

RS-202
2-IP12
2033

보안 과제(), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개()발간등록번호(O)

기술사업화지원사업 2023년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-004756-01

양파
수집기
고도화
기술
개발

양파 수집기 고도화 기술 개발

2024.07.29.

2024

주관연구기관 / 현대농기계
공동연구기관 / 국립농업과학원
공동연구기관 / 경상남도농업기술원

농림축산식품부
농림식품기술기획평가원

농림축산식품부
(전문기관)농림식품기술기획평가원

제출문

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

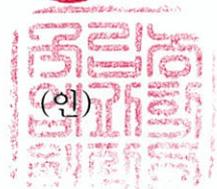
본 보고서를 “양파 수집기 고도화 기술 개발” (개발기간 : 2022.04.01 ~ 2023.12.31)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2024. 07. 29.

주관연구기관명 : 현대농기계 (대표자) 박옥란



공동연구기관명 : 국립농업과학원 (대표자) 이승돈



공동연구기관명 : 경상남도농업기술원 (대표자) 정찬식



주관연구책임자 : 한광민



공동연구책임자 : 이상희



공동연구책임자 : 손지영



국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

< 요약 문 >

※ 요약문은 5쪽 이내로 작성합니다.

사업명	기술사업화지원사업	총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)	122033-02-1-CG000				
내역사업명 (해당 시 작성)	공공기술 사업화 촉진	연구개발과제번호	122033-2				
기술분류	국가과학기술 표준분류	LB0801	40%	LB0804	30%	LB0806	30%
	농림식품 과학기술분류	RC0101	50%	RC0199	30%	RC0103	20%
총괄연구개발명 (해당 시 작성)	양파 수집기 고도화 기술 개발(1과제)						
연구개발과제명	양파의 손상 최소화가 가능한 7kW급 자주식 소형 양파 수집기 개발 및 산업화						
전체 연구개발기간	2022. 4. 1 - 2023. 12. 31(1년9개월)						
총 연구개발비	총 953,750천원 (정부지원연구개발비: 816,000 천원, 기관부담연구개발비 : 137,750천원, 지방자치단체지원연구개발비: 천원, 그 외 지원연구개발비: 천원)						
연구개발단계	기초[] 응용[] 개발[○] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[]	기술성숙도 (해당 시 기재)		착수시점 기준() 종료시점 목표(○)			
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)							
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)							

연구개발 목표 및 내용	최종 목표	○ 양파의 손상 최소화가 가능한 7kW급 자주식 소형 양파 수집기 개발 및 산업화			
	전체 내용	○ 소규모 필지에서도 사용이 가능한 보행형 수집기 개발 ○ 10마력 이하, 궤도식 주행부, 이송본체/수집본체 따로 개발 ○ 낙하 충격 등 양파 손상(명) 저감 기술 개발 ○ 무게에 따라 자동 수집 높이 조절, 벨트컨베이어 수집 안내장치 ○ 운전·조작 편이성 향상(여성친화형)			
	1단계 (해당 시 작성)	목표	○ 자주식 양파 수집기 이송본체, 지능형수집본체, 주행부 개발 ○ 주요부 시스템 통합을 통한 자주식 양파 수집기 시제품 개발 ○ 양파 수집에 대한 필드 시험수행 및 작업별 부하 계측 및 분석 ○ 수집 무게에 따라 자동으로 높이가 제어되는 시스템 개발 ○ 자주식 양파 수집기 현장실증 시험 및 개선 ○ 양파 건조기간에 따른 품질 및 저장성 조사 ○ 양파 수집기 낙하정도에 따른 품질 특성 ○ 지역별 양파 수집기 현장실증 및 품질특성 조사		
		내용	- 양파 수집기 주행을 위한 조작부 모듈 개발 - 크롤러, 유압제어부, 조작부등 모듈형태로 장착할수있는 메인프레임 개발 - 농기계 신제품 인증 후 사업화 프로세스 진행 - 지역별 양파 수집기 현장실증 및 품질특성 조사 - 양파 수집에 대한 필드 시험수행 및 작업별 부하 계측 및 분석 - 소요동력 및 부하계측 필드테스트 분석결과를 이용한 설계 최적화 - 현장실증시험을 통한 수집률 및 손상을 등 기계 성능 검증(2개소 이상)		

연구개발성과	○ 상용 프로그램(Amesim)을 이용한 이송본체 및 지능형 수집본체 시뮬레이션 ○ 양파 수집기의 양파 손상 발생 인자 분석 및 설계 방향 도출 ○ 수집 높이 자동제어 시스템 설계·제작 및 기초 제어성능 시험 ○ 양파 수확방법에 따른 품질 및 저장특성 비교
연구개발성과 활용계획 및 기대 효과	○ 양파 등 여러 땅속작물의 수확기 개발에 직접적 적용 가능한 기술을 확보함으로써 땅속작물 수확기 분야의 기술력 증대 ○ 기존의 양파 수확은 굴취형 작업기를 이용한 굴취 작업과 수집을 위한 강도 높은 노동력이 요구되므로, 땅속작물 수확부터 수집까지의 기계화를 통해 노동력을 최소화함으로써 땅속작물의 생산비 절감을 통한 농가 소득 증대에 기여 가능함 ○ 양파 수집 작업에 소요되는 노동력과 시간을 현재의 87% 이상 절감할 수 있기 때문에 적기 수확이 가능하고 양파 재배의 생산비 절감과 상품성 향상시킬 수 있음
연구개발성과의	

비공개여부 및 사유												
연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구 시설 ·장비	기술 요약 정보	소프트 웨어	표준	생명자원		화합물	신품종	
	2	3	1					생명 정보	생물 자원		정보	실물
연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황	구입 기관	연구시설 ·장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	ZEUS 등록번호			
국문핵심어 (5개 이내)	수집기		양파		자주식		소형		크롤러			
영문핵심어 (5개 이내)	collector		onion		Self-propelled		Small size		Crawler			

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	1
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용	5
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도	52
4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성합니다)	60
5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도	60
6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획	61

최종보고서				보안등급							
				일반[○], 보안[]							
중앙행정기관명	농림축산식품부			사업명	사업명			기술사업화지원사업			
전문기관명 (해당 시 작성)	농림식품기술기획평가원				내역사업명 (해당 시 작성)			공공기술 사업화 촉진			
공고번호	제2022-34호			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)				12033-2			
				연구개발과제번호							
기술분류	국가과학기술 표준분류	LB0801	40%	LB0804	30%	LB0806		30%			
	농림식품과학기술 분류	RC0101	50%	RC0199	30%	RC0103		20%			
총괄연구개발명 (해당 시 작성)	국문	양파 수집기 고도화 기술 개발(1과제)									
	영문	Development of advanced technology for onion collector (1 task)									
연구개발과제명	국문	양파의 손상 최소화가 가능한 7kW급 자주식 소형 양파 수집기 개발 및 산업화									
	영문	Development and industrialization of 7 kW class self-propelled small size onion collector that can minimize damage to onions									
주관연구개발기관	기관명	현대농기계			사업자등록번호		308-04-67558				
	주소	(54584)전북 익산시 석암로 13길 78			법인등록번호		-				
연구책임자	성명	한광민			직위		연구소장				
	연락처	직장전화			휴대전화						
		전자우편			국가연구자번호						
연구개발기간	전체			2022. 4. 1 - 2023. 12. 31(21개월)							
	단계 (해당 시 작성)	1단계		2022. 4. 1 - 2023. 12. 31(21개월)							
연구개발비 (단위: 천원)	정부지원	기관부담		그 외 기관 등의 지원금				합계		연구개발비 외 지원금	
	연구개발비	연구개발비		지방자치단체		기타()					
	현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물	현금	현물		합계
	총계	816,000	7,900	129,850	-	-	-	-	823,900		129,850
1단계	1년차	350,000	-	58,750	-	-	-	-	350,000	58,750	408,750
	2년차	466,000	7,900	71,100	-	-	-	-	473,900	71,100	545,000
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)	기관명	책임자		직위	휴대전화	전자우편		비고			
	공동연구개발기관	국립농업과학원		이상희				역할	기관유형		
		경상남도농업기술원		손지영				공동	국립연		
위탁연구개발기관							공동	지자체			
연구개발담당자 실무담당자	성명	한광민			직위		연구소장				
	연락처	직장전화			휴대전화						
		전자우편			국가연구자번호						

이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2024년 1월 31일

연구책임자: 한광민
주관연구개발기관의 장: 현대농기계



박 옥 란



공동연구개발기관의 장: 국립농업과학원장

이 승 돈



공동연구개발기관의 장: 경상남도농업기술원

정 찬 식



농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원장 귀하

1. 연구개발과제의 개요

1) 연구개발과제의 배경 및 필요성

- 양파는 우리나라 주요 양념채소 중 하나로 꾸준히 재배되고 있어 재배면적은 20,000ha 수준을 유지하고 있는 주요 밭작물 중 하나임.



그림 1 연도별 양파 재배면적 및 가격 추이
(출처: 2021 통계청 보도자료)

- 최근 농촌인구 감소 및 고령화로 농촌 일손 부족 문제가 심화되고 있으며, 인건비는 지속적으로 상승 중으로 생산비 절감을 위해 기계화가 시급한 실정임.



그림 2 <연도별 농가인구 및 노령화지수 추이>
(출처: 통계청 보도자료)

- 양파의 경우 경운정지 및 방제 작업의 기계화율은 60%이상이나 파종·정식 및 수확작업의 기계화율은 각각 14.0%, 24.6%로 미흡함. 양파의 수확작업 기계화율은 24.6%이나 굴취작업에 기계를 이용하고, 수집은 인력에 의존하고 있는 실정임.

- 양파 기계화율('20) : 평균(63.6%), 경운정지(100), 비닐피복(81.2), 파종정식(14.0), 방제(98.0), 수확(24.6)

- 양파 수확 작업공정은 논 양파와 밭 양파로 나뉘며, 굴취기를 이용하여 양파를 굴취하고 노지에서 건조 후 수집 또는 바로 망 포장하는 형태로 굴취된 양파를 수집하는 수집기 개발이 필요함.

- 기계화유형 I (논 양파) : 인력 줄기 절단 및 비닐제거, 트랙터 굴취기를 이용한 굴취, 인력 망 포장의 작업공정

- 기계화유형 II (밭 양파) : 밭 양파의 경우 인력 비닐제거, 트랙터 굴취기를 이용한 굴취, 노지건조, 인력으로 줄기절단 및 망 포장의 작업공정

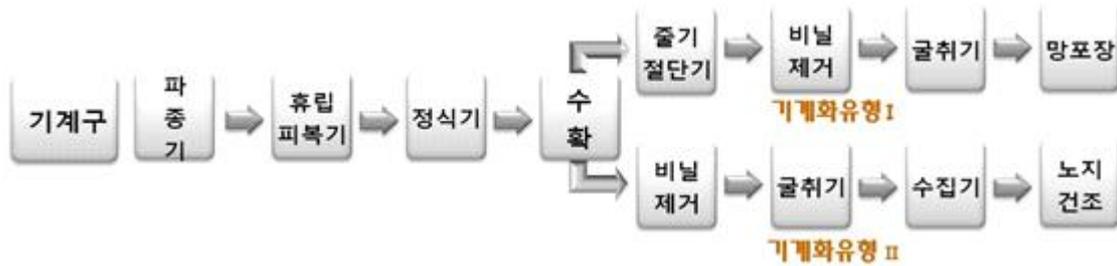


그림 3 양파 수확작업 공정



그림 4 양파 굴취기로 수확 후 인력으로 수집하는 농가

- 양파의 경우 1.0ha 미만의 소규모 농가 비율이 94.6%로 영세하여, 소규모 농가에서 이용이 가능한 소형의 작업기 개발 필요
 - 영농규모별 농가비율('20) : 양파 0.3ha 미만(67.1%), 0.3~1.0ha(29.5), 1.0ha 이상(3.4)
- 현재 보급 중인 트랙터부착형 및 자주식 수집기는 기체 크기가 커 낙차에 의해 양파 손상(명)이 발생하여 추후 저장성에 문제가 대두되고 있으며, 트랙터에 부착되어 길이가 길어 선회반경 문제 등 소규모 재배 농가가 많은 국내에서 작업에 어려움이 있음.
 - 양파 허용 낙하높이: 평균 0.4502 m 미만 (김준희, 2018)
 - 현재 보급되고 있는 트랙터 부착형 및 자주식 수집기는 모두 수집부에서 양파 낙하 높이가 60~100cm 로 손상(명)이 발생할 가능성이 높음.
 - 기체 크기를 소형으로 제작하여 낙차를 40cm 미만으로 제작하여 양파의 손상이 생기지 않게 해야함.



그림 5 보급중인 트랙터 부착형 및 자주식 수집기
(좌측부터 현대농기계 수집기, 신흥공업사 수집기, 신흥공업사 자주식 수집기)

- 따라서, 국내 농업 환경 및 양파 수확 작업공정에 적합한 소형의 양파 수집기 개발이 필요하며, 손상을 저감할 수 있는 고도화 기술 개발 필요함.

2) 현대농기계의 선행연구·사업화 내역

○ 선행연구 : 수집형 감자 수확기 개발(충남대 공동, 2017)

- 형식: 트랙터 부착형 견인식
- * 굴취, 이송, 이물질제거, 수집 동시작업 형
- 손상을 5% 내외, 작업능률1.3h/10a로 관행에 비해 92% 노력절감



그림 6 수집형 감자 수확기(2017)

○ 사업화 실적 : 수집형 감자 수확기(PC900)

- 공공 연구개발 후 수정 보완하여 **사업화 진행**
- 기술이전: **농업기술실용화재단(완료)**
- 판매실적: **판매 금액 : 11억 2천 5백만원**
- 사업화 모델 기계 특징 :
 - * 트랙터 부착형 견인식 수확기로서 작물을 굴취, 이송, 선별, 수집까지 한번에 가능한 수확기.
 - * 낮은 운영비용과 최고의 성능, 안정성을 제공.
 - * 유압 구동 방식으로 저소음 환경 구현이 가능
 - * 작업자 중심 유압설계로 작업자 스스로 이송부, 선별부 체인의 작업/중단, 각 체인별 속도 조절, 수집부 UP/DOWN 작업이 가능함.
 - * **모든 체인에 고무를 씌워 작물의 손상을 최소화**

기술이전 계약서

계약기술 : 정확성 센서를 이용한 감자 수확량 모니터링 기술



2021. 02. 15.

기술공급자 : 충남대학교 산학협력단 담당 손영아
 실시자 : 현대농기계 대표 정다운

노하우 기술이전 계약서

충남대학교 산학협력단(이하 "기술공급자")과 현대 농기계(이하 "실사자"이라 한다)은 "기술공급자"가 개발하여 보유한 기술(이하 "노하우기술"이라 한다)의 이전을 위해 다음과 같이 합의하고 계약을 체결한다.

- 이전 기술 : 감자수확기 굴취부 용역 제당 기술
- 기술료(VAT 별도 : 이하 동일)
 - 정액 기술료 : 금원천만원(₩10,000,000)
- 계약기간 : 2017. 10. 1. ~ 2018. 9. 30.(1년)
- 기술이전 유형 : 노하우 기술이전
- 기술사용범위 : 대한민국 특허법 제2조 제3호의 범위
- 기술사용지역 : 국내외 전역
- 계약 당사자
 - 기술공급자 : 충남대학교 산학협력단 (단 장 김영국)
 - 실시자 : 현대농기계 (대 표 정다운)

300-04-C
 현대농기계
 010-5200-2222
 대표 정다운



그림 7 연구개발 후 수정, 보완하여 사업화한 수집형 수확기 제품

- 양파는 2021년 기준 국내 재배면적이 18.5천ha, 생산량이 1,577천톤이며, 재배면적 기준 전남이 6,775ha로 가장 많고, 경남이 4,023ha로 두 번째로 많음
- 양파 생산과정에 소요되는 총비용은 10a 기준 2010년 1,422천원에서 2021년 2,863천원으로 101% 증가하였고, 특히 같은기간 생산 노동비는 904천원에서 1,567천원으로 74% 증가하여 양파 생산 농업인의 부담을 가중시키고 있음
- 양파는 필수 양념채소 작물로 생력화 재배를 위한 기계화가 이루어지고 있으나, 양파재배에서 가장 많은 노동력을 요구하는 정식 및 수확작업 기계화가 미흡함
 - 2019년 양파 기계화율(%): 경운·정지(100), 정식(14), 비닐피복(81.2), 방제(98), 수확(24.6)
- 국외에서 양파 수확시 굴취·집하까지 가능한 전용기계를 개발, 실용화하고 있으나, 국내의 경우 대부분 비닐 멀칭 재배를 하고 재배규모 또한 1ha 미만의 영세농가가 대부분이기 때문에 기계적용이 어려움
- 양파 수확작업의 기계화를 확대하기 위해서는 기계수확 과정에서 발생하는 품질 저하를 최소화할 수 있는 수확기술이 확립되어야 함
- 국내에 상용화가 활발한 수집기 제품은 거의 없으며, 국내 수집기 개발은 초기 단계로 양산화된 제품은 국내 사용환경에 적합하지 않거나, 보급률이 매우 저조함
- 본 과제 대상기술 경량형 자주식 수집기는 1톤 트럭에 적재가 가능하며 좁은 국내 밭작물 환경에서 작업이 유리한 제품으로 수집작업 기계화율을 빠른속도로 높일 수 있음
- 국내 실정에 맞게 개발된 자주식 소형 양파 수집기의 현장적용으로, 실제 양파재배 수확 현장에서 개발기계를 사용하고, 마찰 및 충격에 의한 품질저하 정도 및 저장성을 조사가 필요함

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

<1주관: 현대농기계>

○ 자주식 양파 수집기 이송본체, 수집본체 주요부 시스템 레이아웃 설계

- 선별 성능 개선을 위한 기존 수확 시스템 이송-선별부 분석

1. 굴취부(손상을 최소화 하기위한 굴취판 분석)

: (첫번째 형상 - 굴취판, 굴취날 미설치)

양파의 수확 후 큐어링 작업을 한 뒤에 수집작업

지면보다 작물이 높게 위치해 있고 크롤러 바퀴 안쪽으로 고랑이 형성되어 있어서 작물의 손상을 최소화하기 위하여 굴취부 초입에 굴취판, 굴취날을 설치하지 않고 바로 이송부체인으로 올려주는 작업

: (두번째 형상 - 굴취판, 굴취날 설치)

양파의 수확 후 큐어링 작업을 한 뒤에 동일한 수집작업

크롤러 폭만큼 고랑이 넓게 형성되어 크롤러 바퀴가 고랑위로 올라가는 경우 지면과 작물의 높이가 차이가 나지 않을시 굴취판, 굴취날을 이용하여 흙과 작물을 같이 올리는 굴취작업

2. 이송부(손상을 최소화하기 위한 작물용 상기안내부 적용)

: (첫번째 형상)

아래 그림처럼 작물이 수집기 안쪽 체인(2번)으로 손상을 최소화 시켜 올라갈 수 있도록 안내해주는 (1번)바람개비 모양의 시스템.

수확기 앞쪽 전면에 위치하고 2번에 위치한 이송부체인이 구동될 때 동력을 전달받아 (기계식 타입) 작동.

중심에 축을 기준으로 90° 간격으로 4개의 날개를 가진 형상으로 제작

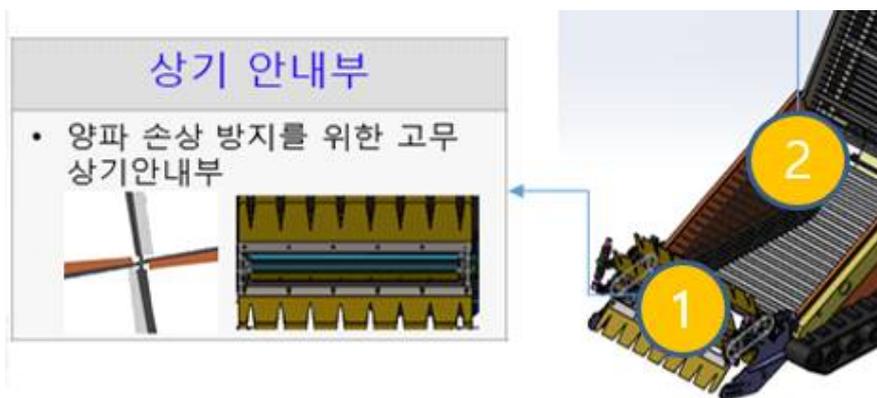


그림 8 이송부 체인으로 밀어주는 상기안내부

: (두번째 형상)

작물을 안쪽으로 밀어주는 판이 항상 바닥을 향한 상태로 회전이 됨

바닥면과 수직이 된 상태로 작물을 짓누르지 않고 안쪽 이송부 체인으로 작물을 이송시킬수 있는 기능

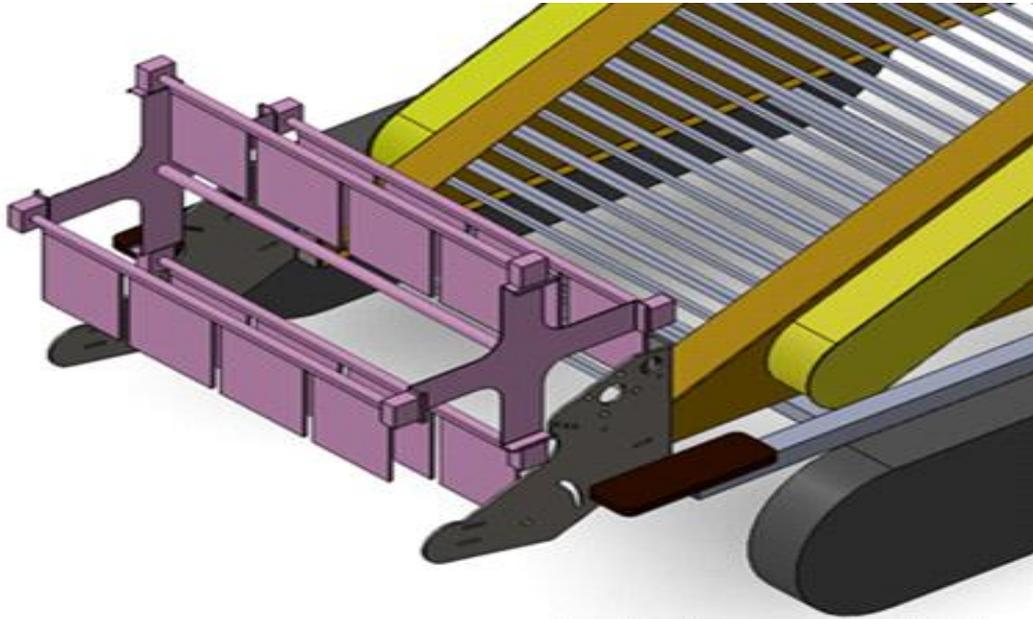


그림 9 이송본체 - 상기안내부 3D



그림 10 왼쪽부터 상기안내부의 정면, 측면, 윗면

: 첫번째 형태는 단순한 바람개비 형식으로 작물을 흠, 이물질과 함께 눌러면서 안쪽으로 밀어주다보니 짓눌림, 찌힘이 발생되어 손상률이 생기는것에 반해 지면과 수직형상으로 회전하여 짓눌림, 찌힘 현상이 적음.

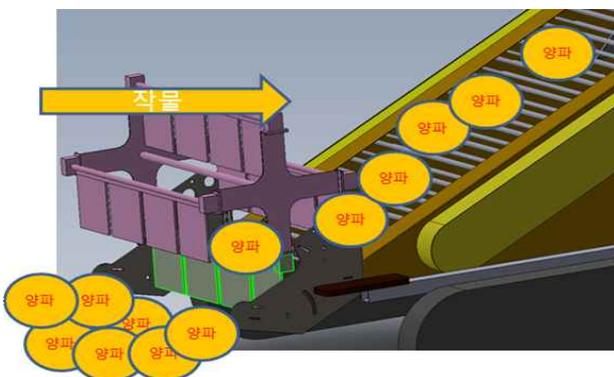


그림 11 양파의 이송 흐름 중 상기안내부 역할



그림 12 이송부 체인으로 밀어주고있는 상기 안내부

3. 주행부(이송본체 - 지능형 수집본체)

: 이송본체

이송본체	엔진	가솔린엔진	hp	7.5kW 내외
	주행부	주행부 type	-	크롤러
		동력 전달방식	-	기계식
		조향 시스템	-	유압레버
		주행 속도	m/s	0.21 이내



그림 13 이송본체 - 주행부 조립 측면



그림 14 이송본체 - 주행부 크롤러, 메인프레임

: 지능형 수집본체

지능형 수집본체	엔진	가솔린엔진	hp	7.5kW	
	주행부	주행부 type	-	크롤러	
		동력 전달방식	-	기계식	
		조향 시스템	-	유압레버	
		주행 속도	m/s	0.5 이내	
	본체 규격		mm	2,000 x 1,000 x 1,100	
	적재함 규격		mm	1,100 x 900 x 250	
	차체 중량		kg	421	



그림 15 지능형수집본체 - 주행부 조립 측면



그림 16 지능형수집본체 - 1톤차 적재

- 이물질과 농작물 분류를 위한 이송-선별부 레이아웃 설계

: 굴취부

요인별 분석을 통해 굴취판이 없는 형태로 안내부를 거쳐 이송체인으로 작물이 바로 유입되도록 양쪽에 작물을 모아주는 보조가이드가 장착된 굴취부로 제작함

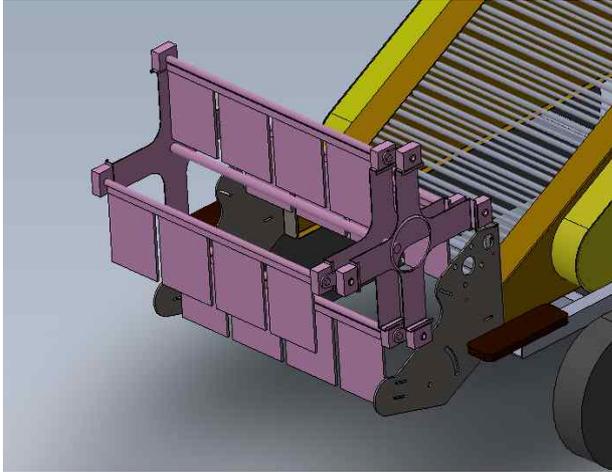


그림 17 이송본체- 굴취부 3D



그림 18 이송본체-굴취부 측면

: 이송부

요인별 분석을 통하여 고무의 형상이 지면과 수직인 상태로 360° 회전하는 상기 안내부가 장착된 이송부 형태로 제작함

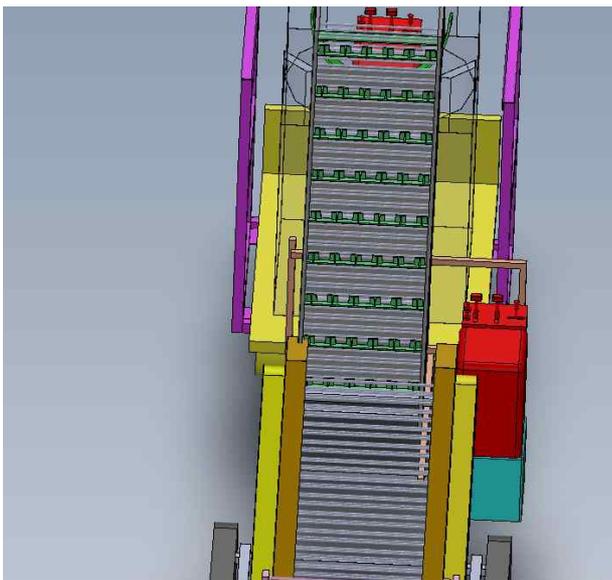


그림 19 이송본체- 이송부 3D



그림 20 이송본체 - 이송부 테스트 시 사진

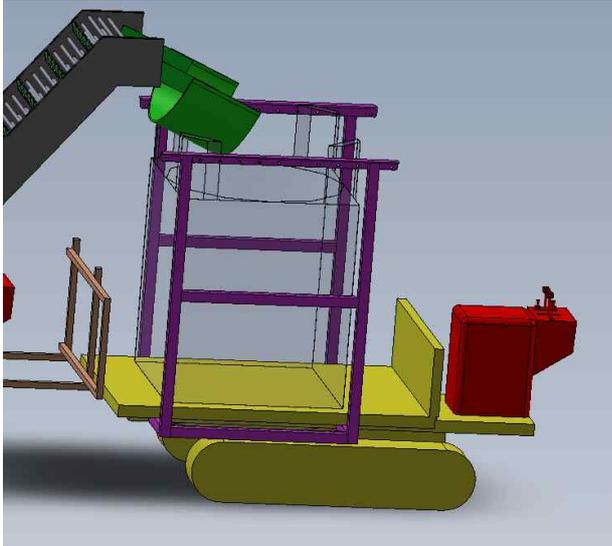


그림 21 지능형 수집본체 3D



그림 22 지능형 수집본체 제작



그림 23 전체형상 (이송본체 - 지능형 수집본체)

- 주행 동력전달 시스템 layout 및 구동부 및 유압계통도 설계

: 주행 및 선회(Side clutch)용 사양 선정

주행부 type	-	크롤러
엔진	-	HONDA 8hp
동력 전달방식	-	기계식
조향 시스템	-	기어박스 등속기 장착하여 크롤러에 동력전달 감속기가 장착된 형태의 유압레버방식 전진 2단 후진 1단
주행 속도	m/s	0.21~0.25 이내(0.7~1km/h)



그림 26 이송본체 상기안내부 설치 후 양파 요인시험



그림 27 지능형수집본체 낙하시험



그림 28 지능형 수집본체 40,60,80cm 낙하 높이

- 양파 수집기 이송본체·수집본체 주요부 설계 및 개발
 - 양파 수집기 이송·수집 공정별 설계인자 분석
 - 양파 수집기 이송본체 주요부 설계 및 개발

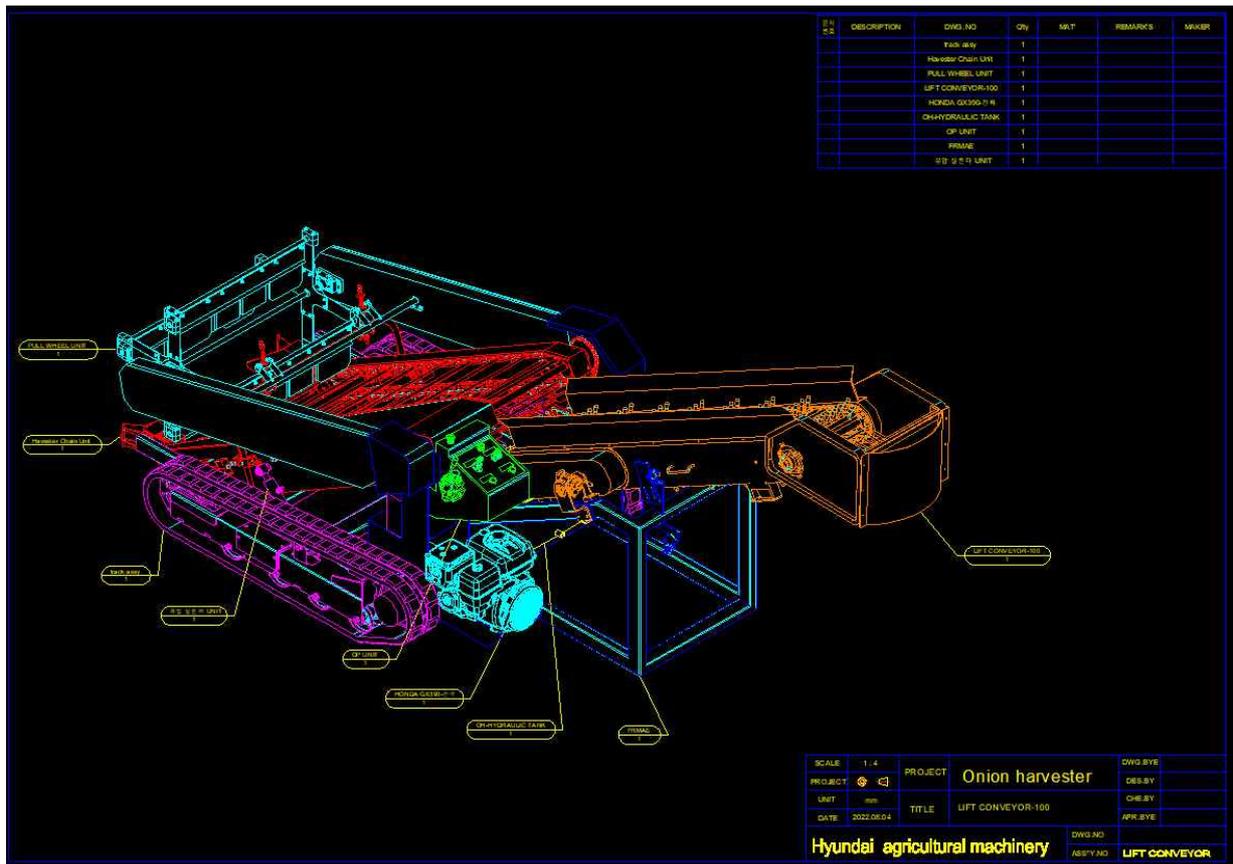


그림 29 소형 양파 이송본체 전체 형상

- * 주행부 하부개선 : 주행중에 발생하는 토양 유실 부분을 위하여 프레임 개선
- * 이송부 개선 : 굴취보조롤러의 형태를 개선하여 양파 유입률을 향상목적 개선

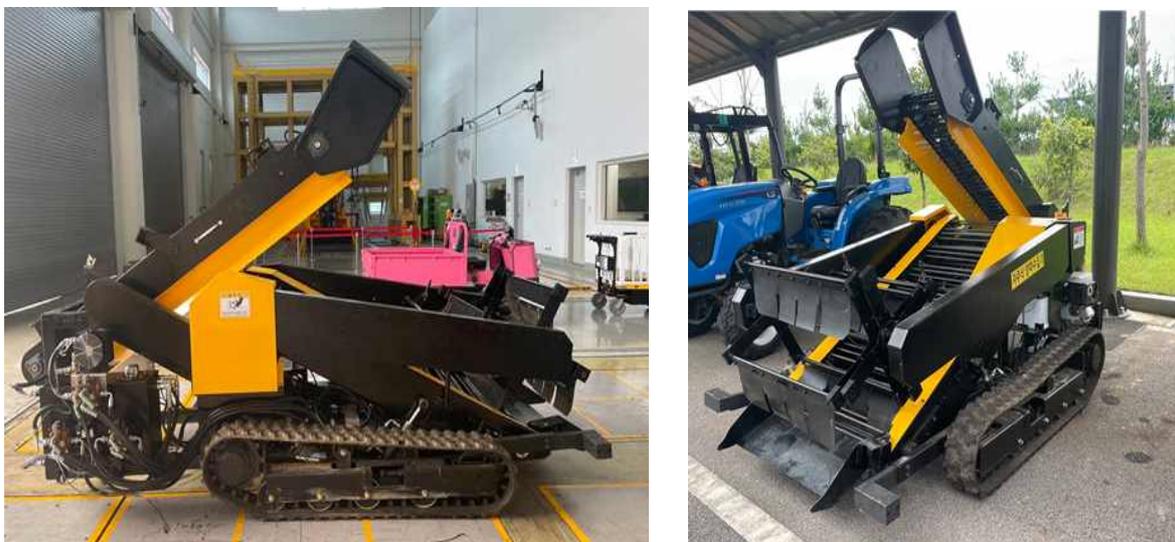


그림 30 소형 양파 이송본체 개발 시작품

· 양파 수집기 수집본체 주요부 설계 및 개발

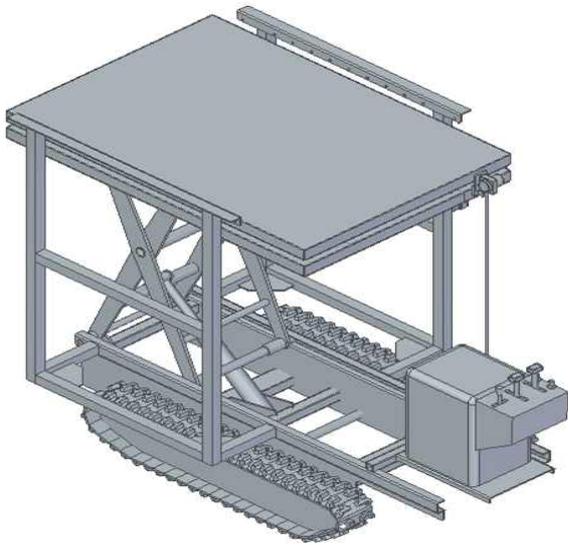


그림 31 조립 시 측면도

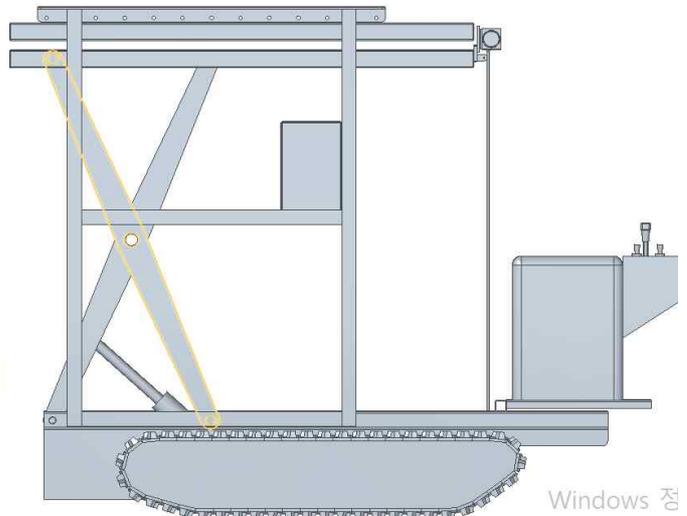


그림 32 이송본체 좌측면

Windows 정

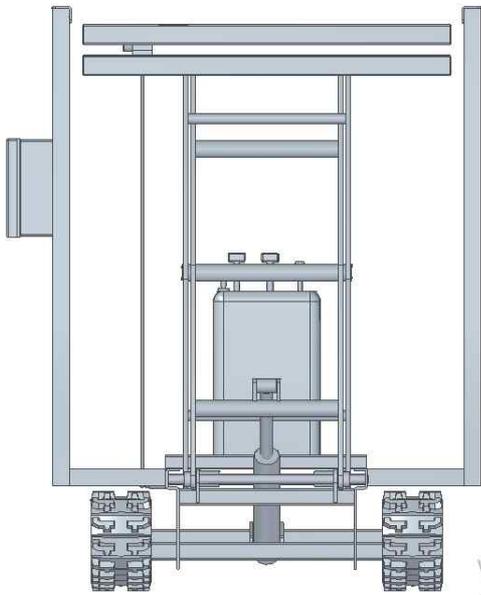


그림 33 이송본체 후면

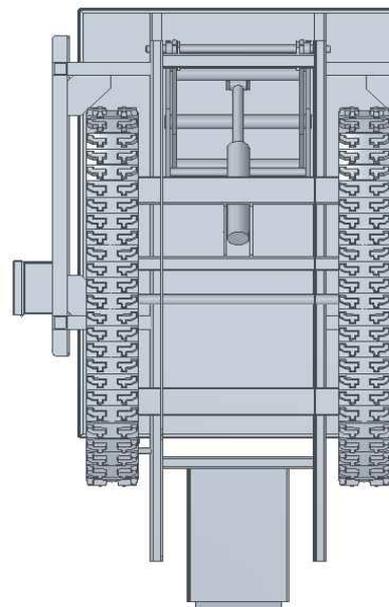


그림 34 주행부 하부 도면



그림 35 양파 수집기 수집본체 개발 시작품

○ 자주식 양파 수집기 주행부 개발

- Side-clutch 조향 방식을 위한 크롤러 주행 및 선회 시스템 개발

: 유압 모터와 유압 펌프를 통한 유압시스템 구성으로 좌, 우의 바퀴 속도비를 조절하여 주행을 컨트롤 할수있도록 개발함

: 위 방법을 통하여 ZERO-TURN을 구현할 수 있도록 함.

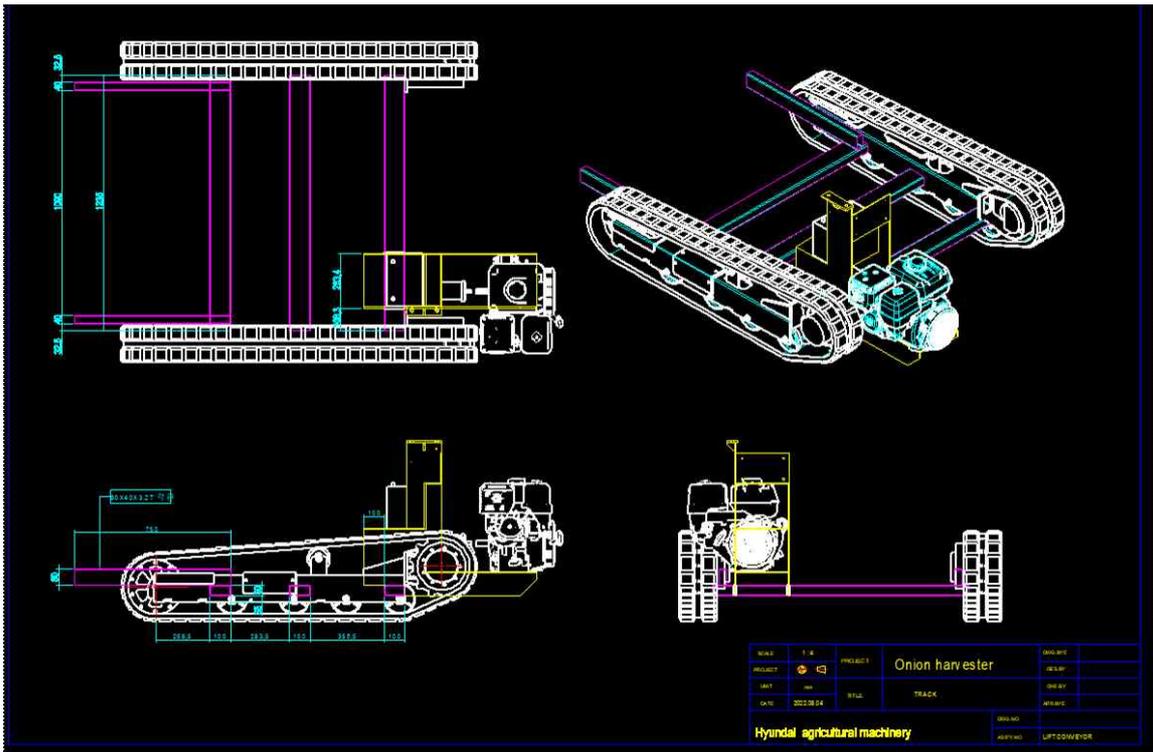


그림 36 양파수집본체 주행부

- 양파 수집기 주행을 위한 조작부 모듈 개발

: 조작부에서 좌, 우 크롤러 바퀴 방향 컨트롤

: RPM 조절을 통한 속도 조절

: 운전 ON/OFF를 통한 체인 작동 컨트롤



- 크롤러, 유압제어부, 조작부 등을 모듈형태로 장착할 수 있는 메인 프레임 개발

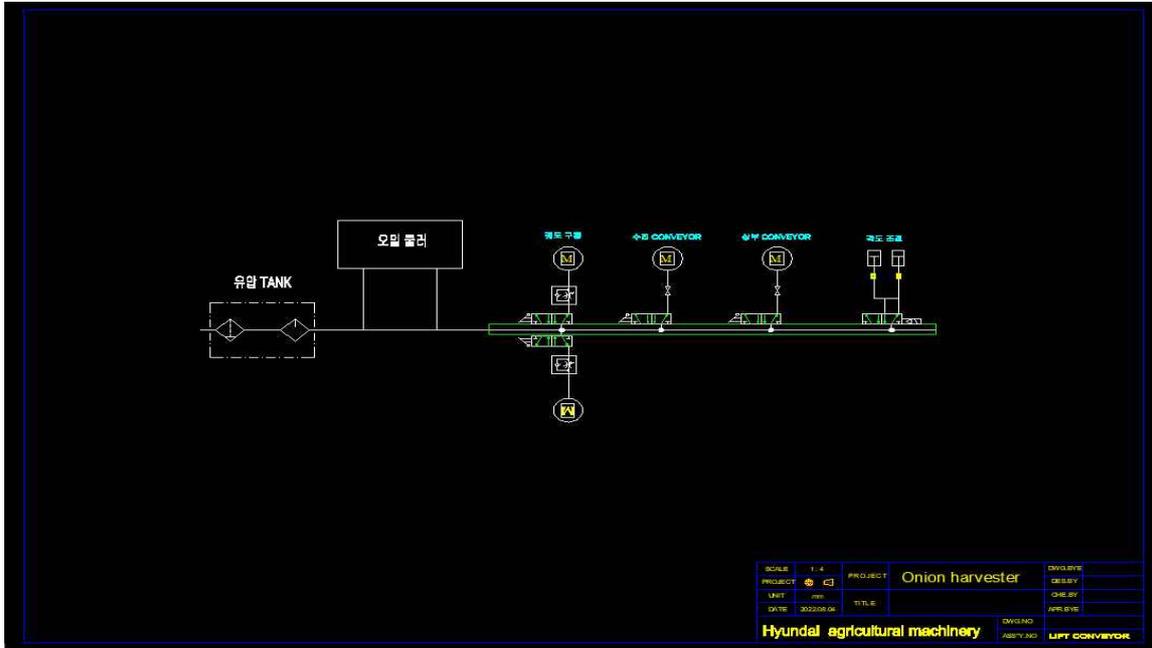


그림 37 수집본체 유압 계통



○ 주요부 시스템 통합을 통한 자주식 양파 수집기 시제품 개발

- 양파 수집기 주행부 · 이송본체 · 수집본체 통합 기술 개발



그림 40 개발 된 자주식 양파 수집기 시제품 시연

○ 양파 수집기 시스템 성능 평가

- 자주식 소형 양파 수집기 노지 실증 테스트 진행

- * 평창 양파 농가 테스트베드 약 300평 실증 진행
- * 성능검정을 위해 한국농업기술진흥원 종합검정 동시진행
- * 실증 전 양파 줄기 절단, 굴취 후 노지 건조 진행



- * 메인 프레임, 개발된 크롤러 플랫폼, 유압제어부, 조작부, 이송·수집부 등의 단일 모듈 기반
- * 목표성능: 손상률 3% 미만, 손실률 3% 미만, 작업능률 2시간/10a
- * 형상, 구조, 등 안전검정 진행



그림 43 한국농업기술진흥원 안전점검

수신 현대농기계 대표 박옥란 귀하
(경유)

제목 망속작물수확기 종합검정 결과 알림

'23. 7. 12.자로 귀사에서 안전검정 신청한 다음 농업기계의 검정결과를 붙임과 같이 알려드립니다.

기종명	형식명	형식	규격 (수집폭)	검정번호	검정결과
망속작물 수확기	HD-OC800	승용자주형 수집식	80 cm	23-MG-142	적합

- 붙임 1. 농업기계 종합검정 성적서 1부.
2. 농업기계 종합검정 성적개요 1부.
3. 사후검정 결과 세부 처분기준 1부. 끝.

한국농업기술진흥원장



신임연구원 조태경 농기계검정팀 신임 2023. 10. 11. 장 한태호
합조사 연구팀 정진우
시험 농기계검정팀-1399 (2023. 10. 11.) 접수
우 54667 천라북도 익산시 명동로 457, 한국농업기술진흥원 (송학동) / www.koat.or.kr
전화번호 063-919-1738 팩스번호 063-919-1749 / ncleve@koat.or.kr / 비공개(5)
기술기반 미래 농산업 선도, 공정 소통 중심의 경영효율 제고

복사본 COPY 23-MG-142

6.1.1.6 수집장치
- 형식 리얼(고무패들 장착)
- 형상 정사각형
- 크기(직경×폭) (Ø600 × 835) mm
- 승하강 형식 유압식

6.1.1.7 이송장치
- 형식 체인컨베이어
- 크기(폭×행정) (800 × 1 700) mm
- 취부간격 50 mm

6.1.1.8 배출장치
- 형식 체인컨베이어
- 크기(폭×행정) (385 × 1 975) mm

6.1.2 성능시험
6.1.2.1 작업정도시험
시험조건
- 포장조건
종류 밭
두둑상태 평두둑 굴취(배출폭 80 cm)
두둑높이 15 cm
두둑폭 100 cm (굴폭 60 cm)
- 공시작물 장춘양파
- 작업단수 무단
- 작업인원 3명(운전 1, 수집 1, 운반 1)
시험성적
- 평균작업속도 0.17 m/s
- 손실률 0.0 %
- 흙·이물질 혼입률 0.3 %
- 손실률 1.3 %

6.1.2.2 작업능력시험
시험조건

7-2

○ 자주식 양파 수집기 사업화

- 농기계 신제품 인증 후 사업화 프로세스 진행

* 형식검사: 농업기술실용화재단 성능검정 - 2023.10.11. 성능검정 완료

망속작물수확기 종합검정 성적개요	
형식명	HD-OC800
형식 및 규격	보행자주형 수집식, 수집폭 80 cm
신청자	현대농기계
검정번호	23-MG-142

2023년 10월 11일 한국농업기술진흥원장

주요 구조

- 1. 기계의 크기**
 - 길이×폭×높이: (3 300 × 1 700 × 2 230) mm
 - 중량: 1 030 kg
- 2. 동력전달장치**
 - 주동력기 형식: 오픈구조임
 - 변속기형식: 유압식
 - 변속단수: 무단(절전, 후진)
- 3. 주행장치**
 - 차륜종류: 무한궤도
 - 무한궤도 규격: (180 × 70) mm, 50 개
 - 중심간 거리: 1 370 mm
- 4. 제동장치**
 - 추진차제동장치 형식: 유압차단식
- 5. 수집장치**
 - 형식: 리얼(고무패들 장착)
 - 크기: (Ø600 × 835) mm
- 6. 이송배출장치**
 - 형식: 체인컨베이어
 - 크기: 이송 - (800 × 1 700) mm
배출 - (385 × 1 975) mm
- 7. 탑재엔진**
 - 형식명: GT1300LE
 - 제조사: BRILLIANT (중국)
 - 규격: 최대출력 8.7 kW (1 800 r/min)

시험 성적

- 1. 작업성능**
 - 공시작물: 양파
 - 포장종류: 밭
 - 두둑크기: 폭 100 cm, 높이 15 cm
 - 손실률: 0.0 %
 - 흙·이물질 혼입률: 0.3 %
 - 손실률: 1.3 %
 - 포장작업능력: 70.4 min/10a
- 2. 신뢰시험**
 - 최소신뢰반경: (표) 2.9 m, (우) 2.9 m
- 3. 연속운전시험**
 - 각 부의 조작난이도 시험 및 50 a 포장 에서 연속운전 결과 이상현상 없었음
- 4. 안전성 시험**
 - 가동부 방호: 수집·이송·배출장치 구동체인, 동력입력축
 - 안전장치
 - 후진 시 안전장치: 비상정지버튼
 - 안전표시
 - 주의: 작동 중 커버개방 금지, 사용 설명서 숙지
 - 위험: 접근금지
- 5. 기대 개요**
 - 본 기대는 보행자주형 수집식 망속작물 수확기로 수집폭은 80 cm이고 수집된 작물은 이송컨베이어를 통해 배출장치로 이송된 후 후방으로 낙하되는 구조임

그림 46 망속작물수확기 종합검정 성적개요

○ 소형 자주식 양파수집기 사업화를 위한 이송본체, 수집본체 특허출원 및 기술이전

* 출원 및 기술이전 3건

- 수확물 공급 기능을 갖는 자주식 수확기
- 유압 구동식 수확물 상승 안내 회전판 수직회전링크 장치
- 무게에 따라 높이가 자동으로 조절이 가능한 수확물 이송기

○ 소형 자주식 양파수집기 사업화를 위한 양산체제 계획

* 양산을 위한 각 이송본체, 수집본체 구조 및 제관 작업

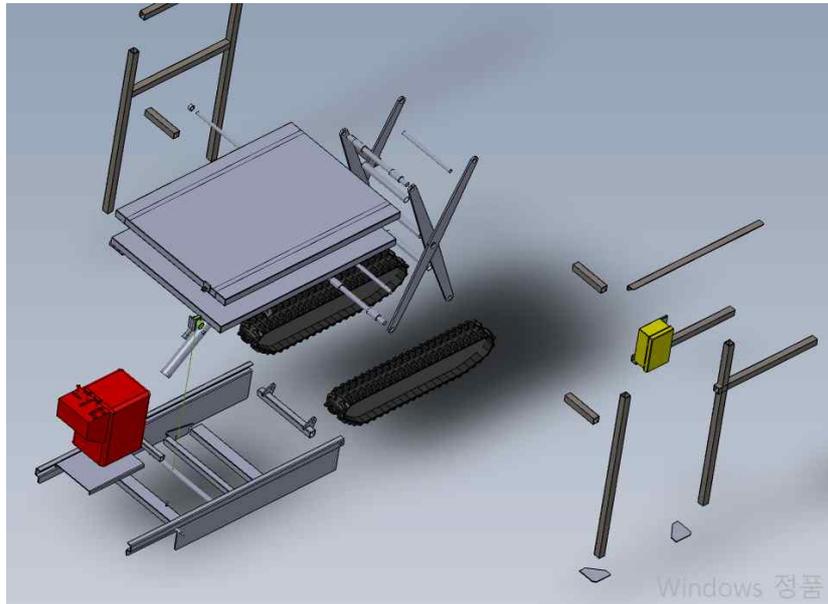


그림 47 구조 및 제관을 위한 분해도면

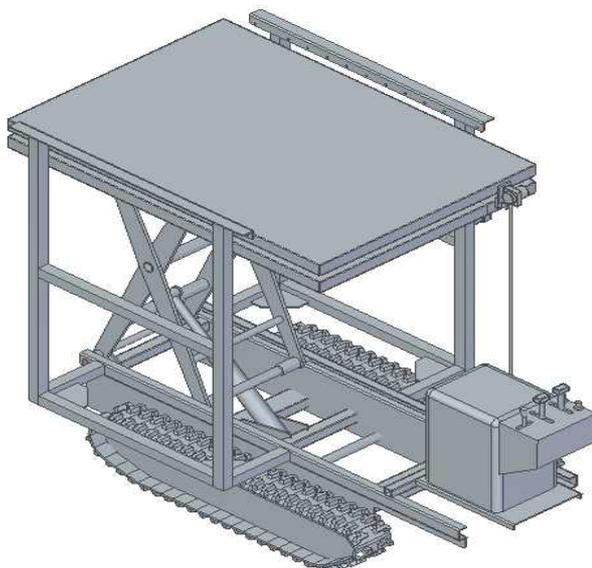


그림 48 조립 시 측면도

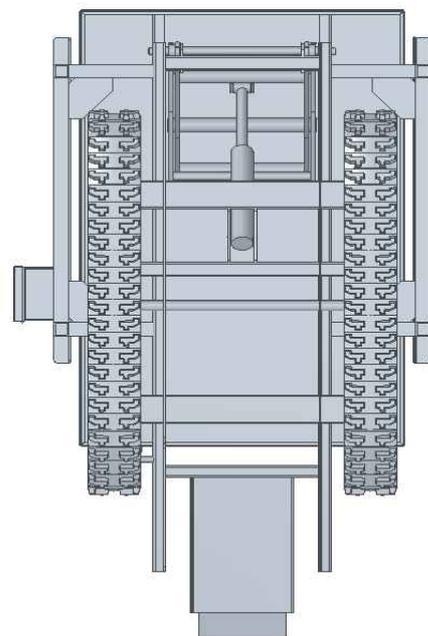


그림 49 주행부 하부 도면

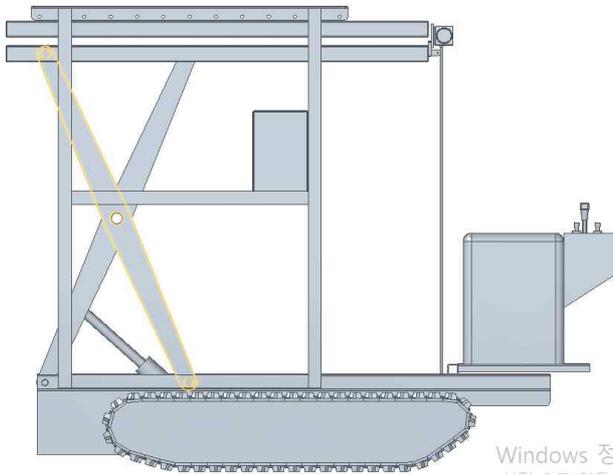


그림 50 이송본체 좌측면

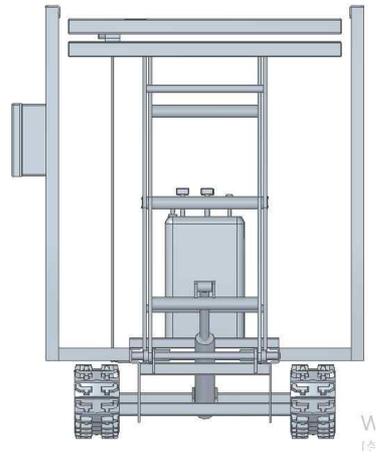
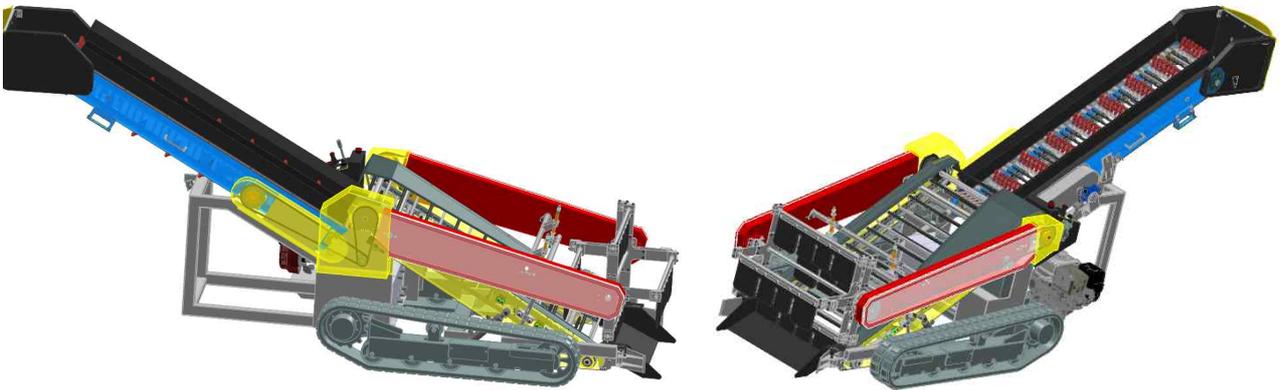
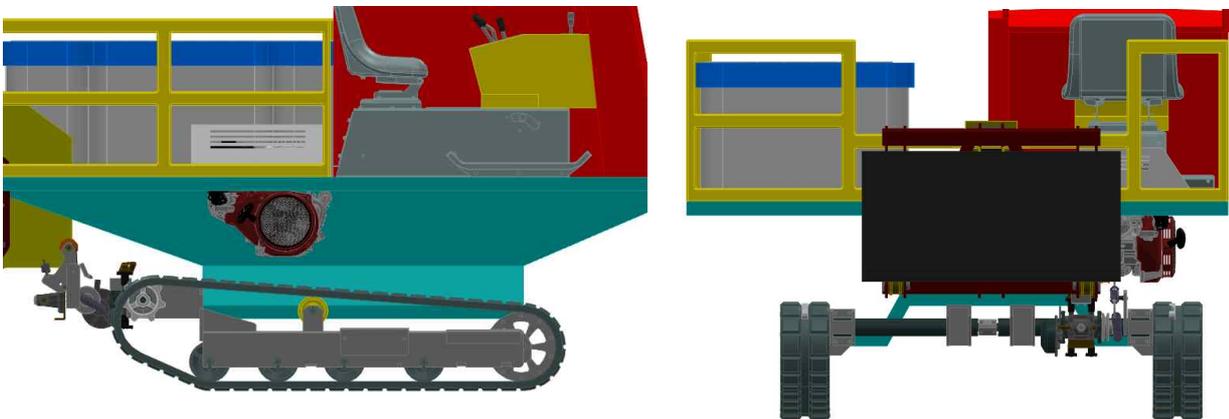


그림 51 이송본체 후면

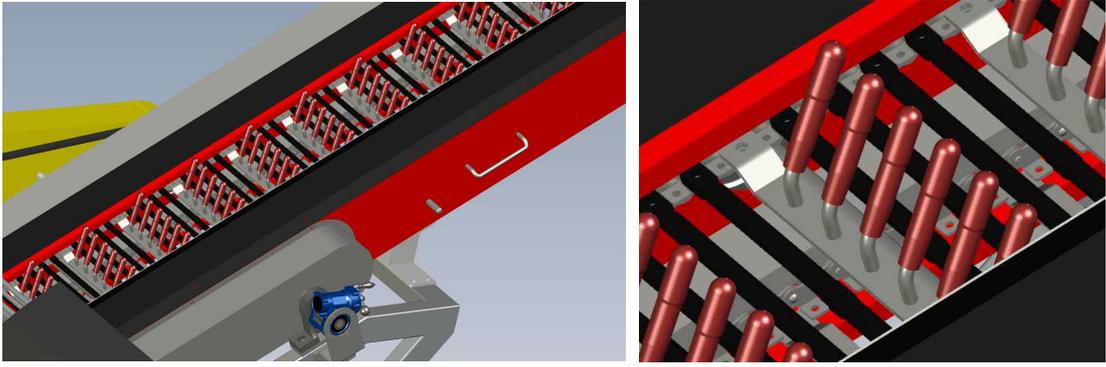
- * 효과적인 사업화를 위한 양파 수집기 주행 조작부 단순화 개발
- * 크롤러, 유압제어부, 조작부 등을 모듈 형태로 장착할 수 있는 메인 프레임 개발



- 소형 자주식 양파수집기 사업화를 위한 이송본체 주행부 개선
 - * 경사지 및 지역별 고랑 양식 차이에 대비하여 주행부 하부 개선
 - * 프레임 상승 및 엔진부 위치변경



- * 2차 이송부 핑거타입 형태 체인으로 변경 개선 (효과적인 흙과 이물질 선별을 위함)



○ 소형 자주식 양파수집기 사업화를 위한 이송본체 이송부 개선

- * 1차 이송부 작물 상승시 양 옆 가이드 개선(많은 양의 작물이 올라왔을 시에 발생하는 탈락 방지)

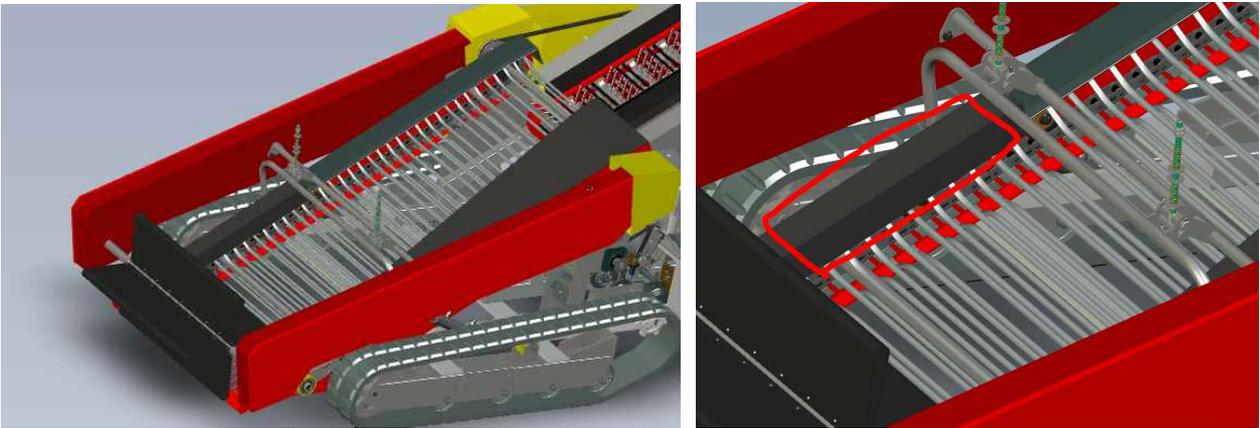


그림 58 이송부의 가이드 개선부

- * 2차 이송부 핑거타입 형태의 체인으로 변경하여 개선(효과적인 흙과 이물질 선별 위함)

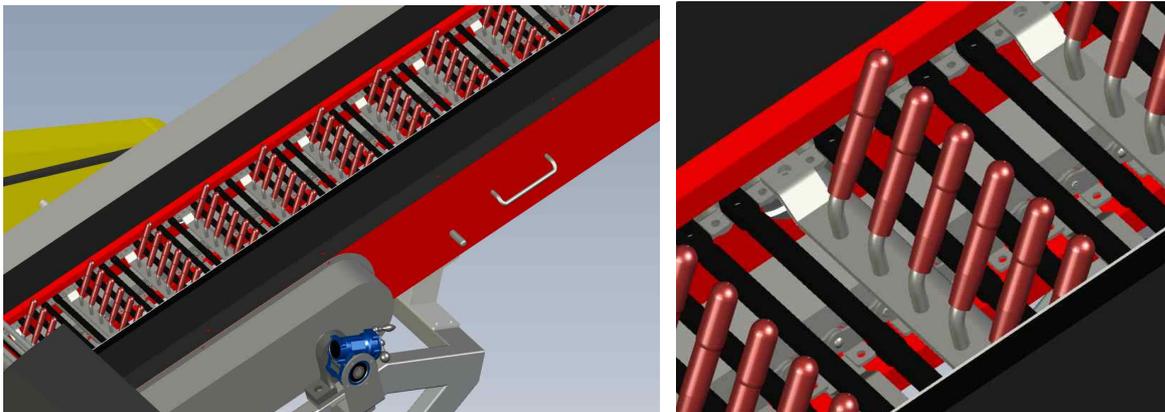


그림 59 이송부의 체인 개선(핑거타입)

○ 소형 자주식 양파수집기 사업화를 위한 이송본체 주행부 프레임 및 세부부품 일부 발주

- * 주행부 메인 프레임 개선 후 발주 예정
=> 20cm 이상 지면과의 간격이 나올 수 있도록 전체 프레임 및 상, 하부 스프로켓, 유압 모터 등의 축들을 높게 재설계하여 발주 예정

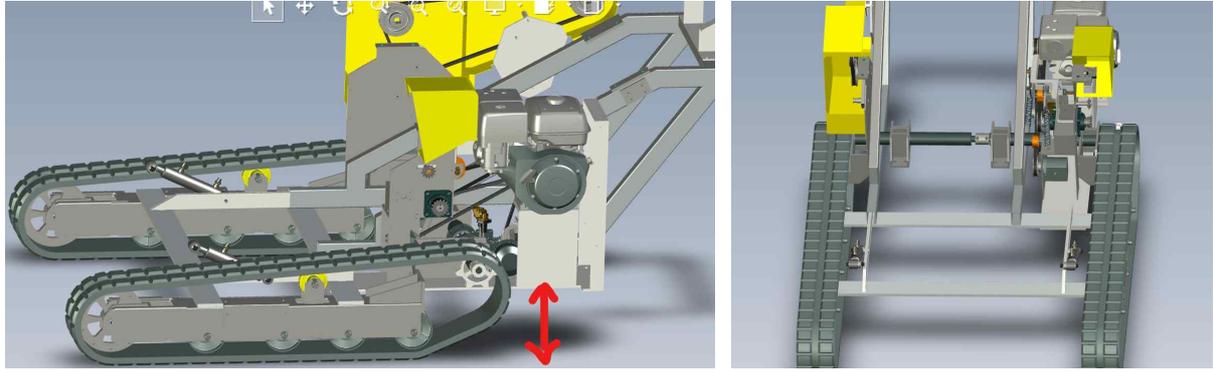


그림 60 주행부 프레임 3차 개선후 설계

○ 소형 자주식 양파수집기 사업화를 위한 이송본체 주행부 개선

* 주행부 하부 간격 조정

=> 농로 진출 시에 언덕 경사가 15° 이상인 곳들은 주행부 후방 부분이 걸림이 될수있기 때문에 메인프레임 각도 조절이 필요

=> 전체 프레임 상승 후 발생할 수 있는 문제점들을 제작 후 빈땅에서 수차례 테스트 후에 개선 예정

=> 설계 보완 후에 12월 말~1월 중순 경 제작 예정

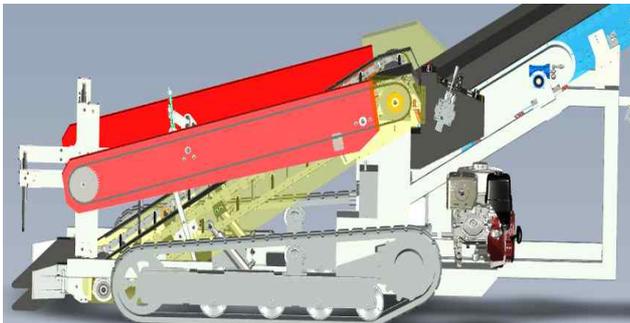


그림 61 주행부 개선 전

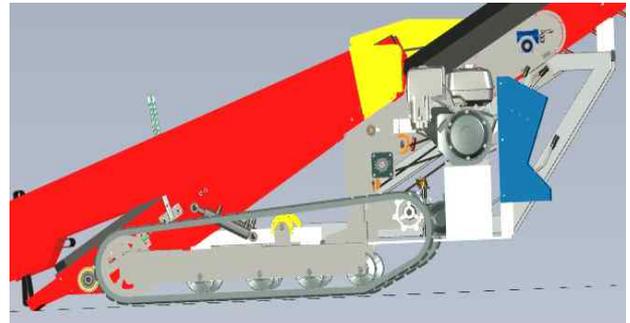


그림 62 주행부 개선 후

○ 소형 자주식 양파수집기 사업화를 위한 1, 2차 이송부 개선 설계 이후 제작

* 1차 이송부 가이드 수정 설계로 인한 전체적인 절곡 수정

* 2차 이송부 각도 수정

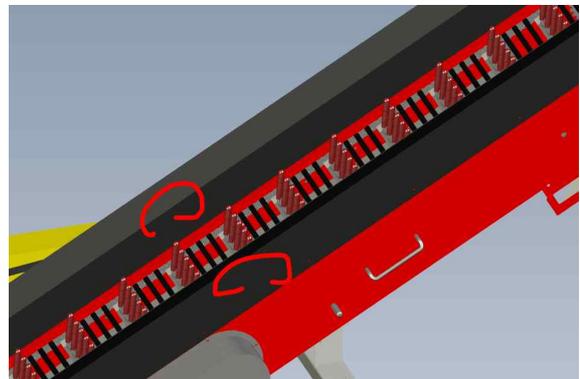
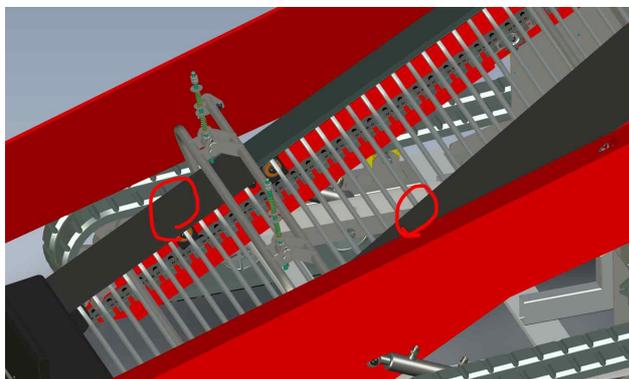
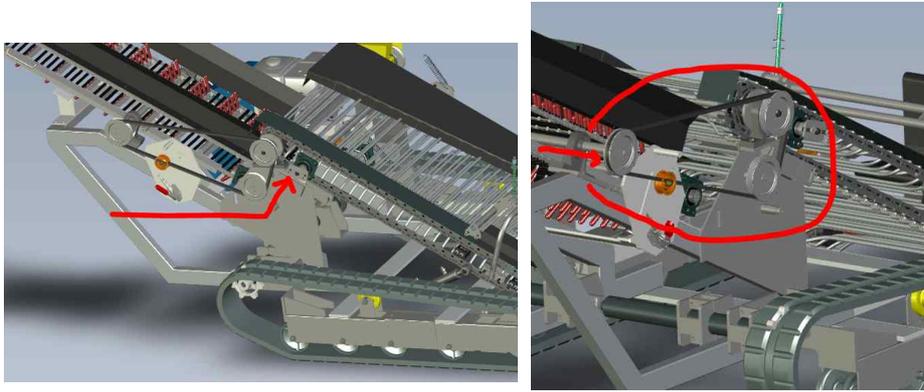


그림 63 이송부 1차, 2차 프레임 가이드 수정 설계

○ 3차 현장 테스트를 위한 개선제품 주행부 제작

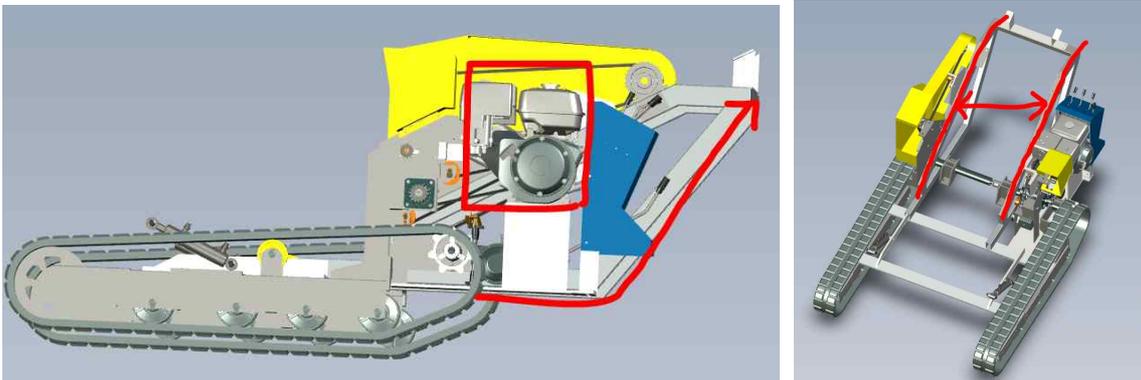
* 양파 수집기 주행부 프레임 3차 개선 (주행모터-체인 연결부 장력 및 링크 라인 위치

변경)



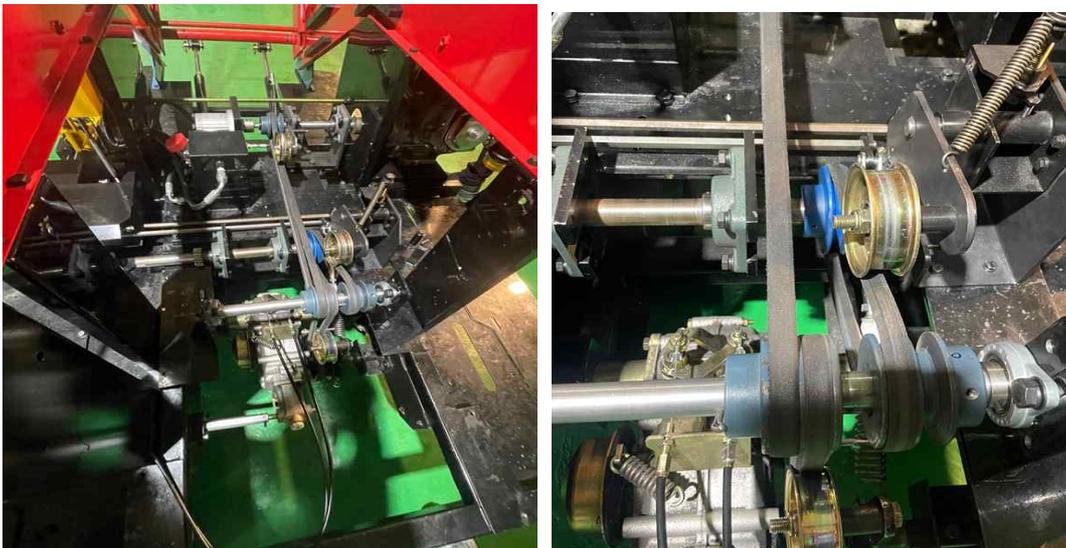
○ 개선 이후 현장 테스트를 위한 개선제품 주행부 제작

- * 양파 수집기 주행부 프레임 3차 개선
- * 엔진부(유압모터, 펌프라인 상승시킴)
- * 2차 이송부로 이송하는 폭, 각도 변경



○ 개선제품 주행부 제작 발주 후 일부 조립 진행

- * 주행부 프레임 및 엔진 미션 축 연결 후 주행 테스트



<1위탁(충남대학교) : 자주식 양파 수집기 부하 분석 및 시뮬레이션 모델 개발>

- 양파 수집기의 이송본체 및 지능형 수집본체 주행부 시뮬레이션 모델 구축
 - 상용 프로그램(Amesim)을 이용한 이송본체 및 지능형 수집본체 시뮬레이션

1. 주요 작동부를 분석하여 시뮬레이션 모델 개발

- 양파 수집기의 시뮬레이션 모델을 구축하기 위해 Yanmar 사의 양파 수집기 HP101T 모델을 벤치마킹하여 시뮬레이션 모델을 개발하였음



그림 70 Yanmar 사의 양파 수집기 HP101T 모델

- 시뮬레이션 모델의 동력 구조는 엔진으로부터 동력은 주행부에 기계식으로 전달되며, 수집부에도 동시에 동력을 전달하는 구조임
- 수집부 구동과 주행 변속의 동력은 클러치를 통해 전달 및 제어되고 사이드클러치방식을 통해 수집기의 조향을 제어함
- 수집부의 동력은 이송부를 같이 구동할 수 있는 하나의 축으로 전달되어 수집부와 이송부를 동시에 구동 가능함
- 엔진과 연결된 유압펌프는 수집부 전체의 승/하강을 제어하는데 사용되고 있으며 밸브를 통해 양쪽으로 동력이 전달되고 실린더를 제어하여 작동함

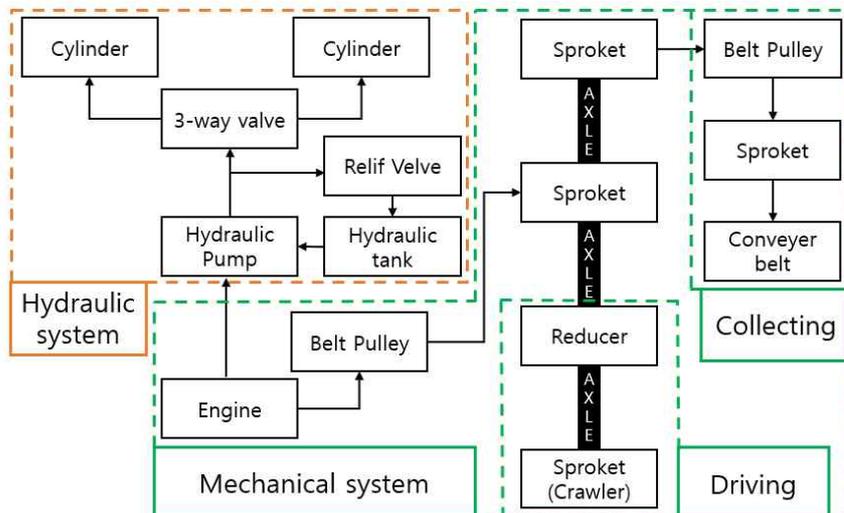


그림 71 양파 수집기 동력전달 구조도

2. 엔진 제원 및 동력전달 시뮬레이션 단품 모델

- 본 연구에서 양파 수집기의 주행을 구현하기 위해 Yanmar 社の HP101T 모델에 탑재되어 있는 GB131LN-400을 기준으로 개발하였음

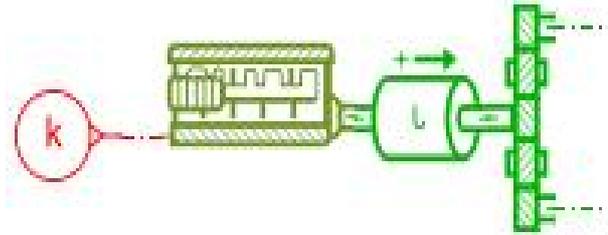


그림 72 Yanmar 社の GB131LN-400 엔진과 엔진 시뮬레이션 단품 모델

항목	값
Model	GB131LN-400
Engine Type	4-Cylinder, 4-Cycle, Gasoline, Air cooling,
Fuel tank capacity	2.5 L
Rated power (@rpm)	2.3 kW@(1,800 rpm)
Maximum power	3.0 kW
Displacement	0.126 L
Start-Up type	Recoil starter type

표 1 Yanmar 社の GB131LN-400 엔진 제원표

- 선정된 엔진 모델은 구동 모터 및 구동축으로 구성하였으며, 구동 모터에 엔진 회전 속도를 입력하여 토크가 생성되고 이 토크는 각각 유압 펌프와 주행부 축으로 동력을 전달하도록 구성하였음

3. 유압 시스템 시뮬레이션 단품 모델

- 본 연구에서 사용된 유압펌프는 고정형 펌프 서브 모델을 적용하였음. 엔진으로부터 전달된 동력을 통해 수집부 양쪽 각각 실린더를 제어하여 높낮이를 제어하도록 설계하였음

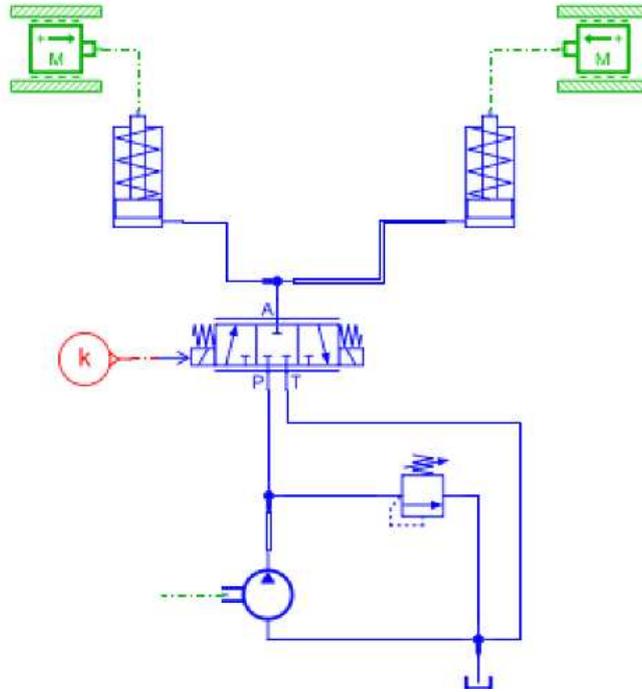


그림 73 유압펌프 시뮬레이션 단품 모델

- 양파 수집기는 하나의 유압펌프로 구성되어 있으며 좌, 우 각각의 실린더로 유압이 전달되어 수집기의 승/하강을 제어함
- 유압펌프에서 제어밸브로 유압이 전달되고 전달된 유압이 좌,우 각각의 실린더를 구동할 수 있도록 구성하였음. 시스템 내 압력 안정화를 위해 릴리프 밸브를 사용하였으며 릴리프 밸브의 허용압력은 220 bar를 적용하였음

4. 수집부 동력전달 시뮬레이션 단품 모델

- 본 연구에서는 엔진으로부터 전달된 동력을 기계식 구조를 통해 수집부의 벨트폴리가 회전하고 스프로킷에 전달되어 수집부가 구동하도록 설계하였음

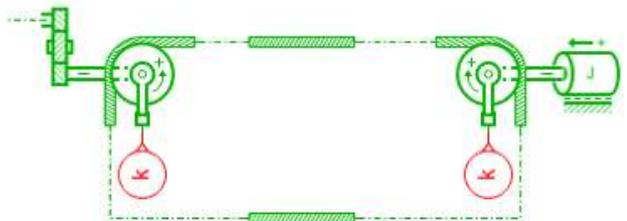


그림 74 양파 수집기의 수집부 실제 구조 및 시뮬레이션 단품 모델

- 동력은 벨트폴리를 통해 전달되며 벨트폴리와 연결된 스프로킷이 회전하고 회전하는 스프로킷은 컨베이어 벨트의 구동 및 수집부 전방에 있는 패들고무의 회전을 구동함

5. 주행부 동력전달 시뮬레이션 단품 모델

- 본 연구에서 분석한 양파 수집기의 변속 방식은 기계식 변속으로 엔진에서 동력이 변속기에 전달되며 변속기의 기어 단수에 따라 동력이 크롤러로 전달되어 수집기를 주행하도록 설계함

- 변속 구조는 기존 양파 수집기와 동일하게 전진 2단, 후진 1단으로 동일하게 구성하였으며 각각의 동력을 제어 및 구동할 수 있도록 클러치를 구성하였음

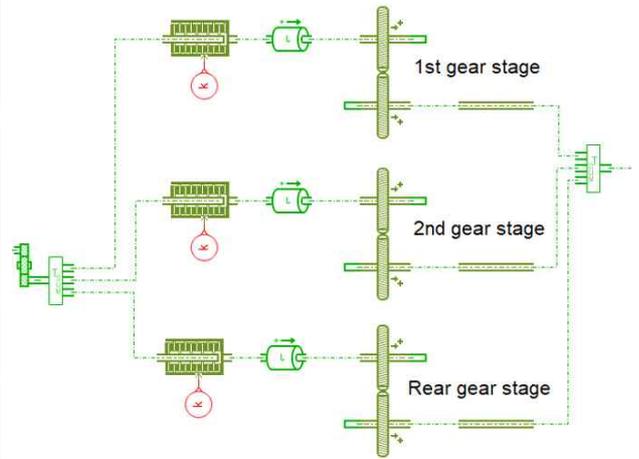


그림 75 양파 수집기의 주행부 실제 구조 및 시뮬레이션 단품 모델

6. 통합 시스템 시뮬레이션 단품 모델

- 본 연구에서는 양파 수집기 동력전달부의 시뮬레이션 단품 모델을 이용하여 통합 시뮬레이션 모델을 설계하였음

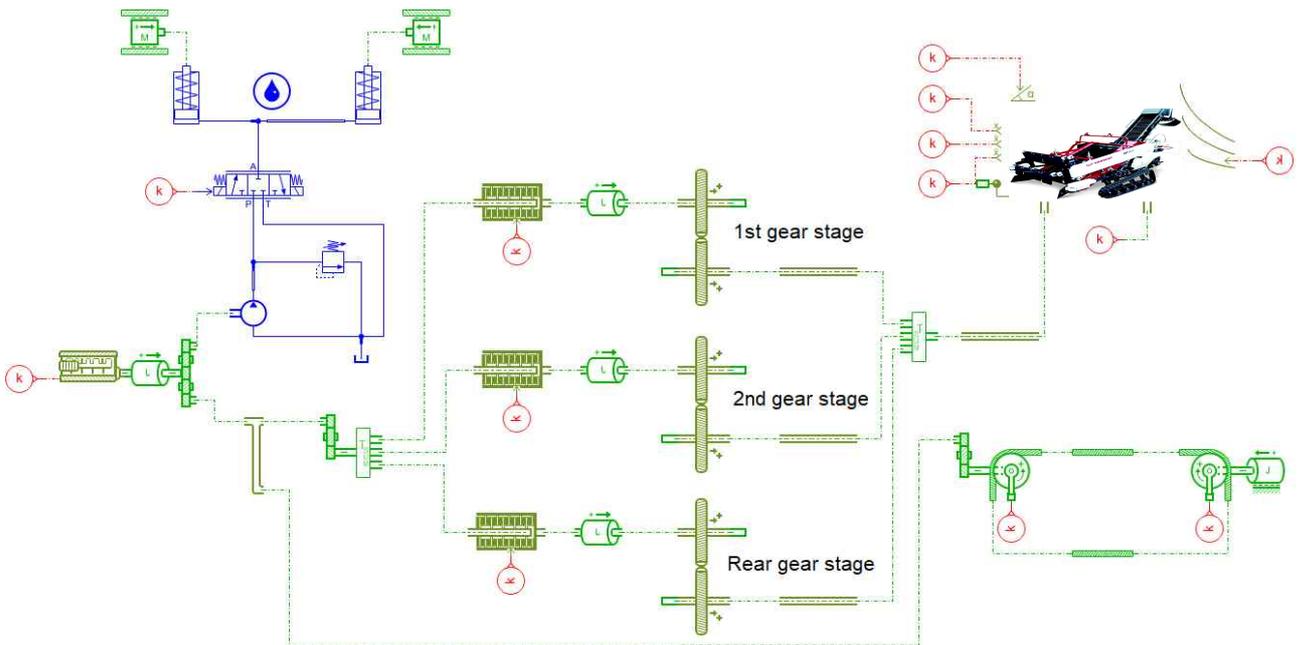


그림 76 양파 수집기의 통합 동력전달 시뮬레이션 모델

- 시뮬레이션 모델은 엔진으로부터 동력이 각각 유압펌프와 주행축으로 전달하며, 유압 펌프로부터 공급된 유량은 제어밸브에 의해 유량 및 방향 제어가 가능하도록 설계함
- 주행축은 벨트 풀리와 스프라켓을 이용한 기계식 구조로 동력이 전달되며, 기계식 변속 구조로 전진 2단, 후진 1단으로 구성하여 각각의 클러치를 사용하여 주행부를 설계함
- 주행축에 직결되어 동력이 전달되는 수집부는 전달된 동력이 벨트풀리와 스프라켓을 이용한 기계식 구조로 수집부를 구동하도록 설계함

- 소요동력 측정을 위한 양파 수집기 주요 동력원 부하 계측장비 선정

1. 자주식 양파 수집기의 시뮬레이션 모델 기반 주요 동력 소모원 파악

- 자주식 양파 수집기의 동력전달 시뮬레이션 모델을 기반으로 자주식 양파 수집기의 주요 동력 소모원 선정을 수행하였음. 동력전달은 엔진으로부터 출력되어 수집기의 승/하강을 제어하는 유압 시스템, 양파 수집기의 구동을 위한 주행부, 패들고무 회전 및 컨베이어벨트 구동을 위한 수집부에 동력이 각각 전달됨
- 주행부의 경우 엔진의 동력을 기어식 변속기에 전달하여 크롤러에 동력이 등속으로 전달되는 구조로 토양조건 및 주행단수에 따라 엔진 출력 변동이 있을 것으로 예상됨
- 수집부의 경우 직접 지면과 맞닿으며 다양한 토양조건, 굴취 깊이 및 각도에 따라 부하의 변동이 높게 나타날 것으로 예상이 되며 양파를 끌어모으기 위한 패들고무의 회전속도, 양파 수집량에 의해 부하가 발생할 것으로 예상됨
- 유압 시스템의 경우 굴취 깊이 조절, 토양의 높이에 따라 자주식 양파 수집기 전체의 승/하강을 제어하기 위해 유압 시스템의 부하 변동이 발생할 것으로 예상됨
- 따라서, 주행부, 수집부, 유압 시스템에 동력을 전달하는 엔진과 수집부의 컨베이어벨트 및 패들고무의 회전을 구동하는 스프로킷, 자주식 양파 수집기의 승/하강을 구동하는 유압 펌프를 주요 동력 소모원으로 선정하였음

2. 부하계측 시스템 센서 사양 선정

- 유압 시스템의 출력을 계산하기 위해 유량 센서 및 유압 센서를 선정하였음
- 유압을 측정하기 위해 Trafag AG 社の DPS 8381 모델을 선정하였으며 유압 시스템 내의 허용 압력 220 bar 보다 높은 최대 압력 250 bar까지 측정 가능한 모델로 선정하였음



그림 77 Trafag AG 社の DPS 8381 압력 센서

항목	값
Model	DPS 8381
Pressure range	0 ~ 250 bar
Overload pressure	750 bar
Accuracy	≤ ± 0.5 % FS type
Weight	~ 189g

표 2 Trafag AG 社の DPS 8381 압력 센서 제원표

- 유압 시스템의 유량을 측정하기 위해 Aichi Tokei Denki Co., Ltd. 社の OF10ZAT 모델을 선정하였음. 제원은 아래와 같음



그림 78 Aichi Tokei Denki Co., Ltd. 社の OF10ZAT 유량 센서

항목	값
Model	OF10ZAT
Flow rate range	0.7 ~ 5 L/min
Maximum operating pressure	0.5 MPa
Accuracy	$\leq \pm 2 \%$ RS type
Weight	~ 140g

표 3 Aichi Tokei Denki Co., Ltd. 社の OF10ZAT 유량 센서 제원표

- 엔진의 효율을 계산하기 위해 엔진 토크 센서를 선정하였음
- 토크 센서는 FUTEK Advanced Sensor Technology, Inc. 社の TRS605 모델을 선정하였으며. 제원은 아래와 같음



그림 79 FUTEK Advanced Sensor Technology, Inc. 社の TRS605 토크 센서

항목	값
Model	TRS605
Capacity	~ 100 Nm
Nonlinearity	$\pm 0.2 \% R0$
Rotational Speed	7000 RPM
Weight	~ 1,060g

표 4 FUTEK Advanced Sensor Technology, Inc. 社の TRS605 토크 센서 제원표

- 수집부에서 스프로킷의 회전수를 측정하여 출력을 계산하기 위해 근접 센서를 선정하였음
- 근접 센서는 Autonics Co. 社の PR30-10DN 모델을 선정하였으며, 제원은 아래와 같음



그림 80 Autonics Co. 社の PR30-10DN 근접 센서

항목	값
Model	PR30-10DN
Sensing side diameter	M30
Sensing distance	10 mm
Standard sensing target	30 x 30 x 1 mm
Weight	~ 207g

표 5 Autonics Co. 社の PR30-10DN 근접 센서 제원표

2. 부하계측 시스템 레이아웃 설계

- 자주식 양파 수집기의 부하계측 시스템을 설계하기 위해 측정할 모델에 맞는 센서를 선정하였음. 부하계측 시스템의 센서별 부착 위치 레이아웃은 아래와 같음

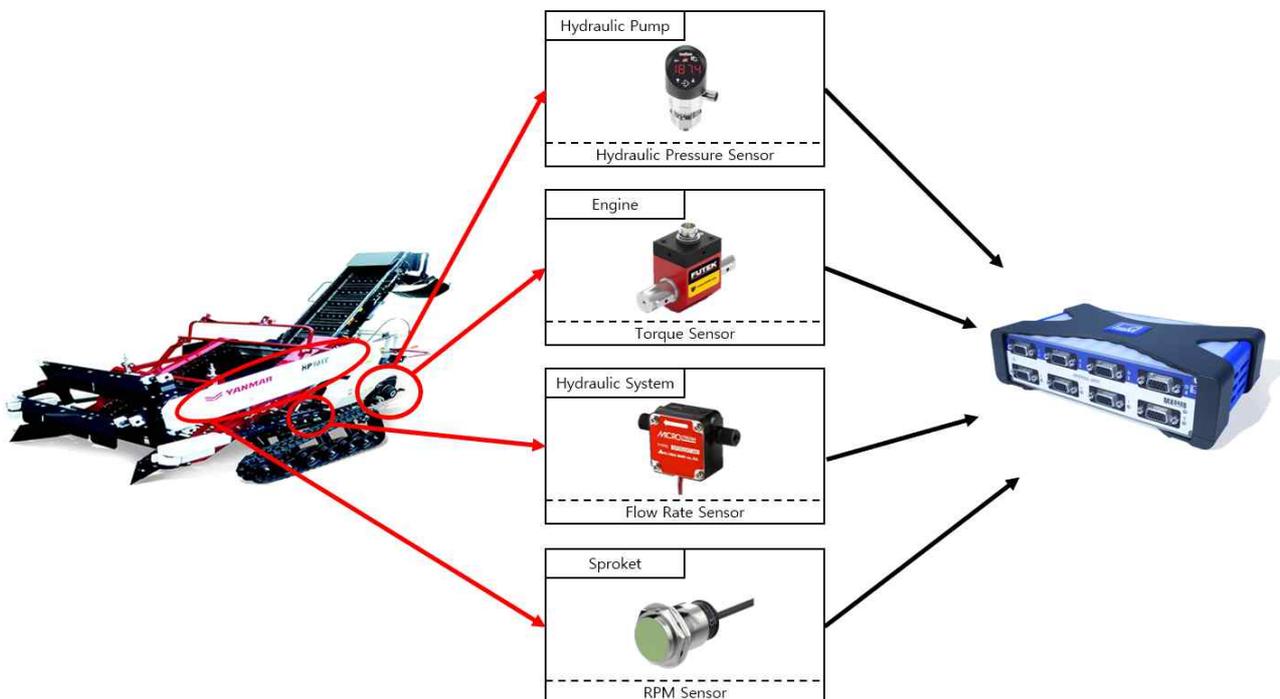


그림 81 자주식 양파 수집기의 부하계측 시스템 레이아웃

- 유압 시스템의 출력을 계산하기 위해 유압펌프의 유압 센서를 설치하고 유압 제어밸브에 유량 센서를 설치함
- 수집부의 출력을 계산하기 위해 컨베이어 벨트를 구동하는 스프로킷에 근접 센서를 설치함
- 엔진 제원을 기반으로 엔진의 효율을 계산하기 위해 엔진 출력부에 토크 센서를 설치함
- 측정된 각 데이터를 기반으로 자주식 양과 수집기의 엔진 효율을 계산하여 시스템의 안정화 판단이 가능할 것으로 보임

○ 양과 수집기 작업 부하 계측 및 분석을 통한 동력전달시스템 최적화

- 주행부 및 수확부 모델에 센서 설치 및 신호 수집 · 점검

1. 부하 데이터 신뢰성 확보를 위한 이상치 제거 및 기타 신호처리를 통한 데이터 후처리 및 소요동력 분석

- 주행부 및 수확부 유압 시스템의 계측을 위하여 적합한 제원을 가지는 유량센서 및 유압센서를 선정하여 설치하였음.
- 각 주요 부위에 유량을 계측하기 위해 HySense 社の QG100 모델을 선정하여 설치하였음.
- 유압센서는 유량센서와 호환이 가능하고 유압 시스템 내의 허용 압력 220 bar 보다 높은 최대 압력 250 bar 까지 측정이 가능한 Trafag AG 社の DPS 8381 모델을 선정하여 설치하였음.
- 유량센서 및 유압센서의 제원은 아래 그림 및 표와 같음.



그림 82 HySense 社の QG100 유량 센서

Item	Specifications
Model (Company)	QG100 (HySense)
Fluid	Fuels, hydraulic fluids, transmission fluids, brake fluid
Flow range	0.005 ... 300 L/min*
Output signal	Frequency / 4 ... 20 mA**
Viscosity range	1 ... 120,000 mm ² /s (cSt)*
Measuring accuracy	Up to ±0.4% of reading
IP degree of protection	IP67 (DIN EN 60529)

표 6 HySense 社の QG100 유량센서 제원



그림 83 Trafag AG 社의 DPS 8381 유압센서

Item	Specification
Model	DPS 8381
Pressure range (bar)	0 ~ 250
Overload pressure (bar)	750
Accuracy	$\leq \pm 0.5 \% \text{ FS type}$
Weight (g)	~ 189

표 7 Trafag AG 社의 DPS 8381 유압센서 제원

- 자주식 양파 수집기의 속도 및 위치 계측을 위해 GPS 센서(Duro Inertial, Swift, USA)를 설치하였음.
- cm급의 정밀 위치 측정이 가능하며, 야외 GNSS 환경에 적합하여 연속 위치 출력이 가능함.
- GPS 센서 설치 위치와 세부 제원은 아래 그림 및 표와 같음.



GPS

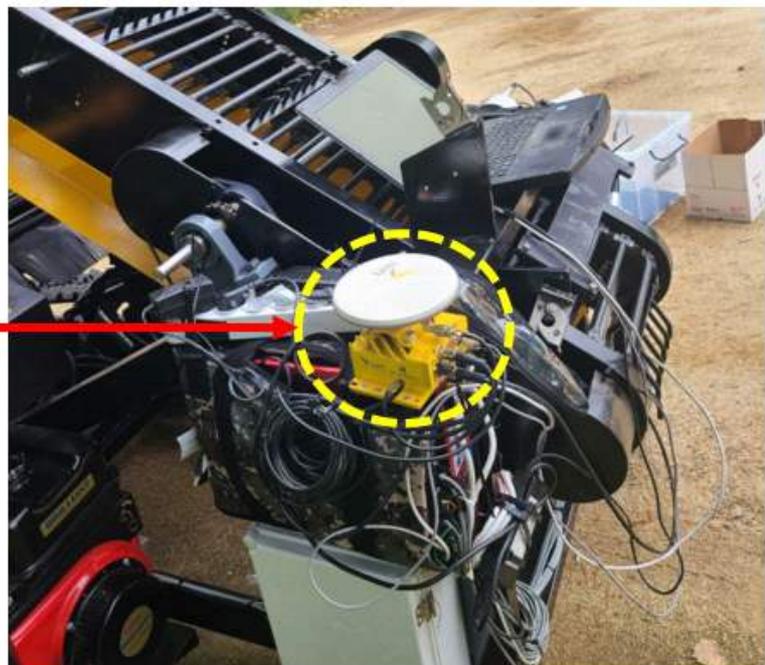


그림 84 Swift 社의 GPS 센서

Item	Specification
Model	Duro Inertial
Input Voltage	10 – 35 V DC
Power Consumption	5.0 W
Weight	0.8 kg (Cast Al Housing)
Dimensions	130 mm x 130 mm x 65 mm
Sealing	IP67

표 8 Swift 社の GPS 센서 제원

- 계측 시험 간 측정되는 엔진 및 유압 데이터는 데이터 수집장치(QuantumX 840B, HBM, Germany)를 이용하였음.
- DAQ는 전압, 전류, 온도, 압력, 또는 소음 등의 전기 또는 물리적인 현상을 센서와 컴퓨터를 이용하여 측정하는 과정을 의미하며, DAQ의 정밀도 오차범위는 5%, 채널 수는 8개, 채널당 샘플 속도는 40kS/s이며, 세부 제원은 아래 표와 같음.



그림 85 HBM 社の QuantumX 840B 데이터 수집장치

Item	Specification
Model (Company)	QuantumX 840B (HBM)
Dimension (mm)	52.5 × 200 × 121
Weight (g)	980
Accuracy class (%)	0.05
Operating temperature (°C)	-20 to 65
Number of channel	8
Sample rate per channel (kS/s)	40
Signal bandwidth (kHz)	7
Transducer technologies	SG half or full bridge(DC or CF with 4.8 kHz)
	Current-fed piezoelectric transducers
	Piezoresistive full bridge
	Resistance thermometers (PT100, PT1000)
	Thermocouples(Type K, N, R, S, T, B, E, J, C)
	Ohmic resistor
	Potentiometric transducer
	Inductive half or full bridge, LVDT
Voltage (±100 mV, ±10 and ±60 V)	

표 9 HBM 社の QuantumX 840B 데이터 수집장치 제원

- 양파 수집기의 측정되는 부하를 실시간으로 모니터링 하기 위해 HBM社에서 제공하는 데이터 수집 및 처리 전문 소프트웨어인 Catman을 사용하였음.
- Catman 소프트웨어는 모든 채널의 전체 매개 변수화, 테스트 및 측정 작업의 시각화 및 제어, 기본 데이터 분석이 가능함.

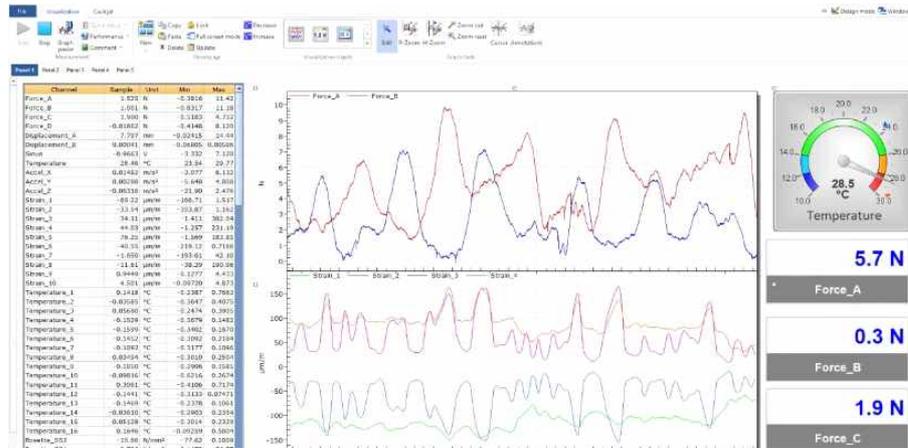


그림 86 Catman 소프트웨어를 이용한 인터페이스 환경

- 자주식 양파 수집기는 엔진으로부터 동력은 주행부에 기계식으로 전달되며, 수집부에도 동시에 동력을 전달하는 구조임.
- 동력전달은 엔진 동력을 유압 펌프를 구동하여 수확기의 전 후진, 조향을 제어함. 또한, 수확부 부하도 토양 조건, 굴취 깊이, 각도에 따라 부하의 변동이 크고 높게 나타남. 따라서 주행부의 유압펌프와 수확부의 유압모터를 주요 동력 소모원으로 선정하였음.
- 유압펌프는 수집부의 전체적인 승하강을 제어하며, 밸브를 통해 양쪽으로 동력이 전달 되고 이는 실린더를 제어하여 수집부의 작동을 조절함.
- 주행부와 수확부 계측을 위한 센서 설치 위치는 아래 그림과 같이 구성하였음.
- PC와 DAQ를 연결하여 계측된 데이터는 실시간으로 저장 및 분석이 가능하도록 구성 하였음.



그림 87 양파 수집기의 유량 및 유압센서 설치 layout

- 유압부 입력 및 출력라인에 유압이 누수되지 않도록 각 결합 나사 부분에 테프론 테이프로 보강하였음.

- 주행 및 작업 시 유량 센서의 흔들림과 이탈을 방지하고자 양파 수집기 차대에 케이블 타이를 이용하여 견고하게 고정하였음.
- 시험 운전 결과 유압 누수 및 센서와 계측장비 이탈이 없는 것을 확인하였음.

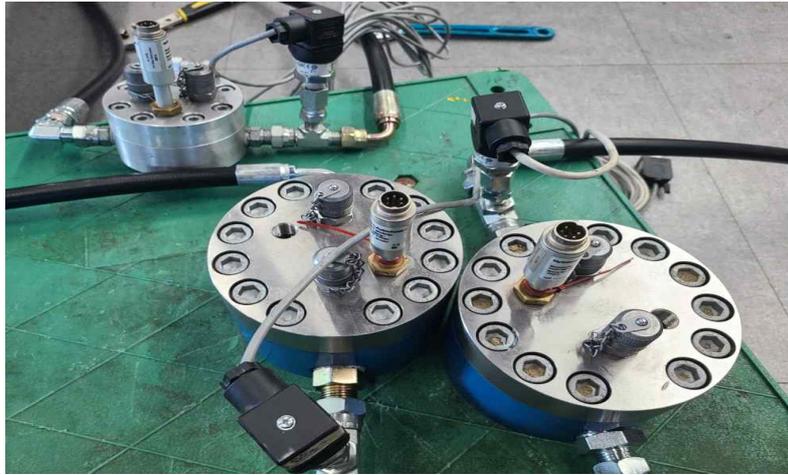


그림 88 양파 수집기 계측에 사용된 유량 및 유압센서

- 각 센서를 설치 후 정상 작동 여부 판단을 위해 노이즈 체크 및 입·출력 신호를 점검하였음.
- 주행 시 주행부에 유압호스 및 배선 간섭을 방지하고자 호스를 묶어 보강하였음.
- 계측을 위한 DAQ 장비와 PC 구동은 외부 전원공급장치를 따로 구성하여 양파 수집기 구동 출력에 간섭되지 않도록 전원을 구성하였음.



그림 89 센서 점검 및 보강 작업

- 목표 속도, 슬립 등 양파 수확기 필드 성능평가

1. 양파 수집에 대한 필드 시험수행 및 작업별 부하계측 및 분석



그림 90 필드 시험 장소

- 부하계측을 위한 필드시험은 강원도 평창군에 위치한 가로 80m x 세로 40m 크기의 한 노지에서 수행하였음.
- 부하계측 시험은 양파 수집기의 주된 작업인 노지에서의 주행에 따른 유압시스템의 소요동력을 측정하고자 하였음.
- 숙련된 작업자가 주행 및 수확부 구동을 통해 양파를 수확하는 방식으로 진행하였음.



그림 91 양파 수확 작업

- 자주식 양파 수집기 주행 및 작업에 따른 부하 계측

1. 양파 수집기의 소요동력 및 부하계측 필드 테스트 분석 결과를 이용한 설계 최적화

- 주행에 따른 부하계측은 아스팔트 주행 및 노지 단순 직진 주행 조건으로 선정하였음.
- 선행연구와 조사를 참고하여 본 연구에서는 자주식 양파 수확기의 적정 운용 속도 0.2 m/s 조건으로 수행하였음.



그림 92 노지 이동 및 주행 테스트

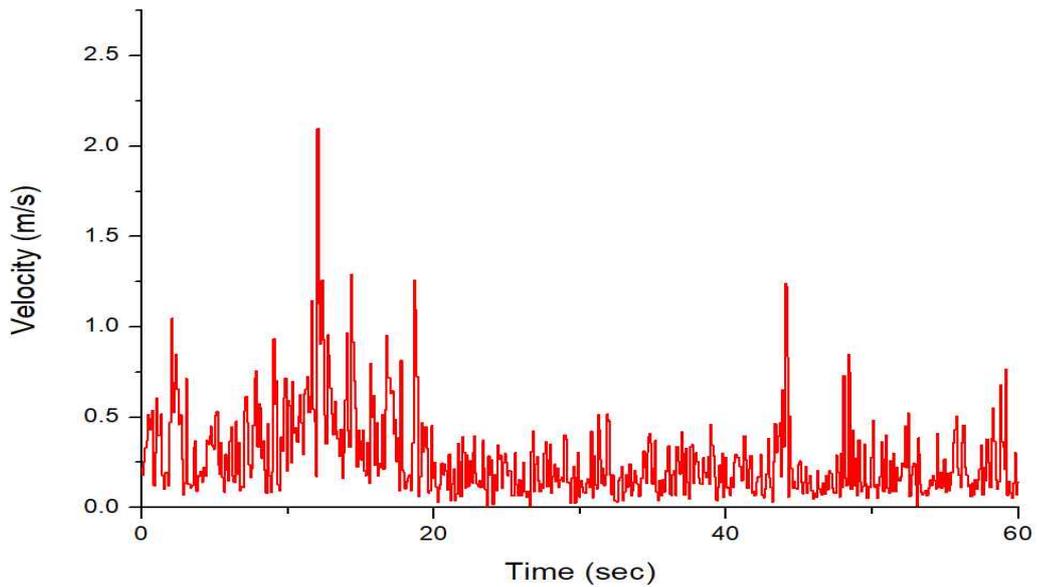


그림 93 노지작업 주행 속도 그래프

- 양파수집기의 노지작업에서의 주행은 약 180 sec동안 진행되었지만, 그래프 도출 및 평균값, 표준편차, 최대 속도를 구하기 위해 60 sec 단위로 그래프를 산출하였음.
- 노지작업에서의 주행 평균속도는 0.3489 m/s, 표준편차는 0.3137 m/s, 최대속도는 2.25 m/s으로 분석되었음.

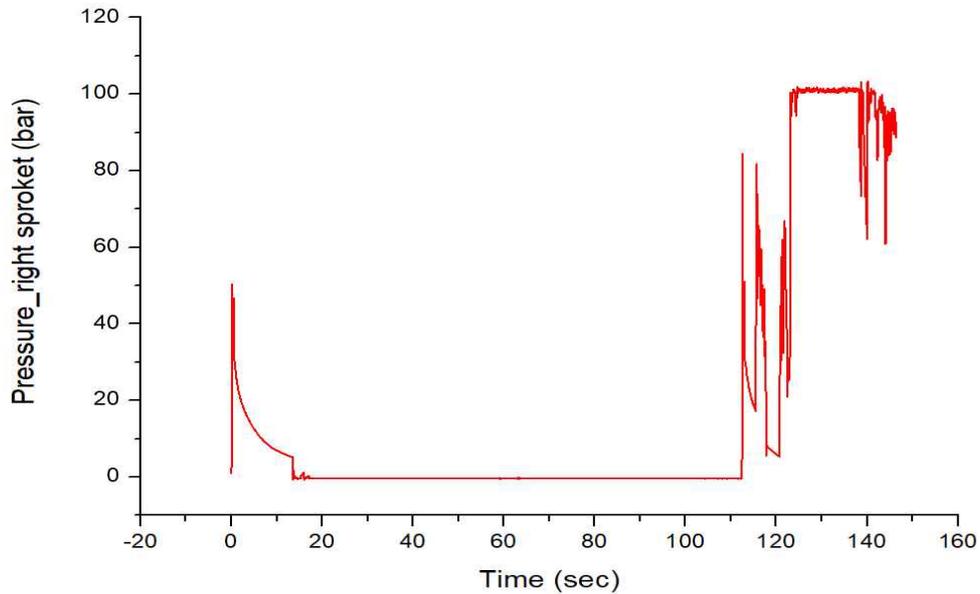


그림 94 노지작업 간 양파수집기 주행부 오른쪽 스프라켓 유압

- 크롤러의 스프라켓은 양파수집기에서의 주행역할을 하고 있으며, 엔진 동력이 유압펌프의 펌프 활동으로 유압모터의 힘을 발생시켜 발생한 힘이 주행부 크롤러 스프라켓으로 힘을 전달함. 크롤러는 좌우 각각 한 파트씩 있으며 좌우 다른 힘 또는 같은 힘을 받아 주행함.
- 오른쪽 크롤러 스프라켓의 유압 결과는 엔진 ON하면서 바로 출발했기에 부하가 많이 발생하여 약 51 bar까지 상승하며 이후 안정적인 주행이 되면서 약 100 sec 동안 약 2bar 정도 유압이 발생 및 유지하며 천천히 주행을 하였음.
- 이후 작업환경 특성상 노지는 돌, 구덩이 같은 장애물들이 있는데, 약 110 sec 후 부터는 안정적인 주행이 불가능한 장애물들이 있어 많은 유압 및 동력을 사용하여 주행을 하였음.
- 이 때, 발생한 유압의 수치는 최대 압력 약 103.25 bar, 평균 81 bar정도 측정되었음.
- 주행 시 갑작스러운 장애물로 인한 주행부의 급상승 압력이 발생했지만 이러한 수치에 대한 결과는 크롤러의 스프라켓이 동력 및 유압을 잘 전달받아 정상적인 주행이 가능하다고 판단됨.
- 전체적인 유압의 최소, 평균, 최대, 표준편차는 -0.7, 18.5, 10.25, 35.8 bar로 나타났다.

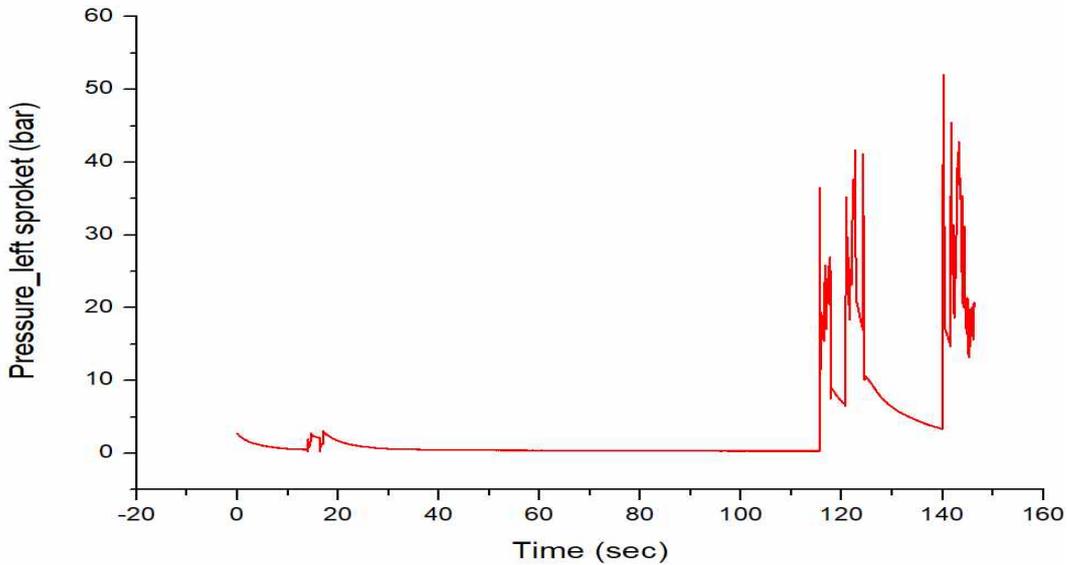


그림 95 노지작업 간 양파수집기 주행부 왼쪽 스프라켓 유압

- 유압 그래프 결과 오른쪽 그래프 수치와 다르다는 것을 볼 수 있지만, 정상 주행 했던 약 100 sec 동안에는 오른쪽 크롤러 스프라켓의 결과인 약 2 bar 정도 유압이 측정되었다는 것을 볼 수 있으며, 이는 두 개의 크롤러가 같은 유압 및 동력으로 동시에 정상적으로 구동이 되었다고 판단됨.
- 약 110 sec 이후부터는 장애물로 인해 구동부 좌·우측의 부하가 달라져 각각의 스프라켓에 작용하는 유압도 다르게 측정이 되었음.
- 전체적인 유압의 최소, 평균, 최대, 표준편차는 0.22, 3.3, 51.98, 7.04 bar로 나타났음.

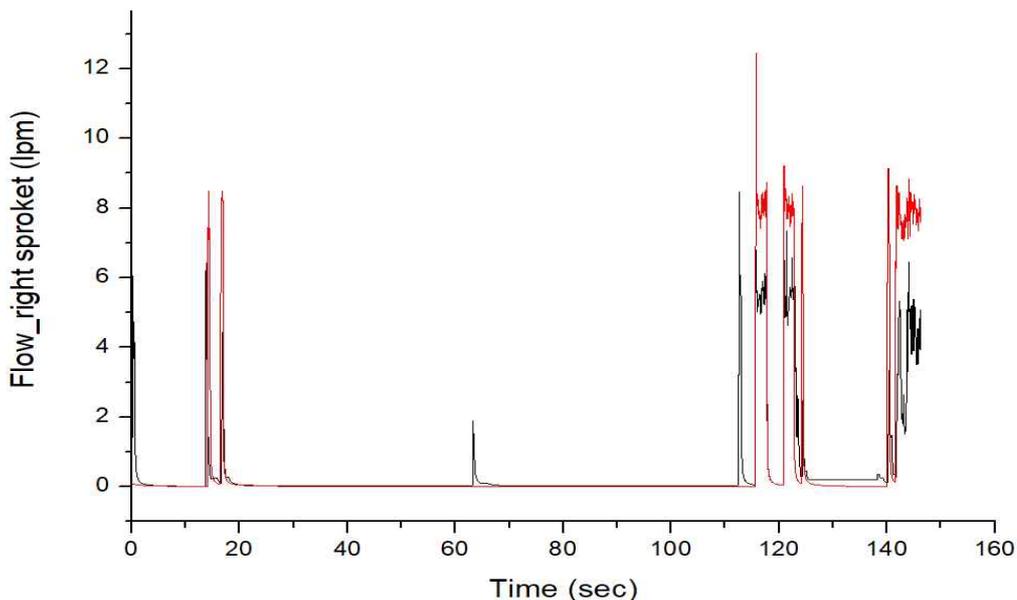


그림 96 노지작업 간 양파수집기 주행부 스프라켓 유량

- 양파수집기의 노지작업 작업에서의 궤도로 동력을 전달하는 궤도 스프로켓의 유량을 계측하기 위해 유량을 계측하였음.
- 약 0 ~ 110 sec 동안 속도가 1 m/s 이기 때문에 유량의 수치도 0 ~ 1 lpm 범위 사이에서 나타났음.
- 110 sec 이후의 유량은 양파 수집기가 노지에서 장애물 및 토양의 슬립으로 인해 더

많은 부하가 나타났음.

- 양파수집기의 노지주행 작업에서의 궤도 좌우 스프라켓 유량의 최소, 평균, 최대, 표준편차는 각각 좌: 0.009, 0.44, 8.47, 1.26 lpm, 우: -0.0005, 0.5, 12.45, 2.03 lpm으로 나타났음.

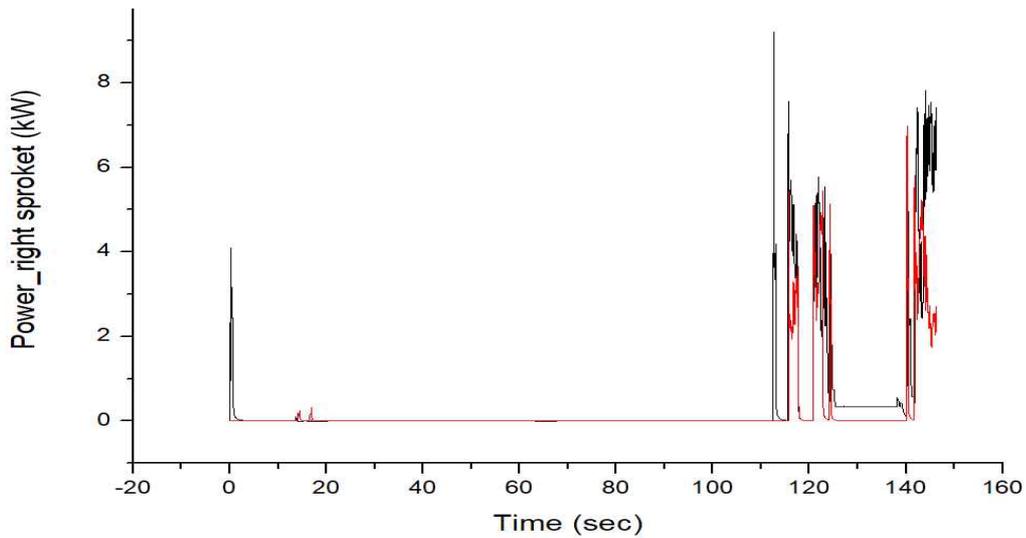


그림 97 노지작업 간 양파수집기 주행부 스프로켓 동력

- 양파수집기의 주행 작업 간 주행부의 주행부 소요동력은 앞서 분석했던 유압 및 유량으로 계산식을 활용하여 소요동력을 분석할 수 있으며, 계산식은 아래와 같음.

유압모터소요동력식

$$Power(kW) = \frac{2\pi \times T \times N}{102 \times 60}$$

$$bar \rightarrow kgf/cm^2 \text{ (해당 압력 } bar \times 1.019736 = \text{해당압력 } kgf/cm^2)$$

$$Torque(kg \cdot m) = \frac{P(kgf/cm^2) \times q(cc/rev)}{200 \times \pi} \quad ※(q = 16cc/rev)$$

$$Torque(Nm) = 9.8 \times Torque(kg \cdot m)$$

$$RPM = \frac{Flow(lpm)}{q(cc/rev) \times 0.001}$$

- 자주식 양파 수집기의 노지 작업간의 크롤러 스프라켓의 소요동력은 좌·우 구분하여 계산 후 합산하였다. 좌측 최대 소요동력은 9.21 kW, 우측 최대 소요동력은 6.98 kW, 따라서 전체 크롤러 스프라켓 소요동력은 최대 16.20 kW으로 나타났다.
- 계측 데이터를 분석하여 볼 때, 자주식 양파 수집기의 노지 작업 및 주행 결과는 안정적인 것으로 분석됨.

<2공동: 국립농업과학원>

○ 양파 수집기 1차 시작기 포장성능시험

- 제작된 양파 수집기 1차 시작기의 성능을 분석하기 위하여 창녕에 위치한 양파 재배 포장에서 포장성능시험을 실시하였음
- 굴취기를 이용하여 굴취된 양파를 1차 시작기를 이용하여 수집하였으며, 시작기의 성능으로 수집률, 손상률, 이물질혼입률을 조사하였음. 수집률은 시험 구간 내 총 양파의 무게와 미수집된 양파의 무게 비율로 산정하였으며, 손상률은 톤백 내 양파 중 기계 수집시 파손된 양파의 비율로 산정하였으며, 이물질혼입률은 수집된 톤백에서 흙, 돌 등 이물질임 무게 비율로 산정하였음. 시험은 총 3반복으로 수행하였음
- 양파 수집기 1차 시작기의 성능을 분석한 결과 수집률은 95.2%, 손상률(파손)은 0.03%, 이물질혼입률은 1.3%로 나타났으며, 시험결과 수집률 개선이 필요할 것으로 판단되었음

반복	수집률 (%)	미수집 (%)	손상률(파손) (%)	이물질혼입률 (%)
1	96.4	3.6	0.02	1.4
2	94.3	5.7	0.04	1.5
3	94.9	5.1	0.03	1.1
평균	95.2	4.8	0.03	1.3

표 10 양파 수집기 1차 시작기 작업성능

○ 양파 수집기의 양파 손상 발생 인자 분석

- 양파 수집기 시작기의 손상 발생 인자를 분석하기 위하여 시작기의 각 주요부인 굴취부, 이송부, 수집부의 손상 발생 정도를 분석하였음
- 양파 수집기는 기계를 이용하여 굴취된 양파를 수집하는 기계로 기계 굴취 후 인력으로 수집한 양파(C)와 시작기를 이용하여 수집 작업 시 시작기의 굴취부(T1), 이송부(T2), 수집부(T3)에서 각각 수집한 양파를 저장하여 부패율을 조사하였음



그림 98 시험 모습



그림 99 처리구별 양파 수집 부위

- 시험결과 기계 굴취 후 인력으로 수집한 양파의 부패율은 5%로 조사되었으며, 시작기의 굴취부, 이송부, 수집부에서 수집한 양파의 부패율은 각각 17.2%, 14.6%, 18.8%로 조사되었음
- 비가 온 뒤 충분한 노지건조 작업 없이 수집하여 부패율이 다소 높게 나왔으나, 결과 인력 수집한 양파와 시작기의 굴취부에서 수집한 양파간의 부패율은 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타남. 또한, 시작기의 수집부에서 수집한 양파의 부패율이 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타남
- 따라서, 양파 수집기를 이용하여 수집 시 손상이 가장 많이 발생하는 부분은 굴취부와 수집부인 것으로 나타나 이에대한 개선이 필요할 것으로 판단됨

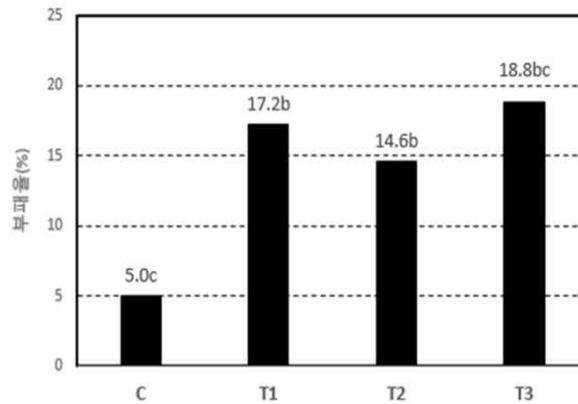


그림 100 양파 수집기 주요부별 수집 양파의 부패율

○ 양파 수집기의 손상 저감을 위한 개선 방향 도출

- 양파 수집기의 각 주요부에서 수집한 양파의 부패율은 조사한 결과 굴취부와 수집부에서 손상이 많이 발생하는 것으로 나타남. 따라서, 이에 대한 개선이 필요할 것으로 판단되었음
- 굴취부의 경우 현재 굴취날이 없는 구조로 포장에서 컨베이어로 올라가는 부분이 원활히 이루어지지 않아 손상이 발생하는 것으로 판단됨. 수집부의 경우 수집 높이에 의한 낙차에 의해 손상이 발생하여 부패율이 높게 나타난 것으로 판단됨



그림 101 양파 수집기 굴취부 손상

- 따라서, 굴취부에서 이송 지연 및 손실을 방지하기 위한 개선이 필요하여, 현재 굴취날이 없는 구조에서 굴취날을 부착하여 안정적으로 지면의 양파를 컨베이어로 이송할 수 있도록 개선할 필요가 있을 것으로 판단되며, 굴취날 좌우에 가운데로 양파를 모아주는 가이드 설치가 필요한 것으로 판단됨
 - 또한, 수집부에서 낙차에 의한 손상을 방지하기 위해 수집부 톤백에 낙하 높이를 일정하게 유지할 수 있도록 개선이 필요할 것으로 판단되었음
- 양파 수집기 수집부 높이 제어 시스템 개발
- 양파 수집 시 이송 컨베이어에서 수집부의 톤백으로 낙하하는 높이에 따라 양파의 손상이 많이 발생되므로 양파의 손상을 줄이기 위하여 양파의 낙하 높이를 일정하게 유지하는 시스템 개발이 필요함
 - 양파 수집기는 지면의 양파를 수거하여 이송하는 이송본체와 이송본체 뒤에 동력 운반차 구조로 톤백을 적재하여 이동하는 수집본체로 구성되어있음. 양파 수집기 수집부 높이 제어 시스템은 톤백을 적재하는 수집본체의 유압식 승하강 장치에 설치되도록 개발하였음
 - 양파 수집기 수집부 높이 제어 시스템은 현재 양파의 무게를 측정할 수 있는 로드셀과 로드셀 위에 톤백을 적재할 수 있는 베이스판, 높이를 검출하기 위한 변위센서, 유압식 승하강 장치를 자동으로 제어할 수 있는 컨트롤러로 구성하였음

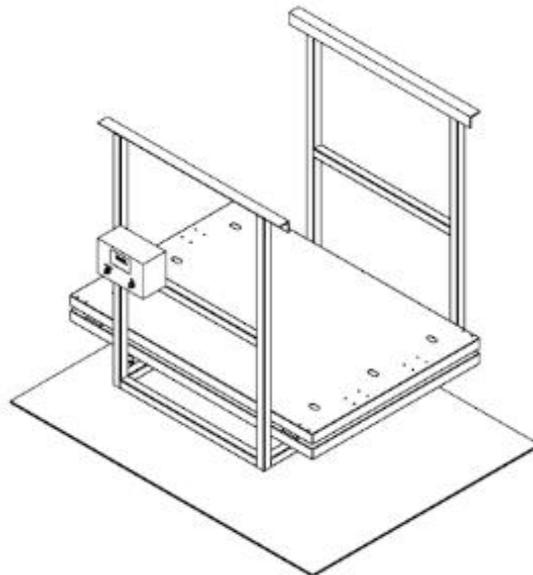


그림 102 양파 수집기 높이제어 시스템 개략도

- 로드셀은 베이스판의 무게를 정확히 측정할 수 있도록 Flintec사의 beam type 로드셀을 선정하였으며, 베이스판 양쪽에 총 2개를 설치하도록 설계하였음



그림 103 사용된 로드셀(SB14, Flintec)

Company	Flintec
Model	SB14
Maximum Capacity(kg)	454
Combined Error(%)	±0.05
Non-Linearity(%)	±0.04
Rated Output(mV/V)	2±0.1%

표 11 사용된 로드셀 제원

- 톤백의 높이 제어를 위해서는 톤백의 무게를 측정함과 동시에 베이스판의 현재 위치를 정확하게 검출할 필요가 있음. 따라서, 베이스판 측면에 베이스판의 높이를 검출 할 수 있는 변위센서를 설치하였으며, 포장 내 먼지 등에 의한 오류를 줄이고자 와이어식 변위센서를 선정하여 설치하였음



그림 104 사용된 변위센서(HPS-S, 해암이엔지)

제조사	해암이엔지
모델명	HPS-S
정격 용량	10mm ~ 30,000mm
종합 오차	≤0.25% R.O.
반복성	≤0.25% R.O.

표 12 사용된 변위센서 제원

- 컨트롤러의 작동 알고리즘은 아래 그림과 같음. 컨트롤러는 자동과 수동 모드를 선택할 수 있도록 개발하였으며, 위의 로드셀을 이용하여 베이스판 위에 위치한 톤백에 담긴 양파의 무게를 측정하고, 유압실린더를 제어하여 무게에 따라 지정된 위치로 베이스판의 높이를 조절하도록 개발하였음

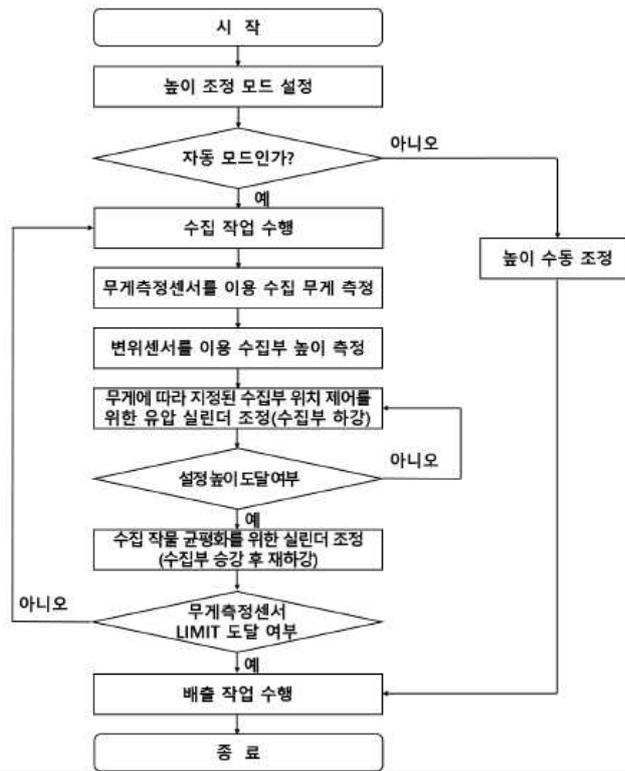


그림 105 양파 수집기 수집부 높이 제어 시스템 작동 알고리즘

- 양파 수집비 수집부 높이 제어 시스템 무게를 계측할 수 있는 로드셀과 로드셀 위에 톤백을 적재할 수 있는 베이스판, 높이를 검출하기 위한 변위센서, 유압식 승하강 장치를 자동으로 제어할 수 있는 컨트롤러로 구성하여 아래 그림과 같이 설계하였음

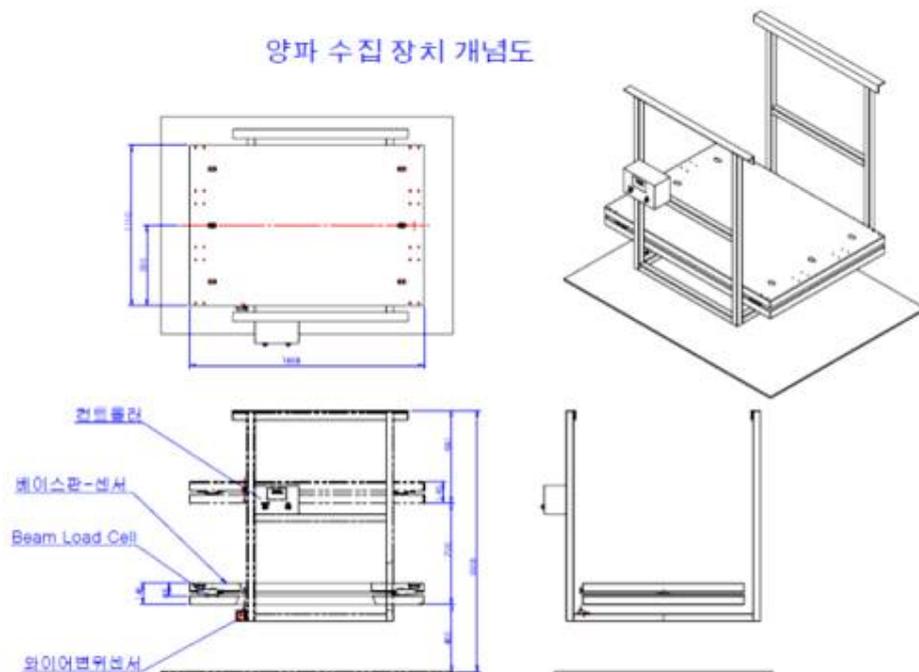


그림 106 양파 수집기 수집부 높이 제어 시스템 설계도

- 제작된 양파 수집기 높이 제어 시스템은 아래 사진과 같음. 동력 운반차 위에 로드셀을 설치 후 톤백을 적재할 수 있는 베이스판을 설치하였으며, 높이 검출을 위한 변위센서를 설치하였음. 컨트롤러는 수동모드와 자동모드를 선택적으로 사용할 수 있도록 구성하였으며, 현재 양파의 무게와, 베이스판의 높이가 디스플레이 되도록 개발하였음



그림 107 양파 수집기 높이제어 시스템



그림 108 설치된 로드셀



그림 109 설치된 변위센서



그림 110 컨트롤러

○ 양파 수집기 수집부 높이 제어 시스템 calibration

- 높이 제어 시스템 calibration을 위해 무게 측정용 로드셀의 출력값과 수집된 양파 무게 간의 회귀분석을 실시하였음. 양파를 50~250kg까지 50kg 간격으로 투입하며 센서의 출력값을 측정하였으며, 출력값과 양파의 무게를 회귀분석한 결과 상관계수(R^2) 값은 0.9979로 높은 상관관계를 보이는 것으로 나타남. 따라서, 센서의 출력값을 이용해 베이스판 위의 톤백에 담긴 양파의 무게를 예측할 수 있을 것으로 판단됨

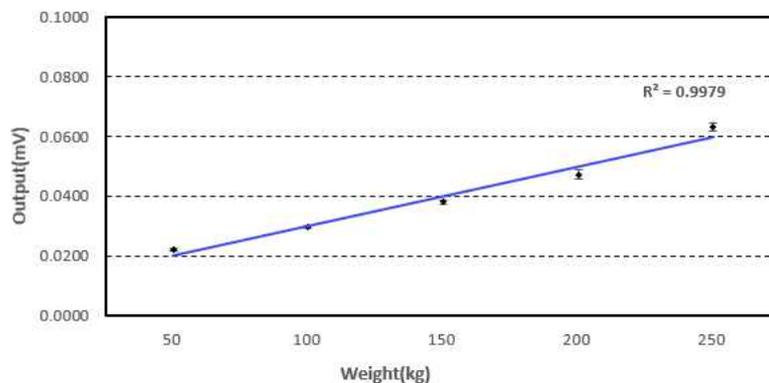


그림 111 높이 제어 시스템 무게측정 로드셀 calibration

○ 양파 수집기 수집부 높이 제어 시스템 성능시험

- 개발된 양파 수집기 수집부 높이 제어 시스템의 성능시험을 실시하였음. 양파를 100~400kg 까지 100kg 간격으로 투입하며 무게측정 값과 목표 수집부 높이(40cm)로 제어가 가능한지 오차를 측정하였음
- 시험결과 무게측정 오차는 2.8%, 높이 제어 오차는 8.0%로 본 연구의 목표치인 5%, 10%의 성능을 만족하는 것으로 분석됨

수집량 (kg)	예측값 (kg)	무게측정 오차 (%)	높이 제어 오차 (%)
100	94.3	5.7	11.3
200	192.1	4.0	9.6
300	297.3	0.9	5.4
400	402.5	0.6	5.8
평균		2.8	8.0

표 13 높이 제어 시스템 성능시험 결과

○ 양파 수집기 1차 현장실증시험

- 제작된 양파 수집기 시작기의 1차 현장실증시험은 6월 전라남도 신안군 임자면에 위치한 양파 재배 포장에서 실시하였음. 시험포장의 재배양식은 두둑폭 100cm에 4줄로 정식한 포장이었으며, 줄기절단기를 이용하여 양파의 줄기를 절단한 후 굴취 수확기를 이용하여 굴취하여 1일 노지에서 건조된 상태에서 실험을 진행하였음
- 시험결과 : 시작기의 실증시험 결과 양파의 손상률은 4.1%, 손실률은 2.7%, 이물질혼입률은 3.2%로 나타나, 한국농업기술진흥원 땅속작물수확기 검정기준인 손상률, 손실률, 이물질혼입률 5% 미만의 성능을 만족하는 것으로 분석됨

작업정밀도			작업능력 (시간/10a)
손상률(%)	손실률(%)	이물질혼입률(%)	
4.1	2.7	3.2	1.2

표 14 시작기 1차 현장실증시험 결과



그림 112 굴취부 보완



그림 113 수집상태



그림 114 작업모습

○ 양파 수집기 2차 현장실증시험

- 제작된 양파 수집기 시작기의 2차 현장실증시험은 8월 강원도 평창군 진부면에 위치한 고랭지 양파 재배 포장에서 실시하였음. 시험포장의 재배양식은 두둑폭 120cm에 8줄로 정식한 포장이었으며, 인력으로 줄기절단 및 비닐제거 후 굴취 수확기를 이용하여 굴취한 상태에서 실험을 진행하였음
- 시험결과 : 시작기의 실증시험 결과 양파의 손상률은 2.8%, 손실률은 0.9%, 이물질혼입률은 1.8%로 나타나, 한국농업기술진흥원 땅속작물수확기 검정기준인 손상률, 손실률, 이물질혼입률 5% 미만의 성능을 만족하는 것으로 분석됨. 시작기의 작업속도는 0.19m/s, 회행시간은 47s로 작업능률은 1.2시간/10a로 조사됨

손상률(%)	이물질혼입률(%)	손실률(%)
2.8	0.9	1.8

표 15 시작기 2차 현장실증시험 결과



그림 115 작업모습



그림 116 수집 상태

작업속도(m/s)	회행시간(s)	유효작업폭(m)	작업능률(시간/10a)
0.19	47	1.6	1.2

표 16 양파 수집기 시작기 작업능률

○ 양파 수집기 경제성분석

- 양파 수집기 및 운반기 투입효과를 분석하기 위하여 노동력 및 비용절감률을 분석하였음. 관행 인력으로 양파를 수집하는 작업형태와 자주식 양파 수집기 및 운반기를 이용한 작업방법을 비교하여 분석하였음
- 관행 인력으로 양파를 수집할 경우 10a 작업에 30.3시간이 소요되는 것으로 나타났으며, 자주식 양파 수집기 및 운반기를 이용할 경우 1.2시간/10a가 소요되는 것으로 나타나 관행 인력 작업에 비해 96%의 노동력 절감 효과가 있는 것으로 나타남
- 경제성은 농촌진흥청 농업기술 경제성분석기준을 이용하여 분석하였으며 결과는 아래 표와 같음. 관행 인력으로 수집하는 방법의 총 소요비용은 434,604원/10a로 분석되었으며, 자주식 양파 수집기 및 운반기를 이용할 경우 소요비용은 151,892원/10a로 분석되어 자주식 양파 수집기 및 운반기를 이용할 경우 관행 방법에 비해 65% 비용절감 효과가 있는 것으로 나타남

		관행	시작기
		인력	수집기, 운반기
구입가격(원)			25,000,000
내구연한(년)			5
연간사용시간(시간/년)			120
연간 고정비 (원/년)	감가상각비		5,000,000
	수리비		1,500,000
	이자		1,250,000
	소계		7,750,000
시간당고정비(원/시간)			64,583
시간당 유동비 (원/시간)	인건비	14,343	51,533
	유류비		10,461
	소계	14,343	61,994
시간당비용(원/시간)		14,343	126,577
작업성능(시간/10a)		30.3	1.20
소요경비(원/10a)		434,604	151,892
지수		100	34.9(▽65.1)

- * 경제성분석 기준 : 농업과학기술 경제성분석 기준 자료집, 농촌진흥청, 2018
- * 수리비계수 : 6%, 연이율 : 5%
- * 인건비 : 남자 147,239원/일, 여자 114,747원/일('23년 1~2/4분기 평균, 출처: 통계청 농기구입가격지수)
- * 인건비(운전자) : 남자 인건비의 140%
- * 연료비(원/L) : 휘발유 1,461원 (면세유, 출처 : 2023.11.08 한국석유공사 오피넷)
- * 윤활유비 : 연료비의 30%

표 17 시작기 경제성분석 결과

<3공동(경상남도농업기술원_양파연구소) : 양파 수집기 현장실증 연구>

○ 양파 수확방법에 따른 품질 및 저장특성 비교

- 양파 수집방법에 따른 수량 및 저장특성

- 양파 굴취기 적용 후 굴취당일 인력과 수집기로 수집 후 저장한 결과, 인력 적용구에서 부패율 1.1%, 수집기 적용구에서 부패율 4.4%로 수집기 적용구가 높게 나타났음
- 수집기 수집시 건조 일수(굴취당일, 1일후, 3일후)가 길어짐에 따라 부패율이 감소하였음
- 굴취기 적용시 저장 후 부패율은 인력수집보다 높게 나타났고, 굴취 후 건조일수가 길어질수록 부패율이 낮아지는 경향을 나타내었음. 저장 중 부패율은 수집기를 적용 후 저장해도 10%를 넘지 않았음
- 양파무게가 클수록 구손상 정도는 높게 나타났음

굴취	수집	건조(일)	손상율(%)	평균구중(g)	중량감모율(%)	저장 중 부패율(%) [↓]		
						상부	하부	합계
굴취기	인력	0	0.0d	245b	0.57	1.1a	0.0b	1.1b
	수집기	0	5.0d	224b	0.82	4.4a	0.0b	4.4ab
	수집기	0	26.7c	351a	0.95	2.2a	7.7a	9.9a
		1	41.7b	285a	1.05	1.1a	5.5ab	6.6ab
		3	63.3a	301a	1.24	0.0a	4.4ab	4.4ab

* DMRT(5%)

* 굴취일 : 2022. 06. 08, 저장조사일 : 2022. 09. 29, 수집기 낙하높이 : 60cm, 수집 후 정상구 선별 저장

[↓]저장시료는 손상구를 제외한 정상구 선별 저장

- 양파 수집기 낙하정도에 따른 저장특성

- 양파 굴취 후 수집기 낙하높이를 60cm, 80cm로 설정 후 당일수집 결과, 수집기 낙하높이가 높을수록 저장 중 부패율이 높았음

굴취시기	건조(일)	낙하높이(cm)	평균구중(g)	중량감모율(%)	저장 중 부패율(%) [↓]		
					상부	하부	합계
6월 8일	3	60cm	301a	1.24	0.0b	4.4ab	4.4a
		80cm	281a	1.19	0.0b	5.5a	5.5a
6월 10일	0	60cm	265a	0.54	4.4ab	1.1ab	5.5a
		80cm	264a	0.57	6.6a	0.0b	6.6a

* DMRT(5%)

* 굴취일 : 2022. 06. 08, 저장조사일 : 2022. 09. 29.

[↓]저장시료는 손상구를 제외한 정상구 선별 저장

- 양파 수확작업 속도

- 양파수집기 적용 작업 효율성 증가 시험결과 10a 기준 인력 27.6시간, 수집기 1.29시간 소요되어 26.4 시간 절감. 이는 수집기 한 대가 1.29시간 동안 약 3.3명(8시간/일) 노동력 대체 가능

구분	작업속도(m/s)			비고
	줄기절단	굴취	수집	
인력	0.01222	0.01439	0.0059	1인 기준
수집기	-	-	0.1269	



그림 117 자주식 소형 양파수집기 현장적용 (2022.6.8. ~ 6.10.)

○ 양파 수확방법에 따른 지역별 품질 및 저장특성 비교

– 수확방법에 따른 품질 및 저장특성(경남 창원군)

- 경남 창녕지역 중만생종 양파 수확시기 굴취기 및 수집기 적용 결과 굴취 후 건조 기간에 따른 손상율은 당일굴취수집에 비해 3일 건조 후 수집 시 15 ~ 22% 정도 낮게 나타났으며, 수집기 낙하높이가 클수록 손상율은 높았음
- 2023년 이상기후로 인한 양파재배 농가 간 품질 차이가 크게 나타나는 해였으며, 그로 인해 손상율은 인력수확에서도 높게 나타남
- 저장 중 부패율은 건조일수가 길수록, 낙하높이가 크지 않을수록 낮게 나타남

굴취	수집	건조 (일)	낙하 높이 (cm)	손상율 (%)	평균 구중 (g)	중량 감모율 (%)	저장 중 부패율(%)			
							상부	하부	측면	합계
인력	인력	당일수집	-	37.9c	480.8	0.8c	-	-	3.4	3.4
				51.7bc	413.7	1.2ab	3.3	-	-	3.3
굴취기	수집기	당일수집	40	65.0ab	456.4	0.8c	-	3.3	3.3	6.6
			60	69.3ab	446.2	1.3a	8.1	-	-	8.1
			80	75.0a	465.5	1.0bc	13.3	-	6.7	20.0
		건조3일후	40	53.3bc	441.5	1.3a	-	3.3	-	4.6
			60	56.7b	391.1	1.2ab	6.7	-	-	7.9
			80	65.0ab	367.0	1.1ab	10.0	-	-	10.0

* DMRT(5%)

* 굴취일 : '23. 06.14, 손상율 조사 : '23. 06. 22,

* 저장조사 : '23. 08. 08(입고일), '23. 10. 20.

※ 수집 후 정상구 선별 저장

– 수확방법에 따른 품질 및 저장특성(전남 신안군)

- 전남 신안지역 중만생종 양파 수확시기 굴취기 적용 건조 1일후 수집기 적용 결과 인력수집에 비해 손상율은 5~8% 정도 높게 나타났음
- 수집기 적용 시 낙하높이에 따른 손상율은 높이가 높을수록 손상율이 크게 나타나는 경향치를 보였지만, 60cm, 80cm에서의 결과치는 동일하였음

굴취	건조 (일)	수집	낙하 높이 (cm)	손상율 (%)	평균 구중 (g)	중량 감모율 (%)	저장 중 부패율(%)			
							상부	하부	측면	합계
굴취기	건조1일후	인력	-	23.3a	379.7	0.7b	3.3	-	-	3.3
		수집기	40	28.3a	398.8	0.9a	-	16.7	-	16.7
			60	31.7a	422.6	0.6b	3.4	-	-	3.4
			80	31.7a	379.7	0.9a	-	3.3	-	3.3

* DMRT(5%)

* 굴취일 : '23. 06. 12, 손상율 조사 : '23. 06. 23,

* 저장조사 : '23. 07. 12(입고일), '23. 10. 20.

※ 수집 후 정상구 선별 저장

- 수확방법에 따른 품질 및 저장특성(강원 평창군)

- 강원 평창지역 만생종 고랭지 양파 수확시기 굴취기 적용 수집기 적용 결과 인력수집에 비해 손상율은 2~5% 정도 높게 나타났음
- 수집기 적용 시 낙하높이에 따른 손상율은 높이가 높을수록 높아짐

굴취	건조 (일)	수집	낙하 높이 (cm)	손상율 (%)	평균 구중 (g)	중량 감모율 (%)	저장 중 부패율(%)			
							상부	하부	측면	합계
굴취기	당일수집	인력	-	13.3a	151.5	1.2a	2.0	-	-	2.0
		수집기	40	15.0a	164.2	1.3a	2.0	-	-	2.0
			60	16.7a	188.9	1.5a	2.0	6.0	-	8.0
			80	18.3a	166.3	1.3a	-	-	4.0	4.0

* DMRT(5%)

* 굴취일 : '23. 08. 08, 손상율 조사 : '23. 08. 21,

* 저장조사 : '23. 08. 21(입고일), '23. 10. 20.

※ 수집 후 정상구 선별 저장

- 양파 수확작업 속도

- 2023년 양파수집기 적용 작업효율성 증가 현장실증 결과 10a 기준 인력 22.66hr(굴취, 수집), 기계 1.84hr(굴취기, 수집기)가 소요되어 20.82hr 시간절감이 가능하였다. 이는 굴취기 한 대가 0.82hr 동안 5.56명의 인력을 대체, 수집기 한 대가 1.04hr 동안 17.5명의 노동 인력을 대체할 수 있음을 나타낸다.

구분	작업시간(h/10a)			비고
	줄기절단	굴취	수집	
인력	8.78	4.56	18.10	
수집기	-	0.82	1.04	



경남 창녕



전남 신안



강원 평창

그림 118 자주식 소형 양파수집기 현장적용(2023.6.14. ~ 8.8.)

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

1) 연구수행 결과

(1) 정성적 연구개발성과

<1주관: 현대농기계>

- 자주식 양파 수집기 이송본체, 수집본체 주요부 시스템 레이아웃 설계
 - 선별 성능 개선을 위한 기존 수확 시스템 이송-선별부 분석
 - 이물질과 농작물 분류를 위한 이송-선별부 레이아웃 설계
 - 주행 동력전달 시스템 layout 및 구동부 설계 : 각부 동력 전달 방법 및 적정 회전수 설계
 - 유압계통도 설계 : 주행 및 선회(Side clutch)용 사양 선정
- 이송본체 양파 손상 방지 각 주요부 요인시험
 - 전면에 위치한 상기안내부 크기 및 설치 각도로 인한 양파 손상 요인시험
 - 체인 간격에 따른 양파 이송시 손상 요인시험
 - 지능형 수집본체 양파 낙하시 양파 손상 요인시험
- 양파 수집기 이송본체·수집본체 주요부 설계 및 개발
 - 양파 수집기 이송·수집 공정별 설계인자 분석
- 자주식 양파 수집기 주행부 개발
 - Side-clutch 조향 방식을 위한 크롤러 주행 및 선회 시스템 개발
 - 양파 수집기 주행을 위한 조작부 모듈 개발
 - 크롤러, 유압제어부, 조작부 등을 모듈형태로 장착할 수 있는 메인 프레임 개발
- 주요부 시스템 통합을 통한 자주식 양파 수집기 시작품 개발
 - 양파 수집기 주행부·이송본체·수집본체 통합 기술 개발
- 양파 수집기 시스템 성능 평가
 - * 메인 프레임, 개발된 크롤러 플랫폼, 유압제어부, 조작부, 이송·수집부 등의 단일 모듈 기반
 - * 목표성능: 손상을 3% 미만, 손실을 3% 미만, 작업능률 2시간/10a
- 자주식 양파 수집기 사업화
 - 농기계 신제품 인증 후 사업화 프로세스 진행
 - * 형식검사: 농업기술실용화재단 성능검정

<1위탁: 충남대학교>

- 양파 수집기의 이송본체 및 지능형 수집본체 주행부 시뮬레이션 모델 구축
 - 상용 프로그램(Amesim)을 이용한 이송본체 및 지능형 수집본체 시뮬레이션
 - 소요동력 측정을 위한 양파 수집기 주요 동력원 부하 계측장비 선정

- 양파 수집기 작업 부하 계측 및 분석을 통한 동력전달시스템 최적화
 - 주행부 및 수확부 모델에 센서 설치 및 신호 수집·점검
 - 목표 속도, 슬립 등 양파 수확기 필드 성능평가
 - 자주식 양파 수집기 주행 및 작업에 따른 부하 계측

<2공동: 국립농업과학원>

- 양파 수집기 1차 시작기 포장성능시험
- 양파 수집기의 양파 손상 발생 인자 분석
- 양파 수집기의 손상 저감을 위한 개선 방향 도출
- 양파 수집기 수집부 높이 제어 시스템 개발
- 양파 수집기 수집부 높이 제어 시스템 calibration
- 양파 수집기 수집부 높이 제어 시스템 성능시험
- 양파 수집기 2차 현장실증시험
- 양파 수집기 경제성분석

<3공동: 경상남도농업기술원>

- 양파 수확방법에 따른 품질 및 저장특성 비교
 - 시험기종 : 7kW급 자주식 소형 양파 수집기(현대농기계)
 - 시험장소 : 경남 창녕
 - 처리내용
 - 수집방법 : 2처리(인력, 수집기)
 - 수집시기 : 구 굴취 직후, 1일 후, 3일 후
 - 라. 조사항목 : 작업속도, 품질특성, 저장성 등
- 양파 수집기 낙하정도에 따른 품질특성
 - 시험기종 : 7kW급 자주식 소형 양파 수집기(현대농기계)
 - 시험장소 : 경남 창녕
 - 처리내용
 - 낙하높이 : 2처리(60, 80cm)
 - 수집형태 : 톤백(500kg)
 - 조사항목 : 품질특성, 저장성 등
- 양파 수확방법에 따른 지역별 품질 및 저장특성 비교
 - 시험기종 : 7kW급 자주식 소형 양파 수집기(현대농기계)
 - 시험장소 : 경남 창녕, 전남 신안, 강원 평창
 - 처리내용
 - 수집방법 : 2처리(인력, 수집기)

- 수집시기 : 구 굴취 직후, 3일 후
- 낙하높이 : 40. 60. 80cm 3처리
- 수집형태 : 톤백(500kg)
- 조사항목 : 품질특성, 저장성 등

(2) 정량적 연구개발성과(해당 시 작성하며, 연구개발과제의 특성에 따라 수정이 가능합니다)

< 정량적 연구개발성과표 >

(단위 : 건, 천원)

성과지표명		연도	1차년도 (2022)	2차년도 (2023)	계	가중치 (%)
전담기관 등록·기탁 지표 ¹⁾	R&D 우수인력 일자리 창출	목표(단계별)	1	1	2	10
		실적(누적)	2	0	2	
	기술이전	목표(단계별)	0	3	3	5
		실적(누적)	0	3	3	
	인력양성	목표(단계별)	0	1	1	20
		실적(누적)	0	1	1	
	논문[SCIE]	목표(단계별)	0	0	0	-
		실적(누적)	1	0	1	
	논문[비SCIE]	목표(단계별)	1	1	2	-
		실적(누적)	0	2	2	
	학술발표[국내]	목표(단계별)	1	2	3	5
		실적(누적)	1	5	6	
연구개발과제 특성 반영 지표 ²⁾	농가교육지도/컨설팅/ 현장기술지원	목표(단계별)	1	1	2	10
		실적(누적)	1	1	2	
	산업재산권 출원	목표(단계별)	1	2	3	10
		실적(누적)	1	2	3	
	사업화(제품화)	목표(단계별)	0	1	1	10
		실적(누적)	0	1	1	
	기술인증	목표(단계별)	0	1	1	10
		실적(누적)	0	1	1	
	정책활용	목표(단계별)	0	1	1	10
		실적(누적)	0	1	1	
	홍보전시	목표(단계별)	1	1	2	10
		실적(누적)	0	2	2	
계	목표(단계별)	6	34	40	100	
	실적(누적)	5	-	5		

< 연구개발성과 성능지표 >

평가 항목 (주요성능 ¹⁾)	단위	전체 항목에서 차지하는 비중 ²⁾ (%)	세계 최고		연구개발 전 국내 성능수준	연구개발 목표치	목표설정 근거
			보유국/보유기관	성능수준	성능수준	1단계 (2022~2023)	
1 손상률	%	25	JAPAN	-	5 내외	3 이내	공인시험
2 손실률	%	25	JAPAN	-	5 내외	3 이내	
3 이물질흡입률	%	10	JAPAN	-	5 내외	3 이내	
4 작업능률	시간/10a	10	JAPAN	-	2 내외	2 이내	
5 수집 본체 높이 제어 정확도	%	10	USA	95	-	95 ↑	공인시험 (기술지도 검정)
6 양과 무게 측정 정확도	%	10	USA	90	-	90 ↑	
7 주산지 실증	건수	10	-	-	-	4건 ↑	-

* 1) 정밀도, 인장강도, 내충격성, 작동전압, 응답시간 등 기술적 성능판단기준이 되는 것을 의미합니다.

* 2) 비중은 각 구성성능 사양의 최종목표에 대한 상대적 중요도를 말하며 합계는 100%이어야 합니다.

(3) 세부 정량적 연구개발성과(해당되는 항목만 선택하여 작성하되, 증빙자료를 별도 첨부해야 합니다)

[과학적 성과]

논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCIE 여부 (SCIE/비SCIE)	게재일	등록번호 (ISSN)	기여율
1	Development of the Reliability Assessment Process of the Hydraulic Pump for a 78 kW Tractor during Major Agricultural Operations	Agriculture	Md.Abu Ayub Siddique, 김용주, 백승민, 백승운, 한태호, 김완수, 김연수, 임류갑, 최용	12	스위스	MDPI	SCI	2022.10.4	2077-0472	50
2	PEMS를 이용한 농업용 트랙터의 배기가스 배출계수 평가	Journal of Drive and Control	김완수, 이시연, 백승민, 백승운, 전현호, 김택진, 임류갑, 최장영, 김용주	20	대한민국	유공압건설기계학회	비SCIE	2023.8.26	2671-7980	100
3	Aversion Center Blackening of Onion Bulb Caused by Pseudomonas oryzihabitans, an Opportunistic Bacterial Pathogen of Humans and Warm-blood Animals	Journal of Agriculture & Life Science	최옥희, 이에영, 강용성, 노하은, 손대영, 손지영, 김진우	57(4)	대한민국	농업생명과학연구	비SCIE	2023.8.16	1598-5504	10

국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	드라이브·컨트롤 2022년 추계학술대회	공인표	2022.12.15	군산대학교 황룡문화관	대한민국
2	(사)한국원예학회 창립 60주년, 국립원예특작과학원 개원 70주년 기념 국제 심포지엄 및 2023 춘계학술발표회	손지영	2023.05.26	대전컨벤션센터 제1전시장	대한민국
3	2023 한국농업기계학회 추계학술대회	이상희	2023.11.02	여수 히든베이호텔	대한민국
4	드라이브·컨트롤 2023년 춘계학술대회	송예인	2023.05.19	인하대학교 60주년기념관 월천홀	대한민국
5	한국농업기계학회	한광민	2023.11.02.	여수 히든베이 호텔	대한민국
6	2023년 한국농업기계학회 추계학술대회	이상희	2023.11.02.	여수 히든베이 호텔	대한민국

기술 요약 정보

연도	기술명	요약 내용	기술 완성도	등록 번호	활용 여부	미활용사유	연구개발기관 외 활용여부	허용방식

보고서 원문

연도	보고서 구분	발간일	등록 번호

생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물

번호	생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물 명	등록/기탁 번호	등록/기탁 기관	발생 연도

[기술적 성과]

지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신품종, 프로그램)

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원				등록			기여율	활용 여부
			출원인	출원일	출원 번호	등록 번호	등록인	등록일	등록 번호		
1	수확물 공급 기능을 갖는 자주식 수확기	대한민국	대한민국 (농촌진흥청장); 박옥란	2022.12. .16.	10-2022- 017654 8	-	-	-	-	100	미활용 (활용 예정)
2	수확량 모니터링 기능을 구비한 양파 농작물의 운반기 장치	대한민국	김용주; 박옥란; 한광민	2023.10. .10	10-2023- 013399 0	-	-	-	-	100	미활용 (활용 예정)
3	유압구동형 자주식 양파 수확기	대한민국	김용주; 박옥란; 한광민	2023.11. .06.	10-2023- 015208 8	-	-	-	-	100	미활용 (활용 예정)

○ 지식재산권 활용 유형

※ 활용의 경우 현재 활용 유형에 √ 표시, 미활용의 경우 향후 활용 예정 유형에 √ 표시합니다(최대 3개 중복선택 가능).

번호	제품화	방어	전용실시	통상실시	무상실시	매매/양도	상호실시	담보대출	투자	기타
1	√	√		√						
2	√	√		√						
3	√	√		√						

저작권(소프트웨어, 서적 등)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록 번호	저작권자명	기여율

신기술 지정

번호	명칭	출원일	고시일	보호 기간	지정 번호

기술 및 제품 인증

번호	인증 분야	인증 기관	인증 내용		인증 획득일	국가명
			인증명	인증 번호		
1	농업기계 종합검정 성적서	한국농업기술진흥원	농업기계 종합검정 성적서	23-MG-142	2023.10.11	대한민국

표준화

○ 국내표준

번호	인증구분 ¹⁾	인증어부 ²⁾	표준명	표준인증기구명	제안주체	표준종류 ³⁾	제안/인증일자

* 1) 한국산업규격(KS) 표준, 단체규격 등에서 해당하는 사항을 기재합니다.

* 2) 제안 또는 인증 중 해당하는 사항을 기재합니다.

* 3) 신규 또는 개정 중 해당하는 사항을 기재합니다.

○ 국제표준

번호	표준화단계구분 ¹⁾	표준명	표준기구명 ²⁾	표준분과명	의장단 활동여부	표준특허 추진여부	표준개발 방식 ³⁾	제안자	표준화 번호	제안일자

* 1) 국제표준 단계 중 신규 작업항목 제안(NP), 국제표준초안(WD), 위원회안(CD), 국제표준안(DIS), 최종국제표준안(FDIS), 국제표준(IS) 중 해당하는 사항을 기재합니다.

* 2) 국제표준화기구(ISO), 국제전기기술위원회(IEC), 공동기술위원회1(JTC1) 중 해당하는 사항을 기재합니다.

* 3) 국제표준(IS), 기술시방서(TS), 기술보고서(TR), 공개활용규격(PAS), 기타 중 해당하는 사항을 기재합니다.

[경제적 성과]

□ 시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작 업체명	설치 장소	이용 분야	사업화 소요 기간	인증기관 (해당 시)	인증일 (해당 시)
1	소형 양파 수집기	2023.10.1	현대농기계	현대농기계	농업기계	2년	한국농업기술진흥원	23.10.11

□ 기술 실시(이전)

번호	기술 이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료 (해당 연도 발생액)	누적 징수 현황
	통상실시권	수확물 공급 기능을 갖는 자주식 수확기	현대농기계	2023.7.12	540,000	0
	통상실시권	수확량 모니터링 및 높이 제어 기능을 갖는 양파 농작물의 운반기 장치	현대농기계	2023.11.24	108,000	0
	통상실시권	자주식 양파 수확기의 유압구동장치	현대농기계	2023.11.28	180,000	0

* 내부 자금, 신용 대출, 담보 대출, 투자 유치, 기타 등

□ 사업화 투자실적

번호	추가 연구개발 투자	설비 투자	기타 투자	합계	투자 자금 성격*

□ 사업화 현황

번호	사업화 방식 ¹⁾	사업화 형태 ²⁾	지역 ³⁾	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명
							국내 (천원)	국외 (달러)		
1	기술이전	상품화	국내	7kW급 소형 양파 수집기	1톤트럭에 적재가 가능한 소형 자주식 양파 수집기를 개발하여 양파를 재배하는 소형 농가들이 사용하기 용이한 제품을 출시	현대농기계	-	-	-	10

* 1) 기술이전 또는 자기실시

* 2) 신제품 개발, 기존 제품 개선, 신공정 개발, 기존 공정 개선 등

* 3) 국내 또는 국외

□ 매출 실적(누적)

사업화명	발생 연도	매출액		합계	산정 방법
		국내(천원)	국외(달러)		
합계					

□ 사업화 계획 및 무역 수지 개선 효과

성과					
사업화 계획	사업화 소요기간(년)				
	소요예산(천원)				
	예상 매출규모(천원)	현재까지	3년 후	5년 후	
		-	7,560,000	17,280,000	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후	5년 후
		국내			
국외					
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획					
무역 수지 개선 효과(천원)	수입대체(내수)	현재	3년 후	5년 후	
	수출				

□ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)		합계
			2022년	2023년	
1	-	현대농기계	2	0	2
합계			2	0	2

□ 고용 효과

구분			고용 효과(명)
고용 효과	개발 전	연구인력	0
		생산인력	0
	개발 후	연구인력	2
		생산인력	0

□ 비용 절감(누적)

순번	사업화명	발생연도	산정 방법	비용 절감액(천원)
합계				

□ 경제적 파급 효과

(단위: 천원/년)

구분	사업화명	수입 대체	수출 증대	매출 증대	생산성 향상	고용 창출 (인력 양성 수)	기타
해당 연도						1	
기대 목표						3	

□ 산업 지원(기술지도)

순번	내용	기간	참석 대상	장소	인원
1	양파 수집기 고도화 기술개발가제 현장실증 및 농가기술지도 (양파 수집기 작업 시 개선사항도출, 의견교환, 숙기별 품종 관련 현장컨설팅)	2022. 6. 10.	양파 재배 농업인	양파재배농가 (경남 창녕군 창녕읍)	4
2	1. 양파 수집기 양파 재배주산지 현장실증 (국내산 소형자주식 수집기 현장실증, 트랙터 부착용 수집기 현장적용 2. 이상기후 대응 양파 수집기 적용방안 현장컨설팅)	2023.06.14	경상남도농업기술원 양파연구소	경상남도 창녕군 유어면 미구리 573-1	3

□ 기술 무역

(단위: 천원)

번호	계약 연월	계약 기술명	계약 업체명	계약업체 국가	기 징수액	총 계약액	해당 연도 징수액	향후 예정액	수출/ 수입

[사회적 성과]

□ 법령 반영

번호	구분 (법률/시행령)	활용 구분 (제정/개정)	명 칭	해당 조항	시행일	관리 부처	제정/개정 내용

정책 활용 내용

번호	구분 (제안/채택)	정책명	관련 기관 (담당 부서)	활용 연도	채택 내용
1	정책건의	보행 자주식 소형 양파 수집기 및 운반기 농기계 보급 정책에 활용	농림축산식품부	2023.12.31	0 정책활용 : 보행 자주식 소형 양파 수집기 및 운반기 농기계 보급 정책에 활용(농림축산식품부 첨단기자재증자과) - 농기계 임대사업 및 주산지 일관기계화 지원사업 활용

설계 기준/설명서(시방서)/지침/안내서에 반영

번호	구분 (설계 기준/설명서/지침/안내서)	활용 구분 (신규/개선)	설계 기준/설명서/ 지침/안내서 명칭	반영일	반영 내용

전문 연구 인력 양성

번호	분류	기준 연도	현황										
			학위별				성별		지역별				
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타
1	석사졸업	2023		1			1			1			

산업 기술 인력 양성

번호	프로그램명	프로그램 내용	교육 기관	교육 개최 횟수	총 교육 시간	총 교육 인원

다른 국가연구개발사업에의 활용

번호	중앙행정기관명	사업명	연구개발과제명	연구책임자	연구개발비

국제화 협력성과

번호	구분 (유치/파견)	기간	국가	학위	전공	내용

홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일
1	기타	뉴스(인터넷신문)	경남 농가 겨울철 양파,마늘 피해 주의보..."포장관리 철저히 해야"	2023.12.02
2	기타	노컷뉴스(인터넷신문)	겨울철 양파, 마늘 동해 피해 주의...보온재 덮고 배수관리 중요	2023.12.02

포상 및 수상 실적

번호	종류	포상명	포상 내용	포상 대상	포상일	포상 기관

[인프라 성과]

연구시설·장비

구축기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	개발여부 (○/×)	연구시설·장비 종합정보시스템* 등록여부	연구시설·장비 종합정보시스템* 등록번호	구축일자 (YY.MM.DD)	구축비용 (천원)	비고 (설치 장소)

* 「과학기술기초법 시행령」 제42조제4항제2호에 따른 연구시설·장비 종합정보시스템을 의미합니다.

[그 밖의 성과](해당 시 작성합니다)

해당 없음

(4) 계획하지 않은 성과 및 관련 분야 기여사항(해당 시 작성합니다)

해당 없음

2) 목표 달성 수준

추진 목표	달성 내용	달성도(%)
○ 자주식 양파 수집기 이송본체, 수집본체 주요부 시스템 레이아웃 설계	○ 자주식 양파 수집기 이송본체, 수집본체 주요부 시스템 레이아웃 설계 완료	○ 100
○ 이송본체 양파 손상 방지 각 주요부 요인 시험	○ 이송본체 양파 손상 방지 각 주요부 요인 시험 완료	○ 100
○ 자주식 양파 수집기 이송본체, 수집본체 주요부 설계 및 개발	○ 자주식 양파 수집기 이송본체, 수집본체 주요부 설계 및 개발 완료	○ 100
○ 양파 수집기의 이송본체 및 지능형 수집본체 주행부 시뮬레이션 모델 구축	○ 양파 수집기의 이송본체 및 지능형 수집본체 주행부 시뮬레이션 모델 구축 완료	○ 100
○ 양파 수집기 작업 부하 계측 및 분석을 통한 동력전달시스템 최적화	○ 양파 수집기 작업 부하 계측 및 분석을 통한 동력전달시스템 최적화 완료	○ 100
○ 소요동력 측정을 위한 양파 수집기 주요 동력원 부하 계측장비 선정	○ 소요동력 측정을 위한 양파 수집기 주요 동력원 부하 계측장비 선정 완료	○ 100
○ 양파 손상 저감 기술 개발을 위한 기초 물성 조사	○ 양파 손상 저감 기술 개발을 위한 기초 물성 조사 완료	○ 100
○ 수집 높이 자동제어 시스템 설계·제작 및 기초 제어성능 시험	○ 수집 높이 자동제어 시스템 설계·제작 및 기초 제어성능 시험 완료	○ 100
○ 양파 수확 방법에 따른 품질 및 저장 특성 비교	○ 양파 수확 방법에 따른 품질 및 저장 특성 비교 완료	○ 100

4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성합니다)

1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

해당 없음

2) 자체 보완활동

해당 없음

3) 연구개발 과정의 성실성

해당 없음

5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

- 양파 등 여러 땅속작물의 수확기 개발에 직접적 적용 가능한 기술을 확보함으로써 땅속작물 수확기 분야의 기술력 증대
- 기존의 양파 수확은 굴취형 작업기를 이용한 굴취 작업과 수집을 위한 강도 높은 노동력이 요구되므로, 땅속작물 수확부터 수집까지의 기계화를 통해 노동력을 최소화함으로써 땅속작물의 생산비 절감을 통한 농가 소득 증대에 기여 가능함
- 양파 수집 작업에 소요되는 노동력과 시간을 현재의 87% 이상 절감할 수 있기 때문에 적기 수확이 가능하고 양파 재배의 생산비 절감과 상품성 향상시킬 수 있음

6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

■ 연구개발성과 관리

- 연구개발기간 내 출원 3건을 특허 등록하여 사업화 확대 제고
- 개발된 기술과 시제품을 바탕으로 매출을 증대시키고 신규 연구 및 생산인력을 고용하여 사업화 확대에 기여
- 개발된 시제품의 조기 실용화를 위하여 전시회 참가 및 홍보
- 효과적인 사업화를 위하여 제품의 주요부 파트별 공정 단축화와 양산화를 통한 사업화 신속 진행

■ 연구개발성과의 활용 계획

- 본 연구를 통해 개발된 자주식 땅속 발작물 복합 수확기의 조기 실용화를 위하여 수요층인 농민과 전문가를 대상으로 현장시연회 및 현장적응 시험을 추진하여 문제점을 조기에 발굴 및 보완할 예정



그림 119 수요층인 농민, 전문가 대상 현장 연시 및 전시회

- 본 연구를 통해 개발된 각종 기술의 국내·외 학술대회에서 연구결과 발표, 국내·외 전문 학술지에 논문 투고, 산업재산권 출원·등록을 통해 핵심기술을 선점하고, 국내·외 시장을 선점할 예정임
- 본 연구를 통해 개발된 크롤러 타입의 주행부는 최소 선회반경, 수평 제어 등이 요구되는 다양한 농기계에 활용 가능하며, 수집부는 본 연구에서 목표로 한 양파뿐만 아니라 다양한 땅속작물(마늘,감자 등) 수확에 범용적으로 적용 가능함
- 본 과제 종료 후 사업화 양산을 통하여 전국 시군단위의 농기계임대사업소와 연계하여 보급
- 농업기술센터 및 농기계임대사업소에서 농가와의 빠른 소통을 위해 1톤 트럭에 적재가 가능한 크기로 제작하여 원활한 이동과 간편한 입-출고로 인해 농번기 시 농가들의 일정을 소화할 수 있을 것으로 기대



그림 120 시군구 농업기술센터 및 농기계임대사업소

< 연구개발성과 활용계획표 >

구분(정량 및 정성적 성과 항목)		연구개발 종료 후 5년 이내	
국외논문	SCIE		
	비SCIE		
	계		
국내논문	SCIE		
	비SCIE		
	계		
특허출원	국내		
	국외		
	계		
특허등록	국내	1년차: 1건 / 2년차: 2건	
	국외		
	계	3	
인력양성	학사		
	석사		
	박사		
	계		
사업화	상품출시		
	기술이전		
	공정개발		
제품개발	시제품개발		
매출(단위: 백만원)		1년차:1,440/2년차:2,520/3년차:3,600/4년차4,320/5년차5,400	
고용(단위:명)		1년차:1/2년차:1/3년차:1/4년차:1/5년차1	
홍보전시(단위:건)		1년차:1/2년차1	
비임상시험 실시			
임상시험 실시 (IND 승인)	의약품	1상	
		2상	
		3상	
	의료기기		
진료지침개발			
신의료기술개발			
성과홍보			
포상 및 수상실적			
정성적 성과 주요 내용			

< 별첨 자료 >

중앙행정기관 요구사항	별첨 자료
1. 공통 요구자료	1) 자체평가의견서 2) 연구성과 활용계획서 3) 연구부정행위 예방 확인서
2.	1) 2)

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 기술사업화지원사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 기술사업화지원사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.