: 수확을 더 이상 하지 않거나, 재배를 이어가기에 어려운 상황인 경우 작물을 제거 시설정리: 재배작기에 사용될 시설 및 장비 등을 정리 소독관리: 다음 작기 준비를 위한 시설 및 장비 소독 P3-Perosan 100배액 또는 Huwasan 50배액을 고압살포하여 온실피복재, 스크린, 골조, 거더 등 소독함

(그림 13) 생산단계별 농작업 프로세스

<표 5> 농작업난이도 및 소요시간 평가 농가의견(15)

작업구분	난이도 평가		소요시간 평가	
	일치	불일치	일치	불일치
파종	10	5	10	5
육묘	6	9	10	5
블록이식	10	5	9	6
포수/배액구	9	6	9	6
정식	6	9	11	4
온실소독	6	9	10	5
가지유인/측지정리	8	7	14	1
적과/하엽적엽	13	2	13	2
수확/출하	12	3	14	1
부산물처리	8	7	10	5
병해충/농약살포	9	6	10	5
천적방사	12	3	13	2
환경제어컴퓨터관리	7	8	12	3
작물일지작성	12	3	12	3
양액조제	11	4	8	7

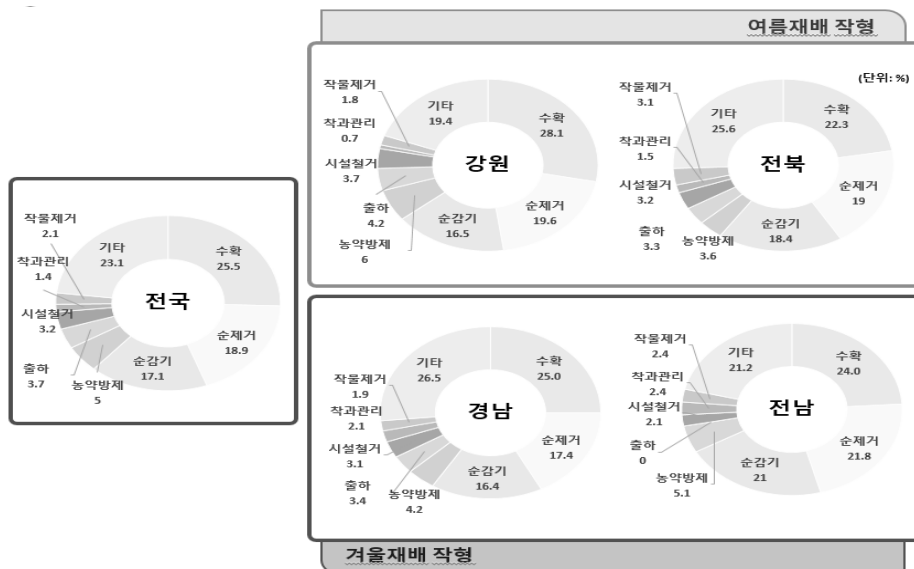
앞서 작성한 농작업 난이도 및 소요시간 평가(표 4) 내용을 농가현장에 맞는지 15명 선도농가의 의견을 수렴한 결과 표 5와 같이 평가내용이 불일치 한 경우가 있어 정확한 차이를 알아보기 위해 농작업별 실제 소요시간 데이터를 분석할 필요가 있었다.

(시험 2) 스마트온실 표준 농작업별 소요시간 및 비중 산출

시험 1에서 언급한 대로 스마트온실 농작업별 실제 소요시간과 비중을 산출하기 위하여 파프리카 스마트온실 22농가(강원 10, 전북 3, 전남 3, 경남 6, 표 6)의 농가 작업일지 및 대면 조사로 농작업 내역, 소요시간, 고용인원, 면적, 소득, 생산량, 단가 등을 분석하였다. 파프리카 생산 단계별 표준작업내역 및 농작업 시간 분석 결과로 조사 대상 22농가 농작업 평균 소요시간은 10a 기준 1,223시간 소요되었고, 생육단계별 소요시간 비중은 생육기/착과기/수확기(80.7%) > 작업종료기(6.7) > 정식기(6.1) > 블록이식기(3.5) > 파종/육묘기(3.0) 순으로 많았다. 이때, 농작업 세부내역별 비중은 수확(25.5%) > 순제거(18.9) > 순감기(17.1) > 농약방제(5.0) > 출하(3.7) > 시설철거(3.2) 이었다. 매출액 상위 20%의 우수농가와 나머지 일반농가의 총 농작업 시간은 각각 1,325시간/10a, 1,190시간/10a 이었으며, 우수농가가 일반농가 대비 135시간 더 농작업 시간이 길었으며, 이중 수확이 52.2 시간으로 가장 많았다(표 7).

<표 6> 파프리카 조사 농가 내역

재배작형	지역	시/군	농가구분	정식기	수확종료	농작업시간 (hrs/10a)	수량 (kg)	매출액 (원/10a)	
여름	강원	삼척	무농약	2021.04.09	2021.12.01	1,145.5	80,000	39,393,939	
		인제	1	2021.01.27	2021.12.07	1,211.6	301,066	72,170,333	
			2	2021.02.07	2021.11.13	1,208.7	186,550	60,632,788	
		철원	1	2021.03.17	2021.12.14	948.8	148,225	25,675,000	
			2	2021.03.19	2021.12.13	1,051.1	171,000	45,686,364	
			3	2021.03.12	2021.11.15	1,125.7	233,600	61,939,394	
		평창	1	2020.12.17	2021.11.21	1,225.1	246,240	70,472,727	
			2	2021.01.08	2021.12.03	1,178.6	578,000	56,048,485	
			3	2021.02.15	2021.12.05	1,145.3	264,550	37,000,000	
		횡성	1	2021.01.22	2021.11.18	987.9	125,840	42,759,758	
	경남	합천	무농약	2021.03.15	2021.12	1,067.3	30,000	60,606,061	
	겨울	전북	남원	1	2021.03.19	2021.12	1,285.1	70,000	45,454,545
2				2021.02.04	2021.11	1,132.1	120,000	36,363,636	
3				2021.01.28	2021.11	1,333.1	496,800	65,454,545	
경남		진주	의령	1	2021.06.10	2022.06.30	1,332.1	552,500	68,939,394
			1	2021.08.02	2022.06.30	1,493.5	351,000	69,545,455	
			2	2021.08.01	2022.07	1,072.7	240,000	61,818,182	
			3	2021.08.01	2022.07	1,320.9	192,500	63,636,364	
			4	2021.08.28	2022.08	1,230.1	360,000	72,727,273	
전남		영광	1	2021.09.01	2022.07	1,150.2	76,500	42,272,727	
		화순	1	2021.08.02	2022.06	1,148	187,500	63,636,364	
	2		2021.09.09	2022.07	1,198.7	108,900	55,000,000		



(그림 14) 지역별 스마트온실 재배 주요 농작업 비율(%)

<표 7> 파프리카 생산단계별 표준작업내역 및 농작업 시간

(단위: hrs/10a,%)

생산단계	농작업내역	전국평균		우수농가(A)		일반농가(B)		(A)-(B)	
		작업시간 (hrs/10a)	비중 (%)	작업시간 (hrs/10a)	비중 (%)	작업시간 (hrs/10a)	비중 (%)	작업시간 (hrs/10a)	비중 (%)
총	계	1223.2	100.0	1,325.0	100.0	1,190.1	100.0	135.0	0.0
1. 파종/육묘기	소 계	36.8	3.0	48.9	3.7	32.2	2.7	16.6	1.0
	파 종 준 비	6.0	0.5	7.9	0.6	5.2	0.4	2.8	0.2
	파 종 판 포 수	4.6	0.4	6.6	0.5	3.9	0.3	2.8	0.2
	파 종	6.3	0.5	7.7	0.6	5.7	0.5	2.1	0.1
	발아실관리	4.2	0.3	5.7	0.4	3.6	0.3	2.1	0.1
	육 묘 준 비	6.8	0.6	9.5	0.7	5.7	0.5	3.8	0.2
	육묘장관리	9.1	0.7	11.3	0.9	8.2	0.7	3.2	0.2
	소 계	43.0	3.5	40.2	3.0	43.7	3.7	-3.5	-0.7
2. 블럭이식기	이 식 준 비	10.6	0.9	9.6	0.7	10.9	0.9	-1.3	-0.2
	이 식	7.7	0.6	8.6	0.7	7.5	0.6	1.2	0.1
	간격별리기	8.5	0.7	9.4	0.7	8.2	0.7	1.2	0.0
	온습도관리	2.6	0.2	1.1	0.1	3.1	0.3	-2.0	-0.2
	약 제 관 주	4.0	0.3	2.3	0.2	4.4	0.4	-2.1	-0.2
	약 제 살 포	9.7	0.8	9.3	0.7	9.8	0.8	-0.5	-0.1
	소 계	74.0	6.1	85.9	6.5	70.5	5.9	15.3	0.6
	정 식 준 비	20.5	1.7	26.0	2.0	18.9	1.6	7.0	0.4
3. 정식기	정 식	12.4	1.0	12.8	1.0	12.2	1.0	0.6	0.0
	정식초기관리	4.0	0.3	3.0	0.2	4.4	0.4	-1.4	-0.2
	재 배 관 리	16.9	1.4	22.0	1.7	15.4	1.3	6.6	0.4
	병충해방제	20.2	1.6	22.1	1.7	19.6	1.6	2.5	0.1
	소 계	987.6	80.7	1,068.4	80.6	961.9	80.8	106.4	-0.2
	순 제 거	231.7	18.9	236.6	17.9	230.2	19.3	6.4	-1.4
4. 생육기/ 착과기/ 수확기	순 감 기	209.8	17.1	217.8	16.4	207.4	17.4	10.5	-1.0
	청 소	18.0	1.5	15.6	1.2	18.7	1.6	-3.1	-0.4
	잡 초 제 거	10.3	0.8	13.9	1.1	9.6	0.8	4.4	0.3
	정 지	21.4	1.8	19.3	1.5	22.1	1.9	-2.7	-0.4
	유 인	25.5	2.1	22.0	1.7	26.6	2.2	-4.6	-0.5
	양 액 조 제	7.0	0.6	7.4	0.6	6.9	0.6	0.5	0.0
	농 약 방 제	60.8	5.0	73.0	5.5	57.2	4.8	15.8	0.7
	적 엽	13.2	1.1	19.1	1.4	10.8	0.9	8.3	0.5
	환 경 조 절	7.3	0.6	8.8	0.7	6.8	0.6	1.9	0.1
	근권부관리	7.1	0.6	8.8	0.7	6.6	0.6	2.2	0.1
	착 과 관 리	17.7	1.4	20.5	1.5	16.9	1.4	3.6	0.1
	수 확	312.3	25.5	352.6	26.6	300.4	25.2	52.2	1.4
	저 장	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	출 하	45.5	3.7	53.0	4.0	41.8	3.5	11.2	0.5
	소 계	81.7	6.7	81.7	6.2	81.7	6.9	0.0	-0.7
5. 작업종료기	작 물 제 거	25.5	2.1	26.1	2.0	25.3	2.1	0.8	-0.1
	시 설 철 거	39.2	3.2	39.6	3.0	39.1	3.3	0.5	-0.3
	소 독 작 업	17.0	1.4	16.0	1.2	17.3	1.5	-1.2	-0.3

* 분석자료: 22농가(강원10, 전남3, 경남 6, 전북3)영농기록장 및 대면조사

<표 8> 파프리카 재배작형별 농작업 시간 비교

(단위: hrs/10a, %)

생산단계	농작업내역	여름작형평균(A)		겨울작형평균(B)		(A)-(B)	
		작업시간 (hrs/10a)	비중 (%)	작업시간 (hrs/10a)	비중 (%)	작업시간 (hrs/10a)	비중 (%)
총	계	1,184.9	100.0	1,284.6	100.0	-99.7	0
1. 파종/육묘기	소 계	29.8	2.5	45.7	3.6	-15.9	-1.1
	파 종 준 비	4.7	0.4	7.5	0.6	-2.8	-0.2
	파종판포수	3.3	0.3	6.3	0.5	-3.0	-0.2
	파 종	5.8	0.5	6.8	0.5	-1.0	0
	발아실관리	3.3	0.3	5.2	0.4	-1.9	-0.1
	육 묘 준 비	5.1	0.4	9.0	0.7	-3.9	-0.3
	육묘장관리	7.6	0.6	10.9	0.8	-3.3	-0.2
2. 블럭이식기	소 계	42.2	3.6	46.0	3.6	-3.8	0
	이 식 준 비	10.0	0.8	12.7	1.0	-2.7	-0.2
	이 식	7.1	0.6	10.0	0.8	-2.9	-0.2
	간격별리기	9.0	0.8	6.7	0.5	2.3	0.3
	온습도관리	2.8	0.2	1.9	0.1	0.9	0.1
	약 제 관 주	4.5	0.4	2.3	0.2	2.2	0.2
	약 제 살 포	8.8	0.7	12.4	1.0	-3.6	-0.3
3. 정식기	소 계	69.9	5.9	81.3	6.3	-11.4	-0.4
	정 식 준 비	20.7	1.7	20.2	1.6	0.5	0.1
	정 식	12.2	1.0	12.6	1.0	-0.4	0
	정식초기관리	4.1	0.3	4.0	0.3	0.1	0
	재 배 관 리	12.6	1.1	24.4	1.9	-11.8	-0.8
	병충해방제	20.2	1.7	20.1	1.6	0.1	0.1
4. 생육기/ 착과기/ 수확기	소 계	960.2	81.0	1,032.1	80.3	-71.9	0.7
	순 제 거	226.5	19.1	240.7	18.7	-14.2	0.4
	순 감 기	199.5	16.8	227.7	17.7	-28.2	-0.9
	청 소	17.7	1.5	18.6	1.4	-0.9	0.1
	잡 초 제 거	7.7	0.6	14.5	1.1	-6.8	-0.5
	정 지	19.6	1.7	24.6	1.9	-5.0	-0.2
	유 인	25.0	2.1	26.6	2.1	-1.6	0
	양 액 조 제	4.3	0.4	11.8	0.9	-7.5	-0.5
	농 약 방 제	65.3	5.5	53.0	4.1	12.3	1.4
	적 엽	7.8	0.7	19.3	1.5	-11.5	-0.8
	환 경 조 절	7.8	0.7	6.3	0.5	1.5	0.2
	근권부관리	6.8	0.6	7.6	0.6	-0.8	0
	착 과 관 리	10.7	0.9	30.0	2.3	-19.3	-1.4
	수 확	315.0	26.6	307.5	23.9	7.5	2.7
5. 작업종료기	저 장	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
	출 하	46.6	3.9	44.0	3.4	2.6	0.5
	소 계	82.8	7.0	79.6	6.2	3.2	0.8
	작 물 제 거	24.3	2.1	27.4	2.1	-3.1	0
	시 설 철 거	40.9	3.5	36.2	2.8	4.7	0.7
	소 독 작 업	17.6	1.5	16.0	1.2	1.6	0.3

* 분석자료: 22농가(강원 10, 전남 3, 경남 6, 전북 3)영농기록장 및 대면조사

파프리카 재배작형별 농작업 시간 분석 결과 농작업 평균 소요시간은 10a 기준 여름재배작형 14농가(강원10, 전북 3, 경남1) 1,184.9 시간, 겨울재배작형 8농가(경남 5, 전남 3)는 1,284.6 시간 소요되었으며, 여름재배작형시 99.7시간 짧았다. 생육단계별 소요시간 비중은 여름재배작형시 생육기/착과기/수확기(81.0%) > 작업종료기(7.0) > 정식기(5.9) > 블록이식기(3.6) > 파종/육묘기(2.5) 순으로 많았으며, 겨울재배작형시 생육기/착과기/수확기(80.3%) > 작업종료기(6.2) > 정식기(6.3) > 블록이식기(3.6) > 파종/육묘기(3.6) 순으로 많았다. 농작업 세부내역별 비중은 여름재배작형시 수확(26.6%) > 순제거(19.1) > 순감기(16.8) > 농약방제(5.5) > 출하(3.9) > 시설철거(3.5) 이었으며, 겨울재배작형시 수확(23.9%) > 순제거(18.7) > 순감기(17.7) > 농약방제(4.1) > 출하(3.4) > 시설철거(2.8) 순이었다(표 8, 그림 14).



수확 25% · 출하 4%



순제거 18%



순감기 17%

(그림 15) 스마트온실 재배 주요 농작업



농약방제 5%



시설철거 3%

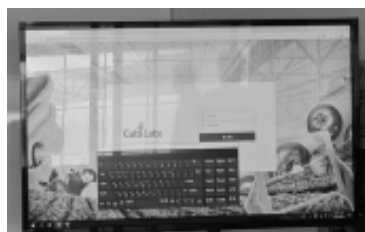


작물제거 2%

(그림 15) 스마트온실 재배 주요 농작업

(시험 3) 스마트온실 경영 및 생산이력 관리 표준모델 적용

파프리카 농작업 관리시스템 설치 및 테스트를 위해 도내 조남현(철원군, 6.24), 김관섭(평창군, 7.14) 농가에서 시스템 테스트, 시스템 구성 및 사용법 설명하고 농가상황에 맞게 콘텐츠를 수정하였다. 설치전 농가가 수기로 기록한 농작업 데이터는 농작업 시스템에 업로드 및 시스템 개발 업무는 공동 2세부 (주)컬티랩스에서 추진하였다(그림 16).



(그림 16) 스마트온실 농작업 관리시스템 설치 및 사용법 설명

개발된 시스템에 대한 만족도 조사를 위하여 설문조사를 실시하였다. 조사내용으로 용이성, 편이성, 노동시간 절감, 생산성 증대 등을 중심으로 공동 4세부 한국농산업연구소에서 추진하였다(그림 17).

동행법 33조(비밀의 보호)에 의거 본 조사에서 개인의 비밀에 속하는 사항은 엄격히 보호됩니다.

ID :

스마트온실 경영 및 생산이력 관리 키오스크 사용 만족도 조사

안녕하십니까?

본 조사는 스마트온실 경영 및 생산이력 관리 기술 개발 과제 수행에 관련하여 '스마트온실 경영 및 생산이력 관리용 키오스크 사용 만족도'를 파악하기 위한 설문입니다. 응답 자료는 무기명으로 처리되며 연구개발을 위한 자료로만 사용하겠습니다.

2022년 00월

설문문의 강원도농업기술원 노희선 ☎033-246-0043

2. 스마트온실 경영 및 생산이력 관리용 키오스크 도입에 따른 만족도

☐ 키오스크 도입에 따른 만족도에 대한 사항입니다. 해당되는 내용에 응답해 주세요.

문항	과거(도입 전)에 비해 키오스크 도입 후에	매우 그렇 지 않다	그렇 지 않다	보통 이다	그렇 다	매우 그렇 다
(1)	전반적인 스마트온실 경영 및 생산이력 관리가 용이해졌다.	①	②	③	④	⑤
(2)	작물재배에 도움이 되었다.	①	②	③	④	⑤
(3)	농작업 정리가 수월해졌다. (영농일지 작성 등)	①	②	③	④	⑤
(4)	노동환경 개선에 도움이 되었다. (농작업 효율성 증대 관련)	①	②	③	④	⑤
(5)	노동 시간이 절감되었다.	①	②	③	④	⑤
(6)	스마트온실 운영에 도움이 되었다.	①	②	③	④	⑤
(7)	생산성이 증대되었다.	①	②	③	④	⑤
(8)	파프리카 품질이 향상되었다.	①	②	③	④	⑤
(9)	키오스크 도입 이후 소득이 증가하였다.	①	②	③	④	⑤
(10)	키오스크 개발이 농민들에게 도움이 될 것이다.	①	②	③	④	⑤
(11)	키오스크 사용을 주변인들에게 추천하고 싶다.	①	②	③	④	⑤
(12)	키오스크의 지속적인 개발을 희망한다.	①	②	③	④	⑤

☞ 박프신 가운데 설문에 답변하여 주셔서 감사합니다.
☞ 키오스크 사용에 만족하지 않는다면 그 이유가 두었인지 문항 3에서 답변 부탁드립니다.

1. 경영체 일반적 현황

구분	응답	구분	응답
①성명		⑦총 영농경력(년)	
②성별	① 남성 ② 여성	⑧총 경영규모(명)	
③연락처		⑨스마트온실 도입 작물명	
④연령(세)		⑩해당 작물 재배 경력(년)	
⑤지역(명·시·군)		⑪키오스크 사용 여부(Y/N)	
⑥상세주소(지번)			

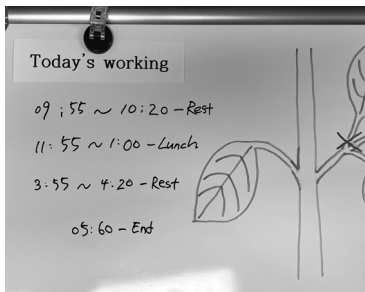
(그림 17) 스마트온실 경영 및 생산이력 관리 키오스크 사용 만족도 설문조사(한국농산업연구소)

관련 선행연구와 설문지 내용 분석 등을 통해 스마트온실 경영 및 생산이력 관리 표준모델 적용으로 인한 경영성과 항목을 선정하고 이에 대한 성과분석을 진행하였다. 기존 선행연구에 대한 탐색적 분석시 산출요인(Output) 성과항목은 병해충관리, 생산성 향상, 품질향상이 있으며, 결과요인(Outcome)은 소득(수익)향상과 행복지수 등으로 분류될 수 있다.

(시험 4) 농작업 고효율 우수사례 수집

농가 현장에서 수집된 농작업에 관련된 정보 중에서 비계량적인 요인들을 모아 다른 농가가 활용할 수 있게 고효율 우수 사례를 모았다. 강원 박규석 농가는 화이트보드를 온실에 설치하여 외국인 근로자에게 명확한 작업지시 및 작업시간 관리하였고, 경남 하현수 농가는 레일 이동식 자동방제 시스템을 기반으로 한 로봇방제기 사용으로 방제 작업 시간을 줄였다. 전남 문형량 농가는 농작업 시간이 단축되려면 온실 시설 기반 마련이 가장 중요하기 때문에 기반 시설 개선을 제안했다. 강원 조남현 농가는 생육 및 경영데이터를 체계적으로 관리하여 영농활동에 적극 반영하고 있는 빅데이터 활용 우수 농가로 지정받았다. 경남 정태경 농가는 포그시스템으로 온도 및 습도 조절하여 환경관리가 우수 하여 추가 농작업이 발생하지 않도록 관리하고 있었다. 전북 천리성 농가는 레일 라인이 50m로 짧아 수확작업 레일 왕복동선 및 시간 단축함. 환경관리,

작업, 방제일지를 기록하여 체계적으로 관리하였고, 경남 양상식 농가는 슬라브 배지 위에 끈끈이 트랩을 설치하여 해충 예찰하기 편하고, 천적관리에 도움이 되도록 관리하였다. 강원 지준구 농가는 지중열 교환기 사용으로 난방비 절감을 통한 농가 경영비 줄이고, 작물제거 작업 시 파쇄기 이용하여 부산물 처리가 용이하도록 하였다. 경남 강호준 농가는 지열 난방으로 겨울철 적극적인 난방과 환기창을 열지 않고 고농도 CO₂ 시비로 파프리카 작과관리 효율을 높이고 있었고, 빅데이터 활용하는 우수 농장으로 선정되었다. 전남 정왕기 농가는 주(Week)단위 농작업 계획을 세우고, 계획 달성 시 고용인력에게 쉬는 시간을 보장함으로써 농작업 시 효율을 높였고, 전남 김민환 농가는 파종작업 시 파종기를 사용하여 농작업 시간을 단축시켰다.



(그림 18) 농작업 고효율 우수 사례

4 적 요

〈제2세부과제: 스마트온실 생산 및 재배 방식별 표준 모델 개발〉

(시험 1) 스마트온실 농작업 표준모델개발

- 가. 파프리카 농작업 프로세스는 문헌자료, CCTV영상, 50농가의 농가경영기록장, 농가 방문 대면조사 생산단계별(육묘, 정식, 재배, 수확 등)로 농작업을 조사·분석하였다.
- 나. 재배방식별(일반, 무농약, GAP) 농작업 조사·분석을 위하여 인증현황과 관련 제도 분석하여, 무농약 인증에 경우 총 43개 작업 식별 및 분석을 통해 총 16개의 표준화 영역 도출하였다.
- 다. 일반과 무농약 재배의 차이점은 친환경 방제 약제 사용 및 천적방제 등 방제종류 차이가 있었으며, 그 외의 농작업은 거의 같았다.
- 라. 재배작형별 농작업 차이는 장마시기, 외부온도에 따라 감온, 가온 및 차광작업 차이가 발생하였으며, 겨울재배 작형시 큐브 없이 유묘를 정식하는 무큐브 정식을 많이 하고 있었다.
- 마. 주요 농작업의 난이도 및 소요시간 평가 결과 난이도가 매우 어려운 작업은 육묘, 정식, 농약살포, 수확/출하 작업이었고, 소요시간 긴 작업은 가지유인, 측지정리, 적과, 적엽, 수확, 출하, 농약살포, 환경제어 등이었다.

바. 파프리카 시기별 농작업 내역 표준화 모델 설계를 위하여 파프리카 재배 시기별 주요 관리 활동 및 증점 관리사항 표준화 하였으며, 선도농가와 전문가 자문을 통해 작업 구분은 파종/육묘기, 블록이식기, 정식기, 생육기/착과/수확기, 작업종료기로 크게 나누었다.

(시험 2) 스마트온실 표준 농작업별 소요시간 및 비중 산출

- 가. 스마트온실 농작업별 실제 소요시간과 비중을 산출하기 위하여 파프리카 스마트온실 22 농가 조사 분석 결과로 농작업 평균 소요시간은 10a 기준 1,223시간 소요되었고, 생육단계별 소요시간 비중은 생육기/착과기/수확기(80.7%) > 작업종료기(6.7) > 정식기(6.1) > 블록이식기(3.5) > 파종/육묘기(3.0) 순으로 많았으며, 농작업 세부내역별 비중은 수확(25.5%) > 순제거(18.9) > 순감기(17.1) > 농약방제(5.0) > 출하(3.7) > 시설철거(3.2) 순이었다.
- 나. 매출액 상위 20%의 우수농가와 나머지 일반농가의 총 농작업 시간은 각각 1,325시간/10a, 1,190시간/10a 이었으며, 우수농가가 일반농가 대비 135시간 더 농작업 시간이 길었으며, 이중 수확이 52.2 시간으로 가장 많았다.
- 다. 파프리카 재배작형별 농작업 시간 분석 결과 농작업 평균 소요시간은 10a 기준 여름재배작형 14농가(강원 10, 전북 3, 경남 1) 1,184.9 시간, 겨울재배작형 8농가(경남5, 전남 3)는 1,284.6 시간 소요되었으며, 여름재배작형시 99.7시간 짧았다.
- 라. 생육단계별 소요시간 비중은 여름재배작형시 생육기/착과기/수확기(81.0%) > 작업종료기(7.0) > 정식기(5.9) > 블록이식기(3.6) > 파종/육묘기(2.5) 순으로 많았으며, 겨울재배작형시 생육기/착과기/수확기(80.3%) > 작업종료기(6.2) > 정식기(6.3) > 블록이식기(3.6) > 파종/육묘기(3.6) 순으로 많았다.
- 마. 농작업 세부내역별 비중은 여름재배작형시 수확(26.6%) > 순제거(19.1) > 순감기(16.8) > 농약방제(5.5) > 출하(3.9) > 시설철거(3.5) 이었으며, 겨울재배작형시 수확(23.9%) > 순제거(18.7) > 순감기(17.7) > 농약방제(4.1) > 출하(3.4) > 시설철거(2.8) 순이었다(표 8, 그림 14).

(시험 3) 스마트온실 경영 및 생산이력 관리 표준모델 적용

- 가. 스마트온실 농작업 관리시스템 설치(강원 2농가) 및 테스트를 통해 농가상황에 맞게 콘텐츠 수정 작업을 수행하였다.
- 나. 시스템에 대한 만족도를 설문조사로 실시하였다. 조사내용으로 용이성, 편이성, 노동시간 절감, 생산성 증대 등을 중심으로 한국농산업연구소에서 추진하였다.

(시험 4) 농작업 효율을 우수사례 수집

- 가. 농작업을 효율적으로 실시할 수 있는 농가별 비계량적인 요인들을 모아 다른 농가가 활용할 수 있게 사례를 모아 정리하였다.

- 나. 화이트보드를 온실에 설치하여 외국인 근로자에게 명확한 작업지시 및 작업시간 관리하였고, 레일 이동식 자동방제 시스템을 기반으로 한 로봇방제기 사용으로 방제 작업 시간을 줄였으며, 레일 라인이 50m로 짧게하여 수확작업 왕복 시간을 단축하였다.
- 다. 농작업 시간이 단축되려면 온실 시설 기반 마련이 가장 중요하기 때문에 기반 시설 개선을 제안하였다.
- 라. 생육 및 경영데이터를 체계적으로 관리하여 영농활동에 적극 반영하고 있는 빅데이터 활용 우수 농가로 지정받았다.

5

인용문헌

- 국가법령정보센터, 유기식품 및 무농약농산물 등의 인증에 관한 세부실시 요령-제2장 인증, '21.08.13, <https://www.law.go.kr>
- 국립농산물품질관리원, 친환경농축산물인증, '21.08.13, <https://www.naqs.go.kr>
- 김지은, 이정우. 2019. 스마트팜 기술 및 시장동향 보고서. S&T Market Report, Vol.69
- 농림수산식품부, 과채류공통수출연구사업단, 수출과채류 온실 종합환경관리 현장적용 매뉴얼 파프리카 생육별
- 농사로, 농작업일정 채소-파프리카, '21.07.28, <https://www.nongsaro.go.kr>
- 농촌진흥청, 농업기술길라잡이, 2021
- 명동주, 배종향, 강종구, 이정현. 2012. 광량과 파프리카 품종에 따른 수량과의 상호관계. 생명환경조절학회. 21(3). pp. 243-246.
- 이승현, 하지영, 박향자, 김덕현, 이혜림. 2018. ICT기반 스마트팜 수출파프리카 농업경영체의 경영성과. 2018 학국품질경영학회. 추계학술대회. p. 3.
- 이충호, 양승환, 이재환, 채탁병, 김준희. 2016. 스마트온실 농가 사용환경에 대한 분석. 한국농업기계학회/한국정밀농업학회. 추계공동학술대회. p. 186.
- 정원주, 이정현, 김호철, 배종향. 2009. 유리온실과 플라스틱온실 재배환경하에서의 파프리카의 생장, 건물분배율 및 수량. 생명환경조절학회. 18(3). pp. 258-265.
- 조라훈, 남민기, 전영광, 김석준, 박승영, 김대현. 2021. 딥러닝을 이용한 스마트팜 내부 온·습도 예측 알고리즘 개발 및 검증. (사)한국농업기계학회. 추계공동학술학회. p. 123.
- 최병렬, 파프리카 주요해충의 천적과 농약을 활용한 방제 모델, 농촌진흥청 국립농업과학원 농산물안전성부 작물보호과, 2016
- 황인철, 노희선, 양동일, 김만배. 2021. 다중회기분석을 이용한 파프리카 생산량 예측. 한국통신학회. Vol. 46. No. 11. pp. 1-5.

연도(연차)	활용방안	제 목
2021.4 ~2022.12 (1년9개월)	학술발표	파프리카 스마트온실 재배시 생산단계 및 재배작형별 농작업 분석
		파프리카 스마트온실 재배시 지역별 농작업 분석
	홍 보	스마트온실 통합 관리 시스템 개발 성과(스마트팜연구개발사업단 소식)
	교 육	파프리카 스마트온실 남부지역 재배작형 농작업 분석(9.3. 19명)
		디지털농업 현황 및 발전방향(10.20. 52명)
	논 문	K-평균 알고리즘을 이용한 스마트팜 농작업별 소요시간에 따른 군집 분석: 파프리카 농가를 중심으로

성과지표명	연도	1년차(2021)		2년차(2022)		계	
		목표	실적	목표	실적	목표	실적
학술발표		1	1			1	1
교육지도		1	2			1	2
논문(비SCI)				1	1	1	1
홍 보				1	1	1	1
계		2	3	2	2	4	5

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도	
					'21	'22
과제책임자	(주) 지농	대 표	박훈동	과제 총괄	○	○
2세부책임자	연구협력과	농업연구사	노희선	세부주관 수행	○	○
공동연구자	연구협력과	농업연구관	안용진	시험평가	○	○
	연구협력과	농업연구사	신동호	조사지원	○	○
	연구협력과	농업연구관	정정수	시험평가	○	
	연구협력과	전문경력인사	강진구	시험평가	○	
	연구협력과	공 무 직	안옥희	조사지원	○	
	연구협력과	공 무 직	김희진	조사지원	○	○
	연구협력과	공 무 직	손연희	조사지원	○	○
	연구협력과	공 무 직	박은정	조사지원	○	
	연구협력과	공 무 직	박정호	조사지원	○	○
	연구협력과	공 무 직	서인선	조사지원	○	
	연구협력과	공 무 직	고경선	조사지원	○	
	연구협력과	연 구 원	박장순	자료분석	○	○
	연구협력과	연 구 원	정연재	자료분석		○