

어젠다코드	1 - 5 - 1		구분	계속	
기술분야코드	V2	기술유형코드	M04	작목구분코드	MI-02-MI21
과제종류	공동연구		세부사업(약어)	농업 빅데이터 공동연구	
과제명	시설채소 스마트팜 빅데이터 수집 및 생산성 향상 모델 연구				
과제책임자	성명		직급	소속기관 및 부서	
	이혜림		농업연구사	농촌진흥청	
연구기간	2017 ~ 2019		참여연구기관	대구경북과학기술원 등	
세부과제명			부서	세부책임자	연구기간
6) 강원 시설채소 스마트팜 전주기 빅데이터 수집 및 현장 컨설팅			작물연구과	안용진	'17~'19
색인용어	시설채소, 스마트팜, 빅데이터, 생산성, 컨설팅				

I. 연구목적

- 시설채소 빅데이터 품질향상을 위한 정보처리 기술 개발
- 시설채소 스마트팜 전 주기 빅데이터 발굴 및 수집
- 데이터 분석 결과를 바탕으로 생산성 향상 컨설팅

II. 2017년도 추진목표 대비 당해연도 목표 달성도

추진목표	달성내용	달성도
<제6협동과제 : 강원 시설채소 스마트팜 전주기 빅데이터 수집 및 현장 컨설팅> ○ 생산성 향상을 지원하는 데이터 수집 및 품질확보	[결과활용 건수 : 영농활용 1] ○ 파프리카 스마트팜 현장컨설팅을 위한 생육조사 매뉴얼 활용(영농활용)	100%

III. 주요 연구내용 및 결과요약

1. 연구내용

<제6협동과제 : 강원 시설채소 스마트팜 전주기 빅데이터 수집 및 현장 컨설팅>

가. 연구대상 : 복합환경관리시스템을 활용하는 농업경영체

나. 대상작목 : 토마토, 방울토마토, 파프리카, 딸기

다. 연구방법 : 연구원 직접조사

라. 연구내용 : 생산성 향상에 영향을 미치는 빅데이터 발굴 및 수집

○ 기본 : 환경(온도, 일사량 등), 생육(엽수, 엽면적 등), 경영(수량, 품질 등)

○ 확대 : 양분관리(배지, 비료, pH, EC, 관수량 횡수 등), 에너지, 이미지정보 등

2. 연구결과 요약

<제6협동과제 : 강원 시설채소 스마트팜 전주기 빅데이터 수집 및 현장 컨설팅>

가. 시설채소 스마트팜 전주기 빅데이터 수집농가 현황

- 2017년도 빅데이터 수집 농가는 4작목 24호로 딸기 2호, 파프리카 13호, 토마토 6호, 방울토마토 3호임

표 1. 시설채소 스마트팜 전주기 빅데이터 수집농가 현황

구분	딸기	파프리카	토마토	방울토마토	계	비고
2017 당초	1	3	2	0	6	당초
2017 추가	1	10	4	3	18	'17 추경예산 반영
계	2	13	6	3	24	

- 딸기 빅데이터 수집 농가는 2호로 재배작기는 보통 3, 4월에 정식하여 12월말 까지 수확하는 작기이고, 온실유형은 모두 연동하우스로 나타남
- 파프리카 빅데이터 수집 농가는 13호로 재배작기는 보통 3월에 정식하여 11월 까지 수확하는 작기, 시설형태는 유리온실 1농가, 비닐 12농가로 나타남
- 토마토 빅데이터 수집 농가는 6호로 재배작기는 보통 3~7월에 정식하여 8~11월까지 수확하는 작기이고, 온실유형은 모두 연동하우스로 나타남
- 방울토마토 빅데이터 수집 농가는 3호로 재배작기는 보통 7월에 정식하여 11월~익년 1월까지 수확하는 작기이고, 온실유형은 단동 2호, 연동 1호로 나타남

나. 시설채소 스마트팜 전 주기 빅데이터 발굴 및 수집 현황

- 생산성향상 모델을 개발하기 위하여 외부환경, 내부환경, 양액정보, 제어정보, 생육정보, 에너지정보, 작업정보, 수량정보, 품질정보를 수집하고 있음

표 2. 빅데이터 수집항목, 시기 및 방법

구분	수집항목	시기	방법
외부환경	온도, 습도, 일사량, 풍향, 풍속, 감우, 이산화탄소	1분/일	복합환경제어기
내부환경	온도, 습도, 일사량, 이산화탄소	1분/일	"
생육정보	초장, 경경, 잎폭·길이, 생장길이, 개화, 착과, 수확군	1회/주	직접조사
에너지정보	전기, 경유, 신재생에너지 사용량	15분/일	한전 등
작업정보	병해충 방제, 유인작업 등	필요시기	
수량정보	평균과중, 상품비율, 수량 등	1회/주	채취
품질정보	당도 등	1회/주	

- 외부환경정보 중 온도, 습도, 일사량, 풍향, 풍속, 감우, 이산화탄소는 복합환경 제어기에서 자동으로 1분 동안 수집된 정보로 주간 및 야간의 평균온도는 국내 환경제어 프로그램에서 출력되지 않으므로 계산이 필요함

표 3. 외부환경정보

항목		측정주기	비고
외부 온도	평균	1시간	최소 월 1회 데이터를 가져와야 됨 (1분 단위 정보를 1시간 단위로 변환 필요)
	최고	1시간	
	최저	1시간	
	주간평균	주간평균(시스템에서 나오는지 확인)	
	야간평균	야간평균(시스템에서 나오는지 확인)	
외부 일사량	최고	1시간	
	누적	1시간/1일	
외부 상대습도		1시간	
외부 감우		1시간	

- 내부환경정보로 온도, 습도, 일사량, 이산화탄소는 복합환경제어기에서 자동으로 1분 동안 수집된 정보로, 주간 및 야간의 평균온도는 국내 환경제어 프로그램에서 출력되지 않으므로 계산이 필요함

표 4. 내부환경정보

항목		측정주기	비고
내부 온도	평균	1시간	내부 일사량을 측정하기 위해서는 일사량 측정기를 온실 내부에 설치해야 함
	최고	1시간/1일	
	최저	1시간/1일	
	주간평균	주간	
	야간평균	야간	
내부 상대습도	평균	1시간	
	최고	1시간/1일	
	최저	1시간/1일	
	주간평균	주간	
	야간평균	야간	
내부CO ₂ 농도(잔존CO ₂)		1시간	

- 생육정보는 발육속도와 생식속도를 측정하여 작물 성장의 균형을 이루어 농장 주가 목표한 재배기간에서 최대의 수량을 획득하기 위하여 매우 중요한 정보인데, 작목별 생육정보 수집 기준 및 입력 양식을 설정하였음

표 5. 토마토 생육정보

항 목	측정 주기	단위	측정방법	비고	
초 장	1주	cm	지표면에서 생장점까지 길이	초장=지난 주 초장+생장길이	
생장길이	1주	cm	지난주 생장점에서 금주 생장점 길이		
엽 수	1주	개/주	개화 화방 아래의 완전히 전개한 엽수	측지 발생 시 생육조사원이 제거	
엽 장	1주	cm	맨 위에 개화 화방에서 3번째 해당하는 엽 길이(착과된 바로 위의 엽)	개화화방은 꽃이 1개라도 만개했을 때	
엽 폭	1주	cm	맨 위에 개화 화방에서 3번째 해당하는 엽의 폭	엽의 가장 넓은 곳으로 한쪽만 재서 2배 가능, 최대한 넓게 펼쳐서 길이를 잴	
줄기 굵기	1주	cm	개화화방(생장점 첫 화방) 위치에 바로 아래의 줄기 굵기	개화화방 아래 2cm 정도에서 가장 넓은 곳(타원형입)	
화방 높이	1주	cm	개화화방에서 생장점까지의 거리	개화화방은 꽃이 1개라도 만개했을 때	
정밀조사	개화 화방	1주			
	꽃 수	1주	개	꽃이 핀 개수를 측정	꽃 봉우리도 측정
	만개 꽃수	1주	개	꽃이 완전히 개화한 개수	
	착과수	1주	개	착과된 것 모두 측정	수정한 후 착과 수
	과 폭	1주	cm	착과 된 열매 모두 측정	3화방, 8화방
	과 고	1주	cm		
	이미지	1주			
	수확수	1주	개	수확한 열매 개수	
	과 중	1주	g	착과 된 열매 모두 측정	수확하여 사무실에서 측정
SPAD	1주				
착과수 (=열매수)	1주	개	나무에 열매가 달려 있는 전체 개수	착과된 것까지 포함하여 측정	
수확 수	1주	개	수확한 열매 개수		
개화군	1주	점	꽃이 핀 개수를 점수로 측정	(예)1화방에서 5개중에서 1개 개화:1/5=0.2, 농가에서 꽃을 몇 개를 유지해서 생산할지 확인, 개화 화방은 1개라도 만개했을 때를 기준	
착과군	1주	점	수정된 열매가 달려 있는 것을 점수로 측정	과일이 보인다는 의미는 꽃이 빠지면서 열매가 맺으면 착과로 생각 (예)1화방에서 꽃이 4개 중 3개가 피고 착과가 2개인 경우 0.66	
수확군	1주	점	수확하는 열매를 점수로 측정	수확하는 열매측정 (예)측정 착과 3개중에 2개를 수확하면 0.66점	
수확과중 (=평균과중)	1주	g	수확한 열매개수의 무게 측정	※도원별로 1~2농가 측정 ※일반 농가의 경우 수확 개수/평균과중 ※전북도원에서 개별 수확과의 과중 측정	

※ 각 도별 4주(강원 9주) 조사, 전남, 경북도원은 정밀조사

표 7. 방울토마토 생육정보

항 목	측정 주기	단위	측정 방법	비고	
초 장	1주	cm	지표면에서 생장점까지 길이	초장=지난 주 초장+생장길이	
생장길이	1주	cm	지난주 생장점에서 금주 생장점 길이		
엽 수	1주	개	개화화방 아래 완전 전개된 엽의 개수	꽃이 핀 기준 (만개 했을 때 기준)	
엽 장	1주	cm	개화화방에서 2번째 아래 엽 길이	개화화방 기준 : 꽃이 5개 이상 핀 화방	
엽 폭	1주	cm	개화화방에서 2번째 아래 엽폭		
줄기굵기	1주	cm	개화화방에서 2번째 아래 줄기 굵기		
화방높이	1주	cm	개화화방에서 생장점 까지 길이	생장점에서 화방까지 거리	
정밀조사	엽 폭 (정밀용)	1주	cm	해당 화방 바로 윗 엽	1송이를 기준으로 측정
	엽 장 (정밀용)	1주	cm		
	꽃 수	1주	개	꽃이 핀 개수를 측정	
	만개꽃수	1주	개	꽃이 완전히 개화한 꽃 수	
	착과수	1주	개	착과된 것 모두 측정	
	과 폭	1주	cm	착과 된 열매에서 제일 큰 것 1개를 측정	1송이에 3~4회 정도 펴
	과 고	1주	cm		
	수확수	1주	개	수확한 열매 개수	
	과 중	수확시	g	과폭 과고를 측정한 개체의 과중	수확하여 사무실에서 측정
	당 도		(Brix)	과폭 과고를 측정한 개체의 당도	
산 도	(%)		과폭 과고를 측정한 개체의 산도		
개화군	1주	점	꽃이 핀 개수를 점수로 측정 (=완숙토마토와 동일하게 측정)	(예)1화방에서 5개중에서 1개핍:1/5=0.2 - 농가에서 꽃을 몇 개 유지해서 생산할지 확인, 개화 화방은 꽃이 1개라도 만 개 했을 때를 기준	
착과군	1주	점	과일이 보이고 착과되는 열매가 달려 있는 것을 점수로 측정 (=완숙토마토와 동일하게 측정)		
수확군	1주	점	수확하는 열매를 점수로 측정 (=완숙토마토와 동일하게 측정)		
착과수 (=열매수)	1주	개	나무에 열매가 달려있는 전체 개수		
수확 수	1주	개	수확한 열매 개수		
수확과중 (=평균과중)	1주	g	수확한 열매 개수의 무게 측정	※ 도원별로 1~2농가 측정 ※ 일반농가의 경우 수확 개수/평균과중	

표 8. 방울토마토 입력 양식

조사일		표본		조사자										
조사농가														
초장 (Cm)	생장길이 (Cm)	엽수 (매)	엽장 (Cm)	엽폭 (Cm)	줄기굵기 (Cm)	화방높이 (Cm)								
구 분	엽 장	엽 폭	꽃수 (개)	만개 꽃 (수)	착과 (개)	화방 번호	과폭 (Cm)	과고 (Cm)	수확 (개)	당도 (Brix)	과중 (g)	산도 (%)	이미지	
													전체	부분
1화방						1-1								
						1-2								
						1-3								
						1-4								
2화방						2-1								
						2-2								
						2-3								
						2-4								
3화방						3-1								
						3-2								
						3-3								
						3-4								
4화방						4-1								
						4-2								
						4-3								
						4-4								
5화방						5-1								
						5-2								
						5-3								
						5-4								
6화방						6-1								
						6-2								
						6-3								
						6-4								

※ 조사 표본을 구분할 수 있게 이미지 및 라벨링 표시, 양액구역 및 환경관리를 기준으로 4개(강원9개) 선정
 ※ 1주는 이미지를 DSLR로 촬영, 나머지는 스마트폰으로 촬영

표 9. 파프리카 생육정보

항 목	측정 주기	단위	측정방법	비고
초 장	1주	cm	지표면에서 생장점까지 길이	초장=지난 주 초장+생장길이
생장길이	1주	cm	지난주 생장점에서 금주 생장점 길이	줄기마다 조사
엽 수	1주	개/주	개화화방 기준 아래 완전 전개된 엽수	측지는 제거
엽 장	1주	cm	착과된 파프리카의 바로 위 엽장 혹은 맨 위에 개화화방에서 3번째 아래 있는 길이, 폭	
엽 폭	1주	cm		
줄기굵기	1주	cm	개화화방(생장점 첫 화방) 바로 아래의 줄기 굵기(낙화된 경우 추정하여 측정)	개화화방 아래(2cm)줄기, 짚을 때 가장 넓은 곳
화방높이	1주	cm	생장점에서 개화화방까지의 거리 (낙화된 경우 추정하여 계산)	
개화마디 (개화화방)	1주	마디	현재 꽃이 피는 위치(마디)	꽃 핀 화방은 모두 표시
착과마디 (착과화방)	1주	마디	과일이 보이고(씨방이 보이면) 착과로 간주	착과 위치(마디)
수확마디 (수확화방)	1주	마디	파프리카를 수확한 위치	
착과 수	1주	개	화방의 착과에서 수정된 상태 (열매가 맺은 상태)에서의 개수	
열매 수	1주	개	열매가 달려 있는 개수(착과 제외)	
수확 수	1주	개	수확한 개수(탄 개수)	나무에 남아 있는 수가 아님
과 폭	1주	Cm	착과된 파프리카의 과폭, 높이	수확까지 모두 측정
과 고	1주	Cm		
이미지	1주		착과된 파프리카의 이미지 촬영	
무 게	1회	g		

표 10. 파프리카 입력양식

① 1번줄기

조사일			표본	1주 1줄기	조사자					
조사농가										
초장 (Cm)	생장 길이 (Cm)	엽수 (매)	엽장 (Cm)	엽폭 (Cm)	줄기 굵기 (Cm)	화방 높이 (Cm)	개화수 (개)	착과수 (개)	열매수 (개)	
1번줄기	개화 유무	착과 유무	과폭 (cm)	과고 (cm)	수확 유무	무게 (g)	이미지			
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										

1. 개화, 0=미 개화, (모든 줄기 조사)

② 2번줄기

조사일		표본	1주 2줄기	조사자					
조사농가									
초장 (Cm)	생장 길이 (Cm)	엽수 (매)	엽장 (Cm)	엽폭 (Cm)	줄기 굵기 (Cm)	화방 높이 (Cm)	개화수 (개)	착과수 (개)	열매수 (개)
2줄기	개화 유무	착과 유무	과폭 (cm)	과고 (cm)	수확 유무	무게 (g)	이미지		
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10		이	하	생	략				

표 11. 딸기 생육정보

항 목	측정 주기	단위	측정방법	비고
초장	1주	cm	관부에서 가장 긴 잎까지의 길이	
엽수	1주	개	한 개체 당 잎의 수 (완전히 전개한 잎만 측정)	
엽장	1주	cm	완전히 전개한 잎을 기준으로 세 번째 잎을 선택한 후 중간 소엽의 가장 긴 부분 측정	
엽폭	1주	cm	완전히 전개한 잎을 기준으로 세 번째 잎을 선택한 후 중간 소엽의 가장 넓은 부분 측정	
엽병장	1주	cm	엽장 조사한 잎의 관부에서 잎 하단까지의 길이	
관부직경	1주	cm	정아 밑의 관부에서 가장 가는 부분의 길이 (꽃대의 직각 방향으로)	
화방 출퇴기	수시	월/일	1화방이 40% 이상 출퇴한 시기 (10주 조사)	모든 화방 조사
개화기	수시	월/일	1화방의 소화가 40% 이상 피었을 시기 (10주 조사)	
꽃수 (소화수)	1주	개	화방에 달린 꽃의 수	
착과수	1주	개	화방에 딸린 열매의 수	
액아 발 생시기	수시	월/일	액아가 40% 이상 출퇴한 시기 (액아마다 번호 부여 액아1, 액아2, ...)	
SPAD				
과중	1주	g	수확과의 무게 (한 개씩 측정)	1, 2화방의 모든 과 측정
과폭	1주	cm	수확과의 폭이 가장 넓은 부분 측정 (한 개씩 측정)	
과장	1주	cm	수확과의 길이가 가장 긴 부분 측정 (한 개씩 측정)	
당도	1주	Brix	수확과의 당도 (한 개씩 측정)	
산도	1주	%	수확과의 산도 (한 개씩 측정)	

※ 화방번호 : 화방의 순서로 본주의 첫 번째 화방이면 본-1화방,
 첫 번째 액아의 첫 번째 화방이면 액1-1화방으로 표시
 ※ 액아번호 : 본주에서 발생한 액아의 번호로 첫 번째이면 액1로 표시
 ※ 수확번호 : 화방에 착과된 열매의 수확순서로 본주 1화방의 첫 번째 수확과일이면 본-1화방-1으로 표시
 ※ 수확과 기준 : 착색의 70% 이상

표 12. 딸기 입력 양식

① 정밀조사

조사일		표본		조사자						
조사농가										
관부 직경 (Cm)	초장 (Cm)	엽수 (매)	엽장 (Cm)	엽폭 (Cm)	엽병장 (Cm)	꽃수 (개)	착과수 (개)	열매수 (개)	액아발 생시기	
구 분	출퇴 기	꽃수 (개)	착과 수	파일번호	과폭 (cm)	과고 (cm)	무게 (g)	당도 Brix	산도 (%)	이미지
1화방				1-1						
				1-2-1						
				1-2-2						
				1-3-1						
				1-3-2						
				1-3-3						
				1-3-4						
				1-4-1						
				1-4-2						
				1-4-3						
				1-4-4						
				1-4-5						
				1-4-6						
				1-4-7						
				1-4-8						
	2화방				2-1					
				2-2-1						
				2-2-2						
				2-3-1						
				2-3-2						
				2-3-3						
				2-3-4						
				2-4-1						
				2-4-2						
				2-4-3						
				2-4-4						
				2-4-5						
				2-4-6						
				2-4-7						
				2-4-8						
이하여백										
액아				액아-1-1						
				액아-2						

- 에너지정보는 온도를 조절하기 위하여 사용되는 에너지원으로 전기, 경유, LPG 등의 사용량을 측정하고 있음
- 정식, 양액관리, 병해충 방제, 유인작업, 수확작업 등의 작업내역을 분석하기 위하여 농가별 농장경영일지 및 면접조사를 바탕으로 조사하고 있음
- 농협의 정산(출하전표)자료와 농가 출하일지를 바탕으로 수량정보 수집
- 품질정보에 참고하기 위하여 주 1회 작목에 따라 당도 또는 산도를 측정하고 있음

다. 생산성 향상(수량 증대, 품질 향상, 가격 등)에 미치는 빅데이터 발굴

- 생산성 향상(수량 증대, 품질 향상, 가격 등)에 미치는 빅데이터를 발굴하기 위하여 시설채소의 이미지 정보를 수집하기 위한 장비를 구입하고 측정하였음



그림 1. 이미지 정보 수집 장비

- 수량증대, 품질향상, 가격 등에 미치는 영향을 발굴하기 위하여 이미지 정보를 수집하였음








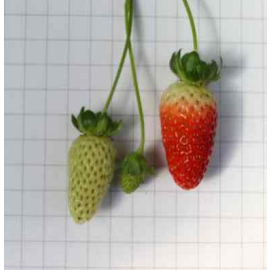
딸기	2017.10.17.	2017.10.24.	2017.10.31.	2017.11.07.
엽장, 엽폭				
화방				
장소	평창 S농가	평창 S농가	평창 S농가	평창 S농가

그림 2. 딸기 이미지 정보

토마토	2017.09.22.	2017.09.27.	2017.10.13.	2017.10.24.
엽장, 엽폭				
화방				
장소	원주 O농가 3화방	원주 O농가 3화방	원주 O농가 3화방	원주 O농가 3화방

그림 3. 토마토 이미지 정보









파프리카	2017.09.28.	2017.10.10	2017.10.18.	2017.10.23.
엽장, 엽폭				
과실 (화방)				
장소	철원 S농가	철원 S농가	철원 S농가	철원 S농가

그림 4. 파프리카 이미지 정보

3. 적 요

<제6협동과제 : 강원 시설채소 스마트팜 전주기 빅데이터 수집 및 현장 컨설팅>

- 가. 생산성향상 모델을 개발하기 위하여 외부환경, 내부환경, 양액정보, 제어정보, 생육정보, 에너지정보, 작업정보, 수량정보, 품질정보를 수집하고 있음
- 나. 생육정보는 농장주가 목표한 재배기간에서 최대의 수량을 획득하기 위하여 매우 중요한 정보인데, 작목별 생육정보 수집 기준 및 입력 양식을 설정하였음

IV. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	제목
2017(1년)	영농활용	파프리카 스마트팜 현장컨설팅을 위한 생육조사 매뉴얼 활용

V. 기대 및 파급효과

- 시설채소의 전 주기 스마트팜 빅데이터 수집·관리·공유기반 마련 및 정보 제공
- 스마트팜 농가 데이터를 활용하여 수량을 증대하는 농장 경영관리컨설팅 체계 구축