

기상인자 정보를 연계한 노지 친환경 과수 및 채소용 무인방제 기술 개발

이경수* / 양양군친환경농업연구회 회장

연구 필요성

노지에서 친환경 농업이 가능하려면 재배 전 기초토양 조성과 친환경 재배가 가능한 작목 선택, 친환경 방제가 필수 사항임은 더 말할 나위가 없다. 특히 친환경 과수는 방제가 과원 운영과 작목재배의 성패를 결정하는 요인이 되기도 한다. 그간 수작업 방제 방식이 일반화되어 왔으며, 이로 인해 농약에 노출되어 폐해가 증가하고 있는 현실이다.

친환경 농가는 화학적 요소를 배제한 천연재료로 방제를 하는데, 방제 효과가 농약보다 현저히 떨어진다. 아울러 노지 여건상 방제 시기는 기상과 밀접한 관계가 있고 방제시기를 놓칠 경우 한해의 농사를 망치는 경우가 빈번하게 발생하기도 한다. 이에 따라 현장 여건과 무관하게 단시간에 상시 방제를 원활히 할 수 있는 무인방제 시설의 필요성이 대두되었다.

기존의 방제 시설은 고압식 미세노즐 방식으로 되어 있어 단순 관수 이외의 배양액, 수화제 등 오일성 혼합 재료를 사용 시 미세한 노즐이 막혀 방제의 효율이 떨어지거나, 막힌 부위 부식, 연결부 누수 등 지속적 운영에 어려움이 있었다. 더구나 고압식 시설은 농가에서 직접 수리가 불가능하여 일정기간 방치하면 시설자체를 사용할 수 없게 된다. 반면 최근 실용화된 이류체 저압식 노즐은 노즐막힘 현상을 개선하여 무인방제가 가능하나 대부분 시설 재배에 적합하다. 분무 입자가 미세하고 노즐당 분무량도 고압식에 비해 적기 때문에 노

* 이경수: 강원 양양군에서 지역의 친환경 육성작목을 발굴 및 보급하고 신개념 퇴비제조와 무인방제 시설 보급화 등을 통해 열심히 일하며, 양양군 농업발전에 기여하고 있다.

지에서는 고압식에 비해 적합성이 떨어진다.

본 연구는 기존방식의 문제점 해결과 노지 농업의 한계점인 방제기술의 진전을 목적으로 한다. 아울러 노지 현장의 기상인자 정보를 연계하고 살포 적기결정이 가능한 무인 방제 시설을 개발하고자 한다.

연구 방법

본 연구는 기존 시설개선과 문제점 보완에 초점이 맞춰져 있기에 선행 기술 조사 및 대안 기술 검토가 최선의 방안이 될 수 있다. 따라서 국내 설치 현황을 조사하고, 발전된 기술을 적용한다.

1. 노즐 성능

가. 막힘 방지

노지 사용이 가능하도록 노즐 분사입경을 조절하여 막힘을 줄이고 고압분사하여 효율을 높였다. 이에 따라 살수량은 8배 증가 되었으며 입자크기도 10배 이상 증가하였다.

나. 부식 방지

부식 방지를 위해 SUS 306(스테인리스), HDPE관(폴리에틸렌)을 모든 유로(流路)관에 사용하였으며, 기존 퍼징(purging)기능¹⁾에 공기와 물을 동시에 사용하는 기술을 추가하여 필터와 노즐의 막힘과 부식을 방지하였다.

1) 유로관과 노즐 내에 있는 액을 압축공기로 배출시키는 기능이다.

2. 노즐 기술

가. 방식

노즐은 사각지대 해소와 방제효율 증대를 위해 회전방식을 채택하였고, 막힘 방지를 위해 넓은 입경이 우선적으로 고려되었다.

<표 1> 노즐 방식 분석

구분	고압노즐	저압노즐	개발고압노즐	개발 관점
분사입경	0.2~0.5mm	1mm	0.6~0.9mm	막힘률 개선
공급압력	20~30kg/cm ²	3~6kg/cm ²	20kg/cm ²	중/고압
분사거리	3~4m	7m	4m	3m이상
낙하속도	빠름	체공	보통	공간방제
공급방식 ¹	일류체	이류체	일류체	일류체
장착형태	고정식	고정식	회전식	방제효율성

주1: 일류체는 물(1가지 유체), 이류체는 물과 공기(2가지 유체)를 방출함

나. 용도

노즐은 저압식 2종류(이류체), 저압회전식(일류체), 고정식 2종류, 회전식 3종류(모터식, 자가회전식) 등 종류와 국내외 제작사는 다양하였으나, 본 연구에서는 <표 2>와 같이 노지 사용에 적합한 고압 회전식과 자가 회전식 2종류를 적용하였다.

<표 2> 노즐별 용도 분석

구분	저압 이류체	고압 고정식	고압 회전식	자가 회전식
구성	노즐, 2라인	노즐	노즐, 구동부	노즐
용도	하우스	노지, 하우스	노지 유리	노지 유리
적용	밀폐공간	지정된 피사체	공간방제용	하단부, 수직부

연구 내용

1. 설비 용량

설비는 크게 3부분으로 나뉘며 노즐에 액을 공급하는 펌프와 공기를 공급하는 압축에어, 그리고 전기설비로 구성된다.

가. 펌프 용량

라인은 6개로 분리하며, 각 라인당 최대 가동 노즐 수는 120~140개 이내로 한다. 동시에 가동 라인 수를 늘리면 펌프 용량 증대와 공급압력 저하로 미세분사 기능이 저하된다.

<표 3> 펌프 용량 산출

구분	노즐	노즐 수	용량	저장효율	최종 펌프 용량
규격	1L	140개	140L	70%	200A 이상
성능	분당 소요량	라인 부착 최대 노즐 수	동시 가동 라인 수	기계효율	5HP ¹ 소요
비고	입경과 연관	동시 가동 수	동시 가동 라인	-	

주1: HP(horse power), 마력

나. 압축에어 용량

압축에어 용량은 노즐 사용 후 막힘 방지를 위해 퍼징 기능으로 완전 배출 시까지 지속해서 공급할 수 있어야 한다. 또한 산출방식은 펌프 용량 산출과 동일하다.

<표 4> 압축에어 용량 산출

구분	노즐	노즐 수	용량	저장효율	최종 에어 용량
규격	2L	120개	240L	60%	400L 이상
성능	5bar	5bar	5bar	4~5bar	max 9bar
비고	최소 작용할 수 있는 지속적 압력상태 유지				5HP 필요

다. 전기설비 용량

펌프와 컴프레서가 동시 가동되는 경우는 거의 없다는 것을 고려하면 전기설비 용량은 최소 7kW에서 최대 14kW까지 도달할 수 있으며, 10kW 초과 시에는 반드시 농사용 3상 전력설비를 갖추어야 한다.

농사용 전기규격은 일반 단상용일 경우 3~5kW로 최대 7kW까지 가능하다. 그러나 여건 상 3상 동력 시설을 갖출 수 없는 경우는 단상 10kW 승압 변압기를 전단에 부착하여 공급 전압 강하로 인한 기기 오작동을 방지할 필요가 있다.

<표 5> 전기설비 용량 산출

구분	펌프①	압축공기①	컨트롤②	기타③	전기설비 용량 [†]
소요전력(kW)	5.0	5.0	0.5	1.0	11.5
전력효율(P.F)	0.8	0.8	1.0	1.0	-
소요 설비(kW)	6.3	6.3	0.5	1.0	14.1
적용설비용량	개별 가동		상시가동	상시가동	7.8 kW

주: 전기설비 용량 합산은 ①+②+③이다

라. 기계실 소요 비용적 측면

기계실 소요 비용은 분사노즐을 동시에 몇 개 사용하는가에 따라 펌프 및 에어컴프레서의 용량과 규격이 결정되어 산출된다. 따라서 초기에 노즐운영 방식을 알맞게 정해야 하며 라인배치도 중요한 변수가 된다.

경제적인 방안으로 1,000평 규모 이하의 농장은 단상 5kW 전기시설과 이에 준하는 5HP 이하의 펌프와 에어 설비를 설계하고 라인 수와 관계없이 1개 또는 복수의 라인에 동시에 분사할 수 있는 노즐 수를 140개 이내로 운영하는 것이 경제적이다.

<표 6> 기계실 주요 전기기계 규격

펌프 시스템 장치	에어컴프레셔 장치	변압기 장치
220V 5HP (1) phase	220V 5HP (1) phase	220V 5HP (1) phase
200A, up to 30kg/cm ²	400L 탱크, 9 bar	10kW 가변 승압기

주: 현장에 3상 전원이 확보된다면 220/380V 3phase 기기로 설계가 필요함

마. 적용 노즐 설계량

사전 조사된 2곳의 시설 및 저압식으로 적용된 방식은 노지에서 활용하기 부적합한 것으로 평가되었다. 따라서 입경이 크고 입자 분사량이 많아 노지에서 기상 영향을 최소화하며, 방제액을 충분히 도포할 수 있는 방식인 회전식 노즐을 채택하였다.

시연 결과 회전식 노즐 성능이 우수하여 노지에 적용 가능한 노즐로 평가되었다. 그러나 수직 회전방식의 4단계 노즐은 각 수체마다 수직노즐이 1개씩 필요하고 이에 따른 기계시설 용량이 과다하여 적용을 보류하였으며, 수평 회전방식의 일체 노즐은 중·고압방식으로 입경을 0.9mm 적용하여 만족할 만한 시험결과를 얻었다.

이에 따라 라인을 6개로 배분하고 라인당 140개 이내의 노즐을 동시에 분사할 수 있는 규격으로 <표 7>과 같이 설계하였다. 또한 과수 종류에 따라 <표 8>과 같이 노즐을 적용하였다.

<표 7> 노즐 설계량

구분 / 노즐방식	수평 회전식	수직 4단 회전식	수직 1단 회전식
구동 방식	DC구동모터 가변식	자가압력식	자가압력식
노즐 수 / 분	10개	4개	2개
분사량 / 분	12.0L	4.82L	2.4L
최종 분사압력(bar)	5	15	10
노즐 입경(mm)	0.9	0.9	0.9
설치 간격(m)	5×4	4×2	3×4
설계소요량	460개 / 46분	12개 / 3분	4개 / 2분

<표 8> 과수 종류에 따른 노즐 적용방식

구분	수평 회전식	수직 4단 회전식	수직 1단 회전식	비고
규격	13mm x 6m	4단 분사	1단 회전	노즐 10개/분
용도	일반	밀식 과수용	하향분사	작목별 적용
적용높이	6m	4m	1m	
작목	체리	미니 사과	아로니아	

2. 현장 시설 설치

현장 시설은 자료 및 운영을 담당하는 기계실과 노즐 활용을 위한 기계설비 부분으로 나뉜다.

가. 기계실 및 기상대 설치

기계실은 200A용 펌프와 400L저장용 공기압축기 및 라인별 노즐을 조절하는 컨트롤러로 구성되었다. 기상대는 기상인자(풍향, 풍속, 습도, 기압 등)의 상태분석으로 방제 적기를 정하여 노지에서 방제효율을 높일 뿐 아니라 기상자료를 수집하여 향후 작물 재배에 필요한 정보를 제공한다.



콘크리트 기초, 3×6m 관수, 전기 인입 시설 설치
[그림 1] 기반 조성



고압펌프, 공기압축기, 전기설비 및 혼합통 설치
[그림 2] 기계실 설치



기상대는 기계실과 가까운 곳에 두어 현장여건의
실시간 자료를 수집함
[그림 3] 완성된 기계실 및 기상대



풍향, 풍속, 온도, 습도, 기압, 강우량 동시 측정
[그림 4] 기상대(기상측정기)

나. 회전 노즐 및 거치대 설치



노즐, 구동장치, 각도조절 장치 구성
[그림 5] 수평 회전 구동장치



밀식 과원 내 모든 공간 살포 효과 우수
[그림 6] 수평 회전식 노즐



자가 회전식 하향식 1단 노즐
[그림 7] 수평 회전식



밀식 공간 살포 효과 우수
[그림 8] 수직 다단 회전식 노즐

다. 시험 방법

시험 라인을 설치하여 노즐 막힘, 퍼징 등 기술문제를 우선으로 검토하였으며, 결과를 토대로 전체 라인을 확장하여 분사 노즐 수량과 라인별 기본 공급되는 용량을 결정하였다.

연구결과

1. 핵심 내용 요약

가. 회전노즐 적용

360도 자가 회전 노즐로 기존 방식의 사각지대 문제점을 개선하고 수목 형태에 따라 수평, 수직 다단 방식 적용으로 모든 노지 과수에 적용하였다.

나. 입자 여건 개선

분사 노즐 입경을 확대하여 입자를 키워 기존 작은 입자로 발생하던 막힘 증상을 개선, 방제효율을 향상하였다.

- 1) 입경 0.9mm(기존 0.3~0.4) 살수량 8배, 입자크기 10배 이상 증가
- 2) 막힘 방지를 위해 출수구 필터(100micron)로 노즐 전 단계에서 사전 차단
- 3) 부식방지를 위해 유로에 SUS 306(스테인리스), HDPE관(폴리에틸렌관) 사용
- 4) 동계방제(유황, 보르도액) 용도로도 사용 가능

다. 버블 퍼징(Bubble Purging) 방식 적용

공기와 물을 동시 사용하는 퍼징 기능으로 필터와 노즐 내 잔류물을 배출시켜 막힘과 부식을 방지하며, 2차 방제 기능도 한다.

라. 기상 측정기를 활용한 방제 적기 결정

풍속, 풍향, 기압, 습도의 조건을 기초로 방제적기를 결정하며 노즐입경과 분사량 증대로 풍속 3m/s에서도 입자형태 유지가 가능하다

2. 연구의 차별성

가. 분사 미립자 확대

고압방식 대부분은 분사를 위한 노즐입경이 0.5mm 이내로 혼합액 사용 시 미세 노즐이 막혀 미분사 지역이 발생하고, 이를 방지하면 해당 노즐과 연관된 부분이 부식된다. 따라서 본 연구는 노즐입경을 0.9mm로 확대하여 미립자로 인한 입자손실을 막고, 분사량을 높여서 방제 효율을 개선하였다[그림 10].



저압분사 노즐로 미립자 상태의 체공효과가 높고 하우스 등 시설에 많이 적용함

[그림 9] 미립자 이류체 분사노즐



입경 0.9mm 노즐로 큰 입자 살포 노지 사용 가능

[그림 10] 회전자 일류체 노즐

나. 공간방제 기능

고정식은 노즐이 정지된 상태에서 방제액을 분사하여 식물체와 공간에 소미립자를 발생시키는 형태로 하우스 같은 밀폐 시설은 사용가능하나, 노지는 기온이 높거나 바람이 있을 때 사용할 수 없고 사각지대가 발생함으로 방제효율이 저감되었다.

이를 개선하기 위해 노즐에 구동체를 연결한 360도 회전방식을 적용하였고 전체 공간(상하좌우)에 동시적 살포하여 공간 방제효율을 극대화하였다. 공간 방제는 일시적으로 미립자에 의한 체공 시간이 유지되고 작물에 굵은 입자가 부착되고 미세한 입자는 구석구석에 흡착되는 효과를 가진다. 또한 재배토양에 수분이 공급되어 간접적 관수 효과가 있으며 토양 방제효과도 겸하게 된다.

3. 현장 적용 설치 사항

현장시설은 기계실, 고압 연결라인, 노즐 거치대 및 회전노즐로 구분된다.



220V 5마력 200A 10-30kg/cm²

[그림 11] 고압펌프 설비



220V 5마력 400L 9bar

[그림 12] 에어컴프레셔 설비



220V 10kW 전력 조절부 및 컨트롤러

[그림 13] 전력/ 조절부



200mesh 인입부 1차 필터 역할

[그림 14] 1차 유입 필터부



100 μ m 필터로 전단계 여과 기능

[그림 15] 2차 토출 필터부



혼합액 공급 및 분배 기능

[그림 16] 6라인 분배구



평지용 수평 회전 노즐 설치
[그림 17] 라인1 평지 회전노즐



수직 4단 평지 설치 현황
[그림 18] 라인4 수직 노즐

4. 주요 관련 시험

가. 막힘 방지 시험

현장시험(6, 8, 10, 12월)은 수화제, 클로렐라, 유황오일, 보르도액 등 다양한 혼합액을 사용하여 3회 이상 연속 가동 시 문제점과 분사효과를 분석하였고, 단계별 시험으로 상시가동이 가능한지 확인하였다.

- 1단계: 물만 사용하여 분사 형태와 사각지대 및 도달거리 분석
- 2단계: 혼합액을 사용하여 방제 효과와 수체에 흡착되는 상태 조사 분석
- 3단계: 방제액+오일 혼합액 사용(일반 방제 시 사용)
- 4단계: 낙엽기 방제(유황혼합, 보르도액) 실시
- 5단계: 동절기 동계방제(유황혼합, 보르도액) 실시



[그림 19] 보르도 혼합액



[그림 20] 유황합제 혼합액



[그림 21] 4종 복비 혼합액



[그림 22] 클로렐라 혼합액

시험은 3일 간격으로 총 10회 실시하였으며, 주안점은 총 460개 노즐 중 막힘 현상이 발생하는 빈도와 입자가 수목과 잎에 부착되는 상태를 관찰하는 데 있었다. 본 시험을 <표 9>와 같이 반복하여 라인별 이상상태 유무를 파악하고 수목에 분사되는 현상을 관찰하였으며, 사각지대 부분은 노즐 회전 각도와 높이를 조절하고 라인별 적정 분사시간과 설비공급 용량을 확인하였다.

<표 9> 라인별 노즐 상태 시험 결과표

분석사항	1라인	2라인	3라인	4라인	5라인	6라인	비고
1. 노즐막힘	ok	ok	ok	ok	ok	ok	정상
2. 사각지대	ok	일부	ok	ok	ok	일부	높이 조절
3. 분무상태입자	ok	ok	ok	ok	ok	ok	정상
4. 도달거리	ok	ok	ok	ok	ok	ok	회전구간 조절
5. 풍속 2.2m/s	ok	ok	ok	영향	ok	ok	경사면 문제

시험횟수 10회를 실시하여 노즐 막힘이 발생한 개소를 전체 노즐 수에 대한 고장률로 평가한다. 시험 시에 사용되는 혼합액의 종류는 상시 운영에 중요하며 때에 따라서는 제약 요소가 될 수도 있다. 따라서 10월 중순까지 생육기간동안 6회 시험하고 이후에는 동계방제액 유행시험과 2018년 2~4월 동계용 보르도액을 시험하여 이상 없음을 확인하였다.

5. 종합 평가 사항

본 연구 목적인 기존 기술의 문제점 개선과 병해충 발생률 저감, 노지 설치목적에 대한 사항을 기술적 분야와 경제적 효과로 나누어 평가하였다.

단순 방제기능을 보완한 공간 방제와 사각지대 개선

- 노지 무인 방제시설 실용화 및 공간방제 최적화 시설
- 노지 농업의 살균, 살충 방제에 따른 농약 피해 감소
- 노지 방제 적기를 실행할 최적의 기상여건 결정

가. 기술 평가

1) 사각지대 중점 개선

현재까지 사항을 고찰해보면 기계식 고정 방제법은 대체로 사각지대가 많이 발생하여 비용 대비 효율성이 떨어진다는 평가가 있었으나, 본 연구에서 적용한 회전식 노즐 방식과 0.9mm의 입경 사용 방식으로 기존 문제점을 개선하였다.

10회에 걸친 생육기 및 동계방제 사용 후 480개 노즐의 정상적 작동을 확인함

2) 병충해 발생 평가

방제효과를 비교할 수 있는 작물 대조구를 설정하여 무인방제 시설로 재배되는 포장과 일반 방제로 재배되는 포장(대조구)의 비교를 하였다. 생육기에는 천공성갈반병(갈색무늬 구멍병)으로 인한 조기 낙엽 여부를 육안으로 관찰하고 8월, 10월 및 낙엽기에는 2회에 걸쳐 발생 분포도로 평가하였다.

<표 10> 생육기 병해 평가

조사시기		무인방제지역(체리 50주)	대조구(20주)	평가결과
1차	6월 말	병해 없음	병해 없음	차이 없음
2차	9월 초	병해 없음	병해 없음	차이 없음
3차	10월 15일	낙엽현상 시작	낙엽현상 시작	차이 없음
4차	10월 25일	80% 낙엽	70% 낙엽	차이 없음 ²

주1: 대조구는 엔진 동력방제기를 사용하는 일반적 방제법으로 실시함

주2: 10% 차이는 병해와 관련 없는 자연적 발생에 의한 천공성갈반병에 피해를 받으면 5~6월부터 구멍이 발생하며 8~9월에 조기 낙엽이 진행됨

동계방제는 신초 발생 시 잎이 오그라드는 현상(흑진딧물)으로 관찰했다.

<표 11> 동계방제 병해 평가

조사시기		무인방제지역(사과 120주)	대조구(20주)	평가결과
1차	4월 초	병해 없음	병해 없음	차이 없음
2차	4월 중	병해 없음	병해일부발생	차이 있음
3차	4월 말	신초 및 만개상태	신초 및 만개상태	차이 없음

주: 대조구는 여건상 동계방제를 미 실시함

방제 결과 평가, 천공성갈반병으로 인한 조기낙엽 현상이 해결되었다. 체리에 가장 치명적인 천공성갈반병은 균에 의해 발병되며, 전염 확산 속도가 매우 빨라 시기를 놓치는 경우 방제가 어려우나 2018년 4월까지 관찰로는 전년의 피해가 해소된 것으로 평가되었다.

또한 노지에서 일반적으로 상시사용이 가능하다(풍속 3m/s). 기존의 저압 안개식 분사방식은 노지에 적용 시 입자가 미세하여 바람이 불면 사용이 어렵고 하절기 낮에는 미립자가 빨리 증발하여 사용 효율이 저하되며, 도달거리가 짧은 단점이 있었으나 본 연구는 이 문제를 대부분 해결하였다.

부수적인 운영 효과로 방제시간이 15분 이내로 단축되었으며 엽면시비 효과와 일시적 관수 보조효과를 기대할 수 있으며, 일반적 수동 방제 작업과는 달리 공간과 지상부까지 과수원 전체의 공간 방제가 가능하여 해충밀도가 크게 저감될 것으로 기대되었다.

한편 보완이 필요한 3가지 중 첫째는 라인별 노즐 수 조절이었다. 유틸리티 부하변동에 따른 전력소요량 분석과 펌프용량에 따른 최적라인 배분 계산에 의한 라인별 노즐 70~100개를 적용하는 방식으로 결정하였으며 평지에는 100개, 경사면에는 70개를 적용하였다.

둘째, 에어 조절이었다. 400L 토출량으로 노즐(분당 1L)100개에 배분하여 9bar에서 5bar의 도달점까지 사용하였고, 퍼징을 위한 공기공급량의 적정성을 위해 퍼징 시간을 30초로 단축하였다.

셋째, 저전압 발생 현상 보완이었다. 3차 시험에서 발생한 문제로 방제기 가동 중 농가 내에서 다른 부하가 발생(저온저장고)하여 190V까지 강아되는 현상이 있었다. 최대가동 시 전압의 저하현상을 방지하기 위해 10KVA 승압기를 설치하여 라인별 분사 시의 전력량은 펌프 28~32A로 5.8KVA, 최대 6.7KVA에 도달하였고, 라인별 퍼징 시에 전력량은 컴프레서 25~30A에 도달되어 농업용 단상전원에 적용할 수 있다.

나. 경제성 분석

무인 방제시설은 편리성과 효율성 면에서 필요 있는 시설로 향후 일반 농가에 보급화 될 것으로 기대된다. 반면 일시적으로 큰 비용이 소요되는바 효과적인 보급을 위해 적합한 작물선택과 소득 및 투자비용에 대한 분석이 필요했다. 분석결과 무인방제 시설 적용 시 일반 수작업보다 연간 약 400만 원의 경제적 효과가 있다.

1) 경제적 효과

<표 12> 1,000평(3,300㎡) 기준 과수농가 분석 (연 16회 방제 기준)

구분	동력분무기 사용	무인방제 사용	분석기준	경제적 효과
소요시간	2인x4시간=8시간	1인x20분=0.4시간	노동시간	22 MD 절감
노동비	16회x8시간x2인=256 256/8=32 MD	16회x0.4시간x1인=64 64/8=8 MD	인건비기준	24 MDx10= 240만 원 절감
약제비	16회x6만=96만 원	16회x8만=128만 원	소요량증가	32만 원 증가
조소득	평당 2만x1,000평= 2,000만 원 소득	10% 수확 증대 시 2,000x0.1=200만 원	친환경 방제효과	200만 원 증대
전기료	0	10만 원/년	소요비용	10만 원 증대
연료비	10만 원/년	0	소요비용	10만 원 절감
종합	반복 시 피로감 증대	편리성 극대화	편리성	408만 원 절감

2) 시설비 분석

타 시설과의 소요비용 분석은 설치 노즐 종류 및 기계실 용량과 작물 등에 따라 편차가 크므로 비교에 큰 의미가 없다. 참고로 1,000평 기준으로 평당 18,000원, 2,000평 이상이면 공통설비 비용이 감소하여 평당 15,000원 정도가 소요된다.

3) 시설 적용 대상

- 규모: 1,000평(3,300㎡) 이상, 경지 및 작목 정리 선행
- 작목: 과수작목과 채소류 적합, 수형에 따른 노즐선택
- 소득: 최소 2,000~3,000만 원 이상의 단일 작물 소득
- 형태: 친환경 및 일반 농업시설 적합

6. 연구결과에 따른 발전사항

가. 현장 시연회

양양친환경연구회를 비롯한 단체를 대상으로 현장 시연회를 하고 다양한 작물 재배에 대한 예상 효과와 의견을 청취로 향후 기술 및 운영상 보완사항에 적용하고자 한다.



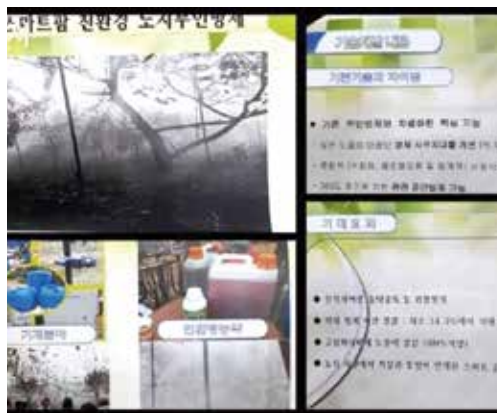
유황, 클로렐라 및 아미노팜 등 혼합액
[그림 23] 혼합액 직접제조



과원 경사지 공간의 계단식 살포
[그림 24] 경사지 방제시설 시연



[그림 25] 강원도 농정정책 간담회



[그림 26] 시범사업 건의사항

나. 실용화/보급화 추진

실용화를 위해 종전의 문제점과 단점을 개선할 수 있는 기술 확대가 추진되어야 하며 저비용으로 보급될 방안이 요구된다. 또한 지속적 연구가 더욱 필요하며, 경제적 투자 여건을 충족할 수 있는 규모의 농가부터 적용하는 것이 바람직하다.

다. 자문사항

본 연구의 완성도를 위해 분야별 전문가에게 자문을 의뢰한 바, 다음과 같은 발전방향이 제시되었다. 특히 스마트팜 분야와의 연계성과 보급화 가능한 정책의 필요성과 경제성 평가와 보급 적용농가의 기준에 대한 주문이 있었다.

1) 기술적 발전 방향 제시

가) 방제 관련정보 수집 확장

- 토양 정보: 수분, pH 등
- 기상 정보: 풍향, 풍속, 온도, 습도, 기압, 강우량

- 상태 정보: 동작압력, 전력사항
- 해충 감지: 센서 연계 기능(예찰기능 포함)

나) 스마트팜 연계기능으로 원격제어

다) 보급단가를 줄이는 방안으로 기계실 대용의 기존 농업기계 활용 대안 검토

라) 관수 겸용 기능

2) 정책적 발전방향 제시

강원도의 시범연구 과제로 건의하여 확대, 발전하고자 한다. 스마트팜과 연계 가능한 기술을 추가 적용하고 노지 친환경 과수 분야의 수확 증대와 실용화 보급을 기반 마련하며, 아로니아 분기형 과원과 사과주지형 밀식과원에 적용 검토가 필요하다.

7. 기대효과

- 수작업 방제 노동시간 90% 이상 절감(1,000평: 4시간→20분 이내)
- 노지 친환경 과수의 갈반병 방제 효과
 - 일반 상황 시: 최소 20% 증산
 - 발병 상황 시: 최대 80% 감산(사과, 체리 경우 발병 시 20% 정도 수확)
- 농약에 의한 피해 원천적 차단
- 소규모 농가(1,000평 규모) 실용화 가능
- 노지 무인방제 시설에서 기상과 토양이 연계된 스마트 운영 기술 확보
- 일반 노즐 분사방식의 단점인 방제 사각지대를 해소
- 혼합액(수화제, 클로렐라류 및 동계 방제액) 막힘 현상 해결
- 완전 공간방제 기능

[참고문헌]

1. 농림축산식품부. 2017. 『현장에서 전하는 스마트 팜 선도사례』.

[부록] 기초 설계(예시)

1. 노지과원 하향식 작물 설계내역서(6,000㎡ 규모) / 복숭아, 배, 아로니아 등

<부표 1> 기계설비 부분(하향식 작물)

구분	품목	규격	수량(식)	비고
1 기계부	고압펌프	3상 15HP 600A 압력조절식 0~40bar	1	혼합액 공급
	공압기	3상 10HP 600L 9 bar	1	퍼징 에어 공급
	연결부	메니홀드 12구 (sus316) 고압호스/필터assy 일체	1	
2 분사부	수평식 회전노즐 또는 자가식	6M x 100M 유효살포/식 Ø15mm x 6M sus pipe 17본 연결/ 회전 호스 360도 회전 DC 모터(1) - Ø32mm x 8M 아연파이프 지주용 26본	10	1개 라인은 600㎡ 해당
	연결자재	- HDPE 호스 x 1,000M - 연결와이어, 조립자재	1	100m x 10라인
3 조절부	컨트롤 박스	수동 / 자동 전자식 line control 신호처리	1	전자식
	라인전자밸브	- 15mm x 12라인 220V - 32mm x 2라인 220V - 40mm x 1라인 220V	1	황동/sus

<부표 2> 자료수집/운영부분

구분	품목	규격	수량(식)	비고
4 자료부	컴퓨터	현장용 type 입출력 제어신호 구성 - Analog Input 8ch - Digital I/O 16ch - server 기능 탑재	1	기계실 별도 마련
5 S/W	스마트무인방제 운영 SW 개발	- 기상/센서 정보 수집 - 시설 동작/상태 정보 - network(고정IP연결) - 스마트폰 연결기능	1	
6 측정부	기상대	일체식 기상센서 풍향, 풍속, 온도, 기압, 습도, 유량 측정	1	노지기상정보
7 센서부	센서	토양수분, 산도측정 4~20ma output	1	토양 정보

2. 노지과원 상향식 작물 설계내역서 (6,000㎡ 밀식규모) / 사과 등

<부표 3> 기계설비 부분(상향식 작물)

구분	품목	규격	수량(식)	비고
1 기계부	고압펌프	3상 15HP 600A 압력조절식 0~40bar	1	혼합액 공급
	공압기	3상 10HP 600L 9 bar	1	퍼징 에어 공급
	연결부	메니홀드 12구(sus316) 고압호스/필터assy 일체	1	
2 분사부	수직다단 회전노즐 또는 수평식	5M x 120M 유효살포/식 - 4단 수직형 회전노즐 80개, 노즐 320개 - ø32mm x 10M 아연 파이프 지주용 42본/식	10	사과 밀식 주지형 적용
	연결자재	- HDPE 호스 x 2,000M - 연결와이어, 조립자재	1	120m x 10=1200 +800m=2,000m
3 조절부	컨트롤 박스	수동 / 자동 전자식 line control 신호처리	1	전자식
	라인전자밸브	- 15mm x 12라인 220V - 32mm x 2라인 220V - 40mm x 1라인 220V	1	황동/sus

• 자료수집 / 운영부분은 <부표 2>와 동일함.