

발간등록번호

11-1543000-000791-01

트랙터 부착 수집형 대파수확기 개발
(Development of collecting type welsh onion harvester
as tractor attachment)

성균관대학교

농림축산식품부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “트랙터 부착 수집형 대과수확기 개발에 관한 연구” 과제(세부과제 : 트랙터 부착 수집형 대과수확기 개발에 관한 연구)의 보고서로 제출합니다.

- 연구 과제명 : 트랙터 부착 수집형 대과수확기의 개발
- 연구 기간 : 2011. 12. 26.-2014. 12. 25. (36개월)

2015년 1월 30일

주관연구기관명 : 성균관대학교

주관연구책임자 : 이 규 승

세부연구책임자 : 이 규 승

연 구 원 : 홍 성 하

연 구 원 : 정 관 필

연 구 원 : 원 대 열

연 구 원 : 조 용 진

연 구 원 : 노 재 승

연 구 원 : 김 영 길

연 구 원 : 이 동 훈

협동연구기관명 : 두루기계통상

협동연구책임자 : 김 재 동

연 구 원 : 하 창 섭

연 구 원 : 김 중 오

요 약 문

I. 제 목

- 연구 과제명 : 트랙터 부착 수집형 대파수확기의 개발
- 연구 기간 : 2011. 12. 26.-2014. 12. 25. (36개월)
- 연구 기관 : 주관/성균관대, 협동/두루기계통상

II. 연구개발의 목적 및 필요성

현재 대파수확은 기계화 미진행 상태로 재배 전과정이 인력에 의존하여 많은 노동력이 소요되는 노동집약적 과정으로 기계화를 통한 성력화가 시급한 형편인데 특히, 대파 재배 노동력의 1/3 이상이 투입되는 수확과정은 작업과정이 허리를 굽히고 중량물을 반복해서 들고 운반하는 악성노동으로 개선 및 대책이 절실함

- 농촌 노동력의 부족 및 임금상승 대처하여 재배농가 경영개선
- 재배과정 경영비 증 노력비 절감을 위한 대파 재배농민의 현장수요 반영
- 우리의 재배환경에 적합한 기술개발로 시장방어 및 수입대체
- 국내 미개발 기종에 대한 연구개발로 국산화 추진 및 특허출원으로 기술권리성 확보
- 연구개발로 적기수확에 따른 빠른 출하시기 대응으로 재배농가 소득증대 기여
- 기계화를 통한 생산비 절감으로 재배농가의 경영개선 및 규모화 추진 유도

III. 연구개발 내용 및 범위

< 차년별 연구개발 추진과정(요약) >

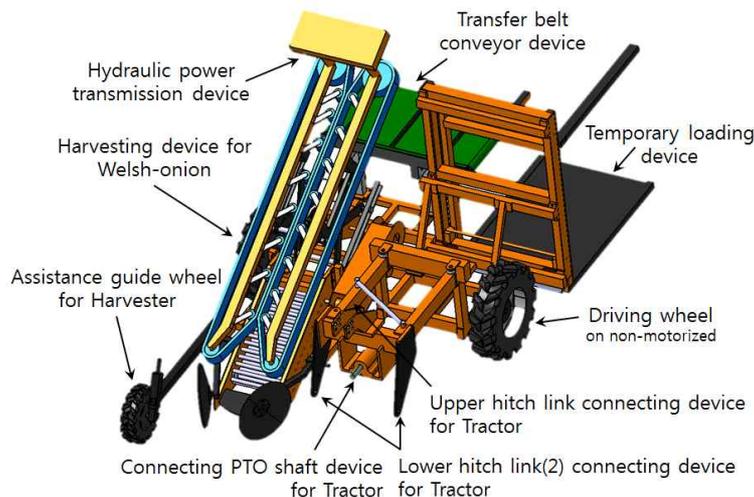


< 차년별 세부 연구개발 목표 및 수행여부 >

구분	세부 연구개발의 목표	수행여부
1차년	■ 대파 재배 및 수확 실태 조사 분석	수행
2011. 12	■ 대파 굴취 장치의 적정 설계를 위한 대파 수확시기의 토양 물리성 및 토양내의 대파 뿌리 분포 조사 분석	수행
2012. 12	■ 수확시기 대파의 굴취, 이송 관련 물성특성 분석	수행

	<ul style="list-style-type: none"> ■ 트랙터 부착 수집형 대과수확기 요인시험장치의 설계 제작 및 성능시험 ■ 수확시기 대과의 수집 및 배출 관련 물성특성 분석 ■ 트랙터 부착 수집형 대과수확기 요인시험장치의 설계 제작 및 성능시험 	수행 수행 수행
2차년	<ul style="list-style-type: none"> ■ 트랙터 부착 수집형 대과 수확 시작기 굴취부 및 이송부의 설계 	수행
2012. 12	<ul style="list-style-type: none"> ■ 트랙터 부착 수집형 대과 수확 시작기 굴취부 및 이송부 제작 및 성능 분석 	수행
2013. 12	<ul style="list-style-type: none"> ■ 트랙터 부착 수집형 대과수확기 경사지 안정성 이론적 분석 ■ 트랙터 부착 수집형 대과 수확 시작기 수집부 및 배출부의 설계 ■ 트랙터 부착 수집형 대과 수확 시작기 수집부 및 배출부 제작 및 성능 분석 	수행 수행 수행
3차년	<ul style="list-style-type: none"> ■ 통합시작기 설계 및 제작 	수행
2013. 12	<ul style="list-style-type: none"> ■ 통합시작기 문제점 보완 및 개량 제작 	수행
-	<ul style="list-style-type: none"> ■ 통합시작기 경사지 안정성 분석 	수행
2014. 12	<ul style="list-style-type: none"> ■ 통합시작기 현장 적응시험 및 경제성 분석 	수행
최종목표	<ul style="list-style-type: none"> ■ 계획 대비 진도 ■ 연구방법의 과학성 ■ 트랙터 부착 수집형 대과수확기 현장적응성 및 활용성 분석 ■ 트랙터 부착 수집형 대과수확기의 경제성 분석 	달성 수행 수행 수행

IV. 연구개발결과



FACT 성능검정 완료된 R&D 대과수확기(DRSH-100)

- 상용화를 전제로 요인실험, 현장실험, 실증실험, 안정성 분석, 경제성 분석, 만족도 조사 등 3차년에 걸쳐 개발품의 성능검정까지 상품화 개발이 완료되었음
- 개발품은 “2014 대한민국국제농기계자재박람회, KIEMSTA”에 신제품으로 출품되었음
- 농업기술실용화재단에서 농기계 성능검정을 수행하여 상용화 소요기간을 단축하였음

- 취득한 요소기술을 바탕으로 후속연구로 자주식 대파수확기의 연구개발을 추진 중임
- 협동연구기관(두루기계통상, 자체사업화)은 가격등록을 완료하고 양산을 위한 자재구매 체계 확립 및 생산라인 조정 등 생산체계 구축을 추진 중임
- 개발품은 예정판매가 1500만원으로 경제성 지수분석에서 1.76ha를 수확하는 경우 5년에 감가상각이 종료되고 4ha 수확의 경우 지수가 67%로 양호한 결과를 보였음
- 향후 보급에 있어 소농위주의 우리의 재배농가의 특성을 고려하여 공동사용 등을 전제로 한 공동구매 및 농기계 임대사업기종으로 활용을 적극 추진함

V. 연구성과 및 성과활용 계획

(1) 논문게재 성과 3건

- 트랙터 부착 대파 수확기의 굴취 성능 평가, SKKU 생명공학연구 논문집 Vol 18(1), 2013
- 대파수확기 개발을 위한 재배 측면의 설계요인, SKKU 생명공학연구 논문집 Vol 18(1), 2013
- Development of welsh onion Harvester for Tractor, Journal of Biosystems Engineering Vol 39(4), 2014

(2) 특허출원 성과 2건

- 트랙터 견인식 대파 수확기(10-2014-0097172)
- 트랙터 견인식 대파 수확기(10-2014-0097175)

(3) 홍보활동 3건

- 2014 대한민국 국제농기계자재 박람회 KIEMSTA 출품, 충남 천안시, 2014.11.-12.
- 언론홍보, 한국농기계신문, 2014.10.29.
- 기타, 홍보 브로셔 3000부 제작, 2014.11.

(4) 기타 4건

(A) 학술발표 2건

- 대파수확기의 요인시험장치 제작 및 성능 시험, 한국농업기계학회, 2013 추계 학술대회 논문집 18(2)
- 트랙터 부착 수집형 대파 수확기 개발을 위한 설계 요인 구명, 한국농업기계학회, 2012 추계 학술대회 논문집 17(2)

(B) 성능검정 1건

- 농업기술실용화재단, 대파수확기(DRSH-100) 성능검정 완료, 2014.11.

(C) 가격등록 1건

- 한국농기계공업협동조합, 대파수확기(DRSH-100) 가격등록 완료, 2015.01.

SUMMARY

I. Title

- Project title : Development of collecting type welsh onion harvester as tractor attachment
- Project period : 2011. 12. 26.-2014. 12. 25. (36month)
- Project institution : supervision/SKKU, collaboration/DOOROO CO.

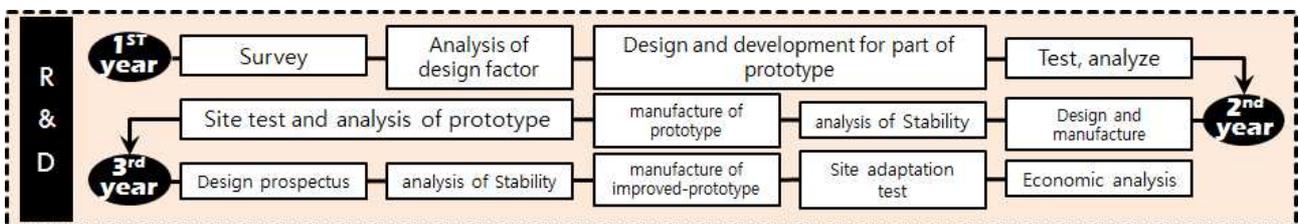
II. Objective and necessity of R&D

Currently, harvest of welsh onion depending on human-labor force is labor-intensive activity caused by the lack of mechanization in welsh onion production. As the need of mechanization on labor saving grow rapidly, especially harvest of welsh onion which takes up more than 30 percent of cultivation labor repeatedly bends the body and carries the heavy weight. Therefore improvements and measures are positively necessary in harvesting welsh onion.

- Management improvement of farm by coping with rural labor shortage and rising wage.
- Reflecting the demand of farmers for reducing labor-charge.
- Protect market and substitute imports with developing technology for our cultural environment.
- Get rights technology in application for a patent and localization with R&D about domestic undeveloped model.
- Contribute to increasing farm's profit as accelerating shipping date of harvesting at optimum ripening stage through R&D.
- Improving management and deriving scale of farm with reducing production cost in mechanization.

III. Contents and range of R&D

< Promotion progress of R&D by year(summary) >

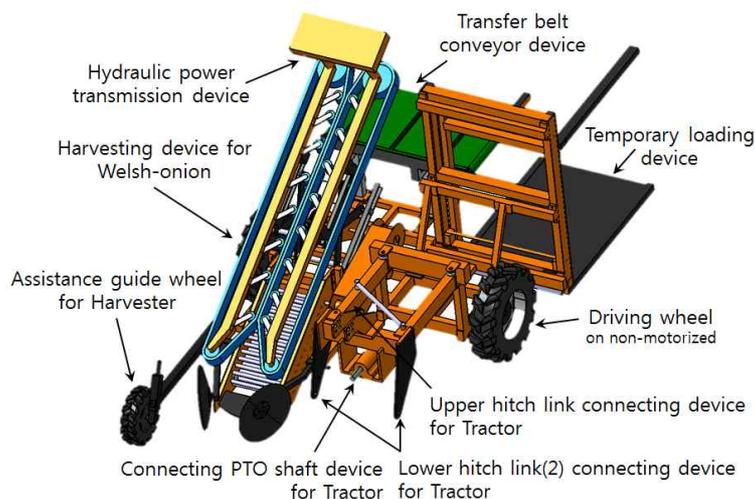


< Detailed objective and performance of R&D by year >

Period	Detailed objective of R&D	Whether to perform
First year	<ul style="list-style-type: none"> ■ Research on the actual condition about harvesting and cultivating welsh onion ■ Analysis of Root distribution in soil and soil physics in welsh 	perform perform

2011. 12	onion harvest season for acceptable design of welsh onion digger	
2012. 12	<ul style="list-style-type: none"> ■ Analyze material property of welsh onion about digging and carrying in harvest season ■ Development and performance test of Prototype for welsh onion harvester behind tractor attachment ■ Analyze material property of welsh onion about collection and emission in harvest season ■ Development and performance test of Prototype for welsh onion harvester behind tractor attachment 	perform perform perform perform
Second year	<ul style="list-style-type: none"> ■ Design of digger and conveyor for welsh onion harvester behind tractor attachment 	perform
2012. 12	<ul style="list-style-type: none"> ■ Development and performance test of digger and conveyor for welsh onion harvester behind tractor attachment 	perform
2013. 12	<ul style="list-style-type: none"> ■ Theoretical analysis of side-Slope Stability for welsh onion harvester behind tractor attachment ■ Design of collect and discharge part for welsh onion harvester behind tractor attachment ■ Development and performance test of collect and discharge part for welsh onion harvester behind tractor attachment 	perform perform perform
Third year	<ul style="list-style-type: none"> ■ Design and manufacture of improved-prototype for welsh onion harvester behind tractor attachment 	perform
2013. 12	<ul style="list-style-type: none"> ■ Compensate defect of improved-prototype for welsh onion harvester behind tractor attachment 	perform
2014. 12	<ul style="list-style-type: none"> ■ Analysis of side-Slope Stability for improved-prototype ■ Site adaptation test and economic analysis of improved-prototype 	perform perform
Final objective	<ul style="list-style-type: none"> ■ Plan for progress ■ Scientific characteristic of research ■ Analysis of site adaptability and availability for welsh onion harvester behind tractor attachment ■ Economic analysis of welsh onion harvester behind tractor attachment 	achieve perform perform perform

IV. Result of R&D



R&D welsh onion harvester completed performance test by FACT(DRSH-100)

- Development including field test, stability analysis, economic analysis and satisfaction surveys is completed on the premise that Commercialization through three years.
- Developments are submitted in “2014 Korea International Exhibition of Machinery, Equipment, Science and Technology for Agriculture, KIEMSTA” for new product.

- Required period of commercialization is reduced by Test performed by Foundation of AG. Tech Commercialization Transfer.
- As follow-up study, development of self-propelled welsh onion harvester is proceeded through acquired technology.
- Cooperative research institution complete a price registration and is trying to have production system like establishment of material purchasing system, Adjusting production line for mass production.
- As expected selling price of Developments is 15,000,000 won, in case of harvesting 1.76 ha, a price reduction is over in 5th year and harvesting 4ha, economic analysis index is satisfied with 67%.
- Considering Korean farm' s peculiarity of farmland for small scale further supply, we highly encourage our machine to be purchased in group or be used for model of rental business.

V. Product of R&D and application plan

(1) 3 paper published

- Evaluation of digging performance of the welsh onion harvester attached on tractor, SKKU Biotechnology And Bioengineering Vol 18(1), 2013
- Basic design factors of welsh onion cultivation for designing a welsh onion harvester as a tractor attachment, SKKU Biotechnology And Bioengineering Vol 18(1), 2013
- Development of welsh onion Harvester for Tractor, Journal of Biosystems Engineering Vol 39(4), 2014

(2) 2 patent application

- welsh onion harvester behind tractor attachment (10-2014-0097172)
- welsh onion harvester behind tractor attachment (10-2014-0097175)

(3) 3 publicity activities

- Participated in 2014 KIEMSTA, CHUNGNAM, CHEONAN, 2014.11.-12.
- Media public relation , The Korea Agro Machinery News, 2014.10.29.
- Etc, publicity brochure, 2014.11.

(4) 4 more cases

(A) 2 academic publication

- Development and performance test of the welsh onion harvester prototype as a tractor attachment, Korean Society for Agricultural Machinery, Proceeding of the KSAM 2013 Autumn Conference 18(2)
- A study on factors to develop collecting type the welsh onion harvester attached on tractor, Korean Society for Agricultural Machinery, Proceeding of the KSAM 2012 Autumn Conference 17(2)

(B) 1 performance test

- FACT, performance test of welsh onion harvester(DRSH-100) is completed, 2014.11.

(C) 1 price registration

- KAMICO, price registration of welsh onion harvester(DRSH-100), 2015.01.

CONTENTS

Chapter 1	Outline of R&D	10
Section 1	Objective of R&D	11
Section 2	Necessity of R&D	13
Section 3	Range of R&D	21
Chapter 2	R&D in domestic and foreign	3
Section 1	Present condition of R&D	24
Section 2	Comparison and evaluation of developed technology level	46
Chapter 3	Contents and result of R&D	50
Section 1	Contents of research	51
1.	1st year(2011.12.-2012.12.)	51
2.	2nd year(2012.12.-2013.12.)	90
3.	3rd year(2013.12.-2014.12.)	128
Section 2	Result of research	197
Chapter 4	Achievement and contribution for related fields	200
Section 1	Research purpose and achievement based on evaluation by year	200
Section 2	Contribution for related fields	206
Chapter 5	Product of R&D and application plan	209
Chapter 6	International technology information gathered from R&D	219
Chapter 7	Present condition of Research facility and equipment	223
Chapter 8	Reference	223
Enclosure		226

목 차

제 1 장	연구개발과제의 개요	10
제 1 절	연구개발의 목적	11
제 2 절	연구개발의 필요성	13
제 3 절	연구개발의 범위	21
제 2 장	국내외 기술개발 현황	23
제 1 절	국내외 기술개발 현황	24
제 2 절	개발기술의 국내외 기술수준 비교 및 평가	46
제 3 장	연구개발수행 내용 및 결과	50
제 1 절	연구내용	51
1.	1차년도(2011.12.-2012.12.)	51
2.	2차년도(2012.12.-2013.12.)	90
3.	3차년도(2013.12.-2014.12.)	128
제 2 절	연구결과	197
제 4 장	목표달성도 및 관련분야에의 기여도	200
제 1 절	연도별 연구목표 및 평가착안점에 입각한 목표 달성도	200
제 2 절	관련분야의 관련기술 발전 기여도	206
제 5 장	연구개발 성과 및 성과활용 계획	209
제 6 장	연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	219
제 7 장	연구시설·장비 현황	223
제 8 장	참고문헌	223
별첨		226

제 1 장 연구개발과제의 개요

본 연구의 최종 목표는 우리의 대과 재배환경 및 토양환경, 트랙터 공급추이, 재배농가 경영환경 등을 고려한 『트랙터 부착 수집형 대과수확기의 개발』이다.

< 연구개발 목표 >

- 1세부 : 트랙터 부착 수집형 대과 수확기의 굴취 및 이송부 설계 제작, 작업 안정성 분석
- 1협동 : 트랙터 부착 수집형 대과 수확기의 수집 및 배출부, 트랙터 조합, 부착부 설계, 제작

< 연구개발 내용 >

- 수확시기 대과의 굴취, 이송 및 수집 관련 물성특성 분석
- 대과 굴취 장치 설계를 위한 대과 수확시기의 포장의 토양 물리성 조사 분석
- 국내외 대과 수확기에 관한 자료 분석
- 대과의 굴취, 이송, 수집 장치의 설계인자 구명 및 설계
- 트랙터 조합 및 부착장치 설계인자 구명 및 설계
- 대과 굴취, 이송, 수집 요인 시험장치의 제작
- 대과 굴취, 이송, 수집 장치의 설계 요인 구명 시험
- 트랙터 조합 및 부착장치 설계 및 제작
- 통합 시스템 구성 및 상호 연계 성능 검증
- 통합 시작기의 문제점 보완 설계 및 개량 제작
- 통합시작기의 안정성 분석
- 통합시작기의 성능 실험 및 분석

< 연구개발 기대성과 >

- 전적으로 수작업에 의존하는 대과 수확작업 체계를 생력화할 수 있는 대과수확기
- 대과 재배 환경 및 토양 조건에 적합한 트랙터 부착 수집형 대과수확기 보급
- 대과 수확 작업에 필수적인 인건비 경감을 통한 농가경영 수지개선 및 소득증대 기여
- 주요 수급 불안 품목인 대과의 안정적 공급 방안 제공

제 1 절 연구개발의 목적

본 연구개발은 대파수확기의 개발을 위한 것으로 기계화 미진행 상태인 대파의 수확과정의 기계화를 통한 성력화로 재배면적 규모화를 유도하고 노력비 절감 효과를 통해 재배농가의 경영수지의 개선을 목적으로 한다.

1. 국내 대파재배 현황 및 시장분석

국내 대파 재배는 전국적으로 40천 농가에서 7292 ha를 재배하여 가구당 평균 0.18 ha를 재배하는 것으로 파악되고 있는데 이는 주요 밭작물인 콩 0.13 ha, 마늘 0.15 ha, 고추 0.14 ha 등과 비슷하고 고구마 0.08 ha, 감자 0.097 ha 보다 높으며 양파 0.32 ha 보다는 낮은 상태이다.

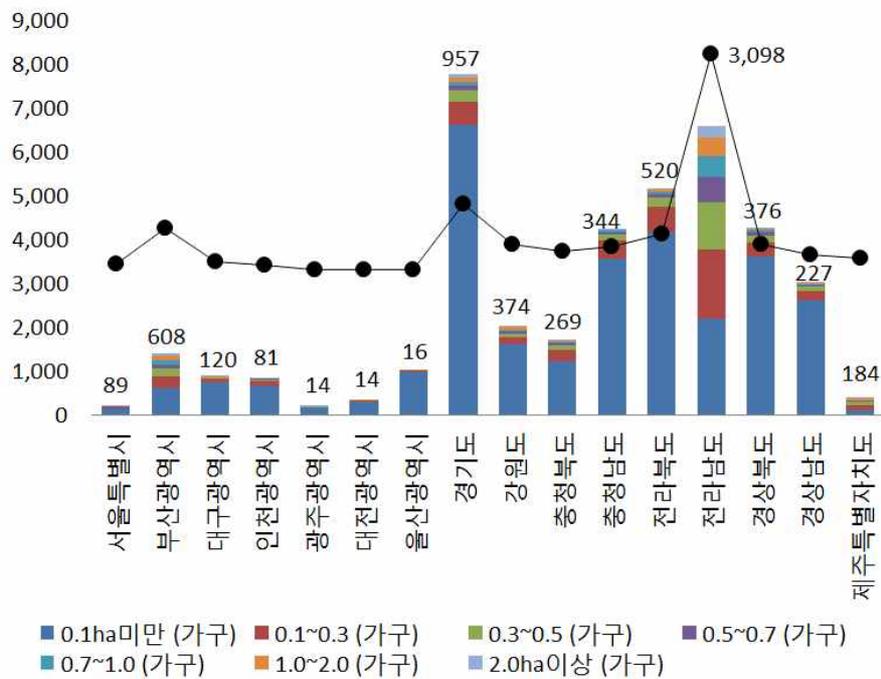


그림. 1 2010년도 국내 자치단체별 대파농가분포 및 수확면적(단위: 가구, ha)

그림. 1에서 보듯이 대파재배농가의 분포는 경기도 7776가구, 전라남도 6584가구, 전라북도 5161가구, 충청남도 4238가구, 경상남도 3019가구 등 전국적인 재배분포를 보이고 있으며 수확면적은 전라남도가 3098 ha로 가장 많고 다음으로 경기도 957 ha, 부산광역시 608 ha, 전라북도 520 ha 순으로 재배되고 있다.

또한 전국 40천 농가의 재배 농가의 구성은 0.1 ha 미만의 소규모 재배농가가 73.3%를 구성하고 있으며 1 ha 이상의 농가는 3.5%를 구성하고 있는데 정책당국의 적극적인 밭작물 기계화 지원 및 규모화, 단지화를 위한 지원이 절실하며 연구개발을 통해 개발되는 수확기는 농기계 임대사업 등에 반영하여 효과를 극대화할 필요성이 있다.

2. 국내 조미채소 현황 및 시장분석

국내에서 대파는 고추, 마늘, 양파, 생강 등과 대표적인 조미채소로 분류되며 오랜 시간 동안 소비자의 식탁에 오르고 있으며 라면 등의 가공품에 첨가되고 있고 최근 의약품 소재 등으로의 활용 가능성 등도 연구되고 있다.

2013년도의 조미채소류의 생산액은 2조 4430억원 규모이고 이 중에서 대파·쪽파로 대표되는 파는 그림. 2 및 표. 1에서 보듯이 1070억원으로 4.4%를 구성하고 있다(통계청, 2014).

조미채소류의 특징은 수입개방 등으로 재배면적 및 생산량이 급감한 마늘과 노동집약적인 대파의 경우 최근 10년간 2/5, 1/5 수준으로 생산액이 급감하였다.

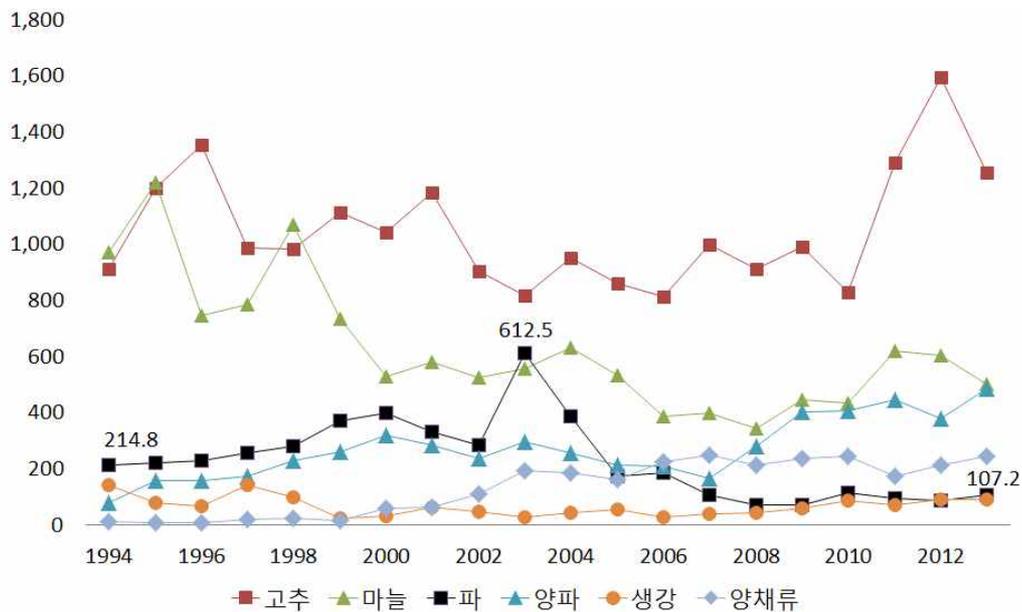


그림. 2 최근 20년간 조미채소 생산액 변화 추이(단위: 10억원)

표. 1 최근 20년간 조미채소 생산액 변화 추이(단위: 10억원)

	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009	2011	2013
조미채소	2883	2353	2514	2454	2311	1844	1716	1975	2531	2443
고추	1200	989	1114	1184	817	861	999	991	1294	1256
마늘	1219	786	735	583	557	535	400	447	622	502
파	223	258	374	334	613	174	109	74	98	107
양파	162	176	263	288	298	215	166	403	446	487
생강	80	144	28	66	28	59	42	59	72	91
양채류	9	23	17	64	194	163	252	238	177	248

제 2 절 연구개발의 필요성

대과 전 재배과정에서 노동력 투여가 가장 많고 노동집약적인 수확과정에 대한 기계화는 대과의 규모화, 단지화를 위한 통한 재배농가의 경영개선을 위해 절대적으로 필요하다.

1. 대과수확기 개발의 필요성

국내 미개발 농기계인 대과수확기 개발을 위해 우선 주변·환경적 측면과 노동·환경적 측면, 경영·환경적 측면에서 필요성을 검토하였는데 내용은 다음과 같다.

가. 주변·환경적 측면

국내에서 대과의 재배는 경사도 2-4° 이하의 물 빠짐이 좋은 양토, 사양토 및 미사질 양토에서 소농, 소규모 형태로 재배되고 있는데 기계화 미진행으로 가격변동에 따른 출하시기의 조절 등이 어려운 상태로 주변·환경적 측면에서의 분석이 필요하다.

개발되는 대과수확기는 트랙터 부착형 장치로 국내 보급된 트랙터의 보급현황을 살펴보면 2013년도 기준으로 중형기종인 40-60마력급의 트랙터가 146천대로 53%를 구성하고 있으며 소형기종인 40마력급 이하가 27%, 60마력급 이상인 대형기종이 20%를 구성하고 있다.

최근 7년간의 국내 농가의 트랙터 보유현황은 중형 및 대형기종의 증가와 소형기종의 감소 추이를 보이는데 그림. 3과 같다(한국농기계공업협동조합, 2014).

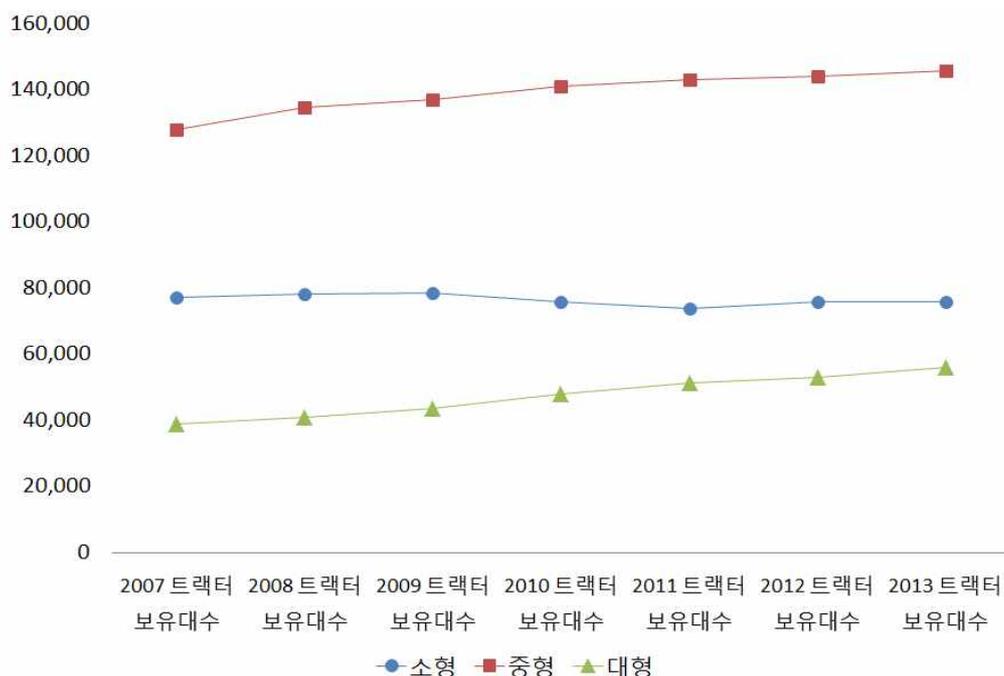


그림. 3 최근 7년간 국내 트랙터 분류별 보유현황 추이(단위: 대)

나. 노동·환경적 측면

70년대 산업화 과정에서 촉발된 농가인구의 이농에 따른 농가인구의 감소 및 이후 고령화, 여성화는 농촌 노동·환경적 측면에서 검토의 핵심사항이다. 대과재배 농가의 경영주 연령별 분류와 재배가구의 구성 추이는 그림. 4과 같다. 경영주 연령별 수확면적을 분석하면 가구당 평균수확면적이 0.18ha인 상황에서 농가수의 0.4%를 구성하는 30-34세에서 0.24ha, 1.5%를 구성하는 35-39세에서 0.33ha, 6.6%를 구성하는 45-49세에서 0.24ha, 11.8%를 구성하는 50-54세에서 0.27ha, 14.2%를 구성하는 50-54세에서 0.27ha, 16.7%를 구성하고 있다.

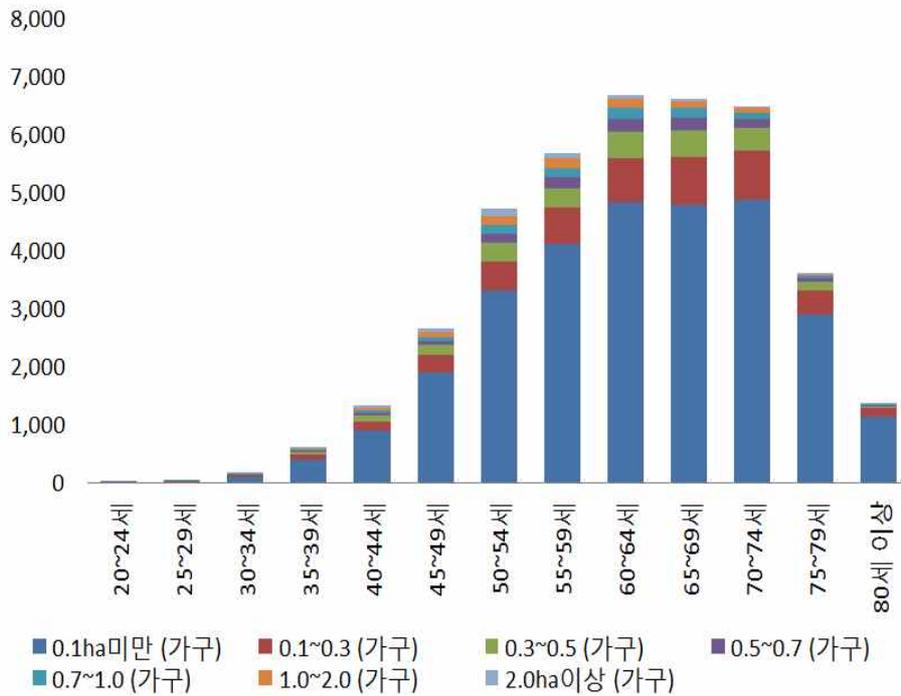


그림. 4 2010년도 농림어업총조사 대과재배농가 경영주 연령별 재배가구(단위: 가구)

표. 2 2010년도 농림어업총조사 대과농가 경영주 연령별 분석

경영주 연령	면적규모별		수확면적		가구당 면적 (ha)
	(가구)	(%)	(ha)	(%)	
20-24세	3	0.0	1	0.0	0.33
25-29세	29	0.1	5	0.1	0.17
30-34세	160	0.4	39	0.5	0.24
35-39세	614	1.5	203	2.8	0.33
40-44세	1,344	3.4	405	5.6	0.30
45-49세	2,661	6.6	640	8.8	0.24
50-54세	4,730	11.8	1,290	17.7	0.27
55-59세	5,682	14.2	1,226	16.8	0.22
60-64세	6,693	16.7	1,212	16.6	0.18
65-69세	6,627	16.6	1,032	14.2	0.16
70-74세	6,497	16.2	795	10.9	0.12
75-79세	3,615	9.0	344	4.7	0.10
80세 이상	1,363	3.4	99	1.4	0.07
계	40,018	100.0	7,292	100.0	0.18

다. 경영·환경적 측면

농업생산력 유지 및 향상을 위한 기계화 추진 및 투자는 장기적인 관점에서 농산물의 안정적인 생산을 통한 품질향상, 물가안정 등 경제적 효과 뿐 아니라 기계화로 인한 유희시간을 만들어 서비스업, 제조업 등 타 분야의 겸업을 통한 농외소득 창출로 농가소득을 증대시켜 안정적인 겸업농가를 확보할 수 있다.

현재 대과 겸업농가는 51.8%로 구성은 다음의 그림. 5과 같다.

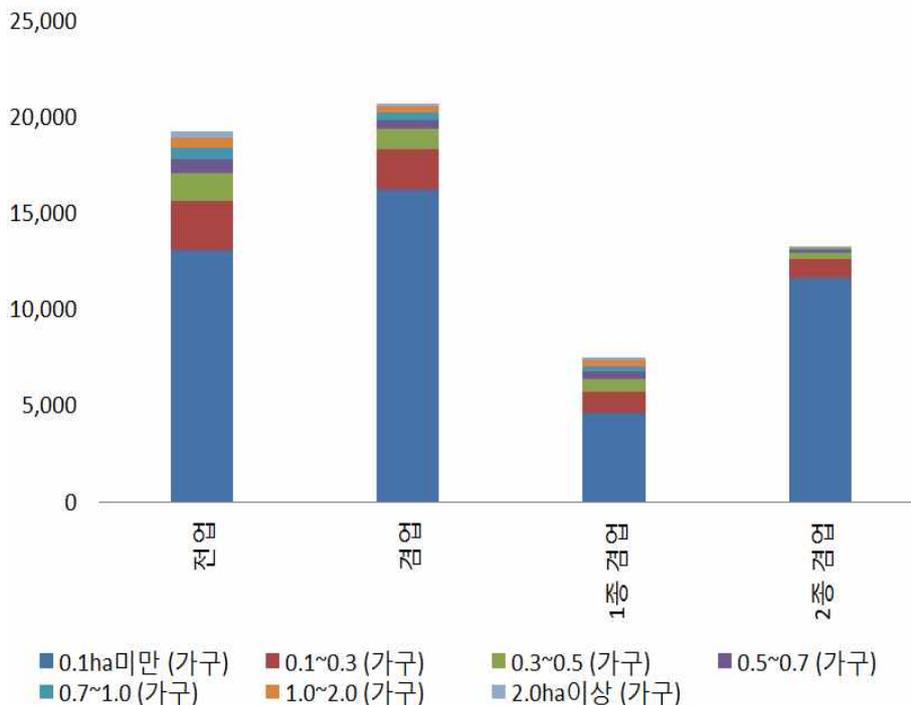


그림. 5 2010년도 농림어업총조사 대과재배농가 영농형태별 재배가구(단위: 가구)

그림. 5에서 보듯이 현재 대과농가 전·겸업농의 구성은 전업농 48.2%, 19천 농가이며 겸업농 51.8%, 21천 농가로 구성되어 있는데 이 중에서 1종 겸업은 7.5천 농가, 2종 겸업은 13천 농가인데 주로 식량작물, 과수, 축산 등 타 농업부분을 겸업경영하고 있는 형태이다.

2013년도의 우리의 1인당 명목 국민총생산 2844만원(한국은행, 2014)과 비슷한 시기인 1986년도 일본(한국농업기계학회, 1997)의 농업소득은 1012천엔이었는데 농외소득은 4502천엔으로 4.5배 수준으로 기계화 추진과 더불어 핵심 겸업농의 육성도 중요할 것으로 판단된다.

전체적인 환경요인 분석으로 개발되는 대과수확기는 중형급 트랙터에 부착이 가능하고 고령 재배농민의 사용 및 겸업농의 손쉬운 사용을 위해 향후 보급과정에서 공동사용 및 임대사업 기종으로의 활용을 적극 유도하여야 될 것으로 분석되었다.

2. 대파수확기 관련 대파 환경

국내에서 대파는 가공이나 외형의 변화 없이 임의의 단위로 단순 포장되어 유통되는 농산물로 특정할 수 있는데 생산비용의 절감 및 유통비용 절감을 위한 수확체계의 변화, 규모화, 단지화를 통한 생산량 증대, 가격의 계절진폭에 효율적 대응 등을 위한 대파수확기의 개발은 재배농가에 의해 요구되고 있으며 재배농가의 경영개선을 위해 절실한 상황이다.

가. 국내 대파 산업

현재 국내에서 대파는 조미채소류의 대표적 농산물로 재배농민→유통 및 판매업자→소비자로 이어지는 단순한 체계를 유지하고 있는데 농산물의 가공식품 혹은 농산물 분류 흐름도는 그림. 6과 같다(식품의약품안전청, 2014).



그림. 6 농·임산물 가공식품과 1차산물의 분류 흐름도

2013년도 기준으로 1000억원에 이르는 국내 대파생산액은 과거의 추세를 미뤄 추측하면 향후에도 큰 변화 없이 지속적인 유지 혹은 성장이 가능할 것으로 판단되는데 기계화 추진을 통한 경제성 분석 등을 위한 생산비용, 유통비용, 생산량변화, 가격동향분석 등은 다음과 같다.

나. 국내 대파 현황

국내 대파 현황 분석에 있어 우선 생산비용 분석을 통한 수확작업의 기계화 타당성 및 경제성 분석의 근거를 확보하고 유통현황 분석 및 소비패턴분석을 통하여 소비자의 구매패턴을 반영하고, 생산량 변화 추이분석을 통하여 계절간의 소비패턴을 분석하여 반영하고, 월별 가격변화 추이분석을 통하여 재배시기 및 수확적기 분석을 하였다.

(1) 대파 생산 비용

2012년도 대파 재배농가의 10a당 조수익은 3807천원인데 경영비가 1438천원(38%), 소득 2369천원(62%)으로 보고되고 있다. 그림. 7은 이 중에서 경영비의 항목별 구성비를 보여주고 있는데 고용노력비의 비중이 30%로 절대적임을 알 수 있다(농촌진흥청, 2013).

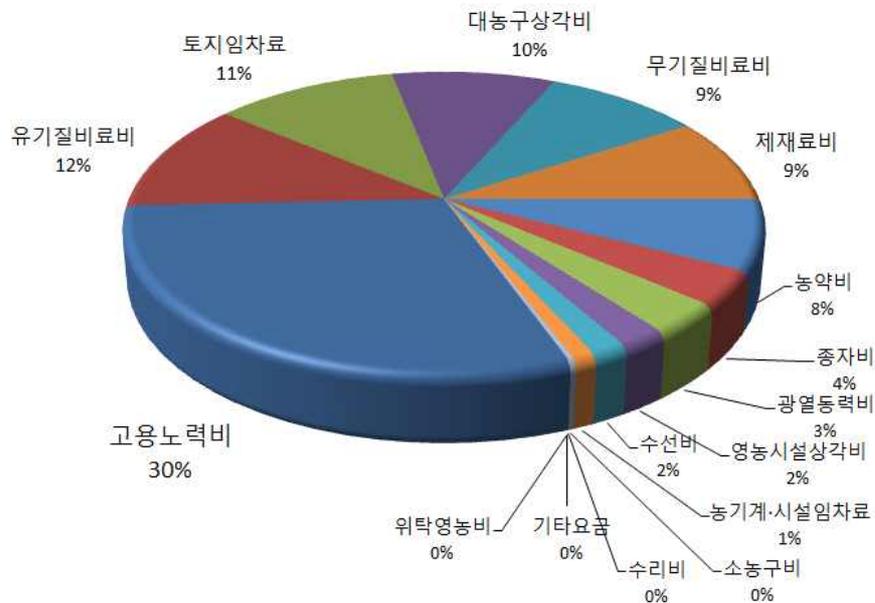


그림. 7 대파의 10a당 경영비 구성비

대파의 경영비는 고용노력비, 유기질 비료비, 토지임차료, 대농구상각비, 무기질비료비 순으로 비용지출이 많은 것으로 보고되고 있다.

여기에서 고용노력비는 대파 재배 소요 총노력시간 128.4시간 중에 총 57시간(44.4%)에 대한 비용을 수치화한 것이고 자가노력시간 71.4시간(55.6%)에 대한 부분은 포함되지 않은 것으로 재배에 소요되는 노력비의 비중은 그림. 7의 2배 이상이다.

또한 경영비 분석에 있어서 본 연구개발의 근간이 되는 작업단계별 노동투하시간을 분석하면 수확공정에 42.1시간(총노력시간의 32.8%)이 소요되는데 고용노력이 1/2을 구성하고 있다. 여기에서 수확공정은 대파재배 전체 작업단계에서 가장 노동 집약적인 작업임을 확인할 수 있었다.

(2) 대파 유통 비용

2011년도 국내 대파 유통은 흙대파 66.4%, 깎대파 33.6%의 구성비를 보이고 있다. 특히 수도권에서 80.4%의 소비자가 흙대파를 선호하고 있으며 연령대가 높을수록 비세척 제품의 구입비중이 높은 것으로 나타나고 있다(이하 대파 유통 비용 관련 자료는 농수산물유통공사의 주요 농축산물 소비패턴 조사결과보고서(2011)을 참조하였음).

또한 상품선택기준 1순위는 신선도 48.0%, 가격 18.7%, 맛 13.7%, 안정성 10.2%, 생산지 5.8%, 품종 2%, 원산지 1.1%, 추천 0.3%, 기타 0.1%이다. 1회 구입가격은 3천원 미만 72.7%, 3-5천원이 21.3%를 구성하고 있다. 구입단위는 한단이 78.2%, 반단이 21.2%를 구성하고 있으며 농산물품질관리원 표준규격포장(5kg, 10kg)의 출하율 0%, 포장화율 2.1%이었다.

대파는 소비자의 구입이 다른 품목과 달리 조미채소의 특징이 반영되어 97.8%가 필요할 때마다 구입하는 소비패턴을 보이는 것으로 보고되고 있는데 재래시장 40.5%, 슈퍼마켓 31.1%, 백화점·대형마트 26.6%로 구성하고 있다.

2012년도의 경우 농수산물유통공사에 따르면 대파의 유통비용은 69.2%에 이르고 있으며 최근 10년간의 평균 유통비용도 66.1%로 타 품목에 비해 높은 편인데 구성은 직접비>이윤>간접비 순이었는데 표. 3과 같다.

단계별 유통비용에서는 소포장에 따른 유통비용의 증가 특징이 나타나고 있는데 특히 출하단계의 유통비용이 33.8%로 유통비용의 48.8%를 구성하고 있는 것이 가장 주요한 특징으로 향후 기계화 추진과정에서 고려되어야 될 것으로 판단된다.

소비패턴 분석에 따른 기계화 추진 방향설정은 소비자의 구매패턴이 흙대파를 선호하는 것과 신선도가 주요 구매지표이며 출하단계의 비용을 줄일 수 있는 방향을 적극적으로 고려해야 되는 것을 알 수 있었다.

표. 3 최근 10년간 대파 유통비용 분석(단위: %)

연도	비용별				단계별			
	계	직접비	간접비	이윤	계	출하	도매	소매
2003	76.5	15.0	22.0	39.5	76.5	38.4	14.9	23.2
2004	54.8	16.0	21.8	17.0	54.8	20.8	11.2	22.8
2005	83.1	31.0	17.9	34.2	83.1	27.5	19.5	36.1
2006	55.8	15.9	21.5	18.4	55.8	19.1	12.0	24.7
2007	81.5	28.2	14.7	38.6	81.5	40.2	21.2	20.1
2008	48.7	15.1	6.6	27.0	48.7	13.2	26.0	9.5
2009	79.2	28.5	9.2	41.5	79.2	32.3	20.0	26.9
2010	61.5	18.9	20.2	22.4	61.5	20.7	13.8	27.0
2011	50.8	15.5	16.1	19.2	50.8	17.2	13.9	19.7
2012	69.2	27.3	17.7	24.2	69.2	33.8	15.9	19.5

(3) 대파 생산량 및 변화 추이

2013년도의 대파 전국 생산량은 305천톤이고 2000년도 이후 년 평균 360천톤의 생산량을 보이고 있는데 전라남도 37.5%, 경기도 19.4%, 강원도 9.2%, 부산시 등 7개 광역시 8.0% 등으로 많은 생산량을 보이고 있다. 2010년 농림어업총조사의 시군자치단체별 조사에서는 전국적인 출하량 및 가격을 좌우할 수 있는 지역으로 진도군이 22%를 구성하는 절대적인 주산지이고 신안군 12%, 부산 강서구 8%, 영광군, 평창군, 이천시, 제주시, 해남군, 부안군, 김천시, 안성시, 고양시, 서산시 등이 1-2%의 생산량 구성비를 보이고 있다(특허청, 2014).

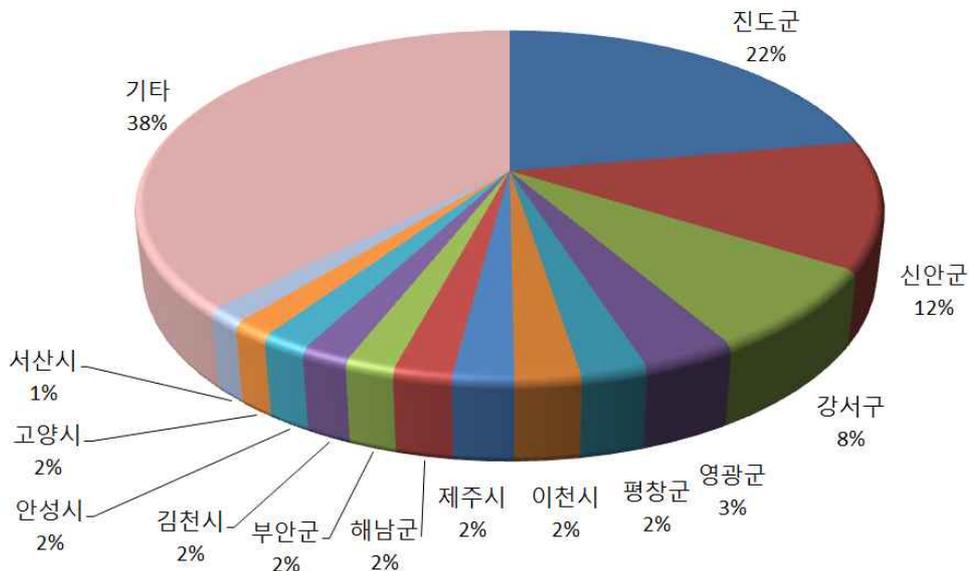


그림. 8 2010년도 농림어업총조사 100ha 이상 대파재배 주요 13 행정구역(단위: %)

표. 4 최근 13년간 행정구역별 대파생산량 변화 추이(단위: 톤)

	2001	2003	2005	2007	2009	2011	2013
서울시	7,622	3,190	4,040	2,571	2,364	132	389
부산시	39,324	30,945	29,233	26,082	30,537	22,116	14,798
대구시	9,531	8,423	7,317	3,714	2,597	5,097	2,872
인천시	9,934	11,960	10,048	5,757	5,854	10,274	5,544
광주시	1,589	361	469	91	32	570	23
대전시	1,949	2,369	930	570	413	909	153
울산시	916	1,033	677	866	240	375	593
경기도	81,991	92,353	74,313	74,229	70,096	93,861	59,003
강원도	8,913	10,228	10,397	17,272	11,548	21,078	27,893
충청북도	21,130	17,540	11,270	18,304	12,460	19,776	16,196
충청남도	15,709	23,453	15,364	11,695	8,840	16,325	9,683
전라북도	28,441	19,184	23,819	24,833	21,144	26,908	14,056
전라남도	118,613	113,633	109,684	123,333	107,827	93,142	114,321
경상북도	29,742	26,048	18,280	25,627	17,848	24,797	20,293
경상남도	9,981	16,498	14,571	16,291	12,066	20,136	13,193
제주도	3,021	9,580	8,877	5,051	11,772	6,935	5,807
계	388,406	386,798	339,289	356,286	315,638	362,431	304,817

다. 국내 대파 가격동향

계절진폭이 2.19로 큰 대파의 가격동향은 2013년도의 경우 kg 단위당 년 평균 2309원으로 그림. 9 및 표. 5과 같은 년 중 변화 추이를 보이고 있다(농수산물유통공사, 2014).

그림 9.에서 보듯이 가격은 1-5월 사이에서 2500원 이상으로 높게 형성되고 있으며 6-12월 사이에는 2000원 내외의 가격을 형성하고 있는데 표. 5에서 가격의 변동계수는 15.28, 진폭계수는 2.19로 높은 결과를 보이고 있고 지역적으로 서울, 울산, 부산, 창원이 높게 형성되고 있으며 제주가 가장 낮은 가격을 형성하고 있는 것으로 분석되었다.

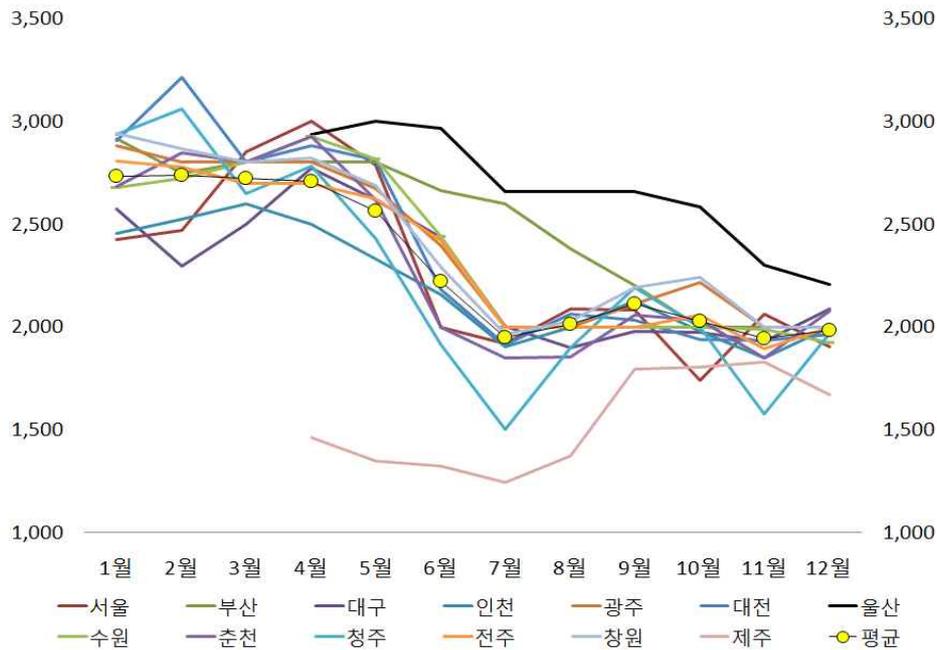


그림. 9 2013년도 주요도시 월별 대파가격 변화 추이(단위: 원)

표. 5 2013년도 주요도시 년 평균 대파가격 변화 분석(단위: 원)

구 분	평균	최대	최소	표준편차	변동계수	진폭계수	
	2,309	3,700	1,160	353	15.28	2.19	
서울	경동시장	2,278	3,000	1,500	456	20.01	1
부산	부전시장	2,495	3,300	2,000	353	14.15	0.65
대구	동구시장	2,257	3,000	1,900	341	15.1	0.58
인천	현대시장	2,199	2,830	1,750	296	13.45	0.62
광주	양동시장	2,389	3,000	2,000	381	15.93	0.5
대전	역전시장	2,384	3,700	1,700	514	21.54	1.18
울산	신정시장	2,661	3,000	2,200	270	10.15	0.36
수원	지동시장	2,358	3,000	1,800	407	17.24	0.67
춘천	중앙시장	2,299	3,500	1,600	470	20.46	1.19
청주	육거리시장	2,236	3,500	1,500	550	24.59	1.33
전주	남부시장	2,331	3,000	1,800	369	15.83	0.67
창원	상남시장	2,402	3,500	1,800	414	17.23	0.94
제주	동문시장	1,533	2,000	1,160	259	16.89	0.72

제 3 절 연구개발의 범위

연구개발은 “트랙터 부착 수집형 대파수확기 개발”을 목적으로 하는데 개발은 수확단계의 일관기계화를 의미하며 두둑토양의 파쇄를 통한 인발력 감소 및 이를 통한 대파의 굴취, 이송 및 운반을 위한 임시적재 등을 포함하는데 상세 내용은 다음과 같다.

1. 대파수확기 개발의 내용

연구개발은 최고기술을 보유한 일본의 小橋工業株式会社 등 10건의 핵심특허에 대하여 회피설계를 통하여 회피하고 기능과 성능에서 일본의 상용화 제품에 대하여 대등하거나 우수한 능력을 발휘할 수 있도록 기획되었으며 연구개발 과정에서 새로운 요소기술을 개발하여 제품의 기술권리성을 확보하여 시장을 방어하고 상용화하는 것을 연구개발의 포괄적인 범위로 한다.

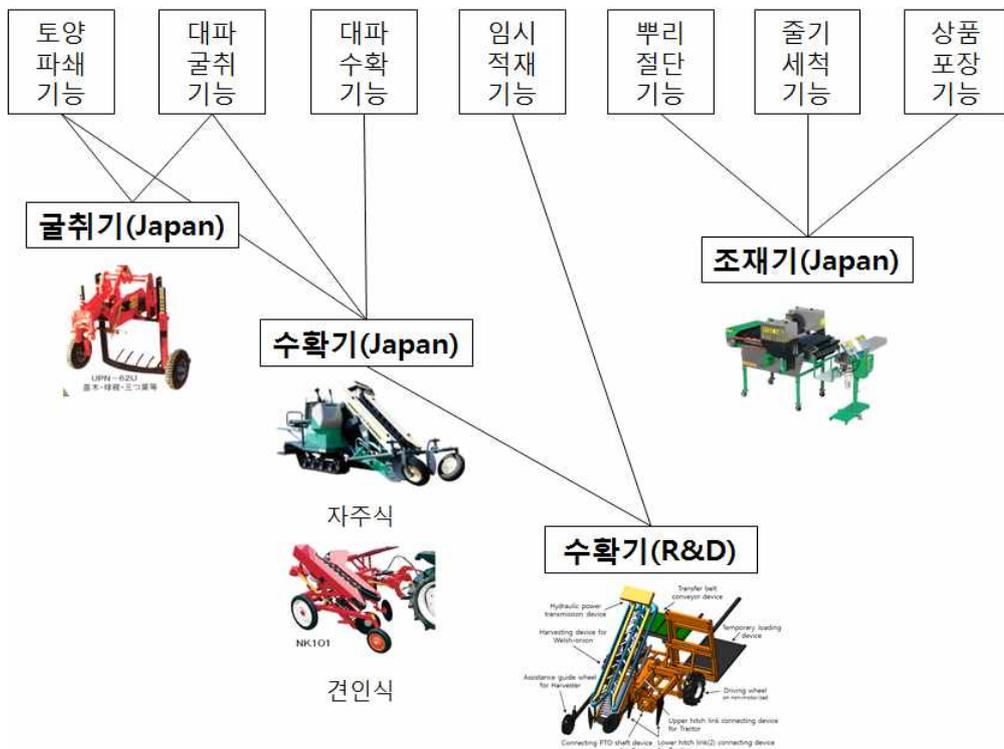


그림. 10 대파수확기 기능구성의 연구개발 범위

연구개발은 일본의 굴취전용기 및 수확전용기의 기능을 흡수하고 추가적으로 임시적재기능을 보장하여 구성하는데 굴취 및 이송과정에서는 우리의 대파 재배환경 등을 고려한 회피설계를 통하여 효율을 높일 수 있는 장치구성을 하고 시스템화하는 것이다.

또한 연구개발은 특허출원에 있어 특허출원 범위를 넓혀 기술권리성을 확보하여 독자적인 기술을 확보하여 우리의 재배환경에 적합한 대파수확기를 개발하고 지속적으로 제품을 연구개발할 수 있는 발판을 마련하는데 있다.

2. 주요 연구개발 기술의 내용

주요 연구개발 기술의 내용은 다음의 표. 6과 같은데 일본에서 상용화된 트랙터부착형 모델과 무한궤도 자주식 모델을 상대 비교하여 분석하였다.

비교를 위해 제시한 2개 일본 제작사는 대과수확기와 관련된 핵심특허 10개의 대부분을 보유하고 있는데 본 연구개발은 연구팀의 축적된 연구역량과 설계·제작역량으로 최고 수준인 일본제품의 성능 및 기능에 도달하는 것을 연구범위의 내용으로 한다.

표. 6 주요 연구개발 기술

		NIPLO	KOBASHI KOGYO	개발품
모델명		NK101	HG100MA SOFY	성균관대학교
형식		트랙터 부착형	무한궤도 자주식	트랙터 부착형
전장(부착)(mm)		1940	4120(2300)	3590
전폭(mm)		1850	1350	1990
전고(mm)		1315	1600	2000
기체중량(kg)		360	715	820
주행속도 (m/s)	전진	0.03-0.06	저속:0-0.20 고속:0-0.85	0.05-0.16
	후진	-	저속:0-0.17 고속:0-0.70	-
굴취조수		1조	1조	1조
굴취폭(mm)		400	400	400
이송장치		유압벨트이송식	유압벨트이송식	유압벨트이송식
동력원		트랙터동력이용 25-35마력 트랙터 적용	자체동력	트랙터동력이용 40마력이상 트랙터 적용
자동수평제어장치		미확인	유	수동
주행방식		무동력 휠	동력 무한궤도	무동력 휠
제품단계		상용화 양산	상용화 양산	연구개발
필요작업인원 (운전자제외)		1-2명	1-2명	1명
작업효율(1명)		860min/10a	860min/10a	240min/10a

※ 제작사에서 공개한 제품 카다로그 및 사용설명서를 근거로 함.

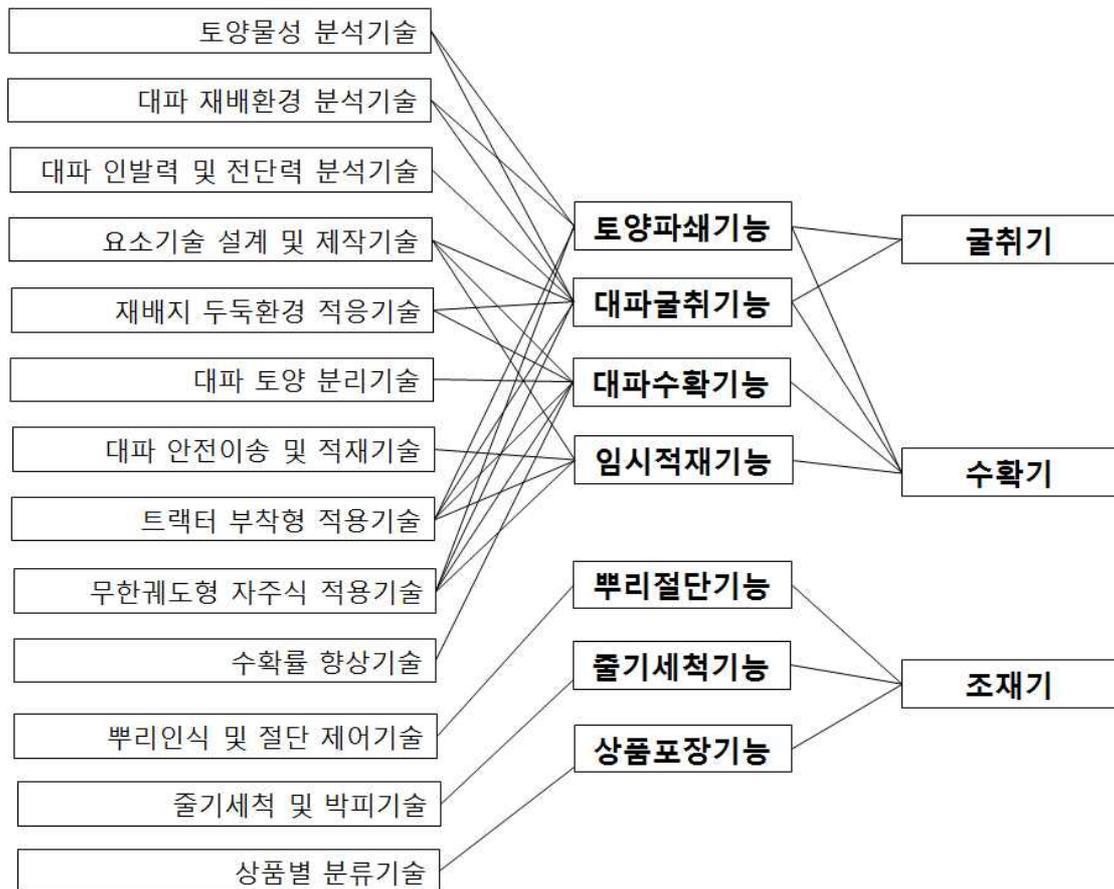
제 2 장 국내외 기술개발 현황

동북아시아권의 대표적인 조미채소인 대파에 관련된 대파수확기는 주로 일본, 중국, 한국을 중심으로 진행되고 있는데 기술개발 및 상용화는 일본이 최고 수준으로 평가되었으며 중국 및 한국은 원천기술을 확보하는 단계로 판단되었다.

< 국가별 기술개발 현황 >

- 일본 : 전용기 중심으로 굴취기, 수확기, 조제기로 대별하여 산업화 단계 연구개발은 산업체 및 농림수산성, 현 소속의 연구센터를 중심으로 진행
자주식 중심의 수확기 연구개발 및 보급이 특징
- 중국 : 산업체 중심으로 1-2년 전부터 원천기술 확보 중
- 한국 : 본 연구개발로 최초로 원천기술 확보 중

< 대파수확기 기술의 구성 >

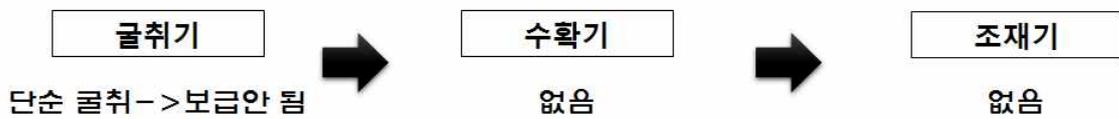


본 연구로 개발되는 대파수확기는 토양물성, 재배환경, 대파물성, 두둑환경을 고려하고 토양파쇄, 대파굴취, 대파수확, 임시적재 기능을 포함하는 전용 수확기를 개발하는 것으로 현재 최고 수준인 일본의 설계 및 제작 수준에 도달하는 것을 목표로 한다.

제 1 절 국내외 기술개발 현황

농작업기의 연구개발 측면에서 국내외 현황을 비교하면, 우리의 농작업기는 수도작, 논농사를 중심으로 개발되었으며 기계화율은 91.5%에 이르고 있으나 현재까지 전체적인 밭작물의 기계화율은 50.1%로 부족(국립농업과학원 농업기계 이용실태 및 농작업 기계화율, 2011)한데 기계화는 경운정지 및 정식, 방제부분을 포함한 것이고 기타 수확을 포함한 전체공정은 인력에 의존하고 있는 형편이다.

1. 국내 기술개발 현황

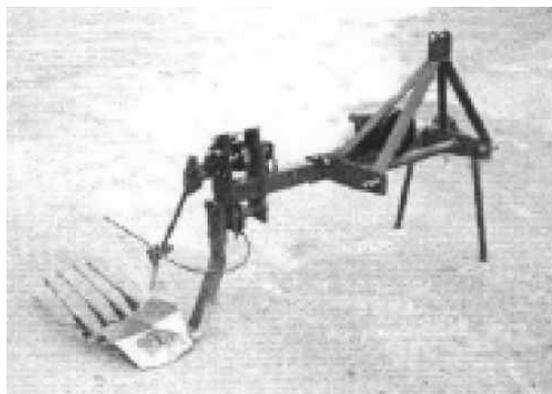
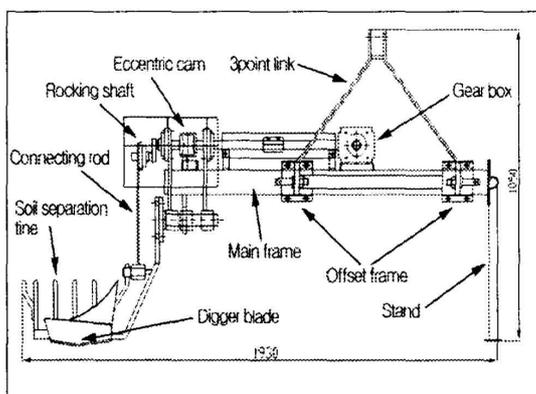


지금까지 국내에서 시도된 대파에 관련된 기술개발은 크게 3건이 확인되었는데 대파굴취기(윤여두, 2002)는 단순 굴취기능만 갖는 장치이고 2건은 수확과 관련이 없는 모종 이식기능을 갖고 있는 이식장치(조은농기계, 2014)와 세척기능을 갖는 야채수확기(신영식, 2006)의 기술개발로 대파의 현장수확에 관련된 기술개발은 없는 상태이다.

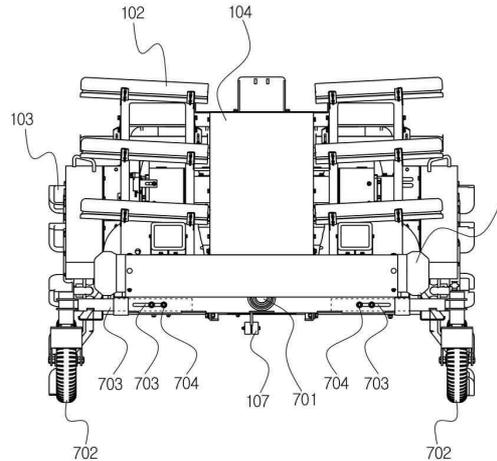
가. 대파 관련기술 일반

국내 선행연구자들의 대파관련 기술 3건은 다음과 같은데 단순 굴취기능 만을 갖고 있거나 세척기능을 지니며 기술들은 기능상의 제약 및 효과부족으로 보급이 미미한 상황이다.

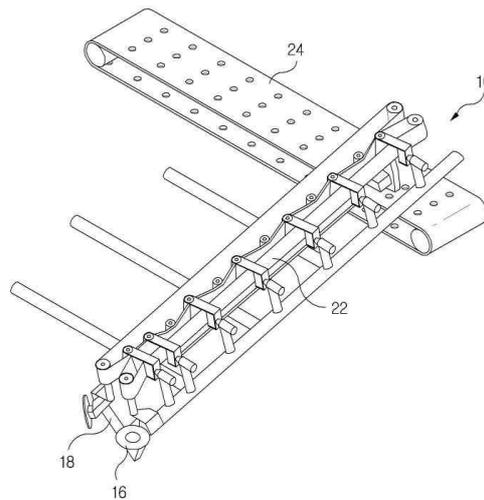
- 트랙터용 대파굴취기 개발(윤여두, 2002), 논문(한밭대학교 생산기반기술연구소 논문집 Vol2(1) pp. 19-33, 2002), 개발된 대파굴취기는 트랙터 부착형으로 단순히 땅 속에 있는 대파를 지상으로 올려주는 기능만 수행하며 굴취된 대파는 인력 수거하는 장치로 다음 그림과 같이 소개된 대파굴취기는 트랙터 견인식으로 초보적인 굴취날과 흄분리장치를 갖고 있으며 3점 히치 링크를 이용하였는데 굴취기능만을 지녀 수확기로서는 한계가 있다.



- 농작물 이식 장치(조은농기계, 2014), 특허등록 1013482960000, 다수의 농작물의 모종 및 종자를 재배지에 이식할 때, 두둑이나 고랑의 경사도나 평탄도에 크게 영향 받지 않고 이식이 가능케 함으로써 이식의 정확성을 크게 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라, 기계 구조를 간소화하여 장치의 유지, 관리 및 정비가 용이하게 함과 동시에 이식을 위한 간헐 주행을 더욱 간편하게 정확하게 설정할 수 있게 되어 더욱 다양한 농작물의 이식을 보다 효율적으로 수행할 수 있게 한 농작물 이식 장치를 제공한다.



- 야채 수확기(신영식, 2006), 실용신안공개 2020130005450, 경작지에서 생산되는 야채 특히 대파를 간단한 구성의 수확기를 이용함으로써 용이하게 캐뎀과 동시에 자동으로 세척하면서 수확하여 생산량 증대 및 농가의 소득을 증대시킬 수 있는 야채 수확기를 제공한다.

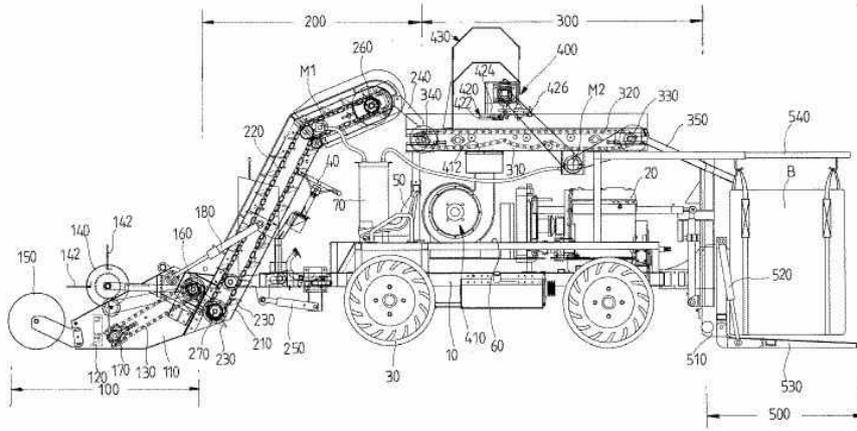


대파수확기는 일본에서 일부 수입하여 사용된 적이 있으나 일본의 재배환경과 국내의 재배 환경이 달라 여러 문제점이 발생하여 현재는 거의 사용되고 있지 않고 있다.

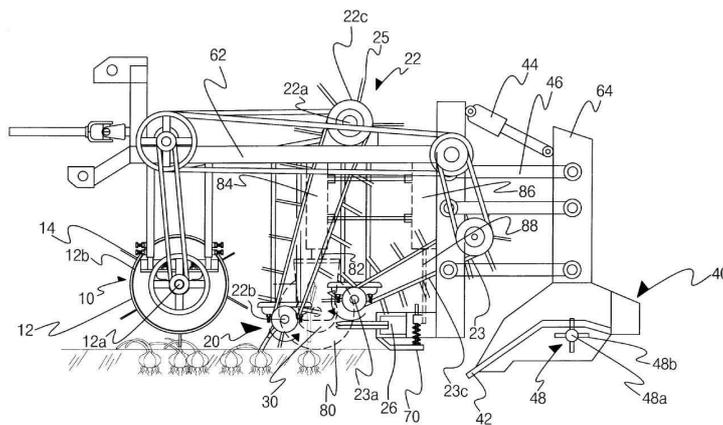
나. 수확기 관련 일반

국내의 경우 논술한 대파와 관련된 3건 이외에 연관성은 작거나 없는 자주식 양파 수확기 등 유사기술이 연구 개발되었는데 주요 내용은 다음과 같다.

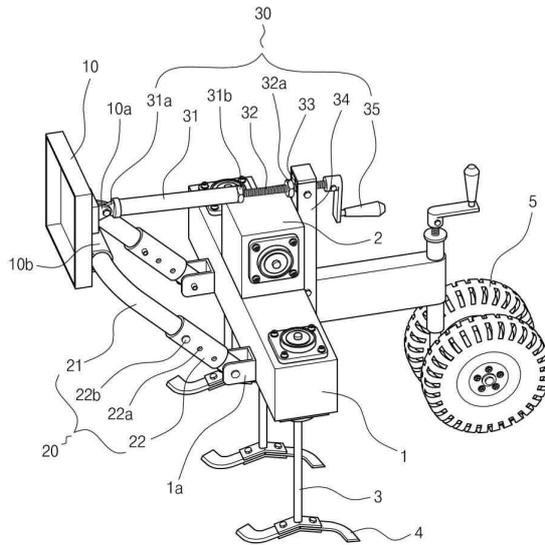
- 자주식 양파 수확기(농촌진흥청장, 2008), 양파의 굴취에서부터 잎줄기의 절단 및 수거작업을 자주식 차체에 탑재된 굴취부와 이송부 및 줄기절단부와 적하부에서 일관적으로 수행할 수 있도록 함으로써 양파수확시의 인건비 절감 및 수확시간의 단축하는 기술임.



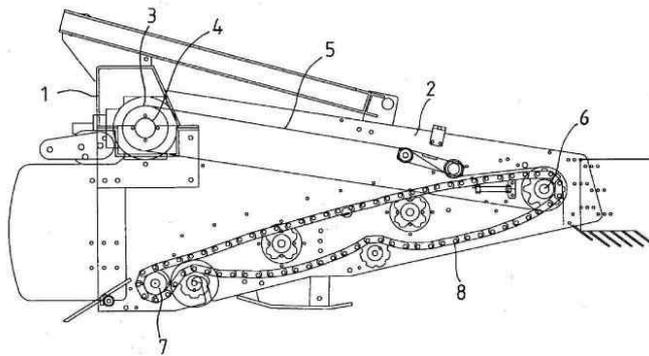
- 양파 수확기(이권재, 2006), 파수확기를 구동하는데 있어서 바퀴나 굴삭부등이 지면의 상태에 따라 상하로 유동하므로 안정적인 동작이 이루어지게 하는 기술임.



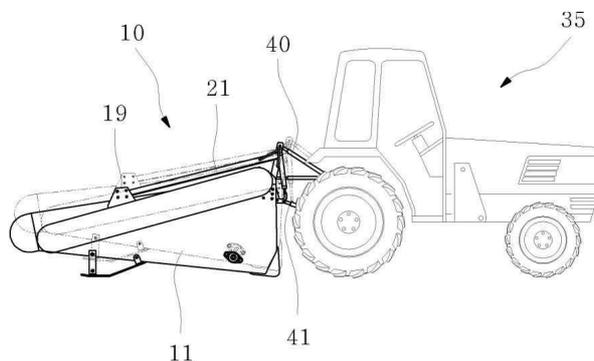
- 경운기 부착용 마늘뿌리발근기(김창규, 2013), 마늘뿌리 발근기 본체와 히치판을 연결하는 연결관과 길이조절관으로 구성되는 길이조절부와, 각도조절봉과 나사봉으로 구성되는 각도조절부에 의해 마늘 뿌리 발근기의 설치 높이와 설치 각도를 간편하게 조절할 수 있도록 하여 사용편의성을 향상시킨 마늘 뿌리 발근기를 제공 기술임.



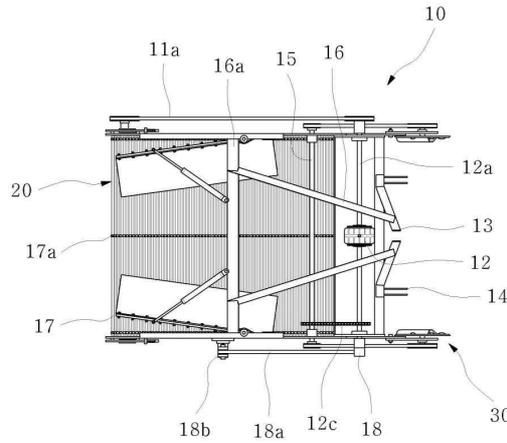
■ 역회전이 가능한 땅속 작물 수확기(농촌진흥청장, 2010), 돌이 많은 밭에서의 땅속 작물 수확작업시 수확기에 돌이 끼이거나 체인 컨베이어 내측으로 돌이 들어가 원활한 작동이 이루어지지 않을 경우, 트랙터의 운전석에서 내리지 않고 조작레버만을 사용하여 체인 컨베이어를 역회전시킴으로써 끼인 돌을 간편하게 제거할 수 있어 수확작업을 순조롭게 진행할 수 있으며, 체인 컨베이어의 내측에 들어간 돌은 이완부에서 개폐구가 열려 자중에 의해 돌이 외부로 빠져나오게 되므로 피동축 부근에 돌이 몰려 피동축을 파손시키는 등의 문제발생을 예방 기술임.



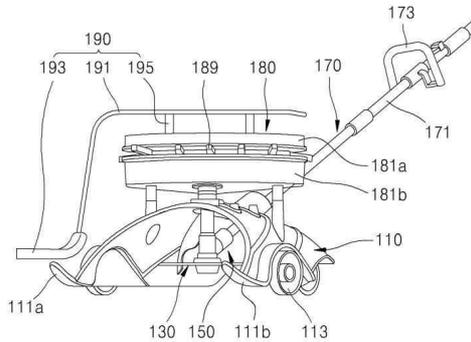
■ 땅속 농작물 수확장치용 이송장치(김영석, 2011), 농작물 수확기가 트랙터의 후방에 연결되어 이동 중에 농작물 수확기를 들어올려서 이동중에 두둑에 닿지 않고 안전하게 이동 가능 기술임.



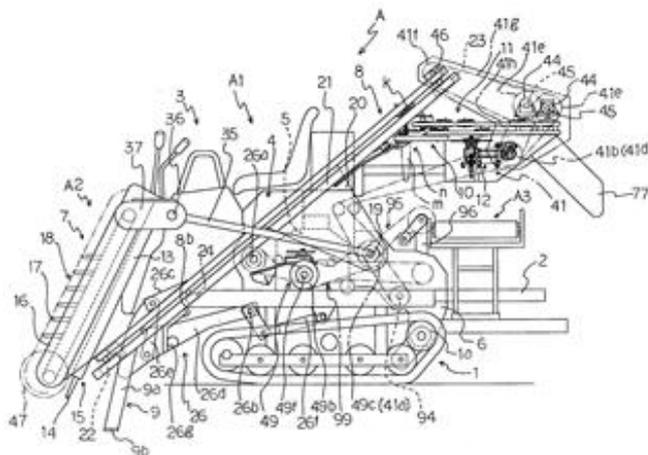
- 땅속 농작물 수확기용 흡 공급구조(김영석, 2012), 본체의 전방으로 회전하면서 파여진 흙과 수확물을 수확물 걸림봉으로 공급할 수 있도록 흡 공급장치를 설치하여 파여진 흙에 포함된 수확물이 외부로 배출되지 않도록 공급하여 수확물을 온전하게 처리하는 것으로 수확량을 향상시킬 수 있도록 하는 기술임.



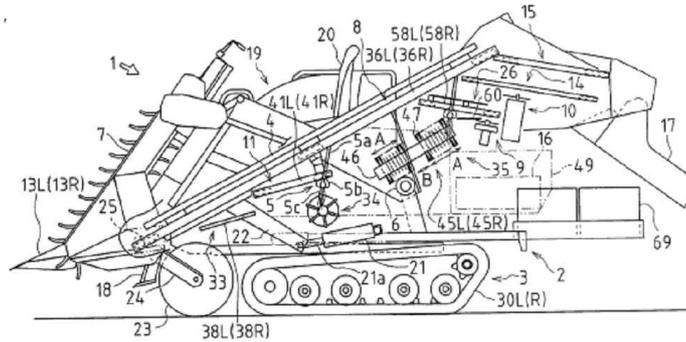
- 다목적 작물 수확기(주식회사 성진텍, 2011), 단일 동력축으로부터 전달된 구동력이 전동기어(예: 베벨 기어)를 통해 상하 방향으로 전환되는 구조를 지님에 따라, 작물을 베어내는 예초 기능 및 베어낸 작물을 수확하기 위해 정렬 이송하는 기능을 동시 구현 기술임.



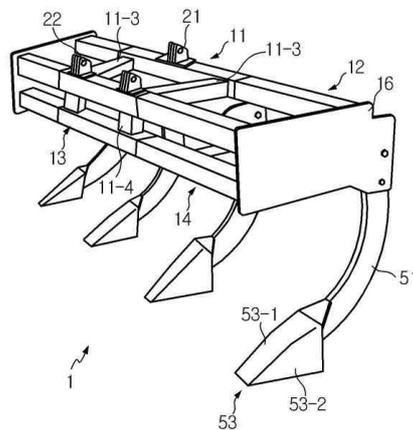
- 근채 수확기(세이레이 고교 가부시키가이샤, 2007), 은 당근이나 무 등의 근채류를 땅속으로부터 뽑아 올리면서 근채(根菜:뿌리채소)의 주 뿌리에서 경엽(莖葉:잎과 줄기)을 절단하여 수확하는 근채 수확기에 관한 기술임.



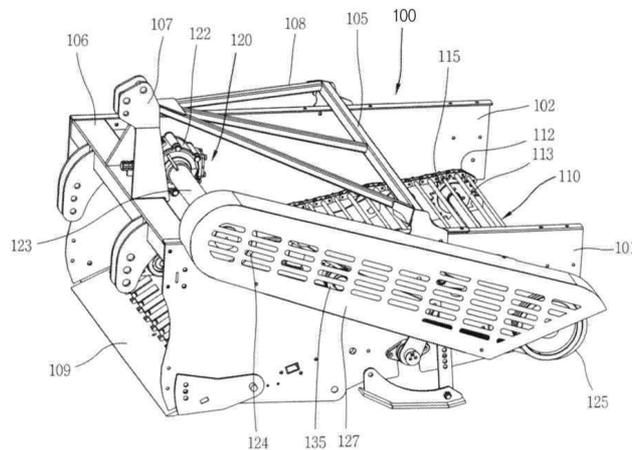
- 근채 작물 수확기(세이레이 고교 가부시키가이샤, 2010), , 마늘을 뽑아 올리기 위해, 그 경부(莖部)를 협지하여 후방으로 반송하는 뽑아올림(引拔) 반송 벨트를 구비함과 동시에, 이 뽑아올림 반송 벨트의 하방에 그 반송 방향을 따라 마늘의 흙 털기 장치와 마늘의 털뿌리 및 경부의 절단 장치를 구비하는 근채 작물 수확기의 기술임.



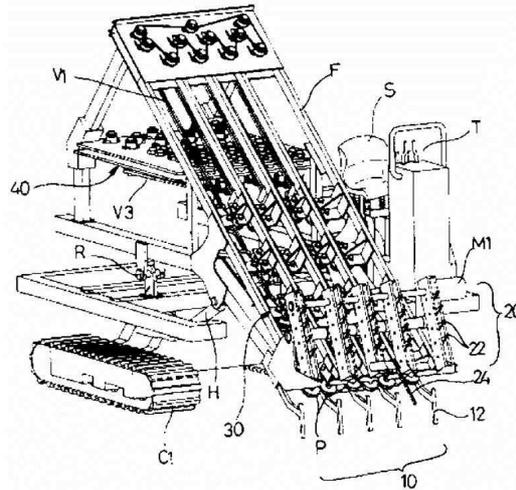
- 작물줄기 분쇄장치 부착 땅속작물 수확기(이현봉, 2014), 작물줄기 분쇄장치 부착 땅속작물 수확기는 트랙터에 장착되어 두둑에 위치한 작물의 줄기를 분쇄하는 작물줄기 분쇄장치에 부착되어 줄기 분쇄작업과 땅속작물 수확을 동시에 할 수 있는 효과 기술임.



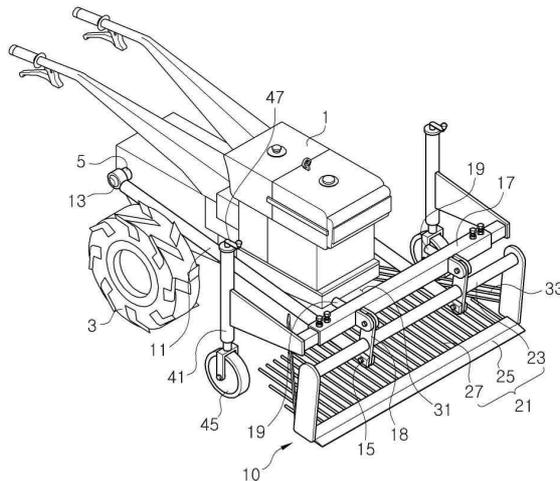
- 진동장치를 구비한 땅속작물 수확기(윤태욱, 2011), 진동기구의 진동에 의해 이송 컨베이어의 하부로 이물의 분리 및 구근의 표면에 달라붙어 이송 컨베이어를 이동하는 이물의 분리를 보다 원활하게 수행함으로써 작물의 훼손을 방지하고, 이물을 제거하기 위한 후처리 과정을 줄이며, 수확된 상태에서 상품성이 보다 향상되어 포장출하하는 기술임.



- 인발식 당근 수확기(농촌진흥청, 2004), 당근 재배실정에 적합하게 밀식재배된 당근을 한꺼번에 여러 줄 동시에 수확가능하도록 함과 아울러, 뽑힌 당근을 벨트 사이에 줄기가 물린 상태로 이송부의 후방 상부로 이송되다가 다시 줄기절단부에 의해 수평으로 이송되어 줄기절단부 후단에 설치되어 회전되는 원형 절단기에 의해 줄기를 절단시킨 후 낙하시켜 제품박스에 담겨지도록 하는 전 작업과정을 작업자 혼자 운전석에 앉아 조작 가능하게 함으로써 단시간 내에 다량의 당근을 효과적으로 수확할 수 있는 효과를 갖는 기술임.

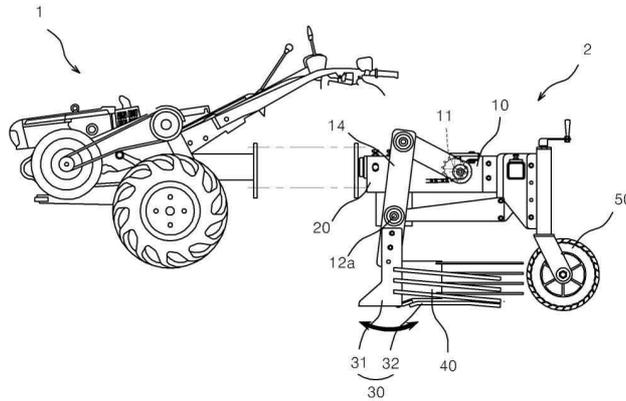


- 시금치수확기(농촌진흥청, 2013), 경운기의 전방에 설치되며 경운기의 동력을 전달받아 구동된다. 이는 시금치 수확작업의 기계화를 가능하게 하여 농촌 노동력 문제를 해결하고 규모화 영농이 가능하게 하며 적기수확 및 출하를 가능하게 하여 농가 소득증대에 기여할 수 있는 효과가 크다. 별도의 동력장치 없이 경운기의 운행만으로 시금치 수확이 가능하므로 시금치 수확작업의 편의성이 증대되며 운전조작이 편리하고, 단시간에 수확효율이 높아 노력절감 효과가 크고 시금치의 상품성 증대에 기여하는 효과 기술임.

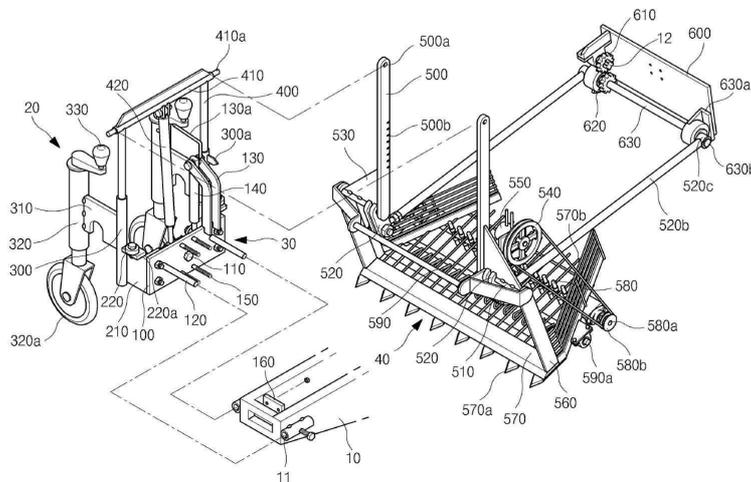


- 예취날의 좌우기울기 조절가능한 가변형 농산물 수확기(남미정, 2014), 예취날의 좌우기울기 조절가능한 가변형 농산물 수확기는 선택적으로 예취날의 좌우 기울기가 동력이동수단과 별도로 조절되거나 고정되어 함께 조절될 수 있도록 하는 가변용 연결수단이 구비됨으로써 지형적 특징과 다양한 환경적 요인에 적합하도록 선택하여 사용할 수 있음으로 수

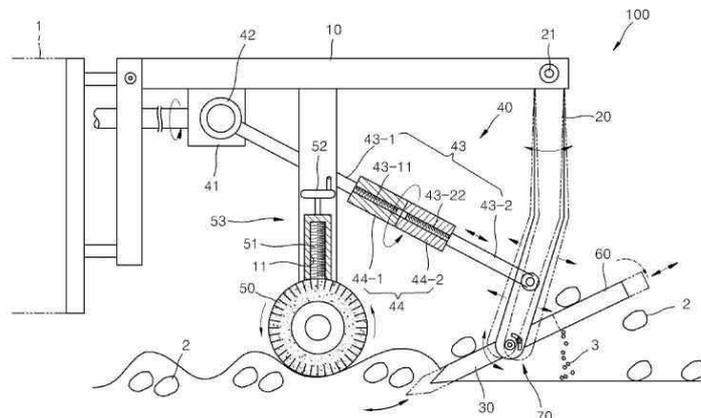
확할 농산물을 파손시키지 않고 수확하는 기술임.



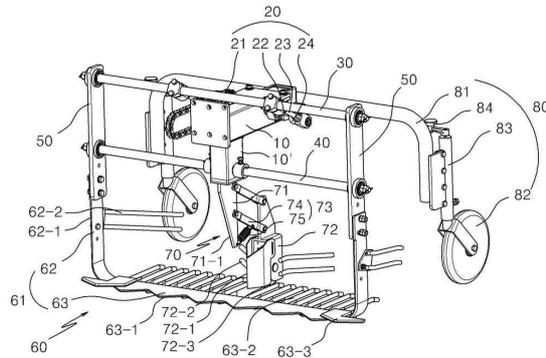
- 마늘 수확기(이시환, 2011), 채굴부를 경운기몸체와 독자적으로 좌.우로 회전시킬 수 있게 구성하여, 지면에 대응하고 수평을 유지할 수 있게 하므로써 채굴삽날이 마늘을 타격하여 마늘에 상처가 발생하는 것을 막을 수 있고, 흙떨이 타격돌기가 흙덩이를 직접 타격하여 잘게 부서 주고, 배출돌기가 마늘을 강제로 배출시켜 줌으로 마늘에 붙은 흙을 빠르고 완벽하게 제거하여 수확장애를 해소할 수 있는 효과 기술임.



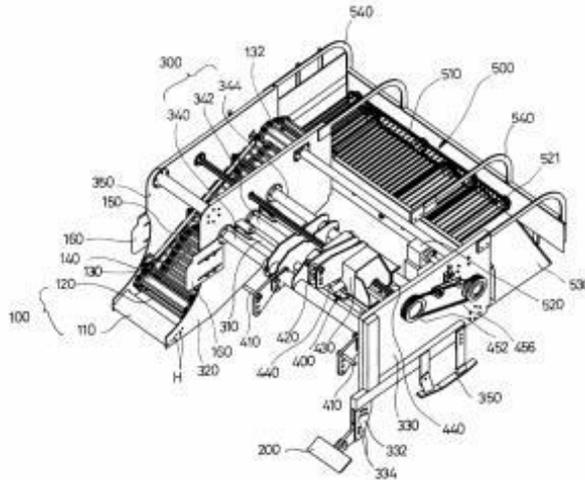
- 구근작물 수확기(모영환, 2008), 이물질이 날개삽에 달라 붙는 것을 방지하여 날개삽의 땅속 삽입을 원활하게 하고, 작물의 손상 및 에너지 낭비를 방지할 수 있으며, 날개삽의 마찰력을 줄임으로써 수확 시간 및 경비를 줄여 생산성을 크게 향상시킬 수 있는 효과 기술임.



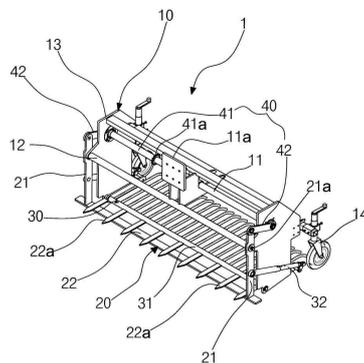
- 구근류 작물수확기(남미정, 2011), 구근류작물수확기는 경운기를 조작하는 작업자의 통행로를 제공함으로써 다수의 고랑에 심어져 있는 구근류 작물을 굴취하여 수확하는 기술임.



- 무 수확기(농촌진흥청장, 2004), 굴취부에서 한줄씩 무를 캐고 이를 수평이송 컨베이어에 의해 트랙터의 타측으로 낙하시켜 줌으로써 캐내어진 무를 자루에 담은 작업과 트랙터가 다음의 줄을 수확하는 작업이 서로 간섭이 되지 않아 연속적인 무 수확이 가능한 효과로 인해 무 수확작업을 신속하고 효율적으로 할 수 있는 기술임.

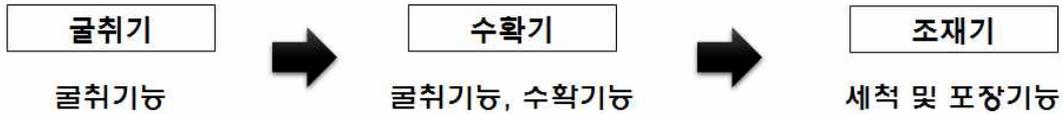


- 작업 안정성이 확보된 근채 수확기(경상북도 농업기술원, 2009), 경운기, 트랙터를 포함하는 동력장치에 부설되어 견인하여 동력장치에서 출력되는 회전력을 제공받아 토양을 굴토하여 근채를 토양의 외부로 캐는 굴토공정과, 굴토된 근채에 혼합된 흙, 자갈 등 이 물질을 제거하는 기술임.



2. 국외 기술개발 현황

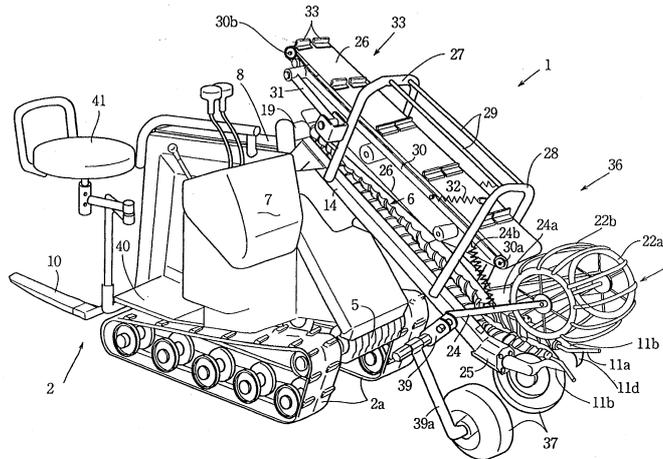
지금까지 국외에서 시도된 대파에 관련된 기술개발은 일본을 중심으로 연구개발되고 있는데 대파 굴취기, 수확기, 조재장치 등이 개발되어 사용화 되었으나 연약한 화산토에 대응하여 다음과 같이 전용기 형태로 개발되어 우리의 재배환경에 적합하지 않은 기술이다.



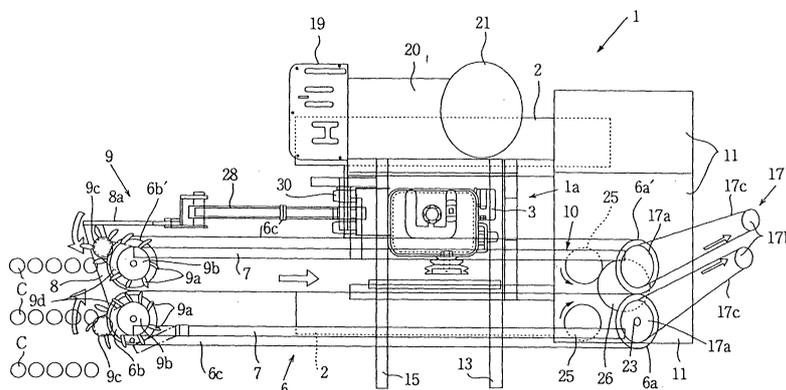
가. 대파 관련기술 일반

국외 선행연구자들의 대파관련 기술 8건은 모두 일본특허로 다음과 같은데 단순 굴취기능만을 갖고 있거나 세척기능을 지니며 기술들로 일본의 국가적인 특색이 나타나고 있다.

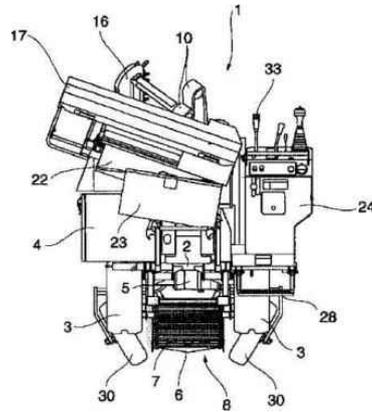
- Harvester for headed vegetable(USA/Toshiyuki Kobuchi, 1995), 수확기 피봇이 후방부, 하강 경사위치에서 상기 프레임을 지지하는 유압 실린더장치 본체 상에 탑재된 지지 프레임을 갖는 구조로 스크류 컨베이어가 회전하는 픽업 섹션이 포함되어 있는 기술임.



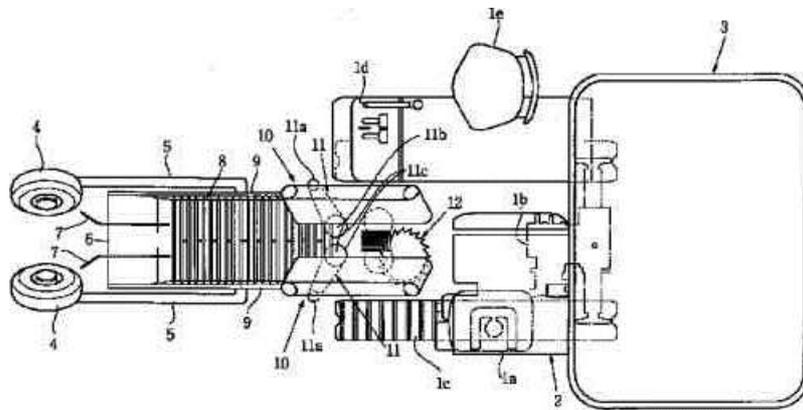
- Harvester for root vegetables(EP/Kobashi Kogyo Co. Ltd., 2001), 근채류 수확장치로 크롤러를 이용하여 수확하는 원리로 한 쌍의 커터 스토킹장치를 포함하여 수확하는 기술임.



- Cutter device for welsh onion harvester(Japan/KOBASHI KOGYO CO. LTD., 2002), 컨베이어 벨트와 세트 상에서 그들을 운반하는 동안 굴취된 뿌리와 대파의 모두를 커팅하도록 설계된 대파수확기의 절단장치 기술임.



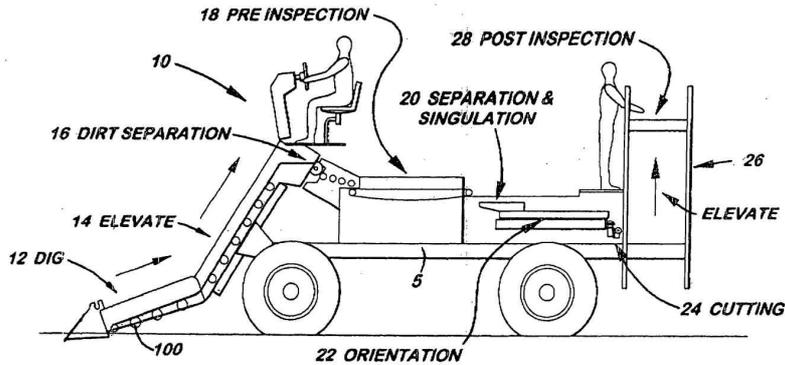
- Self-propelled harvester for blanch-cultured welsh onion(日本/小橋工業株式会社、生物系特定産業技術研究推進機構, 1997), 대파를 정확하게 굴취하는 방식으로 수확작업을 수행할 수 있는 승용 자주식 대파수확기 기술임.



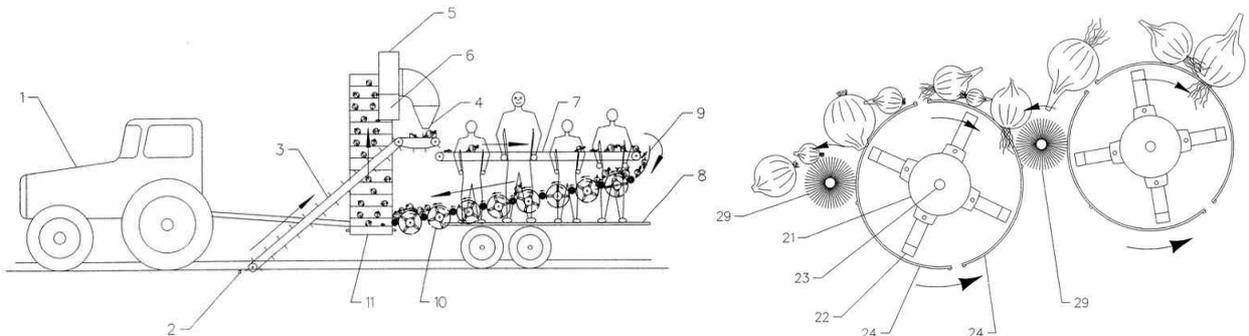
- Harvester for leaf vegetables(Japan/ KOBASHI KOGYO CO. LTD., 1996), 대파, 시금치 또는 배추와 같은 잎채소를 굴취하고, 운반하면서 조제하고 컨테이너에 저장하는 기능이 포함되는 수확기 기술임.
- 기타, 대파수확기와 관련된 小橋工業株式会社(KOBASHI KOGYO CO. LTD.,)의 특허는 Alignment conveyor for welsh onion harvester(JP04531967, 2010), Welsh onion harvester(JP04365933, 2009), Apparatus for treating welsh onion(JP11075798, 1999) 등이 있으며 대파관련 기술을 지속적으로 개발하고 있는 것으로 파악되고 있다.

나. 수확기 관련 일반

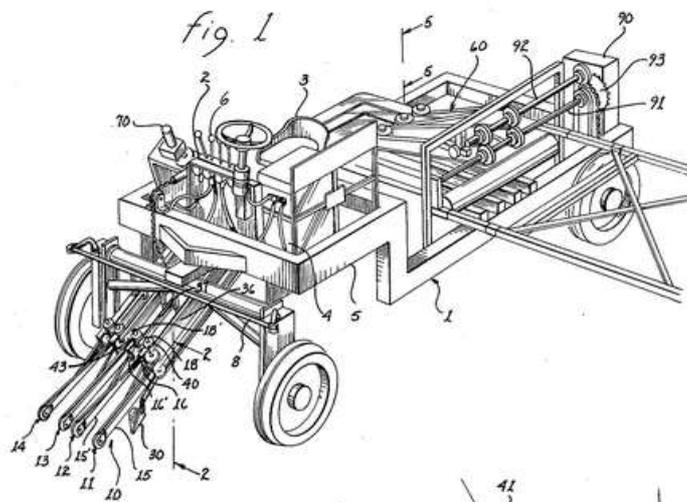
- Onion harvester with leaf topper(USA/Duane Kido, 2004), 굴취 된 양파들은 orientation system(절단장치)를 향하여 이송될 때 양파를 거꾸로 뒤집어 이송하며 절단하는 기술로 후처리 작업은 수확기 본체에 포함되거나 별도로 사용하는 기술임.



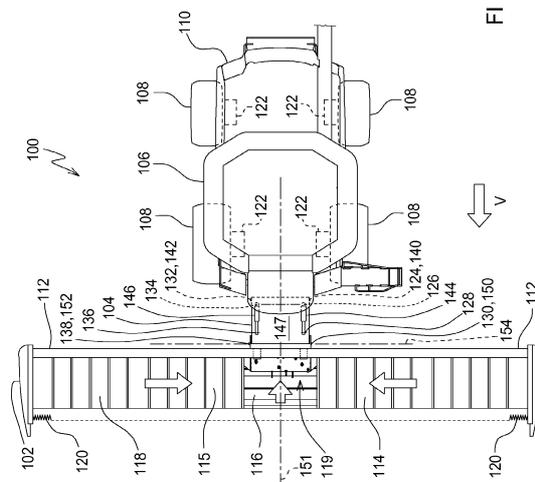
- Bulbous onion harvester and trimmer(USA/Robert Raymond, 2002), 양파와 같은 뿌리식물을 수확하며 다듬는 기계로 독립적으로 구동 샤프트에 장착 된 횡 나이프의 시리즈의 원통 드럼을 회전시킴으로써 수확물을 다듬는 기술임.



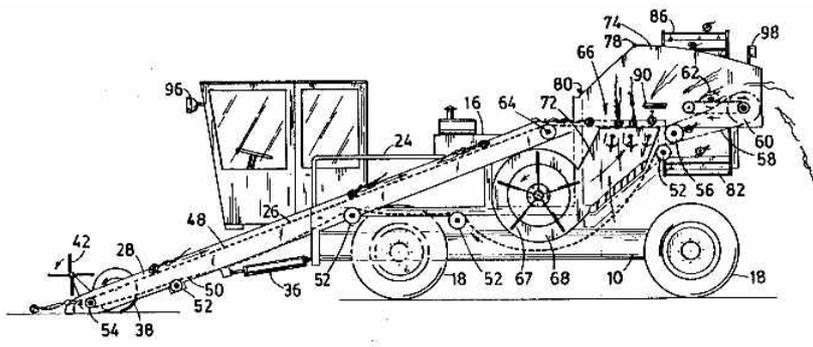
- Green onion harvester(USA/Harold Gene Medlock, 1976), 토양으로부터 굴취 된 대파의 잎사귀를 잡아 이송하며 아래 잎들을 제거하고 저장하는 장치 기술임.



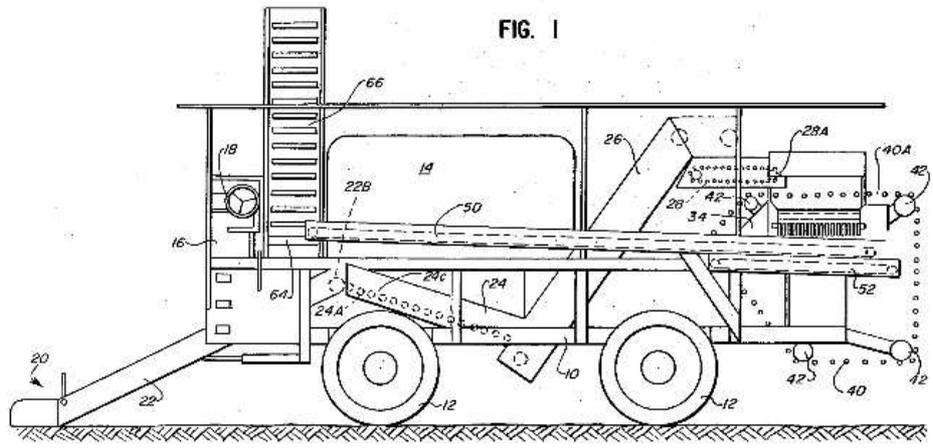
- Agricultural harvester(EP/Aaron S Ritter, 2014), 수확작업시 센서를 이용하여 전자적으로 1차로드 및 2차로드의 임계부하 초과를 측정하여 사용하는 기술임.



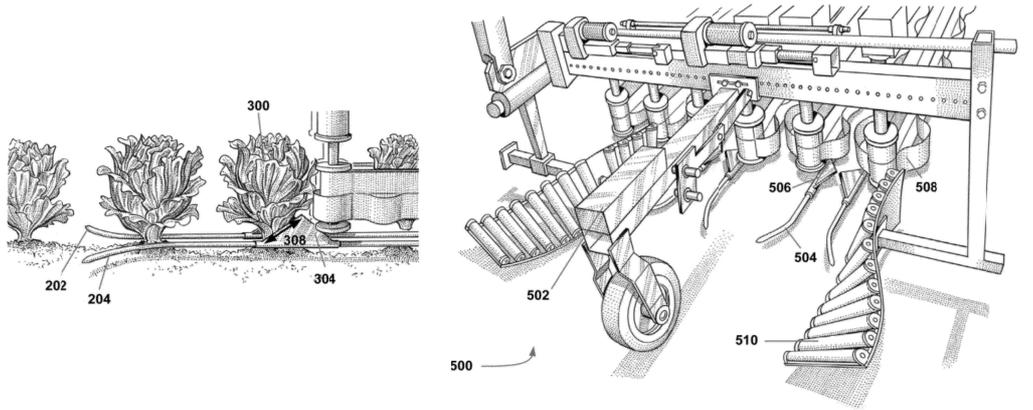
- Harvesting machine having blower damage prevention means(USA/Lee N. Shuknecht, 1991), 양파와 같은 작물을 자동으로 이송하고 저장하는 장치가 적용되며 이송 중 blower에 의해 작물보다 작은 먼지와 식물잔재들은 떨어져 나가는 기술임.



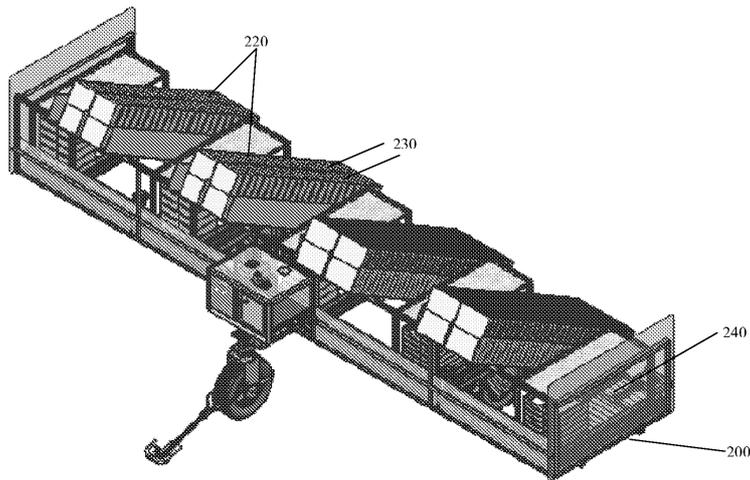
- Root crop harvester(USA/Carl E. Bittle, 1983), 양파와 마늘과 같은 뿌리식물을 수확하는 기계로써 이송 시 이송부의 틈에 의해 작물에 존재하는 먼지와 식물잔재를 제거 하는 기술임.



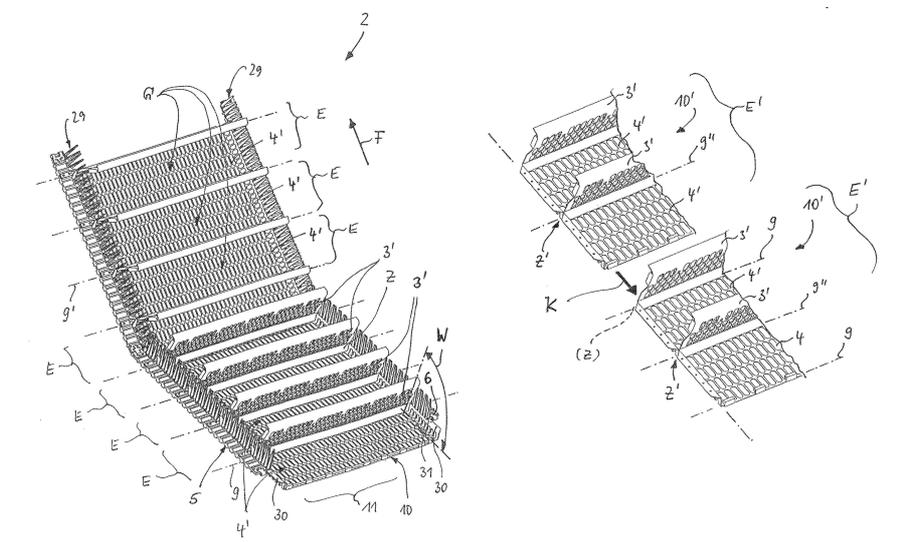
■ Vegetable harvester(USA/Serafin Albarran, 2012), 코어 수확을 위한 기계적 수확기 새시, 위치 결정 장치, decoring 장치 및 전송 조립체를 포함하고 위치 결정장치는 새시에 연결하고 decoring 장치는 위치 결정장치에 접촉하고 생산이 지상에 있는 동안 생산의 코어를 절단하도록 구성된 기술임.



■ Field crop harvesting and loading machine(USA/Nathan Dorn, 2011), 수확보조장치에 관한 것으로 수확에 지장이 없도록 상자를 하차하는 생산성 및 효율성 향상 기술임.



■ Root crop harvester(USA/Klemens Kalverkamp, 2014), 뿌리작물의 수확이송장치 기술임.



- Onion capsule harvester and process(USA/Upzone company,n 1981), 양파 줄기가 절단되고 그 상단부에서 천공 된 회전 드럼으로 방사형의 꽃 부분에서 씨앗 캡슐을 제거를 하도록 하고 이들의 건조 전에 휘저어 섞는다. 드럼의 천공된 부분으로부터 줄기와 다른 부스러기가 배출gksms 기술임.

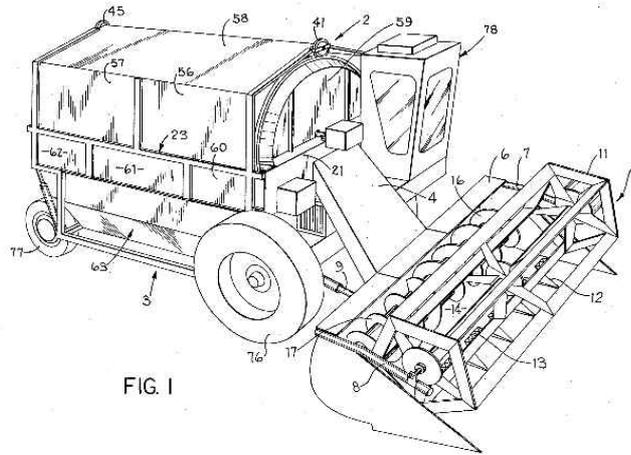


FIG. 1

- Field crop harvesting and loading machine(USA/Abatti, 1981), 수확한 각종 작물들을 시스템의 횡 방향으로 향하는 날개형의 컨베이어를 통해 수확물을 적재하는 트럭으로 전달하는 기술임.

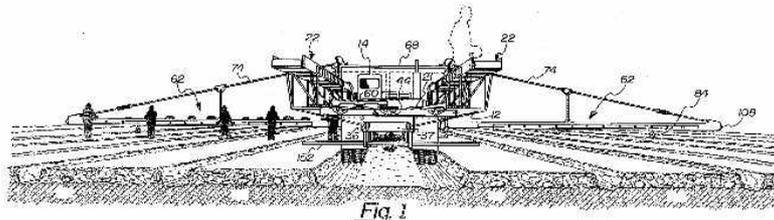


Fig. 1

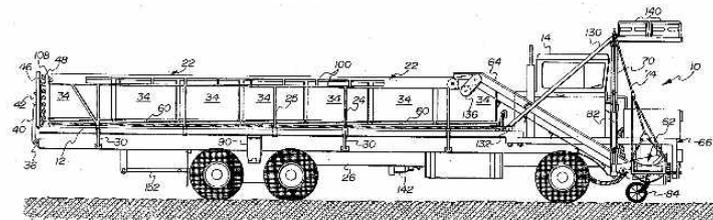
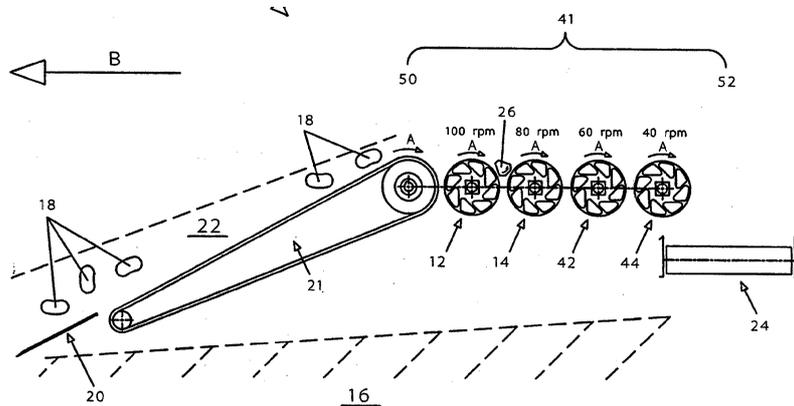
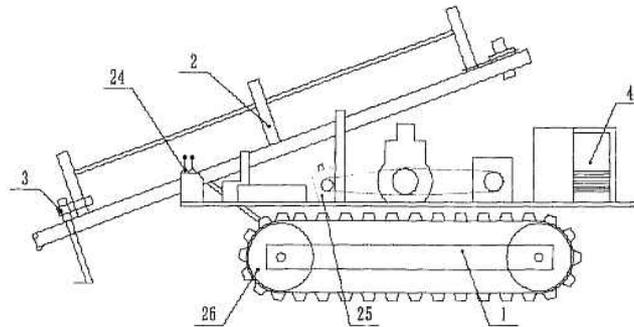


Fig. 2

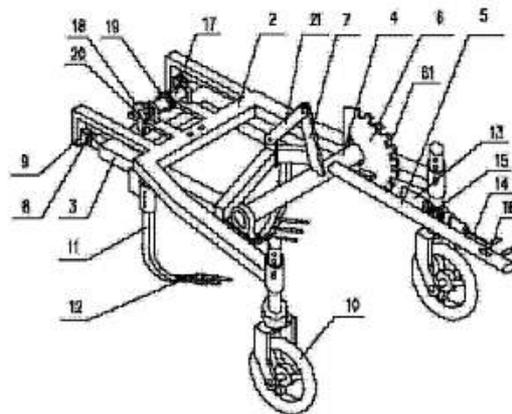
- Root vegetable harvester(EP/David Booth Weston, 2014), 근채류 및 관련작물의 흙 또는 돌 등의 이물질을 제거하는 장치로 탄성변형장치가 회전하면서 분리하는 기술임.



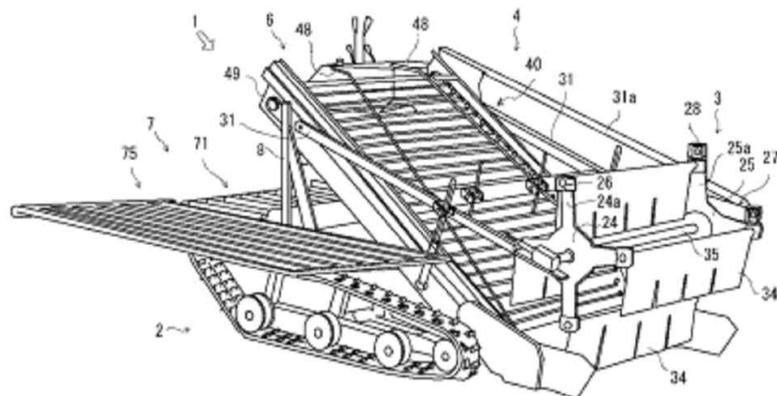
- Green Chinese onion harvester(China/青岛锐秀金属制品有限公司, 2014), 클램핑 장치를 이용하여 중국녹색양파 수확기 지형변화에 적응하여 굴취 및 수확효율을 높이는 기술임.



- Harvester for garlic and onion(China/滕麟群, 2012), 부착형으로 양쪽에 쟁기를 포함하며 파, 마늘, 생강재배에 있어 수동으로 쟁기작업의 토양 절삭 깊이를 조절하는 기술임.



- Vegetable harvester(日本/八鹿鉄工株式会社, 2006), 야채 잎 줄기 부분을 절단 한 후 굴취 하여 반송 장치에 적재하고 대각선 후방으로 이송하고 컨테이너에 투입하는 기술임.



3. 대파 수확기 개발의 필요성

대파는 재배 전과정이 인력에 의한 재배로 많은 노동력이 소요되는 품목으로 기계화를 통한 성력화가 시급한 형편인데 특히, 노동력의 1/3 이상이 투입되는 수확과정은 노동투여 비율 뿐만 아니라 작업과정이 허리를 굽히고 중량물을 반복해서 들어야하며 운반하는 악성노동으로 개선 및 대책이 절실하다. 여기에서 기술적, 경제산업적, 사회문화적 측면에서의 필요성에 대한 판단기준은 다음과 같다.

(1) 기술적 측면

대파 재배농가의 대파 수확 작업은 손으로 대파를 직접 뽑거나, 곡괭이로 토양을 파쇄하여 굴취 된 대파를 인력에 의해 수집하는 전근대적 방식이다. 현재 농촌 노동력의 고령화 여성화 등에 의한 노동질의 저하 뿐 아니라 노동력 부족에 의해 적기에 수확작업이 어렵고 농촌노동임금의 상승으로 인한 재배농가의 경영악화로 수확작업 기계화에 대한 필요성이 절실하다.

국내에서는 수확작업 중에 한 공정인 굴취공정에 대하여 선행연구자의 대파 굴취기(윤여두, 2002)에 대한 연구가 있었는데 대파를 기계에 의해 굴취하여 지상에 노출시키는 방식으로 수거는 전적으로 인력에 의해 이루어져 농촌에서는 거의 사용되어 지고 있지 않는 실정으로서 수집까지 가능한 수집형 대파 수확기의 개발이 필수적이다.

국외, 특히 일본에서 개발되어 상용화 된 대파수확기는 트랙터 부착형과 자주식 두가지 종류가 개발되어 있다. 트랙터 부착형은 20-30마력급의 소형이었으며 자주식은 무한궤도형이었다. 여기에서 개발되는 대파수확기 분석을 위해 국내에서 최근 10년간 공급된 농업용 트랙터의 공급대수를 살펴보면 년평균 11,414대 규모이었는데 추세는 그림. 11과 같다.

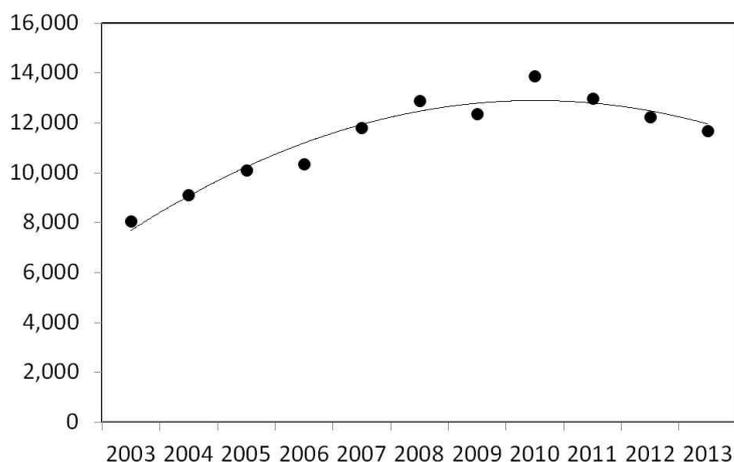


그림. 11 최근 10년간 국내 트랙터 공급대수(대)

최근 국내 일부 대파 재배농가에서 임대, 보급목적으로 일본에서 개발된 자주식 대파수확기를 수입하였으나, 국내의 재배양식 및 토양 조건이 맞지 않고 가격이 비싸 우리의 재배환경에 적합한 기술개발이

시급한 실정이다.

이는 개발에 있어 우리의 트랙터 보급 및 생산환경 및 재배 양식, 토양 환경조건 그리고 대과 재배 농민들에게 주로 보급되어 있는 트랙터의 크기 등을 충분히 고려해야 될 것이다.

(2) 경제.산업적 측면

노지채소 가운데 비교적 소득이 높은 작물인 대과는 10a 당 조수익이 3,807천원이고 이 중 소득이 2,369천원으로 62.2%에 이르는 고소득 작물인데 소요 경영비 중에서 고용노력비가 429천원으로 소요 경영비의 29.9%를 구성하고 있다.

대과 재배 10a당 작업단계별 노동투하시간은 총 128.4시간인데 이중에서 수확공정에 소요되는 노동 투하시간이 42.4시간으로 전체 24 작업공정 중에서 가장 높은 구성비를 보여 대과재배의 경쟁력 제고 및 노력절감을 위한 기계화 도입이 불가피하다.

현재 대과는 수출 마케팅의 필요성이 증가하고 있는 작목가운데 하나로서 가운데 수급 불안정성이 큰 걸림돌로 작용하고 있는데 인력에 의존적인 대과 수확 작업의 기계화를 통하여 적극적인 수출 마케팅 추진 및 국내 가격 안정에 기여할 수 있다.

(3) 사회.문화적 측면

대표적인 조미채소인 대과는 우리나라 식단에서 필수채소로 특유의 아리신 성분이 비타민 B1을 활성화하여 특정병원균에 대해 강한 살균력을 나타내고 있어 국민건강 유지에 반드시 필요한 식품으로 알려져 있다. 그러나 국내 재배면적 및 총생산량은 최근 10년간의 추이를 분석하면 급감하는 경향이고 수요 부족분은 대부분 중국으로 부터의 수입에 의존하고 있다.

농산물의 시장개방에 따른 외국산 농산물의 대량 범람으로 농민의 경작의지가 크게 떨어지고 이농현상이 심화되고 있는 현실에서 인력에 의존하는 재배과정의 기계화를 통해 생산비 절감 및 노동력 부족 해결로 농민의 경작욕구를 창출할 필요가 있다.

또한 현장의 재배 농민들은 굴취뿐만 아니라 수집 및 적재까지 가능한 복합기 개념의 수확작업기의 개발을 원하고 있으며 이를 통해 작업단계를 축소 및 투하노동력 절감을 요구하고 있다.

현재 우리의 대과 수확작업은 인력에 의존하며, 소요 노력은 인력 1인당 150평/일 으로 20명씩 조를 이루어 작업하고 있는데 평균 60대 이상의 부녀자 중심으로 수확작업의 기계화는 필수적이다.

근본적으로 시장 형성가격에 출하시기가 결정되는 대과는 필요시기에 인력 공급이 충분하지 않아 시장환경에 대응하지 못하고 있는데 수확기의 기계화로 재배농가의 규모화 및 경영안정을 통한 공급을 안정시킬 수 있다.

4. 대파 수확기 관련 기존 제품과의 차별성

본 연구개발을 통해 개발된 제품과 기존제품과는 다음과 같은데 현재까지 국내에는 연구개발 및 상용화된 제품이 없는 것으로 파악되었으며 국외, 특히 일본에서는 부착형 및 자주식 대파수확기의 상용화는 산업화 양산단계로 파악되었다.



그림 12. 자주식 수확기(JP)

그림 13. 부착형 수확기(JP)

그림 14. 굴취기(JP)

모든 농기계는 연구개발 과정에서 자연조건인 토양환경에 지배를 받는데 대파 재배지 대부분이 화산토인 일본에서는 이 토양에 적합하게 개발되었으며 연구팀에서 본 연구를 통해 개발한 대파수확기(DRSH-100)는 우리의 재배환경 및 수확실태조사를 반영하여 양토, 사양토, 미사질 양토에 적합하고 토양경도, 수분함수율, 토성 등을 고려하여 개발되었다.

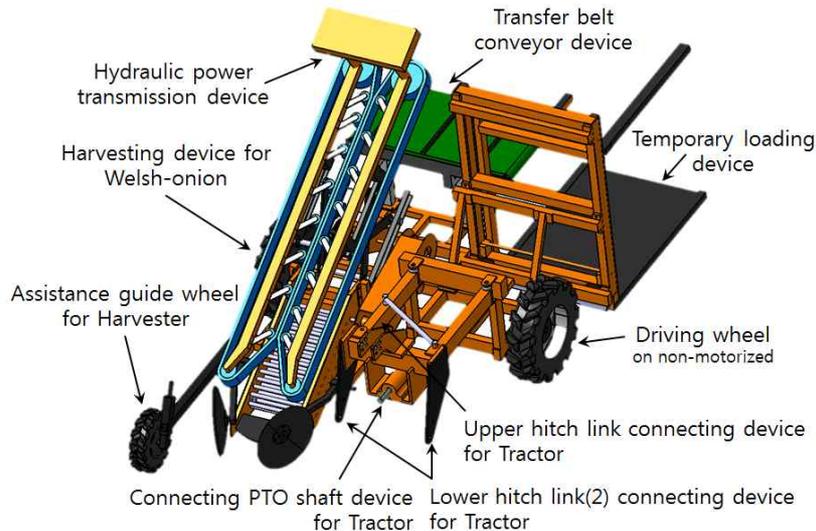


그림 15. 개발된 대파수확기

또한, 개발된 수확기는 현장실험 및 실증실험과정에서 재배농가의 설문조사 등을 통해 의견을 반영하여 수확후 공정에서 추가적인 노동력 투입이 많은 미수확 대파의 재수확 작업 및 조제과정에서 노동력 투입이 많고 번거로운 흙 제거작업과 관련하여 수확률 및 흙떨림률 향상에 주력하였다. 개발된 수확기는 시스템에 대한 요소기술 2건을 특허 등록하여 기술권리성을 확보하였고 추가적인 연구개발의 발판을 마련하였다.

■ 대파수확기 상용화 제품

순 번	주요특징	비고	모델 사진
1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 업체명 : KOBASHI(Japan) ▪ 모델명 : HG100 ▪ 사이즈 : 4120 x 1350 x 1600 (mm) ▪ 무게 : 715kg ▪ 자주식 ▪ 속도(m/s) -전진(저속0-0.20 고속 0-0.85) -후진(저속0-0.17 고속0-0.7) ▪ Kw(ps)/rpm : 5.9(8.0)/1800 	<p>http://www.kobashikogyo.com/product/harvest/sofy/index.html</p>	
2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 업체명 : NIPLO(Japan) ▪ 모델명 : NK101 ▪ 사이즈 : 1940 x 1850 x 1315 (mm) ▪ 무게 : 360kg ▪ 트랙터 견인식 ▪ 작업속도(km/h) : 0.1-0.2 ▪ Kw(ps) : 18.4-25.7(25-35) 	<p>http://www.niplo.co.jp/products/information.php?cst=6,15,95</p>	
3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 업체명 : YAMMAR(Japan) ▪ 모델명 : DN-300A ▪ 사이즈 : 2127 x 1980 x 1427 (mm) ▪ 무게 : 235kg ▪ 트랙터 견인식 ▪ 작업속도(km/h) : 0.1 ▪ 적용 트랙터 : 25-50 ▪ 최대 적재량 : 300 ▪ 굴취된 대파를 들어올려서 수확 	<p>https://yanmar-www.s3-ap-northeast-1.amazonaws.com/media/jp/co/support/catalog/pdf/agri/2009Napura.pdf</p>	
4	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 업체명 : YAMMAR(Japan) ▪ 모델명 : CN-300A ▪ 사이즈 : 2210 x 2070 x 1340 (mm) ▪ 무게 : 245kg ▪ 트랙터 견인식 ▪ 작업속도(km/h) : 0.1 ▪ 적용 트랙터 : 25-50 ▪ 최대 적재량 : 300 ▪ 굴취된 대파를 들어올려서 수확 	<p>https://yanmar-www.s3-ap-northeast-1.amazonaws.com/media/jp/co/support/catalog/pdf/agri/2009Napura.pdf</p>	

■ 대과조제기 상용화 제품

순 번	주요특징	비고	모델 사진
1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 업체명 : Kkmatsumoto(Japan) ▪ 모델명 : KMZ-X2 ▪ 사이즈 -높이 : 985-1135mm(4단계조절) -길이 : 1,580mm -폭 : 980mm ▪ 무게 : 85kg 모터 : AC100V 90W ▪ 뿌리절단 및 껍질 제거 ▪ 노즐 : 3개 	<p>http://www.kkmatsumoto.co.jp/products/030_kmz-x.html</p>	
2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 업체명 : Kkmatsumoto(Japan) ▪ 모델명 : MB-1D ▪ 사이즈 -높이 : 1,080-1,230mm(4단계조절) -길이 : 2,650mm -폭 : 1,030mm ▪ 무게 : 190kg 모터 : AC100V 90W ▪ 노즐 : 4개 ▪ 뿌리절단 및 껍질 제거 	<p>http://www.kkmatsumoto.co.jp/products/020_mb-1d.html</p>	
3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 업체명 : Kkmatsumoto(Japan) ▪ 모델명 : MP-X2 ▪ 사이즈 -높이 : 580-880mm(4단계조절) -길이 : 1,100mm -폭 : 870mm ▪ 무게 : 29kg 노즐 : 3개 껍질 제거 	<p>http://www.kkmatsumoto.co.jp/products/060_mp-x.html</p>	
4	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 업체명 : TIGER(Japan) ▪ 모델명 : BM-8D ▪ 사이즈 : 540 x 430 x 455 (mm) (길이 x 폭 x 높이) ▪ 무게 : 8kg ▪ 소요동력 : 100V/5W ▪ 껍질 제거 	<p>http://www.tiger-k.co.jp/products/vegetable/bm_sbm</p>	
5	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 업체명 : TIGER(Japan) ▪ 모델명 : SBM-8 ▪ 사이즈 : 705 x 990 x 740-985 (mm) (길이 x 폭 x 높이) ▪ 무게 : 28kg ▪ 소요동력 : 100V / 10W ▪ 껍질 제거 ▪ 작업능력 : 5마력 16-20 	<p>http://www.tiger-k.co.jp/products/vegetable/bm_sbm</p>	
6	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 업체명 : TIGER(Japan) ▪ 사이즈 : 470 x 240 x 360 (mm) (길이 x 폭 x 높이) ▪ 무게 : 7.2kg ▪ 처리능력 : 10kg/10분(두께 1.5mm) ▪ 파 절단기 ▪ 투입량 : 2-3개 ▪ 두께 조정 : 1.0, 1.5, 2.0 mm 	<p>http://www.chiba-ind.co.jp/electric-negihei</p>	

■ 대파굴취기 상용화 제품

순 번	주요특징	비고	모델 사진
1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 업체명 : HONDA(Japan) ▪ 모델명 : TNW-20 ▪ 사이즈 : 1100 x 1660 x 1030 (mm) (길이 x 폭 x 높이) ▪ 무게 : 103kg ▪ 작업능률(a/h) : 3-4 ▪ 마력 : 25ps 	<p>http://www.honda-nouki.com/wp-content/uploads/2012/05/products11.pdf</p>	
2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 업체명 : Ueda-Nouki(Japan) ▪ 모델명 : UPN-62U ▪ 사이즈 : 750 x 700 x 700 (mm) (길이 x 폭 x 높이) ▪ 무게 : 51kg ▪ 굴취 폭 : 600mm 	<p>http://www.ueda-nouki.com/cgi-bin/ueda-nouki/siteu.p.cgi?&category=2&page=1&view=&detail=on&no=10</p>	
3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 업체명 : NIOLO(Japan) ▪ 모델명 : VDN00 ▪ 사이즈 : 1140 x 1260-1670 x 1190 (mm) (길이 x 폭 x 높이) ▪ 무게 : 166kg ▪ 굴취 폭 : 400mm ▪ 적용마력(kW/PS) : 18.4-29.4/25-40 ▪ 작업 속도(km/h) : 1.0-2.5 ▪ 작업능률(分/10a) : 20-70 	<p>http://www.niplo.co.jp/products/information.php?cst=10,24,130</p>	
4	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 업체명 : Hokuetsu(Japan) ▪ 모델명 : TH-15SLW ▪ 사이즈 : 1500 x 630 x 470 (mm) (길이 x 폭 x 높이) ▪ 무게 : 86kg ▪ 대파 이외에도 가능 	<p>http://www.hokuetsu.jp/product/c_hatasaku/sc_naganegi_hori/naganegi_hori.html</p>	

제 2 절 개발기술의 국내외 기술수준 비교 및 평가

개발기술의 국내외 기술수준을 비교하기 위해 주요 국가들의 대파수확기(welsh onion harvester)와 관련된 기술현황은 다음과 같다(특허청, 2014).

구분	핵심특허		등록번호	출원	출원인	
국가	검색	건	출원번호			
미국	147	0	-			
유럽	43	0	-			
일본	40	1	Welsh onion harvester	03868616	2006	松尾 泰樹
		2	Welsh onion harvester	03868615	2006	小橋 健志
		3	Welsh onion harvester	03803993	2006	小橋 健志
		4	Alignment conveyor for welsh onion harvester	04531967	2010	小橋工業株式会社
		5	Welsh onion harvester	04365933	2009	小橋工業株式会社
		6	Welsh onion-harvesting machine	03050207	2000	川口 弘道
		7	Self-propelled harvester for blanch-cultured welsh onion	03334836	2002	小橋 健志
		8	Harvester for welsh onions	03334834	2002	小橋 健志
		9	Welsh onion harvesting machine	03648532	2005	小橋 健志
		10	Root part transport unit in welsh onion harvesting machine	03771480	2006	小渊 敏之
중국	2	1	Welsh onion harvester	10709950	2013	QINGDAO FEIERTE INDUSTRIAL CO., LTD.
		2	Welsh onion harvesting device	10384486	2012	Zhang Yong
한국	8	0	-			

특허청의 키프리스 데이터베이스에서 검색어 “Welsh onion harvester 및 대파수확기”로 240개의 특허가 검색되었으나 본 연구개발과 관련된 핵심특허는 일본 10개, 중국 2개 등 총 12개가 연관성이 있는 것으로 파악되었다.

대파수확기와 관련된 기술개발은 대파의 재배지역이 동북 아시아권에 집중된 특징이 표현되었는데 일본의 경우 80년대부터 농림수산성을 중심으로 기계화 연구개발이 진행되어 가장 높은 건수 및 기술수준 보였으며 최근 중국도 기술 획득이 시작되고 있음을 확인할 수 있었다.

미국의 경우 수확기 일반에 대한 기술경쟁력은 높으나 시장성이 좋지 않아 상용화가 되지 않는 것으로 판단되었다.

국내에서는 연구진이 특허출원한 2건을 제외하고는 대파수확기에 대한 특허출원 및 특허등록은 전무한 것으로 확인되었다.

1. 국내 기술개발 대비 위치

국내에서 최초로 시도된 대과수확기의 연구개발 과정에서 출원된 2개의 특허의 요약은 다음과 같은데 기술권리성의 범위를 최대화하여 출원하는데 주안점을 두었으며 향후 연구팀에서 계획 중인 자주식 수확기에 대한 선행기술로의 회피설계와 특허방어를 위해 노력하였는데 내용은 다음과 같다.

■ 특허출원 (1) “트랙터 견인식 대과수확기(10-2014-0097172)”

본 발명은 대과를 굴취하고 뿌리와 흙을 받쳐서 이송하는 부분과 굴취된 대과의 줄기를 잡아서 후방으로 이송하는 부분 및 흙털기부와 횡 이송부를 동시에 각기 다른 속도로 구동시킴으로써 대과의 수확작업을 기계화·자동화할 수 있도록 한 것으로, 2개의 고정 후륜(102)과 1개의 보조 전륜(104)이 장착된 프레임(100)과 상기 프레임(100)의 전방에 설치되어 대과가 심겨진 두둑의 측부를 절삭하기 위한 두둑 절삭용 원판 날(200)과 상기 원판 날(200)에 의해 측부가 절삭된 두둑을 굴취하여 흙과 함께 대과의 뿌리 부분을 굴취하는 굴취부(300)와 상기 굴취부(300)에서 굴취된 대과의 뿌리 부분과 흙을 받쳐서 프레임(100) 후방으로 이송하는 체인 컨베이어부(400)와 상기 체인 컨베이어부(400)의 후방에 위치하여 대과 뿌리에 붙은 흙과 덩어리진 흙을 잘게 부수는 흙털기부(500)와 상기 체인 컨베이어부(400)를 따라 이송된 대과의 줄기 부분을 좌,우 1쌍의 벨트(610,620)로 파지하여 대과를 세운 상태에서 프레임(100)의 후방으로 이송하기 위한 이송 컨베이어부(600)와 상기 이송 컨베이어부(600)의 후방에 이송 컨베이어부(600)를 통해 후방으로 이송된 대과를 횡방향으로 이송하는 횡 이송부(700)와 상기 횡 이송부(700)에 의해 이송된 대과가 적치되는 테이블(800)을 포함하여 이루어진다.

■ 특허출원 (2) “트랙터 견인식 대과수확기(10-2014-0097175)”

본 발명은 트랙터에 견인되어 두둑에 심겨진 대과를 굴취하고 굴취된 대과의 뿌리와 흙을 동시에 받쳐서 이송하는 체인 컨베이어부와 굴취된 대과의 줄기를 잡아서 후방으로 이송하는 이송 컨베이어부 및 흙털기부를 동시에 각기 다른 속도로 구동시킴으로써 대과의 수확작업을 기계화·자동화할 수 있도록 한 것으로, 2개의 고정 후륜(102)과 1개의 보조 전륜(104)이 장착된 프레임(100)과 상기 프레임(100)의 전방에 설치되어 대과가 심겨진 두둑의 측부를 절삭하기 위한 두둑 절삭용 원판 날(200)과 상기 원판 날(200)에 의해 측부가 절삭된 두둑을 굴취하여 흙과 함께 대과의 뿌리 부분을 굴취하는 굴취부(300)와 상기 굴취부(300)에서 굴취된 대과의 뿌리 부분과 흙을 받쳐서 프레임(100) 후방으로 이송하는 체인 컨베이어부(400)와 상기 체인 컨베이어부(400)의 후방에 위치하여 대과 뿌리에 붙은 흙과 덩어리진 흙을 잘게 부수는 흙털기부(500)와 상기 체인 컨베이어부(400)를 따라 이송된 대과의 줄기 부분을 좌,우 1쌍의 벨트(610,620)로 파지하여 대과를 세운 상태에서 프레임(100)의 후방으로 이송하기 위한 이송 컨베이어부(600)와 상기 이송컨베이어부(600)의 후방에 배치되어 후방으로 이송된 대과를 횡 이송하는 횡 이송부(700) 및 횡 이송된 대과를 적재하기 위한 적재부(800)를 포함하여 이루어진다.

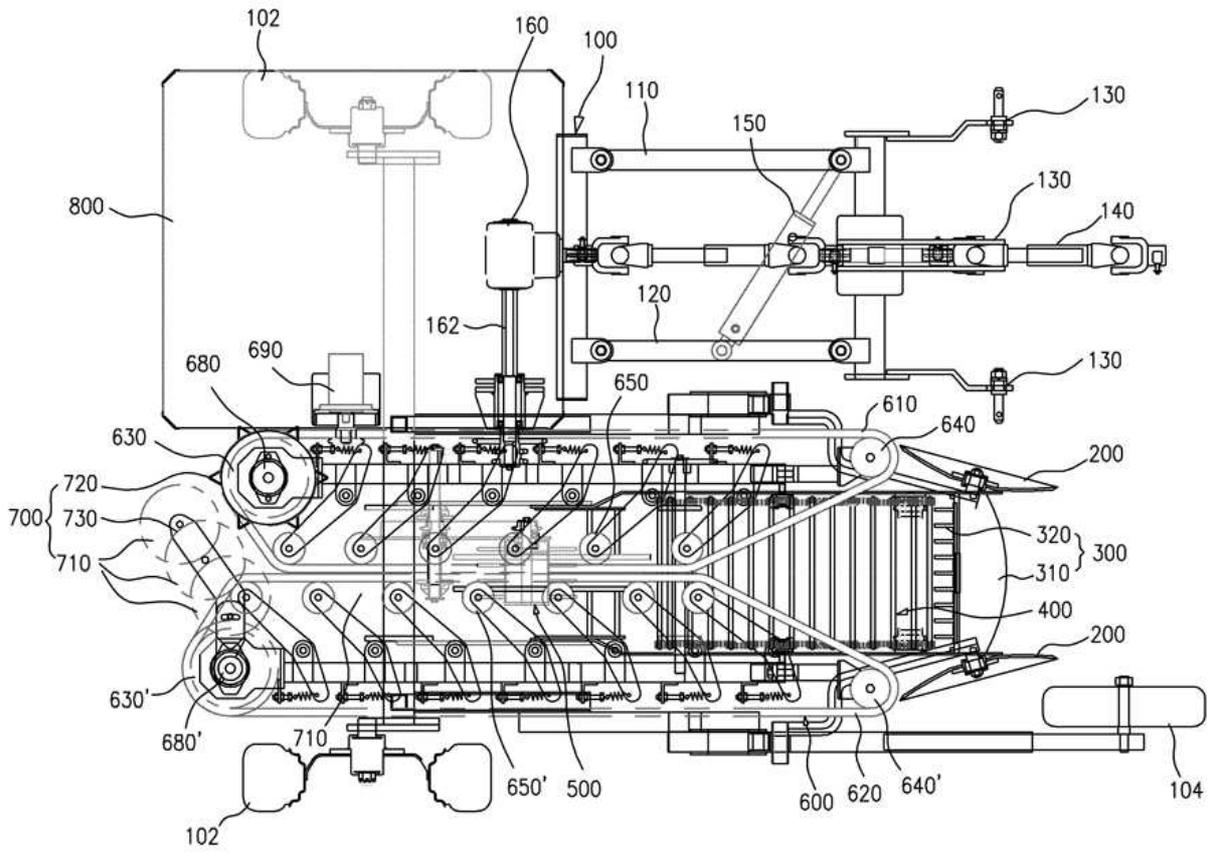


그림. 16 개발된 대파수확기 대표도 1

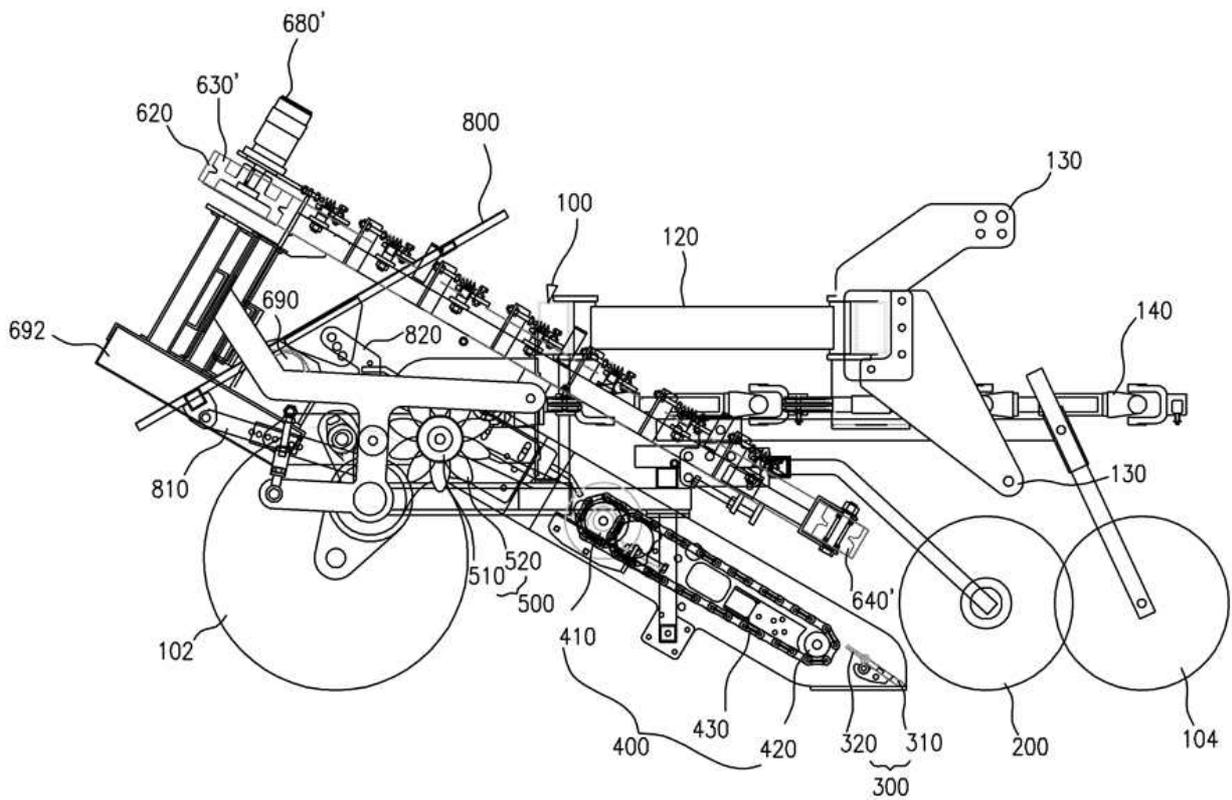


그림. 17 개발된 대파수확기 대표도 2

2. 국외 기술개발 대비 위치

대과의 기술개발을 주도하고 있는 일본의 경우 KOBASHI, NIPLO, YAMMAR, Kkmatsumoto, TIGER, HONDA, Ueda-Nouk, Hokuetsu 등 전문업체를 중심으로 기술개발이 진행되고 있고 중국의 경우 QINGDAO FEIERTE INDUSTRIAL에서 기술개발이 진행되고 있다.

일본의 경우 전용기 중심으로 굴취기, 수확기, 조제기로 대별할 수 있는데 굴취 후 인력 수확하는 방법과 수확기로 수확까지 하는 방법 그리고 수확과 단위포장까지 하는 방법이 있고 뿌리절단 및 세척은 조제기를 사용하는 페턴을 사용하고 있다.

또한 일본에서는 승용 무한궤도 자주식 수확기(小橋工業, 2001), 보행형 관리기 부착형 배토기(片平光彦, 2003, 2005), 트랙터 장착형 굴취기(沢村宣志, 1977), 시비 동시 구굴기(片平光彦, 2006), 뿌리 절단 및 껍질 제거를 목적으로 한 조제장치(大森定夫, 1999, 2001, 2002, 2003), 박피 선별기(吉富浩, 1998) 등의 개발이 진행되었다. 후속공정에서는 추종형 야채 운반차(青木循, 2004, 貝沼秀夫, 2006), 저장공급장치(紺屋朋子, 2006, 片平光彦, 2006) 등이 개발되었다.

또한 노동투하시간 분석을 통한 일관기계화 효과분석(伊藤道秋, 1990, 片平光彦, 2004), 대과 전단강도를 이용한 품질평가(藤井均, 2008), 대과의 비과피 품질평가기술(飯野師, 2008) 등의 연구가 농림수산성 산하의 생연센터와 자치단체 소속의 기술센터를 중심으로 진행되었다.

본 연구개발에서는 국내 재배지 토양환경 및 재배 대과의 물성에 적응 가능토록 개발하여 국내 시장 확보 및 향후 일본 등 해외진출을 위해 굴취에서 수확, 임시적재까지의 작업을 일관 처리할 수 있는 전용기의 개발로 굴취폭 및 작업능률, 주행속도 등 장치의 성능 비교에 있어 단순 비교는 큰 의미는 없으나 일본의 전용수확기에 대비하여 우수하거나 대등한 것으로 분석되었는데 내용은 다음과 같다.

표. 7 R&D 개발품과 상용 대과수확기(일본)의 주요성능 비교

	NIPLO 松山株式会社	KOBASHI KOGYO 小橋工業株式会社	R&D 개발품 두루기계(협동기관)
모델명	NK101	HG100MA SOFY	DRSH-100
형식	트랙터 부착형	궤도형 자주식	트랙터 부착형
판매가격	1,329,480¥ (12,412,557₩)	4,096,440¥ (38,246,002₩)	12,000,000₩
소요동력(마력)	트랙터 25-35	6.0 (8.0)	트랙터 40 이상
작업효율(인부1명)	860min/10a	860min/10a	240min/10a

※ 환율기준 100¥=933.64₩

제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과

본 연구의 최종 목표는 대과 재배조건, 포장의 토양상태 그리고 재배농가의 트랙터 이용 조건 등을 충분히 고려한 『트랙터 부착 수집형 대과수확기의 개발』이다.

< 연구기관별 연구목표 >

- 1세부과제 : 트랙터 부착 수집형 대과수확기의 굴취 및 이송부 설계 제작 및 작업 안정성 분석
- 1협동과제 : 트랙터 부착 수집형 대과수확기의 수집 및 배출부 그리고 트랙터 조합 및 부착부의 설계 및 제작

< 차년별 연구내용 >

구분	세부 연구개발의 목표	수행여부
1차년	대과 재배 및 수확 실태 조사 분석	수행
2011. 12	대과 굴취 장치의 적정 설계를 위한 대과 수확시기의 토양 물리 성 및 토양내의 대과 뿌리 분포 조사 분석	수행
2012. 12	수확시기 대과의 굴취, 이송 관련 물성특성 분석	수행
	트랙터 부착 수집형 대과수확기 요인시험장치의 설계 제작 및 성능시험	수행
	수확시기 대과의 수집 및 배출 관련 물성특성 분석	수행
	트랙터 부착 수집형 대과수확기 요인시험장치의 설계 제작 및 성능시험	수행
2차년	트랙터 부착 수집형 대과 수확 시작기 굴취부 및 이송부의 설계	수행
2012. 12	트랙터 부착 수집형 대과 수확 시작기 굴취부 및 이송부 제작 및 성능 분석	수행
2013. 12	트랙터 부착 수집형 대과수확기 경사지 안정성 이론적 분석	수행
	트랙터 부착 수집형 대과 수확 시작기 수집부 및 배출부의 설계	수행
	트랙터 부착 수집형 대과 수확 시작기 수집부 및 배출부 제작 및 성능 분석	수행
3차년	통합시작기 설계 및 제작	수행
2013. 12	통합시작기 문제점 보완 및 개량 제작	수행
	통합시작기 경사지 안정성 분석	수행
2014. 12	통합시작기 현장 적응시험 및 경제성 분석	수행
최종목표	계획 대비 진도	달성
	연구방법의 과학성	수행
	트랙터 부착 수집형 대과수확기 현장적응성 및 활용성 분석	수행
	트랙터 부착 수집형 대과수확기의 경제성 분석	수행

제 1 절 연구내용

과제 : 트랙터 부착 수집형 대파수확기 개발
1 내용 : 1차년 연구내용
 기간 : 2011. 12. 24. ~ 2012. 12. 25. (12개월)



가. 대파재배 및 수확 실태조사 분석

대파는 영양적 가치와 맛을 높여주는 대표적 조미 채소로서 전국적인 재배면적은 14,023ha ('11)로서 전년대비 약 25%로 늘어난 실정이다(표 8).

국내의 대파재배는 일반적으로 노지에서 재배되고 있으며, 그 중 전남, 경기 및 전북 지역 순으로 전체 생산량의 약 59%를 차지하였다. 시설재배의 경우 경기, 충북 등에 주산지가 분포되어 있었으나 면적이 소규모라 전국의 대파 재배 면적은 90%정도가 노지에서 재배됨을 알 수 있다.

현재 대파의 수확작업은 대부분 인력에 의존하고 있다. 특히, 농촌 노동력의 고령화, 부녀화 등에 의한 질적 저하, 노동력 부족에 의한 임금 상승 및 적기 수확작업의 어려움이 따른다. 일본에서 개발되어 사용하고 있는 대파수확기는 60마력이상의 트랙터 용도로 우리나라의 농촌실정에 적합하지 않아 기계화의 개발이 절실히 필요한 상황이다.

대파 재배 설문조사는 대규모 및 소규모 재배농가 20개 농가 방문을 현장 조사하였으며 각 시도군 농업기술센터 연계 40~50개 농가 설문조사를 실시하였다. 수확방법은 대부분 인력으로 대파를 수확하였으며 가장 힘든 작업은 파종과 수확 작업으로서 대파 파종기의 연구개발이 필요함을 알 수 있었다.

대파수확기의 성능 중 가장 중요한 요인으로 대파의 손상도 가격 순으로 조사되었으며 트랙터 부착형의 대파수확기의 개발을 필요로 하였다. 설문지 양식은 다음 표 9와 같다.

표. 8 지역별 국내 대파 생산 동향('11 농림수산식품부 통계)

(단위 : ha, kg, 톤)

구분	대 파								
	계			노 지			시 설		
	면 적	단 수	생산량	면 적	단 수	생산량	면 적	단 수	생산량
전국	14,023	2,584.5	362,431	11,779	2,626	309,265	2,244	2,369	53,166
서울	5	2,640	132	4	2,766	111	1	2,117	21
부산	706	3,132.5	22,116	667	3,160	21,077	39	2,665	1,039
대구	189	2,696.8	5,097	137	2,540	3,480	52	3,110	1,617
인천	420	2,446.1	10,274	306	2,362	7,228	114	2,672	3,046
광주	24	2,375	570	18	2,760	497	6	1,222	73
대전	38	2,392.1	909	17	1,871	318	21	2,814	591
울산	25	1,500	375	25	1,499	375	0	0	0
경기	3,697	2,538.8	93,861	2,403	2,766	66,467	1,294	2,117	27,394
강원	822	2,564.2	21,078	786	2,548	20,027	36	2,920	1,051
충북	715	2,765.8	19,776	528	2,690	14,203	187	2,980	5,573
충남	718	2,273.6	16,325	590	2,248	13,263	128	2,392	3,062
전북	1,037	2,594.7	26,908	935	2,550	23,843	102	3,005	3,065
전남	3,596	2,590.1	93,142	3,583	2,591	92,836	13	2,356	306
경북	1,019	2,433.4	24,797	913	2,427	22,159	106	2,489	2,638
경남	758	2,656.4	20,136	638	2,670	17,035	120	2,584	3,101
제주	254	2,730.3	6,935	229	2,771	6,346	25	2,356	589

표. 9 대파재배농가 설문지 양식

본 조사는 트랙터 부착형 대파수확기의 개발을 위하여 관행의 대파재배 및 수확 실태를 조사하여 연구에 이용하기 위한 것이며, 본 조사의 결과는 연구 목적 이외에는 사용되지 않습니다. 질문의 해당되는 내용에 (V) 표시나 맞는 내용을 작성해 주시면 감사하겠습니다.

1. 귀하가 경작하고 있는 대파재배 면적은 얼마입니까?
 전체 영농규모 ()평, 대파 영농규모 ()평
2. 연중 대파 생산량은 얼마입니까?
 ()kg
3. 대파를 재배하는 토양은 어떤 곳입니까?
 ① 건조한 논 ② 습한 논 ③ 건조한 밭
 ④ 습한 밭 ⑤ 기타 ()
4. 대파를 수확한 뒤에는 어떤 작물을 재배합니까?
 ()
5. 귀하가 재배하고 있는 대파의 품종은 어떤 것입니까?
 ()

6. 대파를 수확하는 방법은 무엇으로 하십니까?
 ① 굴취기 ② 손으로 뽑는다. ③ 호미사용 ④ 포크레인 ⑤ 기타()
7. 고랑의 폭은 어느 정도입니까?
 ① 0-20cm ② 20-30cm ③ 30-40cm ④ 40-50cm ⑤ 기타()
8. 두둑의 폭은 어느 정도입니까?
 ① 0-40cm ② 40-60cm ③ 60-90cm ④ 90-120cm ⑤ 기타()
9. 이랑의 높이는 어느정도로 하십니까?
 ① 10cm정도 ② 15cm정도 ③ 20cm정도 ④ 25cm정도 ⑤ 기타()
10. 대파의 재식 거리(줄과 줄사이의 거리)는 몇 cm입니까?
 ① 10cm정도 ② 15cm정도 ③ 20cm정도 ④ 25cm정도 ⑤ 기타()
11. 대파의 재식 간격(줄에서 인편과 인편사이의 거리)은 몇 cm 입니까?
 ① 5cm이하 ② 5-10cm ③ 10-15cm ④ 15-20cm ⑤ 기타()
12. 대파는 몇 cm깊이로 심습니까?
 ① 1-2cm ② 3-4cm ③ 5-6cm ④ 7-8cm ⑤ 기타()
13. 대파의 수확에 소요되는 노동력은 300평당 몇 시간 정도입니까?
 남자 ()인 X ()시간 + 여자 ()인 X ()시간 = 총계 ()시간
14. 대파수확기가 개발되어 시판된다면 구입할 의향이 있습니까?
 ① 예 ② 아니오(이유:)
15. 대파수확기가 개발되면 가격이 얼마 정도이면 구입하시겠습니까?
 ① 150만원 정도 ② 200만원 정도 ③ 250만원 정도 ④ 300만원 이상
16. 대파수확기의 성능중 가장 중요하게 생각되는 것은?
 ① 작업속도 ② 대파의 손상도 ③ 가격 ④ 기타()
17. 어떠한 종류의 대파수확기를 원하십니까?
 ① 트랙터 부착형 ② 자체에 엔진이 있는 자주형 ③ 경운기 부착형
18. 대파 재배에서 판매까지 가장 힘든 작업은 무엇입니까?
 ()
19. 귀하의 영농 경력은?
 ① 일반영농 ()년 ② 대파영농 ()년
20. 귀하의 전체 농가 소득원중 주요 작물 순으로 기재하여 주세요.
 ① ② ③ ④ ⑤
- ※ 대파 재배에서 가장 큰 문제점과 기계화작업의 연구에 고려해야 할 사항은 무엇입니까?

(1) 대파의 품종 및 재배시기

대파는 여름과형 품종과 겨울과형 품종으로 크게 나눌 수 있다. 여름과는 외대파 또는 줄기 파라고도 하며 엽초부분이 길고 굵게 자라는 품종이며 경기권 및 중부지역에서 재배된다. 석창, 은창, 금장 등 대부분의 품종이 이에 속한다. 봄부터 가을까지 생장이 계속되나 늦가을의

저온기가 되면 지상부가 말라 죽고 생장이 정지된다.



*대파는 파종 후 2~3개월 후에는 수시로 수확 가능하다.

그림. 18 대파의 재배시기

동기간 휴면하므로 내한성도 강한 편이다. 이와 달리 겨울파는 저온기가 되어도 휴면이 되지 않는 품종이다. 내서성은 강하나 내한성이 약하므로 따뜻한 지방이 아니면 생육이 불가능하므로 남부권 지역에서 재배되어진다. 이에 속하는 품종으로는 구조파나 서울백파가 여기에 속한다. 수확 및 출하는 추위가 먼저 시작되는 중부지방에서 남부지방으로 확산되며, 중부지방은 김장철에 대부분 종료되고 남부지방은 익년 2-4월까지 월동하면서 출하되고 있다.

그림. 18은 대파의 재배시기를 나타내며 파종에서부터 수확까지의 단계를 월별로 확인 할 수 있다. 겨울기간(12-2월)에는 시설재배 및 기온이 높은 남부권 지역에서 재배되어진다(국립원예특작과학원, 2012).

(2) 대파의 재배 작형 조사

대파는 겨울에 하우스에서 재배하고 겨울 이외에는 간편한 보온시설만 갖추면 연중재배가 가능한 작물이다. 그러나 보편적으로 파종시기에 따라 재배관리 및 출하시기가 결정되므로 파종기에 따라 봄 파종재배(춘파재배)와 가을파종재배(추파재배)로 작형을 구분할 수 있다(국립원예특작과학원, 2012).

(가) 봄 파종 재배

이 작형은 추대 염려가 없고 재배기간이 짧으며, 품질도 가늘고 연하여 시장수요가 크므로 재배면적과 생산량이 가장 많은 작형이다. 또한 조기수량은 약간 떨어지나 전체수량과 품질도 가을에 파종하는 재배에 떨어지지 않으므로 농가에서는 이 작형을 많이 채택하고 있다. 2-3월에 파종하여 5-7월에 정식하여 11월부터 이듬해 3월까지 수확하는 작형이나, 조기에 수확하

면 수량이 떨어지므로 1-3월에 수확하는 것이 좋다. 중부지방은 12월에 기온이 낮아 파의 지상부는 상품으로서의 가치가 없어지고 땅이 얼어 수확작업이 곤란하므로 11월말까지 출하를 완료하는 것이 좋으며, 남부지방에서는 겨울에도 파의 잎이 살아있고 땅이 깊게 얼지 않으므로 수확이 가능하다. 봄 파종재배의 경우 고온기에 생육이 이루어져 가을에 수확을 하므로 고온에 견디는 힘이 강한 품종을 선택하고 11월에서 이후 수확하려면 저온신장성이 좋은 품종을 선택해야 한다.

(나) 가을 파종 재배

가을에 파종하여 묘상에서 월동시키거나 가을에 정식하여 이듬해 초여름부터 가을까지 수확하는 재배방법이다. 보통 8월 하순-10월 상순에 파종하여 10월-11월에 정식하거나 묘상에서 월동시켜 해동 후 정식하여 5-9월에 수확하는 작형이다. 너무 큰 묘를 정식하면 저온감응을 받아 이듬해 꽃대가 생기므로 주의하여야 한다. 가을 이후에 수확할 경우 눈이 많이 쌓이는 지대에서는 2월말까지 수확하고 눈이 쌓이지 않는 추운 지대에서는 그 해에 수확하여 저장한다.

(다) 줄기파 재배

잎 집 부위를 희게 하여 이용하는 재배이므로 연백이 촉진되는 저온지대 즉 중부지방과 고랭지에 알맞은 작형이다. 긴 연백부를 생산하는 것이므로 배수가 잘되고 표토가 깊은 사질양토 또는 점질양토가 알맞으며 북주기를 한 흙이 무너지지 않는 토양이 좋다.

(라) 잎파 재배

따뜻한 지방에 알맞은 작형이다. 중부지방에서는 재래종인 검용파를 재배하여 잎파로 이용한다. 이 작형은 가을에 파종하여 묘상에서 월동시킨 후 3-4월에 꽃봉오리를 따버리고 가식하였다가 6-8월에 정식하여 여름부터 가을에 걸쳐서 수확하는 것과 3-4월에 파종하여 모종을 가꾸어 8월에 정식하고, 가을부터 겨울에 걸쳐 수확하는 것이 있다. 대체로 재배기간이 짧고 연중 계속 이용되기 때문에 파종기의 폭이 넓은 편이다. 이 작형에는 내한성이 강하여 가을과 겨울철에도 신장할 수 있고 잎이 부드럽고 연한 품종이 알맞다.

(마) 실파 재배

남부지방의 대파는 추대문제로 4월 이후에는 출하가 어렵고, 가을에 파종하여 월동시킨 파도 5월 이후에는 역시 추대하므로 상품가치가 떨어지고, 봄에 파종한 파는 7월 이후에나 출하할 수 있다. 따라서 5-6월 경에는 일시적으로 파의 출하량이 줄어든다.

도시 근교에서는 이 시기의 출하를 목표로 하우스에서 묘상 형태로 일찍 파종하여 재배하면 성공가능성이 높은 작형이다. 또한 실파의 수요는 어느 정도 제한되어 있으므로 파의 시세에 따라 소규모재배가 가능하다. 실파는 식물의 조직이 단단하지 못하여 장거리 수송 및 장기간 저장이 어려우므로 근교농업 지역 이외에서는 재배가 어렵다.

실과재배 작형은 실과의 출하시기에 시세가 좋지 않을 경우 포장에 정식하여 엇과 또는 대과로 키워 출하할 수도 있는 재배 형태이다. 따라서 품종의 선택에 있어서 초기의 생육이 빠르고 조직 단단하여 대과로 키워 상품화가 가능한 지를 고려해야 한다.

(바) 엇과 재배

엇과재배는 독립된 작형이 아니고, 여름철의 파의 시세에 따라 정식 후 조금 자란 과를 출하하는 것을 말한다. 경우에 따라서는 가을 작물을 재배하기 위하여 의도적으로 재배중인 과를 일찍 뽑아 출하하기 위하여 일찍 파종과 정식할 수도 있다. 이 작형에는 초기생육이 빠르고 여름철 고온기에 생육이 빠른 품종을 선택하는 것이 좋다.

(3) 대과의 재배양식

국내의 대과재배는 지역마다 작형 및 재배 양식, 수확시기 등이 다양하기 때문에 대과수확기의 개발은 지역적 재배 특성을 고려하여야 한다. 본 연구에서는 국내 대과 재배 환경에 적합한 대과수확기를 개발하기 위해 전국에 분포하고 있는 대표적인 대과 수확 단지 6개소 (진도, 영광, 신안, 부산, 경기, 청원)에 대한 현장 조사를 실시하였다. 현장 조사를 통하여 대과의 재배양식, 수확 시기, 수확에 고려되어야 할 특이한 사항 등을 조사하였다.

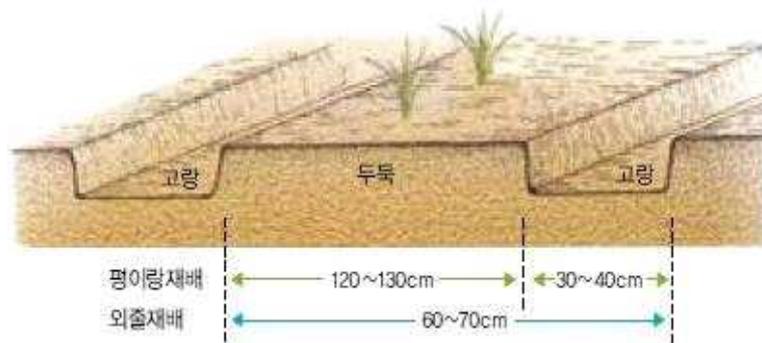


그림. 19 대과의 이랑형태

그림. 19의 도식과 같이 대과의 이랑형태를 분석할 수 있으며 이를 기준으로 하여 국내 여섯 지역에 해당하는 대과 주산지의 재배양식을 표 3와 같이 정리 할 수 있다. 재배형식은 1골 (외줄재배)이 일반적이었으며 추후 기계화에 맞추어진 재배 형식의 표준화가 필요하다고 판단 할 수 있었다. 그림 20은 현장 조사를 통하여 획득한 대과 재배 현장을 기록한 사진이다.

이 사진을 통하여 대표적인 주산지 마다 대과의 품종에 따른 재식 방법, 재식 간격 등이 상이한 것을 확인 할 수 있다. 또한 기후적인 요인 (산지별 재배 전문가와의 인터뷰를 통해 바람, 강수량 등이 대과의 재배 방식과 밀접한 연관이 있음을 확인)에 따라 조 간 내에 분포하고 있는 재식 밀도에도 큰 차이가 있음을 확인 할 수 있다.

진도와 청원의 재배 형태를 비교하여 보면 진도의 대과 품종 겨울에 생육이 유리한 겨울 대과로서 바람과 같은 외력에 더 잘 견디는 특성을 보이기 때문에 일렬로 재식이 이루어져 있다. 청원과 신안의 경우 매우 특이한 재배형태를 보이고 있는데, 고랑에 널리 분포하고 있는 잡초에 대하여 추가적인 재초 작업을 실시하지 않는 점이였다.

이와 같이 멀칭을 수행하지 않는 재배지의 경우, 부산물로 잡초가 이송되는 경우를 경감시키기 위한 대과 굴취부에 대한 추가적인 고려가 이루어져야 함을 파악할 수 있었다. 이러한 현장 분석 자료를 토대로 대과수확기의 구체적인 사양의 범위를 분석, 정리하여 추후 대과수확기의 주요 부분의 설계에 반영하였다. 대과 수확단지 6개소에서의 재배 양식에 대한 외형적인 비교 분석 결과 공통적으로 발견되는 요소를 발견하기 어려웠다.

표. 10 대과 주산지의 재배 양식

지역	재배형식	재배경심	복토여부	특징
진도	1골-4골(다양)	5-6 cm	×	- 소규모 재배 - 멀칭 재배 - 경사지 토양
영광	1골(외줄재배)	6-8 cm	○(3-5회)	- 대규모 재배 - 재배교본 표준 - 간척지 사양토
신안	1골(외줄재배)	6-8 cm	○(3-5회)	- 영광지역과 유사
부산	1골(외줄재배)	10-14 cm	○(4-5회)	- 대규모 재배 - 재배교본 표준 - 간척지 사양토
경기	1골(외줄재배)	4-5 cm	○(3-5회)	- 시설재배 - 연중생산 많음 (노지재배 병행)
청원	2골	4-5 cm	○(3회)	- 소규모 재배 - 시설, 노지재배 병행 - 사질토

품종 및 토성에 따라 재식거리가 달라짐을 파악 할 수 있었다. 대과의 품종 중 줄기과 재배 일 경우의 재식거리는 토질에 따라 다르며 사질토에서는 이랑나비를 1 m, 식질토에서는 이랑나비를 75 cm로 하고, 나비 15 cm, 깊이 15 cm간격으로 1 포기 씩 심는 것을 표준으로 한다. 연백재배의 겨울수확에서는 이랑나비를 75 cm로 하여 2~3 포기씩을 7-8 cm간격으로 심고, 여름과 가을수확은 이랑나비를 50 cm까지 좁혀서 2-3 포기 씩을 4-5 cm의 간격으로 심는 것이 적당하다. 연백을 하지 않는 잎과 재배에서는 1.5 m의 이랑에 4줄의 줄심기를 하여 1-2 포기 씩을 12 cm의 간격으로 심기도 하고, 또는 이랑나비를 65 cm로 취하여 5-6 포기 씩을 7-8 cm의 간격으로 심기도 한다.

국내 대과 농가에서의 밭 형태를 그림 4과 같이 측정하였으며 대과수확기의 설계 요인 규명을 위해 7개의 항목을 조사하였다. 조건, 주간, 재식주수는 수확기의 작업속도를 결정하는 요인이며 재식주수 1 m당 대과의 주수를 파악하였다. 두둑 높이, 두둑 폭, 재식깊이는 수확기의 굴취부 크기를 산정하는 요인으로 정확한 치수 측정을 위해서 두둑의 단면을 삼으로 파내어

측정하였다. 또한 고랑폭은 수확기의 바퀴 지름을 결정 하기위한 요인으로 선정하였다.



그림. 20 대파의 이랑형태(①진도, ②영광, ③신안, ④부산, ⑤경기, ⑥청원)

표. 11 대파 주산지의 지역별 밭 형태

지역	조건	주간	두둑높이	두둑폭	고랑폭	재식주수
진도	70	80	80	120	350	24
영광	100	100	235	420	300	22
부산	90	100	260	480	320	25
신안	70	100	100	400	300	23
경기	50	90	100	600	300	28
청원	160	90	100	400	300	21

대과 주산지의 지역별 밭 형태를 아래의 표. 11와 같이 정리하였다. 본 연구에서는 재배형식이 외출재배 시 평균 두둑높이 200(±30) mm, 두둑 폭 400(±50) mm 및 고랑 폭 300(±20) mm 으로 조사되었다.

두둑높이는 연백부의 길이를 결정짓는 요소로 관리자의 복주기 횟수에 따라 차이를 알 수 있었다. 복주기 작업은 과의 쓰러짐을 방지하고 연백부를 길게 하여 품질을 좋게 하여 소비자가 추구하는 대과로 상품가치가 높다고 하였다.



대밭 형태 측정방법(조건)



밭 형태 측정방법(주간)



밭 형태 측정방법(두둑높이)



밭 형태 측정방법(두둑폭)



밭 형태 측정방법(고랑폭)



밭 형태 측정방법(제식주수)

그림. 21 대과 주산지의 밭 형태 측정방법



나. 대파 굴취 및 배출부 적정 설계를 위한 환경요인 분석

대파의 물리적 특성은 품종, 재배 작형, 조건, 주간 등의 재배양식에 따라 차이가 있다. 대파 수확기의 굴취 및 이송장치와 수집 및 배출 장치에 이르는 수확시스템의 기구는 대상 작물의 형상, 물성에 따라 지배적으로 결정된다. 따라서 수집형 대파수확기의 주요 요소를 설계하기 위하여 대파의 물리적 특성과 아울러 재배 양식을 조사할 필요가 있었다.

(1) 포장조건

대파의 포장조건은 표토가 깊고 점질인 토양에서 생육이 양호하나 배수가 잘되지 않으면 생육이 떨어지는 특성을 가지고 있으며 따라서 충적토나 사양토가 적당하다. 토양산도(pH)는 5.7~7.4인 중성에 가까운 토양에서 생육이 좋으며 묘의 생육에는 적당한 수분이 필요하지만, 일반적으로 토양의 과습은 뿌리의 발육을 저해하고 파의 전체적인 생육을 억제한다.

특히 육묘기를 제외하면 본포에서는 건조에 비교적 강하지만 과습에는 매우 약하며, 과습의 해를 입기 쉽다. 조사대상 지역은 대파 주산지인 진도, 영광, 부산 및 경기 지역을 대상으로 하였으며 표. 12와 같이 토양경도, 수분함수율, 토성 등을 조사하였다. 토양 경도 측정을 하기 위해 원추관입저항 측정 장치 (Cone penetrometer, SC900)을 사용하였다. 대파의 뿌리분포를 감안하여 두둑 중앙부 부근에서 임의의 3곳을 선정해 관입 깊이별로 10~40 cm 까지 측정값을 평균하여 산출하였다.

토양 성분을 분석하기 위해 토양표본채취는 지름 51 mm, 높이 53 mm의 원형 채취통을 이용하여 6개의 토양표본을 임의로 채취하였다. 또한 토양수분함수율을 측정하기 위해 표본을 채취하여 오븐건조법에 의해 측정하였다.(Dry oven에서 105±5 °C로 24 시간 건조시켜 측정). 조사대상 지역의 토성은 진도(양토), 영광과 부산(사양토), 경기지역(미사질양토)로 대부분 양토로 적당량의 모래와 점토를 함유하여 토성이 좋고, 경작도 잘되는 토성을 사용하였다.

부산지역을 제외하고는 수분함수율 10-15 %로 비슷하였으며 부산지역은 현장조사 전 태풍의 영향으로 인하여 수분함수율이 높은 것으로 판단된다. 이는 기계 설계 시 토성 및 수분함수율을 통하여 파악하여 굴취부의 재질 및 강도를 정하는데 반영하였다.

그림 22은 현장조사를 수행한 대파재배 지역에서 원추관입저항 측정 장치를 이용하여 대파 수확시기에 측정된 깊이에 따른 원추관입저항(cone penetration resistance)의 측정결과를 나

타내고 있다. 토양 깊이에 따른 원추관입저항은 토양표면에 가까울수록 작게 나타났으며, 토양 속으로 깊이 들어갈수록 증가하는 경향을 나타내었다.

대부분 지역에서의 원추관입저항은 토양 깊이 20-25 cm 전 ·후로 급격히 증가함을 알 수 있었다. 과뿌리의 토양 속 최대 침투 깊이를 근사적으로 25 cm에서 발견할 수 있었으며, 이 수치를 굴취부 설계 과정에서 주요한 요인으로 삼았다.

표. 12 대과 재배 포장의 토양조건

지역	관입깊이별 토양경도(kPa)							수분함수율 (%,d.b)	토성
	10	15	20	25	30	35	40		
진도	0	116	152	1544	2235	-	-	10.01	양토
영광	70	105	222	1532	2563	2902	3107	10.74	사양토
부산	70	93	140	234	1240	2370	3037	30.56	사양토
경기	123	88	123	123	404	421	649	14.33	미사질양토

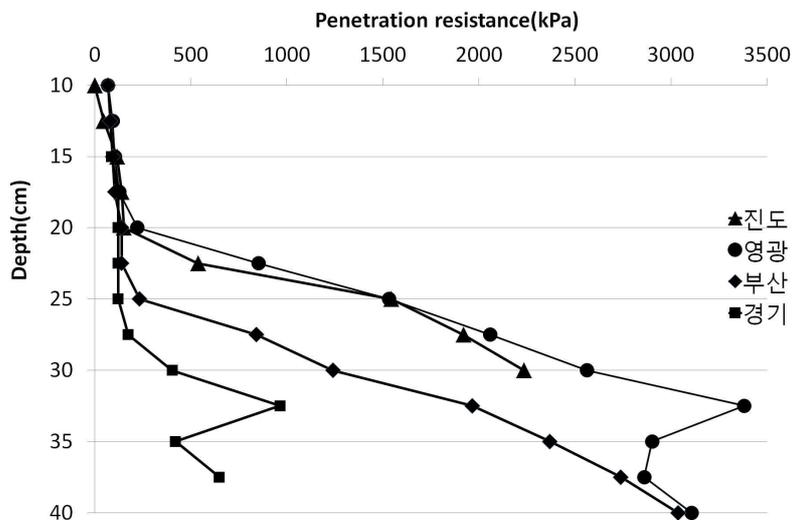


그림. 22 대과 농가에서 측정한 토양 깊이에 따른 관입저항

(2) 대과의 물성

대과의 수확 시기는 생육일수, 크기, 연백부정도, 굵기, 경도 등을 고려하여 정식일로부터 6개월 정도 지난 후에 해당한다. 이 기간 동안 연백부 길이는 20-30 cm 정도, 초장 60 cm 이상, 굵기 2 cm 정도에 이르며 연백부 하단의 경도가 충분히 커지므로 수확 시기를 알리는 기점이라 할 수 있다. (과의 관리기술 매뉴얼, 농림부, 2007)

이러한 점을 고려하여 수확시기에 달한 대과를 현장 조사하여 대과의 물성을 분석하였다. 대과의 부위별 정도는 그림. 23과 같이 뿌리를 제외한 지상부와 연백부, 엽초부로 나누어 측정하였으며 이송부 장치 설계 인자를 구명하기 위해 연백부의 두께를 버니어캘리퍼스로 측정하였

다. 또한 굴취부날 설계를 위하여 대파 뿌리 분포도 및 인발력을 분석하였다.

표. 13은 대파주산지의 물성치를 종합한 자료로서 총길이는 진도가 655 mm로 길었으며 평균 637 mm로 측정되었다. 이송과정중 대파의 손상도를 줄이기 위해서는 엽초부의 길이는 평균 256 mm로 수확기의 이송부 관련 주요한 요인으로 분석되었다. 연백부는 북주기를 4-5회 실시하는 부산이 137 mm로 높아 상품 가치가 뛰어난 대파를 재배하고 있었다. 뿌리분포도는 지역마다 다른 품종을 재배하여 서로 상이하였다.



대파의 부분별 물성 측정방법(총길이) 대파의 부분별 물성 측정방법(연백부두께)



대파의 부분별 물성 측정방법(뿌리분포도) 대파의 부분별 물성 측정방법(인발력)

그림. 23 대파의 부분별 물성 측정방법

대파를 인력수확 시 인발력이 11-13으로 평균 12 kgf의 힘이 소요되는 것을 확인하였다. 이는 대파 주산지의 대파들은 파의 관리기술 매뉴얼에 언급된 수확 시기의 기준에 부합한 대파의 형태를 나타내고 있었다. 수확시기별 대파의 길이는 표. 14과 같이 1월까지 증가하다가 2월부터는 감소하는 경향을 보였으며, 연백부분은 1월까지 증가하는 추세이고 녹엽의 길이는 감소하는 현상이 나타났다.

대파의 뿌리부분의 무게 변화는 표. 15와 같이 수확기가 지나가면서 점점 증가하는 경향을 나타냈으며, 연백부분은 12월까지 증가하다가 1,2월에는 거의 차이를 나타나지 않았으며, 녹엽의 무게는 12월까지 증가하다가 1월과 2월에는 계속적으로 감소하는 경향을 나타냈다. 녹엽의 무게는 12월 수확기에 비하여 1월 수확기의 54.3%정도 감소함으로서 차이가 많았다.

표. 13 대과의 부분별 물성 측정

(단위: mm)

지역	총길이	엽초부	연백부	연백부 두께	뿌리분포도(가로×세로)	인발력(kgf)
진도1-1	630	200	50	28	180×70	12
진도1-2	620	250	60	25	140×80	12
진도1-3	660	200	50	36	160×90	15
진도1-4	630	270	60	28	150×80	11
진도1-5	670	290	50	26	130×70	8
진도1-6	720	300	70	32	110×70	11
평균치	655	252	57	29	145×76	11
영광1-1	640	270	90	28	180×120	12
영광1-2	550	230	100	26	150×110	12
영광1-3	650	250	80	30	180×120	12
영광1-4	620	280	80	31	180×120	15
영광1-5	640	280	130	27	320×130	12
영광1-6	650	300	80	32	300×150	15
평균치	625	268	93	29	218×125	13
부산1-1	600	260	160	22	120×140	8
부산1-2	630	240	130	22	130×120	10
부산1-3	570	260	130	22	150×130	12
부산1-4	600	230	120	23	140×120	13
부산1-5	700	260	130	22	140×120	13
부산1-6	680	230	150	25	170×120	13
평균치	630	247	137	23	141×125	11
총 평균	637	256	96	27	168×109	12

표. 14 농가 포장상 수확 시기별 대과의 길이의 변화

(단위: cm)

수확시기	대과부위	대과총길이	연백부분	녹엽부분
11월		69.7±7.89	18.75±2.41	195.93±42.95
12월		72.9±6.74	21.42±3.16	171.97±43.67
1월		79.4±4.02	26.76±2.59	169.04±39.76
2월		67.6±7.69	23.09±3.25	94.93±30.75

표. 15 농가 포장상 수확 시기별 대파의 무게의 변화

(단위: g)

수확시기	대 파부위	뿌리길이	연백부분	녹엽부분
11월		5.83 ± 4.78	36.54 ± 14.78	54.21 ± 28.02
12월		7.93 ± 3.06	68.27 ± 14.42	73.20 ± 20.88
1월		7.69 ± 4.66	58.57 ± 14.64	39.73 ± 12.90
2월		10.02 ± 4.50	58.61 ± 20.25	29.22 ± 9.18



다. 대파수확기 설계 및 시작기 제작

(1) 시작기 설계 요인 분석

국내의 대파재배는 일반적으로 노지에서 재배되고 있으며, 주년공급 체계를 갖추기 위해 여름대파(외대파 또는 줄기파), 겨울파형(구조파나 서울백파)품종으로 나눌 수 있다. 대표적인 진도 겨울대파는 국내 전체 생산량의 18%를 차지하지만 낮은 두둑, 비닐멀칭 그리고 많은 경사지의 재배환경이 시작기 개발에 어려움을 준다.

따라서 2차년도에서는 대파수확기 요인시험장치의 문제점 분석을 고려한 적정설계를 위하여 기계 수확에 적합한 대파 재배 지역을 선정하여 연구를 수행하였다. 대파의 전국적인 재배면적을 기준으로 경기지역은 총 생산량이 두 번째로 많은 곳이다(표 2). 경기 대파의 특징은 77% 정도의 노지 재배가 이루어지며 10월말부터 다음해 3월말까지 수확을 하는 겨울파형 품종을 생산하고 있다.

본 연구에서는 재배환경 및 수확시기를 고려하여 경기지역을 표준재배로 선정하였다. 경기 지역의 대파 재배 형태는 우리나라 주요 대파 주산지인 전남의 영광, 신안 그리고 부산 지역과 매우 유사하여 경기지역을 표준재배지로 선정하여 연구를 수행하였다. 대파의 물리적 특성은 품종, 재배 작형, 조건, 주간 등의 재배양식에 따라 차이가 있다.

대파수확기의 굴취 및 이송장치와 수집 및 배출 장치에 이르는 수확시스템의 기구는 대상 작물의 형상, 물성에 따라 결정된다. 따라서 수집형 대파수확기의 주요 요소를 설계하기 위하여 대파의 물리적 특성과 아울러 재배 양식을 조사할 필요가 있다.

(가) 대파의 재배 포장

국내의 대파는 일반적으로 노지에서 재배되고 있으며 재배작형, 토성 등에 따라 같은 지역에서도 다르게 재배되고 있지만 둥근두둑 한줄 재배와 평두둑 두줄 재배가 일반적으로 알려져 있다.

경기 지역에 분포하고 있는 대표적인 대과 수확 단지 2개소 (이천) 에 대한 현장 조사를 실시하였으며 이 현장 조사를 통하여 대과의 재배양식, 수확 시기, 수확에 고려되어야 할 특이한 사항 등을 조사하였다.

조사대상지역의 밭 형태를 측정하였으며 대과수확기를 개발하는데 있어 7개의 항목을 조사하였다. 조건, 주간, 재식주수는 수확기의 작업속도를 결정하는 요인이며 재식주수 1 m당 대과의 주수를 파악하였다. 두둑 높이, 두둑 폭, 재식깊이는 수확기의 굴취부 크기를 산정하는 요인으로 정확한 치수 측정을 위해서 두둑의 단면을 삼으로 파내어 측정하였다. 또한 고랑폭은 수확기의 바퀴 지름을 결정하기위한 요인으로 선정하였다.

경기지역의 대표 생산지인 이천지역의 밭 형태를 아래의 표 3와 같이 정리하였다. 대체적으로 복주기를 주기적으로 이행하여 두둑높이가 275 mm로 평균적으로 높았으며 1m당 재식주수는 평균 20개로 조사되었다. 본 연구에서는 재배형식이 외줄재배 시 평균 두둑높이 200(±30) mm, 두둑 폭 400(±50) mm 및 고랑 폭 300(±20) mm 으로 조사되었다.

두둑높이는 연백부의 길이를 결정짓는 요소로 관리자의 복주기 횟수에 따라 차이를 알 수 있었다. 경기 대과의 경우 일반 관리기로 복토를 하며 복주기를 5~7회하여 타 지역보다 두둑높이도 높으며 연백부의 길이가 길었다.

경기지역 대과 재배환경은 평균적으로표 16과 같이 두둑 높이가 높았으며 관리를 통해 파의 쓰러짐을 방지하고 연백부를 길게 하여 품질을 좋게 하였다.

대과의 전체 수확과정은 대과 수확시기에 관리를 통한 복주기를 제외하고는 주로 인력에 의해 수행되고 있으며, 줄기 끝부분(뿌리쪽 부분)이 잘리거나 부러지지 않게 잡아 위쪽으로 인발하여 수집하는 것으로 조사 되었다. 대과 재배 면적에 굴취된 대과를 인력에 의해 수거 하는 데는 상당한 시간과 노동력이 필요한 것으로 나타났다. 따라서 대과의 굴취부터 수집에 이르는 전과정을 기계에 의해 수행할 수 있는 수집형 대과수확기의 개발이 시급한 것으로 판단되었다.

표. 16 대과 재배 형태

	조건	주간	두둑높이	두둑폭	고랑폭	재식주수
1차 평균	810	50	420	580	250	19
2차 평균	835	60	410	600	300	20
총 평균	822.5	55	415	590	275	19.5

(나) 대파의 물성

대파의 물리적 특성은 품종, 재배작형, 조건, 주간 등의 재배양식에 따라 차이가 있다. 따라서 수집형 대파수확기를 개발하는데 있어 대파수확기의 굴취 및 이송장치와 수집 및 배출장치에 이르는 전 수확시스템의 기구와 작용부의 제원을 결정하기 위한 기초 자료로서 대파 수확시기의 물리적 성질을 조사하였다. 특히 수확시기에 달한 대파를 현장 조사하여 대파의 물성을 분석하였다.

대파의 부위별 정도는 그림. 24와 같이 뿌리를 제외한 지상부와 연백부, 엽초부로 나누어 측정하였으며 이송부 장치 설계 인자를 구명하기 위해 연백부의 두께를 측정하였다. 또한 굴취부 날 설계를 위하여 대파 뿌리 분포도를 분석하였으며 무게를 측정함으로써 이송벨트의 장력 및 속도를 결정하기 위하여 파악하였다. 다음 그림 5은 현장조사에서 대파의 물성을 측정한 모습이다.

대파뿌리의 물성은 굴취부와 탈곡부에 주요한 요인이므로 대파의 뿌리 물성을 측정하여 요인실험장치의 문제점을 보완한 대파수확기 시작기를 설계 제작하였다.

표. 17는 대파주산지의 물성치를 종합한 자료로서 총길이는 1020 mm로 길었으며 평균 864 mm로 측정되었다. 이송과정중 대파의 손상도를 줄이기 위해서는 엽초부의 길이는 평균 370 mm로 수확기의 이송부 관련 주요한 요인으로 분석되었다. 뿌리분포도는 두둑의 높이, 폭을 넘지 않는 평균 235×101 mm로 조사되었다.

대파의 무게는 평균 2.18 kg로 이송부 및 결속부에 주요설계요인에 영향을 미쳤다. 이는 대파 주산지의 대파들은 파의 관리기술 매뉴얼에 언급된 수확 시기의 기준에 부합한 대파의 형태를 나타내고 있었다.

바탕으로 대파수확기의 설계 요인의 구명에 필요한 인자들을 정리하여 보면 다음 그림 6과 같이 나타낼 수 있다. 도식에서 각 인자들의 의미하는 바는 다음과 같다.

토양 절삭부는 이랑의 골을 파쇄하여 굴취부분에 인발을 쉽도록 하는 기능을 가지고 있다. 1차적으로 대파의 뿌리 손상도를 줄일 수 있는 부분인 토양절삭부는 d_1 , w_1 , 두둑높이($h_1=d_1+d_2$), 두둑폭을 고려하여 절삭부의 제원을 크기를 정하였다. 또한 토양절삭부의 최대 관입각은 η 으로 설계하였다. 절단부는 연백부(d_2)와 뿌리세로(d_1)의 길이를 합친 것으로 평균적으로 국내대파의 경우 d_1 60 mm, d_2 은 340 mm로 절단부의 길이는 최소 400 mm (h_1)이상이 되

도록 설계하였다.

표. 17 대과의 부분별 물성

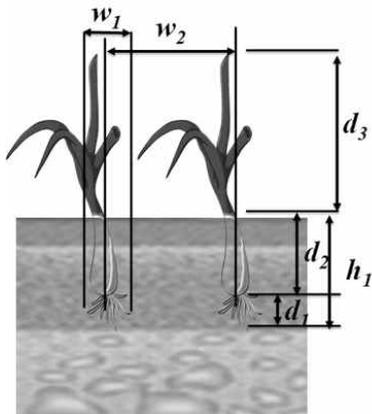
(단위 : mm)

대과	총길이	엽초부	연백부	연백부 두께	뿌리분포도 (가로×세로)	과무게(kg)
1	830	370	300	21.5	200×80	0.18
2	730	310	250	17.1	220×82	0.16
3	910	355	245	21.8	190×70	0.24
4	860	340	240	23.5	250×110	0.20
5	850	360	270	25.2	225×130	0.20
6	850	365	290	21.6	310×150	0.18
7	880	410	260	20.2	230×100	0.22
8	900	460	240	22	200×70	0.24
9	1020	390	200	26.2	240×100	0.26
10	810	340	200	19.8	280×120	0.16
총 평균	864.00	370.00	249.50	21.89	235×101	2.18

이송벨트의 진입각도(θ)는 경기 대과 재배지 환경의 평균 두둑높이 415 mm, 두둑폭 590 mm인 경우를 대상으로 40 로 결정할 수 있었다. 이는 요인실험결과를 반영하여 상대적으로 높은 두둑폭과 두둑높이를 반영함으로써 진입각도가 약 10°정도 증가하였다.

표. 18 대과의 재식형태

이천	d_1	d_2	d_3	w_1	w_2	h_1
평균	60	340	430	170	100	400



- d_1 = 뿌리(세로)
- d_2 = 대과의 연백부
- d_3 = 연백부를 제외한 지상부(초장)
- w_1 = 뿌리(가로)
- w_2 = 주간
- h_1 = 두둑높이

그림. 24 대과수확기 개발 주요인자

(2). 대파 굴취 장치의 적정 설계를 위한 대파 수확시기의 토양 물리성 및 토양내의 대파 뿌리 분포 조사 분석

(가) 굴취부 및 이송부 요인 분석 및 설계

현재 농촌지역에서의 대파 수확 작업은 손으로 대파를 직접 뽑거나, 곡괭이로 토양을 파쇄하여 굴취된 대파를 인력에 의해 수집하는 방식이다. 농촌 노동력의 고령화, 부녀화 등에 의한 질적 저하 및 노동력 부족에 의한 임금 상승 및 적기 수확작업의 어려움이 따른다.

대파 재배 시 10a당 총투하 작업 노력은 197 시간으로 특히 수확작업에 많은 시간이 소요되며 수확작업에 소요되는 비용은 총생산비의 30-60 %를 차지하고 있어 다른 작업에 비하여 비용이 많이 드므로 수확작업의 기계화가 절실히 요구되고 있다.

인력에 전적으로 의존적인 대파 수확 작업을 기계화 할 수 있는 트랙터 부착 수집형 대파수확기의 개발이 필요하다. 이러한 목적을 달성하기 위한 수집형 대파수확기는 다음과 같은 기능을 갖는 요소 장치를 갖추어야 한다.

- ① 대파의 손상도를 줄이기 위한 대파의 굴취부 및 이송부 장치
- ② 대파 굴취 및 이송장치로부터 이송된 대파를 수집하고 원하는 장소에 배출 할 수 있는 대파 수집 및 배출장치
- ③ 국내 일반적인 범용의 트랙터(60마력 이하)에 부착하여 사용할 수 있는 트랙터 조합 및 부착장치

① 대파의 굴취 관련 물성 분석

대파수확기의 굴취부 설계 요인을 구명하기 위하여 대파수확기의 직접적인 작업 대상인 대파의 재식 형태를 파악하고, 이를 바탕으로 주요 부위별 요인을 고찰하였다. 앞서 실시한 현장 조사를 통하여 대파의 외형적인 수치와 재식 형태 (주간, 조간 간격) 등을 파악할 수 있었다.

표. 19 지역별 대파의 부위별 측정치

(단위 : mm)

지역	a_1 (총길이)	a_2 (엽조부)	a_3 (연백부)	연백부 두께	뿌리 (w×h)	전단한계도 (kgf)
진도	655	252	57	29	145×76	11
영광	625	268	93	29	218×125	13
부산	630	247	137	23	141×125	11

(표. 19) 기계화에 적합한 대파 재배표준인 두 지역(영광, 부산)을 대표지역으로 선정하여

조사된 두 지역의 자료를 평균을 내어 조간 95 mm, 주간 100 mm, 두둑 높이 248 mm, 두둑 폭 450 mm, 고랑 폭 310 mm을 대파수확기의 설계 기준으로 선정하였다. 이 중에서 본 과제를 통하여 기계화가 가능한 대표적인 대파의 품종을 선택할 수 있었다.(표. 20)

표. 20 대파의 재식형태

부산,영광	d_1	d_2	d_3	w_1	w_2	h_1
평균	125	115	513	180	125	240

본 연구에서 설계된 대파수확기의 대파의 물성치는 기계화에 적합한 영광, 부산 두 지역의 자료를 평균을 내어 총길이 628 mm, 엽초부 258 mm, 연백부 115 mm, 연백부 두께 26 mm, 뿌리길이 180×125 mm로 설계 기준으로 선정하였다. 또한 대파수확기의 주요 요소의 설계 요인 구멍을 위하여 사용한 대파의 재식형태에 관련 인자를 다음 표. 20과 같이 정리할 수 있다.

조사된 자료에 따르면 구굴 시 평균적으로 대파의 주간 100 mm, 조간 95 mm, 두둑 높이 248 mm, 두둑 폭 450 mm, 고랑 폭 310 mm이며 이를 설계기준으로 삼았다. 이를 바탕으로 대파수확기의 설계 요인의 구멍에 필요한 인자들을 정리하여 보면 다음 그림 9와 같이 나타낼 수 있다. 도식에서 각 인자들의 의미하는 바는 다음과 같다.

토양절삭부는 이랑의 골을 파쇄하여 굴취부분에 인발을 쉽도록 하는 기능을 가지고 있다. 1차적으로 대파의 뿌리 손상도를 줄일 수 있는 부분인 토양절삭부는 d_1 , w_1 , 두둑높이($h_1=d_1+d_2$), 두둑폭을 고려하여 절삭부의 제원을 크기를 정하였다.

토양절삭부의 최대관입각은 η 로 설계하였다. 절단부는 연백부(d_2)와 뿌리세로(d_1)의 길이를 합친 것으로 평균적으로 국내대파의 경우 d_1 125 mm, d_2 은 115 mm로 절단부의 길이는 최소 240 mm (h_1)이상 이 되도록 설계하였다. 이는 국내 대파 환경의 평균적인 두둑 높이인 248 mm보다 낮으므로 설계기준에 적합하다 판단할 수 있었다.

토양절삭 후 대파를 굴취하는 굴취부는 뿌리분포도와 두둑의 h_1 및 폭을 고려하여 설계하였다. 굴취부의 폭은 430 mm로 평균 두둑폭인 450 mm보다 낮게 설계하였다. 이송부는 a_2 (엽초부) 윗부분은 대파의 일부분을 제외한 a_3 (연백부)를 고려하여 이송벨트에 연백부의 단단한 부위를 인발할 수 있도록 설계하였다. 이송벨트의 진입각도(θ)는 국내 대파 재배지 환경의 평균 두둑높이 248 mm, 두둑폭 450 mm인 경우를 대상으로 30 로 결정할 수 있었다.

상대적으로 강도가 높은 대파 연백부의 길이 115 mm 보다 크며 뿌리 연약한 부분인 엽초부 길이의 50%인 129 mm 를 넘지 않도록 이송벨트의 폭을 125 mm로 결정하였다. 이와 같이 정리한 인자들과 관련이 있는 대파수확기의 주요 부위별 인자를 구명하기 위하여 그림 10 과 같이 주요 작업 형태를 순서도의 형태로 정리하였다. 그림. 25은 위에서 기술한 인자들로부터 대파수확기의 굴취부 및 이송부의 설계를 도식적으로 나타낸 그림이다. 이를 바탕으로 대파수확기의 기구학적, 역학분석을 아래 수식을 통하여 분석하였다.

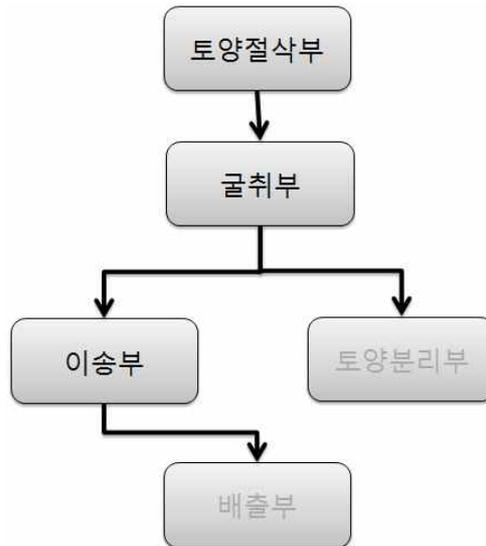


그림. 25 주요 작업형태의 순서도

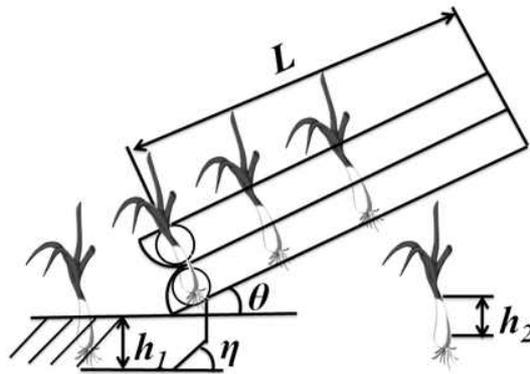


그림. 26 대파수확기 구성도

수식 (1)로부터 0.1 m/s의 속도로 트랙터가 주행한다고 가정하였을 때 평균 대파 주식주수인 22개를 식 (1)에 대입하면 이론적으로 초당 이송량은 2.2개가 가능하다. 수식 (2)와 (3)으로부터 이송롤러의 반경을 구할 수 있으며 이송벨트 진입각도인 $\theta(30^\circ)$, 대파의 초당 이송량, PTO로 취출되어 나오는 기어비를 수식 (2)와 (3)을 연립하여 풀이한 다음 기지의 값을 대입하여 식을 단순화 하면 다음 수식 (4)와 같은 식을 도출 할 수 있다.

$$(가) \quad v = \frac{Q}{d} \quad Q = v \times d \quad (1)$$

여기서 v = 수확기 속도
 q = 초당 이송량(개/s)
 d = 재식주수(개/m)

$$(나) \quad v_p = n \frac{(w_2 \times d)}{2\pi \times r} \quad v_p \times 2 \times \pi \times r = \frac{(w_2 \times d)}{\cos\theta} \quad (2)$$

여기서 v_p = PTO 회전속도
 θ = 이송벨트 진입각도
 n = 기어비 (PTO: 이송롤러)
 r = 이송롤러의 반경

$$(다) \quad v_c = 2\pi \times r \times w \quad (3)$$

여기서 v_c = 이송벨트 속도
 w_2 = 주간
 w = 이송롤러의 회전속도

이 식을 살펴보면 PTO의 구동속도, 이송롤러의 반경 및 기어비의 역수가 서로 역의 상관관계를 가짐을 알 수 있다. 이와 같은 관계식을 이용하여 다음과 같이 시작기의 실험에 필요한 요소들을 순차적으로 결정할 수 있었다.

$$v_p \times r \times \frac{1}{n} = k(\text{constant}) \quad (4)$$

작업기의 속도는 트랙터 속도 0.1m/s 로 가정하였을시 수식 (1)을 이용하여 초당 2.2개 이송이 가능함을 알 수 있다. PTO 회전 속도를 540 rpm이라 가정할 때 이송롤러의 반경은 수식 (2)로부터 구할 수 있으며, 기어비를 0.2974 (시작기 제작에 시험적으로 사용한 기어비의 최종 비율= 150/540) 로 고정할 경우 0.84m 로 결정할 수 있다. 결과적으로 이송벨트의 선형속도(v_c)가 주행속도와 0.1 m/s 보다 큰 값을 유지하여야 하므로 이송벨트의 0.53 m/s를 유지할 수 있는 이송롤러의 회전 속도(ω)가 필요하다고 결론지을 수 있었다.

② 토양 절삭장치 설계

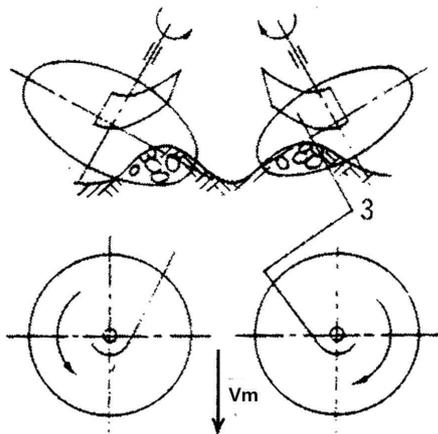


그림. 27 원판형 굴취장치

토양 절삭 장치는 수확기의 프레임에 고정되어 수확기가 진행함에 따라 수확물 주위의 토양을 넓게 절삭, 반전하는 형태이다.

그림 12와 같이 두뚝을 밑에서부터 원판 위에 떠올린 다음 프레임에 고정되어 있는 안내판 3에 의하여 양쪽 원판 사이로 밀어 넣는 것으로서 동역학적인 힘의 불균형 문제가 없어 이는 진동형 굴취 장치 보다 기체의 불안정이 낮은 편이라 원판형 굴취 장치를 선택하였다.

또한 절단된 토양의 흐름 폭을 좁혀서 다음 작업을 용이하게 할 수 있는 장점이 있다.

③ 대파 굴취 장치 설계

대파 굴취부는 경사진 블레이드 형태의 굴취날로서 대파 굴취 및 이송장치의 전면에 위치하여 토양과 최초로 접촉하는 부분으로서 대파의 재배양식과 토양특성을 고려하여 설계·제작되어야 한다. 대파 재배지역의 밭의 형상은 1장에서 전술한 바와 같이 두둑과 고랑으로 이루어져 있고, 대파는 두둑 속 토양에 묻혀 있다.

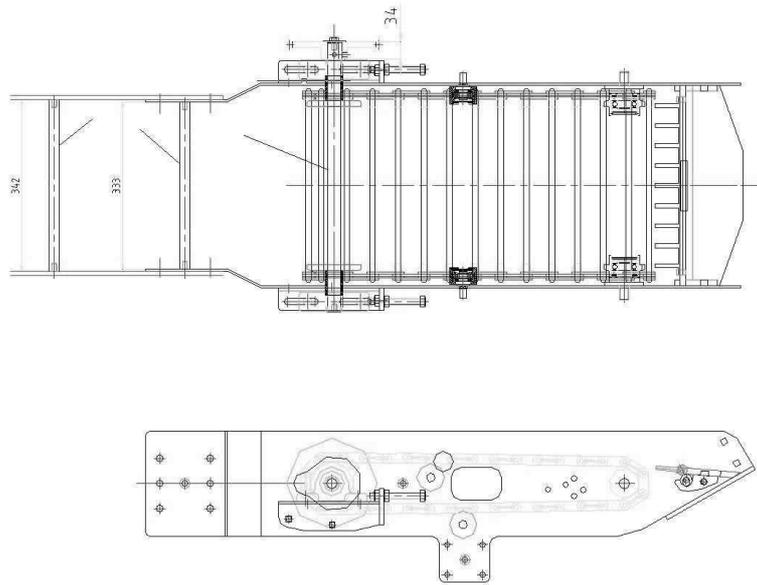


그림. 28 대파 굴취 장치의 도면

또한 고랑에서 두둑표면까지의 높이는 대략 200 mm 전·후이고, 두둑폭 400 mm 전·후, 대파의 뿌리분포도는 100×250 mm 전·후로 조사 되었다. 따라서 굴취날로 두둑뿐만 고랑아래 토층을 파괴하여 대파를 포함하는 토양 덩어리를 절단하여 굴취할 경우에는 굴취날에 작용하는 견인부하가 매우 크게 나타나게 되어 결과적으로 트랙터에 높은 소요견인력이 요구된다.

따라서 굴취날의 토양 절삭 경심은 가능한 한 고랑표면으로부터 약 5 cm(두둑 표면으로부터는 약 25 cm) 이내로 유지할 수 있어야 하며, 지역적 재배양식과 토양특성에 따라 두둑 및 고랑의 형태가 다르므로 굴취날의 경심을 조절할 수 있도록 설계·제작하였다. (그림. 28)

④ 토양 분리장치

토양 분리 장치는 대파와 함께 굴취된 토양을 작은 덩어리로 부수고, 부서진 토양의 덩어리를 걸러 버림으로써 대파를 수확기의 다음 부분으로 보내는 작용을 한다. 이송 겸 토양 분리장치로 그림. 29와 같이 철제 막대를 폭이 넓은 사슬형태로 적당한 간격을 두고 연결시켜 이용하는 컨베이어 형태로 되어있다.

굴취되어 이송장치로 올라온 대파와 토양은 철제 원형봉을 체인으로 연결한 컨베이어 벨트

형태로 구성된 이송장치를 따라 이동시키는 것이 적절한 것으로 판단되었다. 이를 위하여 다음과 같은 설계 방침을 세우고 시험 장치를 구성하였다.

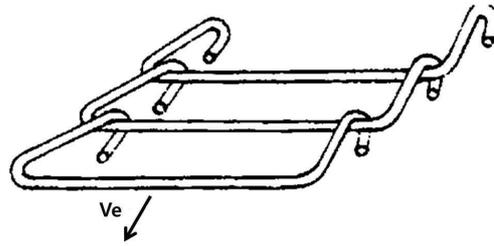


그림. 29 컨베이어형 이송 분리 장치 (Ve는 수확기의 진행방향)

토양 분리장치의 설계방침은

첫째, 컨베이어 형태의 이송장치는 토양과의 적당한 경사각을 유지해야 한다. 경사각이 너무 크면 대파가 컨베이어 이송장치를 통해 이송되지 못하고 아래로 미끄러지게 되며, 경사각이 너무 작을 경우에는 1차 이송장치의 길이가 너무 길어지게 되어 대파수확기의 전체 길이가 커지게 된다. 따라서 컨베이어 이송장치의 적정 경사각을 찾기 위해 컨베이어 이송 요인 시험 장치는 경사각을 조절하여 시험할 수 있도록 설계·제작한다.

둘째, 컨베이어의 이동속도가 적절해야 한다. 컨베이어의 속도가 적정속도보다 느릴 경우에는 토양과 대파가 컨베이어 이송장치에 쌓이게 되고, 이것은 토양제거와 대파의 이송에 영향을 주게 된다. 컨베이어 이송장치에 요구되는 최저속도(V_c)는 다음 식의 조건을 만족해야 한다. 따라서 토양분리장치의 적정 이송속도를 구명하기 위하여 이송속도를 조절할 수 있도록 설계·제작한다.

$$V_c \geq \frac{V_v}{\cos\alpha}$$

여기서, V_v : 트랙터의 이동 속도

셋째, 굴취날에 의해 토양 분리장치로 올라온 토양과 대파는 이송 중에 토양은 제거되고 대파만 이송되어야 한다. 그러나 점질토나 수분함량이 많이 함유된 토양은 토양의 점착력 및 부착력에 의해 이송 중에 토양덩어리의 파쇄가 용이하게 이루어지지 않게 되고, 또한 토양덩어리가 컨베이어 벨트에 부착되어 토양의 분리 및 제거효과가 떨어지게 된다. 따라서 이송 중에 토양의 파쇄 및 분리를 용이하게 하기 위해서는 컨베이어 벨트에 적절한 진동효과가 필요하다.

위에 설계방침에 의해 토양 분리장치는 철제 막대를 체인 형태로 연결한 방식으로 컨베이어의 구동은 트랙터의 PTO 동력을 직접 인출하여 사용할 수 있도록 설계하였다. 이송 중 토양은 원형봉 사이로 떨어져 제거되고 대파의 쓸림현상을 최대한 억제하여 원활한 이송을 위해 토양과 분리장치의 각도는 25° 로 이송 구간은 700 mm로 설계하였다.

⑤ 롤러 컨베이어 이송장치

굴취된 대파들을 이송하는 장치로서 지면에서 수확기의 후방에 있는 배출구까지 수확물을 이송하기 때문에 그림 15와 같이 경사지게 설치되어 있으며, 체인을 이용하여 롤러를 구동한다. 롤러 컨베이어 이송장치는 수직상태의 부추를 인력으로 수확할 때 작물을 잡는 위치(뿌리 쪽 부분이 잘리거나 부러지지 않게 잡아 위쪽으로 올려뽑음.)와 같은 범위인 두둑표면에서 5-10 cm 내외의 범위를 협지하도록 설계하였다.

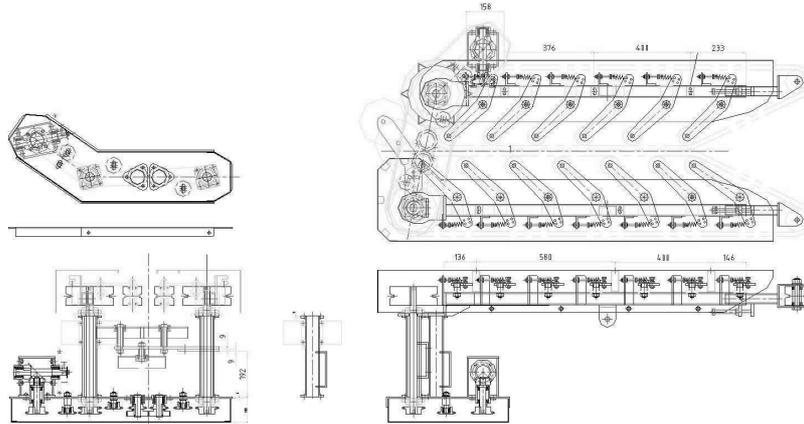
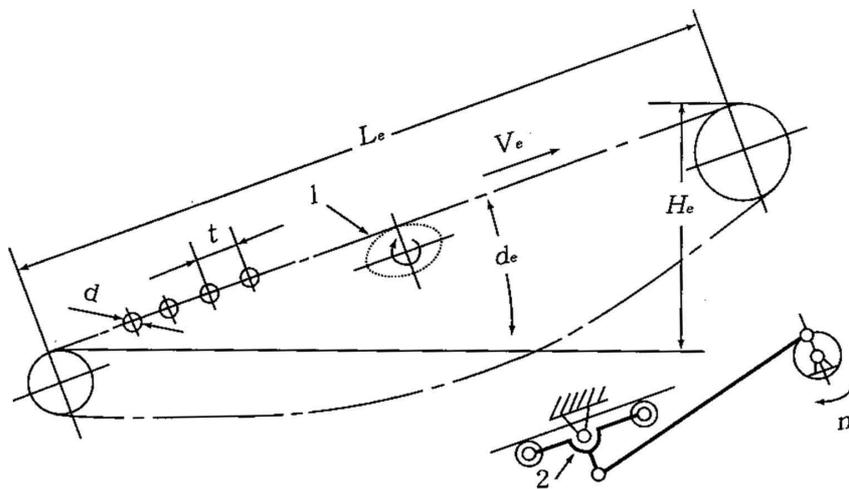


그림. 30 롤러 컨베이어 이송장치의 도면

이송벨트는 고장력 평벨트에 유연성과 내구성이 큰 Ploy Choroprene(CR)종류의 고무를 부착하였고, 지름 80 mm인 아이들러(Idler)로 벨트에 선회를 유지시키고 장력을 조절시켰으며 아이들러 힌지를 스프링과 연결시켜 이송벨트와 대파의 장력을 완충시킴으로서 손상을 줄이도록 설계·제작하였다.



a=구동 스프라켓, d=롤러 지름, t=롤러 피치, a=경사각, H=이송 높이

그림. 31 롤러 컨베이어 이송 장치

또한 대파의 수집을 손쉽고 가지런하게 하기 위해 좌·우측 길이를 달리하여 대파수확기의 배출구보다 높은 곳 위치로 이송되게 한 후 대파를 배출부에 떨어뜨려 적재하도록 설계·제작하였다. 1차 토양분리장치에서는 두둑을 안고 이송하므로 대파의 뿌리에 많은 흙덩어리를 이송하기 때문에 컨베이어 이송장치 중앙에 2차 토양분리장치를 설치하였다. 컨베이어 이송장치를 이용하여 굴취된 대파들은 중간에 설치된 2차 토양분리장치에서 1차 토양분리장치에서 걸러진 토양을 재차 파쇄 시켜 주는 역할을 하도록 설계·제작되었다.

⑥ 대파수확기 굴취 및 이송장치 설계

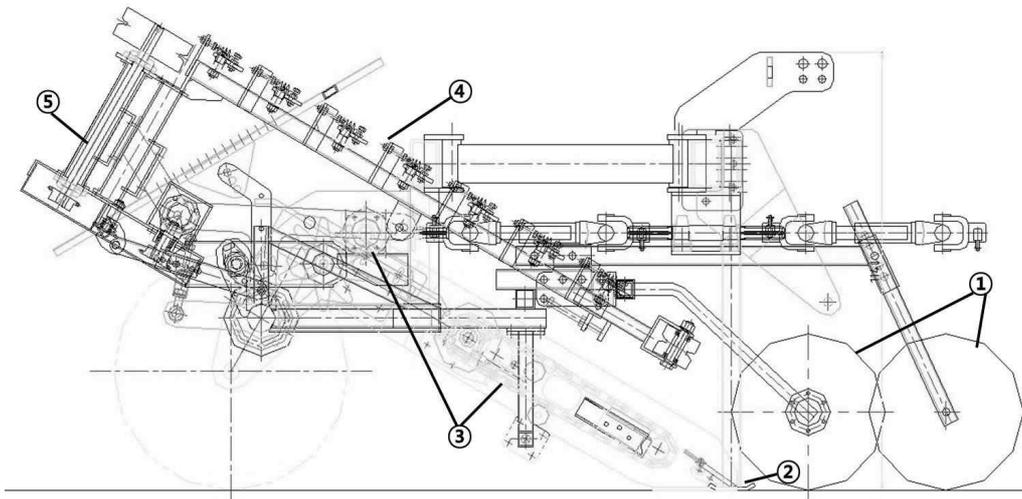


그림. 32 대파 굴취 및 이송 요인 시험장치의 설계 도면

대파 굴취 및 이송 장치는 대파가 묻혀 있는 토양층의 절단과 절단된 토양의 파쇄 및 분리의 과정으로서 대파수확기의 개발에 있어 가장 중요한 기능을 수행하는 장치 중의 하나이다.

따라서 대파 굴취, 이송 시험 장치는 대파수확기 개발에 앞서 최적의 굴취, 이송 메카니즘을 구명하기 위하여 트랙터 부착형으로서 ①대파의 손상도를 줄일 것 ②대파가 원활하게 이송 할 것 ③토양의 파쇄 및 분리가 잘 이루어 질 것 ④각 부의 속도 및 각도 등을 쉽게 변화시킬 수 있을 것 등의 설계 방침을 가지고 시험 장치를 구성하였다.

대파 배출부에 대파만을 수집할 수 있도록 적정 굴취 및 이송 설계 요인을 구명하기 위하여 굴취날로 토양을 절삭한 후 토양분리 장치를 통하여 흙을 파쇄하고 회전하는 컨베이어 이송장치로 대파를 끌어올려 상부 수집함에 적재되어 지는 시스템으로서 그림 17에 나타난 바와 같이 ①토양 절삭장치, ②대파 굴취장치, ③토양 분리장치, ④롤러 컨베이어 이송장치, ⑤배출부 부분으로 설계하였다.

⑦ 배출부 및 3점링크 연결부 설계

방출단의 크기는 5kg 로 배출부는 900 mm×900 mm(가로×세로)의 크기로 설계하였다. 배

출부는 이송벨트위치보다 아래에 위치하며 설치 높이 및 각도를 조절이 용이하게 설계하였다.

(그림. 32) 수집형 대파수확기는 자체 동력원 및 주행능력이 없는 독립적인 시스템이기 때문에 대파 굴취 및 컨베이어 이송장치에 동력을 전달하기 위해서는 트랙터의 PTO 동력을 이용해야 한다. 따라서 수집형 대파수확기의 트랙터 조합 및 부착방법은 부착의 용이성, 이송컨베이어에 PTO 동력 전달의 용이성, 굴취부의 토양 절단 및 굴취부의 경심 조절의 용이성, 그리고 일반적인 범용의 트랙터에 모두 적용할 수 있도록 트랙터의 3점 링크 부착 방식으로 설계·제작할 필요성이 있는 것으로 판단되었다. 트랙터의 3점 링크 부착방식은 그림. 34와 같다.

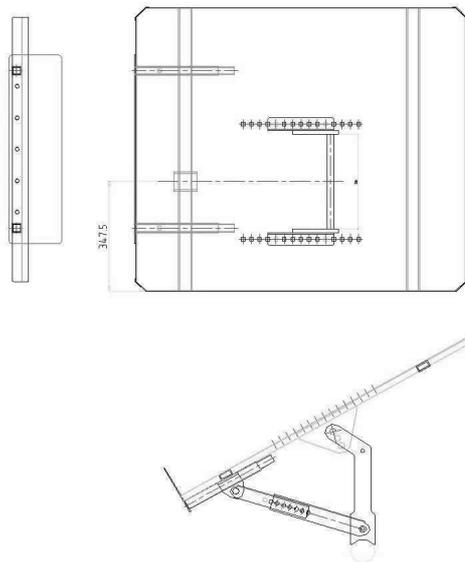


그림. 33 배출부의 도면

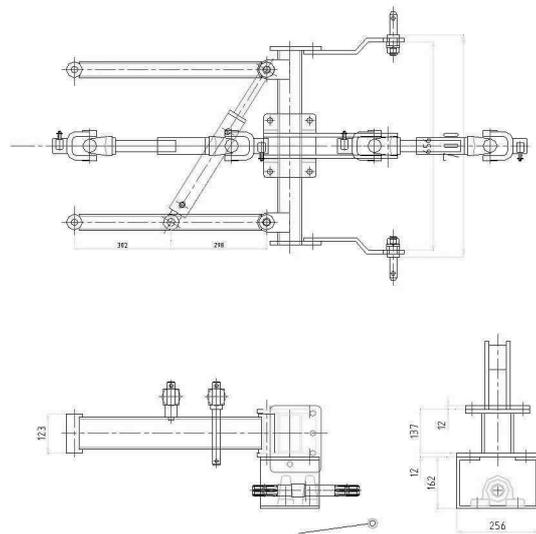


그림. 34 3점링크 연결부의 도면

(나) 대파수확기의 요소별 속도비 결정

수집형 대파수확기의 적절한 기어박스를 설치하기 위하여 부위별 속도비를 결정할 필요가 있다. 그림 20는 트랙터의 PTO 취출속도를 이용하여 토양 분리 장치 및 컨베이어 이송장치에 동력이 전달되는 형태를 순서대로 정리하였다. 입력속도인 PTO 취출(540 rpm)은 기어박스에 전달된다. 13 T×19 T의 기어박스는 $540 \text{ rpm} \times 13 \text{ T} \times 19 \text{ T} = 369.5 \text{ rpm}$ 으로 감속되어진다.

감속되어진 속도는 알맞은 작업속도로 이송벨트에 전달되기 위해서 13T × 29T의 기어비를 선택하였으며 이 때 이송벨트의 속도는 165.6 rpm로 결정된다. 1차 토양분리장치의 기어비는 13 T×31 T로 155 rpm으로 회전한다.

다음으로 2차 토양분리장치인 기어비는 13 T×19 T로 1차 토양분리장치를 통과하고 남은 여분의 흙을 제거하기 위하여 더 빠른 속도인 252.8 rpm의 작업속도로 회전한다. 수확 작업 중 필요한 동력체계를 바탕으로 속도비를 결정하였다.

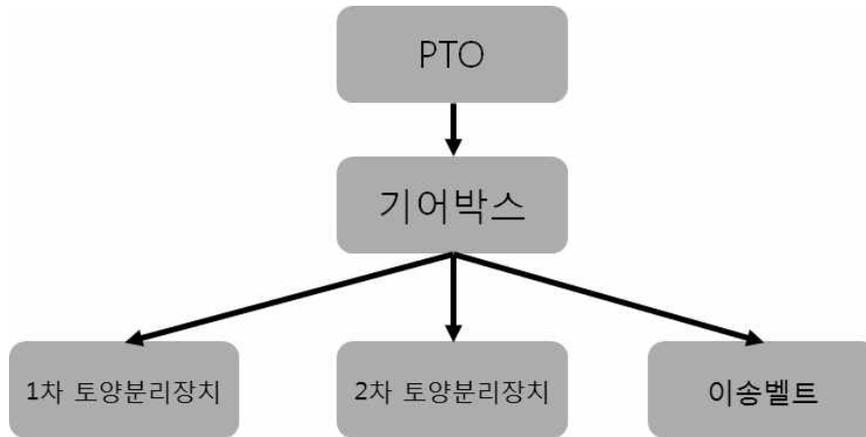


그림. 35 대과수확기의 동력체계 순서도

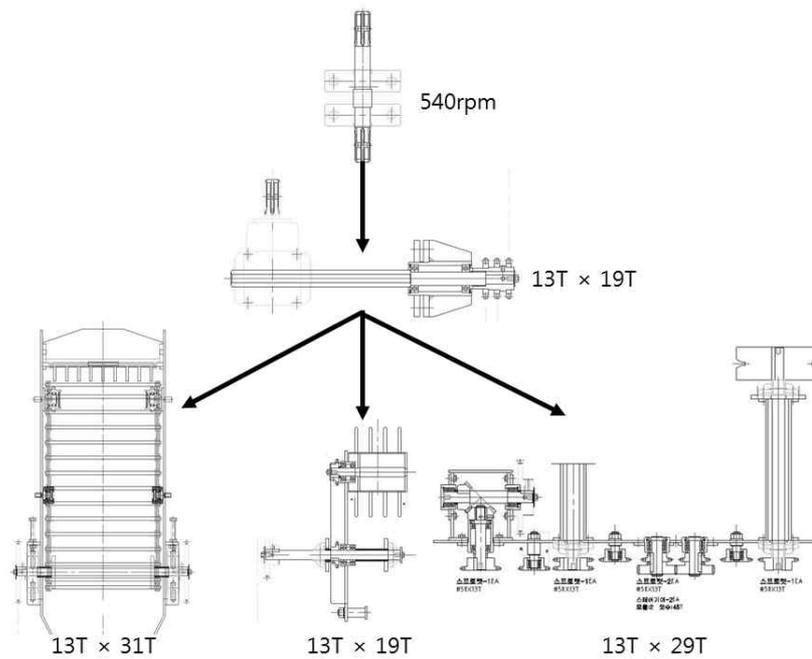


그림. 36 대과수확기의 요소별 속도비

다. 요인시험장치 제작 및 성능시험

표. 21 트랙터 제원

기체크기		엔진	
길이(mm)	3,920	엔진출력(ps)	55
폭(mm)	1,830	흡배기량(cc)	2,708
높이(mm)	2,470	PTO 구동 방식	상시 체결형
총중량(kg)	3,077	PTO 구동 속도	540 rpm
주행성능			
전/후진 변속단수		12×12	

대과 굴취 및 이송 장치의 설계 요인 구명 시험은 55 마력 중·소형 트랙터(L사) 제품(55—66dw)에 수집형 대과수확기를 부착 후 시행하였다. 트랙터의 작업속도는 트랙터에 부착되어 있는 전 /후진 변속 및 부변속장치의 변속기를 조작하여 변화시켰으며 표. 21는 트랙터의 제원을 나타낸다.

① 실험 포장 및 실험 대과 특징

포장성능시험은 경기도 이천시의 대과 재배 농가에서 실시하였으며 재배양식은 외줄재배로 두둑폭 60 cm, 두둑높이 28 cm, 고랑폭 30 cm로 표 12에 시험이 수행된 대과 재배포장의 물리적 특성을 나타내었다. 두둑의 임의 6곳을 선정하여 측정하였으며 토성은 미사질 양토였다.

표. 22 공시포장의 관입깊이별 토양경도

횡수 깊이(cm)	N=1	N=2	N=3	N=4	N=5	N=6
10.0	140	70	140	0	140	140
12.5	105	35	140	0	140	105
15.0	105	35	70	0	105	70
17.5	105	35	70	0	70	35
20.0	140	35	105	70	0	70
22.5	105	105	140	70	35	70
25.0	105	280	140	70	35	70
27.5	105	386	140	140	35	70
30.0	140	386	210	561	105	105
32.5	386	421	912	1474	421	-
35.0	807	561	1123	1615	-	-
37.5	842	561	-	-	-	-
40.0	842	456	-	-	-	-
42.5	-	-	-	-	-	-

가을과종 재배로 이루어진 대과로서 뿌리를 제외한 대과의 총길이는 54~69 cm로 조사되었다. 그림. 37는 대과 재배 농가의 포장을 보여주고 있다. 현장 시험 전후의 기후적인 영향(2012년 9월 7일; 태풍, 장마)으로 인하여 높은 토양 수분함량을 예상되었다.

그러나 분석 결과 실제 토양 수분 함량은 14.33 d.b%로 보통 평균 대과 농가의 수분함량과 비슷함을 발견 할 수 있었다. 그림. 37와 같은 대과 재배 포장의 형상으로 수분집중 현상이 방지되었기 때문이다.

그러나 강풍으로 인해 중심을 잃거나 엽초부의 파손이 발생한 대과가 다수 발견되었다. 이와 같은 예외적인 요인 관찰을 통해서 정상적으로 성장한 대과는 물론 다소 생육상태가 고르지 못한 대상을 수확하는 경우 또한 추후 고려하여야 함을 짐작할 수 있었다.



그림. 37 대과재배 포장의 모습

② 자료 분석 방법

대과 재배 농가의 면적은 약 300 m²로 27 m²면적을 각 시험구간 50 cm 나누었으며 그림. 38과 같이 포장의 주변을 따라 돌면서 경운하는 방법으로 시험하였다. 동력은 트랙터 PTO에서 취출하여 PTO회전속도 540 rpm에서 작업이 가능하도록 하였다.

본 시험에서는 요소별 장치 시험, 굴취율, 손상률, 흙 분리 상태에 대해 조사하였으며 최적의 작업속도를 구명하기 위하여 작업속도는 0.1 m/s와 0.2 m/s로 각각 15회씩 시험하였다.



그림. 38 대과수확기 작업모습



라. 실험 및 분석

(1) 토양 절삭 장치 시험

요인 시험 시 장착 단계에서 원판디스크 휠을 접고 펴기가 불가하여 장착 위치를 조정할 필요가 있다고 판단되어 디스크를 떼어내고 시험하였다. 추후에 설계를 변경하여 시험하기로 하였다.

(2) 대파 굴취장치 시험

굴취부의 위치제어동력은 트랙터 유압을 이용하였으며 대파굴취 장치 시험은 두둑 전체의 토양이 유입되어 수확기의 부하가 걸렸으며 그림. 39와 같이 설치각 방향 또한 잘못 되어 설치각을 조정할 필요가 있다고 판단되었다. 이는 시험당시 토양 절삭 장치를 떼어내고 시험하여 수확기의 높이 조절이 원활하지 않아 그림. 40와 같이 두둑 전체를 굴취하여 많은 흙덩어리들이 유입되는 것을 알 수 있다.



그림. 39 대파 굴취장치 시험 1



그림. 40 대파 굴취장치 시험 2

(3) 토양 분리장치 시험

토양분리장치와 체인컨베어 이송속도가 비슷하여 흙털림 불량이 발생하였다. 또한 그림 26과 같이 수분이 많은 토양은 분리시키지 못하고 장치에 걸려있는 모습을 볼 수 있었으며 그림 27은 1차 토양분리장치를 지나간 후의 대파의 모습으로 분리되지 않은 토양덩어리들이 이송벨

트에 많은 흙을 안고 가는 상황이 발생하였다. 이로 인해 흙 상태에 따라 흙덩어리가 장치에 걸려 수확기 및 트랙터의 부하가 걸리는 것을 알 수 있었다.



그림. 41 토양 분리장치 시험 1



그림. 42 토양 분리장치 시험 2

(4) 롤러 컨베이어 이송장치의 시험

그림. 43은 토양분리장치를 지나 이송벨트에 대파가 이송되는 모습이며 높은 두렁이 이송벨트에 영향을 주었으며 이송벨트의 높이 고정으로 인발 효과가 상실되었다.

시험결과 수집형 대파수확기 시작기는 다양한 두둑높이의 적응이 불량하고 이송 시 그림 29와 같이 대파가 수직으로 이송되지 않고 기울인 채로 이송이 이루어지고 그로인해 인발을 하지 못하고 밑으로 빠져나감을 알 수 있었다. 굴취 시작점과 이송벨트의 위치를 산정하여 조정할 필요하였다.



그림. 43 롤러 컨베이어 이송장치 시험 1



그림. 44 롤러 컨베이어 이송장치 시험 2

수확물, 이물질 및 토양의 과다 유입이 벨트의 과부하에 영향을 미쳐 이송벨트 풀림 현상이 나타났다(그림. 46). 이러한 현상이 발견된 이유는 일정하게 유지되지 않는 작업속도에 기인한 것으로 파악이 되었다. 운전자에 수동 조작에 의지하여 작업 속도를 일정하게 유지하고자 하였으나 한계가 있는 것으로 파악되었다. 따라서 추후 이러한 문제점을 해결하기 위한 정속 구동 기구부 또는 정속 주행 장치와의 연동 필요성이 제기되었다.

그림. 46와 같이 작업속도에 비해 대파의 과도한 유입 및 높은 두둑으로 인하여 배출구까지 이송되지 않았으며 그로인해 그림. 47과 같이 토양분리장치에서 이송벨트로 연결되어지는 부분에 대파를 옮겨 보내지 못하고 이송벨트 밑으로 떨어짐을 확인할 수 있었다.

또한 아주 드문 경우이지만 이송부분 중간 부위에서 손상된 대파가 걸리는 현상을 발견할 수 있었다. 이와 같이 부분적으로 수행된 시작기 실험을 통해 미세하게나마 대파의 손상률 증가의 원인을 발견할 수 있었다(그림. 48).



그림. 45 이송벨트 풀림현상



그림. 46 대파의 과도한 유입

그림. 47 인발이 상실된 대파



그림. 48 수확기 중간에 손상된 대파

(5) 배출구 및 3점링크 연결부

이송벨트로부터 이송되어진 대파들은 처음 설계되어진 기구부의 높이와 맞지 않아 배출구에 원활한 이송이 불가하였다.(그림. 49) 이는 대파의 평균길이에 맞추어진 높이로 인해 이송벨트와 배출부 사이에 대파가 일정하게 기울어지면서 정렬될 것이라고 예상했던 결과와 달라 그림. 49와 같이 배출구 높이 조절 장치를 조정하여 배출구에 이송이 용이하도록 하였다. 이로 인해 파의 대파의 구부러진 정도나 높이를 사용자가 쉽게 조정할 수 있도록 하였다.

대파의 배출을 돕기 위해 보조 작업자 1인을 상시 배치하였으나 작업속도가 보조 작업자의 처리능력보다 빠르게 진행되어 대파의 수집 및 정리가 어려웠다. 보조 작업자가 많은 작업량을 처리하는 작업과정 중에 대파가 꺾어지거나 부러지는 손상이 발생하였다(그림. 51, 52).

대파가 연속유입으로 인해 단 분리 작업의 어려움이 예상되므로, 2차년도 연구과제 수행 시 이러한 애로점을 개선하기 위한 적절한 작업 속도 및 배출 기구에 대한 고찰이 필요한 것으로 판단할 수 있었다. 3점 링크부는 트랙터와 대파수확기가 연결되는 부분으로서 ASAE 표준규격에 따라 상부링크 1개와 하부링크 2개를 트랙터에 각각 연결하여 장착하였다(그림. 53).

유니버설 조인트를 사용하여 동력이 전달되도록 하였으며 유니버설 조인트는 시중에서 규격화되어 있으므로 수축 시 길이 800 mm, 확장 시 길이 1,200 mm의 규격품을 사용하였다.

트랙터의 동력은 기어박스에서 직각방향으로 동력전달방향이 바뀐다(그림. 54). 대파수확기의 바퀴는 지름 500 mm 로 작업자의 운전 미숙 및 일정하지 않은 고랑 폭으로 인하여 간헐적으로 두뚝을 올라가는 현상이 발생하였고 그로인해 일부 대파 뿌리에 피해를 입혔다.

(그림. 55) 이런 문제점을 해결하기 위해서 수확기의 중량 및 체원을 고려하여 바퀴를 축소시키는 방안을 모색할 것이다. 또한 수확기의 수평이동 폭이 좁아 이동시 타 작물 피해가 우려되었으며 이동시 작업기가 가운데에 위치하도록 이동 폭을 개선 및 수확기의 꺾임 상태로 인하여 작업 시 수평이 되도록 동력전달체계 변경이 수반되어야 한다고 판단되었다.



그림. 49 배출구 높이 조절장치



그림. 50 배출구 시험모습(1)



그림. 51 배출구 시험모습(2)



그림. 52 배출구 시험모습(3)



그림. 53 3점 링크부 연결 모습



그림. 54 기어박스



그림. 55 수확기의 바퀴 크기 문제점

(6) 실험결과에 따른 개선사항

(가) 굴취율 및 대파 손상도

그림41는 대파 수확 작업후의 포장상태를 나타내고 있다. 1 m당 약 1-1.5개의 대파가 굴취가 되지 않았으며 이는 트랙터의 진행속도와 대파수확기의 작업속도의 처리능력이 맞지 않아 이송벨트에서 대파가 밀으로 빠진 것으로 판단된다.

또한 굴취부와 두둑이 이루는 각도 조절이 일정치 않고 대파수확기의 바퀴가 두둑을 올라타면서 굴취 높이가 달라져 대파의 뿌리 윗부분을 절단하는 사례가 발생하였다(그림. 57).

추후 굴취부와 지면이 이루는 각도 수정 및 이송벨트의 작업속도 조절이 보완될 필요가 있다고 판단된다. 굴취 파손율은 수확된 모든 대파와 육안검사로 외관상 줄기에 손상을 입거나 잎이 30%이상 꺾이고, (그림. 58) 입에 흠집이 생긴 대파 개수의 비로 나타내었다.

대파가 꺾이는 이유는 대파의 과다유입으로 인하여 대파 이송 시 이송벨트에서 발생하였다. 흠 잔여율은 다음 그림. 60와 같이 인력으로 수확한 후 2-3회 지면에 떨어버린 대파와 수확기를 거쳐 나온 대파를 비교하였다.

그림. 59에서 좌측은 인력으로 수확시의 대파의 모습이며 우측은 기계수확 시에 모습이다. 육안으로 인력수확과 기계수확의 흠잔여율은 큰 차이가 없었다.

현장에서 전문가에게 의뢰한 결과 산지유통센터로 반입하기에 충분한 상품가치를 보인다고 평가를 하였다. 흠털림과 관련된 요소들의 성능은 충분하다고 결론지을 수 있었다.



그림. 56 수확 작업후의 포장상태(1)



그림. 57 수확 작업후의 포장상태(2)



그림. 58 대파의 손상도



그림. 59 인력 수확 시 대파의 흙잔여 모습



그림. 60 인력수확과 기계수확의 흙 잔여 비교

시험결과 위에 내용을 바탕으로 굴취율 및 파손율을 구하였으며 대파수확기 속도별 작업 성능을 다음 표. 23과 같이 정리하였다. 총길이 15 m의 시험면적에서 구간별로 시험면적을 50 cm로 나누었으며 작업속도는 0.1 m/s 와 0.2 m/s로 나누어 시행하였다.

작업속도 0.1 m/s에서의 총 대파수는 167개이며 굴취는 155개로 약 92.8 %의 굴취율을 보였으며 굴취 된 대파에서의 파손된 대파는 15개로 약 9.6 %의 파손율을 보였다.

작업속도 0.2 m/s에서는 총 156개의 대파에서 144개만을 굴취 하였으며, 굴취율이 약 92.3 %로 0.1 m/s의 작업속도와 크게 차이나지 않았으며 14개의 대파가 파손되어 약 9.7 %의 파손율을 보였다. 이러한 결과를 바탕으로 속도에 따른 작업 성능의 차이는 크지 않다고 판단할 수 있었다. 그림. 61은 속도별 굴취율을 그래프 한 것으로 0.1 m/s에서 6, 11차에서 굴취율이 떨어지는 것을 볼 수 있다.

이러한 문제는 시험당시 수확기의 부하가 걸려 굴취율이 저조한 것으로 나타났다. 또한 0.2 m/s에서는 굴취율이 비슷하게 나타났으며 굴취각도의 부정확함 및 많은 대파유입으로 인하여 발생하는 것으로 판단된다. 속도별 파손율은 그림. 62과 같으며 각 시험에서 9~10 %의 파손율을 보였다.

이송벨트의 풀림현상이 발생하여 0.1 m/s 속도 11차에서 높은 파손율을 보였다. 또한 0.2 m/s 8차 시험에서는 이송과정 중 엽초부 윗부분인 잎 부분을 잡아 파손율이 많은 것으로 조사되었다.

표. 23 대파수확기 속도별 작업 성능 (흙 털림 : ○ 90%이상, △ 80~89%, × 80%미만)

작업 속도	수량 (개)	굴취 (개)	파손 (개)	흙 털림	작업 속도	수량 (개)	굴취 (개)	파손 (개)	흙 털림
	11	11	1	△		9	9	0	△
	12	12	1	△		9	8	0	△
	11	10	0	△		9	8	1	△
	13	12	1	△		13	12	1	△
	10	10	0	△		12	11	1	△
	10	8	0	△		11	10	0	△
	11	10	0	△		12	11	1	△
0.1m/s	12	12	0	△	0.2m/s	11	9	4	△
	11	10	1	△		8	8	0	△
	11	11	2	△		9	9	1	△
	11	7	3	△		10	9	1	△
	10	9	1	△		12	10	2	△
	12	11	0	△		11	11	0	△
	12	12	0	△		10	10	1	△
	10	10	1	△		11	11	2	△

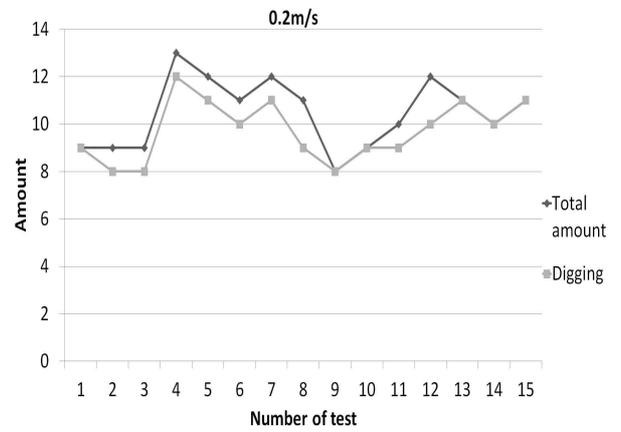
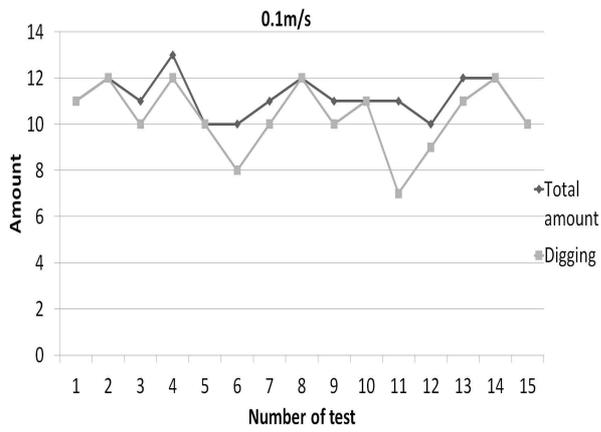


그림. 61 속도별 굴취율

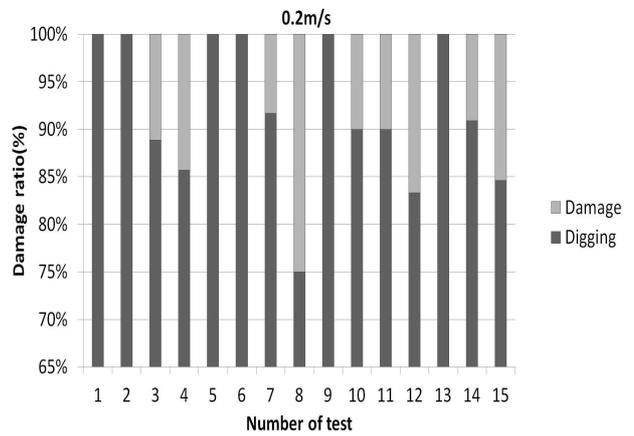
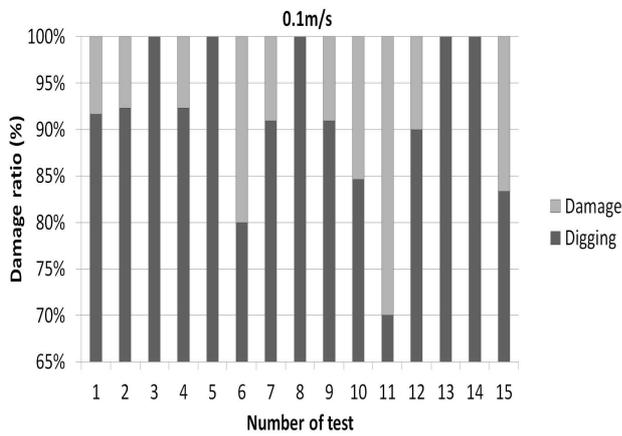


그림. 62 속도별 파손율

과제 : 트랙터 부착 수집형 대파수확기 개발
 2 내용 : 2차년 연구내용
 기간 : 2012. 12. 24. ~ 2013. 12. 25. (12개월)



가. 트랙터 부착 수집형 대파 수확 시작기 굴취부 및 이송부의 설계

(1) 토양 절삭장치 설계 및 제작

토양 절삭 장치는 수확기의 프레임에 고정되어 수확기가 진행함에 따라 대파 주위의 토양을 절삭 및 반전하는 형태로 설계하였다. 또한 1차년도 요인실험장치에서 대두되었던 장착 시 원판 디스크 훅잡고, 펴기 불가능한 문제점을 해결하고자 장착 위치를 조정하였다.

원판디스크를 이용하고 설치각을 조정할 수 있도록 수정하여 두둑의 다량의 토양 유입을 1차 예방하였다. 선택 사양으로 디스크 방식과 소형 쟁기를 부착하는 2가지 방식을 고려하여 선택적으로 사양을 설계할 수 있도록 변경하였다. 그림 7은 대파의 물성 조사를 기초자료로 참고하고 요인실험장치에서 수정된 토양 절삭장치의 조합도이다. 원판디스크는 1차년도 요인 실험장치와 동일하였다.

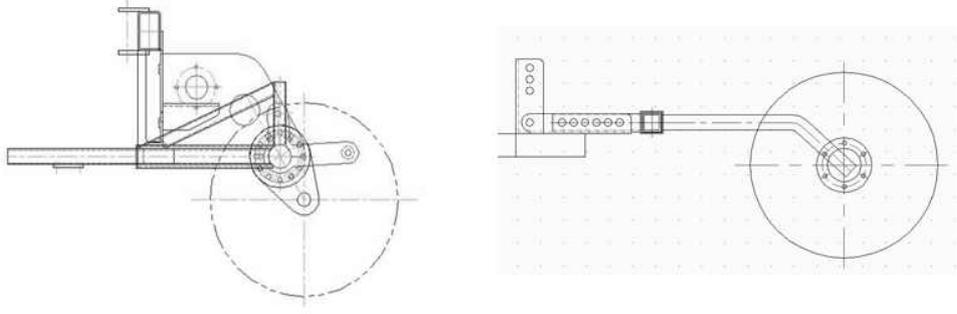


그림. 63 토양 절삭장치 조합도(좌:1차요인시험장치, 우:시작기)

그림. 63에서와 같이 2개의 디스크가 두둑을 따라 진행하는데 문제점을 발견하고 위치를 수정하였다. 수확기의 두렁진입부에서 설치되었던 디스크를 전방 500 mm로 이동하여 수확기 작업공정에 방해가 되지 않도록 수정하였으며 수확기의 한쪽 방향에만 설치하여 트랙터에 걸리는 부하를 감소시켰다. 절삭장치의 착·탈 및 거리를 조절할 수 있도록 설계 제작하였다.

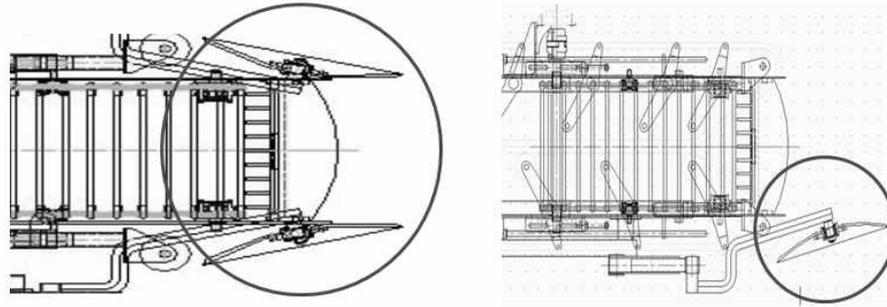


그림. 64 토양 절삭장치 위치 조정(좌:1차요인시험장치, 우:시작기)



그림. 65 토양 절삭장치

(2) 대파 굴취 장치 설계 및 제작

대파 굴취부는 경사진 블레이드 형태의 굴취날로서 대파 굴취 및 이송장치의 전면에 위치하여 토양과 최초로 접촉하는 부분으로서 대파의 재배양식과 토양특성을 고려하여 설계·제작되어야 한다. 대파 재배지역의 밭의 형상은 두둑과 고랑으로 이루어져 있고, 대파는 두둑 속 토양에 묻혀 있다.

굴취날로 두둑뿐만 아니라 고랑아래 토층을 파괴하여 대파를 포함하는 토양 덩어리를 절단하여 굴취할 경우에는 굴취날에 작용하는 견인부하가 매우 크게 나타나게 되어 결과적으로 트랙터에 높은 소요견인력을 요구하게 된다.

굴취날의 토양 절삭 경심은 가능한 고랑표면으로부터 약 5 cm(두둑 표면으로부터는 약 25 cm) 이내로 유지할 수 있어야 하며, 지역적 재배양식과 토양특성에 따라 두둑 및 고랑의 형태가 다르므로 굴취날의 경심을 조절할 수 있도록 설계·제작하였다.

그림. 65와 같이 많은 높은 두둑을 감안하여 1125.5 mm로 설계하였으며 진입각도를 고려하여 약 15°정도 경사지게 부착하였다.

굴취날의 적정 각도를 구명하기 위하여 굴취날의 각도를 각각 28°, 30°의 두 수준으로 조정

하여 굴취날의 각도에 따른 쇄토율과 토양 흐름 상태를 시험하였다. 표 24은 굴취날의 각도에 따른 토양의 흐름 상태 및 쇄토율을 나타낸 결과로서 굴취날의 각도가 클수록 쇄토율을 높게 나타냈으나 토양 흐름상태를 고려하면 30°에서 가장 양호한 것으로 나타났다. 다음 그림 11은 대과수확기의 진입각을 고려하여 보완된 통합시작기의 모습이다.

대과 굴취날은 토양 절단 시 견인부하를 최소로 하기 위해 굴취날의 전면 진입부를 두둑폭의 맞춰 400 mm로 설계 하였으며 대과가 토양분리장치로 이송되지 못하고 아래로 미끄러지지 않도록 100 mm 간격으로 제작하였다(그림. 66).

표. 24 굴취날의 각도별 쇄토율 및 토양흐름상태

굴취날 각도 (degree)	쇄토율 (%)	토양 흐름 상태
28	81	흙을 밀고감
30	88	양호

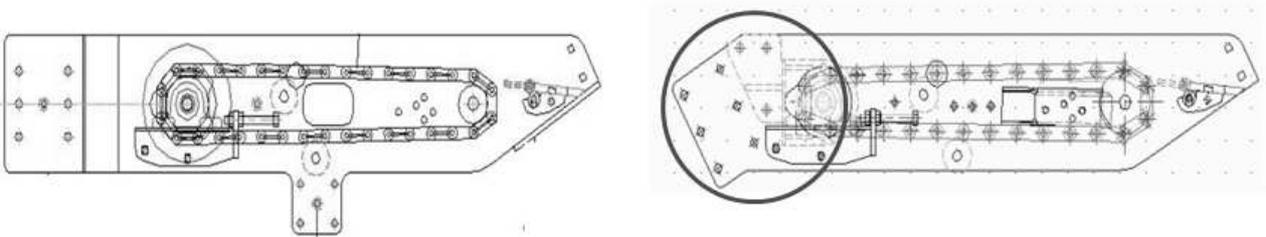


그림. 66 대과 굴취장치 조합도(좌:1차요인시험장치, 우:시작기)



그림. 67 대과 굴취장치(좌:1차요인시험장치, 우:시작기)



그림. 68 토양 굴취날(좌:1차요인시험장치, 우:시작기)

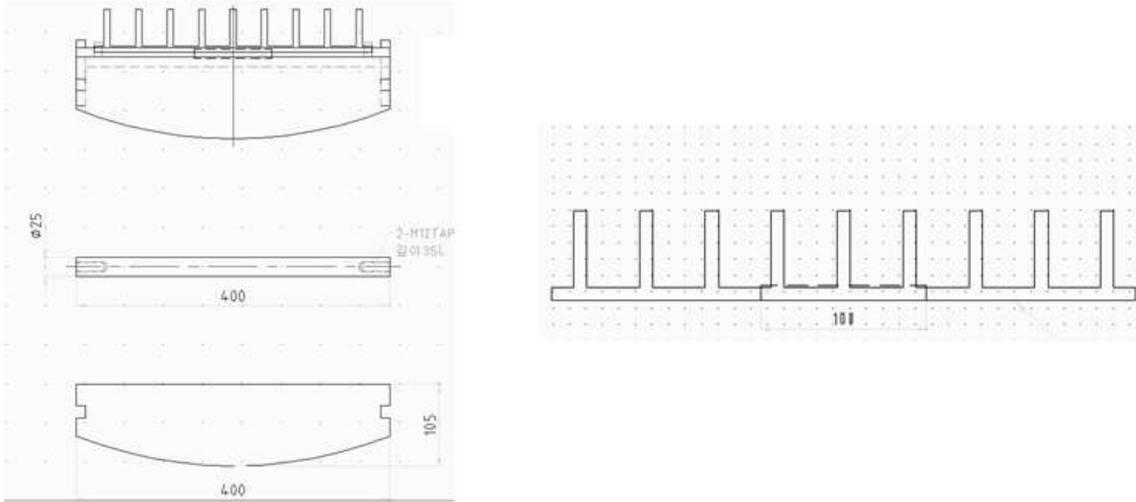


그림. 69 토양 굴취날의 조합도

(3) 토양 분리장치 설계 및 제작

굴취되어 이송장치로 올라온 대파와 토양을 철재 원형봉의 이송장치를 통해 토양을 작은 덩어리로 부수고, 부서진 토양의 덩어리를 걸러 버림으로써 대파를 다음 작업으로 이동시킬 수 있다.

1차 토양 분리장치는 대파 이송 중에 토양의 파쇄 및 분리를 용이하도록 진동효과가 있는 컨베이어형 이송장치로 구성하였다. 토양 분리 장치의 제원은 요인실험장치와 거의 변함이 없었으나 최적 속도를 추정하기 위하여 독립 구동기어를 부착하였다(그림. 70).

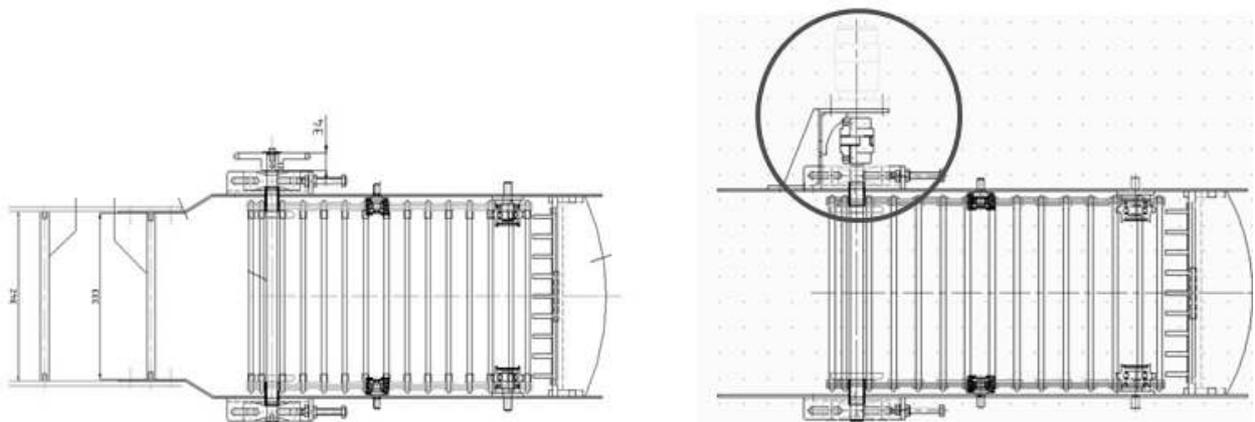


그림. 70 1차 토양 분리장치 조합도(좌:1차요인시험장치, 우:시작기)

토양분리장치의 체인은 349 mm에서 345mm로 크기가 조금 줄어들었으며 두뚝폭을 감안하여 400 mm으로 결정하여 두뚝을 따라 작업을 진행할 수 있게 설계하였다(그림. 70). 대파 이송 중 토양은 원형형태의 봉 사이로 떨어져 제거되고 뿌리에 붙은 토양이 분리되어 대파만 이송 될 수 있도록 제작하였다.

적절한 진동효과를 주기위해 컨베이어 벨트의 처짐을 조절하여 컨베이어 벨트의 회전 시 스프라켓에서 발생하는 진동을 조절 할 수 있도록 설계, 제작하였다. 이는 이송 중 토양 파쇄 효과와 원활하게 이루어지도록 하고 이에 따라서 대파의 쏠림현상이 일어나지 않도록 설계 및 제작하였다(그림. 71).

1차 토양분리장치에서는 두둑을 안고 이송하므로 대파의 뿌리에 많은 흙덩어리를 이송하기 때문에 컨베이어 이송장치 중앙에 2차 토양분리장치를 설치하였다.

컨베이어 이송장치를 이용하여 굴취된 대파들은 중간에 설치된 2차 토양분리장치에서 1차 토양분리장치에서 걸러진 토양을 재차 파쇄 시켜 주는 역할을 하도록 설계 및 제작되었다. 원활한 흙털림을 위해 원형봉 간격 35 mm, 전체 크기 160 mm로 설계하였다(그림. 73).

제작되어진 2차 토양 분리 장치의 모습은 그림. 74과 같다. 1차 그리고 2차 토양 분리장치를 통해 이송되어진 대파의 흙 털림율은 인력으로 수집되어진 대파와 비교 시 크게 효율이 차이나지 않았다. 따라서 요인시험을 통해 이송벨트와 배출부 사이에 있는 3차 토양 분리장치는 통합시작기로부터 제거하기로 하였다(그림. 75).

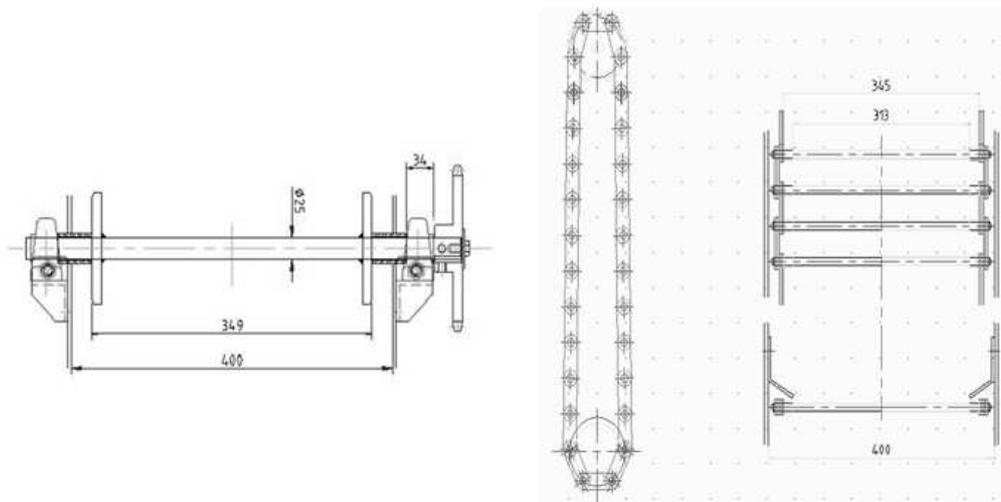


그림. 71. 컨베이어형 이송 분리장치 조합도(좌:1차요인시험장치, 우:시작기)



그림. 72 1차 토양 분리장치

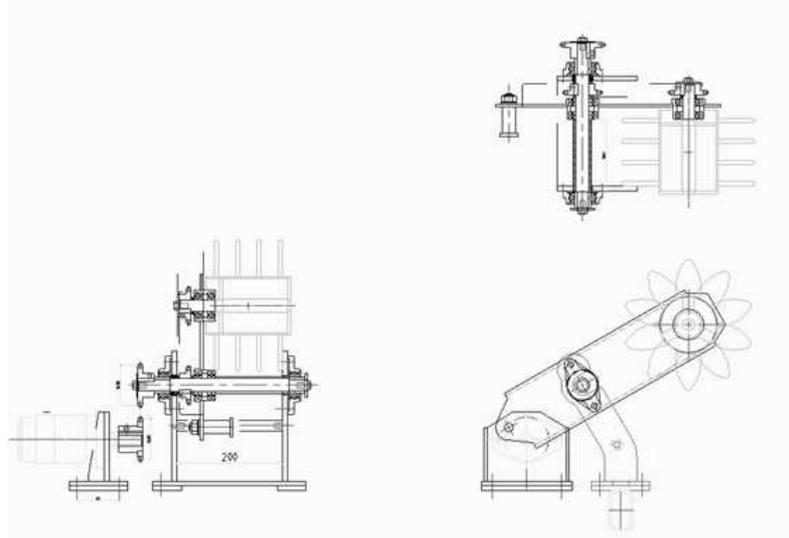


그림. 73 2차 토양 분리장치 조합도



그림. 74 2차 토양 분리 장치

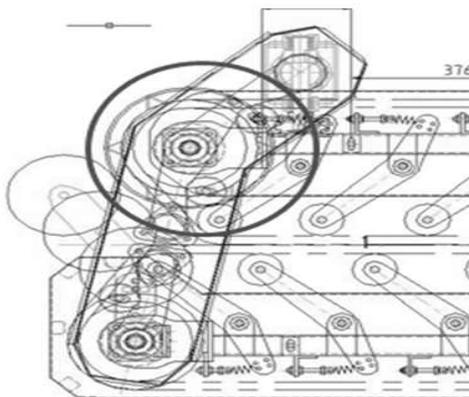


그림. 75 제거된 3차 토양분리장치 조합도 및 모습

(4) 롤러 컨베이어 이송장치 설계 및 제작

1차 토양분리장치를 통과한 대파는 롤러 컨베이어에 이송되어진다. 두둑에서 대파수확기의 후방에 있는 배출부까지 대파를 이송하기 때문에 그림. 72과 같이 경사지게 설치되어 있으며,

체인을 이용하여 롤러를 구동한다. 롤러 컨베이어 이송장치는 수직상태의 대파를 인력으로 수확할 때 두둑표면 위 5-10 cm에 대파를 이송할 수 있도록 설계하였다.

대파의 손상을 최소화하기 위해서 이송벨트의 간격을 480 mm에서 370 mm으로 줄여 장력을 조절하였다. 또한 대파의 수집을 손쉽게 가지런하게하기 위해 좌·우측 길이를 달리하여 대파수확기의 배출구보다 높은 곳 위치로 이송되게 한 후 대파를 배출부에 떨어뜨려 적재하도록 설계하였으나 아이들러 힌지의 위치조정을 통하여 이송효과를 높게 하였다.

요인실험에서는 좌·우로 대칭하게 아이들러 힌지를 설계하였지만 이송벨트의 처음과 끝 부분에 아이들러 힌지 간격을 줄여 대파가 배출단계까지 원활하게 이송할 수 있도록 통합시작기에 적용하였다. 또한 폭 80 mm, 총길이 약 4531 mm인 큰 B형 고무벨트를 장착하였으며 외측에 20 mm 쿠션을 접착하여 대파의 손상을 줄이고자 하였다.

대파의 재배 환경요소인 두둑높이는 대파를 인발하는데 중요한 요소이다. 컨베이어 벨트의 높이 고정으로 인한 문제점을 보완하기 위해 상하리프트 시스템이 가능한 컨베이어 시스템으로 보완하였다(그림. 76). 롤러 컨베이어 상하리프트 시스템은 트랙터의 유압을 통해 상하 800 mm 제어가 가능하다(그림. 77).

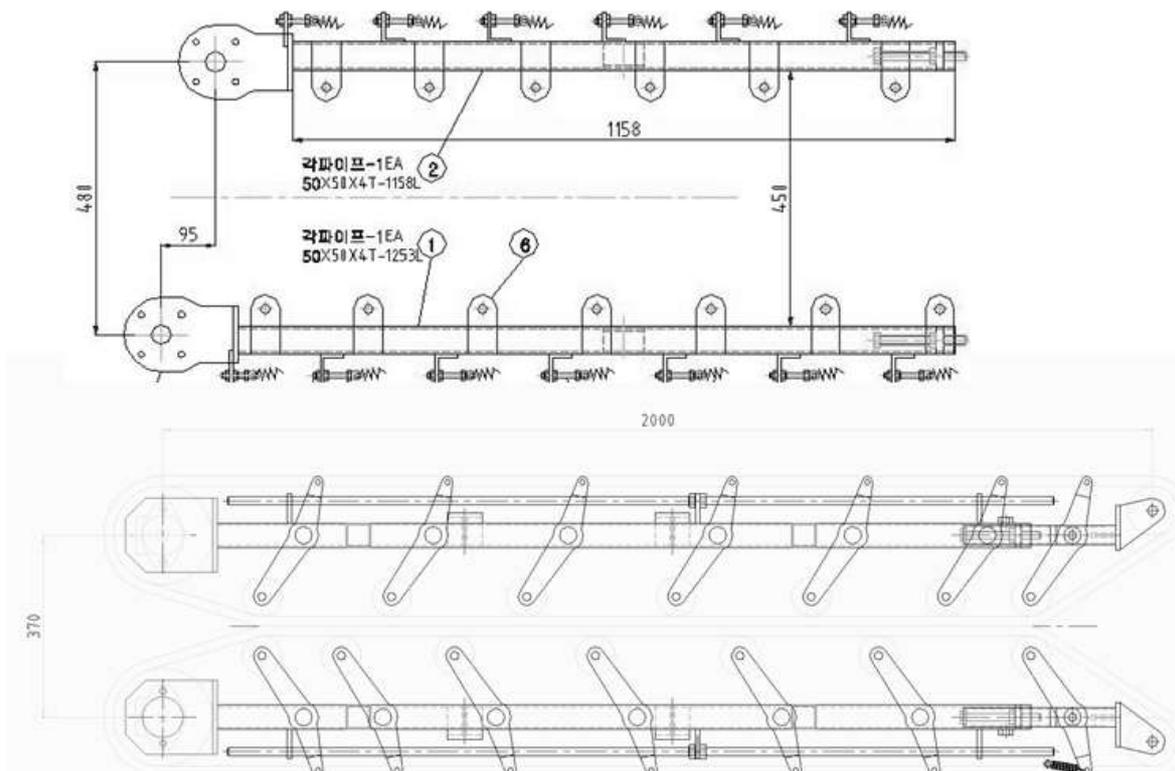


그림. 76 롤러 컨베이어 이송장치 조합도(상 : 1차요인시험장치, 하 : 시작기)

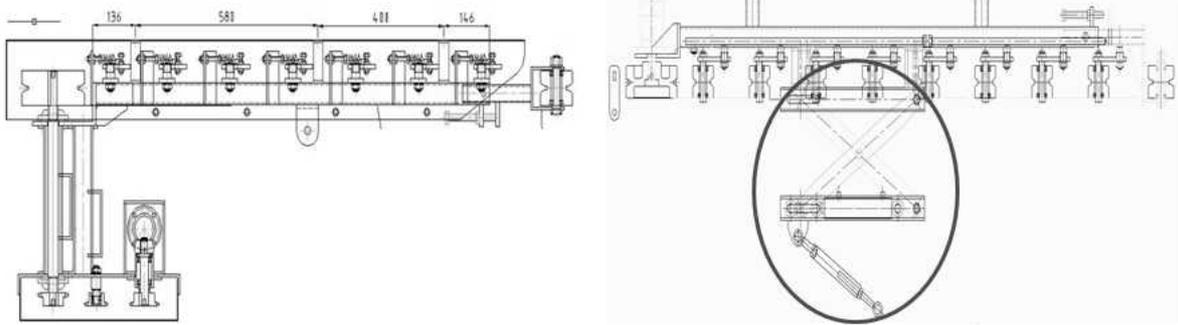


그림. 77 롤러 컨베이어 상하리프트 시스템 조합도(좌 : 1차요인시험장치, 우 : 시작기)

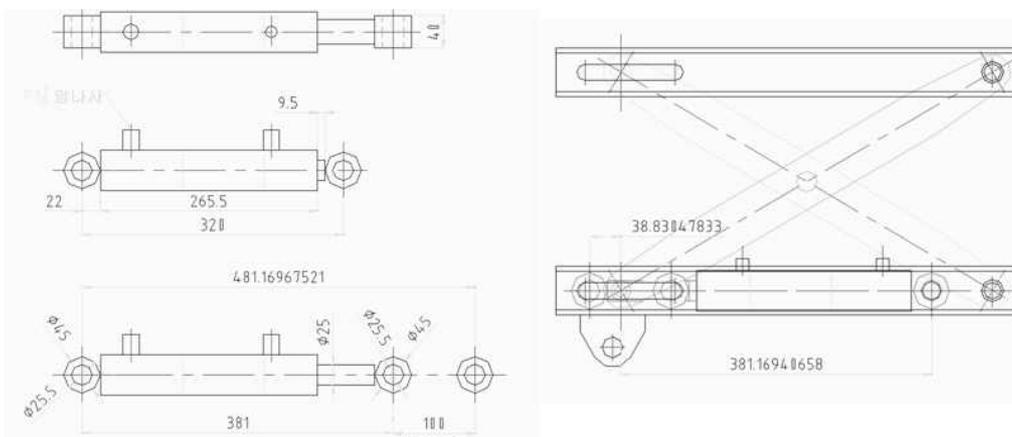


그림. 78 상하리프트 유압시스템

전체 이송벨트의 높이 조절이 가능하여 다양한 두렁높이에 적응할 수 있다. 수정된 설계도면에 의해서 제작된 롤러 컨베이어가 유압장치로 상하로 움직이는 모습은 그림. 79과 같다.



그림. 79 롤러 컨베이어 상하리프트 시스템

요인실험에서 사용하였던 이송벨트 덮개를 제거하고 대파의 쓸림현상을 잡아줄 수 있는 레일가이드를 그림. 80와 같이 추가 설치하였다. 이는 대파수확기의 작업속도 및 대량의 대파 유입을 방지하는 역할을 한다. 또한 통합시작기 끝부분에 추가 보조대를 설치하여 대파를 이송벨트에서 배출부에 자연스럽게 인계되도록 하였다(그림. 81). 그림. 82는 대파수확기의 작업 및

이동시 대파수확기의 프레임 휨 방지를 위하여 프레임 보조대를 추가로 제작하였다.



그림. 80 레일가이드

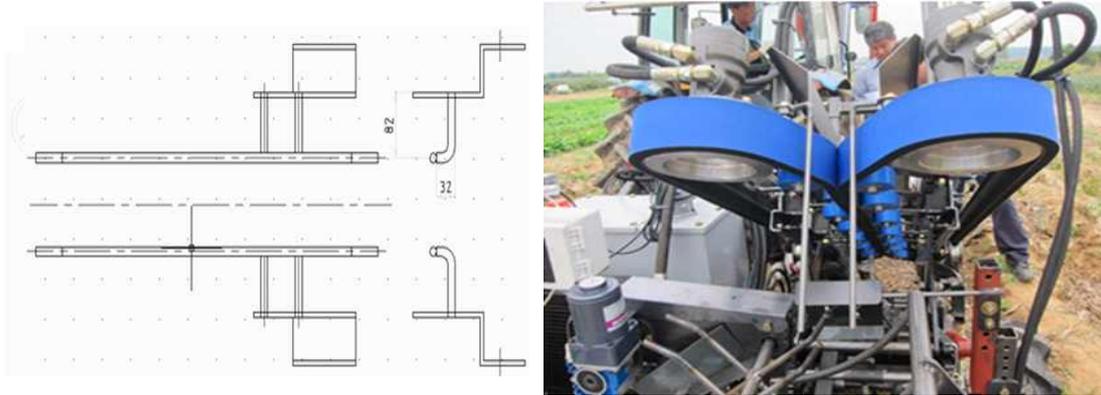


그림. 81 추가 보조대 조합도 및 모습



그림. 82 대파수확기 휨방지 보조대(좌:1차요인시험장치, 우:시작기)



나. 트랙터 부착 수집형 대파수확기 경사지 안정성 이론적 분석

(1) 주행 안정성 분석의 필요성

2011년 국립농업과학원의 연구결과에 따르면 작년 2011년도에 전국 23개 시군에서 341건의 농기계 관련 사고가 발생한 것으로 나타났다.

트랙터로 인한 사고사례는 94건으로 전체 사고비율의 27.6%를 차지하여 경운기로 인한 사고비율에 이어 두 번째로 높은 비율을 차지하였다. 조사결과에 따르면 농기계 교통사고 치사율은 14.6%인 반면, 오토바이 5.8%, 화물차 4.4%, 승용차는 2.1%에 머물러 농기계 교통사고 예방에 대한 대책이 지속적으로 추진되어야 할 것으로 지적되고 있다.

농기계 사용자에게 대한 안전교육의 미비와 운전자의 보호 장치 미비 등의 이유가 있겠지만, 안정성 분석 미비도 큰 이유가 되고 있다. 본 연구에서는 수집형 대파수확기는 트랙터와의 결속을 통해 움직이며 작업을 수행하게 된다.

트랙터의 경우 안정성 분석이 활발하게 이루어지고 있으며 4륜구동 트랙터 기술의 보급화로 기존의 2륜구동 트랙터에 비해 경사지 혹은 부 정지에서의 작업환경이 많이 개선되고 있다. 하지만 트랙터와 달리 트랙터에 부착된 작업기에 대한 안정성 분석은 미흡한 상황이다. 따라서 작업기의 전복으로 인한 트랙터 2차전복은 인명사고로 이어지므로 대파수확기 안정성 분석을 통하여 사고 피해를 줄여야 할 필요성이 있다.

(2) 문헌연구

차량 안정성에 관한 연구와 농업용 트랙터의 안정성 분석에 대한 연구가 다수 보고되고 있다. 김(1990)³⁾은 트랙터와 트레일러가 주행 중 전복할 때 바퀴 옆의 제어 손실에 대한 트랙터의 안정성을 조사하였다. 2륜 트랙터 모델이 수평이고 단단한 지면에서 작업할 때, 여러 변수 중 트랙터의 중심축 각도의 움직임에 대해 연구 및 분석하였다.

박(2005)⁵⁾은 임내 작업 차량의 동적 시뮬레이션 (RecurDyn 5.21)를 이용하여 임내 작업 차량의 적재 방식과 적재량에 따른 안정성을 분석하였고 차량이 안전하게 주행할 수 있는 횡전도에 대한 안전 영역을 제시하였다.

이 모델의 유효성을 무게중심, 질량 관성모멘트, 주행실험을 통해 검증하였으며 주행방향과 지면 경사도를 변수로 하여 임내 작업 차량의 횡전도 한계영역을 예측하였다. 박 등(2002)⁶⁾은 다물체 동역학 해석 프로그램을 이용한 포워더의 횡전도 안정성을 분석하였다. 3차원 횡전도 시뮬레이션은 3차원 CAD 모델러인 Solid Edge 8.0을 이용하여 구현한 포워더와 적재 원목의 모형 및 속성값을 적용시켜 Visual Nastran에서 수행하였다.

장애물의 높이가 높을수록 6륜구동 차량은 낮은 지면 경사도에서도 쉽게 횡전도가 일어나는 것을 규명하였으며, 보기차륜 장착 시, 포워더 안정성은 단순 6륜구동 포워더에 비해 2배 이상 높은 것으로 나타났다. 신 등(2007)⁸⁾은 농업농기계 안전사고 실태조사 및 원인분석을 통하여 농기계 안전사고 예방을 위한 정책적, 기술적, 교육적 측면의 기초자료를 얻고자 하였다. 조사 지역은 농작업 사고의 경우 24개 읍·면 70개 마을을, 농기계 교통사고는 9개 시·군 경찰서를 대상으로 조사하였다.

(3) 통합시작기의 안정성 무게중심 분석

대과수확기 시작기의 기구학적 분석을 하기 위해서는 정적인 측면의 안정성을 확보한 후 동적인 측면에서의 안정성을 측정해야 한다. 정적 안정성 측정을 위해서는 차량의 무게중심 일치 여부를 파악해야 한다. 대과수확기의 무게중심은 국제 규격 방법인 트랙터의 무게중심 측정방법(ISO 789-6)을 이용하여 구한다. 대과수확기의 무게중심 좌표를 (x_c, z_c) 으로 정한 뒤 x방향 무게중심과 z방향 무게중심을 각각 구한다.

작업차의 주행륜 중심사이의 길이(축간거리; D_x), 지면반력(F), 무게(W)를 측정하여 다음 수식을 이용하여 무게중심의 좌표를 구한다. x방향의 무게중심 x_c : 차량을 수평으로 올려놓고 통합시작기의 주행륜의 중심사이의 길이(축간거리; D_x), 후면 구동륜에서 전면 구동륜까지의 길이(윤거; D_a), 지면반력(F) 및 무게(W)를 측정한다.

(수식 1-1) 측정결과 D_x 와 D_a 는 대과수확기와 트랙터 뒷바퀴의 거리 및 접지면적사이의 거리로 890 mm로 나타났다. 앞서 언급한 수식에 따라 대과수확기의 x축 무게중심점 x_c 를 계산하면 741.2 mm 결과를 얻을 수 있다. z방향의 무게중심 z_c 는 그림 42과 같이 대과수확기의 좌우측 지면 반력을 측정하고 궤도 중심사이의 거리($D_z = 1290mm$)를 사용하여 식(1-2)을 풀면 z방향의 무게중심 z_c 를 구할 수 있다. 따라서 z축 무게중심은 211.4 mm 로 나타났다.

$$x_c = D_a - \frac{D_x F}{W} \quad (1-1)$$

여기서, F = 전반부의 지면 반력

W = 통합시작기의 총 무게

D_a = 후면 구동륜에서 전반부 구동륜까지의 길이

D_x = 주행륜의 중심사이의 길이

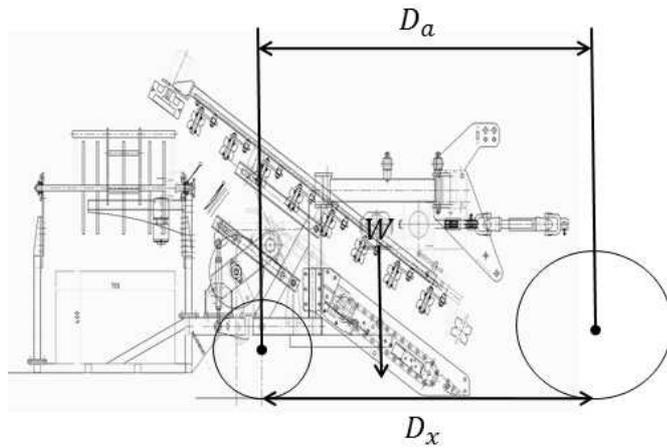


그림. 83 x축 대과수확기의 무게중심점

z방향의 무게중심 z_c :

$$z_c = \frac{D_z F}{W} \dots\dots\dots (1-2)$$

여기서, D_z = 차륜간의 폭

W = 통합시작기의 총 무게

F = 우측 차륜의 지면 반력

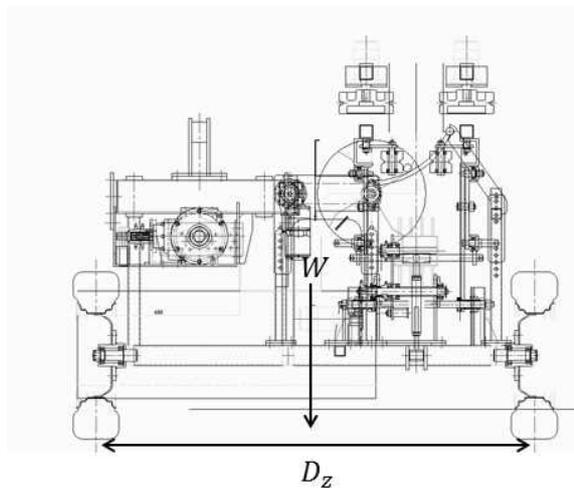


그림. 84 y축 대과수확기의 무게중심점

(4) 통합시작기의 전복각 측정(정역학적 분석)

차량의 전복각을 측정하는 방법은 그림 5과 같다. 무게중심점과 차륜간의 수평거리(X_{cm})와

차륜간의 수직거리(Y_{cm})를 이용하여 전복각(θ_{crit})을 계산하고, 이때의 전복각과 차륜간의 거리(W)를 이용하여 전복되는 높이(h)를 측정한다.

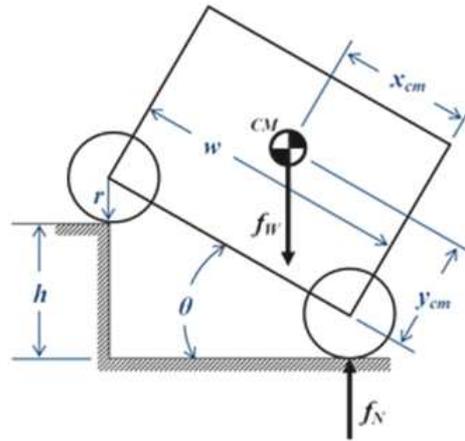


그림. 85 전복각 측정

$$1) \theta_{crit} = \tan^{-1}\left(\frac{x_{cm}}{y_{cm}}\right)$$

$$2) h = W \tan^{-1}\left(\frac{x_{cm}}{y_{cm}}\right)$$

(5) 동역학적 주행 안정성 분석

동역학적 주행 안정성 분석은 정역학적 분석과 다르게 다양한 변수가 존재한다. 때문에 위와 같은 단순한 식으로 분석이 불가능하며, 이를 위해 개발된 전문적인 프로그램들을 통해서 분석이 가능하다.

본 연구에서는 동역학 분석 프로그램인 Recurdyn을 사용하였는데, 이는 소음 진동분야에서 중요하게 취급되는 동역학 해석을 위해 개발된 프로그램으로 상대좌표계를 적용하여 고속운동 문제와 강성문제에 강하며 해석속도가 빨라 특정 모델에서는 실시간 시뮬레이션까지 가능한 프로그램이다.

Recurdyn은 MBD(Multi Body Dynamics)와 FEM(Finite Element Method)가 결합된 MFBD(Multi Flexible Body Dynamics) 해석을 제공한다. 이를 통해 강체(Rigid Body)와 유연체(Flexible Body)의 해석이 가능하여 강체인 트랙터와 대과수확기의 유연체인 지면과의 해석이 필요한 본 과제의 특성상 Recurdyn을 택하게 되었다.



다. 트랙터 부착 수집형 대파 수확 시작기 수집부 및 배출부의 설계

(1) 수집 및 배출부 설계 및 제작

제작된 대파 수집 및 배출부 장치는 첫째로 이송벨트를 통과한 대파를 수집하는 경사 완충 안내판, 둘째로 안내판을 통과한 대파가 결속기에 적재되도록 안내하는 동시에 대파를 최소화 하기 수집 및 배출부로 구성되어 있다.

이송된 대파를 수집할 수 있도록 설계된 경사 완충 안내판은 기울기 65°, 총길이 600 mm로 높낮이를 자유롭게 바꿀 수 있다. 대파 수집 및 배출부는 경사 완충 안내판에 수집된 대파를 결속기에 쉽게 배출할 수 있어야 한다.

그림. 87은 대파수확기 수집 및 배출부의 전체 설계도면으로서 대파 수집을 위한 장치의 메카니즘을 나타내고 있다. 대파 수집 및 배출부는 대파의 손상을 최소화 하고 이송벨트와의 속도를 연계해야하므로 배출부 속도조절 장치가 반드시 설치되어야 한다(그림. 88).

수집부의 형태는 대파를 쉽게 배출할 수 있도록 X롤 형식으로 구성하였으며 대파의 총길이를 고려하여 424mm 크기로 제작하였으며 봉 간격은 각각 70 mm와 142 mm이다. 통합시작기의 수집 및 배출부는 그림. 89의 요인실험장치에서 대파 이송과정 중 배출부에서 대파에 의해 걸리는 문제점을 전면 수정하여 보완 설계 및 제작하였다.

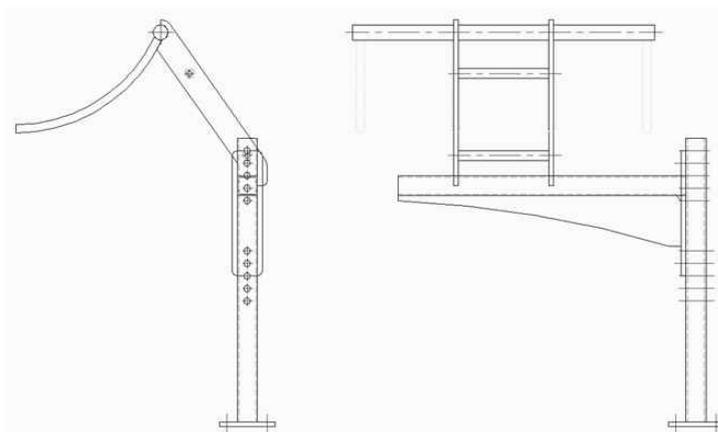


그림. 86 경사 완충 안내판

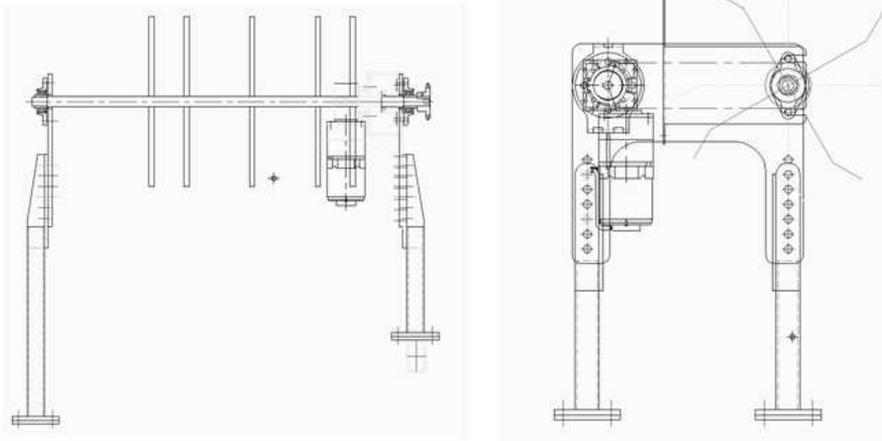


그림. 87 수집 및 배출부 조합도

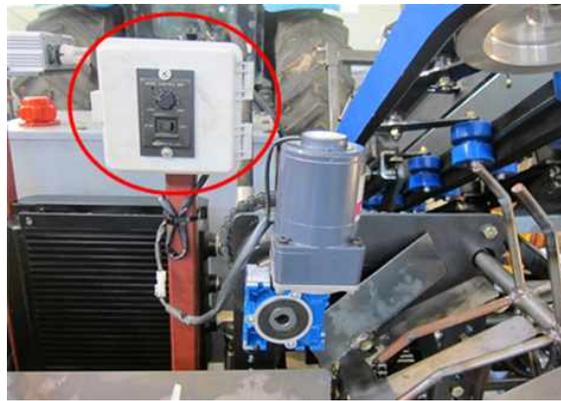


그림. 88 수집 및 배출부 속도 조절 장치



그림. 89 수집 및 배출부(좌:1차요인시험장치, 우:시작기)

(2) 3점히치 및 PTO 유니버설 조인트 규격에 맞는 부착장치 제작 및 조합

동력취출장치(PTO, power take-off)는 트랙터로부터 대과수확기에 회전력을 기계적으로 전달하기 위한 장치로서 동력 취출축과 이를 구동하기 위한 동력 전달 장치를 합한 것을 말한다. 동력취출축의 최초 표준위치는 그림. 90에서와 같이 트랙터 후방이다(트랙터공학, 류관희).

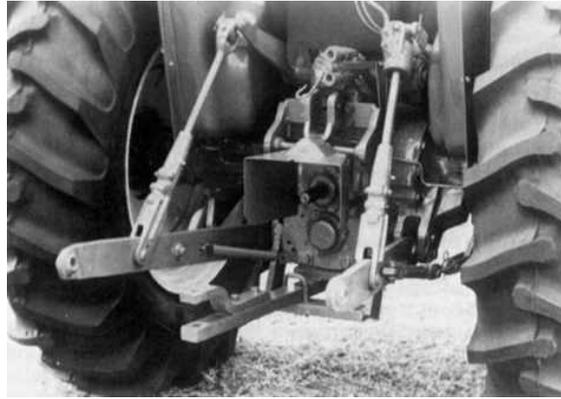


그림. 90 트랙터 동력취출장치(ASAE)

동력취출축의 위치는 표준속도에 따라 약간의 차이가 있으나 견인봉(drawbar)에 대한 상대적인 위치로서 결정된다. 그림. 91은 미국농공학회(ASAE), 자동차공학회(SAE)에서 제정한 동력 취출축의 표준위치를 나타낸 것이다.

동력 취출축에는 안전을 위하여 안전덮개를 하도록 되어 있다(트랙터공학, 류관희). 따라서 트랙터 부착 대과수확기는 동력 취출축의 표준위치를 고려하여 지상에서 최대 70.7 cm 높은 곳에 부착하도록 설계 제작하였다.

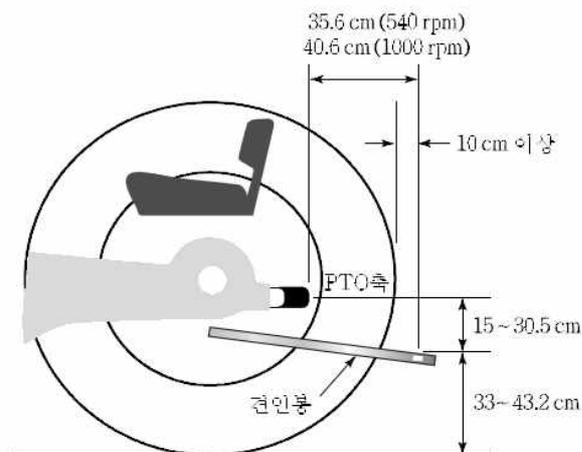


그림. 91 동력 취출축의 표준위치

트랙터 3점 히치 연결부와 부착장치는 트랙터 이동시 작업기를 가운데에 위치할 수 있도록 설계하였다. 수평이동이 제한적이었던 요인실험장치는 필드에서 이동시 타작물에 피해를 주는 문제점이 있었다.

대과 수확 작업 외 이동시에는 트랙터의 중심에 위치하도록 하여야 한다. 이는 이동시 안정성을 고려하고 트랙터 회전 시 한쪽 쏠리는 문제점이 발생하지 않게 한다. 따라서 연결부와 부착장치를 유압으로 제어할 수 있도록 수평이동장치를 수정 및 보완하였다. 이로 인해 대과수확기 이동시 작업 진행방향이 가운데 위치하도록 이동 폭을 확대 하였다.

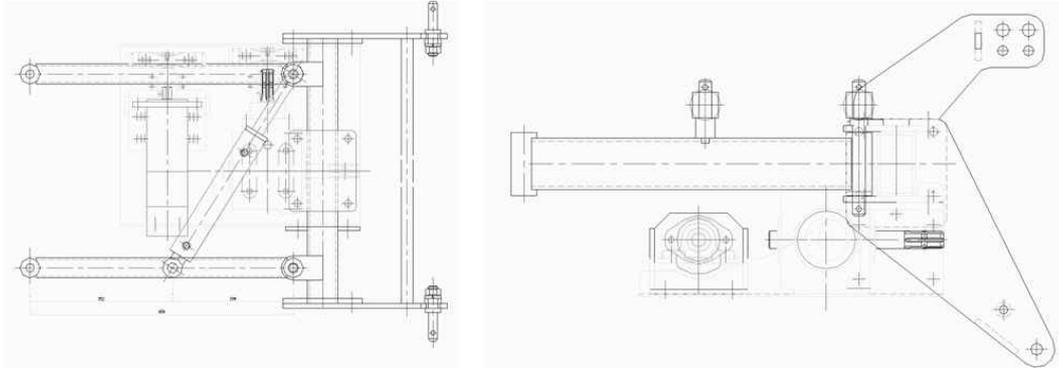


그림. 92 3점히치를 고려한 부착장치 조합도

(3) 결속기 설계 및 제작

수집 및 배출부로부터 이송되어온 대파를 5개의 결속대를 통해 한 묶음씩 배출하는 결속기를 설계 및 제작하였다. 결속기는 5개의 결속대를 반시계방향으로 돌며 작업방향 기준 좌측으로 대파를 결속하여 배출하며 개념 구상도는 그림. 93와 같고 결속기의 작업과정은 다음과 같다. 배출부로부터 1개의 결속대에 대파가 적재되어지면 결속끈으로 대파 1단을 체결한 후 배출하는 형태이다. 결속기는 그림. 94와 같다.

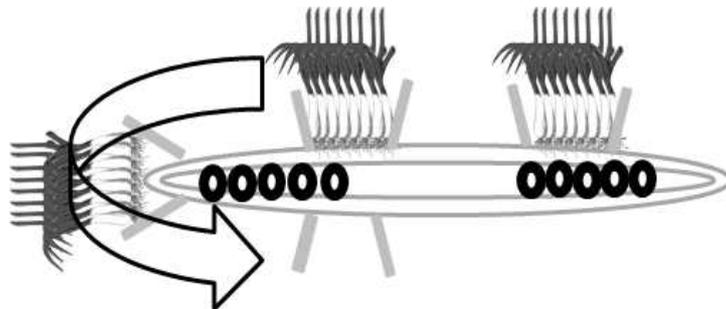


그림. 93 결속기 구상도



그림. 94 결속기

추가적으로 결속기를 제외하고 보조작업자가 투입하여 대파를 컨테이너 형식으로 적재할 수

있는 배출부를 제작하였다. 추가 배출부는 그림. 95와 같다.



그림. 95 추가 배출부 제작

(4) 적정속도비 결정

이송벨트, 1차 2차 토양분리장치, 그리고 트랙터 이동속도간의 최적 속도비를 결정하기 위하여 이송벨트, 1차 2차 토양분리장치의 속도를 제어할 수 있는 유압모터 및 유압탱크를 설치하였다. 유압탱크는 PTO축으로부터 전달되어진 동력을 이용하여 유압모터를 구동하게 된다. 각각의 장치는 표. 25에 제원에 따라 유압조절장치를 장착하였다(그림. 96).

표. 25 유압탱크의 제원

Code	Displacement (cm ³ /rev)	Max. Speed [RPM]	Max. Torque [daNm]		Max. Output [kW]		Max. Pressure Drop [bar]		Max. Oil Flow [lpm]
MP50	49,5	1210	9,4	11,9	10,1	12,2	140	175	60
MP80	79,2	755	15,1	19,5	10,2	12,5	140	175	60
MP100	99	605	19,3	23,7	10,5	12,8	140	175	60



그림. 96 유압조절장치

라. 트랙터 부착 수집형 대과 수확 시작기 수집부 및 배출부 제작 및 성능 분석

트랙터 부착 수집형 대과수확기의 통합 시작기 성능시험에 사용된 트랙터는 국내에서 사용되고 있는 일반적인 범용 트랙터인 60마력 중·소형 트랙터(LS-Mtron, U6020)를 이용하여 시행하였다.

트랙터의 작업속도는 트랙터의 전/후진 변속 및 부변속장치의 변속기를 이용하여 변화시켰으며 표. 26은 본 시작기 성능시험에서 사용된 트랙터의 제원을 나타내고 있다.

표. 26 트랙터 제원

Division	Entry	U6020	
		CABIN	ROPS
Body Size	Length×width×height(mm)	3767×1785×2453	3767×1785×2610
	Weight(kg)	2296	2091
Tire Size	Front-wheel(inch-inch)	11.20-20	
	Back-wheel(inch-inch)	14.90-28	
PTO	Mode	Stand-alone Type	
	PTO Speed(rpm)	540/750/1000	
Hydraulic	Hydraulic control form	position/traction/horizontal position control	
	Number back port	4	
Engine	Engine Power(kw)	55	
	Engine RPM(rpm)	2500	
Driving	Speed change type	Synchro Shuttle	
Efficiency	stage of speed changer	16×16	
	Speed(km/h)	1.16~28.12	

(1) 실험 포장 및 실험 대과 특징

트랙터 부착 수집형 대과수확기 통합시작기의 포장 성능 시험은 경기도 이천시에 위치한 전문적으로 대과를 재배하고 있는 농가에서 실시하였다.

대과 재배 양식을 조사한 결과, 대과 재배 형태는 외줄 재배 형태로 식재되어 있었다. 또한 식재된 표토의 형태를 조사한 결과, 두둑폭은 465 mm, 두둑높이는 325 mm 그리고 고랑폭은 325 mm로 두둑이 형성되어 있었다. 표. 27은 포장 성능 시험이 실시된 재배포장의 특성을 보여주고 있다. 그림. 97은 대과 재배 농가의 위치와 포장상태를 보여주고 있다.

토성은 농촌진흥청 국립농업과학원에서 운영하는 농업토양정보시스템(ASIS)으로 운영중인 흙토람에서 제공받았다. 흙토람은 토양도의 속성정보와 필지별 토양검정정보 등을 인터넷을 통하여 제공하고, 국립농업과학원, 국립식량과학원에서 토양 조사한 자료와 시·군 농업기술센터

에서 토양시료를 채취, 분석한 필지별 토양검정정보를 서비스를 하고 있다.

본 시험이 이루어진 위치에서 조사된 토성은 흙토람에 따르면 표토의 토성은 양질세 사토였다(그림. 98). 토양의 물리적 특성은 하천변이며, 표토토성은 양질세 사토, 심토토성은 사질토, 토양통은 낙동통으로 배수등급이 양호하여 대과수확지에 적합한 토양이었다(표. 28).

표. 27 대과 재배지 두둑 고랑 형태

(단위: mm)				
구분	1차	2차	3차	평균
두둑높이	350	325	300	325
두둑폭	500	465	430	465
고랑폭	300	325	350	325



그림. 97 대과 재배 포장의 모습

표. 28 토양의 형태적 물리적 특성

항목	지형	표토토성	심토토성	배수등급	경사
토양특성	하천변	양질세 사토	사질	매우 양호	0-2%
항목	자가함량	유효토심	토지이용	논밭유형	토양통
토양특성	자갈이 없는	얕음	밭	사질전	낙동(Nd)

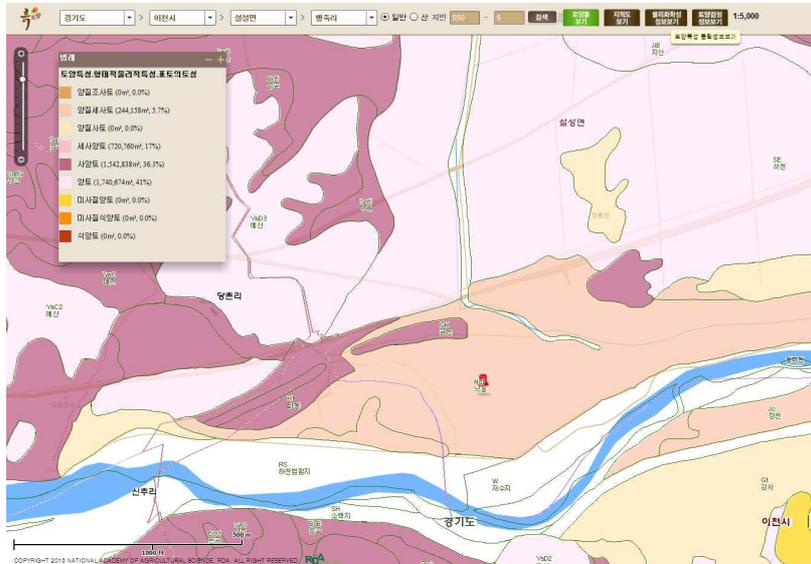


그림. 98 표토의 토성 지도

토양의 물리적 성질중 하나인 토양 수분을 측정하기 위하여 사용된 토양 수분 센서는 국내에서 상용화 되어 있는 WT-1000N(Mirea Sensor, Kor)를 사용하였다. 토양 수분 센서는 FDR 형태로 다른 수분 센서형태보다 소형이며 토양 수분 센서 사양은 표. 29과 같다.

고랑과 두둑의 임의 6곳을 선정하여 토양 수분 센서로 측정하였으며 토양수분 분석 결과 두둑의 수분은 7.87 %, EC는 0.16 ds/m, 그리고 온도는 18.3 °C로 측정되었으며, 고랑의 수분은 27.77 %, EC는 0.26 ds/m, 그리고 온도는 18.7 °C로 측정되었다. 두둑에 비하여 고랑에서는 수분함량은 약 20 %, EC는 약 0.10 dS/m 만큼 높은 것을 확인할 수 있었다(표. 30).

표. 29 토양 수분 센서의 모습 및 제원

Picture	Analog	
	Voltage	0-5V, 1-5V, 0-1V, 0-2.5V (linear output)
Signal Output	Current	4-20mA(linear output)
	Digital	
Measuring Range	serial TTL level	9600,N,8,1(RS-232c)
	Moisture	0-99.9%
	Temperature	0-60° C
Accuracy	Moisture	± 2%
	Temperature	± 0.5° C
Sensor type	FDR2(Frequency Domain Reflectometry)	
Operating Range	0-60° C	
Size	Probelength 11.5cm ∅48mm	
Power Supply	DC 9-15[V]	
Current	25mA	



표. 30 대과 밭의 토양 상태

구분	수분(%)	EC(dS/m)	온도(℃)	구분	수분(%)	EC(dS/m)	온도(℃)
두 독	8.90	0.11	18.8	고 랑	26.00	0.42	18.9
	7.00	0.14	18.4		26.30	0.30	18.9
	5.30	0.18	18.4		27.20	0.29	18.9
	7.20	0.13	18.2		29.70	0.20	18.6
	11.60	0.25	18.0		29.70	0.20	18.5
	7.20	0.13	18.2		27.70	0.14	18.8
평균	7.87	0.16	18.33	평균	0.00	0.00	0.00

(2) 실험 측정 방법

대과 재배 농가의 면적은 약 240 m²로 이 중 50 m² 면적을 각 구간별로 50 cm 씩 나누었으며 그림. 99과 같이 바퀴에 고랑을 두고 두독에 굴취부를 위치 시키면서 시험하였다. 대과수확기의 동력은 트랙터 PTO로 부터 취출하였다. 취출된 PTO 회전속도는 밭작물 작업기에서 많이 사용되고 있는 540 rpm 구간에서 구동이 되도록 하였다.

본 시험에서 측정항목은 요소별 장치 구동여부, 굴취율, 손상률, 그리고 흙 분리 상태여부에 대하여 조사하였으며 각 요소별 최적 작업 속도를 구명하기 위하여 1차년도 대과수확기의 설계조건에서 명시하였던 이동속도인 0.2 m/s를 고려하여, 트랙터 엔진 회전속도 1300 rpm 에서 트랙터 이동속도는 0.2 m/s로 고정하고 실험을 진행하였다. 다음 목차에서 대과수확기 시험조건과 이에 따른 목적을 명시하였다.

1. 수집형 대과수확기의 최적 조건을 결정하기 위하여 부위별 속도비를 결정할 필요가 있다. 굴취부 및 이송부의 속도비를 통해 적정 조건을 알아낸 후 토양분리장치와 배출 및 결속부의 적정 속도를 독립적으로 결정한다.
2. 트랙터 주행속도는 3수준으로 나눠 실험한다. 대과가 컨베이어에 쌓이는 것을 방지하기 위해 그보다 빠른 속도로 체인 컨베이어와 벨트 컨베이어의 속도를 3수준으로 나누어 실험을 시행한다.
3. 위 실험을 통해 굴취부 및 이송부의 적정 속도비를 구한 후 대과 손상률과 불량 흙털림 발생률이 적은 흙털림 분리장치의 속도를 찾는다.
4. 마지막으로 결속부의 속도는 농민들이 효율적이고 빈번하게 사용하게 될 실제적인 속도인 최대 속도로 고정한다. 결속부의 최대속도에 맞는 배출 및 결속 유도장치의 속도를 결정한다.

본 연구에서 회전속도 측정에 사용된 장비는 타코미터는 MT-4200(Ono Sokki, Jpn)을 사용하였다. 그림. 100은 타코미터의 외형과 측정 모습을 보여주고 있다. 사용된 타코미터는 30 rpm부터 최대 50,000 rpm 까지 측정이 가능한데 제원은 표. 31에서 명시하였다.



그림. 99 대파수확기 작업 모습



그림. 100 타코미터 외형 및 측정 모습

표. 31 타코미터 제원

Description	Non-Contact pocket type
Range	30-50,000 rpm
Detection Distance	20 to 300mm / 1 to 12 inches
Display	Large LCD 5 digit Display
Power/Battery life	Three type AAA batteries provide 20hrs. of continuous use
Operating Temperature	41° to 104° F / 5° to 40° C



(3) 각부 실험 결과

(가) 토양 절삭 장치

요인실험장치(2012)에 문제점으로 나타났던 장착 시 원판디스크 휠 접고, 펴기가 가능하도록 2차 시작기(2013)에서는 보완 및 수정하였다. 그림. 101와 102에서는 수정된 토양 절삭 장치의 원판 디스크가 두둑을 따라 토양을 절단시키고 토양을 반전시키는 작업을 수행되고 있는 것을 보여주고 있다. 하지만 토양 절삭 장치 구동 중 토양의 반발력으로 인하여 한쪽 디스크 연결부가 파손되었다.



그림. 101 토양 절삭 장치 시험모습(1)



그림. 102 토양 절삭 장치 시험모습(2)

3차 시작기(2014)에서 디스크 크기 및 장착 위치를 수정하여 추가 보완할 필요가 있다. 요

인실험 장치에서는 두렁토 처리시 원판디스크 설치각(방향)이 불량하고, 높이가 고정되어 과부하 현상이 발생되었다. 2차 시작기에서 이를 보완하여 설치각 조절이 자유롭게 장치를 변경하여 두렁토 적응성을 높여 두렁토 처리과정에 발생하는 과부하를 줄였다.

하지만 디스크의 직경이 커서 두렁토에 뜨는 현상이 발생되므로 3차 시작기에서는 디스크 장착 방식과 디스크를 축소한 소형 쟁기 부착 방식으로 설계 변경이 요구된다.

(나) 대파 굴취장치 및 토양 분리장치

굴취부의 위치를 제어하는 동력원은 트랙터 유압을 이용하였으며 굴취부에 두둑 전체의 토양이 유입되는 문제점을 인지하여 체인컨베어 설치각 및 방향을 조정하였다. 이로서 굴취부의 중앙에 위치한 토양 절삭 장치로부터 대파 굴취 중 발생하는 흙덩어리 유입을 방지 할 수 있다.

대파 재식이 일자형태가 아닌 구간에서는 운전자의 미숙으로 인하여 토양 절삭 장치가 두둑을 타지 못하고 진입을 하지 못하였다. 이로 인해 대파의 이송이 원활하게 이루어지지 않고 기계 주변에 유입되지 않음을 확인하였다.



그림. 103 토양 굴취 장치



그림. 104 흙털림 불량 발생 모습



그림. 105 굴취장치 진입각 문제

요인실험장치(2012)의 대과 굴취부는 바뀌고정형태로 두령(골) 적응력이 부족한 문제점이 발생되었고, 이를 수정 보완하여 2차 시작기(2013)에서는 굴취부를 이동 및 진입각을 조정하여 개선되었으나 두령 적응력이 완전히 해결되지는 못하였다(그림. 105).

토양 굴취 작업중 진입각이 문제가 되어 대과를 인발하지 못하는 현상이 발생되어 이는 3차 시작기(2014)에서 추가적인 보완 수정이 이루어질 필요가 있다. 또한 요인실험장치(2012)에서는 높은 두령은 흙 이송 및 털림 역할을 하는 체인이송벨트에 부하를 주고, 이송벨트 높이를 고정함으로써 대과의 인발효과를 상실되는 문제가 있었다. 이는 다양한 두령 높이의 적응이 불량하다고 판단되었다.

2차 시작기(2013)에서는 유압장치를 이용하여 이송벨트 전체의 높이 조절이 가능한 시스템으로 설계 변경하고 제작을 하였다. 이에 따라 두령 적응력이 양호해진 것을 확인하였다. 하지만 토양분리장치와 체인컨베어 이송속도가 비슷하여 흙털림 불량이 발생하였다.

그림 46과 같이 수분이 적은 토양은 분리시키지 못하고 장치에 걸려있는 모습을 볼 수 있었으며 1차 토양분리장치를 지나간 후의 대과의 모습으로 분리되지 않은 토양덩어리들이 이송벨트에 많은 흙을 안고 가는 상황이 발생하였다. 이로 인해 흙 상태에 따라 흙덩어리가 장치에 걸려 수확기 및 트랙터의 부하가 걸리는 것을 확인하였다.

3차 시작기에서 토양 분리장치(체인컨베이어)와 대과 이송장치(롤러컨베이어) 속도비를 개선하여 흙털림 불량 발생 현상을 보완할 수 있을 것으로 판단된다.

(다) 롤러 컨베이어 이송장치

요인실험장치(2012)에서는 이송수집부에서 수직으로 취부가 되지 않아 밑으로 빠지는 현상이 발생하였다. 이는 굴취 개시점과 이송벨트의 취부위치가 상이하여 발생된 것으로 판단하고 2차 시작기(2013)에서는 이를 개선하여 이송취부를 전방으로 약 30 cm 이동시키고, 길이를 증가시켜 이송율을 증가시켰다. 그림. 106은 토양분리장치를 지나 이송벨트에 대과가 이송되는 모습이며 높은 두령이 이송벨트에 영향을 주었으나 이송벨트의 상하높이 변화 인발 효과를 상승시켰다.

수정된 2차 시작기의 이송장치 시험결과 수집형 대과수확기 시작기는 다양한 두둑높이의 적응이 용이하였으며 또한 높은 굴취율을 보였다. 따라서 2차 시작기의 이송력이 양호해진 것으로 사료된다. 하지만 대과 및 잡초와 토양의 과다 유입이 벨트의 과부하에 영향을 미쳐 이송벨트 풀림 현상이 나타났다(그림. 107). 이러한 현상이 발견된 이유는 대과 발의 제조상태 및 토양상태가 양호하지 않아 발생된 걸로 확인 되었다.

대과 수확 작업 당시 사전에 제조 작업이 이루어지지 않아 잡초 불량한 토양상태로 과다 토양 유입으로 이송벨트가 어긋난 것으로 판단된다. 이송벨트 풀리는 현상은 3차 시작기에서는

이송벨트를 연결시켜주는 롤러부에 이송벨트 가이드를 장착하여 풀림현상을 막을 수 있을 것으로 판단된다. 그림. 108와 109은 요인실험 장치에서 발생되었던 흙털림 불량을 2차 시작기에서는 개선하여 대파 이송 과정 중 뿌리에서 흙털림 상태가 양호한 것을 확인할 수 있다.

대파의 가이드 라인 및 흙털임 로터장치의 속도차이에 의해 대파를 손상시키는 모습을 확인할 수 있었다. 이는 로터 폭이 좁고, 속도가 이송벨트속도와 같지 않아서 발생되었다고 판단되었다. 3차 시작기(2014)에서는 이를 개선하여 흙털이 로터 폭을 넓히고, 회전속도를 증가시켜 대파 손상율을 개선할 수 있다.



그림. 106 롤러 컨베이어 이송장치 시험모습



그림. 107 이송벨트 풀림현상



그림. 108 대파 이송 중 홉털림 상태



그림. 109 대파 이송 중 홉털림 상태



그림. 110 홉털이 로터로 인한 대파 손상

(라) 배출부 및 이송장치

이송벨트로부터 이송되는 대파들은 처음 설계되어진 기구부의 높이와 맞지 않아 배출구에 원활한 이송이 불가하였으나 배출부에 설치로 원활한 이송이 이루어졌다. 다만 배출부의 회전 속도와 이송속도가 맞지 않아 대파가 배출부에 정확히 안착하지 못하였다.

배출부 전에 높이 조절 장치를 부착하여 배출구에 이송이 용이하도록 하였다. 이로 인해 파의 크기나 재배 형태에 따라 대파의 구부러진 정도나 높이를 사용자가 쉽게 조정할 수 있도록 하였다. 그림. 111은 배출 및 결속부까지 이송장치 작업과정을 보여주고 있다.

요인실험장치(2012)는 배출부로부터 배출되는 대파를 이송 수집하는 수집장치(작업대) 및 이송벨트가 미설치되어 있어 2차 시작기(2013)에서는 이를 개선하였다. 하지만 횡수집 장치 및 결속장치가 미흡하여 유입량에 대한 결속장치 처리능력이 부족하였다. 이 처리능력이 부족한 과정을 개선하여 3차 시작기(2014)에서는 개선할 필요가 있다.



그림. 111 배출 및 결속부까지 이송장치 작업과정

(마) 수집 및 결속부

요인실험 장치에서는 수집장치 이송 벨트가 미설치되어 있어 2차 시작기에서는 수집부 및 결속부까지 이송장치는 배출부에서 나온 한 묶음(15~20)의 단을 이송하도록 설계 및 제작하였다. 그림. 112은 수집 이송부 및 결속부 장치의 작업과정을 보여주고 있다. 하지만 수집 이송부의 횡이송 X롤의 직경이 너무 작아 수집된 대파의 이송처리 능력이 부족하였다.

3차 시작기(2014)에서는 X롤의 직경을 키우고 결속장치를 전체적으로 이동시켜 처리능력을 확보할 수 있다. 요인실험 장치에서는 결속부 개념설계만 되어 있는 상태로 미설치되어 있었으나, 이를 2차 시작기에서는 결속기 모델을 선정 후 설계하였다. 결속부는 수집 이송부로부터 이송된 한 묶음(15~20)의 단을 묶개끔 설정되어 있다.

수동으로 제어할 수 있는 별도의 버튼이 설정 되어있다. 하지만 결속끈의 위치 선정 문제와 주행 중에서 발생하는 진동으로 인하여 대파와 결속비닐간의 간격이 약 30 mm 정도 떨어진 것을 확인하였으며 이로부터 대파의 결속력이 떨어진다는 단점을 발견하였다(그림. 113). 제품 개발과정 중에 다음과 같은 문제점이 지적되었다. 문제점을 나열하면 다음과 같다.

1. 시간당 작업량을 고려할 시 결속부는 처리 속도에 걸림돌로 발생할 수 있다.
2. 결속부 자중과 부가적인 장치로 필요한 트랙터 구동마력이 상승하여 소형 트랙터에 적용하기가 힘들어 질 수 있다.
3. 결속기 제작으로 인하여 제작비가 과다하게 투입되어 개발비가 상승하게 된다.
4. 또한 이를 실용화하여 실제 국내농가에 판매 시 판매가격의 상승원인으로 농가에서 구입 시 구입비 지출이 상승하게 된다.

위와 같은 실용화 문제로 접근하였을 때 단가절감 및 공정축소로 소형화가 가능하도록 결속부를 수집부로 전환하는 접근해야 할 필요성이 있다. 또한 대파수확기를 상용화하여 농가에 판매시 기본은 수집부로 판매하되 구입자가 필요할 시 결속장치를 옵션으로 선택할 수 있도록 하여 현장 적응성을 반영하고자 한다.

본 연구에서 개발하였던 결속부를 대체하여 수집부 역할을 수행할 수 있도록 컨테이너 부착하여 수집하는 메커니즘이 필요하다. 다음 그림. 114와 같이 결속기를 탈착시키고 컨테이너를 부착하고 추가적인 보조 작업자를 투입시킬 수 있는 운영방안 시험을 실시하였다.



그림. 112 수집 이송부 및 결속부 작업과정



그림. 113 결속기 문제점



그림. 114 대과수확기 수집부 및 시험 방법

라. 실험 결과

그림. 115은 대과 수확 작업후의 포장상태를 나타내고 있다. 그림. 116은 수확한 대과모습을 보여주고 있다. 6번의 각 실험에서 대과 굴취율은 약 92.8%~99%로 굴취상태가 우수하였다. 굴취 파손율은 그림. 117과 같이 수확된 모든 대과와 육안검사로 외관상 줄기에 손상을 입거나 잎이 30%이상 꺾이고, 뿌리 절단, 엽초부 절단 등 외형변화가 있는 대과 개수비로 나타내었다.

대과가 꺾이는 이유는 대과의 과다유입으로 인하여 대과 이송 시 이송벨트에서 발생하는 것으로 사료되었다. 그림. 118는 대과수확기 기계로부터 손상되는 대과의 모습을 보여주고 있다.

흙 잔여율은 다음 그림. 119-120와 같이 인력으로 수확한 후 2-3회 지면에 털어버린 대과와 수확기를 거쳐 나온 대과를 비교하였다. 이를 기준으로 흙털림을 세 가지 경우인 ○ 표기는 90 %이상, △ 표기는 80-89 %, × 표기는 80 % 미만으로 분류하였다. 그림. 119-120에서와 같이 인력수확과 기계수확을 통한 흙 잔여율은 큰 차이를 보이지 않음을 확인할 수 있었다.

현장에서 대과전문가에게 의뢰한 결과 산지유통센터로 반입하기에 충분한 상품가치를 보인다고 평가를 하였다. 이를 통해서 흙털림과 관련된 요소들의 성능은 충분하다고 결론지을 수

있다. 시험결과 위에 내용을 바탕으로 굴취율 및 파손율을 구하였으며 대파수확기 속도별 작업 성능을 다음 표. 32와 같이 정리하였다. 총길이 15 m의 시험면적에서 구간별로 시험면적을 1m로 나누었으며 이동속도는 0.2 m/s로 실시하였다.

이동속도 0.2 m/s에서의 총 대파수는 167 개이며 굴취는 155 개로 약 92.8 %의 굴취율을 보였으며 굴취 된 대파에서의 파손된 대파는 15개로 약 9.6 %의 파손율을 보였다. 작업속도 0.2 m/s에서는 총 156개의 대파에서 144개만을 굴취 하였으며, 굴취율이 약 92.3 %로 0.1 m/s의 작업속도와 크게 차이나지 않았으며 14개의 대파가 파손되어 약 9.7 %의 파손율을 보였다.

이러한 결과를 바탕으로 이송부의 적정 rpm을 구하고 이로부터 설계에 필요한 최적 기어비를 선정이 가능하다. 이는 유압식 구동장치를 기계식 구동장치로 수정함으로써 기계의 소형화 및 간략화 시킬 수 있다. 표. 32-36은 대파수확기의 이송부 rpm에 따른 작업 성능을 보여주고 있다.

표. 32-35까지는 트랙터 rpm을 1500으로 고정시켜 이동속도를 0.2 m/s 로 진행할 때 이송부 rpm에 따라 작업 성능을 나타내고 있다. 표. 35은 표. 36과 동일한 이송부 rpm을 51 rpm 으로 유지시킨후 트랙터 rpm을 1700(이동속도 0.23 m/s)로 이동할 때의 작업 성능을 보여주고 있다.

동일한 트랙터 rpm 조건에서 이송벨트의 rpm 을 달리하였을 때 굴취 및 이송율은 이송벨트의 속도가 31 rpm 일 때를 제외하고는 모두 100% 이었다. 이송벨트의 속도가 31 rpm 일 때 대파가 유입되면서 이송부에서 정체가 발생되고 이에 따라서 굴취 및 이송율에서 손실이 발생된 것으로 판단된다. 그림. 121은 이송벨트의 속도가 31 rpm에서 굴취 상태 그래프를 나타내고 있다.

그림. 121-124까지는 트랙터 이동속도가 0.2 m/s 일 때 이송벨트의 속도에 따른 파손율 그래프는 나타내고 있다. 그림. 125은 트랙터의 이동속도가 0.23 m/s 일 때 이송벨트의 속도 51 rpm 일 때 파손율 그래프를 나타내고 있다.

이송벨트의 속도 rpm이 증가할수록 파손율이 낮아지는 것을 확인하였다. 이는 트랙터의 이동속도가 0.20 m/s 일 때 이송벨트의 속도가 낮을수록 정체구간이 발생하며 이에 따라서 흙틸이 로터장치에서 정체구간으로 인한 손상율이 발생 되었을 것으로 판단된다. 따라서 이송벨트의 속도는 51 rpm 이상일 때 손상율이 3% 이내로 줄일 수 있다.

이송벨트의 속도는 51 rpm이고 트랙터 이동속도를 0.2 m/s에서 0.23 m/s 로 증가 시 손상율의 변화는 0.03% 변화하였지만, 미비한 변화이다. 트랙터의 이동속도를 증가시키면 작업량 속도를 증가시킬 수 있으므로 작업량과 이에 따른 파손율을 고려한 이상적인 속도구간은 트랙터의 이동속도 0.23 m/s 이송벨트의 속도는 51 rpm 일 때 최적인 조건임을 확인하였다.



그림. 115 수확 작업후의 포장상태(1)



그림. 116 수확한 대파의 모습



그림. 117 대파의 손상유형



그림. 118 손상된 대파 모습



그림. 119 인력 수확 대파



그림. 120 기계 수확 대파

표. 32 대과수확기 이송벨트 rpm 에 따른 작업 성능 (흙 털림 : ○ 90%이상, △ 80~89%, × 80%미만)

No.	트랙터 (rpm)	이송벨트 (rpm)	수량(개)	굴취(개)	파손(개)	흙 털림
1	1500	31	20	20	2	△
			19	19	3	○
			19	19	4	○
			18	18	2	○
			17	17	1	○
			20	20	1	○
			18	18	1	○
			22	22	2	△
			16	16	1	○
			23	23	2	○
			19	19	1	△
			20	20	1	○
			21	20	3	○
			24	24	1	○
17	17	1	○			
총 수량			293	292	26	○
굴취 및 이송율				99.7 %		
파손율				8.8 %		

표. 33 대과수확기 이송벨트 rpm 에 따른 작업 성능 (흙 털림 : ○ 90%이상, △ 80~89%, × 80%미만)

No.	트랙터 (rpm)	이송벨트 (rpm)	수량(개)	굴취(개)	파손(개)	흙 털림
2	1500	40	19	19	2	○
			20	20	1	○
			21	21	1	○
			22	22	2	○
			18	18	1	○
			20	20	3	○
			20	20	2	○
			20	20	1	○
			18	18	3	○
			19	19	2	○
			22	22	2	○
			25	25	2	○
			20	20	1	○
			20	20	1	○
19	19	0	○			
총 수량			303	303	24	○
굴취 및 이송율				100 %		
파손율				7.9 %		

표. 34 대과수확기 이송벨트 rpm 에 따른 작업 성능 (흙 털림 : ○ 90%이상, △ 80~89%, × 80%미만)

No.	트랙터 (rpm)	이송벨트 (rpm)	수량(개)	굴취(개)	파손(개)	흙 털림
			24	24	1	○
			22	22	1	○
			25	25	1	○
			21	21	1	○
			20	20	1	○
			18	18	1	○
			22	22	0	○
3	1500	46	23	23	0	○
			20	20	0	○
			20	20	2	○
			19	19	2	○
			22	22	1	○
			21	21	1	○
			23	23	1	○
			21	21	0	○
총 수량			321	321	13	○
굴취 및 이송율				100 %		
파손율				4.0 %		

표. 35 대과수확기 이송벨트 rpm 에 따른 작업 성능 (흙 털림 : ○ 90%이상, △ 80~89%, × 80%미만)

No.	트랙터 (rpm)	이송벨트 (rpm)	수량(개)	굴취(개)	파손(개)	흙 털림
			18	18	0	○
			20	20	2	○
			21	21	0	○
			19	19	1	○
			20	20	0	○
			18	18	1	○
			22	22	1	○
4	1500	51	24	24	0	○
			21	21	1	○
			22	22	0	○
			21	21	1	○
			20	20	0	○
			21	21	0	○
			20	20	1	○
			22	22	0	○
총 수량			309	309	8	○
굴취 및 이송율				100 %		
파손율				2.6 %		

표. 36 대파수확기 이송벨트 rpm 에 따른 작업 성능 (흙 털림 : ○ 90%이상, △ 80~89%, × 80%미만)

No.	트랙터 (rpm)	이송벨트 (rpm)	수량(개)	굴취(개)	파손(개)	흙 털림
5	1700	51	20	20	1	○
			18	18	0	○
			21	21	1	○
			19	19	0	○
			20	20	0	○
			21	21	0	○
			23	23	0	○
			22	22	1	○
			21	21	0	○
			19	19	0	○
			23	23	1	○
			22	22	1	○
			20	20	1	○
			21	21	1	○
20	20	2	○			
총 수량			310	310	9	○
굴취 및 이송율				100 %		
파손율				2.9 %		

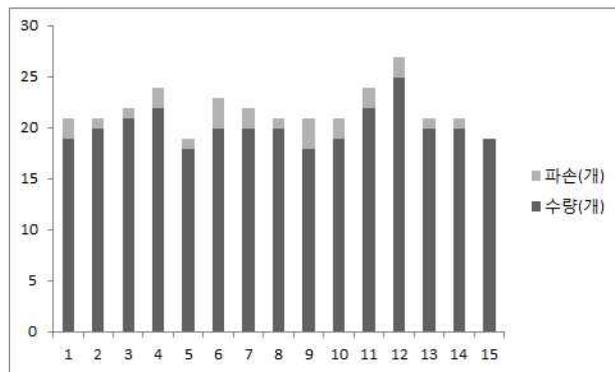


그림. 121 이송벨트의 속도 31 rpm 파손율(트랙터 이동속도 0.2 m/s)

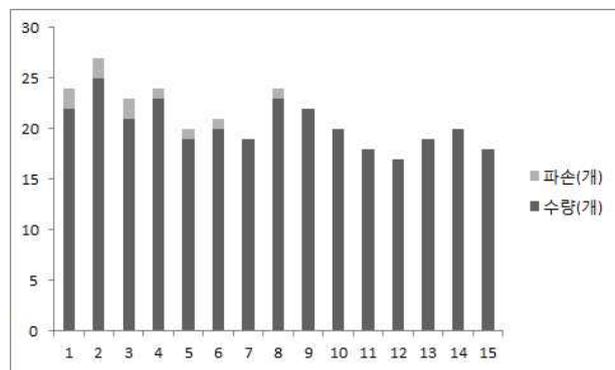


그림. 122 이송벨트의 속도 40 rpm 파손율(트랙터 이동속도 0.2 m/s)

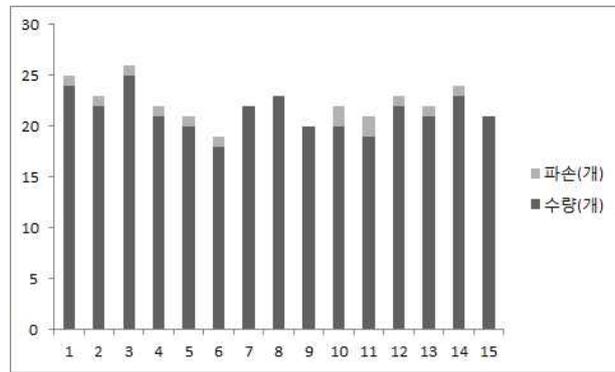


그림. 123 이송벨트의 속도 46 rpm 파손율(트랙터 이동속도 0.2 m/s)

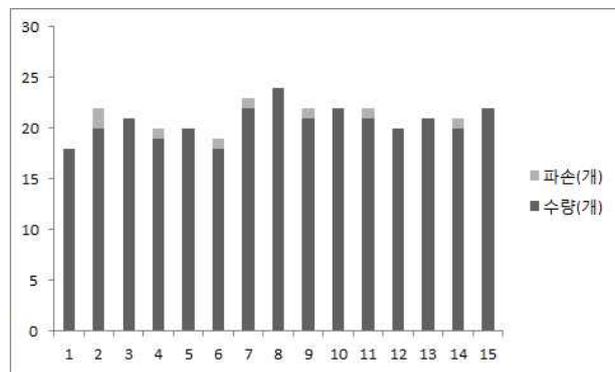


그림. 124 이송벨트의 속도 51 rpm 파손율(트랙터 이동속도 0.2 m/s)

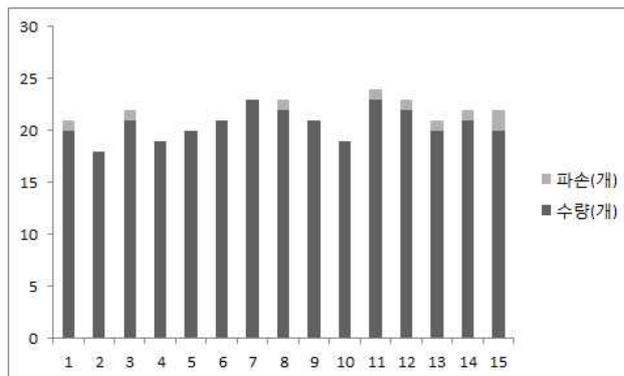


그림. 125 이송벨트의 속도 51 rpm 파손율(트랙터 이동속도 0.23 m/s)

과제 : 트랙터 부착 수집형 대파수확기 개발
3 내용 : 3차년 연구내용
기간 : 2013. 12. 24. ~ 2014. 12. 25. (12개월)



가. 통합시작기 설계 및 제작시방서

(1) 장치의 정의

대파수확기는 재배지 현장에서 대파 두둑을 임의로 파괴하여 인발력을 낮추고 굴취하여 수확하면서 뿌리부의 흙을 제거하는 공정을 일관 자동화를 통한 기계화한 장치로 정의한다.

(2) 기본방향

- o 노지에서 대파를 자동으로 수확하는 장치로 한다.
- o 한 골, 한 줄 둥근 두둑 및 평 두둑의 대파를 수확하는 장치를 원칙으로 한다.
- o 수확 과정에서 품질유지가 가능하고 상품성을 높일 수 있는 장치로 한다.
- o 제작비를 저렴하고 국산화 부품을 사용하여 사후봉사가 용이하게 한다.

(3) 설계 전제 조건

(가) 반입 품종 수

- o 주 수확 품종은 분얼기준으로 외대파를 기준으로 한다.
- o 주 수확 품종 엽초부가 길고 굵게 자라는 외대파를 기준으로 한다.
- o 주 수확 품종은 봄파종(춘파) 및 가을파종(추파)를 포함한다.

(나) 재배 토양 환경

- o 주 적용 토양은 표토토성 기준 사양토를 기준으로 한다.
- o 주 적용 토양은 복주기를 3-5회 시행한 것을 기준으로 한다.
- o 주 적용 재배지의 토양은 경사도 2-4°를 기준으로 한다.

(다) 대파 두둑 환경

- 이랑 간격(조건)은 복토작업이 고려된 750 - 850 mm를 적용 기준으로 한다.
- 포기 간격(주간)은 50-120 mm를 적용 기준으로 한다.
- 포기 심기는 재배환경을 고려하여 1-3주 심기를 기본으로 적용한다.
- 두둑 높이는 300-400 mm를 기본으로 적용한다.
- 두둑 폭은 450-550 mm를 기본으로 적용한다.

(라) 수확기간

- 대파의 수확기간은 80-180일을 기준으로 한다.

(마) 실 수확일수

- 실 수확일수는 재배지역의 대파수확기간에 수확작업 가능일수율을 곱하여 산출한다.
- 수확작업 가능일수율은 표. 37의 해당 지역으로 하되 공동사용 등의 경우 지역 수확환경을 조사한 후 결정하되 극히 짧은 지역이 아니면 실수확일수는 80일 이상으로 한다.

표. 37 대파 주산지별 정식시기 및 수확 출하시기

구분	정식기(월)	수확 및 출하시기	비고
전남 (진도, 신안, 영광)	4월하순-5월상순	11월-3월 (120일)	겨울대파
부산(명지) 경남(김해)	4월상순-5월상순	11월-4월 (150일)	겨울대파
경기 (고양, 남양주, 구리)	5월상순-7월중순 9월중순-10월상순	9월하순-12월상순 (80일) 5월-10월 (180일)	겨울대파 여름대파
강원도 (평창, 진부)	4월중순	8월-11월 (120일)	여름대파

출처 : 대파의 일반특성 및 재배기술(농촌진흥청, 2014)

(바) 1일 작업시간

- 1일 평균 작업시간은 8시간으로 하고, 최대 10시간으로 한다.

(사) 대파의 물성

- 대파의 수확기준인 연백부 두께에 따른 대파의 중량 기준은 다음으로 한다.
 - 분류방법 : 10-26 mm 이상 (2 mm 단위로 9단계 분류)
 - 적 용 식 : $y = 32.067x + 5.6667$ (26 mm 이상은 비례식으로 적용)

표. 38 물성측정 계수 삼입기준

구분	연백부 두께별 분류																	
연백부 두께(mm)	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	<
적용(x)	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9

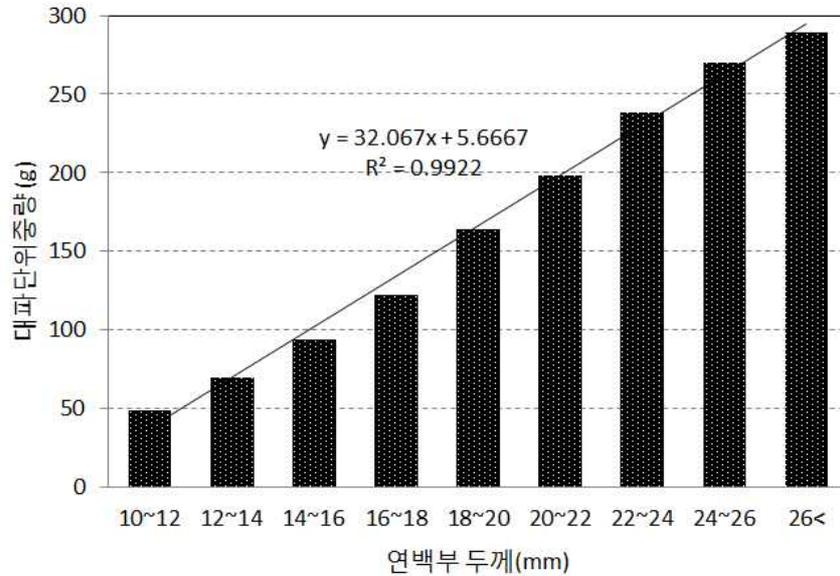


그림. 126 연백부 두께변화에 따른 대파무게의 변화

o 물성측정은 다음을 표준으로 하여 계산한다.

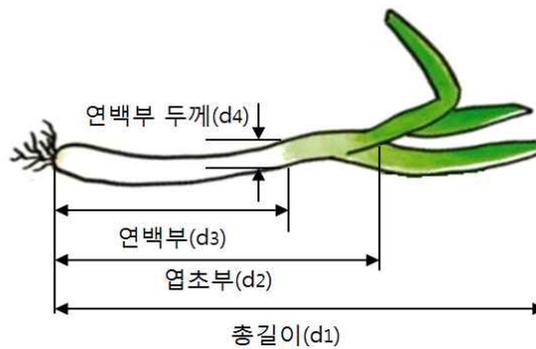


그림. 127 물성측정 길이측정 기준

- 연백부 두께 : 대파의 색상이 분류되는 구분부위의 원형 두께
- 연백부 : 복토 등으로 흰 물성을 갖는 대파의 줄기부분까지의 길이
- 엽초부 : 대파가 줄기에서 분얼되는 지점까지의 길이
- 총길이 : 뿌리를 제외한 대파의 전장길이

o 연백부 및 연백부의 길이는 다음을 표준으로 한다.

-연백부 길이 : $y = -0.0019x^3 + 0.0208x^2 - 0.0366x + 1.0237$

-엽초부 길이 : $y = -0.0021x^3 + 0.0229x^2 - 0.0557x + 1.0442$

o 대파 수확의 특징은 다음을 고려해야 한다.

- 수확적기 이후 전장은 짧아지나 연백 두께는 지속적으로 성장한다.
- 수확적기 이후 전장은 짧아지나 대파 중량은 지속적으로 증가한다.
- 수확적기 이후의 성장은 소비자의 기호도 및 상품가치는 낮아진다.

o 대파 수확의 적기는 다음으로 한다.

- 대파의 연백부 두께가 12-22 mm 범위에서 90%를 상회할 시기를 적기로 한다.

(4) 기계 장치

기계장치는 다음의 구조를 기본으로 토양파쇄장치, 대파굴취장치, 토양 1차, 2차 분리장치, 대파이송장치, 벨트 컨베이어, 적재장치 및 배출 리프트로 구성되며 시스템을 작동시키기 위해 트랙터를 동력원으로 하는 유압 동력과 PTO 동력, 전기 동력을 공급받아서 작동되도록 한다.

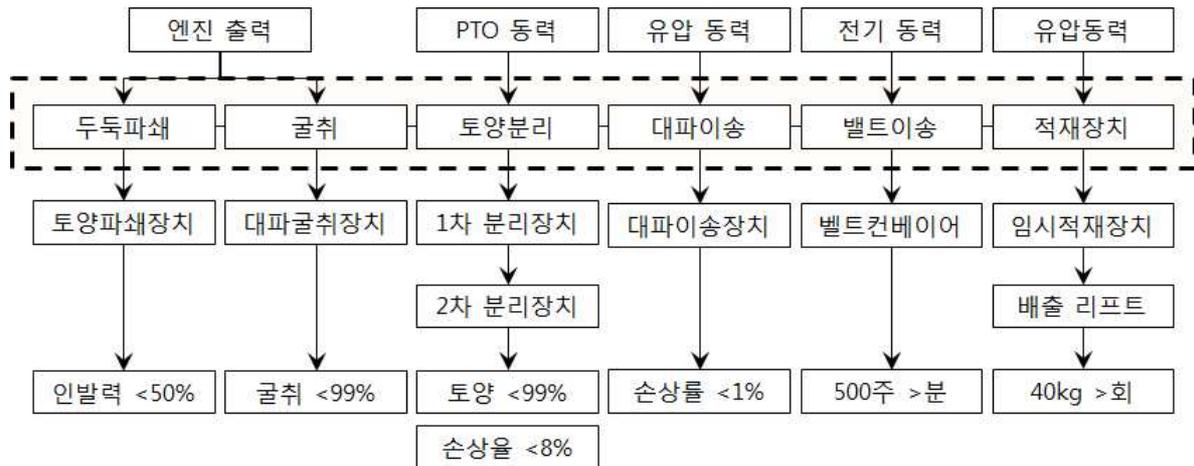


그림. 128 대파수확기 시스템의 구성도

(가) 토양 파쇄(절삭)장치

- o 토양 파쇄장치는 수확기의 가장 앞에서 두둑의 토양을 파쇄하여 수확과정에서 대파의 인발력을 50% 내외로 낮추는 역할을 한다.
- o 토양 파쇄장치는 두둑을 2개의 원판 디스크가 트랙터의 주행동력을 동력원으로 하여 진행방향으로 원판 디스크가 무동력 회전하면서 파쇄하는 것을 기본으로 한다.
- o 파쇄장치는 후단의 굴취장치 및 이송장치에 영향을 주지 않도록 500 mm 이상 유격을 뒤 장치간의 간섭을 발생하지 않도록 한다.
- o 좌우측의 원판디스크는 진행방향의 중심선 방향으로 25°의 경사각을 갖고 아랫방향으로 5° 이상 경사각을 주워 토양 절삭을 효율적으로 수행할 수 있도록 한다.
- o 원판디스크 고정 지지대는 작업 중 휘어지거나 이탈되지 않도록 하고 분해조립이 가능한 구조이어야 하며 이동 중에는 접을 수 있는 구조를 갖춰야 한다.

(나) 대파 굴취장치

- o 굴취장치는 기본적으로 고정형으로 토양 파쇄장치로 파쇄된 두둑의 토양에 대해 대파 뿌리부 하부에서 작동하여 뿌리부 전체를 토양에서부터 분리하는 장치로 파쇄장치를 제외하고 수확기 본체 가장 전방에 배치한다.
- o 굴취장치는 브레이드 형태로 1차 토양분리장치 본체에 대해 경사각을 주고 두둑을 흡출해체할 수 있도록 0.05 m² 내외의 판 면적을 확보한다.
- o 굴취장치는 1차 토양분리장치와 연계되어 경사각을 조정할 수 있어야 하며 두둑을 해체하여 대파가 손쉽게 굴취될 수 있도록 한다.
- o 굴취장치 브레이드는 반복적인 토양 접촉과 토양에 의한 압력에 견딜 수 있도록 10 mm

이상의 두께를 유지하고 내마모성을 고려하여 열처리하거나 스테인레스 스틸(STS304) 재질로 한다.

(다) 토양 1차 분리장치

- 토양 1차 분리장치는 두둑에서 대파 뿌리와 함께 수확기로 진입하는 토양 덩어리를 1차로 분리하는 역할을 한다.
- 1차 분리장치는 구조적으로 진입하는 토양이 분리장치 하부로 잘 배출되어 작업에 방해되지 않도록 하며 장치에 흙이 부착되지 않도록 한다.
- 토양 분리장치는 PTO 동력을 사용하며 평링크를 이용하여 강선과 스틸 원형 파이프를 구동시켜 뿌리부의 흙이 회전하는 분리장치에 접촉하여 진동으로 흙이 제거되도록 한다.
- 분리장치 몸체 좌우측의 후레임은 4.5 mm 이상의 철판을 절곡하여 비틀림이나 변형이 없도록 하여 분리장치의 형태가 유지되도록 하며 구동롤러와 피동롤러가 원만하게 작동되도록 한다.
- 설치되는 플레이트 링크는 흙이 부착되어도 작동에 문제가 없도록 유격이 없도록 연결핀을 단단히 고정하도록 한다.

(라) 토양 2차 분리장치

- 토양 2차 분리장치는 PTO의 동력을 이용하여 대파 진행방향에 직각되도록 회전시켜 대파 뿌리부에 집적 접촉하면서 생육과정 중에 뿌리에 접촉된 흙을 제거하는 역할을 한다.
- PTO에서 전달되는 동력은 하나의 동력 축에서 체인 구동식으로 1차 분리장치의 구동축과 2차 분리장치로 동력이 전달되도록 한다.
- 2차 분리장치의 몸통은 두께 2.3 mm 이상의 철판을 지름 125 mm, 길이 160 mm의 원통형으로 제작하며 원통에는 복수의 역U자형 중공 원형 파이프를 설치하여 흙털림 기능을 부여한다.
- 2차 분리장치는 대파의 재배상태에 따라 변화하는 대파의 진입상태 및 두둑의 상황에 맞춰 손쉽게 상하로 100 mm 내외로 조정이 가능하도록 수동방식의 상하 리프트 장치를 설치하여야 한다.
- 2차 분리장치에 설치되는 흙 털림 중공 원형 파이프는 설치개수를 최대가 되도록 한다.
- 고속으로 회전하는 2차 분리장치는 사용자의 안전사고 등을 고려하여 육안으로 확인이 가능하고 손쉽게 유지보수가 가능하도록 한다.
- 토양 분리장치는 1차 및 2차 분리장치를 결합하여 동시에 기능을 발휘하도록 한다.

(마) 대파 이송장치

- 이송장치는 굴취장치 및 분리장치를 거쳐 이송되는 대파를 손상 없이 후단의 벨트 컨베이어 및 적재장치로 이송하는 역할을 한다.
- 이송장치는 트랙터의 유압동력을 동력원으로 하며 수확기에 장착되는 유압모터의 작동에 의해 구동 1번 축 및 구동 2번 축에 동력을 전달하여 전체적으로 이송장치가 기능을 발휘하도록 한다.
- 이송장치는 기본적으로 벨트 이송방식으로 내측에 수지벨트 2 mm 이상을 부착하고 대파가 접촉하는 외측에 쿠션벨트 20 mm 이상을 부착하여 대파의 손상을 최소화한다.

- 하단의 대과 진입부는 좌우측의 벨트가 진입방향에 대하여 V자형식을 유지하여 대과가 진입하면서 중앙부로 모아져 이송되도록 한다.
- 벨트의 작동은 자유 작동 형태의 아이들러 롤러에 스프링을 장착하여 쿠션벨트가 일정 이상의 압력을 받으면 스프링에 의해 자동으로 부하를 줄이도록 한다.

(바) 벨트 컨베이어

- 벨트 컨베이어의 드럼 풀리는 벨트의 폭 보다 20~30 mm 크게 한다.
- 벨트 컨베이어 몸체는 ㄱ형강, ㄷ형 강, 또는 파이프를 용접하거나 조립한 형태로 한다.
- 구동방식은 체인기어를 사용하고, 구동축과 기어의 재질은 S45C 탄소강을 사용한다.
- 양측면의 롤러 베어링은 평면형태가 유지되도록 한다.
- 하단부의 되돌림 벨트의 처짐 현상을 방지하도록 지지용 수평 롤러를 설치한다.
- 투입부와 배출부에서 손실이 발생되지 않도록 한다.
- 벨트 컨베이어의 벨트 되돌림 지점에 브러쉬를 설치한다.
- 벨트 컨베이어의 이송속도는 20 m/min 이내로 한다.

(사) 임시 적재장치 및 배출 리프트

- 임시 적재장치는 수확되는 대과를 최소 40 kg 이상이 적재되도록 하여 작업을 원활히 진행되도록 한다.
- 임시 적재장치는 U자형 혹은 원통형 포대를 거치가 가능하도록 한다.
- 포대의 거치 고정대는 폭 900 mm 내외로 하고 높이는 1200 mm 이상을 유지하여 벨트 컨베이어에서 공급되는 대과를 포대에서 규정 용량 이상으로 적재가 가능하도록 한다.
- 임시 적재장치의 바닥판(1160 x 900 mm)은 리프트 장치를 적용하여 운전자가 포대가 차면 버튼 작동으로 리프트를 하향 조정하여 자중으로 대과가 적재된 포대를 후방으로 배출되도록 한다.
- 또한 별도로 포대 고정대를 상하방향으로 실린더 유격거리 400 mm 내외의 동작범위로 작동시켜 대과 적재기능이 원만히 진행되도록 한다.

(5) 수확능력

(가) 작업능력

- 수확기의 작업능력은 다음의 식 (1)로 포대교체시간 및 횟수를 고려하여 산정한다.

$$C = S \times W \times \left(\frac{60 - (t_1 \times n_1 + t_2 \times n_2)}{60} \right) \quad (1)$$

where, C : 작업능력(a/hour)
 S : 시간당 작업속도(00.0km/hour)
 W : 유효작업폭(0.828m), 현장조건
 t_1 : 선회시간(minute)
 t_2 : 포대교체시간(minute)
 n_1 : 선회횟수(times)
 n_2 : 포대교체횟수(times)

(나) 손상율

- 수확에 따른 손상율은 다음의 식 (2)를 기준으로 하는데 수확전후의 대파 손상개수를 기준으로 하는데 이때 상품가치가 없는 10 mm 이하의 대파는 제외한다.

$$E = \frac{E_i - E_f}{E_i} \times 100(\%) \quad (2)$$

where, E : 손상율(%)

E_f : 작업 후 $10m^2$ 당 손상된 대파개수(개)
(※연백부 두께 $10mm$ 이하 제외)

E_i : 작업 전 $10m^2$ 당 정상인 대파개수(개)

(다) 수확율

- 수확율은 다음의 식 (3)를 기준으로 하는데 수확전후의 대파 손상개수를 기준으로 하는데 이때 상품가치가 없는 10 mm 이하의 대파는 제외한다.

$$W = \frac{W_f}{W_i} \times 100(\%) \quad (3)$$

where, W : 수확률(%)

W_f : 작업 후 $10m^2$ 당 대파개수(개)
(※연백부 두께 $10mm$ 이하 제외)

W_i : 작업 전 $10m^2$ 당 대파개수(개)

(라) 흠털림율

- 흠털림율은 다음의 식 (4)를 기준으로 하는데 수확전의 흠 적재량의 기준은 뿌리분포에 따른 표준 흠 털림율을 기준으로 하며 재배되는 토양의 조건 및 재배환경에 따라 변화가 크므로 반드시 실측하도록 한다.

$$S = \frac{S_i - S_f}{S_i} \times 100(\%) \quad (4)$$

where, S : 흠털림율(%)

S_f : 작업 후 개당 대파뿌리 흠 잔류량(g)

S_i : 작업 전 개당 대파뿌리 표준 흠 적재량(g)

(6) 제작일반

(가) 기계가공

- 기계 가공부는 정밀하게 가공되어야 하며, 미끄럼 작용이 있는 부분은 기계 가공시 가능한 절삭유를 사용하여 가공한다.

(나) 용 접

- 용접봉 재질은 적어도 원재료 금속의 물성치와 합금 배합이 맞아야 한다.
- 용접 전, 물 및 기름, 슬래그, 도료 등 용접에 지장이 있는 것들을 제거한다.
- 용접부는 결함이 없고, 표면이 매끈하여야 한다.

- 용접순서는 용접에 의한 변형 및 잔류응력이 작아지도록 한다.
- 용접 후 슬래그를 완전히 제거하여야 하며, 거친 부분은 깨끗이 연마한다.
- 용접을 시행하는 부분에서 심한 녹이 발생할 염려가 있는 부분은 적절한 방청처리 한다.

(다) 내부부품

- 마찰면을 보호하기 위하여 녹, 기름, 먼지 등 마찰력을 저하시키는 것들이 발생하였거나 부착되었을 때는 조립 작업하기 전에 제거한다.
- 조임 공구 및 검사용 기기는 볼트의 치수에 알맞은 것을 사용하여 적정 조임 상태를 유지한다.

(라) 외부 부착물

- 모든 탄소 강재, 앵글 등 외부의 부착물들은 연결부에 완전 용접한다.

(마) 각종 식별표시

- 전기배선 등 각종 식별표시는 유지보수가 용이하도록 도면과 일치되게 하여 부착한다.

(바) 마감처리

- 제작 후 모든 날카로운 모서리는 연마하여 안전하게 제작한다.

(사) 자재관리

- 모든 자재는 지정된 장소에 보관하여야 하며, 보관된 자재는 손상이 되지 않도록 정리 정돈한다.

(7) 포장 및 표시

(가) 포 장

- 운송도중의 손상을 피하기 위하여 기계류 및 자재를 보호하도록 포장한다.

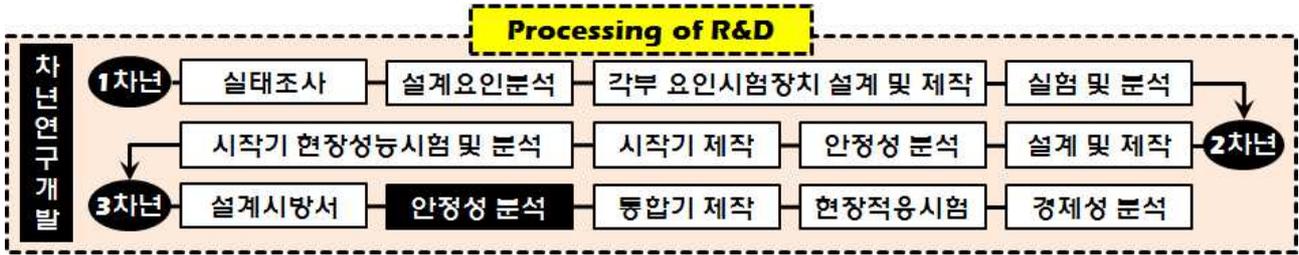
(나) 표 시

- 기계 및 주요부품에는 다음사항을 기재한 내부식성 명판을 부착한다.
 - 기계명칭
 - 기계종류
 - 제조자명
 - 형식기호
 - 제조번호
 - 제작년월일

(8) 안전관리

- 안전관리는 관계법령에 따라 시행하고, 특히 다음 사항을 유의한다.

- 근로자의 현장출입 감시
- 화재, 도난 및 위험물 취급주의
- 자재관리 및 정리철저
- 안전모 착용, 불안전한 요인의 사전제거 및 방지



나. 안정성 분석

(1) 정적 이론적 분석

본 실험의 안정성 평가는 일반 농업기계의 경사지 이용한계(농림축산식품부, 2002)인 12°를 검토기준으로 하였다. 우리의 밭작물 경사지 적용은 경사도 12°는 장애물 통과를 제외한 재배 환경에서 최악의 조건으로 볼 수 있다(가래작업 한계 12°, 쟁기경운작업 한계 10°).

일본에서는 밭경사 15°를 급경사 중산간지로 8°를 완경사 중산간지로 분류하고 있는데 경사도에 대한 밭의 이용구분에 있어 경사도 8-10° 이하는 관리 작업이 필요치 않는 사료작물, 10-15°는 건조용 목초지, 15°이상은 방목지로 하고 있다(日本農林水産省 特定農産村法). 여기에서 작업의 경사도 한계는 트랙터의 전도 위험성과 작업기 작업능률 저하를 주요인 한다.

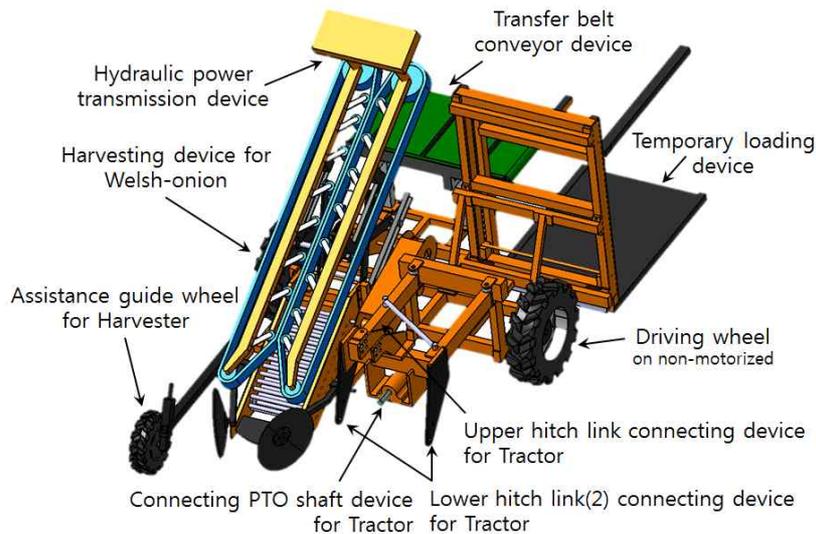


그림. 129 트랙터 부착형 대파수확기

본 연구에서는 시스템을 PTO 및 3점 히치링크로 결합된 강체로 가정하였는데 시스템의 무게중심을 파악하기 위해서 우선 개별적으로 트랙터의 무게중심($CG_{Tractor}$)과 수확기의 무게중심($CG_{Harvester}$)을 구하고 시스템 무게중심(CG_{System})으로 통합하였는데 원리는 그림. 129과 같다.

시스템의 기구학적 분석에서 정적 안정성 측정을 위해 차량의 무게중심 좌표를 파악해야 하

는데 시스템의 무게중심은 트랙터의 무게중심 측정방법(이영렬, 1989)을 이용하였다.

트랙터의 무게중심 좌표($CG_{Tractor}$)는 트랙터의 차중(WT)과 각 차륜바퀴하중을 측정하고 축간 거리(LWB), 전륜거리($LFRL$), 후륜거리($LRRL$)를 측정하고 x 방향 무게중심 거리(X_T)와 y 방향 무게중심 거리(Y_T)를 각각 구한다. 그리고 후륜축에서 무게중심까지의 z 방향 무게중심 거리(Z_T)는 수평상태에서 트랙터를 기울인각(δ)과 전륜반경(r_1), 후륜반경(r_2)을 이용하여 식(1-3)을 이용하고 측정방법은 그림. 130와 같다.

수확기의 무게중심 좌표($CG_{Harvester}$)는 선행연구자(이영렬, 1989)가 사용한 삼각 대칭구조의 경운기 무게중심 측정방법을 응용하였다. 응용은 비대칭 수확기의 무게중심을 구하기 위해 y 방향 무게중심 거리(Y_H) 및 z 방향 무게중심 거리(Z_H)를 구하는 방법을 수정공식으로 식(5, 6)을 적용하였다.

수정공식은 선행연구자의 대칭 이등변삼각형 구조인 경운기 무게중심 측정방법을 이용하였는데, 시스템 정상 부착상태에서 3점 히치 상부링크 접지점에 걸리는 하중(W_{Hf})과 수확기 차륜의 하중($WR3, WL3$), 수확기 차중(WH), 차륜축에서 상부링크 접지점의 수평거리(LWA), 차륜반경(r_3)을 이용하여 x 방향 무게중심 거리(X_H)를 구하고 수확기 차륜거리($LHRRL$), 무게중심에서 수확기 뒷차축 중심선과의 거리(LS)를 이용하여 y 방향 무게중심 거리(Y_H)를 구한다.

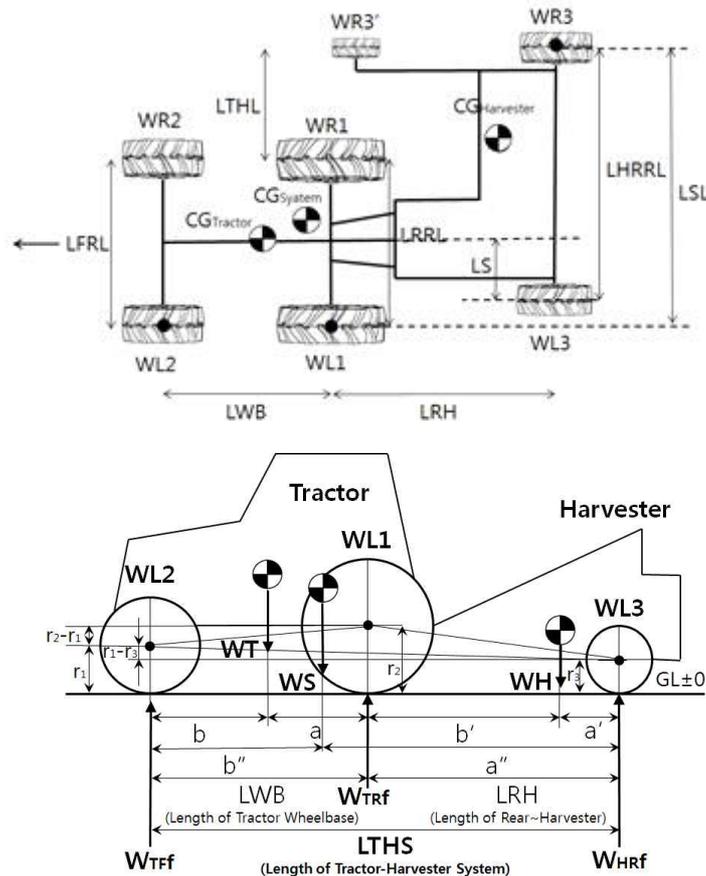


그림. 130 트랙터-수확기 시스템의 무게중심(CG_{System})

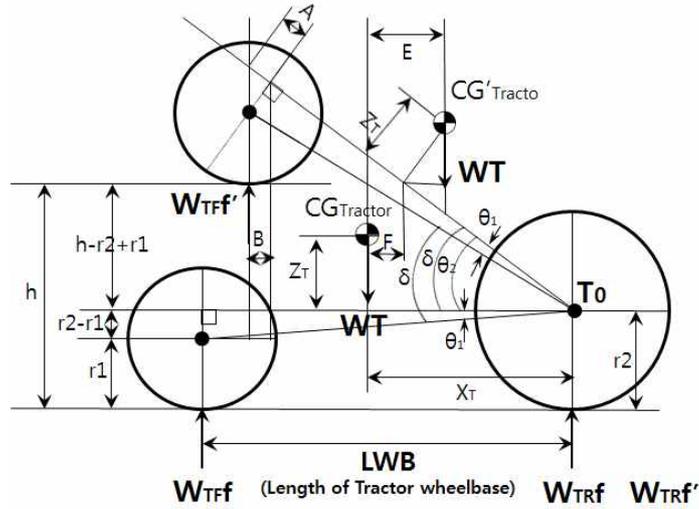


그림. 131 트랙터의 무게중심($CG_{Tractor}$) 측정방법

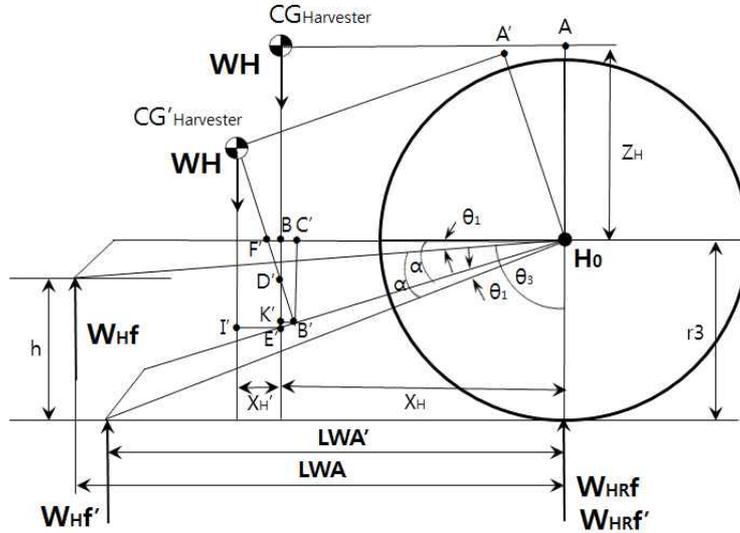


그림. 132 수확기의 무게중심($CG_{Harvester}$) 측정방법

그리고 수확기 후륜축에서 무게중심까지의 z 방향 무게중심 거리(Z_H)는 수평상태에서 수확기를 기울인각(α)과 차륜축에서 접지점까지의 수평거리(LWA'), 이동한 수직거리(h), 기울였을 때의 접지점 하중(W_{Hf}')을 이용하여 구하는데 식(4-6)과 같고 측정방법은 그림. 132와 같다.

$$X_T = \frac{(WR_2 + WL_2) \times LWB}{WT} \quad (1)$$

$$Y_T = \frac{WR_1 \times LRRL + WL_2 \cdot \frac{LRRL - LFRL}{2} + WR_2 \cdot \frac{LRRL + LFRL}{2}}{WT} \quad (2)$$

$$Z_T = X_T \cdot \cot \delta - \frac{W_{Tf}' \times (LWB \cdot \cos \delta + (r_2 - r_1) \cdot \sin \delta)}{WT \cdot \sin \delta} \quad (3)$$

$$X_H = \frac{W_H f \times LWA}{WH} \quad (4)$$

$$Y_H = \frac{(WR3 - WL3) \times \frac{LHRRL}{2} - W_H f \times LS}{WH} \quad (5)$$

$$Z_H = X_H \cdot \cot\alpha - \frac{W_H f' \times LWA'}{WH \cdot \sin\alpha} \quad (6)$$

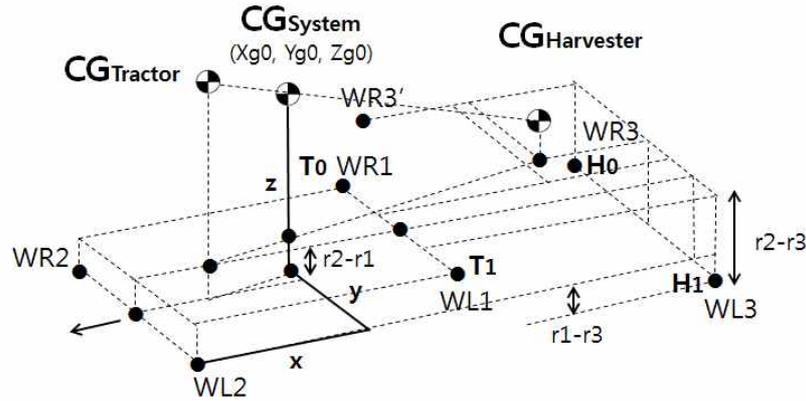


그림. 133 시스템의 무게중심(CG_{System}) 측정방법

개별적으로 구해진 무게중심은 트랙터의 무게중심좌표($CG_{Tractor}$)와 수확기의 무게중심 좌표($CG_{Harvester}$)를 무게비율에 대비하여 3차원적 시스템 무게중심 좌표(CG_{System})로 합산하는데 개념은 그림. 133과 같고 식은 식(7-9)와 같은데 일반적인 내분점 공식을 이용하여 구하였다.

$$X_S = \frac{WT \cdot X_H + WH \cdot X_T}{WT + WH} \quad (7)$$

$$Y_S = \frac{WT \cdot Y_H + WH \cdot Y_T}{WT + WH} \quad (8)$$

$$Z_S = \frac{WT \cdot Z_H + WH \cdot Z_T}{WT + WH} \quad (9)$$

여기에서 시스템의 무게중심(CG_{System})과 차륜간의 수평거리($WL2 \sim WL3$), 차륜간의 수직거리($r2-r3$)를 이용하여 횡전도각을 계산하였는데 선행연구자(이영렬, 1990)의 트랙터 횡전도각 측정방법을 이용하였는데 기존 측정방법은 참고문헌에 상세하게 설명되어 있다.

연구에서는 주행 및 작업 중의 횡전도를 검토하였는데 횡전도각은 앞차축 힌지점과 등고선 아래방향에 있는 수확기 후륜 접지점을 연장한 선분에 시스템의 무게중심이 교차하도록 한 선분과 무게중심점의 상방향선분이 이루는 각이다. 이때 적용된 횡전도각(α)은 식(10)과 같다.

여기에서 (PH)는 앞차륜 조합의 힌지점 높이이고 (γ)는 시스템의 사면주행각($^\circ$)을 나타낸다. (x, y, z)좌표계{등고선 방향을 기준으로 등고선방향, 수직방향, 연직방향의 좌표계의 무게중심 좌표 (x_1, y_1, z_1)는 (X, Y, Z)좌표계{(x, y, z)좌표계를 회전시켰을 때의 좌표계}의 무게중심 좌표

(X_{g0}, Y_{g0}, Z_{g0}) 를 (λ) 로 회전시켰을 때의 무게중심 좌표 (X_{g1}, Y_{g1}, Z_{g1}) 를 (x, y, z) 좌표로 나타낸 것이다.

연구에서는 횡전도를 예측하기 위해서 횡전도각을 정적분석에 이용하는데 식(10)과 같은 경사각 90° 이하의 조건에서 진행되었고 편각은 360° 의 범위에서 1° 단위로 횡전도를 구하는 것이다.

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{(LTHS - X_g) \times LFRL + 2Y_g \times LTHS}{(Z_g + r_2) \times (2LTHS \cdot \cos\gamma - LFRL \cdot \sin\gamma) + PH \times (LFRL \cdot \sin\gamma - 3X_g \cdot \cos\gamma + 2Y_g \cdot \sin\gamma)} \right) \quad (10)$$

(가) 무게중심 분석

트랙터 및 수확기의 무게중심은 개별적으로 좌표기준점 T_0, H_0 을 중심으로 계산되었다. 트랙터의 실측 무게중심 좌표값 (x, y, z) 은 (000, 000, 00 mm)이고 수확기의 실측 무게중심은 (000, 000, 00 mm)인데 표. 39과 같다. 시스템의 무게중심을 좌표기준점 H_0 을 중심으로 하였다.

시스템의 정적분석에 사용된 무게중심 좌표 및 시뮬레이션에 적용된 시스템의 무게중심 좌표는 (000, 000, 000 mm)이고 실증시험의 무게중심 실측좌표는 (000, 000, 000 mm)이었다. 또한 수확기의 무게중심의 좌표값은 (000, 000, 000 mm)을 보였다.



그림. 134 트랙터 무게중심 실측



그림. 135 수확기의 무게중심 실측



그림. 136 트랙터-수확기 시스템의 무게중심 실측
표. 39 실측을 통한 무게중심 분석결과

coordinate axis	static analysis		
	트랙터	수확기	system
x	956.8	34.55	2386.1
y	- 8.8	19.8	347.1
z	173.3	420.5	459.6

1. 정력학적 분석은 U-43 트랙터 제작사 사양과 실측된 수확기 사양을 적용
2. 성적1은 FACT 형식검사 U-43 성적서(2006) 기준, 성적2는 FACT 실증시험을 통해 얻은 U-43 값(2014)
3. 수확기 실증시험은 FACT 실증시험 결과(2014)
4. 트랙터의 무게중심 기준좌표는 그림. 130에서 트랙터 왼쪽 뒷바퀴(WL1)에서 x 좌표는 x 축의 중앙점(T_0)에서의 거리, y 좌표는 LRRL의 센타에서의 거리, z 좌표는 트랙터 후륜축 중심에서 전륜축방향에서의 수직선거리
5. 수확기의 무게중심 기준좌표는 그림. 130에서 수확기 왼쪽 뒷바퀴(WL3) 중심 x 축의 중앙점(H_1)에서의 거리, y 좌표는 LHRRL의 센타에서의 거리, z 좌표는 수확기 후륜축 중심에서 트랙터 후륜축방향에서의 수직선거리
6. 시스템의 무게중심 기준좌표는 그림. 130에서 수확기 오른쪽 뒷바퀴(WR3) 중심 x 축의 중앙점(H_0)에서의 거리, y 좌표는 LHRRL의 센타에서의 거리, z 좌표는 수확기 후륜축 중심에서 트랙터 후륜축방향에서의 수직선거리

(나) 트랙터 정적 이론적 전도각 분석

트랙터에 대한 정적분석은 360° 의 범위에서 방사형으로 1° 씩 편각변화를 주면서 경사각을 1° 씩 상승시키면서 분석을 진행하였다. WR1, WL1를 기준원점(T_0 , T_1)으로 각각 실험을 진행하였는데 결과는 그림. 137와 같다.

WR1 기준의 실험결과 횡전도각은 좌측 $251^\circ-94^\circ$, 우측 $274^\circ-71^\circ$ 범위이었다. 이때의 구간별 평균 전복각은 좌우측 모두 50.18° 이었다. 여기에서 횡전도각의 좌우측은 트랙터의 전도 방향이다. WL1 기준의 실험결과 횡전도각은 좌측 $251^\circ-94^\circ$, 우측 $274^\circ-71^\circ$ 범위이다.

이때의 구간별 평균 전복각은 좌우측 모두 51.63° 이었다. 종전도각은 횡전도 범위 이상에서 발생하는데 WR1 기준의 경우 후방전도 $65.40-87.66^\circ$ 이상의 범위(그림. 137-(b) "A")에서, 전방전도 $65.40-87.66^\circ$ 이상의 범위(그림. 137-(b) "B")에서 발생한다.

WL1 기준의 경우 후방전도 $65.46-89.09^\circ$ 이상의 범위(그림. 137-(a) "A")에서, 전방전도 $65.46-89.09^\circ$ 이상의 범위(그림. 137-(b) "B")에서 발생한다. 트랙터의 경우 반시계방향으로 편각의 변화에 따른 변화의 추이는 WL1, WR1의 기준원점의 변경에 따라 편각의 차이가 1° 내외, 전복각의 차이가 2° 내외로 큰 차이가 없었다.

이는 트랙터의 무게중심이 트랙터의 평면중심 선에서 y 축을 중심으로 9 mm 차이 밖에 나지 않는 것이 원인으로 판단된다.

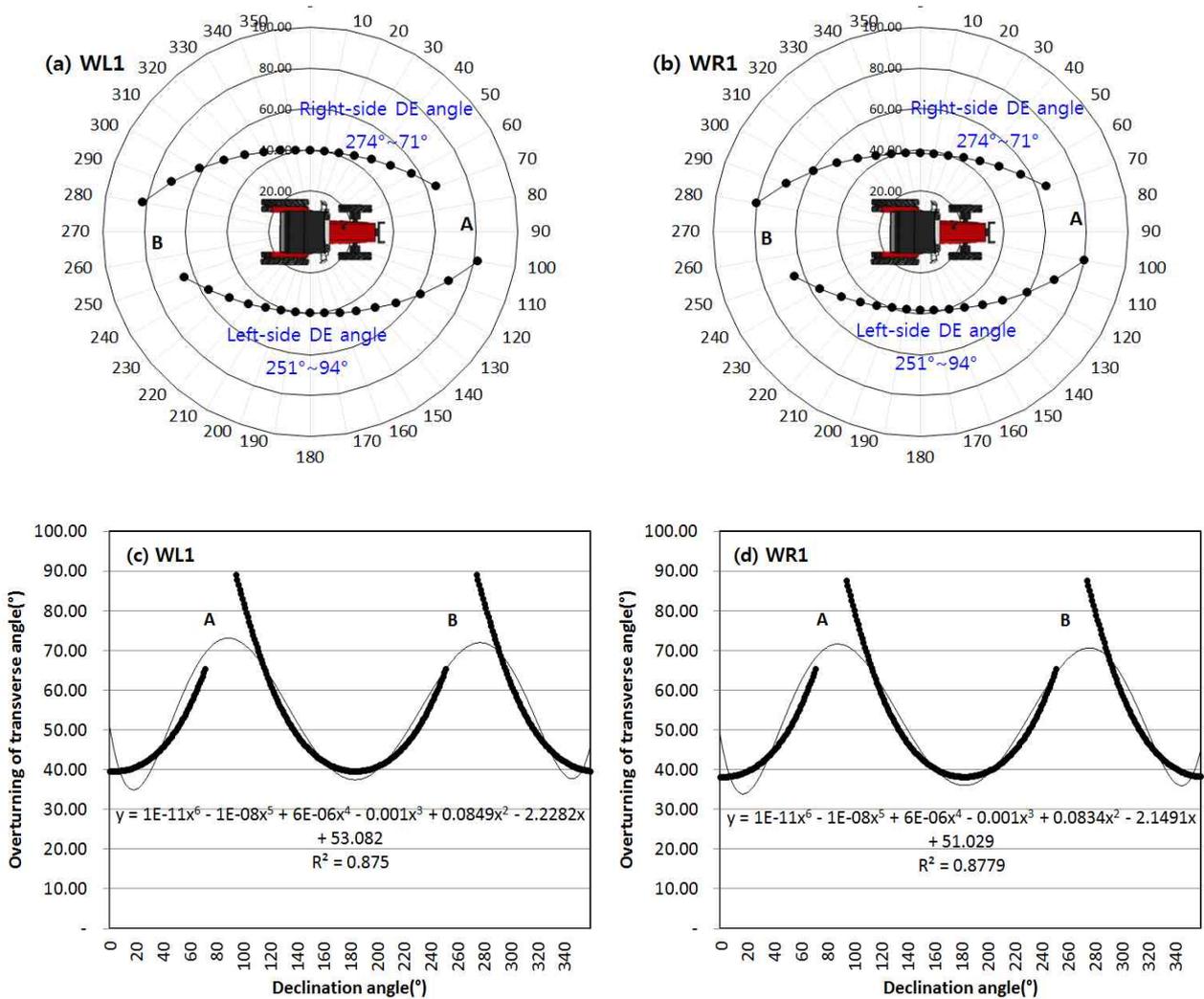


그림. 137 정적상태에서의 트랙터의 횡전도 분석

(다) 시스템의 정적 이론적 전도각 분석

시스템의 정적분석 과정은 360°의 범위에서 방사형으로 1°씩 편각변화를 주면서 경사각을 1°씩 상승시키면서 분석을 진행하였다. 비대칭인 수확기를 고려하여 WR3, WL3를 기준으로 각각 실험을 진행하였는데 결과는 표. 40과 같다. WR3 기준의 실험결과 횡전도각은 좌측 63.03°~89.55°, 우측 63.03°~89.55° 범위이었다.

구간별 평균 전복각은 좌측횡전도 71.81°, 우측횡전도 67.00°이었다. WL3 기준에서 횡전도는 좌측 50.35°~ 89.45°, 우측 50.35°~89.45° 범위이었다. 구간별 평균전복각은 좌측횡전도 57.51°, 우측횡전도 62.54°이었다. 종전도각은 횡전도 범위 이상에서 발생하는데 표. 40처럼 WR3 기준의 경우 후방전도 63.03~77.81°, 전방전도 63.03~77.81° 에서 발생한다.

WL3 기준의 경우 후방전도 50.35~89.45° 이상의 범위에서, 전방전도 50.35~77.64° 이상의 범위에서 발생한다. 그림. 138의 방사방향은 차량의 주행방향에 따른 편각, 동심원의 크기

는 지면의 경사도, 점선은 좌우측의 편각변화에 따른 횡전도 위치를 나타내고 있다.

표. 40 이론적 최소 횡전도각 분석(단위: degree)

Coordinate origin point	overturning of transverse								
	left side				right side				
	DE	front	DE	rear	DE	front	DE	rear	
WR3	max	78	77.81	284	89.55	104	89.55	258	77.81
	min	13	63.03	13	63.03	193	63.03	193	63.03
	mean	-	67.00	-	71.81	-	71.81	-	67.00
WL3	max	78	77.64	274	89.45	258	77.64	94	89.45
	min	3	50.35	3	50.35	183	50.35	183	50.35
	mean	-	57.51	-	62.54	-	62.54	-	57.51

1. 차량의 진행방향을 전방으로 방향기준각 0° 를 기준으로 counter-clockwise rotation 함
 2. 좌우측 횡전도의 전·후기준은 편각기준으로 좌우측 횡전도각 최저지점(●)을 기준으로 함
 3. 4. DE : declination angle(°)

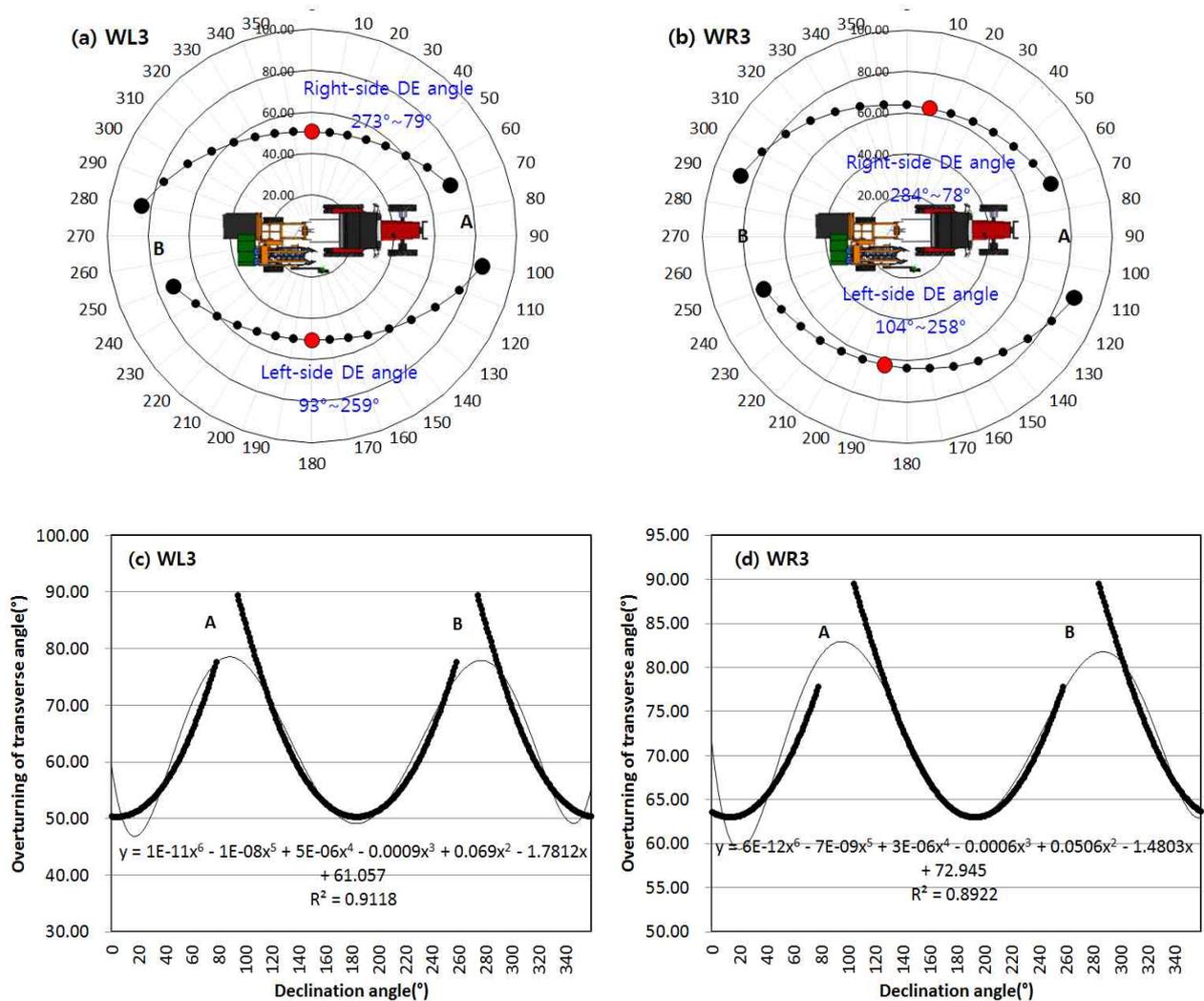


그림. 138 이론적 트랙터-수확기 시스템의 횡전도 분석

(라) 동적 시뮬레이션 분석

안정성분석을 위해 시스템의 동적모형은 트랙터와 수확기를 개별적으로 모형화하여 통합하였다. 또한 이 때 시스템은 PTO 축과 3점 히치링크로 연결된 강체로 가정하였다. 동적모형에 있어 트랙터의 경우 공개된 형식검사성적에 의거하여 차체중량의 45%를 전륜에 55%를 후륜에 배분하였다.

무게중심은 트랙터 뒷차축 중심에서 무게중심까지의 수평거리로 847 mm, 트랙터 평면 중심선에서 우측 9 mm, 뒷차축 중심에서 무게중심까지의 수직거리 84 mm (GL+795 mm)의 조건에서 정적 횡전도각이 좌측 39°, 우측 40°이었다(농기계 형식검사서, 2006).

완성된 트랙터의 동적모형은 그림. 140과 같다. 수확기는 메인 후레임부와 토양절삭장치부, 토양분리장치부, welsh onion 이송장치부, 이송B/C부, 적재장치부, PTO 부착장치부로 구분하여 개별적인 모형화 작업 후 통합하는 방법으로 완성하였다.



그림. 139 대과수확기 어셈블리별 3D 모델링

모형화를 위한 프로그램은 Autocad(V2010)와 CATIA(V5 R18)를 이용하였으며 완성된 수확기의 동적 모형은 그림. 141과 같은데 무게중심은 뒷차축 중심에서 무게중심까지의 수평거리로 3136 mm, 좌측륜 방향으로 1315 mm, 뒷차축 중심에서 무게중심까지의 수직거리는 783 mm이다. 그림. 139는 각 부분별 주요 어셈블리 모형화 작업 결과로 모형 중량을 실제 중량과 비교하는데 사용하였다.

개별적 모형화 작업으로 만들어져 통합된 시스템의 무게중심은 표. 39과 같이 수확기 오른 쪽 뒷차축 중심에서 무게중심까지의 수평거리로 34.5 mm, 수확기 평면 중심선에서 우측 20.3

mm, 수확기 오른쪽 뒷차축 중심에서 무게중심까지의 수직거리는 730 mm이다.

시스템의 동적모형에 있어 차체중량의 37%가 트랙터 전륜에 37%는 트랙터 후륜, 26%는 수확기 차륜에 배분되었다. 여기에서 고랑진입 안내역할을 하는 수확기 전방보조바퀴(WR3')의 하중(토양반력)은 고려하지 않았다.



그림. 140 U-43 트랙터 3D 모델링



그림. 141 대파수확기 3D 모델링



그림. 142 트랙터-수확기 시스템의 3D 모델링

동적분석은 실제 시스템의 등속조건에서 주행속도에 따른 전도각을 구하였다. 분석방법은 정속 주행속도에서는 360°의 범위에서 1°씩 편각변화를 주면서, 0°-90°의 범위로 경사도의 변화를 주면서 분석을 진행하였다.

그리고 프로그램의 트랙터-대파수확기 시스템에 대한 시뮬레이션 구속조건은 다음과 같다.

표 41 RecurDyn 구속조건

이름	내용
revolute joint	바퀴의 회전 속도를 주기 위한 조건
surface to surface	바퀴와 지면의 접촉 조건

실험은 평균주행속도(실증실험 계획) 0.13 m/s, 바퀴둘레 3.96 m의 조건에 대한 속도 라디안 값 0.067 rad/s을 차축과 타이어의 결합조건으로 주고 등속조건을 위해 STEP 함수를 이용하였는데 지면과 타이어의 구속조건의 설정은 그림. 143과 같고 이때 바퀴와 지면의 접촉조건으로 타이어 공기압과 진행속도를 이용하여 탄성계수 0.06, 차량 일반의 등판능력 44%의 동마찰계수 1.5 및 무게중심 좌표를 이용하여 그림. 144과 같은 과정으로 실험을 진행하였다.

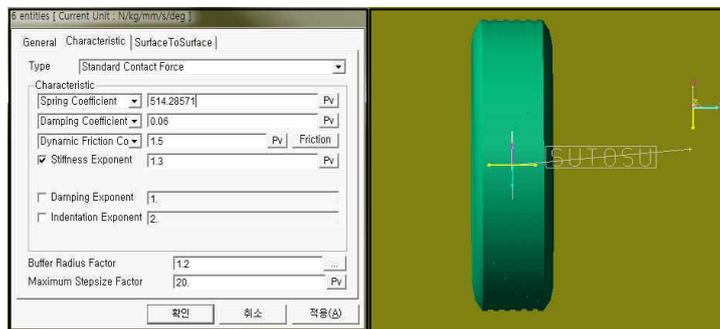


그림. 143 지면과 타이어의 구속조건

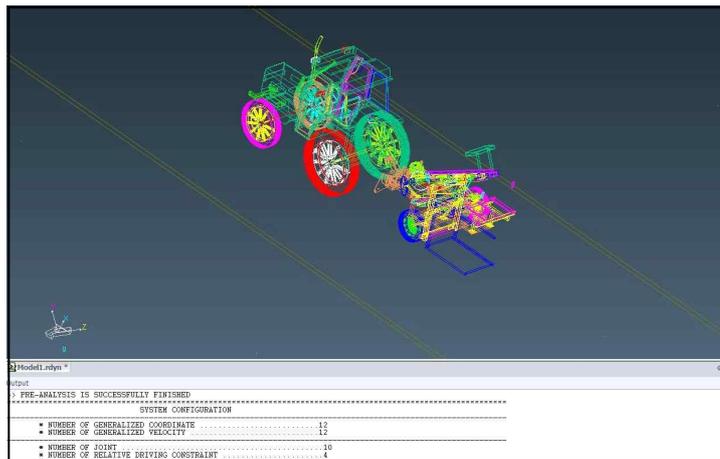


그림. 144 트랙터-수확기 시스템의 동적분석 과정

시뮬레이션은 최대 전도각을 측정하기 위하여 차량 주행각도를 360도 범위에서 1도 간격으로 나누어 진행된 전도시험은 주행각 0도, 지면경사각 0도에서 시작하여 전도되는 지면 각도를 기록한 뒤 2회 반복하였는데 최소 전도각이 우측횡전도 36°, 좌측횡전도 38° 이었는데 경사를 오를 때는 주행각도가 약 45° 이상에서는 슬립이 심해 더 이상 전도각 측정이 불가능하였고 경사를 내려 갈 때는 주행각도가 65° 이상에서 슬립이 심해져 전도각 측정이 불가능하였는데 실험결과는 표. 42 및 그림. 145과 같다.

표. 42 트랙터-수확기 시스템의 동적 분석결과(단위: degree)

우측 횡전도								좌측 횡전도							
δ	α														
90	*	360	36	45	57	315	42	270	*	180	38	224	48	134	*
89	*	359	36	44	54	314	42	269	*	179	38	223	47	133	*
88	*	358	36	43	51	313	42	268	*	178	38	222	46	132	*
87	*	357	36	42	51	312	43	267	*	177	38	221	46	131	*
86	*	356	36	41	50	311	43	266	*	176	38	220	46	130	*
85	*	355	36	40	50	310	44	265	*	175	38	219	45	129	*
84	*	354	36	39	50	309	44	264	*	174	38	218	45	128	*
83	*	353	36	38	50	308	44	263	*	173	38	217	45	127	*
82	*	352	36	37	50	307	45	262	*	172	38	216	44	126	*
81	*	351	36	36	48	306	45	261	*	171	38	215	44	125	*
80	*	350	36	35	47	305	46	260	*	170	38	214	44	124	*
79	*	349	36	34	47	304	46	259	*	169	38	213	43	123	*
78	*	348	36	33	44	303	47	258	*	168	38	212	43	122	*
77	*	347	36	32	43	302	48	257	*	167	38	211	43	121	*
76	*	346	36	31	43	301	48	256	*	166	38	210	42	120	*
75	*	345	36	30	42	300	49	255	*	165	38	209	42	119	*
74	*	344	36	29	42	299	49	254	*	164	38	208	42	118	*
73	*	343	36	28	42	298	50	253	*	163	38	207	41	117	*
72	*	342	36	27	41	297	51	252	*	162	39	206	41	116	*
71	*	341	36	26	41	296	51	251	*	161	39	205	41	115	*
70	*	340	36	25	41	295	*	250	*	160	39	204	41	114	*
69	*	339	36	24	40	294	*	249	*	159	39	203	40	113	*
68	*	338	36	23	40	293	*	248	*	158	39	202	40	112	*
67	*	337	36	22	40	292	*	247	*	157	39	201	40	111	*
66	*	336	37	21	39	291	*	246	*	156	39	200	40	110	*
65	*	335	37	20	39	290	*	245	*	155	40	199	40	109	*
64	*	334	37	19	39	289	*	244	*	154	40	198	39	108	*
63	*	333	37	18	39	288	*	243	*	153	40	197	39	107	*
62	*	332	37	17	38	287	*	242	*	152	40	196	39	106	*
61	*	331	37	16	38	286	*	241	*	151	40	195	39	105	*
60	*	330	37	15	38	285	*	240	*	150	41	194	39	104	*
59	*	329	38	14	38	284	*	239	*	149	41	193	39	103	*
58	*	328	38	13	38	283	*	238	*	148	41	192	39	102	*
57	*	327	38	12	37	282	*	237	57	147	41	191	38	101	*
56	*	326	38	11	37	281	*	236	55	146	41	190	38	100	*
55	*	325	39	10	37	280	*	235	54	145	42	189	38	99	*
54	*	324	39	9	37	279	*	234	53	144	42	188	38	98	*
53	*	323	39	8	37	278	*	233	53	143	42	187	38	97	*
52	*	322	39	7	37	277	*	232	52	142	43	186	38	96	*
51	*	321	40	6	36	276	*	231	51	141	43	185	38	95	*
50	*	320	40	5	36	275	*	230	51	140	43	184	38	94	*
49	*	319	40	4	36	274	*	229	50	139	44	183	38	93	*
48	*	318	40	3	36	273	*	228	50	138	44	182	38	92	*
47	*	317	41	2	36	272	*	227	49	137	44	181	38	91	*
46	*	316	41	1	36	271	*	226	49	136	44	180	38	90	*

※ 주행각: δ , 경사각: α , (*): 측정불가

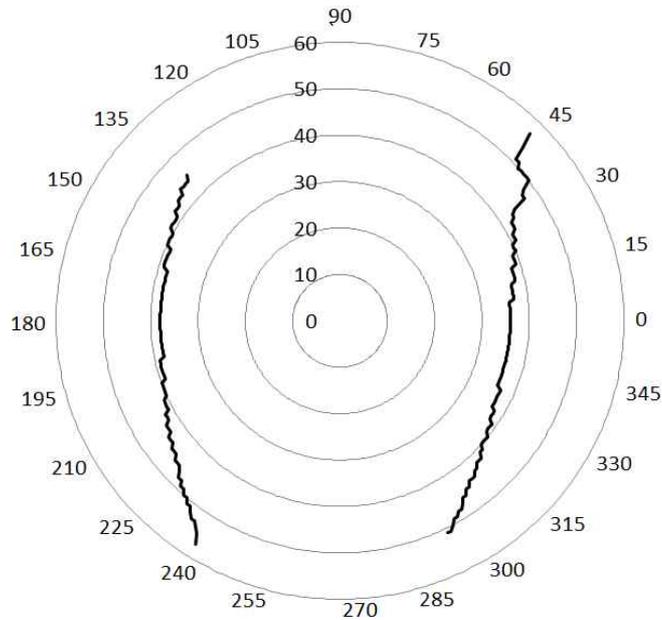


그림. 145 트랙터-수확기 시스템의 횡전도 분석결과

주행속도별 전도각의 변화는 주행속도가 빨라지면 편각별로 전방향에서 횡전도각이 낮아져 전도가 빨라지는 경향을 보였는데 전도는 전도발생주행과 정상주행을 비교하였다. 전도주행 및 비전도주행의 본체 위치를 그래프로 나타내 비교하면 비전도주행은 등속주행으로 선형그래프가 나타나고 전도주행은 비선형그래프가 나타났는데 그림. 146과 같다.

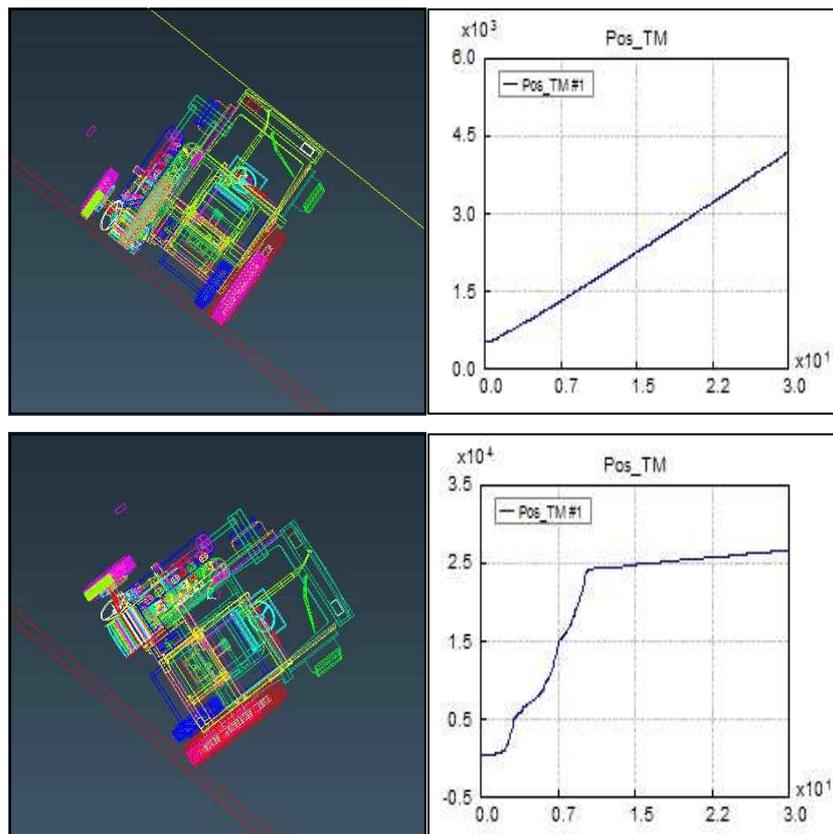


그림. 146 정상주행(상) 및 전도주행시(하) 시뮬레이션 및 위치그래프

(마) 공인기관 실증시험

실증시험은 국가 공인 농기계 검사기관인 농업기술실용화재단의 시험장치를 이용하였는데 시험방법은 3단계(0°, 20°, 30°)의 편각변화를 주면서, 검사기준인 경사각 0°에서 30°까지의 범위에서 진행되었다.

시험의 진행은 국가검사기준인 경사각 30° 이상은 진행되지 못하였는데 전도각 측정결과는 다음의 표. 43과 같은데 기준 이내에서 모든 방향, 기준 경사각에서 전도가 발생하지 않았다.

또한 종전도의 경우 검사기관 시험장치의 규격 한계로 측정되지 못하였다.

표. 43 시험장치에 의한 횡전도각 측정 결과(단위: degree)

declination angle	overturning of transverse				overturning of longitudinal	
	left side		right side		rear	front
	front	rear	front	rear		
0	none	none	none	none	*	*
10	none	none	none	none	*	*
20	none	none	none	none	*	*
30	none	none	none	none	*	*



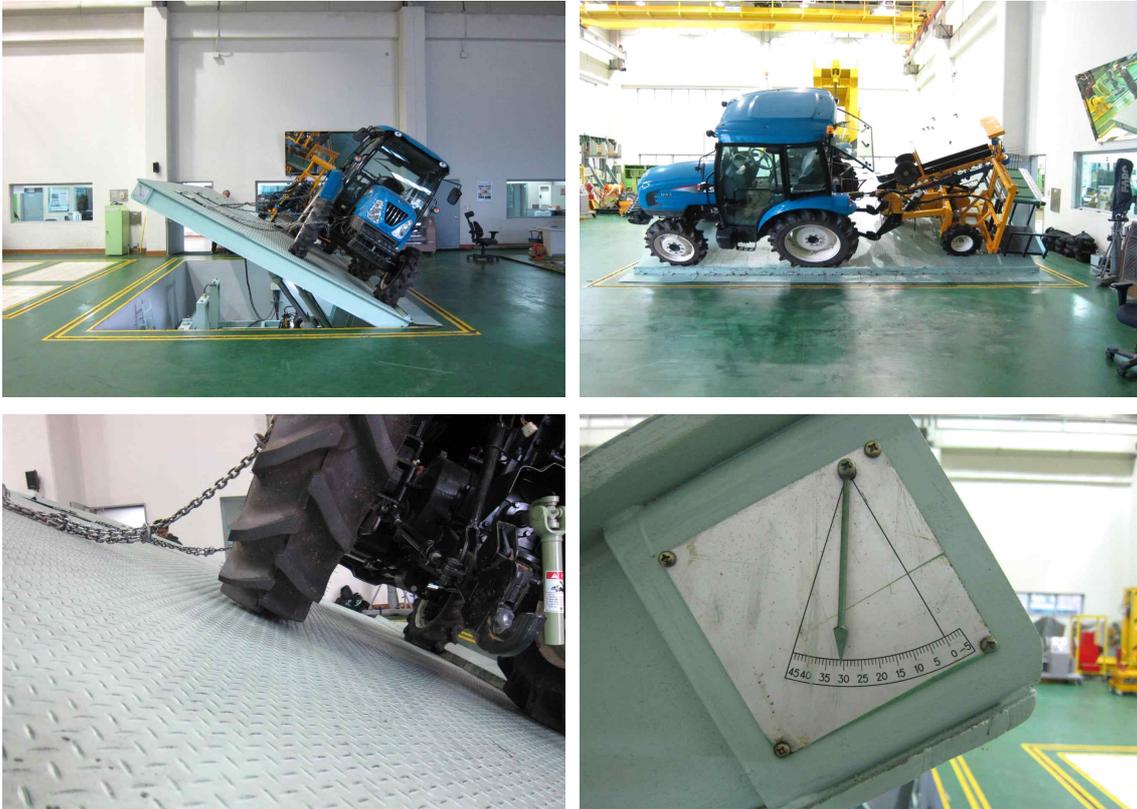


그림. 147 전도각 실증실험(농업기술실용화재단, 2014. 11)

개발된 트랙터-대과수확기 시스템에 대해 주관연구기관인 성균관대학교 산학협력단에서 신청한 안정성분석(전도각 시험 포함)에 대한 국가 공인 농기계 검사기관인 농업기술실용화재단의 본 연구과제의 결과물인 대과수확기에 대한 “농업기계 성능검정 성적서”는 다음과 같다(전문은 첨부하였음).

■ 본 성능검정 성적서는 3차년도 실험에 사용된 트랙터 및 개발이 완료된 대파수확기에 대하여 주관 기관인 성균관대학교에서 공인시험기관인에서 수확기 검사기준에 준해 성능검정을 수행한 결과임.

농업기술실용화재단

농업기술실용화재단

주관: 성균관대학교 안학철학사원 김현수 과학
(공적)
제목: 트랙터수확기(대파) 성능검정 결과 및 실험

7, 14, 11, 03.차로 95cm에서 실험한 농업기계의 성능검정 결과를 다음과 같이 알려드립니다.

기종명	형식명	별칭	규격	검정번호
트랙터수확기(대파)	DRSH-100	트랙터부착형	공취폭 4D cm	14-FACTM-005

2. 아울러, 제출한 검정용도의 개량은 30일 이내의 대파수확기에 특수공을 제출하고 찾아주시기 바랍니다.

붙임: 농업기계 성능검정 보고서 1부 - 1부.

농업기술실용화재단

2014년 11월 21일

농업기술실용화재단 이사장

농업기계 성능검정 성적서

1. 실험명
가. 성명 : 김현수
나. 사업등록번호 : 103-92-12009
다. 주소 : 경기도 수원시 팔달구 석우로 2000 (공관동)
라. 당도 : 성균관대학교안학철사원

2. 검정용도의 개량
가. 기종명 : 트랙터수확기(대파)
나. 형식명 : DRSH-100
다. 길이 및 크기 : 트랙터부착형, 공취폭 4D cm

3. 검정번호 : 14-FACTM-005

4. 검정일자 : 2014.11.11

FACT

*농업기술실용화재단은 본시험장 치위 및 재취폭, 제4로 제2차에 따라 검정신청한 기
대에 대한 성능검정 결과를 알려드립니다.

2014년 11월 21일

농업기술실용화재단 이사장

14-FACTM-005

검정 성적

1. 기종명 : 트랙터수확기(대파)
2. 검정번호 : 14-FACTM-005
3. 형식명 : DRSH-100
4. 별칭 : 트랙터부착형
5. 규격 : 공취폭 4D cm
6. 시험 실험

6.1 규격

6.1.1 기계의 크기

- 길이	2900 mm
- 폭	2000 mm
- 높이	2000 mm
- 중량	400 kg

6.1.2 실험용

- 공취폭폭

트랙터(PTO) 공취부
트랙터수확기(대파) 및 제2차에 상하
편기, 재취폭폭 폭중공 및 반중공

6.1.3 주행장치

- 차량의 종류
- 차량의 개수
- 차량의 규격

공기타이어
2 개
4.00-12 4PR

6.1.4 재도장기

- 재도장기
- 재도장 방식
- 재도장 개수

무동 회전 재도 45cm
원형 (D 40)
2 개

6.1.5 공취폭폭

- 별칭
- 공취폭폭 크기 및 개수
- 공취폭폭
- 공취폭폭 부착방식

공취폭폭
400×1200 mm 원형형, 1 개
4D cm
트랙터 3편기에서 양사로 고정

14-FACTM-005

6.1.6 이송장치

- 별칭
- 공취폭 크기
- 이송방식

트랙터수확기
공취폭폭, 폭 25 mm
편기 및 공취폭폭

6.1.7 반중공기

- 별칭
- 별칭의 종류 및 개수
- 반중공방식

스래퍼의 원형
편형(트랙터수확기), 폭 200 mm
이송부에서 제2차에 방향

6.1.8 작업폭

- 크기(C기호+제2차)

750 × 750 mm

6.1.9 편기부 부착방식

- 편기

3편 이송방식(1차, 2차 및 3차) 연결

6.1.10 편기장치

- 기종명
- 형식명
- 제조사

농업용트랙터
4D (4D수확형)
5D형(트랙터)

6.2 성능시험

6.2.1 성능시험

- 시험조건
- 시험결과

편기장치(트랙터) 부착상태에서
편도 시험 결과
2D 편기에서 하중으로 인한 편도
되지 않음

6.3 검정용도 개량

본 기재는 공취폭 4D cm인 트랙터부착형 트랙터수확기(대파)로 공취폭은 트랙터의 PTO, 이송부 및 반중공은 트랙터의 이송장치 및 편기용 이송부에서 사용되는 구조임

6.4 최종결과

본 검정단 농업기술실용화재단 「공적검정 치위 및 재취폭, 제4로 제2차에 따라 검정된
농업기계(트랙터)의 안전성평가 구조 및 성능기준을 준 검정기준에 따라 검사 되었음

2014년 11월 21일

김현수 김현수 김현수 김현수



다. 통합시작기 설계 및 제작

(1) 통합시작기 설계 및 제작

3차년도 통합시작기는 1차년도 요인실험장치의 성능시험에 따른 분석결과 및 2차년도 현장 성능시험 결과 및 문제점을 고려하여 제작되었으며 3차년도 대과 재배지 현장실증을 전제로 제작되어 제품화 과정을 단축할 수 있도록 하였는데 3년에 걸친 제작 및 실험과정은 다음의 도식과 같다.

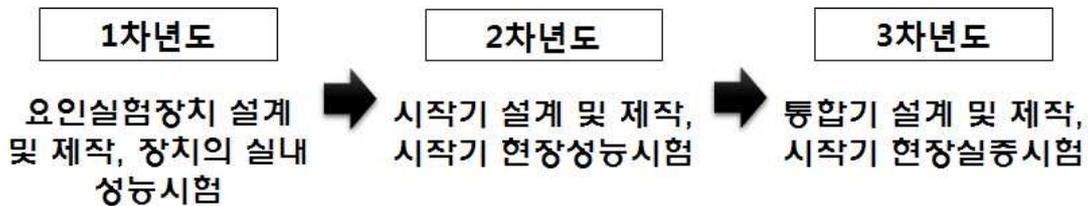


그림. 148 대과수확기 연구개발 개념 도식도

1차년도에는 대과 재배 및 수확 실태 조사 분석, 대과 굴취 장치의 적정 설계를 위한 대과 수확시기의 토양 물리성 및 토양내의 대과 뿌리 분포 조사 분석, 수확시기 대과의 굴취, 이송 관련 물성특성 분석, 트랙터 부착 수집형 대과수확기 요인실험장치의 설계 제작 및 성능시험, 수확시기 대과의 수집 및 배출 관련 물성특성 분석, 트랙터 부착 수집형 대과수확기 요인실험 장치의 설계 제작 및 성능시험을 진행하였다.

여기에서 실태조사 등은 현장방문 조사를 바탕으로 한 경험적 접근방법과 표준영농교본을 바탕으로 한 이론적 접근 방법을 진행하였다. 토양 물리성 및 대과물성분석은 수확시기에 맞춘 현장방문조사를 바탕으로 한 실험적 접근방법을 사용하였다. 굴취 및 이송 관련 물성분석은 문헌조사를 바탕으로 한 이론적 접근 방법을 사용하였다. 설계 제작 및 성능시험은 요인실험장치 제작 및 성능 시험을 위한 실험적 접근 방법을 사용하였다.

2차년도에는 1차년도 요인실험장치의 성능분석 자료를 바탕으로 하여 트랙터 부착 수집형 대과 수확 시작기 굴취부 및 이송부의 설계, 트랙터 부착 수집형 대과 수확 시작기 굴취부 및 이송부 제작 및 성능 분석, 트랙터 부착 수집형 대과수확기 경사지 안정성 이론적 분석, 트랙터 부착 수집형 대과 수확 시작기 수집부 및 배출부의 설계, 트랙터 부착 수집형 대과 수확 시

작기 수집부 및 배출부 제작 및 성능 분석을 진행하였다.

분석방법으로는 대파뿌리의 물성을 고려한 트랙터 부착 수집형 대파수확기 요인시험장치 문제점 분석, 시작기의대파 굴취부 및 이송부의 설계, 시작기의대파 수집 및 배출부의 설계, 시작기의 안정성 분석을 위한 이론적 안정성 분석, 트랙터 부착 수집형 대파수확기 제작 및 성능 실험을 수행하였는데 최종적으로 3차년도 사용화를 전제로 한 통합기 제작을 위하여 현장실험을 진행하였다.

요인시험과 현장실험을 기초로 구성된 최종적인 3차년도 통합기의 구성은 그림. 149과 같은데 메인 후레임에 토양 파쇄장치 및 굴취장치, 토양 분리장치, 이송장치, 벨트 컨베이어 및 임시적재장치, PTO 연결장치 등으로 구성되었다.



그림. 149 대파수확기 시스템 구성도

기본적으로 대파수확기는 트랙터 부착작업기로 트랙터의 동력을 이용하는데 PTO 동력을 기어변속 등을 이용하여 사용하는 토양 1차 분리장치 및 2차 분리장치가 있고 유압동력을 이용하여 유압모터를 부착하여 동력을 얻는 대파이송장치 및 적재장치의 배출 리프트 및 포대 지지대 리프트, 전기동력을 이용하는 후단의 벨트 컨베이어로 구성된다.

또한 토양 파쇄장치는 트랙터의 주행동력을 이용하여 파쇄기능을 발휘하도록 하여 편리성을 높였고 본체각도의 조정으로 적정 작업위치를 조정토록 하였으며 가이드 휠 및 주행 휠은 무동력 상태에서 트랙터의 견인력을 이용하여 자율적으로 무동력 주행하는 개념이다.

수확기와 트랙터의 연결은 트랙터의 3점 히치링크를 이용하여 수확기 고정 및 리프팅 기능을 갖는 상부 링크 및 수확기 본체를 지지하는 2개의 하부링크에 고정하였는데 ISO 국제 규격에 준하여 설계 되었으며 타 기종의 트랙터에도 손쉽게 장착이 가능토록 하였다.

(가) 토양 파쇄장치 및 굴취장치

토양 파쇄장치는 1, 2차년도 실험에 준해 제작되었는데 1차년도 요인실험장치에서 대두되었던 장착 시 원판 디스크를 접고, 펴기 불가능한 문제점을 해결하고 또한 원판디스크의 작동 각도는 1, 2차년도 요인실험 및 현장실험을 통해 두둑의 형상에 맞춰 최적의 조건에서 기능이 발휘되도록 제작되었다.

2개의 원판 디스크는 수확기 작업공정에 방해가 되지 않도록 전방에 배치하였으며 진행방향에 대하여 18°의 경사각을 주워서 트랙터에 걸리는 부하를 감소시켰다. 또한 절삭장치의 착·탈 및 거리를 조절할 수 있도록 설계 제작하였다. 또한 원판디스크 지지 후레임은 그림. 150과 같이 3번의 S자 절곡을 통하여 토양 절삭과 동시에 전달되는 압력과 진동을 흡수할 수 있도록 하였다.

토양 굴취장치는 2차년도 현장실험을 통하여 쇄토율 및 토양흐름상태가 양호한 경사각 30°의 상태에서 고정하였는데 전면 진입날을 두둑 형상에 맞춰 타원형으로 제작하였고 두둑폭을 고려하여 폭 400 mm를 유지하였으며 토양에 의한 마모 및 변형 등을 고려하여 두께 10 mm로 제작되었고 주워진 경사각은 후단의 토양분리장치로 대과 뿌리부에 접촉된 흙이 원활하게 이송되는 것을 고려하였는데 그림. 151과 같다.

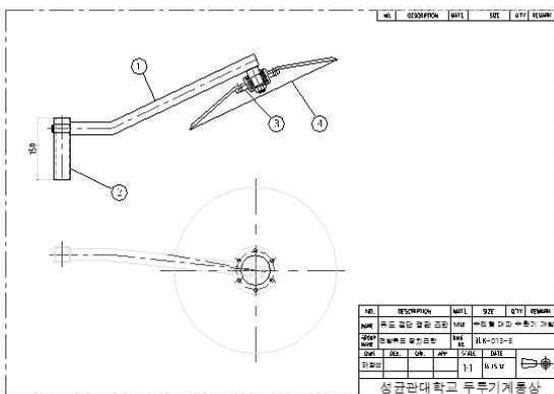


그림. 150 토양 파쇄장치

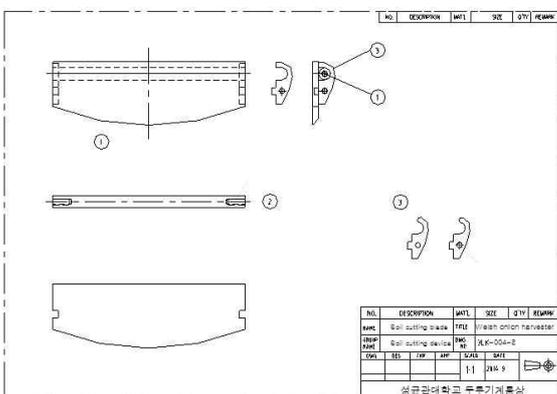


그림. 151 토양 굴취장치

(나) 토양 1, 2차 분리장치

토양 분리장치는 굴취된 토양이 자연적인 원리로 제거되는 1차 토양분리장치는 그림. 152과 같고 회전체에 의해 강제로 제거되는 2차 분리장치는 그림. 153과 같으며 1차 및 2차 분리장치는 대과 이동선상에 순차적으로 배치되어 기능을 구성하고 있다.

1차 분리장치는 이송 중 흙은 원형 봉 사이로 떨어져 제거되는데 잔여 흙을 분리하기 위해 평 링크의 진동효과를 주기위해 링크의 처짐을 조절하여 1차 분리장치 회전 시 스프라켓에서 발생하는 출렁거리는 형태로 진동을 전달할 수 있도록 설계, 제작되어 대과의 흙을 제거하고 장치에 부착되는 흙을 제거하는 장치이다.

1차 분리장치는 상단의 대과 이송장치에서 대과의 쏠림현상이 일어나지 않도록 설계 및 제작되었으며 끝단에 설치된 2차 토양분리장치에서 뿌리에 남은 잔여 흙을 제거하도록 설계되었는데 2차 분리장치는 역U자형 복수의 돌기가 회전하면서 뿌리부 하단에 충격을 가해서 흙을 제거하는 원리이다.

뿌리부에 점착된 흙은 미세뿌리에 의해 점착되어진 상태로 인위적인 충격을 가해 제거하는데 상용화를 전제로 다양한 재배환경에 적용하도록 높이를 ±100 mm 조절토록 제작되었다.

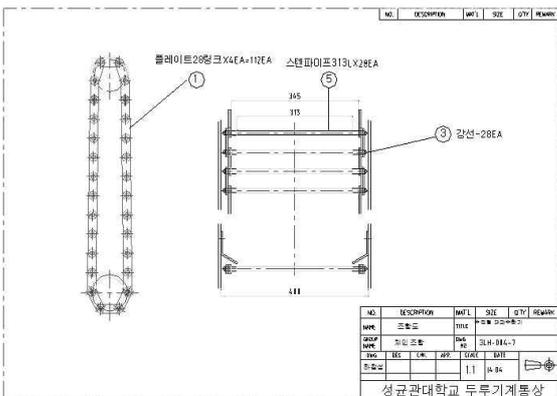


그림. 152 토양 1차 분리장치

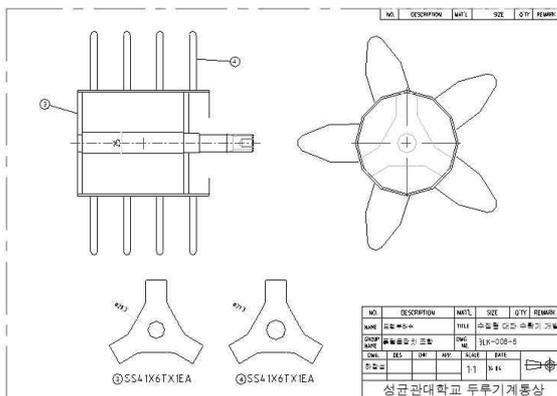


그림. 153 토양 2차 분리장치

(다) 대파 이송장치

대파 이송장치는 토양 분리장치 상단에 위치하며 굴취장치 및 토양 1차 분리장치와 동시 공정으로 상기 장치의 상단에서 대파를 이송하는데 장치는 $30^{\circ} \pm 5^{\circ}$ 의 경사를 갖는다.

대파의 손상을 최소화하기위해서 2차년도 현장실험을 통해 이송벨트의 간격을 370 mm로 장력을 조절하였다. 또한 아이들러 힌지의 위치조정을 통하여 이송효과를 높게 하였다.

이송벨트의 처음과 끝 부분에 아이들러 힌지 간격을 줄여 대파가 배출단계까지 원활하게 이송할 수 있도록 통합기에 적용하고 폭 80 mm의 고무벨트를 장착하고 외측에 20 mm 쿠션을 뒀서 대파의 손상을 최소화하였다.

컨베이어 벨트의 높이 고정으로 인한 문제점을 보완하기 위해 상하리프트로 보완하였다. 롤러 컨베이어 상하리프트 시스템은 수동제어를 통해 상하 800 mm 제어가 가능토록 하였다.

또한 이송 중 대파이송 쏠림현상을 잡아주는 레일가이드를 설치하였는데 이는 대파수확기의 작업속도 및 대량의 대파 유입을 방지하는 역할을 하고 또한, 추가 보조대를 설치하여 대파를 이송벨트에서 배출부에 자연스럽게 인계되도록 하였다.

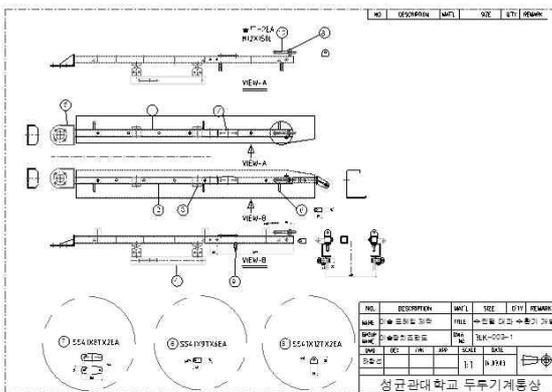


그림. 154 대파이송장치

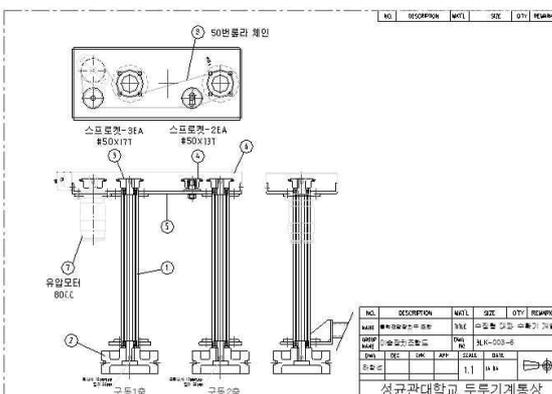


그림. 155 이송장치의 동력전달장치

(라) 메인 후레임

메인 후레임은 수확기 본체를 지지하는 구조물로 트랙터와 연결되는 PTO 연결장치를 비롯하여 토양 파쇄장치, 대파굴취장치, 대파이송장치, 벨트 컨베이어, 임시적재장치, 주행 휠 및 부속장치의 고정대로 사용된다.

모든 구조물은 사각 파이프 전용접 형태로 고정되며 작업 중에 장치의 가동으로 인한 변형이나 이상이 없도록 제작되었으며 모든 장치는 두께 10 mm의 베이스 플레이트를 사용하여 메인 후레임에 볼트로 장착되는 구조를 갖도록 하였다.

메인 후레임의 구성도 및 부대장치가 장착된 형태는 그림. 156과 같다.

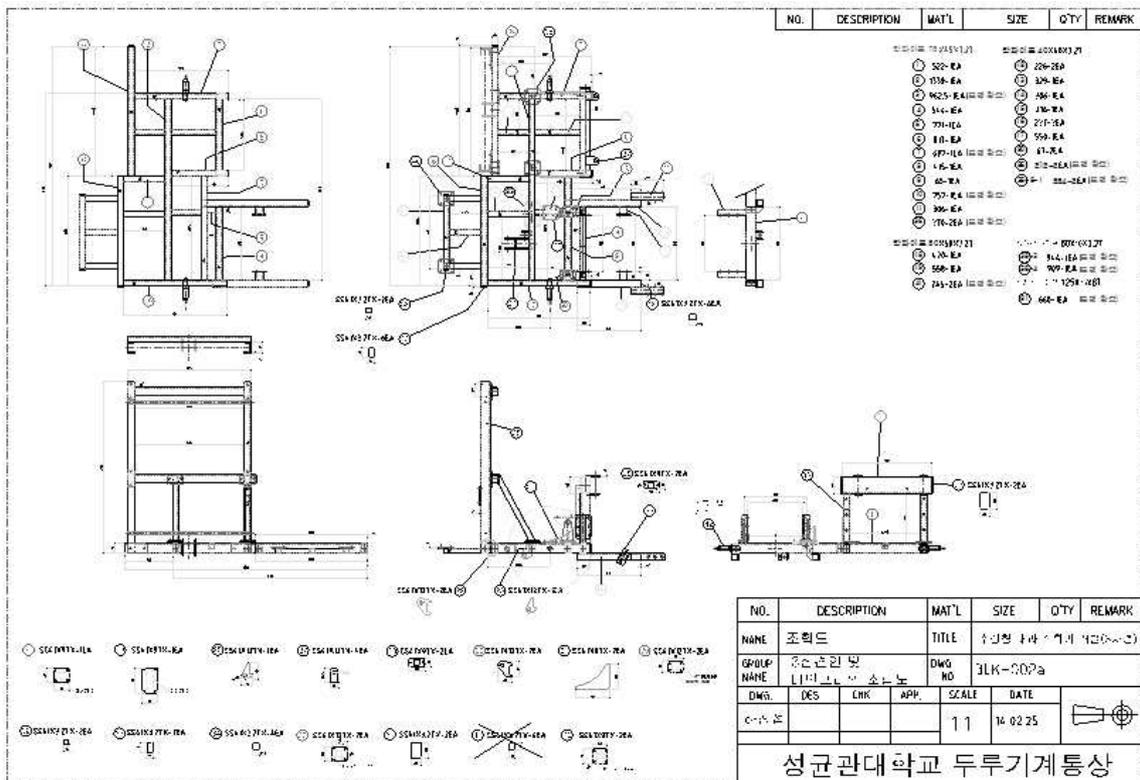


그림. 156 메인 후레임

(마) PTO 연결장치

PTO취출축 위치는 제품의 호환성을 높이기 위해 국제표준 규격으로 사용되고 있는 미국농공학회(ASABE)의 표준을 기준하였는데 연결장치 및 연결 후레임은 그림. 157-158과 같다.

대과수확기는 동력 취출축의 위치를 고려하여 2차년도와 동일하게 지상에서 최대 70.7 cm 에 부착하도록 표준설계 제작되었는데 트랙터와 수확기의 연결대는 볼트 조립식으로 간편하게 체결되도록 하였다.

연결장치는 트랙터 3점 히치링크(상부 1, 하부 2)를 이용하여 체결하였는데 도로 주행 중에는 유압을 이용하여 수확기를 트랙터의 후방 중앙부에 위치할 수 있도록 하였다. 수평이동이 제한적이었던 요인실험장치는 도로 주행 시의 안정성 문제와 작업 중 선회 시 작물에 피해를 주는 문제점이 있어 개선되었다.

또한 대과 수확 작업 외 이동시에는 트랙터의 중심에 위치하도록 하여야 한다. 이는 이동시 안정성을 고려하고 트랙터 회전 시 한쪽 쏠리는 문제점이 발생하지 않게 한다. 이는 1차년도 요인실험장치의 단점 및 2차년도 좌우 이동거리의 제한적인 단점을 수정 및 보완하여 수평이동거리를 400 mm 까지 확대하여 완성하였다.

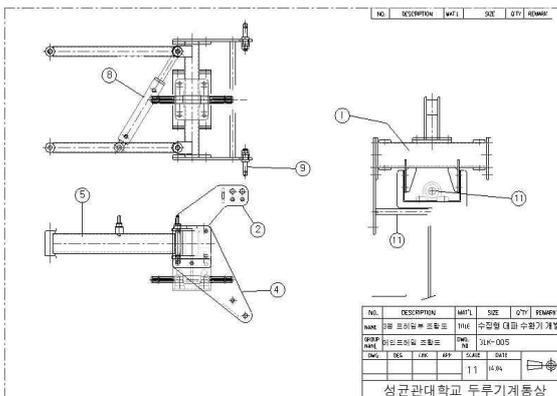


그림. 157 트랙터 연결 부착장치

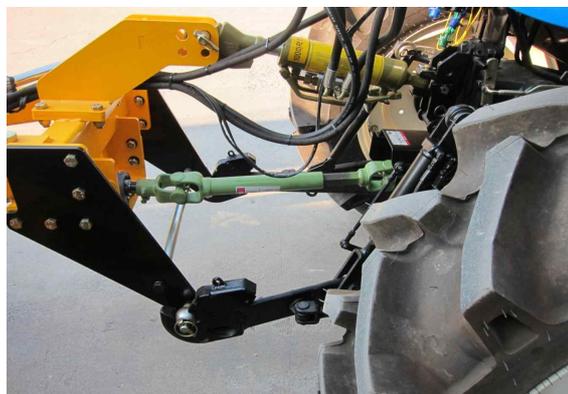
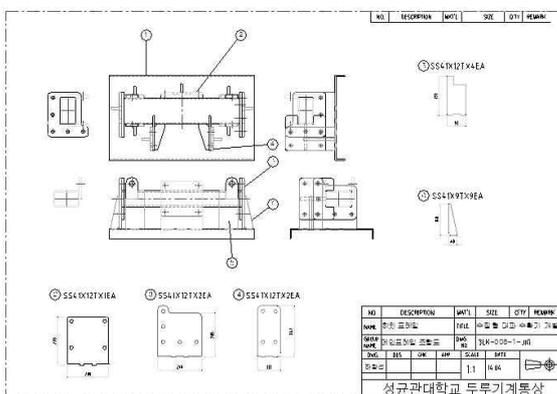


그림. 158 트랙터 연결 후레임

(바) 벨트 컨베이어 및 임시적재장치

이송장치 후단의 벨트 컨베이어 및 임시 적재장치는 수확되는 대파를 손쉽게 정리하게 위해 장착되었으며 벨트 컨베이어 초입에는 대파가 수직으로 서 있는 형태로 경사진 이송장치를 타고 올라와 후 방향으로 쓰러지도록 후리롤러 형태의 원통을 설치하였다.

또한 오른쪽 방향에는 갈코리 형태의 안내 가이드를 장착하여 대파가 컨베이어에 안착할 수 있도록 장착하였으며 컨베이어는 대파의 진행을 돕기 위하여 200 mm 간격으로 사각 안내 가이드를 부착하였다.

컨베이어의 드럼 풀리는 벨트의 폭 보다 20-30 mm 크게 제작하여 장치작동의 안정성을 확보하였으며 양측단은 스테인레스 스틸 재질의 커버를 부착하여 벨트의 손상 및 이탈을 방지하였는데 이때 적정 컨베이어 작동속도는 20 m/min 이송속도를 갖도록 하였다.

임시적재장치는 40kg의 대파를 적재할 수 있도록 하여 작업의 효율성을 높였고 거치되는 포대의 효율적인 적재를 위해 유압동력으로 상하로 400 mm의 리프트가 가능토록 하였으며 포대 바닥판은 자중으로 후방으로 자유낙하를 유도하기 위해 유압 실린더를 이용하여 바닥판을 3° 내외에서 경사각을 줄 수 있도록 제작되었다.

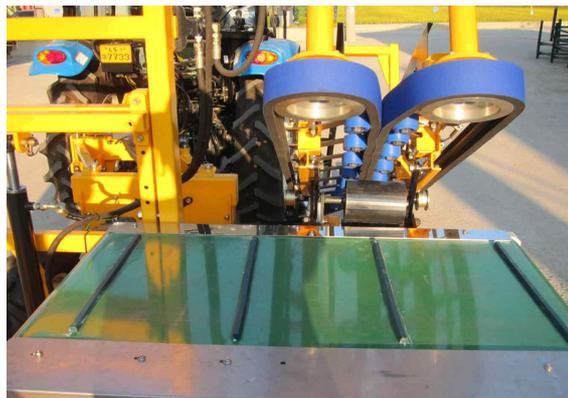
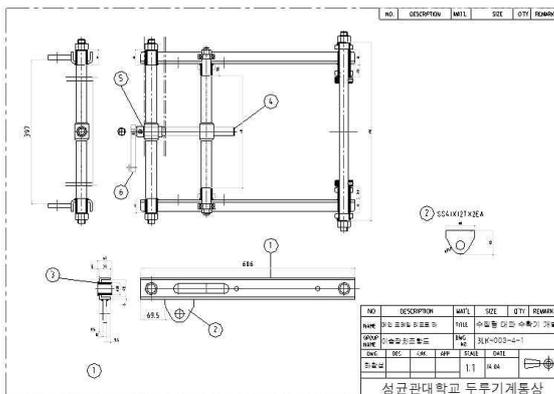


그림. 159 벨트 컨베이어

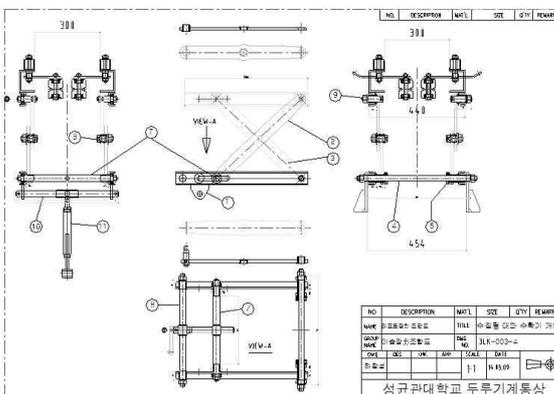


그림. 160 적재장치

(사) 트랙터 부착 작동실험

구 분	자동여부	가동상태	비 고
토양 파쇄장치	정상	적정	
굴취장치	정상	적정	
토양 1차 분리장치	정상	적정	
토양 2차 분리장치	정상	적정	
대과 이송장치	정상	적정	
벨트 컨베이어	정상	적정	
임시 적재장치	정상	적정	설계기준에 따른 자체검사로 전체 구성장치 및 부품이 정상적으로 가동되었으며 기능발휘에 적정한 상태임.
토양 파쇄장치 접이부	정상	적정	
토양 1, 2차 분리장치 각도조정	정상	적정	
대과 이송장치 각도조정	정상	적정	
벨트 컨베이어 속도조정	정상	적정	
임시 적재장치 포대 고정대 리프트 작동	정상	적정	
임시 적재장치 배출리프트 작동	정상	적정	
트랙터 연결장치 취결상태	정상	적정	
PTO 동력전달상태	정상	적정	
유압동력 전달상태	정상	적정	
전기동력 전달상태	정상	적정	



그림. 161 통합기 무부하 작동시험

(아) 현장실증시험을 통한 개량 보완 및 제품화 추진

반복적인 실증실험을 위해 본 연구의 협동연구기관의 직영 재배지(충청남도 아산시)에 대파를 재배한 후 기초적인 실험을 진행하여 통합기의 완성도를 높이기 위해 노력하였으며 최종적인 현장실증실험은 경기도 이천시 소재의 대파재배농가에서 진행하였다.

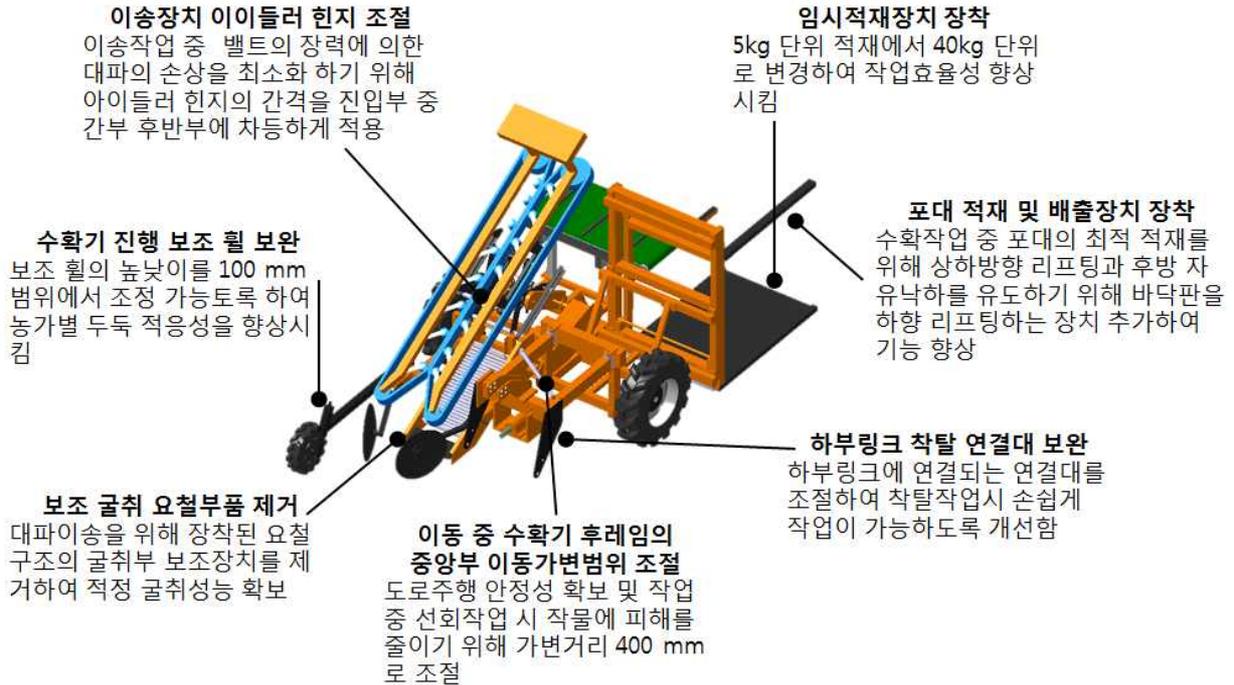
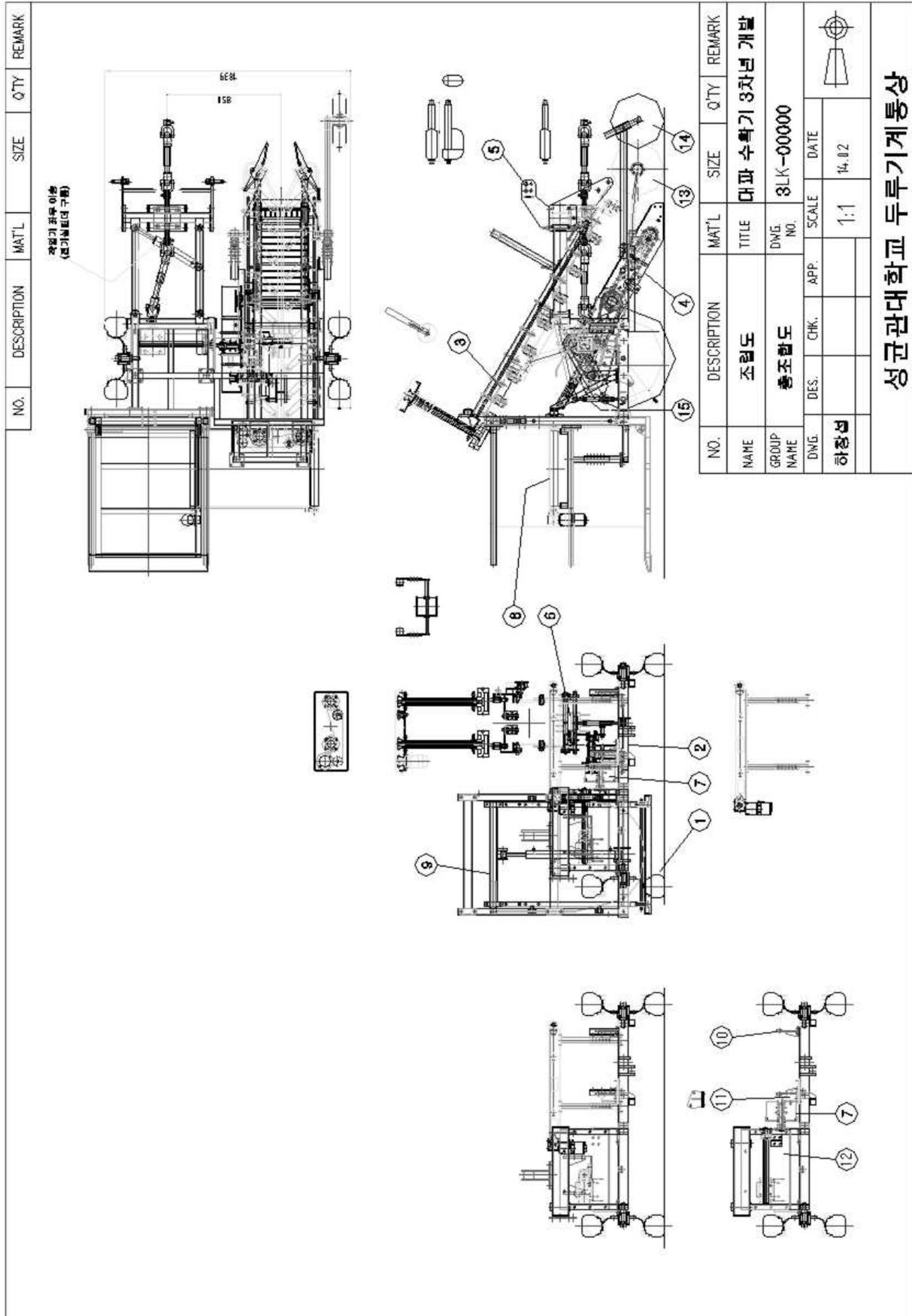


그림. 162 현장실증실험을 통한 개량 보완

현장실증실험을 통하여 그림. 162과 같은 기능적인 부분(이송장치 아이들러 힌지 조절, 보조 굴취 요철부품 제거, 임시적재장치 장착, 수확기 후레임 중앙부 이동가변범위 조절) 및 사용자 측면의 요구사항(수확기 진행 보조 휠 보완, 포대 적재 및 배출장치 장착, 하부링크 착탈 연결대 보완) 등을 반영하여 통합기를 최종 보완하였다.

이하의 그림. 163-171은 수정 보완되어 완성된 주요도면이고 보완된 통합기는 3차년도에 충남/천안에서 개최된 “2014 대한민국국제농기계자재박람회”에 출품(5장 성과 및 활용계획)되어 방문 농민들로부터 호평을 받았으며 관련전문지에 주요전시품목으로 소개되었고 홍보 부로서가 제작되었다.

또한 성공적인 사용화 추진을 위해 개발된 대파수확기의 모델명을 DRSH-100으로 하고 국가공인인증기관인 농업기술실용화재단에서 성능검정(농업기계 성능검정 성적서: 14-FACTMP-086)을 수행하였다.



성균관대학교 두루기계동상

그림. 163 통합 시작기 총조립도

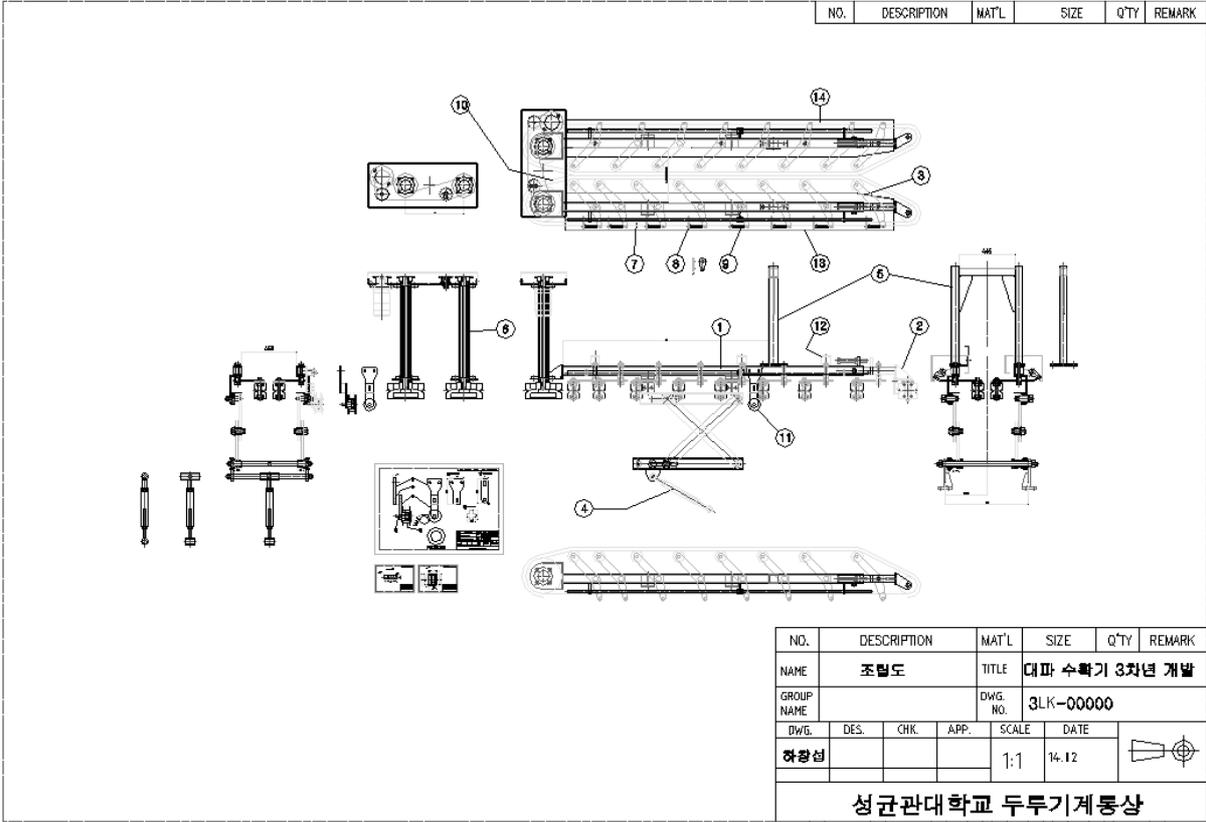


그림. 164 이송부 어셈블리 조립도

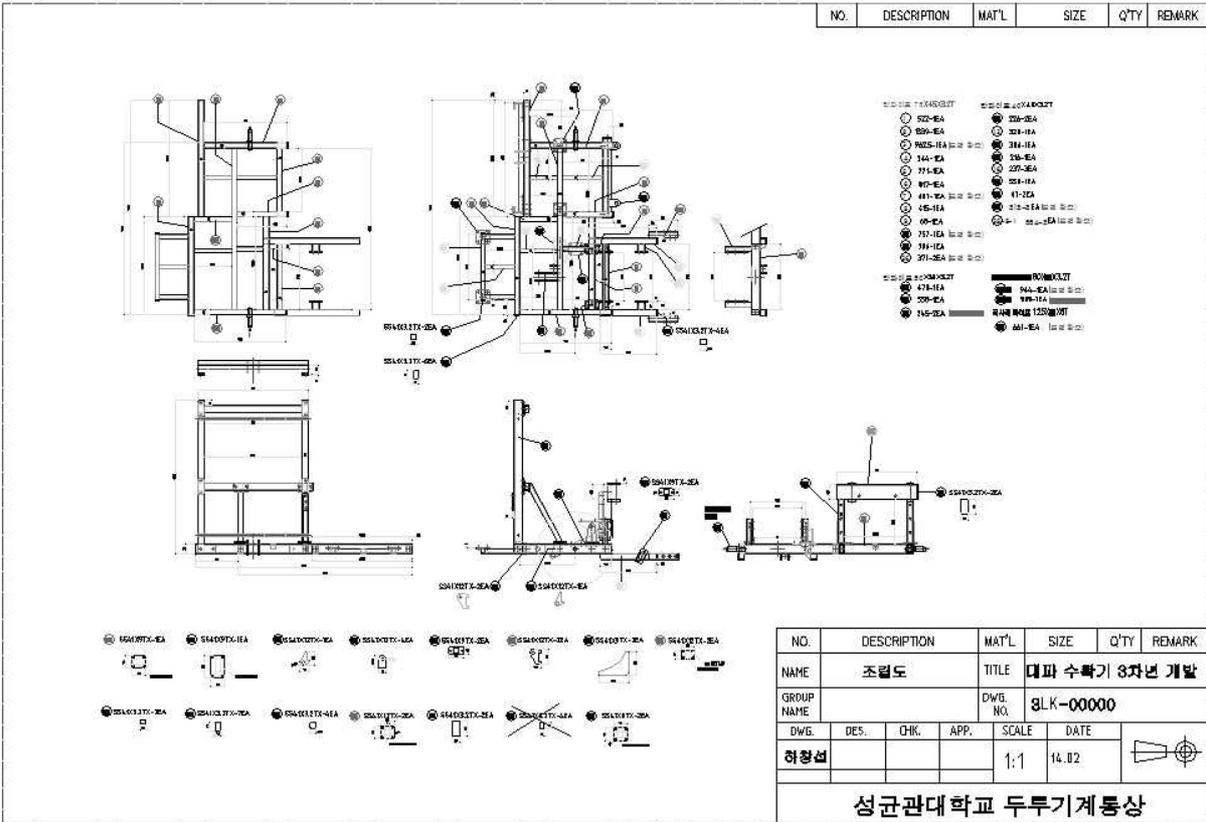


그림. 165 메인 후레임 어셈블리 조립도

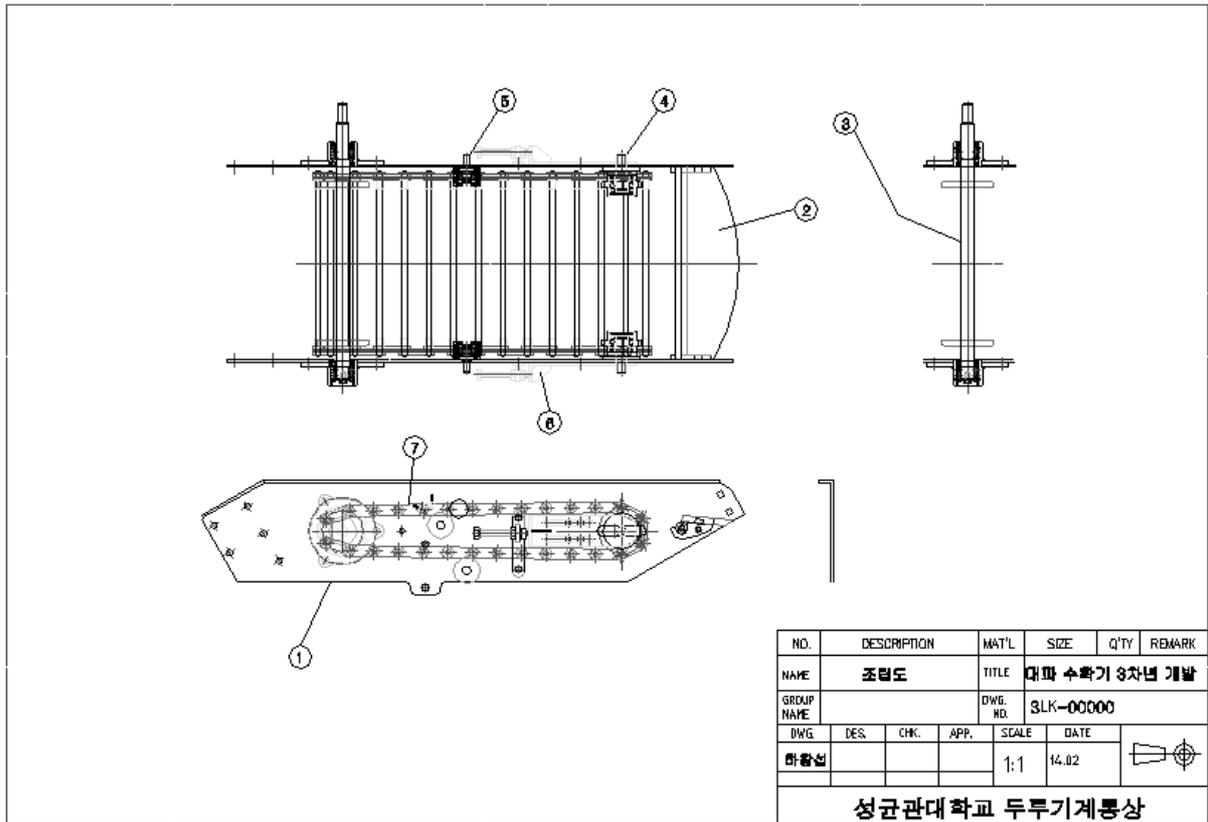


그림. 166 굴취부 어셈블리 조립도

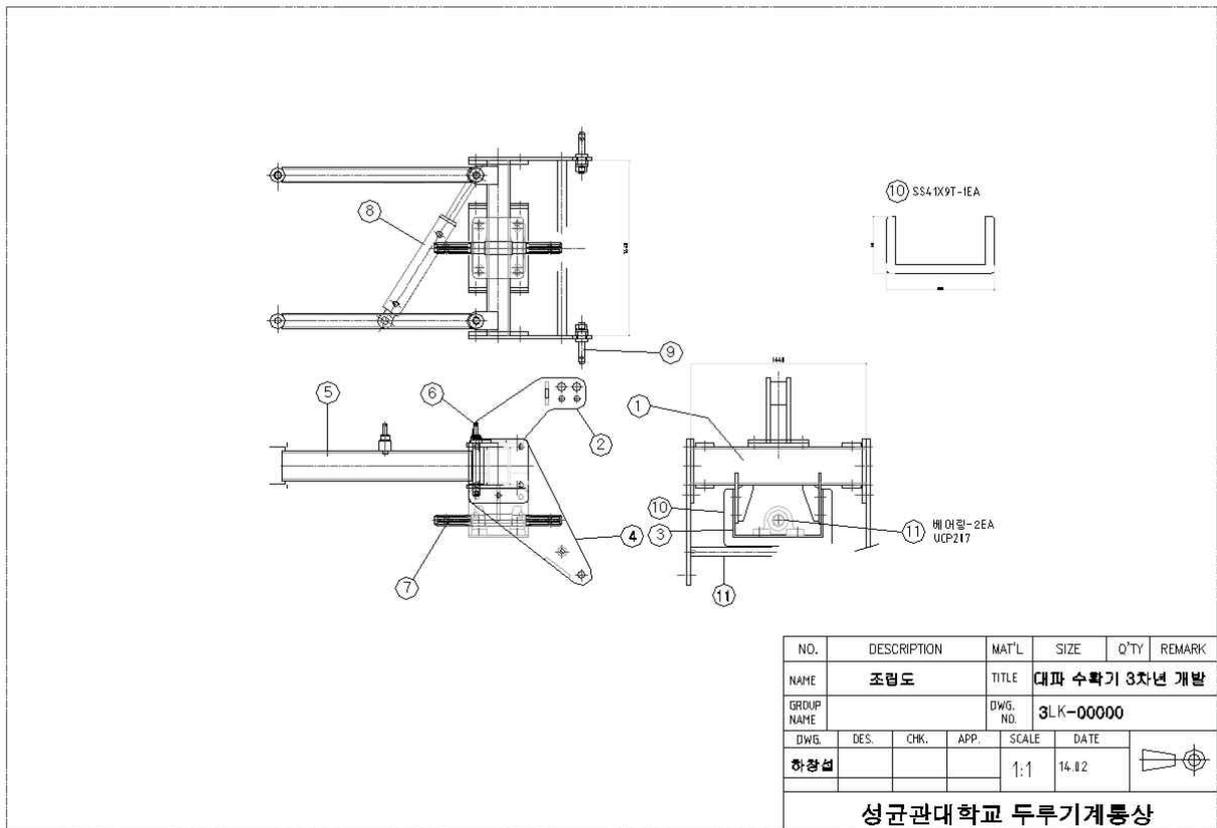


그림. 167 PTO 연결부 어셈블리 조립도

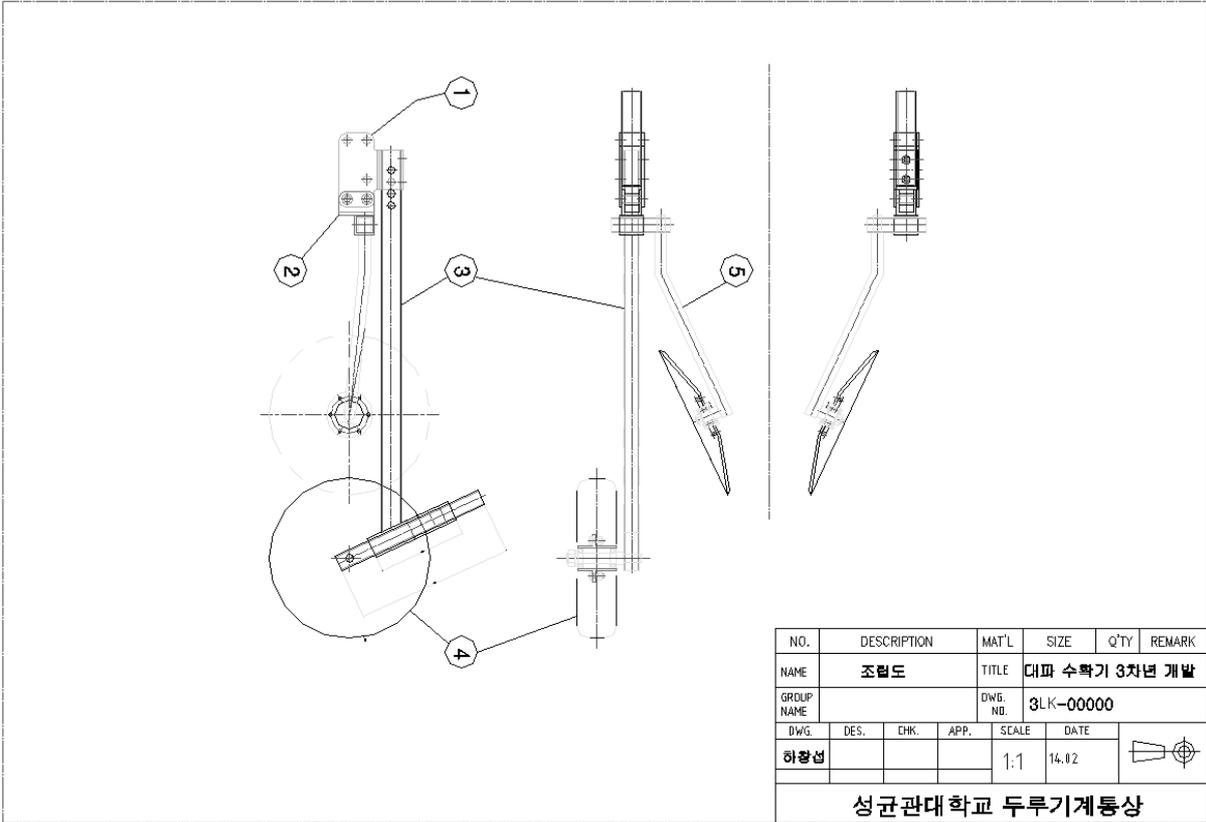


그림. 168 굴취부 어셈블리 조립도

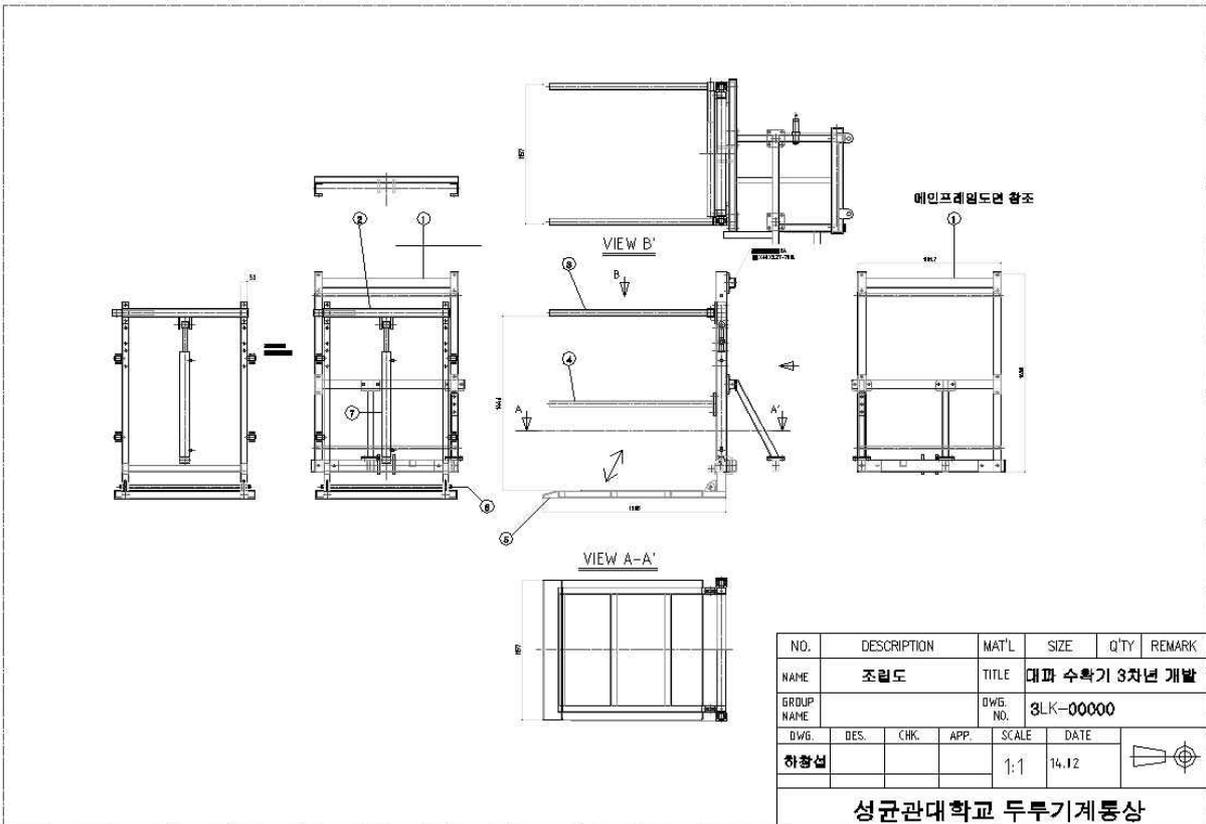


그림. 169 이송 및 적재부 어셈블리 조립도

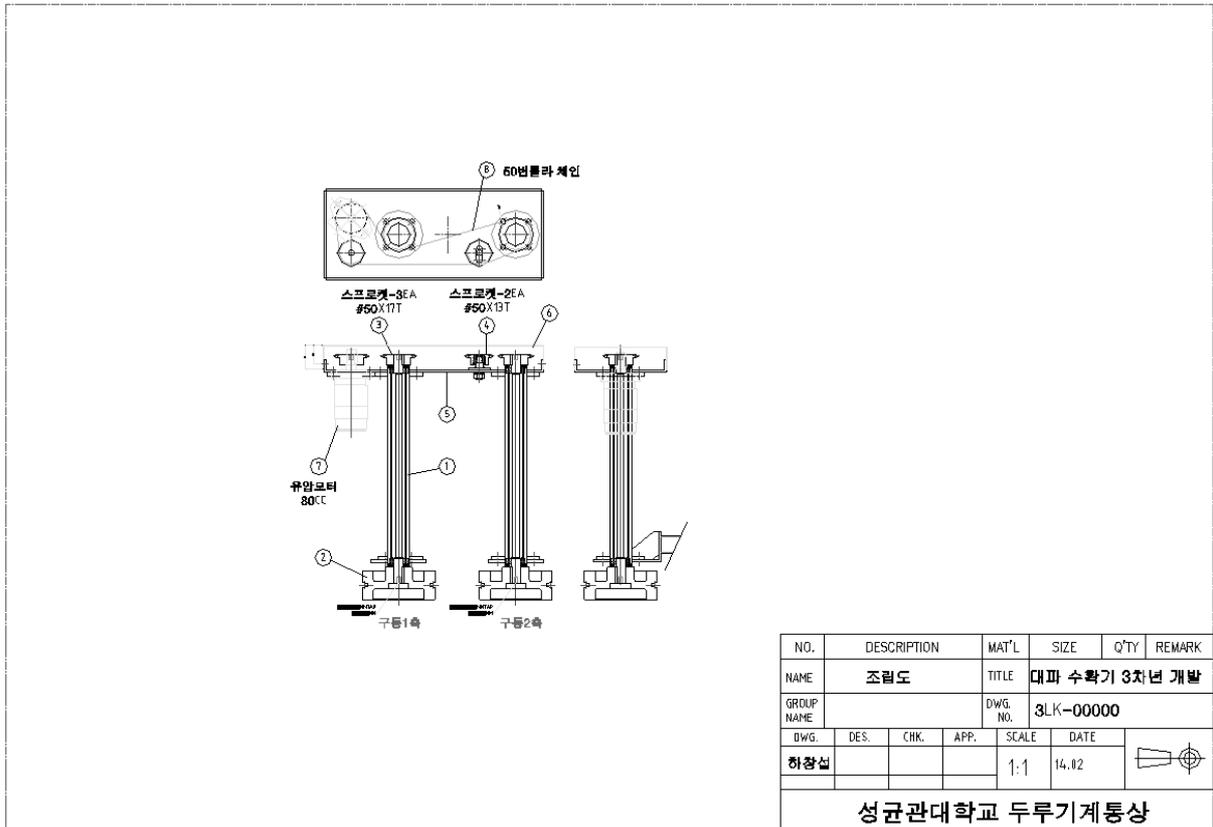


그림. 170 유압 동력 전달부 어셈블리 조립도

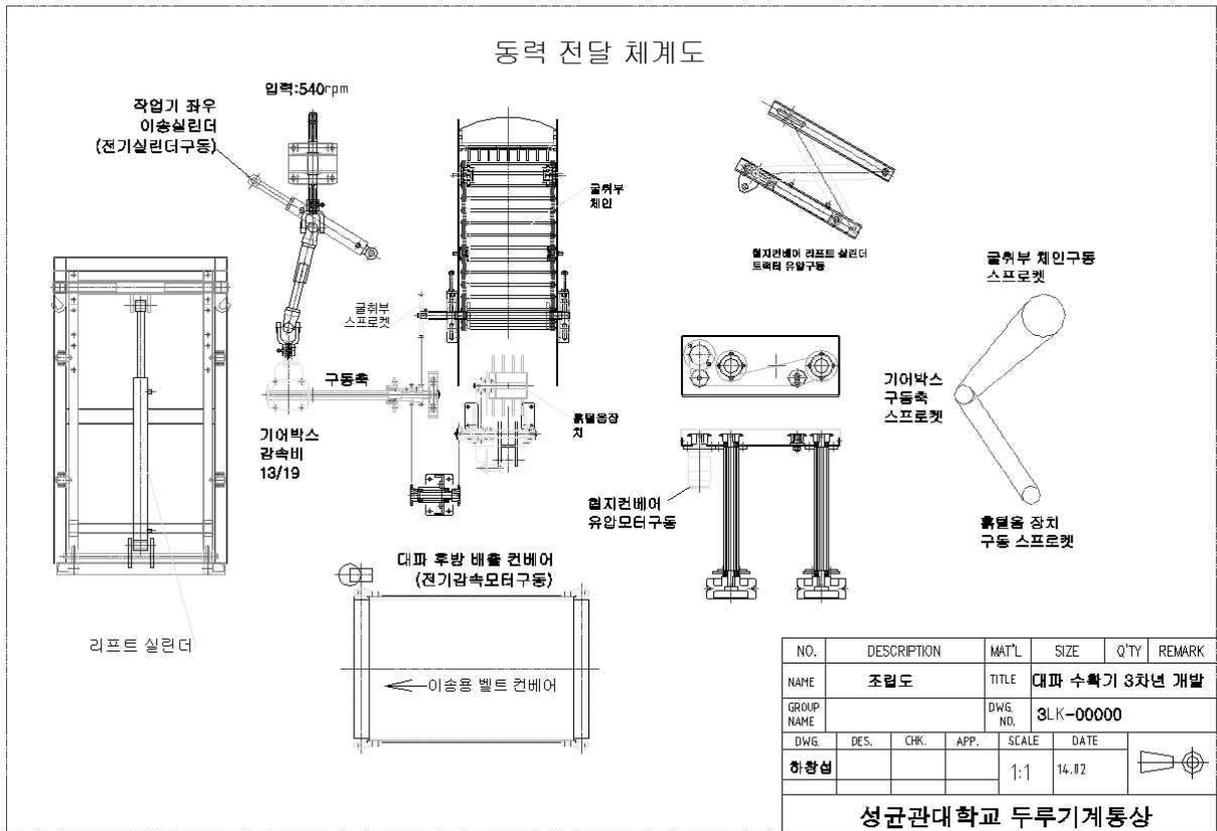


그림. 171 동력 전달 체계도



라. 현장적용시험 및 분석

그림. 7은 제작된 대과수확기를 트랙터에 부착한 것으로 수확기 본체는 트랙터 유압을 이용하여 상부링크 장치에서 재배지의 수확환경(두둑환경)에 따라 본체 각도를 조절이 가능토록 하였다.

대과의 수확작업은 맨 처음에 대과굴취장치를 이용하여 토양을 절삭하여 인발력을 낮추고, 토양절삭장치로 대과를 수집하며 뿌리의 흙을 1차로 토양분리장치로 제거하면서 대과를 대과이송장치로 유도하여 2차로 뿌리의 흙을 제거하여 적재 및 이송B/C장치로 대과를 공급하여 수확하는 개념이다.



그림. 172 현장시험에 투입된 트랙터 부착형 대과수확기

(1) 동작계획 및 공시 트랙터 선정

대과수확기 시험에 선정된 트랙터(LS엠트론, Model : U-43)는 개발된 대과수확기에 PTO 출력 및 유압공급을 통해 동력을 전달하고, 수확기를 견인하기에 충분한 사양을 고려하였다. 공시 트랙터의 차중은 2360 g(부가중량 160kg 포함)이고 엔진회전수 2600 rpm, 43 ps(32 kW)의 엔진출력에서 0.05 m/s-7.49 m/s의 주행속도를 갖는다. 트랙터는 수확작업 중 대과의 손상을 최소화할 수 있도록 초저속운전이 가능한 기종을 선택하였다. 또한 수확기 차중 및 동하중에 의해 트랙터 및 부착된 수확기의 전도 안식각을 고려하였다.

(2) 실험 대상지

시험장소는 대과의 주요산지인 경기도 이천시에서 진행되었는데 현장위치(위도 37°05'52.8"N, 경도127°31' 22.08"E)는 그림. 8과 같다. 시험에 참여한 농가는 11.7 ha를 재배하는 기업형 대과농가이다. 재배형태는 춘파재배, 품종은 외대과, 식재방법은 3주 심기이다.

실험지의 평균 두둑폭은 493 mm, 평균 고랑폭 287 mm, 평균 조간거리는 828 mm, 주간거리는 89 mm의 분포를 보였는데 측정은 10 m 단위로 33 구간에 대하여 조사하였다.

표. 44 재배지 환경

구간	두 둑					고랑				조 간 (mm)	주 간 (mm)
	두둑폭 (mm)	두둑 높이 (mm)	두둑 수분 (%)	두둑EC (ds/m)	두둑 온도 (°C)	고랑폭 (mm)	고랑 수분 (%)	고랑EC (ds/m)	고랑 온도 (°C)		
1	490	320	4.1	0.00	18.8	300	15.1	0.26	17.8	888	69
2	485	372	4.5	0.00	17.7	273	18.0	0.66	16.9	820	100
3	542	374	5.5	0.18	18.6	261	14.0	0.42	20.4	884	100
4	488	362	4.4	0.00	20.1	281	16.4	0.73	17.7	815	88
5	472	376	4.7	0.21	19.3	280	17.8	0.22	17.0	832	72
6	490	355	6.0	0.16	19.8	283	11.2	0.26	17.2	820	65
7	531	346	7.0	0.28	18.8	324	16.6	0.36	17.6	837	78
8	487	372	5.3	0.00	17.0	298	15.3	0.19	16.9	833	69
9	492	354	4.8	0.00	18.5	276	12.3	0.24	16.6	825	63
10	505	347	5.2	0.00	18.5	270	12.9	0.29	17.7	785	91
11	478	328	4.1	0.00	18.3	315	15.3	0.24	16.8	854	70
12	538	350	5.5	0.10	17.6	275	14.1	0.38	17.4	890	105
13	560	320	4.7	0.00	18.4	280	13.8	0.29	17.7	824	60
14	485	356	3.8	0.00	17.0	310	16.1	0.44	16.3	810	110
15	410	342	2.9	0.00	19.1	289	14.2	0.41	17.2	780	93
16	482	344	3.7	0.00	18.0	277	16.6	0.47	15.3	805	73
17	424	390	4.3	0.00	17.8	285	12.1	0.22	15.0	798	82
18	470	315	3.6	0.00	19.0	311	13.3	0.29	17.8	824	120
19	512	331	5.8	0.14	16.9	297	15.5	0.25	14.9	830	97
20	516	330	3.3	0.00	18.3	260	15.7	0.33	16.6	830	92
21	491	310	4.8	0.00	18.6	282	15.4	0.29	17.6	855	82
22	486	374	5.6	0.19	18.5	275	17.0	0.62	16.8	824	109
23	523	365	5.0	0.01	20.0	290	16.5	0.72	18.8	830	98
24	560	320	6.0	0.15	19.8	280	17.8	0.22	16.8	810	108
25	516	350	4.4	0.00	20.1	312	11.2	0.25	17.1	890	110
26	512	332	7.0	0.28	18.5	295	15.2	0.20	16.8	798	92
27	482	345	5.3	0.00	19.6	301	11.3	0.19	17.2	872	122
28	485	352	5.2	0.00	18.9	284	12.7	0.25	19.3	842	113
29	410	320	6.4	0.20	19.1	295	16.6	0.27	16.5	827	70
30	470	390	2.9	0.00	18.0	301	16.6	0.28	17.8	788	87
31	483	347	3.8	0.00	18.7	286	14.9	0.21	17.2	825	61
32	510	322	3.5	0.00	17.1	276	17.0	0.73	16.6	811	98
33	470	320	2.6	0.00	18.8	265	15.0	0.40	18.1	775	85
Total	16255	11431	155.7	1.90	613.2	9487	493.5	11.58	567.4	27331	2932
Mean	493	346	4.7	0.06	18.3	287	14.9	0.35	17.2	828	89
SD	35	22	1.1	0.09	0.9	16	1.9	0.16	1.1	31	18
Max	560	390	7.0	0.28	20.1	324	18.0	0.73	20.4	890	122
Min	410	310	2.6	0.00	16.9	260	11.2	0.19	14.9	775	60

실험지를 대상으로 한 대과의 연백부 두께와 대과 길이의 상관관계를 통한 물성분석은 다음의 그림. 173과 같다.

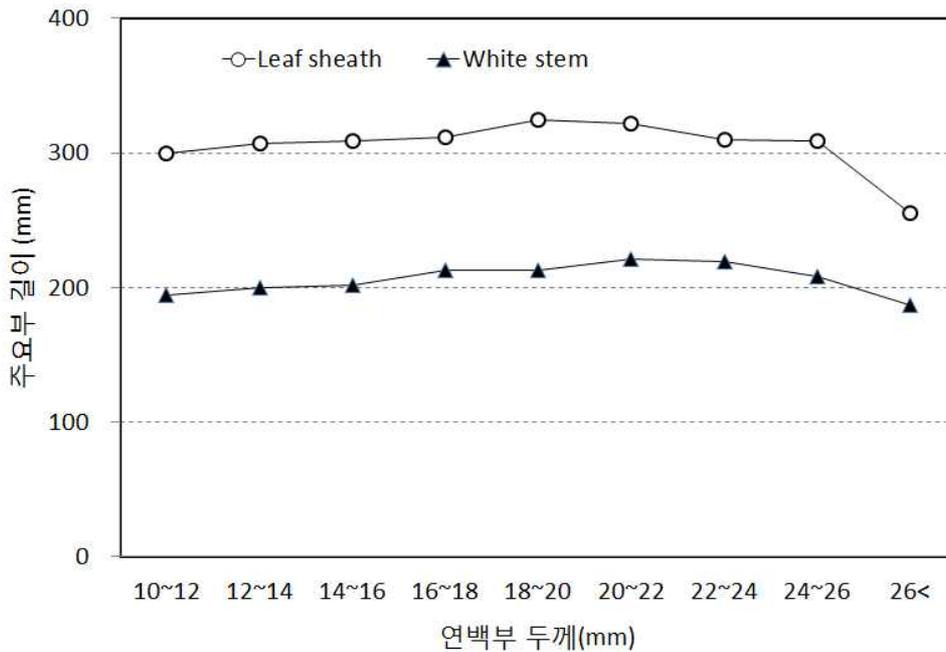


그림. 173 연백부 두께에 대한 엽초부 및 연백부 길이변화의 추이

(3) 실험방법

(가) 장치 동력전달 방법

트랙터에서 전달되는 동력(PTO동력, 유압동력, 전기동력)은 부착된 대과수확기의 각 장치를 원활하게 작동시켜야 한다. 수확기에서 트랙터의 PTO 출력을 동력으로 이용하는 구성품은 토양분리장치인데 540 rpm으로 구동롤러에 전달되어 피동롤러와 흙털림환봉을 회전시켜 토양분리장치를 작동시킨다.

또한 2차 토양분리장치는 615 rpm으로 변속되어 흙털림장치를 동작시킨다. 유압을 이용한 수확기 구성품은 대과이송장치의 좌우측 유압모터로 동력이 전달되어 이송벨트는 67.8 cm/sec 속도로 작동한다,

트랙터 유압을 이용하여 적재함 배출용 리프트 유압모터를 작동시켜 수집된 대과를 후방으로 배출한다. 그리고 전기동력을 사용하는 구성품은 이송 B/C장치의 황이송 벨트 구동모터로 트랙터 전원을 동력으로 이용하는데 소요동력은 150 W이다.

(나) 현장시험 방법

재배지 현장실험은 초저속 운전모드에서 트랙터(엔진회전수 2409 rpm, PTO회전수 540 rpm)의 출력을 고정시키고 대파수확기의 포장작업능력, 손상률, 수확률, 흙털림률을 조사한다. 포장작업능력은 트랙터의 주행속도를 3단계(5.0 cm/s, 11.4 cm/s, 15.8 cm/s)로 변화하면서 각 10 m 단위로 3회 반복하면서 평균값으로 산출한다.

수확률 및 손상율은 포장작업능력 시험과 같은 3단계 3반복으로 시험 전·후의 정상품질의 전체 대파 개수를 기준으로 한다. 정상품질 범주에서 미성숙대파와 노화대파는 제외하는데 미성숙대파의 기준은 상품가치가 없는 연백부 두께 10 mm 이하이고 노화대파는 엽초부 끝단의 마름으로 상품가치가 없는 것을 육안으로 확인하여 제외한다.

대파의 두께를 기준으로 한 분류규격 설정은 10 m 단위로 3회에 걸쳐 전체수량을 분류하여 기준으로 한다. 대파의 총길이 등 항목별 물성값은 전체수량의 규격별 구성비율을 고려하여 표본수를 결정한다. 흙털림율은 첫째로 뿌리발육이 정상적인 25샘플의 뿌리를 채취하여 뿌리부의 평균체적을 구한다.

둘째로 구해진 평균체적에서 수확기 흙분리장치 진입 이전에 토양절삭장치의 토양파괴로 떨어진 흙량을 제외한 부착체적을 구한다. 셋째로 부착체적에 실측된 현장의 흙밀도를 이용하여 수확전 흙량으로 설정한다.

수확 후 흙량은 12표본구간에서 60 샘플을 채취하여 개당 흙잔류량으로 한다. 그리고 포장작업능력은 다음의 식(1)로 손상률은 식(2), 수확률은 식(3), 흙털림률은 식(4)로 산출한다.

$$C = S \times W \times \left(\frac{60 - (t_1 \times n_1 + t_2 \times n_2)}{60} \right) \quad (1)$$

where, C : 작업능력 (a/hour)
 S : 시간당 작업속도 (00.0km/hour)
 W : 유효작업폭 (0.828m), 현장조건
 t_1 : 선회시간 (minute)
 t_2 : 포대교체시간 (minute)
 n_1 : 선회횟수 (times)
 n_2 : 포대교체횟수 (times)

$$E = \frac{E_i - E_f}{E_i} \times 100(\%) \quad (2)$$

where, E : 손상율 (%)
 E_f : 작업 후 10m² 당 손상된 대파개수 (개)
 (※연백부 두께 10mm 이하 제외)
 E_i : 작업 전 10m² 당 정상인 대파개수 (개)

$$W = \frac{W_f}{W_i} \times 100(\%) \quad (3)$$

where, W : 수확률(%)
 W_f : 작업 후 $10m^2$ 당 대과개수(개)
 (※연백부 두께 $10mm$ 이하 제외)
 W_i : 작업 전 $10m^2$ 당 대과개수(개)

$$S = \frac{S_i - S_f}{S_i} \times 100(\%) \quad (4)$$

where, S : 흙털림율(%)
 S_f : 작업 후 개당 대과뿌리 흙 잔류량(g)
 S_i : 작업 전 개당 대과뿌리 표준 흙 적재량(g)

대과 물성측정에서 두께는 버니어캘리퍼스, 중량측정은 중량계(PB -150/CAS)을 사용한다.

(4) 현장시험

현장시험은 트랙터의 속도변화별로 실험을 진행하였는데 성능실험 결과의 요약은 표. 3와 같다. 표. 45에서 보듯이 포장작업능력과 손상률은 트랙터의 속도와 밀접한 관련이 있고 수확률 및 흙털림률은 관련이 없는 결과를 보였다.

현장시험은 사용자의 의견을 반영하여 수확률 및 흙털림률을 최대화하는 방향으로 진행되었는데 이는 미수확 및 잔류 흙의 수집 및 제거에 많은 노력이 투입되는 것에 대한 원인으로 파악되었으며 이에 반해 포장작업능력 및 손상률은 트랙터의 주행속도에 비례하여 증가하는 경향이었는데 사용자의 의견비중이 적은 것은 통상 대과의 납품물량 단위가 작고 출하시기가 시장가격에 따라 긴박하게 진행되기 때문으로 판단되었다.

표. 45 대과수확기 성능실험

driving speed of tractor (cm/sec)	harvest capacity(a/hour)	harvest ratio (wt,%)	demage ratio (wt,%)	soil removal ratio (wt,%)
5.0	1.3	100.0	3.90	99.9
11.4	2.7	100.0	6.49	99.9
15.8	3.4	100.0	8.07	99.9

(가) 포장작업능력 시험

10a의 면적을 수확하는데 소요되는 시간은 트랙터 주행속도 5-15.8cm/sec 범위에서 진행되었다. 이때의 작업소요시간은 27,000-7,596sec 범위였다. 주행속도별 작업능력은 5 cm/sec → 1.3 a/hour, 11.4 cm/sec → 2.7 a/hour, 15.8 cm/sec → 3.4 a/hour이었다.

작업소요시간은 그림. 175과 같이 트랙터의 주행속도가 빨라지면 감소하였다.



그림. 174 포장작업능력 시험

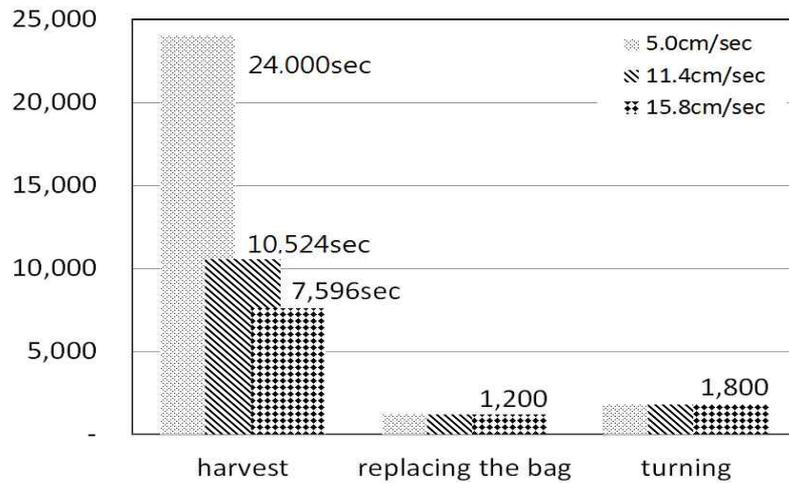


그림. 175 주행속도 변화에 따른 10a 작업소요시간

(나) 손상률 시험

대파수확기 사용에 따른 대파의 손상 유형은 그림. 176처럼 연초부 절단, 연백부 절단, 연백부 골절, 뿌리부 절단이 전체 손상률의 대부분이다. 손상된 대파는 상품가치가 없어지기 때문에 수확기 성능평가의 가장 중요한 평가요소로 판단된다.

주행속도별 대파손상 주요 유형은 트랙터 주행속도 5.0 cm/sec에서 연백부 골절(33.8%),

뿌리부 절단(56.3%)의 양상이고 11.4 km/sec에서는 연백부 절단(31.4%), 연백부 골절 (39.0%), 뿌리부 절단(26.5%)이며 15.8 cm/sec에서 실험결과를 표. 46와 같다.



그림. 176 주요 손상 유형

표. 46 손상률 실험(표본구간 평균값)

구분	5.0cm/sec		11.4cm/sec		15.8cm/sec	
	개수(ea)	무게(kg)	개수(ea)	무게(kg)	개수(ea)	무게(kg)
엽초부 절단	0.0	0.00	0.3	0.08	0.0	0.00
연백부 절단	0.5	0.11	5.8	0.74	2.3	0.41
연백부 골절	3.1	0.38	9.3	0.92	18.3	1.69
뿌리부 절단	5.2	0.63	5.5	0.63	7.3	0.86
합계	8.9	1.11	21.0	2.36	28.0	2.96

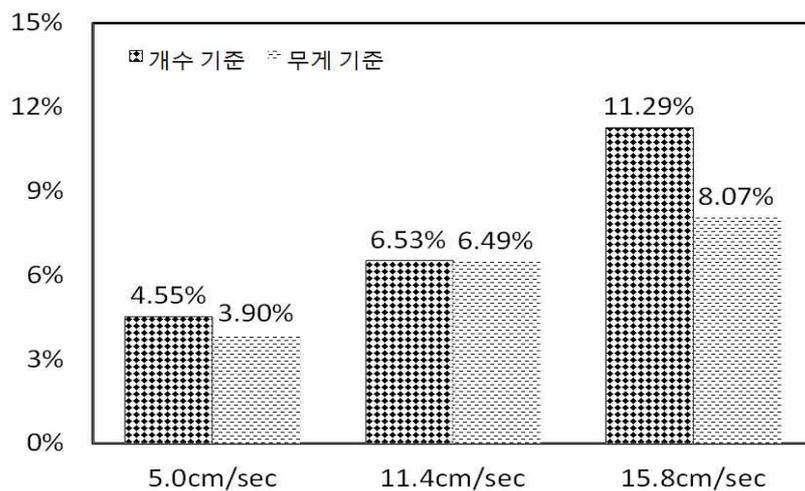


그림. 177 주행속도 변화에 따른 손상률 변화

대파의 손상은 주로 2차 토양분리장치의 흙틸립장치에 의한 타격 과정에서 발생하는 것으로

파악되었다. 이것은 주행속도의 상승에 따른 이송장치의 대과이송 각도의 변화로 연백부 골절 및 뿌리부 절단이 집중적으로 증가하는 것을 알 수 있었다.

현장실증에 있어 대과 재배농가의 사용자 측면에서는 대과의 흙털림은 수확 후 선별과정에서 인력으로 흙을 제거하는 비용보다 기계장치에 의한 흙털림 과정의 손상 피해비용 발생이 적은 것으로 현장실증을 통한 사용자의 입장이었다.

손상률은 그림. 177에서 보는 것처럼 트랙터의 주행속도가 증가함에 따라 손상률이 비례하여 증가함을 알 수 있다. 대과의 총수확량 기준으로 주행속도별 손상률은 5 cm/sec→3.9%, 11.4 cm/sec→6.49%, 15.8 cm/sec→8.07%로 상승함을 보여주고 있다.



그림. 178 연백부 두께 분류별 손상률 측정

(다) 수확률 시험

수확률은 2차년도 실험에서 92.3-92.8%의 결과를 보였는데 3차년도에는 굴취부 및 이송부의 설계 및 제작과정의 보완으로 트랙터의 주행속도 전 구간에서 100%로 일정한 결과를 보였으며 이는 손상률의 증가와 비례하는 것으로 파악되었다.

3차년도 실험에서는 수확기의 대과굴취장치가 두둑에 정상적으로 진입하면 트랙터의 주행속도와 상관없이 수확률이 매우 우수한 결과를 보였다. 수확과정 및 수확작업 후의 포장상태는 그림. 179와 같다.



그림. 179 수확물 실험

(라) 흙털림률 시험

표. 47 흙털림률 실험

구분	수확 전 재식상태	수확과정		수확후 뿌리잔류
		굴취부 진입	이송부 진입	
뿌리분포(L*D*W)	20*40* 20cm	11.7*15*9.3cm	11.7*15*9.3cm	11.7*15*9.3cm
흙적재	cm ³	16,000	266	0.34
	g	15,680	261	0.33
비고		100	16.3	<0.01

수확직후 굴취부에 진입하는 뿌리당 흙적재량은 1,600 g이고 굴취과정의 토양파괴로 대부분의 흙이 떨어져 나가고 잔여 16.3%인 261 g이 이송부로 진입하여 흙제거장치를 통과하였다.

수확후 흙잔류량은 표본조사를 통하여 수확된 대과의 뿌리에 잔류하는 흙을 인위적으로 모아 계량하였는데 뿌리당 평균 0.33g으로 측정되었고 내용은 표. 47와 같다.

흙털림률은 트랙터의 주행속도가 증가함에 따라 변화가 없었고 실험 전과정에서 흙털림률은 99.9% 이상이었다.



마. 경제성 분석

(1) 경제성 분석

대파의 경제성 분석은 농업경영개선을 위한 농축산물소득자료집(농촌진흥청, 2013)의 단위 면적 당 투입된 조수입 3,807,112원에 대한 경영비 1,437,757원을 기준으로 하였는데 표. 48 와 같으며 표. 49의 작업단계별 노동투하시간 역시 같은 참고자료를 기준으로 하였다.

표. 48 대파의 경영비 및 소득

(단위 : 원, kg, %)

구 분	2012 (A)	2011 (B)	평 년	증 감 (A-B)	증감률 (A/B-1)*100
□ 10a당 조수입	3,807,112	2,219,247	2,921,517	1,587,865	71.5
- 수 량	3,333	3,473	3,416	-140	-4.0
- 가 격	1,142	639	856	503	78.7
□ 10a당 경영비	1,437,757	1,052,807	1,111,882	384,950	36.6
- 종 자 비	53,521	37,450	39,243	16,071	42.9
- 무기질비료비	133,951	91,690	109,117	42,261	46.1
- 유기질비료비	167,720	126,064	122,872	41,656	33.0
- 농 약 비	107,912	94,217	93,315	13,695	14.5
- 광 열 동 력 비	47,768	35,630	37,270	12,138	34.1
- 수 리 비	305	561	1,008	-256	-45.6
- 제 재 료 비	130,384	76,429	77,210	53,955	70.6
- 소 농 구 비	3,336	4,769	3,235	-1,433	-30.0
- 대농구상각비	139,423	89,629	96,460	49,794	55.6
- 영농시설상각비	30,161	19,228	28,301	10,933	56.9
- 수 선 비	22,546	23,817	16,752	-1,271	-5.3
- 기 타 요 금	110	879	579	-769	-87.5
- 농기계시설임차료	13,926	21,207	18,610	-7,281	-34.3
- 토지임차료	157,140	129,629	124,106	27,511	21.2
- 위탁영농비	-	1,813	1,576	-1,813	-100.0
- 고용노력비	429,554	299,795	342,228	129,759	43.3
□ 10a당 소득	2,369,355	1,166,440	1,809,635	1,202,915	103.1

표. 48에서 조수입에 대한 경영비 구성은 37.7%인데 이중 고용노력비가 429,554원으로 경영비의 29.9%를 차지하여 대과농가의 경영개선 및 소득 증대를 위해 노동력이 많이 투입되는 수확부분의 기계화가 절실한 상태이다.

표. 49 대과의 작업단계별 노동투하시간

(기준 : 년 1기작/10a)

작업단계명	자가노력			고용노력			합계		
	남	여	계	남	여	계	남	여	계
종자준비 및 소독	0.7	0.4	1.1	0.0	0.0	0.0	0.7	0.4	1.1
묘관준비 및 설치	0.9	0.6	1.5	0.2	0.3	0.5	1.1	0.9	2.0
과 종	2.2	1.9	4.1	0.2	1.5	1.7	2.4	3.4	5.8
접 목	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
한 때 심 기	0.1	0.1	0.2	0.1	0.5	0.6	0.2	0.6	0.8
묘 관 관 리	2.6	0.7	3.3	0.0	0.1	0.1	2.6	0.8	3.4
하 우 스 설 치	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
하 우 스 관 리	0.5	0.2	0.7	0.0	0.0	0.0	0.5	0.2	0.7
퇴비 및 밀거름 주기	2.3	0.8	3.1	0.6	0.3	0.9	2.9	1.1	4.0
경 운 정 지	1.6	0.3	1.9	0.2	0.0	0.2	1.8	0.3	2.1
비 널 및 흙 덮 기	1.1	0.8	1.9	0.2	0.6	0.8	1.3	1.4	2.7
아 주 심 기	3.4	4.2	7.6	0.7	16.0	16.7	4.1	20.2	24.3
지 주 · 네 트 세 우 기	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
웃 거 림 주 기	1.4	0.7	2.1	0.1	0.1	0.2	1.5	0.8	2.3
병 충 해 방 제	3.0	1.2	4.2	0.2	0.5	0.7	3.2	1.7	4.9
김 매 기	2.2	3.6	5.8	0.3	5.0	5.3	2.5	8.6	11.1
유 인	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
순 지 르 기 · 슈 아 내 기	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2
물 관 리	2.9	0.8	3.7	0.0	0.0	0.0	2.9	0.8	3.7
운 도 관 리	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1
수 확	11.1	9.9	21.0	1.5	19.6	21.1	12.6	29.5	42.1
선 별 및 포 장	2.5	2.2	4.7	0.5	6.8	7.3	3.0	9.0	12.0
운 반 및 저 장	2.9	0.4	3.3	0.2	0.4	0.6	3.1	0.8	3.9
기 타 (수 정 등)	0.5	0.5	1.0	0.1	0.0	0.1	0.6	0.5	1.1
합 계	41.9	29.5	71.4	5.1	51.9	57.0	47.0	81.4	128.4

표. 49 에서 10 a에 대한 대과의 노동투하시간은 128.4시간으로 이 중에서 본 연구과제와 관련되는 수확작업의 노동투하시간 42.1시간, 선별 및 포장 12.0시간, 운반 및 저장 3.9시간으로 수확 후 작업공정이 전체의 45.2%를 구성하고 있다.

(가) 대파수확기 도입에 따른 경제적 효과

개발된 대파수확기의 경제성을 비교·분석 하였다. 농업 기계는 대부분 연간 이용시간이 짧기 때문에, 단위 시간당 기계의 이용비가 증가하여 농가의 부담을 증가시키기도 한다. 따라서 단위 시간당 혹은 단위 면적당 기계의 이용비는 농업 기계의 경영 상태를 평가하는 데 주요한 지표가 된다. 농업 기계의 이용비는 크게 고정비와 유동비로 구분할 수 있다(농작업기계학원론, 1997).

① 고정비

고정비는 이용 시간에 관계없이 기계를 소유함으로써 발생하는 비용이다.

㉞ 감가상각비

모든 기계는 시간이 지남에 따라 마모, 노후화 등으로 인하여 구입할 때의 가치가 점차 감소된다. 이때의 기계 가치의 상실을 감가상각비라고 한다. 감가상각비는 기계의 내구연한에 의하여 결정되며, 내구연한은 기계가 수명을 다하여 원래의 기능을 수행하지 못하거나 성능이 저하되어 더 이상 사용할 수 없을 때까지의 연수를 말한다. 감가상각비를 추정하는 방법은 추정치 방법, 직선법, 감쇠 평형법, 연수 가산법의 4가지 방법이 있는데 실제 추정치와 비슷한 연수합산법을 사용하였다. 농촌진흥청 자료에 따라 대파수확기의 내구연한은 수확조제용기계(바인더, 예취기)의 내구연한인 5년(농림부 농업기계업무편람, 2013)으로 하였다.

$$D_s = \frac{(L-n)+1}{\sum_0^L Y} \times P \quad (1)$$

where, D_s : 연수합산법에 의한 감가상각비

P : 기계 구입가

L : 내구연한, 년

n : 년차

㉞ 수리비

수리비는 기계를 수리하는데 들어가는 비용으로써 작동 조건이나 유지 관리 방법에 따라 변화한다. 따라서 수리비를 결정하는 방법 중 하나로 수리비를 연간 일정한 금액으로 고정비에 포함시키는 방법을 사용하였다. 대파수확기의 수리비 계수는 이양기의 수리비 계수인 5.6%를 적용하였다.

$$F = P \times n \quad (4)$$

where, F : 연간 수리비, 원

P : 기계의 구입 가격, 원

n : 수리비 계수

㉔ 투자에 대한 이자 측정 방법

농기계를 구입할 때 사용하는 구입비는 자신 또는 은행 용자인지에 상관없이 기계를 소유함으로써 인해 발생하는 비용이다. 기계 구입비용만큼의 이자가 발생하지 않으므로 발생하는 비용이며 통상적으로 5%의 이자율을 적용한다. 5년간 발생하는 이자에 대해 계산하였다.

$$I = \left(\frac{P_i + P_s}{2} \right) i \quad (5)$$

where, I : 투자에 대한 이자, 원

P_i : 년초 기계가치, 원

P_s : 년말 기계가치, 원

i : 이자율

② 유동비

농업 기계의 유동비는 기계를 사용함에 따라 증가하는 비용으로써 연료비, 윤활유비, 관리비, 수리비, 인건비가 있다. 수리비는 정확한 추정이 어렵기 때문에 구입가격의 일정비율로 고정비 항목에 추가하였다.

㉕ 연료비와 윤활유비

기관을 동력원으로 하는 농업 기계를 구동하기 위한 연료비와 오일이나 필터를 구입하기 위한 윤활유비가 이에 해당된다. 윤활유비는 통상 연료비의 약 30%로 산정한다.

$$O_p = L_L \times L_t \times D_t \quad (6)$$

where, O_p : 연료비

L_L : 연간 이용시간, hr

L_t : 시간당 연료소모량, L/h·kW

D_t : 면세경유 가격, 원/L

㉖ 인건비

유동비에서 큰 비중을 차지하는 인건비는 보조 인부가 있으면 보조 인부의 인건비 또한 포함하여 계산하여야 한다. 대과수확기를 이용한 작업 시 필요한 인원은 운전자 1명과 후방의 보조 작업자 1명으로 총 2명이다. 농업 인건비는 보통 하루를 단위로 지급하며 그 금액은 남성 97,730원, 여성 64,492원이다(통계청, 2014년 3분기 농업노동임금).

표. 50 대과수확기 도입에 따른 경제성 분석 (1ha 기준)

(단위 : 1ha)

구 분		대과수확기(시작기)					관행(인력)
구입가격(원)		15,000,000					
내용연수(년)		5					
연간사용시간(시간/년)		41.7					421
	년차	1년차	2년차	3년차	4년차	5년차	
연간 고정비 (원/년)	감가상각비	5,000,000	4,000,000	3,000,000	2,000,000	1,000,000	
	수리비	390,000	510,000	795,000	1,020,000	1,230,000	
	이자	625,000	400,000	225,000	100,000	25,000	
	소계	6,015,000	4,910,000	4,020,000	3,120,000	2,255,000	
시간당고정비(원/시간)		144,245	117,746	96,403	74,820	54,077	
시간당 유동비 (원/시간)	인건비	17,103	17,103	17,103	17,103	17,103	12,216
		8,062	8,062	8,062	8,062	8,062	8,062
	유류비	13,590	13,590	13,590	13,590	13,590	-
		소계	38,755	38,755	38,755	38,755	38,755
시간당비용(원/시간)		183,000	156,501	135,158	113,575	92,832	남성(126hr) 여성(295hr)
작업성능(시간/ha)		41.7	41.7	41.7	41.7	41.7	
		7,631,100	6,526,092	5,636,089	4,736,078	3,871,094	3,917,506
연간소요비용(원/ha)		28,400,453					19,587,530
		145					100

<시험연구 내역 및 분석자료>

- 내용연수 : 트랙터 8년, 대과수확기 5년
- 잔존율 0%, 연이율 5%
- 연간사용시간 : 41.7시간(1ha)
- 작업성능 : 2.4 a/hr
- 수리비계수 (1년차 : 2.6%, 2년차 : 3.4%, 3년차 : 5.3%, 4년차 : 6.8%, 5년차 : 8.2%)
- 연료비 : 면세경유 1,070원/L, 윤활유비는 연료비의 30%
- 연료 소모량 : 9.77L
- 인건비 : 남성 97,730원 통계청, 여성 64,492원, 2014년 3분기 농업노동임금
- 기계운전자 인건비 : 남성 인건비의 1.4배, 보조 작업자 : 여성
- 인건비 계산
 - ① 대과수확기 : 남성 운전자 1인 + 여성 보조 작업자 1인
 - ② 인력수확 : 남성 작업자 1인 + 여성 작업자 1인

남성 : 여성 작업비율 = 12.6 : 29.5

표. 51 대과수확기 도입에 따른 경제성 분석 (2ha 기준)

(단위 : 2ha)

구 분		대과수확기(시작기)					관행(인력)
구입가격(원)		15,000,000					
내용연수(년)		5					
연간사용시간(시간/년)		83.4					842
	년차	1년차	2년차	3년차	4년차	5년차	
연간 고정비 (원/년)	감가상각비	5,000,000	4,000,000	3,000,000	2,000,000	1,000,000	
	수리비	390,000	510,000	795,000	1,020,000	1,230,000	
	이자	625,000	400,000	225,000	100,000	25,000	
	소계	6,015,000	4,910,000	4,020,000	3,120,000	2,255,000	
시간당고정비(원/시간)		72,122	58,873	48,201	37,410	27,038	
시간당 유동비 (원/시간)	인건비	17,103	17,103	17,103	17,103	17,103	12,216
		8,062	8,062	8,062	8,062	8,062	8,062
	유류비	13,590	13,590	13,590	13,590	13,590	-
	소계	38,755	38,755	38,755	38,755	38,755	
시간당비용(원/시간)		110,877	97,628	86,956	76,165	65,793	남성(252hr) 여성(590hr)
작업성능(시간/ha)		41.7	41.7	41.7	41.7	41.7	
연간소요비용(원/ha)		4,623,571	4,071,088	3,626,065	3,176,081	2,743,568	3,917,506
		18,240,372.3					19,587,530
		93					100

<시험연구 내역 및 분석자료>

- 내용연수 : 트랙터 8년, 대과수확기 5년
- 잔존율 0%, 연이율 5%
- 연간사용시간 : 83.4시간(2ha)
- 작업성능 : 2.4 a/hr
- 수리비계수 (1년차 : 2.6%, 2년차 : 3.4%, 3년차 : 5.3%, 4년차 : 6.8%, 5년차 : 8.2%)
- 연료비 : 면세경유 1,070원/L, 윤활유비는 연료비의 30%
- 연료 소모량 : 9.77L
- 인건비 : 남성 97,730원 통계청, 여성 64,492원, 2014년 3분기 농업노동임금
- 기계운전자 인건비 : 남성 인건비의 1.4배, 보조 작업자 : 여성
- 인건비 계산
 - ① 대과수확기 : 남성 운전자 1인 + 여성 보조 작업자 1인
 - ② 인력수확 : 남성 작업자 1인 + 여성 작업자 1인

남성 : 여성 작업비율 = 12.6 : 29.5

표. 52 대과수확기 도입에 따른 경제성 분석 (3ha 기준)

(단위 : 3ha)

구 분		대과수확기(시작기)					관행(인력)
구입가격(원)		15,000,000					
내용연수(년)		5					
연간사용시간(시간/년)		125.1					1263
	년차	1년차	2년차	3년차	4년차	5년차	
연간 고정비 (원/년)	감가상각비	5,000,000	4,000,000	3,000,000	2,000,000	1,000,000	
	수리비	390,000	510,000	795,000	1,020,000	1,230,000	
	이자	625,000	400,000	225,000	100,000	25,000	
	소계	6,015,000	4,910,000	4,020,000	3,120,000	2,255,000	
시간당고정비(원/시간)		48,082	39,249	32,134	24,940	18,026	
시간당 유동비 (원/시간)	인건비	17,103	17,103	17,103	17,103	17,103	12,216
		8,062	8,062	8,062	8,062	8,062	8,062
	유류비	13,590	13,590	13,590	13,590	13,590	-
		소계	38,755	38,755	38,755	38,755	38,755
시간당비용(원/시간)		86,837	78,004	70,889	63,695	56,781	남성(378hr) 여성(885hr)
작업성능(시간/ha)		41.7	41.7	41.7	41.7	41.7	
		3,621,103	3,252,767	2,956,071	2,656,082	2,367,768	3,917,506
연간소요비용(원/ha)		14,853,791					19,587,530
		76					100

<시험연구 내역 및 분석자료>

- 내용연수 : 트랙터 8년, 대과수확기 5년
- 잔존율 0%, 연이율 5%
- 연간사용시간 : 125.1시간(3ha)
- 작업성능 : 2.4 a/hr
- 수리비계수 (1년차 : 2.6%, 2년차 : 3.4%, 3년차 : 5.3%, 4년차 : 6.8%, 5년차 : 8.2%)
- 연료비 : 면세경유 1,070원/L, 윤활유비는 연료비의 30%
- 연료 소모량 : 9.77L
- 인건비 : 남성 97,730원 통계청, 여성 64,492원, 2014년 3분기 농업노동임금
- 기계운전자 인건비 : 남성 인건비의 1.4배, 보조 작업자 : 여성
- 인건비 계산
 - ① 대과수확기 : 남성 운전자 1인 + 여성 보조 작업자 1인
 - ② 인력수확 : 남성 작업자 1인 + 여성 작업자 1인

남성 : 여성 작업비율 = 12.6 : 29.5

표. 53 대과수확기 도입에 따른 경제성 분석 (4ha 기준)

(단위 : 4ha)

구 분		대과수확기(시작기)					관행(인력)
구입가격(원)		15,000,000					
내용연수(년)		5					
연간사용시간(시간/년)		166.8					1684
	년차	1년차	2년차	3년차	4년차	5년차	
연간 고정비 (원/년)	감가상각비	5,000,000	4,000,000	3,000,000	2,000,000	1,000,000	
	수리비	390,000	510,000	795,000	1,020,000	1,230,000	
	이자	625,000	400,000	225,000	100,000	25,000	
	소계	6,015,000	4,910,000	4,020,000	3,120,000	2,255,000	
시간당고정비(원/시간)		36,061	29,436	24,101	18,705	13,519	
시간당 유동비 (원/시간)	인건비	17,103	17,103	17,103	17,103	17,103	12,216
		8,062	8,062	8,062	8,062	8,062	8,062
	유류비	13,590	13,590	13,590	13,590	13,590	-
		소계	38,755	38,755	38,755	38,755	38,755
시간당비용(원/시간)		74,816	68,191	62,856	57,460	52,274)
작업성능(시간/ha)		41.7	41.7	41.7	41.7	41.7	
		3,119,827	2,843,565	2,621,095	2,396,082	2,179,826	3,917,506
연간소요비용(원/ha)		13,160,395					19,587,530
		67					100

<시험연구 내역 및 분석자료>

- 내용연수 : 트랙터 8년, 대과수확기 5년
- 잔존율 0%, 연이율 5%
- 연간사용시간 : 166.8시간(4ha)
- 작업성능 : 2.4 a/hr
- 수리비계수 (1년차 : 2.6%, 2년차 : 3.4%, 3년차 : 5.3%, 4년차 : 6.8%, 5년차 : 8.2%)
- 연료비 : 면세경유 1,070원/L, 윤활유비는 연료비의 30%
- 연료 소모량 : 9.77L
- 인건비 : 남성 97,730원 통계청, 여성 64,492원, 2014년 3분기 농업노동임금
- 기계운전자 인건비 : 남성 인건비의 1.4배, 보조 작업자 : 여성
- 인건비 계산
 - ① 대과수확기 : 남성 운전자 1인 + 여성 보조 작업자 1인
 - ② 인력수확 : 남성 작업자 1인 + 여성 작업자 1인

남성 : 여성 작업비율 = 12.6 : 29.5

연수합산법에 의한 경제성분석의 연간소요비용 5년 평균값의 관행 대비 경제성 지수분석에 따른 분석표는 다음과 같은데 이를 기초로 분석하면 1.76 ha를 수확하는 경우 5 년에 감가상각이 종료되는 것으로 파악되었는데 표. 54과 같다.

표. 54 관행 대비 대파수확기 도입에 따른 경제성지수 분석표

(단위 : %)

수확면적 (ha)	경제성지수					평균
	1년차	2년차	3년차	4년차	5년차	
0.1	1577	1295	1067	838	617	1079
0.2	809	668	554	439	329	560
0.3	553	459	383	307	233	387
0.4	425	355	298	240	185	301
0.5	348	292	246	201	156	249
0.6	297	250	212	174	137	214
0.7	261	220	188	155	123	189
0.8	233	198	170	141	113	171
0.9	212	181	155	130	105	157
1.0	195	167	144	121	99	145
1.1	181	155	135	114	94	136
1.2	169	146	127	108	89	128
1.3	159	138	120	103	86	121
1.4	151	131	115	98	82	115
1.5	144	125	110	94	80	110
1.6	137	120	105	91	77	106
1.7	132	115	102	88	75	102
1.8	127	111	98	85	73	99
1.9	122	107	95	83	72	96
2.0	118	104	93	81	70	93
2.1	114	101	90	79	69	91
2.2	111	98	88	77	67	88
2.3	108	96	86	76	66	86
2.4	105	93	84	74	65	84
2.5	103	91	82	73	64	83
2.6	100	89	81	72	63	81
2.7	98	88	79	71	63	80
2.8	96	86	78	70	62	78
2.9	94	84	77	69	61	77
3.0	92	83	75	68	60	76
3.1	91	82	74	67	60	75
3.2	89	80	73	66	59	74
3.3	88	79	72	65	59	73
3.4	86	78	71	65	58	72
3.5	85	77	71	64	58	71
3.6	84	76	70	63	57	70
3.7	83	75	69	63	57	69
3.8	82	74	68	62	56	69
3.9	81	73	68	62	56	68
4.0	80	73	67	61	56	67

연수합산법을 적용한 감가상각을 반영한 대과수확기의 경제성 분석에서는 4.9 년에 경제성 지수 100%에 도달하는 결과를 보였는데 이는 수확면적을 농가현실을 고려하여 1 ha로 한정된 결과로 그림. 180-183과 같은 추이를 보인다.

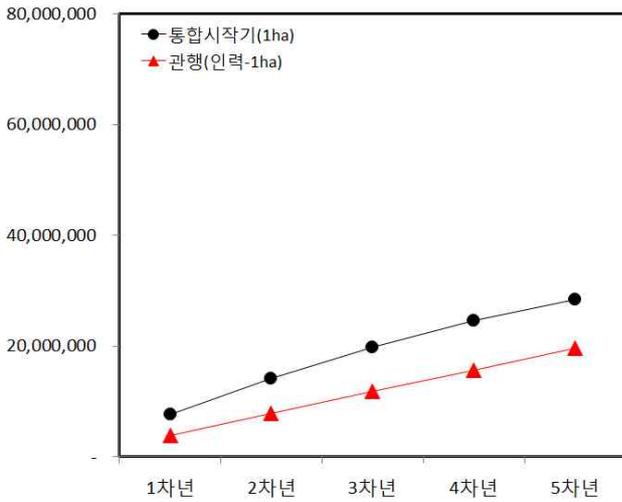


그림. 180 수확면적 1ha 효과분석

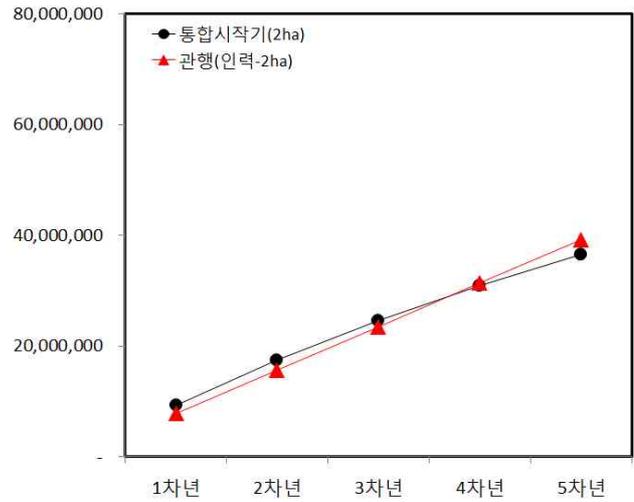


그림. 181 수확면적 2ha 효과분석

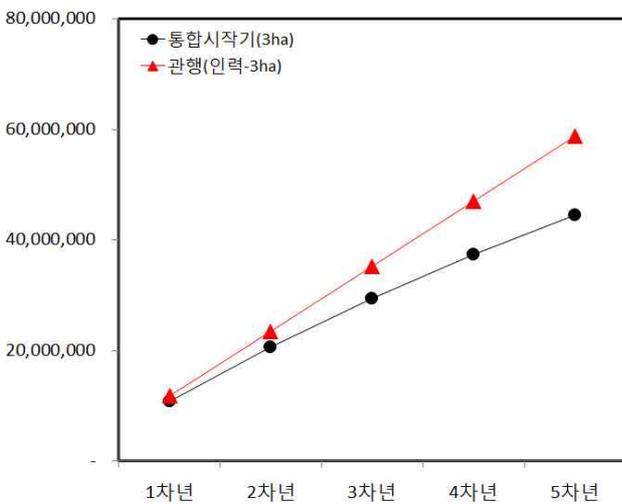


그림. 182 수확면적 기준 효과분석

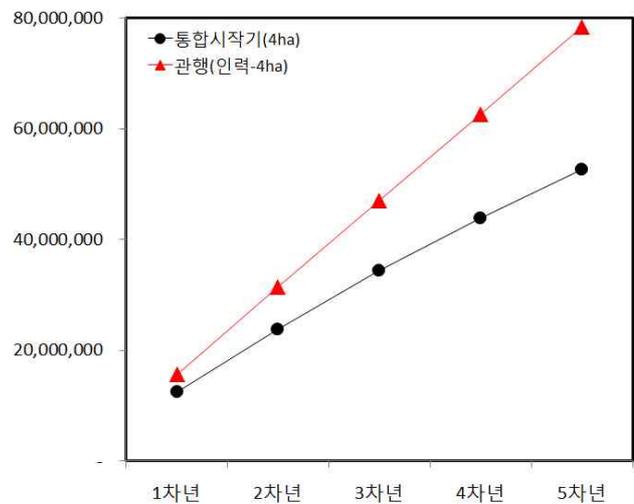


그림. 183 수확면적 기준 효과분석

관행 인력수확작업의 경우 고령화, 여성화된 농촌노동력의 질 저하 및 이나마 부족한 노동력을 수확작기에 공급하기 어렵고 낮은 생산성으로 가격변화 및 수요부족에 신속히 적응하지 못하는 한계가 있었다.

개발된 대과수확기 대비 관행인력의 분석 지수는 수확면적 1 ha의 경우 145%, 2 ha의 경우 93%, 3 ha의 경우 76%, 4 ha의 경우 67%로 수확면적이 증가함에 따라 경제성이 좋아지는 것을 확인할 수 있었다.

분석결과는 1 ha를 기준하였을 경우, 수확기 사용의 경우 감가상각비의 감소에 따라 차년

변화에 따른 연간소요비용이 7,631,100원에서 3,871,094원으로 감소(5년 합계 28,400,453원) 하여 인력수확비용 3,917,506원(5년 합계 19,587,530원)에 대비하여 145%의 지수를 보이고 있다.

이때 수확기 사용의 경우 시간당고정비는 차년 변화에 따라 144,245원에서 54,077원으로 감소하였으며 시간당 유동비(인건비 및 유류비)는 변화가 없었고 종합적인 시간당 비용은 183,000원에서 92,832원으로 감소하는 추이를 보였다. 이를 바탕으로 수확면적 규모에 따른 대파 수확기의 5년간 소요 비용과 인력수확비용을 비교하여 그림. 184와 같은 결과를 얻었다.

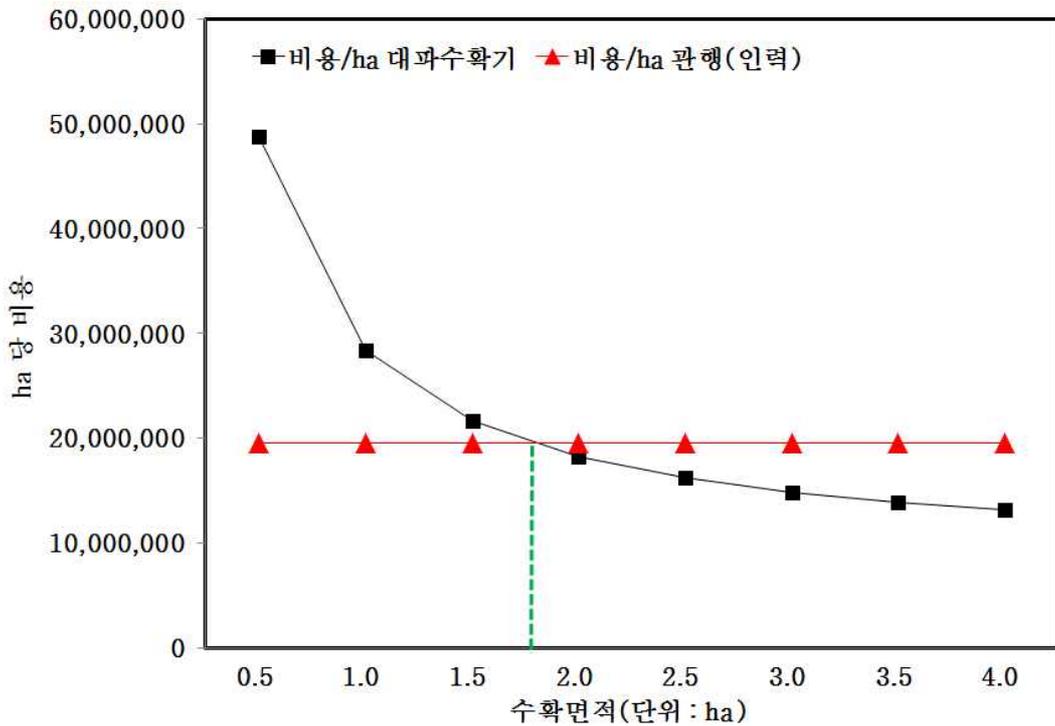


그림. 184 수확면적별 효과금액(원) 분석 및 비교

개발된 대파수확기의 경제성분석에서는 1.76 ha를 수확하는 경우 경제성 지수가 100%를 보였으며 수확면적의 확대에 따라 4 ha 수확의 경우 지수가 67%까지 낮아지면서 좋아지는 것을 확인할 수 있었는데 향후 보급에 있어 소농위주의 우리의 재배농가의 특성을 고려하여 공동사용 등을 전제로 한 공동구매 및 임대사업 기종으로 공급을 적극 고려해야 될 것으로 판단되었다.

(2) 성능 만족도 조사

(가) 만족도 평가 방법

개발된 대파수확기에 대한 성능 만족도 조사는 농가 현장의 요구를 반영하여 농가 보급을 촉진하기 위해 재배농민을 대상으로 실시하였는데 양식은 다음과 같다.

구 분		조 사 내 용							
대파수확기의 주요 성능						1. 작업 성능 : 10 a / 4시간 (300평) 2. 규격 : 3590 × 1990 × 2000 mm 3. 중량 : 820 kg 4. 트랙터 최소 필요 동력 : 40마력 5. 적정 트랙터 속도 : 주변속 1단 부변속 1단			
기 본 조사항목	인적 사항	성명		성별	(남 녀)	연령		영농경력	
		주소					연락처	-	-
	항목	문1) 재배하는 경지면적 규모는 몇 평입니까?							
		문2) 경작지의 소유형태는 어떻습니까? (자가, 임대)							(자가, 임대)
		문3) 년 간 소득규모는 얼마입니까?							
문4) 종사형태는 어떻습니까? (전업, 1종겸업)							(전업, 1종겸업)		
	문5) 영농형태는 어떻습니까? (직영, 위탁)							(직영, 위탁)	
선택지		❶ 매우불만족 ❷ 불만족 ❸ 보통 ❹ 만족 ❺ 매우만족							
주 요 조사항목	성능	문1) 트랙터 부착형 대파수확기의 작업 성능(72평/1시간)는 만족합니까?						① ② ③ ④ ⑤	
		문2) 대파의 손상정도(3-8%)는 만족합니까?						① ② ③ ④ ⑤	
		문3) 대파의 흠털림정도(99%이상)에 대한 만족합니까?						① ② ③ ④ ⑤	
	장치	문4) 트랙터와 대파수확기의 개발에 대해 어떻게 만족합니까?						① ② ③ ④ ⑤	
		문5) 대파수확기의 적재 용량(40kg)에 대해 만족합니까?						① ② ③ ④ ⑤	
		문6) 대파수확기의 적재 된 대파를 하역장치에 만족합니까?						① ② ③ ④ ⑤	
	효율	문7) 대파수확기의 인력 대비 수확 효율에 만족합니까?						① ② ③ ④ ⑤	
		문8) 대파수확기의 연료 소비 효율(트랙터 주행 대비 10% 높음)은 만족합니까?						① ② ③ ④ ⑤	
	기타	문9) 향후개발이 계속 진행된다면 어떠한 종류의 대파수확기를 원하십니까 ? ① 트랙터 부착형 ② 궤도형 자주식 ③ 고무바퀴형 자주식 ④ 경운기 부착형 ⑤ 수동 인력 견인형						① ② ③ ④ ⑤	
건의사항									

개발된 대파수확기에 대한 만족도 조사는 대파재배 농가의 요구를 반영하여 개발 농기계의 농가 보급을 촉진하고 효율적 이용을 도모하여 기계화가 미흡한 농작업의 기계화를 촉진시킬 수 있는 방편으로 기획되었다.

조사는 20 대파재배 농가를 대상으로 기본항목 5항과 조사항목 9항으로 구성되었는데 기본항목으로 경지규모, 소유형태, 소득규모, 종사형태, 영농형태 등이 포함되었으며 조사항목은 작업성능, 손상 정도, 흙털림 정도에 대한 만족도를 조사하고 장치부분은 대파수확기 개발에 관한 의견 및 적재용량, 하역장치에 대하여, 효율부분은 수확효율 및 연료소비효율을, 기타사항은 향후 개발이 요청되는 대파수확기에 대한 의견 수렴 등 4분류 9개 항목에서 만족도를 평가하였다.

여기에서 세부적인 평가 수행을 위해 만족도 조사는 9개 항목에 대한 평가는 5점 척도를 통해 수행되었고 다음의 5개 문항으로 답변토록 하였는데 첫째, 1점 강한 부정->매우 불만족, 둘째, 2점 부정->불만족, 셋째, 3점->보통, 넷째, 4점->긍정>만족, 다섯째, 5점->강한 긍정>매우 만족 등으로 분류하여 정량적인 수치화 하였다.

5점 척도의 각 점수별 응답 비중과 함께 5점 척도 평균 점수를 제시하였는데 5점 척도는 척도별로 20점을 곱한 100점으로 환산하여 100점 척도를 산출하였으며 5점 척도의 해석은 다음의 표. 55 기준으로 하였다.

표. 55 척도의 해석

점수	1.0점 미만	1.0-2.0	2.0-3.0	3.0-4.0	4.0점 이상
해석	매우 불만족	불만족	보통	만족	매우 만족

(나) 대파수확기 성능 만족도 조사 항목별 분석

1차 정량조사 결과는 대파수확기의 전반적 만족도는 5점 척도 평균 4.25점, 작업성능 4.10점, 손상정도 3.40점, 흙털림정도 4.90점, 개발만족정도 4.25점, 적재용량 만족정도 3.70점, 하역장치 만족정도 4.60점, 수확효율 4.95점, 연료소비효율 4.10점으로 나타났고 향후개발희망형식으로는 포장주행이 가능한 고무바퀴형 자주식이 40%로 요청빈도가 높은 것으로 평가되었다.

‘성능’, ‘효율’에서 만족도가 높은 대파수확기는 ‘개발만족정도에 대한 만족도’, ‘수확효율에 대한 만족도’에서 4.25점, 4.95점으로 매우 높게 나타나 현장실증을 통해 개발완성도를 높인 것에 대한 효과를 확인할 수 있었다.

그러나 ‘적재용량에 대한 만족도’ 및 ‘손상정도에 대한 만족도’는 3.70점, 3.40점으로 평균값에서 가장 낮은 점수로 향후 상용화 과정에서 지속적으로 연구개발을 통해 수정 및 보완작업을 진행해야 될 것으로 판단되었으며 전체적인 조사결과 및 추이는 다음의 그림. 185과 표. 56과 같다.

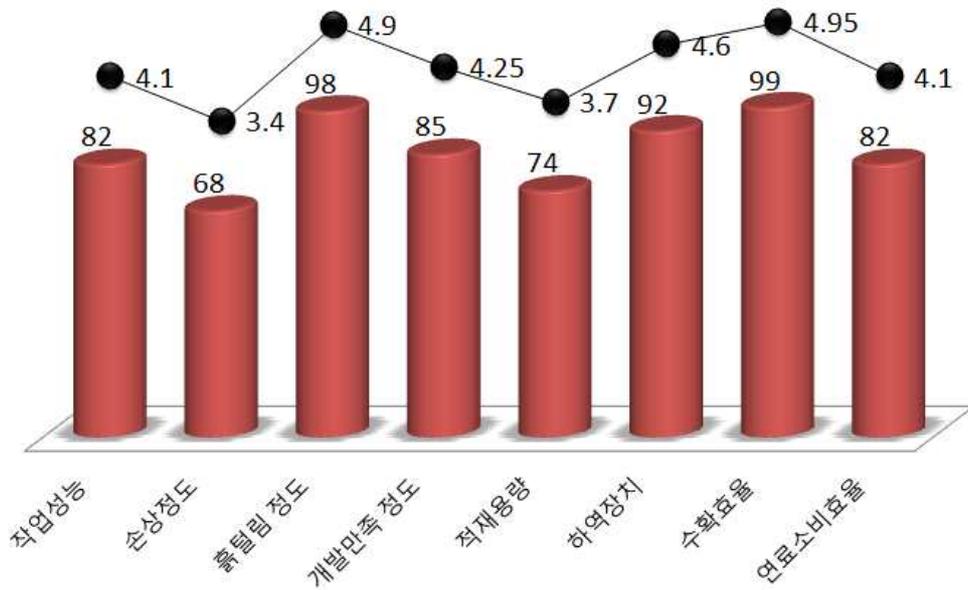


그림. 185 대파수확기 만족도

표. 56 대파수확기 만족도

[Base: 20명, %, 평균]

구 분	매우 불만족	불만족	보통	만족	매우 만족	100점 평균	5점 평균
작업성능	0	2	6	44	30	82	4.10
손상정도	1	4	15	48	0	68	3.40
흠털림 정도	0	0	0	8	90	98	4.90
개발만족 정도	0	0	3	52	30	85	4.25
적재용량	0	6	6	52	10	74	3.70
하역장치	0	0	0	32	60	92	4.60
수확효율	0	0	0	4	95	99	4.95
연료소비효율	0	0	0	72	10	82	4.10
평균	0.13	1.50	3.75	39.00	40.63	85.00	4.25

설문조사에서는 향후 개발이 요청되는 대파수확기 형식에 대해 고무바퀴형 자주식이 40%로 높게 나타나는 결과를 보였는데 표. 57과 같다.

표. 57 향후 개발이 요청되는 대파수확기 형태

[Base: 20명, %,]

구 분	트랙터 부착형	궤도형 자주식	고무바퀴형 자주식	경운기 부착형	수동 인력 견인형
개발 희망 형식	35	15	40	10	0

(다) 항목별 만족도 조사 분석

- ① **작업성능** : 대과수확기의 작업성능에 대한 만족도는 만족 및 매우만족이 4.10점으로 나타나 만족도가 매우 높은 것으로 나타났는데 조사결과는 만족>매우만족>보통>불만족>매우 불만족 순이었으며 설문과정에서 일부 작업 성능의 다변화->기종의 다변화를 요청하는 사항이 나타나 향후 지속적인 연구개발이 필요할 것으로 보인다.
- ② **손상정도** : 대과수확기의 작업성능에 대한 만족도는 만족 및 매우만족이 3.40점으로 나타나 만족도가 매우 높은 것으로 나타났는데 조사결과는 만족>보통>불만족>매우 불만족>매우 만족 순이었으며 설문과정에서 1000명 이하의 재배지를 경작하는 복수의 농민들이 손상정도의 개선을 요청하는 사항이 나타나 향후 지속적인 연구개발이 필요할 것으로 보인다.
- ③ **흙털림 정도** : 대과수확기의 작업성능에 대한 만족도는 만족 및 매우만족이 4.90점으로 나타나 만족도가 매우 높은 것으로 나타났는데 조사결과는 매우만족>만족 순이었고 전체적으로 만족도가 수확효율 부분과 더불어 가장 높게 나타났다.
- ④ **개발만족 정도** : 대과수확기의 작업성능에 대한 만족도는 만족 및 매우만족이 4.25점으로 나타나 만족도가 매우 높은 것으로 나타났는데 조사결과는 만족>매우만족>보통>불만족=매우 불만족 순이었다.
- ⑤ **적재용량** : 대과수확기의 작업성능에 대한 만족도는 만족 및 매우만족이 3.70점으로 나타나 만족도가 매우 높은 것으로 나타났는데 조사결과는 만족>매우만족 순이었으며 설문과정에서 대농의 경우 1000 kg 이상의 적재함을 갖는 컨테이너 형태의 부속장치를 요구하였다.
- ⑥ **하역장치** : 대과수확기의 작업성능에 대한 만족도는 만족 및 매우만족이 4.60점으로 나타나 만족도가 매우 높은 것으로 나타났는데 조사결과는 매우만족>만족>보통=불만족=매우 불만족 순이었으며 설문과정에서 일부 트랙터가 아닌 농업용 로더장치로 운반할 수 있도록 요청하는 사항이 나타나 향후 지속적인 연구개발이 필요할 것으로 보인다.
- ⑦ **수확효율** : 대과수확기의 작업성능에 대한 만족도는 만족 및 매우만족이 4.95점으로 나타나 만족도가 매우 높은 것으로 나타났는데 조사결과는 매우 만족>만족 순이었으며 설문과정에서 전체적으로 만족도가 가장 높게 나타났다.
- ⑧ **연료소비효율** : 대과수확기의 작업성능에 대한 만족도는 만족 및 매우만족이 4.10점으로 나타나 만족도가 매우 높은 것으로 나타났는데 조사결과는 만족>매우만족 순이었으며 개별적인 의견은 없었다.
- ⑨ **개발희망 형식** : 대과수확기의 작업성능에 대한 만족도는 고무바퀴형 자주식이 40%로 나타나 개발 요청도가 매우 높은 것으로 나타났는데 조사결과는 다양한 결과를 보여 추후 추가적인 연구개발 추진에 있어 보다 구체적인 수요조사 및 설문조사가 필요할 것으로 보인다.

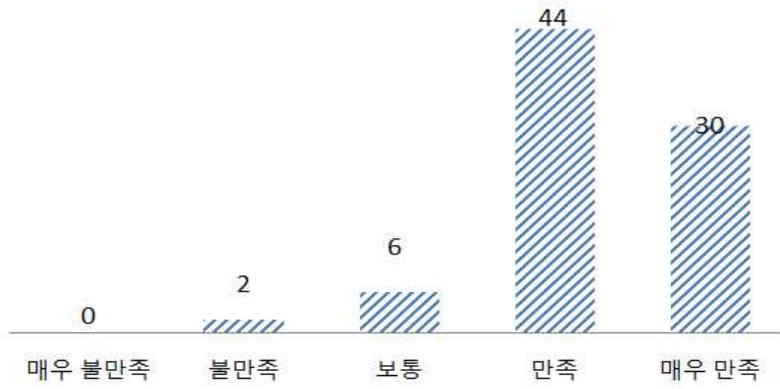


그림. 186 작업성능 만족도

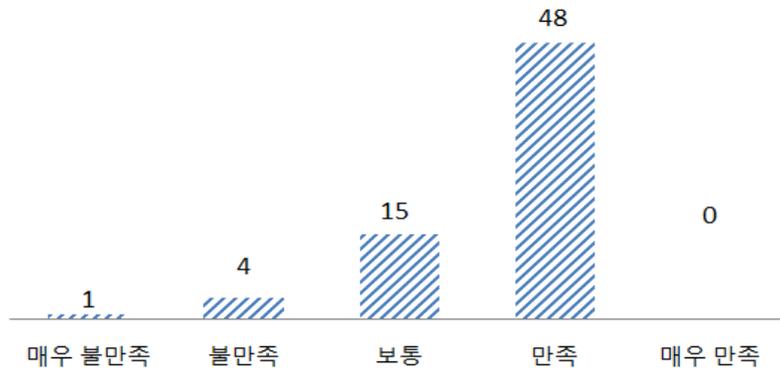


그림. 187 손상정도 만족도

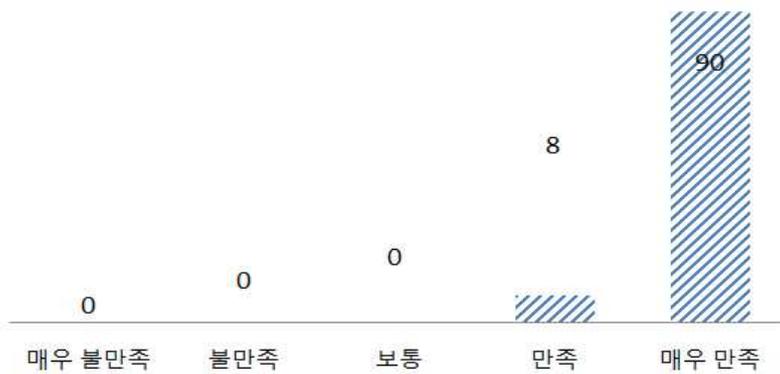


그림. 188 휴탈림 정도 만족도

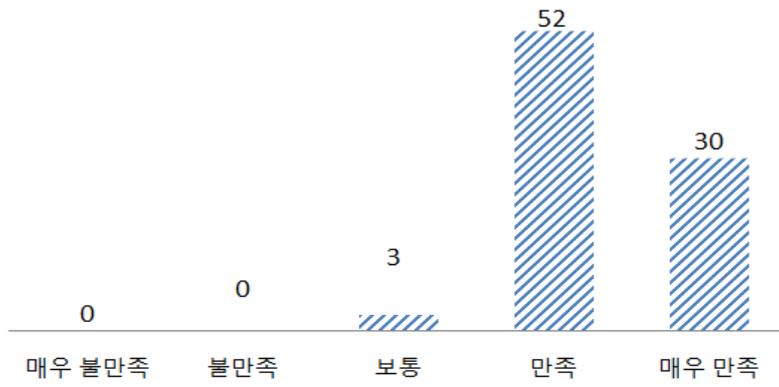


그림. 189 개발만족 정도 만족도

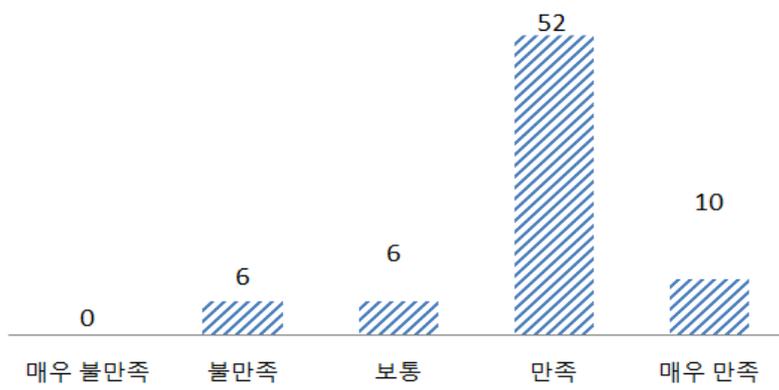


그림. 190 수확효율 만족도

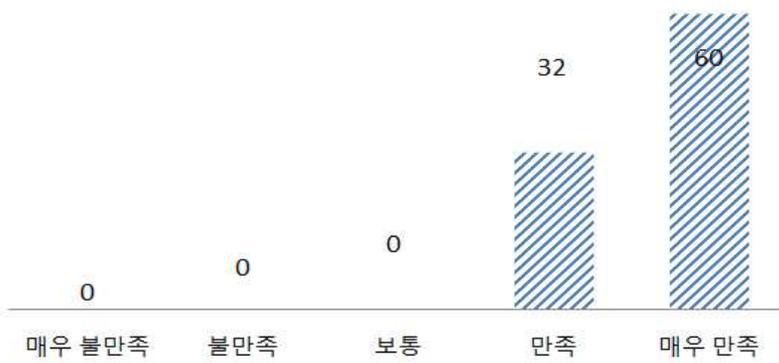


그림. 191 하역장치 만족도

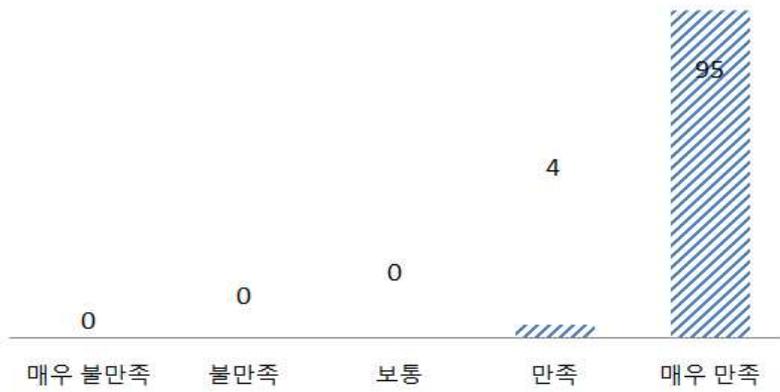


그림. 192 수확효율 만족도

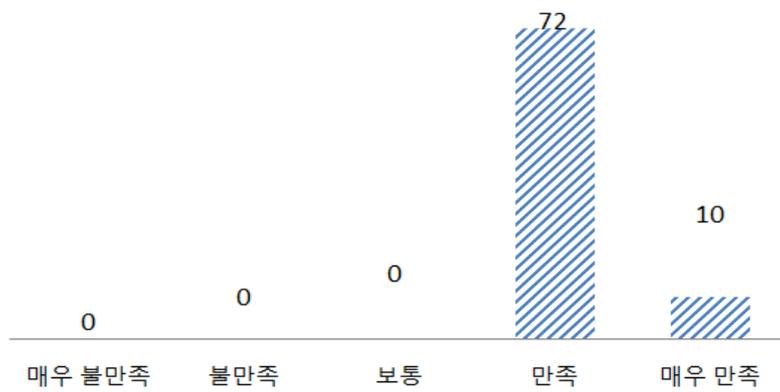


그림. 193 연료소비효율 만족도

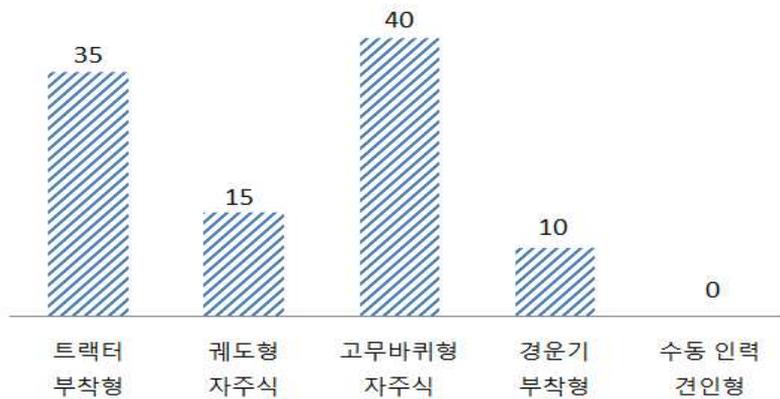


그림. 194 향후 개발 희망 형식

(라) 만족도 조사 종합 분석

대파수확기에 대한 대파 재배농가에 대한 만족도 조사 결과는 다음과 같다.

<input type="checkbox"/> 작업성능 만족도	4.10점
<input type="checkbox"/> 손상정도 만족도	3.40점
<input type="checkbox"/> 흠털림 정도 만족도	4.90점
<input type="checkbox"/> 개발만족정도	4.25점
<input type="checkbox"/> 적재용량 만족도	3.70점
<input type="checkbox"/> 하역장치 만족도	4.60점
<input type="checkbox"/> 수확효율 만족도	4.95점
<input type="checkbox"/> 연료소비효율 만족도	4.10점
<input type="checkbox"/> 향후 개발희망형식 (고무바퀴형 자주식)	40%

<input checked="" type="checkbox"/> 종합 만족도 평가	4.25점

전체적으로 만족도 조사 결과는 4.25점으로 양호하였다.

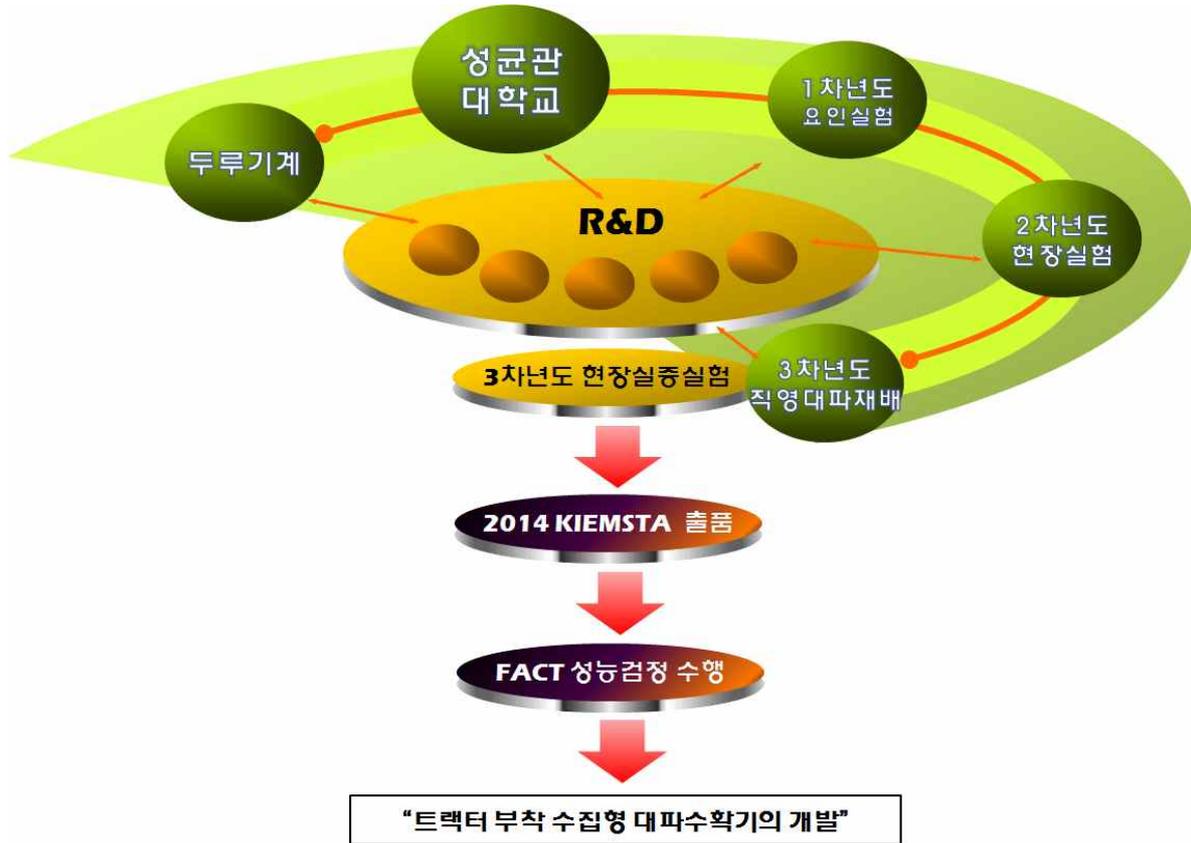
수확효율 및 흠털림율은 4.95점, 4.90점으로 상대적인 만족도가 높게 나타났다.

그러나 작업성능 및 적재용량은 4.10점, 3.70점으로 보통이상 수준으로 나타나 향후 사용화 양산단계에서 지속적인 연구개발 및 시연회 등을 통한 추가적인 의련 수렴으로 제품을 보완하여 제품의 완성도를 높이는 부분을 계획하고 있다.

또한 재배농가는 향후 개발 희망 형식으로 포장주행이 가능한 고무바퀴형 자주식의 선호도가 높게 나타나 연구팀에서는 개발된 요소기술을 기반으로 하여 후속연구로 고무바퀴형 자주식의 연구개발을 적극 검토하고 있다.

제 2 절 연구결과

1. 연구내용 종합



- 상용화를 전제로 한 “트랙터 부착 수집형 대파수확기의 개발” 연구는 요인실험, 현장실험, 실증실험, 안정성 분석, 경제성 분석, 만족도 조사 등 3차년에 걸쳐 개발이 완료되었음.
- 개발된 수확기는 대파의 수확을 위한 트랙터 부착형 작업기로 향후 상용화 추진과 동시에 대농민 보급 및 경제적 파급효과가 클 것으로 기대하고 있음.
- 개발품은 3차년도 10월에 충남/천안에서 개최된 “2014 대한민국국제농기계자재박람회”에 신제품으로 출품되었으며 홍보 브로셔 제작 및 11월에 농업기술실용화재단에서 농기계 성능검정을 수행하여 상용화 소요기간의 단축을 위해 노력하였음.
- 연구팀은 향후 지속적인 성능향상과 제품개선을 통하여 대파수확기의 보급에 노력할 예정이며 본 연구개발 과정에서 취득한 요소기술을 바탕으로 후속연구로 자주식 대파수확기의 연구개발을 추진 중임.
- 협동연구기관 두루기계통상은 빠른 시일 이내에 농기조합을 통한 가격등록을 완료하고 양산을 위한 자재구매 체계 확립 및 생산라인 조정 등 생산체계 구축을 추진 중임.

2. 연구내용 분석

연구는 최근 대파 재배양상이 규모화 단지화 되어가는 경향과 농기계 임대사업의 활성화에 맞춰 진행되었는데 크게 기능적 측면과 성능적 측면 상업적 측면을 고려하였다.

가. 기능적 측면

- 개발된 대파수확기는 수확작업 전과정을 기계화하였는데 재배지의 두둑을 파괴하고 대파를 뽑아 적재하여 수확을 종료하는 개념이다.
- 장치는 토양 파쇄장치, 굴취장치, 토양 분리장치, 대파 이송장치, 적재장치 및 부속품으로 구성되었으며 트랙터와의 연결을 위해 PTO 연결장치를 개발하였는데 주요내용은 다음과 같다.

구성	장치구성	주요기능	비고
토양 파쇄장치	원판디스크, 가이드 휠	두둑 파괴	트랙터 견인력 이용
대파 굴취장치	굴취 브레이드	대파 인발	↑
토양 분리장치	1차, 2차 분리장치	뿌리잔류 흙 제거	트랙터 PTO 동력 이용
대파 이송장치	컨베이어, 아이들러힌지	대파 인발 및 이송	트랙터 유압 동력 이용
이송 벨트 컨베이어	컨베이어	대파 적재	트랙터 전기 동력 이용
임시 적재장치	포대 거치대, 리프트	대파 적재	트랙터 유압 동력 이용
트랙터 연결장치	3점 히치 연결링크	트랙터 부착	PTO 및 3점히치 이용

나. 성능적 측면

- 개발된 대파수확기의 성능은 재배 및 실태조사 설문조사를 통한 대파 물성 등을 고려한 개발자 측면에서의 입장이 반영되었다.
- 또한, 현장실험, 실증연구 등을 통한 사용자 측면에서의 입장 등을 고려하였고 안정성 분석 및 만족도 조사 등을 통하여 최종적으로 성능 및 기능 등을 보완하고 개발을 완성하였다.
- 상용화를 전제로 3차년도에는 사용자의 의견을 집중적으로 반영하여 부족할 경우 인건비 지출이 많은 수확률 및 흙털림률이 최대가 되는 조건에서 포장작업능력 및 손상률이 사용자가 인정할 수 있는 범위에서 최종 통합기의 성능을 확정하였는데 주요내용은 다음과 같다.

주행속도 (cm/sec)	포장작업능력 (a/hour)	수확률 (wt,%)	손상률 (wt,%)	흙털림률 (wt,%)
5.0	1.3	100.0	3.90	99.9
11.4	2.7	100.0	6.49	99.9
15.8	3.4	100.0	8.07	99.9

다. 상업적 측면

- 분석결과는 1ha를 기준하였을 경우, 차년 변화에 따른 감가상각비의 감소에 따라 연간소요 비용이 7,631,100원에서 3,871,094원으로 감소(5년 합계 28,400,453원)하여 인력수확비용 3,917,506원(5년 합계 19,587,530원)에 대비하여 145%의 지수를 보이고 있다(2ha->93%, 3ha->76%, 4ha->67%).
- 개발된 대파수확기의 "경제성지수분석"에서는 1.76ha를 수확하는 경우 경제성 지수가 100%로 5년에 감가상각이 종료되는 결과를 보였는데 수확면적의 확대에 따라 4ha 수확의 경우 지수가 67%까지 급격히 좋아지는 것을 확인할 수 있었다.
- 향후 보급에 있어 소농위주의 우리의 재배농가의 특성을 고려하여 공동사용 등을 전제로 한 "공동구매" 및 "임대사업" 기종으로 공급을 적극 고려해야 될 것으로 판단되었다.
- 연구개발 과정에서는 산업화 소요기간 단축을 위해 개발된 대파수확기의 모델명을 "DRSH-100"으로 하여 "2014 KIEMSTA 박람회"에 출품되어 호평을 받았고 농업기술실용화재단에서 "농기계 성능검정"을 수행하고 브로셔 제작을 완료하고 11월부터 배포를 시작하는 등 제품화 과정을 12개월 정도 단축하였다.
- 향후 협동연구기관 "두루기계통상"에서는 농기조합을 통한 가격 등록을 완료하고 양산판매를 위한 생산체계 구축을 통한 조속한 실용화 추진을 위해 노력하고 있다.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야 기여도

제 1 절 연도별 연구목표 및 평가착안점에 입각한 목표 달성도

- 과 제 명 : 트랙터 부착 수집형 대과수확기 개발
- 연구기간 : 2011. 12. 26-2014. 12. 25. (36개월)
- 참여기관 : 성균관대학교(주관), 두루기계통상(협동)

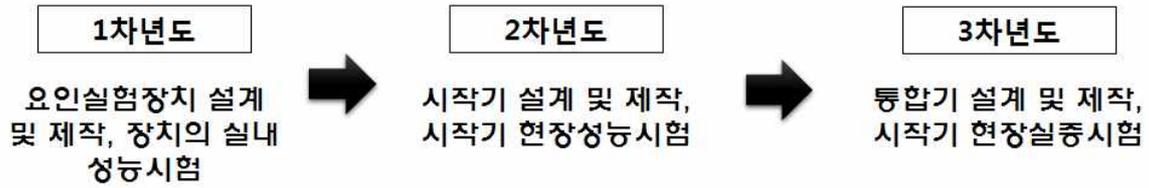
■ 대과수확기 개발을 본 연구는 연도별 연구목표 및 평가착안점에 입각하여 진행되었으며 종합적인 달성결과는 1차년도 98%, 2차년도 96%, 3차년도 150%를 달성하였고 상품화 단계에 진입하여 조기에 양산을 통한 상용화를 달성하기 위해 노력하였는데 차년별 연구목표에 대한 달성 내용(요약)은 다음과 같음.

차년	세부연구개발목표	달성도			비고
		목표	결과	%	
1차년	요인실험 등 6개항	600	590	98	✓ 연구보고서 제출기간과 재배시기의 차이
2차년	현장실험 등 5개항	500	480	96	✓ 수확시기 한계로 실험회수 부족 ✓ 안정성분석 미흡
3차년	실증실험 등 4개항	400	600	150	✓ 연구팀 대과 직영 재배하여 수확시기 한계 극복 ✓ 안정성분석 2차년 미흡분 추가수행
최종평가	성능분석 등 4개항	400	400	100	✓ 적정

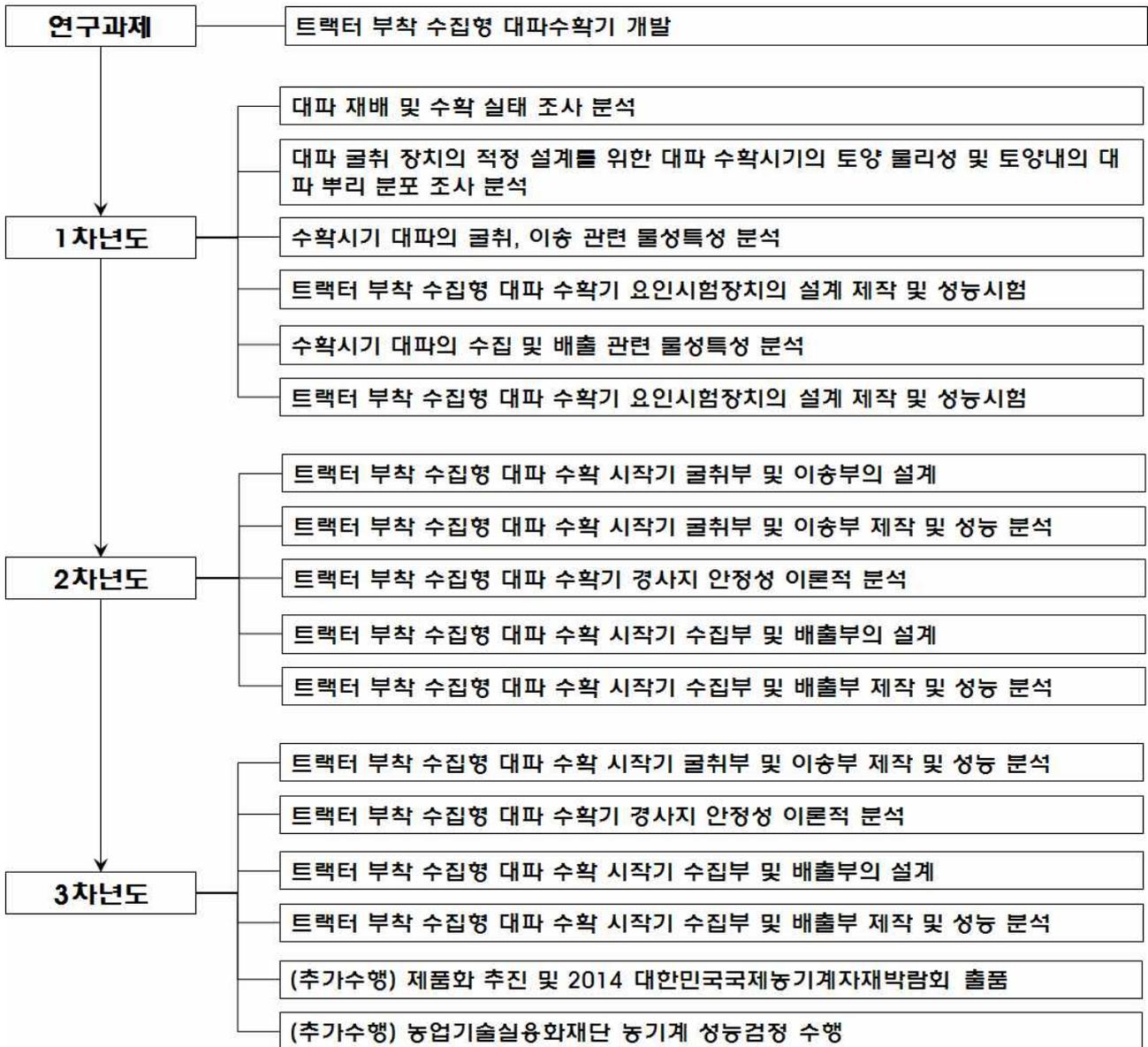
■ 연구개발은 1차년에 실태조사 및 요인장치 제작 및 실험을 진행하였고 2차년에 시작기의 설계 및 제작을 통한 현장실험을 진행하였으며 3차년에 통합기를 설계, 제작하여 현장실증 실험을 진행하였음.

■ 3차년도 연구개발 기간 중에 개발품을 2014 대한민국국제농기계자재박람회에 출품하였으며 농업기술실용화재단에서 개발품의 성능검정을 수행하여 제품개발의 완성도를 높이고 상용화 소요기간 단축을 위해 노력하였음.

■ 1-3차년 기간 중 진행된 연구개발 흐름은 다음 도식과 같다



■ 1-3차년 기간 중 진행된 세부연구개발 목표는 다음 도식과 같다



■ 차년별 세부연구개발 흐름 및 목표는 연구기관별 업무 내용을 총합한 것임

1. 목표 달성도

가. 1차년도 (2011.12.26.-2012.12.25.)

세부연구개발의 목표	평가의 착안점 및 기준	연구 목표	달성 결과
○ 대과 재배 및 수확 실태 조사 분석	○ 대과 재배 및 수확실태 조사 유무(대규모 3농가 및 중소규모 20 재배농가 방문 실태조사) ○ 대과 재배 농가 현황 보고서 및 농가 설문조사 작성 유무	100	100
○ 대과 굴취 장치의 적정 설계를 위한 대과 수확시기의 토양 물리성 및 토양내의 대과 뿌리 분포 조사 분석	○ 대과 재배지 현장 토양 물리성 분석 유무 ○ 대과 뿌리 분포도 및 대과 뿌리 물성 조사 유무	100	90
○ 수확시기 대과의 굴취, 이송 관련 물성특성 분석	○ 대과의 굴취 및 이송부 역학분석(논문 및 관련 서적(토양학, 농업기계학 등) 참조)	100	100
○ 트랙터 부착 수집형 대과 수확기 요인시험장치의 설계 제작 및 성능시험	○ 트랙터 부착 수집형 대과 수확기 요인시험장치 설계 사양검토 및 외주제작(굴취부 및 이송부) ○ 트랙터 부착 수집형 대과 수확기 요인시험장치 요인성능분석(굴취부, 이송부)	100	100
○ 수확시기 대과의 수집 및 배출 관련 물성특성 분석	○ 대과의 수집 및 배출부 역학분석(논문 및 관련 서적(농업기계학) 참조)	100	100
○ 트랙터 부착 수집형 대과 수확기 요인시험장치의 설계 제작 및 성능시험	○ 트랙터 부착 수집형 대과 수확기 요인시험장치 설계 사양검토 및 내부제작(수집부 및 배출부) ○ 트랙터 부착 수집형 대과 수확기 요인시험장치 요인성능분석(수집부 및 배출부)	100	100

- 1차년도에는 전체적으로 목표대비 98%의 달성도를 보였음
- 실태조사, 역학분석, 요인시험장치 설계 및 제작, 요인실험관련 달성결과는 양호하였음
- 대과 재배의 시기적 문제로 부족한 물성분석은 2-3차년도에 지속적으로 수행하여 전체적으로 연구개발의 결과가 양호하도록 계획을 수립함

나. 2차년도 (2012.12.26.-2013.12.25.)

세부연구개발의 목표	평가의 착안점 및 기준	연구 목표	달성 결과
○ 트랙터 부착 수집형 대과 수확 시작기 굴취부 및 이송부의 설계	○ 트랙터 부착 수집형 대과 수확기 요인시험장 치 문제점 분석 ○ 트랙터 부착 수집형 대과 수확기 시작기 설계시안서 작성 유무(굴취부 및 이송부)	100	100
○ 트랙터 부착 수집형 대과 수확 시작기 굴취부 및 이송부 제작 및 성능 분석	○ 트랙터 부착 수집형 대과 수확기 시작기 제작 유무(굴취부 및 이송부) ○ 트랙터 부착 수집형 대과 수확기 시작기 성능 분석표 작성 유무(굴취부 및 이송부)	100	100
○ 트랙터 부착 수집형 대과 수확기 경사지 안정성 이론적 분석	○ 트랙터 부착 수집형 대과 수확기 경사지 안정성 분석을 위한 이론적 분석(논문 및 관련 서적(농업기계학 등) 참조)	100	90
○ 트랙터 부착 수집형 대과 수확 시작기 수집부 및 배출부의 설계	○ 트랙터 부착 수집형 대과 수확기 요인시험장 치 문제점 분석(수집부 및 배출부) ○ 트랙터 부착 수집형 대과 수확기 시작기 설계시안서 작성 유무(수집부 및 배출부)	100	100
○ 트랙터 부착 수집형 대과 수확 시작기 수집부 및 배출부 제작 및 성능 분석	○ 트랙터 부착 수집형 대과 수확기 시작기 제작 유무(수집부 및 배출부) ○ 트랙터 부착 수집형 대과 수확기 시작기 성능 분석표 작성 유무(수집부 및 배출부)	100	90

- 2차년도에는 전체적으로 목표대비 96%의 달성도를 보였음
- 설계 및 성능분석 제작관련 달성결과는 양호하였음
- 경사지 안정성분석 부분의 부족한 연구를 3차년에 추가적으로 연구개발 수행 계획 수립함
- 현장 성능분석 회수 부족부분을 연구팀에서 3차년도에 재배지를 직접 임차해서 직접 재배하여 수확시기의 계절적 한정성으로 인한 실험시기의 한계를 극복하기 위한 계획 수립함

다. 3차년도 (2013.12.26.-2014.12.25.)

세부연구개발의 목표	평가의 착안점 및 기준	연구 목표	달성 결과
○ 통합시작기 설계 및 제작	○ 통합시작기 설계시방서 작성유무 ○ 통합시작기 설계사양에 맞게 제작 유무	100	100
○ 통합시작기 문제점 보완 및 개량 제작	○ 통합시작기 문제점 보완 및 보고서 작성	100	100
○ 통합시작기 경사지 안정성 분석	○ 통합시작기 경사지 안정성 분석 여부 (소프트웨어 및 정부인증기관(농업실용화재단) 분석 의뢰)	100	200
○ 통합시작기 현장 적응 시험 및 경제성 분석	○ 통합시작기 현장 농가 적응 시험 ○ 통합시작기 농가 만족도 조사(설문조사) ○ 통합시작기 경제성 분석표 작성	100	200

- 3차년도에는 전체적으로 목표대비 150%의 달성도를 보임
- 설계시방서, 제작, 보고서 작성관련 달성결과는 양호하였음
- 2차년도에 부족했던 안정성분석에 있어 정적분석, 동적분석, 성능검정(FACT) 등을 수행하여 체계적으로 안정성 분석을 완료하였음
- 농가 적응시험 수행에 있어 연구팀에서는 대파 수확의 계절적 한계성을 극복하기 위해 3차년에 재배지를 임차, 대파를 직접 재배하면서 실험을 수행하여 2차년도에 부족했던 현장실증실험 추가진행하여 연구개발의 완성도를 높였고 최종적으로 농가 실증연구를 수행하였음
- 3차년도에는 실증실험과 만족도 조사, 경제성 분석을 통하여 사용자 입장에서 집중적으로 제품을 보완하였음
- 3차년도에 “2014 대한민국국제농기계자재박람회”에 개발품을 출품하여 호평을 받았고 농기계 성능검정기관인 농업기술실용화재단으로부터 “대파수확기 성능검정 성적서”를 발부받았으며 협동연구기관 두루기계통상에서는 자체사업화를 위해 홍보 “브로셔”를 제작하여 박람회 및 위탁판매대리점에 배포하는 등 양산 준비체계 구축에 노력하고 있음

라. 최종평가 (2011.12.26.-2014.12.25.)

세부연구개발의 목표	평가의 착안점 및 기준	연구 목표	달성 결과
○ 계획 대비 진도	○ 연구계획대비 진도의 일치정도	100	100
○ 연구방법의 과학성	○ 연구방법(문헌연구, 요인시험, 설계, 제작)의 타당성 및 참신성 유무	100	100
○ 트랙터 부착 수집형 대과 수확기 현장 적응성 및 활용성 분석	○ 트랙터 부착 수집형 대과 수확기 성능 분석	100	100
○ 트랙터 부착 수집형 대과 수확기의 경제성 분석	○ 트랙터 부착 수집형 대과 수확기 경제적 분석표 작성	100	100

- 최종평가는 전체적으로 목표대비 100%를 달성도 하였음
- 계획대비 진도, 연구방법의 과학성, 현장 적응성 및 활용성 분석, 경제성 분석을 적절하게 수행하였음
- 현재 개발품은 상품화를 통해 상용화 양산 준비단계임

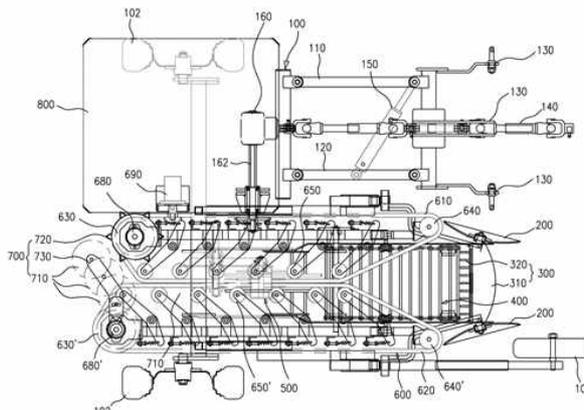
제 2 절 관련분야의 관련기술 발전 기여도

1. 개발된 대파수확기 요소기술

본 연구는 트랙터 부착형 대파수확기에 대한 국내 최초 연구로 트랙터의 PTO로부터 동력을 인출하여 두둑의 대파를 굴취하고 굴취된 대파의 뿌리와 흙을 동시에 받쳐서 이송하는 체인 컨베이어부와 굴취된 대파의 줄기를 잡아서 후방으로 이송하는 컨베이어부 및 컨베이어부 후방에 설치된 흙털기부를 동시에 구동시킴으로써 그간 수작업에 대부분 의존해왔던 대파 수확작업을 기계화·자동화하는 기술로 다음과 같다.

■ 특허출원 : 트랙터 견인식 대파 수확기(10-2014-0097172)

【 청구항 1】
2개의 고정 후롤(102)과 1개의 보조 전롤(104)이 장착된 프레임(100)과 상기 프레임(100)의 전방에 설치되어 대파가 심겨진 두둑의 축부를 절삭하기 위한 두둑 절삭용 원판 날(200)과 상기 원판 날(200)에 의해 축부가 절삭된 두둑을 굴취하여 흙과 함께 대파의 뿌리 부분을 굴취하는 굴취부(300)와 상기 굴취부(300)에서 굴취된 대파의 뿌리 부분과 흙을 받쳐서 프레임(100) 후방으로 이송하는 체인 컨베이어부(400)와 상기 체인 컨베이어부(400)의 후방에 위치하여 대파 뿌리에 붙은 흙과 덩어리진 흙을 잘게 부수는 흙털기부(500)와 상기 체인 컨베이어부(400)를 따라 이송된 대파의 줄기 부분을 좌·우 1쌍의 벨트(610,620)로 파지하여 대파를 세운 상태에서 프레임(100)의 후방으로 이송하기 위한 이송 컨베이어부(600)와 상기 이송 컨베이어부(600)의 후방에 이송 컨베이어부(600)를 통해 후방으로 이송된 대파를 횡방향으로 이송하는 휠 이송부(700)와 상기 휠 이송부(700)의 후방에 배치되어 후방으로 이송된 대파가 적치되는 테이블(800)을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 트랙터 견인식 대파수확기.



【 청구항 2】
청구항 1에 있어서, 상기 이송 컨베이어부(600)는 후방의 구동 롤러(630,630')와 전방의 피동 롤러(640,640') 및 상기 구동 롤러와 피동 롤러 사이에 배치된 다수의 가이드 롤러(650,650')를 포함하여 이루어지며, 상기 벨트(610,620)는 대파의 파지시 대파의 줄기에 손상을 입히지 않도록 외측에 소정 두께의 쿠션이 부착되고, 상기 가이드 롤러(650,650')는 인장 코일스프링(660)에 의해 탄력적으로 지지되고 대략 중간부가 프레임에 회동가능하게 고정된 가이드 바(670)의 일단에 부착되어 좌·우 양측의 벨트(610,620) 사이로 유입된 대파의 수량에 따라 벨트(610,620) 사이의 폭이 탄력적으로 조절될 수 있도록 된 것을 특징으로 하는 트랙터 견인식 대파수확기.

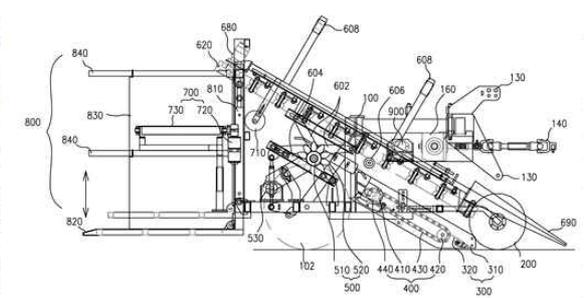
【 청구항 3】
청구항 2에 있어서, 상기 이송 컨베이어부(600)는 좌·우 1쌍의 벨트(610,620)가 각각의 유입모터(630,630')에 의해 구동되고, 상기 유입모터(630,630')는 이송 컨베이어부(600)를 지지하는 프레임(100)의 후방 하부에 프레임과 일체로 형성된 유입링크(692)에 저장된 유입유가 유입링크(690)에 의해 잠금되어 구동되는 것을 특징으로 하는 트랙터 견인식 대파수확기.

【 청구항 4】
청구항 1에 있어서, 상기 체인 컨베이어부(400)와 흙털기부(500) 및 이송 컨베이어부(600)의 구동은 트랙터의 PTO(POWER TAKE OFF)에 연결된 동력 전달 조인트(140)가 감속기(160)로 연결되어 소정의 감속 비로 감속되고 감속기(160)의 출력축(162)에서 각기 다른 속도로 동력이 전달되는 것을 특징으로 하는 트랙터 견인식 대파수확기.

【 청구항 5】
청구항 1에 있어서, 상기 휠 이송부(700)는 상기 이송 컨베이어부(600)의 후단부에서 테이블(800) 쪽을 향하여 복수의 가이드 롤러(710)가 아이들(idle) 상태로 배치되고, 상기 구동롤러(630)의 하부에는 상기 가이드 롤러(710)에 의해 가이드 된 대파의 줄기 하단부에 접촉하여 종방향으로 이송하기 위한 이송롤러(720)가 축결합되어 구동롤러(630)와 함께 회전되면서 대파를 휠 이송하도록 된 것을 특징으로 하는 트랙터 견인식 대파수확기.

■ 특허출원 : 트랙터 견인식 대파 수확기(10-2014-0097175)

【 청구항 1】
2개의 고정 후롤(102)이 장착된 프레임(100)과 상기 프레임(100)의 전방에 설치되어 대파가 심겨진 두둑의 축부를 절삭하기 위한 두둑 절삭용 원판 날(200)과 상기 원판 날(200)에 의해 축부가 절삭된 두둑을 굴취하여 흙과 함께 대파의 뿌리 부분을 굴취하는 굴취부(300)와 상기 굴취부(300)에서 굴취된 대파의 뿌리 부분과 흙을 받쳐서 프레임(100) 후방으로 이송하는 체인 컨베이어부(400)와;
상기 체인 컨베이어부(400)의 후방에 위치하여 대파 뿌리에 붙은 흙과 덩어리진 흙을 잘게 부수는 흙털기부(500)와 상기 체인 컨베이어부(400)를 따라 이송된 대파의 줄기 부분을 좌·우 1쌍의 벨트(610,620)로 파지하여 대파를 세운 상태에서 프레임(100)의 후방으로 이송하기 위한 이송 컨베이어부(600)와 상기 이송 컨베이어부(600)의 후방에 배치되어 후방으로 이송된 대파를 수평 상태로 도복시켜서 휠 이송하는 휠 이송부(700) 및 상기 휠 이송부(700)에 의해 이송된 대파를 적재하기 위한 적재부(800)를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 트랙터 견인식 대파수확기.



【 청구항 2】
2개의 고정 후롤(102)이 장착된 프레임(100)과 상기 프레임(100)의 전방에 설치되어 대파가 심겨진 두둑의 축부를 절삭하기 위한 두둑 절삭용 원판 날(200)과 상기 원판 날(200)에 의해 축부가 절삭된 두둑을 굴취하여 흙과 함께 대파의 뿌리 부분을 굴취하는 굴취부(300)와 상기 굴취부(300)에서 굴취된 대파의 뿌리 부분과 흙을 받쳐서 프레임(100) 후방으로 이송하는 체인 컨베이어부(400)와;
상기 체인 컨베이어부(400)의 후방에 위치하여 대파 뿌리에 붙은 흙과 덩어리진 흙을 잘게 부수는 흙털기부(500)와 상기 체인 컨베이어부(400)를 따라 이송된 대파의 줄기 부분을 좌·우 1쌍의 벨트(610,620)로 파지하여 대파를 세운 상태에서 프레임(100)의 후방으로 이송하기 위한 이송 컨베이어부(600)와 상기 이송 컨베이어부(600)의 후방에 배치되어 상기 이송 컨베이어부(600)를 통하여 이송된 대파를 다발로 결속시킬 수 있도록 대파를 수평으로 도복시켜서 다발로 공급하는 회전식 이송부(700); 및 상기 회전식 이송부(700)에서 이송된 대파 다발을 저동으로 결속하는 결속기(800) 또는 적재부(800)를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 트랙터 견인식 대파수확기.

【 청구항 3】
청구항 1 또는 2에 있어서, 상기 이송 컨베이어부(600)는 후방의 구동 롤러(630,630')와 전방의 피동 롤러(640,640') 및 상기 구동 롤러와 피동 롤러 사이에 배치된 다수의 가이드 롤러(650,650')를 포함하여 이루어지며, 상기 가이드 롤러(650,650')는 대파의 파지시 대파의 줄기에 손상을 입히지 않도록 외측에 소정 두께의 쿠션이 부착되고, 상기 가이드 롤러(650,650')는 인장 코일스프링(660)에 의해 탄력적으로 지지되고 대략 중간부가 프레임에 회동가능하게 고정된 가이드 바(670)의 일단에 부착되어 좌·우 양측의 벨트(610,620) 사이로 유입된 대파의 수량에 따라 벨트(610,620) 사이의 폭이 탄력적으로 조절될 수 있도록 된 것을 특징으로 하는 트랙터 견인식 대파수확기.

【 청구항 4】
청구항 1 또는 2에 있어서, 상기 체인 컨베이어부(400)와 흙털기부(500), 이송 컨베이어부(600), 휠 이송부 또는 회전식 이송부(700,700'), 적재부 또는 결속부(800,800)는 트랙터의 PTO에 연결된 유입링크(900)에 의해 구동되는 유입모터나 유입링크 센터에 의해 구동되는 것을 특징으로 하는 트랙터 견인식 대파수확기.

【 청구항 5】
청구항 1에 있어서, 상기 적재부(800)는 유입링크(810)에 의해 승강되는 리프트(820)와 상기 리프트(820)에 거치되어 승강되면서 이송된 대파를 담은 원수식 컨테이너(830)로 이루어지고, 상기 원수식 컨테이너(830)는 그 양단이 상기 리프트(820)의 좌·우 측에 구비된 거치대(840)에 양단이 거치된 상태에서 승강하여 휠 이송부(700)의 컨베이어 벨트(730)에서 이송된 대파를 수용할 때, 좌·우 양측에 상부상향 상태에서 대파를 받으면서 점점 하방으로 하강하여 대파의 적치시 받게 되는 낙하충격을 줄일 수 있도록 된 것을 특징으로 하는 트랙터 견인식 대파수확기.

【 청구항 6】
청구항 2에 있어서, 상기 회전식 이송부(700)는 이송 컨베이어부(600)의 후단에서 도복된 대파가 수평상태를 유지하면서 종격 없이 낙하하도록 하기 위한 원호형의 경사 완충 가이드(740)와, 상기 경사 완충 가이드(740)에서 낙하된 대파를 여러 개씩 결속하기 위하여 모아주고 모여진 대파를 한꺼번에 결속기(800)로 투하하기 위한 회전공급기(750) 및 상기 회전공급기(750)를 구동시키기 위한 유입모터(760)를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 트랙터 견인식 대파수확기.

2. 수확기 관련 요소기술 현황 (최근 10년 국내, NDSL Database)

- 최근 10년간 국내 부착형 수확기 관련 특허는 땅속작물(주 대상작물은 고구마, 감자)을 대상으로 한 수확기의 수확부에 관련된 효율향상이 대부분을 구성하고 있다.
- 수확기 관련요소기술은 효율향상 48%, 구조 및 방법 15%, 편리성 및 안정성 9%를 구성하고 있으며 대파와 관련되어 국내에 출원된 산업재산권은 없는 것으로 파악되었다.

구분	편리성 및 안정성 (6)	구조 및 방법 (10)	효율향상 (33)		
구동부	양파(1) 10-2014-0038436	연근(1) 10-2013-0164862			
특 정 작 물	수확부 땅속작물(1) 10-2006-0119869 마늘(1) 10-2006-7006440	채소(1) 10-2013-0075318	땅속작물(30)		
		땅콩(1) 10-2012-0128474	10-2013-0127861	10-2012-009894	
		연근(2) 10-2011-0002392 10-2011-0002390	20-2011-0006895	10-2012-0072860	10-2011-0128352
		콩(1) 10-2012-0068086	20-2010-0011236	10-2012-0069203	10-2010-0139964
		양파(1) 10-2006-0106349	10-2010-0107852	20-2010-0011236	20-2010-0011235
			10-2008-0120952	10-2010-0107852	10-2010-0033469
			10-2008-0102444	10-2008-0120952	10-2008-0109558
			20-2008-0010998	10-2008-0102444	10-2008-0087657
			10-2007-0016621	20-2008-0010998	10-2008-0051181
			10-2007-0068458	10-2007-0016621	10-2007-0070807
			10-2005-0081527	10-2007-0068458	20-2006-0019653
			20-2005-0019807	10-2005-0081527	20-2005-0020011
			20-2005-0012940	20-2005-0019807	10-2005-0061191
			20-2005-0012938	20-2005-0012940	20-2005-001294
				20-2005-0012938	20-2004-0024263
				마늘(4)	
				10-2011-0072461	20-2010-0002135
				20-2010-0000504	10-2009-0054772
				부추(1)	
				10-2011-0007284	
		미나리(1)			
		10-2010-0104994			
		연근(1)			
		10-2010-0026753			
		양파(1)			
		10-2005-0017423			
본 체	고추(1) 20-2012-0008873	부추(1) 10-2011-0043982	심토파쇄기용(2) 20-2006-0008126 10-2004-0088410		
부대장 치장착		마늘(1) 20-2011-000149	땅속작물(1) 10-2012-0098942 마늘(1) 20-2007-0009769 콩(1) 20-2006-0017331		
범 용 · 경 운 기 용	예취부	10-2012-0138670 (1)	10-2014-0025599	10-2010-0135148	
	견인부		10-2010-0079288	(3)	
	전동식	10-2013-0040287 (1)	10-2013-0154817	(1)	
	수확부		10-2013-0004010	10-2007-003155	
			10-2006-0064346	(3)	
본 체	10-2007-0005381 (1)		10-2012-0061610	10-2010-0088587	
			20-2009-0001563	(3)	

3. 개발된 대파수확기 요소기술과 관련기술 기여도

- 개발된 대파수확기의 요소기술은 국내 최초 산업재산권의 출원으로 향후 산업화의 초석이 기대되며 제품화 과정의 안정적인 기반이 될 것으로 판단된다.
- 개발된 요소기술 2건은 대파수확기와 관련된 구조 및 방법에 대한 특허출원범위를 포함하고 있는데 특허청의 키프리스 데이터베이스에서 검색어 “Welsh onion harvester 및 대파수확기”로 240개의 특허가 검색되었으나 본 연구개발과 관련된 핵심특허는 일본 10개, 중국 2개 등 총 12개가 관련성이 있는 것으로 파악되었으나 본 기술과 직접적인 연관성은 크지 않은 것으로 파악되었다.
- 개발된 요소기술을 바탕으로 추진되는 대파수확기의 상품화는 현재 인력에 의존하는 대파수확작업을 기계화함으로써 새로운 수확기 시장을 창출하고 대파의 일관 기계화 추진에 기여하며 기계사용에 따른 인건비 절감으로 재배농가의 경영을 개선할 수 있을 것으로 판단된다.
- 연구팀은 본 요소기술을 기반으로 하여 향후 추가적인 요소기술의 개발을 추진할 예정이며 연관기술로 자주식 대파수확기의 개발 등에 활용될 수 있을 것으로 판단된다.
- 또한 미개발 진행 상태인 기타 발작물 수확기의 개발에 본 요소기술을 응용하여 적용할 수 있을 것으로 판단된다.

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

가. 연구개발결과의 성과 및 활용목표 대비 실적

(1) 연구성과 목표

(단위 : 건수)

구분	특허		신품종				유전자 등록	논문		기타
	출원	등록	품명 중 등록	품 수 중 입 신	품종보호			SCI	비SCI	
					출원	등록				
1차년도	목표									학술발표(1)
	달성									학술발표(1)
2차년도	목표	1						1		
	달성							2		학술발표(1)
3차년도	목표	1	1					1		
	달성	2						1		
4차년도	목표									
	달성									
5차년도	목표									
	달성									
계	목표	2	1					2		1
	달성	2	0					3		2

(2) 연구성과 활용 목표

(단위 : 건수)

구분	기술실시(이전)	상품화	정책자료	교육지도	언론홍보	기타
활용건수	목표	1	1		1	0
	달성	1	1		2	1(브로셔)

(3) 논문게재 성과

게재연도	논문명	저자			학술지명	Vol.(No.)	국내외 구분	SCI구분
		주저자	교신저자	공동저자				
2013	트랙터 부착 대과 수확기의 굴취 성능 평가	이동훈	이규승	노재승 조용진	생명공학연구 ISSN2234-4675	Vol18(1)	국내	비SCI
2013	대과수확기 개발을 위한 재배 측면의 설계요인	이동훈	이규승	노재승 조용진	생명공학연구 ISSN2234-4675	Vol18(1)	국내	비SCI
2014	Development of welsh onion Harvester for Tractor	홍성하	박원엽	조용진 이규승	Journal of Biosystems Engineering pISSN1738-1266	Vol39(4)	국내	비SCI

■ 논문명 : (국문)트랙터 부착 대과 수확기의 굴취 성능 평가

(영문)Evaluation of digging performance of the welsh onion harvester attached on tractor

저자명 : 이동훈, 노재승, 조용진, 이규승*

학술지 : 성균관대학교 생명공학연구 논문집 Vol 18(1)

발행년도 : 2013

주요내용 : This research was carried out to evaluate the performance of harvest of the collecting type welsh onion harvester as a tractor attachment. Basic design factors were investigated such as the cultivation and harvesting pattern of welsh onion, physical properties of the field soil and welsh onion and welsh onion varieties. Design criteria of the welsh onion harvester attached on tractor were determined at the cultivation standard area : Yeong-gwang and Busan. The hill distance was 100mm, the seeding distance was 95mm, the furrow width was 310mm, and the ridge width and height were 450mm and 248mm respectively in two areas. Based on the results from the performance for evaluation experiments of digging of the developed welsh onion harvester, the digging performance and damage ratio were almost above 90% and under 10%, respectively. In order to properly coincide with farmers' request for the better performance, a cooperative factor analysis in a future integration process with other components of a welsh onion harvester should be considered.

Keywords: welsh onion harvester, tractor attachment, cultivation pattern, design factors

■ 논문명 : (국문)대과수확기 개발을 위한 재배 측면의 설계요인

(영문)Basic design factors of welsh onion cultivation for designing a welsh onion harvester as a tractor attachment

저자명 : 이동훈, 노재승, 조용진, 이규승*

학술지 : 성균관대학교 생명공학연구 논문집 Vol 18(1)

발행년도 : 2013

주요내용 : This study was carried out to obtain basic informations for the development of collecting type welsh onion harvester as a tractor attachment. Cultivation and harvesting pattern of welsh onion, field soil and welsh onion physical properties, welsh onion varieties, cultivation season and other basic design factors related with welsh onion were investigated. About 90% of the welsh onion was cultivated in the outdoor field and only 10% was cultivated in the indoor green house mainly in the Gyeonggi and Chungcheong Province. Most of the survey and measurement were conducted in 6 main welsh onion production area: Jindo, Yeonggwang, Shinan, Pusan, Ansong and Chungwon. Except Jindo, most of the welsh onion was cultivated in a line which is good for mechanization. Soil type of welsh onion cultivation field was mostly loam and sand loam. Total length of welsh onion was 628mm, leaf length was 258mm, length of white portion was 115 mm, width of white portion was 26 mm and root length was 180X125 mm in average in 6 areas. Hill distance was 100mm, seeding distance was 95mm, furrow width was 310mm, and ridge width and height were 450mm and 248mm respectively. These values were considered when welsh onion harvester was designed.

Keywords: welsh onion harvester, tractor attachment, cultivation pattern, design factors

■ 논문명 : (국문)

(영문)Development of welsh onion Harvester for Tractor

저자명 : S.H. Hong, K.S. Lee, Y.J. Cho, W.Y. Park*

학술지 : Journal of Biosystems Engineering Vol 39 (4)

발행년도 : 2014

주요내용 : **Purpose:** For the increase of the farm income by mechanizing the welsh-onion harvesting that predominantly relies on human resources, a tractor-mountable welsh onion harvester was developed in this study. **Method:** Harvesting performance evaluation experiment for the developed welsh onion harvester was performed in an actual welsh onion grower. In three different tractor running speeds, 5.0 cm/s, 11.4 cm/s and 15.8 cm/s, the harvest performance was evaluated by comparing the operating efficiency, harvest rate and damage rate of the welsh onion harvester. **Results:** The performance of the harvester was rated as very good with 100% of harvest rate regardless of the tractor running speed, and work efficiency of the harvester is expected to be increased as the running speed increases. Nonetheless, the damage rate of the harvested welsh onions at 5.0 cm/s, 11.4 cm/s and 15.8 cm/s increased from 4.55%, 6.53% and to 11.29% proportionally. The residual amount of soil was about 0.24% respect to the welsh onion weight after harvesting, and showed a very excellent soil removal performance. **Conclusion:** The developed welsh onion harvester is believed to improve the labor productivity and cultivation environment of welsh onion farm houses by the mechanization of the harvesting process occupies the largest labor hours.

Keywords: welsh onion, Harvester, Tractor, harvest rate, damage rate

(4) 특허출원 성과

출원된 특허				
출원연도	특허명	출원인	출원국	출원번호
2014	트랙터 견인식 대파 수확기	김재동, 하창섭, 이규승, 김영길	대한민국	10-2014-0097172
2014	트랙터 견인식 대파 수확기	김재동, 하창섭, 이규승, 김영길	대한민국	10-2014-0097175

■ 특허명 : (국문)트랙터 견인식 대파 수확기 <--- 본 과제 개발품
(영문)Tractor trailed type welsh onion harvester
attached on tractor

발명자 : 김재동, 하창섭, 이규승, 김영길

출원일자 : 2014.07.30

출원번호 : 10-2014-0097172 (접수번호 1-1-2014-0722048-02)

주요내용 : 【0001】 본 발명은 대파 수확기에 관한 것으로, 상세히는 트랙터에 견인되어 트랙터의 PTO로부터 동력을 인출하여 두둑에 심겨진 대파를 굴취하고 굴취된 대파의 뿌리와 흙을 동시에 받쳐서 이송하는 체인 컨베이어부와 굴취된 대파의 줄기를 잡아서 후방으로 이송하는 이송 컨베이어부 및 체인 컨베이어부 후방에 설치된 흙털기부를 동시에 각기 다른 속도로 구동시킴으로써 그간 수작업에 대부분 의존해왔던 대파 수확작업을 기계화·자동화할 수 있도록 한 것이다.

출원통지서 : 별첨

■ 특허명 : (국문)트랙터 견인식 대파 수확기 <--- 본 과제 개발품
(영문)Tractor trailed type welsh onion harvester

발명자 : 김재동, 하창섭, 이규승, 김영길

출원일자 : 2014.07.30

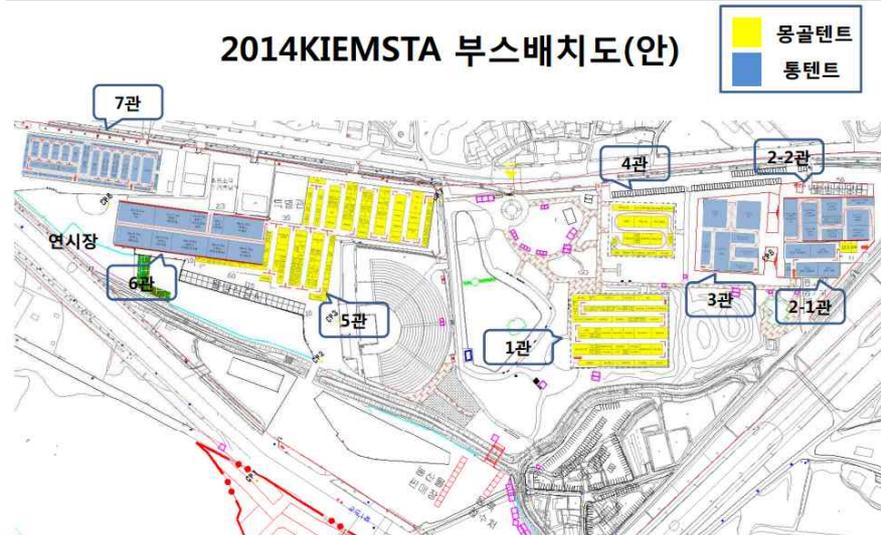
출원번호 : 10-2014-0097175 (접수번호 1-1-2014-0722055-11)

주요내용 : 【0001】 본 발명은 대파 수확기에 관한 것으로, 상세히는 트랙터에 견인되어 이동하면서 트랙터의 PTO에 유니버설조인트를 연결하여 유압펌프를 가동시키고, 이 유압펌프에서 발생한 압력유를 각각 두둑에 심겨진 대파를 굴취하고 굴취된 대파의 뿌리와 흙을 동시에 받쳐서 이송하는 체인 컨베이어부와 굴취된 대파의 줄기를 잡아서 후방으로 이송하는 이송 컨베이어부 및 체인 컨베이어부 후방에 설치된 흙털기부의 유압모터에 전달하여 구동시킴으로써 그간 수작업에 대부분 의존해왔던 대파 수확작업을 기계화·자동화할 수 있도록 한 것이다.

출원통지서 : 별첨

(4) 홍보활동

가. 2014 대한민국국제농기계자재 박람회 KIEMSTA 참가



- ◇ 홍보매체 : 2014 대한민국 국제농기계자재 박람회
- ◇ 전시장소 : 충남 천안시 박람회장 6관
- ◇ 전시주체 : 두루기계통상(협동연구기관)
- ◇ 전시기종 : 수집형 대파수확기(DRSH-100) <---- 본 과제 개발품
- ◇ 홍보기간 : 2014. 10. 29.-2014. 11. 01.
- ◇ 홍보대상 : 박람회 참관 농업관계자



나. 언론홍보

- ◇ 홍보매체 : 한국농기계신문(2014. 10. 29.)
- ◇ 홍보기종 : 수집형 대과수확기(DRSH-100) <--- 본 과제 개발품



농업기계, 그 이상은 가치!
안성로우터

한국농기계신문

The Korea Agro Machinery News



합승특동차
LS트랙터



‘2014 대한민국 국제농기계자재박람회’ 개막

11월 1일까지 개최 7개 전시관에 26개국 372업체 참가...첨단농기계 400여종 전시

총체적부실, 열세만 남비하나

차세대 IT융합 첨단 농기계기술지원 사업 재구실 위해

정부는 추진했던 ‘차세대 IT융합 첨단농기계 융합기술개발사업’이 IT융합 농기계사업이 총체적인 부실로 돌아오자 국외의 야망을 꺾어낸 것이라고 보고 있다. 특히, 차세대 IT융합 첨단농기계사업이 IT융합 농기계사업으로 전환되기 위한 준비가 미흡했기 때문이라고 보고 있다. 그러나 H&S는 연구실적 부실함으로 인해 계획에 비해 사업규모가 60% 줄어든 60억원으로 축소·총괄되었고, 20%만이 투입된 첨단농기계지원사업은 운영인력이 없어 장비개발을 제대로 못하고 있는 실정이다.

특히 첨단농기계지원사업은 이미 지난해부터 고가의 시행령 개정안이 들어와 있지만 일부

▶2면에 계속



4관








5관






AGLIMA 농업기계 전문회사로 태어났습니다.

이제 존재하는 **AGLIMA** 에 맡기십시오



AGLIMA 270



AGLIMA 4.0

Cfe 오메 주식회사 AGLIMA

주 사 : 경남 함안군 칠북면 화현길 289-1
기술연구소 / 제조공장 : 경남 함안군 칠북면 화현길 67
제용문의 : 055) 586-9454

대원정공(주)

세계 최첨단 새로운 주력 대형 경운기와 관련된
대형 작업기로 농촌정착을 뒷받침합니다.



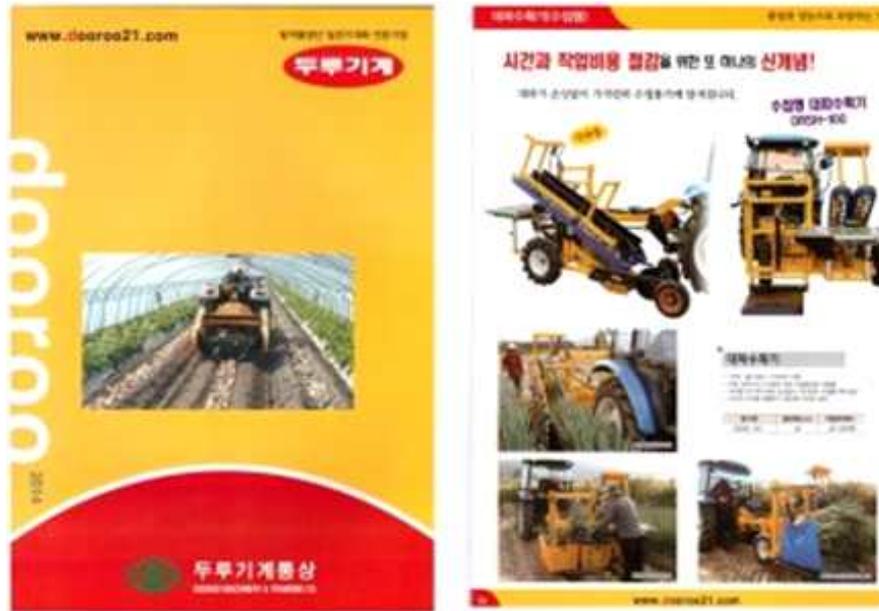



AGLIMA

회사 및 공장 : 경남 함안군 441번 도로 325-1번지
Tel : 055-586-1100 Fax : 055-586-1101
Website : http://www.daewon.com
Email : daewon@159farm.com

다. 기타(홍보 브로셔 제작(2014. 11.))

- ◇ 홍보활동 : 2014 대한민국 국제농기계자재 박람회 및 판매 대리점 배포
- ◇ 배포실적 : 3000부(박람회 1500부, 대리점 1500부) <--- 본 과제 개발품
- ◇ 제작형태 : 별첨



두루기계통상(협동연구기관)에서 제작된 대과수확기 브로셔(상품화)

(5) 기타

가. 학술발표

계재연도	논문명	저자			학술지명	Vol.(No.)	국내외 구분	SCI구분
		주저자	교신저자	공동저자				
2013	대과수확기의 요인시험장치 제작 및 성능 시험	노재승	이규승	정관필 조용진 김영길 하창섭	한국농업기계학회	2013 추계 학술대회 논문집 18(2)	국내	학술발표
2012	트랙터 부착수집형 대과수확기 개발을 위한 설계 요인 구명	노재승	이동훈	조용진 이규승	한국농업기계학회	2012 추계 학술대회 논문집 17(2)	국내	학술발표

- 학술명 : (국문)대과수확기의 요인시험장치 제작 및 성능 시험
(영문)Development and Performance test of Prototype for Welsh Onion Harvester

저 자 명 : 노재승, 정관필, 조용진, 김영길, 하창섭, 이규승*

학 술 지 : 한국농업기계학회 2013 추계 학술대회 논문집 18(2):185-186

발행년도 : 2013

주요내용 : 최근 소비자들의 건강지향적 소비추세에 힘입어 육류섭취보다 과일 및 채소의 섭취가 증가하였고 이에 수요를 맞추기 위한 대파의 재배 면적 또한 25%증가하였다. 하지만 현재 대부분의 농가에서는 손으로 대파를 뽑는 인력에 의한 재배를 하고 있는 실정이다. 대파 재배 시 10a당 작업 노력은 197시간으로 특히 수확작업에 많은 시간이 소요되며 수확작업에 소요되는 비용은 총생산비의 30~60%를 차지하고 있다. 생산비 절감을 위해서는 수확작업의 기계화가 필요하며, 또한 수확 시 손실되는 대파를 최소화하고자 대파 수확기의 성능분석이 필요하다

- 학 술 명 : (국문)트랙터 부착 수집형 대파 수확기 개발을 위한 설계 요인 구명
(영문)A study on factors to develop collecting type the welsh onion harvester attached on trator

저 자 명 : 노재승, 조용진, 이규승, 이동훈*

학 술 지 : 한국농업기계학회 2012 추계 학술대회 논문집 17(2):31-35

발행년도 : 2012

주요내용 : 국내의 대파재배는 일반적으로 노지에서 재배되고 있으며, 그 중 전남, 경기 및 전북 지역순으로 전체 생산량의 약 59%를 차지하였다. 현재 농촌지역에서의 대파 수확 작업은 손으로 대파를 직접 뽑거나, 곡괭이로 토양을 파쇄하여 굴취된 대파를 인력에 의해 수집하는 방식이다. 이에 농촌 노동력의 고령화, 부녀화 등에 의한 질적 저하 및 노동력 부족에 의한 임금 상승 및 적기 수확작업의 어려움이 따른다. 대파 재배 시 10a당 총 투하 작업 노력은 197시간으로 특히 수확작업에 많은 시간이 소요되며 수확작업에 소요되는 비용은 총생산비의 30~60%를 차지하고 있다.

나. 농업기계 성능검정(2014. 11.)

- 성능검정 : 대파수확기 <--- 본 과제 개발품 DRSH-100 모델로 검정
검정기관 : 농업기술실용화재단(국가 농기계 검정기관)
검정신청 : 성균관대학교 산학협력단장 김현수(주관연구기관)
성 적 서 : 14-FACTMP-085
발행년도 : 2014. 11.

다. 농업기계 가격등록(2015. 01.)

- 가격등록 : 대파수확기 <--- 본 과제 개발품 DRSH-100 모델로 가격등록
등록기관 : 한국농기계공업협동조합(국가 농기계 가격 등록기관)
등록신청 : 두루기계통상 대표 김재동(협동연구기관)
등록년도 : 2015. 01.

주요내용 : 별첨

농업기술실용화재단

농업기술실용화재단

주식: 삼육대학교 산학협력단장 김현수 귀하
(공위)
제목: 동력수확기(대형) 성능검정 결과 알림

1. '14. 11. 03. 자로 귀담에서 신청한 농업기계의 성능검정 결과를 다음과 같이 알려드립니다.

- 다 음 -

기종명	형식명	형식	규격	검정번호
동력수확기(대형)	DRSH-100	트랙터부착형	굴취폭 40 cm	14-FACTMP-085

2. 아울러, 제출한 검정용도의 제품명 30일 이내에 대동자 명의로 인수증을 제출 하고 찾아오시기 바랍니다.

붙임: 농업기계 성능검정 신청서 1부, 공.

농업기술실용화재단 이사장 

인도번호: 011-802-7548 | 팩스번호: 011-802-7589 | www.ahfci.or.kr | 서울특별시 강남구 테헤란로 126 (사당동) | 02-547-1707 | 경기도 수원시 권선구 차안로 126 (서동동) | <http://www.ahfci.or.kr>

전화번호: 011-802-7548 | 팩스번호: 011-802-7589 | www.ahfci.or.kr | 서울특별시 강남구 테헤란로 126 (사당동) | 02-547-1707 | 경기도 수원시 권선구 차안로 126 (서동동) | <http://www.ahfci.or.kr>

붙임한 일련번호: 011-802-7548

제 FACT14-085 호

농업기계 성능검정 성적서

1. 신청인
가. 성명 : 김현수
나. 사업자등록번호 : 103-82-12009
다. 주소 : 경기도 수원시 영안구 서부로 2066 (원삼동)
라. 상호 : 삼육관대학교산학협력단

2. 검정 용도의 제품
가. 기종명 : 동력수확기(대형)
나. 형식명 : DRSH-100
다. 형식 및 규격 : 트랙터부착형, 굴취폭 40 cm

3. 검정번호 : 14-FACTMP-085

4. 검정일적 : 14-11-03



「농업기술실용화재단 검정규정 의뢰 및 처리규정」 제5조 제2항에 따라 검정신청된 기
대에 대한 성능검정 실적입니다.

2014년 11월 21일

농업기술실용화재단 이사장 

[붙임1]

14-FACTMP-085

검정 성적

1. 기종명 : 동력수확기(대형)
2. 검정번호 : 14-FACTMP-085
3. 형식명 : DRSH-100
4. 형식 : 트랙터부착형
5. 규격 : 굴취폭 40 cm
6. 시험 성적

6.1 구조

6.1.1 기계의 크기

· 길이	2900 mm
· 폭	2000 mm
· 높이	2000 mm
· 중량	820 kg

6.1.2 동력원

- 구동장치: 트랙터(P20) 출력부, 트랙터출입: 이송부 및 작업대 상하 전기: 작업위치 좌우조일 및 반송부

6.1.3 주행장치

- 차량의 종류: 공기타이어
- 차량의 개수: 2 개
- 차량의 능력: 6.00-12 4PR

6.1.4 채도장치

- 채도방식: 두들 곡수 채도 디스크
- 채도날 형상: 원형 (길이 410)
- 채도날 개수: 2 개

6.1.5 굴취장치

- 형식: 굴취날식
- 굴취날의 크기 및 개수: 400×120 mm 원형형, 1 개
- 굴취폭: 40 cm
- 굴취깊이 조절방식: 트랙터 3단까지 경사로 조절



[붙임2]

14-FACTMP-085

6.1.6 이송장치

- 형태: 원시교무장치
- 종류 및 크기: 고무벨트, 폭 25 mm
- 이송방식: 벨트 및 공기구동식

6.1.7 반송장치

- 형식: 스프레이 펌프식
- 벨트와 종류 및 개수: 펌프식(일직수식), 폭 300 mm
- 반송방향: 이송부에서 직제대 방향

6.1.8 작업대

- 크기(가로×세로): 750 × 710 mm

6.1.9 안전장치

- 형식: 3면 안전장치(Ge, 2) 및 P20 연경

6.1.10 견인장치

- 기종명: 농업용트랙터
- 형식명: 142 (4륜구동형)
- 제조사: 15엔지니어(중국)

6.2 성능시험

6.2.1 연도시험

- 시험조건: 견인용력기(트랙터) 무하중상태에서 연도 시험 실시
- 시험결과: 36° 경사에서 좌우로 각각 연도 되지 않았음

7. 검정제품 개요

본 기계는 굴취폭 40 cm인 트랙터부착형 동력수확기(대형)로 굴취하는 트랙터의 P20, 이송부 및 반송부는 트랙터의 유압장치 및 전기로 이용하여 작동되는 구조임

8. 검정결과

본 검정은 농업기술실용화재단 「검정규정 의뢰 및 처리규정」 제5조에 따라 실시한 성능검정실적으로, 안전장치의 구조 및 성능기준 중 안전성기준에 해당 실시 되었음

연구위원  | 연구위원  | 연구위원  | 연구위원 

라. 추가연구 계획 및 타연구 활용계획

(1) 추가연구 계획

- 연구팀에서는 향후 개발된 요소기술 및 축적된 연구개발, 생산 경험을 바탕으로 국내 미개발 기종인 자주식 대파수확기의 개발을 추진할 계획임.
- 개발된 요소기술은 국내 최초로 개발되었으며 시장형성과 더불어 일본 등에서 자주식 대파수확기의 수입이 예상됨으로 초기에 개발을 추진하여 자주식에 대한 원천기술을 확보하여 시장을 방어할 계획임.

(2) 타연구 활용계획

- 개발된 요소기술은 협동연구기관인 “두루기계통상”에서 자체 사업화되었는데 땅속작물 수확기 전문업체인 협동연구기관에서는 향후 대파수확기 요소기술을 활용하여 물성이 약한 농산물(부추, 마늘(줄기수확), 쪽파 등)에 대하여 응용하거나 적용할 계획임.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

가. 대파 엽초부의 항염증 효과

◇ 정보형태 : 논문(SCI)

◇ 정보분야 : 식품

◇ 출판년도 : 2013

◇ 학술지명 : Food Chemistry 138 (2013) 751-756

◇ 논문명 : Anti-inflammatory effects of an aqueous extract of Welsh onion green leaves in mice

◇ 저자명 : Bor-Sen Wang, Guan-Jhong Huang, Ya-Hui Lu, Lee-Wen Chang

◇ 주요내용 : The anti-inflammatory effects of an aqueous extract of Welsh onion green leaves (WOE) in mice was investigated. Administration of WOE, in the range of 0.25–1 g/kg, showed a concentration dependent inhibition on paw edema development after carrageenan treatment in mice. The anti-inflammatory effects of WOE were closely attributed to decreased levels of tissue NO and tumor necrosis factor- α (TNF- α). Further evidence for WOE's protection is shown in the reduction of lipid oxidation and the increase of antioxidant enzyme activities, including catalase (CAT), superoxide dismutase (SOD), and glutathione peroxidase (GPX) in vivo. Further, WOE also decreased the number of acetic acid-induced writhing responses and formalin-induced pain in the late phase in mice. Overall, the results showed that WOE might serve as a natural source of anti-inflammatory compounds.

Table 1

Effects of the aqueous extract of Welsh onion green leaves (WOE) and indomethacin (Indo) on catalase (CAT), superoxide dismutase (SOD) and glutathione peroxidase (GPX) activities in carrageenan (Carr) induced edema paw.

Groups	CAT (U/mg protein)	SOD (U/mg protein)	GPX (U/mg protein)
Blank	5.56 ± 0.57	5.13 ± 0.24	14.56 ± 0.73
Carr	3.16 ± 0.08 ^{###}	1.34 ± 0.21 ^{###}	7.25 ± 0.63 ^{###}
Carr + Indo	4.86 ± 0.14 ^{**}	4.48 ± 0.06 ^{**}	13.01 ± 0.43 ^{**}
Carr + WOE (0.25 g/kg)	3.87 ± 0.11	2.25 ± 1.35	8.78 ± 1.72
Carr + WOE (0.5 g/kg)	4.16 ± 0.07 [*]	3.85 ± 1.13 [*]	10.79 ± 0.94 [*]
Carr + WOE (1.0 g/kg)	4.59 ± 0.09 ^{**}	4.27 ± 1.05 ^{**}	12.76 ± 0.81 ^{**}

Data are expressed as mean ± SE (n = 5). ^{###}p < 0.001 as compared with the blank group, ^{*}p < 0.05 and ^{**}p < 0.01 as compared with the carrageenan group.

나. 대파 뿌리 세포 클로로페놀 독성효과

◇ 정보형태 : 논문(SCI)

◇ 정보분야 : 식품

◇ 출판년도 : 2013

◇ 학술지명 : Cytology and Genetics, 2013, Vol. 47, No. 1, pp. 34–38.

◇ 논문명 : Cytotoxic Effect of Chlorophenols on Cells of the Root Meristem of Welsh Onion (*Allium fistulosum* L.) Seeds

◇ 저자명 : M. R. Vergolyas, T. V. Lutsenko, and V. V. Goncharuk

◇ 주요내용 : Chlorophenols are precursors to more dangerous environmental toxicants, which are characterized by mutagenic and carcinogenic properties. The methods of bioassay on plant test objects to study the influence of different pollutants allow one to connect the mutagenicity and cytotoxicity of investigated substances. The genotoxic and cytotoxic effects of pentachlorophenol and trichlorophenol solutions on root meristem cells of the Welsh onion *Allium fistulosum* L. shoots have been studied. Dosedependent inhibition of seed germination of Welsh onions as a consequence of the influence of pentachlorophenol and trichlorophenol solutions with different concentrations shows a significantly greater toxic effect of pentachlorophenol, depending on the dose, on seed germination than trichlorophenol.

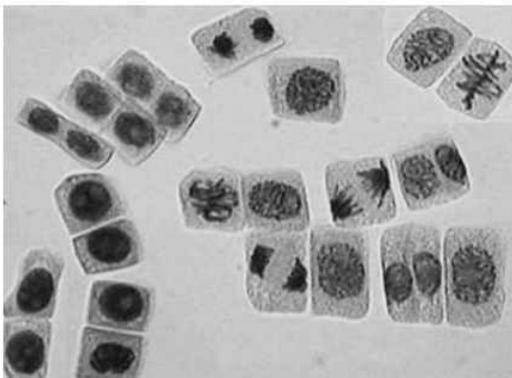


Fig. 1. Meristem cells of onion roots at different mitosis stages (100, 12). Staining was performed by the aceto-orcein method.

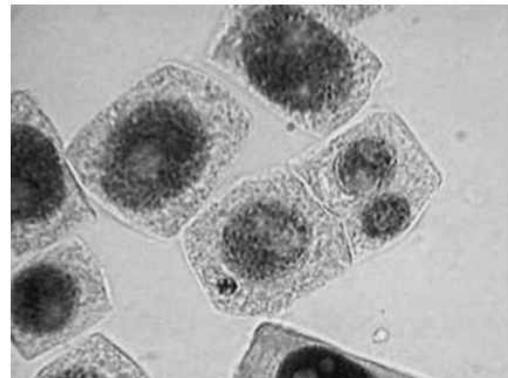


Fig. 2. Binucleated cells and micronuclei in cells of the meristem of onion roots (100, 12). Staining was performed by the aceto-orcein method.

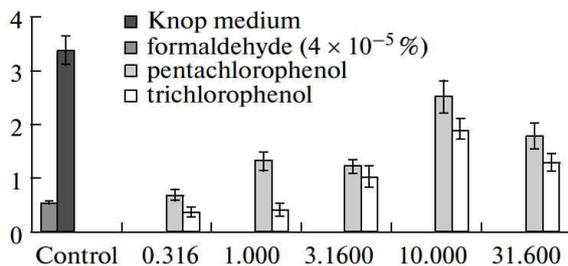


Fig. 3. Average unweighted frequency of micronuclei on the meristem (vertically) after exposure to chlorophenol solutions of different concentrations (horizontally, μM).

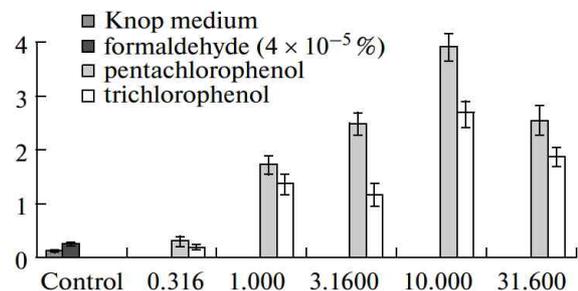
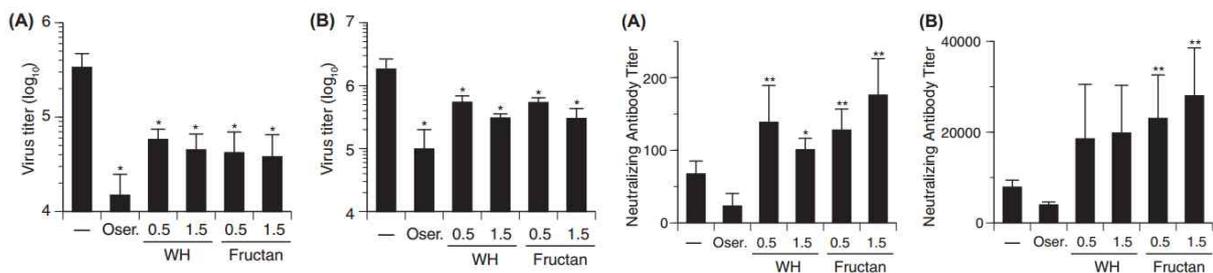


Fig. 4. Average unweighted frequency of binucleated cells on the meristem (vertically) after exposure to chlorophenol solutions of different concentrations (horizontally, μM).

다. 대파 프룩탄의 항 인플레인지자 A 바이러스 효과

- ◇ 정보형태 : 논문(SCI)
- ◇ 정보분야 : 식품
- ◇ 출판년도 : 2012
- ◇ 학술지명 : Food Chemistry 134 (2012) 2164–2168
- ◇ 논문명 : Anti-influenza A virus effects of fructan from Welsh onion (*Allium fistulosum* L.)
- ◇ 저자명 : Jung-Bum Lee, Sachi Miyake, Ryo Umetsu, Kyoko Hayashi, Takeshi Chijimatsu, Toshimitsu Hayashi

◇ 주요내용 : A fructan that acts as an anti-influenza A virus substance was isolated from hot water extract of the green leafy part of a Welsh onion (*Allium fistulosum* L.). The structure of the fructan was characterised and elucidated by chemical and spectroscopic analyses. The fructan was composed of terminal (21.0%) and 2,1-linked β -d-Fruf residues (65.3%) with 1,6-linked β -d-Glcp residues (13.7%). The molecular weight of the polysaccharide and polydispersity was estimated to be 1.5×10^3 and 1.18, respectively. Although the fructan did not show anti-influenza A virus activity in vitro, it demonstrated an inhibitory effect on virus replication in vivo when it was orally administered to mice. In addition, the polysaccharide enhanced the production of neutralising antibodies against influenza A virus. Therefore, the antiviral mechanism of the polysaccharide seemed to be dependent on the host immune system, i.e., enhancement of the host immune function was achieved by the administration of the polysaccharide. From our observations, the fructan from Welsh onions is suggested to be one of the active principles which exert an anti-influenza virus effect.



라. 가용성 고형분 농도(Brix value)를 이용한 대파 내부품질평가방법

- ◇ 정보형태 : 논문
- ◇ 정보분야 : 농업기계
- ◇ 출판년도 : 2010
- ◇ 학술지명 : 日本農業機械學會誌 72(4) (2010) 333-338
- ◇ 논문명 : Evaluation Method for Internal Quality of Leek and Their Variability
- ◇ 저자명 : Tsukasa IINO, Sakae SHIBUSAWA, Tsuyoshi OKAYAMA, Hiroki UMEDA, Yoichiro KOJIMA, Masakazu KODAIRA

◇ 주요내용 : In this study, the variability of solid soluble content (Brix) of leek inside of an individual, among individuals, and at different growing areas was investigated as an indicator of internal quality. In addition, the time course of the Brix in each growing area at different harvest timings were revealed. In consequence, Brix of lower part of stalk was higher than that of higher part of stalk. This change of Brix inside the stalk could be approximated by a power function. Coefficients of the power function expressed differences among growing areas and changes at different harvest timings. Therefore, these coefficients can be utilized as indicators for cultivation management and branding.

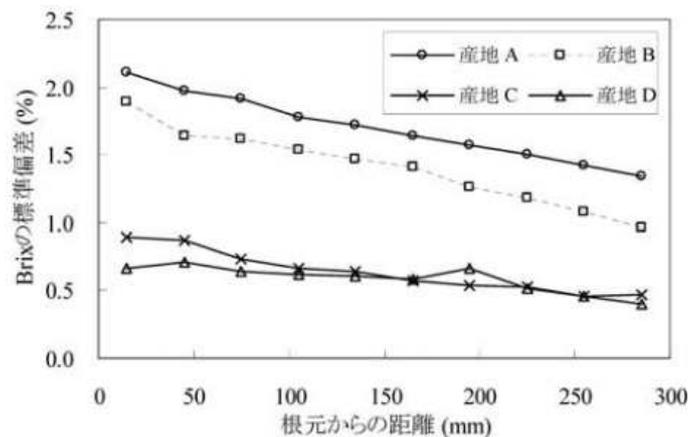
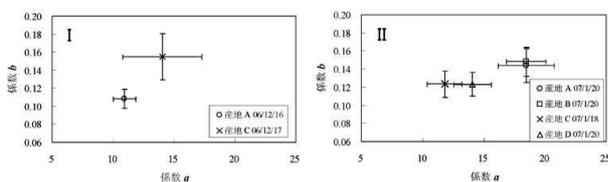


图 4 産地別の Brix 値標準偏差

Fig. 4 Standard deviations of Brix in each growing area



제 7 장 연구시설·장비 현황

해당사항 없음

제 8 장 참고문헌

- 농촌진흥청. 2013. 농업경영개선을 위한 2012 농축산물소득자료집(발간등록번호 11-1390000-000761-10).
- 小橋工業, (株)小淵敏之. 2001. ねぎ収穫機. 農業機械学会誌63(3):24-26(In Japanese)
- 片平光彦, 林浩之, 武田悟, 田村保男. 2003. 砂質・黒ボク土での長ネギ用管理機の培土特性. 農業機械学会65: 99- 100(In Japanese)
- 片平光彦, 林浩之, 武田悟, 加賀屋博行, 齊藤健悦, 森川吉二郎, 田村保男. 2005. 培土と施肥を中心とした長ネギの省力高品質化技術(第1報). 農業機械学会誌67(1):89-96(In Japanese, with English abstract)
- 沢村宣志, 井上喬二郎, 唐橋需. 1977. ねぎの掘取機に関する研究. 農業機械学会誌38(2):295-296(In Japanese)
- 片平光彦, 村上章, 進藤勇人, 田村保男, 加賀屋博行. 2006. 長ネギ用施肥同時溝堀機の開発と作業特性. Journal of the Japanese Society Of Agricultural Machinery68(2): 97-106(In Japanese, with English abstract)
- 大森定夫, 藤岡修, 松本弘, 世利英太郎. 1999. 長ねぎ調製技術の開発. 農業機械学会誌61:363-364 (In Japanese)
- 大森定夫, 藤岡修, 松本弘, 世利英太郎. 2001. 長ねぎ調製装置の開発. 農業機械学会誌60:131-132(In Japanese)
- 大森定夫, 藤岡修, 松本弘, 世利英太郎. 2002. 長ねぎ調製装置の開発(第3報). 農業機械学会61:405-406(In Japanese)
- 大森定夫. 2003. 長ねぎ調製装置. 農業機械学会誌65(6) :27 -28(In Japanese)
- 吉富浩. 1998. 根深ネギの皮むき選別機. 農業機械学会誌60 (5):139-140(In Japanese)
- 青木循 `貝沼秀夫 `安食恵治 `久保田興太郎. 2004. 追従型野菜運搬車の開発. 農業機械学会誌66:107- 108 (In Japanese)
- 貝沼秀夫. 2006. 追従型野菜運搬車の開発. 農業機械学会誌68(3):20-21(In Japanese)
- 紺屋朋子, 大森定夫, 清水秀夫, 中根幸一. 2006. 長ネギの貯留供給装置の開発. 農業機械学会誌68:72-80 (In Japanese, with English abstract)
- 片平光彦. 2006. 長ネギの貯留供給装置の開発. 農業機械学会誌68(6):8-11(In Japanese)
- 伊藤道秋, 遠藤織太郎, 塚野治夫, 佐藤俊栄, 山下米治. 1990. 長ネギ栽培における一貫機械化の試みとその効果. 農作業研究25(2):155-161(In Japanese)
- 片平光彦, 太田健, 新山徳光, 舛谷雅弘, 小笠原伸也, 久米川孝治, 渋谷功, 鎌田易尾. 2004. 重粘土水田転換圃場での野菜の機械化作業技術. 農業機械学会誌66(5):97-106(In Japanese, with English abstract)

- S. Mongpraneet, T. Abe, T. Tsurusaki. 2002. Method of Evaluating Quality of Freshly Cut Welsh Onions. *Journal of Food Engineering* 55(2):147-156 (In English, with English abstract).
- 藤井均, 北団幹夫, 布目光勇, 堀江秀樹. 2008. カッター刃を用いた根深ネギの物性評価方法. 富山県農技セ研報25:43 -49(In Japanese, with English abstract)
- 飯野師 `梅田大樹 `小平正和 `木山浩一. 2008. 長ネギの非破壊品質評価方法の開発. 農業機械学会誌 70:27-28(In Japanese)
- 국립농업과학원, 라승용. 농업기계 안전사고 실태. 발간등록번호: 11-1390802-000520 -01. pp.5-22. 2012
- 정창주, 류관희, 김성래, 김용환, 이기명, 송현갑, 차균도, 이종호, 이용국, 고태균. 농업기계학. 향문사. 1974.
- W.H.Wang, W.Zhang, H.W.Guo, H.Bubb, and K.Ikeuchi, “Asafety-basedapproach -ing behavioural model with various driving characteristics,” *Transportation Research Part C*, vol.19(6), pp.1202-1214, 2011.
- W.H.Wang, “A digital-driving system for smart vehicles,” *IEEE Intelligent Systems*, vol.17(5), pp.81-83, 2002.
- W.H.Wang, M.Yan, J.Jin et al., “Driver’ s various information process and multi-ruled decisionmaking mechanism: a fundamental of intelligent driving shaping model,” *International Journal of Computational Intelligence Systems*, vol.4(3), pp.297-305, 2011.
- K.Hussain, W.Stein, and A.J.Day, “Modelling commercial vehicle handling and rolling stability,” *Journal of Multi-Body Dynamics*, vol.219(4), pp.357-369, 2005.
- E.Dahlberg and N.G. Vagstedt, “Advantages of a simple approach modeling heavy vehicle handling,” *SAE Special Publications*, vol.1308, pp.113-120, 1997.
- W.Chen, Z.Zhang, and C.Zhou, “Simulation for the handling and stability of four-wheel steering vehicle based on Matlab/simulink,” in *Proceedings of the 2nd International Conference on Transportation Engineering (ICTE ’ 09)*, pp.1908-1913, July 2009.
- Q.F.Zhao, T.He, and W.J.Xu, “The research of vehicle handling stability based on ADAMS,” *Applied Mechanics and Materials*, vol.127, pp. 248-251, 2012.
- K.Mathijs, *Longitudinal force distribution and road vehicle handling [Ph.D. thesis]*, Department of Applied Mechanics, Chialmers University of Technology, 2010.
- N.Vincent, *Vehicle handling, stability, and bifurcation analysis for nonlinear vehicle models [M.S. thesis]*, Department of Mechanical Engineering, University of Maryland, 2005.
- L.Liu, *Nonlinear analysis and control strategy evaluation on the stability of vehicle 3-DOF planar motion [Ph.D. thesis]*, College of Traffic, Jilin University, 2010.
- H.B.Pacejka, “Simplified analysis of steady-state turning behaviour of motor vehicles—part 1. Handling diagrams of simple systems,” *Vehicle System*

Dynamics, vol.2(3), pp.161-172, 1973.

- H.B.Pacejka, "Simplified analysis of steady-state turning behaviour of motor vehicles—part 2: stability of the steady-state turn," *Vehicle System Dynamics*, vol.2(4), pp.173-183, 1973.
- H.B.Pacejka, "Simplified analysis of steady-state turning behaviour of motor vehicles—part 3: more elaborate systems," *Vehicle System Dynamics*, vol.2(4), pp.185-204, 1973.
- A.F.Daniel and S.Adam, "Passenger vehicle steady-state directional stability analysis utilizing EDVSM and SIMON," in *Proceedings of the WP HVE Forum*, San Francisco, Calif, USA, May 2004.
- S.Lukowski, M.Momot, D.Kraemer, and D.Kunz, "Basic linear theory of handling and stability of automobiles," *Journal of Automobile Engineering*, vol.223(1), pp.1-10, 2009.
- C.B.Winkler, "Simplified analysis of the steady-state turning of complex vehicles," *Vehicle System Dynamics*, vol.29(3), pp.141-180, 1998.
- E.C.Yeh and Y.L.Chen, "Handling analysis of a motorcycle with added cambering of the front frame," *Vehicle System Dynamics*, vol. 19, no. 2, pp. 49-70, 1990.
- M.J.Hillegass, J.G.Faller, M.S.Bounds, M.El-Gindy, and A.S.Joshi, "Validating the directional performance of multi-wheeled combat vehicle computer simulation models," in *Proceedings of the ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition (IMECE ' 04)*, pp.781-789, November 2004.
- 농림축산식품부, GIS경사도 분석에 의한 조건불리지역 발직불제 대상구역도 작성에 관한 연구, 2002.
- 이영렬, 윤진하, 장유섭, 박호석. 농기계의 경사지 적응성 향상에 관한 연구보고서 Code No. 2303-03, 1989
- 이영렬, 윤진하, 박호석, 장유섭. 농기계의 경사지 적응성 향상에 관한 연구보고서 Code No. 2303-01, 1990
- 장유섭. 윤진하, 이운룡. 농기계의 경사지 적응성 향상에 관한 연구보고서 Code No. 230301-2, 1991
- 박해권, 김경욱, 심성보, 김재원, 박문섭, 송태영. 컴퓨터 시뮬레이션을 이용한 소형 임내차 시작기의 장애물 통과 및 적재 안정성 평가. *바이오시스템공학지* vol.30(6), pp.366-372. 2005
- 박금주, 박우룡. 동력경운기-트레일러 시스템의 운동 및 전도 시뮬레이션. *바이오시스템공학지*. 1990
- 정승영, 김경욱. 농용트랙터-트레일러 시스템의 횡전도 시뮬레이션. *바이오시스템공학지*. 1990
- 농업기술실용화재단. 농업기계검정기준 농업용 Tractor. 2014.
- 농업기술실용화재단, 형식검사 성적서 06-M-1-58, 2006.
- 일본농림수산성 특정농산촌법 중산간지역등직접지원제도. [http:// www.maff.go.jp](http://www.maff.go.jp)

별 첨

1. 특허출원 : ■ 10-2014-0097172
2. 특허출원 : ■ 10-2014-0097175
3. 성능시험 성적서 : ■ 14-FACTMP-085
4. 제품 카다로그

관인생략
출원번호통지서

출원일자 2014.07.30
 특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)
 출원번호 10-2014-0097172 (접수번호 1-1-2014-0722048-02)
 출원인성명 김재동(4-1998-034045-0)
 대리인성명 유병선(9-1999-000235-9)
 발명자성명 김재동 하창섭 이규승 김영길
 발명의명칭 트랙터 견인식 대파 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 납입명수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
 ※ 납부자번호 : 0131(기관코드)+접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [출원인코드 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
 ※ 특히로(patent.go.kr) 접속 > 민원서적다운로드 > 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 출원 사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.
 ※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000
7. 기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

【서지사항】

【서류명】 특허출원서
【출원구분】 특허출원
【출원인】
【성명】 김재동
【출원인코드】 4-1998-034045-0
【대리인】
【성명】 유병선
【대리인코드】 9-1999-000235-9
【포괄취입등록번호】 2003-008789-9
【발명의 국문명칭】 트랙터 견인식 대파 수확기
【발명의 영문명칭】 Tractor trailed type welsh onion harvester
【발명자】
【성명】 김재동
【출원인코드】 4-1998-034045-0
【발명자】
【성명】 하창섭
【성명의 영문표기】 Ha, Chang-Sub
【주민등록번호】 *****
【우편번호】 425-778
【주소】 경기도 안산시 단원구 원선로 50, 111동 401호 (원곡동, 박산빌리움아파트)

27-1

【국적】 KR
【발명자】
【성명】 이규승
【성명의 영문표기】 Lee, Kyou-Seung
【주민등록번호】 *****
【우편번호】 463-831
【주소】 경기도 성남시 분당구 중앙로 15, 123동 1204호 (장안타운)
【국적】 KR
【발명자】
【성명】 김영길
【성명의 영문표기】 Kim, Young-Gil
【주민등록번호】 *****
【우편번호】 363-883
【주소】 충청북도 청주시 청원구 오창읍 양청2인길 50, 302호
【국적】 KR
【실사청구】 청구
【취지】 위와 같이 특허청장에게 제출합니다.
 대리인 유병선 (서명 또는 인)
【수수료】
【출원료】 0 면 46,000 원
【가산출원료】 22 면 0 원

27-2

【우선권주장료】 0 권 0 원
【실사청구료】 5 환 363,000 원
【한계】 409,000 원
【관련사유】 개인(70%관련)[1]
【관련후 수수료】 122,700 원

27-3

【명세서】

【발명의 명칭】
 트랙터 견인식 대파 수확기 (Tractor trailed type welsh onion harvester)
【기술분야】
 【0001】 본 발명은 대파 수확기에 관한 것으로, 상세히는 트랙터에 견인되어 트랙터의 PTO로부터 동력을 인출하여 두륜에 설치된 대파를 굴취하고 굴취된 대파의 뿌리와 흙을 동시에 받쳐서 이송하는 체인 컨베이어부와 굴취된 대파의 줄기를 잡아서 후방으로 이송하는 이송 컨베이어부 및 체인 컨베이어부 후방에 설치된 흙떨기부를 동시에 각기 다른 속도로 구동시킴으로써 그간 수작업에 대부분 의존해왔던 대파 수확작업을 기계화·자동화할 수 있도록 한 것이다.

【발명의 배경이 되는 기술】

【0002】 일반적으로 대파는 비교적 높은 두륜에 재배하고 있으며, 필리기를 사용하여 파의 쓰러짐을 방지하고 연백부(줄기의 하단 부분)를 길게 하여 품질을 좋게 하고 있다.
 【0003】 대파의 전체 수확과정은 대파 수확기에 필리기를 통한 복구를 제외하고는 주로 인력에 의해 수행되고 있는데, 줄기 끝 부분(뿌리 쪽 부분)이 잘리거나 부러지지 않게 잡아 위로으로 인발하여 수확하고 있으며, 대파 재배지에 굴취된 대파를 인력에 의해 수거하는 데에도 상당한 시간과 노동력이 소요되는 것

27-4

로 파악되었다.

【0004】 본 발명과 관련된 종래기술로는 특허문헌 1의 야채 수확기, 특허문헌 2의 열채류 수확기, 특허문헌 3의 파류 수확기 등이 개시되어 있는데, 자루식 수확기의 경우에는 장비 자체가 상당히 고가이므로 연 1회 대파만을 수확하기 위하여 구입하는 것은 경제성이 없으며, 현재 농가에 상당히 보급된 트랙터를 이용한 수확기를 제공한다면 경제성이 있을 것으로 파악된다.

【선행기술문헌】

【특허문헌】

【0005】(특허문헌 0001) 특허공개 제2013-000545호(2013.09.23, 공개) 발명의 명칭: 야채 수확기

(특허문헌 0002) 일본특허공개 제1006-066113호(1006.03.12, 공개) 발명의 명칭: 열채류 수확기

(특허문헌 0003) 일본특허공개 제3334834호(2002.08.02, 등록) 발명의 명칭: 파류 수확기

(특허문헌 0004)

【발명의 내용】

【해결하고자 하는 과제】

【0008】 본 발명은 기존의 수작업에 의존했던 대파의 수확을 트랙터에 의해 견인되어 트랙터의 동력에 의해 굴취, 이송 및 흙 털기가 순차적으로 이루어진 후 쉘 이송되어 테이블에 적지되도록 되어 있으므로 그간 대파의 수확에 소요되었던 노동력의 절감을 도모함과 동시에 대파 수확에 소요되었던 인건비 절감을 통한 농가의 경영 수치 개선과 소득 증대에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

【도면의 간단한 설명】

- 【0009】 도 1은 본 발명에 의한 대파 수확기의 평면도,
- 도 2는 본 발명에 의한 대파 수확기의 정면도,
- 도 3은 본 발명에 의한 대파 수확기의 배면도,
- 도 4는 본 발명에 의한 대파 수확기의 동력전달 계통도,
- 도 5는 이송 컨베이어의 평면도이다.

【발명을 실시하기 위한 구체적인 내용】

【0010】 이하, 본 발명을 한정하지 않는 마땅직한 실시 예를 첨부된 도면에 의하여 상세히 설명하기로 한다.

【0011】 도 1 내지 도 5에 도시된 바와 같이, 본 발명에 의한 대파 수확기는 도시 생략된 트랙터에 견인되어 두륜에 실려진 대파를 수확하기 위한 것으로, 2개의 고정 후판(102)과 1개의 보조 전판(104)이 장착된 프레임(100)과; 상기 프레임

【0006】 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 현재 대부분 인력에 의존하고 있는 대파의 수확작업을 기계화할 수 있는 트랙터 견인식 대파 수확기를 제공하는 데 있다.

【과제의 해결 수단】

【0007】 상기한 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 2개의 고정 후판과 1개의 보조 전판이 장착된 프레임과; 상기 프레임의 전방에 설치되어 대파가 실려진 두륜의 측부를 절삭하기 위한 두륜 절삭용 원판 날과; 상기 원판 날에 의해 측부가 절삭된 두륜을 굴취하여 흙과 함께 대파의 뿌리 부분을 굴취하는 굴취부와; 상기 굴취부에서 굴취된 대파의 뿌리 부분과 흙을 받쳐서 프레임 후방으로 이송하는 체인 컨베이어부와; 상기 체인 컨베이어부의 후방에 위치하여 대파 뿌리에 붙은 흙과 덩어리진 흙을 잘게 부수는 흙털기부와; 상기 체인 컨베이어부를 따라 이송된 대파의 줄기 부분을 좌,우 1쌍의 벨트(610,620)로 파지하여 대파를 세운 상태에서 프레임의 후방으로 이송하기 위한 이송 컨베이어부와; 상기 이송 컨베이어부의 후방에 배치되어 이송된 대파를 측방향으로 이송하는 쉘 이송부와; 상기 쉘 이송부를 통해 이송된 대파가 적지되는 테이블을 포함하여 이루어지는 트랙터 견인식 대파 수확기를 제공한다.

【발명의 효과】

(100)의 전방에 설치되어 대파가 실려진 두륜의 측부를 절삭하기 위한 두륜 절삭용 원판 날(200)과; 상기 원판 날(200)에 의해 측부가 절삭된 두륜을 굴취하여 흙과 함께 대파의 뿌리 부분을 굴취하는 굴취부(300)와; 상기 굴취부(300)에서 굴취된 대파의 뿌리 부분과 흙을 받쳐서 프레임(100) 후방으로 이송하는 체인 컨베이어부(400)와; 상기 체인 컨베이어부(400)의 후방에 위치하여 대파 뿌리에 붙은 흙과 덩어리진 흙을 잘게 부수는 흙털기부(500)와; 상기 체인 컨베이어부(400)를 따라 이송된 대파의 줄기 부분을 좌,우 1쌍의 벨트(610,620)로 파지하여 대파를 세운 상태에서 프레임(100)의 후방으로 이송하기 위한 이송 컨베이어부(600)와; 상기 이송 컨베이어부(600)의 후방에 이송 컨베이어부(600)를 통해 후방으로 이송된 대파를 측방향으로 이송하는 쉘 이송부(700)와; 상기 쉘 이송부(700)에 의해 이송된 대파가 적지되는 테이블(800)을 포함하여 이루어져 있다.

【0012】 본 발명의 일부도면 중 도 1의 평면도와 도 2의 정면도 및 도 3의 배면도에서 각 구성부가 서로 일치되지 않고 편의상 도시 생략되어 있는데, 이는 과도하게 중복되는 선을 그대로 표현할 경우 전체적인 구성을 파악하기 어려워지는 것을 회피하고 각 구성부의 역할을 용이하게 하기 위하여 편의상 생략한 것이며, 본 발명의 전체적인 구성은 당업자라면 평면도와 정면도 및 배면도에 도시된 사항 및 이의 설명내용에 의해 어렵지 않게 파악할 수 있을 것이다.

【0013】 상기 프레임(100)은 트랙터에 3점 저지를 위한 견인부(130), 트랙터

의 PTO에 연결하기 위한 동력전달 조인트(140), 대과 수확기의 과우 간격 측, 트랙터로부터 이격되는 간격을 조절하기 위한 간격조절용 실린더(150)를 구비하고 있으며, 후방에는 2개의 후륜(102)이 설치되어 있고, 전방 외측에는 하나의 보조 전륜(104)이 높낮이 및 전후의 위치조절이 이루어질 수 있도록 설치되어 있다.

【0014】 도면 중 번호 110, 120은 상기 프레임(100)과 견인부(130) 사이를 4절 링크 형태로 연결하고 있는 평행 링크이다.

【0015】 상기 원판 날(200)은 굴취부(300)의 전방(前方) 과, 후측에 대향상태로 배치되어 대과가 실려진 두륜의 과우 축부를 수직 상태로 절단함으로써 굴취부(300)의 굴취 날이 흙과 대과 뿌리의 하부를 굴취할 때 굴취된 흙과 뿌리 부분이 두륜 과우 축의 굴취되지 않은 흙과 연결되어 저항이 발생하는 것을 줄임과 동시에 굴취부(300)로 다량의 흙이 유입되는 것을 방지하기 위한 것으로, 굴취시 받게 되는 견인 부하의 절감을 도모하는 역할을 하게 된다.

【0016】 상기 원판 날(200)은 도 1의 평면도에 도시된 바와 같이 과, 후측의 원판 날(200)이 전방 내측을 향하여 소경 각도로 트우-인(toe-in)상태를 이루도록 부착하여 원판 날(200)에 의해 절단된 과, 후 외측의 흙이 굴취부(300) 내측으로의 유입을 차단하는 것은 물론 절단된 흙이 과, 후 외측으로 밀려나도록 함으로써 굴취부(300)의 진행에 따른 부하가 발생하지 않도록 하게 된다.

【0017】 상기 굴취부(300)는 전방 하부를 향하여 소경 각도로 하향 경사지게 부착된 굴취날(310)과, 이 굴취날(310) 후방에 최동가능하게 부착된 빗살(320)로 이루어져 있는데, 이 굴취날(310)은 토양 절단시 견인 부하를 최소화하기 위해 견인 진입부를 두륜 쪽에 맞춰 약 40cm로 제작하였으며, 후부의 빗살(320)은 굴취된 대과가 후방으로 이동되지 못하고 아래로 미끄러지는 것을 차단하면서 후방으로의 밀림을 가이드 하는 역할을 하게 된다.

【0018】 상기 체인 컨베이어부(400)는 굴취부(300)에서 굴취된 대과와 흙을 과, 후측의 체인 사이에 절개 원형 봉이 소경 간격 이격되도록 평행하게 연결된 체인 컨베이어를 타고 이동되면서 흙을 걸러내는 역할을 하게 되는데, 이러한 체인 컨베이어는 본 발명이 속한 기술분야인 각종 작물 수확기 등에서 공지된 기술이므로 구체적인 설명은 생략하기로 한다.

【0019】 다만, 상기 체인 컨베이어부(400)는 이동과정에서 적절한 진동효과를 주기 위해 컨베이어 벨트의 처짐을 조절하여 컨베이어 벨트의 회전시 스프라켓에서 발생하는 진동을 조절할 수 있도록 함으로써 이동 중 토양 파쇄가 원활하게 이루어지도록 하고 이와 동시에 대과의 출림 현상이 일어나지 않도록 하게 된다.

【0020】 도면 중 번호 410은 구동 스프라켓, 420은 피동 스프라켓, 430은 컨베이어 벨트이다.

【0021】 상기 체인 컨베이어부(400)에서는 대과와 함께 두륜의 흙을 그대로 안고 이동하므로 대과의 뿌리에 많은 흙덩어리가 여전히 달라붙은 상태를 이루고 있어 흙떨기부(500)를 통과하면서 대과의 뿌리 사이에 달라붙은 흙을 떨어내게 되는데, 이 흙떨기부(500)는 회전축(510) 외측에 소경 굽기의 철선으로 이루어진 흙떨기날(520)이 방사상으로 부착되어 있다.

【0022】 상기 이송 컨베이어부(600)는 체인 컨베이어부(400)를 따라 이동된 대과의 줄기 부분을 과, 후 1쌍의 벨트(610, 620)로 지지하여 대과를 세운 상태에서 후방으로 이송하는 역할을 하게 된다.

【0023】 상기 이송 컨베이어부(600)는 후방의 구동 롤러(630, 630')와 전방의 피동 롤러(640, 640') 및 상기 구동 롤러와 피동 롤러 사이에 배치된 다수의 가이드 롤러(650, 650')를 포함하여 이루어져 있으며, 상기 벨트(610, 620)는 대과의 파지시 대과의 줄기에 손상을 입히지 않도록 외측(대과가 협지되는 면)에 소경 두께의 루션을 부착한 구조로 이루어져 있다.

【0024】 상기 가이드 롤러(650, 650')는 인장 코일스프링(660)에 의해 탄력적으로 지지되고 대과 중간부가 프레임에 최동가능하게 고정된 가이드 바(670)의 일단에 부착되어 과, 후 양측의 벨트(610, 620) 사이로 유입된 대과의 수량에 따라 벨트(610, 620) 사이의 폭이 탄력적으로 조절될 수 있도록 되어 있다.

【0025】 상기 후방의 구동 롤러(630, 630')는 각각 독립적인 유압모터(680, 680')에 의해 구동되도록 되어 있고, 이 유압모터(680, 680')는 유압펌프(600)로부터 유압유가 공급되어 구동되게 된다.

【0026】 상기 링 이송부(700)는 이송 컨베이어부(600)에 의해 후방으로 이동된 대과를 테이블(800) 측으로 유도하기 위한 것으로, 도 1의 평면도에 도시된 바와 같이 이송 컨베이어부(600)의 후단부에서 테이블(800) 쪽을 향하여 복수의 가이드 롤러(710)가 아이들(idle) 상태로 배치되어 있고, 구동롤러(630)의 하부에는 상기 가이드 롤러(710)에 의해 가이드 된 대과의 줄기 하단부에 접촉하여 측방향으로 이송하기 위한 이송롤러(720)가 축결합되어 구동롤러(630)와 함께 회전되도록 되어 있다.

【0027】 도면 중 번호 730은 상기 복수의 가이드 롤러(710)를 지지하기 위한 지지브라켓이다.

【0028】 한편, 상기 테이블(800)은 작업의 편의를 위하여 프레임 상에서 각도를 조절할 수 있도록 서포트 암(810,820)에 의해 지지 되어 있다.

【0029】 한편, 상기 각 구성부를 구동시키기 위한 구동 메커니즘에 대하여 설명하면, 도 5의 동력전달 계통도에서 알 수 있는 바와 같이, 트렉터의 PTO(POWER TAKE OFF)에 연결된 동력전달 조인트(140)가 감속기(160)로 도입되어 소정의 감속비로 감속되고 감속기(160)의 출력축(162)에서는 각각 체인 컨베이어부(400)와 흙떨기부(500) 및 이송 컨베이어부(600)로 동력을 전달하게 되는데, 체인 컨베이어부(400)의 구동 스프라켓(410)으로 전달되는 동력은 PTO에서 전달받은 속도가 540RPM 인 경우, 감속기(160)에서는 370RPM정도로 감속되고, 체인 컨베이어부(400)의 구동 스프라켓(410)은 대략 155RPM정도로 회전하도록 동력이 전달되며, 흙떨기부(500)의 회전축(510)은 대략 166RPM정도로 회전하도록 동력이 전달된다.

【0030】 상기 이송 컨베이어부(600)는 도 5에 도시된 바와 같이 감속기(160)의 출력축(162)에서 체인이나 벨트 등에 의해 유압펌프(600)를 회전시키게 되며, 이에 의해 유압탱크(692)에 저장된 유압유가 펌핑되어 구동 롤러(630,630')에 축결합된 유압모터(680,680')를 구동시키게 된다.

【0031】 상기 유압탱크(692)는 도 3의 배면도 및 도 5의 동력전달계통도에서 알 수 있는 바와 같이 이송 컨베이어부(600)를 지지하는 프레임(100)의 후방 하부

에 프레임과 일체로 형성되어 있으며, 이 유압탱크(692) 위에 유압 펌프(600)는 물론 이송 컨베이어부(600)의 구조물이 설치되어 있고, 유압탱크(692)와 유압펌프(600) 및 유압모터(680,680') 사이의 이송 컨베이어부의 동력에 걱정을 구지 않도록 도시 안 된 유압 배관으로 연결되어 있다.

【0032】 본 발명에서, 상기 이송 컨베이어부(600)의 동력전달을 체인 컨베이어부(400)나 흙떨기부(500)에서의 같이 체인이나 기어를 통한 방식이 아니고 유압 펌프를 사용한 이유는 이송 컨베이어부(600)의 이송속도를 임의로 조절하기 용이하도록 하기 위한 것으로, 이는 이송 컨베이어부(600)를 통해 배출되는 대과의 배출속도를 테이블(800)에서의 작업 처리속도에 맞추어 즉시즉시 조절하고자 할 때 기계적인 경우에는 이러한 즉각적인 조리가 어려우나 유압식인 경우에는 즉각적인 조리가 가능하기 때문이다.

【0033】

【0034】 이와 같이 구성된 본 발명의 대과 수확기는 트렉터에 의해 견인되어 두륜을 따라 진행하면서 두륜에 실려진 대과를 굴취하게 되는데, 먼저 원판 날(200)이 두륜 좌,우측의 흙을 절단시켜 의측으로 밀려들ום으로써 견인시 받게 되는 부하를 줄일 수 있도록 함과 동시에 굴취부(300)로 다량의 흙이 유입되는 것을 방지하게 되며, 굴취부(300)에서는 굴취날(310)이 두륜의 흙과 대과를 함께 굴취하여 체인 컨베이어부(400)로 보내게 되고, 체인 컨베이어부(400)에서는 1차로 컨베이어 벨트(430)를 통과하면서 흙이 떨리게 된다.

【0035】 체인 컨베이어부(400)를 통과할 때에는 대과의 뿌리가 흙과 함께 이송되므로 쓰러지지 않고 세워진 상태를 유지하게 되며, 체인 컨베이어부(400)의 후단부에는 이송 컨베이어부(600)가 구비되어 있어 좌,우측의 벨트(610,620) 사이로 대과의 줄기 부분이 절지되면서 유입되어 후방으로 이송되게 되며, 상기 이송 컨베이어부(600)의 하부에는 흙떨기부(500)가 구비되어 있어 벨트(610,620)에 의해 절지된 상태로 후방으로 이송되는 대과의 뿌리 부분에 붙어있는 흙을 털어주게 된다.

【0036】 상기 이송 컨베이어부(600)에 의해 후방으로 이송된 대과는 쉘 이송부(700)에 의해 테이블(800) 쪽으로 방향을 전환하여 이송되게 되며, 작업자가 쉘 이송된 대과를 받아 테이블(800)에 바로 적지하거나 별도의 걸속작업을 한 후 적지하게 된다.

【0037】 한편, 상기 쉘 이송부(700)의 후방 측에는 작업자가 잡을 수 있도록 과석(도시 안 됨)을 부착하는 것이 바람직하며, 작업자는 과석에 얹은 상태에서 대과를 수거하여 별도로 류운을 실시하거나 포장작업을 하게 된다.

【0038】 이처럼 본 발명에 의한 대과 수확기는 트렉터에 견인되어 트렉터의 PTO로부터 동력을 인출하여 두륜에 실려진 대과를 굴취하고 굴취된 대과의 뿌리와 흙을 동시에 받쳐서 이송하는 체인 컨베이어부와 굴취된 대과의 줄기를 잘라서 후방으로 이송하는 이송 컨베이어부 및 체인 컨베이어부 후방에 설치된 흙떨기부와

쉘 이송부를 동시에 구동시킴으로써 그간 수작업에 대부분 의존해왔던 대과의 수확 작업을 기계화 및 자동화하여 그간 대과의 수확에 소요되었던 노동력의 절감을 도모함과 동시에 대과 수확에 소요되었던 인건비 경감을 통한 농가의 경영 수지 개선과 소득 증대에 기여할 수 있는 유용한 효과를 갖는다.

【부호의 설명】

- 【0039】 100 : 프레임
- 102 : 고정 후판
- 104 : 보조 원판
- 110 : 평행링크
- 120 : 평행링크
- 130 : 견인부
- 140 : 동력전달 조인트
- 150 : 간격조절용 실린더
- 160 : 감속기
- 162 : 출력축
- 200 : 원판 날
- 300 : 굴취부
- 310 : 굴취 날
- 320 : 빗살
- 400 : 체인 컨베이어부
- 410 : 구동 스프라켓
- 420 : 좌동 스프라켓
- 430 : 컨베이어 벨트
- 500 : 흙떨기부
- 510 : 회전축
- 520 : 흙떨기 날
- 600 : 이송 컨베이어부
- 610,620 : 벨트
- 630,630' : 구동 롤러
- 640,640' : 좌동 롤러
- 650,650' : 가이드 롤러

660 : 인장 크롤스프링	670 : 가이드 바
680,680' : 유압모터	690 : 유압펌프
692 : 유압탱크	700 : 펌 이송부
710 : 가이드 롤러	720 : 이송 롤러
730 : 기기브라켓	800 : 테이블
810,820 : 서포트 암	

【특허 청구범위】

【청구항 1】

2개의 고정 후판(102)과 1개의 보조 전판(104)이 장착된 프레임(100)과;
 상기 프레임(100)의 전방에 설치되어 대과가 실거진 두축의 축부를 질삭하기 위한 두축 질삭용 원판 날(200)과;
 상기 원판 날(200)에 의해 축부가 질삭된 두축을 굴러하여 홈과 함께 대과의 뿌리 부분을 굴러하는 굴러부(300)와;
 상기 굴러부(300)에서 굴러된 대과의 뿌리 부분과 홈을 받쳐서 프레임(100) 후방으로 이송하는 체인 컨베이어부(400)와;
 상기 체인 컨베이어부(400)의 후방에 위치하여 대과 뿌리에 붙은 흙과 덩어리진 흙을 갈게 부수는 흙털기부(500)와;
 상기 체인 컨베이어부(400)를 따라 이송된 대과의 줄기 부분을 좌,우 1쌍의 벨트(610,620)로 파기하여 대과를 세운 상태에서 프레임(100)의 후방으로 이송하기 위한 이송 컨베이어부(600)와;
 상기 이송 컨베이어부(600)의 후방에 이송 컨베이어부(600)를 통해 후방으로 이송된 대과를 청방향으로 이송하는 펌 이송부(700)와;
 상기 이송 컨베이어부(600)의 후방에 배치되어 후방으로 이송된 대과가 적치되는 테이블(800)을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 트랙터 견인식 대과 수확기.

【청구항 2】

청구항 1에 있어서,
 상기 이송 컨베이어부(600)는 후방의 구동 롤러(630,630')와 전방의 피동 롤러(640,640') 및 상기 구동 롤러와 피동 롤러 사이에 배치된 다수의 가이드 롤러(650,650')를 포함하여 이루어지며, 상기 벨트(610,620)는 대과의 파지시 대과의 줄기에 손상을 입히지 않도록 외측에 소경 두께의 푸션이 부착되고, 상기 가이드 롤러(650,650')는 인장 크롤스프링(660)에 의해 탄력적으로 기기가 되고 대략 중간부가 프레임에 회동가능하게 고정된 가이드 바(670)의 일단에 부착되어 좌,우 양측의 벨트(610,620) 사이로 유입된 대과의 수량에 따라 벨트(610,620) 사이의 폭이 탄력적으로 조절될 수 있도록 된 것을 특징으로 하는 트랙터 견인식 대과 수확기.

【청구항 3】

청구항 2에 있어서,
 상기 이송 컨베이어부(600)는 좌,우 1쌍의 벨트(610,620)가 각각의 유압모터(630,630')에 의해 구동되고, 상기 유압모터(630,630')는 이송 컨베이어부(600)를 지지하는 프레임(100)의 후방 하부에 프레임과 일체로 형성된 유압탱크(692)에 저장된 유압유가 유압펌프(690)에 의해 펌핑되어 구동되는 것을 특징으로 하는 트랙터 견인식 대과 수확기.

【청구항 4】

청구항 1에 있어서,
 상기 체인 컨베이어부(400)와 흙털기부(500) 및 이송 컨베이어부(600)의 구동은 트랙터의 PTO(POWER TAKE OFF)에 연결된 동력전달 조인트(140)가 감속기(160)로 도입되어 소경의 감속 비로 감속되고 감속기(160)의 출력축(162)에서 자기 다른 속도로 동력이 전달되는 것을 특징으로 하는 트랙터 견인식 대과 수확기.

【청구항 5】

청구항 1에 있어서,
 상기 펌 이송부(700)는 상기 이송 컨베이어부(600)의 후단부에서 테이블(800) 쪽을 향하여 복수의 가이드 롤러(710)가 아이들(idle) 상태로 배치되고, 상기 구동롤러(630)의 하부에는 상기 가이드 롤러(710)에 의해 가이드 된 대과의 줄기 하단부에 접촉하여 측방향으로 이송하기 위한 이송롤러(720)가 축결합되어 구동롤러(630)와 함께 회전되면서 대과를 펌 이송하도록 된 것을 특징으로 하는 트랙터 견인식 대과 수확기.

【요약서】

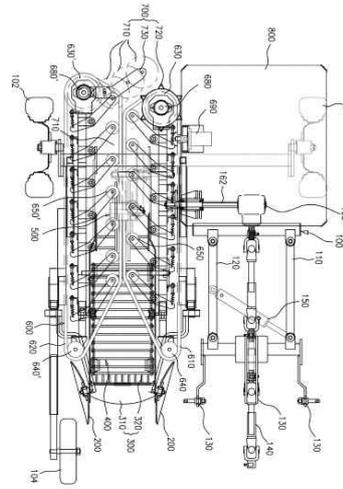
【요약】

본 발명은 대과를 굴취하고 뿌리와 흙을 받쳐서 이송하는 부분과 굴취된 대과의 줄기를 잡아서 후방으로 이송하는 부분 및 흙떨기부와 쉘 이송부를 동시에 각기 다른 속도로 구동시킴으로써 대과의 수확작업을 기계화·자동화할 수 있도록 한 것으로, 2개의 고정 후판(102)과 1개의 보조 전륜(104)이 장착된 프레임(100)과; 상기 프레임(100)의 전방에 설치되어 대과가 실려진 두륜의 측부를 절삭하기 위한 두륜 절삭용 원판 날(200)과; 상기 원판 날(200)에 의해 측부가 절삭된 두륜을 굴취하여 흙과 함께 대과의 뿌리 부분을 굴취하는 굴취부(300)와; 상기 굴취부(300)에서 굴취된 대과의 뿌리 부분과 흙을 받쳐서 프레임(100) 후방으로 이송하는 체인 컨베이어부(400)와; 상기 체인 컨베이어부(400)의 후방에 위치하여 대과 뿌리에 붙은 흙과 덩어리진 흙을 잘게 부수는 흙떨기부(500)와; 상기 체인 컨베이어부(400)를 따라 이송된 대과의 줄기 부분을 좌·우 1쌍의 벨트(610, 620)로 파지하여 대과를 세운 상태에서 프레임(100)의 후방으로 이송하기 위한 이송 컨베이어부(600)와; 상기 이송 컨베이어부(600)의 후방에 이송 컨베이어부(600)를 통해 후방으로 이송된 대과를 횡방향으로 이송하는 쉘 이송부(700)와; 상기 쉘 이송부(700)에 의해 이송된 대과가 적지되는 테이블(800)을 포함하여 이루어진다.

27-21

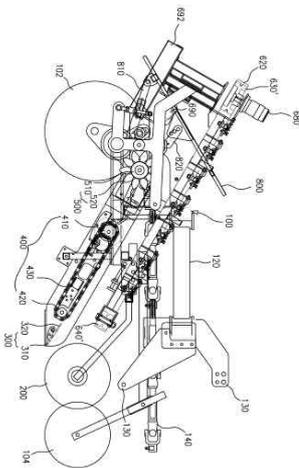
【도면】

【도 1】



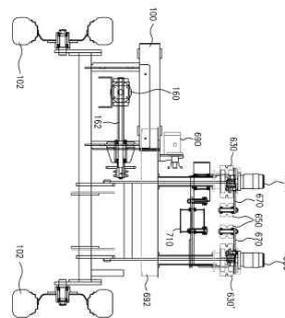
27-23

【도 2】

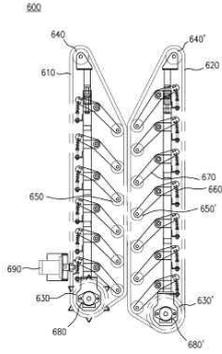


27-24

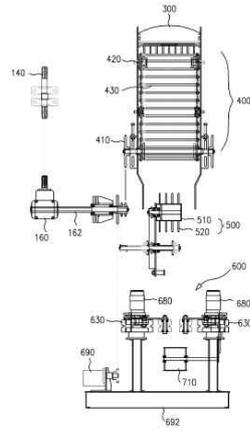
【도 3】



[도 4]



[도 5]



관인생략
출원번호통지서

출원일자 2014.07.30
 특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)
 출원번호 10-2014-0097175 (접수번호 1-1-2014-0722055-11)
 출원인성명 김재동(4-1998-034045-0)
 대리인성명 유병선(9-1999-000235-9)
 발명자성명 김재동 하창섭 이규승 김영길
 발명의명칭 트랙터 견인식 대파 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 납입명수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
 ※ 납부자번호 : 0131(기관코드)+접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [출원인코드 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
 ※ 특허로(patent.go.kr) 접속 > 민원서적다운로드 > 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 출원 사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.
 ※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000
7. 기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【출원구분】	특허출원
【출원인】	
【성명】	김재홍
【출원인코드】	4-1998-034045-0
【대리인】	
【성명】	유병선
【대리인코드】	9-1999-000235-9
【포괄취임등록번호】	2003-008789-9
【발명의 국문명칭】	트랙터 견인식 대파 수확기
【발명의 영문명칭】	Tractor trailed type welsh onion harvester
【발명자】	
【성명】	김재홍
【출원인코드】	4-1998-034045-0
【발명자】	
【성명】	하창섭
【성명의 영문표기】	Ha, Chang-Sub
【주민등록번호】	*****-*****
【우편번호】	425-778
【주소】	경기도 안산시 단원구 원선로 50, 111동 401호 (원곡동, 박산빌루밍아파트)

32-1

【국적】	KR
【발명자】	
【성명】	이규승
【성명의 영문표기】	Lee, Kyou-Seung
【주민등록번호】	*****-*****
【우편번호】	483-831
【주소】	경기도 성남시 분당구 중앙로 15, 123동 1204호 (장안타운)
【국적】	KR
【발명자】	
【성명】	김영길
【성명의 영문표기】	Kim, Young-Gil
【주민등록번호】	*****-*****
【우편번호】	383-883
【주소】	충청북도 청주시 청원구 오창읍 양청2안길 50, 302호
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	위와 같이 특허청장에게 제출합니다.
	대리인 유병선 (서명 또는 인)
【수수료】	
【출원료】	0 원 46,000 원
【가산출원료】	27 원 0 원

32-2

【명세서】

【우선권주장료】	0 권 0 원
【심사청구료】	9 항 539,000 원
【합계】	585,000 원
【과면사유】	개인(70%과면)[1]
【과면후 수수료】	175,500 원

【발명의 명칭】

트랙터 견인식 대파 수확기 (Tractor trailed type welsh onion harvester)

【기술분야】

【0001】본 발명은 대파 수확기에 관한 것으로, 상세히는 트랙터에 견인되어 이동하면서 트랙터의 PTO에 유니버설조인트를 연결하여 유압필프를 가동시키고, 이 유압필프에서 발생한 압력유를 각각 두목에 심겨진 대파를 굴취하고 굴취된 대파의 뿌리와 흙을 동시에 받쳐서 이송하는 체인 컨베이어부와 굴취된 대파의 줄기를 잘라서 후방으로 이송하는 이송 컨베이어부 및 체인 컨베이어부 후방에 설치된 흙덮기부의 유압모터에 전달하여 구동시킴으로써 그간 수확일에 대부분 의존해왔던 대파 수확작업을 기계화·자동화할 수 있도록 한 것이다.

【발명의 배경이 되는 기술】

【0002】일반적으로 대파는 비교적 높은 두목에 재배하고 있으며, 관리기를 사용하여 파의 쓰러짐을 방지하고 연백부(줄기의 하단 부분)를 길게 하여 품질을 좋게 하고 있다.

【0003】대파의 전체 수확과정은 대파 수확기에 필리기를 통한 복구를 제외하고는 주로 인력에 의해 수행되고 있는데, 줄기 끝 부분(뿌리 쪽 부분)이 잘리거나 부러지지 않게 잡아 위쪽으로 인발하여 수집하고 있으며, 대파 재배지에 굴

32-4

취된 대파를 인력에 의해 수거하는 데에도 상당한 시간과 노동력이 소요되는 것으로 파악되었다.

【0004】 본 발명과 관련된 종래기술로는 특허문헌 1의 야채 수확기, 특허문헌 2의 엽채류 수확기, 특허문헌 3의 파류 수확기 등이 개시되어 있는데, 자루식 수확기의 경우에는 장비 자체가 상당히 고가이므로 연 1회 대패만을 수확하기 위하여 구입하는 것은 경제성이 없으며, 현재 농가에 상당히 보급된 트랙터를 이용한 수확기를 제공한다면 경제성이 있을 것으로 파악된다.

【선행기술문헌】

【특허문헌】

【0005】(특허문헌 0001) 특허공개 제2013-000545호(2013.09.23, 공개) 발명의 명칭: 야채 수확기

(특허문헌 0002) 일본특허공개 제1906-066113호(1996.03.12, 공개) 발명의 명칭: 엽채류 수확기

(특허문헌 0003) 일본특허공개 제3334834호(2002.08.02, 등록) 발명의 명칭: 파류 수확기

(특허문헌 0004)

【발명의 내용】

【해결하고자 하는 과제】

【0006】 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 현재 대부분 인력에 의존하고 있는 대파의 수확작업을 기계화할 수 있는 트랙터 견인식 대파 수확기를 제공하는 데 있다.

【0007】 본 발명은 또, 수확된 대파를 수확기의 이동과 동시에 권테이더 배에 수거하거나 다발로 결속시킬 수 있도록 함으로써 수확후 출하에 소요되는 시간과 인력을 절감할 수 있는 대파 수확기를 제공하는 데 있다.

【과제의 해결 수단】

【0008】 상기한 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 2개의 후륜이 장착된 프레임과; 상기 프레임의 전방에 설치되어 대파가 실려진 두륜의 측부를 절삭하기 위한 두륜 절삭용 원판 날과; 상기 원판 날에 의해 측부가 절삭된 두륜을 굴러하여 흙과 함께 대파의 뿌리 부분을 굴러하는 굴취부와; 상기 굴취부에서 굴러된 대파의 뿌리 부분과 흙을 받쳐서 프레임 후방으로 이동하는 체인 컨베이어부와; 상기 체인 컨베이어부의 후방에 위치하여 대파 뿌리에 붙은 흙과 덩어리진 흙을 잘게 부수는 흩날기부와; 상기 체인 컨베이어부를 따라 이동된 대파의 줄기 부분을 좌,우 1쌍의 벨트로 파지하여 대파를 세운 상태에서 프레임의 후방으로 이동하기 위한 이동 컨베이어부와; 상기 이동 컨베이어부의 후방에 배치되어 이동된 대파를 측방 향으로 이동하는 횡 이동부 또는 이동된 대파를 다발로 결속시킬 수 있도록 대파를

다발로 공급하는 회전식 이동부와; 상기 횡 이동부를 통해 정렬 이동된 대파를 권테이더 배에 담은 격재부 또는 다발로 결속하는 결속부를 포함하여 이루어지는 트랙터 견인식 대파 수확기를 제공한다.

【0009】 바람직하게는 상기 체인 컨베이어부, 이동 컨베이어부, 흩날기부, 횡 이동부/회전식 이동부 및 격재부/결속부는 각각 별도의 유압모터에 의해 구동되며, 각각의 유압모터는 트랙터의 PTO에 의해 구동되는 하나의 유압펌프로부터 유압 유를 공급받아 동작하도록 구성된다.

【발명의 효과】

【0010】 본 발명은 기존의 수작업에 의존했던 대파의 수확을 트랙터에 의해 견인되어 트랙터의 동력으로 유압펌프를 가동시켜 굴취부에서부터 이동 및 흩날기와 후처리 등을 위한 각 구동부의 유압모터에 동력을 전달함으로써 그간 대파의 수확에 소요되었던 노동력의 절감을 도모함과 동시에 대파 수확에 소요되었던 인건비 절감을 통한 농가의 경영 수지 개선과 소득 증대에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

【도면의 간단한 설명】

【0011】 도 1은 본 발명의 제1 실시 예에 의한 대파 수확기의 평면도.

도 2는 본 발명의 제1 실시 예에 의한 대파 수확기의 정면도.

도 3은 본 발명에 의한 대파 수확기의 배면도.

도 4는 본 발명의 제2 실시 예에 의한 대파 수확기의 정면도.

도 5는 도 4에 도시된 결속기의 정면도이다.

【발명을 실시하기 위한 구체적인 내용】

【0012】 이하, 본 발명을 한정하지 않는 바람직한 실시 예들을 첨부된 도면에 의하여 상세히 설명하기로 한다.

【0013】 도 1 내지 도 3에는 본 발명의 제1 실시 예에 의한 대파 수확기가 도시되어 있는데, 본 실시 예에 의한 대파 수확기는 도시 생략된 트랙터에 견인되어 두륜에 실려진 대파를 수확하기 위한 것으로, 2개의 고정 후륜(102)이 장착된 프레임(100)과; 상기 프레임(100)의 전방에 설치되어 대파가 실려진 두륜의 측부를 절삭하기 위한 두륜 절삭용 원판 날(200)과; 상기 원판 날(200)에 의해 측부가 절삭된 두륜을 굴러하여 흙과 함께 대파의 뿌리 부분을 굴러하는 굴취부(300)와; 상기 굴취부(300)에서 굴러된 대파의 뿌리 부분과 흙을 받쳐서 프레임(100) 후방으로 이동하는 체인 컨베이어부(400)와; 상기 체인 컨베이어부(400)의 후방에 위치하여 대파 뿌리에 붙은 흙과 덩어리진 흙을 잘게 부수는 흩날기부(500)와; 상기 체인 컨베이어부(400)를 따라 이동된 대파의 줄기 부분을 좌,우 1쌍의 벨트(610,620)로 파지하여 대파를 세운 상태에서 프레임(100)의 후방으로 이동하기 위한 이동 컨베이어부(600)와; 상기 이동 컨베이어부(600)의 후방에 배치되어 후방으로 이동된 대

2014-07-30

파를 칭 이송하는 칭 이송부(700) 및 칭 이송된 대파를 적재하기 위한 적재부(800)를 포함하여 이루어져 있다.

【0014】 상기 프레임(100)은 트랙터에 3점 지지를 위한 견인부(130), 트랙터의 PTO에 연결하기 위한 동력전달 조인트(140), 대파 수확기의 파우 간격 측, 트랙터로부터 이격되는 간격을 조절하기 위한 간격조절용 실린더(150)를 구비하고 있으며, 후방에는 2개의 후륜(102)이 설치되어 있다.

【0015】 도면 중 번호 110, 120은 상기 프레임(100)과 견인부(130) 사이를 4점 링크 형태로 연결하고 있는 평행 링크이다.

【0016】 상기 원관 날(200)은 굴취부(300)의 전방(前方) 과, 우측에 대칭상태로 배치되어 대파가 실려진 두륜의 파우 측부를 수직 상태로 절단함으로써 굴취부(300)의 굴취 날이 흙과 대파 뿌리의 하부를 굴취할 때 굴취된 흙과 뿌리 부분이 두륜 파우 측의 굴취되지 않은 흙과 연결되어 저항이 발생하는 것을 줄임과 동시에 굴취부(300)로 다량의 흙이 유입되는 것을 방지하기 위한 것으로, 굴취시 받게 되는 견인 부하의 절감을 도모하는 역할을 하게 된다.

【0017】 상기 원관 날(200)은 도 1의 평면도에 도시된 바와 같이 과, 우측의 원관 날(200)이 전방 내측을 향하여 소경 각도로 트우-인(toe-in)상태를 이루도록 부착하여 원관 날(200)에 의해 절단된 과, 우 외측의 흙이 굴취부(300) 내측으로의

32-9

2014-07-30

【0021】 도면 중 번호 410은 구동 스프라켓, 420은 피동 스프라켓, 430은 컨베이어 벨트, 440은 상기 구동 스프라켓 측에 축결합된 유압모터이다.

【0022】 상기 체인 컨베이어부(400)에서는 대파와 함께 두륜의 흙을 그대로 안고 이송하므로 대파의 뿌리에 많은 흙덩어리가 여전히 달라붙은 상태를 이루고 있어 흙떨기부(500)를 통과하면서 대파의 뿌리 사이에 달라붙은 흙을 떨어내게 되는데, 이 흙떨기부(500)는 회전축(610) 외측에 소경 각기의 철선으로 이루어진 흙떨기날(520)이 방사상으로 부착되어 있다.

【0023】 상기 흙떨기부(500)의 회전축(610)에는 유압모터(630)가 체인 또는 벨트로 연결되어 회전구동된다.

【0024】 상기 이송 컨베이어부(600)는 체인 컨베이어부(400)를 따라 이송된 대파의 줄기 부분을 과, 우 1쌍의 벨트(610, 620)로 지지하여 대파를 세운 상태에서 후방으로 이송하는 역할을 하게 된다.

【0025】 상기 이송 컨베이어부(600)는 후방의 구동 롤러(630, 630')와 전방의 피동 롤러(640, 640') 및 상기 구동 롤러와 피동 롤러 사이에 배치된 다수의 가이드 롤러(650, 650')를 포함하여 이루어져 있으며, 상기 벨트(610, 620)는 대파의 파지시 대파의 줄기에 손상을 입히지 않도록 외측에 소경 두께의 무늬를 부착한 구조로 이

32-11

2014-07-30

유입을 차단하는 것은 물론 절단된 흙이 과, 우 외측으로 밀려나도록 함으로써 굴취부(300)의 진행에 따른 부하가 발생하지 않도록 하게 된다.

【0018】 상기 굴취부(300)는 전방 하부를 향하여 소경 각도로 하향 경사지게 부착된 굴취날(310)과, 이 굴취날(310) 후방에 회동가능하게 부착된 빗살(320)로 이루어져 있는데, 이 굴취날(310)은 토양 절단시 견인 부하를 최소화하기 위해 전면 진입부를 두륜 측에 맞춰 약 40cm로 제작하였으며, 후부의 빗살(320)은 굴취된 대파가 후방으로 이송되지 못하고 아래로 미끄러지는 것을 차단하면서 후방으로의 밀입을 가이드 하는 역할을 하게 된다.

【0019】 상기 체인 컨베이어부(400)는 굴취부(300)에서 굴취된 대파와 흙을 과, 우측의 체인 사이에 절개 원형 부이 소경 간격 이격되도록 평행하게 연결된 체인 컨베이어를 타고 이동되면서 흙을 걸러내는 역할을 하게 되는데, 이러한 체인 컨베이어는 본 발명이 속한 기술분야인 각종 작물 수확기 등에서 공지된 기술이므로 구체적인 설명은 생략하기로 한다.

【0020】 다만, 상기 체인 컨베이어부(400)는 이송과정에서 적절한 진동효과를 주기 위해 컨베이어 벨트의 처짐을 조절하여 컨베이어 벨트의 회전시 스프라켓에서 발생하는 진동을 조절할 수 있도록 함으로써 이송 중 토양 파쇄가 원활하게 이루어지도록 하는 것이 도시된 예의 실시예가 아닌 다른 실시예로 하도록 하겠다.

2014-07-30

되어 있다.

【0026】 상기 가이드 롤러(650, 650')는 도시 안 된 인장코일스프링에 의해 탄력적으로 지지되고 대파 중간부가 프레임에 회동가능하게 고정된 가이드 바(670)의 일단에 부착되어 과, 우 양측의 벨트(610, 620) 사이로 유입된 대파의 수량에 따라 벨트(610, 620) 사이의 폭이 탄력적으로 조절될 수 있도록 되어 있다.

【0027】 상기 후방의 구동 롤러(630, 630')는 각각 독립적인 유압모터(630, 630')에 의해 구동되도록 되어 있고, 이 유압모터(630, 630')는 유압펌프(900)로부터 유압유가 공급되어 구동되게 된다.

【0028】 도면 중 번호 600은 이송 컨베이어부(600)의 선단 파우 측에 전방으로 설치된 진입 유도용 가이드로, 두륜에 실려진 대파의 줄기가 이송 컨베이어부(600)의 과, 우측 벨트(610, 620) 내측으로 유도되도록 함으로써 수확기의 전진시 대파가 옆으로 쓰러져 수확기의 진행에 지장을 주지 않도록 하는 역할을 하게 된다.

【0029】 한편, 상기 이송 컨베이어부(600)는 리프트(602)에 의해 높이를 조절할 수 있도록 되어 있는데, 이는 대파의 재배원경요소인 두륜 높이가 대파를 인

32-12

2014-07-30

발하는 데 중요한 요소이므로, 이송 컨베이어부(600)이 높이가 고정된 경우에는 두 륵 높이가 각기 다른 밭에서의 수확작업에 차질이 있으므로 본 실시 예에서는 이송 컨베이어부(600)의 높이를 5-10cm정도 조절할 수 있도록 X자형 리프트(602)가 적용 되어 있으며, 이 리프트(602)는 유압실린더(604)에 의해 구동되어 하부의 체인 컨베이어부(400)와 흙털기부(500)와 평행한 상태를 유지하면서 높이조절이 이루어지게 된다.

【0030】 이에 의해 이송 컨베이어부(600)에 의해 대파의 줄기 부분이 절지된 상태에서 후방으로 이송될 때 대파의 크기에 맞는 적절한 높이를 절지할 수 있을은 물론, 흙털기부(500)를 통과하는 대파의 뿌리 부분이 적절한 높이가 되도록 함으로써 대파의 손상을 최소화하면서도 뿌리 부분에 달라붙은 흙을 효과적으로 털어낼 수 있게 된다.

【0031】 상술한 X자형 리프트의 구성은 본 발명이 속한 기술분야에서 통상의 당업자에 의해 주지의 사항이므로 이에 대한 구체적인 설명은 생략한다.

【0032】 도면 중 부호 606은 벨트(610, 620)의 이탈을 방지하기 위한 벨트 가이드이고, 부호 608은 이송 컨베이어부(600)의 프레임이 휘는 것을 방지하기 위한 휨 방지 보조대이다.

32-13

2014-07-30

된다.

【0037】 한편, 상기 과 구성부를 구동시키기 위한 구동 메커니즘에 대하여 설명하면, 트랙터의 PTO(POWER TAKE OFF)에 연결된 동력전달 조인트(140)가 감속기(160)로 도입되어 소경의 감속 비로 감속되고 감속기(160)의 출력 축(162)은 유압 펌프(900)로 연결되어 유압탱크(910)의 유압유를 펌핑하여 각 구동부의 유압모터(440, 530, 680, 680', 720) 및 유압실린더(604, 810)로 공급하게 된다.

【0038】 본 발명에서, 상기 체인 컨베이어부(400), 이송 컨베이어부(600) 및 흙털기부(500)의 동력전달을 PTO에서 체인이나 기어를 통한 동력전달방식이 아니고 유압펌프를 사용한 이유는 기계식보다 유압식이 각부의 속도를 최적의 속도로 조절하기 용이하기 때문이다.

【0039】

【0040】 이와 같이 구성된 본 실시 예의 대파 수확기는 트랙터에 의해 견인 되어 두륵을 따라 진행하면서 두륵에 실려진 대파를 굴취하게 되는데, 먼저 원판 날(200)이 두륵 과, 우측의 흙을 절단시켜 외측으로 밀려감으로써 견인시 받게 되는 부하를 줄일 수 있도록 할과 동시에 굴취부(300)로 다량의 흙이 유입되는 것을 방지하게 되며, 굴취부(300)에서는 굴취날(310)이 두륵의 흙과 대파를 함께 굴취하여 체인 컨베이어부(400)로 보내게 되고, 체인 컨베이어부(400)에서는 1차로 컨베이어

32-15

2014-07-30

【0033】 상기 이송 컨베이어부(600)의 후방에는 후방으로 이송된 대파를 쉼 이송하는 쉼 이송부(700)가 구비되어 있는데, 이는 유압모터(720)에 의해 구동되는 컨베이어 벨트(730)로 이루어져 있다.

【0034】 한편, 상기 이송 컨베이어부(600)의 후방 하부 측에는 이송된 대파의 도복(넘어짐)을 위한 브레이크 플러(710)가 부속되어 있다.

【0035】 상기 쉼 이송부(700)의 하부 측에는 컨베이어 벨트(730)로 쉼 이송된 대파를 적재하기 위한 적재부(800)가 구비되어 있는데, 이 적재부(800)는 유압 실린더(810)에 의해 승강되는 리프트(820)와, 상기 리프트(820)에 거지되어 승강되면서 이송된 대파를 담은 현수식 컨테이너(830)로 이루어져 있으며, 상기 현수식 컨테이너(830)는 그 양단이 상기 리프트(820)의 좌우 측에 구비된 거지대(840)에 양단이 거지(현수)된 상태에서 승강하여 쉼 이송부(700)의 컨베이어 벨트(730)에서 이송된 대파를 수용할 때, 초기에는 상부로 상승한 상태에서 즉, 현수식 컨테이너(830)의 바닥이 컨베이어 벨트(730)와 거의 같은 높이까지 상승하여 대파를 받으면서 점점 하방으로 하강하도록 함으로써 대파의 적치시 받게 되는 낙하충격을 최소화할 수 있도록 되어 있다.

【0036】 상기 현수식 컨테이너(830)에 대파가 가득 채워지게 되면 거지대(840)로부터 현수식 컨테이너(830)를 이탈시켜 컨테이너에 운반용 차량에 적재하면

32-14

2014-07-30

벨트(430)를 통과하면서 흙이 털리게 된다.

【0041】 체인 컨베이어부(400)를 통과할 때에는 대파의 뿌리가 흙과 함께 이송되므로 쓰러지지 않고 세워진 상태를 유지하게 되며, 체인 컨베이어부(400)의 후단부에는 이송 컨베이어부(600)가 구비되어 있어 과, 우측의 벨트(610, 620) 사이로 대파의 줄기 부분이 절지되면서 유입되어 후방으로 이송되게 되며, 상기 이송 컨베이어부(600)의 하부에는 흙털기부(500)가 구비되어 있어 벨트(610, 620)에 의해 절지된 상태로 후방으로 이송되는 대파의 뿌리 부분에 붙어있는 흙을 털어주게 된다.

【0042】 상기 이송 컨베이어부(600)의 후단부에는 브레이크 플러(710)와 쉼 이송부(700)가 배치되어 있어 세워진 상태로 이송되던 대파가 넘어지면서 수평으로 이송되어 적재부(800)의 컨테이너(830)에 적재되게 되며, 컨테이너(830)에 대파가 가득 차게 되면 작업자가 이를 운반용 차량으로 옮겨실어 중장에서 별도로 묶음을 실시하거나 포장작업을 하게 된다.

【0043】 이처럼 본 실시 예에 의한 대파 수확기는 트랙터에 견인되어 트랙터의 PTO로부터 동력을 인출하여 두륵에 실려진 대파를 굴취하고 굴취된 대파의 뿌리와 흙을 동시에 받쳐서 이송하는 체인 컨베이어부(400)와 굴취된 대파의 줄기를 잡아서 후방으로 이송하는 이송 컨베이어부(600) 및 체인 컨베이어부 후방에 설치된 흙털기부(500)를 동시에 구동시킴으로써 그간 수확업에 대부분 의존해왔던 대파의 수확작업을 기계화 및 자동화하여 대파의 수확에 소요되었던 노동력의 절감을 도모 할과 동시에 대파 수확에 소요되었던 인건비 경감을 통한 농가의 경영 수치 개선과

32-16

소목 증대에 기여할 수 있는 유용한 효과를 갖는다.

【0044】 도 4 및 도 5에는 본 발명의 제2실시 예에 의한 대파 수확기가 도시되어 있는데, 본 실시 예의 대파 수확기는 기본적으로 도 1 내지 도 3에 도시된 제1실시 예와 동일하며, 다만, 컨베이어 벨트로 이루어진 쉘 이송부와 적재부 대신 이송 컨베이어부를 통하여 이송된 대파를 다발로 결속시킬 수 있도록 회전식 이송부(700')와 결속기(800')가 탑재된 차이점이 있다.

【0045】 본 실시 예의 설명에서 제1실시 예와 동일한 부분에 대하여는 편의상 중복되는 설명은 생략한다.

【0046】

【0047】 본 실시 예에서, 상기 회전식 이송부(700')는 이송 컨베이어부(600)의 후단에서 도복된 대파가 수평상태를 유지하면서 충격 없이 낙하하도록 하기 위한 원호 형의 경사 완충 가이드(740)와, 상기 경사 완충 가이드(740)에서 낙하된 대파를 여러 개씩 결속하기 위하여 모아주고 모여진 대파를 한꺼번에 결속기(800')로 무하하기 위한 회전공급기(750) 및 상기 회전공급기(750)를 구동시키기 위한 유압모터(760)를 포함하여 이루어져 있다.

【0048】 또, 상기 회전식 이송부(700')에서 이송된 대파 다발을 결속하기 위한 결속기(800')는 상기 회전공급기(750)에서 낙하되는 대파를 이송하는 이송벨트(850)와, 상기 이송벨트(850)로 이송되는 대파가 모여진 상태로 이송되도록 안내하

는 가이드(860)와, 안내된 대파다발을 결속하는 결속부(870)를 포함하여 이루어져 있다.

【0049】 한편, 상기 결속기(800')의 구체적인 구조는 농산물을 결속하는 각종 결속장치 등에 개시된 기술에 의해 자명한 사항이므로 이에 대한 구체적인 설명은 생략한다.

【0050】 본 실시 예에서, 상기 결속기(800')는 자체의 중량과 이 결속기를 구동시키기 위한 부가적인 장치로 인해 상당한 중량이 나갈 수 있으므로 소형 드래거에 견인하여 사용하는 것이 어려울 수 있으므로 결속기(800') 대신 상술한 제1실시 예에 의한 컨베이어 벨트 방식의 적재부(800)로 대체하거나 기타 일반적인 박스 형태의 적재부로 대체할 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

【0051】 본 실시 예에 의한 대파 수확기는 대파의 굴취에서부터 다발로의 결속작업에 이르기까지 트랙터에 의해 견인되는 대파 수확기 자체에서 기계적이고 자동적으로 이루어지게 되므로 그간 대파농사에서 노동력이 집중되고 인건비가 과도하게 소요되었던 수확 및 결속작업을 자동화함으로써 농가의 수익을 높여줄 수 있을 것으로 기대된다.

【부호의 설명】

【0052】 100 : 프레임	102 : 고정 후판
110, 120 : 평행링크	130 : 견인부
140 : 동력전달 조인트	150 : 간격조절을 실린더
160 : 감속기	162 : 출력축
200 : 원판 날	300 : 굴취부
310 : 굴취 날	320 : 빗살
400 : 메인 컨베이어부	410 : 구동 스프라켓
420 : 피동 스프라켓	430 : 컨베이어 벨트
440 : 유압모터	500 : 회전기부
510 : 회전축	520 : 회전기 날
530 : 유압모터	600 : 이송 컨베이어부
602 : 리프트	604 : 유압실린더
606 : 벨트 가이드	608 : 워밍 방지 보조대
610, 620 : 벨트	630, 630' : 구동 롤러
640, 640' : 피동 롤러	650, 650' : 가이드 롤러
660 : 인장 코일스프링	670 : 가이드 바
680, 680' : 유압모터	690 : 진입 유도용 가이드
700 : 쉘 이송부	700' : 회전식 이송부
710 : 브레이크 롤러	720 : 유압모터

730 : 컨베이어 벨트	740 : 경사 완충 가이드
750 : 회전공급기	760 : 유압모터
800 : 적재부	800' : 결속기
810 : 유압실린더	820 : 리프트
830 : 원수식 컨테이너	840 : 거치대
850 : 이송벨트	860 : 가이드
870 : 결속부	

【특허청구범위】

【청구항 1】

2개의 고정 후판(102)이 장착된 프레임(100)과;
 상기 프레임(100)의 전방에 설치되어 대과가 실려진 두륜의 축부를 절삭하기 위한 두륜 절삭용 원판 날(200)과;
 상기 원판 날(200)에 의해 축부가 절삭된 두륜을 굴러하여 홈과 함께 대과의 푸리 부분을 굴러하는 굴러부(300)와;
 상기 굴러부(300)에서 굴러된 대과의 푸리 부분과 홈을 받쳐서 프레임(100) 후방으로 이송하는 체인 컨베이어부(400)와;
 상기 체인 컨베이어부(400)의 후방에 위치하여 대과 푸리에 붙은 홈과 덩어리진 홈을 갈게 부수는 흠뿔기부(500)와;
 상기 체인 컨베이어부(400)를 따라 이송된 대과의 줄기 부분을 좌,우 1쌍의 벨트(610,620)로 파기하여 대과를 세운 상태에서 프레임(100)의 후방으로 이송하기 위한 이송 컨베이어부(600)와;
 상기 이송 컨베이어부(600)의 후방에 배치되어 후방으로 이송된 대과를 수평 상태로 도복시켜서 쉘 이송하는 쉘 이송부(700); 및
 상기 쉘 이송부(700)에 의해 이송된 대과를 적재하기 위한 적재부(800)를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 트랙터 견인식 대과 수확기.

【청구항 3】

청구항 1 또는 2에 있어서,
 상기 이송 컨베이어부(600)는 후방의 구동 롤러(630,630')와 전방의 피동 롤러(640,640') 및 상기 구동 롤러와 피동 롤러 사이에 배치된 다수의 가이드 롤러(650,650')를 포함하여 이루어지며, 상기 벨트(610,620)는 대과의 파지시 대과의 줄기에 손상을 입히지 않도록 외측에 소경 투개의 무선이 부착되고, 상기 가이드 롤러(650,650')는 인장 코일스프링(660)에 의해 탄력적으로 지지가 되고 대략 중간부가 프레임에 최동가능하게 고정된 가이드 바(670)의 일단에 부착되어 좌,우 양측의 벨트(610,620) 사이로 유입된 대과의 수량에 따라 벨트(610,620) 사이의 폭이 탄력적으로 조절될 수 있도록 된 것을 특징으로 하는 트랙터 견인식 대과 수확기.

【청구항 4】

청구항 1 또는 2에 있어서,
 상기 체인 컨베이어부(400)와 흠뿔기부(500), 이송 컨베이어부(600), 쉘 이송부 또는 회전식 이송부(700,700'), 적재부 또는 결속부(800,800')는 트랙터의 PTO에 연결된 유압펌프(900)에 의해 구동되는 유압모터나 유압실린더에 의해 구동되는 것을 특징으로 하는 트랙터 견인식 대과 수확기.

【청구항 2】

2개의 고정 후판(102)이 장착된 프레임(100)과;
 상기 프레임(100)의 전방에 설치되어 대과가 실려진 두륜의 축부를 절삭하기 위한 두륜 절삭용 원판 날(200)과;
 상기 원판 날(200)에 의해 축부가 절삭된 두륜을 굴러하여 홈과 함께 대과의 푸리 부분을 굴러하는 굴러부(300)와;
 상기 굴러부(300)에서 굴러된 대과의 푸리 부분과 홈을 받쳐서 프레임(100) 후방으로 이송하는 체인 컨베이어부(400)와;
 상기 체인 컨베이어부(400)의 후방에 위치하여 대과 푸리에 붙은 홈과 덩어리진 홈을 갈게 부수는 흠뿔기부(500)와;
 상기 체인 컨베이어부(400)를 따라 이송된 대과의 줄기 부분을 좌,우 1쌍의 벨트(610,620)로 파기하여 대과를 세운 상태에서 프레임(100)의 후방으로 이송하기 위한 이송 컨베이어부(600)와;
 상기 이송 컨베이어부(600)의 후방에 배치되어 상기 이송 컨베이어부(600)를 통하여 이송된 대과를 다발로 결속시킬 수 있도록 대과를 수평으로 도복시켜서 다발로 공급하는 회전식 이송부(700'); 및
 상기 회전식 이송부(700')에서 이송된 대과 다발을 자동으로 결속하는 결속기(800') 또는 적재부(800); 를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 트랙터 견인식 대과 수확기.

【청구항 5】

청구항 1에 있어서,
 상기 적재부(800)는 유압실린더(810)에 의해 승강 되는 리프트(820)와, 상기 리프트(820)에 거치되어 승강 되면서 이송된 대과를 담은 현수식 컨베이어(830)로 이루어지고, 상기 현수식 컨베이어(830)는 그 양단이 상기 리프트(820)의 좌우측에 구비된 거지대(840)에 양단이 거지된 상태에서 승강하여 쉘 이송부(700)의 컨베이어 벨트(730)에서 이송된 대과를 수용할 때, 초기에는 상부로 상승한 상태에서 대과를 받으면서 점점 하방으로 하강하여 대과의 적치시 받게 되는 낙하충격을 줄일 수 있도록 된 것을 특징으로 하는 트랙터 견인식 대과 수확기.

【청구항 6】

청구항 2에 있어서,
 상기 회전식 이송부(700')는 이송 컨베이어부(600)의 후단에서 도복된 대과가 수평상태를 유지하면서 충격 없이 낙하하도록 하기 위한 원호 형의 경사 완충 가이드(740)와, 상기 경사 완충 가이드(740)에서 낙하된 대과를 여러 개씩 결속하기 위하여 모아주고 모여진 대과를 한꺼번에 결속기(800')로 투하하기 위한 회전공급기(750) 및 상기 회전공급기(750)를 구동시키기 위한 유압모터(760)를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 트랙터 견인식 대과 수확기.

【청구항 7】

청구항 1 또는 2에 있어서,

상기 이송 컨베이어부(600)는 대파의 크기나 재배환경에 맞추어 유압실린더(604)에 의해 구동되는 리프트(602)에 의해 높이를 조절할 수 있도록 된 것을 특징으로 하는 트랙터 견인식 대파 수확기.

【청구항 8】

청구항 7에 있어서,

상기 리프트(602)는 이송 컨베이어부(600)를 하부의 체인 컨베이어(400)와 흠뿔기부(500)와 평행한 상태를 유지하면서 높이조절 하는 것을 특징으로 하는 트랙터 견인식 대파 수확기.

【청구항 9】

청구항 8에 있어서,

상기 리프트(602)는 X자 리프트인 것을 특징으로 하는 트랙터 견인식 대파 수확기.

32-25

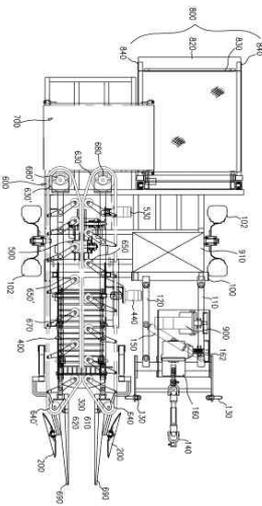
【요약서】

【요약】

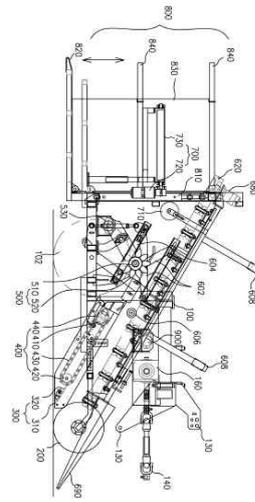
본 발명은 트랙터에 견인되어 두륜에 심겨진 대파를 굴취하고 굴취된 대파의 뿌리와 흙을 동시에 받쳐서 이송하는 체인 컨베이어부와 굴취된 대파의 줄기를 잡아서 후방으로 이송하는 이송 컨베이어부 및 흠뿔기부를 동시에 각기 다른 속도로 구동시킴으로써 대파의 수확작업을 기계화·자동화할 수 있도록 한 것으로, 2개의 고정 후륜(102)과 1개의 보조 전륜(104)이 장착된 프레임(100)과; 상기 프레임(100)의 전방에 설치되어 대파가 심겨진 두륜의 측부를 절삭하기 위한 두륜 절삭용 원판 날(200)과; 상기 원판 날(200)에 의해 측부가 절삭된 두륜을 굴취하여 흠과 함께 대파의 뿌리 부분을 굴취하는 굴취부(300)와; 상기 굴취부(300)에서 굴취된 대파의 뿌리 부분과 흙을 받쳐서 프레임(100) 후방으로 이송하는 체인 컨베이어부(400)와; 상기 체인 컨베이어부(400)의 후방에 위치하여 대파 뿌리에 붙은 흙과 덩어리진 흙을 갈게 부수는 흠뿔기부(500)와; 상기 체인 컨베이어부(400)를 따라 이송된 대파의 줄기 부분을 과, 우 1쌍의 벨트(610, 620)로 파지하여 대파를 세운 상태에서 프레임(100)의 후방으로 이송하기 위한 이송 컨베이어부(600)와; 상기 이송 컨베이어부(600)의 후방에 배치되어 후방으로 이송된 대파를 쉘 이송하는 쉘 이송부(700) 및 쉘 이송된 대파를 적재하기 위한 적재부(800)를 포함하여 이루어진다.

【도 1】

【도 1】

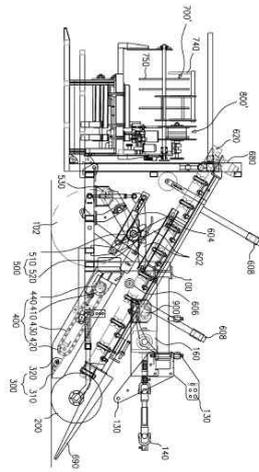


【도면】



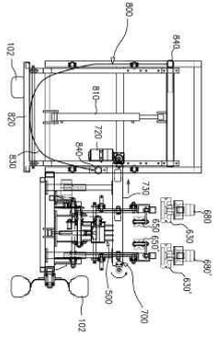
32-25

[R 4]



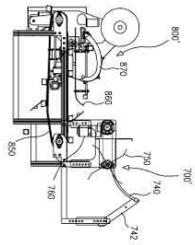
32-31

[R 3]



32-30

[R 5]



32-32



농업기술실용화재단



수신 성균관대학교 산학협력단장 김현수 귀하
(경유)

제목 동력수확기(대파) 성능검정 결과 알림

1. '14. 11. 03.자로 귀단에서 신청한 농업기계의 성능검정 결과를 다음과 같이 알려드립니다.

- 다 음 -

기종명	형식명	형식	규격	검정번호
동력수확기(대파)	DRSH-100	트랙터부착형	굴취폭 40 cm	14-FACTMP-085

2. 아울러, 제출된 검정용도의 제품은 30일 이내에 대표자 명의의 인수증을 제출하고 찾아가시기 바랍니다.

붙임 농업기계 성능검정 성적서 1부, 끝.

농업기술실용화재단



산업연구 동기계검정 2014. 11. 21.
원 권구범 정원삼 하지호

합조자 연구원보 장현우

시험 농기계검정팀-1829 (2014. 11. 21.) 협우

우 441-707 경기도 수원시 권선구 수인로 126 (서문동) / <http://www.efact.or.kr>

전화번호 031-8012-7345 팩스번호 031-8012-7359 / ninules@efact.or.kr / 부분공계(6,7)

활련한 당신이 깨끗한 세상을 만듭니다.

농업기계 성능검정 성적서

1. 신청인

가. 성명 : 김현수

나. 사업자등록번호 : 101-82-12009

다. 주소 : 경기도 수원시 장안구 서부로 2066 (천전동)

라. 상호 : 성균관대학교산학협력단

2. 검정 용도의 제품

가. 기종명 : 동력수확기(대과)

나. 형식명 : DRSH-100

다. 형식 및 규격 : 트랙터부착형, 굴러폭 40 cm

3. 검정번호 : 14-FACTMP-085

4. 검정성적 : 불임

「농업기술실용화재단 분석검정 의뢰 및 처리규정」 제4조 제2항에 따라 검정신청한 기
대에 대한 성능검정 성적입니다.

2014년 11월 21일

농업기술실용화재단 이사장



검정 성적

- 1. 기종명 : 동력수확기(대과)
- 2. 검정번호 : 14-FACTMP-085
- 3. 형식명 : DRSH-100
- 4. 형식 : 트랙터부착형
- 5. 규격 : 굴취폭 40 cm
- 6. 시험 성적



6.1 구조

6.1.1 기체의 크기

- 길이 : 2900 mm
- 폭 : 2000 mm
- 높이 : 2000 mm
- 중량 : 820 kg

6.1.2 동력원

- 구동형식 : 트랙터PTO: 굴취부
트랙터유압: 이송부 및 작업대 상하
전기: 작업위치 좌우조절 및 반송부

6.1.3 주행장치

- 차륜의 종류 : 공기타이어
- 차륜의 개수 : 2 개
- 차륜의 규격 : 6.00-12 4PR

6.1.4 쇄토장치

- 쇄토방식 : 두둑 좌우 쇄토 디스크
- 쇄토날 형상 : 원형 (Ø 410)
- 쇄토날 개수 : 2 개

6.1.5 굴취장치

- 형식 : 굴취날식
- 굴취날의 크기 및 개수 : 400×130 mm 반원형, 1 개
- 굴취폭 : 40 cm
- 굴취깊이 조절방식 : 트랙터 3점지지 장치로 조절



6.1.6 이송장치

- 형태
- 종류 및 크기
- 이송방식

엷지고무패드
고무벨트, 폭 75 mm
벨트 및 롤러구동식

6.1.7 반송장치

- 형식
- 벨트의 종류 및 열수
- 반송방향

스레드식 평벨트
평벨트(합성수지), 폭 560 mm
이송부에서 적재대 방향

6.1.8 작업대

- 크기(가로×세로)

750 × 710 mm

6.1.9 공시기 부착방식

- 형식

3점 지지장치(Cat. 2) 및 PTO 연결

6.1.10 견인동력기

- 기종명
- 형식명
- 제조사

농업용트랙터
U43 (4륜구동형)
LS엠트론(주)

6.2 성능시험

6.2.1 전도시험

- 시험조건
- 시험결과

견인동력기(트랙터) 부착상태에서
전도 시험 실시
30° 경사에서 좌우로 각각 전도
되지 않았음

7. 검정제품 개요

본 기대는 굴취폭 40 cm인 트랙터부착형 동력수확기(대과)로 굴취부는 트랙터의 PTO, 이송부 및 반송부는 트랙터의 유압동력 및 전기를 이용하여 작동되는 구조임

8. 검정결과

본 검정은 농업기술실용화재단 「분석검정 의뢰 및 처리규정」 제5조에 따라 실시한 성능검정성적으로 안전장치의 구조 및 성능기준 중 안정성기준에 따라 실시 되었음

전문위원

김기택

김기택

산업연구원

권구범

권구범

연구원

유재철

유재철

연구원보

정진우

정진우
O.L.T

www.dooroo21.com

발작물생산 일관기계화 전문기업

두루기계

dooroo

2014



두루기계통상

DOOROO MACHINERY & TRADING CO.

시간과 작업비용 절감을 위한 또 하나의 신개념!

대파가 손상없이 가지런히 수집용기에 담겨집니다.

수집형 대파수확기 DRSH-100



대파수확기

- 1부품 1종 대체시 1부품씩 수확
- 자동 컨베이어시스템에 의해 수집용으로 이동됨
- 대파수확기의 후진부분 손상이 가지런히 수집용기에 담김
- 수집된 대파를 배출하기 쉽도록 리프트 설치

형식명	굴취폭(cm)	적용토해터
DRSH-100	40	43~55아레



주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 첨단생산기술개발 사업(관리번호: 111167-3)의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 첨단생산기술개발사업(관리번호: 111167-3)의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.