

(옆면)

(앞면)

1180
22-03

보안 과제(), 일반 과제(○)/ 공개 (○), 비공개 () 발간등록번호(○)
첨단생산기술개발사업 2021년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003526-01

마
늘
줄
기
절
단
기
개
발

마늘 줄기 절단기 개발

2021. 06. 03.

2021

주관연구기관 / (주)불스

농림축산식품부
농림식품기술기획평가원

농림축산식품부
(전문기관) 농림식품기술기획평가원

<제출문>

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “마늘 즐기 절단기 개발” (개발기간 : 2018. 04 26~ 2020. 12. 31)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2021. 06. 03.

주관연구기관명 : (주)블스

(대표자) 남 영 조 (인)



주관연구책임자 : 남 영 조

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

<보고서 요약서>

보고서 요약서

과제고유번호	118022-3	해 당 단 계 연 구 기 간	2018. 04. 26 - 2020. 12. 31	단 계 구 분	총 단 계
연구사업명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	첨단생산기술개발사업			
연구과제명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세부 과제명	마늘 줄기 절단기 개발			
연구책임자	남 영 조	해당단계 참여연구원 수	총: 9명 내부: 9명 외부: 0명	해당단계 연구개발비	정부: 550,000천원 민간: 184,000천원 계: 734,000천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 9명 내부: 9명 외부: 0명	총 연구개발비	정부: 550,000천원 민간: 184,000천원 계: 734,000천원
연구기관명 및 소속부서명	(주)볼스			참여기업명	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명 : 경북대학교 산학협력단			연구책임자 : 우 승 민	
※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음					
연구개발성과의 보안등급 및 사유	일반				

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시 설·장비	기술요 약 정보	소프트 웨어	화합 물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호		1	1								

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

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

마늘 수확작업의 기계화로 마늘을 굴취수확하기 전에 줄기를 절단하여 톤백이나 망사포대에 포장하는 마늘 수확작업기로서, 마늘 줄기를 1,2차로 구분 절단 최종 길이를 3~5cm로 절단하고 마늘이 식재된 이랑이 아닌 고랑으로 이송 배출하여 마늘의 굴취수확작업에 방해가 되지 않도록 하는 기능을 갖는 마늘줄기절단기의 개발 제품화 달성함.

보고서 면수 : 62

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 주관연구기관((주)불스) : 마늘줄기절단기 개발 △ 마늘포장 잔유물 및 파쇄물 흡입제거기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> □ 부압발생 잔유물 흡입 좌우 고랑으로 배출기술 개발 □ 기본 설계 및 잔유물 제거 시작품 제작 시험 △ 마늘줄기 1차 절단 및 파쇄, 마늘줄기 바로 세우기 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> □ 마늘줄기 엽전개부 1차 절단 기술 개발 □ 마늘줄기 1차 절단부 파쇄물 고랑부 배출 기술 개발 □ 마늘줄기 바로 세우기 기술 개발 △ 마늘줄기 2차 절단 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> □ 2차 절단부 자동 높이 조절 기술 개발 □ 마늘 줄기 2차 절단 기술 개발 □ 기본 설계 및 마늘 줄기 2차 절단 시작품 제작 시험 △ 트랙터 부착형 마늘줄기 절단기 제품화 개발 및 사업화 <ul style="list-style-type: none"> □ 트랙터 부착형 마늘줄기 절단기 제품화 제작, 시험 □ 트랙터 부착형 마늘줄기 절단기 제품화 완성 □ 트랙터 부착형 마늘줄기 절단기 사업화 - 위탁연구기관(경북대학교) : 마늘줄기 절단기 설계, 성능 분석 <ul style="list-style-type: none"> □ 잔유물 제거 시작품 설계 분석 □ 1차 절단 및 파쇄, 마늘줄기 바로 세우기 시작품 설계 분석 □ 마늘 줄기 2차 절단 시작품 설계 분석 □ 트랙터 부착형 마늘줄기 절단기 시제품 설계, 시험, 성능분석 □ 트랙터 부착형 마늘줄기 절단기 제품화 설계, 시험, 성능분석 				
<p>연구개발성과</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 마늘줄기 절단기 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 마늘줄기절단율 : 90% 이상 - 마늘줄기절단 작업량 : 45min/10a 2. 마늘 줄기 절단기 제품화 <ul style="list-style-type: none"> - 1,2차 동시절단기 - 마늘줄기 1차 절단기 - 마늘줄기 2차 절단기 				
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 마늘줄기 절단작업의 기계화 - 마늘줄기 절단 수작업 공정 제거 기계화 일관 수확 작업 기술 개발 - 본 과제의 수행으로 제품화까지 완성하였음 - 한국농기계공업협동조합의 농기계 등록, 보조유자기종 가격집 수록 완료 - 지역 마늘 선도 농가 판매 매출 발생 				
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>마늘</p>	<p>줄기</p>	<p>절단</p>	<p>직립화</p>	<p>노동력절감</p>
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>garlic</p>	<p>stem</p>	<p>cutting</p>	<p>standing</p>	<p>labor saving</p>

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	6
1-1. 연구개발의 목적	6
1-2. 연구개발의 필요성	6
1-3. 연구개발과제의 범위	10
2. 연구수행 내용 및 결과;주관연구기관:(주)불스	13
2-1. 마늘줄기 절단기술 개발	13
가. 마늘포장 잔유물 및 과쇄물 흡입제거기술 개발	13
나. 마늘줄기 1차 절단 및 과쇄, 마늘줄기 바로 세우기 기술 개발	14
다. 마늘줄기 2차 절단 기술 개발	17
라. 마늘줄기 1,2차 동시 절단기 시제품 제작 시험	21
3. 연구수행 내용 및 결과;위탁연구기관:경북대학교	26
3-1. 마늘 줄기 유무에 따른 성분 분석	26
3-2. 마늘 줄기 절단시험	32
3-3. 회전부 설계 변수 도출	42
3-4. 실증시험	49
4. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	56
4-1. 목표	56
4-2. 목표 달성여부	57
4-3. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등)	59
5. 연구결과의 활용 계획 등	60
6. 사업화 추진 계획	60
붙임. 참고 문헌	61

<별첨> 주관연구기관의 자체평가의견서

1. 연구개발과제의 개요

1-1. 연구개발 목적

가. 최종목표

- 트랙터 부착형 마늘줄기 절단기 개발

나. 세부목표

- 마늘포장 잔유물 제거 기술 개발
- 마늘줄기 1차 절단 및 파쇄 기술, 마늘줄기 바로 세우기 기술 개발
- 마늘줄기 2차 절단 기술 개발
- 트랙터 부착형 마늘줄기 절단기 제품화 및 사업화

1-2. 연구개발의 필요성

기존 관행의 마늘 수확 공정은 사진과 같이 1공정으로 경운기 및 트랙터 부착형의 땅속작물 수확기로 지하 5cm 전후로 묻혀있는 마늘을 굴취수확하고, 2공정으로 토양과 분리된 마늘을 지면에 골고루 펴서 정렬하여 1차 건조하고, 1주일 정도 건조된 마늘은 3공정과 같이 100개로 단뭉음하여 창고에서 건조, 4공정은 출하를 위하여 줄기를 절단하고 규격에 맞게 포대포장하게 됨.



굴취 수확



포장 건조



창고 건조



출하 줄기절단



건조마늘 줄기절단기

최근 농촌노동력 부족과 농장 대형화 농업기계의 발달로 마늘의 기계수확저장 기술이 보급되고 있어 아래 사진과 같이 대형 톤백 포장으로 저온저장하는 농가가 늘어나고 있다. 사진과 같이 톤백 포장을 할 경우에는 마늘 줄기를 절단할 수 밖에 없고 이 경우 마늘 줄기의 절단길이가 중요한 인자가 된다. 아직은 대부분 농가에서 낫으로 절단하거나 예취기를 사용하는 등 대부분 수작업에 의존하고 있다.



마늘은 수확 당시 사진과 같이 줄기가 마르지 않고 싱싱한 상태를 유지하고 있으며, 줄기 절단의 목표인 마늘종구로부터 5cm 상단 절단을 위하여 상부에 1차 절단을 하여 제거하는 공정이 필요할 것으로 판단하였다. 1차 절단은 마늘 줄기의 엽전개부인 지상으로부터 15cm 전후에 해당되면, 마늘잎과 줄기의 상단부이다.



국내에서 처음 개발되어 보급하고 있는 기계로 마늘을 수확하기 전 절단하는 마늘줄기절단기는 로터리식 절단날로 파쇄식으로 절단하고 고랑으로 배출기능이 없어 이랑 위 멀칭비닐 상에 쌓여있게 되어 있으며, 이것은 비닐 수거작업의 부담으로 남게 된다.



회전고무판
 (Rotating rubber devices)
 줄기를 정렬시켜 절단이 용이하도록 함
 (Easy to cut by organizing stem)



주걱형태의 칼날
 (Spatula-type blade)
 줄기를 흡입하여 절단함
 (Cut the stem by suction)



마늘줄기제거장면(Removing garlic stem)

현재 당사 제품화한 양파줄기 절단기는 양파줄기의 직립화와 1차절단파쇄로 줄기절단이 가능하고 줄기가 싱싱한 마늘에서는 불가능함.

외국의 경우 트랙터 부착형 또는 전용기 형태의 대형 마늘 수확기 개발 사용됨

프랑스 : 보조작업자 동승, 줄기째 굴취 수확, 줄기 절단, 톤백 수집



유럽 : 1줄 굴취 수확, 단뭉음



일본 : 1줄씩 굴취 수확, 줄기절단, 컨테이너 수집



1-3. 연구개발 범위

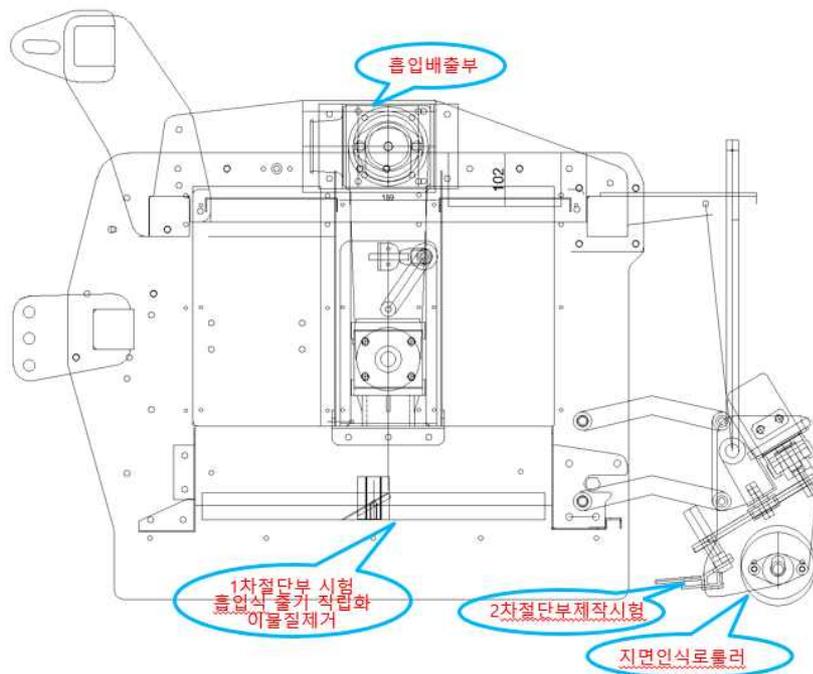
<1차년도>

○ 연구개발 목표

- 주관연구기관((주)불스) : 트랙터 부착형 마늘줄기 절단기 개발
- 위탁연구기관(경북대학교) : 마늘줄기 절단기 설계, 성능 분석

○ 개발 내용 및 범위 (시스템 구성도, 구조 등을 그림으로 구체적 표현)

- 주관연구기관((주)불스) : 트랙터 부착형 마늘줄기 절단기 개발



△ 마늘포장 잔유물 및 파쇄물 흡입제거기술 개발

- 1차 절단날 상단에 송풍날 배치 기류형성 및 축소관 배출유도관 좌우배치
- 부압발생 잔유물 흡입 좌우 고랑으로 배출기술 개발
- 기본 설계 및 잔유물 제거 시작품 제작 시험

△ 마늘줄기 1차 절단 및 파쇄, 마늘줄기 바로 세우기 기술 개발

- 마늘줄기 엽전개부 1차 절단 기술 개발
- 마늘줄기 1차 절단부 파쇄물 고랑부 배출 기술 개발
- 마늘줄기 바로 세우기 기술 개발
- 기본 설계 및 1차 절단 및 파쇄, 마늘줄기 바로 세우기 시작품 제작 시험

- 위탁연구기관(경북대학교) : 마늘줄기 절단기 설계, 성능 분석
 - 잔유물 제거 시작품 설계 분석
 - 1차 절단 및 파쇄, 마늘줄기 바로 세우기 시작품 설계 분석
 - 마늘 줄기 2차 절단 시작품 설계 분석

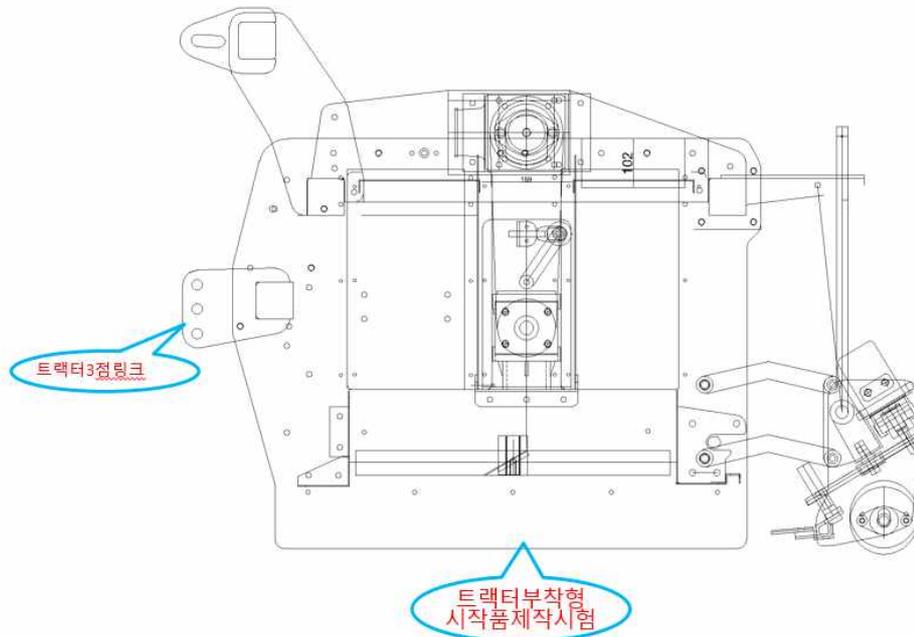
<2차년도>

○ 연구개발 목표

- 주관연구기관((주)불스) : 트랙터 부착형 마늘줄기 절단기 개발
- 위탁연구기관(경북대학교) : 마늘줄기 절단기 설계, 성능 분석

○ 개발 내용 및 범위 (시스템 구성도, 구조 등을 그림으로 구체적 표현)

- 주관연구기관((주)불스) : 트랙터 부착형 마늘줄기 절단기 개발



△ 마늘줄기 2차 절단 기술 개발

- 2차 절단부 자동 높이 조절 기술 개발
- 마늘 줄기 2차 절단 기술 개발
- 기본 설계 및 마늘 줄기 2차 절단 시작품 제작 시험

△ 마늘줄기 절단기술 적용 마늘줄기 절단기 시작품제작 시험

- 트랙터 부착형 마늘줄기 절단기 시제품 제작, 시험
- 트랙터 부착형 마늘줄기 절단기 시제품 공장시험, 포장시험

□ 트랙터 부착형 마늘줄기 절단기 시제품 개선 설계

- 위탁연구기관(경북대학교) : 마늘줄기 절단기 설계, 성능 분석

□ 트랙터 부착형 마늘줄기 절단기 시제품 설계, 시험, 성능분석

<3차년도>

○ 연구개발 목표

- 주관연구기관((주)불스) : 트랙터 부착형 마늘줄기 절단기 개발

- 위탁연구기관(경북대학교) : 마늘줄기 절단기 설계, 성능 분석

○ 개발 내용 및 범위 (시스템 구성도, 구조 등을 그림으로 구체적 표현)

- 주관연구기관((주)불스) : 트랙터 부착형 마늘줄기 절단기 개발



최종 제품 작업예시

△ 트랙터 부착형 마늘줄기 절단기 제품화 개발 및 사업화

□ 트랙터 부착형 마늘줄기 절단기 제품화 제작, 시험

□ 트랙터 부착형 마늘줄기 절단기 제품화 완성

□ 트랙터 부착형 마늘줄기 절단기 사업화

- 위탁연구기관(경북대학교) : 마늘줄기 절단기 설계, 성능 분석

□ 트랙터 부착형 마늘줄기 절단기 제품화 설계, 시험, 성능분석

2. 연구수행 내용 및 결과; 주관기관 : ㈜불스

2-1. 마늘줄기 절단기술 개발

가. 마늘포장 잔유물 및 파쇄물 흡입제거기술 개발

1) 1차 절단날 상단에 송풍날 배치 기류형성 및 축소관 배출유도관 좌우배치

마늘은 수확당시까지도 대부분의 줄기가 싱싱한 상태로 존재하기 때문에 굴취수확 줄기를 절단할 경우 절단된 줄기나 이물질이 이랑에 그대로 쌓여 있으면 멀칭비닐 수거 및 굴취수확에 장애가 된다. 따라서 줄기를 절단과 동시에 양측의 고랑으로 날려보내 배출해야 한다. 본 과제에서는 엽전개부를 기준으로 절단한 마늘 줄기를 고속회전하는 1차 절단날의 송풍으로 날려보낸다. 이렇게 하기 위하여 사진과 같이 절단날의 절단날 고정부를 넓게하여 송풍을 발생시키도록 개발 제작하였다. 절단된 줄기를 이랑의 양측 고랑으로 날려보내기 위하여 1차절단날 상부에 양측고랑으로 향하는 배출유도관을 배치하고 2조인 절단날 상부에 앞뒤로 배치하였다.

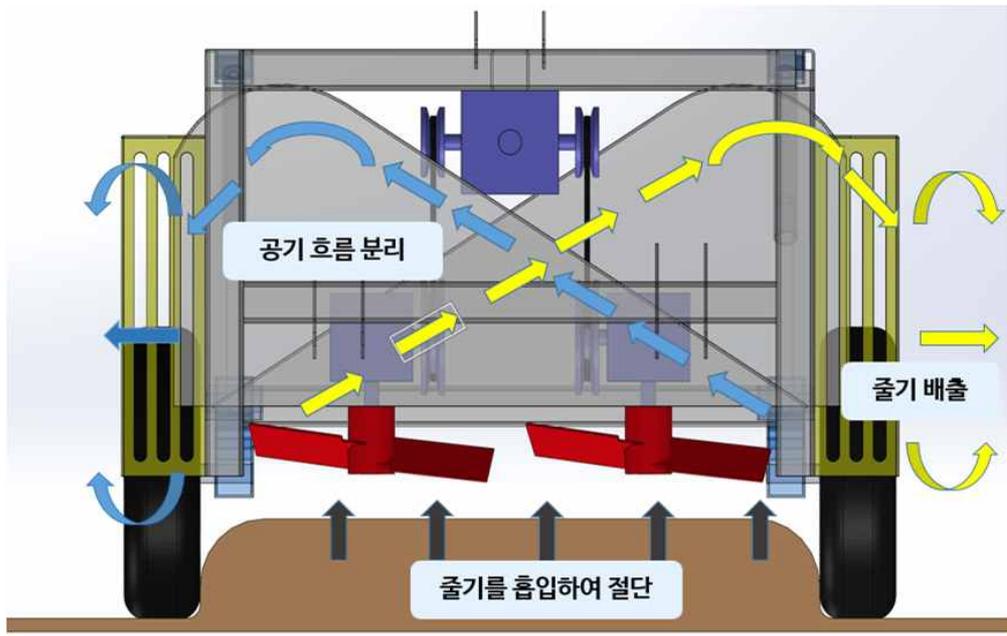


그림 2-1 절단줄기 고랑 배출 개념도



그림 2-2 절단 및 부압 발생 회전날(1차 절단날)

2) 부압발생 잔유물 흡입 좌우 고랑으로 배출기술 개발

1차절단날의 하단부, 즉 이랑상부에 있는 멀칭비닐상에 존재하는 절단줄기잔유물이나 이물질은 멀칭비닐 수거작업에 장애가 되므로 제거해야 하는데, 본 과제에서는 1차절단날의 고속회전에 따른 부압으로 이물질을 흡입 배출하도록 개발 제작하였다. 상기 그림2-1에서와 같이 이랑의 좌우 고랑으로 향하는 유도관을 배치하고 부압을 발생하고 풍량을 발생하는 1차 절단날을 각각 배치하였다. 1차 절단날의 부압은 쓰러진 마늘줄기의 일으켜 세움과 절단줄기의 고랑 배출에 적합하도록 설계 제작하였다.

나. 마늘줄기 1차 절단 및 파쇄, 마늘줄기 바로 세우기 기술 개발

1) 마늘줄기 엽전개부 1차 절단 기술 개발

마늘 기계수확을 위한 마늘 줄기의 절단은 1,2차로 구분하여 절단하게 된다. 마늘 줄기의 1차절단은 마늘줄기의 엽전개부로 지상으로부터 15cm 전후높이에 해당되며, 마늘 잎과 상부 줄기를 절단하여 고랑으로 배출하게 된다. 1차절단날은 아래 사진과 같이 회전식 칼날을 사용하는 제초날과 같은 규격으로 설계 제작하였고, 트랙터의 PTO 동력으로 구동하였다.

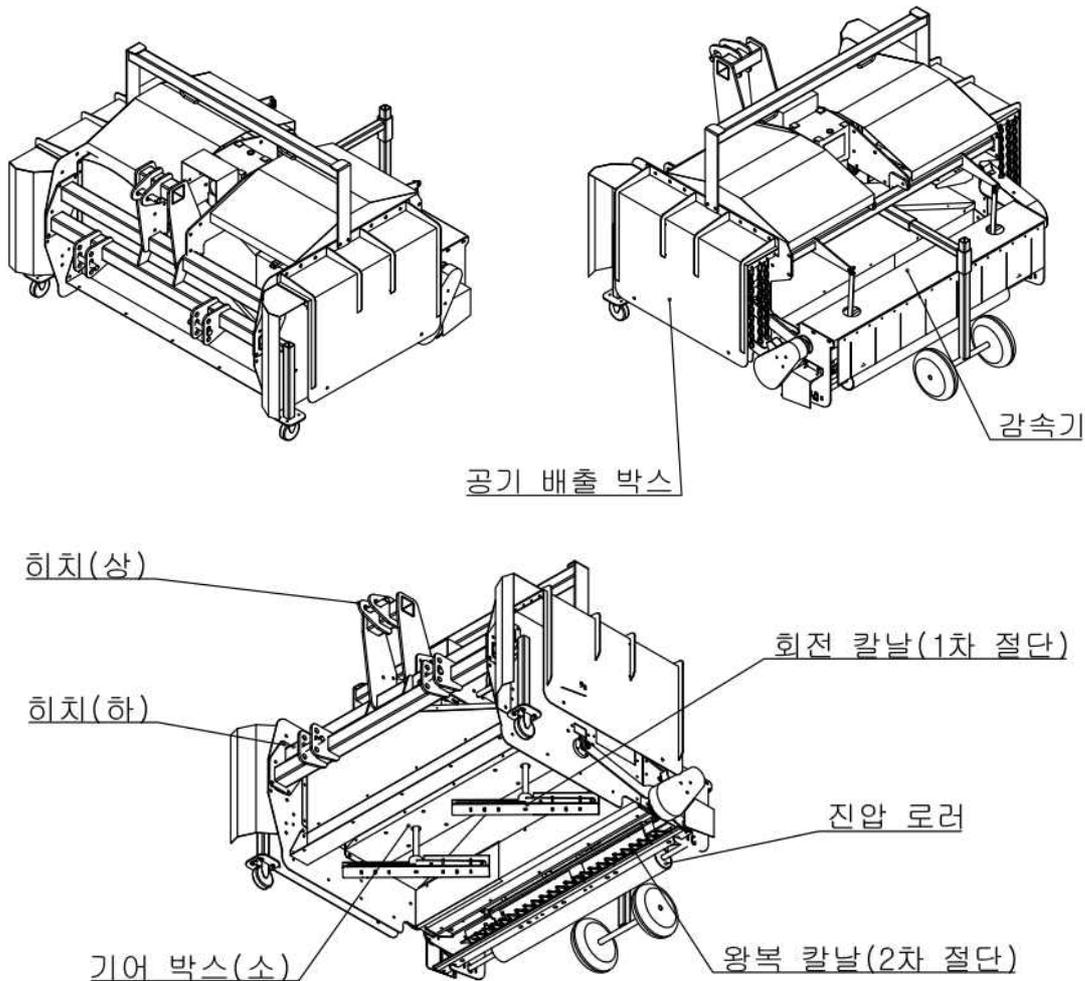
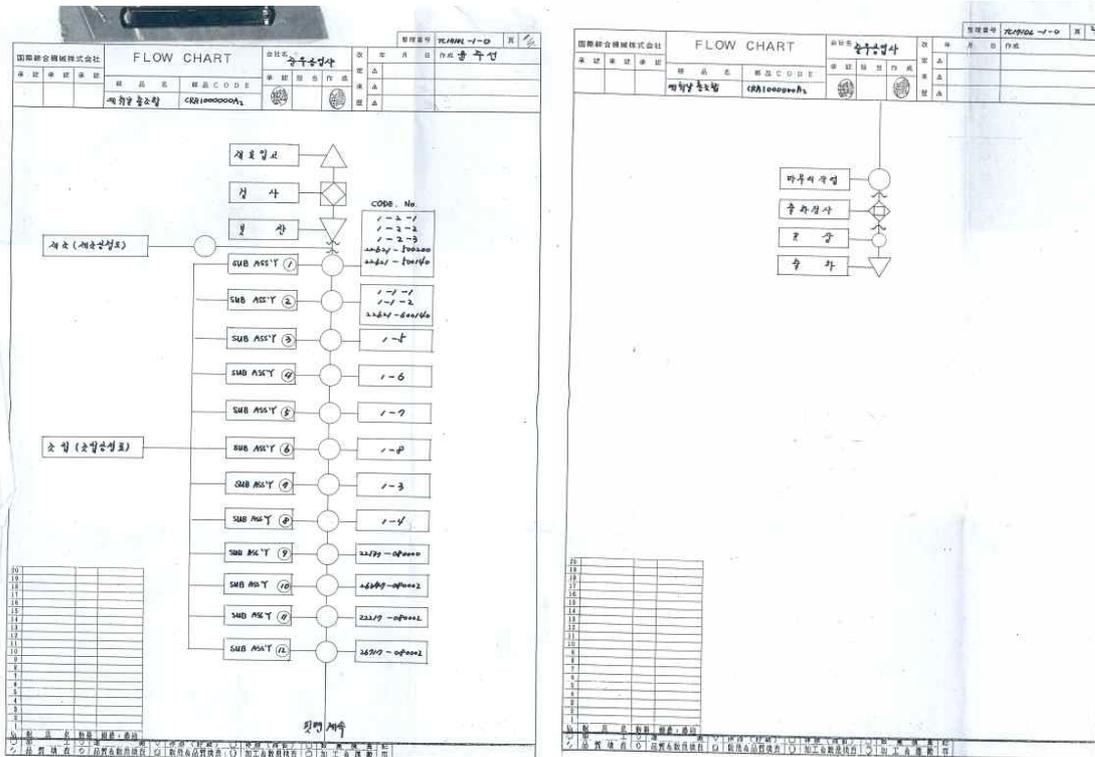




그림 2-3 1차 절단날

마늘줄기 1차 절단날은 당사의 전문 외주 업체에 45C 탄소강 침탐법으로 가공처리하여 사용하였으며 아래에 가공공정과와 설명서를 첨부한다.



제조공정도

명세명		수주분량수		제조번호		Y2019-1-10		/	
기종	Y2019년	제1차	제2차	제3차	제4차	제5차	제6차	제7차	제8차
종류	배출유도관								
NO	순서	명칭	재료	규격	수량	단위	비고	제조공정도	
1	1	배출유도관	강판	1.5mm	1	개	각 수 가 공		
2	2	배출유도관	강판	1.5mm	1	개	각 수 가 공		
3	3	배출유도관	강판	1.5mm	1	개	각 수 가 공		
4	4	배출유도관	강판	1.5mm	1	개	각 수 가 공		

제조공정도

명세명		수주분량수		제조번호		Y2019-1-10		/	
기종	Y2019년	제1차	제2차	제3차	제4차	제5차	제6차	제7차	제8차
종류	배출유도관								
NO	순서	명칭	재료	규격	수량	단위	비고	제조공정도	
1	1	배출유도관	강판	1.5mm	1	개	각 수 가 공		
2	2	배출유도관	강판	1.5mm	1	개	각 수 가 공		
3	3	배출유도관	강판	1.5mm	1	개	각 수 가 공		
4	4	배출유도관	강판	1.5mm	1	개	각 수 가 공		

2) 마늘줄기 1차 절단부 파쇄물 고랑부 배출 기술 개발

절단된 마늘줄기는 1차절단날을 중심으로 장치의 전후에 배치된 배출유도관을 통하여 양측면 고랑으로 배출한다. 배출유도관의 끝단에는 사진과 같이 공중으로 비산하거나 이랑 위에 산재하지 않도록하기 위하여 다수의 쇠사슬을 장착하여 절단줄기가 고랑에 낙하하도록 하였다.

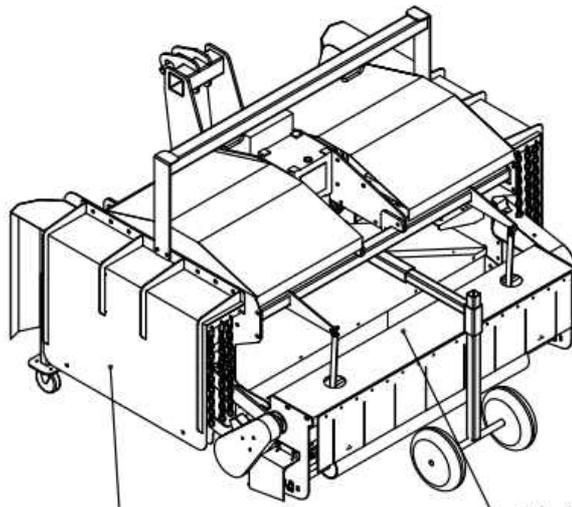


그림 2-4 절단 줄기 고랑 배출부

3) 마늘줄기 바로 세우기 기술 개발

마늘은 수확시기에 도달하면 일부는 건조되기 시작하여 쓰러진 줄기가 일부 존재한다. 마늘 줄기 절단은 마늘 종구로부터 50mm 상단을 절단하는 것을 목표로 하므로 지면으로부터 15cm 상단부를 먼저 1차 절단하고 목표인 2차 절단으로 구분하도록 하였다. 1차절단작업을 하기전에 마늘 줄기를 바로 세워야 한다. 마늘줄기 세우기는 절단날의 고속회전에 따라 발생하는 부압을 이용한다. 마늘줄기는 엽전개부 상단에 다수의 마늘잎이 존재하므로 부압에 의하여 줄기세우기가 가능하였다. 1차 절단되는 마늘 줄기는 부압에 의하여 상부유입되고 유도관을 따라 좌우의 고랑으로 배출되도록 하였다.



그림 2-5 줄기 1차 절단 및 줄기 바로 세우기

상기의 사진에서와 같이 수확이 임박한 마늘은 줄기와 잎이 싱싱하기 때문에 쓰러진 마늘이 상당량 포함되어 있다. 이것은 줄기 상단의 잎의 무게에 의한 영향이 큰 것으로 판단되어 본 과제에서는 마늘 줄기의 절단을 1,2차 구분하여 시도한 것이다. 사진에서와 같이 지면으로부터 15cm 높이인 1차 절단높이는 엽전개부로서 상단부가 절단하단부보다 무게가 무거워 상단부가 절단 배출될 경우 쓰러진 줄기도 바로 세워지는 것을 확인할 수 있었다.

다. 마늘줄기 2차 절단 기술 개발

수작업에 의하던 마늘 수확작업에서 마늘 줄기의 절단공정이 마늘 수확이 기계화 일관작업화 됨에 따라 순서가 조정되게 되었다. 관행의 마늘수확작업은 멀칭비닐의 제거와 마늘의 굴취 수확 후 1주일간 포장에 건조가 진행되고, 건조장으로 이송하기 위하여 계량하고 단뭉음하여 다단으로 걸치는 방식으로 건조 보관하였다. 최근 산지 마늘 유통에서 도매시장에의 마늘줄기 유입이 금지되면서 줄기를 절단하고 망사포대포장으로 통일되면서 포장에서 줄기를 절단하는 기술이 개발 보급되고 있다.



그림 2-6 마늘 출하(좌 단묶음 우 포대포장)

또한 마늘의 건조방식에서 일반적인 건조실창고에서의 실온건조방식이 저온창고에서 톤백 저장방식으로 변화되면서 굴취 수확 이전에 마늘줄기의 절단이 선행되는 기계 수확방식이 개발되고 있다.

사진은 굴취 수확전 마늘줄기의 절단 사진으로 사진의 오른쪽과 같이 줄기 절단은 마늘 종구으로부터 50mm 길이로 절단하는 것을 목표로 설계제작하고 있다.

1) 마늘 줄기 2차 절단 기술 개발

마늘 절단 시작품 2호기는 마늘줄기를 1,2차로 구분하여 절단하고, 쓰러진 마늘줄기의 세우기와 파쇄된 줄기의 비산배출을 위하여 송풍날을 사용하고 송풍기의 축에 송풍에 1차 절단날을 배치하도록 설계 제작하였다. 아래 사진은 마늘줄기의 1,2차 분리 절단을 위한 예비시험 결과이다. 사진에서와 같이 1차 절단은 지상에서 150mm에서 절단하고 2차는 50mm 높이에서 절단을 목표로 하였다.



줄기 1차절단

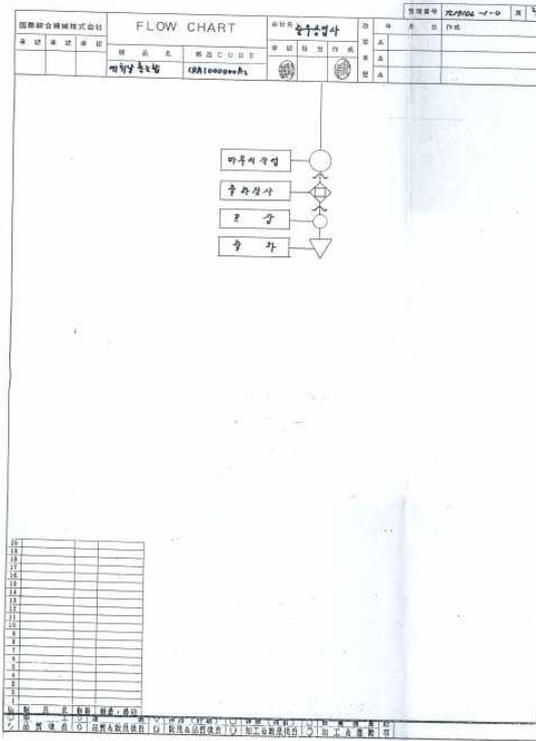
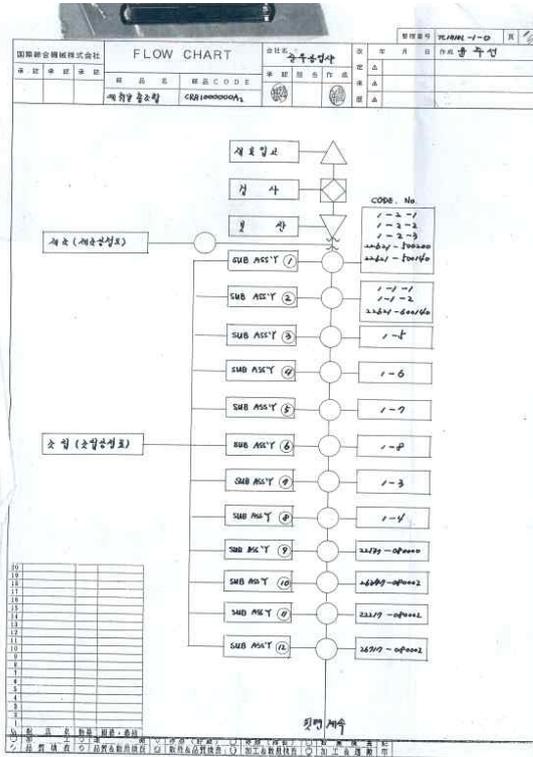
줄기 2차절단

그림 2-7 마늘 줄기 1,2차 분리 절단

마늘 줄기의 2차 절단은 아래 도면에서와 같이 회전날이 아닌 왕복동 날을 설계 제작하였다. 1차 절단된 마늘 줄기는 비교적 지하부높이가 균일하고 직립상태를 유지하고 있고 건조되지 않은 수분이 충분한 상태에 있기 때문에 왕복날로 절단하는 것이 적절할 것으로 판단하여 설계 제작하였다. 마늘줄기 2차절

단을 위한 왕복날은 기존의 농업기계에서 사용하는 날을 사용하였다.

마늘줄기 2차 절단날도 1차 절단날과 같이 당사의 전문 외주 업체에 45C 탄소강 침탐법으로 가공처리하여 사용하였으며 아래에 가공공정과 설명서를 첨부한다.



순서	작업명	단위	수량	소재	비고
10	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
11	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
12	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
13	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
14	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
15	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
16	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
17	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
18	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
19	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
20	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
21	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
22	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
23	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
24	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
25	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
26	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
27	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
28	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
29	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
30	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리

순서	작업명	단위	수량	소재	비고
10	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
11	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
12	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
13	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
14	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
15	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
16	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
17	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
18	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
19	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
20	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
21	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
22	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
23	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
24	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
25	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
26	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
27	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
28	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
29	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리
30	제철날	개	1	45C	방사선 + 방사선 처리 + ROCKETTING + 2차 열처리

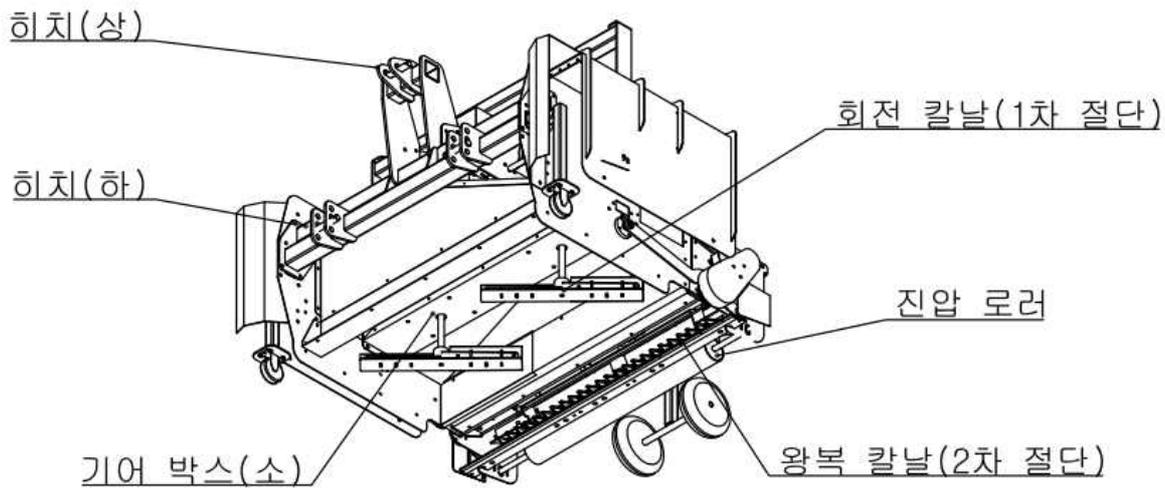


그림 2-8 마늘 줄기 2차 분리 절단(왕복절단방식)

2) 2차 절단부 자동 높이 조절 기술 개발

마늘 줄기 절단장치는 트랙터 부착형으로 유압장치에 의하여 장치의 상하 조절이 가능하지만 비평탄 지면에 연동하여 줄기를 절단할 필요가 있다. 마늘줄기 절단 높이를 조절하기 위하여 지면상에서 롤러^⑧를 이용하여 절단날의 높이가 연동되도록 하였다.

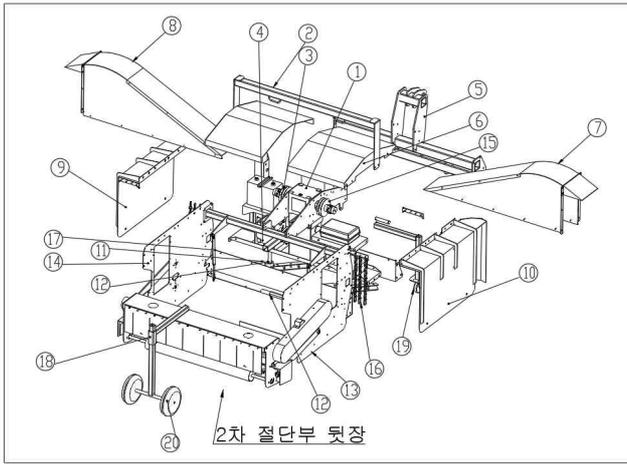


그림 2-9 마늘 줄기 2차 절단 높이 조절륜

라. 마늘줄기 1,2차 동시 절단기 시작품 제작 시험

1) 기본 설계 및 1차 절단 및 파쇄, 마늘줄기 바로 세우기 시작품 제작 시험

마늘 줄기 1차 절단 및 이랑상부 멀칭비닐 상부의 이물질 제거하는 시작품의 제작시험에서는 아래 사진과 같았다. 멀칭비닐 상의 복토 흙까지 깨끗하게 제거된 것을 확인할 수 있었고, 최종적으로는 2차 절단 줄기만이 멀칭비닐 상부에 남게 된다.

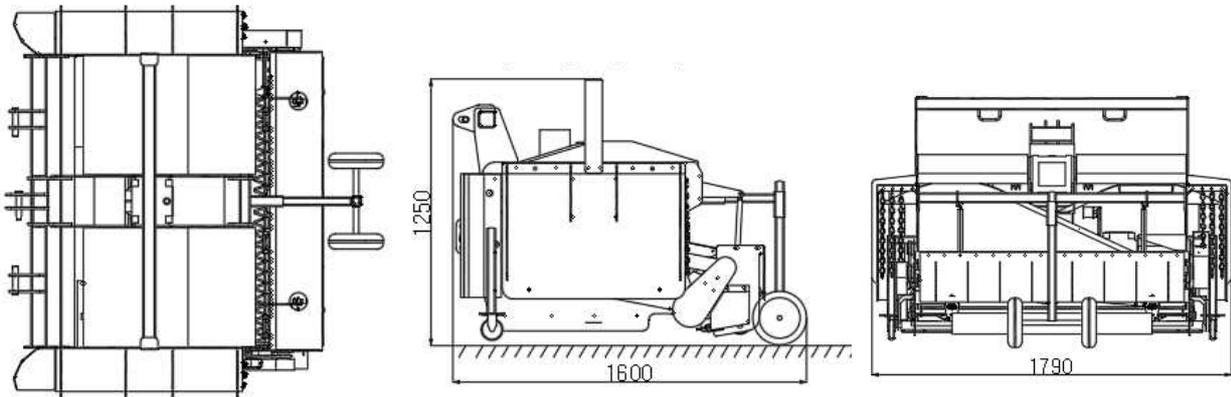


그림 2-10 마늘 줄기 바로 세우기

2) 기본 설계 및 마늘 줄기 2차 절단 시작품 제작 시험

시작품 2호기는 아래 구성도에서와 같이 ⑪1차 회전절단날, ⑦⑧좌우 배출 유도구, ⑱절단조절높이 롤러와 2차 절단날을 주요 구성으로하여 설계 제작하였다.

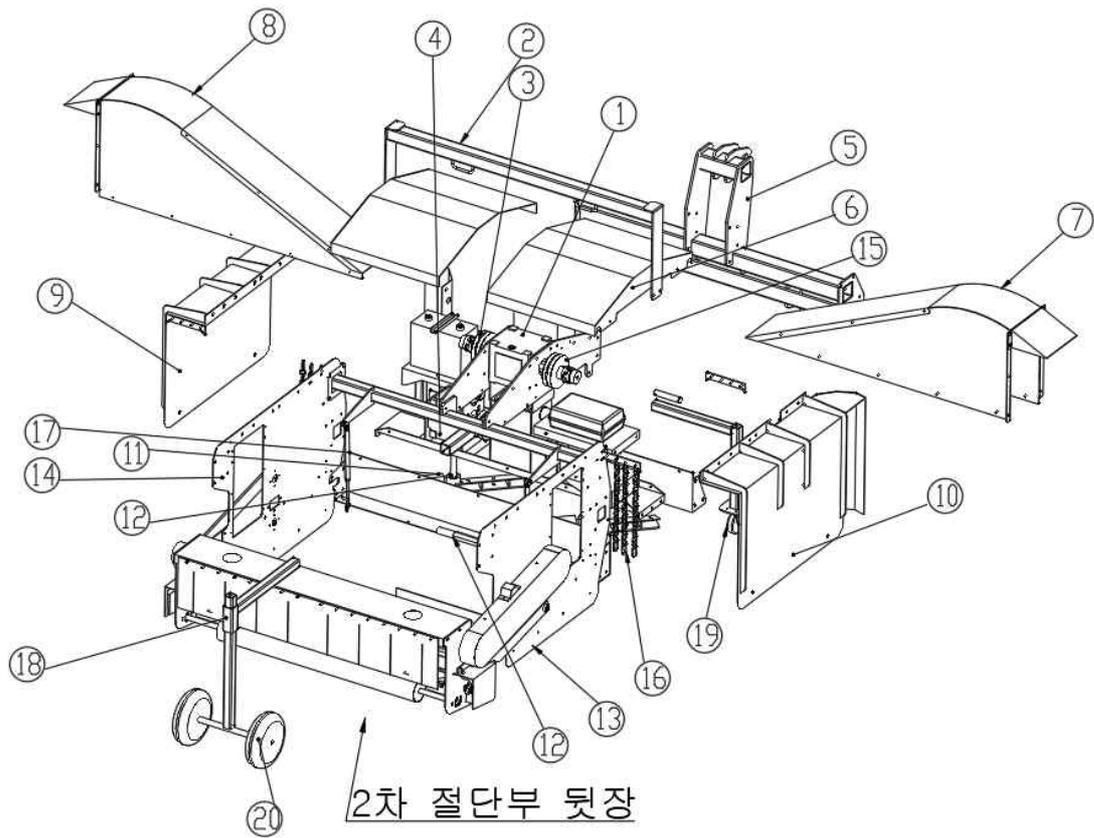


그림 2-11 마늘 줄기 바로 세우기

3) 트랙터 부착형 마늘줄기 절단기 시제품 제작, 시험

개발한 마늘 줄기 절단기 시제품 2호기는 발농업 일반농가에서 많이 보유하고 있는 50ps 트랙터 장착을 기본 모델로 제작하였다. 사진에서와 같이 보조작업자는 필요없으며 트랙터 운전자가 유압으로 마늘 줄기 절단 작업을 수행하도록 하였다.



그림 2-12 승용관리기용 마늘줄기 절단기

4) 트랙터 부착형 마늘줄기 절단기 시제품 공장시험, 포장시험

본 마늘 줄기 절단기는 공장 시운전을 통하여 문제점을 개선하였고, 2019년 5-6월 당사 소재지 인근의 마늘재배 농가에서 현장 시험을 수행하였다.



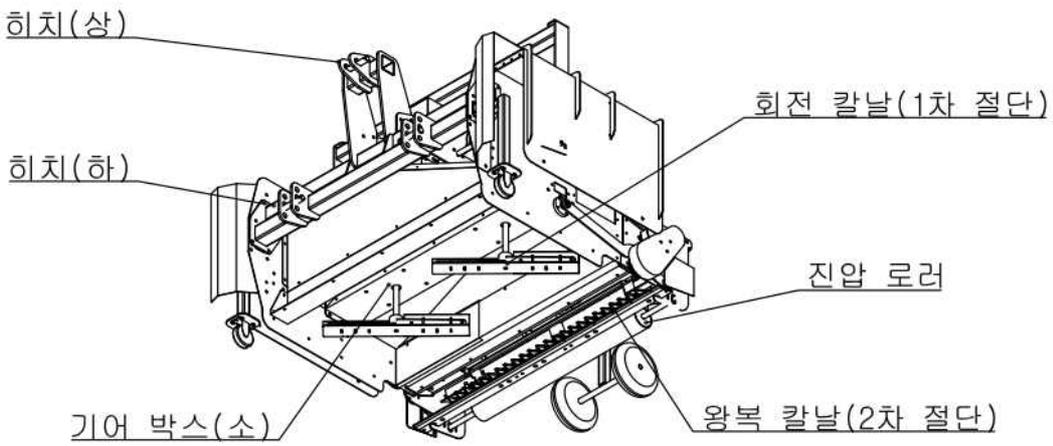
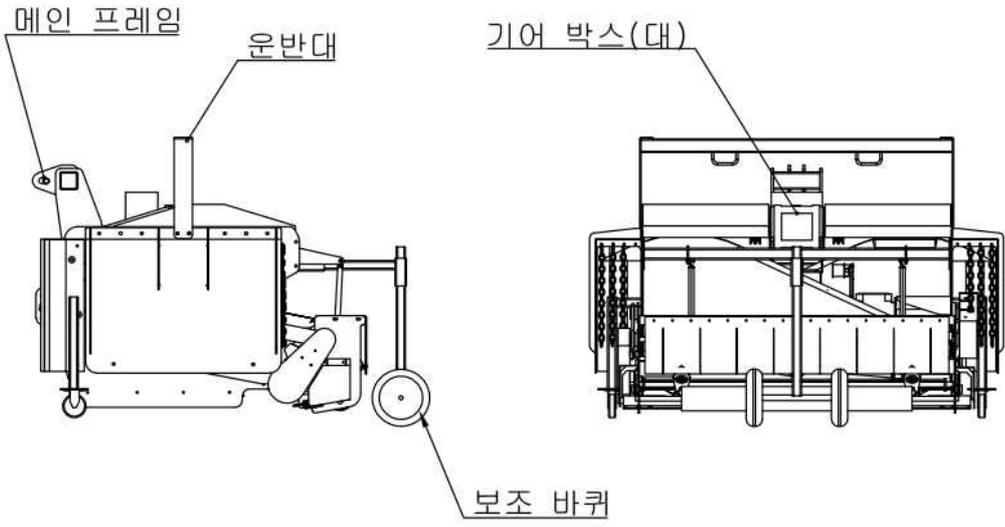
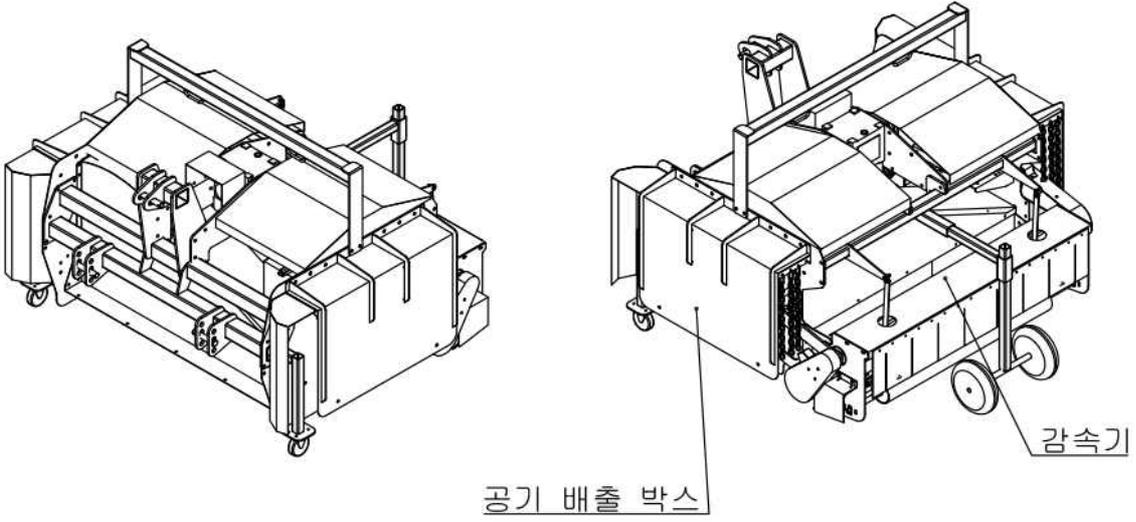
그림 2-13 마늘줄기절단기 현장시험

5) 트랙터 부착형 마늘줄기 절단기 시제품 개선 설계

1,2차 시제품 제작과 시험결과를 분석하고 농가 작업자의 이용불편해소, 제품의 경량화, 안전 사고 저감화, 가격 저렴화를 위한 개선설계를 수행하였으며, 제품화 제작 시험하였다. 또한 3차년도인 20년 5월 마늘 수확시기인 5월에 전국 최고 마늘 주산지인 경남 창녕에서 마늘줄기절단기에 대한 현지 연시평가회에 참가하여 최종적인 수요농작업인들의 평가를 수행하였다.



그림 2-14 마늘줄기절단기 연시평가회(20.5.18, 경남 창녕)



마늘 줄기 절단기 외관도

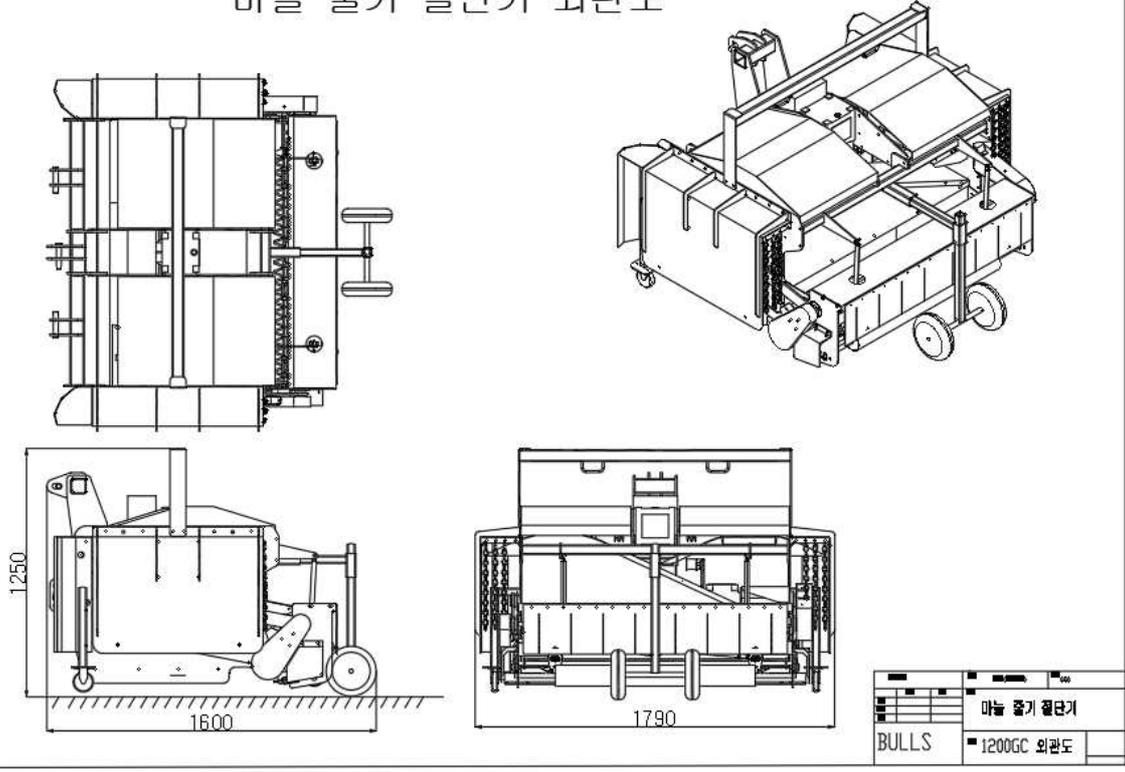


그림 2-15 마늘줄기절단기 제품 설계도면

3. 연구 수행 결과 ; 위탁연구기관 : 경북대학교

3-1 마늘 줄기 유무에 따른 성분 분석

가. 감모율 분석

기존 마늘 수확은 그림 3-1과 같이 마늘의 줄기를 절단하지 않고 뽑아내어 건조하고 판매 직전 줄기를 절단하는 방식이다. 마늘은 수확 시기, 수확 방법, 저장조건과 기후 등 여러 가지 환경의 영향을 받아 저장 중 품질변화가 일어나게 된다. 그러나 수확 후 줄기 절단이 마늘의 품질에 미치는 영향에 관한 연구는 부족한 실정이다(김중훈 등, 2002). 이에 본 연구에서는 그림 3-2와 같이 난지형 2품종(남도, 대서), 한지형 2품종(의성, 단양)의 마늘 줄기를 절단하지 않은 것과 지표 5 cm 절단한 것을 각각 5개씩 상온에 건조하며 약 1달 후에 무게의 변화가 없다고 판단되었을 전자저울(PAG4102, OHAUS, NJ, USA)을 이용하여 저장 전 품종별 마늘의 중량을 측정하고 성분분석을 진행할 때 각 시료의 중량을 측정하여 아래의 식1에 따라 품종별 감모율(WL)을 계산하였다.

$$WL(\%) = \frac{W_{before} - W_{after}}{W_{before}} \times 100 \quad (1)$$



<그림 3-1> 기존 마늘 수확 및 판매



〈그림 3-2〉 마늘 감모율 분석

마늘의 줄기를 절단하지 않고 건조하였을 때의 감모율은 평균 44.74%, 줄기를 절단하였을 때 감모율은 32.73%로 줄기를 절단하였을 때 감모율이 더 작은 것으로 분석되어 마늘의 줄기를 절단하여 저장하는 것이 마늘의 중량 유지에 도움이 되는 것으로 판단된다. 시료별 감모율은 표 1과 같다.

〈표 1〉 마늘 줄기에 따른 감모율

구 분	건조 전 무게(g)	건조 후 무게	감모율 (%)
남도(줄기 절단하지 않은 것)	120.2	60.15	49.96
	128.74	59.12	54.08
	75.53	38.54	48.97
	119.94	55.04	54.11
	116.61	58.79	49.58
남도(줄기 절단한 것)	90.62	55.17	39.12
	67.08	41.44	38.22
	54.86	33.15	39.57
	54.42	32.92	39.51
	69.1	46.77	32.32
대서(줄기 절단하지 않은 것)	136.97	79.17	42.20
	114.17	72.61	36.40
	170.05	100.91	40.66
	163.59	95.36	41.71
	152.06	91.93	39.54
대서(줄기 절단한 것)	106.97	84.83	20.70
	123.21	94.42	23.37
	112.24	87.00	22.49
	78.61	63.45	19.29
	109.5	93.38	14.72
의성(줄기 절단하지 않은 것)	61.78	52.69	44.48
	81.87	66.98	59.15
	92.50	70.75	58.01
	76.72	65.47	54.90
	62.53	45.98	39.48

의성(줄기 절단한 것)	38.43	32.48	29.02
	41.32	36.47	33.43
	49.80	44.33	40.60
	49.74	45.51	41.47
	36.47	33.24	30.80
단양(줄기 절단하지 않은 것)	72.57	52.81	48.43
	46.23	32.80	30.03
	57.68	41.48	38.15
	47.33	32.64	29.86
	50.24	37.93	35.06
단양(줄기 절단한 것)	55.44	50.41	48.10
	32.65	29.03	27.58
	50.93	45.22	43.14
	48.85	44.25	42.17
	34.80	30.63	29.01

나. 마늘 줄기 유무에 따른 성분 분석

마늘의 항균 및 항암 작용은 오래전부터 알려져 왔으며, 항암, 혈중 지질함량 감소, 항비루스, 항혈전 등 기타 여러 가지 효소의 활성을 저해하는 작용으로 생체기능을 조절하는 기능성 식품소재로 알려져 있다(Kyung, 2006). 마늘의 항균작용은 alliin으로부터 alliinase라는 효소 작용을 통해 세포가 파괴되면서 allicin으로 변하여 작용하게 된다(Chung et al., 2003). 또한, 마늘 내에 존재하는 alliin의 함유량은 마늘의 품종에 따라 다르며, 같은 품종의 경우에도 재배지에 따라 다르게 나타난다(Sung et al., 2007). 국내에서 재배되는 마늘은 생태형에 따라 구분할 때, 77%가 난지형으로 무안, 고흥, 남해, 해남 등이 주산지이고, 한지형이 23% 정도로 의성, 단양, 서산이 주산지이며(Jeong et al., 2009), 마늘은 품종뿐만 아니라 토양 및 기후, 기타 재배환경에 따라 그 구성성분과 생리활성 등에 차이가 있다(Kim et al., 2015). 마늘 수확 공정 중 줄기 절단은 마늘을 수확과 동시에 줄기를 절단하기 때문에 기존 줄기를 절단하지 않고 엮어 달아 저장하는 방법(RDA, 2017)과는 다르게 줄기를 절단하고 저장하게 된다. 하지만 현재 선행된 연구로는 마늘을 가공하거나 재배에 관련된 연구 또는 이화학적 특성의 비교분석 자료로써 유효성분 및 특정 미량성분에 대한 전반적인 분석은 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 마늘 줄기절단기의 개발을 위한 기초연구로 대조군인 마늘의 줄기를 절단하지 않고 저장한 것과 실험군인 마늘의 줄기를 절단 후 저장하여 난지형 품종인 남도, 대서 품종, 한지형 품종인 단양, 의성 품종으로 allicin, 총 페놀 화합물, 무기물의 성분 변화에 미치는 영향 분석을 진행하였다.

1) Allicin 함량 분석

마늘 추출액은 0.45 μ m syringe filter로 여과하여 HPLC-DAD로 분석하였고, 잔사마늘은 마쇄

한 시료 1 g에 3차 증류수 30 mL를 가하여 30분간 충분히 교반·추출한 다음 filter paper로 여과한 후, 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하고 상정액을 취하여 0.22 μ m syringe filter로 여과한 것을 HPLC-DAD로 분석하였다. 분석에는 Zorbax SB-C18(4.6 \times 250 mm, 5 μ m, Agilent Technologies) column을 사용하였고, 이동상은 0.1% formic acid containing water(A)와 0.1% formic acid containing acetonitrile(B)을 시간에 따라 gradient로 용리하여 분석하였다. 이동상의 속도는 0.7 mL/min, 시료 주입량은 20 μ L, UV 검출기 파장은 254 nm로 하였으며 동일조건에서 allicin(ChromaDex Inc.)을 표준물질로 하여 얻은 검량선으로부터 총 함량을 산출하였다(Kang et al., 2018).

Allicin 함량은 남도 품종의 대조군이 381.73 mg/100 g으로 가장 높게 분석되었으며, 의성 품종의 실험군이 64.25 mg/100 g으로 가장 낮게 분석되었다. 또한, allicin 함량은 저장방법에 따라 상이하였는데 대조군이 실험군보다 높은 남도, 대서, 의성 품종은 각각 1.15배, 1.12배, 1.53배 더 높은 함량으로 분석되었으며, 단양 품종의 경우 245.36 ~ 248.98 mg/100 g으로 대조군과 유의적인 차이가 없는 것으로 분석되었다. 이는 마늘을 저장할 때 효소가 산소와의 접촉이나 열에 의해 활성이 감소되는 것으로 추정된다.

또한, 시료 형태에 따른 저장과정 중의 alliinase 활성변화의 양상을 분석한 결과 수분함량 감소에 따라 성분의 활성도 또한 감소한다고 하였는데(Chae et al., 2007), 본 연구 결과에서도 마늘의 저장방법의 감모율 변화에 따라 allicin의 변화가 유사한 경향이였다.

<표 2> 마늘 줄기 유무에 따른 allicin 함량 분석

품종	줄기유무	Allicin (mg/100 g)
남도	줄기 절단 X	381.73 \pm 1.82 ^b
	줄기 절단 O	333.37 \pm 0.70 ^a
대서	줄기 절단 X	325.60 \pm 1.29 ^b
	줄기 절단 O	292.82 \pm 0.98 ^a
의성	줄기 절단 X	98.12 \pm 8.56 ^b
	줄기 절단 O	64.25 \pm 7.35 ^a
단양	줄기 절단 X	245.36 \pm 8.29 ^a
	줄기 절단 O	248.98 \pm 7.50 ^a

2) 총 페놀 화합물 함량 분석

총 페놀 화합물 함량은 페놀성 물질인 phosphomolybdic acid와 반응하여 청색을 나타내는 원리를 이용하는 Foiln-Denis 방법(Richard Forget FC 등, 1992)으로 측정하였다. 각 추출물 1 mL에 Foline-Ciocalteau 시약 0.5 mL를 넣고 3분 후 10% Na₂CO₃ 용액 0.5 mL씩을 가한 후 혼합하여 실온의 암실에서 1시간 정치한 다음 760 nm에서 흡광도를 측정(Biochrom)하였다. 표준물질로 gallic acid를 사용하여 시료와 동일한 방법으로 분석하여 얻은 검량선으로부터 총 페놀 화합물의 함량을 계산하였다(Choi et al., 2016).

총 페놀 함량은 남도 품종의 실험군이 106.20 mg/100 g으로 가장 높게 분석되었으며, 의성 품종의 실험군이 98.11 mg/100 g으로 가장 낮게 분석되었다. 난지형 품종인 남도와 대서는 실험군이 대조군보다 총 페놀 화합물의 함량이 높게 분석되었으며, 한지형 품종인 의성과 단양은 대조군이 실험군보다 총 페놀 화합물의 함량이 높게 분석되었다. 또한, 대서, 단양 품종은 줄기 유무의 저장방법에 따른 총 페놀 화합물의 유의성이 없는 것으로 분석되었다.

Kim과 Ra(2019)는 난지형 품종이 한지형 품종보다 총 페놀 화합물의 함량이 높게 분석되었다고 하였는데, 본 연구 결과에서도 난지형 품종이 한지형 품종보다 총 페놀 화합물이 높게 분석되어 유사한 경향이였다.

<표 3> 마늘 줄기 유무에 따른 총 페놀 화합물 함량 분석

품종	줄기유무	총 페놀 화합물 (mg/100 g)
남도	줄기 절단 X	103.24±0.07 ^a
	줄기 절단 O	106.20±0.48 ^b
대서	줄기 절단 X	103.32±1.58 ^a
	줄기 절단 O	103.68±0.66 ^a
의성	줄기 절단 X	103.49±0.74 ^b
	줄기 절단 O	98.11±1.26 ^a
단양	줄기 절단 X	101.76±1.87 ^a
	줄기 절단 O	100.45±0.58 ^a

3) 무기물 함량 분석

무기물의 분석은 분해용 플라스크에 시료 1 mL를 취하여 진한 질산을 10 mL를 가하여 hot plate상에서 분해하였고, 완전히 분해되어 무색으로 변할 때까지 진한 질산을 더 첨가하였다. 분해된 여액이 최종 10 mL가 되었을 때 증류수 100 mL로 정용·여과하여 Inductively Coupled Plasma (ICP, Optima 7300DV, Perkin-Elmer Co., USA)로 분석하였다. 이때 RF generator는 27.12 MHz, RF power는 1300 W, Plasma argon 15 L/min, auxiliary argon flow rate 0.5 L/min, nebulizer argon flow rate 0.8 L/min, sample up take는 1.5 mL/min으로 하였다(Sim 등, 2016).

줄기 유무의 저장방법에 따른 마늘의 무기물을 분석한 결과는 Table 4와 같이 총량을 기준으로 하였을 때 의성 품종의 대조군에서 953.19 mg/100 g으로 가장 높게 분석되었으며, 단양 품종의 실험군에서 729.00 mg/100 g으로 가장 낮게 분석되었다. 또한, 모든 품종에서 대조군이 실험군보다 무기물의 총량이 높아 줄기 절단 후 저장에 따른 성분 변화의 영향이 있는 것으로 분석되었다.

Jeong 등(2009)은 K과 P이 마늘의 주된 무기물이라고 하였는데, 본 연구에서도 무기물 중 K의 함량이 가장 높아 전체 무기물 함량의 70.26~76.31%를 차지하였고, 다음으로 함량이 높은 P의 경우 17.92~23.36%를 차지하여 K과 P이 마늘의 주된 무기물임을 알 수 있었으며, 그 다음으로 P, Mg, Ca, Na, Fe의 순이었다.

Shin 등(2011)은 의성 품종의 경우 Na이 Ca보다 높게 분석되었다고 하였는데, 본 연구에서도 대조군과 실험군 모두 유사한 경향이였다.

<표 4> 마늘 줄기 유무에 따른 무기물 함량 분석

품종	줄기유무	K	Fe	Mg	P	Na	Ca	Total
남도	줄기	589.53±	0.72±0.	25.41±0	170.23±	6.83±0.	8.13±0.	800.85
	절단 X	0.84 ^b	01 ^a	.09 ^b	5.71 ^a	68 ^a	19 ^a	
	줄기	558.30±	0.72±0.	24.59±0	173.70±	6.53±1.	8.97±0.	772.81
	절단 O	7.54 ^a	03 ^a	.36 ^a	2.39 ^a	12 ^a	34 ^b	
대서	줄기	682.33±	1.86±0.	28.80±0	160.23±	8.61±0.	12.32±0	894.15
	절단 X	5.45 ^a	26 ^a	.88 ^a	6.71 ^a	27 ^b	.66 ^a	
	줄기	671.60±	1.48±0.	29.54±1	165.80±	6.86±0.	13.88±0	889.16
	절단 O	6.06 ^a	15 ^a	.39 ^a	2.48 ^a	99 ^a	.61 ^b	
의성	줄기	670.63±	1.05±0.	32.16±0	221.90±	16.13±0	11.32±0	953.19
	절단 X	7.90 ^b	02 ^a	.60 ^b	1.77 ^a	.23 ^a	.25 ^b	
	줄기	618.73±	1.07±0.	29.67±1	205.70±	15.22±2	10.20±0	880.59
	절단 O	14.45 ^a	06 ^a	.65 ^a	15.97 ^a	.85 ^a	.26 ^a	
단양	줄기	525.30±	1.57±0.	22.88±1	157.40±	15.20±1	17.74±1	740.09
	절단 X	16.57 ^a	03 ^a	.31 ^a	7.50 ^a	.09 ^a	.95 ^a	
	줄기	520.97±	1.69±0.	21.09±0	156.20±	12.92±1	16.13±0	729.00
	절단 O	14.42 ^a	06 ^b	.90 ^a	9.90 ^a	.86 ^a	.73 ^a	

3-2. 마늘 줄기 절단시험

가 마늘 줄기 절단시험

마늘은 비닐과 땅속에 심겨있기 때문에 한 번의 절단으로는 줄기를 짧게 절단할 수 없다. 따라서 본 연구를 통해 개발하고 있는 마늘 줄기절단기는 1차 절단 블레이드를 통해 1차 절단(줄기 위 10~15 cm)하고, 2차 절단(줄기 위 5 cm)을 하는 방식이다.



<그림 3-3> 마늘 줄기 절단부위

따라서 마늘의 줄기를 절단하는데 요구되는 절단력 및 절단 특성을 분석하기 위해 그림 3-4의 인장압축 시험기(LTCM-100, Ametek, USA)를 이용하여 마늘 줄기의 1차 절단부와 2차 절단부를 절단하는 연구를 진행하였다.



<그림 3-4> 인장압축 시험기

마늘의 수확 시기는 6월경으로, 지면의 온도가 높은 시기이기 때문에 수확 시기에 따라 줄기의 함수율의 변화가 크다. 따라서 마늘 줄기의 초기 함수율을 측정하고 10% 단위로 건조하여 함수율과 줄기의 굵기에 따른 절단력을 파악하고자 하였다. 시험의 공시재료로는 남도, 대서, 의성, 단양 품종으로 당일 수확한 마늘로 진행하였으며, 초기 함수율은 그림 3-5와 같이 오븐법을 이용하여 측정하였으며, 85%로 분석되었다.

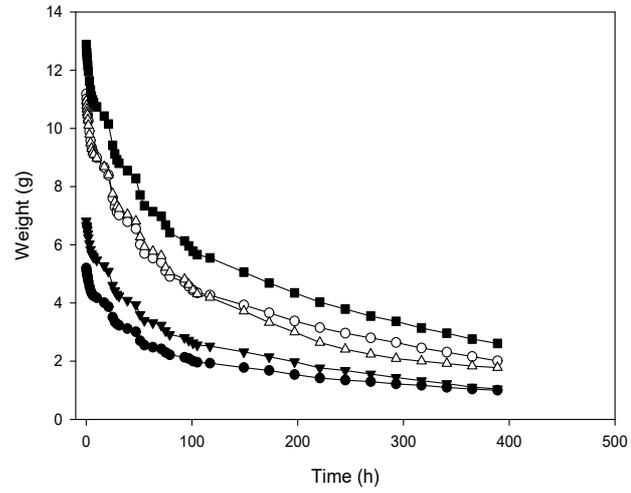
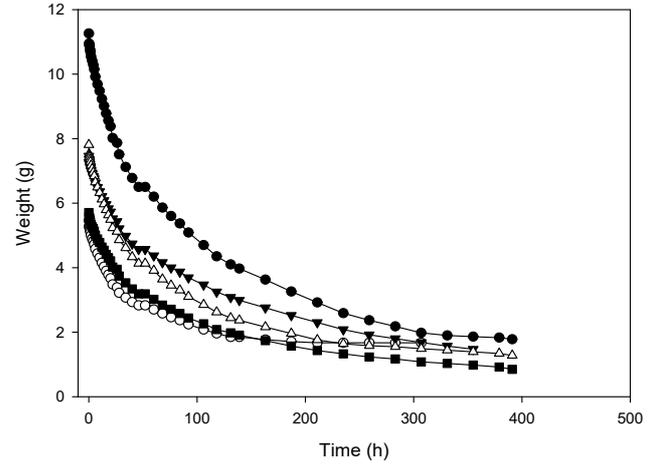
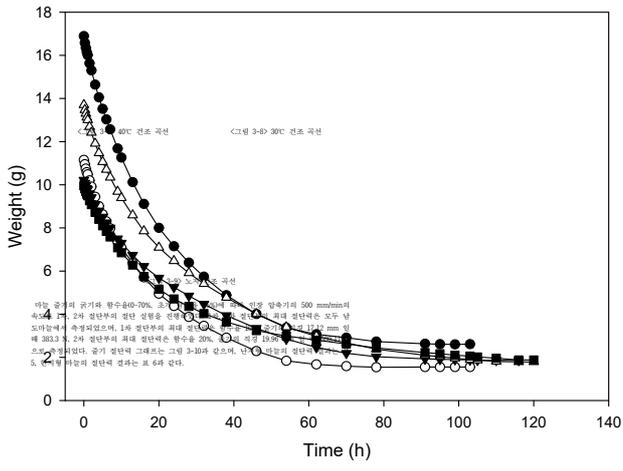


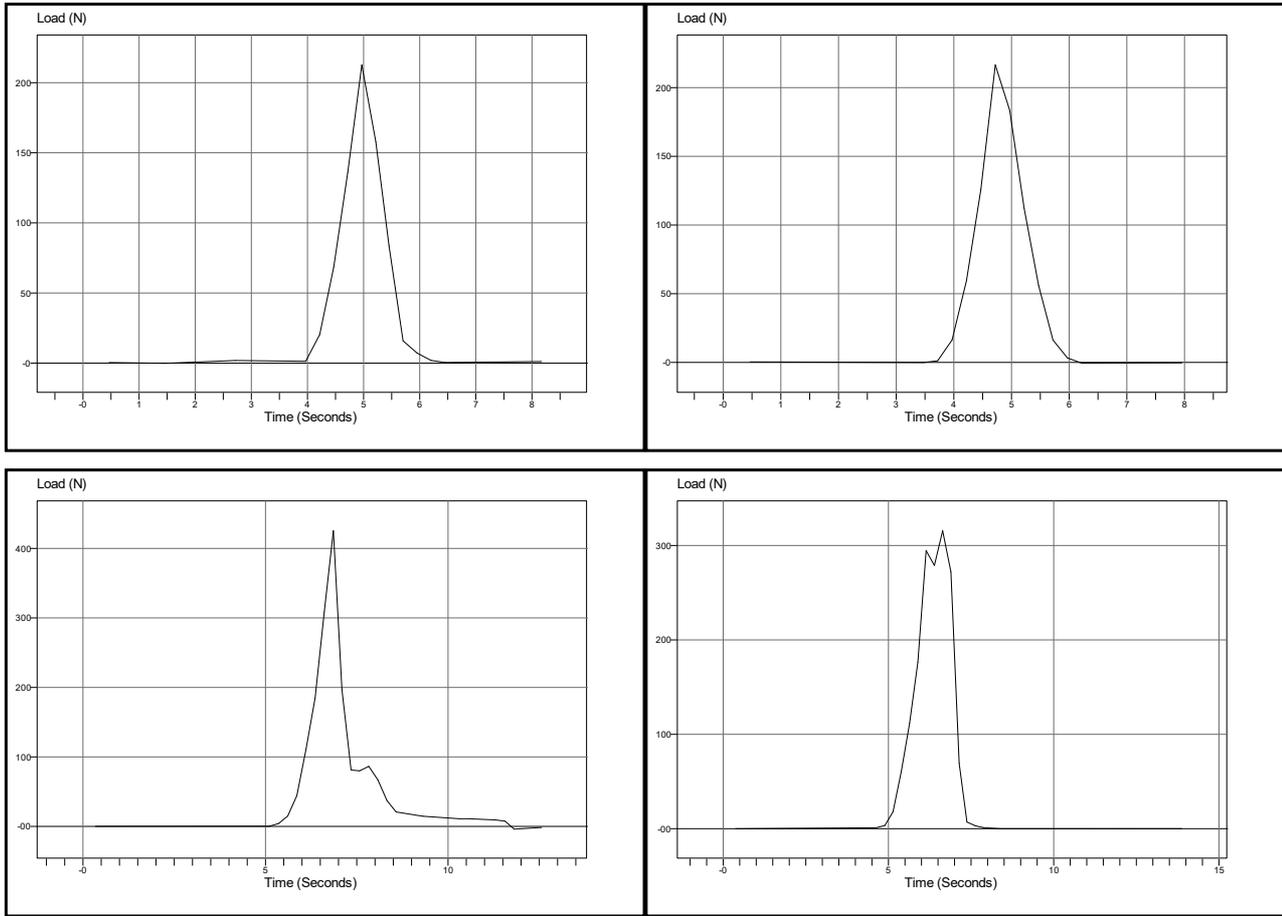
<그림 3-5> 마늘 줄기 함수율 측정

분석된 초기 함수율을 바탕으로 줄기의 수분 특성을 분석하기 위해 6월 노지의 온도를 고려한 30℃, 40℃일 때의 오븐과 노지에서 각각 건조하며 마늘 줄기의 무게를 측정하여 함수율을 분석하였다. 이때 그림 3-6과 같이 줄기를 절단하여 건조하였으며, 온도에 따라 완전 건조되는 시간은 30℃일 때 약 379시간, 40℃일 때 약 120시간, 노지일 때 약 389시간으로 분석되었으며, 온도에 따른 건조 곡선은 그림 3-7, 그림 3-8, 그림 3-9와 같다.



<그림 3-6> 마늘 줄기 함수율 측정





<그림 3-10> 줄기 절단력 그래프

<표 5> 난지형 마늘 함수율과 줄기의 굵기에 따른 절단력

함수율 (%)	1차 절단				2차 절단			
	남도		대서		남도		대서	
	직경 (mm)	절단력 (N)						
85	17.96	192.66	10.84	216.56	17.86	227.26	10.35	227.64
	13.51	156.81	11.17	212.09	15.04	228.7	11.04	264.76
	12.35	172.95	10	117.35	12.75	191.54	11.56	154.1
	12.98	141.22	11.07	137.38	13.4	258.16	10.74	171.52
	11.98	120.86	11.41	188.02	12.63	211.47	10.93	191.32
	-	-	8.84	111.91	-	-	8.94	193
	-	-	8.52	240.37	-	-	7.93	135.83
	-	-	8.59	91.78	-	-	8	149.95
	-	-	8.76	178.29	-	-	10.14	281.98
	-	-	7.5	129.89	-	-	8.31	74.03
	-	-	6.81	124.38	-	-	7.38	108.61
	-	-	8.24	179.77	-	-	7.7	113.89
	-	-	7.39	89.8	-	-	7.4	97.69
	-	-	7.87	121.21	-	-	7.85	105.44
-	-	8.49	222.36	-	-	8.95	220.09	
70	16.76	282.94	18.08	189.13	18.59	380.14	19.78	194.70
	13.77	189.97	13.78	216.45	14.63	322.74	14.22	334.70
	11.71	146.2	15.19	167.12	12.44	216.55	15.00	178.03

	12.52	177.98	15.11	224.26	13.48	249.4	14.86	346.63
	10.82	212.69	10.64	143.86	11.96	238.56	10.80	202.90
	15.55	182.9	13.34	199.68	16.61	264.42	13.33	224.22
	13.77	175.82	13.30	199.12	14.49	251.44	12.97	242.54
	14.33	160.14	14.64	168.57	15.05	271.31	15.36	189.56
	13.63	181.52	14.60	181.95	13.92	229.3	13.52	261.56
	9.92	134.25	11.08	177.50	9.91	177.63	10.82	207.98
	13.8	209.96	14.15	182.01	15.49	353.22	13.53	239.91
	13.2	188.84	14.10	94.69	14.15	352.00	13.97	154.80
	12.81	150.25	16.48	180.66	14.12	240.34	17.99	231.74
	10.86	169.79	12.43	198.98	11.84	193.02	12.04	210.35
	9.56	120.83	10.58	129.65	10.79	254.31	10.61	209.07
60	13.83	227.62	13.22	284.98	16.26	425.48	12.08	317.47
	13.17	265.90	11.34	171.37	14.26	315.66	11.62	194.50
	12.72	230.68	13.58	226.33	12.58	306.20	12.06	233.12
	13.24	167.45	12.10	121.19	13.09	266.00	12.87	179.35
	9.22	101.68	11.70	147.98	10.23	115.09	11.90	246.63
	14.38	185.51	15.71	175.33	17.01	287.85	14.87	256.18
	12.81	207.02	17.11	143.60	13.81	397.21	16.08	196.97
	13.67	166.86	13.29	204.68	14.6	278.52	13.74	280.60
	13.06	249.1	13.96	189.56	14.16	222.94	15.18	195.59
	10.93	132.82	12.05	158.62	11.53	270.42	11.61	179.31
	13.73	196.45	12.57	215.23	16.78	299.61	12.09	312.59
	13.47	202.02	15.46	224.42	14.71	342.05	15.90	177.93
	13.34	129.53	12.95	188.70	14.21	255.89	12.86	271.84
	11.18	127.65	11.02	138.55	12.45	221.78	11.81	178.52
	11.3	128.17	11.16	200.37	11.53	188.54	11.02	182.25
50	16.3	297.73	13.89	282.35	18.99	370.69	12.89	209.43
	13.98	247.52	13.82	240.11	14.15	365.64	13.66	288.80
	13.47	204.65	15.39	219.25	14.57	307.85	14.12	285.08
	11.85	319.25	12.13	203.04	12.56	238.23	12.99	184.55
	10.95	178.85	8.92	142.87	9.67	261.32	9.43	177.86
	13.6	184.35	12.94	183.00	15.09	303.2	15.01	262.15
	13.64	243.17	15.76	197.11	13.76	279.68	15.90	203.99
	12.75	178.55	13.27	190.68	13.41	214.73	13.47	214.17
	11.88	191.77	11.33	112.79	12.95	316.38	10.99	208.51
	9.46	186.07	9.00	87.32	10.29	362.15	9.04	120.89
	12.82	172.43	14.93	191.08	15.44	207.48	13.25	226.76
	12.48	219.54	11.96	136.41	13.67	309.27	12.83	104.35
	11.59	172.79	14.58	232.95	13.81	224.62	14.94	318.26
	11.26	173.58	12.60	221.39	14.05	290.29	13.02	220.76
	11.34	182.05	10.89	190.58	10.98	302.71	11.04	203.04
40	15.14	179.94	15.67	199.58	15.22	217.14	15.86	240.40
	13.08	218.23	14.30	278.36	14.76	267.75	14.56	244.36
	12.05	177.67	12.68	244.55	13.18	232.23	13.06	333.25
	12	219.31	13.40	93.64	12.57	330.32	13.43	145.90
	10.91	211.11	10.35	145.24	11.71	281.39	9.40	122.74
	14.58	197.24	14.12	221.59	15.85	232.39	14.95	217.04
	11	202.11	12.15	149.56	13.8	232.16	13.68	283.01
	11.76	188.14	12.87	257.14	13.92	233.25	14.19	222.11
	11.11	180.63	11.03	205.16	11.4	183.04	11.31	183.73
	10.01	154.86	9.64	95.16	10.89	188.51	9.48	114.86
	15.91	248.14	13.77	92.11	17.17	328.25	12.97	135.23
13	172.62	14.59	107.52	13.07	230.29	13.48	103.33	

	12.56	245.18	11.85	135.76	13.35	268.08	12.51	163.04
	11.22	273.22	10.08	94.72	11.59	254.80	11.25	94.32
	10.38	125.11	8.96	81.03	11	162.90	9.55	95.02
30	16.2	331.21	14.86	235.76	16.49	282.02	13.70	292.03
	14.67	330.95	13.60	173.35	18.37	460.34	13.25	233.81
	12.01	165.51	12.37	153.41	13.71	254.17	12.86	155.29
	10.87	211.74	10.18	178.09	13.58	265.31	12.21	221.42
	9.21	171.14	12.24	166.03	10.49	254.54	13.36	229.17
	11.6	193.55	13.88	265.41	16.26	230.19	15.23	299.68
	12.75	229.07	11.00	170.71	13.55	281.75	10.71	185.21
	11.2	156.28	10.15	166.50	13.35	216.55	11.83	215.43
	11.33	242.68	15.10	117.60	12.51	328.21	14.01	147.91
	9.21	177.86	11.41	64.20	9.69	175.19	11.11	100.59
	15.24	330.75	11.93	193.63	16.47	398.30	11.48	193.40
	11.75	210.12	13.14	147.97	13.85	270.45	12.77	189.57
	10.23	179.35	11.35	190.62	11.45	300.80	11.01	234.57
	9.15	169.00	8.29	109.80	9.99	292.69	9.87	98.61
6.59	132.62	9.07	34.87	7.65	185.18	8.38	34.74	
20	14.78	350.09	14.89	222.84	19.96	500.11	14.97	272.10
	14.55	242.54	12.45	104.88	16.74	269.66	12.98	114.53
	14.43	233.88	12.65	136.87	15.16	248.97	13.43	151.37
	10.98	171.08	14.14	91.96	12.54	322.74	13.07	145.87
	10.57	164.12	9.07	106.32	11.04	244.62	8.25	148.64
	13.28	238.62	10.88	188.71	14.47	247.91	12.66	172.97
	14.33	229.5	12.04	154.99	14.67	385.94	12.01	192.50
	11.95	235.39	11.43	207.16	12.98	316.75	12.81	200.20
	10.19	156.21	10.56	114.88	11.91	196.25	11.35	114.45
	8.22	152.59	9.41	173.32	9.87	213.61	11.51	139.85
	14.03	349.76	10.77	148.33	15.21	336.81	12.85	129.03
	13.3	213.19	11.27	94.53	14.6	256.51	12.38	144.34
	13.54	182.25	12.43	133.38	14.01	314.04	11.38	104.09
	12.37	188.21	7.44	82.78	12.87	201.59	9.21	113.79
8.61	181.32	6.17	55.03	10.09	222.71	5.84	58.48	
10	18.39	223.99	14.41	110.35	20.03	322.71	18.84	148.87
	14.56	105.41	13.10	94.57	16.41	158.79	13.14	163.79
	13.67	92.33	12.20	92.52	13.12	149.56	12.17	175.56
	12.43	78.59	11.40	66.56	13.68	149.66	12.62	153.41
	9.47	76.94	10.32	83.13	10.34	138.55	9.58	78.45
	17.12	383.3	12.40	157.83	17.57	449.57	11.17	132.82
	12.01	200.73	14.11	174.03	13.74	302.18	13.94	274.19
	13.23	131.73	11.35	96.04	12.32	191.08	11.93	161.92
	12.51	237.5	9.81	81.36	13.75	284.42	9.46	115.73
	9.37	110.25	10.56	145.13	10.47	175.85	10.16	153.74
	15.25	208.47	9.40	231.86	16.38	224.03	9.86	300.58
	13.23	204.09	8.85	126.22	15.5	220.20	9.43	160.17
	11.08	202.18	12.94	186.50	12.34	243.76	10.95	252.45
	12.32	153.84	9.69	171.13	12.59	193.18	10.16	267.98
10.08	86.72	8.36	117.15	12.33	205.41	9.43	135.92	
0	13.34	88.77	13.13	128.83	14.75	120.70	13.39	190.76
	12.12	77.96	12.43	44.37	16.6	138.49	13.41	83.40
	12.23	93.84	9.46	54.96	13.34	185.57	11.49	56.58
	9	63.20	9.95	32.12	10.16	123.20	11.38	65.85
	8.21	61.18	8.11	20.82	9.12	120.33	9.48	27.14
	14.07	98.95	15.38	108.34	16.46	162.38	14.09	184.62

	12.5	98.55	13.01	207.58	13.57	138.82	11.48	142.09
	12.21	159.25	10.68	142.56	13.22	232.23	11.02	128.57
	11.03	81.09	11.19	164.66	11.35	135.16	12.64	144.70
	7.09	85.41	8.74	73.39	7.87	127.38	8.74	202.40
	12.51	246.33	6.55	168.85	13.19	239.74	6.43	116.66
	9.63	97.99	7.84	114.91	11.22	151.63	10.00	103.63
	8.86	123.00	6.52	168.60	10.06	146.79	9.09	91.45
	9.14	75.62	7.38	60.47	8.91	113.64	8.95	103.53
	8.31	136.41	7.04	75.48	8.62	155.79	7.31	90.73

<표 6> 한지형 마늘 함수율과 줄기의 굵기에 따른 절단력

함수율 (%)	1차 절단				2차 절단			
	의성		단양		의성		단양	
	직경 (mm)	절단력 (N)						
85	15.2	177.9	7.32	178.52	15.63	216.12	7.71	162.02
	15.91	165.28	8.3	188.74	16.06	222.54	7.63	114.64
	15.81	226.46	8.71	162.35	16.74	225.54	8.15	144.9
	11.99	135.49	8.06	175.02	11.86	181.49	7.31	124.01
	13.04	233.71	8.68	132	12.93	203.07	9.04	160.93
	13.19	150.05	10.36	264.85	13.74	193.88	10.7	309.92
	12.79	196.02	7.81	140.54	13.17	196.02	8.65	176.01
	14.62	148.44	9.25	165.45	14.22	173.58	9.28	151.83
	10.59	129.03	8.19	154.4	10.64	171.08	8.03	144.34
	12.09	120.33	9.67	236.15	12.86	137.43	10.62	267.49
	10.27	181.52	9.56	180.4	12.05	213.68	10.06	131.73
	9.83	118.88	11.77	242.32	8.76	152.03	11.97	170.5
	11.09	105.77	12.05	269.97	11.2	199.45	10.81	290.26
	8.08	70.78	12.4	193.56	8.33	117.63	12.79	231.6
8.79	80.43	13.48	220.28	8.11	141.42	13.85	403.15	
70	10.53	245.72	10.30	302.17	11.40	209.89	11.85	203.49
	9.23	150.14	9.53	263.14	9.38	134.21	8.96	161.86
	8.84	98.05	9.45	143.71	8.19	90.44	8.29	167.69
	8.06	131.34	7.68	181.65	6.56	118.44	7.07	97.09
	7.29	116.16	8.11	148.43	6.68	82.58	6.83	100.85
	7.49	109.89	8.11	175.65	11.05	129.75	11.38	191.28
	8.17	126.19	7.71	184.98	9.05	69.84	9.35	128.96
	8.10	121.57	8.14	182.38	10.26	154.99	10.38	208.70
	9.54	119.20	8.44	133.12	7.43	88.48	7.33	129.82
	11.89	292.17	11.83	253.54	6.76	48.56	6.46	93.32
	10.60	204.05	10.99	297.88	9.66	142.46	9.71	150.64
	10.92	164.82	10.18	167.30	11.16	142.13	10.60	218.93
	7.94	141.14	8.32	133.35	8.42	106.23	8.45	125.47
	9.52	146.18	9.94	258.39	7.04	81.09	7.10	130.94
	6.31	66.15	6.36	104.95	6.02	48.27	6.49	71.23
60	10.54	181.49	10.01	238.79	10.72	170.99	10.20	237.37
	9.30	111.21	8.94	116.46	9.92	158.89	10.12	183.17
	9.24	162.28	9.11	167.30	9.16	141.27	8.46	171.98
	7.15	70.27	7.47	114.71	7.73	70.70	7.55	101.65
	5.44	123.62	7.43	188.58	5.81	74.26	6.00	83.40
	10.37	243.90	10.90	280.46	9.07	81.82	9.52	130.58
	9.75	142.72	9.56	294.41	9.28	142.19	10.13	144.63
	8.51	110.39	8.56	181.98	8.50	103.06	8.97	123.09

	7.96	158.23	7.54	196.10	7.90	99.40	8.09	84.59
	6.61	80.37	6.53	126.69	6.91	110.75	7.63	119.23
	10.78	234.67	10.55	197.68	10.30	152.12	10.76	235.16
	8.22	129.19	8.95	192.11	8.30	113.23	8.08	163.21
	7.45	93.56	7.96	170.90	8.28	91.16	8.55	63.74
	6.21	95.64	6.67	140.91	6.41	115.11	7.46	157.30
	7.28	108.87	7.12	118.37	7.16	68.16	7.22	93.37
50	9.64	219.39	10.38	283.40	10.90	132.26	10.59	173.93
	8.72	126.42	8.48	153.18	8.84	184.03	8.38	196.60
	7.76	123.98	8.79	162.78	8.22	94.39	8.13	141.07
	5.99	94.12	6.65	138.23	7.15	93.96	6.98	146.48
	5.58	98.97	6.29	142.72	5.10	46.15	5.67	57.34
	10.97	187.82	12.22	236.58	7.61	91.02	9.20	120.58
	7.44	128.11	7.75	156.41	9.36	124.28	9.61	167.73
	8.01	117.15	7.89	149.65	8.42	107.25	9.36	132.53
	5.80	110.39	6.88	153.34	8.67	89.08	8.64	124.01
	6.90	67.07	6.51	105.61	6.26	77.23	6.32	56.61
	8.90	220.51	10.31	124.34	11.12	116.00	11.07	159.55
	7.96	198.77	8.55	197.98	9.38	89.44	9.60	162.58
	7.59	178.19	7.68	146.32	8.02	109.00	7.64	135.92
	5.99	97.75	6.57	109.60	7.83	106.66	7.51	100.16
7.30	121.31	6.95	182.41	7.42	109.96	7.53	136.78	
40	8.27	139.92	8.31	163.70	10.20	154.73	9.58	171.59
	7.60	131.83	8.81	193.36	7.89	87.76	7.59	109.96
	6.93	165.85	7.85	169.84	8.28	109.17	8.44	157.37
	6.98	142.36	6.74	150.34	8.39	97.89	8.31	124.54
	5.52	53.68	6.13	98.15	6.36	92.74	6.13	106.10
	10.15	210.48	11.28	220.71	9.10	89.97	9.76	111.05
	8.06	147.34	8.25	161.23	7.98	82.25	9.66	156.63
	7.79	96.62	7.87	137.84	9.26	75.85	9.70	113.89
	8.99	117.56	9.16	118.93	7.61	60.61	8.05	64.53
	6.52	82.45	7.24	96.57	6.24	44.11	6.95	64.37
	8.40	233.22	9.31	229.88	8.82	130.32	9.07	189.90
	7.58	137.87	8.20	160.34	8.70	148.36	9.04	147.54
	7.48	145.39	7.68	175.12	7.71	99.41	7.67	118.04
	6.07	106.50	6.72	110.82	7.01	136.52	8.06	141.73
7.71	168.12	7.02	147.64	6.40	103.56	6.50	151.33	
30	9.99	184.88	11.29	247.34	10.60	108.81	11.40	173.30
	9.14	174.79	9.07	198.38	9.86	163.87	8.96	210.12
	9.17	216.49	8.39	169.25	10.06	141.07	9.12	194.05
	6.18	52.26	7.02	109.20	6.96	105.01	7.39	111.11
	5.90	97.62	6.69	177.30	5.65	76.97	5.84	112.40
	7.92	137.24	7.95	196.27	7.74	137.24	7.61	161.79
	9.99	129.85	9.75	97.95	7.90	86.93	8.67	76.57
	7.53	119.46	9.55	140.18	9.59	89.34	10.45	144.34
	7.64	45.69	6.99	94.19	8.37	70.30	8.08	92.97
	6.28	38.27	6.02	45.17	5.90	67.93	6.37	78.42
	8.84	222.26	9.50	199.63	9.29	256.77	9.52	233.02
	7.54	165.85	8.31	174.72	8.98	162.94	8.39	243.31
	6.77	193.66	7.54	176.11	8.81	191.45	8.31	171.03
	7.01	95.31	6.44	161.43	6.76	111.77	5.81	137.47
5.85	106.73	5.71	106.56	5.62	92.71	6.00	112.93	
20	9.96	185.18	11.50	294.22	7.51	169.91	8.54	209.73
	7.24	126.06	8.27	152.72	9.70	61.40	9.59	129.83

	6.71	142.95	7.85	136.98	8.49	114.91	8.67	135.10
	6.64	123.88	7.31	192.70	5.00	83.27	5.51	92.44
	6.09	92.84	7.54	119.73	6.99	75.52	7.78	128.37
	9.65	168.19	9.80	228.83	10.66	86.97	10.16	90.92
	8.73	119.03	7.88	108.54	8.38	58.16	10.01	119.86
	8.96	70.54	9.24	75.35	6.64	54.57	6.59	69.84
	7.48	83.67	7.19	95.68	6.77	57.90	7.22	65.98
	6.66	37.84	6.21	51.63	5.98	50.25	6.91	73.41
	10.36	205.01	8.81	207.42	9.28	96.53	8.92	132.10
	7.55	135.92	8.12	183.40	7.11	117.78	7.35	181.45
	7.47	105.87	8.00	131.57	7.80	108.81	7.11	196.20
	5.54	158.92	6.35	166.94	6.39	66.81	6.31	152.06
	5.10	94.09	5.98	119.26	4.82	39.62	5.16	60.41
	9.71	111.21	9.57	151.76	11.52	117.80	11.19	182.44
	6.87	84.39	7.53	30.58	9.05	91.83	9.45	132.33
	7.07	99.67	7.96	147.67	6.85	64.40	7.29	117.42
	5.49	72.65	5.62	98.64	6.68	98.88	7.39	134.80
	5.78	125.96	5.65	147.31	5.28	30.78	5.26	79.44
	9.43	84.42	8.65	95.25	10.09	76.64	11.01	100.66
	7.76	81.16	8.19	99.83	9.63	58.76	9.00	103.10
10	6.65	59.22	7.79	150.44	7.75	64.47	8.31	117.19
	5.72	36.65	6.33	128.20	6.19	29.45	7.01	53.08
	5.42	35.20	6.04	113.29	6.48	29.23	6.43	62.20
	9.47	323.32	9.83	332.32	8.37	66.71	9.16	196.20
	7.63	154.89	7.89	193.92	6.11	80.60	6.46	59.98
	6.70	134.04	7.13	78.12	7.15	83.70	7.01	72.09
	4.93	68.09	6.04	111.08	5.33	13.72	4.40	35.37
	4.47	97.95	5.53	49.68	5.69	81.13	5.67	114.35
	8.00	51.76	7.71	79.08	11.28	92.51	10.20	108.48
	7.24	36.69	7.06	66.84	8.35	58.92	8.03	120.52
	6.76	74.26	6.79	97.72	7.66	105.61	6.97	127.61
	6.68	70.54	6.29	88.88	6.33	16.50	6.88	22.45
	4.90	40.81	5.82	78.26	5.95	46.35	5.25	66.71
	8.02	44.44	8.41	84.89	14.28	73.54	12.60	104.45
	7.95	65.52	8.00	89.21	8.50	43.55	9.04	45.23
0	8.07	27.51	7.64	40.05	7.12	44.27	7.52	59.15
	6.66	49.03	7.05	76.87	7.74	29.16	7.28	72.02
	5.81	27.61	5.05	44.24	6.47	43.19	6.88	57.50
	9.20	68.77	9.21	53.02	5.37	33.45	5.56	57.27
	10.35	107.65	10.29	102.01	5.00	36.41	5.89	67.57
	7.25	81.75	7.28	74.96	7.27	84.85	7.28	187.49
	6.56	73.74	6.43	74.79	5.76	29.59	5.85	76.64
	5.89	37.48	5.24	42.99	4.81	37.05	4.14	48.23

나. 절단시험 통계분석

또한, 함수율 및 굵기에 따른 절단력은 Minitab을 이용하여 다중회귀분석을 진행하였다. 이때 마늘의 줄기를 원형으로 가정하고 직경을 이용하여 면적을 구하였으며, 면적에 작용하는 응력과 절단력을 이용하였다. 다중회귀분석 결과 면적이 커질수록 응력과 절단력 또한 증가하는 것으로 분석되었다. 면적 대 응력, 절단력에 따른 다중회귀분석 결과는 표 7과 같다.

<표 7> 면적 대 응력, 절단력 다중회귀분석

구분	남도		대서		의성		단양	
	1차(R^2)	2차(R^2)						
85%	0.9918	0.9761	0.9565	0.9509	0.9561	0.9228	0.9183	0.9718
70%	0.9732	0.9480	0.9282	0.8531	0.9482	0.9757	0.9820	0.9667
60%	0.9914	0.9442	0.8994	0.9418	0.9757	0.9740	0.9362	0.9685
50%	0.9599	0.8671	0.9265	0.9429	0.9585	0.9632	0.9301	0.9228
40%	0.9611	0.9745	0.9441	0.9722	0.9275	0.8973	0.9516	0.9534
30%	0.9515	0.913	0.8557	0.9084	0.9261	0.8652	0.9023	0.9129
20%	0.9456	0.9562	0.9405	0.9591	0.7767	0.8625	0.9217	0.9363
10%	0.9107	0.938	0.8830	0.697	0.9365	0.8677	0.7471	0.8921
0%	0.8343	0.8547	0.6757	0.8469	0.7918	0.7886	0.9252	0.9309

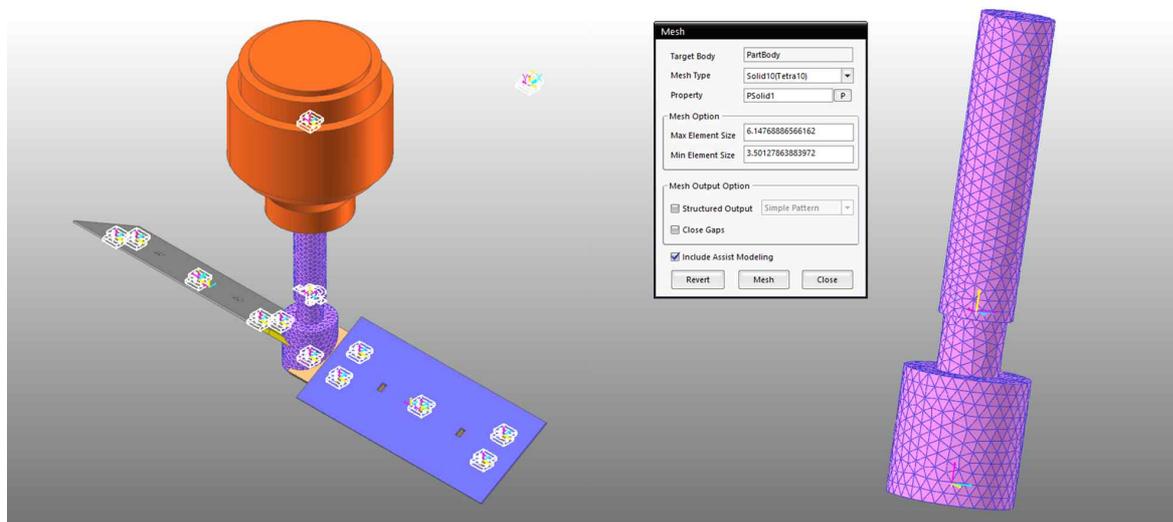
3-3 회전부 설계 변수 도출

가. 절단 회전축 시뮬레이션

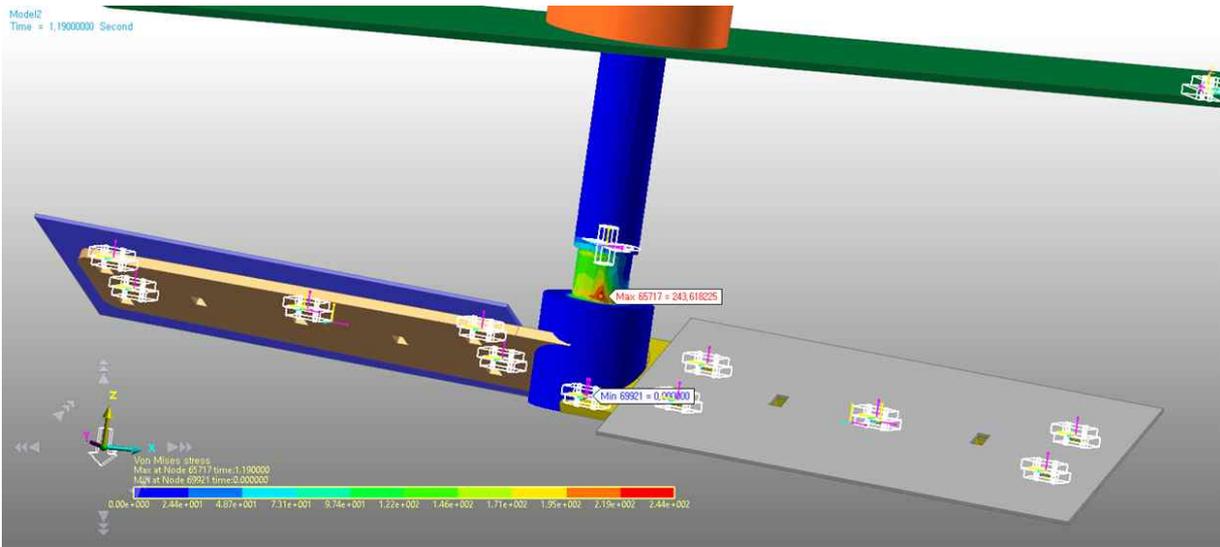
마늘 줄기절단기의 절단 블레이드는 고속회전을 통해 마늘 줄기를 절단하는 방식이기 때문에 블레이드의 마모가 심하다. 절단 블레이드의 강도를 높이기 위하여 블레이드의 무게를 조절하며, 블레이드를 부착하고 있는 회전축에 대해 RecurDyn(RecurDyn V8R5, FunctionBay, Korea) 소프트웨어를 이용하여 동역학 시뮬레이션을 진행하였다. 메쉬의 구성은 Solid10 타입으로 총 2420개로 구성하였다. 이때 블레이드의 무게는 1 kg, 3 kg, 5 kg로 나누었으며 회전 속도는 1800 rpm, 2400 rpm으로 설정하였다. 시뮬레이션 결과 블레이드를 부착하고 있는 축 하단 부분에서 높은 응력이 발생하였으며, 회전속도 2400 rpm, 블레이드 무게 5 kg일 때 가장 높은 응력인 243.62 MPa를 받는 것으로 분석되었다. 이 결과는 마늘 줄기와의 접촉 없이 회전할 때의 결과값으로, 실제 마늘을 절단하면서 받는 응력은 더 높을 것으로 사료된다.

<표 8> 회전축 시뮬레이션 결과

회전속도	블레이드 무게		
	1 kg	3 kg	5 kg
1800 rpm	45.48 MPa	89.26 MPa	143.29 MPa
2400 rpm	78.65 MPa	160.91 MPa	243.62 MPa



<그림 3-11> 시뮬레이션 설정



<그림 3-12> 시뮬레이션 결과

나. 직립화 시험

마늘의 줄기는 그림 3-13과 같이 서있는 경우도 있지만, 그림 3-14와 같이 줄기가 누워있는 경우가 대부분이다. 트랙터 부착형 마늘 줄기절단기를 통해 줄기를 절단하기 위해서는 그림 3-12와 같이 줄기가 서 있어야 하기 때문에 그림 3-14와 같은 마늘밭에서는 작업이 불가능하다. 따라서 누워있는 줄기를 세우기 위해 바람으로 흡입을 통해 직립시켜 절단해야 한다.

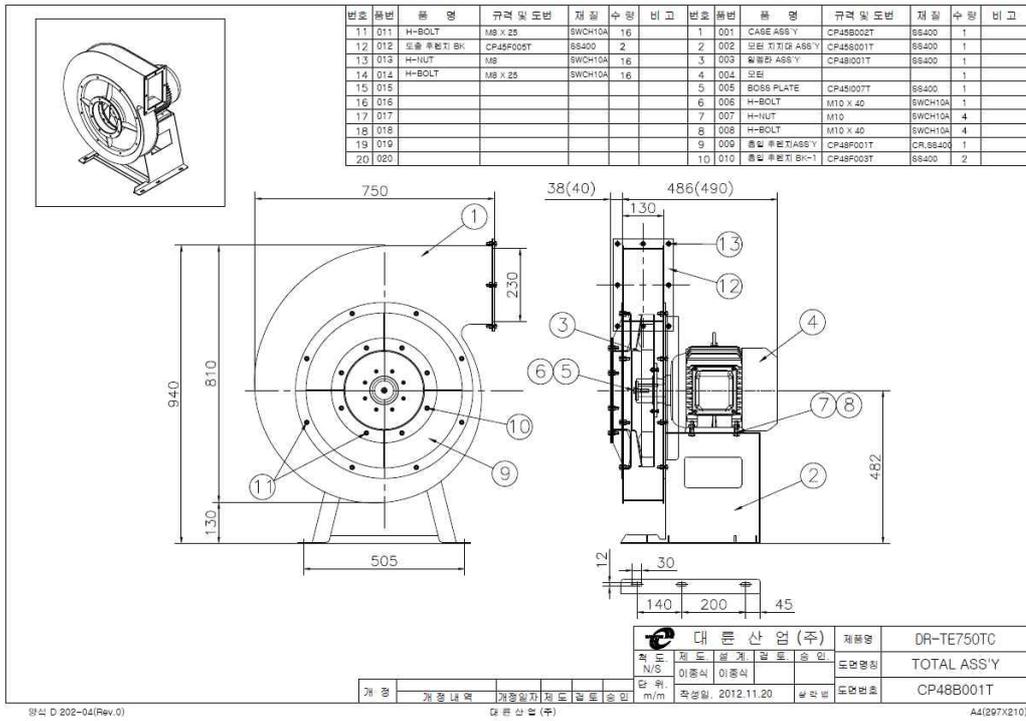


<그림 3-13> 서 있는 줄기

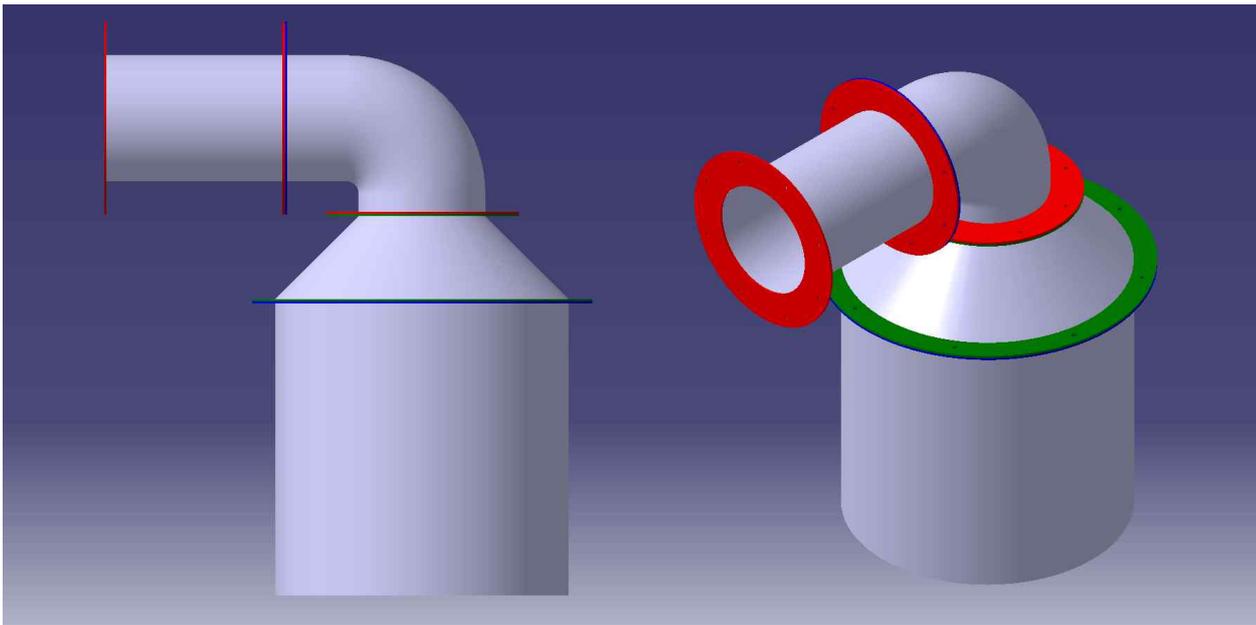


<그림 3-14> 누워있는 줄기

줄기의 직립화 요인시험을 위하여 그림 3- 15의 송풍기(DR-TE750TC, Dae Ryun Ind. co., Ltd., Korea)에 그림 3- 16의 흡입구를 설계하여 그림 3- 17과 같이 부착하였다.



<그림 3-15> 송풍기 도면



<그림 3-16> 흡입구 설계



〈그림 3-17〉 직립화 시험장치

요인시험은 품종별로 마늘의 구를 절단한 줄기를 대상으로 송풍기의 풍속을 변경하며 5번 반복을 진행하였다. 이때 줄기의 무게와 직경을 측정하였으며, 카메라(EOS M50, Canon, Japan)를 이용하여 동영상을 촬영한 후 각 줄기의 직립되는 풍속을 측정하였다. 마늘 줄기를 직립화하기 위한 최소 풍속은 7.5 m/s로 나타났으며, 최대 풍속은 17.6 m/s로 나타났다. 마늘 줄기의 품종별 직립 풍속 결과는 표 9와 같다.

〈표 9〉 마늘의 품종별 직립 풍속

구분	무게(g)	직경(mm)	풍속(m/s)
남도	95.98	18.63	13.2
	56.28	14.57	15.2
	45.47	15.33	11.9
	72.7	15.27	17.6
	26.47	9.36	10
대서	28.98	13.57	13.2
	20.3	12.83	10.7
	16.24	10.3	19
	28.8	13.18	17.6
	44.81	13.54	16.5
의성	30.8	11.21	9.5
	25.92	11.33	9.5
	27.98	10.74	10.7
	22.04	8.94	12.3
	13.04	9.76	9
단양	25.7	11.58	9.5

	27.2	10.66	11.3
	23.4	10.23	7.5
	15.24	9.12	9
	18.47	10.45	10

측정된 결과로 마늘 줄기의 직립 풍속과 무게와의 유의성을 SPSS를 이용하여 회귀분석을 진행하였다. 분석결과 품종과 관계없이 무게와 직경은 직립되는 풍속에 대한 유의성이 없는 것으로 분석되었다. 이는 마늘 줄기의 밀도에 따른 차이로 사료된다.

<표 10> 직립 풍속, 무게 통계분석

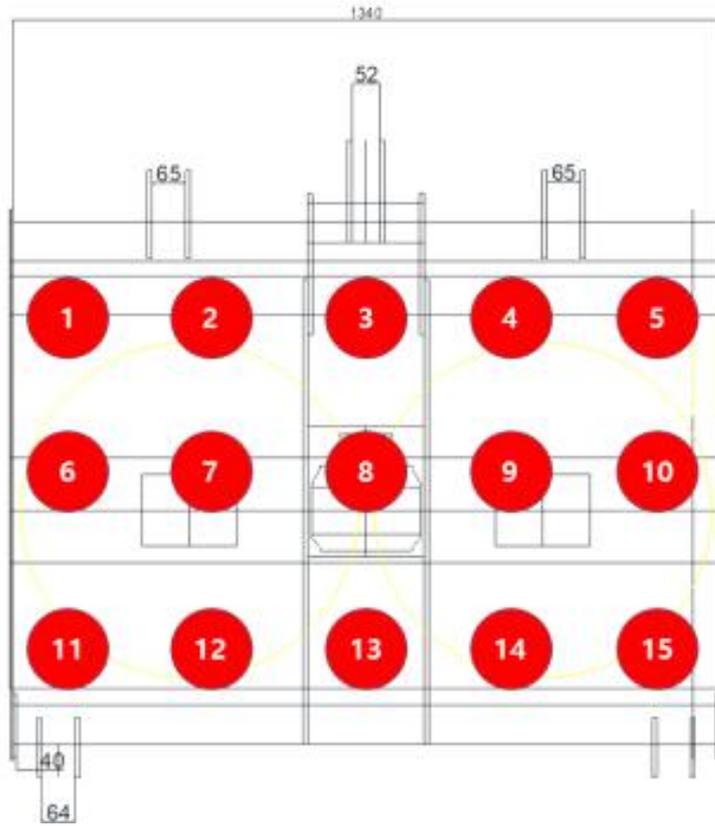
구분	남도		대서		의성		단양	
	무게	직경	무게	직경	무게	직경	무게	직경
R ²	0.319	0.225	0.006	0.246	0.018	0.379	0.086	0.090
F	1.405	0.872	0.019	0.978	0.055	1.827	0.281	0.296
P	0.321	0.419	0.898	0.396	0.830	0.269	0.633	0.624

또한, 줄기의 직립화를 위해 주관기관에서 설계 제작한 시제품을 이용하여 요인 실험을 진행하였다. 제작된 시제품은 그림 3-18의 블레이드 회전을 통해 바람을 흡입하여 줄기를 세우는 구조로 설계되었다.



<그림 3-16> 시제품 블레이드

그림 3-19에서 같이 15개의 포인트를 나누어 그림 3-20의 풍속계(AVM-03, PROVA, Taiwan)를 이용하여 풍속을 측정하였다. 트랙터의 PTO rpm은 540, 750, 1000으로 변경하며 각 부분마다 3번씩 측정하였으며, 줄기절단기와 지면과의 높이는 0 cm, 5 cm, 10 cm 띄워 측정하였다.



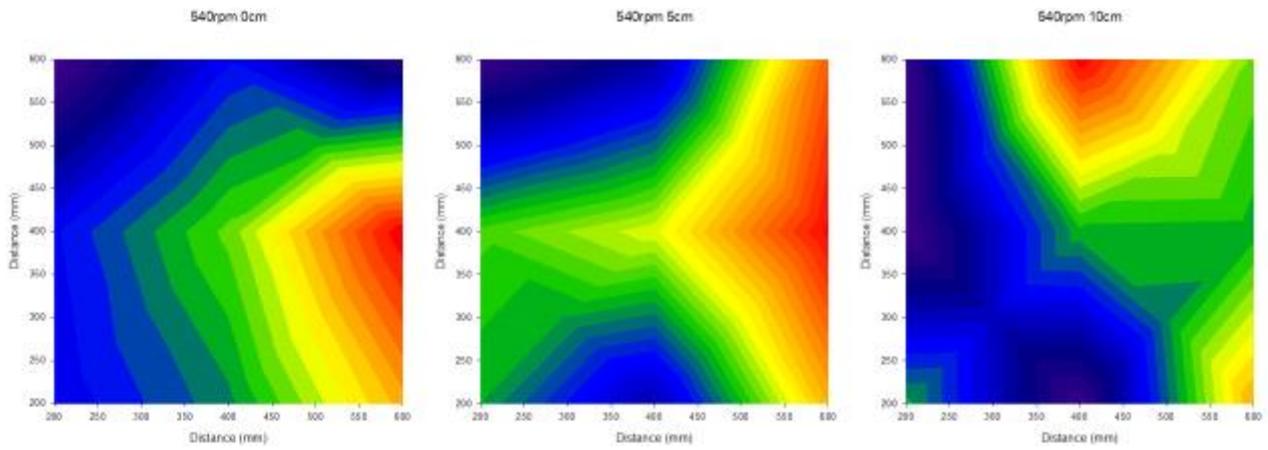
<그림 3-19> 풍속 측정 포인트



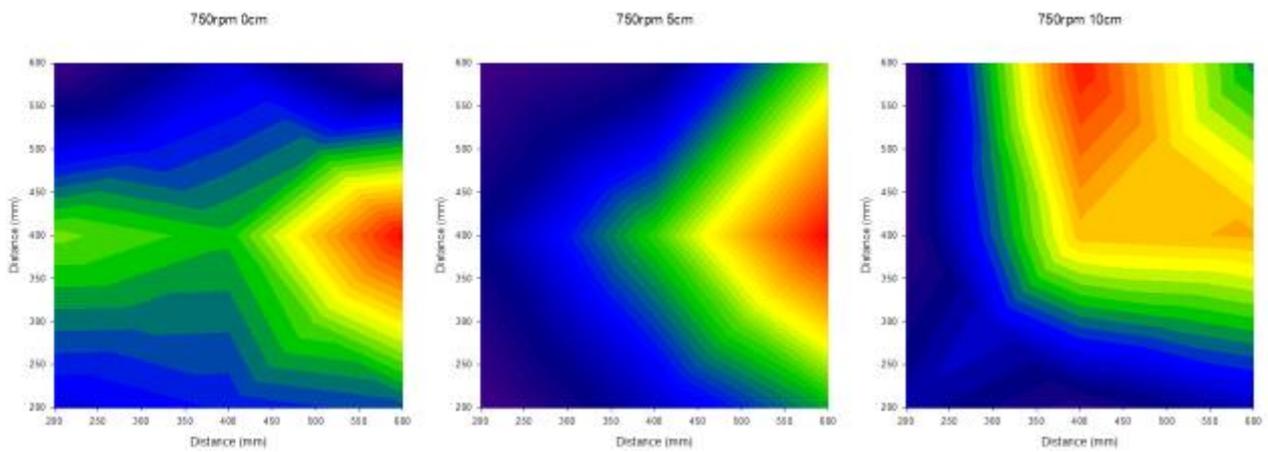
<그림 3-20> 풍속계

그림 3-21, 그림 3-22, 그림 3-23은 PTO rpm과 지면과의 높이를 다르게 하여 측정한 풍속 분포도이다. 540 rpm, 750 rpm일 때는 오른쪽 부분이 풍속이 높은 것으로 나타났고, 1000 rpm일 때는 중간과 오른쪽 부분에 풍속이 높게 나타났다. 540 rpm 기준 3 m/s, 750 rpm 기준 4 m/s, 1000 rpm 기준 6 m/s로 나타났다. 흡입 시험기를 제작하여 측정한 풍속보다 현저하게 낮게 측정되었지만, 시작품으로 제작된 마늘 줄기절단기는 사방이 뚫려있으므로 압력이 약한 것으로

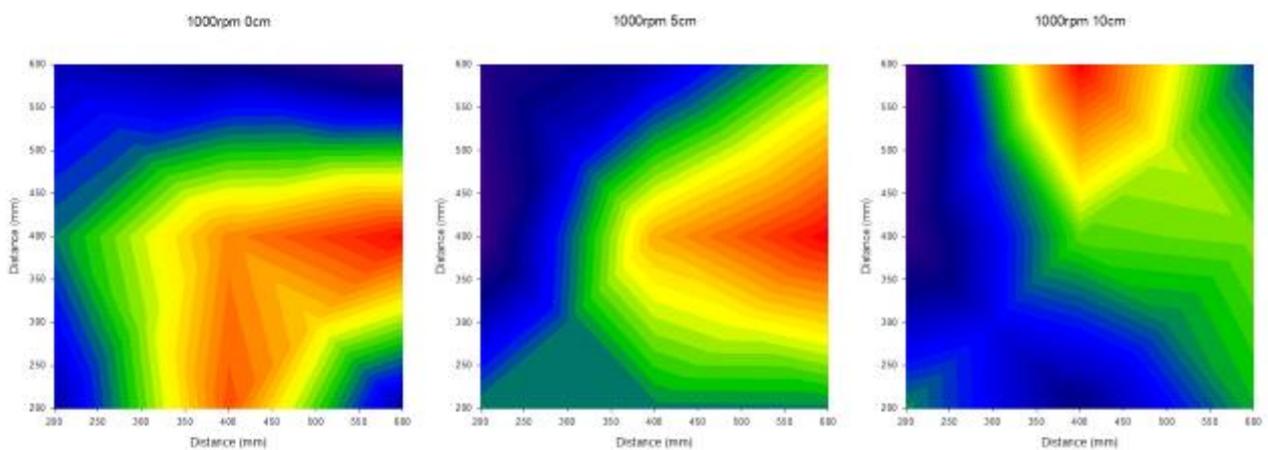
분석되며 추후 높은 압력을 받을 수 있는 설계가 요구된다.



<그림 3-21> 540 rpm 측정 결과



<그림 3-22> 750 rpm 측정 결과



<그림 3-23> 1000 rpm 측정 결과

3-4 실증시험

가. 1차년도 실증시험

2018년 06월 02일 경상남도 창원군 마늘밭에서 시제품으로 제작된 마늘 줄기 절단 실증시험을 진행하였다. 그림 3-25와 같이 1차 절단은 100% 수준까지 되었지만, 2차 절단은 30~40% 수준으로 절단되었다. 또한, 그림 3-26과 같이 1차 절단은 지면으로부터 20 cm, 2차 절단은 지면으로부터 5 cm 높이에서 절단되었다.



<그림 3-24> 1차 시제품 현장시험





<그림 3-25> 1차 시작품 마늘 줄기 절단



<그림 3-26> 1차 시작품 줄기 절단 후 길이

나. 2차년도 실증시험

2019년 06월 경상북도 고령군 마늘밭에서 2차 시제품으로 제작된 마늘 줄기절단기의 현장시험을 진행하였다. 그림 3-28과 같이 3 ~ 5 m 구간으로 나누어 마늘의 전체 개수와 줄기 절단 후 미 절단 개수를 파악하여 절단율을 계산하였다. 그림 3- 29와 같이 1차 절단은 지면으로부터 10 ~ 15 cm 높이에서 절단되었다. 2차 절단은 그림 3- 29와 같이 지면으로부터 3 ~ 5 cm 높이에서 절단되었으며, 저속으로 주행할 때 높은 절단율로 분석되었다.

<표 11> 구간별 절단율

1 구간				2 구간				3 구간			
단수 / rpm		PTO rpm		단수 / rpm		PTO rpm		단수 / rpm		PTO rpm	
초저속 3 / 1500		3단		초저속 4 / 1500		3단		저속 1 / 1500		3단	
전체 개수	미 절단 개수	절단율		전체 개수	미 절단 개수	절단율		전체 개수	미 절단 개수	절단율	
61	6	90.16%		62	8	87.10%		62	13	79.03%	
61	8	86.88%		62	9	85.48%		62	11	82.26%	
60	3	95%		58	8	86.21%		61	15	75.41%	
4 구간				5 구간				6 구간			
단수 / rpm		PTO rpm		단수 / rpm		PTO rpm		단수 / rpm		PTO rpm	
1 / 2000		540		2 / 2000		540		2 / 2250		540	
전체 개수	미 절단 개수	절단율		전체 개수	미 절단 개수	절단율		전체 개수	미 절단 개수	절단율	
61	7	88.53%		60	15	75%		61	12	80.33%	
63	9	85.71%		60	16	73.33%		59	9	84.75%	
58	9	84.48%		63	21	66.66%		57	10	82.46%	



<그림 3-27> 2차 시제품 현장시험



<그림 3-28> 2차 시작품 마늘 줄기 절단



<그림 3-29> 2차 시작품 줄기 절단 후 길이

다. 3차년도 실증시험

2020년 05월 경상남도 창원군 마늘밭에서 3차 시제품으로 제작된 마늘 줄기절단기의 현장시험 및 연사회를 진행하였다. 그림 3-31과 같이 1차 절단은 지면으로부터 10 ~ 15 cm 높이, 2차 절단은 지면으로부터 3 ~ 5 cm 높이에서 절단되었으며, 98% 이상 절단되는 것으로 분석되었다.



<그림 3-30> 3차 시제품 현장시험



<그림 3-31> 3차 시제품 줄기 절단 후 길이



<그림 3-32> 2차 시제품 마늘 줄기 절단

결론

1. 마늘수확작업의 노동력 절감을 위하여 마늘줄기를 굴취수확하기 전에 절단하는 작업기를 개발 제작시험하여 제품화 하였다.
2. 마늘줄기절단기는 농가에서 대부분 보유하고 있는 50PS 트랙터 부착형으로 제품화하였으며 승용관리기에도 탈부착 사용하는 것이 가능하였다.
3. 트랙터부착형 마늘줄기절단기는 트랙터 운전자 이외에 별도의 보조작업자는 필요하지 않으며, 유압 조작과 절단높이조절륜으로 자동화하였다.
4. 마늘줄기절단작업을 인력수작업으로 수행할 경우 2차절단을 낮으로하는 데 성인 숙련자가 하루 8시간 기준 10a(300평) 할 수 있으므로 비용절감에 기여한 것으로 판단하였다.
5. 마늘줄기의 절단은 1차 지면으로부터 높이 150mm, 2차절단 높이 50mm를 목표로 제품화 하였으며 절단된 줄기는 멀칭비닐의 수거와 굴취수확작업에 장애가 발생하지 않도록 하기 위하여 이랑의 약 측면 고랑으로 분산 비산배출하였다.
6. 본 과제 기간 종료와 함께 마늘줄기절단기를 제품화하여 한국농기계공업협동조합의 용자기종 가격집에 등록하였으며, 국내 최대 마늘주산지에 창년, 고령, 합천의 농가에 매출이 발생하였다.

○ 사업화성과 및 매출실적

- 사업화 성과

항목	세부항목			성 과
사업화 성과	매출액	개발제품	개발후 현재까지	0.16억원
			향후 3년간 매출	5억원
		관련제품	개발후 현재까지	1억원
			향후 3년간 매출	10억원
	시장 점유율	개발제품	개발후 현재까지	국내 : 1 % 국외 : 0 %
			향후 3년간 매출	국내 : 50 % 국외 : 0 %
		관련제품	개발후 현재까지	국내 : 1 % 국외 : 0 %
			향후 3년간 매출	국내 : 50 % 국외 : 0 %
	세계시장 경쟁력 순위	현재 제품 세계시장 경쟁력 순위		위
		3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위		위

- 사업화 계획 및 매출 실적

항 목	세부 항목		성 과			
사업화 계획	사업화 소요기간(년)		1년			
	소요예산(백만원)		300			
	예상 매출규모 (억원)	현재까지		3년후	5년후	
		0.16		5	10	
	시장 점유율	단위(%)		현재까지	3년후	5년후
		국내		1	50	70
		국외		0	50	50
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획		농산물수확기				
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)		현재	3년후	5년후	
	수입대체(내수)					
	수 출					

4. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

4-1. 목표

○ 평가의 착안점 및 기준

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술실시(이전)		사업화					기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타(타연구활용등)
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		학술발표			정책활용	홍보전시	
											SCI	비SCI	논문평균IF						
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명	건	건		
가중치	20			10		20	10		20				10					10	
최종목표	2	2		1		5	360		3			1	1	1				1	
1차년도									1										
2차년도	1								1										
3차년도	1			1		1	10		1			1	1	1				1	
소계	2			1		1	10		3			1	1	1				1	
종료1차년도						1	50												
종료2차년도		1				1	60												
종료3차년도		1				1	70												
종료4차년도						1	80												
종료5차년도						1	90												
소계		2				4	350												
합계	2	2		1		5	360		3			1	1	1				1	

* 단계별 연구성과 목표는 향후 중간/최종/추적평가 등의 정량적 평가지표로 활용됨

** 연구성과는 연구개발계획에 맞춰 도출하고 예시와 같이 작성

*** 가중치 총합 100을 기준으로 성과목표지표별 중요도, 난이도에 따라 배분하되 가중치 총합이 100이 되도록 배분(산업화과제의 경우 사업화지표에 70 이상 배분)

○ 정량적 평가지표

주요 성능지표 ¹⁾	단위	최종 개발목표 ²⁾	세계최고수준 ³⁾ (보유국/보유기업)	가중치 ⁴⁾ (%)	객관적 측정방법	
					시료 수 ⁵⁾ (n≥5개)	시험규격 ⁶⁾
1. 마늘줄기절단높이	mm	30~40	-	30		농업실용화재단 인증
2. 적용트랙터 규격	ps	50~60		10		〃

3. 작업속도	km/Hr	2	2	20		〃
4. 작업시간(10a당)	Min	40		20		〃
5. 작업인력	인	1(운전자)	-	20		〃
<input type="checkbox"/> 시료수 5개 미만 (n<5개)시 사유						
○						
<input type="checkbox"/> 측정결과의 증빙방법 ⁷⁾ 제시						
○ (성능지표 1~4) : 농업실용화재단인증 시험성적서 제출						
○ (성능지표 5) : 자체평가 수행						
* 자체측정방식을 선택시 사유와 객관적 신뢰성 확보를 위한 방법을 명시						

4-2. 목표 달성여부

○ 농업실용화재단 시험성적서

일자리가 성장이고 복지입니다

FACT **농업기술실용화재단**

수신 주식회사 불스 대표이사 남영조 귀하
(경유)
제목 농산물출기절단기 안전검정 결과 알림

1. 2019. 9. 9.자 귀사에서 안전검정 신청한 다음 농업기계의 검정결과를 붙임과 같이 알려드립니다.

기종명	형식명	형식	규격	검정번호	검정결과
농산물출기절단기	BG-1200GC	트랙터부착형	작업폭 150 cm	19-MS-145	적합

2. 아울러, 제출된 검정용도의 제품은 30일 이내에 대표자 명의의 인수증을 제출하고 찾아가시기 바라며, 해당기간 내에 찾아가지 않을 시 농업기계 검정 및 안전관리 세부 실시요령 제8조제3항의 규정에 따라 처리 할 수 있음을 알려드립니다.

붙임 농업기계 안전검정 성적서 1부. 끝.

◆ 농업기계 사후관리 안내
본 형식의 품질유지 등을 위하여 필요한 경우 농업기계화촉진법 제9조 제3항에 따라 사후검정이 실시될 수 있으며, 사후검정 기준에 미달한 경우 "농림축산식품부령으로 정하는 바에 따라 그 출하를 금지하고 보완 또는 검정을 취소할 수 있음"을 안내하여 드립니다.

농업기술실용화재단이사장

연구원부 조재근 선임연구원 유재철 책임연구원 이익봉 동기계검정팀 팀장 정성범
2019. 10. 24.

시행 농기계검정팀-1508 (2019. 10. 24.) 접수
우 54667 전라북도 익산시 평동로 457, 농업기술실용화재단 (송학동) / www.fact.or.kr
전화번호 063-919-1743 팩스번호 063-919-1589 / worms295@efact.or.kr / 비공개(6,7)
국민과 함께하는 농생명 기술사업화 중심 기관

제 FACT19-0700 호

농업기계 안전검정 성적서

1. 신청인
가. 성명 : 남영조
나. 사업자등록번호 : 503-81-44205
다. 주소 : 경상북도 성주군 용암면 실암로 1272
라. 상호 : 주식회사 불스

2. 검정 용도의 제품
가. 기종명 : 농산물출기절단기
나. 형식명 : BG-1200GC
다. 형식 및 규격 : 트랙터부착형, 절단폭 150 cm

3. 검정번호 : 19-MS-145

4. 검정성적 : 불임

『농업기계화 촉진법』 제9조 제1항 및 같은 법 시행규칙 제3조에 따라 검정 신청한 농업기계에 대한 안전검정 결과 관련 기준에 적합함을 확인합니다.

2019년 10월 24일

농업기술실용화재단 이사장

검정 성적

- 1. 기종명 : 농산물줄기절단기
- 2. 검정번호 : 19-MS-145
- 3. 형식명 : BG-1200GC
- 4. 형식 : 트랙터부착형
- 5. 규격 : 절단폭 150 cm
- 6. 검정 성적



6.1 구조

6.1.1 기계의 크기

· 길이	1 635 mm
· 폭	1 790 mm
· 높이	1 245 mm
· 중량	400 kg

6.1.2 동력전달장치

· 동력원	트랙터PTO
· 동력전달방식	기어 및 벨트식

6.1.3 줄기절단장치

· 절단날 형식	1차 : 회전날형 2차 : 왕복동날형
· 절단폭	1차 : 130 cm 2차 : 150 cm
· 날의 치수(길이×폭)	1차 : (280 × 115) mm 2차 : (40 × 50) mm
· 절단날수	1차 : 4 개 (2 개 × 2 조) 2차 : (상) 29 개, (하) 29 개
· 줄기절단길이 조절방식	검지돌러 높이조절식
· 줄기절단길이 조절범위	(30 ~ 100) mm

- 위험
- 운전중 커버류 개방금지, PTO동력 전달시 접근금지
- 6.2.8 취급성
- 사용설명서 취급내용
- 기계 사용전, 사용중, 사용후의 안전관련 사항이 사용설명서에 기재되어 있음

7. 검정제품 개요
- 가. 본 기대는 트랙터부착형 농산물줄기절단기(마늘)로 절단폭은 150 cm이고 동력원은 트랙터 PTO임
- 나. 마늘줄기는 1차로 전방회전날에 의해 절단되며 이후 리얼 및 공기흡입으로 줄기를 세워 2차로 왕복동날로 절단하는 구조임

8. 검정결과
- 본 검정성적은 농업기계 검정 및 안전관리 세부실시요령 제4조의 규정에 따라 실시한 성적으로 안전검정기준에 적합하였음

책임연구원 이익봉 | 선원연구원 유재철 | 연구원보 조재근 | 조재근

○ 평가의 착안점 및 기준

성과목표	사업화지표									연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화				기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타 (타 연구 활용 등)	
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출		투자유치	SCI	비SCI			논문 논문 평균 IF	학술 발표		정책 활용
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명	건	건		
가중치	20			10		20	10		20				10					10	
최종목표	2	2		1		5	360		3			1	1	1				1	
1차년도									1										
2차년도	1								1										
3차년도	1			1		1	10		1			1	1	1				1	
달성성과	2			1		1	16		9		2		3		2			1	
소 계	2			1		1	16		9			1	1	1				1	

○ 정량적 평가지표

주요 성능지표 ¹⁾	단위	최종 개발목표	최종성과
1. 마늘줄기절단높이	mm	30~40	40
2. 적용트랙터 규격	ps	50~60	50
3. 작업속도	km/Hr	2	2
4. 작업시간(10a당)	Min	40	40
5. 작업인력	인	1(운전자)	1

4-3. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등)
초과달성하였음.

5. 연구결과의 활용 계획 등

- 마늘줄기절단작업의 기계화
- 기타 농산물의 수확 가공에 필요한 고능률의 센서 등 활용 성능 고도화 추진
- 기본 모델 이외 주문 사양에 따른 디자인 등 차별화 추진
- 본 과제의 수행으로 제품화까지 완성하였음.
한국농기계공업협동조합의 농기계등록, 보조용자기종 가격집 수록 완료
마늘 선도농가 판매 매출발생
- 국외 수출을 위한 KOTRA 등 해외진출 추진

6. 사업화 추진 계획

가. 생산

- 설계, 조립, 가공 : (주)불스
- 일부 부품 : 외주 가공
- 생산 방식 : 발주처의 주문사양 제작

나. 영업

- 전국 대리점, 온라인, 농업기술센터 임사업소
- 1,2차 동시 마늘줄기절단기 8,000,000원

추후 공급실적 향상에 따라 가격인하

붙임. 참고문헌

김종훈. 2002. 마늘의 수확 후 전처리, 선별 및 포장시스템 개발. 농림부 연구보고서.

농촌진흥청. 2017. 마늘 수확 및 저장

Chae S. K. 2007. Studies on the changes in the alliinase activity during the drying of garlic. *Journal of Environmental and Sanitary Engineering* 22(1):57-66.

Choi M. H., Kang J. R., Kang J. M., Sim H. J., Lee C. K., Kim G. M., Kim D. G., Shin J. H.. 2016. *Korean Journal of Food and Cookery Science* 32(2):188-196.

Chung K. S., Kim J. Y., Kim Y. 2003. Comparison of antibacterial activities of garlic juice and heat-treated garlic juice. *Korean Journal of Food Science and Technology* 35(3):540-543.

Jeong C. H., Bae Y. I., Lee J. H., Shim K. H., Roh J. G., Shin C. S., Choi J. S. 2009. Chemical components and antimicrobial activity of garlics from different cultivated area. *Journal of Agriculture and Life Science* 43(1):51-59.

Kang M. J., Kang J. R., Kim D. G., Shin J. H.. 2018. *The Korean Society of Food Science and Nutrition* 47(9):895-903.

Kim J. S., Ra J. H., Hyun H. N. 2015. Comparison of biochemical composition and antimicrobial activity of southern-type garlic grown in the eastern and western regions of jeju. *Korean Journal of Horticultural Science and Technology* 33(5):763-771.

Kim J. S. and Ra J. H. 2019. Comparison of the major compounds and antimicrobial activities of koara garlic cultivated in different regions. *Korean Journal of Food Science and Technology* 51(3):258-262.

Kyung K. H. 2006. Growth inhibitory activity of sulfur compounds of garlic against pathogenic microorganisms. *The Korean Society of Food Hygiene and Safety* 21(3):145-152.

Shin J. H., Lee S. J., Jung W. J., Kang M. J., Sung N. J. 2011. Physicochemical characteristics of garlic (*Allium sativum* L.) on collected from the different regions. *Journal of Agriculture and Life Science* 45(2):103-114.

Sim H. J., Seo W. T., Choi M. H., Kim K. H., Shin J. H., Kang M. J.. 2016. *Korean Journal of Food and Cookery Science* 32(1):16-26.

Sung K. C. 2007. Pharmaceutical characteristics and analysis of garlic extract. The Korean Oil Chemists' Society 24(3):301-308.

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 마늘 줄기 절단기 개발		
	(영문) Development of garlic stem cutter		
주관연구기관	(주) 불스		(소속) 대표이사
참 여 기 업			(성명) 남 영 조
총연구개발비	계	734,000	총 연구 기간
	정부출연연구개발비	550,000	2018. 04. 26 - 2020. 12. 31 (33개월)
(천원)	기업부담금	184,000	총 인 원
	연구기관부담금		27
			내부인원
			27
			외부인원

○ 연구개발 목표 및 성과

- △ 마늘포장 잔유물 및 과쇄물 흡입제거기술 개발
- △ 마늘줄기 1차 절단 및 과쇄, 마늘줄기 바로 세우기 기술 개발
- △ 마늘줄기 2차 절단 기술 개발
- △ 트랙터 부착형 마늘줄기 절단기 제품화 개발 및 사업화
 1. 마늘줄기 절단기 개발
 - 마늘줄기절단율 : 90% 이상
 - 마늘줄기절단 작업량 : 45min/10a
 2. 마늘 줄기 절단기 제품화
 - 1,2차 동시절단기
 - 마늘줄기 1차 절단기
 - 마늘줄기 2차 절단기

○ 연구내용 및 결과

- △ 마늘포장 잔유물 및 과쇄물 흡입제거기술 개발
 - 부압발생 잔유물 흡입 좌우 고랑으로 배출기술 개발
 - 기본 설계 및 잔유물 제거 시작품 제작 시험
- △ 마늘줄기 1차 절단 및 과쇄, 마늘줄기 바로 세우기 기술 개발
 - 마늘줄기 엽전개부 1차 절단 기술 개발
 - 마늘줄기 1차 절단부 과쇄물 고랑부 배출 기술 개발
 - 마늘줄기 바로 세우기 기술 개발
- △ 마늘줄기 2차 절단 기술 개발
 - 2차 절단부 자동 높이 조절 기술 개발
 - 마늘 줄기 2차 절단 기술 개발
 - 기본 설계 및 마늘 줄기 2차 절단 시작품 제작 시험
- △ 트랙터 부착형 마늘줄기 절단기 제품화 개발 및 사업화
 - 트랙터 부착형 마늘줄기 절단기 제품화 제작, 시험
 - 트랙터 부착형 마늘줄기 절단기 제품화 완성
 - 트랙터 부착형 마늘줄기 절단기 사업화
- 위탁연구기관(경북대학교) : 마늘줄기 절단기 설계, 성능 분석

○ 연구성과 활용실적 및 계획

- 마늘 수확 기계화 및 매출 발생(3대)
- 국내외 연전시를 통한 사업화
- 발농업 기계화 개발연구에 활용

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호	118022-03		
사업구분	첨단생산기술개발사업				
연구분야				과제구분	단위
사업명	첨단생산기술개발사업				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	마늘 줄기 절단기 개발			과제유형	(개발)
연구기관	2018. 04 26~ 2020. 12. 31			연구책임자	남 영 조
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	18.04.26~18.12.31	150,000	50,000	200,000
	2차년도	19.01.01~19.12.31	200,000	67,000	267,000
	3차년도	20.01.01~20.12.31	200,000	67,000	267,000
	계	18.04.26~20.12.31	550,000	184,000	734,000
참여기업					
상대국	상대국연구기관				

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2020. 12. 30

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
(주)블스	대표이사	남 영 조

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

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

확약	
----	--

I. 연구개발실적

※ 다음 각 평가항목에 따라 자체평가한 등급 및 실적을 간략하게 기술(200자 이내)

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수)

마늘 기계 수확전 줄기를 1,2차로 나누어 동시에 절단하는 마늘줄기 절단기를 개발 사업화함

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (아주우수)

인력 수작업에 의존하는 마늘 수확 기계화의 기본 공정인 줄기절단을 기계화함으로써 마늘 수확기계화를 가능하게 하는 데 이바지하여 관련 산업에 파급 가능

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수)

밭농업용 농산물 수확기계화 활용성 높음

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수)

연구 기간내에 목표 달성 및 사업화 성공

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (아주우수)

마늘 줄기 절단기에 대한 관련 학술대회 발표 1건, 특허출원 2건, 제품화 1건

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
1. 마늘줄기절단높이	30	100	40mm 이내
2. 적용트랙터 규격	10	100	50ps 트랙터
3. 작업속도	20	100	2km/hr 이내
4. 작업시간(10a당)	20	100	40min 이내
5. 작업인력	20		1인
합계	100	100	

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

- 국내 최초 마늘 줄기절단기 개발 사업화 성공
- 제품화 개발, 사업화 추진하였으며 후속 기능향상 기종 개발 지속

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

해당사항 없음

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

- 마늘 수확 기계화
- 국내외 연전시를 통한 사업화
- 밭농업 기계화 개발연구에 활용

IV. 보안성 검토

o 연구책임자의 보안성 검토의견, 연구기관 자체의 보안성 검토결과를 기재함

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 연구책임자의 의견

해당사항 없음

2. 연구기관 자체의 검토결과

연구결과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input checked="" type="checkbox"/> 자유응모과제 <input type="checkbox"/> 지정공모과제			분 야	농산물 수확기계화
연구과제명	마늘 줄기 절단기 개발				
주관연구기관	(주) 불스		주관연구책임자	남 영 조	
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비	
	550,000천원	184,000천원		734,000천원	
연구개발기간	2018. 04. 26 - 2020. 12. 31				
주요활용유형	<input checked="" type="checkbox"/> 산업체이전 <input checked="" type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input checked="" type="checkbox"/> 정책자료 <input type="checkbox"/> 기타() <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:)				

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
1. 마늘줄기절단높이	40mm 이내
2. 적용트랙터 규격	50ps
3. 작업속도	2km/Hr 이내
4. 작업시간(10a당)	40Min 이내
5. 작업인력	1인

* 결과에 대한 의견 첨부 가능

3. 연구목표 대비 성과

성과목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타 (타연구활용등)
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		SCI	비SCI	논문 평 균 IF			학술발표	정책 활용	
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명	건	건		
가중치	20			10		20	10		20				10					10	
최종목표	2	2		1		5	360		3			1	1	1				1	
1차년도									1										

2차년도	1						1									
3차년도	1		1		1	10	1			1		1	1			1
연간내 달성실적	2		1		1	16	9		2			3		2		1
달성율(%)	100		100		100	160	300			1		300	100			100

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	마늘 줄기 절단기
②	
③	

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복제	외국기술 소화흡수	외국기술 개선개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해 결	정책 자료	기타
①의 기술	v	v				v	v	v	v	
②의 기술										

* 각 해당란에 v 표시

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	제품화 달성 사업화, 기계화, 생력화, 발작물 기계화 활용
②의 기술	

7. 연구종료 후 성과창출 계획

성과목표	사업화지표									연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시(이전)		사업화				기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타(타연구활용등)	
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출		투자유치	논문 SCI	논문 비SCI			논문 평균 IF	학술발표		정책 활용
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명	건	건		
가중치	20			10		20	10		20				10					10	

최종목표	2	2		1		5	360		3				1		1	1			1
1차년도									1										
2차년도	1								1										
3차년도	1			1		1	10		1				1		1	1			1
연구기간내 달성실적	2			1		1	16		9		2				3		2		1
연구종료 후 성과창출 계획		2		1		1	350						1						1

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

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

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

주 의

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