

과제번호
118019-3

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

첨단생산기술개발사업 2021년도 최종보고서

중
형

발간등록번호

고
추

11-1543000-003524-01

수
확
기
계

중형 고추 수확기계 개발

개
발

2021. 06. 03.

2021

주관연구기관 / 동양물산기업(주)
협동연구기관 / 국립원예특작과학원

농
림
축
산
식
품
부

농
림
식
품
기
술
기
획
평
가
원

농림축산식품부
(전문기관) 농림식품기술기획평가원

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “중형 고추 수확기계 개발”(개발기간 : 2018. 04. 26 ~ 2020. 12. 31)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2021 . 06 . 03 .

주관 연구기관명 : 동양물산기업

(대표자) 김 희 용



협동 연구기관명 : 국립원예특작과학원

(대표자) 황 정 환



주관연구책임자 : 강 무 상

협동연구책임자 : 양 은 영

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

과제고유번호	118019-3	해당단계 연구기간	2018.04.26. ~ 2020.12.31.	단계구분	(1단계) / (총 1단계)
연구사업명	단위사업	농식품기술개발사업			
	사업명	첨단생산 기술개발 사업			
연구과제명	대과제명	(해당 없음)			
	세부과제명	중형 고추 수확기계 개발			
연구책임자	강무상	해당단계 참여연구원 수	총: 42명 내부: 42명 외부: 0명	해당단계 연구개발비	정부:550,000천원 민간:367,000천원 계:917,000천원
		총연구기간 참여연구원 수	총: 42명 내부: 42명 외부: 0명	총연구개발비	정부:550,000천원 민간:367,000천원 계:917,000천원
연구기관명 및 소속부서명	동양물산기업(주) 중앙기술연구소 국립원예특작과학원			참여기업명 동양물산기업(주)	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명: 전북대학교 산학협력단			연구책임자: 김 대 철	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	
-------------------------	--

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 ·장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록 번호		10-208 7586									
등록 번호		10-218 8821									
출원 번호		10-201 9-0128 573									
출원 번호		10-201 9-0128 575									
출원 번호		10-201 9-0128 577									
등록 번호	2234- 1862										

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입기관	연구시설· 장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

요약

중, 소형 고추 재배농가의 수확 작업의 중노동 및 인력난을 해소하여 농가소득 증대 기여하도록 연구를 시작하였다. 국내 고추 재배 농가 현실에 맞는 수확기계 및 고추 품종을 보급하여 고추 산업의 경쟁력 확보를 위해 중형 고추 수확기계 연구 개발이 목표이다.

중형 고추수확기의 국내 공급 추진 및 해외 시장 진출 모색 (중국 및 아시아 시장 고려)을 통해 국내·외 시장 진입을 목표로 한다. 연구 종료 후 시험공급을 거쳐 시장에 진입을 목표로 하고 개발된 설계 기술을 이용하여 유사 밭 작물 수확기 개발에 활용 가능하다.

기계수확에 선발된 5품종 재배를 지속 실증 및 체계화로 고추생산 노력비를 절감할 수 있기 때문에 고추 수입대응 경쟁력 확보 및 생산기반 확보로 고추 수급안정에 기여할 수 있다. 또한 고추 종합처리장에서의 고추원료의 이용도를 높여 고추 기계수확 생산기반을 구축한다면 고추 수확기계 보급률 향상으로 국제적 품질과 생산성 향상을 목표로 하고 있다.

보고서 면수

190

<요약문>

연구의 목적 및 내용	국내 농가당 재배 면적이 10a이하인 농가가 80%이상 차지하는 현실에 적합한 수확기를 개발을 목표로 한다. 또한 고추의 탈실, 선별을 하는 고추 수확기로 이동이 편리하고 2.5ton이하 트럭에 운반 가능 하도록 개발하는 것이 목표이다. 중, 소규모 고추재배 농가에 적합하고 대형 대비 저렴한 수확기 개발을 목표로 한다. 고추 기계 수확에 적합하도록 선발된 5품종의 실증시험을 통한 고추의 탈실, 선별을 수행하는 중형 고추 수확기 개발로 중소형 농가의 고추 생산량 증대 및 고추 가격의 안정화 도모를 목표로 한다.				
연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 중형 고추수확기 개발 - 중, 소형 고추 재배농가의 수확 작업의 중노동 및 인력난을 해소하여 농가소득 증대 기여 - 국내 고추 재배 농가 현실에 맞는 수확기계 및 품종을 보급하여 고추산업의 경쟁력 확보 - 중형 고추수확기의 국내 공급 추진 및 해외 시장 진출 모색 (중국 및 아시아 시장 고려) - 연구 종료 후 시험공급을 거쳐 시장에 진입 - 개발된 설계 기술을 이용하여 유사 밭 작물 수확기 개발에 활용 - 기계수확에 선발된 5품종 재배를 지속 실증 및 체계화로 고추생산 노력비 절감 - 고추 수입대응 경쟁력 확보 및 생산기반 확보로 고추 수급안정에 기여 - 고추수확기계 보급률 향상으로 국제적 품질과 생산성 향상 				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 중, 소 농가의 고추 수확작업의 애로를 해소하여 국내 고추 재배 면적 확대에 기여하고 고추 생산 확대로 국내 고추의 가격 경쟁력 확보 ○ 국내 시장에서 성능이 검증된 고추 수확기의 해외 시장 수출로 국내 농업기계 산업의 경쟁력 제고 ○ 중형 고추 수확기의 개발 성공으로 밭 농업용 중, 소형 수확기 개발 기술 확보 및 국내 밭 농업용 농기계 개발 경쟁 유도로 밭작업 농업기계 개발 촉진 ○ 국내 고추수확기 개발의 기술수준 향상과 최적의 설계기술 시스템 구축 ○ 국내 외 종자 회사의 기계수확에 적합한 일시수확 고추 신품종 개발에 기대 ○ 국내산 고춧가루 및 원료를 소비자에게 안전하게 공급하고 신뢰 확보가 구축 ○ 고추 주산지의 산지 농산물 집하장에 기계 수확 후 생고추 원료 수급으로 농가소득을 높이고 고추종합처리장의 공급을 원활하게 하여 처리장의 생산능력을 향상. 				
국문핵심어 (5개 이내)	고추 수확기	집중 착과형 품종	기계 수확용 고추품종	고추 기계 수확 재배 표준화	고추 기계 수확
영문핵심어 (5개 이내)	chili pepper harvester	pepper cultivar forced fruit setting	pepper varieties for machine harvesting	standardization of pepper harvest	harvesting the pepper machine

〈 목 차 〉

제 1장 연구개발과제의 개요	1
제 1절 연구개발 필요성	1
제 2절 연구개발 목표 및 범위	18
제 2장 연구수행 내용 및 결과	21
제 1절 중형 고추 수확기계 1차년도	21
제 2절 중형 고추 수확기계 2차년도	60
제 3절 중형 고추 수확기계 3차년도	114
제 4절 중형 고추 수확기계 개발 성능평가	151
제 5절 중형 고추 수확기계 연구 성과	153
제 3장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	178
제 1절 연구목표	178
제 2절 정량적 목표 달성여부	179
제 3절 정량적 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책	186
제 4장 연구결과의 활용 계획	187
제 1절 지적재산권 확보 계획	187
제 2절 타분야 활용 및 추가연구 필요성	188
제 3절 사업화 계획	189
붙임. 참고 문헌	190
<별첨1.> 연구개발보고서 초록	
<별첨2.> 주관연구기관의 자체평가의견서	
<별첨3.> 연구결과 활용계획서	

제 1장 연구개발과제의 개요

제 1절 연구개발 필요성

1. 연구개발 필요성

가. 본 과제의 중요성

국내 고추 생산 재배지는 10a이하가 80%이상 차지한다. 재배지를 고려한 탈실, 선별, 수집을 수행하는 중형 자주식 고추수확기 개발로 중소형 농가에 고추 생산량 증대 및 고추 가격의 안정화 도모를 위해 고추 수확기 개발이 필요함.

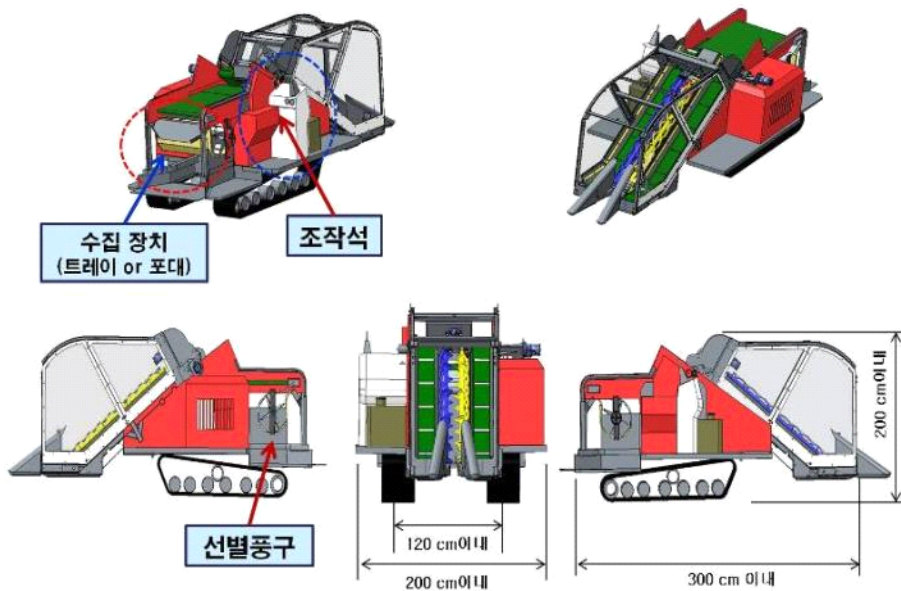


그림 1. 중형 고추수확기 제품 개념도

○ 핵심기술

고추 탈실 기술 : 고추와 줄기를 최소의 손상으로 분리시키는 기술로써 회전 삼중나선과 선속도 방향을 고려하여 선택하고 탈실된 고추를 컨베이어 벨트에 의해 이송 시키는 탈실부로 구성함.

고추 선별 기술 : 줄기와 분리된 고추는 잎과 잔가지, 고추 꼭지와 줄기가 함께 탈실된 고추 등 다양한 고추상태로 탈실된다. 탈실된 고추를 회전비가 다른 삼중 회전 드럼에 브러시를 장착하여 줄기달린 고추를 떼어내고, 고속 회전 풍구로 잎과 잔가지 등을 선별하는 선별부로 구성함.

주행부 기술 : 고추는 두둑에 의해 상향 작물로 기계 수확에서 두둑과 고추 초장의 높이서도

수확이 가능해야 함. 최저 지상고 확보를 위한 기계 밸런스 및 운전자의 편의를 위해 기존에 없는 주행부가 개발되어야 함. 조작석을 탈실부 옆에서 고추 수확 상태를 확인 가능한 공간에 확보하고 구동 엔진 및 속도 조절이 가능한 트랜스 미션 과의 조합으로 최적 설계 기술로 구성함.

기존의 고추수확기계(대형)과의 기술적 차별은 탈실부의 소형화에 맞춘 헬릭스 요인시험을 통한 길이, 피치, 회전수, 두께 등을 수확기에 새롭게 맞춰야함. 또한 고추 탈실 선별과 이송부는 기존 고가의 유압적용으로 미세 조정이 가능 하였으나, 중형 고추수확기 개발에서는 수동 조작으로 축, 기어, 선별장치 등을 신규로 설계 시험 후 장착해야하는 차별성이 있음.

상기 제시한 기술의 차별성으로 특허권 확보 진행 할 예정이며 출원 상세안은 수확기 시스템 기술, 선별부의 고추 분리 기술, 고추수확 주행부 기술 등으로 출원 예정임.

나. 국내 기술 수준 및 시장 현황

: 국내 고추 재배 면적 및 생산량 연 5%감소 추세 (한국농촌경제연구원)

본 연구과제는 고추 수확기계화에 적합한 품종을 실증하여 국내 현지에 맞는 고추의 탈실, 선별, 수집을 수행 하는 중형 고추 수확기 개발로 고추 생산량 증대 및 고추 가격의 안정화 도모를 위해 개발하는 것을 목적으로 하며, 이에 따른 본 연구의 타당성은 다음과 같음.

고추는 미국 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: 8~10만 톤, 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 기록.

- 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

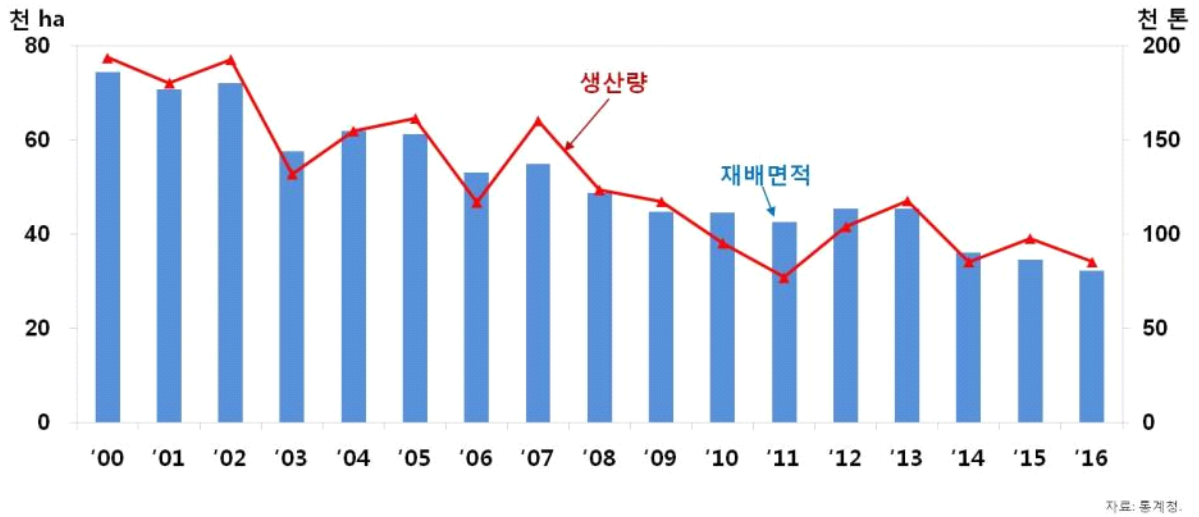


그림 2. 국내 고추 생산 동향

국내 수요는 2010년 이후 일정한 수준을 유지하고 있어서, 국내 생산량이 감소하는 것에 따라 중국산 고추의 수입량은 지속적으로 증가.

- 고추 수입량 : 88천톤('07), 자급률 70.7% → 110천톤('16), 자급률 50.3%

표 2. 건고추 공급동향(연산기준 : 8월~익년 7월)

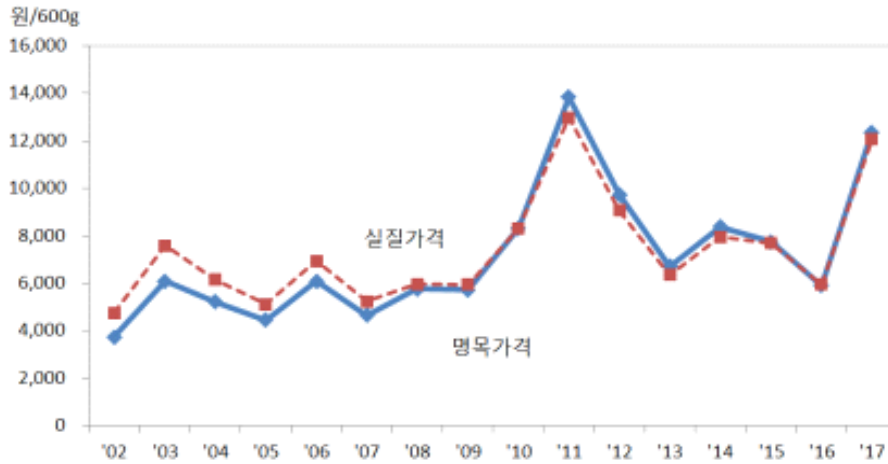
(단위 : 천톤, %)

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 상승하였다. 이로 인해 대량 수요처에서 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 형성되었다. 이는 2011년 이후 수입산 수요가 늘어 국내산 재고량이 증가하였기 때문임. 그러나 2017년산 가격은 생산량이 크게 감소하여 전년보다 높아짐.



※실질가격은 명목가격에 신선채소물가지수(2010=100)를 나누어 산정한 수치임
 그림 3. 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	1,089
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

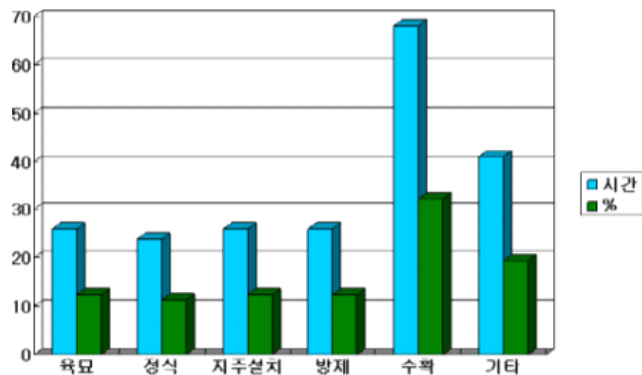


그림 4. 국내 고추재배 항목별 노동투입 시간 (10a 기준)

고추수확 및 수확 후 처리작업에 투입된 노동투하시간 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, 괴산, 임실, 고창, 봉화, 의성
- 고추종합처리장 보급 전망 : 2011(7개소) → 2017(20개소), 건고추 생산량 2만 톤
- 생고추 절단 건조 시 건조에너지 절감 효과 : 원형고추의 25%로 친환경 건조

고추수확기계 개발이 성공되면 일시고추수확으로 현재 마늘 양과 재배지역에 후작으로 고추 재배가 가능하여 고추생산량을 크게 증대할 수 있음.

- 마늘 양파 후작 고추재배 신작형 개발 적목으로 중 소형 기계화 적용 단지화
- 양념채소 신 작부체계(안) : 마늘·양파(10월- 6월)→ 고추(6월 -10월)
 - ※ 고흥, 해남, 무안, 창녕, 의성 등 대규모 및 중소형 주산지 적용 : 1만ha
 - ※ 마늘(15), 양파(13개) 주산지 재배면적 33,450 ha 중 30% 적용시 10,035ha
- 기계화로 인한 건 고추 생산 예상 증가량 : 1만5천톤

다. 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

1) 홍O태, 조O환, 조O홍, 박O만, 홍O기, 최O, 신O엽, 최O구. 2006. 일시수확형 고추 수확 및 수확후 일관기계화 연구. 한국농업기계학회 2006 하계 학술대회 논문집 11(2):184-189.
2) 최O. 2006. 고추 기계수확 시스템 개발. 전남대학교 박사학위 논문.

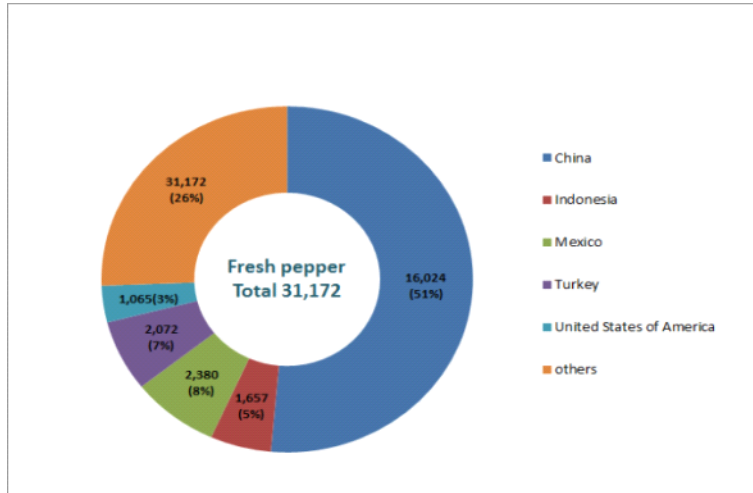


그림 5. 고추 주요 국가별 생산량(2012;FAO 통계자료, 생고추, 천톤)

중국의 고추 현지거래 가격은 국내 거래가격의 10~20% 수준으로 매우 낮아 중국으로부터의 고추 수입량은 일정수준까지 계속 증가될 것으로 예상됨.

중국의 주요 고추 재배품종은 중국 자체 육성 품종이 대부분이나, 최근 국내산 고추 종자의 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)	전체생산량 대비 (%)	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 차지하며, 농가당 재배면적이 대규모이고, 기계를 이용한 수확이 이루어지고 있어 재배 및 생산 여건은 국내보다 유리한 상황.

미국의 고추 재배 품종은 대부분 고정종이고 단고추 형태가 많아 우리나라 품종과는 다소 차이가 있으며, 고추의 소비형태 또한 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.

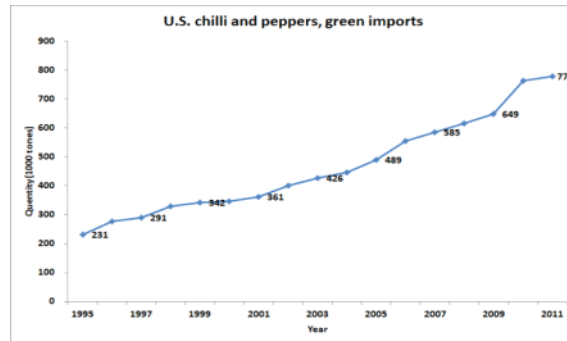


그림 6. 미국의 고추 수입현황

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.

라. 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 7. 고추재배 및 수확 작업체계

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

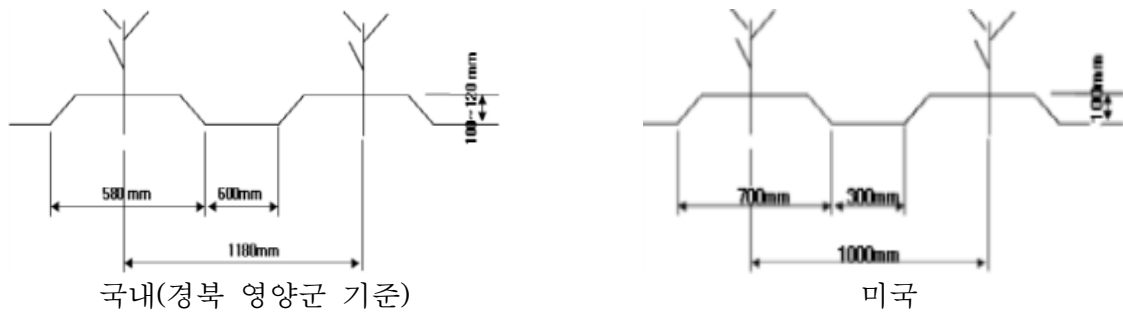


그림 8. 고추재배 양식

마. 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 7. 지역별 고추재배 양식

국가	대표지역	골폭 (cm)	두둑폭 (cm)	두둑높이 (cm)	조건×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

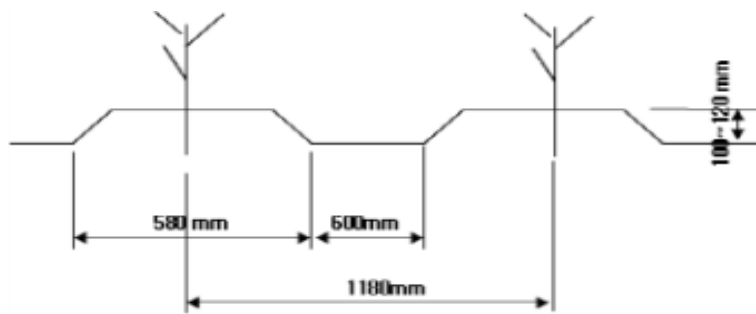


그림 9. 고추재배 표준화 양식(검토)



그림 10. 고추 이식기 및 이식재배 치수

바. 기계 수확형 고추 품종 및 재배기술 개발

고추는 그 특성상 줄기의 하부에서 상부로 이동하면서 순땀이를 하고 순땀이 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 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)

※ 일시수확률 : (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 11. 생력 211호



그림 12. 생력 213호

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

일시수확형 고추 ‘생력 211호’ 등은 고정종 품종으로 수확집중도를 높이기 위해 숙기를 연장하여 일시 수확할 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 생력 재배형 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 품종 선발이 필요하며 고추 재배지 조성 시 두둑 만들기, 정식, 유인, 지주설치 등 개발 수확기에 적합한 고추 재배조건 확립이 필요함

사. 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, 콤바인, 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, 콤바인, 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 8. 벼, 고추 생력화 비교(노동력투입시간/10a)

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



그림 13. 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 O (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 9. 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)	
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 (홍O태, 20064)

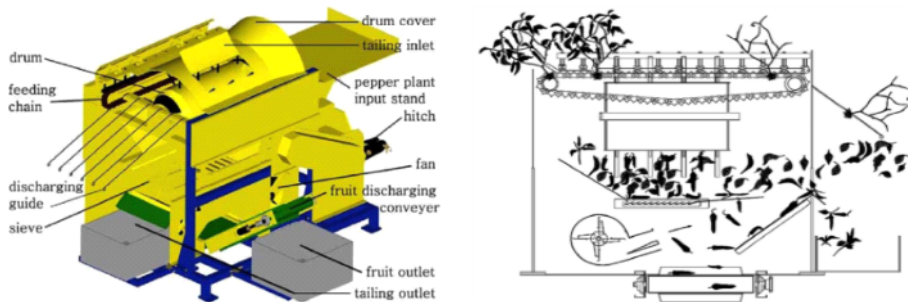


그림 14. 고추 탈과기의 구조

- 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

4) 홍O태, 조O환, 조O홍, 박O만, 홍O기, 최O, 신O엽, 최O구. 2006. 일시수확형 고추 수확 및 수확후 일관기계화 연구. 한국농업기계학회 2006 하계 학술대회 논문집 11(2):184-189.



그림 15. 고추 예취 및 탈실 작업

진동 및 압풍을 이용한 정선부(홍O태, 2006⁵⁾)

- 정선부는 풍구, 진동체 등으로 구성되어 송풍기가 급동의 아래쪽으로 바람을 불어 이물질들을 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

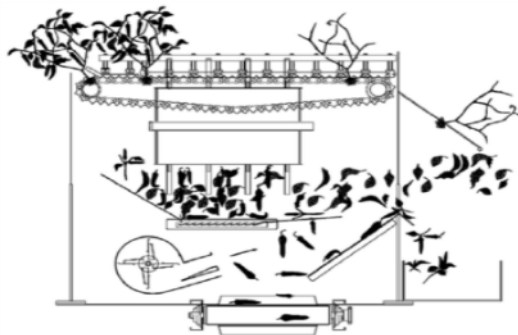


그림 16. 고추 탈과기의 정선부

표 10. 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

5) 홍O태, 조O환, 조O홍, 박O만, 홍O기, 최O, 신O엽, 최O구. 2006. 일시수확형 고추 수확 및 수확후 일관기계화 연구. 한국농업기계학회 2006 하계 학술대회 논문집 11(2):184-189.

자주식 고추 수확기계 개발(동양물산)

- 최근 2017년 고추 수확의 기계화는 동양물산에서 최초로 자주식 고추 수확기 개발을 하였으나 수확기계가 콤팩트 차대를 응용한 상태라 대형 고추 수확기이다.
- 자주식으로 탈실부, 선별부, 이송부, 수집부, 주행부 등으로 구성된 고추 수확기
- 고추 수확률 85%이상 수확되며, 기계수확 품종 선발 5품종 선발
- 마늘, 양파 후작으로 작부체계 및 기술보급 진행 중
- 기계 수확 후 고추 원료의 이물질 제거 및 색채 선별기술, 고추 꼭지제거 기술을 1ton/hr 처리 기술 개발 완료



그림 17. 동양물산 고추 수확기

- 문제점
 - 기존 경지정리가 된 밭이나 논 활용에서는 적합할 수 있으나 국내 고추 재배지역은 대다수 10a이하의 재배지가 80%이상 된다. 재배 면적이 작은 농가 등에서는 대형 고추 수확기 구입 및 수확작업에 있어 어려움이 있음

아. 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 고추재배 수확 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

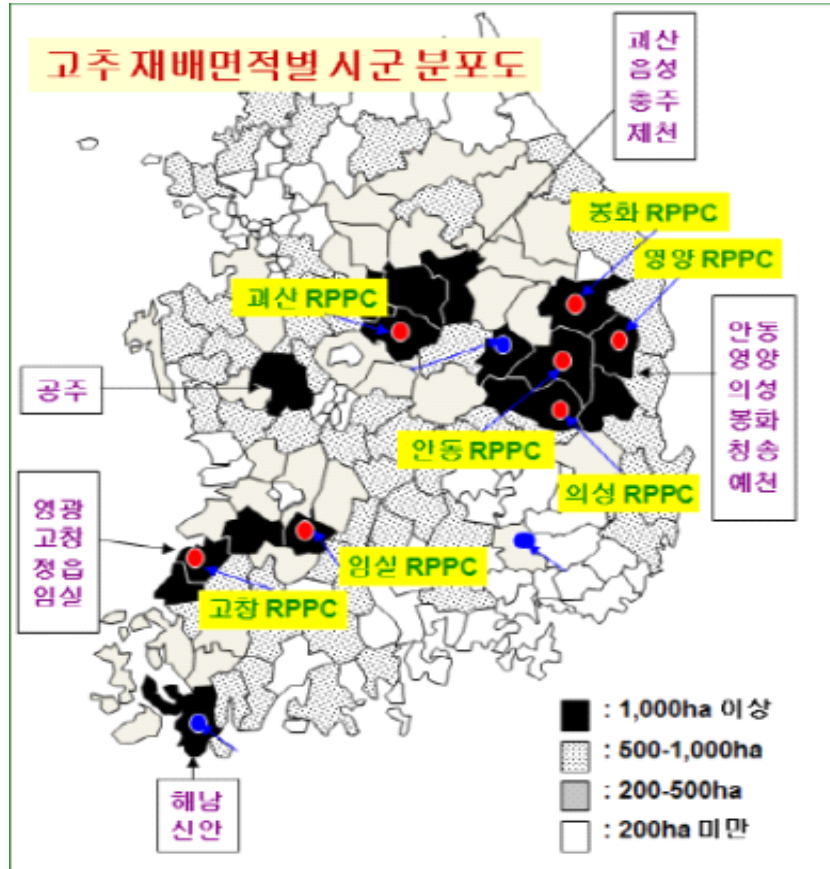


그림 18. 국내 고추 주산지 현황 및 현행 고추종합처리장 설치 지역

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



그림 19. 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 고추 종합 처리장에서 꼭지제거작업을 할 경우 작업능율이 일인 8시간, 300 kg으로 100명의 대규모 작업인력이 소요됨



그림 20. 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 21. 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 고추 종합 처리장의 생고추 원료 꼭지제거 장치 개발이 더욱 어려운 연구과제가 되고 있음.

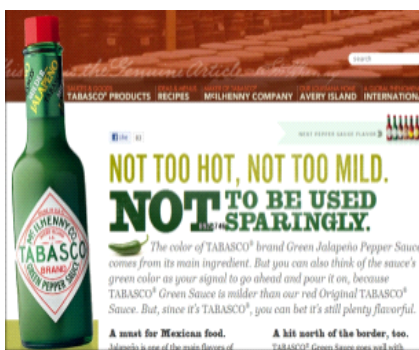
국내에서는 생고추 원료의 꼭지제거 기술에 관한 연구가 일부 수행되어 기계 절단식, 압축 인장롤러식, 영상처리 절단식 등의 고추꼭지제거 장치가 개발되었지만, 작업처리량이 적고 꼭지 제거율이 낮아 고추종합처리장의 대규모 생고추 원료의 꼭지제거 작업에 사용하기에 많은 기술적 문제가 제기되고 있음

국내 고추품종중 기계수확에 적합한 품종이라도 기계수확시기인 9월 중순에서 10월 초순까지 고추과피의 숙성도 비율은 홍고추 70%, 녹색고추 30%가 되어 일시수확형의 완전 숙성 고추 품종이 개발되어 재배농가에 보급되기 전까지 기계수확 후 고추과피 색상 숙성도 및 크기에 따른 영상처리 선별 시스템이 필요함



그림 22. 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



<녹색고추소스(Tabasco, 미국)>



<녹색고추조미료(미국)>

그림 23. 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 : 고추 수확에 선발된 5품종의 실증시험을 통한 고추의 탈실, 선별을 수행하는 중형 고추 수확기 개발로 중소형 농가의 고추 생산량 증대 및 고추 가격의 안정화 도모를 통한 국제 경쟁력 제고

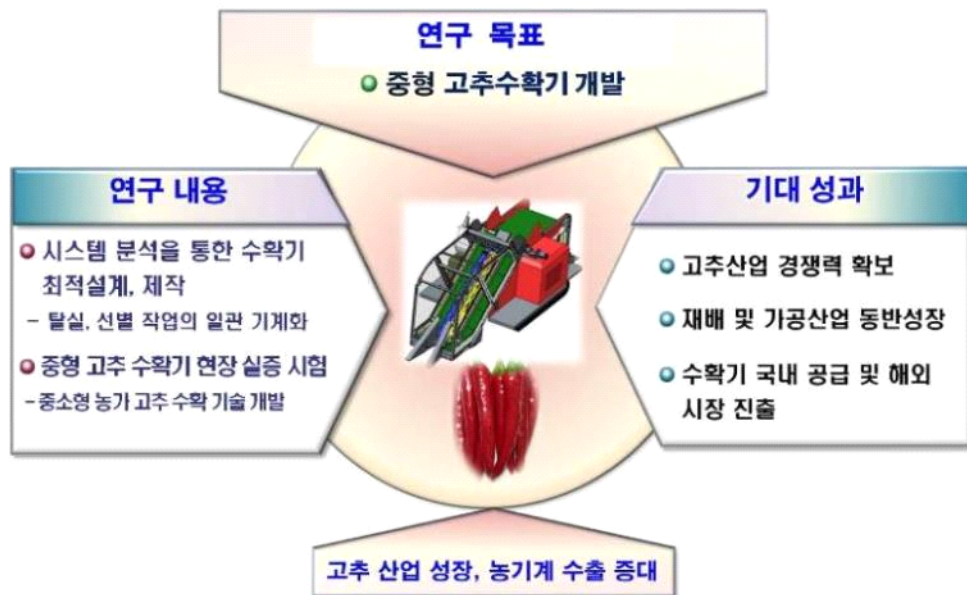


그림 24. 연구 개발의 최종 연구 목표 및 기대 성과

(1) 국내 고추 품종 및 재배환경에 적합한 중형 고추수확기 개발

- (가) 국내 기계수확에 선발된 고추 품종에 적합한 삼중 나선형 고추 탈실부, 고추와 이물질을 분리하는 선별부로 구성
- (나) 중소 농가에 적합한 승용 구조의 고추수확기 개발
- (다) 소형 트럭(2.5ton 이하) 운반이 가능한 고추수확기 개발

(2) 중형 고추수확기 system 세부 분석을 통한 최적구조 도출 및 개념설계

- (가) 중형 고추수확기 시스템의 사전 시험을 통한 최적 구조 도출
- (나) 주요 부품 시뮬레이션 분석을 통한 개념설계 도출
- (다) 중형 고추수확기 현장시험을 통한 문제점 개선 도출

(3) 기계 수확용 선발 5품종의 실증 및 신규품종 적용 시험

- (가) 고추 수확기계 적응성 시험을 위한 기존 선발 5품종 재배포장 조성
- (나) 신규품종 대상 중형 고추 수확기계 적응성 시험 및 기존 품종과의 비교시험
- (다) 최종 중형 고추 수확기 개발모델 적용 시험

나. 구성요소

(1) 중형 고추 수확기계 개발 핵심기술

(가) 고추 탈실 기술

고추와 줄기를 최소의 손상으로 분리시키는 기술로써 회전 삼중나선과 선속도 방향을 고려하여 선택하고 탈실된 고추를 컨베이어 벨트에 의해 이송 시키는 탈실부로 구성함

(나) 고추 선별 기술

줄기와 분리된 고추는 잎과 잔가지, 고추 꼭지와 줄기가 함께 탈실된 고추등 다양한 고추상태로 탈실된다. 탈실된 고추를 회전비가 다른 삼중 회전 드럼에 브러쉬를 장착하여 줄기달린 고추를 떼어내고, 고속 회전 풍구로 잎과 잔가지 등을 선별하는 선별부로 구성함.

(다) 주행부 기술

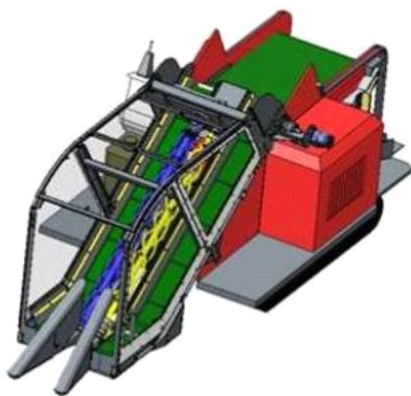
고추는 두둑에 의해 상향 작물로 기계 수확에서 두둑과 고추 초장의 높에서도 수확이 가능해야 한다. 최저 지상고 확보를 위한 기계 밸런스 및 운전자의 편의를 위해 기존에 없는 주행부가 개발되어야 한다. 조작석을 탈실부 옆에서 고추 수확 상태를 확인 가능한 공간에 확보하고 구동 엔진 및 속도 조절이 가능한 트랜스 미션 과의 조합으로 최적 설계 기술로 구성함.

(라) 기존의 고추수확기계(대형)과의 기술적 차별은 탈실부의 소형화에 맞춘 헬릭스 요인 시험을 통한 길이, 피치, 회전수, 두께 등을 수확기에 새롭게 맞춰 야함. 또한 고추 탈실 선별과 이송부는 기존 고가의 유압적용으로 미세 조정이 가능 하였으나, 중형 고추수확기 개발에서는 수동 조작으로 축, 기어, 선별장치 등을 신규로 설계 시험 후 장착해야하는 차별성이 있음.

(2) 중형 고추 수확기계 목표 개발사양

중형 고추 수확기 개발 사양

● 개발 제품 예시



● 개발 사양

구분		사양
엔진	출력 (PS)	20~30
	정격 회전수(rpm)	2,200
주행부	주행부	크롤러 타입
	작업속도(m/s)	0.2 ~ 0.4
	변속 방식	기계식
탈실부	탈실 방식	회전 삼중나선 원통식
	탈실 조수	1조
선별부	선별 방식	줄기분리 + 압풍
수집부	수집 방식	트레이 or 포대

그림 25. 중형 고추수확기 시작기의 concept안

(3) 과제별(협동 · 위탁) 연구개발의 목표 및 내용

구분	연구개발의 목표	연구개발의 내용
주관 기관	<ul style="list-style-type: none"> 중형 고추수확기 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 협동과제의 분석 및 해석 내용을 수확기 설계에 반영 제품의 성능에 영향을 미치는 주요 시스템에 대한 부분은 사전 설계 제작하여 시험실 시험을 실시하여 성능 확인 Pilot시작기 제작 및 현장 평가 시험 및 문제점 개선방안 도출 원가 절감 및 경제성을 분석하여 시장 경쟁력을 확보 수출지역을 고려한 설계로 고추 수확기 수출 방안을 수립
위탁 과제	<ul style="list-style-type: none"> 수확시스템 분석 및 최적 구조 도출 	<ul style="list-style-type: none"> 최적의 탈실 및 이송방식 장치의 정립된 구조를 토대로 동력학 및 CFD 해석을 통하여 분석하고 분석 자료를 세부과제1로 전달하고, 상호 검토 후 동력학 해석을 통한 궤적 분석 기존 시스템의 구조 분석 및 시험 결과를 토대로 구상 2차 시작품의 문제점에 대한 보완, 개선 방향을 제시하여 Pilot시작기 시작품을 제작하고 보완한 후 최적 작업조건과 시제품 개발방향을 제시
협동 과제	<ul style="list-style-type: none"> 고추 기계수확 선발 품종 적용 실증 시험 	<ul style="list-style-type: none"> 기계 수확용 선발 5품종의 재배 및 기계 수확 작부체계 시험포장 조성 <ul style="list-style-type: none"> 기계수확 선발품종: 적영, 흥연, AR레전드, 대권선언, 에코스타 신규품종대상 중형 고추 수확기계 적응성 시험 및 기존품종과의 비교시험

제 2장 연구수행 내용 및 결과

제 1절 중형 고추 수확기계 1차년도

□ 주관기관 : 동양물산기업(주)

1. 고추수확기 시작품 설계

가. 고추수확기 개념 설계와 상세 설계

본 연구에서 개발하는 고추수확기는 고추 작물이 심어져 있는 1열의 두둑을 따라 주행하면서 고추의 줄기로부터 고추를 떼어내고, 고추를 떼어내는 과정에서 혼입된 줄기가 달린 고추, 줄기, 잎 등을 제거하고 고추를 선별하며, 작업하는 동안 고추를 수집 및 저장하는 작업을 동시에 수행하였다.

고추수확기는 크게 조작부, 주행부, 탈실부, 선별부, 수집부로 구성되어 있다. 조작부는 탈실부 상하 및 좌우선회운전 조정이 가능하며 주행부는 탈실, 선별부에 각각 동력원으로 직접적으로 연결되어 동력 손실이 적고 효율을 최대화 하였다. 탈실부는 고추수확기 선단에 위치하여 고랑을 밟고 주행하면서 세워져 있는 고추를 탈실한다. 탈실된 고추는 탈실부의 후방에 위치한 선별부로 이송되어 줄기달린 고추 및 줄기, 잎 등을 제거하고, 고추를 선별하여 수집부로 이송한다.

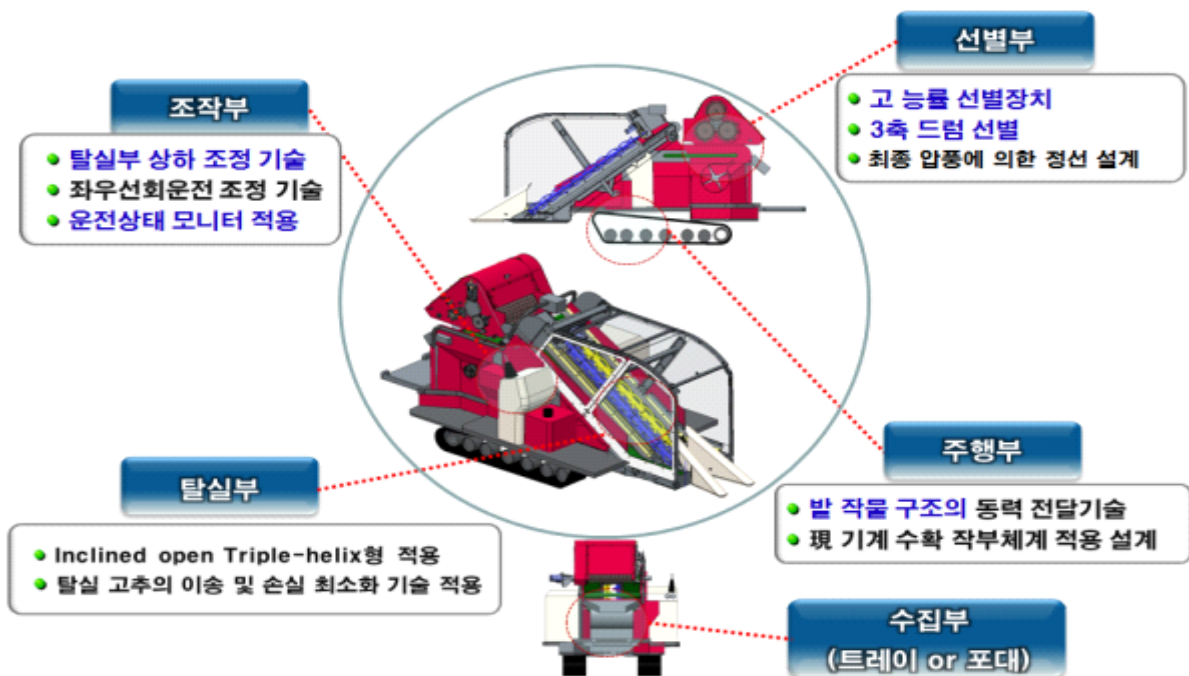


그림 26. 중형 고추수확기 Concept

- 기계 적용 재식거리 : 조간 130cm x 주간 35cm
- 기계 적용 두둑높이 : 20cm
- 초장 높이 : 100cm 이하
- 고추 과실 최소 높이 : 20cm 이상 (줄기당 수확 가능한 최소 높이)

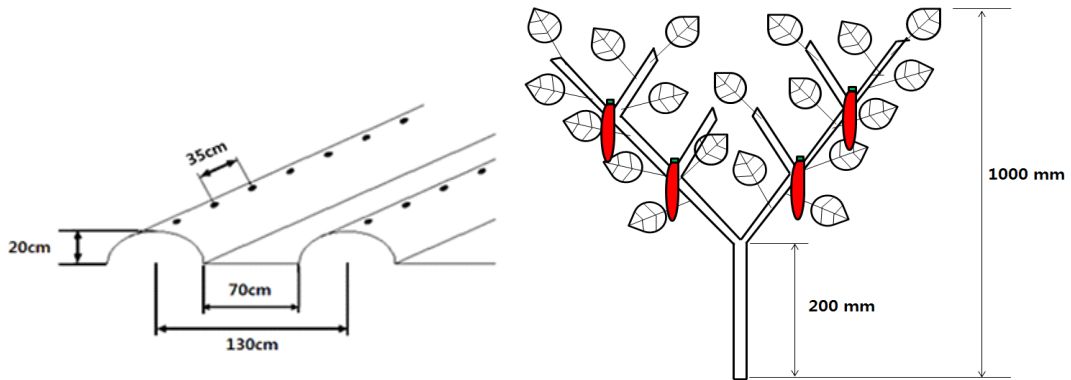


그림 27. 기계 적용 작부체계 및 고추묘 물성

(1) 탈실부

○ 탈실부의 구성

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

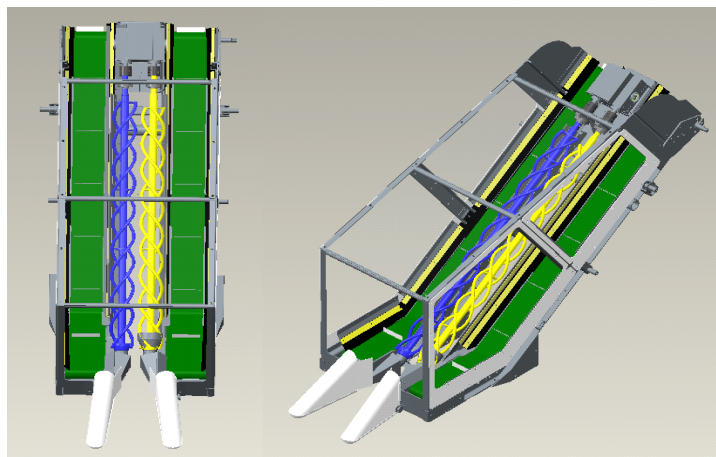


그림 28. 중형 고추수확기 탈실부

○ 디바이더

디바이더는 탈실부 선단에 위치하여 맨 처음 고추 작물을 접촉하는 부분으로서, 주행 중에 고추대가 기대에 부딪혀 쓰러지지 않도록 가지런히 모아주는 역할을 하며 탈실하는 위치까지 공급하여 수확 효율을 향상시키는 역할을 한다.

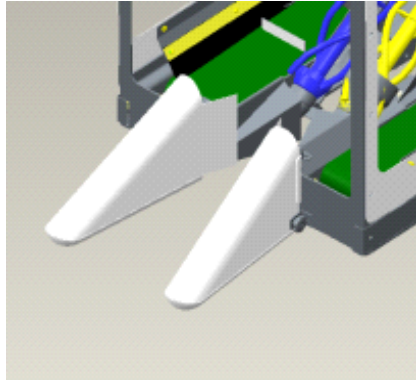


그림 29. 탈실부 디바이더

○ Helix의 설계

고추를 탈실하는 헬릭스는 회전축을 중심으로 환봉을 감아서 구성한다. 본 기대에 쓰인 3중 헬릭스는 3개의 나선 봉을 회전축 중심으로 120°가 되도록 감아서 구성한다.



그림 30. 탈실부 Helix

고추가 탈실된 후 회전축과 나선 봉 사이에 빠져 손실되는 것을 방지하기 위하여 40mm의 파이프를 사용하였다. 나선봉의 피치는 450mm이고, 헬릭스 외경은 110mm, 헬릭스부와 지면과의 경사각은 35°로 설정하였다. 논문 및 조사와 요인시험에서의 결과를 바탕으로 같은 작업속도에서 경사각이 낮을수록 헬릭스가 고추 작물을 지나면서 나선 봉이 하나의 고추를 훑은 횟수가 증가하며, 높을수록 헬릭스의 길이가 증가하여 중량이 증가하고, 처짐량이 커져 고속으로 회전시 흔들리는 문제점이 발생할 우려가 있기 때문에 이와 같이 설정하였다.

헬릭스 길이는 헬릭스가 고추 작물을 800mm까지 수확할 수 있도록 산정하였으며 회전축과 헬릭스 사이에 고정판을 일정한 간격으로 배치하여, 헬릭스가 고속으로 회전하여 고추를 탈실하는 과정에서 나선 봉의 변형이 발생하지 않도록 방지하였다.

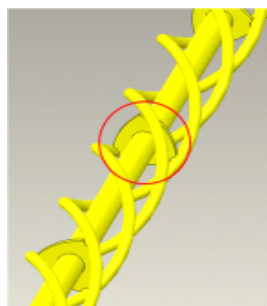


그림 31. Helix 고정판

좌우의 헬릭스는 일정한 위상차가 나도록 조정하여 헬릭스가 회전할 시 고추 작물을 좌우 번갈아 훑어 탈실률을 향상시킬 수 있도록 하였다.



그림 32. Helix 위상차

(2) 컨베이어

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

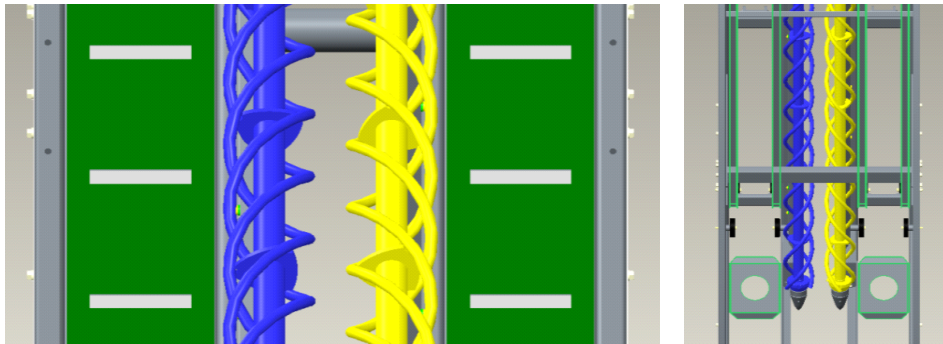


그림 33. 컨베이어

(3) 선별부

선별부는 줄기분리장치와 송풍 팬으로 구성되어 있고, 줄기분리장치는 탈실부에서 탈실된 수확물에 줄기달린 고추의 줄기를 제거하며 송풍 팬은 고추보다 가벼운 잎 등을 불어주어 고추를 선별한다.

○ 줄기분리장치

탈실부에서 탈실된 줄기달린 고추의 줄기와 고추를 분리하기 위한 방법으로 줄기 분리 장치를 제작하였다. 브러쉬가 부착된 3개의 드럼으로 구성되어 있으며 체인으로 동력을 전달하며 각 드럼의 회전 방향을 다르게 하며, 속도비는 스프로킷 사양을 변경하여 설정한다. 드럼 사이의 간격은 테이크업 베어링을 이용하여 조정한다.

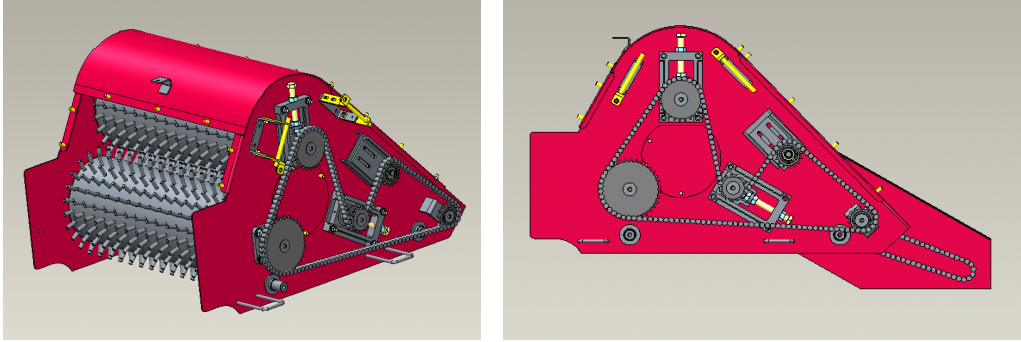


그림 34. 선별부 줄기분리장치

○ 송풍 팬

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

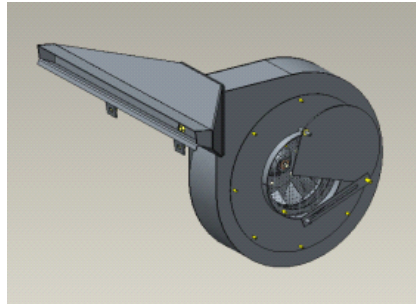


그림 35. 선별부 송풍 팬

(4) 수집부

수집부는 선별부 후방의 포대 걸이 암에 포대를 설치하여 작업하는 동안 수확한 고추를 저장하고 교체하는 방식이다. 포대의 크기는 900 × 900 × 1050mm로 약 150kg의 고추를 저장할 수 있는 용량이다. 선별부에서 이송된 고추가 수집부 내로 낙하하여 수집된다. 작업 중에 고추가 가득 차는 경우 전동 실린더로 상하 조절 하여 포대를 교체한다.

송풍으로 선별된 잎, 줄기가 다시 포대 안으로 들어가지 않도록 가이드를 만들어 밖으로 유도하였다.



그림 36. 중형 고추수확기 수집부

2. 시험 장치 구성

가. 인발력 측정 시험 장치 제작

수확 시 고추묘가 뽑히는 문제점에 대하여 고찰하기 위해 인발력 측정 시험 장치를 제작하여 지역 품종별 인발력을 측정함.

(1) 인발력 측정 시험 장치

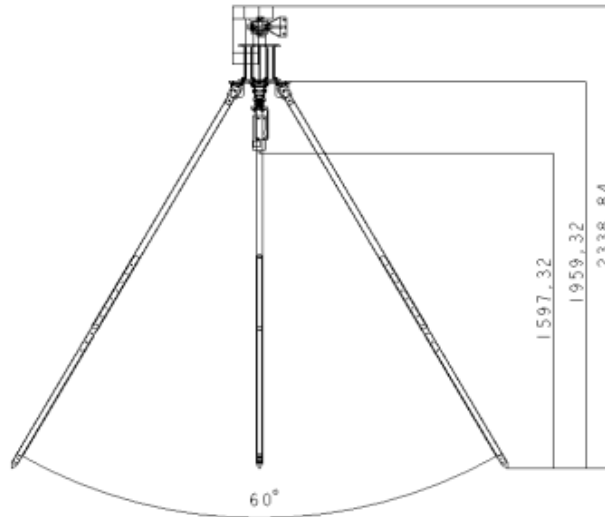


그림 37. 인발력 측정 시험 장치 (2D)



그림 38. 인발력 측정 모습

- 사각대 형태이며, 푸시풀 게이지를 장착하여 전동실린더에 의해 인발력을 측정하는 장치
- 초장 120 cm 고추 묘를 측정할 수 있도록 설계 기준으로 설정하였다.

(2) 측정 방법

- 측정할 시료에 인발력 측정 장치를 고정하여 푸시풀게이지에 시료의 줄기(분지 아래지점)에 끈으로 묶은 다음 전동실린더를 작동하여 인발력을 측정한다.

나. 인발력 측정 시험 결과

(1) 지역·품종별 인발력 측정 시험 결과

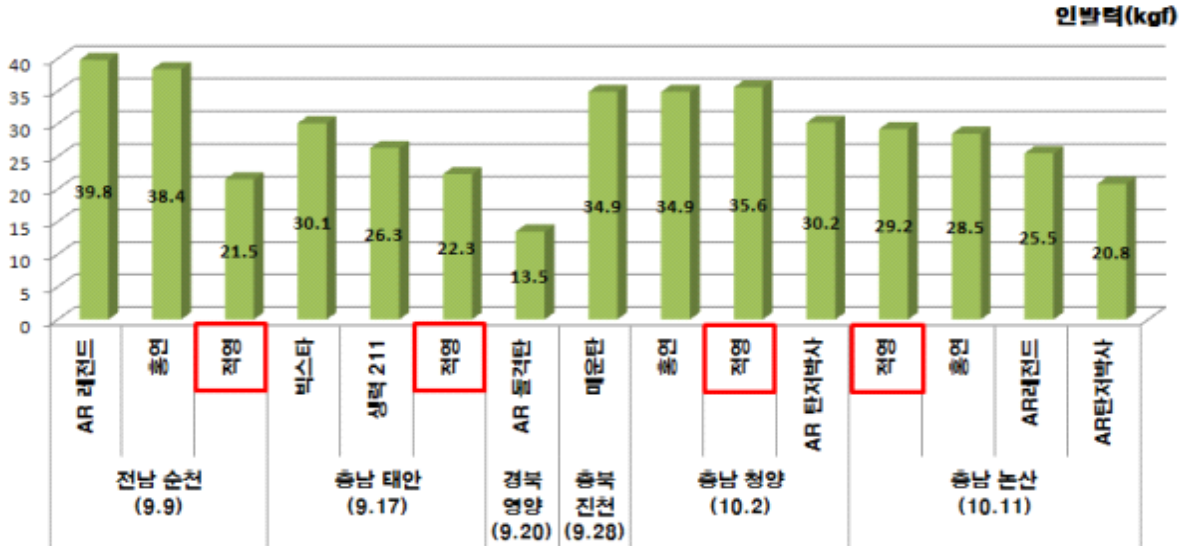


그림 39. 인발력 측정 시험 결과

- 품종별 인발력(기계 수확 선발 품종)

- 적영 : 21.5 ~ 35.6 kgf
- 흥연 : 28.5 ~ 38.4 kgf
- AR 레전드 : 25.5 ~ 39.8 kgf

(2) 통계 분석 결과

The ANOVA Procedure

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	397.7800000	132.5933333	15.05	0.0012
Error	8	70.4666667	8.8083333		
Corrected Total	11	468.2466667			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	tensile Mean
0.849510	10.93815	2.967884	27.13333

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
place	3	397.7800000	132.5933333	15.05	0.0012

그림 40. 통계 분석 결과(SAS, ANOVA 분석)

- 지역별(순천, 태안, 청양, 논산) 적영 품종의 인발력을 비교했을 때, P-Value 값이 0.0012로 판단기준인 유의수준 0.05보다 작기 때문에 유의차가 존재한다고 판단할 수 있음.

⇒ 이는 지역마다 재배 방식 및 토양 상태 등의 환경적인 요소에 의하여 차이가 있는 것으로 판단됨

3. 1차 Proto기 제작

중형 고추수확기의 시작품을 제작하기 위하여 3D 모델링을 2D 도면화하여 업체를 선정 및 부품 개발 제작을 발주하였다.

3D 캐드(Modeling)를 이용하여 시작품 조립 시 문제가 발생할 수 있는 부분과 제작과정에서 중요한 사항에 대하여 업체와 협의하였다. 정밀하게 가공해야하는 제작품들은 가공 지그 및 용접 지그를 제작하였다. 향후 시작품을 조립하면서 발생하는 문제점을 기록 및 정리할 예정이며, 주기적으로 업체를 방문하여 발생하는 문제점을 개선할 예정이다.



그림 41. 중형 고추수확기 시작품 제작 부품

설계된 내용을 바탕으로 1차 Proto기를 조립·제작하였다.



그림 42. 중형 고추수확기 시작품 조립 및 제작

4. 1차 Proto기 시험 및 문제점 분석

가. 지역 및 품종별 중형 고추수확기 1차 Proto 필드 테스트

표 11. 중형 고추수확기 1차 Proto 필드테스트 일정

시험 일자	시험 장소	비고
2018. 8. 21 ~ 22	전북 완주 원예특작과학원 시험 포장지	
2018. 9. 5 ~ 6	전남 영광 농가	
2018. 9. 8 ~ 11	전남 순천 농가	
2018. 9. 17 ~ 18	충남 태안 양념채소연구소 시험 포장지	
2018. 9. 20	경북 영양 농가	우천으로 부분시험 진행
2018. 9. 27 ~ 28	충북 진천 농가	
2018. 10. 1 ~ 2	충남 청양 농가	
2018. 10. 11 ~ 26	충남 논산 농가	

(1) 전북 완주 원예특작과학원 필드테스트



그림 43. 전북 완주 원예특작과학원 필드테스트

- ① 시험 기간 : 2018. 8. 21 ~ 22
- ② 시험 포장 : 고온으로 고추 과실의 30% 이상 건조된 상태
- ③ 품종 : 적영
- ④ 재배 양식 : 조간 120cm, 주간 35cm, 두둑 높이 15~20cm
- ⑤ 시험 방법
 - 기계 수확 후 탈실 고추, 미탈실 고추, 손실 고추, 손상 고추로 분류 및 중량 측정
 - 작업 구간은 고추 20주를 기준으로 설정하였으며, 3회 반복하였음
 - 회전속도 700rpm, 헬릭스 사이 간격 앞 25mm, 뒤 5mm, 주행속도 0.1m/s 설정

⑥ 시험 결과

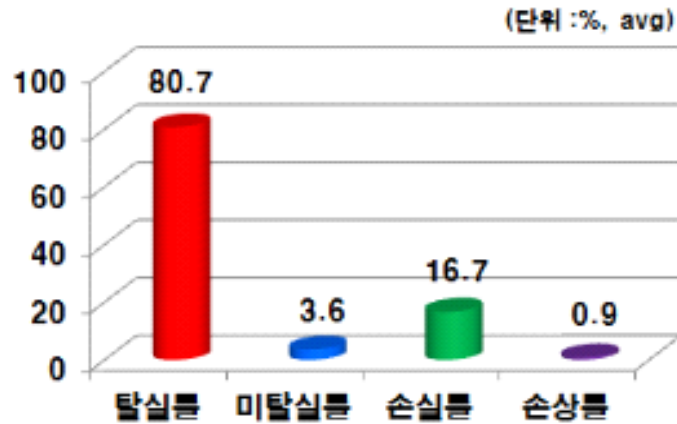


그림 44. 필드테스트 결과(적영/원예원)

- 탈실률 80.7%, 손실률 16.7%로 고추의 첫 분지 탈실 시 손실이 많이 생김
- 문제점 : 탈실률 손실률 과다 및 컨베이어 이탈 현상 확인
- 대책 방안으로 헬릭스 가이드 및 컨베이어 재질 변경

(2) 전남 영광 농가 기계수확



그림 45. 전남 영광 농가 기계수확

- ① 일시 : 2018. 9. 5 ~ 6
- ② 품종 : 적영
- ③ 재배 양식 : 조간 130cm, 주간 35cm, 두둑 높이 20cm
- ④ 물성 측정 : 초장 5~60cm, 주당과실수 : 4~50개
- ⑤ 수확 현황 및 문제점 : 친환경재배로 인하여 잡초가 많고, 고추 생장이 늦어 초장이 낮음
 - 초장이 낮으면 기계 최소 수확 높이 아래 부분 미탈실 고추 발생

(3) 전남 순천 농가 필드테스트



그림 46. 전남 순천 농가 필드테스트

- ① 시험 기간 : 2018. 9. 8 ~ 11
- ② 시험 포장 : 3번 손 수확한 상태이며, 청 고추 비율이 높음(약 75%)
- ③ 품종 : AR레전드, 흥연, 적영
- ④ 재배 양식 : 조간 140cm, 주간 35cm, 두둑 높이 20cm
- ⑤ 물성 측정

표 12. 물성 측정 결과(전남 순천)

	AR레전드	흥연	적영
초장(cm)	150~160	130~140	110~120
주당과실수(개)	80	120	160
청 고추 비율(%)	37.5%	25%	5%

- ⑤ 시험 방법
 - 흥연, 적영 각 20주씩 2회 반복, 회전속도 600rpm, 주행속도 0.1m/s
 - 기계 수확 후 탈실 고추, 미탈실 고추, 손실 고추, 손상 고추로 분류 및 중량 측정
- ⑥ 시험 결과

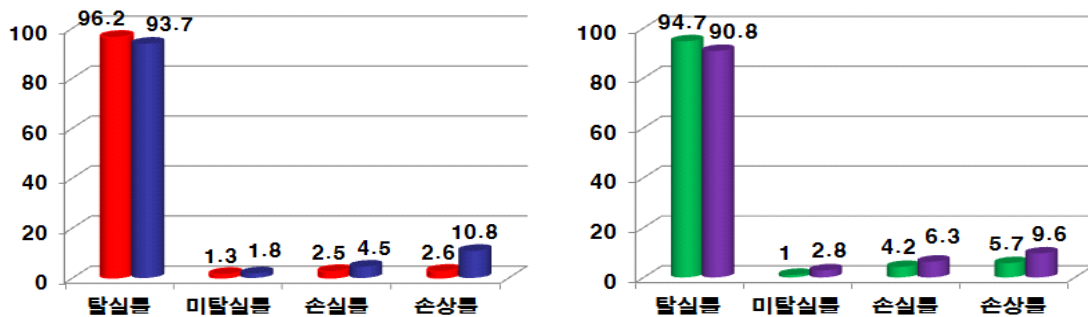


그림 47. 필드테스트 결과(좌: 흥연, 우: 적영/전남 순천)

- AR 레전드 시험 불가(유인줄 제거 후 고추 쓰러짐 및 뿌리 뽑힘 발생)
- 홍연, 적영 요인 시험 시 고추 쓰러짐 발생(고추 세움 및 탈실부 유도 투입)
 - 고추 생육 상태가 과대 성장(초장 150cm)으로 인하여 기계 수확에 부적합 발생됨
 - 수집 포대에 줄기와 잎이 많이 수집됨(탈실 시 줄기 끊어짐과 선별 장치 막힘 개선 要)
 - 시험 결과 홍연, 적영 90% 이상 탈실되나 줄기 고추가 30% 정도 차지함

(4) 충남 태안 양념채소연구소 필드테스트



그림 48. 충남 태안 양념채소연구소 필드테스트

- ① 시험 기간 : 2018. 9. 17 ~ 18
- ② 시험 포장 : 손 수확 하지 않았으며, 멀칭 비닐 제거 상태임
- ③ 품종 : 빅스타, 생력 211, 적영
- ④ 재배 양식 : 조간 130cm, 주간 35cm, 두둑 높이 15~20cm
- ⑤ 물성 측정

표 13. 물성 측정 결과(충남 태안)

	빅스타	생력 211	적영
초장(cm)	145 ~ 150	130	140
주당과실수(개)	106	147	193
홍고추 비율(%)	55%	60%	50%

- ⑥ 시험 방법
 - 빅스타, 생력 211, 적영 각 20주씩 시험, 회전속도 600rpm, 주행속도 0.1m/s
 - 기계 수확 후 탈실 고추, 미탈실 고추, 손실 고추, 손상 고추로 분류 및 중량 측정
- ⑦ 시험 결과

표 14. 필드테스트 결과(충남 태안)

품종	수확률(%)	미 탈실률(%)	손실률(%)	손상률(%)
빅스타	74.4	12.4	13.2	4.0
생력 211	95.0	0.7	4.3	2.3
적영	92.0	2.1	5.9	5.5



그림 49. 필드테스트 문제점(충남 태안)

- 유인줄 제거 후 고추 쓰러짐 및 줄기 끊어짐 발생
- 빅스타 요인 시험 시 쓰러짐으로 인해 탈실부 유도 과정에서 미탈실 대량 발생
 - 인발력은 크지만 대과종이며 무게중심이 상향되어 있어 쓰러진 후 뿌리 뽑힘(5주 뽑힘)
- 생력 211, 적영 90% 이상의 수확률 보임

(5) 경북 영양 농가 기계수확



그림 50. 경북 영양 농가 기계수확

- ① 시험 기간 : 2018. 9. 20
- ② 시험 포장 : 당시 약한 우천상태이며, 초장이 작아 유인줄 제거 후 고추 쓰러짐 거의 없음
- ③ 품종 : AR 돌격탄
- ④ 재배 양식 : 조간 130cm, 주간 30~35cm, 두둑 높이 15~20cm
- ⑤ 물성 측정 : 초장 100~110cm, 주당 과실수 70~80개
- ⑥ 특이 사항 : 우천으로 인한 선별기능 저하로 잎, 줄기가 많이 수집됨

(6) 충북 진천 농가 필드테스트



그림 51. 충북 진천 농가 필드테스트

- ① 시험 기간 : 2018. 9. 27 ~ 28
- ② 시험 포장 : 손 수확 하지 않았고, 덩굴형태이며 누워있는 고추묘가 일부 보임
- ③ 품종 : 매운탄
- ④ 재배 양식 : 조건 130cm, 주간 40cm, 두둑 높이 15cm
- ⑤ 물성 측정 : 초장 105~110cm, 주당 과실수 110개(홍고추 비율 약70%)
- ⑥ 시험 방법
 - 매운탄 20주씩 3회 반복, 회전속도 600rpm, 주행속도 0.1m/s
 - 기계 수확 후 탈실 고추, 미탈실 고추, 손실 고추, 손상 고추로 분류 및 중량 측정
- ⑦ 시험 결과

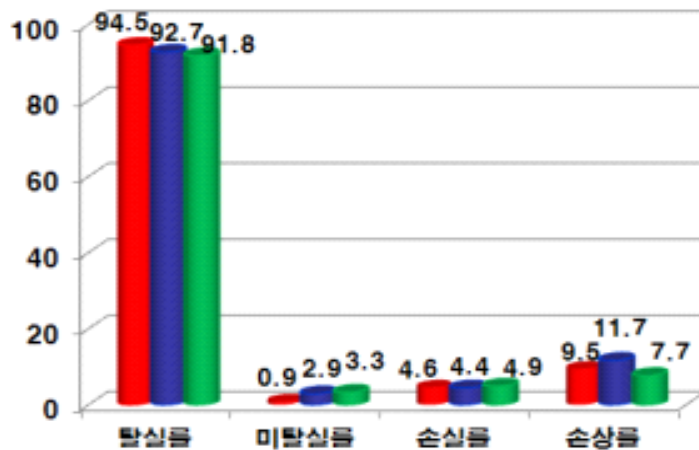


그림 52. 필드테스트 결과(매운탄, 충북 진천)

- 유인줄 제거 후 고추 쓰러짐 발생 ⇨ 고추 세움 및 탈실부 유도 투입
- 분지 각이 커서 탈실 시 고추 뽑힘 발생(헬릭스 간격 조정으로 해결)
- 시험 결과 90% 이상 탈실되나 손상률이 10% 정도 나타남
- 중, 대과종이며 덩굴형태이기 때문에 탈실 시 손상률이 높게 나타나는 것으로 보임
- 수확량이 양호함(건 고추 환산 시 1.7근/평), 홍고추 비율 약 70%

(7) 충남 청양 농가 필드테스트



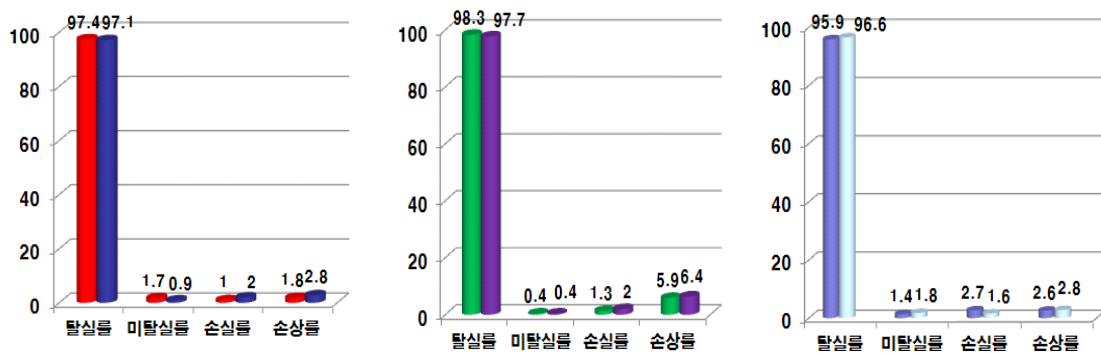
그림 53. 충남 청양 농가 필드테스트

- ① 시험 기간 : 2018. 10. 1 ~ 2
- ② 시험 포장 : 2회 손 수확한 상태이며, 홍연·적영은 탄저병 발병됨/청 고추 비율이 높음(약 65%)
- ③ 품종 : 홍연, 적영, AR 탄저박사
- ④ 재배 양식 : 조간 110cm, 주간 35~40cm, 두둑 높이 20cm
- ⑤ 물성 측정

표 15. 물성 측정 결과(충남 청양)

	홍연	적영	AR탄저박사
초장(cm)	80~90	90~100	110~120
주당과실수(개)	100	85	65
홍 고추 비율(%)	40%	30%	40%

- ⑥ 시험 방법
 - 홍연, 적영, AR 탄저박사 20주씩 2회 반복, 회전속도 600rpm, 주행속도 0.15m/s
 - 기계 수확 후 탈실 고추, 미탈실 고추, 손실 고추, 손상 고추로 분류 및 중량 측정
- ⑦ 시험 결과



- 유인줄 제거 후 고추 쓰러짐 없음(초장이 기계수확에 적당하여 뿌리의 활착이 좋음)
- 홍연, 적영, AR 탄저박사 모두 95% 이상의 높은 수확률을 보임

(8) 충남 논산 농가 필드테스트



그림 55. 충남 논산 농가 필드테스트

- ① 시험 기간 : 2018. 10. 11 ~ 26
- ② 시험 포장 : 2회 손 수확한 상태이며, 청 고추 비율이 높음(약 60%)
- ③ 품종 : 흥연, 적영, AR 레전드
- ④ 재배 양식 : 조간 120cm, 주간 35cm, 두둑 높이 20cm
- ⑤ 물성 측정

표 16. 물성 측정 결과 (충남 논산)

	적영	흥연	AR레전드
초장(cm)	90~100	100~110	80~90
주당과실수(개)	90	130	60
청 고추 비율(%)	60%	30%	30%

- ⑥ 시험 방법
 - 적영, 흥연, AR레전드 20주씩 2회 반복, 회전속도 600rpm, 주행속도 0.1m/s
 - 기계 수확 후 탈실 고추, 미탈실 고추, 손실 고추, 손상 고추로 분류 및 중량 측정
- ⑦ 시험 결과

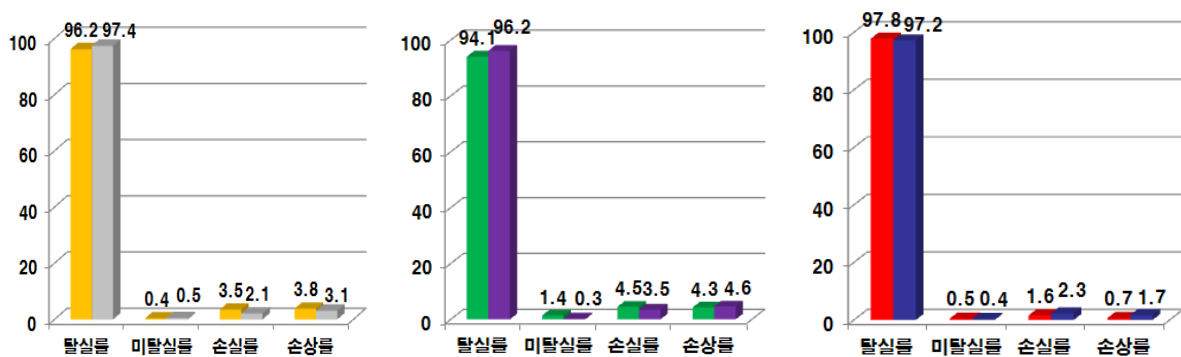


그림 56. 필드테스트 결과(좌: 적영, 중: 흥연, 우: AR레전드/충남 논산)

- 적영 : 유인줄 제거 시 고추 줄기가 퍼지면서 쓰러짐
- 흉연 : 덩굴 형태, 앞이 무성하여 유인줄 제거 시 대부분 고추 쓰러짐
 - 탈실 시 줄기 끊어짐으로 인해 탈실부가 막히는 과정에서 손실 및 손상 고추 발생함
- AR 레전드 : 초장이 작고 과실 수가 적어 유인줄 제거 시 고추 쓰러짐 없음

나. 필드 테스트 후 문제점 분석 및 보완·수정

문제점	보완·수정
<p>① 탈실 중 작물이 뭉치는 현상</p> <ul style="list-style-type: none"> - 탈실 높이가 낮아 상한점에서 밀려서 순차적으로 탈실이 이루어지지 않음 (현재 1,000mm 상한) - 공간이 협소하여 무성한 작물들이 뭉쳐 부하 발생 - 수확 결과물에 줄기가 많아지는 원인 중 하나임 	<ul style="list-style-type: none"> - 탈실부 입구 폭을 넓히고, 상부 가이드를 높여 잎, 줄기가 무성한 작물들의 탈실 용량 확보 
<p>② 경사 컨베이어 작물 정체 현상</p> <ul style="list-style-type: none"> - 컨베이어의 꺾이는 부분에서 시작하여 탈실된 수확물들이 정체됨 	<ul style="list-style-type: none"> - 컨베이어 통로 폭을 넓힘 - 헬릭스 가이드 개발 : 고추 탈실 시 작물 자세 유지 - 디바이더 형상 변경 

문제점	보완 · 수정
<p>③ 수확물 줄기 및 잎 대량 혼입 - 수확물에 줄기 및 잎이 대량 수집됨</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - 선별 장치 추가(ex. 스타휠, 카드클리너) - 줄기분리장치 개선 
<p>④ 수집부 입구 공간 협소 - 수집부 입구에서 줄기들이 걸리는 현상 발생</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - 수집탱크의 용량을 크게 하여 덤프방식으로 바꿈 
<p>⑤ 수확 시 탈실부 시야 확보 어려움 - 탈실부 유도 과정 中 운전자 측에서 시야 확보 어려움 발생</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - 유선 리모콘 타입으로 탈실부 컨트롤이 가능하도록 고안 (상하, 좌우) - 작업 시 탈실부 유도 인원이 조작이 가능하게 하여 효율적인 수확 실시 

□ 협동기관 : 원예특작과학원

<협동과제> 고추 기계수확 선발 품종 적용 실증시험

1. 집중착과율이 높은 품종 선발 시험

2014년부터 2017년까지 수행한 ‘자주식 고추 수확기계 개발’ 과제에서 수확기계 적합 품종으로 선발한 적영, 흥연, AR레전드, 대권선언 및 에코스타 등 5품종을 원예원 노지포장에 정식하였음

세부과제 및 위탁과제가 개발 중인 중형 고추 수확기계 Field 테스트를 위한 재배 포장 조성 및 관행재배와 일시 수확 시 수확량의 차이를 조사하기 위한 시험구 조성을 위해 위의 5품종을 2018년 2월 28일 원예원 육묘온실에서 파종하여 표준재배법에 의거 육묘한 후 4월 30일 원예원 시험포장에 정식하였음. 재배관리는 농촌진흥청 고추 표준재배법에 의거하여 수행하였음.

일시수확은 8월 14일, 10월 2일에 실시하였으며 수확량 등 주요 원예적 특성을 조사하였음. 관행수확은 8월 1일, 8월 20일, 9월 20일 3회에 걸쳐 실시하였으며 수확량 등 주요 원예적 특성을 조사한 후 일시수확처리구와 비교하였음

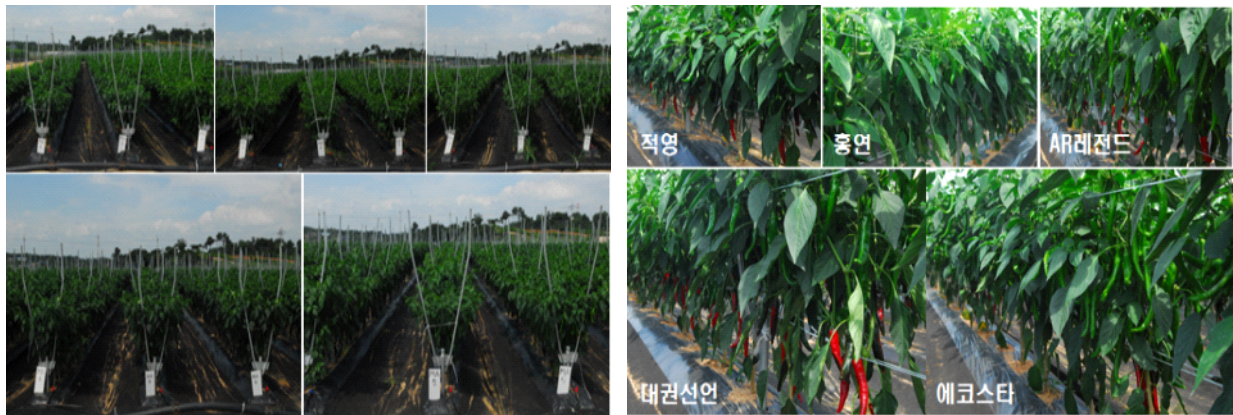


그림 57. 수확기계시연 포장 조성



그림 58. 동양물산 및 전북대학교 개발 중형 고추 수확기 포장 적용시험 수행(원예원 시험포장)

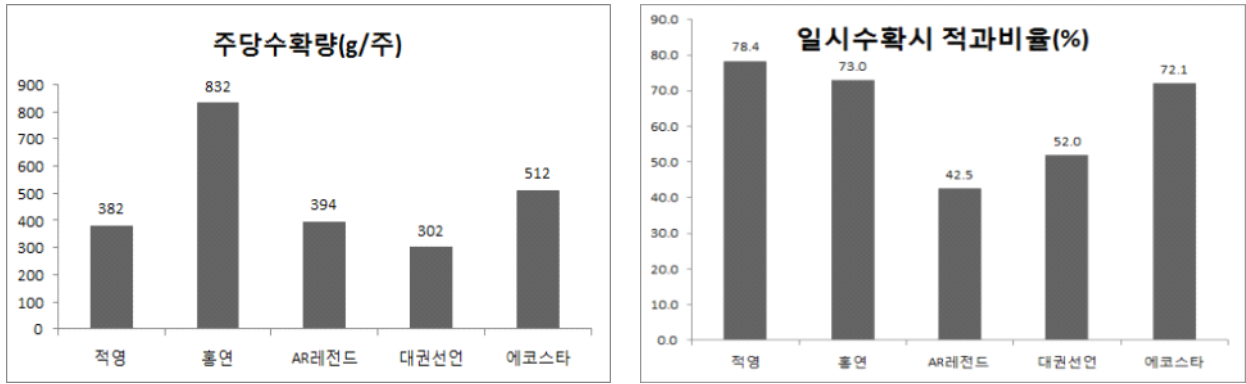


그림 59. 시험 품종별 일시수확 시 적과 주당수확량 및 적과율(8월 14일 수확)

8월 14일 일시수확 시 주당 수확량은 흥연 품종이 주당 수량 832g으로 5품종 중 가장 높은 주당수확량을 보였으며 다음은 512g이었던 에코스타였음. 대권선언 품종은 302g으로 가장 낮은 수확량을 보였음.

8월 14일 일시수확 시 적과비율(일시수확률)은 적영 품종이 78.4%로 가장 높은 비율을 보였으며 그 다음이 흥연으로 73.0%의 일시수확률을 보였음. AR레전드는 42.5%로 가장 낮은 것으로 조사되었음.

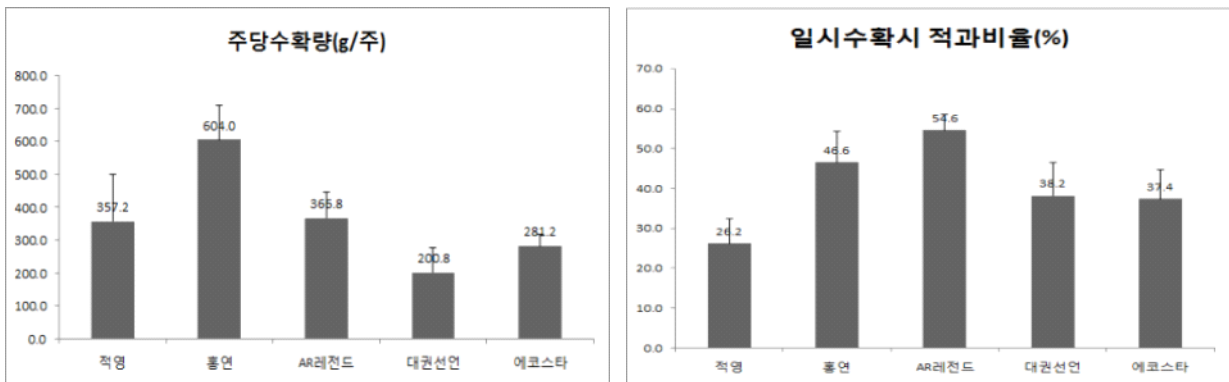


그림 60. 시험 품종별 일시수확 시 적과 주당수확량 및 적과비율(10월 2일 수확)

10월 2일 일시 수확 시 주당 수확량은 흥연 품종이 604.0g으로 가장 높은 수확량을 보였으며 AR레전드, 적영, 에코스타, 대권선언 순이었음. 10월 2일 일시 수확 시 적과비율(일시 수확률)은 AR레전드가 54.6%으로 가장 높은 비율을 보였고 적영 품종이 26.2%로 가장 낮은 비율을 보였음.

표 17. 시험 품종별 일시수확시기에 따른 주당 수확량 및 일시수확률 비교(8월 14일, 10월 2일)

품종명	8월 14일 수확		10월 2일 수확	
	숙과 주당수확량 (g/주)	일시수확률 (%)	숙과 주당수확량 (g/주)	일시수확률 (%)
적영	382	78.4	357.2	26.2
홍연	832	73.0	604.0	46.6
AR레전드	394	42.5	366.8	54.6
대권선언	302	52.0	200.8	38.2
에코스타	512	72.1	281.2	37.4
평균	484.4	63.6	362.0	40.6

8월 일시수확 결과와 10월 일시수확 결과를 비교한 결과 5개 품종 평균 주당 숙과 수량은 8월 일시수확시 484.4g인 것에 비해 10월 일시수확시 362.0 인것으로 조사되어 수확시기가 늦어질수록 주당 수량은 증가해야하지만 탄저병 등 병해로 인해 수량감소가 원인이 된 것으로 보임.

일시수확률의 경우 주당 수확량과 같은 경향을 보여 5개 품종 평균 일시수확률은 8월 수확시 63.6%인 반면에 10월 수확 시 40.6%로 23% 감소하였음.

* 고추는 한 번에 개화 착과 되는 것이 아니라 생육이 진행되면서 계속 꽃이 피고 열매가 달리는 특성 때문에 수확 시기에 따라 적과 비율이 달라 질수 있음.

- ‘적영’ 품종은 8월 수확시 주당 수량이 382g으로 적과수확량은 다른 품종에 비해 적은 수확량을 보였으나 일시수확률은 78.4%로 5품종 중 가장 높은 일시수확률을 보였음.

- ‘홍연’ 품종은 8월 수확시 주당 수량이 832g으로 5품종 중 가장 높았으며, 10월 수확시에도 604.0g으로 5품종 중 가장 높은 것을 확인하였음. 일시수확률은 반대로 8월 수확시 73.0%로 가장 높았으나 10월 수확시 46.6%로 가장 낮았음.

- ‘AR레전드’ 품종은 8월 수확시 주당 수량이 394g이었으나 10월 수확시 366.8g으로 큰 차이는 없었음. 일시수확률은 8월 수확시 42.5%로 5품종 중 가장 낮았으나 10월 수확시 54.6%로 다소 증가하였음.

- ‘대권선언’ 품종은 8월 수확시 주당 수량이 302g으로 5품종 중 가장 낮았으며 10월 수확시에도 200.8g으로 5품종 중 가장 낮은 적과수확량을 보였음. 일시수확률은 8월 수확시 52.0%였으나 10월 수확시 38.2%로 13.8% 감소하였음.

- ‘에코스타’ 품종은 8월 수확시 주당 수량이 512g이었으며 10월 수확시 281.2g으로 낮은 수확량을 보였음. 일시수확률은 8월 수확시 72.1%였으나 10월 수확시 37.4%로 34.7% 감소하였음.

위의 결과에 따르면 품종에 따라 일시에 수확해야 할 시기가 다소 달랐으며 일시수확률을 고려할 경우 수확시기는 10월 이전에 하는 것이 유리할 것으로 판단되나 차년도에 수확시기를 보다 세분화하고 시험품종도 추가하여 품종별 수확시기에 따른 수량 및 일시수확률 시험을 수행할 필요가 있음.

또한 수확시기가 늦어질수록 탄저병 등 병 발생에 따른 수량감소가 예상되므로 이에 대한 경종적 재배 및 예방위주의 병 방제에 주의해야 할 것으로 판단됨.

표 18. 시험 품종별 관행 수확시 주당 적과 수확량 비교

품종명	수확시기별 주당 적과 수확량(g/주)			주당 총수량 (g/주)
	8/1	8/20	9/20	
적영	335.0	479.0	65.0	879.0
홍연	241.0	590.0	19.5	850.5
AR레전드	305.0	208.0	54.5	567.5
대권선언	302.0	238.0	86.5	626.5
에코스타	267.0	293.0	14.5	574.5

손수확을 하는 관행 수확 재배구에서 3회 수확량을 합한 주당 총 적과수량은 적영이 879g으로 가장 높은 수량을 보였으며 에코스타다 574.5g으로 가장 낮은 수량을 보였음.

- ‘적영’은 첫 수확시 335.0g, 두 번째 수확시 479.0g, 마지막 수확시 65.0g의 수량을 보였으며 첫 수확시 다른 품종에 비해 가장 높은 수량을 보였음.

- ‘홍연’은 첫 수확시 241.0g, 두 번째 수확시 590.0g, 마지막 수확시 19.5g의 수량을 보였으며 총 수량은 850.5g으로 적영과 비슷한 수준으로 조사되었음. 특히 ‘홍연’은 두 번째 수확시 5품종 중 가장 높은 수량을 보였음

- ‘AR레전드’는 첫 수확시 305.0g, 두 번째 수확시 208.0g, 마지막 수확시 54.5g의 수량을 보였으며 총 수량은 567.5g으로 나타났음.

- ‘대권선언’은 첫 수확시 302.0g, 두 번째 수확시 238.0g, 마지막 수확시 86.5g의 수량을 보였으며 총 수량은 626.5g으로 나타났음. 특히 ‘대권선언’은 마지막 수확시 5품종 중 가장 높은 수량을 보였음.

- ‘에코스타’는 첫 수확시 267.0g, 두 번째 수확시 293.0g, 마지막 수확시 14.5g의 수량을 보였으며 총 수량은 574.5g으로 나타났음. 특히 ‘에코스타’는 마지막 수확시 5품종 중 가장 낮은 수량을 보였음.

표 19. 시험 품종별 관행 수확시 수확시기별 이병과율

품종명	수확시기별 이병과율(%)			전체 이병과율 (%)	건조율(%)
	8/1	8/20	9/20		
적영	8.1	6.5	7.5	22.1	18.9
홍연	4.1	0.5	28.9	33.5	17.2
AR레전드	3.4	0.3	18.6	22.3	21.0
대권선언	10.5	3.2	5.3	19.0	21.6
에코스타	3.4	3.2	32.1	38.7	20.2

수확시기별 이병과율을 조사한 결과 대체로 후반부로 갈수록 병 발생이 증가하는 경향을 보였으나 적영과 대권선언은 재배 초반부나 후반부의 병 발생율의 차이가 크지 않은 것을 확인하였음.

전체 이병과율은 대권선언이 19.0%로 가장 낮은 이병과율을 보였고 에코스타가 38.7%로 병 발생률이 가장 높은 것으로 조사되었음.

건조 전 생과무게와 건조후 건과무게의 비율을 나타내는 건조율은 품종간 큰 차이를 보이지 않고 17.2~21.6%사이에 분포하였으며 건조율이 가장 높은 품종은 대권선언으로 21.6%였으며 가장 낮은 품종은 홍연으로 17.2%였음.

표 20. 시험 품종별 일시수확 및 관행수확시 주당 적과 수확량 비교

품종명	8월 14일 일시수확	10월 2일 일시수확	관행수확 (손수확 3회)
적영	382.0	357.0	879.0
홍연	832.0	604.0	850.5
AR레전드	394.0	366.8	567.5
대권선언	302.0	200.8	626.5
에코스타	512.0	281.2	574.5
평균	484.4(69.2%)	361.9(51.7%)	699.6(100)

일시수확 및 관행수확 처리간 수량차이를 비교한 결과 관행수확, 8월 일시수확, 10월 일시수확 순으로 수확량이 낮은 것으로 조사되었음.

5품종 모두 관행수확 수량에 비해 적과수확량이 감소하였으며 관행수확이 평균 40% 정도 높은 것으로 나타났으며 홍연 품종 8월 일시수확인 경우 관행수확 3회와 비슷한 적과수확량을 보여 차후에 집중착과형 품종으로 유망한 것으로 나타났음.

표 21. 시험 품종별 주요 원예적 특성 비교

품종명	초장(cm)	초폭(cm)	주간길이 (cm)	경경 (mm)	과중 (g)	과장 (cm)	과폭 (mm)
적영	82.8±1.9	87.4±7.2	20.0±1.4	15.7±1.6	15.3±1.2	13.9±0.3	19.5±0.6
홍연	85.2±5.0	91.0±5.8	20.6±3.4	16.4±1.7	15.5±0.3	10.2±1.0	23.6±0.2
AR레전드	102.8±4.5	95.0±7.1	24.6±2.3	18.9±2.2	16.9±1.5	13.5±0.1	21.4±1.7
대권선언	105.4±7.6	90.8±4.5	25.9±2.2	17.0±1.4	14.5±1.4	12.5±0.3	22.5±0.8
에코스타	92.2±5.2	88.8±6.8	30.8±3.5	15.0±0.9	17.6±1.3	14.6±0.4	20.7±0.2

시험 품종의 초장은 82.8~105.4cm사이에 분포하였으며 가장 작은 품종은 ‘적영’, 가장 큰 품종은 ‘대권선언’ 으로 조사되었음. 초폭은 적영이 87.4cm로 가장 폭이 좁았으며 ‘AR레전드’ 가 95.0cm로 가장 폭이 넓은 것으로 조사되었음. 경경은 AR레전드가 18.9mm로 가장 굵었으며, 에코스타가 15.0mm로 가장 가늘었음. 과실의 무게 및 길이는 에코스타가 17.6g 및 14.6mm로 가장 높았으며 과폭은 홍연이 23.6mm로 가장 큰 것으로 조사되었음.



그림 78. 고추 기계 수확 선발 품종의 착과 모습(9.13)

2. 중형고추수확기계 요인시험을 위한 하우스 동계재배시험

- 원예원 단동하우스 2동(C3-2, C3-3)에 적영, AR레전드 두 품종 정식완료.
- 2018년8월 27일에 파종하여 2018년 10월 30일에 정식하여 동계재배 수행 중.

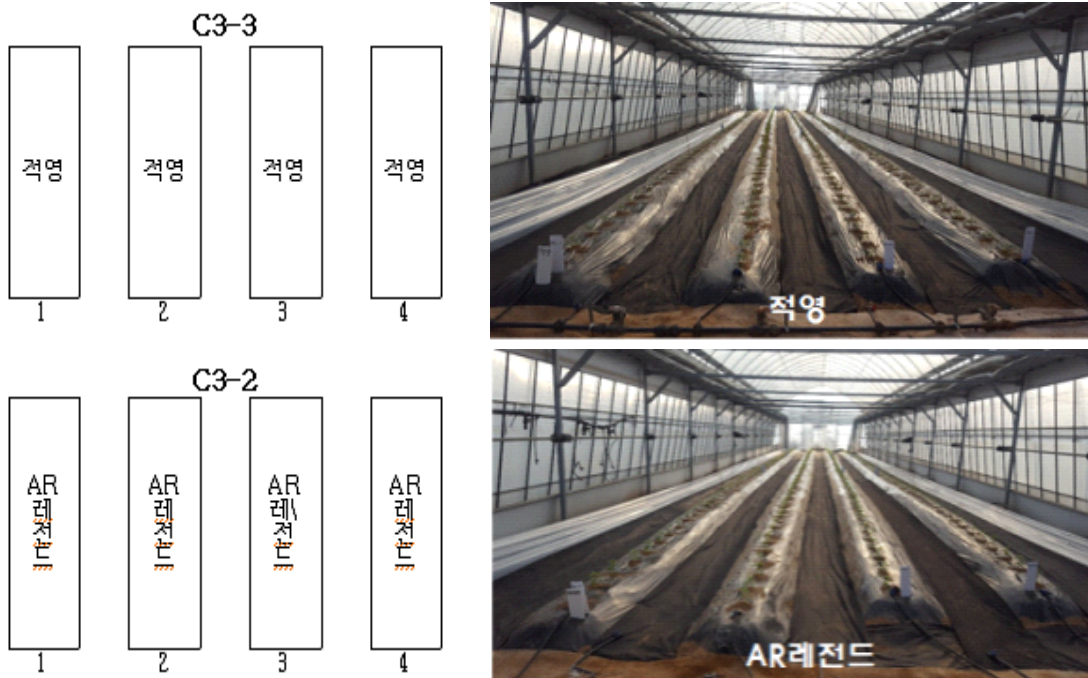


그림 79. 중형 고추 수확기계 요인시험을 위한 하우스 동계재배 포장 배치도 및 정식 후 전경(11.14)

□ 위탁기관 : 전북대학교

1. 기계 수확 시스템 구조 조사 및 분석

가. 특허 분석과 기술 분석

(1) 특허조사

(가) 특허번호 : US 4,196,570 [1980]

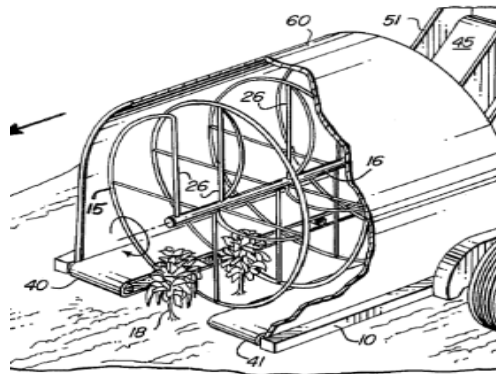


그림 80. US 4,196,570 Patent

중심축과 중심축에서 일정한 반경을 가지는 헬리컬 가이드 그리고 헬리컬 가이드와 중심축을 연결하고, 헬리컬 가이드의 인접하는 턱 사이의 공간에서 일정한 길이를 가지는 원호형 선별요소로 구성됨

(나) 특허번호 : US 5,709,071 [1998]

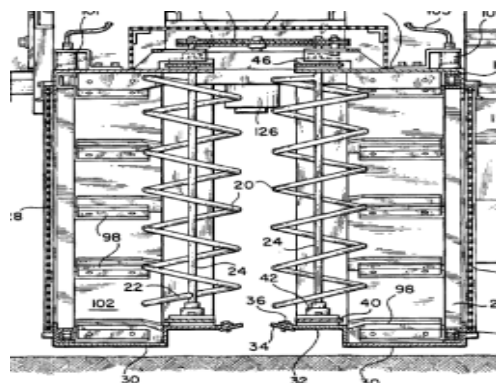


그림 81. US 5,709,071 Patent

수직으로 배열되는 다수의 픽킹코일을 구비하고, 조절수단은 수직 배열의 다수의 픽킹 코일의 상단부와 하단부, 그리고 전단부와 후단부를 동시에 동일하게 이동시키는 것을 주제로 하고 있음

(다) 특허번호 : US 8,079,203 [2009]

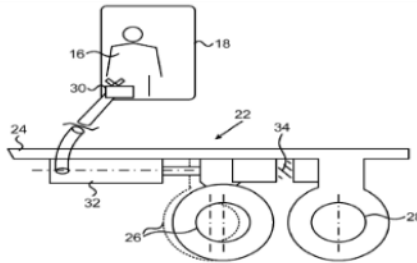


그림 82. US 8,079,203 Patent

이스라엘의 ETGAR 건으로, 한 쌍의 헬릭스 사이의 간격을 조절하되, 제1헬릭스의 전단을 지지하는 베어링을 이동시킴으로써, 한 쌍의 헬릭스 사이의 간격을 조절함

(2) 해외 기술 조사

○ 수확기계 연구 동향

중국 연태대학의 조사 자료에 의하면 중국에서는 고추재배 및 수확부분에서 모든 지역이 수작업에 의한 순수 노동력으로 재배 및 수확되고 있다고 조사됨

유럽 주요 고추생산국인 헝가리의 경우 고추재배와 수확기계화에 실패와 스페인, 남미, 중국 등의 저가의 고품질 고추원료의 유럽시장 공급으로 고추산업이 급격히 쇠퇴함

헝가리는 고추생산량이 1990년 16천톤에서 2010년 2.4천톤으로 약6.6배 감소, 고추재배지역은 밀, 옥수수 재배로 전환됨

미국, 이스라엘 등에서 20년간 고추수확기계를 지속적인 연구 수행한 결과 현재 고추수확기계가 성공적으로 개발 및 실용화되어 자국 고추산업의 경쟁력 제고에 크게 기여하고 있음.

미국은 NMSU Chile Pepper Task Force 팀 중심으로 1990년 이후 고추 기계화 적품종 육성 및 고추 재배 수확기계 개발에 성공하여 고추산업의 경쟁력을 확보함

이스라엘은 고추수확 기계화 성공으로 고추의 고색소 화장품원료 유럽 수출.

(가) 다섯 가지 형태의 수확기 탈실장치 (Disk finger, Chain finger, Creager, Hernandez, Helix type)에 대해 분석 및 평가(Funk 등(Applied Engineering in Agriculture)2010)

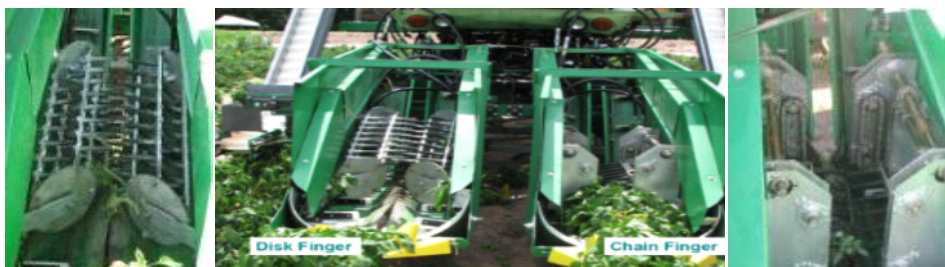


그림 83. Disk finger(좌) and Chain finger(우) type

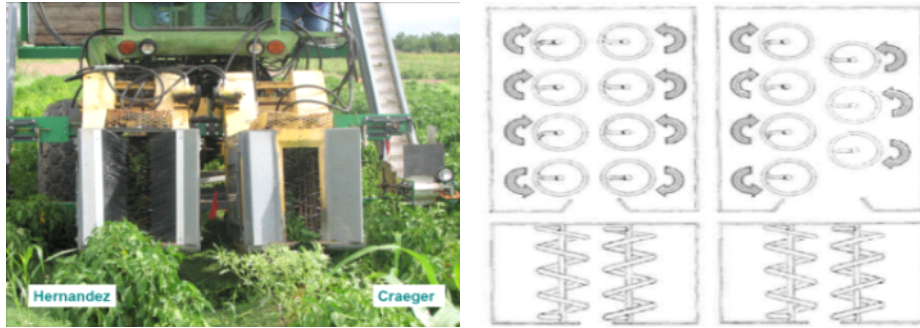


그림 84. Hernandez(좌) and Craeger(우) type

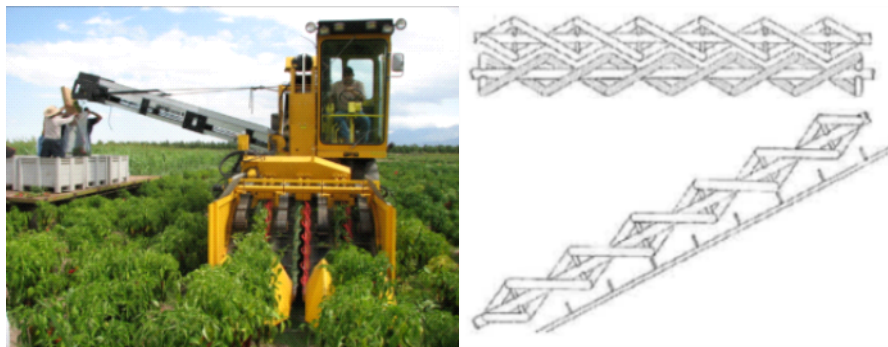


그림 85. Helix type 고추수확기와 이중나선 구조

다섯 가지의 탈실장치 중 Helix가 총 탈실율이 88.3%로 가장 높고, 기계에 의한 손실률 11.2%로 가장 낮음. Disk finger와 Chain finger type은 수확 후 손실률이 50%이상으로 성능이 우수하지 못함. Craeger와 Hernandez type(Vertical helix control harvester)은 수확효율은 높으나, 탈실 메커니즘과 패들 컨베이어(Paddle conveyor) 사이에서 손상률이 50%에 그침

(나) Paul 등(International Journal of Vegetable Science)2011)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) 중국에서 개발된 고추수확기

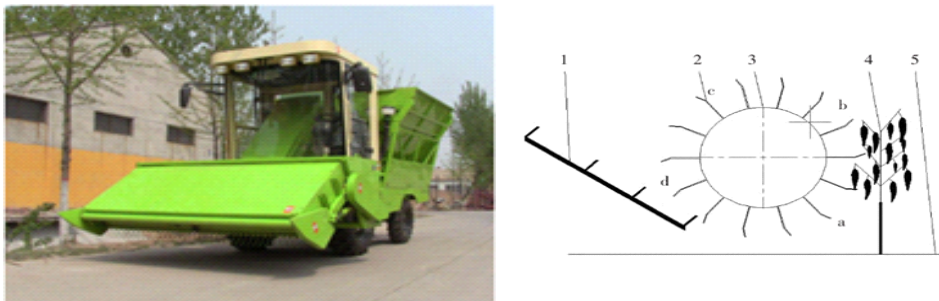


그림 86. 드럼형 고추수확기 및 고추 채취 방식 (중국)

스프링 빗의 끝 부분인 작업부분에 고무로 된 커버를 씌워 스프링 빗과 고추 과실의 충격력을 완충하여 고추의 파손율을 낮추는 작용을 함. 정선부는 고추 혼합 말이 이송벨트에 의해 정선부 앞부분에 이송. 별모양 휠을 회전시켜 고추를 흔들어 분산시키고 고추와 고춧잎 등을 아래로 떨어지고 다시 탈실과정을 진행. 큰 고추나무 줄기는 기계 밖으로 배출되며, 고춧잎 등 험잡물은 송풍기 바람에 의해 날아가고, 선별된 고추는 수집함으로 수집됨.

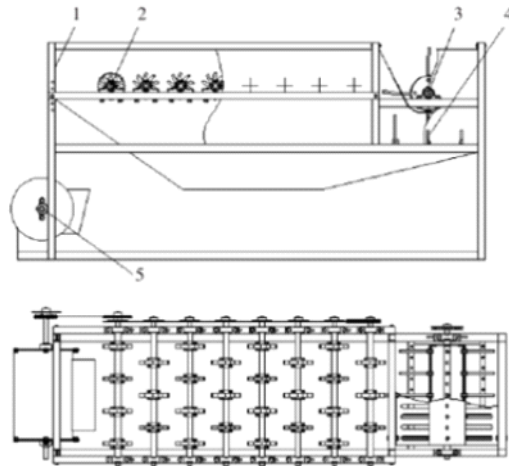
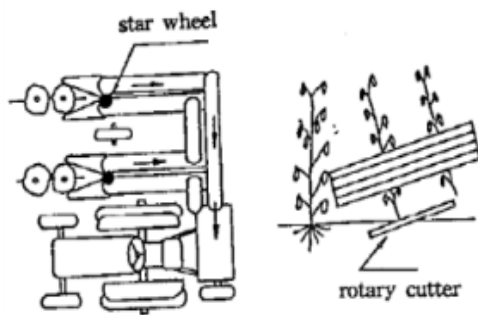
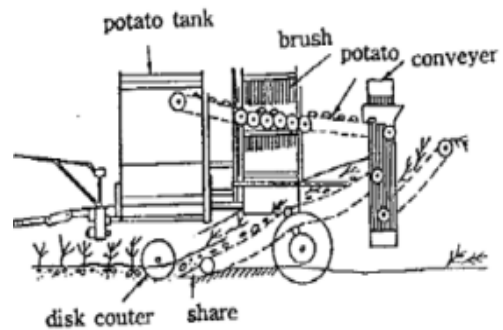


그림 87. 고추수확기 정선부 구조(중국)

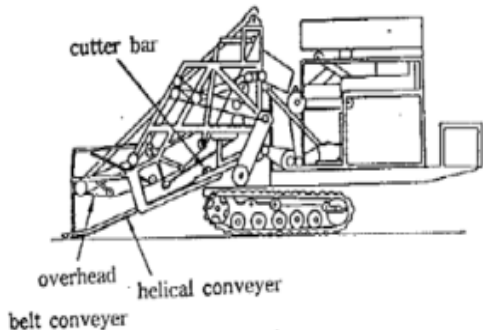
(3) 대표적인 원예작물 수확기의 형태



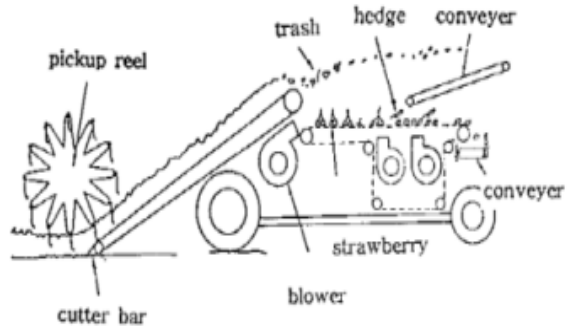
일본의 콩수확기



일본의 감자수확기



양배추 수확 전용기



캐나다의 딸기수확기

그림 88. 원예작물 수확기의 형태

(4) 탈실부 연구 동향

고추수확기의 탈실부는 4가지 형태가 주종을 이루고 있으며 이스라엘 고추수확기 형태의 이중나선 원통 구조가 가장 적합한 것으로 소개되고 있음

(가) 스프링 타인을 이용하여 고추를 훑는 방식(Gentry et al,1978)

- 일시수확용으로 사용하기에는 회수율이 낮으며, 가지에 대한 손상이 큼

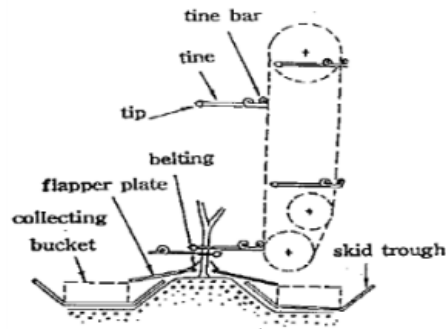


그림 72. 스프링 타인을 이용한 탈실장치

(나) 도리깨에 의한 충격력으로 고추를 따는 방식(Thomas and Rollason, 1980)

- 도리깨를 두꺼운 고무판으로 제작함으로써 고추의 손상을 줄임
- 과도한 탈실작용으로 고춧잎과 가지가 부러지는 문제점이 있음

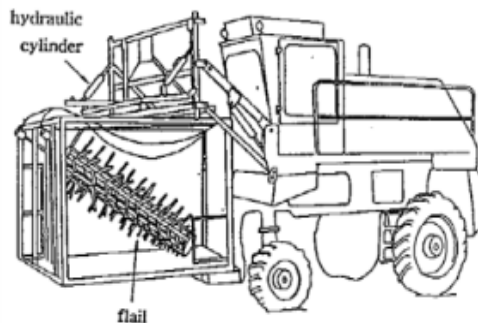


그림 73. 도리깨를 이용한 탈실장치

(다) 이중나선 원통을 이용한 방식(Fullilove and Futral, 1972)

- 고추줄기 사이로 이중나선 원통이 회전하면서 고추를 훑는 작용과 나선봉과 고추대의 충돌에 의한 충격력을 이용
- 지면에 대한 나선 원통의 설정각에 따라서 고추열매가 앞으로 튀어나가거나 고추대를 뽑아 올리는 경우가 발생

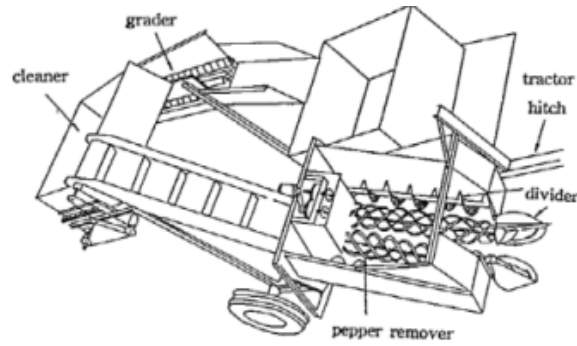


그림 74. 이중나선 원통을 이용한 탈실장치

(라) 두개의 픽업벨트에 의한 고추를 따는 방식(Lenker and Nascimento, 1982)

- 벨트에 여러 개의 돌기가 고추를 압박하면서 훑어 올리고, 탈실된 고추가 지면으로 떨어져 나가면 회수하는 장치가 별도로 장착
- 대형기계이며, 작은 고추를 밀식한 경우에 사용하기 위해 개발됨

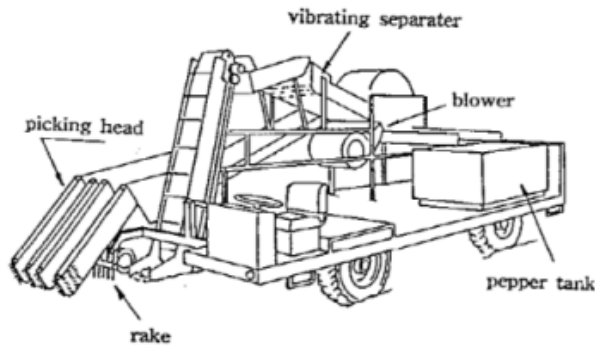


그림 75. 픽업벨트를 이용한 탈실장치

2. 선별부 입자 거동 해석 및 요인시험 비교

가. 선별기 요인 시험

제작한 선별기 요인시험 장치의 크기는 지지대를 제외하여 1440(W)×2190(L)×370(H)mm이며, 총 15개의 4각 축봉에 홀수 축에는 65개, 짝수 축에는 66개의 카드가 설치되어있음. 장치의 경사도는 15°로 고정이 된 상태이며, 수집부의 카드와 카드사이의 간격은 카드의 스페이서를 결합하여 간격을 조절함. 구동 모터 용량은 220V 1hp이며 인버터를 설치하여 카드클리너의 회전속도를 조절 할 수 있도록 제작함



그림 76. 선별기 요인시험 장치

요인 시험에 사용된 고추 시료는 농촌진흥청 원예특작과학원에서 온실에서 재배한 품종인 ‘AR 레전드’ 품종을 사용하였고, 고추식물체 5주의 샘플을 무작위로 선정 후 측정하였으며, 고추 과실은 5주의 고추식물체에서 고추과실 10개를 무작위로 선정 후 측정함

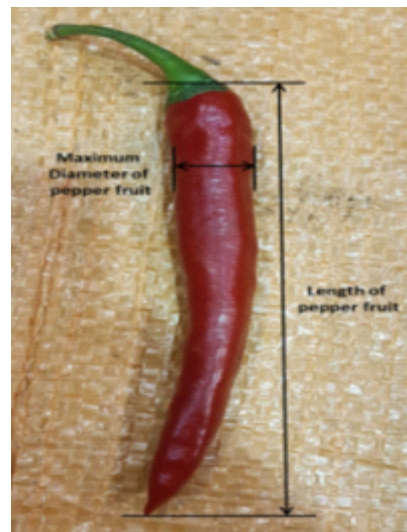
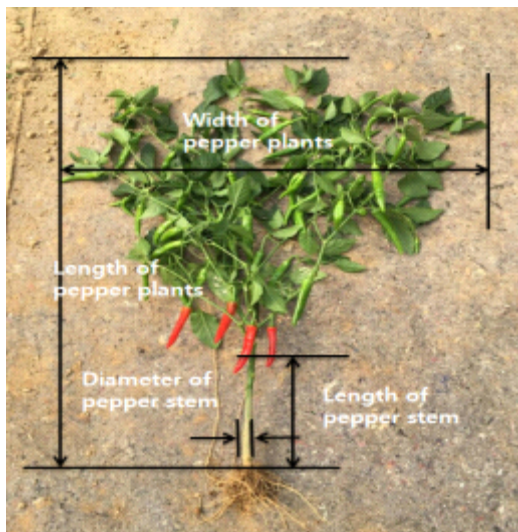


그림 77. 요인 시험을 위한 고추 식물체와 고추 과실 측정

표 22. 고추 식물체와 과실의 물성 측정 결과

Variety	Plant				Fruit			
	Length of pepper plant (mm)	Width of pepper plant (mm)	Length of pepper stem (mm)	Diameter of pepper stem (mm)	Length (mm)	Max. Diameter (mm)	Weight (g)	Amount (ea/plant)
Average	1120	770	290	21	104.3	19.8	12.7	33.8
Standard deviation	51.68	37.62	16.58	3.14	13.97	2.54	3.48	8.71

선별기 요인시험에 사용한 고추 시료는 완전 탈실된 고추과실 10,060g을 준비하였으며, 줄기의 시료는 250mm, 350mm, 450mm 으로 줄기 길이별 구분을 하여 각각 190g을 준비함
카드클리너의 회전속도를 50rpm을 기준으로 15rpm간격인 35, 50 65rpm 총 세 수준으로 설정하였고, 선별기의 경사각은 15° 로 고정하였으며, 작업이 진행되는 시간은 33.25초로 설정하여 각 카드클리너의 회전속도 마다 3 반복으로 시험을 진행하였음

요인시험의 분석 방법은 수집부를 통해 수집된 고추와 이물질인 줄기의 무게를 측정하여 고추 선별율과 이물질 혼입률을 분석함

표 23. 고추 선별기 요인 시험 결과

Arrangement of card type	Slope angle of card cleaner	rpm	Separated efficiency of pepper (%)	Average Ratio (%)	Foreign material mixing ratio (%)	Average Ratio (%)
Straight type	15 °	35	91.43	91.93	23.64	18.18
			91.43		20.91	
			92.93		10.00	
			95.74		20.09	
			94.97		20.00	
			95.50		16.36	
		65	96.37	17.27		
			94.62	18.18		
			96.32	30.91		

나. 선별부 입자 거동 해석

입자 거동 해석 시 기본 모델이 되는 고추 선별기를 모델링 소프트웨어인 Creo Parametric 2.0 버전을 사용하여 모델링을 실시하였고, 입자 거동 해석에 영향을 주지 않는 모터, 베어링, 볼트 등의 부품은 제외하여 모델링을 실시함

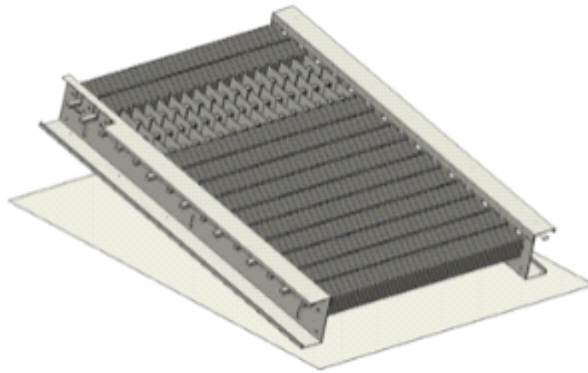


그림 78. 고추 선별기 3D 모델링

EDEM (EDEM Ver 2.7, DEM solutions) 분석은 DEM (Discrete Element Method) 기법을 이용한 입자 거동 전용 해석 툴로서, 입자 유입량을 조절하거나 명확한 위치에 대한 입자 생성 등이 가능하여 입자 거동과 관련된 제품 개발, 프로세스 디자인 및 최적화를 위한 비용 및 시간 절감을 효과적으로 단축시키는데 활용도가 뛰어난 소프트웨어임

EDEM에서 모델링한 선별기를 불러온 후, 해석 시 선별되는 고추의 양을 측정하기 위해 선별기 모델링 밑에 박스를 추가하였고, 카드클리너가 부착된 각 축에 회전의 움직임을 적용. 투입 입자가 생성되는 위치는 요인 실험과 동일하게 1번과 2번 축 사이에 입자생성 공간을 만들어 적용하였고, 입자 배치는 무작위로 배치되도록 설정함

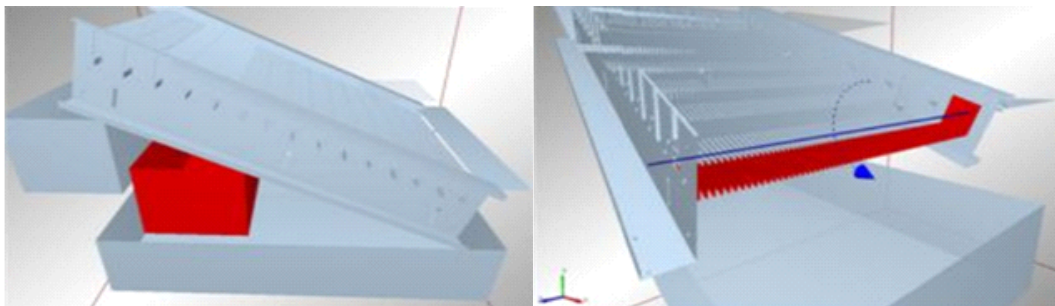


그림 79. EDEM 분석을 위한 모델링

EDEM은 입자에 대한 해석으로, 고추의 모양을 단순화하여 구형의 입자를 배열하여 고추와 줄기의 형상을 제작함. 고추는 10개의 샘플을 무작위로 선정하여 고추의 길이, 최대직경, 무게를 측정함. 고추와 함께 투입되는 줄기 또한 평균직경과 요인시험 시 설정한 길이인 250, 350, 450mm의 길이로 입자를 생성함. 길이의 직경과 무게는 요인시험시준비한 줄기 시료 3개의 샘플의 값을 측정한 평균값으로 설정하였고, 투입량은 요인시험 시 투입한 양과 동일한 양으로 설정함.

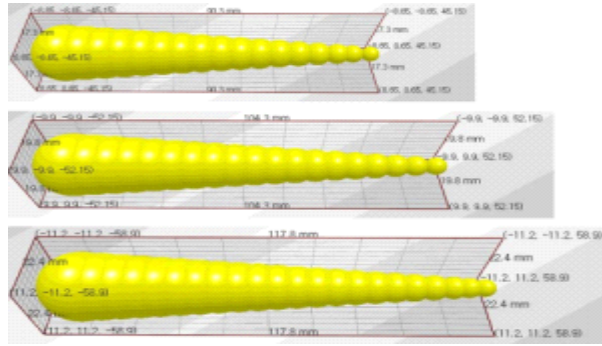


그림 80. EDEM 분석을 위한 고추 형상 제작



그림 81. EDEM 분석을 위한 줄기 형상 제작

표 24. EDEM 분석을 위한 고추 및 줄기의 크기 결정

Sample	Length (mm)	Diameter (mm)	Wight (g)
Pepper_l	118.3	22.4	16.2
Pepper_m	104.3	19.8	12.7
Pepper_s	90.4	17.3	9.3
Stem_l	450	7	28
Stem_m	350	6	12
Stem_s	250	5	5

다. 요인 시험과 입자 거동 해석 결과 비교

요인시험결과 선별률은 카드클리너 회전속도가 증가할수록 증가하는 경향을 보였고, 가장 높은 고추 선별률은 65rpm에서 95.78%로 나타났다. 입자거동 해석 결과 요인시험과 같이 고추 선별률은 35rpm에서 65rpm까지 rpm이 증가할수록 선별률이 증가하는 경향을 보였고 가장 높은 선별률은 65rpm에서 96.79%로 나타났다.

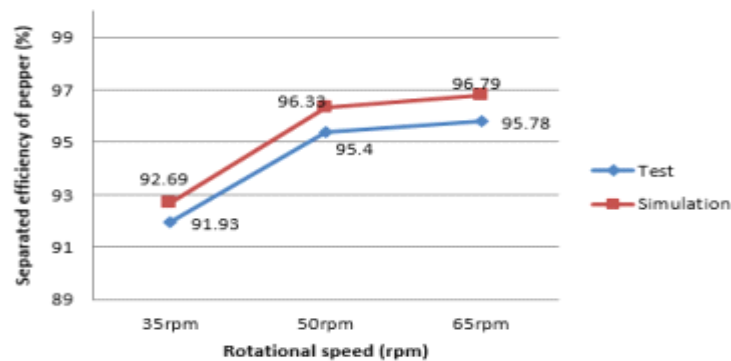


그림 82. 요인 시험과 입자 거동해석의 선별률 비교

입자거동해석과 요인시험의 이물질 혼입률은 카드클리너 회전속도가 증가할수록 증가하는 경향을 보였고, 가장 높은 이물질 혼입률은 해석과 요인시험 모두 65rpm에서 22.68%, 22.12%를 확인 할 수 있었다.

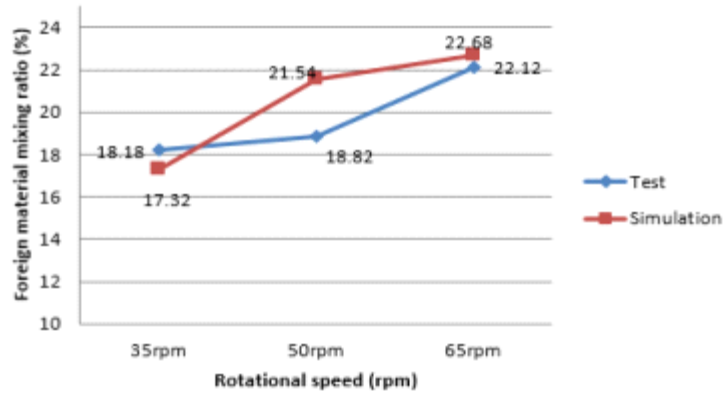


그림 83. 요인 시험과 입자 거동해석의 혼입률 비교

3. 고추수확기 필드 실험 및 분석

가. 작부체계

기존 연구 중인 기계화에 적합한 재배 양식을 참고하여 조간 거리, 주간 거리, 두둑 높이, 두둑 폭, 골 폭을 설정하였다.

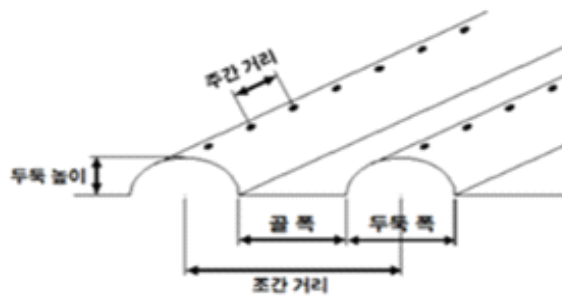


그림 84. 작부 체계

표 25. 기계 수확 작부체계

조간거리 (mm)	주간거리 (mm)	두둑 폭 (mm)	두둑 높이 (mm)	골 폭 (mm)
1200	350	450	300	750

나. 탈실부 필드 실험 (원예특작과학원)

- 일시 : 2018년 8월 22일
- 장소 : 농촌진흥청 원예특작과학원
- 목적 : 1차 Proto 기대 필드 성능 테스트
- 품종 : 적영
- 조건 : 헬릭스 간격 25mm, 나선 회전 속도 700rpm, 작업 속도 0.1 m/s



그림 85. 원예특작과학원 필드사진

(1) 탈실부 필드실험 방법(원예특작과학원)

- 각각의 탈실효율, 정상과율, 줄기부착과율, 미탈실률, 손실률, 손상률을 비교함.
- 실험 당 20주씩 3반복 실시함.
- 정의식 및 데이터 정리방법은 2010년에 투고된 P.A Funk 저자의 문헌을 분석하여 확립함.

$D_{ghe}(\%) = \frac{P_{dp}}{P_{tp}} \times 100(\%)$ $D_{urp}(\%) = \frac{P_{rpp}}{P_{tp}} \times 100(\%)$ $D_{md}(\%) = \frac{P_{dop}}{P_{dp}} \times 100(\%)$ $G_{fl}(\%) = \frac{P_{afl}}{P_{tp}} \times 100(\%)$ $N_{mp}(\%) = \frac{P_{dp} - P_{dop}}{P_{tp}} \times 100(\%)$	<p> 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_{rpp} : 고추모에 남아있는 고추 과실의 수량(ea) P_{dop} : 손상된 고추 과실의 수량(ea) P_{afl} : 땅에 떨어진 고추 과실의 수량(ea) </p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

그림 86. 데이터 분석 방법

(2) 탈실부 필드실험 결과

표 26. 필드실험 결과(원예특작과학원)

품종	탈실효율(%)	정상과율(%)	줄기부착과율(%)	미탈실률(%)	손실률(%)	손상률(%)
적영	82.5	58.2	23.3	2.3	15.2	1.6
	78.6	68.2	9.3	3.1	18.4	1.3
	78.0	66.5	10.9	5.4	16.7	0.7

다. 탈실부 필드 실험 (전남 순천)

- 일시 : 2018년 9월 9일
- 장소 : 전남 순천 고추 농가
- 실험 시료 : 적영, 홍연
- 실험 조건 : 헬릭스 간격 35mm, 나선 회전 속도 600rpm

(1) 탈실부 필드실험 방법(전남 순천)

- 각각의 탈실효율, 정상과율, 줄기부착과율, 미탈실률, 손실률, 손상률을 비교함.
- 품종 당 20주씩 2반복 실시함.
- 정의식 및 데이터 정리방법은 2010년에 투고된 P.A Funk 저자의 문헌을 분석하여 확립함.

(2) 탈실부 필드실험 결과

표 27. 필드실험 결과(전남 순천)

품종	작업속도 (m/s)	탈실 효율 (%)	정상과율 (%)	줄기부착과율 (%)	미탈실률 (%)	손실률 (%)	손상률 (%)
적영	0.1	94.7	70.6	18.7	1.0	4.3	5.7
	0.038	90.8	57.5	24.6	2.8	6.3	9.6
홍연	0.06	96.2	61.5	32.3	1.3	2.5	2.6
	0.06	93.8	57.9	25.8	1.8	4.5	10.8

라. 탈실부 필드 실험(충남 태안)

- 일시 : 2018년 9월 17일
- 장소 : 충남 태안 양념채소 연구소
- 실험 시료 : 빅스타, 생력 211, 적영
- 실험 조건 : 헬릭스 간격 20mm, 나선 회전 속도 600rpm

(1) 탈실부 필드실험 방법(충남 태안)

- 각각의 탈실효율, 정상과율, 줄기부착과율, 미탈실률, 손실률, 손상률을 비교함.
- 품종 당 20주씩 실시함.
- 정의식 및 데이터 정리방법은 2010년에 투고된 P.A Funk 저자의 문헌을 분석하여 확립함.

(2) 탈실부 필드실험 결과

표 28. 필드실험 결과(충남 태안)

품종	작업속도 (m/s)	탈실 효율 (%)	정상과율 (%)	줄기부착과율 (%)	미탈실률 (%)	손실률 (%)	손상률 (%)
빅스타	0.06	74.4	65.1	6.3	12.4	13.2	4.0
생력 211	0.07	95.0	67.8	25.0	0.7	4.3	2.3
홍연	0.06	92.0	71.8	15.1	2.1	6.0	5.5

마. 문제점 및 보완방법

필드 실험의 조건이 지역마다 조금씩 차이가 있기 때문에 차후 실험 조건을 통일하여 실험을 진행해야 할 필요가 있다.

필드 실험 결과를 종합적으로 보았을 때 작업성능이 지역마다 편차가 크고, 실험 시료의 종류가 적어 다양한 품종에 관하여 추가 실험이 필요할 것으로 판단된다.

제 2절 중형 고추 수확기계 2차년도

□ 주관기관 : 동양물산 기업

1. 고추수확기 2차 시작품 설계

가. 고추수확기 개념 설계 및 상세 설계

고추수확기는 크게 주행부, 조작부, 탈실부, 선별부 및 이송부, 수집탱크로 구성된다. 주행부는 유압 모터를 이용한 주행 및 선회제어 방식으로 concept안을 선정하였다. 또한 탈실, 이송, 선별부에 각각 동력원으로 직접적으로 연결되어 동력 손실이 적고 효율을 최대화 하였다. 조작부는 주행레버 좌, 우 2개의 레버를 조합해서 주행 및 선회하며, 탈실부는 주행하면서 고추작물이 헬릭스 사이로 들어가면서 고추를 훑어 떼어내는 탈실 방식을 사용하였다. 선별부는 줄기 달린 고추가 3개의 회전드럼을 통과하면서 급치와의 마찰로 인해 줄기와 고추가 분리되는 줄기분리 장치, 잎을 제거하는 송풍 장치를 사용하였다. 수집탱크는 선별부에서 이송 컨베이어를 통하여 고추를 수집 후 유압 실린더로 상승시켜 자유낙하로 배출시키는 방식을 사용하였다.



그림 87. 2차년도 중형고추수확기 Concept

나. 1차년도 개선 설계

(1) 무게 중심 개선

고추와 같은 발작물은 경사지에서 작업을 진행하기 때문에 전도와 같은 안전의 위험이 있기 때문에 무게중심이 중요하다. 1차년도의 기대는 무게중심이 앞쪽으로 치우쳐 있어 뒤쪽에 400kg의 웨이트를 추가하였지만 좌우 분담질량은 51.4%, 전후 분담질량은 61%로 불안정하였다. 반면 2차년도 기대는 웨이트를 추가하지 않았으며 좌우 분담질량은 55.2%, 전후 분담질량은 54%로

나타나서 우측 후방에 무게 중심이 측정되었다. 기대에 70kg의 운전자가 탑승 후 측정하였을 때에는 좌우 분담질량이 57%, 전후 분담질량이 53.3%로 공차 상태와 비교하였을 때 무게중심이 우측 전방으로 이동한 것을 확인 할 수 있었다. 이는 공차 상태와 운전자가 탑승하였을 때 안전구간에 좌우 분담질량과 전후 분담질량이 만족하는 값으로 나타났다.

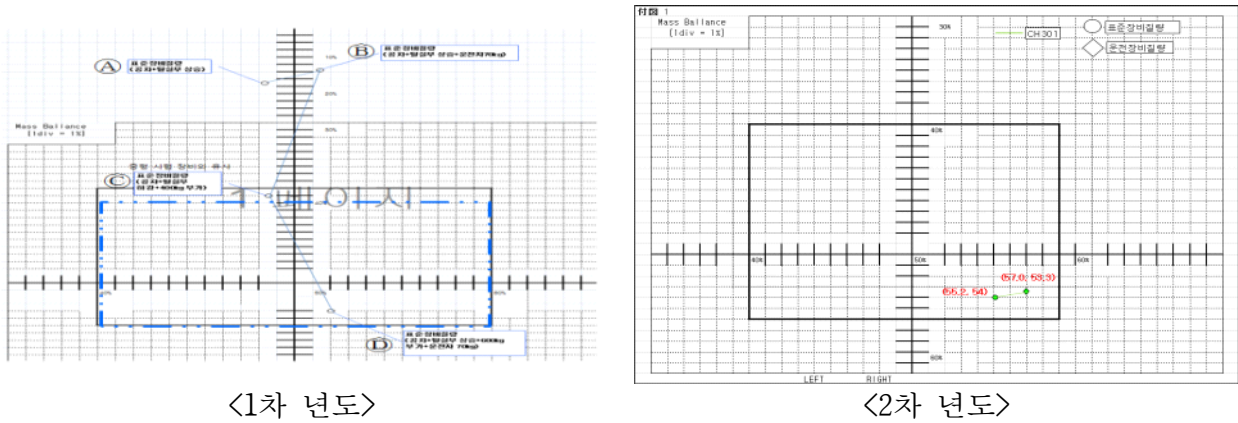


그림 88. 차년도별 중형 고추수확기 무게 중심

(2) 탈실 과정에서 작물이 뭉치는 현상 개선

1차년도 기대는 탈실 높이가 낮아 상한점에서 밀려서 순차적으로 탈실이 이루어지지 않았다. 탈실부 입구의 공간이 협소하여 무성한 작물들이 뭉쳐 부하가 발생하며 이로 인해 수확물에 줄기가 많아지는 문제점이 발생하였다. 이를 해결하기 위하여 탈실부의 폭을 620 mm에서 820 mm, 탈실부의 높이를 800 mm에서 1,200 mm 로 넓혀 줌, 줄기가 무성한 작물들의 유입이 잘 될 수 있도록 하였다.



그림 89. 탈실부 입구 모습(좌: 1차년도, 우: 2차년도)

(3) 경사 컨베이어 작물 정체 개선

수확 시 줄기와 잎이 무성한 품종의 작물이 유입되게 되면 컨베이어의 꺾이는 부분에서 시작하여 탈실된 수확물들이 정체되는 문제점이 발견되었다. 탈실부 폭이 넓어짐에 따라 작물이 투입되는 부하가 개선됨으로써 정체 현상이 줄어들었다.

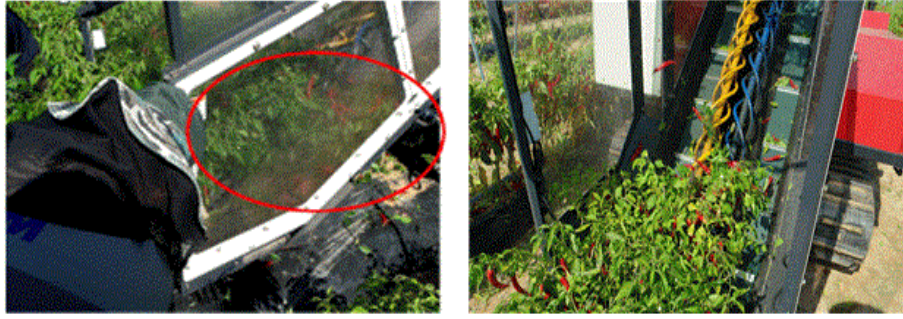


그림 90. 탈실부 작물 정체 개선(좌: 1차년도, 우: 2차년도)

(4) 수확 시 탈실부 시야 확보 개선

수확 시 탈실부 유도 과정 중 운전자 측에서 작물의 시야 확보가 어려워 효율적인 수확이 불가능했다. 이를 해결하기 위하여 유선으로 탈실부 컨트롤(상하좌우)이 가능하도록 고안하여 효율적인 수확을 할 수 있었고, 보조 작업자 없이 1인 수확이 가능해져 편의성이 증대되었다.



그림 91. 2차년도 탈실부 컨트롤 모습

(5) 탈실부 헬릭스 사이 간격 조절 개선

초폭, 줄기경, 과중 등 작물 물성 상태에 따라 수확 시 탈실부 헬릭스 사이 간격을 조절해야 할 경우가 많다. 1차년도 기대는 탈실부를 상승시켜 작업자가 탈실부 아래로 들어가 볼트를 해체, 결합하여 헬릭스 사이 간격을 조절해야 하므로 안전하지 못하며 불편했다. 2차 년도 기대는 헬릭스 브라켓을 장공으로 제작하여 탈실부 아래로 들어갈 필요 없이 볼트를 느슨하게 조절 후 양쪽에 헬릭스 간격 조절 장치를 조일 때 간격이 멀어지고 풀 때 좁혀지게 되며 그대로 볼트를 고정시키는 방식으로 제작하였다. 안전, 시간, 편의성을 확보할 수 있었다.

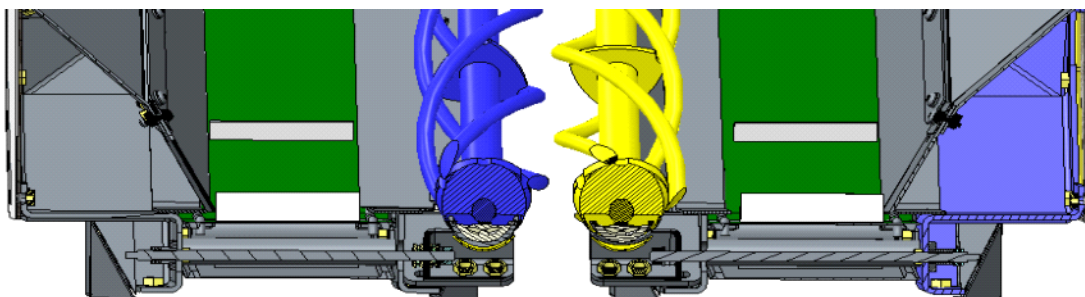


그림 92. 헬릭스 사이 간격 조절 장치

(6) 수확물 선별 개선

수확물이 탈실 및 선별 과정을 거쳐 수집탱크에 수집되는 과정에서 잎, 줄기와 같은 이물질이 대량 유입되는 문제점이 발견되었다. 풍구의 선별 성능이 확보되지 않아 이를 해결하기 위해 송풍 장치를 개선하였다. 송풍 팬의 크기를 115.2 mm에서 336.2 mm, 임펠러 수를 1개에서 2개, 임펠러 폭을 83 mm에서 137.5 mm, 송풍 입구를 35 mm에서 87.5 mm로 늘려 풍량을 약 3배 이상 확보하였다. 그로 인해 2차년도 필드테스트에서 수집탱크의 유입되는 이물질 비율이 6~70% 감소하는 결과가 나타났다.

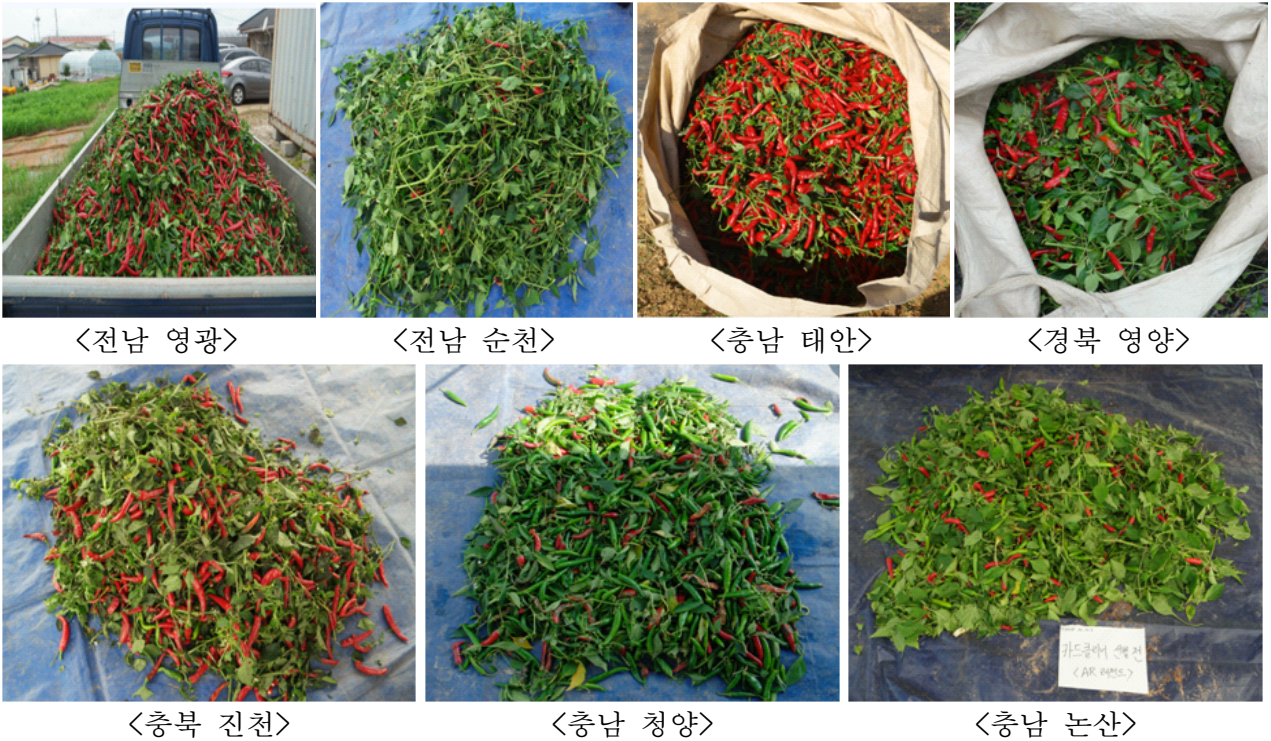


그림 93. 1차년도 기계 수확물

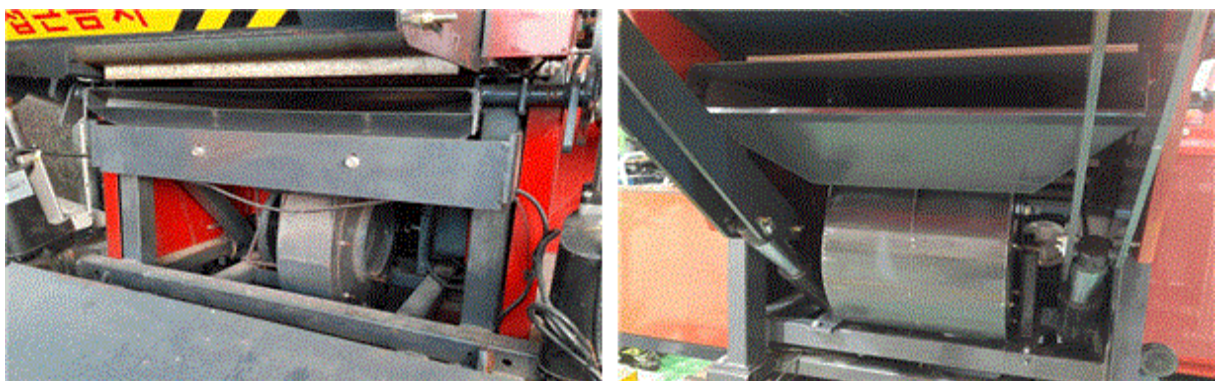


그림 94. 송풍 장치 (좌: 1차년도, 우: 2차년도)



그림 95. 2차년도 기계 수확물

(7) 줄기 분리 장치 드럼 4축 설계 및 이송 컨베이어 각도 변경

중형 고추수확기 선별부 중 하나인 줄기 분리장치는 현재 3축으로 제작되어 있다. 선별 성능을 높이기 위한 방법으로 드럼 1축을 늘려 줄기 달린 고추의 분리 횟수를 늘리기 위해 4축을 설계하여 제작하였다. 또한 이송컨베이어에서 수집탱크로 떨어지는 낙하구간을 늘려 송풍 선별을 유리하게 하기 위해 이송 컨베이어 각도를 0° 에서 20° 로 설계 변경하였다.

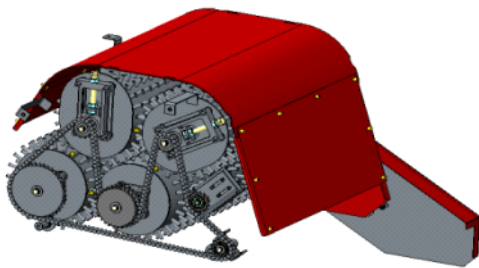


그림 96. 줄기 분리장치 (드럼 4축)

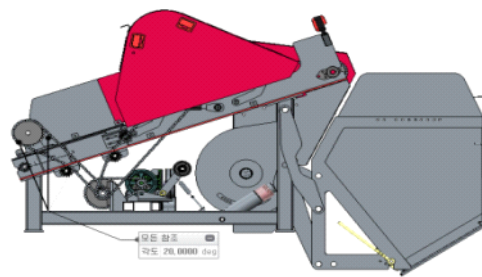


그림 97. 이송 컨베이어

2. 2차 Proto기 Field 시험 및 문제점 분석

가. 동계 시험

1차 년도 문제점 이었던 수집탱크에 대량의 이물질(줄기+잎) 유입을 해결하기 위해 줄기 분리 장치 성능 개선을 위한 동계 시험을 진행하였다.

- 시험 기간 : 2019년 3월 18일~22일
- 품종 : AR레전드
- 시험 방법

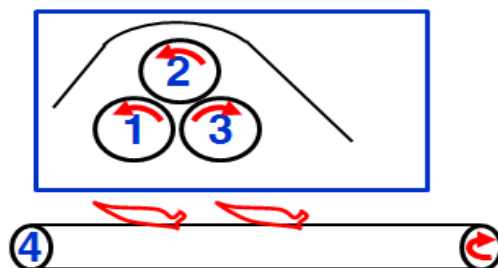


그림 98. 줄기분리장치 및 이송컨베이어

(1) 1차 시험

기계 수확 후 정상과율, 줄기부착과율, 손상과율 측정 비교

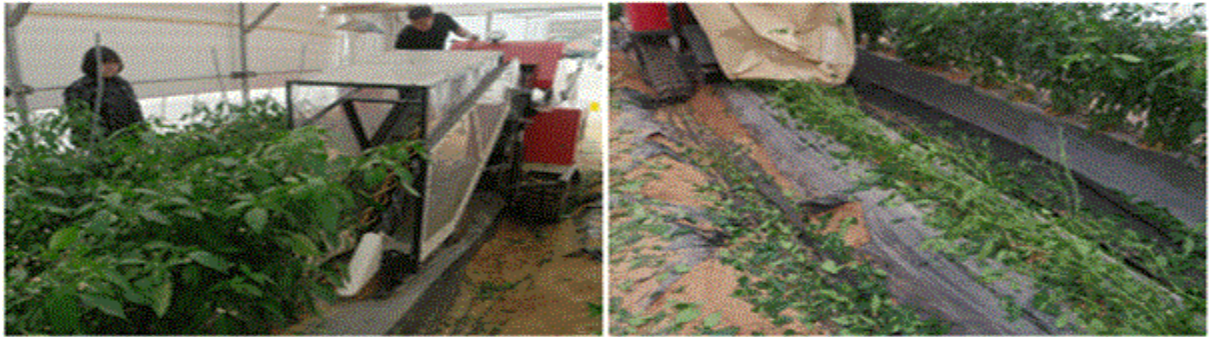


그림 99. 동계 시험 (좌: 기계 수확 전, 우: 기계 수확 후)

- 1안 : 최초 줄기분리 장치 기본 모델 정립(기준)
- 2안 : 줄기분리의 효과를 낼 수 있는 2번 드럼의 회전 수를 높임
- 3안 : 줄기분리장치의 전체적인 드럼 회전 수를 높임

(2) 2차 시험

고추 묘를 4~5부분 분리하여 시료를 만든 후, 고추묘 5주씩 3회 반복하여 정상과율, 줄기부착과율, 손상과율을 비교하였음



그림 100. 고추 시료



그림 101. 선별부 시험 모습

- 1안 : 최초 줄기분리 장치 기본 모델 정립(기준)
- 2안 : 줄기분리의 효과를 낼 수 있는 2번 드럼의 회전 수를 높임
 - 2-1안 : 전체 속도 ↑(약 5~60 RPM), 드럼 2속도 ↑(약 300 RPM)
 - 2-2안 : 전체 속도 ↑(약 5~60 RPM), 드럼 2속도 ↑(약 500 RPM)
- 3안 : 줄기분리장치의 1~3번 회전수를 높임
 - 3-1안 : 전체 속도 ↑(약 8~90 RPM)
 - 3-2안 : 전체 속도 ↑(약 5~60 RPM)
- 시험결과 데이터는 전북대학교에서 분석하였고, 그 결과를 반영하여 2-2안으로 설계 진행하였음

나. 줄기 분리 장치 비교 시험

2차년도 개선 사항으로 선별부 줄기 분리 장치 3축, 4축 비교 시험을 하기 위해 국립원예특작과학원 포장지에서 3가지 방법으로 시험을 진행하였다.

(1) 수확 시 선별 성능 비교



그림 102. 중형 고추수확기 기계 수확(2차년도)

- 시험 기간 : 2019년 8월 21일
- 품종 : GT7(탄저병 및 TSWV 저항 품종)
- 시험 결과
 - 4축 일 때 고추와 줄기가 분리되는 비율이 높음 → 줄기부착과율(3축: 23.4%, 4축: 13%)
 - 수집된 잎과 줄기의 비율이 14% 감소
- 고추 작물이 뽑히는 경우가 많이 생겨 수작업 탈실 진행

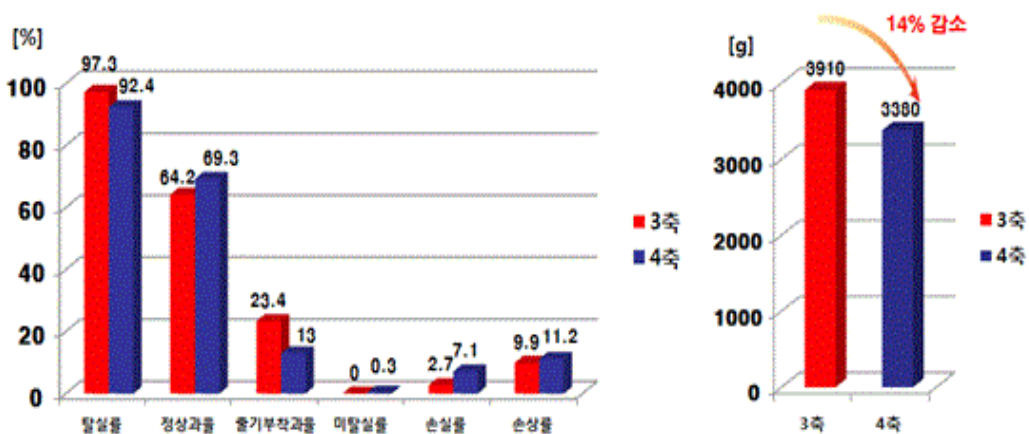


그림 103. 기계 수확 및 선별 성능 결과

(2) 손 탈실 시 선별 성능 비교



그림 104. 손 탈실 고추 시료



그림 105. 손 탈실 시험 모습

- 시험 기간 : 2019년 8월 22일
- 품종 : AR 칼라박사 (탄저병 저항 품종)
- 시험 방법 : 5주씩 3회 수작업 탈실 후 정상과, 줄기부착과, 손상과로 분류 및 중량 측정
- 시험 결과
 - 4축 일 때 고추와 줄기가 분리되는 비율이 약 5% 높음
 - 3, 4축 손상과의 차이가 미미함

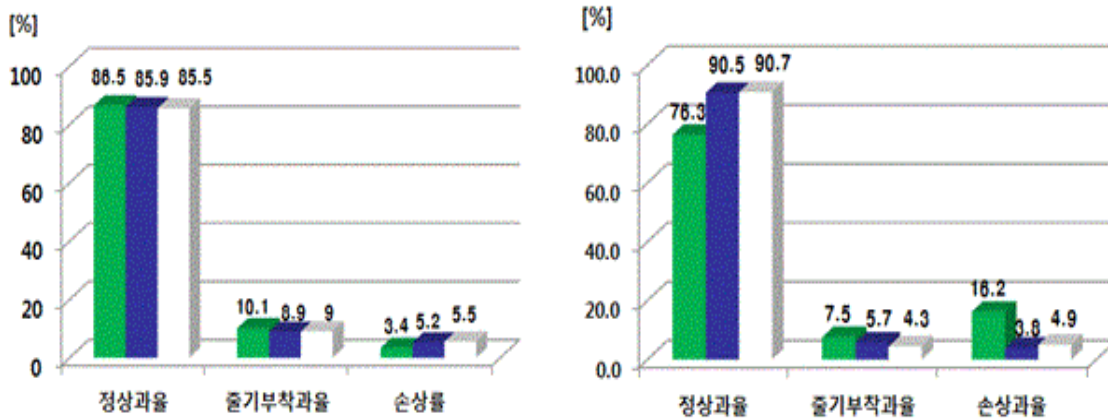


그림 106. 손 탈실 시 선별 성능 비교 시험(좌: 3축, 우: 4축)

(3) 요인 시험 시 선별 성능 비교



그림 107. 줄기분리장치 요인 시험

- 시험 기간 : 2019년 8월 22일
- 품종 : AR 칼라박사 (탄저병 저항 품종)
- 시험 방법 : 고추 묘를 4~5 부분 분리하여 시료를 만든 후, 5주씩 2회 반복하여 정상과율, 줄기부착과율, 손상과율 측정
- 시험 결과
 - 탈실에 영향을 받지 않고 줄기 분리 장치에 직접 투입한 결과 3축일 때 줄기와 고추를 분리하는 비율이 약 8% 높게 나타남

∴ (1), (2) 시험의 경우 탈실부의 탈실 성능 여하에 따라 선별 결과에 미치는 영향이 크며, (3) 시험의 경우 정확한 시험 기준이 불분명하였다. 시험 횟수 및 시료의 정도가 미확보 되어 신뢰성이 부족하다고 판단되었으며, 선별 효과가 시험 (3)의 풍량, 풍속 증대보다 효과가 적어 기존 3축으로 시험을 진행하였다.

다. 송풍 장치 각도별 선별 성능 비교 시험

기계 수확 후 수집탱크에 잎, 줄기와 같은 이물질이 대량 유입되는 문제점을 해결하기 위하여 선별부의 송풍 장치의 각도를 변경하여 비교 시험을 진행하였다.

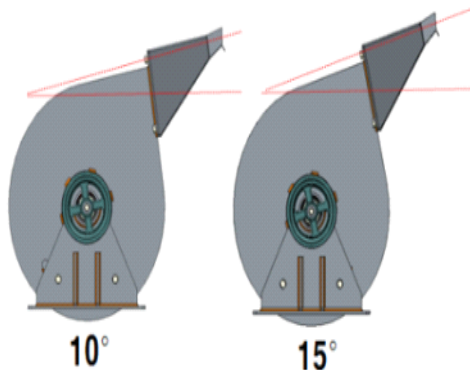


그림 108. 송풍 장치 각도



그림 109. 송풍 장치 각도별 선별 성능 비교 시험

- 시험기간 : 2019년 8월 30일
- 품종 : 불칼라
- 시험방법 : 초기 설계상의 각도인 10° 로 송풍 장치를 고정하여 시험을 진행 후, 송풍 장치의 각도를 5° 높여 15° 로 시험 진행하여 수집부에 수집된 잎과 줄기 비율 확인
- 시험결과 데이터는 전북대학교에서 분석하였음

라. 염수 농도별 선별 비교 시험

기계 수확 후 수집탱크에 잎, 줄기와 같은 이물질이 대량 유입되는 문제점을 해결하기 위하여 전처리 방법으로 염수 농도별 선별 비교 시험을 진행 하였다.



그림 110. 기계 수확 후 선별 문제점

(1) 염수 농도 선정

(가) 원예원 포장지

- 일시 : 2019년 8월 30일
- 품종 : 불칼라
- 날씨 : 흐림(최고 27°C, 최저 18°C), 12:00 염수 살포 시작
- 염도 3.5%, 6%, 8%, 10% 염수를 각 1줄 씩 살포
- 3일(72h) 후 고추 묘 상태 확인

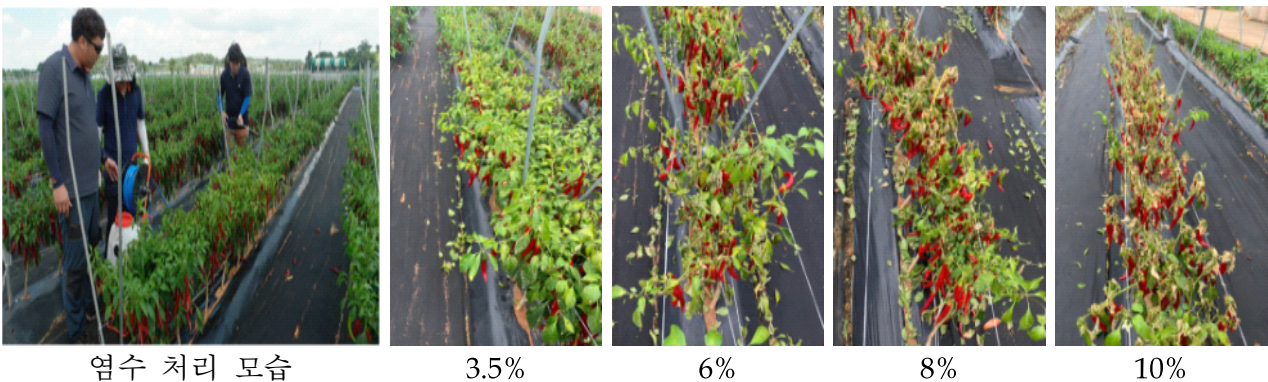


그림 111. 염수 처리(원예원)

- 염수 농도 비교 결과, 8% 이상부터는 낙과로 인하여 손실 고추가 발생하므로 부적합하다고 판단됨
- 고추, 잎 상태를 종합적으로 비교해봤을 때, 6%가 잎 떨어짐이 양호하며 낙과 발생이 없어 가장 적합하다고 판단됨
- 염수 처리 시 고추 ASTA값에 크게 영향을 주지 않는 것으로 나타남 (국립원예특작과학원)
※ 참고) 염수 농도별 고추 ASTA값 비교

표 29. 염수 농도별 고추 ASTA 값

	무처리	3.5%	6%	8%	10%
Avg.	134.2	131.6	143.3	126.1	130.9
Std.	14.6	9.9	23.7	14.4	5.0

(나) 논산 포장지

- 일시 : 2019년 9월 24일
- 품종 : 적영, AR 탄저, 매운탄, PR 칼라왕
- 날씨 : 구름조금(최고 26℃, 최저 11℃), 16:00 부터 18:00 까지 염수 살포
- 염도 3.5%, 4.5%, 6% 염수를 각 1줄 씩 살포
- 7일(168h) 후 고추 묘 상태 확인



그림 112. 염수 처리(논산)



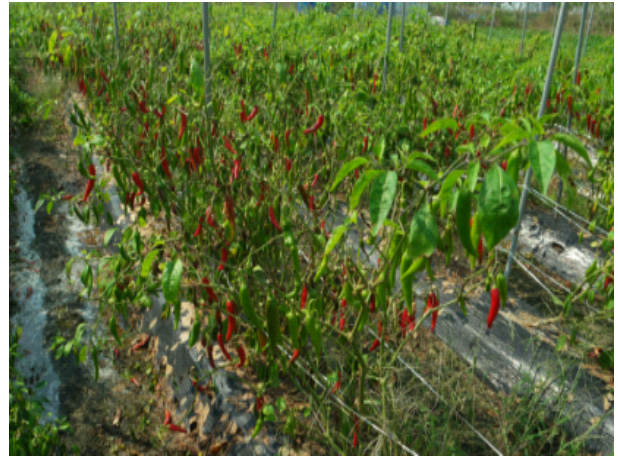
<무처리>



<3.5%>



<4.5%>



<6%>

그림 113. 염수 농도별 고추 상태(AR 탄저)

- 비교 결과, 6%가 잎 떨어짐이 양호하며 낙과 발생이 없어 가장 적합하다 판단됨

(2) 염수 농도별 성능 시험



그림 114. 염수 농도별 성능 시험

- 시험 기간 : 2019년 9월 4일

- 품종 : 불칼라

- 시험 결과

- 8% 이상부터 낙과가 발생하여 기계 수확 시 손실률이 높아지는 현상이 나타남
- 무처리 일 때보다 6% 염수 처리했을 때 잎+줄기 비율이 50% 감소하였으며 잎 떨어짐이 양호하며 낙과 발생이 없어 가장 적합하다고 판단됨 → 염수 처리 시 선별 효과가 나타남

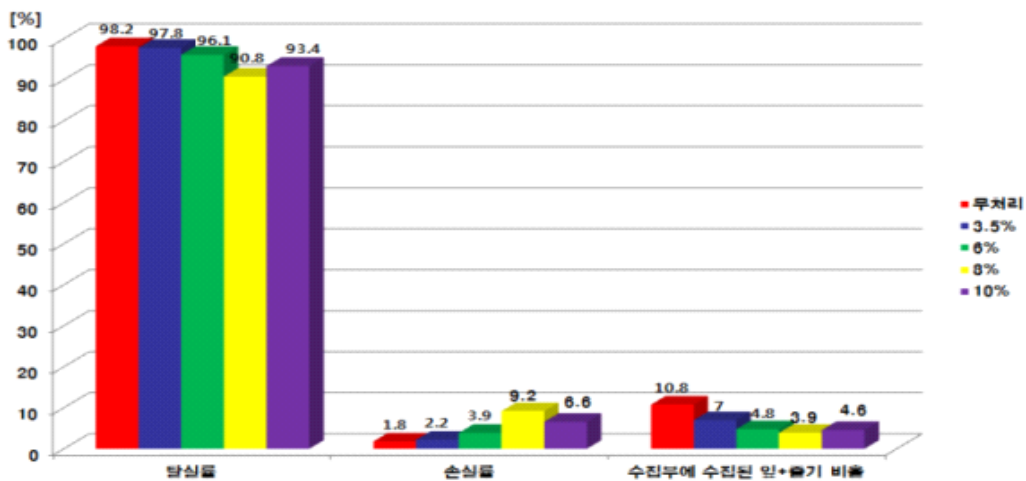


그림 115. 염수 농도별 시험 결과



그림 116. 염수 농도별 성능 시험 수확물(좌: 무처리, 우: 6%)

· 염수에 의하여 마른 잎이 고추에 붙어있는 경우가 발생함



그림 117. 염수 처리 현상

마. 송풍 장치 별 선별 성능 비교 시험

(1) 송풍 장치 제작

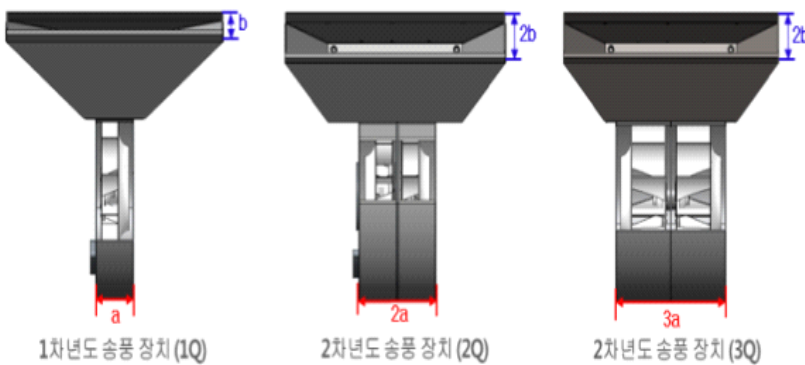


그림 118. 송풍 장치 제작



그림 119. 송풍 장치 구조

- $Q = A \cdot V$ 에 의하여 풍량 $Q_1 < Q_2 < Q_3$, $V_1 = V_2 < V_3$

- 1Q, 2Q 송풍 장치는 선별 성능이 기존과 유사 → 3Q 제작(풍량, 풍속 증대 개선)

(2) 시험 진행

- 시험 기간 : 2019년 10월 8일
- 품종 : 매운탄
- 시험 방법 : 각각 1Q, 3Q 송풍장치가 장착된 중형 고추수확기 시험 기대(2대)로 시험을 진행하였으며, 시험구간 10주씩 3회 반복하였음
- 시험 결과
 - 3Q일 때 정상과율이 높고, 줄기부착과율 및 손상과율이 낮은 것으로 나타났으며, 수집부에 수집된 잎+줄기 비율이 약 70% 감소됨

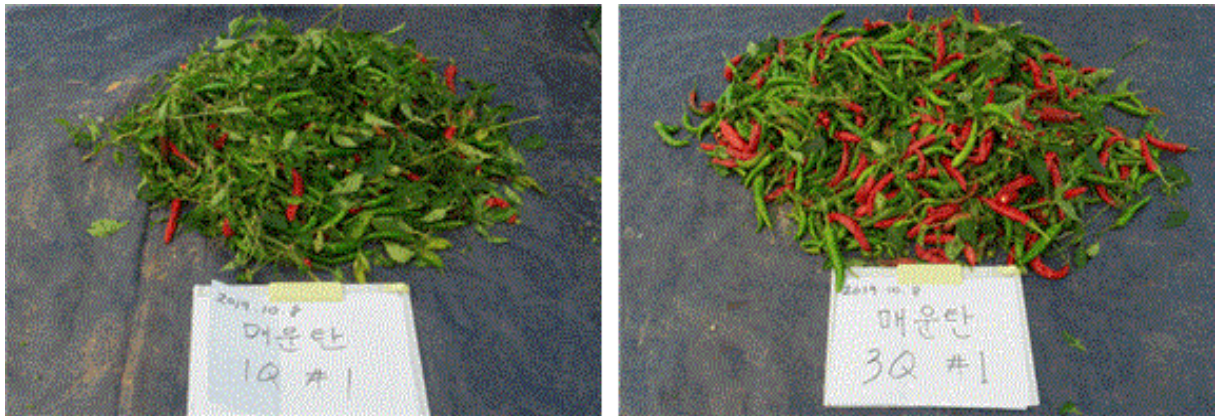


그림 120. 송풍 장치 별 기계 수확물

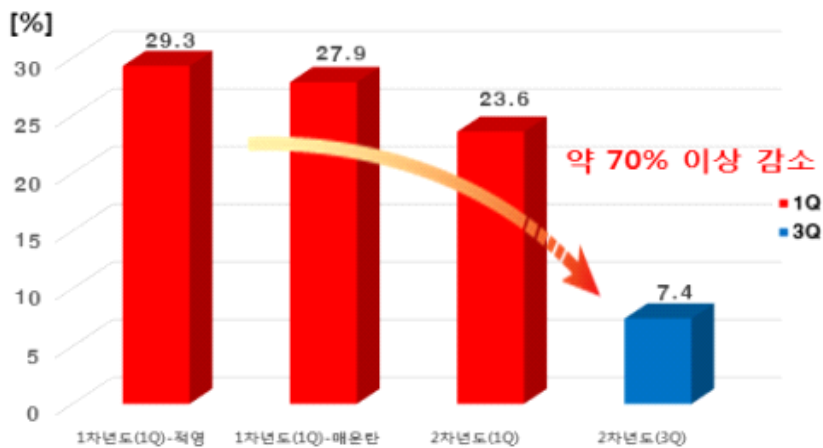


그림 121. 송풍 장치 별 선별 성능 비교

바. 기대 성능 시험

(1) 데이터 분석 방법 개선

기존의 데이터 분석 방법은 포장지에 남아 있는 고추와 수집탱크에 수집된 수확물을 기준으로 데이터를 분석하였다. 본 시험은 송풍에 의한 고추의 손실과 잎, 줄기의 선별 성능을 측정하기 위하여 송풍에 의하여 날아간 수확물을 포함시켰다. 2차 시작기에 대한 작업 성능(수확 성능, 이물질 선별 성능)을 자세하게 알아보려고 한다.

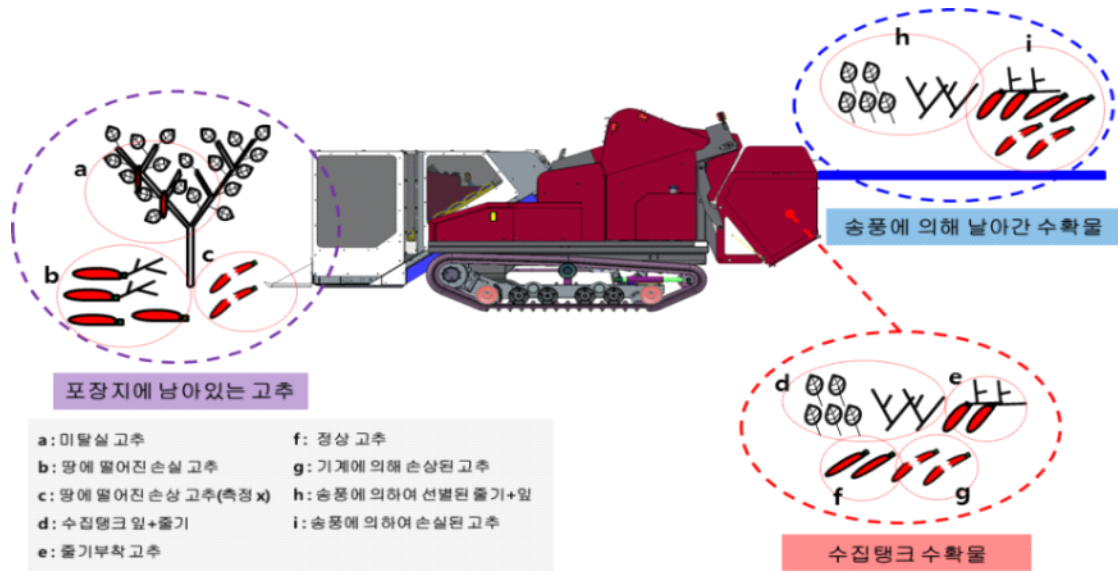


그림 122. 데이터 측정 요소

$\text{탈실률 (H)} = \frac{\text{탈실된 고추 (e + f + g)}{\text{전체 고추 (a + b + e + f + g + i)}}$	$\text{송풍에 의한 손실률 (L_w)} = \frac{\text{송풍에 의해 손실 고추 (i)}{\text{전체 고추 (a + b + e + f + g + i)}}$
$\text{미탈실률 (U)} = \frac{\text{미탈실된 고추 (a)}{\text{전체 고추 (a + b + e + f + g + i)}}$	$\text{수집탱크 잎 + 줄기 비율 (C)} = \frac{\text{잎 + 줄기 (d + e_{ls})}}{\text{수집탱크 수확물 (d + e + f + g)}}$
$\text{땅으로 떨어진 손실률 (L_g)} = \frac{\text{땅에 떨어진 손실 고추 (b)}{\text{전체 고추 (a + b + e + f + g + i)}}$	$\text{3Q 송풍에 의한 이물질 선별률 (T)} = \frac{\text{송풍에 의해 선별된 잎 + 줄기 (h)}{\text{전체 수확된 잎 + 줄기 (d + h)}}$

그림 123. 데이터 측정 항목

- 시험 기간 : 2019년 10월 11일
- 품종 : 매운탄, AR 탄저
- 시험 방법
 - 3Q 송풍 장치가 장착된 중형 고추수확기 시험기대로 시험을 진행하였으며, 고추 묘 10주씩 3회 반복 시험 진행
 - 송풍에 의한 고추의 손실과 잎, 줄기의 선별을 측정하기 위하여 방수포를 펼쳐 수집함
 - 시험 결과 항목으로 수집탱크 잎+줄기 비율, 송풍에 의한 손실률, 3Q 송풍에 의한 이물질 선별률 총 3가지로 분석함



그림 124. 송풍에 의하여 선별된 줄기 및 잎 수집 시험 모습

- 시험 결과

· 수집 탱크 앞+줄기 비율

2019년 10월 8일에 진행 했던 송풍 장치별 선별 비교 시험 데이터를 참고하여 비교했을 때 3Q 시험 시 기준에 비해 약 60% 수집탱크의 앞+줄기가 감소하였음

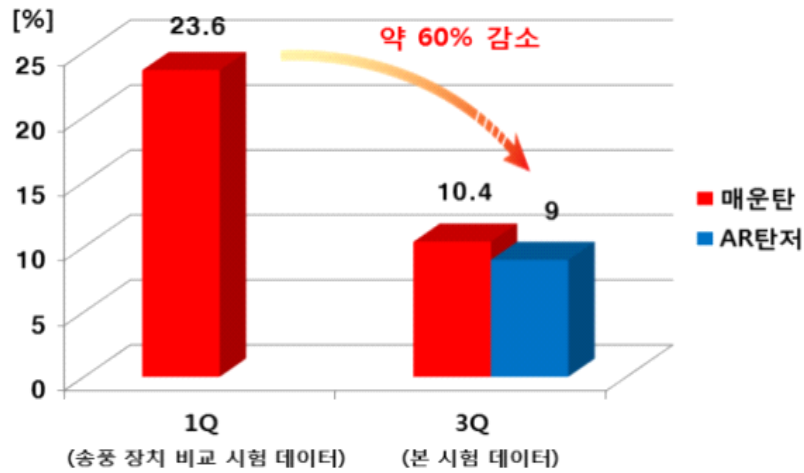


그림 125. 수집된 앞+줄기 비율 결과

· 송풍에 의한 손실률

매운탄 품종 특성 상 덩굴형태이며 누워있는 경우가 많아 탈실률이 86.6%로 낮게 측정되었으며, 동일 풍량, 풍속에서 송풍에 의한 손실률이 7%로 높게 측정됨
→ 송풍에 의한 손실률을 줄이기 위해 품종 및 작황 상태에 따라 풍량 조절이 필요

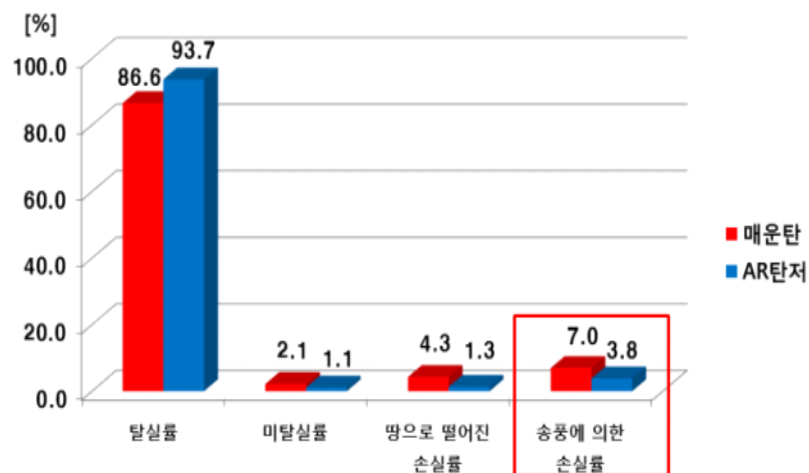


그림 126. 수확 성능 결과

- 3Q 송풍에 의한 이물질 선별률
 앞, 줄기 선별효과로 매운탄은 71.4%, AR탄저는 79%로 측정됨

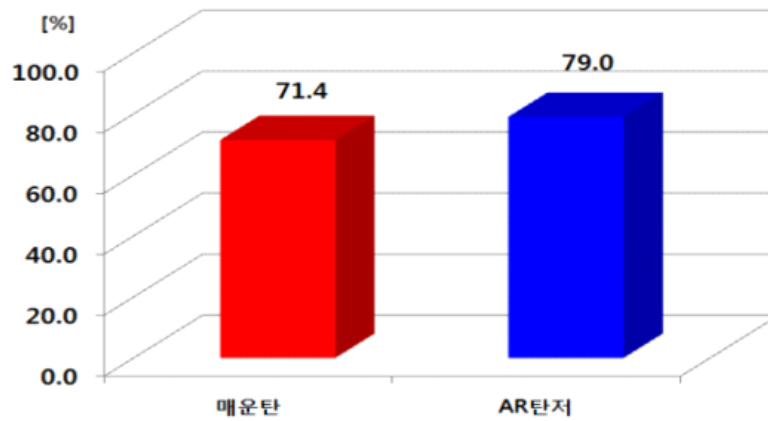


그림 127. 이물질 선별률 결과

- 추후, 줄기 분리장치의 선별라인에서 카드클리너 및 풍량, 풍속 가변 시스템(ex. 가변 폴리)을 적용하여 전북대학교에서 시험 중인 선별 부 풍구의 고추 종말 속도 시험을 참고하여 적정 풍속을 유지할 수 있도록 선별 성능을 향상 시킬 예정임

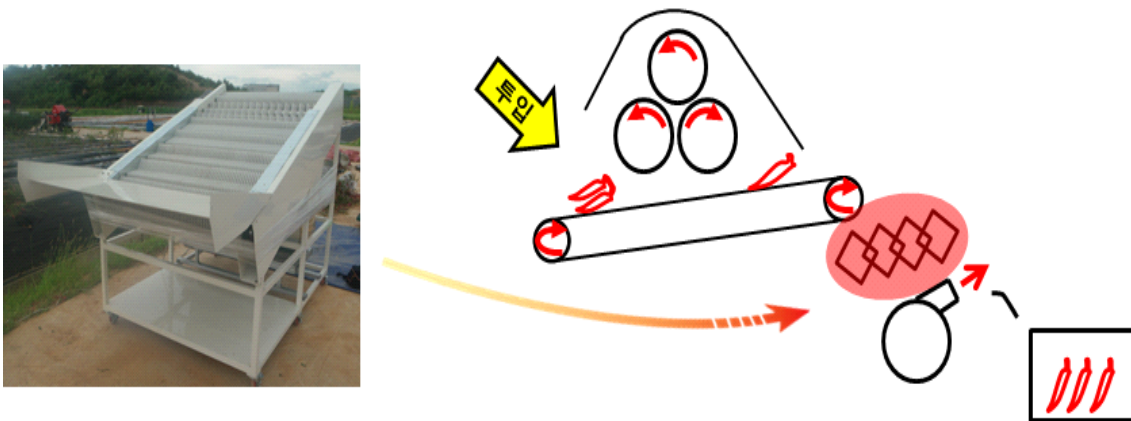


그림 128. 카드클리너 적용 예시

∴ 기존의 데이터 분석방법은 탈실의 비율에 대하여 주로 분석을 하였다. 현재 상황에서는 선별, 손실의 비율에 대하여 분석이 추가 되어야 하므로 향후에도 위 시험과 같이 분석을 진행할 예정이며, 기술 검정 방법에 기준하여 데이터를 관리할 예정이다.

나. 경량화 & 외관 및 제작방법 변경

1차년도 중형 고추수확기 기대는 무게 중심의 안정을 잡기위해 웨이트를 추가하여 중량이 1,656kg 측정되었다. 2차년도 중형고추수확기 기대는 1차년도에 비해 무게 중심을 개선했지만 중량이 2,020kg으로 측정되어 접지압이 평가 기준의 약 5KPa 초과되었으며, 주행 성능에 문제가 되었다. 탈실부의 재질 선정에 있어 설계 검토가 필요할 것으로 판단된다. 탈실부의 폭과 높이를 조정하는 과정에 있어 외관상 둔탁한 모습에서 유연하게 변경하며, 기존 용접 제작에서 조립 제작으로 변경하여 양산화를 고려하고자 한다.

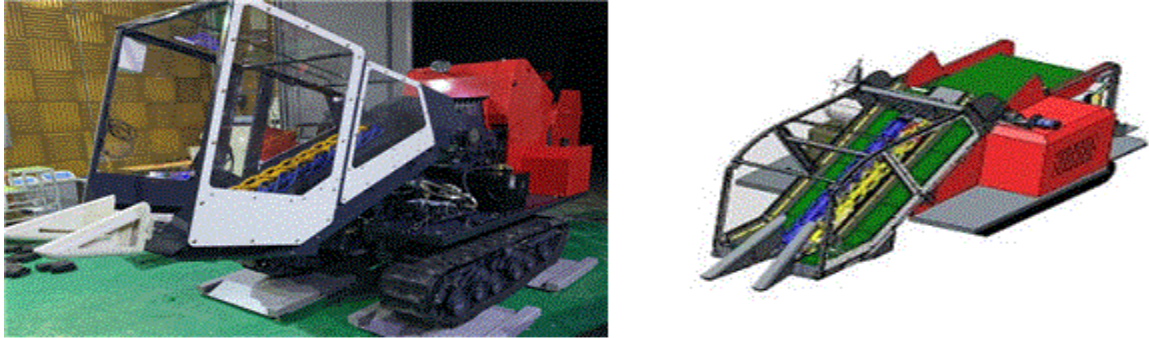


그림 131. 탈실부 경량화 및 외관 변경

다. 헬릭스 구동부와 케이스 사이의 줄기 끼임으로 인한 정체

앞과 줄기가 많은 홍연 등의 품종을 수확할 경우, 수확 과정에서 줄기가 끊어지면서 헬릭스 말단부와 구동 케이스 사이의 좁은 틈에 끼이는 현상이 발견되었다. 이로 인해 컨베이어로 이송되는 과정에서 수확물이 정체되는 문제점이 발생된다. 3차년도에 틈을 막아주는 가이드를 추가 및 보완하여 정체 현상을 개선 할 예정이다.

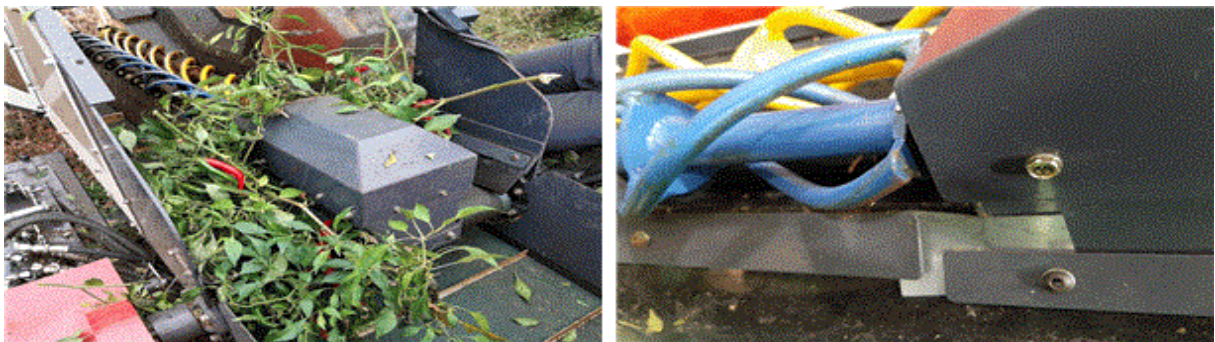


그림 132. 줄기 끼임 문제점 및 개선 방향

라. 이물질(잎+줄기) 선별

2차년도 송풍 장치 개선을 통하여 수집탱크의 잎+줄기 비율이 6~70% 감소되었지만, 작물 상태에 따라 편차가 크기 때문에 이에 대한 추가적인 개선이 필요하다. 따라서 송풍 장치의 풍량에 대한 기준 정립과 카드클리너 및 풍량, 풍속 가변 시스템(풍구 회전속도 가변)을 추가하여 선별 성능을 향상시키고자 한다.

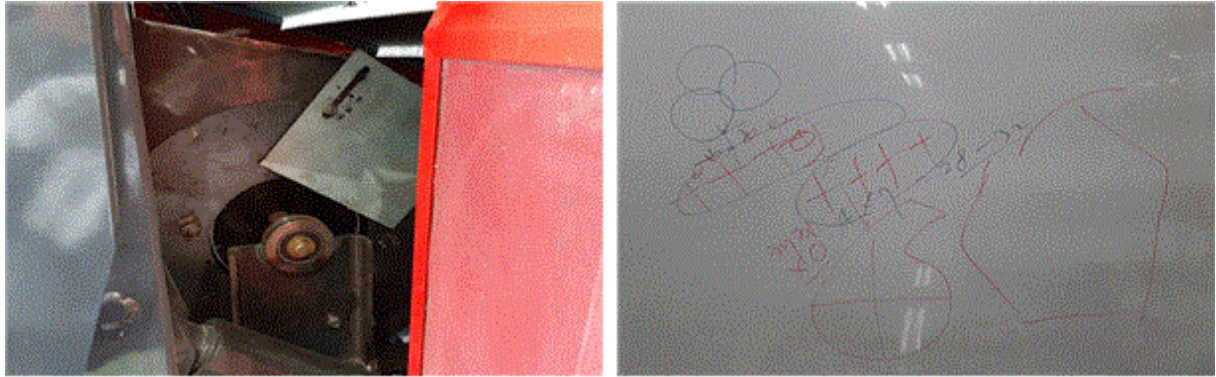


그림 133. 풍량 조절 장치 및 3차년도 선별부 설계 방향

마. 수집탱크

수확물이 수집탱크로 떨어질 때 탱크에 고르게 채워지지 않고 이물질 가이드(키퍼바)에 의한 공간이 발생하여 수집탱크 앞부분에 쌓이게 된다. 일정 용량이 되었을 때 수집탱크 밖으로 넘치는 현상이 발생하였다. 이를 해결하기 위해 수집탱크의 형상 설계 검토 또는 포대 걸이 암에 포대를 설치하여 수확물이 채워지면 포장지에 내려놓고 교체하는 방식을 고려할 예정이다.



그림 134. 수집탱크 문제점



그림 135. 수집탱크 개선 방향

4. 공인 기관 시험

가. 중형 고추수확기 효율



그림 136. 중형 고추수확기 기술 검정 시험

본 연구의 정량적 성능평가 항목 및 방법 중 중형 고추수확기의 성능에 대한 기준을 공인 시험 기관에 의뢰하여 시험을 진행하였다. 시험 구간 30m 및 선발 3품종인 매운탄, 적영, 에코스타를 선정하였다. 정량적 성능평가 항목에서 중형 고추수확기의 효율은 85% 이상으로 선발된 매운탄, 적영, 에코스타에서 효율은 각각 92.4%, 92.8%, 93.2%로 목표 달성하였다.

제 FACT19-0703 호

농업기계 기술지도검정 성적서

1. 신청인
 가. 성명 : 김 용
 나. 사업자등록번호 : 609-85-00876
 다. 주소 : 권라북도 익산시 황금면
 라. 상호 : 동양물산기업(주)

2. 검정 용도의 제품
 가. 기종명 : 동력수확기
 나. 형식명 : CH301
 다. 형식 및 규격 : 승용자주형, 1조

3. 검정 번호 : 19-MT-116

4. 검정성적 : 불합

「농업기계화 촉진법」 제9조 제1항 및 같은 법 시행규칙 제3조에 따라 검정 신청한 농업기계에 대한 기술지도검정 성적입니다.

2019년 10월 23일

농업기술실용화재단 이사장

(5) 작업방법

시험구간 : 30 m
 작업단수 : 주-무단, 부-저속
 작업속도 : 0.1 m/s

작업행정 : 2행정
 나선축 회전속도 : 700 r/min

6.22 시험결과

구 분	매운탄		적영		에코스타		
	중량, kg	비율, %	중량, kg	비율, %	중량, kg	비율, %	
계	43.44	100.0	48.15	100.0	47.73	100	
수확률 (탱크내)	소계 ¹⁾	40.16	92.4	44.70	92.8	44.49	93.2
	비손상과	38.41	88.4	42.78	88.8	42.87	89.8
	손상과 ²⁾	1.75	4.0	1.92	4.0	1.62	3.4
손실률 (포장내)	소계	3.28	7.6	3.45	7.2	3.24	6.8
	포장에 심겨져 있는 줄기에 달려있는 과실 ³⁾	2.00	4.6	1.16	2.4	1.77	3.7
	포장에 낙하된 과실	1.28	3.0	2.29	4.8	1.48	3.1

- 1) 탱크 내 수확된 과실전체의 중량으로 작지, 병충해 과실, 폐소 과실 포함
- 2) 수확과 중 조개지거나 벗어난 과실
- 3) 처져있어 탈실부를 통과하지 않은 것 + 탈실부를 통과하였으나 미탈실된 것

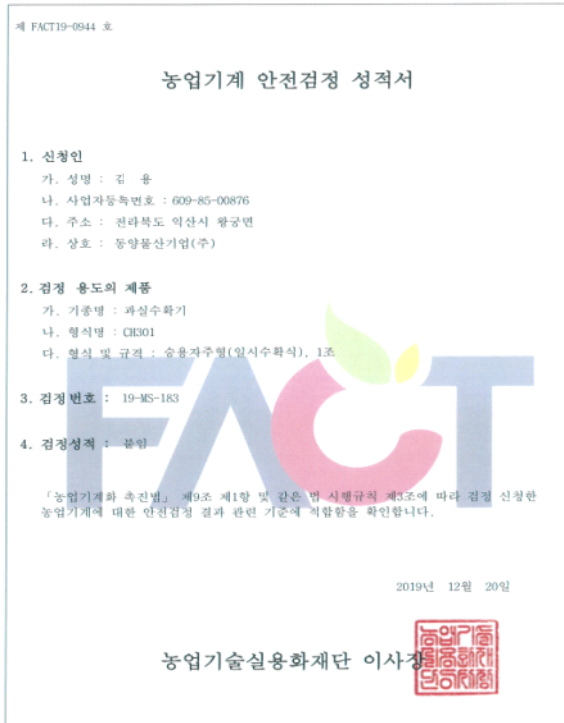
7. 검정제품 개요

가. 본 기대는 고추 일시수확용으로 제작된 승용자주형 1조식 동력수확기로 주행부, 탈실부, 반송 및 수집탱크로 구성되어 있음
 나. 주행부는 무한케드식이고 탈실부 높이는 유압으로 조절하는 방식임
 다. 탈실방식은 3중 나선식이고 선별방식은 줄기분리장치 및 풍압식이며 선별·수집된 고추는 수집탱크를 레버로 자유낙하시켜 배출하는 구조임

그림 139. 중형 고추수확기 효율 검정 성적서

나. 중형 고추수확기 탈실부 사양 및 주행부 성능

본 연구의 정량적 성능평가 항목 및 방법 중 탈실부와 주행부의 안전성 성능에 대한 기준을 공인 시험 기관에 의뢰하여 만족하였다.



19-MS-183

7. 검정제품 개요

가. 본 기대는 고추 일시수확용으로 제작된 승용자주형 1조식 과실수확기로 주행부, 탈실부, 반송·선별부 및 수집호퍼로 구성되어 있음

나. 주행부는 무한궤도식이고 탈실부 높이는 유압으로 조절하는 방식임

다. 탈실방식은 3중 나선식이고 선별방식은 줄기분리장치 및 풍압식이며 선별된 고추는 수집탱크에 낙하되어 개폐레버를 통해 배출하는 구조임

8. 검정결과

본 검정성적은 농업기계 검정 및 안전관리 세부실시요령 제4조의 규정에 따라 실시한 성적으로 안전검정 관련기준에 적합하였음

책임연구원 김·우 | 선임연구원 권·범 | 연구원 조·경
 검·수 | 판·별 | 조·경

그림 148. 중형 고추수확기 안전 검정 성적서

5. 시연회

2차년도 중형고추수확기 시연회를 전남 신안, 전북 완주, 충북 진천, 강원 영월 4곳에서 진행하였다.

가. 2차년도 1차 시연회

- 시연 일자 : 2019년 8월 26일
- 시연 장소 : 신안군 농가 시험 포장
- 시연 목적 : 신안군 농업기술센터 시연회
- 참석자 : 동양물산기업 권O귀 부장 외 3명, 신안군 농업기술센터 양O연 계장 외 1명, 신안군 고추 농가 등 20여명



그림 149. 고추수확기 설명 및 시연회(신안)

나. 2차년도 2차 시연회

- 시연 일자 : 2019년 9월 6일
- 시연 장소 : 국립원예특작과학원 포장지
- 시연 목적 : 신안군 농업기술센터 및 신안 농협 시연회
- 참석자 : 동양물산기업 남O상 팀장 외 4명, 전북대학교 김O철 교수 외 2명, 원예원 조O철 연구관 외 4명, 농업공학부 이O기 부장 외 3명, 정담은 농장 김O훈 대표, 신안군 농업기술센터 양O연 계장 외 1명, 신안군 고추 농가 등 22명

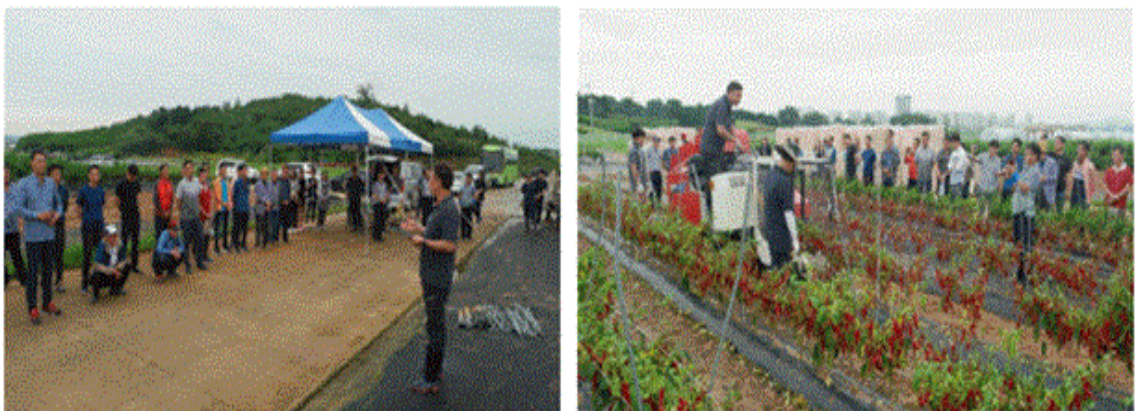


그림 150. 고추수확기 설명 및 시연회(완주)

다. 2차년도 3차 시연회

- 시연 일자 : 2019년 9월 10일
- 시연 장소 : 진천 농가 시험 포장
- 시연 목적 : 개선된 고추수확기 시연
- 참석자 : 동양물산기업 권O귀 부장 외 3명, 진천군 농업기술센터 이O진 연구개발팀장, 금강채 최O곤 사장, 신젠타 석O현 연구원 외 2명, 고추 농가 3명



그림 151. 고추수확기 설명 및 시연회(진천)

라. 2차년도 4차 시연회

- 시연 일자 : 2019년 9월 26일
- 시연 장소 : 영월군 농업기술센터 농기계 임대 사업소 포장지
- 시연 목적 : 영월군 농업기술센터 시연
- 참석자 : 동양물산기업 권O귀 부장 외 3명, 영월군 농업기술센터 강O숙 소장, 영월군 농기계 임대사업소 김O기 계장 외 5명, 동양물산기업 강원지점 김O도 지점장 외 2명, 동양물산기업 특판팀 류O제 팀장, 정담은 농장 김O훈 대표, 고추 농가 약 120 여명



그림 152. 고추수확기 설명 및 시연회(영월)

※ 2차년도 시연회에서 소비자들의 반응들을 종합한 결과, 고추수확기의 수확 성능보다는 수집 탱크내의 수확 결과물에 대해서 매우 중요시 하는 모습을 보였다. 기계 수확의 관점에서 염수

처리 및 풍구 개선 등으로 선별 성능을 개선했지만 아직까지도 부족한 상태이다. 수확 후 가공 처리 기술 개발이 되어 있지만 기계 수확부터 고추 종합 처리장 연계가 되지 않는 상황이기 때문에 이에 대한 확충이 필요한 실정이다. 추 후 현장 시연에 대한 소비자의 의견을 반영하여 3차년도 수확기를 제작하고, 홍보 및 시연을 적극적으로 시행하여 사업화 추진에 매진 할 예정이다.

□ 협동기관 : 원예특작과학원

<협동과제> 고추 기계수확 선발 품종 적용 실증시험

1. 발근제 처리에 따른 뿌리 생육 비교 시험

가. 시험 방법

고추 기계 수확 시 뿌리 뽑힘 현상을 줄이기 위한 발근제 처리를 실시하였음. 뿌리 생육비교를 위해 2018년 8월 27일에 파종하여 2018년 10월 30일 원예원 단동하우스 하우스(C3-2, C3-3)에 적영, AR레전드 두 품종을 정식하여 동계재배를 실시하였음.



그림 153. 중형 고추 수확기계 요인시험을 위한 하우스 동계재배 정식 후 전경(11.14)

발근제는 시중에 판매하는 제우스(케이아그로), 뿌리나라(대유), Razomin(Atlantica) 세 가지 발근제를 시험에 사용하였으며 조사항목은 품종별 발근제 처리에 대한 생육으로 경경 및 뿌리무게를 조사하였고 루트스캐너를 사용하여 뿌리길이, 뿌리표면적, 뿌리평균직경, 뿌리부피 등을 조사하였음

또한 발근제 처리에 따른 뿌리의 뽑힘 현상을 확인하기 위해 인발력 측정기를 사용하여 인발력을 측정하였음

나. 시험 결과

다음의 표는 발근제 처리에 따른 품종별 뿌리 발근제 처리에 따른 생육을 비교한 표임(경경 및 뿌리 무게)

표 30. 품종별 뿌리 발근제 처리에 따른 생육비교(상: 적영, 하: AR레전드)

발근제 종류	Stem width(mm)	Root. Fresh weight(g)	Root Dry weight(g)
Zeus	16.6 a ^z	24.9 a	5.0 a
Ppurinara	17.1 a	25.3 a	5.4 a
Razomin	17.0 a	26.5 a	5.3 a
control	17.2 a	25.1 a	5.1 a

발근제 종류	Stem width(mm)	Root. Fresh weight(g)	Root Dry weight(g)
Zeus	16.2 a	28.3 a	5.9 a
Ppurinara	15.4 a	18.1 b	3.7 b
Razomin	14.5 a	20.4 b	4.5 b
control	15.3 a	21.5 b	4.6 b

z; Duncan' s multiple range test p<0.05

뿌리 발근제를 정식 후 20일 간격으로 총 4회(11/2, 11/20, 12/10, 12/28) 관주 처리하였음. 4회 관주 후 줄기직경은 적영에서는 처리효과가 없었으며 AR레전드에서 처리간 유의적인 차이를 보여 제우스 처리구가 뿌리 생체중이 가장 높았음.

표 31. 발근제 처리에 따른 뿌리 특성 및 인발력 측정 비교(상;적영, 하;AR레전드)

발근제	Total root Length(cm)	Total surface Area(cm ²)	Average Diameter(mm)	Total root Volume(cm ³)	Tensile force(kg.f)
Zeus	1816.8 a ^z	380.8 b	0.7 b	6.4 b	25.8 a
Ppurinara	1759.5 a	445.7 ab	0.8 a	9.1 a	26.4 a
Razomin	2075.8 a	455.8 ab	0.7 ab	8.0 ab	22.5 a
Control	2262.4 a	509.5 a	0.7 ab	9.2 a	19.2 a

발근제	Total root Length(cm)	Total surface Area(cm ²)	Average Diameter(mm)	Total root Volume(cm ³)	Tensile force(kg.f)
Zeus	1816.8 a ^z	380.8 b	0.7 b	6.4 b	17.5 a
Ppurinara	1759.5 a	445.7 ab	0.8 a	9.1 a	17.0 a
Razomin	2075.8 a	455.8 ab	0.7 ab	8.0 ab	16.0 a
Control	2262.4 a	509.5 a	0.7 ab	9.2 a	18.9 a

z; Duncan' s multiple range test p<0.05

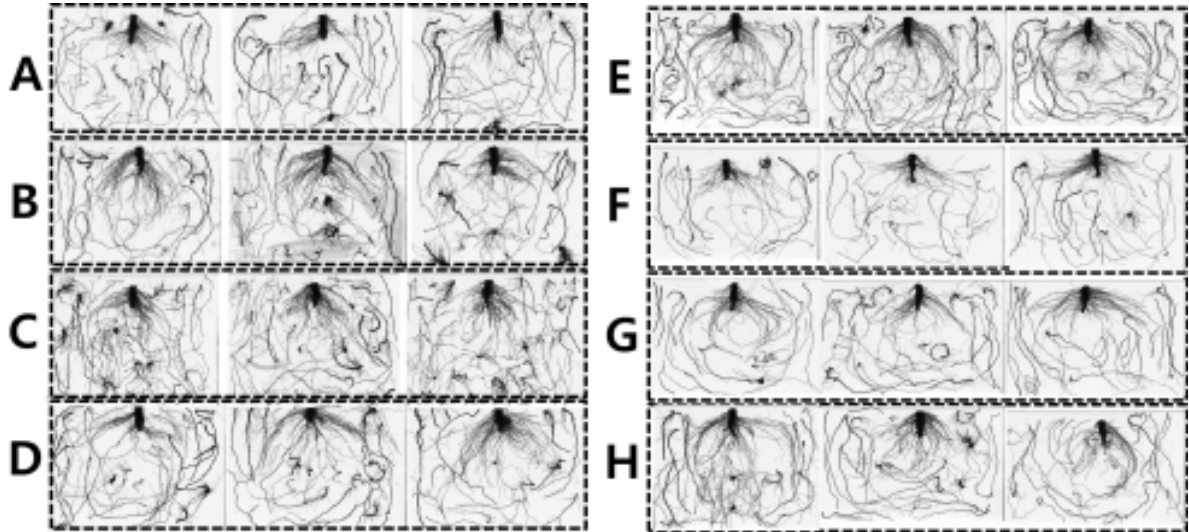


그림 154. 발근제 처리별 뿌리스캐너를 이용한 고추 뿌리 특성 비교 (좌:적영, 우:AR레전드)
 A:Zeus, B:Ppurinara, C:Razomin, D:control(적영), E:Zeus, F:Ppurinara, G:Razomin, H:control(AR레전드)

적영, AR레전드 두 품종을 대상으로 뿌리길이, 표면적, 평균직경, 뿌리부피 등을 조사한 결과 유의한 차이가 없었음. 포장에서 직접 인발력 측정기를 사용하여 측정한 결과 적영, AR레전드 두 품종에서 처리 간 유의성이 없었음

결과적으로 기계수확 시 뿌리 뽑힘 현상을 줄이기 위해 시중에 판매하고 있는 뿌리 발근제 3종을 가지고 시험한 결과 뿌리 생육에 유의성이 있는 결과를 얻지는 못하였음. 차후 추가적인 시험이 필요하다고 판단됨.

2. 기계수확 실증시험포장 조성

가. 실증시험포장 조성 방법

기계수확 실증시험포장 조성시험에서는 2018년 기계수확 실증시험 품종으로 시험한 적영, 흥연, AR레전드, 대권선언, 에코스타 등 5품종 중 수확기계에 적합한 품종으로 선발한 적영, AR레전드, 에코스타 품종 외에 2019년도에는 추가로 탄저병 또는 TSWV저항성 품종으로 알려진 매운탄(신젠타), 불칼라(팜한농), GT-7(농우바이오), AR칼라박사(고추와 육종) 품종들을 추가로 포장에 정식하였음

1세부과제 및 위탁과제가 개발 중인 중형 고추 수확기계 Field 테스트를 위한 재배포장 조성 및 관행재배와 기계수확시 수확량의 차이를 조사하기 위한 시험구 조성을 위해 위의 7품종을 2019년 3월 5일 원예원 육묘온실에서 파종하여 표준재배법에 의거 육묘한 후 5월 8일 원예원 채소 1포장에 정식하였으며 재배관리는 농촌진흥청 고추 표준재배법에 의거하여 수행하였음

관행수확은 8월 13일, 9월 9일, 9월 24일 총 3회에 걸쳐 수확하였으며 수확량 등 주요 원예적 특성을 조사하였음.

기계수확은 8월 21일~30일 일시수확 하였으며 수확량, 탈실률 등을 조사하였음



그림 155. 수확기계 시연 포장의 품종별 작과모습

나. 실증시험포장 결과

(1) 주당 수확량, 석회결핍과율, 이병과율, 건조수율 결과

주당 상품과 수확량에서는 불칼라 품종이 1,060g으로 가장 높은 수확량을 나타냈으며 적영 품종이 693g으로 가장 낮은 수확량을 보였음

(적영<GT-7<에코스타<AR칼라박사<AR레전드<매운탄<불칼라)

석회결핍과율에서는 적영 품종이 3.8% 로 가장 높았으며 불칼라 품종이 0% 로 가장 낮은 수치를 보였음 (불칼라<AR레전드<GT-7<에코스타<AR칼라박사<매운탄<적영)

이병과율에서는 AR칼라박사가 3.3%로 가장 낮은 이병과율을 보였으며 적영 품종이 13.3% 로 가장 높은 이병과율을 보였음 (AR칼라박사<AR레전드<에코스타<GT-7<매운탄<불칼라<적영)

각 품종별 건조수율은 매운탄 품종이 21.6% 로 가장 높은 수율을 보였음

표 32. 기계수확 적용 실증시험 품종들의 주당 수확량(g), 석회결핍과율(%), 이병과율(%), 건조수율(%)

품종명	회사명	주당상품 수확량(g)	석회결핍 과율(%)	이병과율 (%)	건조수율 (%)
적영	Hana-JY	693.0	3.8	13.3	18.1
AR레전드	고추와육종	996.0	0.2	3.4	18.8
에코스타	코레곤	887.0	1.3	3.5	18.6
매운탄	신젠타	996.0	3.2	9.5	21.6
불칼라	팜한농	1060.0	0.0	11.0	17.0
GT-7	농우바이오	854.2	1.2	7.7	17.0
AR칼라박사	고추와육종	906.0	1.7	3.3	18.6

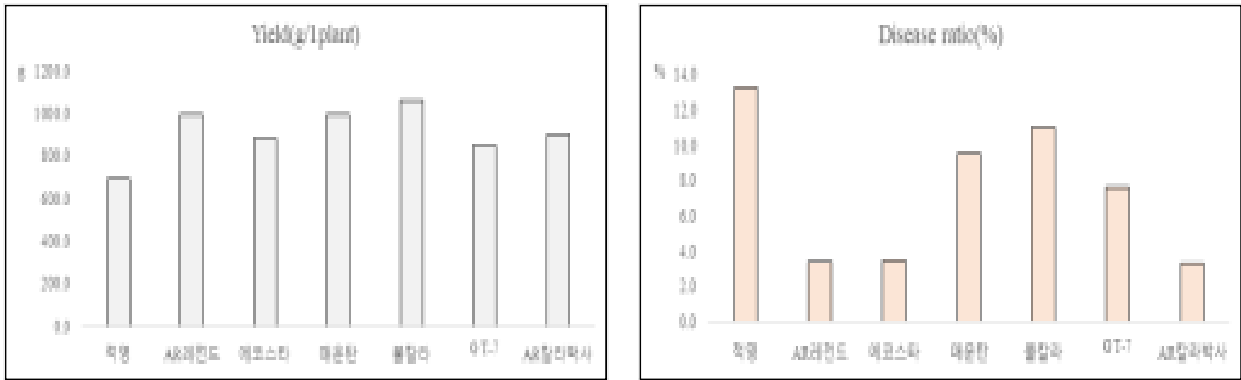


그림 156. 기계수확 적용 실증시험 품종들의 주당 수확량(g), 이병과율(%)

(2) 과중, 과장, 과폭 측정 결과

기계 수확 적용 실증시험 품종들의 과중, 과장, 과폭을 조사한 결과 과중은 AR칼라박사 품종이 30.1g으로 가장 높았으며 적영 품종이 20.2g 으로 가장 낮은 수치를 보였음

과장을 조사한 결과 GT-7 품종이 15.9cm로 가장 과실의 길이가 길었으며 적영 품종이 12.7cm 로 과실의 길이가 가장 짧았음. 평균 과실의 길이는 12~16cm 사이에 분포하였음

과폭을 조사한 결과 AR칼라박사 품종이 28.2mm 로 과실의 폭이 가장 컸으며 매운탄 품종이 20.0mm 로 가장 낮았음. 평균적으로 과실의 폭은 20~30mm 사이에 분포하였음

표 33. 기계수확 적용 실증시험 품종들의 과중, 과장, 과폭

품종명	과중(g)	과장(cm)	과폭(mm)
적영	20.2±1.9	12.7±0.8	23.1±2.0
AR레전드	23.3±1.8	13.5±0.5	23.9±1.7
에코스타	27.4±2.7	14.3±0.9	24.6±0.8
매운탄	22.6±3.8	13.7±1.1	20.0±2.3
불칼라	30.0±2.5	13.9±0.4	25.5±1.3
GT-7	28.4±4.6	15.9±0.8	23.9±1.8
AR칼라박사	30.1±6.0	15.5±1.4	28.2±3.8

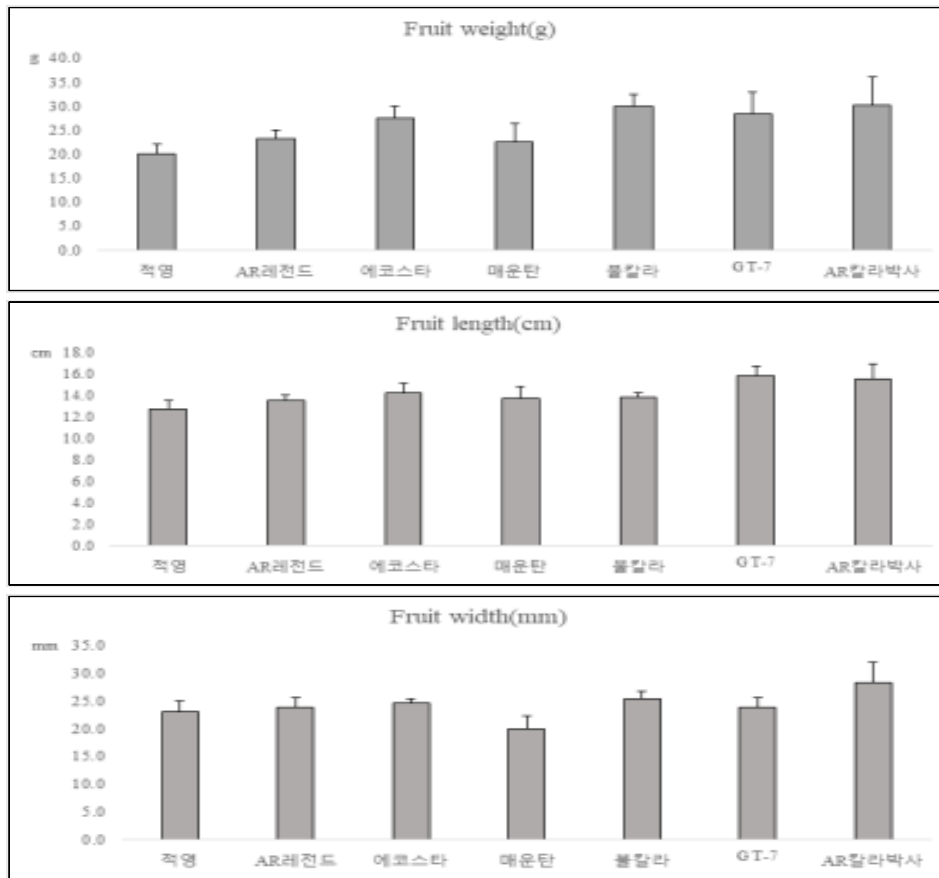


그림 157. 기계수확 적용 실증시험 품종들의 과실의 원예적 특성

(3) 시기별 주당 수확량 결과

실증시험 품종들의 시기별 주당 수확량을 조사한 결과 8월 13일에 1차 수확하였을 경우 AR칼라박사가 177.0g 으로 가장 적은 수확량을 보였고 불칼라 품종이 545.0g 으로 가장 높은 수확량을 보였음

9월 9일 2차 수확하였을 경우 에코스타 품종이 358.0g으로 가장 수확량이 적었으며 매운탄 품종이 676.0g 으로 가장 높은 수확량을 보였음

9월 24일 3차 수확하였을 경우 적영 품종이 10.0g 으로 가장 낮은 수확량을 보였으며 에코스타 품종이 114.0g 으로 가장 높은 수확량을 보였음

표 34. 기계수확 적용 실증시험 품종들의 시기별 주당 수확량

품종명	8월 13일	9월 9일	9월 24일	주당상품 수확량(g)
적영	248.0	435.0	10.0	693.0
AR레전드	395.0	495.0	106.0	996.0
에코스타	415.0	358.0	114.0	887.0
매운탄	254.0	676.0	66.0	996.0
불칼라	545.0	477.0	38.0	1060.0
GT-7	219.2	609.0	26.0	854.2
AR칼라박사	177.0	659.0	70.0	906.0

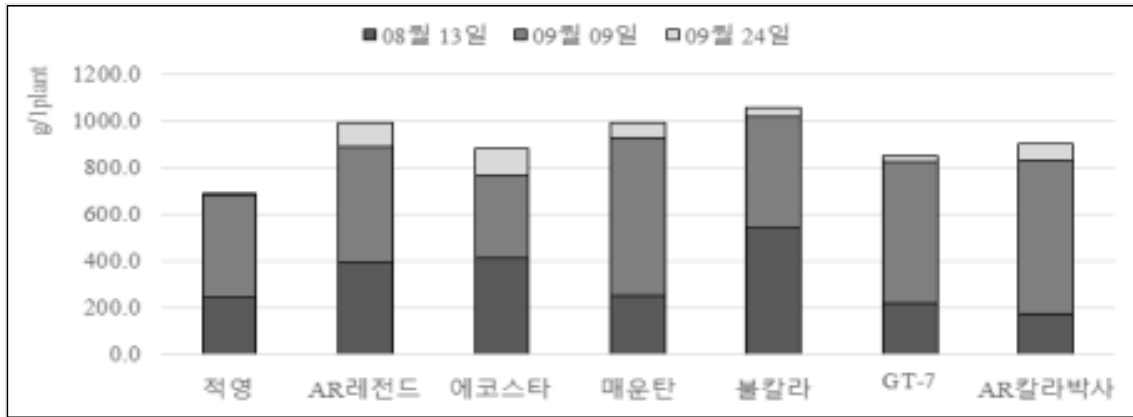


그림 158. 기계수확 적용 실증시험 품종들의 수확시기별 주당 수확량 비교

(4) 중형 고추 수확기를 통한 수확 결과

다음은 중형 고추 수확기를 사용하여 직접 원예원 포장에서 수확하였을 경우 수확량, 탈실률 및 손실률 등을 조사한 결과임

표 35. 중형 고추 수확기계를 사용하여 일시 수확한 품종 간 수확량 비교 (8월 21일~30일)

품종명	회사명	주당 총 수확량 (g)	총 탈실량 (g)	탈실률 (%)	정상과율 (%)	줄기 부착과율 (%)	손실율 (%)	손상과율 (%)	뿌리 뽑힘율 (%)
GT7	농우	1034.3	983.3	95.0	66.8	18.2	4.9	10.6	32.5
불칼라	팜한농	986.0	986.0	100.0	87.1	7.0	0.0	5.8	0.0
AR칼라박사	고추와 육종	1315.5	1315.5	100.0	48.1	41.6	0.0	10.3	0.0

GT7, 불칼라, AR칼라박사 세 가지 품종을 대상으로 기계수확을 한 결과 주당 총 수확량은 AR칼라박사 품종이 1315.5g 으로 가장 많은 수확량을 보였으며 다음으로 GT7, 불칼라 품종 순이었음

총 탈실률은 고추에 달려있는 과실 중에 기계 수확된 과실 비율을 의미하는데 AR칼라박사가 탈실율 100%로 높았으나 줄기에 부착된 채 수확된 줄기부착과율이 41.6%로 가장 높았으며 이는 기계로 탈실은 쉽게 되나 줄기와 과실을 분리하는 2차 선별이 꼭 필요한 하다는 의미로 해석할 수 있음

GT7 품종은 뿌리 뽑힘 증상, 손실률 등이 다른 품종에 비해 높게 나타났음



그림 159. 중형 고추 수확기 포장 적용시험 수행(원예원 시험포장)

3. 2019년도 동계 중형 고추수확기계 요인시험을 위한 하우스 동계재배시험

가. 동계재배시험 준비

- 원예원 단동하우스 1동(C3블럭)에 적영, AR레전드 두 품종 정식할 예정임
- 2019년 9월 18일에 파종하여 동계재배 수행 준비 중

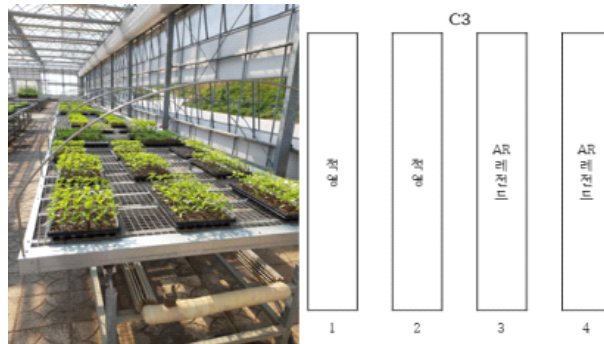


그림 160. 중형 고추 수확기계 요인시험을 위한 하우스 동계재배 파종 완료 및 포장도 예시(10.21)

4. 중국 고추 재배단지 방문 및 현황 파악 결과

가. 내몽고 통료 고추 재배 단지 및 생산 현황

청도에서 심양으로 비행기로 이동 후 렌트카로 심양에서 내몽고 통료까지 4시간 거리를 이동 (총1,000km), 내몽고 통료까지 오는 고속도로 주변은 전부 옥수수 포장이었음

옥수수 밭이 끝없이 펼쳐져 있는 것을 확인하고, 이 옥수수 포장이 10% 정도만 고추 포장으로 바뀌어도 고추 생산량이 크게 증가할 수 있지 않을까 생각했는데, 고추 밭으로 바뀌지 않는 이유를 확인해보니 중국도 고추를 심고 수확할 일손이 부족하여 옥수수 밭이 고추 밭으로 바뀌어지기가 어려운 실정이라고 함. 중국에도 고추 정식, 수확기계의 개발 보급이 절실하게 요구되고 있는 상황임

고추 포장은 10여 년 전의 대련지역이나 산둥성 지역의 노지고추 재배 포장과 비슷하여 예전 재배시스템이 그대로 옮겨져 있다는 느낌을 받았음

품종은 북경홍, 천진홍이라는 재래종 품종이 대부분이고 일부 지역에서는 한국의 금탑 품종이 재배되고 있음. 한국의 금탑 품종은 수확기가 빨라 이미 수확이 종료되었고, 방문시기에는 북경홍, 천진홍 등의 재래종들이 주로 수확되고 있었음

재배 방식은 육묘 후 2줄로 정식하고 멀칭 후 관수시설을 설치하여 재배 중이었음. 비료와 물의 공급 부족 등의 이유로 키는 30cm 정도로 낮고 무지주이지만 수확시기까지 쓰러지지 않고 똑바로 서 있는 상황이었음

현재 주당 15개 정도의 고추가 달려 있는데 모든 과실이 익어 있었고, 탄저병이나 바이러스 병은 심하지 않으며 방문했던 지역은 농약을 살포하여 관리하고 있었음 올해는 중국도 비가 자주 와서 작황이 좋지 않아 생산량이 낮아져 현지 고추 가격은 예년에 비해 상승할 것으로 전망됨



그림 161. 고추 재배포장 전경

나. 내몽고 한국 수출용 냉동고추 가공공장 방문

방문한 고추가공 공장은 ‘정산식품’ 이라는 회사로 한국으로 연 1만톤 정도의 냉동고추를 수출하고 있는 이 지역에서 2번째로 큰 회사라고 함. 우리나라에 중국 냉동고추가 연간 10만~12만톤 수입되는 것을 감안하면 전체 수입량의 10%를 한 회사가 담당하는 것임

회사에서는 수매한 고추의 꼭지를 따는 작업을 하고 있었고, 공장 내부에서는 세척과 급속한 냉동처리, 냉동 처리된 고추를 보관하기 위한 저장고로 옮기는 작업들이 진행되고 있었음

인건비는 kg당 2위엔(300원)으로 일하는 만큼 돈을 받는데, 평균 100 - 120위엔 (16,000원 - 19,200원) 정도로 10년 전(3천원)에 비교하여 7배정도 높아져 중국도 인건비 상승으로 인한 어려움이 크다고 함

이 회사에서는 이 회사가 수매, 관리하는 면적은 3만무(약 2,000ha) 정도로 수출용뿐만 아니라 중국 내의 물고추용 원료, 고추장도 생산하고 있었음. 국내용 고추는 꼭지를 제거하고, 세척하여, 절단하여 마대자루에 포장하여 유통하고 있음. 이 회사의 가공제품들은 한국, 태국, 말레이시아 등의 동남아로 냉동고추를 수출하고 있는데, 90% 이상을 한국으로 수출하고 있음

회사는 전체등급이 5A 등급 중 3A 등급으로 국가의 지원을 많이 받고 있다고 함. 올해 냉동고추 수출 가격은 아직 정해지지 않았는데 지난해 톤당 500\$ 정도였고, 수출은 건조하였을 때 18% 정도임. 고추가격은 내몽고 금탑 품종보다 길림지역 금탑 품종이 톤당 100-200위엔 정도 비싸다고 함.



〈내몽고 고추공장〉 〈고추 꼭지제거작업〉 〈고추세척 작업〉 〈냉동고추 보관〉

그림 162. 중국 고추 가공 공정

다. 길림성 연변지역 고추 재배 단지 및 생산 현황

내몽고 통료에서 장춘 역까지 승용차로 이동 후 고속철을 이용해 연변으로 이동함. 고속철을 타기 1시간 전에 도착하였으나, 좌석이 없어 서서 2시간을 이동하였음. 연변에서도 최근 노지고추 재배 면적이 늘어나고 있고, 노지고추를 10ha 재배하는 길림성 용정시 남양촌 고추 포장을 방문하였음

방문농가는 2014년부터 5년차 고추를 재배중이고, 고추 재배로 옥수수 재배보다 소득이 2배 정도 높아졌다고 함. 포장에 심겨진 고추 품종들은 한국의 금탑품종, 북경홍, 천진홍, 하얼빈 농업과학원 육성 품종들이 심겨져 있었음. 한국 품종들도 대비로 심고 있는데 중국 품종에 비교하여 색깔이 나지 않아 선호도가 떨어진다고 함

생산한 고추는 연변지역의 내수 시장에 판매를 하고 있고, 내년도에는 현재 10ha에서 더 늘릴 계획을 하고 있음. 고추는 육묘하여 정식하고 있고, 무지주 재배로 현재는 상당히 넘어져 있었는데, 노동자들이 손으로 고추 수확을 하고 있었음

녹색식품 허가를 받아서 허락하는 범위 내에서 농약과 비료를 살포는 하면서 재배하는데 (우리 나라의 GAP와 비슷한 것 같음) 일부 부분에서는 탄저병이 상당히 진전된 개체들이 눈에 띄었음

고추 밭은 평탄하고 이랑이 넓어서 기계를 활용한 작업은 상대적으로 편리하게 보임. 고추 수확기계에 대한 관심은 있지만 가격이 비쌀 경우는 당장 구입, 활용은 어려울 것으로 생각함

고추 수확작업자들의 인건비는 1시간당 15위엔(2,400원)으로 하루 2만원 정도의 일당이 됨. 평당 수량은 생고추로 4kg 정도이고, 1kg당 가격은 풋고추 2위엔 20전(352원), 붉은 고추 3위엔 (480원)에 출하하고 있음.



연변의 고추 포장 고추 수확작업 수확고추 운반 고추밭 주변의 옥수수

그림 163. 연변 고추 재배 현장

라. 연변 농업과학원 방문

연변 농업과학원 송O림 박사의 안내로 연변농업과학원 실험실 전체 포장 등을 안내 받음. 송O림 박사님은 충북대 김O식 교수님 방에서 옥수수 연구로 박사 학위를 취득하였고, 부인(최O화 박사)도 충북대 백O엽 교수님 방에서 조직배양으로 박사학위를 하고 온 박사 부부임. 현재 송박사는 연구처장으로 행정업무를 담당하고 최O화 박사는 작물과에서 인삼, 화훼류, 홍경천이라는 기능성 식물의 조직배양을 하고 있음. 추후에 조직배양 관련 공동연구를 추진할 수 있을것으로 생각됨.

연변농업과학원은 백두산의 식물 유전자원에 대한 관심을 많이 갖고 있고, 전문가 한 분의 적극적인 노력으로 멸종되어 가는 400여 종의 자원들을 수집하여 온실에서 관리하고 있음

연변농과원에는 과거에는 12개 과가 있었는데 현재는 7개(연초과, 과수과, 작물과, 버섯과, 약초과, 감자과 등)로 구성되어 있고, 특히 과거에는 담배 관련 연구를 많이 하였음. 현재도 연변지역 감자의 70%는 연변 농과원 육성 품종이 보급되어 재배되고 있음



연변농과원

인삼 배양기

조직배양실 안내

홍경천 배양

그림 164. 연변농업과학원 방문

마. 청도농업과학원 방문 및 수광 채소재배 단지 방문

청도 공항에서 바로 청도 농업과학원을 방문하여 고추 육종가인 이O일 박사를 만나, 수광 시설채소 재배단지로 이동. 이O일 박사는 연변대학을 졸업하고 강원대학교에서 박사학위 후 청도 농업과학원으로 돌아와 20여 년간 고추 육종을 하고 있음. 한국에서의 전공은 채소 생리 및 육묘이었으나 청도 농과원 근무 시 육종으로 전공이 바뀌어 초기에는 어려움이 있었음.

현재는 20여 년째 고추 육종 업무를 하고 있고, 초창기는 한국형 고추 품종을 육성하려고 하였으나 현재는 중국 시장용 고추 품종 육성으로 방향을 전환하여 진행 중. 특히 옹성불임성 고추 계통을 육성하여 중국 내 종자회사와 협업하여 자체 품종육성 연구에 활용하고 있음. 청도 농과원 육종 품종은 청도 국제종자회사(일본)와 합작으로 판매를 하고 있고, 중국 정부에서는 농과원 육성 품종들을 종자 회사로 분양 공급하도록 유도하는 정책을 펴고 있음

청도 지역 노지 고추는 재배면적이 현저하게 줄었고, 대부분 시설고추 재배로 전환되었으며 전 세계의 다양한 고추 품종들이 도입되어 재배되고 있음. 중국에는 아직 품종보호 제도가 잘 정착되어 있지 않아 재래종 품종보다는 일대잡종 품종으로 만들어서 보급할 계획을 갖고 있음. 고색소용 및 매운맛 추출용 고추 품종에 관심을 갖고 연구를 진행 중임

중국의 노지 고추는 키가 작고, 수확기에 비가 오지 않아 일시 수확이 가능한 작형이

대부분임. 현재 노지고추 재배단지는 신강, 내몽고 지역으로 이동되었음. 신강지역에서는 매운 맛이 없는 색소용 고추가 주로 재배되고 있고 재배중인 품종이 대부분 바이러스에 약하고 연작장해 발생이 증가되고 있어, 이를 극복할 수 있는 품종육성 연구를 진행하고 있음

바. 수광 지역 유기농 비료 및 기능성 채소 품종 육종 회사

수광 채소재배 단지 유기농 비료회사 및 기능성 품종 육종 회사 방문. 수광은 전 세계 최고의 채소 생산단지로서 반지붕식 하우스 재배가 특색임. 회사에서는 현재 유기농 비료를 생산해서 공급하고 있으나, 금후에는 다양한 기능성 채소 품종을 육성하여 중국 내에서 유통하고자 하는 목표를 갖고 있음.

한국의 제일종묘 농산에서 개발한 당조고추, 향암배추 종자를 수입해서 중국에 공급하고, 재배시험을 하고 있음. 반지붕식 하우스와 한국형 일반 하우스에는 당조고추 유사 품종들과 보라색 고추 계통들이 재배되고 있었음. 앞으로도 지속적으로 한국의 신품종들을 수입하여 중국내에 유통하고자 하는 계획을 갖고 있음



청도 농과원 방문



수광 유기농비료 회사 방문



유기농 비료회사



회사에서 재배중인 고추 포장

그림 165. 청도농업과학원 및 유기농 비료회사 방문

□ 위탁 기관 : 전북대학교

1. 중형 고추수확기 시스템의 사전 시험을 통한 최적 구조 도출

가. 중형 고추수확기 시스템의 사전시험

(1) 사전 시험 개요

- 일시 : 2019년 3월 18 ~ 22일
- 장소 : 농촌진흥청 국립원예특작과학원
- 목적 : 2차 Proto 기대 드럼형 선별부 성능 테스트
- 품종 : AR레전드

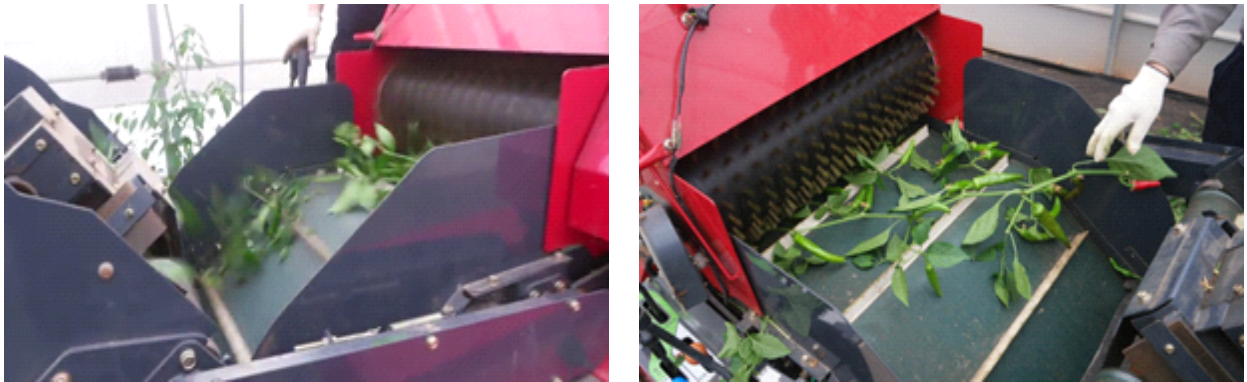


그림 166. 전북 완주 원예특작과학원 사전 시험

(2) 작부체계

- 기존 연구 중인 기계화에 적합한 재배 양식을 참고하여 조간 거리, 주간 거리, 두둑 높이, 두둑 폭, 골 폭을 설정하였다.

표 36. 작부 체계

	주간거리	두둑높이	조간거리
	350 mm	300 mm	1100 mm

(3) 사전 시험 방법

- 회전속도를 4수준으로 설정하여 3번 반복 실험하였음

- 시험을 2차로 나누어 진행하였음
- 1차 요인 시험 시 1, 2, 3안, 2차 요인 시험 시 1, 3, 4안의 정상과율, 줄기부착과율 손상과율을 비교
- 4안은 1차 요인실험을 바탕으로 2안을 수정한 것
- 효율을 높이기 위해 추가로 드럼 전체 회전속도를 높이고 컨베이어 속도를 낮춤.

표 37. 3축 드럼형 선별장치의 회전수

	1안		2안		3안		4안(2안 수정안)	
	rpm	속비	rpm	속비	rpm	속비	rpm	속비
드럼1	78	1	89	1	111	1	278	2
드럼2	148	2	254	3	211	2	793	6
드럼3	222	3	178	2	317	3	370	3
컨베이어	226	-	228	-	185	-	173	-

				드럼 전체 속도 ↑	드럼 전체 속도 ↑
	최초 설계 속비	드럼2 속도 ↑		컨베이어 속도 ↓	드럼2 속도 ↑
					컨베이어 속도 ↓

(4) 시험 시료 제작

- 정식일자 : 2018년 10월 30일
- 1차 요인 시험 시 기계 수확되어 탈실부를 거친 시료가 선별부로 투입
- 2차 요인 시험 시 고추 묘를 제일 아래 분지에서 4개로 나누어 시료를 선별부로 직접 투입
- 각 실험 당 고추 묘 5주를 사용



<1차>



<2차>

그림 167. 시험 시료

(5) 사전 시험 결과

• 1차 요인시험

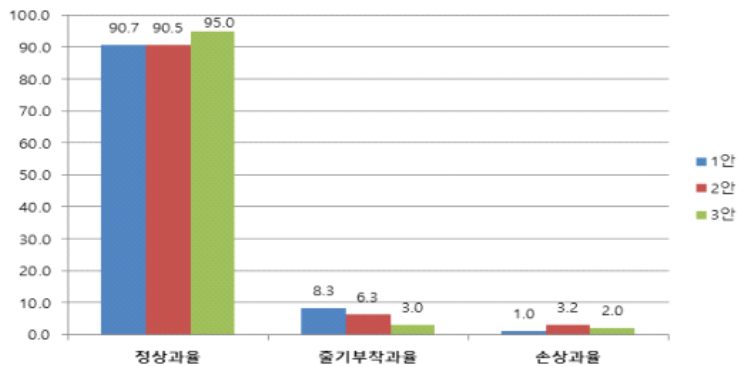


그림 168. 1차 요인 실험 결과

- 정상과율은 1, 2안이 비슷하게 측정되었고 3안에서 95%로 높게 나타남.
- 줄기부착과율은 3안에서 가장 낮게 나타남
- 손상과율이 높은 2안을 제외시키고 2안을 수정한 4안을 추가하여 2차 요인실험을 진행

• 2차 요인시험

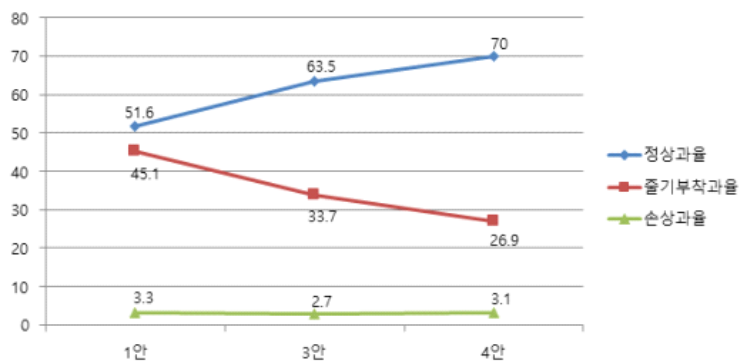


그림 169. 2차 요인 실험 결과

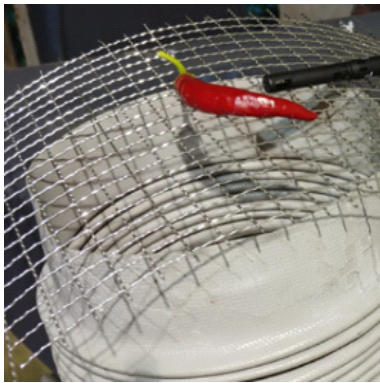
- 1차 탈실을 하지 않고 선별부에 직접 시료를 투입하여 1차 요인시험에 비해 정상과율은 낮고, 줄기부착과율은 높게 나타남
- 각 드럼의 회전속도를 높인 결과, 줄기의 고추 분리 성능이 향상됨
- 손상과율의 차이는 미미한 것으로 나타남
- 4안이 탈실률 70%, 줄기부착과율 26.9%, 손상과율 3.1%로 가장 효과적인 것으로 나타남

2. 중형 고추수확기 주요 부품 시뮬레이션 분석을 통한 2차 Proto 개념설계 도출

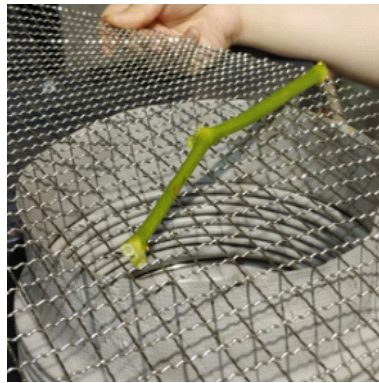
가. 선별 부 풍구의 고추 종말 속도 시험

(1) 시험 개요

- 일시 : 2019년 9월 10일
- 장소 : 전북대학교 RPC
- 목적 : 고추 선별기 풍구의 풍속설정을 위한 고추 및 이물질 풍속 실험
- 품종 : AR레전드, 매운탄, 적영, 청양



<고추의 풍구 선별 실험>



<고추줄기>



<고추 잎>

그림 170. 각 부분의 풍구 선별 시험

(2) 시료 물성

고추 식물체 물리성은 품종 당 고추 묘 3주의 물리성을 측정하여 평균값을 작성

표 38. 고추 식물체 물리성

품종	초폭 (mm)		초장 (mm)		줄기 길이 (mm)		줄기 직경 (mm)	
	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차
AR레전드	800	124.9	940	121.66	200	20	20	2
매운탄	716.67	76.38	766.67	76.38	210	26.46	17.33	2.52
적영	776.66	145.72	766.67	90.74	163.33	15.28	24.67	4.16
청양	780	45.83	733.33	94.52	260	17.32	19.67	1.53

고추 과실 물리성은 품종 당 고추 5개의 물리성을 측정하여 평균값을 작성

표 39. 고추 과실 물리성

품종	과실 길이 (mm)		과실 직경 (mm)		무게 (g)	
	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차
AR레전드	106.4	7.50	21	2.92	12	2.08
매운탄	108	15.76	16.8	1.64	13.8	4.37
적영	118.8	20.27	17.6	2.70	13.6	3.23
청양	83.4	4.16	11	0.71	6.18	0.65

※ 적영은 중과종으로, 타 품종에 비해 생육상태가 좋아 고추 식물체 및 과실의 물리성이 크게 측정됨

(3) 시료 준비

- 고추 품종 : 대과종 (AR레전드, 매운탄), 중과종 (적영), 소과종 (청양)
- 시료
 - * 고추, 줄기, 잎(1잎, 2잎, 3잎) 5가지 종류를 건조시킨 것과 시키지 않은 것 준비
 - * 각 시료를 고추 50g, 줄기 : 50g, 잎 : 10g 으로 준비
 - * 건조시킨 시료는 55℃에서 고추와 줄기는 3시간, 잎은 30분 향온 건조하였음
 - > 건조 시간은 고추의 함수율 55~60%, 줄기와 잎의 함수율 40~50%를 목표로 설정하여 결정하였음
 - * 줄기 길이는 20cm로 준비



그림 171. 시료 건조 전, 후 모습

(4) 실험 방법

- 풍구의 인버터를 올리며 시료가 배출되는 풍속 값을 풍속계를 이용하여 확인
- 시료가 배출되는 값을 확인 후 3회 반복 실험
- 함수율은 55℃에서 48시간 동안 항온 건조하는 오븐 건조법을 사용
- 고추 과실과 줄기는 50g, 잎은 종류별 각각 10g씩 사용

(5) 실험 결과

AR 레전드의 종말속도 측정 결과는 다음과 같다.

표 40. AR레전드 종말속도

재료	함수율 (%)	종말속도 (m/s)					비고	
		1차	2차	3차	평균	표준편차		
생 고추	79	13.23	12.75	14.3	13.42	0.79		
건 고추	59	11.8	11.36	10.89	11.35	0.46		
생 줄기	75	11.7	10.9	11.2	11.26	0.40		
건 줄기	48	8.35	9.14	9.54	9.01	0.61		
생 잎	1잎	78	3.8	3.62	3.73	3.71	0.09	잎 수별 측정
	2잎	78	4.1	4.24	4.22	4.18	0.08	
	3잎	76	4.8	5.2	4.67	4.89	0.28	
건 잎	1잎	50	2.75	2.78	2.83	2.79	0.04	
	2잎	46	3.38	3.76	3.45	3.53	0.20	
	3잎	41	3.87	3.92	4.28	4.02	0.22	

매운탄의 종말속도 측정 결과는 다음과 같다.

표 41. 매운탄 종말속도

재료	함수율 (%)	종말속도 (m/s)					비고	
		1차	2차	3차	평균	표준편차		
생 고추	80	13.54	12.9	14.1	13.51	0.60		
건 고추	58	11.5	12.1	11.87	11.82	0.30		
생 줄기	75	12	12.3	11.47	11.92	0.42		
건 줄기	45	9.14	9.35	8.47	8.99	0.46		
생 잎	1잎	77	3.8	3.67	3.69	3.72	0.07	잎 수별 측정
	2잎	75	4.1	4.22	4.08	4.13	0.08	
	3잎	75	4.67	4.84	4.75	4.75	0.09	
건 잎	1잎	49	3.42	3.24	3.34	3.33	0.09	
	2잎	55	3.59	3.46	3.38	3.48	0.11	
	3잎	44	4.57	4.17	4.74	4.49	0.29	

※ 매운탄 품종으로 고추 및 줄기 1개씩 실험 및 50g 시험한 결과 편차가 없어, 매운탄을 포함하여 고추와 줄기는 1개씩 올려놓고 실험 진행 함

적영의 종말속도 측정 결과는 다음과 같다.

표 42. 적영 종말속도

재료	함수율 (%)	종말속도 (m/s)					비고	
		1차	2차	3차	평균	표준편차		
생 고추	84	12.1	11.5	12.3	11.96	0.42		
건 고추	60	10.9	11.56	11.43	11.30	0.35		
생 줄기	74	12.5	11.9	11.7	12.03	0.42		
건 줄기	48	9.63	8.62	9.51	9.25	0.55		
생 잎	1잎	74	3.7	3.65	3.45	3.6	0.13	잎 수별 측정
	2잎	75	4.35	4.15	4.27	4.25	0.10	
	3잎	76	5.35	5.42	5.29	5.35	0.07	
건 잎	1잎	52	2.81	2.93	2.73	2.82	0.10	
	2잎	43	3.87	3.48	3.32	3.56	0.28	
	3잎	42	4.9	5.14	4.68	4.91	0.23	

청양의 종말속도 측정 결과는 다음과 같다.

표 43. 청양 종말속도

재료	함수율 (%)	종말속도 (m/s)					비고	
		1차	2차	3차	평균	표준편차		
생 고추	74	8.2	8.1	8.03	8.11	0.09		
건 고추	57	7.85	7.56	7.45	7.62	0.21		
생 줄기	75	10.9	11.8	11.5	11.4	0.46		
건 줄기	45	9.46	8.41	8.75	8.87	0.54		
생 잎	1잎	78	2.89	2.79	2.98	2.88	0.10	잎 수별 측정
	2잎	76	4.3	4.23	4.35	4.29	0.06	
	3잎	77	4.45	4.75	4.58	4.59	0.15	
건 잎	1잎	51	2.24	2.09	2.83	2.39	0.39	
	2잎	46	3.41	3.57	3.34	3.44	0.12	
	3잎	51	2.97	2.96	3.2	3.04	0.14	

(6) 통계 분석 결과

생 고추와 건 고추의 통계분석 결과는 다음과 같다. 건 고추와 생 고추의 종말속도의 유의차가 있고 품종별로도 유의차가 발생한다는 것을 확인 할 수 있었다.

SAS 시스템
The ANOVA Procedure
Dependent Variable: tv

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	98.2709500	24.5677375	78.41	<.0001
Error	19	5.9533833	0.3133360		
Corrected Total	23	104.2243333			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	tv Mean
0.942879	5.025565	0.559764	11.13833

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
wc	1	9.10201667	9.10201667	29.05	<.0001
var	3	89.16883333	29.72297778	94.86	<.0001

그림 172. 생 고추와 건 고추의 통계분석 결과

생 고추의 통계분석 결과는 다음과 같다. 대과종 (AR레전드, 매운탄) 내에서의 유의차는 없고, 대과종, 중과종, 소과종 에서는 유의차가 발생한다는 것을 확인 할 수 있었다.

SAS 시스템
The ANOVA Procedure
Dependent Variable: TVpepper

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	57.65109167	19.21703056	65.65	<.0001
Error	8	2.34160000	0.29270000		
Corrected Total	11	59.99269167			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	TVpepper Mean
0.960969	4.602773	0.541018	11.75417

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
method	3	57.65109167	19.21703056	65.65	<.0001

SAS 시스템
The ANOVA Procedure
Duncan's Multiple Range Test for TVpepper

Note: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05		
Error Degrees of Freedom	8		
Error Mean Square	0.2927		
Number of Means	2	3	4
Critical Range	1.019	1.062	1.085

Means with the same letter are not significantly different.			
Duncan Grouping	Mean	N	method
A	13.5133	3	2
A			
A	13.4267	3	1
B	11.9667	3	3
C	8.1100	3	4

그림 173. 생 고추의 통계분석 결과

건 고추의 통계분석 결과는 다음과 같다. 대과종 (AR레전드, 매운탄)과 중과종 (적영) 내에서 유의차는 없고, 대과종, 중과종과 소과종(청양) 사이의 유의차가 발생한다.

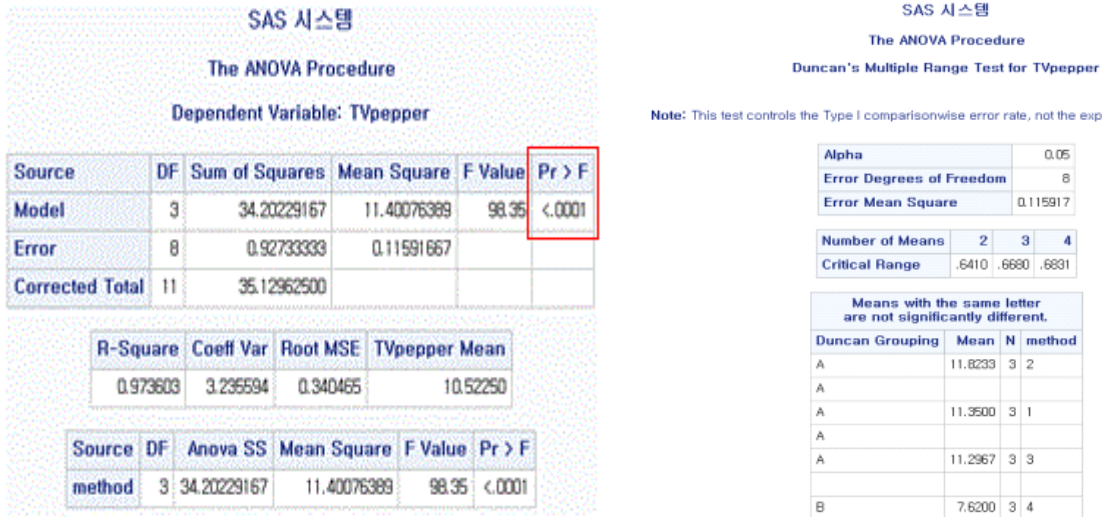


그림 174. 건 고추의 통계분석 결과

줄기의 통계분석 결과는 다음과 같다. 건 줄기와 생 줄기의 종말속도의 유의차가 있고, 품종별로는 차이가 발생 하지 않는다. 품종별 생 줄기의 종말속도는 신뢰구간 95%에서 P-value 값이 0.1450으로 0.05보다 크기 때문에 유의성이 없다. 품종별 건 줄기의 종말속도는 신뢰구간 95%에서 P-value 값이 0.8507으로 0.05보다 크기 때문에 유의성이 없다.

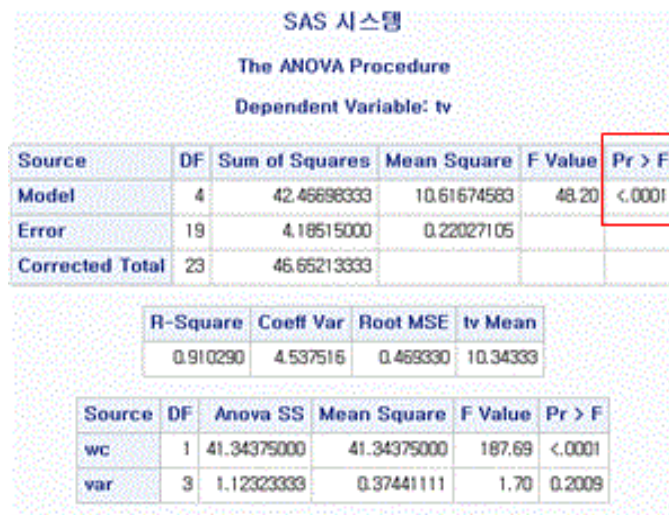


그림 175. 생 줄기와 건 줄기의 통계분석 결과

잎의 통계분석 결과는 다음과 같다. 건 잎과 생 잎의 종말속도의 유의차가 있고, 품종별로는 차이가 발생 하지 않는다. 품종별 생 잎의 종말속도는 신뢰구간 95%에서 P-value 값이 0.1404로 0.05보다 크기 때문에 유의성이 없다. 품종별 건 잎의 종말속도는 신뢰구간 95%에서 P-value 값이 0.8757로 0.05보다 크기 때문에 유의성이 없다.

SAS 시스템
The ANOVA Procedure
Dependent Variable: tv

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	3.11315000	0.77828750	38.73	<.0001
Error	19	0.38183333	0.02009649		
Corrected Total	23	3.49498333			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	tv Mean
0.890748	3.673386	0.141762	3.859167

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
wc	1	3.08166667	3.08166667	153.34	<.0001
var	3	0.03148333	0.01049444	0.52	0.6722

그림 176. 생 잎과 건 잎의 통계분석 결과

나. 선별 부 풍구 출구 편향 분석 및 개념 설계

(1) 모델링

유동 해석 시 기본 모델이 되는 중형 고추 수확기 풍구를 모델링 소프트웨어인 Creo Parametric 2.0 버전을 사용하여 모델링을 실시하였고, 해석 시간을 단축하기 위해 영향을 주지 않는 모터, 베어링, 볼트 등의 부품은 제외하여 모델링을 실시함

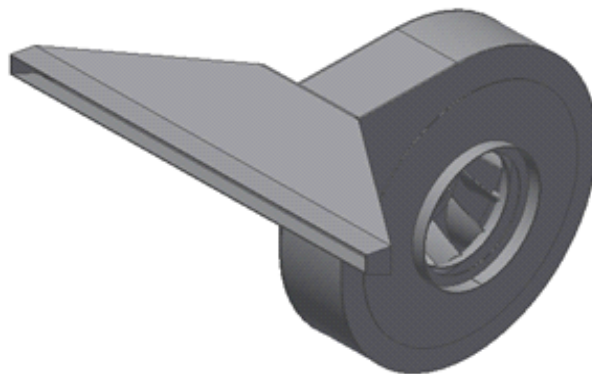


그림 177. 선별부 풍구 3D 모델링

풍향 가이드는 좌우 분포를 고르게 하기 위해 입구에서 20 mm 간격을 두고 출구와 입구를 각각 동일한 간격으로 3등분, 5등분하여 설계함. 풍향을 일정하게 분포시키기 위해 풍구 출구의 끝 부분 가이드는 평행하게 설계하였고 가이드 두께는 2T로 설정함.

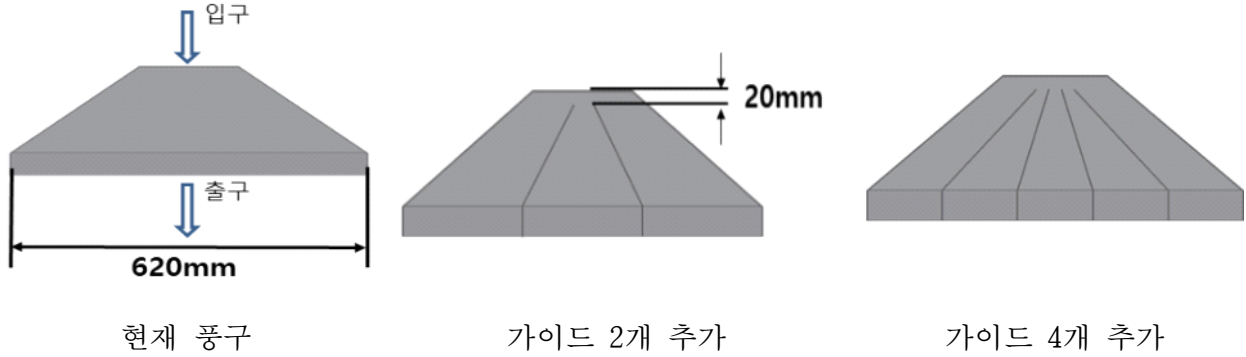


그림 178. 풍구 3D 모델링

(2) 유동 해석 설정

Geometry & Mesh에 대해서는 외부 유동장은 선별부 풍구를 중심으로 상하좌우 1 m의 간격으로 설정하였고 풍구의 후면을 유체가 유입되는 inlet, 후면을 제외한 모든 면을 유체가 유출되는 outlet으로 설정하였다. 유체를 회전시키기 위한 내부 유동장은 실린더 형태로 임펠러를 포함하도록 설정함.

- Nodes : 115,441
- Elements : 566,568

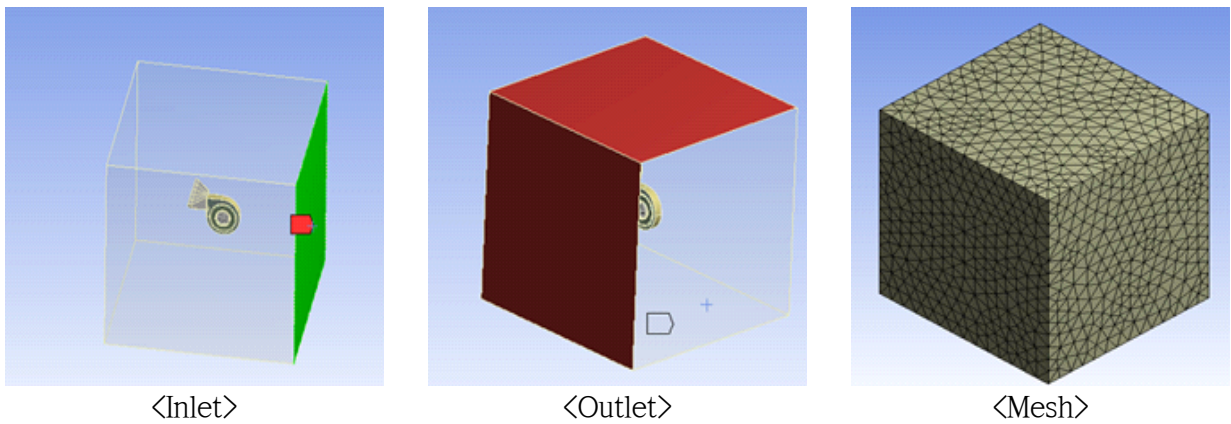


그림 179. 유동 해석 설정

유체는 공기로 난류 Standard K- ϵ 모델, inlet과 outlet은 대기압으로 설정함. 회전 속도는 설계 회전 속도인 2600 rpm으로 설정하여 해석하였다. 해석 횟수는 각각 500번씩 진행함.

(3) 해석 결과 확인

풍구 출구를 3등분하여 그 중심의 풍속을 해석 결과로 확인 풍구 출구로부터 선별 가이드까지 거리의 중간 지점(150 mm)에서 해석 결과 확인해석 진행 후 다음 그림과 같이 풍구 출구 세 지점의 풍속을 비교하였다.

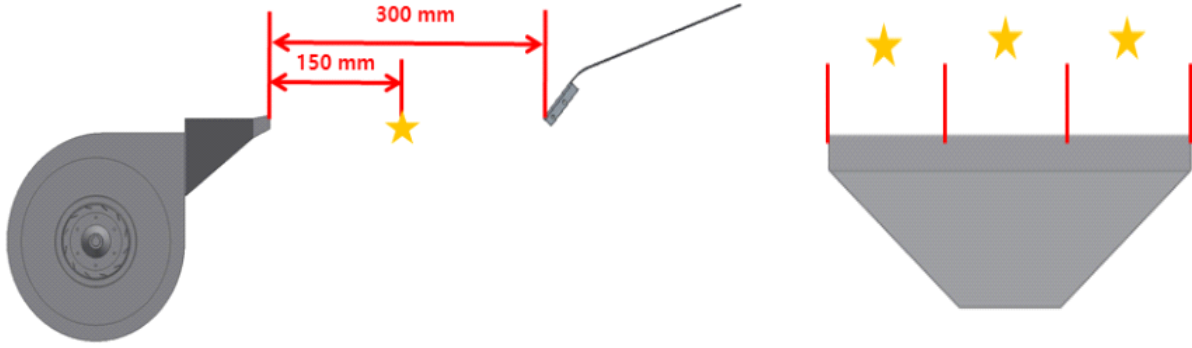


그림 180. 풍속 확인 위치

(4) 해석 결과

현 풍구는 풍향 가이드의 영향으로 우측의 유속이 높게 나타난 것이 확인되며 현 풍구의 해석과 마찬가지로 좌측 끝부분 유체의 흐름이 약한 것으로 확인됨.



그림 181. 현재 풍구 해석 결과

풍향 가이드 2개 추가한 풍구의 결과는 풍향 가이드의 영향으로 우측의 유속이 높게 나타난 것이 확인되며 현 풍구의 해석과 마찬가지로 좌측 끝부분 유체의 흐름이 약한 것으로 확인됨.

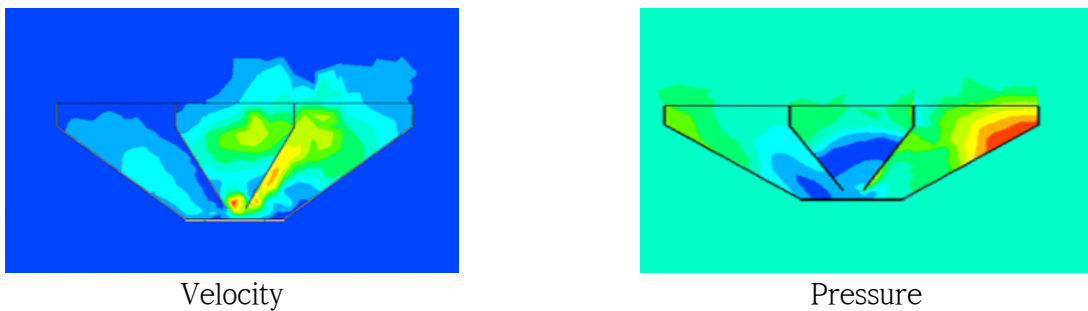
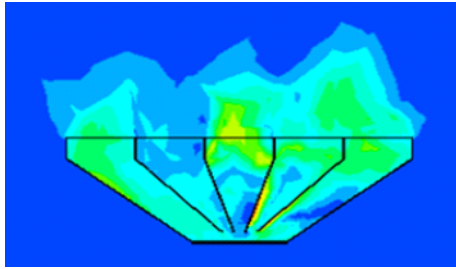
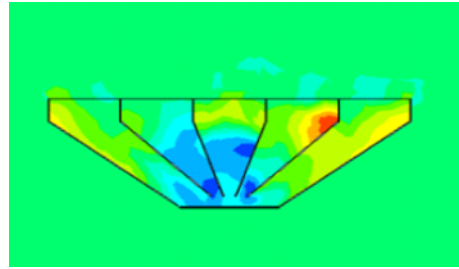


그림 182. 풍향 가이드 2개 추가 해석 결과

풍향 가이드 4개 추가한 풍구의 결과는 출구 중앙의 풍속이 가장 높게 측정 되며 이전의 해석결과보다 유동이 고르게 분포되는 것으로 확인됨.



Velocity



Pressure

그림 183. 풍향 가이드 4개 추가 해석 결과

해석결과를 분석 하였을 때, 현 풍구와 2개의 풍향 가이드를 추가한 풍구의 유체 유동은 중앙과 우측 부분보다 좌측의 풍속이 낮은 것으로 나타났고, 4개의 풍향 가이드를 추가한 풍구는 풍구 출구의 유동분포가 개선된 것을 확인 할 수 있다.

표 44. 풍구별 각 위치의 속도

	출구 좌측 풍속(m/s)	출구 중앙 풍속(m/s)	출구 우측 풍속(m/s)
현 풍구	1.7	3.4	3.2
풍향 가이드 2개 추가	1.4	2.8	3
풍향 가이드 4개 추가	2.3	3.3	2.7

현 풍구 좌측, 중앙, 우측 각 부분의 풍속을 1로 기준 했을 때, 각 부분의 풍속비는 다음 표와 같음. 풍향 가이드 2개를 추가한 풍구는 전체적으로 풍속이 좌측 18%, 중앙 18%, 우측 4% 감소한 것을 확인할 수 있었고, 풍향 가이드 4개를 추가한 풍구는 좌측에선 풍속 35% 증가, 중앙 3%, 우측 16%가 감소하여 현 풍구보다 풍향이 고르게 분포되었다고 판단 됨.

표 45. 위치별 각 풍구의 속도비

		좌측	중앙	우측
개선 전	현 풍구	1	1	1
	풍향 가이드 2개 추가	0.82	0.82	0.96
개선 후	풍향 가이드 4개 추가	1.35	0.97	0.84

3. 중형 고추수확기 2차 Proto 현장시험을 통한 문제점 개선 도출

가. 국립원예특작과학원 현장시험

- 일시 : 2019년 8월 30일
- 장소 : 농촌진흥청 국립원예특작과학원
- 목적 : 2차 Proto 기대 선별부 풍구 적정 각도 시험

(1) 시험 방법

나선 회전속도는 650rpm로 설정하고 선별부 풍구 각도를 달리하여 기계 수확 후 정상과, 줄기부착과, 손상과, 수집부에 수집된 잎 및 줄기로 분류 및 중량 측정

(2) 시험 시료

- 품종 : 불 칼라
- 작업 구간은 고추 20주를 기준으로 설정



그림 184. 시험 시료(불칼라)

(3) 시험 결과

풍구 각도를 변경하여 실험하였으나 차이가 미미하여 대책 방안으로 풍구의 풍량을 변경하여 추가적으로 시험이 필요하다고 판단된다.

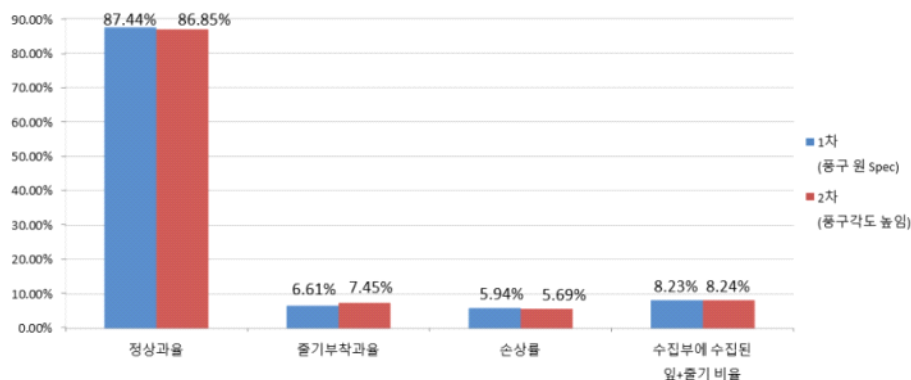


그림 185. 시험 결과



그림 186. 수확 후 사진

나. 선별부 풍구 풍량에 따른 선별 능력 비교 시험

- 일시 : 2019년 10월 8 ~ 11일
- 장소 : 충남 논산 실습장
- 목적 : 2차 Proto 기대 선별부 풍구 풍량에 따른 선별 능력 비교 시험

(1) 시험 방법

작업 구간을 10 m로 설정하였으며, 3반복하여 실험하였다. 기존의 풍구의 풍량을 3배 늘린 풍구와 기존의 것의 정상과, 줄기부착과, 손상과, 수집부에 수집된 잎 및 줄기로 분류하여 중량을 측정하였다.

(2) 시험 시료

- 품종 : 매운탄
- 작업 구간은 10m로 설정

(3) 시험 결과

풍량을 증가시킨 후 수집부에 수집된 잎 및 줄기의 비율이 7.38%로 줄어든 것으로 확인되었지만, 풍량이 증가하여 정상과 및 줄기부착과가 수집함에 담기지 않고 손실되는 것을 확인 할 수 있었다.

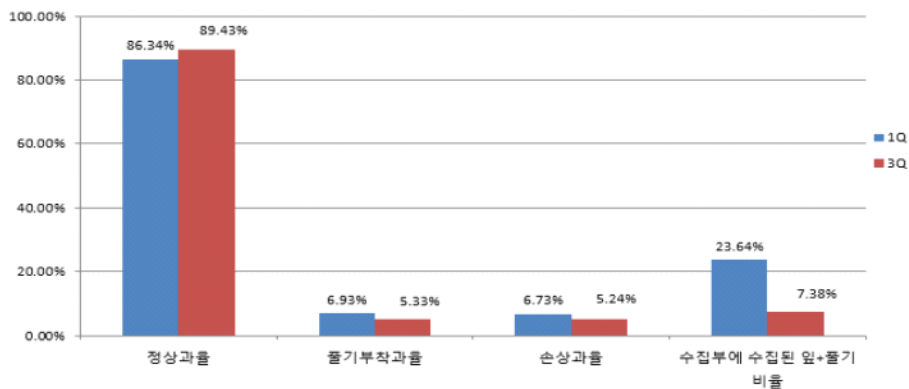


그림 187. 시험 결과

나. 선별부 선별장치 실증 시험

- 일시 : 2019년 10월 8 ~ 11일
- 장소 : 충남 논산 실습장
- 목적 : 2차 Proto 기대 선별부 선별장치 실증 시험

(1) 시험 방법

준비한 시료를 드럼형 탈실부와 수직, 수평하게 투입하였으며, 3회 반복하였다. 시험 전 줄기의 고추 및 잎의 개수를 세어 탈실율을 확인하였다.

(2) 시험 시료

- 품종 : 매운탄
- 고추 묘 제일 아래 분지에서 나누어 줄기를 일자 형태로 준비



그림 188. 시료의 투입 방향



그림 189. 사용 시료

(3) 시험 결과

결과 값의 편차가 크며 선형적인 결과가 나오지 않고 수형에 따라 달라지는 것으로 판단됨.

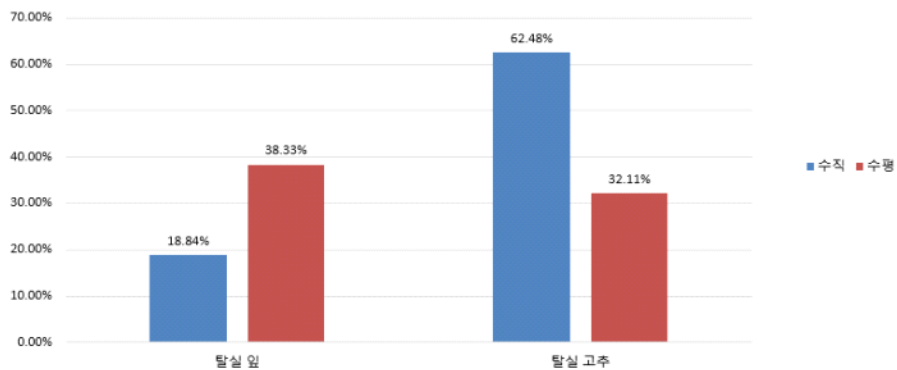


그림 190. 시험 결과

제 3절 중형 고추 수확기계 3차년도

□ 주관기관 : 동양물산 기업

1. 고추수확기 Pilot 설계 및 제작

가. 2차년도 문제점 개선

(1) 컨베이어 이탈

1차년도 문제점이었던 컨베이어 이탈을 방지하기 위해 2차년도에 컨베이어 텐션 스프링의 선경 조정과 이탈 방지 가이드 브라켓을 설치하였다. 하지만 가이드 브라켓에 의하여 컨베이어가 손상되어 내구적인 문제점이 있었다. 근본적으로 탈실부 컨베이어의 꺾이는 부분에서 이탈이 시작되는 것이기 때문에 이를 해결하기 위해 벨트를 눌러주는 누름판의 R값과 우는 것을 방지해주는 러그를 증가시켜 200 hr 동안 내구 시험을 진행하였다.

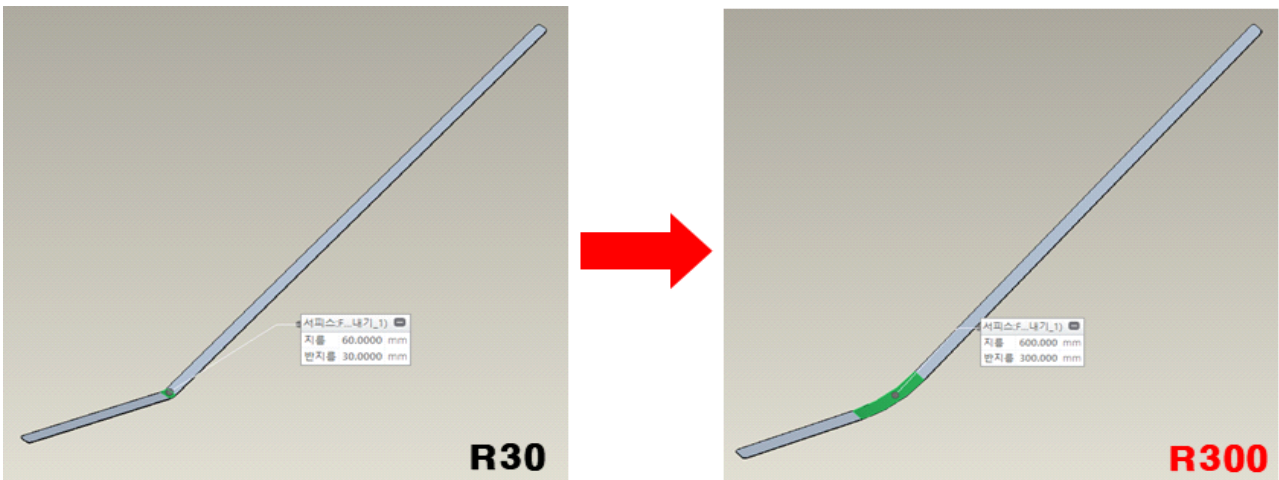


그림 191. 컨베이어 누름판 변경

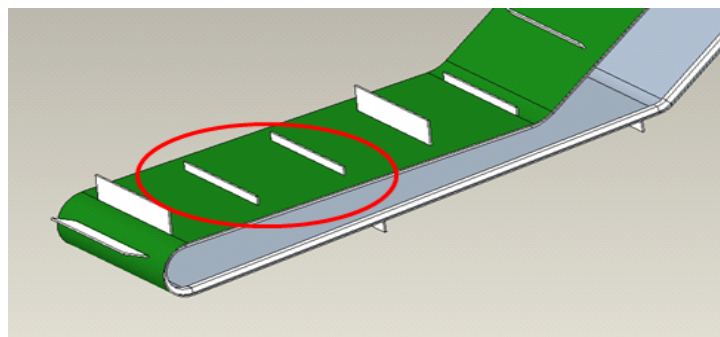


그림 192. 컨베이어 러그 추가

내구 시험 결과, 이탈 현상은 발생하지 않았으며 3차년도 Pilot 설계에 이를 반영하였다.

(2) 선별 성능 개선

선별 성능을 개선하기 위해 2차년도에 송풍 장치를 개선하여 기존 대비 3배의 풍량을 확보하여 시험한 결과 수집 탱크로 유입되는 이물질 비율이 6~70% 감소하는 결과가 나타났다. 하지만 앞의 경우는 대부분 선별이 되었지만 줄기와 같은 이물질은 아직도 남아있었기 때문에 이를 개선하기 위하여 전북대학교 시험 자료를 참고하여 카드클리너 선별 시스템을 적용하였다.

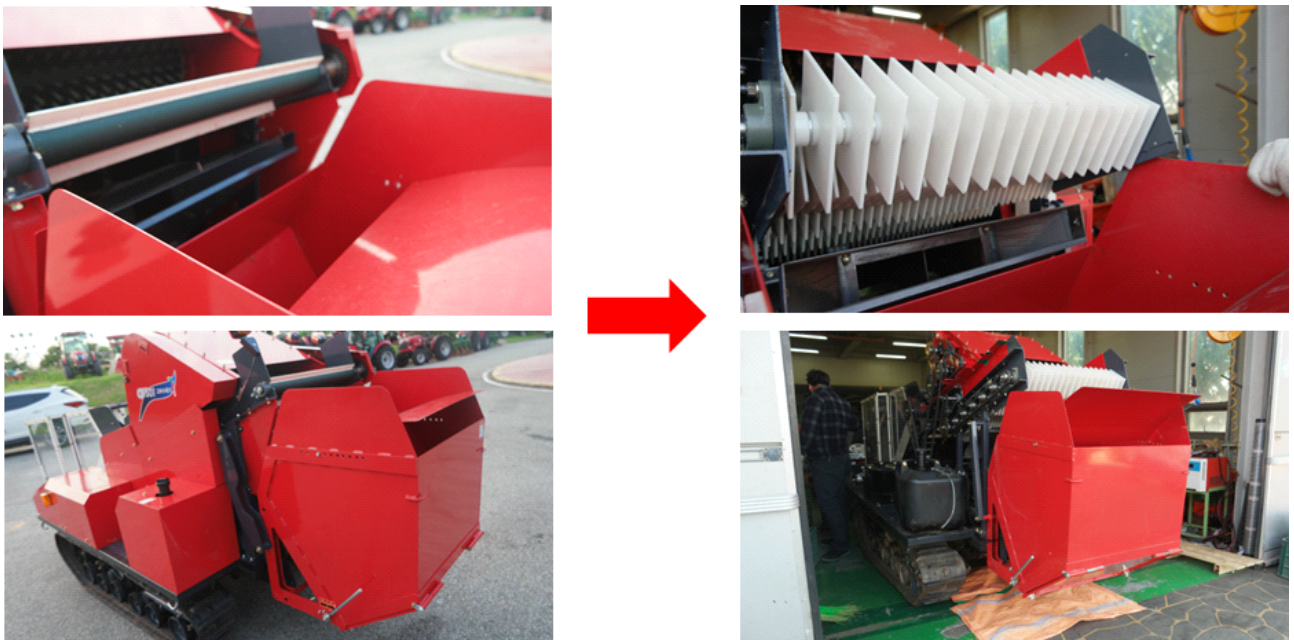


그림 193. 카드클리너 선별 시스템 적용

나. 주행부 제어 시스템 적용

우리나라 농업 밭작물의 재배환경 및 작물 특성상 아직까지 이랑 및 두둑은 관습에 의한 재래 농법으로 규격화가 많이 이루어지지 않아 가장 기본인 두둑의 높이 및 폭이 작물마다 달라서 기계를 통한 작업이 쉽지 않아 인력에 의존하고 있는 상황이다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 재배환경 및 작물 특성에 맞는 작업조건을 만족할 수 있도록 운거 조절이 가능한 주행부가 필요하다.

또한 우리나라 밭 면적은 국토 농지 면적의 44.8%이고, 밭 경사도가 7% 이상인 농지가 62.7%이고 험로 및 습지가 많아서 작업 환경이 열악하게 나타나고 있다. 경사지에서 작업 시 전도 및 안전의 문제가 발생할 수 있으며, 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 경사지에서 작업기가 자동적으로 수평제어가 이루어질 수 있는 시스템이 필요하다.

이러한 두 가지 문제점을 해결하기 위해서 운거 가변이 가능하며 전후좌우 수평 제어 시스템이 이루어질 수 있도록 software를 설계하여 적용하였다. 운거 조절이 가능하며 작업자가 경사지에서 작업 시, 모니터에서 자동 롤링 및 자동 피칭 기능을 선택할 수 있도록 설계하였다.

자동 롤링 및 자동 피칭 기능을 선택 시 차체에 붙어 있는 포지션 센서를 통해 경사도를 인식하여 경사도에 따라서 전후좌우 수평을 자동적으로 적용하여 작업자가 경사지에서도 평지에서 작업하는 것과 같이 수평상태를 유지할 수 있도록 설계하였다.

(1) 윤거 조절형 주행부

기존의 주행부 프레임에서 윤거 조절이 가능케 하기 위해 다음 그림과 같이 윤거 조절 축을 바탕으로 윤거 조절 브라켓을 장착하고, 그 브라켓에 주행부에서 구동부가 되는 트랙 프레임을 부착할 수 있도록 제작하였다.

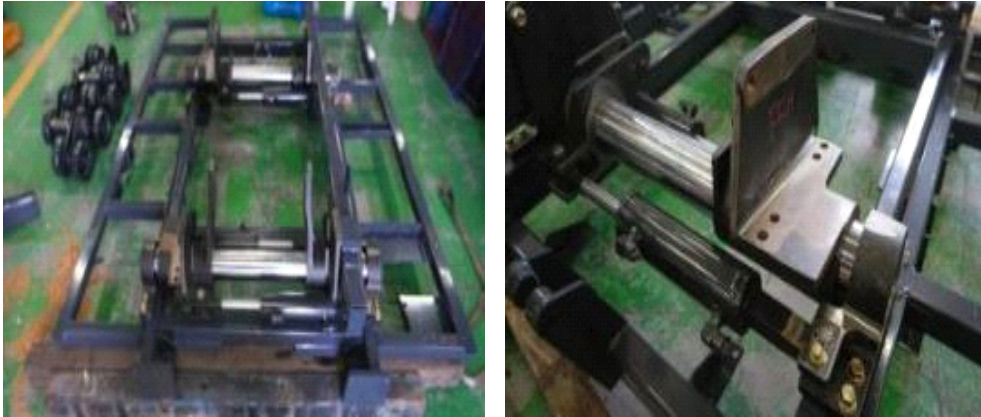


그림 194. 주행부 프레임 및 윤거 조절 장치

(2) 수평 제어 시스템

2개의 롤링 조절 실린더와 2개의 피칭 조절 실린더를 통해 좌, 우측을 각각 독립적으로 자세 제어가 가능하도록 설계하였다. 좌, 우측에 각각의 롤링과 피칭을 조절할 수 있고 각도 조절에 필요한 유압 부품 및 센서 그리고 실린더를 조립하여 주행부의 기본적인 조립을 완료한 후 주행부 프레임 위에 엔진을 탑재하고 각 부속품들을 장착하여 엔진룸 내부를 완성시켰다.



그림 195. 수평 제어 시스템 조립 모습

위 2가지 시스템을 추가하였으며, 이퀄라이저 및 구동 스프로킷, 텐션 조절 장치를 장착 후 크롤러를 조립하여 주행부를 완성하였다.

(3) 스티어링 적용

2차년도에는 1개의 주행 레버와 1개의 조향 레버로 조작석이 이루어졌지만, 3차년도 조작석은 다음 그림과 같이 주행을 조작하는 1개의 주행 레버와 조향을 조작하는 1개의 조향 스티어링을 장착하여 조작할 수 있도록 제작하였다. 또한 조향 핸들을 장착하면서 주행 정보 및 자세 제어가 가능한 모니터를 운전자가 사용하기 편하도록 하단부로 이동하여 부착하였다.

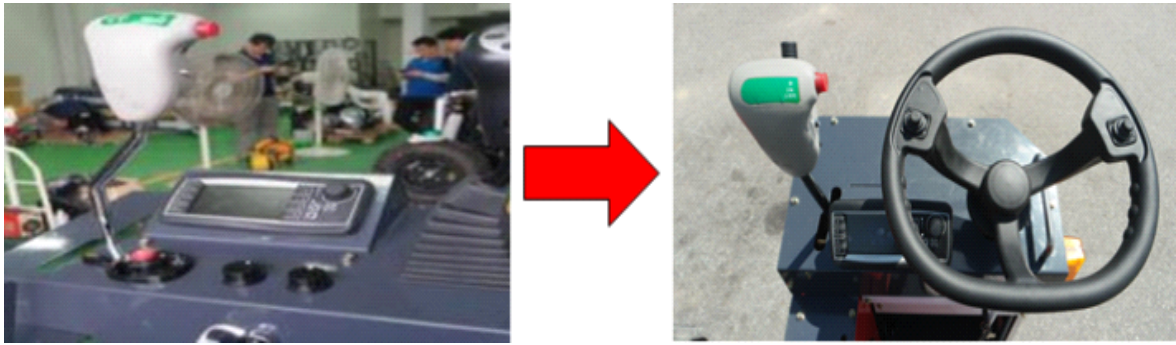


그림 196. 조작석 조립 및 변경된 모습

2. 고추수확기 Pilot Field 시험 및 문제점 분석

가. 탈실부 컨베이어 벨트 이탈 및 구동 축 내구 시험

(1) 컨베이어 벨트 이탈

- 컨베이어 누름판 R30에서 R300 변경 개선

(가) 1차(기존 컨베이어 벨트)

- 문제점 : 51 hr 경과 시 컨베이어 벨트 파손 및 이탈
- 현장 대응
 - 이송 벨트 러그 추가
 - 텐션 스프링 사양(선경 2.3mm에서 2, 1.8 mm 변경)



<기존 이송 벨트>



<이송 벨트 파손>

그림 197. 기존 벨트 문제점

(나) 2차(개선 컨베이어 벨트)

- 200 hr 완료 : 컨베이어 벨트 이탈 없음
- 설계 적용 완료



<개선 이송 벨트>

그림 198. 개선된 컨베이어 벨트

(2) 탈실부 구동 축

(가) 1차 : 100 hr(2019년 하계 시험 50 hr + 벤치 50 hr) 파손

(나) 2차 : 축 교환 62 hr 후 파손

- 현장 대응
- 구동 축 20 mm에서 25 mm 변경 후 동계 시험 실시
- : 단면 2차 모멘트 2.44배 증대



<탈실부 구동 축 파손>

그림 199. 파손된 구동 축

나. 동계 시험

선별 성능을 개선하기 위해 적용한 카드클리너의 부착 유무에 따른 성능 비교를 위해 동계시험을 진행하였다.

(1) 시험 기간 : 2020년 3월 16일 ~ 18일

(2) 품종 : AR 레전드, 적영

(3) 시험 방법

- 품종별 10주씩 3반복 실시
- 카드클리너 장착 유무에 따른 수집탱크 내 잎+줄기(이물질) 및 미성숙과 비율 비교



그림 200. 동계 시험 포장지(원예원)



그림 201. 잎+줄기 및 미성숙과

(4) 시험 결과

- 2차년도(참고) : 3Q일 때 기존 1Q에 비해 약 60% 수집 탱크의 잎+줄기 비율이 감소
- 3차년도 : 카드 클리너 장착 시 적영의 경우 잎+줄기 및 미성숙과 비율이 약 54% 감소

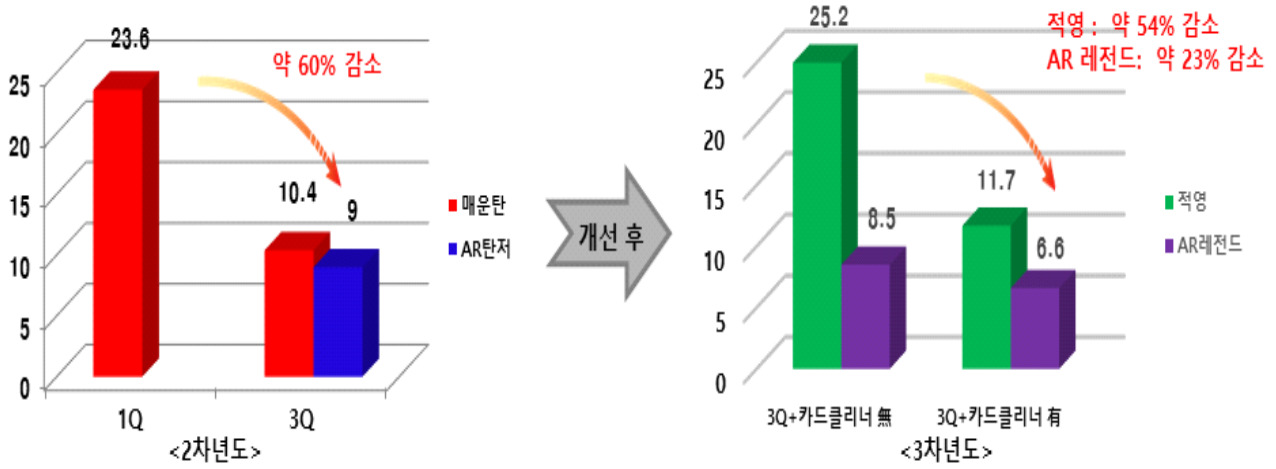


그림 202. 2차년도, 3차년도 선별 성능 비교(데이터)

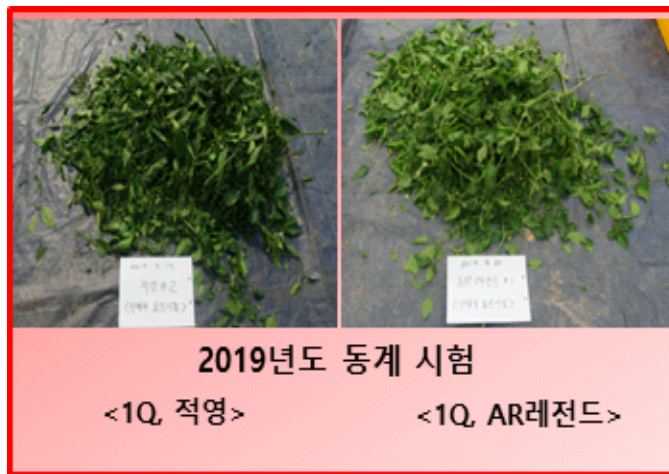


그림 203. 2차년도, 3차년도 선별 성능 비교(수확물)

(5) 카드 클리너 성능 비교 사진

- 품종: AR 레전드



그림 204. 카드클리너 유무에 따른 선별 성능 결과(AR 레전드)

- 품종: 적영



그림 205. 카드클리너 유무에 따른 선별 성능 결과(적영)

다. 재배 양식별 수확 성능 및 경사지 시험 (* 2차년도 종합 검토 의견 사항)

2차년도 종합 검토 의견을 반영하여 재배 양식별(주간거리) 수확 성능 비교와 경사지에서 수확 시험을 진행하였다. 또한 추가적으로 염수 분무의 효과를 검토하였다.

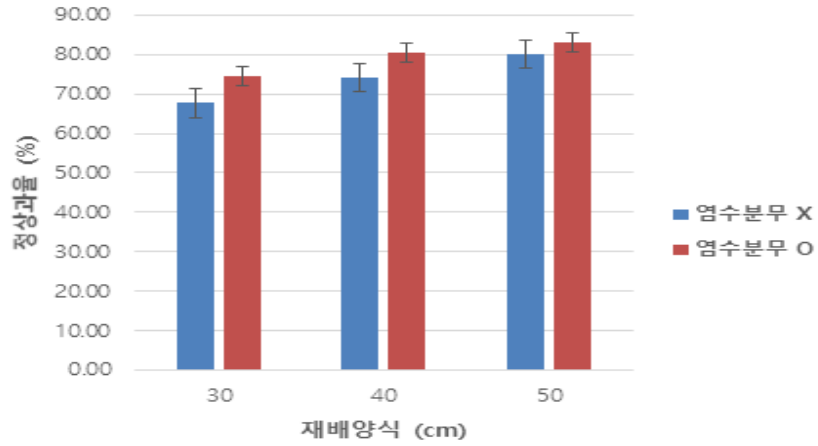
- 시험 기간 : 2020년 9월 8일
- 품종 : AR 레전드, 매운탄, 적영
- 시험 방법
 - 18% 경사도에서 품종, 염수 처리, 주간 거리에 따른 수확 성능을 비교
 - 10m 기준으로 3회 반복 실시



그림 206. 시험 포장지(경북 군위)

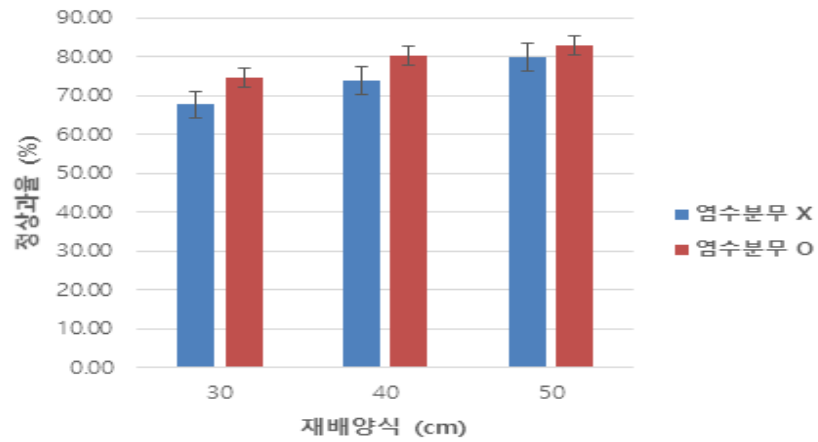
- 시험 결과

3개의 품종 모두 염수 분무를 하고 주간 거리가 길어질수록 수확 성능이 높아지는 것으로 나타났다. 이는 염수 분무를 함으로써 잎이 떨어져 유입되는 이물질 양이 줄어들기 때문에 깨끗하게 수확이 되는 것이며, 마찬가지로 주간 거리가 길어질수록 유입되는 수확물 양이 줄어들기 때문에 같은 속도에서 효율적인 수확 성능이 나타난다. 하지만 기존 관행은 평균 주간 거리가 30 cm이기 때문에 현실적으로 늘리는 것은 불가능 할 것으로 보이나, 주간 거리가 길어짐에 있어 착과량이 뒷받침해준다면 가능할 것으로 보인다.



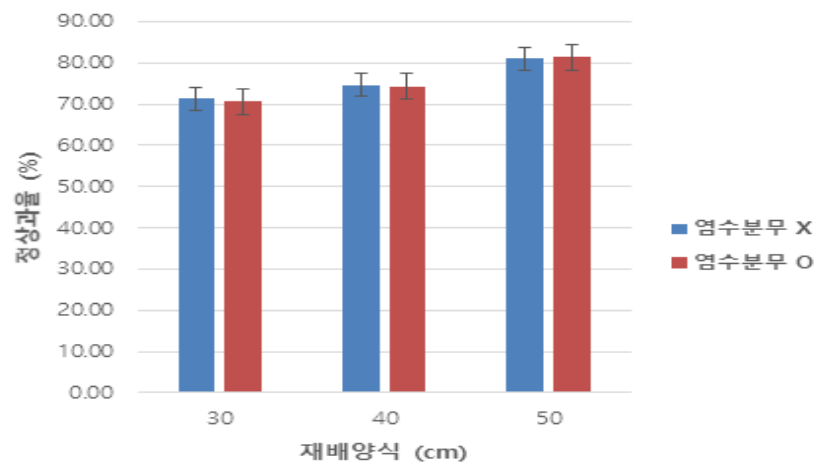
<AR 레전드>

그림 207. AR 레전드 품종 수확 성능 결과



<매운탄>

그림 208. 매운탄 품종 수확 성능 결과



<적영>

그림 209. 적영 품종 수확 성능 결과

라. 고추 기계 수확 방법 설정 및 도복 고추묘 수확 성능 시험

수확 시기에 따라 고추의 물성이 달라지기 때문에 가장 효율적인 기계 수확 방법을 설정하기 위해 1차 인력 수확 후 기계 수확을 진행하는 경우, 인력 수확 없이 기계 수확을 진행하는 경우 2가지를 비교 시험하였다. 또한 대부분 고추묘가 도복된 상태였기 때문에 악조건인 수확환경이었다.

(1) 시험 기간

- 1차 인력 수확(8월 17일) + 기계 수확(9월 10일)
- 인력 수확 없음, 기계 수확(9월 10일)

(2) 품종 : 칼탄박사, 넘버세븐

(3) 시험 방법

- 인력 수확 후 기계 수확 및 인력 수확 없이 기계 수확 비교
- 10m 기준으로 3회 반복 실시하였으며, 수확량으로 측정



그림 210. 시험 포장지(경북 영양)

(4) 시험 결과

(가) 수확 효율

품종	처리 내용	총 수량 (kg/10a)	기계 수확				합계
			정상과율 (%)	미성숙과율 (%)	손상율 (%)	미탈실율 (%)	
넘버 세븐	1차 인력+기계 수확	199	75.0	7.1	10.2	7.7	199
	기계 수확	195	66.2	6.9	13.7	13.2	195
칼탄 박사	1차 인력+기계 수확	199	73.7	4.8	9.4	12.1	199
	기계 수확	169	64.1	4.8	9.7	21.5	169

그림 211. 수확 효율 데이터

(나) 정상과 수량 및 노동력 투입 시간(시간/10a)

처리 내용	정상과 수량 (kg/10a)	수량 지수	수확 방법		
			1차 수확	2차 수확	기계 수확
1차 인력+기계 수확	149	116	25	-	-
기계 수확	129	100	-	-	8(선별 작업)

그림 212. 정상과 수량 및 노동력 투입 시간 데이터

고추묘가 도복된 상태였기 때문에 전체적으로 수확 효율은 평균치 이하로 측정되었다. 두 품종 모두 인력 수확 후 기계 수확 하는 것이 정상과율이 높고, 손상율과 미탈실율이 낮은 것으로 나타났다. 이는 1~2회 손 수확 이후 가장 번거로운 마지막 수확 시 기계 수확을 하면 효율적이라는 기초 데이터가 될 수 있다고 판단된다. 또한 기계 수확 시기 간 인건비 계산을 위한 10a당 노동력 투입시간은 1차 인력+기계 수확은 25시간이었고, 기계 수확은 선별 작업을 위한 작업시간이 8시간으로 측정되었다.

* 다. , 라. 는 정량적 목표 9번 항목(기계화 적합 재배 기술 및 현장 적용)

나. 작업 속도

2차년도 중형 고추수확기 기대 작업 속도는 0.1m/s로 평가 기준의 0.15m/s 이상에 미치지 못하였다. 작업 속도를 확보하기 위해 주행부와 처리부 개선을 통하여 0.31m/s 의 작업속도를 확보하여 목표치를 달성하였다.



그림 223. 중형 고추수확기 3차년도 Pilot 작업 속도 검정 결과

제 FACT20-0656 호

농업기계 기술지도검정 성적서

1. 신청인
 가. 성명 : 김 . 용
 나. 사업자등록번호 : 135-85-05875
 다. 주소 : 충청남도 공주시 우성면
 라. 상호 : 동양물산기업(주) 중앙기술연구소

2. 검정 용도의 제품
 가. 기종명 : 동력수확기
 나. 형식명 : CH301
 다. 형식 및 규격 : 승용자주행, 1조

3. 검정번호 : 20-MT-088

4. 검정성적 : 불합

「농업기계화 촉진법」 제9조 제1항 및 같은 법 시행규칙 제3조에 따라 검정 신청한 농업기계에 대한 기술지도검정 성적입니다.

2020년 09월 28일

농업기술실용화재단 이사장

20-MT-088

6.2.2 시험결과

구 분		품종명
		적영
평균작업속도(m/s)		0.31
수확 (탱크)	전체수확량(kg)	13.6
	손상과(kg)	1.75
손실 (포장)	포장에 심겨져 있는 줄기에 달려 있는 과실(kg)	1.25
	포장에 낙하된 과실(kg)	1.39

7. 검정제품 개요

가. 본 기대는 고추 일시수확용으로 제작된 승용자주행 1조식 동력수확기로 주행부, 탈실부, 반송 및 수집탱크로 구성되어 있음
 나. 주행부는 무한궤도식이고 탈실부 높이는 유압으로 조절하는 방식임
 다. 탈실방식은 3중 나선식이고 선별방식은 줄기분리장치 및 풍압식이며 수집탱크에 선별·수집된 고추는 레버로 탱크하부를 열어 자유낙하 시켜 배출하는 구조임

8. 검정결과

본 검정성적은 농업기계 검정 및 안전관리 세부실시요령 제4조의 규정에 따라 실시한 기술지도검정 성적으로 과실수확기 검정방법에 따라 실시되었음

책임연구원 김 우 | 연구원 조 . 경 | 책임연구원 박 . 민

그림 233. 중형 고추수확기 3차년도 Pilot 작업 속도 검정 결과

□ 협동기관 : 원예특작과학원

<협동과제> 고추 기계수확 선발 품종 적용 실증시험

1. 재배 양식별 성장 특성 조사 시험

가. 시험 방법

3차 년도에는 ‘적영’ (원예원), ‘매운탄’ (신젠타), ‘에코스타’ (코레곤) 3품종을 원예원 노지포장에 정식하여 고추 수확기계 실증시험을 위한 조간길이, 주간길이별 시험을 실시하였다.

2020년 2월 25일 파종하여 5월 7일 정식하였으며 원예원 표준영농교본에 따라 재배하였다. 조간길이는 130, 150cm 2처리, 주간길이 35, 50cm 2처리 총 3반복으로 시험구 배치하였다. 식물체 원예적 특성 조사는 초장, 주간길이, 경경 등을 조사하였으며 조사 시기는 4~5회에 걸쳐 조사하였다(6/2, 6/16, 6/30, 7/16, 8/20).

나. 품종별 원예적 특성 조사 시험 결과

(1) 적영

‘적영’ 품종의 조간, 주간길이별 원예적 특성을 조사한 결과, 초장은 마지막 조사 시기에 130/35cm 처리구에서 63.0cm 로 가장 낮은 값을 보였으며 처리구별로 130/35(63.0), 150/35(68.8), 150/50(69.2), 130/50(71.8cm) 순으로 나타났다.

주간길이는 마지막 조사 시점에서 130/35(18.2), 130/50(18.4), 150/35(18.4), 150/50(18.4cm) 순으로 나타났으며 조간/주간길이에 따른 차이는 볼 수 없었다.

줄기직경은 총 4번을 조사하였는데 처리구별로 130/35(14.0), 130/50(15.3), 150/35(14.0), 150/50(16.5mm) 순으로 나타났으며 조간/주간길이가 가장 넓은 처리구에서 가장 큰 값을 보였다.

표 46. 적영의 조간, 주간길이별 원예적 특성

적영	06월 02일			06월 16일			06월 30일			07월 16일			08월 20일	
	PH*	1L*	SW*	PH	1L	SW	PH	1L	SW	PH	1L	SW	PH	1L
130/35	22.8	15.7	5.8	43.0	16.8	10.5	60.8	18.6	13.4	61.2	18.8	14.0	63.0	18.2
130/50	21.8	15.8	5.7	44.8	15.8	10.5	64.8	17.4	14.7	70.2	19.4	15.3	71.8	18.4
150/35	25.4	18.2	6.0	46.0	18.4	10.3	63.2	19.0	14.0	70.8	19.2	14.0	68.8	18.4
150/50	24.6	18.0	6.3	48.8	17.8	10.7	65.4	17.2	14.2	70.4	18.6	16.5	69.2	18.4

* PH;Plant height(cm), 1L;lst internode length, SW;Stem width(mm)

(2) 매운탄

‘매운탄’ 품종의 조건, 주간길이별 원예적 특성을 조사한 결과 초장은 마지막 조사 시기에 150/35cm 처리구에서 89.2cm 로 가장 높은 값을 보였으며 처리구별로 130/35(79.0), 130/50(76.6), 150/35(89.2), 150/50(79.4cm) 순으로 나타났으나 조건/주간길이에 따른 차이는 볼 수 없었다.

주간의 길이는 130/50cm 처리구에서 마지막 조사 시 18.0cm 로 가장 낮은 값을 보였으며 각 처리구별로 130/35(22.4), 130/50(18.0), 150/35(21.2), 150/50(23.8cm) 순으로 나타났으나 조건/주간길이에 따른 차이는 볼 수 없었다.

줄기직경은 150/35cm 처리구에서 마지막 조사 시 13.7mm 로 가장 낮은 값을 보였으며 각 처리구별로 130/35(14.1), 130/50(14.9), 150/35(13.7), 150/50(14.7mm) 순으로 나타났다.

표 47. 매운탄의 조건, 주간길이별 원예적 특성

매운탄	06월 02일			06월 16일			06월 30일			07월 16일			08월 20일	
	PH	1L	SW	PH	1L	SW	PH	1L	SW	PH	1L	SW	PH	1L
130/35	29.0	21.0	5.6	50.6	22.0	9.5	69.8	22.8	12.3	76.4	22.8	14.1	79.0	22.4
130/50	22.6	16.6	4.9	41.8	18.2	9.5	64.2	17.6	12.9	73.0	18.2	14.9	76.6	18.0
150/35	28.0	20.7	5.0	47.4	20.2	8.8	68.2	21.2	12.7	79.4	21.2	13.7	89.2	21.2
150/50	28.6	22.0	5.0	50.2	22.0	8.9	69.4	23.0	12.8	75.6	24.0	14.7	79.4	23.8

(3) 에코스타

‘에코스타’ 품종의 조건, 주간길이별 원예적 특성을 조사한 결과 초장은 마지막 조사시기에 130/35cm 처리구에서 87.8cm 로 가장 높은 값을 보였으며 처리구별로 130/35(87.8), 130/50(81.8), 150/35(79.0), 150/50(82.2cm) 순으로 나타났다.

주간길이는 150/50cm 처리구에서 28.8 cm로 가장 높은 값을 보였으며 처리구별로 130/35(27.2), 130/50(28.2), 150/35(23.8), 150/50(28.8cm) 순으로 나타났다.

줄기직경은 150/50cm 처리구에서 14.7mm 로 가장 높은 값을 보였으며 처리구별로 130/35(14.3), 130/50(14.5), 150/35(14.5), 150/50(14.7mm) 순으로 나타났다.

표 48. 매운탄의 조건, 주간길이별 원예적 특성

에코스타	06월 02일			06월 16일			06월 30일			07월 16일			08월 20일	
	PH	1L	SW	PH	1L	SW	PH	1L	SW	PH	1L	SW	PH	1L
130/35	29.4	25.2	4.8	49.6	25.4	9.4	67.4	25.6	13.8	77.4	28.0	14.3	87.8	27.2
130/50	31.2	25.2	5.2	52.0	25.8	9.5	70.0	28.0	13.9	78.4	28.4	14.5	81.8	28.2
150/35	28.4	22.7	5.2	48.4	22.0	9.6	65.0	23.6	13.6	75.2	25.0	14.5	79.0	23.8
150/50	33.2	27.5	5.4	52.0	28.0	9.4	67.6	29.4	13.7	73.2	29.8	14.7	82.2	28.8

(4) 결론

결과적으로 고추 기계수확 실증시험에 사용한 세 품종 모두 조건/주간길이에 따른 초장, 주간의 길이, 줄기직경의 차이는 없는 것으로 판단된다.

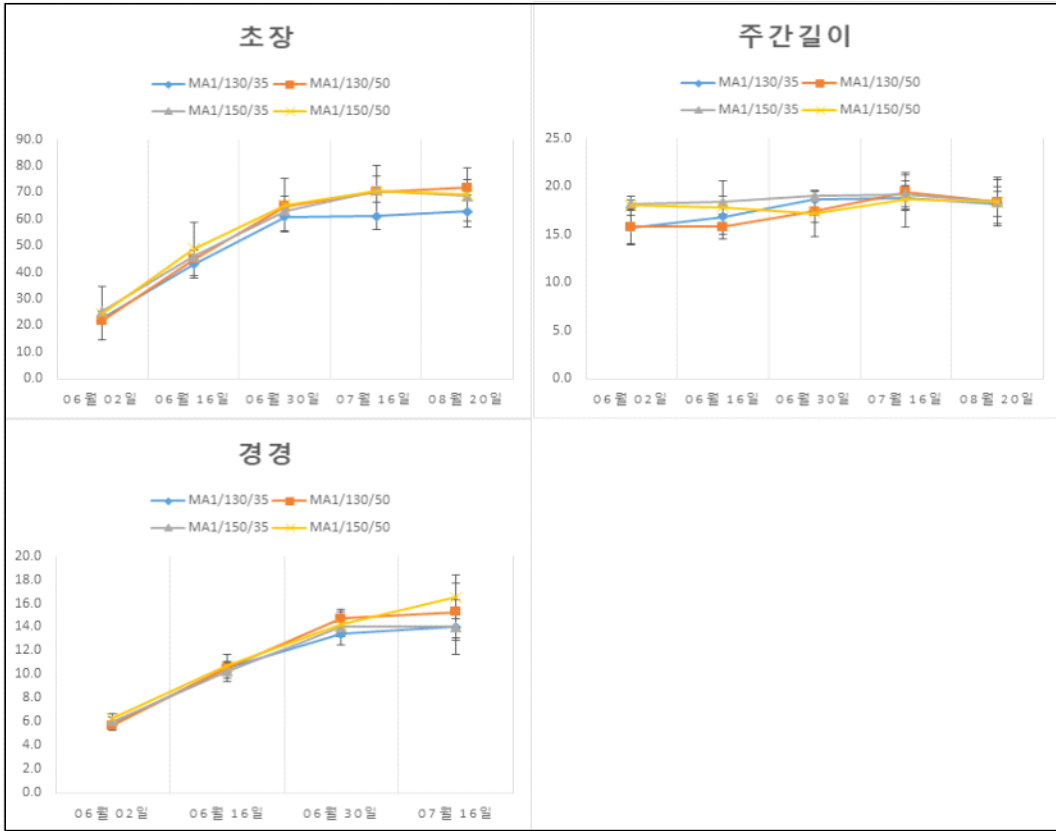


그림 235. 조건, 주간길이에 따른 초장, 주간길이, 경경 변화(적영)

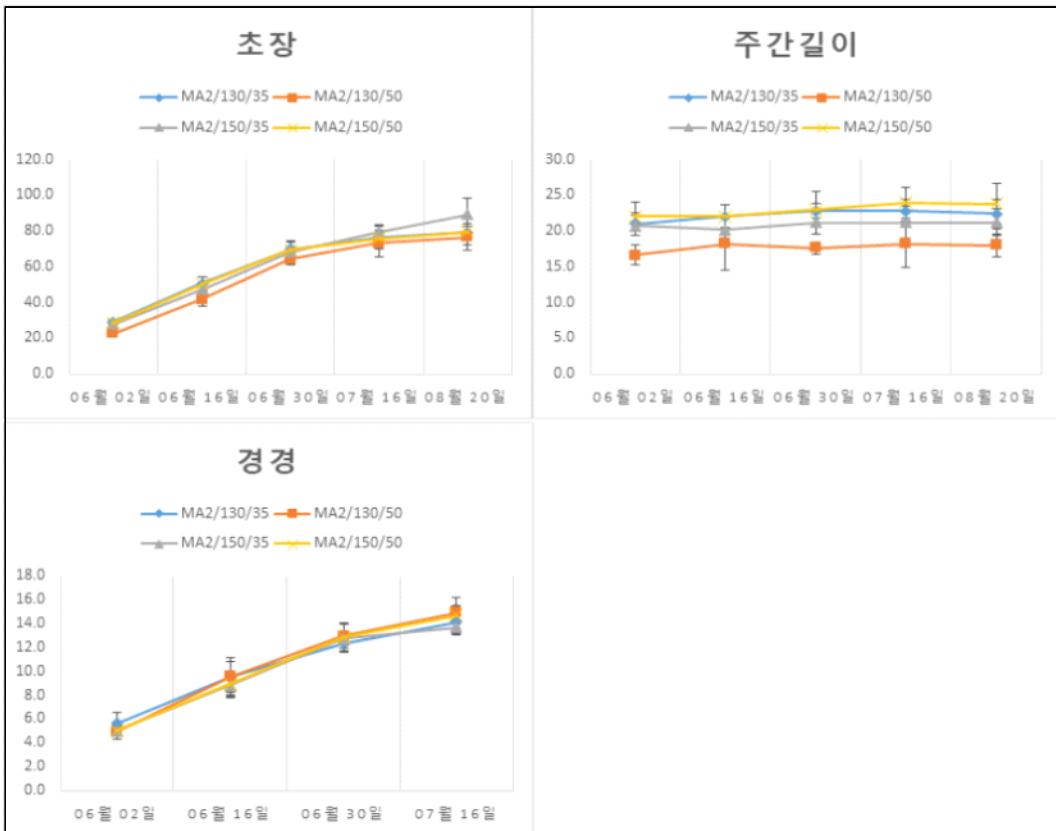


그림 236. 조건, 주간길이에 따른 초장, 주간길이, 경경 변화(매운탄)

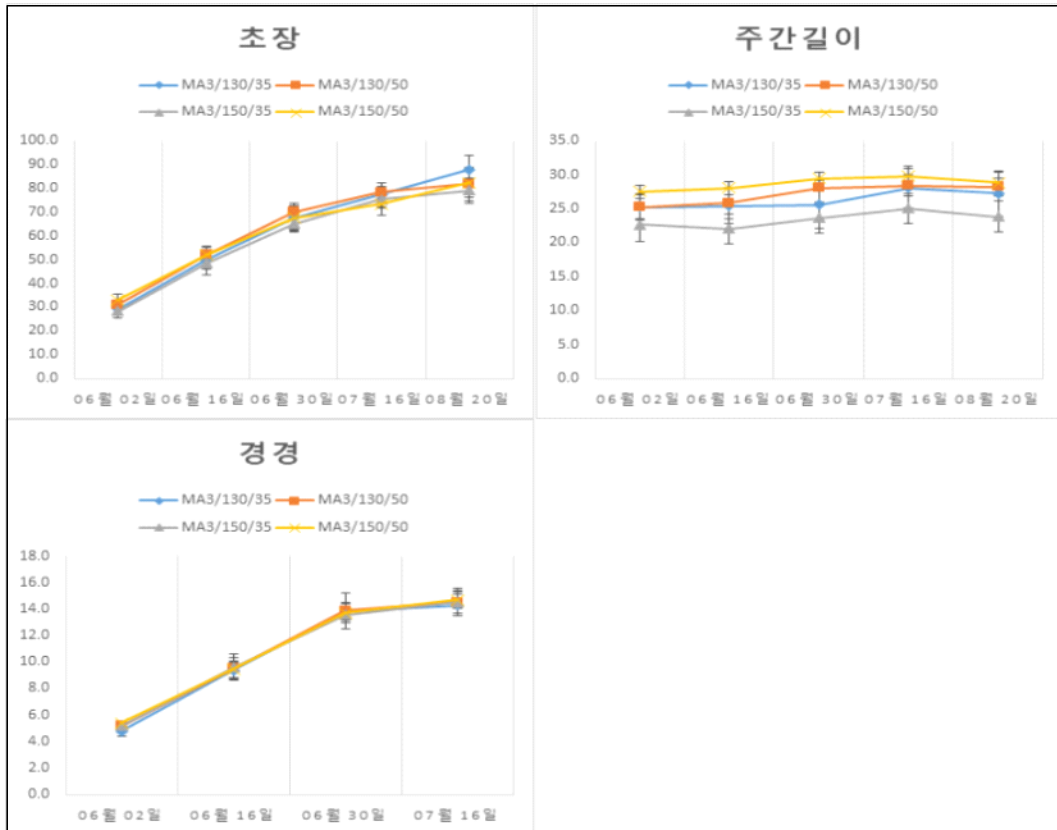


그림 237. 조건, 주간길이에 따른 초장, 주간길이, 경경 변화(에코스타)

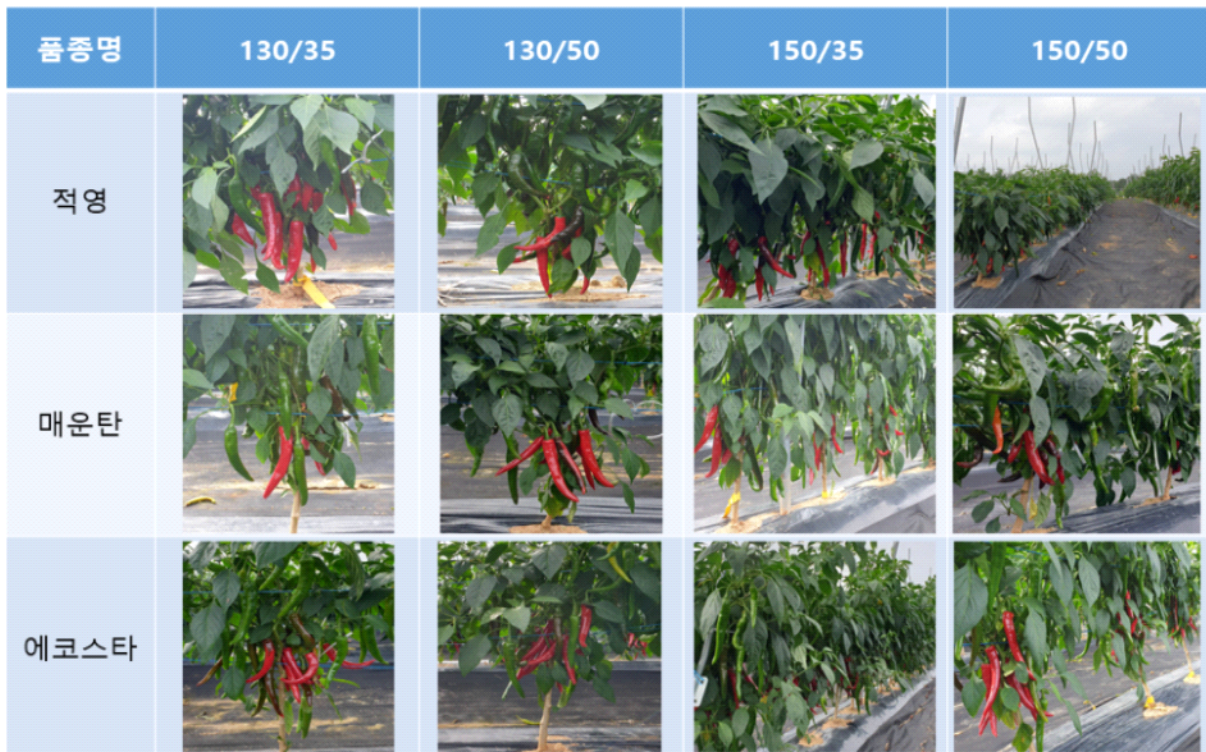


그림 238. 품종별 및 조건/주간길이별 생육특성

다. 품종별 과실의 원예적 특성 조사 시험 결과

(1) 적영

‘적영’ 품종에서는 과중이 조건/주간길이가 가장 큰 150/50cm에서 21.0g 으로 값이 가장 높았으며 조건/주간길이가 가장 작았던 처리구(130/35)에서 과중이 가장 낮은 수치를 보였다.

과장 역시 조건/주간길이가 가장 큰 150/50cm에서 15.0cm 로 값이 가장 높았으며 조건/주간길이가 가장 작았던 처리구(130/35)에서 과장이 12.8cm 로 가장 낮은 수치를 보였다.

과경은 조건/주간길이가 가장 큰 150/50cm에서 값이 가장 클 것으로 예상하였으나 150/35cm 처리구에서도 22.1mm 로 같은 수치를 보였다. 조건/주간길이가 가장 작았던 처리구(130/35)에서 과경이 20.0mm 로 가장 낮은 수치를 보였으나 유의성은 없었다.

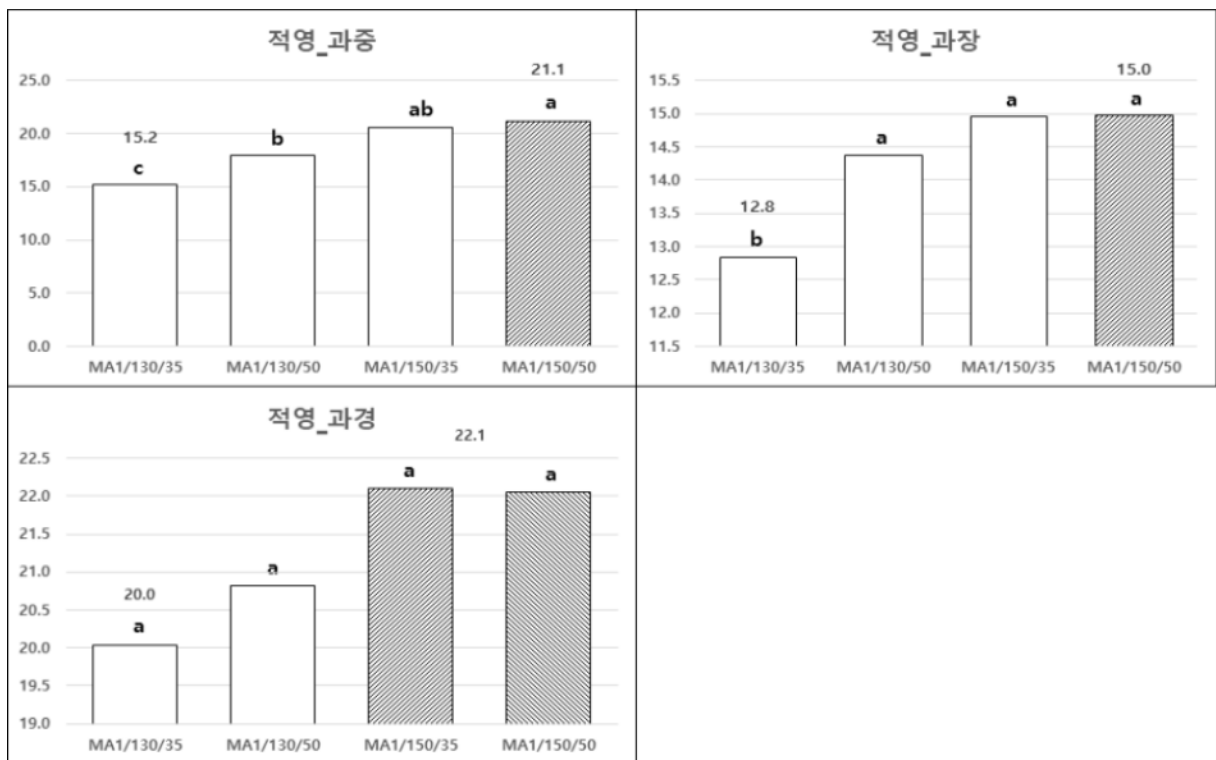


그림 239. 조건, 주간길이에 따른 과실의 원예적 특성(적영)

(2) 매운탄

‘매운탄’ 품종 또한 과중이 조건/주간길이가 가장 큰 150/50cm에서 27.6.0g 으로 값이 가장 높았으며 조건/주간길이가 가장 작았던 처리구(130/35)에서 과중이 25.2g 으로 가장 낮은 수치를 보였다.

‘매운탄’ 품종의 과중에서는 조건, 주간 길이별 유의성은 없었다. 과장은 조건/주간길이가 150/35cm에서 16.1cm 로 값이 가장 높았으며 조건/주간길이가 가장 큰 처리구(150/50)에서 과장이 14.8cm 로 가장 낮은 수치를 보였다.

과경은 조건/주간길이가 130/50cm에서 24.7mm 로 가장 높은 값을 나타내었으며 조건/주간길이가 가장 작았던 처리구(130/35)에서 과경이 20.6mm 로 가장 낮은 수치를 보였다.

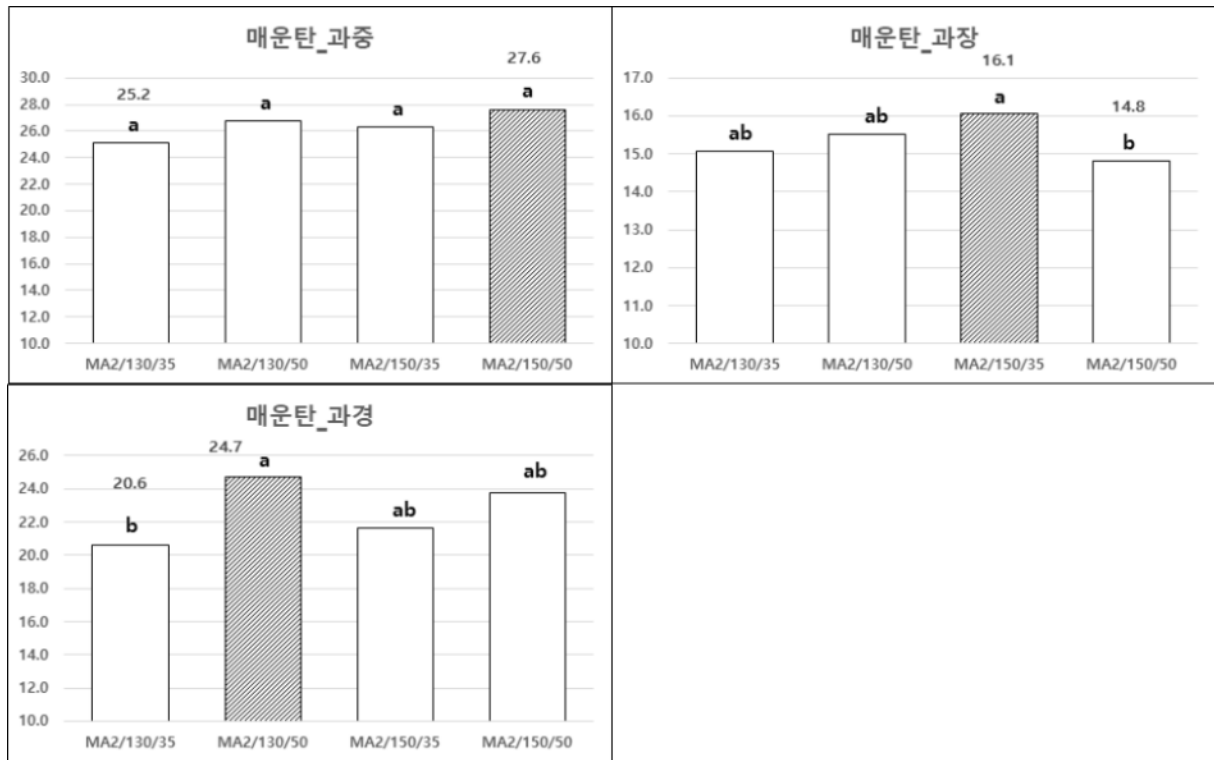


그림 240. 조건, 주간길이에 따른 과실의 원예적 특성(매운탄)

(3) 에코스타

‘에코스타’ 품종 또한 과중이 조건/주간길이가 가장 큰 150/50cm에서 30.2g 으로 값이 가장 높았으며 조건/주간길이가 130/50cm 처리구에서 과중이 26.5g 으로 가장 낮은 수치를 보였다.

과장 또한 조건/주간길이가 가장 큰 150/50cm에서 16.4cm 로 값이 가장 높았으며 조건/주간길이가 150/35cm 처리구에서 과장이 15.7cm 로 가장 낮은 수치를 보였다.

과경은 조건/주간길이가 130/35cm 처리구에서 25.7mm 로 가장 높은 값을 나타내었으며 조건/주간길이가 130/50cm 처리구에서 과경이 22.7mm 로 가장 낮은 수치를 보였다.

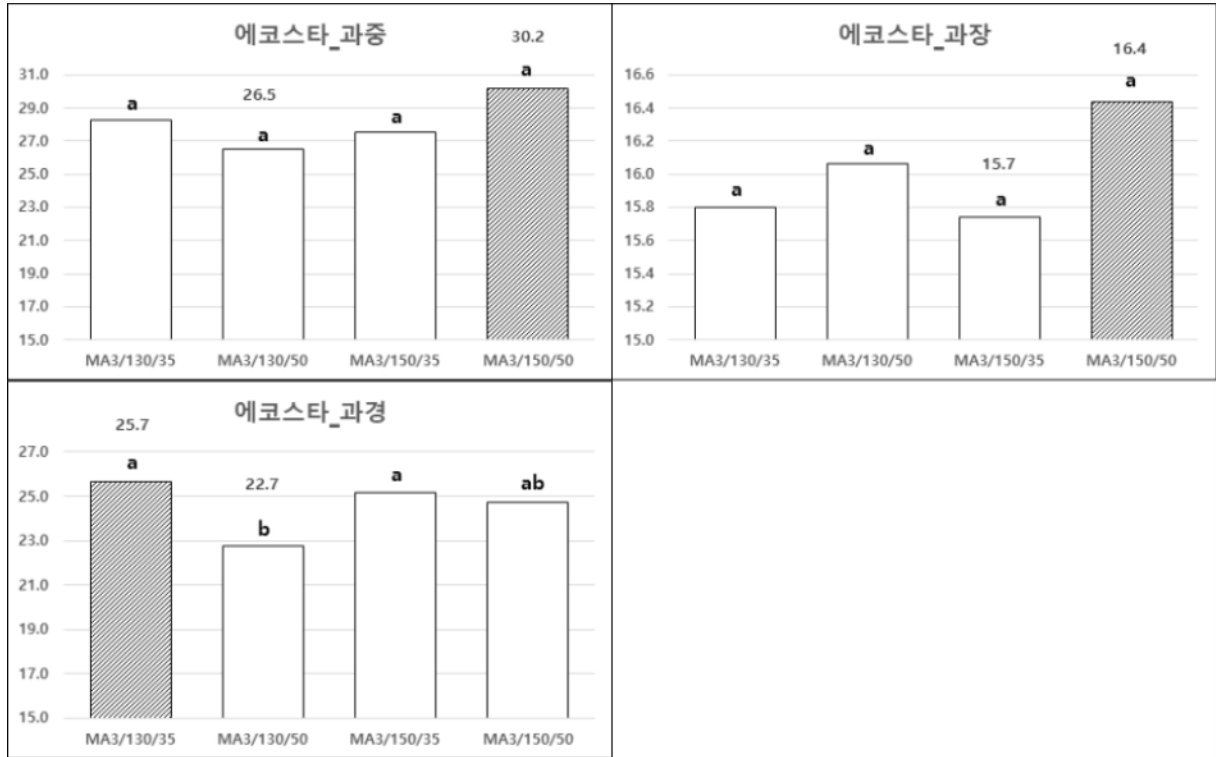


그림 241. 조간, 주간길이에 따른 과실의 원예적 특성(에코스타)

라. 품종별 주당 수확량 조사

‘적영’, ‘매운탄’, ‘에코스타’ 3품종을 원예원 노지포장에 정식하여 조간 거리, 주간거리별 수확량을 조사함. 수확량은 2020년 8월 19일, 9월 1일 2회에 걸쳐 조사하였다.

(1) 적영

‘적영’ 품종에서는 조간길이 150cm, 주간길이 50cm 일 경우 수확량이 1주당 1239.9g 으로 가장 높은 수확량을 보였으며 이병과율은 조간에 관계없이 주간길이가 넓을수록 낮아지는 경향을 보였다.

(2) 매운탄

‘매운탄’ 품종 또한 조간길이 150cm, 주간길이 50cm 일 경우 수확량이 1주당 1135.2g 으로 가장 높은 수확량을 보였으며 이병과율 또한 16.4% 로 가장 낮았다.

(3) 에코스타

‘에코스타’ 품종은 조간길이 150cm, 주간길이 35cm 처리에서 수확량이 1주당 840.4g 으로 가장 높은 수확량을 보였으며 이병과율 또한 8.2% 로 가장 낮은 이병과율을 보였다.

(4) 결론

수확량은 세 품종 모두 조간길이가 넓을수록 수확량이 증가하고 이병과율이 감소하는 추세를 보였다. 이 시험 결과를 바탕으로 향후 기계 수확 시 적정 조간길이가 주간길이를 제시할 수 있을 것으로 판단된다.

표 49. 고추 기계수확 실증시험을 위한 품종별 주당 수확량(g/1주)과 이병과율

품종명	조건/주간길이	주당 수확량 (g/1주)	이병과율 (%)	석회결핍과율 (%)	건조수율 (%)
적영	130/35	289.0	100.0	0.0	18.3
	130/50	969.3	48.2	0.0	17.1
	150/35	927.2	72.3	2.5	15.4
	150/50	1239.9	48.8	1.2	16.5
매운탄	130/35	816.3	52.5	0.8	19.8
	130/50	842.2	25.2	0.0	20.1
	150/35	915.6	36.4	1.9	19.2
	150/50	1135.2	16.4	0.0	18.1
에코스타	130/35	751.3	22.3	1.4	17.5
	130/50	816.3	23.1	0.6	18.6
	150/35	840.4	8.2	0.3	17.2
	150/50	696.8	13.4	0.4	17.5

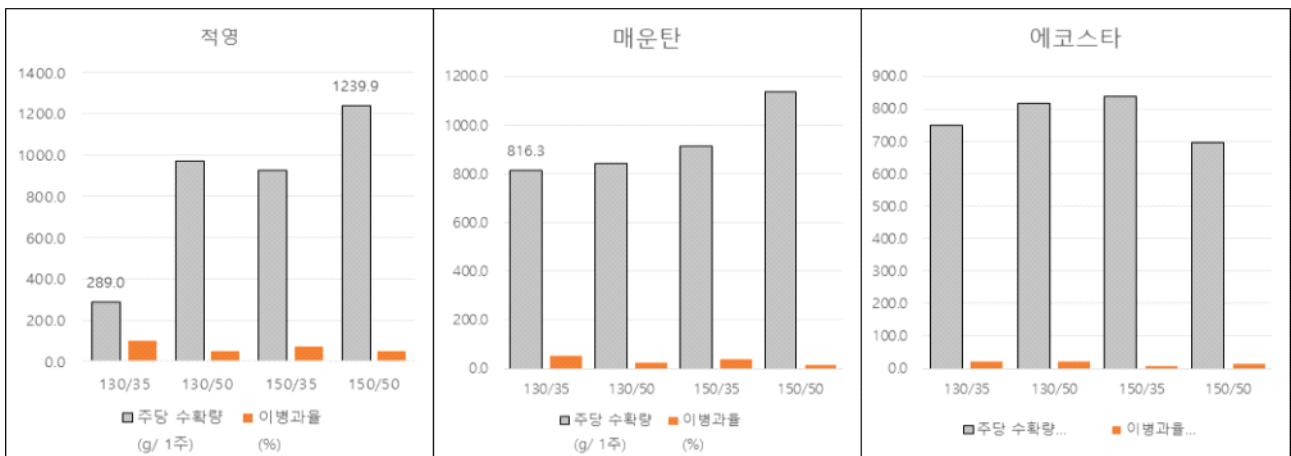


그림 242. 품종별 조건, 주간길이에 따른 수확량 및 이병과율



그림 243. 중형 고추 수확기 포장 적용시험 수행(3차년도, 원예원 시험포장)

마. 선발 품종 특성

(1) 품종별 시험 관련

- 현재 선발 품종이라고 해서 타 품종보다 수확률, 선별률, 탈실률 등이 월등하지 않다. 다만 손실, 손상, 뿌리 뽑힘이 다른 품종보다 더 나은 수준일 뿐이다. 품종이 아무리 기계수확에 적합하다 해도 정식을 한 작물이 직파하여 키운 작물 보단 나올 수 없으며, 높게 키운 작물이 낮게 키운 작물보다 수확률이 더 좋을 수 없듯이 복합적인 이유에 의해 기계의 성능이 나타난다. 결국 기계화 수확은 품종과 작부체계, 기계의 성능 및 안정성이 어우러져야 제대로 된 성과를 나타낼 수 있다.

(2) 품종별 손실률과 손상과율

- 작물을 수확함에 있어서 간과할 수 없는 것이 “손실”이다. 수확 시간이 아무리 빨라도 국내 농민 정서상 손실에 대한 아쉬움은 피할 수 없다.
- 개발한 수확기로 수확 시 물성적인 측면에서는 초폭, 초장, 주간거리 등과 유전적인 측면으로는 탈과력, 인발력, 착과율, 과중등이 수확기 기준에 부합하는 작물이 손상과율과 손실률을 줄일 수 있다.
- 물성적 측면에서의 예로 손실율이 높게나타는 경우 적영과 AR레전드를 비교하면 적영의 과실 길이, 둘레, 무게가 AR레전드보다 작아서 헬릭스 사이나 선별 풍구에 의해 손실된다. 이런 경우 풍구를 풍량 조절형으로 개선하여 해결하였다.
- 유전적인 측면으로의 예로는 AR레전드의 경우 대과종에 속하여 헬릭스나 줄기분리장치에 의해 손상이 발생하는 비율이 높은 편이어서 상황별로 헬릭스 간격을 조절하여 대응한다.
- 소과종, 대과종에 맞춘 기계 설계가 이루어져야하는데 국내 실증에는 대과종 기준으로 설계가 이루어져 설계치 보다 높거나 낮으면 손실과 손상이 발생되는데 현재 기계에서는 국내 판매되는 100여종의 품종에 대하여 각각의 품종에 맞추어 조정하는 것은 어려운 것으로 판단된다.

□ 위탁기관 : 전북대학교

1. 중형 고추수확기 선별부 성능 시험 및 분석

가. 3차 년도 중형 고추수확기 선별 성능시험

(1) 성능 시험 개요

- 일시 : 2020년 3월 16 ~ 18일
- 장소 : 농촌진흥청 국립원예특작과학원
- 목적 : 카드클리너 부착 유무에 따른 선별성능비교 실험
- 품종 : AR레전드, 적영

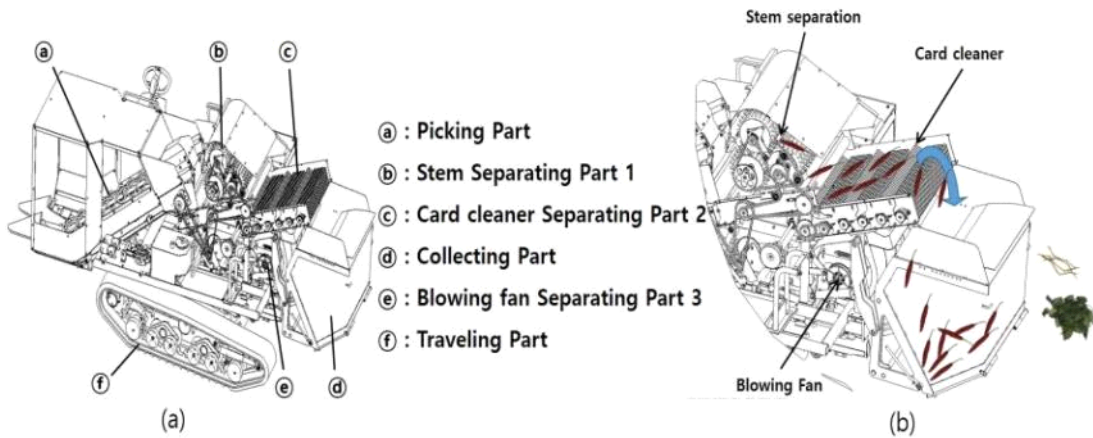


그림 244. 중형 고추수확기 선별 시스템 개략도

(2) 작부체계

기존 연구 중인 기계화에 적합한 재배 양식을 참고하여 하우스 내의 조간 거리, 주간 거리, 두둑 높이, 두둑 폭, 골 폭을 설정하였다.

표 50. 작부 체계

	주간거리	두둑높이	조간거리
		350 mm	300 mm

(3) 성능 시험 방법

중형 고추수확기의 엔진 정격 회전수에서 작업속도는 0.2 m/s로 설정함. 수확기의 카드클리너 선별장치 장착 및 미 장착된 중형 고추수확기 각 1대를 준비하고 품종 2수준에 대하여 고추묘 10주씩(3.5m) 설정하고 3반복 시험을 진행하였다. 시험의 성능 평가는 고추의 선별율 및 이물질 혼입율로 정하고, 측정범위가 0.005부터 15 kg이며 분해능이 5g인 CAS 사의 PB (CAS Company Inc., Yangju-si, Gyeonggi-do, Korea)를 이용하여 고추와 이물질의 무게를 측정하였다.

시험 결과는 각 요인에 따른 이물질 혼입율의 유의성 및 요인 간의 상관분석을 위해 이원배치 분산분석법을 이용하였다. 통계 분석은 통계분석 소프트웨어인 SAS version 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 활용하여 결과를 분석하였다.

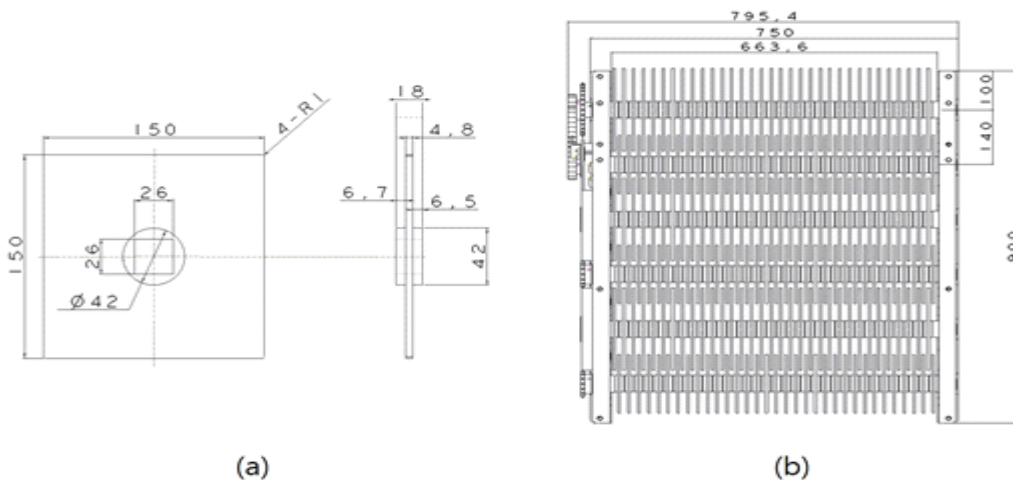


그림 217. 카드클리너 치수 (a) 및 카드클리너 조합도(b) Top view

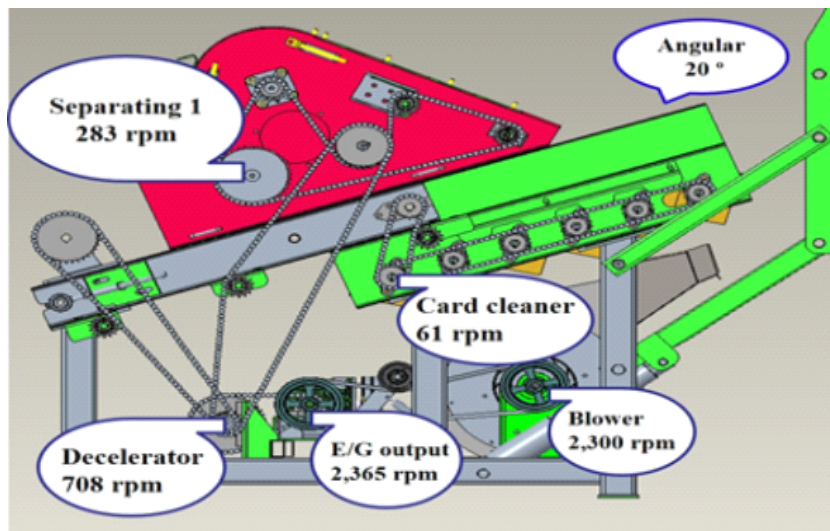


그림 218. 수확기 선별부의 동력전달 및 회전수



그림 219. 카드클리너 장착 유-무에 따른 고추 수확기 선별부

(4) 시험 시료

- 정식일자 : 2019년 11월 20일
- 품종: AR레전드, 적영 각 2줄씩
- 각 시험 당 고추 묘 10주 씩 3반복



그림 220. 국립원예특작과학원 하우스 내 적영(a) 및 AR레전드(b)

(5) 시험 결과

- 물성측정 결과는 다음과 같다.

표 51. 품종 별 고추의 물성측정 결과

Variety		Jeokyoung		AR-Legend	
Parameter		Average	SD	Average	SD
Plant	Length of pepper plant (mm)	1,475	96.3	1,058	117.2
	Width of pepper plant (mm)	1,114.2	68.7	925.4	120.7
	Length of pepper stem (mm)	192.5	19.2	241.3	22.4
	Diameter of pepper stem (mm)	17.2	3.3	11.4	4.6
Fruit	Length (mm)	120.6	15.4	116.4	7.3
	Max. Diameter (mm)	23.7	2.7	22	3.1
	Weight (g)	13.8	3.3	18	2.1
	Amount (ea/plant)	55		29	

적영품종이 AR레전드 품종보다 고추 식물체와 과실에서 초장과 초폭, 줄기길이, 줄기 직경, 과실길이, 과실직경, 무게, 과실 수가 높게 나타났다. 적영 품종은 일시 착과형 품종으로 시판 품종인 AR레전드 품종보다 생육이 빠르고 고추의 착과율도 높게 나타났다.

- 고추선별율과 이물질 혼입율 결과는 다음과 같다.

표 52. 카드클리너 적용 유-무에 따른 고추 선별율과 이물질 혼입율 결과

Card cleaner attachment status	Variety	Average of separation efficiency of pepper (%)	Average of small pepper mixing ratio (%)	Average of mixing ratio of foreign materials (%)
Without a card cleaner	Jeokyoung	74.8	13.91	11.3
	AR-Legend	91.5	3.83	4.6
With a card cleaner	Jeokyoung	88.3	9.12	2.6
	AR-Legend	93.4	4.55	2.1

카드 클리너 시스템을 장착하였을 때 고추의 선별율은 카드클리너 시스템을 장착하지 않았을 때 보다 적영과 AR-Legend 품종에서 각각 평균적으로 13.5%, 1.9% 높게 나타났다.

적영 품종은 일시 수확형 품종으로 고추가 한번에 착과하는 양이 시판 품종인 AR-Legend 대비 높고, 수확 시 고추와 이물질의 혼입되는 양이 많아 고추 선별율 차이가 품종 별 다르게 나타났다.

이물질과 뭉쳐진 고추 과실 대부분이 회전하는 카드클리너 장치로부터 분리되어 풍구장치로 이송하면서 선별이 높게 나타난 것으로 판단된다. 반면 AR-Legend 품종은 고추의 과실과 이물질이 혼입되는 양이 적영 품종보다 적어 카드클리너 장치에서의 고추 선별율 차이가 낮게 나타났다.

카드 클리너 시스템을 장착하지 않았을 경우 적영 품종의 평균 이물질 혼입율은 11.3 %였으나 카드 클리너 시스템을 적용 시 이물질 혼입율은 2.6 %로 나타났으며 8.7 %만큼 감소되었다.

AR-Legend 품종에서는 카드 클리너 시스템을 장착하지 않았을 경우 평균 이물질 혼입율이 4.6 %였으나, 카드 클리너 시스템을 적용 시 2.1 %로 나타났으며 2.5 %만큼 이물질 혼입율이 낮게 나타났다.

적영 품종은 Table 3 에서와 같이 초장과 초폭이 AR-Legend 보다 평균적으로 각각 417 mm, 188.8 mm만큼 길다. 적영 품종의 잎, 줄기 등의 이물질 비율이 상대적으로 AR-Legend 품종보다 높으므로 고추 탈실 시 줄기와 잎의 이물질 혼입율이 높게 나타난 것으로 판단된다.

- 통계분석 결과는 다음과 같다.

표 53. 고추 선별율에 대한 품종과 카드클리너의 분산분석 결과

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr >F
Variety	1	235.5	235.5	4.67	0.0676
Card cleaner	1	90.6	90.6	1.79	0.222
Variety × card cleaner	1	114.3	114.3	2.26	0.176
Error	7	353.3	50.5		
Total	10	793.6			

신뢰수준 95 %에서 고추 선별율에서 품종과 카드 클리너 시스템 두 요인 간에 서로 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

품종과 카드 클리너 시스템 유무 간의 교호작용 분석 결과 P-value는 0.176으로 유의수준 0.05보다 높으므로 두 요인 간 교호작용에 의한 효과는 없는 것으로 나타났다. 또한 품종과 카드 클리너 시스템 유무 요인에 대해서도 각각의 P-value는 각각 0.0676와 0.222로 유의수준 0.05보다 높으므로 각각의 요인에 따른 선별율에 차이가 없는 것으로 나타났다.

표 54. 이물질 혼입율에 대한 품종과 카드클리너의 분산분석 결과

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr >F
Variety	1	38.1	38.1	14.7	<.0049
Card cleaner	1	95.5	95.5	37.0	<.0003
Variety × card cleaner	1	28.4	28.4	11.0	<.0106
Error	8	20.6	2.6		
Total	11	182.7			

신뢰수준 95 %에서 고추 품종과 카드 클리너 시스템은 이물질 혼입율에 영향을 받는 것으로 나타났다. 품종과 카드 클리너 시스템 유-무 간의 교호작용 분석 결과 P-value는 0.0106으로 유의수준 0.05보다 낮으므로 두 요인 간 교호작용에 의한 효과는 있는 것으로 나타났다.

품종과 카드 클리너 시스템 유-무 요인에 대해서도 각각의 P-value는 각각 0.0049와 0.0003으로 유의수준 0.05보다 낮으므로 각각의 요인에 따른 이물질 혼입율의 차이가 있는 것으로 나타났다.

2. 중형 고추수확기 개선 풍구장치 시험 및 분석을 통한 3차 Proto 개념설계 도출

가. 선별 부 개선 풍구의 요인시험

(1) 시험 개요

- 일시 : 2020년 4월 6일
- 장소 : 전북대학교 공작실
- 목적 : 고추 선별기 개선 풍구의 풍속 및 경사, 출구 형상에 따른 고추선별 및 이물질 선별의 최적 요인을 결정하기 위한 시험
- 품종 : AR레전드 (2019년 11월 20일 정식)

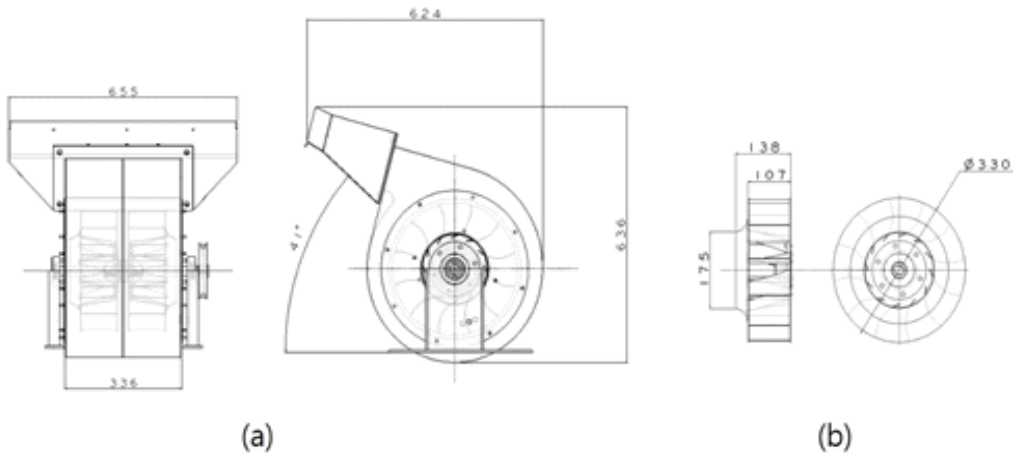


그림 221. 개선 풍구장치의 개략도 및 치수 (a): 풍구장치 후면도 및 측면도, (b): 임펠러

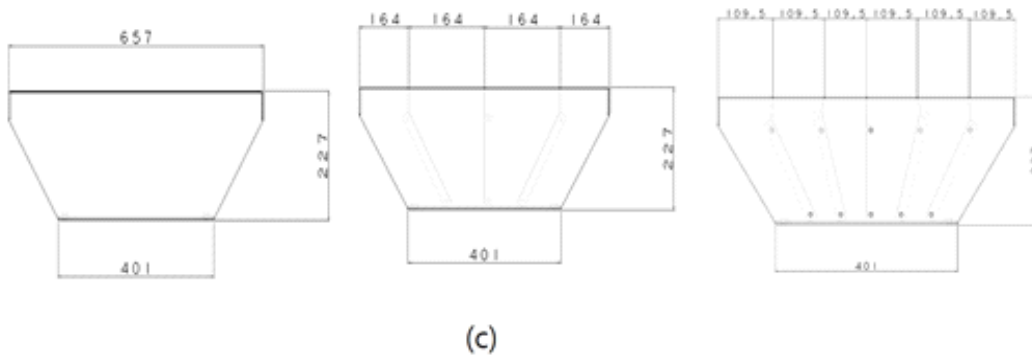


그림 222. 개선 풍구장치의 출구 형상 Top view (좌: 기본, 중: 가이드3개, 우: 가이드 5개)

(2) 시험 시료

중형 고추 수확기 탈실부의 고추와 이물질 용량은 고추를 수확기에 의해 10 m 구간을 90초 동안 수확한 고추와 줄기, 잎의 무게를 측정하여 요인 시험 시 2초 동안 투입 할 때 무게 비를 계산하여 설정 하였다.



(a)



(b)

그림 223. 시험 시료 및 요인 실험 1회당 투입 시료

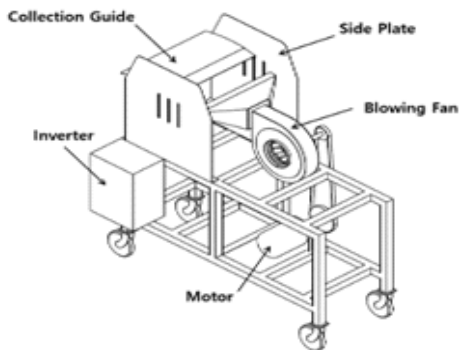
표 55. 기계 수확된 고추와 이물질 무게 및 요인 시험 투입 무게

Parameter	Total weight (g)	Test weight (g)
Fruit	12,590	280
Leaf	3,168	70
Branch	697	15

(3) 시험 장치 및 풍속 측정

중형 고추 수확기 탈실부의 고추와 이물질 용량은 고추를 수확기에 의해 10 m 구간을 90초 동안 수확한 고추와 줄기, 잎의 무게를 측정하여 요인 시험 시 2초 동안 투입 할 때 무게 비를 계산하여 설정 하였다.

개선 풍구의 인버터를 상승하며 풍구 출구의 거리 별 풍속 값을 풍속계를 이용하여 3회 반복 후 평균값을 확인하였다.



(a)



(b)

그림 224. 개선 선별기의 풍구 요인시험 장치

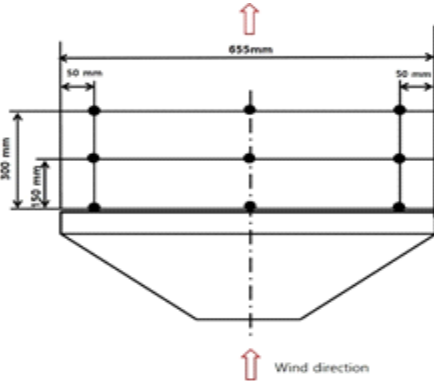


그림 225. 거리 별 풍속측정 위치(Top view)

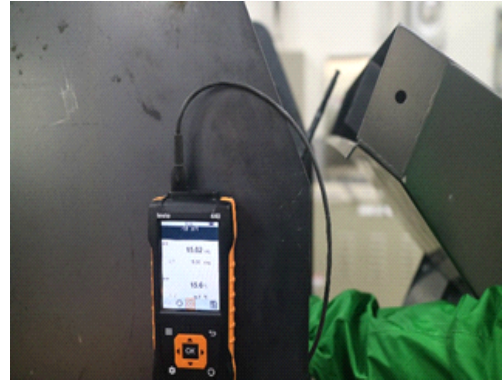


그림 226. 거리 별 풍속측정

(4) 요인 시험 방법

실제 자주식 고추수확기의 고추 수확량을 고려하여 풍구 장치의 회전속도, 풍구 장치의 경사각도, 풍구 장치 출구 가이드 수에 따른 시험 요인으로 선정하였으며, 각 요인들의 상세 설정 값은 다음과 같다.

- 풍구 장치의 회전속도: 1600, 1800, 2000 rpm (3수준)
- 풍구 장치의 경사각: 34°, 41°, 48° (3수준)
- 풍구 장치의 출구 가이드: 0, 3 EA (2수준)

각 요인 별 3회 반복 시험 후 선별된 고추와 줄기, 잎의 무게를 측정하여 고추 선별율, 이물질 선별율을 평균값으로 한다.



그림 227. 개선 풍구의 요인시험

(5) 시험 결과

(가) 개선 풍구의 풍속 측정 결과

풍구 장치의 회전속도 별 풍속 측정 결과를 Top view 와 일치하도록 나타냈다. 크리깅 보간 기법을 사용하여 풍속 결과를 나타낸 것이다. 그리드의 최소 단위는 5.55 X 5.55 mm로 설정하였다. 0개 가이드 장착에서는 가이드 폭의 중심에 풍속이 집중된 것으로 나타났다. 0개

가이드 중심과 좌, 우측의 풍속 편차는 16.5 - 74.0 % 로 가장 높았다.

1600 rpm 에서의 풍속은 0개 가이드 보다 3개 가이드 에서 21.1 % 높게 나타났고, 5개 가이드 에서는 14.2 % 높았다. 3개 가이드 는 5개 가이드 보다 풍속이 6.1% 높은 것으로 나타났다.

1800 rpm 에서의 0개 가이드 풍속 편차는 23.2 - 83.3 %로 나타났다. 3개 가이드 에서는 11.7 - 17.8 % 로 편차가 가장 작았으며, 5개 가이드 는 4.2 - 20.9 % 로 나타났다. 1800 rpm에서의 풍속은 3개 가이드 가 0개 가이드 보다 19.5 % 높게 나타났으며, 5개 가이드 보다 12.2 % 높게 나타났다.

2000 rpm 에서는 0개 가이드 풍속 편차가 17.0 - 84.5 % 로 회전 속도가 높을 수록 편차가 크게 나타났다. 3개 가이드 에서는 9.2 - 14.3 % 로 나타났고, 5개 가이드 는 6.4 - 13.3 %로 나타났다. 풍속은 3개 가이드 가 0개 가이드 보다 24.8 % 높게 나타났고, 5개 가이드 보다 10.7 % 높게 나타났다.

요인 시험에서 5개 가이드 는 최소 조건에 부 적합하여 시험에 사용하지 않았다.

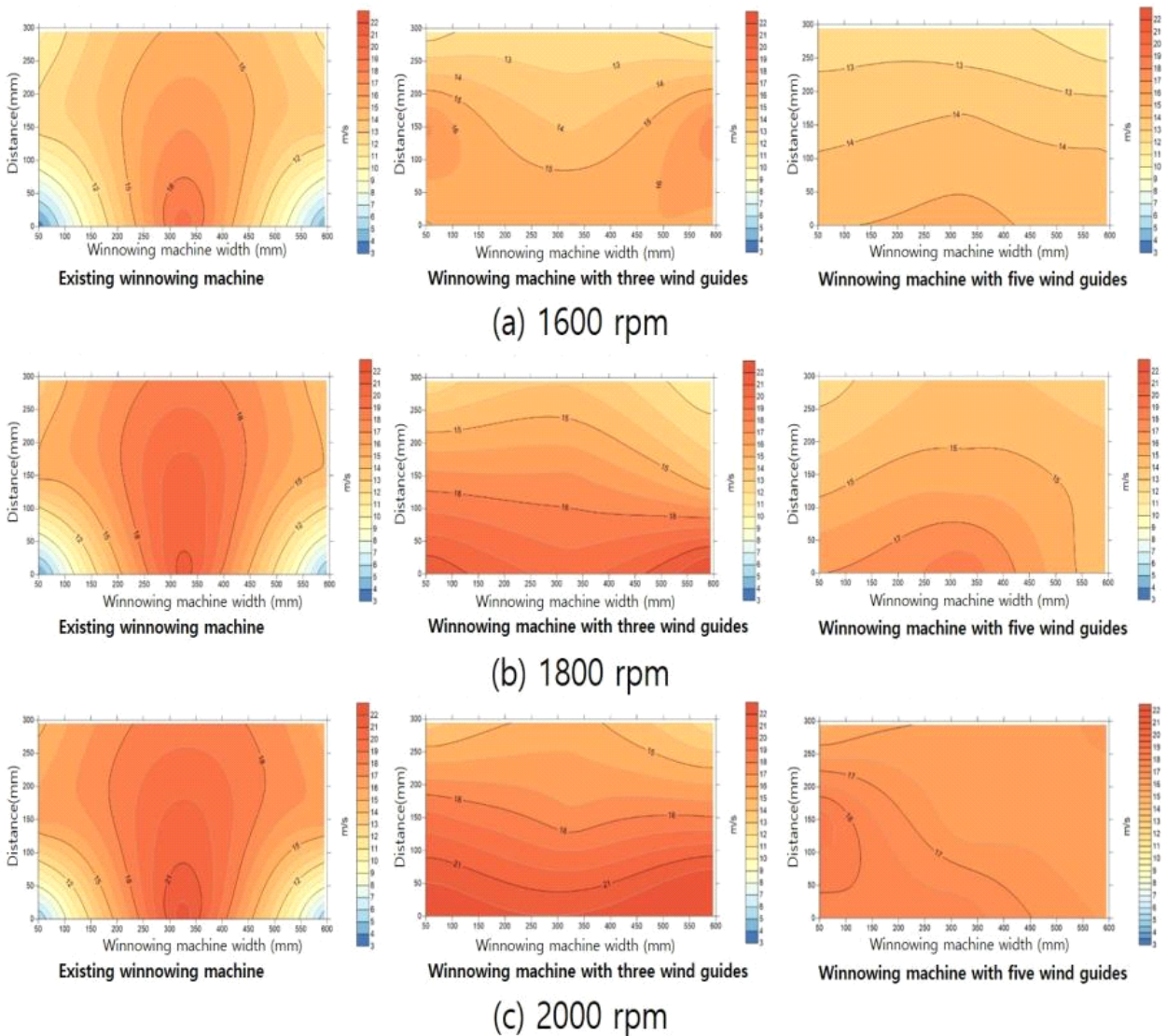


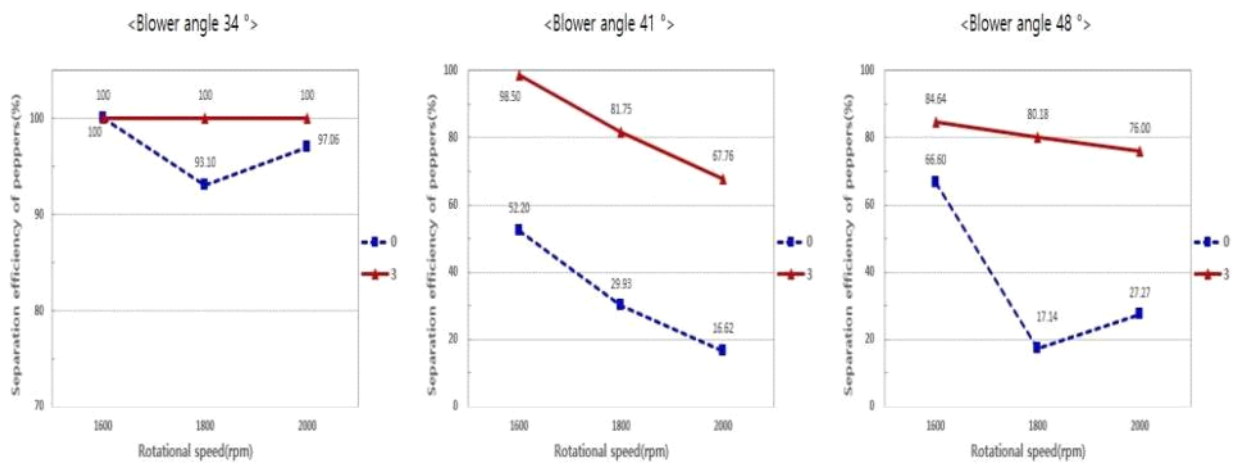
그림 228. 회전속도 별 풍속 측정결과(Top view) 로 좌: 기본, 중: 3개 가이드, 우: 5개 가이드

(나) 고추 선별을 시험 결과

풍구 장치 회전속도에 따른 고추 수집 통의 선별율은 1600rpm 에서는 고추가 손실 없이 수집 통에 모두 담겼으나, 1800 rpm 과 2000 rpm에서는 0개 가이드에서 각각 2.9 %, 6.9 % 고추가 손실된 것으로 나타났다. 회전속도가 높을수록 0개 가이드는 풍속이 중심부에 집중하여 고추가 손실된 것으로 나타났다.

풍구 장치의 경사각 41° 에서 3개 가이드가 0개 가이드 보다 고추 선별율이 1600 rpm 에서는 46.3 %, 1800 rpm 에서는 51.8 %, 2000 rpm 에서는 51.1 % 로 높게 나타났다. 3개 가이드의 회전속도 별 최대 편차는 30.8 %, 0개 가이드 최대 편차는 35.6 % 로 나타났다.

경사각 48° 에서 3개 가이드가 0개 가이드 보다 1600 rpm 에서는 18.0 %, 1800 rpm 에서는 63.0 %, 2000 rpm 에서는 48.7 % 로 고추 선별율이 높게 나타났다. 3개 가이드가 회전속도 별 풍속의 고른 분포와 고추 선별율에서는 0개 가이드 보다 높은 것으로 나타났다.



※ 0: Existing winnowing machine, 3: Winnowing machine with three wind guides

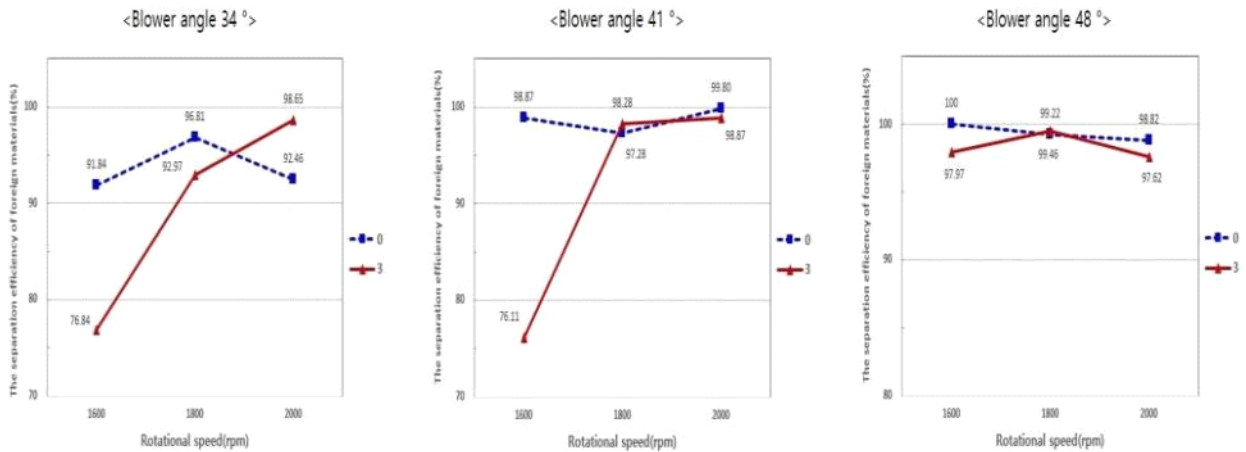
그림 229. 경사각에 따른 고추 선별율 결과

(다) 이물질 선별을 시험 결과

풍구 장치 경사각 34° 에서 회전속도에 따른 0개 가이드와 3개 가이드의 이물질 선별율을 확인한 결과 0개 가이드에서의 최대 편차는 4.9% 로 나타났다. 3개 가이드에서의 최대 편차는 21.8 %가 나타났다. 1600 rpm 에서의 0개 가이드는 3개 가이드 보다 15.0 %, 1800 rpm 에서 3.8 % 높게 나타났으나 2000rpm 에서는 3개 가이드가 0개 가이드 보다 6.2 % 높게 나타났다.

경사각 41° 에 대한 이물질 선별로 0개 가이드는 회전속도 별 최대 편차가 2.5 % 미만으로 나타났다. 3개 가이드에서는 회전속도 별 최대 편차가 22.7 % 로 나타났다. 1600 rpm 에서 이물질 선별율은 0개 가이드는 3개 가이드 보다 22.8 % 높았지만 1800 rpm 과 2000 rpm 에서는 1 % 미만의 편차로 유사하게 나타났다.

경사각 48° 에 대한 이물질 선별을 나타낸 것이다. 0개 가이드와 3개 가이드 모두 회전속도 별 이물질 선별율에서 최대 편차는 2 % 미만으로 나타났다. 1600 rpm 과 2000 rpm 에서 0개 가이드가 3개 가이드 보다 각각 2.0 %, 1.2 % 높게 나타났으나 1800 rpm 에서는 0.2 % 낮게 나타났다.



※ 0: Existing winnowing machine, 3: Winnowing machine with three wind guides

그림 230. 경사각에 따른 이물질 선별율 결과

(라) 분산분석에 의한 고추 선별율 통계분석 결과

신뢰수준 95%에서 송풍 장치의 회전속도와 경사각, 출구 가이드 모두 고추 선별율의 차이에 영향을 주는 것으로 나타났다.

풍구 장치의 회전속도와 경사각의 교호작용을 분석해 본 결과 교호작용은 검출되지 않았다. 회전속도와 출구 가이드 사이의 교호 작용도 검출되지 않았다.

경사각과 출구 가이드 사이의 교호작용에 대한 P-value는 0.015로 유의수준 0.05보다 작으므로 교호작용에 대한 유의 차가 검출되어 영향을 받는 것으로 나타났다.

표 56. 고추 선별율에 대한 분산분석 결과

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr >F
rpm	2	1334.1	667.0	10.1	<.0273
angle	2	6448.4	3224.2	48.8	<.002
guide	1	4637.2	4637.2	70.2	<.0001
rpm*angle	4	662.9	165.7	2.5	0.197
rpm*guide	2	285.4	142.7	2.2	0.231
angle*guide	2	1900.5	950.3	14.4	<.015
Error	4	264.3	66.1		
Total	17	15532.7			

(마) 분산분석에 의한 이물질 선별율 통계분석 결과

신뢰수준 95 %에서 송풍 장치의 회전속도와 경사각, 출구 가이드에 따라 P-value가 0.05보다 크기 때문에 이물질 선별률의 차이는 존재하지 않는 것으로 나타났다.

회전속도와 경사각, 출구 가이드에 대한 교호작용에서 P-value가 0.05보다 크므로 교호작용에 대한 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

경사각과 출구 가이드 사이의 교호 작용도 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 송풍 장치의 이물질 선별률은 각 요인에 대한 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

표 57. 이물질 선별율에 대한 분산분석 결과

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr >F
rpm	2	210.6	105.3	4.1	0.106
angle	2	158.3	79.2	3.1	0.153
guide	1	81.6	81.6	3.2	0.148
rpm*angle	4	114.8	28.7	1.1	0.455
rpm*guide	2	186.1	93.1	3.7	0.125
angle*guide	2	32.3	16.2	0.6	0.576
Error	4	101.7	25.4		
Total	17	885.5			

3. 중형 고추수확기 탈실부 성능 시험

가. 고추 수확기 탈실부의 성능 시험

(1) 시험 개요

- 일시 : 2020년 9월 15일
- 장소 : 국립 원예특작과학원 포장지
- 목적 : 중형 고추수확기 탈실부의 성능 확인 시험
- 품종 : 매운탄, 에코스타
- 작업 속도 : 0.2m/s
- 작업 구간 : 10주씩 3반복
- 시험 방법 : 중형 고추수확기의 탈실부 회전수 650rpm, 작업속도 0.2m/s 고정에서 선별 장치 작동을 해제 후 수집 탱크에 수집된 시료에 대하여 품종 별 3반복 시험을 하였다.

(2) 품종 별 물성 측정

- 고추 묘의 매운탄과 에코스타 각 3주의 시료를 채취하여 물성을 측정하였다.
- 탈실부 나선의 회전속도 측정은 레이저 타입 rpm 측정계(PURIVEN 100-MONARCH, USA), 각 시료 무게 측정은 전자저울(EK 6100i-AND, Korea)을 사용 하였다.

표 58. 고추 품종의 물성 조사

Variety	Maeuntan		Ecostar		
	Average	SD	Average	SD	
Plant	Length of pepper plant (mm)	1,071.7	62.5	1,023.3	41.6
	Width of pepper plant (mm)	789.3	10.1	1,065.0	15.0
	Length of pepper stem (mm)	195.7	5.1	194.0	2.0
	Diameter of pepper stem (mm)	18.5	0.5	16.9	0.6
Fruit	Length (mm)	159.3	8.1	148.3	1.5
	Max. Diameter (mm)	25.0	0.7	22.8	1.1
	Weight (g)	17.4	1.2	15.0	2.8
	Amount (ea/plant)	84.0	9.6	71.3	6.1



그림 231. 탈실부 성능시험

(3) 탈실부 성능시험 결과

탈실 효율은 매운탄과 에코스타 품종에서 평균 92.8%, 90.5%로 매운탄 품종이 2.3% 높게 나타났다.

줄기 부착 과율은 27.9%, 17.3%로 매운탄 품종이 줄기 부착 과율이 10.6% 높게 나타났다. 매운탄 품종이 에코스타 품종보다 고추 과실이 주당 평균 수량 12.7개 높고, 분지 줄기가 많아 고추와 같이 탈실 되는 것으로 판단된다.

미 탈실율은 5.5%, 7.7%로 에코스타 품종이 2.2% 높게 나타났다. 고추 묘의 초폭이 매운탄 품종보다 275.7mm 넓어 탈실부 나선의 접촉이 작은 것으로 판단된다.

손실율의 차이는 없었으며, 손상과율에서는 13.5%, 6.4%로 매운탄 품종이 7.1% 높게 나타났다. 주당 고추 평균 과실수가 에코스타 품종 보다 많아 고추 탈실부 나선에 의해 손실율이 증가한 것으로 판단된다.

이물질 비율은 23.1%, 21.1%로 매운탄 품종이 2% 높게 나타났다. 고추 과실수는 줄기 분지, 잎의 비율이 높기 때문에 이물질 비율도 높게 나타난 것으로 판단된다.

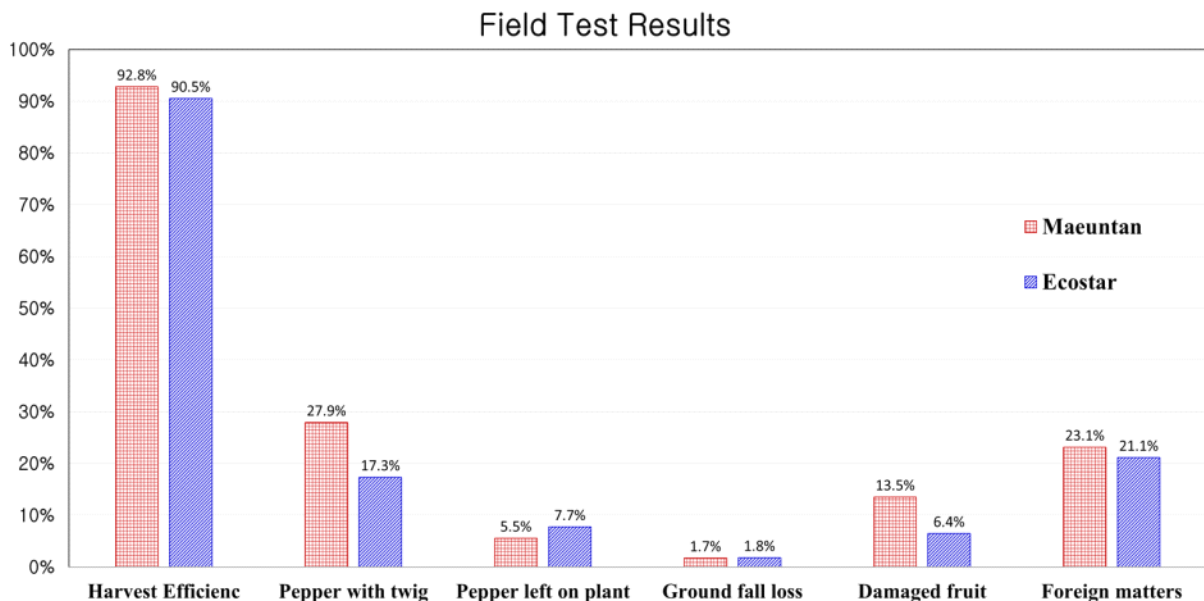


그림 232. 탈실부 성능시험 결과

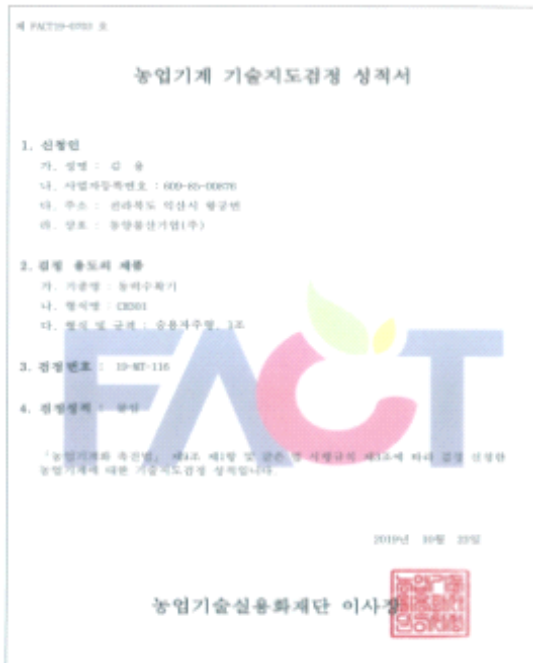
제 4절 중형 고추수확기계 개발 성능평가

1. 시작품 성능평가

가. 중형 고추수확기계 개발

(1) 공인인증

(가) 성능 시험 검증



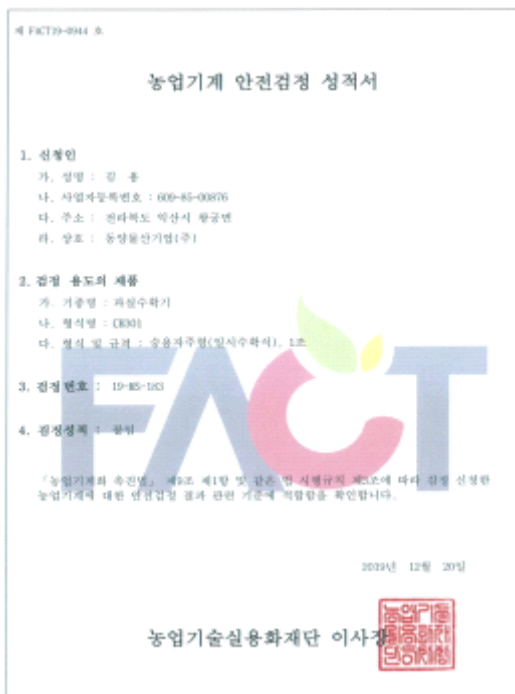
제4절-116

8. 검정결과

본 검정대상은 농업기계 검정 및 안전관리 세부실시요령 제4호의 규정에 따라 실시한 기술지도검정 성적으로 신청사와 협의하여 정한 고추수확기 성능시험방법에 따라 실시되었음

제정인사 김 우 | 제정인사 권 범 | 제정인사 조 경

(나) 안전 검정 시험



제4절-117

7. 검정내용 개요

가. 본 기계는 고추 과실수확용으로 제작된 승용자주방 1호식 과실수확기과 주방부, 달걀부, 완충-선풍부 및 수검호려로 구성되어 있음

나. 주방부는 무원래도식이고 달걀부 높이는 유압으로 조절하는 방식임

다. 달걀부는 3중 나선적이고 선풍방식은 출거분류장치 및 통압식이며 선풍력 고추는 수검명단에 낙하되어 재처리대를 통해 배출되는 구조임

8. 검정결과

본 검정대상은 농업기계 검정 및 안전관리 세부실시요령 제4호의 규정에 따라 실시한 성적으로 안전검정 관련기준에 적합하였음

제정인사 김 우 | 제정인사 권 범 | 제정인사 조 경

(다) 작업 속도

20-MT-088

제 FACT0-088 호

농업기계 기술지도검정 성적서

1. 신청인
 가. 성명 : 김 J홍
 나. 사업등록번호 : 135-85-05825
 다. 주소 : 충청남도 공주시 우성면
 라. 상호 : 동양물산기업(주) 중앙기술연구소

2. 검정 용도의 계통
 가. 기종명 : 동해수확기
 나. 형식명 : CE911
 다. 절지 및 크기 : 수확자구형, 1호

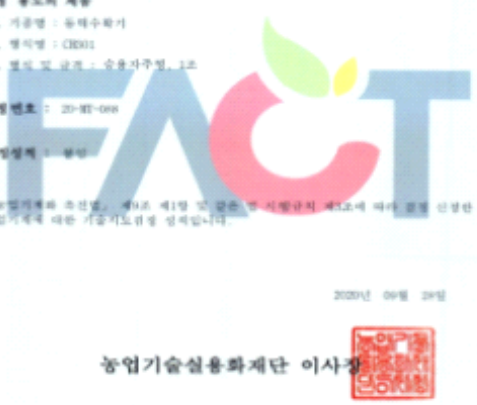
3. 검정번호 : 20-MT-088

4. 검정장소 : ○○농장

「농업기계화 촉진법」 제9조 제1항 및 같은 법 시행규칙 제9조에 따라 검정 신청한 농업기계에 대한 기술지도검정 성적서입니다.

2020년 09월 29일

농업기술실용화재단 이사장



6.2.2 시험결과

구분		용량명
평균작업속도(S/min/h)		0.33
수확 (양과)	전체수확량(kg)	13.6
	손실과(kg)	1.25
손실 (포경)	포경에 실리지 않는 출가에 달린 과실(kg)	1.25
	포경에 낙하된 과실(kg)	1.29

7. 검정내용 개요

가. 본 기계는 고추 임시수확용으로 제작된 승용자구형 1호의 동해수확기로 수확부, 탈선편, 반송 및 수집장치로 구성되어 있음
 나. 수확부는 무충쇄도시이고 탈선편 높이는 수장으로 조절되는 방식임
 다. 탈선편에는 3중 나선식이고 전방방식은 공기분리장치 및 중앙식이며 수확편크에 전방수집된 고추는 레버로 옆으로 배출된 후 하차나하 시켜 배출하는 구조임

8. 검정결과

본 검정장치는 농업기계 검정 및 안전관리 세부실시요령 제4조의 규정에 따라 실시한 기술지도검정 성적서로 작성하여 형식부에 관한 검정명부에 따라 실시되었음

2020년 9월 29일 | 2020년 9월 29일 | 2020년 9월 29일

FACT

- 4 -

(라) 접지압 측정

20-MT-101

제 FACT0-101 호

농업기계 기술지도검정 성적서

1. 신청인
 가. 성명 : 김 J홍
 나. 사업등록번호 : 135-85-05825
 다. 주소 : 충청남도 공주시 우성면
 라. 상호 : 동양물산기업(주) 중앙기술연구소

2. 검정 용도의 계통
 가. 기종명 : 동해수확기
 나. 형식명 : CE911
 다. 절지 및 크기 : 수확자구형, 1호

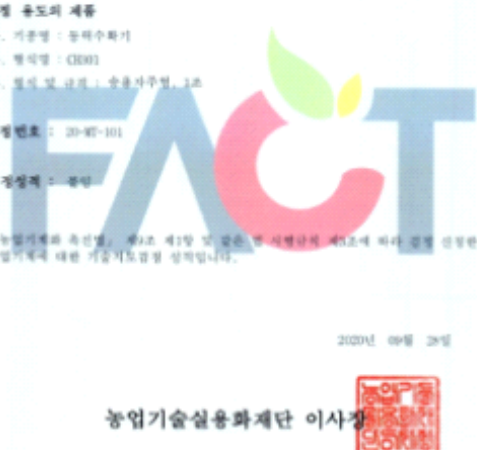
3. 검정번호 : 20-MT-101

4. 검정장소 : ○○농장

「농업기계화 촉진법」 제9조 제1항 및 같은 법 시행규칙 제9조에 따라 검정 신청한 농업기계에 대한 기술지도검정 성적서입니다.

2020년 09월 29일

농업기술실용화재단 이사장



6.2 성능시험

6.2.1 시험조건

- 총중량	2200 kg(21.57 kN)
- 접지면적	1.008 m ²

6.2.2 시험결과

- 접지압	21.4 MPa
-------	----------

7. 검정내용 개요

가. 본 기계는 고추 임시수확용으로 제작된 승용자구형 1호의 동해수확기임
 나. 수확부는 무충쇄도시이고 탈선편 높이는 수장으로 조절되는 방식임

8. 검정결과

본 검정장치는 농업기계 검정 및 안전관리 세부실시요령 제4조의 규정에 따라 실시한 기술지도검정 성적서로 작성하여 형식부에 관한 검정명부에 따라 실시되었음

2020년 9월 29일 | 2020년 9월 29일 | 2020년 9월 29일

FACT

- 2 -

제 5절 중형 고추수확기계 개발 연구 성과

1. 지적재산권

○ 본 연구개발 과제는 개발 기술의 권리 확보 및 보호가 매우 중요하므로 국내/외 특허 출원을 우선적으로 실시하였다.

구분	특허			
	출원		등록	
	국내	해외	국내	해외
목표	2	-	1	-
실적	5	-	2	-

가. 국내 특허 출원

(1) 소형 고추 수확기

- 특허명 : 소형 고추 수확기
- 출원인 : 동양물산기업 (주)
- 출원 번호 : 10-2018-0028975

관인생략

출원번호통지서

출원일자 2018.03.13
 특기사항 심사청구(유) 공개신청(무) 참조번호(P18021)
 출원번호 10-2018-0028975 (접수번호 1-1-2018-0249301-80)
 출원인명칭 동양물산기업 주식회사(1-1998-000924-2)
 대리인성명 김 열(9-1998-000081-9)
 발명자성명 신 용홍 수남 상소 환강 선
 발명의명칭 소형 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.

(2) 고추수확기의 자동 주행장치

- 특허명 : 고추수확기의 자동 주행장치
- 출원인 : 동양물산기업 (주)
- 출원 번호 : 10-2018-0139559

관인생략

출원번호통지서

출원일자 2018.11.14
 특기사항 심사청구(유) 공개신청(무) 참조번호(P18058)
 출원번호 10-2018-0139559 (접수번호 1-1-2018-1129898-56)
 출원인명칭 동양물산기업 주식회사(1-1998-000924-2)
 대리인성명 김 | 열(9-1998-000081-9)
 발명자성명 홍 | 수 | 신 | 용 남 | 상 권 | 귀 강 | 선 김 | 빈
 발명의명칭 고추수확기의 자동 주행장치

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.

(3) 고추수확기의 동력전달장치

- 특허명 : 고추수확기의 동력전달장치
- 출원인 : 동양물산기업 (주)
- 출원 번호 : 10-2019-0128573

관 인 생 략

출 원 번 호 통 지 서

출 원 일 자 2019.10.16
 특 기 사 항 심사청구(유) 공개신청(무) 참조번호(P19035)
 출 원 번 호 10-2019-0128573 (접수번호 1-1-2019-1055644-43)
 출 원 인 명 칭 동양물산기업 주식회사(1-1998-000924-2)
 대리인 성명 김 열(9-1998-000081-9)
 발 명 자 성명 홍 수신, 용남, 상권, 귀강, 선김, 빈
 발 명 의 명 칭 고추 수확기의 동력전달장치

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 정보 변경(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.

(4) 농기계용 수확물 수집장치

- 특허명 : 농기계용 수확물 수집장치
- 출원인 : 동양물산기업 (주)
- 출원 번호 : 10-2019-0128575

관 인 생 략

출원번호통지서

출원일자 2019.10.16
 특기사항 심사청구(유) 공개신청(무) 참조번호(P19036)
 출원번호 10-2019-0128575 (접수번호 1-1-2019-1055652-19)
 출원인명칭 동양물산기업 주식회사(1-1998-000924-2)
 대리인성명 김희열(9-1998-000081-9)
 발명자성명 홍근수, 송남, 상권, 귀강, 선김, 빈
 발명의명칭 농기계용 수확물 수집장치

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.

(5) 고추수확기의 선별장치

- 특허명 : 고추수확기의 선별장치
- 출원인 : 동양물산기업 (주)
- 출원 번호 : 10-2019-0128577

관인생략

출원번호통지서

출원일자 2019.10.16
 특기사항 심사청구(유) 공개신청(무) 참조번호(P19037)
 출원번호 10-2019-0128577 (접수번호 1-1-2019-1055661-19)
 출원인명칭 동양물산기업 주식회사(1-1998-000924-2)
 대리인성명 김 열(9-1998-000081-9)
 발명자성명 홍 수신, 용남, 상권, 귀감, 선김, 빈
 발명의명칭 고추 수확기의 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 정보 변경(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

(1) 소형 고추 수확기

- 특허명 : 소형 고추 수확기
- 특허권자 : 동양물산기업 (주)
- 등록번호 : 10-2087586



특허권자 Patentee
동양물산기업 주식회사(110111-*****)
서울특별시 강남구 언주로 빌딩 (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.



2020년 03월 05일



QR코드로 현재기준
등록사항을 확인하세요

특허청장
COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

박 주

- (2) 고추수확기의 자동 주행장치
- 특허명 : 고추수확기의 자동 주행장치
 - 특허권자 : 동양물산기업 (주)
 - 등록번호 : 10-2188821



발명의 명칭 Title of the Invention
고추수확기의 자동 주행장치

특허권자 Patentee
동양물산기업 주식회사(110111-*****)
서울특별시 강남구 언주로 1111빌딩 (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.



2020년 12월 03일



QR코드로 현재기준
등록사항을 확인하세요

특허청장
COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

김 래



2. 논문

구분	논문					
	SCI		비 SCI		학술대회	
	국내	해외	국내	해외	국내	해외
목표	-		1		4	
실적	-		1		8	

가. 비SCI 논문

- 논문명 : Factorial Experiment for Air Blower of the Pepper Harvester
- 저 자 : 신O용 외 3명
- 학술지 : Journal of Biosystems Engineering

Author's personal copy

Journal of Biosystems Engineering
https://doi.org/10.1007/s42853-020-00064-9

Online ISSN 2234-1862
Print ISSN 1738-1266

ORIGINAL ARTICLE



Factorial Experiment for Air Blower of the Pepper Harvester

Seo Shin¹ · Dae- Kim^{1,2} · Young Kang³ · Yong Cho^{1,2}

Received: 17 June 2020 / Revised: 9 September 2020 / Accepted: 11 September 2020
© The Korean Society for Agricultural Machinery 2020

Abstract

Purpose The present study intended to determine the optimal separating factors of the self-propelled pepper harvester. **Methods** The separating factors were rotational speed of 1600, 1800, and 2000 rpm; the slope angle of 34, 41, and 48 degrees; and the separating number of wind guides at the outlet of the air blower. The resulting performance of the pepper harvester was appraised by analyzing the rates of pepper separation and foreign materials in leaves. **Results** The rates of pepper separation tended to be declining according to the number of outlet guides in operation. The higher levels of speed of rotation and slope angle rendered higher rates of separation of foreign materials. Under the condition of the rotation speed of 1600 rpm with the operation of three wind guides, the rate of separation of foreign materials appeared as 29.9% lower than the case of operation of no wind guides, and the changes in the rate of separation foreign matters with the slope angle varied according to increasing speed of rotation, appeared negligent. **Conclusions** It was concluded that the optimal condition of operation comprising the rotation speed of 2000 rpm and 34° of slope angle of air blower, and simultaneous operation of three wind guides at the outlet thereof, can return over 95% of the rate of pepper separation in the case of less than 5% of the rate of mixing with foreign materials. Thus, the optimal combination of operating conditions needs to be complemented through actual field tests of the pepper harvester.

Keywords Air blower · Pepper harvester · Performance evaluation · Separation of foreign materials · Separation system · Winnowing machine

Introduction

Pepper is currently used for diverse kinds of foods as a condiment, for which the capsaicin contained therein flavors the pungent hot-taste. It is processed into diverse kinds of foods, and the unripened green peppers and ripened red peppers occupy most part of domestic consumption. The domestic area of cultivation of peppers has been decreasing by 57.5%, from 74,471 ha in 2000 to 31,644 ha in 2019, whereas the cost of production of peppers per ha increased by more than three

times, from 1,126,000 KRW in 2000 to 3,490,000 KRW in 2019 (KOSTAT 2019).

Mechanization of harvesting works of peppers has been studied so far to reduce the production cost from the cultivation of peppers, yet the issues associated with the additional screening of foreign materials upon harvest need to be solved. The study on the mechanism of separation of pepper had been carried out by Wolf and Alper (1984), wherein the mechanical harvesting system, comprising three rotating stellar wheel axes with one square rubber plate was developed for peppers of paprika species that reported up to 42% of the rate of separation of foreign materials. The introduction of card cleaners or employment of air blower is being selected in the studies carried out for the development of a pepper screening system, which consists of the drum type, card cleaner type, and blower type. Most medium-sized- or large pepper screening systems in pepper harvesters are employing the option of "Card Cleaner," which was sorted by inserting several square cards into a number of rotating shafts. Most research on the pepper screening system was conducted using the mechanical screening system such as drum type and card cleaner type (Eaton and

✉ Yongjin
@jbsu.ac.kr

¹ Department of Bioindustrial Machinery Engineering, Jeonbuk National University, Jeonju 54896, Republic of Korea

² Institute for Agricultural Machinery & ICT Convergence, Jeonbuk National University, Jeonju 54896, Republic of Korea

³ Research & Development Institute, Tongyang Moolsan Co., Ltd., Gongju 32530, Republic of Korea

Published online: 22 October 2020

Springer

나. 국내 학술대회 (전북대학교)

(1) 중형 고추 수확기 포장 시험 - 1차 시제품

- 논문명 : 중형 고추 수확기 포장 시험 - 1차 시제품
- 발표자 : 이O희
- 학술지 : 한국농업기계학회 학술발표논문집(2018 추계)

중형 고추 수확기 포장 시험 - 1차 시제품

Field Test of Medium-sized Pepper Harvester - 1st Prototype

이 O희¹ 김 O희¹ 강 O선² 심 O용² 김 O철^{1*}
 Hee Lee¹ Hyeon Kim¹ Sang Sun Kang² Yong Shin² 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)

국내 고추 재배면적은 2013년 45,360ha에서 2017년 28,337ha로 감소하며 지속적인 감소 추세를 보이고 있다. 고추 생산량 또한 2013년 117.8 천 톤에서 2017년 55.7 천 톤으로 감소하며 고추의 가격 상승으로 이어지고 있다. 고추 재배 시 수확 작업의 총 노동부하시간 비율은 약 40%로 가장 높고, 수확 작업의 기계화가 이루어져 있지 않아 전부 수작업으로 이루어지고 있는 반면 농촌 인구의 감소와 고령화로 인하여 노동력이 부족한 상황이다. 따라서 노동 시간의 감소와 노동력에 따른 비용 감소의 효과를 위해 수확 작업의 기계화가 필요하다. 이에 국내 고추 수확 기계화를 위하여 T사에서 대형의 자주식 고추수확기를 개발하였다. 하지만 국내 고추 농가는 1ha 미만인 농가가 전체 고추 농가 중 65.7%로 구성되어 있어 대형의 고추수확기를 사용하기에 적합하지 않은 소규모의 농가가 대부분을 차지하고 있다. 이와 같이 국내 실정에 맞추어 대형의 자주식 고추수확기의 크기를 감소하여 1톤 트럭으로 운반이 가능한 중형의 자주식 고추수확기를 개발하였다. 이는 초기 시제품으로 크게 주행부, 탈실부, 수집부로 이루어져 있다. 본 연구에서는 제작된 중형 자주식 고추수확기 1차 시제품으로 각 지역별 작업 성능을 비교하기 위하여 전북 완주, 전남 순천, 충남 태안에서 필드 적응성 실험을 실시하였다. 시험 시료는 적영 품종으로 실험 당 각 20주를 대상으로 수확작업을 실시하였다. 전북 완주에서는 헬릭스 회전 속도 700rpm로 설정하였으며, 필드 실험 결과 평균 탈실효율 79.7%, 정상과율 64.3%, 미탈실률 3.56%, 손실률 16.8%이었다. 전남 순천에서는 헬릭스 회전 속도 600rpm로 설정하였으며, 필드 실험 결과 평균 탈실효율 92.8%, 정상과율 64%, 미탈실률 1.9%, 손실률 5.3%이었다. 충남 태안에서는 헬릭스 회전 속도 600rpm로 설정하였으며, 필드 실험 결과 평균 탈실효율 91.8%, 정상과율 71.84%, 미탈실률 2.0%, 손실률 5.9%이었다. 필드 실험 결과를 종합적으로 보았을 때 작업성능이 지역마다 편차가 크고, 기존의 대형 고추수확기에 비해 다소 미흡하므로 개선의 여지가 있다고 판단된다.

키워드(Keywords)

고추, 수확기, 발작물기계화, 기계수확 시스템, 작업 성능

사사(Acknowledgement)

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 첨단생산기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음(118019-3).

* 교신저자 : 김 O철(ocheol@jbnu.ac.kr)

(2) 중형고추 수확기 개발을 위한 기초연구-드럼형 선별부 요인시험

- 논문명 : 중형고추 수확기 개발을 위한 기초연구-드럼형 선별부 요인시험
- 발표자 : 이O희
- 학술지 : 한국농업기계학회 학술발표논문집(2019 춘계)

편을 분석하였으며 샤프트굴림도를 향상시키기 위한 최적의 서터 위치를 도출하였다. 최근 경제성 및 환경오염 방지 등이 이유로, 변압제어를 이용한 굴림시비에 대해 관심이 높아지고 있다. 국내 발표를 재해농기에서 주로 사용되는 원심식 비료살포기는 일반적으로 드랙 휠이 샤프트 및 순차 왕복 샤프트 형태로 시비작업이 수행된다. 비료살포기 자체의 좌우 시비량이 불균등한 상태에서 변압제어를 통한 굴림시비를 만족하려면 유고샤프트폭이 좁아져 주행행수가 증가하거나 필요 이상의 시비가 이뤄질 수 있다. 원심식 비료살포기에 대한 3D모델링을 수행하고 고체비료 및 작 무의 물성치를 적용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 분사판 회전속도 540 RPM, 서터 개폐량 25%, 호퍼 내 비료충전율 80% 및 정적상태 조건에서 서터 위치 변화에 따른 원심식 비료살포기의 좌우 샤프트굴림도를 분석하였다. 시뮬레이션 결과, 서터가 위치가 분사판의 회전방향으로 이동할수록 우측으로 치우쳐진 비료살포량이 감소하는 경향이 나타났다. 도출한 최적의 서터 위치를 적용하면 좌측(L) 대비 우측(R)으로 비산되는 시비량(B.R. Ratio)이 기존 1.57에서 1.03까지 감소하여 좌우 샤프트굴림도를 향상시킬 수 있었다.

키워드(Keywords) : 변압제어, 비료살포기, 샤프트굴림도, 원심식

ABSTRACT(Acknowledgement)

본 결과물은 산업통상자원부의 재원으로 산업기술평가관리원의 산업혁신기술개발사업(10067768)의 지원과 농업축산식품부의 재원으로 농업수산식품기술기획평가원의 농업축산식품연구센터지원사업(716001-7)의 지원에 의해 이루어진 것임.

01-9

Development of a PID Controller to Control Viscous Effects on Rice Transplanter Hydraulic System

\dot{y}
 y

¹Department of Biosystems Machinery Engineering, Chungnam National University, Daejeon, Korea, ²Agr. Machinery Certification Team, Foundation of Agri. Tech. Commercialization & Transfer, Iksan, Korea, ³Department of Bio-Mechatronics Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon, Korea

*Corresponding author : Yong-Joo Kim(babina@cnu.ac.kr)

The purpose of this study was to develop the PID feedback controller for ascending and descending system of rice transplanter and control the viscous effect of hydraulic oils. The primary PID coefficients was determined using the Ziegler-Nichols 2nd method and optimized by the Routh's stability criteria. The results show the maximum overshoot of flow rate, pressure, and displacement of the actuator were less 25%, whereas the maximum settling time was 0.25 s for all conditions. Also, the maximum steady state error was found 0.90% in all cases. The controller can efficiently compensate the viscous effects of hydraulic oils on hydraulic system. The responses are enough fast to control the ascending and descending system. This controller could minimize the tilting of planted seedling and improve the performance.

Keywords : Rice transplanter, PID controller, viscosity, hydraulic oil, hydraulic system

Acknowledgement

Financial supports from Korean Institute of Planning and Evaluation for Technology in Food, Agriculture, Forestry and Fisheries (IPET) through the Advanced Production Technology Development Program, funded by the Ministry of Agriculture, Food, and Rural Affairs (MAFRA) (3170 14-03).

01-7

작업부하를 고려한 전기구동 트랙터 출력 및 SOC 시뮬레이션

Simulation for Power and SOC of Electric Tractor Considering Working Load

.....

..... joo Kim^{1*}

¹충남대학교 바이오시스템기계공학과(Department of Biosystems Machinery Engineering, Chungnam National University, Daejeon, Korea), ²농업기술실용화재단(Agr. Machinery Certification Team, Foundation of Agri. Tech. Commercialization & Transfer, Iksan, Korea), ³성균관대학교 바이오메카트로닉스학과(Department of Bio-Mechatronics Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon, Korea)

*교신저자 :

전 세계적으로 배출가스 규제가 강화됨에 따라, 농업기계에서도 친환경 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며 특히 트랙터의 친환경 동력원 및 시스템에 대한 연구가 대두되고 있다. 본 연구는 전기구동 트랙터의 동력전달시스템 개발을 위한 기초연구로서, 시뮬레이션 모델을 이용하여 트랙터의 구동 및 농작업 가능시간에 대해 분석하는 것을 목적으로 수행되었다. 본 연구에서는 필드시뮬을 통해 측정된 작업 부하를 입력 조건으로 하여 전기구동 트랙터의 시뮬레이션 모델을 구성하였으며, 이를 통해 주요 결과 값인 전기 모터 출력과 시간에 따른 배터리의 SOC Level을 분석하였다. 시뮬레이션 결과, 작업 부하데이터 및 기어비를 적용한 모터의 구동 영역은 정정량 모터의 정능 곡선 영역을 만족하는 것으로 나타났으며, 배터리의 SOC Level은 50% - 80%의 범위에서 총 밭갈 뒤과 동시에 최소 농작업 가능시간을 만족하였다. 따라서, 전기 구동 트랙터는 기존 엔진 구동 트랙터를 대체 가능할 것으로 판단되며, 향후 전기 구동 트랙터의 실차 시험을 통하여 시뮬레이션 모델 검증에 관한 연구를 수행할 예정이다.

키워드(Keywords) : 전기구동 트랙터(Electric tractor), 시뮬레이션 모델(Simulation model), 농작업(Agricultural operation), SOC Level

ABSTRACT(Acknowledgement)

본 연구는 산업통상자원부 및 한국산업기술평가관리원의 제조기반산업혁신기술개발사업(생산시스템)의 일환으로 수행하였다(10083950, 100LW 급 응용구동 자율주행 전장 농업용 로봇 플랫폼 기술 개발).

01-10

중형 고추 수확기 개발을 위한 기초연구 - 드럼형 선별부 요인 시험 -

Development of Medium-sized Pepper Harvester - Factorial Experiment of Drum Type Separating Part -

.....

.....

¹한양대학교 생물산업기계공학과(Department of Bio-Industrial Machinery Engineering, Hanyang National University, Jaegu, Korea), ²동양울산 중앙 기술 연구소(Research and Development Institute, Tongyang Moolhan Co. Ltd., Gongju, Korea), ³농촌진흥청 국립원예특작과학원(National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, 100 Nongsaeongmyeong-ro, Iseo-myeon, Wanju-gun, Jollabuk-do 55385, Republic of Korea)

*교신저자 :

고추는 배운맛과 향을 가지고 있어 여러 음식의 주 양념으로 사용되며, 국내 양념채소 점유율이 22%를 차지하는 중요한 작물이다. 그러나 우리나라의 고추 재배면적은 2013년 45,360ha에서 지속적인 감소 추세를 보이며 2018년 28,824ha까지 감소하였다. 더불어 지구온난화로 평균 기온이 증가해 초기 생육이 부진하고 잦은 비로 인한 병충해 피해 등으로 연평균 고추 가격은 상승하고 있다. 또한 농촌 농가의 인구감소와 고령화로 인해 노동력이 부족한 상황이다. 이러한 추세가 지속된다면 국내 고추 산업은

(3) 중형고추 수확기의 풍구 유동해석

- 논문명 : 중형고추 수확기의 풍구 유동해석
- 발표자 : 김O봉
- 학술지 : 한국농업기계학회 학술발표논문집(2019 춘계)

165°일 때 30.38°로 나타났다. 후방에 웨이브 장작용을 통하여 전도각 시험 기준 30°이상을 만족함으로 나타났다. 향후 실제 चलन도라 시험을 통하여 비교 분석 예정이다.

키워드(Keywords): चलन도라, 동역학 시뮬레이션, 무 수확기

사사(Acknowledgement)

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원 지원(No. 318972-03)에 의해 이루어진 것임.

01-20

중형 고추 수확기의 풍구 유동해석

CFD Analysis of Winnowing Machine for Medium-sized Pepper Harvester

su bin kim¹, Oae Cheol Kim²,
ing Shin^{1,2}

¹전북대학교 생물산업기계공학과(Department of Bio-industrial Machinery Engineering, Chonbuk National University, Jeonju, Korea), ²동양물산 중장 기술 연구소 (Research and Development Institute, Tongyang Moolsan Co. Ltd., Gongju, Korea)

*교신저자 :

고추는 양념채소 중 우리나라 김치문화의 대표적인 조미료 원료로서 국내 양념채소 점유율의 22%를 차지하는 매우 중요한 작물이다. 또한 고추는 많은 음식의 주 양념으로 사용되고 있기 때문에 우리나라에서 없어서는 안 될 중요 양념채소이다. 그러나 국내 고추시장은 높은 노동력감소, 노령화로 인한 인건비 상승, 작은 영농규모, 사재림이 뚜렷한 기후조건 등 여러 어려운 여건 때문에 매우 감소되고 있다. 이 현상이 지속 된다면 국내 고추 시장의 규모는 작아지고 수입에 의존하는 현상이 발생할 수 있다. 이에 T사는 국내 소규모 농가에 맞는 중형 고추수확기를 개발 중에 있다. 현재 개발 중인 수확기계로 수확 시 수집부에 다량의 흙이, 잎이 유입되어 수확 후 추가 노동력이 발생하는 상황이다. 이에 선풍능력을 향상시켜 노동력을 감소시킬 필요가 있다. 따라서 본 연구는 고추수확기 선풍부의 적합한 풍구 구조를 설계하기 위해 유체 유동해석을 수행하였고, 이를 통해 유체의 흐름을 분석하였다. 본 연구에 고추수확기의 3차원 설계에는 Pn-E 프로그램을 이용하여 설계하였으며, 유체 유동 해석은 Ansys Fluent를 이용하였다. 해석을 위하여 선풍부 유동장 형상을 Nodes 443076개, Elements 299,900개로 구성하였으며, 유체는 공기, 흐름은 난류로 설정하였다. inlet은 풍구의 입구로 설정하였으며, outlet은 풍구의 출구와 마구보는 면으로 설정하였다. 풍구 출구의 풍속 실험 실험은 풍구의 폭을 3등분하고 각 부분에서 5cm 이격하여 측정하였다. 실험 실험 장치에서 풍속은 좌측 18~19m/s, 중앙 22~23m/s, 우측 18~19m/s 측정되었다. 유체 유동해석에서 풍속은 좌측 15~16m/s, 중앙 23~24m/s, 우측 15~16m/s의 해석 되었다. 실험 장치를 통한 실험과 유체 유동해석의 결과 값이 유사하여 해석의 타당성을 확인하였다. 실험을 바탕으로 선풍가이드를 추가하여 해석을 진행하였으며, 풍구 출구의 유동을 확인하였다. 선풍능력 향상을 위한 최적 설계를 위하여 선풍가이드와 풍구의 거리, 각도를 조정하여 추가 해석을 해 볼 필요성이 있다. 본 해석은 임펠러가 없이 간단한 형상으로 진행되었다. 차후 연구에는 보다 정확한 결과를 위해 임펠러를 부착한 추가연구가 필요할 것으로 판단된다.

키워드(Keywords): 고추, 고추수확기, 선풍부, 풍구, Ansys Fluent, 유동해석

사사(Acknowledgement)

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 첨단생산기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음(118019-3).

01-21

농용트랙터의 노면 센싱 기반 반능동 전방차축 현가기술의 실차 적용 연구

Study on Field Test of a Semi-Active Front Axle Suspension System Based on Preview of Road Roughness for Agricultural Tractor

ng-mo koo¹, Young-joo Kim²

¹서울대학교 바이오시스템 소재학부 바이오시스템공학전공(Department of Biosystems Engineering, Seoul National University, Seoul, Korea), ²대동공업 기술연구소 및 선개발팀(Department of Transmission, Daedong, Gyeonggiangnam-do, Korea), ³대동기어 기술연구소(Research Center, Daedong Gear, Gyeonggiangnam-do, Korea), ⁴한국생산기술연구원 융복합농기계그룹(Convergence Agricultural Machinery R&D Group Jeonbuk, Jeonbuk, Korea)

*교신저자 :

일반적인 농용트

랙터가 장착되어 있으며 유입이 되면서 역방향 회전각이 발생하는 문제점을 가지고 있다. 이로 인해 차량의 움직임을 제어 인자로 알고리즘을 개발했을 때에는 차량 진행방향의 노면상태를 센서를 이용 미리 감지하고 유압 작동기를 조절하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 노면조건을 감지하여 감쇠력을 조절하는 반능동 현가장치를 개발하고자 하였다. 이를 위해 노면 거칠기 정보를 자동으로 인식, 감쇠력을 연동 변량으로 제어하는 기술의 효율성을 실차 요인 실험을 통하여 구명하고자 하였다. 노면상태 감지는 라이다(LIDAR) 센서를 이용하여 10 m 길이의 노면을 미리 스캔하고 누적된 노면 정보에서 회귀직선을 생성하여 각 포인트의 RMS 값을 구해 노면 거칠기(Roughness)를 수치화하는 방식으로 하였다. 실차 적용이 용이하게 하기 위하여 제어를 임베디드 시스템으로 개발하여 차량에 적용하였다. 서로 다른 거칠기 4 가지 노면에서 약 20 m를 주행한 후 차체 가속도의 RMS 값을 비교한 결과 모든 노면에서 가속도가 감소하였으며, 비포장도로에서 최대 66.5%까지 가속도 감소효과를 볼 수 있었다. 또한 10 Hz 이하 영역에서 가속도의 크기가 감소하는 것으로 나타나 개발하는 노면 거칠기 기반 반능동 현가 제어기술의 효율성을 확인하였다.

키워드(Keywords): 전방차축 현가장치, 노면 거칠기, 프리뷰 제어 시스템

사사(Acknowledgement)

이 연구는 2017년도 산업통상자원부 산업핵심기술개발사업의(과제번호: 10063430) 지원에 의하여 수행되었음을 밝힙니다.

01-22

플로팅 기술이 유성기어세트의 하중 분할 개선에 미치는 영향 분석

Effect Analysis of Floating Technique on the Load Sharing Improvement of Planetary Gear Set

Kim¹

¹서울대학교 바이오시스템소재학부(Department of Biosystems & Biomaterials Science and Engineering, Seoul National University, Seoul, Korea), ²서울대학교 농업생명과학연구원(Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul, Korea)

*교신저자 :

유성기어바스의 핵심 부품인 유성기어세트는 기어세트의 크기를 작게 하면서 큰 동력을 전달할 수 있다는 장점이 있다. 유성기어세트의 긴 수명을 위해서는 하중 분할이 균일하게 이뤄져야 한다. 이상적인 유성기어세트의 경우 각 유성기어에 동일한 하중이 가해지지만, 실제 유성기어세트에서는 제작 및 조립 오차들로 인하여 균일하지 않은 하중 분할이 발생한다. 균일

(4) 중형 고추 수확기 풍구의 성능개선

- 논문명 : 중형 고추 수확기 풍구의 성능개선
- 발표자 : 이희
- 학술지 : 한국농업기계학회 학술발표논문집(2019 추계)

한국농업기계학회/2019년 추계공동학술대회

중형 고추 수확기 풍구의 성능개선
Performance improvement of Winnowing Machine for Medium-sized Pepper Harvester

이희¹ 신용¹ 강선² 김빈² 김철^{1*}
 Hee Lee¹ Yong Shin¹ ng Sun Kang² Bin Kim² Cheol Kim^{1*}

¹전북대학교 생물산업기계공학과

¹Department of Bio-industrial Machinery Engineering, Jeonbuk National University, Jeonju, Korea

²동양몰산 중앙 기술 연구소

²Research and Development Institute, Tongyang Moolsan Co. Ltd., Gongju, Korea

초록(Abstract)

고추 재배면적은 28,824ha로 국내 조미채소 재배 면적 중 가장 많은 면적을 차지한다. 국내 고추 재배지의 66.3%가 1.0ha 이하인 소규모 농가가 대부분을 차지하고 있어, T사는 중, 소규모 농가가 대부분을 차지하고 있는 국내 실정에 맞춰 중형의 고추 수확기를 개발 중에 있다. 현재 개발 중인 수확기계로 수확시 수집함에 다량의 헝잡물이 유입되어 수확 후 추가 노동력이 발생하는 상황이다. 이에 이전 연구에선 선별부 성능 개선을 위해 임펠러가 없는 간단한 형상으로 유동해석을 실시하였다. 본 연구에서는 임펠러를 부착한 모델링을 사용하여 유체의 유동을 분석하였고, 그 결과 풍구에서 풍향이 일정하게 나오지 않는 것을 확인하였다. 이에 선별부 풍구의 성능 개선을 위해 풍향 가이드를 추가 모델링하고 그 유동을 비교하였다. 중형 고추 수확기 3차원 설계는 Pro-E Program을 사용하여 현 풍구와 출구에 2개와 4개의 풍향 가이드를 추가한 3가지 모델의 풍구를 설계하였다. 해석은 Ansys Fluent를 이용하였고, 해석 시 외부 유동장을 설정하여 유체는 공기, 유체의 흐름은 난류 모델인 k-epsilon 모델을 사용하였다. 풍구 출구의 풍향을 확인하기 위해서 풍구 출구를 좌측, 중앙, 우측 3부분으로 나누고 출구에서 15cm 떨어진 각 부분의 풍속을 확인하였다. 현 풍구에선 좌측, 중앙, 우측 각각 1.7, 3.4, 3.2 m/s로 측정되어 중앙과 우측의 부분보다 좌측의 풍속이 낮은 것으로 나타났다. 2개의 풍향 가이드를 추가하여 해석한 결과 좌측, 중앙, 우측 각각 1.4, 2.8, 3.0 m/s로 해석되었고, 4개의 풍향 가이드를 추가하여 해석한 결과는 좌측, 중앙, 우측 각각 2.3, 3.3, 2.7 m/s로 해석되었다. 2개의 풍향 가이드를 추가하였을 때와 추가하지 않았을 때의 풍향은 같은 경향을 보였지만, 4개의 풍향 가이드를 추가하여 해석하였을 때는 풍구 출구에서 이전보다 고르게 유동이 분포되는 것을 확인할 수 있었다. 이에 풍구 출구에 4개의 풍향 가이드를 추가하여 선별작업을 한다면 작업능력을 향상시킬 수 있을 것이라고 판단했다. 차후에는 본 해석을 통하여 유동 해석의 타당성을 확인할 필요가 있으며, 풍향 가이드의 길이 및 각도를 조정할 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다.

키워드(Keywords)

고추수확기, 풍구, Ansys Fluent, 유동해석

사사(Acknowledgement)

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 첨단생산기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음 (118019-3).

*교신저자: 김철(2@jbnu.ac.kr)

(5) 고추 수확기 풍구의 요인시험

- 논문명 : 고추 수확기 풍구의 요인시험
- 발표자 : 신O용
- 학술지 : 한국농업기계학회 학술발표논문집(2020 춘계)

(사)한국농업기계학회/2020년 춘계 공동학술대회

고추 수확기 풍구의 요인 시험

Factorial Experiment of the Winnowing Machine for Pepper Harvester

신 용¹, 김 봉¹, 조 진¹, 김 호¹, 강 선², 김 철^{1*}

Yong Shin¹, Bong Kim¹, g Jin Cho¹,

g Ho Kim¹, g Sun Kang², Cheol Kim^{1*}

¹전북대학교 생물산업기계공학과

¹Department of Bio-industrial Machinery Engineering, Jeonbuk National University, Jeonju, Korea

²동양물산 중앙 기술 연구소

²Research and Development Institute, Tongyang Moolsan Co. Ltd., Gongju, Korea

초록(Abstract)

고추의 국내 노지재배 면적은 2000년 74,471ha에서 2019년 31,644ha로 57.5%로 감소하였고, 연간 고추 생산량은 10a당 2000년 1,126천원에서 2019년 3,490천원으로 3배 이상 상승 되었다. 고추 재배의 생산비 절감을 위해서 수확 작업의 기계화가 연구되고 있으나 정선 시스템의 어려움으로 수확 후 2차 이물질 선별이 필요한 실정이다. 현재 개발 중인 자루식 고추수확기계로 고추를 수확 시 수집탱크에 줄기, 잎 등의 이물질 등이 유입되어 기계 수확 후 추가 노동력이 발생되고 있다. 본 연구에서는 선별부 풍구에 대한 요인 실험을 통해 적절한 작동 조건을 결정하기 위하여 수행하였다. 풍구는 2개의 임펠러가 장착되어 있고, 임펠러는 지름 330mm, 폭 137mm로 12개의 날개로 이루어져 있다. 고추 이물질 선별 요인 설정으로는 회전속도 1600, 1800, 2000 rpm(3수준) 과 풍구의 경사각 34°, 41°, 48° (3수준), 풍구의 출구가이드는 기본 가이드, 3개 가이드(2수준) 로 설정 하였다. 고추 시료는 국립 원예특작과학원에서 2019년 11월 20일 정식하여 2020년 3월 20일에 채취하였으며 기계수확 데이터를 기초로 고추, 줄기, 잎의 무게비율로 계산하여 요인시험에 사용 하였다.

요인시험 결과 풍구의 경사각도 및 회전속도에서 출구 가이드여부에 대하여 고추 수집률과 이물질 선별률을 분석 하였다. 경사각 34도에서 기본 가이드는 1800, 2000 rpm에서 고추 손실이 2.9 ~ 6.9% 나타났다. 3개 가이드에서는 고추 손실이 없었다. 경사각 41도와 48도는 기본가이드가 3개 가이드 보다 풍구 회전 속도가 증가하면 고추 수집률이 27.1 ~ 367.8 % 낮게 나타났다. 풍구의 이물질 선별률은 경사각 34도에서 1600, 1800 rpm에서는 기본 가이드가 19.5 %, 4.1 % 높았으나 2000 rpm에서는 3개 가이드가 6.7 % 높게 나타났다. 41도에서 기본 가이드는 회전속도 별 편차가 3 % 미만이었고, 기본 가이드가 29.9 % 높은 이물질 선별률이 나타났다. 48도 경사각에서는 기본 가이드와 3개 가이드의 이물질 최대 편차가 2.1 % 미만으로 유사하게 나타났다. 이에 풍구 요인 시험 결과 고추 수집률 95% 이상과 이물질 선별률 95% 이상 조건으로 분석결과 회전속도 2000 rpm, 경사각도 34도, 출구 가이드 3개 일 때 최적의 작동 조건으로 판단하였다. 추후 다양한 경사각 및 회전속도 등에서의 추가 실험을 수행하여 선별 성능 검토가 필요 할 것으로 보인다.

키워드(Keywords)

고추수확기, 풍구, 선별 시스템, 이물질 분리

사사(Acknowledgement)

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 첨단생산기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음 (118019-3).

*교신저자 : 김 철(_____@jbnu.ac.kr)

(6) 중형 고추 수확기 개발을 위한 기초연구(2) - 탈실부 성능시험-

- 논문명 : 중형 고추 수확기 개발을 위한 기초연구(2) - 탈실부 성능시험-
- 발표자 : 신O용
- 학술지 : 한국농업기계학회 학술발표논문집(2020 추계)

(사)한국농업기계학회/2020년 추계공동학술대회

중형 고추 수확기 개발을 위한 기초연구(2)
- 탈실부 성능 시험-

Development of Medium-sized Pepper Harvester(2)
- Factorial Experiment of Picking Part -

신 용¹ 김 봉¹ 조 진¹ 김 호¹ 김 빈² 양 영³ 채 영³ 김 철^{1*}
 Yong Shin¹ u Bong Kim¹ ug Jin Cho¹ ug Ho Kim¹
 Bin Kim² Young Yang³ young Chae³ Cheol Kim^{1*}

¹전북대학교 생물산업기계공학과

¹Department of Bio-industrial Machinery Engineering, Jeonbuk National University, Jeonju, Korea

²동양물산 중앙 기술 연구소

²Research and Development Institute, Tongyang Moolsan Co. Ltd., Gongju, Korea

³국립원예특작과학원

³National Institute of Horticultural Science, Rural Development Administration, Korea.

초록(Abstract)

국내의 노지 고추 재배 면적은 2010년 44,584ha에서 2019년 31,644ha로 29% 감소하였다. 전체 고추 재배 포장지의 66.3%가 1 ha 이하이며, 전체 고추재배 농가 중 67.6%가 1 ha이하이다. 기존 연구된 대형 고추 수확기는 대규모 재배면적에 적합하여 중·소 규모가 대부분인 국내 고추농가에 적합하지 않다. 본 연구는 국내 중·소 규모의 고추농가에 적합한 중형 고추 수확기계의 개발을 위하여 소형화된 탈실부의 성능을 확인하기 위하여 수행하였다. 중형 고추 수확기의 제원은 4,380 × 1,780 × 1,650 (W x L x H, mm)이다. 탈실부 Helix의 회전속도 650rpm, 작업속도 0.2m/s에서 시판 품종인 메운탄과 에코스타 2수준에서 각 10주씩 3반복 시험하였다. 시험은 고추 탈실효율, 줄기부착과율, 미 탈실율, 손실율, 손상과율, 이물질비율에 대하여 분석하였다. 시험 결과 탈실효율은 메운탄과 에코스타에서 각각 평균 92.8%, 90.5%로 나타났고, 줄기 부착과율은 27.9%, 17.3%로 나타났다. 미 탈실율은 5.5%, 7.7%로 나타났으며, 손실율은 1.7%, 1.8%로 차이가 없었다. 탈실에 의한 손상과율은 13.5%, 6.4%로 나타났으며, 이물질 혼입율은 23.1%, 21.1%로 나타났다. 중형 고추수확기의 탈실부 성능시험 결과 품종간의 탈실율, 미 탈실율, 손실율, 이물질 혼입율에서의 편차는 0.1 - 2.3%로 미미하였고, 손상율과 줄기부착과율에서 편차는 7.1 - 10.6%로 품종간의 차이가 나타났다. 탈실율 90%이상 조건에서 손상과율과 줄기부착과율에 대한 개선 연구 후 추후 다양한 품종에서의 추가 실험을 수행하여 중형 고추 수확기의 성능 검토가 필요 할 것으로 보인다.

키워드(Keywords)

중형 고추수확기, 탈실부, 탈실성능, 고추 탈실효율, 이물질 혼입율

사사(Acknowledgement)

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 첨단생산기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음 (118019-3).

*교신저자 : 김 철(c 2@jbnu.ac.kr)

다. 국내 학술대회 (국립원예특작과학원)

(1) 고추 기계 수확을 위한 발근제 처리에 따른 뿌리 생육비교

- 논문명 : 고추 기계 수확을 위한 발근제 처리에 따른 뿌리 생육비교
- 발표자 : 양O영 외 5
- 학술지 : 한국원예학회 학술발표논문집(2019 춘계)

고추 기계 수확을 위한 발근제 처리에 따른 뿌리 생육비교

Comparison of Root Growth Treated with Various Rooting Compounds for Pepper Machine Harvest

양 O영¹, 박 영², 채 영¹, 조 영¹, 남 O우¹, 김 O철¹

¹국립원예특작과학원, ²전북대학교

Young Yang¹, Young Chae¹, Byoung Chae¹,
Woo Nam¹, and Cheol Kim¹

¹Vegetable Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Wanju 55365, Korea, ²Chonbuk National University, 567 Baekje-daero, Deokjin-gu, Jeonju 54896, Korea

고추는 생육 특성상 줄기가 자라면서 내 분지마다 과실이 달린 후 성숙하기 때문에 우리나라와 같이 강우가 많은 여름철에 재배하는 경우는 재배기간 동안 4-6회에 걸쳐 주기적으로 숙과를 수확해야 한다. 최근에는 노동력 부족으로 수확 횟수가 전반적으로 줄어드는 추세이나 높은 고령화로 인해 고추 생산여건은 갈수록 어려워지고 있는 상황이다. 고추 수확에 투입되는 노동력을 절감하기 위해 농촌진흥청은 생력재배형 품종개발, 탈곡형 고추 수확기 개발 등 많은 노력을 기울여왔다. 최근에는 산학연 공동연구로 한국형 승용식 고추 수확기계가 개발되었지만 전근성 작물인 고추를 기계수확 할 경우 뿌리 뽑힘 증상 등이 일부 발생하여 개선사항이 요구되어 지속적으로 보완연구를 하고 있다. 본 실험은 기계수확 시 뿌리 뽑힘 현상을 줄여보고자 현재 시중에 시판되고 있는 뿌리 발근제 3종을 대상으로 뿌리 발근제 시험을 수행하였다. 발근제 처리는 정식 후 총 4회로 20일 간격으로 총 4회 관주 처리하였다. 적정 품종에서 식물체의 원예적 특성과 뿌리 특성을 조사한 결과 조장은 B 제품 처리구에서 118.0cm로 가장 높게 나타났으며 정경은 A 제품 처리구에서 13.8mm로 가장 높은 수치를 보였다. 또한 발근제 처리가 뿌리생육에 미치는 영향을 확인하기 위해 Root Scanner를 사용하여 조사한 결과 총 뿌리길이와 뿌리 표면적은 C 제품 처리구에서 각각 2075.8cm, 455.8cm²로 가장 높았으며, 평균 뿌리직경과 뿌리 부피는 각각 0.8mm, 9.1cm³로 B 제품 처리구에서 가장 높은 경향을 보였다.

T. 063-238-... y..._g20@korea.kr

(2) 고추 기계 수확 효율 향상을 위한 염수처리 효과

- 논문명 : 고추 기계 수확 효율 향상을 위한 염수처리 효과
- 발표자 : 양O영 외 5
- 학술지 : 한국원예학회 학술발표논문집(2020 추계)

계속 재사용하면서 수산양식과 농작물재배를 동시에 실시할 수 있는 생태계 물의 순환을 기반으로 한 유기생산법이다(FAO, 2014). 본 연구의 목적은 아쿠아포닉스 활용 수경재배(hydroponics)와 농업의 수경재배 방법의 업체류 생산성 비교를 통해 친환경 아쿠아포닉스의 활용 수경재배 가능성을 검토하고자 하였다. 아쿠아포닉스 어류 양식 및 수경재배 생산을 위한 실험 시스템은 어류 원형수조(3.0 m × H1.0m) 1개, 심프수조(3.0m × H1.0 m) 1개, 양어수조 연결 박막식(NFT) 수경재배대(1단 6열, 288pot), 바이오펠릭스 여과기(292L, ㈜이산엠텍) 1개, 표준양액으로 재배하는 박막식(NFT) 수경재배대(1단 8열, 576pot)로 구성하였다. 대조군으로 관행재배(바로커 원예용상토:유기물=4:1,pot)를 하였다. 실험에 사용된 어류는 비단잉어(*Cyprinus carpio haematopterus* L.) 150마리(15~25cm)이고, 사료는 직경 6mm 내외의 부상 EP(extruded pellet) 펠릿(사조동아원)을 주6회(400cc/일) 공급하였다. 업체류 재배시 부족한 영양분 철분(EDTA-Fe 50mg/월)과 칼슘(글페라 500g/월)을 투입하였다. 업체류는 서울농업기술센터 육묘실에서 16일간 육묘한 개체로 총6종(주)아시아종묘, 로메인(흑로메인, 시저스그린), 청경채(레드초이, 상심하계), 다채, 아시아적외르를 사용하였다. 업체류 생산성검정을 위한 조사는 엽록소, 안토시아닌, 엽장, 엽폭, 염수, 생체중(지상부, 지하부), 엽면적을 측정하였다. 통계분석은 통계처리하는 SAS program(version 9.0)을 이용하여 95% 신뢰수준에서 인건의 다중범위검정을 이용하였다. 모종 이식 후 28일간 재배하여 업체류 생산성을 비교한 결과 적정경계를 제외한 업체류 5종에서 양어수 활용 수경재배의 경우가 엽록소함량, 엽면적, 염수, 엽장, 엽폭, 생체중이 높게 조사되었으며 유의한 차이를 나타내었다. 특히, 생체중이 수경재배보다 3배 이상 높게 조사되었다. 하지만 적정경계는 염수, 엽면적, 엽폭 조사한 결과 유의성이 없었으며, 흑로메인과 적정경계, 아시아적외르의 경우 색깔이 연하게 발현되어 안토시아닌 함량을 높일 수 있는 방안으로 LED 보완이 필요할 것으로 생각되었다.

T. 02-6959-9343, lijn2080@seoul.go.kr

P.1-40

고추 기계 수확 효율 향상을 위한 염수 처리효과

Salinity Treatment for Increasing Efficiency of Mechanical Harvesting of Pepper

채 영*, 양 영¹, 정 봉², 조 철³, 남 우¹, 홍 수², 신 용³, 김 철¹
¹국립원예특작과학원 재조, ²동양물산 중앙기술연구소, ³전북대학교 생명산업기공학과

Young Chae*, Young Yang¹, Bong Jung², Jo Cheol³, Woo Nam¹, Su Hong², Yung Shin³, and Cheol Kim¹
¹Vegetable Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Wanju 55365, Korea, ²Research & Development Institute, Tongyang Mool-san Co., Ltd., Gongju 32530, Korea, ³Chonbuk National University, 567 Baekje-daero, Deokjin-gu, Jeonju-si, Jeollabuk-do 54896, Korea

고추는 영양생장과 생식생장이 동시에 이루어지는 재조 작물로 우리나라와 같이 강우가 많은 여름철에 재배하는 경우는 재배기간 동안 4-6회 이상 과실을 수확해야 한다. 최근에는 노동력 부족으로 수확 횟수가 전반적으로 줄어드는 추세이며 농촌 고령화로 인해 고추 생산은 갈수록 어려워져 자급율은 지속적으로 하락하고 있다. 이에 고추 산업의 생력화를 위한 수확 작업의 기계화에 대한 요구가 많아 동양물산, 국립원

예특작과학원, 전북대학교 공동으로 국내 실정에 맞춰 중형고추 수확기를 개발 중에 있다. 하지만 고추 기계 수확 시 다량의 줄기나 잎이 유입되어 수확 후 선별하는 추가 노동력이 발생하고 있다. 따라서 본 연구에서는 기계 수확 시 선별하는 추가 노동력을 줄이기 위해 염수 농도를 4가지로 살포하여 기계수확 후 잎을 감소시키는 실험을 수행하였다. 염수 살포 후 무처리나 저농도에 비해 농도가 높아질수록 탈실된 잎과 줄기가 50% 가량 감소하는 효과가 있었으며 줄기부착과율도 염수농도 0%, 8%, 10% 각각 13.3, 2.14, 2.55%로 감소하는 효과가 있었다. 또한 염수 처리 후 과실의 ASTA 함량을 비교한 결과 색소 함량은 변화가 없었다.

T. 063-1-.....@korea.kr

P.1-41

양파(*Allium cepa* L.)의 생리반응에 미치는 온도구배터널 내 상승온도의 영향

Effects of Elevated Temperature on Physiological Responses of Onion (*Allium cepa* L.) under Temperature Gradient Tunnels

¹국립원예특작과학원 온난화대응농업연구소, ²제주대학교 생물학과
³Research Institute of Climate Change and Agriculture, National Institute of Horticultural and Herbal Science, Jeju 63240, Korea, ²Department of Biology, Jeju National University, Jeju 63243, Korea

양파(*Allium cepa* L.)는 백합과에 속하는 2년생 초본식물이면서 전 세계적으로 중요한 조미채소작물이다. 양파는 원동작물로 재배기간이 길고 노지에서 재배되기 때문에 환경의 영향을 많이 받아 기상변화에 예민하여 기후변화에 따라 작황의 변화가 심한 작물 중에 하나이다. 본 연구에서는 양파의 생육기간 동안 온도구배터널에서 재배하면서 광합성 특성, 지상부 생육과 인경 발달, 생리장애 등을 조사함으로써 기후변화에 대응하여 양파 생육 전반에 미치는 기온상승의 영향을 살펴보고 온도의 영향을 최소화 할 수 있는 방안을 모색하고자 하였다. 터널 중앙부와 후미부의 온도는 입구의 대기온도를 기준으로 각각 3°C, 6°C가 높게 유지되었다. 지상부의 생장은 대기온도와 대기온도+3°C에서 생육하였을 때 전반적으로 높고, 대기온도+6°C에서는 감소하는 양상을 보였으며, 인경은 초기 생육이 재배온도 간에 큰 차이를 보이지는 않았으나, 생육후기의 인경 생체량과 견체량은 대기온도와 대기온도+3°C에서 생육하였을 때 높았다. 광합성률(A), 기공전도도(g), 증산률(E)은 터널 입구에서 겨울철 대기온도에 적용된 식물보다 중앙부인 대기온도+3°C에서 재배하였을 때 다소 증가하였다. 그러나 추대기와 개체당 최대 염수에 도달하는 시기는 대기온도에서 보다 높은 온도에서 빠르게 나타났으며, 추대 발생률도 상승온도 조건에서 높았다. 대기온도 및 대기온도+3°C에서 인경 발달이 더 왕성하여 크기가 크고 상품성이 높은 인경을 수확할 수 있었으나 대기온도+6°C인 고온에서는 인경의 크기가 다소 작아지는 양상을 보였다. 이러한 결과들을 토대로 기후변화에 따른 3°C 정도의 기온 상승 조건에서는 양파의 생장이 오히려 더 활발하게 이루어져 인경 크기가 커져 생산량이 증가하겠으나 이보다 더 높아져 3°C 이상의 기온 상승 조건에서는 인경 발달이 저조하여

3. 고용창출

가. 동양물산기업

- 김O빈 연구원
- 고용창출일 : 2018년 06월 01일

발급번호 : G201810300142120				
건강보험자격득실확인서				
확인청구자	성명		주민등록번호	
	김 O 빈		910701-1*****	
자 격 득 실 확 인 내 역				
No	가입자구분	사업장명칭	자격취득일	자격상실일
1	직장가입자	동양물산기업 (주)	2018.06.01	

나. 국립원예특작과학원

- 조O숙 연구원
- 고용창출일 : 2020년 03월 02일

발급번호 : G2020083106111093				
건강보험자격득실확인서				
확인청구자	성명		주민등록번호	
	조 O 숙		67111-12*****	
자 격 득 실 확 인 내 역				
No	가입자구분	사업장명칭	자격취득일	자격상실일
1	직장가입자	국립원예특작과학원 (직장)	2020.03.02	

4. 인력양성

가. 전북대학교

(1) 학사 : 김O봉 (1명)

제17781호

증서

김 O 봉

1994년 7월 일생

위 사람은 이 대학 소정의 전 과정(생물산업
기계공학 전공 심화과정)을 이수하고 공학사의
자격을 갖추었으므로 이를 인정함.

2020년 2월 21일

전북대학교 농업생명과학대학장

농학박사 류



위 인정에 의하여 이 증서를 수여함.

2020년 2월 21일

전북대학교 총장 공학박사 김



학 위 번 호 : 전북대 2019(학)1346

(2) 석 사 : 김O형, 이O희 (2명)

(가) 김O형

제 2019 - C08898 호

학 위 수 여 증 명

성 명	김 형
생 년 월 일	1993년 1월 8일
대 학 원	대학원 석사과정
학 과	농업기계공학과
입 학 년 월 일	2017년 9월 1일
학위수여 년월일	2019년 2월 22일
학 위 명	공학석사
학 위 등 록 번 호	전북대 2018(석)0114

위의 사실을 증명합니다.

2019 년 10 월 24 일

전 북 대 학 교



(나) 이O희

제 2020 - 016572 호

학 위 수 여 증 명

성 명	이 희
생 년 월 일	1995년 11월 11일
대 학 원	대학원 석사과정
학 과	농업기계공학과
입 학 년 월 일	2018년 3월 1일
학위수여 년월일	2020년 2월 21일
학 위 명	공학석사
학 위 등 록 번 호	전북대 2019(석)0086

위의 사실을 증명합니다.

2020 년 5 월 12 일

전 북 대 학 교 총 장



*우) 54896 전북 전주시 백제 전북대학교 학사관리과 (063) []
* 이 증명서는 자동발급기로 발급한 것입니다.

5. 홍보전시

가. 2018년 논 활용 고추 조기재배 기계수확 연시회

- 매체명 : 순천 농업기술센터
- 홍보일 : 2018년 09월 11일
- 홍보유형 : 기타

- 홍보내용 : 중형 고추 수확기계의 연시회 개최

- 논 활용 고추 조기재배에 따른 고추 수확기계 특징 및 수확 시연
- 기계 수확에 대한 재배 기준 및 품종 등 홍보
- 국내 고추 수확기계에 대한 보급관련 홍보(정부지원, 용자, 기계 효율 등)

• 참여인원은 50명 정도로 순천 농협 및 각 지점 관계자, 순천 농업기술센터, 국립 원예특작과학원,

순천시 주암면 사무소 공무원, 지역 고추재배 농민 30여 가구 및 기타 농민 참석 함.

- 홍보자료



나. 고추 일시수확형 기계 연시회

- 매체명 : 충남 농업기술원 양념채소 연구소

- 홍보일 : 2018년 09월 18일

- 홍보유형 : 기타

- 홍보내용 : 중형 고추 수확기계의 일시 수확형 고추 연시회 참가

• 고추 일시수확형 재배에 따른 수확기계 특징 및 수확 시연

• 기계 수확에 대한 재배 기준 및 품종 등 홍보

• 참여인원은 100명 정도로 전북 정읍시 고추연구회 30명, 충남 농업기술원 김영수 원장의 4명,

양념채소 연구소, 전북대학교, 국립 원예특작과학원, 충남 각 지역의 농업기술센터 담당자, 청양

고추연구회 및 고추 재배관련 농민 단체(지역 연구회) 등 70여명 참석

- 홍보자료



다. 고추도 기계수확시대 열린다.

- 매체명 : 예산뉴스

- 홍보일 : 2018년 10월 01일

- 홍보유형 : 지방일간지

- 홍보내용 : 충남도 농업기술원 산하 태안 양념 채소 연구소에서 “일시수확형 고추 수확기계 연사회” 개최

전국 기술센터 고추 담당 공무원 및 각 지역 고추 연구회, 농민, 단체 등 70여명 참석하여 진행

- 홍보사진

HOME > 농업

고추도 기계수확시대 열린다

대·중형기계 시연회... 농기계임대사업 가능

김동근 기자 dk1hero@yesm.kr 승인 2018.10.01 11:59 댓글 0



고추수확기계가 고추를 수확하고 있다. © 충남도농업기술원

고추도 머지않아 한 번에 기계로 수확하는 시대가 열릴 전망이다.

충남도농업기술원은 지난 9월 18일 태안군 남면 양념채소연구소에서 '일시수확형 고추수확기계 연사회'를 가졌다.

정부의 발작을 기계화 촉진정책에 따라 신개발기계에 대한 현장적용을 시험하고 농가 궁금증을 해소하기 위해 마련된 행사는 기계수확 적합품종 선정, 기계수확을 위한 동시성숙 촉진 재배기술, 수확기계 시연, 질의응답 순으로 진행됐다.

제 3장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

제 1절 연구 목표

1. 정량적 목표 및 평가방법

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.

구분	평가항목		평가방법	
고추 수확기	1. 작업성능	정도시험	총 손실비	※ 총 손실비는 일정 면적에서 총 고추 수확량 중 (미탈실 + 고추의 낙하량)의 비를 의미
		작업능률	작업속도	수확기 농업기계검정방법에 준하여 측정.
	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	안전 전도각 (좌우)	농업기계 검정 및 안전관리 세부실시요령 별표10에 준하여 측정.
		내구성 시험	내구시간	당사 표준 방식에 의해 시험
	품종 및 현장 적용	5. 선발 5 품종 현장 실증		선발 5 품종 재배 및 재배포장에서 기계 수확 작업 진행
		6. 기계화 적합 재배 기술 및 현장적용		현장평가로써 개발 기계를 통한 포장 수확 작업 진행
전체 과제	7. 특허출원		농업기계 관련분야, 고추 수확기계와 관련된 특허에 준하여 평가	
	8. 논문발표		농업기계 관련분야의 발표된 논문에 준하여 평가 함	

제 2절 정량적 목표 달성여부

1. 정량적 목표 대비 달성도

- 본 연구의 정량적 성능평가 항목은 1차년도 ~ 3차년도의 연구개발을 통하여 모두 만족하였다.
- 아래 표는 본 연구에서 개발한 중형 고추수확기계 개발의 각 정량적 성능평가 항목 대비 달성도를 나타내었다.

항목		단위	세계 최고수준 보유국/ 보유기업 15% (이스라엘 ETGAR)	국내 수준	개발 목표	개발 결과	달성도 (%)	비고
고 추 수 확 기	작업 성능	총손실비 %	-	-	15	7.2 %	100	농업기술 실용화재단
		작업속도 m/s	0.4 (이스라엘 ETGAR)	-	≥0.2	0.31 m/s	100	농업기술 실용화재단
	최저 지상고	mm	-	≥190 (Max)	≥150 (Max)	400 mm	100	농업기술 실용화재단
	탈실부 사양	회전체 불평형 모멘트 gf · cm	-	-	≤150	143 gf · cm	100	당사 시험성적
		탈실 조수	4조 (미국 BOESE)	-	1	1 조	100	농업기술 실용화재단
	주행부 성능	크롤러 kPa	21 (일본 Yanmar)	-	22.5	21.4 kPa	100	농업기술 실용화재단
		안전성시험 (안전전도각)	30 (일본 Yanmar)	-	20	30°	100	농업기술 실용화재단
	품종 실증 및 현장 적용	선발 5 품종 현장 실증	건	-	-	3	3	100
기계화 적합 재배 기술 및 현장적용		건	-	-	2	3	100	현장 평가
전체 과제	특허 출원	건	-	-	1	5	100	증빙 자료
	논문 발표	건	-	-	1	1	100	증빙 자료

2. 증빙자료

(1) 총 손실비

- 본 연구의 정량적 작업 성능 평가 항목 중 고추수확기의 총 손실비율은 7.2%로 정량적 목표인 15% 이하로 나타나서 정량적 목표를 달성하였다.

19-MT-116

(5) 작업방법

시험구간 : 30 m

작업행정 : 2행정

작업단수 : 주-무단, 부-저속

나선속 회전속도 : 700 r/min

작업속도 : 0.1 m/s

6.2.2 시험결과

구 분		매운탄		적영		에코스타	
		중량, kg	비율, %	중량, kg	비율, %	중량, kg	비율, %
계		43.44	100.0	48.15	100.0	47.73	100
수확물 (탱크내)	소계 ¹⁾	40.16	92.4	44.70	92.8	44.49	93.2
	비손상과	38.41	88.4	42.78	88.8	42.87	89.8
	손상과 ²⁾	1.75	4.0	1.92	4.0	1.62	3.4
손실물 (포장내)	소계	3.28	7.6	3.45	7.2	3.24	6.8
	포장에 심겨져 있는 줄기에 달려있는 과실 ³⁾	2.00	4.6	1.16	2.4	1.77	3.7
	포장에 낙하된 과실	1.28	3.0	2.29	4.8	1.48	3.1

1) 탱크 내 수확된 과실전체의 중량으로 꼭지, 병충해 과실, 왜소 과실 포함

2) 수확과 중 조개지거나 찢어진 과실

3) 처져있어 탈실부를 통과하지 않은 것 + 탈실부를 통과하였으나 미탈실된 것

7. 검정제품 개요

가. 본 기대는 고추 일시수확용으로 제작된 승용자주형 1조식 동력수확기로 주행부, 탈실부, 반송 및 수집탱크로 구성되어 있음

나. 주행부는 무한케도식이고 탈실부 높이는 유압으로 조절하는 방식임

다. 탈실방식은 3중 나선식이고 선별방식은 줄기분리장치 및 풍압식이며 선별·수집된 고추는 수집탱크를 레버로 자유낙하시켜 배출하는 구조임

(2) 작업속도

- 본 연구의 정량적 작업 성능 평가 항목 중 고추수확기의 작업 속도는 0.31m/s로 정량적 목표인 0.2m/s 이상으로 나타나서 정량적 목표를 달성하였다.

20-MT-088

6.2.2 시험결과

구 분		품종명
		적영
평균작업속도(m/s)		0.31
수확 (탱크)	전체수확량(kg)	13.6
	손상과(kg)	1.75
손실 (포장)	포장에 심겨져 있는 줄기에 달려 있는 과실(kg)	1.25
	포장에 낙하된 과실(kg)	1.39

7. 검정제품 개요

- 가. 본 기대는 고추 일시수확용으로 제작된 승용자주형 1조식 동력수확기로 주행부, 탈실부, 반송 및 수집탱크로 구성되어 있음
- 나. 주행부는 무한케도식이고 탈실부 높이는 유압으로 조절하는 방식임
- 다. 탈실방식은 3중 나선식이고 선별방식은 줄기분리장치 및 풍압식이며 수집탱크에 선별·수집된 고추는 레버로 탱크하부를 열어 자유낙하 시켜 배출하는 구조임

8. 검정결과

본 검정성적은 농업기계 검정 및 안전관리 세부실시요령 제4조의 규정에 따라 실시한 기술지도검정 성적으로 과실수확기 검정방법에 따라 실시되었음

책임연구원 김□주 | 기□호 | 연구원 조□경 | 전임연구원 백□민 | 박□민

(3) 최저지상고

- 최저지상고는 수확 작업 시 주행크롤러 제외 기대의 최저단(콤바인의 경우 트랜스미션 하단)과 지면과의 수직거리를 뜻한다. 본 연구의 정량적 평가 항목 중 고추수확기의 최저지상고는 400mm로 정량적 목표인 150mm 이상으로 나타나서 정량적 목표를 달성하였다.

19-MT-116

검정성적

1. 기종명 : 동력수확기
2. 검정번호 : 19-MT-116
3. 형식명 : CH301
4. 형식 : 승용자주형
5. 규격 : 1조
6. 시험 성적



6.1 구조

6.1.1 기체의 크기

길이: 4 380 mm
 높이: 1 780 mm

폭 : 1 850 mm
 중량: 2 020 kg

6.1.2 주행부

(1) 동력전달장치

주롤러치형식 : 없는 구조임

주변속기

변속방식 : 유압식(HST)

변속단수 : 무단(전, 후진)

부변속기

변속방식 : 기계식(선택물림식)

변속단수 : 2단(저속, 고속)

(2) 조향방식 : 조향클러치식(조이스틱)

(3) 주행장치

차륜의 종류 : 무한궤도

궤도간 거리 : 1 200 mm

무한궤도 규격(폭×피치×피치수) : 280 mm × 90 mm × 49 개

(4) 제동장치

정차브레이크

형식 : 습식원관식

작동방식 : 기계식(페달)

주차브레이크

형식 : 정차브레이크 겸용

작동방식 : 기계식(페달고정)

(5) 최저지상고 : 400 mm

(4) 불평형 모멘트

- 본 연구의 정량적 평가 항목 중 고추수확기 탈실부의 불평형 모멘트는 143gf·cm로 정량적 목표인 150gf·cm 이하로 나타나서 정량적 목표를 달성하였다. 불평형 모멘트 측정은 동양물산 자체 시험으로 진행되었으며, 2차년도 연차실적계획서에 시험 내용 및 결과를 작성하였다.

(5) 탈실 조수

- 본 연구의 정량적 평가 항목 중 고추수확기 탈실부의 탈실 조수는 1조로 정량적 목표인 1조와 같이 개발하여 정량적 목표를 달성하였다.

[붙임]

19-MS-183

검정 성적

- 1. 기종명 : 과실수확기
- 2. 검정 번호 : 19-MS-183
- 3. 형식명 : CH301
- 4. 형식 : 승용자주형(일시수확식)
- 5. 규격 : 1조
- 6. 검정 성적



6.1 구조

6.1.1 기체의 크기

· 길이	4 380 mm
· 폭	1 810 mm
· 높이	1 800 mm
· 중량	2 065 kg

6.1.2 동력전달장치

· 주클러치 형식	없는구조임
· 주변속기	
변속방식	유압식(HST)
변속단수	무단(전진, 후진)

· 부변속기	
변속방식	기계식(선택물림식)
변속단수	2단(저속, 고속)

6.1.3 조향장치

· 형식	조향클러치식
------	--------

6.1.4 주행장치

· 차륜의 종류	무한궤도
· 무한궤도의 규격(폭×피치, 피치수)	(280×90) mm, 49 개
· 무한궤도 중심간 거리	1 200 mm
· 무한궤도 접지길이	1 300 mm

(6) 크롤러 kPa

- 본 연구의 정량적 평가 항목 중 고추수확기 크롤러의 kPa 값은 21.4 kPa로 정량적 목표인 22.5 kPa 보다 낮은 값으로 정량적 목표를 달성하였다.

20-MT-101

6.2 성능시험

6.2.1 시험조건

- 총중량 2 200 kg(21.57 kN)
- 접지면적 1.008 m²

6.2.2 시험결과

- 접지압 21.4 kPa

7. 검정제품 개요

- 가. 본 기대는 고추 일시수확용으로 제작된 승용자주형 1조식 동력수확기임
- 나. 주행부는 무한케도식이고 탈실부 높이는 유압으로 조절하는 방식임

8. 검정결과

본 검정성적은 농업기계 검정 및 안전관리 세부실시요령 제4조의 규정에 따라 실시한 기술지도검정 성적으로 신청자와 협의하여 정한 검정방법에 따라 실시되었음

책임연구원 김우 | 연구원 조경 | 전임연구원 박민 |
 김우 | 조경 | 박민

(7) 안전 전도각

- 본 연구의 정량적 평가 항목 중 고추수확기의 안전 전도각은 30° 로 정량적 목표인 20° 이상으로 정량적 목표를 달성하였다.

19-MS-183

· 내장	엔진실, 동력전달축
6.2.2 안전장치	
· 시동 안전장치	주변속레버 "중립" 및 시동안전 클러치 페달 "답압"시에만 시동되는 구조임
· 비상정지버튼	엔진 비상정지버튼
· 후진 시 안전장치	경고음 발생
6.2.3 운전석 및 작업장소	
· 승강용 손잡이	
손잡이 위치	운전석 우측 팔걸이
· 승강용 발판	
바닥형상	요철철판
최하단발판높이	460 mm
발판과 승강장과의 간격	160 mm
· 운전좌석	
완충장치	완충고무
전·후조절범위	70 mm
6.2.4 제동장치	
· 최소제동거리	0.01 m (최고주행속도 1.6 km/h)
· 20% 구배 경사로에서 밀림 발생 유무	전·후 방향 밀림없음
6.2.5 운전·조작장치	
· 시동 스위치	
시동/정지방향	시동방향 : 시계방향 정지방향 : 반시계방향
· 운전·조작성	주변속레버, 부변속 스위치, 조향장치, 조속레버, 탈실부 연결장치, 배출장치는 통상 작업위치에서 안전·용이하게 조작할 수 있도록 배치되어 있음 시동안전 클러치 페달 : 요철철판
· 페달류의 미끄럼 방지구조	
6.2.6 안정성	
· 정적전도각	좌·우 30° 경사에서 전도되지 않음
6.2.7 계기장치	
· 계기장치	기관회전속도계, 연료계, 사용시간계, 나선회전속도계



제 3절 정량적 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책

1. ‘중형 고추 수확기계 개발’ 과제의 정량적 목표를 총 3차년도를 진행하면서 모든 목표를 달성하였기에 이 항목에 해당하는 내용은 없음.

제 4장 연구결과의 활용 계획

제 1절 지적재산권 확보 계획

1. 중형 고추 수확기계 개발에 대한 지적 재산권 확보 방법

- 고추 수확기계에 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 대다수 이다. 고추 수확기계는 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 농촌 진흥청과 학위 논문에 대한 고추 특허가 검색되었고, 이것은 고추를 줄기를 자르고 손수 자른 고추 줄기를 이동하여 탈곡기 같은 고추 탈실부에 넣어 고추를 탈실하는 장치로 자주식 고추 수확기계로 된 특허는 없는 실정이다.
- 중국 등 동남 아시아 특허검색에서도 자주형 고추 수확기가 있으나 탈실부 형태가 보통형 콤팩트 형태로 고추를 거둬들이는 것으로 대부분 나타났다. 국내처럼 두둑과 정식을 하는 곳이 중국에서는 드물며 직파형태도 있어 현재 개발된 중형 고추 수확기계와는 차이를 이루고 있다.
- 대표 청구항의 구성 요소를 대체 혹은 제거하거나 새로운 설계를 하는 회피설계와 원천 기술이 없는 경우 개발된 기술을 특허화 하여 자사의 지적 재산을 보호하는 대응하는 등 특허를 출원 및 등록하여 지적재산권을 확보할 계획이다.

제 2절 타분야 활용 및 추가연구 필요성

1. 향후 개발될 다양한 종류의 발작물 기계의 기반 기술로서의 역할이 가능하며, 원천 기술 확보를 통한 수확기 관련 국내 자체기술 개발의 활성화 도모 형태가 비슷한 타 작물의 수확 작업 기계에 활용 가능 기계화에 적합한 국내 농가 재배양식 설정 표본으로써 활용 가능하다.

- 추가연구 필요성

고추 수확 후 공정에 대한 시스템화 및 자동화에 대한 연구가 필요함.

고추 품종과 재배양식을 연계하여 차후 제품 실용화 연구가 필요함.

2. 2021년 충남 당진 고추재배농가를 선정하여 고추 재배 생력화를 위한 수확기계 현장 적용을 통하여 중형 고추 수확기계를 이용한 일시 수확 현장 실증 과제를 추진함으로써 2020년 연구 성과(국립원예특작과학원 원예특작분야) 현장실증과제를 추진할 계획이다.

충청권, 호남권, 경상권 3개소 지역별 중형 고추 수확기계를 통한 수확할 수 있는 1ha 단지를 조성하여 고추 생력재배를 위한 수확기계 보급시범을 추진할 계획이다.

3. 2조식 고추수확기에 대한 연구는 “자주식 고추수확기계 개발(2014~2017)” 과제에서 수행하였다. 미국의 경우 아래 표와 같이 2, 4조식 고추수확기가 개발 되어있으나 대상 작물의 품종이나 재배 방식이 다르다. 미국에서 재배, 수확하는 품종의 경우 직파식에 초장이 낮게 재배를 하는 방식이라 착과수가 현저히 적고 뿌리가 뽑히지 않는 경향이 있어 이와 같은 경우 2조식을 적용을 하여도 무방하나 우리나라의 고추는 대부분 면적당 생산량을 늘리기 위해 착과수가 많고 초장이 커지도록 개량한 품종들이다. 따라서 작부체계를 맞춘다 하여도 뿌리 뽑힘 등의 문제점이 생겨 적용하기가 어려울 것으로 사료되어 국내 기계화 실정에 맞는 품종과 작부체계에 대한 연구가 필요하다.

업체명	Boese	Oxbo	PikRite
위치	미시간	위스콘신	펜실베니아
Type	Helix	Helix	Bar
Head(탈과부)	이스라엘수입	이스라엘수입	자체
수확조수	4조	2조	2조
조간거리	40inch	20inch	30-40inch
마력	175마력	140마력	-
구동방식	자주식(Wheel)	자주식(Wheel)	트랙터 견인식

제 3절 사업화 계획

1. 중형고추수확기 사업화 계획

- 2021년 : 코로나19로 인한 연구활동 위축으로 양산 계획 연기
국내 시장 출시를 위한 문제점 보완, 내구 시험 및 양산 설계 완료
- 2022년 : 국내 1차 시범 공급 10대로 모니터링 실시
- 2023년 : 국내 2차 시범 공급 및 모니터링을 통한 출시
- 2024년 : 국내 본격 출시 및 해외(중국 및 동남아시아) 시범 공급
- 2025년 : 원가 및 품질 경쟁력 강화, 고추 수확기 기술 line-up 확대(대형 추가)

구분		(2022년) 개발 종료 후 2년	(2023년) 개발 종료 후 3년	(2024년) 개발 종료 후 4년	(2025년) 개발 종료 후 5년
국 내	시장점유율(%)	100	100	100	100
	판매량(단위 : 대)	12	30	50	70
	판매단가(원)	50,000,000	50,000,000	50,000,000	50,000,000
	국내매출액(백만원)	600	1,200	2,000	2,800
해 외	시장점유율(%)	-	-	1	0.5
	판매량(단위: 대)	-	-	100	200
	판매단가(\$)	-	-	44,000	44,000
	해외매출액(만\$)	-	-	440	880
당사 생산능력		500대/년	500대/년	500대/년	600대/년

제 5장 참고문헌

1. 홍O태, 조O환, 조O홍, 박O만, 홍O기, 최O, 신O엽, 최O구. 2006. 일시수확형 고추 수확 및 수확후 일관기계화 연구. 한국농업기계학회 2006 하계 학술대회 논문집 11(2):184-189.
2. 최O. 김O근. 전O종. 이O근. 홍O태. 유O남. 2008. 고추 기계수확시스템 개발을 위한 고추의 물리적 특성. 한국농업기계학회 2008 동계 학술대회 논문집 13(1):119-124.
3. 최O. 2006. 고추 기계수확 시스템 개발. 전남대학교 학위논문
4. 최O, 전O종, 이O근, 이O식, 유O남, 서O룡, 최O수. 2010. 고추 기계수확 시스템 개발(I). 바이오시스템공학 35(6):367-372.
5. 이O호, 박O제, 이O용. 1997. 고추수확기의 탈실장치 개발(1). 한국농업기계학회지 22(2):177-188.
6. Wolf. O. and O. Alper. 1983. Mechanization of Paprika Harvest. Proceedings of the 1st International Conference on Fruit, Nut and Vegetable Harvesting Mechanization, ASAE Publication 5-84.
7. Thomas O. H. and Rollason O. 1980. A mechanical harvester for Tabasco peppers. 1980. Louisiana-Agriculture (USA). 23(4) 8-9
8. Herbon, O. 2003. The Design, Prototype Development and Concept Validation of a Chile Sorting Machine. the degree Master of Science Industrial Engineering, New Mexico State University.
9. Gentry, O. P., J. O. Miles, and O. W. Hinz. 1978. Development of achili pepper harvester. Trans. ASAE 21(1): 52-54.
10. Funk, O.A., O.W. Stephanie, and P.H. Ryan. 2011. A Systems Approach to Chile Harvest Mechanization. International Journal of Vegetable Science 17:296-309.
11. Funk, O.A., and O.J. Walker. 2010. Evaluation of Five Green Chile Cultivars Utilizing Five Different Harvest Mechanisms. Applied Engineering in Agriculture 26(6):955-964.
12. Funk, O.A., and O.J. Walker. 2009. Green Chile Pepper Harvest Mechanization. ASABE Meeting Presentation Paper. No. 095518.
13. Funk, O.A., and O.E. Marshall. 2012. Pepper Harvest Technology. Peppers: Botany, Production and Uses. pp. 227-240.
14. Fullilove, O.M. III and Futral, O.G. 1972. A mechanical harvester for pimiento peppers. ASAE Paper No. 72-148. St. Joseph, Michigan: ASAE. 6 p.
15. Lenker, O. H. and O. F. Nascimento. 1982. Mechanical harvesting and cleaning of Chili peppers. Trans of the ASAE 25(1): 42-46.
16. Funk, O.A., and O.J. Walker. 2010. Evaluation of Five Green Chile Cultivars Utilizing Five Different Harvest Mechanisms. Applied Engineering in Agriculture.
17. O. J. Walker and O. A. Funk. 2014. Mechanizing Chile Peppers: Challenges and Advances in Transitioning Harvest of New Mexico' s Signature Crop. HortTechnology. 24(3):281-284.

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 중형 고추 수확기계 개발				
	(영문) Development of mid size chili pepper harvester				
주관연구기관	동양물산기업		(소속) 동양물산기업		
참 여 기 업	국립원예특작과학원		(성명) 강 무 상		
총연구개발비 (827,000 천원)	계	917,000,000	총 연구 기간	2018. 04. 01 ~ 2020. 12. 31 (2년 8월)	
	정부출연 연구개발비	550,000,000	총 참 여 연구 원 수	총 인 원	42명
	기업부담금	367,000,000		내부인원	42명
	연구기관부담 금			외부인원	0명

○ 연구개발 목표 및 성과

국내 농가당 재배 면적이 10a이하인 농가가 80%이상 차지하는 현실에 적합한 수확기를 개발을 목표로 한다. 또한 고추의 탈실, 선별을 하는 고추 수확기로 이동이 편리하고 2.5ton이하 트럭에 운반 가능하도록 개발하는 것이 목표이다. 중, 소규모 고추재배 농가에 적합하고 대형 대비 저렴한 수확기 개발을 목표로 기계수확에 적합한 일시 수확형 고추 5품종을 선발 및 지속 실증을 통하여 개발을 목표로 한다.

국내 고추 재배 농가 현실에 맞는 일시수확형 고추를 재배하고 기계수확에 맞도록 체계화하여 중, 소형 고추 재배농가의 수확 작업의 중노동 및 인력난을 해소하여 농가소득의 증대를 목표로 한다. 고추 생산 노력비를 절감하고 이로 인해 고추 수입에 대한 대응을 통한 경쟁력 확보를 목표로 한다. 생산기반 확보를 통하여 안정적인 고추 수급을 하고 이와 연결하여 고추 종합처리장의 기계수확 고추원료의 이용도를 높여 고추 기계수확 생산기반을 구축한다.

○ 연구내용 및 결과

1차, 2차, 3차년도를 통해서 동양물산에서는 설계를 통한 1차 Proto기대를 제작하여 여러 농가 포장 및 국립원예특작과학원 포장에서의 실증시험을 통한 수정 및 보완 사항을 적용하여 Pilot 기대를 완성하였다. Proto 기대에서 Pilot 기대 제작까지 실증시험을 통한 수정 및 보완사항을 적용할 시에 위탁기관에서 수행한 선별부 및 풍구 요인시험과 해석을 통하여 얻은 결과를 취합하여 기대 수정에 적용하여 기대를 완성 하였다. 참여기관에서는 품종별 적과 수확률 확인 및 발근제 처리에 따른 뿌리 생육 비교 시험 그리고 재배 양식별 성장 특성 조사 등을 통해서 기계수확에 적합한 일시 수확형 고추 5품종을 선발 및 지속 실증을 연구하였다.

○ 연구성과 활용실적 및 계획

국내 중, 소 농가의 고추 수확작업의 애로를 해소하여 국내 고추 재배 면적 확대에 기여하고 고추 생산 확대로 국내 고추의 가격 경쟁력 확보하며, 국내 시장에서 성능이 검증된 고추 수확기의 해외 시장 수출로 국내 농업기계 산업의 경쟁력 제고할 수 있다. 중형 고추 수확기의 개발 성공으로 밭농업용 중, 소형 수확기 개발 기술 확보 및 국내 밭 농업용 농기계 개발 경쟁 유도로 밭작업 농업기계 개발 촉진하도록 한다.

국내 고추수확기 개발의 기술수준 향상과 최적의 설계기술 시스템 구축하고 국내·외 중자 회사의 기계수확에 적합한 일시수확 고추 신제품 개발을 기대할 수 있다.

국내산 고춧가루 및 원료를 소비자에게 안전하게 공급하고 신뢰 확보가 구축하며, 고추 주산지의 산지 농산물 집하장에 기계 수확 후 생고추 원료 수급으로 농가소득을 높이고 고추종합처리장의 공급을 원활하게 하여 처리장의 생산능력을 향상시킬 수 있다.

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호		118019-3	
사업구분	농식품기술개발사업				
연구분야	농업기계·시스템		과제구분	단위	
사업명	첨단생산 기술개발 사업			주관	
총괄과제	기재하지 않음		총괄책임자	기재하지 않음	
과제명	중형 고추 수확기계 개발		과제유형	(기초,응용,개발)	
연구기관	동양물산기업		연구책임자	강무상	
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차연도	18.04.01~18.12.31	150,000	100,000	250,000
	2차연도	19.01.01~19.12.31	200,000	133,500	333,500
	3차연도	20.01.01~20.12.31	200,000	133,500	333,500
	4차연도				
	5차연도				
	계	18.04.01~20.12.31	550,000	367,000	917,000
참여기업	국립원예특작과학원				
상대국		상대국연구기관			

※ 총 연구기간이 5차연도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2021.01.22

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
동양물산기업	연구소장	강무상

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

확약	강무상
----	-----

1. 연구개발실적

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

중형 고추 수확기계 개발 과제를 통해 개발된 중형 고추 수확기는 설계를 통해 Proto를 제작 후 필드 테스트와 위탁기관의 시험 및 해석을 통한 문제점을 확인 후 개선 사항 및 보완 사항을 적용하여 Pilot 기대를 제작하였다.

협동기관에서는 중형 고추 수확기계 개발에 맞춰 기계 일시 수확에 적합한 품종 선발 및 처리방법을 위한 조사 및 시험을 하였다.

이러한 과정을 통하여 제작한 중형 고추 수확기계 및 재배 기술 연구는 국내에서 아직 이루어지지 않은 연구로서 미래에는 필요한 기술로 연구개발의 우수성과 창의성은 우수하다고 평가된다.

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

현재 국내에서는 대량으로 고추를 재배하는 농가보다는 중, 소농으로 고추를 재배하는 농가가 많은 추세이다. 최근 노동력 부족이라는 문제점이 발생하고 특히나 중, 소농가에게 이번 과제를 통해 개발된 중형 고추 수확기계를 이용한다면 노동력이나 수확에 필요한 비용 절감 등 경제적인 파급효과를 예상할 수 있기 때문에 연구개발결과의 파급효과는 우수하다고 평가된다.

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

특허 등록으로 인한 개발기술에 대한 산업재산권 등록, 고추 기계화 수확을 위한 이식 및 재배 적기와 방법으로 인한 농업인 영농활용 기술 보급이 가능하다. 고추 재배 후 공정을 위한 시설을 규모화 그리고 집단화로 인해서 농업의 공정화, 기계 산업의 첨단화를 활용 가능하며 수확 공정 자동 시스템화로서 재배효율을 증대 시킬 수 있는 활용가능성이 있다. 이러한 활용가능성을 바탕으로 연구개발결과에 대한 활용 가능성은 우수하다고 평가된다.

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

중형 고추 수확기계 개발 연구는 특허 및 해외기술 분석과 설계를 통한 기계개발 및 조립을 진행하였다. 기대를 제작 후 실제 필드 테스트를 통해서 기계 수확에서 발생한 문제점 및 개선사항을 확인하여 기대 수정 및 작물에 처리를 통해서 기대 개발에 노력하였다. 또한 기대 개발 시 성능 뿐 아니라 안전성을 확보하여 기대를 개발 하여 과제 계획 시에 수립한 정량적 목표를 모두 만족하는 결과를 보였기에 수행노력의 성실도는 우수하다고 평가된다.

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

중형 고추 수확기계 개발을 위한 연구들로 인한 연구개발성과는 특허 부분에서는 5개의 특허를 출원하였고, 이 중 2개의 특허를 등록 완료하였다.
각종 시험을 통한 결과물들에 대한 논문 및 학술대회 발표 부분에는 비 SCI 논문을 1건을 등재하였고, 학술대회 발표는 총 8건이라는 성과를 이루었다.
따라서 중형 고추 수확기계 과제를 통한 연구개발성과는 아주 우수하다고 평가된다.

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
중형 고추 수확기 작업 성능 - 총 손실비	20	100	중형 고추 수확기를 통해 수확 시 목표한 총 손실비 (15%) 보다 낮은 손실비 (7.2%)로 목표치를 달성
중형 고추 수확기 작업 성능 - 작업속도	20	100	중형 고추 수확기를 통해 수확 시 목표한 작업속도 (0.2m/s) 보다 빠른 작업속도 (0.31m/s)로 목표치를 달성
중형 고추 수확기 - 최저 지상고	5	100	중형 고추 수확기의 목표 최저 지상고 (150mm) 보다 높은 최저 지상고(400mm)로 제작 완료
탈실부 사양 - 주요 회전체 평형 모멘트	5	100	주요 회전체 평형 모멘트의 값을 목표값 (150gf·cm)보다 작은 모멘트 값(143gf·cm)로 제작 완료
탈실부 사양 - 탈실 조수	10	100	1조식 중형 고추 수확기를 제작하여 목표 달성
주행부 성능 - 평균 접지압력	5	100	평균 접지압력을 목표값(22.5kPa)을 만족하는 21.4kPa 로 제작 완료
주행부 성능 - 안전 전도각 (좌,우)	5	100	제작한 중형 고추 수확기의 안전성 인증 시험을 통해 목표값(20°)보다 큰 30°로 안전 전도각 확인
품종 실증 및 현장 적용 - 선발 5 품종 현장 실증	15	100	기계 수확에 적합한 선발 5품종을 재배 후 포장에서의 기계 수확을 통한 현장 실증을 완료함
품종 실증 및 현장 적용 - 기계화 적합 재배 기술 및 적용	15	100	기계화 적합 재배 양식으로 재배 후 염수처리를 적용하여 기계 수확을 통한 현장 실증을 완료함
합계	100점	100	

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

국내 고추 재배 농가 현실에 맞는 일시수확형 고추를 재배하고 그에 따른 중, 소형 고추 재배농가의 수확 작업의 중노동 및 인력난을 해소하여 농가소득의 증대를 목표로 기계수확에 선발된 5품종 재배 및 기계수확으로 인하여 고추 생산 노력비를 절감하고 이로 인해 고추 수입에 대한 대응을 통한 경쟁력 확보 및 생산기반 확보를 통하여 안정적인 고추 수급을 목표로하여 중형 고추 수확기계를 연구하였다.

연구를 통해서 일시수확이 가능한 품종을 선발하고 1차 Proto기대부터 실증 시험을 통한 문제점 확인 및 개선 사항을 통하여 3차년도 Pilot기대를 개발하였고 이 기대를 통하여 국내 중, 소 농가의 고추 수확작업의 애로를 해소하여 국내 고추 재배 면적 확대에 기여하고 고추 생산 확대로 국내 고추의 가격 경쟁력 확보하며, 국내 시장에서 성능이 검증된 고추 수확기의 해외 시장 수출로 국내 농업기계 산업의 경쟁력 제고할 수 있다.

이로 인해 중형 고추 수확기계 연구개발결과는 국내에는 없는 기술력을 축적하여 추후에 국내 고추 및 밭 농업용 중, 소형 수확기 개발 기술 확보 및 국내 밭 농업용 농기계 개발을 촉진하도록 할 수 있다고 판단되며 앞으로 밭농업 기계화에 좋은 영향을 미칠 것으로 판단된다.

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

중형 고추 수확기계 연구개발 기간 중, 3차년도에는 코로나 19로 인한 지역 이동 제한 및 사회적 거리두기가 진행되어 이에 따른 연구가 원활하게 이루어지지 못해 어려움이 있었다.

또한 필드테스트 및 실증 시험이 원활하게 이루어지지 못하여 이로 인한 3차년도 제작한 Pilot 기대에 대한 문제점 확인 및 개선사항 확인이 미비하여 최종적으로 개선할 사항에 대한 확인이 미비한 것으로 확인된다.

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

중형 고추 수확기계를 통한 고추 수확 후 공정을 위한 시설을 규모화 그리고 집단화로 인해서 농업의 공정화, 기계 산업의 첨단화를 통해 수확 공정 자동 시스템화는 재배효율을 증대 시키며 고추 재배 생산비 및 고추 가격 안정화를 가져 올 수 있는 활용가능성이 있다.

또한, 중형 고추 수확기계를 바탕으로 밭농업 기계 개발에 활용이 가능하다. 중형 고추 수확기계에 있는 탈실부, 선별부 그리고 수집부에 적용된 기술 및 노하우는 타 작물에 응용 및 활용이 가능 할 것으로 예상된다.

IV. 보안성 검토

○ 연구책임자의 보안성 검토의견, 연구기관 자체의 보안성 검토결과를 기재함

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 연구책임자의 의견

이 과제는 일반 과제로 수행되었으며, 연구 결과에 대한 특허 출원 등이 적절하게 이루어짐.

2. 연구기관 자체의 검토결과

이 과제의 연구 결과에 대한 특허 출원 등이 적절하게 이루어짐.

[별첨 3]

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input checked="" type="checkbox"/> 자유응모과제 <input type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야	농업기계·시스템	
연구과제명	중형 고추 수확기계 개발			
주관연구기관	동양물산기업		주관연구책임자	강무상
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	550,000,000	367,000,000	0	917,000,000
연구개발기간	2018.04.26. - 2020.12.31. (33개월)			
주요활용유형	<input type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input checked="" type="checkbox"/> 기타(산업화활용) <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:)			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
① 작업 성능 - 총 손실비 (15%)	중형 고추 수확기를 통해 수확 시 목표한 총 손실비보다 낮은 손실비(7.2%)로 목표치를 달성
② 작업 성능 - 작업속도 (0.2m/s)	중형 고추 수확기를 통해 수확 시 목표한 작업속도보다 빠른 작업속도(0.31m/s)로 목표치를 달성
③ 최저 지상고 (150mm)	중형 고추 수확기의 목표 최저 지상고 보다 높은 최저 지상고 (400mm)로 제작 완료
④ 주요 회전체 평형 모멘트 (150gf·cm)	주요 회전체 평형 모멘트의 값을 목표값 보다 작은 모멘트 값(143gf·cm)로 제작 완료
⑤ 탈실 조수 (1조)	1조식 중형 고추 수확기를 제작하여 목표 달성
⑥ 평균 접지압력 (22.5kPa)	평균 접지압력을 목표값을 만족하는 21.4kPa 로 제작 완료
⑦ 안전 전도각 (20°)	제작한 중형 고추 수확기의 안전성 인증 시험을 통해 목표값 보다 큰 30°로 안전 전도각 확인
⑧ 선발 5 품종 현장 실증	기계 수확에 적합한 선발 5품종을 재배 후 포장에서의 기계 수확을 통한 현장 실증을 완료함
⑨ 기계화 적합 재배 기술 및 적용	기계화 적합 재배 양식으로 재배 후 염수처리를 적용하여 기계 수확을 통한 현장 실증을 완료함

* 결과에 대한 의견 첨부 가능

3. 연구목표 대비 성과

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과				교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특 허 출 원	특허 등록	품종 등록	건수	기술 료	제품 화	매출 액	수출 액	고용 창출	투자 유치		논문 SCI	비 SCI	논문 평균 IF	학술 발표			정책 활용	홍보 전시	
											백 만 원					백 만 원	백 만 원			백 만 원
단위	건	건	건	건	백 만 원	건	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치	20	10		10	10	10	5		10				10		10		5			
최종목표	3	3		1	3	2	600		3			1	5		3		1			
연구기간내 달성실적	5	2		0	-	0	-		2			1	8		3		3			
달성율(%)	167	67		0	0	0	0		67			100	160		100		300			

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	소형 고추 수확기
②	고추수확기의 자동 주행장치
③	고추수확기의 동력전달장치
④	농기계용 수확물 수집장치
⑤	고추수확기의 선별장치

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복 제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장에로 해 결	정책 자료	기타
①의 기술		v				v				
②의 기술		v				v				
③의 기술		v				v				
④의 기술		v				v				
⑤의 기술		v				v				

* 각 해당란에 v 표시

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	소형 고추 수확기 개발로 노동력 및 생산비 감소
②의 기술	소형 고추 수확기 개발을 위한 고추수확기의 자동 주행장치 사용
③의 기술	소형 고추 수확기 개발을 위한 고추수확기의 동력전달장치 사용
④의 기술	소형 고추 수확기 개발을 위한 농기계용 수확물 수집장치 사용
⑤의 기술	소형 고추 수확기 개발을 위한 고추수확기의 선별장치 사용

7. 연구종료 후 성과창출 계획

성과목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용 창출	투자유치		논문		학술 발표			정책 활용	홍보 전시	
												SCI	비SCI						
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명				
가중치	20	10		10	10	10	5		10				10		10			5	
최종목표	3	3		1	3	2	6.600		3			1		5	3			1	
연구기간내 달성실적	5	2		0	-	0	-		2			1		8	3			3	
연구종료 후 성과창출 계획	-	1		1	3	2	6.600		1			0		0	0			0	

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술명 ¹⁾			
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	천원
이전방식 ²⁾	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타()		
이전소요기간		실용화예상시기 ³⁾	
기술이전시 선행조건 ⁴⁾			

- 1) 핵심기술이 2개 이상일 경우에는 각 핵심기술별로 위의 표를 별도로 작성
- 2) 전용실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 다른 1인에게 독점적으로 허락한 권리
통상실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 제3자에게 중복적으로 허락한 권리
- 3) 실용화예상시기 : 상품화인 경우 상품의 최초 출시 시기, 공정개선인 경우 공정개선 완료시기 등
- 4) 기술 이전 시 선행요건 : 기술실시계약을 체결하기 위한 제반 사전협의사항(기술지도, 설비 및 장비 등 기술이전 전에 실시기업에서 갖추어야 할 조건을 기재)

주 의

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