

117111

솔레노이드 분사장치 개발 및  
솔레노이드 분사장치를 이용한 배  
생력화 적화기술 개발

최  
종  
보  
고  
서

농림축산식품부  
농림식품기술기획평가원

보안 과제( ), 일반 과제(✓) / 공개(✓), 비공개( )발간등록번호( )  
첨단생산기술개발사업 제1년차 최종보고서

발간등록번호  
11-1543000-002570-01

# 솔레노이드 분사장치 개발 및 솔레노이드 분사장치를 이용한 배 생력화 적화기술 개발 최종보고서

2018. 12 . 27.

(별색바탕 : C50, M20, Y59, K0)

주관연구기관 / 강원도농업기술원

농림축산식품부  
농림식품기술기획평가원

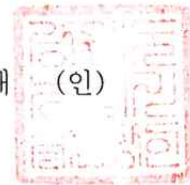
## 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “슬레노이드 분사장치개발 및 슬레노이드 분사장치를 이용한 배 생력화  
적화기술 개발”(개발기간 : 2017.12.28. ~ 2018.12. 27.)과제의 최종보고서로 제출합  
니다.

2018. 12. 27.

주관연구기관명 : 강원도농업기술원 최 종 태 (인)



주관연구책임자 : 박 영 식



국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의  
합니다.

<보고서 요약서>

보고서 요약서

과제고유번호	115101	해당 단계 연구 기간	2015.12.28. ~ 2018.12.27	단계 구분	(해당단계)/ (총 단계)
연구사업명	단위사업	농식품기술개발사업			
	사업명	첨단기자재 생산			
연구과제명	대과제명	(해당 없음)			
	세부 과제명	솔레노이드 분사장치 개발 및 솔레노이드 분사장치를 이용한 배 생력화 적화기술 개발			
연구책임자	박영식	해당단계 참여연구원 수	총: 7명 내부: 7명 외부: 명	해당단계 연구개발비	정부:45,000천원  계:45,000천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 7명 내부: 7명 외부: 명	총 연구개발비	정부:45,000천원  계:45,000천원
연구기관명 및 소속부서명	강원도농업기술원 원예연구과			참여기업명	
국제공동연구 위탁연구	상대국명: 연구기관명:			상대국 연구기관명: 연구책임자:	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	해당사항 없음
-------------------------	---------

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 ·장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	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

- 솔레노이드 분사장치 개발 : 국내 특허 1건, 기술이전 1건, 현장컨설팅 4건, 홍보 2건  
영농기술정보 1건
  - PCB 제작, 솔레노이드 분사장치 운영 프로그램 제작, 배터리 제어판 제작
  - 배 생력화 물 적화기술 개발
    - 분사장치의 분사 방향 (결과지 자람의 역방향) 및 분사 거리(1.0m 내외)
    - 사용시기 : 꽃눈 발육단계의 백뢰기 ~ 풍선기
  - 노력시간 및 경영비 절감율
    - 노동시간 76.5% 절감 및 경영비 67.4% 절감
    - 큰 과실 생산량 : 21.4% 생산성 증대
- 보고서 면수 53

### 〈국문 요약문〉

연구의 목적 및 내용	솔레노이드 분사장치 개발 및 솔레노이드 분사장치를 이용한 배 생력화 적화기술 개발  ○ 솔레노이드 분사 장치 개발 - 솔레노이드 전용 PCB 개발 - 솔레노이드 PCB Program 개발 - 솔레노이드 작동을 위한 전용 밧테리 보호 회로 개발  ○ 솔레노이드 분사장치를 이용한 배 적화기술 개발 - 배 꽃눈 발육단계질 적퇴시기 설정 - 적퇴작업시 동력분무기 압력, 분사노즐, 분사거리 설정				
연구개발성과	○ 솔레노이드 분사 장치 개발 - 솔레노이드 전용 PCB 개발 : (현수준) 0 → (목표) 1 - 솔레노이드 PCB Program 개발 : (현수준) 0 → (목표) 1 - 솔레노이드 작동을 위한 전용 밧테리 보호 회로 개발 : (현수준) 0 → (목표) 1  ○ 솔레노이드 분사 장치를 이용한 배 생력화 적화기술 개발 - 배 적퇴 시기 및 사용 매뉴얼 설정 : (현수준) 0 → (목표) 2				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	○ 기술적 측면 - 국내 배 적퇴, 적화 분무건 사용기술 개발 - 세계 최초의 솔레노이드를 이용한 PCB 개발  ○ 경제·산업적 측면 - 배 적퇴·적화 체계 확립 및 생산성 향상으로 경영비 절감 - 대과 생산성 향상 (12%) - 배 적퇴·적화시 노동시간 절감 (76%)				
국문핵심어 (5개 이내)	배	적화	솔레노이드	물 분사	
영문핵심어 (5개 이내)	pear	flower thinning	solenoid	water spray	

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

## <SUMMARY>

		코드번호	B-03		
Purpose and Contents	<ul style="list-style-type: none"> <li>■Development of application techniques for pear fruit crops using pulsed solenoid injection system</li> <li>■Development of solenoid injection system for hydraulic pressure booster</li> <li>■Development of application techniques for other fruit crops using pulsed solenoid injection system                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fruit crops : pear</li> <li>- Development content : time of application, pressure of power sprayer, nozzle of spraying, creation of optimum spraying distance</li> </ul> </li> <li>■Development of solenoid injection system for hydraulic pressure booster                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Development of hydraulic pressure booster PCB for pulsed water spraying system</li> <li>- Development of hydraulic pressure booster PCB program for pulsed water spraying system</li> <li>- Development of battery safety circuit that can be used in hydraulic pressure booster at pulsed water spraying system</li> </ul> </li> </ul>				
Development results	<ul style="list-style-type: none"> <li>■Development of application techniques for other fruit crops using pulsed solenoid injection system                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Creation of used technology for pear : (present) 0 → (purpose) 1</li> <li>- Creation of used technology : (present) 0 → (purpose) 1</li> </ul> </li> <li>■Development of solenoid injection system for hydraulic pressure booster                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Development of hydraulic pressure booster PCB program for pulsed water spraying system : (present) 0 → (purpose) 1</li> <li>- Development of hydraulic pressure booster PCB program for pulsed water spraying system : (present) 0 → (purpose) 1</li> <li>- Development of battery safety circuit that can be used in hydraulic pressure booster at pulsed water spraying system : (present) 0 → (purpose) 1</li> </ul> </li> </ul>				
Expected Contribution	<ul style="list-style-type: none"> <li>■Technical influence                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Development of application techniques for other fruit crops such as pear using solenoid injection system</li> <li>- Development of the world' s first pulsed water spraying system                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>· hydraulic pressure booster PCB</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>■Economical and industrial influence                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reduction of management expense by improvement of productivity and establishment of bud and flower thinning for other fruit crops</li> <li>- Improvement of production rate for large fruits: (resent) : 32% → (purpose) 54%</li> <li>- labor saving (83.9%)</li> </ul> </li> </ul>				
Keywords	solenoid	injection device	pear	thinning bud	thinning flower

## CONTENTS

1. Outline of Research and Development Project .....	1
2. Domestic and Overseas Technology Development Status .....	5
3. Research Contents and Results .....	9
4. Achievement of Goal and Contribution to Related Field .....	41
5. Plant to use Research Results .....	44
6. Overseas Science and Technology Information Collected During the Research Process .....	44
7. Security Level of R & D Achievement .....	46
8. Research Facilities in National Science and Technology Comprehensive Information System .....	47
9. Implementation of Safety Measure in Laboratories Based on R & D tasks .....	48
10. Representative Research Results of R & D Project .....	51
11. Others .....	52
12. References .....	53

<Appendix> Self-Evaluation Statement

## < 목 차 >

1. 연구개발과제의개요 .....	1
2. 국내외 기술개발 현황 .....	5
3. 연구수행 내용 및 결과 .....	9
4. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 .....	41
5. 연구결과의 활용계획 등 .....	44
6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보 .....	44
7. 연구개발성과의 보안등급 .....	46
8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비현황 .....	47
9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적 .....	48
10. 연구개발과제의 대표적 연구실적 .....	51
11. 기타사항 .....	52
12. 참고문헌 .....	53

<별첨> 자체평가의견서

## 뒷면지

### 주 의

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



# 제1장 연구개발과제의 개요

## 1-1. 연구개발 목적

	코드번호	D-03		
<p>○ 연구개발 목적</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 솔레노이드 분사장치 : 배 적퇴·적화에 소요되는 노동력을 절감하고자 개발</li> <li>- 사용 기술 개발 : 솔레노이드 분사장치를 이용한 배 적퇴·적화 작업시기, 분사거리, 분사방향 등 설정을 통한 사용 매뉴얼 개발</li> </ul> <p>○ 솔레노이드 분사 장치 개발 및 배 적퇴·적화용 기술 개발</p> <p>(현재) 0건 → (개발) 1건 ⇒ 솔레노이드 분사 장치 개발 (특허출원 1건)  (현재) 0건 → (개발) 2건 ⇒ 기술이전 1건, 배 적퇴를 위한 분사건 사용 매뉴얼 개발 1건</p> <p>○ 주요 기능</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 솔레노이드 밸브 제어를 위한 PCB 개발 (솔레노이 밸브, 배터리 등 각종 장치 종합 제어)</li> <li>- 운영 프로그램 개발 (초당 분사횟수 선택, 배터리 잔량 표시, 솔레노이드 분사장치 제어 등)</li> <li>- 배터리 보호회로 개발 (배터리 셀 보호, 잔량 표시, 안전정 전압 유지 등)</li> <li>- 초당 7회, 9회, 연속분사 등 다양한 분사 형태 기술</li> <li>- 솔레노이드 분사장치를 통한 배 적퇴·적화율 검정 (동력분무기 압력, 노즐설정, 분사거리, 분사방향 등 설정)</li> <li>- 솔레노이드 분사장치를 이용한 배 적퇴·적화 경제성 분석</li> </ul> <p>○ 핵심기술</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 솔레노이드 분사용 PCB 기술</li> <li>- 솔레노이드 분사용 PCB 구동을 위한 P/G 기술</li> <li>- 솔레노이드 분사장치 전용 배터리 보호회로 기술</li> <li>- 배 꽃눈 제거 작업을 위한 사용 매뉴얼 개발</li> </ul> <p>○ 적용범위</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 배 적퇴·적화 효율성 증대</li> <li>- 작업자의 편리성 및 안정성 향상을 위한 차세대용 분사 장치 개발</li> </ul>				

## 1-2. 연구개발의 필요성

<p>■ 국외 배 생산동향</p> <p>○ 배는 전 세계적으로 약 159만ha이상 재배되고 있으며 중국이 약110만ha로 전세계의 70%를 차지하고 있으며, 생산량 또한 2,740만톤으로 전세계의 71%를 차지하고 있음.</p> <p>○ 중국을 제외한 배의 주요 생산국은 인도, 이탈리아, 아르헨티나, 미국 등임.</p>
---

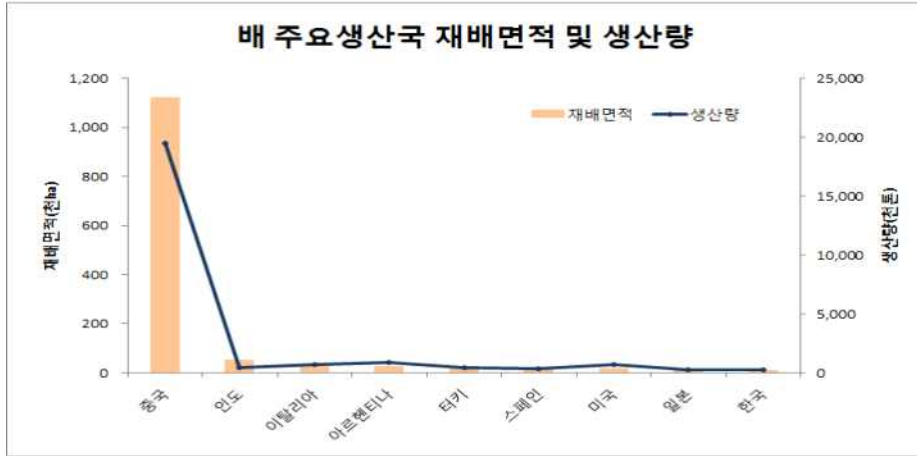


그림. 배 주요생산국 재배면적 및 생산량(FAO 2016)

■ 국내 배 생산동향

- 2016년 국내 배 재배면적은 11,164ha로 2000년(26,206ha) 정점을 찍은 이래 계속해서 감소하고 있는 추세이며, 생산량 또한 238천톤으로 감소하는 경향을 보임.
- 배의 1인당 소비량은 생산량이 적어던 2012년을 제외하면 계속해서 감소하는 추세이며, '16년도 기준 4.1kg으로 '08년도에 비해 55%이상 감소하였음.

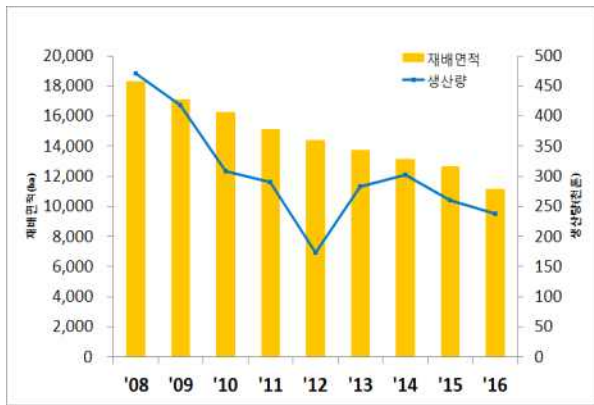


그림. 국내 배 재배면적 및 생산량

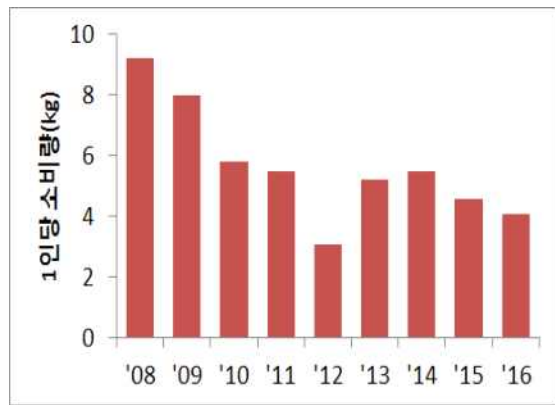


그림. 국내 배 연간 1인당 소비량

■ 국내 농촌 인력 부족 심각

- 우리나라 농촌인구는 약 249만명('16년)으로 '15년 대비 약 2.8% 감소함
  - 전국 대비 4.9%, 고령화(65세이상)비율 40.3%
- 과수 농작업 시 대부분의 노동력은 적화·적과 및 수확에 집중됨
- 인력 고용은 대부분 인력업체에 의존하나 인력업체의 농촌투기 비중은 매우 낮은 실정임

[ 연도별 농촌인구와 고령농 비율 및 전망 ]

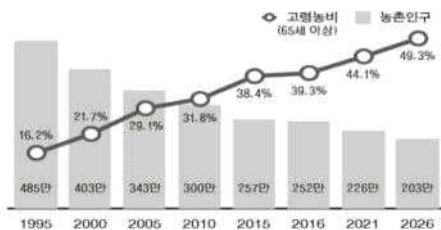


그림. 농촌 인구 증감률 및 고령화율

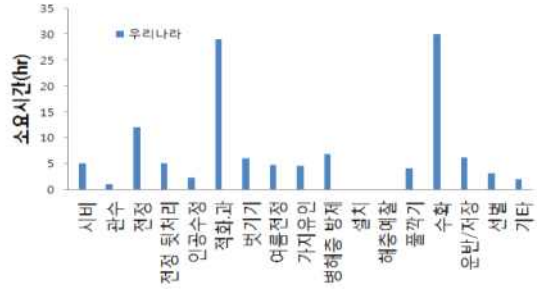


그림. 작업별 노동력 투입 비율

■ 국내·외 배 적화 기술 현황

- 배는 한 화총에 평균 8개의 꽃이 피며 성목 기준 한그루에 2만개 내외의 꽃이 개화함.
- 8개의 꽃 중 1개의 꽃을 제외한 나머지는 모두 따 주어야 하며 이 작업을 '적화'라고 함
- 적화기술은 크게 전정적화, 인력적화, 기계적화, 약제적화로 나눔. 전정적화는 겨울철 결과지 내 생강아 및 도장지를 제거하는 기술로 꽃이 피기 전 꽃눈의 수를 줄여줌
- 인력적화는 착과 위치를 제외한 나머지 꽃을 손으로 제거하는 기술로 경영비가 많이 소요됨.
- 트랙터, 모터 등을 이용하여 물리적 충격을 통해 꽃을 제거하는 기계적화는 적화효율은 뛰어나지만, 나무수형에 따른 제약이 크며, 약제적화는 성장조정제 등을 이용하여 화학적으로 꽃을 제거하는 기술임.



전정 적화



인력 적화



기계 적화



약제 적화

그림. 국내·외 배 적화기술

○ 국내 배 적화·적과 기술의 문제점

- 배 전체 꽃의 80% 내외를 인력적화만을 이용하므로 인건비상승에 따른 경영비부담이 큼
- 경사지 과원이 많고 수형이 다양하여 트랙터 등을 이용한 기계적화 적용에 어려움이 있음
- 약제 적화 또한 실용화되지 않고 있어 적화작업과 관련한 생력화기술이 매우 부족한 실정



만개한 배 꽃



연도별 최저임금 추이(인건비 상승)

■ 배 적화 관련 경영비

- 적화 인건비(1ha) : 4,270천원 (5인 × 6.1일 × 70천원 × 2회)
  - 적화작업의 소요시간은 28.8시간으로 전체 작업시간 중 가장 큰 비중을 차지함
  - 농촌인구 고령화에 따른 지속된 인건비 상승으로 적화작업에 따른 경영비 상승은 계속해서 증가될 전망이다
- 배 재배 경쟁력 확보를 위해서 적화작업의 생력화 기술 및 적화기 개발 절실함
  - 적화·적과 작업에 소요되는 시간은 선진국 대비 약 6배로 인건비 상승 및 경쟁력 약화의 주된 원인
  - 적화에 소요되는 시간은 국내 28.8시간에 비해 선진국 5.4시간으로 배 재배의 생력화를 위해서는 해당 작업시간의 감축이 필요함
- 국내에서 배 생산량은 2016년을 기준으로 23만 톤으로서, 사과와 감귤 등과 함께 5대 과수 작물을 이루고 있음
- 배의 경우 가격과 품질 경쟁력을 가진 다양한 과수 작물들이 수입에 따라서 타격을 입고 있는 다른 과수 작물들과는 다르게, 국내 소비자들의 욕구를 충족시키는 품종들을 육성하고 보급하는 데 성공함에 따라서 재배 경쟁력을 유지하고 있는 과수 작물 중 하나로 꼽히고 있음
- 배나무에서 성목 당 개화 수는 25,000개 내외인 것에 비해서 수세유지와 고품질 배 생산을 위한 최적 과실 수는 500개에 불과한 실정임(Turkey & Einset, 1939; Myers, 1986)
- 따라서 농가에서는 산술적으로 봄철에 개화하는 꽃눈의 98% 이상을 생육 기간 동안 결과지로부터 제거할 필요성이 있음  
(Yoo et al., 2016; Theron et al., 2017), 배의 경우 기계와 화학약품을 이용한 기술이 보편화 되어 있지 않아 인력적과에 의존하고 있는 문제점이 있음
- 이는 착과조절이 배 재배 과정 중에 소요되는 총 노동 투입 시간의 33% 이상을 차지하도록 만드는 주요 요인으로 작용하고 있음(Rural Development Administration, 2011)
- 최근 농촌의 노령화와 일손부족 현실을 고려하여 볼 때 착과 관리 작업에 필요한 노동력 해결과 더불어 비용을 절감 할 수 있는 대체기술의 개발이 절실한 실정임
- 배에서 화학적 착과조절 기술은 불균일한 약제처리 효과와 기형과의 발생이 이미 문제화된 바 있기 때문에 복숭아 재배의 경쟁력을 강화하기 위해서는 적화작업의 생력화가 가장 절실하게 요구되고 있음
- 최근 결과에서는 복숭아 적화를 위한 생력화 방법으로서 복숭아 맥동형 직분사 분무건 시스템을 제시한 바 있음(Park et al., 2017)
- 맥동형 직분사 분무건 시스템은 꽃눈을 정확하게 맞출 수 있을 뿐만 아니라 작업자가 꽃눈 제거 위치와 작업거리를 자유롭게 조절 할 수 있기 때문에 작업효율이 우수한 장점이 있음
- 또한 맥동형 직분사 분무건 시스템은 복숭아 결과지의 탄성에 의해서 가지가 분사방향

으로 휘어질 수 있는 여지가 있고 분사 시 반작용의 힘도 강하기 때문에 상황에 따라서는 꽃눈 제거 효율이 낮을 수 있고 작업자의 피로도도 높은 단점이 있을 수 있음

- 따라서 본 연구에서는 작은 충격력으로도 꽃눈을 효율적으로 제거하고 작업자의 피로를 경감시킬 목적으로 솔레노이드 분사장치 시스템을 개발하였으며, 새롭게 개발된 솔레노이드 분사 시스템의 효율적인 이용을 위한 배 적퇴·적화작업의 가능성을 검토하고자 수행하였음

### 1-3. 연구개발 범위

연구 범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	코드번호
		C-04
솔레노이드 분사장치를 위한 PCB 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 솔레노이드 분사장치 제어를 위한 PCB 개발</li> <li>- 회로기판, eeprom 메모리 등을 이용한 안정적이고 소형화 추진</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 솔레노이드 기능의 핵심 부품</li> <li>- 운영 프로그램 내장</li> <li>- 전원 입력 안정화</li> <li>- 주변부 연결 및 관리</li> <li>- 운영 프로그램 업데이트 포트</li> <li>- 시리얼 포트</li> <li>- 내부 eeprom 탑재</li> </ul>
솔레노이드 분사장치를 위한 PCB 프로그램 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 솔레노이드 분사장치 제어, 압력 제어 등 다양한 기능을 제어할 수 있는 프로그램 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 솔레노이드 개폐 제어 가능한 P/G</li> <li>- 배터리 잔량 검사 및 소모량 검사</li> </ul>
솔레노이드 분사장치를 위한 배터리 보호회로 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 솔레노이드 분사장치 작동을 위한 안정적 전원 공급을 위한 인산철 배터리의 보호회로 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 배터리 셀에 결합에 따른 보호회로 구성</li> <li>- 배터리 잔량 검사, 과충전 및 완전방전 방지</li> </ul>
솔레노이드 분사장치를 이용한 배 적퇴·적화기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 솔레노이드 분사장치의 배 적퇴·적화 매뉴얼 설정을 위한 적퇴·적화기술 개발</li> <li>- 분사거리, 사용시기, 분사 방향 등에 관한 매뉴얼 설정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 솔레노이드 분사장치의 사용 배 적퇴·적화 매뉴얼 설정</li> <li>- 분사거리 (0.5m, 1.0m, 1.5m, 2.0m) 적퇴율, 적엽율 측정</li> <li>- 분사방향 (결과지 자람의 순방향, 측면방향, 역방향) 적퇴율, 적엽율 측정</li> <li>- 사용시기 (꽃눈 발육단계 전엽기, 백뢰기, 풍선기, 개화기) 적퇴율과 적엽율 측정</li> </ul>

## 제2장 국내·외 기술개발 현황

### 2-1. 국내 생산 및 시장현황

코드번호

D-04

#### ■ 국내 배 생산 현황

- 전국 배 재배면적은 '16년 기준 11,164ha로 '00년도 26,206ha로 정점을 찍은 이래 계속해서 감소하고 있음
- 배 전국 생산량은 '08년도(471천톤)까지 증가하는 추세를 보이다 '09년을 기점으로 감소하여 '16년에는 238천톤을 기록함
- 전국 배 재배면적의 도별 점유율은 경기도가 27%로 가장 많고 전남 24%, 충남 21% 순임

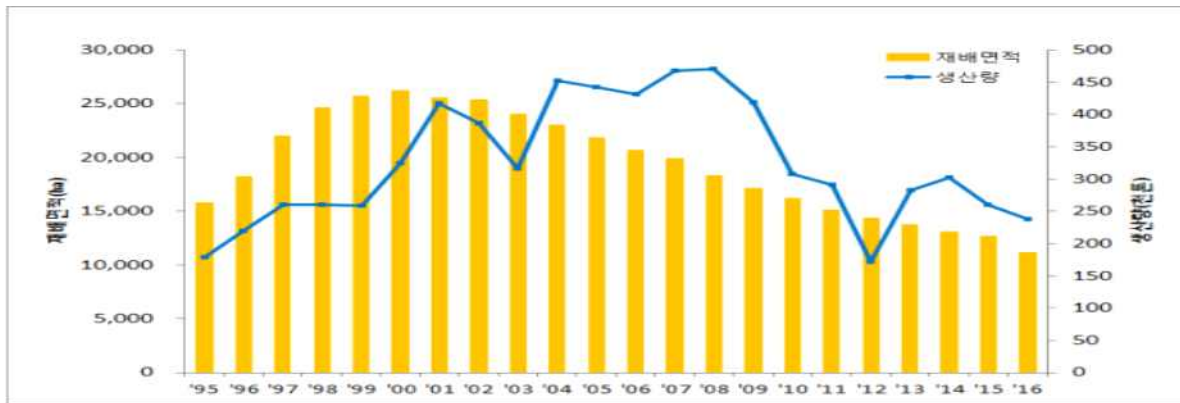


그림. 전국 배 생산량 및 재배면적 변화

#### ■ 배 작업 단계 별 노동시간 분석

- 배 재배에 소요되는 총 작업노동 시간은 181.1시간임(2017년 농산물소득자료집 기준)
- 작업 단계 별 노동시간은 적화·적과작업이 28.8시간으로 가장 높고 이어서 수확(28.7시간) > 봉지씌우기(24.8시간) > 선별·포장(23.3시간) 순이었음

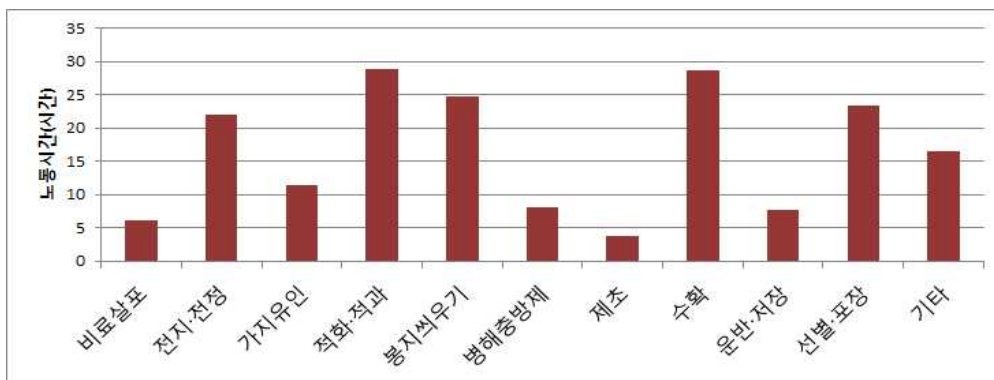


그림. 배 작업 단계 별 노동시간

#### ■ 배 재배시 적화·적과작업에 따른 효과

- ① 착과량 조절에 따른 과실크기 증대 및 품질향상
- ② 수세조절을 통한 익년 해거리(격년결과) 방지
- ③ 과실 간격 확보에 따른 병해충 방제가 효과적임

○ 적외 · 적화작업 위주로의 변경이 필요한 이유

- 꽃눈이 발아해서 개화 후 잎이 출현하여 정상적인 광합성이 이루어지기 전까지는 전년도 영양분을 이용하여 생육이 진행됨에 따라 조기에 착과에 필요한 꽃만을 남김으로써 수체 내 영양분을 남겨진 꽃에 집중시킬 수 있음.

■ 물리적 적외 · 적화작업

① 휴대용 브러쉬를 이용한 적외 · 적화 작업

○ 형태

- 손잡이가 있고 배터리를 이용하여 끈을 회전시킴으로써 제거할 꽃눈에 물리적 충격을 가해 꽃눈을 제거하는 원리

○ 사용 방법 및 장 · 단점

- 관행(손 적외 · 적화) 대비 꽃눈 제거작업 효율이 높음
- 작업반경이 관행 적화방법에 비해 넓고 휴대가 간편함
- 장시간 사용 시 손과 어깨에 피로감이 발생함
- 물리적 충격을 이용한 적화방법이므로 결과지에 상처가 발생할 수 있음

② 트랙터 부착용 기구

○ 형태

- 트랙터에 적화면적이 넓은 다양한 형태의 ‘신너(Thinner)’ 를 부착하여 결과지 부위에 물리적 충격을 가해서 꽃눈이 제거되는 원리

○ 사용 방법 및 장 · 단점

- 대규모 면적의 과원에서 꽃눈, 꽃을 제거하기에 매우 효율적임
- 나무수형이 주간형 등 일부 제한된 수형에서 사용 가능
- 원하는 착과 위치 선정이 불가능하며 물리적 충격에 따른 상처 및 병해충발생이 증가할 우려가 있음

■ 화학적 적외 · 적화작업

○ 화학적 적외 · 적화의 기작으로는 조기 개화되어 수정을 끝낸 꽃을 제외한 나머지 꽃을 대상으로 꽃가루 발아 억제하거나 암술머리 손상을 통한 수분 억제, 화분관 신장 방해를 통한 수정불량을 유도하는 원리로 뛰어난 적화효율을 보임

○ 적화제의 종류로는 NAA, 에세폰, D-N아세테이트제(2,4-dinitro-6-cyclohexyl acetate), 석회유황합제, 카바릴계 등이 있음. 그 중 석회유황합제 등은 무기화합물 형태 특성상 친환경 약제로 취급되어 지속적인 화학적 적화제로의 연구 수행이 이루어지고 있음.

○ 그 중 카바릴계 약제는 상대적으로 약효가 일정하여 가장 많이 사용되고 있으나, 꿀벌 등의 방화곤충에 피해를 주어 활용이 제한되고 있으며 사용시기 또한 꽃이 완전히 진 후로 제한하고 있기 때문에 과원 내 야생 꽃도 제거하고 사용해야 하는 등 사용 간 불편함이 있음

○ 또한 약제적화는 사용 시 외부의 온 · 습도와 같은 기상애 따른 제약이 크고 적정 살포시기, 살포농도, 대상품종에 따라 제약이 크므로 국내에서는 사과나 감귤의 일부를 제외하고는 제대로 된 상용화가 이루어지고 있지 않은 상황임

■ 국내 배 적화·적과기술

- 현재 국내 배 재배농가의 95% 이상이 인력을 이용한 적화·적과에 치우쳐 있음
- 농촌 고령화에 따른 노동력 확보의 어려움으로 대부분의 농가에서는 적퇴·적화 작업은 생략하고 적과작업만을 수행하고 있음
- 이러한 적화시기의 지연으로 수체의 저장양분의 소모를 야기함으로써 배의 고품질 과실의 생산을 저해하는 주요 원인 중 하나로 작용하고 있음
- 국내에는 최근 복숭아의 조기적퇴·적화 및 생력화를 목적으로 동력분무기의 압력을 이용하여 물을 직분사 하고 물리적 충격력을 발생시켜 꽃눈을 숙는 직분사 분무건이 개발되었음.
- 본 연구에서는 직분사 분무건의 과중확대에 따른 배에 대한 적용가능성을 목표로 시험을 수행하였으며, 꽃눈의 형태가 복숭아와 달리 화경이 긴 배 꽃눈의 형태적 특징을 고려하여 솔레노이드 장치를 활용한 분무건의 분사패턴을 다양화하여 진행하였다.

## 2-2. 국외 제품생산 및 시장현황

- 솔레노이드 분사장치를 이용한 배 적퇴·적화 관련 기술 개발은 전무한 상태임
- 미국에서는 트랙터에 특수 제작한 로더를 통해서 적퇴·적화작업이 가능함.
  - 수형의 균일화 (평면수형 및 팔레트 수형만 가능함)
  - 대규모 면적으로 가능하고, 무작위 타격으로 적화를 하므로 상품성이 낮음
- 유럽에서는 개화기 약제 살포를 통하여 적화작업을 수행하고 있음.
  - 다양한 약제살포를 통하여 적화작업이 가능하나, 국내에서는 개화기 낮은 온도에 따른 약제 살포효과가 불균일하여 사용하지 못함.
  - 최근 별의 피해가 발생됨에 따라서 개화기 약제살포가 불가능함
- 국내·외 지식재산권 현황
  - 국내 : 과수 적화용 분무건 등 3건 (출원자 : 강원도)
  - 국외 : 과수 적화용 동력형 분무 장치 1건 (일본, 출원자 : 강원도)
- 국내·외 표준화 현황
  - 과수 직분사 분무건을 이용한 복숭아 적퇴·적화 기술 표준화 진행 중 (강원도농업기술원)
  - 맥동형 분무건 분사기술에 대한 표준화 진행 중 (강원도농업기술원)



# 제3장 연구수행 내용 및 결과

## 1절 연구수행 내용

### 3-1-1. 연구개발 추진 전략

코드번호	D-05
------	------

- 기 보유하고 있는 과수 적화용 분사장치 기술을 기반으로 솔레노이드 분사 장치 개발
- 기 보유하고 있는 복숭아 꽃눈 제거용 분무건 기술을 기반으로 배 적뢰·적화 기술에 확대 적용
- 농가실증 및 현장 세미나를 통하여 기술 홍보
- 솔레노이드 분사장치 개발 추진 전략
  - 동력분무기 압력 3MPa에서 이하에서 작동될 수 있도록 안정장치와 작업자의 안정성 및 작업 효율성을 높이도록 개발
  - 솔레노이드 분사장치로 다양한 분사형태가 될 수 있도록 개발
  - 휴대성이 용이하고, 구조적으로 내구성이 우수한 형태 및 소재로 개발
- 배 적뢰·적화 기술 개발
  - 배 적뢰·적화 작업의 효율을 증대할 수 있는 메뉴성 설정  
(동력분무기 압력, 분사거리, 분사방향, 꽃눈발육단계에 따른 사용시기 )

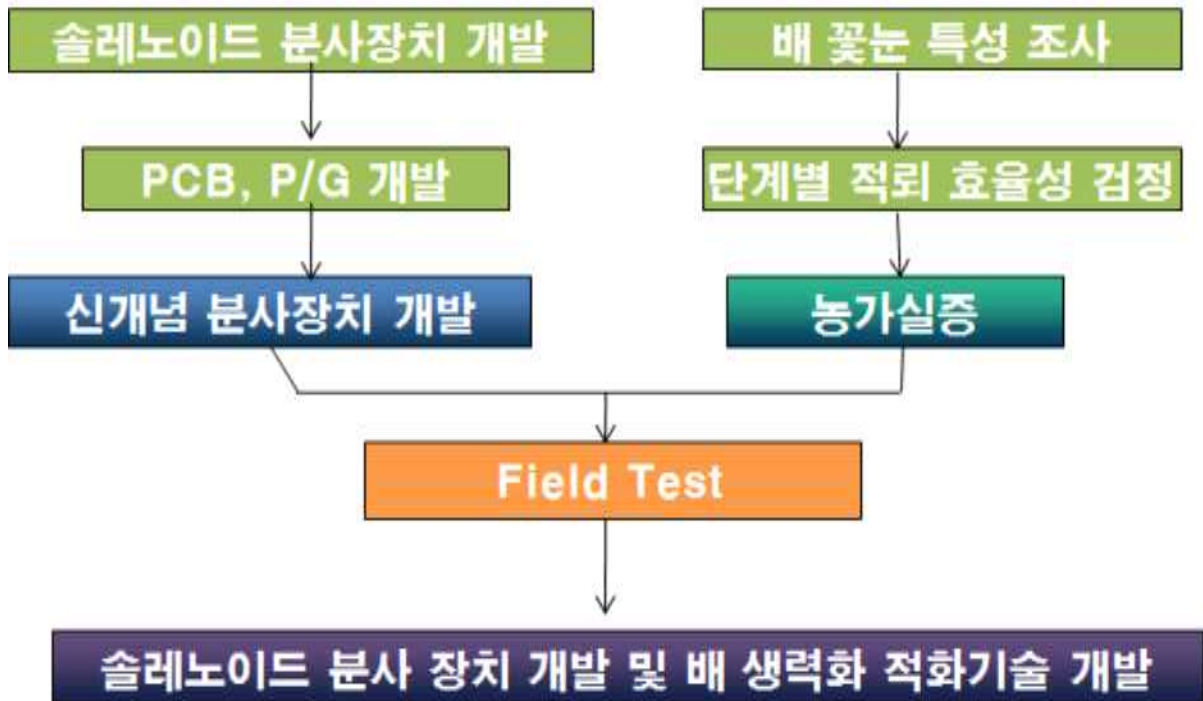


그림 4. 연구개발 추진 전략

### 3-1-2. 연구개발 추진체계 및 방법

연구개발과제		총 참여 연구원
과제명	과수 적외·적화용 슬레노이드 분사장치 개발 및 배 적외·적화 기술 개발	주관연구책임자 (박영식)외 총 4명
		담당기술개발내용
		슬레노이드 분사장치 개발 배 적외·적화기술 개발

### 3-1-3. 연구개발 추진 일정

일련번호	연구내용	1차년도												연구개발비 (단위: 천원)	책임자 (소속기관)
		월별 추진 일정													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	계획수립 및 자료조사	■												5,000	박영식 (강원도원)
2	설계도면 작성		■	■	■									5,000	"
3	1차 시제품 제작				■	■	■	■						10,000	"
4	전체시스템 구성						■	■	■	■				5,000	"
5	주요평가방법에 따른 성능평가항목 결정					■	■	■						2,500	"
6	배 적외·적화 실증시험				■	■	■	■						2,500	"
7	성능평가 표준방법 확립									■	■	■		5,000	"
8	1차 시제품 설계도면 작성									■	■	■		5,000	"
9	1차 시제품 가공 및 평가											■	■	5,000	"

### 3-1-4. 주요연구내용

#### (시험 1) 솔레노이드 분사장치 개발

가. 분사장치 개발

나. 처리내용

- 솔레노이드 메인보드 개발
- 솔레노이드 프로그램 개발
- 솔레노이드 배터리 회로 개발

#### (시험 2) 배 생력화 적화기술 개발

가. 품종 : ‘원황’, ‘신고’

나. 처리내용

- 적용기술 : 솔레노이드 분사장치 (맥동형 직분사 분무건)
- 처리내용 : 동력분무기 압력 설정 (1 MPa 등 3처리)  
분사방향 설정 (결과지 자람의 순방향 등 3처리)  
꽃눈발육단계 : 발아기 등 4처리
- 조사내용 : 적뢰율, 피해엽율, 착과율, 시간당 적화 효율성 등

### 3-1-5. 연구개발 결과

#### (시험 1) 솔레노이드 분사장치 개발

가. 솔레노이드 메인보드 (PCB) 개발

1) PCB 구성 및 기능

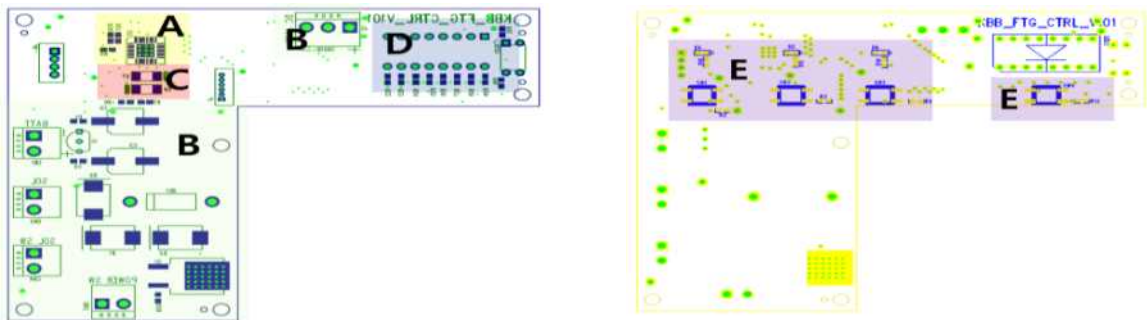


그림 5. 메인보드 PCB 회로도 (좌:앞면; 우:뒷면)

- A : MCU
- B : 충전 및 배터리, 전원 입력, 솔레노이드 밸브
- C : 배터리 잔량 측정
- D : 배터리 잔량 표시
- E : 메인보드 분사 형태 선택 및 표시

- PCB (Print circuit board) 인쇄 회로 기판, 기계적 지원에 사용되고 동기판에서 피전도 ‘기판’으로 제작한 신호선을 사용하여 전기적으로 전자 부품을 연결됨에 따라서 인쇄 와인드 본딩(PWB), 인쇄 회로 기판 조립(PCBA)이라고도 함
- 메인회로 특징
  - ‘ㄱ’ 형태로 제작하여 내부 구조 최적화
  - 회로 구성시 신호 간섭이 최소화 되도록 배선

- 메인회로와 솔레노이드 분사장치 내부 구조를 일괄시스템으로 연결함
- 전용 장비 없이 MCU 프로그램 업데이트가 가능하도록 포트 구성
- 시리얼 포트를 통해 정보 확인 및 수정 가능

표 1. 솔레노이드의 PCB 메인보드 주요 회로 기능

구분	핵심기능	세부 기능
A	- MCU	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 솔레노이드 기능의 핵심 부품</li> <li>- 운영 프로그램 내장</li> <li>- 전원 입력 안정화</li> <li>- 주변부 연결 및 관리</li> <li>- 운영 프로그램 업데이트 포트</li> <li>- 시리얼 포트</li> <li>- 내부 eeprom 탑재</li> </ul>
B	- 충전 및 배터리, 전원 입력, 솔레노이드 밸브 제어	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 외부 부품 컨넥트</li> <li>- 압력 스위치, 솔레노이드 밸브 등의 역기 전력 차단</li> <li>- 충전 단자, 스위치 연결</li> <li>- 전류 흐름 제어</li> </ul>
C	- 배터리 잔량 측정	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전압 분배, 역전류 차단</li> <li>- 전압 측정을 통한 배터리 잔량 측정</li> </ul>
D	- 배터리 잔량 표시	- 하나의 제품으로 구성된 Bar LED 형태의 LED 제어
E	- 분사 형태 선택 및 표시	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 분사 형태 선택 버튼 및 표시 LED</li> <li>- 선택 버튼에서 발생하는 노이즈 제거</li> </ul>

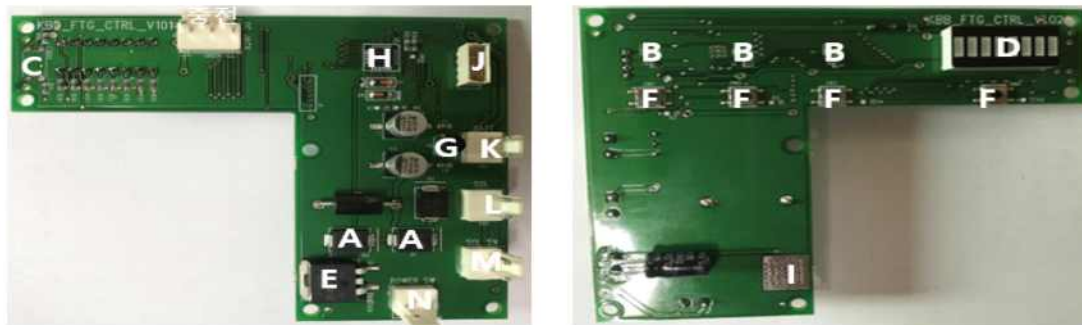


그림 6. PCB 구성

- |                   |                |                 |
|-------------------|----------------|-----------------|
| A : MBRS340       | B : LED GREEN  | C : PC817       |
| D : WCNLB8-GU11   | E : IRF540N/TO | F : smd tact sw |
| G : LM78L05C/TO92 | H : Atmega88pa | I : 방열판         |
| J : 시리얼통신         | K : 배터리 단자     | L : 솔레노이드 밸브 단자 |
| M : 압력 스위치 단자     | N : 전원 스위치 단자  |                 |

- PCB의 주요 회로의 기능은 솔레노이드 운영 프로그램 내장, 배터리 충전, 솔레노이드 밸브 제어, 배터리 잔량 측정, 분사형태 조절 및 선택버튼 등으로 구성하였음.
- 이들 구성 중 가장 핵심회로는 솔레노이드 분사형태의 조절 및 선택버튼이다. 분사형태는 3가지를 선택 가능하도록 구성하였음.
- 분사형태는 저속으로 초당 7회 끊어서 분사하는 형태, 고속은 초당 9회 끊어서 분사하는 형태, 마지막으로 지속적으로 분사되는 연속분사 형태로 구성하였다.

표 2. PCB 구성 및 주요 기능

구분	부품명	핵심기능	세부 기능
A	MBRS340	전류역류방지	- 솔레노이드 밸브 작동시 역기전력 발생 - 역기전력으로부터 회로 보호
B	LED GREEN	기능상태표시	- 선택된 분사 패턴 표시
C	PC817	전원 분리 응용	- 충전중 여부 확인(사용 안함)
D	WCNLB8-GU11	배터리 상태 표시	- 잔류 배터리양 표시
E	IRF540N/TO	전류 증폭	- MCU의 신호를 전류의 흐름으로 증폭 - 솔레노이드 밸브의 입력 전원
F	smd tact sw	사용자 명령 입력	- 분사 패턴 선택 버튼
G	LM78L05C/TO92	5V 정류	- 배터리의 전압 12.8V - MCU의 입력 전원 5V - 배터리의 전압을 일정하게 5V의 전압 생성
H	Atmega88pa	마이크로 컨트롤러	- 솔레노이드 밸브 작동, 잔류 배터리 측정, 분사 패턴, 기타 정보 수집등을 처리해주는 중앙 처리장치
I	방열판	열 방출	- 높은 전류가 흐르는 IRF540N/TO의 열 방출 - 회로의 단순화를 위해 패턴으로 제작
J	SMW250-04	시리얼통신 단자	- 시리얼 통신을 위한 연결 단자 - 메인회로 변수 확인 및 조작
K	YW396-02 V	배터리 단자	- 배터리 연결 단자
L	YW396-02 V	솔레노이드 밸브 단자	- 솔레노이드 밸브 연결 단자
M	YW396-02 V	압력 스위치 단자	- 압력 스위치 연결 단자
N	YW396-02 V	전원 스위치 단자	- 전원 스위치 연결 단자

○ PCB 구성 특성

- PCB 앞면에는 세로 배선, 뒷면에는 가로 배선을 하여 신호 간섭 최소화
- 효과적인 방열을 위해 열이 방출되는 부품을 솔레노이드 밸브 옆으로 배치
- 솔레노이드 분사장치 케이스에 부착 및 컨넥트가 간편하도록 구성
- 입력 전압 안정화 및 높은 전류가 안정적으로 흐를 수 있는 부품 구성
- 제조 시 수작업을 최소화하고 SMT 공정이 가능하도록 부품 구성

나) 솔레노이드 분사장치의 외부·내부 형태적 특성

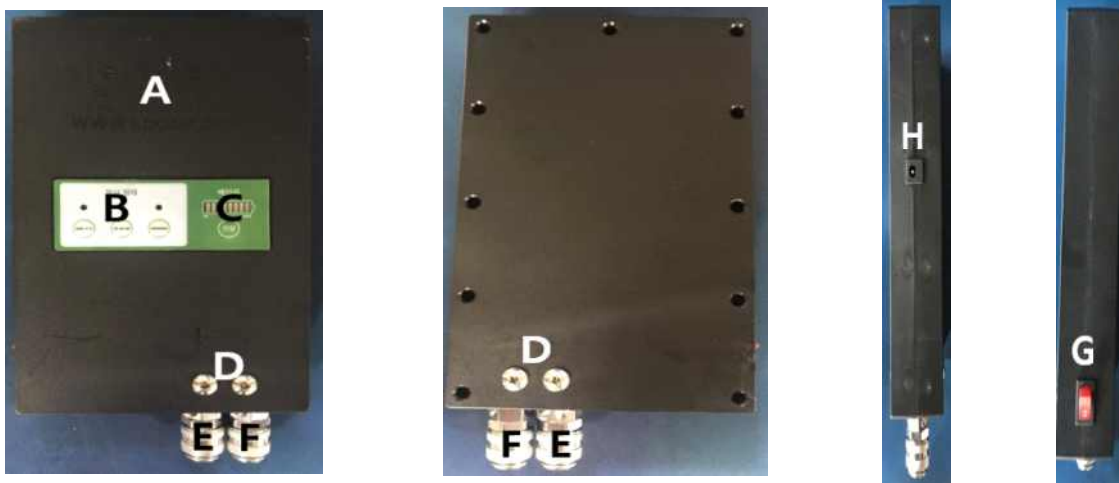


그림 7. 솔레노이드 분사장치 구성

- |                    |                   |
|--------------------|-------------------|
| A : 수압부스터 로고       | B : 분사 형태 선택 및 표시 |
| C : 배터리 잔량 확인 및 표시 | D : 케이스 고정 나사     |
| E : 분무건 결합 원터치 노즐  | F : 분무기 결합 원터치 노즐 |
| G : 전원 스위치         | H : 충전 단자         |

○ 솔레노이드 분사장치의 형태적 특성

- 무게 : 1.7kg (사용상 무리가 되지 않음)
- 크기 : 136mm×212mm×47mm (가로×세로×높이)
- 소재
  - ABS 소재 사용로 내충격 강도 및 저온에도 높은 충격 강도를 갖음
  - 전기적, 내화학성, 내유성이 뛰어남
- 원터치 노즐
  - 간편하게 결합 및 분해가 가능
  - 제품 사용시에 호스의 재결합이 쉽게 가능
- 사용방법
  - 등에 메는 형태로 사용하여 무게에 대한 부담 경감
  - 전원 스위치는 왼쪽에 구성하여 전원 켜고, 끄기가 편리함
  - 충전을 위해 연결부위는 위쪽에 구성하여 안정적임
  - 솔레노이드 장치는 특수 매낭에 넣어서 작업할 수 있도록 하였음

표 3. 솔레노이드 분사장치 주요 부품 및 기능

구분	핵심기능	세부 기능
A	수압부스터 로고	- 회사 로고 및 연락처, 홈페이지 표시 - 양각으로 제작하여 임의 조작 불가
B	분사 형태 선택 및 표시	- 물이 들어가지 않도록 방수 처리 - 버튼이 쉽게 눌릴 수 있도록 양각 처리 - 눈에 잘 보이도록 영역 표시
C	배터리 잔량 확인 및 표시	- 배터리 잔량을 한눈에 알 수 있도록 디자인
D	케이스 고정 나사	- 솔레노이드 밸브를 케이스 양면에 고정 - 녹이 슬지 않는 스테인리스 나사 사용
E	분무건 결합 원터치 노즐	- 분무건으로 나가는 호스를 연결 - 결합 및 분해가 가능한 원터치 노즐 적용
F	분무기 결합 원터치 노즐	- 분무기로부터 들어오는 호스를 연결 - 한 번에 결합 및 분해가 가능한 원터치 노즐 적용
G	전원 스위치	- 제품 사용시 왼손으로 조작 가능한 위치 - 1회에 켜고 끄기 쉽도록 제작
H	충전 단자	- 물이 들어오기 어려운 위치에 부착

○ 솔레노이드 분사장치 내부 구성

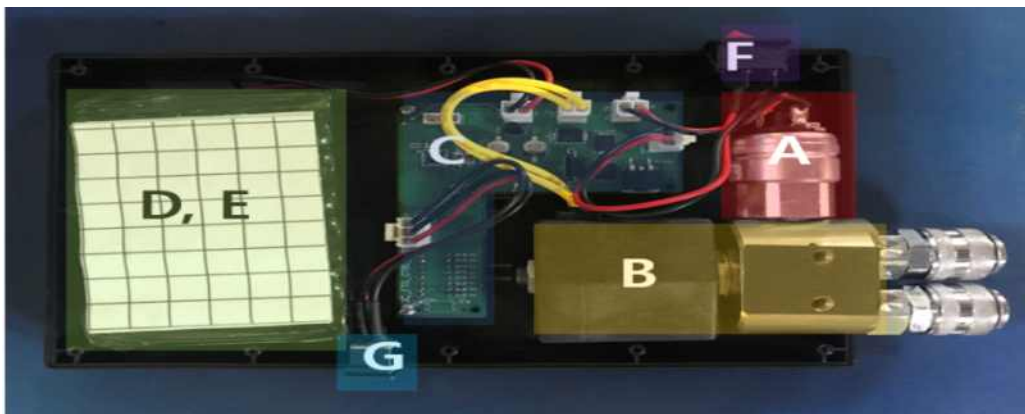


그림 8. 솔레노이드 분사장치 내부 구성

- A : 솔레노이드 압력 센서      B : 솔레노이드 밸브      C : 메인보드  
 D : 배터리      E : 배터리 회로      F : 전원 스위치  
 G : 충전 단자

○ 솔레노이드 분사장치 내부 특징

- 가장 무거운 솔레노이드 밸브를 제품 하단으로 배치하여 무게 균형
- 물이 관통하는 부품인 솔레노이드 밸브와 배터리를 가장 멀리 배치하여

- 전기적 사고 발생 가능성을 낮춤
- 컨넥터 배선 길이를 최소화 하여 내부를 깔끔하게 유지
- 부품별로 간단하게 분해·조립이 가능
- 고장시 내용 확인 및 부품 교체 용이
- 각 부품이 튼튼하게 고정되어 흔들리지 않음

표 4. 솔레노이드 분사장치 내부 주요 부품 및 기능

구분	부품명	핵심기능	세부 기능
A	솔레노이드 압력 스위치	압력 변화 감지	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 분무건 내부의 개폐 장치를 방아쇠 손잡이로 사용하여 물이 분사되는 구조</li> <li>- 물이 분사됨과 동시에 내부 압력이 하강하는 현상을 압력 스위치를 통해 감지</li> <li>- 사용자의 의도에 맞게 분사 순간에만 부스터를 작동 가능</li> </ul>
B	솔레노이드 밸브	물의 흐름 제어	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 메인회로에서 솔레노이드 밸브를 빠른 속도로 ON/OFF 시킬 수 있도록 처리</li> <li>- 솔레노이드 밸브를 통해 물의 맥동형 분사를 제어</li> </ul>
C	메인보드	솔레노이드 및 배터리 관리	- <표 2>, <표 3> 참조
D	배터리	충전부분  잔량 확인 부분	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 메인회로와는 별도로 분리된 BMS 회로를 사용</li> <li>- BMS 회로는 밸런싱/과충전/쇼트 등을 관장하며 배터리를 안전하고 효율적으로 사용할 수 있도록 함</li> <li>- 부스터 배터리 잔량 측정 장치</li> <li>- 배터리 소모에 따른 전압 하강을 측정하여, 남은 잔량을 계산하는 방법 사용</li> <li>- LED 8개를 사용하여 12.5% 단위로 표시</li> </ul>
E	배터리 회로	배터리 관리	- <표9> 참조
F	전원 스위치	전원 스위치	- 부스터 사용 시작 및 종료시에 배터리 전원 연결 및 차단
G	충전단자	충전 단자	- 배터리 충전시에 충전기 연결 단자

○ 솔레노이드 분사장치 메인회로의 세부 기능

- 방열 기능
  - 많은 전류를 사용하는 솔레노이드 밸브로 인해 열이 발생할 경우를 대비하여 방열




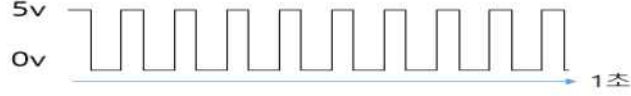
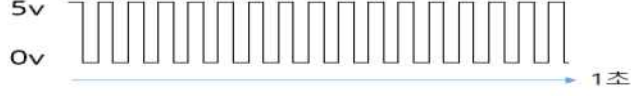
판 기능을 추가

- 물을 분사하는 제품의 특성을 활용, 메인보드의 모양을 분사장치 내부의 온도 하락을 유도하는 형태로 제작
- 잡음 제거(노이즈 방지)
  - 압력 스위치 작동 시 발생하는 잡음으로 인해 MCU가 영향을 받음
  - 캐퍼시터를 사용하여 잡음 제거 및 MCU 보호
- 오작동 방지
  - 선택버튼 스위치로부터 잡음이 발생하는 경우가 있음
  - 사용자의 의도와 무관하게 작동하는 상황이 발생
  - 소프트웨어적으로 일정 시간 이상 버튼 클릭이 감지될 경우만 작동됨
- 시리얼 통신
  - 시리얼 통신을 위한 포트를 할당
  - 개별 설정 값 입력 가능
  - 제어 변수 및 사용 시간 확인 가능
- 효율적 작동
  - 사용하고자 하는 의도를 압력스위치를 통해 감지
  - 분무건의 방아쇠를 당겨 물을 분사시킬 경우 내부 압력이 낮아지게 되고, 압력스위치가 솔레노이드 밸브를 작동하게 함
  - 분무건의 방아쇠를 놓아 분사를 멈출 경우 내부의 압력이 증가하게 되고, 압력스위치가 솔레노이드 밸브를 작동 정지시킴
  - 배터리 사용 시간 증가
- 충전 중 확인 (기능 제거)
  - 충전 중 상태 확인
  - <그림 4>의 photocoupler(부품C)를 활용, 충전기 연결 여부를 확인
  - 충전 중 상태 표시
    - <그림 4>의 LED(부품D) 창에 좌측에서 우측방향으로 LED 점등
    - 직관적인 표시로 사용자가 충전중·충전완료로 쉽게 파악
  - 충전 중 상태 제거 이유
    - <그림 4>의 부품D는 총 8개의 LED 불빛을 켜는 부품
    - LED 한 개당 약 20mw의 전력을 소비, 최대 160mw의 소비전력 필요
    - 충전이 완료된 상황에서, LED 표시를 위해 지속적으로 소비되는 전력으로 인해 충전완료를 감지하기 어려움
    - 충전중에 솔레노이드 밸브 정지 기능으로 인해, 사용 일관성 하락
    - photocoupler으로 인해 대기 소모 전력 증가
- 분사 형태 조절
  - 3가지 형태의 분사 방법을 제공하여 사용자의 편의성 증대
  - <그림 4>의 smd tact sw(부품F)를 사용

표 5. 분사 형태별 특징

분사 형태	특징
저속분사	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1초에 7.7회의 맥동 파형</li> <li>○ duty 38%</li> <li>○ 가장 적은 전력 소모</li> <li>○ 가장 적은 물 사용량</li> <li>○ 가장 오랜 시간 사용 가능</li> </ul>
고속분사	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1초에 9.5회의 맥동 파형</li> <li>○ duty 42%</li> <li>○ 저속분사에 비해 물 사용량이 증가하지만 꽃눈 제거 작업의 효율성 증가</li> </ul>
연속분사	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 직분사 : 물이 일직선으로 분사되는 직분사 형태</li> <li>○ 본 설계에서 직분사의 문제점                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 솔레노이드 밸브를 지속적으로 ON 시켜서 분사</li> <li>- 솔레노이드 밸브의 부담 증가</li> <li>- 전력 사용량 최대유지 및 배터리 사용 시간 감소</li> <li>- 비정상적 작동으로 인해 사용자 혼란</li> </ul> </li> <li>○ 해결 방안                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 아주 빠른 속도로 솔레노이드 밸브를 ON/OFF</li> <li>- 전력에 의해 빠르게 ON이 되는 반면, 스프링에 의해 OFF 되는 시간은 오래 걸리는 현상을 이용</li> <li>- 물이 완전히 차단되어 분사가 정지되기 전에 다시 전류를 흘려 물이 지속적으로 분사되도록 설계</li> <li>- 약 절반의 전력으로 직분사 구현</li> </ul> </li> <li>○ 특징                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1초에 16.6회 맥동 파형 -&gt; 직분사</li> <li>- duty 50%, duty 100%에 비해 절반의 전력 소모</li> </ul> </li> </ul>
<p>○ 솔레노이드 분사장치는 저속분사(초당 7회), 고속분사(초당 9회), 연속분사의 3단계로 구성하였고, 각각의 단계에 따라서 전압소모는 저속분사 &lt; 고속분사 &lt; 연속분사 순으로 나타났음.</p>	

표 6. 분사 형태별 전류 파형

분사 형태	전류 파형	전원 입력율 (%)	초당 맥동수
저속분사		38	7.7회
고속분사		42	9.5회
연속분사		50	16.6회

- 솔레노이드 작동을 위해서 각각 부품에서 전력 ON/OFF에 따른 전류 파형 및 전원 입력을 통하여 초당 분사횟수를 조정하였음.
- 전류 소모율은 저속(38%), 고속(42%), 연속분사 (50%) 순으로 나타났음

나. 솔레노이드 운영프로그램 개발

- 1) 솔레노이드 운영프로그램 개발
  - 가) 순서도(flow chart)

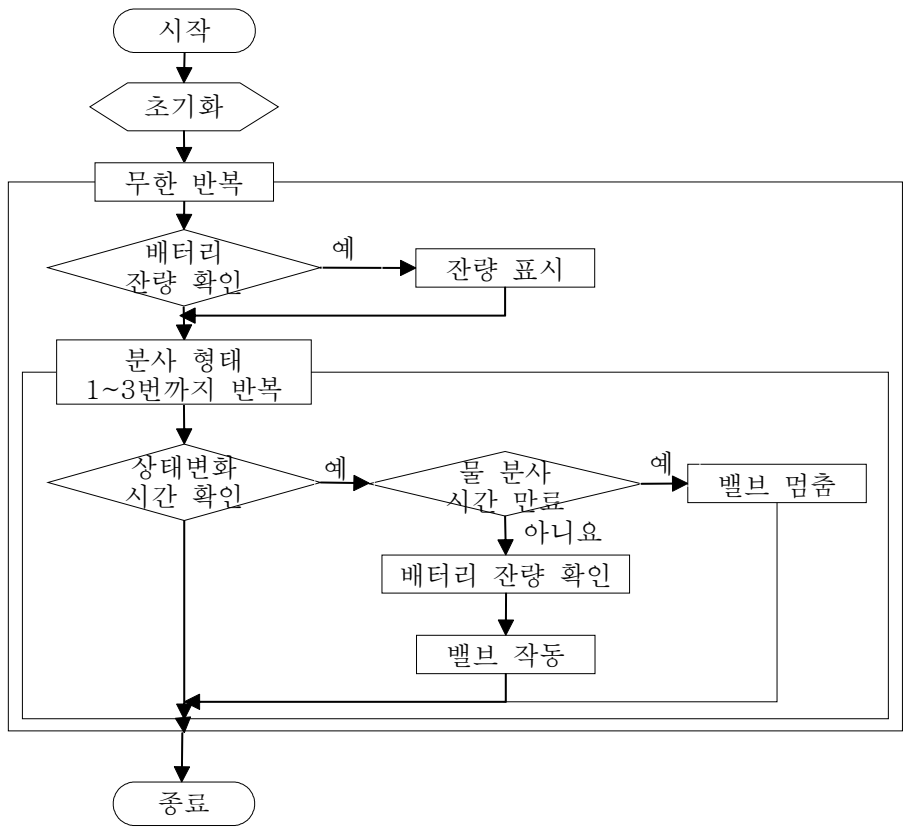


그림 9. 솔레노이드 운영프로그램 순서도

○ 솔레노이드 운영프로그램 순서도 특징

- 프로그램이 돌아가는 전체적인 원리를 서술
- 효율적인 로직 설계
- 비슷한 작업을 하나의 로직으로 압축

나) 의사코드(pseudocode)

```
main()
{
    초기화(); // eeprom 에서 초기 정보 가져와서 설정

    while (1)
    {
        if ( 배터리 잔량 확인 버튼이 눌리면 )
            BATT_DISPLAY(); // 바 LED 표시로 배터리 잔량 보여주기

        if ( state == S1 ) // 분사형태 1번 선택
        {
            if ( 물 분사 시간이 만료되면 )
                SOL_CTRL(0); // 밸브 끄기
            else
                SOL_CTRL(1); // 밸브 켜기
        }
        else if ( state == S2 ) // 분사형태 2번 선택
        {
            if ( 물 분사 시간이 만료되면 )
                SOL_CTRL(0); // 밸브 끄기
            else
                SOL_CTRL(1); // 밸브 켜기
        }
        else if ( state == S3 ) // 분사형태 3번 선택
        {
            if ( 물 분사 시간이 만료되면 )
                SOL_CTRL(0); // 밸브 끄기
            else
                SOL_CTRL(1); // 밸브 켜기
        }
    }
}
```

초기화()

```
{  
    mcu 초기 설정;  
    각종 타이머 설정;  
    eeprom으로부터 초기 정보 획득;  
}
```

SOL\_CTRL(char s)

```
{  
    if ( s == 1 )  
    {  
        BATT_CHECK(); // 배터리 전압 확인 ※설명1  
        전기 공급량;  
    }  
    else if( s == 0 )  
    {  
        전기 차단;  
    }  
}
```

BATT\_CHECK()

```
{  
    평균값 계산; ※설명2  
    LED 출력;  
}
```

분사형태 버튼 클릭() **※설명3**

```
{  
    선택한 버튼을 eeprom에 저장;  
}
```

사용 횟수 카운트()

```
{  
    if ( count > 100 )  
        eeprom에 저장; ※설명4  
}
```

시리얼통신()

```

{
  if ( 값 변경 요청시 )
    분사형태, 분사 시간, 분사 간격, 사용 횟수 설정;
  if ( 값 확인 요청시 )
    분사형태, 분사 시간, 분사 간격, 사용 횟수 확인;
}

```

다) 운영프로그램 의사코드 상세설명

○ 설명 1

- 배터리 전압을 솔레노이드 밸브를 켜기 직전 순간에 확인하는 이유?
- 솔레노이드 밸브는 작동순간에 배터리 전류를 빠르게 끌어옴, 이로 인해 <그림6> 과 같이 전압하강이 발생하고, 사용을 중지하면 복귀하는 현상으로 인해 정확한 배터리 전압 측정이 어려움
- 본 제품은 다음과 같은 특징으로 인하여 전압하강을 고려하였음



그림 10. 솔레노이드 밸브 ON일 때 전압 하강 현상

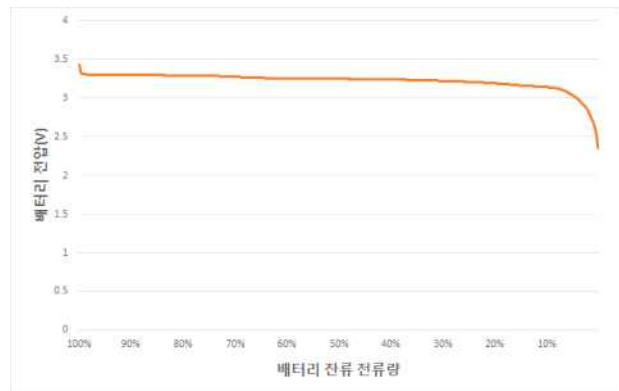


그림 11. 잔류 전류량에 따른 전압 하강 현상

- 솔레노이드 밸브가 매우 빠른 속도로 ON/OFF를 하며, 이때 전압하강 현상으로 인해 측정시마다 다른 결과가 나옴
- 적용된 배터리 (LiFePO4, 리튬인산철 배터리)의 특성상 배터리 소모에 따른 전압하강 비율이 매우 낮음
- <그림 6>와 같이 대부분의 영역에서 3.2V를 나타내기 때문에 사용 순간의 전압하강이 잔류 전류량 측정에 영향을 미침
  - 결과적으로 <그림5>에서 표시한 전압 확인 위치에서 측정할 때 가장 정확한 측정이 가능함

○ 설명 2

- 다음과 같은 이유로 전압 측정 시 오차의 가능성이 있음
  - 전압 분배 회로에서 사용하는 저항 소자의 오차율
  - 전압 측정의 기준이 되는 전압을 만들어내는 레귤레이터 소자의 오차율
  - 상세 설명1에서 설명한 전압 하강 현상으로 인한 오차
  - 물의 압력 변화로 인한 저항 차이로 배터리 잔량 버튼을 누를시
  - 가장 최근에 일정 횟수동안 측정한 측정값의 평균값를 사용하여 표시하도록 하였음

○ 설명3

- 배부식 제품의 특성상 자신의 등쪽에 위치한 버튼의 조작은 불편함
- 전원을 켤 때마다 버튼 조작을 하지 않도록 비휘발성 메모리인 eeprom을 사용하여 사용자의 설정을 유지하도록 하였음

○ 설명4

- 빈번한 정보 저장 요청은 속도 저하를 일으킴
- 정보를 저장시키는 간격을 조절하여 속도에 영향을 미치지 않도록 하였음
- 이 경우, 갑작스러운 전원 종료 시에 일부의 정보를 잃게 되어 중요한 정보가 아닌 경우 사용되는 방법임

2) 솔레노이드 운영프로그램 특징

가) 비휘발성 메모리 사용

- 주로 사용하는 분사형태를 저장하여 사용 편의성 증대
- 사용자별로 자신만의 분사형태 설정
- 사용자의 제품 사용 시간 기록
- 효율 증가를 위해 최소화된 사용

나) 정확한 정보 제공

- 현재 선택되어 사용 중인 분사 형태 표시
- 분사형태 설정 확인 기능
- 사용자의 제품 사용 시간 확인 기능
- 배터리 잔량의 부드럽고 정확한 정보 제공

다) 정밀한 설계

- 0.001초 이내 오차율의 정확한 타이머 시스템 구축
- 배터리 잔량 표시를 위해 가장 정확한 측정을 위한 로직 구성
- 솔레노이드 밸브 조작 시간을 정확하게 구현

라) 효율적인 코드

- 동작 시간을 최소화하기 위한 코드 설계
- 코드 영역, 실행 메모리 영역, eeprom 용량 등을 고려하여 어느 한쪽으로 치우치지 않도록 설계
- 추후 기능이 추가될 경우를 대비하여 유연하게 작성





표 8. 배터리 회로도 구성 부품 및 주요 기능

구분	부품명	핵심기능	주요 기능
A	접지	셀별 입력	- 셀밸런싱을 위해 각 셀별 접지
B	R5432V405B A	보호 IC	- PCM, BMS 설명 부분 참조
C	MOSFET	전류 증폭	- 방전 및 충전시에 필요로 하는 전류에 맞게 증폭
D	resistance	전류 및 전압 분배	- 각 소자에서 필요로 하는 전류 및 전압 분배

○ 배터리 보호회로 부품 구성 특징

- 보호회로 뒷면을 매끄럽게 처리하여 배터리 셀에 결합이 용이하게 설계
- SMT 공정만으로 제작 가능한 부품 구성
- 전선 연결이 편하도록 수작업 영역을 최대한 넓게 설정
- 높은 전류가 흐를 수 있도록 고용량 부품 적용

3) 솔레노이드 분사장치 배터리 개발

가) 배터리 용량 설정

○ 시간당 필요로 하는 전력량

- 솔레노이드 밸브 작동 전압 : 12V
- 솔레노이드 밸브 필요 전류 : 0.7A
- 솔레노이드 밸브 DUTY : 40%
- 메인회로의 필요 전류 : 0.05A 이하로써 계산에서 제외  
→  $12V \times 0.7A \times 0.4 = 3.36W$

○ 작동 시간

- 하루 사용 시간을 10시간으로 설정
- DOD 80% 설정  
→  $3.36W \times 10h / 0.8 = 42Wh$

○ 리튬인산철 용량 설정

- 솔레노이드 밸브 작동 전압 : 12V
- 리튬인산철 공칭 전압 : 3.2V  
→ 리튬인산철 직렬연결 : 4개  
→  $42Wh / (3.2V \times 4) = 3.28Ah$

○ 결과

- 리튬인산철 배터리 셀 4개를 직렬연결
- 3.28Ah 이상의 용량을 가지는 셀 사용
- DOD 80%를 유지하므로 긴 수명 유지 가능

나) 솔레노이드 배터리 구성

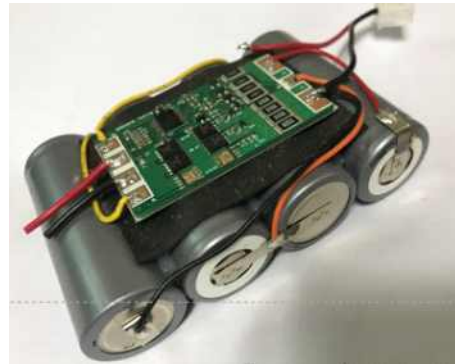


그림 14. 솔레노이드 배터리 형태

- 셀 결합
  - 알루미늄 스팟 용접을 사용하여 4개의 셀과 셀의 직렬연결
  - 셀이 흩어지지 않도록 실리콘을 사용하여 고정
- 보호회로 결합
  - 배터리와 일체형으로 결합
  - 물리적인 충격으로부터 보호되고, 정전기로부터 안전할 수 있도록 전도성이 있는 스펀지로 고정
  - 습기로부터 보호되도록 수축 테이프로 마감

표 9. 제품 사용 특징을 고려한 솔레노이드 배터리 사양

종류	리튬인산철 배터리
셀 개수	4개
전압	12.8V (3.2V*4)
용량	3.3AH
작동온도	-20℃ ~ 75℃
설계수명	10년
충전시간	3시간
사용시간	10시간

- 배터리 사양으로 셀은 4개, 전압 12.8V, 용량 3.3AH, 충전시간 3시간, 사용시간 10시간으로 결정되었음

(시험 2) 배 생력화 적화기술 개발

가. '원황', '신고'의 측지 및 꽃눈 형태적 특성 및 분포 현황

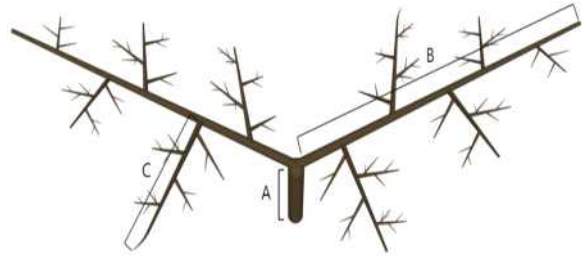


그림 15. 배나무 Y자 수형 및 가지별 명칭  
A:주지, B:부 주 지, C:측지

- 시험수는 농업기술원 15년생 Y자 수형의 '원황', '신고' 품종을 이용하였음
- 주간길이(A), 부주지길이(B), 측지(C)로 구분하여 조사하였음

- 측지에는 1년생 가지부터 다양한 가지에 꽃눈, 잎눈, 생강아 등이 있음



그림 16. 신고배 측지 형태

A: 1년생 가지, B: 2년생 가지, C: 3년생 이상 가지

- Y 자 수형의 측지에는 1년생(A), 2년생(B), 3년생 이상(C) 가지로 구성되었음



그림 17. 배나무 꽃눈 형태적 분류

A: 신초 끝눈, B: 2년생 꽃눈군, C, D: 3년생 이상 꽃눈군(생강아)

- 배 나무의 꽃눈은 1, 2년생 가지의 끝눈(A)과 3년생 이상의 꽃눈군(B, C, D)으로 구성

표 10. 처리 전 ‘원황’ 시험수 측지길이 및 측지수

처리시기	주지 길이 (cm)	부주지 길이 (cm)	측지 길이 (cm)				측지수 (개)
			총길이	1년생	2년생	3년생 이상	
전엽기	50.3	360.3	140.0	26.0	22.4	91.7	21.7
백뢰기	45.0	384.7	177.8	26.1	28.0	123.7	21.3
풍선기	48.3	354.0	151.4	28.8	25.0	97.6	19.7
개화기	49.0	378.3	162.6	34.3	27.0	101.4	18.3
관행재배	44.7	388.0	168.8	33.6	27.0	108.2	21.7

- ‘원황’ 배의 주지길이 45.0 ~ 50.3cm, 부주지 길이는 354.0 ~ 388.0cm임
- 측지길이는 140.0 ~ 168.8cm이고, 측지 개수는 18.3 ~ 21.7개임

표 11. 처리 전 ‘신고’ 시험수 측지길이 및 측지수

처리시기	주지 길이 (cm)	부주지 길이 (cm)	측지 길이 (cm)				측지수 (개)
			총길이	1년생	2년생	3년생 이상	
전엽기	54.3	397.3	166.4	25.2	34.2	107.0	17.0
백뢰기	51.7	384.2	160.5	24.1	35.1	101.3	17.7
풍선기	52.7	386.0	182.1	21.9	38.7	121.6	15.7
개화기	59.0	363.5	159.6	32.7	33.8	93.1	18.3
관행재배	53.3	399.8	165.1	24.7	29.8	110.6	19.3

- ‘신고’ 의 주지길이 51.7 ~ 59.0cm, 부주지 길이는 363.5 ~ 399.8cm임
- 측지길이는 159.6 ~ 182.1cm이고, 측지 개수는 15.7 ~ 19.3개임

표 12. 처리 전 ‘원황’ 배 연생별 측지내 눈 분포 현황

처리시기	총계		1년생		2년생		3년생 이상	
	꽃눈 (수)	잎눈 (개)	꽃눈 (개)	잎눈 (개)	꽃눈 (개)	잎눈 (개)	꽃눈 (개)	잎눈 (개)
전엽기	327.2	236.9	62.0	55.9	64.4	35.4	200.8	145.5
백뢰기	342.9	223.4	57.9	45.2	63.5	24.2	221.4	154.0
풍선기	313.6	171.9	55.7	44.2	57.2	16.5	200.6	111.3
개화기	209.8	126.6	44.7	49.0	39.7	12.7	125.4	64.9
관행재배	288.4	173.3	71.4	56.7	49.4	14.2	167.6	102.4

- ‘원황’ 배나무의 꽃눈수는 209.8 ~ 342.9개였고, 엽눈수는 126.6 ~ 236.9개로 처리나무의 평균적 꽃눈 296.4개, 엽눈수는 186개이었음

표 13. 처리 전 ‘신고’ 연생별 측지내 눈 분포 현황

처리시기	총계		1년생		2년생		3년생 이상	
	꽃눈 (개)	엽눈 (개)	꽃눈 (개)	엽눈 (개)	꽃눈 (개)	엽눈 (개)	꽃눈 (개)	엽눈 (개)
전엽기	221.5	94.1	33.8	33.4	43.0	21.6	144.7	39.1
백뢰기	202.6	121.5	35.0	29.1	40.0	23.9	127.6	68.6
풍선기	235.0	83.4	43.9	13.1	51.3	19.4	139.9	51.0
개화기	303.7	152.6	61.4	34.1	76.3	21.7	166.0	96.8
관행재배	301.0	150.9	49.3	31.3	58.4	22.6	193.4	97.0

- ‘신고’ 배나무의 꽃눈수는 202.6 ~ 303.7개이었고, 엽눈수는 94.1 ~ 152.6개이었음.  
또한 처리나무의 평균적 꽃눈수 252.8개, 엽눈수는 120.5개이었음

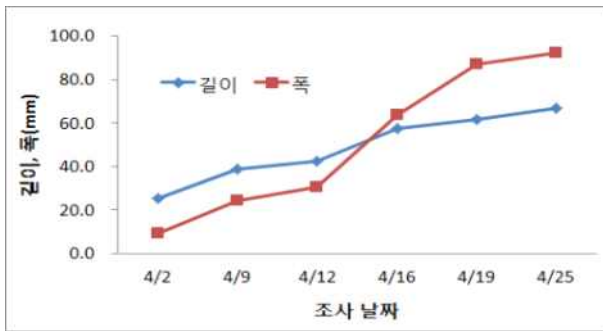


그림 18. ‘원황’ 시기별 꽃눈 변화

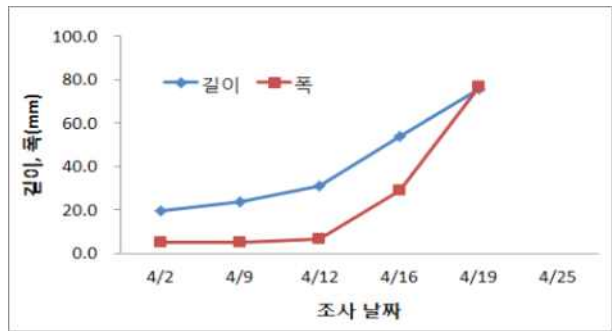


그림 19. ‘원황’ 시기별 엽눈 변화

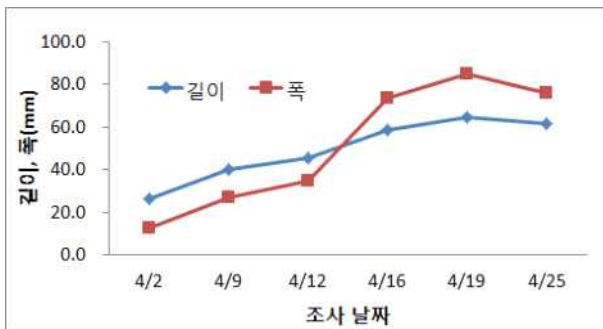


그림 20. ‘신고’ 시기별 꽃눈 변화



그림 21. ‘신고’ 시기별 엽눈 변화

- ‘원황’, ‘신고’ 배의 꽃눈의 길이는 발아기로부터 개화기까지 지속적으로 증가하였고, 폭은 발아기에서 백뢰기까지는 완만한 증가에서 풍선기를 지나면서 개화기까지 크게 증가하였음
- ‘원황’, ‘신고’ 배의 엽눈은 풍선기까지는 완만히 증가하였고, 풍선기에서 개화 후부터 급격히 증가하는 것으로 나타났음

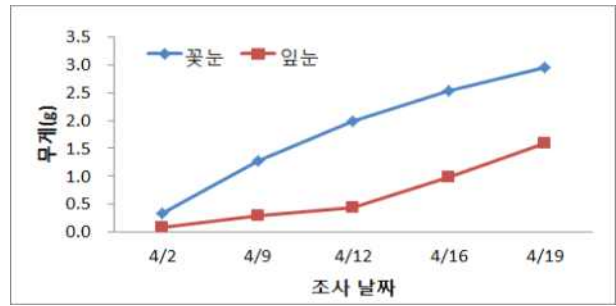
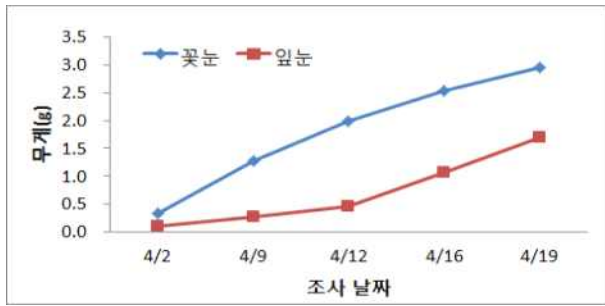


그림 22. '원황' 시기별 눈(芽) 중량 변화      그림 23. '신고' 시기별 눈(芽) 중량 변화  
 ○ '원황', '신고' 배의 꽃눈은 개화기까지 완만히 증가하였고, 옆눈은 꽃눈에 비해서 지속적으로 증가하는 것으로 나타났음



그림 24. '원황', '신고' 배의 꽃눈 크기 변화

A: 전엽기    B:백뢰기    C:풍선기    D:개화기    E:낙화기

○ 그림 19는 '원황', '신고' 배의 꽃눈 생육단계에 따른 변화된 그림으로 발아기(A), 백뢰기(B), 풍선기(C), 개화기(D), 낙화기(E)로 구분할 수 있음



그림 25. 배 '신고' 품종의 화층 및 꽃 형태적 특성

○ 꽃눈에는 꽃과 엽이 동시에 발생되고, 꽃수 6 ~ 8개가 발생되고, 옆에는 과대지가 발생됨

(시험2) 솔레노이드 분사장치를 이용한 적화 요인시험

표14. ‘신고’의 백뢰기에 솔레노이드 분사장치 분사 방향에 따른 적뢰율

분사 형태	분사 거리	결과지 자람에 따른 분무건 분사방향에 따른 적뢰율 (%)		
		순방향	측면방향	역방향
맥동형	0.5	2.1	1.1	40.5
	1.0	0.0	0.0	42.2
	1.5	0.0	0.0	3.6
	2.0	0.0	0.0	0.0

\* 동력분무기 압력 : 2MPa, 노즐직경 2.2mm

○ 솔레노이드 분무건의 분사 방향은 결과지 자람의 역방향에서 최대 42.2%로 있었고, 분사거리는 0.5 ~ 1.0m에서 적뢰율이 높고, 1.5m 이상에서는 적뢰율이 현저히 감소하는 것으로 나타났음



그림 26. 꽃눈 생육단계 및 분사방향에 따른 시험 처리 전경

(시험 3) 솔레노이드 분사장치를 이용한 실증 시험

표 15. ‘원황’ 솔레노이드 분사장치를 이용한 측지 내 처리별 화충 제거율

처리시기	총 화충수 (개)	떨어진 화충수 (개)	화충 제거율 (%)
전엽기	327.2	114.0	34.9
백뢰기	342.9	111.3	32.5
풍선기	313.6	120.3	38.4
개화기	209.8	55.0	26.2

○ ‘원황’ 배의 화충 제거율은 풍선기 38.4%, 전엽기 34.9%, 백뢰기 32.5%, 개화기 26.2%로 나타났음

표 16. '원황' 솔레노이드 분사장치를 이용한 측지 내 처리별 꽃수 제거율

처리시기	총 꽃수 (개)	떨어진 꽃수 (개)	꽃 제거율 (%)
전엽기	2,125.5	1,126.7	53.0
백퇴기	2,227.6	1,470.3	66.0
풍선기	2,034.5	1,570.2	77.2
개화기	1,363.1	510.7	37.5

○ '원황' 배의 적퇴율은 풍선기 77.2%, 백퇴기 66.0%, 전엽기 53.0%, 개화기 37.5%로 나타났음

표 17. '원황' 솔레노이드 분사장치를 이용한 측지 내 엽 피해율

시기	총 엽수	상처엽수(개)	피해율(%)
전엽기	4,688.7	278.2	5.9
백퇴기	4,667.7	253.8	5.4
풍선기	4,499.7	324.9	7.2
개화기	3,828.0	262.4	6.8

○ '원황' 배의 솔레노이드 분무건 사용 25일 후 엽 피해율은 5.4 ~ 7.2%로 내외로 비교적 경미한 수준이었음

표 18. '신고' 솔레노이드 분사장치를 이용한 측지 내 처리별 화충제거율

처리시기	총 화충수 (개)	떨어진 화충수 (개)	화충제거율 (%)
전엽기	221.5	73.8	33.3
백퇴기	202.6	62.6	30.9
풍선기	235.0	110.3	47.0
개화기	303.7	65.9	21.7

○ '원황' 배의 화충 제거율은 풍선기 47.0%, 전엽기 33.3%, 백퇴기 30.9%, 개화기 21.7% 순으로 나타났음



표 19. ‘신고’ 솔레노이드 분사장치를 이용한 측지 내 처리별 꽃수 제거율

처리시기	총 꽃수 (개)	떨어진 꽃 수 (개)	꽃 제거율 (%)
전엽기	1,441.1	752.5	52.2
백뢰기	1,317.6	897.1	68.1
풍선기	1,527.5	1200.0	78.6
개화기	1,974.1	1156.7	58.6

○ ‘신고’ 배의 적뢰율은 풍선기 78.6%, 백뢰기 68.1%, 개화기 58.6%, 전엽기 52.2% 순으로 나타났음

표 20. ‘신고’ 솔레노이드 분사장치를 이용한 측지 내 엽 피해율

처리시기	총 엽수	상처엽수(개)	피해율(%)
전엽기	3,107.6	309.6	9.9
백뢰기	3,768.3	284.5	7.5
풍선기	2,904.6	243.7	8.4
개화기	4,275.3	476.3	11.1

○ ‘신고’ 배의 솔레노이드 분무건 사용 25일 후 엽 피해율은 7.5 ~ 11.1%로 내외로 비교적 경미한 수준이었음



그림 27. 솔레노이드 분무건 처리 후 발생한 엽 피해 증상

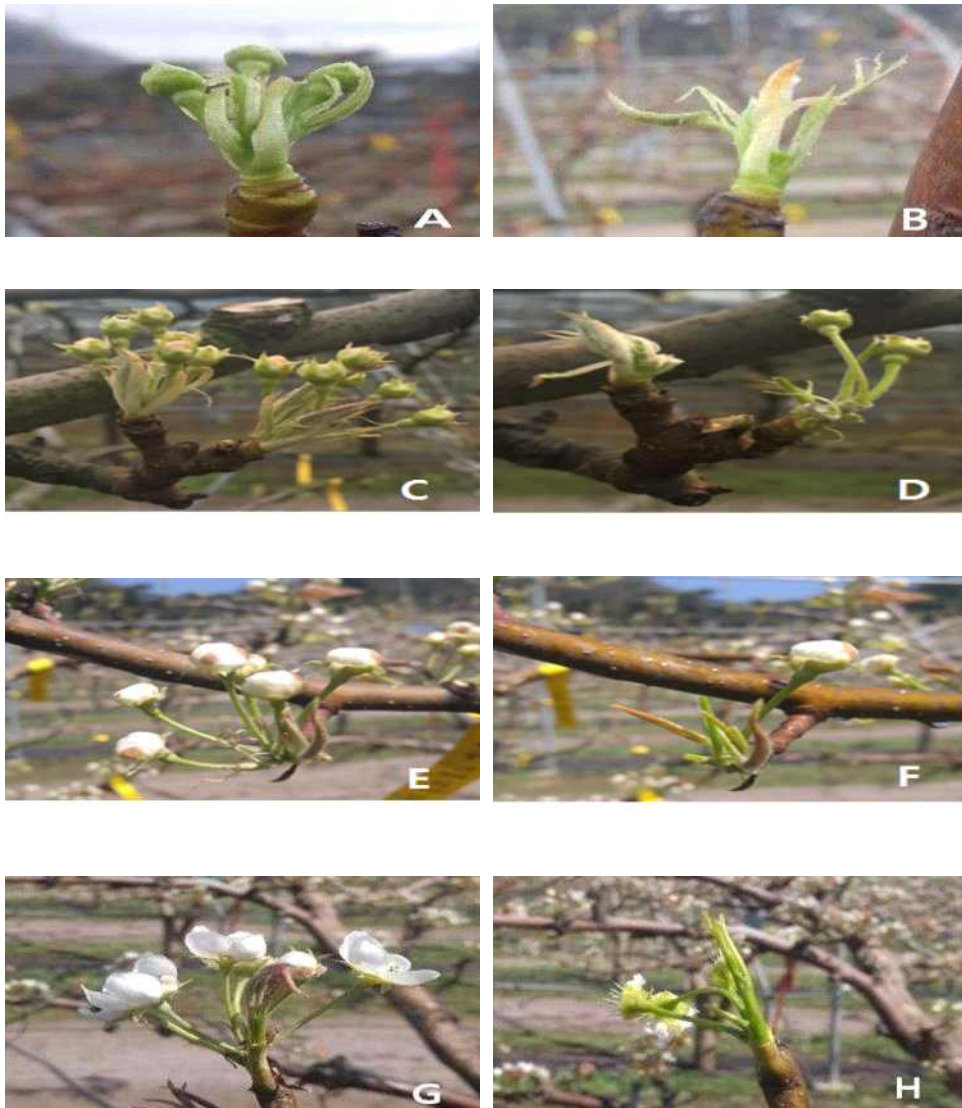


그림 28. 배 생육단계에 따른 살레노이드 분사장치에 의한 적뢰 전·후(원황)

- |               |               |
|---------------|---------------|
| A : 전엽기(처리 전) | B : 전엽기(처리 후) |
| C : 백뢰기(처리 전) | D : 백뢰기(처리 후) |
| E : 풍선기(처리 전) | F : 풍선기(처리 후) |
| G : 개화기(처리 전) | H : 개화기(처리 후) |

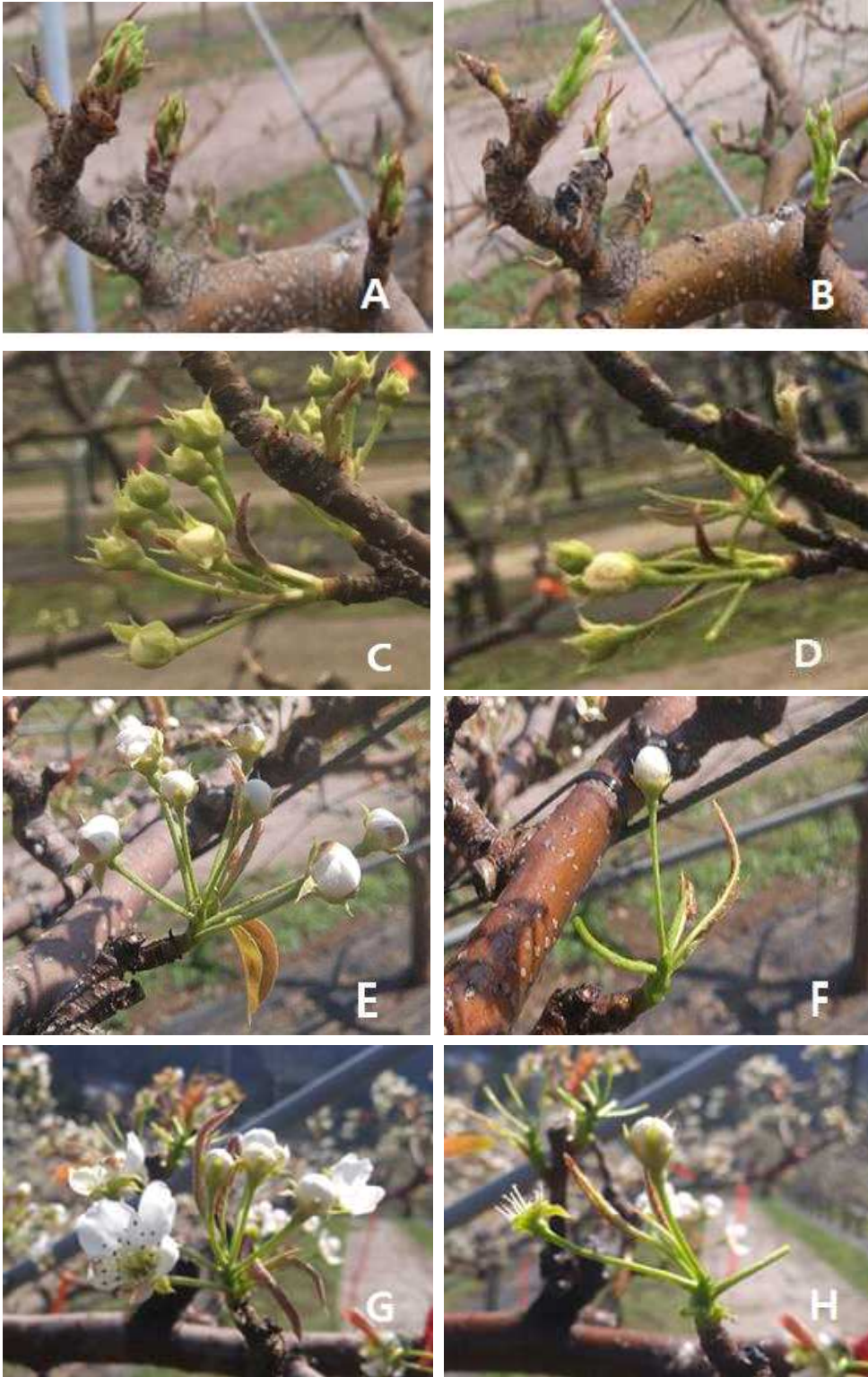


그림 29. 배 생육단계에 따른 솔레노이드 분사장치에 의한 적외 전·후 (신고)

- |               |               |
|---------------|---------------|
| A : 전엽기(처리 전) | B : 전엽기(처리 후) |
| C : 백뢰기(처리 전) | D : 백뢰기(처리 후) |
| E : 풍선기(처리 전) | F : 풍선기(처리 후) |
| G : 개화기(처리 전) | H : 개화기(처리 후) |

표 21. 슬레노이드 분사장치로 꽃눈 발육단계별 처리에 따른 과실착과율( '원황' )

시기	화총 당 남은 꽃 수 (개)	화총당 평균 착과 수 (개)	착과율 (%)
전엽기	4.7	2.9	61.7
백뢰기	3.2	2.1	65.6
풍선기	2.4	1.8	75.0
개화기	3.2	1.8	56.3
관행재배	6.5	4.1	63.0

○ '원황' 배의 꽃눈 발육단계별 슬레노이드 분사건으로 적뢰 이후 과실 착과율은 전엽기 61.7%, 백뢰기 65.6%, 풍선기 75.0%, 개화기 56.3%, 관행재배 63.0%으로 착과에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났음

표 22. 슬레노이드 분사장치로 꽃눈 발육단계별 처리에 따른 과실착과율( '신고' )

시기	화총 당 남은 꽃 수 (개)	화총당 평균 착과 수 (개)	착과율 (%)
전엽기	5.8	3.0	51.7
백뢰기	3.6	2.4	66.6
풍선기	2.7	2.2	81.5
개화기	3.4	2.4	70.6
관행재배	6.5	4.6	70.8

○ '신고' 배의 꽃눈 발육단계별 슬레노이드 분사건으로 적뢰 이후 과실 착과율은 전엽기 51.7%, 백뢰기 66.6%, 풍선기 81.5%, 개화기 70.6%, 관행재배 70.8%으로 착과에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났음

표 23. 슬레노이드 분사장치로 꽃눈 발육단계별 처리에 따른 '원황' 의 과실특성

구분	과중 (g)	당도 (° Bx)	산도 (%)	경도 (kg/∅5m m)	450g 이상 과중 비율(%)	평균 착과량 (개)
전엽기	461.7	12.7	0.6	0.34	51.9	62.3
백뢰기	475.8	13.6	0.15	0.38	58.8	62.3
풍선기	433.8	13.4	0.15	0.34	34.6	51.0
개화기	419.9	13.3	0.20	0.35	35.6	33.7
무처리	481.0	13.2	0.19	0.35	56.1	46.3

○ '원황' 배의 평균과중은 419.9 ~475.8g으로 적뢰 시기별 큰 차이가 없는 것으로 조사되었음

○ 450g 이상의 과중 생산비율은 34.6 ~ 58.8% 수준이었고, 특히 무처리 56.1%에 비해서 백뢰기에서 58.8%으로 큰 과실 생산비율 2.7% 높았음

표 24. 솔레노이드 분사장치로 꽃눈 발육단계별 처리에 따른 ‘신고’의 과실특성

구분	과중 (g)	당도 (° Bx)	산도 (%)	경도 (kg/∅5mm)	500g 이상 과중 비율(%)	평균 착과량 (개)
전엽기	525.9	12.4	0.18	0.43	56.2	83.0
백뢰기	510.8	12.3	0.19	0.41	55.5	57.7
풍선기	543.8	12.9	0.18	0.42	68.5	60.3
개화기	525.5	13.9	0.18	0.43	56.2	78.3
관행재배	492.6	11.6	0.19	0.44	47.1	80.7

- ‘신고’ 배의 평균과중은 492.6 ~ 510.8g으로 관행재배에 비해서 적뢰시기가 빠른 풍선기 543.8g으로 가장 우수하였음
- 500g 이상의 평균과중 생산비율은 관행재배에 비해서 풍선기 68.5%, 개화기, 전엽기 56.2%, 백뢰기 55.5% 순으로 나타났음
- 관행재배 대비 큰 과실생산율은 8.4 ~ 21.4%임

표 25. 솔레노이드 분사장치를 이용한 ‘추황배’ 과실특성 (원예원, 과수과)

구분	과중 (g)	당도 (° Bx)	산도 (%)	경도 (kg/∅5m m)	과중 (450g 이상) 비율(%)	평균 착과량 (개)
솔레노이드 (백뢰기)	432.7	13.9	0.26	0.25	53.0	48.7
관행재배	413.2	13.7	0.25	0.25	40.6	50.3

- 국립원예특작과학원 과수과 ‘추황배’ 실증에서 추황배 백뢰기 처리시 450g 이상 큰 과실 생산율 12.4%로 높았음

라. 솔레노이드 분사장치의 작업효율성 및 경제성 분석

표 26. 솔레노이드 분사장치를 이용한 1ha 적뢰작업 시 노동시간 분석

구분	작업인부 (명)	작업일 (일)	총인부수 (명)	작업시간/ 일(시간)	총작업시간 (시간)	절감율 (%)
솔레노이드 분사장치	2	2.7	5.4	8	43.2	76.5
관행재배	5	4.6	23	8	184.0	-

- 솔레노이드 분사장치 이용시 1ha 배 과원의 총 소요 인부수는 5.4명, 총 작업시간은 43.2시간임
- 관행 재배시 1ha 복숭아 과원의 총 소요 인부수는 23명, 총 작업시간은 184시간임
- 따라서 관행적화 대비 솔레노이드 분무건을 이용시 노동시간 절감율 76.5%임

표 27. 솔레노이드 분사장치를 이용한 1ha 적퇴작업시 경영비 분석

구분	작업 인부 (명)	작업일 (일)	총인 부수 (명)	작업시 간 (시간)	인건비 /1일 (원)	총인건 비 (천원)	자재비 (천원)	경영비 (천원)	절감율 (%)
솔레노이드 분사장치	2	2.7	5.4	43.2	70,000	378	150	528	67.2
관행재배	5	4.6	23.0	184	70,000	1,610	0	1,610	-

- 솔레노이드 분사장치를 이용한 적퇴작업시 소요 인부수는 5.4명, 총인건비 378천원, 자재비 150천원으로 적퇴 경영비는 528천원이 소요됨
- 관행재배시 1ha 배 과원의 총 소요인부수는 23명, 총인건비 1,610천원으로 적화 경영비는 1,610원이 소요됨
- 따라서 관행적화 대비 솔레노이드 분무건을 이용시 경영비 절감율 67.2%임

## 2절 연구수행 성과 및 결과

### 3-2-1. 연구개발 성과목표 대비 실적표

○ 연구개발 성과 목표 대비 실적표

성과 목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과		교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍 보		기 타 (타 연구 활용 등)	
	특 허 출원	특 허 등록	품 종 등록	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논문				학 술 발 표	정 책 활 용		홍 보 전 시
												SC I	비 SC I						
가중 치	30			30									20	20					
최종 목표	1			1									1	3					
당 해 년 도	목 표	1		1									1	3					
	실 적	1		1									1	4			2		
달성율 (%)	100			100									100	100			100		

### 3-2-2. 연구수행 성과

#### ○ 국내 학술회의 발표

No	발표제목	발표자	발표일시	장소	국명
1	솔레노이드 직분사 분무건을 이용한 배 적화에 따른 과실특성 검정	박영식	2018-10-18	여수세계엑스포 컨벤션센터	대한민국

#### ○ 지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신품중, 프로그램)

No	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원			비고
			출원인	출원일	출원번호	
1	수압조절장치 및 이의 제어방법	대한민국	박영식 등 5명	2018.1.25	10-2018-0023038	대한민국

#### ○ 기술이전

No	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	실시유형	기술실시 대상기관명	실시기간	징수 기술료 (원)	비고
1	수압조절장치 및 이의 제어방법	대한민국	박영식 등 5명	2018.1.25	10-2018-0023038	대한민국

#### ○ 교육지도

No	교육명	교재명	주요내용	참석인원(명)	일시
1	강원 솔레노이드 분사장치를 이용한 적뢰·적화기술	쉽고 빠른 배 적뢰·적화기술	배 적뢰·적화기술 설명	48	2018.3.26(월)
2	농촌현장 기술지원	배 재배기술	국내 신육성 배 수확 후 생리장해 진단	1	2018. 8. 13(월)
3	농촌현장 기술지원	배 재배기술	배 동계전정 및 토양관리 기술	1	2018. 11.15 (목)
4	농촌현장 기술지원	배 재배기술	돌배 수형 및 병해충 방제 컨설팅	1	2018. 7.9 (월)

#### ○ 홍보전시

No	홍보유형	매체명	홍보내용	홍보일자
1	중앙일간지	농촌여성신문	강원도, 기술이전으로 농가소득 늘인다	2018.03.26
2	지방일간지	강원일보	도농기원 기술 사용화 시연회	2018.03.27

#### ○ 연구보고서 관련 성과물

No	연도	성과명	구분	비고
1	2018	배 생력화 적화를 위한 솔레노이드 분사장치 사용 매뉴얼 설정	영농기술	강원도

### 3-2-3. 연구성과 결과 및 고찰

#### 가. 기술적 성과

- 특허출원 : 수압조절장치 및 이의 제어 방법 (10-2018-0023038)
- 특허기술 이전 : 수압조절장치 및 이의 제어 방법 (실시료 2,646천원)
- 분사형태 :
  - 맥동형 분사 : 저속분사(7회/초), 고속분사(9회/초), 연속분사
  - 저분형 분사 : 꽃눈, 꽃을 정확히 맞추는 분사방향 및 분사거리 자유롭게 조절 가능
- 배 생력화 사용기술 매뉴얼 개발
  - 배 꽃눈 발육단계별 적퇴·적화율 증대를 위한 적정 분사거리 설정
  - 배 꽃눈 발육단계별 적퇴·적화율 증대를 위한 적정 분사방향 설정
  - 솔레노이드 분사장치를 이용한 적퇴, 적화 후 착과량 및 과실특성조사

#### 나. 경제적 성과

- 노동력 절감효과
  - 이동횟수 절감율 : 85.9%
  - 노동시간 절감율 : 76.5%
- 생산량 증가 및 경영비 절감효과
  - 큰 과실 증가율 : 21.4%
  - 경영비 절감율 : 67.2%
- 국내 복숭아 농가 경제적 소득제고 효과
  - 노동비 절감액 : 220억원
  - 생산량 증가액 : 1,657억원

#### 다. 종합고찰

- 배 적퇴·적화 작업은 대부분 인력으로 수행 되고 있고 있으나, 국내 최초로 동력분무기의 수압을 이용하여 적퇴·적화작업이 가능한 솔레노이드 분사장치를 개발하였음.
- 솔레노이드 분사장치는 초당 7회, 9회, 연속분사 등 다양한 분사형태가 가능하고, 휴대가 쉽고, 작업 효율성이 우수한 형태로 개발하였음.
- 솔레노이드 분사장치를 이용한 배 적퇴·적화작업 매뉴얼 개발
  - 동력분무기 압력(2MPa), 사용시기(꽃눈 발육단계:백뢰기~풍선기), 분사거리(1m 내외), 분사방향 (가지 자람의 역방향)
- 솔레노이드 분사장치를 이용한 경우 경제성 분석에서 관행재배 대비 노동시간 76.5% 절감, 경영비 67.2% 절감으로 배 재배농가의 경쟁력 제고에 크게 기여가 예상됨



## 제4장 목표달성도 및 관련분야 기여도

### 4-1-1. 연차별 목표달성도

#### 가. 연차별 연구개발 목표 달성도 및 수행내용

연도	구분	연구개발의 목표	가중치	평가의 착안점 및 기준	달성도	연구개발 수행내용	
1차 년도	201 8년	제1 세부	솔레노이드 메인보드 개발	10	- 솔레노이드 메인보드 개발 여부	100	- 솔레노이드 메인보드 (PCB) 개발 - 회로 구성시 신호 간섭이 최소화 - 메인회로와 솔레노이드 분사장치 내부 구조를 일괄시스템으로 연결함 - 시리얼 포트를 통해 정보 확인 및 수정 가능
			솔레노이드 프로그램 개발	10	- 솔레노이드 프로그램 개발 여부	100	- 솔레노이드 운영프로그램 순서도 - 프로그램이 돌아가는 전체적인 원리를 서술 - 효율적인 로직 설계 - 비슷한 작업을 하나의 로직으로 압축
			솔레노이드 배터리 회로 개발	10	- 솔레노이드 배터리 회로 개발 여부	100	- 배터리 셀에 결함 시 보호회로가 영향 받지 않도록 뒷면은 사용하지 않음 - 납땜을 통한 전선 연결 시 작업 및 배선의 편의성을 고려한 설계 - 정밀도 높은 전자 부품을 사용하여 정확한 결과 도출
			배 Y 수형 내 꽃눈, 엽눈 분포조사 (원황, 신고)	10	- 수형별 꽃눈, 엽눈 분포 조사 여부	100	- '원황', '신고' 배의 평균적 꽃눈수 252.8개, 엽눈수는 120.5개이었음
			솔레노이드 화충, 꽃수 제거율 (원황, 신고)	10	- 솔레노이드 분사장치를 이용한 화충 및 꽃 제거 여부	100	- '원황' 배의 적외율은 풍선기 77.2%, 백뢰기 66.0%, 전엽기 53.0%, 개화기 37.5%로 나타났음 - '신고' 배의 적외율은 풍선기 78.6%, 백뢰기 68.1%, 개화기 58.6%, 전엽기 52.2% 순으로 나타났음
			솔레노이드 분사장치를 이용한 과실 착과율 (원황, 신고)	10	- 솔레노이드 분사장치를 이용한 후 과실 착과율 조사 여부	100	- '원황', '신고' 배의 꽃눈 발육단계별 솔레노이드 분사장치로 적외 이후 과실 착과율은 관행대비 차이가 없었음
			솔레노이드 분사장치를 이용한 경제성 분석	10	- 솔레노이드 분사장치와 관행재배와 경제성 분석 여부	100	- 솔레노이드 분사장치 이용시 관행재배 대비 노동시간 절감 76.5%임 - 솔레노이드 분사장치 이용시 관행재배 대비 경영비 절감 67.2%임
			솔레노이드 분사장치를 이용한 배 적화기술 개발	10	- 솔레노이드 관련 학술발표 여부	100	- 한국원예학회 2018. 10 발표 완료
			특허출원	10	- 솔레노이드 분사 장치 관련하여 특허출원 여부	100	- 수압조절장치 및 이의 제어방법' 특허출원 완료
			기술이전	10	- 솔레노이드 분사 장치 관련 기술이전 여부	100	- 수압조절장치 및 이의 제어방법' 특허 기술을 케이보배(주) 기술이전 완료
가중치 총합			100		100		

#### 4-1-2. 평가 착안점 및 기준에 관한 수행성과

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	가중치 (%)	평가의 착안점 및 기준과 수행성과
솔레노이드 분사장치 PCB 개발	20	○ 솔레노이드용 PCB개발 여부 → 솔레노이드용 PCB 개발
PCB 제어 프로그램 개발	20	○ PCB 제어 프로그램 개발 여부 → 프로그램이 개발 및 PCB 내장
PCB 배터리 보호회로 개발	20	○ 배터리 보호회로 개발여부 → 배터리 전압설정 및 보호회로 개발
솔레노이드 분사장치를 이용한 배 매뉴얼 작성	20	○ 솔레노이드 분사장치를 이용한 배 적외기술 매뉴얼 설정여부 → 분사거리, 분사방향, 분사시기 설정 → 영농기술 정보 활용 설정 완료
솔레노이드 분사장치를 이용한 배 적화작업의 경제성 분석	20	○ 솔레노이드 분사장치를 이용한 경제성 분석 여부 → 노동시간 절감 76.5%임 → 경영비 절감 67.2%임
합계	100	○ 주요 사업화 요약 - 특허출원 1건, 기술이전 1건, 학술발표 1건 - 현장 컨설팅 4건, 홍보 2건

#### 4-1-3. 목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	가중치 (%)	달성도 (%)	비 고
솔레노이드 분사장치 PCB 개발	20	20	- 회로 구성시 신호 간섭이 최소화 - 메인회로와 솔레노이드 분사장치 내부 구조를 일괄시스템으로 연결함
PCB 제어 프로그램 개발	20	20	- 프로그램이 돌아가는 전체적인 원리로 효율적인 로직 개발
PCB 배터리 보호회로 개발	20	20	- 정밀도 높은 전자 부품을 사용하여 실용성 높은 보호회로 개발 완료
솔레노이드 분사장치를 이용한 배 매뉴얼 작성 (분사거리, 분사방향, 분사시기)	20	20	- 동력분무기 압력(2MPa), 분사거리(1.0m), 분사시기(백뢰기 ~ 풍선기), 분사방향(결과지자람의 역방향)
솔레노이드 분사장치를 이용한 배 적화작업의 경제성 분석	20	20	- 솔레노이드 분사장치 이용시 관행재배 대비 노동시간 절감 76.5%임 - 솔레노이드 분사장치 이용시 관행재배 대비 경영비 절감 67.2%임
합계	100	100	○ 주요 사업화 요약 - 특허출원 1건, 기술이전 1건, 학술발표 1건 - 현장 컨설팅 4건, 홍보 2건

#### 4-1-4. 관련분야 기여도

- 배 생산성 향상에 기여
  - 500g 이상 큰 생산성 21.4% 향상에 기여 : (관행) 47.1% → 68.5
- 배 적뢰·적화 노동력 76.5% 절감에 기여 : (관행)184시간 → (신기술) 43.2
- 배 적뢰·적화 경영비 67.2% 절감에 기여 : (관행)1,610시간 → (신기술) 528
- 배 적화 관련 수입대체 효과에 기여
- 배 적뢰·적화 관리 기술 개발 관련분야 학술발표로 학술적 기여
- 본 연구를 통하여 배 적뢰·적화기술 관련하여 사용 및 적용방법을 제시함

## 제5장 연구결과의 활용계획

코드번호	D-07
------	------

- 농기계 세차 및 농산물 세척작업 활용 가능
- 각각의 과종별 적용사례를 위한 추가 연구 필요함
- 지속적인 기술개발을 통한 기업화 및 기술이전 추진
- 초기 병해충 방제를 위한 나무 세척효과 및 병해충 방제 효과 추가 연구 필요
- 솔레노이드 분사장치를 이용한 배 적외·적화 실증시험 추진
- 배나무의 각지벌레, 배나무이 등의 병해충 방제효과 검증

## 제6장 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

코드번호	D-08
------	------

### Chemicals, Timing, and Environmental Factors Involved in Thinner Efficacy on Apple

Department of Plant and Soil Sciences, University of Massachusetts, Amherst, MA 01003

Apple (*Malus domestica* Borkh.) is a biennial bearing tree. This is characterized by heavy bloom in the "on" year which generally leads to an overset of fruit. There are several negative consequences associated with overcropping. Many small fruit are produced, that ripen late, have poor appearance and quality, and are worth little when sold as fresh fruit. Further, flower bud formation is significantly reduced, if not totally inhibited, for the following year. Reduced cropping in the "off" year may lead to significant lower cropping, and inferior quality fruit that has a reduced postharvest storage life. In high density plantings, excessive vegetative growth may occur on lightly-cropped trees, making future management of the block difficult.

Over 50 years of experience has shown that chemical regulation of cropping is the only practical way to break this biennial bearing cycle and reestablish more regular cropping. However, the challenges posed by chemical thinning are among the greatest obstacles fruit growers face in achieving profitable production. The chemicals and concentrations a grower chooses, the timing of their application, and the environmental factors encountered before, during, and after application all influence the ultimate thinning response. This communication will discuss the chemicals most frequently used, the circumstances when they are used and the precautions associated with their use. Also discussed will be the timing of the applications and the environmental factors one must be mindful of when applying chemical thinners.

#### THINNING CHEMICALS

**Blossom thinners.** Some of the first attempts to reduce biennial bearing involved using caustic chemicals to prevent pollination, pollen germination or pollen tube growth (MacDaniels and Hildebrand, 1940). Many of these caustic chemicals caused unacceptable phytotoxicity to the leaves and caused russetting of the fruit. The product sodium dinitro-ortho-cresolate (DNOC), sold commercially as Elgetol (FMC Corp., Chicago), ultimately became the material that was adopted as the blossom thinner of choice for general commercial use (Bayer and Hoffman, 1951). DNOC was used extensively in the arid fruit growing areas in western North America, but its use never became a commercial practice in the east for several reasons. Erratic weather during the bloom

period made it difficult to determine the extent of set until after the window of opportunity for application of Elgetol passed. More phytotoxicity was encountered in the east where drying times are longer due, in large part, to the higher humidity. If rains followed application even greater phytotoxicity and excessive thinning were frequently experienced. Elgetol was removed by the manufacturer from the market in 1989 due to the high cost of reregistration. This resulted in renewed interest in identifying a safe and effective blossom thinner to replace Elgetol.

The search for replacements for Elgetol continues. Within (monocarbamide dihydrogen sulfate) has proven to be an effective blossom thinner on several apple cultivars (Byers, 1997; Fallahi et al., 1997; Williams, 1993). The herbicide endothal (7, oxabicyclo (2, 2, 1) heptane-2, 3 dicarboxylic acid) has thinning activity and commercial promise (Byers, 1997; Williams et al., 1995). Other potential blossom thinners include pelargonic acid (MYX-480) (Byers, 1997), ammonium thiosulfate (ATS) (Byers, 1997), and Dormex (hydrogen cyanamide) (Fallahi, 1998; Fallahi et al., 1997). While all of these compounds have significant thinning activity, only after further multiple experiments conducted over several years, and under differing environmental conditions, will it be possible to determine if these blossom thinners fit into the overall thinning scheme. Most important, we must know if they can be relied on to be consistently effective.

While less frequently used, hormone sprays can thin when applied at bloom. Burkholder and McCown (1941) showed that a bloom spray of NAA and NAAm could reduce set. While this has been confirmed by later research (Jones et al., 1992), these two compounds are generally not applied commercially during bloom because of grower uncertainty about the extent of initial set and the desire to assess initial set before attempting to adjust crop load. Further, the most effective time to apply NAA as a chemical thinner is when fruit diameter is 7 to 9 mm (Leury, 1975) or 11 to 13 mm (Tukey, 1965).

Ethephon may also thin when applied at bloom (Jones et al., 1990) or even several days earlier, at the balloon stage (Jones et al., 1983) or red stage (Wentham, 1973). The response appears to be quite cultivar (Link, 1978) and temperature (Jones and Koen, 1985) sensitive. The use of ethephon as a blossom thinner has not been widely adopted except in locations where chemical thinning with other compounds is difficult

- 사과에서 적화효능에 관여하는 화학적, 시기적, 환경인자들에 관한 연구를 진행하였음. Elgetol과 같은 화학제는 개화기 동안 불규칙한 날씨일 시 적용 가능성을 결정하기 어렵고, 높은 가격 등의 영향으로 줄어드는 추세였으며 대체품에 대한 연구가 계속해서 진행중임.

### A Spray Mixture Useful for Thinning Apples After Bloom<sup>1</sup>

A. L. KENWORTHY

Delaware Agricultural Experiment Station, Newark

A spray mixture consisting of polyethylene polysulfide (Goodrite p.e.p.s.) and a complex product formed by the reaction of zinc dimethyl dithiocarbamate ("Zimate") with cyclohexylamine has been under observation for the past two seasons. The use of this spray mixture has resulted in a 50-60 per cent reduction in fruit set on Delicious and Blaxtayan when applied 10-14 days after full bloom. The proper concentration for apples appears to be 2 pounds of polyethylene polysulfide and 1 pound of the zinc dimethyl dithiocarbamate-cyclohexylamine complex. Preliminary observations in 1945 and 1946 indicate that the spray mixture will also thin peaches when applied near the shuck-fall period. The results to date are very limited but are sufficiently indicative to warrant more extensive field trials to determine the effect of time of application, concentration, and repeat applications.

Advantages of this spray mixture over other fruit-thinning sprays are its ease of mixing, noncaustic action, and lack of phytotoxicity. When the mixture is used throughout the scab season for scab control, the control is comparable to that obtained from the use of wettable sulfurs. There are indications that it will aid in the control of apple scab. In addition, if applied, the polyethylene polysulfide is an excellent sticker.

- 본 연구에서는 폴리에틸렌 폴리설파이드 등이 함유된 혼합물 스프레이 사용을 통한 0-50%의 적화효율을 보임

## Mechanical Thinning of Peach and Apple Trees Reduces Labor Input and Increases Fruit Size

J.R. Schupp<sup>1,4,5</sup>, T. Auxt Baugher<sup>2,4</sup>, S.S. Miller<sup>3,4</sup>, R.M. Harsh<sup>2</sup>, and K.M. Lesser<sup>2</sup>

**ADDITIONAL INDEX WORDS.** *Prunus persica*, *Malus domestica*, blossom thinning, crop load management, fruit quality, fruit size, labor efficiency, nectarine, organic

**SUMMARY.** Hand thinning is a necessary but costly management practice in peach (*Prunus persica*) production. Organic apple (*Malus × domestica*) production also may require hand thinning to adjust crop load. Mechanical devices to aid in thinning have been developed, but none has proven highly efficient and capable of completely replacing hand thinning. Narrow canopy training systems and novel peach tree growth habits offer new opportunities to examine mechanical methods for thinning peach and apple trees. Our studies evaluated mechanical thinning devices on peach and organically grown apple trees. In 2005 and 2006, a U.S. Department of Agriculture-designed spiked-drum shaker was used to thin pillar (columnar) peach trees at 52 to 55 days after full bloom. The drum shaker, driven at two different speeds in the orchard, reduced crop load an average of 58% and follow-up hand thinning time by 50%, and increased fruit size by 9% at harvest compared with conventional hand-thinned or nontinned control trees in 2005. In 2006, the shaker was driven at one speed but operated at two different frequencies. At 260 cycles/minute, the drum shaker removed more fruit and reduced crop load to a greater extent than when operated at 180 cycles/minute, however, fruit size at harvest did not differ between the two operating frequencies. The drum shaker reduced follow-up hand thinning time between 54% and 81%. Horticultural and economic evaluations of the drum shaker and/or a German-designed blossom string thinner were conducted in 2007 in four commercial peach orchards trained to a perpendicular V or quad V system and an organic apple block trained to a narrow vertical axis system. Mechanical thinners reduced peach crop load by an average of 36%, decreased follow-up hand thinning time by 20% to 42%, and increased fruit in higher market value size categories by 35%. The net economic impact of mechanical thinning versus hand thinning alone ranged from \$175/ha to \$1966/ha. Mechanical thinning at 20% full bloom resulted in more fruit in the large size categories (2.75 inches in diameter and larger) than thinning at 80% full bloom. Detailed counts of flowers on branches with different orientations indicated that pruning may be adjusted to improve thinner performance. The string thinner effectively thinned dwarf apple trees trained to a vertical axis system in a certified organic orchard, resulting in a reduction in hand thinning time and an increase in fruit size. Based on our tests, mechanical thinning appears to be a promising technique for supplementing hand thinning in apple and peach trees.

We greatly appreciate the financial support of The Penn State College of Agriculture and Extension Program, the Pennsylvania Department of Community and Economic Development First Industries Program, the State Horticultural Association of Pennsylvania Extension Committee, the Pennsylvania Peach and Nectarine Board, and the Robert C. Hoffman

the product and does not imply its approval or the exclusion of other products or vendors that also may be suitable.

<sup>1</sup>Department of Horticulture, Fruit Research and Extension Center, 2903 University Drive, Pennsylvania State University, Biglerville, PA 17307

<sup>2</sup>Penn State Cooperative Extension in Adams County.

Growers are finding it increasingly difficult to find a workforce to manually thin fruit crops, and the cost of farm labor is increasing. Glozer and Hasey (2006) estimated that hand thinning labor represented 31% of all cultural costs associated with cling peach production. The availability and efficacy of chemical thinning programs varies by crop, orchard, and season, therefore hand thinning is often required to adjust crop load for optimal fruit size and quality, and to promote return bloom. This is particularly true for stone fruit and organic apple production, where chemical thinning options are limited. Various surfactants and fertilizer salts have been evaluated as blossom thinners for peach (Byers, 1999; Fallahi et al., 2006; Klein and Cohen, 2000; Osborne et al., 2005; Wilkins et al., 2004), however, chemical thinning is considered a growth regulator application, regulated in the United States under the Federal Insecticide, Fungicide, and Rodenticide Act, and presently, none of these chemicals are registered for use as thinners. Likewise, several studies have shown that a tank mix of various crop oils and liquid lime sulfur is an effective thinner for organically grown apples (McArtny et al., 2006; McFerson, 2003; Noordijk and Schupp, 2003), but this use is not labeled, except in Washington state (Hansen, 2004).

Various mechanical thinning devices have been tested over the years for peach trees, including trunk shakers (Berlage and Langmo, 1982), low-frequency electrodynamic limb shakers (Diezma and Rosa, 2005; Glozer and Hasey, 2006), high-pressure water streams (Byers, 1990),

<sup>3</sup>U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Appalachian Fruit Research Station, 2217 Wiltshire Road, Kearneysville, WV 26149

– 본 연구에서는 손적화 대비 물리적 적화방법인 ‘Drum shaker’, ‘String thinner’ 등의 적화효율 및 과일의 크기변화에 대한 비교검토를 진행하였음

## Mechanical blossom thinning of apples and influence on yield, fruit quality and spur leaf area

Kendra A. McClure<sup>1</sup> and John A. Cline<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Department of Plant Agriculture, University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada N1G 2W1; and

<sup>2</sup>Department of Plant Agriculture, University of Guelph, Simcoe, Ontario, Canada N3Y 4N5.

Received 5 December 2014, accepted 13 May 2015. Published on the web 8 June 2015.

McClure, K. A. and Cline, J. A. 2015. Mechanical blossom thinning of apples and influence on yield, fruit quality and spur leaf area. *Can. J. Plant Sci.* 95: 887–896. Apple (*Malus × domestica* Borkh.) trees tend to crop heavily, which often makes crop load adjustment necessary. This can now be achieved as early as bloom by mechanical removal/thinning of blossoms. High-density Empire/M.26 and Royal Gala/M.26 apple trees were mechanically (MBT) and hand blossom thinned (HBT) in 2010 and 2011, respectively, and their effects on fruit set, subsequent hand thinning, final crop load, and spur leaf area were measured. In both years, MBT effectively thinned trees and reduced fruit set, but did not reduce the requirement for follow-up hand fruitlet thinning after June drop in 2011. In 2010, harvest yields for MBT treatments decreased, while weight and diameter increased. In 2011, most harvest and fruit quality parameters were unaffected by thinning. Trees that were mechanically thinned had significantly reduced spur leaf area, but were similar to unthinned control trees with respect to many of the yield and quality parameters measured. Mechanical blossom thinning is a new crop load management option for apple growers looking to supplement more traditional chemical and hand thinning techniques.

**Key words:** Apple, mechanical thinning, Empire, Gala, crop load management, hand thinning

McClure, K. A. et Cline, J. A. 2015. Éclaircissage mécanique des pommiers à la floraison et répercussions sur le rendement, la qualité des fruits et la surface foliaire des dards. *Can. J. Plant Sci.* 95: 887–896. Le pommier (*Malus × domestica* Borkh.) est un arbre qui a tendance à fructifier beaucoup, ce qui exige souvent une correction de la charge fruitière. Il est désormais possible d'y parvenir dès la floraison par éclaircissage mécanique. Des pommiers Empire/M.26 et Royal Gala/M.26 à rendement élevés ont été respectivement éclaircis à la floraison de façon mécanique et manuelle en 2010 et 2011, puis on a mesuré les conséquences de cette opération sur la nouaison, l'éclaircissage manuel subséquent des fruits, la récolte finale et la surface foliaire des dards. Les deux années, l'éclaircissage mécanique des fleurs s'est avéré efficace en réduisant la nouaison sans

– 본 연구에서는 ‘Gala’, ‘Empire’ 품종을 대상으로 손적화 대비 기계적 적화의 효율을 비교하였음. 손 적화는 적화 정도에 따라 강, 중, 약으로 나누고 기계적적화의 경우 회전시너 (thinner)의 rpm을 180, 210, 240rpm으로 나누어 이에 따른 적화효율, 착과량, 과실크기 변화를 관찰하였음

## 제7장 연구개발결과의 보안등급

코드번호	D-09
<input type="radio"/> 해당사항 없음	

## 제8장 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입 기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	코드번호		D-10	
					구입 가격 (천원)	구입처 (전화번호)	비고 (설치 장소)	NTIS장비 등록번호

# 제9장 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

코드번호 D-11

## ○ 강원도농업기술원

### 가. 연구실 안전 점검 체계 및 실시

#### 1) 실험실 안전 점검 체계



### 나. 실험실 안전점검

#### 1) 실험실 일상 점검

- 연구활동 시작 전 각 실험실 책임자가 육안으로 장비 및 시설을 매일 점검

#### 2) 실험실 정기 점검

- 내용 : 과학기술분야 실험실의 일반안전, 산업위생, 전기안전, 소방안전, 화공안전, 가스안전, 기계안전, 생물안전 등의 전문분야 점검
- 실시 : 매월 각 실험실을 주기적으로 점검

#### 3) 실험실 정밀안전진단

- 대상 : 연구개발활동에 유해화학물질 관리법 제2조 7호에 따른 유해화학물질을 취급하는 연구실, 산업안전보건법 제39조에 따른 유해인자를 취급하는 연구실, 과학기술부령이 정하는 독성가스를 취급하는 연구실(우리대학은 실험실관리등급 A, B급에 해당하는 실험실)
- 실시 : 매년 1회 이상 외부 전문기관에 의뢰하여 실시 후 중대결함이 발견될 경우, 교육과학기술부에 보고

#### ※ 관리위험등급의 지정

- A등급 : 가연성가스, 인화성 시약, 유해화학물질, 다량의 폐액배출, 독극물, 생물 및 동물, 방사성 동위원소, 위험성이 높은 기계장비가 설치된 실험실
- B 등급 : 일반시약, 소규모 인화성 시약, 불연성가스, 소량의 폐수발생실험실
- C 등급 : 이화학실험을 수행하지 않는 전기, 설계, 컴퓨터 관련 실험실

### 나. 교육 훈련

- 1) 개요 : 실험실의 안전을 확보하고 종사자의 건강을 보호하여 실험 및 연구활동에 기여하고, 또한 연구실 안전환경조성에 관한 법률에 의거하여 실험실의 환경안전교육이 의무화됨에 따라 이공계열 대학원생 및 관련자 전원은 환경안전교육을 의무적으로 수강

- 2) 교육대상 : 소속연구원, 전문직원, 실험참여 학부생 등

#### 3) 교육실시

- 상반기 : 법정 교육시간인 6시간을 온라인 및 집합교육으로 실시
- 하반기 : 법정 교육시간인 6시간을 온라인 교육으로 실시

### 1. 연구실 안전점검(연안법 제8조)



**가. 연구실 안전점검**

- 1) 개요 : 연구실 내 잠재되어 있는 위험요소의 발견과 개선대책의 수립
- 2) 점검대상 : 이공계대학 소속 연구·실험실
- 3) 실시방법
  - 연구실 안전점검 전문기관에 용역 의뢰
  - 산업위생, 화공, 기계, 전기, 소방 각 분야별 전문가 투입, 점검 실시
- 4) 점검내용
  - 연안법 제7조에서 정한 사항의 점검
  - 연구실 실내 공기질(VOC, CO, CO2, DUST 등) 측정

**나. 일상점검**

- 1) 개요 : 연구활동종사자가 연구개발활동 시작 전 연구실 안전상태를 점검
- 2) 실시시기 : 매일
- 3) 점검대상 : 이공계대학 소속 연구·실험실
- 4) 실시방법
  - 연구활동종사자가 연구실의 상태에 대하여 육안점검 실시
  - 점검결과를 안전점검 일지에 기록 보관(2년간)
- 5) 점검내용
  - 연구에 활용되는 실험기자재 및 실험재료의 이상유무, 보호구 점검

**2. 교육·훈련(연안법 제18조)**

가. 개요 : 연구실 안전관리에 관한 정보를 연구활동종사자에게 제공

**나. 교육방법**

1) 자체 안전교육 실시요청

- 교육구분 : 신규 채용에 따른 교육·훈련
- 교육방법
  - 시설관리과에서 제작·배부하는 교재 배부
  - 책임교수 주도 하 안전교육 실시
  - 자체교육결과를 안전교육대장에 기록하여 보관
- 교육대상 : 신규채용 등에 따른 교육·훈련 대상자

2) 온라인 안전교육 실시

- 교육구분 : 정기 교육·훈련
- 교육방법
  - 강원대학교 연구실 안전정보시스템에 안전교육 콘텐츠 탑재하여 학기별 6시간의 교육과정 제공
  - 연구활동종사자는 연간 12시간의 온라인 교육 이수하여야 함
- 교육대상 : 연구실에 소속된 상시 연구활동종사자(대학생, 대학원생, 연구원)

3) 집합식 안적교육

- 교육구분 : 정기 교육·훈련
- 교육방법
  - 연구실 안전교육 전문기관에 용역 의뢰하여 전문 안전교육 실시
- 교육대상
  - 신규 채용 등에 따른 교육·훈련, 정기 교육·훈련 미이수자
  - 대학원생, 연구원 등 고위험·고난이도의 연구를 수행하는 연구 활동종사자

참고) 법정 교육이수 시간

구 분	교육대상	교육시간
신규 채용 등에 따른 교육·훈련	신규채용된 연구활동종사자 (계약직 포함)	8시간 이상
	신규 연구개발활동에 참가하는 연구활동종사자 (대학생·대학원생 등)	2시간 이상
정기 교육·훈련	연구활동종사자	반기별 6시간 이상
특별안전 교육·훈련	중대 사고 발생 및 연구내용 변경 등 필요성이 인정되는 연구활동종사자	2시간 이상

### 3. 건강검진(연안법 제18조)

- 가. 개요 : 연구활동종사자의 건강상태 확인 및 건강증진에 기여  
나. 대상 : 화학약품을 취급하거나 바이러스 등에 노출될 위험성이 있는 연구활동종사자  
다. 검진내용 : 일반건강검진

#### 일반검진 항목(기본검사)

1. 검진상담료	7. HDL콜레스테롤
2. 흉부방사선검사	8. 트리글리세라이드
3. 요단백	9. AST(SGOT)
4. 혈색소	10. ALT(SGPT)
5. 식전혈당	11. 감마지피티
6. 총콜레스테롤	12. 혈청크레아티닌

### 4. 연구활동종사자 보험(연안법 제14조)

- 가. 개요 : 연구활동종사자가 연구개발활동(교과과정 포함)중에 발생한 사고로 인한 부상·질병·신체장해·사망 등 생명 및 신체상의 손해를 보상하는 보험  
나. 보험명 : 연구활동종사자 보험  
다. 가입대상  
- 강원대학교 춘천캠퍼스 연구활동종사자  
- 국적, 소속, 전공, 신분, 연령 등과 관계없이 본교가 인정하는 연구활동종사자  
라. 보상범위

구 분	지 급 사 유	보 장 한 도
사 망	사망·질병 사망·치료 중 사망	1억원
후유장해	교육과학기술부장관이 최근 고시한 『연구실사고에 대한 보상기준』 이상 지급	1억원
부 상	교육과학기술부장관이 최근 고시한 『연구실사고에 대한 보상기준』 이상 지급	1천만원

※ 1인당 보상금액이며, 사고인원수 또는 사고발생수에 제한을 두지 않음

### 5. 기타 연구실에서 실행 가능한 안전조치 사항

- 안전보건표지 부착(산업안전보건법 참조)
- 연구수행에 필요한 안전보호구 확보
- 연구실 실정에 맞는 안전수칙 마련
- 연구실 안전확보를 위한 정기회의 개최 및 결과 기록 보관
- 물질안전보건자료(MSDS) 비치 및 관련 교육 실시
- 고압가스 및 화학약품, 실험폐기물 안전 취급·보관 대책 마련 등

## 제10장 연구개발과제의 대표적 연구실적

번호	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문게재지/ 특허등록국 가	코드번호		D-12	
						IMPact Factor	논문게재일 /특허등록일	사사여부 (단독사사 또는 중복사사)	특기사항 (SCI여부/인 용횟수 등)
1	학술 발표	솔레노이드 직분사 분무건을 이용한 배 적화에 따른 과실특성 검정	강원도농 업기술원	제1저 자	원에학회지	0.261	2018. 10. 18.		
2	특허	수압조절장치 및 이외 제어방법		창작자	국내		2018.1.25		10-2018-0 023038
3	기술 이전	수압조절장치 및 이외 제어방법		주 담당자	케이보배		2018.4.20.		1년

## 제 11 장 기타사항

코드번호	D-13
<input type="radio"/> 해당사항 없음	

## 제 12장 참고문헌

코드번호	D-14
<p>Baughner TA, Elliott KC, Leach DW, Horton BD and Miller SS. 1991. Improved methods of mechanically thinning peaches at full bloom. J Am Soc Hortic Sci. 116(5): 766-769.</p>	
<p>Costa G and Vizzotto G. 2000. Fruit thinning of peach trees. Plant Growth Regul. 31(1): 113-119.</p>	
<p>Gonzalez-Rossia D, Juan M, Reig C and Aagust M. 2006. The inhibition of flowering by means of gibberellic acid application reduces the cost of hand thinning in Japanese plums (<i>Prunus salicina</i> Lindl.). Sci Hortic. 110(4): 319-323.</p>	
<p>Hong MS, Kim KH and Yook HS. 2012. Quality changes in unripe peaches Jangachi according to cultivar during storage. J Korean Soc Food Sci Nutr. 41(11): 1577-1583.</p>	
<p>Korean Statistics Information Service. 2015. Agricultural monitoring service. Agricultural Outlook Center, Seoul, Korea.</p>	
<p>Myers SC. 1986. Effect of thinning time on the subsequent development of fruit, shoots, and flower buds of peaches. HortScience 21: 680-687.</p>	
<p>Rural Development Administration. 2011. Income reference of agro-products in 2011, Seoul, Korea.</p>	
<p>Southwick SM and Fritts R. 1994. Commercial chemical thinning of stone fruit in California by gibberellins to reduce flowering. Acta Hortic. 394: 135-147.</p>	
<p>Southwick SM, Weis KG and Yeager JT. 1995. Controlling cropping in 'Loadel' cling peach using gibberellin: effects on flower density, fruit distribution, fruit firmness, fruit thinning, and yield. J Am Soc Hort Sci. 120: 1087-1095.</p>	
<p>Taylor BH and Taylor DG. 1998. Flower Bud Thinning and winter survival of 'Redhaven' and 'Cresthaven' peach in response to GA3 sprays. J Am Soc Hortic Sci. 123(4): 500-508.</p>	

Tukey HB and Einset O. 1939. Effect of fruit thinning on size, color, and yield of peaches and on growth and blossoming of the tree. Proc Amer Soc Hort Sci. 36: 314-319.

Park YS, Heo J.Y, Lee W.K, and Nam J.S. 2017. Performance Test of Direct Water Spraying Labor-saving System for Flower and Bud Thinning of Peach. J. Agri. & Life Sci. 51(4)161-170.

#### 주 의

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