

어젠다코드	외부수탁		구분	계속	
기술분야코드	V2	기술유형코드	C05	작목구분코드	FL-02-0604
과제종류	기타		세부사업(약어)	농생명산업기술개발	
과제명	복숭아 생력화 물 적화기술 및 적화기 개발				
과제책임자	성명		직급	소속기관 및 부서	
	박영식		농업연구사	강원도원 원예연구과	
연구기간	2015 ~ 2018		참여연구기관	-	
세부과제명			부서	세부책임자	연구기간
1) 복숭아 물 생력화 적화기술 개발			원예연구과	박영식	'15~'18
2) 복숭아 물 생력화 적화기 개발			케이보배(주)	진기환	'15~'18
색인용어	복숭아, 생력화, 적화기, 분무건				

## I. 연구목적

- 복숭아는 전체 농업생산액의 0.8%를 점유하는 주요 과수임
- 최근 농촌 인력의 고령화로 농촌 노동력의 절대부족 및 인건비 급상승
- 적화·적과 작업은 격년결과(해거리)를 방지하고, 고품질 과실생산을 위한 필수작업으로 생력화 적화작업이 절실히 요구됨
  - 적화시 결과모지당 80%의 제거가 요구되고, 사다리작업으로 작업강도가 어려움
  - (현재) 인력 적화작업 (29.9시간) → (목표) 7시간

## II. 2017년도 추진목표 대비 당해연도 목표 달성도

추진목표	달성내용	달성도
<b>&lt;제1세부과제 : 복숭아 물 적화기술개발&gt;</b> ○ 복숭아 분무건 사용기술개발 ○ 농가실증 및 효율성 검증	[결과활용 건수 : 논문게제 1, 특허등록 1, 특허출원 4, 영농기술·정보 1, 기술이전 2, 정책제안 1, 홍보41, 학술발표2] ○ 생력화형 물 직분사 분무건의 적화시기 설정 ○ 생력화형 물 직분사 분무건의 적화노즐 설정 ○ 생력화형 물 맥동 직분사 분무건 특허출원 2건	100%
<b>총 과제 달성도</b>	[특허등록 1, 특허출원 4, 영농기술·정보 1, 기술이전 2, 정책제안 1, 홍보 41, 학술발표2]	100%

## III. 주요 연구내용 및 결과요약

### 1. 연구내용

<제1세부과제 : 복숭아 물 생력화 적화기술 개발>

(시험1) 과수 적화용 직분사 성능조사

가. 적화기 : 직분사 적화기

나. 처리내용

- 동력분무기 압력설정 : 1 MPa 등 3처리
- 노즐직경별 직분사 형태 조사

다. 조사내용 : 충격력, 직분사 능력 등

## (시험2) 적화기 수압 및 복숭아 꽃눈 발육단계별 복숭아 적화 효율성 검정

가. 시험품종 : 천중도백도

나. 처리내용

- 동력분무기 압력설정 : 1 MPa 등 3처리
- 분 무 건 : 직분사 분무건
- 처리시기 : 꽃눈 발육단계 (분홍기, 풍선기, 개화시)

다. 조사내용 : 적화 효율성 및 적화율, 기형과 발생률 등

## (시험 3) 물 적화기 농가실증

가. 지역 : 춘천

나. 처리내용

- 동력분무기 압력설정 : 2 MPa
- 분 무 건 : 직분사 분무건 (노즐 2.4mm)
- 품 종 : 몽부사, 대옥아까즈기, 애천중도, 천중도
- 처리시기 : 꽃눈 발육단계 (분홍기, 풍선기), 관행재배

다. 조사내용 : 적화효율성, 과실생산율, 적화효율성 및 적화율, 기형과발생률 등

## 2. 연구결과 요약

<제1세부과제 : 복숭아 물 생력화 적화기술 개발>

(시험1) 과수 적화용 직분사 성능조사

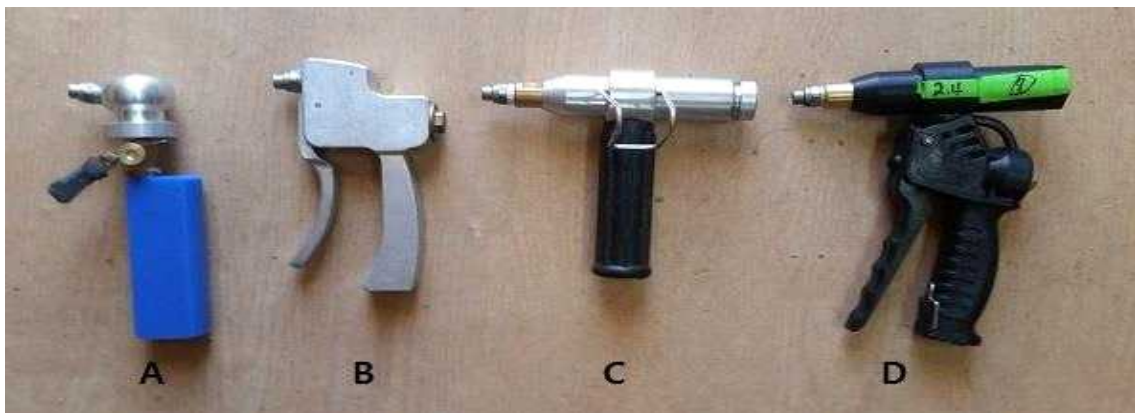


그림 1. 맥동형 분무건의 변화 과정

- 직분사 분무건은 그림 1의 A, B 형태로 제작하였고, 맥동형 분무건은 C, D 형태로 제작하였음.
- 특히, 맥동형 분무건(D)은 시제품 제작형태로 구성은 노즐, 손잡이, 방아쇠, 본체 부분임.
- 노즐직경은 2.4mm, 방아쇠부분은 스프링으로 당김 0.43kg 내외이고, 본체는 기울기 5° 형태임.

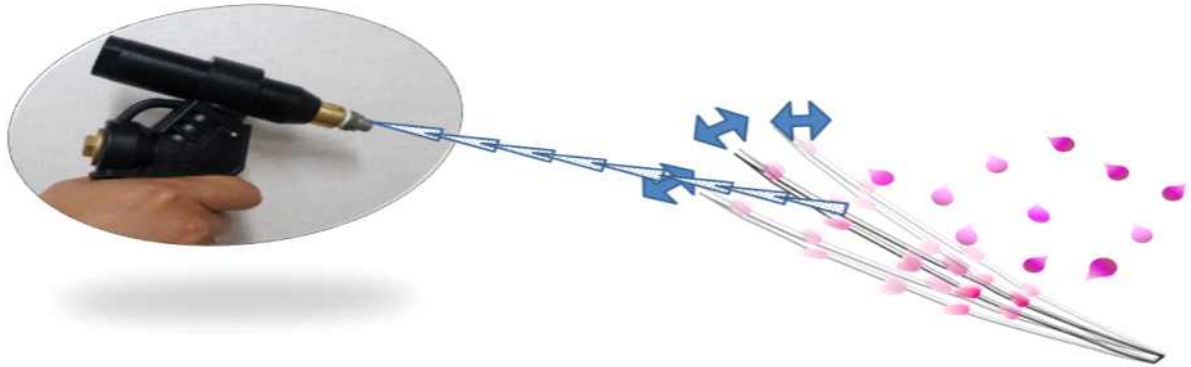


그림 2. 복숭아 꽃눈 제거를 위한 분무건 모형

- 그림 2는 맥동형 분무건 분사에 따른 복숭아 꽃눈 제거 모형도임.
- 맥동형이란 사람의 맥박과 같이 분사 후 멈추고, 다시 분사 후 멈춤을 반복하는 분사형태임.
- 맥동형분사는 복숭아 결과지의 진동을 유발하고, 지속적인 맥동형 분사에 의해서 복숭아 꽃눈에 미치는 충격력이 더 증가됨.



그림 3. 맥동형 분무건의 기본 구조

- 맥동형 분무건의 구성은 수압부스터, 분무건, 수압부스터와 분무건의 연결호스로 구성되었음.
- 수압부스터는 동력분무기의 압력을 1차로 맥동형 형태로 변경하여 주고, 연결호수를 통하여 분무건은 2차로 완벽한 맥동형 분사하는 형태임.

표 1. 맥동형 분무건 구성 및 형태적 주요 특성

분무건									
무게 (g)	가로 (cm)	세로 (cm)	폭 (cm)	노즐직경 (mm)	방아쇠 당김 (kg)	직분사성 능	맥동횟수 (초)		
505.2	19.4	15.4	3.9	2.0~2.4	0.43	0.21	15		

수압부스터				연결호스 (분무건+수압부스터)			배낭 무게 (g)	총무게 (kg)
무게 (kg)	가로 (cm)	세로 (cm)	폭 (cm)	무게 (g)	길이 (cm)	직경 (Φmm)		
1.0	22.3	10.9	4.9	259	160.4	8.5	499	2.2



[제품 구성]



[분사건]



[수압부스터]



[착용전경]

그림 4. 맥동형 분무건 구성 및 특성

- 맥동형 분무건의 무게는 505.2g, 노즐직경 2.4mm, 방아쇠 당기는 힘은 0.43kg, 맥동형 횟수는 15회임.
- 수압부스터 무게는 1.0kg, 연결호스 259g, 배낭무게 499g으로 총 무게는 2.2kg임.
- 시제품 구성은 가방, 밧데리 충전기, 분무건, 연결호수, 수압부스터 및 배낭으로 구성되었음.



그림 5. 맥동형 분무건 분무시 물의 형태적 특성

- 맥동형 분무건의 분사시 물의 형태적 특성으로, 분무시 맨 앞부분이 솜방망이와 같은 형태로 분사됨에 따라서 충격력이 증가되는 것으로 사료됨.
- 또한 분사된 물기둥은 회전형태로 분사되어 가지와 꽃눈에 충격력을 높이는 것으로 나타났음.

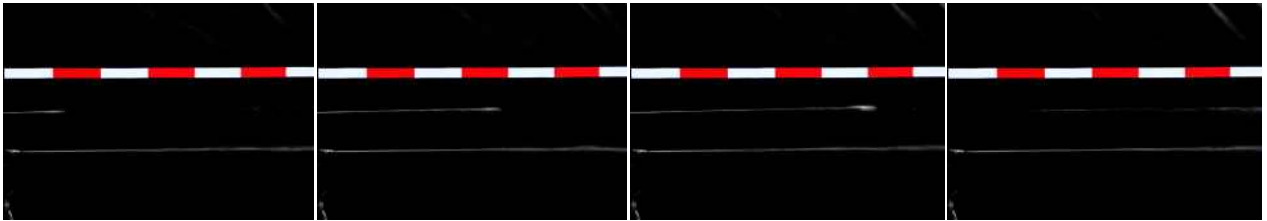


그림 6. 맥동형 분무건 분무시 분무형태

- 맥동형 분무건의 1회 분무시 물 기둥은 100cm 내외로 조사되었고, 맥동형은 초당 15회로 조사되었음.

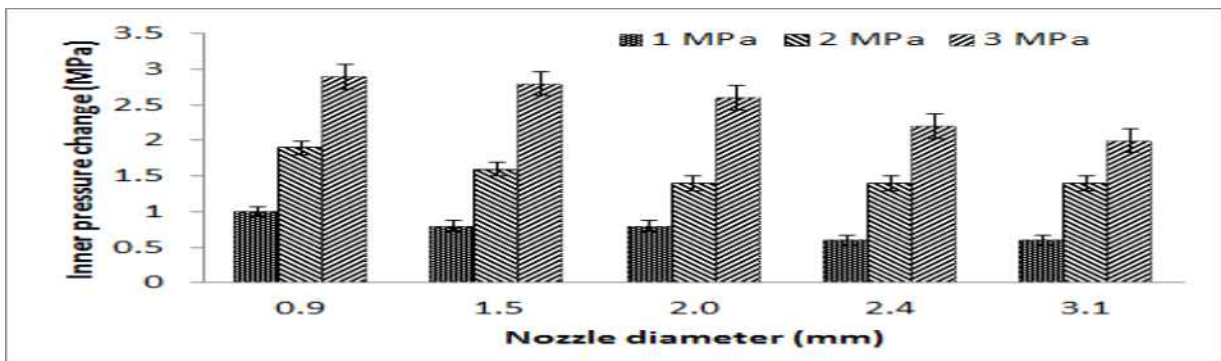


그림 7. 압력별 · 노즐직경별 동력분무기의 내부 압력 변화

- 맥동형 분무건의 분사시 동력분무기의 내부 압력 변화는 1MPa, 2MPa 에서는 노즐직경이 증가하면서도 내부 압력이 낮아지 않았으나, 3MPa에서는 노즐직경이 증가할수록 내부 압력이 0.3 ~1.7MPa 감소하였음.

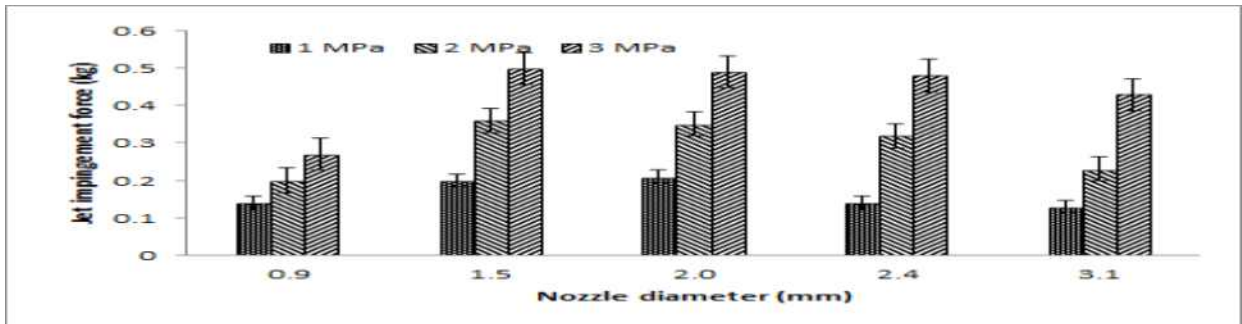


그림 8. 동력분무기 압력별 · 노즐직경별 최대 충격력 (분무거리 1m)

- 압력별 충격력은 1MPa에서는 0.14 ~ 0.2kg, 2MPa에서는 0.2 ~ 0.3kg, 3MPa에서는 0.2 ~ 0.5kg으로 나타났음. 압력이 증가하면 충격력도 증가하는 것으로 나타났음.
- 압력별 최대 충격력을 나타내는 최대 임계점 노즐직경은 1MPa, 2MPa, 3MPa에서 모두 동일하게 0.2mm로 나타났음.

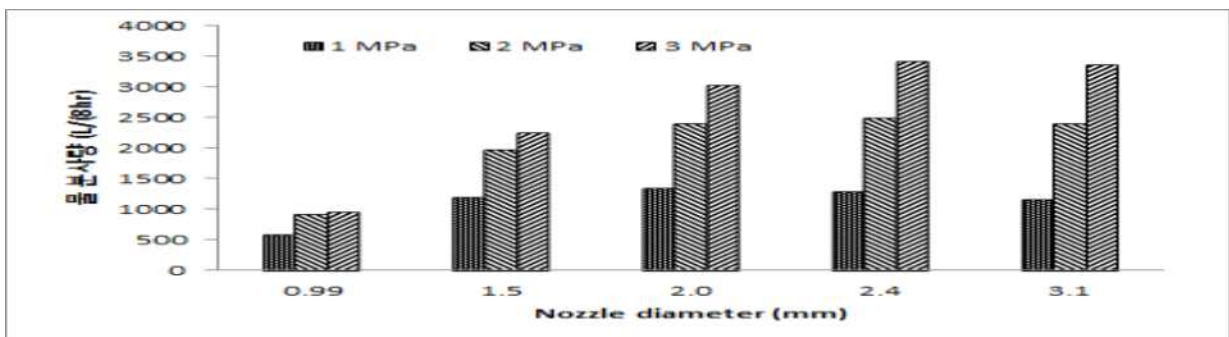


그림 9. 동력분무기 압력별 노즐직경별 물 분사량

- 압력별 8시간 물 분사량은 1MPa에서 550 ~ 1,480L, 2MPa에서 980 ~ 2,480L, 3MPa에서 880 ~ 3,480L로 나타났음. 노즐직경이 넓어질수록 물 분사량도 증가하다가 최대임계점 노즐직경 이후는 다소 감소하는 경향으로 나타났음.

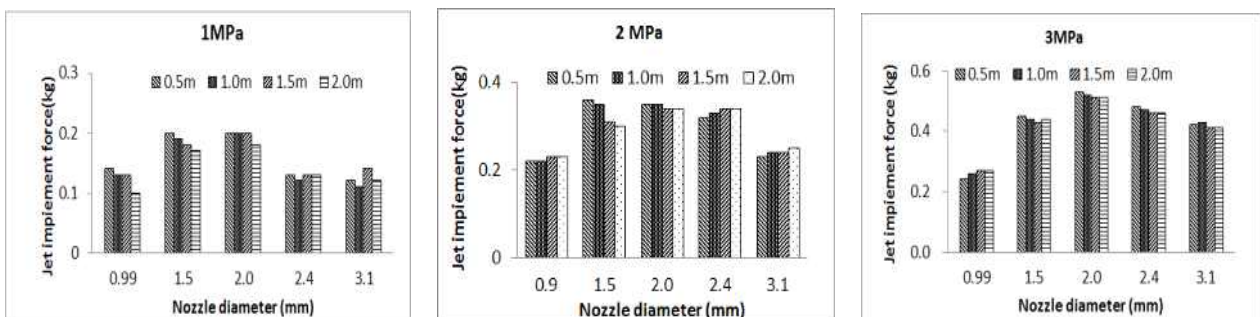


그림 10. 동력분무기 압력별 분사거리별 충격력

- 동력분무기 압력 1MPa, 2MPa, 3MPa 에서 분사거리별 충격력은 최대임계점 노즐직경 2.0mm에서는 거리별 충격력이 각각 0.2kg, 0.38kg, 0.5kg으로 나타났고, 거리별 충격력은 차이가 없는 것으로 나타났음.

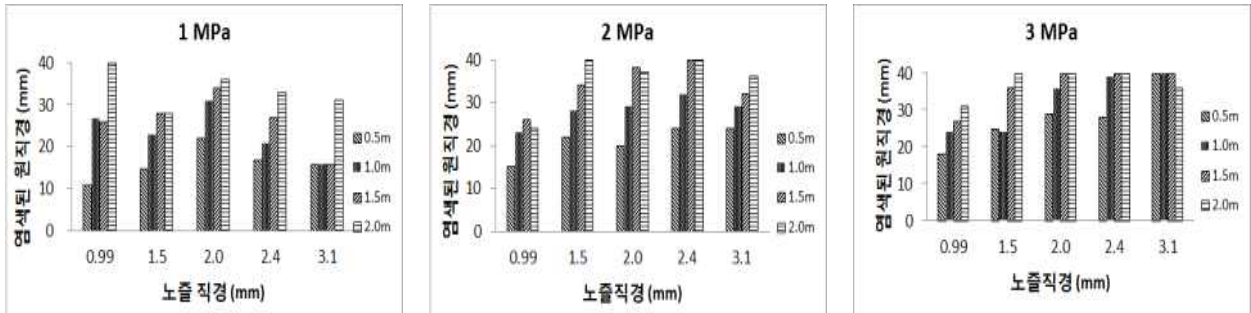


그림 11. 분무건 분사 후 압력필름의 원 직경 측정(직분 정도 측정)

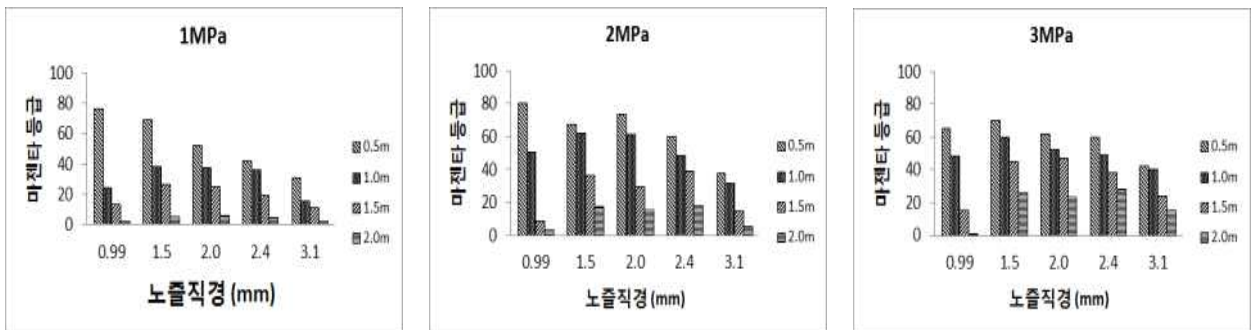


그림 12. 분무건 분사 후 압력필름의 마젠타 등급

- 압력별 분사 후 염색필름 원 직경은 1 MPa에서 노즐직경 2.0mm에 따른 분사거리 (0.5m, 1.0m, 1.5m, 2.0m)에서 원 직경은 22mm, 31mm, 34mm, 36mm이었고, 원 직경의 마젠타 등급은 52, 37, 25, 6 순이었고, 2 MPa에서 노즐직경 2.0mm에 따른 분사거리 (0.5m, 1.0m, 1.5m, 2.0m)에서 원 직경은 20mm, 29mm, 38mm, 37mm이었고, 원 직경의 마젠타 등급은 60, 48, 39, 18 순이었고, 3 MPa에서 노즐직경 2.0mm에 따른 분사거리 (0.5m, 1.0m, 1.5m, 2.0m)에서 원 직경은 20mm, 29mm, 38mm, 37mm이었고, 원 직경의 마젠타 등급은 62, 52, 47, 23 순이었음.

- 시제품 맥동형 분무건을 이용한 꽃눈 제거 형태는 그림 13과 같음.
  - ① 결과지 자람방향의 역방향에서 준비하고, 거리는 1m 내외 유지
  - ② 분무건의 방아쇠를 당기면 자동으로 분무와 멈춤을 반복됨
  - ③ 결과지 끝부분의 위쪽부분에 분사를 실시
  - ④ 결과지 전체가 위쪽, 아래쪽으로 진동
  - ⑤ 분무건의 물 기둥과 가지의 위아래 흔들림간에 진동과 함께 충격력 증대
  - ⑥ 결과지 윗부분의 꽃눈 제거가 이루어짐

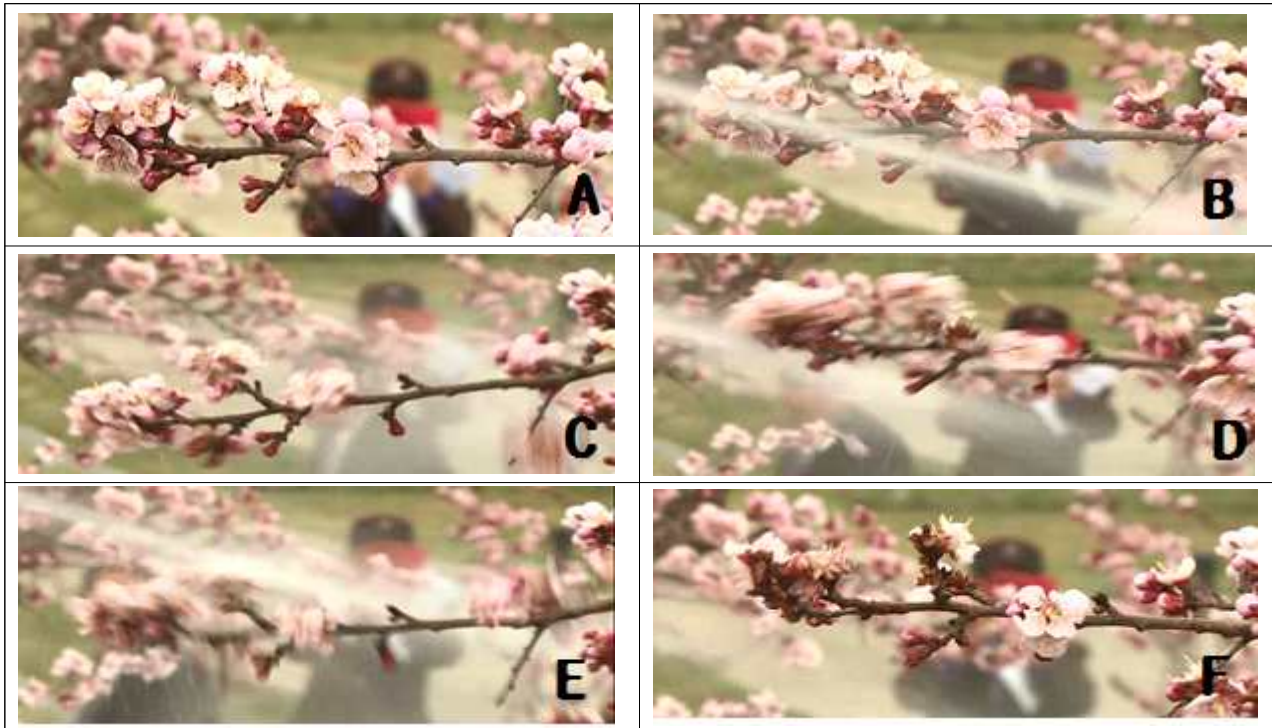


그림 13. 맥동형 분무건 분사시 꽃눈 떨어지는 전경 (A → B → C → D → E → F)

**(시험 2) 적화기 수압 및 복숭아 꽃눈 발육단계별 복숭아 적화 효율성 검정**

- 맥동형 분무건을 이용하여 복숭아 꽃눈 제거 기술을 개발하고자 ① 동력분무기의 압력(1MPa, 2MPa, 3MPa)설정 ② 맥동형 분무건의 방향설정 ③ 적정 노즐직경설정 ④ 맥동형 분무건의 적정사용 거리 설정 등을 구명하고자 실시하였음.



발아기

01

분홍기

57

풍선기

59

개화시

61

만개기

66

그림 14. 복숭아 꽃눈 발육 단계 구분

- 복숭아 꽃눈의 발육단계는 농촌진흥청에서 발표한 01~70단계를 이용하여 천중도백도 품종에서 각각의 단계를 조사하였음.

표 2. 동력분무기 압력별 복숭아 눈 발육단계별 적화율(천중도백도)

압력 (MPa)	꽃눈 발육단계별 적화율 (%)			
	발아기 (01)	분홍기 (57)	풍선기 (59)	개화시 (61)
1	3.5±2.0	48.1±6.7	51.3±4.7	53.6±6.7
2	5.5±7.1	50.2±9.0	63.5±3.3	67.5±6.8
3	11.1±7.5	71.0±4.6	73.9±3.3	81.7±4.3

\* 노즐직경 2mm, 압력호수 8.5mm×50m, 분사거리 1m

- 동력분무기 압력이 증가됨에 따라서 적화율은 증가되었고, 꽃눈이 발아기에서 개화시로 진행됨에 따라서 적화율도 증가되었음.
- 압력별, 생육단계에 따른 적화율 50% 이상은 1 MPa 풍선기, 2 MPa, 3 MPa 에서는 분홍기였음
- 2 MPa 에서는 분홍기 50.2%, 풍선기 63.5%, 개화시 67.5%로 나타났음.
- 3 MPa 에서는 분홍기 71.3%, 개화시 73.9%, 만개기 81.7%로 나타났음.

표 3. 동력분무기 압력별 복숭아 눈 발육단계별 적엽률(천중도백도)

압력	엽눈 발육단계별 적엽률 (%)			
	발아기 (01)	분홍기 (57)	풍선기 (59)	개화시 (61)
1 MPa	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.4±0.6
2 MPa	0.0±0.0	2.6±4.2	3.8±2.7	6.8±7.2
3 MPa	0.0±0.0	23.9±6.5	35.1±7.6	37.9±2.2

\* 노즐직경 2.0mm, 8.5mm×50m, 분사거리 1m

- 동력분무기 압력별 적엽률은 1 MPa 에서는 발아기 ~ 개화시까지 0 ~ 0.4%이었고, 2MPa 에서는 분홍기 2.6%, 개화시 3.8%, 만개기 6.8%이었고, 3MPa 에서는 분홍기 23.9%, 풍선기 35.1%, 개화시 37.9%로 나타났음.
- 따라서 적화율과 적엽률을 각각 고려할 경우 2 MPa에서 적화율 50.2~67.5%, 적엽률 0 ~ 6.8%으로 적정 압력으로 조사되었음.

- 3MPa 에서는 적화율 71.0~81.7%, 적엽률 23.9 ~ 37.9%로 적엽률이 과도하게 진행될 뿐아니라 수피도 벗겨지는 등의 부작용이 나타났음.

표 4. 맥동형 분무건 분사 방향과 복숭아 눈 발육단계별 적화율(천중도백도)

분사 방향	꽃눈 발육단계별 적화율 (%)			
	발아기 (01)	분홍기 (57)	풍선기 (59)	개화시 (61)
결과지 자람 순 방향	0.0±0.0	11.3±1.2	33.6±3.7	42.1±5.2
결과지 자람 측면 방향	4.6±2.6	16.2±7.1	38.4±4.3	43.3±3.0
결과지 자람 역 방향	5.5±7.1	50.2±9.0	63.5±3.3	67.5±6.8

\* 동력분무기 압력 : 2MPa, 분무간격 : 1m, 노즐직경 2.0mm

- 분무건분사 방향은 순방향에서 적화율이 발아기~개화시까지 0 ~ 42.1%이었고, 측면방향은 분홍기 16.2%, 풍선기 38.4%, 개화시 43.3%이었음.
- 역방향에서 적화율은 분홍기에서 50.2%, 풍선기 63.5%, 개화시 67.53% 이었음.
- 분무건의 방향은 결과지 자람의 역방향과 측면방향에서 분무하는 것에서 적화율이 우수한 것으로 나타났음.

표 5. 맥동형 분무건 분사 방향과 복숭아 눈 발육단계별 적엽률(천중도백도)

분사 방향	엽눈 발육단계별 적엽률 (%)			
	발아기 (01)	분홍기 (57)	풍선기 (59)	개화시 (61)
결과지 자람 순 방향	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
결과지 자람 측면 방향	0.0±0.0	0.0±0.0	1.6±0.1	5.0±0.2
결과지 자람 역 방향	0.0±0.0	1.1±0.5	7.1±0.2	8.9±0.3

\* 동력분무기 압력 : 2MPa, 분무간격 : 1m, 노즐직경 2.0mm

- 분무건의 방향은 순방향에서 적엽률은 발아기~개화시까지 0%이었고, 측면방향은 0~ 5.0%, 역방향 0 ~ 8.9%이었음.
- 역방향에서 적화율은 분홍기에서 2.2%, 개화시 7.1%, 만개기 8.9% 이었음
- 따라서 분무건의 역 방향은 결과지 자람의 역방향에서 풍선기에 적화율 63.5%, 적엽률 1.6%로 적화율이 우수하였음.

표 6. 복숭아 꽃눈 발육단계에 따른 노즐직경별 적화율(천중도백도)

노즐직경 (mm)	꽃눈 발육단계별 적화율 (%)			
	발아기 (01)	분홍기 (57)	풍선기 (59)	개화시 (61)
0.9	0.4±1.0	5.7±4.3	8.1±5.1	12.5±8.5
1.5	0.6±1.0	41.5±7.6	52.5±4.3	55.4±4.4
2.0	5.5±8.5	50.2±9.0	63.5±3.3	67.5±3.9
2.4	5.4±5.0	52.4±4.8	65.7±3.0	70.6±3.6
3.1	2.9±3.2	21.6±4.3	25.1±6.0	28.0±5.5

\* 동력분무기 압력 : 2MPa, 분무간격 : 1m, 분무방향 : 가지 자람의 역방향

- 노즐직경이 증가함에 따라서 적화율은 증가되나, 노즐직경 2.0mm 와 2.4mm에서 정점을 이루고 노즐직경 3.1mm에서 다시 감소하는 경향으로 나타났음.
- 노즐직경 2.0mm 에서 적화율은 분홍기 50.2%, 풍선기 63.5%, 개화시 67.5% 순이었음.
- 노즐직경 2.4mm 에서 적화율은 분홍기 52.4%, 풍선기 65.7%, 개화시 70.6% 순이었음.
- 따라서 동력분무기 2 MPa, 분무거리 1m에서 적정노즐은 2.4mm에서 적화율이 우수하였음.

표 7. 노즐직경에 따른 복숭아 엽눈 발육단계별 적엽률(천중도백도)

노즐직경 (mm)	엽눈 발육단계별 적엽률 (%)			
	발아기 (01)	분홍기 (57)	풍선기 (59)	개화시 (61)
0.9	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
1.5	0.0±0.0	2.0±0.4	3.1±0.2	4.1±0.3
2.0	0.0±0.0	2.6±0.2	3.8±0.4	6.8±0.5
2.4	0.0±0.0	2.4±0.1	3.6±0.2	6.4±0.3
3.1	0.0±0.0	0.6±0.2	0.0±0.0	0.0±0.0

\* 동력분무기 압력 : 2 MPa, 분무간격 : 1m, 분무방향 : 가지자람 역방향

- 노즐직경이 증가함에 따라서 적엽률을 증가되나, 노즐직경 2.0mm에서 정점을 이루고 노즐직경 2.4mm부터 다시 감소하는 경향으로 나타났음.
- 노즐직경 2.0mm 에서는 적엽률이 분홍기 3.8%, 풍선기 3.8%, 개화시 6.8% 순이었음.
- 노즐직경 2.4mm 에서 적엽률은 분홍기 2.4%, 개화기 3.6%, 만개기 6.4% 순이었음.
- 따라서 동력분무기 2MPa, 분무거리 1m에서 적정노즐은 2.4mm에서 적엽이 낮은 것으로 나타났음.

표 8. 분무거리 및 노즐직경에 따른 복숭아 꽃눈 분홍기 단계 적화율(천중도백도, %)

분무거리 (m)	노즐직경 (mm)				
	0.9	1.5	2.0	2.4	3.1
0.5	25.9±4.1	57.7±4.5	65.3±4.8	70.8±3.2	44.3±6.4
1.0	5.7±4.3	41.5±7.6	50.2±9.0	52.4±4.8	19.9±3.4
1.5	0.4±0.7	31.8±9.7	34.4±5.3	45.0±5.8	9.4±8.9
2.0	0.0±0.0	7.8±6.2	0.0±0.0	2.4±5.8	5.0±8.7

\* 동력분무기 압력 : 2 MPa, 분무 방향 : 가지 자람의 역방향

- 복숭아 꽃눈 분홍기에서 분무거리가 멀어질수록 적화율이 감소하였음.
- 분홍기에서 적화율 50% 이상은 분무거리 0.5m 에서 노즐직경 1.5mm ~ 2.4mm이었고, 분무거리 1.0m 노즐직경 2.0mm ~ 2.4mm이었음.

표 9. 분무거리 및 노즐직경에 따른 복숭아 꽃눈 분홍기 단계 적엽률(천중도백도)

분무거리 (m)	노즐직경 (mm)				
	0.9	1.5	2.0	2.4	3.1
0.5	0.0±0.0	5.7±0.9	5.6±0.8	5.5±1.0	2.6±0.8
1.0	0.0±0.0	2.0±0.5	2.6±0.2	2.8±0.8	0.6±0.5
1.5	0.0±0.0	0.0±0.0	0.7±0.7	2.4±0.3	0.0±0.0
2.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0

\* 동력분무기 압력 : 2 MPa, 분무 방향 : 가지 자람의 역방향

- 복숭아 꽃눈 분홍기에서 분무거리가 멀어질수록 적엽률이 감소하였음.
- 적엽률은 분무거리 0.5m 에서 노즐직경 1.5mm 시 5.7% 이었고, 분무거리 1m 이상에서는 모든 노즐직경에서 적엽률 2.8% 이하로 조사되었음.

표 10. 분무거리 및 노즐직경에 따른 복숭아 꽃눈 풍선기 단계 적화율(천중도백도)

분무거리 (m)	노즐직경 (mm)				
	0.9	1.5	2.0	2.4	3.1
0.5	46.3±5.4	61.2±4.0	71.2±2.6	70.7±4.7	38.8±5.5
1.0	8.1±5.1	52.5±3.4	63.5±3.3	65.7±3.0	25.1±6.0
1.5	0.0±0.0	25.7±4.9	35.7±7.8	31.8±4.2	18.0±6.9
2.0	0.0±0.0	1.7±1.7	5.1±5.7	4.8±4.5	2.9±3.9

\* 동력분무기 압력 : 2 MPa, 분무 방향 : 가지자람의 역방향

- 복숭아 꽃눈 풍선기에서 분무거리가 멀어질수록 적화율이 감소하였음.
- 풍선기 적화율 60% 이상은 분무거리 0.5m에서 노즐직경 1.5mm ~ 2.4mm이었고, 분무거리 1.0m 노즐직경 2.0mm ~ 2.4mm이었음.

표 11. 분무거리 및 노즐직경에 따른 복숭아 엽눈 풍선기 단계 적엽률(천중도백도)

분무거리 (m)	노즐직경 (mm)				
	0.9	1.5	2.0	2.4	3.1
0.5	2.6±4.1	11.7±3.4	24.9±5.3	21.8±5.4	14.9±8.9
1.0	0.0±0.0	3.1±3.9	3.8±2.7	3.6±4.8	0.0±0.0
1.5	0.0±0.0	2.3±3.1	1.9±3.1	2.5±2.7	0.0±0.0
2.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.7±1.4	0.9±1.7	0.0±0.0

\* 동력분무기 압력 : 2MPa, 분무 방향 : 가지자람의 역방향

- 복숭아 꽃눈 풍선기에서 분무거리가 멀어질수록 적엽률이 감소하였음.
- 적엽률은 분무거리 0.5m에서 24.9% 이었고, 분무거리 1m 이상에서는 모든 노즐직경에서 적엽률 3.8% 이하로 조사되었음.

표 12. 분무거리 및 노즐직경에 따른 복숭아 꽃눈 개화시 단계 적화율(천중도백도)

분무거리 (m)	노즐직경 (mm)				
	0.9	1.5	2.0	2.4	3.1
0.5	28.9±3.9	65.5±5.2	73.9±9.4	72.5±5.4	53.3±3.6
1.0	12.5±8.5	55.4±4.4	67.5±3.9	70.6±3.6	30.7±7.8
1.5	1.6±2.2	6.8±5.9	41.8±6.4	38.5±5.5	28.0±5.5
2.0	0.0±0.0	0.0±0.0	21.2±6.7	19.8±9.8	22.4±9.8

\* 동력분무기 압력 : 2MPa, 분무 방향 : 가지자람의 역방향

- 복숭아 꽃눈 개화시에서 분무거리가 멀어질수록 적화율이 감소하였음.
- 적화율 60% 이상은 분무거리 0.5m에서 노즐직경 1.5mm ~ 2.4mm이었고, 분무거리 1.0m 노즐직경 2.0mm ~ 2.4mm이었음.

표 13. 분무거리 및 노즐직경에 따른 복숭아 꽃눈 개화시 단계 적엽률(천중도백도)

분무거리 (m)	노즐직경 (mm)				
	0.9	1.5	2.0	2.4	3.1
0.5	7.5±0.9	11.6±0.6	15.3±0.9	14.0±1.5	6.1±5.2
1.0	0.0±0.0	4.1±0.5	6.8±0.7	6.4±0.6	0.0±0.0
1.5	0.0±0.0	1.3±2.4	5.1±0.6	5.5±0.6	0.0±0.0
2.0	0.0±0.0	0.0±0.0	3.1±0.6	2.3±2.5	0.0±0.0

\* 동력분무기 압력 : 2MPa, 분무 방향 : 가지자람의 역방향

- 복숭아 꽃눈 개화기에서 분무거리가 멀어질수록 적엽률이 감소하였음.
- 적엽률은 분무거리 0.5m에서 15.3% 이하 이었고, 분무거리 1m 이상에서는 모든 노즐직경에서 적엽률 6.8% 이하로 조사되었음.

**(시험 3) 직분사 분무건을 이용한 물 적화기 농가실증**

- 시험 1과 시험2에서 적화 효율성이 높았던 동력분무기 2 MPa, 분무 방향은 가지 자람의 역방향, 맥동형 분무건의 노즐직경 2.4mm, 분무거리는 1m 내외에서 실시하였음.
- 복숭아 품종은 몽부사, 대옥아까지기, 애천중도, 천중도백도였음.
- 복숭아 정식거리는 7 × 4m, Y자 수형, 7년생에서 실시하였음.
- 동력분무기 2 MPa, 농약호스  $\phi$ 8.5mm × 50m,
- 물 적화작업 시기 : 분홍기, 풍선기, 관행재배

표 14. 복숭아 품종별 꽃눈 발육단계별 개화 상황

품종	복숭아 꽃눈 발육단계 (월.일)				
	발아기 (01)	분홍기 (57)	풍선기 (59)	개화시 (61)	만개기 (66)
미황	3.30	4.10	4.18	4.21	4.23
몽부사	3.28	4.09	4.17	4.20	4.22
대옥아까지기	3.28	4.09	4.17	4.20	4.22
애천중도	3.30	4.09	4.17	4.20	4.22
천중도백도	3.31	4.12	4.20	4.22	4.24

- 복숭아 품종별 발아기는 3월 28 ~ 3월 31일경, 분홍기는 4월 9일 ~ 12일, 풍선기는 4월 17일 ~ 20일, 개화시는 4월 20일 ~ 22일경, 만개기는 4월 22일 ~ 24일경이었음.

표 15. 복숭아 생육단계별 분무건 적화시기에 따른 착과율

구분	착과율 (%)			
	분홍기	풍선기	개화시	관행
미황	63.7±30.4	74.9±26.1	64.2±23.7	74.7±19.7
몽부사	66.3±16.5	58.8±23.1	40.4±18.0	57.5±21.1
대옥아까즈기	48.1±22.1	48.5±18.9	39.8±21.5	41.9±19.9
애천중도	71.8±20.2	74.5±17.8	68.5±13.8	70.3±15.6
천둥도	64.5±20.0	55.4±21.0	48.5±15.7	51.5±22.1

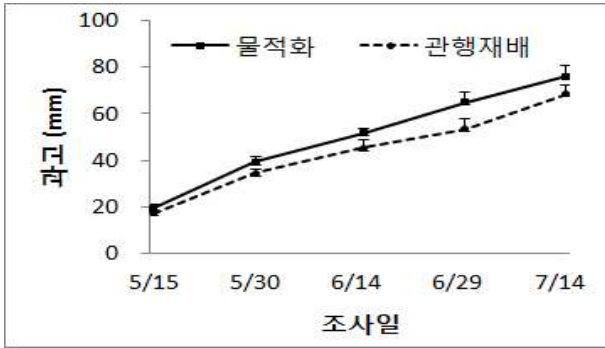
\* 동력분무기 압력 2MPa, 노즐직경 2.4mm, 분사거리 1m, 압력호수 8.5mm×50m

- 품종별, 생육단계별 분무건 적화 후 착과율은 품종에 따라서 39.8 ~ 74.9%로 나타났음.
- 착과율은 관행 대비 분홍~ 풍선기는 차이가 없었으나, 개화시 착과율은 1.8 ~ 17.1% 감소하는 것으로 나타났음.

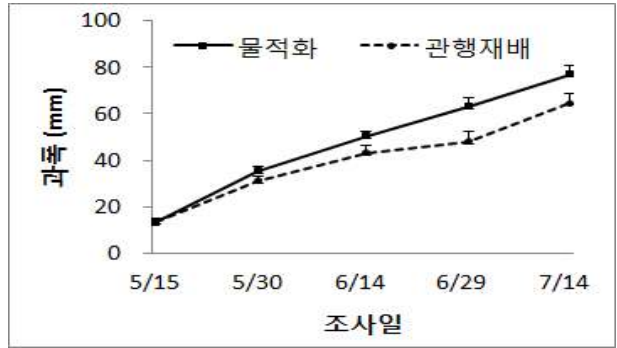
표 16. 적화시기에 따른 엽눈 손실률

구분	엽눈 손실률 (%)			
	분홍기	풍선기	개화기	관행
미황	9.7±14.5	5.3±9.2	6.0±15.3	-
몽부사	4.6±10.1	10.8±15.0	12.3±18.0	-
대옥아까즈기	4.4±13.3	8.3±14.5	12.9±21.3	-
애천중도	6.0±9.4	5.8±15.1	7.9±12.3	-
천중도	7.2±15.9	8.2±15.5	9.5±15.1	-

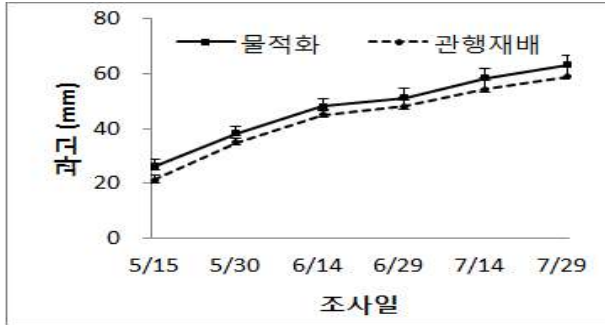
- 품종별, 생육단계별 꽃눈 제거에 따른 엽눈 손실률은 4.4 ~ 12.9% 이었음.
- 복숭아 꽃눈 생육단계가 진전될수록 엽눈 손실률이 증가하는 경향이었음.
- 품종별 엽눈 손실률은 미황 6.0 ~ 9.7%, 몽부사 4.6 ~ 12.3%, 대옥아까즈기 4.4 ~ 12.9%, 애천중도 5.8 ~ 7.9%, 천중도 7.2 ~ 9.5% 이었음.



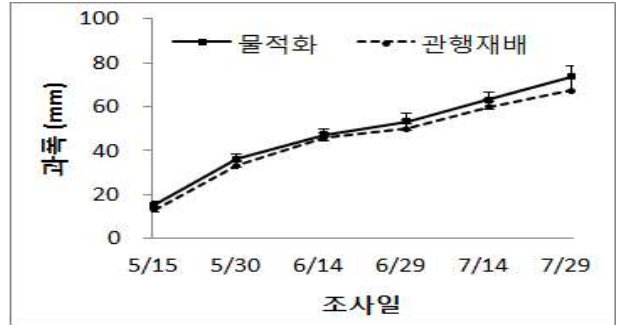
미항 과고 비대



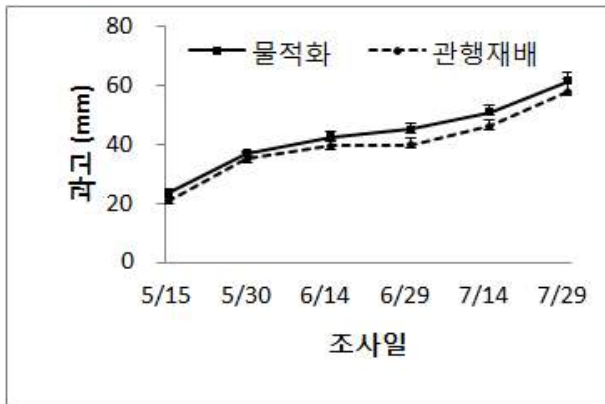
미항 과폭 비대



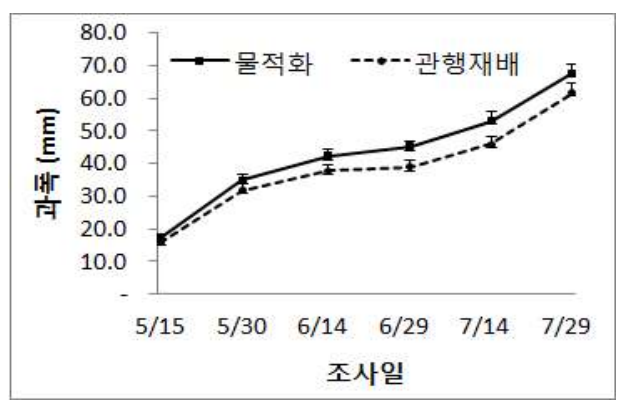
몽부사 과고 비대



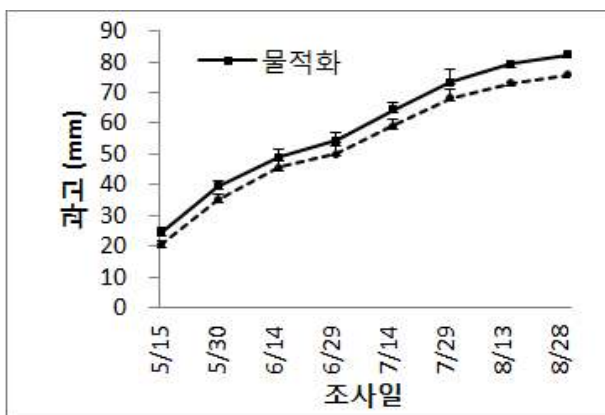
몽부사 과폭 비대



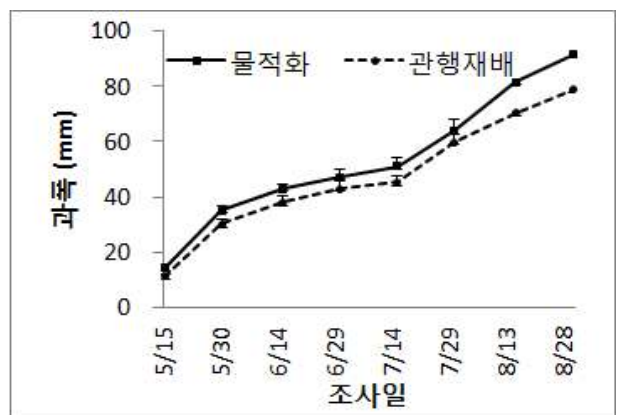
대옥아까즈기 과고 비대



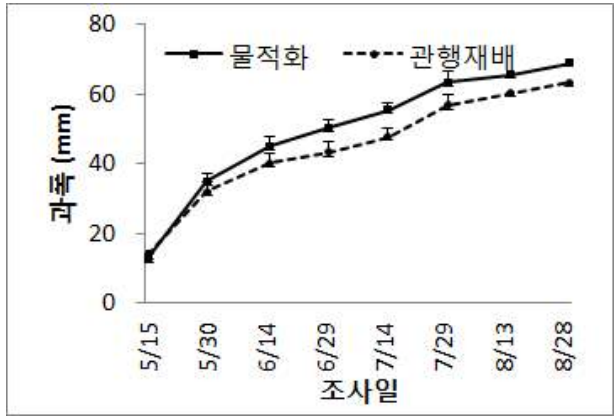
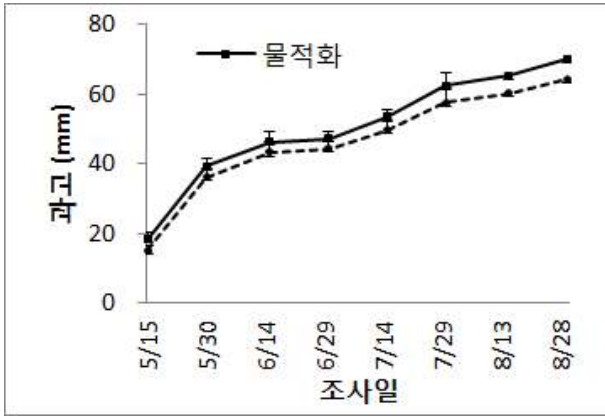
대옥아까즈기 과폭 비대



애천중도 과고 비대



애천중도 과폭 비대



천중도백도 과고 비대

천중도백도 과폭 비대

그림 15. 복숭아 품종별 과고·과폭 성장량

- 미황 등 5품종의 맥동형 분무건을 이용한 적화(분홍기)처리가 과고, 과폭의 발육이 유과기부터 수확기까지 관행대비 과실비대가 우수하였음.



그림 16. 복숭아 물 직분사분무건 적화 및 착과현황

A : 맥동형 분무건 적화 B: 관행

표 17. 적화방법 및 적화시기에 따른 ‘미황’의 과실특성

적화방법	적화시기	과중 (g)	경도 (kg/5mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)	착과수/주 (개)
물적화	발아기	218.0	0.54	9.8	0.5	177.3
	분홍기	215.8	0.51	9.7	0.6	171.0
	풍선기	206.2	0.55	9.6	0.6	175.3
	개화기	206.4	0.54	9.9	0.6	178.3
관행재배	-	195.1	0.53	9.4	0.7	175.0

- 맥동형 분무건을 이용한 복숭아 꽃눈 단계별 적화시 과중은 발아기, 분홍기, 풍선기, 개화기로 진행됨에 따라서 218.0g, 215.8g, 206.2g, 206.4g 으로 적뢰작업이 빠르면 빠를수록 과실 비대율이 증가하는 것으로 나타났음.
- 관행재배 대비 물 적화시 과중증가는 11.1g ~ 22.9g으로 5.6% ~ 11.7% 증가하였음.

표 18. 적화방법 및 적화시기에 따른 ‘몽부사’의 과실특성

적화방법	적화시기	과중 (g)	경도 (kg/5mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)	착과수/주 (개)
물적화	밭아기	280.8	0.56	11.8	0.52	216.3
	분홍기	287.5	0.51	11.7	0.57	201.7
	풍선기	264.5	0.53	11.9	0.51	200.7
	개화기	249.1	0.58	11.1		203.7
관행재배	-	232.5	0.51	11.7	0.56	209.0

- 물 적화시 밭아기, 분홍기, 풍선기, 개화기별 과중은 280.8g, 287.5g, 264.5g, 249.1g으로 적뢰작업이 빠르면 과실 비대율이 증가하는 경향으로 나타났음.
- 관행재배 대비 맥동형 분무건 적화시 과중증가는 16.6g ~ 48.3g으로 7.1% ~ 23% 증가하는 것으로 나타났음.

표 19. 적화방법 및 적화시기에 따른 ‘대옥아까즈기’의 과실특성

적화방법	적화시기	과중 (g)	경도 (kg/5mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)	착과수/주 (개)
물적화	밭아기	284.3	0.51	12.3	0.52	216.3
	분홍기	268.9	0.51	11.7	0.57	201.7
	풍선기	245.5	0.53	11.9	0.57	200.7
	개화기	241.5	0.58	11.1	0.58	203.7
관행재배	-	214.9	0.51	11.7	0.56	209.0

- 물 적화시 밭아기, 분홍기, 풍선기, 개화기별 과중은 284.3g, 268.9g, 245.5g, 241.5g으로 적뢰작업이 빠를수록 과실 비대율이 증가하는 경향이었음.
- 관행재배 대비 맥동형 분무건 적화시 과중증가 26.6 ~ 69.4g으로 23.3 ~ 69.4% 증가하는 것으로 나타났음.

표 20. 적화방법 및 적화시기에 따른 ‘애천중도’의 과실특성

적화방법	적화시기	과중 (g)	경도 (kg/5mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)	착과수/주 (개)
물적화	밭아기	428.4	0.57	10.1	0.43	212.7
	분홍기	420.0	0.55	9.2	0.44	216.0
	풍선기	406.8	0.53	11.7	0.43	215.0
	개화기	393.2	0.53	9.6	0.44	215.3
관행재배	-	374.4	0.58	0.99	0.49	216.4

- 물 적화시 밭아기, 분홍기, 풍선기, 개화기별 과중은 428.4g, 420.0g, 406.8g, 393.2g으로 적뢰작업이 빠를수록 과실 비대율이 증가하는 경향이었음.

- 관행재배 대비 맥동형 분무건 적화시 과중 증가는 18.8 ~ 54g으로 5.0 ~ 14.4% 증가하는 것으로 나타났음.

표 21. 적화방법 및 적화시기에 따른 ‘천중도백도’의 과실특성

적화방법	적화시기	과중 (g)	경도 (kg/5mm)	당도 (°Bx)	산도 (%)	착과수/주 (개)
물적화	밭아기	439.5	0.32	10.2	0.46	231.3
	분홍기	399.5	0.35	10.2	0.43	225.3
	풍선기	388.2	0.32	12.0	0.45	229.7
	개화기	366.2	0.34	10.3	0.43	223.3
관행재배	-	358.6	0.36	9.8	0.48	224.0

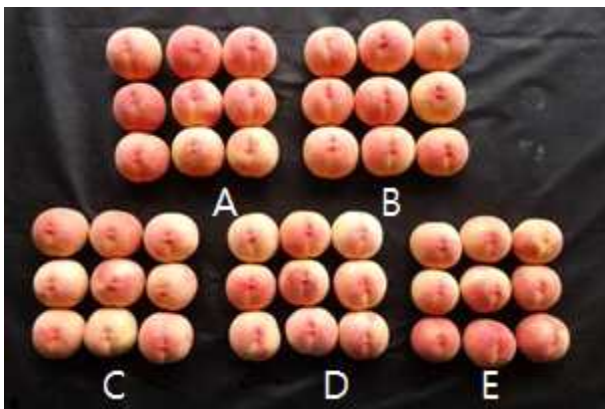
- 물 적화시 밭아기, 분홍기, 풍선기, 개화기별 과중은 439.5g, 399.5g, 388.2g, 366.2g으로 적피작업이 빠를수록 과실 비대율이 증가하는 경향이있음.
- 관행재배 대비 맥동형 분무건 적화시 과중 증가 7.6 ~ 80.9g으로 2.1 ~ 22.5% 증가하는 것으로 나타났음.



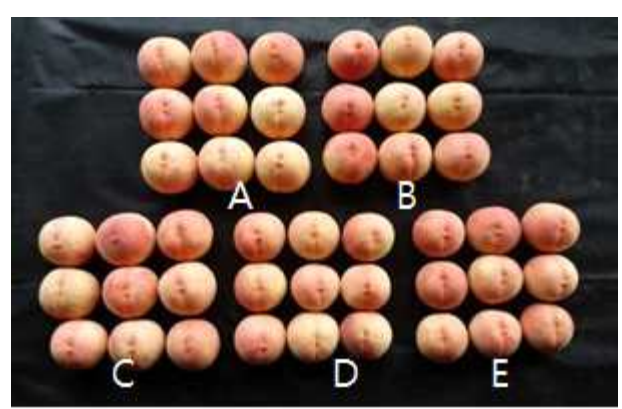
몽부사



대옥아까찌기



애천중도



천중도

그림 17. 품종별 과실특성



영천군농업기술센터

원주시농업기술센터

그림 18. 맥동형 분무건 세미나 및 시연회 개최 ( '17. 4.2 ~ 4. 27)

- 맥동형 분무건 시제품을 이용한 세미나 및 시연회를 총 7회 개최하였으며 농가 교육인원은 428명이었음.

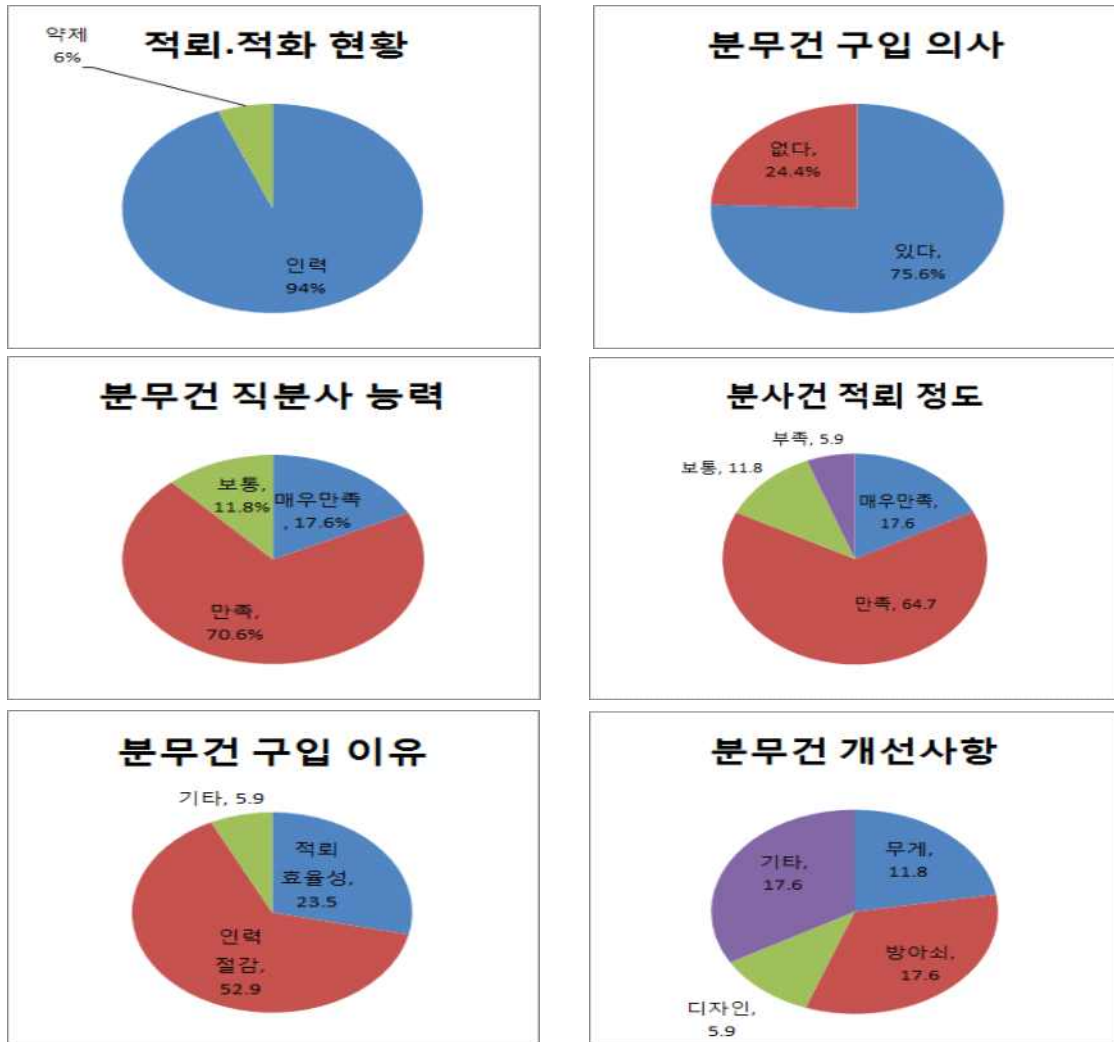


그림 19. 복숭아 꽃눈 제거용 분무건 시연회 및 설문지조사결과 ( '17. 4.2 ~ 4. 23)

\* 설문지 참여농가수 : 245명

- 맥동형 분무건 시연회 후 설문지 조사결과를 요약하면 다음과 같음
  - 복숭아 적뢰·적화는 인력 94.%, 기타 6% 이었음.
  - 분무건 직분사 능력 정도 : 매우만족 17.6%, 만족 70.6%, 보통 11.8% 이었음.
  - 분무건 적뢰정도 : 매우만족 17.6%, 만족 64.7%, 보통 11.8%, 부족 5.9%이었음.
  - 분무건 구입 여부 : 구입 75.6%, 필요없음 24.4% 이었음.
- 맥동형 분무건을 활용한 적뢰·적화 효율성 및 농가 피로도 측정을 위하여 도내 복숭아 전업농 6명을 대상으로 설문조사결과를 요약하면 다음과 같음.

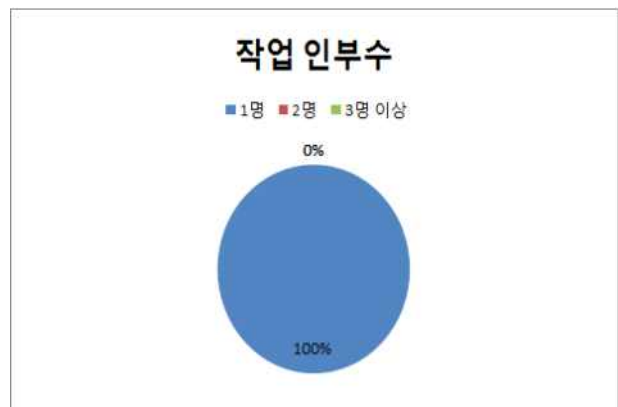
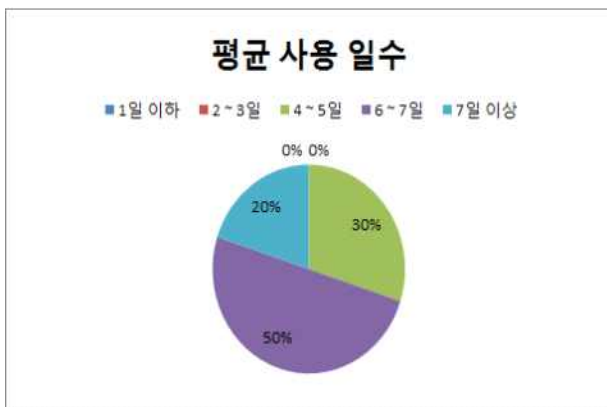
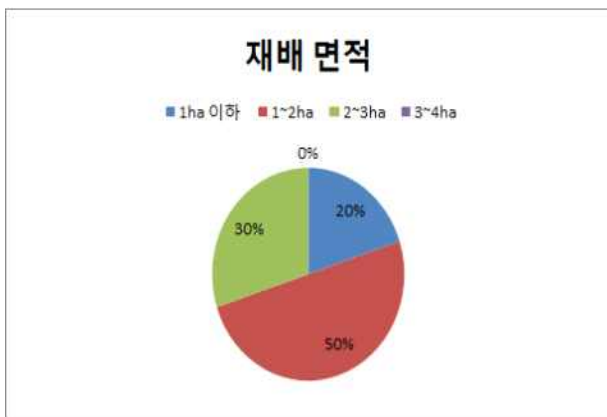


그림 20. 전문농가 재배 및 사용현황 조사

- 전문농가의 재배면적은 1ha 이하 20%, 1~2ha 재배농가 50%이었고, 2ha 이상이 30% 이었음.
- 사용시기는 분홍기 50%, 개화기 50% 이었음.
- 평균사용일수는 4~5일 30%, 6~7일 50%, 7일 이상 20% 이었음.
- 작업 인부수 1명으로 모든 농가가 직접 사용하였음.

표 22. 작업 시간별 손 통증 정도

구분	00:30	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00
맥동형 분무건	0	0	0	0	0	0	0	0	0
직분사 분무건	5	7	7	9	9	9	9	9	9

손 통증 등급 : 없음 0, 조금 있음 3, 있음 5, 많이 아플 7, 매우 아플 9

- 맥동형 분무건 작업시 손 통증여부는 직분사 분무건에 비해서 거의 없는 것으로 조사되었음.

표 23. 작업 시간별 손목 통증 정도

구분	00:30	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00
맥동형 분무건	0	0	0	0	0	0	0	0	0
직분사 분무건	0	0	0	3	3	5	5	7	7

손목 통증 등급 : 없음 0, 조금 있음 3, 있음 5, 많이 아플 7, 매우 아플 9

- 맥동형 분무건 작업시 손목 통증여부는 직분사 분무건에 비해서 거의 없는 것으로 조사되었음.

표 24. 작업 시간별 어깨 통증 정도

구분	00:30	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00
맥동형 분무건	0	0	0	0	0	0	0	0	0
직분사 분무건	0	0	3	3	5	5	5	7	7

어깨 통증 등급 : 없음 0, 조금 있음 3, 있음 5, 많이 아플 7, 매우 아플 9

- 맥동형 분무건 작업시 어깨 통증여부는 직분사 분무건에 비해서 거의 없는 것으로 조사되었음.

표 25. 꽃눈 제거 작업 3일 이후 통증정도

구분	손 통증	손목 통증	어깨 통증
맥동형 분무건	0	3	0
직분사 분무건	7	5	7

통증 등급 : 없음 0, 조금 있음 3, 있음 5, 많이 아플 7, 매우 아플 9

- 맥동형 분무건을 이용하며 3일 지속적인 작업시 손, 손목, 어깨 통증여부는 직분사 분무건에 비해서 거의 없는 것으로 조사 되었음.



그림 21. 맥동형 분무건 성능 설문조사

- 맥동형 분무건 사용주수 : 160~200주 60%, 200주 사이 40%이었음.
- 맥동형 분무건을 이용한 꽃눈 제거작업 정도 : 매우쉽다 50%, 쉽다 50%이었음.
- 맥동형 분무건의 직분사 정도 : 매우만족 20%, 만족 60%, 보통 20% 이었음.
- 맥동형 분무건의 적뢰·적화 효율정도 : 매우만족 20%, 만족 70%, 보통 10%이었음.
- 인건비 절감 효과 정도 : 50%이상 40%, 50~40% 사이가 60% 이었음.
- 작업시 맥동형 분무건 무게 정도 : 만족 40%, 보통 60% 이었음.
- 맥동형 분무건 전체적 만족도 : 매우만족 20%, 만족 60%, 보통 20% 순이었음.

표 26. 물 적화 작업효율성 분석

구 분	작업거리 (m)	작업면적 (㎡)	1ha 작업 이동횟수	이동횟수 절감 (%)
맥동형 분무건	1.6	8.0	1243.3	85.9
관행적과	0.6	1.1	8841.9	-

\* 작업거리 : 팔길이 0.6, 물 적화유효거리 : 1m

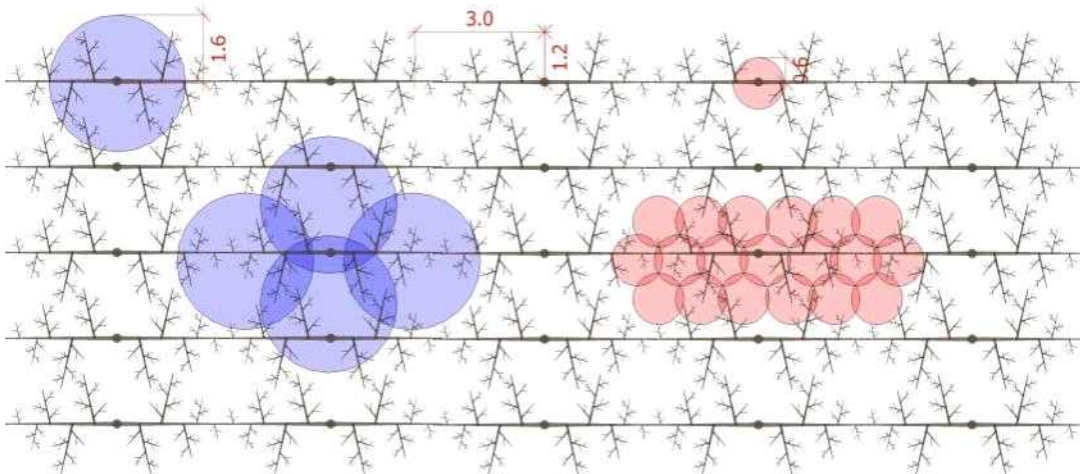


그림 22. 물 적분사분무건, 손 적과 작업반경 분석 (정식거리 : 5×2m, 수고 2.4m)

- 맥동형 분무건 작업거리는 1.6m이고 작업면적은 8.0㎡로 1ha 적화작업시 이동 횟수는 1,243.3회이었음.
- 손 적화시 작업거리는 0.6m이고 작업면적은 1.1㎡로 적화작업시 이동횟수는 8,841.9회로 이동횟수 절감율은 85.9%임.

표 27. 1ha 적퇴작업시 경영비 분석

구분	작업인부 (명)	작업일 (일)	총인부수 (명)	인건비/1 인일 (원)	총인건비 (천원)	자재비 (천원)	경영비 (천원)	절감율 (%)
맥동형 분무건	2	3	6	70,000	420	150	570	78.1
적분사 분무건	2	4	8	70,000	560	150	710	72.7
관행재배	6.2	6	37.2	70,000	2,604	0	2,604	-

- 맥동형 분무건을 이용한 적외작업시 경영비 분석은 소요 인부수는 6명, 총인건비 420천원, 자재비(유류비 50천원, 물적화기 구입비 100천원) 150천원으로 적화 경영비는 570천원이 소요됨.
- 관행적화시 1ha 복숭아 과원의 총 소요인부수는 37.2명, 총인건비 2,604천원으로 적화 경영비는 2,604원이 소요됨.
- 따라서 관행적화 대비 맥동형 분무건을 이용시 경영비 절감률 72.7%임.

표 28. 1ha 적화시 노동시간 분석

구분	작업인부 (명)	작업시간/1일 (시간)	작업시간 (시간)	절감율 (%)
맥동형	6	8	48	83.9
직분사	8	8	64	78.5
관행재배	37.2	8	297.6	-

- 맥동형 분무건 이용시 1ha 복숭아 과원의 총 소요인부수는 6명, 총 작업시간은 48시간임.
- 관행적화시 1ha 복숭아 과원의 총 소요인부수는 37.2명, 총작업시간은 297.6시간임.
- 따라서 관행적화 대비 맥동형 분무건을 이용시 노동시간 절감율 83.9%임.

### 3. 적 요

#### <제1세부과제 : 복숭아 생력화형 물 적화기술 개발>

##### (시험1) 과수 적화용 직분사기 성능조사

- 가. 수압부스터는 동력분무기의 압력을 1차로 맥동형 형태로 변경하여 주고, 연결호스를 통하여 분무건은 2차로 완벽한 맥동형 분사하는 형태임.
- 나. 맥동형 분무건의 무게는 505.2g, 노즐직경 2.4mm, 방아쇠 당기는 힘은 0.43kg, 맥동형 횟수는 15회임.
- 다. 수압부스터 무게는 1.0kg, 연결호스 259g, 배낭무게 499g으로 총 무게는 2.2kg임.
- 라. 맥동형 분무건의 분사시 동력분무기의 내부 압력 변화는 1MPa, 2MPa 에서는 노즐직경이 증가하면서도 내부 압력이 낮아지 않았으나, 3MPa에서는 노즐직경이 증가할수록 내부 압력이 0.3 ~1.7MPa 감소하였음.
- 마. 압력별 8시간 물 분사량은 1MPa에서 550 ~ 1,480L, 2MPa에서 980 ~ 2,480L, 3MPa에서 880 ~3,480L로 나타났음. 노즐직경이 넓어질수록 물 분사량도 증가하다가 최대임계점 노즐직경 이후는 다소 감소하는 경향으로 나타났음.

##### (시험2) 적화기 수압 및 복숭아 꽃눈 발육단계별 복숭아 적화 효율성 검정

- 가. 동력분무기 압력이 증가됨에 따라서 적화율은 증가되었고, 꽃눈이 발아기에서 개화시로 진행됨에 따라서 적화율도 증가되었음.
- 나. 압력별, 생육단계에 따른 적화율 50% 이상은 1 MPa 풍선기, 2 MPa, 3 Mpa 에서는 분홍기였고, 2 MPa 에서는 분홍기 50.2%, 풍선기 63.5%, 개화시 67.5%로 나타났고, 3 MPa 에서는 분홍기 71.3%, 개화시 73.9%, 만개기 81.7%로 나타났음.
- 다. 동력분무기 압력별 적엽률은 1 MPa 에서는 발아기 ~ 개화시까지 0 ~ 0.4%이었고, 2MPa 에서는 분홍기 2.6%, 개화시 3.8%, 만개기 6.8%이었고, 3MPa 에서는 발아기 23.9%, 분홍기 35.1%, 개화시 37.9%로 나타났음.
- 라. 분무건의 방향은 순방향에서 적화율은 발아기~ 개화시까지 0.0 ~ 42.1%이었고, 측면방향은 분홍기 16.2%, 풍선기 38.4%, 개화시 43.3%이었으며, 역방향에서는 분홍기 50.2%, 풍선기 63.5%, 개화시 67.5%였음.
- 마. 노즐직경이 증가함에 따라서 적화율을 증가되나, 노즐직경 2.0mm 와 2.4mm에서 정점을 이루고 노즐직경 3.1mm에서 다시 감소하는 경향으로 나타났음.

### (시험3) 물 적화기 농가실증

- 가. 품종별, 생육단계별 분무건 적화 후 착과율은 품종에 따라서 39.8 ~ 74.7%로 나타났음.
- 나. 착과율은 관행 대비 분홍~ 풍선기는 차이가 없었으나, 개화시 착과율은 1.8 ~ 17.1% 감소하는 것으로 나타났음.
- 다. 맥동형 분무건을 이용한 복숭아 꽃눈 단계별 작업시 과중은 발아기, 분홍기, 풍선기, 개화시로 진행됨에 따라서 218.0g, 215.8g, 206.2g, 206.4g 으로 적회작업이 빠르면 빠를수록 과실 비대율이 증가하는 것으로 나타났음.
- 라. 맥동형 분무건 작업거리는 1.6m 작업면적은 8.0㎡로 1ha 적화작업시 이동횟수는 1,243.3회이었음.
- 마. 손 적화시 작업거리는 0.6m 작업면적은 1.1㎡로 적화작업시 이동횟수는 8,841.9회로 이동횟수 절감율은 85.9%임.
- 바. 관행적화 대비 맥동형 분무건 이용시 경영비 절감율 78.1%, 노동시간은 83.9% 절감되었음.

#### IV. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	제목
2016(1년)	영농활용	물 직분사 분무건을 이용한 복숭아 적화기술 복숭아 생력화형 물 직분사하 분무건 제작기술
	특허출원	과수 적화용 동력형 분무장치 등 2건
	학술발표	복숭아 품종별 결과지 및 꽃눈 분포 1건
	세미나 및 교육	생력화 물 적화기술 및 확대 보급 1건
2017(2년)	논문게재	물 직분사를 이용한 복숭아 적뢰·적화 작업 생력화 시스템의 성능시험 (농업생명과학연구 51(4) 161-170)
	특허출원	적화용 수압부스터 등 4건
	특허등록	과수 적화용 동력형 직분사 장치 등 1건
	학술발표	직분사 분무건을 이용한 복숭아 적뢰·적화기술 개발 등 2건
	영농활용	맥동형 분무건을 이용한 적뢰·적화기술 매뉴얼 설정
	기술이전	적화용 수압부스터 등 2건
	홍보성과	직분사 분무건을 이용한 복숭아 적화기술 등 41건
	정책제안	맥동형 분무건 확대 보급 지원
세미나 및 교육	생력화 물 적화기술 및 확대 보급 7건	

#### V. 기대 및 파급효과

- 국내 생력화형 적화에 따른 복숭아 산업의 경쟁력 확보
- 복숭아 생력화 물 직분사 분무건 활용시 경영비 78.1% 절감
- 복숭아 생력화 물 직분사 분무건 활용시 적화 노동시간 83.9% 절감