

과제번호
314035-3

보안과제(), 일반과제(○) / 공개(○), 비공개()

첨단기술개발사업 최종보고서

발간등록번호
11-1543000-002131-01

자주식

고추수확기계

개발

최종보고서

2017

농림축산식품부

**Development of Self-Propelled Chili
Pepper Harvester R&D Report**

**자주식 고추수확기계 개발
최종보고서**

2018. 02. 12.

주관연구기관 / 동양물산기업(주)

협동연구기관 / 전북대학교

국립원예특작과학원

전남농업기술원

(주)생명과기술

농림축산식품부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “자주식 고추수확기계 개발”(개발기간 : 2014. 07. 29. ~ 2017. 12. 28.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2018. 02. 12.

주관연구기관명 : 동양물산기업(주) (대표자) 김 희 용

협동연구기관명 : 전북대학교 산학협력단 (대표자) 이 철 로

협동연구기관명 : 국립원예특작과학원 (대표자) 황 정 환

협동연구기관명 : 전남농업기술원 (대표자) 김 성 일

협동연구기관명 : (주)생명과기술 (대표자) 김 채 주



주관연구책임자 : 강 영 선

협동연구책임자 : 김 대 철

협동연구책임자 : 양 은 영

협동연구책임자 : 김 희 곤

협동연구책임자 : 박 재 복

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

과제고유번호	314035-3	해당단계 연구기간	2014.07.29~ 2017.12.28	단계구분	(1단계)/ (총 1단계)
연구사업명	단위사업	농식품기술개발사업			
	사업명	첨단생산 기술개발 사업			
연구과제명	대과제명	(해당 없음)			
	세부과제명	자주식 고추수확기계 개발			
연구책임자	강영선	해당단계 참여 연구원 수	총: 192명 내부: 159명 외부: 33명	해당단계 연구개발비	정부: 2,250,000천원 민간: 750,000천원 계: 3,000,000천원
		총연구기간 참여 연구원 수	총: 192명 내부: 159명 외부: 33명	총연구개발비	정부: 2,250,000천원 민간: 750,000천원 계: 3,000,000천원
연구기관명 및 소속부서명	동양물산기업(주) 중앙기술연구소 전북대학교, 국립원예특작과학원 전남농업기술원, (주)생명과기술			참여기업명 동양물산기업(주) (주)생명과기술, 경창기계(주)	
위탁연구	연구기관명: 영양고추연구소 경창기계(주)			연구책임자: 장길수 강태호	
요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다)				보고서 면수 555	

〈 요약서 〉

<p>목적 및 내용</p>	<p>기계수확에 적합한 고추 품종의 선발 및 고추의 탈실, 선별, 수집을 수행하는 자주식 수확기 개발과 수확 후 가공처리기술의 개발.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 동양물산: 국내 고추 품종 및 재배환경에 적합한 자주식 고추수확기 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 고추 품종에 적합한 삼중 나선형 고추 탈실부, 고추와 이물질을 분리하는 선별부와 고추 이송 및 수집 장치로 구성. - 전후, 좌우 경사지 대응형 및 승용 구조의 고추수확기 개발. ○ 전북대학교: 고추수확기 최적 구조 및 작업조건 구명 <ul style="list-style-type: none"> - 고추수확 system 세부 분석을 통한 최적구조 도출 및 개념설계. - 주요 시스템의 사전 시험을 통한 시험 문제점 도출 및 개선 방안 수립. ○ 원예특작과학원: 고추 수확 기계화에 적합한 5종이상의 품종 선발 및 재배 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 집중착과율이 높은 기계수확 적합 품종 선발. - 고추 기계수확을 위한 재배방식, 관리기술 개발 및 현장재배 실증시험. ○ 전남농업기술원: 양파, 마늘 후작물로서 고추의 수확 기계화에 적합한 작부 체계 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 자주식 고추수확기계화에 알맞은 재배법 구명. - 양념채소 후작 고추재배 신작형 도입. ○ (주)생명과학기술: 기계수확 후 고추 가공처리기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 기계수확 고추 원료의 이물질 제거, 색상숙성도 및 크기 선별 장치 개발. - 고추꼭지제거 시스템 개발 및 고추종합처리장의 생 고추 가공기술 확립. <p>* 주요 수출 시장 : 국내, 아시아(중국, 인도) 등 고추 생산 국가 및 미국</p> <p>* 제품 판매 방법 : 동양물산기업의 국내외 판매망 활용</p>
<p>연구개발성과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 자주식 고추수확기 개발(동양물산기업) <ul style="list-style-type: none"> - 고추수확기 개발 관련 해외기술 조사 및 특허 조사 분석 - 나선형 탈실부 및 선별부 특허 회피 설계로 요인시험 장치 개발과 성능시험 - 1차 Proto, 2차 Proto, 3차 Pilot 고추 수확기 설계, 개발로 각 차년도 포장 성능 시험 실시 및 시험 결과 분석을 통한 개선방안 도출 - 연 1회 수확시험의 한계를 극복하기 위해 2차에 걸친 동계 하우스 시험으로 문제점 파악 및 개선 - 최종 자주식 고추 수확기계의 성능평가는 전국 주산단지 포장에서 과제 공고 시 제시한 목표 수확률 85%이상 확보 - 원천기술 확보 및 사업화를 위한 농림축산식품부, 농촌진흥청 신기술 인증 완료 ○ 고추수확기 최적 구조 및 작업조건 구명(전북대) <ul style="list-style-type: none"> - 고추수확기 국내외 문헌 및 특허 내용 조사 분석 - 자료 조사 내용 및 전문가 자문을 토대로 고추수확기의 현재 기술 수준을

	<p>조사하고 분석하여 고추수확기 최적의 구조와 시스템 구축</p> <ul style="list-style-type: none"> - 탈실부 및 선별부 성능시험에 대한 데이터 분석방법 정립 및 해석방법 체계화 - 주요 시스템 방식별 효율성 및 문제점 분석과 개선방안 도출 <p>○ 고추 수확 기계화에 적합한 5종이상의 품종 선발 및 재배기술 개발(원예원)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 고추 수확기계화에 적합한 고추 품종 선발 : 원예원 적영, 흥연 등 5품종, 영양 고추연구소(GBA) 에코스타 등 3품종 - 고추 기계수확에 적합한 수확시기 구명 : 8월 말~9월 초 - 고추 기계수확에 적합한 재배법 개발 : 두둑 간격을 1.2m 및 활주 3줄유인, 지주대 8주간격(3.2m)설치 <p>○ 양파, 마늘 후작물로서 고추의 수확 기계화에 적합한 작부체계 개발(전남농업기술원)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 양파, 마늘 재배 후작으로 고추 기계수확 가능시기 및 작부체계 개발 완료 - 기계수확에 적합한 일시수확형 시판품종 선발 및 기계수확 실증 - 고추 기계수확 농가 실증시험 및 현장평가로 농민 홍보 - 고추기계수확 단지조성을 위한 종합처리장 및 기계보급 정책제안 - 2018년 도내 고추 기계수확 시범사업 추진 1개소(영광군) <p>○ 기계수확 후 고추 가공처리기술 개발(생명과학기술)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국내 고추 주산지 재배지역, 수확시기, 품종별 고추의 물성 및 과피꼭지 부위 인장특성 분석 - 클리닝카드를 이용한 기계수확 생고추 원료의 이물질 선별장치 개발, 처리용량 1 ton/hr, 소요동력 10 hp, 고추시료 평균 선별률 90% 이상 - 생고추 원료의 숙성도 및 크기 선별 기술 개발, 영상처리 시스템을 이용하여 고추의 과피 두께, 색상별로 선별할 수 있으며 처리용량은 1 ton/hr, 평균 선별률 97% 이상 - 압축인장식 생고추 원료의 꼭지제거 시스템 개발, 꼭지제거율 평균 95% 이상, 처리용량 500 kg/hr, 소요동력은 7 hp - 기계수확 생고추 원료를 건조, 분쇄 처리하여 고품질 고춧가루 제품을 생산할 수 있는 고추종합처리장의 건조, 분쇄 설비의 사양 및 기본 배치도 작성 <p>국내 최초로 자주식 고추수확기 개발, 제작이 이루어졌고, 자주식 고추수확기의 최적 구조와 작업조건을 확보함. 또한 기계 수확을 위한 품종도 5품종 이상 선발 및 기계수확을 위한 재배기술도 보급하여 실증을 완료함. 양파, 마늘의 후작물로서 고추 재배가 가능하도록 기계화에 대한 작부체계를 농가에 매뉴얼로 전파함. 기계 수확 후 고추의 가공처리를 위한 고추 종합처리장의 이물질 제거, 색상 숙성도 및 크기 별 선별 장치가 개발 완료됨. 또한 생 고추의 꼭지 제거 95%이상의 시스템을 개발하여 고추 종합처리장에 제공 가능한 기술 확보</p>
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<p>○ 국내외 특허 출원 7건과 등록 4건, 국내외 학술대회 12건, 비SCI 논문 2건, 인력 양성 9명(학사 7명, 석사 2명), 교육 및 컨설팅 3건, 홍보전시 6건, 전시회 참가 4건, 기술 및 공인 인증 4건, 정책 활용 3건, 기타 5건을 수행함.</p>

	<p>현재 SCI 논문 1건은 Accept 되었고, 기술이전 1건 진행 중</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 개발된 고추 수확기는 고추 재배시 수확작업의 애로를 해소하여 국내 고추 재배 면적 확대에 기여. 국내 고추 생산 확대로 국내 고추의 가격 경쟁력 확보 ○ 국내 시장에서 성능이 검증된 고추 수확기의 해외 시장 수출로 국내 농업 기계 산업의 경쟁력 제고 ○ 자주식 고추 수확기의 개발 성공으로 발작물용 자주식 수확기 개발 기술 확보 및 국내 밭 농기계 개발 경쟁 유도로 밭농업기계 개발 촉진 ○ 현재 전남 영광 고추 재배 농가(1ha) 수확기 판매 계약 진행 및 전국 농업 기술센터 홍보 추진으로 국내 시장 진입. 국내 시장에서는 이미 확보한 신 기술 인증 및 동양물산 국내 영업망을 활용하여 판매 확대 ○ 생고추 원료의 물성 및 품질 연구결과는 기계수확에 적합한 일시수확, 꼭지제거율 향상 고추 신품종 개발에 활용. ○ 기계수확 생고추 원료의 꼭지제거 시스템의 관련 기술을 특허 출원하고 관련 시스템을 고추 주산지 고추종합처리장에 공급 가능. ○ 고추 주산지 산지 농산물 집하장에 기계 수확 후 생고추 원료 꼭지제거 시스템을 설치 운영함으로써 농가소득을 높이고 고추종합처리장의 꼭지제거 생고추 원료 공급을 원활하게 하여 처리장의 생산능력을 향상. 				
중심어 (5개 이내)	고추 수확기	집중 착과형 품종	고추 수확 재배 표준화	고추 가공처리기술	고추 꼭지제거

< SUMMARY >

Purpose & Contents	<p>○ Objective of the study : Selection of pepper cultivars suitable for mechanical harvesting and Development of self-propelled pepper harvester having picking head system, cleaning system, collecting system and Processing technology after harvesting</p> <p>TongYang Moolsan Corporation(TYM) : Development of a self-propelled pepper harvester suitable for domestic pepper cultivars and cultivation methods</p> <ul style="list-style-type: none"> - Consisting of triple helix type picking head for domestic pepper cultivars and cleaning system separating foreign materials from peppers and pepper conveying system and collecting system - Developing riding type pepper harvester having levelling function <p>CHONBUK National University(CNU) : Study for optimum structure and working condition of pepper harvester</p> <ul style="list-style-type: none"> - Optimum structure set-up and concept design through detail analysis of pepper harvesting system - Improving testing problems through pre-test testing of major systems <p>National Institute of Horticultural and Herbal Science(NIHHS): Selection of optimal pepper cultivars and development of cultivation techniques for mechanical harvesting system.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Selection of optimal pepper cultivars for self-propelled pepper harvester - Development of pepper cultivation methods for self-propelled pepper harvester and conducting field demonstration test <p>Jeollanamdo Agricultural Research & Extension Services(JARES): Development of a crop cultivation system suitable for machine harvesting of pepper as a following crop in garlic and onion cultivation area</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cultivation method suitable for mechanized harvesting - Increase farm income by introducing new cultivation methods to grow pepper after seasoning spicy vegetables.
-----------------------	---

	<p>Life & Technology Co. Ltd(L&T) : Development of processing technology for mechanical harvested pepper</p> <ul style="list-style-type: none"> - Development of impurities removing system and color ripening and size separating system for mechanical harvested pepper - Development of compression type pepper de-stemmer - Basic layout of drying and milling facilities of Pepper Processing Complex <p>* Major export markets: Domestic, Asia (China, India) and US Market * How to sell products : Using sales network of Tongyang Moolsan Corporation</p>
Result	<ul style="list-style-type: none"> ○ Development of a self-propelled pepper harvester(TYM) <ul style="list-style-type: none"> - Study and analysis of overseas technology and patent of pepper harvester - Development of lab-based test device by avoiding-patent designing of helix type picking head and cleaning system and performance tests - Improvement through field performance testing and test analysis with 1st, 2nd Proto, 3rd Pilot design and development of pepper harvester - Improvement through 2 time green house cultivation in winter season and testing in order to overcome the one time testing limit a year - Performance evaluation of the final machine in the field of major pepper growing area was more than 85% of the target efficiency of harvesting announced in RFP - Securing original design technology and New Excellent Technology Certificate from the government ○ Study for optimum structure and working condition of pepper harvester (CNU) <ul style="list-style-type: none"> - Investigation of literature and patent contents in the inside and outside of the country of red pepper harvester - Investigation and analysis of the present technology level of the pepper harvesting machine based on the contents of the research and expert advice, and build the optimum structure and system of the pepper harvesting machine - Systematization of data analysis method and data analysis method for performance test of picking head part and sorting part.

	<ul style="list-style-type: none"> - Analyzing the efficiency and problems of each major system and developing improvement plans ○ Selection of optimal pepper cultivars and development of cultivation techniques for mechanical harvesting System.(NIHHS) <ul style="list-style-type: none"> - The pepper quantity increased as the harvest time delayed and the best harvest time is from late August to early September. - The staking distance can be 2 times more spacious than traditional method. - As the suitable pepper cultivars for mechanical harvest, NIHHS selected 5 cultivars including Jeockyoung, and GBA selected 3 cultivars including Ecostar. ○ Development of crop growing system suitable for machine harvesting for pepper cultivation in garlic and onion cultivation area(JARES) <ul style="list-style-type: none"> - Development of machine harvesting season and cropping system of pepper after onion or garlic harvesting. - Selection of commercial cultivars that can be harvested at a time suitable for machine harvest and machine harvest verification was done. - Machine harvesting system was demonstrated to farmers for field testing and evaluation of machine harvesting. - Suggestion of general treatment system and machine spread policy for the construction of pepper machine harvesting complex. - Pilot project for pepper machine harvesting in the province(YoungGwang) in 2018. ○ Development of processing technology for mechanical harvested pepper(L&T) <ul style="list-style-type: none"> - Physical properties and calyx removal characteristics of pepper samples with different cultivating area, harvesting time and varieties were analyzed. - Impurities removal system of mechanical harvested fresh red pepper by using cleaning card was developed and average separating rate is above 90%. Its capacity is 1 ton/hr and required power is 10 hp. - Sorting technology for ripeness degree and thickness of fresh pepper by using image processing system was developed. Its capacity is 1 ton / hr and average sorting rate is 97% or more. - Compression type pepper de-stemming system was developed. Average calyx removal rate is 95% or more. Its capacity is 500 kg/hr and required power is 7 hp
--	---

	<p>- Pepper Processing Complex with drying and milling facilities to produce high quality red pepper powder by using mechanical harvested red pepper material was basically designed with their specification and layout</p> <p>Self-propelled pepper harvester was designed and manufactured the first time in Korea. Optimum structure of the pepper harvester and optimum cultivation condition were secured. Field evaluation was finalized by selecting more than 5 cultivars suitable for mechanical harvesting and spreading cultivation method for mechanical harvesting. Cropping system for mechanical harvesting of pepper spreaded to farmers with the documentation enabling pepper growing after garlic or onion harvest. Development of foreign material removal system and ripening decision system by color and size separation system was done for processing pepper harvested by a harvesting machine. Compression type pepper de-stemming system was developed. Transferable technology to Pepper Processing Complex with calyx removal system of more than 95% efficiency was developed.</p>
<p>Expected Effect</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Domestic and international patent 7cases application, 4 cases registration, domestic and international academic conference 12 papers, Non SCI 2 papers, Manpower training-7 bachelors, 2 masters, Training and consulting 3 times, Advertisement and demonstration 6 times, Exhibition 4 times attending, Official certificates 4 cases, Policy citation 3 times, Misc 5 cases, and 1 SCI paper was accepted and Technology transfer 1 case is in progress ○ Developed pepper harvester contributes of the increasing pepper growing area by resolving the difficulties of pepper harvesting. This will secure price competitiveness of domestic pepper. ○ Exporting the developed pepper harvester approved in performance in the market will give a competitive power of domestic agricultural machinery. ○ Obtaining the technology for self-propelled harvester development by successful development of self-propelled pepper harvester. Facilitating the development of dry field crop machinery by inducing the development competition between agricultural machinery companies. ○ Entering in to the domestic market by making a machine selling contract with a pepper growing farm in YoungGwang province and promoting sales

	<p>for Agricultural Technology Centers. Increasing domestic sales using NET certificate and sales network of TYM.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ The results of physical properties and quality studies of pepper samples are used for the development of new varieties of pepper to improve calyx removal rate and to be suitable for pepper harvester. ○ The patent of compressing type red pepper de-stemmer was applied and its system was supplied to Red Pepper Processing Complex in main pepper producing area. ○ Mechanical harvested pepper de-stemming system to improve farm household income will be installed in Agricultural Processing Center near Red Pepper Processing Complex. Therefore, calyx removed fresh red pepper material to increase its producing capacity will be supplied there 				
Keywords	Pepper Harvester	Simultaneous Ripening Pepper Cultivar	Standardization of Pepper Harvest and Cultivation	Pepper Post-Harvesting Processing Technology	Pepper Calyx Removal

< CONTENTS >

Chapter 1	Introduction	1
Section 1	Research background	1
Section 2	Research purpose and objectives	18
Chapter 2	Present status of technology developments	23
Section 1	Statuses of technology developments	23
Section 2	Statuses of registered patents	42
Chapter 3	Research methods and results	48
Section 1	Development of self-propelled chili pepper harvester-1year	48
Section 2	Development of self-propelled chili pepper harvester-2year	152
Section 3	Development of self-propelled chili pepper harvester-3year	284
Section 4	Performance evaluation of chili pepper harvester	448
Section 5	Achievements of research	449
Chapter 4	Achievements of goals and contributions	502
Section 1	Objectives and goals	502
Section 2	Contributions of related fields	532
Chapter 5	Application plan of research results	535
Section 1	Plan of industrialization and technology applications	535
Section 2	Plan of intellectual property rights ensuring	547
Section 3	Applications to other areas and necessity of further works	549
Chapter 6	Technical information related to this study	550
Section 1	Related papers	550
Section 2	Related patents	552
Chapter 7	Representative records of research	554
Chapter 8	References	555

〈 목 차 〉

제 1장 연구개발과제의 개요	1
제 1절 연구개발 필요성	1
제 2절 연구개발 목표 및 범위	18
제 2장 국내외 기술개발 현황	23
제 1절 국내외 기술개발 현황	23
제 2절 국내외 특허 현황	42
제 3장 연구수행 내용 및 결과	48
제 1절 자주식 고추 수확기계 1차년도	48
제 2절 자주식 고추 수확기계 2차년도	152
제 3절 자주식 고추 수확기계 3차년도	284
제 4절 고추 수확기계개발 성능평가	448
제 5절 연구개발 성과	449
제 4장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	502
제 1절 연차별 연구목표 및 달성도	502
제 2절 관련 분야 기여도	532
제 5장 연구결과의 활용 계획 등	535
제 1절 산업화 추진 및 기술 확산 방안	535
제 2절 지적재산권 확보 계획	547
제 3절 타분야 활용 및 추가연구 필요성	549
제 6장 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보	550
제 1절 관련 논문	550
제 2절 관련 특허	552
제 7장 연구개발과제의 대표적 연구실적	554
제 8장 참고문헌	555

뒷면지

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 첨단생산기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 첨단생산기술개발사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.

제 1장 연구개발과제의 개요

제 1절 연구개발 필요성

1. 연구개발 필요성

가. 본 과제의 중요성 및 국내 시장 현황 : 재배 면적 감소 추세

- 본 연구과제는 고추 수확기계화에 적합한 품종의 선발 및 고추의 탈실, 선별, 수집을 수행하는 자주식 수확기 개발과 수확 후 가공처리기술의 개발로 고추 생산량 증대 및 고추 가격의 안정화 도모를 위해 개발하는 것을 목적으로 하며, 이에 따른 본 연구의 타당성은 다음과 같음.
- 고추는 미곡 다음으로 농가 소득에 중요한 경제 작물이며, 국내 시장 규모는 연간 1조원에 달하며 국민 식생활에 가장 중요한 양념채소류(3대 양념채소 중 가장 중요)
 - 국내 건고추 연간생산량: 8 ~ 10만톤, 국내 시장규모: 1조원
 - 고추는 농가 소득원으로 세 번째로 중요한 품목 (농가 부가가치 기준)
- 국내 고추 재배에 대한 경제성을 살펴보면 2015년 기준 10a 당 소득은 2,222,201원으로 쌀(560,966원) 대비 4.8배 높게 분석됨.

표 1. 2015년 노지고추 및 벼 소득분석표(2015년 통계청 자료, 기준: 년 1기작/10a)

소득항목별	고추	논벼
총수입 (원)	3,330,785	993,903
생산비 (원)	3,300,926	691,869
내급비 (원)	2,192,342	258,932
순수익 (원)	29,859	302,034
경영비 (원)	1,108,584	432,936
소득 (원)	2,222,201	560,966
주산물 (kg)	283	753
부산물 (kg)	11	599

- 최근 아열대성 기후의 변화 및 고추재배 농가의 노령화와 노동력 부족으로 인해 국내 고추 생산량은 전체 수요의 50~55%만을 차지하고 있을 정도로 매년 감소하고 있으며 2017년 고추 생산 및 재배면적은 역대 최저 수치를 기록함
 - 재배면적 : ('01) 70,736 → ('06) 53,097 → ('10) 44,584 → ('15) 34,512 → ('17) 28,377ha
 - 생산량 : ('01) 180 → ('06) 117 → ('10) 95 → ('15) 98 → ('17) 56천톤

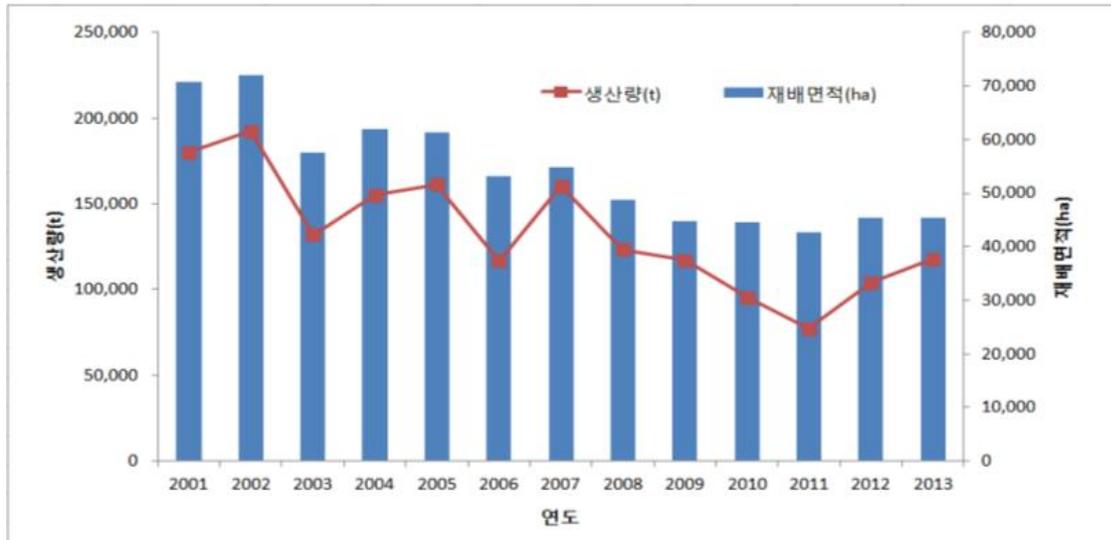


그림 1. 국내 건고추 생산량

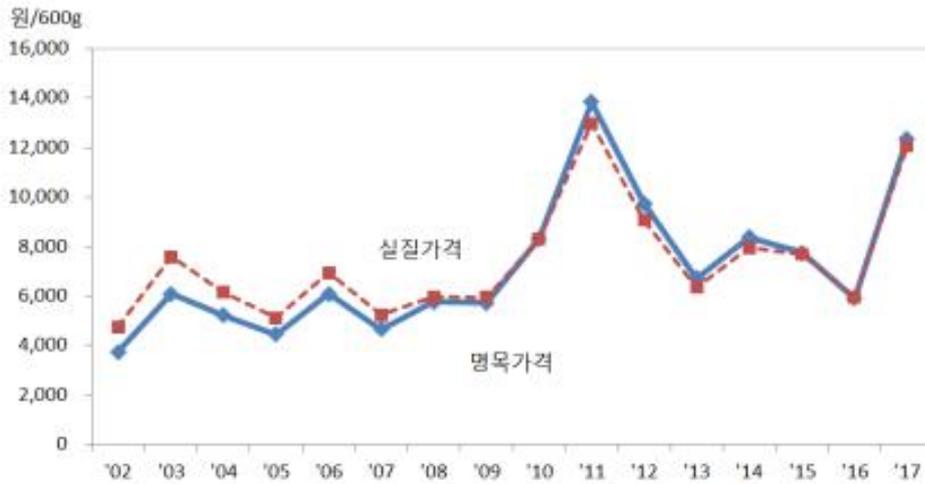
- 국내 수요는 2010년 이후 일정한 수준을 유지하고 있어서, 국내 생산량이 감소하는 것에 따라 중국산 고추의 수입량은 지속적으로 증가하고 있음.
- 고추 수입량: 88천톤('07), 자급률 70.7% → 110천톤('16), 자급률 50.3%

표 2. 건고추 공급동향(연산기준 : 8월~익년 7월)

(단위 : 천톤, %)

연도	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
공급량	241	200	185	180	183	182	188	171	172	169
전년이월	3	1	1	1	3	1	2	8	6	13
생산량	160	124	117	95	77	104	118	85	98	85
수입량	88	86	80	101	119	97	96	106	106	110
수출량	9	10	12	14	16	18	20	22	24	28
기말재고	1	1	1	3	1	2	8	6	13	11
자급률	66.7	61.9	63.5	53.1	42.3	57.3	62.5	49.8	56.8	50.3

- 2000년대 건고추 실질도매가격은 600g당 6,000원 수준에서 등락을 반복하였으나, 2011년산 가격은 국내산 건고추 생산량이 급감하면서 큰 폭으로 상승하였음. 이로 인해 대량수요처에서 국내산 건고추 수요를 수입산으로 전환하여 국내산 소비량이 감소하였고 국내산 생산량이 당해 소진되지 못하고 다음해로 이월되는 현상이 반복되어 가격은 지속적으로 낮게 유지되고 있음
- 2013년 이후 국내산 생산량이 지속적으로 감소하고 있으나, 산지가격은 평년가격(5,230원/600g) 대비 낮게 형성되었음. 이는 2011년 이후 수입산 수요가 늘어 국내산 재고량이 증가하였기 때문. 그러나 2017년산 가격은 생산량이 크게 감소하여 전년보다 높아졌음.



※실질가격은 명목가격에 신선채소물가지수(2010=100)를 나누어 산정한 수치임.

그림 2. 건고추 도매가격 추이(2017년 한국농수산물유통공사 자료)

표 3. 건고추 국내 생산량

연도	재배면적(ha)	채소 전체에 대한 비율(%)	생산량(톤)	10a당 수량(kg)
2001	70,736	19.3	180,120	255
2002	72,104	21.6	192,753	267
2003	57,502	17.5	132,010	230
2004	61,894	19.6	154,962	250
2005	61,299	20.6	161,380	263
2006	53,097	18.2	116,915	220
2007	54,876	19.8	160,398	292
2008	48,825	17.7	123,508	259
2009	44,817	17.0	117,324	262
2010	44,584	18.2	95,391	214
2011	42,574	16.3	77,109	181
2012	45,459	18.0	104,145	229
2013	45,360	18.0	117,816	260
2014	36,120	14.6	85,068	236
2015	34,514	15.3	97,697	283
2016	32,181	14.8	85,459	266

* 자료 : 국내 건고추 재배면적 및 생산량(농림축산식품부, 통계청 자료)

표 4. 풋고추 국내 생산량

연도	재배면적(ha)	채소 전체에 대한 비율(%)	생산량(톤)	10a당 수량(kg)
2001	5,517	1.54	231,630	4,198
2002	4,620	1.38	188,403	4,078
2003	5,334	1.68	218,088	4,089
2004	6,485	2.05	255,319	3,937
2005	5,213	1.75	220,161	4,223
2006	5,606	1.92	236,052	4,211
2007	5,966	1.99	253,738	4,253
2008	6,060	2.18	262,254	4,328
2009	5,704	2.20	233,112	4,087
2010	5,392	2.20	215,071	3,989
2011	4,814	1.80	185,147	3,846
2012	4,995	1.98	197,869	3,961
2013	4,851	1.92	181,069	3,733
2014	4,619	1.87	185,915	4,025
2015	4,878	2.17	175,574	3,599
2016	4,455	2.05	169,199	3,798

* 자료 : 국내 풋고추 재배면적 및 생산량(농림축산식품부, 통계청 자료)

- 국내 고추생산량 감소의 가장 큰 요인은 재배 및 수확까지 모든 작업이 수작업으로 노동 투입 시간이 많으며 농가당 재배면적도 매우 영세한 실정.
 - 고추 생산 시 수확작업 시간이 전체의 32.2% 차지
 - 노동시간(시간/10a): 고추 163, 벼 14
 - 고추재배농가의 70%이상 → 재배면적 0.1 ha 미만

표 5. 연도별 고추 노동력 투입시간(10a 기준, 자료 통계청)

연도	1991	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
노동력투입시간	236.1	213.7	195.7	191.3	167.6	159.4	162.5	154.6	160.7	164.2	156.4

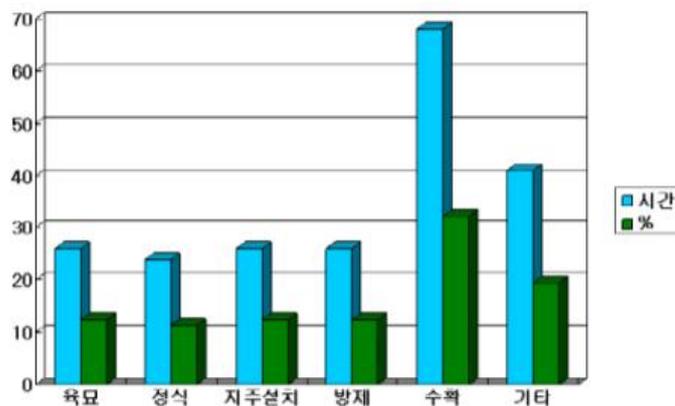


그림 3. 국내 고추재배 항목별 노동투입 시간(10a 기준)

- 고추수확 및 수확 후 처리작업에 투입된 노동투입시간 및 경제성을 비교한 결과는 기계화 체계가 관행에 비해 51% 노력절감과 38%의 비용절감 효과가 있음.(홍종태, 2006¹⁾)
- 고추의 수확비용은 10a 당 약 478,320원. 만일 기계화 수확을 한다면 수확비용은 약 232,890원으로 노동력에 의한 비용 대비 51%의 경비절감 효과를 기대.(최용, 2006²⁾)
- 국내 고추재배 농가의 고령화 및 노동력 부족 현상은 국내산 고추가격의 폭등과 해외 고추 수입물량 증가로 국내 고추산업의 전망을 어둡게 하고 있음.
 - 중국산 고추의 소비자 불신으로 수입에 의한 건고추 가격안정 효과가 매우 낮음.
 - 국내 소비자 국산 선호도 97.6%, 수입산 2.4%(자료: 농업관측센터조사 2012.)
- 고추종합처리장(RPPC)은 고추생산농가로부터 대량의 생고추를 수매하여 원료세척, 선별, 건조, 분쇄 공정을 일괄 처리할 수 있어 향후 고추재배수확 기계화로 대량의 생고추 수확 시 이를 가공할 수 있는 생산기반을 갖추고 있으나, 수확 기계화의 미비로 적절한 고추 원료의 공급에 차질을 빚고 있는 상황임.
 - 고추종합처리장 보급현황(2011) : 7개소, 영양, 안동, 피산, 임실, 고창, 봉화, 의성
 - 고추종합처리장 보급 전망 : 2011(7개소) → 2017(20개소), 건고추 생산량 2만톤
 - 생고추 절단 건조 시 건조에너지 절감 효과 : 원형고추의 25%로 친환경 건조

1) 홍종태, 조광환, 조남홍, 박희만, 홍성기, 최용, 신승엽, 최칠구. 2006. 일시수확형 고추 수확 및 수확후 일관기 계화 연구. 한국농업기계학회 2006 하계 학술대회 논문집 11(2):184-189.
 2) 최용. 2006. 고추 기계수확 시스템 개발. 전남대학교 박사학위 논문.

- 고추수확기계 개발이 성공되면 일시고추수확으로 현재 마늘 양파 재배지역에 후작으로 고추재배가 가능하여 고추생산량을 크게 증대할 수 있음.
 - 마늘 양파 후작 고추재배 신작형 개발 및 기계화 적용 단지화
 - 양념채소 신 작부체계(안) : 마늘·양파(10월- 6월)→ 고추(6월 -10월)
 - ※ 고흥, 해남, 무안, 창녕, 의성 등 대규모 주산지 적용 : 1만ha
 - ※ 마늘(15), 양파(13개) 주산지 재배면적 33,450 ha 중 30% 적용시 10,035ha
 - 기계화로 인한 건고추 생산 예상 증가량 : 1만5천톤

나. 세계 시장현황 : 세계 최대 생산국은 중국

<중국>

- 2012년 기준 전 세계 고추 생산량은 약 31,172천톤이며, 그 중 중국 고추 생산량은 16,024천톤으로 세계 1위로 세계 전체 생산량의 약 51%를 차지하고 있음.

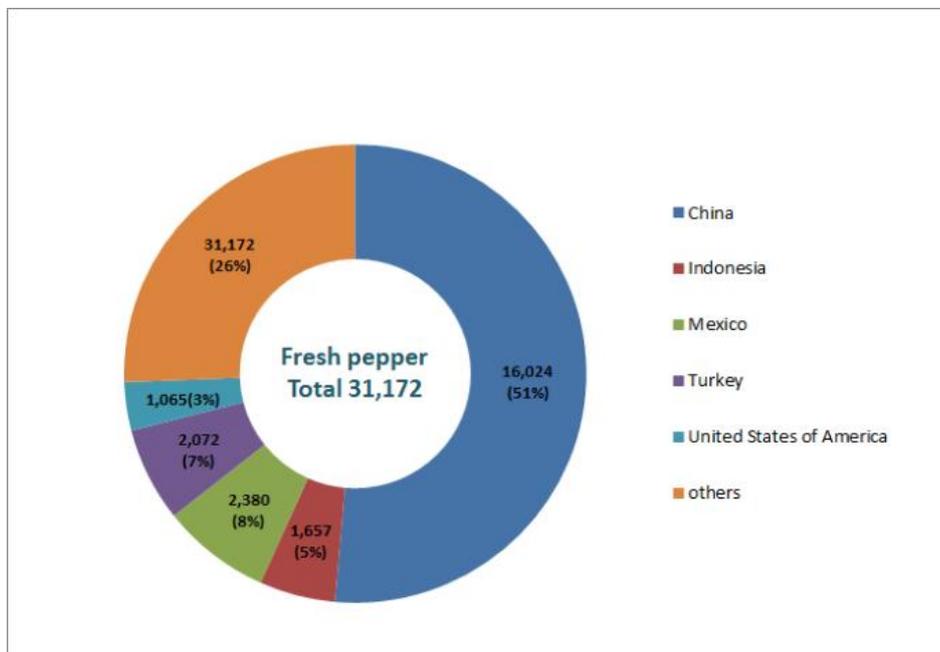


그림 4. 고추 주요 국가별 생산량(2012;FAO 통계자료, 생고추, 천톤)

- 중국의 고추 현지거래 가격은 국내 거래가격의 10~20% 수준으로 매우 낮아 중국으로부터의 고추 수입량은 일정수준까지 계속 증가될 것으로 예상.
- 중국의 주요 고추 재배품종은 중국 자체 육성 품종이 대부분이나, 최근 국내산 고추종자의 수출이 늘어나고 있어, 우리나라 고추 품종을 그대로 재배하여 다시 우리나라로 수출하고 있음.

표 6. 중국 고추 연도별 재배면적 및 생산량(자료 : FAO 통계자료)

연도별	건고추				풋고추			
	재배면적 (Ha)	재배면적 대비(%)	생산량 (1000 tonnes)	전체생산 량대비 (%)	재배면적 (Ha)	재배면적 대비(%)	생산량 (1000 tonnes)	전체생산량 대비(%)
2001	37,289	1.88	215.0	8.35	533,088	32.53	9,883.6	46.30
2002	35,500	1.80	220.0	9.04	573,000	33.59	10,534.9	46.97
2003	36,000	1.89	230.0	8.19	602,593	34.78	11,528.7	47.59
2004	41,124	2.23	235.0	8.40	607,800	36.61	12,031.0	48.83
2005	36,500	2.03	240.0	8.56	612,757	36.32	12,530.2	49.60
2006	38,000	2.03	245.0	8.39	632,634	36.72	13,030.2	48.98
2007	40,000	2.05	250.0	8.22	652,510	37.86	14,026.3	51.36
2008	41,000	2.14	252.0	8.07	652,296	36.75	14,274.2	51.06
2009	42,000	2.06	260.0	8.57	662,289	36.51	14,520.3	50.56
2010	43,000	2.18	265.0	8.68	682,330	37.34	15,001.5	51.32
2011	42,773	2.16	282.3	8.70	707,086	37.90	15,541.6	51.70
2012	43,000	2.16	290.0	8.65	709,150	37.04	16,023.5	51.40

<미국>

- 2005년 미국의 고추 재배면적은 36천ha에 894천ton이 생산되어 전 세계 재배면적의 1%, 생산량의 3.3%를 차지.
- 농가당 재배면적이 대규모이고, 기계를 이용한 수확이 이루어지고 있어 재배 및 생산여건은 국내보다 유리한 상황.
- 미국의 고추 재배 품종은 대부분 고정종이고 단고추 형태가 많아 우리나라 품종과는 다소 차이가 있음.
- 고추의 소비형태가 건고추 형태의 유통이 아니라 고춧가루로 가공하여 유통되고 있음.
- 미국고추산업은 1994년 NAFTA 체결 이후 남미지역 멕시코, 페루 등에서 고추수입물량이 증가하면서 가격경쟁이 심화되어 생산량이 급속히 감소하는 경향을 보였으며 현재 미국 고추 전체 소비량의 80% 이상을 해외에서 수입하고 있음.

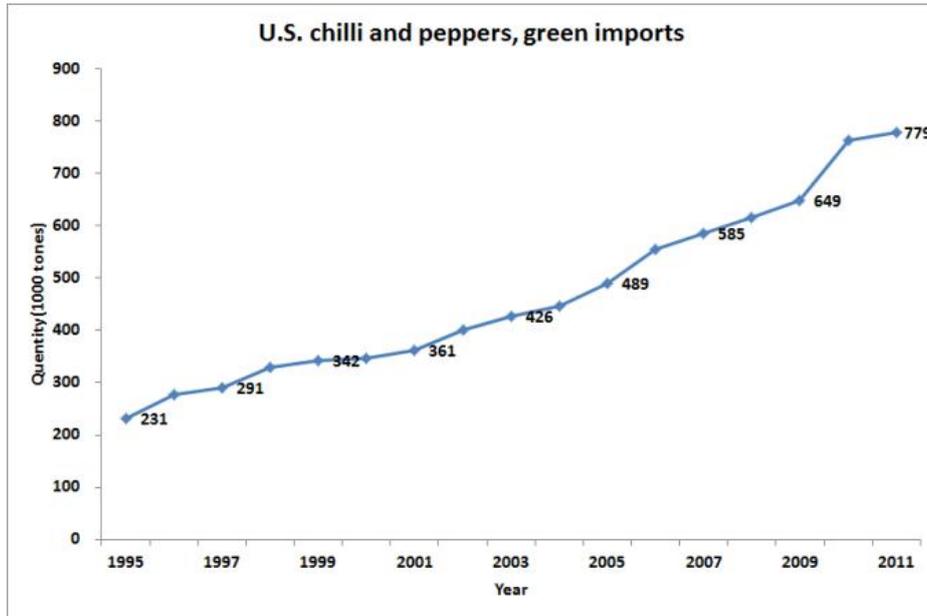


그림 5. 미국의 고추 수입현황

- 이 같은 고추 산업의 경쟁력 저하 문제점을 개선하기 위해 미국에서는 NMSU Chile Pepper Task Force 팀 중심으로 1990년 이후 고추 기계화 품종 육성 및 고추 수확기계 개발을 추진하여 고추산업의 경쟁력을 확보하기 위해 노력함.

다. 고추재배 방법 : 기계화 단계 전으로 수확작업에 투입되는 노동 강도가 높음

- 고추 재배는 포장 준비(정지)→ 육묘→ 이식→ 지주설치→ 방제→ 수확→ 가공의 과정을 거치며 국내에서는 가공부분 이외는 대부분 작업을 인력에 의존하고 있음.



그림 6. 고추재배 및 수확 작업체계

표 7. 국내 고추 재배 시기

작형	재배지역	과종기	정식기
노지재배 축성재배 반축성재배 억제재배	남부지역 중부지역	2월 초순 2월 중하순 10월 중하순 12월 상중순 8월 상중순	5월 상순 5월 중순 12월 중하순 3월 상중순 9월 하순~10월 상순

- 국내에서는 고추 쓰러짐 방지를 위하여 지주대 설치 및 노끈으로 묶는 관행작업이 이루어지고 있어 기계화 수확의 큰 장애 요인이 되고 있음.
- 미국의 고추재배 방법은 일시 수확형 재배구조 형태로 기계화 수확에 문제가 없음.

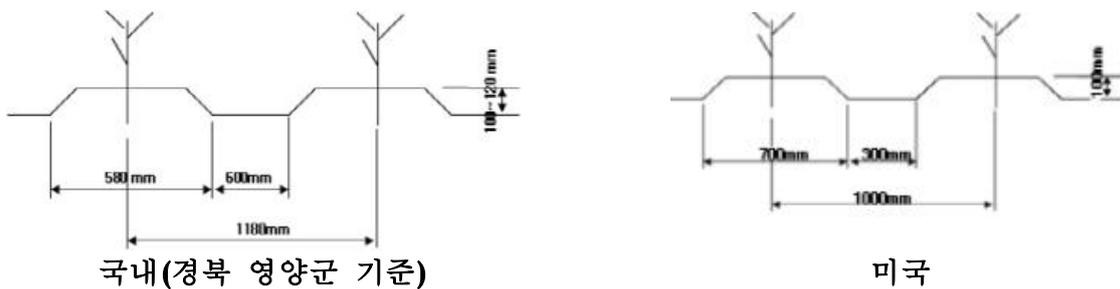


그림 7. 고추재배 양식

라. 고추 수확 기계화를 위한 선행 조건 : 이식 작업 및 재배 표준화 확립

- 고추의 수확 기계화를 위해서는 이식 작업체계의 확립이 선행 고려되어야 하며 아직 재배 전체 과정에 대한 기계화 방안이 설정되어 있지 않음.

- 국내 및 중국 고추재배 지역별 이식방법의 표준화가 수립되어있지 않아 수확 시 어려움. 고추재배 기계화를 위해서는 수확기계에 맞춘 이식방법 및 기계화 필요함.

표 8. 지역별 고추재배 양식

국가	대표지역	골폭 (cm)	두둑폭 (cm)	두둑높이 (cm)	조간×주간 (cm)	재식조수
한국	경북영양, 의성	30~60	55~70	10~15	100~150 × 23	1
중국	중묘재배기준	30	70	15	40 × 25	2
미국	뉴멕시코	30	70	10	100 ×	1

- 고추 수확을 위하여 이식 및 재배표준화의 구축 필요.

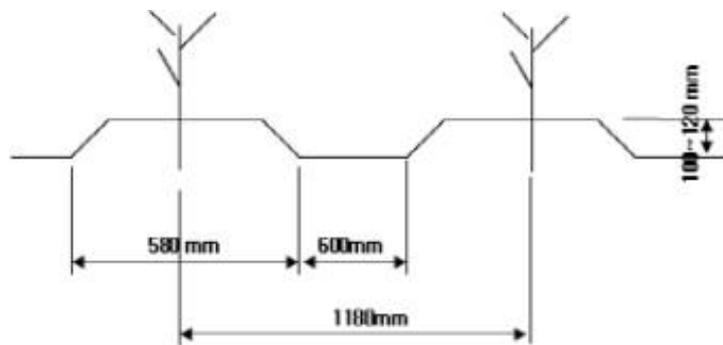


그림 8. 고추재배 표준화 양식(검토)



그림 9. 고추 이식기 및 이식재배 치수

마. 기계 수확형 고추 품종 및 재배기술 개발

- 고추는 그 특성상 줄기의 하부에서 상부로 이동하면서 순땃이를 하고 순땃이 하는 위치마다 열매가 착생 성숙하기 때문에 생육초기에서 말기까지 4~6회 또는 그 이상의 회수에 걸쳐 계속적으로 수확을 하여야 함(Yoon et al., 19923)).
- '80년대 들어 융성불임성을 이용한 F1 품종 육성 기술이 실용화되어 현재 시판중인 고추 품종은 수량면에서는 획기적인 성과가 있었으나 수확회수가 1작기에 보통 4~5회로 많은

3) Yoon, J.Y., Pae, D.H., Lee, M.H. 1992. Breeding strategy for labor-saving in cultivation and harvest, and diversification of quality in hot pepper, *Capsicum annuum* L. J. Kor. Capsicum. Res. Coop. 1:24-40.

수확 노력을 요구하며, 10a당 노동투입 174시간 중 정식, 수확(88시간) 및 재배관리(45시간)에 대부분이 소요됨(76%).

- 현재 고추재배 기계화율은 46%로 경운·정지 99%, 방제 88%, 비닐피복 45%이나 연속적으로 착과주기를 가지는 고추 작목의 특성상 수확작업은 기계화가 되지 못함
- 고추 수확작업의 기계화를 위해서는 4~5회의 착과횟수를 1~2회로 줄이면서 수확량도 크게 떨어지지 않는 집중 착과형 기계화 전용품종 개발이 필요하기 때문에 2001년 국립원예특작과학원(당시 원예연구소)에서 일시수확형 고추 품종 ‘생력 211호’, ‘생력 213호’, ‘생력 214호’ ‘생력 216’호를 개발함
 - 수량성 : 180~220kg/10a (일반고추 품종의 70~80% 수준)
 - ※ 일시수확율 : (기존) 40~50%(6~8회 수확) → (일시형) 80~90%(1~2회)
 - 농가실증 : 2004년 ‘생력 211호’와 ‘생력 213호’를 전국 고추 주산단지 67개 시·군 121개 농가에서 실증재배 실시



그림 10. 생력 211호



그림 11. 생력 213호

- 일시수확형 고추 ‘생력 211호’ 등은 고정종 품종으로 수확집중도를 높이기 위해 숙기를 연장하여 일시수확할 경우 탄저병 발생에 따른 손실우려 및 말리면 과피가 쭈글쭈글해지는 건과 품질 때문에 농가보급 면적은 미미하였음
- 지속되는 고추 농가재배면적 감소 및 이상기후에 따른 연차 간 생산량 급변으로 고추 생력재배형 품종 개발에 대한 요구는 높아졌으며, 민간 종묘회사에서도 집중착과 및 대과종 품종개발에 대한 노력을 기울이고 있음
- 기존의 탈곡형 고추 수확기가 아닌 한국형 승용식 고추 수확기 개발시 이에 맞는 시판 품종선발이 필요하며 고추 재배지 조성 시 두둑 만들기, 정식, 유인, 지주설치 등 개발 수확기에 적합한 고추 재배조건 확립이 필요함

바. 국내 고추 수확기계화 및 연구 현황 : 고추 이식기계는 일부 소개되었으나, 수확의 경우 기계화 초기 단계로 국내는 상용화된 적이 없음

- 지난 40년간 벼농사는 일본이 개발한 이앙기, 콤팩트, 트랙터, 미곡종합처리장 등을 신속하게 국산화하여 보급하므로 획기적인 생력화가 이루어졌으나 고추 재배수확 분야의 기계화 연구는 거의 추진되지 않아 생력화가 매우 부진함.
 - 벼농사의 기계화 기반조성 성공 : 이앙기, 콤팩트, 트랙터, 미곡종합처리장 보급
 - 벼, 고추의 노동시간(시간/10a): 1981년 - 벼 93, 고추 249 → 2012년 - 벼 14, 고추 163
 - 생력화(2012기준): 벼 85%, 고추 33%

표 9. 벼, 고추 생력화 비교(노동력투입시간/10a)

	1981	2012	생력화
벼	93	14	85%
고추	249	163	33%



그림 12. 벼농사 기계화 대비 고추농사는 순수 노동력에 의존

- 고추 재배수확의 기계화에 적합한 고추품종 개발이 지연되고 있으며 현행 고추품종 대상으로 수확 후 고부가가치 가공기술을 포함한 기계화 연구도 시도되지 않았음.
 - 기계수확 후 고부가가치 고추가공기술로 농가소득 향상이 가능
 - 미숙과 풋고추 → 고품질 고추발효 소스 제품 개발
 - 색상 및 당도가 우수한 홍고추 → 고부가가치 고춧가루 및 고추조미료 생산
 - 고추 색상(ASTA) 및 유리당 비교: 일반 100, 15% → 기계수확 160, 30%
- 최 등(2008; 한국농업기계학회)은 일시 수확형 고추와 일반품종 고추의 수확 관련 물성을 분석하여 고추 기계수확시스템의 개발방향을 설정하고자 함.
 - 가장 쉽게 탈실할 수 있는 고추는 하향착과형인 생력 211호이고, 인장속도 5 mm/s로 탈실력을 측정한 결과는 평균 21.1 N이었음.

표 10. 고추의 품종별 과실 탈실력

Tensile force direction	Days after cutting (days)	Variety					
		Wangdaebak		Saengryeok 213		Saengryeok 211	
		Tensile speed(mm/s)		Tensile speed(mm/s)		Tensile speed(mm/s)	
		5	10	5	10	5	10
90	0	24.0 (4.5)	24.9 (4.5)	31.1 (6.1)	32.2 (4.0)	24.7 (5.8)	25.5 (5.3)
	1	23.2 (4.2)	24.1 (4.7)	28.6 (6.0)	29.3 (4.6)	22.6 (3.4)	23.6 (3.9)
	2	21.6 (2.8)	22.8 (3.9)	26.6 (4.5)	27.9 (4.8)	20.9 (2.8)	21.8 (5.0)
	3	19.9 (4.2)	21.7 (5.7)	24.7 (2.7)	26.1 (3.3)	19.5 (4.3)	20.9 (5.0)
	4	18.5 (4.6)	19.1 (4.6)	25.2 (2.2)	25.8 (3.7)	17.9 (2.5)	18.3 (3.6)
180	0	19.8 (7.0)	21.5 (3.8)	33.6 (10.2)	34.9 (11.4)	21.7 (2.1)	22.2 (3.0)
	1	16.8 (3.3)	17.9 (3.2)	31.4 (3.6)	33.3 (4.7)	18.3 (4.2)	20.1 (3.8)
	2	15.7 (3.3)	16.9 (5.2)	28.7 (8.3)	29.8 (7.1)	17.0 (3.1)	18.7 (3.6)
	3	15.5 (4.3)	16.3 (3.3)	26.6 (4.2)	28.1 (3.1)	15.6 (2.8)	16.6 (3.3)
	4	14.8 (4.0)	16.0 (3.2)	26.5 (3.2)	27.9 (4.3)	15.2 (1.7)	16.1 (3.8)

- 2003년 농촌진흥청 및 한국식품연구원은 일시 수확형 고추예취기 및 탈과기를 공동개발.(홍

중태, 2006⁴⁾)

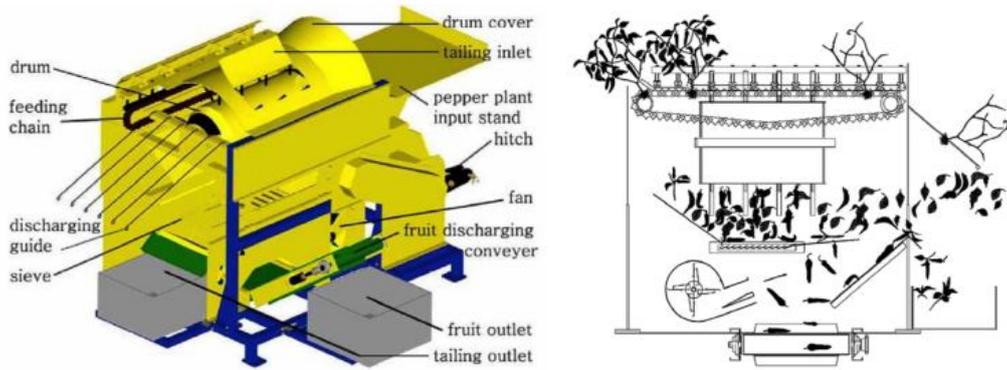


그림 13. 고추 탈과기의 구조

- 공급대에 고추를 1~2주씩 밀어 넣으면 공급체인이 줄기를 헐지하여 탈과부로 이송
- 탈과부에 들어온 고추의 과실은 급치의 타격작용에 의해 탈실되어 바로 정선부로 보내짐
- 정선부로 보내진 정상과와 줄기, 잎 등 이물질은 진동 선별체의 요동으로 이송되면서 풍구에서 발생한 바람에 의해 과실은 1번구에, 줄기부착과는 2번구, 잎은 밖으로 배출
- 2번구로 배출된 줄기부착과는 급동 커버의 투입구로 투입하여 재탈실
- 1번구에 배출된 과실 중 정상과는 생력 211호는 82.7% 213호는 74.6%, 왕대박은 73.0%
- 고추를 예취 후 트랙터 부착형 탈과기로 이송해야하는 등 2차로 추가 노동인력이 투입되는 사용상의 불편으로 인한 문제점으로 상용화되지 못함.
- 개발된 탈과기는 자탈형 콤바인의 탈곡부와 유사한 구조임.



그림 14. 고추 예취 및 탈실 작업

○ 진동 및 압풍을 이용한 정선부(홍중태, 2006⁵⁾)

4) 홍중태, 조광환, 조남홍, 박희만, 홍성기, 최용, 신승엽, 최칠구. 2006. 일시수확형 고추 수확 및 수확후 일관기 계화 연구. 한국농업기계학회 2006 하계 학술대회 논문집 11(2):184-189.
 5) 홍중태, 조광환, 조남홍, 박희만, 홍성기, 최용, 신승엽, 최칠구. 2006. 일시수확형 고추 수확 및 수확후 일관기 계화 연구. 한국농업기계학회 2006 하계 학술대회 논문집 11(2):184-189.

- 정선부는 풍구, 진동체 등으로 구성되어 송풍기가 급동의 아래쪽으로 바람을 불어 이물질을 날려 보내 분리하는 방법
- 진동체의 진동을 이용하여 탈과된 과실 및 이물질을 이송한 후 송풍에 의해 과실은 fruit outlet으로, 수절립은 tailing outlet으로, 이물질(잎 등)은 밖으로 배출

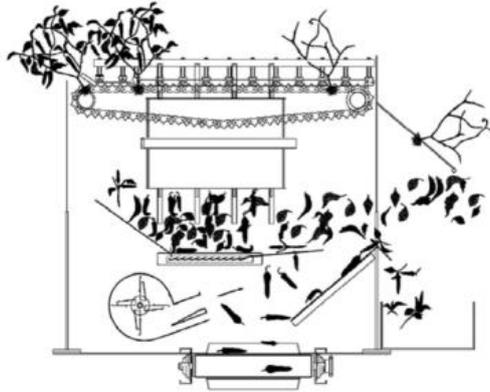


그림 15. 고추 탈과기의 정선부

표 11. 고추 탈과기의 선별작업정도 분석 결과

(단위 : %)

품종	공급 속도(m/s)	
	0.057	0.033
생력 211호	95.1	94.2
생력 213호	95.0	95.1
일반 품종	96.1	92.5

- 선별작업정도 분석 결과
 - 공급속도 0.057 m/s에서 생력 211호는 95.1%, 생력 213호는 95.0%, 일반품종은 96.1%
 - 공급속도 0.033 m/s에서 생력 211호는 94.2%, 생력 213호는 95.1%, 일반품종은 92.5%
- 문제점
 - 공급 속도가 느려서 자주식 수확기에 쓰이기 어려움

사. 기계수확 후 고추 가공기술 개발의 필요성

- 해외 고추수확기계에 대한 연구결과를 살펴보면, 미국, 이스라엘 등은 지난 20년간 지속적인 연구를 수행한 결과 현재 고추재배수확 기계가 성공적으로 개발되어 실용화되었고, 이를 통해 자국 고추산업의 경쟁력 제고에 크게 기여하고 있음. 그러나 아직도 고추기계 수확 후 생고추 원료에 혼입되는 고추 잎 및 줄기 등의 이물질 선별기술이 부족하고 특히 고추꼭지 제거기술이 실용화되지 않아 대부분 고추가공공장에서 고추 이물질 선별과 꼭지제거 작업에 많은 노동력이 소요되어 고추가공제품의 생산성 및 품질이 저하되고 있음.
- 2006년부터 고추주산지에 보급된 고추종합처리장(RPPC)은 고추생산농가로부터 대량의 생고추를 수매하여 원료세척, 선별, 건조, 분쇄 공정을 일괄 처리할 수 있어 향후 고추재배수확 기계화로 대량의 생고추원료 수확 시 이를 가공할 수 있는 생산기반을 갖추고 있음. 고추종합처리장은 현재 국내 고추주산지 7개소에 설치·운영되고 있으며 연간 7천톤의 고품질 건고추 원료 및 고춧가루 제품을 생산하고 있으며, 향후 5년간 13개소가 설치되어 연간 생산량이 2만톤에 달할 것으로 예상됨.
 - 고추종합처리장 보급현황(2012): 7개소, 영양, 안동, 괴산, 임실, 고창, 봉화, 의성
 - 고추종합처리장 보급 전망: 2012(7개소) → 2017(20개소), 건고추 생산량 2만톤

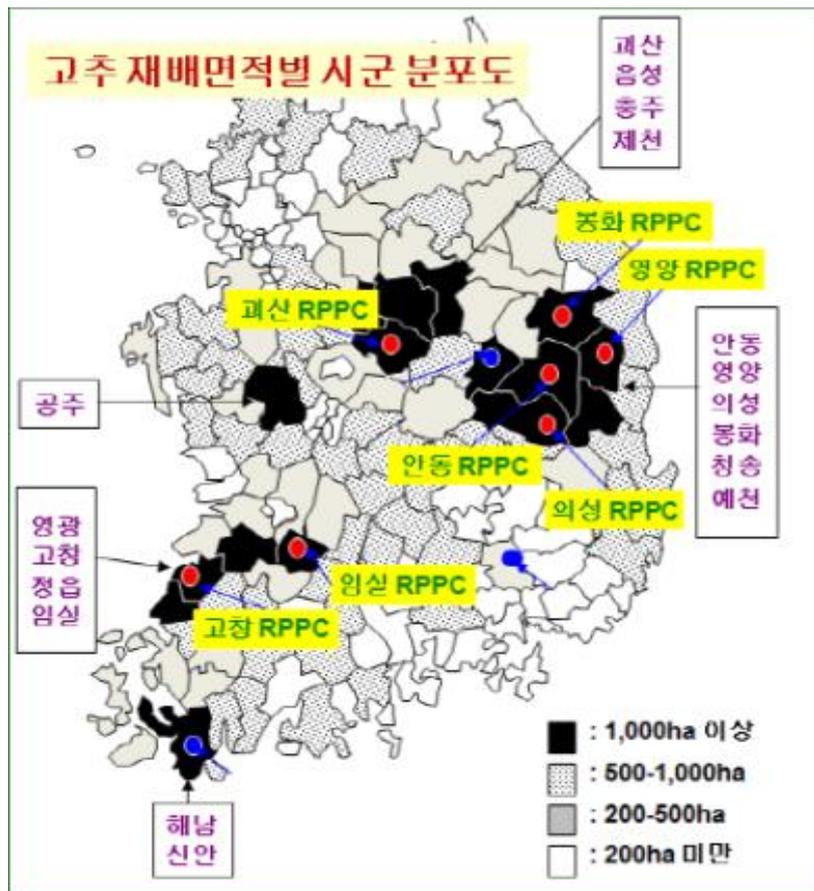


그림 16 국내 고추 주산지 현황 및 현행 고추종합처리장 설치 지역

- 고추종합처리장의 생고추 원료 건조 방법은 고추 재배농가에서 꼭지를 제거한 생고추 원료를 수집하여 세척, 선별, 절단 등의 전처리 과정을 거친 후 대형 연속식 열풍건조기를 이용하여, 신속 열풍건조(건조온도: 65℃, 건조시간: 3시간 이내) 하는 방법으로 고품질의 절단 건조고추 원료를 생산하고 있음.



꼭지제거 생고추 원료 투입

세척

절단

예비 건조

5단 벨트 열풍 건조

절단 건조고추 배출

그림 17. 고추종합처리장의 생고추 원료 건조 공정(영양고추유통공사 2011. 9)

- 현행 고추종합처리장의 생고추 원료 전처리과정에서 가장 큰 어려움은 완전 수작업에 의존하는 생고추 원료 꼭지제거 작업이며, 대부분 포장에서 고추 수확시 수작업으로 꼭지가 제거된 생고추 원료가 입고됨. 기계 수확된 생고추 원료를 일일 생산규모가 30톤 규모의 고추종합처리장에서 꼭지제거작업을 할 경우 작업능율이 일인 8시간, 300 kg으로 100명의 대규모 작업인력이 소요됨.



그림 18. 생고추 원료의 꼭지제거 수확작업(영양군 2005. 9)

- 현재 국내 고추재배농가의 평균 연령은 65세 이상으로 고령화 추세이고 고추 수확 시기에는 노동력 부족으로 고추종합처리장에서 이물질 선별 및 고추꼭지제거 작업을 위한 인력확보가 어려우며 단순 중노동 작업으로 인한 육체적 피로감과 수작업 처리량의 한계성으로 인해 이를 해결할 수 있는 수확 후 고추 가공기술 개발이 절실히 요구됨.



그림 19. 생고추 원료 집하장의 꼭지제거 작업(영양군, 2005. 9)

- 국내산 고추의 부위별 중량비를 건고추 기준으로 보면 고추과피가 64%, 종자 28%, 꼭지 8%로 나타나 섬유질 성분인 꼭지를 제거하지 않을 경우 고춧가루, 김치, 고추장 등의 고추 가공제품의 품질이 크게 저하되고 소비자의 기호도가 낮아져 제품판매에 큰 지장을 받게 됨. 현재 대부분 국내 고추가공공장에서는 고추꼭지를 수작업으로 제거한 원료를 사용하고 있음. 특히 소비자는 생고추 꼭지제거 작업을 꼭지와 꽃받침 부분까지 완전 제거 된 것을 요구하고 있어 고추종합처리장의 생고추 원료 꼭지제거 장치 개발이 더욱 어려운 연구과제가 되고 있음.
- 국내에서는 생고추 원료의 꼭지제거 기술에 관한 연구가 일부 수행되어 기계 절단식, 압축 인장롤러식, 영상처리 절단식 등의 고추꼭지제거 장치가 개발되었지만, 작업처리량이 적고 꼭지 제거율이 낮아 고추종합처리장의 대규모 생고추 원료의 꼭지제거 작업에 사용하기에 많은 기술적 문제가 제기되고 있음.
- 국내 고추품종중 기계수확에 적합한 품종이라도 기계수확시기인 9월 중순에서 10월 초순까지 고추과피의 숙성도 비율은 홍고추 70%, 녹색고추 30%가 되어 일시수확형의 완전 숙성 고추품종이 개발되어 재배농가에 보급되기 전까지 기계수확 후 고추과피 색상 숙성도 및 크기에 따른 영상처리 선별 시스템이 필요함.



그림 20. 고추기계수확을 위한 현행 고추품종 예비조사(품종:승리, 영양군, 2012. 9)

- 현행 고추 품종중 기계 수확에 적합한 품종이라도 수확시 녹색고추 비율이 30%에 달하는데 숙성도가 아닌 녹색고추 원료도 붉은 색상이외에 수분, 신미성분, 당도 등의 품질이 우수하여 이를 풋고추 상태의 신선유통, 다양한 고추 가공제품(절임풋고추, 녹색고추소스, 녹색고추조미료)등으로 활용하면 홍고추와 같은 수준의 부가가치를 높일 수 있음.



<신선 풋고추> <녹색고추소스(Tabasco, 미국)> <녹색고추조미료(미국)>

그림21. 기계수확 녹색고추 원료의 다양한 활용 방안

- 따라서 고추수확기계가 고추주산지에 원활하게 보급되어 고추수확작업의 노동력과 중노동 해소를 성공적으로 수행하기 위하여 생고추 원료 이물질 제거, 고추색상도 및 크기 선별, 고추꼭지 제거 등의 수확 후 고추 가공기술 개발이 반드시 뒷받침되어야 함.

제 2절 연구개발 목표 및 범위

1. 연구개발의 최종목표 및 주요내용

가. 연구 최종 목표 : 수확기계화에 적합한 품종의 선발 및 고추의 탈실, 선별, 수집을 수행하는 자주식 수확기 개발과 수확 후 가공처리기술의 개발로 고추 생산량 증대 및 고추 가격의 안정화 도모를 통한 국제 경쟁력 제고

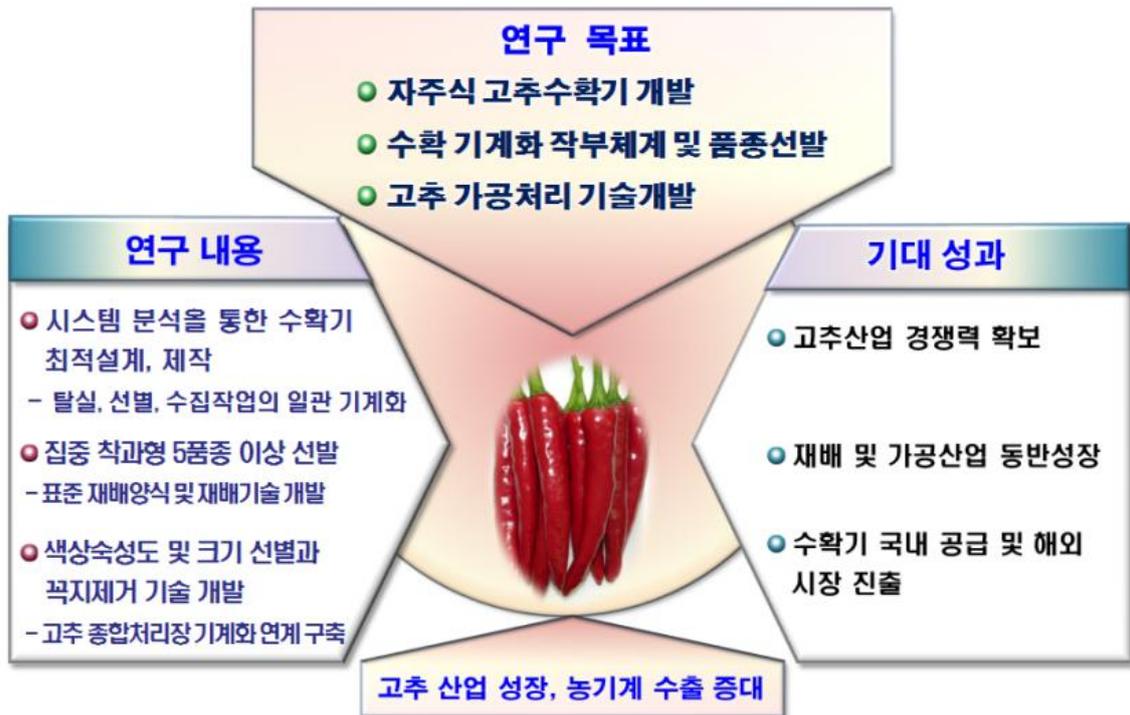


그림 1. 연구 개발의 최종 연구 목표 및 기대 성과

- 고추수확 기계화에 적합한 품종선발 및 재배법 개발
 - 고추 기계수확에 적합한 집중착과형 전용 품종 선발 및 재배방식, 관리기술 개발로 생산성 확보
- 양파, 마늘 후작물로서 고추의 수확 기계화에 적합한 작부체계 개발
 - 마늘, 양파 후작 새로운 작부체계, 재배법 개발로 농가소득 향상 및 안정생산 기반 확보
- 국내 고추 품종 및 재배 환경에 적합한 자주식 고추수확기계의 개발
 - 탈실, 선별, 수집 작업 일관기계화 작업체계 구명
 - 국내 및 수출 지역별 다양한 재배 환경 적응이 용이한 수확기 개발
 - 국내 농가 활용과 보급이 가능한 원가절감형 고추수확기 개발
 - 수확기 최적 구조 및 시스템 분석을 통한 세부 기술 개발
 - 수확 후 이송시스템에서의 최적화 기술 개발
 - 탈실 시 고추의 손실을 최소화 할 수 있는 시스템 설계 기술 개발
 - 생산지 재배환경, 품종, 재배양식에 따른 국내농가 실증시험

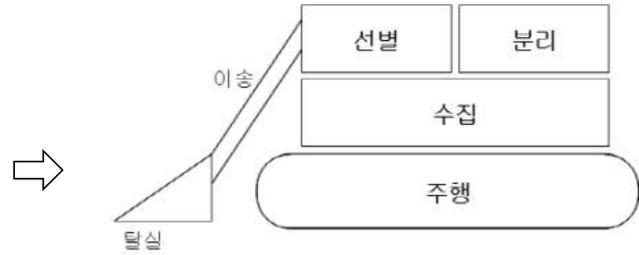
- 국내 농가 보급 방안 및 수출 방안 수립
- 고추재배 기계 수확 시스템 분석 및 적정 작업조건 확립
 - 수확기 최적 구조 및 작업조건 구명
 - 고추수확 system 세부 분석 및 개념설계
 - 수확 system의 역학적 분석
 - 수확 system의 최적구조 도출
 - 주요 시스템의 사전 시험
 - 주요 시스템의 시험 문제점 보완 및 재시험
- 기계수확 고추의 가공처리기술 개발
 - 기계수확 고추품종의 물성 및 품질 연구
 - 기계수확후 생고추 원료의 이물질 제거 기술 개발
 - 생고추 원료의 색상/숙성도 및 크기 선별 기술 개발
 - 생고추 원료의 꼭지제거 기술 개발
 - 고추종합처리장의 생고추 원료의 선별 및 꼭지제거 시스템 개발
 - 고추종합처리장의 기계수확 생고추 원료의 가공기술 확립
- 주요 수출 시장 : 국내, 아시아(중국) 및 유럽 시장
- 제품 판매 방법 : 협동 기관인 동양물산기업의 국내외 판매망 활용

나. 구성요소

- 고추수확기의 목표사양
 - 기본 사양 : 수확기의 조수는 1조 이상, 두둑 폭 50~70cm(표준 양식에 따라 조정 가능)
 - 재식밀도 : 조간 90~120cm, 주간 20 ~ 30cm(표준 양식에 따라 조정 가능)
 - 탈실 폭 : 400 ~ 500mm(표준 양식에 따라 조정 가능)
 - 기체크기는 국내 60ps급 콤바인 크기와 유사하게 Concept안 선정
 - 변속기는 유압 HST를 장착하여 무단변속의 조작편리성을 극대화시킴. 또한 검증된 국산 트랜스미션을 장착하여 부변속 3단으로 근거리 포장지 이동시 시간을 단축 시켜 작업 효율성을 높임.
 - 엔진은 60ps급 국내산 엔진 장착으로 작업속도를 0.2~0.3 m/s로 하여 1.0hr/10a 내외의 작업 성능을 갖도록 함.
 - 조작부는 기존 콤바인 특성을 살린 레버식으로 개발하여 운전자의 사용편의성 향상 및 초기 적응성을 최소화함.
 - 전처리부의 경우 고추 탈실 시 전처리 손실을 최소화 하도록 함.
 - 탈실 조수는 국내 및 세계 최대의 고추 생산국인 중국의 작부 형태 및 재배면적을 감안하여 2조식으로 개발을 고려함.
 - 탈실부는 회전 이중나선 원통식 이탈장치를 개발하여 미탈립의 발생을 최소화함.
 - 선별 방식은 줄기 등이 잘 빠질 수 있도록 컨베이어 사양을 채택하며 요동식 선별판과 풍구를 장착하여 선별 성능을 향상시킴.
 - 편의 장치로 자동 모터에 의한 집중 주유 장치를 장착함.



콤바인 차대



Concept안

그림 2. 시작기의 Concept안

표 1. 자주식 고추수확기 목표사양

항목		자주식 고추수확기	비고
기체 크기	길이(mm)	4,600 내외	국내 60ps급 콤바인의 크기와 유사하게 Concept 안 선정
	폭(mm)	1,835 내외	
	중량(kg)	2,000~2,500	
표준 작업속도(m/s)		0.2 ~ 0.3 목표	
변속기	변속방식	유압식 무단변속	HST 장착으로 편의성 향상
	변속단수	무단/부변속 3단	저속/고속 변속이 가능
엔진사양		60ps급 국산 엔진 탑재	
조작부		인체공학적 레버식 조작부 탑재	콤바인 조작부를 기본으로 함
전처리부	탈실방식	회전 이중나선 원통식 (탈실 높이 미세조절 가능)	이중나선 원통식 장착으로 전처리 손실 감소 및 선별 성능 향상시킴
	탈실조수	1조 이상	1차년도 1조식 개발 후 2차년도 2조식 개발
선별부	선별방식	요동+압풍 또는 Tumbler cleaner + 압풍	최적 선별 방식 검토
수집부	수집방식	탱크	
편의장치	구동부 주유장치	모터식 집중주유장치 장착	

※ 사양은 개발 단계에서 수정될 수 있음

○ 이 연구과제의 최종 기술 개발 목표 사양은 다음과 같음.

표 2. 최종 기술개발 목표사양

	항목	목표 사양	RFP의 과제 구성요건
자주식 고추수확기계	조수	1조식 / 2조식	2조식(연구목적)
	작업속도(m/s)	0.2 ~ 0.3	-
	탈실율(%)	≥ 85%	-
	정선율(%)	≥ 90%	-
	경사지 대응성	○	○
	농가실증	고추주산지 생산자단체가 참여한 현장실증 시험	고추주산지 생산자단체가 참여한 현장실증 시험
고품종 선발 및 재배기술	품종 선발	≥ 5개	≥ 5개
	농가실증	고추주산지 생산자단체가 참여한 현장실증 시험	고추주산지 생산자단체가 참여한 현장실증 시험
기계수확고추의 가공처리기술	이물질 제거 시스템	처리량 : ≥ 1 ton/hr 제거율 : ≥ 90%	-
	생상숙성도 및 크기 선별 시스템	처리량 : ≥ 1 ton/hr 선별률 : ≥ 90%	-
	꼭지제거 시스템	처리량 : ≥ 1 ton/hr 제거율 : ≥ 90% 과피 파손율 : ≤ 10%	처리용량 : ≥ 1 ton/hr 꼭지 제거율 : ≥ 90%
	농가실증	고추주산지 생산자단체가 참여한 현장실증 시험	고추주산지 생산자단체가 참여한 현장실증 시험

다. 과제별(세부·협동) 연구개발의 목표 및 내용

구분	연구개발의 목표	연구개발의 내용
1세부	<ul style="list-style-type: none"> 자주식 고추 수확기 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 국내외 고추 수확기 기술 분석 및 시장의 요구 사항 분석 시스템 layout 개념설계, 상세 설계 및 시스템 통합기술 <ul style="list-style-type: none"> 주행 조작부, 탈실, 선별 수집 시스템 고추수확기 PROTO 제작 문제점 보완 재설계 및 시제품 재제작 원가절감 설계 기술 적용 보급 단가 적정성 검토 및 상품화 방안 수립 수출방안 수립
1협동	<ul style="list-style-type: none"> 고추재배 기계 수확 시스템 분석 및 적정 작업조건 확립 	<ul style="list-style-type: none"> 수확기 구조분석 및 작업조건 구명 고추수확 system 세부 분석 및 개념설계 <ul style="list-style-type: none"> 탈실부 최적 궤적 분석 및 요인시험 수확 system의 역학적 분석 <ul style="list-style-type: none"> 정선부 CFD 해석을 통한 최적 선별 시스템 구명 수확 system의 최적구조 도출 <ul style="list-style-type: none"> 정선부 및 이송부의 동력학적 해석을 통한 최적 구조 도출 주요 시스템의 사전 시험 주요 시스템의 시험 문제점 보완 및 재시험
2협동	<ul style="list-style-type: none"> 고추수확 기계화를 위한 품종 선발 및 재배법 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 집중착과율 및 기계수확 적응도가 높은 고추 품종선발 선발품종 대상, 기계수확시 생산성 확보를 위한 재배법 개발 <위탁> 고추 주산단지(경북 영양)에 적합한 기계수확용 고추 품종 선발 고추 수확 기계화를 위한 농자재, 노력 경감재배법 개발 고추 수확 기계화 품종 및 재배법 기술 농가현장 실증시험
3협동	<ul style="list-style-type: none"> 고추수확 기계화를 위한 작부체계 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 마늘, 양파 후작으로 고추재배 신작형 개발 기계수확시 생산성 확보를 위한 재배법 개발 및 매뉴얼 작성 개발기계를 이용한 고추 기계화 재배법 현장 적용 마늘, 양파 후작 고추재배 신작형의 농가현장 적용 및 경제성 분석
4협동	<ul style="list-style-type: none"> 기계수확 후 고추 가공기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 기계수확 고추품종의 물성 및 품질 연구 기계 수확 후 생고추 원료의 이물질 제거 기술 개발 생고추 원료의 색상숙성도 및 크기 선별 기술 개발 생고추 원료의 꼭지제거 기술 개발 고추종합처리장의 생고추 원료의 선별 및 꼭지제거 시스템 개발 고추종합처리장의 기계수확 생고추 원료의 가공기술 확립 <위탁> 생고추 원료의 압축인장식 고추꼭지제거 장치 시제품 제작 고추종합처리장의 압축인장식 고추꼭지제거 장치 설치 및 시운전

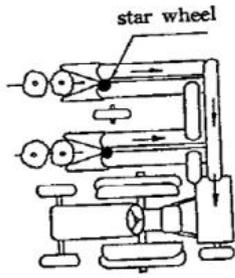
제 2장 국내외 기술개발 현황

제 1절 국내외 기술개발 현황

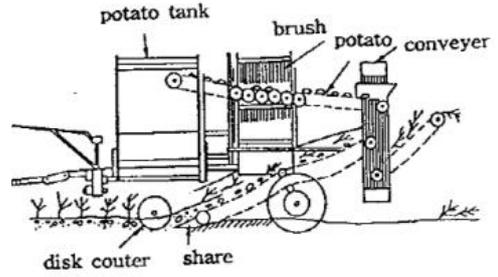
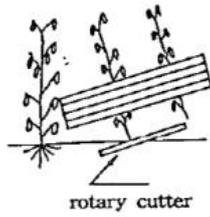
1. 세계 고추 수확기계화 및 연구 현황

가. 수확기계 연구 동향

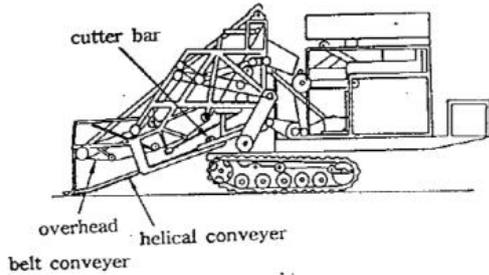
- 중국 연태대학의 조사 자료에 의하면 중국에서는 고추재배 및 고추수확기의 경우 기계화 적용 실적에 대한 보도내용은 없으며 각 지역별 수작업에 의한 순수 노동력으로 재배 및 수확되고 있다고 조사됨.
- 유럽 주요 고추생산국인 헝가리의 경우 고추재배, 수확기계화에 실패하고 스페인, 남미, 중국 등의 저가의 고품질 고추원료의 유럽시장 공급으로 고추산업이 급격히 쇠퇴함.
 - 헝가리 고추생산량 변화 : 1990년 16천톤 → 2010년 2.4천톤 (6.6배 감소)
 - 헝가리 고추재배지역이 밀, 옥수수 재배로 전환됨.
- 고추재배 수확기계 연구는 미국, 이스라엘 등에서 20년간 지속적인 연구를 수행한 결과 현재 고추재배수확 기계가 성공적으로 개발되어 실용화되므로 자국 고추산업의 경쟁력 제고에 크게 기여하고 있음.
 - 미국은 NMSU Chile Pepper Task Force 팀 중심으로 1990년 이후 고추 기계화 적합 품종 육성 및 고추재배수확기계 개발에 성공하여 고추산업의 경쟁력을 확보함.
 - 이스라엘은 고추수확 기계화 성공으로 고추의 고색소 화장품원료 유럽 수출.
- 대표적인 원예작물 수확기의 형태



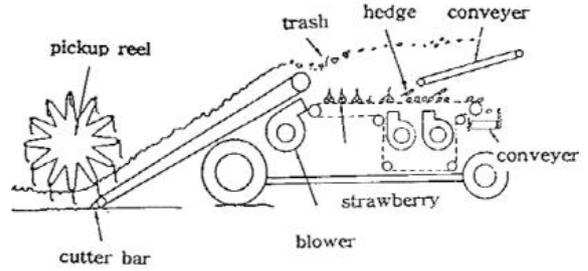
일본의 콩수확기



일본의 감자수확기



양배추 수확 전용기



캐나다의 딸기수확기

그림 1. 원예작물 수확기의 형태

나. 탈실부 연구 동향

- 고추수확기의 탈실부는 4가지 형태가 주종을 이루고 있으며 이스라엘 고추수확기 형태의 이중나선 원통 구조가 가장 적합한 것으로 소개되고 있음.
- 스프링 타인을 이용하여 고추를 훑는 방식(Gentry et al,1978)
 - 가지에 대한 손상이 크고 일시수확용으로 사용하기에는 회수율이 낮음.

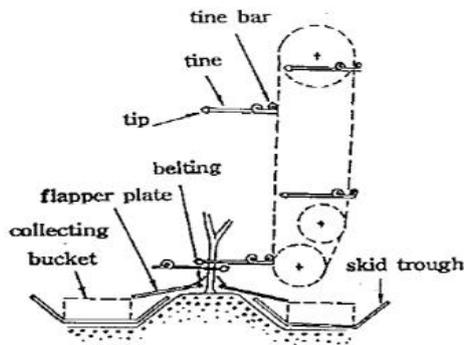


그림 2 스프링 타인을 이용한 탈실장치

- 도리깨에 의한 충격력으로 고추를 따는 방식(Thomas and Rollason, 1980)
 - 고추의 손상을 줄이기 위하여 도리깨를 두꺼운 고무판으로 제작.
 - 과도한 탈실작용으로 고춧잎과 가지가 부러지는 문제점이 있음.

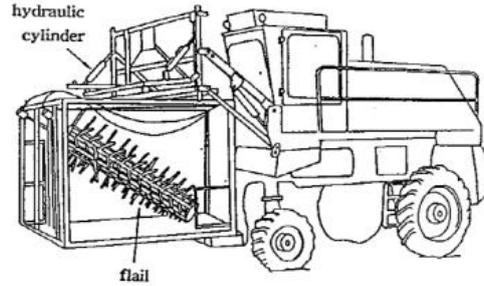


그림 3. 도리깨를 이용한 탈실장치

- 이중나선 원통을 이용한 방식(Fullilove and Futral, 1972)
 - 고추줄기 사이로 나선봉이 회전하면서 고추를 훑는 작용과 나선봉과 고추대의 충돌에 의한 충격력을 복합적으로 이용.
 - 지면에 대한 나선 원통의 설정각에 따라서 고추열매가 앞으로 튀어나가거나 고추대를 뽑아 올리는 경우가 발생.

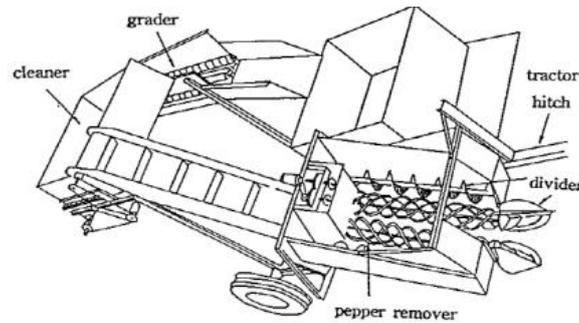


그림 4. 이중나선 원통을 이용한 탈실장치

- 두개의 픽업벨트에 의한 고추를 따는 방식(Lenker and Nascimento, 1982)
 - 벨트에는 여러 개의 돌기가 있어서 이들이 고추를 압박하면서 훑어 올리나 탈실된 고추가 지면으로 떨어져나가 떨어진 고추를 회수하는 장치가 별도로 장착.
 - 작은 고추를 밀식한 경우에 사용하기 위해 개발된 것이나 기계자체는 대형.

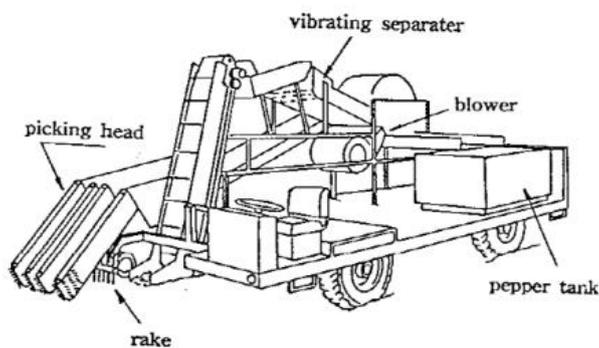


그림 5. 픽업벨트를 이용한 탈실장치

- Funk 등(2010; Applied Engineering in Agriculture)은 다섯 가지 형태의 수확기 탈실장치 (Disk finger, Chain finger, Creager, Hernandez, Israel type)에 대해 분석 및 평가.



그림 6. Disk finger(좌) and Chain finger(우) type

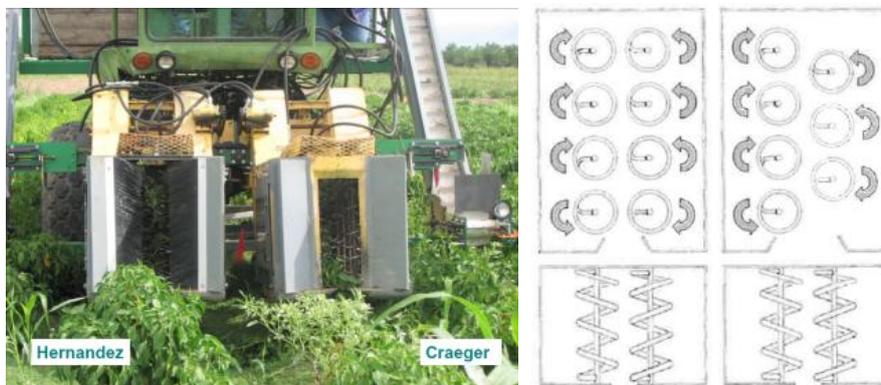


그림 7. Hernandez(좌) and Creager(우) type

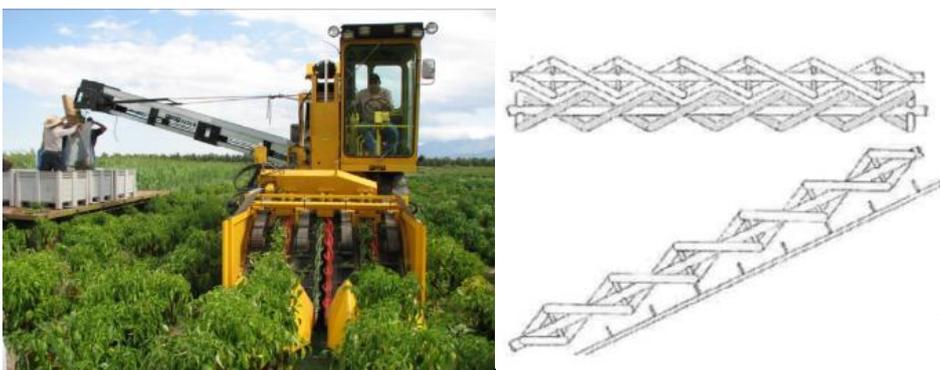


그림 8. Israel type 고추수확기와 이중나선 구조

- 다섯 가지의 탈실장치 중 Israel type이 총 탈실율이 88.3%로 가장 높고, 기계에 의한 손실률이 11.2%로 가장 낮음.
- Disk finger와 Chain finger type은 수확 후 고추의 반 이상이 필드에 남아 있어 성능이 우수하지 못함.
- Creager와 Hernandez type(Vertical helix control harvester)은 수확효율은 높으나, 탈실 메카니즘과 패들 컨베이어(Paddle conveyor) 사이에서 탈실된 고추의 반이 손상됨.

- 미국에서는 고추 수확 노동력을 구하기가 힘들어 10%정도의 수확 손실은 허용할 수 있는 수준이라고 보고됨.

표 1. 탈실장치의 탈실을 및 손실률 비교

Harvest Mechanism	Cultivar	Parameter	Gross Harvest Efficiency ^[a] (%)	Mechanical Damage ^[a] (%)	Net Marketable Portion ^{[a][b]} (%)
Israeli			88.3 a	11.2 c	78.4 a
Hernandez			81.1 a	48.1 a	41.6 b
Creager			81.0 a	48.9 a	40.7 b
Disk			42.8 b	16.6 c	36.0 b
Chain			41.1 b	39.4 b	25.7 c

- 미국 및 이스라엘에서 개발한 고추수확기계는 고추종자직파, 포장규모, 관개재배 등을 고려할 때 국내 고추품종과 재배포장에 적합하지 않으므로, 국내 고추품종 및 재배방법에 적합한 한국형 고추수확기계의 개발이 필요함.
 - 미국 고추재배 방법 및 포장형태: 고추종자 직파식, 관개재배, 대규모 평지 재배
 - 해외 고추품종특성: 일시 수확형, 고추 줄기높이가 낮음
- Paul 등(2011; International Journal of Vegetable Science)은 고추 탈실 시 이중나선 구조에 의한 줄기에서 열매의 탈실력은 4.5 ~ 40 N이며 평균 21N의 힘이 필요하고, 비튼 후 탈실 시 4N으로 상당히 절감된다고 조사됨.

다. 정선부 연구동향

- 고추수확기의 선별을 담당하는 정선부(Cleaning)는 다양한 형태가 존재.
- Rienk Table(Square tumbler, Herbon, 2003⁶⁾)
 - 회전축에 플라스틱 Square들이 아래의 그림과 같이 일정한 간격으로 고정
 - Square들이 회전하면서 고추들을 이송하고 고추보다 작은 흙 등의 이물질은 Square들 사이 틈으로 떨어져 분리



그림 9. Rienk table 정선 시스템



그림 10. Boese사 수확기의 변형된 Rienk table

6) Herbon, R. 2003. The Design, Prototype Development and Concept Validation of a Chile Sorting Machine. the degree Master of Science Industrial Engineering, New Mexico State University.

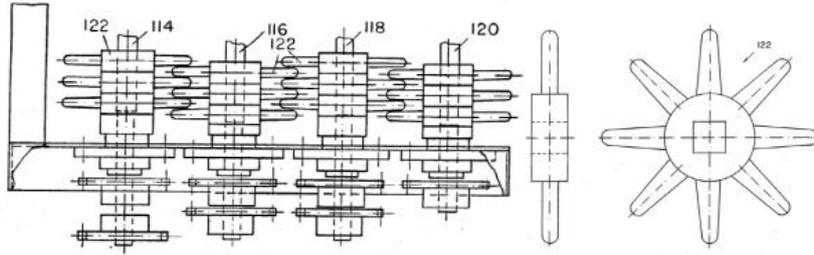


그림 11. 변형된 Rieck table by Patent #4,507,911

- Rieck table의 회수율 측정 결과(Eaton, 2005⁷⁾)
 - 서리가 내린 직후에 Rieck table을 이용하여 정선한 결과는 93.5%의 높은 회수율을 보이는 반면에 시즌 말에 정선한 결과는 70~75%로 감소

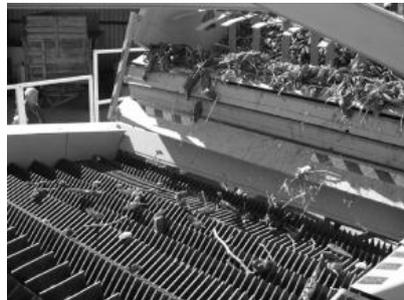


그림 12. New Maxico Chile Task Force에서 개발한 Rieck Table

- 송풍기(Air blower)
 - 컨베이어에서 떨어지는 수확물에 기류를 불어넣어 종말속도 차에 의하여 정선하는 방법.
 - 가벼운 물질(잎, 곤충들이 갉아먹은 고추 등)은 바람에 의해 방향을 바꾸게 함.
 - 무거운 물질을 정선할 시 비효율적임.
 - 함수율이 높을 때(7:1) 고추가 줄기보다 무겁기 때문에 정선이 효율적이고, 함수율이 낮을 때(2:1) 줄기가 잘 부러지기 때문에 고추 탈실 시 줄기가 많이 유입되고, 고추와 줄기의 중량이 같기 때문에 정선이 어려움

7) Eaton, F.E. and C. Wilson. 2005. Refinement and testing of mechanical cleaners for red chile. New Mexico Chile Task Force Report 22. Available at : <http://aces.nmsu.edu/pubs/taskforce/#chile/>



그림 13. Boese사 수확기의 송풍기(air blower)

- 컨베이어 벨트(25)에서 떨어지는 수확물 중 가벼운 물질은 송풍기(52, 55)에 의해 통로(55A)를 통하여 배출되고, 고추는 컨베이어 벨트(58)위로 떨어져 이송됨.

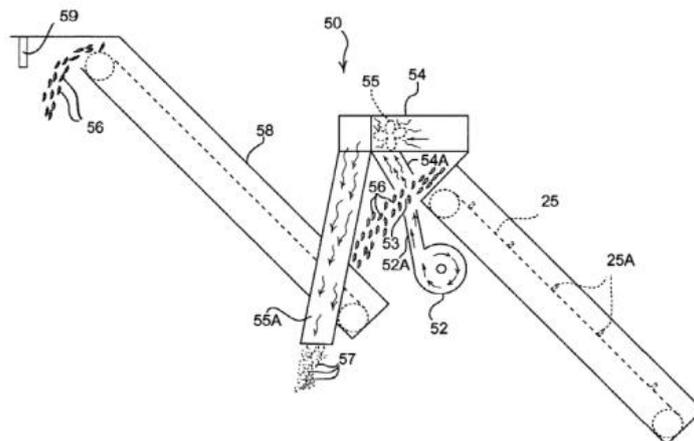


그림 14. 송풍기(air blower) by Patent #5,930,987

○ Finger rake(Herbon, 2003)

- 세 개의 역회전하는 드럼들의 외부 표면에 finger들이 방사형으로 돌출.
- 드럼 사이에 고추작물이 유입되고 배출할 수 있도록 드럼들이 회전하고 finger들은 가지와 잎을 분쇄.

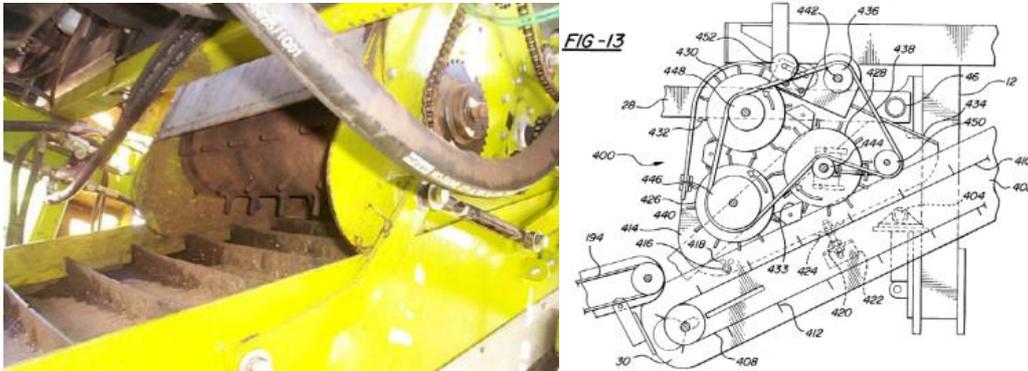


그림 15. Boese사 수확기의 finger rake 정선시스템

○ 역회전하는 롤러(Counter-rotating roller; Wolf, 1983⁸⁾)

- 100 rpm으로 역회전하는 고무롤러는 고추대에 부착된 고추를 유입시키는 역할.
- Picking element는 1000rpm 또는 그 이상의 속도로 회전하면서 고추대와 고추를 분리.

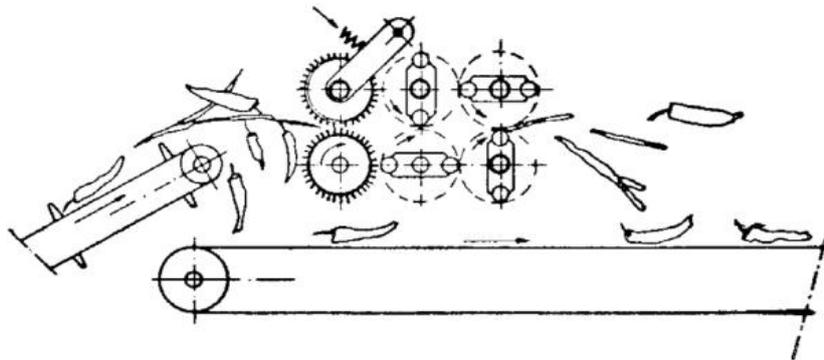


그림 16. 역회전하는 롤러를 이용한 정선 시스템

- 회수율 측정 결과
 - 정선 처리 후 가지가 부착된 파프리카 고추의 비율이 50% 감소

8) Wolf, I. and Y. Alper. 1983. Mechanization of Paprika Harvest. Proceedings of the 1st International Conference on Fruit, Nut and Vegetable Harvesting Mechanization, ASAE Publication 5-84.

표 2. 역회전 롤러를 이용한 정선부의 줄기부착과율 측정 결과

	Detached fruit		Undetached Fruit		Total		% of undetached fruit	
	No. of fruits	Weight (kg)	No. of fruits	Weight (kg)	No. of fruits	Weight (kg)	By units	By weight
Before detachment	218	0.777	89	0.380	307	1.157	29.0	32.8
After detachment	385	1.497	70	0.267	455	1.764	15.4	15.1

- 일정한 간격을 두고 역회전하는 봉들로 구성된 실린더를 이용하여 정선하는 방법.
- 실린더와 실린더의 중앙에 위치한 오거(auger) 브러쉬가 아래의 그림과 같이 회전하면서 이물질은 봉 사이로 떨어지고 고추는 오거 브러쉬에 의하여 이송됨.

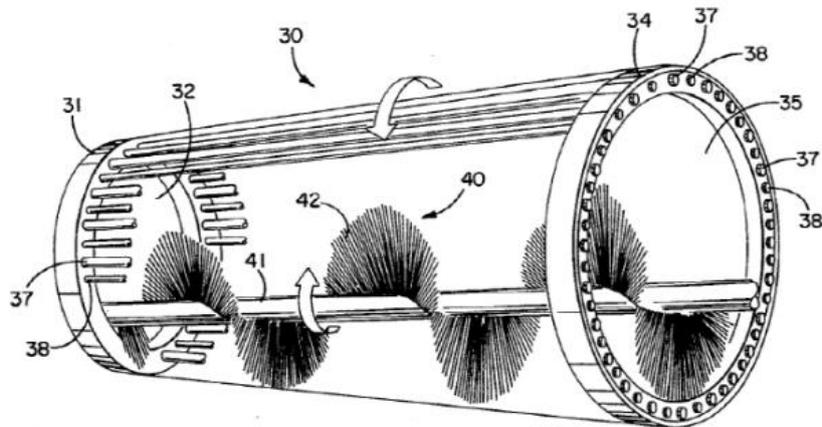


그림 17. 역회전하는 롤러를 이용한 정선 시스템 by Patent #5,427,573

- 이웃하는 롤러와 서로 역회전하는 봉들에 의하여 고추보다 작은 이물질은 떨어지고 고추는 롤러 위에 남아서 정선하는 방법.

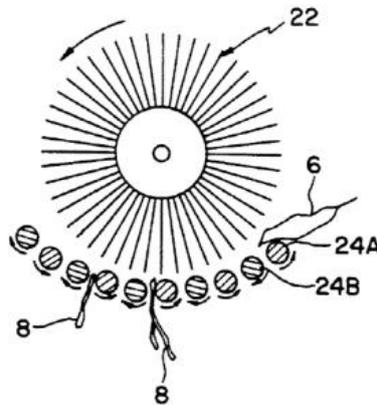


그림 18. 역회전하는 롤러를 이용한 정선 시스템 by Patent #5,287,687

○ Roller table과 드럼을 이용한 정선부(Salton, 2003⁹⁾)

- 진동하는 roller table(rienk table)과 회전하는 드럼으로 구성
- roller table은 고추와 이물질의 혼합물을 분리하기 쉽도록 진동 및 회전을 하고, roller table의 낮은 단계로 내려갈 때까지 이물질은 롤러들 사이로 빠져서 정선
- 드럼은 계란형 홈이 파진 판금으로, 드럼 안에 패들(paddle)이 방사형으로 부착되어, 드럼이 회전하면서 고추는 홈으로, 고추가 착과된 고추대는 드럼 밖으로 분리

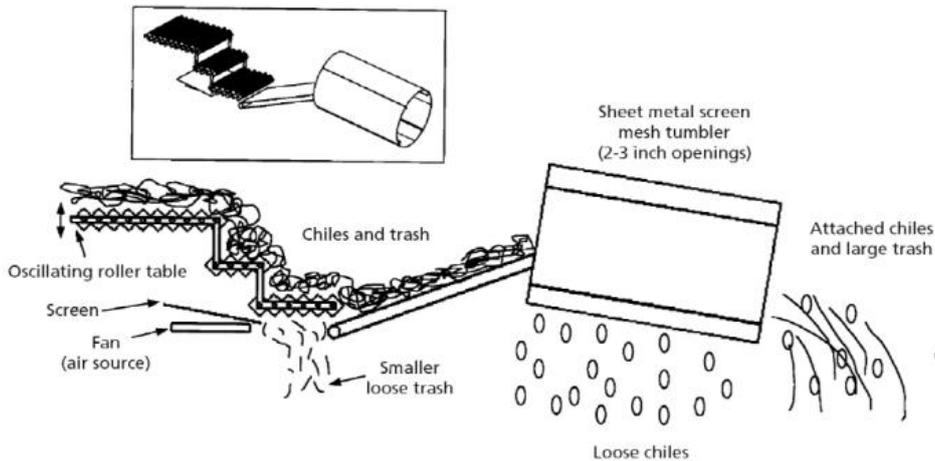


그림 19. roller table 및 드럼을 이용한 정선 시스템

○ 철망과 롤러를 이용한 정선부(Salton, 2003)

- 고추 줄기의 직경이 고추의 직경보다 작은 특성을 이용한 정선시스템
- 고르게 퍼진 수확물은 컨베이어 벨트에서 철망으로 떨어지고, 줄기가 철망 밑으로 튀어나오면 회전하는 롤러가 줄기를 잡아당겨서 고추는 철망 위에 남고 줄기는 롤러 밑으로 떨어져서 정선하는 방법

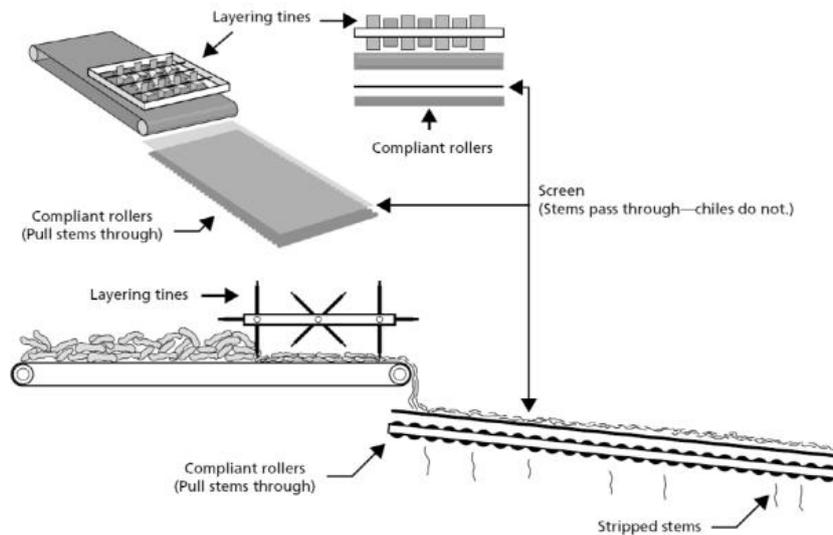


그림 20. 철망과 롤러를 이용한 정선 시스템

9) Salton, J.R. and C. Wilson. 2003. Improving Chile Harvesting and Cleaning Technologies. New Mexico Chile Task Force Report 06. Available at : <http://aces.nmsu.edu/pubs/taskforce/#chile/>

○ 중량의 차이를 이용한 정선부(Herbon, 2006¹⁰)

- 고추와 이물질의 중량의 차이를 이용한 정선시스템
- 빠르게 이송되는 벨트에서 아래로 고추 수확물이 떨어질 때 비교적 무거운 고추는 밑으로 떨어지고, 가벼운 가지나 잎은 벨트 이송속도의 영향을 받아 멀리 날려 보내 정선하는 방법
- 아래의 그림의 Kicker bar는 회전을 하면서 중간에 걸리는 가지나 잎을 멀리 보내는 역할

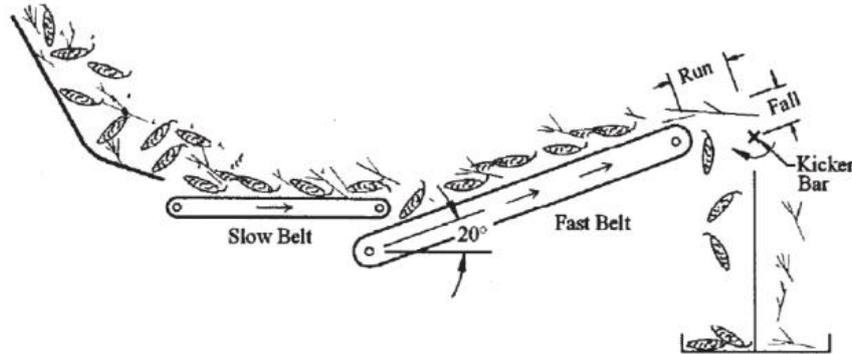


그림 21. 중량의 차이를 이용한 정선시스템

○ 현재 농가에서 사용하고 있는 고추 수확기계 중 다양한 고추 품종들을 수확할 수 있는 범용으로 개발된 것이 아니라, 제조회사마다 특정한 고추 품종을 수확하기 위하여 재배 지역과 품종 특성에 맞게 고추 수확기계의 탈실부와 정선부를 개발·제작.

- Boese Harvester Co. : 탈실부는 경사진 이중나선형(Inclined double open helixes), 정선부는 기계식 정선부와 수동식 정선부를 이용,
- Crown Farming systems Inc. : 탈실부는 수직 나선형 탈실장치(Vertical open helixes), 정선부는 회전 드럼형 정선장치를 이용,
- Massey Pepper Harvester : 탈실부는 Rubber finger를 이용한 탈실장치, 정선부는 수동식 정선장치,
- McClendon Pepper Co. : 탈실부는 green chilli 품종을 수확하는 경사진 이중나선형 dry chilli 품종을 수확하는 rubber finger형,

라. 기계수확 후 고추 가공기술 개발의 동향

1) 국내

○ 국내에서는 생고추 원료의 양념류 사용증가로 인해 생고추 고추꼭지제거 기술에 관한 연구가 부분적으로 수행되어 왔으나, 대부분은 생고추 꼭지부분을 절단날을 이용하여 절단하는 방법이 사용됨. 꼭지 제거작업은 형상과 크기가 다양한 생고추 원료를 정렬공급한 후 고추 과피와 꼭지접합부를 정확하게 절단하지 않으면 고추과피 손실률이 높아지고 처리용량도 적은 단점이 있음.

10) Herbon R., G. Abernathy and E. Hughs. 2006. Design and Development of a Prototype Mechanical Gap Sorter for Mechanically Harvested Red Chile. New Mexico Chile Task Force Report 25. Available at : <http://aces.nmsu.edu/pubs/taskforce/#chile/>

- 2001년에는 농림기술개발연구과제로 가공용 홍고추 꼭지제거 장치 개발에 관한 연구가 수행되었으며 홍고추 공급, 정렬, 꼭지제거 과정을 일괄 처리하는 소형 꼭지제거기 시작품을 설계 제작하여 성능 실험한 결과 공급량 48 g/s에서 꼭지제거율은 66%, 중량 손실률은 28%로 1일 8시간 기준으로 약 912kg을 처리할 수 있어 수작업과 비교하여 효율이 약 1.5배로 높은 것으로 보고하였음. 하지만, 본 시작품은 국내 최초로 홍고추 꼭지제거 방법을 연구한 것임에도 불구하고 김치공장, 홍고추 양념제조공장에 실용화되지 못하였음.
- 2002년에는 전국 고추주산지에 소규모 농가단위의 저온열풍을 이용한 절단 건조고추 생산기술이 보급되었으며, 이는 생고추 원료를 일정한 힘으로 압축하여 고추과피와 꼭지접합부 조직의 결합력을 약하게 한 후 선별 콘베어로 이송하여 수작업으로 고추꼭지를 제거하는 방법을 채택하였음. 작업인원 10명을 기준으로 한 처리용량은 30kg/hr이었으며 일일 8시간 작업시, 2,400 kg/day의 생고추 꼭지를 제거 할 수 있음. 하지만 이러한 장치 역시, 앞서의 절단날을 이용한 꼭지제거 장치 시작품과 마찬가지로 수작업 인원이 많이 소요되고 처리용량이 적어 소규모 생고추 건조시설에 일부 사용되었음.



그림 22. 생고추 원료 압축꼭지제거, 절단, 열풍건조 작업(안동시, 2003. 10)

- 국내 최초로 생고추 원료를 세척, 절단, 건조, 분쇄 공정을 일괄 처리하는 고추종합처리장은 경북 영양군에 처음 보급되었지만, 수확시기 수작업 생고추 꼭지제거 작업의 중노동과 노동력 부족으로 인해 문제가 제기되었고, 이로 인해 2005년도 농림기술개발연구과제로 고추 종합처리장의 생고추 원료 고추꼭지제거 시스템 연구가 수행되었음.
- 생고추 원료를 압축하면 압축 변형율이 증가할수록 고추 과피와 꼭지부분의 인장강도, 조직강도, 변형계수가 크게 감소하였으며, 생고추 원료를 40~50%의 압축 변형율로 압축하면 고추꼭지가 과피 부분에서 쉽게 분리되는 현상을 발견하였음. 이를 이용하여 압축한 생고추 원료를 효소처리한 후 충격식 고추꼭지제거 장치(특허번호10-0859367, 2008. 9. 12)를 이용하여 꼭지를 분리하는 연구를 수행하였으나, 별도의 효소 처리 공정이 필요하고 고추 과피 부분이 크게 손상되어 생고추 원료의 꼭지 제거 작업 후 분리된 고추 과피와 꼭지를 분리하는 선별작업이 필요하여 실용화가 어려웠음.



그림 23. 충격식 고추 과피 꼭지 제거장치 시작품(식품연/박재복, 2006. 9)

- 상기 연구에서 생고추 원료를 압축롤러로 일정한 압력과 간극으로 압축후 압축인장롤러 조합을 통과하여 고추과피와 꼭지를 분리 제거하는 생고추 원료 꼭지 제거 시스템(특허번호 10-0851925, 2008. 8. 6)이 개발되었음. 이것은 생고추 원료 흡퍼, 생고추 원료 이송콘베어, 진동공급기, 생고추 원료 연속압축기, 생고추 원료 정열 회전판, 안내판, 압축 실리콘롤 조합, 꼭지 배출 콘베어, 과피 배출구, 구동모터, 프레임 등으로 구성되었으며 꼭지제거 처리 용량은 시간당 300kg/hr이고 평균 꼭지제거율은 90%이상으로 나타났음. 그러나 균일한 원료공급이 어렵고 처리용량 증가시 꼭지제거율이 현저하게 떨어지는 문제점이 있었으며 이를 개선하기 위한 별도의 고추과피와 꼭지 분리 장치가 없어 압축실리콘 재질의 내마모성이 우려되고 개발된 시작품이 산업화되지 못하여 고추종합처리장에 공급되지 못하였음.



그림 24. 압축인장 롤조합 생고추 원료 꼭지제거 시스템 시작품(식품연/박재복, 2006. 10)

- 2007년 본 연구과제 협동기관인 (주)생명과학기술에서 진동콘베어 공급장치, 영상처리장치, 절단식 꼭지제거 장치 등으로 이루어진 생고추 원료의 꼭지제거 시스템 시작품을 강원 영월 농협에 설치, 시운전하였음. 본 시작품의 원료 처리량은 300kg/hr, 평균 꼭지제거율 85% 였으나 처리용량 부족과 미분리된 고추꼭지 수작업 분리의 많은 작업인원이 소요되어 문제점이 제기되었음.



그림 25. 영상처리장치를 이용한 생고추 원료 꼭지제거 시스템(영월농협/생명과학기술, 2007. 10)

- 생고추 원료의 이물질 제거 기술에 관한 연구로 2006년 농업진흥청 농업공학연구소에서 수행된 일시수확형 고추수확 및 수확후 고품질 가공기술개발연구에서 소과종의 일시수확형 211, 213호 생고추 원료를 대상으로 수작업 예취기로 절단된 고추줄기를 고추탈과기를 이용하여 고추과피를 탈종하는 연구를 수행하였음. 그리고 고추잎, 줄기 등의 이물질이 혼합된 고추원료를 Turbo팬 흡입 송풍장치, 원료배출 콘베어, 이물질 배출통으로 구성된 정선 선별 장치를 이용하여 이물질 제거하는 실험결과 풍속 12~15 m/sec에서 고추잎을 흡입할 수 있었고 고추원료 정선율이 95%로 양호하다고 하였음. 본 시작품은 고추줄기 및 흙, 자갈 등의 이물질 선별이 어렵고 원료 처리량이 적어 고추종합처리장의 기계수확 생고추 시료의 이물질 제거 시스템으로 활용이 어려운 것으로 판단됨.
- 상기 연구는 시료 개체무게가 6~12 gr, 길이 60~90 mm로서 일반 고추품종의 50% 크기 일시수확형 고추 시료를 홍고추와 녹색고추로 선별하기 위한 진동공급장치와 CCD 카메라가 설치된 영상처리시스템 시작품을 제작하였으며 홍고추와 녹색고추의 비율이 7:3인 시료를 사용하여 색상 등급판별 실험한 결과 선별률은 생력 211호 94.2%, 생력 213호 91.1%, 일반품종은 94.7%로 나타났음. 시간당 처리용량은 일시수확형 310 kg/hr, 일반품종은 380 kg/hr으로 보고하였음. 본 시작품은 원료 처리용량이 적어서 고추종합처리장에서 실용화가 어려운 것으로 판단됨.

2) 국외

- 미국의 고추주산지인 New Mexico State 지역 red pepper chile의 고추수확작업은 9월 초순부터 서리가 오는 12월 초순까지 진행. 고추수확초기인 9월에서 10월 중순까지 고추과피의 수분이 80% 유지되어 기계 수확시 고추잎과 줄기의 혼입량이 적고 기계적 선별 작업이 쉬운 편임.



고추기계수확 포장(품종: Jalapeno)



고추기계수확(미국 Bose사)

그림 26. 미국 고추 기계수확(Las Cruces, NM, 2012, 10)

- 그러나, 10월 중순이후 12월초까지 포장에서 고추 수분이 최대 20%까지 감소되고 잎과 줄기가 심하게 자연 건조되어 기계수확시 고추종실과 함께 잎, 절단 고추줄기 등의 이물질이 대량으로 혼입되고 특히 마른 고추줄기를 선별하는 연구가 많이 진행되었지만 아직도 기계적 선별률이 90%를 초과하지 못하여 고추가공공장에서 수작업 선별을 함.



고추기계수확기 원료 저장탱크



고추건조공장의 고추원료 이물질 선별

그림 27. 기계 수확후 고추원료 이물질 선별 작업(미국)

- 미국의 고추 기계수확시 고추잎, 줄기 등의 선별에 이용된 선별 장치 시작품은 간극벨트 선별기(gap-belt separator), 크리거 정선기(Creager cleaner), 색채 선별기(color sorter) 등이 있음. 간극벨트 선별기는 평형의 고추원료 공급벨트와 경사진 배출 벨트 사이에 일정한 간극을 유지하고 원료를 공급하며 고추과실보다 큰 고추줄기 이물질은 벨트 위로 통과하고 고추과실은 간극사이로 자유 중력 낙하하는 단순한 선별장치이며 선별률은 80% 수준. 크리거 정선기는 다수의 헤리컬 스프링과 원통형 실린더를 조합한 것으로 고추과실은 헤리컬 스프링 위로 통과하고 고추줄기는 하부로 낙하하는 구조이며 선별률은 서리 오기전 10월까지 93.5% 그 이후는 70~75%로 나타났음.



회전이송 정선기(tumbler cleaner)



간극벨트 정선기(gap cleaner)



색채 선별기(color sorter)



크리저 정선기(Creager cleaner)

그림 28. 미국의 기계수확 고추 이물질 제거 장치(NMSU Chile Task Force 자료)

- 기계 수확된 고추원료에 혼입된 고추줄기를 제거하는 연구에 사용된 색채 선별기는 토마토 칼라 선별기(WECO color sorter)의 영상처리 기술을 이용한 것으로 고추과실, 고추줄기, 기타 이물질 등의 선별률이 각각 90, 25, 25 %였으며 실제 고추가공공장에 실용화되지 못하였음.



그림 29. WECO color sorter의 센서 및 배출장치(NMSU, Ryan Herbon 제공)

- 현재 미국 고추수확작업은 90%이상이 기계화되었지만 기계 수확된 생고추 원료는 대부분 건조 후 미세 고추분말 제조에 사용되며 고부가가치의 고추절임 및 소스제조 원료는 수작

업으로 꼭지를 포장에서 제거하여 수확하고 있으며 기계 수확된 생고추 원료도 고추가공공장에서 수작업으로 선별 및 꼭지제거 작업을 하고 있음. 미국 고추산업계에서도 고추꼭지 제거 장치 개발이 가장 우선적으로 해결하여야 하는 연구분야로 결정하고 관련 연구팀에게 고추꼭지 제거 장치의 제거율 및 과피손실의 연구결과가 미흡하지만 꾸준한 연구비 지원을 하고 있음.

- 미국 NMSU 부설 생산기술 엔지니어링센터 (M-TEC, Manufacturing Technology Engineering Center)는 뉴멕시코 지역의 산업체의 기술지원 및 산업분야가 요구하는 새로운 기술을 개발하고 있음. 이곳에서는 농공학분야 연구과제중 하나인 고추 기계 수확 후 고추꼭지를 제거하는 장치(chile de-stemmer)에 대한 연구를 수행하고 있으며, 2006년부터 뉴멕시코 고추협회(NMCA, New Mexico Chile Association)의 연구지원을 받아 할라페노(Jalapeno) 같은 풋고추(green chile)와 Tabasco 및 Salsa 소스의 원료로 사용되는 카이엔고추(Cayenne chile)의 꼭지제거 장치를 개발하여 왔지만 고추가공공장에 적용될 만큼 실용화 할 수 있는 수준에 도달하지는 못하였음.
- 2008년도에는 한국식품연구원이 개발한 압축인장 실리콘롤 조합 고추꼭지제거 원리를 이용한 홍고추(red chile pepper)계통의 Cayenne 고추 꼭지제거 장치의 개발이 이루어졌으며, 이 시작품은 현재 Cayenne 고추 가공공장에 설치 운영 중. 고추꼭지제거 처리량은 시간당 5톤/hr 규모이며 꼭지제거율은 90%로 실용화되었으며 현재 고추 과피에 혼입된 꼭지제거 방법을 연구 중. 이 장치로 녹색고추(green chile pepper) 대과종의 Jalapeno 고추에 적용한 결과 꼭지제거율은 70~80%, 과피 손실률이 30%로 나타나 실용화가 어려운 것으로 판단되었음.(그림 30 참조)
- 따라서 Jalapeno 고추의 적합한 영상 이미지 및 NIR 센서를 이용한 영상처리장치와 절단칼 또는 고압의 water jet의 꼭지절단장치가 적용되는 새로운 꼭지제거장치를 개발 중. 이 시작품 성능은 꼭지제거 처리용량은 5~10톤/hr, 꼭지제거율 90%, 과피 손실률 10% 이하를 목표로 하고 있음.(그림 31 참조)



압축식 고추꼭지제거 장치



Cayenne 고추 꼭지제거 작업



Cayenne 고추 꼭지제거



Jalapeno 고추 꼭지제거

그림 30. 압축인장식 고추꼭지제거 장치(NMSU M-TEC, 2008)

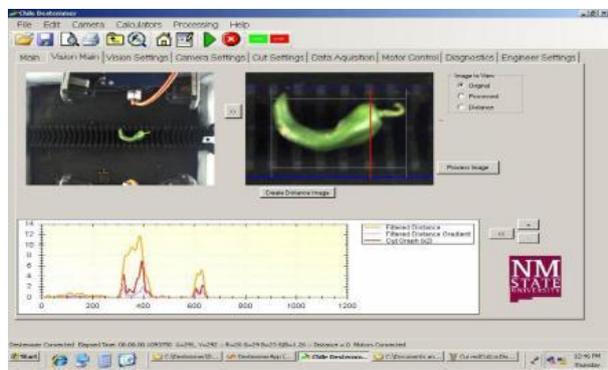


그림 31. 영상이미지 및 NIR 센서를 이용한 고추 꼭지제거장치 시제품(M-TEC, 2012. 10)

제 2절 국내외 특허 현황

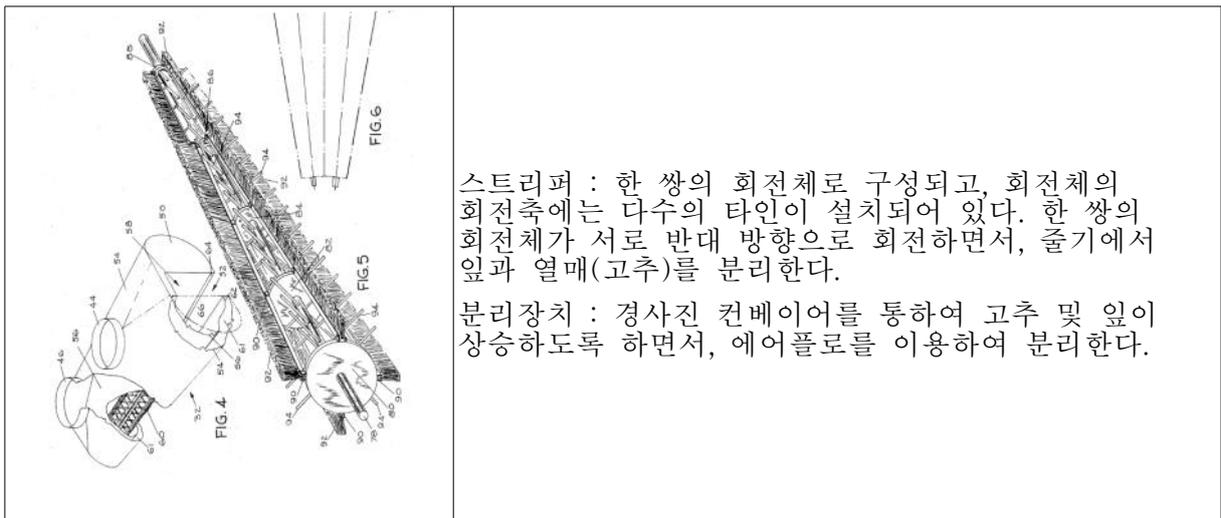
1. 고추 수확기계 개발

가. 특허 분석과 기술 분석

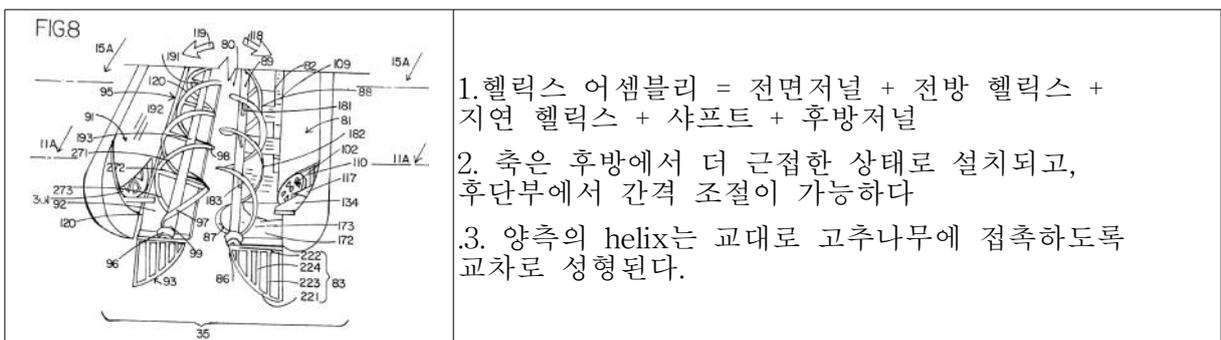
- 고추 수확기에서는 고추를 줄기에서 분리시키는 부분이 제일 중요하기에 이를 탈실 부라고 한다. 이 부분에서 특허 출원이 활발하게 나타남.
- 탈실부는 40년 전부터 미국에서 활발한 특허가 출원되고 90년부터 2000년 전까지 많은 고추 수확기에 대한 특허 출원이 활발하게 발생하였음.
- 최근 5년간의 중국의 특허, 실용신안에서는 미국특허와 달리 보통형 콤바인 형식의 특허 및 실용신안이 활발히 발생 하였음.

(1) 특허조사

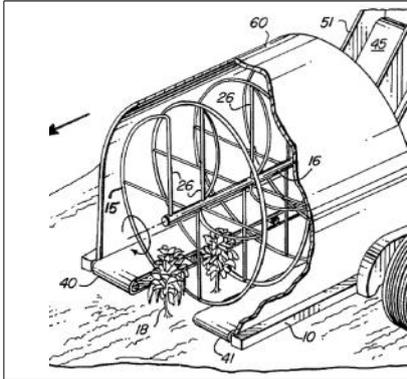
- 특허번호 : US 3,855,760 [1974]



- 특허번호 : US 4,257,217 [1981]

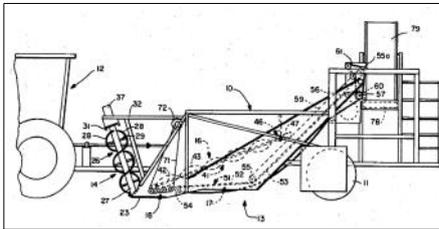


- 특허번호 : US 4,196,570 [1980]



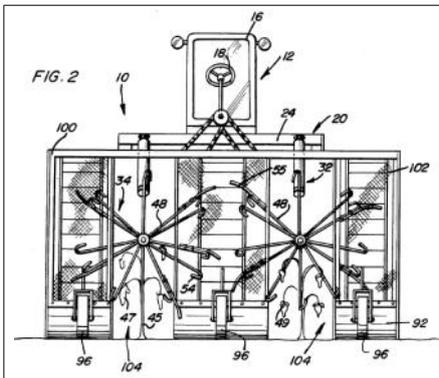
중심축과 중심축에서 일정한 반경을 가지는 헬리컬 가이드; 그리고 헬리컬 가이드와 중심축을 연결하고, 헬리컬 가이드의 인접하는 턱 사이의 공간에서 일정한 길이를 가지는 원호형 픽킹 요소로 구성된다.

- 특허번호 : US 4,402,175 [1983]



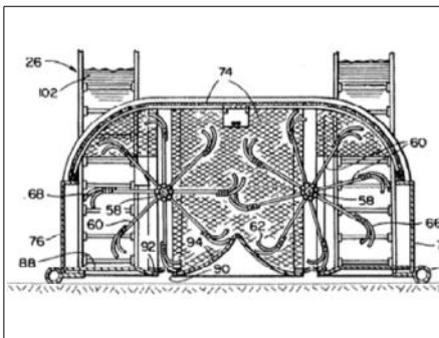
고추 가지를 반복적으로 임팩트하는 임팩트 수단과, 임팩트 수단에 의하여 분리된 고추를 이송시키는 컨베이어 수단 그리고 땅에 떨어진 고추를 픽업하는 픽업 수단으로 구성된다.

- 특허번호 US 4,546,602 [1985]



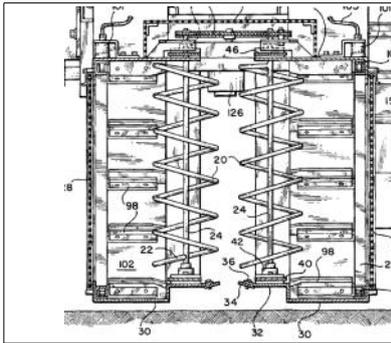
1. 회전축(36) 선단의 솔리드샤프트(46)에 픽킹 요소(48)가 다수 설치되어 있다.
2. 픽킹 요소(48)는 나사 결합에 의하여 결합되고, 그 단부에는 역방향으로 벤딩된 후킹단부(54)를 구비한다.
3. 후킹단부의 양측 하부에는, 컨베이어(88)가 설치되어 있다.

- 특허번호 : US 5,210,999 [1993]



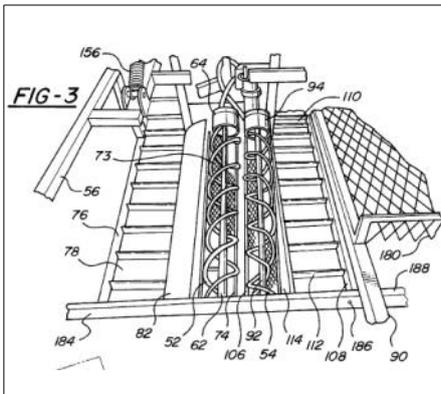
1. 픽킹 유닛은 위에서 설명한 US4,546,602와 유사하다.(수평축+지팡이 형상의 암)
2. 픽킹 유닛에 의하여 채취된 과실과 잎 등은 컨베이어에 올려진다.
3. 분리드럼은 다수의 튜브가 링에 의하여 지지되어 구멍을 형성함. 그리고 분리드럼은 전방으로 하향 경사진 상태로 설치된다. 경사진 상태로 회전하면서, 구멍을 통하여 잎 등의 이물질이 배출된다.

- 특허번호 : US 5,709,071 [1998]



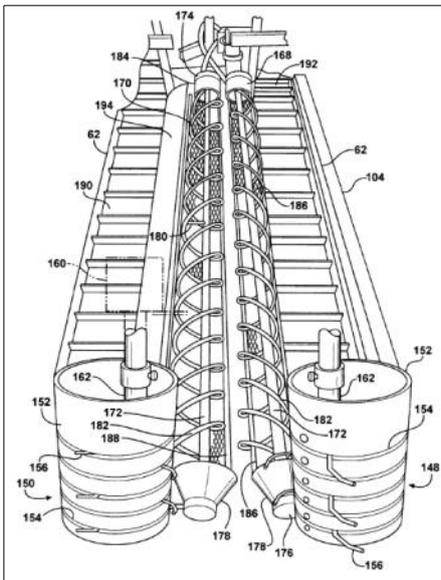
수직으로 배열되는 다수의 픽킹 코일을 구비하고, 조절수단은, 수직 배열의 다수의 픽킹 코일의 상단부와 하단부, 그리고 전단부와 후단 부를 동시에 동일하게 이동시키는 것을 주제로 하고 있다.

- 특허번호 : US 6,003,293 [1999]



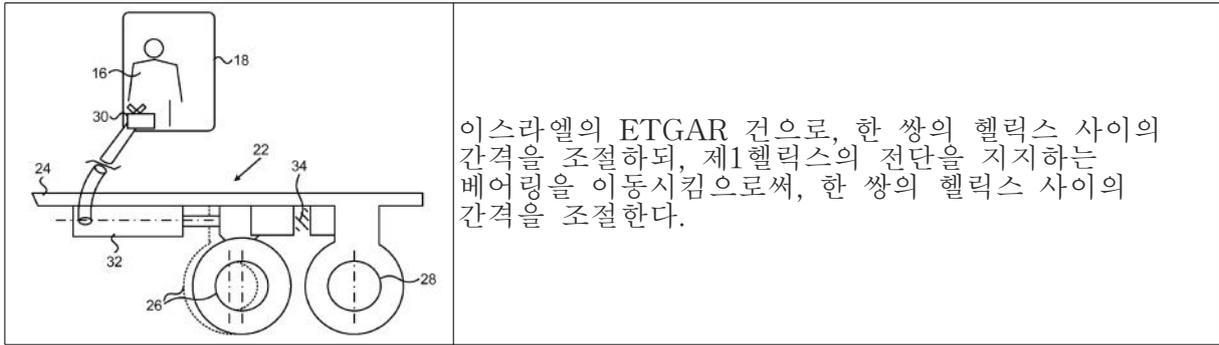
1. 한 쌍의 헬릭스 어셈블리가 상방으로 고추를 들어 올리면서 수확하고, 헬릭스 어셈블리는 근접하거나 이격되도록 조절 가능하다.
2. 채취된 고추는 컨베이어 상으로 떨어져서 후방으로 이송, 그리고 가로 컨베이어가 받아서 이송한다.
3. 주엘리베이터에서 공기 흐름에 의하여 이물질이 제거되면 고추는 롤러베드에 떨어진다.
4. 롤러베드는 이물질을 제거하고, 고추는 사이저로 이송되고, 여기서 미성숙 고추가 제거된다. 그리고 소팅베드 상으로 이송된다.

- 특허번호 : US 7,555,888



1. 프레임
2. 우측 축 튜브 및 스핀들 튜브는 안테나 식으로 수평튜브에 수납 가능하다
3. 히치 어셈블리 수평튜브에 대하여 수평방향으로 회동 가능한 메인 드래프트 튜브 포함한다.
4. 헤더 어셈블리 = 헤더프레임 + 가로수평축 + snout member 등을 포함한다.
5. 헤드리프트 어셈블리는 유압실린더를 포함하고, 헤더 어셈블리를 리프팅한다.
6. 드럼 컨베이어, 7. 과실 분리 및 세척 어셈블리
8. 가로 컨베이어 어셈블리, 9. 과실 방출 컨베이어

- 특허번호 : US 8,079,203



(2) 특허 분석

① 고추의 채취를 위한 구성

- 헬리컬(헬릭스) 형상의 바아를 일정한 간격을 두고 수평으로 또는 경사로 배열하고, 그 사이가 고추를 지나면서 고추를 채취하는 방식
- 회전축을 중심으로 회전하는 다수의 바아를 이용하여 고추를 채취하는 방식
- 축을 중심으로 전후 방향을 다수의 바아를 배열하고, 이러한 축을 일정 간격을 두고 양측에 배열함으로써, 한 쌍의 바아 회전하면서 고추를 채취하는 방식이 주류를 이루고 있다고 할 수 있다.

- 각각의 원리 자체는 이미 공지된 것임을 확인할 수 있다. 현재 존속 중인 권리는 실질적으로 이러한 공지된 원리를 포함하면서, 기타 부수적인 구성이 포함된 상태로 독립항을 구성하고 있어서 침해의 우려는 전혀 없다고 판단된다.

② 채취된 고추에서 잎 또는 줄기 등의 불순물을 선별하는 장치

- 무게 차이에 착안하여 바람을 이용하는 것
- 이송 도중에 구멍 또는 간격을 이용하여 불순물을 제거하는 방법
- 바람과 구멍을 동시에 사용하는 방법

③ 헬릭스 바아의 간격 조절에 관해서는, US5,709,071 및 US 8,079,203의 기술적 내용 및 청구 범위를 꼭 검토하고 침해 여부를 확인해야 할 것으로 판단된다.

④ 현재 콤바인에서 사용하고 있는 선별판 및 풍력을 동시에 이용하는 선별장치는 전혀 제안된 바 없다. 따라서 고추라는 작물에 특히 적합한 선별판 및 풍력을 이용하는 것이 다른 특허에 대한 침해를 구성할 가능성은 없다고 할 수 있다.

나. 해외 기술 조사

(1) Chile Machine Harvesting Observations : 2004

- 2004년 수확시기 동안 12 농장에서 13종의 수확기계로 고추 기계수확 작업을 하였다.



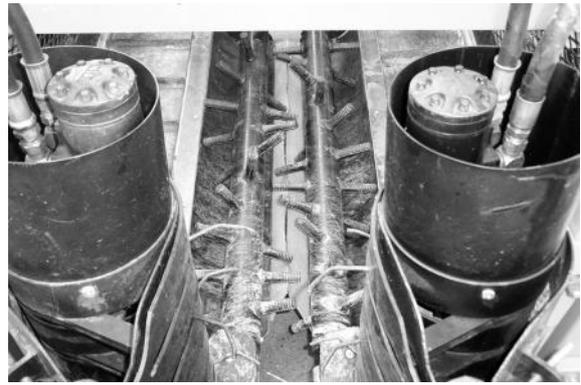
그림 1. 고추수확기계

- 작업속도는 1~4 km/h로, 평균 4조식은 1.8 km/h, 2조식은 2.9 km/h이다.
- 사용하는 모든 탈실부는 역회전하는 장치로 사방에 고추를 날리며, 가끔 탈실부 앞으로 나가기도 한다.
- 원형 관수관개하는 필드 내 중요한 문제점은 타이어가 고랑에 깊게 빠지는 점으로, 주행부가 타이어인 수확기는 골을 지나갈 때 흔들리거나 휘청인다. → Track으로 해결
- 오랜 기간 가장 보편적으로 사용하는 탈실 메커니즘은 고랑을 따라 작업하는 open helix rotors이다.
- 새로운 수확기로는 한축에 고무 핑거들이 헬리컬 패턴 또는 축 방향으로 달린 로터가 장착되어 있다.
- 이 수확기는 헬릭스 로터보다 적은 이물질을 끌어오지만, 사실상 기계에 맞춰 잘 형성된 고추밭에서 관측되었던 결과이다. → 무성하거나 잡풀이 많은 고추밭에서의 결과는 다를 것으로 예상된다.

(2) Chile Machine Harvesting Trials



Open Helix Picking Bar



Rubber Finger Picking Bar

그림 2. 탈실부

- 2005년, open-helix picking bars와 rubber-finger picking bar의 기계 장치 조정 및 속도에 따른 효율을 결정하기 위하여 시험을 실시하였다.
- 효율은 그라운드 및 작물에서의 손실 면에서 측정되었다.
- 수확된 샘플의 고추 손상과 가지 함유율도 기록되었다.

제 3장 연구수행 내용 및 결과

제 1절 자주식 고추수확기계 1차년도

□ 주관기관 : 동양물산 시작품 설계, 개발

가. 고추수확기 요인시험 장치 제작과 요인시험 수행

고추수확기의 탈실부의 설계 인자들 중 고추의 탈실율에 미치는 인자를 선정하고, 최적의 설계치를 구하기 위하여 탈실부 요인시험 장치를 제작하고, 고추대를 이용하여 시험을 실시하였다.

1) 탈실부의 요인시험 장치 제작

탈실부의 요인시험 장치는 고추대를 세워서 이송시키는 이송장치와 이송하는 고추대를 탈실하는 탈실장치로 구성되어 있다.

이송장치는 서로 맞물리는 피드체인을 이용하여 피드체인 사이로 고추대를 세운 상태로 이송할 수 있도록 하였다.

탈실장치는 피드체인에 의하여 이송하는 고추대가 한 쌍의 helix 사이로 지나가면 고추대에 달린 고추를 아래에서 위로 훑어 탈실할 수 있도록 배치되어 있다. 그리고 요인시험 중에 helix를 교체할 수 있도록 제작하였으며, 체인의 이송속도와 탈실부의 회전속도를 인버터에 의하여 조절할 수 있도록 설치하였다.



그림 1. 직경 230 mm의 helix를 장착한 탈실부 요인시험 장치



그림 2. 직경 60 mm의 helix를 장착한 탈실부 요인시험 장치

2) 요인시험

요인시험은 2014년 11월 24일 동양물산 연구소에서 실시하였다. 요인시험 장치의 피드체인에 고추대를 물려서 이송하는 동안 한 쌍의 helix가 역회전하면서 탈실한 결과를 측정하였다. 고추의 이송속도는 0.3 m/s이며, 탈실부의 경사각은 지면과 30° 를 이루도록 제작하였다. 측정 방법은 시험장치에 고추대를 물려서 탈실한 후 고추대에 달린 고추와 줄기가 달린 고추, 탈실된 고추로 구분하여 각각 수량 및 중량을 측정하였으며, 시험은 1회당 고추대 4주씩 3회 반복하였다.

측정한 수량 및 중량을 이용하여 탈실율 및 손실률을 아래와 같이 계산하였다.

$$\text{탈실률(\%)} = \frac{\text{정상적으로 탈실된 고추의 중량(수량)}}{\text{공급한 고추의 총 중량(수량)}}$$

$$\text{손실률(\%)} = \frac{\text{실험 후 고추대에 달린 고추의 중량(수량)}}{\text{공급한 고추의 총 중량(수량)}}$$

helix가 회전하면서 고추 줄기에 달린 고추를 탈실하는 과정을 고속카메라로 촬영하여 정밀 분석하였다.

3) 선별부의 요인시험

선별부의 요인시험 장치는 요동하는 선별 체(sieve)와 선별 체 끝에 바람을 불어주는 송풍 팬으로 구성하였다.

시험방법은 요인시험 장치에 고추와 잎, 줄기 등이 혼합된 상태로 선별 체의 입구에 넣고 선별 체와 송풍 팬으로 선별 후 선별률을 측정하였다. 선별률은 시험장치 뒤로 떨어져 손실된 고추와 선별된 고추의 중량을 측정하여 선별률과 손실률을 아래와 같이 계산하였다.

$$\text{선별률(\%)} = \frac{\text{선별된 고추의 중량(수량)}}{\text{공급한 고추의 총 중량(수량)}}$$



그림 3. 선별 요인 시험 장치

4) 고추수확기 개념 설계와 상세설계

본 연구에서 개발하는 고추수확기는 고추작물이 심어져 있는 1열의 두둑을 따라 주행하면서 고추의 줄기로부터 고추를 떼어내고, 고추를 떼어내는 과정에서 혼입된 고추 줄기, 잎 등을 제거하고 고추를 선별하며, 작업을 하는 동안 고추를 수집 및 저장하는 작업을 동시에 수행한다. 위와 같은 연속작업을 동시에 하기 위하여 고추수확기는 크게 탈실부, 선별부, 수집부로 구성되며, 각 부에서 고추를 이송하기 위한 이송부가 있다. 탈실부는 고추수확기의 선단에 위치하여 고추수확기가 두둑 위를 주행하면서 세워져 있는 고추를 탈실한다. 탈실된 고추는 탈실부의 후방에 위치한 선별부로 이송되고, 선별부는 고추를 떼어내는 과정에서 고추와 함께 혼입된 줄기, 잎 등을 제거하고, 고추를 선별하여 선별부의 우측에 위치한 수집부로 이송한다.

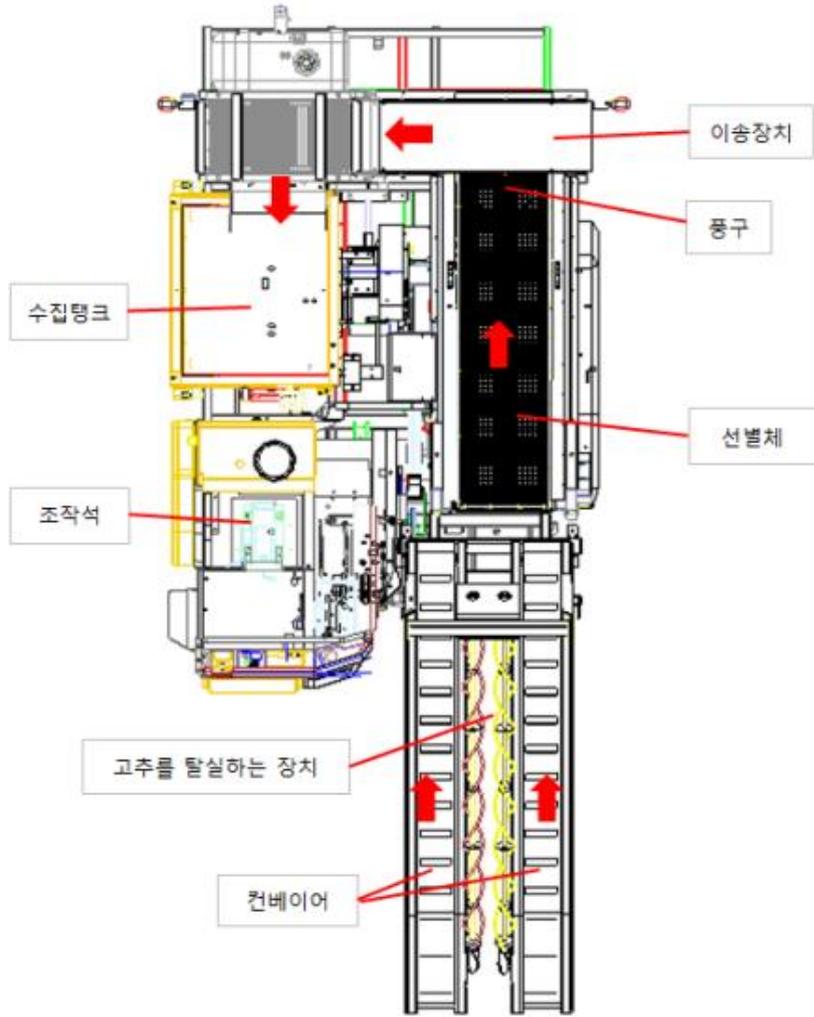


그림 4. 고추수확기의 각부 배치

(1) 탈실부

○ 탈실부의 구성

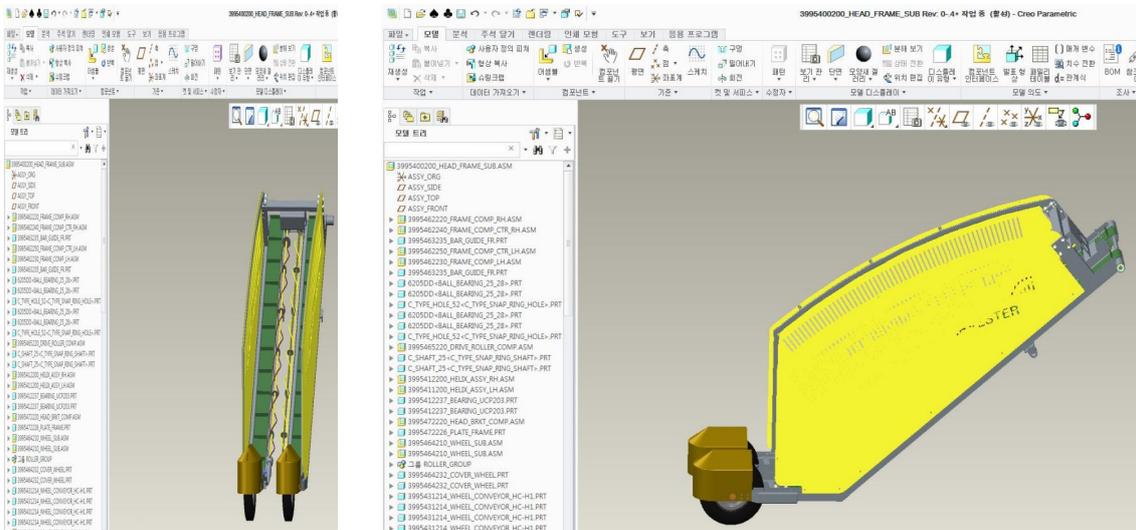


그림 5. 고추수확기 탈실부

탈실부는 고추 작물을 탈실하는 위치까지 유도하는 디바이더(divider)와 고추를 탈실하는 helix부, 탈실하여 떨어지는 고추를 수집하여 선별부로 이송하는 컨베이어부로 구성되어 있다.

○ 디바이더

디바이더는 탈실부의 선단에 위치하여 맨 처음 작물을 접촉하는 부분으로서, 주행 중에 고추대가 기계에 부딪혀 쓰러지지 않도록 고추대를 가지런히 모아주는 역할을 하며, 탈실하는 위치까지 장애 없이 공급하여 탈실효율을 향상시키는 역할을 한다. 본 과제의 디바이더는 아래의 그림과 같이 휠과 휠 커버로 이루어져 있으며, 두 휠의 커버가 디바이더로서 고추작물을 탈실하는 helix의 앞까지 유도한다.

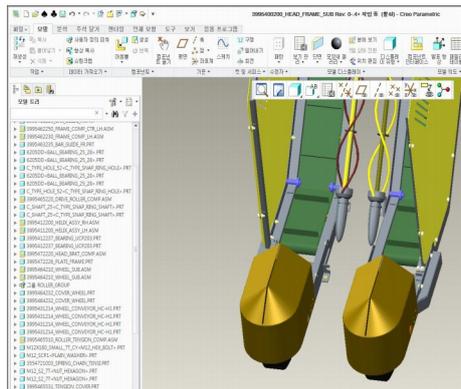


그림 6. 탈실부의 디바이더

○ Helix의 설계

고추를 탈실하는 부분인 helix는 회전하는 축을 중심으로 10 mm의 환봉을 이중 또는 삼중으로 감아 설계하였으며, 피치는 500 mm, 바깥지름은 100 mm이다. 이중 나선은 2개의 나선 봉이 회전축을 중심으로 180°가 되도록 하였으며, 삼중 나선은 3개의 나선 봉이 120°가 되도록 구성하였다.

helix부는 지면과의 경사도가 40°이며, 우리나라 고추작물의 초장이 1~1.2 m인 것을 고려하여 1.5 m의 높이까지 수확할 수 있도록 하였으며, 이에 따라 helix의 전체 길이는 약 2 m이다. 향후, 고추수확기를 제작한 후 시험을 통하여 적합한 고추 품종의 초장 및 폭 등을 조사할 계획이며, 이에 따라 helix의 수확가능 높이 및 길이를 재조정할 것이다.

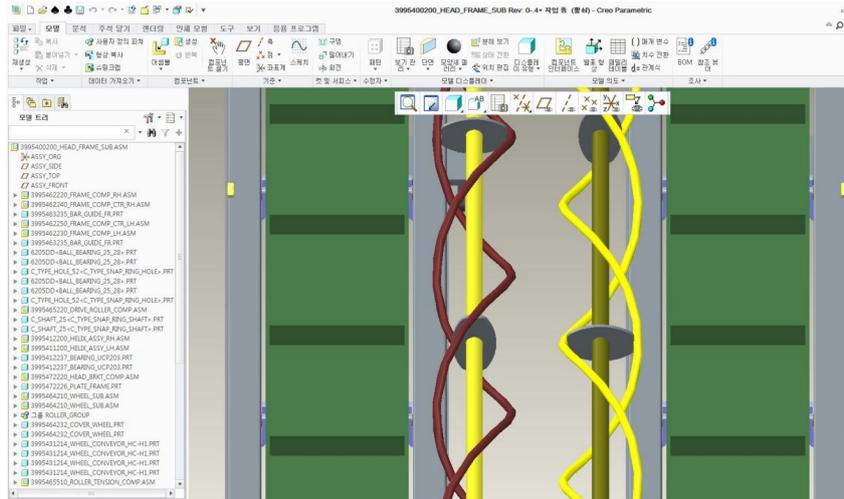


그림 7. 탈실부의 Helix

회전축과 helix 사이에 helix 고정판을 일정한 간격으로 배치하여, helix가 고속으로 회전하여 고추를 탈실하는 과정에서 나선 봉의 변형이 발생하지 않도록 방지하였다.

좌우의 helix는 위의 그림과 같이 90도의 위상차가 나도록 조정하여 helix가 회전할 시 고추를 흔들어 탈실효율을 향상시킬 수 있도록 하였으며, helix 간격은 작물에 따라 조정할 수 있도록 설계하였다. 향후, helix의 간격은 필드시험을 통하여 국내 고추에 대한 적정 간격을 선정할 계획이다.

고추수확기의 탈실부 요인시험 장치에 의하면 300 rpm ~ 400 rpm일 때 탈실 효율이 높았지만, 작업자가 작업하면서 고추의 재식밀도 및 주당 수량에 따라 회전속도를 조정할 수 있도록 유압모터를 이용하였다. helix를 구동하는 유압모터는 정격 출력토크가 59 N·m, 200 ~ 600 rpm 조절 가능하며, 최고 회전속도가 1,000 rpm인 모터를 선정하였다.

○ 컨베이어부 설계

탈실하여 떨어지는 고추를 수집하여 선별부로 이송하기 위하여 helix의 아래쪽에 좌우로 롤러 컨베이어를 설치하였다. 양쪽의 컨베이어는 helix와 최대한 가깝게 위치하였고, helix와 같이 40° 경사지도록 설치하였다. 컨베이어 위의 고추가 뒤로 이송하면서 경사로 인하여 굴러 떨어지지 않도록 일정한 간격으로 칸막이를 설치하였다. 컨베이어의 폭은 180 mm, 칸막이의 간격은 180 mm, 높이는 30 mm이다.

컨베이어의 이송거리는 약 2600 mm로 컨베이어 벨트가 쳐지는 것을 고려하여 아이들 롤러를 일정한 간격으로 설치하여 컨베이어 벨트를 수평을 유지하도록 하였다.

컨베이어는 유압모터에 의하여 구동되며, 구동 롤러에 직접 유압모터를 연결하였으며, 작업 상태에 따라서 이송속도를 조정할 수 있도록 설계하였다.

컨베이어를 구동하는 유압모터는 helix부의 유압모터와 동일하며, 컨베이어를 구동하는데 필요한 토크와 회전속도 범위에 의하여 검증하였고, 계산식은 다음과 같다.

접동부의 마찰력 : $F = F_a + W(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$

여기서, F = 접동부 마찰력

F_a = 외력(벨트 위의 고추의 중량)

W = Belt와 컨베이어 총 중량

α = 경사각

$$T_L = (F \times D) \div (2 \times \eta)$$

여기서, T_L = 부하 토크

D = 롤러의 직경

η = 벨트 및 롤러의 효율, 0.9

(2) 선별부

○ 선별부의 구성

선별부는 요동하는 선별 체와 송풍 팬으로 구성되어, 요동하는 선별 체는 고추와 유입된 줄기, 잎 등의 혼합물을 이송하면서 체보다 작은 잡물질을 제거하고, 선별 체의 끝부분에 위치한 송풍 팬은 고추보다 가벼운 잎 등을 불어주어 고추를 선별한다.

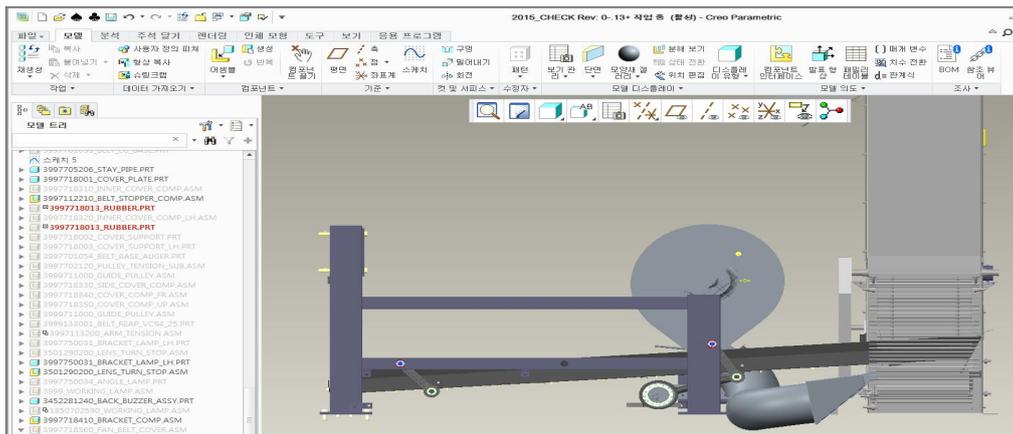


그림 8. 고추수확기 선별부

○ 선별 체

선별 체는 10 × 10 mm의 mesh형 체로 이루어져 있으며, 캠축이 회전을 하면 선별 체가 아래 그림의 파란색 화살표 방향으로 선별 체가 진동하게 된다. 탈실부에서 탈실된 고추와 잎, 줄기 등의 혼합물을 후방으로 이송하면서 정사각형의 구멍보다 작은 이물질을 제거한다. 선별 체의 끝에 줄기 방지용 칼날을 설치하여 줄기는 선별 체의 뒤, 즉 기계의 뒤로 떨어지도록 하였다.

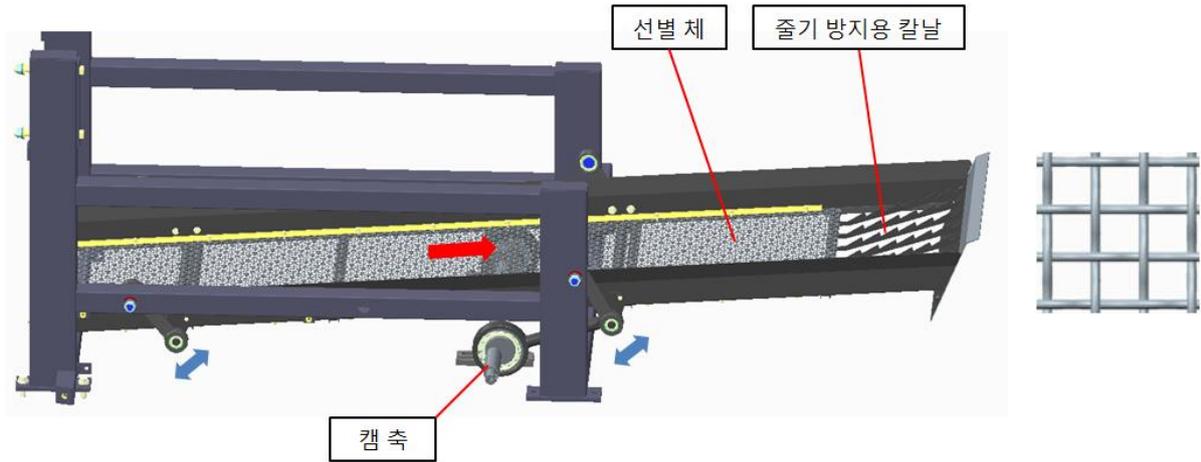


그림 9. 선별부의 선별 체

○ 송풍 팬

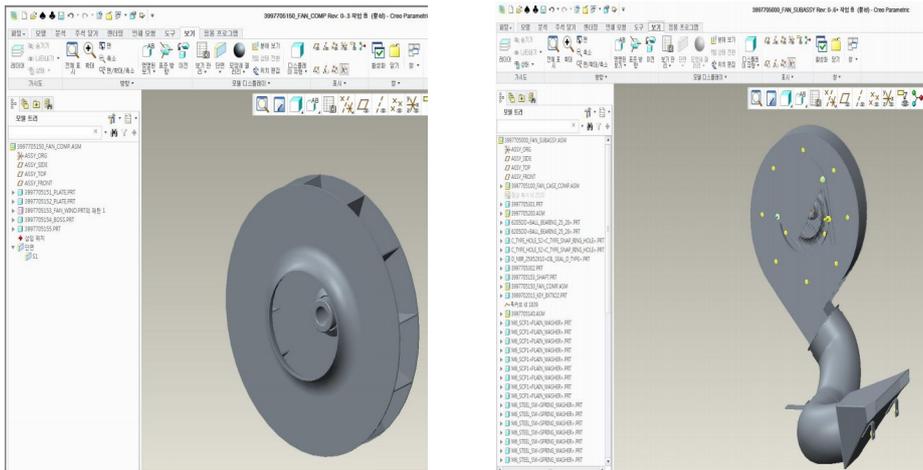


그림 10. 선별부의 송풍 팬

고추수확기의 송풍 팬은 12개의 날개와 풍속 조절용 개폐장치, 풍구 등으로 구성되어 있어, 엔진으로부터 공급된 동력으로 팬을 작동할 시 송풍 팬의 중심부에 열림 정도를 조정하여 풍속을 조절할 수 있고, 바람은 풍구를 통하여 불도록 하였다.

송풍 팬의 바람의 흐름이 줄기 방지용 칼날부에 집중되기 위하여 아래의 그림과 같이 선별 체의 끝단의 아래 부분에 위치하여 줄기, 잎 등이 줄기 방지용 칼날 사이로 빠지지 않고 뒤로 날아가도록 하였다.

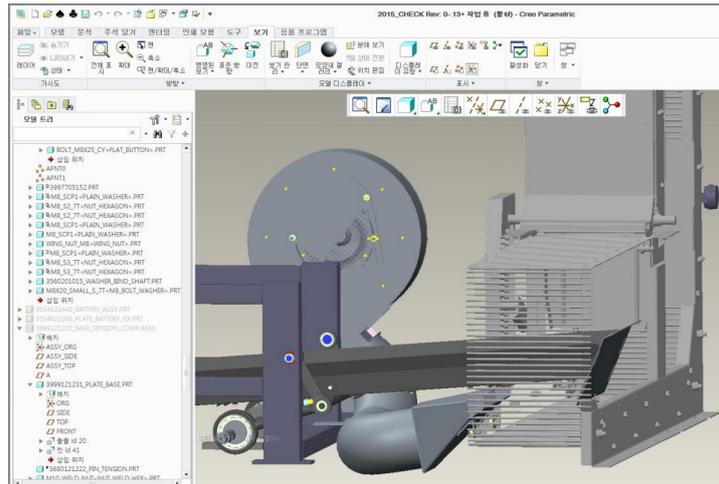


그림 11. 고추수확기계 선별부의 송풍 팬

위의 그림은 선별부의 뒷부분으로, 고추수확기의 선별부가 고추와 혼합물들을 선별할 시 고추는 줄기 방지용 칼날 사이를 통하여 이송부 컨베이어 위로 떨어지고, 줄기는 줄기 방지용 칼날 위를 지나 기체의 뒤로 떨어진다. 선별 체의 아래에서는 풍구에서 바람을 불어넣어 고추의 잎 등 이물질들을 위로 날려 버린다.

(3) 이송 및 수집부

수집부는 작업하는 동안 수확한 고추를 저장할 수 있도록 고추 탱크를 설계하였으며, 크기는 820 × 690 × 1040 mm로 약 0.6 m³의 고추를 저장할 수 있는 용량이다. 체인 컨베이어로 이송된 고추가 수집부 내로 낙하하여 수집된다. 작업 중에 고추가 짝 차거나 작업이 끝날 때 고추를 트럭, 트레일러, 저장 박스에 빠르고 쉽게 옮길 수 있도록 하기 위하여 유압 실린더를 이용하여 설계하였다.



그림 12. 고추수확기계의 수집부

5) 고추수확기 주요 부품의 강도 해석

고추수확기가 수확작업을 하는 동안 탈실부가 안정적으로 탈실 높이를 유지하기 위하여 가이드 바퀴를 장착하였다. 가이드 바퀴를 지지하는 프레임의 강도해석을 실시하였다.

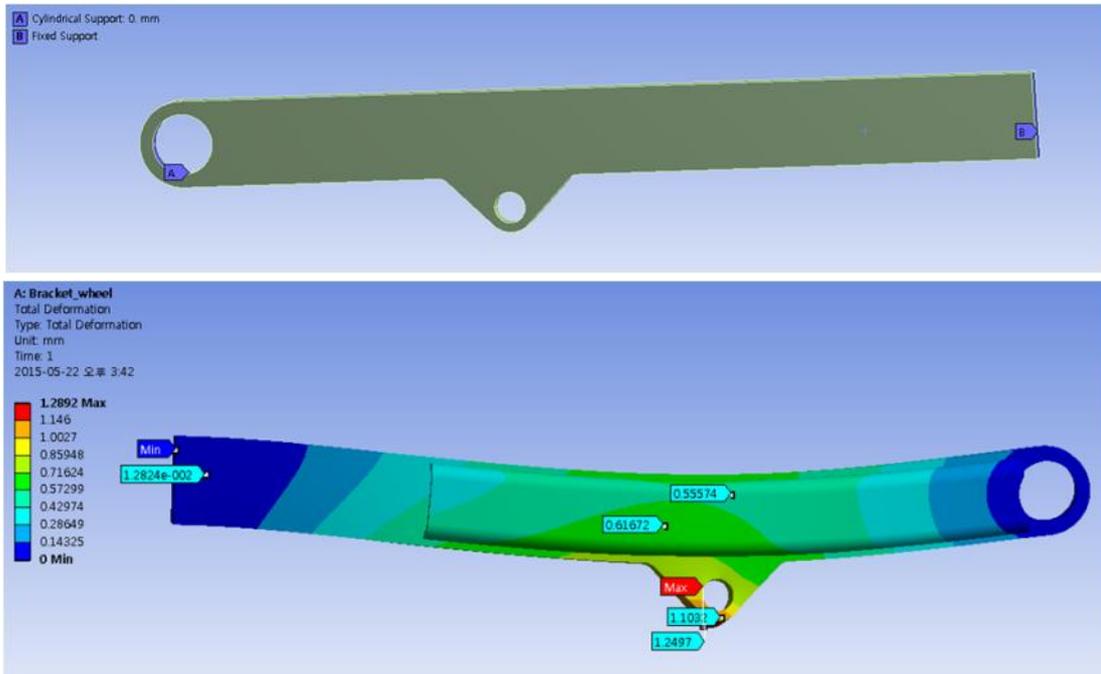


그림 13. 가이드 바퀴 프레임의 강도해석

고추수확기의 탈실부와 메인 프레임을 연결하는 로드에는 가해지는 하중에 대한 강도해석을 실시하였다.

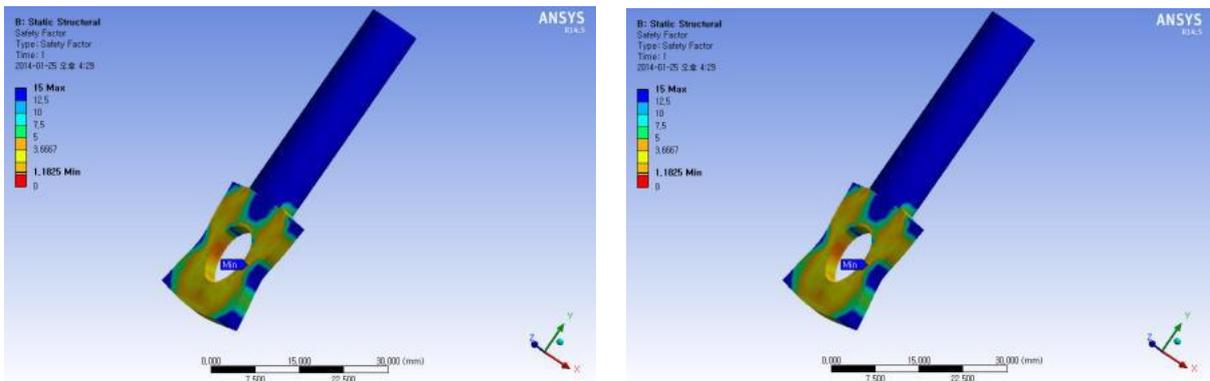


그림 14. 탈실부 연결 로드 강도해석

고추탱크를 400 kg으로 가정하여 실린더가 고추탱크에 힘을 가하여 고추탱크를 상승시키는 데 소요되는 양력에 대하여 해석하고, 선정된 실린더를 검증하였다.

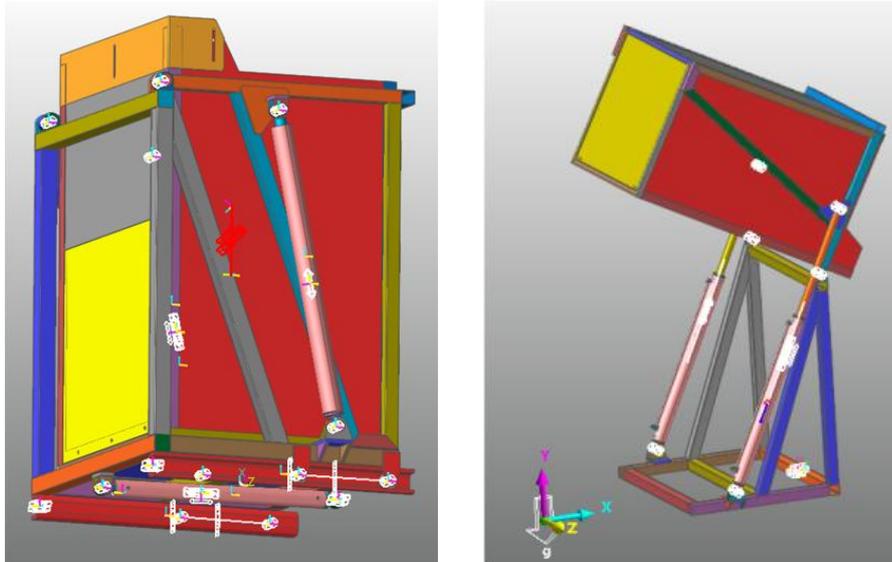


그림 15. 수집부의 실린더 양력 해석

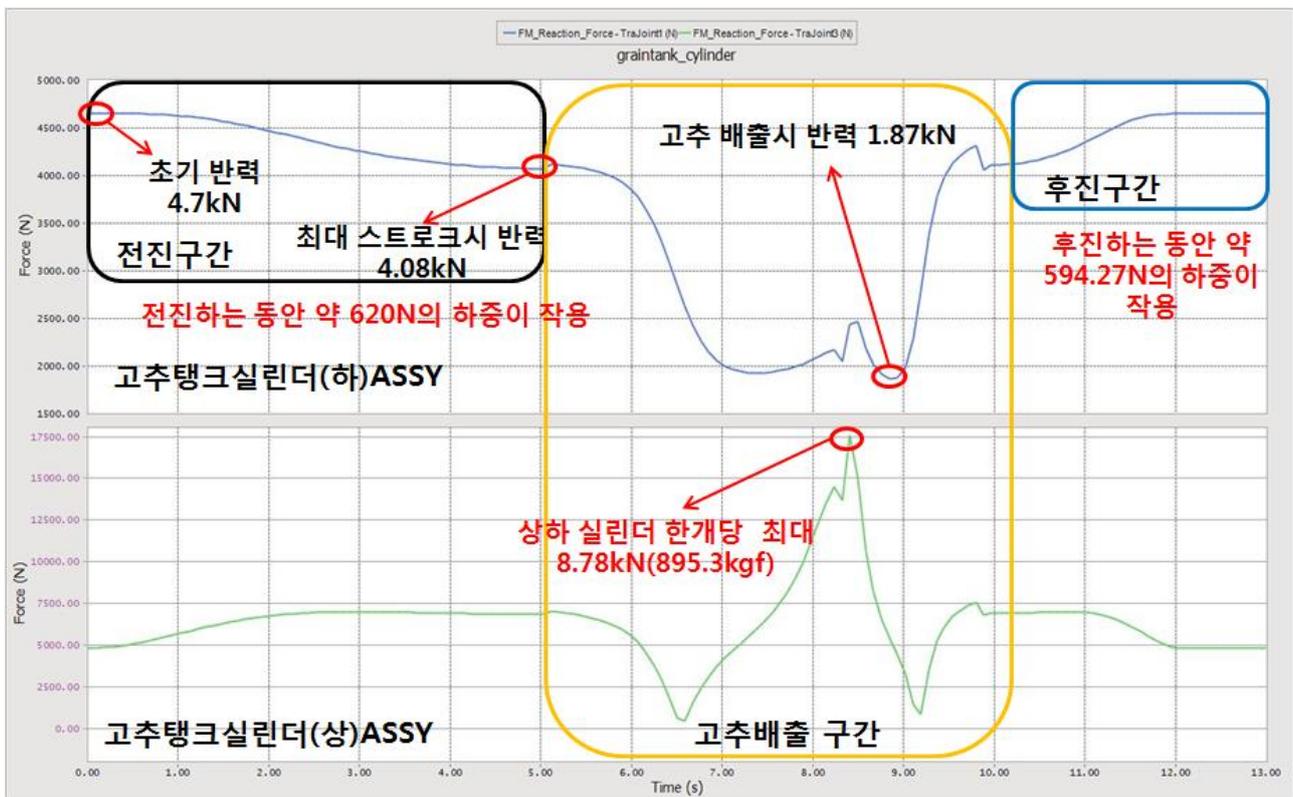


그림 16. 수집부에서 소요되는 실린더의 유압

6) 고추수확기 시작품 및 PROTO 제작

고추수확기의 시작품은 PROTO를 제작하기 위하여 2D 도면 출도를 하여 업체를 선정 및 부품 제작을 발주하였으며, 현재 부품을 제작하고 있다.



그림 17. 시작품 제작 부품

3D 캐드(Modeling)를 이용하여 시작품을 조립 시 문제가 발생할 수 있는 부분과 시작품 제작 과정에서 중요한 사항에 대하여 업체와 협의하였다. 그리고 정밀하게 가공해야 하는 제작품들은 가공 지그 및 용접 지그를 제작하였다. 향후 시작품을 조립하면서 발생하는 문제점을 기록 및 정리할 예정이며, 주기적으로 업체를 방문하여 발생하는 문제점을 즉시 개선함으로써 성능 시험 전에 시작품을 제작할 예정이다.

□ 협동기관 : 전북대학교

가. 기술자료 및 문헌분석

1) 관행연구 및 국·내외 논문 및 보고서 분석

(1) 관행연구

① 관행 요인시험 장치 및 시험 요인

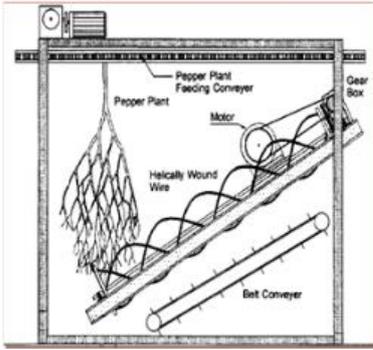


그림 18. 요인시험 장치

표 1. 시험 요인

Parameter	Magnitude
Helix의 피치	100cm
Helix의 각도	30°
Helix의 수	3
Helix 간의 사이의 간격	1.5, 3, 4.5, 7.5cm
Helix의 길이	180 cm
Helix의 직경	18, 23, 28, 30, 33 cm

② 요인시험 결과

- 나선의 직경이 18 cm까지 가지가 부러지는 현상이 자주 발생하였다.
- 직경이 23 cm 이상인 경우, 유의성 차이가 나타나지 않았다.
- 따라서 23 cm 정도로 작게 설계하는 것이 바람직하다고 판단된다.
- rpm이 110, 145, 180, 215에서 고추대 이동속도 0.1, 0.2, 0.3 m/s로 실험한 결과, 가장 높은 탈실율은 215 rpm일 때 0.1 m/s에서 94.1%로 나타났다. 평균 탈실율은 180 rpm일 때, 0.1 m/s에서 88.6%로 가장 크게 나타났다.

③ 탈실부 시험 요인 설정

표 2. 탈실부 시험 요인 설정

속도	0.1 m/s	0.2 m/s	0.3 m/s
	↓	↓	↓
RPM	180	360	540

- 고추대의 이동속도가 증가함에 따라, 탈실부 나선의 회전속도가 빨라야 된다고 판단된다.
- 가변형으로 다양한 실험을 위해 100-600 rpm으로 범위 조정하였다.
- 탈실부의 작업속도의 목표가 0.2-0.3 m/s이기 때문에, 작업 속도에 맞춘 설계 및 실험이 필요하다고 판단된다.

나. 기존 고추 수확기의 구조 및 성능 분석

1) 이스라엘과 미국의 개발된 고추수확기의 제원 및 동영상을 통한 구조 및 성능 분석



그림 19. 이스라엘 고추수확기

표 3. 이스라엘 고추수확기 제원

이스라엘	조건
나선직경	10 cm
나선길이	2 m
Helix의 회전속도	300 rpm
Helix쌍	3 쌍
두 Helix사이의 폭	5 cm
두 Helix 사이의 간격	중심으로부터 0.5 m

표 4. 미국의 개발된 고추수확기 제원

업체명	Boese	Oxbo	PikRite
위치	미시간	위스콘신	펜실베이니아
Type	Helix	Helix	Bar
Head(탈과부)	이스라엘수입	이스라엘수입	자체
수확조수	4조	2조	2조
조간거리	40inch	20inch	
마력	175마력	140마력	
구동방식	자주식(Wheel)	자주식(Wheel)	트랙터 견인식

2) 중국의 고추 재배 현황 및 개발된 고추수확기 분석

① 중국의 고추 재배 현황

- 현재 중국의 고추재배 면적은 130만 ha 이며, 생산량은 2700만 톤에 달한다.
- 중국은 2월 하순에서 3월 중순 사이에 파종을 하며, 9월 하순에 수확을 한다.
- 중국의 신장 지역에서 중국에서 개발된 고추수확기를 사용한다.
- 중국의 신장지역은 마른고추를 생산하는 주요 산지이다.
- 신장지역에서 건고추 제조용 고추 품종으로는 선형고추, 양각 고추, 소각고추가 있다.
- 양각고추, 판고추라고 불리는 이 품종은 우리나라의 금탑이라는 품종을 사용하며, 미국홍이라는 품종과 함께 주로 많이 재배되어진다.



그림 20. 중국의 고추 파종하는 모습



그림 21. 선형 고추



그림 22. 양각 고추

- 중국의 고추재배의 인건비는 총 비용의 30~40%를 차지한다. 따라서 고추 재배의 기계화가 필요하다.

② 중국에서 개발된 고추수확기

- 중국의 고추수확기는 스프링 빗 롤러식 고추채취 방식을 사용한다.

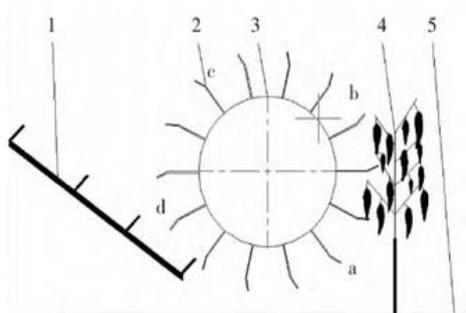


图1 辣椒采摘原理图

Fig. 1 Picking principle of pepper

1.输送带 2.弹齿 3.滚筒 4.辣椒植株 5.地面

그림 23. 고추채취 원리

- 스프링 빗의 끝 부분인 작업부분에는 고무로 된 커버를 씌워 스프링 빗과 고추 과실의 충격력을 완충시키고 고추의 파손율을 낮추는 작용을 하며, 동시에 스프링 빗은 부식을 방지하는 특성을 갖고 있는 재질을 사용하였다.



图 5 弹齿设计图
Fig. 5 The shape spring tooth

그림 24. 스프링 빗의 3D 설계

- 정선부는 고추혼합물이 이송벨트에 의해 정선부 앞부분에 이송된다.
- 별모양 휠이 회전하면서 고추를 흔들어 분산시키고 고추와 고춧잎 등을 아래로 떨어지고 다시 탈실과정을 진행한다.
- 큰 고추나무 줄기는 기계 밖으로 배출되며, 고춧잎 등 불필요 물질은 송풍기 바람에 의해 날아간다. 선별된 고추는 수집함으로 들어간다.

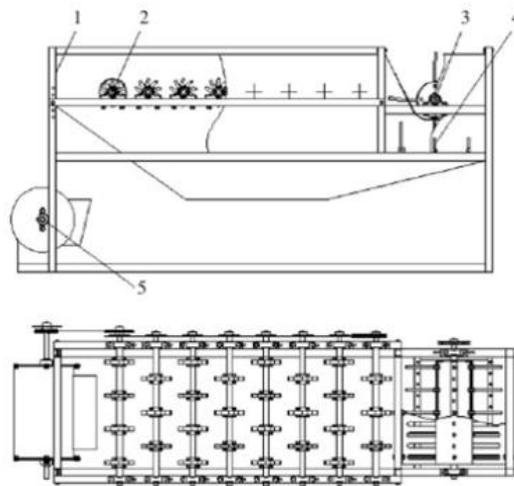


图 1 清选分离装置的总体结构
Fig.1 The overall structure of cleaning and separating device

그림 25. 고추수확기 정선부 구조

다. 최적 탈실 및 이송방식과 장치 고안

1) 탈실부 요인시험 장치 설계 및 제작(동양물산 기업과 공동제작)



그림 26 탈실부 요인시험 장치

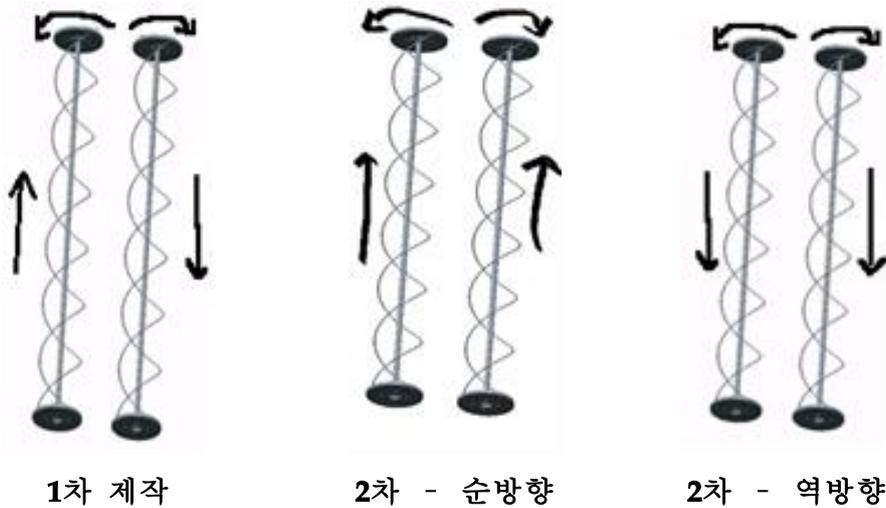
표 5. 탈실부 시험 요인

	1st Factor of Test	2nd Factor of Test
Number of Rotation for Helix(rpm)	200, 300	200, 300, 400
Helix Angle(°)	30	30
FeedChain of Transference Speed(m/s)	0.3	0.3

2) 나선의 설계 방안

① 순방향과 역방향 제작

- 나선의 감은 방향에 따라 순방향과 역방향으로 나누어서 제작하였다.
- 나선의 회전 방향은 1차 제작과 2차 제작이 같다.



1차 제작

2차 - 순방향

2차 - 역방향

그림 27. Helix의 방향

② 나선의 제원 변경

표 6. 나선의 제원 변경

	1차시험-2중나선	1차시험-3중나선	2차시험-2중나선
나선 피치	660 mm	1000 mm	600 mm
나선 길이	2200 mm	2200 mm	2150 mm
나선 선경	10 mm	10 mm	10,15 mm
나선 내경	230 mm	230 mm	60 mm
Plate 직경	260 mm	260 mm	70 mm
두 나선사이의 거리	50 mm	50 mm	35 mm

③ 탈실부 요인시험 방법

- 1차 요인시험의 목적 : 피치가 다른 2 종류의 나선, 2중 나선과 3중 나선에 따른 탈실율 분석.
- 2차 요인시험의 목적 : 2중 나선으로 두께가 다른 2 종류의 나선, 선경 10 mm, 15 mm 따른 탈실율 분석
- 고추시료의 주간거리는 35 cm로 설정하였다.
- 고추시료를 수를 감안하여 시험 1회당 고추대 3~4주씩 사용하였다.
- 시험반복 횟수는 rpm의 3 요인 중 하나 당 3회씩 실시하였다.



그림 28. 요인시험 사진

④ 탈실부 요인시험 결과

- 1차 요인시험 결과는 2중 나선일 때, 300 rpm에서 가장 높은 탈실율이 나타남.
- 2차 요인시험 결과는 나선의 선경과 나선의 감은 방향을 고려하였고, 순방향에서는 선경 10 mm, 300 rpm에서, 역방향일 때는 선경 15 mm, 400 rpm에서 높은 탈실율이 나타났 다.
- 2차 요인시험에서 최상의 탈실율을 고려하면 역방향이고, 나선의 선경이 15 mm, 400 rpm 일 때 이지만, 400 rpm은 진동이 크고, 요인시험 장치를 구동하는데 있어 위험이 있다고

판단된다. 따라서 그 다음의 최적의 조건인 순방향이며 나선의 선경이 10 mm, 300 rpm에서의 작업조건이 최적이라고 판단된다.

- 1, 2차 요인시험을 종합하면, 최적의 작업조건은 2중 나선이며 순방향일 때 선경이 10 mm, 300 rpm으로 판단된다. 또한 1, 2차 요인시험을 기반으로 3차 요인이 시험이 필요할 것으로 판단되어진다.

표 7. 1차 요인시험에 따른 평균 탈실율

시험조건	탈실율
2중 나선, 200 rpm	35%
2중 나선, 300 rpm	59%
3중 나선, 200 rpm	44%
3중 나선, 300 rpm	56.33%

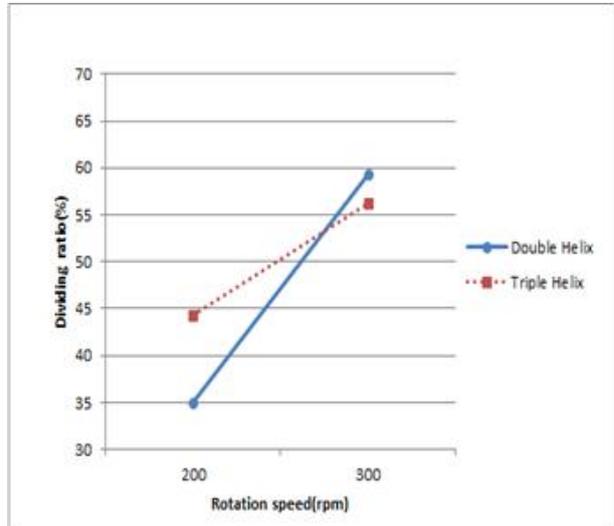


그림 29. 1차 요인시험에 따른 탈실율 그래프

표 8. 2차 요인시험에 따른 평균 탈실율

시험 조건 (회전방향, 나선의 두께)	rpm 및 탈실율
순방향, 10 mm	300 rpm, 76.41%
순방향, 15 mm	300 rpm, 74.85%
역방향, 10 mm	400 rpm, 62.13%

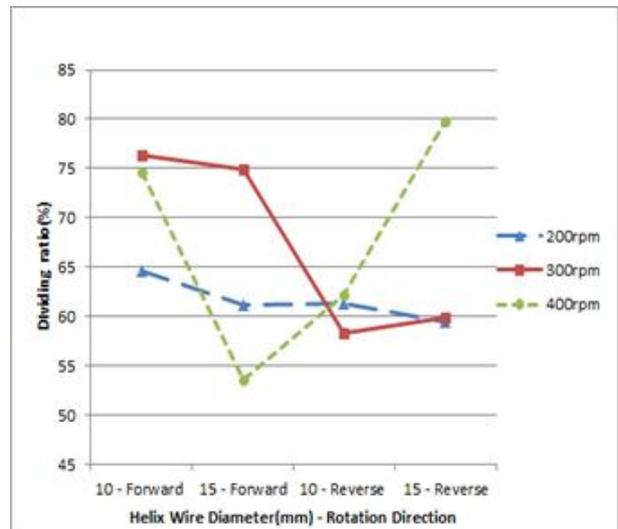


그림 30. 2차 요인시험에 따른 탈실율 그래프

⑤ 탈실부 요인시험 계획

- 1, 2차 요인시험을 기반으로 3차 요인 시험을 할 예정이다.
- 2차 요인시험에서 400 rpm에서도 탈실율이 높게 나타났기 때문에 진동을 저감할

수 있는 방안도 고려할 필요가 있다.

- 3차 요인시험에서는 시료를 많이 확보하여, 요인에 따른 탈실율의 정확성을 높이고, 편차를 줄여서 최적의 탈실율을 도출 할 것임.

자주식 고추수확기 개발을 위한 탈실부 요인 시험⁺

Factorial Test of Crop Divider for Development of Self-propelled Pepper Harvester

강경식¹ 박상훈¹ 강영선² 남요상² 신서용² 김대철^{1*}

¹전북대학교 생물산업기계공학과

²동양물산기업(주)

K. S. Kang¹ S. H. Park¹ Y. S. Kang² Y. S. Nam² S. Y. Shin² D. C. Kim^{1*}

¹Dept. of Bioindustrial Machinery Engineering, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea

²TongyangMoolsanco.,LTD, Gongju 314-862, Korea

서론

고추는 미곡 다음으로 농가 소득에 중요한 경제 작물이며, 국내 시장 규모가 연간 1 조원에 달하는 국민 식생활에 가장 중요한 양념 채소류이다. 국내 고추 재배면적의 지속적인 감소 및 생산량의 감소로 인해 가격 상승으로 이어지고 있다. 또한 고추 생산 시 수확 작업의 비율이 가장 높고, 수작업으로 이루어지고 있다. 따라서 고추 재배의 기계화가 현실적으로 중요하며, 노동 시간의 감소와 노동력에 따른 비용감소의 효과를 위해 수확 작업의 기계화가 필요하다. 본 연구에서는 고추를 따는 작업을 대체할 탈실부의 요인시험 장치를 설계 및 제작하여, 각각의 요인에 따른 적정 탈실 성능의 파악 및 분석하였다.

재료 및 방법

탈실부의 요인시험은 1차, 2차로 나누어서 실시하였다. 시료인 고추는 농촌진흥청 원예특작과학원 및 충남 논산 소재의 개인농가에서 재배한 것을 사용하였다. 탈실부 요인시험 장치는 크게 나선이 구동되는 탈실부 및 피드체인을 이용한 고추의 이송부로 구성하였다. 1차 요인시험에서는 피치가 다른 2종류의 나선, 2중 나선과 3중 나선에 따른 탈실률을 분석하였고, 2차 요인시험에서는 2중 나선으로 두께가 다른 2종류의 나선, 선경 10 mm, 15 mm에 따른 탈실율을 분석하였다. 요인시험에서 나선의 회전속도는 200, 300, 400 rpm으로 설정하였으며, 고추묘의 이송속도는 0.3 m/s로 설정하였다. 2차 요인시험에서는 나선을 제작할 때 감는 방향을 고려하여, 순방향과 역방향으로 제작하여 시험을 실시하였다. 고추시료의 주간거리는 35 cm로 설정하였다. 고추시료의 수를 감안하여 시험 1회당 고추대 3~4주씩 사용하였으며, 시험반복 횟수는 rpm의 3 요인 중 하나 당 3 회씩 실시하였다.

결과 및 고찰

탈실부의 1차 요인시험에서는 400 rpm의 경우, 진동과 고추시료가 입구에 들어가자마자 가지가 부러지는 현상이 나타났다. 따라서 400 rpm을 제외하고 시험을 한 결과, 2중 나선과 3중 나선의 경우 200rpm 보다 300 rpm에서 높은 탈실률이 나타났고, 평균 탈실률 및 최대 탈실률은 2중 나선 300rpm에서 나타났다. 2차 요인시험에서는 나선의 선경과 나선의 감는 방향을 고려하여 시험한 결과, 순방향에서는 선경 10 mm, 300 rpm에서, 역방향일 때는 선경 15 mm, 400 rpm에서 높은 탈실률이 나타났다. 최상의 탈실률을 고려하면 역방향이고, 나선의 선경이 15 mm, 400 rpm일 때 이지만, 400 rpm은 진동이 크고, 요인시험 장치를 구동하는데 있어 위험이 있다고 판단된다. 따라서 그 다음의 최적의 조건인 순방향이며 나선의 선경이 10 mm, 300 rpm에서의 작업조건이 최적이라고 판단된다. 하지만 400 rpm에서 높은 탈실률이 나타났기 때문에 진동을 저감시킬 수 있는 방안도 고려해볼 필요가 있다고

* 교신저자 : T, 063-270-2590, F, 063-270-2620, dckim12@jbnu.ac.kr

+ 본 연구는 농림수산과학기술기획평가원 농림기술개발사업의 지원으로 수행되었음.

표 9. 2015년 춘계학술대회 발표

	내용
1. 일시	2015년 4월 30일
2. 장소	농촌진흥청 국립농업과학기술원
3. 학회	한국농업기계학회, 2015 춘계학술대회
4. 발표자	전북대학교 생물산업기계공학과 강경식
5. 발표주제	자주식 고추수확기 개발을 위한 탈실부 요인시험
6. 발표내용	탈실부 요인시험 장치에 대한 제작 및 시험에 따른 결과 분석 및 적정 작업조건 도출

⑦ 논문게제 관련 학술지 투고

- 탈실부 3차 요인시험을 통해 탈실율을 분석하고 요인시험에 따른 문제점 및 개선점을 도출하여 한국농업기계학회 학술지인 Journal of Biosystems Engineering에 7월 중순에서 말에 투고할 예정임.

표 10. 학술지 투고 내용

	내용
1. 투고일시	2015년 7월 중순에서 말 예정
2. 학술지	Journal of Biosystems Engineering
3. 학술지 홈페이지	www. jbeng.org
4. 투고자	전북대학교 생물산업기계공학과 강경식
5. 투고주제	자주식 고추수확기 개발을 위한 탈실부 요인시험
6. 투고내용	탈실부 요인시험 장치에 대한 제작 및 3차 요인 시험에 따른 탈실율 분석 및 탈실작업에 대한 문제점 및 개선점 도출

3

라. 선별부 최적 시스템 구상

1) 선별부의 해석

(1) 고추의 물성 조사

- 해석 조건으로 사용하기 위해 풋고추를 활용하여 고추의 질량, 부피, 밀도 등을 구하고 물성치 실험법을 활용하여 고추가 바닥에 떨어졌을 때 튀겨 오르는 정도를 측정하여 탄성계수 0.358를 도출하였다.



그림 31. 고추 물성 조사

- (2) 동력학 해석 및 입자거동해석을 통한 선별부 시물레이션
- 동력학 해석을 위해 고추수확기 선별부의 단순화 모델링을 수행하였다.
 - 물성치 실험을 통해 얻어진 탄성계수 값을 동역학 해석 프로그램인 Recurdyn에 적용하여 선별부에서의 고추 이송 성능을 분석하였다.
 - Recurdyn으로는 여러 개의 고추과실에 따른 선별부의 이송 성능을 보기에 시물레이션 시간이 많이 길어지는 문제점 때문에 입자거동해석 프로그램인 EDEM을 사용하여 해석을 진행 중

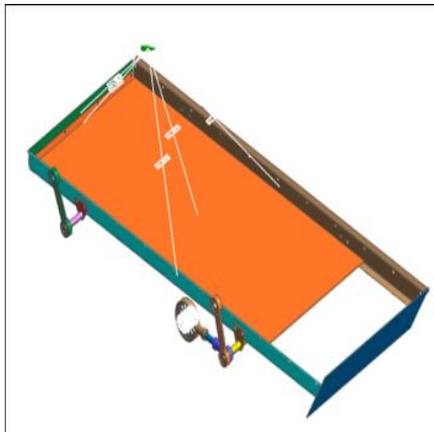


그림 32. 선별부 시물레이션

- (3) 기존의 개발된 고추의 선별부를 분석을 통한 선별부 설계
- 미국 출장에서 견학하였던 선별부 및 기존에 연구된 논문이나 보고서를 분석하여 선별부 설계함



그림 33. 선별부 설계

마. 주요 시스템 설계해석 검토

1) 탈실부 고안 및 설계에 따른 구조해석을 통한 검토

(1) 설계된 탈실부 구조해석

→ 구조해석 프로그램인 ANSYS를 활용하여 설계된 탈실부의 나선에 선경 10mm와 15 mm에 따른 굽기의 적정성을 파악

- 해석하려는 모델링에서 나선의 선경에서의 굽기를 조정(10 mm, 15 mm)

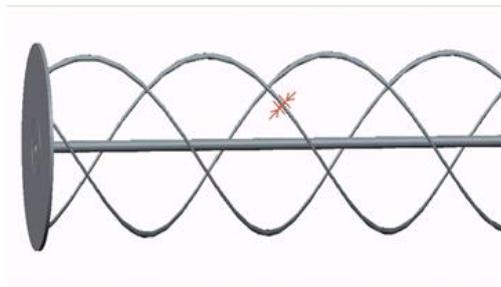


그림 34. 나선의 변경부분(굽기)

- Mesh의 경우는, nodes는 10388개, elements는 1905로 나타났다.

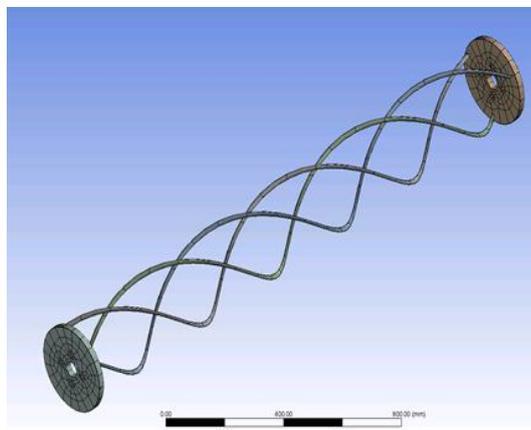


그림 35. 나선의 Mesh한 모습

- 구속조건은 양 끝에 있는 Plate를 고정시키기 위해 Fixed support 옵션을 사용하여 고정하였다.

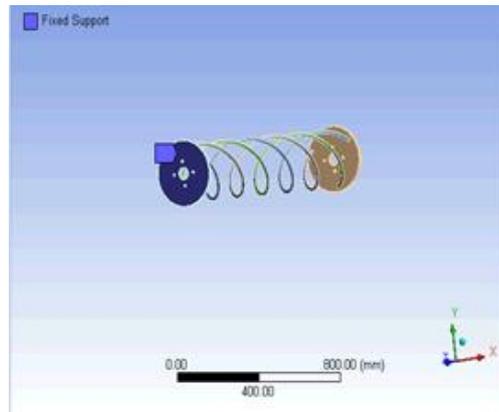


그림 36. 구속조건 - Fixed support

- 고추 과실에 평균 인장력은 21 N으로, 21 N 조건과 고추 과실이 3개 정도 닿는다고 가정하고 63 N의 극한 조건 2 가지 경우로 나선에 힘을 주었다.
- 해석 결과 나선의 선경이 10 mm이고 고추 과실에 인장력인 힘이 21 N일 때, 변형량은 최대 25.319 mm이며, 응력의 경우 116.91 MPa로 나타났다.

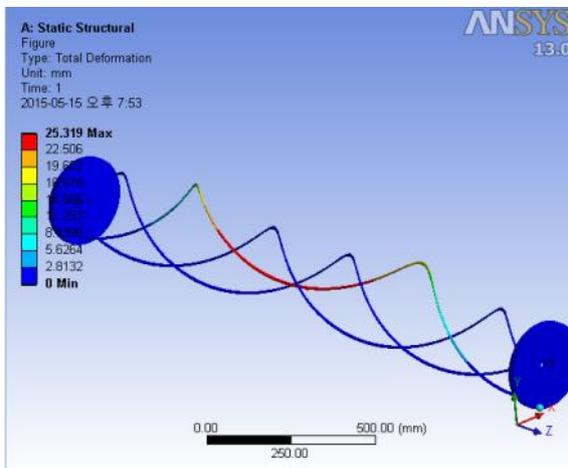


그림 37. 선경 10mm, Force가 21N일 때 변형량

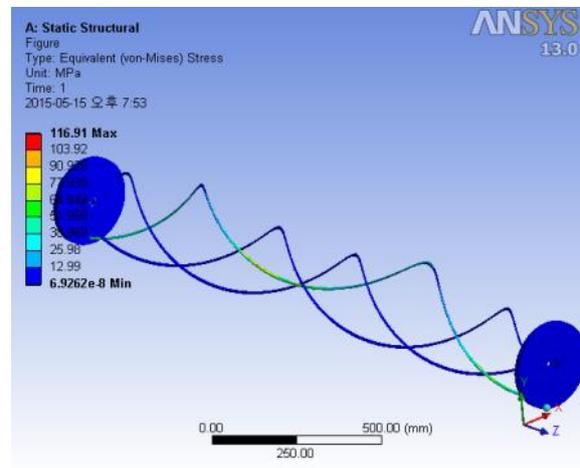


그림 38. 선경 10mm, Force가 21N일 때 응력

- 해석 결과 나선의 선경이 10 mm이고 극한조건에서 힘이 63 N일 때, 변형량은 최대 75.956 mm이며, 응력의 경우 350.72 MPa로 나타났다.

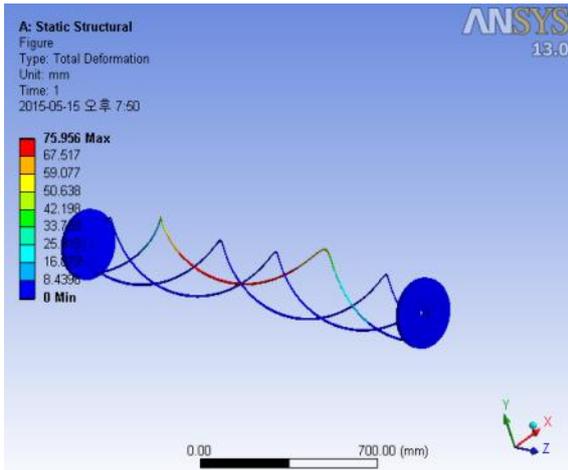


그림 39. 선경 10mm, Force가 63N일 때 변형량

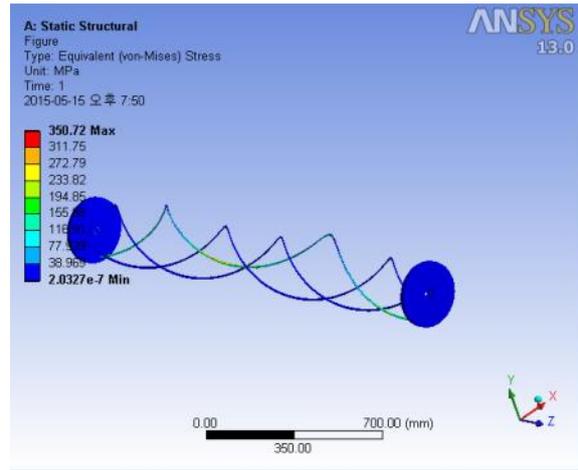


그림 40. 선경 10mm, Force가 63N일 때 응력

- 해석 결과 나선의 선경이 15 mm이고 고추 과실의 인장력인 힘이 21 N일 때, 변형량은 최대 6.6348 mm이며, 응력의 경우 30.817 MPa로 나타났다.

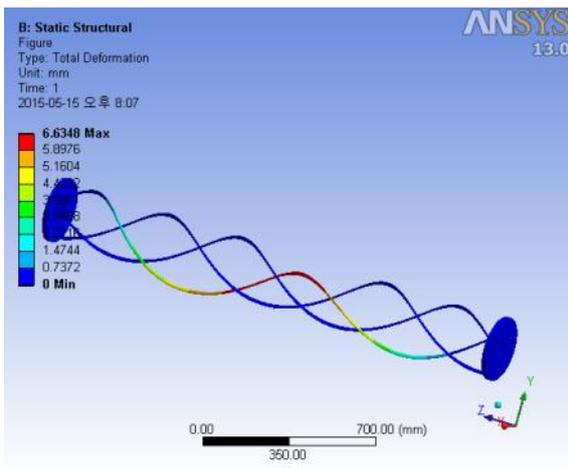


그림 41. 선경 15mm, Force가 21N일 때 변형량

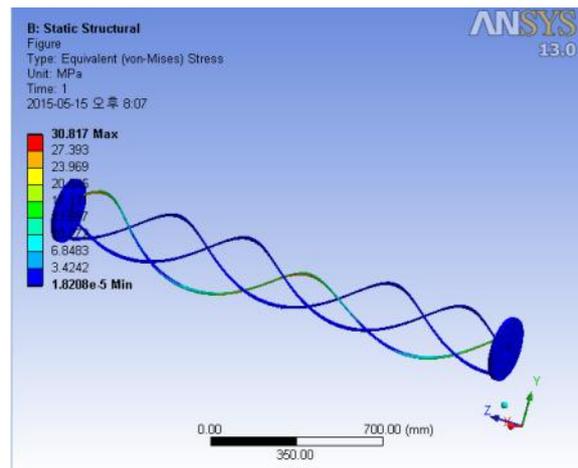


그림 42. 선경 15mm, Force가 21N일 때 응력

- 해석 결과 나선의 선경이 15 mm이고 극한조건에서 힘이 63 N일 때, 변형량은 최대 19.905mm이며, 응력의 경우 92.452 MPa로 나타났다.

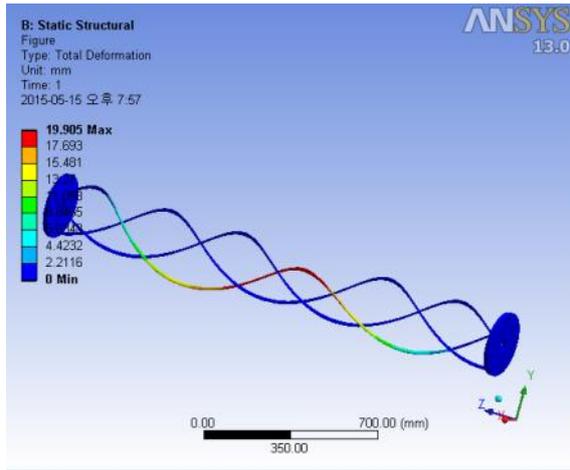


그림 43. 선경 15mm, Force가 63N일 때 변형량

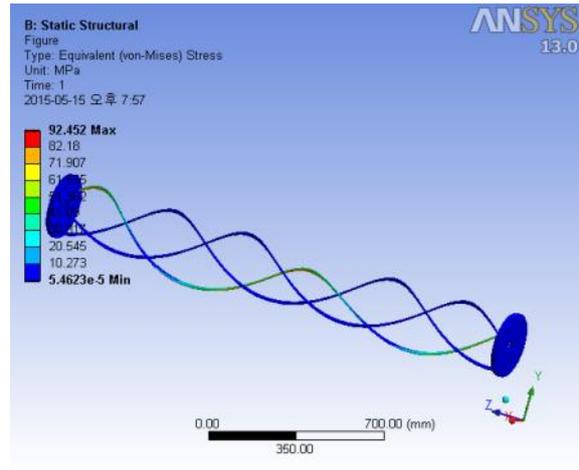


그림 44. 선경 15mm, Force가 63N일 때 응력

- 구조해석 결과 값을 표를 정리 하면 다음과 같다.

표 11. 구조해석 결과 값

	10mm , 21 N	10 mm, 63 N	15 mm, 21 N	15 mm, 63 N
변형량(mm)	25.319	75.956	6.6348	9.905
응력(MPa)	116.91	350.72	30.817	92.452

- 결과를 분석해 보면, 인장력 21 N과 극한조건 63 N 사이에서 변형량과 응력 값이 2~3배 정도 차이가 나타났다.
- 항복강도(245 MPa)와 비교해본 결과, 선경이 10 mm, 인장력 63 N일 때 항복강도를 훨씬 넘는 결과를 보여 위험하다고 판단된다.
- 변형량이나 응력의 경우 10 mm, 63 N에서 많은 차이를 보이며 가장 큰 값이 나타났다.
- 대체적으로 변형량과 응력의 경우는 선경이 10 mm일 때가 15 mm일 때 보다 높게 나타났다.
- 응력에 경우는 선경이 10 mm일 때보다 15 mm일 때 훨씬 낮게 나타났다.
- 따라서, 구조물에 발생할 수 있는 처짐이나 응력에 따른 위험도를 고려하면 나선의 선경이 15 mm일 때가, 10 mm일 때 보다 적정하다고 판단된다.
- 또는 축과 나선 사이에 지지봉을 설치하여 나선에 걸리는 응력과 변형량을 최소화 할 수 있는 방법을 제안함

□ 협동기관 : 원예특작과학원

<제 2협동과제 > 고추 수확기계화를 위한 품종선발 및 재배법 개발

[시험 1] 고추 수확기계화에 적합한 품종 선발 및 수확적기 구명

1차 년도에는 고추 수확기계화에 적합한 품종 선발 및 수확적기 구명을 위하여 흥연(원예원 육성), 적영(원예원 육성), 흥선(원예원 육성), 승자영광(현대), PR스마트(농우), PR맛깔조은(매일), PR무적(농협), PR국가대표(코레곤), 상현(수집계통), R7(수집계통) 등 총 10품종을 4월 18일 파종하여 국립원예특작과학원 채소과 노지포장에 6월 23일에 정식하였으며 수확은 9월 30일에 수확하였다. 다음은 평가 계통들의 적과수량, 적과수, 일과중, 과장, 과경을 나타낸 표이다(표 12).

표 12. 시험품종별 일시수확 수량 및 과실의 원예적 특성

품종명	적과수량 (g/주)	적과수 (개/주)	일과중 (g)	과장 (cm)	과경 (mm)
흥선	976.4 ^a ± 59.8	94.9 ^b ± 15.8	16.1 ^b ± 0.38	11.5 ^b ± 0.46	23.9 ^{bc} ± 2.52
적영	929.3 ^a ± 126.6	86.9 ^{bc} ± 8.3	16.4 ^b ± 0.92	12.8 ^{ab} ± 1.62	22.5 ^{cd} ± 2.35
R7	797.2 ^{ab} ± 166.0	136.8 ^a ± 34.4	9.7 ^d ± 0.79	7.8 ^c ± 0.77	19.3 ^{ef} ± 0.18
흥연	679.9 ^{bc} ± 145.0	73.3 ^{bcd} ± 13.4	12.6 ^c ± 0.58	8.7 ^c ± 0.10	26.5 ^a ± 1.32
승자영광	629.0 ^{bd} ± 199.9	75.2 ^{bcd} ± 15.7	15.0 ^b ± 0.73	12.7 ^{ab} ± 1.51	19.7 ^{ef} ± 0.94
PR스마트	566.2 ^{bd} ± 65.5	54.2 ^{de} ± 11.6	14.7 ^b ± 0.86	13.6 ^a ± 1.63	17.3 ^{fg} ± 1.16
PR맛깔조은	541.8 ^{bd} ± 231.7	59.8 ^{cd} ± 25.8	15.8 ^b ± 0.74	11.5 ^b ± 1.02	20.5 ^{de} ± 1.09
PR무적	512.3 ^{cd} ± 119.1	54.2 ^{de} ± 4.3	15.4 ^b ± 1.71	13.4 ^{ab} ± 0.84	17.5 ^{fg} ± 1.56
상현	464.2 ^{cd} ± 50.0	25.9 ^e ± 4.7	25.6 ^a ± 2.72	12.4 ^{ab} ± 0.29	26.1 ^{ab} ± 1.27
PR국가대표	362.9 ^d ± 69.4	44.0 ^{de} ± 11.0	11.9 ^{cd} ± 0.37	12.0 ^{ab} ± 0.96	15.4 ^g ± 0.40
유의수준	***	****	****	****	****

^a 평균간 비교 : DMRT

고추 기계수확에 적합한 품종선발에 있어서 적과의 일시 수확율은 매우 중요하다 할 수 있다. 공시재료로 이용한 10개의 품종 중 일시 수확 시 수량이 가장 높았던 품종은 원예원 육성 품종인 ‘흥선’ 품종이었으며 ‘R7’의 경우 일과중은 9.7g으로 공시재료 중 가장 낮았으나, 적과수가 1주당 평균 136.8개로 공시재료 중 가장 많아 적과수량이 전체 품종 중 세 번째로 높게 나타났다. 반면에 ‘상현’은 일과중은 25.6g으로 공시재료 중 가장 높았으나, 적과수가 주당 25.9개로 총 적과수량은 매우 낮게 조사되었다.

공시재료로 사용한 시판 품종 중 가장 적과수량이 높았던 것은 ‘승자영광’이었으며 전체 공시재료 중 가장 수량이 낮았던 품종은 ‘PR국가대표’로 일시 수확 시 품종 간 수량이 최대 3배 이상 차이가 나는 것을 확인하였다.

공시재료 중 과장이 가장 길었던 품종은 ‘PR스마트’ 였으며, 과경은 ‘홍연’ 품종이 컸다. 일시 수확시 적과수량과 수확갯수, 과실의 길이와 폭 등 어떠한 조건이 고추 기계수확에 유리할 지에 대해서는 추가적으로 검토가 필요할 것으로 판단되었으며 다음은 공시품종들의 포장에서 재배전경을 보여주는 사진이다.



그림 45. 수확기계에 적합한 품종선발을 위한 재배시험

[시험 2] 수확기계화를 위한 농자재 경감재배법 개발

시험 2에서는 유인하는 방법을 다양하게 하여 일시수확 시 수량과 차이가 있는지를 조사하였다. 품종은 적영(원예원), 생력211(원예원), PR스마트(농우) 등 총 3품종을 사용하였으며 유인방법은 활죽, 활죽과 절화망, 지주와 절화망, 관행 총 4가지 방법으로 유인을 하였다. 3월 23일 파종하였고 5월 14일에 정식하여 9월 19일에 일시수확하였다. 농자재는 기계수확 시 철거 등 기계 수확에 큰 걸림돌이 되기 때문에 가능한 적은 농자재를 사용하는 것이 유리할 것으로 생각된다.

표 13. 시험품종별 유인방법에 따른 일시수확 수량 및 과실의 원예적 특성

품종명	유인방법	적과수량 (g/주)	적과수 (개/주)	일과중 (g)	과장 (cm)	과경 (mm)
적영	활죽	191.6 ^b ± 76.3	38.9 ^{cd} ± 7.7	8.9 ^{cd} ± 3.6	9.3 ^d ± 3.5	14.6 ± 5.6
	활죽 절화망	327.8 ^a ± 109.1	47.0 ^{bc} ± 11.7	11.6 ^b ± 1.0	11.5 ^{bc} ± 0.6	17.4 ± 0.9
	지주 절화망	259.2 ^{ab} ± 102.0	36.8 ^{cd} ± 9.9	11.4 ^b ± 1.1	11.4 ^c ± 0.5	17.2 ± 1.1
	관행	296.2 ^a ± 47.1	41.5 ^{cd} ± 7.5	11.2 ^b ± 1.8	11.3 ^c ± 0.7	16.6 ± 1.4
생력211	활죽	258.6 ^{ab} ± 84.2	53.9 ^{ab} ± 12.3	7.1 ^d ± 2.7	7.7 ^{de} ± 0.4	15.0 ± 0.6
	활죽 절화망	250.8 ^{ab} ± 90.5	53.4 ^{ab} ± 13.8	8.0 ^d ± 0.7	7.9 ^{de} ± 0.3	15.2 ± 0.6
	지주 절화망	269.8 ^{ab} ± 107.5	57.4 ^a ± 14.5	6.8 ^d ± 2.6	6.8 ^e ± 2.6	13.0 ± 4.9
	관행	188.4 ^b ± 56.1	44.1 ^{bc} ± 11.3	7.5 ^d ± 1.1	7.8 ^{de} ± 0.6	14.9 ± 1.0
PR스마트	활죽	245.9 ^{ab} ± 63.6	30.4 ^d ± 5.3	10.8 ^{bc} ± 4.3	11.5 ^{bc} ± 4.4	14.6 ± 5.6
	활죽 절화망	271.8 ^{ab} ± 90.5	31.2 ^d ± 9.0	12.4 ^{ab} ± 0.9	13.1 ^{abc} ± 0.3	15.9 ± 1.2
	지주 절화망	286.6 ^a ± 64.0	33.5 ^d ± 7.0	14.0 ^a ± 0.9	13.3 ^{ab} ± 0.4	16.2 ± 1.2
	관행	240.3 ^{ab} ± 66.5	31.2 ^d ± 5.7	12.8 ^{ab} ± 1.3	13.6 ^a ± 0.6	15.6 ± 1.2
유의수준		*	****	****	****	ns

^{a)} 평균간 비교 : DMRT

공시재료 3품종에 대해 일시수확시 유인방법별 적과수량 차이를 조사한 결과, 품종별로 차이를 보였으나 3품종 모두 활죽 혹은 지주를 이용한 절화망 유인방법에서 수량이 높게 나타났다.



그림 46. 수확기계에 적합한 품종선발을 위한 재배시험

표 14. 시험품종별 지주간격에 따른 일시수확 수량 및 과실의 원예적 특성

품종명	지주 간격	적과수량 (g/주)	적과수 (개/주)	일과중 (g)	과장 (cm)	과경 (mm)
적영	1.7m	305.8 ^{ab} ± 75.5	43.0 ^{bc} ± 8.7	11.3 ^{bc} ± 1.7	11.4 ^b ± 0.7	16.9 ^a ± 1.4
	2.5m	259.6 ^{ac} ± 102.2	43.0 ^{bd} ± 10.7	10.0 ^c ± 3.3	10.1 ^c ± 3.2	15.4 ^{ac} ± 4.9
	3.3m	240.7 ^{ac} ± 109.0	37.1 ^{ce} ± 9.4	11.1 ^{bc} ± 1.5	11.0 ^{bc} ± 0.8	17.0 ^a ± 1.3
생력211	1.7m	232.2 ^{bc} ± 96.6	49.9 ^b ± 16.0	7.1 ^d ± 2.3	7.1 ^d ± 2.3	13.6 ^c ± 4.3
	2.5m	299.1 ^{ab} ± 62.1	60.0 ^a ± 9.7	8.0 ^d ± 0.7	7.8 ^d ± 0.4	15.3 ^{ac} ± 0.8
	3.3m	194.3 ^c ± 75.8	46.5 ^b ± 10.6	7.6 ^d ± 1.0	7.7 ^d ± 0.5	14.6 ^{bc} ± 0.9
PR스마트	1.7m	308.9 ^a ± 52.7	34.5 ^{cf} ± 6.1	12.9 ^a ± 1.1	13.5 ^a ± 0.4	15.6 ^{ac} ± 1.1
	2.5m	263.5 ^{ac} ± 63.7	33.9 ^{ef} ± 5.6	12.8 ^a ± 1.7	13.1 ^a ± 1.0	16.3 ^{ab} ± 1.0
	3.3m	211.1 ^c ± 64.8	26.3 ^f ± 5.3	12.6 ^{ab} ± 1.4	13.0 ^a ± 0.5	16.1 ^{ab} ± 1.5
유의수준		**	****	****	****	*

♪ 평균간 비교 : DMRT

공시재료 3품종에 대해 일시수확시 지주설치 간격별 적과수량 차이를 조사한 결과 적영과 PR스마트의 경우 관행적으로 사용되고 있는 1.7m간격으로 지주를 설치했을 경우 수량이 가장 높았으며 일시수확형 품종인 ‘생력 211’의 경우 적영, PR스마트 품종보다 초장이 짧아 지주간격이 기존 관행간격보다 다소 넓은 2.5m 처리구에서도 유인줄이 받는 힘이 다른 품종보다 크지 않아 수량이 높아질 수 있었던 것으로 추정한다. 유인방법 및 지주설치 간격별 시험구는 1년차 시험에서 일시수확시기가 다소 늦어져 탄저병에 의한 수량 손실이 매우 높았으며 2년차 시험에서는 이를 고려하여 수확시기를 다소 앞당기고, 적합품종선발 시험에서 실제 일시수확에 적합한 수확시기가 언제인지 구명할 계획이다.

<위탁과제 > 고추 기계화 적용 품종선발 및 기술개발

[시험1] 기계화 적용 품종선발 (1년차)

가. 품종별 생육현황(8월 상순)

표 15. 품종별 생육현황

품종명	초장 (cm)	주경장 (cm)	경경 (mm)	분지수 (개/주)	측지수 (개/주)	착과수 (개/주)
PR장마당	87.0	24.6	13.2	11.2	7.0	23.9
PR연속타	94.6	25.9	16.2	12.4	6.9	44.8
일당백골드	91.7	25.8	14.9	10.8	6.3	47.0
독주역강	96.6	25.1	15.8	12.1	6.7	42.8
무한질주	94.9	25.3	15.4	11.4	6.3	52.1
불탑	93.5	23.2	15.5	11.6	6.2	52.6
PR천년미소	86.6	25.9	14.8	11.7	6.9	40.9
대권선언	89.3	24.0	15.3	10.2	5.3	42.5
PR싹쓸이	92.5	29.0	16.3	11.1	6.4	46.6
국풍조생	94.8	26.7	16.5	11.3	7.1	51.8

8월 상순의 품종별 초장에서는 너무 크지 않는 품종이 기계수확에 적합할 것으로 보이며 장마당, 대권선언, 천년미소 3품종이 적합하다. 주경장은 짧고 경경은 굵은 것이 생육에 유리하므로 연속타, 국풍조생, 독주역강이 적합하지만 착과수와 연계가 되어야 한다. 분지수는 10.2개에서 12.4개로 2.2개의 차이를 보였으며, 착과수는 23.9개에서 52.6개로 품종간 최대 30여개의 수량 차이가 났다. 착과수에서 적품종은 무한질주, 불탑, 국풍조생, 일당백골드, 싹쓸이 등 5품종으로 조사되었다.

나. 수확시기별 완숙과의 과장크기별 비율

표 16. 수확시기 별 완숙과의 과장크기별 비율

품종명	수확시기별 완숙과의 과장크기별 비율(%)								
	8월 30일			9월 10일			9월 20일		
	12cm이상	12-8cm	8cm이하	12cm이상	12-8cm	8cm이하	12cm이상	12-8cm	8cm이하
장마당	40.6	46.7	12.7	11.7	65.8	22.5	12.1	78.0	9.9
PR연속타	20.9	58.5	20.5	16.8	54.3	28.9	3.8	66.4	29.8
일당백골드	35.6	41.6	22.8	23.3	40.6	36.1	12.6	67.0	20.4
독주역강	32.6	52.7	14.7	30.9	37.6	31.5	7.0	79.9	13.1
무한질주	31.1	42.4	26.6	46.8	36.0	17.2	14.2	73.6	12.2
불탑	85.3	13.3	1.4	67.5	26.0	6.5	52.1	46.9	1.0
PR천년미소	30.9	56.8	12.3	20.4	64.1	15.5	14.0	72.0	14.0
대권선언	43.4	52.1	4.5	34.2	49.6	16.2	15.7	68.8	15.4
씩쓸이	62.3	31.6	6.0	11.6	71.7	16.7	9.4	80.3	10.3
국풍조생	47.4	48.1	4.5	28.7	66.8	4.5	46.0	51.2	2.7
평균	43.0	44.4	12.6	29.2	51.2	19.6	18.7	68.4	12.9

수확시기별 12cm 이상 대과분포 비율은 8월30일에는 43%, 9월 10일에는 29.2%, 9월 20일에는 18.7%로 조사 되었으며 수확시기가 늦을수록 대과의 비율이 떨어지는 경향을 보였으며, 8cm 이하 크기는 12.6~19.6%로 나타났다. 따라서 수확시기를 늦추어도 과비대에는 영향이 없어 대과 수확은 줄어 들 것이다.

다. 수확시기별 적과율과 이병과율

표 17. 수확시기 별 적과율 및 이병과율

품종명	적과율(%)			이병과율(%)		
	8/30	9/10	9/20	8/30	9/10	9/20
장마당	38.0	18.1	15.7	2.6	1.6	2.9
PR연속타	49.1	72.5	52.5	1.0	1.0	6.0
일당백골드	53.9	62.1	62.4	1.6	2.5	3.9
독주역강	32.2	50.3	47.7	4.0	5.4	9.4
무한질주	47.5	51.6	73.7	1.9	3.0	7.5
불탑	35.5	48.0	56.4	2.1	3.9	7.0
PR천년미소	44.5	62.7	35.3	3.8	6.7	2.2
대권선언	54.5	54.6	72.9	1.0	3.1	8.7
씩쓸이	42.3	72.1	60.0	2.1	5.7	3.1
국풍조생	39.4	54.5	52.2	1.3	1.2	5.3
평균	43.7	54.7	52.9	2.1	3.4	5.6

수확시기별 적과율은 43.7~54.7%로 조사 되었으며, 9월 10일 적과율이 가장 높았으며, 일당 백골드와 천년미소, 썩쓸이 품종이 높았다. 이병과율은 2.1~5.6%로 발병율은 높지 않은 경향이 있었으며, 수확시기가 늦을수록 이병과율이 높아졌으며 탄저병과 담배나방 피해가 많다면 수확시기를 늦추는 것은 기계수확시 수량 감소로 이어져 수확시기를 8월 하순에서 9월 상순으로 조정하는 것이 알맞다.

라. 품종별 수확시기에 따른 수량

표 18. 품종에 따른 수확시기별 수량

품종명	수확시기별 수량(kg/10a)				증가율			관행수확 (kg/10a)
	8/30(A)	9/10(B)	9/20(C)	평균수량(D)	B/A	C/A	D/A	
장마당	212	99	85	132	46.7	40.3	62.4	277.4
PR연속타	275	302	226	268	110.1	82.3	97.5	420.2
일당백골드	265	342	360	322	128.9	135.7	121.5	430.2
독주역강	167	295	214	225	176.7	127.9	134.8	310.7
무한질주	197	330	282	270	167.7	143.2	137.0	401.9
불탑	262	312	362	312	119.0	138.2	119.1	396.3
PR천년미소	227	286	182	232	126.3	80.1	102.1	348.0
대권선언	346	358	330	344	103.5	95.4	99.6	448.2
싹쓸이	228	204	163	198	89.3	71.6	87.0	407.9
국풍조생	273	338	287	299	123.7	105.1	109.6	295.7
평균	245	286	249	260	119	102	106.2	374.0

품종별 수확시기에 따른 수량은 245~286kg/10a로 평균수량은 260kg/10a이었으며, 관행의 4번 수확은 374kg/10a로 일시수확 보다 110kg/10a가 많았다. 일시수확 3시기의 평균적으로 높은 수량을 나타낸 품종은 일당백골드, 불탑, 대권선언 품종으로 안정적 수량성을 나타내었다. 대권선언 품종은 관행수확에서도 가장 높아 기계 수확을 위한 적품종으로 조사 되었다.

마. 품종별 수확과의 품질비교

표 19. 품종별 수확과 품질 비교

품종명	Capsaicinoids (mg%)	Sugar (%)	ASTA Color
장마당	15.4	10.7	91.6
PR연속타	13.0	12.1	68.7
일당백골드	16.7	13.6	69.8
독주역강	23.3	13.4	88.7
무한질주	15.6	11.7	90.6
불탑	10.5	10.0	69.8
PR천년미소	11.4	13.5	95.3
대권선언	28.0	13.2	102.9
싹쓸이	10.7	10.9	91.6
국풍조생	36.3	13.1	71.0

수확과의 품종별 매운맛은 국풍조생이 약간 매운맛 정도이며, 나머지 품종은 순한맛으로 분석되었으며, 당 함량은 10.7~13.6%로 장마당과 싹쓸이를 제외한 나머지 품종은 차이가 없었고, 색도에서는 대권선언 품종이 가장 높게 분석되었다.

[시험2] 기계화 위한 농자재 경감 재배법 개발 (1년차)

가. 막덮기 부직포재배에서 활주 유인줄수에 따른 생육현황

표 20. 활주 유인줄수에 따른 생육현황

활주유인(줄수)	초장(cm)	주경장(cm)	분지수(개/주)
0	78.1	20.5	10.4
1	80.0	21.2	10.8
2	78.0	21.2	10.7

고추 터널 재배에서 활주 설치 시 활주와 활주간 쓰러짐을 방지하기 위한 유인줄을 활주에 3줄(중앙, 양쪽)을 설치하고 있으며, 유인줄의 설치한 줄수별 생육조사 결과 초장과 주경장 분지수 모두 유의성 있는 차이는 없었다.

나. 활주 유인줄수에 따른 고추식물체의 기울어짐 비율(6월 하순)

표 21. 활주 유인줄수에 따른 기울어짐

구 분	활주유인 (줄수)				
	0	1	2	3(관행)	
기울어짐 비율 (%)	6월 하순	3.4	2.4	1.6	0
	8월 상순	0	0	0	0

활주 유인줄수에 따른 고추 식물체의 기울어짐 비율을 막덮기부직포를 제거한 직후 조사 결과로 0~3.4%로 조사 되었으며, 관행은 전혀 쓰러짐이 없었으며, 무유인에서 3.4%로 나타났다. 부직포 제거이후 그물망 설치한 후 생육최성기에는 쓰러짐이 전혀 없었다. 이는 그물망위로 식물체를 유인하였기 때문이다.

다. 활주 유인줄수별 과특성 및 수량

표 22. 활주 유인줄수에 따른 과특성 및 수량

활주유인 (줄수)	과장 (cm)	주당과수 (개/주)	상품과율 (%)	1생과중 (g/개)	건과중 (g/개)	수량 (kg/10a)
0	11.7	63.7	67.4	16.0	2.9	524.5
1	11.9	66.5	72.3	16.5	3.1	578.0
2	11.8	61.9	70.3	16.0	3.0	509.6
P.E관행	11.6	57.3	64.8	17.1	3.3	440.9

활주의 유인줄수별 과특성에서 과장, 상품과율, 1생과중, 건과중 모두 차이가 없는 경향이었으며, 막덮기와 P.E관행간 주당과수와 수량에서 차이를 나타내었다. 기계화를 위하여는 막덮기 재배에서 활주 유인줄을 완전히 제거할 수 있어 기계 도입시 농자재 철수에 많은 노력을

경감 할 수 있다.

라. 활주 유인줄수에 따른 수확과의 석회결핍과율 및 병해충 피해과율

표 23. 활주 유인줄수에 따른 수확과의 피해과율

활주유인 (줄수)	석회결핍과 (%)	이병과 계 (%)	탄저병 (%)	담배나방 (%)	기타이병과 (%)
0	2.4	23.9	23.3	0.3	0.3
1	1.5	20.4	19.8	0.2	0.4
2	2.1	24.2	23.4	0.4	0.4
P.E관행	3.1	43.2	42.7	0.0	0.5

활주유인 줄수별 생리장해인 석회결핍과율은 3.1%이하로 유인줄수간 차이는 없었으며, 이 병과중 탄저병 피해과율은 19.8~43.2%로 관행이 가장 높았으며 유인줄수 보다 재배법간 차이로 추정된다. 즉, 막덮기부직포는 6월 하순에 제거할 때 까지 탄저병에 노출이 되지 않는 반면 관행은 정식 이후 지속적으로 탄저병에 노출이 되기 때문이다.

□ 협동기관 : 전남농업기술원

가. 제3협동과제 : 고추 수확기계화를 위한 작부체계 개발

1) 양파, 마늘 주산지의 작부체계 실태조사

전남의 양념채소 주산지인 무안과 고흥지역의 재배농가수 및 재배면적을 조사한 결과를 [표24]에 나타내었다. 무안 13농가, 고흥 23농가 총 36농가를 조사하였고 무안은 양파 중만생종 16,900평>마늘 5,250평>양파조생 1,800평>양파극조생종 600평 순이었고 고흥은 양파 극조생종 66,609평>양파조생 10,400평>양파중만생 3,500평>마늘 1,600평 순으로 무안 지역은 양파 중만생종을 고흥지역은 양파 극조생종을 가장 많이 재배하였다.

표 24. 양파, 마늘 재배농가수 및 재배면적

구분	조사 농가수	재배농가수				재배면적(평)			
		양파 극조생	양파 조생	양파 중만생	마늘	양파 극조생	양파 조생	양파 중만생	마늘
무안	13	1	3	11	11	600	1,800	16,900	5,250
고흥	23	8	10	2	6	66,609	10,400	3,500	1,600

*작목을 중복으로 재배하는 농가가 있어 조사농가수와 재배농가수의 합계가 안맞음

무안지역은 양파 극조생종을 10월 15일에 정식하여 다음해 4월 15일에 수확하고 양파 조생을 10월 10일부터 28일 사이에 정식하여 5월 10일부터 25일까지 수확하므로 5월 중하순까지 고추정식이 가능한 작형으로는 양파극조생과 조생일 것으로 판단된다. 또한 고흥지역은 양파 극조생부터 마늘까지 수확이 모두 5월 하순에 완료되므로 후작으로 고추 정식이 가능하다 [표25].

표 25. 양파, 마늘 지역별 정식 및 수확 시기

구분	정식일(월·일)				수확일(월·일)			
	양파 극조생	양파 조생	양파 중만생	마늘	양파 극조생	양파 조생	양파 중만생	마늘
무안	10.15	10.10~10.28	10.20~11.10	9.25~11.7	4.15	5.10~5.25	6.5~6.15	5.28~6.5
고흥	9.27~10.23	10.15~10.23	11.5	9.30	4.10~5.1	5.5~5.25	5.17	5.20

이와 관련하여 지역별 농가들의 후작물 종류 및 정식시기는 무안지역은 콩을 가장 선호하였고 후작물 콩 정식일도 양파 중만생종 수확이 완료된 6월 30일이었고 고흥지역은 고추를 가장 선호하였고 정식일은 3월 25일에서 5월 10일이었다 [표26, 표27].

표 26. 후작물 선호도

지역 \ 선호도	1	2	3	4	5	6
무안	콩	참깨	고추	과	녹두	-
고흥	고추	참깨	콩	과	녹두	엿연초

표 27. 후작물 종류 및 정식시기

구분	정식일(월·일)					수확일(월·일)				
	고추	콩	참깨	배추	무	고추	콩	참깨	배추	무
무안	-	6.30	6.20	6.10	6.10	-	10.5	10.10	8.30	8.30
고흥	3.25~5.10	5.10~5.20	5.23~5.30	-	-	7.10~9.25	9.5~10.1	8.30~10.10	-	-

무안, 고흥지역 양파, 마늘 재배농가들의 고추 기계화 시급도 의견조사 결과 두 지역 모두 첫 번째를 고추 수확기, 두 번째를 정식기, 세 번째를 방제기 그 외 지주대 설치 및 제거, 선별기 등으로 나타났다 [표28]. 농가들이 소유한 농기계는 두 지역 모두 경운기가 가장 많았고 그 다음으로 후작물 종류에 따라 지역별로 다르게 나타났다 [표29].

표 28. 고추 기계화 시급도

지역 \ 선호도	1	2	3	4	5	6
무안	수확기	정식기	방제기	지주대설치	선별기	지주대제거
고흥	수확기	정식기	방제기	지주대제거	지주대설치	선별기

표 29. 농기계 보유도

지역 \ 선호도	1	2	3	4	5	6
무안	경운기	건조기	트럭	트랙터	관리기	세척기
고흥	경운기	관리기	건조기	세척기	트랙터	트럭

2) 일시수확형 고추 후작 양파, 마늘 작부체계 확립

고추 기계수확을 위해 일시수확형 고추 후작 양파, 마늘 작부체계를 확립하고자 숙기별 양파와 마늘을 재배한 후 고추를 재배하여 일시수확이 가능한지 검토하고자 양파극조생은 고흥지역에서, 양파조생은 무안지역에서 생육조사를 실시하였고 양파중만생과 마늘은 나주에서 생육중이다. 그 결과는 [표30] 와 [그림47] 에 나타내었다.

표 30. 파, 마늘 생육특성 및 수량성

구 분	정식일 (월·일)	수확일 (월·일)	초장 (cm)	엽수 (매)	엽초경 (cm)	수량 (kg/10a)	
양파	극조생(고흥)	10.18	4.28	62	7.5	1.2	5,240
	조 생(무안)	10.20	5.10	75	8.0	1.5	6,025
	중만생(나주)	11.7	-	69	7.9	1.4	-
마늘	남 도(나주)	10.1	-	93	8.0	2.0	-

*조사일 : 고흥(4.22), 나주(5.4~5.14)



양파 생육, 5월 하순, 나주 마늘 생육, 5월 하순, 나주 양파 수확, 4월 하순, 고흥

그림 47. 양파, 마늘 생육 모습

고흥에서 양파 극조생을 수확한 후 고추를 5월 1일에 생력211, 213, 청왕 등 5품종을 정식하였고 양파 조생 후작 고추 일시수확 가능성을 검토하기 위해 나주에 생력211, 213, 킹스타 등 5품종을 정식한 후 고추 묘소질을 [표31]에 나타내었다.

표 31. 고추 묘소질

구분	품종명	초장 (cm)	엽수 (개)	경경 (mm)	생체중 (g)	근중 (g)
고흥	생력211	17.0	13.7	4.7	4.5	0.6
	생력213	8.3	6.3	2.7	1.3	0.3
	청왕	20.7	12.0	3.3	2.4	0.5
	대세	31.7	15.7	5.0	9.9	1.2
	두루두루	27.0	16.3	4.8	16.0	3.6
나주	생력211	31	15	5.6	12.1	6.73
	생력213	30	15	5.0	11.6	3.53
	킹스타	34	15	5.0	13.2	3.23
	대권선언	27	12	4.5	9.6	3.20
	일월산천	20	14	3.9	8.3	3.93

고추 수확기계화를 위한 고추 정식 한계기 설정은 전작물별 정식시기에 따른 생육 및 수량성, 일시수확 가능성 등을 검토하여야 가능할 것으로 판단되어짐에 따라 2년차 결과에 명시하도록 할 예정이다

□ 협동기관 : 생명과기술

가. 기계수확 고추 품종의 물성 및 과피꼭지 부위의 물리적 특성

1) 기계수확 고추품종의 물성 및 품질 분석

(1) 실험 재료

1차년도 2014년도 생고추 시료는 고추기계수확 시기를 고려하여 9월 15일에서 10월2일 사이에 전국 주요 고추주산지이며 고추종합처리장이 설립되어 있는 영양, 괴산, 임실 등 3개 지역에서 2개 품종을 2회에 걸쳐 수집하였다. 수확시기는 괴산, 임실지역은 9/15, 9/29이며 영양지역은 9/17, 10/2였다. 지역별 고추품종은 영양은 대권선언, 누네티네, 괴산은 케이스타(Kstar), 스마트(Smart), 임실은 돈되네, 새PR 였다. 그림 48에서 50은 고추재배지역 포장 모습이다.



대권선언



누네티네

그림 48. 영양 고추시료 포장(품종 대권선언, 누네티네, 2014. 9)



케이스타



스마트

그림 49. 괴산 고추시료 포장(품종 케이스타, 스마트, 2014. 9)



돈되네



새PR

그림 50. 괴산 고추시료 포장(품종 돈되네, 새PR, 2014. 9)

(2) 실험 방법

(가) 고추 물성

수집된 생고추 시료는 지역 및 품종 별로 구분하여 고추품종의 물성은 시료 당 10개씩 채취하여 시료 무게와 꼭지, 과피, 폭 등의 크기를 측정하고 평균값을 구하였다.

(나) 고추 품질

품종별 고추시료의 품질분석은 생고추 시료별 2kg을 채취하여 세척후 절단하여 농산물건조기를 사용하여 65℃에서 6시간 열풍건조를 하여 절단건고추 시료를 제조하였다. 생고추 원료의 품질 분석 항목은 수분(%), 색상 ASTA color값, 신미성분(mg/100g), 유리당(%)를 분

석하였다. 각 항목의 분석 조건은 아래와 같다.

○ 수분함량

평균 수분함량은 AOAC 방법(1995)에 따라 상압 가열 건조법으로 측정하였다.

○ 색상(ASTA color)

ASTA color 값은 ASTA-20.1 방법(ASTA, 1986)으로 측정하였다. 고춧가루 70-100mg을 50 ml 용량 플라스크에 담아 아세톤을 첨가하여 추출하고 0℃, 암소에서 16시간동안 방치하였다. 아세톤 추출물의 상층액을 취한 후 용액의 흡광도를 uv/vis 분광광도계 (V-550, Jasco, Japan)를 이용하여 460nm에서 흡광도를 측정하였고 아래의 식에 의해 계산하였다.

$$\text{ASTA color} = \frac{\text{Absorbance of acetone extracts} \times 16.4 \times \text{If}}{\text{Sample weight (g)}}$$

If : instrument correction factor

○ 신미성분(Capsaicinoids) 함량

Vincent 등(Vincent., 1989)의 방법에 따라 다음과 같은 방법에 의해 매운 성분을 측정하였다. 고춧가루 시료 100mg을 15ml Palcon tube에 넣고 acetonitrile 5ml를 가한 뒤 vortex mixer로 2분간 추출하였다. 고춧가루 추출액 1ml를 취해 증류수 9ml를 가하고 잘 섞은 후, acetonitrile 5ml와 water 5ml로 미리 활성화시켜놓은 C₁₈ Sep-pak(Waters)에 통과시켜 통과액은 버렸다. 추출액을 통과시킨 Sep-pak에 흡착된 capsaicinoids를 탈착시키기 위해 acetonitrile 4ml와 1% acetic acid를 함유한 acetonitrile 1ml 을 통과시켜 매운 성분을 용출하였다. 용출된 매운성분은 HPLC(Jasco, Japan)를 이용하여 정량하였다. 표준 물질은 capsaicin과 dihydrocapsaicin의 혼합물(Fluka)을 사용하였다. 매운 성분(capsaicinoids)은 capsaicin과 dihydrocapsaicin의 합으로 하였다. HPLC 분석 조건은 표 32와 같다.

표 32. Conditions of HPLC for capsaicinoids analysis

Instrument	Jasco : PU 2089
Solvent	MeOH : Water (70:30)
Flow rate	1.0ml/min.
Wavelength	280nm (Jasco, UV 2075 Plus)
Oven temp.	35℃
Column	XTerra MS C18 (Waters, 4.6×150 5 μ m)
Guard column	guard-column (Waters Guard-PakTM Milipore Co., USA)
Injection volume	20 μ l

○ 유리당(free sugar) 함량

50ml Falcon Tube에 고춧가루 2g을 넣고 80% ethanol 40ml를 가하여 voltex mixer로 2분간 추출한 후 상층액을 0.45 μ m filter(PVDF, Whatman)으로 거른 후 HPLC에 주입하여 분석하였다. HPLC 분석 조건은 표 33과 같다.

표 33. Conditions of HPLC for free sugar analysis

Instrument	Jasco : PU 2089
Solvent	Acetonitrile : Water (87:13)
Flow rate	1.2ml/min.
Detector	RI detector (Jasco, 2031 Plus)
Oven temp.	35℃
Column	carbohydrate analysis column (Waters, 3.9×300 mm, 10 μ m)
Injection volume	20 μ l

(3) 실험 결과 및 고찰

(가) 고추 물성

표 34는 1차년도 지역별 품종별 고추시료의 외형적 특성을 분석한 것이다. 생고추 시료의 무게는 16.8~22.8g, 평균 20.2±2.0g 였다. 고추 과피길이는 95.4~165.4mm, 평균 134.3±18.1 mm, 꼭지길이는 42.2~58.5 mm, 평균 49.8±5.3mm, 과피 폭은 21.6~26.9mm, 평균 23.5±1.7mm였다. 고추과피와 꼭지를 포함한 전체 길이는 153.9~202.5mm, 평균 184.2±14.9 였다. 과피길이는 고추전체 길이의 62.0~76.2%, 평균 72.3%로 나타났다. 전체적으로 볼 때 고추수확시기(9/15, 9/30)가 2주 정도 차이가 있어도 고추 단위중량과 과피, 꼭지, 전체 등의 부위별 길이는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 따라서 기계수확한 생고추 시료의 고추꼭지 제거장치 설계시 고추물성은 수확시기 9월 중순에서 하순까지 시료를 기준으로 하더라도 큰 문제가 없는 것으로 생각된다. 그림 51과 52는 수확시기별 지역별, 품종별 생고추 시료의 외형적 특성을 나타낸 것이다.

표 34. 1차년도 지역별 품종별 고추시료 외형적 특성(2014. 9)

수확 시기	지역	품종	무게(g)	과피(mm)	꼭지(mm)	전체(mm)	과피폭(mm)
1차 2014. 9.15	영양 (9/19)	대권선언	18.0 ± 2.8	129.6 ± 7.7	49.3 ± 5.8	178.9 ± 10.1	25.1 ± 1.7
		누네띠네	19.2 ± 3.3	95.4 ± 29.7	58.5 ± 7.4	153.9 ± 24.4	22.8 ± 2.0
	괴산	Kstar	20.4 ± 3.6	132.8 ± 9.8	51.6 ± 6.9	184.4 ± 13.7	24.4 ± 1.5
		Smart	21.1 ± 3.5	163.4 ± 23.0	47.2 ± 7.7	210.6 ± 26.4	21.7 ± 4.1
	임실	돈되네	19.8 ± 3.5	150.6 ± 10.5	50.3 ± 8.4	200.9 ± 11.6	23.9 ± 2.2
		새PR	22.8 ± 6.9	141.8 ± 15.5	42.2 ± 7.1	183.9 ± 19.5	26.9 ± 4.6
	평균		20.2 ± 1.6	135.6 ± 23.2	49.9 ± 5.4	185.4 ± 19.5	24.1 ± 1.8
2차 2014. 9.29	영양 (10/2)	대권선언	22.3 ± 2.4	124.3 ± 9.3	56.2 ± 6.4	180.6 ± 13.2	23.4 ± 0.9
		누네띠네	22.1 ± 1.6	117.8 ± 6.2	55.8 ± 5.8	173.7 ± 10.2	23.2 ± 1.3
	괴산	Kstar	16.8 ± 3.5	128.1 ± 13.4	51.4 ± 4.2	179.5 ± 12.5	21.7 ± 2.2
		Smart	21.2 ± 3.8	154.4 ± 16.1	48.1 ± 5.6	202.5 ± 17.2	21.6 ± 1.9
	임실	돈되네	17.2 ± 3.3	140.7 ± 11.0	42.0 ± 11.7	182.7 ± 18.5	22.2 ± 1.5
		새PR	20.9 ± 4.0	133.9 ± 15.4	44.8 ± 4.5	178.7 ± 18.1	25.6 ± 4.0
	평균		20.1 ± 2.4	133.0 ± 13.3	49.7 ± 5.8	182.9 ± 10.1	23.0 ± 1.5
전체	평균	20.2 ± 2.0	134.3 ± 18.1	49.8 ± 5.3	184.2 ± 14.9	23.5 ± 1.7	



영양 대권선언(9/17)



영양 누네티네(9/17)



괴산 Kstar(9/15)



괴산 Smart(9/15)



임실 돈되네(9/15)



임실 새PR(9/15)

그림 51. 1차 수확시기 지역별 품종별 생고추 시료의 외형적 특성(2014. 9. 15)



영양 대권선언(10/2)



영양 누네편네(10/2)



괴산 Kstar(9/29)



괴산 Smart(9/29)



임실 돈되네(9/15)



임실 새PR(9/15)

그림 52. 2차 수확시기 지역별 품종별 생고추 시료의 외형적특성(2014. 9. 29)

(나) 고추 품질

9월15일에서 10월2일까지 2회 걸쳐 수확한 고추 시료의 품질분석 결과 9월 중순에 수확한 시료의 색상(ASTA color 값)은 107.3~174.8이며 신미성분은 2.1~23.7mg/100g, 유리당은 11.7~22.0%로 나타났다. 9월 하순에 수확한 시료의 경우 색상(ASTA color 값)은 105.5~143.9, 신미성분은 2.9~53.0mg/100g이며 유리당은 10.9~21.2%로 나타났다. 9월 중순에 수분 측정은 하지 못하였고 9월 하순에 측정한 생고추 수분은 78.5~85.8%였으며 일반적으로 고추수확시기인 9월초 생고추 수분은 약 84~88%로 알려지고 있다(생고추 원료 수확후 상온

저장에 따른 품질 변화 연구, 한국식품연구원 연구보고서, 2011. 9). 평균적으로 9월 하순에 수확한 고추 시료가 9월 중순에 수확한 고추시료보다 신미성분은 15.2mg/100g에서 19.9mg/100g으로 유리당은 15.2%에서 18.2%로 증가하였고, 색상은 126.5에서 120.3으로 감소하였으나 영양지역(대권선언, 누네티네) 고추시료를 제외하고 다른 지역 고추시료의 색상은 증가하는 것으로 나타났다(표 35).

표 35. 1차년도 지역별 품종별 고추시료의 품질분석(2014. 9)

수확 시기	지역	품종	수분(%)	색상(ASTA)	신미성분(mg/100g)	유리당(%)
1차 2014. 9.15	영양 (9/19)	대권선언	-	174.8 ± 2.2	12.0 ± 1.7	13.3 ± 1.3
		누네티네	-	122.3 ± 4.3	2.1 ± 0.2	15.1 ± 0.5
	괴산	Kstar	-	109.8 ± 1.5	23.7 ± 1.5	22.0 ± 2.9
		Smart	-	107.3 ± 3.0	12.8 ± 3.2	11.7 ± 8.9
	임실	돈되네	-	124.1 ± 2.4	7.1 ± 0.4	13.7 ± 0.4
		새PR	-	120.5 ± 2.6	12.2 ± 0.2	15.2 ± 0.0
	평균		-	126.5 ± 2.7	11.6 ± 1.2	15.2 ± 2.3
2차 2014. 9.29	영양 (10/2)	대권선언	82.4 ± 0.5	105.5 ± 5.7	6.8 ± 1.2	22.9 ± 1.0
		누네티네	85.8 ± 1.6	105.6 ± 3.0	2.9 ± 0.0	21.1 ± 1.8
	괴산	Kstar	78.5 ± 0.6	111.5 ± 1.4	53.0 ± 1.6	21.2 ± 1.6
		Smart	87.2 ± 1.0	122.8 ± 1.1	11.6 ± 1.3	17.5 ± 0.5
	임실	돈되네	82.7 ± 1.7	143.9 ± 1.1	12.6 ± 0.3	10.9 ± 0.7
		새PR	82.6 ± 0.4	133.6 ± 0.6	32.6 ± 1.1	15.4 ± 2.9
	평균		83.2 ± 1.0	120.3 ± 2.2	19.9 ± 0.9	18.2 ± 1.4
전체	평균		-	123.4 ± 2.4	15.8 ± 1.1	16.7 ± 1.9

2) 기계수확 고추 품종의 과피꼭지 부위의 물리적 특성

(1) 실험재료

앞서 1) 기계수확 고추 품종의 물성 및 품질 분석에 사용한 시료와 동일하였다.

(2) 실험장치

(가) 물성분석기

그림 53과 같은 물성분석기(Texture Analyser, TAXTplus, Stable Micro System사, 영국)와 생고추 시료 고정 롤그립(roller grip, Part No. SMG/007)을 이용하여 기계수확 고추 품종 시료의 과피와 꼭지 부위의 최대 인장강도(tensile strength), 조직 강도(tensile work), 변형 계수(deformation modulus) 등의 물성특성을 측정하였다. 물성분석기의 작동조건은 표 36과 같다.



**Texture Analyser
(Model TAXTplus)**



Roller Grip (Part No. SMG/007)

그림 53. 기계수확 고추품종 시료의 물성 특성 분석을 위한 물성 분석기
(Texture Analyser)

표 36. 물성분석기(texture analyzer) 작동 조건

Index	Condition
Mode	Measure force in tension
Option	Return to start
Test speed	2.0 mm/s
Post-test speed	10.0 mm/s
Strain	90%
Trigger force	5 g
Roller grip	Part NO. SMG/007

(나) 생고추 원료 압축장치

본 실험 장치는 생고추 원료를 일정한 압력으로 압축하여 생고추 원료의 과피와 꼭지부분 조직을 압축하여 꼭지접합부분을 균열시켜 조직을 연화시키는 장치로서 그림 54와 같다. 이 장치는 일정한 두께로 진흙판을 제조하는 슬래브롤러(Slab Roller, North Star Equipment사, 미국)로서 직경 2.5 inch(63.5mm), 폭 22 inch(55.88mm)의 압축롤러, 회전봉, 2개의 압축깊이 조절나사, 2개의 작업대, 이송벨트로 구성되어 있다. 생고추 원료를 그림과 같이 압축깊이 조절나사로 일정한 압축두께를 조정된 다음 이송벨트 위에서 압축롤러 방향으로 공급하면서 수작업으로 회전봉을 구동하여 압축롤러를 회전시키 생고추 시료가 일정한 두께로 압축된다. 압축깊이는 0~2¼ inch(0~70mm) 범위에서 임의의 깊이로 생고추 시료를 압축할 수 있다. 그림 54는 생고추 원료 압축 실험장치 외형을 나타낸 것이다.

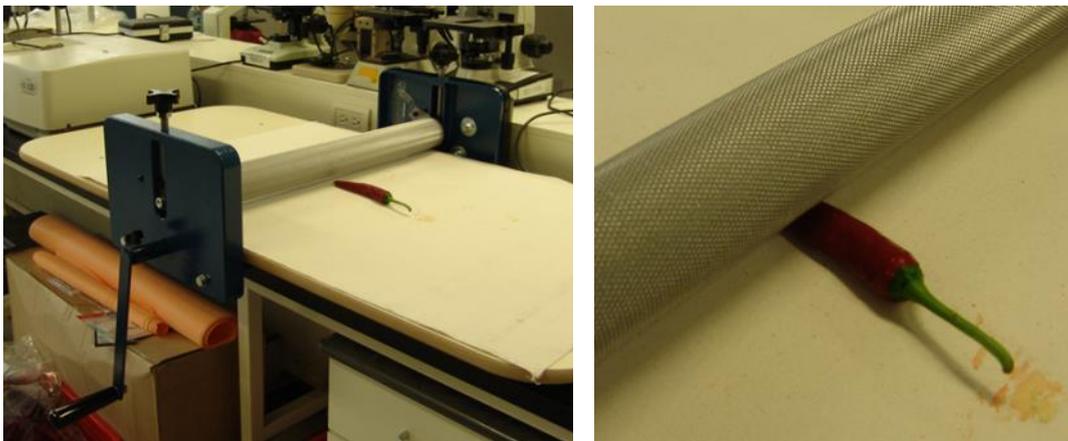


그림 54. 생고추 압축실험 장치(Slab roller, North Star Equipment사, 미국)

(3) 실험방법

1차년도 생고추 시료는 생고추 원료의 압축장치를 이용하여 압축두께를 1/4" (6.4 mm), 5/16" (7.9 mm)로 하고 생고추 시료의 압축방향을 과피쪽, 꼭지쪽으로 구분하여 압축 후 고

추과피와 꼭지사이의 인장강도를 분석하여 고추수확지역, 품종, 수확시기에 따른 고추과피와 꼭지부분의 인장강도를 분석하고자 하였다. 압축 후 고추 과피와 꼭지부위의 인장강도(tensile strength), 조직경도(tensile work), 변형계수(deformation modulus)정도를 물성분석기를 이용하여 측정하였다. 일회 실험 시 10개의 시료를 사용하여 평균치를 구하였다. 그림 55는 생고추 시료의 과피와 꼭지 부위의 물성특성 측정치 실례를 나타낸 것이다.

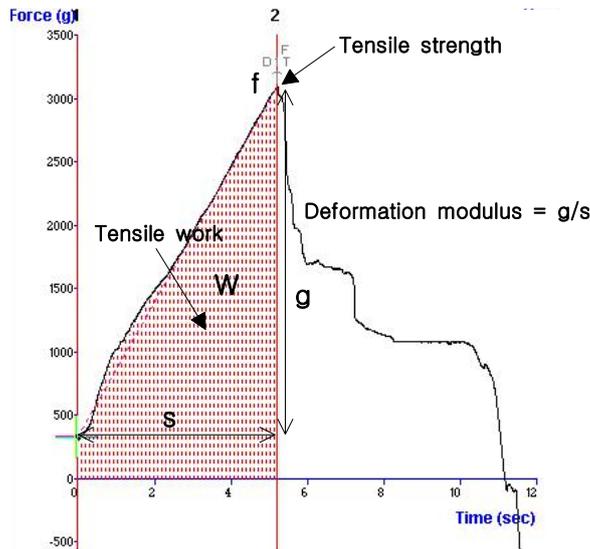


그림 55. 생고추 원료의 과피와 꼭지 부위의 물성특성 측정치 실례

(4) 실험결과 및 고찰

(가) 생고추 원료의 원형 및 압축에 따른 과피꼭지 인장 특성

그림 56은 생고추 원료의 내부 구조를 나타낸 것이다. 고추내부 구조는 고추꼭지, 과피, 종자, 태좌 부분으로 이루어져 있으며 고추과피와 꼭지의 접합 부분에 일정한 두께로 압축력을 가하면 이곳의 조직이 파괴되어 고추과피와 꼭지가 쉽게 분리되어 진다.

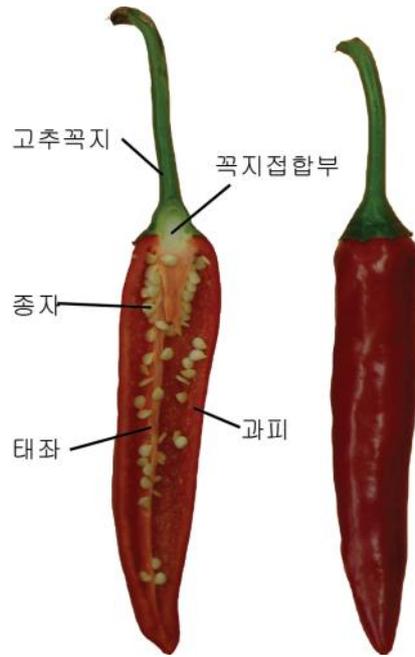


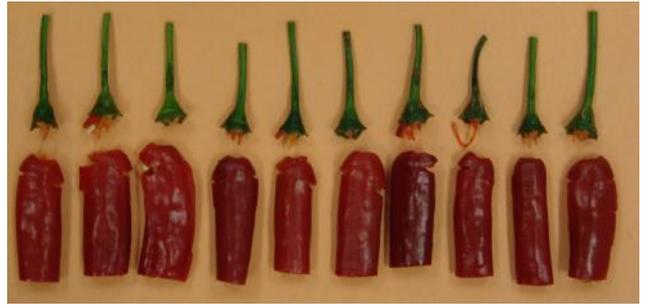
그림 56. 생고추 원료의 내부구조

표 37은 생고추 원료의 원형상태와 압축실험장치로 압축두께 1/4“, 5/16“ 압축한 시료의 과피꼭지 부분의 인장특성을 분석한 것이다. 시료는 충북 괴산지역에서 2014년 9월15일 수확한 Kstar 품종이었다.

원형상태 생고추 시료의 과피꼭지 부분의 인장강도는 2,577.9 g 였으며 1/4“ 압축하였을 때 535.6 g으로 압축에 따라 과피꼭지 부분의 조직이 파괴되므로 인장강도가 4.8배 감소하였다. 5/16”로 압축한 경우 인장강도 773.2 g로 3.3배 감소하였다. 조직경도는 원형 8,119.0 gs, 1/4“ 압축한 경우 882.8 gs로 9.2배 감소하였으며 5/16” 압축한 경우 1,503.3 gs로 5.4 배 감소하였다. 변형계수는 원형 416.1 g/s, 1/4“ 압축 170.8 g/s로 2.4배 감소하였으며 5/16” 압축 경우 211.4 gs로 2.0배 감소하는 것으로 나타났다.

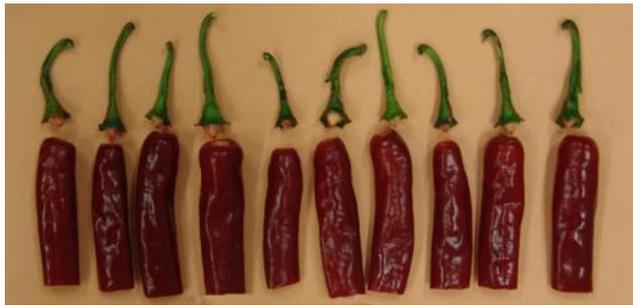
본 실험에서 압축두께가 1/4“ 일 경우 고추과피 및 꼭지부분의 인장강도가 가장 약해지는 것을 알 수 있었다. 따라서 생고추 원료를 일정한 두께로 압축할 경우 과피꼭지의 접합부분의 조직이 파괴되는 현상이 일어나 과피와 꼭지 부분의 인장강도가 크게 감소되어 과피꼭지 부분에 수평방향으로 일정한 힘을 가하면 고추꼭지가 쉽게 과피에서 분리될 수 있다.

그림 57과 58은 수확시기 2014년 9월15일(영양 9월 19일), 9월29일(영양 10월 2일) 각각의 압축 생고추 원료의 원형상태와 인장강도 측정 후 과피와 꼭지 분리 상태를 나타낸 것이다.



영양 대권선언

영양 누네피네



괴산 Kstar

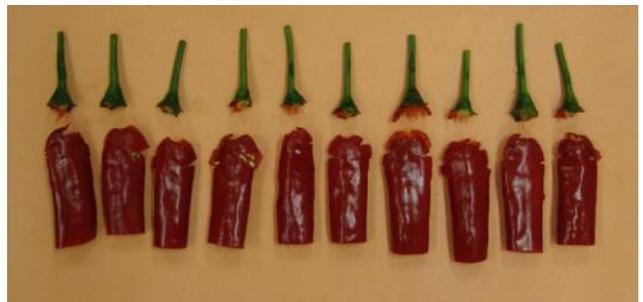
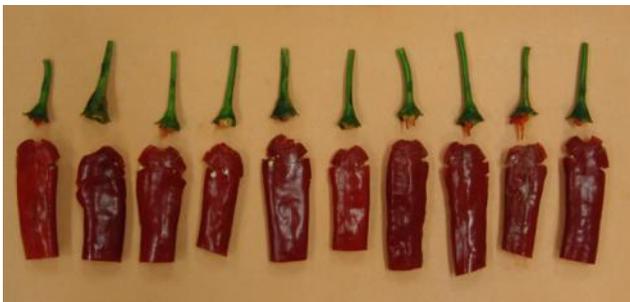
괴산 Smart



임실 돈되네

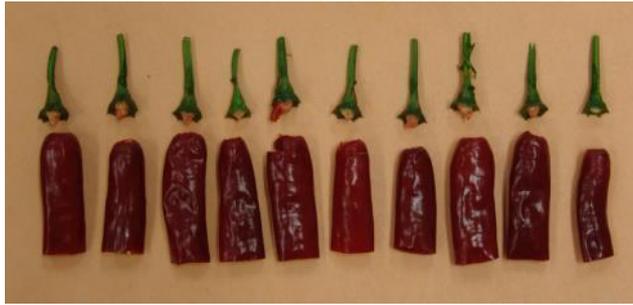
임실 새 PR

그림 57. 생고추 원료의 압축후 원형 및 인장 실험후 과피 꼭지 분리 상태
(수확시기 2014. 9. 15 영양 9. 19)



영양 대권선언

영양 누네편네



괴산 Kstar

괴산 Smart



임실 돈되네

임실 새 PR

그림 58. 생고추 원료의 압축후 원형 및 인장 실험후 과피 꼭지 분리 상태
(수확시기 2014. 9. 29, 영양 2014. 10. 2)

표 37. 생고추 원료의 원형 및 압축 과피꼭지 인장특성
(수확시기 2014. 9. 15, 괴산, 품종 Kstar)

물성특성		괴산 Kstar			비율	
		원형(A)	1/4" 압축(B)	5/16" 압축(C)	A/B	A/C
Tensile strength (g)	Average	2,576.9	535.6	773.2	4.8	3.3
	S.D	420.9	192.0	190.5	-	-
	C.V	16.3	35.8	24.6	-	-
Tensile Work (g · s)	Average	8,119.0	882.8	1,503.3	9.2	5.4
	S.D	2,162.0	392.2	528.4	-	-
	C.V	26.6	44.4	35.1	-	-
Deformation modulus (g/s)	Average	416.1	170.8	211.4	2.4	2.0
	S.D	49.4	85.3	64.6	-	-
	C.V	11.9	49.9	30.6	-	-

(2) 생고추 원료의 압축 방향에 따른 과피꼭지의 인장특성

표 38은 생고추 원료의 압축 방향에 따른 과피꼭지의 인장특성을 나타낸 것이다. 시료는 충북 괴산 Kstar(2014. 9/15 수확), 압축두께는 1/4"였다. 고추꼭지방향으로 압축할 경우 인장강도는 828.6 g 였으며 과피방향의 경우 535.6g으로 과피방향으로 압축할 경우 인장강도가 1.5 배 감소하는 것을 보여주었다. 조직경도는 꼭지방향이 1438.7 gs, 과피방향 882.8gs로 과피방향이 1.6배 감소되었다. 변형계수는 꼭지방향이 828.6 g/s, 과피방향이 170.8 g/s로 과피방향이 4.9 배 감소하였다.

이러한 실험결과는 생고추 원료 압축시 과피방향이 꼭지방향보다 인장강도, 조직경도가 감소하는 경향을 보여주지만 실제로 대량으로 생고추 원료를 투입할 경우 과피꼭지 방향을 조정하는 것이 매우 어려우며 설비규모가 커져서 경제성이 떨어질 것으로 생각된다. 과피꼭지 방향을 조정할 것 보다 압축방향에 관계없이 고추꼭지를 쉽게 제거할 수 있는 압축롤 조합 부분의 성능을 개선하여 고추꼭지 제거율을 향상시키는 것이 바람직 할 것으로 생각된다.

표 38. 생고추 원료의 압축방향에 따른 과피꼭지 인장특성
(수확시기 2014. 9. 15, 괴산, 품종 Kstar, 압축두께: 1/4")

물성특성		괴산 Kstar		비율
		꼭지방향	과피방향	A/B
Tensile strength (g)	Average	828.6	535.6	1.5
	S.D	92.7	192.0	-
	C.V	11.2	35.8	-
Tensile Work (g · s)	Average	1438.7	882.8	1.6
	S.D	439.0	392.2	-
	C.V	30.5	44.4	-
Deformation modulus (g/s)	Average	828.6	170.8	4.9
	S.D	92.7	85.3	-
	C.V	11.2	49.9	-

(3) 생고추 원료의 원형 상태 및 압축에 따른 수확시기, 지역별 과피꼭지 인장 특성

(가) 생고추 원료의 원형 상태 과피꼭지의 인장특성

표 39는 1차 수확시기인 2014년 9월 15일(영양 9월 19일) 생고추 시료의 원형상태 지역별 과피꼭지 인장특성을 나타낸 것이다. 영양, 괴산, 임실 지역의 6개 품종의 평균 인장강도는 3,185.1 g, 조직경도는 8,748.0 gs, 변형계수는 714.2 g/s였다. 생고추 원료 품종간의 인장강도는 약간의 차이를 보였으며 범위는 2,576.9 ~ 3,816.9 g 였다. 표 40은 2차 수확시기인 2014년 9월 29일(영양 10월 2일) 생고추 시료의 인장특성을 나타낸 것이다. 영양, 괴산, 임실 지역의 6개 품종의 평균 인장강도는 3,749.8 g, 조직경도는 8,064.8 gs, 변형계수는 1,023.9 g/s 였다. 생고추 원료 품종간의 인장강도 범위는 3,221.6 ~ 4,600.4 g 였다. 생고추 원료의 인장강도는 수확시기가 늦어질수록 약 18% 증가하는 경향을 보였다.

표 39. 생고추 원료의 원형상태 수확시기, 지역별 과피꼭지 인장특성
(2014. 9. 15, 영양 9. 19)

물성특성		영양		괴산		임실		평균
		대권선언	누네띠네	Kstar	Smart	돈되네	새PR	
Tensile strength (g)	Average	2,721.1	3,816.9	2,576.9	3,534.8	3,169.1	3,291.8	3,185.1
	S.D	536.7	566.2	420.9	980.0	802.0	854.6	693.4
	C.V	19.7	14.8	16.3	27.7	25.3	26.0	21.8
Tensile Work (g · s)	Average	6,339.0	8,266.6	8,119.0	10,457.0	8,576.7	10,729.5	8,748.0
	S.D	2,577.8	2,908.5	2,162.0	4,689.7	3,695.4	5,681.0	3,619.1
	C.V	40.7	35.2	26.6	44.8	43.1	52.9	41.4
Deformation modulus (g/s)	Average	687.1	1,144.0	416.1	742.9	681.4	613.8	714.2
	S.D	134.1	295.2	49.4	166.9	224.0	172.1	173.6
	C.V	19.5	25.8	11.9	22.5	32.9	28.0	24.3

표 40. 생고추 시료 원형상태 수확시기, 지역별 과피꼭지 인장특성(2014. 9. 29, 영양 10. 2)

물성특성		영양		괴산		임실		평균
		대권선언	누네티네	Kstar	Smart	돈되네	새PR	
Tensile strength (g)	Average	4172.2	4,600.4	3,221.6	3,495.1	3,342.0	3,667.4	3,749.8
	S.D	922.8	1,237.3	630.2	573.5	1,029.2	782.4	862.6
	C.V	22.1	26.9	19.6	16.4	30.8	21.3	23.0
Tensile Work (g · s)	Average	8921.4	7,896.3	6,973.4	8,611.9	6,835.7	9,150.3	8,064.8
	S.D	4360.2	3,238.5	2,602.8	3,278.1	2,919.3	3,904.4	3,383.9
	C.V	48.9	41.0	37.3	38.1	42.7	42.7	42.0
Deformation modulus (g/s)	Average	1116.2	1,530.5	887.0	855.4	908.6	845.6	1,023.9
	S.D	307.8	476.9	166.0	243.5	268.4	141.8	267.4
	C.V	27.6	31.2	18.7	28.5	29.5	16.8	25.4

(나) 생고추 원료의 압축에 따른 과피꼭지 인장특성

표 41은 1차 수확시기인 2014년 9월 15일(영양 9월 19일) 생고추 원료의 압축에 따른 수확시기, 지역별 인장특성을 나타낸 것이다. 영양, 괴산, 임실 지역의 6개 품종의 평균 인장강도는 374.2 g, 조직강도는 618.8 gs, 변형계수는 140.6 g/s였다. 압축된 생고추 원료 품종간의 인장강도 범위는 220.1 ~ 535.6 g 였다. 표 42는 2차 수확시기인 2014년 9월 29일(영양 10월 2일) 압축된 생고추 시료의 인장특성을 나타낸 것이다. 영양, 괴산, 임실 지역의 6개 품종의 평균 인장강도는 389.9 g, 조직경도는 613.5 gs, 변형계수는 148.5 g/s였다. 압축된 생고추 원료 품종간의 인장강도 범위는 324.3 ~ 441.3 g 였다. 생고추 원료의 인장강도는 원형상태와는 달리 수확시기에 큰 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

표 41. 압축 생고추 원료의 수확시기, 지역별 과피꼭지 인장특성 (2014. 9. 15, 영양 9. 19)

물성특성		영양		괴산		임실		평균
		대권선언	누네티네	Kstar	Smart	돈되네	새PR	
Tensile strength (g)	Average	274.5	507.6	535.6	399.8	307.5	220.1	374.2
	S.D	176.9	199.1	192.0	121.4	133.4	99.0	153.6
	C.V	64.5	39.2	35.8	30.4	43.4	45.0	41.1
Tensile Work (g · s)	Average	590.4	626.1	882.8	786.2	365.1	462.0	618.8
	S.D	296.0	277.7	392.2	443.0	139.2	206.2	292.4
	C.V	50.1	44.4	44.4	56.3	38.1	44.6	47.3
Deformation modulus (g/s)	Average	80.9	221.0	170.8	142.9	159.2	68.9	140.6
	S.D	87.5	104.1	85.3	88.3	109.9	55.3	88.4
	C.V	108.2	47.1	49.9	61.8	69.0	80.4	62.9

표 42. 압축 생고추 원료의 수확시기, 지역별 과피꼭지 인장특성
(2014. 9. 29, 영양 10. 2)

물성특성		영양		괴산		임실		평균
		대권선언	누네티네	Kstar	Smart	돈되네	새PR	
Tensile strength (g)	Average	356.4	394.7	441.3	409.8	412.8	324.3	389.9
	S.D	142.5	116.1	233.5	146.7	194.9	150.4	164.0
	C.V	40.0	29.4	52.9	35.8	47.2	46.4	42.1
Tensile Work (g · s)	Average	418.2	618.1	672.0	811.3	680.8	480.6	613.5
	S.D	202.2	358.7	574.1	528.1	556.5	281.2	416.8
	C.V	48.3	58.0	85.4	65.1	81.7	58.5	67.9
Deformation modulus (g/s)	Average	188.3	158.2	164.4	122.8	145.7	111.3	148.5
	S.D	86.4	70.4	87.5	38.2	59.6	50.2	65.4
	C.V	45.9	44.5	53.2	31.1	40.9	45.1	43.5

(다) 생고추 원료의 원형 및 압축에 따른 과피꼭지 인장특성 비교

앞서 분석된 생고추 원료의 원형 및 압축에 따른 수확시기, 지역별, 품종별 과피꼭지 인장특성을 비교하면 표 43에서 45와 같다.

표 43은 영양지역의 수확시기, 품종별 과피꼭지 인장특성을 나타낸 것이다. 수확시기 9월 19일, 생고추 원료의 인장강도는 압축시 원형상태보다 7.5 ~ 9.9 배 감소하였으며 조직경도는 12.8 ~ 21.3 배, 변형계수는 5.2 ~ 8.5 배 감소하는 경향을 보였다. 수확시기 10월 2일, 생고추 원료의 인장강도는 압축시 원형상태보다 11.7 배 감소하였으며 조직경도는 10.7 ~ 13.2 배, 변형계수는 5.9 ~ 9.7 배 감소하는 경향을 보였다. 수확시기가 늦을수록 생고추 원료를 압축하였을 때 인장강도, 조직경도, 변형계수가 증가하는 경향을 보였다.

표 43. 생고추 원료의 원형 및 압축 과피꼭지 인장특성 비교(영양 9. 19, 10. 2)

물성특성		대권선언(9/19)			누네티네(9/19)		
		원형(A)	압축(B)	비율(A/B)	원형(A)	압축(B)	비율(A/B)
Tensile strength (g)	Average	2,721.1	274.5	9.9	3,816.9	507.6	7.5
	S.D	536.7	176.9	-	566.2	199.1	-
	C.V	19.7	64.5	-	14.8	39.2	-
Tensile Work (g · s)	Average	6,339.0	590.4	10.7	8,266.6	626.1	13.2
	S.D	2,577.8	296.0	-	2,908.5	277.7	-
	C.V	40.7	50.1	-	35.2	44.4	-
Deformation modulus (g/s)	Average	687.1	80.9	8.5	1,144.0	221.0	5.2
	S.D	134.1	87.5	-	295.2	104.1	-
	C.V	19.5	108.2	-	25.8	47.1	-

물성특성		대권선언(10/2)			누네띠네(10/2)		
		원형(A)	압축(B)	비율(A/B)	원형(A)	압축(B)	비율(A/B)
Tensile strength (g)	Average	4172.2	356.4	11.7	4,600.4	394.7	11.7
	S.D	922.8	142.5	-	1,237.3	116.1	-
	C.V	22.1	40.0	-	26.9	29.4	-
Tensile Work (g · s)	Average	8921.4	418.2	21.3	7,896.3	618.1	12.8
	S.D	4360.2	202.2	-	3,238.5	358.7	-
	C.V	48.9	48.3	-	41.0	58.0	-
Deformation modulus (g/s)	Average	1116.2	188.3	5.9	1,530.5	158.2	9.7
	S.D	307.8	86.4	-	476.9	70.4	-
	C.V	27.6	45.9	-	31.2	44.5	-

표 44는 괴산지역의 수확시기, 품종별 과피꼭지 인장특성을 나타낸 것이다. 수확시기 9월 15일, 생고추 원료의 인장강도는 압축시 원형상태보다 4.8 ~ 8.8 배 감소하였으며 조직경도는 9.2 ~ 13.3 배, 변형계수는 2.4 ~ 5.2 배 감소하는 경향을 보였다. 수확시기 9월 29일, 생고추 원료의 인장강도는 압축시 원형상태보다 7.3 ~ 8.5 배 감소하였으며 조직경도는 10.4 ~ 10.6 배, 변형계수는 5.4 ~ 7.0 배 감소하는 경향을 보였다. 괴산지역 생고추 원료는 수확시기에 따른 인장강도, 조직경도, 변형계수 등의 인장특성이 큰 변화가 없는 것으로 나타났다.

표 44. 생고추 시료 원형 및 압축 과피꼭지 인장특성 비교(괴산 9. 15, 9. 29)

물성특성		Kstar(9/15)			Smart(9/15)		
		원형(A)	압축(B)	비율(A/B)	원형(A)	압축(B)	비율(A/B)
Tensile strength (g)	Average	2,576.9	535.6	4.8	3,534.8	399.8	8.8
	S.D	420.9	192.0	-	980.0	121.4	-
	C.V	16.3	35.8	-	27.7	30.4	-
Tensile Work (g · s)	Average	8,119.0	882.8	9.2	10,457.0	786.2	13.3
	S.D	2,162.0	392.2	-	4,689.7	443.0	-
	C.V	26.6	44.4	-	44.8	56.3	-
Deformation modulus (g/s)	Average	416.1	170.8	2.4	742.9	142.9	5.2
	S.D	49.4	85.3	-	166.9	88.3	-
	C.V	11.9	49.9	-	22.5	61.8	-

물성특성		Kstar(9/29)			Smart(9/29)		
		원형(A)	압축(B)	비율(A/B)	원형(A)	압축(B)	비율(A/B)
Tensile strength (g)	Average	3,221.6	441.3	7.3	3,495.1	409.8	8.5
	S.D	630.2	233.5	-	573.5	146.7	-
	C.V	19.6	52.9	-	16.4	35.8	-
Tensile Work (g · s)	Average	6,973.4	672.0	10.4	8,611.9	811.3	10.6
	S.D	2,602.8	574.1	-	3,278.1	528.1	-
	C.V	37.3	85.4	-	38.1	65.1	-
Deformation modulus (g/s)	Average	887.0	164.4	5.4	855.4	122.8	7.0
	S.D	166.0	87.5	-	243.5	38.2	-
	C.V	18.7	53.2	-	28.5	31.1	-

표 45는 임실지역의 수확시기, 품종별 과피꼭지 인장특성을 나타낸 것이다. 수확시기 9월 15일, 생고추 원료의 인장강도는 압축시 원형상태보다 10.3 ~ 15.0 배 감소하였으며 조직경도는 23.2 ~ 23.5 배, 변형계수는 4.3 ~ 8.9 배 감소하는 경향을 보였다. 수확시기 9월 29일, 생고추 원료의 인장강도는 압축시 원형상태보다 8.1 ~ 11.3 배 감소하였으며 조직경도는 10.0 ~ 19.0 배, 변형계수는 6.2 ~ 7.6 배 감소하는 경향을 보였다. 임실지역 생고추 원료는 수확시기 9월 15일에 조직경도가 23배 이상으로 다른 시료보다 크게 증가하는 경향을 보였으며 수확시기에 따른 인장강도 및 변형계수는 큰 변화가 없었다.

표 45. 생고추 시료 원형 및 압축 과피꼭지 인장특성 비교(임실 9. 15, 9. 29)

물성특성		돈되네(9/15)			새PR(9/15)		
		원형(A)	압축(B)	비율(A/B)	원형(A)	압축(B)	비율(A/B)
Tensile strength (g)	Average	3,169.1	307.5	10.3	3,291.8	220.1	15.0
	S.D	802.0	133.4	-	854.6	99.0	-
	C.V	25.3	43.4	-	26.0	45.0	-
Tensile Work (g · s)	Average	8,576.7	365.1	23.5	10,729.5	462.0	23.2
	S.D	3,695.4	139.2	-	5,681.0	206.2	-
	C.V	43.1	38.1	-	52.9	44.6	-
Deformation modulus (g/s)	Average	681.4	159.2	4.3	613.8	68.9	8.9
	S.D	224.0	109.9	-	172.1	55.3	-
	C.V	32.9	69.0	-	28.0	80.4	-

물성특성		돈되네(9/29)			새PR(9/29)		
		원형(A)	압축(B)	비율(A/B)	원형(A)	압축(B)	비율(A/B)
Tensile strength (g)	Average	3,342.0	412.8	8.1	3,667.4	324.3	11.3
	S.D	1,029.2	194.9	-	782.4	150.4	-
	C.V	30.8	47.2	-	21.3	46.4	-
Tensile Work (g · s)	Average	6,835.7	680.8	10.0	9,150.3	480.6	19.0
	S.D	2,919.3	556.5	-	3,904.4	281.2	-
	C.V	42.7	81.7	-	42.7	58.5	-
Deformation modulus (g/s)	Average	908.6	145.7	6.2	845.6	111.3	7.6
	S.D	268.4	59.6	-	141.8	50.2	-
	C.V	29.5	40.9	-	16.8	45.1	-

나. 기계수확후 생고추 원료의 이물질 제거 기술 개발

1) 생고추 원료 이물질 제거 기술 동향

기계수확후 고추종합처리장 또는 산지 농산물 집하장으로 입고되는 생고추 원료는 고추줄기, 고추 잎 등의 이물질이 고추수확기에서 완전히 선별되지 않고 일부분이 생고추 원료에 포함된다. 그림 59는 미국의 고추기계수확후 이물질 선별 작업을 나타낸 것이다.



고추기계수확기 원료 저장탱크



고추건조공장의 고추원료 이물질 선별

그림 59. 기계수확후 고추원료 이물질 선별 작업(미국)

1차년도에 고추수확기 시작품이 제작되어 수확시기 생고추 원료 수확작업이 현재 이루어지지 않아 생고추 원료의 이물질 종류 및 물성 등에 연구는 2015년 9월 이후 고추수확기 시작품의 현장 실험시 생고추원료 및 이물질 혼합물을 수집하여 수행할 예정이다. 그림 60은 미국의 고추기계수확 후 가공공장에서 이물질 선별작업에 사용되는 회전이송 정선기선별기(tumbler cleaner), 간극벨트 선별기(gap belt separator)들이다. 1차년도 생고추 원료의 이물질 선별 및 제거 원리 연구는 그동안 미국 고추수확 기계수확작업 연구에서 수행된 연구 결과를 참고할 계획이다.



회전이송 정선기(tumbler cleaner)



간극벨트 정선기(gap cleaner)

그림 60. 미국 고추가공공장의 이물질 선별장치

특히 최근 미국 NM Las Cruces소재 USAD의 Dr. Paul Funk 박사가 고추수확기 시작품 개발시 건고추 원료와 고추줄기 및 잎 등의 이물질 분리 작업에 사용한 cleaning card를 이용하여 생고추 원료의 이물질 제거 시작품 장치를 개발하려고 한다. 실제 건고추 이물질 선별 비디오는 Youtube (<https://youtu.be/klqIWioJaVg>)에서 볼 수 있다.



그림 61. 미국 고추수확기 시작품의 고추원료 및 이물질 선별장치
(cleaning card, 2007. 11, NM Las Cruces, Dr. Paul Funk 제공)

2) 생고추 원료 이물질 제거 선별장치 기본 설계

미국 고추수확기 시작품의 고추원료 및 이물질 선별장치에 사용된 cleaning card(Diversified Plastic, INC, 미국)의 사양과 사진은 그림 62와 같다. 크기는 150×150 mm, 두께 4.8 mm의 플라스틱 재질의 정사각형이며 중앙에 20×20 mm의 4각 홀이 가공되어 있고 직경 Φ20 mm, 13.2 mm 플랜지가 있다. 이것을 4각봉에 끼워넣고 여러개의 4각봉을 체인구동방식을 이용하여 회전시키면 cleaning card식 이물질 선별 장치를 구성할 수 있다.

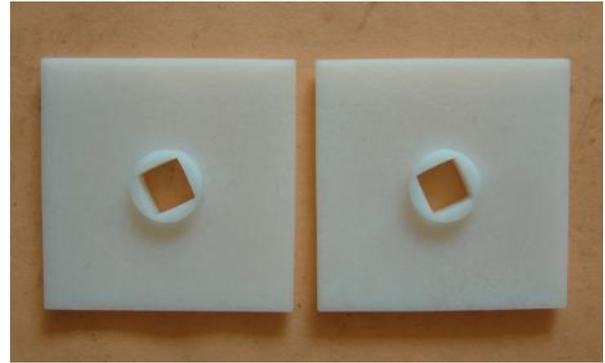
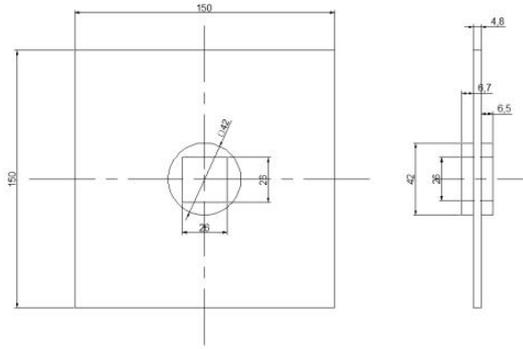


그림 62. cleaning card 사양(Diversified Plastic, INC, 미국)

생고추 원료와 이물질인 고추잎 줄기 부분을 분리하기 위하여 최종 선별단계의 4 각봉에 설치되어 있는 cleaning card를 80-100 mm 간격으로 설치해 놓으면 생고추 원료 및 이물질 혼합물이 이송되면서 최종단계에서 생고추 원료는 하부로 떨어져 쉽게 선별되고 고추줄기 및 잎 부분은 외부로 이송되어 이물질이 분리된다. 고추잎 선별의 경우 일정 압력과 송풍량을 가진 송풍기를 설치를 추가하게 되면 이물질 선별률을 높일 수 있을 것이다. 그림 63은 cleaning card를 이용한 생고추 원료 이물질 선별장치 1차 시작품의 기본 설계도를 나타낸 것이다. cleaning card 선별부 시작품의 크기는 1,630(W)×2,190(L)×280(H) mm이며 총 15개의 4각축봉에 개당 80개의 cleaning card가 설치된다. cleaning card 사이의 간격은 18.0 mm이다. 장치의 경사도는 30℃로 하며 상부에 생고추 원료와 고추 줄기 및 잎 등의 이물질이 분리되도록 cleaning card의 스페이서를 끼워 70mm 씩 간격을 띄워서 설치한다. 구동모터 용량은 220V 1hp이며 인버터를 설치하여 이송속도를 조절하도록 한다.

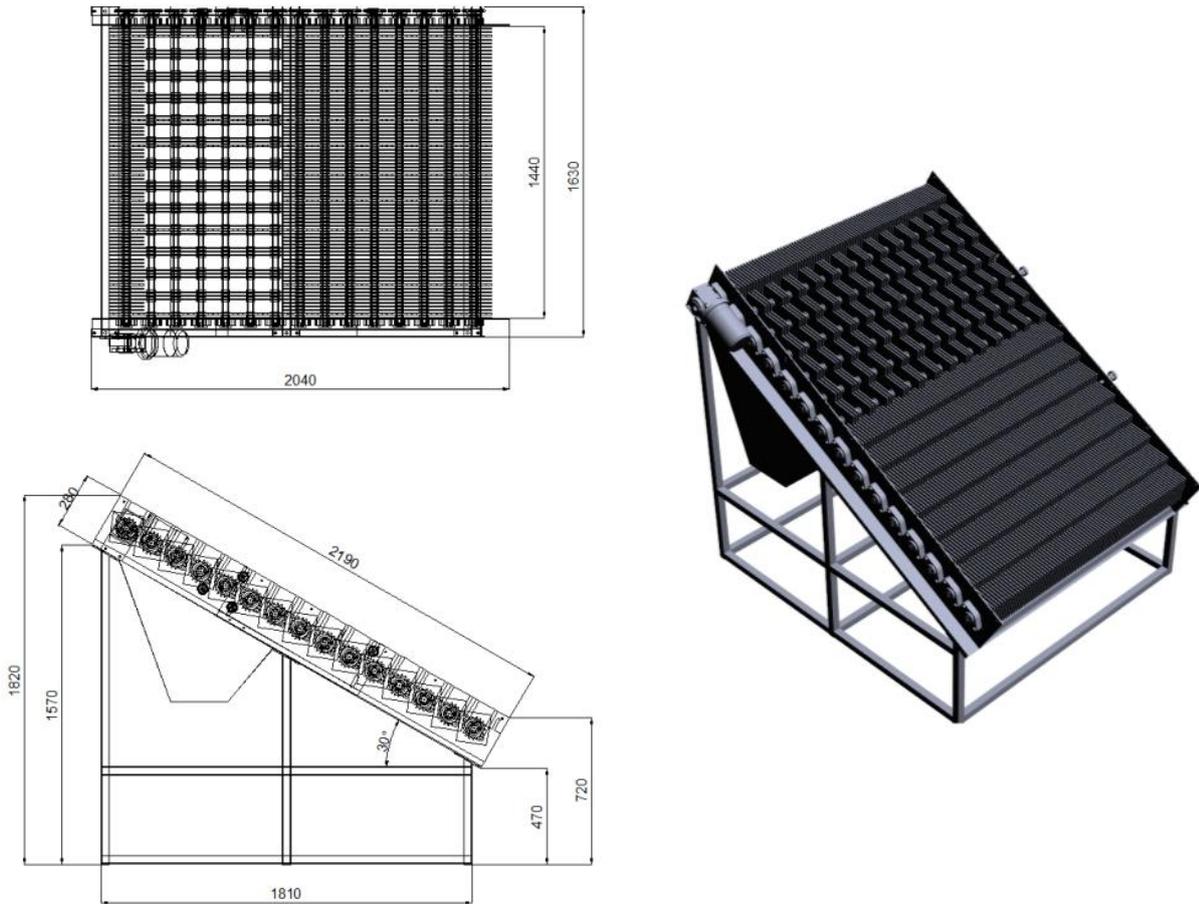


그림 63. cleaning card를 이용한 생고추 원료 이물질 선별장치 시작품 개략도

그림 64는 cleaning card를 이용한 생고추 원료 이물질 선별장치 원리를 나타낸 것이다.

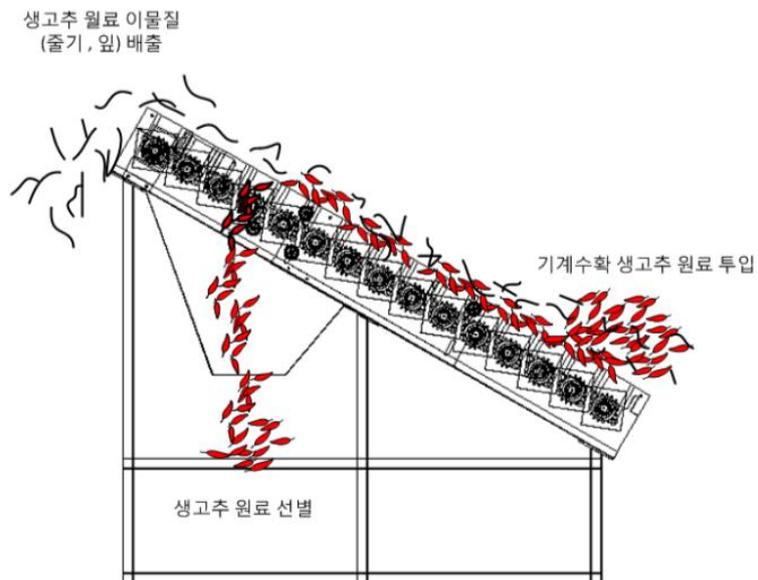


그림 64. cleaning card를 이용한 생고추 원료 이물질 선별장치 원리

다. 생고추 원료의 색상 숙성도 및 크기 선별 기술 개발

1) 영상처리방식 고추선별부 1차 시작품의 구성

자주식 고추수확기계로 수확된 고추는 선별되지 않은 다양한 고추와 이물질을 포함하고 있다. 고추 또한, 홍과와 청과를 포함하여 수확이 된다. 수확된 홍과와 청과는 색상선별을 하여 고추가공용 홍과와 유통용 청과로 구분할 수 있다. 또한, 크기를 구분하여 고추 꼭지제거의 효율성 증대에 기여할 수 있다. 이를 위하여 색상선별부가 필요하여 영상처리방식 고추선별부를 개발하게 된다.

선별된 홍과는 인장압축식 고추 꼭지 제거부에 의해 꼭지가 제거되지만 제거된 꼭지와 꼭지가 제거되지 않은 고추로 혼입되어 있다. 기계적으로 선별이 이루어진 후 꼭지가 제거된 홍고추, 꼭지가 제거되지 않은 홍고추, 압축 후에 꼭지가 제거되지 않은 고추 혼입물을 선별하는 과정이 필요하게 된다. 이의 선별을 위하여 색상선별장치를 사용하게 되며, 이를 위하여 영상처리방식 고추선별부를 개발하였다.

영상처리방식 고추선별장치 개발을 위하여 아래와 같은 총 8가지의 요소 장치를 개발하게 된다. 각각의 장치는 고추라는 특성을 감안하여 설계 개발하였으며 1차년도에 경우 정렬장치에서 바로 선별이 가능하게 하고 파괴된 고추의 특성을 감안하여 공압보다는 솔레노이드의 리젝터형에 대한 개발이 이루어 졌다.

(가) 고추 정량 공급장치 설계

정량 공급은 선별 및 꼭지 제거장치의 물량과 정확도를 결정하는 매우 중요한 장치로써 투입량이 변하더라도 일정량을 공급할 수 있는 능력을 갖춰야 한다. 특히 많은 물량이 한번에 공급되면 선별/제거부 쪽에서 문제가 일어날 수 있으므로 일정 크기의 버퍼를 확보해서 갑작스런 투입량 변화에 대응할 수 있어야 한다. 기본적으로 광폭의 이송 벨트에 균일하게 공급하기 위한 좌우 분배 장치가 구비되어야 하고 일정량 이상이 올라갈 경우 이를 방지할 수 있는 경사 컨베이어가 도입되어야 한다. 이러한 개념을 바탕으로 설계가 되어야 한다.



그림 65. 고추공급장치 중 상승컨베이어

(나) 고추 정렬장치 개발

정렬부는 고추가 하나씩 공급되게 하는 장치로써 일정량이 공급되더라도 고추의 물리적 특성상 붙어가는 현상을 막을 수는 없으므로 이를 풀어주는 장치이다. 또한 고추를 길이 방향으로 정렬하여 선별후 리젝터에서 정확하게 선별이 될 수 있도록 자세를 잡아주는 역할도 수행한다.



그림 66. 진동 정렬 장치

(다) 리젝터부 개발

이송 상태의 고추에서 청고추와 홍고추를 선별하여 청고추만을 다른 통로로 이송시키는 역할을 수행한다. 이송중인 상태의 고추에 대해 작동해야 하므로 고속으로 작동되어야 하며 정확하게 청고추를 분리해내야 한다. 또한 마모를 고려하여 교환이 용이한 구조로 부착되어야 하고 전기적인 솔레노이드의 보호를 위해 방수형 구조이어야 한다. 이전 방식의 경우 대부분이 에어를 이용한 방식으로 소음과 힘 조절이 어려운 단점을 안고 있었다. 이러한 점을 개선하기 위하여 본 개발품에서는 솔레노이드를 사용하여 이동경로를 바꿔주는 방식을 채택하여 개발하였다. 솔레노이드의 경우 에어 방식대비 에어 생성 장치 컴프레서 및 부대

장치의 구성이 필요없게 되어 공간 및 비용 절약을 할 수 있는 장점이 있다.



그림 67. 낙하식 선별부의 에어 배출 방식과 리젝터 배출 방식



그림 68. 리젝터에 의한 배출 방식

(라) 카메라 검사부 개발

고추의 홍과 청과를 구분하여 정확하게 판정하는 설비로써 카메라 센서와 조명 및 각종 광학부로 구성하게 된다. 범용적인 알고리즘 개발을 위하여 상용화된 프레임그래버를 장착한 컴퓨터 시스템을 구축하고자 하였다.

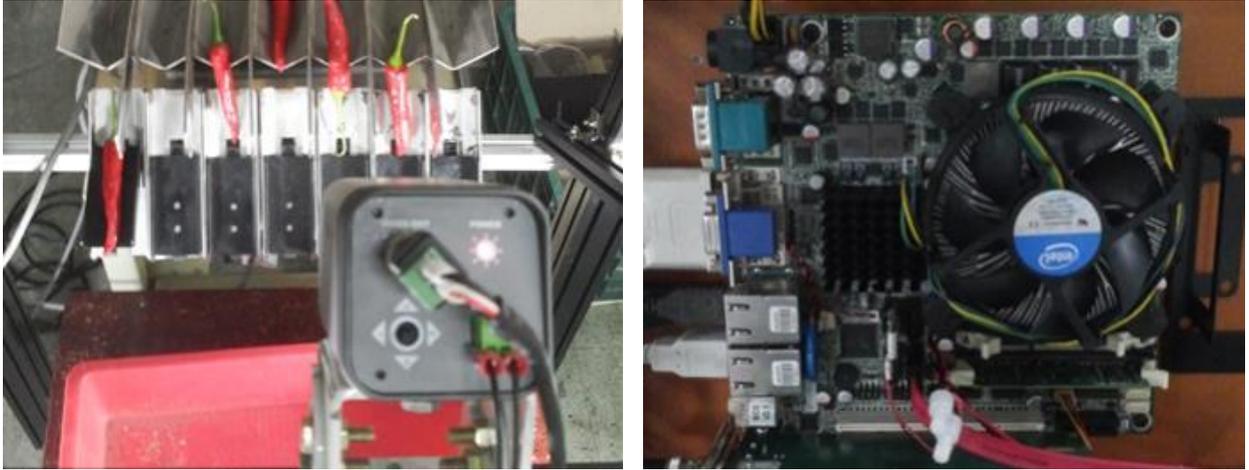


그림 69. 카메라 장치 및 제어 PC 부

(마) 영상처리 알고리즘 및 소프트웨어 개발

컴퓨터 비전 시스템을 구동하기 위한 소프트웨어를 개발하였다. 개발한 소프트웨어는 윈도우 기반의 사용자 인터페이스를 갖도록 하였고 간단한 마우스 조작만으로 검사 프로그램을 구동할 수 있게 하였다.

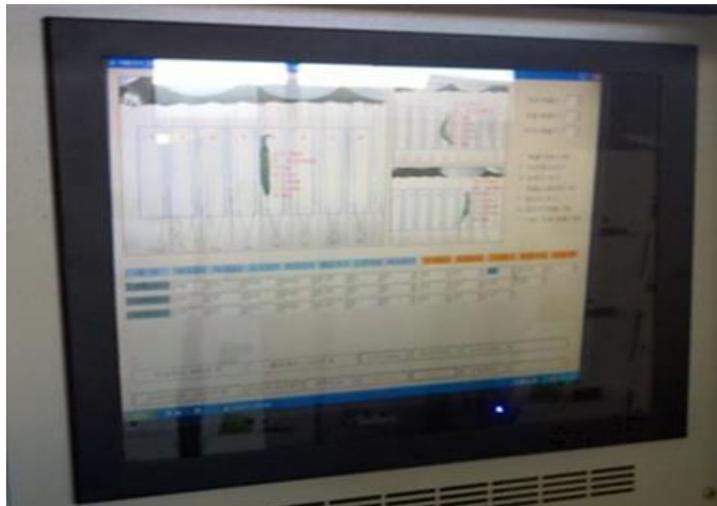


그림 70. 낙하식 선별 알고리즘 개발

(바) 장치 제어부 개발

카메라 장비에 의해 판정된 꼭지 위치 정보는 통신 포트를 통하여 솔레노이드 제어용 PLC에 입력되게 하였다. 고속의 리젝터 작동을 위해서 일반적인 릴레이 구동보다는 무접점 릴레이(SSR) 구동을 선택하였으며 설치 공간의 최소화를 위해 블록형 SSR 모듈을 선정하였다.

2) 영상처리방식 고추선별부 1차 시작품의 성능실험

기존의 에어식 선별장치에서는 에어 컴프레서 및 에어 탱크를 구성해야하는 등 몇가지 문제점이 제기 되었다. 또한, 에어 배출시 나타나는 소음과 에어의 힘 세기 조정의 어려움도 있었다. 이러한 단점을 개선하여 슬레노이드 리젝터를 개발하였으며 동일한 성능에서 단점을 개선할 수 있었다. 한편 컴퓨터의 계산 성능은 최근 들어 더욱 증가되어서 고속의 연산이 가능해져서 단시간에 많은 수량의 처리가 가능해졌으며 이와 같은 주변 상황을 고려해서 자유낙하식 선별기를 개발하게 되었다.

자유낙하식 선별기의 기본 개념은 낙하 상태의 고추영상을 획득하고 이를 분석한 후 배출구에 도달했을 때 리젝터로 경로를 바꾸는 것이다. 자유낙하식 선별 방식이 가능하기 위해서는 먼저 낙하 상태의 고추를 놓치지 않고 영상 획득이 가능해야 하며 배출구에 도달하기 전에 영상 분석과정이 끝나고 이를 처리해야 한다. 한편 정확도를 높이기 위해서는 한 번 이상의 검사가 필요할 것으로 판단하였다. 즉 한번 검사한 것을 다시 한번 검사하여 최종적으로 청과와 홍과를 구분한다면 선별 정확도를 더 높일 수 있을 것이다. 청과로 나오는 것은 카메라에서 두 번 모두 청과로 인식되었을 때이고, 홍과로 나오는 것은 청과이외로 인식되는 방식을 사용하였다.

낙하상태의 고추는 고속으로 움직이므로 8채널만으로도 충분히 많은 양을 처리할 수 있었으며 선별기는 한 대의 카메라와 한 대의 프레임그래버 그리고 한 대의 PC로 컨트롤러 구성이 가능하여 시험하였다.

낙하식 배출에서 원활한 슬레노이드 작동을 위해서 DC용 SSR을 사용하였다. 배출에서 나타나는 오류를 감안할 때 90% 이상의 정확도로 선별이 가능함을 알 수 있었다. 크기선별의 경우 현재까지 실험의 결과 80%이상의 정확도를 보이고 있으며, 다양한 실험을 진행하고 있다.



그림 71. 자유낙하식 고추 선별기 시험

본 과제를 수행하면서 7채널 자유낙하식 1대, 14채널 자유낙하식 1대의 선별장치를 개발 및 제작하였다. 자유낙하식이 비교적 구동부가 적고 처리량이 많으며 선별 정확도가 높다는 장점이 있다. 한편 다량의 고추를 선별하기 위해서는 채널의 확장이 요구되는데 여기에는 필수적으로 카메라의 확장이 따르게 된다. 이 경우 카메라와 카메라를 서로 일치시키는 과정이 필요하며 이에 대한 자동화 소프트웨어 개발이 또한 중요하다.

라. 생고추 원료의 꼭지제거 기술 개발

1) 압축인장식 고추꼭지제거 장치 개발

(1) 압축인장식 고추꼭지제거 장치 1차 시작품의 구성

기계수확후 고추종합처리장 또는 산지 농산물 집하장으로 입고되는 생고추 원료는 일차로 고추줄기 및 잎을 선별 후 고추꼭지제거장치로 이송된다. 생고추 원료를 균일하게 공급하기 위하여 원료 이송 콘베어, cleaning card 이송장치, 진동 공급기 등이 설치되었으며 고추과피와 꼭지접합부를 일정한 압력 깊이로 압축 후 과피와 꼭지 부분에 압축 인장력을 가하여 쉽게 과피에서 고추 꼭지를 제거하는 생고추 압축롤러 및 압축인장 실리콘롤 조합을 통과하면서 고추과피에서 꼭지를 제거한다. 그림 72는 생고추 원료의 압축인장식 고추꼭지제거 장치 1차 시작품의 개략도이며 그림 73은 시작품 모습이다. 전체 설치 규격은 7,840(L)×1,030(W)×2,100(H) mm이며 총 소요동력은 6 hp이며 전원 AC 220V 였다.

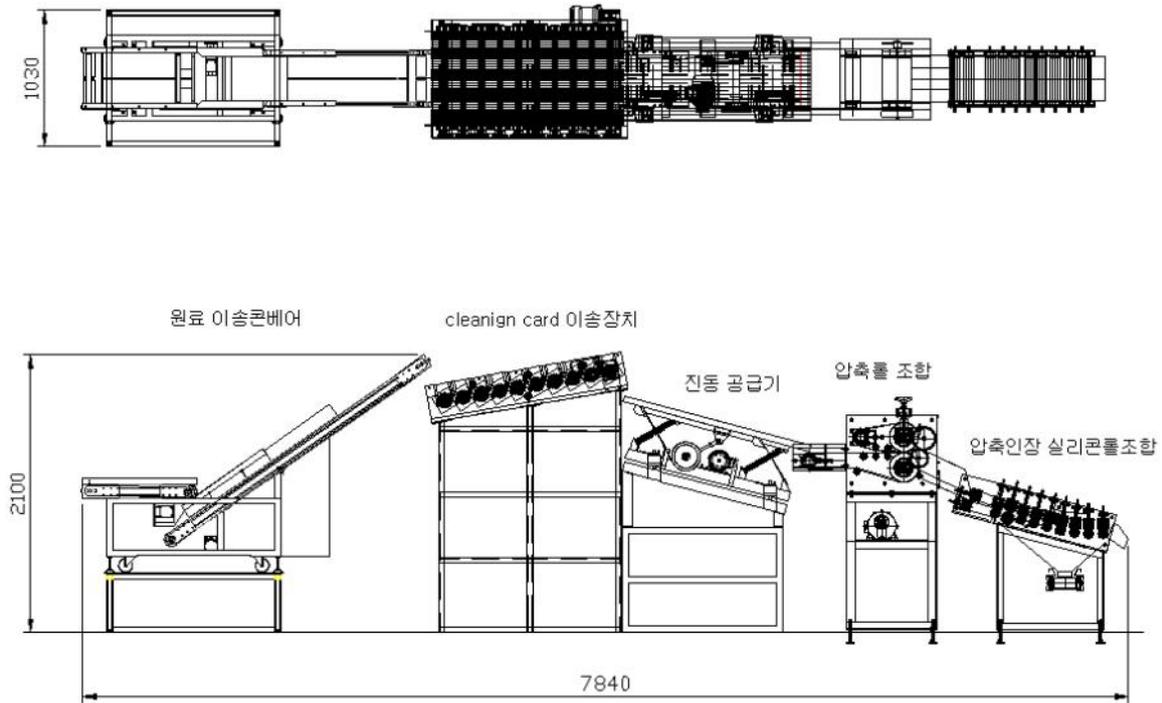


그림 72. 생고추 원료의 압축인장식 고추꼭지제거 장치 1차 시작품 개략



그림 73. 생고추 원료의 압축인장식 고추꼭지제거 장치 1차 시작품(2015. 5. 13)

(2) 생고추 원료의 균일 공급 장치 1차 시작품

(가) 원료 공급 컨베이어

그림 74는 생고추 원료의 공급장치 시작품의 개략도이며 그림 75는 제작된 모습이다. 장치의

크기는 2,620(L)×650(W)×1,730(H) mm 이며 수평 및 수직 벨트 콘베어로 구성되었다. 벨트 콘베어에는 생고추 시료가 적재될 수 있도록 안내판이 설치되어 있다. 벨트 이송속도 조절 장치가 부착되어 있으며 소요마력은 1/4 hp이다.

○ 성능실험

원료 공급 콘베어의 공급용량을 실험하기 위하여 2015년 5월 12일 진주 문산면 비닐하우스에서 재배된 홍고추 시료를 가락동 농산물 시장에서 구매하였다. 홍고추 시료 2kg (약 100개)를 3 반복(그림 76) 하여 장치에 공급하고 원료 이송 콘베어의 구동축 회전속도를 20, 30, 50 rpm으로 하였을 때 통과시간(sec)을 측정하고 이를 시간당 원료공급량(kg/hr)로 환산하였다. 표 46과 47은 통과시간 측정 결과이며 이를 이론적 원료공급량(kg/hr)으로 계산하였다. 공급 콘베어 구동축 회전 속도가 20, 30, 50 rpm 일 때 시료 평균 통과속도는 각각 26.3, 12.3, 8.0 sec 였으며 이를 시간당 홍고추 원료 통과량으로 보면 각각 273.4, 583.8, 900.0 kg/hr 나타났다. 원료 이송 콘베어 실험 동영상은 Youtube(<https://youtu.be/39V3yZu5EHs>)에 업로드되었다.

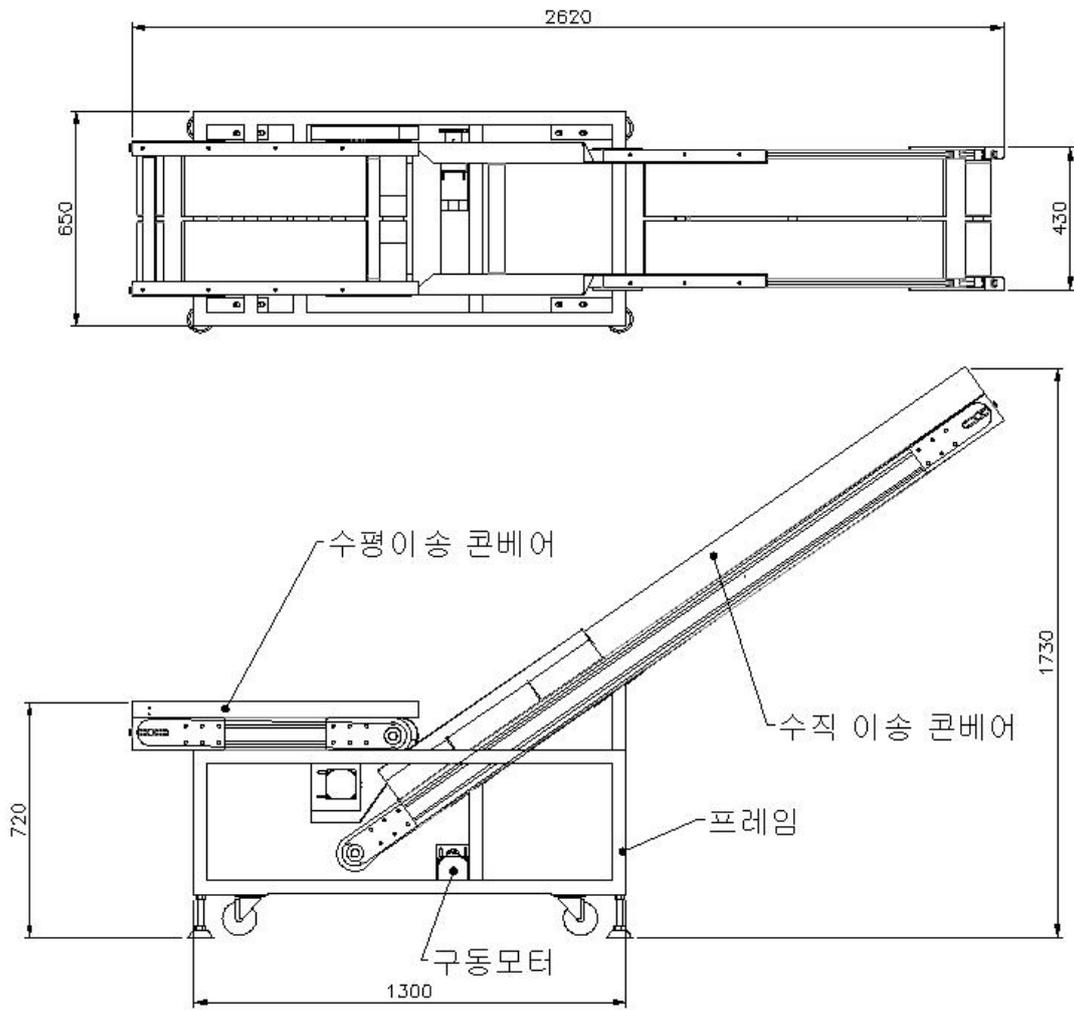


그림 74. 원료 공급 콘베어 시작품의 개략도



그림 75. 원료 공급 콘베어 시작품



그림 76. 홍고추 시료(2015. 5. 12, 진주 문산)

표 46. 원료 공급 콘베어의 시료 통과시간 측정

공급 콘베어 축 회전속도(rpm)	통과시간(sec)			
	1회	2회	3회	평균
20	27	26	26	26.3
30	13	12	12	12.3
50	8	8	8	8.0

표 47. 원료 공급 콘베어의 원료 공급량 측정

공급 콘베어 축 회전속도(rpm)	원료공급량(kg/hr)			
	1회	2회	3회	평균
20	266.7	276.9	276.9	273.4
30	553.8	600.0	600.0	583.8
50	900.0	900.0	900.0	900.0

(나) Cleaning card 이송장치

원료 공급 콘베어에서 불균일한 상태로 공급되는 생고추 원료를 진동 콘베어에 균일하게 공급하기 위하여 150×150 mm 크기의 정사각형 모양의 cleaning card(그림 62 참조)를 사용하여 이송장치를 설계 제작하였다. 그림 77은 이것의 개략도이며 그림 78은 1차 시작품이다. 장치의 크기는 1,500(L)×900(W)×290(H) mm이며 10° 경사각으로 프레임에 설치하였다. 10개의 20×20 mm 사각봉에 각각 40개의 cleaning card를 18.0 mm 간극으로 설치하였으며

체인구동 방식이다. 구동마력은 1/2 hp이며 인버터를 이용하여 회전속도를 조절하여 생고추 시료의 이송 속도를 조절하게 하였다.

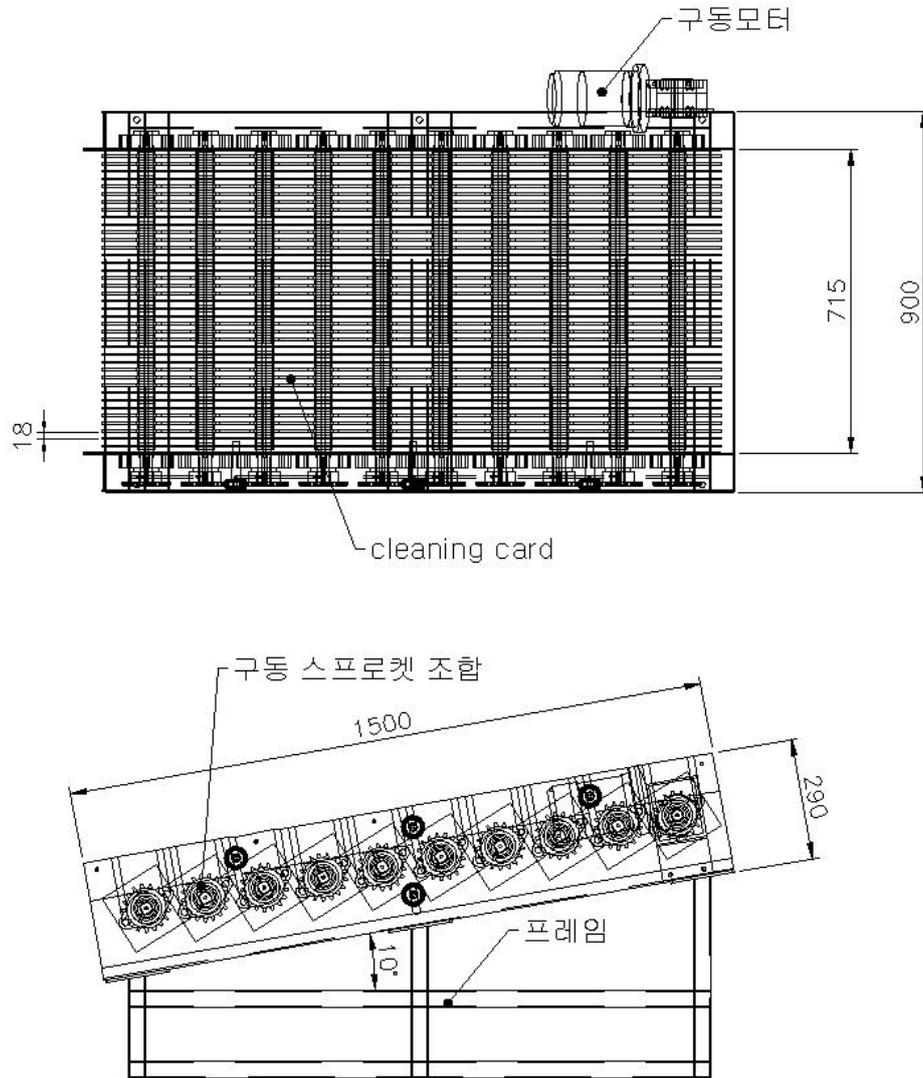


그림 77. Cleaning card 이송장치 개략도

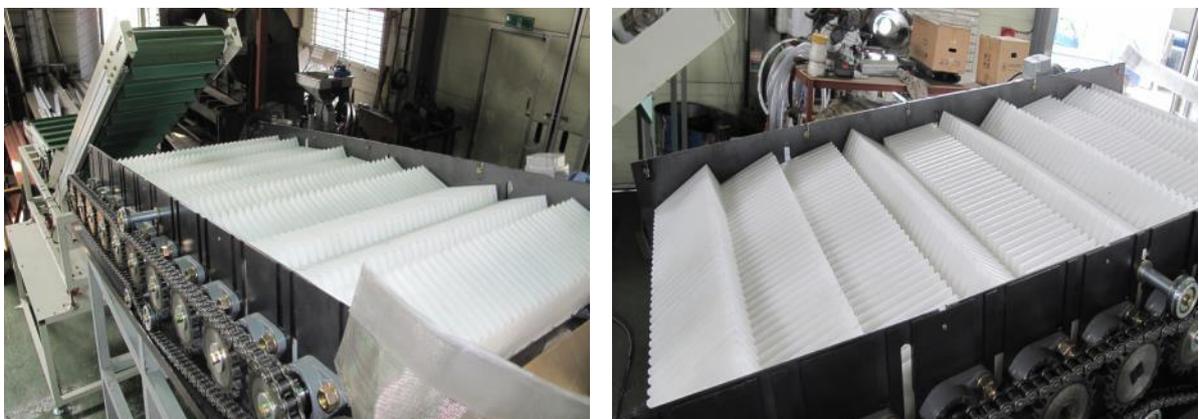


그림 78. Cleaning card 이송장치 시작품

○ 성능 실험

앞서와 같은 실험방법으로 홍고추 시료 2kg (약 100개)를 3 반복하여 장치에 공급하고 cleaning card 이송장치의 구동축 회전속도를 40, 60, 80 rpm으로 하였을 때 통과시간(sec)을 측정하고 이를 시간당 원료공급량(kg/hr)로 환산하였다. 표 48과 49는 통과시간 측정 결과이며 이를 이론적 원료공급량(kg/hr)으로 계산하였다. cleaning card 이송장치의 구동축 회전 속도가 40, 60, 80 rpm 일 때 시료 평균 통과속도는 각각 18.3, 14.3, 12.7 sec 였으며 이를 시간당 홍고추 원료 통과량으로 보면 각각 392.7, 502.3, 568.4 kg/hr 나타났다. cleaning card 이송장치 실험시 회전속도별 생고추 시료의 이송 형상은 그림 79와 같으며 동영상은 Youtube (<https://youtu.be/9kGNmdNwycc>)에 업로드하였다.

표 48. Cleaning card 이송장치의 시료 통과시간 측정

구동축 회전속도(rpm)	통과시간(sec)			
	1회	2회	3회	평균
40	18	20	17	18.3
60	14	15	14	14.3
80	13	13	12	12.7

표 49. Cleaning card 이송장치의 원료공급량 측정

구동축 회전속도(rpm)	원료공급량(kg/hr)			
	1회	2회	3회	평균
20	400.0	360.0	423.5	392.7
30	514.3	480.0	514.3	502.3
50	553.8	553.8	600.0	568.4



40 rpm

60 rpm

80 rpm

그림 79. Cleaning card 구동축 회전속도 변화에 따른 생고추 원료 이송 상태

(다) 진동 공급기

Cleaning card 이송장치에서 균일하게 펼쳐진 생고추 원료가 경사진 진동 공급기에 이송되어 정렬된 상태로 고추꼭지제거장치의 압축롤 이송콘베어에 공급된다. 진동 공급기는 구동모터, 굴곡진 경사판, 4개의 진동스프링, 편심된 진동 축, 프레임 등으로 구성되었다. 크기는 1,450(L)×630(W)×570(H) mm이며 경사판의 굴곡은 깊이 30, 피치 60 mm 이다. 소요동력은 1hp이며 진동축 회전 속도를 인버터로 조절한다. 그림 80은 시작품 개략도이며 그림 81은 시작품이다.

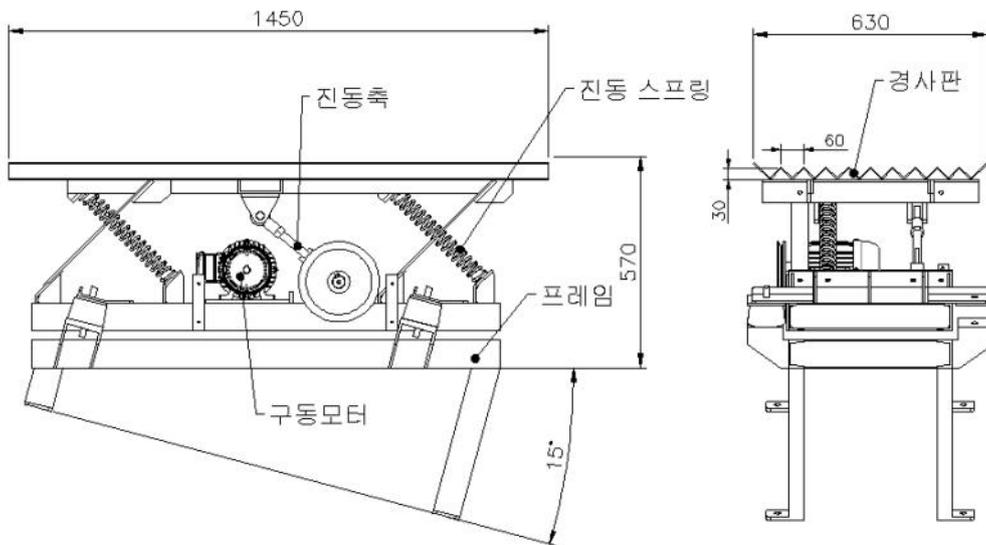


그림 80. 진동 공급기 개략도



그림 81. 진동 공급기 시작품

○ 성능 실험

앞서와 같은 실험방법으로 홍고추 시료 2kg (약 100개)를 3 반복하여 장치에 공급하고 진동공급기의 진동축 회전속도를 900, 1,020, 1,120 rpm으로 하였을 때 통과시간(sec)을 측정하고 이를 시간당 원료공급량(kg/hr)로 환산하였다. 표 50과 51은 통과시간 측정 결과이며 이를 이

론적 원료공급량(kg/hr)으로 계산하였다. 진동공급기의 진동축 회전 속도가 900, 1,020, 1,120 rpm 일 때 시료 평균 통과속도는 각각 21.0, 17.0, 14.3 sec 였으며 이를 시간당 홍고추 원료 통과량으로 보면 각각 344.9, 424.5, 502.9 kg/hr 나타났다. 진동 공급기의 진동축 회전속도별 생고추 시료의 이송 형상은 그림 82와 같으며 동영상은 Youtube (<http://youtu.be/78fwMobpwRY>)에 업로드되었다.

표 50. 진동공급기의 시료 통과시간 측정

진동축 회전속도(rpm)	통과시간(sec)			
	1회	2회	3회	평균
900	19	21	23	21.0
1,020	18	17	16	17.0
1,120	14	14	15	14.3

표 51. 진동공급기의 원료공급량 측정

진동축 회전속도(rpm)	원료공급량(kg/hr)			
	1회	2회	3회	평균
900	378.9	342.9	313.0	344.9
1,020	400.0	423.5	450.0	424.5
1,120	514.3	514.3	480.0	502.9



900 rpm



1,020 rpm

그림 82. 진동 공급기 축회전속도별 생고추 원료 공급 형상

(3) 생고추 원료의 압축인장식 고추꼭지제거 장치 시작품

생고추 원료의 압축인장식 꼭지제거 장치는 압축롤 조합과 압축인장 실리콘 조합으로 구성된다. 진동공급기에서 정렬 공급된 생고추 원료는 과피와 꼭지부분을 압축롤 조합을 이용하여 5~8 mm 깊이로 압축하여 과피와 꼭지 접합부의 조직을 파괴하여 상호 인장력을 약하

계 한 다음 압축인장 실리콘롤 조합에서 과피에서 꼭지를 분리시킨다.

(가) 압축롤 조합

그림 83은 생고추 원료 꼭지제거를 위한 압축롤 및 압축인장 실리콘롤 조합 개략도를 나타낸 것이다. 압축롤 조합은 상부 및 하부 압축벨트, 4 개의 구동기어 조합, 압축깊이 조절 핸들, 구동모터, 프레임, 경사판 등으로 구성되어 있다. 소요동력은 2hp 이며 인버터를 이용하여 압축롤의 회전속도를 조절한다. 압축벨트의 폭은 압축인장실리콘롤과 같이 350mm로 하였다. 크기는 1,080(L)×640(W)×1,850(H) mm이다.

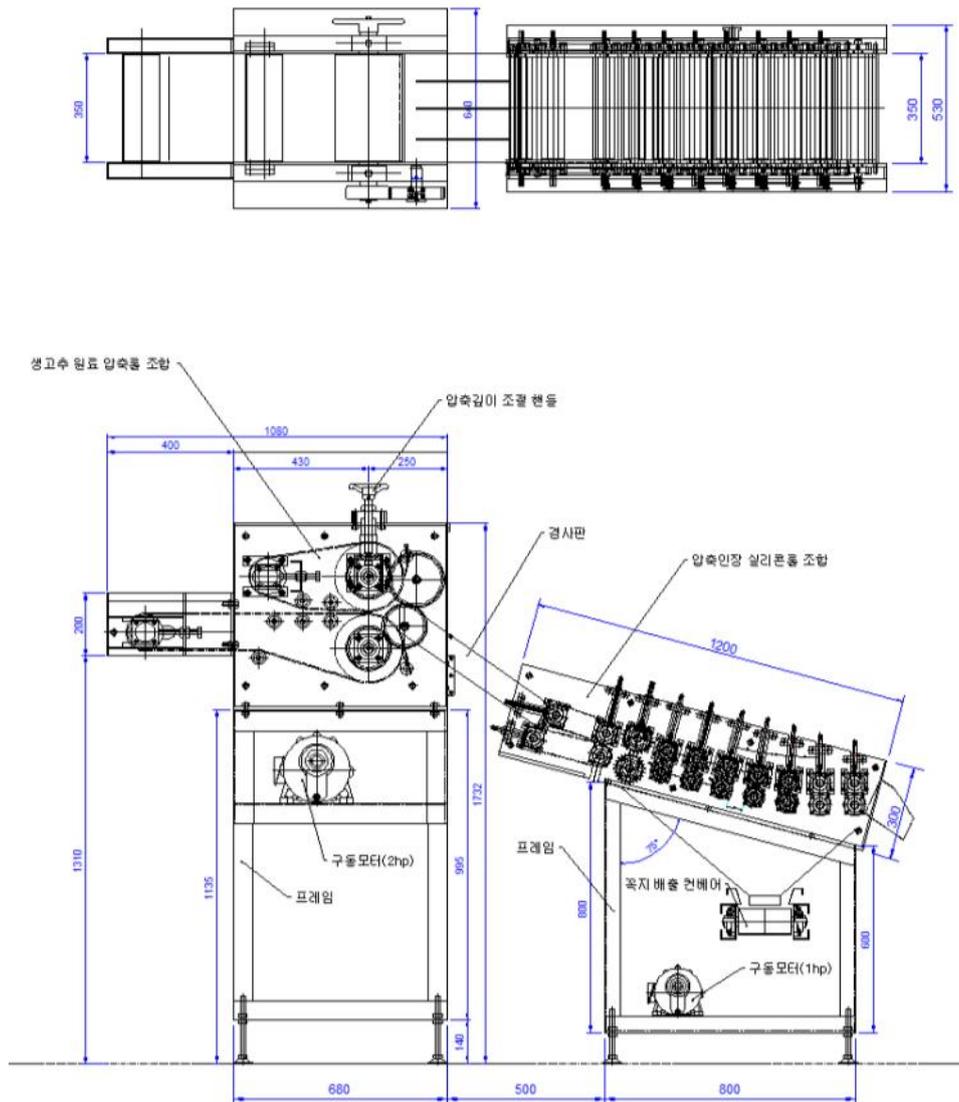
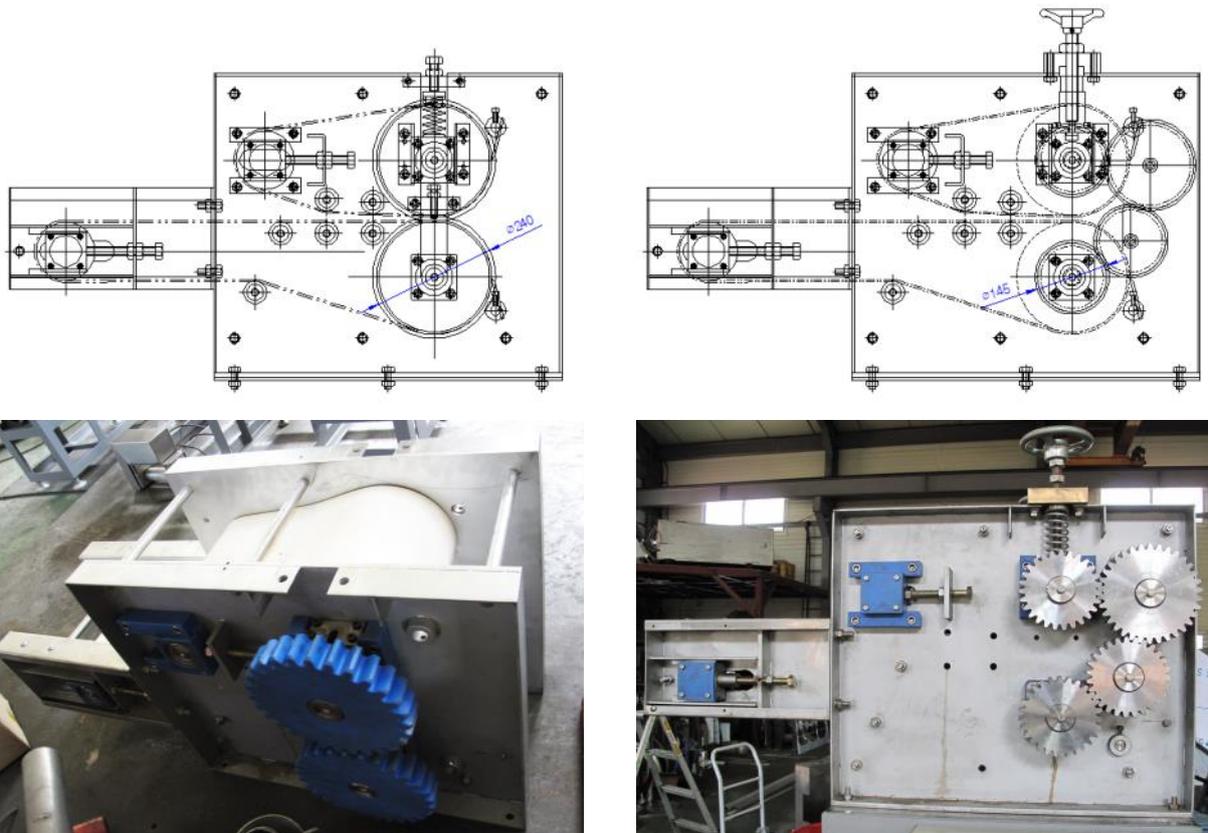


그림 83. 압축인장식 고추꼭지제거 장치의 압축롤 및 실리콘롤 조합 개략도

압축롤 및 압축인장 실리콘롤 조합의 폭을 2007년 생고추 원료 꼭지제거 시스템 개발시 사양과 동일한 350 mm로 한 것은 1 차년도 연구에서 생고추 원료의 균일 정렬공급에 따라 원료 처리용량 및 꼭지제거율 증가 요인 분석을 하고자 한 것으로 2차 년도 시작품 제작시 이들의 폭을 500 mm 이상으로 증대시킬 예정이다.

그림 84는 압축롤 구동방식을 종래 2개의 대형 기어조합 구동에서 4개의 구동기어 조합을 적용하여 생고추 압축깊이를 자유롭게 조절할 수 있게 하였다. 개선 전 구동 기어 직경이 $\phi 240$ mm로 커서 압축깊이가 클 경우 기어물림이 벗어나는 문제가 있었다. 개선 후 기어 직경이 $\phi 145$ mm로 크게 적어졌고 2개의 idle 기어를 설치하여 생고추 원료의 압축깊이를 자유롭게 할 수 있었다. 그림 85는 개선된 생고추 원료의 압축롤 조합 시작품이다.



<개선 전>

<개선 후>

그림 84. 생고추 원료의 압축롤 조합의 개선 방안



그림 85. 생고추 원료의 압축롤 조합 시작품

(나) 압축인장 실리콘롤 조합

압축된 생고추 원료의 꼭지는 압축인장 실리콘롤 조합에서 최종적으로 과피와 꼭지가 분리된다. 이 장치는 그림 86과 87에서와 같이 1개의 생고추 원료 공급벨트, 8 개의 압축인장 실리콘롤, 구동모터, 꼭지 배출 콘베어, 프레임 등으로 구성되어 있다. 크기는 1200(L) × 530(W) × 300(H) mm이며 15°경사각으로 설치되었다. 압축인장 실리콘롤 형상은 그림 86과 같다. 1번축은 직경 $\phi 100$, 내경 $\phi 60$ mm, 27개의 높이 10 mm 홈이 있으며 2번에서 6번 축은 직경 $\phi 70$, 내경 $\phi 35$ mm, 12개의 높이 10 mm 홈이 있다. 마지막 7번과 8번 축은 고추 과피와 분리된 꼭지를 선별하는 역할을 하기 때문에 앞서 축과 외내경이 동일하지만 홈 부분이 없다.

압축된 생고추 원료의 꼭지는 압축인장 실리콘롤의 1번에서 5번 축 사이에서 과피에서 분리되며 6번에서 8번 축을 통과할 때 꼭지가 선별된다. 구동축은 5번 축이며 인버터의 주파수 변화에 따른 축 회전속도 변화는 표52와 같다. 그림 88은 압축인장 실리콘롤 조합 시작품이다.

표 52. 압축인장 실리콘롤의 축별 회전속도(rpm)

인버터 (hz)	축 회전속도(rpm)								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
30	82	82	108	163	244	350	244	163	81
40	109	109	146	219	329	440	329	220	109
50	137	137	184	276	414	560	220	276	137
60	166	166	221	332	498	670	276	333	166

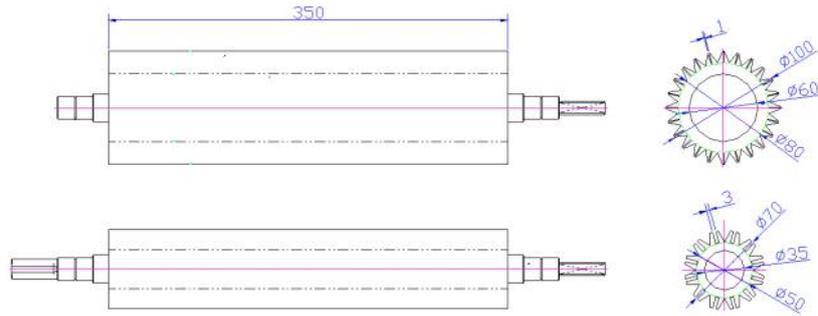


그림 86. 압축인장 실리콘롤 형상 개략도

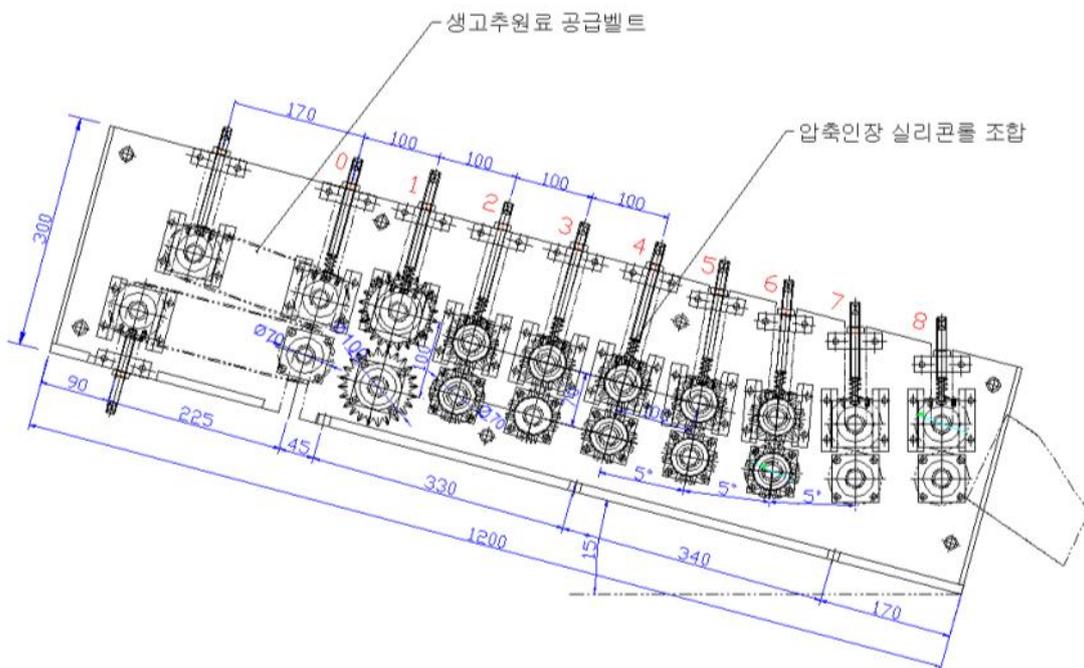


그림 87. 압축인장 실리콘롤 조합 개략도

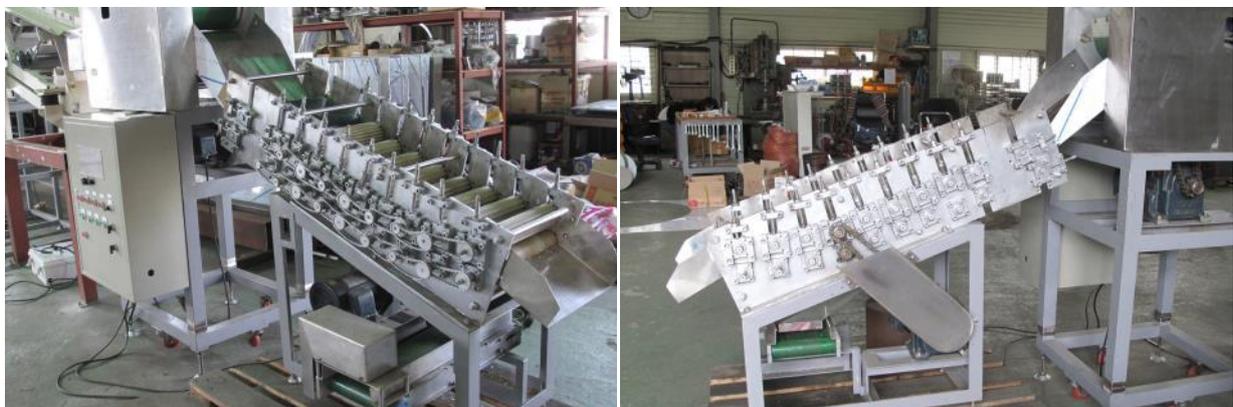


그림 88. 압축인장 실리콘롤 조합 시작품

(4) 생고추 원료의 고추꼭지제거 1차 시작품의 성능 실험 및 개선 방안

(가) 압축물의 압축깊이에 따른 생고추 원료의 꼭지제거율

○ 실험 재료

2015년 5월 12일 진주 문산면 비닐하우스에서 재배된 홍고추 시료를 가락동 농산물 시장에서 구매하였다. 홍고추 시료 2kg (약 100개)를 3 반복하여 압축물의 압축 깊이별 꼭지제거율을 구하였다. 시료의 물성 측정 결과는 표 53과 그림 89와 같다.

표 53. 홍고추 시료의 물성 측정

시료	개체중량(g)	과피길이(mm)	꼭지길이(mm)	전체(mm)	과피폭(mm)
1	20.72	141.46	42.62	184.08	20.25
2	23.80	151.02	43.11	194.13	22.00
3	19.98	137.38	53.31	190.69	20.40
4	24.30	143.01	47.18	190.19	22.24
5	20.14	141.09	52.30	193.39	19.30
6	20.00	139.48	36.68	176.16	17.76
7	20.87	141.82	44.52	186.34	19.10
8	21.20	149.30	46.23	195.53	20.14
9	25.40	140.76	59.70	200.46	22.18
10	18.68	125.00	41.61	166.61	19.79
평균	21.5±2.2	141.0±7.0	46.7±6.7	187.8±10.0	20.3±1.5



그림 89. 홍고추 시료 외형

○ 실험 방법

압축물의 압축 깊이를 5.0, 6.0, 8.0 mm로 변화시키면서 홍고추 시료 100개를 3반복하여 생고추 원료의 꼭지제거율을 측정하였다. 작업조건은 표 54와 같다. 실험별 꼭지가 완전 제거된 고추과피, 꼭지 미제거 고추의 개수를 측정하여 꼭지제거율을 분석하였다.

표 54. 압축물의 압축 깊이에 따른 생고추 원료 꼭지제거율 측정 작업 조건

장치	구동축 회전속도(rpm)
원료이송 콘베어	30
cleaning card 이송장치	60
진동 공급기	1,020
압축물 조합	60
압축인장 실리콘롤 조합	56

○ 실험 결과

표 55는 압축물의 압축 깊이에 따른 생고추 원료의 꼭지 제거율을 나타낸 것이다. 압축 깊이 5.0 mm의 꼭지제거율은 67.7~87.9 % 였으며 6.0 mm 경우 72.0~82.8 %, 8.0 mm 경우 68.0~71.0 %였다. 압축깊이가 증가하면 압축물 사이의 간극에 증가하여 홍고추 시료 과피와 꼭지 접합부에 가해지는 압축력이 적어져 꼭지제거율이 감소되는 경향을 보였다. 과피의 파쇄정도를 고려할 때 압축깊이는 6.0 mm가 적합한 것으로 생각된다. 홍고추 원료 투입량은 시간당으로 계산하면 300~350 kg/hr 였다.

표 55. 압축물의 압축깊이에 따른 생고추 원료의 꼭지 제거율

압축 깊이 (mm)	회수	완전제거 (개)	미제거 (개)	전체 (개)	꼭지제거율 (%)	비고
5.0	1회	67	32	99	67.7	
	2회	87	13	100	87.0	
	3회	87	12	99	87.9	
6.0	1회	79	21	100	79.0	
	2회	70	30	100	70.0	
	3회	82	17	99	82.8	
8.0	1회	68	32	100	68.0	
	2회	75	25	100	75.0	
	3회	71	29	100	71.0	

그림 90은 생고추 원료의 압축깊이에 따른 꼭지제거율 실례이며 동영상은 Youtube (<https://youtu.be/Kk6punCAMUI>)에 업로드되었다.



압축깊이 5.0 mm 꼭지제거율 87.9 %



압축깊이 6.0 mm 꼭지제거율 82.3 %



압축깊이 8.0 mm 꼭지제거율 75.0%

그림 90. 압축깊이에 따른 생고추 원료의 꼭지 제거율

(나) 압축인장 실리콘롤 회전속도에 따른 생고추 원료의 꼭지제거율

○ 실험 재료

앞서와 동일한 홍고추 시료 2kg (약 100개)를 3 반복 사용하였다.

○ 실험 방법

압축인장 실리콘 롤의 구동축(5번)의 회전속도를 인버터 주파수(30, 40, 50 Hz)를 사용하여 330, 440, 550 rpm으로 변화시키면서 홍고추 시료 100개를 3반복하여 생고추 원료의 꼭지제거율을 측정하였다. 작업조건은 표 56과 같다. 실험별 꼭지가 완전 제거된 고추과피, 꼭지 미제거 고추의 개수를 측정하여 꼭지제거율을 분석하였다.

표 56. 압축인장 실리콘롤 회전속도에 생고추 원료 꼭지제거율 측정 작업 조건

장치	구동축 회전속도(rpm)
원료이송 콘베어	30
cleaning card 이송장치	60
진동 공급기	1,020
압축롤 조합	60

○ 실험 결과

표 57은 압축인장 실리콘롤 구동축 회전속도에 생고추 원료의 꼭지 제거율을 나타낸 것이다. 회전속도 330 rpm의 꼭지제거율은 60.0~72.0 % 였으며 440 rpm 경우 66.0~80.08 %, 550 rpm 경우 68.0~79.0 %였다. 구동축 회전속도가 440 rpm 일 때 꼭지제거율이 가장 높았으며 이보다 낮으며 실리콘롤 조합 사이에 상대 회전속도 차이가 떨어져 꼭지제거율이 감소하였다. 550 rpm의 경우 실리콘롤 조합의 회전속도가 과도하게 높아 상대 회전속도는 높으나 이송시간이 빨라 440 rpm 보다 크게 증가하지 않았다. 따라서 본 시작품의 경우 실리콘롤의 구동축 회전 속도가 400~450 rpm이 적합할 것으로 생각된다. 본 실험의 꼭지제거율이 압축 깊이 변화의 경우 보다 전반적으로 낮은 것은 실험이 앞서보다 24시간 지연이되어 홍고추 원료의 신선도가 떨어져 과피와 꼭지부분 접합부분의 물성이 연질화되었기 때문으로 생각된다. 시료 공급량은 앞서와 같은 시간당으로 300~350 kg/hr였다.

그림 91은 압축롤 및 실리콘롤 조합의 생고추 원료 고추꼭지제거 실험에서 과피에서 분리된 고추꼭지 시료를 수집한 것이다. 압축식 고추꼭지제거 장치의 경우 과피 손실이 0.5~1.0 % 로 매우 낮은 것으로 나타났다.



그림 91. 생고추 원료의 꼭지제거 실험에서 분리된 고추꼭지 시료

그림 92는 압축인장 실리콘롤 회전속도에 따른 꼭지제거율 실레이며 동영상은 Youtube (<https://youtu.be/Y8O5rAiDMBs>)에 업로드되었다.

표 57. 압축인장 실리콘롤 회전속도에 생고추 원료 꼭지제거율

구동축 회전속도 (rpm)	완전제거 (개)	미제거 (개)	전체 (개)	꼭지제거율 (%)	비고
330	1회	60	40	100	60.0
	2회	72	28	100	72.0
	3회	60	40	100	60.0
440	1회	70	30	100	70.0
	2회	66	34	100	66.0
	3회	80	20	100	80.0
550	1회	76	23	99	76.8
	2회	79	21	100	79.0
	3회	68	32	100	68.0



구동축 회전속도 330 rpm 꼭지제거율 72.0 %



구동축 회전속도 440 rpm 꼭지제거율 80.0 %



구동축 회전속도 550 rpm 꼭지제거율 79.0 %

그림 92. 압축깊이에 따른 생고추 원료의 꼭지 제거율

(5) 생고추 원료의 꼭지제거 장치 1차 시작품 개선 방안

(가) 원료 공급 콘베어

1차년도 생고추 원료 공급 콘베어의 시료 투입은 수작업으로 하였으나 10~20 kg의 시료를 벌크한 상태로 투입한 후 수직 이송 벨트 콘베어에 일정하게 공급되는 장치가 필요하다. 이것은 원료 흡퍼와 다수의 스크래퍼가 설치된 실린더 회전체 같은 장치를 고려 할 수 있다.

(나) Cleaning card 이송 장치

생고추 원료의 균일 공급에 주요한 역할을 하는 cleaning card 이송장치 1차 시작품은 벌크한 상태로 공급되는 생고추 원료를 균일하게 퍼면서 이송하는 성능이 우수하고 현재 규모로 원료 이송량이 500~600 kg/hr 수준에 달하고 있다. 장치의 안전을 위하여 구동 스프로킷 조합 부분 양쪽에 안전 커버가 필요하다. 그리고 cleaning card와 진동 공급기를 이어주는 부분에 생고추 원료가 외부로 이탈하지 않도록 안내판 설치가 보완되어야 한다.

(다) 진동 공급기

Cleaning card 이송 장치에서 공급되는 생고추 원료가 외부로 이탈하지 않고 골곡진 경사판 내로 쉽게 이송되도록 현행 안내판을 보완한다. 생고추 원료의 정렬 이송이 원활하도록 현재 경사판 골곡의 높이와 피치, 각각 30, 60 mm를 40, 70 mm로 높이는 것을 생각한다. 진동 공급기에서 압축롤 하부 원료 이송벨트로 이송되는 생고추 원료가 길이 방향으로 정렬되도록 보조 안내판 설치가 필요하다.

(라) 압축롤 조합

압축식 생고추 원료 꼭지제거 장치에 가장 핵심적인 역할을 하는 것이 원료를 일정한 깊이로 압축하는 장치이다. 생고추 원료의 꼭지제거 처리량을 시간당 500 kg/hr으로 증대하려면 현행 압축롤 폭, 350 mm를 500 mm으로 증가시키야 한다. 또한 생고추 원료의 압축깊이 조절을 자동화하는 시스템 설치가 요구된다. 현재 압축롤을 구동하는 4개의 기어조합의 크기를 축소하고 전체적으로 압축롤 직경을 감소하여 장치의 소형화가 필요하다. 압축된 생고추 원료가 압축인장 실리콘롤 조합 투입구에 길이방향으로 이송되도록 안내 경사판을 개선하여야 한다.

(마) 압축인장 실리콘롤 조합

압축된 생고추 원료의 과피와 꼭지를 최종적으로 분리하는 장치로서 1차 꼭지제거율 실험에서 평균 제거율이 70~80% 낮았다. 무엇보다도 공급량을 시간당 400kg/hr 이상으로 증가할 경우 실리콘롤 사이에서 압축효과가 낮아 꼭지제거 작업이 어려운 상태이다. 따라서 현행 실리콘롤의 폭 350 mm를 500 mm로 증가시켜 동시 통과하는 생고추 원료 정렬 라인이 6개 이상이 되도록 한다. 실리콘롤 압축깊이를 정확히 외부에서 알 수 있는 깊이 눈금 게이지 설치도 고려한다. 현재 7, 8번 원형 실리콘롤은 단순하게 분리된 과피부분을 배출하는 역할을 하는데 이를 별도의 고추과피 및 꼭지 분리 장치를 설치하고 제거하는 것도 검토하려고 한다. 압축롤 조합에서 공급되는 생고추 원료가 실리콘롤 조합 입구에 원활하게 이송되도록

안내경사판과 이송벨트의 부분도 개선할 예정이다.

(바) 고추과피 및 꼭지 선별 방법 연구

압축인장 실리콘롤 조합을 거쳐서 꼭지가 제거된 고추과피가 외부로 배출되는 과정에 분리된 꼭지가 일부 혼합되고 있다. 이러한 꼭지들을 실리콘롤 조합 배출구에 별도의 선별장치를 설치할 필요가 있다. 현재 카메라 이미지 센서와 공기 노즐을 이용하는 방법이 검토되고 있지만 일차적으로 간극 롤(gap roll) 이송 콘베어를 설치하여 과피와 꼭지의 크기 차이를 활용하여 꼭지를 분리하는 방법을 검토하고 있다.

2) 영상처리·절단식 고추꼭지제거 장치 개발

(1) 고추꼭지제거부 1차 시작품의 구성

고추 꼭지 제거장치 개발을 위하여 아래와 같은 총 8가지의 요소 장치를 개발하였다. 각각의 장치는 고추라는 특성을 감안하여 개발하였으며 무엇보다 현장에서 바로 활용할 장치라는 점에 착안하여 사용자가 쉽게 이용할 수 있도록 제작하였다.

(가) 고추 정량 공급장치 설계

정량 공급은 꼭지 제거장치의 물량과 정확도를 결정하는 매우 중요한 장치로서 투입량이 변하더라도 일정량을 공급할 수 있는 능력을 갖춰야 한다. 특히 많은 물량이 한번에 공급되면 제거부 쪽에서 문제가 일어날 수 있으므로 일정 크기의 버퍼를 확보해서 갑작스런 투입량 변화에 대응할 수 있어야 한다. 기본적으로 광폭의 이송 벨트에 균일하게 공급하기 위한 좌우 분배 장치가 구비되어야 하고 일정량 이상이 올라갈 경우 이를 방지할 수 있는 경사 킨베이어가 추가로 도입되어야 한다.

(나) 고추 정렬장치 개발

정렬부는 고추가 하나씩 공급되게 하는 장치로서 일정량이 공급되더라도 고추의 물리적 특성상 붙어가는 현상을 막을 수는 없으므로 이를 풀어주는 장치이다. 또한 고추를 길이 방향으로 정렬하여 칼날이 정확하게 꼭지만을 제거할 수 있도록 자세를 잡아주는 역할도 수행한다.

(다) 충격식 절단부 개발

꼭지 제거장치의 핵심부로서 이송 상태의 고추에서 꼭지와 몸통을 잘라내는 역할을 수행한다. 이송중인 상태의 고추에 대해 작동해야 하므로 고속으로 작동되어야 하며 정확하게 꼭지만을 분리해내야 한다. 또한 마모를 고려하여 교환이 용이한 구조로 부착되어야 하고 칼날이 좌우로 회전하지 않도록 실린더 축이 고정되는 구조이어야 한다.

(라) 카메라 검사부 개발

고추의 꼭지와 몸통을 구분하여 정확한 절단 위치를 판정하는 설비로서 카메라 센서와 조명 및 각종 광학부로 구성하게 된다. 범용적인 알고리즘 개발을 위하여 상용화된 프레임그래버

를 장착한 컴퓨터 시스템을 구축하고자 하였다.

(마) 영상처리 알고리즘 및 소프트웨어 개발

컴퓨터 비전 시스템을 구동하기 위한 소프트웨어를 개발하였다. 개발한 소프트웨어는 윈도우 기반의 사용자 인터페이스를 갖도록 하였고 간단한 마우스 조작만으로 검사 프로그램을 구동할 수 있게 하였다.

(바) 장치 제어부 개발

카메라 장비에 의해 판정된 꼭지 위치 정보는 통신 포트를 통하여 솔레노이드 제어용 PLC에 입력되게 하였다. 고속의 칼날 작동을 위해서 일반적인 릴레이 구동보다는 무접점 릴레이(SSR) 구동을 선택하였으며 설치 공간의 최소화를 위해 블록형 SSR 모듈을 선정하였다.

(2) 영상처리 · 절단식 고추꼭지제거장치 1차 시작품

(가) 고추정렬장치

본 과제에서 최종 목표로 하는 1시간당 처리용량 1톤의 물량은 매우 많은 양으로 고추 1개의 중량을 20g으로 할 경우 초당 14개 이상을 처리해야 한다. 정확히 초당 14채널이 필요하지만 투입효율 70%, 정렬효율 70% 등을 고려하게 되면 28채널 이상이 필요하게 된다. 당해년도 1차 시작품의 경우 7채널과 14채널의 고추정렬장치를 사용하여 시험하였다.



7 채널



14 채널

그림 93. 고추정렬 장치 시작품

1차 시작품의 고추정렬장치의 구동방식은 2가지 종류에 대하여 설계하였다. 첫 번째의 방법은 리니어 구동부가 압전식 직진피더(piezo linear feeder)의 형태를 갖는 방식이고 두 번째의 방법은 축의 편심을 이용한 방법에 해당한다.

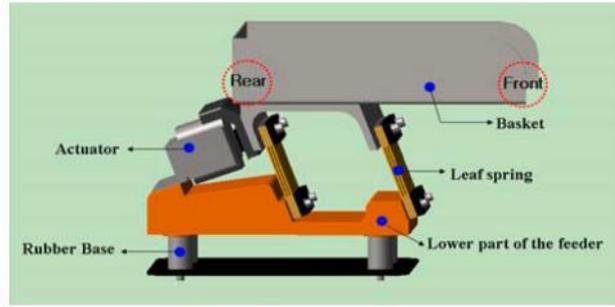


그림 94. 압전식리니어 피더 다이어그램

압전식 직진 피더의 방식은 또한 사용 용도에 따라 아래의 3가지 형식으로 선정이 가능하다.

○ 직접 취부 방식 :

- 심플한 구조로 최고의 이송속도를 얻을 수 있다.
- 단지 취부 베이스의 반력이 직접 전해지기 때문에 소형에만 적용가능하다.

○ 연결 스프링 방식 :

- 구동부와 취부 프레임 판스프링 이음방식이므로 베이스의 반력이 감소한다.
- 중, 대형 워크를 유동이 적고 원활하게 이송 가능하다.

○ 고무다리 방식 :

- 베이스에 고무다리를 취부한 방식으로, 반력이 매우 적다.
- 중,대형워크의 고속운반에 최적화된 사양입니다.

7채널의 피더의 경우 고무다리 방식을 사용하였다. 또 다른 방식은 편심을 이용한 방식으로 이송물체의 길이가 길고 고속을 원하는 경우에 해당하는 방법이다. 14채널의 경우 편심을 이용한 방식을 사용하였다.

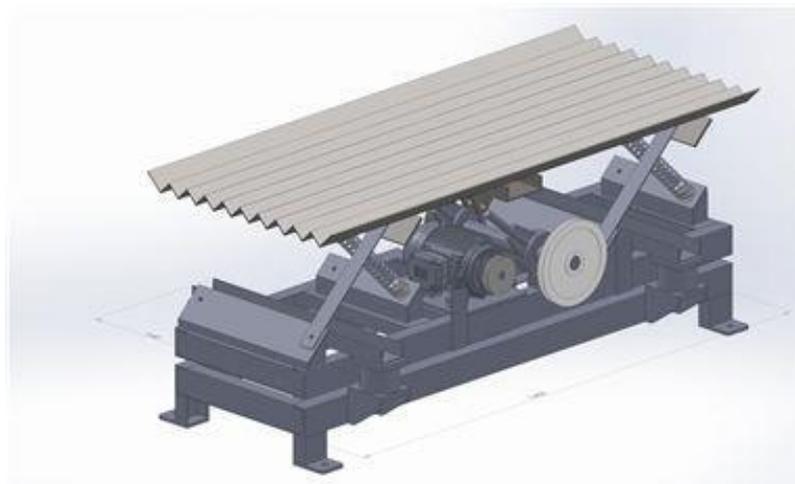


그림 95. 편심 회전식 진동피더

편심회전식진동피더의 속도를 측정 한 결과 15cm의 고추가 1.4m를 이동하는 데 10초가 걸리는 것을 확인하였다. 따라서, 초당 1개의 고추를 이송할 수 있음을 알 수 있다. 반면, 압전 방식의 리니어 피더의 경우 초당 0.5개의 고추를 이송하고 있음을 보였다. 압전 방식의 경우 이동 피치를 쉽게 제어할 수 없는 단점과 장과형의 작물을 이송시키는데 한계가 있음을 보여주고 있다.

(나) 절단부 개발

충격식 고추꼭지제거장치부를 구현하기 위하여 망치식과 무딘날을 이용한 제거 방식을 개발하였다. 줄을 형성하면서 고추를 정량적으로 이송하는 것이 필요하고 이를 위해서 리니어 피더를 이용할 수 있고 총 6개 채널로 고추를 충격식으로 꼭지부분을 타격하는 장치를 개발하였다.



그림 96. 충격식 고추꼭지제거부



그림 97. 구동용 에어 실린더

1차로 꼭지부를 넓은 범위에서 타격하기 위해 넓은 면적의 망치를 사용하여 시험하였고 시험에 따라 파괴만 되고 꼭지가 떨어지지 않는 경우가 발생하여 삼각형 머리를 가진 무딘날 형상을 개발하였다.



그림 98. 삼각형의 무딘날 장치

최종적으로 선정된 무딘날을 구동하기 위한 에어 실린더를 1대 1로 부착하였다. 장착한 에어실린더는 SMC사에서 고속용으로 특수 가공한 것으로 작동 스트로크가 길고 고속 응답이 가능하며 작동시 축 회전이 되지 않으며 소음 방지용 패드를 부착하는 등 기존의 실린더와는 다른 방식으로 별도로 설계하여 제작하였다.

(다) 카메라 검사부 개발

하나의 카메라에는 8개의 채널을 부여하여 총 1대의 카메라를 장착하였다. 사용한 카메라는 컬러 CCD를 사용하였고 composite signal을 출력하는 것으로 유효 화소수는 41만 화소였다. 이물질 방지를 위해서 야외용 카메라 하우징을 장착하였고 물체와의 거리가 변화될 가능성에 대비하여 가변 초점 렌즈 (5-15mm)를 사용하였다. 조명용 광원으로는 시중에서 구입이 용이한 3파장 콤팩트 형광등을 진행 방향으로 장착하였다. 일반적으로 콤팩트 형광등은 구입이 용이하므로 차후 광원의 수명이 마치더라도 쉽게 교체할 수 있는 장점이 있다.

한편 이를 분석할 수 있는 비전 시스템은 상용화된 프레임그래버(Matrox, Canada)를 이용한 1대의 PC 시스템을 구축하였다. 컴퓨터는 19인치 랙 장비에 설치하였고 PLC 컨트롤러와 같이 길이 2m의 랙 케이스에 장착하여 유지 관리가 편리할 수 있도록 하였다.

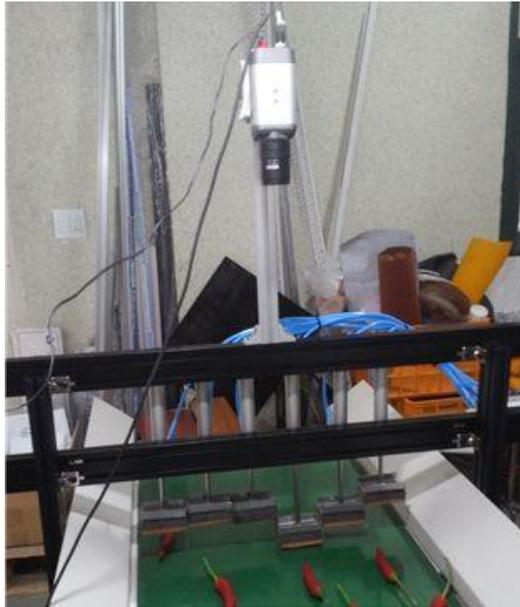


그림 99. 쪽지 인식용 카메라 시스템

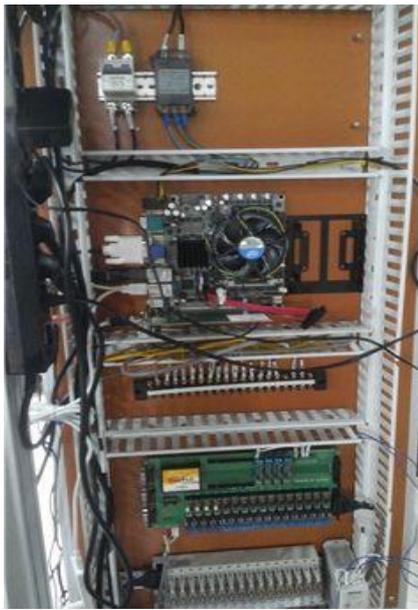


그림 100. 카메라 비전을 위한 컴퓨터 시스템

(라) 영상처리 알고리즘 및 소프트웨어 개발

홍고추에서 쪽지를 인식하기 위해서 본 과제에서는 고추의 색상 변화를 기준으로 조사하였다. 고추가 길이 방향으로 공급되었을 때 고추의 길이 방향의 색상의 변화를 관찰하였다. 다시 말해 쪽지 부분은 녹색의 화소값이 높음을 의미하고 고추의 몸통 부분은 적색의 화소값이 높게 나타나는 현상을 이용하였다. 이 때 적색의 화소치 값이 진행 방향의 위쪽인지 아래쪽인지에 따라 이송 자세를 판정하였다. 적색의 화소값이 진행 방향 위쪽에 나타날 경우에는 몸통이 앞에 있음을, 적

색 화소값이 진행 방향 뒤쪽에 나타날 경우에는 몸통이 뒤에 있고 꼭지가 앞에 있는 것으로 간주하였다. 이와 같은 이송 자세에 대한 판정은 꼭지 연결 부위에 대한 오프셋 값으로 주어지고 좀 더 정확하게 꼭지를 분리해 내고자 사용되었다. 아래의 사진은 개발한 소프트웨어에 대한 하드카피로 개발 환경은 비주얼 C++ ver 6.0을 사용하였다.

홍고추를 자주 파쇄하는 경우 붉은 계열의 색상이 컨베이어에 물들게 되는데 이를 회피하는 알고리즘을 위하여 녹색 계열을 확인하는 장치와 방법을 개발하였다.

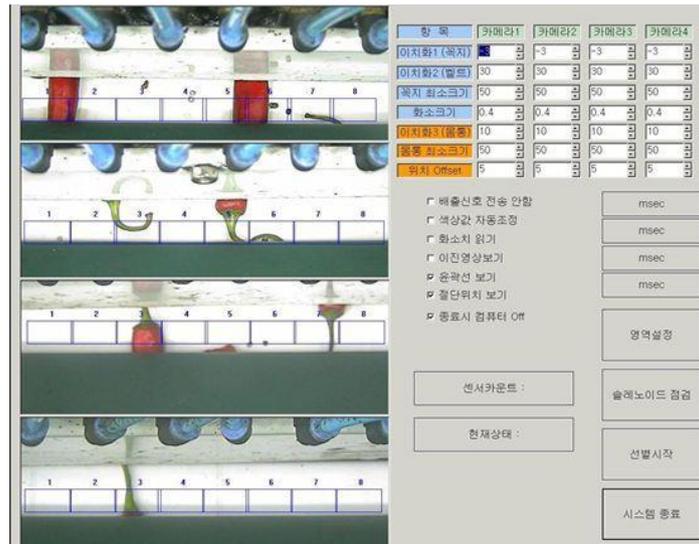


그림 101. 고추 꼭지제거 장치 영상처리 프로그램 하드 카피

(마) 장치 제어부 개발

고추 꼭지의 위치 정보는 직렬 통신을 통하여 PLC로 전달하였다. 이 때 이송 정보량의 크기와 처리 속도를 각 카메라마다 하나의 PLC 시스템을 구축하였다. 아래의 사진은 구축하 PLC 컨트롤러부를 보여주는 것으로 외면 패널에 4대, 내부 패널에 4대 총 8대의 PLC 컨트롤러를 구축하였다. 하나의 PLC 컨트롤러에는 직렬 통신을 위한 하나의 포트가 구비되어 있고 솔레노이드 작동을 위한 8개의 트랜지스터 출력을 보낼 수 있도록 제작되었다. 그리고 PLC 보드 중에서 1번과 5번 보드는 각각의 컴퓨터를 제어할 수 있도록 명판 조작과 관련된 신호를 입출력 할 수 있게 하였다. 입출력 내용은 컴퓨터 On/Off, 작업 시작/종료, 배출 솔레노이드 테스트 등이다. 명판 조작 신호를 별도로 컨트롤러로 구성하여 마우스나 키보드를 누르지 않고 장치를 작동할 수 있도록 하여 사용자가 최대한 편리하게 시스템을 조작하게끔 구성하였다.



그림 102. PLC 컨트롤러

전송된 트랜지스터 출력은 SSR 모듈로 전송되어 최종적으로 솔레노이드 밸브를 작동할 수 있도록 하였다. SSR 모듈(IOLink, Korea)은 16개 장착하여 구성하였다.

(바) 실험 및 성능 평가

생고추를 대상으로 제거 실험을 수행한 결과 제거된 비율은 80.4 %, 미제거 고추는 19.6%로 나타났다. 이 장치는 앞서 압축식 고추꼭지제거 장치에서 꼭지가 미제거된 생고추를 사용하여 2차로 꼭지를 제거하는 실험에 적용될 예정이며 현재까지의 실험에 의하면 90%이상의 성능을 보여주고 있다

바. 2015 미국 뉴멕시코 고추학회 (2015 NM Chile Conference)

1) 목적

미국 NMSU, Las Cruces, NM에서 개최되는 2015년 NM Chile Conference에 참석하여 고추 기계수확 및 수확후 고추선별 및 꼭지제거에 관한 기술 정보와 관련 자료를 수집하고 Southwestern Cotton Ginning Research Laboratory의 Dr. Paul Funk를 방문하여 고추기계수확후 이물질 선별장치 개발과 관련된 Card cleaner의 설계와 시제품 제작에 관한 기술적 주요 사항을 협의하며 Chile Pepper Institute를 방문하여 Dr. Paul Bosland와 고추수확기계개발과 관련하여 NMSU와 국내 연구팀과 향후 협력방안을 협의하고자 함.

2) 출장기간: 2015. 2. 1 ~ 2. 6 (4박 6일), 출장지: 미국 NMSU, Las Cruces, NM

3) 출장자 : 박재복, 김채주

4) 주요 일정 및 내용

출장현지일부		행 선 지 도시/국가	방문기관 /면담자	세 부 활 동 계획
월. 일	요일			
2. 1	일	LA /미국 Las Cruces /미국	LA 도착 Encando Hotel	○ 인천 → LA 도착 ○ LA → El Paso, TX ○ El Paso → Las Cruces, NM
2. 2	월	Las Cruces /미국	NMSU 고추연구소/ Dr. Paul Bosland Dr. Stephanie Walker Cotton Ginning Research Lab. / Dr. Paul Funk	○ 미국 NMSU 고추연구소(CPI) 방문 ○ Cotton Ginning Research Lab. ○ 2015 NM Chile Conference Welcome Reception 참석
2. 3	화	Las Cruces /미국	Encando Hotel	○ 2015 NM Chile Conference 참 석 ○ 고추수확기계 및 꼭지제거장치 기술 정보 및 자료 수집
2. 4	수	Las Cruces /미국	Purbis Industries, Las Cruces / Chris Russell	○ 고추이물질 선별장치 부품 cleaning card 사양 및 구매 협 의
2. 5	목	LA	LA	○ El Paso, TX → LA ○ LA → 인천
2. 6	금	인천/한국	인천	○ 인천도착
수집자료		○ 미국 고추수확기계 및 꼭지제거장치 관련 기술 자료 ○ 고추 이물질 선별 장치 부품 cleaning card 사양		

5) 주요 내용

(1) 뉴멕시코대학 고추연구소(NMSU CPI, Chile Pepper Institute)

주소: New Mexico State University, Las Cruces, NM

home page: www.chilepepperinstitute.org

뉴멕시코대학 고추연구소(chile pepper institute)는 1965년도에 설립된 미국 유일의 고추연구소로서 뉴멕시코 고추산업 발전에 필요한 고추품종 개발, 고추재배농가 지도, 고추기계수확연구, 고추관련학술대회 개최, 고추관련 문헌도서 관리, 고추관련 각종 통계자료 수집 등의 기능을 가지고 활동하고 하고 있다. 매년 2월 첫째주 월, 화요일에 고추학술대회(NM Chile Conference)를 개최하여 국내외 고

추연구 및 생산농가, 산업계 전문가들이 참여하여 고추관련 연구발표와 현장 견학을 한다. 특히 미국 고추재배수확기계화를 위하여 전문연구팀(Chile Pepper Task Force)을 구성하여 1995년부터 2005년까지 10년간 연구과제를 수행하여 고추재배수확기계의 기반을 구축하는데 기여하였다. 현재 Dr. Paul Bosland 박사가 소장으로 있으며 NMSU 농과대학에 고추관련 교수 및 연구자들이 참여하고 있다. Dr. Stephanie Walker는 이곳에서 고추기계수확 연구분야의 총괄책임을 맡고 있으며 향후 국내 고추기계수확연구에 많은 도움을 줄 것으로 생각한다. 특히 Dr. Stephanie Walker는 기계 수확에 적합한 고추 육종 및 재배 분야에 전문가로서 국내 고추기계수확 적합 품종 선발 및 육종 분야에 큰 관심을 가지고 있으며 본 연구과제 전문가 초청 프로그램의 일환으로 국내 방문 계획일정을 협의하였다. 금년도 고추수확시기인 8월에서 9월 중 방문이 가능하다고 하였다.



그림 103. 뉴멕시코대학 고추연구소(NMSU CPI, Chile Pepper Institute)

(2) Southwestern Cotton Ginning Research Laboratory

주소: 300E. College Dr. Meshilla Park, New Mexico 88047

Tel: 575-526-6381

home page: www.swcgrl.ars.usda.gov

면담자: Dr. Ed Hughs, Research Leader

Dr. Paul A. Funk, Agricultural Engineer

미국 뉴멕시코 대학 내에 있는 남서부 목화조면연구실험실에서 뉴멕시코주의 주요 농산물인 목화의 조면(繰綿, ginning) 관련 수확 및 가공기술과 고추수확기에 관한 연구를 수행하고

있다. Dr. Ed Hughs가 소장으로 있으며 고추수확기 개발은 Dr. Paul Funk가 담당하고 있다. Dr. Paul Funk는 고추수확기의 예취부분에 관한 연구를 15년간 수행하여 다양한 고추수확 예취부분 시작품을 개발하였으며 현재까지 개발되어 실용화된 5종류의 고추수확기들의 수확시 수확효율, 포장손실, 고추과피의 기계적 손상 등의 성능실험을 수행한 연구결과를 발표한 바 있다. 향후 국내 고추수확기 개발시 Dr. Stephanie Walker와 함께 많은 도움을 줄 것으로 생각된다. 이번 방문 시 고추이물질 선별장치에 사용되는 cleaning cards 사양을 설명하고 Las Cruces, Purbis Industries 사에 연락하여 구매가격 및 운송 일정 협의하여 제품 구매에 큰 도움을 받았다.

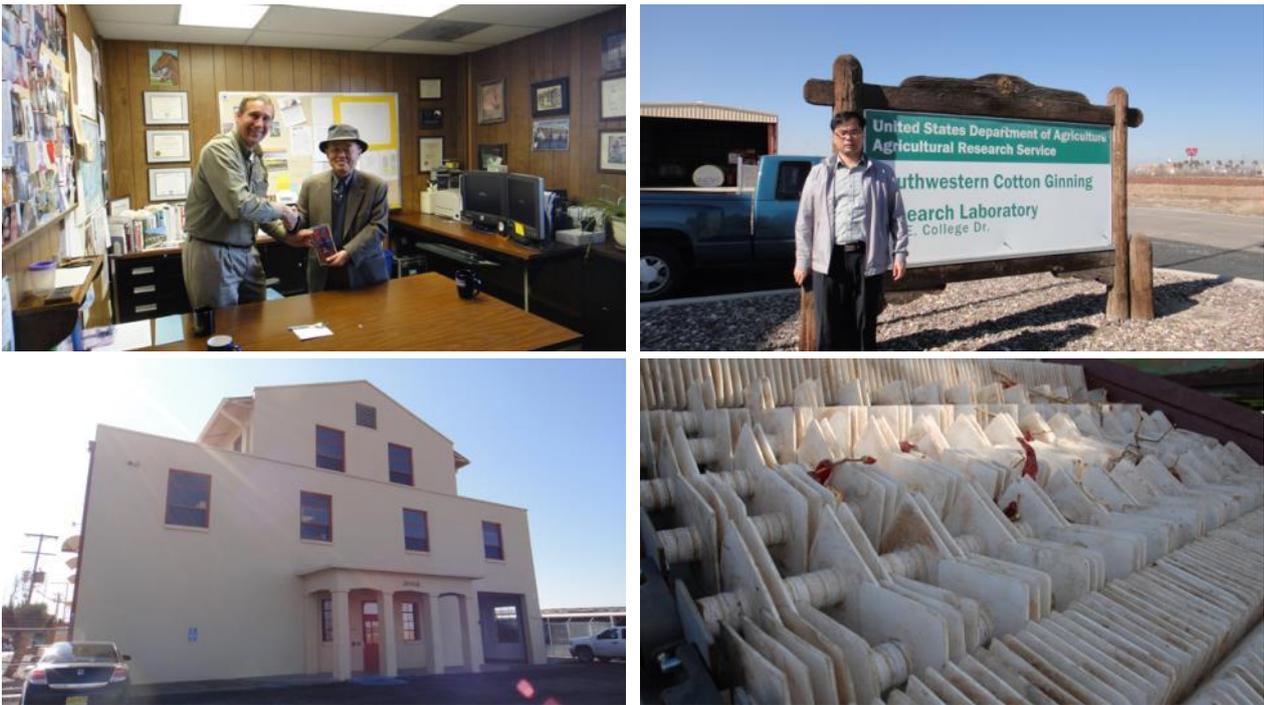


그림 104. Southwestern Cotton Ginning Research Laboratory

(3) 2015 New Mexico Chile Conference

미국 뉴멕시코대학(NMSU) 고추연구소(CPI)와 뉴멕시코 고추협회(NMCA, New Mexico Chile Association)이 협력하여 매년 2월 첫째주 화요일에 뉴멕시코 고추학회가 Las Cruces에 있는 Hotel Encanto에서 개최된다. 금년은 2월 3일이었으며 국내외 고추연구자와 고추재배 농민들 약 150여명이 참석하였다. 학회에 앞서 2월 2일 저녁 NMSU CPI가 주최하는 환영 만찬회가 개최되어 많은 학회 참석자들이 참석하여 상호 관심 있는 연구 및 기술 분야를 자유롭게 이야기하는 시간을 가졌다. 금번 학회의 주요 발표과제를 보면 Chile Pepper Institute Development Leadership Council Update, New Mexico Chile Association Update, New Mexico Certified Chile, Conservation Tillage Cropping Systems, Labor Standards in Agriculture, Plant and Food Biosecurity, Management Under High Disease Pressure, Integrated Approaches for Managing Problem Weeds, IR-4 Project- Assisting and United

States EPA in Providing Chemicals for Disease and Pest Management, STIP Update, Mechanical Roundtable, Research Poster Session 등 이었다. 학회 발표 상세 자료는 고추연구소(NMSU, CPI) 홈페이지 http://www.chilepepperinstitute.org/past_conferences.php에 게재되어 있어 상세한 발표내용을 쉽게 다운로드하여 활용할 수 있다. 본 학회에 참여한 고추수확기 회사는 이스라엘 Etgar사와 미국 Bose사 두 곳이었으며 실제 고추수확기는 전시되지 않고 회사소개 부스에서 catalog와 비디오만 소개되었다.



그림 105. 2015 New Mexico Chile Conference

뉴멕시코주(NMS)의 고추 산업은 전체 농가 소득에 5번째이지만 관련사업의 경제적 효과는 약 3억5천불로 추정하고 있는 매우 주요 농산물로 미국 내에 알려져 있다. NMS 이외에 주요 고추생산 지역은 캘리포니아, 텍사스, 아리조나 등이 있다. 그러나 최근 멕시코, 페루, 중국 등의 세계 주요 고추생산국에서 다량의 생고추 및 건고추 원료, 가공제품이 미국에 수입되고 있어 미국 고추산업이 큰 위기를 맞고 있다.

특히 미국 최대 고추생산 지역인 NMS의 경우 2010년 이후 고추생산량이 급격히 감소하고

고추 재배지역이 목화나 피칸 재배로 전환되고 있다고 한다. 이러한 이유로 그동안 고추기계화 연구를 주도적으로 수행해온 NMSU Chile Task Force 연구팀이 해체되었다. 특히 고추꼭지제거 연구 분야를 10여 년간 주도해온 NMSU의 MTEC 고추꼭지제거 연구팀이 2011년에 해체되는 불운이 있었다. 그리고 뉴멕시코 고추산업 연합회 (NMCA, New Mexico Chile Association)은 개인 발명가인 Dr. Nag Kodali가 개발하고 있는 2개의 압축이송벨트와 1개의 고추 정렬 콘베어로 구성된 소형 고추꼭지제거장치의 실용화에 기대를 가지고 있었다.

본 학회에 참석한 Dr. Nag Kodali가 우리 고추꼭지제거 연구에 큰 관심을 보였고 학회 후 개인적으로 만나서 상호 연구추진 방안을 협의하였다. Dr. Nag Kodali의 고추꼭지제거장치 시작품은 고추 품종이 대과종에 적합하고 대량의 생고추 원료를 공급하는 정렬장치가 매우 미흡하고 고추의 압축벨트와 정렬벨트의 이송속도가 느려 실제 고추가공공장에 설치 운영이 어려울 것으로 예상되며 소규모 가공공장에서 그린칠리(green chile) 같은 대과종 고추 품종의 수작업 및 기계식이 혼합된 반자동화 고추꼭지 제거작업에 이용될 가능성은 있을 것으로 된다. 그의 고추꼭지제거장치 시작품 동영상이 Youtube (<http://youtu.be/TCeLmswGNSg>)에 소개되어 있다.

따라서 국내 고추수확기 보급에 절대적으로 필요한 시간당 1톤 이상의 대용량 고추꼭지제거장치 개발은 현재 NMSU에는 연구팀이 없기 때문에 앞으로 본 연구팀이 독자적으로 개발하여야 할 것으로 판단되었다.



그림 106. 고추꼭지제거장치 시작품

본 학회에서 Mechanization Roundtable 주제 발표시 미국 고추수확작업의 기계화 연구과정과 기계수확의 문제점, 현재 수행되고 있는 연구과제를 Dr. Paul Funk, Dr. Stephanie Walker, 포장실험 전문가 등의 3명이 1시간 동안 공동 진행하였다. 수작업 고추수확은 고추 생산비의 50%이상을 차지하나 기계화를 할 경우 이를 11%까지 낮출 수 있다고 하였다. 미국의 고추수확기 연구는 1965년부터 시작되었으며 대상 품종이 생고추 원료인 green chile 또는 건조된 red chile에 따라 기계수확 방법의 연구가 다르게 추진되었다. 현재 red chile는 대부분이 기계화되었으며 고추수확기의 예취부는 inclined, double helix picking heads라고 하였다. Red chile 기계수확시 가장 큰 문제는 고추 잎, 줄기 등의 이물질 제거라고 하였다. 기계화에 적합한 red chile 품종 육종시 고려한 것은 고색소, 건조용이, 수직방향 착과, 중간 크기, 조기 숙과 등이 었다. 시장에 생고추로 유통하는 green chile는 상품 가치를 높이기 위하여 현재 100% 수작업으로 수확하고 있으나 공장 가공용은 대부분 기계수확을 하고 있다. green chile의 기계수확시 가장 큰 문제점은 고추품종 형상의 불균형, 고추과피의 파손, 고추 꼭지제거 등이라고 하였다.

현재 NMSU CPI의 고추기계수확기 개발에 관한 연구는 중단된 상태로 볼 수 있으며 2014년에 트랙터 부착 소형 고추수확기(Etgar사, 이스라엘)에 대한 포장실험이 일부 수행되고 있었다. 따라서 국내 고추수확기 개발시 고추수확기 및 품종 개발에 참여한 NMSU CPI의 전문 연구인력을 적극 활용하는 방안이 필요할 것으로 생각된다.



그림 107. 트랙터 부착 소형 고추수확기(Etgar사, 이스라엘)

(4) Purvis Industries, Las Cruces

주소: 310 Southgate Ct. Suite 1, Las Cruces, NM 88007

Tel: 575-526-3000, Fax: 575-526-3005

면담자: Chris Russell, Sales Representative

Email: Chris_russell@purvisindustries.com

Dr. Paul Funk가 2007년도 고추수확기 개발시 이물질 선별장치 시작품 제작에 사용한 cleaning card 부품을 구매하였던 Purvis Industries, Las Cruces를 방문하여 본 연구에서 생 고추 이물질 선별장치 시작품 제작에 필요한 cleaning card를 현지에서 구매하였다. cleaning card 사양은 6" 정사각형 플라스틱 제품이며 중앙에 1" 크기의 4각 홀이 가공되어 있다. 두께는 0.2 인치였다. 구매 수량은 500 개, 가격은 운송비를 포함하여 \$4,625 였다. 운송기간은 3~4주 소요된다고 하였다. 본 제품 구매에 Dr. Paul Funk가 큰 도움을 주어서 당초 인터넷 주문시 개당 가격이 \$8.64 였는데 \$6.17로 인하하였다. 본 제품은 국내에서도 제작이 가능한 것으로 향후 시작품이 산업화될 것을 고려하여 2차년도부터 국산화를 추진할 계획이다.



그림 108. Purvis Industries, Las Cruces

제 2절 자주식 고추수확기계 2차년도

□ 주관기관 : 동양물산 시작품 설계, 개발

가. 고추수확기 1차 PROTO의 필드 테스트 및 문제점 보완

시험 일자	시험 장소	내용
09월 07일 ~ 09월 11일	농촌진흥청 국립원예특작과학원	예비시험(7~9일) 및 Proto 문제점 보완(10, 11일)
09월 14일 ~ 10월 06일		1차 Field test(품종 : PR스마트, 생력211호)
10월 08일 ~ 10월 20일		2차 Field test(품종 : 배로마, PR무적, PR맛갈조은, PR스마트, 승자영광, 흥연, 적영, 흥선, 상현, R7)
10월 22일 ~ 10월 28일	수원 농가	3차 Field test

1) 예비 시험 및 1차 Proto 문제점 보완

가) 시험 일자 : 2015년 9월 7일 ~ 9월 11일

나) 시험 장소 : 농촌진흥청 국립원예특작과학원 시험 포장

시험 포장의 고추 재식거리는 조간 120 cm, 주간 40 cm이며, 두둑높이는 18cm이다. 품종은 일반 농가에서 재배하고 있는 약 40가지 품종으로 구성되며, 1500주를 재배하고 있다.



그림 1. 농촌진흥청 국립원예특작과학원 시험 포장

다) 시험 내용

9월 7일부터 11일까지 시험포장에서 재배 중인 고추를 고추수확기계로 수확하였다. 수확 작업 중에 발생하는 문제점과 개선해야 할 사항을 정리 후 보완 및 수정하였다.

문제점	보완
<p>○ 수확작업 시 고추대가 디바이더 사이에 끼어 진 행방향으로 쓰러짐</p> 	<p>○ 디바이더 변경</p> 
<p>○ 고추가 낮게 열린 고추들이 많아 탈실율이 저하</p> 	<p>○ 헬릭스의 최저 탈실 높이를 더 낮춤 - 250 mm → 200 mm, 150 mm 변경 후 150 mm 높이 선정</p>
<p>○ 컨베이어의 각도에 따라 이송하는 고추가 정체</p> <p>○ 컨베이어 속도와 헬릭스의 회전속도 제어 시 유압유량이 적어 제어가 어려움</p>	<p>○ 유압 펌프를 구동하는 폴리의 직경을 $\varnothing 100\text{ mm} \rightarrow \varnothing 150\text{ mm}, 200\text{ mm}$로 변경하여 시험 후 $\varnothing 200\text{ mm}$ 폴리 선정</p>
<p>○ 탈실된 고추가 선별부 끝에 정체</p> 	<p>○ 스트로락의 간격을 넓힘</p> 
<p>○ 크롤러가 고추대를 밟고 지나가 고추대에 달려있는 고추와 땅에 떨어진 고추를 분류하기 어려움</p> 	<p>○ 고추가 옆으로 쓰러질 수 있도록 가이드 장착</p> 

2) 1차 필드 테스트

가) 시험 일자 : 2015년 9월 15일 ~ 10월 6일

나) 시험 장소 : 농촌진흥청 국립원예특작과학원 시험 포장

다) 시험 방법

- 시험 요인 : 품종 2 수준(PR스마트, 생력211호), 나선 수 2 수준(2중 헬릭스, 3중 헬릭스)

- 시험 조건 : 작업속도 0.2 m/s, 헬릭스의 회전속도 300 rpm, 헬릭스 경사각 40°, 헬릭스 간격 35 mm.

수확 시험 전에 에세폰(숙기 촉진제)을 분무하여 잎을 제거하고, 고추의 탈실력(줄기에서 고추를 떼어내는데 필요한 힘)을 감소시켰다.

고추수확기 필드 시험 시 작업속도는 0.2 m/s이며, 헬릭스의 회전속도는 300 rpm이다. 헬릭스와 지면과의 경사각은 40°이고, 2중 헬릭스와 3중 헬릭스를 교체하면서 시험하였다. 좌우 헬릭스의 간격은 예비시험에서 20 mm, 30 mm 일 때 고추 작물이 헬릭스 사이로 들어가면서 끼어 주행 방향으로 쓰러지는 문제점이 발생하였다. 간격을 35 mm로 조정한 결과, 이전의 문제점을 해결할 수 있어 35 mm로 고정 후 시험하였다.

수확시험은 시험구간(10주, 4 m)을 정한 후 지주대와 노끈을 제거하였고, 시험 구간 전후의 고추들을 뽑아 제거하였다. 시험 구간에 땅에 떨어진 고추와 잎 등을 깨끗이 정리한 후 수확시험을 하였다. 수확작업 후 수확한 고추, 땅에 떨어진 고추, 고추 작물에 매달린 고추를 각각 수집하였으며, 수확한 고추 중에서 줄기가 달린 고추와 정상 고추로 분류하여, 수확률, 미탈실율, 손상률, 수확 중 줄기부작률을 계산하였다. 각 요인시험은 고추 10주씩 4 반복하였다.



그림 2. 시험 구간 정리



그림 3. 고추 수확작업



그림 4. 수확 후 고추 수집



그림 5. 중량 측정

라) 시험 결과 데이터는 전북대학교에서 분석하였다.

고추수확기계 필드시험 동영상은 YouTube에 업로드하였으며, 사이트 주소는 아래와 같다..

- <https://www.youtube.com/watch?v=Q2tCPDKmQhA>
- <https://www.youtube.com/watch?v=GooRQpwt290>

3) 2차 필드 테스트

가) 시험 일자 : 2015년 10월 8일 ~ 10월 20일

나) 시험 장소 : 농촌진흥청 국립원예특작과학원

다) 시험 방법

- 시험 요인 : 품종 10수준(배로파, PR무적, PR맛갈조은, PR스마트, 승자영광, 흥연, 적영, 흥선, 상현, R7)

시험방법은 1차 필드테스트와 동일하며 3중 헬릭스를 이용하여 시험하였다. 10가지 품종 중 기계화에 적합한 품종을 선정하기 위하여 품종에 따른 수확시험을 하였다. 시험 결과는 전북대학교에서 분석하였다.

4) 3차 필드 테스트

가) 시험 일자 : 10월 22일 ~ 28일

나) 시험 장소 : 수원시 서울대학교 농업생명과학대학 농지



그림 6. 시험 포장

다) 시험 방법

- 시험 품종 : 개발 품종 외 다품종(1 두둑에 여러 품종을 재배)
- 시험 요인 : 나선 수 2 수준(2중 헬릭스, 3중 헬릭스), 헬릭스 간격 2 수준(25 mm, 35 mm)
- 시험 조건 및 시험 방법은 전과 동일

한 두둑에 개발 품종을 포함한 여러 품종을 재배하였지만, 전체적으로 초장과 초폭의 차이가 없었으며, 분지 높이도 차이가 없었다. 전체적으로 초장이 크고, 고추 뿌리가 작아서 지주대 및 유인 끈을 제거하면 바람에 의하여 잘 쓰러졌다.

시험 전에 에세폰(숙기 촉진제)을 분무하지 않았다.

수확시험 시 뿌리째 뽑히는 고추대가 많았다. 특히, 좌우 헬릭스 간격을 25 mm로 조정 후 시험 하면 고추가 쓰러지는 문제점이 나타나지 않았지만, 고추대가 잘 뽑혔기 때문에 35 mm로 2중 및

3중 헬릭스에 대한 비교시험을 하였다.

시험결과 데이터는 전북대학교에서 분석하였다.

나. 해외 기술 조사

1) 미국 고추 학회(2016 New Mexico Chile Conference) 발표 및 고추수확기계 조사

가) Conference 참석 및 학회 발표

- 오전: 고추 협회등의 소개 및 식품 안전 교육 & 규정 & 마케팅 등 전반적인 내용
- 오후: 고추 농사의 잡초방제, 질병제어, Curly top 바이러스 연구 및 기계화 발표
동양물산기업 연구소 신서용 주임연구원의 “Korea Pepper Harvester” 발표



그림 7. 동양물산 연구원의 고추수확기 학회 발표

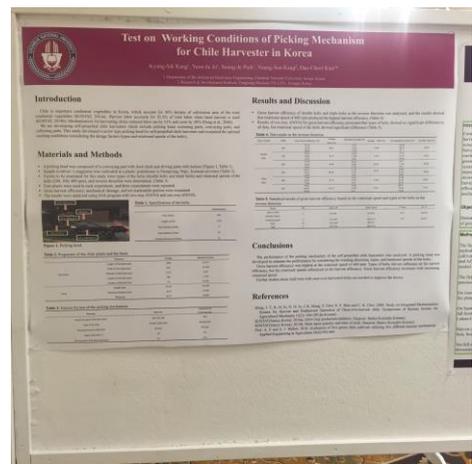


그림 8. 전북대학교 포스터 발표

나) 이스라엘 Type 고추수확기계 보유 농장 방문

- 고추수확 메커니즘 및 벤치마킹 사항 조사
- 1조식 견인형 고추수확기계

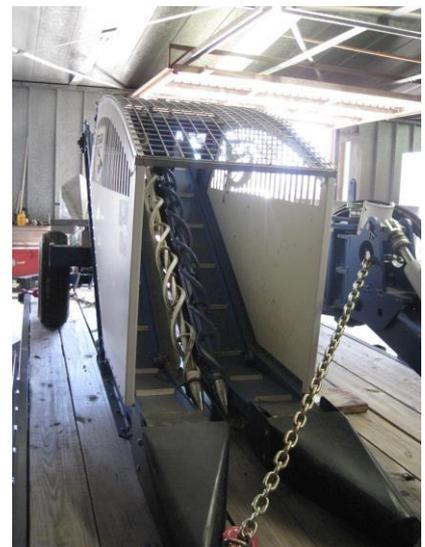


그림 9. 1조식 견인형 고추수확기계

다) NMSU(대학)내 Dr. Paul Funk office에서 TYM PROTO 문제점 설계 상담

- TYM PROTO 고추 수확기 설계 factor에 대해서 질문, 협의

(설계 factor: 탈실부 손실 저감 방법, Helix 간격, 탈실부 효율상승 방안, 선별부 방법 의견, 콘베이어 설계 검증, 쓰러진 고추 수확 가능 방법 및 기대치

- ① Ground fall loss를 줄이는 방법은 헬릭스 동기화와 가변조절이 최상의 방법이다.
- ② 이송 Conveyor loss의 손실은 가이드를 고무형태로 변경이 적절하다
- ③ 고추의 뿌리 뽑히는 문제는 직파로 해결할 수 있다.(고추 이식은 문제됨)
- ④ 탈실 회전수가 높으면 고추 손상률이 높아지고 회전수가 낮으면 수확률이 낮아진다.
(NMSU 내 시험에서는 300rpm이 적정)
- ⑤ 기계 수확시기는 최대한 늦게 하고, 오전보다 오후 수확률이 높다.
* 식물은 아침에 수분을 많이 흡수해서 줄기 등에 수분함량이 높아 효율이 떨어짐.
- ⑥ 고추의 헬릭스 사이 손실은 포켓 가이드를 설치하여 줄일 수 있다.
* 플렉시블 플라스틱, 고무, 스프링 강 추천 (고추 가지 등에 유연한 재료)
- ⑦ 쓰러진 고추의 탈실부 이송 방법은 가이드 설치로 추천

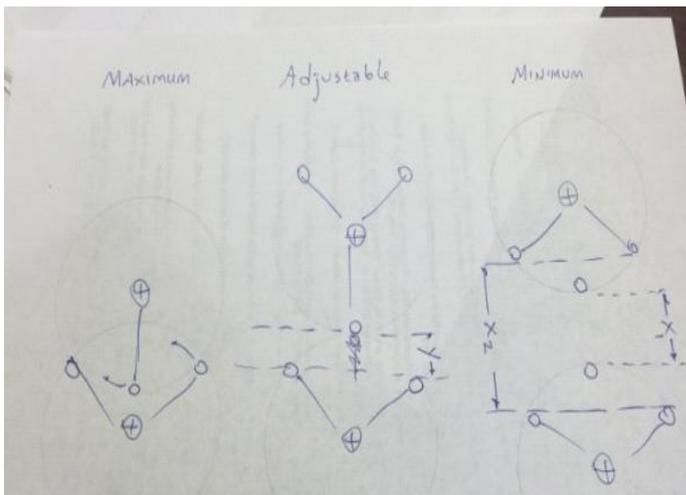


그림 10. Helix 동기화 가변조절 범위



그림 11. 쓰러진 고추 수확 방법

2) 미국 고추수확기계 전문가 초청

- 미국의 고추수확기 전문가인 Southwestern Cotton Ginning Research Laboratory 소속의 Paul A. Funk 박사를 해외 전문가로 초청

가) 목적

- 1차 PROTO 고추수확기 Field Test 문제점 협의 및 개선 방안 도출
- 2조 고추수확기계의 설계 방향 및 설계 시스템 전수
- 고추수확기 연구 know-how 전수 및 세미나 개최
- 고추 수확 후 가공 기술 분야의 문제점 협의 및 개선방안 전수
- 고추의 기계 수확에 따른 품종의 문제점 협의 및 개선 방안 전수

나) Funk 박사의 주요일정(2016년 4월 17일 ~ 4월 22일)

4월 18일	오전 : 전북대학교 세미나 오후 : 국립원예특작과학원 고추수확시험
4월 19일	오전 : 국립원예특작과학원 세미나 오후 : 국립원예특작과학원 고추수확시험
4월 20일	동양물산 세미나 및 고추수확기 설계회의
4월 21일	생명과학기술 세미나 및 꼭지제거 및 선별장치 회의

다) Funk 박사의 세미나 내용

- 유전학적 고추의 수확 요인
- 기계수확을 위한 고추 작물의 특성
- 고추수확기계의 탈실 메커니즘의 종류 및 설명
- 고추수확기계의 선별 메커니즘의 종류 및 설명
- 설계 시 고려해야 할 사항



그림 12. Funk 박사의 세미나

라) 고추수확기계 필드시험 및 설계 자문 내용

- 고추수확기계 1차 Proto의 시연을 통하여 기계의 문제점 및 보완사항에 대하여 논의
- 고추수확기계 필드시험을 함께 하면서 미국의 필드시험 방법 학습
- 동양물산에서 설계한 고추수확기계를 설명하고 설계할 시 문제점이 되었던 점과 향후 개선할 수 있는 방안에 대한 협의



그림 13. 고추수확기계 필드시험 및 자문

다. 고추 선별부 요인시험

1) 고추 선별부 요인시험 장치 제작

고추수확기계 필드 테스트 후 선별부에 카드클리너 + 풍구 시스템을 적용하기 위하여 요인시험 장치를 제작하였다. 1차 Proto에 적용한 요동판 + 풍구 시스템은 탈실부에서 들어온 수확물들이 요동판에서 체질을 하면 무거운 고추는 아래 층으로 향하고, 가벼운 잎과 줄기 등은 위 층으로 향하여 요동판의 끝부분으로 이송되면 고추는 아래로 떨어지고 잎 등은 풍구에 의하여 기계의 뒤로 날아가도록 하였다. 하지만, 선별작업을 하면 수확된 큰 줄기가 탈실된 고추와 얽혀 스트로랙 위를 거쳐 함께 떨어지는 문제점이 발생하여, 카드클리너 + 풍구 시스템을 2차 Proto에 적용할 수 있는지 확인하고자 하였다.



그림 14. 고추수확기계 선별부(요동판 + 풍구)

카드클리너 시스템은 한 축에 일정한 간격의 카드(사각형 플라스틱판)들로 구성되고, 그 축들이 일정한 간격으로 배치된다. 각 축들은 같은 속도로 회전을 하면서 수확물들을 이송하며, 이송 중에 플라스틱의 간격에 따라 이송물의 크기 별로 떨어뜨릴 수 있다. 본 과제에서 설계 및 제작한 카드 클리너는 13.2 mm의 간격에서 고추보다 작은 잎을 떨어뜨리고, 31.2 mm 사이에서 고추를 떨어뜨리고, 남은 줄기는 장치 뒤로 넘어가도록 하였다.



그림 15. 선별부 요인시험 장치(카드 클리너 + 풍구)

2) 고추 선별부 요인시험

가) 시험 일자 : 2016년 3월 7일 ~ 11일

나) 시험 장소 : 전북대학교

(1) 시험 품종 : 녹광(비닐하우스 재배)

(2) 시험 요인 : 카드클리너의 배치, 카드 클리너 각도(5°, 15°), 구동축 회전속도(35, 50, 65rpm)

카드클리너의 앞 부분은 간격을 13.2 mm로 수확물들을 이송시키는 역할을 하며, 이송 중에 고추보다 작은 잎 등을 떨어뜨리는 역할을 한다. 고추가 떨어지는 구간은 카드 클리너의 간격을 넓게 하여 떨어지도록 하였는데 카드의 배치 방법을 변경하면서 선별률을 높이는 배치 방법과 각 요인에 대한 설계치를 선정하고자 요인시험을 실시하였다.

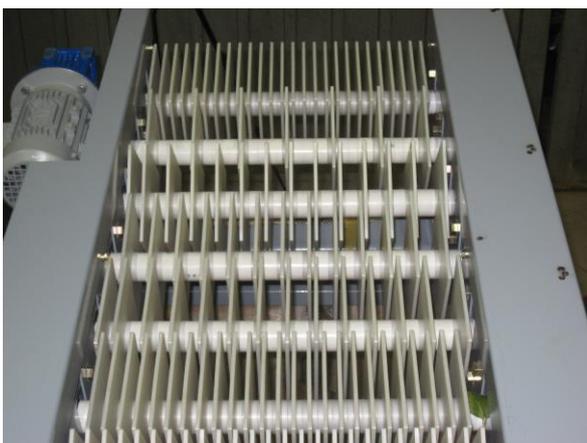


그림 16. 카드 클리너의 카드 배치 변경



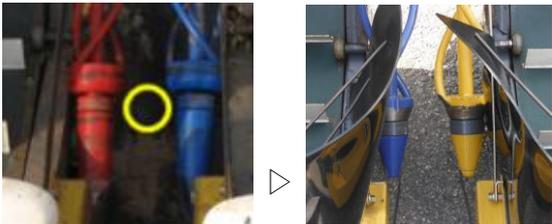
그림 17. 선별부 요인시험

라) 시험 결과 데이터는 전북대학교에서 분석하였으며, 전북대학교에서 추가시험을 수행하였다.

라. 필드 테스트 후 고추수확기계 보완 및 동계 시험

1) 필드 테스트 후 고추수확기계 보완·수정

필드 테스트에서 나타난 문제점을 정리하였고, 필드 테스트가 끝난 후 1차 Proto를 보완·수정하였다.

문제점	보완 · 수정
<p>○ 탈실부 입구에서 고추대가 기계에 걸려 앞으로 쓰러짐</p> 	<p>○ 탈실부의 입구에서 고추대가 기계에 걸려 쓰러지지 않도록 턱이 진 부분을 제거</p> 
<p>○ 헬릭스의 외경이 위치마다 일정하지 않아 좌우 헬릭스의 간격을 설정하기 어려움</p>	<p>○ 제작업체와 협의하여 헬릭스 외경 및 동심도 향상 ○ 제작 후 회전시키면서 동심도 확인</p> 
<p>○ 헬릭스가 고속회전 시 흔들림이 심함</p>	
<p>○ 수확 중 고추대가 뿌리째 뽑힘</p> 	<p>○ 좌우 헬릭스가 고추대를 번갈아 훑을 수 있도록 회전속도 동기화</p>  <p>○ 고추대의 지면을 눌러주는 휠 추가 장착</p> 

문제점	보완 · 수정
<p>○ 헬릭스가 고추를 탈실한 후 탈실된 고추가 수확기의 앞으로 튀어 손실</p>	<p>○ 앞으로 튀는 고추를 막아주는 고무판을 설치</p> 
<p>○ 고추를 옆으로 쓰러뜨리는 가이드가 두둑에 걸려 손상 · 변형됨</p> 	<p>○ 탈실부의 상승과 동시에 가이드가 함께 상승하도록 변경</p>  <p style="text-align: center;">탈실부 하강 탈실부 상승</p>
<p>○ 조작석에서 탈실부가 보이지 않아 조작 어려움</p> 	<p>○ 수확작업 중 모니터할 수 있도록 카메라 및 디스플레이 추가</p> 
1차 Proto 보완 기대	
	

2) 고추수확기계 동계 시험

2015년 필드 테스트에서 나타난 문제점을 보완하기 위하여 1차 Proto를 보완 수정하였다. 2차 Proto를 설계하기 전에 고추수확기계를 보완한 부분을 동계 시험을 통해 검증하고, 2차 Proto에 추가 개선해야 할 부분을 확인하고자 동계시험을 실시하였다.

가) 시험 일자 : 2016년 3월 28일 ~ 30일 / 4월 18일 ~ 21일

나) 시험 장소 : 농촌진흥청 국립원예특작과학원 비닐하우스 총 3동



그림 18. 시험 dwwwww포장

다) 시험 방법

- (1) 시험 요인 : 품종 3수준(독야청청, AV07, 슈퍼비가림), 나선 수(2중 헬릭스, 3중 헬릭스)
- (2) 시험 조건 : 작업속도 0.2 m/s, 헬릭스 회전속도 400 rpm, 헬릭스 선경 15 mm, 좌우 Helix 간격 25 mm
- (3) 품종 간 시험 : 독야청청 4회, AV07 2회, 슈퍼비가림 2회 반복시험
- (4) 나선 수 간 시험 : 슈퍼비가림을 이용하여 2중 헬릭스 2회, 3중 헬릭스 2회 반복시험

수확시험은 시험구간(10주, 4 m)을 정한 후 지주대와 노끈을 제거하였고, 시험 구간 전후의 고추들을 뽑아 제거하였다. 시험 구간에 땅에 떨어진 고추와 잎 등을 깨끗이 정리한 후 수확시험을 하였다. 수확작업 후 수확한 고추, 땅에 떨어진 고추, 고추대에서 떨어지지 않고 매달린 고추를 각각 수집하였으며, 수확한 고추 중에서 줄기가 달린 고추와 정상 고추로 분류하여, 수확률, 미탈실율, 손상률, 줄기부착률을 계산하였다.



그림 19. 고추수확기계 동계 시험

라) 시험 결과

수확 시험 동안 진압 휠(뿌리 뽑힘 방지)의 효과가 있었다고 판단되지만, 휠과 휠 사이에서 고추대가 뽑히거나, 휠이 없는 부분에서 뽑히는 문제점이 발생하였다.

(1) 품종에 따른 시험 결과

- 독야청청과 AV07의 수확률은 77 ~ 84%, 손실률은 12 ~ 20%로 이전 필드시험보다 높게 좋은 결과가 나타났으며, 슈퍼비가림은 수확률이 낮았다.

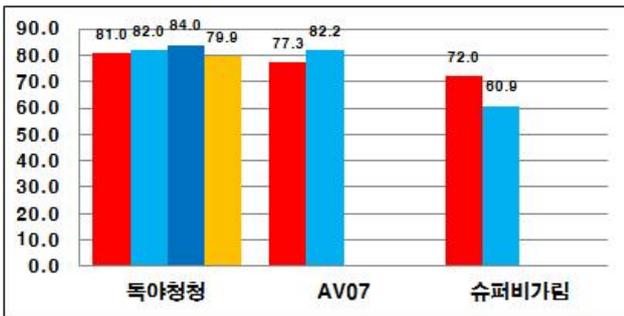


그림 20. 수확률

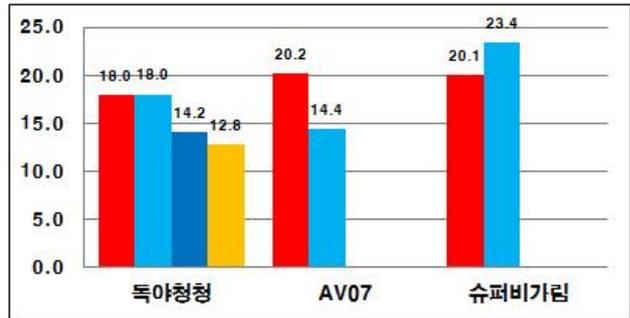


그림 21. 손실률

(2) 나선 수에 따른 시험 결과

- Helix 간 수확률, 손실률, 미탈실율의 차이가 크지 않았다.

표 1. 나선에 따른 시험 결과

	수확률 (%)		손실률 (%)	미탈실율 (%)
		수확 중 손상률		
Double Helix	72.0	5.2	20.1	7.9
	60.9	9.3	23.4	15.7
Triple Helix	69.8	5.5	21.4	8.8
	67.2	3.8	19.7	13.0

고추수확기계 동계 시험 동영상은 YouTube에 업로드 하였으며, 사이트 주소는 아래와 같다.

- <https://www.youtube.com/watch?v=K5B7JUOEpvw>

마. 고추수확기계 2차년 개념설계와 상세설계

1) 고추수확기계 개념설계

고추수확기는 고추수확기계가 주행하면서 고추작물에서 고추를 훑어 떼어내는 탈실부와 탈실부로부터 받은 수확물 중 잎, 줄기를 제거하고 고추를 선별하는 선별부, 선별부에서 이송부를 통하여 고추를 수집하는 수집부로 구성된다.

1차년도에 개발한 고추수확기계는 두둑 위를 밟고 두둑 위의 고추를 수확하는 기계로 수확 작업 시 두둑을 오르내리면서 탈실부 높이 조절이 어려웠으며, 필드 시험할 때 크롤러가 고추대를 밟고 지나가 시험 결과 데이터 분석 시 손실률(땅에 떨어진 고추)과 미탈실율(탈실되지 않고 고추대에 달려있는 고추)의 구분이 어려웠다. 따라서 본 2차년도 과제는 고랑을 밟고 두둑 위의 고추를 수확하는 고추수확기계를 개발하고자 한다.



그림 22. 1차년도 고추수확기계

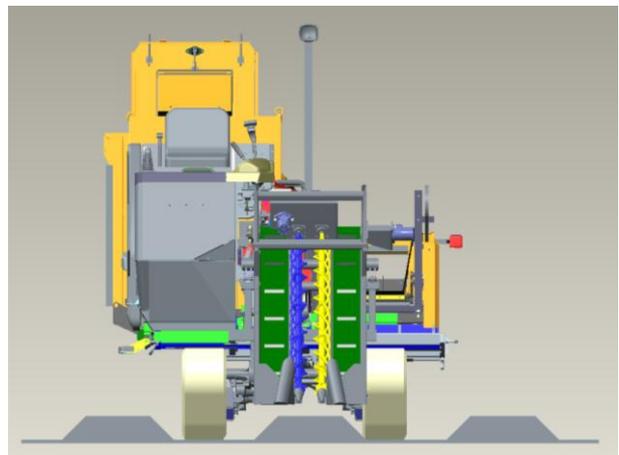


그림 23. 2차년도 고추수확기계 3D 캐드

2차년도 고추수확기계의 구조는 1차년도와 유사하지만, 손실되는 고추를 줄이는 방향으로 설계하였다. 현재까지의 필드 시험과 동계시험에서 나타난 문제점을 보완하고, 미국 전문가의 의견과 미국 출장에서 조사한 수확기 중 적용 가능한 메커니즘을 검토 후 설계하였다.

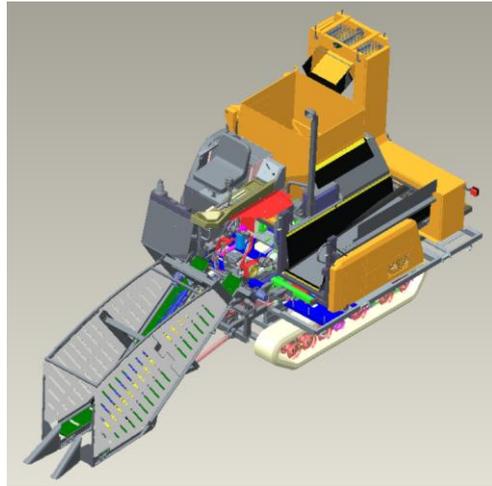


그림 24. 2차년도 고추수확기계
3D 캐드

- 기계 적용 재식거리 : 조간 120 cm × 주간 40 cm,
- 기계 적용 두둑높이 : 18 cm

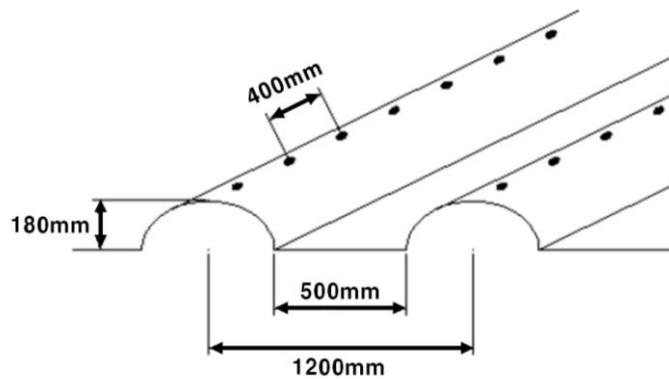


그림 25. 기계화 적용 재식거리

2) 탈실부

아래의 그림은 탈실부의 3D 캐드 그림이며, 탈실부는 수확기계가 주행하면서 고추 작물을 좌우 헬릭스 사이로 유도하는 디바이더(Divider)와 고추 작물을 사이로 지나면서 고추를 줄기에서 훑어 떼어내는 헬릭스(Helix)와 헬릭스로부터 탈실된 고추를 받아 선별부로 이송하는 컨베이어로 구성된다.

2차년도 설계 방향은 수확작업 시 고추의 손실 양을 줄이고, 탈실된 고추가 이송되지 못하고 탈실부에 남아있는 고추가 없도록 하였다. 그리고 1차년도 고추수확기계에서 나타난 프레임의 취약 부분의 강도를 높여 설계하였다.

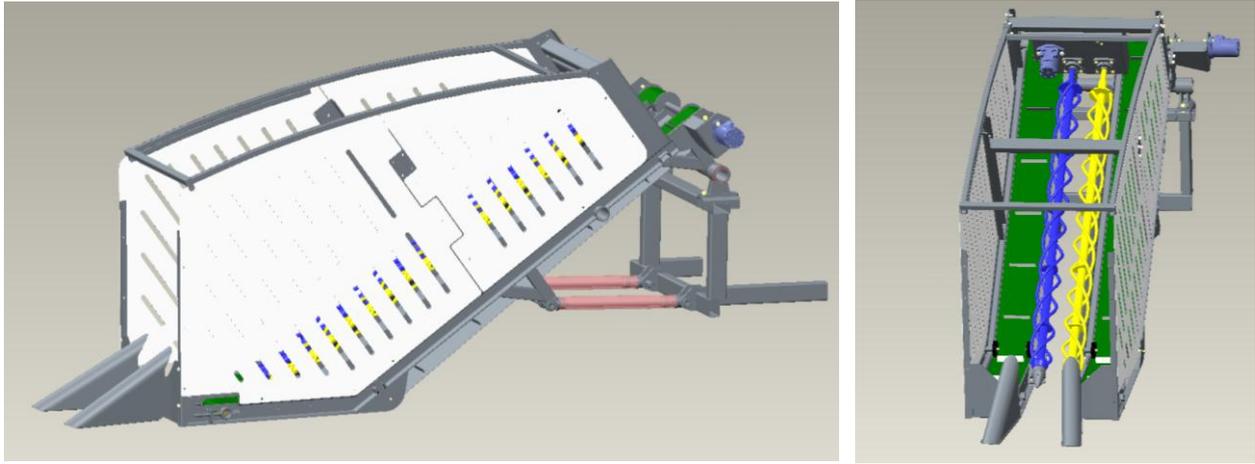


그림 26. 탈실부 3D 캐드

가) 헬릭스



그림 27. 헬릭스

고추를 탈실하는 헬릭스는 회전축을 중심으로 환봉을 감아서 구성한다. 2중 헬릭스는 2개의 나선 봉이 회전축을 중심으로 180°가 되도록 감고, 3중 헬릭스는 3개의 나선 봉을 회전축 중심으로 120°가 되도록 감아서 구성한다.

고추가 탈실된 후 회전축과 나선 봉 사이에 빠져 손실되는 것을 방지하기 위하여 25 mm 환봉에서 40 mm 파이프로 변경하였다. 나선봉의 피치는 450 mm이고, 헬릭스의 외경은 110 mm이다. 헬릭스부와 지면과의 경사각은 40°에서 35°로 변경하였다. 같은 작업속도에서 경사각이 낮을수록 헬릭스가 고추 작물을 지나면서 나선 봉이 하나의 고추를 훑는 횟수가 증가하며, 높을수록 헬릭스의 길이가 증가하여 중량이 증가하고, 처짐양이 커져 고속으로 회전시 흔들리는 문제점이 발생할 우려가 있다.

헬릭스의 길이는 헬릭스가 고추 작물을 800 mm까지 수확할 수 있도록 산정하였다.

회전축과 helix 사이에 helix 고정판을 일정한 간격으로 배치하여, helix가 고속으로 회전하여 고추를 탈실하는 과정에서 나선 봉의 변형이 발생하지 않도록 방지하였다.

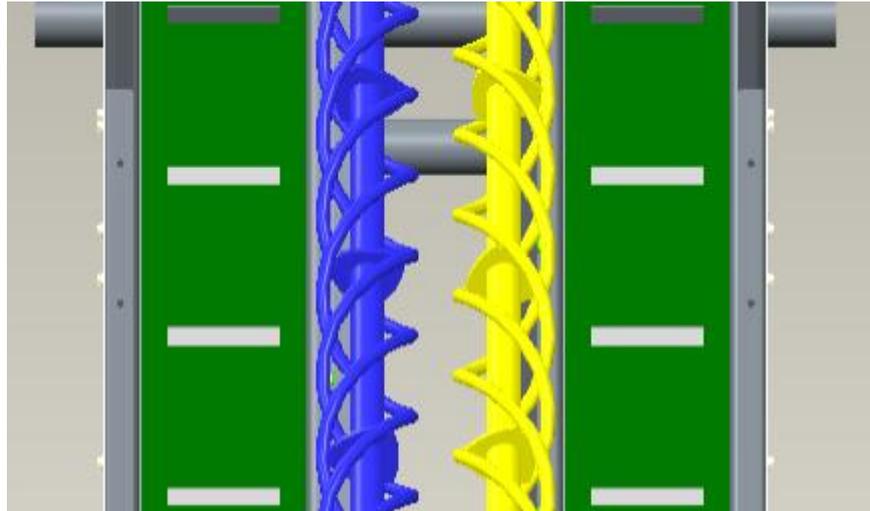


그림 28. 헬릭스

좌우의 helix는 위의 그림과 같이 일정한 위상차가 나도록 조정하여 헬릭스가 회전할 시 고추 작물을 좌우 번갈아 훑어 탈실율을 향상시킬 수 있도록 하였다.

필드 시험을 통하여 현재까지 적정 간격은 35 mm이다. 그 이상의 간격으로 고추를 탈실하면 수확률이 떨어졌으며, 25 mm로 탈실하면 뿌리째 뽑히거나 입구에서 고추작물들이 끼이는 문제점이 발생하였다. 하지만 동계시험에서 25 mm로 탈실할 때 더 높은 수확률이 나왔기 때문에 이번 설계에도 간격을 조정할 수 있도록 하였다.

고추수확기의 탈실부 요인시험 장치에 의하면 300 rpm ~ 400 rpm일 때 탈실 효율이 높았지만, 작업자가 작업하면서 고추의 재식밀도 및 주당 수량에 따라 회전속도를 조정할 수 있도록 유압모터를 이용하였다. 유압모터는 1차년도와 동일하게 선정하였다.

나) 컨베이어

롤러 컨베이어는 헬릭스의 바깥쪽에 위치하여 헬릭스에 의하여 탈실된 고추를 받아 선별부로 이송한다. 컨베이어의 폭은 180 mm이고, 경사는 헬릭스와 같이 35°, 컨베이어 위의 고추가 경사로 인하여 굴러 내려가지 않도록 높이가 30 mm인 칸막이를 300 mm 간격으로 두었다.

컨베이어가 아래로 쳐지지 않도록 가이드를 설치하였다. 1차년도 고추수확기계는 프리롤러를 일정한 간격으로 두었지만, 작동 중 롤러가 빠지는 경우가 발생하여 변경하였다.

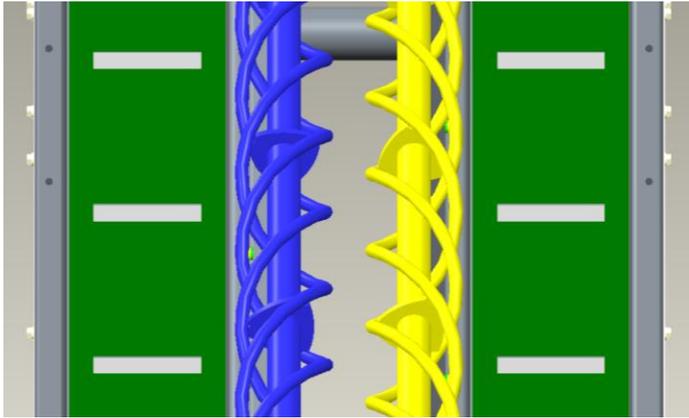


그림 29. 컨베이어부

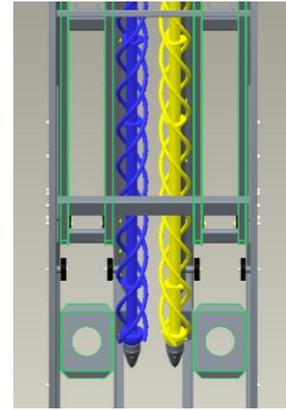


그림 30. 컨베이어 가이드

컨베이어는 유압모터에 의하여 구동되며, 구동 롤러에 직접 유압모터를 연결하였으며, 작업 상태에 따라서 이송속도를 조정할 수 있도록 설계하였다.

컨베이어를 구동하는 유압모터는 helix부의 유압모터와 동일하며, 컨베이어를 구동하는데 필요한 토크와 회전속도 범위에 의하여 검증하였고, 계산식은 아래와 같다.

$$\text{접동부의 마찰력} : F = Fa + W(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$$

여기서, F = 접동부 마찰력

Fa = 외력(벨트 위의 고추의 중량)

W = Belt와 컨베이어 총 중량

α = 경사각

$$T_L = (F \times D) \div (2 \times \eta)$$

여기서, T_L = 부하 토크

D = 롤러의 직경

η = 벨트 및 롤러의 효율, 0.9

3) 선별부

선별부는 요동하는 선별판과 송풍 팬으로 구성되어, 요동하는 선별 판은 고추와 유입된 줄기, 잎 등의 혼합물을 요동 및 이송하면서 무거운 고추는 아래 층으로 향하고 가벼운 잎 등은 위 층으로 향하도록 한다. 선별 판의 끝에 위치한 송풍 팬은 위 층의 가벼운 잎 등을 불어 날려버리고, 줄기는 선별 판의 끝에 스트로랙 위를 거쳐 기계의 뒤로 넘어가고, 고추는 스트로랙 사이로 빠져 이송부로 떨어진다.

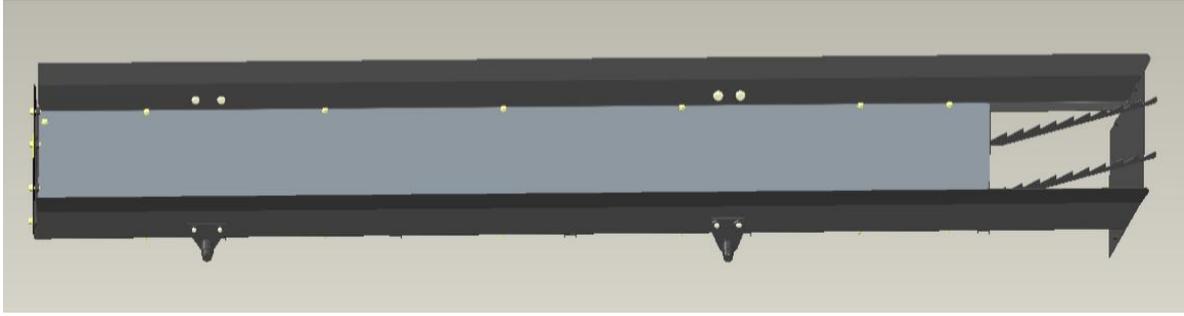


그림 31. 선별판

필드시험에서 선별부 작동 시 선별부의 편심량이 많고 이송속도가 빨라서 고추와 줄기 등이 펼쳐지지 못하고, 층별로 나뉘지 못하여 줄기와 고추가 얽혀 기대 뒤로 함께 넘어가는 문제점이 발생하였다. 이를 고려하여 편심량을 75%, 50%로 줄이면서 시험하여 적정 양을 선정할 계획이다.

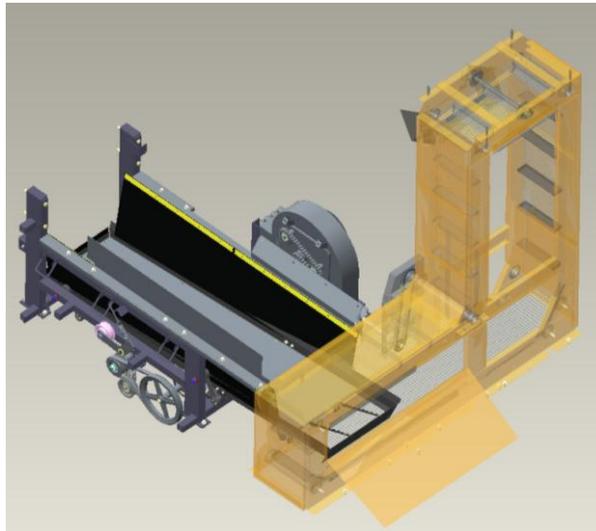


그림 32. 선별부 및 이송부

4) 수집부

수집부는 작업하는 동안 수확한 고추를 저장할 수 있도록 고추 탱크를 설계하였으며, 1차년도와 같이 이송부에서 내려오는 고추를 수집하도록 설계하였다. 하지만, 1차년도 수집부는 레버 조작으로 수집부를 옆으로 이동한 후 위로 들어 올려 고추를 쏟아내는 방식이었지만, 2차년도에는 수집부를 버튼 조작으로 더 쉽게 조작할 수 있도록 편의성과 안정성을 고려하여 변경하였다.

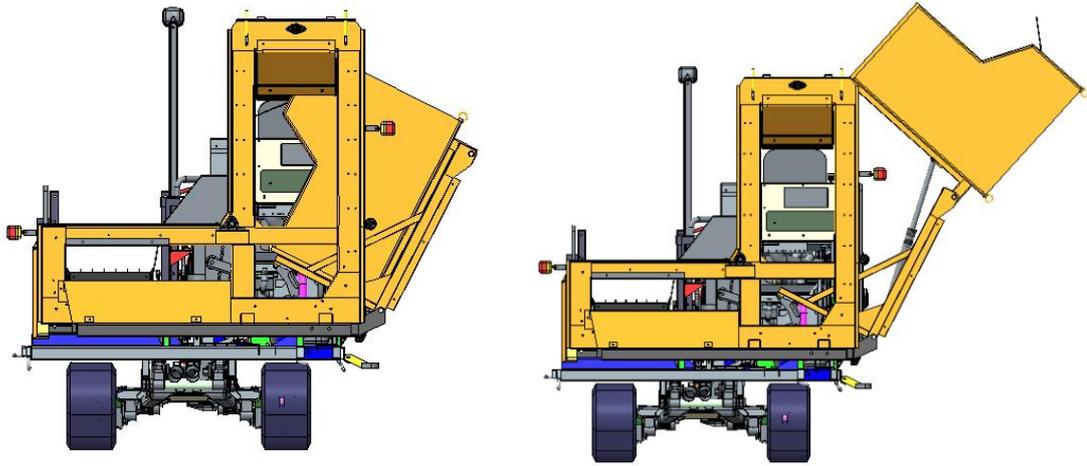


그림 33. 2차년도 수집부 조작

5) 강도해석

2차 고추수확기계를 설계한 후 1차 고추수확기계에서 나타난 취약부와 설계 변경부에 대하여 구조해석 및 동해석을 하였다. 아래의 그림은 수집부의 실린더를 상승·하강 시의 동해석을 실시한 결과이다

○ 실린더 상, 하 작동 프로파일

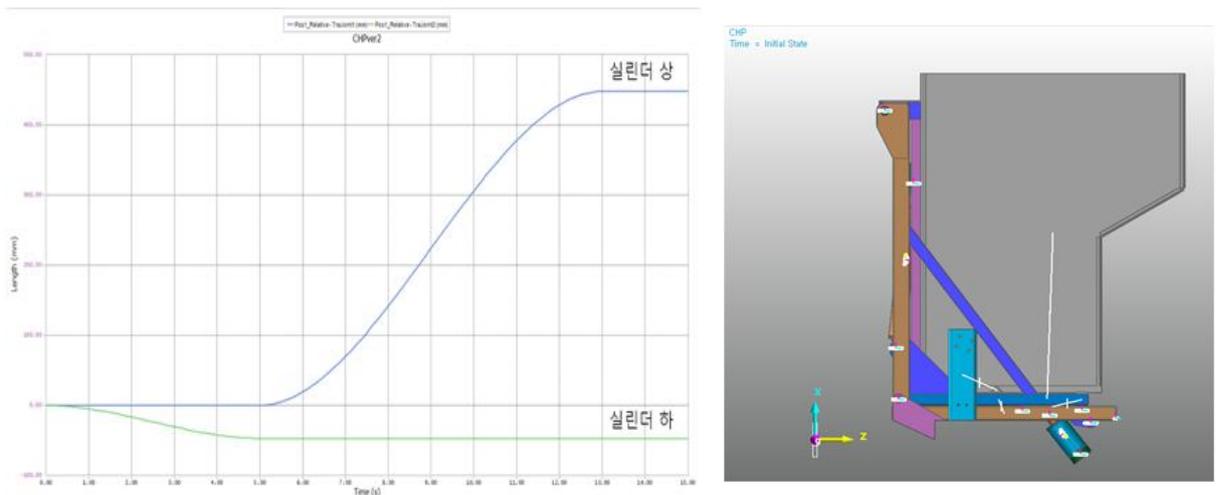


그림 34. 수집부 실린더 상,하강 시 동해석 결과

- 실린더 상은 5초 동안 47 mm 상승, 8초 동안 유지
- 실린더 하는 5초 동안 정지, 8초 동안 448 mm 상승

○ 수집 탱크 작동 중에 발생하는 실린더 상, 하의 반력

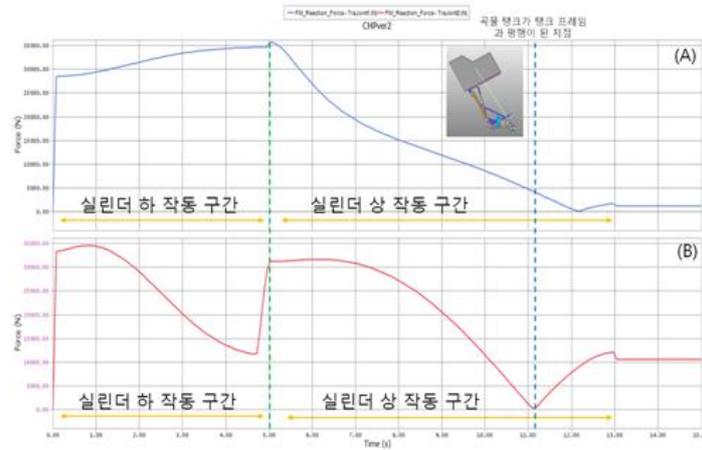
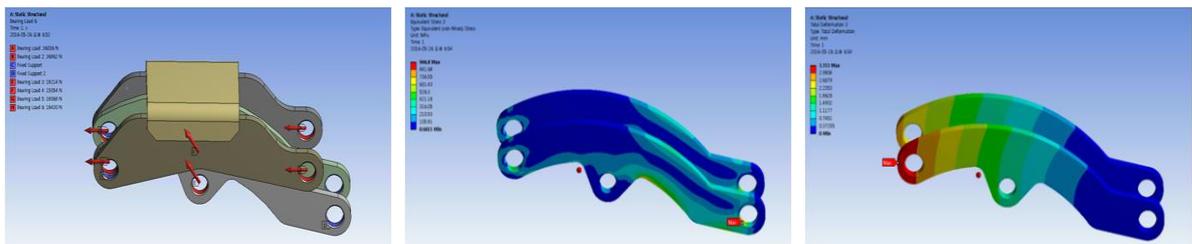


그림 35. 수집 탱크 작동 중 발생하는 상,하 반력

- 실린더 상은 최대 반력이 3633kgf(실린더 설계 용량 3534kgf)
- 실린더 하는 최대 반력이 3531kgf(실린더 설계 용량 5973kgf)

○ 중요 부품에 대한 강도해석



경계조건 설정

응력 분포

변형량

그림 36. 중요 부품에 대한 강도해석

바. 고추수확기계 도면 배포 및 부품 제작 추진

2차년도 고추수확기계 조립을 위하여 부품 제작업체를 선정하고 설계한 도면을 배포를 하였다. 업체를 방문한 후 1차년도 조립 시 나타난 문제점에 대하여 협의하였으며, 현재 부품을 제작하고 있다.



그림 37. 제작 부품

사. 중간 진도 점검 및 정책협의회 및 시연회

1) 2차년도 1차 정책협의회

가) 회의 일자 : 2015년 10월 13일

나) 회의 장소 : 전북 완주군 “안덕 건강힐링체험마을”

다) 참석자 : 농림축산식품부 김철순 전문관, 농림수산물기술평가원 정고운, 동양물산기업 강영선, 소진환, 남요상, 신서용, 박동석, 전북대학교 김대철, 강경식, 박상훈, 조연주, 국립원예특작과학원 양은영, 채수영, 영양고추시험장 장길수, 전남농업기술원 김성준, 생명과기술 박재복, 김채주, 경창기계 강태호, 조몽숙, 국립농업과학원 채혜선



그림 38. 1차 정책협의회



그림 39. 1차 고추수확기계 수확 시연회

라) 회의 내용

- 연구 주요 일정 발표
- 주관 및 협동기관의 연구과제 진행사항 발표

마) 정책협의회 후 2015년 10월 14일 고추수확기계 수확 시연회

2) 2차년도 2차 정책협의회

가) 회의 일자 : 2016년 3월 15일

나) 회의 장소 : 충남 공주시 아트센터고마

다) 참석자 : 농림축산식품부 이호진, 동양물산기업 강영선, 소진환, 남요상, 김기홍, 노영준, 신서용, 박동석, 이창욱, 한우석, 김봉진, 홍이수, 전북대학교 김대철, 강경식, 조연주, 김수빈, 변준희, 국립원예특작과학원 조명철, 양은영, 채수영, 최근진, 용호진, 전남농업기술원, 김희곤 생명과기술 박재복, 김채주, 장지은, 이희영, 노우현, 영양고추시험장 김찬용, 경창기계 강태호



그림 40. 정책협의회



그림 41. 2차 고추수확기계 수확 시연회

라) 회의내용

- 연구 주요 일정 발표
- 주관 및 협동기관의 연구과제 진행사항 발표

마) 2016년 3월 29일 하우스내 고추수확기계 수확 시연회

<제1협동과제> 고추수확기 시스템 분석 및 적정작업조건 구명(전북대학교)
 가. 고추수확기 필드 실험 및 분석

1) 1차 탈실부 필드 실험(원예특작과학원)

일시 : 2015년 9월 7일 ~ 2015년 10월 20일

장소 : 농촌진흥청 국립원예특작과학원

목적 : 품종 및 나선의 종류에 따른 1차 Proto 기대 필드 성능 테스트

요인 : 품종(PR스마트, 생력 211호), 나선의 종류(2중,3중)

시료 : PR스마트(일반 품종), 생력 211호(일시수확형 품종)

H1 - H10(10개의 품종)

표 2. 고추 품종 명

H1	H2	H3	H4	H5
베로파	PR무적	PR맛갈조은	PR스마트	승자영광
H6	H7	H8	H9	H10
홍연(HY)	적영	홍선	상현	R7

- 1차적으로 PR스마트와 생력 211호를 비교 분석하였고, 2차적으로 H1부터 H10까지 10개의 품종을 비교 및 분석을 하였다.



그림 42. 탈실부 필드 실험 사진

(1) 나선의 제원 변경

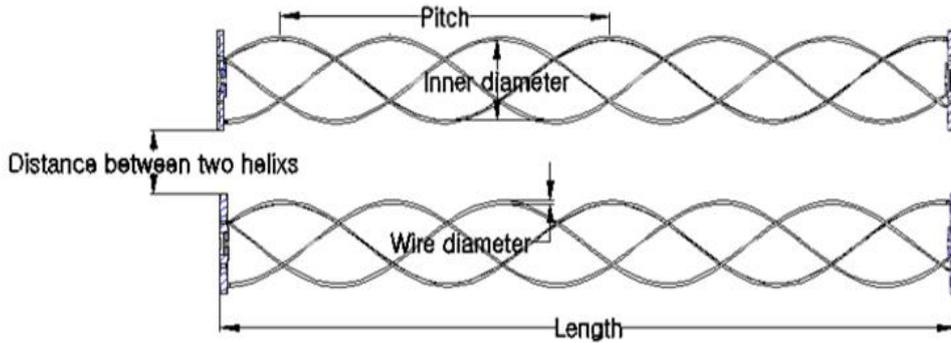


그림 43. 나선의 제원

표 3. 변경된 나선 제원

	2차 요인 실험	1차 필드 실험
나선 피치	600 mm	500 mm
나선 선경	15 mm	10 mm
나선 내경	100 mm	100 mm
나선 간격	35 mm	50 mm

(2) 실험 고정 조건 변경

표 4. 고정 조건

나선의 회전 속도	2차 요인 실험			1차 필드 실험
	200 RPM	300 RPM	400 RPM	300 RPM
주행속도	0.3 m/s			0.3 m/s
탈실부의 경사각	30°			40°
나선의 감긴 방향	역방향		순방향	역방향

(3) 탈실부 필드실험 방법(원예특작과학원)

- 품종과 나선의 종류에 따라 각각의 수확효율, 손상률, 손실률을 비교함.
- 실험 당 10주씩 4반복으로 실시함.
- 잎을 제거하기 위하여 숙기촉진제인 에세폰을 살포였으며, 5일 후에 실험을 실시함.
- 정의 식 및 데이터 정리방법은 2010년에 투고된 P.A Funk 저자의 문헌을 분석하여 확립함.

$D_{ghe}(\%) = \frac{P_{dp}}{P_{tp}} \times 100(\%)$	D_{ghe} : 총 수확효율(Gross harvest efficiency)(%) D_{urp} : 미탈실율(Unharvested remaining on plants)(%) D_{md} : 고추과실의 손상율(Mechanical damage)(%) G_{fl} : 땅에 떨어진 손실률(Ground fall losses)(%) N_{mp} : 시장성 있는 고추과실의 비율(Net marketable portion)(%) P_{tp} : 총 고추 과실의 수량(ea) P_{dp} : 탈실된 전체 고추 과실의 수량(ea) P_{rp} : 고추묘에 남아있는 고추 과실의 수량(ea) P_{dop} : 손상된 고추 과실의 수량(ea) P_{sfl} : 땅에 떨어진 고추 과실의 수량(ea)
$D_{urp}(\%) = \frac{P_{rp}}{P_{tp}} \times 100(\%)$	
$D_{md}(\%) = \frac{P_{dop}}{P_{dp}} \times 100(\%)$	
$G_{fl}(\%) = \frac{P_{sfl}}{P_{tp}} \times 100(\%)$	
$N_{mp}(\%) = \frac{P_{dp} - P_{dop}}{P_{tp}} \times 100(\%)$	

- 재배 양식 및 물리적 특성

표 5. 재배양식

주간거리	조간거리	두둑높이	두둑 폭
400 mm	1200 mm	180 mm	500 mm

표 6. 품종별 고추 묘의 물리적 특성

	초장(mm)	초폭(mm)	주당 달린 고추 수량(EA)
생력 211호	854.5	1021.9	169
PR 스마트	875.5	1052.8	70

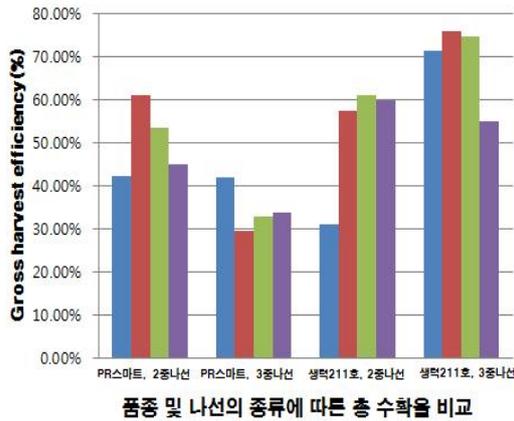
- 품종마다 무작위 10개를 선정하여 평균값으로 계산하였음.

(4) 탈실부 필드실험 결과

<PR 스마트 & 생력 211호>

- 반복이 있는 이원배치법을 활용하여 나선의 종류 및 품종에 따른 분석을 실시하였음

① 수확효율



Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Kind of Helix (Double, Triple)	1	0.9312	0.9312	0.01	0.9429
Variety	1	1343.9556	1343.9556	7.71	0.0157
Error	13	2266.9673	174.3821		
Total	15	3611.8541			

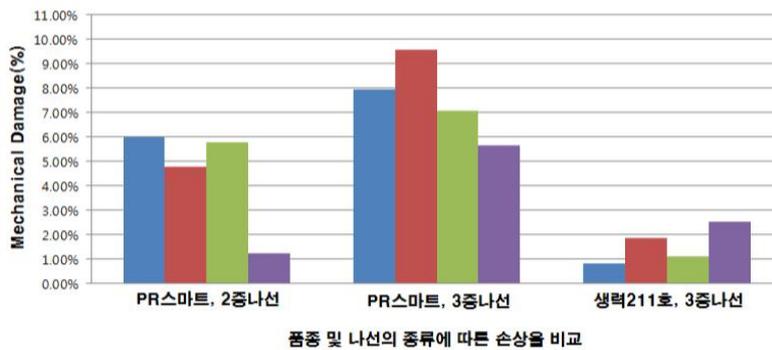
신뢰수준 95%

품종 및 나선의 종류에 따른 총 수확율 비교

그림 44. PR 스마트 & 생력 211호 수확효율

- 총 수확률은 35~70%로 품종 및 나선의 종류에 따라 큰 차이가 있었음.
- 품종에 따른 수확률을 비교한 결과, PR스마트보다 생력 211호에서 수확률이 더 높게 나타남.
- 나선의 종류에서 P-Value 값이 0.9429로 판단기준인 유의수준 0.05보다 크기 때문에 유의차가 존재하지 않는다고 판단됨.
- 품종에서 P-Value 값이 0.0157로 판단기준인 유의수준 0.05보다 적기 때문에 유의차가 존재한다고 판단됨.

② 손상률

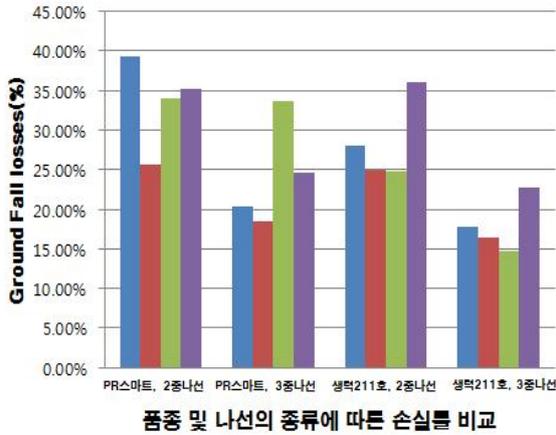


품종 및 나선의 종류에 따른 손상률 비교

그림 45. PR 스마트 & 생력 211호 손상률

- 손상률은 1.5~8%로 품종 및 나선의 종류에 따라 차이가 있었음.
- 품종에 따른 손상률을 비교한 결과, PR스마트보다 생력 211호에서 더 낮게 나타남.

③ 손실률



Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Kind of Helix (Double, Triple)	1	389.3716	389.3716	14.28	0.0023
Variety	1	130.8164	130.8164	4.80	0.0474
Error	13	354.5801	27.2754		
Total	15	874.7680			

신뢰수준 95%

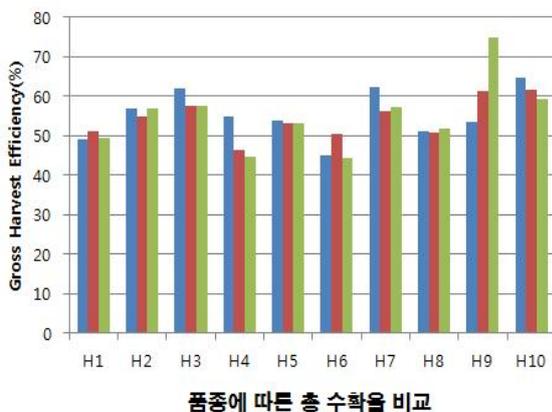
그림 46. PR 스마트 & 생력 211호 손실률

- 손실률은 15~35%로 품종 및 나선의 종류에 따라 큰 차이가 있었음.
- 나선의 종류에 따른 손실률을 비교한 결과, 2중 나선보다 3중 나선에서 손실률이 더 낮게 나타남.
- 품종에 따른 손실률을 비교한 결과, 생력 211호가 PR스마트 보다 손실률이 더 낮게 나타남.
- 나선의 종류, 품종 모두 P-Value 값이 판단기준인 유의수준 0.05보다 적기 때문에 유의차가 존재한다고 판단됨.

<H1 - H10>

- 일원 배치법을 활용하여 품종에 따른 분석을 실시함.

① 수확 효율



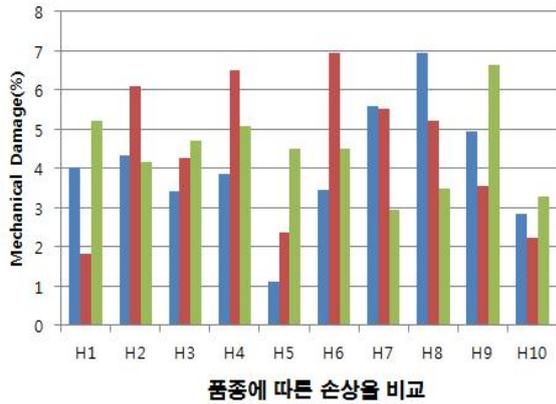
Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Variety	9	881.9900	97.9989	5.23	0.0010
Error	20	374.8673	18.7434		
Total	29	1256.8573			

신뢰수준 95%

그림 47. H1 - H10 수확 효율

- 품종에 따른 수확률은 45~65%였음.
- 경향을 보기 위해 필드실험을 한 결과, 수확율에 대해서 품종간의 차이가 있었음.
- P-Value 값이 판단기준인 유의수준 0.05보다 작기 때문에 유의차가 존재한다고 판단할 수 있음.
- 수확률이 가장 높은 품종은 H10((R7) 이였음.

② 손상률



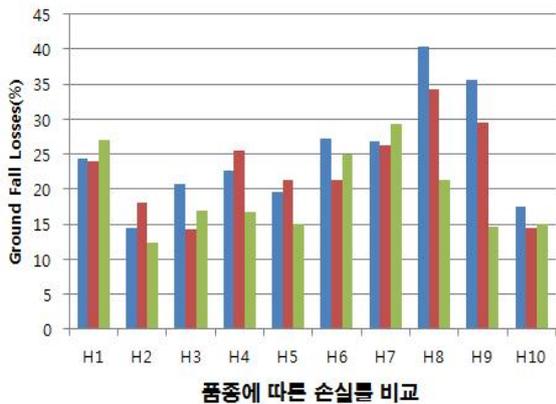
Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Variety	9	25.0579	2.7842	1.38	0.2626
Error	20	40.4509	2.0225		
Total	29	65.5089			

신뢰수준 95%

그림 48. H1 - H10 손상률

- 품종에 따른 손상률은 2~6% 였음.
- 일원배치법을 활용하여 신뢰수준 95%에서 손상률에 대하여 분석함.
- P-Value 값이 판단기준인 유의수준 0.05보다 크기 때문에 유의차가 존재하지 않음.

③ 손실률



Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Variety	9	862.1324	95.7925	3.45	0.0101
Error	20	555.3897	27.7695		
Total	29	1417.5221			

신뢰수준 95%

그림 49. H1 - H10 손실률

- 품종에 따른 손실률은 15~35%였음.
- 일원배치법을 활용하여 신뢰수준 95%에서 손실률에 대하여 분석함.

- P-Value 값이 판단기준이 유의수준 0.05보다 작기 때문에 유의차가 존재한다고 판단할 수 있음.
- 손실률이 가장 낮은 품종은 H2(PR무적)와 H10(R7)이었음.

2) 1차 탈실부 필드실험(수원)

일시 : 2015년 10월 22일 ~ 2015년 10월 28일

장소 : 수원 고추와 육종

목적 : 나선의 종류에 따른 1차 Proto 기대 필드 성능 테스트

요인 : 나선의 종류(2중,3중)

시료 : 수십 가지의 품종(초장, 초폭, 과실의 물리적 특성상 크게 다르지 않았음)

- 나선의 제원과 실험의 고정조건은 원예특작과학원에서 실험한 것과 동일.



그림 50. 수원 필드 사진

(1) 탈실부 필드실험 방법(수원)

- 나선의 종류에 따라 수확효율, 손상률, 손실률을 비교함.
- 실험 당 10주씩 3반복으로 실시함.
- 정의식 및 데이터 정리방법은 2010년에 투고된 P.A Funk 저자의 문헌을 분석하여 확립함.
- 재배 양식 및 물리적 특성

표 7. 재배양식

주간거리	조간거리	두둑높이	두둑 폭
300 mm	1200 mm	150 mm	400 mm

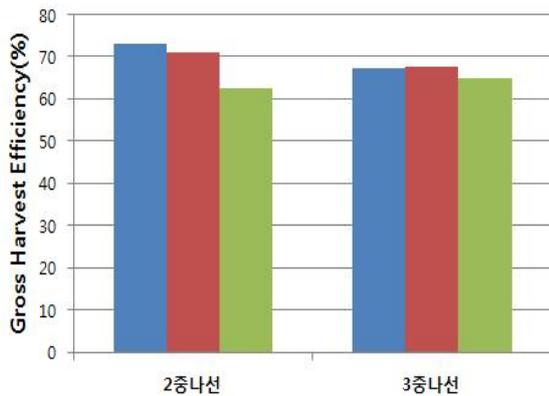
표 8. 품종별 고추 묘의 물리적 특성

	초장(mm)	초폭(mm)	주당 달린 고추 수량(EA)
Value	940	750	52

- 품종마다 무작위 10개를 선정하여 평균값으로 계산하였음.

(2) 탈실부 필드실험 결과

① 수확 효율



Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Kind of Helix (Double, Triple)	1	7.7294	7.7294	0.47	0.5290
Error	4	65.2096	16.3024		
Total	5	72.9390			

신뢰수준 95%

나선의 종류에 따른 총 수확률 비교

그림 51. 나선의 종류에 따른 수확 효율

- 나선의 종류에 따른 총 수확률은 65~70%였음.
- 고추대의 길이가 길어서 미탈실이 감소하였기 때문에 수확률이 높게 나타났지만, 고추 묘가 뿌리 채 뽑히는 문제가 발생하였음.
- 나선의 종류에 따른 수확률을 비교한 결과, 2중 나선과 3중 나선의 수확효율이 비슷하게 나타난다.
- P-Value 값이 판단기준인 유의수준 0.05보다 크기 때문에 유의차가 존재하지 않음.

② 손상률

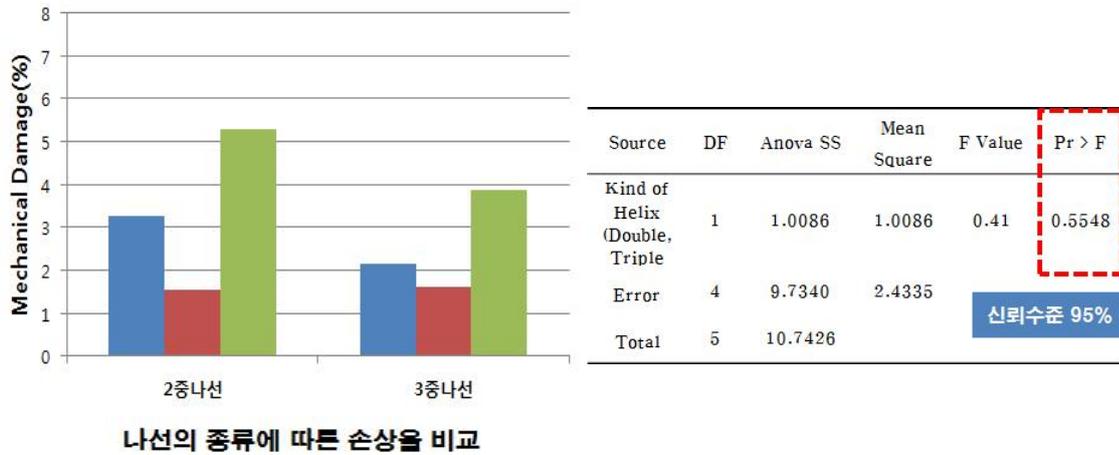


그림 52. 나선의 종류에 따른 손상률

- 나선의 종류에 따른 손상률은 1.5~4%였음.
- 2중 나선과 3중 나선의 손상률은 서로 비슷하게 나타났음.
- 일원배치법을 활용하여 신뢰수준 95%에서 손상률에 대하여 분석함.
- P-Value 값이 판단기준인 유의수준 0.05보다 크기 때문에 유의차가 존재하지 않음.

③ 손실률



그림 53. 나선의 종류에 따른 손실률

- 나선의 종류에 따른 손실률은 22.5~27.5%였음.
- 나선의 종류에 따른 손실률을 비교한 결과, 2중 나선과 3중 나선의 손실률이 비슷하게 나타남.
- 일원배치법을 활용하여 신뢰수준 95%에서 손실률에 대하여 분석함.
- P-Value 값이 판단기준인 유의수준 0.05보다 크기 때문에 유의차가 존재하지 않음.

나. 선별부 요인 실험 및 분석

1) 1차 선별부 요인실험

일시 : 2016년 3월 7일 ~ 2016년 3월 11일

장소 : 전북대학교 RPC

목적 : 카드클리너 배치 및 구동축의 회전속도에 따른 선별부 요인실험 장치 성능 테스트

요인 : 카드클리너의 배치, 구동축 회전속도(35, 50, 65 rpm)

시료 : 녹광 품종 60주 (Plastic 온실재배, 정식날짜: 2015년 7월 15일)

- 재배양식 및 시료의 물리적 특성

표 9. 재배양식

주간거리	조간거리	두둑높이	두둑 폭
400 mm	1300 mm	140 mm	300 mm

표 10. 품종별 고추 묘와 과실의 물리적 특성

Variety	고추 묘				과실			
	초장 (mm)	초폭 (mm)	줄기 직경 (mm)	줄기 길이 (mm)	길이 (mm)	최대 직경 (mm)	무게 (g)	고추 개수(ea/ plant)
Value	1618	830	209.5	15.8	124.8	14.7	13.3	85.6

- 시료의 물성은 고추묘의 경우 무작위로 10주의 샘플을 선정하여 측정하였고, 고추 과실의 경우 선정한 10주의 샘플에서 무작위로 30개 선정하여 측정함.



그림 54. 선별부 요인실험 장치

(1) 1차 선별부 요인 실험 조건

- 실제 자주식 고추수확기의 선별부를 분리하여 정지 상태에서 실험을 실시하도록 제작하였기 때문에 실제 작업조건과 동일하게 시료의 양을 준비해야함.
 - 시료양의 제작 기준은 1차 탈실부 필드 실험 결과를 반영하여 제작하였음.
- (줄기는 탈실부 실험 결과 150~250mm 의 길이로 혼입되어 들어왔기 때문에, 선별부에 투입되는 줄기의 길이는 평균값인 200mm로 일정하게 만들어서 준비하였고, 기계수확 전 에세폰이나 소금물 처리 등으로 잎이 없는 경우를 가정함.)
- 고추 시료는 고추 묘 5주(2.25m)일 때의 공급되는 양을 기준으로 준비하였음.

표 11. 공급 시료의 양

시료 공급량	정상고추(g)	줄기(g)
5주	2100	400



(a) 고추

(b) 줄기

(c) 고추+줄기

그림 55. 선별부 요인 실험 샘플

(2) 1차 선별부 요인실험 방법

- 시료 투입 시간은 실제 탈실부 성능 실험에서 작업면적 $2 \times 0.4 \text{ m}^2$, 작업속도 0.25 m/s 일 때 작업이 완료되는 시간인 11.25초를 반영하였음.
- 선별부 요인실험의 주요요인은 카드클리너의 구동축 회전속도, 카드클리너의 각도, 이물질 분리부의 카드배치임.
- 카드클리너의 구동축 회전속도는 35, 50, 65 rpm으로 세 수준, 카드클리너의 각도는 5, 15° 두 수준, 이물질 분리부의 카드배치는 일자형, 엇갈림 형으로 실험을 실시함.

표 12. 카드클리너의 주요 요인

요인	단위	값
카드클리너의 구동축 회전속도	rpm	35, 50, 65
카드클리너의 각도	Degree(°)	5, 15
이물질 분리부의 카드배치	-	일자형, 엇갈림형

(3) 1차 선별부 요인실험 분석

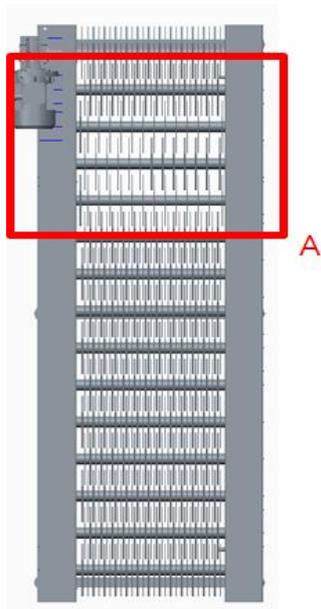


그림 56. 카드클리너
사진

- 카드 클리너의 초반부는 고추와 이물질을 일렬로 정렬하며, A부분으로 이동하면서 고추와 이물질을 분리시킴.

표 13. 카드 클리너의 구성 제원

이물질 분리부 축 개수	이물질 분리부 카드 사이 간격	카드배치
3축	31.2 mm	일정하게 카드 배치
4축	1,3축: 67.2 mm 2,4축: 49.2 mm	일렬로 배치 지그재그로 배치

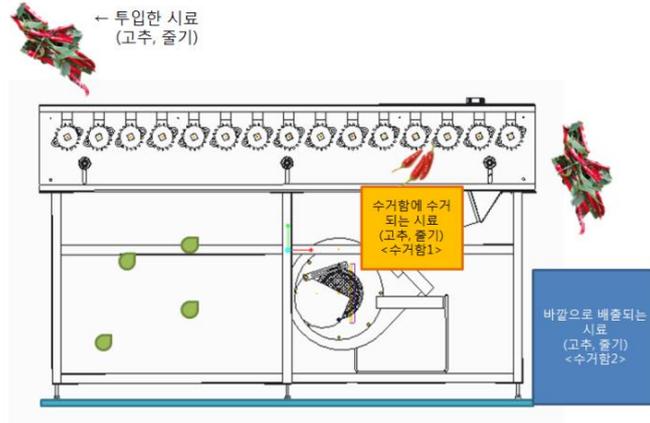


그림 57. 선별부 요인실험 장치 개략도

- 카드클리너의 구동축 회전속도와 각도에 따른 수거된 고추 선별률, 배출된 고추 손실률 및 이물질 선별률의 결과를 분석하기 위해서 요인실험 장치의 수거함 1과 수거함 2에 수거되는 고추와 이물질의 무게를 측정함.
- 선별부 요인실험의 정의 식은 다음과 같음.

- 정상고추 선별율(%) = $\frac{\text{수거함에 수거되는 정상 고추 (g)}}{\text{투입되는 총 고추 (g)}} \times 100$
- 배출된 시료의 손실률 = $\frac{\text{배출함에 수거되는 총 고추 (g)}}{\text{투입되는 총 고추 (g)}} \times 100$
- 수거기준 이물질 혼입율 = $\frac{\text{수거함에 수거된 이물질의 총 무게 (g)}}{\text{수거함에 수거되는 시료 총 무게 (g)}} \times 100$

(4) 1차 선별부 요인실험 결과

- 본 실험에서는 이물질 분리부의 카드배치 2가지에서 선별부 요인실험의 주요 인자인 카드클리너의 구동축 회전속도 및 각도에 따른 수거된 고추 선별률, 배출된 고추 손실률 및 이물질 선별률의 유의성 및 요인 간의 상관분석을 위해 반복이 있는 이원배치법을 통해 분산 분석을 실시하였음.

1) 이물질 분리부의 카드배치가 일자형 카드배치일 때, 카드 클리너의 각도와 구동축 회전속도에 따른 선별률 분석

표 14. 일자형 배치일 때,
실험 결과

Angle of card cleaner	rpm	Separated efficiency of pepper (%)	Average Ratio (%)	Ejected loss ratio of pepper (%)	Average Ratio (%)	Stick mixing ratio (%)	Average Ratio (%)
5	35	76.80	76.63	21.20	20.23	42.18	42.16
		75.60		21.30		39.20	
		77.50		18.20		45.10	
	50	80.00	81.17	16.60	15.57	40.50	43.17
		81.70		15.60		45.40	
		81.80		14.50		43.60	
	65	78.90	80.40	16.90	15.40	36.43	35.23
		81.30		15.00		34.00	
		81.00		14.30		35.25	
15	35	85.80	84.04	7.75	9.50	43.03	43.38
		84.48		11.74		43.60	
		81.84		9.01		43.50	
	50	94.41	92.12	1.91	3.29	46.58	46.48
		89.49		4.35		43.35	
		92.45		3.61		49.53	
	65	93.90	94.10	1.90	2.59	54.10	51.20
		94.30		2.99		51.75	
		94.09		2.87		47.75	

① 수집된 고추 선별률 분석

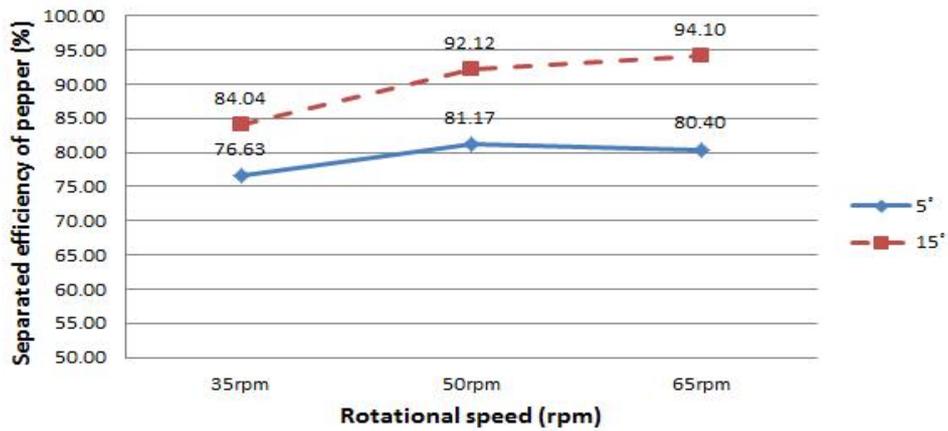


그림 58. 일자형 카드배치일 때, 각도와 회전속도에 따른 고추 선별률

표 15. 일자형 카드배치일 때, 수집된 고추 선별률 분석

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr >F
Angle of Card cleaner (5°, 15°)	1	513.7080889	513.7080889	221.79	<.0001
Rotational speed	2	175.7844111	87.8922056	37.95	<.0001
Angle*Speed	2	29.8317444	14.9158722	6.44	0.0126
Error	12	27.7944667	2.3162056		
Total	17	747.1187111			

- 카드클리너의 각도가 5°인 경우 구동축의 회전속도가 50 rpm일 때, 가장 높은 선별률을 보임.
- 카드클리너의 각도를 15°로 설정했을 때는 구동축 회전속도가 높아질수록 고추선별률이 높아진 것을 확인할 수 있었음.
- 카드클리너의 각도에 따른 고추 선별률을 비교해 보면, 15°인 경우가 5° 경우 일 때보다 수집된 고추의 비율이 높았음.
- 신뢰수준 95%에서 카드클리너의 각도와 구동축 회전속도의 P-value는 모두 0.0001으로 판단 기준인 유의 수준 0.05보다 작으므로 카드클리너의 각도와 구동축 회전속도 모두 수집된 고추의 선별률의 차이에 영향을 주는 것으로 나타남.

② 배출된 고추 손실률 분석

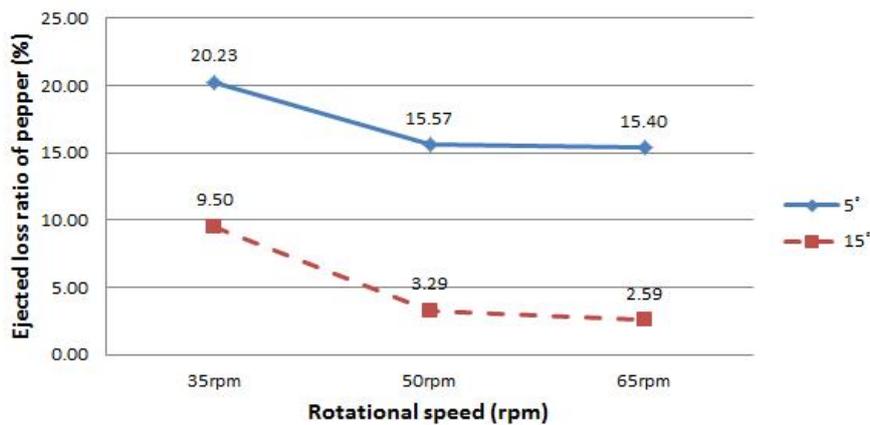


그림 59. 일자형 카드 배치일 때, 각도와 회전속도에 따른 고추의 손실률

표 16. 일자형 카드배치일 때, 배출된 고추 손실률 분석

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr >F
Angle of Card cleaner (5°, 15°)	1	641.6556056	641.6556056	318.20	<.0001
Rotational speed	2	128.5214778	64.2607389	31.87	<.0001
Angle*Speed	2	3.4981444	1.7490722	0.87	0.4448
Error	12	24.1984000	2.0165333		
Total	17	797.8736278			

- 구동축의 회전속도가 증가할수록 고추의 손실률은 줄어드는 경향을 보임.
- 각도에 따른 손실률을 보면, 카드클리너 각도를 15°로 설정했을 때가 5°로 설정했을 때보다 낮은 손실률을 보여 더 나은 선별성능을 가질 것으로 예상됨.
- 신뢰수준 95%에서 카드클리너의 각도와 구동축 회전속도의 P-Value는 모두 0.0001으로 판단 기준인 유의 수준 0.05보다 작으므로 카드클리너의 각도와 구동축 회전속도에 따라 배출된 고추 손실률의 차이가 존재하는 것으로 나타남.

③ 이물질 혼입률 분석

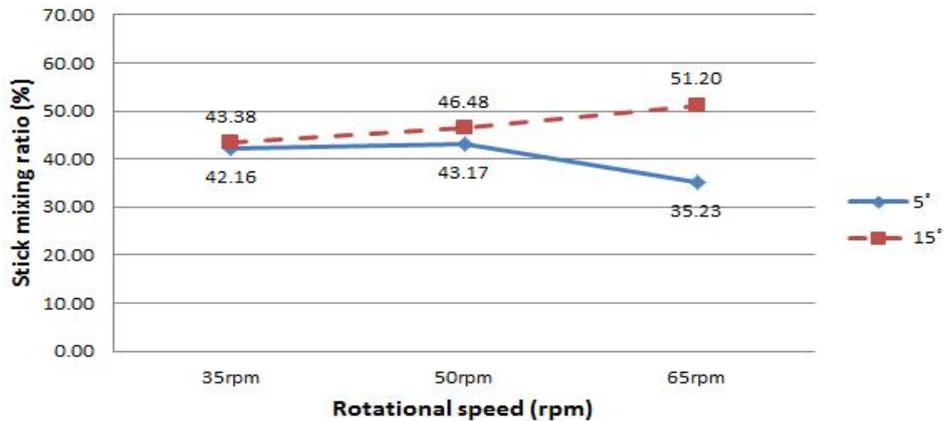


그림 60. 일자형 카드 배치일 때, 각도와 회전속도에 따른 고추의 이물질 혼입률

표 17. 일자형 카드배치일 때 이물질 혼입률 분석

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr >F
Angle of Card cleaner (5°, 15°)	1	210.3300500	210.3300500	34.79	<.0001
Rotational speed	2	14.0752111	7.0376056	1.16	0.3451
Angle*Speed	2	191.1450333	95.5725167	15.81	0.0004
Error	12	72.5550667	6.0462556		
Total	17	488.1053611			

- 이물질 혼입률은 고추 선별률과 비슷한 경향을 보였음.
- 구동축 회전속도에 따른 이물질 혼입률에 대해서 카드클리너 각도가 5°였을 때는 50rpm에서 이물질 혼입률이 가장 높았고, 15°였을 때는 구동축의 회전속도가 증가할수록 이물질 혼입률은 늘어나는 경향을 보였음.
- 각도에 따른 이물질 혼입률을 보았을 때, 카드클리너 각도를 5°로 설정했을 때가 15°로 설정했을 때보다 낮은 이물질 혼입률을 보여, 각도가 감소할수록 선별성능에 유리할 것으로 판단됨.
- 신뢰수준 95%에서 카드클리너의 각도의 P-Value는 0.0001으로 판단 기준인 유의 수준 0.05보다 작으므로 카드클리너의 각도에 따라 이물질 혼입률의 차이가 존재하는 것으로 나타남.
- 구동축 회전속도는 이물질 혼입률에 영향을 받지 않는다고 판단됨.

2) 이물질 분리부의 카드배치가 엇갈림형 카드배치일 때, 카드 클리너의 각도와 구동축 회전속도에 따른 선별률 분석

표 18. 엇갈림형 배치일 때의 실험 결과

Angle of card cleaner	rpm	Separated efficiency of pepper (%)	Average Ratio (%)	Ejected loss ratio of pepper (%)	Average Ratio (%)	Stick mixing ratio (%)	Average Ratio (%)
5	35	79.56	79.58	16.72	17.10	43.48	44.24
		80.16		16.83		43.08	
		79.01		17.75		46.18	
	50	89.71	90.61	6.93	7.59	57.13	53.88
		90.48		8.08		51.53	
		91.66		7.75		52.98	
65	89.71	89.32	9.00	9.36	43.93	45.19	
	88.53		10.06		43.58		
	89.72		9.02		48.08		
15	35	86.94	87.76	4.10	4.60	43.18	52.58
		85.72		4.36		50.58	
		90.61		5.34		63.98	
	50	95.26	95.23	1.89	1.86	61.05	59.69
		94.73		1.82		63.13	
		95.70		1.86		54.90	
65	98.63	97.15	0.00	1.75	55.85	59.25	
	96.64		2.03		61.00		
	96.19		3.21		60.90		

① 수집된 고추 선별률 분석

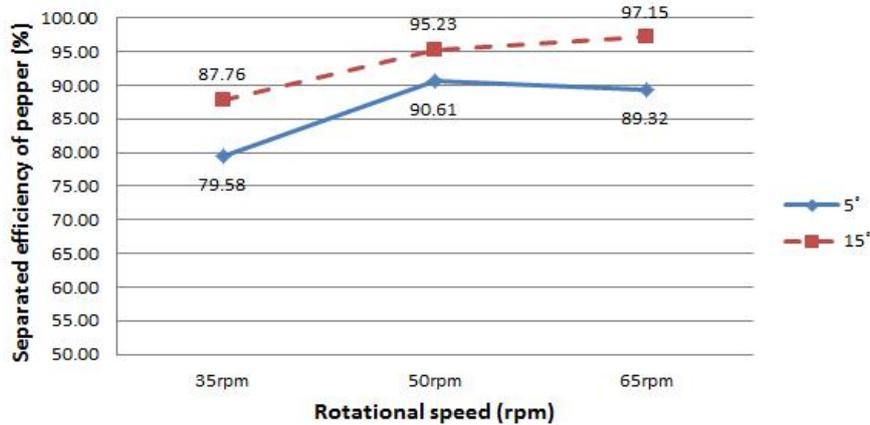


그림 61. 엇갈림형 카드배치일 때, 각도와 회전속도에 따른 고추 선별률

표 19. 엇갈림형 카드배치일 때, 수집된 고추 선별률 분석

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr >F
Angle of Card cleaner (5°, 15°)	1	212.7296889	212.7296889	125.58	<.0001
Rotational speed	2	354.7379111	177.3689556	104.71	<.0001
Angle*Speed	2	11.6048444	5.8024222	3.43	0.0665
Error	12	20.3274667	1.6939556		
Total	17	599.3999111			

- 카드클리너의 각도가 5°일 경우에는 구동축의 회전속도가 50rpm일 때, 가장 높은 결과가 나타남.
- 카드클리너 각도를 15°로 설정했을 때는 구동축 회전속도가 높아질수록 고추 선별률이 높아짐.
- 카드클리너 각도에 따른 고추 선별률을 비교해보면, 15°인 경우가 5°인 경우일 때 보다 수집된 고추의 비율이 높았음.
- 신뢰수준 95%에서 카드클리너의 각도와 구동축 회전속도의 P-Value는 모두 약 0.0001으로 판단기준인 유의 수준 0.05보다 작으므로 카드클리너의 각도와 구동축 회전속도에 따라 수집된 고추의 선별률의 차이가 존재하는 것으로 나타남.

② 배출된 고추 손실률 분석

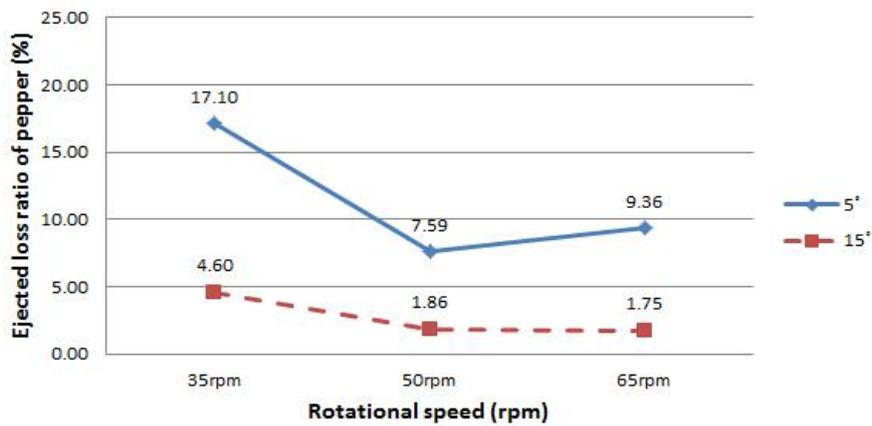


그림 62. 엇갈림형 카드 배치일 때, 각도와 회전속도에 따른 고추의 손실률

표 20. 엇갈림형 카드배치일 때, 수집된 고추 손실률 분석

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr >F
Angle of Card cleaner (5°, 15°)	1	333.9389389	333.9389389	488.31	<.0001
Rotational speed	2	132.6056333	66.3028167	96.95	<.0001
Angle*Speed	2	36.6296778	18.3148389	26.78	<.0001
Error	12	8.2064000	0.6838667		
Total	17	511.3806500			

- 카드 클리너의 각도가 5°인 경우 구동축의 회전속도가 50rpm일 때 배출된 고추 손실률이 가장 낮았음.
- 카드클리너의 각도를 15°로 설정했을 때는 구동축 회전속도가 높아질수록 고추 손실률이 줄어드는 경향을 보였음.
- 각도에 따른 고추 손실률을 보면, 카드클리너의 각도를 15°로 설정했을 때가 5°로 설정했을 때보다 낮은 손실률을 보여 더 나은 선별성능을 가질 것으로 예상됨.
- 신뢰수준 95%에서 카드클리너의 각도와 구동축 회전속도의 P-Value는 모두 0.0001으로 판단 기준인 유의 수준 0.05보다 작으므로 배출된 고추 손실률은 카드클리너의 각도와 구동축 회전속도 모두의 영향에 의해 차이가 존재하는 것으로 나타남.

③ 이물질 혼입률 분석

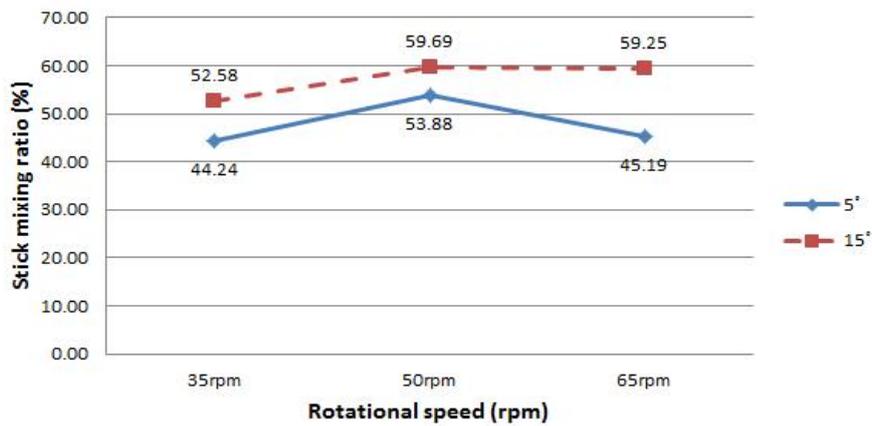


그림 63. 엇갈림형 카드 배치일 때, 각도와 회전속도에 따른 고추의 이물질 혼입률.

표 21. 엇갈림형 카드배치일 때, 수집된 고추 혼입률 분석

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr >F
Angle of Card cleaner (5°, 15°)	1	397.6200000	397.6200000	15.32	0.0021
Rotational speed	2	210.9056444	105.4528222	4.06	0.0449
Angle*Speed	2	53.4832000	26.7416000	1.03	0.3864
Error	12	311.4056000	25.9504667		
Total	17	973.4144444			

- 이물질 혼입률은 구동축의 회전속도가 35rpm일 때, 가장 낮게 나타났음.
- 각도에 따른 이물질 혼입률을 보면, 카드클리너 각도를 5°로 설정했을 때가 15°로 설정했을 때보다 낮은 이물질 혼입률을 보여 더 나은 선별 성능을 보였음.
- 신뢰수준 95%에서 카드클리너의 각도와 구동축 회전속도의 P-Value는 각각 0.0021과 0.0449로 판단 기준인 유의 수준 0.05보다 작으므로 카드클리너의 각도와 구동축 회전속도에 따라 이물질 혼입률의 차이가 존재하는 것으로 나타남.

3) 카드클리너의 각도가 5°일 때, 이물질 분리부의 카드배치와 구동축 회전속도에 따른 선별률 분석

표 22. 카드 클리너 각도가 5° 일 때, 실험 결과

Arrange ment of card type	rpm	Separated efficiency of pepper (%)	Average Ratio (%)	Ejected loss ratio of pepper (%)	Average Ratio (%)	Stick mixing ratio (%)	Average Ratio (%)
Straight type	35	76.80	76.63	21.20	20.23	42.18	42.16
		75.60		21.30		39.20	
		77.50		18.20		45.10	
	50	80.00	81.17	16.60	15.57	40.50	43.17
		81.70		15.60		45.40	
		81.80		14.50		43.60	
Cross type	65	78.90	80.40	16.90	15.40	36.43	35.23
		81.30		15.00		34.00	
		81.00		14.30		35.25	
	35	79.56	79.58	16.72	17.10	43.48	44.24
		80.16		16.83		43.08	
		79.01		17.75		46.18	
50	89.71	90.61	6.93	7.59	57.13	53.88	
	90.48		8.08		51.53		
	91.66		7.75		52.98		
65	89.71	89.32	9.00	9.36	43.93	45.19	
	88.53		10.06		43.58		
	89.72		9.02		48.08		

① 수집된 고추 선별률 분석

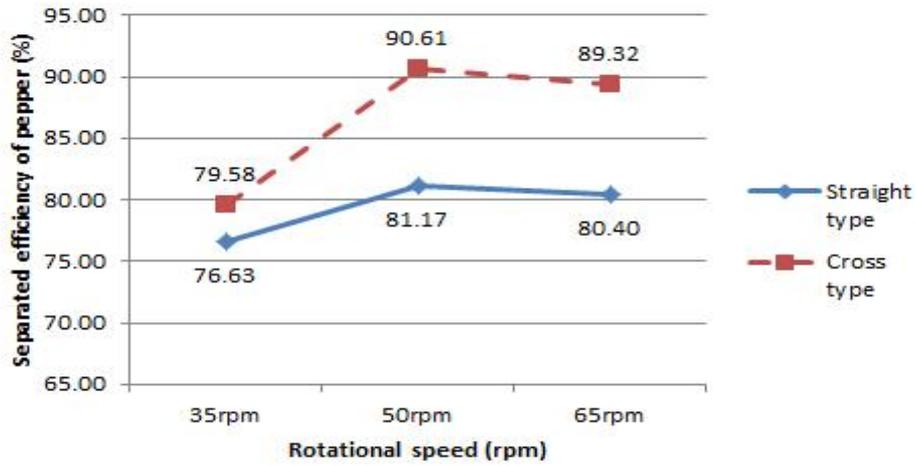


그림 64. 카드클리너의 각도가 5°일 때, 카드 배치와 구동축 회전속도에 따른 수집된 고추 선별률

표 23. 카드 클리너 각도가 5° 일 때, 수집된 고추 선별률 분석

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr >F
Arrangement of Card	1	227.1290889	227.1290889	251.42	<.0001
Rotational speed	2	214.6530778	107.3265389	118.81	<.0001
Card*Speed	2	39.1690778	19.5845389	21.68	0.0001
Error	12	10.8404667	0.9033722		
Total	17	491.7917111			

- 수집된 고추의 선별률을 분석해 본 결과, 이물질 분리부의 카드배치는 일자형일 때보다 엇갈림형 카드배치일 때 더 높게 나타남.
- 구동축 회전속도가 50rpm일 때, 고추 선별률이 높게 나타나는 것을 확인할 수 있었음.
- 신뢰수준 95%에서 이물질 분리부의 카드배치와 구동축 회전속도의 P-Value는 모두 0.0001으로 판단 기준인 유의 수준 0.05보다 작으므로 이물질 분리부의 카드배치와 구동축 회전속도에 따라 수집된 고추의 선별률의 차이가 존재하는 것으로 나타남.

② 배출된 고추 손실률 분석

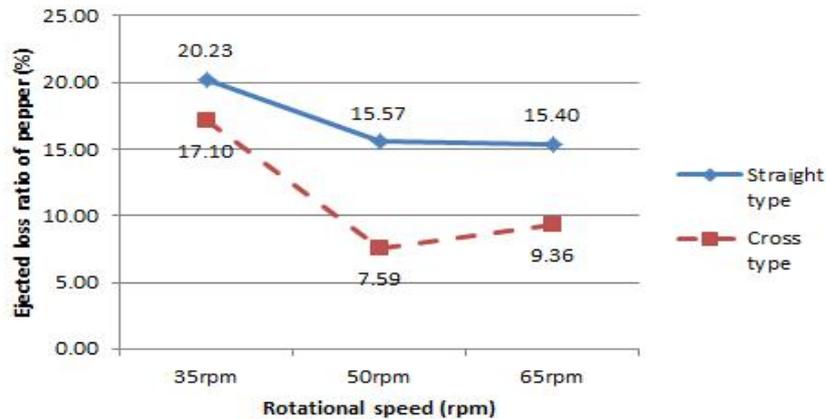


그림 65. 카드클리너의 각도가 5°일 때, 카드 배치와 구동축 회전속도에 따른 배출된 고추 손실률

표 24. 카드 클리너 각도가 5° 일 때, 수집된 고추 손실률 분석

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr >F
Arrangement of Card	1	147.1184222	147.1184222	125.12	<.0001
Rotational speed	2	180.8712444	90.4356222	76.91	<.0001
Card*Speed	2	17.8512444	8.9256222	7.59	0.0074
Error	12	14.1096	1.1758		
Total	17	359.9505111			

- 이물질 분리부의 카드배치가 엇갈림형인 경우가 일자형일 때보다 낮은 고추 손실률을 보임.
- 구동축 회전속도에 따른 고추 손실률을 확인해 보면, 일자형 카드배치에서는 구동축 회전속도가 높아질수록 낮은 고추 손실률을 보였고, 엇갈림형 카드배치에서는 50rpm일 때 가장 낮은 손실률을 보임.
- 신뢰수준 95%에서 이물질 분리부의 카드배치와 구동축 회전속도의 P-value는 모두 0.0001으로 판단 기준인 유의 수준 0.05보다 작으므로 배출된 고추 손실률은 이물질 분리부의 카드배치와 구동축 회전속도 모두의 영향에 의해 차이가 존재하는 것으로 나타남.

③ 이물질 혼입률 분석

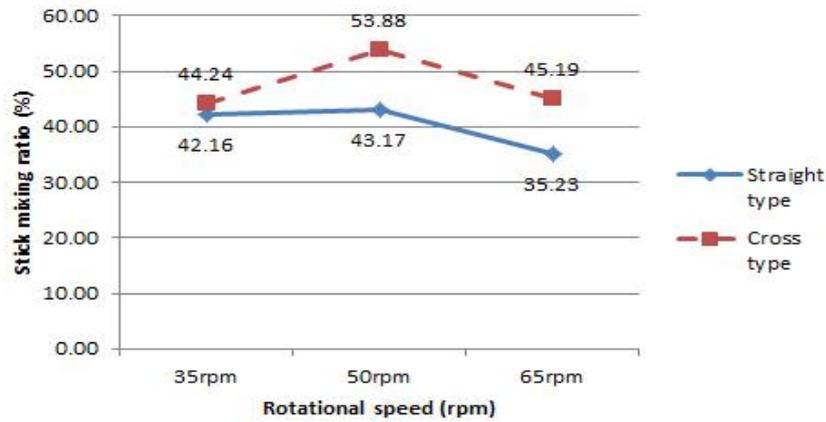


그림 66. 카드클리너의 각도가 5°일 때, 카드 배치와 구동축 회전속도에 따른 이물질 혼입률

표 25. 카드 클리너 각도가 5° 일 때, 수집된 고추 혼입률 분석

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr >F
Arrangement of Card	1	259.2364500	259.2364500	45.91	<.0001
Rotational speed	2	212.6725444	106.3362722	18.83	0.0002
Card*Speed	2	68.5594333	34.2797167	6.07	0.0151
Error	12	67.7588667	5.6465722		
Total	17	608.2272944			

- 이물질 분리부의 카드배치에 따른 이물질 혼입률을 보면, 엇갈림형 카드배치에 비해 일자형 카드배치일 때가 이물질 혼입률이 낮음.
- 구동축 회전속도에 대하여 확인해보면, 일자형 카드배치는 65rpm에서 가장 낮은 이물질 혼입률을 보였고, 엇갈림형 카드배치는 35rpm에서 가장 낮은 이물질 혼입률을 보임.
- 신뢰수준 95%에서 이물질 분리부의 카드배치와 구동축 회전속도의 P-value는 각각 0.0001과 0.0002로 판단 기준인 유의 수준 0.05보다 작으므로, 배출된 고추 손실률은 이물질 분리부의 카드배치와 구동축 회전속도 모두의 영향에 의해 차이가 존재하는 것으로 나타남.

4) 카드클리너의 각도가 15°일 때, 이물질 분리부의 카드배치와 구동축 회전속도에 따른 선별률을 분석

표 26. 카드클리너 각도가 15°일 때의 실험 결과

Arrange ment of card type	rpm	Separated efficiency of pepper (%)	Average Ratio (%)	Ejected loss ratio of pepper (%)	Average Ratio (%)	Stick mixing ratio (%)	Average Ratio (%)
Straight type (A)	35	85.80	84.04	7.75	9.50	43.03	43.38
		84.48		11.74		43.60	
		81.84		9.01		43.50	
	50	94.41	92.12	1.91	3.29	46.58	46.48
		89.49		4.35		43.35	
		92.45		3.61		49.53	
	65	93.90	94.10	1.90	2.59	54.10	51.20
		94.30		2.99		51.75	
		94.09		2.87		47.75	
Cross type (B)	35	86.94	87.76	4.10	4.60	43.18	52.58
		85.72		4.36		50.58	
		90.61		5.34		63.98	
	50	95.26	95.23	1.89	1.86	61.05	59.69
		94.73		1.82		63.13	
		95.70		1.86		54.90	
	65	98.63	97.15	0.00	1.75	55.85	59.25
		96.64		2.03		61.00	
		96.19		3.21		60.90	

① 수집된 고추 선별률 분석

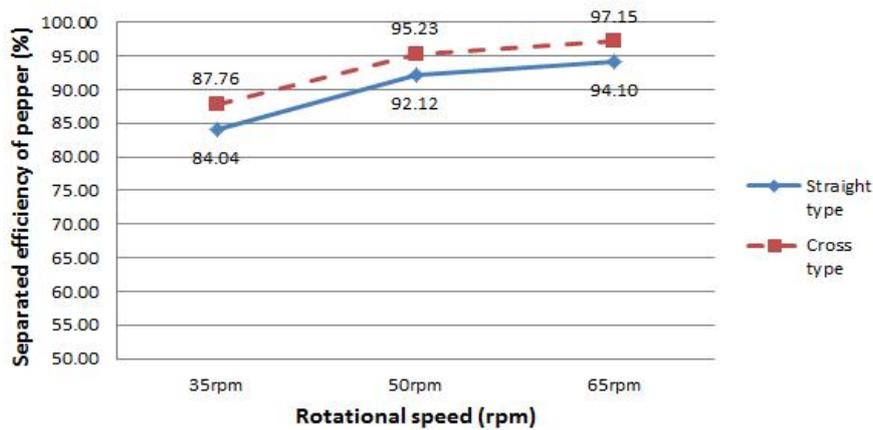


그림 67. 카드클리너의 각도가 15°일 때, 카드 배치와 구동축 회전속도에 따른 수집된 고추 선별률

표 27. 카드클리너 각도가 15°일 때, 수집된 고추 선별률 분석

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr >F
Arrangement of Card	1	48.8730899	48.8730889	15.73	0.0019
Rotational speed	2	317.7353444	158.8676722	51.14	<.0001
Card*Speed	2	0.4014111	0.2007056	0.06	0.9378
Error	12	37.2814667	3.1067889		
Total	17	404.2913111			

- 수집된 고추의 선별률을 분석해 본 결과, 이물질 분리부의 카드배치는 일자형일 때보다 엇갈림형 카드배치일 때 더 높게 나타남.
- 구동축 회전속도가 증가할수록 고추 선별률이 높게 나타나는 것을 확인할 수 있었음.
- 신뢰수준 95%에서 이물질 분리부의 카드배치와 구동축 회전속도의 P-value는 각각 0.0019와 0.0001으로 판단 기준인 유의 수준 0.05보다 작으므로 이물질 분리부의 카드배치와 구동축 회전속도에 따라 수집된 고추의 선별률의 차이가 존재하는 것으로 나타남.

② 배출된 고추 손실률 분석

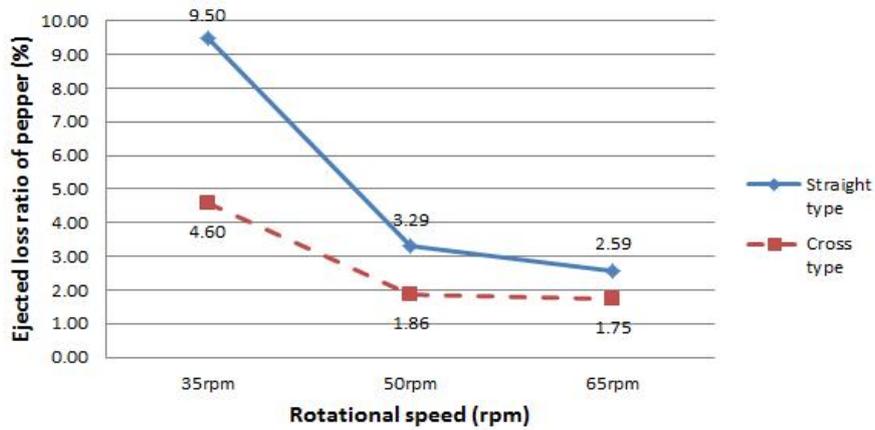


그림 68. 카드클리너의 각도가 15°일 때, 카드 배치와 구동축 회전속도에 따른 배출된 고추 손실률

표 28. 카드클리너 각도가 15°일 때, 수집된 고추 손실률 분석

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr >F
Arrangement of Card	1	25.72835556	25.72835556	16.88	0.0015
Rotational speed	2	88.10573333	44.05286667	28.89	<.0001
Card*Speed	2	14.42671111	7.21335556	4.73	0.0305
Error	12	18.2952000			
Total	17	146.5560000			

- 이물질 분리부의 카드배치가 엇갈림형인 경우가 일자형일 때보다 낮은 고추 손실률을 보임.
- 구동축 회전속도에 따른 고추 손실률을 확인해보면, 구동축 회전속도가 높아질수록 낮은 고추 손실률을 보여 더 나은 선별성능을 가질 것으로 예상됨.
- 신뢰수준 95%에서 이물질 분리부의 카드배치와 구동축 회전속도의 P-value는 각각 0.0015와 0.0001으로 판단 기준인 유의 수준 0.05보다 작으므로 배출된 고추 손실률은 이물질 분리부의 카드배치와 구동축 회전속도 모두의 영향에 의해 차이가 존재하는 것으로 나타남.

③ 이물질 혼입률 분석

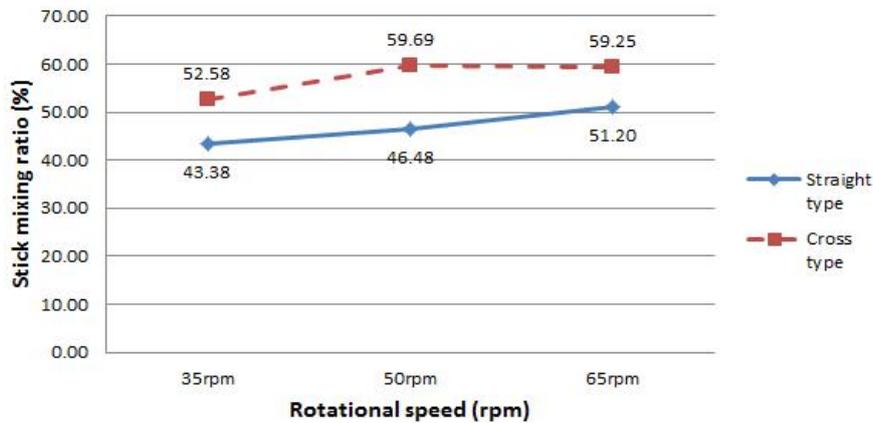


그림 69. 카드클리너의 각도가 15°일 때, 카드 배치와 구동축 회전속도에 따른 이물질 혼입률

표 29. 카드클리너 각도가 15°일 때, 수집된 고추 혼입률 분석

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr >F
Arrangement of Card	1	463.9058000	463.9058000	17.61	0.0012
Rotational speed	2	166.4030778	83.2015389	3.16	0.0791
Card*Speed	2	21.9740333	10.9870167	0.42	0.6682
Error	12	316.2018000	26.3501500		
Total	17	968.4847111			

- 이물질 분리부의 카드배치에 따른 이물질 혼입률을 보면, 엇갈림형 카드배치에 비해 일자형 카드배치일 때가 이물질 혼입률이 낮았음.
- 구동축 회전속도에 대하여 확인해보면, 35rpm에서 가장 낮은 이물질 혼입률을 보였음.
- 신뢰수준 95%에서 이물질 분리부의 카드배치의 P-value는 0.0012로 판단 기준인 유의 수준 0.05보다 작으므로 선별부의 각도와 구동축 회전속도에 따라 이물질 혼입률의 차이가 존재하는 것으로 나타남.
- 하지만 구동축 회전속도의 P-value는 0.0791로 판단 기준인 유의 수준 0.05보다 크므로 구동축 회전속도에 따라서는 이물질 혼입률의 차이가 존재하지 않는 것으로 나타남.

5) 문제점 및 보완방법

- 1차 선별부 요인실험에서 전체적으로 이물질 혼입률이 높은 경향을 보였으므로, 추후 풍구 등의 2차 선별장치를 추가하여 선별장치의 보완 및 개선이 필요할 것으로 보임.
- 1차 선별부 요인실험에서는 시료로 플라스틱 온실에서 재배된 고추를 사용하였고, 지난 탈실부 필드실험의 데이터를 기반으로 시료의 양을 설정하여 실험을 수행하였음.
- 추후 실제 고추수확기계에 사용될 일시 수확형 고추를 이용하여 탈실부 필드실험을 진행한 후, 그 시료를 직접 투입하여 선별부 요인실험을 진행하면 좋을 것이라고 판단됨.

<제2협동과제> 고추 수확기계화를 위한 품종선발 및 재배법 개발(국립원예특작과학원)

[시험 1] 고추 수확기계화에 적합한 품종 선발 및 수확적기 구명

2차 년도에는 집중착과형 고추 품종 선발 및 수확적기 구명하기 위한 시험을 실시하였다. 집중착과형 고추 품종선발을 위해 1차 년도에 평가하였던 원예원 육성 홍연, 적영, 홍선, 시판품종 PR 무적, PR 맛깔조은, PR 스마트, 승자영광 및 도입계통 상현, R7 과 PR국가대표 대신 배로따 품종 등 10품종을 대상으로 시험을 수행하였다.

2015년 3월 10일 과중하여 5월 26일 정식하였으며 수확시기는 8월 24일, 9월 8일 및 9월 22일 3회에 걸쳐 수확하였고, 매번 일시수확하였다. 1차 수확시 적과수량은 적영 품종이 617.1g/주로 가장 수량이 낮았던 상현(268.3g/주)에 비해 2.3배 높은 수량을 보였으며 적과수는 R7이 주당 50개로 가장 적게 달린 상현(14.1개/주)에 비해 3.5배 높았으며 일시수확률은 적영이 55.9%로 가장 높았으며 가장 일시수확률이 낮았던 품종은 상현이었다. 이병과율은 20.9~34.4%로 품종간 유의차가 없었으며, 건조율은 PR 무적이 21.2%, 승자영광이 20.0%, 그 다음이 19.3%의 PR맛깔조은 순이었다(표 30).

표 30. 1차 수확시 고추 품종간 적과수량, 적과수, 일시수확률 비교(1차 수확 : 8월 24일)

품종명	적과수량 (g/주)	적과수 (개/주)	일시수확율 (%)	이병과율 (%)	건조율 (%)
배로따	298.8 ^d	24.1 ^{cd}	43.9 ^a	32.7	17.8 ^{bcde}
PR 무적	279.4 ^d	21.2 ^{cd}	51.6 ^a	34.3	21.2 ^a
PR 맛깔조은	498.6 ^{abc}	29.5 ^{bc}	50.6 ^a	32.3	19.3 ^{abc}
PR 스마트	392.8 ^{bcd}	28.7 ^{bc}	45.4 ^a	30.7	17.7 ^{bcde}
승자영광	351.4 ^{cd}	26.6 ^{bcd}	36.6 ^{ab}	26.4	20.0 ^{ab}
홍연	481.0 ^{abc}	33.5 ^{bc}	38.7 ^a	28.8	16.2 ^{be}
적영	617.1 ^a	34.9 ^{bc}	55.9 ^a	33.1	17.2 ^{cde}
홍선	548.4 ^{ab}	40.1 ^{ab}	49.3 ^a	34.4	17.1 ^{cde}
Sang.H	268.3 ^d	14.1 ^d	19.2 ^b	25.4	15.3 ^e
R7	427.1 ^{bcd}	50.0 ^a	47.7 ^a	20.9	18.3 ^{bcd}
유의수준	**	**	*	ns	**

▷ 평균간 비교 : DMRT

2차 수확시 적과수량은 홍선 품종이 741.1g/주로 가장 수량이 낮았던 PR 맛깔조은(298.1g/주)에 비해 2.48배 높은 수량을 보였으며, 적과수는 R7이 주당 74.4개로 가장 적게 달린 PR 맛깔조은(26.8개/주)에 비해 2.77배 높았다. 일시수확률은 R7이 69.9%로 가장 높았으며 그 다음은 적영 69.4%, 홍선 61.0% 순이었으며 가장 일시수확률이 낮았던 품종은 승자영광이었다. 이병과율은 17.3~28.6%로 1차 수확과 마찬가지로 품종 간 유의차가 없었

며, 건조율은 PR 무적이 25.8%, 승자영광이 21.3%, 그 다음이 21.0%의 PR맛갈조은 순으로 1차 수확과 같은 경향을 보였다(표 31).

표 31. 2차 수확시 고추 품종간 적과수량, 적과수, 일시수확률 비교(2차 수확 : 9월 8일)

품종명	적과수량 (g/주)	적과수 (개/주)	일시수확률 (%)	이병과율 (%)	건조율 (%)
배로따	395.6 ^{bc}	32.2 ^{cd}	42.3 ^{def}	21.7	18.1 ^{bc}
PR 무적	344.9 ^c	35.5 ^{cd}	57.9 ^{abc}	27.3	25.8 ^a
PR 맛갈조은	298.1 ^c	26.8 ^d	45.1 ^{bcde}	25.8	21.0 ^b
PR 스마트	582.0 ^{ab}	49.5 ^{bc}	53.7 ^{bcde}	24.8	18.4 ^{bc}
승자영광	338.4 ^c	44.3 ^{bcd}	33.4 ^e	17.3	21.3 ^b
홍연	660.4 ^a	58.5 ^{ab}	60.4 ^{ab}	25.7	15.0 ^c
적영	601.0 ^{ab}	45.9 ^{bcd}	69.4 ^a	19.2	18.6 ^{bc}
홍선	741.4 ^a	63.2 ^{ab}	61.9 ^{ab}	28.6	16.4 ^c
Sang.H	417.7 ^{bc}	29.4 ^d	36.3 ^{de}	24.4	16.0 ^c
R7	653.0 ^a	74.4 ^a	69.9 ^a	26.9	18.0 ^{bc}
유의수준	**	**	**	ns	**

▷ 평균간 비교 : DMRT

3차 수확시 적과수량은 홍연 품종이 836.3g/주로 가장 수량이 낮았던 PR 무적(345.4g/주)에 비해 2.42배 높은 수량을 보였으며, 적과수는 홍연이 주당 70.1개로 가장 적게 달린 상현(25.7개/주)에 비해 2.72배 높았으며 일시수확률은 홍선이 54.3%로 가장 높았으며 가장 낮은 품종은 35.1%로 나타난 상현이었으나 품종간 유의성은 없었다. 이병과율은 PR 스마트가 24.9%로 가장 높았으며 홍선이 9.8%로 가장 낮았고 건조율은 PR 무적이 32.1%, 승자영광 24.4%, PR 맛갈조은 22.4% 순으로 높았으며 가장 낮은 품종은 상현으로 16.5%의 건조율을 보였다(표 32).

표 32. 3차 수확시 고추 품종간 적과수량, 적과수, 일시수확률 비교(3차 수확 : 9월 8일)

품종명	적과수량 (g/주)	적과수 (개/주)	일시수확율 (%)	이병과율 (%)	건조율 (%)
배로따	356.6 ^c	33.6 ^c	42.5	13.5 ^b	20.7 ^{bc}
PR 무적	345.4 ^c	33.1 ^c	40.3	17.3 ^{ab}	32.1 ^a
PR 맛깔조은	421.2 ^{bc}	42.8 ^c	47.5	15.8 ^{ab}	22.4 ^{bc}
PR 스마트	552.5 ^{bc}	45.9 ^{bc}	53.9	24.9 ^a	19.7 ^{cd}
승자영광	359.2 ^c	45.3 ^{bc}	49.7	10.6 ^b	24.4 ^b
홍연	836.3 ^a	70.1 ^a	44.2	18.4 ^{ab}	16.2 ^d
적영	651.3 ^{ab}	54.3 ^{ab}	44.9	12.3 ^b	18.4 ^{cd}
홍선	825.1 ^a	59.2 ^{ab}	54.3	9.8 ^b	18.8 ^{cd}
Sang.H	384.2 ^{bc}	25.7 ^c	35.1	16.4 ^{ab}	16.5 ^d
R7	603.7 ^{abc}	67.6 ^a	49.5	15.3 ^{ab}	20.8 ^{bc}
유의수준	**	***	ns	*	****

♪ 평균간 비교 : DMRT

3차 수확 후 공시재료 10품종의 초장, 줄기직경, 수폭 등 원예적 특성을 평가한 결과 초장은 승자영광이 95.4cm 로 가장 길었으며, 가장 낮은 품종은 68.4cm 의 배로따였다. 줄기 직경은 R7이 26.4mm로 가장 굵었으며 PR 스마트, 상현, 승자영광 순이었고 수폭은 홍연이 94.4cm 로 가장 넓었으며, 주간길이는 PR 무적이 14.3cm 로 가장 길었다. 1과중은 상현이 26.3g으로 가장 무거웠으며, R7이 9.3g으로 가장 가벼웠으며 과장은 PR 스마트, 적영, PR 무적 순이였으며, 과경은 홍연이 27.2mm로 가장 큰 수치를 나타냈다(표 33).

표 33. 집중착과형 품종 선발을 위한 평가품종의 원예적 특성

품종명	초장(cm)	줄기직경(mm)	수폭(cm)	주간길이(cm)	일과중(g)	과장(cm)	과경(mm)
배로파	68.4 ±3.2	18.9 ±1.7	43.2 ±3.3	8.4 ±0.5	17.5 ±13.7	8.5 ±1.2	16.8 ±2.5
PR 무적	72.4 ±3.4	15.5 ±2.5	48.2 ±5.5	14.3 ±1.5	16.0 ±3.3	13.0 ±0.9	17.1 ±2.2
PR 맛갈조은	72.6 ±1.8	20.6 ±2.1	54.0 ±6.2	11.4 ±0.5	16.0 ±3.1	11.6 ±1.9	20.7 ±3.3
PR 스마트	79.8 ±8.1	24.4 ±1.2	65.6 ±15.5	12.0 ±1.3	14.4 ±4.7	14.3 ±2.3	17.1 ±1.9
승자영광	95.4 ±5.9	22.2 ±3.7	90.0 ±9.7	9.5 ±0.7	15.1 ±1.8	11.8 ±1.2	20.3 ±3.4
홍연	83.4 ±8.1	20.5 ±3.5	94.4 ±12.5	11.0 ±0.7	12.8 ±1.3	8.6 ±0.6	27.2 ±3.3
적영	80.4 ±6.1	20.5 ±1.9	73.6 ±19.8	12.1 ±1.4	15.6 ±1.0	13.9 ±2.8	21.8 ±3.1
홍선	80.8 ±7.1	18.5 ±3.8	72.2 ±12.0	12.1 ±0.8	16.9 ±3.2	11.8 ±1.4	22.6 ±3.1
상현	84.8 ±6.5	23.3 ±4.7	62.4 ±7.8	9.0 ±0.8	26.3 ±2.9	12.3 ±0.3	25.7 ±3.1
R7	88.6 ±9.8	26.4 ±4.4	76.2 ±14.9	13.3 ±1.0	9.3 ±1.4	7.3 ±0.6	19.7 ±1.5

수확시기별 공시재료 10품종의 평균 수량은 1차 시기가 416.3g/주, 2차 시기가 503.2g/주, 3차 시기가 533.6g/주로 수확시기가 늦어질수록 수량이 증가하는 경향을 보였다. 작목의 특성 상 당연히 수확시기가 늦으면 수량이 증가하는 것은 당연하지만 잦은 강우, 태풍 등과 병해충 문제로 일시수확하는 시기를 정하는 것은 매우 어려울 것으로 생각된다. 병해충 관리에 문제가 없을 경우 기계수확을 위한 일시수확 적기는 9월 하순 이후가 적합하다고 판단되며 품종별 수량은 원예원 육성품종인 홍연, 적영, 홍선이 다른 품종에 비하여 평균적으로 높은 수량을 보였다(표 34).

표 34. 집중착과형 고추 품종 선발 및 수확적기 구명

품종명	일시수확시기		
	1차(8/24)	2차(9/8)	3차(9/22)
배로파	298.8	395.6	356.6
PR 무적	279.4	344.9	345.4
PR 맛갈조은	498.6	298.1	421.2
PR 스마트	392.8	582.0	552.5
승자영광	351.4	338.4	359.2
홍연	481.0	660.4	836.3
적영	617.1	601.0	651.3
홍선	548.4	741.4	825.1
상현	268.3	417.7	384.2
R7	427.1	653.0	603.7
10품종 평균(g/주)	416.3	503.2	533.6

다음 그림은 집중착과형 고추 품종선발 10품종의 8월 24일, 9월 8일 및 9월 22일 3회에 걸쳐 일시수확 했을 때 수량을 나타낸 그림이다. 원예원에서 육성한 품종들이 다른 품종에 비해 적과수확량이 높은 것을 알 수 있다(그림 70).

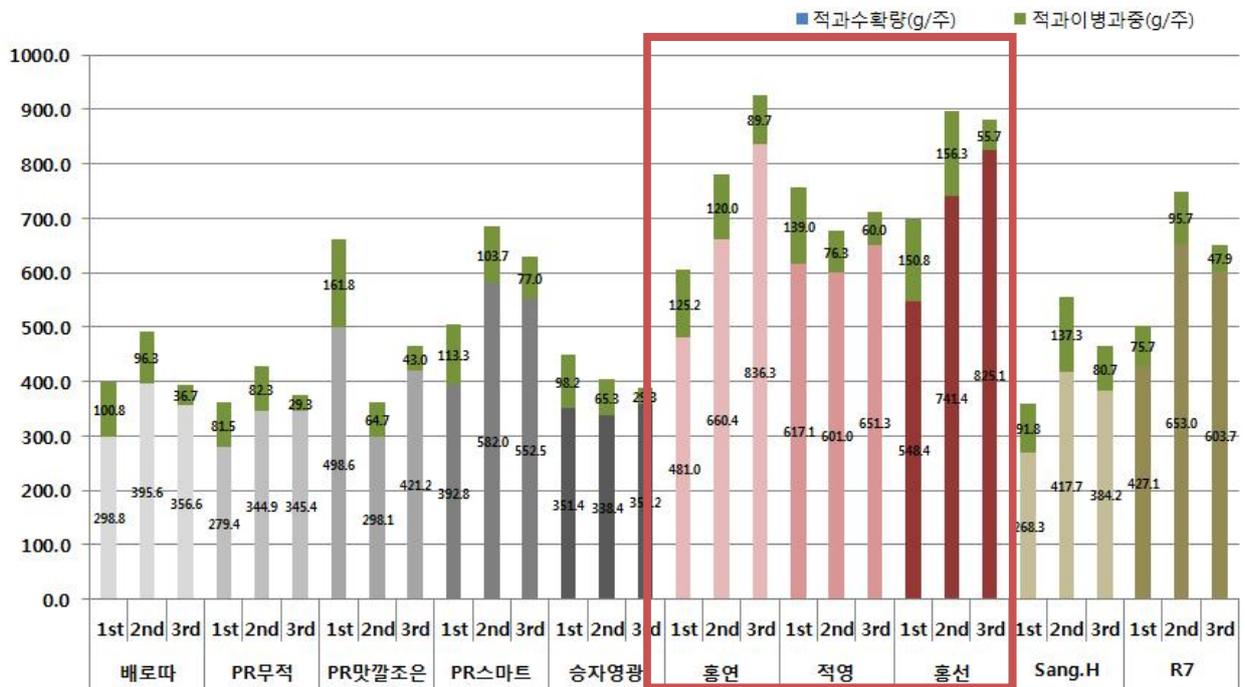


그림 70. 고추 품종별 수확시기에 따른 적과수확량 비교

아래 그림은 집중착과형 고추 품종선발 10품종의 식물체 전체 모습과 과실의 착과 모습이 다(그림 71, 72).



그림 71. 집중착과형 고추 시험 품종들의 식물체 모습



그림 72. 집중착과형 고추 시험 품종들의 과실 착과 모습

[시험 2] 고추 품종별 유인방법에 따른 고추 수량 비교

2차 년도에는 고추 유인방법별 고추 수량을 비교하기 위해 ‘PR 스마트’(농우), ‘생력 211호’(원에원)를 공시재료로 하여 2.5 m 시실론, 5 m 시실론 줄, 활죽과 시실론 줄, 관행(1.7 m, 일반 유인줄) 총 네가지 처리로 시험을 수행하였다(그림 73). 3월 23일 파종하여 5월 14일 정식하였고, 9월 19일에 일시수확하였다. 유인방법에 시실론 줄을 공시재료로 쓴 이유는 일반 유인줄에 비하여 인장력이 강하고 튼튼하기 때문에 유용할 것으로 생각하여 사용하였다.

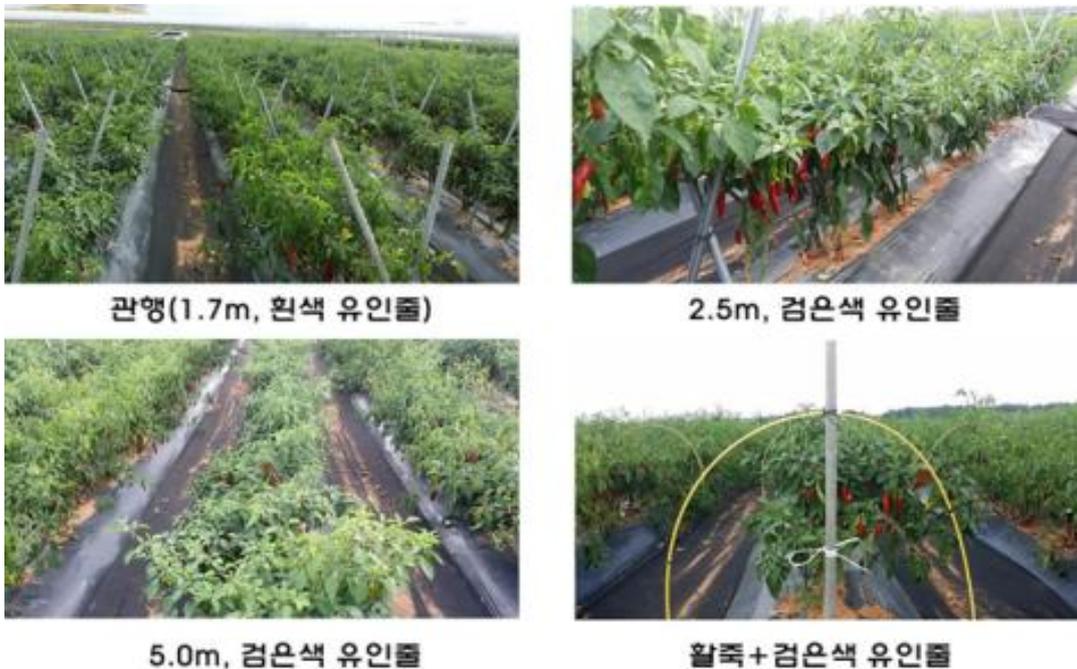


그림 73. 시험에 사용한 고추 유인방법

‘생력 211호’의 경우 1.7 m 간격으로 지주를 설치한 관행구에서 362.7 g/주 로 가장 수량이 높았으며 ‘PR 스마트’에서는 지주 2.5 m 간격 처리구가 394.3 g/주 로 가장 수량이 높았다. 그러나 두 품종 모두 처리가 유의적인 차이는 보이지 않았으며 적과수, 일시수확률, 이

병과율, 건조율 역시 유의성은 없었다. 본 시험의 목적은 투입되는 농자재를 최소화하여 노력을 절감시킬 수 있는 유인방법을 고안하는 것이므로, 자재가 적게 소요되고 쓰러짐이 덜한 지주 5.0 m간격 설치구가 가장 적합하다고 판단하였다(표 35).

표 35. 품종별 유인방법에 따른 고추 수량 비교

품종명	유인방법	적과수량 (g/주)	적과수 (개/주)	일시수확율 (%)	이병과율 (%)	건조율 (%)
생력211	관행	362.7	58.9	60.5	5.2	15.7
	지주 2.5	341.3	65.3	56.2	5.3	15.7
	지주 5.0	348.3	60.9	54.4	4.2	15.7
	활죽+유인	237.0	47.5	45.0	5.3	18.0
PR스마트	관행	321.3	39.5	51.9	12.1	19.2
	지주 2.5	394.3	46.9	57.2	11.2	18.9
	지주 5.0	386.3	46.1	62.3	12.7	19.4
	활죽+유인	390.0	51.1	68.4	12.3	20.4
유의수준		ns				

♪ 평균간 비교 : DMRT

<위탁과제> 고추 기계화 적용 품종선발 및 기술개발(경북도원 영양고추시험장)

[시험 1] 기계화 적용 품종선발

가. 품종별 생육현황(8월 상순)

표 36. 품종별 생육현황

품 종 명	초장 (cm)	주경장 (cm)	경경 (mm)	분지수 (개/주)	측지수 (개/주)	착과수 (개/주)
일당백골드	87.1	14.5	16.2	11.1	6.6	49.0
불탑	86.8	13.3	17.7	12.0	6.7	63.9
대권선언	89.9	13.1	16.7	11.4	6.3	44.6
PR상록	95.0	15.9	17.2	11.5	5.6	48.1
에코스타	83.5	16.6	15.5	11.8	7.7	46.7
고향산천	88.5	15.2	22.1	11.7	6.8	43.7
청양	107.7	17.1	17.9	12.8	11.5	64.5
PR청록	89.7	17.5	17.4	10.9	8.4	51.6
신흥	104.6	18.1	18.3	12.2	10.7	57.2
파워스피드	87.7	14.3	16.7	11.5	7.5	44.7

8월 상순의 품종별 초장이 크지 않는 품종이 기계수확에 적합할 것으로 보이며 순한맛 상록을 제외한 5품종과 매운맛 청록과 파워스피드가 적합하다. 주경장은 짧고 경경은 굵은 것이 생육에 유리하므로 고향산천과 파워스피드가 적합하지만 착과수와 최종수확량과도 연계가 되어야 한다. 분지수는 10.9개에서 12.8개로 1.9개의 차이를 보였으며, 착과수는 43.7개에서 64.5개로 품종간 최대 20여개의 수량 차이가 났으며 1년차에서는 30개 차이가 났었다. 착과수에서 적품종은 불탑, 일당백골드, 청록, 청양, 신흥이며, 청양과 신흥은 과실이 작아 수확시간이 많이 소요되는 단점이 있었다.

나. 수확시기별 완숙과의 과장크기별 비율

표 37. 수확시기별 완숙과의 과장크기별 비율

품종명	수확시기별 완숙과의 과장크기별 비율(%)								
	8월 30일			9월 10일			9월 20일		
	12cm이상	12-8cm	8cm이하	12cm이상	12-8cm	8cm이하	12cm이상	12-8cm	8cm이하
일당백골드	47.8	46.8	5.4	33.8	58.9	7.3	35.2	57.4	7.4
불탑	73.3	24.9	1.8	55.5	43.7	0.9	69.8	28.9	1.4
대권선언	56.8	39.8	3.4	56.1	41.7	2.2	46.5	51.0	2.6
PR상록	58.9	34.5	6.6	32.1	62.4	5.5	31.6	58.7	9.8
에코스타	84.1	15.0	0.9	75.0	23.3	1.6	75.0	23.5	1.4
PR고향산천	68.6	29.7	1.6	57.4	41.0	1.6	55.6	42.4	2.0
청양	0.0	44.8	55.2	0.0	43.9	56.1	0.0	38.5	61.5
PR청록	67.2	29.2	3.6	29.9	66.8	3.4	31.9	58.2	9.9
신흥	0.0	50.1	49.9	0.0	43.4	56.6	0.0	36.5	63.5
파워스피드	36.1	54.4	9.5	38.4	57.4	4.2	21.8	58.9	19.2
평균	49.28	36.92	13.79	37.82	48.25	13.94	36.74	45.40	17.87

수확시기별 12cm 이상 대과분포 비율은 8월30일에는 49.3%, 9월 10일에는 37.8%, 9월 20일에는 36.7%로 조사 되었으며 전년도에 비해 8월30일은 6.3%, 9월10일엔 8.6%, 9월20일엔 18%로 대과비율이 6~18%가 높아졌으며, 이는 전년도에 우수한 품종선발과 금년도의 검증된 품종을 재식한 결과로 추정된다. 또한 수확시기가 늦을수록 대과의 비율이 떨어지는 경향을 보였으며, 12-8cm의 중과비율은 37~48%의 범위에 있었으며 1년차는 44~68%의 범위에 있었다, 8cm이하 크기는 13.8~17.9%로 1년차의 12.6~19.6% 와 유사한 경향을 나타내었다. 1년차에서 대과와 중과의 비율범위가 넓은 것은 수량성이 검증되지 않는 품종을 선택한 결과로 생각된다. 따라서 3년차에서는 검증된 품종의 수가 많아짐에 따라 그 범위가 더 좁아질 수 있을 것으로 판단되어진다. 또한 수확시기를 늦추어도 과실 비대에는 광합성이 영향을 주어야 함에도 낮의 온도가 30℃ 이하가 대부분으로 광합성량 부족으로 과실은 비대하지 않고 조기에 숙과로 변함으로써 대과 수량은 36%이하로 중과나 소과가 63%이상으로 대과는 증가하지 않는다.

다. 수확시기별 적과율과 이병과율

표 38. 수확시기별 적과율과 이병과율

품종명	적과비율(%)			이병과율(%)		
	8/30	9/10	9/20	8/30	9/10	9/20
일당백골드	34.8	43.4	46.4	5.4	6.2	4.7
불탑	45.6	50.2	50.7	2.3	2.9	3.3
대권선언	42.3	48.4	47.1	6.6	6.3	6.7
PR상록	29.8	38.7	52.4	7.3	5.8	6.5
에코스타	46.6	60.4	61.8	3.0	1.9	3.2
PR고향산천	34.2	44.3	46.5	6.5	7.2	5.7
청양	21.3	30.8	33.8	1.4	2.0	1.6
PR청록	20.7	36.6	41.1	10.6	7.5	7.9
신홍	24.7	36.6	40.0	2.4	2.3	1.7
파워스피드	33.6	42.9	50.9	9.0	8.2	6.1
평균	33.4	43.2	47.1	5.4	5.0	4.8

수확시기별 적과율은 33.4~47.1%로 조사되었으며, 1년차 43.7~54.7%보다 11~5%가 낮게 조사 되었으며 이는 8월이전 가뭄과 고온이 지속된 결과로 과실내 수분부족으로 숙과를 형성하지 못하고 물리적으로 주글어 들면서 익는 형태가 발생할 정도의 가뭄피해가 심하였다. 9월 상순 이후 강우와 고온일수가 줄어들면서 적과율도 높아졌으며 9월 20일 적과율이 가장 높았다. 불탑과 에코스타 품종이 3시기 모두 적과율이 높았으며, 다음으로 대권선언, 상록순이었으며, 매운맛에서 파워스피드가 높은 수준이었다. 적과율은 수확시기가 늦을수록 높아졌으며, 이는 8월 이후 평균기온이 점차 낮아지는 가을로 접어들기에 한여름의 7월과 8월보다 광합성이 부족하여 과실이 비대하지 못하고 중소과 형태에서 숙기가 빨라지기에 적과율이 높아졌다. 이병과율은 4.8~5.4%로 발병율은 높지 않은 경향이였으며, 1차년도는 수확시기가 늦을수록 이병과율이 높아졌으나(2.1, 3.4, 5.6%), 2차년도는 반대의 경향을 보였으며, 이는 8월하순, 9월상순에는 가뭄에 따른 석회결핍과의 비율이 높아진 결과이며, 탄저병과 담배나방 피해가 많다면 수확시기를 늦추는 것은 기계수확시 수량 감소로 이어져 수확시기를 8월하순에서 9월 상순으로 조정하는 것이 알맞다.

라. 품종별 수확시기에 따른 수량

표 39. 품종별 수확시기에 따른 수량

품종명	수확시기별 수량(kg/10a)				평균수량(D)	증가율			관행수확 (kg/10a)
	8/30(A)	9/10(B)	9/20(C)			B/A	C/A	D/A	
일당백골드	343	402	481	409	117.0	140.2	119.1	454.9	
불탑	477	534	528	513	111.9	110.7	107.5	461.1	
대권선언	363	437	457	419	120.1	125.8	115.3	464.4	
PR상록	266	357	434	352	134.4	163.5	132.6	379.4	
에코스타	410	505	463	459	123.0	112.8	111.9	464.9	
PR고향산천	338	433	450	407	128.1	133.2	120.5	422.5	
청양	267	303	368	313	113.7	137.8	117.2	288.2	
PR청록	253	376	445	358	149.0	176.1	141.7	399.4	
신흥	290	286	445	340	98.9	153.7	117.5	328.8	
파워스피드	354	345	387	362	97.4	109.2	102.2	385.8	
평균	336	398	446	393	119	136	117.0	404.9	

수확시기에 따른 일시수확시 수량은 336~446kg/10a로 평균수량은 393kg/10a이었으며, 관행3회 수확은 288~465kg/10a로 평균수량은 405kg/10a이었으며, 관행의 3회수확은 405kg/10a로 일시수확 보다 11kg/10a가 높은 경향으로 차이가 없었다. 일시수확 3시기의 평균적으로 높은 수량을 나타낸 품종은 불탑, 대권선언, 에코스타, 고향산천 품종으로 안정적인 수량성을 나타내었으며, 매운맛에서는 청록과 파워스피드 품종 모두 적합하나, 청록품종은 만생종으로 후기에 많이 착과되어 병해충이 만연할 시 불리한 품종으로 기계수확용 품종에는 적합하지 않다. 수량성 측면으로 보아 불탑, 에코스타, 대권선언, 고향산천 4품종은 순한맛에 적합하며, 파워스피드는 매운맛 품종으로 적합하다.

마. 품종별 수확과의 품질비교

표 40. 품종별 수확과의 품질비교

품종명	Capsaicinoids (mg%)	Sugar (%)	ASTA Color
일당백골드	11.8	17.0	103.5
불탑	20.0	21.7	94.1
대권선언	19.2	14.1	113.3
PR상록	11.6	17.3	92.7
에코스타	10.0	17.6	109.7
PR고향산천	11.0	18.4	130.8
청양	70.1	13.1	90.3
PR청록	40.7	20.8	120.0
신흥	39.1	11.7	113.3
파워스피드	47.5	14.1	124.6

수확과의 품종별 매운맛은 청양품종이 70.1mg%로 가장 높게 분석되었으며, 파워스피드>청록, 신흥순이었다. 순한맛에서 Capsaicinoids의 함량은 10.0~20.0으로 순한맛에 분포되는 수준으로 불탑품종이 가장 높게 분석되었다. 고추의 당함량은 과당과 포도당이 대부분을 차지하고 있으며 10품종의 당함량 분포는 11.7~21.7%로 불탑>청록>고향산천>에코스타, 상록, 일당백골드순이며, 매운맛 계통에서는 당도가 낮은 경향을 보였다. 고추의 붉은색도인 ASTA color는 매운맛 계통에서 청양을 제외한 3계통은 113~124.6으로 높은 경향을 나타내었으며 파워스피드가 높았다. 순한맛에서는 고향산천과 대권선언, 에코스타 품종이 높게 분석되었다.

[시험2] 기계화 위한 농자재 경감 재배법 개발

PR연속타(선진종묘) 품종을 2월 3일 파종하여 4월 27일 터널2열(150×40cm) 재배로 2400주를 처리별로 3반복 정식하였다. 정식직후 막덮기부직포를 씌워 2개월간 관리 하였으며, 6월 18일에 부직포를 제거한 후 그물망 유인줄을 설치하였다. 부직포 제거시기에 고추에 무리한 착과와 다량 마사토 유입이 초장 등 생육을 억제시켰다. 따라서 막덮기부직포는 무리한 착과 등 생육저하를 나타낼 때 제거 2주전부터 미량요소와 추비를 주어 생육을 촉진시켜서 유인을 원활히 할 수 있도록 관리하여야 한다.

가. 막뎡기부직포 제거직후 활주 및 지주별 생육현황(6/19)

표 41. 막뎡기부직포 제거직후 활주 및 지주별 생육현황

활주유인 여부	지주설치 간격(주)	초장 (cm)	주경장 (cm)	경경 (cm)	분지수 (개/주)	측지수 (개/주)
무유인	4(1.6m)	50.9	18.9	11.0	7.8	4.8
	8(3.2m)	53.3	19.4	10.8	8.0	5.0
	12(4.8m)	52.2	17.7	11.0	8.1	4.7
	16(6.6m)	53.6	19.8	10.6	7.5	4.5
	평균	52.5	19.0	10.8	7.9	4.8
유인	4(1.6m)	41.5	18.9	9.5	7.0	4.9
	8(3.2m)	45.5	18.1	8.9	7.0	4.0
	12(4.8m)	45.6	19.7	9.4	7.2	5.2
	16(6.6m)	44.1	17.4	9.0	7.3	4.1
	평균	44.2	18.5	9.2	7.1	4.5

고추 PR연속타 품종을 시험재료로 하여 막뎡기 부직포 터널 재배에서 터널용 활주위로 올라온 재식된 고추가 쓰러지지 않도록 그물망(17*15cm)을 설치한다. 활주유인여부에서 유인은 활주와 활주간 쓰러짐을 방지하기 위한 유인줄을 활주에 3줄(중앙, 양쪽)을 설치 하였으며, 무유인은 활주에 유인줄을 설치하지 않았다. 막뎡기 부직포를 제거한 직 후 6월 19일 활주 유인여부와 지주간격별 생육조사 결과 초장과 주경장 분지수, 경경, 분지수, 측 지수 모두 무유인에서 좋았으며, 초장과 주경장은 지주간격이 8주와 12주에서 양호한 생 육을 보였다.

나. 활주와 지주 설치별 생육현황(7/31)

표 42. 활주와 지주 설치별 생육현황

활주유인 여부	지주설치 간격(주)	초장 (cm)	주경장 (cm)	경경 (cm)	분지수 (개/주)	착과수 (개/주)
무유인	4(1.6m)	67.9	17.4	14.8	9.7	43.9
	8(3.2m)	64.7	18.7	14.2	9.7	39.5
	12(4.8m)	67.0	17.5	15.2	9.6	43.6
	16(6.6m)	70.5	19.7	15.1	9.8	41.4
	평균	67.5	18.3	14.8	9.7	42.1
유인	4(1.6m)	68.6	17.7	13.3	10.0	50.1
	8(3.2m)	63.1	18.3	12.0	9.7	40.2
	12(4.8m)	59.1	18.3	12.5	9.9	36.9
	16(6.6m)	63.7	18.0	12.5	9.8	42.5
	평균	63.7	18.1	12.5	9.9	42.5

고추 최성기인 7월 하순의 활주와 지주 설치별 생육현황에서 는 6월 중순경 보다 활주 유인별로는 초장과 경경을 제외한 생육의 차이가 없었으며, 지주간격별로는 뚜렷한 생육의 차이는 없고 착과수에서 포장의 상태나 위치에 따라 수량의 변화가 나타났으나, 지주설치 간격이 착과수에 영향이 없음을 알 수 있다. 따라서 기계수확을 위하여 고추 지주대를 줄 이고 제거가 쉬운 방법을 찾아야 함으로 12주나 16주설치도 충분히 이루어 질 수 있다.

다. 활주유무와 지주 설치간격별 과특성 및 수량

표 43. 활주유무와 지주 설치간격별 과특성 및 수량

활주유인 여부	지주설치 간격(주)	과장 (cm)	주당과수 (개/주)	상품과율 (%)	1건과중 (g/개)	건과율 (%)	수확량 (kg/10a)
무유인	4(1.6m)	10.7	44.3	92.9	2.6	22.3	405.6
	8(3.2m)	10.6	41.2	98.4	2.3	22.1	335.4
	12(4.8m)	10.4	42.8	96.4	2.3	22.3	349.7
	16(6.6m)	10.4	44.1	91.4	2.3	22.0	351.2
	평균	10.5	43.1	94.8	2.4	22.2	360.5
유인	4(1.6m)	10.0	44.7	96.5	2.0	23.4	311.2
	8(3.2m)	9.6	39.5	96.1	2.1	24.7	291.5
	12(4.8m)	10.2	39.9	93.9	2.2	23.5	308.1
	16(6.6m)	9.7	41.9	97.3	2.2	23.7	299.0
	평균	9.9	41.5	95.9	2.1	23.8	302.5

2 활주유무와 지주설치간격별 과특성에서 활주 무유인의 과장, 주당과수, 1건과중이 활주 유인구 보다 과실 특성이 좋았으며, 이에 수확량에서도 19%가 높게 나타났다. 유인에 무관 하게 지주간격별로는 관행인 4주 간격이 과특성 및 수량에서 8, 12, 16주 간격으로 지주를 설치한 것 보다 양호하였으나 활주유인구에서는 지주간격별로 수확량의 차이가 없었다. 이는 활주유인과 무유인에 의한 수확량의 차이가 나타는 것으로 볼수 없으며 토양환경의 영향이 크게 좌우 된 것으로 추정된다. 따라서 기계화 수확을 위한 활주에 유인을 하지 않아도 가능하며, 지주설치 간격도 16주 까지 넓혀서 재배가 가능함을 알 수 있었다. 경제성에서 재료와 설치 및 제거 노력비 등을 계산하면 지주간격 설치는 더 넓혀 가능할 것으로 추정 되지만 재식된 고추가 강풍과 비바람, 태풍에 의한 쓰러짐을 피할 수 없을 수 있는 위험이 뒤따른다.

라. 활주 유인 및 지주간격별 석회결핍과율 및 병해충 피해과율

표 44. 활주 유인 및 지주간격별 석회결핍과율 및 병해충 피해과율

활주유인 여부	지주설치 간격(주)	석회결핍과 (%)	이병과 계 (%)	탄저병 (%)	담배나방 (%)
무 유인	4(1.6m)	1.9	1.2	1.2	0.0
	8(3.2m)	1.3	0.7	0.5	0.2
	12(4.8m)	1.4	0.8	0.8	0.0
	16(6.6m)	4.6	3.7	3.7	0.0
	평균	2.3	1.5	1.5	0.0
유인	4(1.6m)	1.5	0.3	0.3	0.0
	8(3.2m)	1.8	0.8	0.5	0.3
	12(4.8m)	1.9	0.8	0.8	0.0
	16(6.6m)	1.3	0.2	0.2	0.0
	평균	1.6	0.5	0.4	0.1

활주유인 여부 및 지주설치 간격별 생리장애인 석회결핍과율은 2.3%이하로 유인줄무유인에서 많은 경향을 보였으나 유의성 있는 차이는 없었으며, 이병과중 탄저병 피해과율은 1.5~0.4%로 무유인에서 높았으며 지주간격별로는 차이가 없었다.

<제3협동기관> 고추 수확 기계화를 위한 작부체계 개발(전남농업기술원)

【시험 1】 일시 수확형 고추 후작 양파, 마늘 작부체계 확립

가. 시험장소 : 고흥, 나주

나. 시험기간 : 2014. 9월 ~ 2015. 10월

다. 작부체계

표 45. 작부체계

시험장소	작부유형 (전작물+후작물)	전작물		후작물	
		정식기	수확기	정식(파종)기	수확기
고 흥	I. 양파(극조생)+고추	10월 중순	4월 중순	5월 상순	10월 상순
	II. 양파(극조생)+콩	10월 중순	4월 중순	5월 하순	10월 하순
나 주	III. 마늘(난지형)+고추	9월 하순	5월 하순	6월 상순	9월 중순
	IV. 양파(조생)+고추	11월 상순	5월 중순	5월 하순	10월 하순
	V. 양파(중만생)+고추	11월 상중순	5월 하순	6월 상순	10월 하순
	VI. 양파(중만생)+콩	11월 상중순	5월 하순	6월 상순	10월 하순

표 46. 양파, 마늘 생육특성 및 수량성

구 분	정식일 (월·일)	수확일 (월·일)	초장 (cm)	엽수 (매)	엽초경 (cm)	수량 (kg/10a)	
양파	극조생(고흥)	10.18	4.28	62	7.5	1.2	5,240
	조 생(무안)	10.20	5.10	75	8.0	1.5	6,025
	중만생(나주)	11.7	5.14	69	7.9	1.8	7,927
마늘	남 도(나주)	10.1	7.10	93	8.0	2.0	3,482

*조사일 : 고흥(4.22), 나주(5.4~7.10)

표 47. 정식전 고추 품종별 묘소질

구분	품종명	초장 (cm)	엽수 (개)	경경 (mm)	생체중 (g)	근중 (g)
고 흥	생력211	17.0	13.7	4.7	4.5	0.6
	생력213	8.3	6.3	2.7	1.3	0.3
	청왕	20.7	12.0	3.3	2.4	0.5
나 주	킹스타 (조생후작)	31	15	5.6	12.1	6.73
	생력213	30	15	5.0	11.6	3.53
	킹스타	34	15	5.0	13.2	3.23
	대권선언	27	12	4.5	9.6	3.20
	일월산천	20	14	3.9	8.3	3.93

- 생력 211 및 213의 경우는 초세는 일반 품종보다 작았으며 9월 중·하순까지의 수량에서는 생력 213 계통에서 초기 수량성이 높았다.

- 일반 품종에서는 나주지역의 경우 킹스타와 대권품종에서 다소 높았으며 일월산천 품종이 낮은 편이었다.
- 기계 수확을 위해서는 기계 수확에 적합한 무지주 및 일시 수확성을 높이는 재배 방법 개발이 필요할 것으로 사료 되었다.

표 48. 고추 품종별 생육

구분	품종명	초장 (cm)	초폭 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)
고흥	생력211	87	63	11.8	3.5
	생력213	74	59	12.3	3.6
	청왕	172	113	12.7	3.3
나주	킹스타 (조생후작)	164	87	12.3	3.8
	생력211	94	87	12.3	3.5
	생력213	82	68	12.6	3.6
	킹스타	156	84	12.3	3.8
	대권선언	138	78	12.9	3.5
	일월산천	134	87	12.2	3.3

표 49. 고추 수확 시기별 주당 적색과 수량(g/주)

구분	품종명	8월31일 (8월20일)	9월21일 (9월12일)	10월12일	누계	11월18일	계
고흥	생력211	434	228	-	662	-	662
	생력213	589	221	-	810	-	810
	청왕	647	321	-	968	-	968
나주	킹스타 (조생후작)	450	235	141	826	-	
	생력211	383	51	173	607	84	607
	생력213	459	201	197	857	138	1,057
	킹스타	432	202	181	815	253	815
	대권선언	269	237	280	786	114	686
	일월산천	394	104	166	664	244	564

※ 고흥 : 2회 수확(8월 20일, 9월 12일)

표 50. 고추 수확시기별 적색과 비율(%)

구분	품종명	8월31일 (8월20일)	9월21일 (9월12일)	평균	11월18일
고흥	생력211	78.4	82.1	80.3	-
	생력213	77.6	83.2	80.4	-
	칭왕	72.4	66.1	69.3	-
나주	킹스타 (조생후작)	79.8	62.4	71.1	80.4
	생력211	70.9	100	85.5	58.7
	생력213	77.0	100	88.5	88.2
	킹스타	69.7	66.1	67.9	61.7
	대권선언	62.1	48.6	55.4	81.2
	일월산천	68.9	67.0	68.0	65.4

※ 고흥 : 2회 수확(8월 20일, 9월 12일)

【시험 2】 고추 묘령에 따른 생육 및 초기 수량성 구명

- 1) 시험기간 및 장소 : '15. 5월 30일 ~ '15. 11월 18일, 나주
- 2) 시험품종 : 킹스타, 대권선언, 에코스타 등 3품종
- 3) 처리내용 : 고추묘령 - 30일, 45일, 60일
- 4) 재배방법:

시비량(kg/10a)			비고
N-P-K	퇴비	석회	
19-11.2-15	3,000	150	주간거리 30cm 열간거리 1.2m 1열 재배

표 51. 고추 묘령에 따른 수확시기별 주당 적색과 수량(g/주)

묘령	품종명	8월31일	9월21일	누계	10월12일	11월18일	계
30일	킹스타	315	246	561	105	278	944
	대권선언	230	253	483	115	345	943
	일월산천	272	242	514	242	258	1,014
45일	킹스타	389	231	620	132	212	964
	대권선언	239	218	457	51	289	797
	일월산천	332	246	578	156	318	1,052
60일	킹스타	432	202	634	141	-	
	대권선언	269	237	506	241	-	
	일월산천	394	104	498	386	-	
70일	킹스타	484	238	722	402	-	
	대권선언	332	240	572	230	-	
	일월산천	396	222	618	66	-	

- 고추 육묘일수에 따른 초기 수량성에서 킹스타 품종에 있어서는 육묘일수가 증가될수록 8월 31일과 9월 21일 두 번의 주당 적색과 수량은 높아지는 경향을 보였으나 대권선언 품종에 있어서는 육묘일수에 따른 차이를 보이지 않았다.

- 일월산천 품종의 경우에서도 육묘일수가 증가됨에 따라 주당 적색과 수량이 증가되는 경향을 보였다.

【시험 3】 고추 일시 수확을 증진을 위한 재식밀도 구명

- 1) 시험기간 및 장소 : '15. 5월 30일 ~ '15. 11월 18일, 나주
- 2) 시험품종 : 킹스타, 대권선언 등 2품종
- 3) 처리내용 : 3,330주(120×25cm), 2,770주(120×30cm), 2,083(120×40cm)
- 4) 재배방법 : 시험 2와 동일

표 52. 고추 재식밀도에 따른 수확시기별 주당 적색과 수량(g/주)

재식거리	품종명	8월31일	9월21일	누계	10월18일	계
25cm	킹스타	316	452	768	456	1,224
	대권선언	288	324	612	740	1,352
30cm	킹스타	524	304	828	364	1,192
	대권선언	432	215	648	780	1,428
40cm	킹스타	452	160	612	424	1,036
	대권선언	348	172	520	688	1,208

표 53. 고추 재식밀도에 따른 수확시기별 적색과 비율(%)

재식거리	품종명	8월31일	9월21일	평균	10월18일
25cm	킹스타	76.1	68.3	72.2	77.5
	대권선언	82.2	52.9	67.6	93.6
30cm	킹스타	79.8	62.4	71.1	80.4
	대권선언	65.6	52.7	59.2	84.0
40cm	킹스타	61.7	32.0	46.9	73.3
	대권선언	54.8	36.9	45.9	75.7

- 재식밀도에 있어서 킹스타 품종과 대권선언 품종의 경우 8월 31일과 9월 21일 2번의 수확에서 30cm의 재식밀도에서 주당 초기 적색과 수량이 많았으며 40cm의 간격으로 정식된 처리에서는 다소 수량성이 떨어지는 경향을 보였다. 이는 열간 거리가 증가된 1열재배로 인해 주간거리에 영향을 미친 것으로 판단되었다.
- 적색과 비율은 처리간 균일성을 보이지 않았으며 수확방법에 따라 차이를 보일 것으로 판단되었다.
- 특히 일시 수확을 하지 않고 적색과 위주로 수확하고 청색과는 남겨 두었기 때문에 2차 수확시 적색과 비율이 대체적으로 높은 경향을 보였다.
- 기계에 의한 적색과 및 청색과가 동시에 수확되게 되므로 초기 1회의 수확에서 적색과 비율이 높은 재배방법을 구명하여야 할 것으로 사료 되었다.

【시험 4】 고추 일시수확률 증진을 위한 착과제 효과 구명

- 1) 시험기간 및 장소 : '16. 5월 ~ '16. 10월
- 2) 시험품종 : 킹스타
- 3) 처리내용 : 메피퀴트클로라이드, 무처리
- 4) 재배방법 : 시험 2와 동일

- 7월 처리 및 가을 수확

<제4협동과제> 기계수확 후 고추 가공기술 개발(생명과학기술)

가. 기계수확 고추 품종의 물성 및 과피꼭지 부위의 물리적 특성

1) 기계수확 고추품종의 물성 및 품질 분석

(1) 실험 재료

2차년도 2015년도 생고추 시료는 고추기계수확 시기를 고려하여 9월 14일과에서 10월1일 사이에 전국 주요 고추주산지 영양, 음성, 임실 등 3개 지역에서 2개 품종을 2회에 걸쳐 수집하였다. 수확시기는 음성, 임실지역은 9/14, 10/1이며 영양지역은 9/16, 10/5였다. 지역별 고추품종은 영양은 PR전설, 타네강, 음성은 PR신대장, 점핑 (Smart), 임실은 아시아점보, 광대한였다. 그림 74는 고추수확지역 포장 모습이다.



영양 PR전설(9/16)



영양 타네강(9/16)



음성 PR신대장(9/14)



음성 점핑(9/14)



임실 아시아점보(9/14)



임실 광대한(9/14)

그림 74. 고추수확지역 시료 포장(2015. 9)

(2) 실험 방법

(가) 고추 물성

수집된 생고추 시료는 지역 및 품종 별로 구분하여 고추품종의 물성은 시료 당 10개씩 채취하여 시료 무게와 꼭지, 과피, 폭 등의 크기를 측정하고 평균값을 구하였다.

(나) 고추 품질

품종별 고추시료의 품질분석은 생고추 시료별 2kg을 채취하여 세척후 절단하여 농산물건조기를 사용하여 65℃에서 6시간 열풍건조를 하여 절단건고추 시료를 제조하였다. 생고추 원료의 품질 분석 항목은 수분(%), 색상 ASTA color값, 신미성분(mg/100g), 유리당(%)를 분석하였다. 각 항목의 분석 조건은 1차년도와 같다.

(3) 실험 결과 및 고찰

(가) 고추 물성

일반적인 고추수확시기는 8월 초순부터 10월 중순까지 2개월 반이다. 고추기계 수확시 원료의 숙성도를 고려하여 9월 초순부터 10월 중순까지 1개월 반으로 고려하고 있다. 9월 이후 생고추 원료는 줄기 하부와 상부 사이에서 과피 수분의 차이가 발생한다. 2차년도 생고추 시료의 물성 및 인장 실험은 수확시기에 따른 생고추 원료의 상부 및 하부 위치에 있는 시료의 물성을 측정하기 위하여 그림 75와 같이 수집한 고추시료를 상부시료(fresh)와 하부시료(dried)로 각각 구분하였다.



그림 75. 생고추 하부(dried) 및 상부(fresh) 예시

표 54, 55는 2차년도 수확시기, 지역 및 품종별 상부(fresh)와 하부(dried) 고추시료의 외형적 특성을 분석한 것이다.

1차 수확시기 9월 14, 16일에 생고추 상부(fresh)시료의 무게는 평균 $20.7 \pm 7.1\text{g}$ 였다. 고추 과피 길이는 평균 $140.3 \pm 10.4\text{ mm}$, 꼭지길이는 평균 $49.8 \pm 5.3\text{mm}$, 과피 폭은 평균 $23.8 \pm 1.5\text{mm}$ 였다. 고추과피와 꼭지를 포함한 전체 길이는 평균 189.1 ± 7.0 였다. 과피길이는 고추전체 길이의 평균 74.2%로 나타났다. 생고추 하부(dried)시료 경우 무게는 평균 $9.5 \pm 2.8\text{g}$ 였다. 고추 과피길이는 평균 $137.2 \pm 13.5\text{mm}$, 꼭지길이는 평균 $39.6 \pm 5.3\text{mm}$, 과피 폭은 평균 $24.7 \pm 1.5\text{mm}$ 였다. 고추과피와 꼭지를 포함한 전체 길이는 평균 176.8 ± 1.8 였다. 과피길이는 고추전체 길이의 평균 77.6%였다.

1차 수확시기의 경우 고추 상부 및 하부 시료의 평균 무게는 과피의 수분감소로 인하여 평균 54% 감소하는 것으로 나타났다. 그밖에 고추시료의 과피, 꼭지, 과피폭 등의 외형적 특성은 차이가 없는 것으로 나타났다.

2차 수확시기 10월 1, 5일에 생고추 상부(fresh)시료의 무게는 평균 $18.9 \pm 5.2\text{g}$ 였다. 고추과피 길이는 평균 $139.8 \pm 11.6\text{ mm}$, 꼭지길이는 평균 $50.28 \pm 8.3\text{mm}$, 과피 폭은 평균 $23.7 \pm 1.1\text{mm}$ 였다. 고추과피와 꼭지를 포함한 전체 길이는 평균 190.0 ± 6.6 였다. 과피길이는 고추전체 길이의 평균 73.6%로 나타났다. 1차 수확시기 9월14, 16일에서 약 15일 후에 수집한 2차 수확시기 생고추 원료의 외형적 특성, 무게, 과피, 꼭지, 과피 직경 등은 큰 변화가 없었다.

2차 수확시기의 생고추 하부(dried)시료 경우 무게는 평균 $10.8 \pm 3.6\text{g}$ 였다. 고추 과피길이는 평균 $141.9 \pm 10.1\text{mm}$, 꼭지길이는 평균 $39.2 \pm 3.6\text{mm}$, 과피 폭은 평균 $24.9 \pm 0.8\text{mm}$ 였다. 고추과피와 꼭지를 포함한 전체 길이는 평균 181.1 ± 1.8 였다. 과피길이는 고추전체 길이의 평균 78.4%였다. 생고추 하부 시료의 외형적 특성은 앞서 상부 시료와 비슷한 경향을 보였다.

그림 76에서 79는 수확시기, 지역 및 품종별 상부(fresh)와 하부(dried) 고추시료의 외형을 나타낸 것이다.

표 54. 2차년도 지역별 품종별 고추시료(fresh) 외형적 특성(2015. 9, 10)

수확 시기	지역	품종	무게(g)	과피(mm)	꼭지(mm)	전체(mm)	과피폭(mm)
1차 2015. 9.14	영양 (9/16)	PR전설	21.8 ± 2.7	126.1 ± 4.1	60.5 ± 13.1	186.6 ± 13.3	22.6 ± 2.1
		타네강	20.4 ± 3.0	136.9 ± 8.9	52.6 ± 8.7	189.5 ± 13.4	23.0 ± 0.9
	음성	PR신대장	15.9 ± 1.8	141.1 ± 6.0	47.0 ± 4.4	181.1 ± 7.8	21.9 ± 1.2
		점핑	18.1 ± 3.7	135.5 ± 10.4	44.0 ± 4.2	210.6 ± 26.4	24.1 ± 3.1
	임실	아시아점보	20.1 ± 2.5	144.7 ± 18.4	44.9 ± 6.0	200.9 ± 11.6	24.9 ± 2.6
		광대한	28.1 ± 5.0	157.2 ± 15.2	44.0 ± 5.1	183.9 ± 19.5	25.5 ± 1.5
	평균			20.7 ± 7.1	140.3 ± 10.4	48.9 ± 6.6	189.1 ± 7.0
2차 2015. 10.1	영양 (10/5)	PR전설	17.8 ± 1.7	126.7 ± 9.1	67.5 ± 9.4	180.6 ± 13.2	23.1 ± 1.6
		타네강	20.1 ± 1.5	123.4 ± 4.8	60.2 ± 7.2	173.7 ± 10.2	24.5 ± 0.5
	음성	PR신대장	12.5 ± 0.8	140.3 ± 7.0	46.8 ± 5.2	179.5 ± 12.5	22.9 ± 1.2
		점핑	14.7 ± 2.0	138.1 ± 10.2	47.3 ± 4.8	202.5 ± 17.2	23.0 ± 0.7
	임실	아시아점보	20.9 ± 3.2	152.9 ± 10.7	43.7 ± 4.8	182.7 ± 18.5	24.3 ± 1.2
		광대한	16.7 ± 2.2	154.0 ± 10.7	44.0 ± 6.6	178.7 ± 18.1	24.2 ± 1.6
	평균			17.1 ± 3.2	139.2 ± 12.8	51.6 ± 9.9	190.8 ± 6.2
전체	평균		18.9 ± 5.2	139.8 ± 11.6	50.2 ± 8.3	190.0 ± 6.6	23.7 ± 1.1

표 55. 2차년도 지역별 품종별 고추시료(dried) 외형적 특성(2015. 9, 10)

수확 시기	지역	품종	무게(g)	과피(mm)	꼭지(mm)	전체(mm)	과피폭(mm)
1차 2015 .9.14	영양 (9/16)	PR전설	10.1 ± 3.7	122.3 ± 7.1	50.2 ± 7.4	172.5 ± 11.0	22.4 ± 1.4
		타네강	6.0 ± 2.0	125.6 ± 10.2	42.6 ± 4.9	168.2 ± 12.7	23.6 ± 1.2
	음성	PR신대장	7.4 ± 2.3	136.0 ± 9.6	34.6 ± 6.6	170.7 ± 10.9	23.4 ± 3.6
		점핑	8.3 ± 2.9	133.6 ± 7.3	36.5 ± 5.6	170.1 ± 10.7	25.3 ± 5.2
	임실	아시아점보	11.5 ± 2.2	148.3 ± 8.3	35.8 ± 5.5	184.1 ± 8.2	26.5 ± 3.9
		광대한	13.5 ± 5.9	157.5 ± 12.6	37.7 ± 5.1	195.2 ± 14.8	26.1 ± 3.1
	평균			9.5 ± 2.8	137.2 ± 13.5	39.6 ± 5.9	176.8 ± 10.7
2차 2015 .10.1	영양 (10/5)	PR전설	-	-	-	-	-
		타네강	-	-	-	-	-
	음성	PR신대장	7.7 ± 1.9	140.9 ± 7.7	38.6 ± 6.6	179.5 ± 12.5	24.0 ± 1.2
		점핑	7.7 ± 3.0	140.8 ± 12.3	40.0 ± 5.2	180.8 ± 14.3	25.8 ± 8.9
	임실	아시아점보	17.1 ± 3.2	150.7 ± 12.6	37.2 ± 4.7	187.8 ± 13.2	24.4 ± 1.8
		광대한	11.0 ± 1.6	153.8 ± 10.3	39.5 ± 4.0	193.3 ± 11.1	25.3 ± 2.0
	평균			12.1 ± 4.7	146.5 ± 6.7	38.8 ± 1.3	185.3 ± 6.4
전체	평균		10.8 ± 3.6	141.9 ± 10.1	39.2 ± 3.6	181.1 ± 8.6	24.8 ± 1.3



영양 PR전설 (9/16)



영양 타네강 (9/16)



음성 PR신대장 (9/14)



음성 점핑 (9/14)



임실 아시아점보 (9/14)



임실 광대한 (9/14)

그림 76. 1차 수확시기 지역별 품종별 생고추 시료(상부, fresh)의 외형적특성(2015. 9)



영양 PR전설(9/16)



영양 타네강(9/16)



음성 PR신대장(9/14)



음성 점뽕(9/14)



임실 아시아전부(9/14)



임실 광대한(9/14)

그림 77. 1차 수확시기 지역별 품종별 생고추 시료(하부, dried)의 외형적 특성(2015. 9)



영양 PR전설(10/5)



영양 타네강(10/5)



음성 PR신대장 (10/1)



음성 점핑(10/1)



임실 아시아점보(10/1)



임실 광대한(10/1)

그림 78. 2차 수확시기 지역별 품종별 생고추 시료(상부, fresh)의 외형적특성(2015. 10)



영양 PR전설(10/5)



영양 타네강(10/5)



음성 PR신대장(10/1)



음성 점평(10/1)



임실 아시아점보(10/1)



임실 광대한(10/1)

그림 79. 2차 수확시기 지역별 품종별 생고추 시료(하부, dried)의 외형적특성(2015. 10)

(나) 고추 품질

9월14일에서 10월5일까지 2회 걸쳐 수확한 고추 시료의 품질분석 결과 9월 중순에 수확한 시료의 색상(ASTA color 값)은 평균 155.1 ± 2.8 이며 신미성분은 15.0 ± 1.3 mg/100g, 유리당은 13.4 ± 0.3 %로 나타났다. 9월 하순에 수확한 시료의 경우 색상(ASTA color 값)은 평균 151.1 ± 2.4 , 신미성분은 13.4 ± 1.2 mg/100g이며 유리당은 12.0 ± 0.4 %로 나타났다. 1차 수확시기 9월 14, 16일의 생고추 시료의 수분은 평균 84.5 ± 0.6 였으며 2차 수확시기인 10월 1, 5일의 경우 84.1 ± 0.8 %였다. 전체적으로 2차년도 생고추 원료의 품질은 1, 2차 수확시기에 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

표 56. 2차년도 지역별 품종별 고추시료의 품질분석(2015. 9,10)

수확 시기	지역	품종	수분(%)	색상(ASTA)	신미성분 (mg/100g)	유리당(%)	
1차 2015. 9.14	영양 (9/16)	PR전설	84.3 ± 1.5	150.5 ± 0.8	2.0 ± 0.3	14.8 ± 0.6	
		타네강	84.5 ± 0.6	175.7 ± 2.3	1.2 ± 0.3	15.4 ± 0.4	
	음성	PR신대장	81.3 ± 1.6	184.9 ± 5.2	37.6 ± 1.6	13.5 ± 0.1	
		점핑	85.9 ± 0.9	177.6 ± 4.1	26.9 ± 2.5	12.3 ± 0.3	
	임실	아시아전부	85.3 ± 1.0	113.5 ± 3.0	3.0 ± 0.0	12.5 ± 0.3	
		광대한	85.6 ± 0.9	128.3 ± 1.4	19.4 ± 3.2	11.8 ± 0.3	
	평균			84.5 ± 0.6	155.1 ± 2.8	15.0 ± 1.3	13.4 ± 0.3
2차 2015. 10.1	영양 (10/5)	PR전설	83.4 ± 0.4	132.6 ± 1.3	0.9 ± 0.9	12.3 ± 0.4	
		타네강	88.5 ± 1.4	132.8 ± 1.7	2.9 ± 1.5	11.8 ± 0.3	
	음성	PR신대장	83.7 ± 1.0	182.8 ± 3.1	18.6 ± 1.1	9.5 ± 0.4	
		점핑	84.9 ± 0.8	183.5 ± 2.9	25.4 ± 0.4	10.6 ± 0.1	
	임실	아시아전부	82.8 ± 1.8	128.9 ± 2.3	11.2 ± 2.2	10.5 ± 1.5	
		광대한	78.5 ± 0.6	122.0 ± 0.7	11.6 ± 0.7	9.3 ± 0.1	
	평균			83.7 ± 1.0	147.1 ± 2.0	11.8 ± 1.1	10.7 ± 0.5
전체	평균			84.1 ± 0.8	151.1 ± 2.4	13.4 ± 1.2	12.0 ± 0.4

2) 기계수확 고추 품종의 과피꼭지 부위의 물리적 특성

(1) 실험재료

앞서 제1절 기계수확 고추 품종의 물성 및 품질 분석에 사용한 시료와 동일하였다.

(2) 실험장치

(가) 물성분석기

1차년도와 같은 같은 물성분석기(Texture Analyser, TAXTplus, Stable Micro System사, 영국)와 생고추 시료 고정 롤그립(roller grip, Part No. SMG/007)을 이용하여 기계수확 고추 품종 시료의 과피와 꼭지 부위의 최대 인장강도(tensile strength), 조직 강도(tensile work), 변형 계수(deformation modulus) 등의 물성특성을 측정하였다.

(나) 생고추 원료 압축장치

1차년도와 같이 생고추 원료를 일정한 압력으로 압축하여 생고추 원료의 과피와 꼭지부분 조직을 압축하여 꼭지접합부분을 균열시켜 조직을 연화시키는 장치로서 일정한 두께로 진흙판을 제조하는 슬래브

롤러(Slab Roller, North Star Equipment사, 미국)를 사용하였다.

(3) 실험방법

2차년도 생고추 시료는 생고추 원료의 압축장치를 이용하여 압축두께를 1/4(6.4 mm), inch 로 하고 생고추 시료의 압축방향을 과피쪽으로 하여 압축 후 고추과피와 꼭지사이의 인장강도를 분석하여 고추수확지역, 품종, 수확시기에 따른 고추과피와 꼭지부분의 인장강도를 분석하고자 하였다. 압축 후 고추 과피와 꼭지부위의 인장강도(tensile strength), 조직경도(tensile work), 변형계수(deformation modulus)정도를 물성분석기를 이용하여 측정하였다. 일회 실험시 10개의 시료를 사용하여 평균치를 구하였다.

(4) 실험결과 및 고찰

(1) 생고추 원료의 원형 상태 및 압축에 따른 수확시기, 지역별 과피꼭지 인장 특성

(가) 생고추 원료의 원형 상태 과피꼭지의 인장특성

표 57은 1차 수확시기인 2015년 9월 14일(영양 9월 16일) 생고추 상부(fresh)시료의 원형상태 지역별 과피꼭지 인장특성을 나타낸 것이다. 영양, 음성, 임실 지역의 6개 품종의 평균 인장강도는 4,653.0 g, 조직경도는 13,558.6 gs, 변형계수는 873.2 g/s였다. 생고추 원료 품종간의 인장강도는 약간의 차이를 보였으며 범위는 4,444.4~5,704.7 g 였다. 하부(dried) 시료의 경우는 평균 인장강도는 2,690.2 g, 조직경도는 7,039.0 gs, 변형계수는 479.0 g/s였다. 생고추 원료 품종간의 인장강도는 약간의 차이를 보였으며 범위는 1,644.1~3,214.6 g 였다. 1차 수확시기에 상부 생고추 시료는 하부 시료에 비하여 인장강도, 조직경도 및 변형계수가 약 1.7배 높은 것으로 나타났다.

표 58은 2차 수확시기인 2015년 10월 1일(영양 10월 5일) 생고추 상부(fresh)시료의 원형상태 지역별 과피꼭지 인장특성을 나타낸 것이다. 영양, 음성, 임실 지역의 6개 품종의 평균 인장강도는 3,857.4 g, 조직경도는 11,131.8 gs, 변형계수는 676.7 g/s였다. 생고추 원료 품종간의 인장강도는 약간의 차이를 보였으며 범위는 4,444.4~5,704.7 g 였다. 하부(dried) 시료의 경우는 영양지역은 시험포장이 조기 수확되는 바람에 하부시료 채취가 어려워 괴산, 임실 지역 4개 품종을 대상으로 하였다. 평균 인장강도는 2,673.4 g, 조직경도는 7,794.7 gs, 변형계수는 439.2 g/s였다. 2차 수확시기에 상부 생고추 시료는 하부 시료에 비하여 인장강도, 조직경도 및 변형계수는 앞서 1차 수확시기와 비슷한 경향을 보였으며 약 1.5배 높은 것으로 나타났다.

표 57. 원형 생고추 원료의 1차 수확시기 지역별 과피꼭지 인장특성(2015. 9.14, 영양 9.16)

가) 상부(fresh) 시료

물성특성		영양		음성		임실		평균
		PR전설	타네강	PR신대장	점평	아시아점보	광대한	
Tensile strength (g)	Average	5,074.7	4,904.3	4,558.9	4,214.5	4,444.4	4,721.1	4,653.0
	S.D	840.4	957.4	740.5	925.0	770.8	740.6	829.1
	C.V	16.6	19.5	16.2	21.9	17.3	15.7	17.9
Tensile Work (g · s)	Average	18,279.8	16,064.0	14,258.2	11,725.3	10,415.9	10,608.6	13,558.6
	S.D	6,313.1	5,257.6	4,424.2	3,670.7	2,758.2	3,039.9	4,244.0
	C.V	34.5	32.7	31.0	31.3	26.5	28.7	30.8
Deformation modulus (g/s)	Average	797.0	789.9	803.4	806.2	971.5	1,071.0	873.2
	S.D	150.8	129.3	155.8	110.0	283.6	257.5	181.2
	C.V	18.9	16.4	19.4	13.6	29.2	24.0	20.3

나) 하부(dried) 시료

물성특성		영양		괴산		임실		평균
		PR전설	타네강	PR신대장	점평	아시아점보	광대한	
Tensile strength (g)	Average	3,214.6	4,126.0	1,644.1	1,814.8	2,998.3	2,343.4	2,690.2
	S.D	955.9	700.6	458.4	524.7	515.7	838.4	665.6
	C.V	29.7	17.0	27.9	28.9	17.2	35.8	26.1
Tensile Work (g · s)	Average	8,435.8	12,636.6	2,960.1	3,603.1	9,730.5	4,871.8	7,039.6
	S.D	3,585.7	3,650.4	1,412.8	1,843.1	3,195.4	3,128.1	2,802.6
	C.V	42.5	28.9	47.7	51.2	32.8	64.2	44.6
Deformation modulus (g/s)	Average	552.1	580.1	400.2	401.7	420.3	519.3	479.0
	S.D	157.4	84.4	116.8	56.8	87.3	77.1	96.7
	C.V	28.5	14.6	29.2	14.2	20.8	14.9	20.3

표 58. 원형 생고추 시료의 2차 수확시기, 지역별 과피꼭지 인장특성(2015. 10.1, 영양 10.5)

가) 상부(fresh) 시료

물성특성		영양		음성		임실		평균
		PR전설	타네강	PR신대장	점평	아시아점보	광대한	
Tensile strength (g)	Average	3,924.4	4,241.8	2,718.1	3,097.7	5,091.3	4,070.8	3,857.4
	S.D	897.4	639.7	649.9	1,051.3	563.7	719.3	753.5
	C.V	22.9	15.1	23.9	33.9	11.1	17.7	20.8
Tensile Work (g · s)	Average	8,193.0	10,185.4	5,553.6	9,668.0	16,930.9	16,259.9	11,131.8
	S.D	2,865.0	2,829.6	2,296.1	4,997.2	2,778.7	3,556.3	3,220.5
	C.V	35.0	27.8	41.3	51.7	16.4	21.9	32.3
Deformation modulus (g/s)	Average	908.8	836.4	512.2	516.2	741.9	544.8	676.7
	S.D	257.3	109.2	130.6	102.2	139.1	86.5	137.5
	C.V	28.3	13.1	25.5	19.8	18.7	15.9	20.2

나) 하부(dried) 시료

물성특성		영양		괴산		임실		평균
		PR전설	타네강	PR신대장	점평	아시아점보	광대한	
Tensile strength (g)	Average	-	-	1,573.0	1,760.3	3,772.9	3,587.4	2,673.4
	S.D	-	-	357.2	514.5	482.7	544.4	474.7
	C.V	-	-	22.7	29.2	12.8	15.2	20.0
Tensile Work (g · s)	Average	-	-	3,004.5	2,852.5	12,020.3	13,301.3	7,794.7
	S.D	-	-	1,185.0	1,090.0	2,797.0	3,560.5	2,158.1
	C.V	-	-	39.4	38.2	23.3	26.8	31.9
Deformation modulus (g/s)	Average	-	-	349.7	336.3	611.1	459.6	439.2
	S.D	-	-	120.4	121.5	121.1	129.7	123.2
	C.V	-	-	34.4	36.1	19.8	28.2	29.7

(나) 생고추 원료의 압축에 따른 과피꼭지 인장특성

표 59는 1차 수확시기인 2015년 9월 14일(영양 9월 16일) 생고추 원료 상부(fresh) 및 하부(dried) 시료의 압축에 따른 수확시기, 지역별 인장특성을 나타낸 것이다. 영양, 괴산, 임실 지역의 상부 시료 6개 품종의 평균 인장강도는 1,006.4 g, 조직강도는 2,367.5 gs, 변형계수는 233.2 g/s였다. 압축된 생고추 원료 상부시료 품종간의 인장강도 범위는 590.0 ~ 1,756.8 g 였다. 표 59는 하부시료의 인장특성이다. 하부시료 6개의 평균 인장강도는 1,468.7 g, 조직강도는 3,770.7 gs, 변형계수는 250.1 g/s였다. 하부 시료 품종간의 인장강도 범위는 631.2 ~ 2,5323.98 g 였다 1/4 inch(6.4mm) 깊이로 압축된 생고추 원료의 상부시료의 인장강도는 하부시료의 68.5%로 낮았는데 이러한 원인은 고추수확시기가 늦어지므로 하부시료에 압축효과에 따른 인장강도 감소가 나타난 것으로 생각된다. 그림 80과 81은 1차 수확시기의 생고추 원료 상부 및 하부 시료의 압축 후 원형 및 인장 실험 후 과피 꼭지 분리 상태를 나타낸 것이다.

표 60은 2차 수확시기인 2015년 10월 1일(영양 10월 5일) 압축된 생고추 원료의 상부 및 하부 시료의 인장특성을 나타낸 것이다. 영양, 음성, 임실 지역의 6개 품종의 상부시료 평균 인장강도는 978.5 g, 조직경도는 2,310.9 gs, 변형계수는 232/1 g/s였다. 압축된 생고추 원료의 상부 시료의 인장강도 범위는 469.5 ~ 1,955.2 g 였다. 하부시료의 경우 평균 인장강도는 1,198.9 g, 조직경도는 2,766.3 gs, 변형계수는 222.5 g/s였다.

표 59. 압축 생고추 원료의 1차 수확시기, 지역별 과피꼭지 인장특성
(2015. 9. 14, 영양 9. 16)

가) 상부(fresh) 시료

물성특성		영양		음성		임실		평균
		PR전설	타네강	PR신대장	점핑	아시아점보	광대한	
Tensile strength (g)	Average	1,207.2	931.1	590.0	683.0	1,756.8	870.1	1,006.4
	S.D	379.2	404.7	152.4	191.0	1,009.4	323.9	410.1
	C.V	31.4	43.5	25.8	28.0	57.5	37.2	37.2
Tensile Work (g · s)	Average	3,468.0	1,339.4	1,714.2	1,427.2	4,310.7	1,945.4	2,367.5
	S.D	1,372.2	646.4	639.3	528.0	3,025.9	1,052.0	1,210.6
	C.V	39.6	48.3	37.3	37.0	70.2	54.1	47.7
Deformation modulus (g/s)	Average	232.1	311.8	106.0	166.9	362.6	219.6	233.2
	S.D	96.0	114.0	47.9	47.1	160.4	109.7	95.8
	C.V	41.3	36.6	45.2	28.2	44.2	49.9	40.9

나) 하부(dried) 시료

물성특성		영양		음성		임실		평균
		PR전설	타네강	PR신대장	점핑	아시아점보	광대한	
Tensile strength (g)	Average	1,345.4	2,523.9	613.2	832.1	1,917.8	1,579.6	1,468.7
	S.D	285.3	537.6	188.7	309.2	577.5	679.6	429.6
	C.V	21.2	21.3	30.8	37.2	30.1	43.0	30.6
Tensile Work (g · s)	Average	3,129.3	6,048.3	1,522.4	1,741.2	6,467.0	3,716.1	3,770.7
	S.D	1,016.3	1,644.7	792.7	582.9	2,985.1	1,708.0	1,454.9
	C.V	32.5	27.2	52.1	33.5	46.2	46.0	39.6
Deformation modulus (g/s)	Average	282.1	395.9	108.4	173.3	253.1	287.7	250.1
	S.D	70.8	95.2	48.1	80.8	80.1	107.4	80.4
	C.V	25.1	24.1	44.4	46.6	31.7	37.3	34.9

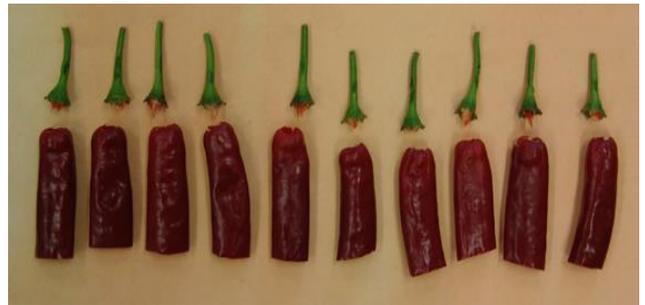
표 60. 압축 생고추 원료의 2차 수확시기, 지역별 과피꼭지 인장특성
(2015. 10. 1, 영양 10. 5)

가) 상부(fresh) 시료

물성특성		영양		음성		임실		평균
		PR전설	타네강	PR신대장	점핑	아시아점보	광대한	
Tensile strength (g)	Average	1,955.2	726.1	469.5	516.5	1,484.9	719.1	978.5
	S.D	955.0	270.0	108.0	189.7	659.4	394.8	429.5
	C.V	48.8	37.2	23.0	36.7	44.4	54.9	40.8
Tensile Work (g · s)	Average	2,930.9	2,836.3	956.6	1,251.0	3,883.5	2,007.0	2,310.9
	S.D	1,493.3	1,644.8	481.8	613.3	1,312.2	1,154.7	1,116.7
	C.V	50.9	58.0	50.4	49.0	33.8	57.5	49.9
Deformation modulus (g/s)	Average	587.5	131.5	130.4	124.2	284.3	134.7	232.1
	S.D	260.7	78.1	39.1	58.2	140.2	99.7	112.7
	C.V	44.4	59.4	30.0	46.9	49.3	74.0	50.7

나) 하부(dried) 시료

물성특성		영양		음성		입실		평균
		PR전설	타네강	PR신대장	점핑	아시아점보	광대한	
Tensile strength (g)	Average	-	-	711.9	859.5	1,135.7	2,088.5	1,198.9
	S.D	-	-	158.1	227.0	480.4	527.8	348.3
	C.V	-	-	22.2	26.4	42.3	25.3	29.0
Tensile Work (g · s)	Average	-	-	1,478.5	1,899.7	2,604.9	5,082.0	2,766.3
	S.D	-	-	429.0	717.7	1,013.0	2,072.5	1,058.1
	C.V	-	-	29.0	37.8	38.9	40.8	36.6
Deformation modulus (g/s)	Average	-	-	124.6	184.8	249.7	331.1	222.5
	S.D	-	-	29.3	46.9	146.5	51.1	68.4
	C.V	-	-	23.5	25.4	58.7	15.4	30.7



영양 PR전설

영양 타네강



음성 PR신대장

음성 점핑



임실 아시아점보

임실 광대한

그림 80. 고추 원료 상부(fresh) 시료의 압축후 원형 및 인장 실험후 과피 꼭지 분리 상태(1차 수확시기 2015. 9. 14 영양 9. 16)



영양 PR전설

영양 타네강



음성 PR신대장

음성 점핑



임실 아시아점보

임실 광대한

그림 81. 생고추 원료 하부(dried) 시료의 압축후 원형 및 인장 실험후 과피 꼭지 분리 상태(수확시기 2015. 10. 1 영양 10. 5)

(다) 생고추 원료의 원형 및 압축에 따른 과피꼭지 인장특성 비교

앞서 분석된 생고추 원료의 원형 및 압축에 따른 수확시기, 지역별, 품종별 과피꼭지 인장특성을 비교하면 표 61에서 63과와 같다.

표 61은 영양지역의 수확시기, 품종별 과피꼭지 인장특성을 나타낸 것이다. 1차 수확시기 9월 16일, 생고추 원료의 상부 시료의 인장강도는 압축시 원형상태보다 4.2 ~ 5.3 배 감소하였으며 조직경도는 5.3 ~ 12.0 배, 변형계수는 2.5 ~ 3.4 배 감소하는 경향을 보였다.

2차 수확시기 10월 5일, 생고추 원료의 상부 시료의 인장강도는 압축시 원형상태보다 2.0~ 5.8 배 감소하였으며 조직경도는 2.6 ~ 3.6 배, 변형계수는 1.5 ~ 6.4 배 감소하는 경향을 보였다. 수확시기가 늦을수록 생고추 원료의 상부시료를 압축하였을 때 인장강도, 조직경도, 변형계수가 감소하는 경향을 보였다. 1차 수확시기 9월 16일 하부 시료의 경우 인장강도는 압축시 원형상태보다 1.6 ~ 2.4 배, 조직경도는 2.1~2.7배, 변형계수는 1.5 ~ 2.0 배 감소하는 경향을 보였다.

**표 61. 생고추 원료의 원형 및 압축 과피꼭지 인장특성 비교(영양 9. 16, 10. 5)
가) 상부(fresh) 시료**

물성특성		PR 전설(9/16)			타네강(9/16)		
		원형(A)	압축(B)	비율(A/B)	원형(A)	압축(B)	비율(A/B)
Tensile strength (g)	Average	5,074.7	1,207.2	4.2	4,904.3	931.1	5.3
	S.D	840.4	379.2		957.4	404.7	
	C.V	16.6	31.4		19.5	43.5	
Tensile Work (g · s)	Average	18,279.8	3,468.0	5.3	16,064.0	1,339.4	12.0
	S.D	6,313.1	1,372.2		5,257.6	646.4	
	C.V	34.5	39.6		32.7	48.3	
Deformation modulus (g/s)	Average	797.0	232.1	3.4	789.9	311.8	2.5
	S.D	150.8	96.0		129.3	114.0	
	C.V	18.9	41.3		16.4	36.6	

물성특성		PR 전설(10/5)			타네강(10/5)		
		원형(A)	압축(B)	비율(A/B)	원형(A)	압축(B)	비율(A/B)
Tensile strength (g)	Average	3,924.4	1,955.2	2.0	4,241.8	726.1	5.8
	S.D	897.4	955.0		639.7	270.0	
	C.V	22.9	48.8		15.1	37.2	
Tensile Work (g · s)	Average	8,193.0	2,930.9	2.8	10,185.4	2,836.3	3.6
	S.D	2,865.0	1,493.3		2,829.6	1,644.8	
	C.V	35.0	50.9		27.8	58.0	
Deformation modulus (g/s)	Average	908.8	587.5	1.5	836.4	131.5	6.4
	S.D	257.3	260.7		109.2	78.1	
	C.V	28.3	44.4		13.1	59.4	

나) 하부(dried) 시료

물성특성		PR 전설(9/16)			타네강(9/16)		
		원형(A)	압축(B)	비율(A/B)	원형(A)	압축(B)	비율(A/B)
Tensile strength (g)	Average	3,214.6	1,345.4	2.4	4,126.0	2,523.9	1.6
	S.D	955.9	285.3		700.6	537.6	
	C.V	29.7	21.2		17.0	21.3	
Tensile Work (g · s)	Average	8,435.8	3,129.3	2.7	12,636.6	6,048.3	2.1
	S.D	3,585.7	1,016.3		3,650.4	1,644.7	
	C.V	42.5	32.5		28.9	27.2	
Deformation modulus (g/s)	Average	552.1	282.1	2.0	580.1	395.9	1.5
	S.D	157.4	70.8		84.4	95.2	
	C.V	28.5	25.1		14.6	24.1	

표 62는 음성지역의 수확시기, 품종별 과피꼭지 인장특성을 나타낸 것이다. 1차 수확시기 9월 14일, 생고추 원료의 상부 시료의 인장강도는 압축시 원형상태보다 6.2 ~ 7.7 배 감소하였으며 조직경도는 8.2 ~ 8.3 배, 변형계수는 4.8 ~ 7.6 배 감소하는 경향을 보였다. 2차 수확시기 10월 1일, 생고추 원료의 상부 시료의 인장강도는 압축시 원형상태보다 5.8 ~ 6.0 배 감소하였으며 조직경도는 5.8 ~ 7.7 배, 변형계수는 3.9 ~ 4.2 배 감소하는 경향을 보였다.

1차 수확시기 9월 14일 하부 시료의 경우 인장강도는 압축시 원형상태보다 2.2 ~ 2.7 배, 조직경도는 1.9~2.1 배, 변형계수는 2.3 ~ 3.7 배 감소하는 경향을 보였다. 2차 수확시기 10월 1일 하부 시료의 경우 인장강도는 압축시 원형상태보다 2.0 ~ 2.2 배, 조직경도는 1.5~2.0 배, 변형계수는 1.8 ~ 2.0 배 감소하는 경향을 보였다.

표 62. 생고추 시료 원형 및 압축 과피꼭지 인장특성 비교(음성 9. 14, 10. 1)
가) 상부(fresh) 시료

물성특성		PR신대장(9/14)			점평(9/14)		
		원형(A)	압축(B)	비율(A/B)	원형(A)	압축(B)	비율(A/B)
Tensile strength (g)	Average	4,558.9	590.0	7.7	4,214.5	683.0	6.2
	S.D	740.5	152.4		925.0	191.0	
	C.V	16.2	25.8		21.9	28.0	
Tensile Work (g · s)	Average	14,258.2	1,714.2	8.3	11,725.3	1,427.2	8.2
	S.D	4,424.2	639.3		3,670.7	528.0	
	C.V	31.0	37.3		31.3	37.0	
Deformation modulus (g/s)	Average	803.4	106.0	7.6	806.2	166.9	4.8
	S.D	155.8	47.9		110.0	47.1	
	C.V	19.4	45.2		13.6	28.2	

물성특성		PR신대장(10/1)			점핑(10/1)		
		원형(A)	압축(B)	비율(A/B)	원형(A)	압축(B)	비율(A/B)
Tensile strength (g)	Average	2,718.1	469.5	5.8	3,097.7	516.5	6.0
	S.D	649.9	108.0		1,051.3	189.7	
	C.V	23.9	23.0		33.9	36.7	
Tensile Work (g · s)	Average	5,553.6	956.6	5.8	9,668.0	1,251.0	7.7
	S.D	2,296.1	481.8		4,997.2	613.3	
	C.V	41.3	50.4		51.7	49.0	
Deformation modulus (g/s)	Average	512.2	130.4	3.9	516.2	124.2	4.2
	S.D	130.6	39.1		102.2	58.2	
	C.V	25.5	30.0		19.8	46.9	

나) 하부(dried) 시료

물성특성		PR신대장(9/14)			점핑(9/14)		
		원형(A)	압축(B)	비율(A/B)	원형(A)	압축(B)	비율(A/B)
Tensile strength (g)	Average	1,644.1	613.2	2.7	1,814.8	832.1	2.2
	S.D	458.4	188.7		524.7	309.2	
	C.V	27.9	30.8		28.9	37.2	
Tensile Work (g · s)	Average	2,960.1	1,522.4	1.9	3,603.1	1,741.2	2.1
	S.D	1,412.8	792.7		1,843.1	582.9	
	C.V	47.7	52.1		51.2	33.5	
Deformation modulus (g/s)	Average	400.2	108.4	3.7	401.7	173.3	2.3
	S.D	116.8	48.1		56.8	80.8	
	C.V	29.2	44.4		14.2	46.6	

물성특성		PR신대장(10/1)			점핑(10/1)		
		원형(A)	압축(B)	비율(A/B)	원형(A)	압축(B)	비율(A/B)
Tensile strength (g)	Average	1,573.0	711.9	2.2	1,760.3	859.5	2.0
	S.D	357.2	158.1		514.5	227.0	
	C.V	22.7	22.2		29.2	26.4	
Tensile Work (g · s)	Average	3,004.5	1,478.5	2.0	2,852.5	1,899.7	1.5
	S.D	1,185.0	429.0		1,090.0	717.7	
	C.V	39.4	29.0		38.2	37.8	
Deformation modulus (g/s)	Average	349.7	124.6	2.8	336.3	184.8	1.8
	S.D	120.4	29.3		121.5	46.9	
	C.V	34.4	23.5		36.1	25.4	

표 63은 임실지역의 수확시기, 품종별 과피꼭지 인장특성을 나타낸 것이다. 1차 수확시기 9월 14일, 생고추 원료의 상부 시료의 인장강도는 압축시 원형상태보다 2.5~ 5.4 배 감소하였으

며 조직경도는 2.4 ~ 5.5 배, 변형계수는 2.7 ~ 4.9 배 감소하는 경향을 보였다. 2차 수확시기 10월 1일, 생고추 원료의 상부 시료의 인장강도는 압축시 원형상태보다 3.4 ~ 5.7 배 감소하였으며 조직경도는 4.1 ~ 8.1 배, 변형계수는 2.6 ~ 4.0 배 감소하는 경향을 보였다.

1차 수확시기 9월 14일 하부 시료의 경우 인장강도는 압축시 원형상태보다 1.5 ~ 1.6 배, 조직경도는 1.3 ~ 1.5 배, 변형계수는 1.7 ~ 1.8 배 감소하는 경향을 보였다. 2차 수확시기 10월 1일 하부 시료의 경우 1.7 ~ 3.3 배, 조직경도는 2.6 ~ 4.6 배, 변형계수는 1.4 ~ 2.4 배 감소하는 경향을 보였다.

전체적으로 1, 2차 수확시기에 따른 생고추 원료를 6.4 mm 깊이로 압축하였을 때 상부(시료)의 경우 인장강도가 원형보다 평균 4배 이상 감소하였으나, 고추과피의 수분이 저하된 하부(dried) 시료의 경우 평균 1.5배 정도 상부 시료보다 낮은 경향을 보였다. 따라서 고추수확기를 이용하여 생고추 원료를 기계수확 시 전체 시료의 5~10%를 차지하는 하부 시료의 경우 현재의 압축식 고추꼭지장치에서 꼭지제거율이 저하될 우려가 있어 이에 대한 새로운 꼭지제거 방법이 간구되어야 할 것으로 생각된다.

표 63. 생고추 시료 원형 및 압축 과피꼭지 인장특성 비교(임실 9. 14, 10. 1)
가) 상부(fresh) 시료

물성특성		아시아점보(9/14)			광대한(9/14)		
		원형(A)	압축(B)	비율(A/B)	원형(A)	압축(B)	비율(A/B)
Tensile strength (g)	Average	4,444.4	1,756.8	2.5	4,721.1	870.1	5.4
	S.D	770.8	1,009.4		740.6	323.9	
	C.V	17.3	57.5		15.7	37.2	
Tensile Work (g · s)	Average	10,415.9	4,310.7	2.4	10,608.6	1,945.4	5.5
	S.D	2,758.2	3,025.9		3,039.9	1,052.0	
	C.V	26.5	70.2		28.7	54.1	
Deformation modulus (g/s)	Average	971.5	362.6	2.7	1,071.0	219.6	4.9
	S.D	283.6	160.4		257.5	109.7	
	C.V	29.2	44.2		24.0	49.9	

물성특성		아시아점보(10/1)			광대한(10/1)		
		원형(A)	압축(B)	비율(A/B)	원형(A)	압축(B)	비율(A/B)
Tensile strength (g)	Average	5,091.3	1,484.9	3.4	4,070.8	719.1	5.7
	S.D	563.7	659.4		719.3	394.8	
	C.V	11.1	44.4		17.7	54.9	
Tensile Work (g · s)	Average	16,930.9	3,883.5	4.4	16,259.9	2,007.0	8.1
	S.D	2,778.7	1,312.2		3,556.3	1,154.7	
	C.V	16.4	33.8		21.9	57.5	
Deformation modulus (g/s)	Average	741.9	284.3	2.6	544.8	134.7	4.0
	S.D	139.1	140.2		86.5	99.7	
	C.V	18.7	49.3		15.9	74.0	

나) 하부(dried) 시료

물성특성		아시아점보(9/14)			광대한(9/14)		
		원형(A)	압축(B)	비율(A/B)	원형(A)	압축(B)	비율(A/B)
Tensile strength (g)	Average	2,998.3	1,917.8	1.6	2,343.4	1,579.6	1.5
	S.D	515.7	577.5		838.4	679.6	
	C.V	17.2	30.1		35.8	43.0	
Tensile Work (g · s)	Average	9,730.5	6,467.0	1.5	4,871.8	3,716.1	1.3
	S.D	3,195.4	2,985.1		3,128.1	1,708.0	
	C.V	32.8	46.2		64.2	46.0	
Deformation modulus (g/s)	Average	420.3	253.1	1.7	519.3	287.7	1.8
	S.D	87.3	80.1		77.1	107.4	
	C.V	20.8	31.7		14.9	37.3	

물성특성		아시아점보(10/1)			광대한(10/1)		
		원형(A)	압축(B)	비율(A/B)	원형(A)	압축(B)	비율(A/B)
Tensile strength (g)	Average	3,772.9	1,135.7	3.3	3,587.4	2,088.5	1.7
	S.D	482.7	480.4		544.4	527.8	
	C.V	12.8	42.3		15.2	25.3	
Tensile Work (g · s)	Average	12,020.3	2,604.9	4.6	13,301.3	5,082.0	2.6
	S.D	2,797.0	1,013.0		3,560.5	2,072.5	
	C.V	23.3	38.9		26.8	40.8	
Deformation modulus (g/s)	Average	611.1	249.7	2.4	459.6	331.1	1.4
	S.D	121.1	146.5		129.7	51.1	
	C.V	19.8	58.7		28.2	15.4	

나. 기계수확후 생고추 원료의 이물질 제거 기술 개발

1) 생고추 원료 이물질 제거 선별장치 1차 시작품 설계 및 제작

미국 고추수확기 시작품의 고추원료 및 이물질 선별장치에 사용된 cleaning card(Diversified Plastic, INC, 미국)의 사양과 사진은 그림 82와 같다. 크기는 150×150 mm, 두께 4.8 mm의 플라스틱 재질의 정사각형이며 중앙에 20×20 mm의 4각 홀이 가공되어 있고 직경 $\Phi 20$ mm, 13.2 mm 플랜지가 있다. 이것을 4각봉에 끼워넣고 여러개의 4각봉을 체인구동방식을 이용하여 회전시키면 cleaning card식 이물질 선별 장치를 구성할 수 있다.

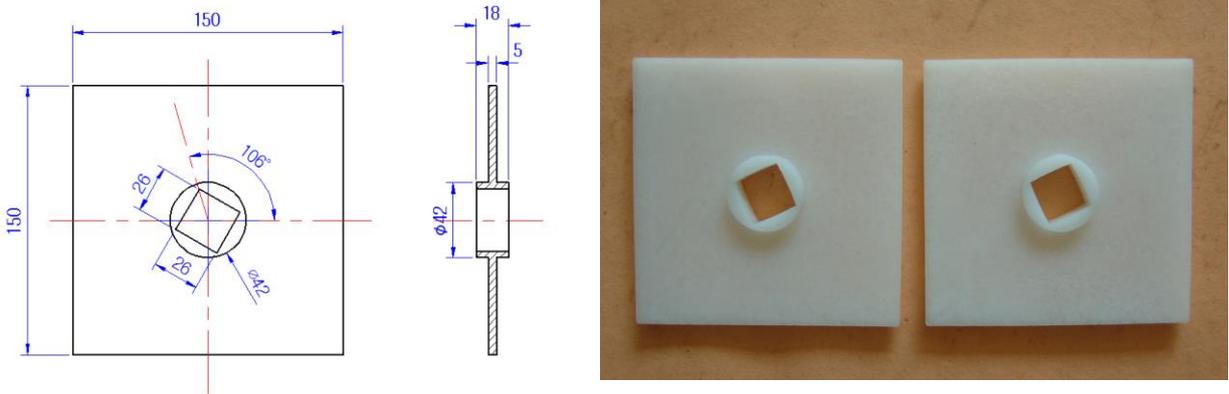


그림 82. cleaning card 사양(Diversified Plastic, INC, 미국)

생고추 원료와 이물질인 고추잎 줄기 부분을 분리하기 위하여 최종 선별단계의 4 각봉에 설치되어 있는 cleaning card를 80-100 mm 간격으로 설치해 놓으면 생고추 원료 및 이물질 혼합물이 이송되면서 최종단계에서 생고추 원료는 하부로 떨어져 쉽게 선별되고 고추줄기 및 잎 부분은 외부로 이송되어 이물질이 분리된다. 고추잎 선별의 경우 일정 압력과 송풍량을 가진 송풍기를 설치를 추가하게 되면 이물질 선별률을 높일 수 있을 것이다. 그림 83은 cleaning card를 이용한 생고추 원료 이물질 선별장치 1차 시작품의 기본 설계도이며 그림 84는 외형을 나타낸 것이다. cleaning card 선별부 시작품의 크기는 1,630(W)×2,190(L)×280(H) mm이며 총 15개의 4각 축봉에 해당 80개의 cleaning card가 설치된다. cleaning card 사이의 간격은 18.0 mm이다. 장치의 경사도는 30°C로 하며 상부에 생고추 원료와 고추 줄기 및 잎 등의 이물질이 분리되도록 cleaning card의 스페이서를 끼워 70mm 씩 간격을 띄워서 설치한다. 구동모터 용량은 220V 1hp이며 인버터를 설치하여 이송송도를 조절하도록 한다.



그림 83. Cleaning card를 이용한 생고추 원료 이물질 선별장치 1차 시작품 외형

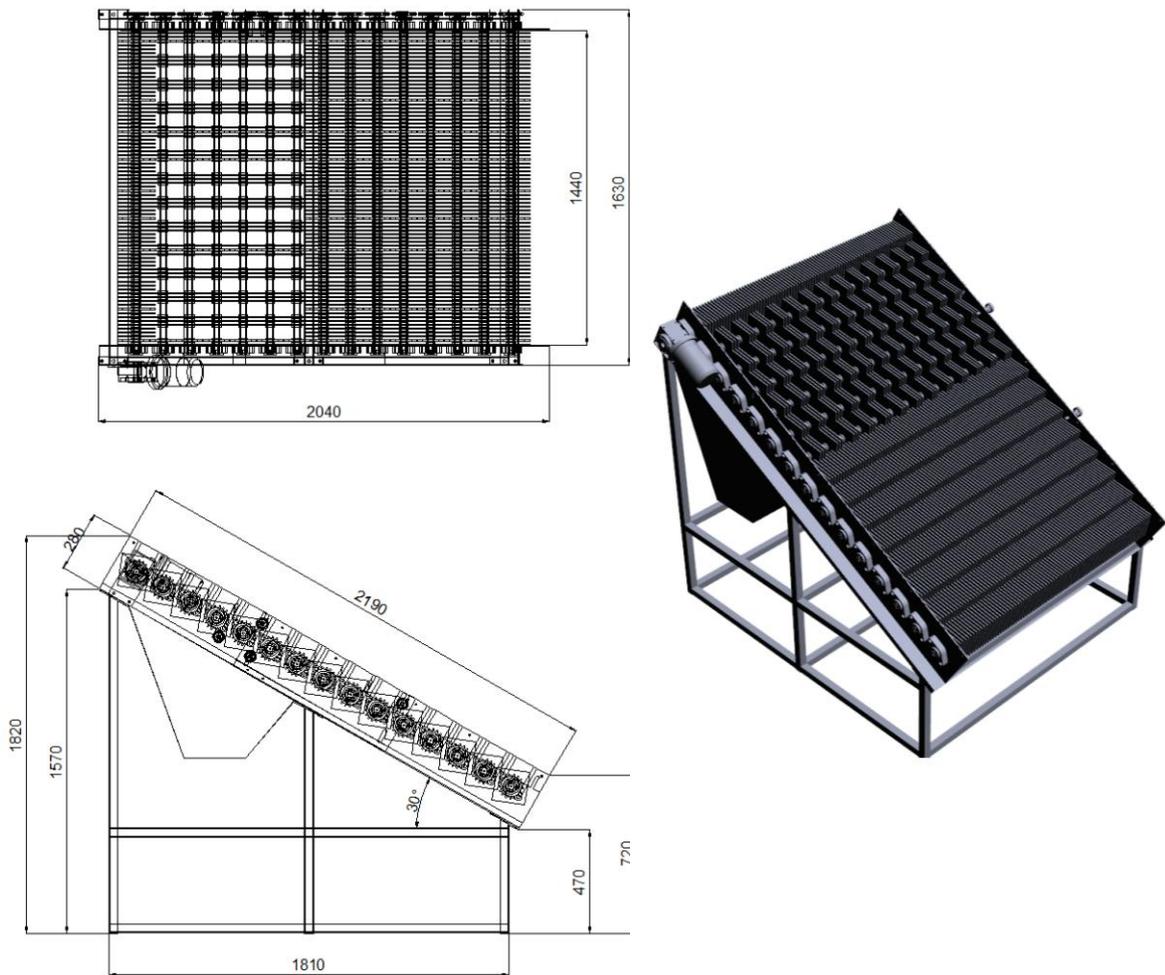


그림 84. cleaning card를 이용한 생고추 원료 이물질 선별장치 1차 시작품 개략도

2) 1차 시작품 성능 실험 및 고찰

(가) 실험 방법

Cleaning card를 이용한 생고추 원료의 이물질 선별장치 1차 시작품의 성능실험을 위하여 2015년 10월에 고추수확기 시작품 포장 성능실험(그림 85, 경기도 수원시 고추와 육종 시험포장)에서 수확된 생고추 원료 및 잎, 줄기 혼합물을 시료로 사용하였다. 기계수확된 고추시료 확보가 어려운 상태라서 시료(그림 86, 표 64)를 인위적으로 고추, 잎, 가지 등을 각각 82.8%, 9.6%, 8.2% 일정한 비율로 혼합하였으며 1회 공급되는 무게는 7,300g였다. 시료 공급은 수작업으로 하였으며 투입 횟수는 3회였다. Cleaning card 이물질 선별장치의 구동모터 회전속도는 35 rpm이며 시료 이송시간은 50 sec 였다. Cleaning card 이물질 선별장치의 선별부를 그림 87과 같이 잎, 고추, 줄기 등의 3단계로 구분하여 각 단계별 각각의 선별률을 무게 기준으로 측정하였다.



그림 85. 고추수확기 시작품 포장 성능실험(2015. 10. 14)



그림 86. 기계수확된 생고추 원료 혼합물 시료

표 64. 기계수확된 생고추 원료 혼합물 시료 조성비

고추(g)	%	잎(g)	%	가지 (g)	%	전체(g)	%
6,000	82.2	700	9.6	600	8.2	7,300	100.0



그림 87. Cleaning card를 이용한 생고추 원료 이물질 선별 실험

(나) 결과 및 고찰

Cleaning card를 이용한 생고추 원료 선별장치 성능실험 결과는 표 65와 같다. 실험과정의 동영상(<https://youtu.be/Bnkcck1BYSc>)은 Youtube에 업로드되어있다. 단계별 선별 상태를 보면 생고추 시료는 선별장치 투입초기인 1단계에서 0%, 고추선별 2단계에서 86.8%, 줄기선별 3단계에서는 13.2%였다. 기계수확시 혼입되는 줄기 및 가지 부분 선별 상태를 보면 1, 2, 3 단계에서 각각 0%, 41.7%, 58.3%로서 2단계 고추 선별부분에 고추줄기 및 작은 가지 부분의 혼입률이 높게 나타났다. 잎 부분의 선별상태를 보면 1, 2, 3 단계에서 각각 71.0%, 11.7%, 17.4%로 나타났다. 잎 선별의 경우 cleaning card 선별장치 2단계 부분에 하부선별용 송풍장치를 설치하고 외부 집진 싸이클론을 설치하면 2, 3 단계의 잎 혼입률은 크게 개선될 것으로 생각된다. 앞으로 3차 고추수확기 시작품의 수확작업시 생고추 원료 혼합물을 다량 확보하여 cleaning card 설치 간격 조절, 송풍장치 설치 등으로 1차년도 시작품의 선별성능 개선 실험을 수행하여 단계별 선별률을 향상 시키고자 한다.

표 65. Cleaning card를 이용한 생고추 원료 선별장치 성능실험 결과

구분	1회				2회				3회			
	고추(g)	가지(g)	잎(g)	전체(g)	고추(g)	가지(g)	잎(g)	전체(g)	고추(g)	가지(g)	잎(g)	전체(g)
1단계	0	0	450	450	0	0	465	465	0	0	575	575
2단계	5,350	260	110	5,720	5,070	210	20	5,300	5,200	280	115	5,595
3단계	650	340	140	1,130	930	390	215	1,535	800	320	10	1,130
계	6,000	600	700	7,300	6,000	600	700	7,300	6,000	600	700	7,300

구분	고추		가지		잎		전체	
	무게(g)	비율(%)	무게(g)	비율(%)	무게(g)	비율(%)	무게(g)	비율(%)
1단계	0.0	0.0	0.0	0.0	496.7±68.3	71.0	496.7±68.3	6.8
2단계	5,206.7±140.1	86.8	250.0±36.1	41.7	81.7±53.5	11.7	5,538.3±215.7	75.9
3단계	793.3±140.1	13.2	350.0±36.1	58.3	121.7±24.8	17.4	1,265.0±233.8	17.3

다. 생고추 원료의 색상 숙성도 및 크기 선별 기술 개발

1) 영상처리방식 고추선별부 2차 시작품의 구성

자주식 고추수확기계로 수확된 고추는 선별되지 않은 다양한 고추와 이물질을 포함하고 있다. 고추 또한, 홍과와 청과를 포함하여 수확이 된다. 수확된 홍과와 청과는 색상선별을 하여

고추가공용 홍과와 유통용 청과로 구분할 수 있다. 또한, 크기를 구분하여 고추 꼭지제거의 효율성 증대에 기여할 수 있다. 이를 위하여 영상처리방식 고추선별부를 개발하게 된다.

영상처리방식 고추선별장치 개발을 위하여 여러 요소 장치를 개발하게 된다. 각각의 장치는 고추라는 특성을 감안하여 설계 개발하였으며 1차년도에의 경우 정렬장치에서 바로 선별이 가능하게 하고 파괴된 고추의 특성을 감안하여 공압보다는 솔레노이드의 리젝터형에 대한 개발이 이루어진 반면 2차년도는 솔레노이드식의 리젝터 막힘 현상 등을 고려하여 공압방식으로 개선하여 개발하였다. 또한, 2차년도의 경우 압축인장식의 두께에 대해서 고려해야할 필요성이 있어 두께 선별이 가능하도록 프로그램을 조정하였다. 따라서, 영상선별에 의해 가능한 인자는 색상에 의한 숙성도 및 압축인장의 효율성을 위한 두께이다.

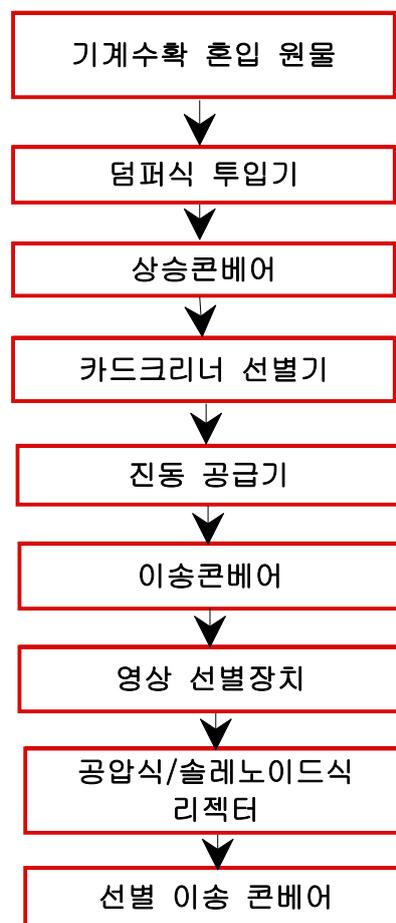


그림 88. 영상처리 장치 시스템의 흐름도

(가) 고추 정량 공급장치 설계

정량 공급은 선별 및 꼭지 제거장치의 물량과 정확도를 결정하는 매우 중요한 장치로써 투입량이 변하더라도 일정량을 공급할 수 있는 능력을 갖춰야 한다. 특히 많은 물량이 한번에 공급되면 선별/제거부 쪽에서 문제가 일어날 수 있으므로 일정 크기의 버퍼를 확보해서 갑작스

런 투입량 변화에 대응할 수 있어야 한다. 기본적으로 광폭의 이송 벨트에 균일하게 공급하기 위한 좌우 분배 장치가 구비되어야 하고 일정량 이상이 올라갈 경우 이를 방지할 수 있는 경사 컨베이어가 도입되어야 한다. 이러한 개념을 바탕으로 설계가 되어야 한다.

1차년도에의 경우 상승 컨베이어의 호퍼방식까지 설계되었으나 2차년도에의 경우 덤핑 방식을 추가하여 설계하였다. 이 방식은 국내의 선별장에서 사용 가능한 방식으로 하여 상용화가 가능하도록 하였다.



그림 89. 고추공급장치 호퍼 컨베이어(1차년도설계)



그림 90. 고추공급장치 덤핑 공급장치
설계(2차년도설계)

(나) 고추 정렬장치 개발

정렬부는 고추가 하나씩 공급되게 하는 장치로써 일정량이 공급되더라도 고추의 물리적 특성상 붙어가는 현상을 막을 수는 없으므로 이를 풀어주는 장치이다. 또한 고추를 길이 방향으로 정렬하여 선별후 리젝터에서 정확하게 선별이 될 수 있도록 자세를 잡아주는 역할도 수행한다. 압축인장 장치에서 개발한 진동공급기를 사용하였다.

(다) 리젝터부 개발

이송 상태의 고추에서 청고추와 홍고추를 선별하거나 두께의 문턱값에 대하여 분리하여 다른 통로로 이송시키는 역할을 수행한다. 이송중인 상태의 고추에 대해 작동해야 하므로 고속으로 작동되어야 하며 정확하게 청고추나 두께 문턱값에 대하여 분리해내야 한다. 1차년도에 솔레노이드 방식의 리젝터의 경우 마모와 방수 구조 및 통로에 고추 쌓임현상등의 단점이 있었다. 이러한 점을 개선하기 위하여 2차년도 시작품에는 공압 방식을 사용하여 이동경로를 바꿔주는 방식을 채택하여 개발하였다. 이때 공압의 세기 등의 조절을 위하여 다수개의 노즐을 사용할 필요가 있다. 솔레노이드의 경우 에어 방식대비 에어 생성 장치 컴프레서 및 부대장치의 구성이 필요없게 되어 공간 및 비용 절약을 할 수 있는 장점이 있는 반면 공압의 경우 기계적인 구조의 단점을 극복할 수 있어 고추 등에 자주 사용하는 방식이다.

사용된 공압 솔레노이드의 경우 아래와 같은 사양을 갖도록 하였다.

The VQ20/30 series is a pilot operated, two port multi-media valve. The series is compact and lightweight with a large flow capacity. The VQ20/30s long life, high speed coil (up to 20 million cycles at 100cps for pneumatic use) along with its all plastic construction, make it an excellent choice for those who want high performance at a lower cost.

- Fluid: Air/inert gas
- Operating pressure range: 0.01-0.6MPa
- Effective area (Cv/effective orifice): 7.2mm² -17.5mm² (0.4"/3-1"/4.8)
- Coil rated voltage: 12, 24VDC; 100, 110, 200VAC
- Response time: 5ms or less (VQ20); 20ms or less (VQ30)
- Ambient/fluid temp: -10 to 50C

이때 고속 처리를 위하여 20ms 이하의 운전속도를 보임을 알 수 있다.

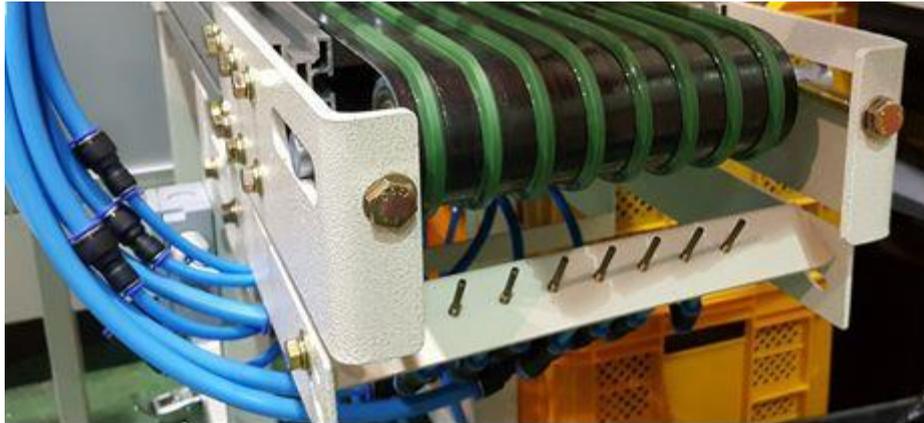


그림 91. 색상 크기 선별부의 에어 배출 방식 2차 시작품

(라) 카메라 검사부 개발

고추의 홍과 청과 및 두께를 구분하여 정확하게 판정하는 장치로써 카메라 센서와 조명 및 각종 광학부로 구성하게 된다. 카메라는 칼라CCD를 사용하였고, 카메라와 컴퓨터의 인터페이스로 범용적인 알고리즘 개발을 위하여 상용화된 프레임그래버를 장착 하였다. 광원은 3과장의 형광등 램프를 사용하였으나, 3차년도의 경우 LED를 사용하여 변경할 계획이다.

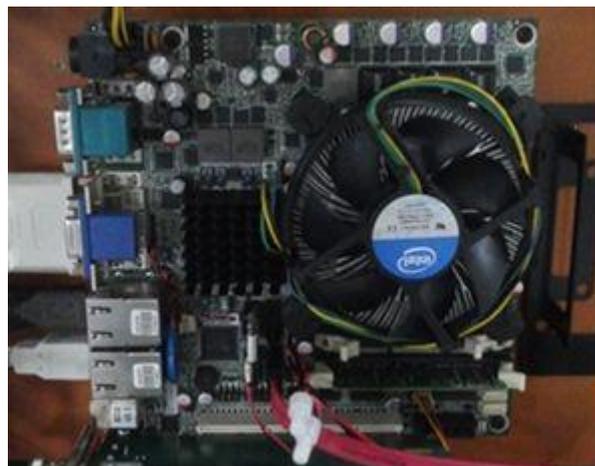
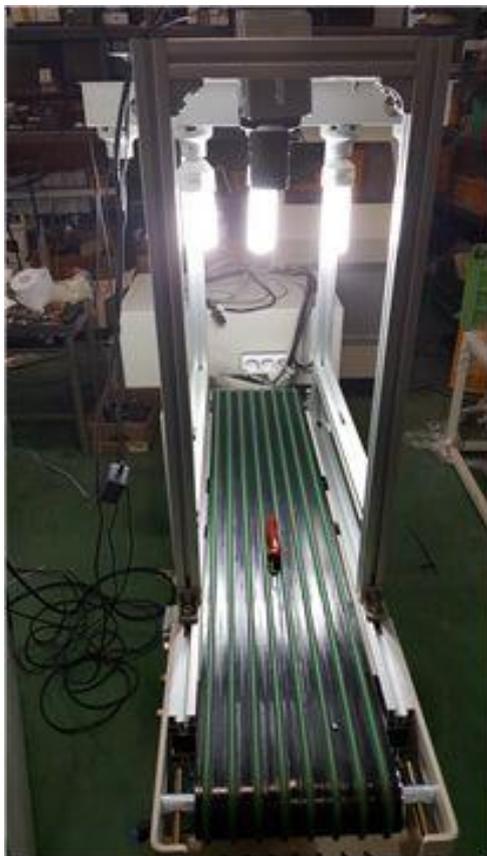


그림 92. 카메라 장치 및 제어 PC 부

(마) 영상처리 알고리즘 및 소프트웨어 개발

컴퓨터 비전 시스템을 구동하기 위한 소프트웨어를 개발하였다. 개발한 소프트웨어는 윈도우 기반의 사용자 인터페이스를 갖도록 하였고 간단한 마우스 조작만으로 검사 프로그램을 구동할 수 있게 하였다.

1차년도는 색상(숙성도)위주의 선별을 할 수 있었다면 2차년도는 두께에 대한 선별을 할 수 있도록 구성하였다. 선별 속도는 1영상에 대하여 100ms이하의 속도를 갖도록 하였다. 평균적으로 50ms의 계산 속도를 나타냈다.

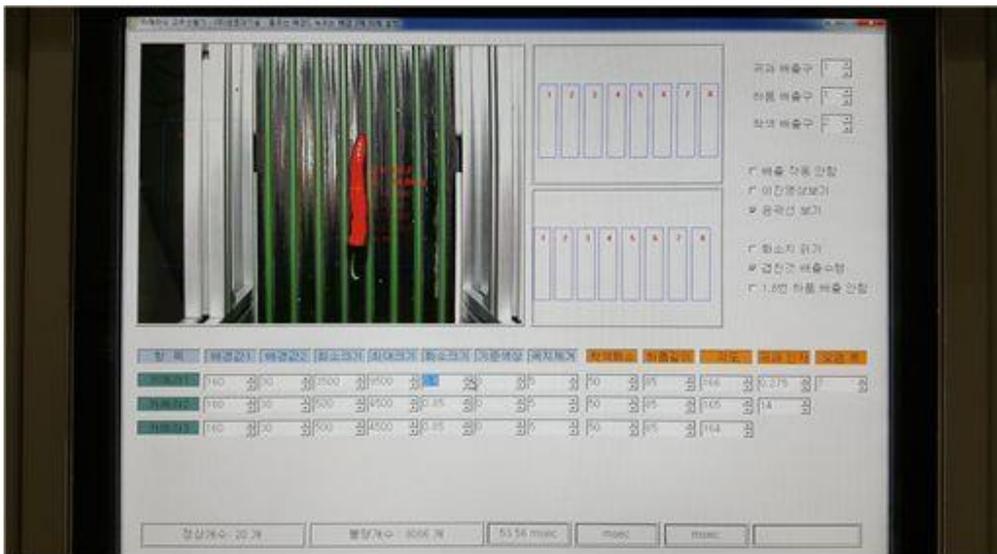


그림 93. 생고추 선별 알고리즘 개발

(바) 장치 제어부 개발

카메라 장비에 의해 판정된 꼭지 위치 정보는 통신 포트를 통하여 솔레노이드 제어용 PLC에 입력되게 하였다. 고속의 리젝터 작동을 위해서 일반적인 릴레이 구동보다는 무접점 릴레이(SSR) 구동을 선택하였으며 설치 공간의 최소화를 위해 블록형 SSR 모듈을 선정하였다.



그림 94. 생고추 선별 제어부 개발

2) 영상처리방식 고추선별부 2차 시작품의 성능실험

컴퓨터의 계산 성능은 최근 들어 더욱 증가되어서 고속의 연산이 가능해져서 단시간에 많은 수량의 처리가 가능해졌으며 1차년도에 사용한 솔레노이드식의 기계적 단점 및 막힘 현상을 보완하기 위해 일반적으로 많이 사용되고 있는 공압식 방식을 채택하여 영상 선별기를 개발하게 되었다. 공압식의 경우 에어 컴프레서등의 주변장치를 요구한다.

홍고추는 고속으로 움직여도 5채널만으로도 충분히 많은 양을 처리할 수 있었으며 선별기는 한 대의 카메라와 한 대의 프레임그래버 그리고 한 대의 PC로 컨트롤러 구성이 가능하여 시험하였다. 고추 1개 평균 20g 무게 및 길이 250mm로 했을 때 컨베이어의 속도 18m/min으로 하게 되면 $18000/250 = 72$ 개/분이며 8채널의 경우 34,560개/hr(8채널)이므로 690kg/hr의 성능이 계산됨을 알 수 있다. 투입 공급량의 효율 및 기계적 효율 등을 고려하게 되면 8채널의 3개 넓이의 공급부가 확보되어야 함을 당사의 기존 선별기에서 알 수 있어 실제 사용상에서는 8채널 3기가 필요하다. 따라서, 이론적이고 실험실 적인 계산 대비 3배의 장치가 필요하며, 3차년도에는 3개의 장치가 통합된 장치 시작품을 제작할 계획이다.

2차년도의 경우 두께 선별을 위주로 하였으며 1, 2 차년도에 색상의 경우 90% 이상의 정확도로 선별이 가능함을 알 수 있었다. 2차년도의 크기선별의 경우 두께 실험의 결과 83%이상의 정확도를 보이고 있다. 두께의 경우 길이와 대비하여 정밀한 해상도와 자세를 요구하고 있으며 이를 위하여 고가의 카메라를 사용해야 하나 압축인장에 사용할 경우 더 이상 정밀성을 요구할 필요는 없다고 보여 고가의 카메라를 사용할 필요가 없이 원가 절감의 효과에서 현재

의 효율로도 충분할 것으로 보인다.

표 66. 영상식 고추의 두께 선별 실험

두께	20mm 이하		20mm이상		합계	
정상선별	578	78%	1138	86%	1716	83%
비정상선별	163	22%	192	14%	355	17%
	741		1330		2071	



그림 95. 영상식 고추의 두께 선별 실험

본 과제를 수행하면서 8채널 낙하식 1대를 개발 및 제작하였다. 낙하식이 비교적 처리량이 많으며 선별 정확도가 높다는 장점이 있다. 한편 다량의 고추를 선별하기 위해서는 채널의 확장이 요구되는데 여기에는 필수적으로 카메라의 확장이 따르게 된다. 이 경우 카메라와 카메라를 서로 일치시키는 과정이 필요하며 이에 대한 자동화 소프트웨어 개발을 하였다.

라. 생고추 원료의 꼭지제거 기술 개발

1) 압축인장식 고추꼭지제거 장치 개발

(1) 압축인장식 고추꼭지제거 장치 2차 시작품의 구성

기계수확후 고추종합처리장 또는 산지 농산물 집하장으로 입고되는 생고추 원료는 일차로 고추줄기 및 잎을 선별후 고추꼭지제거장치로 이송된다. 생고추 원료를 균일하게 공급하기 위하여 원료이송 콘베어, cleaning card 이송장치, 진동 공급기 등이 설치되었으며 고추과피와 꼭지접합부를 일정한 압력 깊이로 압축 후 과피와 꼭지 부분에 압축 인장력을 가하여 쉽게 과피에서 고추꼭지를 제거하는 생고추 압축롤러 및 압축인장 실리콘롤 조합를 통과하면서 고추과피에서 꼭지를 제거한다. 그림 96은 생고추 원료의 압축인장식 고추꼭지제거 장치 2차 시작품의 개략도이며 그림 97은 시작품 모습이다. 전체 설치 규격은 7,320(L)×1,030(W)×2,100(H) mm이며 총 소요동력은 6 hp이며 전원 AC 220V 였다.

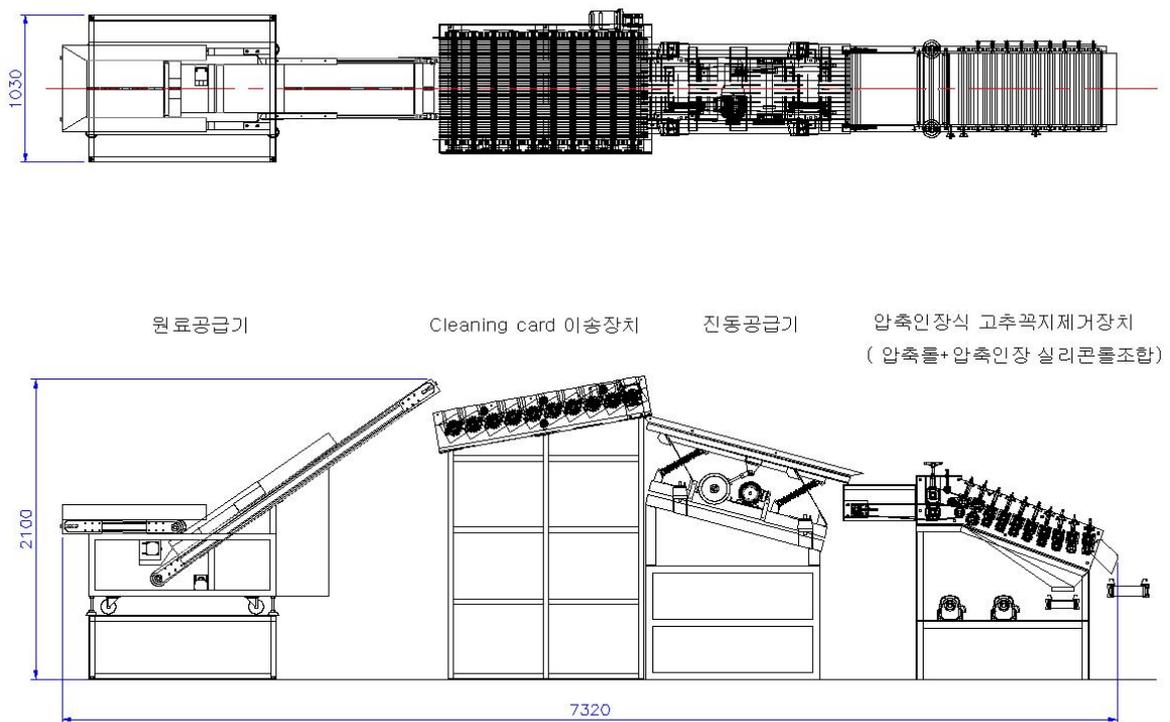


그림 96. 생고추 원료의 압축인장식 고추꼭지제거 장치 2차 시작품 개략도



그림 97. 생고추 원료의 압축인장식 고추꼭지제거 장치 2차 시작품(2016. 4)

(2) 생고추 원료의 균일 공급 장치 2차 시작품

(가) 원료 공급 콘베어

그림 98은 생고추 원료의 공급장치 2차 시작품의 개략도이며 그림 99는 제작된 모습이다. 장치의 크기는 2,620(L)×650(W)×1,650(H) mm 이며, 원료흡퍼, 수평 및 수직 벨트 콘베어로 구성되었다. 벨트 콘베어에는 생고추 시료가 적재될 수 있도록 안내판이 설치되어 있다. 벨트 이송 속도 조절장치가 부착되어 있으며 소요마력은 1/4 hp이다. 생고추 원료 공급 처리량은 300 ~

500 kg/hr이다.

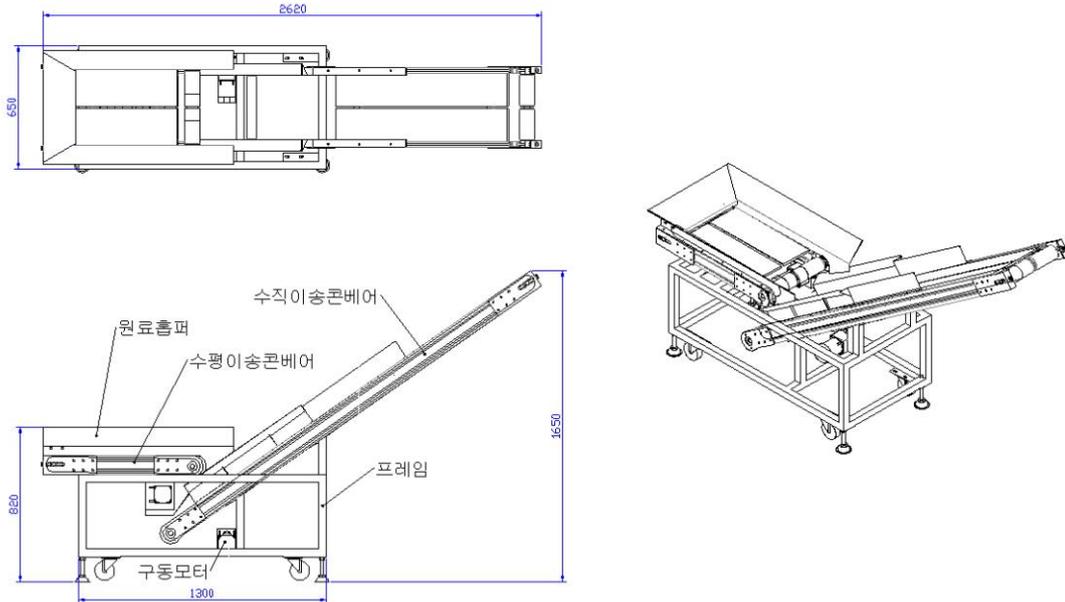


그림 98. 원료 공급 콘베어 2차 시작품의 개략도



그림 99. 원료 공급 콘베어 2차 시작품

(나) Cleaning card 이송장치

원료 공급 콘베어에서 불균일한 상태로 공급되는 생고추 원료를 진동 콘베어에 균일하게 공급하기 위하여 150×150 mm 크기의 정사각형 모양의 cleaning card(그림 82 참조)를 사용하여 이송장치를 설계 제작한 것으로 1차년도 시작품과 동일하였다. 그림 100은 이것의 개략도이며 그림 101은 2차 시작품이다. 장치의 크기는 1,500(L)×900(W)×290(H) mm이며 10° 경사각으로 프레임에 설치하였다. 10개의 20×20 mm 사각봉에 각각 40개의 cleaning card를 18.0 mm 간극으로 설치하였으며 체인구동 방식이다. 구동마력은 1/2 hp이며 인버터를 이용하여 회전속도를 조절하여 생고추 시료의 이송 속도를 조절하게 하였다.

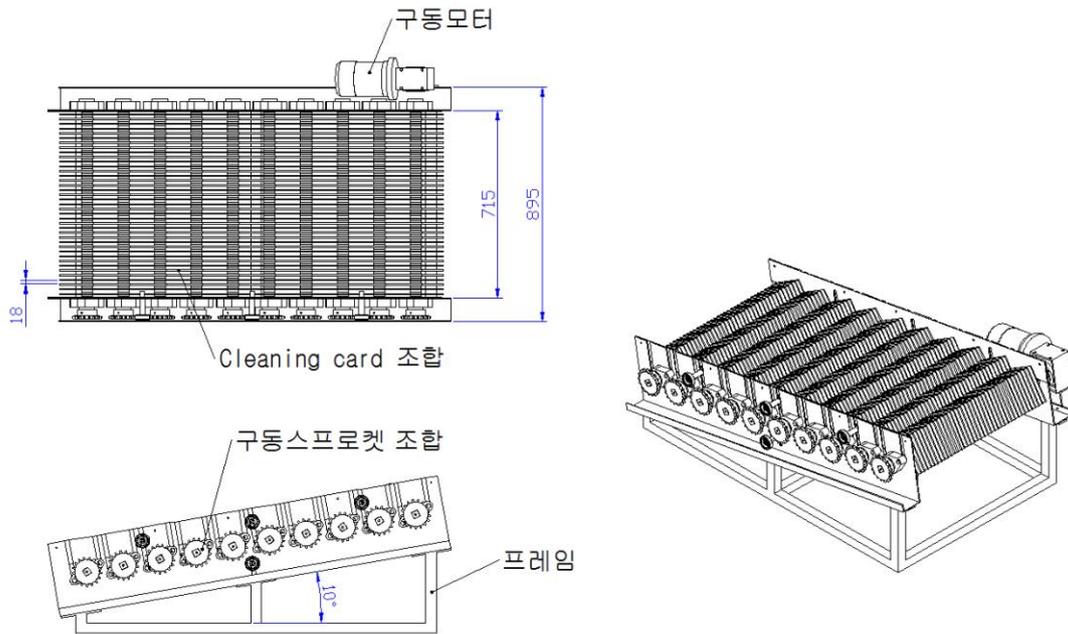


그림 100. Cleaning card 이송장치 2차 시작품 개략도

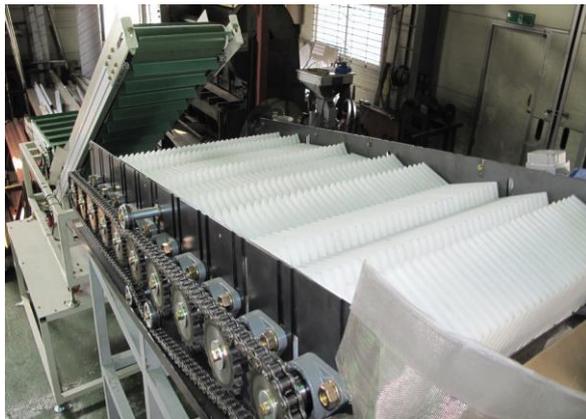


그림 101. Cleaning card 이송장치 2차 시작품

(다) 진동 공급기

Cleaning card 이송장치에서 균일하게 펼쳐진 생고추 원료가 경사진 진동 공급기에 이송되어 정렬된 상태로 고추꼭지제거장치의 압축롤 이송콘베어에 공급된다. 진동 공급기 2차 시작품은 구동모터, 굴곡진 경사판, 4개의 진동스프링, 편심된 진동 축, 원료균일덮개, 프레임 등으로 구성되었다. 크기는 1,450(L)×630(W)×1,000(H) mm이며 경사판의 굴곡은 1차 시작품의 경우 깊이와 피치는 각각 30, 60 mm 였는데 생고추 원료가 진동 경사판에서 하부로 이동시 균일한 정렬이 이루어지 않아 2차 시작품의 경우 경사판의 굴곡 깊이 및 피치를 40, 60 mm로 증가시켰다. 그리고 진동 경사판에서 생고추 원료의 정렬공급시 상호 이탈을 방지 하기 위하여 경사판위에 원료균일덮개를 2개 설치하였다. 소요동력은 1hp이며 진동축 회전 속도를 인버터로 조

절한다. 그림 102는 시작품 개략도이며 그림 103은 시작품이다.

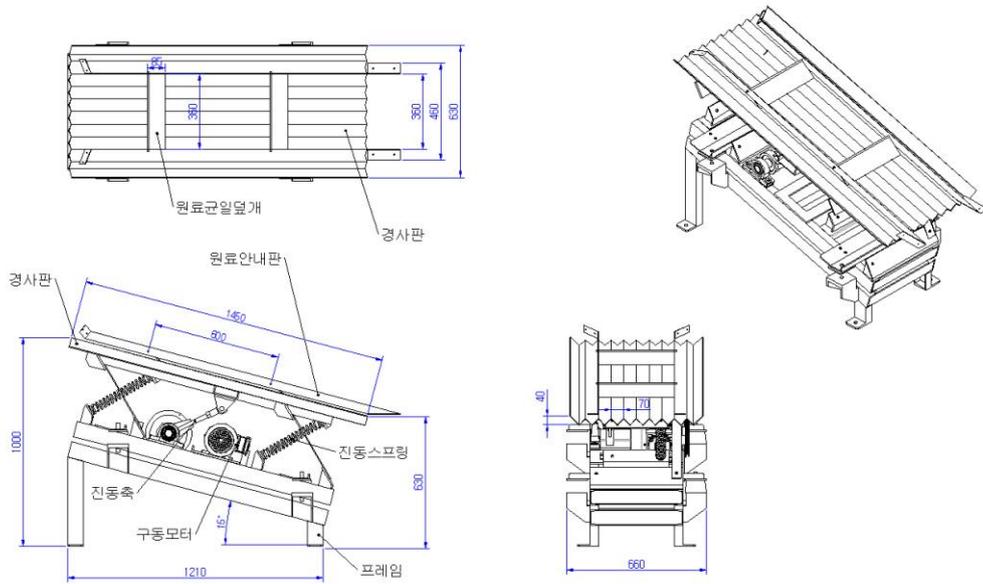


그림 102. 진동 공급기 2차 시작품 개략도



그림 103. 진동 공급기 2차 시작품

진동 공급기 2차 시작품의 시료 통과시간 및 원료공급량 측정 결과는 표 67과 같다. 진동공급기의 진동축 회전 속도가 900, 950, 1,010 rpm 일 때 시료 평균 통과속도는 각각 17.0, 16.7, 15.3 sec 였으며 이를 시간당 콩고추 원료 통과량으로 보면 각각 461.1, 471.9, 511.2 kg/hr 나타났다. 진동 공급기의 진동축 회전속도별 콩고추 시료의 이송 동영상은 Youtube(<https://youtu.be/10QLBIcmXdY>), 원료균일 덮개설치 후 시료 이송상태 동영상은 Youtube(<https://youtu.be/NCay9NeZ92s>) 에 각각 업로드되어 있다.

표 67. 진동공급기 2차 시작품의 시료 통과시간 및 원료공급량 측정

진동축 회전속도 (rpm)	통과시간(sec)			
	1회	2회	3회	평균
900	16.0	19.0	16.0	17.0
950	16.0	19.0	15.0	16.7
1,010	15.0	17.0	14.0	15.3

진동축 회전속도(rpm)	원료공급량(kg/hr)			
	1회	2회	3회	평균
900	486.7	409.9	486.7	461.1
950	486.7	409.9	519.2	471.9
1,010	519.2	458.1	556.3	511.2

(3) 생고추 원료의 압축인장식 고추꼭지제거 장치 2차 시작품

생고추 원료의 압축인장식 꼭지제거 장치 2차 시작품은 1차 시작품과 달리 압축롤 조합과 압축인장 실리콘 조합을 각각 분리하지 않고 한 개의 프레임으로 구성된다. 진동공급기에서 정렬 공급된 생고추 원료는 과피와 꼭지부분을 압축롤 조합을 이용하여 5~8 mm 깊이로 압축하여 과피와 꼭지 접합부의 조직을 파괴하여 상호 인장력을 약하게 한 다음 압축인장 실리콘롤 조합에서 과피에서 꼭지를 분리시킨다.

(가) 압축롤 및 압축인장 실리콘 조합

그림 104는 생고추 원료 꼭지제거를 위한 압축롤 및 압축인장 실리콘롤 조합 개략도를 나타낸 것이다. 압축롤 조합은 상부 및 하부 압축벨트, 2 개의 구동기어 조합, 압축깊이 조절 핸들, 구동모터, 프레임, 경사판 등으로 구성되어 있다. 소요동력은 3hp 이며 인버터를 이용하여 압축롤의 회전속도를 조절한다. 압축벨트의 폭은 압축인장실리콘롤과 같이 500mm로 1차 시작품의 350mm 보다 약 1.4배 증가시켰다. 크기는 1,200(L)×600(W)×1,430(H) mm이다.

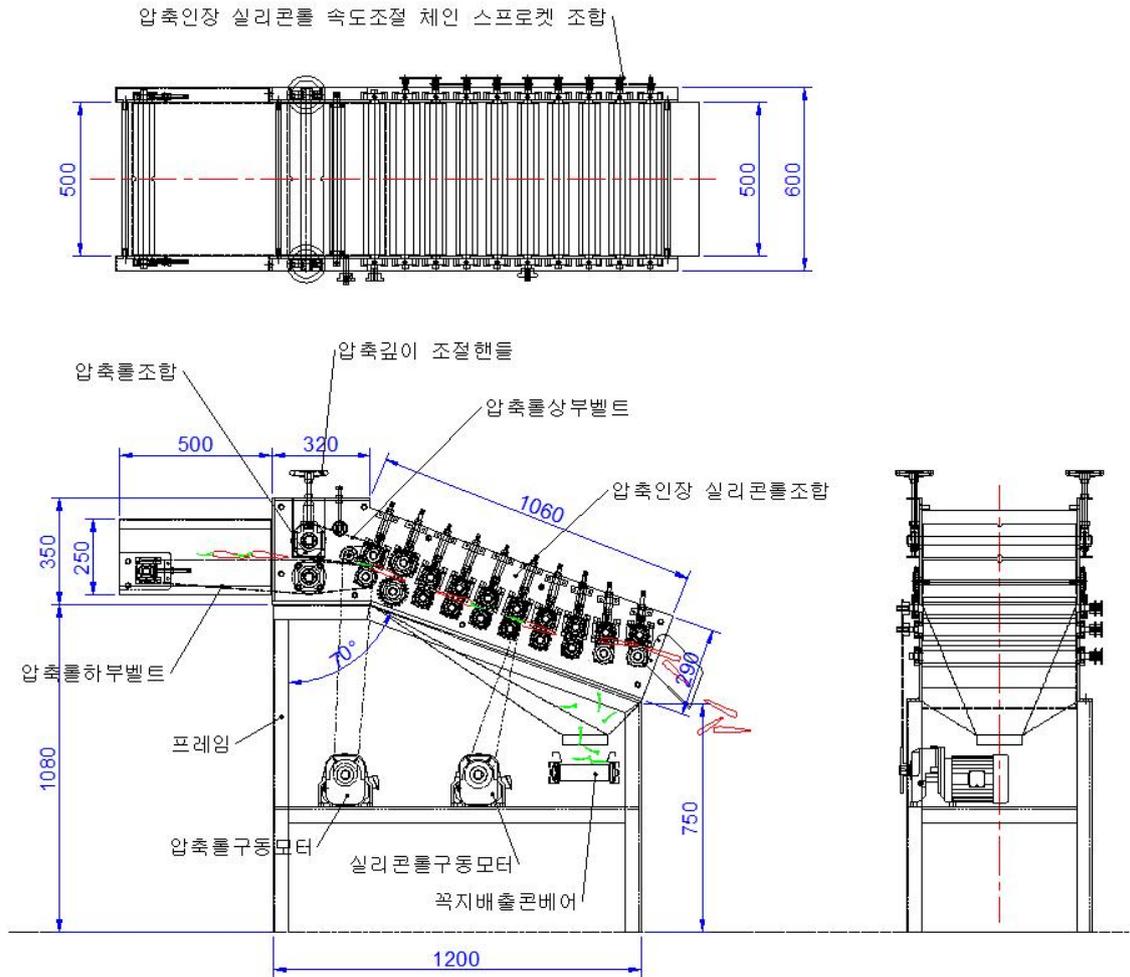


그림 104. 압축인장식 고추꼭지제거 장치 2차 시작품의 압축롤 및 실리콘롤 조합 개략도



그림 105. 압축인장식 고추꼭지제거 장치 2차 시작품의 압축롤 및 실리콘롤 조합

압축된 생고추 원료의 꼭지는 압축인장 실리콘롤 조합에서 최종적으로 과피와 꼭지가 분리된다. 이 장치는 그림 105와 106에서와 같이 1개의 생고추 원료 공급벨트, 8 개의 압축인장 실

리콘롤, 구동모터, 꼭지 배출 콘베어, 프레임 등으로 구성되어 있다. 크기는 1200(L) × 530(W) × 320(H) mm이며 15°경사각으로 설치되었다. 압축인장 실리콘롤 형상은 그림 107과 같다. 0축은 직경 $\phi 100$, 내경 $\phi 60$ mm, 27개의 높이 10 mm 홈이 있으며 1번에서 5번 축은 직경 $\phi 70$, 내경 $\phi 35$ mm, 12개의 높이 10 mm 홈이 있다. 마지막 7번과 8번 축은 고무과피와 분리된 꼭지를 선별하는 역할을 하기 때문에 앞서 축과 외내경이 동일하지만 홈 부분이 없다. 압축인장 실리콘롤의 축별 회전속도 변화를 위한 스프로킷 조합은 그림 106과와 같다.

압축된 생고추 원료의 꼭지는 압축인장 실리콘롤의 1번에서 5번 축 사이에서 과피에서 분리되며 6번에서 8번 축을 통과할 때 꼭지가 선별된다. 구동축은 4번 축이며 인버터에 의한 주파수 변화에 따른 축 회전속도 변화는 표 68과 같다. 그림 109는 압축 및 압축인장 실리콘롤 조합 2차 시작품이다.

표 68. 압축인장 실리콘롤의 축별 회전속도(rpm)

인버터 (hz)	축 회전속도(rpm)								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
30	90	145	192	246	300	348	415	274	184
35	104	166	220	288	348	406	488	321	214
40	119	190	254	330	394	465	554	368	245
45	133	214	288	370	442	524	624	414	276

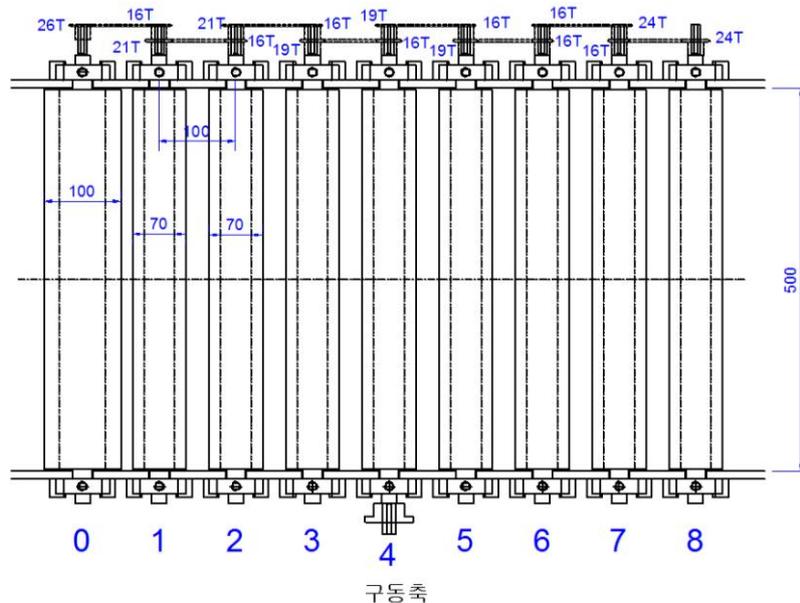


그림 106. 압축인장 실리콘롤의 축별 회전속도 조절을 위한 스프로킷 조합(구동축 4번)

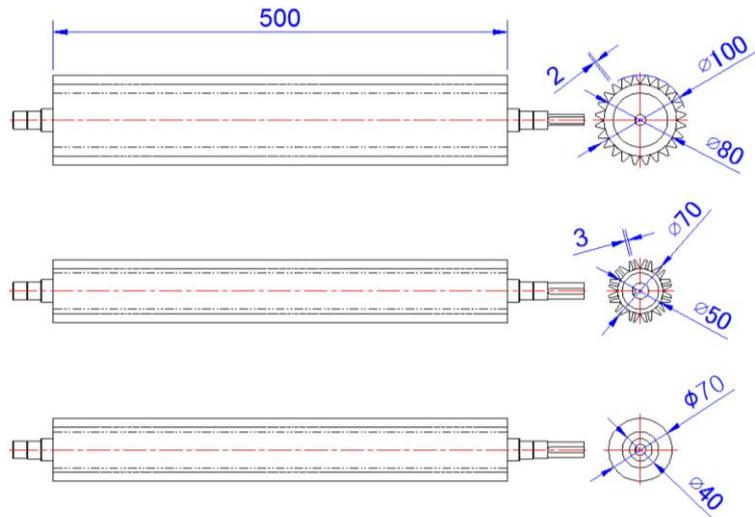


그림 107. 압축인장 실리콘롤 형상 개략도

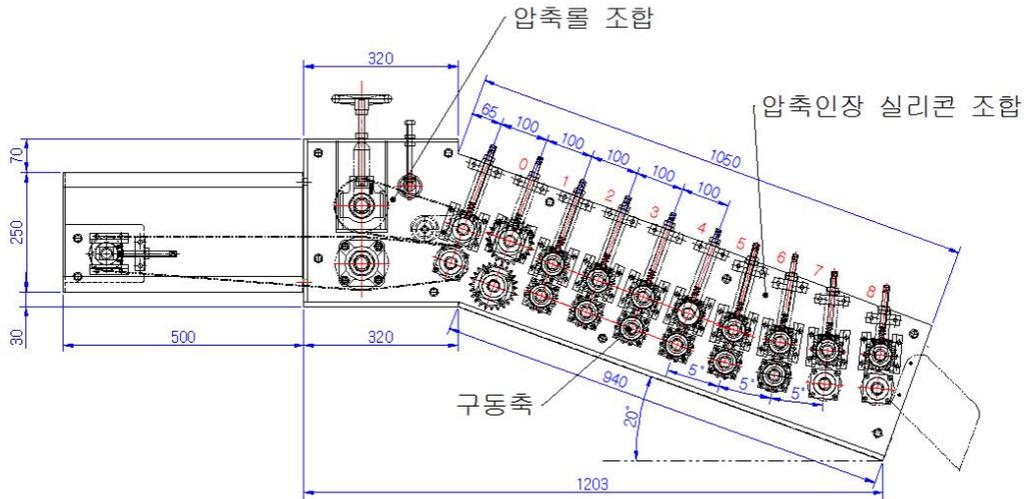


그림 108. 압축인장 실리콘롤 조합 2차 시작품 개략도

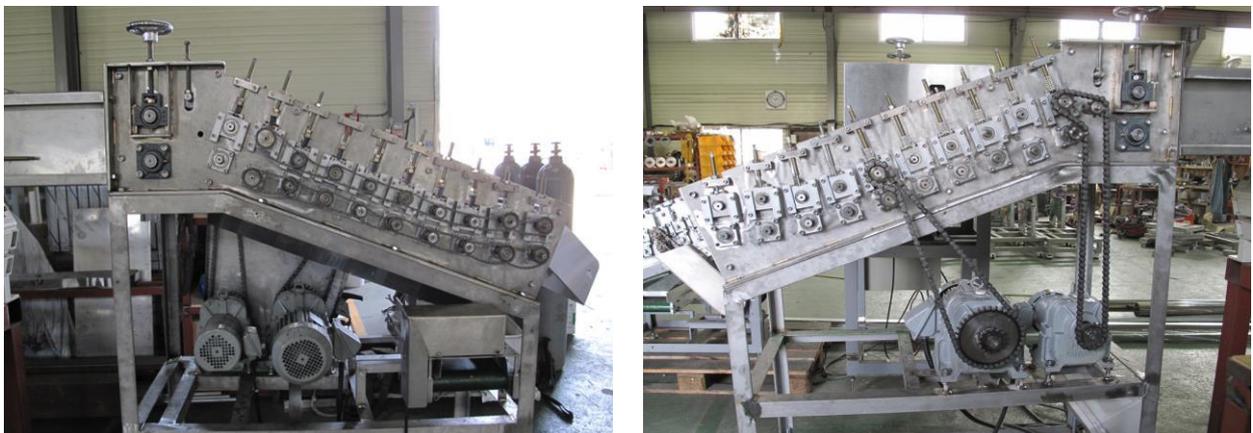


그림 109. 압축인장 실리콘롤 조합 2차 시작품

(4) 생고추 원료의 고추꼭지제거 2차 시작품의 성능 실험 및 개선 방안

(가) 압축률의 압축깊이에 따른 생고추 원료의 꼭지제거율

○ 실험 재료

2016년 4월 24일 진주 문산면 비닐하우스에서 재배된 홍고추 시료를 가락동 농산물 시장에서 구매하였다. 홍고추 시료 2kg (약 100개)를 3 반복 하여 압축률의 압축 깊이별 꼭지제거율을 구하였다. 시료의 물성 측정 결과는 표 69와 그림 110과 같다. 시료 평균 개체중량은 22.4 ± 2.2 g, 과피길이 139.9 ± 10.1 mm, 꼭지길이 43.1 ± 4.5 mm, 전체 길이 177.0 ± 11.3 mm, 과피폭은 21.0 ± 1.4 mm였다.

표 69. 홍고추 시료의 물성 측정

시료	개체중량(g)	과피길이 (mm)	꼭지길이 (mm)	전체 (mm)	과피폭 (mm)
1	24.6	133.8	38.3	172.1	19.9
2	21.6	122.9	45.9	168.8	19.9
3	22.6	128.4	41.8	170.2	21.1
4	24.6	148.1	47.6	195.7	21.8
5	24.4	146.9	41.6	188.4	22.3
6	20.9	142.5	41.3	183.7	19.8
7	20.8	125.0	52.1	177.2	22.7
8	19.6	127.7	40.5	168.1	20.7
9	25.6	141.6	44.9	186.5	22.9
10	19.5	121.8	37.3	159.1	18.8
평균	22.4 ± 2.2	133.9 ± 10.1	43.1 ± 4.5	177.0 ± 11.3	21.0 ± 1.4



그림 110. 고추 시료 외형

○ 실험 방법

압축롤의 압축 깊이를 5.0, 6.0, 8.0 mm로 변화시키면서 홍고추 시료 100개를 3반복하여 생고추 원료의 꼭지제거율을 측정하였다. 작업조건은 표 70과 같다. 실험별 꼭지가 완전 제거된 고추과피, 꼭지 미제거 고추의 개수를 측정하여 꼭지제거율을 분석하였다.

표 70. 압축롤의 압축 깊이에 따른 생고추 원료 꼭지제거율 측정 작업 조건

장치	구동축 회전속도(rpm)
원료이송 콘베어	30
cleaning card 이송장치	35
진동 공급기	850
압축롤 조합	55
압축인장 실리콘롤 조합	450

○ 실험 결과

표 71은 압축롤의 압축 깊이에 따른 생고추 원료의 꼭지 제거율을 나타낸 것이다. 압축 깊이 5.0 mm의 꼭지제거율은 81.8~87.9 % 였으며 6.0 mm 경우 70.3~78.1 %, 8.0 mm 경우 58.9~67.6 %였다. 압축깊이가 증가하면 압축롤 사이의 간극에 증가하여 홍고추 시료 과피와 꼭지 접합부에 가해지는 압축력이 적어져 꼭지제거율이 감소되는 경향을 보였다. 과피의 파쇄정도를 고려할 때 압축깊이는 6.0 mm가 적합한 것으로 생각된다. 홍고추 원료 투입량은 시간당으로

계산하면 450 kg/hr 였다.

표 71. 압축률의 압축깊이에 따른 생고추 원료의 꼭지 제거율

압축 깊이 (mm)	완전제거 (개)	미제거 (개)	전체 (개)	꼭지제거율 (%)	비고
5.0	1회	87	12	99	87.9
	2회	75	16	91	82.4
	3회	81	18	99	81.8
6.0	1회	75	21	96	78.1
	2회	76	21	97	78.4
	3회	71	30	101	70.3
8.0	1회	66	46	112	58.9
	2회	69	33	102	67.6
	3회	65	33	98	66.3

그림 111은 생고추 원료의 압축깊이에 따른 꼭지제거율 실레이며 동영상은 Youtube (<https://youtu.be/dzV0OCURpNc>)에 업로드되었다.



압축깊이 5.0 mm 꼭지제거율 87.9 %



압축깊이 6.0 mm 꼭지제거율 78.1 %



압축깊이 8.0 mm 꼭지제거율 66.3%

그림 111. 압축깊이에 따른 생고추 원료의 꼭지 제거율

앞서 실험에서 압축률 조합의 회전속도가 느린 것으로 판단되어 구동모터 스프로킷의 직경을

2배로 증가시켜 압축롤 조합 회전속도를 140 rpm으로 하고 압축깊이를 7mm로 조절하여 꼭지 제거율 실험을 4회 걸쳐 수행한 결과는 표 72와 같다. 꼭지제거율은 80.0~94.0%로 크게 증가하였는데 이러한 원인은 압축롤 하부벨트 속도가 증가됨에 따라 진동공급기에서 생고추 원료 공급이 원활하여 개체간의 간격이 커져서 인장압축실리콘롤 조합에서 과피와 꼭지부분의 분리가 쉽게 이루어졌기 때문인 것으로 생각된다.

표 72. 압축롤의 압축깊이에 따른 생고추 원료의 꼭지 제거율

압축 깊이 (mm)	완전제거 (개)	미제거 (개)	전체 (개)	꼭지제거율 (%)	비고
7.0	1회	94	6	100	94.0
	2회	80	20	100	80.0
	3회	87	13	100	87.0



압축깊이 7.0 mm 꼭지제거율 94.0 %



압축깊이 7.0 mm 꼭지제거율 80.0 %



압축깊이 7.0 mm 꼭지제거율 87.3%

그림 112. 압축깊이 7mm에 따른 생고추 원료의 꼭지 제거율

(나) 압축인장 실리콘롤 회전속도에 따른 생고추 원료의 꼭지제거율

○ 실험 재료

앞서와 동일한 홍고추 시료 2kg (약 100개)를 3 반복 사용하였다.

○ 실험 방법

압축인장 실리콘 롤의 구동축(4번)의 회전속도를 인버터를 사용하여 400, 450, 500 rpm으로 변화시키면서 압축롤의 압축깊이 6mm에서 홍고추 시료 100개를 3반복하여 생고추 원료의 꼭지제거율을 측정하였다. 작업조건은 표 73과 같다. 실험별 꼭지가 완전 제거된 고추과피, 꼭지 미제거 고추의 개수를 측정하여 꼭지제거율을 분석하였다.

장치	구동축 회전속도(rpm)
원료이송 콘베어	30
cleaning card 이송장치	35
진동 공급기	850
압축롤 조합	55
압축깊이	6 mm

표 73. 압축인장 실리콘롤 회전속도에 생고추 원료 꼭지제거율 측정 작업 조건

○ 실험 결과

표 74는 압축인장 실리콘롤 구동축 회전속도에 변화에 따른 생고추 원료의 꼭지 제거율을 나타낸 것이다. 회전속도 400 rpm의 꼭지제거율은 74.3~81.0 % 였으며 450 rpm 경우 70.6~90.7 %, 500 rpm 경우 67.7~83.8 %였다. 구동축 회전속도가 450 rpm 일 때 꼭지제거율이 가장 높았으며 이보다 낮으며 실리콘롤 조합 사이에 상대 회전속도 차이가 떨어져 꼭지제거율이 감소하였으며 500 rpm의 경우 실리콘롤 조합의 회전속도가 과도하게 높아 상대 회전속도는 높으나 이송시간이 빨라 400 rpm 보다 크게 증가하지 않았다. 따라서 본 시작품의 경우 실리콘롤의 구동축 회전 속도가 450 rpm이 적합할 것으로 생각된다. 시료 공급량은 앞서와 같은 시간당으로 450 kg/hr였다.

표 74. 압축인장 실리콘롤 회전속도에 생고추 원료 꼭지제거율

구동축 회전속도 (rpm)	완전제거 (개)	미제거 (개)	전체 (개)	꼭지제거율 (%)	비고
400	1회	75	24	99	75.8
	2회	75	26	101	74.3
	3회	81	19	100	81.0
450	1회	98	10	108	90.7
	2회	81	18	99	81.8
	3회	72	30	102	70.6
500	1회	83	16	99	83.8
	2회	77	27	104	74.0
	3회	63	30	93	67.7

그림 113은 압축인장 실리콘롤 회전속도에 따른 꼭지제거율 실례이며 동영상은 Youtube (<https://youtu.be/1c0yAofal4Y>)에 업로드되었다.



구동축 회전속도 400 rpm 꼭지제거율 81.0 %



구동축 회전속도 450 rpm 꼭지제거율 90.7 %



구동축 회전속도 500 rpm 꼭지제거율 83.8 %

그림 113. 압축깊이 7mm에 따른 생고추 원료의 꼭지 제거율

(5) 생고추 원료의 꼭지제거 장치 2차 시작품 개선 방안

(가) 원료 공급 콘베어

2차년도 생고추 원료 공급 콘베어의 원료 흡퍼의 용량과 수평, 수직 원료 이송콘베어의 폭을 증대시켜 실제 고추종합처리장에 설치하였을 때 시료 공급을 원활하게 하여야 한다.

(나) Cleaning card 이송 장치

생고추 원료의 균일 공급에 주요한 역할을 하는 cleaning card 이송장치 2차 시작품은 별크한 상태로 공급되는 생고추 원료를 균일하게 퍼면서 이송하는 성능이 우수하고 현재 규모로 원료 이송량이 500~600 kg/hr 수준에 달하고 있다.

(다) 진동 공급기

Cleaning card 이송 장치에서 공급되는 생고추 원료가 외부로 이탈하지 않고 골곡진 경사판 내로 쉽게 이송되도록 현행 원료균일덮개의 형상과 적정 위치를 보완하여 생고추 원료의 정렬 이송이 원활하도록 한다..

(라) 압축롤 및 압축인장 실리콘 조합

압축식 생고추 원료 꼭지제거 장치에 가장 핵심적인 역할을 하는 것이 원료를 일정한 깊이로 압축하는 장치이다. 2차 시작품에서 실리콘롤 폭을 500 mm로 증가하였지만 최대 처리용량이 평균 450kg/hr 수준이다. 생고추 원료의 꼭지제거 처리량을 시간당 500 kg/hr으로 증대하기 위한 전반적인 설계방안을 검토할 계획이다. 그리고 꼭지제거율이 평균 90% 이상이 되도록 압축인장 실리콘롤 조합의 간극, 롤 형상, 압축스프링 등의 설계 요인을 분석하여 새로운 최종 시작품을 설계 제작할 예정이다.

(바) 고추과피 및 꼭지 선별 방법 연구

압축인장 실리콘롤 조합을 거쳐서 꼭지가 제거된 고추과피가 외부로 배출되는 과정에 분리된 꼭지가 일부 혼합되고 있다. 이러한 꼭지들을 실리콘롤 조합 배출구에 별도의 선별장치를 설치할 필요가 있다. 현재 카메라 이미지 센서와 공기 노즐을 이용하는 방법이 검토되고 있지만 일차적으로 간극 롤(gap roll) 이송 콘베어를 설치하여 과피와 꼭지의 크기 차이를 활용하여 꼭지를 분리하는 방법을 검토하고 있다.

2) 영상처리 · 절단식 고추꼭지제거 장치 개발

(1) 고추꼭지제거부 2차 시작품의 구성

압축인장식 고추꼭지 제거장치 이후 미제거된 고추를 상당량 제거하기 위하여 영상장치를 이용한 절단방식 고추 꼭지 제거장치 개발하였다. 각각의 장치는 고추라는 특성을 감안하여 개발하였으며 무엇보다 현장에서 바로 활용할 장치라는 점에 착안하여 사용자가 쉽게 이용할 수 있도록 제작하였다.

대부분의 장치는 앞서의 색상선별 및 압축인장식의 장치와 유사한 장치로 구성되고 있다.



그림 114. 영상처리
절단식 고추
꼭지제거장치 흐름도

(가) 고추 정량 공급장치 설계

정량 공급은 꼭지 제거장치의 물량과 정확도를 결정하는 매우 중요한 장치로서 투입량이 변하더라도 일정량을 공급할 수 있는 능력을 갖춰야 한다. 특히 많은 물량이 한 번에 공급되면 제거부 쪽에서 문제가 일어날 수 있으므로 일정 크기의 버퍼를 확보해서 갑작스런 투입량 변화에 대응할 수 있어야 한다. 기본적으로 광폭의 이송 벨트에 균일하게 공급하기 위한 좌우 분배 장치가 구비되어야 하고 일정량 이상이 올라갈 경우 이를 방지할 수 있는 경사 컨베이어가 추가로 도입되어야 한다.

(나) 고추 정렬장치 개발

정렬부는 고추가 하나씩 공급되게 하는 장치로서 일정량이 공급되더라도 고추의 물리적 특성상 붙어가는 현상을 막을 수는 없으므로 이를 풀어주는 장치이다. 또한 고추를 길이 방향으로 정렬하여 칼날이 정확하게 꼭지만을 제거할 수 있도록 자세를 잡아주는 역할도 수행한다.

1차년도의 경우 편심회전식진동피더의 속도를 측정된 결과 15cm의 고추가 1.4m를 이동하는 데 10초가 걸리는 것을 확인하였다. 따라서, 초당 1개의 고추를 이송할 수 있음을 알 수 있다. 반면, 압전 방식의 리니어 피더의 경우 초당 0.5개의 고추를 이송하고 있음을 보였다. 압전 방식의 경우 이동 피치를 쉽게 제어할 수 없는 단점과 장과형의 작물을 이송시키는데 한계가 있음을 보여주고 있다. 그러나, 내구성의 경우 압전방식이 유리하여 2차년도의 시작품에는 압전방식의 이송속도를 초당 1.2개로 향상 시켰다. 또한, 2차년도에는 골의 개수도 6개에서 8개로 늘려 공급 용량을 향상 시켰다.

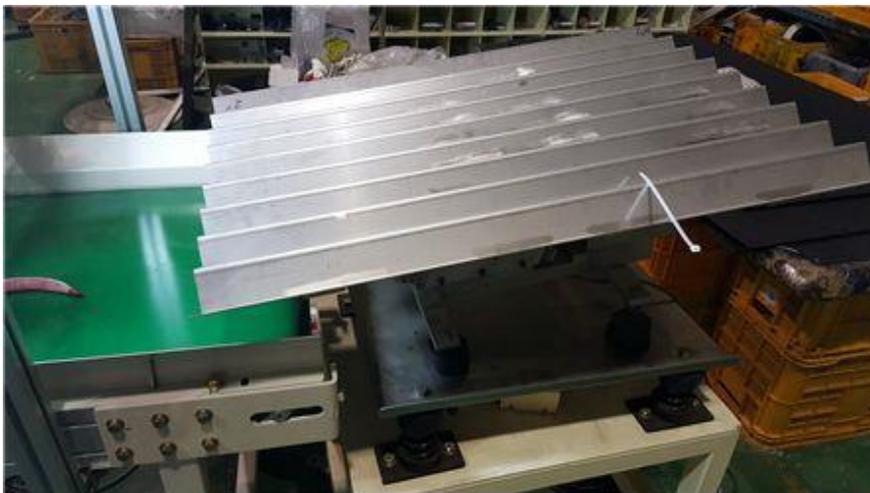


그림 115. 압전방식의 진동 공급장치 2차년도 시작품

(다) 충격식 절단부 개발

꼭지 제거장치의 핵심부로서 이송 상태의 고추에서 꼭지와 몸통을 잘라내는 역할을 수행한다. 이송중인 상태의 고추에 대해 작동해야 하므로 고속으로 작동되어야 하며 정확하게 꼭지만을 분리해내야 한다. 또한 마모를 고려하여 교환이 용이한 구조로 부착되어야 하고 절단날이 좌우로 회전하지 않도록 실린더 축이 고정되는 구조이어야 한다.

2차년도 시작품은 1차년도와 동일하게 고속에 대비하여 즉각적인 반응이 일어날 수 있도록 제작하였으며, 절단날의 경우 칼날 방식이 아닌 무딘날방식을 채택하였다. 1차년도에는 꼭지부를 넓은 범위에서 타격하기 위해 넓은 면적의 망치를 사용하여 시험하였고 시험에 따라 파괴만 되고 꼭지가 떨어지지 않는 경우가 발생하여 삼각형 머리를 가진 무딘날 형상을 개발하였다.

최종적으로 선정된 무딘날을 구동하기 위한 에어 실린더를 1대 1로 부착하였다. 장착한 에어실린더는 SMC 사에서 고속용으로 특수 가공한 것으로 작동 스트로크가 길고 고속 응답이 가능하며 작동시 축 회전이 되지 않으며 소음 방지용 패드를 부착하는 등 기존의 실린더와는 다른 방식으로 별

도로 설계하여 제작하였다.



그림 116. 구동용 고속 에어 실린더

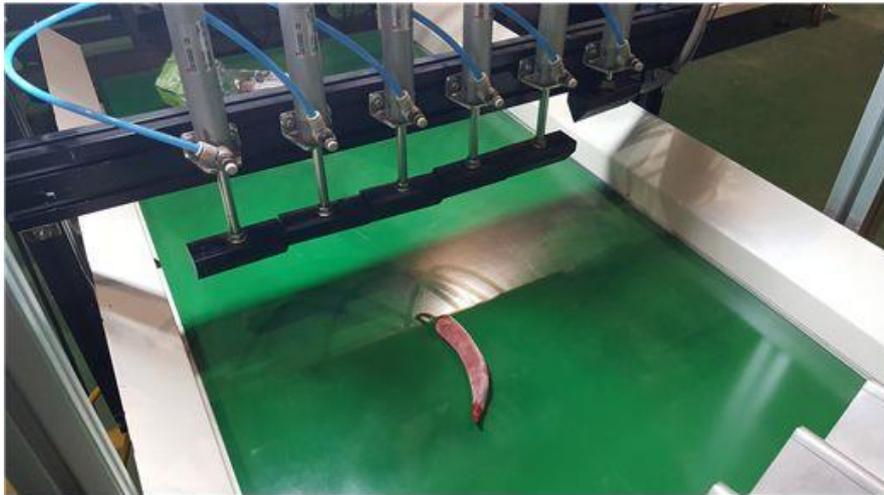


그림 117. 절단날 및 특수 고속 실린더 부

(라) 카메라 검사부 개발

고추의 꼭지와 몸통을 구분하여 정확한 절단 위치를 판정하는 설비로서 카메라 센서와 조명 및 각종 광학부로 구성하게 된다. 범용적인 알고리즘 개발을 위하여 상용화된 프레임그래버를 장착한 컴퓨터 시스템을 구축하고자 하였다.

하나의 카메라에는 8개의 채널을 부여하여 총 1대의 카메라를 장착하였다. 사용한 카메라는 컬러 CCD 를 사용하였고 composite signal을 출력하는 것으로 유효 화소수는 41만 화소였다. 이물질 방지를 위해서 야외용 카메라 하우징을 장착하였고 물체와의 거리가 변화될 가능성에 대비하여 가변 초점 렌즈 (5-15mm)를 사용하였다. 조명용 광원으로는 시중에서 구입이 용이한 3파장 컴팩트 형광등을 진행 방향으로 장착하였다. 일반적으로 컴팩트 형광등은 구입이 용이하므로 차후 광원의 수명이 마치더라도 쉽게 교체할 수 있는 장점이 있다.

한편 이를 분석할 수 있는 비전 시스템은 상용화된 프레임그래버(Matrox, Canada)를 이용한 1대의 PC 시스템을 구축하였다. 컴퓨터는 19인치 랙 장비에 설치하였고 PLC 컨트롤러와 같이 길이 2m의 랙 케이스에 장착하여 유지 관리가 편리할 수 있도록 하였다.

(마) 영상처리 알고리즘 및 소프트웨어 개발

컴퓨터 비전 시스템을 구동하기 위한 소프트웨어를 개발하였다. 개발한 소프트웨어는 윈도우

기반의 사용자 인터페이스를 갖도록 하였고 간단한 마우스 조작만으로 검사 프로그램을 구동할 수 있게 하였다.

영상에서 절단부를 측정하기 위하여 붉은색에서 벗어나는 부위를 감지할 수 있도록 하였다. 이때 영상처리 속도는 100ms 이내로 하였다.



그림 118. 꼭지 절단부 영상 알고리즘 프로그램

홍고추에서 꼭지를 인식하기 위해서 고추의 색상 변화를 기준으로 조사하였다. 고추가 길이 방향으로 공급되는 것을 전제로 한 현상 즉, 꼭지 부분은 녹색의 화소값이 높음을 의미하고 고추의 몸통 부분은 적색의 화소값이 높게 나타나는 현상을 이용하였다. 적색의 화소값이 진행 방향 위쪽에 나타날 경우에는 몸통이 앞에 있음을, 적색 화소값이 진행 방향 뒤쪽에 나타날 경우에는 몸통이 뒤에 있고 꼭지가 앞에 있는 것으로 간주하였다. 이와 같은 이송 자세에 대한 판정은 꼭지 연결 부위에 대한 오프셋 값으로 주어지고 좀 더 정확하게 꼭지를 분리해 내고자 사용되었다. 홍고추를 자주 파쇄하는 경우 붉은 계열의 색상이 컨베이어에 물들게 되는데 이를 회피하는 알고리즘을 위하여 녹색 계열을 확인하는 장치와 방법을 개발하였다.

(마) 장치 제어부 개발

고추 꼭지의 위치 정보는 직렬 통신을 통하여 PLC로 전달하였다. 이 때 이송 정보량의 크기와 처리 속도를 각 카메라마다 하나의 PLC 시스템을 구축하였다. 하나의 PLC 컨트롤러에는 직렬 통신을 위한 하나의 포트가 구비되어 있고 솔레노이드 작동을 위한 8개의 트랜지스터 출력을 보낼 수 있도록 제작되었다.

(바) 실험 및 성능 평가

생고추를 대상으로 제거 실험을 수행한 결과 제거된 비율은 64 %, 미제거 고추는 36%로 나타났다. 2차시작품의 경우 시료가 냉장보관된 상태로 꼭지가 말라있는 상태로 보이며 이로 인하여 미제거율이 1차에 비해 올라가 있는 상태가 나타났다. 이 장치는 앞서 압축식 고추꼭지제거 장치에서

꼭지가 미제거된 생고추를 사용하여 2차로 꼭지를 제거하는 실험에 적용될 예정이다. 3차년도에서는 연동하여 실험 할 수 있도록 할 예정이다.

마. 고추꼭지제거장치 해외 전문가 초빙

1) 일시 : 2016. 04. 21.

2) 장소 : (주)생명과학기술 회의실

3) 세미나 주제: Chile de-stemmer in USA(미국의 고추꼭지제거 기술 현황 및 연구동향)

발표자: Dr. Paul Funk, USDA- Agricultural Research Service, Las Cruces, NM

4) 참석자 : Dr. Paul Funk, 박재복, 김채주, 신서용 외 8명



그림 119. Dr. Paul Funk 세미나 발표 및 기술 자문

<위탁과제> 생고추 원료의 압축인장식 고추꼭지제거 장치 개발(경창기계)

그림 120은 생고추 원료 꼭지제거를 위한 압축롤 및 압축인장 실리콘롤 조합 개략도를 나타낸 것이다. 압축롤 조합은 상부 및 하부 압축벨트, 2 개의 구동기어 조합, 압축깊이 조절 핸들, 구동모터, 프레임, 경사판 등으로 구성되어 있다. 소요동력은 3hp 이며 인버터를 이용하여 압축롤의 회전속도를 조절한다. 압축벨트의 폭은 압축인장실리콘롤과 같이 500mm로 1차 시작품의 350mm 보다 약 1.4배 증가시켰다. 크기는 1,200(L)×600(W)×1,430(H) mm이다.

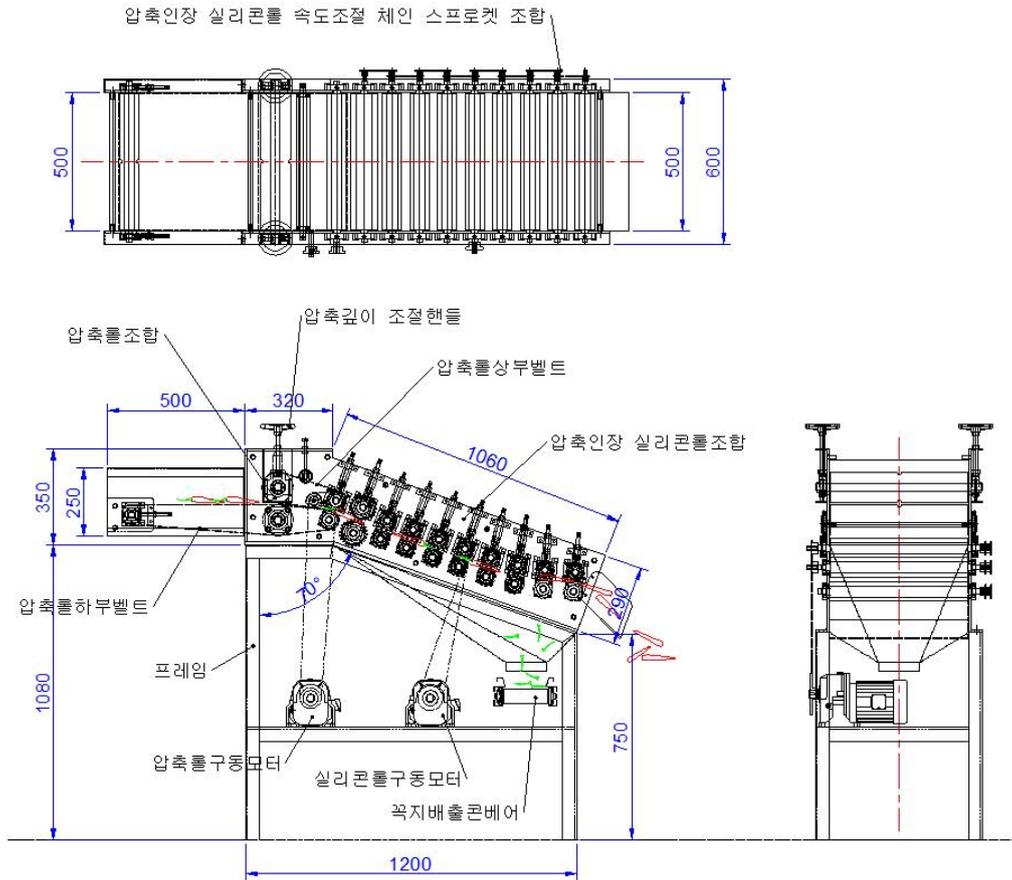


그림 120. 압축인장식 고추꼭지제거 장치 2차 시작품의 압축롤 및 실리콘롤 조합 개략도



그림 121. 압축인장식 고추꼭지제거 장치 2차 시작품의 압축롤 및 실리콘롤 조합

제 3절 자주식 고추수확기계 3차년도

□ 주관기관 : 동양물산 PILOT 설계, 개발

가. 고추 수확기 3차년도 필드 테스트 및 주요 진행 이력(2016년 8월 ~ 2017년 12월까지)

시험 일자	시험 장소	내용
2016년 9월 5일 ~ 9월 6일	농촌진흥청 국립원예특작과학원	1차 PROTO 와 2차 PROTO 비교시험
2016년 9월 7일 ~ 9월13일	청양 농가	Field Test(품종 : PR 케이스타)
2016년 9월19일 ~ 9월23일	경북 영양 고추 연구소 내 포장	Field Test (품종 : 오색명장, 비가림스피드, PR무결점, AR지 존, 청춘88, PR액션, PR전국통일, 금마루, 마니따, 21세기고추, PR행복예감, PR연속타, PR스마일)
2016년 9월29일 ~ 9월30일	전북 부안	3차년 중간 진도점검 및 정책 협의회
2016년10월 4일 ~ 10월7일	전남 농업기술원	Field Test (품종:일월산천, 대권선언, 킹스타, 생 력211)
2016년10월10일 ~ 10월11일	국립 원예특작과학원	2차 PROTO 시연회 개최(농촌진흥청장, 농림축산 식품부 식품산업정책실장 외 40명)
2016년10월12일 ~ 10월25일	국립 원예특작과학원	2차 PROTO Field Test (생력211, 적영, 흥연 외 개발 품종 10종)
2016년10월19일 ~ 10월20일	국립 원예특작과학원	농촌진흥청 차장, 전국 기술센터 발작물 담당자 등 50명 고추 수확기 시연회 개최
2016년10월26일 ~ 11월17일	국립 원예특작과학원, 농업기술실용화 재단	고추 수확기 기술검정 및 안전 검정
2016년11월 1일 ~ 11월 8일	국립 원예특작 과학원	2차 1조식 PROTO 와 2조식 PROTO Field Test 및 작업능률 시험(품종: 적영, 생력211등)
2017년 2월21일 ~ 3월30일	국립 원예특작 과학원	선별 부 요인시험 장치 Test (줄기분리장치, 롤러 베드장치, 카드클리너)
2017년 3월21일 ~ 3월30일	국립 원예특작 과학원	고추 수확기 문제점 개선 후 동계 하우스 고추 재 배에서 성능 평가(품종:AR레전드, 적영, 대권선언)
2017년 2월 1일 ~ 6월30일	동양물산 연구소, 국립 원예특작 과학원	농림축산식품부, 농촌진흥청 신기술 인증 및 현장 평가 시험
2017년 3월23일 ~ 3월24일	국립 원예특작 과학원	3차년 진도점검 및 정책 협의회, 고추수확기 및 선별장치 시연회
2017년 4월 1일 ~ 8월23일	동양물산 연구소	1조 3차년 PILOT 고추 수확기 설계, 제작, 조립
2017년 8월28일 ~ 9월 1일	전남 고흥 농가 2곳	3차년 고추 수확기 Field Test 및 시연회 [전남농업기술원, 농진청, 기술센터 50명]
2017년 9월 4일 ~ 9월 8일	전남 농업기술원	Field Test (품종: 적영, AR레전드, 생력211, 대권 선언, 일월산천)

2017년 9월11일 ~ 10월27일	영양 고추연구소 영양군 수비면 농가	영양고추 연구소 포장지 Field Test, 영양군 기술센터 계약재배 고추농가 시연회(영양군수 외30명)
2017년 9월18일 ~ 9월22일	충북 보은 농가	논 활용 고추재배 Field Test 및 시연회 (농진청, 전국기술센터 담당자 50명)
2017년 9월25일 ~ 10월13일	전북 완주 국립 원예특작 과학원	3차년 워크샵 및 정책 협의회, 고추 수확기 시연회(원예특작과학원 원장 및 40명)
2017년10월17일 ~ 10월20일	충남 청양군 농가	계약재배 농가 Field Test

※ 2016년 Field Test 종합 동영상

https://www.youtube.com/watch?v=UK_8m_iTwo&feature=youtu.be

※ 2017년 Field Test 종합 동영상

https://www.youtube.com/edit?o=U&video_id=UGdl59dRHlo

나. 고추 수확기 2016년도 필드 테스트 (2016년 8월 ~ 2016년 12월까지)

※ 모든 기계 수확시험 결과 데이터는 품종별 최소 10주 단위 또는 30 ~ 50m 구간 설정, 탈실 회전속도 별(400~700rpm), 주행속도(0.2 ~ 0.3m/s)에 따른 시험 데이터 임.

1) 2차 Proto 예비 시험 및 성능 확인

가) 시험 일자 : 2016년 9월 5일 ~ 9월 6일

나) 시험 장소 : 농촌진흥청 국립원예특작과학원 시험 포장

시험 포장의 고추 재식거리는 조간 120 cm, 주간 40 cm이며, 두둑높이는 18cm이다. 품종은 일반 농가에서 재배하고 있는 약 40가지 품종으로 구성되며, 1500주를 재배하고 있다.



그림 1. 농촌진흥청 국립원예특작과학원 포장 성능시험

다) 시험 내용

9월 5일부터 6일까지 시험포장에서 재배 중인 고추를 고추수확기계로 수확하였다. 수확 작업 중 기계의 셋팅 상태를 확인하고 이에 대해 발생하는 문제점과 개선해야 할 사항을 정리 하였다.

라) 시험 결과

1차 Proto 고추 수확기 보다 2차 Proto 고추 수확기의 성능이 50%이상 개선되었다.

성능 개선된 부분은 고추의 탈실되는 탈실부의 효과가 최대로 나타나고, 선별부의 요동과 압풍의 효율적인 밸런스가 좋아 선별률도 기존 1차 Proto 보다 30%이상 상승된 것을 확인 할 수 있었다.

2) 2차 필드 테스트

가) 시험 일자 : 2016년 9월 7일 ~ 9월 13일

나) 시험 장소 : 충남 청양군 청양읍 벽천리 348번지 이상춘 농가

다) 시험 방법

- 1차 Proto 고추 수확기 와 2차 Proto 고추 수확기의 비교시험
- 2차 Proto 고추 수확기의 탈실부 고속 카메라 촬영
- 2차 Proto 고추 수확기의 수확 성능 시험

라) 시험 요인

품종: PR-K 스타, 새 아침

작부 체계: 조건 120cm, 주간 35~40cm(인력 정식), 초장 80~120cm

1차 Proto 와 2차 Proto의 예비시험으로 기대를 품종과 작부체계에 맞춰 탈실부와 차속의 운전 등을 시험 조건에 맞춘 다음 비교 시험을 실시 하였다.

고추 수확기 필드 시험의 작업 속도는 0.2m/s 와 0.25m/s, 0.3m/s의 세 구간으로 나누고, 탈실부의 회전 속도는 400 rpm, 헬릭스와의 간격은 25mm 로 하여 한 시험당 50m를 수확하는 조건으로 2회 반복하였다.

수확 시험 전에 고추 받을 정리하고 시험 구간 전,후의 고추는 뽑아서 시험 후 결과에 미치는 영향을 최소화 하였으며 시험 구간의 지주대와 노끈을 제거한 상태에서 시험 하였다.



그림 2. 1차 Proto 시험



그림 3. 2차 Proto 시험



그림 4. 수확 후 분류 및 측정



그림 5. 탈실부 고속 촬영

마) 시험 결과

고추 수확기계의 필드 시험 결과는 아래의 표1과 같이 나타났다.

1차년도 수확기계보다 2차년도 수확기계 시험 결과가 20%정도 높게 나타나고 손실률도 낮게 나타난 것을 확인 할 수 있다.

- PR-K스타의 고추 품종 탈과력(N)이 일시 착과형 품종보다 5~10N 높게 나타남
- 가뭄으로 인하여 고추 생육이 낮고 포장지의 고추가 30% 건조된 상태
이것은 과실의 수분이 적어 탈과력이 높음으로 인해 기계 수확율이 평균 70%임
수분 많은 홍고추에서 수확율은 높아질 것으로 판단됨
- 2차년도 고추 수확 기계가 1차년 기계보다 안정되고 수확이 잘됨
- 뿌리 뽑힘이 간헐적으로 발생하는 부분을 기계적으로 보완 필요 함

1차 Proto 시험 동영상은 아래 주소와 같다.

<https://www.youtube.com/watch?v=UgLMRWrmGLQ&feature=youtu.be>

2차 Proto 시험 동영상은 아래 주소와 같다.

<https://www.youtube.com/watch?v=Bc2xjtUaJrU&feature=youtu.be>

표 1. 시험 결과 표

구 분	총 탈실률(%)		미탈실율(%)	기계 수확률(%)
	총 탈실율	손실률		
1차년도	57.8	5.5	42.2	52.3
	61.7	4.4	38.3	57.3
2차년도	75.6	2.4	24.5	73.2
	72.1	2.5	27.9	69.6

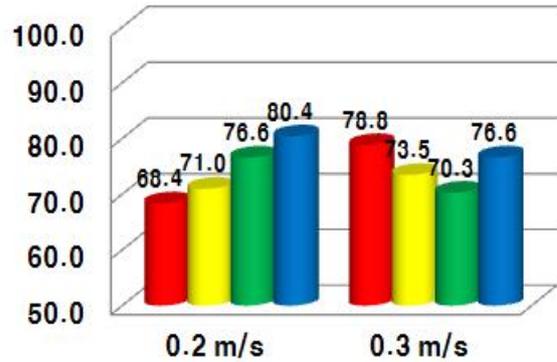
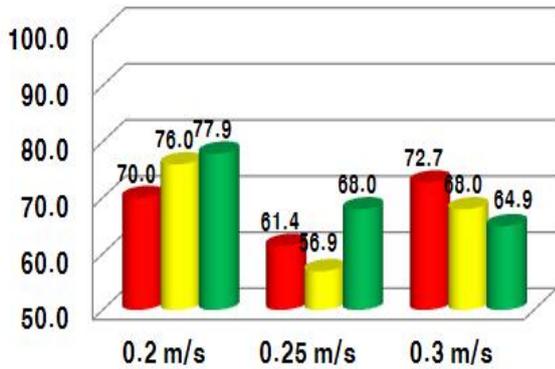


그림 6. 탈실 400rpm 주행 속도별 결과(%)

그림 7. 탈실 500rpm 주행 속도별 시험 결과(%)

3) 3차 필드 테스트

가) 시험 일자 : 2016년 9월 19일 ~ 9월 23일

나) 시험 장소 : 경북 영양군 영양고추 연구소 내 포장지

다) 시험 방법

- 시험 요인 : 품종 13수준(오색명장, 비가림스피드, PR무결점, AR지존, 청춘88, PR액션, RR전국통일, 금마루, 마니따, 21세기고추, PR행복예감, PR연속타, PR스마일)

시험방법은 2차 필드테스트와 동일하며 3중 헬릭스를 이용하여 시험하였다. 13가지 품종 중 기계화에 적합한 품종을 선정하기 위하여 품종에 따른 수확시험을 하였다. 시험 결과는 전북대학교에서 분석하였다.

- 탈실부 헬릭스 간격(15, 25mm), 헬릭스 회전속도(400, 500, 600 rpm)에서 시험하고 모든 기계의 주행속도는 0.2m/s로 시험 하였다.



그림 8. 영양 고추연구소 포장지



그림 9. 품종 별 고추 탈과력 측정



그림 10. 고추 수확기계 시험



그림 11. 고추 수확기계 시험 후 상태

라) 시험 결과

- 시험 품종마다 탈실력을 푸시풀게이지로 측정한 결과 0.17 ~ 2.23kgf의 범위로 나타났다. 기계 수확에 적합한 탈실력은 1kgf 이하일때 탈실율이 높게 나오는 것으로 시험을 통해 증명 하였다. 탈실력이 낮은 품종의 수확률을 보면 PR연속타(0.52kgf 탈실율 97.5%), 청춘88(0.54kgf 탈실율 90.9%), 오색명장(0.55kgf 탈실율 94.7%)로 나타났다.

- 헬릭스 간격별(15, 25mm) 탈실율에서는 다음과 같이 나타났다.

품종 : PR전설(25 mm) / AR지존, 청춘88(15 mm), 주행속도 0.2 m/s, 3중 헬릭스, 헬릭스 회전속도 500 rpm에서 시험결과, 25 mm보다 15 mm에서 미탈실이 감소 및 총 탈실율이 증가

※미탈실율 26.1(25 mm) → 8.6~9.1%(15 mm)

- 회전 속도별(400, 500, 600 rpm) 비교 시험에서는

품종 : 오색명장, 비가림스피드, PR무결점(400 rpm), AR지존, 청춘88, PR액션, PR전국통일, 금마루(500 rpm), 마니따, 21세기고추, PR행복예감, PR연속타, PR스마일(600 rpm)

주행속도 0.2 m/s, 3중 헬릭스, 헬릭스 간격 15mm, 총 탈실율 : 600 rpm에서 89~98%로 가장 높게 나타났으며, 400 rpm과 500 rpm에서는 유사한 결과가 나타남

미탈실율 : 600 rpm < 400 rpm < 500rpm 순으로 나타났다.

손실률 : 10~20 % 손실이 발생하였으며, 회전속도와는 관련성이 없음.

손상과율 : 탈실 고추 중 손상 고추는 회전속도와 무관하며, 1~4%로 나타남.

아래 그림은 회전 속도별 총 탈실율 과 미탈실율의 결과를 그래프로 나타낸 것이다. 단위는 %이다.

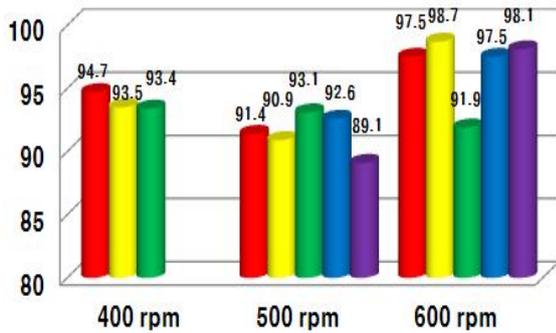


그림 12. 회전속도별 총 탈실율(%) 결과

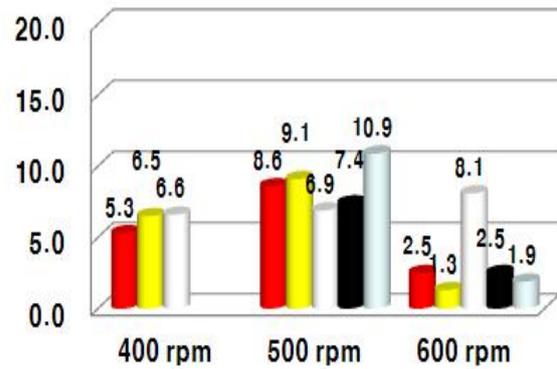


그림 13. 회전 속도별 미탈실율(%) 결과

- 참고로 두둑이 표준보다 낮고 뿌리 활착이 적어 고추의 뽑힘이 자주 일어났고, 600rpm에서 미탈실률이 낮고(1.3~8.1), 총 탈실율이 89~98%로 가장 높았다. 400과 500rpm에서는 차이가 나지 않았다. 정식 후 측지를 제거하지 않아 고추의 아래 부분에서 미탈실율이 많이 나타났다. 고추의 과실수가 품종별로 최대300개 이상 달려있어 지주대와 유인줄 제거시에 고추 쓰러짐이 발생한 것도 문제점으로 발생 되었다.

4) 4차 필드 테스트

가) 시험 일자 : 2016년 10월 04일 ~ 7일

나) 시험 장소 : 전남 농업기술원 내 ICT 포장지



그림 14. 시험 포장지 전경



그림 15. 고추 수확기 시험

다) 시험 방법

- 시험 품종 : 일월산천, 대권선언, 킹스타, 생력211

- 시험 요인 : 3중 헬릭스, 헬릭스 간격 25 mm
- 시험 조건 및 시험 방법은 전과 동일(0.2m/s, 500rpm)

1구간에 1품종씩 35m를 시험하여 품종별 탈실율, 수확률, 손실, 파손률 등을 시험 하였다. 토질이 점질토이고 비가 온 다음 시험하여 배수가 되지 않아 물이 고여있는 상태도 있었다. 최소 3회이상 반복 시험을 하여 결과 수준을 높였으며, 시험 결과 일월 산천에서 97.7%로 가장 높은 탈실율이 나타났다. 시험 결과는 아래 그래프와 같다.

8월중에 수작업으로 홍고추를 선 수확한 상태였고, 고추 쓰러짐이 빈번히 발생 하였다.

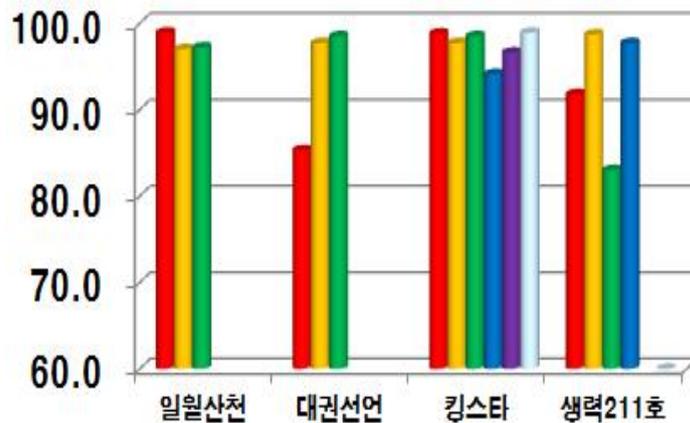


그림 16. 품종에 따른 탈실율(%) 비교 결과

5) 5차 필드 테스트 , 2조식 고추 수확기

가) 시험 일자 : 2016년 10월 12일 ~ 25일

나) 시험 장소 : 국립 원예특작 과학원내 시험 포장지



그림 17. 2조 고추 수확기계와 원예특작과학원 포장지



그림 18. 2조 고추수확기계 수확 시험

다) 시험 방법

- 시험 품종 : 적영, 생력211
- 시험 요인 : 3중 헬릭스, 헬릭스 간격 25 mm
- 시험 조건 및 시험 방법은 전과 동일(0.2m/s, 500rpm)

1구간에 1품종씩 10주를 시험하여 탈실율, 수확률, 손실, 파손률 등을 시험 하였다. 작업속도는 0.2m/s, 0.3m/s 로 하여 시험 하였고 수확 시 나타나는 문제점을 분석 하였다. 2구간을 지정하여 작업 속도별 요인시험을 진행 하였다. 시험 결과는 아래 표와 같이 나타났다. 우선 초기 밭 두둑 형성에서 굴곡이 있으면 수확기 운전이 어려운 상태가 되고, 줄기가 쓰러진 구간에서는 두 두둑중에 손실이 남을 알수 있다. 그러므로 2조 고추 수확 기계는 조간이 일정하지 않으면 운전 조작성이 어렵고, 탈실부 증상으로 고추 줄기를 넣는 것이 어려운 문제로 남아 있다. 또한 시기적으로 수확이 늦어지는 때라 고추가 마르거나 두둑간의 시료 상태차이가 심하게 나타났다.

표 2. 2조 고추 수확기의 작업 속도별 수확률 비교

작업속도(m/s)	수확률(%)	미탈실율(%)	손실률(%)
0.3	84.1	3.1	12.8
0.2	86.3	4.9	8.7

다. 고추 수확기 2017년도 요인시험 및 펠드 테스트 (2017년 1월 ~ 2017년 12월까지)

1) 선별 부 요인시험

가) 시험 일자 : 2017년 2월 21일 ~ 3월 30일

나) 시험 장소 : 동양물산 연구소

다) 시험 방법

- 시험 품종 : 하우스용 청산

- 시험 요인 : 롤러베드와 드럼형 줄기분리장치의 줄기 분리 성능 비교

롤러베드- 10rpm부터 200rpm까지 정 회전 봉과 역회전 봉의 선별능력 확인

드럼 형 - 3개의 드럼의 회전방향과 속도비에 의해 선별 능력 확인

- 시험 조건 및 시험 방법 : 고추의 줄기 달린 고추를 임의로 1개의 줄기달린 고추, 2개의 줄기달린 고추, 3개의 줄기달린 고추를 각 12set를 만들어 혼합하여 투입함.

고추 투하 시간도 차속에 비례하여 고추 3주에 기준 5초로 함.

최종 분류는 줄기 달린 고추에 시료 표시한 부분에서 탈실된 고추와 미탈실 된 고추를 계산하여 시험 함.



그림 19. 롤러 베드형 줄기분리장치



그림 20. 3단 드럼형 줄기분리 장치

롤러 베드형 줄기 분리 장치는 고추를 이송하는 목적에 큰 봉에 회전을 걸고 큰 봉 사이에 작은 봉을 중심 축 보다 낮게 하여 사이에서 역회전 하는 원리이다.

고추가 한 쪽으로 이송 하면서 작은 봉은 역 회전에 줄기와 잎이 아래로 당겨서 빠지는 선별 방법이다.

데이터 분석 방법은 최소 1개 이상 떨어진 고추를 탈실 된 것으로 정하고 탈실율 과 손상률을 비교하는 것으로 하였다.

예비 시험에서 롤러 베드형 줄기분리장치는 고추 이송에 문제점과 회전봉 사이에 고추가 끼이는 문제점이 발생하여 이것을 해결하기 위해 고무 코팅 및 봉 스크래치를 하였으나 효과가 미비하여 시험 불가로 판단하였다. 3단 드럼형 줄기 분리장치만 요인시험을 진행하기로 결정함.



그림 21. 줄기달린 고추 시료와 롤러베드 요인 시험 장치

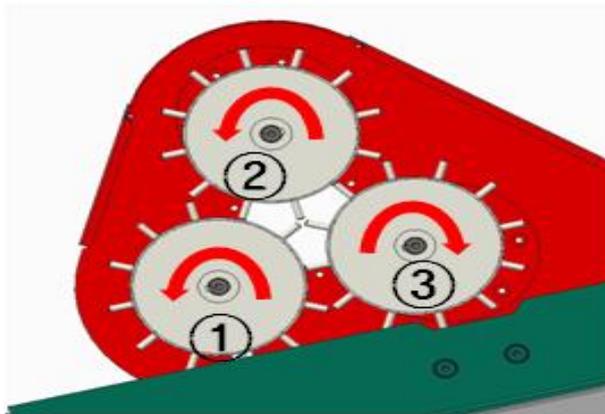


그림 22. 드럼 형 줄기분리장치 요인

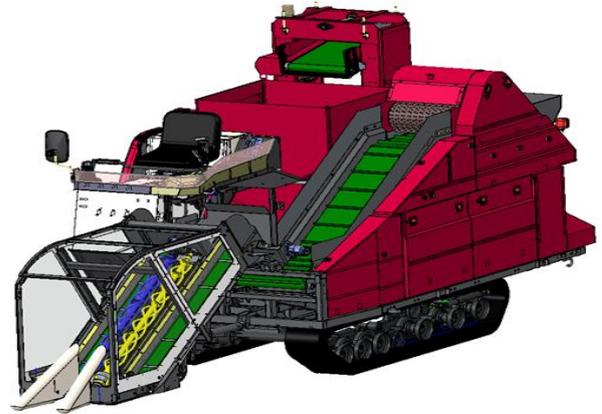


그림 23. 수확기계 적용 3D설계 적용

다) 시험 결과

- 고추의 탈실율 및 손상률은 드럼 회전속도, 드럼과 급치 사이간격의 영향을 받는 것으로 나타남.
- 드럼간 속도비 및 경사도는 영향을 주지 않음
- 드럼 형 줄기 분리장치가 롤러베드형 줄기 분리 장치보다 성능이나 효율 면에서 월등히 좋은 것으로 나타남
- 드럼 형 줄기분리 장치의 드럼 간 간격5mm, 70rpm, 경사도18도, 속도비 3:5:7 일 때 탈실율 64%, 손상률 13%로 가장 효율적인 것으로 나타남.

※ 드럼 형 줄기 분리 장치를 수확기계에 적용하고 드럼의 핀 재질을 SS400에서 브러쉬 타입으로 변경하여 수확기계에 적용하기로 결정함.

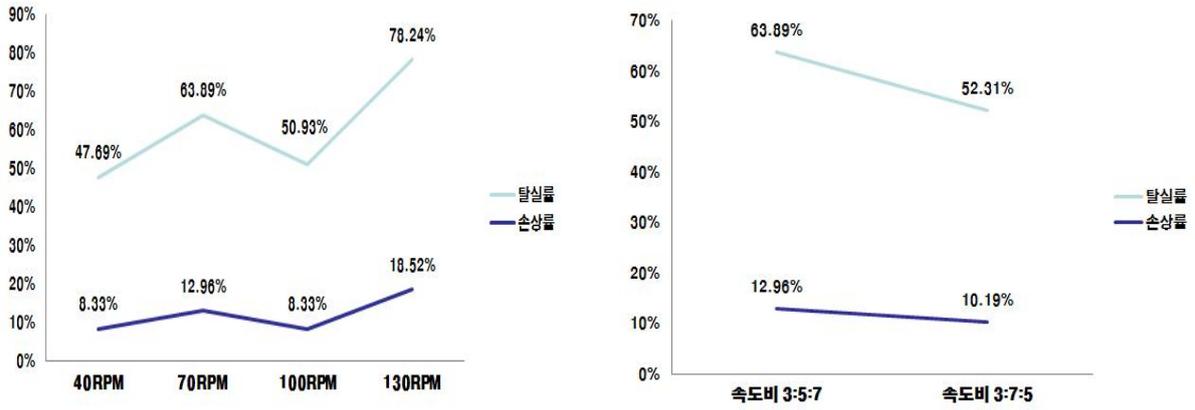


그림 24. 드럼 간 회전수별 및 속도비에 따른 탈실율과 손상률 결과

2) 동계 하우스 시험

가) 시험 일자 : 2017년 3월 21일 ~ 3월 30일

나) 시험 장소 : 국립 원예특작 과학원내 하우스

다) 시험 방법

- 시험 품종 : AR레전드, 적영, 대권선언

- 시험 요인 : 2차 Proto 수확기 보완사항 검증(쓰러진 고추 안내 디바이더 및 탈실 부 간섭 수정)
드럼형 줄기 분리장치 선별 능력 검증

- 시험 조건 및 시험 방법 : 하우스 입구 높이가 수확기 이송부 높이 간섭으로 인하여 이송부 탈착 하여 선별부 뒤편에 트레이로 수확물 확인 가능하게 개조함.

작업 속도는 0.2m/s, 탈실 회전속도600rpm, 시험구간은 20m로 하여 수확 시험



그림 25. 원예특작과학원 하우스 고추 시험장 및 수확기 디바이더 장착 시험

라) 시험 결과

- 탈실부 디바이더는 작업속도 연동에서 미세한 차이가 있어 고추 이송에 정체가 발생됨.

- 수확 기계의 작업속도와 디바이더 클립간의 간섭으로 고추 작물을 감고 회전하는 경우가 발생되고, 고추의 주간 거리 오차로 뽑힘이 발생되어 추가 설계가 필요 할 것으로 판단함.

- 2차 드럼형 줄기 분리 장치 재질을 브러쉬로 변경하여 시험 결과 탈실 된 고추의 줄기 달린 부분이 50%이상 떨어지는 것을 확인하여 추후 3차 수확기에 적용 하기로 함.

3) Pilot 1차 고추 수확기 필드 테스트

가) 시험 일자 : 2017년 8월 28일 ~ 9월 01일

나) 시험 장소 : 전남 고흥 농가 2곳

다) 시험 방법

- 시험 품종 : 적영, 일월산천, 생력211, 대권선언

- 시험 요인 : 3차년 Pilot 고추 수확기의 현장 적응 시험

2차년도 고추 수확기 문제점 개선 확인

- 시험 조건 및 시험 방법 : 2016년 2차 Proto 수확기계의 필드 테스트와 동일한 조건으로 시험
차속 0.2m/s, 탈실 헬릭스 600, 700rpm, 시험구간 20m로 진행



그림 26. 전남 고흥 논 활용(좌) 경작지와 양파 후작(우) 고추 농가 밭 전경



그림 27. 전남 고흥 논 활용 고추 재배와 양파 후작 고추재배 수확 시험

라) 시험 결과

- 논 활용 고추재배에서는 뽑히는 고추가 없고 지주대 및 유인줄 제거 후 쓰러지지 않음으로 인하여 수확률이 85~88%로 양호하게 나타남.

- 미 탈실 고추보다 수확 중 포장 손실이 나타남.

- 수확 결과는 아래의 표와 같음

표 3. 전남 고흥 농가 품종 별 필드시험 평균 결과

품종	수확률(%)	미탈실율(%)	손실률(%)	손상과율(%)
적영	88.1	2.2	9.7	5.6
일월산천	88.0	2.0	10.0	3.3
생력211호	85.5	1.4	13.1	3.0

※ 손상과율 = 손상고추 중량/ 수확고추 중량(탱크 내 고추 중량)

4) Pilot 2차 고추 수확기 필드 테스트

가) 시험 일자 : 2017년 9월 04일 ~ 9월 08일

나) 시험 장소 : 전남 농업기술원 ICT 시험장

다) 시험 방법

- 시험 품종 : AR레전드, 적영, 대권선언, 생력211, 일월산천
- 시험 요인 : 3차년 Pilot 고추 수확기의 현장 적용 시험

- 시험 조건 및 시험 방법 : 2016년 2차 Proto 수확기계의 필드 테스트와 동일한 조건으로 시험
차속 0.2m/s, 탈실 헬릭스 600, 700rpm, 시험구간 20m로 진행

라) 시험 결과 :

- 대권선언, 일월산천 품종은 고추의 뿌리 뽑힘이 심하여 시험이 불 가능 상태로 나타남.
품종의 뿌리 활착이 적고, 고추의 유인줄 및 지주대 제거 시 쓰러짐이 발생하여 뿌리가 들리는 것으로 기계 수확 시 쉽게 뽑혀 올라오는 문제점 발생됨.
- 선별부의 체인 컨베이어와 이물질 제거용 풍구사이에서 수확물이 끼임이 발생됨.
추가 설계변경으로 PVC재질의 이송 컨베이어 설계로 대책 강구함.
- 20m, 3반복 수확시험에서의 AR레전드와 적영, 생력211의 결과는 아래 표와 같다.

표 4. 전남 농업기술원 품종 별 필드시험 평균 결과 표

품종	수확률(%)	미탈실율(%)	손실률(%)	손상과율(%)	뽑힌 주수
AR레전드	82.7	0.7	16.7	4.9	4
적영	86.5	0.4	13.1	7.1	1
생력211호	88.4	0.0	11.6	2.3	8

※ 손상과율 = 손상고추 중량/ 수확고추 중량(탱크 내 고추 중량)

5) Pilot 3차 고추 수확기 필드 테스트

가) 시험 일자 : 2017년 9월 10일 ~ 9월 14일

나) 시험 장소 : 경북 영양농가

다) 시험 방법

- 시험 품종 : AR레전드
- 시험 요인 : 3차년 Pilot 고추 수확기의 현장 적용 시험
헬릭스 회전속도 별 수확률 시험

- 시험 조건 및 시험 방법 : 6월 초 고추 밭 우박으로 인하여 고추 50% 손상 되었으나 농가와 기술센터에서 복원함. 조건 120cm, 주간 40cm, 두둑높이 20cm로 수확기계 최적의 작업 조건 상태임.

2016년 2차 Proto 수확기계의 필드 테스트와 동일한 조건으로 시험 차속 0.2m/s, 탈실 헬릭스 600, 700rpm, 시험구간 20m로 진행

라) 시험 결과 :

- 고추의 병충해와 탄저병 등이 없고 생육상태가 수확기계에 적합한 상태로 시험을 할 수 있음.
 - ※ 시험 포장의 토양과 뿌리 활착 상태가 좋고, 방제가 잘 되어 고추 시료는 최상으로 작물의 지주대 및 유인줄 제거 시 쓰러짐이 없고 주당 과실도 100개 이내로 많음.
- 수확률 90% 이상으로 높았지만 손상과 비율이 10~15%로 나타남으로 추후 보완 해결해야할 과제로 남아있음.



그림 28. 영양군 수비면 농가 시험 포장 및 기계수확 시험 전경

표 5. 영양군 수비면 농가 탈실 회전 수 별 필드시험 결과 표

회전속도(rpm)	수확률(%)	미탈실율(%)	손실률(%)	손상과율(%)	뽑힌 주수
700	93.0	0.5	6.5	14.9	0
600	91.1	3.5	5.3	12.0	5

※ 손상과율 = 손상고추 중량/ 수확고추 중량(탱크 내 고추 중량)

6) Pilot 4차 고추 수확기 필드 테스트

가) 시험 일자 : 2017년 9월 18일 ~ 9월 22일

나) 시험 장소 : 충북 보은농가

다) 시험 방법

- 시험 품종 : PR금강

- 시험 요인 : 3차년 Pilot 고추 수확기의 현장 적응 시험

차속 0.2m/s, 탈실 헬릭스 600, 700rpm, 시험구간 20m로 진행

- 시험 조건 및 시험 방법 : 기존 계약 농가의 품종은 탄저와 병충해로 고추가 고사되어 수확기계

의 작업 조건을 맞춘 대체 농가에서 시험을 진행 함.

2016년 2차 Proto 수확기계의 필드 테스트와 동일한 조건으로 시험

라) 시험 결과 :

- 고추의 병충해와 탄저병으로 주당 온전한 과실이 20%이하이고 줄기의 마름병으로 뿌리뽑히는 현상이 빈번히 발생함.
고추대의 1차 방아다리 줄기가 단단해져 있어 헬릭스 구동에 유연한 부분이 사라지고 마른 나무 처럼 뽑힘 발생
- 수확률은 평균 85% 이상 되었으나 고추의 병과와 마른 줄기가 수집부에 쌓이는 것으로 보아 고추의 생육 상태는 좋지 않은 것으로 판단됨.
- PR금강의 품종은 기계 수확시험에서 처음 하는 것으로 정상적인 고추 시료에서는 기계 수확 품종으로 재배가 가능 할 것으로 판단됨. 수확 결과는 아래의 표와 같다.

표 6. 충북 보은 농가 필드시험 결과 표

품종	수확률(%)	미탈실율(%)	손실률(%)	손상과율(%)	뽑힌 주수
PR금강	87.8	0.7	11.5	7.0	10

※ 손상과율 = 손상고추 중량/ 수확고추 중량(탱크 내 고추 중량)

7) Pilot 5차 고추 수확기 필드 테스트

가) 시험 일자 : 2017년 10월 17일 ~ 10월 20일

나) 시험 장소 : 충남 청양읍 벽천리 계약재배 농가

다) 시험 방법

- 시험 품종 : PR진대건
- 시험 요인 : 3차년 Pilot 고추 수확기의 현장 적응 시험
차속 0.2m/s, 탈실 헬릭스 600, 700rpm, 시험구간 20m로 진행
100평 기준 수확 작업시간 측정
- 시험 조건 및 시험 방법 : 기존 계약 농가의 품종은 AR레전드와 적영 품종이었으나 가뭄으로 인하여 생력 저하와 병충해로 인하여 고추의 80%이상이 고사된 상태였다. 계약재배 농가의 근처 밭에서 기계 수확 품종은 아니지만 수확시간을 측정하기위하여 진행하기로 결정 함.
조간과 주간거리 두둑높이는 기계 수확 조건에 적합한 작부체계로 수확 준비부터 기계 수확 후 고추 배출까지 작업시간을 측정함.

라) 시험 결과 :

- 고추의 유인줄이 3단과 주당 집게로 고정되다 보니 유인줄 제거시간이 기존 시험 준비 시간보다 두 배 이상 소요되고, 지주대 제거까지 1시간 소요됨.
- 두둑길이가 65m로 2줄 수확 후 고추 배출이 이루어져야함. 1줄 수확 시 평균 8분 이내 소요되고, 배출이 1분 소요됨.
- 100평 기준 총 작업시간은 1시간 50분에서 순수 기계 수확 및 배출 시간은 40분소요 됨을 알 수

- 있다. 유인줄과 지주대 제거 시간이 기계 수확의 60% 차지함.
- 아래 그림은 기계수확 시간 측정을 하고 있는 사진이며 결과는 표 7과 같이 나타났다.



그림 29. 청양 농가 기계 수확 시간 측정 시험

표 7. 고추 수확 100평 기준 작업시간 측정 결과 표

		작업 시간(s)		비고
수확 준비 시간		4,245	1시간 10분 45초	유인줄 및 지주대 제거
수확 작업	1줄	735	12분 15초	수확 및 다음 줄 준비
	2줄	534	8분 54초	
	배출	56	56초	
	3줄	505	8분 25초	수확 및 다음 줄 준비
	4줄	465	7분 45초	마지막 줄 수확
	배출	58	58초	
	소계	2,353	39분 13초	
총 작업 시간		6,598	1시간 49분 58초	

8) Pilot 6차 고추 수확기 필드 테스트

가) 시험 일자 : 2017년 10월 23일 ~ 10월 27일

나) 시험 장소 : 경북 영양 고추연구소

다) 시험 방법

- 시험 품종 : 대권선언

- 시험 요인 : 3차년 Pilot 고추 수확기의 뿌리뽑힘 방지장치 시험

차속 0.2m/s, 탈실 헬릭스 600, 700rpm, 시험구간 20m로 진행

100평 기준 수확 작업시간 측정

- 시험 조건 및 시험 방법 : 9월 10일부터 12일까지 진행된 동일 포장에서의 기계 수확 시 고추의 뿌리 뽑힘이 심하여 수확기 전방 탈실 부 아래에 차속과 연동한 체인을 장착하여 탈실 동안 줄기를 잡아주는 장치를 고안하여 시험 검정 함.
헬릭스 간격을 25mm, 15mm 로 변경하여 뽑힘 주수 확인 검정

라) 시험 결과 :

- 대부분의 고추가 건조되어 미탈실 고추가 많이 발생하며 수확 고추의 중량이 낮음을 나타냈다..
- 생육과정에서 측지를 제거하지 않은 고추가 수확 시 뽑히지 적은 것을 발견 하였다. 이 것은 고추가 자랄 때 측지를 제거하여 줄기 위로 영양분을 공급하여 뿌리부에는 영양 공급이 적은 관계로 활착이 낮은 것으로 판단되었다..
- 기계의 차속 연동이 보조 바퀴로 하여 정확한 줄기를 잡는 것이 힘든 점으로 보아 수확기계의 트랜스 미션에서 차속 연동을 추후에 개발하여 재 시험이 필요할 것으로 판단되었다. 고추의 줄기 뽑힘 문제 해결은 기계 수확 품종에 상관없이 고추를 탈실 하는 되는 문제가 없을 것으로 보인다. 아래 동영상은 줄기 뽑힘 방지장치를 장착하여 시험한 동영상을 유튜브로 확인 할 수 있다. 또한 사진은 줄기 뽑힘 방지 장치를 기계에 장착한 사진과 결과 표 이다.

<https://www.youtube.com/watch?v=5MkX4cQWkDk&feature=youtu.be>



그림 30. 영양 고추연구소 줄기 뽑힘 방지장치 장착 시험

표 8. 헬릭스 간격 별 줄기 뽑힘 장치 장착 후 시험 결과 표

헬릭스 간격(mm)	수확률(%)	미탈실율(%)	손실률(%)	손상과율(%)
25	84.3	8.7	7.0	12.7
15	80.7	6.6	12.7	10.6

※ 손상과율 = 손상고추 중량/ 수확고추 중량(탱크 내 고추 중량)

라. 해외 기술 조사

- 1) 미국 고추 학회(2017 New Mexico Chile Conference) 발표 및 고추수확기계 조사

가) Conference 참석 및 학회 발표 (2017년 2월 7일 ~ 2월 8일)

- 오전: 고추 협회등의 소개 및 고추의 영양소, 식품 안전성, 기계화 발표
- 오후: 고추의 질병 및 병해충 관리, 제초제 살포, Post 발표 및 정보교류
동양물산기업 연구소 신서용 주임연구원의 “Korea Pepper Harvester” 발표



그림 31. 동양물산 고추수확기 학회 발표

나) 미국 고추수확기계 전문가(Dr. Funk / Dr. Stephanie Walker)와 설계 협의 및 조언

- 고추수확 메커니즘 및 설계관련 협의 조사
- 2차 Proto 고추 수확기의 문제점 해결방안 및 향후 설계 방향 협의



그림 32. 고추 수확기 설계 협의 및 조언(좌: Dr. Funk, 우: Dr. Stephanie Walker)

- 주요 내용

- ① 개발 중인 Divider는 미국 Boese사와 M' Clendon의 디바이더와 유사
- ② 디바이더의 러그(lug)체인의 속도 설계 : 러그의 최외측 선속도 > 주행속도
- ③ 러그 체인의 최적속도는 품종에 따라 변경됨
- ④ 헬릭스 설계 : 회전축과 헬릭스의 틈(clearance)은 고추의 직경보다 작아야 함
(탈실된 고추의 손실 방지 및 줄기부착 고추와의 관계 개선)
- ⑤ 철강(steel) 재질의 헬릭스는 경협 상 고추의 손실이 발생하므로 고무 코팅이 필요

- ⑥ 고무코팅 시 작물과의 마찰로 고무가 손상되므로 안쪽은 경도가 낮고 바깥쪽은 경도가 높은 재질 선정
- ⑦ 돌출형(teeth) 고무코팅은 고추의 손상 발생
- ⑧ 회전하는 헬릭스가 컨베이어 위의 줄기 달린 고추를 잡아 당겨 포장 손실이 발생 → 헬릭스를 커버로 감싸서 손실을 방지하는 방법 제안
- ⑨ 회전드럼은 돌기가 서로 충돌하지 않도록 설계
- ⑩ 3-원통 드럼(줄기 달린 고추를 분리)의 아래 컨베이어를 카드클리너로 변경하고, 카드클리너에서 고추가 빠지는 구간을 늘리는 방안 제시
- ⑪ 롤러베드(작은 줄기와 잎이 회전하는 봉 사이로 제거)의 롤러 축이 회전 시 고추가 이송되지 않고 헛도는 우려가 있음(요인시험으로 확인)

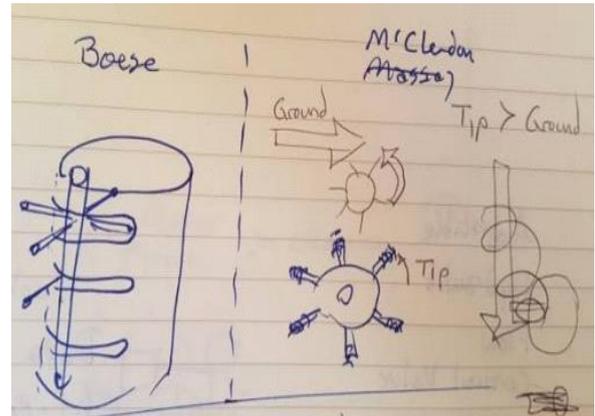
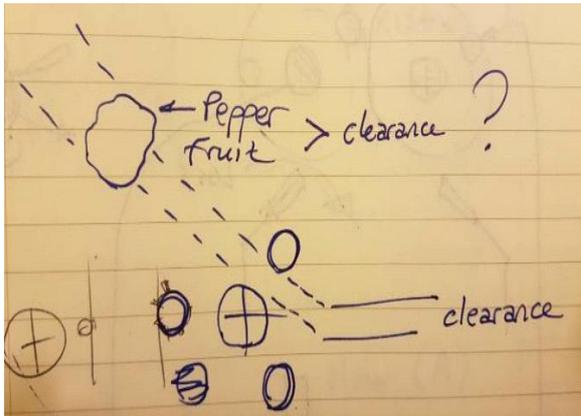


그림 33. 수확기 설계 개선 방향 조언 내용

다) 미국 NMSU Chile Pepper Institute 방문 및 고추 수확기 조사

- NMSU 고추 연구소를 방문하여 추진 연구 내용 및 시험 등 견학
- 학교 농장을 방문하여 고추 수확기에 대한 기계 조사 및 기계화 관련 연구내용 확인
- 고추 수확기계화에 따른 연구 실적 소개 및 품종 연구 견학

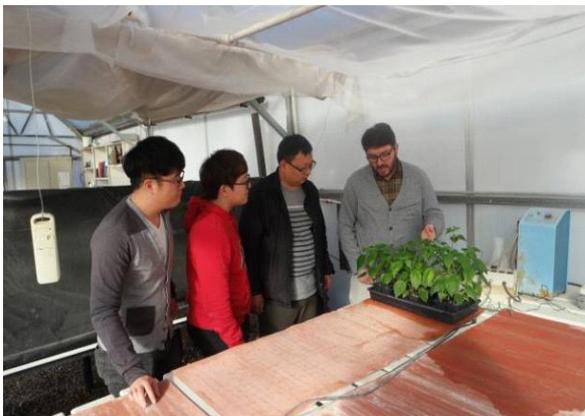


그림 34. NMSU 고추 연구소 방문 및 학교 농장 고추 수확기 자료 조사

마. 고추수확기계 3차년 Pilot 설계

1) 2차년 고추 수확기 제작

가) 연구 기간 차이 발생 (2차년도 2015년 7월 29일 ~ 2016년 07월 28일)

- 수확기 개발 및 제작 중의 2차년도 종료로 인하여 3차년도 기간에 제작 완료 및 시험
- 1차년도 수확기보다 새로운 플랫폼을 가지는 1조식 고추 수확기와 2조 타입의 고추 수확기 제작으로 기능보완 및 전자식 부품(모니터링) 추가로 향상된 성능 발휘



그림 35. 2차년 고추 수확기 1조식과 2조 고추 수확기

2) 3차년 고추 수확기 설계

가) 2차년도 문제점 개선설계 및 선별부 보완

: 3차년도 고추수확기계는 2차년도 문제점을 개선하면서 해외 고추수확기에서 분쟁 소지가 있는 부분을 변경하여 1차년, 2차년도 요인 시험을 토대로 설계를 진행 하였다.

특히 기존 이스라엘 기술과의 차별성에 중점을 두어 설계함에 있어 세부 기술차이는 다음과 같다.

- ① 고추의 탈실부 헬릭스(나선)의 차이를 이스라엘 Double에서 Triple로 변경
- ② 헬릭스 피치 및 나선경, 내경, 중심봉을 국내 고추 종자 및 크기에 맞게 시험 후 변경
이스라엘: 피치 550mm, 선경 20mm, 내경 80mm, 봉경 30mm, 헬릭스간거리 100mm, 탈실 각도 30도, 컨베이어 210mm 등 현지 조사

TYM수확기: 피치 450mm, 선경 15mm, 내경 95mm, 봉경 38mm, 헬릭스간 거리 110mm, 탈실각도 35도, 컨베이어 180mm로 최종 선정하여 Pilot 설계 및 제작, 장착함

- ③ 뿌리뽑힘 방지장치를 장착하여 국내 고추 작부체계 형태의 최적화된 탈실부 변경

→ 바퀴 형 및 체인 형태로 뿌리를 잡아주는 장치를 차속에 맞춰 설계함

기타 설계 변경부분은 아래와 같다.

- 탈실부 고추 탈실 후 줄기달린 고추비율을 저감 하기위한 선별부 2차 분리 장치 장착
- 탈실부 컴팩터 설계 및 수확기 양산 조건으로 개발(경량화 및 디자인)
- 좌우 및 전후 수평제어 추가
- 수집 탱크 용량 증대(700kg -> 750kg) 및 배출 시스템 리모컨 작동 추가
- 수확 작업 시 탈실부 및 이송부 속도 디지털 모니터 시스템 적용
- 캐빈형 수확기 개발 설계

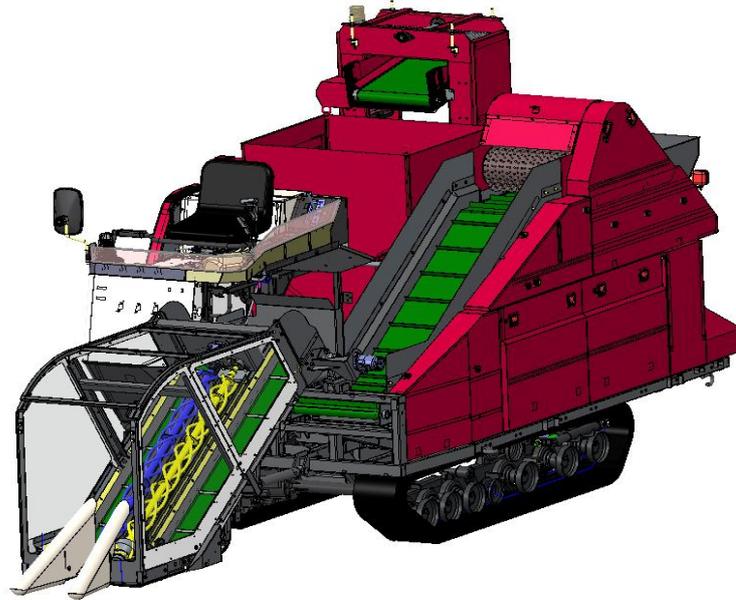


그림 36. 3차년도 Pilot 고추수확기 3D 모델링

바. 고추수확기계 Pilot 부품개발 및 제작 조립

가) 3차년도 고추 수확기 부품개발과 제작 조립

- 2차년도 조립 시 문제점 개선 보완 및 양산가능 부품으로 제작
- 부품 개발 업체를 선정하고 설계한 도면을 배포하여 업체 지도 교육 실시
- 품질 향상 및 디자인 우선 부품 개발 제작 조립



그림 37. Pilot 고추수확기 부품제작 및 조립

사. 중간 진도점검 및 정책협의회

1) 3차년도 1차 정책협의회

- 가) 회의 일자 : 2016년 9월 29 ~ 30일
- 나) 회의 장소 : 전북 부안 “대명리조트 변산”

다) 참석자 : 농림축산식품부 김상업 사무관, 이호진 주무관,
 동양물산기업 강2영선 연구소장 외 7명, 전북대학교 김대철 교수 외 2명,

국립원예특작과학원 최근진 과장 외 3명, 전남 농업기술원 김희곤 연구사의 1명, 영양고추시험장 장길수 실장 외 1명, 생명과기술 박재복, 김채주, 경창기계 강태호 대표 외 1명



그림 38. 중간진도 점검 및 정책 협의회

라) 회의 내용

- 3차년도 주관 및 협동기관 연구 주요 진행사항 발표
- 농식품부 건의 및 정책적 활용방안 회의

2) 3차년도 2차 정책협의회

가) 회의 일자 : 2017년 3월 23 ~ 24일

나) 회의 장소 : 전북 완주 국립 "원예특작과학원"

다) 참석자 : 농림축산식품부 김상엽 사무관, 동양물산기업 강영선 소장 외 6명 전북대학교 김대철 교수 외 2명, 국립원예특작과학원 김대현과장 외 4명, 전남농업기술원 김희곤 연구사, 생명과기술 박재복 박사 외 2명, 영양고추연구소 장길수 실장, 경창기계 강태호 대표외 1명



그림 39. 2차 중간 진도 점검 및 정책 협의회

라) 회의 내용

- 3차년도 2반기 주관 및 협동기관 연구 주요 진행사항 발표
- 농식품부 건의 및 정책적 활용방안 회의
- 고추 수확기 개선기대 설계 현황 및 문제점 회의
- 논 활용 고추 재배관련 고추 수확기 시범사업 현황 및 발전 방향 토의
- 추후 고추 기계화 실증 단지 구성에 대한 농림부 건의 토의

2) 3차년도 3차 정책협의회

가) 회의 일자 : 2017년 9월 27 ~ 28일

나) 회의 장소 : 전북 완주 “안덕 건강힐링 체험마을”

다) 참석자 : 농림축산식품부 김상엽 사무관, 한국식품연구원 구경형 박사, 동양물산기업 소진환 부소장 외 5명 전북대학교 김대철 교수 외 4명, 국립원예특작과학원 양은영 연구사, 전남농업기술원 김희곤 연구사, 생명과기술 박재복 박사 외 1명, 영양고추연구소 장길수 실장, 경창기계 강태호 대표외 1명



그림 40. 3차 중간 진도 점검 및 정책 협의회

라) 회의 내용

- 3차년도 최종 성과 관련 주관 및 협동기관 연구 주요 진행사항 발표
- 농식품부 건의 및 정책적 활용방안 회의
- 농림부 밭농업 기계화관련 기계 수확 실증단지 구축 방안 건의
- 고추 수확기 국내 도별 보급 지원 사업 관련 토의 및 발전 방향 토의
- 정부과제 종료 후 향후 계획 및 지속적인 연구 방안 도출 토의

아. 고추 수확기계 개발 연시 및 시연회

1) 3차년도 1차 시연회

가) 시연 일자 : 2016년 10월 11일

나) 시연 장소 : 국립 원예특작 과학원 연구포장

다) 시연 목적 : 고추 수확기 농림부 및 농촌진흥청 시연회

라) 참석자 : 농촌진흥청 정황근 청장, 이범승 국장, 농림축산식품부 김경규 식품산업정책실장, 김상엽사무관, 이호진 주무관, 국립원예특작과학원 허건량 원장, 조명래 원예작물 부장, 동양물산 윤여두 부회장, 강영선 소장, 국립농업과학원 김성민 농업공학 부장 외 내외빈 50여명



그림 41. 고추 수확기 설명 및 시연회

2) 3차년도 2차 시연회

가) 시연 일자 : 2016년 10월 20일

나) 시연 장소 : 국립 원예특작 과학원 연구포장

다) 시연 목적 : 전국 농업기술센터 고추 수확기 설명회 및 연시회

라) 참석자 : 국립원예특작과학원 허건량 원장 외 전국 농업기술센터 채소 담당자 및 내외빈 60여명



그림 42. 자주식 고추수확기 설명회 및 연시회

3) 3차년도 3차 시연회

가) 시연 일자 : 2017년 3월 24일

나) 시연 장소 : 국립 원예특작 과학원 동계 하우스

다) 시연 목적 : 개선 고추수확기 동절기 수확 시연 및 수확 후 가공처리 선별장치 시연회

라) 참석자 : 국립원예특작과학원 황정환 원장, 농림축산식품부 김상엽 사무관, 주관 및 협

동기관 책임자 및 담당자 20명



그림 43. 동계 하우스 개선 수확기 시연 및 수확후 선별장치 시연회

4) 3차년도 4차 시연회

가) 시연 일자 : 2017년 8월 31일

나) 시연 장소 : 전남 고흥군 신촌면 농가 포장지

다) 시연 목적 : Pilot 고추 기계수확 재배기술 현장 평가 및 시연회

라) 참석자 : 전남 농업기술원, 농촌진흥청, 고흥, 나주, 곡성, 진도, 함평, 무안, 영암 농업 기술센터 담당자 15명, 국립원예특작과학원, 전북대학교, 농민 등 50명



그림 44. 3차년 Pilot 고추수확기 설명 및 시연회

5) 3차년도 5차 시연회

가) 시연 일자 : 2017년 9월 14일

나) 시연 장소 : 경북 영양군 수비면 농가

다) 시연 목적 : Pilot 고추 기계수확 시연회

라) 참석자 : 영양군청, 영양 고추연구소, 영양 농업기술센터, 영양 고추 종합 처리장, 전북 대학교, 농민 등 25명



그림 45. 영양군 농가 시연회 및 수확 후 토론

6) 3차년도 6차 시연회

가) 시연 일자 : 2017년 9월 21일

나) 시연 장소 : 충북 보은군 마로면 농가

다) 시연 목적 : 논 활용 고추 재배기술 기계수확 시연회

라) 참석자 : 농촌진흥청 기술보급과, 국립원예특작과학원, 전국 기술센터 채소 담당자 등 20 여명



그림 46. 보은군 논 활용 고추재배 시연회 및 토론

7) 3차년도 7차 시연회

가) 시연 일자 : 2017년 9월 28일

나) 시연 장소 : 국립원예특작과학원 연구포장

다) 시연 목적 : Pilot 고추 수확기계 현장실증 및 기계수확 시연회

라) 참석자 : 농촌진흥청, 국립원예특작과학원 황정환 원장의외 10명, 국립 농업과학원, 한국 식품연구원, 고추 연구회, 주관기관 및 협동기관 책임자 및 담당자 등 70 여명



그림 47. 고추 수확기계 시연회 및 수확 후 처리 선별 시스템 시연회

<제1협동과제> 고추수확기 시스템 분석 및 적정작업조건 구명(전북대학교)

가. 고추수확기 필드 실험 및 분석

1. 3차년도 고추수확기 필드 실험(청양)

- 일시 : 2016년 9월 6일(화) ~ 9월 13일(화)
- 장소 : 충남 청양군 청양읍 벽천리
- 목적 : 수확 기계별 성능 비교실험, 주행 속도별 비교실험(2차년도 수확기)
- 시료 : PR 케이스타, 새아침
- 요인 : 수확 기계(1차년도 수확기, 2차년도 수확기), 주행속도(0.2, 0.25, 0.3m/s)

(1) 고추 식물체 물성 및 재배 양식

1) 고추 식물체 물성

표 9. 품종별 고추 식물체 물성

	초장(mm)	초폭(mm)	주당과실수(EA)
PR 케이스타	1100	641.7	62
새아침	950	550.2	55

2) 재배 양식

표 10. 재배 양식

주간거리(mm)	조간거리(mm)	두둑높이(mm)	두둑 폭(mm)
350	1200	160	500



그림 48. 실험 포장 및 필드 실험 모습 (청양)

(2) 수확 기계별 비교 실험(1차년도 수확기, 2차년도 수확기)

- 탈실 고추, 미탈실 고추, 손실 고추만 측정하였음.
- 1회 실험당, 약 50m 수확하였으며, 2반복하였음.

1) 탈실부 헬릭스 제원 비교



구분	값
나선 종류	3중나선
나선 방향	역방향
나선 각도	40°
나선 피치	500mm
나선 길이	1600mm
나선 선경	15mm
나선 내경	80mm
축 직경	25mm
나선 사이 거리	25mm

<1차년도 수확기 헬릭스 제원>



구분	값
나선 종류	3중나선
나선 방향	역방향
나선 각도	35°
나선 피치	500mm
나선 길이	1600mm
나선 선경	15mm
나선 내경	80mm
축 직경	40mm
나선 사이 거리	앞:25mm 뒤:15mm

<2차년도 수확기 헬릭스 제원>

2) 실험 결과

① 탈실율

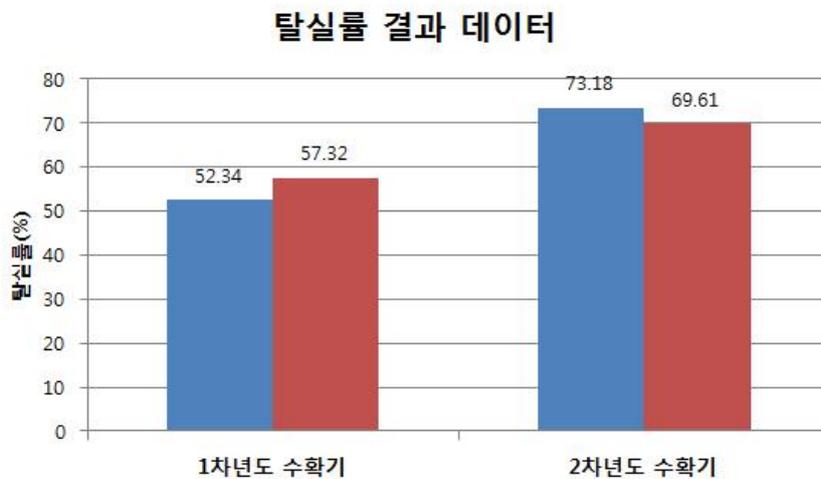


그림 49. 탈실율 실험 결과

- 2차년도 수확기가 1차년도 수확기보다 약 15% 탈실율이 높은 것으로 나타남.

② 미탈실율

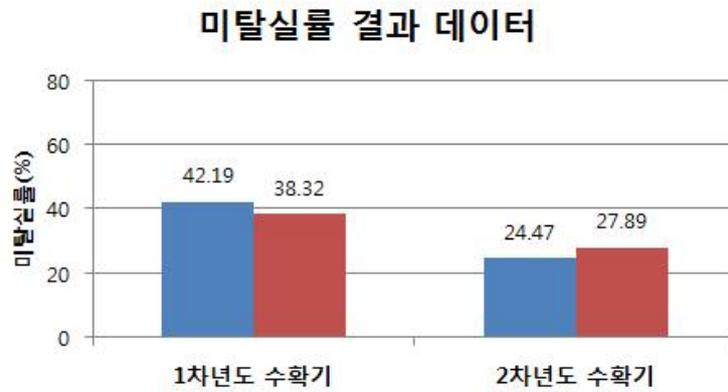


그림 50. 미탈실율 실험 결과

- 2차년도 수확기가 1차년도 수확기보다 약 15% 미탈실율이 낮은 것으로 나타남.

③ 손실률

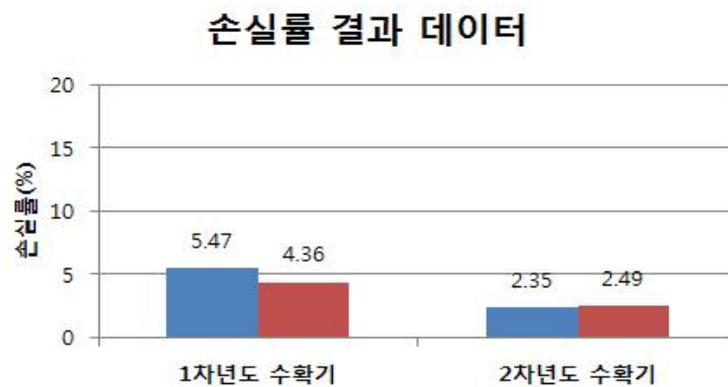


그림 51. 손실률 실험 결과

- 2차년도 수확기가 1차년도 수확기보다 약 3% 손실률이 낮은 것으로 나타남.

∴ 실험 결과, 2차년도 수확기가 1차년도 수확기보다 수확률이 높고, 손실률이 낮은 것으로 나타남.

(3) 주행 속도별 비교 실험(2차년도 수확기)

- 품종: PR 케이스타
- 나선 회전속도: 400 rpm, 나선 사이 간격: 15 mm 고정
- 탈실 고추, 미탈실 고추, 손실 고추만 측정하였음.

- 1회 실험당 10주씩 수확하였으며, 3반복 하였음.

1) 실험 결과

① 탈실율

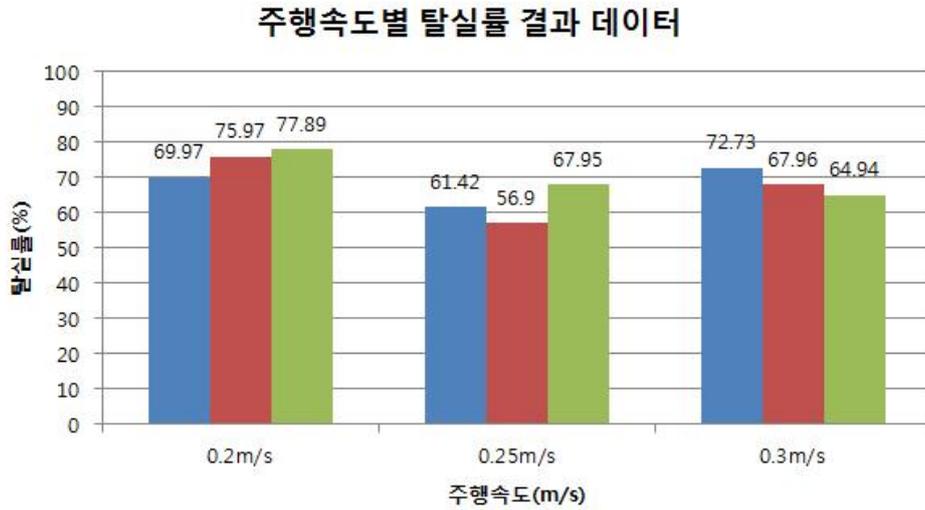


그림 52. 주행속도별 탈실율 실험 결과

- 주행속도 0.2m/s에서 탈실율이 가장 높게 나타남.

② 미탈실율

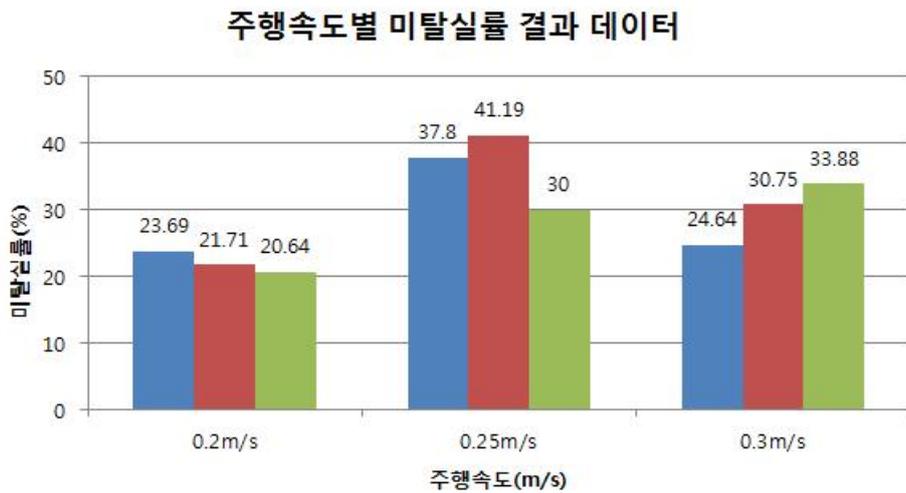


그림 53. 주행속도별 미탈실율 실험 결과

- 주행속도 0.2m/s에서 미탈실율이 가장 낮게 나타남.

③ 손실률

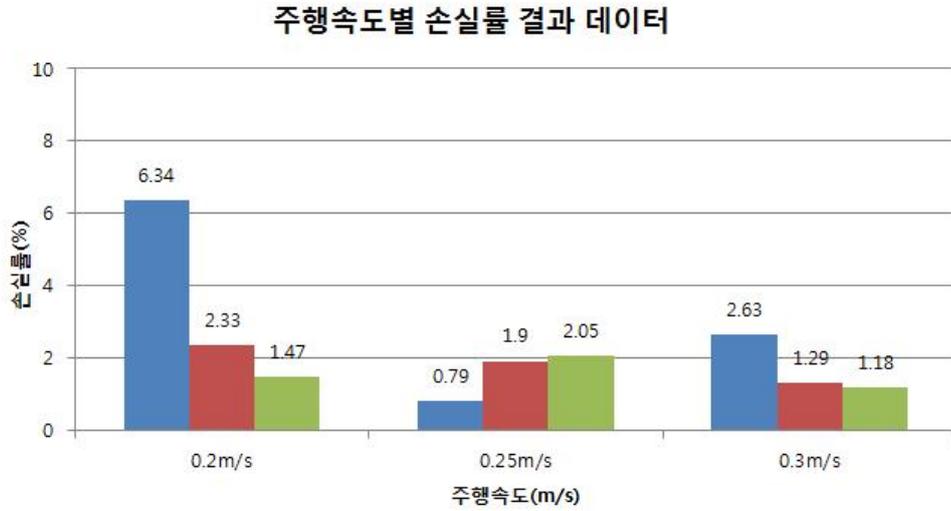


그림 54. 주행속도별 손실률 실험 결과

- 손실률 부분에서는 주행속도간의 큰 차이가 나타나지 않음.

2. 3차년도 고추수확기 필드 실험(영양)

- 일시 : 2016년 9월 20일(화) ~ 9월 22일(목)
- 장소 : 경북농업기술원 영양고추연구소
- 목적 : 나선 사이 간격 및 나선 회전속도에 따른 2차년도 고추수확기 필드 성능 테스트
- 시료 : 시판 품종 다수(PR전설,AR지존,청춘88, 오색명장, 비가림스피드, PR무결점, AR지존, PR액션, PR전국통일, 금마루, 마니따, 21세기고추, PR행복예감, PR연속타, PR 스마일)
- 요인 : 나선 사이 간격(15, 25 mm), 나선 회전속도(400, 500, 600 rpm)

(1) 재배 양식

표 11. 재배 양식

주간거리(mm)	조간거리(mm)	두둑높이(mm)	두둑 폭(mm)
350	1200	200	500



그림 55. 실험 포장 및 필드 실험 모습 (영양)

(2) 나선 사이 간격 비교실험

- 주행속도 0.2 m/s, 3중나선, 나선 회전속도 500 rpm 고정
- 품종 : PR 전설(25 mm)
AR 지존, 청춘88(15 mm)

① 탈실율

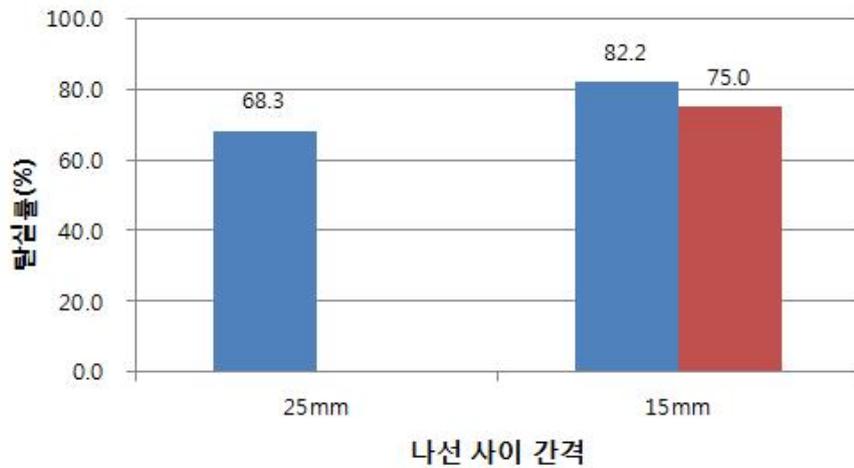


그림 56. 나선 사이 간격 별 탈실율 실험 결과

- 나선 사이 간격 25 mm일 때보다, 15 mm일 때 탈실율이 높은 것으로 나타남.

② 미탈실율

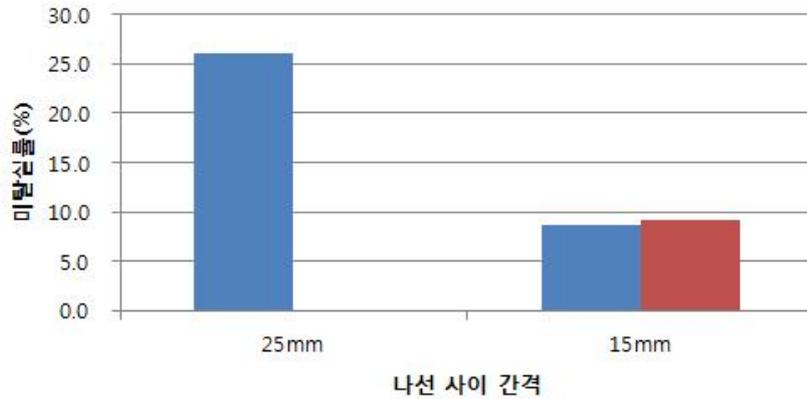


그림 57. 나선 사인 간격 별 미탈실율 실험 결과

- 나선 사이 간격 25 mm일 때보다, 15 mm일 때 미탈실율이 낮은 것으로 나타남.

③ 손실률

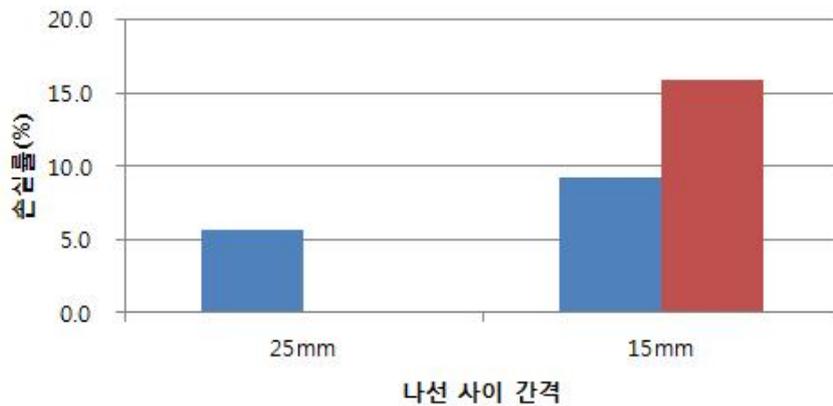


그림 58. 나선 사인 간격 별 미탈실율 실험 결과

- 나선 사이 간격 25 mm일 때보다, 15 mm일 때 손실률이 높은 것으로 나타남.

∴ 실험 결과, 나선 사이 간격 25 mm일 때보다, 15 mm일 때 미탈실율이 감소하고, 탈실율이 증가한 것으로 나타남

(3) 나선 회전속도 비교실험

- 주행속도 0.2 m/s, 3중나선, 나선 사이 간격 15 mm
- 품종 : 오색명장, 비가림스피드, PR 무결점(400 rpm)
AR 지존, 청춘88, PR 액션, PR 전국통일, 금마루(500 rpm),
마니따, 21세기고추, PR 행복예감, PR 연속타, PR 스마일(600 rpm)

① 탈실율

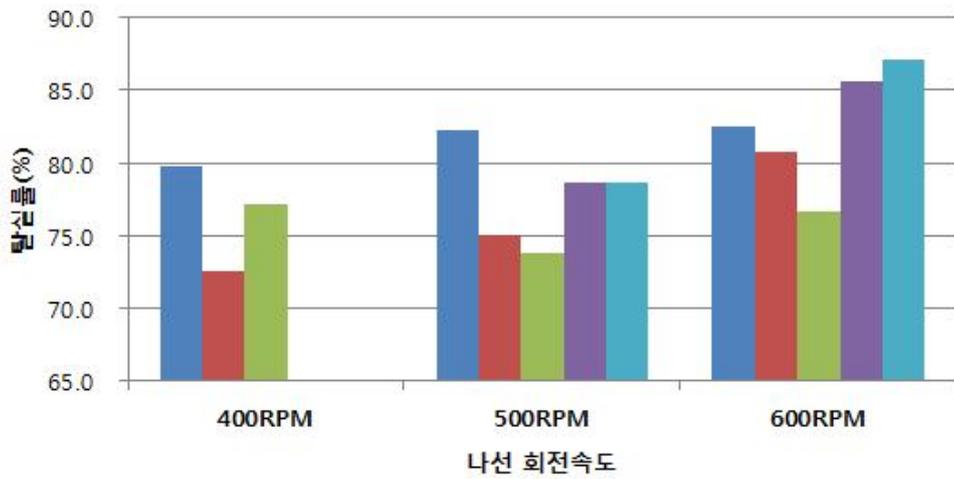


그림 59. 나선 회전속도 별 탈실율 실험 결과

- 전체적으로 나선 회전속도가 올라갈수록 탈실율이 높게 나타남.

② 미탈실율

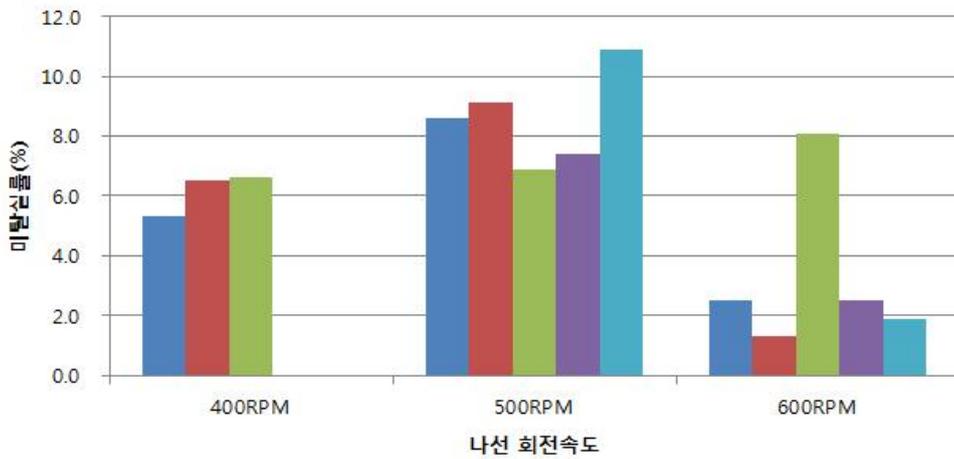


그림 60. 나선 회전속도 별 미탈실율 실험 결과

- 나선 회전속도 600rpm에서 미탈실율이 가장 낮게 나타남.

③ 손실률

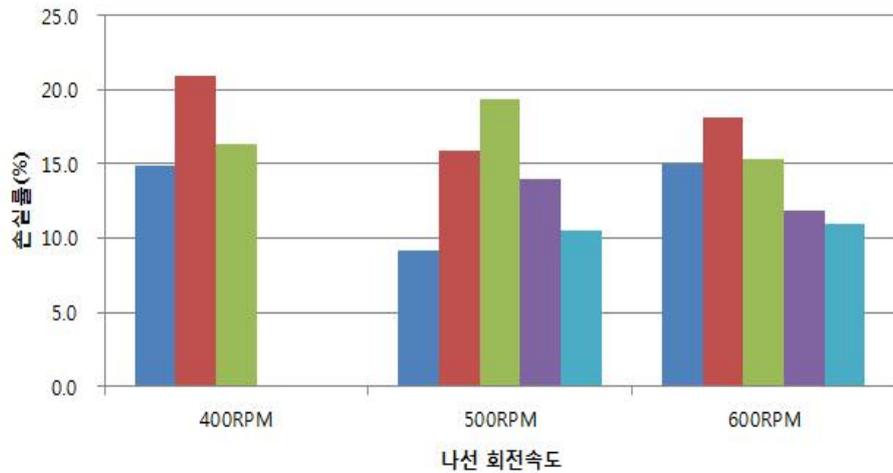


그림 61. 나선 회전속도 별 손실률 실험 결과

- 손실률은 평균 15%였으며, 나선 회전속도 간의 차이가 나타나지 않음.

∴ 실험 결과,

- 나선 회전속도 600 rpm에서 탈실율이 가장 높게 나타났으며, 미탈실율은 가장 낮게 나타남.
- 손실률, 손상률은 회전속도와 관련성이 없음.
- 고추 식물체가 뽑히는 문제점이 발견됨.
 - 품종별 고추 식물체에 대한 인발력 측정이 필요하다고 판단됨.
- 수확한 결과물에서 큰 줄기 및 줄기달린 고추가 대량 발생하는 문제점이 발견됨.
 - 줄기달린 고추에 대한 추가적인 분리장치가 필요하다고 판단됨.

3. 품종별 고추 식물체 인발력 측정 실험

○ 1차 인발력 실험

- 일시 : 2017년 9월 5일(화)
- 장소 : 전남 나주시 전남농업기술원
- 목적 : 품종별 고추 식물체 인발력 측정
- 시료 : AR 레전드, 적영, 생력 211, 대권선언, 일월산천



그림 62. 고추 식물체 인발력 측정 실험 모습 (나주)

○ 실험 결과

표 12. 고추 품종 별 인발력 측정 결과

품종	AR레전드	적영	생력 211	대권선언	일월산천
인발력(kgf)	40.5	21.0	34.1	23.5	19.0
	29.2	23.4	50.0	22.6	22.6
	20.8	24.9	29.5	20.7	15.7
	38.8	24.0	35.2	15.0	24.5
평균 (표준편차)	32.32 (7.4)	23.3 (0.6)	37.2 (8.6)	20.45 (3.2)	20.45 (3.8)
뽑힌 고추 식물체 수	4	1	8	15	15

- 인발력이 20 kgf인 대권선언과 일월산천 품종의 경우, 뽑힌 고추 식물체 수가 많은 것을 알 수 있었음.

SAS 시스템
The ANOVA Procedure

Dependent Variable: strength

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	925.575000	231.393750	5.92	0.0046
Error	15	585.815000	39.054333		
Corrected Total	19	1511.390000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	strength Mean
0.612400	23.96204	6.249347	25.75000

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
variety	4	925.5750000	231.3937500	5.92	0.0046

그림 63. SAS 결과 값

- 통계 분석 결과, 품종별 인발력의 P-value 값이 판단기준인 유의수준 0.05보다 작기 때문에 유의차가 존재한다고 판단됨.
- 기계화 품종 선정 시, 인발력이 큰 품종을 선정하고, 수확시 고추 식물체가 뽑히지 않도록 기계적인 측면의 개선이 필요하다고 판단됨.

나. 수확 시스템 방식별 효율성 분석과 최적 시스템 수립

4. 3차년도 고추수확기 드럼형 2차 탈실부 요인실험

- 일시 : 2017년 2월 20일(월) ~ 3월 3일(금)
- 장소 : 충남 공주시 동양물산 중앙 연구소
- 목적 : 드럼형 2차 탈실부 적정 작업 조건 파악
- 시료 : 천상
- 요인 : 드럼의 회전속도, 드럼과 급치 사이의 반경방향 틈새, 드럼 사이의 속도비, 장치 경사각

(1) 고추 식물체, 과실 물성 및 재배 양식

1) 고추 식물체 물성

표 13. 고추 식물체 물성

	초장(mm)	초폭(mm)	주당과실수(EA)
값	1600	800	50

2) 고추 과실 물성

표 14. 고추 과실 물성

	과실 길이(mm)	과실 직경(mm)	과실 무게(g)
값	124.8	14.7	14.3

3) 재배 양식

표 15. 재배 양식

주간거리(mm)	조간거리(mm)	두둑높이(mm)	두둑 폭(mm)
350	1200	160	500



그림 64. 고추 시료 모습

(2) 드럼형 2차 탈실부

1) 구조

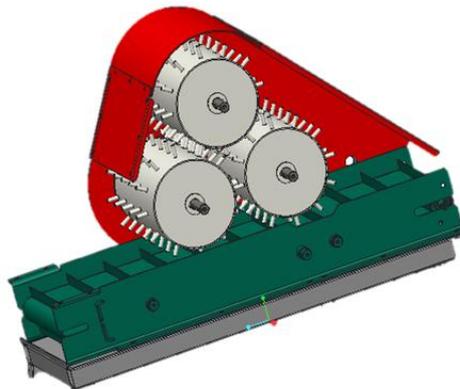


그림 65. 드럼형 2차 탈실부 모습

○ 줄기달린 고추에서 줄기와 고추를 서로 분리해주는 2차 탈실부의 형상은 그림에서와 같다. 원주방향으로 여러 개의 급치가 부착된 3개의 회전드럼으로 구성되며, 줄기달린 고추가 회

전드럼을 통과하면서 급치와의 마찰로 인해 줄기와 고추가 분리되는 원리로 작동한다.

2) 작동 원리

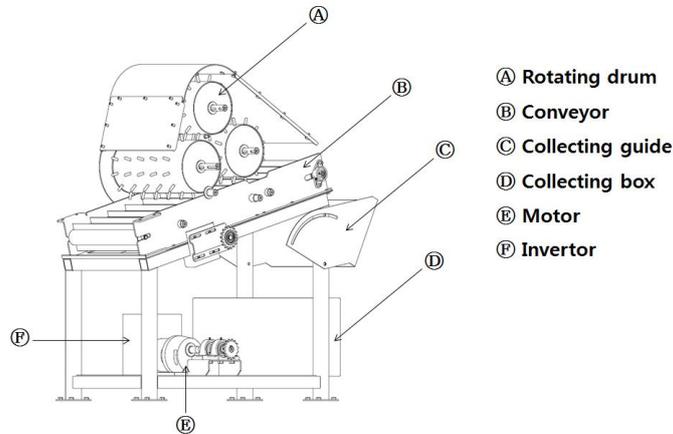


그림 66. 드럼형 2차 탈실부
요인실험 장치 모습

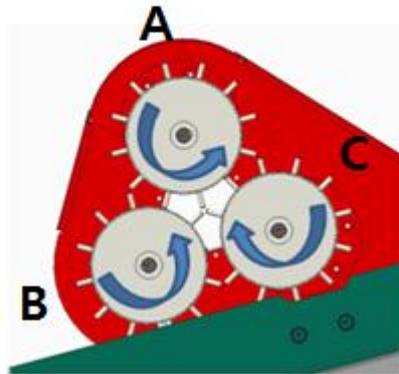


그림 67. 드럼 회전 방향

○ 2차 탈실부의 선별성능에 영향을 미치는 요인을 확인하기 위해 실험 장치를 구성하고 실험을 수행하였다. 실험장치의 컨셉 및 식물형상은 그림에서와 같다. 체인-스프로켓 장치를 세 개의 회전드럼에 각각 장착하고 모터와 인버터를 이용하여 회전드럼의 회전속도를 조절해 주었다. 이 때, 모터의 동력은 회전 드럼 B를 통해 다른 회전 드럼들에 전달되며, 회전방향은 실제 자주식 고추수확기에서 작동하는 것과 동일하게 회전 드럼 A와 B의 경우 반시계방향으로, 회전드럼 C의 경우 시계방향으로 회전하도록 하였다. 줄기달린 고추는 컨베이어를 통해 회전드럼으로 이송되는데 컨베이어에도 체인-스프로켓 장치를 장착하여 이송속도를 조절해 주었다. 회전드럼을 거쳐 줄기와 분리된 고추는 수집 가이드를 통하여 수집통으로 떨어져 최종적으로 수집된다.

(3) 실험 방법

1) 고추 시료 설정



그림 68. 투입할 고추 시료 형태



그림 69. 타입별 고추 마킹 모습

- 실험에 사용된 고추의 품종은 천상(Cheonsang)으로 2016년 7월 15일에 정식하여 2017년 2월20일에 채취한 시료를 사용하였다.
- 실제 고추수확기에서는 다양한 형태의 줄기달린 고추가 2차 탈실부로 유입된다. 본 연구에서는 줄기달린 고추의 형태를 3가지로 구분하였다. 즉, 줄기에 달린 고추의 수에 따라 고추가 하나 달린 줄기 (type 1), 고추가 두 개 달린 줄기 (type 2), 고추가 3개 달린 줄기 (type 3)로 구분하였다.
- 임의로 선정된 고추 타입별 12set를 시험샘플로 하여 시험을 수행하였다. 타입별로 고추 식물체당 각각 1개, 2개, 3개의 고추가 달려 있으므로 샘플 고추 과실수는 type 1의 경우 12개, type 2의 경우 24개, type 3의 경우 36개이다. 실제 작업조건을 고려하여 type

1, type 2, type 3의 고추 식물체를 컨베이어에 함께 투입해 주었으며, 수집통에 담긴 고추 과실이 어느 타입의 고추 식물체에서 탈실된 고추 과실인지 구분하기 위해 각 타입별 고추 과실에 서로 다른 표기를 해주었다.

2) 실험 조건

○ 실제 자주식 고추수확기의 주행속도를 고려하여 실험장치 컨베이어의 이송속도는 0.2m/s로 고정하였다. 드럼 B의 회전속도, 드럼과 급치 사이의 반경방향 틈새, 3개의 드럼 사이의 속도비, 장치의 경사각을 실험 요인으로 선정하였으며, 각 요인들의 상세 설정값은 다음과 같다.

- ① 드럼 B의 회전속도: 40, 70, 100, 130 rpm (4수준)
- ② 드럼과 급치 사이의 반경방향 틈새: 2, 5, 10 mm (3수준)
- ③ 3개의 드럼 사이의 속도비 (드럼 A/드럼 B/드럼 C): 7/3/5, 5/3/7 (2수준)
- ④ 장치의 경사각: 0°, 18° (2수준)

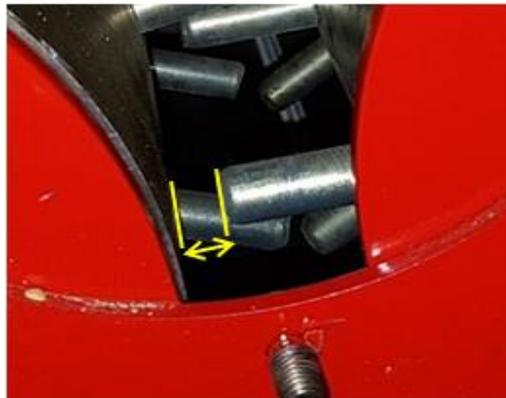


그림 70. 드럼과 급치 사이의
반경방향 틈새

3) 데이터 분석 방법

○ 각 시험조건에서 3반복 시험을 수행하였으며 평균값을 대푯값으로 하여 수집통으로 수집된 고추의 탈실율과 손상률을 분석하였다. 탈실율은 투입된 고추 수 대비 줄기와 분리된 고추의 비율을 의미하며, 손상률은 투입된 고추수 대비 손상된 고추의 비율을 의미한다. 탈실율을 도출할 때는 고추의 손상과 관계없이 줄기와 분리되었는지의 여부만 고려하였으며, 손상률을 도출할 때는 줄기 분리와 관계없이 고추가 손상되었는지의 여부만 고려하였다.

○ 요인시험의 다양한 조건 중 탈실율이 높고 손상률이 낮은 조건이 최적의 작업 조건이다.

(4) 실험 결과

1) 드럼 회전 속도비의 영향

○ 드럼 B의 회전속도 70 rpm, 드럼과 급치 사이의 반경방향 틈새 5 mm, 장치의 경사각 18°인 조건임.

① 샘플 타입별 탈실율

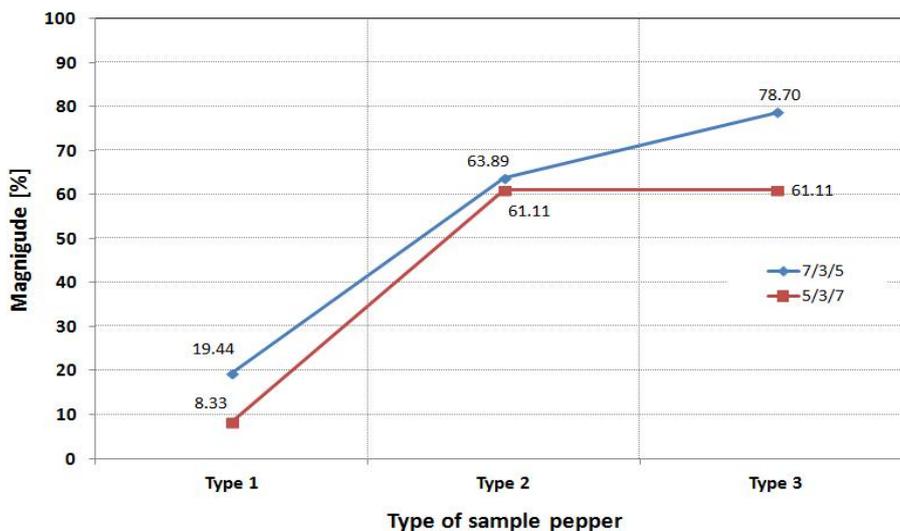


그림 71. 드럼 회전 속도비에 따른 샘플 타입 별 탈실율

- 회전속도비가 7/3/5인 경우에는 타입 1에서의 탈실율이 19.44%로 가장 낮고 타입 3에서의 탈실율이 78.7%로 가장 높았다. 회전속도비가 5/3/7인 경우에도 타입 1에서의 탈실율이 8.33%로 가장 낮았으나 타입 2와 타입 3의 탈실율은 62.11%로 동일하게 나타났다. 모든 샘플 타입에서 회전속도비 7/3/5인 경우의 탈실율이 2 ~ 18% 정도 더 높았다.

② 샘플 타입별 손상률

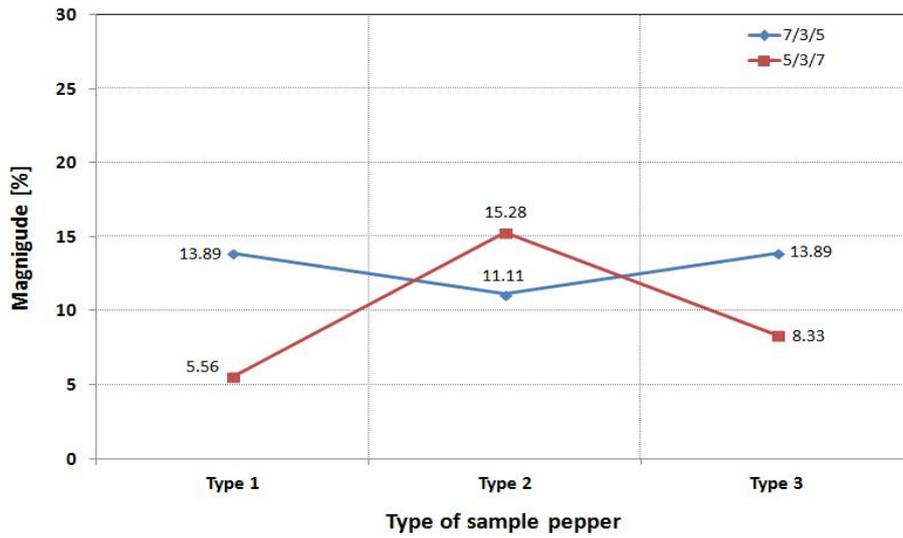


그림 72. 드럼 회전 속도비에 따른 샘플 타입 별 손상률

- 회전속도비가 7/3/5인 경우에는 타입 1과 타입 3의 손상률이 13.89%로 동일하고 타입 2의 손상률이 11.11%로 가장 낮았으나 타입별 손상률의 편차는 3% 미만이었다. 회전속도비가 5/3/7인 경우에는 타입 2의 손상률이 15.28%로 가장 높고 타입 1과 타입 3의 손상률이 각각 5.56%, 8.33%였으며 타입별 손상률의 편차가 상대적으로 크게 나타났다.

③ 총 탈실율 및 손상률

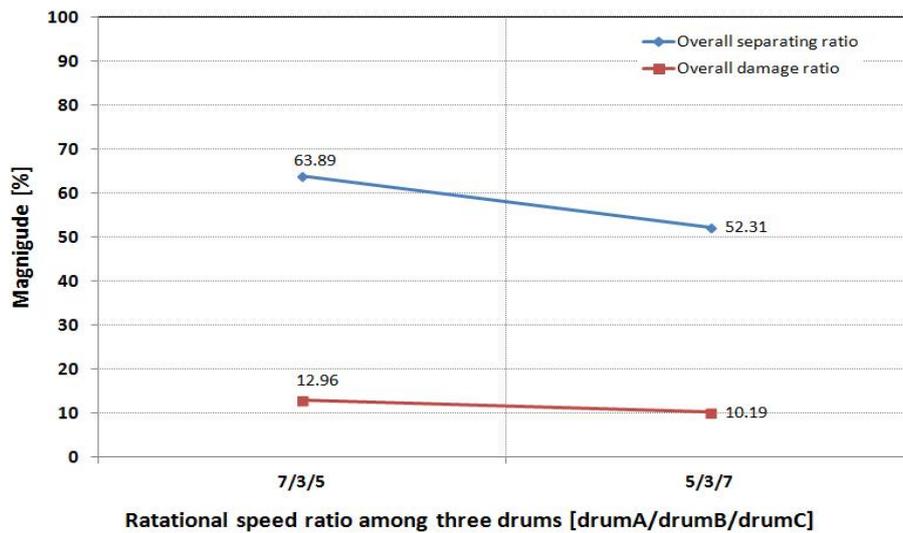


그림 73. 드럼 회전 속도비에 따른 샘플 타입 별 총 탈실류 및 손상률

- 회전속도비가 7/3/5인 경우의 총 탈실율과 총 손상률은 각각 63.89%, 12.96%로 회전속도

비가 5/3/7인 경우의 값인 52.31%, 10.19%보다 더 높음을 알 수 있다. 그러나 총 탈실율은 10%이상 높은데 비해 총 손실률은 약 2.8% 정도의 편차만을 보이므로 회전속도비가 7/3/5인 경우가 5/3/7인 경우보다 더 효과적인 작업조건임을 알 수 있다.

2) 장치 경사각의 영향

- 드럼 B의 회전속도 70 rpm, 드럼과 급치 사이의 반경방향 틈새 5 mm, 드럼 속도비 7/3/5인 조건임.

① 샘플 타입별 탈실율

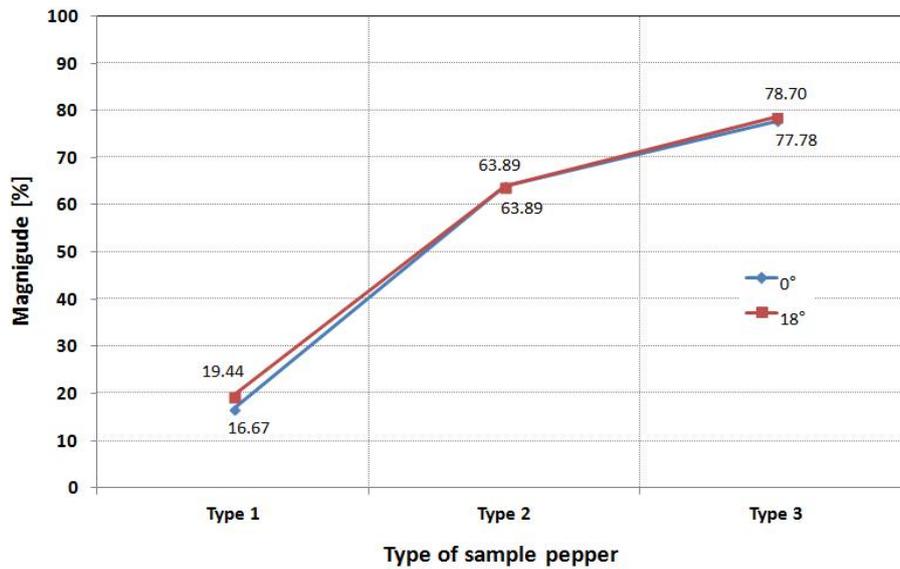


그림 74. 장치 경사각에 따른 샘플 타입 별 탈실율

- 경사각이 0°인 경우에는 타입 1에서의 탈실율이 19.44%로 가장 낮고 타입 3에서의 탈실율이 78.7%로 가장 높았다. 경사각이 18°인 경우의 타입별 탈실율은 경사각 0°인 경우와 거의 동일하게 나타났다. 두 경사각에서 타입별 탈실율의 최대 편차는 3% 미만으로 나타났다.

② 샘플 타입별 손상률

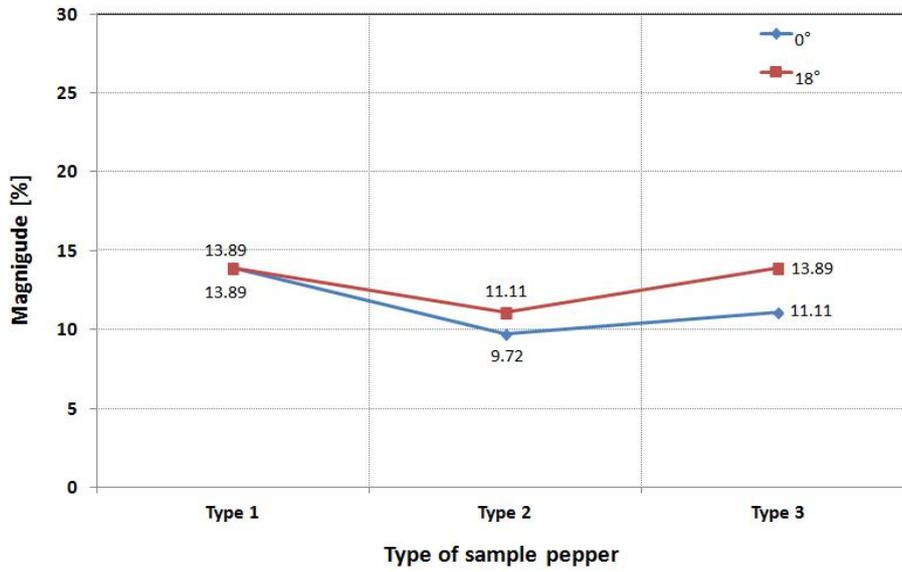


그림 75. 장치 경사각에 따른 샘플 타입 별 손상률

- 경사각이 0°인 경우에는 타입 1의 손상률이 13.89%로 가장 높았으며 타입 2의 손상률이 9.72%로 가장 낮았으나 타입별 손상률의 편차는 5% 미만이다. 경사각이 18°인 경우의 타입별 손상률은 경사각 0°인 경우와 거의 동일하게 나타났다. 두 경사각에서 타입별 손상률의 최대 편차는 3% 미만으로 나타났다.

③ 총 탈실율 및 손상률

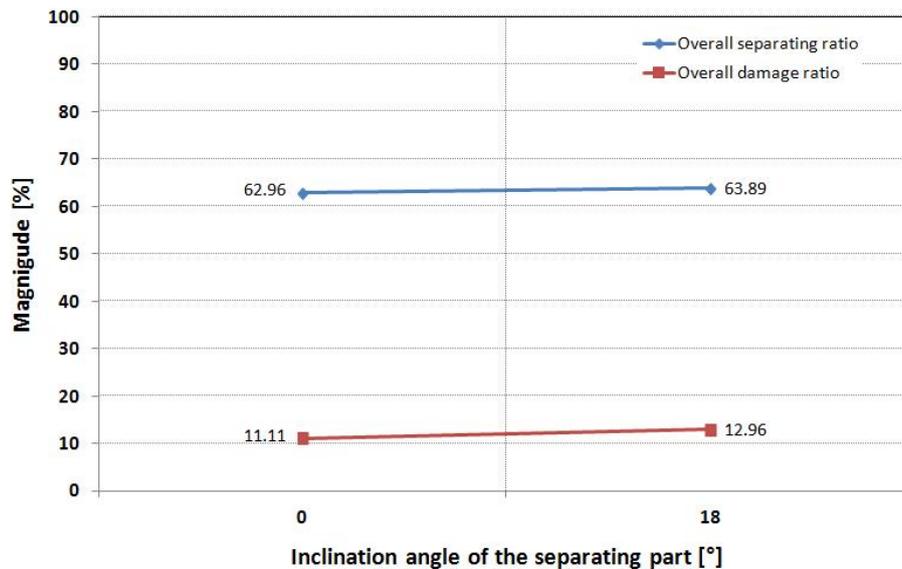


그림 76. 장치 경사각에 따른 샘플 타입 별 총 탈실율 및 손상률

- 경사각이 18°인 경우의 총 탈실율과 총 손상률은 각각 63.89%, 12.96%로 경사각 0°의 값인 62.96%, 11.11% 보다 더 높았으나 편차가 2% 미만으로 거의 차이가 없었다. 따라서, 장치 경사각이 고추의 총 탈실율과 총 손상률에 미치는 영향은 미미함을 알 수 있다.

3) 드럼 B의 회전속도의 영향

○ 드럼과 급치 사이의 반경방향 틈새 5 mm, 드럼 속도비 7/3/5, 장치의 경사각 18° 인 조건임.

① 샘플 타입별 탈실율

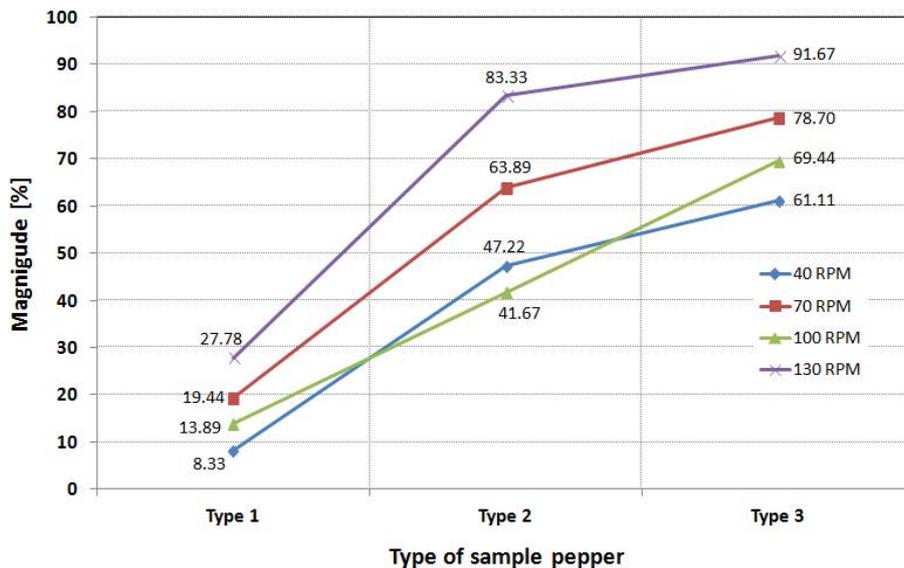


그림 77. 드럼 B의 회전속도에 따른 타입별 탈실율

- 탈실율은 드럼 B의 회전속도가 빠를수록, 타입 1에서 타입 3으로 갈수록 높아지는 경향을 보였다. 최대 탈실율은 드럼 B의 회전속도가 130 rpm인 경우 타입 3의 샘플에서, 최소 탈실율은 드럼 B의 회전속도가 40 rpm인 경우 타입 1의 샘플에서 나타났으며 크기는 각각 91.67%, 8.33% 였다.

② 샘플 타입별 손상률

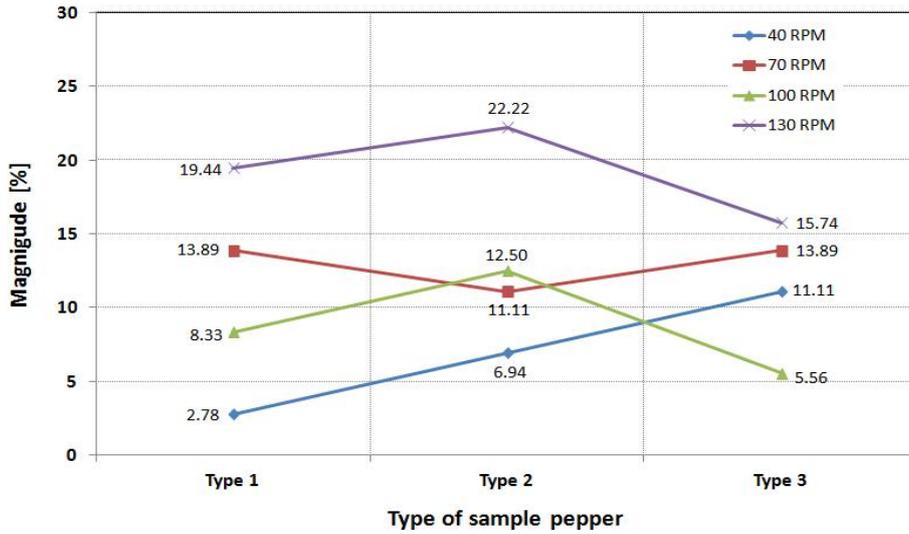


그림 78. 드럼 B의 회전속도에 따른 타입별 손상률

- 샘플 타입별 손상률을 보여준다. 손상률의 크기는 2.78%~22.22% 범위에 있으며 최대 손상률은 드럼 B의 회전속도가 130 rpm인 경우 타입 2의 샘플에서, 최소 손상률은 드럼 B의 회전속도가 40 rpm인 경우 타입 1의 샘플에서 나타났다. 회전속도별로는 드럼 B의 회전속도가 130 rpm 경우 손상률이 가장 크게 나타났으며, 샘플 타입별로는 일정한 경향성을 보이지 않고 회전속도에 따라 서로 다른 경향을 보였다.

③ 총 탈실율 및 손상률

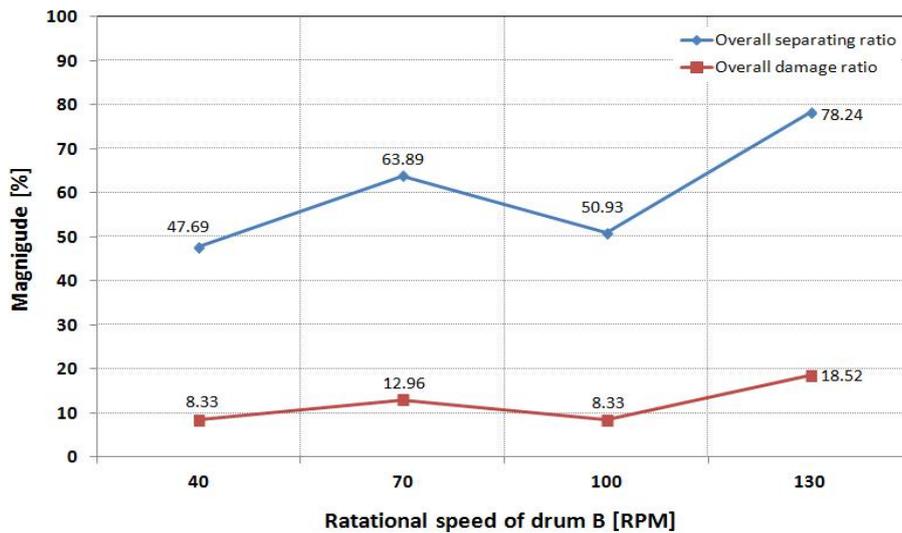


그림 79. 드럼 B의 회전속도에 따른 타입별 총 탈실율 및 손상률

- 세 타입의 시험 샘플을 모두 고려한 총 탈실율 및 총 손상률을 보여준다. 회전속도별 총 탈실율과 총 손상률의 경향이 유사하게 나타나는 것을 알 수 있다. 즉, 총 탈실율이 높은 경우 총 손상률도 높고, 총 탈실율이 낮은 경우 총 손상률도 낮게 나타난다.

4) 반경방향 틈새의 영향

- 드럼 B의 회전속도 70 rpm, 드럼 속도비 7/3/5, 장치 경사각 18° 인 조건임.

① 샘플 타입별 탈실율

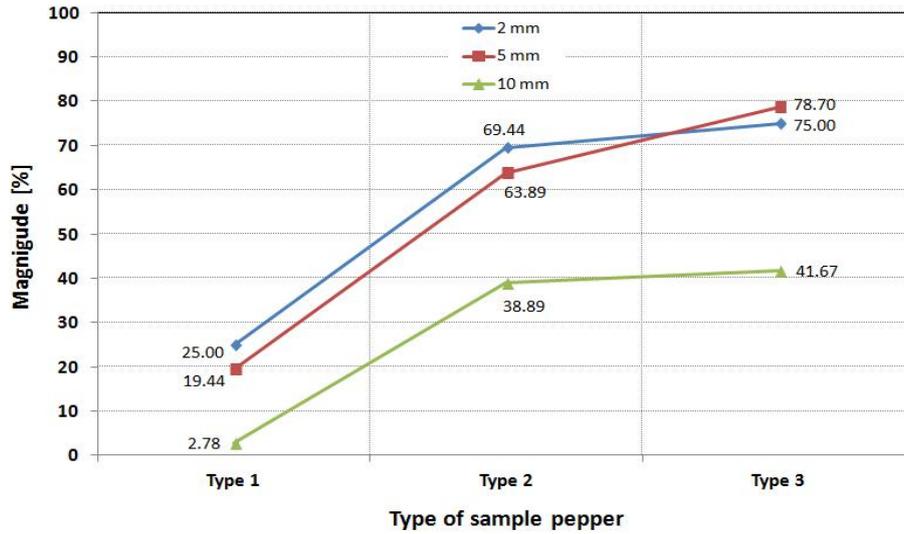


그림 80. 반경방향 틈새의 영향에 따른 샘플 타입별 탈실율

- 탈실율은 반경방향 틈새가 작을수록, 타입 1에서 타입 3으로 갈수록 높아지는 경향을 보였다. 최대 탈실율은 반경방향 틈새 5 mm인 경우 타입 3의 샘플에서, 최소 탈실율은 반경방향 틈새 10 mm인 경우 타입 1의 샘플에서 나타났으며 크기는 각각 78.7%, 2.78% 였다.

② 샘플 타입별 손상률

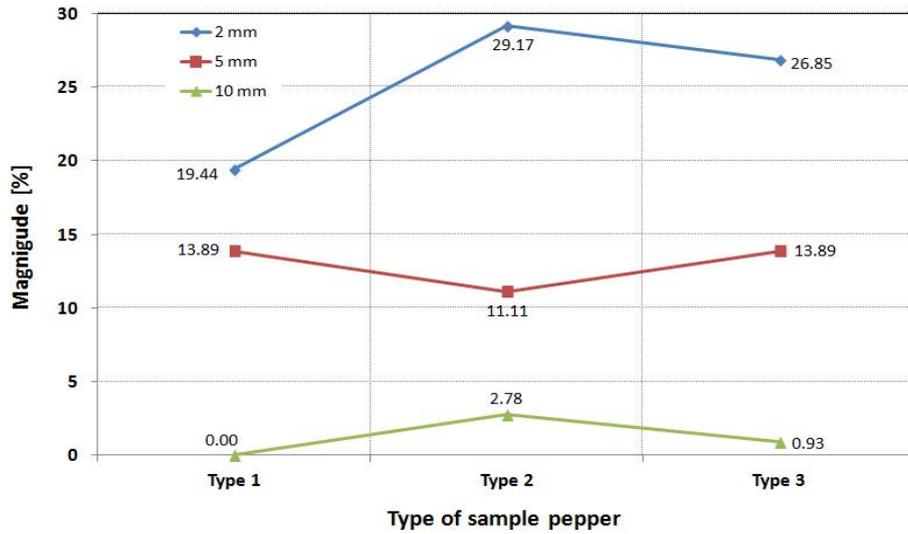


그림 81. 반경방향 틈새의 영향에 따른 샘플 타입별 손상률

- 손상률의 크기는 0% ~ 29.17% 범위에 있으며 최대 손상률은 반경방향 틈새가 2 mm인 경우 타입 2의 샘플에서, 최소 손상률은 반경방향 틈새가 10 mm인 경우 타입 1의 샘플에서 나타났다. 반경방향 틈새가 작을수록 손상률이 크게 나타났으며, 샘플 타입별로는 일정한 경향성을 보이지 않고 반경방향 틈새에 따라 서로 다른 경향을 보였다.

③ 총 탈실율 및 손상률

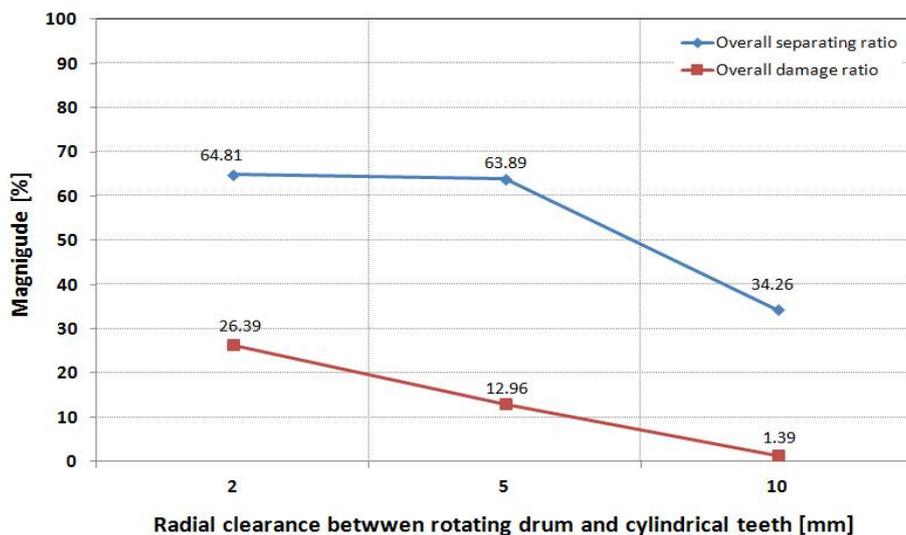


그림 82. 반경방향 틈새의 영향에 따른 샘플 타입별 총 탈실율 및 손상률

- 반경방향 틈새가 작을수록 총 손상률은 커진다. 총 탈실율은 반경방향 틈새가 2 mm인

경우와 5mm인 경우 서로 유사하게 나타났으며, 반경방향 틈새가 10 mm인 경우 가장 작은 값을 가진다.

(5) 작동조건 선정

○ 적정 총 탈실율과 총 손상률을 각각 60% 이상, 15% 이하로 선정하면 각 요인들의 크기는 다음과 같이 결정해야 한다.

- ① 드럼 B의 회전속도: 70 rpm
- ② 드럼과 급치 사이의 반경방향 틈새: 5 mm
- ③ 3개의 드럼 사이의 속도비 (드럼 A/드럼 B/드럼 C): 7/3/5
- ④ 장치의 경사각: 0° 또는 18°(경사각에 따른 총 탈실율과 총 손상률의 영향은 미미함)

다. 요소별 차별화 계획 수립

5. 호스 피복 헬릭스 실험

- 일시 : 2017년 9월 21일(목)
- 장소 : 전북 전주시 프라임 엔지니어링
- 목적 : 호스 피복 헬릭스 효율성 여부
- 시료 : AR 레전드
- 호스 피복 제원 : PVC 내압 호스, 직경 13mm, 두께 2T
- 작업 조건 : 나선 회전속도 500rpm, 이송속도 0.2m/s, 나선 사이 간격 16mm

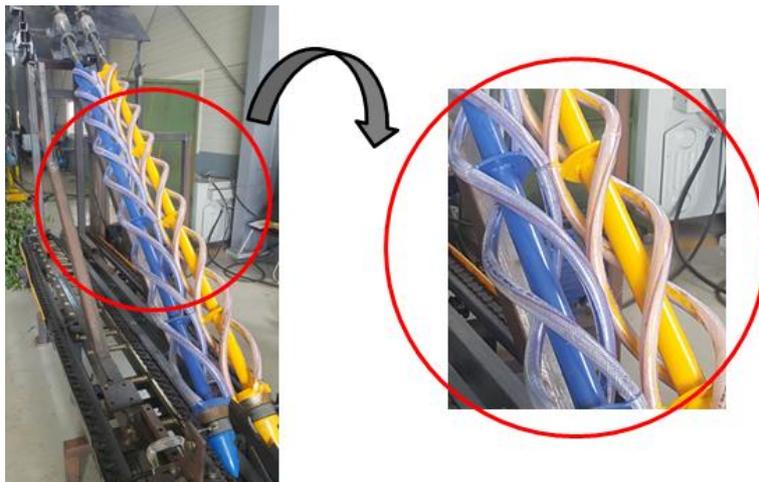


그림 83. 호스 피복 헬릭스 모습

1) 헬릭스 제원 비교



그림 84. 헬릭스 모습
(좌: 일반 헬릭스, 우: 호스 피복 헬릭스)

표 16. 헬릭스 제원

제원	1차 헬릭스	2차 헬릭스
나선 종류	3중 나선	3중 나선
나선 길이(mm)	1600	1600
나선 피치(mm)	450	450
나선 선경(mm)	15	19(호스 피복 포함)
나선 내경(mm)	80	84(호스 피복 포함)
나선 외경(mm)	110	114(호스 피복 포함)
나선 간격(mm)	16	16

2) 헬릭스 호스 피복 방법



그림 85. 헬릭스 호스 피복에 사용된 접착제

- 직경 13 mm, 2T PVC내압 호스를 세로로 가른 뒤 헬릭스에 감음.
- 헬릭스와 호스의 접합에는 다용도 강력접착제와 강력스프레이를 사용함.

3) 실험 결과

표 17. 호스 피복 헬릭스 실험 결과

	일반 헬릭스	호스 피복 헬릭스
탈실율	91.94%	88.19%
정상과율	72.50%	67.16%
줄기부착과율	16.80%	17.88%
미탈실율	8.10%	11.81%
손상과율	2.90%	3.54%

- 실험 결과 일반 헬릭스와 호스 피복 헬릭스 간의 탈실율 및 손상률의 큰 차이가 보이지 않음.

<제2협동과제> 고추 수확기계화를 위한 품종선발 및 재배법 개발(국립원예특작과학원)

[시험 1] 고추 수확기계화에 적합한 품종 선발 및 수확적기 구명

3차 년도에는 집중착과형 고추 품종 선발 및 수확적기 구명하기 위해 1차, 2차 년도에 선발한 품종 외에 탄저병저항성 품종 등 더 많은 시판 품종을 사용하였다.

공시재료는 집중착과형 고추 품종선발을 위해 원예원 육성 홍연, 적영, 홍선과 시판품종 PR 무적(농협), 승자영광(현대), 대권선언(동부한농), AR레전드(고추와육종), 금강석(동부팜한농), 큰사랑(농우), 무병지대(동부팜한농), 남자의자격(신젠타), 배로따(농우), PR 맛깔조은(매일), PR 스마트(농우) 및 도입계통 상현, R7 등 19품종을 대상으로 시험을 수행하였다. 공시품종들을 3월 2일에 파종하여 5월 18일에 정식하였고 9월 21일에 일시수확하였다. 조사항목은 최종수량, 일시수확율, 건조수율 등을 조사하였다(표 18).

표 18. 공시품종의 총수확량, 청과·적과수확량, 일시수확률 비교(9월 21일 일시수확)

품종명	총수확량 (kg/10 a)		청과수확량 (kg/10 a)		숙과수확량 (kg/10 a)		일시수확율(%)
생력 211	1145.1	± 220.3	352.1	± 78.5	792.9	± 190.3	69.3
적영	1668.0	± 268.8	1061.6	± 115.4	606.4	± 203.2	36.3
홍연	1667.3	± 252.3	851.8	± 189.4	815.4	± 104.6	48.9
홍선	1491.5	± 221.7	856.6	± 68.6	634.9	± 253.0	42.6
대권선언	1007.0	± 107.6	522.5	± 152.2	484.5	± 90.3	48.2
에코스타	1377.5	± 284.3	807.5	± 275.9	570.0	± 9.5	41.4
PR무적	1102.0	± 425.3	528.8	± 260.5	573.2	± 186.7	52.0
승자영광	1121.0	± 586.5	538.3	± 246.0	582.7	± 342.8	52.0
AR레전드	1068.8	± 314.2	598.5	± 265.9	470.3	± 64.3	44.0
금강석	1344.3	± 418.5	875.6	± 359.3	468.7	± 101.5	34.9
빅스타	1020.9	± 311.0	672.6	± 219.3	348.3	± 92.6	34.1
큰사랑	1181.5	± 421.4	656.8	± 334.6	524.7	± 87.2	44.5
무병지대	804.3	± 455.1	406.9	± 299.9	397.4	± 155.4	49.4
남자의자격	1301.5	± 405.9	756.8	± 211.4	544.7	± 209.3	41.9
배로따	1882.6	± 579.5	1230.3	± 351.9	652.3	± 228.8	34.6
맛깔조은	1292.0	± 580.4	889.8	± 535.5	402.2	± 105.1	31.1
PR스마트	1565.9	± 556.2	918.3	± 267.0	647.6	± 344.6	41.4
상현	1592.8	± 829.9	1189.1	± 627.7	403.8	± 202.3	29.1
R7	1090.9	± 293.8	353.1	± 148.3	737.8	± 156.1	67.6

19개의 공시품종으로 총 수확량(kg/10 a)을 조사한 결과 ‘배로따’ 품종이 1,883 kg 으로 가장 많은 수확량을 나타내었고 ‘적영’(1,668 kg/10 a), ‘홍연’(1,667 kg/10 a), ‘PR스마트’(1,566 kg/10 a) 순이었다. 총 수확량이 가장 낮은 품종은 ‘무병지대’로 804 kg/10 a였다. 또한 일시에 수확하였을 경우 숙과의 비율이 청과에 비하여 높은 품종을 선발하여야 하기 때문에 일시수확율을 조사하였다. 일시수확율을 조사한 결과 ‘생력 211’품종이 69.3%로 가장 일시수확율이 높았으며 ‘R7’, ‘승자영광’ 순이었다. 일시수확율이 가장 낮은 품종은 29.1%로 ‘상현’ 품종이었다. 2016년도에는 일시수확율이 대체로 낮게 나타났는데 그 이유는 잦은 강우로 인하여 탄저병이 많이 발병하여 적과가 많이 낙과하여 수확량이 낮게 나온 것으로 생

각된다.

다음은 공시품종들의 초장, 주간의 길이 등 원예적 특성을 조사한 표이다(표 19).

표 19. 공시 품종의 초장, 주간길이, 경경, 과실의 원예적 특성조사

품종명	초장 (cm)	주간길이 (cm)	줄기직경 (mm)	과중 (g)	과장 (cm)	과폭 (mm)
생력211	71.3 ± 2.5	20.0 ± 1.0	13.0 ± 1.7	11.8 ± 1.9	8.5 ± 0.7	19.0 ± 1.6
적영	57.3 ± 2.5	15.3 ± 0.6	15.9 ± 0.7	18.4 ± 3.3	11.8 ± 0.6	22.4 ± 2.2
홍연	79.7 ± 5.0	16.3 ± 2.9	15.4 ± 2.3	20.5 ± 2.9	11.5 ± 0.9	26.5 ± 1.5
홍선	81.7 ± 2.9	15.0 ± 0.0	21.7 ± 2.2	24.8 ± 3.5	13.4 ± 1.1	26.9 ± 1.7
대권선언	80.3 ± 2.5	24.3 ± 4.0	15.9 ± 1.9	22.4 ± 2.8	12.8 ± 1.1	25.5 ± 1.1
에코스타	71.7 ± 2.9	22.0 ± 4.6	16.2 ± 1.4	26.1 ± 1.0	13.6 ± 0.7	24.8 ± 1.5
PR무적	77.3 ± 2.5	19.0 ± 1.7	12.0 ± 2.5	23.8 ± 3.4	12.8 ± 1.3	24.0 ± 2.3
승자영광	82.0 ± 2.0	22.3 ± 2.3	13.7 ± 2.3	22.7 ± 2	13.2 ± 0.7	22.6 ± 1.4
AR레전드	76.7 ± 5.8	24.7 ± 3.1	15.4 ± 2.7	24.7 ± 3.4	13.4 ± 0.9	24.9 ± 2.0
금강석	77.7 ± 2.5	27.0 ± 1.0	11.9 ± 1.6	18.2 ± 4.6	13.6 ± 0.6	19.2 ± 2.1
빅스타	65.3 ± 2.5	26.7 ± 3.1	15.0 ± 0.7	29.9 ± 4.4	14.9 ± 0.5	26.2 ± 2.6
큰사랑	63.7 ± 3.5	25.0 ± 1.7	14.8 ± 1.6	25.4 ± 3.9	15.0 ± 0.5	24.0 ± 0.9
무병지대	74.0 ± 1.7	26.0 ± 2.6	14.7 ± 2.1	19.0 ± 2.1	12.5 ± 0.8	23.4 ± 1.4
남자의자격	73.7 ± 1.5	26.0 ± 5.3	14.3 ± 0.7	21.8 ± 1.2	12.5 ± 0.3	24.2 ± 1.0
배로파	86.7 ± 2.9	26.7 ± 3.2	17.5 ± 0.7	23.7 ± 5.1	12.8 ± 1.3	23.5 ± 2.6
맛깔조은	83.7 ± 1.2	26.7 ± 1.2	17.3 ± 2.5	23.2 ± 4.4	12.8 ± 1.3	23.5 ± 3.0
PR스마트	90.7 ± 4.6	33.7 ± 2.9	17.1 ± 0.9	21.7 ± 6.2	13.1 ± 1.3	21.6 ± 5.0
상현	77.0 ± 1.0	23.0 ± 1.7	17.4 ± 1.8	33.2 ± 7.6	12.8 ± 1.2	27.7 ± 2.4
R7	83.3 ± 1.5	23.0 ± 1.7	16.6 ± 2.8	16.7 ± 6.4	10.2 ± 1.2	22.6 ± 4.3

공시품종들의 초장, 주간길이, 경경, 과실의 원예적 특성조사를 실시하였다. 초장을 조사한 결과 ‘PR스마트’ 품종이 90.7 cm로 가장 컸으며 ‘적영’ 품종이 57.3 cm로 가장 낮게 나타났다. 식물체의 초장은 지주대 설치간격과 유인방법에 영향을 많이 주는 요인이라 생각되며 ‘적영’과 같은 초장이 작은 품종이 기계화에 더 적합할 것이라 생각된다. 주간의 길이(지체 부에서 1차 분지점까지의 길이)는 가장 초장이 컸던 ‘PR스마트’ 품종이 주간의 길이도 높았으나 주간의 길이가 크다고 초장이 꼭 큰 것만은 아니었다. 줄기 직경은 ‘홍선’ 품종이 21.7 mm로 가장 컸고 ‘금강석’ 품종이 11.9 mm로 가장 낮은 값을 나타내었다. 과실의 원예적 특

성을 조사한 결과 과중은 ‘상현’ 품종이 33.2 g으로 가장 높았으며 ‘빅스타’, ‘에코스타’, ‘큰사랑’ 순이었다. 과장은 ‘큰사랑’ 품종이 15.0 cm로 가장 길었으며 ‘빅스타’, ‘에코스타’ 순으로 나타났고 ‘생력 211’ 품종이 8.5 cm로 가장 작았다. 과실의 직경은 ‘상현’ 품종이 27.7 mm로 가장 크게 나타났으며 ‘생력 211’ 품종이 8.5 mm로 과실의 직경이 가장 낮았다.

표 20. 공시품종들의 초장, 과중, 총수확량 일시수확율

품종명	초장(cm)	과중(g)	총 수확량 (kg/10a)	청과수확량 (kg/10a)	숙과수확량 (kg/10a)	일시수확율 (%)	평가지수 합산
생력211	71.3 ± 2.5	11.8 ± 1.9	1,145 ^{ab}	352 ^c	793 ^a	69.3	7
적영	57.3 ± 2.5	18.4 ± 3.3	1,668 ^{ab}	1,062 ^{ab}	606 ^{abc}	36.3	13
홍연	79.7 ± 5.0	20.5 ± 2.9	1,667 ^{ab}	852 ^{abc}	815 ^a	48.9	8
홍선	81.7 ± 2.9	24.8 ± 3.5	1,492 ^{ab}	857 ^{abc}	635 ^{abc}	42.6	2
대권선연	80.3 ± 2.5	22.4 ± 2.8	1,007 ^{ab}	523 ^{bc}	485 ^{abc}	48.2	2
에코스타	71.7 ± 2.9	26.1 ± 1.0	1,378 ^{ab}	808 ^{abc}	570 ^{abc}	41.4	4
PR무적	77.3 ± 2.5	23.8 ± 3.4	1,102 ^{ab}	529 ^{bc}	573 ^{abc}	52.0	5
승자영광	82.0 ± 2.0	22.7 ± 2.0	1,121 ^{ab}	538 ^{bc}	583 ^{abc}	52.0	4
AR레전드	76.7 ± 5.8	24.7 ± 3.4	1,069 ^{ab}	599 ^{abc}	470 ^{abc}	44.0	-
금강석	77.7 ± 2.5	18.2 ± 4.6	1,344 ^{ab}	876 ^{abc}	469 ^{abc}	34.9	1
빅스타	65.3 ± 2.5	29.9 ± 4.4	1,021 ^{ab}	673 ^{abc}	348 ^c	34.1	7
큰사랑	63.7 ± 3.5	25.4 ± 3.9	1,181 ^{ab}	657 ^{abc}	525 ^{abc}	44.5	7
무병지대	74.0 ± 1.7	19.0 ± 2.1	804 ^b	407 ^c	397 ^{bc}	49.4	-
남자의자격	73.7 ± 1.5	21.8 ± 1.2	1,302 ^{ab}	757 ^{abc}	545 ^{abc}	41.9	-
배로따	86.7 ± 2.9	23.7 ± 5.1	1,883 ^a	1,230 ^a	652 ^{abc}	34.6	12
맛갈조은	83.7 ± 1.2	23.2 ± 4.4	1,292 ^{ab}	890 ^{abc}	402 ^{bc}	31.1	-
PR스마트	90.7 ± 4.6	21.7 ± 6.2	1,566 ^{ab}	918 ^{abc}	648 ^{abc}	41.4	5
상현	77.0 ± 1.0	33.2 ± 7.6	1,390 ^{ab}	986 ^{abc}	404 ^{bc}	29.1	8
R7	83.3 ± 1.5	16.7 ± 6.4	1,091 ^{ab}	353 ^c	738 ^{ab}	67.6	6

♪ 평균간 비교 : DMRT

공시품종들의 초장, 과중, 총 수확량 일시수확율 등을 정리하여 초장은 낮은 순으로 과중, 총 수확량, 청과 수확량, 숙과 수확량, 일시 수확율은 높은 순으로 각 5위까지 선발하였다. 선발한 후 각 순위마다 점수를 주어 평가지수를 합산하여 7품종을 선발하였다. 선발된 품종은 생력211, 적영, 홍연, 빅스타, 큰사랑, 배로따, 상현 등이었다. 평가 지수중 가장 높은 점수는 적영 품종으로 13점이었고 배로따가 12점으로 2위였다. 다음 그림은 선발계통들의 착과모습이다(그림 86).



그림 86. 선발계통들의 포장상태의 착과모습

4차 년도에는 집중착과형 고추 품종 선발 및 수확적기 구명하기 위해 전년도에 일시수확율과 수확량이 우수했던 생력211, 적영, 홍연, PR스마트, 에코스타, 배로따, R7 과 실제 기계수확시 수확율이 높았던 AR레전드, 대권선언, 일월산천(이서종묘) 외에 내재해성 집중착과형 공동 개발품종인 하나안심1, 2(하나종묘) 품종을 사용하였다. 2월 23일에 파종하여 채소과 노지포장(F12)에 난괴법 3반복으로 5월 8일에 정식하였다. 재배양식은 120 × 40 cm 로 외줄 재배하였다. 조사항목은 식물체의 초장, 과중, 과장, 과폭 등 기본적인 원예적 특성과 주당수확량(g/1plant), 건조수율 및 고춧가루 품질 등을 조사 하였다.



포장 정식(2017.5.8)



생육 상황(2017.7.13)



포장 침수피해(2017.9.8)



이병과수확(2017.9.11)



탄저병 이병과(2017.9.11)

그림 87. 노지포장 정식 및 생육상황

표 21. 공시품종들의 주간길이, 줄기직경 및 과실의 원예적 특성

품종명	주간길이(cm)	줄기직경(mm)	과중(g)	과장(cm)	과폭(mm)
생력211	20.0 ± 2.5	17.9 ± 1.2	6.6 ± 1.4	7.1 ± 0.5	15.8 ± 1.2
홍연	14.0 ± 3.7	15.6 ± 1.8	21.0 ± 1.6	12.6 ± 0.9	24.5 ± 1.1
적영	16.2 ± 2.0	13.7 ± 1.1	22.9 ± 2.1	15.6 ± 1.3	20.7 ± 1.8
R7	21.2 ± 1.6	16.1 ± 1.2	23.9 ± 3.2	14.4 ± 1.1	23.5 ± 3.2
AR레전드	16.6 ± 2.1	16.9 ± 1.8	23.1 ± 1.8	16.0 ± 0.7	21.5 ± 1.5
일월산천	16.8 ± 2.2	14.8 ± 1.1	23.6 ± 2.0	15.4 ± 1.1	21.6 ± 3.1
대권선언	18.8 ± 2.8	14.1 ± 1.9	23.3 ± 2.1	14.4 ± 0.9	24.6 ± 2.0
에코스타	19.6 ± 2.5	15.0 ± 1.5	20.6 ± 5.7	16.5 ± 1.3	18.8 ± 3.1
배로따	18.8 ± 1.9	16.2 ± 1.1	26.2 ± 5.0	15.7 ± 0.8	20.0 ± 2.1
PR스마트	16.2 ± 3.0	15.3 ± 1.3	22.7 ± 2.6	15.6 ± 0.9	18.6 ± 1.4
하나안심1	15.4 ± 1.1	15.0 ± 1.2	22.3 ± 2.9	15.4 ± 0.9	17.3 ± 1.3
하나안심2	17.4 ± 1.9	16.7 ± 1.6	25.4 ± 2.5	15.1 ± 0.3	19.0 ± 1.1

평가계통들의 주간길이를 조사한 결과 가장 작은 품종이 ‘홍연’ 품종으로 14.0 cm, 가장 큰 품종이 ‘상현’ 품종으로 21.2 cm 였다. 줄기직경은 13.7 ~ 17.9 mm 사이였다. 평가계통들의 과실의 원예적 특성을 조사한 결과 과중은 ‘배로따’ 품종이 26.2 g 으로 과중이 가장 높았으며 ‘생력211’ 품종이 6.6 g 으로 가장 낮은 수치를 나타내었다. 과장은 ‘에코스타’ 품종이 16.5 cm 로 과실의 길이가 가장 길었으며 ‘생력211’ 품종이 7.1 cm 로 과실의 길이가 가장 짧았다. 과실의 직경은 ‘대권선언’ 품종이 24.6 mm 로 과실의 직경이 가장 컸으며 ‘생력211’ 품종이 15.8 mm 로 과실의 직경이 가장 낮은 수치를 보였다.

표 22. 평가 계통들의 관행 수확량과 적과 수확량 비교(g/plant)

품종명	관행수확시 주당수량 (g/plant 4회 수확)	일시수확시 주당수량 (g/plant)	일시수확시 주당적과수량 (g/plant)	일시수확시 적과율 (%)	관행대비 일시수확 수량비율 (%)	ASTA	인장력 (N)
생력211	1553.3	803.3	571.2	71.1	51.7	90.9	1.87
홍연	1885.6	970.0	632.4	65.2	51.4	123.7	3.07
적영	1498.3	790.0	559.3	70.8	52.7	136.1	3.22
R7	1244.4	950.0	689.7	72.6	76.3	75.3	6.05
AR레전드	1509.4	816.7	408.3	50.0	54.1	78.4	6.82
일월산천	1035.6	550.0	328.9	59.8	53.1	106.9	2.52
대권선언	1084.4	603.3	381.9	63.3	55.6	111.1	2.99
에코스타	1929.4	753.3	380.4	50.5	39.0	70.6	4.32
배로따	1486.1	740.0	329.3	44.5	49.8	74.7	5.72
PR스마트	1181.7	823.3	374.6	45.5	69.7	75.6	3.75
하나안심1	1444.2	703.3	322.1	45.8	48.7	73.8	2.37
하나안심2	1405.8	503.3	313.1	62.2	35.8	79.7	4.93

평가계통들의 관행수확량, 일시수확시 주당수확량, ASTA value, 과실의 인장력(N) 등을 측정하였다. 수확은 8월 8일, 8월 25일, 9월 14일, 9월 21일(일시수확) 총 4회에 걸쳐 수확량을 조사하였다. 관행수확시 수확량이 가장 높았던 품종은 에코스타가 1929.4g 으로 가장 수확량이 높았다. 2위로는 홍연 품종이 1885.6 g으로 두 번째로 수확량이 높았으며 생력211, AR레전드, 적영, 배로파 순이었다. 하지만 일시수확시 수확량이 가장 높은 품종은 홍연 품종이 970.0 g 으로 가장 높았으며 R7, PR스마트, AR레전드, 생력211 순이었다. 하지만 기계수확시에 수확량은 일시수확시에 적과의 수확량이 중요하기 때문에 일시수확시 적과의 수확량을 조사하였다. 일시수확시 주당 적과수량은 R7(689.7), 홍연(632.4), 생력211(571.2), 적영(559.3), AR레전드(408.3), 대권선언(381.9), 에코스타(380.4), PR스마트(374.6), 배로파(329.3), 일월산천(328.9), 하나안심1호(322.1), 하나안심2호(313.1) 순이었다. 또한 관행대비 일시수확 수량비율은 R7이 76.3%로 가장 높았으며 PR스마트, 대권선언, AR레전드, 일월산천, 적영 순이었다. 공시품종들의 품질특성을 조사하기 위해 ASTA value를 측정하였다. ASTA 값이 가장 높은 품종은 적영이었고 홍연, 대권선언, 일월산천, 생력211, 하나안심1호 순이었다. 기계수확시 과실의 과탁부분이 줄기와 잘 떨어져야하기 때문에 꼭지의 탈과력을 측정하기 위해 과실이 착과된 상태에서 인장력을 실험하였다. 과실이 착과부위에서 가장 잘 떨어지는 품종은 생력211 품종이었고 하나안심1호, 일월산천, 대권선언, 홍연, 적영 순이었다 (표. 22).

다음 그림은 평가계통들의 노지 포장에서의 생육과 과실의 착과모습을 보여주는 사진이다(그림 88, 89).



그림 88. 평가계통들의 노지에서의 생육상황



그림 89. 평가계통들의 과실 착과모습

또한 자료에는 넣지 않았지만 건조수율을 조사한 결과 R7이 23.6% 로 가장 건조수율이 높았으며, 대권선언(23.4), AR레전드(23.3), 하나안심1호(22.4), 배로파(22.1), 일월산천(22.1), 에코스타(21.4), 생력211(21.2), PR스마트(21.1), 하나안심2(21.1), 적영(20.7), 흥연(18.7) 순이었다.

20017년도 초장, 일시수확율, 수확량, 인장력, 품질 등 여러 가지 변수를 조사하여 최종 흥연, 적영, AR레전드, 대권선언, 에코스타 등을 선발하였다.

[시험 2] 수확기계화를 위한 농자재 경감재배법 개발

3차 년도에는 고추 유인방법별 고추 수량을 비교하기 위해 ‘PR 스마트’(농우), ‘생력 211 호’(원예원)를 공시품종으로 하여 알루미늄지주대에 시실론줄로 유인하여 지주간격 5 m, 알루미늄지주+바인더끈 5 m, 관행지주+시실론 줄 5 m, 관행(1.7 m, 바인더끈) 총 네 가지 처리로 시험을 수행하였다(그림 90). 2016년도에는 알루미늄을 사용한 지주대를 처음으로 사용하여 재배하였다. 개당 가격이 개당 5,000원 정도이며 지주를 설치할 때 관행지주보다 수월하고 알루미늄재질이라 가벼운 것이 장점이 있다. 원예원 육성 생력211 품종과 PR스마트를 사용하여 네 가지 유인방법으로 유인한 후 총 수확량, 청과·숙과 수확량, 일시 수확율, 이병과율을 조사하였다(표 23).

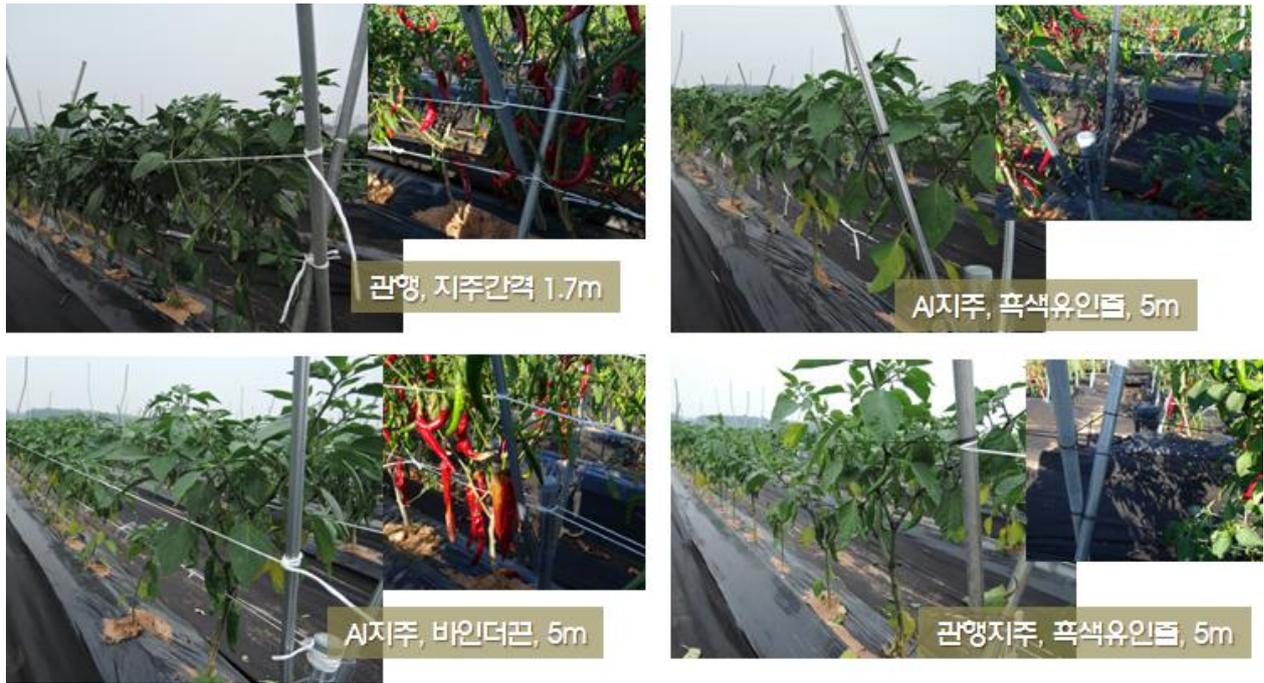


그림 90. 품종별 유인방법

표 23. 고추 품종별 유인방법에 따른 고추 수량 비교

품종명	유인방법	총 수확량 (kg/10a)	청과 수확량 (kg/10a)	숙과 수확량 (kg/10a)	일시 수확율 (%)	이병과율 (%)	
생력 211	관행	1040.3 ± 133.8	519.3 ± 38.1	520.9 ± 147.4	38.8	2.8	
	AI,시실론, 5.0	1113.1 ± 72.1	429.1 ± 69.5	684.0 ± 131.6	47.1	5.7	
	AI,바인더줄, 5.0	1317.3 ± 295.9	533.6 ± 190.0	783.8 ± 182.6	41.9	5.0	
	관행,시실론, 5.0	1337.9 ± 279.0	630.2 ± 199.2	707.8 ± 81.0	44.8	5.3	
PR 스마트	관행	1299.9 ± 240.1	832.8 ± 171.0	467.1 ± 69.2	40.4	8.5	
	AI,시실론, 5.0	1178.0 ± 376.1	737.8 ± 253.0	440.2 ± 136.5	43.2	5.6	
	AI,바인더줄, 5.0	1073.5 ± 222.6	644.4 ± 71.1	429.1 ± 163.6	42.5	7.7	
	관행,시실론, 5.0	1026.0 ± 129.1	660.3 ± 82.3	365.8 ± 56.0	36.4	9.5	
유의수준		ns					

♪ 평균간 비교 : DMRT

생력211 품종과 PR스마트 품종을 사용하여 유인방법별로 시험한 결과 통계적 유의차는 없었으나 지주설치 노동력과 농자재 사용을 적게 사용한다면 지주간격을 넓게 설치하는 것이 유리할 것이다. 일부 5 m 처리구에서 고추가 쓰러짐 현상이 발생하였다(그림 91). 이것

은 지주 간격이 넓은 이유도 있겠지만 지주 설치 시 고랑의 맨 앞쪽과 고랑의 끝쪽은 지주를 비스듬히 박아서 힘을 받을 수 있게 단단히 고정하는 작업이 필요할 것으로 생각된다. 또한 올해는 기상여건이 좋아 5 m 로 지주를 설치했으나 만일 심한 강우가 온다면 4 m 정도의 지주간격이 좋을 것으로 생각된다. 소요자재나 투입 노동력을 감안한 경제성 분석을 계획 중에 있다. 다음 그림은 수확시기에 고추 쓰러짐 현상과 알루미늄 지주대의 모습이다 (그림 91).



그림 91. 고추 품종별 유인 모습과 도복 현상 발생

[시험 3] 고추 수확기계 2차 PROTO 성능시험 협조

고추 수확기계 성능시험 협조 시험을 원예원 채소과 포장에서 실시하였다(2016.9.5~6) 기계 수확을 위해서는 유인줄 및 지주대를 제거작업, 포장으로 지입하기 위한 포장 조성 등이 필요하다(그림 92).



지주대 및 유인줄 제거



수확기계 이동



포장으로 진입



수확



문제점 및 보완사항 협의



그림 92. 고추 수확기계 2차 PROTO 성능시험 협조

고추 수확기계 성능시험 협조 시험을 원예원 채소과 포장과 청양 이상춘 농가에서 실시하였다(2016.9.7~13, 그림 93).



원예원 채소과 포장



청양이상춘 농가

그림 93. 고추 수확기계 2차 PROTO 성능시험 협조

또한 자주식 고추 수확기계 시연회를 원예원 채소과 포장에서 2016년 10월 11일, 10월 20일 2회 더 실시하였다(그림 94, 95).



그림 94. 자주식 고추 수확기계 시연회 개최(2016.10.11.)



그림 95. 자주식 고추 수확기계 시연회 개최(2016.10.20.)

자주식 고추 수확기계 시연을 위한 동계 시험재배를 하였다. 생력211, 흥연, 적영, 승자영광, 대권선언, PR케이스타, AR레전드 등 총 7품종을 고추 비가림 시설을 이용하여 비닐하우스 3동에 정식하였다. 정식은 2016년 11월 10일에 정식하였으며 3월 30일에 현장 시연회를 실시하였다(그림 96).



2015~16년 동계시험

현장시연회(2016.3.30)

동계시험을 위한 정식(2016.11)

그림 96. 고추 수확기계 시연을 위한 포장 조성 및 현장 시연회 개최

2017년 3월에 고추 수확기계 'CH751' 성능 시연회를 국립원예특작과학원 채소과 포장에서 개최하였다. 참석인원은 원예원장, 농식품부 담당자 및 과제 수행연구원 등 35여명 참석하였다.



고추 수확기 CH751



CH751 모델 성능시험



카드 클리너 선별기 시연

그림 97. 고추 수확기계 'CH751' 성능 시연회 개최

2017년 9월 28일 자주식 고추 수확기계 'CH751' 최종 모델 시연회를 국립원예특작과학원 채소과 포장에서 개최하였다. 참석인원은 원예원장, 농식품부 담당자, 고추전문지도연구회 및 과제 수행연구원 등 총 45여 명이 참석하였다. 고추기계수확율은 5개소(원예원, 고흥, 나주, 영양, 보은) 평균 탈실율 83.0~92.1% 였으며 기계크기축소 및 탈실부 구조 및 속도개선을 하여 수확기 전장이 6 m 에서 5.6 m 로 축소됐으며 탈실부 헬릭스 회전 속도 범위가 700rpm 까지 향상되었다. 전용품종에 개발 기계 적용시 착과된 과실 수확은 문제없으며(탈실력에 따른 차이없음) 조숙성, 내습성, 병저항성 등 기계 수확에 적합한 형질 목표로 육종을 할 필요가 있음을 시사하였다. 또한 카드클리너로 이물질 분리 후 꼭지제거, 색깔선발 일관체계화 등의 수확 후 선별 기술에서는 병과선별기술과 먼저 착과되어 수분이 적은 과실을 고려할 필요가 있다고 하였다. 수확물 포함 이물질(잎, 줄기 등)의 이물질 선별기는 분리율이 80.7% 였으며 생산기반 정비 및 수확기계 적용 시범단지 조성이 필요하므로 농가 규모화 및 평지재배 확대와 고추 종합처리장 중심으로 시범단지가 조성되어야 고추 수확기계화가 가능할 것이라 생각한다.



고추 수확기 CH751 최종모델



고추 수확기 포장 시연



현장 종합토론

그림 98. 고추 수확기계 'CH751' 최종 모델 시연회 개최(2017.9.28)

[시험 4] 고추 수확기계화에 적합한 품종 및 재배법 적용(임실_이진수 농가)

고추 기계화에 적합한 품종들을 직접 농가에 정식하여 재배법을 적용하기 위해 전북 임실에 이진수 농가 포장을 임차하여 적영, R7, AR레전드, 일월산천, 에코스타, 배로파, PR스마트, 대권선언 등 8개 품종을 2018년 2월 25일에 파종하여 5월 17일에 정식하였다. 골간 120 cm, 주간 40 cm, 이랑높이 25cm 로 정식하여 기계수확에 적합하게 시험포장을 조성하였다.



생육상황(2017.7.5)



생육상황(2017.8.2)

그림 99 고추 기계화 재배법 적용 포장 초기 상황(전북 임실군, 8월 2일)

생육초기에는 평년과 비슷한 생육을 보였으나 생육 최성기 및 후기에 많은 비로 인한 탄저병 및 세균성점무늬병 다발로 수확을 거의 하지 못한 결과를 얻었다(그림 100)



그림 100. 고추 기계화 재배법 적용 포장 상황(전북 임실군, 8월 30일)

그림에서 보는 바와 같이 탄저병으로 인한 낙과와 생육이 저조하여 직접 기계수확을 하지는 못하였으나 재배법 적용은 추후에 다시 추진할 계획이다. 과제 종료 후에도 원예원 기관고유과제인 ‘고추 내저온성, 내서성 계통육성을 위한 유전자원 수집, 평가 및 선발’ 과제에서 집중착과형 우수계통 시험을 추가하여 자체적으로 기계수확에 적합한 우수계통 선발 시험을 지속적으로 수행할 계획이다. 또한 이상기상에 의한 탄저병 및 세균성점무늬병 다발로 인해 농가실증 시험이 당초 계획대로 수행되지 못해, 시험이 종료된 2018년에도 추가적으로 고추 수확기계 시연포장을 조성하여 기계수확 적용 가능성을 보완할 계획이다.

<위탁과제> 고추 기계화 적용 품종선발 및 기술개발(경북도원 영양고추연구소)

[시험 1] 기계화 적용 품종선발

가. 품종별 생육현황(8월 상순, '16~'17)

기계화 적용 품종선발을 위하여 품종별 생육상황을 조사하였다(표 24).

표 24. 품종별 생육현황(8월 상순)

품종명	초장 (cm)	주경장 (cm)	경경 (mm)	분지수 (개 /주)	측지수 (개 /주)	착과수 (개 /주)
대권선언	105.7	22.3	17.6	11.7	6.5	44.6
건초왕	103.5	24.3	16.8	12.2	6.3	45.0
에코스타	95.7	24.3	16.6	11.4	6.5	46.7
빅스타	108.2	22.3	16.8	12.5	6.1	45.0
하늘아래	100.2	26.3	17.2	11.0	6.2	44.5
고향산천	103.5	23.3	18.9	12.2	6.3	43.7
멤멤	111.8	29.6	15.3	10.1	7.0	24.2
파워스피드	104.8	26.4	16.7	11.3	6.2	34.9
세계일	99.7	23.3	17.3	12.9	6.7	45.9
불폭포	105.3	25.4	17.1	12.7	6.2	46.1

매운맛의 강도에 따라 소비자의 고추 품종에 대한 구매 선호도는 달라진다. 따라서 고추 기계화 적용품종을 선발하기 위하여 매운맛의 신미도가 강한 품종과 순한 품종으로 구분하여 2016년부터 2017년까지 2년간 시험을 수행하였다.

고추 수확기계화에 적용품종 선발시험에 이용한 순한 신미도는 대권선언, 건초왕, 에코스타, 빅스타, 하늘아래, 고향산천 6개 품종이며, 매운 신미도는 멤멤, 파워스피드, 세계일, 불폭포 등 4개 품종이며, 10개 품종을 시험수행을 위하여 사용하였다. 고추는 8월 상순에 1차 생식생장이 완료 되고 2차 영양생장과 생식생장을 준비하는 시기이며 8월상순 고추 식물체의 초장이 길지 않는 품종이 수확기계에 부담을 줄이는데 초장이 짧은 것이 기계수확에 적합할 것으로 판단되며 순한맛 품종인 에코스타와 하늘아래, 매운맛 품종은 세계일과 파워스피드가 적합하였다. 주경장은 짧고 경경은 굵은 것이 생육에 유리함으로 대권선언과 고향산천, 세계일 품종이 적합하였으나 청과와 홍과의 합인 착과수와 홍고추의 건고추로 건조한 최종 수확량과도 연계가 되어야 기계화에 적용할 수 있다. 분지수는 10.1개에서 12.9개로 2.8개의 차이를 보였으며, 착과수는 24.2개에서 46.7개로 품종간 최대 20여개의 수량 차이가 났으며 청고추와 홍고추가 혼합된 착과수에서 적품종은 매운맛의 멤멤과 파워스피드를 제외한 나머지 품종들은 수량이 비슷한 수준으로 다수확이 가능한 품종들이었다.

나. 기계수확 적용 품종별 인장력 비교('16~'17)

다음은 기계수확 적용 품종별 인장력 비교를 한 표이다(표 25).

표 25. 기계수확 적용 품종별 인장력 비교

품종명	인장력(kgf=kilogramforce)			
	완숙	적숙	평균	풋고추
대권선언	2.04	1.86	1.95	1.23
건초왕	2.37	2.07	2.22	1.15
에코스타	1.79	1.57	1.68	1.24
빅스타	2.65	1.61	2.13	1.82
하늘아래	2.12	1.16	1.64	1.25
고향산천	2.02	1.27	1.65	1.26
멤멤	2.37	1.90	2.13	0.91
파워스피드	1.96	1.38	1.67	0.80
세계일	1.55	1.32	1.44	0.87
불폭포	1.91	1.51	1.71	1.00
평균	2.08	1.57	1.83	1.15

고추 기계수확 적용 품종들은 각각의 분지에 붙은 홍고추 꼭지를 따 주어야 수확이 가능하기에, 이에 따라 수확과실의 꼭지를 제거할 때에 소요되는 힘을 측정하기 위하여 인장력을 이용하여 수확의 난이도를 비교하였다. 홍고추를 일시에 수확하면 완숙과와 적숙과로 구분되며, 완숙된 홍고추 수분이 적은 상태이며, 완숙보다 수분을 좀 더 많이 보유하고 있는 적숙홍고추가 수확된다. 따라서 인장력의 차이가 있어 홍고추를 완숙과와 적숙과로 구분하였으며, 풋고추는 수분이 많아 탈과가 잘됨으로 구분을 하지 않고 조사하였다.

인장력은 작을수록 탈과가 잘되는 것으로 완숙과에서는 세계일, 에코스타, 불폭포 품종이 인장력이 낮았으며, 빅스타, 건초왕, 멤멤품종은 완숙과의 탈과가 쉽지 않음을 알 수 있었으며, 적숙과에서도 완숙과와 마찬가지로 유사한 결과를 얻었으며 홍고추의 평균 인장력에서 탈과력이 좋은 품종은 세계일, 하늘아래, 고향산천, 파워스피드, 에코스타 순으로 타 품종 보다 탈과력이 좋았다. 풋고추의 인장력에서도 홍고추와 비슷한 결과를 보였으며, 빅스타 품종은 풋고추와 홍고추 모두 탈과력이 좋지 않아 기계수확에 적합하지 않는 품종으로 조사되었으며, 세계일, 파워스피드 품종은 홍고추와 마찬가지로 탈과가 잘 되는 품종이었다.

다. 수확시기별 완숙과의 과장크기별 비율('16~'17)

표 26. 수확시기별 완숙과의 과장크기별 비율

품 종 명	완숙과실 과장 크기별 수확시기에 따른 비율(%)								
	8월 30일			9월 10일			9월 20일		
	12cm이상	12-8cm	8cm이하	12cm이상	12-8cm	8cm이하	12cm이상	12-8cm	8cm이하
대권선언	40.7	41.9	17.4	38.4	49.8	23.7	31.6	58.8	8.6
건초왕	48.1	45.9	6.0	37.7	48.5	13.8	29.8	61.0	9.2
에코스타	77.4	20.0	2.6	74.1	25.1	0.9	58.9	35.9	5.2
빅스타	80.4	18.8	0.8	77.5	19.9	2.7	77.9	20.7	1.5
하늘아래	79.3	19.7	1.1	68.9	30.4	0.8	61.5	36.5	2.1
고향산천	47.4	50.7	2.0	54.7	42.8	2.6	32.4	62.3	5.3
멤멤	37.9	39.5	22.6	52.5	35.2	12.2	13.6	62.0	24.4
파워스피드	16.7	63.8	19.5	9.2	66.6	24.3	8.5	62.3	29.3
세계일	28.0	63.6	6.34	23.4	68.8	7.8	36	55.7	8.3
불폭포	77.0	22.3	0.8	57.2	38.3	4.6	49	48.2	2.9
평균	53.3	38.6	7.9	49.4	42.5	9.4	39.9	50.3	9.7

홍고추의 일시수확 시기별로 꼭지를 제외한 과피부분이 12cm이상인 홍고추의 대과분포 비율은 8월 30일 일시수확시 53.3%로 가장 높게 나타났으며, 9월 10일 49.4%, 9월 20일에는 39.9%로 분포되어 수확시기가 늦을수록 대과비율은 낮게 조사 되었으며, 이는 고추의 무한화 서로서 개화와 착과가 지속적으로 이루어져 상부의 풋고추가 매우 많아져 영양공급이 부족하여 일시수확이 늦을수록 대과의 비율은 낮은 것으로 판단된다. 또한 일시수확 시기가 늦을수록 대과의 비율이 떨어지는 경향을 보였으며, 12-8cm의 중과비율은 38~50%의 범위에 있었으며, 8cm이하의 소과비율은 7.9~9.7%로 조사되었다. 또한 수확시기를 늦추어도 과실 비대에는 광합성이 영향을 주어야 함에도 낮의 온도가 30℃ 이하가 대부분으로 광합성량 부족으로 과실은 비대하지 않고 조기에 숙과로 변함으로써 대과 수량은 36%이하로 중과나 소과가 63%이상으로 대과는 증가하지 않는다. 대과비율이 높은 품종은 순한맛 품종은 에코스타, 빅스타, 하늘아래 3품종이며, 매운맛에는 불폭포 1품종으로 8월 30일 수확시 77%이상이 대과이었으며 빅스타 품종이 가장 높은 대과비율을 보였으며, 3품종은 수확시기가 늦을수록 대과비율은 점차적으로 낮아졌으나, 빅스타 품종은 수확시기에 무관하게 3시기 모두 대과율이 높게 나타났으나 <표 28>의 수확량에서 빅스타의 수량은 에코스타, 하늘아래 보다 낮음을 알 수 있었다. 이는 에코스타 등 3품종과 달리 2차 영양생장과 생식생장이 저조하여 나타난 현상으로 추정된다.

라. 품종별 홍고추 크기에 따른 비율('16~'17)

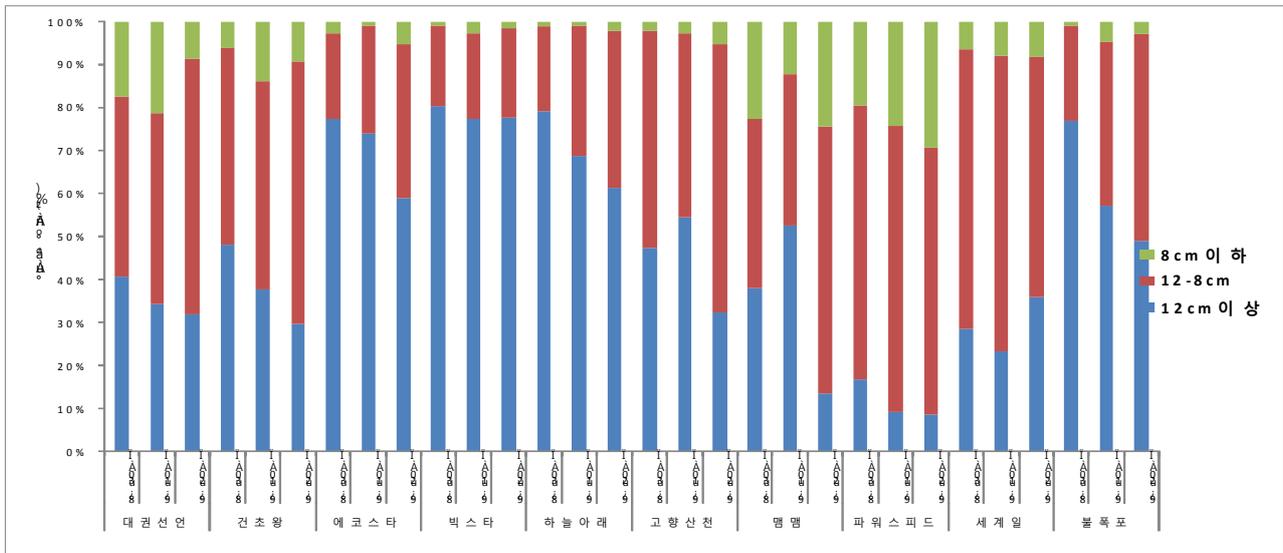


그림 101. 품종별 홍고추 크기에 따른 비율('16~'17)

품종별 홍고추 크기에서 에코스타, 빅스타, 하늘아래, 불폭포는 대과이며, 대권선언, 건초왕, 고향산천, 세계일은 중과이고, 맴맴, 파워스피드는 중소과형의 크기에 해당되는 것으로 조사되었다.

마. 수확시기별 적과율과 이병과율('16~'17)

표 27. 수확시기별 적과율과 이병과율

품종명	적과비율(%)			이병과율(%)		
	8/30	9/10	9/20	8/30	9/10	9/20
대권선언	60.6	59.9	61.0	4.1	6.1	9.1
건초왕	52.2	52.6	54.9	4.8	5.4	8.9
에코스타	52.0	57.5	39.4	1.7	6.9	5.4
빅스타	48.1	55.0	44.2	2.0	5.8	8.0
하늘아래	50.5	54.0	58.8	1.3	5.3	7.3
고향산천	42.2	56.6	48.2	1.9	3.3	6.6
맴맴	19.4	18.2	51.2	2.5	9.9	14.3
파워스피드	44.2	41.4	59.9	2.0	5.7	5.6
세계일	51.6	61.1	58.9	3.0	4.9	5.5
불폭포	51.5	49.6	52.3	1.6	7.8	10.8
평균	47.2	50.6	52.9	2.5	6.1	8.2

2~3년차 평균인 수확시기별 적과율(赤果率)은 47.4~52.9%로 조사되었으며, 1년차 43.7~54.7%이었으며, 2년차 54.3~59.0%로 년차별로 적과비율은 많은 차이를 나타내고 있으나, 수

확시기가 늦을수록 적과비율이 높아지는 것은 유의성 있는 것으로 판단된다. 순한맛인 대권선 언, 건초왕, 하늘아래 3품종과 매운맛인 세계일, 불폭포 2품종이 3시기 모두 적과율이 높았으며 수확시기가 늦을수록 적과율도 높았다. 적과율은 수확시기가 늦을수록 높아졌으며, 이는 8월 이후 평균기온이 점차 낮아지는 가을로 접어들기에 한여름의 7월과 8월보다 광합성이 부족하여 홍고추 과실이 비대하지 못하고 중소과 형태에서 숙기가 빨라지기에 적과율이 높아진 것으로 판단된다. 이병과율은 2-3년차 평균이병과율로 3년차는 8월 하순 이후 잦은 강우로 후기에 이병과율이 높아져 이병과율 2.5~8.2%로 2년차 보다 높았으며, 1차 년도는 수확시기가 늦을수록 이병과율이 높아졌으며(2.1, 3.4, 5.6%), 2차 년도(2.0, 2.8, 4.2%)도 동일한 경향을 보였으며, 이는 8월 하순, 9월 상순에는 가뭄에 따른 석회결핍과의 비율이 높아진 결과이며, 탄저병과 담배나방 피해가 많다면 수확시기를 늦추는 것은 기계수확시 수량 감소로 이어져 수확시기를 8월 하순에서 9월 상순으로 조정하는 것이 기계수확에 적절한 시기로 조사 되었다. 기계수확 적품종 시험에 적용하기 위한 10개 품종에서 2016년 매운향 품종이 단종 됨으로 맴맴품종을 추천 받아 2017년 시험을 수행하였으나 기본적 스크린을 거치지 않고 시험수행 결과 수량성이 매우 낮아 일시수확 수량부분에서는 제외하고 평균수량에서는 언급하겠다. 수확시기별에 따른 일시수확 후 수량은 233~503kg/10a로 평균수량은 400.5kg/10a이었으며, 관행3회 수확은 320~499.8kg/10a로 평균수량은 411kg/10a이었으며, 관행의 3회 수확은 411kg/10a로 일시수확 보다 11kg/10a가 높은 경향으로 차이가 없었다.

바. 품종별 수확시기에 따른 수량('16~'17)

표 28. 품종별 수확시기에 따른 수량

품종명	수확시기별 수량(kg/10a)			평균	관행수확량 (kg/10a)
	8/30(A)	9/10(B)	9/20(C)		
대권선언	428.0	406.0	391.5	408.50	441.1
건초왕	396.5	375.5	372.5	381.50	461.6
에코스타	482.0	560.5	467.5	503.33	491.6
빅스타	454.0	446.0	399.5	433.17	445.8
하늘아래	470.0	492.5	445.5	469.33	533.1
고향산천	336.5	359.0	344.5	346.67	407.5
맴맴	150.0	87.0	94.0	110.33	136.3
파워스피드	235.5	229.0	236.5	233.67	320.1
세계일	341.0	406.5	344.5	364.00	374.6
불폭포	500.5	468.0	426.5	465.00	499.8
평균	404.9	415.9	380.6	400.47	411.1

일시수확 3시기 평균수량에서 수확량이 많은 품종은 순한맛에서는 에코스타, 하늘아래, 빅스타 품종으로 안정적 수량성을 나타내었으며, 매운맛에선는 불폭포 품종이 적합하다. 다수확량을 보인 품종들은 관행에서도 수량이 높아 기계수확시 미탈립 및 손실에 의한 수량손실을 최대한 극복하기에 적합한 품종이 될 수 있다.

수량성 측면으로 보아 에코스타, 하늘아래, 빅스타 3품종은 순한맛에 적합하며, 불폭포는 매

운맛 품종으로 적합하였으며, 빅스타 품종은 인장력이 커서 탈과가 쉽지 않은 애로점이 있다.

사. 품종별 관행수량 대비 일시수확량 비율('16~'17)

표 29. 품종별 관행수량 대비 일시수확량 비율

품종명	관행수량 대비 일시수확량 비율(%)		
	8월 30일	9월 10일	9월 20일
대권선언	97.0	92.0	88.8
건초왕	85.9	81.3	80.7
에코스타	98.0	114.0	95.1
빅스타	101.8	100.0	89.6
하늘아래	88.2	92.4	83.6
고향산천	82.6	88.1	84.3
멤멤	110.0	63.8	69.0
파워스피드	73.6	71.5	73.9
세계일	91.0	108.5	92.0
불폭포	100.1	93.6	85.3
평균	98.5	101.2	92.6

관행3회 수확시 수확량 대비 일시수확시 수확량(표 29) 비율을 살펴보면, 9월 10일 일시수확시에 수확량이 가장 많은 것으로 조사 되었으며, 수확시기가 늦을수록 관행보다 7.4%정도 감소하였으며, 8월 30일 일시수확시에는 1.5%정도 미미하였으며, 기계수확을 위한 경북북부를 중심으로 일시수확 시기는 8월 하순부터 9월 10일 정도가 적정 시기라 판단되며, 남부지방에서는 9월 20일 까지도 가능하나 병해충에 의한 이병과율의 증가를 살펴보고 일시수확시기를 결정하여야 된다.

품종별로는 에코스타, 빅스타, 하늘아래, 세계일, 불폭포, 대권선언 품종들이 관행수확 대비 일시수확량이 적지 않아 기계수확에 적합한 품종으로 조사되었다.

아. 수확과의 품종별 성분함량 비교('16~'17)

표 30. 수확과의 품종별 성분함량 비교

품종명	Capsaicinoids(mg%)	Sugar (%)	ASTA Color value
대권선언	23.0	13.2	105.6
건초왕	16.8	12.1	100.4
에코스타	28.8	14.3	90.4
빅스타	24.4	12.8	99.0
하늘아래	49.6	13.5	95.7
고향산천	44.4	10.1	134.7
멤멤	44.5	10.9	104.3
파워스피드	37.2	11.4	108.3
세계일	44.3	10.6	116.4
블폭포	29.5	13.2	84.5
평균	34.2	12.2	103.6

수확과의 품종별 성분함량 비교에서 매운맛인 Capsaicinoids의 함량에서 매운맛 품종을 시험에 수행하였으나, 매운맛 고추 신미도가 순한맛 고추 신미도 보다 낮거나 비슷하여 순한맛과 매운맛 품종을 분류하여 평가를 할 의미가 없었다.

매운맛 함량은 하늘아래 품종이 49.6mg%로 가장 많이 함유하는 것으로 분석되었으나 고향산천, 멤멤, 파워스피드, 세계일 품종간에는 뚜렷한 차이가 없는 경향을 나타내었으며, 건초왕, 대권선언, 에코스타, 블폭포 품종은 보통정도의 낮은 함량으로 분석되었다.

고추의 당함량은 과당과 포도당이 대부분을 차지하고 있으며 10품종의 당함량 분포는 10.1~14.3%로 에코스타>하늘아래>대권선언, 블폭포순이며, 매운맛 계통에서는 당도함량이 낮은 경향을 보였다.

고추의 붉은색도인 ASTA color는 고향산천이 타 품종 보다 가장 높은 색도를 보였으며, 매운맛 계통에서 블폭포 품종을 제외한 3품종은 104~116.4로 높은 경향을 나타내었으며 세계일 품종이 높은 경향을 보였으며 순한맛에서는 고향산천과 대권선언, 건초왕 품종이 높게 분석되었다.

수확 기계화 적용 품종을 선발하기 위한 시험에서 최종적 결론으로 생육과 인장력, 과크기, 적과률, 수량, 품질 등 여러 항목을 종합적으로 판단 한 결과 **에코스타, 하늘아래, 블폭포** 등 3품종이 기계수확에 적용할 수 있는 품종으로 판단되었다.

[시험2] 기계화 위한 농자재 경감 재배법 개발

시험품종은 역병저항성 PR연속타(2016), 대권선언(2017) 품종을 72공 연결트레이에 파종을

하여 80일 육묘하였으며 종자는 ‘원조믹스’ 상토를 넣은 72공 트레이 포트에 파종하여 발아상에서 온도 29℃, 습도 90%로 3일간 발아 후 육묘상으로 이동하였다. 육묘상에서 온도를 25℃로 관리하였으며, 이 후 묘의 크기가 클수록 온도를 서서히 낮추어 최종 13℃로 관리하였으며 육묘관리는 비닐하우스 내에서 비닐과 보온덮개로 보온 관리하였으며, 육묘장의 온도가 최대 30℃가 넘지 않도록 환기 관리하였다. 또한 육묘 중 비절현상을 막기 위하여 묘 상태에 따라 요소 0.2%액을 엽면시비로 관리하였다. 포장관리는 정식 3주전에 퇴비와 석회를 살포하여 경운한 후 정식 10일전 포장에 비료를 사용하여 로타리를 하고 정식 7일전 이랑을 만들고 흑색비닐을 피복한 후 막덮기부직포를 씌우기 위한 활주를 1.6m간격으로 설치하고 활주에 유인줄을 설치하는 것과 설치하지 않는 것으로 분류하였다.

시비량은 표준재배법에 준하여 질소-인산-칼리-석회-퇴비=190-112-149-1,500-20,000kg/ha 로 하여 인산, 석회, 퇴비는 전량 기비로 요소와 칼리는 40% 기비, 60%는 추비로 정식 후 30일 후부터 30일 간격으로 4회 시비하였다.

고추 묘를 이랑너비 150cm 간격 2열로 주간거리 40cm가 되게 심은 후 막덮기부직포를 씌운 후 6월 18일 전후에 부직포를 벗겨내고 이 후 고추식물체가 쓰러지지 않도록 지주대를 고추 8주와 12주 간격에 1개의 지주를 땅에 고정하고 유인줄을 지주대에 설치하였다. 이후부터는 노지 재배와 동일하게 관리하였다. 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였으며, 비배관리 및 병해충 방제는 관행재배에 준하였다.

가. 터널활주와 고추식물체의 지주 간격별 고추 생육현황(8/1)

표 31. 터널활주와 고추 식물체의 지주 간격별 고추 생육현황

활주 유인	지주간격 (고추주수)	초장 (cm)	주경장 (cm)	경경 (cm)	분지수 (개/주)	측지수 (개/주)	착과수 (개/주)
무	8(3.2m)	69.7	21.5	13.1	8.6	6.6	39.4
	12(4.8m)	72.3	20.5	13.4	9.1	6.6	42.3
	평균	71.0	21.0	13.3	8.9	6.6	40.9
유	8(3.2m)	72.5	20.0	13.1	10.0	6.5	41.9
	12(4.8m)	76.3	20.8	13.3	10.1	6.5	44.7
	평균	74.4	20.4	13.2	10.1	6.5	43.3

고추 막덮기부직포 터널재배에서 터널지지용 활주간격은 1.6m로 관행의 0.8m보다 2배가 넓은 간격으로 설치하여 기계화를 위한 재료절감의 차원으로 활주를 줄였다. 활주유인 여부에서 유인은 활주와 활주간에 기울어짐과 쓰러짐을 방지하기 위하여 유인줄을 활주에 3줄(중앙, 양쪽)을 설치하였으며, 무유인은 활주에 유인줄을 설치하지 않았다.

터널활주와 고추 식물체의 지주 간격별 고추 생육조사 결과 초장과 분지수, 착과수에서는 활주유인구가 좋았으며, 주경장과 경경은 무유인에서 좋았으나, 주경장은 짧은 것이 재배에 유리하며 경경은 처리간 차이가 없어 활주에는 유인을 하는 것이 생육에 양호한 결과를 보였다.

지주간격별로 생육에서는 초장과 경경, 분지수, 착과수 등 주요 생육에서 지주설치 12주

(4.8m) 간격이 8주간격 보다 양호하게 좋았기에 관행의 4주간격 보다 8주나 12주간격으로 지주를 설치하여도 생육에는 차이가 없음을 알 수 있어 기계화를 위한 재료절감 효과가 있음을 알 수 있었다.

나. 활주 유인 및 지주간격별 석회결핍과율 및 병해충 피해과율

표 32. 활주 유인 및 지주간격별 석회결핍과율 및 병해충 피해과율

활주유인	지주설치 간격(주)	석회결핍과 (%)	이병과 계 (%)	탄저병 (%)	담배나방 (%)
무	8	1.3	26.5	26.2	0.4
	12	1.8	18.3	18.1	0.2
	평균	1.6	22.4	22.2	0.3
유	8	2.0	24.6	24.4	0.2
	12	1.4	24.8	24.8	0.1
	평균	1.7	24.7	24.6	0.2

터널활주의 유인 여부 및 지주설치 간격별 생리장해인 석회결핍과율은 1.7%이하로 활주유인의 처리별 석회결핍과 발생률은 낮았고 차이는 없었으며 지주설치 간격간에도 유의성 있는 차이는 없는 경향을 보였다. 이병과중 탄저병 피해과율은 22.2~24.6% 로 무유인에서 낮았으며 지주간격별로는 차이가 없었고, 담배나방 피해과율 또한 활주유인과 지주설치간격에 의한 차이는 없는 경향이였다.

다. 활주유무와 지주 설치간격별 과특성 및 수량

표 33. 활주유무와 지주 설치간격별 과특성 및 수량

활주유인	지주설치 간격(주)	과장 (cm)	주당과수 (개/주)	상품과율 (%)	1건과중 (g/개)	건과율 (%)	수확량 (kg/10a)
무	8	11.3	43.8	71.8	2.5	19.6	269.1
	12	11.6	42.6	79.3	2.3	19.4	231.9
	평균	11.5	43.2	75.6	2.4	19.5	250.5
유	8	11.3	41.5	73.2	2.3	18.7	244.9
	12	11.7	48.6	73.7	2.3	18.1	280.1
	평균	11.5	45.1	73.5	2.3	18.4	262.5

활주유무와 지주설치간격별 과특성에서 활주 유인구의 과장, 주당과수, 수확량에서 활주 무

유인구 보다 과실 특성이 좋았으며, 이에 수확량에서도 5%가 높게 나타났으며 무유인구에서는 상품과율과 1건과중, 건과율면에서 유인구 보다 좋았으나, 전체적으로 과특성과 수량에서 좋은 결과를 얻은 활주유인구로 활주에 유인줄을 설치하는 것이 유리함을 알 수 있었다.

유인에 무관하게 지주 간격별로 과특성 및 수량에서 활주무유인구에서 지주설치 8주간격이, 활주유인구에서는 지주설치 12주간격이 수량이 많은 것으로 조사되었으나, 지주설치 간격별로 수확량의 유의성 있는 차이는 없는 것으로 조사되었다. 따라서 터널용활주 유인과 무유인, 지주간격별에 의한 수량의 차이가 없으므로 토성, 수분 등 다양한 토양환경의 영향에 의해 수량이 좌우 된 것으로 추정된다.

따라서 기계화 수확을 위한 활주에 유인을 하지 않아도 가능하며, 지주설치 간격도 12주 까지 넓혀서 재배가 가능함을 알 수 있었다.

경제성에서 재료와 설치, 설치재료 제거노력비 등을 계산하면 지주간격 설치는 더 넓혀야 할 것으로 추정 되지만 재식된 고추가 강풍과 비바람, 태풍에 의한 쓰러짐을 피할 수 없는 위험이 뒤따른다. 따라서 활주에는 유인을 실시하고 지주설치는 8주 간격으로 실시하는 것이 기계수확을 위한 재료절감 재배기술이라 판단된다.

<제3협동기관> 고추 수확 기계화를 위한 작부체계 개발(전남농업기술원)

【시험 1】 기계수확에 적합한 품종 선발(3년차)

고추 기계수확에 적합한 품종을 선발하고 육묘일수 및 지주재배 방법에 따른 재배특성을 구명하고자 전남 나주에 소재한 전남농업기술원 시험포장을 이용하여 재배시험을 수행하였다. 품종은 시판품종과 기계수확 전용 품종으로 육성한 품종 등 5품종을 이용하여 수행하였다.

시험용 고추는 2월 28일에 파종하고 5월 12일에 정식하였으며 이랑과 이랑의 간격을 120cm로 하고 흑색멀칭 필름을 피복하여 재배하였으며 주간거리를 30cm하여 정식하였다. 관수방법은 점적호스를 이용한 점적관수를 실시하였으며 정식 후 지주를 1열로 하여 유인재배 하였다. 두둑의 높이는 25cm정도가 되도록 하여 배수가 잘되도록 하였다. 금년은 정식 후 고온이 지속되어 초기 활착이 느린 편이었다. 초장은 60일 묘에서 약간 큰 편이었으나 통계적인 차이는 없었다. 엽장, 엽폭은 품종간 비슷한 경향이었으나 대권선언 품종에서 줄기의 두께가 작은 편이었다. 특히 기계수확 시 2년차에서는 문제가 없었으나 금년의 경우에는 [표. 34] 에서와 같이 일월산천과 대권선언 품종에서 뽑힘 현상이 발생하였다.

표 34. 육묘일수에 따른 품종별 생육특성 (2017.8.25.)

육묘 일수	품종명	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	경경 (mm)	수폭 (cm)	기계수확 주수비율 (%)
60일	생력 211	124.9	9.5	5.6	17.5	109.9	88.4
	적 영	126.7	10.4	5.2	18.2	105.5	86.5
	일월산천	122.4	10.5	5.4	16.6	78.7	뽑힘
	대권선언	130.8	9.8	5.0	15.2	108.0	뽑힘
	AR레전드	120.2	9.9	5.3	19.2	107.8	82.7
75일	생력 211	129.0	8.8	5.0	16.3	81.4	-
	적 영	111.5	9.8	4.6	12.5	92.3	-
	일월산천	119.4	10.7	5.3	16.9	78.8	-
	대권선언	119.0	9.9	5.0	14.3	104.6	-
	AR레전드	113.1	10.0	4.9	17.8	75.1	-

육묘일수에 따른 품종별 홍과 비율은 30~40% 정도를 보였으며 적영품종과 AR레전드 품종에서 다소 높은 편이었다. 착과수에서는 생력 211품종에서 가장 많았으나 1과중이 다른 품종에 비하여 작은 경향이였다. 수확과중 착색이 완료된 적숙과 수량을 비교한 결과 [표. 35] 에서와 같이 차이를 보였다. 수량에 있어서는 2년차에 초기 적숙과 비율이 높았던 일월산천에 비하여 적영 품종과 AR레전드 품종에서 많았으며 대권선언 품종에서 가장 작은 수량성을 보였다.

표 35. 육묘일수에 따른 품종별 수량특성 (2017.9.2.)

육묘 일수	품종명	착과수 (개/주)	홍과율 (%)	과장	과경	과피 두께	1과중	홍과수량 (kg/10a)
60일	생력 211	178.4	19.5	82.0	14.6	1.9	4.2	1,175ab ^z
	적 영	63.4	48.5	99.6	18.8	2.1	9.4	1,423a
	일월산천	89.0	34.7	96.8	13.2	1.9	7.8	1,574a
	대권선언	94.7	26.1	102.6	15.9	9.7	9.0	857c
	AR레전드	65.2	41.9	107.1	12.1	1.8	9.3	1,540a
75일	생력 211	268.8	16.0	78.6	16.3	1.0	4.1	1,447ab
	적 영	143.9	38.4	103.4	17.8	1.5	8.0	1,265bc
	일월산천	63.8	23.0	84.6	13.7	1.5	7.4	1,079bc
	대권선언	66.3	52.1	96.4	13.3	1.4	7.5	822c
	AR레전드	52.8	41.1	103.6	16.6	1.3	10.7	1,797a

^zDuncan's multiple range test at 5% level.

기계 수확시 지주 유무는 수확작업 전 지주 제거 작업을 하여야 하므로 무지주재배가 가능한 재배법이 필요하다. 그러나 착과 부담 및 바람에 의한 넘어짐과 부러짐이 발생하게 되므로 농가에서는 지주재배를 주로 하고 있다. 본시험에서는 무지주 재배의 가능성을 검토하고자 75일묘를 5cm정도 더 깊이심어서 [그림 102] 과 [그림 103] 와 같이 재배하였다. 그 결과는 [표 36] 과 [표 37] 에서와 같았다. 대체적으로 초장은 지주재배에서보다 작은 경향이였으며 수량도 지주재배에 비하여 낮은 경향이였다. 정식초기 무지주 재배는 [그림 103] 와 같이 바람에 의해 흔들리게 되고 지채부가 흠과 마찰하게 되어 지채부 손상을 입는 개체가 2차 감염에 의한 시들음이 발생하여 고사된 식물체가 발생하였다. 그러나 초기 관리만 잘 이루어지면 일부 품종에서 무지주 재배도 가능 할 것으로 판단되었다.



그림 102. 고추 무지주 재배 정식 초기(2017.6.2.)



그림 103. 바람에 의한 무지주재배 지재부의 기계적 손상(2017.6.2.)

표 36. 육묘일수 75일묘의 무지주재배 생육특성 (2017.8.25.)

품종명	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	경경 (mm)	수폭 (cm)
생력 211	83.0	9.1	4.9	15.6	99.8
적 영	91.0	10.0	4.9	16.4	89.0
일월산천	92.9	9.8	4.8	16.5	97.6
대권선언	92.0	10.2	4.9	16.3	88.0
AR레전드	90.8	9.6	4.5	17.2	104.8

무지주 재배에서는 바람 심하게 불거나 비와 바람이 동시에 가해질 때 장애가 발생하였으며 지주재배에서도 넘어짐이 발생하였으나 심하게 발생되지는 않았으나 무지주 재배에서는 도복이 심하였다. 도복의 정도는 대부분 품종에서 심하였으나 AR레전드 품종이 가장 양호하게 유지되었다. 기계수확 및 무지주재배 등과 같은 목적으로 재배되기 위해서는 전용 품종 육성이 필요하다고 판단되었다.

표 37. 육묘일수 75일묘의 무지주재배 수량특성 (2017.8.25.)

품종명	착과수 (개/주)	홍과율 (%)	과장	과경	과피 두께	1과중	홍과 수량 (kg/10a))
생력 211	226.6	20.5	79.2	15.5	0.9	4.2	527b ^z
적 영	145.2	36.2	104.9	18.0	1.5	6.0	852a
일월산천	47.6	15.5	78.2	13.8	1.9	7.9	152c
대권선언	63.0	54.0	102.0	13.0	1.3	7.0	643b
AR레전드	67.2	41.2	103.5	17.9	1.4	9.0	673b

^zDuncan's multiple range test at 5% level.



그림 104. 바람에 의한 무지주재배 지재부의 기계적 손상(2017.6.2.)



그림 105. 비바람에 이후 지주재배와 무지주재배 넘어짐 상태 비교(2017.8.18.)

기계수확시 2년차 시험에서는 식물체가 뽑히는 현상은 많지 않았으나 3년차 시험에서는 기계수확시 식물체가 뽑혀서 탈과 작업이 정상적으로 이루어지지 못하는 현상이 발생되었다. 따라서 이러한 원인을 구명하고자 식물체를 인장기를 이용하여 뽑힘에 버티는 힘을 측정하였으며 그 결과는 [표. 38] 에서와 같았다.

표 38. 고추 품종 및 지주재배 방법에 따른 인발력 비교 (2017.10.17.)

품종명	인발력 (kgf)		
	지주재배 (65일육묘)	지주재배 (75일육묘)	무지주 (75일육묘)
생력 211	31.4a	39.9a	36.2a
적 영	25.9ab	23.4abc	31.4a
일월산천	19.6c	15.9bc	17.4b
대권선언	18.7c	14.7c	23.4b
AR레전드	28.0b	25.7ab	31.0a

²Duncan's multiple range test at 5% level.

기계수확 전용품종 생력 211, 적영, 시관품종 AR레전드 등에서는 20kgf 이상의 힘이 필요하였으나 일월산천과 대권선언 품종은 20kgf 이하로 뽑힘 현상이 많이 발생한 품종이었다. 그러나 이러한 현상은 2017년과 같이 재배기간 중 가뭄과 고온에 의한 뿌리 발육 장애가 더 심하였는지에 대한 연구가 필요할 것으로 판단되어지지만 일부 품종에서 양호한 결과를 보임으로서 품종 개발이 필요하다고 판단되었다.

고추 기계수확을 위한 현장실증 시험은 기계수확을 위해서는 일시에 수확하고 타 작물을 재배하는 전·후작 재배에서 이루어져야 농가 소득을 향상 시킬 수 있다고 판단되었으며 전남 도내에서는 무안, 고흥이 마늘과 양파 후작으로 고추를 재배할 수 있어서 고흥 지역에 실증시험을 수행하였다. 영광은 고추재배가 많이 이루어지는 지역으로서 주산단지이므로 기계수확기를 이용한 시범사업 지역으로 판단되었다.

실증시험은 60일묘와 75일묘를 각각 4월 30일에 정식하였으며 이랑간 거리 120cm, 주간거리 30cm로 10a당 2,700주가 정식되도록 하여 수행되었으며 고흥 금산지역에 2농가에서 수행하였다. 박** 농가는 밭 재배농가이고 김** 농가는 논 재배농가로 2농가의 재배 토양이 달랐다.

2농가 모두 적수과 비율이 50%를 넘는 수준이었으며 4월중에 정식하여 가뭄이 시작되기 전에 뿌리활착이 이루어졌었다. 박** 농가에서는 인력 수확을 실시하지 않고 기계 수확만 실시하였으며 김** 농가에서는 인력 수확과 기계 수확을 병행하여 비교 하였다.

【시험 6】 조생양파 후작 고추 기계수확 재배법 농가실증

< 박 농가 >**

표 39. 고흥 양파후작 고추 재배단지 농가실증재배 고추의 생육특성 (2017.8.25.)

육묘일수	품종명	초장 (cm)	경경 (mm)	착과수 (개/주)	홍과율 (%)
60일묘	일월산천	97.1	13.8	46.0	59.2
	적영	94.0	14.0	68.6	58.7
	생력211	110.6	15.6	86.4	67.4
75일묘	일월산천	98.4	13.6	44.8	64.6
	적영	95.4	14.5	43.2	75.5
	생력211	99.3	16.3	81.8	53.8

표 40. 고흥 양파후작 고추 재배단지 농가실증재배 고추의 수량특성 (2017.8.25.)

육묘일수 및 수확구분	품종명	과장 (cm)	과폭 (mm)	과피 두께 (mm)	1과중 (g)	홍과수량 (kg/10a)
60일묘 기계수확	일월산천	9.2	18.1	0.8	12.8	941b ^z
	적영	10.4	19.9	0.8	13.0	1,413a
	생력 211	7.5	16.1	0.8	8.5	1,336a
75일묘 기계수확	일월산천	9.2	19.3	0.9	10.7	836b
	적영	8.7	18.1	0.8	11.0	969b
	생력 211	7.6	15.4	0.8	9.2	1,093b

^zDuncan's multiple range test at 5% level.

박** 농가에서는 기계수확시 일부 품종에서 뽑힘 현상이 발생되었으며 논 재배인 김** 농가

에서는 뽑힘 현상이 드물게 발생되었다. 이는 가뭄과 고온에 의한 뿌리 장애에 원인이 있을 것으로 판단되었으며 이러한 원인에 대하여서는 향후 연구를 수행 하여야 할 것으로 판단되었다. 수량에 있어서는 박** 농가의 경우 60일묘에서 75일묘보다 많은 경향을 보였으며 김** 농가에서는 75일묘를 정식하였을 때 높은 수량을 보여주었다. 이는 가뭄의 영향이 큰 것으로 판단되어지나 이와 관련하여서는 연구 검토가 필요할 것으로 판단되어졌다. 품종별로는 생력 211 품종에서 수량성을 보여주었으며 적영 품종에서도 높은 수량성을 보여 주었다. 그러나 밭 재배에서는 금년과 같은 기상여건에서는 뽑힘 현상이 발생되어 고추 수확기의 기계 보완 또는 재배 품종 개선이 필요하다고 판단 되었다.

< 김** 농가 >

표 41. 고흥 양파후작 고추 재배단지 농가실증재배 고추의 생육특성 (2017.8.25.)

육묘일수 및 수확구분	품종명	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	경경 (mm)	기계수확 주수비율 (%)
60일묘 기계수확	일월산천	95.8	11.8	5.8	18.3	88.0
	적 영	87.4	8.0	3.9	13.8	88.1
	생력 211	98.8	7.6	4.0	14.1	79.7
75일묘 기계수확	일월산천	93.1	10.8	5.2	15.5	-
	적 영	76.4	7.6	3.7	12.2	-
	생력 211	100.5	7.8	4.2	13.5	-
인력수확 (75일묘)	대권선언	96.5	9.2	4.3	14.6	-

[그림. 109] 에서 보여지듯이 기계 수확이 어려운 품종은 뽑힘 현상이 발생하였으며 수확이 잘 이루어지는 품종에서는 본줄기와 곁가지만을 남기고 탈립이 이루어진 것을 볼 수 있다. 더구나 수확이 어려운 품종에서는 [그림. 110] 에서처럼 뿌리의 발육이 부족해 보였다.

표 42. 고흥 양파후작 고추 재배단지 농가실증재배 고추의 수량특성 (2017.8.25.)

육묘일수 및 수확구분	품종명	착과수 (개/주)	홍과율 (%)	과장 (cm)	과폭 (mm)	과피 두께 (mm)	1과중 (g)	홍과수량 (kg/10a)
60일묘 기계수확	일월산천	40.8	61.3	9.5	18.5	0.9	11.2	756c
	적 영	79.2	74.2	9.4	18.9	0.8	15.0	2,380a
	생력 211	68.6	63.0	7.9	16.2	0.9	11.2	1,307b
75일묘 기계수확	일월산천	60.8	63.3	9.2	19.3	0.9	10.7	1,112bc
	적 영	60.0	81.7	8.7	18.1	0.8	11.0	1,456b
	생력 211	89.0	59.8	7.9	16.2	0.9	11.2	1,609b
인력수확 (75일묘)	대권선언	83.0	29.2	8.3	18.0	0.8	15.2	995bc

²Duncan's multiple range test at 5% level.



기계수확 실증시험포장



기계수확전 지주제거

그림 106. 양파재배 후작 고추재배단지 기계수확 현장평가회 (2017.8.31.)



그림 107. 고추재배단지 기계수확 실증시험포장 착과상태 (2017.8.31.)



그림 108. 양파재배 후작 고추재배단지 기계수확 시연 (2017.8.31.)



기계수확이 어려운 품종-좌, 기계수확에 적합한 품종-우
 그림 109. 고추 품종별 기계수확 후 줄기 뽑힘 정도에
 대한 비교(2017.8.31.)



적영품종의 수확 후 사진 품종별 뿌리 상대 좌-적영, 우-일월산천
 그림 110. 고추 품종별 기계수확 후 줄기 뽑힘정도에 대한 비교(2017.8.31.)

이와 같은 기계수확 연구결과 넓은 지역의 고추 노지 재배에서는 관수방법이 필요하며 기계 수확에 적합한 품종 선발이 필요하였다. 현재 시판 품종에 대한 지역적 선발 시험도 꾸준히 이루어져야 하고 장래를 위해서는 기계 보완 및 품종 개발이 필요하다고 판단되었다. 3년차 시험 결과로 볼 때 기계수확에 적합한 품종은 생력 211, 적영 품종이 양호하였으며 시판품종으로는 AR레전드 품종이었다. 그러나 생산성 및 품질 등에서 품종 개선이 필요하였다.

<제4협동과제> 기계수확 후 고추 가공기술 개발(생명과학기술)

가. 기계수확 고추 품종의 물성 및 과피꼭지 부위의 물리적 특성

1) 기계수확 고추품종의 물성 및 품질 분석

(1) 실험 재료

3차 년도(2016) 생고추 시료는 고추기계수확 시기를 고려하여 9월 중순과 10월 초순 사이에 전국 주요 고추주산지 영양, 음성, 임실 등 3개 지역에서 2개 품종을 2회에 걸쳐 수집하였다. 수확시기는 음성, 임실지역은 9/19, 10/4이며 영양지역은 9/21, 10/6였다. 지역별 고추품종은 영양은 타네강, 나잘난, 음성은 K-star, 진대건, 임실은 니나노, 불탑 이었다. 그림 111은 고추수확지역 포장 모습이다.



영양 타네강(9/21)



영양 나잘난(9/21)



음성 K-star(9/19)



음성 진대건(9/19)



임실 니나노(9/19)



임실 불탑 (9/19)

그림 111. 고추수확지역 시료 포장(2016. 9)

(2) 실험 방법

(가) 고추 물성

수집된 생고추 시료는 지역 및 품종 별로 구분하여 고추품종의 물성은 시료 당 10개씩 채취하여 시료 무게와 꼭지, 과피, 폭 등의 크기를 측정하고 평균값을 구하였다.

(나) 고추 품질

품종별 고추시료의 품질분석은 생고추 시료별 2kg을 채취하여 세척후 절단하여 농산물건조기를 사용하여 65℃에서 6시간 열풍건조를 하여 절단건고추 시료를 제조하였다. 생고추 원료의 품질 분석 항목은 수분(%), 색상 ASTA color값, 신미성분(mg/100g), 유리당(%)를 분석하였다. 각 항목의 분석 조건은 1차년도와 같다.

(3) 실험 결과 및 고찰

(가) 고추 물성

일반적인 고추수확시기는 8월 초순부터 10월 중순까지 2개월 반이다. 고추기계 수확시 원료의 숙성도를 고려하여 9월 초순부터 10월 중순까지 1개월 반으로 고려하고 있다. 9월 이후 생고추 원료는 줄기 하부와 상부 사이에서 과피 수분의 차이가 발생한다. 2차년도 생고추 시료의 물성 및 인장 실험은 수확시기에 따른 생고추 원료의 상부 및 하부 위치에 있는 시료의 물성을 측정하기 위하여 그림 112와 같이 수집한 고추시료를 상부시료(fresh)와 하부시료(dried)로 각각 구분하였다.



그림 112. 생고추 하부(dried) 및 상부(fresh) 예시(2019. 9. 21 영양)

표 43, 44는 3차년도 수확시기, 지역 및 품종별 상부(fresh)와 하부(dried) 고추시료의 외형적 특성을 분석한 것이다.

1차 수확시기 9월 19, 21에 생고추 상부(fresh)시료의 무게는 평균 20.7 ± 7.1 g였다. 고추 과피 길이는 평균 144.2 ± 9.5 mm, 꼭지길이는 평균 47.1 ± 5.6 mm, 과피 폭은 평균 23.4 ± 1.9 mm였다. 고추과피와 꼭지를 포함한 전체 길이는 평균 191.2 ± 11.0 mm였다. 과피길이는 고추전체 길이의 평균 74.4%로 나타났다. 생고추 하부(dried)시료 경우 무게는 평균 13.7 ± 5.4 g였다. 고추 과피 길이는 평균 142.9 ± 12.6 mm, 꼭지길이는 평균 44.2 ± 9.2 mm, 과피 폭은 평균 23.2 ± 2.0 mm였다. 고추과피와 꼭지를 포함한 전체 길이는 평균 187.1 ± 20.2 mm였다. 과피길이는 고추전체 길이의 평균 76.4%였다.

1차 수확시기의 경우 고추 상부 및 하부 시료의 평균 무게는 과피의 수분감소로 인하여 평균 31.5% 감소하는 것으로 나타났다. 그밖에 고추시료의 과피, 꼭지, 과피폭 등의 외형적 특성은 차이가 없는 것으로 나타났다.

2차 수확시기 10월 4, 6일에 생고추 상부(fresh)시료의 무게는 평균 20.0 ± 2.2 g였다. 고추과피 길이는 평균 144.78 ± 10.4 mm, 꼭지길이는 평균 41.8 ± 4.7 mm, 과피 폭은 평균 22.3 ± 1.7 mm였다. 고추과피와 꼭지를 포함한 전체 길이는 평균 193.5 ± 18.9 mm였다. 생고추 하부(dried)시료 경우 무게는 평균 12.8 ± 5.9 g였다. 고추 과피길이는 평균 142.2 ± 8.6 mm, 꼭지길이는 평균 44.7 ± 6.2 mm, 과피 폭은 평균 23.4 ± 1.3 mm였다. 고추과피와 꼭지를 포함한 전체 길이는 평균 186.9 ± 12.2 mm였다. 과피길이는 고추전체 길이의 평균 76.1%였다.

2차 수확시기의 경우 고추 상부 및 하부 시료의 평균 무게는 과피의 수분감소로 인하여 평균 36.0% 감소하는 것으로 나타났다. 그밖에 고추시료의 과피, 꼭지, 과피폭 등의 외형적 특성은 차이가 없는 것으로 나타났다.

따라서 생고추 시료를 9월 중순에서 10월 중순까지 1개월 동안 기계수확을 할 경우 전체 10%를 차지하는 하부시료의 경우 자연건조에 따라 고추과피 중량이 31.5~36.0% 감소하는 것으로 나타났다. 하지만 하부 건조시료의 고추과피 수분이 65~70%이기 때문에 수확 후 고추종합처리장 연속 열풍건조기에서 13~14%로 건조하기 때문에 전체 건고추 중량 감소는 없다고 판단된다.

표 43. 2차년도 지역별 품종별 고추시료(fresh) 외형적 특성(2016. 9, 10)

수확 시기	지역	품종	무게(g)	과피(mm)	꼭지(mm)	전체(mm)	과피폭(mm)
1차 2016 9.19	영양 (9/21)	나잘난	26.7 ± 3.6	155.6 ± 9.8	54.6 ± 8.2	210.2 ± 11.9	24.7 ± 1.6
		타베강	27.1 ± 3.6	166.9 ± 7.5	55.8 ± 5.0	222.7 ± 9.8	27.1 ± 2.2
	음성	진대건	18.8 ± 4.9	125.0 ± 9.2	38.6 ± 4.4	163.6 ± 8.0	21.3 ± 2.2
		K-star	20.2 ± 3.3	150.2 ± 12.9	42.6 ± 4.5	192.8 ± 14.4	22.6 ± 1.7
	임실	불탑	17.9 ± 1.9	134.6 ± 8.7	45.1 ± 6.1	179.7 ± 11.5	23.2 ± 1.2
		니나노	15.2 ± 3.7	132.7 ± 9.1	45.7 ± 5.6	178.4 ± 10.5	21.5 ± 2.3
	평균		20.7 ± 7.1	144.2 ± 9.5	47.1 ± 5.6	191.2 ± 11.0	23.4 ± 1.9
2차 2016 10. 4	영양 (10/6)	나잘난	25.0 ± 2.0	158.1 ± 11.9	58.6 ± 8.1	216.7 ± 12.7	24.7 ± 1.6
		타베강	26.8 ± 3.1	157.1 ± 14.4	59.9 ± 2.8	217.0 ± 14.7	25.0 ± 1.9
	음성	진대건	19.6 ± 2.4	140.0 ± 12.8	44.1 ± 8.1	184.1 ± 13.6	22.8 ± 2.0
		K-star	22.3 ± 1.6	141.4 ± 15.4	39.3 ± 2.8	180.6 ± 14.1	22.6 ± 1.7
	임실	불탑	16.9 ± 4.4	142.2 ± 7.1	47.2 ± 6.4	189.3 ± 10.7	22.8 ± 2.5
		니나노	22.4 ± 2.2	129.6 ± 11.0	43.5 ± 5.0	173.1 ± 9.3	14.3 ± 2.5
	평균		20.0 ± 2.2	144.7 ± 10.4	41.8 ± 4.7	193.5 ± 18.9	22.3 ± 1.7

표 44. 3차년도 지역별 품종별 고추시료(dried) 외형적 특성(2016. 9)

수확 시기	지역	품종	무게(g)	과피(mm)	꼭지(mm)	전체(mm)	과피폭(mm)
1차 2016 9.19	영양 (9/21)	나잘난	22.9 ± 2.2	159.9 ± 9.2	61.7 ± 8.3	221.6 ± 11.2	25.7 ± 1.6
		타베강	16.0 ± 3.3	142.7 ± 9.7	46.3 ± 5.7	189.0 ± 12.1	23.3 ± 1.9
	음성	진대건	10.3 ± 1.4	135.5 ± 15.8	39.2 ± 3.0	174.7 ± 15.5	22.4 ± 1.3
		K-star	9.0 ± 1.9	130.5 ± 12.9	40.4 ± 5.4	170.9 ± 14.1	21.6 ± 1.0
	임실	불탑	9.0 ± 1.1	156.6 ± 8.7	40.7 ± 4.5	197.3 ± 11.7	25.3 ± 1.8
		니나노	14.7 ± 2.5	132.3 ± 13.5	36.6 ± 4.0	168.9 ± 16.2	20.9 ± 1.8
	평균		13.7 ± 5.4	142.9 ± 12.6	44.2 ± 9.2	187.1 ± 20.2	23.2 ± 2.0
2차 2016 10. 4	영양 (10/6)	나잘난	15.0 ± 2.8	144.9 ± 10.1	47.9 ± 5.2	192.8 ± 14.6	23.3 ± 1.4
		타베강	23.4 ± 2.5	153.6 ± 5.7	54.8 ± 3.5	208.4 ± 7.9	24.8 ± 1.4
	음성	진대건	8.7 ± 3.3	129.8 ± 15.7	39.6 ± 4.9	169.4 ± 14.5	22.2 ± 1.8
		K-star	9.4 ± 0.7	144.3 ± 12.5	39.6 ± 6.0	183.9 ± 15.7	22.2 ± 1.9
	임실	불탑	12.6 ± 2.6	146.3 ± 13.3	46.6 ± 5.5	192.9 ± 14.3	25.1 ± 2.1
		니나노	7.5 ± 1.1	134.5 ± 14.4	39.5 ± 7.9	174.0 ± 17.1	22.5 ± 1.2
	평균		12.8 ± 5.9	142.2 ± 8.6	44.7 ± 6.2	186.9 ± 14.2	23.4 ± 1.3

그림 113에서 114는 1차 수확시기(9/19, 9/21), 지역 및 품종별 상부(fresh)와 하부(dried) 고추시료의 외형을 나타낸 것이다.



영양 타네강(9/21)



영양 나잘난(9/21)



음성 K-star(9/19)



음성 진대건(9/19)



임실 니나노(9/19)



임실 불탑(9/19)

그림 113. 1차 수확시기 지역별 품종별 생고추 시료(상부, fresh)의 외형적특성(2016. 9)



영양 타네강(9/21)



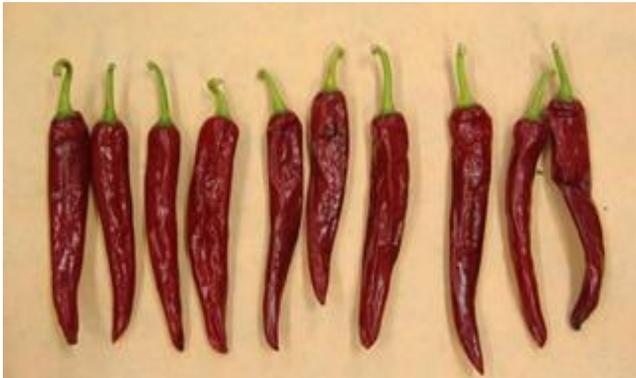
영양 나잘난(9/21)



음성 K-star(9/19)



음성 진대건(9/19)



임실 니나노(9/19)



임실 불탑(9/19)

그림 114. 1차 수확시기 지역별 품종별 생고추 시료(하부, dried)의 외형적 특성(2016. 9)

(나) 고추 품질

9월19일에서 10월6일까지 2회 걸쳐 수확한 고추 시료의 품질분석 결과 9월 중순에 수확한 시료의 색상(ASTA color 값)은 평균 184.5 ± 17.8 이며 신미성분은 17.1 ± 13.1 mg/100g, 유리당은 16.9 ± 4.6 %로 나타났다. 10월 초에 수확한 시료의 경우 색상(ASTA color 값)은 평균 187.1 ± 19.3 , 신미성분은 16.7 ± 12.1 mg/100g이며 유리당은 16.4 ± 3.9 %로 나타났다. 1차 수확시기 9월 19, 21일의 생고추 시료의 수분은 평균 84.5 ± 0.6 였으며 2차 수확시기인 10월 1, 5일의 경우 83.7 ± 1.0 %였다. 전체적으로 3차년도 생고추 원료의 품질은 1, 2차 수확시기에 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

표 45. 3차년도 지역별 품종별 고추시료의 품질분석(2016. 9,10)

수확 시기	지역	품종	수분(%)	색상(ASTA)	신미성분(mg/100g)	유리당(%)	
1차 2016. 9. 19	영양 (9/21)	나잘난	84.3 ± 1.5	191.7 ± 1.2	1.7 ± 0.0	23.1 ± 0.1	
		타네강	84.5 ± 0.6	195.7 ± 3.0	1.7 ± 0.2	21.8 ± 0.1	
	음성	진대건	81.3 ± 1.6	163.9 ± 7.7	27.9 ± 1.9	14.2 ± 0.7	
		K-star	85.9 ± 0.9	164.5 ± 1.4	25.3 ± 0.7	11.3 ± 0.1	
	임실	불탑	85.3 ± 1.0	182.4 ± 2.1	15.2 ± 0.9	15.9 ± 0.2	
		니나노	85.6 ± 0.9	208.6 ± 5.6	30.9 ± 1.0	15.2 ± 0.5	
	평균			84.5 ± 0.6	184.5 ± 17.8	17.1 ± 13.1	16.9 ± 4.6
2차 2016. 10. 4	영양 (10/6)	나잘난	83.4 ± 0.4	219.5 ± 6.9	6.9 ± 0.5	20.3 ± 1.6	
		타네강	88.5 ± 1.4	193.3 ± 2.1	8.8 ± 0.8	20.3 ± 2.4	
	음성	진대건	83.7 ± 1.0	169.5 ± 0.6	11.6 ± 0.6	14.2 ± 0.3	
		K-star	84.9 ± 0.8	169.1 ± 5.2	38.8 ± 1.2	13.2 ± 1.5	
	임실	불탑	82.8 ± 1.8	175.4 ± 1.7	10.0 ± 0.6	13.2 ± 0.3	
		니나노	78.5 ± 0.6	211.3 ± 1.6	21.9 ± 0.6	14.7 ± 0.2	
	평균			83.7 ± 1.0	189.7 ± 21.9	16.3 ± 12.2	16.0 ± 3.4
전체	평균			84.1 ± 0.8	187.1 ± 19.3	16.7 ± 12.1	16.4 ± 3.9

2) 기계수확 고추 품종의 과피꼭지 부위의 물리적 특성

(1) 실험재료

앞서 제1절 기계수확 고추 품종의 물성 및 품질 분석에 사용한 시료와 동일하였다.

(2) 실험장치

(가) 물성분석기

1차년도와 같은 물성분석기(Texture Analyser, TAXTplus, Stable Micro System사, 영국)와 생고추 시료 고정 롤그립(roller grip, Part No. SMG/007)을 이용하여 기계수확 고추 품종 시료의 과피와 꼭지 부위의 최대 인장강도(tensile strength), 조직 강도(tensile work), 변형 계수(deformation modulus) 등의 물성특성을 측정하였다.

(나) 생고추 원료 압축장치

1차년도와 같이 생고추 원료를 일정한 압력으로 압축하여 생고추 원료의 과피와 꼭지부분 조직을 압축하여 꼭지접합부분을 균열시켜 조직을 연화시키는 장치로서 슬래브롤러(Slab Roller, North Star Equipment사, 미국)를 사용하였다.

(4) 실험결과 및 고찰

(1) 생고추 원료의 원형 상태 및 압축에 따른 수확시기, 지역별 과피꼭지 인장 특성

(가) 생고추 원료의 원형 상태 과피꼭지의 인장특성

표 46은 1차 수확시기인 2016년 9월 19일(영양 9월 21일) 생고추 상부(fresh)시료의 원형상태 지역별 과피꼭지 인장특성을 나타낸 것이다. 영양, 음성, 임실 지역의 6개 품종의 평균 인장강도는 4,630.7 g, 조직경도는 12,113.2 gs, 변형계수는 893.9 g/s였다. 생고추 원료 품종간의 인장강도는 약간의 차이를 보였으며 범위는 3,555.3~5,912.5 g였다. 하부(dried) 시료의 경우는 평균 인장강도는 3,568.4 g, 조직경도는 8,719.7 gs, 변형계수는 757.4 g/s였다. 생고추 원료 품종간의 인장강도는 약간의 차이를 보였으며 범위는 2,925.0~3,856.9 g 였다. 1차 수확시기에 상부 생고추 시료는 하부 시료에 비하여 인장강도, 조직경도 및 변형계수가 각각 1.0~1.5, 1.2~1.6, 0.9~1.5 배 높은 것으로 나타났다.

표 46. 원형 생고추 원료의 1차 수확시기 지역별 과피꼭지 인장특성

(2016. 9.19, 영양 9.21)

가) 상부(fresh) 시료

물성특성		영양		음성		임실		평균
		나잘난	타네강	진대건	K-star	불탑	니나노	
Tensile strength (g)	Average	4,286.4	3,550.3	3,856.2	4,175.2	4,383.3	5,912.5	4,360.7
	S.D	646.9	637.5	1,124.3	482.0	441.5	517.3	641.6
	C.V	15.1	18.0	29.2	11.5	10.1	8.7	15.4
Tensile Work (g · s)	Average	11,171.9	9,502.0	10,652.4	11,692.9	12,063.2	17,596.7	12,113.2
	S.D	3,730.6	2,460.0	5,016.1	1,997.4	2,994.3	3,722.6	3,320.2
	C.V	33.4	25.9	47.1	17.1	24.8	21.2	28.2
Deformation modulus (g/s)	Average	968.6	926.1	794.5	834.2	829.2	1,010.8	893.9
	S.D	175.2	207.4	162.6	201.8	82.7	157.7	164.6
	C.V	18.1	22.4	20.5	24.2	10.0	15.6	18.5

나) 하부(dried) 시료

물성특성		영양		음성		임실		평균
		나잘난	타네강	진대건	K-star	불탑	니나노	
Tensile strength (g)	Average	3,856.9	3,100.1	3,856.9	2,925.0	3,656.0	4,015.7	3,568.4
	S.D	342.5	367.7	342.5	418.3	473.7	667.7	435.4
	C.V	8.9	11.9	8.9	14.3	13.0	16.6	12.3
Tensile Work (g · s)	Average	8,660.1	6,529.5	8,301.2	7,831.3	9,693.6	11,302.6	8,719.7
	S.D	860.6	1,762.8	1,796.7	1,877.5	3,431.6	3,263.4	2,165.4
	C.V	9.9	27.0	21.6	24.0	35.4	28.9	24.5
Deformation modulus (g/s)	Average	875.2	729.9	876.5	615.3	775.8	671.7	757.4
	S.D	159.4	138.2	359.2	70.2	167.0	137.1	171.9
	C.V	18.2	18.9	41.0	11.4	21.5	20.4	21.9

표 47은 2차 수확시기인 2016년 10월 4일(영양 10월 6일) 생고추 상부(fresh)시료의 원형상 태 지역별 과피꼭지 인장특성을 나타낸 것이다. 영양, 음성, 임실 지역의 6개 품종의 평균 인장 강도는 3,654.5 g, 조직경도는 6,997.0 gs, 변형계수는 979.7 g/s였다. 생고추 원료 품종간의 인 장강도는 약간의 차이를 보였으며 범위는 3,530.9~4,637.1 g 였다. 하부(dried) 시료의 경우 평 균 인장강도는 2,897.2 g, 조직경도는 5,979.6 gs, 변형계수는 710.0 g/s였다. 2차 수확시기에 상 부 생고추 시료는 하부 시료에 비하여 인장강도, 조직경도 및 변형계수는 각각 0.9~1.7, 0.8~ 1.6, 1.1~1.7 배로 높았으며 1차 수확시기와 비슷한 경향을 보였다.

표 47. 원형 생고추 시료의 2차 수확시기, 지역별 과피꼭지 인장특성
(2016. 10.4, 영양 10.6)
가) 상부(fresh) 시료

물성특성		영양		음성		임실		평균
		나잘난	타네강	진대건	K-star	불탑	니나노	
Tensile strength (g)	Average	3,530.9	3,869.8	4,637.1	2,534.7	3,805.3	3,549.0	3,654.5
	S.D	737.5	370.4	778.2	755.9	431.0	657.7	621.8
	C.V	20.9	9.6	16.8	29.8	11.3	18.5	17.8
Tensile Work (g · s)	Average	6,944.8	6,545.3	10,430.4	4,857.3	6,604.3	6,599.6	6,997.0
	S.D	1,688.6	1,915.9	3,620.0	1,872.3	1,017.4	1,657.1	1,961.9
	C.V	24.3	29.3	34.7	38.5	15.4	25.1	27.9
Deformation modulus (g/s)	Average	979.5	1,101.2	1,086.1	695.0	1,057.8	958.6	979.7
	S.D	289.2	81.8	183.8	142.2	211.6	263.2	195.3
	C.V	29.5	7.4	16.9	20.5	20.0	27.5	20.3

나) 하부(dried) 시료

물성특성		영양		음성		임실		평균
		나잘난	타네강	진대건	K-star	불탑	니나노	
Tensile strength (g)	Average	3,243.6	3,942.6	2,704.8	2,704.8	2,660.0	2,127.1	2,897.2
	S.D	363.3	578.5	920.7	920.7	518.6	587.8	648.3
	C.V	11.2	14.7	34.0	34.0	19.5	27.6	23.5
Tensile Work (g · s)	Average	6,112.7	8,009.0	6,014.6	6,014.6	5,634.8	4,091.9	5,979.6
	S.D	1,297.3	2,881.3	2,256.2	2,256.2	1,085.6	2,289.8	2,011.1
	C.V	21.2	36.0	37.5	37.5	19.3	56.0	34.6
Deformation modulus (g/s)	Average	905.2	1,042.5	524.5	524.5	704.1	559.3	710.0
	S.D	233.2	161.2	231.4	231.4	136.7	302.4	216.0
	C.V	25.8	15.5	44.1	44.1	19.4	54.1	33.8

(나) 생고추 원료의 압축에 따른 과피꼭지 인장특성

표 48은 1차 수확시기인 2016년 9월 19일(영양 9월 21일) 생고추 원료 상부(fresh) 및 하부(dried) 시료의 압축에 따른 수확시기, 지역별 인장특성을 나타낸 것이다. 영양, 괴산, 임실 지역의 상부 시료 6개 품종의 평균 인장강도는 879.0 g, 조직강도는 2005.8 gs, 변형계수는 237.0 g/s였다. 압축된 생고추 원료 상부시료 품종간의 인장강도 범위는 476.9~2,925.0 g였다. 하부시료 6개의 평균 인장강도는 515.2 g, 조직강도는 848.5 gs, 변형계수는 187.0 g/s였다. 하부 시료 품종간의 인장강도 범위는 219.5~1,361.7 g였다 1/4 inch(6.4mm) 깊이로 압축된 생고추 원료의 상부시료의 인장강도는 하부시료보다 41.1%높게 나타났다. 그림 115과 116은 2차 수확시기의 생고추 원료 상부 및 하부 시료의 압축 후 원형 및 인장 실험 후 과피 꼭지 분리 상태를 나타낸 것이다.

표 48. 압축 생고추 원료의 1차 수확시기, 지역별 과피꼭지 인장특성
(2016. 9. 19, 영양 9. 21)
가) 상부(fresh) 시료

물성특성		영양		음성		임실		평균
		나잘난	타네강	진대건	K-star	불탑	니나노	
Tensile strength (g)	Average	263.8	306.0	570.6	2,925.0	476.9	731.54	879.0
	S.D	97.9	98.1	260.5	418.3	191.4	308.0	229.0
	C.V	37.1	32.1	45.7	14.3	40.1	42.1	35.2
Tensile Work (g · s)	Average	488.0	515.5	1,175.5	7,831.3	698.5	1,325.9	2,005.8
	S.D	182.2	283.0	711.6	1,877.5	407.7	321.7	630.6
	C.V	37.3	54.9	60.5	24.0	58.4	24.3	43.2
Deformation modulus (g/s)	Average	88.4	112.2	188.6	615.3	222.7	194.6	237.0
	S.D	50.3	67.1	119.3	70.2	92.6	111.1	85.1
	C.V	57.0	59.8	63.3	11.4	41.6	57.1	48.3

나) 하부(dried) 시료

물성특성		영양		음성		임실		평균
		나잘난	타네강	진대건	K-star	불탑	니나노	
Tensile strength (g)	Average	358.0	346.8	507.9	219.5	315.4	1,361.7	518.2
	S.D	74.8	167.3	383.5	119.0	298.0	859.0	316.9
	C.V	20.9	48.3	75.5	54.2	94.5	63.1	59.4
Tensile Work (g · s)	Average	294.0	480.1	777.3	435.5	553.7	2556.3	849.5
	S.D	93.2	245.9	523.0	131.7	350.4	1,785.9	521.7
	C.V	31.7	51.2	67.3	30.2	63.3	69.9	52.3
Deformation modulus (g/s)	Average	282.1	148.3	170.4	71.5	134.7	314.8	187.0
	S.D	131.4	78.9	150.2	66.8	185.2	156.7	128.2
	C.V	46.6	53.2	88.1	93.5	137.5	49.8	78.11

표 49는 2차 수확시기인 2015년 10월 1일(영양 10월 5일) 압축된 생고추 원료의 상부 및 하부 시료의 인장특성을 나타낸 것이다. 영양, 음성, 임실 지역의 6개 품종의 상부시료 평균 인장강도는 978.5 g, 조직경도는 2,310.9 gs, 변형계수는 232/1 g/s였다. 압축된 생고추 원료의 상부 시료의 인장강도 범위는 469.5 ~ 1,955.2 g 였다. 하부 시료의 경우 평균 인장강도는 1,198.9 g, 조직경도는 2,766.3 gs, 변형계수는 222.5 g/s였다.

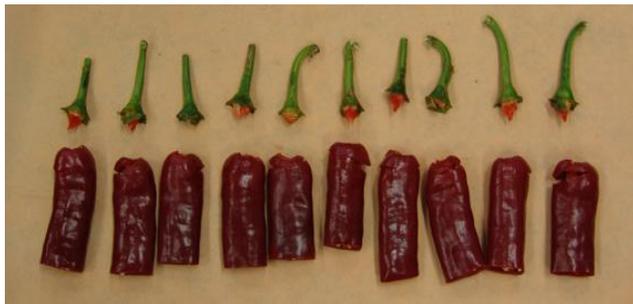
표 49. 압축 생고추 원료의 2차 수확시기, 지역별 과피꼭지 인장특성
(2016. 10. 4, 영양 10. 6)
가) 상부(fresh) 시료

물성특성		영양		음성		임실		평균
		나잘난	타네강	진대건	K-star	불탑	니나노	
Tensile strength (g)	Average	253.6	197.3	291.5	238.0	476.9	731.5	364.8
	S.D	85.8	74.0	112.2	75.8	191.4	308.0	141.2
	C.V	33.8	37.5	38.5	31.8	40.1	42.1	37.3
Tensile Work (g · s)	Average	396.6	254.0	668.4	558.7	698.5	1,325.9	650.4
	S.D	223.6	110.7	211.8	180.8	407.7	321.7	242.7
	C.V	56.4	43.6	31.7	32.4	58.4	24.3	41.1
Deformation modulus (g/s)	Average	131.6	104.2	83.5	68.8	222.7	194.6	134.3
	S.D	73.2	60.9	51.1	32.2	92.6	111.1	70.2
	C.V	55.6	58.5	61.1	46.8	41.6	57.1	53.4

나) 하부(dried) 시료

물성특성		영양		음성		임실		평균
		나잘난	타네강	진대건	K-star	불탑	니나노	
Tensile strength (g)	Average	358.0	346.8	507.9	238.0	401.1	715.6	427.9
	S.D	74.8	167.3	383.5	75.8	150.5	392.6	207.4
	C.V	20.9	48.3	75.5	31.8	37.5	54.9	44.8
Tensile Work (g · s)	Average	294.0	480.0	777.3	558.7	414.3	1,093.4	603.0
	S.D	93.2	245.9	523.0	180.8	139.4	811.0	332.2
	C.V	31.7	51.2	67.3	32.4	33.7	74.2	48.4
Deformation modulus (g/s)	Average	282.1	148.3	170.4	68.8	230.5	230.5	188.5
	S.D	131.4	78.9	150.2	32.2	150.1	173.2	119.3
	C.V	46.6	53.2	88.1	46.8	65.1	75.1	62.5

가) 상부(fresh) 시료



영양 나잘난

영양 타네강

나) 하부(dried) 시료



영양 나잘난

영양 타네강

그림 115. 생고추 원료의 압축후 원형 및 인장 실험후 과피 꼭지 분리 상태
(1차 수확시기 2016. 9. 21 영양)

가) 상부(fresh) 시료



영양 나잘난

영양 타네강

나) 하부(dried) 시료



영양 나잘난

영양 타네강

그림 116. 생고추 원료의 압축후 원형 및 인장 실험후 과피 꼭지 분리 상태
(2차 수확시기 2016. 10. 6 영양)

(다) 생고추 원료의 원형 및 압축에 따른 과피꼭지 인장특성 비교

앞서 분석된 생고추 원료의 원형 및 압축에 따른 수확시기, 지역별, 품종별 과피꼭지 인장특성을 비교하면 표 50에서 51과와 같다.

표 50은 영양지역의 수확시기, 품종별 과피꼭지 인장특성을 나타낸 것이다. 1차 수확시기 9월 21일, 생고추 원료의 상부 시료의 인장강도는 압축시 원형상태보다 11.6~16.2 배 감소하였으며 조직경도는 18.4~22.9 배, 변형계수는 7.4~10.6 배 감소하는 경향을 보였다.

2차 수확시기 10월 5일, 생고추 원료의 상부 시료의 인장강도는 압축시 원형상태보다 13.9~19.6 배 감소하였으며 조직경도는 17.5~25.8 배, 변형계수는 7.4 ~ 10.6 배 감소하는 경향을 보였다. 수확시기가 늦을수록 생고추 원료의 상부시료를 압축하였을 때 인장강도, 조직경도, 변형계수가 감소하는 경향을 보였다.

1차 수확시기 9월 21일 하부 시료의 경우 인장강도는 압축시 원형상태보다 8.9~10.8 배, 조직경도는 13.6~29.5 배, 변형계수는 3.1~4.9 배 감소하는 경향을 보였다. 2차 수확시기 10월6일 경우 인장강도는 압축시 원형상태보다 11.4~16.5 배, 조직경도는 16.7~19.7 배, 변형계수는 7.0~10.5 배 감소하는 경향을 보였다.

표 50. 생고추 원료의 원형 및 압축 과피꼭지 인장특성 비교(영양 9. 21, 10. 6)
가) 상부(fresh) 시료

물성특성		나갈난(9/21)			타네강(9/21)		
		원형(A)	압축(B)	비율(A/B)	원형(A)	압축(B)	비율(A/B)
Tensile strength (g)	Average	4,286.4	263.8	16.2	3,550.4	306.0	11.6
	S.D	646.9	97.9		637.5	98.1	
	C.V	15.1	37.1		18.0	32.1	
Tensile Work (g · s)	Average	11,171.9	488.0	22.9	9,502.0	515.5	18.4
	S.D	3,730.6	182.2		2,460.0	283.0	
	C.V	33.4	37.3		25.9	54.9	
Deformation modulus (g/s)	Average	968.6	88.4	11.0	926.1	112.2	8.3
	S.D	175.2	50.3		207.4	67.1	
	C.V	18.1	57.0		22.4	59.8	

물성특성		나팔난(10/6)			타네강(10/6)		
		원형(A)	압축(B)	비율(A/B)	원형(A)	압축(B)	비율(A/B)
Tensile strength (g)	Average	3,530.9	253.6	13.9	3,869.8	197.3	19.6
	S.D	737.5	85.8		370.4	74.0	
	C.V	20.9	33.8		9.6	37.5	
Tensile Work (g · s)	Average	6,944.8	396.6	17.5	6,545.3	254.0	25.8
	S.D	1,688.6	223.6		1,915.9	110.7	
	C.V	24.3	56.4		29.3	43.6	
Deformation modulus (g/s)	Average	979.5	131.6	7.4	1,101.2	104.2	10.6
	S.D	289.2	73.2		81.8	60.9	
	C.V	29.5	55.6		7.4	58.5	

나) 하부(dried) 시료

물성특성		나팔난(9/21)			타네강(9/21)		
		원형(A)	압축(B)	비율(A/B)	원형(A)	압축(B)	비율(A/B)
Tensile strength (g)	Average	3,856.9	358.0	10.8	3,100.1	346.8	8.9
	S.D	342.5	74.8		367.7	167.3	
	C.V	8.9	20.9		11.9	48.3	
Tensile Work (g · s)	Average	8,660.1	294.0	29.5	6,529.5	480.0	13.6
	S.D	860.6	93.2		1,762.8	245.9	
	C.V	9.9	31.7		27.0	51.2	
Deformation modulus (g/s)	Average	875.2	282.1	3.1	729.9	148.3	4.9
	S.D	159.4	131.4		138.2	78.9	
	C.V	18.2	46.6		18.9	53.2	

물성특성		나팔난(10/6)			타네강(10/6)		
		원형(A)	압축(B)	비율(A/B)	원형(A)	압축(B)	비율(A/B)
Tensile strength (g)	Average	3243.6	196.3	16.5	3,942.6	346.8	11.4
	S.D	363.3	96.4		578.5	167.3	
	C.V	11.2	49.1		14.7	48.3	
Tensile Work (g · s)	Average	6112.7	310.1	19.7	8,009.0	480.0	16.7
	S.D	1297.3	167.0		2,881.3	245.9	
	C.V	21.2	53.8		36.0	51.2	
Deformation modulus (g/s)	Average	905.2	86.2	10.5	1,042.5	148.3	7.0
	S.D	233.2	66.0		161.2	78.9	
	C.V	25.8	76.5		15.5	53.2	

표 51은 음성지역의 수확시기, 품종별 과피꼭지 인장특성을 나타낸 것이다. 1차 수확시기 9월 19일, 생고추 원료의 상부 시료의 인장강도는 압축시 원형상태보다 1.4~6.8 배 감소하였으며 조직경도는 1.5~9.1 배, 변형계수는 1.4~4.2 배 감소하는 경향을 보였다. 2차 수확시기 10월 4일, 생고추 원료의 상부 시료의 인장강도는 압축시 원형상태보다 10.6~13.2 배 감소하였으며 조직경도는 8.7~15.9 배, 변형계수는 9.5 ~ 10.1 배 감소하는 경향을 보였다.

1차 수확시기 9월 14일 하부 시료의 경우 인장강도는 압축시 원형상태보다 10.6~13.2 배, 조직경도는 8.7~15.9 배, 변형계수는 9.5~10.1 배 감소하는 경향을 보였다. 2차 수확시기 10월 4일 하부 시료의 경우 인장강도는 압축시 원형상태보다 5.3~12.3 배, 조직경도는 7.7~14.0 배, 변형계수는 3.1 ~ 8.9 배 감소하는 경향을 보였다.

표 51. 고추 시료 원형 및 압축 과피꼭지 인장특성 비교(음성 9. 19, 10. 4)
가) 상부(fresh) 시료

물성특성		진대건(9/19)			K-star(9/19)		
		원형(A)	압축(B)	비율(A/B)	원형(A)	압축(B)	비율(A/B)
Tensile strength (g)	Average	3,856.3	570.6	6.8	4,175.2	2,925.0	1.4
	S.D	1,124.3	260.5		482.0	418.3	
	C.V	29.2	45.7		11.5	14.3	
Tensile Work (g · s)	Average	10,652.4	1,175.5	9.1	11,692.9	7,831.3	1.5
	S.D	5,016.1	711.6		1,997.4	1,877.5	
	C.V	47.1	60.5		17.1	24.0	
Deformation modulus (g/s)	Average	794.5	188.6	4.2	834.2	615.3	1.4
	S.D	162.6	119.3		201.8	70.2	
	C.V	20.5	63.3		24.2	11.4	

물성특성		진대건(10/4)			K-star(10/4)		
		원형(A)	압축(B)	비율(A/B)	원형(A)	압축(B)	비율(A/B)
Tensile strength (g)	Average	3,856.3	291.5	13.2	2,534.7	238.0	10.6
	S.D	1,124.3	112.2		755.9	75.8	
	C.V	29.2	38.5		29.8	31.8	
Tensile Work (g · s)	Average	10,652.4	668.4	15.9	4,857.3	558.7	8.7
	S.D	5,016.1	211.8		1,872.3	180.8	
	C.V	47.1	31.7		38.5	32.4	
Deformation modulus (g/s)	Average	794.5	83.5	9.5	695.0	68.8	10.1
	S.D	162.6	51.1		142.2	32.2	
	C.V	20.5	61.1		20.5	46.8	

나) 하부(dried) 시료

물성특성		진대건(10/4)			K-star(10/4)		
		원형(A)	압축(B)	비율 (A/B)	원형(A)	압축(B)	비율 (A/B)
Tensile strength (g)	Average	2,704.8	507.9	5.3	2,925.0	238.0	12.3
	S.D	920.7	383.5		418.3	75.8	
	C.V	34.0	75.5		14.3	31.8	
Tensile Work (g · s)	Average	6,014.6	777.3	7.7	7,831.3	558.7	14.0
	S.D	2,256.2	523.0		1,877.5	180.8	
	C.V	37.5	67.3		24.0	32.4	
Deformation modulus (g/s)	Average	524.5	170.4	3.1	615.3	68.8	8.9
	S.D	231.4	150.2		70.2	32.2	
	C.V	44.1	88.1		11.4	46.8	

표 52는 임실지역의 수확시기, 품종별 과피꼭지 인장특성을 나타낸 것이다. 1차 수확시기 9월 19일, 생고추 원료의 상부 시료의 인장강도는 압축시 원형상태보다 8.1~9.2 배 감소하였으며 조직경도는 13.3~17.3 배, 변형계수는 3.7~5.2 배 감소하는 경향을 보였다. 2차 수확시기 10월 4일, 생고추 원료의 상부 시료의 인장강도는 압축시 원형상태보다 4.9~8.0 배 감소하였으며 조직경도는 5.0~9.5 배, 변형계수는 4.7~4.9 배 감소하는 경향을 보였다.

1차 수확시기 9월 14일 하부 시료의 경우 인장강도는 압축시 원형상태보다 2.9~11.6 배, 조직경도는 4.4~17.5 배, 변형계수는 2.1~5.8 배 감소하는 경향을 보였다. 2차 수확시기 10월 1일 하부 시료의 경우 3.0~4.9 배, 조직경도는 3.7~5.0 배, 변형계수는 2.4 ~ 4.9 배 감소하는 경향을 보였다.

전체적으로 3차년도(2016) 1, 2차 수확시기에 따른 생고추 원료를 6.4 mm 깊이로 압축하였을 때 2차년도와 달리 상부(시료) 및 하부의 인장강도가 평균 10배 이상 감소하는 경향을 보여 고추수확기를 이용하여 생고추 원료를 기계수확 시 전체 시료의 5~10%를 차지하는 자연건조된 수분 65~75% 하부 시료도 압축식 고추꼭지장치에서 꼭지제거율이 높을 것으로 생각된다.

표 52. 생고추 시료 원형 및 압축 과피쪽지 인장특성 비교(임실 9. 19, 10. 4)
가) 상부(fresh) 시료

물성특성		불탑(9/19)			니나노(9/19)		
		원형(A)	압축(B)	비율(A/B)	원형(A)	압축(B)	비율(A/B)
Tensile strength (g)	Average	4,383.3	476.9	9.2	5,912.5	731.5	8.1
	S.D	441.5	191.4		517.3	308.0	
	C.V	10.1	40.1		8.7	42.1	
Tensile Work (g · s)	Average	12,063.2	698.5	17.3	17,596.7	1,325.9	13.3
	S.D	2,994.3	407.7		3,722.6	321.7	
	C.V	24.8	58.4		21.2	24.3	
Deformation modulus (g/s)	Average	829.2	222.7	3.7	1,010.8	194.6	5.2
	S.D	82.7	92.6		157.7	111.1	
	C.V	10.0	41.6		15.6	57.1	

물성특성		불탑(10/4)			니나노(10/4)		
		원형(A)	압축(B)	비율(A/B)	원형(A)	압축(B)	비율(A/B)
Tensile strength (g)	Average	3,805.3	476.9	8.0	3,549.0	731.5	4.9
	S.D	431.0	191.4		657.7	308.0	
	C.V	11.3	40.1		18.5	42.1	
Tensile Work (g · s)	Average	6,604.3	698.5	9.5	6,599.6	1,325.9	5.0
	S.D	1,017.4	407.7		1,657.1	321.7	
	C.V	15.4	58.4		25.1	24.3	
Deformation modulus (g/s)	Average	1,057.8	222.7	4.7	958.6	194.6	4.9
	S.D	211.6	92.6		263.2	111.1	
	C.V	20.0	41.6		27.5	57.1	

나) 하부(dried) 시료

물성특성		불탑(9/19)			니나노(9/19)		
		원형(A)	압축(B)	비율(A/B)	원형(A)	압축(B)	비율(A/B)
Tensile strength (g)	Average	3,656.0	315.4	11.6	4,015.7	1,361.6	2.9
	S.D	473.7	298.0		667.7	859.0	
	C.V	13.0	94.5		16.6	63.1	
Tensile Work (g · s)	Average	9,693.6	553.7	17.5	11,302.6	2,556.3	4.4
	S.D	3,431.6	350.4		3,263.4	1,785.9	
	C.V	35.4	63.3		28.9	69.9	
Deformation modulus (g/s)	Average	775.8	134.7	5.8	671.7	314.8	2.1
	S.D	167.0	185.2		137.1	156.7	
	C.V	21.5	137.5		20.4	49.8	

물성특성		불탑(10/4)			니나노(10/4)		
		원형(A)	압축(B)	비율(A/B)	원형(A)	압축(B)	비율(A/B)
Tensile strength (g)	Average	3,549.0	731.5	4.9	2,127.1	715.6	3.0
	S.D	657.7	308.0		587.8	392.6	
	C.V	18.5	42.1		27.6	54.9	
Tensile Work (g · s)	Average	6,599.6	1,325.9	5.0	4,091.9	1,093.4	3.7
	S.D	1,657.1	321.7		2,289.8	811.0	
	C.V	25.1	24.3		56.0	74.2	
Deformation modulus (g/s)	Average	958.6	194.6	4.9	559.3	230.5	2.4
	S.D	263.2	111.1		302.4	173.2	
	C.V	27.5	57.1		54.1	75.1	

나. 기계수확 후 생고추 원료의 이물질 제거 기술 개발

1) 생고추 원료 이물질 제거 선별장치 2차 시작품 설계 및 제작

기계수확된 생고추 원료 속에 포함된 이물질인 고추잎 줄기 부분을 분리하기 위하여 개발된 고추이물질 선별장치 2차 시작품의 개략도는 그림 117과 같다. 이것은 원료공급 흡퍼, 상부 및 하부 프레임, 구동모터, 고압고속 송풍팬, 고추이물질 수집 흡퍼, 고추시료 및 이물질 이송 클리닝 카드 조합, 고추시료 선별 클리닝카드 조합, 이물질 수집 싸이클론, 싸이클론 고압 송풍팬 등으로 구성된다.

포장에서 기계수확된 고추줄기, 잎, 흙 등의 이물질이 혼합된 고추시료를 원료공급 흡퍼에 공급하면 경사진 클리닝 카드 조합에 의하여 상부 방향으로 이동하게 되고 상부에 설치된 고추시료 선별 클리닝 카드 조합 부분을 통과하면서 고추시료는 하부로 자연 낙하되고 일부 고추시료와 함께 낙하되는 고추잎, 줄기 등은 고압고속 송풍팬에 의하여 고추이물질 수집 흡퍼에 낙하된다. 큰 고추줄기 등의 이물질은 클리닝 카드 끝 부분에서 외부로 이송되어 선별된다. 선별된 고추시료는 배출 콘베어에 의하여 외부로 이송된다. 고추잎, 줄기 등의 이물질은 고압 송풍팬이 설치된 싸이클론으로 이송되어 집진된다. 또한 대부분 고추잎 이물질은 경사진 클리닝 카드 조합에서 하부로 자연 낙하되어 제거된다.

2차 시작품의 사양을 보면 클리닝 카드 조합의 크기는 1,440(W)×1,960(L)×1.570(H) mm이며 총 15개의 4각 축봉에 개당 66개의 클리닝 카드가 설치된다. 클리닝 카드 사이의 간격은 13.0 mm이다. 장치의 경사도는 20°로 하며 상부 11, 12, 13 축은 생고추 원료와 고추 줄기 및 잎 등의 이물질이 분리되도록 클리닝카드 사이에 폭 18 mm의 간격조절 스페이서를 끼워 30 mm 씩 간격을 띄워서 설치한다. 구동모터 용량은 220V 1hp이며 인버터를 설치하여 이송속도를 조절하도록 한다. 클리닝 카드 조합 하부에 설치된 고압송풍기(3/4 hp)는 수평방향의 풍속이 10 m/sec로 클리닝 카드 조합에서 낙하되는 생고추 원료와 혼합되어 있는 고추잎, 줄기 등을 선별하여 원료수집 흡퍼에서 싸이클론(∅1,000× 3,600(H) mm)으로 이송하게 한다. 외부에 설치된 수집 싸이클론은 5 hp 고압 송풍팬이 설치되어 있어 클리닝 카드에서 선별된 고추잎, 줄기

등의 이물질을 싸이크론 장치로 수집한다.

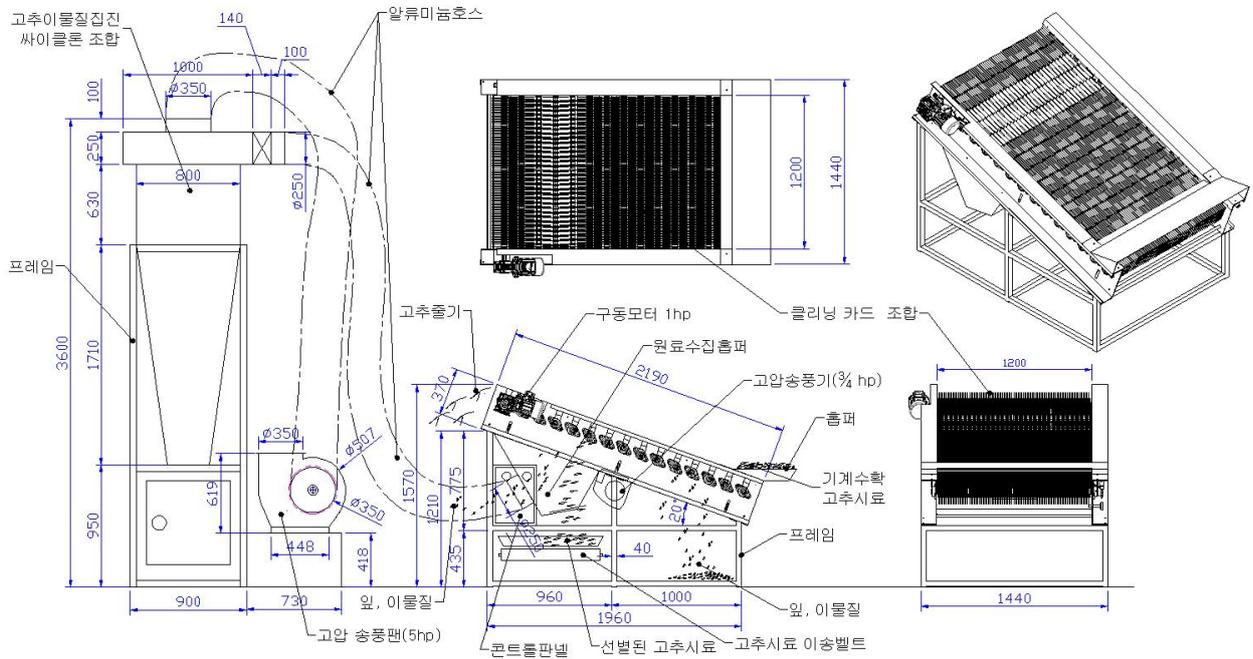


그림 117. Cleaning card를 이용한 생고추 원료 이물질 선별장치 2차 시작품 개략도



그림 118. Cleaning card를 이용한 생고추 원료 이물질 선별장치 2차 시작품 외형

2) 1차 시작품 성능 실험 및 고찰

(가) 실험 방법

클리닝 카드를 이용한 생고추 원료의 이물질 선별장치 2차 시작품의 성능실험을 위하여

2017년 9월 14일 경북 영양에서 실시된 고추수확기 시작품 포장 성능실험(그림 119, 경북 영 고추시험 포장)에서 수확된 생고추 원료(품종 AR레전드) 및 잎, 줄기 혼합물을 시료 30 kg을 사용하였다. 1회 공급되는 시료 무게는 10 kg였다. 시료 공급은 수작업으로 하였으며 투입 횟수는 3회였다. 클리닝 카드 이물질 선별장치의 구동모터 회전속도는 35 rpm이며 시료 이송 시간은 30 sec로 하였다. 클리닝 카드 고추 이물질 선별장치 성능실험은 그림 121과 같이 선별장치 1단계에서 분리되는 고추잎과 크기가 작은 소과종 녹색과 시료, 2단계에서 최종 선별되는 녹색과 적색과가 혼합된 고추시료, 마지막 3단계에서 선별장치 외부로 분리되는 고추잎과 줄기 등을 구별하여 각각의 선별률을 무게 기준으로 측정하였다.



그림 119. 고추수확기 시작품 포장 성능실험(2017. 9. 14, 경북 영양)



그림 120. 기계수확된 생고추 원료 혼합물 시료(2017. 9. 20)



그림 121. 클리닝 카드를 이용한 생고추 원료 이물질 선별장치 시작품 성능 실험
(2017. 9. 20)

(나) 결과 및 고찰

클리닝 카드를 이용한 생고추 원료 선별장치 성능실험 결과는 그림 122와 표 53과 같다. 실험과정의 동영상(<https://youtu.be/IG5hTQaxa6M>)은 Youtube에 업로드되어있다. 단계별 선별 상태를 보면 생고추 시료는 선별장치 투입초기인 1단계에서 5.6 %, 고추선별 2단계에서 84.5 %, 줄기선별 3단계에서는 9.9%였다. 본 시작품의 기계수확 생고추 원료 및 이물질 처리용량은 시간당 약 1.0 ton/hr로 평가되었다.



(a) 녹색 및 적색과 고추시료



(b) 고추잎 및 작은 녹색과 고추시료



(c) 싸이클론과 고속송풍팬에 의하여 집진된 고추잎 및 줄기

그림 122. 클리닝 카드를 이용한 생고추 원료 선별장치 시작품에 의한 고추시료 선별 상태 (2017. 9. 20)

표 53. 클리닝 카드를 이용한 생고추 원료 선별장치 시작품 성능실험 결과(2017. 9. 21)

실험횟수	시료중량 (kg)	고추시료(녹색+적색과)		잎+녹색과		이물질(잎+줄기)	
		중량(kg)	비율(%)	중량(kg)	비율(%)	중량(kg)	비율(%)
1	10	8.66	86.6	0.78	7.8	0.56	5.6
2	10	8.46	84.6	0.46	4.6	1.08	10.8
3	10	8.22	82.2	0.44	4.4	1.34	13.4
평균		8.45	84.5	0.56	5.6	0.99	9.9

다. 생고추 원료의 색상 숙성도 및 크기 선별 기술 개발

1) 영상처리방식 고추선별부 3차 시작품의 구성

자주식 고추수확기계로 수확된 고추는 선별되지 않은 다양한 고추와 이물질을 포함하고 있다. 2017년 9월 14일 경북 영양에서 실시된 고추수확기 시작품 포장 성능실험(그림 120, 경북 영양 고추시험 포장)에서 수확된 원료를 보면, 생고추 원료(품종 AR레전드) 및 잎, 줄기가 혼합된 원물이다. 이렇게 수확된 원물은 클리닝카드 선별기를 통과하여 홍과, 청과가 포함된 생고추와 소량의 잎과 줄기를 포함하여 선별이 된다. 클리닝카드 선별기를 통과한 이후 공정은 인력에 의한 선별 컨베이어 방식이 도입되어야 한다. 이 인력에 의한 선별장치에 소량의 잎과 줄기가 같이 이송되는데 병과 등을 같이 수동으로 선별, 제거함이 바람직하다고 판단된다. 홍과와 청과가 혼합된 원물을 색상선별을 하여 고추가공용 홍과와 유통 및 고추가공용 청과로 구분할 수 있다. 또한, 크기를 구분하여 고추 꼭지제거의 효율성 증대에 기여할 수 있다. 이를 위하여 영상처리방식 대용량 고추선별부를 개발하게 된다.

영상처리방식 대용량 고추선별장치 개발을 위하여 여러 요소 장치를 개발하게 된다. 이전의 연구개발에 따르면 영상처리에 의한 고추의 색상숙성도 및 크기 선별기술은 상용화되어 있는 상태이다. 개발품의 대부분이 시간당 300kg이 최대였으며, (주)생명과학기술의 대용량 고추선별장치의 경우 시간 당 500kg을 넘는 용량으로 선별할 수 있도록 되어 있었다. 추가로 개발되거나 개선할 필요가 있는 장치로는 시간당 1톤에 해당하는 원물에 대해 투입과 관련된 자동화된 설비가 요구되었고, 유통용 청과를 위한 원물 손상 방지용 리젝터 장치의 특성을 개선할 필요가 있었으며, 인장 압축 고추 꼭지제거를 위한 두께 선별을 위한 알고리즘 개선이 요구되었다. 이러한 요구사항에 따라 1차년도 1차 시작품에는 원물 손상 방지용 솔레노이드형 리젝터를 제안하여 성능 실험을 하였다. 2차년도 2차 시작품에는 대용량 투입에 필요한 자동화된 반전식 원물 투입장치를 소개하였으며, 인장 압축 고추 꼭지제거를 위한 두께 선별의 알고리즘을 추가하여 선별할 수 있도록 하였다.

본 개발의 3차 시작품에서는 시간당 1톤을 처리할 수 있는 이송장치의 특성을 파악하고 주관기관의 고추수확기에서 수확된 원물의 색상선별에 대한 성능 실험을 실시하였다.

기본계획 - 주요 공정 흐름도

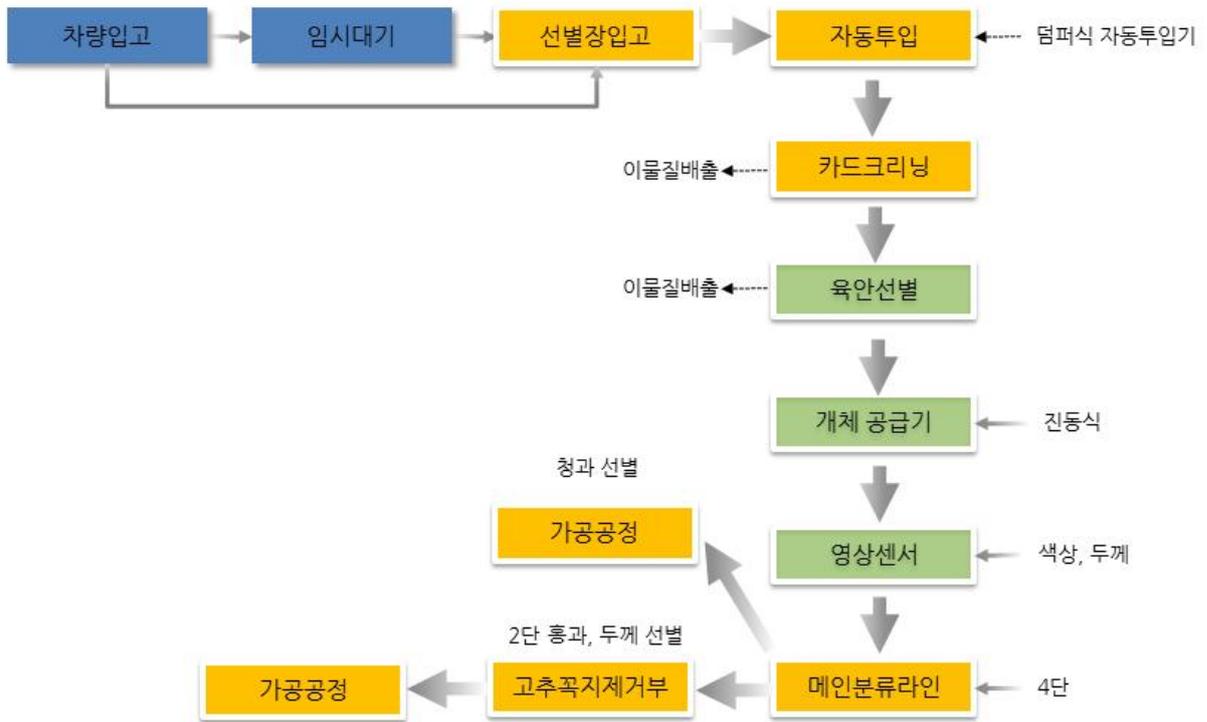


그림 123. 영상처리 장치 시스템의 흐름도

(가) 고추 정량 자동 공급장치 설계 (1, 2차년도)

정량 공급은 선별 및 꼭지 제거장치의 물량과 정확도를 결정하는 매우 중요한 장치로써 투입량이 변하더라도 일정량을 공급할 수 있는 능력을 갖춰야 한다. 특히 많은 물량이 한번에 공급되면 선별/제거부 쪽에서 문제가 일어날 수 있으므로 일정 크기의 버퍼를 확보해서 갑작스런 투입량 변화에 대응할 수 있어야 한다. 기본적으로 광폭의 이송 벨트에 균일하게 공급하기 위한 좌우 분배 장치가 구비되어야 하고 일정량 이상이 올라갈 경우 이를 방지할 수 있는 경사 컨베이어가 도입되어야 한다. 이러한 개념을 바탕으로 설계가 되어야 한다.

1차년도의 경우 상승 컨베이어의 호퍼방식까지 설계되었으나 2차년도의 경우 덤핑 방식을 추가하여 설계하였다. 이 방식은 국내의 선별장에서 사용 가능한 방식으로 하여 상용화가 가능하도록 하였다.



그림 124. 고추공급장치 호퍼 컨베이어(1차년도 설계)



그림 125. 고추공급장치 덩핑 공급장치 설계(2차년도 설계)

(나) 고추 정렬장치 개발 (1, 2, 3차년도)

정렬부는 고추가 하나씩 공급되게 하는 장치로써 일정량이 공급되더라도 고추의 물리적 특성상 붙어가는 현상을 막을 수는 없으므로 이를 풀어주는 장치이다. 또한 고추를 길이 방향으로 정렬하여 선별후 리젝터에서 정확하게 선별이 될 수 있도록 자세를 잡아주는 역할도 수행한다. 1, 2차년도는 압축인장 장치에서 개발한 진동공급기를 사용하였으나 3차년도의 경우 피

예조 방식의 진동공급기 특징과 성능을 확인하기 위하여 영상처리 선별 센서에 통과하는 시간 당 1톤을 처리하는 성능에 해당하는 공급기를 구축하였다.

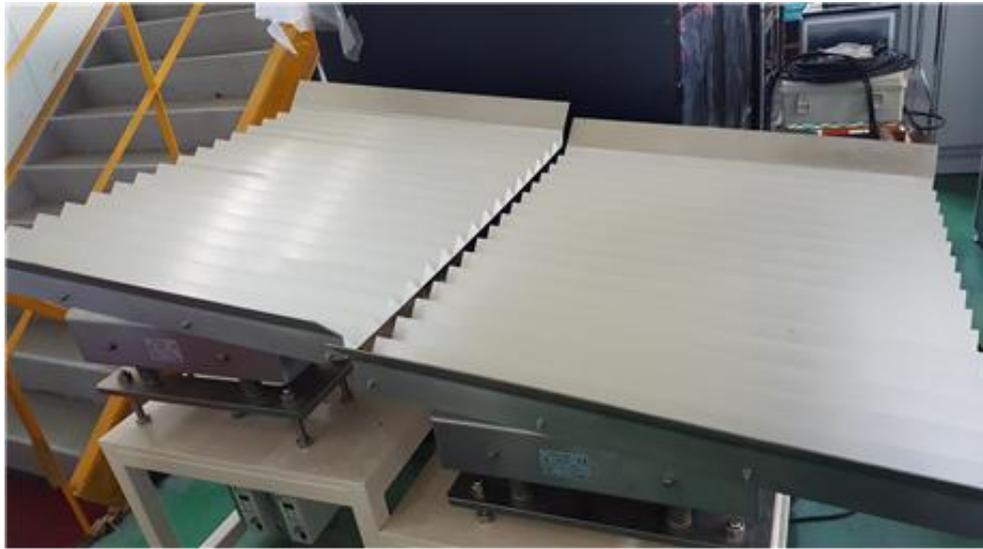


그림 126. 고추공급장치 피에조식 진동 공급장치(3차년도)

정렬부는 단차를 주고 속도제어가 가능하게 하였다. 이전 개발품에서 같은 속도로 이송되는 고추가 하나씩 공급되는데 종종 겹쳐서 이송되는 현상이 발생하였는데, 이를 해소하기 위하여 초기 속도는 50Hz로 느리게 다음 속도는 60Hz로 빠르게 이송하는 방법을 실험하였다. 고르게 퍼주는 것에 효과가 있음을 확인하였으나, 진동 장치에 의한 겹침 해소에는 눈에 띄는 효과를 보지 못하였다. 다만, 시간당 1톤을 처리할 수 있는 장치임은 확인하였다.

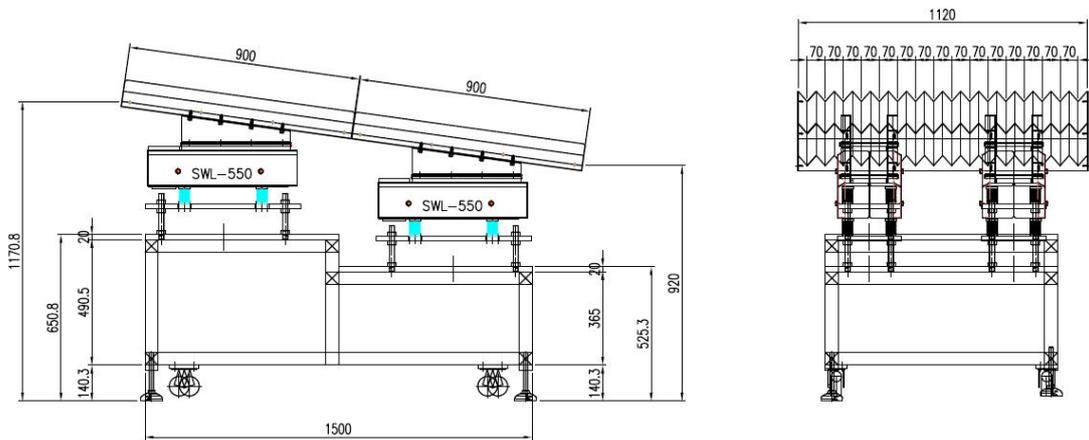


그림 127. 고추공급장치 진동식 공급장치 설계(3차년도)

피에조 방식의 진동장치는 소형의 경우 소음도 작고 내구성도 뛰어나지만 대형으로 갈수록 소음이 증가하는 것을 보였다. 기존에 기계식 진동장치가 초기 공진영역의 큰 소음이 단점이고 내구성의 문제가 있지만 고추와 같은 대과 정렬에는 효과적임을 확인하였다.



그림 128. 대용량 고추공급장치 기계식 진동 공급장치 제작(3차년도)

(다) 리젝터부 개발

리젝터부는 이송 상태의 고추에서 청고추와 홍고추를 선별하거나 두께의 문턱값에 대하여 분리하여 다른 통로로 이송시키는 역할을 수행한다. 이송중인 상태의 고추에 대해 작동해야 하므로 고속으로 작동되어야 하며 정확하게 청고추나 두께 문턱값에 대하여 분리해내야 한다. 1차년도에 솔레노이드 방식의 리젝터의 경우 마모와 방수 구조 및 통로에 고추 쌓임현상등의 단점이 있었다. 이러한 점을 개선하기 위하여 2차년도 시작품에는 공압 방식을 사용하여 이동 경로를 바꿔주는 방식을 채택하여 개발하였다. 이때 공압의 세기 등의 조절을 위하여 다수개의 노즐을 사용할 필요가 있다. 솔레노이드의 경우 에어 방식대비 에어 생성 장치 컴프레서 및 부대장치의 구성이 불필요하게 되어 공간 및 비용 절약을 할 수 있는 장점이 있는 반면 공압의 경우 기계적인 구조의 단점을 극복할 수 있어 고추 등에 자주 사용하는 방식이다. 사용된 공압 솔레노이드의 경우 아래와 같은 사양을 갖도록 하였다.

The VQ20/30 series is a pilot operated, two port multi-media valve. The series is compact and lightweight with a large flow capacity. The VQ20/30s long life, high speed coil (up to 20 million cycles at 100cps for pneumatic use) along with its all plastic construction, make it an excellent choice for those who want high performance at a lower cost.

- Fluid: Air/inert gas
- Operating pressure range: 0.01-0.6MPa
- Effective area (Cv/effective orifice): 7.2mm² -17.5mm² (0.4/?3-1/?4.8)
- Coil rated voltage: 12, 24VDC; 100, 110, 200VAC
- Response time: 5ms or less (VQ20); 20ms or less (VQ30)
- Ambient/fluid temp: -10 to 50C

이때 고속 처리를 위하여 20ms 이하의 운전속도를 보임을 알 수 있다.



그림 129. 영상처리식 선별부의 에어 배출 방식 3차년도

(라) 카메라 검사부 개발

고추의 홍과 청과 및 두께를 구분하여 정확하게 판정하는 장치로써 카메라 센서와 조명 및 각종 광학부로 구성하게 된다. 카메라는 칼라CCD를 사용하였고, 카메라와 컴퓨터의 인터페이스로 범용적인 알고리즘 개발을 위하여 상용화된 프레임그래버를 장착 하였다. 광원은 3파장의 형광등 램프를 사용하였다.



그림 130. 카메라 장치 부

(마) 영상처리 알고리즘 및 소프트웨어 개발

컴퓨터 비전 시스템을 구동하기 위한 소프트웨어를 개발하였다. 개발한 소프트웨어는 윈도우 기반의 사용자 인터페이스를 갖도록 하였고 간단한 마우스 조작만으로 검사 프로그램을 구동할 수 있게 하였다. 1차년도는 색상(숙성도)위주의 선별을 할 수 있었다면 2차년도는 두께에 대한 선별을 할 수 있도록 구성하였다. 선별 속도는 1영상에 대하여 100ms이하의 속도를 갖도록 하였다. 보통 50ms의 계산 속도를 나타냈다.

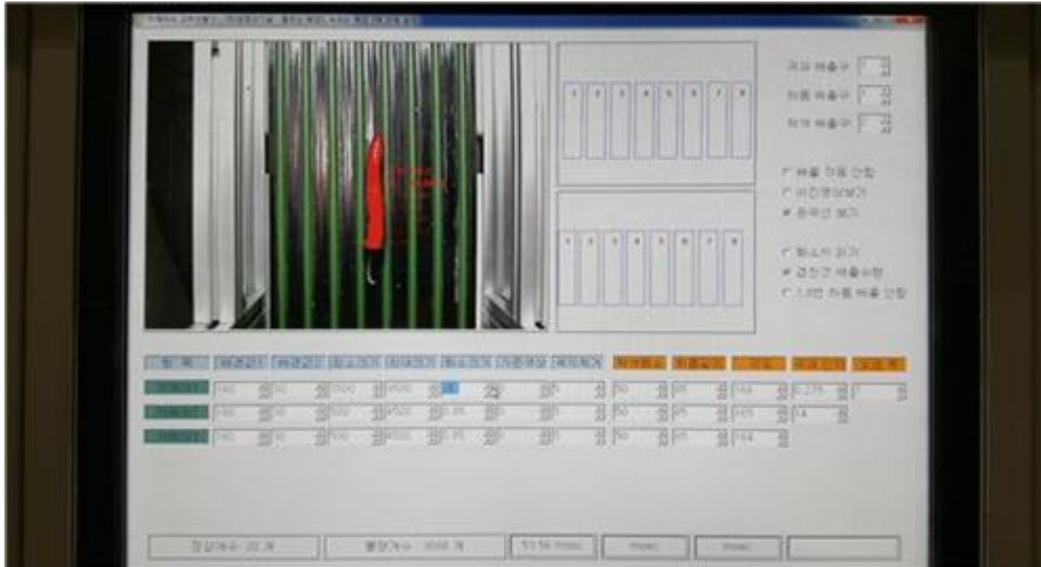


그림 131. 생고추 선별 알고리즘 개발

(바) 장치 제어부 개발

카메라 장비에 의해 판정된 꼭지 위치 정보는 통신 포트를 통하여 솔레노이드 제어용 PLC에 입력되게 하였다. 고속의 리젝터 작동을 위해서 일반적인 릴레이 구동보다는 무접점 릴레이(SSR) 구동을 선택하였으며 설치 공간의 최소화를 위해 블록형 SSR 모듈을 선정하였다.



그림 132. 생고추 선별 제어부 개발

2) 영상처리방식 고추선별부 3차년도 성능실험

컴퓨터의 계산 성능은 최근 들어 더욱 증가되어서 고속의 연산이 가능해져서 단시간에 많은 수량의 처리가 가능해졌으며 1차년도에 사용한 솔레노이드식의 기계적 단점 및 막힘 현상을 보완하기 위해 일반적으로 많이 사용되고 있는 공압식 방식을 채택하여 2차년도 영상 선별을 실험하게 되었다. 공압식의 경우 에어 컴프레서등의 주변장치를 요구한다.

홍고추는 고속으로 움직여도 5채널만으로도 충분히 많은 양을 처리할 수 있었으며 선별기는 한 대의 카메라와 한 대의 프레임그래버 그리고 한 대의 PC로 컨트롤러 구성이 가능하여 시험하였다. 고추 1개 평균 25g 무게 및 길이 250mm로 했을 때 이송 속도 18m/min으로 하게 되면 $18000/250 = 72$ 개/분이며 5채널의 경우 21,600개/분(5채널)이므로 540kg/hr의 속도가 계산될 수 있다. 투입량의 효율등을 고려하게 되면 3개 넓이의 공급부가 확보되어야 함을 당사의 기존 선별기에서 알 수 있었다. 따라서 이론적이고 실험실 적인 계산 대비 3배의 장치가 필요하며, 3차년도에는 3개의 장치가 통합된 16채널 이상의 시작품이 되었다.

3차년도의 경우 2017년 9월 14일 경북 영양에서 실시된 고추수확기 시작품 포장 성능실험(그림 120, 경북 영양 고추시험 포장)에서 수확된 원료를 기준으로 성능실험을 하였다. 색상에 대한 기준이 명확하지 않아 프로그램의 GUI상태에서 선별 색상 기준을 조정할 수 있도록 하였다. 기준 착색화소의 비율을 50%이상으로 하였을 때, 97%이상의 선별효율을 보임을 알 수 있었다. 수확한 원물의 상태로 보면 다양한 속도를 보여주고 있음을 알 수 있다. 속기 판정용 칼라 차트를 참고하여 청과의 선별중요성을 높이기 위해서는 착색률이 50%이하가 필요함을 알 수 있다.

표 54. 고추수확기 시작품 수확 원물의 선별 능력

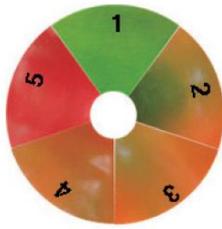
	홍과선별		청과선별		선별효율	
	홍과	청과	청과	홍과	정선율	효율
1	23 (21)	2	58(57.5)	0.5	78.5/81	97%
2	22(22)	0	59(57.5)	1.5	79.5/81	98%



그림 133. 수확기의 원물에 대한 영상처리식 고추 선별 실험



그림 134. 다양한 수확기의 원물의 속도 사진



색도(a)	착색률(%)	내용
1 [-7.8]	40~50	과일의 외형이 다 자라고 빨간색 출
2 [2.8]	50~70	과피의 녹색이 없어지는 시기
3 [14.2]	70~85	과피의 빨간색이 짙어지는 시기
4 [21.3]	85~95	과피의 녹색이 거의 없어지는 시기 (1-MCP 처리시기, 수확가능, 장가
5 [28.5]	95<	과피의 녹색이 없어지는 시기 (즉시 판매용)

그림 135. 적색계통의 착색단고추의 숙기판정용 칼라차트
(특허 10-2008-0081959)

본 과제를 수행하면서 시간당 1톤 처리량에 해당하는 영상처리식 선별장치를 구비하였다. 대량의 원물이 카드 클리너를 통하여 이송되기 위하여 자동화된 덩핑 입고시스템이 필요하고, 이후 카드 클리너를 통하여 선별된 이물질과 원물에 완전한 분리가 이루어지지 않기 때문에 육안선별이 필요하다는 것을 알 수 있다. 이후 정렬 시스템은 영상처리를 위하여 일정한 간격으로 많은 양을 이송하여야 하기 때문에 피에조식보다는 기계식 진동 장치가 사용환경 조성 및 제작비면에서 효율적임을 확인할 수 있었다. 영상처리 알고리즘은 개발되었고, 수확된 고추의 숙기 판정에 대한 착색률이 50%이면 문제가 없는 것으로 판단되었다. 그러나 3차년도에 고추의 상태를 보아, 병해 등을 많이 입은 상태로 입고될 수 있다는 것을 알 수 있어, 전면을 감시하여 병해 고추를 선별할 수 있는 방법이 필요하다.

라. 생고추 원료의 꼭지제거 기술 개발

1) 압축인장식 고추꼭지제거 장치 3차 시작품의 구성

기계수확후 고추종합처리장 또는 산지 농산물 집하장으로 입고되는 생고추 원료는 일차로 고추줄기 및 잎을 선별후 고추꼭지제거장치로 이송된다. 기계수확시기인 9, 10월 사이 생고추 원료 개체당 평균 무게가 20g 정도이며 시간당 1톤/hr의 생고추 원료 공급시 50,000개의 생고추 원료의 꼭지제거 작업이 필요하다. 이것을 수작업으로 할 경우 많은 작업인력과 비용이 소요되고 작업시간이 크게 소요되어 작업 능률이 크게 떨어진다. 따라서 생고추 원료의 꼭지제거 처리용량이 크며 꼭지제거율이 높은 고추꼭지제거 시스템 개발이 매우 중요한 것으로 판단된다. 지난 1, 2차년도에 개발된 인장압축식 고추꼭지제거 장치 시작품의 성능실험을 통하여 발견된 꼭지제거율 저하와 처리용량 부족을 개선하고자 3차 시작품을 설계 제작하였다.

3차년도 연구에서는 원료공급기, 클리닝 카드 이송장치, 진동공급기 등은 2차년도에 개발된 장치를 사용하였으며 고추꼭지제거장치의 핵심기술인 압축인장식 고추꼭지제거 장치를 경사진 것에서 수평방향으로 개선하고 중간에 설치된 구동축을 생고추 원료 이송 첫 번째 축으로 이동하여 압축롤 조합사이 간극 조절이 원활하게 하였다. 그리고 실리콘 소재의 압축롤 형상 가공이 실제로 매우 어려워 이를 다수의 실리콘 사출 모형을 제작하여 사각봉에 압축 삽입하여

압축인장 실리콘 축을 제작하였다. 그리고 분리된 꼭지와 고추과피를 물리적으로 최종 선별할 수 있는 고추꼭지선별 클리닝 카드를 설치하였다.

그림 136은 생고추 원료의 압축인장식 고추꼭지제거 장치 3차 시작품의 개략도이며 그림 137은 시작품 모습이다. 전체 설치 규격은 7,260(L)×1,030(W)×1,890(H) mm이며 총 소요동력은 6 hp이며 전원 AC 220V 였다.

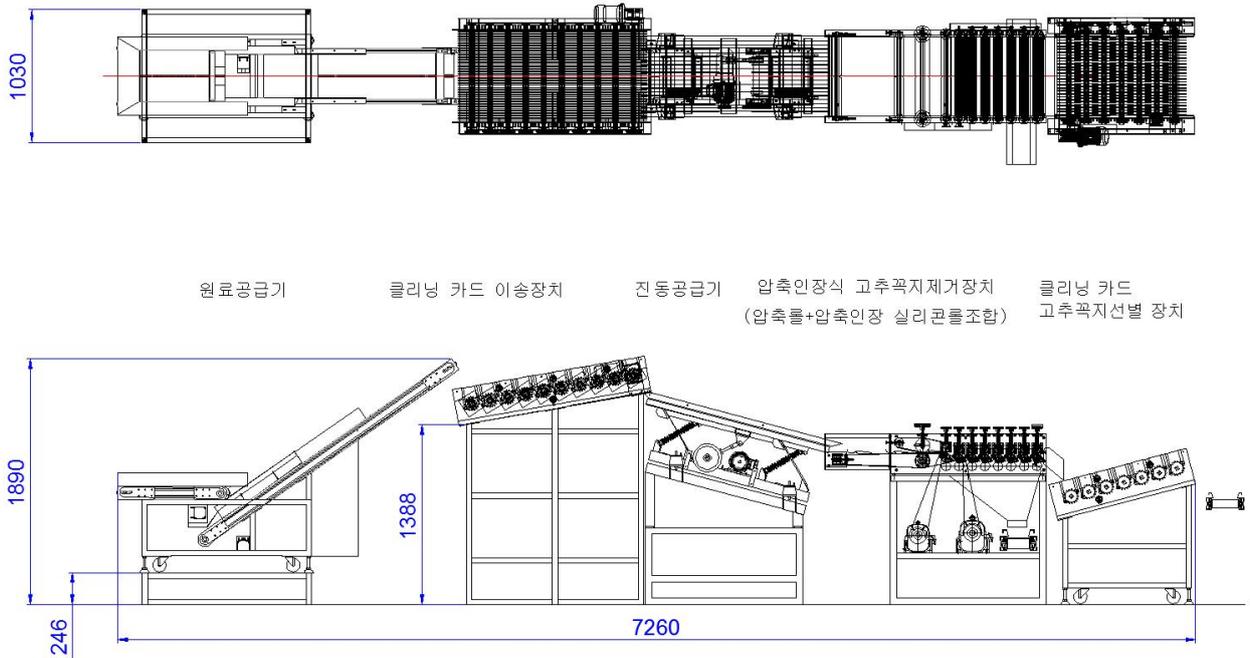


그림 136. 생고추 원료의 압축인장식 고추꼭지제거 장치 3차 시작품 개략도



그림 137. 생고추 원료의 압축인장식 고추꼭지제거 장치 3차 시작품(2017. 9)

2) 생고추 원료의 압축인장식 고추꼭지제거 장치 3차 시작품

생고추 원료의 압축인장식 꼭지제거 장치 3차 시작품은 2차 시작품과 달리 경사진 압축롤 조합을 수평으로 하였다. 그리고 압축실리콘 축에 삽입되는 실리콘롤을 직접 가공하지 않고 실

리콘사출 과정을 통하여 단위 실리콘 모형을 만들어 사각축에 압축 삽입하였다. 그리고 압축실리콘롤 조합 구동축을 첫 번째 축으로 이동하여 구동축 체인으로 인한 압축롤 깊이 조절의 어려운 점을 개선하여 이로 인하여 압축롤 조합수는 8개에서 7개로 감소되었다. 진동공급기에서 정렬 공급된 생고추 원료는 과피와 꼭지부분을 압축롤 조합을 이용하여 5~8 mm 깊이로 압축하여 과피와 꼭지 접합부의 조직을 파괴하여 상호 인장력을 약하게 한 다음 압축인장 실리콘롤 조합에서 과피에서 꼭지를 분리시킨다.

(1) 압축롤 및 압축인장 실리콘 조합

그림 138은 생고추 원료 꼭지제거를 위한 압축롤 및 압축인장 실리콘롤 조합 3차 시작품 개략도를 나타낸 것이다. 압축롤 조합은 상부 및 하부 압축벨트, 2 개의 구동기어 조합, 압축깊이 조절 핸들, 구동모터, 프레임, 경사판 등으로 구성되어 있다. 소요동력은 3hp 이며 인버터를 이용하여 압축롤의 회전속도를 조절한다. 압축벨트의 폭은 압축인장 실리콘롤과 같이 600mm로 2차 시작품의 500mm 보다 20% 증가시켰다. 크기는 1,200(L)×715(W)×1,320(H) mm이다.

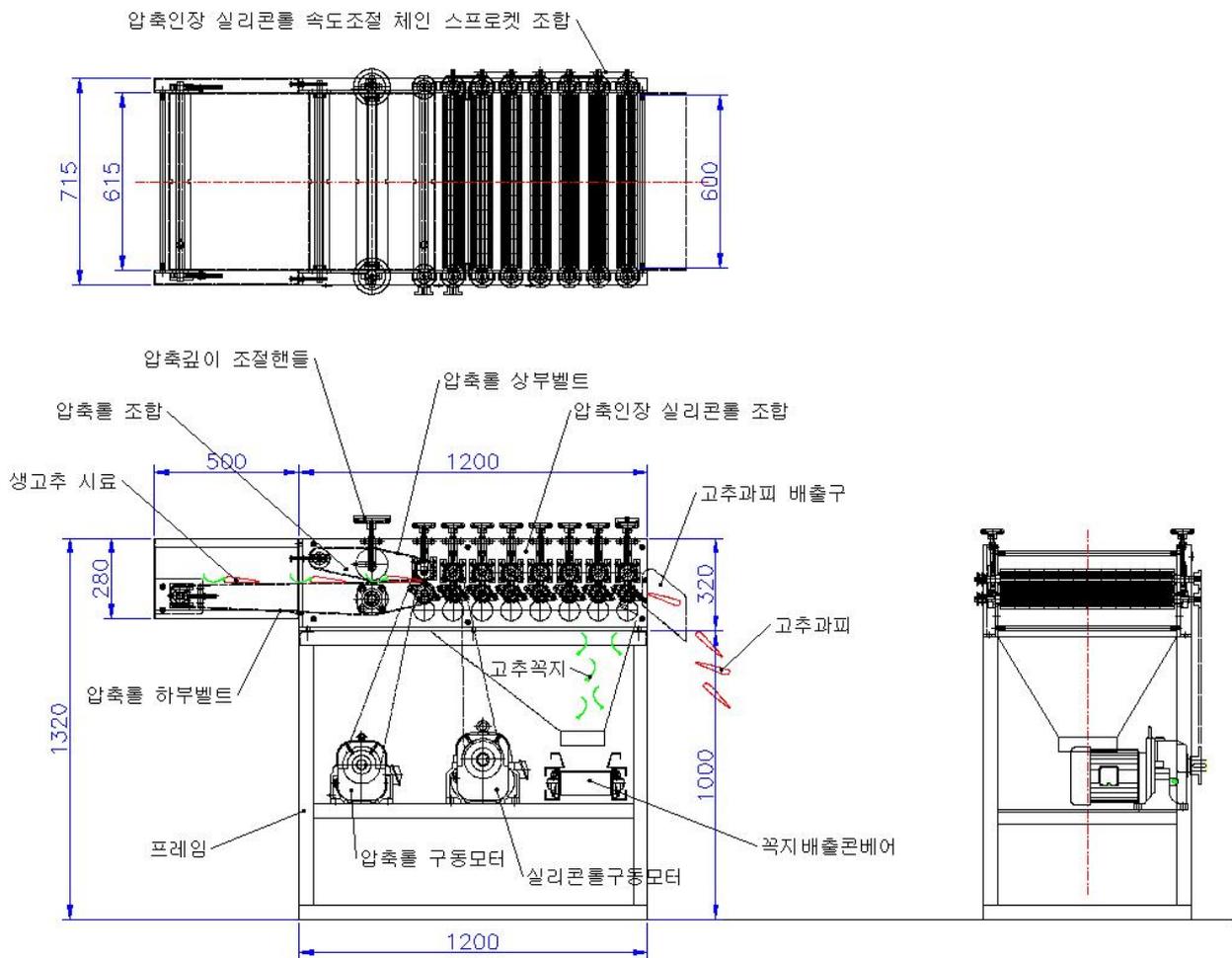


그림 138. 압축인장식 고추꼭지제거 장치 3차 시작품의 압축롤 및 실리콘롤 조합 개략도



그림 139. 압축인장식 고추꼭지제거 장치 3차 시작품의
압축롤 및 실리콘롤 조합(2017. 9)

압축된 생고추 원료의 꼭지는 압축인장 실리콘롤 조합에서 최종적으로 과피와 꼭지가 분리된다. 이 장치는 그림 138과 139에서와 같이 1개의 생고추 원료 공급벨트, 7개의 압축인장 실리콘롤, 구동모터, 꼭지 배출 콘베어, 프레임 등으로 구성되어 있다. 크기는 1700(L) × 715(W) × 320(H) mm이며 수평으로 설치되었다.

그림 140은 압축인장 실리콘롤 조합의 압축된 생고추 원료의 꼭지제거 원리를 나타낸 것이다. 꼭지가 원활하게 제거되려면 실리콘롤 조합의 상대속도 V_1 , V_2 가 1.5~2.0배 차이가 있어야 한다. 그리고 실리콘롤 조합에서 수직방향으로 가해지는 압축력, F 는 실리콘롤 압축깊이 조절볼트와 실리콘롤 압축 스프링조절 너트로 조절된다. 실리콘롤 조합의 간극 D 는 생고추 원료 직경의 크기를 고려하여 실리콘 압축깊이 조절 볼트로 적정한 깊이를 조절할 수 있다. 여기서 실리콘 압축롤이 수평으로 설치될 경우는 경사진 각도로 설치된 것 보다 생고추 원료에 가해지는 압축력이 커져서 꼭지제거율이 향상되는 결과를 얻을 수 있다. 또한 실리콘 롤 경도(Shore A)가 50일 때보다 60일 경우 실리콘 표면의 변형이 적고 생고추 원료에 작용하는 인장력이 증가하여 꼭지제거율이 증가하는 경향을 보였다(그림 141).

F_w:실리콘롤 하중
 F_s:실리콘롤 깊이조절 스프링 힘

F_{wv}: 실리콘롤 수직하중
 F_{wh}: 실리콘롤 수평하중
 ∅ : 실리콘롤 경사도

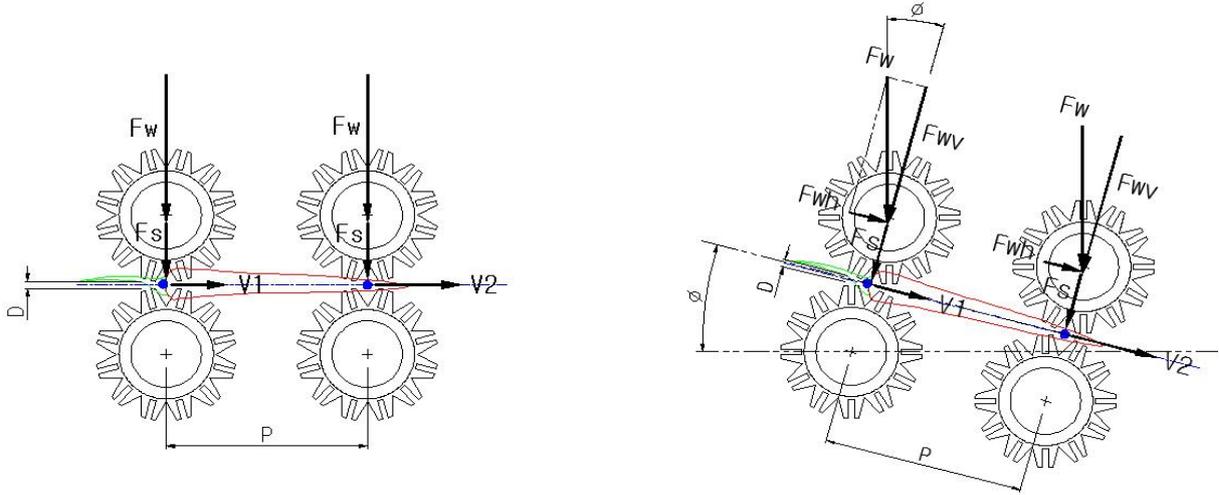


그림 140. 압축인장 실리콘롤 조합의 압축된 생고추 원료 꼭지제거 원리

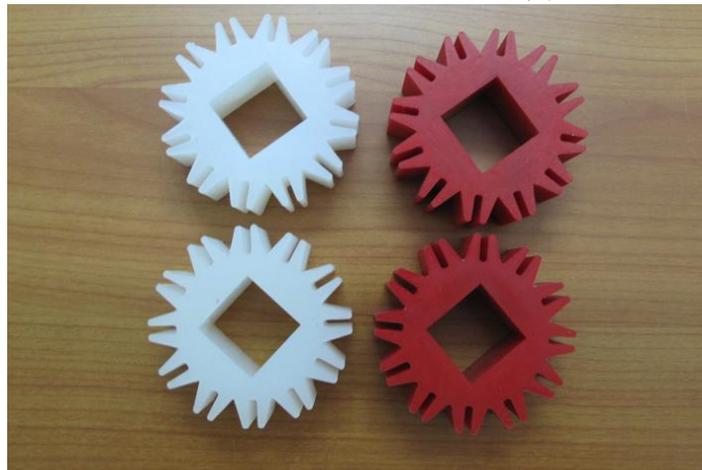
그림 142는 압축인장 실리콘롤 조합 3차 시작품 개략도이며 압축인장 실리콘롤 축의 개략도는 그림 143과 같다. 단위 압축인장 실리콘롤의 크기 $\varnothing 70 \times 50(L)$ mm이며 축당 12개가 삽입되어 압축실리콘조합 총 길이는 600mm이다. 실리콘롤 중앙에 $\square 25 \times 25$ mm 사각형 홀이 가공되어 있어 이를 4각봉에 압축 삽입하여 압축실리콘 축을 만든다.



(a) 실리콘경도 Shoa 50



(b)실리콘경도 Shoa 50



(c) 압축실리콘 단면 형상

그림 141. 압축인장식 실리콘롤 조합

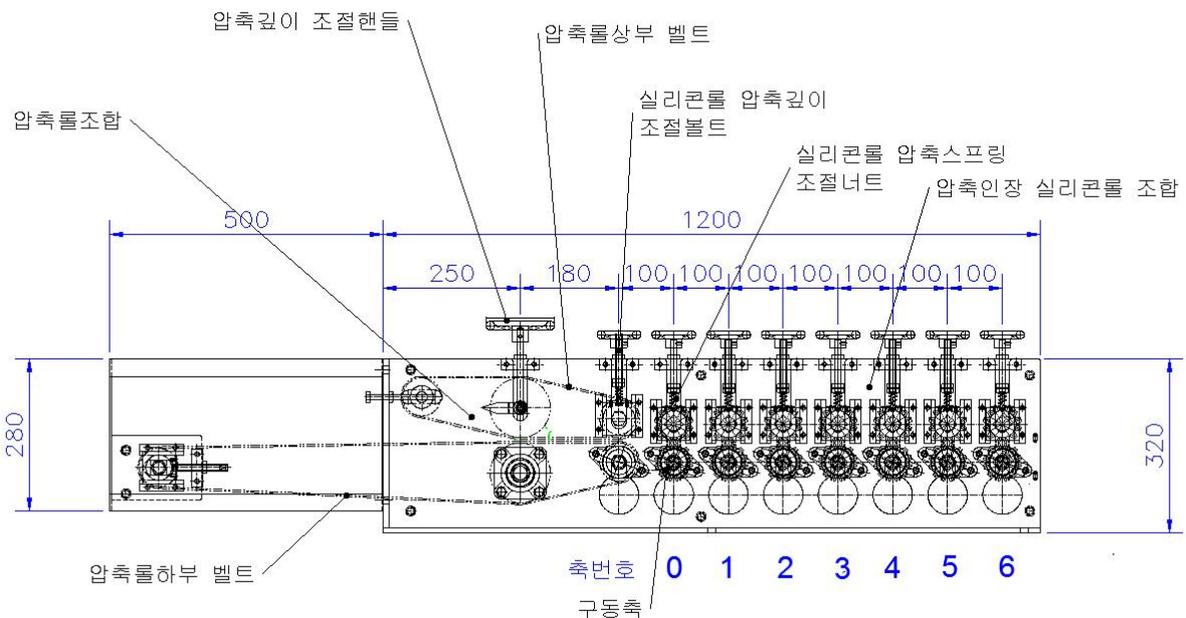


그림 142. 압축인장식 실리콘롤 조합 3차 시작품 개략도

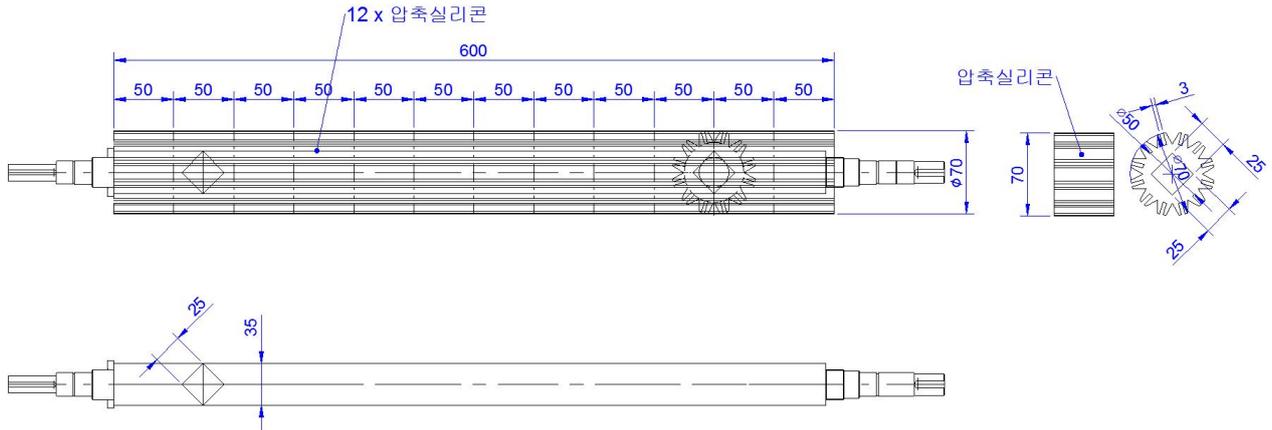


그림 143. 압축인장 실리콘롤 축 조합 개략도

압축인장 실리콘롤의 축별 회전속도 변화를 위한 스프로킷 조합은 그림 144와 같으며 구동축 0 번 축의 회전 속도에 따른 각각의 회전축 속도는 표 55로 나타났다.

이러한 압축인장식 고추꼭지제거장치 3차 시작품과 관련된 원리와 장치 특성은 특허출원(생 고추 꼭지 제거 유닛 및 이를 포함하는 생고추 꼭지제거 시스템 출원번호 10-2017-0183017, 2017. 12. 28)되었다.

표 55. 압축인장 실리콘롤의 축별 회전속도(rpm)

인버터 (hz)	압축롤 및 압축인장롤 조합 회전속도(rpm)							
	압축롤	압축인장롤 조합						
	압축롤	0	1	2	3	4	5	6
20.1	130	130	172	226	304	404	540	580
23.2	150	150	198	263	357	477	635	688
27.5	180	180	236	312	415	554	740	800
30.0	200	200	259	339	453	603	804	880

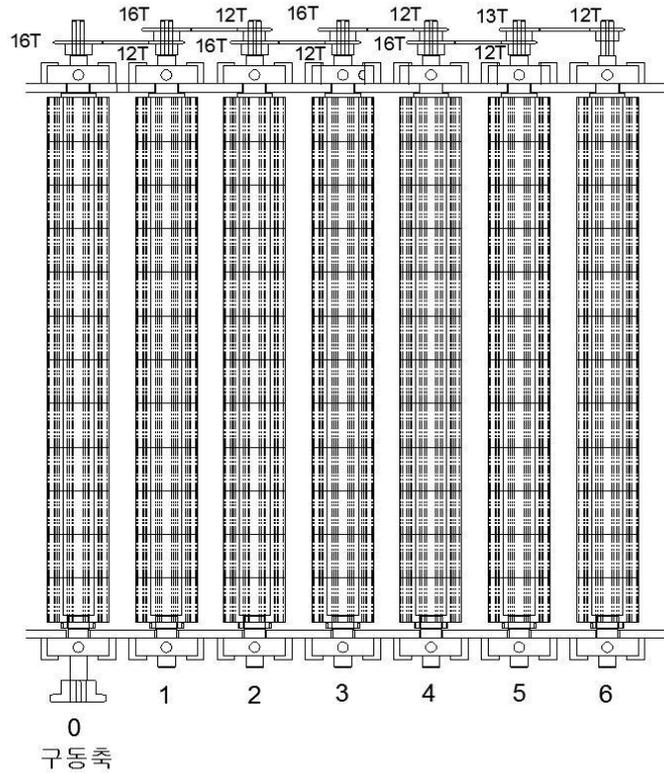


그림 144. 압축인장 실리콘롤의 축별 회전속도 조절을 위한 스프로킷 조합(구동축 0번)

(4) 생고추 원료의 고추꼭지제거 3차 시작품의 성능 실험

(가) 압축롤의 압축깊이에 따른 생고추 원료의 꼭지제거율

○ 실험 재료

2017년 9월 6일 강원 홍성군에서 수확된 홍고추 시료를 가락동 농산물 시장에서 구매하였다. 홍고추 시료를 크기에 따라 대, 소과종으로 구분하고 각각 100개를 3 반복 하여 압축롤의 압축 깊이별 꼭지제거율을 구하였다. 시료의 물성 측정 결과는 표 56과 그림 145와 같다. 소과종 시료 평균 개체중량은 19.7 ± 3.3 g, 과피길이 139.3 ± 7.6 mm, 꼭지길이 49.1 ± 7.3 mm, 전체 길이 208.1 ± 11.0 mm, 과피폭은 20.6 ± 2.0 mm였다. 대과종 시료의 경우 평균 개체중량은 31.7 ± 5.9 g, 과피길이 170.7 ± 12.3 mm, 꼭지길이 47.5 ± 4.8 mm, 전체 길이 249.9 ± 19.0 mm, 과피폭은 25.9 ± 2.4 mm였다.

표 56. 홍고추 시료의 물성 측정

1) 시료

시료	개체중량(g)	과피길이 (mm)	꼭지길이 (mm)	전체 (mm)	과피폭 (mm)
1	29.4	155.8	49.1	234.3	21.2
2	28.6	160.5	42.3	231.4	22.2
3	31.3	159.0	68.9	259.2	26.9
4	35.0	147.3	50.3	232.6	24.9
5	38.7	163.0	41.5	243.2	24.2
6	37.4	168.1	49.2	254.7	22.6
7	39.8	187.0	51.8	278.6	26.2
8	31.3	137.7	42.1	211.1	25.2
9	36.2	146.0	42.5	224.7	25.1
10	30.0	127.8	46.5	204.2	24.8
평균	33.8±4.1	155.2±16.6	48.4±8.2	237.4±22.4	24.3±1.8

2) 소과종

시료	개체중량(g)	과피길이 (mm)	꼭지길이 (mm)	전체 (mm)	과피폭 (mm)
1	16.4	138.2	51.3	206.0	21.5
2	22.3	134.9	60.2	217.4	18.3
3	22.4	150.5	54.9	227.9	20.1
4	16.3	148.4	45.0	209.7	19.4
5	17.8	126.7	48.9	193.4	20.1
6	25.6	134.2	60.0	219.8	23.6
7	16.2	133.9	46.6	196.7	19.3
8	21.6	146.1	40.6	208.3	23.5
9	21.2	135.9	40.6	197.7	21.8
10	16.9	144.1	43.5	204.5	18.0
평균	19.7±3.3	139.3±7.6	49.1±7.3	208.1±11.0	20.6±2.0

3) 대과종

시료	개체중량(g)	과피길이 (mm)	꼭지길이 (mm)	전체 (mm)	과피폭 (mm)
1	37.2	178.6	45.2	261.0	26.2
2	32.3	163.8	55.1	251.1	26.1
3	20.2	145.3	47.3	212.8	23.3
4	41.6	181.9	53.5	277.0	29.6
5	34.3	172.8	45.4	252.5	28.6
6	31.2	188.1	49.2	268.5	27.2
7	34.6	176.5	50.0	261.1	26.1
8	28.1	170.0	38.0	236.1	23.2
9	30.6	171.5	45.2	247.3	26.0
10	26.8	158.7	46.2	231.6	22.1
평균	31.7±5.9	170.7±12.3	47.5±4.8	249.9±19.0	25.9±2.4



(a) 대과종



(b) 소과종

그림 145. 홍고추 시료 외형(대, 소 과종)

○ 실험 방법

압축롤의 압축 깊이를 8.0, 10.0 mm로 변화시키면서 홍고추 일반시료, 대과종, 소과종 시료 각각 100개를 3반복하여 생고추 원료의 꼭지제거율을 측정하였다. 압축인장 실리콘롤 조합 축별의 간극은 표 57과 같이 0 축에서 6번 축까지 모두 3 mm 였다. 압축식 고추꼭지제거 장치 실험의 작업조건은 표 58과 같다. 실험별 꼭지가 완전 제거된 고추과피, 꼭지 미제거 고추의 개수를 측정하여 꼭지제거율을 분석하였다.

표 57. 압축인장 실리콘롤 조합의 축별 간극

구분	압축롤 및 압축인장롤 조합 간극(mm)							
	압축롤	압축인장롤 조합 축별 간극						
		0	1	2	3	4	5	6
일반	8, 10	3	3	3	3	3	3	3

표 58. 압축롤의 압축 깊이에 따른 생고추 원료 꼭지제거 실험의 작업 조건

장치	구동축 회전속도(rpm)
원료이송 콘베어	30
cleaning card 이송장치	35
진동 공급기	950
압축롤 조합	150
압축인장 실리콘롤 조합	150
꼭지선별 클리닝 카드 조합	80

○ 실험 결과

표 59는 압축롤의 압축 깊이에 따른 생고추 원료의 꼭지 제거율을 나타낸 것이다. 압축 깊이 10.0 mm의 소과종 시료의 꼭지 제거율은 94.0~98.0 % 였으며 대과종의 경우 98.0~100% 였다. 일반시료의 경우 압축깊이 8.0mm 경우 94.0~100 % 였다. 전체 평균 꼭지 제거율은 97.3 % 였으며 꼭지제거 작업중 최종 단계인 꼭지선별 클리닝 카드 조합을 통과한 후 고추과피에 혼입된 꼭지혼입률은 평균 6.8%였다. 홍고추 원료 투입량은 시간당으로 계산하면 450~500 kg/hr 였다.

표 59. 압축률의 압축깊이에 따른 생고추 원료의 꼭지 제거율

압축 깊이 (mm)	완전제거 (개)	미제거 (개)	전체 (개)	꼭지제거율 (%)	꼭지혼입률(%)	
10 (소)	1회	94	6	100	94.0	5.0
	2회	98	2	100	98.0	3.0
	3회	94	6	100	94.0	3.0
10 (대)	1회	99	1	100	99.0	7.0
	2회	100	0	100	100.0	11.0
	3회	98	2	100	98.0	8.0
8 (시)	1회	100	0	100	100.0	5.0
	2회	94	6	100	94.0	12.0
	3회	99	1	100	99.0	7.0
평균				97.3	6.8	

그림 146(대과종)와 그림 147(소과종)은 생고추 원료의 압축깊이에 따른 꼭지제거율 실례이며 동영상은 Youtube (<https://youtu.be/VsiI9h8maaw>)에 업로드되어 있다.



압축깊이 8.0 mm 꼭지제거율 99.0 %



압축깊이 8.0 mm 꼭지제거율 94.0 %



압축깊이 8.0 mm 꼭지제거율 98.0%

그림 146. 압축깊이에 따른 생고추 원료의 꼭지 제거율(대과종)



압축깊이 10.0 mm 꼭지제거율 98.0%



압축깊이 10.0 mm 꼭지제거율 94.0%

그림 147. 압축깊이에 따른 생고추 원료의 꼭지 제거율(소과종)

(나) 압축인장 실리콘롤 회전속도에 따른 생고추 원료의 꼭지제거율

○ 실험 재료

앞서와 동일한 홍고추 시료 2kg (약 100개)를 3 반복 사용하였다.

○ 실험 방법

압축인장 실리콘 롤의 구동축(0번)의 회전속도를 인버터를 사용하여 150, 180, 200 rpm으로 변화시키면서 압축롤의 압축깊이 8 mm에서 홍고추 시료 100개를 3반복하여 생고추 원료의 꼭지제거율을 측정하였다. 작업조건은 표 60과 같다. 실험별 꼭지가 완전 제거된 고추과피, 꼭지 미제거 고추의 개수를 측정하여 꼭지제거율을 분석하였다.

표 60. 압축인장 실리콘롤 회전속도에 생고추 원료
꼭지제거율 측정 작업 조건

장치	구동축 회전속도(rpm)
원료이송 콘베어	30
cleaning card 이송장치	35
진동 공급기	950
압축롤 조합	150
압축깊이	8 mm
꼭지선별 cleaning card 조합	80

○ 실험 결과

표 61은 압축인장 실리콘롤 구동축 회전속도에 변화에 따른 생고추 원료의 꼭지 제거율을 나타낸 것이다. 구동축 회전속도 150 rpm의 꼭지제거율은 94.0~100 % 였다. 180 rpm 경우 96.0~99.0 %, 200 rpm 경우 97.0~99.0 %였다. 압축인장식 고추꼭지제거 장치 시작품의 구동축 회전속도가 150~200 rpm 사이에서 평균 꼭지제거율은 97.8% 였으며 최종 평균 꼭지혼입률은 6.6%로 나타났다. 시료 공급량은 앞서와 같은 시간당 450~500 kg/hr 였다.

이상의 압축인장식 고추꼭지제거 장치 3차년도 꼭지제거 실험결과 평균 꼭지제거율은 95% 이상으로 나타났으며 이 과정에서 꼭지혼입률은 6.6~6.8% 였다. 또한 처리용량은 450~500 kg 이였다. 분리되어 고추과피에 혼입되는 고추꼭지 선별작업은 선별 벨트콘베어를 이용하여 수작업으로 하는 것이 설치비용이 과다하게 투자되는 대형 영상선별장치를 이용하는 것보다 경제적인 것으로 생각된다.

표 61. 압축인장 실리콘롤 회전속도에 생고추 원료 꼭지제거율

구동축 회전속도 (rpm)	완전제거 (개)	미제거 (개)	전체 (개)	꼭지제거율 (%)	꼭지혼입률(%)	
150	1회	100	0	100	100.0	5.0
	2회	94	6	100	94.0	12.0
	3회	99	1	100	99.0	7.0
180	1회	98	2	100	98.0	8
	2회	96	4	100	96.0	3
	3회	99	1	100	99.0	6
200	1회	97	3	100	97.0	13
	2회	98	2	100	98.0	1
	3회	99	1	100	99.0	4
평균				97.8	6.6	



구동축 회전속도 150 rpm 꼭지제거율 100 %



구동축 회전속도 150 rpm 꼭지제거율 94.0 %



구동축 회전속도 150 rpm 꼭지제거율 99.0 %

그림 148. 압축인장 실리콘롤 회전속도에 따른 꼭지제거율(구동축 회전속도 150 rpm)



구동축 회전속도 180 rpm 꼭지제거율 98.0 %



구동축 회전속도 180 rpm 꼭지제거율 96.0 %



구동축 회전속도 180 rpm 꼭지제거율 99.0 %

그림 149. 압축인장 실리콘롤 회전속도에 따른 꼭지제거율(구동축 회전속도 180rpm)



구동축 회전속도 200 rpm 꼭지제거율 97.0 %



구동축 회전속도 200 rpm 꼭지제거율 98.0 %



구동축 회전속도 200 rpm 꼭지제거율 99.0 %

그림 150. 압축인장 실리콘롤 회전속도에 따른 꼭지제거율(구동축 회전속도 200rpm)

(다) 기계수확 고추시료를 이용한 고추꼭지제거 실험

앞서 경북 영양군 수비면에서 2018년 9월 14일에 실시한 고추기계수확 포장 실험에서 수확한 생고추 원료를 이용하여 인장압축식 고추꼭지제거 장치의 꼭지제거율을 측정하였다. 2018년

도에 전국적으로 수확시기 8월 장마로 인하여 고추 탄저병과 바이러스가 심하여 고추생산량이 급감하여서 생고추 시료 확보가 매우 힘들었다. 본 실험에서는 생고추 시료 소과종 50개, 1회 대과종 150개를 각각 50개씩 나누어 3 반복 꼭지제거 실험을 수행하였다.

○ 실험 재료

기계수확 생고추 시료의 물성 분석은 표 62와 그림 151과 같다. 소과종 시료 평균 개체중량은 19.3 ± 2.9 g, 과피길이 142.8 ± 11.46 mm, 꼭지길이 43.6 ± 5.2 mm, 전체 길이 205.7 ± 16.7 mm, 과피폭은 20.0 ± 1.4 mm였다. 대과종 시료의 경우 평균 개체중량은 24.4 ± 3.1 g, 과피길이 146.3 ± 7.3 mm, 꼭지길이 47.4 ± 6.2 mm, 전체 길이 218.2 ± 9.2 mm, 과피폭은 24.4 ± 2.4 mm였다.

표 62. 홍고추 시료의 물성 측정

1) 소과종

시료	개체중량(g)	과피길이 (mm)	꼭지길이 (mm)	전체 (mm)	과피폭 (mm)
1	19.75	145.20	45.86	210.81	18.47
2	14.07	128.75	38.31	181.13	18.78
3	24.12	150.24	50.50	224.86	22.55
4	20.62	163.68	48.30	232.60	20.33
5	20.36	151.72	43.75	215.83	19.68
6	17.97	130.36	40.50	188.83	21.20
7	16.82	137.27	44.00	198.09	18.66
8	21.19	133.64	33.16	187.99	21.44
9	21.47	135.53	48.47	205.47	20.74
10	16.64	151.86	43.29	211.79	18.50
평균	19.3 ± 2.9	142.8 ± 11.4	43.6 ± 5.2	205.7 ± 16.7	20.0 ± 1.4

2) 대과종

시료	개체중량(g)	과피길이(mm)	꼭지길이(mm)	전체(mm)	과피폭(mm)
1	29.49	155.50	43.25	228.24	24.75
2	21.25	153.50	47.74	222.49	21.15
3	26.53	150.94	50.87	228.34	26.19
4	22.02	132.41	55.67	210.10	23.63
5	22.84	146.90	58.52	228.26	24.64
6	28.70	144.73	42.55	215.98	29.06
7	20.06	148.80	41.07	209.93	22.30
8	25.00	135.58	40.77	201.35	23.02
9	23.62	148.93	43.94	216.49	22.45
10	24.71	145.94	50.07	220.72	26.64
평균	24.4±3.1	146.3±7.3	47.4±6.2	218.2±9.2	24.4±2.4



(a) 대과종



(b) 소과종

그림 151. 기계수확 홍고추 시료 외형(2017. 9. 14 영양, 대, 소 과종)

○ 실험 방법

압축인장 실리콘 롤의 구동축(0번)의 회전속도를 150 rpm 고정하고 압축롤의 압축깊이 8 mm에서 홍고추 소과중 시료 50개를 1반복, 대과중 시료 50개씩 3반복하여 생고추 원료의 꼭지제거율을 측정하였다. 작업조건은 표 63과 같다. 실험별 꼭지가 완전 제거된 고추과피, 꼭지 미제거 고추의 개수를 측정하여 꼭지제거율을 분석하였다.

**표 63. 압축롤의 압축 깊이에 따른 기계수확
홍고추 원료 꼭지제거율 측정 작업 조건**

장치	구동축 회전속도(rpm)
원료이송 컨베어	30
cleaning card 이송장치	35
진동 공급기	950
압축롤 조합	150
압축인장 실리콘롤 조합	150
꼭지선별 cleaning card 조합	80

○ 실험 결과

표 64는 압축인장 실리콘롤 구동축 회전속도 150 rpm, 압축깊이 8 mm에서 기계수확 생고추 원료의 꼭지 제거율을 나타낸 것이다. 소과중 시료의 꼭지제거율은 94.0 % 였다. 대과중 시료의 경우 98.0~100%였다. 꼭지제거 실험 동영상(<https://youtu.be/23RgUKSZH6g>)에 업로드하였다. 평균 꼭지제거율은 97.0% 였으며 최종 평균 꼭지혼입률은 3.5 %로 나타났으며 그림 152는 꼭지제거 실험 결과이다. 시료 공급량은 앞서와 같은 시간당 450~500 kg/hr 였다.

인장압축식 고추꼭지제거 장치 시작품의 기계수확 생고추 시료의 꼭지제거율은 일반 수작업 노지 생고추 원료와 큰 차이가 없이 평균 97.0%이상 높은 제거율을 나타내었으며 이것은 기계수확작업시 생고추 원료의 과피 및 꼭지 부분에 기계적 손상이 적기 때문인 것으로 생각된다.

표 64. 압축률의 압축깊이에 따른 기계수확 생고추 원료의 꼭지 제거율

압축 깊이 (mm)	완전제거 (개)	미제거 (개)	전체 (개)	꼭지제거율 (%)	꼭지혼입률(%)	
8 (소)	1회	48	3	50	94.0	5
	2회					
	3회					
8 (대)	1회	48	2	50	96.0	0
	2회	50	0	50	100.0	4
	3회	49	1	50	98.0	5
평균				97.0	3.5	



소과종 꼭지제거율 94.0 %



대과종 꼭지제거율 96.0 %



대과종 꼭지제거율 100%



대과종 꼭지제거율 98.0%

그림 152. 기계수확 생고추 원료의 꼭지 제거율
(압축깊이 8 mm, 구동축 150 rpm, 2017. 9)

(라) 생고추 원료의 꼭지제거장치 개선방안

- 현행 생고추 원료의 기계수확시기인 9~10월에 수확되는 원료의 숙성도 비율을 보면 녹색과 40~50%, 적색과 50~60%이어서 고추꼭지제거 작업 전에 색상선별 시스템을 도입하여 녹색과와 적색과를 선별하여야 할 것이다.
- 기계수확된 생고추 원료는 고추잎, 포장 흙, 기타 미세 이물질이 혼입되어 있어 고추꼭지제거작업 시작하기 전에 개발된 클리닝 카드 생고추 원료 이물질 선별 장치로 1차 선별한 후 생고추 원료 표면에 부착된 흙, 먼지 등을 2차로 물로 세척하는 연속식 세척장치가 필요하다. 또한 선별, 세척된 생고추 원료를 고추꼭지제거 장치에 투입하여야 한다.
- 개발된 압축인장식 고추꼭지제거장치의 꼭지제거율은 평균 97.0% 이상으로 매우 높으나 최종 꼭지제거 단계에서 분리된 고추꼭지가 10~15% 고추과피에 혼입되는 문제가 발생하고 있다. 현재 꼭지제거 클리닝카드 선별장치를 설치하였지만 완전한 꼭지제거 처리가 이루어지지 못하고 있다. 이를 영상처리 선별시스템을 이용하여 자동으로 선별할 수 있지만 시설 투자 비용이 높기 때문에 선별 벨트 콘베어를 이용하여 수작업으로 선별하는 것을 고려하고 있다.
- 인장압축식 고추꼭지제거장치의 단위 설비의 처리용량은 시간당 450~500kg으로 나타나고 있어 현행 고추종합처리장의 생고추 원료 가공처리 용량이 시간당 3~4 톤/hr 인 것을 고려할 때 시작품 설치 대수가 6~8 대로 증가하여 설치비용이 커지고 또한 설치 면적도 증가되는 문제점이 있다. 이를 개선하기 위한 연구가 계속 뒷받침 되어야 할 것이다.

마. 고추종합처리장의 기계수확 생고추 원료의 가공기술 확립

기계수확 생고추 원료는 수확시기가 2개월 이내로 짧고 대량의 생고추 원료가 일시에 고추종합처리장에 입고가 되는 상황을 고려하여 생고추 원료 건조 작업장과 고춧가루 가공공장의 기본 레이아웃(layout)를 설계하여야 한다. 1일 처리용량은 시간당 생고추 원료 2톤/hr, 일일 40톤/day (20시간 작업)을 기준으로 하였다.

1) 기계수확 생고추 원료의 건조 작업장

기계수확 생고추 원료의 고추종합처리장의 건조 작업장 기본 배치도는 그림 153과 같다. 일일 생고추 원료 처리량을 2톤/hr 규모로 예정하며 주요 설비는 고추선별라인, 카메라 고추자동선별라인, 고추세척라인, 고추꼭지제거라인, 고추세절라인 고추건조라인으로 구성되어 있다. 주요 공정별 각각의 제조라인을 살펴보면 아래와 같다.

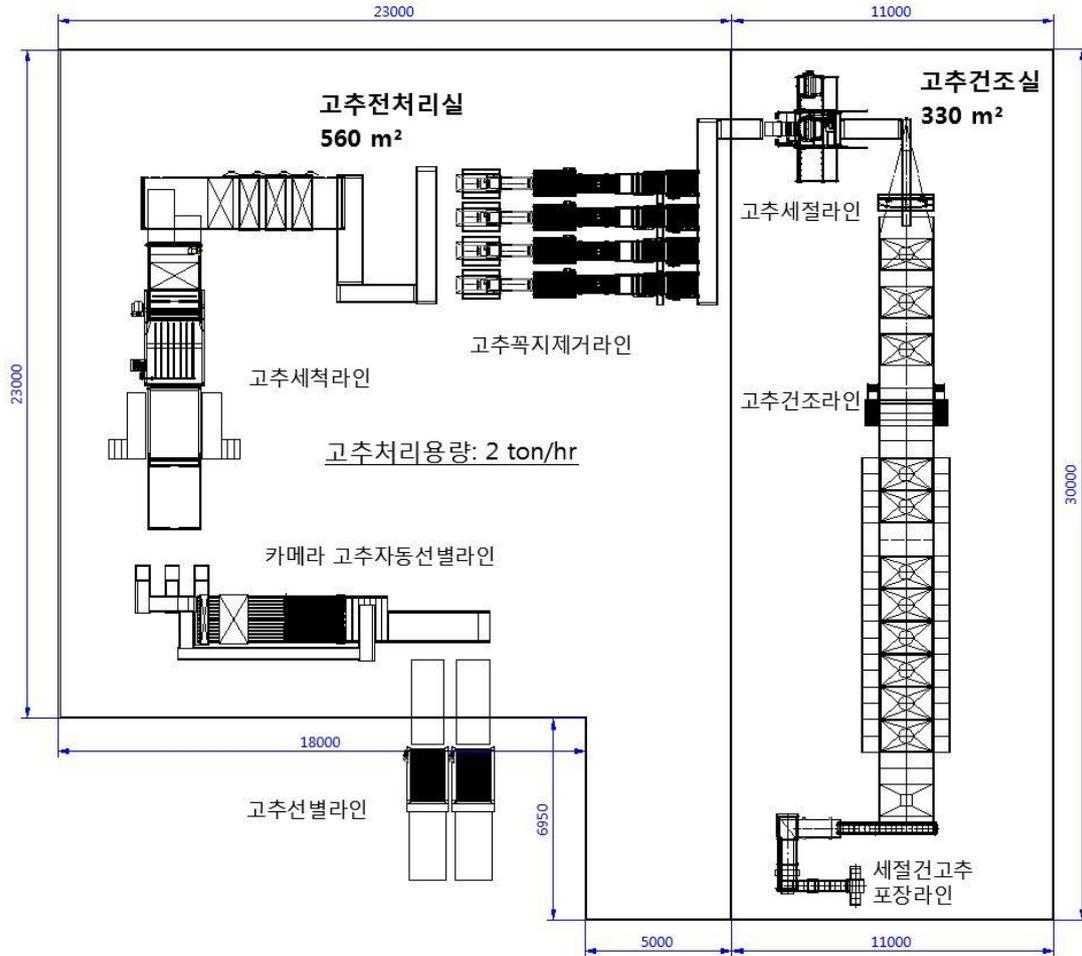


그림 153. 기계수확 생고추 원료의 고추종합처리장 건조처리장 기본 배치도

(가) 고추 원료 선별 라인

생고추 원료 선별 라인은 본 연구과제에서 개발된 클리닝카드를 이용한 생고추 원료 이물질 선별 장치를 2개소 설치하였다. 개소당 처리용량은 시간당 생고추 원료 1톤으로 전체 2톤/hr 규모이다.

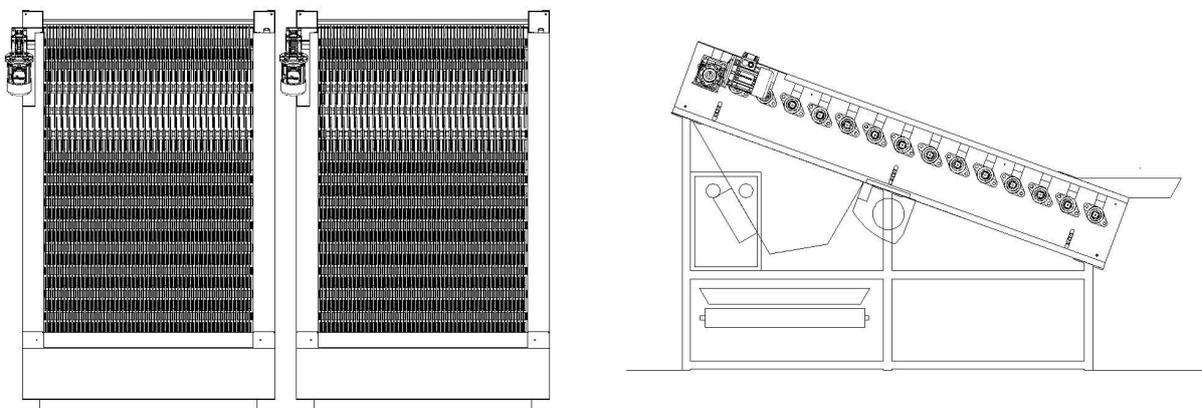


그림 154. 생고추 이물질 선별 라인 개략도

(나) 카메라 고추 색상 선별 라인

카메라식 생고추 색상 선별 라인은 본 연구과제에서 개발된 영상처리방식을 이용한 숙성도 및 크기 선별장치를 배치하였다. 기본 1기당 처리용량은 시간당 생고추 원료 1톤으로 하였으며 2기를 통합 배치하여 투입, 선별, 배출이 될 수 있도록 하여 전체 2톤/hr 규모가 될 수 있도록 하였다. 이때, 배출은 홍과(크기), 청과, 비품으로 하여 3등급 배출이 되도록 하는 것이 바람직하다. 품질의 극대화를 위해서는 투입과 배출에 육안 선별대에 의한 인력 선별이 필요하다. 전기는 50kW가 소요될 것으로 보이며, 에어컴프레서가 따로 구비되어 있어야 한다.

항 목	제 원	비 고
처리대상	고추	
처리능력	2톤 내외 / 시간	원물상태 및 품종에 따라 차이 발생
배출방식	공압배출	
배출등급	3등급 (홍, 청 색상, 길이/폭, 휨, 색상불량)	
등급기준	<ul style="list-style-type: none"> • 특품 / 상품 : 홍, 청, 길이, 폭 • 상품 / 비품 : 곡과, 병에 의한 색이상과 일부 	
선별센서	카메라 센서	
판정인자	<ul style="list-style-type: none"> • 길이 (L) • 크기 (S) • 휨 (B) • 칼라 (COLOR) 	 길이(L) 측정시 고추 꼭지가 제외된 길이를 측정함
소요동력	약 50 kW 내외 / 에어컴프레서	

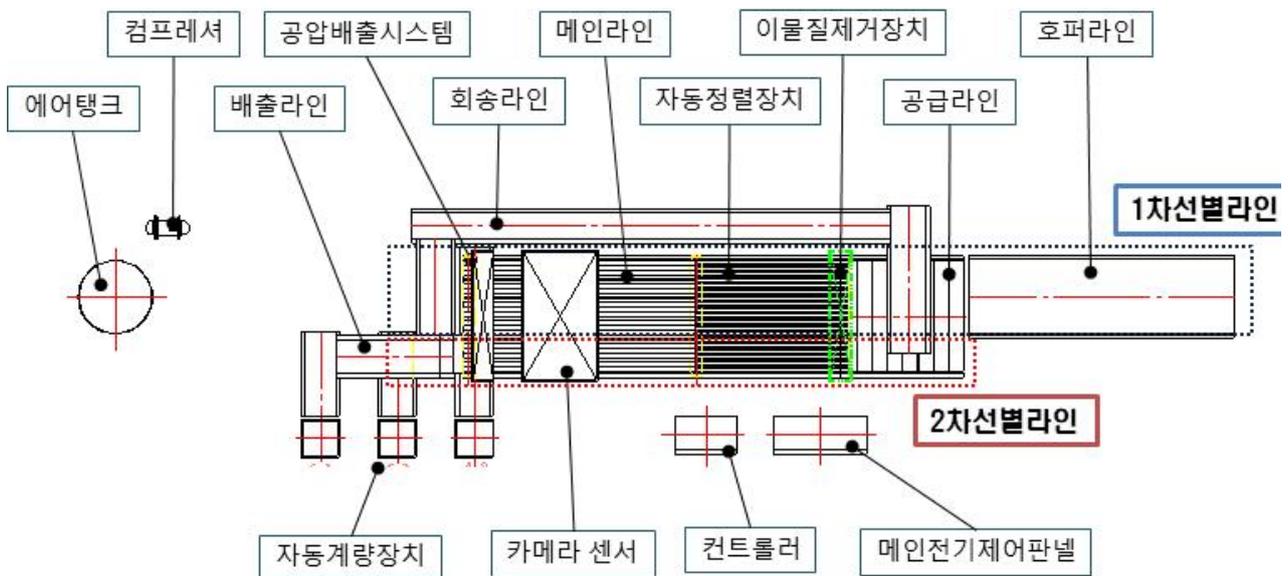


그림 155. 카메라 생고추 원료 선별 라인 개략도

(다) 고추 세척라인

생고추 원료 세척라인은 투입 및 육안 선별공정, 버블링 침수세척 공정, 브러시 - 샤워 세척 공정 및 탈수-배출 공정으로 이루어진다. 원물이 입고되고 선별작업이 끝난 원물은 정량 투입 장치에서 작업자에 의해 불량품이 분리된다. 불량품이 시스템으로 투입될 경우, 세척조 내의 물 뿐만 아니라 전체 라인을 오염시키게 됨으로 세척조 투입 전 반드시 분리가 되도록 한다.

투입된 생고추는 침수조 내에서 생고추 표피에 굳어 있는 흙 등을 불려줌과 동시에 불린 흙 등 이물질이 공기방울에 의해 분리된다. 침수조 내의 물은 2차 오염을 최소화하기 위해 여과장치를 통과시켜 이물질이 충분히 된다. 침수조를 통과한 홍고추는 승강라인에 의해 브러쉬 및 샤워세척장치로 이송되게 된다. 버블링 침수세척조로부터 이송된 홍고추는 브러쉬를 이용하여 홍고추 표피에 잔존하는 흙 등의 이물질을 제거하고 상부에서는 노즐샤워세척을 실시하여 2차 세척하게 된다. 탈수라인으로 이송된 후 송풍시스템을 이용하여 다풍량에 의한 고풍속으로 홍고추 표피의 물기를 제거한다. 전기는 80kW가 소요될 것으로 보이며, 정수 장치가 구비된 물탱크에 의해 세척수가 공급되도록 구비되어 있어야 한다.

항 목	설계사양	비 고
투 입 방 식	덤핑 투입	
세 척 방 식	블림 + 브러쉬 + 고압노즐	
세 척 능 력	최소 4,000 kg/일 최대 6,400 kg/일	8시간 작업, 투입량 기준
	최소 500 kg/시간 최대 800 kg/시간	
탈 수 방 식	송풍방식	저온열풍 / 원적외선 적용
물 소 비 량	최소 2,500 kg/시간 최대 5,000 kg/시간	
전 력 소 모 량	약 80 kW 내외	380V X 3P
설 치 면 적	W6,600 X L17,000 [mm]	적재공간 제외

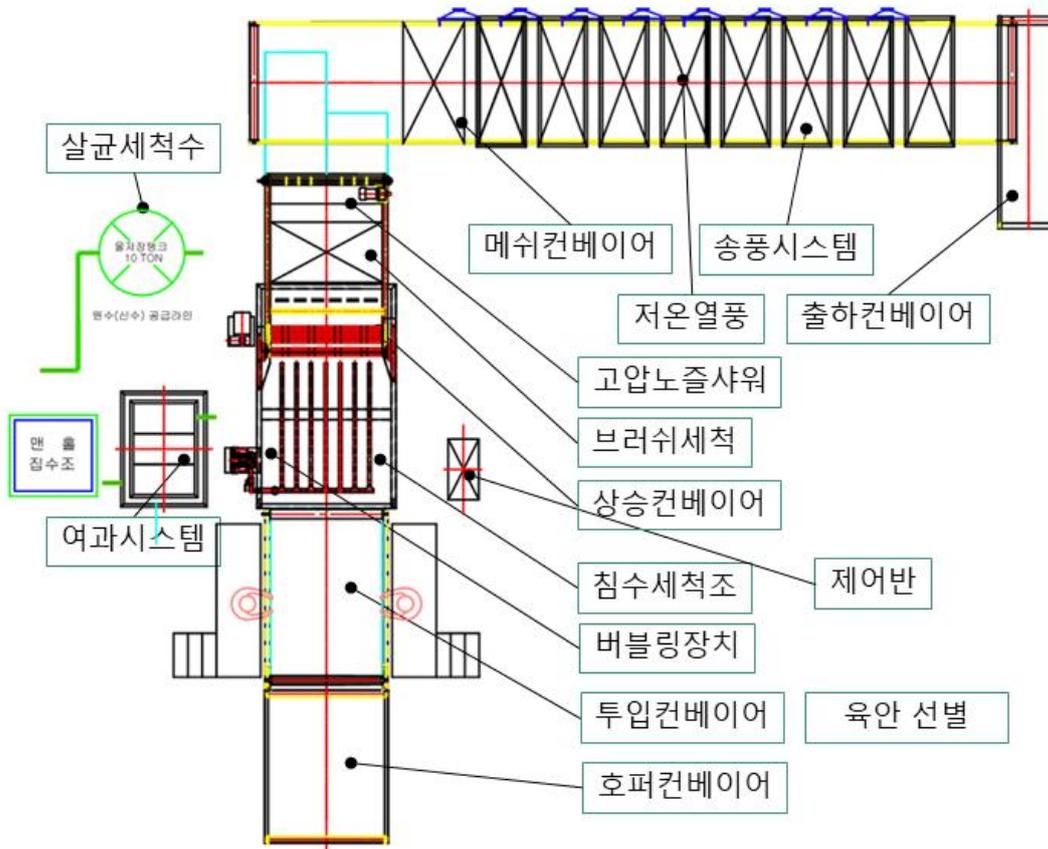


그림 156. 카메라 생고추 원료 선별 라인 개략도

(라) 고추꼭지제거 라인

생고추 원료 고추꼭지제거 라인 은 그림 157과 같으며 본 연구에서 개발된 원료 투입장치, 클리닝카드 이송장치, 진동공급기, 인장압축식 고추꼭지제거장치, 클리닝카드 고추꼭지선별장치로 구성되었다. 개발된 고추꼭지제거 장치 시작품의 처리용량은 시간당 500 kg/hr이므로 시간당 2톤/hr을 처리할 경우 4 대의 고추꼭지제거 장치가 소요될 것으로 예측된다. 평균 고추꼭지제거

율은 95%이며 제거 되지 않은 생고추 원료와 일부 혼입되는 제거된 고추꼭지는 별도의 선별 콘베어를 설치하여 수작업으로 선별하고자 한다.

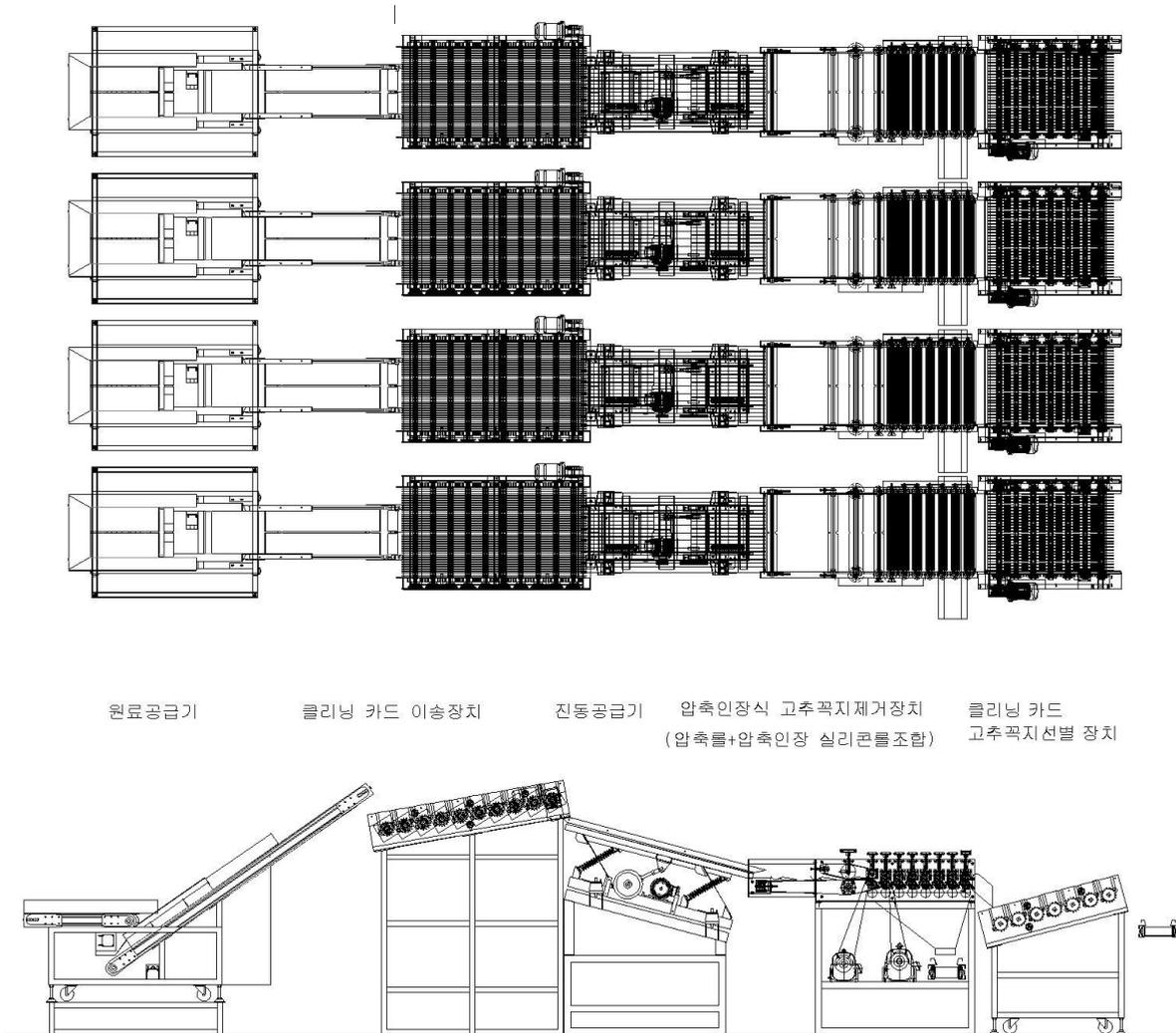


그림 157. 생고추 원료 고추꼭지제거 라인 개략도

(마) 고추 세절 라인

세척이 완료된 생고추 원료는 상승 콘베어를 통하여 이송되고 삼각형 모양의 굴곡이 있는 안내판을 따라 길이방향으로 생고추 절단기로 투입되어 길이방향으로 2~3등분 절단된 후 수평이송벨트로 예비건조기로 이동된다. 생고추 절단기는 작업 중 교체가 쉽도록 2대가 설치되었으며 절단칼날을 연마하는 장치가 준비되어 있어 일정시간 작업 후 절단칼날을 교체하여 연마하여 재사용할 수 있다.

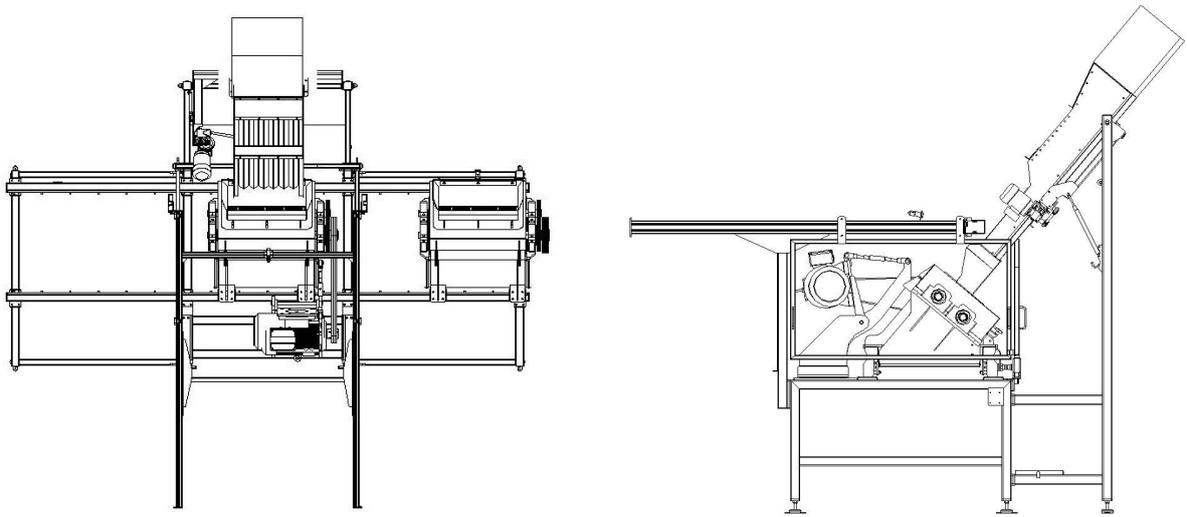


그림 158. 생고추 원료 세절 라인 개략도



그림 159. 현행 고추종합처리장 생고추 원료 세절 장치(영양고추유통공사)

(바) 고추 원료 건조 라인

예비건조기에서 1차 건조된 생고추 원료는 5단 벨트로 이루어진 주 건조기로 공급된다. 건조 온도는 1단에서 5단 벨트 사이에 75, 70, 68, 65, 60 °C, 전체 건조시간은 2시간30분에서 3시간 정도 소요된다. 단별 벨트메쉬는 1단 1.0mm, 2~4단 1.5 mm, 5단은 예비건조기와 동일한 0.7mm이다. 건조열원은 LPG 연소열교환장치에서 공급되었다. 최종 절단 건조고추 원료 품질은 수분함량 11~14%이며 ASTA 색상값이 130~140으로 우수하고 총균수도 $10^3 \sim 10^4$ CFU/g으로 매우 위생적인 제품이 생산된다.

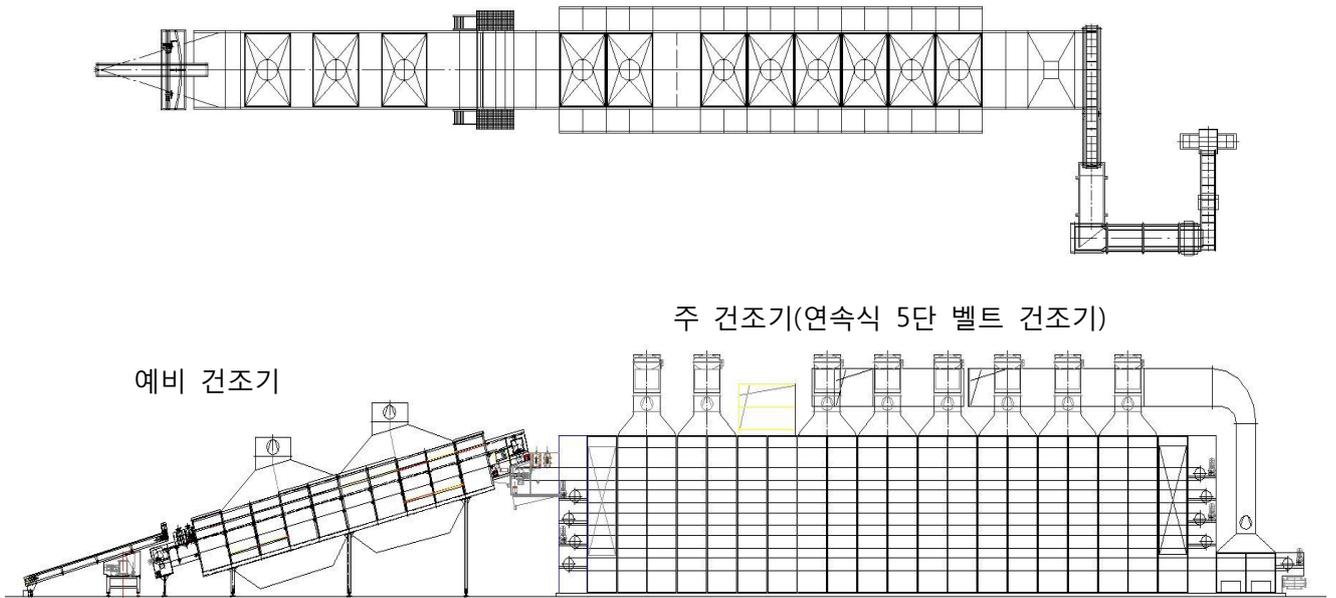


그림 160. 세절고추 원료 건조라인 개략도



그림 161. 현행 연속식 5단 건조기(영양고추유통공사)

(사) 세절 건고추 원료 포장 라인

건조가 완료된 절단 건고추 원료는 고추 종자 분리장치와 원료 선별콘베어를 통하여 자동계량장치로 공급되며 비닐포장재에 10~15 kg 단위로 자동 포장된다.

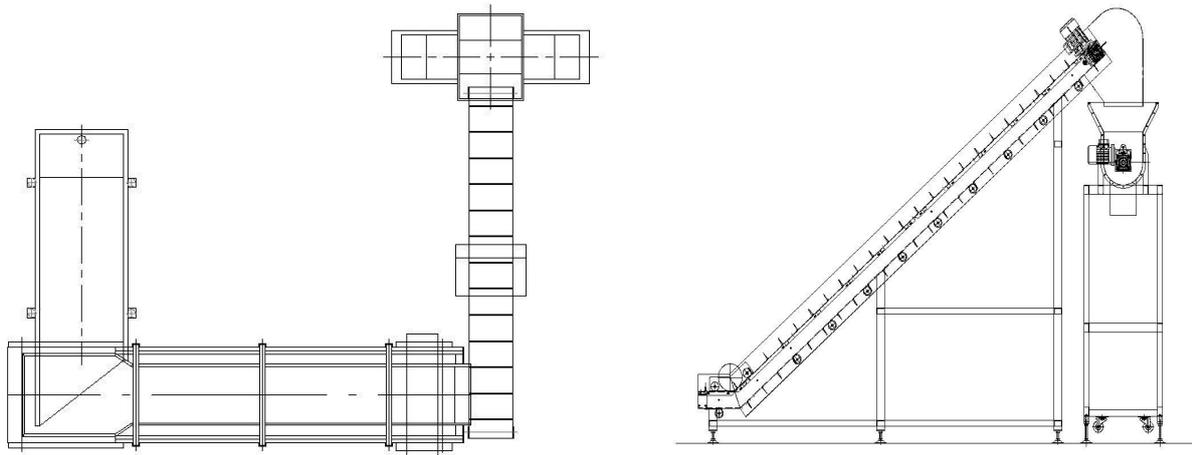


그림 162. 세절 건고추 원료 포장기

2) 기계수확 세절 건고추 원료를 이용한 고추 분쇄설비

기계수확 생고추 원료에 생산된 고품질 세절 건고추 원료를 이용하여 고부가가치 고품질 고춧가루 제품을 생산하려면 첨단 고추 분쇄설비가 필요하다. 현재 국내 고추종합처리장 7개소 중 가장 첨단 고추분쇄설비를 운영하고 있는 경북 영양고추유통공사 고추종합처리장의 고추분쇄설비(그림 163)를 특징을 살펴보고 향후 기계수확 생고추 원료를 이용한 고추종합처리장 고추분쇄설비 기본 배치도를 설계하였다. 주요 제조공정은 원료투입, 종자 및 과피분리, 종자분쇄, 과피분쇄, 입도선별, 금속성 이물질제거, 원료포장 및 저장, 원료혼합 및 제품 포장 등으로 구성되어 있다. 고추분쇄 처리용량은 일일 2~3톤/day 규모이다. 주요 제조설비를 보면 아래와 같다.



그림 163. 고추종합처리장의 고추분쇄설비 전경(영양고추유통공사)

1) 원료투입 호퍼

원료투입 호퍼는 절단 건고추 원료를 분쇄처리량에 따라 균일하게 공급하며 호퍼내부의 벨트속도를 조정하여 원료 공급량을 조절할 수 있다.



그림 164. 원료투입호퍼

2) 세질 건고추 원료 수분 가습장치

고압의 증기를 이용하여 수분 12%이하인 세질 건고추 원료를 물분쇄에 적합한 14~15%로 가습하는 장치이다. 가습에 소요되는 시간은 1분 이내이며 처리량은 시간당 5톤 규모가 가능하다. 수출용 고추조미료의 경우 제품의 수분이 8~9%인 경우 가습을 하지 않고 종자분리기로 공급된다.



그림 165. 절단건고추 가슴장치

3) 종자분리기

종자분리기를 이용하여 절단 건고추 원료의 고추 과피와 종자를 서로 분리한다. 건고추 원료를 다수의 양날이 가공된 절단 칼날조합의 회전축이 2개의 빗살 모양의 고정날 사이로 회전하면서 고추 과피가 파쇄 되면서 동시에 종자와 고추 과피가 분리된다. 분리된 고추 과피와 종자는 스크류컨베어로 이송되면서 하부의 다공 철판부분을 통과하면서 종자는 분리되고 조 파쇄된 고추 과피는 자동으로 분리 배출된다.



그림 166. 종자분리기

4) 종자 분쇄기

분리된 고추 종자를 종자탱크에 저장한 후 고춧가루 제품의 종자 혼입률에 따라 일정한 양

을 분쇄하여 과피 분쇄 공정으로 공급한다. 고추종자를 별도로 분쇄하여 과피 분쇄 공정에 공급하는 것은 종자에 함유되어 있는 유분으로 인하여 분쇄 효율이 저하되어 과피와 동시에 분쇄 시 혼입된 고추종자가 굵은 입자로 남아 고춧가루의 색상을 저하시킨다. 고추종자 분쇄기는 9인치 자동 연속식 롤 분쇄기를 사용하여 1회 분쇄로서 미세한 종자분말을 제조가 가능하다.



그림 167. 종자 분쇄기

5) 연속식 과피 분쇄기

조파쇄된 고추 과피와 미 분쇄된 종자를 혼합하면서 분쇄하는 장치로서, 좌파쇄 과피 탱크, 14인치 연속 자동 롤 분쇄기 2대, 일단 12 인치 롤 분쇄기 2대, 진동식 입도 선별체 등으로 구성되어 있다. 현행 고추분쇄는 2단 롤 조합으로 된 다수(4~8대)의 롤 분쇄기 조합을 사용함으로써 분쇄시 소요동력이 높고 많은 설치면적이 필요하며 여러 대의 이송 스크류가 설치되어 내부에 잔존하는 고춧가루 미분이 누적되어 청소가 어려워 고춧가루 유해 미생물 오염이 발생하는 문제점을 가지고 있다.

연속식 과피 분쇄기는 이러한 문제점을 개선한 첨단 분쇄기로서 2대의 홈 롤과 1대의 평 롤로 구성된 1단의 롤 조합에서 분쇄작업이 이루어지도록 되어 있다. 롤러조합 외부에 고추분쇄원료 이송 회전 드럼을 장치하여 1차 분쇄된 고춧가루를 하부에 장치된 스크류 컨베어로 수평 방향으로 일정한 거리만큼만 이동하면서 아래로 낙하되면 회전 드럼이 이를 실어 상부 호퍼로 이송하여 고추분쇄원료가 연속하여 이동하면서 분쇄작업이 되도록 설계되어 있어 분쇄 공정이 단축되고 설치 면적과 소요동력이 감소되며 고추분쇄원료의 색상이 우수하다. 그리고 분쇄 작업 후 이송회전드럼을 쉽게 분해하여 분쇄기 내부 청소작업을 깨끗하게 할 수 있어 위생적인 고춧가루 제품을 생산할 수 있다. 연속식 자동 롤 분쇄기의 외부 프레임 및 회전드럼의 재질은 스테인레스이며 내부는 테프론 코팅이 되어 있어 고춧가루 미세 분말의 접촉을 방지하고 공기 흡입식 청소작업이 가능하다.



그림 168. 연속식 과피 분쇄기

6) 공기식 이송 장치

절단 건고추 원료를 분쇄하여 고품질의 위생 고춧가루를 제조하는 공정에서 가장 중요한 것은 분쇄과정에서 원료이송이다. 물 분쇄작업으로 미세한 고춧분쇄원료가 제조되어 공정별로 이송될 때 현행 스크류 콘베어 이송방식으로는 내부 고춧가루 잔유물 누적과 청소작업이 불가능하여 위생적인 고춧가루 생산이 매우 어렵다. 이러한 문제점을 개선하기 위하여 고춧분쇄원료 이송은 공기식 이송 장치를 사용한다. 이것은 분쇄공정의 원료 이송과정이 항상 청결하고 내부 청소가 가능하다.



그림 169. 공기식 이송장치

7) 입도 선별기

진동식 입도 선별체는 상부에 고춧분쇄원료의 입자를 완전하게 풀어주는 장치가 부착되어 있으며 고춧분쇄원료의 입도를 김치양념용 8 mesh, 국용 20 mesh 등의 선별체를 쉽게 교환할

수 있도록 되어 있다.



그림 170. 입도 선별기

8) 자동 철분 제거기

분쇄작업 후 고추분쇄 원료는 초강력 자력(1만가우스) 성분을 가진 세라믹 자석 봉으로 구성된 자동 철분 제거 장치를 통과하면서 롤 분쇄작업으로 발생될 가능성이 있는 미세 철분성분을 1차로 완전히 제거하며 색상 및 신미성분, 수분이 규격화된 고추분쇄원료를 고품질의 위생 고춧가루 제품으로 포장하기 전 최종적으로 2차 철분제거 장치를 통과시켜 미세 철분성분을 완전히 제거한다. 작업 후 청소가 간편하고 조립이 쉽도록 되어 있다.



그림 171. 자동 철분 제거기

9) 분쇄원료 혼합기

저온 저장창고에 보관되어 있는 고추분쇄원료를 신미성분, 색상 등의 품질규격에 따라 서로 혼합하여 최종 고품질 위생 고춧가루를 제조하는 장치이다. 고추분쇄원료 혼합기는 이중 구조로 된 U형 탱크에 온수를 가열하여 내부온도를 30~60℃로 조절할 수 있으며 내부에 원료 혼

합 교반기가 설치되어 있다. 그리고 상부에는 내부 공기가 이동할 수 있는 필터와 송풍팬이 설치되어 있으며 탱크 내부는 광택 처리하여 미세한 고춧가루 원료 접착을 최대한 방지하고 U형 스크류 컨베어는 테프론 코팅 처리하여 고춧가루 접착을 방지하고 청소가 쉽도록 한다.



그림 172. 분쇄원료 혼합기

11) 제품 자동 포장기

2차 철분 제거장치를 통과한 색상 및 신미성분이 규격화된 위생 고춧가루 제품을 반자동 및 자동 포장기를 이용하여 용량에 따라 대, 소 포장한다. 대용량 산물포장은 5~10kg, 소 용량 PE 포장은 500g, 1kg, 용기포장 200g으로 되어 있다.



그림 173. 고춧가루 제품 자동 포장기

그림 174는 향후 기계수확후 생고추 원료를 가공시 고추종합처리장 고추분쇄설비의 기본 배치도를 나타낸 것이다.

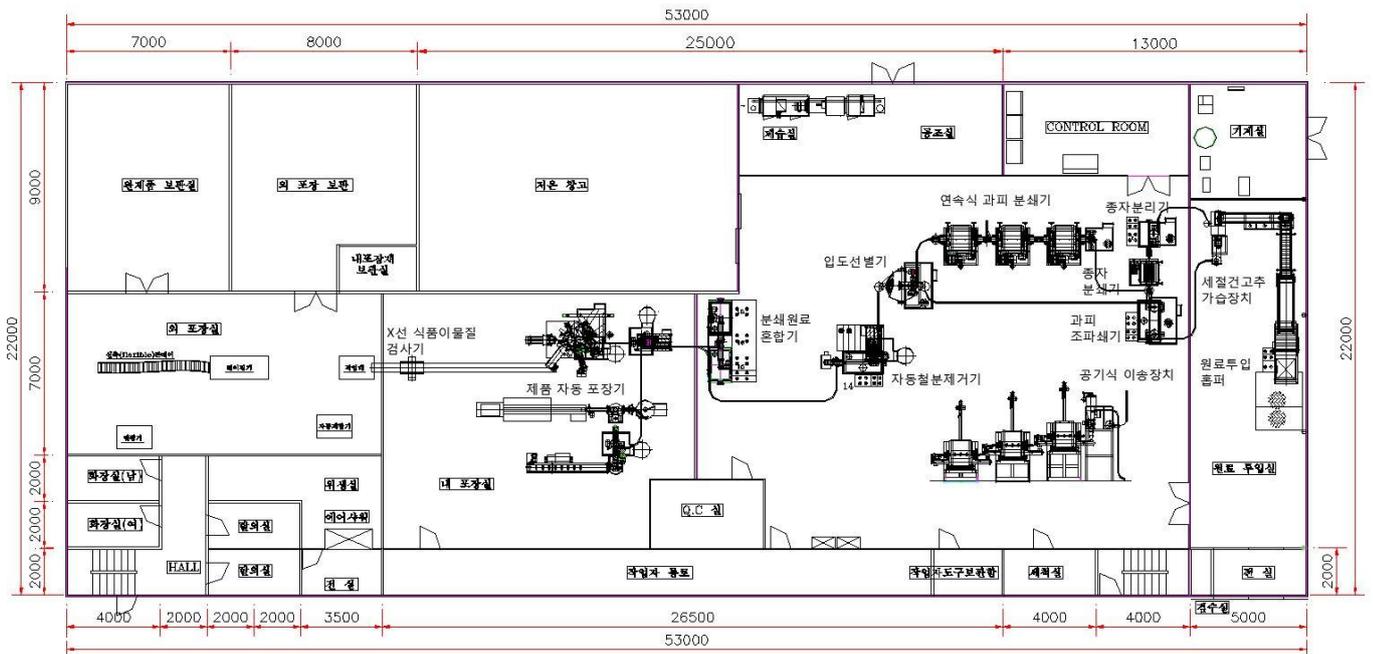


그림 174. 고추종합처리장의 고추분쇄설비 기본 배치도

바. 기계수확 후 미숙과 고추 활용 방안

현행 고추 품종을 대상으로 9월~10월 사이에 생고추 원료를 기계 수확할 경우 녹색과, 풋고추가 25~50%, 반숙과 3~5%, 숙성과, 홍고추 50~75% 수준으로 예상된다. 그림 175는 기계수확시기 포장에서 고추 숙성도 상태를 나타낸 것이다.



그림 175. 현행 고추품종 일시 수확시 고추 숙성 상태(2012. 9. 11 경북 영양)

수확된 풋고추와, 홍고추의 성분을 분석해 보면 표 65와 같다. 풋고추의 품질은 색상은 녹색과로 인하여 홍고추보다 크게 떨어지고 유리당 성분도 10.3%로 떨어지나 신미성분이 35.3 mg/100g으로 홍고추 23.3 mg/100g 보다 12 mg/100g 높게 나타났다. 이것은 풋고추의 크기가 홍고추 보다 작아 상대적으로 매운 성분이 높은 태좌비율이 높기 때문이다.

표 65. 현행 고추품종 일시 수확시 고추 숙성도에 따른 성분 분석

시료명	수분(%)	색상 ASTA color	신미성분 (mg/100g)	유리당 (%)
풋고추(미숙과)	88.2 ± 0.5	12.9 ± 0.3	35.3± 4.6	10.3± 0.4
홍고추(숙성과)	87.5 ± 0.3	159.4 ± 1.0	23.3± 0.9	29.5± 0.5



그림 176. 일시 수확시 고추 숙성도

기계수확된 미숙과 풋고추 원료를 활용할 수 있는 방안으로 풋고추 절임, 고품질 녹색 고춧가루, 풋고추 소스 등이 가능하며 이에 대한 별도의 가공기술 개발 연구가 필요할 것으로 생각된다.



풋고추 절임



고품질 녹색고춧가루



풋고추 소스



녹색 고춧가루 제품(Biad사, NM, 미국)

그림 177. 풋고추 원료를 이용한 고춧가루제품

바. 기타

1) 2017 New Mexico Chile Conference 포스터 발표

- 일시: 2017. 2. 6~2. 7
- 장소: Hotel Encanto, Las Cruces, New Mexico, United States
- 발표내용:

Calyx Removal Characteristics of Red Pepper and Performance Evaluation of Compression Type Red Pepper De-stemmer.



**2017
New Mexico
Chile Conference**

New Mexico Chile:
A Quality Industry

The Chile Pepper Institute

**CELEBRATING
25
Years**

February 6 & 7, 2017
Hotel Encanto de Las Cruces
Las Cruces, New Mexico



그림 178. 2017 New Mexico Chile Conference(2017. 2. 7, Las Cruces, NM)

2) 기계수확 생고추 이물질 선별장치 시연회 개최

- 일시: 2017. 9. 28
- 장소: 국립원예특작과학원 기계수확 포장
- 참석인원: 국내 고추육종 및 기계수확 연구관계자 50여명
- 발표 내용: 고추 수확기 및 기계수확 생고추 원료 이물질 선별 현장 시연회 \



그림 179. 기계수확 생고추 이물질 선별 현장 시연회
(동영상 <https://youtu.be/ytOQLWfukoM>)

3) 특허출원

- 발명의 명칭: 생고추 꼭지 제거유닛 및 이를 포함하는 생고추 꼭지제거 시스템
- 출원일자: 2017. 12. 28
- 출원번호: 10-2017-0183017

관인생략

출원번호통지서

출원 일자 2017.12.28
 발명자 김사형구(유) 관계사항(유) 창조번호(8)
 출원번호 10-2017-0183017 (원수번호 1-1-2017-1307073-03)
 출원인명칭 주식회사 생영과기술(1-2001-002592-1)
 대리인명칭 리엔의 특허법인(9-2005-100002-8)
 발명자성명 박재혁 강태호 권연재 김재주 이상영 이희영 노우현
 발명의명칭 생고추 꼭지 제거유닛 및 이를 포함하는 생고추 꼭지 제거 시스템

특 허 청 장

<< 안내 >>

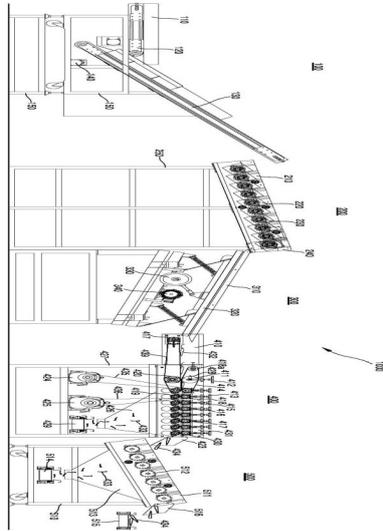
1. 이하의 출원번호 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.

2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 등본을 납입영수증에 첨부, 납부지번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 관공에 납부하여야 합니다.
 의 납부지번호 (013)기공코드) 접수번호

3. 기타의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 특허고려번호 정보변경(공통), 변경신고서를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
 의 특허료(patent fee) 관측 - 명세서(디모포드) 특허법 시행규칙 별지 제1호 서식

4. 특허(실용신안)출원 출원인 명세서 또는 도면의 변경이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의결서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.

5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허 출원신안)나 마드리드 제도(실용)를 이용할 수 있습니다. 국내출원번호 및 의결서 변경하고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.
 의 제도 안내 http://www.kipo.go.kr-특허담당-PCT/마드리드
 의 우선권 인정기간 - 특허 출원신안은 12개월, 실용 디자인은 6개월 이내
 의 미국특허출원과의 연계성 확보를 위하여 유선출원(출원 시, 본 출원에 미국특허가 있는 우선권부부 10개월 이내)에 미국특허출원(전자특허출원)을 제출하거나 유선출원에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.



제 4절 고추 수확기계 개발 성능평가

1. 시작품 성능평가

가. 고추 수확기계 개발

(1) 공인 인증

튼튼한 농업, 맑히는 농촌



농업기술실용화재단



수신 동양물산기업(주) 대표이사 김희용 귀하
(경유)
제목 고추수확기 기술지도검정 및 안전검정 결과 알림

1. 2016. 10. 24.자로 귀사에서 신청한 고추수확기에 대한 기술지도검정 및 안전검정 결과를 다음과 같이 알려드리며,

기종명	형식	규격 (수확조수)	형식명	검정번호	검정결과
고추수확기	승용자주형	1조	CH751	16-MT-049	-
				16-MS-227	적합

2. 제출된 검정 용도의 제품은 검정결과 통보일로부터 30일 이내에 대표자 명의의 인증증을 제출하고 찾아가시기 바랍니다.

붙임 1. 농업기계 기술지도검정 성적서 1부.
2. 농업기계 안전검정 확인서 1부. 끝.

◆ 농업기계 사후관리 안내

본 형식의 품질유지 등을 위하여 필요한 경우 농업기계화촉진법 제9조 제3항에 따라 사후검정이 실시될 수 있으며, 사후검정 기준에 미달한 경우 "농림축산식품부령으로 정하는 바에 따라 그 출하를 금지하고 보관 또는 검정을 취소할 수 있음"을 안내하여 드립니다.

제 FACT16-0706 호

농업기계 기술지도검정 성적서

1. 신청인
가. 성명 : 김희용
나. 사업자등록번호 : 609-85-00876
다. 주소 : 전라북도 익산시 황궁면 황궁농공단지길 7-40
라. 상호 : 동양물산기업(주)

2. 검정 용도의 제품
가. 기종명 : 고추수확기
나. 형식명 : CH751
다. 형식 및 규격 : 승용자주형, 1조

3. 검정번호 : 16-MT-049

4. 검정성적 : 불임

「농업기계화 촉진법」 제9조 제1항 및 같은 법 시행규칙 제3조에 따라 검정 신청한 농업기계에 대한 기술지도검정 성적입니다.

2016년 11월 17일

농업기술실용화재단 이사장 

16-MS-227

검 정 성 적

1. 기종명 : 고추수확기
2. 검정번호 : 16-MS-227
3. 형식명 : CH751
4. 형식 : 승용자주형
5. 규격 : 1조
6. 시험성적
6.1 구조
6.1.1 기계의 크기
길이 : 5890 mm
높이 : 2590 mm
6.1.2 주행부
(1) 동력전달장치
주행러치형식 : 없는 구조임
주변속기
변속방식 : 유압식(HST)
부변속기
변속방식 : 기계식(선택탈동장치)
(2) 조향방식 : 조향러치러치식(조이스틱)
(3) 주행장치
차륜의 종류 : 무한궤도
무한궤도 폭 : 280 mm
(4) 제동장치
정차브레이크
형식 : 습식원판식
주차브레이크
형식 : 정차브레이크 겸용
(5) 최저저상고 : 225 mm



폭 : 2300 mm
중량 : 2960 kg

변속단수 : 무단(전, 후진)
변속단수 : 3단(저속, 표준, 고속)

레드간 거리 : 1 120 mm
침지깊이 : 1 905 mm

작동방식 : 기계식(배달)
작동방식 : 기계식(배달고정)

5-1

제 FACT16-0705 호

농업기계 안전검정 확인서

1. 신청인
가. 성명 : 김희용
나. 사업자등록번호 : 609-85-00876
다. 주소 : 전라북도 익산시 황궁면 황궁농공단지길 7-40
라. 상호 : 동양물산기업(주)

2. 검정 용도의 제품
가. 기종명 : 고추수확기
나. 형식명 : CH751
다. 형식 및 규격 : 승용자주형, 1조

3. 검 정 번 호 : 16-MS-227

「농업기계화 촉진법」 제9조 제1항 및 같은 법 시행규칙 제3조에 따라 검정 신청한 농업기계에 대한 안전검정 결과 관련 기준에 적합함을 확인합니다.

2016년 11월 17일

농업기술실용화재단 이사장 

제 5절 연구개발성과

1. 지적재산권

- 본 연구개발 과제는 개발 기술의 권리 확보 및 보호가 매우 중요하므로 국내/외 특허 출원을 우선적으로 실시하였다.
- 출원된 특허 중 일부는 현재 등록 진행 중이다.

구분	특허			
	출원		등록	
	국내	해외	국내	해외
목표	5		3	
실적	7	-	4	

가. 국내 특허 출원

- 특허명 : 고추 수확기
- 출원인 : 동양물산 기업(주)
- 출원 번호 : 10-2015-0073601

관인생략
출원번호통지서

출원일자 2015.05.27
 특기사항 심사청구(유) 공개신청(무) 참조번호(GEN15082)
 출원번호 10-2015-0073601 (접수번호 1-1-2015-0506504-44)
 출원인명칭 동양물산기업 주식회사(1-1998-000924-2)
 대리인성명 김한얼(9-1998-000081-9)
 발명자성명 신서용 박동석 남요상 소진환 강영선
 발명의명칭 고추수확기

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
 * 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [출원인코드 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
 * 특허로(patent.go.kr) 접속 > 민원서식다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허·실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.
 * 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr>-특허마당-PCT/마드리드
 * 우선권 인정기간 : 특허·실용신안은 12개월, 상표·디자인은 6개월 이내
 * 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적교환허가서(PTO/SB/39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.
 * 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000
7. 기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

- 특허명 : 고추 수확기
- 출원인 : 동양물산기업(주)
- 출원 번호 : 10-2016-0004133

등록특허 10-1643117

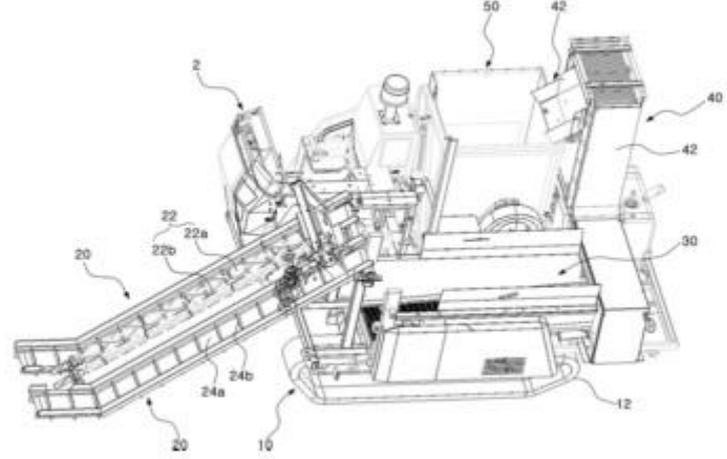
	(19) 대한민국특허청(KR)	(45) 공고일자	2016년07월28일
	(12) 등록특허공보(B1)	(11) 등록번호	10-1643117
		(24) 등록일자	2016년07월20일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.)	(73) 특허권자		
A01D 46/253 (2006.01) A01D 45/00 (2006.01)	동양물산기업 주식회사		
A01D 75/00 (2006.01) A23W 15/04 (2006.01)	서울특별시 강남구 언주로133길 7, 대용빌딩 (논현동)		
(52) CPC특허분류	(72) 발명자		
A01D 46/253 (2013.01)	강명철		
A01D 45/001 (2013.01)	경기도 용인시 처인구 금학로 520, 108동 605호(마정동, 푸른마을용인지아이파크)		
(21) 출원번호 10-2016-0004133	신서용		
(22) 출원일자 2016년01월13일	대전광역시 유성구 지족동로 124, 102동 603호(지족동, 노은리슈빌3)		
심사청구일자 2016년01월13일	(74) 대리인		
(56) 선행기술조사문헌	김한열		
KR100813567 B1*			
US20010002682 A1*			
US20100223899 A1*			
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌			
전체 청구항 수 : 총 3 항		심사관 : 유재원	

(54) 발명의 명칭 **고추수확기**

(57) 요약

본 발명은 주행 가능하고 수확장에서 고추를 효과적으로 선별하는 고추수확기를 제안하고 있다. 본 발명의 고추수확기는, 연진의 동력에 기초하여 주행하는 주행부와, 상기 주행부에 의한 주행에 의하여 내부로 들어오는 수확대상물에서 고추를 분리하는 탈실부, 상기 탈실부에서 채취되는 수확물을 이송하기 위한 탈실이송부, 그리고 상

(뒷면에 계속)
배도도 - 도1



- 특허명 : 뿌리 유지장치를 구비하는 고추 수확기
- 출원인 : 동양물산기업(주)
- 출원 번호 : 10-2016-0052999

관 인 생 략
출 원 번 호 통 지 서

출 원 일 자 2016.04.29
 특 기 사 항 심사청구(유) 공개신청(무) 참조번호(P16022)
 출 원 번 호 10-2016-0052999 (접수번호 1-1-2016-0415238-26)
 출 원 인 명 칭 동양물산기업 주식회사(1-1998-000924-2)
 대 리 인 성 명 김한얼(9-1998-000081-9)
 발 명 자 성 명 강영선 신서용 박동석 남요상 소진환
 발 명 의 명 칭 뿌리 유지장치를 구비하는 고추 수확기

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
 ※ 납부자번호 : 0131(기관코드)+ 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [출원인코드 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
 ※ 특허로(patent.go.kr) 접속 > 민원서비스다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허·실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.
 ※ 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr>-특허마당-PCT/마드리드
 ※ 우선권 인정기간 : 특허·실용신안은 12개월, 상표·디자인은 6개월 이내
 ※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적교환허가서(PTO/SB/39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.
 ※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000
7. 종업원이 직무수행과정에서 개발한 발명을 사용자(기업)가 명확하게 승계하지 않은 경우, 특허법 제62조에 따라 심사단계에서 특허거절결정되거나 특허법 제133조에 따라 등록이후에 특허무효사유가 될 수 있습니다.

- 특허명 : 고추 수확기
- 출원인 : 동양물산기업(주)
- 출원 번호 : 10-20170006164

등록특허 10-1766178

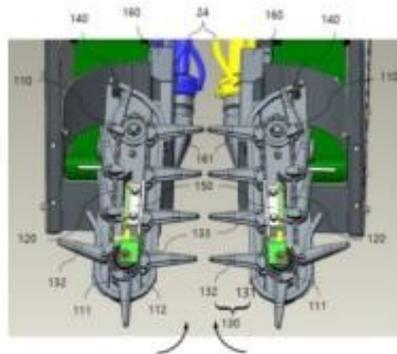
	(19) 대한민국특허청(KR)	(45) 공고일자	2017년08월08일
	(12) 등록특허공보(B1)	(11) 등록번호	10-1766178
		(24) 등록일자	2017년08월01일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) A01D 45/00 (2006.01) A01D 75/00 (2006.01)		(73) 특허권자 동양물산기업 주식회사 서울특별시 강남구 언주로133길 7, 대우빌딩 (논 원동)	
(52) CPC특허분류 A01D 45/001 (2013.01) A01D 75/002 (2013.01)		(72) 발명자 신서용 대전광역시 유성구 지족동로 124, 102동 603호(지 족동, 노은리유일3)	
(21) 출원번호 10-2017-0006164 (22) 출원일자 2017년01월13일 심사청구일자 2017년01월13일		박동석 충청남도 공주시 우성면 차동로 476-30 (상서리) (뒷면에 계속)	
(56) 선행기술조사문헌 KR101686381 B1* (뒷면에 계속)		(74) 대리인 김한열	
전체 청구항 수 : 총 3 항		심사관 : 박형욱	

(54) 발명의 명칭 고추 수확기

(57) 요약

본 발명은 고추 재배지에 쓰러졌거나 처진 고추 줄기를 탈실부(20)로 이동시켜 고추를 수확할 수 있도록 탈실부(20)의 전방에 한 쌍의 고추 안내부(40)가 구비된 고추 수확기에 관한 것이다. 그리고 이러한 고추 안내부(40)는, 엔진의 동력을 전달받아 회전하는 제 1 풀리(110)와, 상기 제 1 풀리(110)와 체인(120)으로 연결되어 제 1 풀리(110)의 회전과 연동하는 제 2 풀리(111), 그리고 상기 체인(120)에 등 간격으로 장착되고 체인(120)의 회전 방향에 따라 상기 고추줄기를 끌어올리는 리그 어셈블리(130)를 포함하고 있다. 그리고 리그 어셈블리(130)는, 체인(120)과 결합한 상태로 함께 이동하는 연결브라켓(131)과, 상기 연결브라켓(131)에서 직각방향으로 연장되는 리그(132)로 구성되고, 이러한 리그(132)만이 전방에서 후방 방향으로 이동하면서 재배지에 쓰러져 있는 고추줄기를 끌어당겨 탈실부(20) 내로 안내한다.

대표도 - 도5



- 특허명 : 고추수확기의 고추 선별장치
- 출원인 : 동양물산기업(주)
- 출원 번호 : 10-2017-0024928

관 인 생 략
출원번호통지서

출원 일자 2017.02.24
 특 기 사 항 심사청구(유) 공개신청(무) 참조번호(P16076)
 출원 번호 10-2017-0024928 (접수번호 1-1-2017-0194228-31)
 출원인 명 칭 동양물산기업 주식회사(1-1998-000924-2)
 대 리 인 성 명 김한얼(9-1998-000081-9)
 발 명 자 성 명 신서용 홍이수 남요상 소진환 강영선
 발 명 의 명 칭 고추수확기의 고추 선별장치

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
 ※ 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
 ※ 특허로(patent.go.kr) 접속 > 민원서식다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허·실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.
 ※ 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr>-특허마당-PCT/마드리드
 ※ 우선권 인정기간 : 특허·실용신안은 12개월, 상표·디자인은 6개월 이내
 ※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적교환허가서(PTO/SB/39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.
 ※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000
7. 종업원이 직무수행과정에서 개발한 발명을 사용자(기업)가 명확하게 승계하지 않은 경우, 특허법 제62조에 따라 심사단계에서 특허거절결정되거나 특허법 제133조에 따라 등록이후에 특허무효사유가 될 수 있습니다.

- 특허명 : 뿌리뽑힘 방지장치를 구비하는 고추 수확기
- 출원인 : 동양물산기업(주)
- 출원 번호 : 10-2017-0172200

관 인 생 략

출원번호통지서

출원일자 2017.12.14
 특기사항 심사청구(무) 공개신청(무) 참조번호(P17051)
 출원번호 10-2017-0172200 (접수번호 1-1-2017-1247479-39)
 출원인명칭 동양물산기업 주식회사(1-1998-000924-2)
 대리인성명 김한얼(9-1998-000081-9)
 발명자성명 홍이수 신서용 남요상 소진환 강영선
 발명의명칭 뿌리 뽑힘 방지장치를 구비하는 고추 수확기

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
 ※ 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 정정 신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
 ※ 특허로(patent.go.kr) 접속 > 민원서식다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허·실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.
 ※ 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr>-특허마당-PCT/마드리드
 ※ 우선권 인정기간 : 특허·실용신안은 12개월, 상표·디자인은 6개월 이내
 ※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적교환허가서(PTO/SB/39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.
 ※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000
7. 종업원이 직무수행과정에서 개발한 발명을 사용자(기업)가 명확하게 승계하지 않은 경우, 특허법 제62조에 따라 심사단계에서 특허거절결정되거나 특허법 제133조에 따라 등록이후에 특허무효사유가 될 수 있습니다.
8. 기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

- 특허명 : 생고추 꼭지제거유닛 및 이를 포함하는 생고추 꼭지제거 시스템
- 출원인 : (주)생명과 기술
- 출원 번호 : 10-2017-0183017

관 인 생 략

출원번호통지서

출원 일자	2017.12.28
특기사항	심사청구(유) 공개신청(무) 참조번호(8)
출원 번호	10-2017-0183017 (접수번호 1-1-2017-1307073-03)
출원인 명칭	주식회사 생명과기술(1-2001-002592-1)
대리인 성명	리앤옥 특허법인(9-2005-100002-8)
발명자 성명	박재복 감태호 권연재 김채주 이상엽 이희영 노우현
발명의 명칭	생고추 꼭지 제거유닛 및 이를 포함하는 생고추 꼭지 제거 시스템

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
※ 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
※ 특허로(patent.go.kr) 접속 > 민원서식다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허·실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.
※ 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr>-특허마당-PCT/마드리드
※ 우선권 인정기간 : 특허·실용신안은 12개월, 상표·디자인은 6개월 이내
※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적교환허가서(PTO/SB/39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.

나. 국내 특허 등록

- 특허명 : 고추 수확기
- 출원인 : 동양물산기업(주)
- 출원 번호 : 10-2016-0004133



- 특허명 : 뿌리 유지장치를 구비하는 고추 수확기
- 출원인 : 동양물산기업(주)
- 출원 번호 : 10-2016-0052999



- 특허명 : 고추 수확기
- 출원인 : 동양물산기업(주)
- 출원 번호 : 10-2015-0073601



위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.
This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.



2017년 03월 31일

특허청장
COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

최 동 규

- 특허명 : 고추 수확기
- 출원인 : 동양물산기업(주)
- 출원 번호 : 10-2017-0006164



발명의 명칭 Title of the Invention
고추 수확기

특허권자 Patentee
동양물산기업 주식회사(110111-*****)
서울특별시 강남구 언주로133길 7, 대용빌딩 (논현동)

발명자 Inventor
등록사항란에 기재

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.
This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention
has been registered at the Korean Intellectual Property Office.



2017년 08월 01일

특허청장
COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

성 문 보

2. 논문

○ 투고된 비SCI 논문 한 건은 충남대학교 농업과학연구소에 투고 진행 중

구분	논문					
	SCI		비 SCI		학술대회	
	국내	해외	국내	해외	국내	해외
목표	2		3		8	
실적	1(1)*		2(1)*		12	

* 2018년 3월 투고 후 제출 예정임.

가. SCI 논문

- 논문명 : Performance Analysis for a Card Cleaner Type Separating System of Pepper Harvester
- 저 자 : 조연주 외 6명
- 학술지 : Journal of The Faculty of Agricultural Kyushu University

J. Fac. Agr., Kyushu Univ., 63 (1), 90-93 (2018)

Performance Analysis for a Card Cleaner Type Separating System of Pepper Harvester

Yeon-Ju JO¹, Young-Sun KANG², Ju-Seok NAM³, Jung-Seob CHOE⁴, Eiji INOUE⁵, Takashi OKAYASU⁶ and Dae-Cheol KIM^{1,*}

(Received October 31, 2017 and accepted *** 00, 2017)

This study conducted a factorial experiment with an experimental bench to analyze the separation performance of a card cleaner type separating system of pepper harvesters. The factors used for this study were the card arrangement (inline and staggered), slope angle (5° and 15°), and rotational speed (35, 50, and 65 rpm) of the card cleaner. The separation efficiency of peppers was influenced by the slope and rotational speed of the card cleaner in both types of card arrangement. In the inline arrangement, the mixing ratio of foreign materials was influenced by slope angle but not influenced by the rotational speed of the card cleaner. In the staggered arrangement, the mixing ratio of foreign materials was influenced by slope angle and the rotational speed of the card cleaner. The highest separation efficiency in the staggered arrangement was obtained under the conditions of a slope of 5° and a rotational speed of 50 rpm. However, the mixing ratio of foreign materials was also high in this condition. The highest separation efficiency in the inline arrangement was obtained under the conditions of a slope of 15° and a rotational speed of 50 rpm, and the mixing ratio of foreign materials was relatively low in this condition. Thus, the inline arrangement with a slope angle of 15° was recommended for a separating system of self-propelled pepper harvesters.

Key words: pepper harvester, separating system, card cleaner, field cleaning, factorial experiment

INTRODUCTION

World pepper production in 2012 was estimated to be 31,172,000 metric tons, and pepper production in China took 51% of the world production with 16,024,000 metric tons. Pepper production in the United States took 3.4% of the world production with 1,065,000 metric tons. The United States has increased imports of pepper from Mexico and Peru since NAFTA (North American Free Trade Agreement) was signed in 1994, and pepper production in the US has decreased rapidly due to the intensified price competition. As a result, US market continues to import over 80% of total consumption from overseas (FAOSTAT, 2012).

In Korea, peppers are essential seasoning and they are cultivated to a large extent. The cultivation area for peppers takes 38% of total condiment vegetable cultivation area (KOSTAT, 2014). In the pepper farming, har-

vest labor accounts for 39.2% of total labor when hand harvest is used, therefore, harvest mechanization is required for labor saving in harvesting peppers (Choi, 2006).

Several companies from China, Israel and USA have been developing self-propelled pepper harvesters which include picking heads, separating parts, conveying parts, and collecting parts to reduce labor and costs. The separating parts of the pepper harvester conveys fruits from the picking heads to the collecting parts while discharging foreign materials such as branches and leaves out of the machine. Optimal design of the separating parts is important because it's a big problem for the pepper harvester that peppers are harvested along with branches and leaves. Without adequate separation process of foreign materials, peppers are deteriorated during the storage and transportation, which affects the sale price (Kong et al., 2013). Thus, many studies on the separation process of foreign materials have been conducted. Marshall (1984) evaluated a trash removal system for various pepper cultivars. The performance of the trash removal system was differed depending on the shape and size of the fruits. Cherry pepper showed the separation ratio of more than 90% and damage ratio of less than 4.1%. However, large stems and branches were observed after passing through the separation system, therefore, additional process that picking up the remaining foreign materials beside the conveyor was required. Eaton and Wilson (2005) analyzed the separation ratio of the peppers cultivated in New Mexico, USA using a card cleaner type separation system. They found that the separation ratio of peppers was differed depending on the moisture content of the pepper samples. The separation ratio of peppers immediately after harvest was 93.5%, but that of peppers far after the harvest sen-

¹ Department of Bio-Industrial Machinery Engineering, Chonbuk National University, 567 Baekje-daero, Deokjin-gu, Jeonju, Jeollabuk-do, 54896, Republic of Korea
² Research & Development Institute, Tongyang Moolban Co. LTD., Chudong-ro, Useong-myeon, Goryu, Chungcheongnam-do, 32590, Republic of Korea
³ Department of Biosystems Engineering, Kangwon National University, 1 Kangwondaehak-gil, Chuncheon, Gangwon-do, 24341, Republic of Korea
⁴ Department of Precision Mechanical Engineering, Kyungsook National University, Gajangdong, Sangju, Republic of Korea
⁵ Department of Agro-environmental Science, Faculty of Agriculture, Kyushu University, 6-10-1 Hakozaki Higashi-ku, Fukuoka 812-8581, Japan
⁶ Institute for Agricultural Machinery & ICT Convergence, Chonbuk National University, 567, Baekje-daero, Deokjin-gu, Jeonju-si, Jeollabuk-do, Republic of Korea
* Corresponding Author (E-mail: dckim129@jnu.ac.kr)



나. 비SCI 논문

- 논문명 : Study on Optimal Working Conditions for Picking Head of Self-Propelled Pepper Harvester by Factorial Test
- 저 자 : 강경식 외 4명
- 학술지 : Journal of Biosystems Engineering

Study on Optimal Working Conditions for Picking Head of Self-Propelled Pepper Harvester by Factorial Test

Kyung-Sik Kang¹, Hoon-Sang Park¹, Seung-Je Park^{1,2}, Young-Sun Kang³, Dae-Cheol Kim^{1,2,*}

¹Department of Bio-Industrial Machinery Engineering, Chonbuk National University, Jeonju, Korea

²Institute for Agricultural Machinery & ICT Convergence, Chonbuk National University, Jeonju, Korea

³Research & Development Institute, Tongyang Moolsan Co., Ltd., Gongju, Korea

Received: December 24th, 2015; Revised: February 12nd, 2016; Accepted: February 22nd, 2016

Abstract

Purpose: Pepper prices have risen continuously because of a decrease in cultivation area; therefore, mechanical harvesting systems for peppers should be developed to reduce cost, time, and labor during harvest. In this study, a screw type picking head for a self-propelled pepper harvester was developed, and the optimal working conditions were evaluated considering helix types, winding directions of helix, and rotational speeds of the helix. **Methods:** The screw type was selected for the picking head after analyzing previous studies, and the device consisted of helices and a feed chain mechanism for conveying pepper branches. A double helix and a triple helix were manufactured, and rotational speeds of 200, 300, and 400 rpm were tested. The device was controlled by a variable speed (VS) motor and an inverter. Both the forward and reverse directions were tested for the winding and rotating directions of the helix. An experiment crop (cultivar: Longgreenmat) was cultivated in a plastic greenhouse. The test results were analyzed using the SAS program with ANOVA to examine the relationship between each factor and the performance of the picking head. **Results:** The results of the double and triple helix tests in the reverse direction showed gross harvest efficiency levels of 60–95%, mechanical damage rates of 8–20%, and net marketable portion rates of 50–80%. The dividing ratio was highest at a rotational speed of 400 rpm. Gross harvest efficiency was influenced by the types of helix and rotational speed. Net marketable portion was influenced by rotational speed but not influenced by the type of helix. Mechanical damage was not influenced by the type of helix or rotational speed. **Conclusions:** Best gross harvest efficiency was obtained at a rotational speed of 400 rpm; however, operating the device at that speed resulted in vibration, which should be reduced.

Keywords: Factorial test, Pepper harvester, Picking head, Screw type, Working conditions

Introduction

Peppers contain a substance called capsaicin, producing mild to intense spice, and they are available in markets in fresh-green or red, dried, or powdered form. The cultivation area for peppers has decreased from 2010 to 2014, and the price of peppers has increased (KOSTAT, 2013). Harvest labor accounts for 32.2% of total labor when hand harvest is used (KOSTAT, 2014a), which requires 10 times higher costs than rice harvesting (KOSTAT, 2014b). For this reason,

pepper production has decreased. The mechanization rate for upland farming is 42.7%, and 90% of that is for plowing, land preparation, and pest control. The mechanization rate for sowing, transplanting, and harvesting is only 10% (MIFAFF, 2010). Presently, the mechanization rate for the upland farming has increased by 56% fiducially in 2015 (Choi et al., 2015)

Mechanization for harvesting peppers reduced labor use by 51% and costs by 38% (Hong et al., 2006). The harvest cost for peppers decreased by 51% from 478,320 won to 232,890 won per 1,000 m² with the development of harvesting machines (Choi, 2006).

T Company, a domestic company, has been developing

*Corresponding author: Dae-Cheol Kim

Tel: +82-63-270-2590; Fax: +82-63-270-2620

E-mail: dckim12@jbn.u.ac.kr

- 논문명 : Factorial Experiment for Drum-type Secondary Separating Part of Self-propelled Pepper Harvester
- 저 자 : 김수빈 외 3명
- 학술지 : Journal of Biosystems Engineering

Factorial Experiment for Drum-type Secondary Separating Part of Self-propelled Pepper Harvester

Ju-Seok Nam¹, Young-Sum Kang², Su-Bin Kim³, Dae-Cheol Kim^{3*}

¹Department of Biosystems Engineering, Kangwon National University, Chuncheon, Republic of Korea

²TongyangMoolsan Co., Ltd, Gongju, Republic of Korea

³Department of Bio-industrial Machinery Engineering, Chonbuk National University, Jeonju, Republic of Korea

Received: September 12nd, 2017; Revised: October 17th, 2017; Accepted: October 19th, 2017

Abstract

Purpose: This study was conducted to determine the appropriate operating conditions through a factorial experiment for the secondary separating part of the self-propelled pepper harvester. **Methods:** An experimental setup that simulates the secondary separating part of the self-propelled pepper harvester was organized. Test samples were classified into three types according to the number of peppers on a stem, and 12 sets were prepared for each type. Among the operating conditions of the secondary separating part, the rotational speed of drum B (four levels), radial clearance between drums and cylindrical teeth (three levels), and speed ratio between the three drums (two levels) were set as the test factors, and tests were repeated three times for different levels of each factor. The appropriate operating conditions were determined by analyzing the separation ratio and damage ratio of the peppers collected through the secondary separating part. **Results:** The test factors changed the overall separation ratio and overall damage ratio in similar trends. In other words, the conditions that caused high overall separation ratios also exhibited high overall damage ratios. Owing to the high overall damage ratio in the condition with the highest overall separation ratio, the operating conditions should be selected considering both ratios. **Conclusions:** When the condition with more than 60% of overall separation ratio and less than 15% of overall damage ratio was considered as the appropriate operating condition, 70 rpm of the rotational speed of drum B, 5 mm of the radial clearance between drums and cylindrical teeth, and 7:3:5 for the speed ratio of the three drums A, B, and C should be applied for the secondary separating part used in this study. Supplementary studies will be required in the future to find optimal operating conditions through the actual field test under further divided test factors.

Keywords: Drum-type, Factorial experiment, Pepper harvester, Self-propelled, Separating part

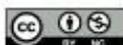
Introduction

Peppers are major condiment vegetables widely used in various foods and spices in South Korea. Pepper cultivation area (36,634 ha) accounts for 38% of the total condiment vegetable cultivation area (96,584 ha) (KOSTAT, 2016), which is the largest cultivation area among condiment vegetables.

The total labor time per hectare for outdoor pepper

cultivation is 2,436 h in South Korea, and the harvesting work occupied the highest proportion with 39.2% (954 h) (Choi et al., 2010). Therefore, to reduce labor and production costs required for pepper cultivation, labor-saving in harvesting work is most effective, and various studies have been conducted for this purpose. Lee et al. (1993) introduced a pepper separation device with two spiral cylinders in their fundamental study on the development of a pepper harvester. As pepper stems passed between the rotating two spiral cylinders, the peppers, stems, and leaves were separated owing to the friction with the spiral part. A factorial experiment was

*Corresponding author: Dae-Cheol Kim
Tel: +82-63-270-2590; Fax: +82-63-270-2620
E-mail: dckim12@jbnu.ac.kr



Copyright © 2017 by The Korean Society for Agricultural Machinery
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

다. 국내 학술대회

- 논문명 : 자주식 고추수확기 개발을 위한 탈실부 요인 실험
- 발표자 : 강경식
- 학술지 : 한국농업기계학회 학술발표논문집

자주식 고추수확기 개발을 위한 탈실부 요인 시험⁺

Factorial Test of Crop Divider for Development of Self-propelled Pepper Harvester

강경식¹ 박상훈¹ 강영선² 남요상² 신서용² 김대철^{1*}

¹전북대학교 생물산업기계공학과

²동양물산기업(주)

K. S. Kang¹ S. H. Park¹ Y. S. Kang² Y. S. Nam² S. Y. Shin² D. C. Kim^{1*}

¹Dept. of Bioindustrial Machinery Engineering, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea

²TongyangMoolsanco.,LTD, Gongju 314-862, Korea

서론

고추는 미국 다음으로 농가 소득에 중요한 경제 작물이며, 국내 시장 규모가 연간 1 조원에 달하는 국민 식생활에 가장 중요한 양념 채소류이다. 국내 고추 재배면적의 지속적인 감소 및 생산량의 감소로 인해 가격 상승으로 이어지고 있다. 또한 고추 생산 시 수확 작업의 비율이 가장 높고, 수작업으로 이루어지고 있다. 따라서 고추 재배의 기계화가 현실적으로 중요하며, 노동 시간의 감소와 노동력에 따른 비용감소의 효과를 위해 수확 작업의 기계화가 필요하다. 본 연구에서는 고추를 따는 작업을 대체할 탈실부의 요인시험 장치를 설계 및 제작하여, 각각의 요인에 따른 적정 탈실 성능의 파악 및 분석하였다.

재료 및 방법

탈실부의 요인시험은 1차, 2차로 나누어서 실시하였다. 시료인 고추는 농촌진흥청 원예특작과학원 및 충남 논산 소재의 개인농가에서 재배한 것을 사용하였다. 탈실부 요인시험 장치는 크게 나선이 구동되는 탈실부 및 피드체인을 이용한 고추의 이송부로 구성하였다. 1차 요인시험에서는 피치가 다른 2종류의 나선, 2중 나선과 3중 나선에 따른 탈실률을 분석하였고, 2차 요인시험에서는 2중 나선으로 두께가 다른 2종류의 나선, 선경 10 mm, 15 mm에 따른 탈실율을 분석하였다. 요인시험에서 나선의 회전속도는 200, 300, 400 rpm으로 설정하였으며, 고추묘의 이동속도는 0.3 m/s로 설정하였다. 2차 요인시험에서는 나선을 제작할 때 감는 방향을 고려하여, 순방향과 역방향으로 제작하여 시험을 실시하였다. 고추시료의 주간거리는 35 cm로 설정하였다. 고추시료의 수를 감안하여 시험 1회 당 고추대 3~4주씩 사용하였으며, 시험반복 횟수는 rpm의 3 요인 중 하나 당 3 회씩 실시하였다.

결과 및 고찰

탈실부의 1차 요인시험에서는 400 rpm의 경우, 진동과 고추시료가 입구에 들어가자마자 가지가 부러지는 현상이 나타났다. 따라서 400 rpm을 제외하고 시험을 한 결과, 2중 나선과 3중 나선의 경우 200rpm 보다 300 rpm에서 높은 탈실률이 나타났고, 평균 탈실률 및 최대 탈실률은 2중 나선 300rpm에서 나타났다. 2차 요인시험에서는 나선의 선경과 나선의 감는 방향을 고려하여 시험한 결과, 순방향에서는 선경 10 mm, 300 rpm에서, 역방향일 때는 선경 15 mm, 400 rpm에서 높은 탈실률이 나타났다. 최상의 탈실률을 고려하면 역방향이고, 나선의 선경이 15 mm, 400 rpm일 때이지만, 400 rpm은 진동이 크고, 요인시험 장치를 구동하는데 있어 위험이 있다고 판단된다. 따라서 그 다음의 최적의 조건인 순방향이며 나선의 선경이 10 mm, 300 rpm에서의 작업조건이 최적이라고 판단된다. 하지만 400 rpm에서 높은 탈실률이 나타났기 때문에 진동을 저감시킬 수 있는 방안도 고려해볼 필요가 있다고

* 교신저자 : T. 063-270-2590, F. 063-270-2620, dckim12@jbnu.ac.kr

+ 본 연구는 농림수산기술기획평가원 농림기술개발사업의 지원으로 수행되었음.

- 논문명 : 자주식 고추수확기 탈실부의 요인실험을 통한 적정작업조건 분석
- 발표자 : 강경식
- 학술지 : 한국농업기계학회 학술발표논문집

자주식 고추수확기 탈실부의 요인실험을 통한 적정작업조건 분석⁺

Analysis of Optimal Working Conditions of Crop Divider for Self-propelled Harvest by Factorial Test

강경식¹ 박상훈¹ 강영선² 남요상² 신서용² 김대철^{1*}

¹전북대학교 생물산업기계공학과, ²동양물산기업(주)

K. S. Kang¹ S. H. Park¹ Y. S. Kang² Y. S. Nam² S. Y. Shin² D. C. Kim^{1*}

¹Dept. of Bioindustrial Machinery Engineering, Chonbuk National University, Jeonju 54896, Korea

²TongyangMoolsan co.,LTD, Gongju 32530, Korea

서론

국내 고추 재배면적의 지속적인 감소 및 생산량의 감소로 인해 가격 상승으로 이어지고 있다. 또한 고추 생산 시 수확 작업의 비율이 가장 높고, 수작업으로 이루어지고 있다. 따라서 노동 시간의 감소와 노동력에 따른 비용감소의 효과를 위해 수확 작업의 기계화가 필요하다. 본 연구에서는 고추 수확기 탈실부의 1, 2차 요인실험에서 나타난 문제점을 수정 및 보완하였으며, 탈실부의 중요한 실험요인인 나선의 종류, 나선의 감긴 방향, 나선의 회전속도에 대해 본 요인실험을 통해 적정 탈실 조건을 구명하였다.

재료 및 방법

탈실부 요인실험 장치는 크게 나선이 구동되는 Screw type의 탈실부 및 피드체인을 이용한 고추의 이송부로 구성하였다. 공시 시료인 고추는 전남 나주시의 개인농가에서 Plastic 온실 형태로 재배된 여름 풋고추 200주를 사용하였다. 본 요인실험에서는 나선의 감은 수에 따라 2중 나선과 3중 나선으로, 나선의 선경은 나선의 종류의 관계없이 15 mm로, 나선을 제작할 때 감긴 방향으로 고려하여 순방향과 역방향으로 제작하였다. 지난 요인실험과 동일하게 나선의 회전속도는 200, 300, 400 rpm으로 설정하였으며, 고추묘의 이동속도는 0.3 m/s로 설정하였다. 시험 1회당 고추대 4주씩 사용하였으며 3 반복으로 진행하였다. 본 탈실부 요인실험에 대해서 주로 나선의 감긴 방향이 역방향인 조건에서 실험하였으며, 순방향일 때와 잎을 제거했을 때의 조건은 추가적으로 실험하였다. 요인실험 결과를 이용하여 각각의 요인들이 탈실 성능에 어떠한 영향을 주는지 이원배치법 및 일원배치법을 사용하여 통계프로그램인 SAS를 활용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

나선의 감긴 방향이 역방향이며, 나선의 종류가 2중 나선과 3중 나선 일 때, 나선의 회전속도에 따라 Gross harvest efficiency는 60-95%, Net marketable portion은 45-80%, Mechanical damage는 8-18%로 나타났다. 나선의 회전속도가 높을수록 수확 효율이 높았으며, 3중 나선이며, 400 rpm 일 때 가장 높은 결과로 나타났다. 나선의 종류 및 나선의 회전속도 두 요인을 반복이 있는 이원배치법을 이용하여 유의수준 5%에 대하여 통계 분석한 결과 Gross harvest efficiency는 0.0573으로 0.5에 근접한 값으로 나타나 나선의 회전속도에 따라 차이가 존재한다고 판단되어진다. Net marketable과 Mechanical damage에 대해서는 유의차가 발생하지 않았다. 또한 추가적으로 실험한 순방향에 대해서는 어떠한 차이가 존재하지 않았다. 잎의 유무에 따른 경우에는 Mechanical damage에서 차이가 발생하였으며, 잎이 없을 때가 있을 때보다 평균 18.82%에서 12.55%로 6.27% 감소하였다. 나

* 교신저자 : T. 063-270-2590, F. 063-270-2620 dckim12@jbnu.ac.kr

+ 본 연구는 농림수산기술기획평가원 농림기술개발사업의 지원으로 수행되었음

- 논문명 : 자주식 고추 수확기 개발을 위한 기초연구(1) -탈실부 필드 시험-
- 발표자 : 박상훈
- 학술지 : 한국농업기계학회 학술발표논문집

자주식 고추 수확기 개발을 위한 기초연구 (I)⁺ - 탈실부 필드 시험 -

Development of Self-propelled Pepper Harvester (I) - Field Test of Crop Divider -

박상훈¹ 박승제¹ 강영선² 김대철^{1*}

¹전북대학교 생물산업기계공학과, ²동양물산기업(주)

S. H. Park¹ S. J. Park¹ Y. S. Kang² D. C. Kim^{1*}

¹Dept. of Bioindustrial Machinery Engineering, Chonbuk National University, Jeonju 54896, Korea

²TongyangMoolsan Co., Ltd, Gongju 32530 Korea

서론

우리나라의 고추시장은 농촌노동력의 급속한 감소, 노령화로 인한 인건비 상승 등 어려운 여건을 맞고 있다. 고추는 총 수확작업시간 중 노동투하시간이 39.2%를 점유하고 있어 수확작업의 생력화를 위해 고추수확작업의 기계화가 절실히 필요하다. 또한 우리나라의 고추 재배는 약 6회에 걸친 수확으로 기계화에 많은 어려움을 가지고 있다. 이러한 불편을 해소하기 위해 일시에 착과되며 1회 수확으로 기존의 수확량을 확보할 수 있는 일시수확형 고추 품종인 생력 211 호, 생력 213 호, 무한 질주 등을 농촌진흥청 원예특작과학원에서 개발하였으며 농가에 보급되고 있다. 자주식 고추수확기의 작업능률은 일반적으로 탈실부의 성능에 의해 결정되며 탈실부의 최적화 및 적정품종의 선정이 우선적으로 이루어져야한다. 본 연구에서는 자주식 고추수확기 시작기를 제작하였으며, 노지 작업시 탈실부의 주요인자인 나선의 종류와 고추 품종에 따른 탈실부의 성능 분석을 수행하였다.

재료 및 방법

탈실부 필드 시험은 전라북도 완주군 원예특작과학원 소재 포장지에서 수행하였다. 요인은 나선의 종류의 경우 피치가 같은 2중 나선과 3중 나선 등 총 두 수준으로 설정하였으며, 품종의 경우 일시수확형 품종인 생력 211호와 일반 건고추 품종인 PR 스마트 등 총 두 수준으로 설정하여 시험을 수행하였다. 고추수확기의 나선의 회전속도는 300 rpm, 주행속도는 0.3 m/s, 탈실부의 경사각은 40°, 나선의 감긴 방향은 역방향으로 설정하여 시험을 수행하였다. 각 요인별로 10주씩 4반복하여 시험을 수행하였다. 두 가지 요인에 따른 측정요인은 총 수확효율, 손실율, 미탈실율, 손상율, 시장성 있는 고추과실의 비율 등 총 다섯가지로 설정하여 탈실부의 성능을 분석하였다.

결과 및 고찰

시험결과 품종이 생력 211호이며 나선의 종류가 3중 나선 일 때, 총 수확효율은 55~76 %로 가장 높은 결과가 나타났으며, 손실율은 15~23 %, 미탈실율은 7~22 %로 가장 낮은 결과가 나타났다. 품종 및 나선의 종류 등 두 요인에 대한 결과를 반복이 있는 이원배치법을 이용하여 신뢰수준 5 %에 대하여 통계분석을 실시하였다. 품종의 종류에 따른 통계분석 결과 총 수확효율, 손실율, 미탈실 등 모든 측정요인은 유의차가 존재하였으며, 나선의 종류에 따른 통계분석 결과 미탈실의 경우에서만 P-Value 값이 0.0654로 0.05에 근접한 값을 보였으며, 나머지 측정요인의 경우에는 유의차가 존재하지 않았다. 기계수확시 일시수확형 품종인 생력 211호가 일반 품종인 PR 스마트보다 더 적합한 품종이라고 판단되어진다.

* 교신저자 : T. 063-270-2590, F. 063-270-2620 dckim12@jbnu.ac.kr

+ 본 연구는 농림수산기술기획평가원 농림기술개발사업의 지원으로 수행되었음

- 논문명 : 자주식 고추수확기 개발을 위한 기초연구 (2) - 품종에 따른 탈실율 -
- 발표자 : 박상훈
- 학술지 : 한국농업기계학회 학술발표논문집

자주식 고추수확기 개발을 위한 기초연구 (Ⅱ)⁺
- 품종에 따른 탈실율 -

Development of Self-propelled Pepper Harvester (Ⅱ)
- Gross harvest efficiency depending on cultivar -

박상훈¹ 강경식¹ 박승제¹ 강영선² 김대철^{1*}

¹전북대학교 생물산업기계공학과 ²동양물산기업(주)

S. H. Park¹ K. S. Kang¹ S. J. Park¹ Y. S. Kang² D. C. Kim^{1*}

¹Dept. of Bioindustrial Machinery Engineering, Chonbuk National University, Jeonju 54896, Korea

²TongyangMoolsan Co., Ltd, Gongju 32530 Korea

서론

국내의 발농사 기계화율은 55.7 %로, 논농사 기계화율 94.1 %에 비해 미비한 실정이다. 또한 55.7 % 중 90% 이상이 경운, 정지, 방제 작업에 해당하며 파종, 이식 및 수확 작업은 10 % 이하로 저조하다. 발작물 중 고추는 우리나라의 대표적인 조미료 원료이며, 김치 및 각종 음식의 필수 양념이다. 이러한 고추의 시장실정은 농촌노동력의 급속한 감소, 노령화로 인한 인건비 상승 등 어려운 여건을 맞고 있다. 고추는 총 수확작업시간 중 노동시간이 39.2 %를 점유하고 있어 수확작업률 향상을 위해 고추수확작업의 기계화가 절실히 필요하다. 또한 우리나라의 고추 재배는 약 6회에 걸친 수확으로 기계화에 많은 어려움을 가지고 있다. 이러한 불편을 해소하기 위해 일시에 착과되며 1회 수확으로 기존의 수확량을 확보할 수 있는 일시수확형 고추 품종인 생력 211 호, 생력 213호, 무한 질주 등이 개발되었으며 농가에 보급되고 있다. 본 연구에서는 자주식 고추수확기 시작기를 제작하였으며, 고추 품종에 따른 자주식 고추수확기의 성능 분석을 수행하였다.

재료 및 방법

자주식 고추수확기 시작기는 정격 엔진속도 2,700 rpm, 정격 동력 46.2 kW, 유압 HST 무단 변속, 주행속도 0.2~0.4 m/s, 1 조식으로 구동되어지며, 형태는 탈실부, 주행부, 선별부, 수집부, 이송부로 구성하였다. 탈실부는 나선급치식 탈과방식을 적용하여 제작하였으며, 유압 모터 및 유압 실린더를 이용하여 나선의 회전속도, 회전방향, 경사각을 조절할 수 있도록 설계하였다. 선별부는 풍구를 이용한 송풍과 4-bar link 구조를 이용한 진동선별체에 의해 선별되는 방식을 적용하여 제작하였으며, 송풍속도 및 진동선별체의 진동수를 조절할 수 있도록 설계하였다. 본 연구에서는 선행 연구의 결과를 바탕으로 표1에서와 같은 탈실부 조건에서 일시수확형 품종 10 가지에 대하여 자주식 고추수확기의 총 수확효율, 손실율, 미탈실율, 손상율, 시장성 있는 고추과실의 비율 등을 측정하였으며, 성능을 분석하였다.

결과 및 고찰

본 연구에서는 자주식 고추 수확기 시작기를 개발하였으며, 일시 수확형 품종 10 가지에 대하여 성능 시험을 실시하였다. 시험결과 생력 211호 품종에서 총 수확효율은 71.4~76 %로 가장 높게 나타났으며, 미탈실율은 7.5~10.8 %, 손실율은 14.8~17.8 %로 가장 낮은 결과가 나타났다. 12 가지 품종에 따른 시험결과를 일원배치법을 이용하여 신뢰수준 95 %에 대하여 통계분석을 실시하였다. 총 수확효율, 손실율, 미탈실율, 손상율, 시장성 있는 고추과실의 비율 등 모든 측정요

* 교신저자 : T. 063-270-2590 F. 063-270-2620 dckim12@jbnu.ac.kr

+ 본연구는농림수산식품기술기획평가원농림기술개발사업의지원으로수행되었음.

- 논문명 : 자주식 고추수확기 개발을 위한 기초연구 (3) - 선별부 요인시험 -
- 발표자 : 조연주
- 학술지 : 한국농업기계학회 학술발표논문집

자주식 고추수확기 개발을 위한 기초연구 (Ⅲ)⁺

- 선별부 요인시험 -

Development of Self-propelled Pepper Harvester (Ⅲ)

- Factorial Experiment of Separating Part -

조연주¹ 김명호¹ 강영선² 김대철^{1*}

¹전북대학교 생물산업기계공학과, ²동양물산기업(주)

Y. J. Jo¹ M. H. Kim¹ Y. S. Kang² D. C. Kim^{1*}

¹Dept. of Bioindustrial Machinery Engineering, Chonbuk National University, Jeonju 54896, Korea

²TongyangMoolsan Co., Ltd, Gongju 32530, Korea

서론

우리나라의 고추 재배 면적은 조미 채소류의 재배 면적의 36%를 차지할 정도로, 고추는 우리나라의 많은 음식들에 사용되는 조미채소이다. 고추재배 작업에서 수확작업은 전체 작업공정별 노동투하시간의 39.2%로 높은 비율을 차지하고 있고, 대부분 인력작업으로 이루어지고 있다. 이러한 어려움을 해결하기 위하여 국내외에서 고추수확 기계화에 대한 연구가 지속되고 있다. 현재 개발중인 자주식 고추수확기는 탈실부, 선별부, 이송부, 수집부로 이루어져 있다. 그 중 선별부는 탈실부로부터 들어온 탈과물 중 줄기나 잎 등은 밖으로 배출시키고, 과실은 수집부로 이송되게 하는 부분이다. 고추수확작업의 기계화를 위해서 이물질과 고추의 선별은 중요하다. 본 연구에서는 고추 수확기 선별부의 요인시험 장치를 제작하여, 이물질 분리부의 카드 배치, 구동축 회전속도에 대해 요인시험을 수행하여 적정 작업조건을 구명하고자 하였다.

재료 및 방법

본 연구에 사용된 자주식 고추수확기 선별부 요인시험 장치의 형상은 Fig. 1과 같이 카드클리너 타입을 이용하여 제작하였다. 공시재료인 고추는 광주광역시 남구 승촌동 소재의 개인농가에서 Plastic 온실로 재배된 '녹광' 품종을 사용하였다. 본 요인시험은 이물질 분리부의 카드배치(일자형 카드배치(A타입), 엇갈림형 카드배치(B타입))와 구동축의 회전속도(35, 50, 65 rpm)로 요인을 설정하여 시험을 수행하였다. 시험은 각 요인 당 3반복으로 실시하였고, 투입되는 시료의 양은 탈실부 필드시험 결과를 반영하여 제작하였다. 각 요인에 따라 수집된 고추 선별율, 배출된 고추 손실율, 이물질 혼입율에 대하여 통계프로그램인 SAS를 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

카드배치와 구동축 회전속도에 따른 요인시험 결과, 고추 선별율은 75.6~91.7%, 고추 손실율은 6.9~21.3%, 이물질 혼입율은 34~57.1%로 나타났다. 엇갈림형 카드 배치에서 고추 선별율은 높고, 고추 손실율은 낮은 좋은 결과를 보였으나 이물질 혼입율이 높았다. 카드배치와 구동축 회전속도의 요인을 반복이 있는 이원배치법을 이용하여 분석한 결과, 고추 선별율, 고추 손실율과 이물질 혼입율은 카드배치와 구동축 회전속도 모두에서 유의차가 발생한다고 나타났다. 요인시험 결과를 종합적으로 고려해 보았을 때, 엇갈림형 카드배치에서 65rpm이 가장 높은 선별효율을 보였다. 엇갈림형 카드배치는 고추 선별율과 이물질 혼입율이 모두 높아 선별기로서의 기능에 어려움이 있을 것으로 보이므로 추후 풍구 등을 설치하는 등의 선별장치의 보완 및 개선이 필요할 것

* 교신저자 : T. 063-270-2590 F. 063-270-2620 dckim12@jbnu.ac.kr

+ 본연구는농림수산식품기술기획평가원농림기술개발사업의지원으로수행되었음.

- 논문명 : 고추수확기용 카드클리너 방식 선별부의 입자 거동 해석
- 발표자 : 변준희
- 학술지 : 한국농업기계학회 학술발표논문집

한국농업기계학회 / 한국정밀농업학회 2016 추계공동학술대회 논문집

고추수확기용 카드클리너 방식 선별부의 입자 거동 해석 Particle Behavior Analysis of Card Cleaner for Pepper Harvester

변준희¹ 정정선¹ 김명호¹ 강영선² 김대철^{1*}
Jun Hee Byun¹ Jung Sun Jung¹ Myoung Ho Kim¹ Young Sun Kang² Dae Cheol Kim¹

¹전북대학교 생물산업기계공학과

¹Department of Bio-industrial Machinery Engineering, Chonbuk National University, Jeonju, Korea

²동양물산 중앙 기술 연구소

²Research and Development Institute, Tongyang Moolsan Co. Ltd., Gongju, Korea

초록(Abstract)

과거에는 설계한 농업기계를 직접 제작한 후 성능 테스트를 통하여 문제점을 보완하는 과정을 거치며 완성도를 높여왔지만, 최근에는 많은 해석 소프트웨어들을 이용하여 성능을 예측하고 문제점을 파악하고 있다. 하지만 대부분 해석 소프트웨어는 기계적인 요소에 대한 해석을 목적으로 사용하고 있고, 농산물 거동에 대한 해석은 많이 이루어지지 않고 있다. 따라서 본 연구에서는 입자 거동 해석 소프트웨어를 이용하여 현재 연구개발 중인 카드클리너 방식의 고추 선별기 작동 중 고추와 이물질의 거동 해석을 수행하였다. 시뮬레이션에 적용한 모델링은 카드클리너 방식의 고추 선별 요인시험장치를 EDEM(입자거동해석 소프트웨어)해석에 맞게 단순화하여 실시하였다. 시뮬레이션 결과를 실제 카드클리너 방식의 고추 선별 시험장치에 고추 및 줄기를 투입한 결과와 비교 검토하였다. 시험 조건은 선별기의 각도를 5°로 설정하고 카드클리너의 회전속도를 35, 50, 65rpm 3수준으로 설정하였다. 고추 및 이물질의 투입시간은 현재 연구 중인 탈실장치의 필드 실험 결과를 반영하여 11.25초로 설정하였다. 카드클리너 방식의 고추 선별 시험장치로 실험한 결과 카드클리너 회전속도 35rpm에서 고추의 선별률은 76.63%, 이물질 혼입률은 42.16%로 나타났다. EDEM시뮬레이션에서 시험과 동일한 조건인 카드클리너 회전속도 35rpm을 적용하여 시뮬레이션을 진행한 결과 고추의 선별률은 71.52%, 이물질 혼입률은 34.72%로 나타났다. 카드클리너의 회전속도가 50rpm, 65rpm에서 같은 방법으로 실제 요인시험과 EDEM 시뮬레이션을 비교한 결과 선별률은 약 4~6%, 이물질 혼입률은 약 6~8%의 오차가 발생하였다. 이 결과는 EDEM 시뮬레이션에 적용한 고추, 줄기의 형상은 실제 요인시험에 사용된 시료들의 평균값을 적용한 것으로 표준편차는 고려하지 않았고 시료의 물성치를 정확하게 적용하지 않았기 때문에 오차가 발생한 것으로 판단된다. 따라서 정확한 시뮬레이션을 위해 실제시험에 사용된 시료의 정확한 물성치 분석 및 적용이 요구될 것으로 판단된다.

키워드(Keywords)

고추수확기, 선별장치, 카드클리너, EDEM, 입자거동해석,

사사(Acknowledgement)

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림수산식품기술기획평가원의 첨단생산기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음 (314035-3)

- 논문명 : 자주식 고추수확기 개발을 위한 기초연구 (IV) - 드럼형 2차 탈실부 요인시험 -
- 발표자 : 김수빈
- 학술지 : 한국농업기계학회 학술발표논문집

한국농업기계학회 / 밭농업기계개발연구센터 2017 춘계공동학술대회 초록집

자주식 고추수확기 개발을 위한 기초연구 (IV)

- 드럼형 2차 탈실부 요인시험 -

Development of Self-propelled Chile harvester (IV)

- Factorial Experiment of Drum Type Secondary Picking Part -

김수빈¹ 변준희¹ 박승재¹ 강영선² 김대철^{1*}
 Su Bin Kim¹ Jun Hee Byun¹ Seung Jae Park¹ Young Sun Kang² Dae Cheol Kim^{1*}

¹전북대학교 생물산업기계공학과

¹Department of Bio-industrial Machinery Engineering, Chonbuk National University, Jeonju, Korea

²동양물산 중앙 기술 연구소

²Research and Development Institute, Tongyang Moolsan Co. Ltd., Gongju, Korea

초록(Abstract)

우리나라 고추 재배는 ha당 총 노동투하시간 2,436 hr 중 수확작업시간은 954 hr으로 총 노동투하시간의 39.2%를 점유하고 있어 수확작업의 생력화를 위해 고추수확작업의 기계화가 절실히 필요하다. 고추 수확의 기계화를 위해 국내 T사에서 자주식 고추 수확기를 개발 중에 있다. 현재 고추를 기계로 채취하게 되면 많은 양의 줄기달린 고추가 유입되므로 수확 후 분리하는 작업에 있어 많은 인력과 시간이 소요되는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 드럼 회전 타입의 2차 탈실부 요인시험 장치를 제작하여 드럼의 회전속도, 드럼과 급치 사이 간격에 대해 요인시험을 수행함으로써 자주식 고추수확기 2차 탈실부의 적정 작업조건을 파악함에 목적을 두었다. 탈실부 요인시험 장치는 급치가 부착된 3개의 드럼 형태의 탈실부와 이송벨트로 구성된다. 공시재료인 고추는 광주광역시 남구 승촌동 소재의 개인농가에서 Plastic 온실로 재배된 '천상' 품종을 사용하였다. 본 요인시험은 드럼의 회전속도(40, 70, 100, 130 rpm)와 드럼과 급치 사이 간격(2, 5, 10 mm)으로 요인을 설정하여 시험을 수행하였다. 시험은 각 요인 당 3반복으로 실시하였으며, 투입되는 시료는 줄기달린 고추를 3가지의 형태로 구분하여 제작하였다. 각 요인에 따라 고추의 탈실률, 손상률에 대해 통계프로그램인 SAS를 이용하여 분석하였다. 드럼의 회전속도에 따른 요인시험 결과, 손상 대비 탈실률로 비교했을 때 회전속도 40 rpm에서 탈실률 47.69%, 손상률 8.33%로 성능이 가장 낮았으며, 회전속도 70 rpm에서 탈실률 63.89%, 손상률 12.96%로 성능이 가장 높았다. 드럼과 급치 사이의 간격에 따른 요인시험결과, 간격이 클수록 탈실률 및 손상률이 줄어드는 경향을 보였으며, 5 mm일 때 성능이 가장 높았다. 반복이 있는 이원배치법을 이용하여 분석한 결과, 고추 탈실률과 손상률은 드럼의 회전속도와 드럼과 급치 사이 간격 모두에서 유의차가 발생한다고 나타났다. 요인시험 결과를 종합적으로 고려해 보았을 때, 드럼 회전속도 70 rpm, 드럼과 급치 사이 간격 5 mm에서 가장 높은 성능을 보였다. 고추 탈실률이 낮고, 손상률이 높아 탈실장치로서의 기능에 어려움이 있을 것으로 보이므로 추후 급치 타입의 변경 등 탈실장치의 보완 및 개선이 필요할 것으로 판단된다.

키워드(Keywords)

고추, 탈실부 요인시험, 탈실률, 손상률, 드럼형

사사(Acknowledgement)

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림수산식품기술기획평가원의 첨단생산기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음 (314035-3)

- 논문명 : 입자 거동 해석을 이용한 고추수확기용 카드클리너 방식 선별부의 선별 성능 분석
- 발표자 : 변준희
- 학술지 : 한국농업기계학회 학술발표논문집

한국농업기계학회 / 농업생산무인자동화연구센터 2017 추계공동학술대회 초록집

입자 거동 해석을 이용한 고추수확기용 카드클리너 방식 선별부의 선별 성능 분석

Separating Performance Analysis of Card Cleaner Separating System for Pepper Harvester Using Particle Behavior Analysis

변준희¹ 김수빈¹ 김명호¹ 강영선² 김대철^{1*}
 Jun Hee Byun¹ Su Bin Kim¹ Myoung Ho Kim¹ Young Sun Kang² Dae Cheol Kim^{1*}

¹전북대학교 생물산업기계공학과

¹Department of Bio-industrial Machinery Engineering, Chonbuk National University, Jeonju, Korea

²동양물산 중앙기술연구소

²Research and Development Institute, Tongyang Moolsan Co. Ltd., Gongju, Korea

초록(Abstract)

전국적으로 고추 재배에 투입되는 연간 노동량은 약 1147만 시간으로 추정 된다. 고추 재배에 투입되는 연간 노동량 중 가장 노동량이 많이 필요한 작업은 수확작업으로 연중 노동 투입량 중 61.4%인 가장 높은 비율을 차지하고 있다. 노동량이 가장 많은 고추수확작업의 기계화를 위해 국내외에서 고추수확기에 대한 연구가 진행되고 있다. 고추 수확작업을 기계를 이용하여 하게 되면 고추 뿐 아니라 줄기, 잎, 흙 등 이물질 또한 수집이 되기 때문에 정상고추를 선별하기 위한 추가 작업이 필요하다. 이러한 고추수확기계의 문제점을 보완하기 위해 고추 수확작업을 기계를 이용하여 작업 시 이물질을 제거하고 정상고추만 선별하는 고추선별에 대한 여러 가지 방법에 대한 연구 또한 활발히 진행 중이다. 따라서 본 연구에서는 카드클리너 방식의 고추 선별기의 선별성능을 분석하기 위해 EDEM(입자 거동 해석 소프트웨어)를 이용하여 입자 거동 해석을 수행 하였다. 카드클리너 방식의 고추 선별기 요인시험 장치를 이용하여 도출한 요인시험결과와 입자 거동해석의 결과를 비교하여 해석 모델을 검증하였고, 완성도 높은 해석 모델을 구현하기 위해 입자 거동 해석 시 필요한 입자들 개인의 물성치인 포아송비, 전단탄성계수, 밀도와 입자-입자, 입자-Geometry 간의 상호작용 물성치인 반발계수, 정지마찰계수, 구름마찰계수는 측정실험을 통해 측정 후 해석에 적용하였다. 카드클리너 방식 고추선별 요인시험의 시험조건은 선별기의 각도를 15°로 설정하고 카드클리너의 회전속도를 35, 50, 65 rpm 3수준으로 설정하였고, 고추 및 이물질의 양과 투입시간은 연구 중인 고추수확기 탈실장치의 필드실험 결과를 반영하였다. 요인시험 결과 각 rpm별 고추의 선별율은 91.93, 95.40, 95.78%로 rpm이 증가할수록 선별율이 증가하는 결과값을 나타냈다. EDEM 해석에서 요인시험과 동일한 조건으로 해석을 수행하였고, 그 결과 94-97%로 요인시험과 약 3%의 차이를 보였다. 검증된 해석 모델을 이용하여 rpm의 변화, 카드배치의 변화 등 다양한 조건의 카드클리너 방식 고추선별기의 선별성능 분석이 요구될 것으로 판단된다.

키워드(Keywords)

고추수확기, 선별장치, 카드클리너, EDEM, 입자거동해석

사사(Acknowledgement)

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림수산식품기술기획평가원의 첨단생산기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음(314035-3).

- 논문명 : 고추 수확기계화에 적합한 유인방법 선발을 위한 특성평가
- 발표자 : 양은영(2협동)
- 학술지 : 2015년 한국원예학회 추계학술대회



고추 수확 기계화에 적합한 유인방법 선발을 위한 특성평가

양은영*, 이우문, 조명철, 채수영, 문지혜, 박태성, 김수,곽정호
 [농촌진흥청 국립원예특작과학원 원예작물부 재소과]

Evaluation for Selection of Optimal Training method in Pepper Mechanical Harvesting System

Eun Young Yang*, Woo-Moon Lee, Myeong Cheul Cho, Soo-Young Chae, Ji-Hye Moon,
 Tae Sung Park, Su Kim and Jung-Ho Kwak
 Department of Horticultural Crop Research, National Institute of Horticulture and Herbal Science, RDA,
 Jeollabuk-do, Korea, 565-852

Introduction

- 고추는 생태적인 특성상 줄기가 자라면서 순이 맺고, 순이 더 이상 자라지 않는 위치마다 열매가 달린 후 익기 때문에 재배기간 동안 4-6회에 걸쳐 계속적으로 수확해야 함
- 최근에는 노동력 부족으로 수확회수가 전반적으로 적어지고 있는 추세이나 그마저도 농촌 고령화로 인해 고추 생산여건은 갈수록 어려워지고 있음
- 고추 수확에 투입되는 노동력을 절감하기 위해 그간 농촌진흥청은 생식재배형 품종개발, 탈곡형 고추 수확기 개발 등 많은 노력을 기울여왔음

Objective

- 한국형 순용식 고추 수확기 개발에 발맞추어 고추 수확기계화에 적합한 재배법 개발을 위해 본 연구를 수행함

Materials and Methods

- 공시품종
 - 격명, 생력211호 (원예원 육성품종), PR스마트(농우바이오)
- 처리내용
 - 유인방법 : 활곡 + 유인끈, 무유인, 활곡+절화망, 지주+절화망, 지주+유인끈(관행) 등 5처리
 - 지주간격 : 1.7m(관행), 2.5m, 3.3m 간격별 지주설치
- 재배일경
 - 파종 2014. 3.23, 정식 5.14, 수확 9/19(일시수확)

Results

표 1. 품종별 유인방법에 따른 고추 수량 비교

품종명	유인방법	적과수량 (kg/ha)	적과수 (kg/ha)	일과량 (kg)	과중 (kg)	과중 (mm)
격명	활곡	191.0 ^a	38.9 ^a	8.9 ^a	9.3 ^a	14.6
	활곡+절화망	327.8 ^b	47.0 ^b	11.6 ^b	11.5 ^b	17.4
	지주+절화망	249.2 ^b	36.8 ^a	11.4 ^b	11.4 ^b	17.2
	관행	246.2 ^a	41.5 ^a	11.3 ^a	11.3 ^a	16.6
	무유인	258.0 ^a	53.9 ^b	7.1 ^a	7.7 ^a	15.0
생력211	활곡+절화망	250.5 ^a	53.4 ^a	8.0 ^a	7.8 ^a	15.2
	지주+절화망	269.8 ^b	57.4 ^a	6.8 ^a	6.8 ^a	13.0
	관행	188.4 ^a	44.1 ^a	7.5 ^a	7.6 ^a	14.9
	활곡	245.9 ^a	30.2 ^a	10.8 ^a	11.5 ^a	14.8
	무유인	271.8 ^b	31.2 ^a	12.4 ^b	13.1 ^b	15.9
PR스마트	활곡+절화망	271.8 ^b	31.2 ^a	12.4 ^b	13.1 ^b	15.9
	지주+절화망	286.0 ^b	33.5 ^a	14.0 ^b	13.3 ^b	16.2
	관행	240.3 ^a	31.2 ^a	12.8 ^b	13.6 ^b	15.6
	무유인	240.3 ^a	31.2 ^a	12.8 ^b	13.6 ^b	15.6
	무유인	0	0	0	0	ns

* 동일행에 대해

그림 1. 유인방법에 따른 고추 생육 비교



표 2. 품종별 유인방법에 따른 고추 수량 비교

품종명	적과수량 (kg/ha)	적과수 (kg/ha)	일과량 (kg)	과중 (kg)	과중 (mm)
격명	1.7	309.8 ^{**}	43.0 ^{**}	11.3 ^{**}	11.4 [*]
	2.5	259.0 ^{**}	43.0 ^{**}	10.5 [*]	10.1 [*]
	3.3	240.7 ^{**}	37.1 [*]	11.1 ^{**}	11.0 ^{**}
생력211	1.7	252.2 ^{**}	49.9 [*]	7.1 [*]	7.1 [*]
	2.5	299.1 ^{**}	60.0 [*]	8.0 [*]	7.8 [*]
	3.3	134.3 [*]	46.5 [*]	7.6 [*]	7.7 [*]
PR스마트	1.7	309.8 ^{**}	34.5 [*]	12.9 [*]	13.9 [*]
	2.5	263.5 ^{**}	33.9 [*]	12.8 [*]	13.1 [*]
	3.3	211.1 [*]	26.3 [*]	12.6 [*]	13.0 [*]
무유인	0	0	0	0	ns

* 동일행에 대해

Summary

- 공시재료 3종중에 대해 일시수확시 유인방법별 적과수량 차이를 조사한 결과 품종별로 차이를 보였으나 모두 활곡 혹은 지주를 이용한 절화망 유인방법에서 수량이 높았음
- 공시재료 3종중에 대해 일시수확시 지주설치 간격별 적과수량 차이를 조사한 결과 격명과 PR스마트의 경우 관행적으로 사용되고 있는 1.7m 간격으로 지주를 설치했을 경우 수량이 가장 높았음
- 일시수확형 품종인 생력 211의 경우 격명, PR스마트 품종보다 과중이 높아 지주간격이 기존 관행간격보다 다소 넓은 2.5m 처리구에서도 유인끈이 닿는 힘이 다른 품종보다 크지 않아 수량이 높아질 수 있었던 것으로 판단됨

Literature cited

Yang Chol et al., 2010, Development of a Mechanical Harvesting System for Red Pepper. J. of Bioscience Eng.

35(6):367-372.

T. +81-63-138-61
 F. +82-63-138-66
 E-mail: yangyang@korea

- 논문명 : 고추 수확기계화에 적합한 품종선발
- 발표자 : 채수영(2협동)
- 학술지 : 2016년 한국원예학회 춘계학술대회



농촌진흥청
국립원예특작과학원

고추 수확기계화에 적합한 품종선발

채수영¹, 양승철², 안유림³, 조영남¹, 홍지혜¹, 최태성¹, 김수¹, 김경나¹, 김대별¹
¹농촌진흥청 국립원예특작과학원 원예연구부 채소과
²농촌진흥청 국립농업기술원 ³천주대학교 원예생명기초과학연구소

Selection of Optimal Pepper Cultivars for Mechanical Harvesting System

Seo Young Chae¹, Eun Young Yang¹, Woo-Moon Lee¹, Myeong Cheul Choi¹, Ji-Hye Moon¹,
 Tae-Sung Park¹, Su Kim¹, Kyung-Sik Kang¹, Daeh-Chul Kim¹
¹Vegetable Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, 100
 Nongseongmyeong-ro, Seo-myeon, Wanju-gun, Jeollabuk-do 55265, Korea
²Division for Korea Program on International Agriculture, RDA, 100 Nongseongmyeong-ro, Wanseong-gu, Jeonju, Jeollabuk-do 54875, Korea
³Chonbuk National University, 567 Beakje-daero, Deokcheon-gu, Jeonju, Jeollabuk-do 54896, Korea

Introduction

- 최근 노동력 부족으로 고추 수확 인력이 전적으로 적어지고 있는 추세이나 계속되는 농촌 고령화로 인해 고추 생산여건을 맞추기 어려우며 그 것은 실정임
- 고추 수확에 투입되는 노동력을 절감하기 위해 그 간 생리학적 품종 개발, 탈곡형 고추 수확기 개발 등의 연구에 많은 노력을 기울여왔음

Objective

- 탈곡형 품종선 고추 수확기 개발 요구에 발맞추어 고추 수확기계화에 적합한 품종선발 및 재배법 개발을 위해 본 시험을 수행함

Materials and Methods

- 종사품종 : 청계형, 육성 품종 '물만' 총 10 품종
- 재배계요 : 파종 2015/3/10, 정식 2015/5/26
- 수확시기 : 8/24, 8/30, 9/22(탈곡수확)
- 조사항목 : 탈곡수율, 탈곡수율률, 건조수율, 기계수확 가능, 수실도, 인형실도 등

Results

- 농촌진흥청 고추 품종 선별 및 수확연구구 (1차 수확(8/24))

품종명	탈곡수율 (%)	탈곡수율률 (%)	건조수율 (%)	기계수확 (%)	수실도 (%)
물만	295.84	34.108	40.74	33.7	17.004
청계형	279.40	27.900	21.00	24.2	27.00
FA 4000	498.0000	38.000	30.00	30.2	18.000
FA 4000	341.2000	28.700	40.40	30.4	15.000
물만	481.0000	33.000	38.00	30.8	15.000
물만	471.10	34.900	33.00	32.1	17.000
물만	348.400	40.100	41.00	34.4	15.000
FA 4000	426.00	14.10	19.00	23.4	15.00
물만	481.1000	30.00	47.70	30.4	18.000

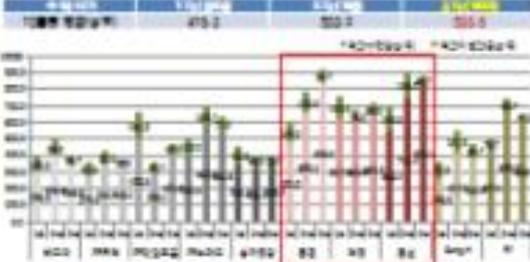
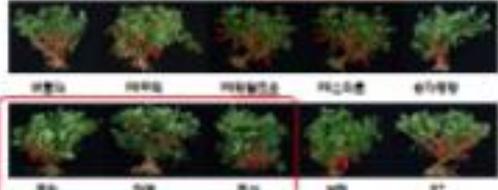
▶ 평균인 수고, 수확
2차 수확(9/9)

품종명	탈곡수율 (%)	탈곡수율률 (%)	건조수율 (%)	기계수확 (%)	수실도 (%)
물만	391.000	27.300	40.000	27.7	18.100
FA 4000	344.70	25.300	37.000	27.2	22.600
FA 4000	298.70	20.80	45.000	30.0	20.000
FA 4000	501.000	49.300	30.000	44.8	18.400
물만	338.40	44.000	33.40	17.0	20.000
물만	300.40	36.000	30.400	25.7	18.000
물만	307.000	45.000	29.40	18.0	18.000
물만	147.40	31.000	31.000	26.0	15.400
FA 4000	471.700	29.40	30.000	34.4	18.000
물만	351.000	14.40	29.40	30.4	18.000

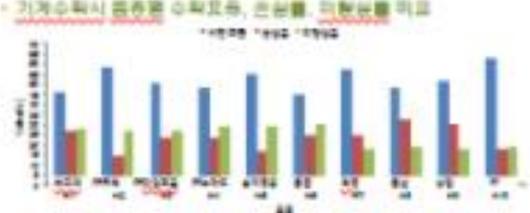
▶ 평균인 수고, 수확
3차 수확(9/22)

품종명	탈곡수율 (%)	탈곡수율률 (%)	건조수율 (%)	기계수확 (%)	수실도 (%)
물만	356.50	30.80	40.0	18.00	20.000
FA 4000	307.40	31.70	40.0	17.000	22.100
FA 4000	421.000	41.00	40.0	18.000	22.000
FA 4000	351.000	45.000	31.0	34.00	18.100
물만	330.00	40.000	40.0	17.000	24.000
물만	307.000	34.000	44.0	18.000	18.000
물만	315.10	51.000	54.0	4.000	18.000
FA 4000	388.400	40.0	35.0	18.400	18.000
물만	300.000	27.00	40.0	13.000	40.000

▶ 평균인 수고, 수확

▶ 기계수확시 탈곡형 수확요소, 수실도, 인형실도 비교



Summary

- 탈곡형 수확일까지 가장 늦게 수확한 9월 22일 수확재료가 가장 수량이 높았으며 종사품종 '물만' 품종이 전과수량 836.3g/㎡ 로 가장 높았음
- 수확효율은 45-65%, 수실도율 15-35%, 인형실도율 15-30%로 나타났으며 기계 수확에 적합한 품종은 'KT' 로 판단됨
- 시험이 실시에 수확하는 수확과 기계 수확하였을 경우 수확 재료가 많았으므로 과실 위치 인형실, 종을 고려한 추가 시험 예정함

Literature cited

- Yong Choi et al., 2016. Development of a Mechanical Harvesting System for Red Pepper. J. of Biosystems Eng. 35(8):357-370.

T. +82-63-233-6113
 F. +82-63-233-6603
 E-mail: yangyong@korearur

- 논문명 : 고추 수확기계화에 알맞은 일시수확용 품종선발
- 발표자 : 장길수(위탁)
- 학술지 : 2015년 한국원예학회 추계학술대회

고추수확 기계화에 알맞은 일시수확용 품종 선발

최희준¹, 김진환¹, 권모환¹, 전우현¹, 황지은¹, 권태영¹, 권오준¹, 장문영¹
¹경상북도농업기술원 영양고추시험장, ²경상북도농업기술원, 농촌진흥청 국립원예특작과학원

Selection of All at Once Harvest Type Cultivar for Machin Harvester of Red Pepper(*Capsicum annuum* L.).

최희준¹, 장문영², 김진환¹, 권모환¹, 전우현¹, 황지은¹, 권태영¹, 권오준¹, 장문영¹

¹Youngpung Pepper Experiment Station, Gyeongbuk ARI, Youngpung, 680-01, Korea, ²Youngpunglab at Agricultural Research & Extension Service, Daegu, 41001, Korea
³Vegetable Research Division National Institute of Horticultural & Herbal Science, NIA, Wanju 55000, Korea

Introduction

고추는 재배를 시작하여 하여 고추대 재배까지 약 10개월 이상의 재배기간이 필요한 채소작물로 7월 하순부터 10월 상순까지 수확하는 기간이다. 수확은 고추 전체 노숙률 84.4%로 가장 낮은 노숙의 수확시기 농촌의 노동력을 고령화로 구업압이 심해져 인건비가 상승으로 생산비 증가와 노숙감소로 인하여 고추재배를 포기하는 농가가 증가하고 있다. 고추 가격은 국제가격의 4~5배정도 높기 때문에 수확에 따른 노숙률 절감까지 절묘한 품종 고추와의 결합에 저가로 농가의 이익을 증대 할 것이다. 본 시험은 2014년 농림수산과학기술진흥원 농림기술개발사업의 일환으로 수행한 과제로 일시적 고추와 온고추를 동시에 기계로 수확하는 방식에 적합한 품종을 선발하기 위하여 7,8월을 이용하여 영양고추시험장 시험 포장에서 시험을 수행하였다.

Materials and Methods

시험재배는 7, 8월 2월분으로 78일차당, 78일차, 일당적출로, 즉주제김, 무한절주, 불집, 78일차당미소, 대공산김, 78일차, 대공산김, 대공산김, 72종 일당적출제이 70일 육묘하여 8월 9일 정식(필도 100×100cm) 초기 1월은 3,300주/10a를 정식하였다. 일시수확은 8월 10일, 9월 10일, 9월 20일에 정과와 적과를 일시수확하여 과실의 육중량 수량, 형태를 재배를 조사하였으며, 품종별 고추기루의 재고와 재고일, 당밀량 성분분석을 분석하였다.

Experimental Results

일시수확 시기를 10cm 이하 대과분율 비율은 8월 10일 43%, 9월 10일 29.2%, 9월 20일 38.7%로 일시수확 시기가 늦을수록 대과의 비율이 떨어지는 경향을 보였으며, 8cm이하 크기는 32.6~39.6%로 나타났다. 적과율은 48.7~54.7%였으며, 9월 10일 적과율이 높았다. 일시수확 평균수량은 260kg/10a이었으며, 관행의 4인수확은 876kg/10a로 일시수확 보다 136kg/10a가 적었다. 일시수확 다수형 품종은 대공산김, 일당적출로, 불집 등 3품종이 선발되었다. 당밀량은 10.0~11.4%로 8월분이 높은 수준이었으며, 재고는 4월분이 높았으며, 수량과 당밀량, 재고 등 종합적 관점에서 대공산김 품종이 우수하였다.

Table 1. Growth characteristics of red pepper cultivar for all at once harvest.

Cultivar	Plant height (cm)	No. of lateral branch (No./plant)	Length of internode (cm)
PKJangmaeng	87.0	24.8	11.2
PKYeosuok	84.8	25.9	12.4
Stanghaengjilim	91.7	29.8	10.8
Dongyongang	88.8	26.1	12.1
Munheju	84.9	25.3	11.4
Bulap	85.5	25.2	11.8
PKCheonyeomim	88.8	26.8	11.7
Daejeonwonim	89.3	24.8	10.2
PKSeosaeul	82.5	29.0	11.1
Gubyeongmaeng	84.8	26.7	11.3
Average	82.2	26.8	11.4

Table 2. Ratio of full ripeness fruits of red pepper cultivars by all at once harvest times.

Cultivar	Rate of full ripeness (%)		
	8/10	9/10	9/20
PKJangmaeng	38.0	48.1	48.7
PKYeosuok	48.1	72.8	82.8
Stanghaengjilim	83.4	88.1	88.4
Dongyongang	53.2	60.3	47.7
Munheju	47.8	61.8	73.7
Bulap	58.4	48.8	56.4
PKCheonyeomim	44.8	48.7	58.3
Daejeonwonim	54.8	54.8	72.8
PKSeosaeul	43.3	72.1	68.8
Gubyeongmaeng	38.4	54.8	82.2
Average	49.7	64.7	68.8

Table 3. Yields of red pepper cultivars by all at once harvest time and control harvest.

Cultivar	Yield (kg/10a)			
	8/10	9/10	9/20	Control
PKJangmaeng	212	88	88	277.4
PKYeosuok	278	302	228	420.2
Stanghaengjilim	288	342	300	490.2
Dongyongang	187	288	214	210.7
Munheju	197	338	282	401.9
Bulap	282	312	362	388.3
PKCheonyeomim	227	288	182	348.8
Daejeonwonim	348	388	338	448.8
PKSeosaeul	228	204	182	407.8
Gubyeongmaeng	278	338	287	387.7
Average	248	288	248	378.8

Table 4. Components of Capsaicinoids, Sugars and ASTA of F1 cultivar by all at once harvest time.

Cultivar	Capsaicinoids (mg%)	Sugar (%)	ASTA Color
PKJangmaeng	18.4	10.7	81.8
PKYeosuok	13.8	12.1	88.7
Stanghaengjilim	18.7	13.8	88.8
Dongyongang	23.2	12.4	88.7
Munheju	18.8	11.7	80.8
Bulap	18.8	10.0	88.8
PKCheonyeomim	11.4	18.8	88.3
Daejeonwonim	28.8	18.2	102.8
PKSeosaeul	18.7	18.8	81.8
Gubyeongmaeng	38.2	13.1	71.8
Average	18.1	12.2	84.8

Conclusion

고추 수확을 10cm 이하 이하로 수확할 수 있는 품종 선발 시험을 수행한 결과, 9월 10일 일시수확 시 관행과 비교하여 수량이 2배 높았으며, 시가별과 같은 재배는 8월 10일, 9월 10일, 9월 20일 수확이 농민들의 이익을 증대시켜 줄 수 있는 것으로 나타났다. 고추 수확을 기계화하기 위하여 7, 8월을 이용하여 영양고추시험장 시험 포장에서 시험을 수행하였다. 영양고추시험장 시험 포장에서 시험을 수행하였다.

Youngpung Pepper Experiment Station, Gyeongbuk ARI

- 논문명 : 고추 기계수확용 품종선발
- 발표자 : 장길수(위탁)
- 학술지 : 2016년 한국원예학회 추계학술대회

고추 기계수확용 품종 선발

장길수¹, 김현종¹, 김오준¹, 권수경¹, 황지은¹, 김오준¹, 임은영¹
¹경상북도농업기술원 영양고추연구소, ²농촌진흥청 국립원예특작과학원 채소과

Selection of All at Once Harvest Type Cultivar for Machin Harvester of Red Pepper (*Capsicum annuum* L.).

Jang Gil-su¹, Chan Yang Kim¹, Oh Hun Kwon¹, Su Gyeong Jeon¹, E Eun Hwang¹, Oh Haun Kwon¹, Eun Young Yang¹

¹Youngyang Pepper Research Institute, Gyeongbuk ARES, Youngyang, 36531, Korea.

²Vegetable Research Division National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Wanju 55385, Korea.

Introduction

고추는 10개월 이상 재배기간이 긴 채소이며 7월 하순부터 9월 상순까지 80일간 총고추를 수확하는 사기표 고추수확 노력이 32% 이상 많은 노동력이 소요된다. 농촌 현실은 노동력이 고령화가 되고 인구가 감소함으로 자제적인 인력의 구인난이 심해지고 인건비의 상승으로 생산비용의 증가와 수확의 감소로 고추 수확에 어려움이 많은 것이 현실이다. 본시행은 2014년도 농업수확기술개발사업 농업기술개발사업의 수행된 과제별 고추를 기계수확에 알맞은 품종선발을 위하여 영양고추시험장 시험장에서 수행하였다.

Materials and Methods

시험재고는 시험종류 10개 품종으로 순천외 4품종은 2014년에 선발된 대명선명, 달양배골대, 봉황 3품종과 2015년 PR상명, 영고스리, 고황선명 3품종이며, 영고외 4품종은 봉황, PR상명, 신홍, 대명스리외 품종 이용하였다. 파종은 1월 29일이며 4월 30일 정식(밀도 130×40cm)의 PR상명 품종 2필름 3,300㎡/10a를 정식하였다. 정식수확은 8월 30일, 9월 10일, 9월 20일에서 실시한 영고추와 대명추 이후 수확하여 고밀도 봉황과 수확, 봉황추 수확을 실시하였으며, 품질측정을 위한 색도와 질분해, 당량량을 분석하였다.

Experimental Results

수확시기를 12월0일과 대고의 분포율은 8월30일 49%, 9월 10일 38%, 9월 20일 37%였으며 수확시기가 늦을수록 대고율이 낮아지는 경향을 보였으며, 8cm이하 소과는 14~18% 분포를 보였고, 적과율은 33.4~47.1%였으며, 9월 20일 적과율이 가장 높았으며 이병과율은 4.8~5.4%에 이르렀다. 수량은 336~446kg/10a로 영고수확은 293kg/10a이었고, 고황 4품수확은 405kg/10a이었다. 기계로 이용된 수확은 달양배골대 순천외에서는 봉황, 대명선명, 영고스리, 고황선명 중 4품종이며, 영고외에는 PR상명, 대명스리외가 선발되었다. 당량율은 11.7~21.7%로 6품종이 높은 수량이었으며, ASTA color는 90.3~130.9로 4품종이 높았고, 당량율은 순천외 품종이 10.0~20.0mg%, 대명외 품종은 40~70mg% 분포를 나타내었으며, 수확과 당량율, 색도 및 당량율은 PR고황선명, 영고스리, PR상명 품종이 우수하였다.

Table 1. Growth characteristics of red pepper cultivar for mechanical harvest.

Cultivar	Plant height (cm)	Main stem (cm)	No. of branch (No./plant)	Fruits set (no./plant)
Bdangbaekgoldeu	87.1	14.5	11.1	49.0
Bultap	86.8	13.3	12.0	63.9
Daegwonsameon	89.9	13.1	11.4	44.6
PRSangnok	95.0	15.9	11.5	48.1
Eostara	83.1	16.6	11.8	46.7
PRGohyangsancheon	88.5	15.2	11.7	43.7
Cheongyang	107.7	17.1	12.8	64.5
PRCheongnok	80.7	17.6	10.9	51.6
Sinhong	104.6	18.1	12.2	57.2
Fawoseopdeu	87.7	14.3	11.6	44.7

Table 2. Ratio of full ripeness fruits of red pepper cultivars by for mechanical harvest times.

Cultivar	Rate of FR (No./fruits%)		
	8/30	9/10	9/20
Bdangbaekgoldeu	34.8	43.4	46.4
Bultap	45.6	50.2	50.7
Daegwonsameon	42.3	48.4	47.1
PRSangnok	29.8	38.7	52.4
Eostara	46.6	60.4	61.8
PRGohyangsancheon	34.2	44.3	46.5
Cheongyang	21.3	30.8	33.8
PRCheongnok	20.7	36.6	41.1
Sinhong	24.7	36.6	40.0
Fawoseopdeu	13.6	42.9	50.9

Table 3. Yields of red pepper cultivar by for mechanical harvest time and control harvest.

Cultivar	Yield(t/ha)			
	8/30	9/10	9/20	Control
Bdangbaekgoldeu	343	402	481	454.9
Bultap	477	534	520	461.1
Daegwonsameon	363	437	457	464.4
PRSangnok	266	317	434	379.4
Eostara	410	505	463	464.9
PRGohyangsancheon	158	435	450	422.5
Cheongyang	267	301	368	288.2
PRCheongnok	253	376	445	390.4
Sinhong	290	286	445	326.8
Fawoseopdeu	354	345	387	365.8

Table 4. Components of Capsaicinoids, Sugars and ASTA of F1 cultivar by for mechanical harvest.

Cultivar	Capsaicinoids (mg/g)	Sugar (%)	ASTA Color
Bdangbaekgoldeu	11.8	17.0	103.5
Bultap	20.0	21.7	94.1
Daegwonsameon	19.2	14.1	113.3
PRSangnok	11.6	17.3	92.7
Eostara	10.0	17.6	109.7
PRGohyangsancheon	11.0	16.4	130.8
Cheongyang	70.1	13.1	90.9
PRCheongnok	40.7	20.8	120.0
Sinhong	39.1	11.7	113.3
Fawoseopdeu	47.5	14.1	124.6

Conclusion

고추 시험종류 10개 품종 이용하여 기계화 수확에 알맞은 품종선발 시험을 수행한 결과, 9월 20일 실시의 수확시 한우과 비율이 가장 높았으며, 당량율의 가장 높았던 품종 수확이 높을수록 이병과율이 낮아질 수 있으므로 9월 10일 전후로 기계수확하는 것이 적당하며, 또한 기계수확 품종은 파종적으로 선발이 되어야 한다.

3. 기술이전

○ 현재 기술이전

○ 기술이전

구분	사업화지표	
	기술이전	
	건수	기술료
목표	2	-
실적	(1)*	-

* 2018년 2월 기술이전 예정임.

- 기술 대상 기관 : 전북대학교 산학협력단
- 기술 실시명 : 고추수확기 탈실부 성능향상 및 데이터 분석 기술(2월14일 계약예정)

노하우 기술이전 계약서

전북대학교 산학협력단(기술보유자: 농업생명과학대학 교수 김대철) (이하 "甲"이라 한다.)과 동양물산기업(주)(이하 "乙"이라 한다)는 다음과 같이 협약하고 계약을 체결한다.

제1조(목적)

본 계약은 "甲"이 보유하고 있는 Know-How '고추수확기 탈실부 성능향상 및 데이터 분석 기술' (이하 "본 기술"이라 한다.) 이전과 이에 따른 지식재산권 확보 및 이의 활용에 있어서 양 당사자의 권리 및 의무를 규정하는 것을 목적으로 한다.

제2조(본 기술의 이전 및 상호협조)

- ① "甲"과 "乙"은 신의를 가지고 본 계약의 내용을 성실히 이행하여야 한다.
- ② "甲"과 "乙"은 월 1회 이상의 협의를 통해 본 기술의 이전 내용에 관해 서로 협의하여야 하며, 필요한 사항에 관하여 상호적극 협조하여야 한다.

제3조(지식재산권의 귀속 및 실시)

- ① "乙"은 본 기술과 관련된 보고서 및 문서의 원본 또는 복사물을 광고, 판매촉진 등 순수 연구 외의 목적으로 사용하고자 하는 경우에는 "甲"의 사전 동의를 얻어야 한다.
- ② 본 기술 및 본 기술의 개량한 기술로부터 발생하는 지식재산권은 "甲"과 "乙"이 공동으로 소유하는 것으로 한다. 그에 따른 비용 및 활용에 관해서는 별도로 협의한다.

제4조(기술료 실시)

"乙"은 계약 체결일로부터 15일 이내에 다음과 같이 실시료(금삼백만원)(₩3,000,000)(VAT별도)를 "甲"이 지정한 계좌로 현금 지급한다.

제5조(비밀보장)

- ① 양 당사자는 본 기술에 대한 일체의 자료, Idea 및 본 기술개발 중에 지득한 양 당사자의 기술정보 또는 영업비밀을 제3자에게 누설해서는 아니 되며, 본 합의 의무는 본 계약의 기간 만료 또는 해지 후에도 계속하여 유효하다.
- ② "甲"과 "乙"은 상호협의를 의하여 연구결과를 발표할 수 있다.

제6조(명칭사용)

"甲"과 "乙"은 광고, 판매촉진, 기타 선전의 목적 또는 연구개발 수행사실을 인용할 목적으로 상대방의 상호, 상표, 기타 명칭을 사용하고자 하는 경우에는 상대방의 사전 서면동의를 얻어야 한다.

제7조(손해배상)

"甲"과 "乙"은 고의 또는 과실로 본 계약을 위반하여 상호간에 손해를 끼쳤을 때에는 이를 배상하여야 한다.

제8조(계약의 변경 및 해지)

- ① "乙"은 기술의 범위 및 수량을 변경할 수 있으며 상호 협의하여 처리한다.
- ② 본 계약의 쌍방은 어느 일방이 본 계약을 위배하여 원활한 기술이전 수행이 극히 곤란하다고 인정될 경우, 1개월의 기간을 두고 이의 시정을 촉구한 후 즉시 본 계약을 해지할 수 있다.
- ③ 본 계약이 해지되는 경우에 "甲"은 해지시까지 기술이전을 성실히 수행하고 "乙"은 해지시까지의 기술이전료를 정산하여 지급 절차를 밟아야 한다.
- ④ 본 계약이 해지되더라도 기 납부한 기술료는 어떠한 경우에도 반환하지 아니한다.

제9조(양도금지)

"甲"과 "乙"은 상대방의 사전 서면 동의 없이 본 계약상의 권리 또는 의무를 제3자에게 양도할 수 없다.

제10조(계약의 해석 및 분쟁해결)

- ① 본 계약에 명시되지 아니한 사항 및 본 계약의 해석상 이의가 있을 때에는 이를 원만한 상호협의의 하에 해결하도록 최대한 노력한다.
- ② 기본계약서와 계획서의 규정이 상충하는 경우 기본계약서의 규정이 우선하는 것으로 한다.
- ③ 본 계약의 분쟁은 대한상사중재원에서 중재원의 중재규칙이 정한 바에 따라 중재에 의하여 처리한다.

제11조(완전합의)

"甲"과 "乙"이 본 기술에 관하여 본 계약 체결 전에 체결한 구두상 또는 서면상의 합의로서 본 계약의 규정에 반하는 것은 그 효력이 없는 것으로 한다.

제12조(계약의 효력)

본 계약은 "甲"과 "乙"이 서명한 날로부터 유효하다.

"甲"과 "乙"은 본 계약을 증명하기 위하여 계약서 2부를 작성하여 기명, 날인하고 각각 1부씩 보관한다.

(甲)	주소:	전북 전주시 덕진구 백제대로 567
	주소:	서울특별시 강남구 언주로 90(대우빌딩 2,3F)

4. 교육지도

- 교육명 : 산학협력현장실습
- 참석 대상 : 전북대학교 학사과정 1명(김수빈)
- 교육기간 : 2014.06.23. ~ 2014.08.22

산학협력현장실습 이수실적 확인서

소 속 : 농업생명과학대학 생물산업기계공학과

학 번 : 201024852

성 명 : 김수빈

번호	실습 기관	이수 실적			이수구분
		유형	실습기간	이수학점	
1	동양물산기업(주)	하계 8주	2014. 06. 23. ~ 2014. 08. 22.	6	일반선택

위 사실을 확인합니다.

2018년 01월 25일

전북대학교 현장실습지원센터장



- 교육명 : 새해영농교육 고추 재배기술 및 기계수확 관련 연구동향 강의
- 참석 대상 : 인천시농업기술센터, 용진군농업기술센터, 전주농협, 청양센터, 충남마이스터 대학 등 초청기관 지역 고추재배 농업인 총 500여명
- 교육기간 : 2015.1.15., 1.29,
2016. 4. 28., 6.28, 8.18, 11.10 등 총 6회

새해영농설계교육



고추 재배 기술

농촌진흥청 국립원예특작과학원
원예작물부 채소과 양은영

자주식 고추 수확기계 개발 (PPT, 14-17)



고추 기계수확



기종명 : 자주식 고추 수확기계	형식명	CH-1	
 <p style="font-size: small;">주요기능 -무단 변속으로 작업 속도 조절 가능 -수집 탱크에서 Dump 가능 -탈실 회전 속도 무급 조절 가능 고추 품종 별 탈출각 고려</p>	연식	4B243D1TC-CH	
	최대 출력 (kW(ps)/rpm)	46.2(62)/2,700	
	길이X폭X높이(mm)	5,200 x 2,300 x 2,400	
	총 중량(kg)	2,350	
	타이어	크롤러 형	
	주행 작업 속도 (m/s)	0.2 - 0.4	
	변속 방식	유압 HST 무단 변속	
	탈실부	방식	회전 이종 및 상중 나선 탈출식
		조수	1조
	선별부		요동 + 입동
수집부		탱크	

5. 인력양성

- 학 사 : 김수빈, 변준희, 정정선, 김태형 (4명)
- 석 사 : 강경식, 조연주 (2명)

제 2016 - C01971 호

졸업증명

성 명	김수빈
생 년 월 일	1991년 7월 1일
대 학	농업생명과학대학
학 과	생물산업기계공학과(심화과정)
입 학 년 월 일	2010년 3월 2일
졸 업 년 월 일	2016년 2월 22일
학 위 명	공학사
학 위 등 록 번 호	전북대 2015(학)1173
부 전 공	
제 2 전 공	
연 계 전 공	
복 수 전 공	

위의 사실을 증명합니다.

2016 년 5 월 27 일

전 북 대 학 교 

*우) 54896 전북 전주시 백제대로 567 전북대학교 학사관리과 (063) 270-2094
* 이 증명서는 자동발급기로 발급한 것입니다.

졸업증명

성명	변준희
생년월일	1991년 11월 25일
대학	농업생명과학대학
학과	생물산업기계공학과(심화과정)
입학년월일	2010년 3월 2일
졸업년월일	2016년 2월 22일
학위명	공학사
학위등록번호	전북대 2015(학)1176
부전공	공
제2전공	공
연계전공	공
복수전공	공

위의 사실을 증명합니다.

2016년 5월 27일

전북대학교



졸업증명

성명	정정선
생년월일	1992년 1월 20일
대학	농업생명과학대학
학과	생물산업기계공학과(심화과정)
입학년월일	2010년 3월 2일
졸업년월일	2017년 2월 22일
학위명	공학사
학위등록번호	전북대 2016(학)1268
부전공	
제2전공	
연계전공	
복수전공	

위의 사실을 증명합니다.

2018년 1월 25일

전북대학교 총장



*우) 54896 전북 전주시 덕제대로 567 전북대학교 학사관리과 (063) 270-2094
 * 이 증명서는 자동발급기로 발급한 것입니다.

졸업증명

성명	김태형
생년월일	1993년 1월 8일
대학	농업생명과학대학
학과	생물산업기계공학과(심화과정)
입학년월일	2012년 3월 2일
졸업년월일	2017년 8월 22일
학위명	공학사
학위등록번호	전북대 2016(학)3552
부전공	
제2전공	
연계전공	
복수전공	

위의 사실을 증명합니다.

2018년 1월 25일

전북대학교

총장



학 위 수 여 증 명

성 명	강경식
생 년 월 일	1989년 3월 23일
대 학 원	대학원 석사과정
학 과	농업기계공학과
입 학 년 월 일	2014년 3월 3일
학위수여 년월일	2016년 8월 22일
학 위 명	공학석사
학 위 등 록 번 호	전북대 2015(석)0799

위의 사실을 증명합니다.

2018 년 1 월 25 일

전 북 대 학 교



학 위 수 여 증 명

성 명	조연주
생 년 월 일	1992년 3월 10일
대 학 원	대학원 석사과정
학 과	농업기계공학과
입 학 년 월 일	2014년 9월 1일
학위수여 년월일	2016년 8월 22일
학 위 명	공학석사
학 위 등 록 번 호	전북대 2015(석)0800

위의 사실을 증명합니다.

2018 년 1 월 25 일

전 북 대 학 교

총 장



6. 정책 활용

- 정책 활용 상태 : 제안
- 시책명 : 농가형 소형 고추분쇄 설비공급
- 주관부처명 : 농식품부 원예산업과

[붙임] 정책 자료집 제출자료 작성양식

제 목	농가형 소형 고추분쇄 설비공급
활 용 가 능 서 부	농림축산식품부 원예산업과
건 의 분 야	채소
제 안 내 용 약	<p>○ 현재 국내 고추 재배농가중 고품질의 건고추 원료를 도시 소비자와 직거래하는 비율은 40~50%를 차지하고 있으며 전체 거래량은 4~5만톤으로 추정됨</p> <p>○ 건고추 생산 농가와 소비자의 신뢰관계가 구축되고 도시 주거지에 고추 방앗간이 감소함에 따라 건고추 직거래 물량의 60%가 고춧가루 제품으로 유통되고 있음</p> <p>○ 이에 따라 건고추 생산농가 대부분은 소재지 읍면 단위 고추방앗간을 이용하여 고춧가루를 제조하여 소비자에게 공급하나 건고추 원료의 운반이 불편하고 위생적인 고춧가루 제조가 어려움 실정임.</p> <p>○ 따라서 고추주산지 건고추 생산농가 5~10 가구를 기준으로 수작업 위생적 고추분쇄 설비를 공급하여 고품질의 건고추 원료를 사용하여 농가가 직접 품질관리를 하며 청결하고 위생적인 고춧가루를 제조하여 도시 소비자에 직거래함으로써 농가소득을 증대하고 국내산 건고추 소비를 촉진함.</p> <p>※성과물등록번호 :2015RD0540001456654</p>
연구개발자	<p>농촌진흥청 국립원예특작과학원 채소과 이룸 양은영(전화 063-238-6613, e-mail yangvang@rda.go.kr)</p> <p>농촌진흥청 국립원예특작과학원 채소과 조명철, 문지혜, 박태성, 김수, 채수영</p> <p>농촌진흥청 국외농업기술과 이우문</p>

1. 제안 배경

<농가 및 농촌>

- 현재 국내 고추 재배농가중 고품질의 건고추 원료를 도시 소비자와 직거래하는 비율은 40~50%를 차지하고 있으며 전체 거래량은 4~5만톤으로 추정됨
- 건고추 생산 농가와 소비자의 신뢰관계가 구축되고 도시 주거지에 고추 방앗간이 감소함에 따라 건고추 직거래 물량의 60%가 고춧가루 제품으로 유통되고 있음
- 지역별 고추축제에서 현지에서 판매되는 건고추도 대부분 축제 장소에 설치된 간이 고추 분쇄 설비에서 고춧가루로 가공되고 있음(괴산 고추축제 2015. 8. 28 사진 참조)
- 이에 따라 건고추 생산농가 대부분은 소재지 읍면 단위 고추방앗간을 이용하여 고춧가루를 제조하여 소비자에게 공급하나 건고추 원료의 운반이 불편하고 위생적인 고춧가루 제조가 어려운 실정임.



그림 1. 괴산 고추축제(2015. 8. 28)

<농업제도 · 정책>

- 일부 고추 주산단지 중심으로 고추유통센터(RPPC, Red pepper processing complex)를 운영하여 건고추 및 고춧가루 형태로 가공하여 판매중

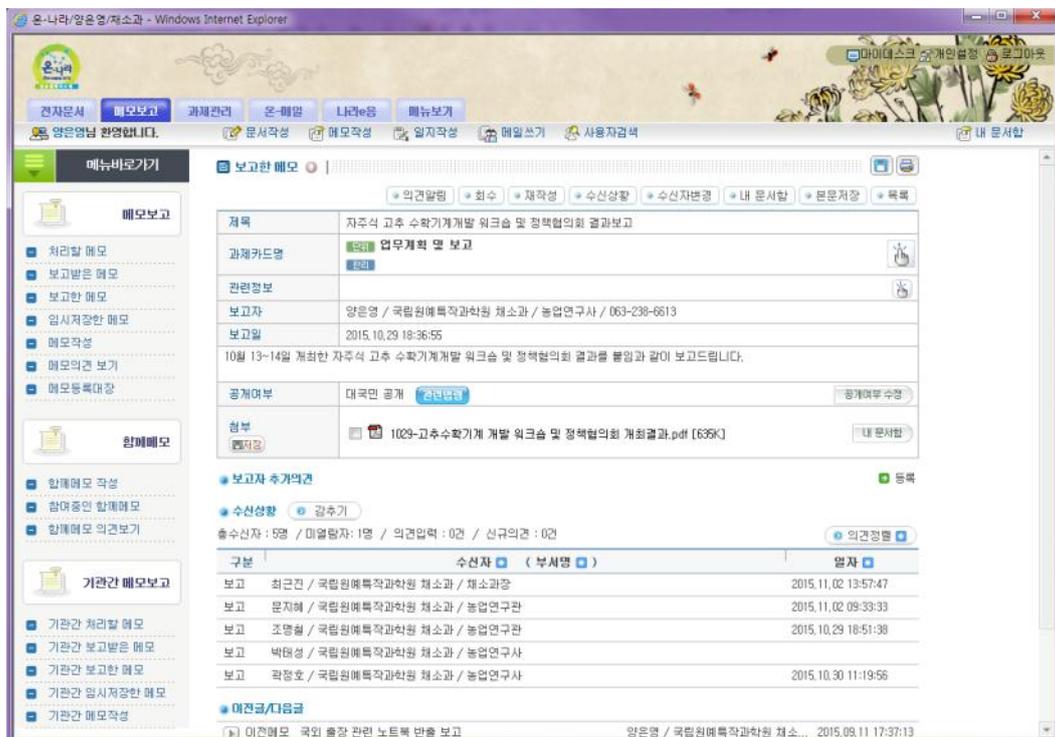
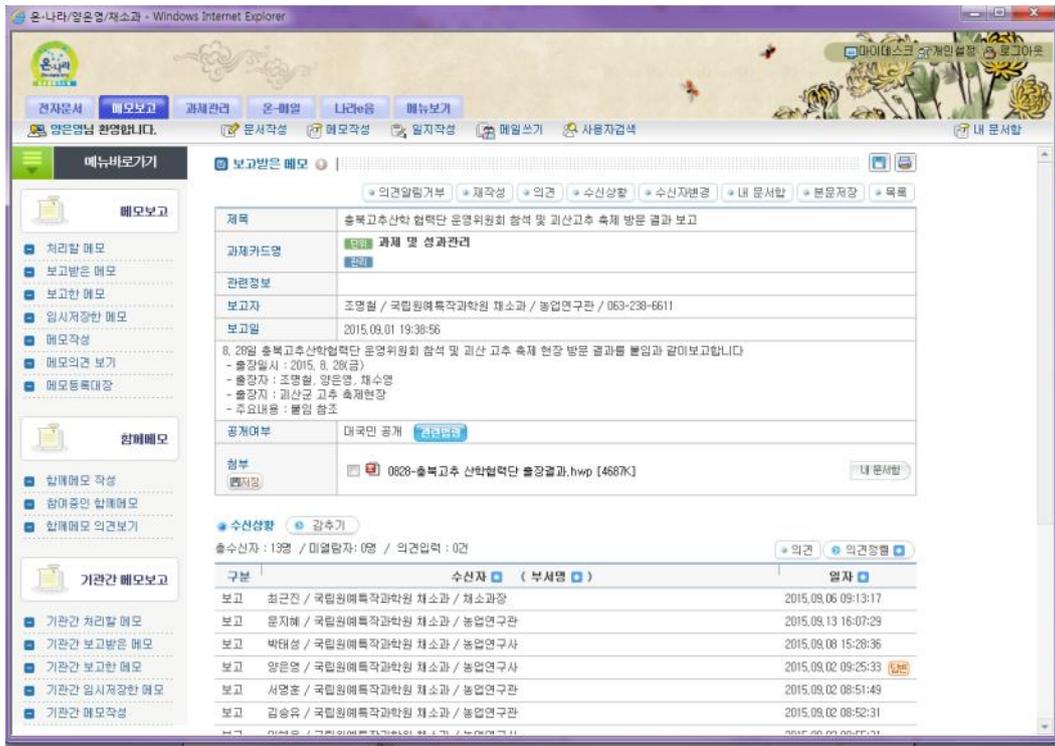
2. 제안 내용

- 고추주산지별 건고추 생산농가 5~10호 기준으로 농가형 고추 분쇄 설비 설치
- 농가형 고추 분쇄 주요 설비의 종류 및 설치 면적
 - 주요 고추분쇄 주요 설비의 종류 : 고추 과피종자 분리기, 소형 롤밀 분쇄기, 고춧가루 풀림기, 섯가루 자석제거기, 포장기 등

3. 연구결과

- 과제 발굴 · 심의
 - 충북고추산학협력단 운영위원회 및 괴산 고추 축제 현장방문(8.28)

- 과제 중간진도관리, 결과활용평가, 사후관리
 - 농림축산식품부 이호진 주무관과 협의(10.12)





고추 과피종자 분리기



소형 고추 툄밀 분쇄기



고춧가루 풀림기



고춧가루 쇧가루 자석제거기



미니 밴드 포장기

그림 2. 농가형 고추 분쇄 주요 설비의 종류

- 설치 면적 : 10~15 평(30~50 m²)
- 소요 동력 : AC 220V, 소요동력 5 마력 (3kW)
- 소요 비용 : 500~1,000원(VAT 포함)

4. 파급효과

- 안정성 있는 고춧가루를 소비자에 공급하여 신뢰성 확보
- 도시민과의 직거래 증가로 농가 소득 향상

- 정책 활용 상태 : 제안 및 협의중
- 시책명 : 고추 생산 생력화 시범 단지 조성
- 주관부처명 : 농식품부 원예산업과

<정책자료>

제 목	고추 생산 생력화 시범 단지 조성
활 용 가 능 서 부	농림축산식품부 원예산업과
건 의 분 야	채소
제 안 내 용 약	<p>○ 고추는 중요 양념채소로 그동안 채소 작목중 가장 많은 면적에서 재배되었지만, 힘든 노동 기피, 이상기상에 따른 연차간 작황변동, 고추 가격 정체 등으로 인해 점차 면적 및 생산량 감소</p> <p>○ 고추 재배 기계화는 정식 및 수확 작업의 경우 전혀 이루어지지 않았으며, 특히 수확에 투입되는 노동력 비율이 매우 높아 수확 기계화에 대한 요구가 높음.</p> <p>○ 고추 생산 생력화 시범 단지 조성 - 전국 7개 고추종합처리장 중심 기계수확 고추 + 수확물가공 시범단지 조성</p> <p>○ 고추 파종부터 수확 및 가공까지 일관 기계화 생산단지 조성으로 국내 고추 농가 경쟁력 제고</p>
연구개발자	농촌진흥청 국립원예특작과학원 채소과 이룸 양은영(전화 063-238-6613, e-mail. yangyang2@korea.kr)

1. 제안 배경

<농가 및 농촌>

- 고추는 중요 양념채소로 그동안 채소 작목중 가장 많은 면적에서 재배되었지만, 힘든 노동 기피, 이상기상에 따른 연차간 작황변동, 고추 가격 정체 등으로 인해 점차 면적 및 생산량 감소
 - 재배면적 : ('11) 42.6천ha → ('13) 45.4 → ('16) 32.1
 - * 농가별 규모 : 0.1ha미만(64.8%), ~0.3ha(26.5%), ~0.7ha(7.3%), 0.7ha이상(0.7%)
 - 생산량 : ('12) 104.1천톤 → ('14) 85.1 → ('16) 85.4

<농업제도·정책>

- 농식품부 발농업 기계화를 위한 특단의 대책 수립(장관지시, 17. 09.11)
 - 쌀 수급상황, 농가의 고령화 추세 등을 감안하여 발농업기계화 촉진을 위한 정부 주도의 종합적 발농업기계화 대책 필요
- 고추 재배 기계화는 정식 및 수확 작업의 경우 전혀 이루어지지 않았으며, 특히 수확에 투입되는 노동력 비율이 매우 높아 수확 기계화에 대한 요구가 높음.

표 1. 고추 재배 작업단계별 기계화 현황

육묘	경운 정지	시비	두둑 성형	비닐 피복	정식	제초	방제	지주대 설치	수확
■	■	■	■	■	□ ^a	■	■	△	△ ^b

주) ■ 보급 활발, ▨ 보급 초기, □ 보급 미흡, △ 인력, × 기계화 곤란

a. 종이포트묘 정식기

b. 자주식 고추 수확기 개발 중

- 농림식품기술기획평가원 첨단생산기술개발사업으로 자주식 고추 수확기계 및 수확물 선별기 개발 완료 단계(2014~2017)



그림 3. 고추 수확기 CH751 최종모델



그림 4. 카드 클리너 선별기

2. 제안 내용

- 고추 생산 생력화 시범 단지 조성
 - 전국 7개 고추종합처리장 중심 기계수확 고추 + 수확물가공 시범단지 조성

표 2. 전국 고추종합처리장 현황(2015)

구분	영양	안동	봉화	의성	괴산	임실	고창
브랜드명	빛깔찬	i좋은	으뜨미아	청아띠	고추잠자리	임실홍실	ALLand
운영주체	영양고추 유통공사	남안동 농협	안동봉화 조합공동 사업법인	청아띠 농업회사 법인	괴산고추 조합공동 사업법인	임실 동부권 고추	고창황토 배기유통
홍고추건조	12,000	-	2,000	3,000	500	6,000	6,000
고춧가루생산	2,000	1,200	-	-	370	1,000	-



그림 5. 고추 생산 생력화 시범 단지 조성(안)

3. 연구결과

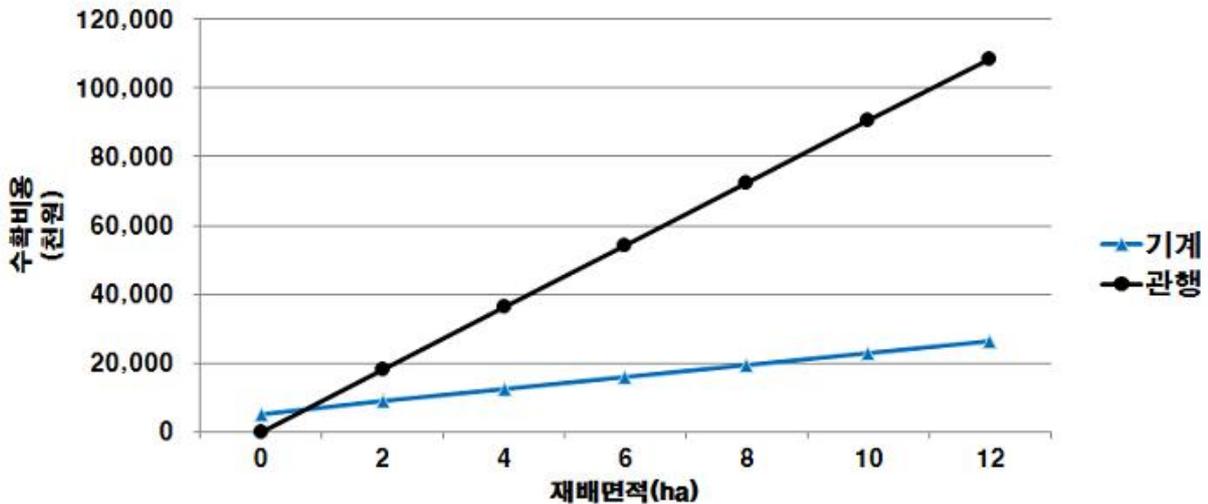
○ 작업단계별 기계 개발 및 보급현황

표 3. 작업단계별 기계 개발 및 보급현황

작업단계	개발 기종	비 고
육묘	 <육묘파종기>	- 형 식: 자동 파종기 - 성 능: 400 장/10a - 보급대수: 300대 보급 - 생산회사: 제광산업공사, 진성메카트로닉스 등 - '06년 농진청 개발, 즉시 보급 가능
비닐 피복	 <비닐피복기>	- 형 식: 트랙터부착형, 관리기부착형 등 - 성 능: 0.2 시간/10a - 보급대수: 2,000 대 보급 - 생산회사: 불스, 웅진기계, 아세아텍 등 다수 업체 - 민간업체 개발, 즉시 보급 가능
정식	 <정식기(반자동)>	- 형 식: 보행형 반자동식 - 성 능: 기종에 따라 상이 - 보급대수: 150 대 보급 - 생산회사: 국제, 동양물산 등 - '95년 농진청 개발, 즉시 보급 가능

	 <정식기(자동)>	<ul style="list-style-type: none"> - 형 식: 보행형 자동식 - 성 능: 2.2 시간/10a - 보급대수: 70대 보급 - 생산회사: 우진공업 - '08년 농진청 개발, 즉시 보급 가능
방제	 <자동릴방제기>	<ul style="list-style-type: none"> - 형 식: 동력분무기 - 성 능: 0.2 시간/10a - 보급대수: 8,000대 보급 - 생산회사: 필택산업, 볼스 등 - '04년 농진청 개발, 즉시보급 가능
수확	 <고추수확기>	<ul style="list-style-type: none"> - 형 식: 자주식 - 성 능: 2.5시간/10a - 보급대수: 개발 중 - 생산회사: 동양 - '17년 농진청 개발예정, '18년 보급 가능
세척	 <농산물세척기>	<ul style="list-style-type: none"> - 형 식: 물 세척 - 성 능: 900 kg/시간 - 보급대수: 5,000대 보급 - 생산회사: 엠엔지, 경농산업, 중앙정밀 - '94년 농진청 개발, 즉시 보급 가능

○ 고추 수확기계 경제성 분석(감가상각비 제외)



부담면적 : 4.15 ha/년(관행 대비 24,832천원 절감)
 손익분기규모 = 0.7ha

그림 6. 고추 수확기계 경제성 분석

4. 파급효과

○ 고추 파종부터 수확 및 가공까지 일관 기계화 가능 생산단지 조성으로 국내 고추 농가

경쟁력 제고

○ 국산 고추 자급률 증가로 소비자 신뢰도 증가 및 국민 복지에 기여

※ 10,000ha 기계수확 재배시 19,600톤 생산(추정) : 자급률 50% → 58
 - 생산성 : 관행 374kg/10a, 일시수확 260 (30% 감소)
 - 수확비용 : 904천원/10a → 144 (84% 절감)

5. 연구개발과제정보

건의제목	고추 생산 생력화 시범 단지 조성
활용부서 및 담당자	농림축산식품부 식품산업정책실 유통소비정책관 원예산업과 김상엽 사무관(044-201-2236)
주관과제명	자주식 고추 수확기계 개발
세부과제명	고추 수확기계화에 적합한 품종 선발 및 재배법 개발
연구개발자	농촌진흥청 국립원예특작과학원 채소과 양은영
공동개발자	농촌진흥청 국립원예특작과학원 채소과 문지혜
	농촌진흥청 국립원예특작과학원 채소과 박태성
	농촌진흥청 국립원예특작과학원 채소과 김옥례
	농촌진흥청 국립원예특작과학원 채소과 채수영
	농촌진흥청 국립원예특작과학원 채소과 김상규
	농촌진흥청 국립원예특작과학원 채소과 박은준
	농촌진흥청 국립농업과학원 밭농업기계화연구팀 최일수
	전북대학교 생물산업기계공학과 김대철

7. 기타

- 활용명칭 : 해외 포스터 발표
- 제목 : Test on Working Conditions of Picking Mechanism for Chile Harvester in Korea



Test on Working Conditions of Picking Mechanism for Chile Harvester in Korea

Kyoung-Sik Kang¹, Yoon-Ju No¹, Seung-In Park¹, Young-Sun Kang², Dae-Chul Kim^{2*}

¹ Department of Mechanical Engineering, Chonbuk National University, Jeonju, Korea
² Research & Development Institute, Truseung Machine CO., LTD., Gwangju, Korea

Introduction

- Chile is important production region for kiwifruit, which account for 30% fraction of cultivation area of the world production (FAO, 2016). Kiwifruit labor accounts for 70.2% of total labor when total labor is used (SCSRAE, 2014). Mechanisms for harvesting kiwifruit reduced labor cost by 15% and cost by 30% (Jung et al., 2016).
- We use the existing self-propelled chile harvester which include picking head, conveying path, conveying path, and conveying path. This study developed a new type picking head for self-propelled chile harvester and assessed the optimal working conditions considering the design factors (type and rotational speed of the belt).

Materials and Methods

- A picking head was composed of a conveying path with belt drive and driving path with roller (Figure 1, Table 1).
- Sample material (Longgreen) was cultivated in a plastic greenhouse in Jeonju, Jeonju, because previous (Table 2).
- Pattern to be assessed for this study were type of the belt (double belt and single belt) and rotational speed of the belt (100, 200, 300, 400 rpm), and wheel diameter were determined (Table 3).
- Four patterns were used in each experiment, and three experiments were repeated.
- Green harvester efficiency, productivity, damage, and air resistance torque were measured.
- The results were analyzed using ANOVA program with software ANOVA and one-way ANOVA.

Results and Discussion

- Green harvester efficiency of double belt and triple belt in the reverse direction was satisfied, and the results showed that rotational speed of 400 rpm provided the highest harvester efficiency (Table 4).
- Results of one-way ANOVA for green harvester efficiency presented the type of belt showed no significant difference in all data, but rotational speed of the belt showed significant difference (Table 5).

Conclusions

The performance of the picking mechanism of the self-propelled chile harvester was analyzed. A picking head was designed to evaluate the performance by considering the rotating direction, type, and rotational speed of the belt. Green harvester efficiency was higher in the rotational speed of 400 rpm. Type of belt did not influence on the harvester efficiency, but the rotational speed influenced on the last test efficiency. Green harvester efficiency increase with increasing rotational speed.

Further studies should deal with new type harvested chile to improve the device.

References

Shin, J. S., H. H. N. S. E. J. S. E. Shin, Y. Choi, S. Y. Shin and C. H. Choi, 2016. Study on Improved Mechanism Design for Harvest and Post-harvest Operation of Chive-harvester chile. Transactions of Korean Society for Agricultural Machinery 77(2): 118-129 (In Korean).

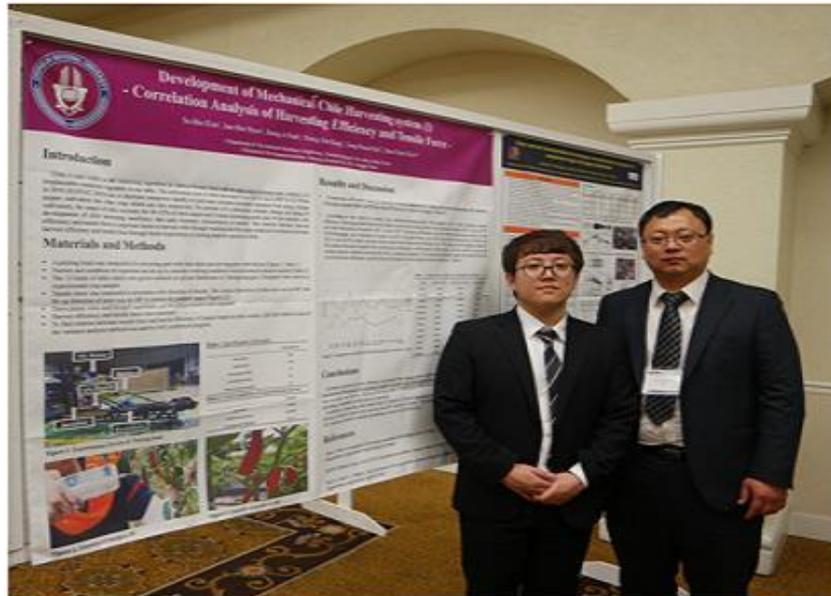
SCSRAE (South Korea) 2014. 2014-Crop production statistics. Daegu: Statistics Korea (In Korean).

SCSRAE (South Korea) 2016. Total input quantity and loss of chile. Daegu: Statistics Korea (In Korean).

Shin, A. P. and S. I. Shin. 2018. Evaluation of the green chile harvest utilizing the different harvest mechanism. Applied Engineering in Agriculture 34(6): 915-924.

	내용
1. 일시	2016년 2월 2일(화)
2. 장소	미국 New Mexico 주 Las Cruces Encanto Hotel
3. 주제	자주식 고추수확기 개발을 위한 탈실부 요인시험
4. 내용	탈실부 요인시험 장치에 대한 제작 및 시험에 따른 결과 분석 및 적정 작업조건 도출

- 활용명칭 : 해외 포스터 발표
- 제목 : Development of Mechanical Chile Harvesting system(I)
-Correlation Analysis of Harvesting Efficiency and Tensile Force-



Development of Mechanical Chile Harvesting system (I)
- Correlation Analysis of Harvesting Efficiency and Tensile Force -

Seo, Bin-Kwon¹, Jang, Hee-Byeol¹, Seung-Je Park¹, Young-Sun Kang¹, Sang-Hwan Park¹, Dong-Chul Kim^{1*}

¹ Department of Bio-Informal Mechatronics Engineering, Chonbuk National University, Jeonju, Korea
¹ Research & Development Center, Jeonbuk Bio-Industry CO. LTD., Ongjin, Korea

Introduction

Chile is a main industry in the harvesting aspect in various Korean food like in spicy and diverse taste food, it is important to consider vegetable quality. The production area of Chile decreased from 14,174ha in 2007 to 12,179ha in 2010 (KOSSTAT, 2010) due to decrease vegetable quality in local area, because processed vegetable has high change factor relative to the crop which has no experience the process of a substantial climate change and aging of culture from the output of Chile accounts for 70-80% of total output and it keeps decreasing each year. In this situation, the development of Chile harvesting machinery that can harvest continuously is essential. The research focuses on harvest efficiency and tensile force of pepper based on the use of ultrasonic sensor and the study analyzed correlation between harvest efficiency and tensile force through three experiment of development to specific Chile.

Materials and Methods

- 1. Agricultural land was composed of a normal tillage with best chain and strong plow with bottom (Figure 1, Table 1).
- 2. Pattern and location of experiment are set up on suitable working condition which showed research result (Table 1).
- 3. The 11 kinds of Chile which was grown in different latitudes in Chonju region, Chonju was used as a experimental crop sample.
- 4. Tensile force was measured in accordance with diameter of Chile. The vertical direction of Chile stem was set 90° and the tip direction of Chile was set 135° (direction by pulling) (Figure 2).
- 5. Three types of soil type in each experiment, and their experiment was repeated.
- 6. Harvest efficiency and tensile force was measured.
- 7. To find relation between tensile force and harvest efficiency of pepper based on their results, LED test which is one of the relation analysis method was used by SAS, a statistical program.

Results and Discussion

- 1. Changing in the tensile force by direction of tensile depending on variety, crop variety showed that 135° direction of tensile force was 75% versus 90° direction of tensile strength (Figure 4).
- 2. According to the result by variety, two varieties (Chonju 2000, 2004) showed the use of 13°-chile variety showed 65% harvest efficiency showed the high tensile force about 100N when the diameter of 90°, 90° was 10°-12° and the diameter of tensile is 20°, it was 3°-10°. The harvest efficiency was 10%, which was the lowest result. In case of Chonju 2004, the diameter of tensile was 20°, the result force was 13.81N and when the diameter of tensile was 10°, it was 4.9% which was the lowest result in force but harvest efficiency was 1.2%, which was the lowest result. In this study, harvest efficiency and harvest efficiency of Chile based on their results, LED test which is one of the relation analysis method was used by SAS, a statistical program. The result showed that the higher the tensile force, the higher the harvest efficiency and the lower the tensile force, the higher the harvest efficiency (Table 1).

Table 1. Correlation between tensile force and harvest efficiency

Chile	Direction of tensile force	Harvest efficiency (%)	Tensile force (N)
Chonju 2000	90°	10.0	100.0
	135°	10.0	100.0
Chonju 2004	90°	10.0	100.0
	135°	10.0	100.0
Chonju 2006	90°	10.0	100.0
	135°	10.0	100.0
Chonju 2008	90°	10.0	100.0
	135°	10.0	100.0
Chonju 2010	90°	10.0	100.0
	135°	10.0	100.0
Chonju 2012	90°	10.0	100.0
	135°	10.0	100.0
Chonju 2014	90°	10.0	100.0
	135°	10.0	100.0

Conclusions

Correlation between harvest efficiency and tensile force through three experiment of pulling based by specific Chile was acquired. The result showed that the higher the tensile force, the lower the harvest efficiency and the lower the tensile force, the higher the harvest efficiency (Chonju 2000, 2004) when using the specific Chile for mechanical harvesting, considering result of this study.

References

Seo, B.K. (2014). Development of the pepper mechanical harvesting system. Dr. thesis, Chonbuk National University, Department of Agricultural Engineering (Jeonju, Korea).

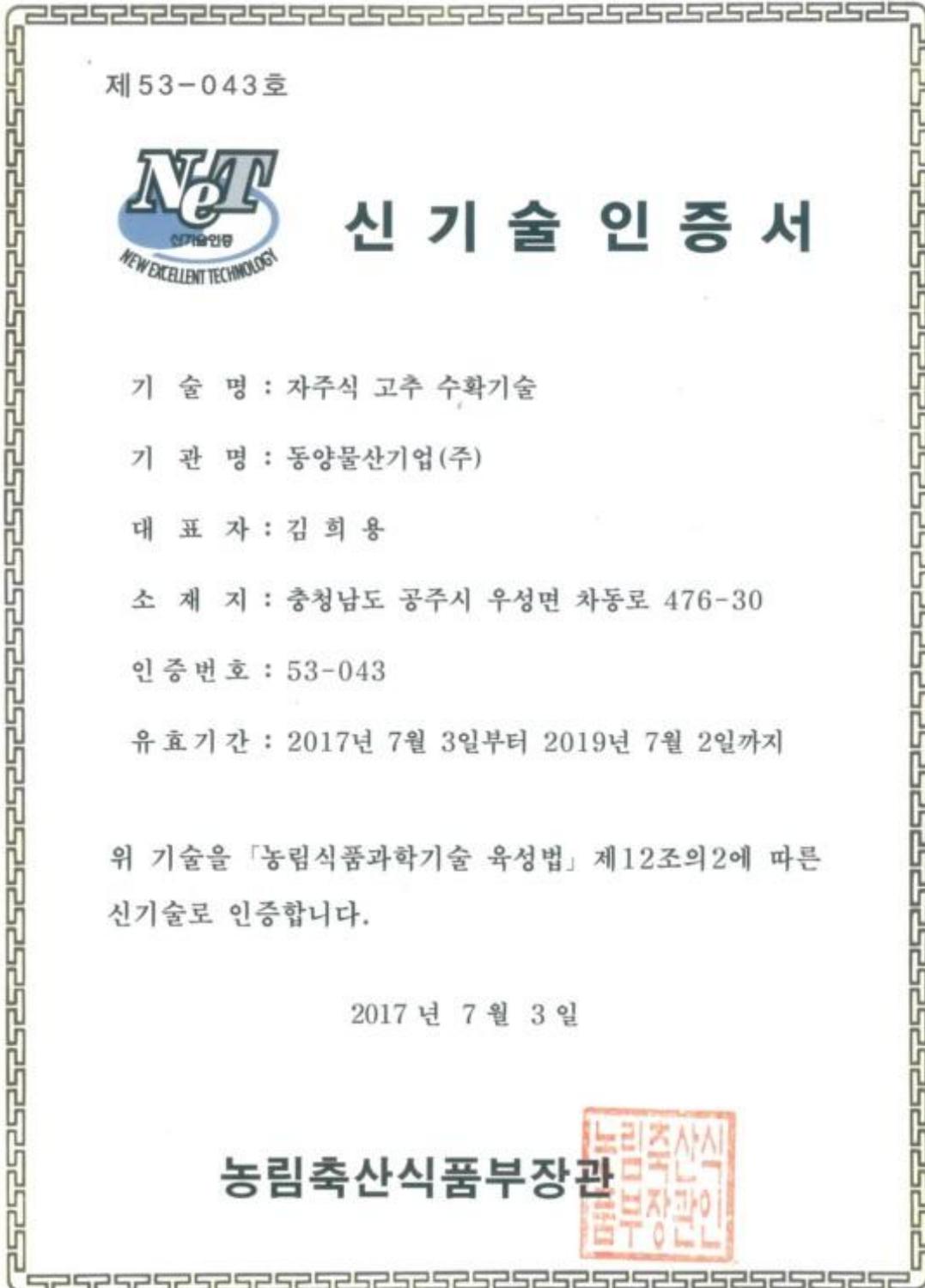
KOSSTAT (Korea Statistic) 2014. 2014 Crop production statistics. Daegu: Korea Economic Research Institute.

Shin, S. P. and S. I. Hwang. 2010. Evaluation of the green Chile varieties using the different harvest mechanisms. Applied Engineering in Agriculture 29(3):411-416.

내용	
1. 일시	2017년 2월 7일(화)
2. 장소	미국 New Mexico 주 Las Cruces Encanto Hotel
3. 주제	고추 기계수확 시스템 개발(I) -수확 효율과 탈실력간의 연관성 분석-
4. 내용	탈실부 요인시험을 통한 품종별 수확 효율과 탈실력간의 연관성을 알아보기 위해 통계분석 실시

8. 사업화

- 사업화명 : 자주식 고추수확기 신기술 인증
- 제 품 명 : 자주식 고추수확 기술
- 사업화여부 : 사업화 예정



- 사업화명 : 자주식 고추수확기 제품화
- 제 품 명 : 고추 수확기(CH-751)
- 사업화여부 : 사업화 예정



제 2017-1 호

신기술 농업기계 지정서

1. 상호명: 동양물산기업(주)
2. 대표자: 김희용
3. 소재지: 서울 강남구 언주로 133길 7(대용빌딩 2층)
4. 신기술 농업기계의 명칭: 고추수확기(CH751)
5. 지정기간: 2017.6.19. ~ 2020.6.18.(3년)

「농업기계화 촉진법」 제7조제1항, 같은 법 시행령 제4조제1항에 따라 신기술 농업기계로 지정합니다.

2017 년 6 월 19 일

농 촌 진 흥 청



- 사업화명 : 자주식 고추수확기 제품화
- 제 품 명 : 고추 수확기(CH-751)
- 사업화여부 : 사업화 예정 / 시제품

제 FACT16-0706 호

농업기계 기술지도검정 성적서

1. 신청인

- 가. 성명 : 김희용
- 나. 사업자등록번호 : 609-85-00876
- 다. 주소 : 전라북도 익산시 왕궁면 왕궁농공단지길 7-40
- 라. 상호 : 동양물산기업(주)

2. 검정 용도의 제품

- 가. 기종명 : 고추수확기
- 나. 형식명 : CH751
- 다. 형식 및 규격 : 승용자주형, 1조

3. 검정번호 : 16-MT-049

4. 검정성적 : 붙임

「농업기계화 촉진법」 제9조 제1항 및 같은 법 시행규칙 제3조에 따라 검정 신청한 농업기계에 대한 기술지도검정 성적입니다.

2016년 11월 17일

농업기술실용화재단 이사장



농업기계 안전검정 확인서

1. 신청인

가. 성명 : 김희용

나. 사업자등록번호 : 609-85-00876

다. 주소 : 전라북도 익산시 왕궁면 왕궁농공단지길 7-40

라. 상호 : 동양물산기업(주)



2. 검정 용도의 제품

가. 기종명 : 고추수확기

나. 형식명 : CH751

다. 형식 및 규격: 승용자주형, 1조

3. 검 정 번 호: 16-MS-227

「농업기계화 촉진법」 제9조 제1항 및 같은 법 시행규칙 제3조에 따라 검정 신청한 농업기계에 대한 안전검정 결과 관련 기준에 적합함을 확인합니다.

2016년 11월 17일

농업기술실용화재단 이사장



제 4장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1절 연차별 연구목표 및 달성도

1. 정량적 목표 대비 달성도

가. 정량적 목표

- 본 연구의 정량적 성능평가 항목 및 방법은 다음과 같이 구성하였다. 또한 기존에 평가 기준이 없는 항목에 대해서는 자체시험으로 진행하되 전문기관과 지속적인 협의를 통해 공인 시험 성적서를 획득할 예정이다.

표 1. 평가 항목 및 방법

구분	평가항목		평가방법		
고추 수확기	1. 작업성능	정도시험	총 손실비	※ 총 손실비는 일정 면적에서 총 고추 수확량 중 (미탈실 + 고추의 낙하량)의 비를 의미 수확기 농업기계검정방법에 준하여 측정.	
		작업능률	작업속도		
	2. 최저 지상고		농업기계 검정 및 안전관리 세부실시요령 별표6에 준하여 측정.		
	3. 탈실부 사양	회전체 불평형 모멘트	탈곡통 및 주요 회전체	KS B ISO 1940-1 기계진동-강성회전체의 평형특성 요구조건-제1부:평형 공차의 시방과 검증에 준하여 측정	
		탈실부	탈실 작업폭	농업기계 검정 및 안전관리 세부실시요령 별표6에 준하여 측정.	
	4. 주행부 성능	크롤러	평균접지압력	KS B ISO 16754 토공기계-무한궤도 장비의 평균 접지압에 대한 정의에 준하여 측정	
		안전성 시험	안전전도각(좌우)	농업기계 검정 및 안전관리 세부실시요령 별표10에 준하여 측정.	
		내구성 시험	내구시간	당사 표준 방식에 의해 시험	
	고추가공 처리 기술	5.이물질 선별기	능률	처리용량	색채선별기 성능검정 방법 및 기준(KFRI RPC TS 202) 준용
			정도	제거율	
6.고추 선별기		능률	처리용량	색채선별기 성능검정 방법 및 기준(KFRI RPC TS 202) 준용	
		정도	제거율		색채선별기 성능검정 방법 및 기준(KFRI RPC TS 202) 준용
7.꼭지 제거기		능률	처리용량	RPC 단위기계 및 장비 성능검정(檢定) 방법 및 기준(한식연, 2013) 준용	
		정도	제거율	RPC 단위기계 및 장비 성능검정(檢定) 방법 및 기준(한식연, 2013) 준용	
		정도	파손율	RPC 단위기계 및 장비 성능검정(檢定) 방법 및 기준(한식연, 2013) 준용	

구분	평가항목		평가방법
품종개발 및 작부체계	8.품종 선발	집중 작과도	기존 시판품종 대비 선발품종의 집중작과율
	9.재배기술 개발	노동력 절감율 대비 생산성 확보율	개발기술 투입시 관행재배법 대비 노동력 절감율 및 생산성 확보율
	10.작부체계	기존 작형 대비 농가소득 향상도	개발작형(마늘, 양파 + 고추)/기존 작형(마늘, 양파 + 콩) * 100
	11.농가실증	현장 만족도	현장 실증농가 만족도

나. 정량적 목표 대비 달성도

- 본 연구의 정량적 성능평가 항목은 1차년도 ~ 3차년도의 연구개발을 통하여 모두 만족하였다.
- 아래 표는 본 연구에서 개발한 자주식 고추수확기계 개발의 각 정량적 성능평가 항목 대비 달성도를 나타내었다

표 2. 정량적 성능평가 항목 대비 달성도

항목	단위	세계 최고수준 보유국/ 보유기업	국내 수준	개발 목표	개발 결과	달성도 (%)	비고
작업 성능	총손실비 %	15% (이스라엘 ETGAR)	-	≥15	8.3	180	농업기술 실용화재단
	작업속도 m/s	0.4 (이스라엘 ETGAR)	-	0.3	0.24	80	농업기술 실용화재단
최저 지상고	mm	-	≥190 (Max)	≥190 (Max)	225	118	농업기술 실용화재단
탈실부 사양	회전체 불평 형 모멘트 gf·cm	-	-	≤150	180	120	당사시험성적
	탈실 조수	4조 (미국 BOESE)	-	1조이상	1조 이상 (2조 개발)	100	농업기술 실용화재단
주행부 성능	크롤러 kPa	21 (일본 Yanmar)	-	100	100	100	농업기술 실용화재단
	안전성시험 (안전전도각°)	30 (일본 Yanmar)	-	30	27.5	91.6	농업기술 실용화재단
	내구성시험	hr	-	100	100	100	당사시험성적

고추 가공 처리 기술	이물질 선별기	처리 용량 ton/hr	0.3 (미국, NMSU)	0.3	1.0	1.0	100	공인시험성적
		이물질 제거율 %	90 (미국, NMSU)	80	90	90	100	공인시험성적
	고추 선별기	처리 용량 ton/hr	0.3 (미국, NMSU)	0.3	1.0	1.0	100	공인시험성적
		선별률 %	90 (미국, NMSU)	80	90	97	107	공인시험성적
	꼭지 제거기	처리 용량 ton/hr	0.3 (미국, NMSU)	0.3	1.0	1.0	100	공인시험성적
		꼭지 제거율 %	90 (미국, NMSU)	80	90	95	105	공인시험성적
고추 과피 파손율 %		≤30 (미국, NMSU)	≤30	≤10	9	100	공인시험성적	
품종 개발 및 작부 체계	품종 선발	기계수확 전용품종 (건)	-	-	5	5	100	시험성적
	재배기 술 개발	기계화 적합 재배기술 개발 (건)	-	-	2	2	2	시험성적
	작부 체계	마늘, 양파, 고추 신 작 부체계 개발 (건)	-	-	2	2	100	시험성적
	농가 실증	선발품종 및 기술 현장적용 (건)	-	-	3	3	100	현장평가
전체 과제	특허 출원	건	-	-	5	7	140	증빙 자료
	논문 발표	건	-	-	5	9	180	증빙 자료

다. 증빙자료

(1) 자주식 고추수확기계 효율

- 본 연구의 정량적 성능평가 항목 및 방법 중 자주식 고추수확기 효율은 85%이상이어야 하며, 자주식 고추수확기계의 탈실율, 선별률, 미탈실율 효율 측정 결과는 각각 91.7%, 79.6%, 6.6%로 나타났다.

제 FACT16-0706 호

농업기계 기술지도검정 성적서

1. 신청인
가. 성명 : 김희용
나. 사업자등록번호 : 609-85-00876
다. 주소 : 전라북도 익산시 왕궁면 왕궁농공단지길 7-40
라. 상호 : 동양물산기업(주)

2. 검정 용도의 제품
가. 기종명 : 고추수확기
나. 형식명 : CH751
다. 형식 및 규격 : 승용자주형, 1조

3. 검정번호 : 16-MT-049

4. 검정성적 : 불임



「농업기계화 촉진법」 제9조 제1항 및 같은 법 시행규칙 제3조에 따라 검정 신청한 농업기계에 대한 기술지도검정 성적입니다.

2016년 11월 17일

농업기술실용화재단 이사장 

(5) 작업방법

시험구간 : 30 m

작업행정수 : 4 회(2품종×2행정)

작업단수 : HST(무단)

탈실부 나선축 회전속도 : 630 r/min

작업속도 : 흉연 0.22 %, 적영 0.24 %

작업자수 : 2명(운전자 1, 보조자 1)

6.2.2 시험결과

구 분		흉연		적영	
		중량, kg	비율, %	중량, kg	비율, %
계		70.67	100.0	74.94	100.0
수확률 (수집 호퍼내)	수확률 소계 ¹⁾	64.80	91.7	65.86	87.9
	탈실률 소계	45.36	70.0	52.46	79.6
	비손상과	62.24	88.1	62.80	83.8
	미탈실과 ²⁾	(19.44)	-	(13.40)	-
	손상과 ³⁾	2.56	3.6	3.06	4.1
손실률 (포장내)	소계	5.87	8.3	9.08	12.1
	포장에 심겨져 있는 줄기에 달려있는 과실 ⁴⁾	2.98	4.2	4.94	6.6
	포장에 낙하된 과실	2.89	4.1	4.14	5.5
	탈실되어 낙하된 과실	(2.67)	-	(3.96)	-
	찍어져 낙하된 줄기에 달려있는 미탈실 과실	(0.18)	-	(0.15)	-
	선별부 손실과	(0.04)	-	(0.03)	-

- 주) 1. 벨트 내 수확된 과실전체의 중량으로 취지, 이별과, 상품성이 없는 작은 과실 포함
 2. 수확과 중 1마디 이상의 줄기가 달린 과실
 3. 수확과 중 쪼개지거나 부러진 과실
 4. 취지의 처짐으로 탈실부를 통과하지 않은 것과 탈실부를 통과하였으나 미탈실된 것의 합계

7. 검정제품 개요

- 가. 본 기대는 고추 일시수확용으로 제작된 승용자주형 1조식 고추수확기로 주행부, 탈실부, 반송·선별부 및 수집호퍼로 구성되어 있음
- 나. 주행부는 무한케도식이고 탈실부 높이는 유압으로 조절하는 방식임
- 다. 탈실방식은 3중 나선식이고 선별방식은 컨베이어 벨트요동 및 풍압식이며 선별·수집된 고추는 수집호퍼를 유압으로 도립시켜 배출하는 구조임

(2) 고추 수확기의 탈실부 사양 및 주행부 성능

- 본 연구의 정량적 성능평가 항목 및 방법 중 탈실부와 주행부의 안전성 성능에 대한 기준을 공인시험 기관에 의뢰하여 만족 하였다.

제 FACT16-0705 호

농업기계 안전검정 확인서

1. 신청인

가. 성명 : 김희용

나. 사업자등록번호 : 609-85-00876

다. 주소 : 전라북도 익산시 왕궁면 왕궁농공단지길 7-40

라. 상호 : 동양물산기업(주)



2. 검정 용도의 제품

가. 기종명 : 고추수확기

나. 형식명 : CH751

다. 형식 및 규격 : 승용자주형, 1조

3. 검 정 번 호: 16-MS-227

「농업기계화 촉진법」 제9조 제1항 및 같은 법 시행규칙 제3조에 따라 검정 신청한 농업기계에 대한 안전검정 결과 관련 기준에 적합함을 확인합니다.

2016년 11월 17일

농업기술실용화재단 이사장



검정성적

1. 기종명 : 고추수확기
2. 검정번호 : 16-MS-227
3. 형식명 : CH751
4. 형식 : 승용자주형
5. 규격 : 1조
6. 시험성적



6.1 구조

6.1.1 기체의 크기

길이 : 5 890 mm
높이 : 2 590 mm

폭 : 2 300 mm
중량 : 2 960 kg

6.1.2 주행부

(1) 동력전달장치

주클러치형식 : 없는 구조임

주변속기

변속방식 : 유압식(HST)

변속단수 : 무단(전, 후진)

부변속기

변속방식 : 기계식(선택물림식)

변속단수 : 3단(저속, 표준, 고속)

(2) 조향방식 : 조향클러치식(조이스틱)

(3) 주행장치

차륜의 종류 : 무한궤도
무한궤도 폭 : 280 mm

궤도간 거리 : 1 120 mm
접지길이 : 1 905 mm

(4) 제동장치

정차브레이크

형식 : 습식원판식

작동방식 : 기계식(페달)

주차브레이크

형식 : 정차브레이크 겸용

작동방식 : 기계식(페달고정)

(5) 최저지상고 : 225 mm

(3) 연속작업시간

- 본 연구의 정량적 성능평가 항목 및 방법 중 고추수확기의 내구성능 시간이 6시간 이상 이어야 한다. 개발된 고추 수확기는 주행부와 탈실부, 선별부, 이송부로 각각 구성되어 있으며 각 부는 구동 동력을 2개의 파트로 구성되어 있다.
- 내구 시간 인 증은 공인기관 및 시험 규격이 없으므로, 자체적으로 평가 수행하였다. 평가 시험 시 정격 출력 상태에서 시험을 하며, 시험 전에 크롤러 접지 압력 및 기대 무게 측정도 병행하였다.
- 따라서, 본 연구에서 개발된 고추 수확기는 6시간 이상 작업이 가능하므로 정량적 성능 평가 항목에 만족하는 것을 알 수 있다.



(4) 생산성 향상률

○ 본 연구의 성능평가 항목 및 방법 중 성능평가 결과는 다음과 같다..

(가) 자주식 고추수확기계 기술검정 성능 평가 결과

16-MT-049

8. 검정결과

- 본 검정성적은 농업기계 검정 및 안전관리 세부실시요령 제4조의 규정에 따라 실시한 기술지도검정 성적으로 신청자와 협의하여 정한 고추수확기 시험방법에 따라 실시되었으며 주요검정결과는 다음과 같이 나타났음
 - 시험결과 수확률(수집탱크에 수확된 과실)은 흥연 91.7%, 적영 87.9%, 손실률은 흥연 8.3%, 적영 12.1%로 나타났음
 - 수확과 중량 대비 손상과의 중량비는 흥연 4.0%, 적영 4.6%로 다소 낮게 나타났으나, 1마디 이상의 줄기에 달려 있는 미달실 과실비는 각각 30.0%, 21.3%로 다소 높게 나타났음
 - 전체 손실과 대비 포장에 심겨져 있는 줄기에 달려있는 손실과의 비율은 흥연 50.8%, 적영 54.4%로 적영이 다소 높게 나타났음
 - 전체 손실과 대비 포장에 낙하된 것의 비율은 흥연 49.2%, 적영 45.6%로 나타났으며 포장에 낙하된 것 중 선별·이송부에 의한 손실은 흥연 1.4%, 적영 0.7%로 매우 미미하였음
 - 수확 중 뿌리째 뽑히지 나간 그루는 없었음

책임연구원
이윤복

이윤복

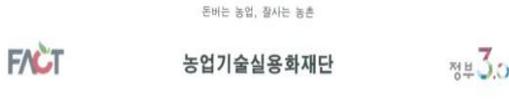
책임연구원
정성림

정성림

연구원
안치국

안치국

(나) 엔진 및 변속기 등의 동력, 안전 성능 평가 결과



수신 동양물산기업(주) 대표이사 김희용 귀하
(경유)

제목 고추수확기 기술지도검정 및 안전검정 결과 알림

1. 2016. 10. 24.자로 귀사에서 신청한 고추수확기에 대한 기술지도검정 및 안전검정 결과를 다음과 같이 알려드리며,

기종명	형식	규격 (수확조수)	형식명	검정번호	검정결과
고추수확기	승용자주형	1조	CH751	16-MT-049	-
				16-MS-227	적합

2. 제출된 검정 용도의 제품은 검정결과 통보일로부터 30일 이내에 대표자 명의의 인수증을 제출하고 찾아가시기 바랍니다.

붙임 1. 농업기계 기술지도검정 성적서 1부.

2. 농업기계 안전검정 확인서 1부. 끝.

◆ 농업기계 사후관리 안내

본 형식의 품질유지 등을 위하여 필요한 경우 농업기계화촉진법 제9조 제3항에 따라 사후검정이 실시될 수 있으며, 사후검정 기준에 미달한 경우 "농림축산식품부령으로 정하는 바에 따라 그 출하를 금지하고 보완 또는 검정을 취소할 수 있음"을 안내 하여 드립니다.

16-MS-227

- (7) 계기장치
계기장치 : 기관회전속도계, 연료계, 오일온도
경고등 : 엔진오일 압력경고등, 배터리 충전경고등
- (8) 등화장치
종류 : 작업등
등광색 : 황색
부착위치 : 작업부(전방)
개수 : 1 개
- (9) 고온부의 방호
커버 : 배기관, 소음기
- (10) 축전지의 방호
고정방식 : 브라켓 고정
- (11) 안전표시
주요 : 작업전 및 작업시 주의사항, 점검시 엔진정지, 사용설명서 숙지, 작업시 커버개봉금지, 작업중 접근금지
경고 : 기대 이동시 주의사항, 배기가스 경고, 급유시 엔진정지, 화상위험, 수집탱크조작시 주행금지, 경사지 주행시 전복주의, 탈출나선 작동시 손 삽입금지, 정비·점검시 주의
- (12) 취급성
취급내용 : 사용전, 사용중, 사용후의 안전에 관한 사항이 사용설명서에 기재되어 있음
- (13) 기타
최고주행속도 : 9.66 km/h
배기관 설치위치 : 기계 하부
가스배출방향 : 기계 후방
연료 잔량 확인 : 계기판 잔량 표시
기계 경사시 누유 : 30° 경사시 누유없음
주유구 설치높이 : 1 200 mm

6.3 탑재엔진

형식명 : 4TNV98T-ZSKTC
형식 : 직립수평4기통4행정다점기관
최대출력 : 53.7 kW (2 200 r/min)
제조사 : YANMAR(일본)
배기량 : 3 319 cm³



16-MS-227

6.2 안전성시험

- (1) 가동부의 방호
커버 : 수평이송 벨트 및 롤러, 수직이송 체인 및 스프로킷, 배진판, 배기관, 소음기
내장 : 엔진실, 동력전달축
- (2) 안전장치
시동 안전장치 : 주변속 중립상태 및 작업물리치 레버 잠금 시에만 시동 비상정지버튼 : 엔진 비상정지버튼
승강부 강하방지장치 : 유압고정 밸브
후진 시 안전장치 : 경고음 발생
이상경보장치 : 기계 수평 이탈, 작업부하시 경고음
- (3) 운전석 및 작업장소
승강용 손잡이
손잡이 위치 : 운전석 전방
승강용 발판
바닥형상 : 요철
단수 2 단
최하단발판높이 : 495 mm
발판과 승강장과의 간격 : 235 mm
운전좌석
완충장치 : 쿠션시트
전·후좌절방위 : 80 mm
- (4) 제동장치
20% 구배 경사로에서 밀림 현상 유무 : 20% 경사지에서 전·후방향 밀림없음
- (5) 운전·조작장치
운전·조작성 : 주변속장치, 부변속장치, 조향장치, 조속다이얼, 탈출부 상·하 장치, 배출장치, 주·정차브레이크는 통상작업위치에서 안전·용이 하게 조작할 수 있도록 배치되어 있음
패달류의 미끄럼방지 구조 : 브레이크페달 요철
- (6) 안정성
정적전도각 : 좌우 27.5° (13°에서 경보음 발생)



16-MS-227

7. 검정내용 개요

가. 본 기대는 고추 일시수확용으로 제작된 승용자주형 1조식 고추수확기로 주행부, 탈출부, 반송·선별부 및 수집호퍼로 구성되어 있음

나. 주행부는 무한케드식이고 탈출부 높이는 유압으로 조절하는 방식임

다. 탈출방식은 2중 나선식이고 선별방식은 컨베이어 벨트도용 및 풍압식이며 선별·수집된 고추는 수집호퍼를 유압으로 도립시켜 배출하는 구조임

8. 검정결과

본 검정성적은 농업기계 검정 및 안전관리 세부실시요령 제4조의 규정에 따라 실시한 안전검정 성적으로 관련기준에 적합하였음

책임연구원 이용복	책임연구원 정성원	연구원 안치국	연구원 안치국
--------------	--------------	------------	------------

2. 각 연차별 정략적 목표 대비 달성도

가. 1차년도

(1). 연구개발 목표 및 연구개발 수행내용

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
1차 년도 (2014~ 2015)	자주식 고추수확기 개발 (주관기관 - 동양물산)	특허 분석과 기술 분석	100	- 기존 특허분석과 회피설계
		해외 기술 조사	100	- 미국과 중국의 고추수확기 전문가를 활용한 기술 조사
		고추 탈실 요인시험	100	- 고추 탈실부 요인시험장치 제작 및 요인 시험 수행
		고추수확기 개념설계와 상세 설계	100	- 특허회피설계 및 해외기술조사 결과를 활용한 개념설계 수행과 이를 기초로 상세설계 수행
		고추수확기 PROTO 제작	80	고추수확기 PROTO 3D Data 완성 후 2D도면 출도. 현재 부품 제작 진행 중이며 7월 조립완성 예정
	수확시스템 분석 및 장치 고안, 적정작업조건 구명 (1협동-전북대)	기술자료 및 문헌 조사 분석	100	- 우리나라의 관행연구 분석 및 외국 고추수확기의 자료 분석, 국·내외 논문 및 보고서 분석
		기존 고추 수확기의 구조 및 성능 분석	100	- 관행 연구 장치 및 외국의 고추 수확기의 제원 및 동영상을 통한 구조 분석 및 성능분석
		최적 탈실 및 이송방식과 장 치 고안	100	- 관행연구 및 외국 수확기를 토대로 나선의 제원 및 적정 작업 조건 도출
		선별부 최적 시스템 구상	70	- 고추의 물성치 도출을 위한 자료 조사 및 실험 - 동역학 해석 및 입자거동해석을 통한 선별부 시뮬레이션 구현
		주요 시스템 설계해석 검토	70	- 탈실부 및 선별부 고안 및 설계에 따른 구조해석 및 동역학 해석을 통한 검토
	고추 수확 기계화에 적합한 품종선발 및 재배법 개발 (2협동-원예원)	고추 수확기계화에 적합한 전용 품종 선발	100	- 집중착과형 고추 품종 선발 - 품종별 유인방법에 따른 고추 수량 비교
		수확기계화를 위한 농자재 경감재배법 개발	100	<위탁> - 집중착과형 고추 품종 선발(경북지역) - 기계화를 위한 농자재 경감 재배법 개발 · 지주대 설치간격 설정

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
1차 년도 (2014~ 2015)	고추 수확기계화를 위한 작부체계 개발 (3협동-전남농기 원)	○양파, 마늘 후작 가능성 검 토	100	-양파, 마늘 주산지의 작부체계 실태조사
		○포장시험 실시로 작물 적 응성 확인 및 문제점 도출	80	-양파(숙기별), 마늘 재배 후 고 추 재배 적응성 검토
		○양파, 마늘 후작 고추 정식 한계기 설정 및 타 작물과 의 경제성 검토	80	-양파, 마늘 수확시기에 따른 고추 정식에 따른 한계기 설정 -고추 정식 시기별 타 작물과의 경제성 검토(콩, 참깨)
	기계수확후 고추가공기술 개발(4협동 -생명과학기술)	○기계수확 고추의 지역, 품종, 물성, 색상숙성도 및 품질 1 차 분석	100	기계수확 고추품종의 수확시기, 지 역별 물성 및 품질 분석
		○생고추 원료의 이물질 종류 및 물성 분석 및 선별· 제거 원리 구명	60	기계수확후 생고추 원료의 이물질 선별 및 제거 원리 연구
		○생고추 원료의 숙성도와 크기 측정 및 영상처리장치 1차 시 작품 제작	100	영상처리장치를 이용한 생고추 원료 선별 장치 시제품 제작 및 실험
		○생고추 원료의 압축인장·영상 처리 고추꼭지제거 1차 시작 품 제작	100	압축인장 및 영상처리· 절단식 고 추꼭지제거 장치 시제품 제작 및 실험

(2). 연구범위 및 연구수행 방법

연구 범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
특허 분석과 기술 분석 (동양물산기업(주))	고추수확기계 관련 특허를 조사 및 분석	<ul style="list-style-type: none"> - 고추수확기 관련 특허 조사 및 분석 - 관련 기술 이해 - 유사 특허 회피 방안 모색
해외 기술 조사 (동양물산기업(주))	해외 기술(문헌 및 보고서 자료)을 조사	<ul style="list-style-type: none"> - 해외 문헌 조사 및 분석 - 해외 보고서 조사 및 분석 - 해외 기술을 습득하고 설계 반영
고추수확기 요인시험 장치 제작과 요인시험 수행 (동양물산기업(주))	고추수확기 탈실부와 선별부의 요인시험 장치를 제작하고 요인시험을 실시	<ul style="list-style-type: none"> - 탈실부의 요인시험 장치를 제작 - 탈실 효율에 영향을 미치는 인자 선정 - 선별부의 요인시험 장치를 제작 - 선별 효율에 영향을 미치는 인자 선정 - 시험 결과를 이용하여 설계적용
고추수확기 개념설계와 상세설계 (동양물산기업(주))	고추수확기의 특허 회피 자료 및 해외기술, 요인시험 자료를 이용하여 개념 설계 및 상세 설계	<ul style="list-style-type: none"> - 각부의 형식 선정 - 각부 배치 및 lay-out 설계 - 각부의 상세설계
탈실부의 설계 및 제작에 따른 나선 제원 및 작업조건 구명 (1협동-전북대)	- 관행 연구 및 현재 개발된 자료조사 및 분석을 통한 작업조건 구명	<ul style="list-style-type: none"> - 나선의 피치, 길이, Plate의 직경, 나선의 내경 등의 제원을 구명 - 고추 묘의 이동속도와 나선의 회전속도의 관계를 분석하고 적정 작업 조건을 구명
고추시료를 이용한 탈실부 요인 시험을 통한 탈실율 분석 (1협동-전북대)	- 제작된 탈실부 요인시험장치를 활용하여 1차 요인시험 실시 - 요인시험 장치 및 나선의 설계 및 제작 변경을 통한 2차 요인시험 실시	<p>기존의 구명한 시험 요인을 토대로 요인시험 실시</p> <p>고추시료의 수량을 감안하여 시험 1 회당 고추 묘 3~4주 사용</p> <p>3 조건의 rpm 당 3회씩 반복</p> <p>1차 시험에선, 2중나선과 3중 나선에 따른 탈실율 분석</p> <p>나선을 순방향과 역방향으로 제작하여 2차 요인시험 실시</p> <p>2차 시험에선, 2중나선에서의 나선의 선경 10 mm, 15 mm일 때의 탈실율 분석</p>

연구 범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
고추 수확기계화에 적합한 전용 품종선발(2협동-원예원)	현재 우리나라 관행적인 고추재배 방식은 매우 집약적이며 단위면적당 생산량이 매우 중요하기 때문에 현재 재배되고 있는 품종은 대부분 수확노력을 많이 투입할수록 많이 생산이 가능한 품종들임. 또한 고추의 기본적인 생태적 특성은 연속착과가 이루어져 기계수확이 상용화 될 경우 되도록 일시수확률이 높아야 하므로, 기존 시판품종 및 원예원 육성계통을 대상으로 기계화에 적합한 품종 선발이 필요함	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공시품종 : 원예원 육성품종 홍연, 적영 및 시판 품종 등 총 10점 ○ 재배방법 : 노지 2열재배, 3반복 ○ 재배일정 : 파종 4/18, 정식 6/23, 수확 9/30 ○ 조사항목 : 공시품종별 일시수확율, 최종수량, 건조수율
수확기계화를 위한 농자재 경감 재배법 개발(2협동-원예원)	단위면적당 생산량 증대가 매우 중요한 현재 관행적 재배방법에서는 고추가 식물체에 많이 착과되어도 도복되지 않고 생육 최성기인 7~8월 장마철에 큰 문제가 되는 비바람에 견딜 수 있도록 유인 및 지주설치가 필수적임. 그러나 기계수확이 상용화되기 위해서는 유인 및 지주에 필요한 농자재를 최소화하는 재배기술이 반드시 필요함	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공시품종 : 원예원 육성품종 적영 및 시판 품종 등 총 3점 ○ 재배방법 : 노지 2열재배, 3반복 ○ 재배일정 : 파종 3/8, 정식 5/14, 수확 9/19 ○ 처리내용 <ul style="list-style-type: none"> - 유인방법 : 1(활죽+유인끈), 2(무유인), 3(활죽+절화망), 4(지주+절화망), 5(관행 지주+유인끈) - 지주간격 : A(1.7m), B(2.5m), C(3.3m) ○ 조사항목 : 공시품종별 일시수확율, 최종수량, 건조수율 및 고춧가루 품질
<위탁>기계수확 적품종 선발	기계수확을 위하여 다수확 시점 및 품종을 선발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 재 배 법 : 노지 1열 (100×30cm=3300주/10a) ○ 처리내용 <ul style="list-style-type: none"> - 시험품종:PR상록, PR연속타 등 10여품종 - 수확시기:①8/30 ②9/10 ③9/20 ④관행수확

연구범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
<위탁>농자재 절감	기계수확시 장애물인 농자재를 절감하는 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시험품종 : PR연속타 ○ 처리내용 <ul style="list-style-type: none"> - 재배법 : 막덮기 부직포 터널2열+망유인 - 터널활주 유인:①0.8m(관행) ②1.2m ③1.6m
고추 수확기계화를 위한 작부체계 개발(3협동-전남농기원)	<ul style="list-style-type: none"> ○양파, 마늘 수확 후 고추 정식 시기별 생산성 및 기존 후작물과의 경제성을 분석하여 양념채소 전용작형 개발 가능성 검토 	<ul style="list-style-type: none"> -양파, 마늘 주산지의 작부체계 실태조사 <ul style="list-style-type: none"> ·무안, 고흥 지역 각 10농가 이상 ·양파, 마늘 재배면적, 후작물 선호도 등 -주산지별 양파(숙기별), 마늘 정식 및 수확기에 따른 고추 재배 한계기 설정 <ul style="list-style-type: none"> ·전작물과 후작물의 정식 및 수확연계성 검토 -양파, 마늘 수확 후 고추정식 시기별 생산성 검토 <ul style="list-style-type: none"> ·시험작물 : 고추, 콩(대비) ·정식시기 : 5월상순 ~ 6월중순 ·수확시기 : 8월상순 ~ 10월하순 -고추 전작물과 경제성 분석 후 고소득 양념채소 전용 작형 개발 <ul style="list-style-type: none"> ·양파, 마늘, 콩, 참깨 등
기계수확 고추 품종의 물성 및 과피꼭지 물리적 특성(4협동-생명과기술)	기계수확 품종 2개, 지역 3개, 수확시기 2회 시료 수집 및 외형적 특성, 물성, 품질 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 외형적특성 분석: 개체 중량 및 부위별(과피, 꼭지) 크기 측정 • 물성: 과피꼭지부 인장력 측정 • 품질: 수분, 색상(ASTA), 신미, 유리당 분석
기계수확후 생고추 원료의 이물질 제거 기술 개발(4협동-생명과기술)	기계수확후 이물질 선별기술 동향 조사 및 이물질 선별장치 기본설계	<ul style="list-style-type: none"> • 고추수확기 및 가공공장의 고추 원료 이물질 선별 기술 조사 • 생고추 원료 이물질 제거 선별장치 기본설계
생고추 원료의 색상 숙성도 및 크기 선별기술 개발(4협동-생명과기술)	고추숙성도(홍과, 청과) 및 꼭지미제거 생고추 시료의 영상처리 방식 선별기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 영상처리방식 고추 선별부(공급, 정렬, 영상처리, 배출) 설계 • 1차 시제품 제작 및 성능실험
생고추 원료의 꼭지제거 기술 개발(4협동-생명과기술)	압축인장식 및 영상처리·절단식 고추꼭지제거 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 압축인장식 및 영상처리·절단식 고추꼭지제거장치 설계 • 1차 시제품 제작 및 성능실험

나. 2차년도

(1). 연구개발 목표 및 연구개발 수행내용

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	연구개발 수행내용	연구결과
2차 년도 (2015~ 2016)	자주식고추 수확기 개발 (주관기관-동 양물산기업)	- 고추수확기 1차 PROTO Field Test 및 문제점 보완	- 원예원 포장지 및 농가에서 1차 PROTO 고추수확기의 성능 및 Field Test 진행.	Field Test는 품종별 10주를 기준하여 4번의 반복 시험으로 고추의 탈실율, 미탈실율, 손실률을 시험하였고, 생력211 품종에서 탈실율 70%로 가장 높았으며, 미탈실율과 손실률이 30% 이내로 나타났음. 전체 품종간 평균 탈실율은 50~60%사이로 나타남. 미탈실율과 손실률에서 수정, 보완사항 나타남.
		- 해외 기술 조사	- 미국의 고추수확기 전문가를 활용한 기술 조사	고추수확기의 설계방법 기술획득 및 1차 PROTO Field Test에서의 문제점의 해결 방안을 설계에 접목
		- 고추 선별 요인시험	- 고추 선별부 요인시험 장치 설계, 제작 및 시험 수행	요인시험 장치를 설계, 제작하여 고추와 줄기, 잎의 선별 요인시험 진행. 선별 능력 시험 수행 결과 잎은 약 90%선별, 줄기 고추는 약 50%선별로 현재 개선 설계를 추진 중에 있음.
		- 고추수확기 2차년 개념설계와 상세설계	- 특허회피설계 및 해외 기술조사, 1차 PROTO 결과를 활용한 개념설계 수행과 이를 기초로 상세설계 수행	수확기의 1차 PROTO 문제점 과 해외 전문가의 설계 방법을 접목하여 고추 탈실부와 선별, 이송부의 상세 설계 진행
		- 동계 하우스재배 고추의 1차 Proto 기대 수정부분 성능시험	- 가을Field Test에서의 문제점을 개선하여 1차 Proto를 수정하여 하우스에서 4개의 품종별 성능시험 진행	탈실부 헬릭스의 피치와 외경, 나선의 경, 컨베이어 수정등을 통해 탈실율은 가을Field Test보다 10% 상승됨을 확인. 2차 Proto 에 적용 예정
		- 고추수확기 2차 PROTO 제작	- 고추수확기 3D Data 완성 후 2D도면 출도. 현재 부품개발과 제작 진행 중이며 7월 조립 완성 예정	고추수확기의1차 PROTO 문제점을 보완하여 1조식 과 2조식을 동시에 개발, 제작 진행 중이며 7월 조립완성 예정.

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	연구개발 수행내용	연구결과
2차 년도 (2015~ 2016)	고추수확기 시스템 분석 및 적정작업조 건 구명 (1협동-전북대)	- 고추수확기 시제품 제 작과 필드시험 및 분석	- 자주식 고추수확기 시 제품을 제작하여 필드 실험을 통해 탈실부 성 능 분석 및 적정 작업 조건 도출	1) 품종에 따라 비교했을 때, PR스마트 보다 생력 211호에서 수확 효율이 더 높게 나왔고, 손실률 및 손 상률은 더 낮게 나왔음. 2) 생력 211호의 품종에서 2 중 나선보다 3중 나선 일 때 결과가 좋게 나타남. - PR스마트 3중나선 ① 수확효율: 34.54% ② 손상률: 7.55% ③ 손실률: 24.27% - 생력 211호 3중나선 ① 수확효율: 69.24% ② 손상률: 1.57% ③ 손실률: 17.92%
		- 시험 Data 정립 및 해 석 방법 체계화	- 선행 연구의 분석과 1 차 Proto 의 필드시험 을 통한 Data 측정 및 실험 요인을 정립. - 요인실험 및 필드실험 의 결과에 대한 통계분 석 방법 체계화	- 2010년에 투고된 P.A Funk 저자의 문헌을 분 석하여 확립하였음. - 총 수확효율, 손상율, 손 실률로 실험요인을 정립. - SAS를 이용한 통계분석 방법을 활용함.
		- 주요 시스템 요인시험	- 카드클리너 방식의 선 별부 요인실험 장치를 제작하고, 시험에 따른 결과 분석을 통한 적용 가능성 검토 - 동계 요인실험을 통하 여 탈실부 적정 설계 검토	1) 선별부 요인실험의 주요 요인은 카드클리너의 구동 축 회전속도, 카드클리너의 각도, 이물질 분리부 카드배 치, 총 3가지로 선정하였음. 2) 각 요인의 차이를 두어 실험한 결과 65rpm, 15°, 엇갈림 카드배치에서 고추 의 선별률, 손실률 측면에 서는 좋은 결과가 보였지 만, 이물질 혼입률의 결과 는 좋지 않았음. - 65rpm, 15°, 엇갈림형 카 드배치 ① 고추 선별률: 97.15% ② 고추 손실률: 1.75% ③ 이물질 혼입률: 59.25% (이물질 혼입률은 65rpm, 5°, 일자형 카드배치일 때 35.23%로 가장 좋았음.)

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	연구개발 수행내용	연구결과
2차 년도 (2015~ 2016)	수확시스템 분석 및 장치 고안, 적정작업조 건 구명 (1협동-전북대)	- 시험 문제점 분석 및 보완	- 고추를 탈실할 때 고추 묘가 뿔히거나 큰 줄기 채로 끊어지고, 고추가 Helix 사이로 빠지는 현상이 발견되어 보완 과정에 있음.	- Helix 회전속도, 작업 속 도, 고추 품종의 요인을 두 어 뿔힌 고추 묘의 수와 Helix사이로 빠지는 고추의 손실률을 분석함.
		- 지주대 및 쓰러짐 방지 노끈제거 처리 방안 수립	- 선행 연구 분석 및 지 주대, 노끈 관련 자료 분석	- 현재 관행적으로 사용되고 있는 지주대의 종류와 종 류에 따른 고추 묘와 과실 에 대한 물성 분석 - 노끈 사용 여부에 따른 장단점 분석 및 생분해물 질로 이루어진 노끈 적용 가능성 검토
		- 끈이나 그물을 사용하여 고추를 고정하는 여러 가지 방법, 지주대를 설 치하는 방법을 고려하여 적정 작업 조건 수립	- 원예특작과학원과 협력 하여 고추를 고정하는 방법과 지주대를 설치 하는 다양한 방법을 모 색하고 있음.	- 지주대나 노끈을 제거 하 지 않고 고추수확기계가 지나갈 수 있는 방안에 대해 모색 중에 있음.
	고추 수확 기계화에 적합한 품종선발 및 재배법 개발 (2협동-원예원)	- 기계수확에 적합한 품 종 선발 및 일시수확 적기 설정 - 품종별 유인방법에 따 른 고추수량 비교	- 품종별 적정 수확시기 구명 - 유인 방법 및 지주에 따른 수량 차이 비교	- 10품종을 공시, 3번의 수 확시기별 고추 일시수확률, 수량 등을 비교하여 수확기 가 늦어질수록 수량이 증가 하며 10품종 중 수량 및 일 시수확률이 높은 원예원 육 성 적영 등 적합품종 선발 완료 - 지주설치 간격을 관행방법 에 비해 2배 이상 넓게하여 도 수확량에 영향을 주지 않는다는 결과도출로 지주 를 최소화하여 설치하는 것 이 가능한 것을 확인
		< 위탁 > - 고추 수확기계화를 위 한 품종 선발 및 재배 법 개발	- 집중착과형 고추 품종 선발(경북지역)	- 영양지역 주요 10품종을 대 상으로 수량 및 특성을 평 가하여 적합한 품종을 선발
		< 위탁 > - 기계수확 용이한 재배법 개발	- 기계화를 위한 농자재 경감재배법 개발 · 지주대 설치간격 설정	- 활주, 그물망유인줄 등 이 용 및 지주간격을 넓게 설 치하여도 수량에 영향을 주 지 않는다는 결과를 얻음

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	연구개발 수행내용	연구결과
2차 년도 (2015~ 2016)	고추 수확기계화 를 위한 작부체계 개발 (3협동-전남 농기원)	지역별 고추재배 실태조사	기계화 도입 가능성조사	수확노력에 따른 기계화 시급도가 가장높음
		마늘 양과 후작 고추 기계 화 재배 작형개발	재배단지 전 후작 작형조사	무안 조생양과 후작 고흥 극조생양과 후작재배
		마늘 양과 후작 고추재배 방법 구명	재배단지 고추 후작재배 생육 및 수량성	재배작기가 일반재배보다 짧아 생산량은 작으나 기계화가 높은 콩보다 생산성이 높음
2차 년도 (2015~ 2016)	○기계수확 후 고추 가공기 술 개발 (4협동-생명과 기술)	- 기계수확 고추의 지역, 품종, 물성, 색상숙성도 및 품질 2차 분석	-기계수확 고추품종의 고추과피 꼭지 물성연구 • 지역별, 품종별, 수확 시기별 시료 선정	-생고추 원료의 외형적 특성 및 품질분석 -생고추 원료의 원형 및 압축상태 과피꼭지 인장특성 분석
		- 생고추 원료의 이물질 종류 및 물성분석 및 이물질 제 거 1차 시작품 제작	-기계 수확후 생고추 원료 의 이물질 제거 기술 개발 • 생고추 원료의 이물질 선별및제거1차 시작품 제작, 성능시험 및 개선	-Cleaning card를 이용한 생고추 원료 이물질 선별 장치 1차 시작품 제작 -생고추 원료 과피선별률: 87%
		- 생고추 원료의 숙성도와 크 기 측정 및 영상처리 2차 시작품 제작	-생고추 원료의 색상숙성도 및 크기 선별 기술 개발 • 영상처리장치를 이용한 생고추 원료 선별 장치 2차 시작품 제작, 성능 시험 및 개선	-선별장치 2차 시작품 제작 : 8채널이상 피더 제작으로 3기 연속제작시 500kg/hr 용량 확보.색상 선별 효율 90% 두께선별 80%이상 확보
		- 생고추 원료의 압축인장· 영상처리식 꼭지제거 2차 시작품 제작	-생고추 원료의 꼭지제거 기술 개발 • 압축인장식 꼭지제거 장치2차시작품제작(위탁) • 영상처리장치를 이용한 절단식꼭지제거장치2차 시작품 제작 • 성능시험 및 개선	-압축인장식 꼭지제거 장치 2차 시작품 제작 -절단식 꼭지제거장치부 제작 -생고추원료 처리용량: 450kg/hr, 꼭지제거율 90~94%
		<위탁> 생고추 원료의 압축인장식 고추꼭지제거 장치 2차 시 작품 제작	-생고추 원료의 압축인장식 고추꼭지제거 장치 2차 시작품 제작 -2차 시작품 성능실험 및 개선	-압축인장식 고추꼭지제거 장치 2차 시작품 제작 -크기:1,200(L)×600(W)× 1430(H) mm

(2). 연구범위 및 연구수행 방법

연구범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
<주관-동양물산기업> 1차 Proto Field Test	고추수확기계 품종별, 회전수, 나선수, 주행속도별 고추의 탈실을 시험 실시	고추수확기 Field Test - 품종 별 수확 탈실을 비교 - 10주당 탈실, 미탈실, 손실등 반복시험 데이터 확보
<주관-동양물산기업> 해외 기술 조사	해외 기술(Conference, 전문가 활용)을 조사	- 고추 수확기 벤치마킹 기대 조사 - 해외 보고서조사 및 분석 - 해외 기술을 습득하고 설계 반영
<주관-동양물산기업> 고추수확기 요인시험 장치 제작과 요인시험 수행	고추수확기 탈실부와 선별부의 요인시험 장치를 제작하고 요인시험을 실시	- 탈실부의 요인시험 장치를 제작 - 탈실 효율에 영향을 미치는 인자 선정 - 선별부의 요인시험 장치를 제작 - 선별 효율에 영향을 미치는 인자 선정 - 시험 결과를 이용하여 설계적용
<주관-동양물산기업> 고추수확기 2차 Proto 개념 설계와 상세설계	고추수확기의 1차 시작기의 문제점 보완 및 해외기술, 요인시험 자료를 이용하여 개념 설계 및 상세 설계	- 각부의 형식 선정 - 각부 배치 및 lay-out 설계 - 각부의 상세설계
<1협동-전북대학교> 고추시료를 이용한 선별부 요인 시험을 통한 선별률 분석	-제작된 선별부 요인시험장치를 활용하여 요인시험 실시	-카드클리너 구동축 회전속도(rpm) : 35,50,65 -카드클리너의 각도 (°) : 5,15 -이물질 분리부 카드배치 :일자형, 엇갈림형 총 3가지 요인을 가지고 선별률 분석
<1협동-전북대학교> 품종 및 나선의 종류에 따른 1차 Proto 기대 필드 시험	- 1차 Proto 기대를 이용해 품종과 나선의 종류에 차이를 두어 시험 실시	- 1차적으로 PR스마트, 생력 211의 품종을 비교 분석 - 2차적으로 10개의 품종(베로파, PR무적, PR맛갈조은, PR스마트, 승자영광, 흥연, 적영, 흥선, 상현, R7)을 비교 분석
<1협동-전북대학교> 탈실부 및 선별부의 요인 시험 및 필드 시험의 데이터를 이용한 결과분석	- 요인 및 필드 시험에 나타난 결과를 통계분석을 위해 SAS Software를 사용하여 유의성 여부 검토	- 탈실부 및 선별부에서 설정한 시험 요인들에 대해서 통계적인 유의차의 존재 여부 확인을 통해 적정 작업조건을 분석하였음.
<1협동-전북대학교> 탈실부 필드시험에 대한 문제점 분석	- 필드시험에 대한 직접적인 경험을 통해 나타난 문제점을 분석한 후 수정 방안 모색	- 필드 시험을 통해 나타난 탈실과 정 중 큰 줄기의 끊어지는 현상이 나타남. - 나선의 회전속도가 높을 때, 선별부로 고추과실이 이송하면서 기대 밖으로 고추과실이 손실되는 경우 등에 문제점 파악 및 보완 방법 모색 중.

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
<1협동-전북대학교> 지주대와 노끈 처리 방안에 대한 분석	- 관행적으로 사용되고 있는 지주대나 노끈 등을 분석하여 기계수확에 맞 는 설치 방법 모색	- 현재 사용되고 있는 관행방식에 로는 기계 수확하는데 어려움을 갖고 있기 때문에 생분해물질이 나 기계수확에 영향이 없는 유연 성이 있는 재질의 지주대를 사용 하여 제거하지 않고 기계 수확을 할 수 있는 방안 모색 (원예특작 과학원과 협력)
<2협동-국립원예특작과학원> 고추 수확기계화에 적합한 전용 품종선발	현재 우리나라 관행적인 고추재배 방 식은 매우 집약적이며 단위면적당 생 산량이 매우 중요하기 때문에 현재 재 배되고 있는 품종은 대부분 수확노력 을 많이 투입할수록 많이 생산이 가능 한 품종들임. 또한 고추의 기본적인 생 태적 특성은 연속착과가 이루어져 기 계수확이 상용화 될 경우 되도록 일시 수확률이 높아야 하므로, 기존 시판품 종 및 원예원 육성계통을 대상으로 기 계화에 적합한 품종 선발이 필요함	○ 공시품종 : 원예원 육성품종 흥 연, 적영 및 시판 품종 등 총 10점 ○ 재배방법 : 노지 2열재배, 3반복 ○ 재배일정 : 파종 4/18, 정식 6/23, 수확 9/30 ○ 조사항목 : 공시품종별 일시수확 율, 최종수량, 건조수율
<2협동-국립원예특작과학원> 수확기계화를 위한 농자재 경감재배법 개발	단위면적당 생산량 증대가 매우 중요 한 현재 관행적 재배방법에서는 고추 가 식물체에 많이 착과되어도 도복되 지 않고 생육 최성기인 7~8월 장마철 에 큰 문제가 되는 비바람에 견딜 수 있도록 유인 및 지주설치가 필수적임. 그러나 기계수확이 상용화되기 위해서 는 유인 및 지주에 필요한 농자재를 최소화하는 재배기술이 필요함	○ 공시품종 : 원예원 육성품종 적 영 및 시판 품종 등 총 3점 ○ 재배방법 : 노지 2열재배, 3반복 ○ 재배일정 : 파종 3/8, 정식 5/14, 수확 9/19 ○ 처리내용 - 유인방법 : 1(활죽+유인끈), 2 (무유인), 3(활죽+절화망), 4(지주+ 절화망),5(관행 지주+유인끈) - 지주간격 : A(1.7m), B(2.5m), C(3.3m) ○ 조사항목 : 공시품종별 일시수확 율, 최종수량, 건조수율
<위탁-영양고추시험장> 기계수확 적품종 선발	기계수확을 위하여 다수확 시점 및 품 종을 선발	○ 재 배 법 : 터널재배(150×40cm×3300주/10a) ○ 처리내용 - 시험품종(10개품종) : 순한6, 매운4 순한맛 1년차 일당백골드, 불닭 대권선언 2년차 PR상록, 에코스타, PR고향산천 매운맛 청양 PR청록, 신흥, 파워스피드 등 - 수확 ①8/30 ②9/10 ③9/20 ④관행수확
<위탁-영양고추시험장> 농자재 절감	기계수확시 장애물인 농자재를 절감하 는 기술 개발	○ 시험품종 : PR연속타 ○ 재배법 : 막달기 부직포 터널2열+망유인 - 터널활주간격, 유인1.6m(무, 관행유인) ○ 처리내용 - 지주간격①4주(관행), ②8주 ③12주 ④16주
<위탁-영양고추시험장> 현장적용	기계수확시 자재철거를 용이하게 하는 기술 적용	○ 시험품종 : 해비치 ○ 재배법 : 막달기터널2열+망유인+활주+지 주간격

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
<3협동-전남농업기술원> 기계수확 적합한 육묘방법	고추 묘령에 따른 생육 및 수량	45일묘와 60일묘 생산성 검토
<3협동-전남농업기술원> 일시 수확을 증진방법	고추 수확시기별 수량성	품종별 일시수확 가능성 구명
<4협동-생명과학기술> 기계수확 고추의 지역, 품종, 수확시기별 물성, 색상, 숙성도 및 품질 2차 분석	기계수확 품종 2개, 지역 3개, 수확시기 2회 시료 수집 및 외형적 특성, 물성, 품질 2차 분석	<ul style="list-style-type: none"> 외형적특성 분석: 개체 중량 및 부위별(과피, 꼭지) 크기 측정 물성: 과피꼭지부 인장력 측정 품질: 수분, 색상(ASTA), 신미, 유리당 분석
<4협동-생명과학기술> 생고추 원료의 이물질 제거 기술 1차 시작품 개발	생고추 원료의 이물질 선별 및 제거 기술 조사 및 시작품 개발	<ul style="list-style-type: none"> 생고추 원료 이물질 제거 선별장치 1차 시작품 설계 및 제작 성능실험 및 개선방안 검토
<4협동-생명과학기술> 생고추 원료의 숙성도 및 크기 측정 및 영상처리 3차 시작품 개발	고추숙성도(홍과, 청과) 및 꼭지 미세 제거 생고추 시료의 영상처리방식 선별 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> 영상처리방식 고추 선별부(공급, 정렬, 영상처리, 배출) 설계 2차 시작품 제작 및 성능실험
<4협동-생명과학기술> 생고추 원료의 꼭지제거 기술 개발	압축인장식 및 영상처리·절단식 고추 꼭지제거 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> 압축인장식 및 영상처리·절단식 고추꼭지제거장치 설계 2차 시작품 제작 및 성능실험
<위탁-경창기계> 생고추 원료의 압축인장식 고추꼭지제거 장치 2차 시작품 제작	<ul style="list-style-type: none"> 생고추 원료의 압축인장식 고추꼭지제거 장치 2차 시작품 제작 성능실험 및 개선 	압축인장식 고추꼭지제거 장치 2차 시작품 제작 및 성능실험

다. 3차년도

(1). 연구개발 목표 및 연구개발 수행내용

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	연구개발 수행내용	연구결과
3차 년도 (2016~ 2017)	자주식고추 수확기 개발 (주관기관-동 양물산기업)	- 고추수확기2차 PROTO Field Test (2조포함) 및 문제점 보완	- 충남 청양 농가, 경북영양 고추연구소, 전남 농업기술원, 국립 원예 특작과학원에서 2차 PROTO 고추 수확기의 성능 및 Field Test 진행	Field Test는 선발된 품종과 농가 재배품종으로 시험 진행함. 고추의 탈실율은 85%이상나타났고, 농가 품종에서 고추가 뽑힘이 발생함. 평균 수확률 80% 나타남. 2조 고추수확기는 10주씩 요인시험결과 조간거리 맞추기가 힘들고 수확률은 75~80%로 나타남.
		- 고추 선별 요인시험	- 고추 선별부 요인시험 장치를 설계, 제작하여 시험수행	롤러 베드형과 드럼 분리형의 2개 요인 시험장치를 설계, 제작하여 시험결과 드럼분리형에서 고추줄기와 잎의 분리가 55% 향상됨. 수확 기계적용 추진함.
		- 동계 하우스재배 고추 수확기2차 Proto 기대 수정 후 성능시험	- Field Test문제점을 개선 설계 및 요인시험 후 결과를 활용한 2차 PROTO 수확기를 수정하여 하우스에서 수확기계 성능시험수행	쓰러진 고추 안내장치 디바이더 부착에대한 성능시험과 드럼형 줄기분리장치를 부착한 수확기를 성능시험한 결과 쓰러진 고추 안내장치는 차속과 고추 주간거리 편차로 적용 불가 판단, 또한 드럼형 줄기 분리 장치는 고추와 줄기를 분리 시키는 효율이 60%대로 나타남. 추후 기대 적용함.
		- 고추수확기 3차년 개념설계 및 상세설계	- 2차 PROTO 수확기 문제점을 개선하여 상세 설계 수행	탈실부, 선별부, 이송부, 수집부의 문제점을 개선한 상세 설계 진행함.
		- 고추수확기 3차 Pilot 제작 및 시운전	- Pilot 3D Data완성 후 2D 도면 출도를 업체 지도와 같이 진행	고추수확기 최종 도면을 업체 배포 후 부품입고 확인을 거쳐 PILOT고추 수확기 제작 및 조립 수행
		- 고추수확기 3차 Pilot Field Test	- 전남 고흥농가 2곳, 전남농업기술원, 영양고추연구소 및 농가,충북 보은농가,국립원예 특작과학원,청양 계약재배 농가 등지에서 Field Test 진행	국내 8개 지역 시도에서 고추 수확기 최종 Field Test진행함. 수확률 85% 이상으로 선발 품종 최고 93%수확률 나타남. 문제점 보완 후 국내 판매위한 최종 사항 검토 예정

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	연구개발 수행내용	연구결과
3차 년도 (2016 ~2017)	고추수확기 시스템 분석 및 적정작업조 건 구명 (1협동-전북대)	<ul style="list-style-type: none"> - 고추수확기 시제품 제작 방안 수립 	<ul style="list-style-type: none"> - 고추수확기 포장시험을 통한 현장 적응성 및 작업 성능 분석 - 포장시험 결과에 대한 문제점 분석 및 개선방안 도출 	<ul style="list-style-type: none"> - 1,2차 Proto 필드 테스트 결과 및 요인시험 결과를 바탕으로 주요부 중요 설계치 결정 - 주요부 최적 시스템을 적용하여 설계 및 부품 개발 제작 조립
		<ul style="list-style-type: none"> - 수확기 현장 적응성, 작업 성능, 문제점 등 분석 	<ul style="list-style-type: none"> - 고추수확기 포장시험을 통한 현장 적응성 및 작업 성능 분석 - 포장시험 결과에 대한 문제점 분석 및 개선방안 도출 	<ul style="list-style-type: none"> - 나선 사이 간격, 나선 회전속도 2가지 요인을 두고 고추수확기 성능 시험을 진행하였음 - 실험 결과, 나선 사이 간격 15mm, 나선 회전속도 600rpm 일 때 탈실율이 가장 높게 나타남. (나선 회전속도 600rpm이상 개선 필요) - 수확 시, 고추 식물체가 뽑히는 현상이 발견되어 품종별 고추 식물체 인발력 측정을 진행하였음. - 품종별 고추 식물체의 인발력 및 뽑힌 수 <ul style="list-style-type: none"> · AR레전드: 32.32kgf/4주 · 적영: 23.3kgf/1주 · 생력 211: 37.2kgf/8주 · 대권선언: 20.45kgf/15주 · 일월산천: 20.45kgf/15주 ∴ 인발력이 평균 20kgf인 대권선언과 일월산천 품종의 경우, 뽑힌 고추 식물체 수가 많은 것을 알 수 있었음. - 기계화 품종 선정 시, 인발력이 큰 품종을 선정하고, 수확시 고추 식물체가 뽑히지 않도록 기계적인 측면의 개선이 필요하다고 판단됨.

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	연구개발 수행내용	연구결과
3차 년도 (2016~ 2017)	고추수확기 시스템 분석 및 적정작업조 건 구명 (1협동-전북대)	- 요소별 차별화 계획 수립	- 호스 피복 헬릭스 성능 시험을 통한 효율성 검토	- 손실률을 줄이기 위해 탈실부 헬릭스에 호스 피복하여 효율성 검토 - 실험 결과, 일반 헬릭스와 호스 피복 헬릭스 간의 탈실율 및 손상률의 큰 차이가 보이지 않음. ① 일반 헬릭스 · 탈실율 : 91.9% · 손상률 : 2.9% ② 호스피복 헬릭스 · 탈실율 : 88.2% · 손상률 : 3.5%
	자 주 식 고 추 수확기 개발 (2협동-국립 원예특작과학 원)	- 고추 수확기계화에 적합한 전용 품종선발	- 공시품종:원예원 육성 품종 홍연, 적영 및 시관 품종 등 총 12점 - 재배방법:노지 재배, 3반복 - 재배일정:과종 2/23, 정식 5/8, 수확 8/8, 8/25, 9/14, 9/21 - 조사항목:공시품종별 일시수확율, 최종수량, 건조수율 등	홍연, 적영, AR레전드, 대권선언, 에코스타 5품종 최종 선발
		- 자주식 고추 수확기계 시연을 위한 현장실증 시험 (전북 임실)	- 공시품종:원예원 육성 품종 적영 및 시관 품종 등 총 7점 - 재배방법:노지 단구재배, 열간 120cm, 주간 40cm, 두둑높이 25cm, 외줄재배 - 재배일:과종 2/25, 정식 5/17 - 처리내용:유인방법은 AI 지주대, 시실론 유인줄사용, 3.5m 간격 지주설치 - 조사항목 : 공시품종별 일시수확율, 최종수량, 건조수율	홍연, 적영, AR레전드, 대권선언, 에코스타 5품종 최종 선발
		< 위탁 > - 고추 수확기계화를 위한 품종 선발 및 재배법 개발	- 집중착과형 고추 품종 선발(경북지역)	- 기계수확용 적품종으로 에코스타, 하늘아래, 불폭포 등 3품종이 선발됨
		< 위탁 > - 기계수확 용이한 재배법 개발	- 기계화를 위한 농자재 경감재배법 개발 · 지주대 설치간격 설정	- 터널활주는 3줄로 유인을 실시하고, 지주설치는 8주(3.2m)간격이 적당함

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	연구개발 수행내용	연구결과
3차 년도 (2016~ 2017)	고추 수확기계화 를 위한 작부체계 개발 (3협동-전남 농기원)	<p>마늘·양파 후작 기계수확 작부체계 개발</p>	<p>· 양파후작 고추재배 작형 생산성 구명</p>	<p>· 양파후작 일시수확 작형 개발</p>
		<p>기계수확에 적합한 품종, 묘령, 무지주 재배 가능성 구명</p>	<p>· 묘령 및 지주유무 비교 · 기계수확에 적합한 품종 선발</p>	<p>· 기계수확에 적합한 육묘일수 60일이 적합 · 기계수확 무지주 재배는 일부품종에서 가능 · 기계수확 전용품종 개발 필요함</p>
		<p>양파후작 고추 기계수확작형 농가 현장실증</p>	<p>· 육묘일수, 선발품종 기계수확 실증 · 현장평가 및 홍보</p>	<p>· 기계수확 실증 · 논·밭에 따른 기계수확 개선점 · 기계보급 정책제안</p>

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	연구개발 수행내용	연구결과
3차 년도 (2016~ 2017)	자주식고추 수확기 개발 (4협동-생명 과 기술)	- 기계수확 고추의 지역, 품종, 물성, 색상숙성도 및 품질 3차 분석	-기계수확 고추품종의 고추과피 꼭지 물성연구 • 지역별, 품종별, 수확 시기별 시료 선정	-생고추 원료의 외형적 특성 및 품질분석 -생고추 원료의 원형 및 압축상태 과피꼭지 인장특성 분석
		- 생고추 원료의 이물질 종 류 및 물성분석 및 이물 질 제거 2차 시작품 제작	-기계 수확후 생고추 원료 의 이물질 제거 기술 개발 • 생고추 원료의 이물질 선별및제거2차 시작품 제작, 성능시험 및 개선	-클리닝카드를 이용한 생고추 원료 이물질 선별 장치 2차 시작품 제작 -생고추 원료 과피선별률: 90%
		- 생고추 원료의 숙성도와 크기 측정 및 영상처리 3 차 시작품 제작	-생고추 원료의 색상숙성도 및 크기 선별 기술 개발 • 영상처리장치를 이용한 생고추 원료 선별 장치 3차 시작품 제작, 성능 시험 및 개선	-선별장치 3차 시작품 제작 : 피에조식 진동공급장치 제작 1 ton kg/hr 용량 .색상 선별 효율 97%
		- 생고추 원료의 압축인장 꼭지제거 3차 시작품 제 작	-생고추 원료의 꼭지제거 기술 개발 • 압축인장식 꼭지제거 장치3차시작품제작(위탁) • 성능시험 및 개선	-압축인장식 꼭지제거 장치 3차 시작품 제작 -생고추원료 처리용량: 450~500kg/hr, 꼭지제거율: 95%
		- 고추종합처리장의 기계 수확 생고추 원료의 가 공기술 확립	-기계수확 생고추 원료의 건조 작업장 기본 설계 • 건조 처리용량: 2톤/hr -기계수확 세절 건조고추 원료를 이용한 고추 분 쇄설비 기본 설계 • 분쇄처리용량:2~3톤/일	-생고추 원료의 건조작업 주요설비 사양 및 기본 배치도 작성 -세절 건조고추 원료의 분쇄설비 사양 및 기본 배치도 작성
		<위탁> 생고추 원료의 압축인장 식 고추꼭지제거 장치 3 차 시작품 제작	-생고추 원료의 압축인장식 고추꼭지제거 장치 3차 시작품 제작-	-압축인장식 고추꼭지제거 장치 3차 시작품 제작 -크기:1,700(L)×715(W)× 1,320(H) mm

(2). 연구범위 및 연구수행 방법

연구 범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
<주관-동양물산기업> 2차 Proto Field Test	고추 수확기계의 품종별, 회전수, 속도별 고추의 탈실율 시험실시	고추 수확기 2차 Field Test - 품종 별 수확률, 탈실율 비교 - 10주 및 20m 수확시 손실, 파손, 미탈실 등 데이터 확보
<주관-동양물산기업> 해외 기술 조사	해외 기술(NMCC: 미국고추학회) 및 수확기 설계기술 조사	- 수확기 설계 조사 및 협의 - 해외기술 현황및 시장방향 조사 - 고추 수확기 현장확인 조사,분석
<주관-동양물산기업> 고추 수확기 요인시험 및 3차 PILOT 상세 설계	고추 수확기 선별부 요인시험장치 설계,제작 후 요인시험 실시. 3차년 PILOT 적용 및 수확기 상세 설계	- 선별부 요인시험 장치 설계, 제작 - 선별 효율 상승을 위한 요소를 선정하여 요인시험 진행 - 요인시험 결과를 검증 후 3차 PILOT수확기에 장착 설계 적용
<주관-동양물산기업> 3차 PILOT Field Test	고추의 선발전 품종별 고추수확기 적용 성능 시험 및 시연회	고추 수확기 3차 PILOT Test - 기계수확용 품종 고추 수확기 성능시험 및 데이터 확보 - 수확 효율 최고 93%, 최저85%로 수확기 성능 만족 함 - 고추수확기 정부, 지자체, 농민 등 시연회 4회
<1협동-전북대학교> 나선 사이 간격 및 나선 회전속도에 따른 2차 Proto 성능 시험	- 2차 Proto에 대하여 나선 사이 간격과 나선 회전속도의 차이를 두어 성능 시험 실시	- 1차 실험으로 나선 사이 간격 15mm, 25mm 2수준으로 설정하여 비교 분석 - 2차 실험으로 나선 회전속도 400rpm, 500rpm, 600rpm 3수준으로 설정하여 비교 분석
<1협동-전북대학교> 포장 시험을 통한 고추수확기 문제점 분석	- 포장 시험 결과, 수확 결과물에 대하여 대량의 큰 줄기와 줄기달린 고추가 발견되어 이를 줄일 수 있는 방안이 필요함	- 줄기달린 고추를 분리할 수 있는 장치로 드럼 형태인 2차 탈실부 장치를 제작
<1협동-전북대학교> 2차 탈실부 장치에 대한 요인시험 및 적정 작업 조건 분석	- 줄기달린 고추의 양을 줄이기 위하여 2차 탈실부 장치를 제작하여 성능 시험 실시	- 드럼의 회전속도, 드럼과 급치 사이의 반경방향 틈새, 드럼 사이의 속도비, 경사각 총 4가지의 요인을 두고 시험을 진행하여 적정 작업 조건을 분석

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근 방법)	구체적인 내용
<p><2협동-국립원예특작과학원> 고추 수확기계화에 적합한 전용 품종 선발</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 고추 수확기계화에 적합한 전용 품종 선발 	<ul style="list-style-type: none"> - 공시품종:원예원 육성품종 흥연, 적영 및 시판 품종 등 총 12점 - 재배방법:노지 재배, 3반복 - 재배일정:파종 2/23, 정식 5/8, 수확 8/8, 8/25, 9/14, 9/21 - 조사항목:공시품종별 일시수확율, 최종수량, 건조수율 등
	<ul style="list-style-type: none"> - 자주식 고추 수확기계 시연을 위한 현장실증 시험 (전북 임실) 	<ul style="list-style-type: none"> - 공시품종:원예원 육성품종 적영 및 시판 품종 등 총 7점 - 재배방법:노지 단구재배, 열간 120cm, 주간 40cm, 두둑높이 25cm, 외줄재배 - 재배일:파종 2/25, 정식 5/17 - 처리내용:유인방법은 A1지주대, 시설론 유인줄사용, 3.5m 간격 지주 설치 - 조사항목 : 공시품종별 일시수확율, 최종수량, 건조수율
<p><위탁-영양고추연구소></p>	<ul style="list-style-type: none"> - 기계수확을 위하여 다수확 시점 및 품종을 선발 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 재 배 법 : 막뎃기부직포 터널2열재배 ○ 처리내용 - 시험품종(10개품종) : 순한6, 매운4 순한맛: 대권선언, 건조왕, 에코스타, 고향산천, 빅스타, 하늘아래 매운맛: 파워스피드, 맴맴, 세계일, 불폭포 수확 ①8/30 ②9/10 ③9/20 ④관행수확
	<ul style="list-style-type: none"> - 기계수확시 장애물인 농자재를 절감하는 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시험품종 : 대권선언 ○ 재배법 : 막뎃기부직포 터널재배 ○ 처리내용 - 활주유인 : 무우인, 관행유인 - 지주설치 : 8주(3.2m), 12주(6.4m)

연구 범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
<3협동-전남농업기술원> 기계수확 적합한 육묘방법	고추 묘령에 따른 생육 및 수량	60일묘와 75일묘 생산성 검토
<3협동-전남농업기술원> 기계수확 적합 품종선발	묘령 및 품종별 생육 및 기계수확에 의한 문제점 분석	품종별 기계수확율 및 수량성 기계수확시 장애요인과 품종 특성
<4협동-생명과학기술> 기계수확 고추의 지역, 품종, 수확시기별 물성, 색상, 숙성도 및 품질 3차 분석	기계수확 품종 2개, 지역 3개, 수확시기 2회 시료 수집 및 외형적 특성, 물성, 품질 3차 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 외형적특성 분석: 개체 중량 및 부위별(과피, 꼭지) 크기 측정 • 물성: 과피꼭지부 인장력 측정 • 품질: 수분, 색상(ASTA), 신미, 유리당 분석
<4협동-생명과학기술> 생고추 원료의 이물질 제거 기술 2차 시작품 개발	생고추 원료의 이물질 선별 장치 1차 시작품 문제점 조사 및 2차 시작품 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 생고추 원료 이물질 제거 선별장치 2 차 시작품 설계 및 제작 • 사이클론, 고압송풍기 설치 • 성능실험 및 개선방안 검토
<4협동-생명과학기술> 생고추 원료의 숙성도 및 크기 측정 및 영상처리 3차시작품 개발	고추숙성도(홍과, 청과) 및 과피두께에 따른 영상처리방식 선별기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 영상처리방식 고추 선별부(공급, 정렬, 영상처리, 배출) 설계 • 3차 시작품 제작 및 성능실험
<4협동-생명과학기술> 생고추 원료의 꼭지제거 기술 개발	압축인장식 고추꼭지제거 시스템 3차 시작품 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 압축인장식 실리콘롤조합 수평제작, 클리닝카드 꼭지제거장치 설치 • 3차 시작품 제작 및 성능실험
<4협동-생명과학기술> 고추종합처리장의 기계수확 생고추 원료의 가공기술 확립	-기계수확 생고추 원료의 건조 작업장 기본 설계 -세절 건조추 원료를 이용한 고추 분쇄설비 기본 설계	-생고추 원료의 건조작업 주요설비 사양 및 기본 배치도 작성 -세절 건조추 원료의 분쇄설비 사양 및 기본 배치도 작성
<위탁-경창기계> 생고추 원료의 압축인장식 고추꼭지제거 장치 3차 시작품 제작	-생고추 원료의 압축인장식 고추꼭지제거 장치 3차 시작품 제작 -성능실험 및 개선	수평식 압축인장식 고추꼭지제거 장치 3차 시작품 제작 및 성능실험

제 2절 관련 분야 기여도

1. 자주식 고추수확기계 개발

- 자주식 고추 수확기는 국내 최초로 개발된 수확기로서, 일관된 작부체계와 기계 수확용 품종에서 높은 수확이 가능한 기계로 기존 국내에서는 없는 수확기 이다. 배출가스 규제도 없는 상태에서 현재의 수확기에는 Tier3엔진 75 hp이 장착되어 있으며 운전의 편리성과 작동을 용이하기 위하여 기존 콤팩트 형태로 설계 개발 하였다.
- 해외의 고추 수확기는 미국과 이스라엘에서만 개발하여 20여년 전부터 상용화를 하고 있고, 고추 농가의 인력을 대체하고 있는 실정이다 . 그러나 국내에서는 아직 인식 부족과 기존 관행재배 및 수확에 대한 깊은 인지로 고추 수확기에 대한 부정도 있는 실정이다. 해외의 고추 수확기는 규모가 큰 2조부터 4조식까지 있고, 트랙터 견인형도 개발되어 상용화를 하고 있다. 한국 지형에는 사용이 힘든 실정이고 국내 자체 개발이 필요하여 경사지 대응 및 이동의 편리성을 고려한 개발로 추후 농가의 고추 수확에 대한 상당히 높은 효과를 가져다 줄 것으로 판단된다.
- 개발된 고추 수확기는 크게 주행부, 고추 탈실부, 고추 선별부, 고추 이송부, 수집탱크로 구성되어 있다. 주행부는 탈실, 선별, 이송부에 각각 동력원이 직접적으로 연결되어 동력 손실이 적고 효율을 최대화 하였다. 모든 작동은 조작석에서 스위치와 레버 및 전자 기판을 사용하여 사용의 편리성을 높이고 원활하게 수확 작업이 가능하게 되었다.
- 외국 고추수확기 자료와 국내,외 논문 및 보고서 분석이 되어있고, 고추수확기 주요부 요인 및 필드 시험에 대한 데이터 분석 방법 정립과 통계프로그램 SAS를 활용한 데이터 분석 및 결과를 해석할 수 있는 통계분석 방법 체계화가 되도록 하였다. 또한 탈실부 성능 분석 및 적정 작업 조건 도출, 동역학 해석 및 입자거동해석을 통한 선별부 시뮬레이션 구현을 통한 문제점 분석 및 보완을 통한 고추수확기 적정 수확 시스템 확립되어 있다.
- 고추 수확기는 추후 중형 및 소형 고추수확기 개발에도 적용이 가능하고 타 작물에서도 탈실부만 교체하면 수확이 가능하도록 설계 기술, 제어, 통합기술 등의 핵심요소기술은 농업기계 및 건설기계 등 다양한 산업 분야의 기술 확보에도 가능 할 수 있다.
- 고추 재배시 토성, 수분, 기상 등 다양한 환경에 의한 고추 생육시 수량문제, 측지발생, 미탈과, 수확시기 등 기계수확의 어려움을 극복하고 원활한 수확기계의 운용을 지원하기 위한 수확적정시기를 8월 하순에서 9월 상순으로 설정, 활주간격을 1.2m 및 활주 3줄유인과, 지주대 8주간격(3.2m)설치를 구명하고, 기계수확 적품종으로 원예원 5품종, 영양고추연구소 3품종을 선발함
- 고추의 수확 후 이물질 선별을 1ton/hr로 높이고, 영상처리 시스템으로 색상선별도 가능하게 되었다. 종합처리장에서 일관된 체계로 꼭지제거 95%이상되어 분쇄까지 최적의 설비구현이 가능하게 되어 고추 산업 발전에 큰 영향을 가져다 줄 수 있다고 판단된다.
- 고추재배를 주로 하는 농가에서는 수확작업을 5~7회 수행함으로써 노동력이 절대적으로 필

요하며 현재와 같이 농촌인구 및 노동력이 줄어드는 농촌에서의 인력수확 작업은 재배를 영속하기 어려운 실정이며 지구온난화로 인해 여름 고온 및 가뭄현상으로 노동력에 의존하는 노지재배는 기계화가 절대적으로 필요하다. 특히 전남에서는 동계 마늘과 양파재배를 하고 하계에 콩과 고추 등을 재배하는 농가에서는 일시수확 및 기계 수확에 의한 재배방법이 절대적으로 필요하다. 따라서 양파후작 고추재배지역 등과 같이 일시에 수확하고 타 작물을 재배하고자 하는 농가를 대상으로 한 전·후작 연계 재배연구는 절대적으로 필요한 실정이다.

2. 기대효과

가. 기술적 측면

- 고추 수확기 개발로 생력화가 부족한 수확에서의 인력대체가 가능하여 고령화에 따른 농가의 인력 수급 대비 농가 수익률을 높일 수 있는 초석이 될 것으로 판단함.
또한 고령 및 여성 노동자의 증가에 따른 맞춤형 편이기기 설계 기술 확보가 가능
- 유사 작목 수확기 개발에 대한 기술을 활용한 국내 발작물 기계화율의 상승에 기여하고,
- 국내 발작물 기계 제품 개발을 위한 기술 축적
- 고추 자재철거와 수확량의 감소 등 기계수확 문제점을 활주절감 및 지주대 경감과 일시수확 시기 결정, 적품중선발로 기계수확의 기술적 애로사항을 해결함
- 고추 기계 수확에 따른 전국 고추 종합처리장의 활성화 및 가동률 상승 효과를 가져올 것으로 판단되며 이물질 제거, 색채 선별, 꼭지제거로 단계별 수작업보다 효율을 높이고 국내 고추 재배 면적 확대로 수입산 대비 고추 자급률 향상을 도모가 가능.
- 전남 고흥, 무안과 같이 마늘과 양파를 재배하고 후작으로 원예작물 또는 발작물을 재배하고자 하는 농가에서는 고추 기계수확 작부체계는 절대적으로 필요하며 향후 기계 도입시 우선적으로 희망하는 재배단지이다. 따라서 양파후작 고추 기계수확 재배 연구는 기계 도입시 농가 소득에 절대적으로 기여할 수있다고 판단 되어짐.

나. 경제적·산업적 측면

- 수확기 개발로 국내 고추 재배 면적 증가의 효과와 수출 제품 확보 및 규모 확대 기여
- 농업 인구 고령화 대비 및 생산성 제고로 인한 인건비용 절감
- 국내 고추수확기 도입을 통해 고추 생산 자급량을 증가시켜 국내 판매량 증가 효과 기대

- 고추 수확 노동력 및 생산 비용 절감과 노동 질환을 예방할 수 있음
- 고추 자재로 사용되는 활주와 지주대 절감은 고추 재배농가의 재료와 노력절감으로 이어지고 기계수확으로 고추 재배감소가 줄어들어 고추재배농가의 소득향상과 자급률 증가로 고추 산업활성화 기여함
- 기계 수확 생 고추 원료의 고 품질 고춧가루 제품을 생산 할 수있는 고추 종합처리장의 건조, 분쇄 설비를 구축이 가능하여 경제적 비용절감 및 산업화 활성이 가능함.
- 양파와 마늘 후작으로 농가에서 고추를 재배하고 있으나 여름 고온, 다습한 기후는 인력부족에 대한 장기적인 대책을 필요로 하고 있어서 기계 수확을 농가에서 희망하는 재배 방법이다. 기계화가 잘되어있는 콩과 같은 작목은 적은면적으로는 소득을 기대하기 어렵지만 고추 재배는 기계수확이 이루어지게 된다면 농가에서 적극적으로 검토되는 작목이다. 따라서 양파와 마늘 후작으로 고추 기계수확 작부체계는 농가 소득 향상에 기대되는 재배방법이다.

다. 사회적 측면

- 고추 수확 작업의 노동 인력 수급난 해소
- 우수한 품질의 국내 농기계 제품 자족기능 강화
- 국내 농업에 필요한 농기계의 지속적 공급과 신기종을 개발하여 농업발전에 기여
- 고령화되고 있는 농업 인구의 생산성 향상을 통해 지역 균형 발전 및 귀농 활성화에 기여
- 고추 기계화를 위한 재배법 개발과 품종선발은 고추 재배의 회귀로 저급의 수입고추를 구입해야만 하는 소비자에게 국내에서 생산한 신뢰도 높은 양념채소인 고추를 제공할 수 있음
- 농업 경쟁력과 양념채소의 안정적 수급을 위해서는 마늘, 양파, 고추재배의 기계화가 절대적으로 필요하며 현재 농촌에는 노동력이 부족하여 외국노동자들이 인력으로 대체되고 있는 실정이다. 이러한 노동 의존도가 높은 재배는 인력 수급이 농사를 결정하게 되는 농촌 현실이다. 따라서 능동적이고 적극적인 농업을 위해서는 기계화가 필요한 실정이며 양념채소 재배단지의 고추 기계수확 재배단지 조성은 농촌사회에 기대되는 재배기술이다.
- 매스컴 홍보 등을 통하여 국내 농업기계 기술의 우수성 및 필요성을 알리고, 농촌에 대한 인식 변화를 가져올 수 있음

제 5장 연구결과의 활용 계획 등

제 1절 산업화 추진 및 기술 확산 방안

1. 양산화 기술 개발

가. 자주식 고추 수확기계 기술지도 검정

- 농업기계 제품화를 위해서는 농업기술실용화재단으로부터 판매 할 농업기계의 기술지도 검정을 수행하여야 하므로, 본 과제에서는 제품 개발 후 사업화를 위하여 기술지도검정을 수행하였다. 검정 기종은 자주식 고추수확기로써, 형식명은 CH751이다.

(1) 시험포장

- 아래 그림은 전북 완주군에 위치한 원예특작과학원 시험포장지로 밭 면적 1650m²에 해당되며, 시험 전 경운작업 및 둥근 두둑 성형 작업을 시행하여 두둑을 형성해 하였다.



그림 1. 원예특작과학원 시험 포장지

(2) 시험 방법

- (가) 작업속도단수, 거리등을 운전 상태로 작업자가 설정한다.
- (나) 수확기의 시험 준비상태에서 예비 시험을 진행 한다.
- (다) 작업자가 수확 작업을 실시하고 기록관이 하기 사항을 기록한다.
- (라) 두둑폭, 두둑높이, 조간, 주간, 포장상태, 작업주수, 주당주량, 주당 착과 수, 수확된 고추 중량, 탈실된 고추 중량, 미탈실된 고추 중량 등

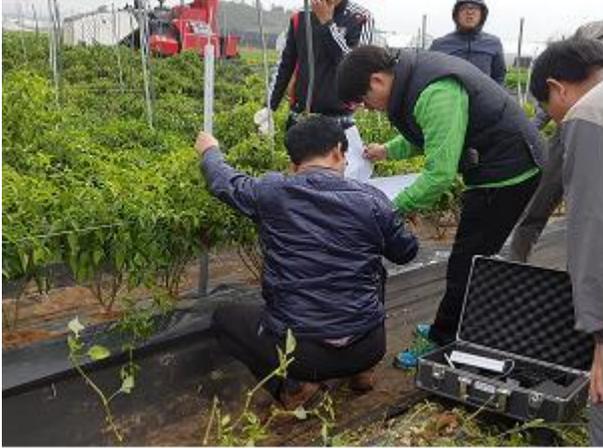


그림 2. 시험 방법

(마) 수확 시험 후 계산은 아래와 같이 진행 한다.

(1) 시간당 수확량: Q_s (kg/h)

$$Q_s = \frac{P_{tk}}{t} \times 3600 \quad (t: \text{총 작업시간 (s)})$$

(2) 그루터기 미탈실 손실률: LR (%)

$$LR = \frac{P_{lr}}{P_T} \times 100$$

(3) 발취주 미탈실 손실률: LP (%)

$$LP = \frac{P_{lp}}{P_T} \times 100$$

(4) 꺾여진 줄기 미탈실 손실률: LS (%)

$$LS = \frac{P_{ls}}{P_T} \times 100$$

(5) 탈실부 낙하 손실률: LD (%)

$$LD = \frac{P_{ld}}{P_T} \times 100$$

(6) 선별·배진부 손실률: LC (%)

$$LC = \frac{P_{lc}}{P_T} \times 100$$

(7) 손실률: LT (%)

$$LT = LR + LP + LS + LD + LC$$

(8) 수확률: HR (%)

$$HR = \frac{P_{tk}}{P_T} \times 100 \quad (= 100 - LT)$$

(9) 미탈실율: UT (%)

$$UT = \frac{Plr + Plp + Pls + Ps}{PT} \times 100$$

(10) 탈실율: TT (%)

$$TT = \frac{Ptk - Ps + Pld + Plc}{PT} \times 100 \quad (= 100 - UT)$$

(11) 손상률: Dt (%)

$$Dt = \frac{Ptd}{Ptk} \times 100$$

(12) 협잡물비: K (%)

$$K = \frac{LS}{Ptk + LS} \times 100$$

여기서,

Plr : 미발취된 줄기에 달려있는 고추의 중량 (kg)

Plp : 뽑혀진 줄기에 달려 있는 고추의 중량 (kg)

Pls : 꺾어져 나간 줄기에 달려 있는 고추의 중량 (kg)

Pld : 탈실되어 포장에 낙하된 고추의 중량 (kg)

Plc : 선별·배진부에서 손실된 고추의 중량 (kg)

Ptk : 기계에 수집된 고추의 중량 (kg)

PT : Ptk + Plr + Plp + Pls + Pld + Plc (kg)

Ps : 수집호퍼 내에서 줄기가 달려 있는 고추의 중량 (kg)

Ptd : 탱크 내의 손상과 중량 (kg)

LS : 탱크 내의 협잡물 중량 (kg)

(3) 시험 결과

- 농업기술실용화재단의 김정연구원의 주관하에 진행하였으며 아래 그림은 시험평가 중 수확작업 전 고추의 물성측정 및 기초 데이터 수집 모습과 수확 후 작물의 모습이다. 시험평가 항목의 기록은 김정연구원이 기록하여 성적서를 발급하였다.

시험 요인은 손실과, 미성숙과, 미탈실과, 협잡물(수확물) 등으로 정리하고 기계 수확 시 속도도 측정하였다.

작업 행정 길이는 30m 이상으로 하고 각 행정의 양 끝에 기대가 선회 할 수 있는 여유 면적이 확보된 상태에서 진행 하였다.

- 최종 시료의 중량과 수확량, 손실량, 손상량, 미탈실량, 협잡물 중량으로 구하였고, 결과는 아래 성적서와 같다.



그림 3. 수확작업 전 고추의 물성측정 및 기초 데이터 수집 모습

(4) 성능평가 성적서

○ 농업기술실용화재단의 성능평가 성적 시험의 결과는 아래와 같다.

16-MT-049

(5) 작업방법

시험구간 : 30 m
 작업단수 : HST(무단)
 작업속도 : 흉연 0.22 m%, 적영 0.24 m%

작업행정수 : 4 회(2품종×2행정)
 탈실부 나선축 회전속도 : 620 r/min
 작업자수 : 2명(운전자 1, 보조자 1)

6.2.2 시험결과

구 분	흉연		적영		
	중량, kg	비율, %	중량, kg	비율, %	
계	70.67	100.0	74.94	100.0	
수확물 (수집 호퍼내)	수확물 소계 ¹⁾	64.80	91.7	65.86	87.9
	탈실물 소계	45.36	70.0	52.46	79.6
	비손상과	62.24	88.1	62.80	83.8
	미탈실과 ²⁾	(19.44)	-	(13.40)	-
	손상과 ³⁾	2.56	3.6	3.06	4.1
손실물 (포장내)	소계	5.87	8.3	9.08	12.1
	포장에 심겨져 있는 줄기에 달려있는 과실 ⁴⁾	2.98	4.2	4.94	6.6
	포장에 낙하된 과실	2.89	4.1	4.14	5.5
	탈실되어 낙하된 과실	(2.67)	-	(3.96)	-
	격어져 낙하된 줄기에 달려있는 미탈실 과실	(0.18)	-	(0.15)	-
	선별부 손실과	(0.04)	-	(0.03)	-

주) 1. 탱크 내 수확된 과실전체의 중량으로 꺾지, 이별과, 상품실이 없는 작은 과실 포함
 2. 수확과 중 1마디 이상의 줄기가 달린 과실
 3. 수확과 중 쪼개지거나 부러진 과실
 4. 축지의 처침으로 탈실부를 통과하지 않은 것과 탈실부를 통과하였으나 미탈실된 것의 합계

7. 검정제품 개요

가. 본 기대는 고추 일시수확용으로 제작된 승용자주형 1조식 고추수확기로 주행부, 탈실부, 반송·선별부 및 수집호퍼로 구성되어 있음
 나. 주행부는 무한케도식이고 탈실부 높이는 유압으로 조절하는 방식임
 다. 탈실방식은 3중 나선식이고 선별방식은 컨베이어 벨트요동 및 풍압식이며 선별·수집된 고추는 수집호퍼를 유압으로 도립시켜 배출하는 구조임

그림 4. 농업기술실용화재단 성능평가 성적 시험 결과

나. 사업화 전략

- 2018년 : 국내 시장 출시를 위한 문제점 보완, 내구 시험 및 양산 설계 완료
국내 시범 공급 2대로 모니터링 실시
- 2019년 : 국내 2차 시범 공급 및 모니터링을 통한 출시
- 2020년 : 국내 본격 출시 및 해외(중국및 동남아시아) 시범 공급
- 2021년 : 원가 및 품질 경쟁력 강화, 고추 수확기기술 line-up 확대(중소형 추가)

다. 경제성 분석

고추 재배 10a이상 일 때 고추 수확기계 사용과 수작업 수확에서의 경제성은 아래와 같이 나타 낼 수 있다.

○ 부담면적

포장작업능력 : 0.117 ha/h

부담면적 = 포장작업능력×U×D×eu×ed = 17.85 ha/년

U : 일일작업시간(8시간)

D : 작업적기일수(30일)

eu : 실작업시간율(0.75)

ed : 작업가능일수율(0.85)

○ 재배 면적당 수확비용(감가상각비 포함)

재배면적당 기계수확비용 = 고정비 + (변동비 × 재배면적)

		기계 수확	관행 수확	비고
구입 가격(원)		70,000,000		가격 신고 예상 책정가
폐기 가격(원)		7,000,000		구입가격의 10%
내구 년수(년)		9		조달청 공시
연간 고정비 (원/년)	감가상각비	7,000,000		(구입가격-폐기가격)/내구년수
	수리비	4,200,000		연평균 수리비 계수 : 6%
	이자	572,000		연이자율 : 2%(구입가격+폐기가격)/2*이자율
	소계	11,772,000		
소요 시간(h/ha)		11		포장작업능력 : 0.117 ha/h
변동비 (원/ha)	유류비	91,317		연료소모량(L/h)*면적당작업시간*연료비*1.3
	노동비	114,312	2,215,535	인원수*일일임금*일수
	소계	205,629	2,215,535	차액: 2,009,906원

그림 5. 재배 면적당 수확 비용

○ 기계 수확 노동비 :

1명×80,000원/0.7 [ha/일](일일부담면적)

○ 관행 수확 노동비 : 전체 노동비

$(2,306,888\text{원}/10\text{a}) \times \text{수확시간}/\text{전체}(39.2\%) \times \text{자가 노동을 제외한 고용노동 비율}(24.5\%)$

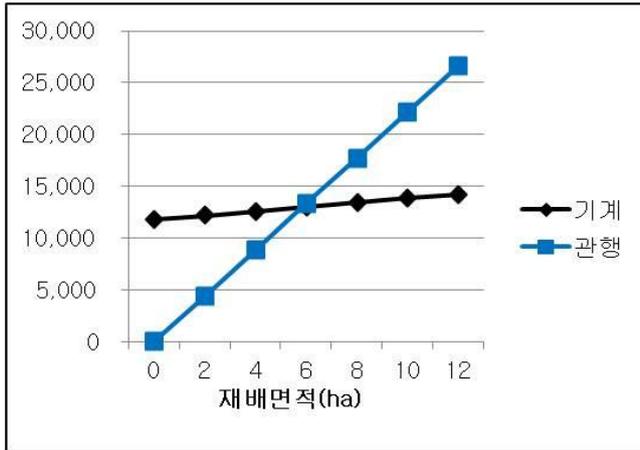
○ 손익 분기규모 :

고정비 / (면적당 관행비용-면적당 변동비)

= $11,772,000 / (2,215,535 - 205,629)$

= **5.9ha**

※ 재배면적 증가 할수록 기계수확에 유리



재배면적 (ha)	기계(천원)	관행(천원)
0	11,772	0
2	12,183	4,431
4	12,595	8,862
6	13,006	13,293
8	13,417	17,724
10	13,828	22,155
12	14,240	26,586

그림 6. 손익 분기규모

2. 홍보 및 전시회

가. 홍보

- 홍보는 과제 3차년 동안 모두 6건으로 전시회와 같이 이루어 졌다. 대표적인 마스크 홍보는 다음과 같이 소개 함

논산서 '고추 수확기' 등 발작물기계 시연 눈길

색채선별·꼭지제거 기술도 접목 예정

집중착과형 고추품종 개발·보급 함께 이뤄져야 효과

2018년부터 농가에 공급... '다목적 이식기'도 선보여



▲ (왼) GMT 관계자가 고추수확기 시제품의 예취 부를 작동시키고 있다. ▲ 다목적 이식기를 이용하면 고추 담배 배추 등 부를 손쉽게 심을 수 있다.

농특유망신문

HOME > 농업 > 비료/용자/농기계 및 농자재 > 농신문

동양기계, 제주 한국여성농업인 전국대회 참가

승용관리기(K1-C), 고추수확기 등 여성친화형 농업기계 선봬

원영수 기자 | 승인 2017.09.15 12:06



동양물산기업(주)은 지난 6~7일 제주도 서귀포 강창학 종합경기장에서 개최된 제9회 한국여성농업인 전국대회에 참가, 여성친화형 농기계를 선보였다고 밝혔다.

동양물산기업은 이번 전국대회에 농업기계 종합형 업체로는 유일하게 참가해 여성농업인들의 이목을 끌었다.

국내 농업농촌은 인력의 고령화와 여성화에 따른 노동력이 부족한 상황이다.

동양물산기업은 이같은 농업농촌의 현실을 반영, 농업기계 종합형업체 중 유일하게 여성친화형 발작물기계를 개발, 전국 기술센터 임대사업소 및 개별농가에 공급하여 큰 호응을 얻고 있다.

주요 품목은 여성친화형 승용관리기(K1-C), 발작물 보행 야채이식기(TVP-1A), 양파이식기, 고무마이식기, 범용수확기(TH752), 고추수확기 등이 대표적이다.

[발농업기계화, 한국농업 바꾼다 | ③ 농촌진흥청-농기계회사 협력] 생산 1조원대 고추, 내년부터 기계로 따다

동양물산 "부족한 수요는 수출로 보완"

2016-04-29 11:14:13 게재

농촌진흥청(청장 이양호)이 발농업 기계화율을 높이기 위해 농기계회사 및 농업인과 협업을 강화하고 있다. 농진청은 2014년부터 동양물산기업(회장 김희용) 등과 고추수확기 계도 함께 개발하고 있다.



농촌진흥청 국립원예특작과학원과 동양물산 등은 내년까지 고추수확기를 개발에 원정에 보급할 계획이다. 사진은 농진청이 개발 중인 고추수확기를 시범운영하고 있다. 사진: 농촌진흥청 제공

이양호 농촌진흥청장은 "농진청 산하 국립원예특작과학원은 기계로 작업하기 쉬운 고추 품종과 재배방식을 개발하고, 동양물산은 기계를 만들고 있다"며 "2014년부터 시작했는데 내년까지 완료할 계획"이라고 말했다.

◆미국 이스라엘산 고추수확기와 해외시장 경쟁 = 농진청이 고추수확기 개발을 우선 시킨 것은 고추가 국내 발작물에서 핵심 품목 중 하나이기 때문이다. 국내 농산물 중 세 번째 농가소득원이고, 국민 식생활에 중요한 3대 양념채소류 중 하나다. 국내 시장 규모는 연간 1조원에 달한다.

연합뉴스

인쇄하기 X 닫기

"고추, 이제 기계로 따다"...수확기계 개발·시연 주목

기사입력 2017/09/04 10:27 송고

(고추=연합뉴스) 손상원 기자 = 고소득 작물이면서도 많은 노동력이 필요해 농민을 고민하게 했던 고추를 수확하는 기계가 개발됐다.

4일 전남 농업기술원에 따르면 기술원은 지난 1일 고흥군 금산면 고추 생산단지에서 고추 일시 수확기 시연회를 열었다.



고추 수확기 시연 [전남 농업기술원 제공=연합뉴스]

이 기계는 농촌진흥청, 동양물산과 공동연구로 개발했다.

10a 수작업에는 통상 114시간가량 걸리지만 일시 수확기를 활용하면 1시간 연막으로 줄일 수 있다고 기술원은 전했다.

고추는 국내 1의 양념 채소로 10a당 농가소득이 220여만원에 달하는 고소득 작물이다.

그러나 더워 속 수확작업은 생산 농민들의 가장 큰 고충이다.

노동력과 인건비 상승은 생산비 증가의 주된 요인이 되기도 했다.

고추재배 과정에서 경운-정지-파종-방제 등 단계는 기계화가 이뤄졌으나 수확 단계에서는 기계화가 매우 부족한 실정이다.

최신
핵심기술

채소 - 비가림 재배 고추도 생산기술

고추 비가림 재배에 적합한 묘 생산기술

2012년부터 정부에서는 고추 비가림 시설을 지원할 통한 안정생산기반 확립으로 국내 고추 자급률을 높여려는 다양한 정책을 펼치고 있다. 국립원예특작과학원에서는 원활한 관련 정책 보급을 위해 비가림 재배시 육묘 일수 및 셀 크기에 따른 고추 생육특성을 구명하였다.

고추는 연간 생산액이 1조원에 달하는 중요한 채소로 농가 소득에 크게 기여하고 있으며, 우리 식생활에서 빼놓을 수 없는 중요한 양념으로 사용되어 식탁을 풍성하게 해 주고 있다. 1980년대 농업통계가 조사된 이후로 고추 재배면적 및 생산량은 전체 채소 중 매년 가장 높은 비율을 점유하였으나 최근 이상기상에 따른 고추 작황 불안정과 농가 노령화 및 노동력 부족으로 국내 고추 생산량은 꾸준히 감소하고 있다. 이와는 반대로 중국으로부터의 수입량은 지속적으로 증가하고 있다. 특히 2011년에는 계속되는 강마로 인해 평년에 비해 생산량이 급감하여 고추가격은 크게 상승한 바, 도시 소비자들은 폭등된 견고추 가격으로 경제적 부담이 가중되기도 하였다. 그러나 전체 고추 재배농가의 평균 순수익은 오히려 감소되고 자급율은 40%까지 감소하는 등 국내 고추 생산기반이 흔들리게 되는 상황에 직면하게 되었다. 그 대안으로 2012년부터 정부에서는 고추 비가림 시설을 지원할 통한

안정생산기반 확립으로 국내 고추 자급률을 높여려는 다양한 정책을 펼치고 있다. 국립원예특작과학원에서는 원활한 관련 정책 보급을 위해 비가림 재배시 육묘 일수 및 셀 크기에 따른 고추 생육특성을 구명하였다. 공시재료로 '슈퍼비가림(Syngenta, Korea)' 품종을 72공 육묘 트레이를 사용하여 묘영이 60, 70, 80 및 90일이 되도록 각각 파종하여 4월 25일에 정식하였다. 적정 셀 크기 구명을 위해 '슈퍼비가림' 품종을 트레이 셀 크기별로 각 32, 50, 72 및 105공에 80일간 육묘하여 4월 18일에 정식하고 원예적 특성, 수확량 등을 조사하였다. 재배관리, 병해충 방제, 관수와 시비기준은 고추표준영양고본(농촌진흥청, 2008년)을 따르되, 추비는 정식 후 20~30일 간격으로 실시하였다. 육묘일수 60, 70, 80일, 90일의 묘를 정식한 경우, 엽수는 60일 묘가 가장 적었으며 묘의 초장은 70, 80, 90일 묘의 경우 차이가 없었

88

[화제인물] '트랙터 박사' 윤여두 GMT 회장 "무인자율 농기계 시대...인공지능 농기계 개발 시급"

국내 농기계산업 선구자. 40여년 농기계 연구개발 몰두 여성친화형 승용관리기, 다목적이식기 개발 공로 동탑산업훈장 수여
발작물 이식파종수확 작업 기계화 10% 내외. 정부지원 뒤따라야

금교명 기자 001@foodtoday.co.kr

등록 2017.05.16 13:01:49



[푸드투데이 = 금교명기자] 윤여두 GMT 회장 이름에는 트랙터 박사라는 별명이 늘 따라다닌다. 국내 농기계산업의 선구자인 윤 회장은 40여년을 농기계 연구개발에 몰두했다.

충청남도 논산 태생으로 서울대 농공학과를 졸업한 후 농림부 진흥청 공무원인 국립농업자재검사소 검사관으로 사회에 첫발을 내디딘 윤 회장은 동양물산, 국제종립기계를 거쳐 현재 GMT 회장을 맡고 있다.

한국농기계공업 협동조합 이사장을 역임하기도 한 윤 회장을 GMT의 모기업인 동양물산 김희용 회장은 눈여겨 보고 있다. 동양물산 부회장으로 발탁했다. 이 직함을 외에도 NGO단체인 '우리민족서로돕기운동'의 상임공동대표와 중소기업 중앙회 부회장으로 농식품위원장을 겸직하고 있다.



나. 시연회

고추 수확기계의 시연회는 농촌진흥청 국립 원예특작과학원내 포장지와 전남고흥, 경북 영양, 충북 보은 등 농가에서도 직접 시연회가 이루어 졌다. 본 증빙 자료는 3차년도에서 실시한 시연회를 나타내었다.

- 일시: 2016년 10월 11일
- 장소: 국립원예특작과학원
- 참석자: 농촌진흥청 정황근 청장, 농림축산식품부 김경규 식품산업 정책실장, 국립농업과학원, 전북대학교, 국립원예특작과학원 원장, 동양물산 외 외부 50명



그림 7. 시연회(2016년 10월 11일, 국립원예특작과학원)

- 일시: 2016년 10월 20일
- 장소: 국립원예특작과학원
- 참석자: 농촌진흥청 라승용 차장, 전국농업기술센터 발작물 담당자 외 50명



그림 8. 시연회(2016년 10월 20일, 국립원예특작과학원)

- 일시: 2017년 3월 24일
- 장소: 국립원예특작과학원 하우스
- 참석자: 농림축산식품부 고추담당 사무관, 국립원예특작과학원 원장 및 농촌진흥청 관계자 등 30명 참석



그림 9. 시연회(2017년 03월 24일, 국립원예특작과학원 하우스)

- 일시: 2017년 8월 31일
- 장소: 전남 고흥 신촌면 농가
- 참석자: 전남 농업기술원 원장 및 전남도 기술센터 담당자, 국립 농업과학원, 농민 50명



그림 10. 시연회(2017년 08월 31일, 국립원예특작과학원 하우스)

- 일시: 2017년 9월 14일
- 장소: 경북 영양군 수비면 농가
- 참석자: 영양군수, 영양기술센터, 영양고추연구소, 영양 고추 종합처리장, 농민 등 20명



그림 11. 시연회(2017년 09월 14일, 경북 영양군 수비면)

- 일시: 2017년 9월 21일
- 장소: 충북 보은군 농가
- 참석자: 농림축산식품부, 도 농업기술원, 전국 농업기술센터, 한국농촌경제연구원, 전국 농협 담당자 등 30명



그림 12. 시연회(2017년 09월 21일, 충북 보은군)

- 일시: 2017년 9월 28일
- 장소: 국립원예특작과학원
- 참석자: 국립원예특작과학원장, 농촌진흥청, 한국식품연구원, 각 협동기관 담당자 외 30명



그림 13. 시연회(2017년 09월 28일, 국립원예특작과학원)

제 2절 지적재산권 확보 계획

1. 자주식 고추수확기계 개발에 대한 지적 재산권 확보 방법

- 고추 수확기에 대한 핵심기술 특허는 1990년대부터 2005년까지 50여 건이 검색되었으며, 이중 핵심 기술 고추를 작물에서 떼어내는 특허와 잎과 줄기를 분리하는 기술에 대한 특허가 주를 이루고 있다. 이는 고추 작물에 대한 기계 수확에서의 메카니즘을 다양한 형태에서 적용했다고 볼 수 있으며 현재로서 특허 공개와 청구사항에 대하여 만료가 된 부분이 대 다수 이다. 고추 수확기는 미국과 이스라엘에서 40년 전부터 연구하여 90년대 말에 상용화 되어 있어 특허 침해 부분은 회피하고, 국내 개발된 특허에 대해선 지속적으로 출원과 모니터링을 계획하고 있다.
- 국내 특허분석에서는 농촌진흥청과 학위 논문에 대한 고추 특허가 검색 되었고, 이것은 고추를 줄기를 자르고 손수 자른 고추 줄기를 이동하여 탈곡기 같은 고추 탈실부에 넣어 고추를 탈실하는 장치로 자주식 고추 수확기계로된 특허는 없는 실정이다.
- 중국 등 동남 아시아 특허검색에서도 자주형 고추 수확기가 있으나 탈실부 형태가 보통형 콤바인 형태로 고추를 거둬들이는 것으로 대부분 나타났다. 국내처럼 두둑과 정식을 하는 곳이 중국에서는 드물며 직파형태도 있어 현재 개발된 고추 수확기 특허와는 차이를 이루고 있다.

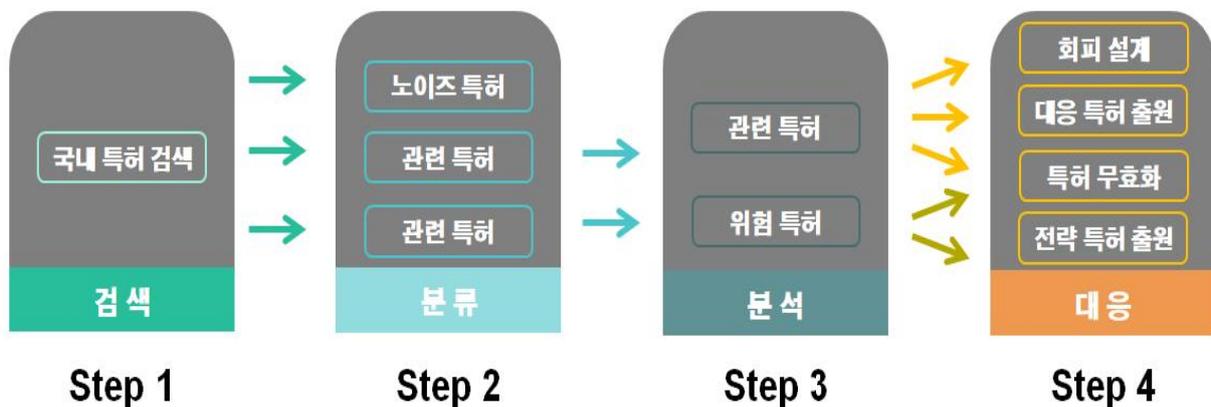


그림 1. 본 과제의 특허 출원 프로세스.

- 아래 그림은 회피설계와 대응 특허 출원 방법으로 회피설계는 대표 청구항의 구성 요소를 대체 혹은 제거하거나 새로운 설계를 함으로 대응하는 방식이고 대응특허는 원천기술이 없는 경우 개발된 기술을 특허화 하여 자사의 지적 재산을 보호하는 대응 방식이다.
- 회피할 수 없는 경우, 선행 기술에 대한 진보성과 다른 특허의 침해여부를 조사하여 문제 특허의 일부 혹은 전체를 무효화하거나 전략적으로 특허를 Making하여 특허 분쟁

시 경쟁사의 취약한 부분을 공격함으로써 유리한 위치를 선점하고 자사의 특허를 침해한 경우 로열티를 요구하는 대응할 계획이다.

특허 대응 전략



그림 2. 본 과제의 특허 대응 전략.

제 3절 타분야 활용 및 추가연구 필요성

향후 개발될 다양한 종류의 발작물 기계의 기반 기술로서의 역할이 가능하며, 원천 기술확보를 통한 수확기 관련 국내 자체기술 개발의 활성화 도모 형태가 비슷한 타 작물의 수확작업 기계에 활용 가능 기계화에 적합한 국내 농가 재배양식 설정 표본으로써 활용 가능

- 추가연구 필요성

고추 품종과 재배양식을 연계하여 차후 제품 실용화 연구가 필요함.

고추수확기의 소형화 및 경량화 방안에 대한 추가적인 연구가 필요함.

본 과제에서는 원예원 육성 품종 및 일반 시판품종 중 기계수확에 적합한 품종을 선발하였으며 궁극적으로는 기존 고추 품종과는 차별화된 기계수확에 적합한 전용 품종개발이 필요함. 또한 고추 수확시 발생하는 미숙과의 부가가치를 높일 수 있는 가공기술 및 기능성 연구도 필요함. 마지막으로 고추 기계수확 재배단지를 확대하고 기계보급을 활성화하기 위해서는 정부에서 지원하는 생산단지 시범운영이 반드시 필요하며 이를 위해서는 경지정리 및 논 활용 기술이 도입되어야 함.

고추 수확시 기계화를 이루었으며, 차후 수확된 풋고추와 홍고추를 선별, 이물질제거, 풋고추가공, 홍고추 가공을 할 수 있는 차후의 가공처리장이 필요함.

- 향후 개발 방안

본 연구 개발된 고추수확기는 1ha이상의 논, 밭에서 고추 수확을 할 때 인력대비 효율이 크게 나타날 수 있다. 경작지가 크면 클수록 수확기계 측면에서는 인력수확보다 높은 경제성과 농촌의 고령화에 따른 인력수급을 해소 할 수 있다.

앞서 기계 수확에 적합한 5품종의 선발과 더불어 신 품종 개발이 절실하며 고추의 크기 또한 기계 수확에서는 대 과종 에서 유리하다.

향후 동양물산에서는 국내 고추 재배지의 현장에 맞춘 경제형 고추 수확기를 개발 준비하고 있다. 경사지 5도 미만에서 경작된 고추를 수확하고 10a 이하의 논, 밭 등에서 수확기계로 고추를 수확 할 수 있는 경제형 고추 수확기를 개발 추진을 진행하고 있다.

경제형 고추 수확기계는 자주형태이며 고추의 탈실부와 선별부로 개념 설계되어 1.4톤 트럭에 적재가 가능하도록 맞출 예정이다. 이는 경작지 및 과종에 상관없이 수확이 가능하고 일반 농가에 보급이 빠를 수 있는 모델로 개발 방안을 모색할 것 이다.

제 6장 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

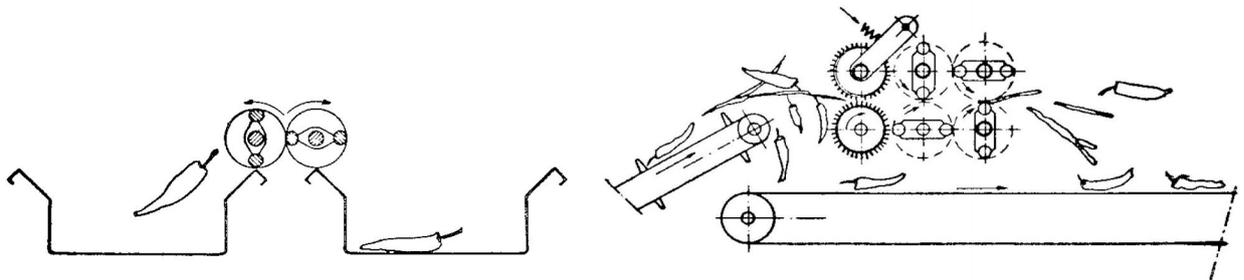
제 1절 관련 논문

- Funk, P.A., and S.J. Walker. 2010. Evaluation of Five Green Chile Cultivars Utilizing Five Different Harvest Mechanisms. Applied Engineering in Agriculture
 - 풋고추에 대한 다른 수확기계 탈실부를 명확히 평가하는 것에 초점을 둬, rubber finger 설계는 큰 지름의 나선의 높은 팁 속도와 수확한 과실들이 빠져나갈 공간을 남겨두지 않아 고추의 거의 절반이 손상을 입음. 성공적인 디자인의 주요 특징은 과실이 상할 가능성을 최소화하면서, 제품 경로를 명확하게 하고 비교적 낮은 팁 속도를 제공하였음.
- Funk, P.A., and S.J. Walker. 2009. Green Chile Pepper Harvest Mechanization. ASABE Meeting Presentation Paper. No. 095518.
 - 2008년 뉴멕시코에 있는 두 지역에서 5가지의 수확 메커니즘으로 5가지 품종을 시험하였음. 11%~45%의 기계적 손상을 포함한 가격 가치가 있는 순 수확은 총 수확의 28%~80%으로 수확 효율은 42%~90%를 보임. 기울어지고 펼쳐진 역회전하는 나선형 디자인이 가장 높은 수확 효율과 생산물의 손상이 가장 적음을 보임.
- Wolf, I. and Y. Alper. 1983. Mechanization of Paprika Harvest. Proceedings of the 1st International Conference on Fruit, Nut and Vegetable Harvesting Mechanization, ASABE Publication
 - 파프리카 품종에 대한 기계수확 시스템을 개발하였음. 최대 과실 회수율과 수확물에 적은 잔물질 포함을 달성함. 수확기의 파프리카의 회수율은 70~90% 였고, 주행 속도는 필드의 조건에 따라 1.2~2 km/h 였음. 직경 10 cm의 나선봉의 3번수(1/2" 파이프의 30° 나선구조, 1/2", 1/4" 파이프의 45° 나선구조)에 대한 탈실성능 비교 하였으며 세 형태의 나선봉에 대해서 유의적인 차이는 없었음.
- Wolf, I. and Y. Alper. 1984. Mechanization of Paprika harvest. ASAE Pub. No. 5-84, ASAE, St. Joseph, MI 49085
 - 이 연구의 목적은 파프리카를 수확 할 때, 과일 회수율을 높이고 쓰레기 함량을 줄이기 위해 기계식 수확 시스템을 개발하는 것임. 10cm의 개방형 나선형 헬릭스를 이용한 3행 파프리카 수확기는 다양한 밭 조건에서 상업적으로 운용되었고 90%의 과일 수확량과 작업 조건은 약 0.2 ha/h임. 필드 용량, 과일 회수율 및 폐기물 함량은 서로 연관성이 있으며, 주어진 상황에서 최상의 결과를 얻기 위해서는 연구가 좀 더 필요하다고 판단됨.
- Marshall, D. E. 1984. Mechanized pepper harvesting and trash removal. ASAE Pub. No. 5-84, ASABE, St. Joseph, MI 48824
 - 미국의 USDA가 open-helix 콘셉트(Georgia 대학의 Fullilove와 Futral(1972)에 의해 발명)에 대한 고추수확 연구를 실시한 내용을 요약함. 여러 가지 고추 품종에서 잎과 가지 등과 같은 이물질을 제거하는 시스템의 평가실험을 실시함. 평가실험 결과 이물질 선별은 과실의 모양과 크기에 따라 달라진다고 밝힘. 체리고추에 대해서는 90% 이상의 선별률, 4.1%이하의 손상이 나타났고, 선별 후에도 큰 나무 줄기와 가지가 남아있기 때문에 컨베이어 옆에서 직접 선별하는 대비해야 한다고 제안함.
- EVALUATION OF FIVE GREEN CHILE CULTIVARS UTILIZING FIVE DIFFERENT

- 전체적인 연구의 목적은 고추수확 기계화를 촉진시켜 국내생산품이 경쟁력을 갖추는 것으로 풋고추에 대한 다른 수확기계 탈실부(head)를 명확히 평가하는 것에 초점을 맞춤
1978 John Deere 목화수확기가 platform으로 4개의 실험용 수확 기계장치에 동력을 공급하고 추진하는 역할과 두 set의 수확 기계장치는 platform의 앞쪽에 교환하며 부착될 수 있도록 변경

- MECHANIZATION OF PAPRIKA HARVEST Fruit, Nut, and Vegetable Harvesting Mechanization. ASAE Publication 5-84, pp.265-275.

- 파프리카 품종에 대한 기계수확 시스템을 개발과 최대 과실 회수율과 수확물에 적은 잔물질 포함을 달성하며 파프리카 고추 수확기 : 탈실장치(helixial elements, picking conveyors), 정선장치(가지에서 과실 분리, 작은 이물질 배출), gleaning¹¹⁾ machine으로 구성되어 있음
1976년 이조 견인형 실험용 수확기의 탈실장치가 재설계하여 직경 10 cm의 이중 개방형 나선봉(helix)이 50 cm의 간격으로 설치, 8~13 cm 범위에서 조절하고 90°의 위상차(out-of-phase) 나선봉들은 1/2" 송수관(water pipe)이 30°로 나선형을 구성, 지면에 대해서도 비슷한 각도를 가짐



- MECHANIZED PEPPER HARVESTING AND TRASH REMOVAL Fruit, Nut, and Vegetable Harvesting Mechanization. ASAE Publication 5-84, pp.276-283.

- 미국의 USDA가 open-helix 콘셉트(Georgia 대학의 Fullilove와 Futral(1972)에 의해 발명)에 대한 고추수확 연구를 실시한 내용을 요약하며 USDA open-helix 고추 수확기는 일련의 회전하는 원뿔 모양의 lifter¹²⁾, helix로 구성 됨. 상업적으로 재배되는 모든 타입의 고추는 open-helix 콘셉트로 기계 수확이 가능(Marshall 1979) 다른 콘셉트의 수확기보다 10~20% 더 효율적으로 수확

- Botany, Production and Uses. CAB International united Kingdom. pp. 227-240

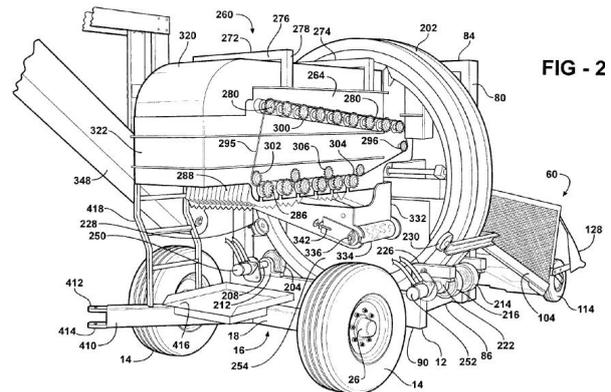
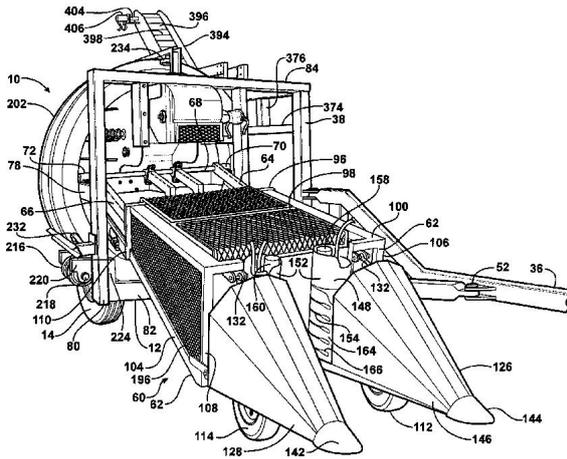
- 미국 New Mexico의 생산면적은 1992년 13,962 ha에서 2003년 4,324 ha로 감소되고, 계속 늘어나는 미국의 수요는 수입으로 점점 충족되고 있음. 미국의 수확 노동비는 전체 생산비의 50%를 차지하지만, 기계수확 시 생산비의 10%로 절감된다고 보고함.
Cayenne 고추의 약 80%는 기계수확이며 red chilli와 파프리카 고추는 거의 기계수확으로 이루어짐. 2000년 초반 품종을 선택적으로 육성하고, 수확이 가능하도록 재배방식을 바꾸고, 가공공장 장비가 많은 양의 이물질을, 많은 양의 수확물을, 줄기가 부착된 채 들어오는 수확물을 처리하도록 개발되는 폭넓은 기계화를 요구

11) gleaning(이삭줍기) : 농작물, 채소, 과실 등을 거둔 뒤에 처져 남은 것을 줍는 것

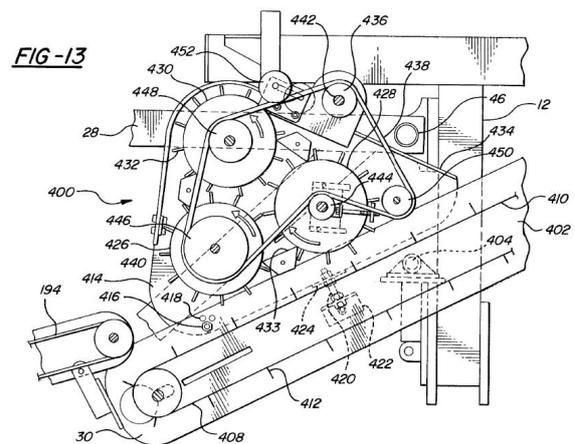
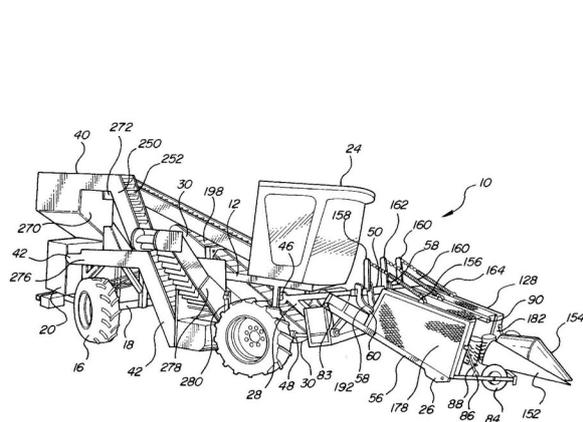
12) 고추 식물을 수확용 helix 안으로 유입시켜 주는 장치

제 2절 관련 특허

- Boese. 2008. PULL TYPE PEPPER HARVESTER. US7,555,888
 - 2중 나선 탈실부를 가지며 뒤쪽에 견인 고리가 있어 트랙터 부착형 또는 다른 수확기에 부착하여 진행하는 타입으로 고추 및 파프리카를 수확하면서 선별까지 이루어지는 형태로 되어 있음. 엔진헤더 프레임(header frame) 뒤쪽과 프레임은 횡방향의 수평축에 대하여 회전할 수 있도록 결합되고 뒤쪽 선별부에서는 카드 클리너를 사용하여 고추의 이물질을 선별 할 수 있도록 하여 효율을 높였고, 트레일러가 옆에 따라가며 수확물을 수집함.



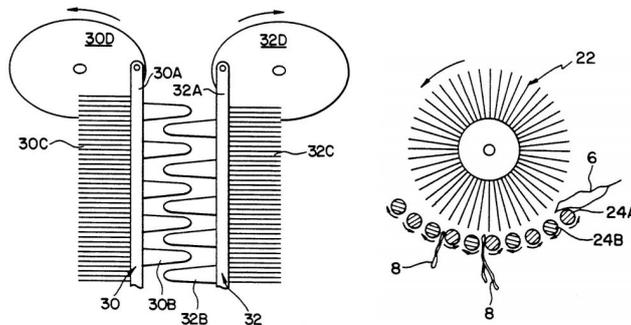
- Boese 1999. VEGETABLE HARVESTER. US6,199,703
 - 고추의 선별장치에 대한 특허로 구조가 간단한 원리로 수확된 고추의 잎과 줄기를 분리하는 장치이다. 세 개의 드럼에 Finger를 다수 부착하여 첫 번째와 두 번째 드럼은 수평상태에 세 번째 드럼은 첫 번째와 두 번째 드럼 사이 위에 위치한다. 표면에 방사형으로 돌출되고 첫 번째 드럼속도가 느리고, 두 번째 드럼속도가 가장 빠르며, 세 번째 드럼은 중간속도로 회전하여 이송되는 줄기 잎을 드럼 사이로 끌어올려 분쇄하는 장치로 되어 있음. (2017년 9월 만료됨)



- Cosimati. 1996. CHILI HARVESTER WITH ADJUSTABLE SPIRAL PICKER UNITS. US5,709,071
 - 고추 수확기는 고추 식물들의 행에 따라 이동하고, 일정한 간격을 가지고 반대로 회전하도록 구동되는 탈실장치를 포함한다. 각 탈실장치는 고추를 따기 위한 나선형으로 감긴 수많은 수직봉의 형태이다. 탈실장치의 탈실효율을 최적화하고 수집 상태의 변화에 대해 보충하도록 조정이 가능하도록 마

주편의 나선형 봉들과의 거리를 변화시켜 조절이 되도록 구성되어 있다. 탈실장치 간의 공간관계를 변화시키기 위하여 나선형으로 감긴 탈실장치들이 서로 수동으로 조절된다. 고추식물로부터 탈실된 고추를 후상방향의 transverse 컨베이어로 이송하기 위하여 paddle형 컨베이어 구조는 각 탈실장치와 관련되어 있다.

- Tarasenko, Vladimir V.. 1992. VEGETABLE HARVESTING COMBINE. EP00,587,894
- 토마토, 가지, 고추와 같은 야채를 수확하고, 관성력과 충격력의 영향을 동시에 활용하여 선별 처리를 하고, 야채의 숙성도를 고려하지 않고 야채를 선별할 수 있는 콤바인을 말한다.
- Urich et al. 1992. HARVESTING APPARATUS. US5,287,687
- 수확부의 프레임의 앞쪽 끝에 핀에 의해 회전하도록 결합하고 유압 실린더로 상하 작동을 할 수 있는 방식으로 작물로부터 과실을 떼어내기 위해 탈실 부를 Finger로 되어 있다. 긴 바로 구성된 탈실 부 끝에는 원판을 서로 평행하게 있어 작물들을 끌어들이는 역할은 하도록 되어 있음. 또한 선별에는 붓과 롤러 핀을 사용하여 서로 반대로 회전하여 이물질들을 롤러사이로 제거하도록 되어있음.



- Gregory M. Boese. 2001. Vegetable harvester. US 6199703 B1
- 고추 식물체를 기계로 수확 한 후 줄기, 잎과 같은 이물질을 분리하는 수확 시스템임.
- Jimmy R. McClendon. 1981. Apparatus and process for field harvesting of peppers. US 4257217 A
- 고추를 수확하기 위하여 한 쌍의 나선형 로드로 구성된 회전하는 형태의 탈실부를 제작하였으며, 채취된 고추는 수확기 운전동안에 관리자에 의해 수확된 고추를 지속적으로 검사할 수 있음.
- Larry L. Rutt, Robert L. Zook. 1995. Cleaning apparatus. US 5427573 A
- 고추 등과 같은 과실을 채취 시, 과실로부터 잎, 줄기 등을 제거하는 분리 및 세정 시스템이며, 이동하는 수확기에 쉽게 장착이 가능함.

제 7장 연구개발과제의 대표적 연구실적

번호	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명/기타	논문게재지/ 특허등록국가	Impact Factor	논문게재일 /특허등록일	사사여부 (단독사사 또는 중복사사)	특기사항 (SCI여부/인 용횟수 등)
1	논문	Performance Analysis for a Card Cleaner Type Separating System of Pepper Harvester	Journal of The Faculty of Agricultural Kyushu University	0.216	2018.02 (예정)	단독사사	SCI
2		Study on Optimal Working Conditions for Picking Head of Self-Propelled Pepper Harvester by Factorial Test	Journal of Biosystems Engineering	-	2016.03	단독사사	비SCI
3		Factorial Experiment for Drum-type Secondary Separating Part of Self-propelled Pepper Harvester	Journal of Biosystems Engineering	-	2017.12	단독사사	비SCI
1	특허 출원	고추 수확기	대한민국		2015.05.27	단독사사	출원
2		고추 수확기	대한민국		2016.01.13	단독사사	
3		뿌리 유지장치를 구비하는 고추수확기	대한민국		2016.04.29	단독사사	
4		고추 수확기	대한민국		2017.01.13	단독사사	
5		고추 수확기의 고추 선별장치	대한민국		2017.02.24	단독사사	
6		뿌리뽑힘 방지장치를 구비하는 고추 수확기	대한민국		2017.12.14	단독사사	
7		생고추 꼭지제거유닛 및 이를 포함하는 생고추 꼭지제거 시스템	대한민국		2017.12.28	단독사사	
1	특허 등록	고추 수확기	대한민국		2016.07.20	단독사사	등록
2		뿌리 유지장치를 구비하는 고추 수확기	대한민국		2016.12.07	단독사사	
3		고추 수확기	대한민국		2017.03.31	단독사사	
4		고추 수확기	대한민국		2017.08.01	단독사사	

제 8장 참고문헌

1. Funk, P.A., and S.J. Walker. 2010. Evaluation of Five Green Chile Cultivars Utilizing Five Different Harvest Mechanisms. Applied Engineering in Agriculture
2. Funk, P.A., and S.J. Walker. 2009. Green Chile Pepper Harvest Mechanization. ASABE Meeting Presentation Paper. No. 095518.
3. Wolf, I. and Y. Alper. 1983. Mechanization of Paprika Harvest. Proceedings of the 1st International Conference on Fruit, Nut and Vegetable Harvesting Mechanization, ASABE Publication
4. Wolf, I. and Y. Alper. 1984. Mechanization of Paprika harvest. ASAE Pub. No. 5-84, ASAE, St. Joseph, MI 49085
5. Marshall, D. E. 1984. Mechanized pepper harvesting and trash removal. ASAE Pub. No. 5-84, ASABE, St. Joseph, MI 48824
6. Mashall, D. E and B. N. Boese. 1998. Breeding capsicum for mechanical harvest. Part 2-Equipment. Proc. 10th Eucarpia Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant, Avignon, France.
7. Fullilove, H. M., III and J. G. Futral. 1968. Progress in the development of a pimiento pepper harvester. Proc Assoc Southern Agr Workers 66:73. (Abstract)
8. Creager, W.G. (1971) Chili harvester. U.S. Patent No. 3,568,419.
9. Fullilove, H.M. III and Futral, J.G. (1972) A mechanical harvester for pimiento peppers. ASAE Paper No. 72-148. St. Joseph, Michigan: ASAE. 6 p.
10. Shaw, L.N. (1975) The application of an offset double crank mechanism in a selective bell pepper harvester. Transactions of the ASAE 18(4), 606-609.
11. Fowler, W.E. Jr. and Shaw, L.N. (1975) Inertial removal of bell peppers with a vertical snapping motion produced by a double crank mechanism. Transactions of the ASAE 18(5), 614-617.
12. Shaw, L.N. and Ozaki, H.Y. (1976) Mechanical pepper harvester research in Florida. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings, Vol. 35 p 64-67.
13. Gentry, J.P., Miles, J.A. and Hinz, W.W. (1978) Development of a chili harvester. Transactions of the ASAE 21(1), 52-54.
14. Miles, J.A., Hinz, W.W. and Pike, W.H. (1978) Development of a mechanism for picking chile peppers. Transactions of the ASAE 21(3), 419-421.
15. Zahara, M. and Johnson, S. (1979) Status of harvest mechanization of fruits, nuts, and vegetables. HortScience 14(5):578-582.
16. Marshall, D.E. (1979) Performance of a (twin, double open helix) mechanical pepper harvester. ASAE Paper No. 79-1062. St. Joseph, Michigan: ASABE. 23 p.
17. Rodriguez, H. (1980) Mechanized harvesting machine. U.S. Patent No. 4,196,570.
18. Dillon, R.C. Jr. (1981) Harvesting, length sizing and destemming jalapeno peppers. ASAE Paper No. 81-1068. St. Joseph, Michigan: ASABE. 28 p.

19. McClendon, J.R. (1981) Apparatus and process for field harvesting of peppers. U. S. Patent No. 4,257,217.
20. Marshall, D.E. (1981) Performance of an open-helix mechanical harvester in processing peppers. ASAE Paper No. 81-1069. St. Joseph, Michigan:ASABE.11 p.
21. Blalock, A.C. and Uchanski, M.E. (2010) Synchronizing cayenne development using ethylene. Proc. 20th International Pepper Conf., Las Cruces, N.M., 12-14 Sept. 2010.
22. Funk, P., Walker, S. & Herbon, R., 2011. A systems approach to chile harvest mechanization. *Int'nl J. Vegetable Sci.*, 17(3), pp. 296-309.
23. Rodriguez, H. (2011). Method of picking product with a mechanized harvester. U.S. Patent No. 7,926,251.
24. Funk, P. & Marshall, D., 2012. Pepper harvest technology. In: *Peppers: Botany, Production and Uses*. Wallingford, UK: CAB International, pp. 227-240.
25. Qin, X. Y., Lei, J., & Chen, Y. C. (2012). Design and Research on Key Components of a Novel Self-Propelled Chili Pepper Harvester. In *Advanced Materials Research* (Vol. 468, pp. 794-797).
26. Knorr, R.J., and Victor, J. (2013) Pepper de-stemming methods and apparatus. U.S. Patent No. 8,511,226.
27. Chen, Y. C., et al. (2013) Research of Mechanism and Experiment of 4LZ-3.0 Self-Propelled Pepper Harvester. *Applied Mechanics and Materials* 419: 217-222.
28. Walker, S. J., & Funk, P. A. (2014). Mechanizing chile peppers: Challenges and advances in transitioning harvest of New Mexico's signature crop. *HortTechnology*, 24(3), 281-284.
29. Riggs, E. (1971) Harvester for peppers and other crops. U.S. Patent No. 3,613,339.
30. EVALUATION OF FIVE GREEN CHILE CULTIVARS UTILIZING FIVE DIFFERENT HARVEST MECHANISMS. *Applied Engineering in Agriculture*, Vol. 26(6):955-964(2010)
31. GREEN CHILE PEPPER HARVEST MECHANIZATION. 2009 ASABE Annual International Meeting. Paper No. 095518.
32. MECHANIZATION OF PAPRIKA HARVEST. *Fruit, Nut, and Vegetable Harvesting Mechanization*. ASAE Publication 5-84, pp.265-275.