

120
075
-3

보안 과제(), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개()발간등록번호(O)
첨단농기계산업화기술개발사업 2022년도 최종보고서 (건고딕 13p)

발간등록번호
11-1543000-004330-01

(건고딕31p)

토양 소독제 지중 살포 기계화 기술 산업화 연구

2022.12.31

(건고딕15p)

주관연구기관 / (주)블스
협동연구기관 / 국립농업과학원
(건고딕 15.5p)

토양 소독제 지중 살포 기계화 기술 산업화 연구

(건고딕 14p)

202
2

(건고딕 13p)

농림식품기술기획평가원
농림축산식품부

농림축산식품부
(전문기관)농림식품기술기획평가원

(건고딕 17p)

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “토양 소독제 지중 살포 기계화 기술 산업화 연구”(개발기간 : 2020. 04. 29 - 2022. 12. 31)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2022. 12. 31.

주관연구기관명 : (주)블스

(대표자) 남 영 조 (인)

협동연구기관명 : 농촌진흥청 국립농업과학원

(대표자) 이 승 돈 (인)



주관연구책임자 : 이 병 민

협동연구책임자 : 이 상 희

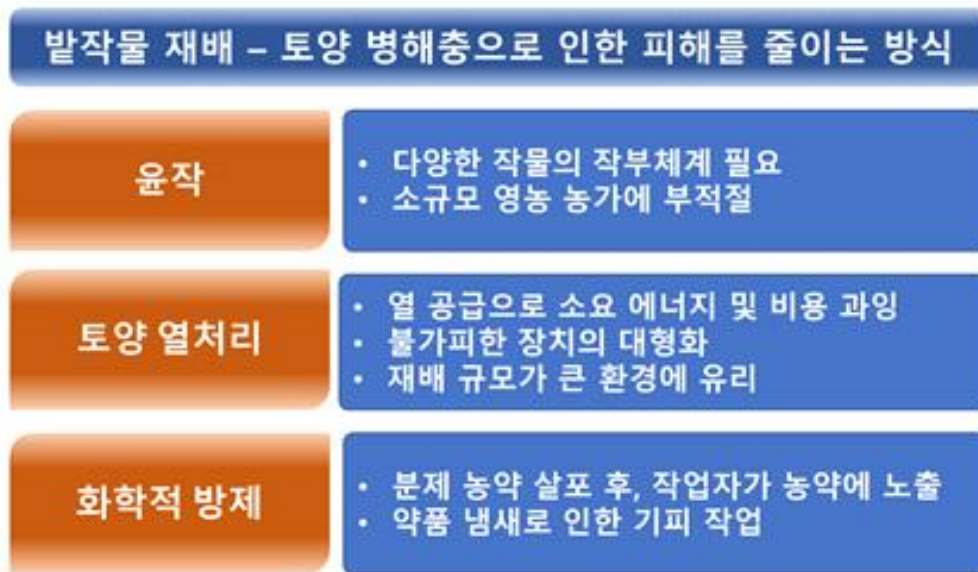
국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

〈 목 차 〉

1. 연구개발과제의 개요	1
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용	3
가. 토양 소독제 이용 실태 조사 분석	3
나. 토양 소독제 지중 살포 기계화 기술 개발	11
다. 토양 소독기 통합시스템 포장성능시험	39
라. 토양 소독장치 산업화 모델 현장실증	43
마. 트랙터부착형 토양 소독제 지중 살포장치 산업화	45
결론	46
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도	47
4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성)	54
5. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 정도	54
6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획	55
별첨 자료 (참고 문헌 등)	56

1. 연구개발과제의 개요

- 토양 병해충은 발작물 생산성 저해를 초래하는데, 이로 인한 피해를 줄이기 위해 윤작을 하거나 토양을 소독하는 방법이 있음.
 - 윤작을 위해서는 매년 어떤 작물을 어떻게 재배할지에 대한 작부체계가 필요하고, 소규모 또는 영세 농가에 부적절한 방식임.
 - 토양 소독 방식은 열처리를 하거나 화학 약품을 살포하는 방식이 있음.
 - 토양 열처리 방식은 소요 에너지와 비용이 많이 드는 방식으로 토양에 열처리를 위한 장치의 크기가 크며, 상대적으로 재배 규모가 큰 환경에 적합한 방식임.
 - 화학적 방제는 작업자가 분제 약품을 토양에 직접 살포하기 때문에 작업자가 화학약품에 노출되는 문제가 있고, 약품의 냄새로 인해 기피하는 작업임.



<발작물을 재배하면서 발생하는 토양 병해충으로 인한 피해를 줄이는 방식과 특징>

- 발작물 재배에 있어 생산성 저해요인으로 연작으로 인한 토양 물리성 악화, 토양 병원균의 증가 등이 있음. 특히, 채소 연작장해 요인 중 70%가 병해충이 원인임 (일본농림수산성, 1978).
- 참외, 수박, 오이, 메론 등의 박과작물, 가지, 토마토와 같은 가지과 그 외 배추, 인삼, 고추 등의 대부분 발작물은 5년 이상의 연작에서 병해충으로 인해 생육부진, 수량감소, 품질저하로 소득저하가 발생하고 있음.
- 우리나라 대표적인 시설재배 참외 주산지인 경북 성주의 109 농가, 수박 주산지 충남 부여의 123 농가를 대상으로 한 설문조사에서 성주군에서는 흰가루병(29%), 선충(17%), 시들음병(2%), 부여군에서는 선충(38%), 시들음병(19%), 총채벌레(14%), 바이러스(13%)가 있는 것으로 나타남. 성주군에서는 61%가 태양소독을 하고, 2%는 소독을 하지 않고, 부여군에서는 15%가 태양소독을 하고, 5%는 소독을 하지 않는다고 나타남 (2019, 07. 농수축산신문).
- 우리나라에서는 태양열소독, 담수처리가 대부분이지만, 1900년대부터 광열소독, 저항성품종 개발 및 재배, 생물학적 훈증, 선충약제 살포, 비화학적 훈증, 화학적 훈증 등 다양한 토양 병해충 방제방법이 연구되고 있음.

- 하지만, 대부분 하우스 시설 내에서 이용할 수 있는 방제법이 주로 연구되고 있으며, 배추, 인삼 등 노지 발작물의 방제에 관한 연구는 미비한 실정임.
- 국내 노지에서 주로 이용하는 토양 병해충 방제 방법은 분제 농약인 다조멧(dazomet)을 비료살포기로 살포한 후 경운 및 비닐피복 작업을 하는 형태이나, 작업자의 농약에 대한 안전 문제로 기피하는 작업임. 따라서, dazomet을 살포한 후 경운 및 비닐피복 작업을 하지 않거나, 화학적 방제를 하지 않는 실정임.
- 미국을 비롯한 농업선진국에서는 화학적 훈증법이 압도적으로 자리를 잡고 있음. 스페인, 이탈리아, 프랑스 등에서는 토양훈증을 통하여 농가 소득을 2배 이상 증대되는 것으로 보고되고 있으며, 화학훈증 약제로는 1-3D 클로로피크린(chloropicrin), 메탐소듐(metamsodium), 다조멧(dazomet), DMDS(dimethyl disulfide)등이 있으며, 경제적으로 DMDS, 다조멧이 유리하게 이용되고 있음. 이러한 약제를 고온기의 토양 중에 살포하여 가스를 유발시키고 가스가 새어나가지 않게 TIF(완전불투막 멀칭)필름으로 2~4주간 밀봉하는 방법을 사용함.
- 농촌진흥청에서 '19년 메탐소듐, DMDS 등 훈증성 토양 소독제를 지중에 살포한 후 동시에 비닐피복 하는 토양 소독 기술을 개발한 바 있음.



(a) 작업 모습



(b) 처리 후 모습

<2019년 농촌진흥청에서 개발한 토양 소독기의 작업 및 처리 후 모습>

- 형식 : 트랙터부착형, 두둑성형+소독제 지중 살포+비닐피복 동시 작업형
- 작업성능 : 0.9 시간/10a, 약제 살포량 오차 2.5%
- 농촌진흥청 개발 토양 소독기의 산업화를 위해 개발 기술의 성능향상 및 현장 적응성 향상을 통해 실용화를 촉진할 필요성이 있음.

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

가. 토양 소독제 이용 실태 조사 분석

1) 국내 토양 소독 실태 조사 및 농가의견 수렴

- 토양 소독기 개발을 위한 기초조사로 국내 토양 소독 실태에 대해 조사하였음
- 국내에서 토양 병해충 방제를 위해 사용되는 방식은 크게 윤작, 열처리 및 화학적 방제 방법이 있는 것으로 조사되었음
- 개발하고자 하는 토양 소독기의 방제 방법은 화학적 방제 방법으로 국내에서는 화학적 방제를 위해 dazomet 입제, DMDS, Metam Sodium 등 훈증성 토양 소독제를 이용하고 있음
- 국내에서 씨스트션충으로 인한 피해가 가장 많이 발생하고 있는 강원도 정선, 태백에서 3개 농가를 대상으로 토양 소독 방법에 대하여 설문조사를 실시하였음
- 설문조사 결과 가장 많이 이용하고 있는 방제 방법은 화학적 방제로 트랙터용 비료살포기를 이용하여 dazomet 입제를 살포한 후 로터베이터로 경운 작업을 한 후 비닐의 씌우는 형태의 작업 방식을 주로 이용하고 있었으며, 다음으로는 윤작을 통한 병해충 방제법을 이용하고 있었음

2) 시중 토양 소독제 조사

- 국내에서는 Dazomet, DMDS, Metam Sodium 등이 주로 토양 병해충 방제에 이용되고 있는 것으로 조사되었으며, 그중에 방제효과가 높고 독성이 적은 DMDS, Dazomet이 가장 많이 이용되고 있음
- 본 과제에서 개발하고자 하는 토양 소독기는 액제 토양소독제를 살포하고 비닐을 피복하는 방식으로 국내 훈증성 액제 토양소독제 중 가장 많이 이용되고 있는 DMDS, Metam Sodium 2가지 소독제에 대하여 조사가 필요할 것으로 판단되었음
- DMDS : 토양 내 확산이 빠르고, 곰팡이류, 선충류 방제에 효과가 높은 소독제로 국내 K사에서 판매를 하고 있음. 마늘, 배추, 양파, 고구마 등 다양한 발작물에 적용이 가능하며, 개발하고자 하는 토양 소독기는 원액을 직접살포하는 방식으로 10a 당 원액 40L를 처리해야 되는 것으로 조사되었음

< K사 DMDS 적용대상 및 사용약량 >

적용작물	적용대상	처리량(L/10a)
마늘	뿌리응애, 흑색썩음균핵병	40
배추	뿌리혹병, 거세미나방, 벼룩잎벌레	
양파	뿌리응애, 흑색썩음균핵병	
고구마	덩굴썩음병	
인삼	뿌리혹선충	
오이	뿌리혹선충	
참외	뿌리혹선충	
수박	덩굴썩음병, 뿌리혹선충	

- Metam Sodium : 토양 내 확산은 느린 반면 곰팡이류, 선충류와 잡초에 효과가 높은 소독제로 국내 P사에서 판매하고 있음. 마늘, 배추, 감자, 고추, 인삼 등 다양한 작물에 적용이 가능하며, 사용약량은 10a 기준 30~90L를 처리하면 되는 것으로 조사되었음

< P사 Metam Sodium 적용대상 및 사용약량 >

적용작물	적용대상	사용약량 (L/10a)
마늘	흑색썩음균핵병	30
배추	뿌리혹병	30
	씨스트선충	90
감자	더덩이병	60
고추	풋마름병	60
인삼	뿌리썩음병	30
오이	뿌리혹선충	60
참외	뿌리혹선충	30

3) 두둑성형, 소독제 살포 등 주요부 설계기준 분석

- 본 과제에서 개발하고자 하는 토양 소독기는 두둑성형, 소독제 살포, 비닐피복 동시작업이 가능한 소독기로 두둑성형 및 소독제 살포 장치 설계를 위한 기준을 분석하였음
- 두둑성형 시스템 : 휴립 시스템은 소독제 살포 장치 전면에 위치하여 두둑을 형성해주는 시스템으로 적용 가능한 트랙터 마력수에 영향을 미친다. 따라서, 가장 많이 보급되어 있는 50마력급 트랙터에 부착이 가능하도록 하기 위해 두둑폭은 1,500mm로 설정하였음
- 소독제 살포 시스템 : 앞서 조사한 DMDS, Metam Sodium 2종의 훈증성 액제 토양 소독제를 처리할 수 있는 점적분무 방식 토양 소독기 설계를 위해 약제별, 작물별 처리약량에 따른 1회당 살포량 및 살포간격을 분석하였음
 - 줄간격 : 두둑폭 1,500mm에 4줄로 소독제를 살포하기 위해 줄간격은 400mm로 설정하였음
 - 살포깊이 : 작물 뿌리 깊이에 존재하는 병해충 방제를 위해 두둑 상부로 부터 150~250mm의 깊이에 소독제를 살포할 필요가 있을 것으로 판단되었음
 - 살포간격 : 4줄로 앞서 조사한 2종 소독제의 사용약량인 30~90L/10a를 1회당 살포량 3~4mL로 살포할 경우 살포간격은 아래 표와 같이 8.3~33.3cm로 살포해야 하는 것으로 분석되었음

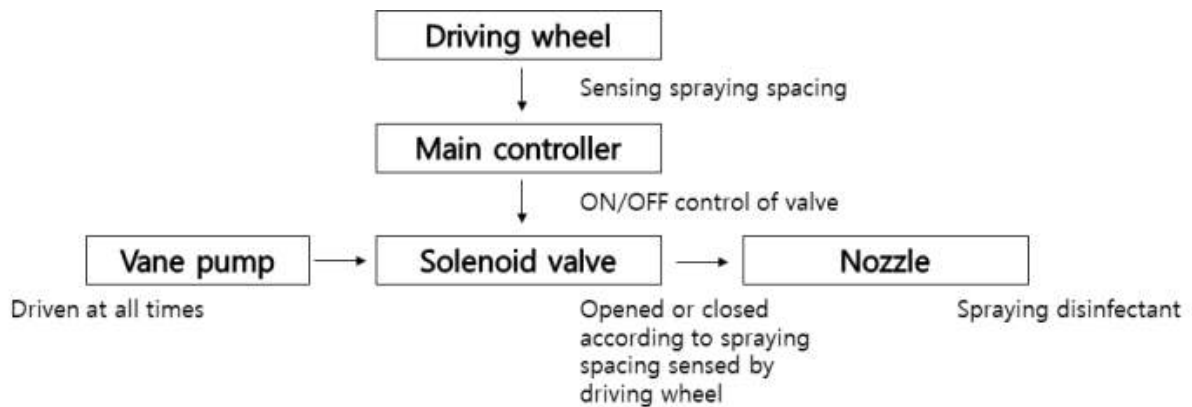
< 소독제 처리약량에 따른 살포 간격 >

1회당 살포량(mL)	처리약량(L/10a)	살포량(mL/m)	살포간격(cm)
3	30	48	25.00
	40	64	18.75
	60	96	12.50
	90	144	8.33
4	30	48	33.33
	40	64	25.00
	60	96	16.67
	90	144	11.11

4) 토양 소독기 메커니즘 구명

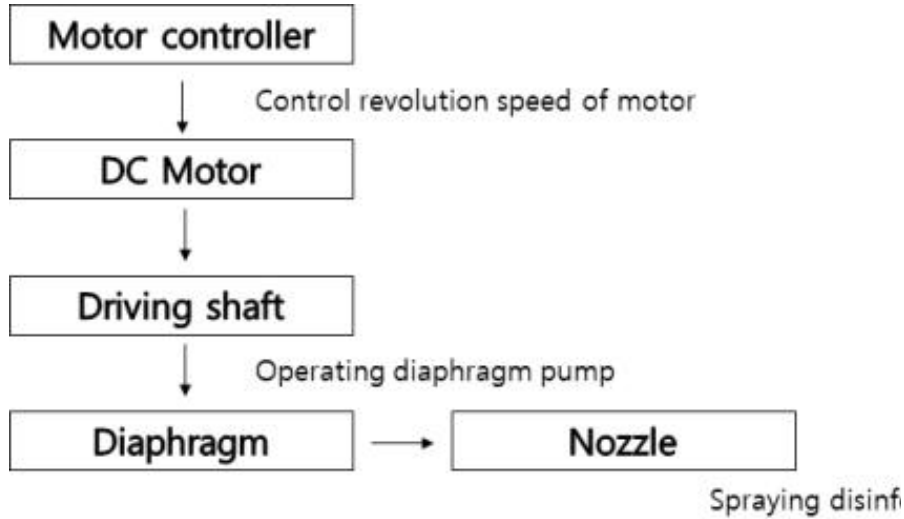
- 베인펌프+솔레노이드 밸브, 다이어프램펌프 2가지 메커니즘 구명 및 장단점 비교 분석

- 베인펌프+솔레노이드밸브 방식 : 일정 간격으로 일정량을 분무하는 점적분무 방식의 살포장치 설계를 위하여 베인펌프와 솔레노이드 밸브를 이용한 메커니즘을 구상하였음. 펌프 중 토출량이 일정한 베인펌프를 이용하여 약액을 흡입 및 토출하여 상시 구동되도록 하고, 구동륜에서 살포 간격을 감지하고, 리미트스위치가 일정 간격이 되면 제어반으로 밸브 개방 신호를 출력하도록 하였음. 제어반에서는 리미트스위치에서 신호가 입력되면 솔레노이드 밸브를 열고, 닫도록 약액 살포장치 메커니즘을 아래 그림과 같이 구성하였음



<베인펌프+솔레노이드밸브 방식 제어 개념도>

- 다이어프램펌프 방식 : 간헐적으로 정량을 분무하는데 유리한 다이어프램펌프를 이용한 메커니즘을 구상하였음. 이 방식의 메커니즘은 다이어프램펌프, 펌프 구동축, 축 구동 모터, 모터 컨트롤러로 구성됨. 모터 컨트롤러를 이용하여 펌프 구동축을 구동하는 모터의 회전수를 조절하여 간격을 조절하며, 축의 회전에 따라 다이어프램 펌프에서 약액을 분무하는 방식으로 살포장치 메커니즘을 아래 그림과 같이 구성하였음



<다이어프램펌프 방식 제어 개념도>

- 앞서 구상한 2가지 메커니즘의 장단점을 분석한 결과는 아래 표와 같음. 베인펌프+솔레노이드밸브 방식의 경우 가격이 싸고, 토출량이 비교적 균일한 반면 분무압이 약하고 제어가 복잡한 단점이 있음. 다이어프램펌프 방식의 살포 시스템의 경우 구조가 간단하여 제어가 쉽고, 살포 시 분무압이 강하고 펌프 구동축의 회전에 의해 약액을 토출하기 때문에 고속살포에 유리한 장점이 있으나, 가격이 비싸고 토출량 편차가 비교적 큰 단점이 있음. 따라서, 본 과제에서 개발하고자 하는 토양 소독기는 구조가 간단하여 향후 산업화 시 A/S가 용이하며 고속 작업이 가능하여 작업능률에 높은 다이어프램펌프 방식의 약제 살포방식이 적합할 것으로 판단되었음

< 메커니즘 장단점 분석 >

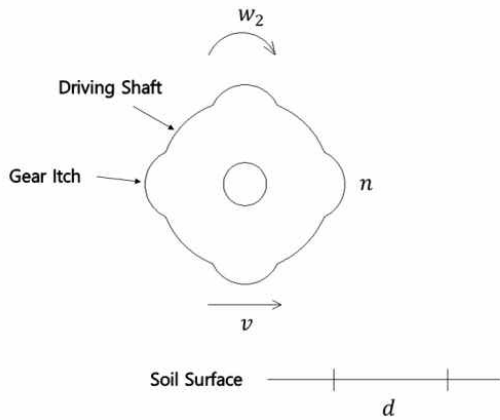
살포방식	장점	단점
베인펌프 + 솔레노이드밸브	<ul style="list-style-type: none"> ○ 가격이 싸 ○ 토출량이 균일함 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 분무압이 약함 ○ 제어가 복잡함
다이어프램펌프	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제어가 쉬움 ○ 구조가 간단함 ○ 분무압이 강함 ○ 고속살포에 유리 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 가격이 비쌘 ○ 토출량 편차가 비교적 큼

5) 토양소독기 설계요인 구명

- 펌프 구동축 회전속도 분석

- 앞서 분석한 소독제 처리약량별 살포간격을 기준으로 다이어프램펌프 방식 소독제 살포장치의 펌프 작동 타이밍을 최적화하기 위해 다이어프램펌프를 작동시키는 구동축의 처리약량에 따른 축 회전속도를 분석하였음

- 살포간격에 따른 적정 펌프 구동축의 회전속도는 잇수(n), 살포간격(d), 1회당 살포량(a), 단위거리당 살포량(A)의 설계변수와 작업속도(v), 구동축의 회전속도(w_2)의 동역학적 변수와 관계가 있음



○ Design Parameters

- n : Number of gear itch
- d : Spraying distance(m)
- A : Spraying amount per meter(mL/m)
- a : Spraying amount per once(mL)
- c : Reduction ratio

○ Dynamic Parameters

- v : Working speed(m/s)
- w_2 : Revolution velocity of driving shaft(rpm)

< 구동축 회전속도 설계변수 >

- 살포간격(d)은 1회당 살포량(a) 및 단위거리당 살포량(A)과 관계가 있으며 아래 식과 같이 표현될 수 있음

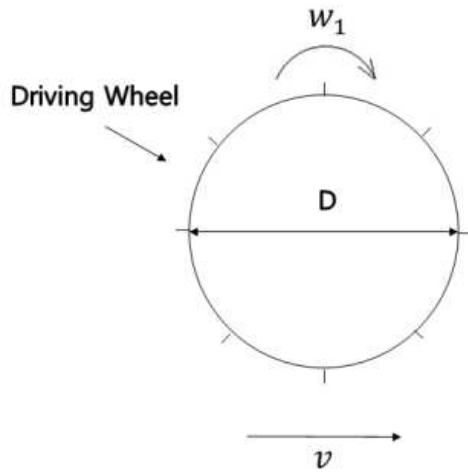
$$d = \frac{a}{A}$$

- 또한, 작업속도(v)는 잇수(n), 살포간격(d), 구동축의 회전속도(w_2)와의 관계를 통해 아래 식과 같이 표현할 수 있음

$$v = \frac{ndw_2}{60c} = \frac{naw_2}{60cA}$$

- 작업속도에 따른 구동륜 회전속도 분석

- 작업속도 변화에 따른 약제 살포량을 자동으로 제어하기 위해서는 구동륜의 회전속도를 감지하여 작업속도를 계산할 필요가 있으며, 구동륜의 회전속도와 살포량을 제어할 수 있는 펌프 구동축의 회전속도와의 관계를 구할 필요가 있음
- 구동륜의 회전속도는 구동륜의 직경(D), 구동륜의 원주(L)의 설계 변수와 작업속도(v), 구동륜 회전속도(w_1)의 동역학적 변수로 표현할 수 있음



○ Design Parameters

- D : Diameter of driving wheel(m)
- L : Circumference of driving wheel(m)

○ Dynamic Parameters

- v : Working speed(m/s)
- w_1 : Revolution velocity of driving Wheel(rpm)

< 구동륜 회전속도 설계변수 >

- 구동륜의 원주(L)는 구동륜의 직경(D)과 관계가 있으며 아래 식과 같이 표현될 수 있음

$$L = \pi D$$

- 또한, 작업속도(v)는 구동륜의 직경(D) 및 구동륜 회전속도(w_1)와의 관계를 통해 아래 식과 같이 표현할 수 있음

$$v = \frac{Lw_1}{60} = \frac{\pi Dw_1}{60}$$

- 따라서, 구동륜 회전속도(w_1)는 아래 식과 같이 표현됨

$$w_1 = \frac{60v}{\pi D}$$

- 구동륜 회전속도와 펌프 구동축 회전속도와의 관계 분석

- 앞서 구한 작업속도(v)와 펌프 구동축의 회전속도(w_2)와의 관계식 및 작업속도(v)와 구동륜 회전속도(w_1)와의 관계식 간의 관계는 아래 식과 같음

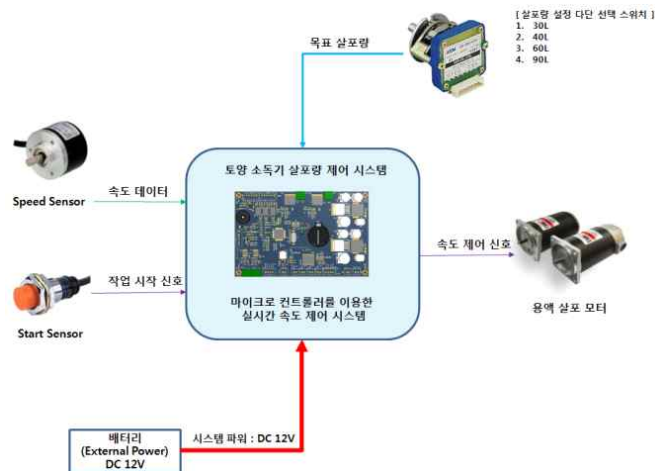
$$v = \frac{naw_2}{60cA} = \frac{\pi Dw_1}{60}$$

- 따라서, 펌프 구동축의 회전속도(w_2)와 구동륜 회전속도(w_1) 간의 관계는 아래 식과 같이 표현될 수 있음

$$w_2 = \frac{\pi cADw_1}{na}$$

6) 토양소독기 약제 살포량 자동제어 시스템 제작

- 작업속도의 변화에도 약제 살포량을 일정하게 유지할 수 있는 약제 살포량 자동제어 시스템을 제작 하였음
- 작업속도는 시작기 측면에 부착된 구동륜의 회전속도를 통해 측정하고, 약제 살포량은 다이어프램 펌프 구동축의 회전속도를 제어하여 제어가 가능함

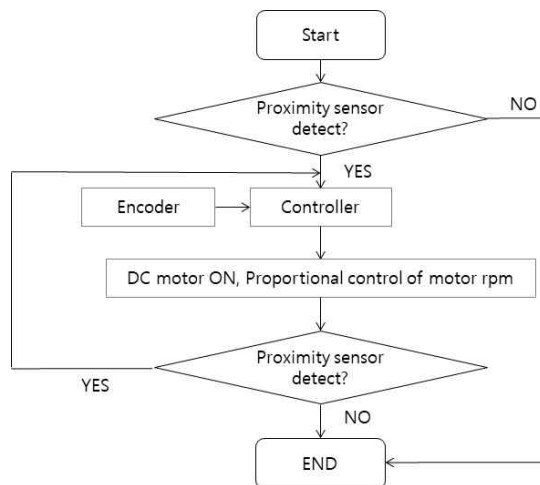


< 살포량 자동제어 장치 제어 개념도 >

- 1차년도에 구명한 설계 및 동역학 파라미터들 간의 관계에 따라 작업속도를 감지할 수 있는 구동륜의 회전속도와 펌프 구동축의 회전속도 간에는 아래 식과 같이 표현되어, 구동륜 회전속도(w_1)의 변화에 따라 펌프 구동축의 회전속도(w_2)를 변화시킴으로써 약제 살포량을 일정하게 유지할 수 있음

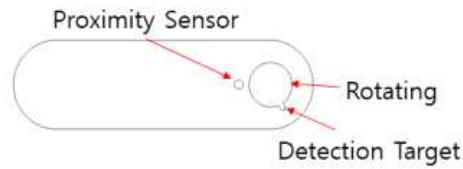
$$w_2 = \frac{\pi c A D w_1}{n a}$$

- 토양 소독제 살포량 자동제어 장치는 작업이 시작되면 근접센서에서 작업의 시작을 감지하고 컨트롤러에서 엔코더의 회전속도를 받아 작업속도에 따라 펌프 구동축의 회전속도를 비례제어하는 방식으로 작동하도록 알고리즘을 설계하였음



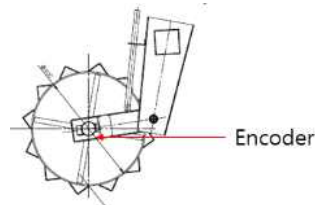
< 살포량 자동제어 장치 제어 알고리즘 >

- 시스템은 진압롤러 회전축에 부착된 detection target과 근접센서를 이용하여 아래 그림과 같이 구성하였다. 작업 시작 시 트랙터의 PTO를 작동하게 되면 시작기의 진압롤러가 회전하게 됨. detection target은 1개의 썸기가 부착되어 진압롤러가 회전하게 되면 근접센서에서 썸기를 감지할 수 있도록 시스템을 구성하였음



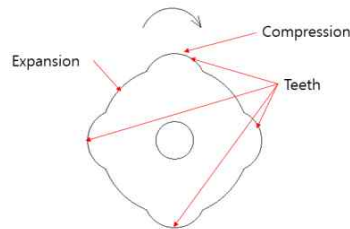
< 작업 시작감지 센서 개략도 >

- 작업속도 감지 시스템은 아래 그림과 같이 구동륜과 엔코더로 구성하였음. 구동륜은 시작기가 출발하게 되면 지면을 따라 회전하게 되고 구동륜의 원주길이와 회전속도 관계에 따라 시작기의 작업속도를 계산할 수 있도록 설계하였음



< 작업속도 감지 센서 개략도 >

- 다이어프램 펌프는 펌프막의 상하 운동에 의해 액체를 퍼올리고 배출하는 형식의 펌프로 아래 그림과 같은 회전하는 펌프 구동장치에 의해 구동장치의 이(tooth) 부분에서는 펌프가 압축하고 이외에 구간에서는 팽창하도록 설계하였음



< 펌프 구동축 개략도 >

- 위와 같은 메커니즘에 따라 구동륜의 회전속도를 받아 펌프 구동축의 회전속도를 제어할 수 있는 컨트롤러를 구성하였으며, 아래 그림과 같이 시작기를 제작하였음



<자동제어 컨트롤러>



<토양 소독기 시작기>

나. 토양 소독제 지중 살포 기계화 기술 개발

1) 토양소독제 지중 살포 장치 설계 제작 : 시작품 1호기

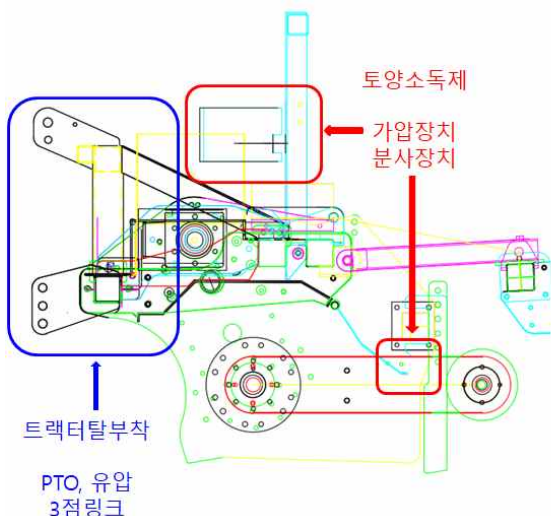
토양소독제 지중 살포기는 트랙터 부착형 작업기로 개발하였으며 1호기의 개발 규격은 아래와 같다. 표에서와 같이 소독액 분사와 멀칭 비닐 피복을 동시에 수행하는 작업기로 최소 트랙터 50ps 수준이상으로 설계 제작하였다. 로터베이터와 분사펌프를 구동은 트랙터 PTO 동력으로 구동하고, 지중 살포기의 상하 조작은 트랙터 유압을 사용하였다.

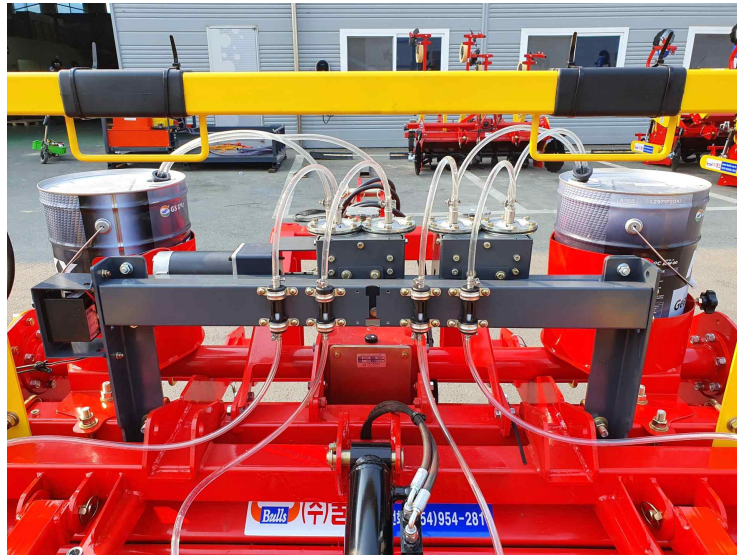
토양 소독제는 (주)경농의 토양 소독제인 “팔라딘”을 사용하였으며, 소독제는 탱크는 20ℓ 플라스틱 성형제품으로 2조를 설치하였고, 소독제 펌프는 다이어프램 펌프, 분사는 간헐식 분사방식으로 제작하였다. 분사펌프 및 분사 노즐은 필요에 따라 분사액을 조절하도록 하였으며, 토양 소독액은 지중 30cm에 분사하여 직경 60cm로 사방으로 훈연기화하는 원리를 이용하여 노즐 주변의 토양을 소독하도록 하였다.

토양 소독제 “팔라딘”은 토양 속에서 훈연 기화하여 확산하게 되면 지면을 통하여 증발하게 된다., 토양 소독 효과를 지속하기 위하여 소독제를 분사한 지면의 상부에 멀칭비닐을 피복하여 복사열과 함께 토양 소독 효과를 배가하도록 설계 제작하였다.

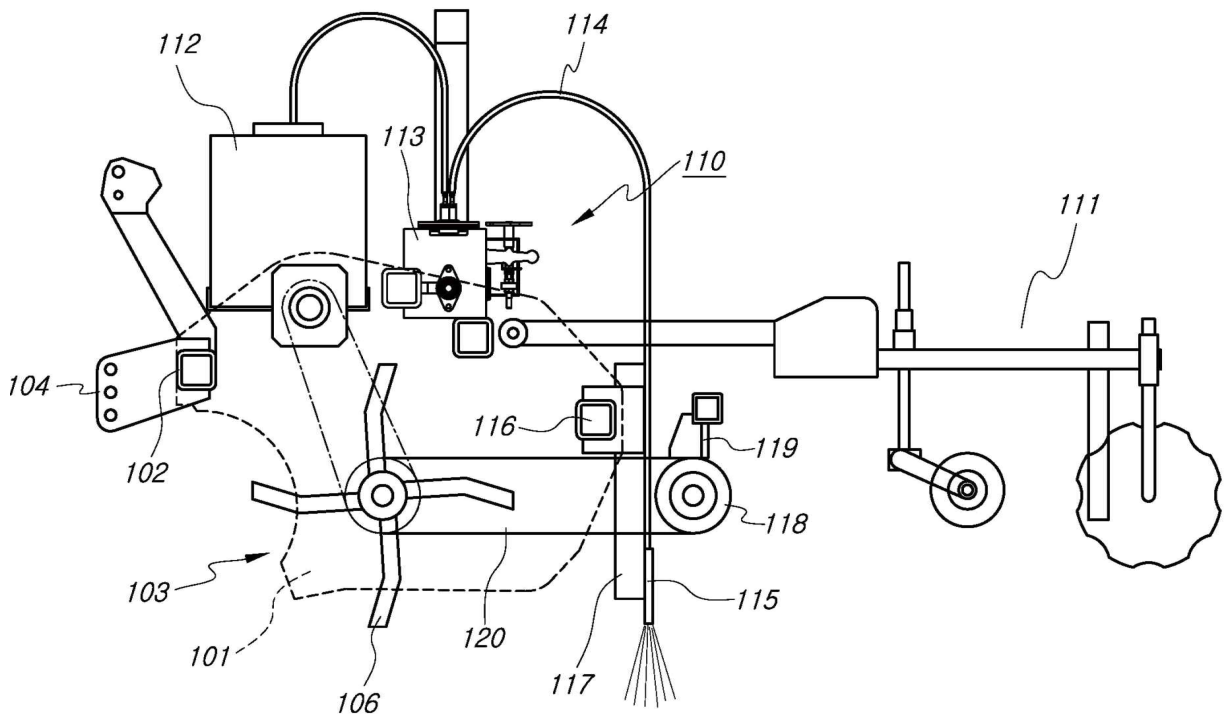
표 1. 토양 소독제 지중 살포기 시작1호기 제작 규격

항 목	규 격(방식)	비 고
구동방식(탈부착)	트랙터 3점 링크	50ps
구동동력	트랙터 PTO	로터베이터, 분사펌프
지중 살포기 상하 구동	트랙터 유압	
소독액 탱크	20ℓ 2조	
소독액 급액 펌프	다이어프램 펌프 4조	PTO 구동
소독액 급액 노즐	간헐분사 4조	PTO 구동축 캠
소독액 분사량	5~30ml	
소독액 지중 분사 깊이	지하 20cm	트랙터 유압
멀칭 비닐 폭	1800mm	
멀칭비닐 절단 및 시작문기	수동	수작업





시작품 1호기



특허출원 10-2022-0160479

(위탁) 경북대학교
[1차년도]

1) 토양소독제의 특성 및 기계 장치 영향 분석

- 토양소독제의 내식성 시험
 - 토양소독약액 팔라딘과 각 용기 및 배관에서의 부식 내구성 시험 분석



2) 토양소독제의 화학 특성을 고려한 기계 장치 설계 요인 구명

- 기계장치 주요 부품 소재 선정을 위한 실험
 - 소독약액 팔라딘의 화학적 특성으로 배관, 펌프 다이어프램 부식



3) 토양소독제 살포에 필요한 제어 시스템 설계

- 토양소독기 제어 요소 결정
 - 토양소독기(트랙터)의 주행속도(작업량 제어)
 - 급액펌프의 용량 조절(면적당 적정살포량)
 - 살포간격조절(간헐분사), 노즐당 살포량 조절

4) 토양소독기의 주행 속도 계측 시스템 구성

- 토양 소독기 주행속도 계측 시스템 선정을 위한 특성 분석
 - 주행속도의 계측으로 소독약액 살포량 제어를 위하여 GPS를 이용한 주행속도 제어 또는 소독작업기 지지륜의 RPM측정, 주행속도계를 이용한 방법 탐색 중

[2차년도]

1) 토양소독제의 내식성 시험

- : 팔라딘 소독액에 대한 펌프 내식성 실험
- 펌프 주요 구성품 : shaft, vane, rotor, body, o-ring
- 시험품 펌프 2종 선정



<No.1_ Al 합금 재질 펌프>



<No.2_ Brass 재질 펌프>

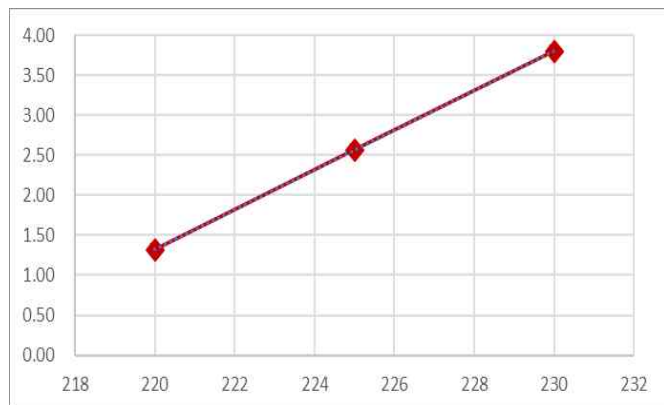
- case 1) 분해 가능 펌프 : 분해 후 소독액에 저장
- case 2) 분해 불가능 펌프 : 소독액 흡입/토출 운전

• 사전 시험

- case 1) 분해 가능 펌프
 - ① o-ring : 무게 측정 & 정적 스프링 상수



<무게 측정>



<정적 스프링 상수>

- ② o-ring을 제외한 구성품 : 무게 측정

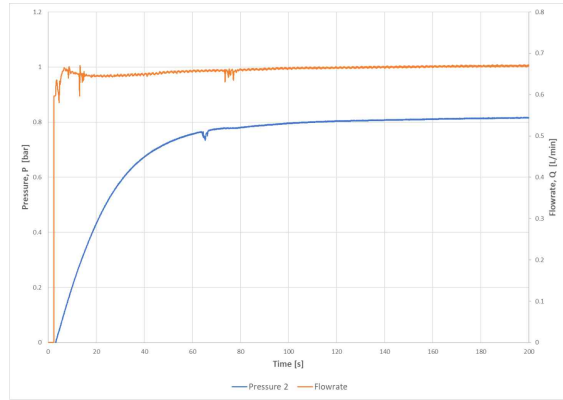
부품	shaft	body	rotor	vane	cover
무게	1,208.53	472.33	123.97	22.25	185.41

case 2) 분해 불가능 펌프

- 일정 모터 회전속도에서 압력-유량 확인



<펌프 무게>



압력-유량 (@ 300 rpm)

• 사후 시험

case 1) 분해 가능 펌프

① o-ring : 무게 측정 & 정적 스프링 상수 [11쪽 참조]

② o-ring을 제외한 구성품 : 무게 측정

부품	shaft	body	rotor	vane	cover
무게	1,209.42	472.38	124.01	23.02	185.43

case 2) 분해 불가능 펌프

- body 부식으로 운전 불가능

* 부식 시험 상세결과

- 부식 시험 240시간 실시 -> 24시간 자연건조 후, 사후 시험 실시

[case 1]

① o-ring : 무게 측정 및 정적 스프링 상수

시료 No.	무게 [g]		변위 [mm]	하중 [N]									
				사전					사후				
	사전	사후		1회	2회	3회	평균	스프링 상수	1회	2회	3회	평균	스프링 상수
#1	0.74	0.75	220	1.4	1.2	1.35	1.32	0.25	0.4	0.4	0.3	0.4	0.28
			225	2.6	2.5	2.6	2.57		1.5	1.5	1.4	1.5	
			230	3.85	3.7	3.85	3.80		3.3	3.1	2.9	3.1	
#2	0.71	0.71	220	1.35	1.3	1.3	1.32	0.19	1	1	0.95	1.0	0.20
			225	2.25	2.25	2.25	2.25		2.35	2.3	2.4	2.4	
			230	3.15	3.25	3.15	3.18		3	2.95	2.95	3.0	

결 론
 ① 무게 변화 없음.
 ② 스프링 상수 변화 > O-ring 경화로 인한 것으로 판단됨.

② o-ring 외 구성품 : 무게 측정 및 육안검사

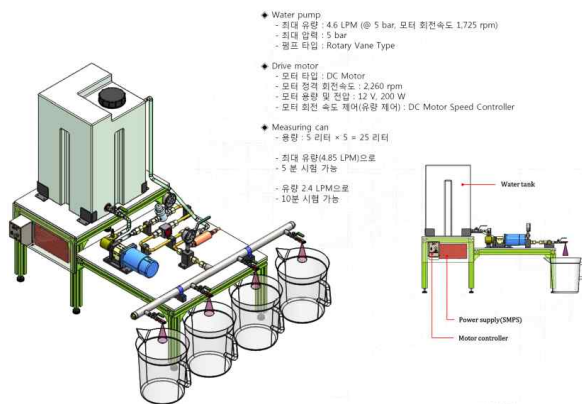
	shaft	body	rotor	vane	cover
사 전	 1,208.53g	 472.33g	 123.97g	 22.25g	 185.41g
사 후	 1,209.42g	 472.38g	 124.01g	 23.02g	 185.43g
결 론	① 육안 검사 > 이물질 등으로 인한 얼룩은 관찰되나, 부식의 흔적은 없는 것으로 확인됨. ② 눈에 띄는 무게 변화는 관찰되지 않음.				

[case 2]

	사 전	사 후
Brass Pump		  <p><부식 발생></p>
결 과	- Brass 재질 : 팔라딘 액체에 취약한 것으로 확인 (분해 불가) > 타 재질 펌프로 재시험 준비 중	

2) 약제 살포 시험 장비 구축

: 약제 권장 도포량 및 트랙터 차속에 따른 실험 조건 구현에 제어가 유연한 실험 장비 구축



3) 약제 살포 시스템 요구도 분석

: 약제 권장 도포량과 트랙터 차속에 따라 요구되는 분사량 제어변수 분석
 - 약제 원액 분사 시, 권장 도포량 : 0.04 L/m²

- 트랙터 최대 차속 : 2.88 km/h
- 트랙터 차속별 요구 분사량 산출
- 노즐 설치 옵션 : 두둑폭, 노즐 수량, 노즐 설치 간격
노즐 직경
- 그 외 : 저장탱크 내 약제잔량에 따른 압력강하

No.	주요 항목	제원	비 고
1	트랙터 차속 (V)	2.88 km/h	48 m/min
2	두둑 폭 (W)	120 cm	1.2 m
3	노즐 수량 (n)	4 ea	-
4	노즐 간격 (D)	30 cm	0.3 m
5	도포 액제 (팔라딘) 밀도	1.08 kg/L	<150평 기준> *물 : 팔라딘 = 5,000 L : 20L*
6	권장 도포량 (A)	400 Liter/ha	0.04 Liter/m ²
	희석 용수량 (B)	100,000 Liter/ha	
	총 희석액량 (A)+(B)	100,400 Liter/ha	

$$Q_i = A * V * (W/n) * K = A * V * D * K \dots\dots\dots(1)$$

K(변환 계수) = \sqrt{p}

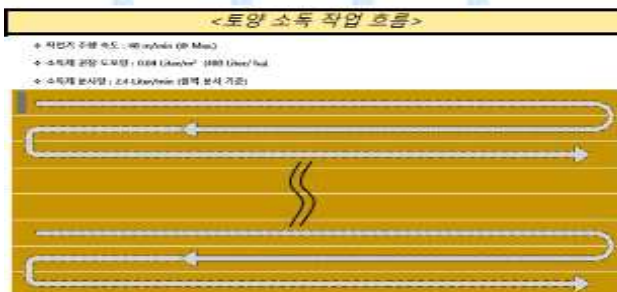
$$Q_t = \sum_{i=1}^n Q_i = Q_1 + \dots + Q_n \dots\dots\dots(2)$$

주행 속도	구 분	원액 분사	희석액 분사
48	노즐당 분사량 Q ₁ :	0.599 L/min	149.6 L/min
	총 분사량 Q _t :	2.394 L/min	598.6 L/min
24	노즐당 분사량 Q ₁ :	0.299 L/min	74.8 L/min
	총 분사량 Q _t :	1.197 L/min	299.3 L/min
12	노즐당 분사량 Q ₁ :	0.150 L/min	37.4 L/min
	총 분사량 Q _t :	0.599 L/min	149.6 L/min
0.2	노즐당 분사량 Q ₁ :	0.002 L/min	0.6 L/min
	총 분사량 Q _t :	0.010 L/min	2.5 L/min

* 물 한방울 = 50 μL > 물 2,000방울 = 1 L

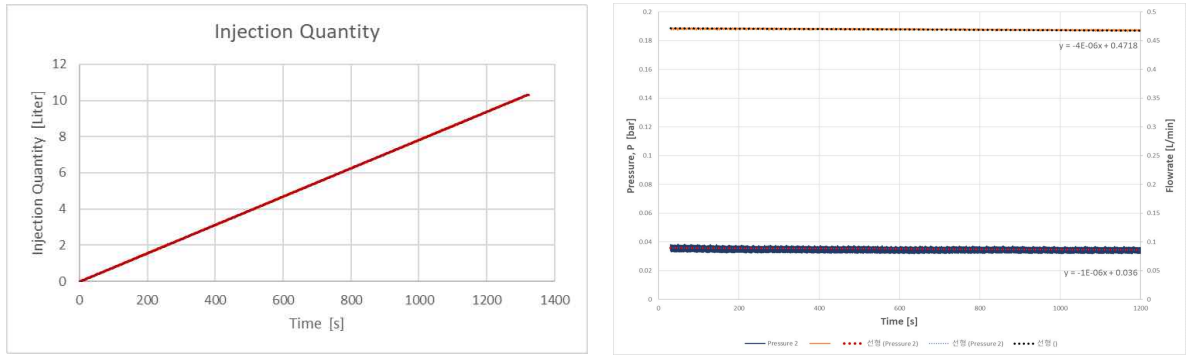


<유체 밀도에 따른 변환계수>	
밀도(kg/L)	변환 계수
0.84	0.92
0.96	0.98
1.00(물)	1.00
1.08	1.04
1.20	1.10
1.28(28% 질소)	1.13
1.32	1.15
1.44	1.20
1.68	1.30



4) 약제 살포 시스템 실험적 분석

- 탱크 내 약제 잔량(ΔH)에 따른 압력강하
 - 10 Liter (ΔH : 100mm 해당)연속 분사 시, 압력-유량 변화 확인



<실험 결과 그래프>

▶ 실험 결과, 탱크 내 약제 잔량에 따른 분사 압력강하 1/1,000 bar 이내로, 10 Liter 연속 분사 시에는 고려 대상에서 제외

No.	모터 회전속도 [RPM]	분사 특성	
		압력강하[bar]	유량감소[L/min]
1	200	0.001	0.005
2	300	0.001	0.002
3	400	0.001	0.002
4	500	-	-

- (노즐 개폐 조건에 따른) 요구 분사량 검증 실험
 - 노즐 개폐 조건 : 노즐 부하에 따른 유량 변화 확인
 - > 노즐 막힘을 재현하는 조건이기도 함.
 - 차속에 따른 요구 분사량

No.	트랙터 차속 [m/min]	요구 분사량 [L/min]	살포량 오차 목표 : 2% 이하
1	12	0.6	(0.588~0.612)
2	24	1.2	(1.176~1.224)
3	48	2.4	(2.352~2.448)

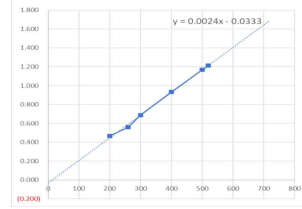
Case 1) 노즐 (4개) 전체 열림인 경우, 모터 회전 속도에 따른 분사량

No.	실험 결과	
	모터 회전속도 [RPM]	분사량 [L/min]
1	260	0.608
2	520	1.22
3	1,043	2.409

<RPM-유량 추세>
- Linear Trend 적합성 : 99.9

Case 2) 노즐 (3개) 열림

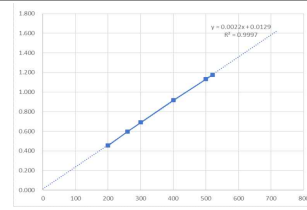
No.	실험 결과	
	모터 회전속도 [RPM]	분사량 [L/min]
1	264	0.61
2	514	1.211
3	1,014	2.397



<RPM-유량 추세>
- Linear Trend 적합성 : 99.7

Case 3) 노즐 (2개) 열림

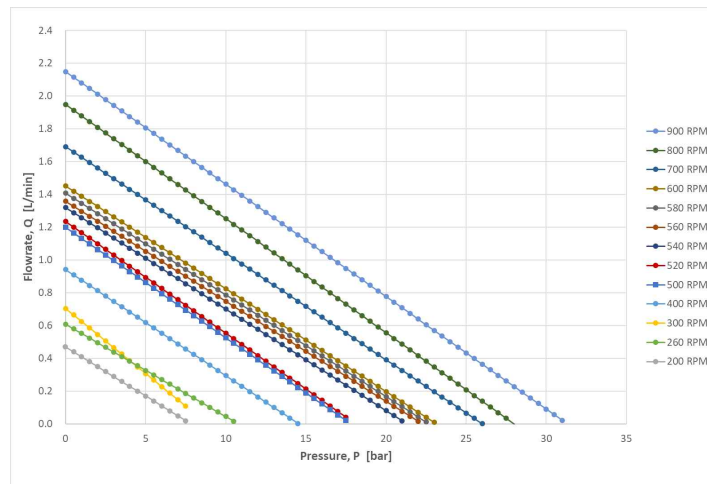
No.	실험 결과	
	모터 회전속도 [RPM]	분사량 [L/min]
1	267	0.609
2	540	1.214
3	1,120	2.389



<RPM-유량 추세>
- Linear Trend 적합성 : 99.9

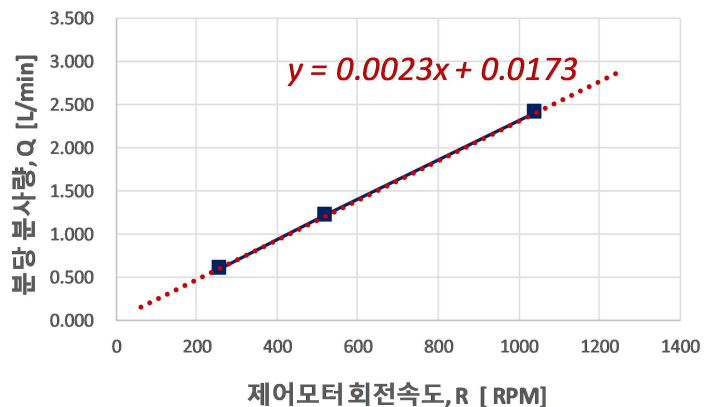
• (모터 회전 속도별) P-Q 특성 곡선

- 모터 회전속도는 (200 ~ 1,040) RPM 범위에서 요구 분사량을 만족하며, 이 범위 내에서 압력-유량 특성을 확인 (노즐 분사 압력 상승으로 인한 분사량 부족인 경우, P-Q 함수를 적용하여 제어값 설정)



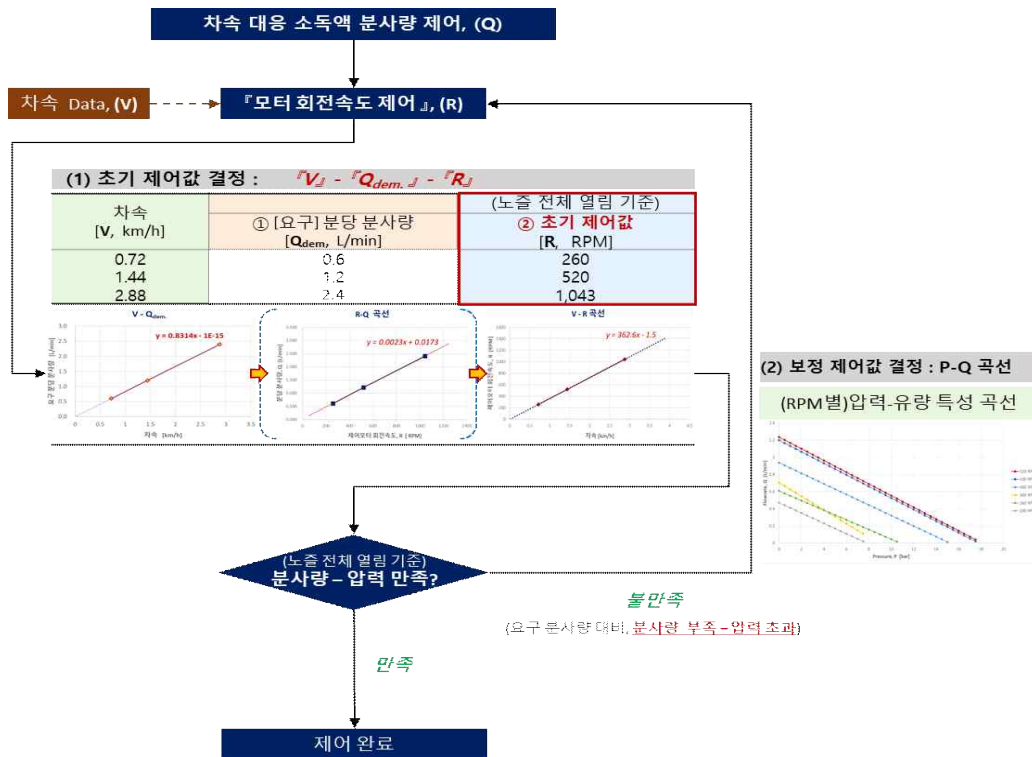
• (목표) 분사량 오차범위 - 모터 회전속도 제어범위

1. 노즐 전체 열림			
분사량 [L/min]	분사량 오차 범위	모터 회전속도 (by 목표값 찾기)	
0.6	min.	0.588	248.1
	Target	0.6	253.3
	max.	0.612	258.6
1.2	min.	1.176	503.8
	Target	1.2	514.2
	max.	1.224	524.7
2.4	min.	2.352	1015.1
	Target	2.4	1036.0
	max.	2.448	1056.8



5) 자동제어 알고리즘 구성

- 자동제어 흐름도
 1. 트랙터 차속(V) - 요구 분사량(Qdemand) 매칭
 2. (펌프구동) 모터 회전속도(R) - 분사량(Q) 매칭
 3. 모터 회전속도 제어
 4. 요구 분사량 확인 (만족/불만족)
 - 5-1. (만족) 제어 완료
 - 5-2. (불만족) 회전 속도별 P-Q 데이터 매칭 (*분사량 부족 이유 = 노즐 막힘 등 인한 분사 압력 상승)
 6. 분사량 보정을 위한 목표 회전속도 및 압력 매칭
 7. 상기(3~5)단계 재실행



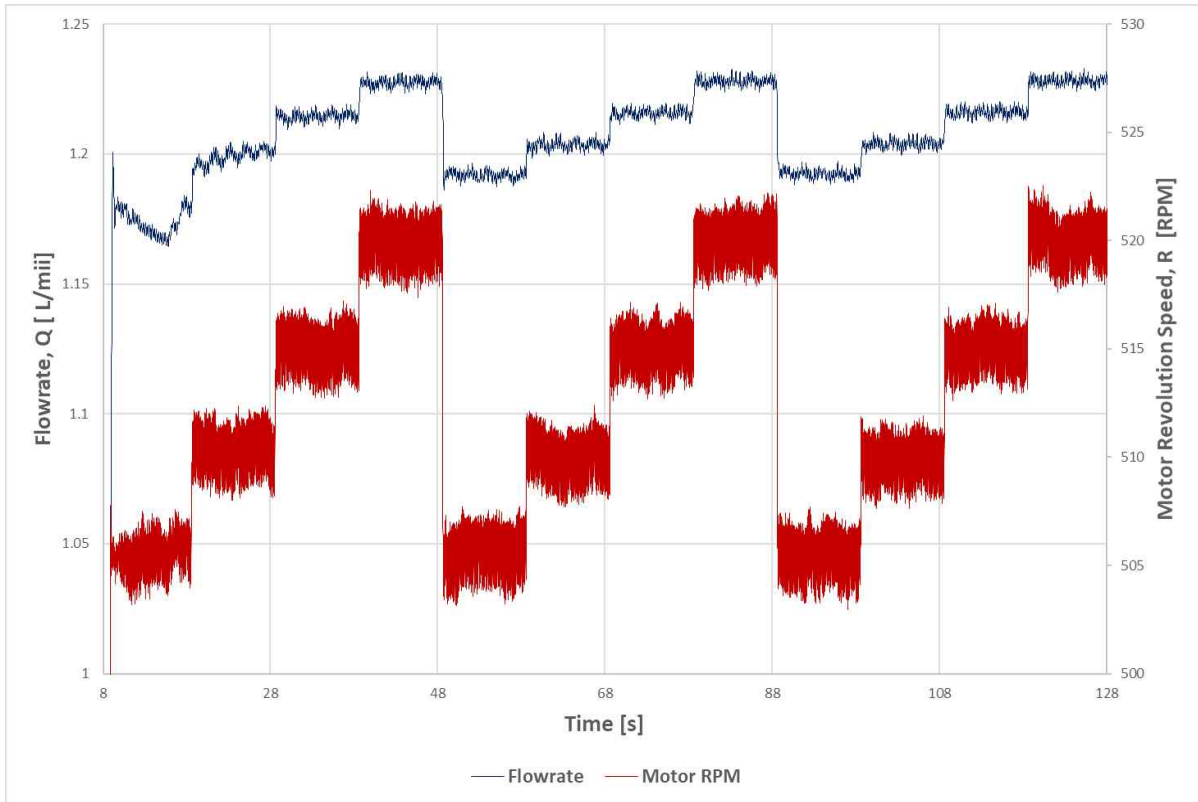
6) 자동 제어 시스템 모사 실험

- 서보 제어를 통한 자동제어 시스템 모사 실험
 - 구축된 시험장치에 서보제어를 적용하고, 분사량 오차범위 내에서 모터 회전속도 제어 시 분사 특성 확인

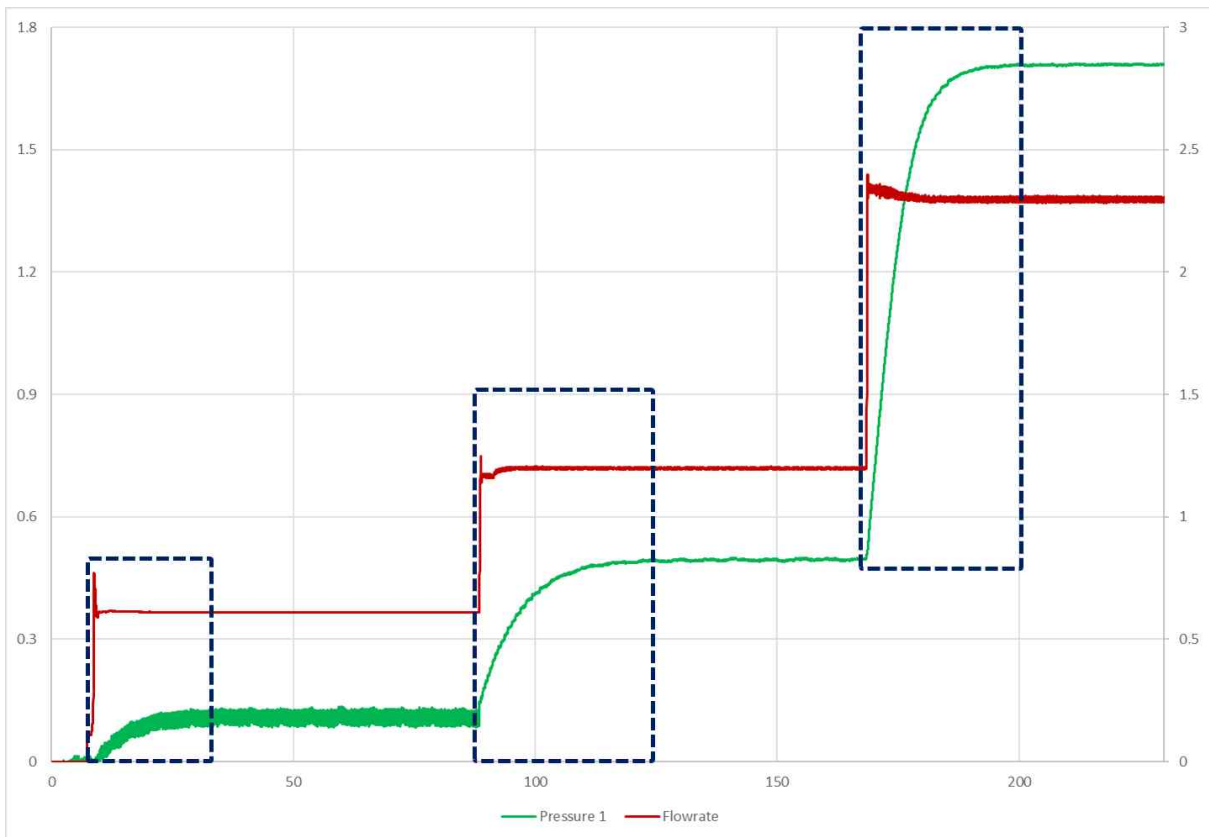
* 노즐 전체 열림

분사량 [L/min]	분사량 오차 범위		모터 회전속도 제어범위
0.6	min.	0.588	248.1
	Target	0.6	253.3
	max.	0.612	258.6
1.2	min.	1.176	503.8
	Target	1.2	514.2
	max.	1.224	524.7
2.4	min.	2.352	1015.1
	Target	2.4	1036.0
	max.	2.448	1056.8

- 요구 분사량 1.2 L/min, 오차범위 2%를 만족하는 (505-520) RPM 구간 제어 시 분사량은 제어를 추종

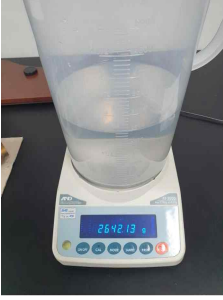
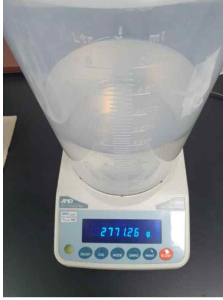
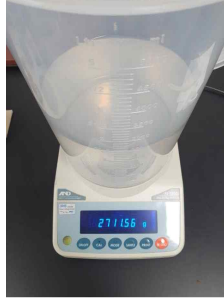
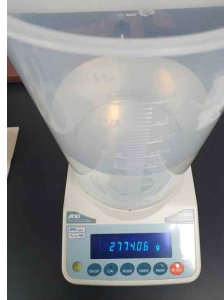


- (RPM 변경 후) 분사압의 안정화 시간이 필요
- ▶ 분사 시스템 내 압력 보상 기술 적용이 고려되어야 함.
- ▶ 혹은, 압력 생성 저하요인 검토 후 수정 필요



7) 살포 균일도 확인 실험

- 유사 주행체(운반차) 장착 실험
 - 지중 살포 방식은 두둑 성형 후 곧바로 땅 속에 분사되는 방식으로, 기존에는 점 분사 방식을 적용하였음.
 - 본 연구는 직선류 노즐을 이용한 연속 분사 방식을 적용하고, 차속 대응 유연한 분사량 제어를 목표로 함.
 - (살포 균일도) 유사 주행체에 시험 장비를 장착하고, 정속 주행 중 노즐별 총 살포량을 수집/분석
 - 노즐별 총 살포량의 차이를 보이나, 시스템 제어 전에 유로가 개방되면서 새어 나오는 약액의 양이 상이할 수 있음.
- ▶ 각 노즐 전단에 On/Off 밸브 설치 필요

			
(2.642 Liter)	(2.771 Liter)	(2.711 Liter)	(2.774 Liter)

(살포 균일도의 평가 척도)

- 일반적으로 패터네이터에 수집된 물을 분석하여, 통계적 방법을 적용함. (변동계수, Cv)
(변동계수가 7% 이하인 경우, 매우 우수한 균일성으로 고려)
- 실험 결과 (Cv) = 2.3%
(정의된 실험방법과 완전 동일하지 않음.)

8) 살포량 오차 확인 실험

- (살포량 오차) 정속 주행 조건에서 살포량 오차 확인

실험 조건		제어 분사량
주행 속도, [V]	1.44 km/h	1.22 L/min
주행 거리, [S]	100 m	
분사 폭, [W]	1.2 m	
권장 분사량, [A]	0.04 L/m ²	
실험 결과	단위 면적당 살포량	0.042 L/m ²
	살포량 오차	5.0%

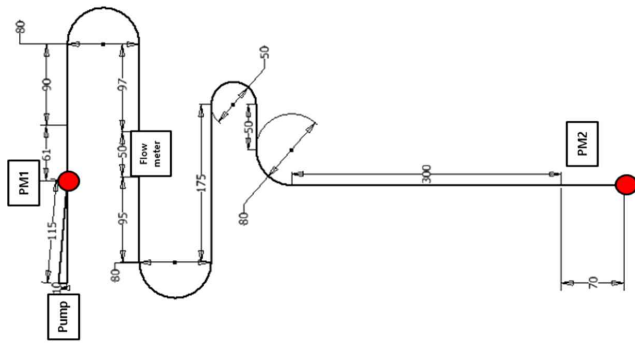
- 살포량 오차 초과 원인분석 :
 - 실험은 살포량 제어 상한치에 근접한 조건에서 실시
 - 단위 면적당 살포량 산출에는 변수 (분사폭)이 고려됨.
 - (전면) 분사량 오차범위는 분당 살포량으로 산출
 - 자동제어 시 분당 살포량 기준으로, 제어 하한치에 근접한 조건으로 실시해야 함.
 - 혹은, 제어변수를 단위 면적당 살포량 기준으로 수정 필요함.

[3차년도]

1) (추가) 약제 살포 시스템 모델링 분석

- 약제 살포 시스템의 유체역학적 분석
 - : 약제 살포 시스템의 유체역학적 손실에 관한 수학적 모델 개발
 - 분사 장치 관로 내 유동하는 유체의 압력 손실 예측
 - 관로 내 압력 손실은 마찰손실과 부차적 손실의 총합
 - ▶ 마찰손실은 유속, 배관의 특성에 따라 변화
 - ▶ 부차적 손실은 곡관, 밸브, 엘보우 등의 기하학적 형상에 기인

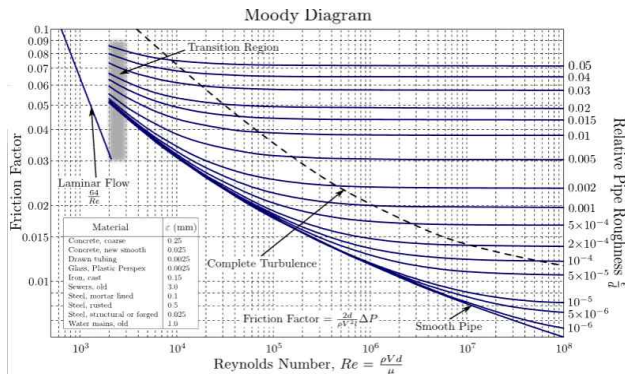
① 시스템 주요 배관 부품 및 치수



② 변수 정의

p(kg/m³)	1000
g(m/s²)	9.81
D(cm)	1
A(cm²)	0.7850
L(cm)	133.0
v(cm/s)	13.62117869
v_w(cm²/s)	0.0101
Reynolds	1348.631553
ε/D	0.0500
f	0.047455511
B	3.38951E+15
C	1.29349E+23
H_L(cm)	0.596630398
H_S(cm)	0.114423637
H_total(m)	0.00711054
H*p*g(pa)	69.75440087
Flow meter(pa)	
P_total(pa)	69.75440087
P_r(pa)	205.46911

③ 난류 모델 적용



④ 유체역학적 손실 모델링

V	RE	f	B	C	H(m)	H minor(m)	P eq	flowmeter	Q	equ total	data
13.62117869	1348.631553	0.047455511	3.38951E+15	1.29349E+23	0.005966304	0.001825642	76.43899299		0.641557516	76	58
15.18543603	1503.508518	0.042567104	3.96442E+15	2.27176E+22	0.006651475	0.002269033	87.51018656		0.715234037	88	41
16.74795796	1658.21366	0.038595812	4.52359E+15	4.74034E+21	0.007335897	0.002760006	99.04081229		0.78882882	99	51
18.35015145	1816.846678	0.035227384	5.07778E+15	1.09892E+21	0.008038019	0.003313337	111.3568042		1.012878224	138	139
19.91944434	1972.222212	0.032477392	5.59992E+15	2.9564E+20	0.008732225	0.003904278	123.9640971		1.0848584	200	157
21.50484552	2129.192626	0.030423981	6.10584E+15	8.68196E+19	0.009534063	0.004550498	138.1695493		1.157642812	286	193
23.03308704	2280.503668	0.030621929	6.57291E+15	2.89444E+19	0.01100845	0.005220242	159.2034654	40.5156885	1.228447312	380	370
24.57840364	2433.505311	0.033775684	7.02493E+15	1.0241E+19	0.013826136	0.005944203	193.9470304	91.65926998	1.301020049	486	440
26.0816839	2582.34494	0.037886312	7.44566E+15	3.96122E+18	0.017463968	0.006693566	236.9854114	142.9407004	1.372806671	601	486
27.62250636	2734.90162	0.04245957	7.85816E+15	1.58121E+18	0.021952859	0.007507796	289.0090311	197.0677627	1.444146621	725	786
29.14663845	2885.805787	0.047228759	8.24834E+15	6.69551E+17	0.027187722	0.008359172	348.7150285	252.1671203	1.516961918	863	866
30.66128699	3035.770989	0.052158131	8.61932E+15	2.97682E+17	0.033227076	0.00925054	416.7054081	308.4593154	1.587558353	1006	906
32.20725941	3188.837565	0.057294591	8.98159E+15	1.355E+17	0.040272677	0.0102069	495.2046505	367.4943736	1.659760231	1160	1044
33.70612215	3337.239817	0.062213018	9.31784E+15	6.54423E+16	0.047894781	0.01179024	579.5140232	426.2531875	1.729532533	1314	1314
35.23907072	3489.016903	0.06690866	9.6473E+15	3.21224E+16	0.056301578	0.012218987	672.1867426	487.8989135	1.797271048	1464	1428
36.72049328	3635.692404	0.070800013	9.95255E+15	1.66212E+16	0.064690378	0.013267935	764.7710459	548.9625097	1.865660623	1614	1499
38.15862098	3778.081285	0.073723008	1.02372E+16	8.9891E+15	0.0727740742	0.014327541	854.1398567	609.6423973	1.930780181	1755	1605
39.61062894	3921.844449	0.075760401	1.05135E+16	4.94551E+15	0.080548059	0.015438666	941.6297778	672.3081015	1.99715405	1899	1714
40.99320978	4058.733642	0.07696715	1.07668E+16	2.85633E+15	0.087643275	0.016535227	1021.99111	733.285059	2.066902464	2049	1865
42.40242145	4198.25955	0.077661376	1.10156E+16	1.66322E+15	0.09461843	0.017691621	1101.761602	796.7491849	2.110629959	2145	1978
43.8832795	4344.879158	0.078013838	1.12674E+16	9.60315E+14	0.101802661	0.01894892	1184.573013	864.8678643	2.174877261	2287	2299
44.81167642	4436.799646	0.078110295	1.14205E+16	6.86973E+14	0.106286963	0.01975917	1236.512563	908.3199145	2.242608404	2439	2388
46.1573803	4571.85525	0.078145305	1.1639E+16	4.25185E+14	0.112906754	0.020980411	1313.433093	973.2058527	2.30672359	2586	2591
47.61376653	4714.23431	0.07809887	1.18614E+16	2.60303E+14	0.119977322	0.022307525	1395.814346	1042.954695	2.372871366	2740	2724
48.97605857	4849.11471	0.078011538	1.20649E+16	1.65752E+14	0.126799004	0.023602281	1475.436606	1110.302907			
50.37943451	4988.062823	0.077898673	1.22677E+16	1.05474E+14	0.133975682	0.024974275	1559.299077	1180.971782			

2) (추가) 내식성 소재를 적용한 분사 펌프 제작

- 내식성 소재 검증을 위한 사전 준비


① 소재 적합성 분석

- 팔라딘 액제에 대한 소재 적합성 자료 검색

DMDS/PALADIN Material compatibility	
Compatibility	Material
Good	Stainless steel, Metal drum coated inside, Copper free alloys, Glass, Aluminum, Titanium, PTFE(Teflon), PVDF
Moderate	Carbon steel, Viton, HDPE
Not recommend	Copper and Copper alloys,

* ARKEMA(PALADIN 제조사) Database

- S.S. 소재를 적용한 펌프의 부식 실험

S.S. 펌프 주요 부품별 소재		
	Housing	S.S.
	2. Seal	Ceramic & NBR
	3. Rotor	S.S.
	4. Vane	GRAPHITE
	5. Liner	GRAPHITE

② 부식 실험을 통한 소재 검증

부식 실험

1. 실험 조건 및 방법



(운용 시험)

- 펌프 입력 속도 : 350 RPM
(목표 분사량 2.4 L/min에 해당)
- 팔라딘 액제를 펌프 내부로 순환

(방치 시험)

- 펌프 내 액제 잔류 상태로 방치

2. 고장판정기준

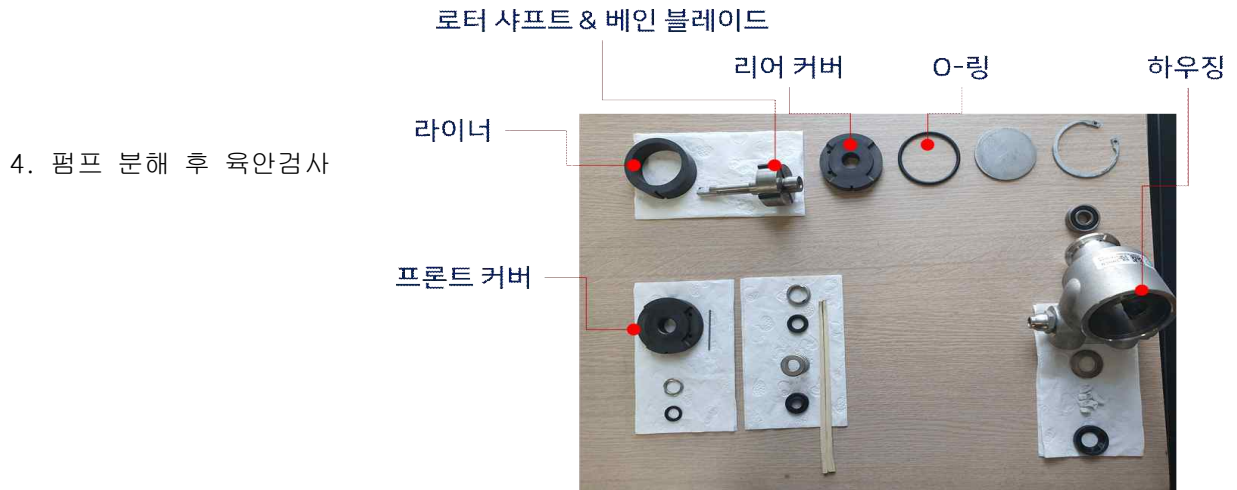
- ① 외부 누설
- ② 로터 샤프트 고착

3. 실험 결과



- * 운용 시험 중, 흑색 침전물 발생
 - Vane, Liner 등 GRAPHITE 소재가 적용된 부품과 로터 간 상대운동, 부식성 유체에 의한 부식 마모로 판단 > 고장모드가 아니므로 실험 지속
- * 방치 시험 중, 외부 누설 발생
 - 탱크 내 압축 유체로 인한 팽창 > 공기 배출 hole을 통한 누설로 예상
- * 방치 시험 후, 로터 샤프트 고착 발생
 - 펌프 분해 후 확인

* 펌프 분해



* 부품별 육안 검사

- 하우징 내 GRAPHITE 입자와 커버 및 라이너에 마모 흔
- 기타 찢은 특이사항 없음.



- ▶ 로터 샤프트 고착은 GRAPHITE 입자에 의한 일시적인 끼임으로 판단 됨.
- ▶ 외부 누설 원인 불명

5. 부식 적합성

- Stainless Steel : 내부식성 적합
- NBR : 내부식성 적합
- GRAPHITE : 부식 마모 발생

• 내식성 소재를 적용한 펌프 제작

① 주요 부품별 적용 소재



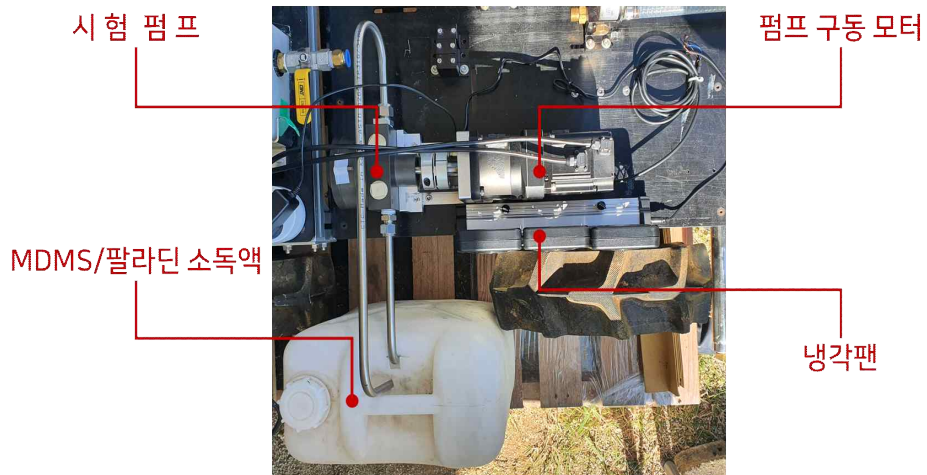
- Pump Body & Casing : A-6062
- Rotor & Rotor shaft : S.S
- Vane : PPS
- O-ring : FKM
- Oil seal : FKM

3) (추가) 토양소독제의 특성 및 기계장치 영향 분석(2/2)

- 토양소독제에 대한 펌프 부식 실험

① 팔라딘 소독액에 대한 펌프 부식 실험법 정립

- 실험 장비의 구성

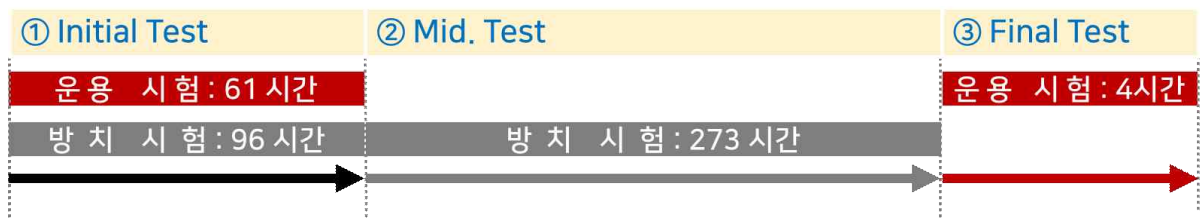


- 실험 사이클

- ㉠ Initial Test : 운용 시험(10h)+방치 시험(14h) = 1사이클(24h)
- ㉡ Mid. Test : 방치 시험(24h) = 1사이클(24h)
- ㉢ Final Test : 운용 시험
 - * 운용 시험 : 펌프 내 팔라딘 순환
 - * 방치 시험 : 펌프 내 팔라딘 잔류 상태로 방치

② 부식 실험 결과

- 총 시험 시간 : 누적 434 hr(운용 65hr+방치 369 hr)



- 매 사이클마다 육안검사 및 모터 부하 모니터링을 한 결과, 외부 누유와 로터 샤프트 고착이 없이 안정적으로 작동함.
- PPS 소재에 대한 내식성을 확인함으로써, 제작된 펌프의 내식성이 확보되었으며, 요구 사양에 따라 설계 변경하여 다양하게 적용할 수 있을 것으로 예상함.

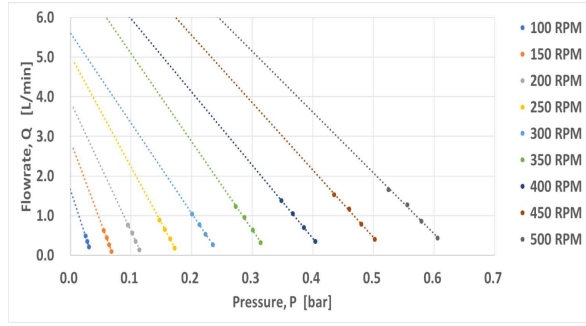
4) 토양소독제 살포량 자동제어 기술 성능시험

• 성능시험

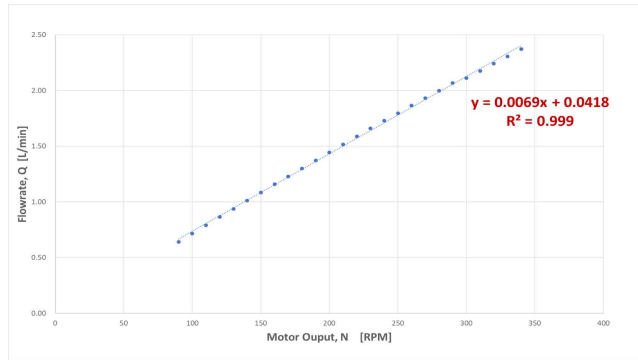
❖ Lab. Test



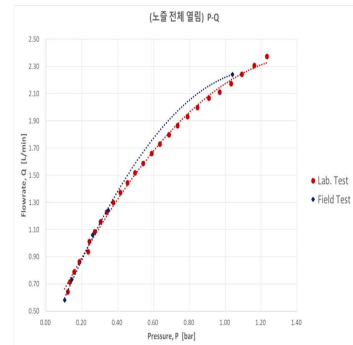
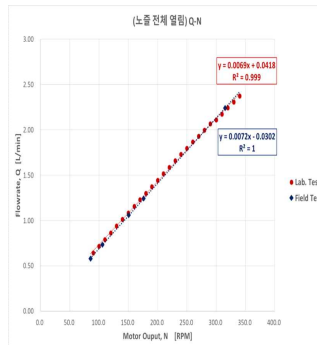
▶ 펌프 P-Q 특성 분석



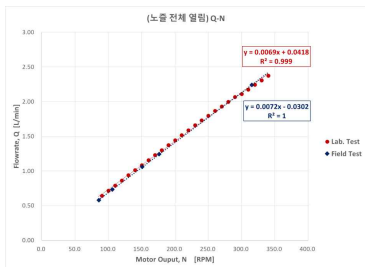
❖ 유사 주행체 장착 시험



❖ 실차 시험



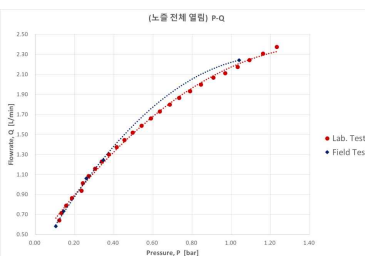
• 시험 결과 비교 (“Lab. Test” VS “Field Test”)



< Q-N 특성 비교 >

* (차속 대응) 펌프 입력 속도에 따른 살포량 안정성

- Lab. test 결과와 비교하여, 주행 중 살포량은 매우 안정적임.



< P-Q 특성 비교 >

* 압력별 살포량 비교

압력	살포량		Diff. [%]
	Lab.	Field	
0.14	0.76	0.73	-3.6
0.26	1.07	1.06	-0.7
0.35	1.25	1.24	-0.8
1.04	2.19	2.24	2.1

5) 트랙터 부착형 토양소독제 지중 살포장치 작업정밀도 최적화

- 실차 시험 데이터 분석을 통한 살포량 오차

- 시험용 트랙터 속도별 요구 분사량 산출

트랙터 속도			요구 살포량 [L/min]
주변속	부변속	GPS 속도 [km/h]	
L	1	0.68	0.57
	2	0.86	0.72
	3	1.30	1.08
M	1	1.51	1.26
	2	2.66	2.21
	3	3.67	3.05

▶ M-3 단 : 목표 분사량 범위에서 벗어나므로 제외

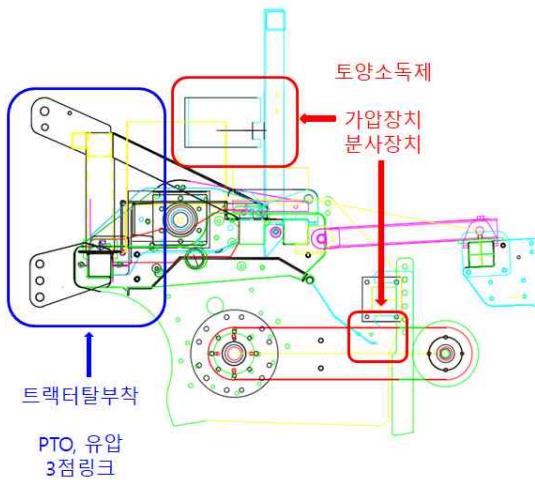
- 살포 오차율

트랙터 속도		요구 살포량 [L/min]	실차 시험 결과 [L/min]	오차율 [%]
주변속	부변속			
L	1	0.57	0.58	1.7
	2	0.72	0.73	1.4
	3	1.08	1.06	-1.9
M	1	1.26	1.24	-1.6
	2	2.21	2.24	1.3

2) 토양소독제 지중 살포 장치 설계 제작 : 시작품 2호기

표 2. 토양 소독제 지중 살포기 시작 2호기 제작 규격

항 목	1호기	2호기	비 고
구동방식(탈부착)	트랙터 3점 링크		50ps
구동동력	트랙터 PTO		로터베이트, 분사펌프
지중 살포기 상하 구동	트랙터 유압		
소독액 탱크	20 l 2조	120 l 2조	
소독액 급액 펌프	다이아프램 펌프 4조		PTO 구동
소독액 급액 노즐	간헐분사 4조		PTO 구동축 캠
소독액 분사량	5~30ml		
소독액 지중 분사 깊이	지하 20cm		트랙터 유압
멀칭 비닐 폭	1800mm		
멀칭비닐 절단 및 시작문기	수동		수작업

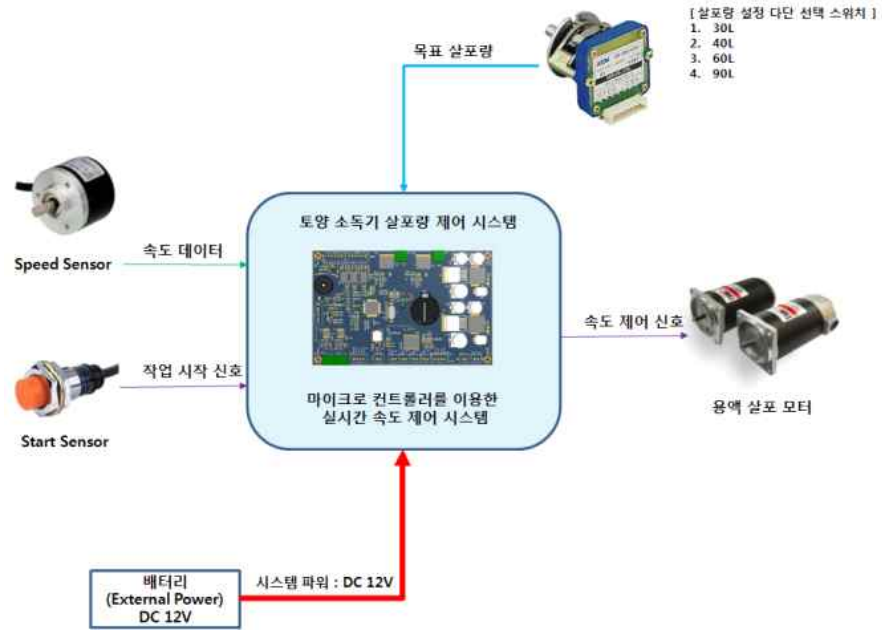


시작품 2호기

3) 약제 살포량 자동제어 시스템 설계 및 제작

- 작업속도의 변화에도 약제 살포량을 일정하게 유지할 수 있는 약제 살포량 자동제어 시스템을 제작 하였음

- 작업속도는 시작기 측면에 부착된 구동륜의 회전속도를 통해 계측하고, 약제 살포량은 다이어프램 펌프 구동축의 회전속도를 제어하여 제어가 가능함

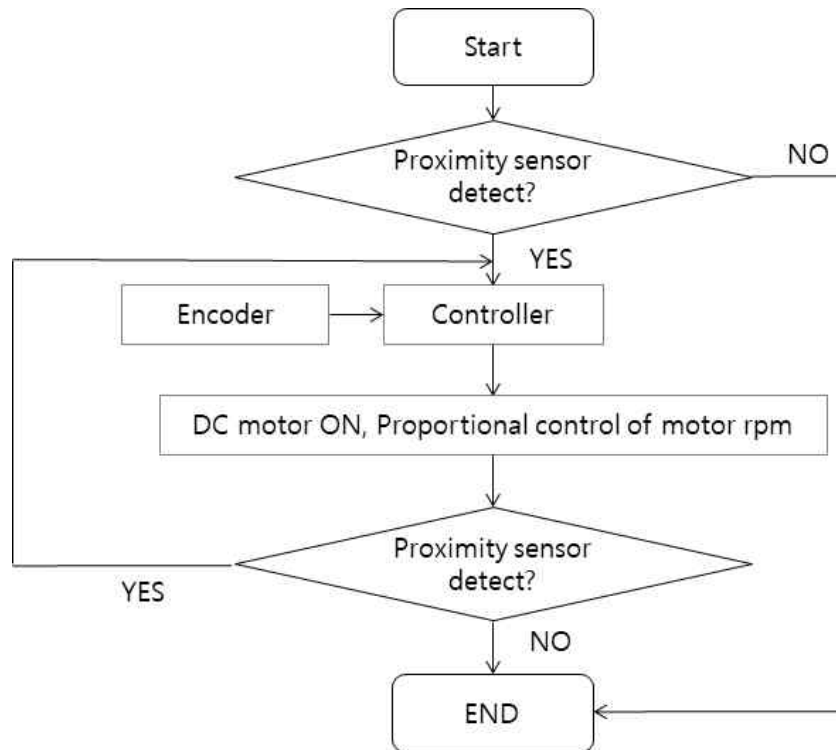


< 살포량 자동제어 장치 제어 개념도 >

- 1차년도에 구명한 설계 및 동역학 파라미터들 간의 관계에 따라 작업속도를 감지할 수 있는 구동륜의 회전속도와 펌프 구동축의 회전속도 간에는 아래 식과 같이 표현되어, 구동륜 회전속도 (w_1)의 변화에 따라 펌프 구동축의 회전속도(w_2)를 변화시킴으로써 약제 살포량을 일정하게 유지할 수 있음

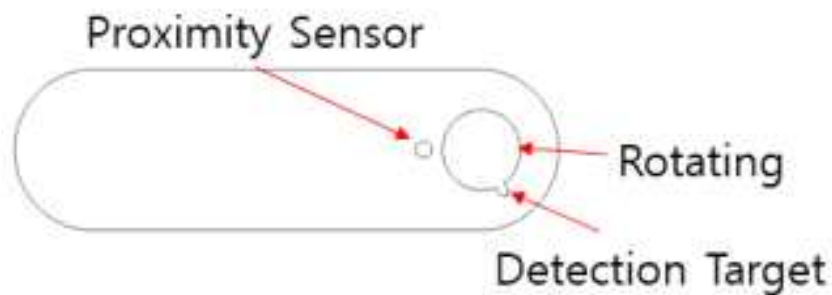
$$w_2 = \frac{\pi c A D w_1}{n a}$$

- 토양 소독제 살포량 자동제어 장치는 작업이 시작되면 근접센서에서 작업의 시작을 감지하고 컨트롤러에서 엔코더의 회전속도를 받아 작업속도에 따라 펌프 구동축의 회전속도를 비례제어하는 방식으로 작동하도록 알고리즘을 설계하였음



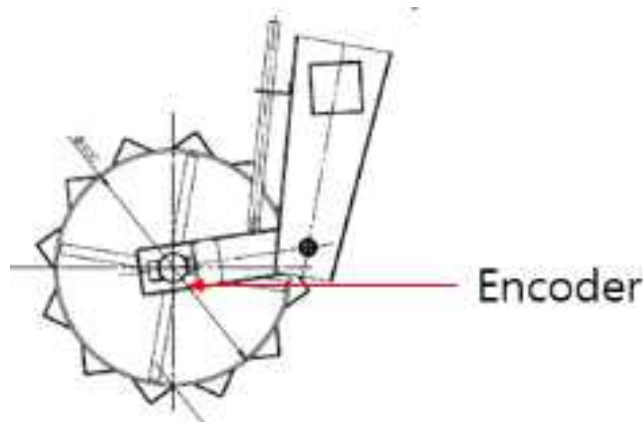
< 살포량 자동제어 장치 제어 알고리즘 >

- 시스템은 진압롤러 회전축에 부착된 detection target과 근접센서를 이용하여 아래 그림과 같이 구성하였다. 작업 시작 시 트랙터의 PTO를 작동하게 되면 시작기의 진압롤러가 회전하게 됨. detection target은 1개의 썰기가 부착되어 진압롤러가 회전하게 되면 근접센서에서 썰기를 감지할 수 있도록 시스템을 구성하였음



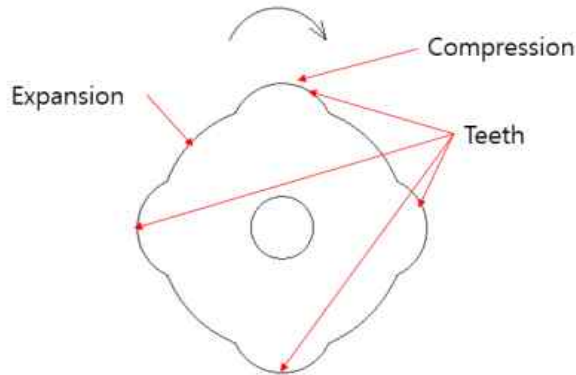
< 작업 시작감지 센서 개략도 >

- 작업속도 감지 시스템은 아래 그림과 같이 구동륜과 엔코더로 구성하였음. 구동륜은 시작기가 출발하게 되면 지면을 따라 회전하게 되고 구동륜의 원주길리와 회전속도 관계에 따라 시작기의 작업속도를 계산할 수 있도록 설계하였음



< 작업속도 감지 센서 개략도 >

- 다이어프램 펌프는 펌프막의 상하 운동에 의해 액체를 퍼올리고 배출하는 형식의 펌프로 아래 그림과 같은 회전하는 펌프 구동장치에 의해 구동장치의 이(tooth) 부분에서는 펌프가 압축하고 이외에 구간에서는 팽창하도록 설계하였음



< 펌프 구동축 개략도 >

- 위와 같은 메커니즘에 따라 구동륜의 회전속도를 받아 펌프 구동축의 회전속도를 제어할 수 있는 컨트롤러를 구성하였으며, 아래 그림과 같이 시작기를 제작하였음



<자동제어 컨트롤러>



회전속도 계측 센서

<토양 소독기 시작기>

4) 약제 살포량 자동제어형 토양 소독기 포장성능시험

- DMDS와 Metam Sodium 2종의 적용대상 작물에 따른 약제 사용량 기준인 30, 40, 60, 90L/10a 4단계에서 약제 살포량 정밀도를 분석한 결과 0.32~0.4m/s 작업속도에서 살포량 오차는 0.9~2.3%로 나타나 살포량 제어성능은 우수한 것으로 분석되었음

<작업속도에 따른 약제 살포량 오차>

살포량(L/10a) \ 작업속도 (m/s)	30	40	60	90
0.32	-1.3	-1.1	1.2	0.9
0.36	1.2	1.3	1.7	-2.1
0.4	1.8	2.1	-1.2	2.3

1) 약제 살포량 오차 : {(실 분무량 / 권장 분무량)-1} × 100

- 따라서, 작업속도 0.4m/s에서 작업능률은 분석한 결과 0.67시간/10a로 목표성능인 0.7시간 /10a 이내로 나타남

<토양 소독기 시작기 작업능률>

작업속도(m/s)	회행시간(s)	유효작업폭(m)	작업능률(시간/10a)
0.4	67	1.6	0.67



<토양 소독기 시작기>

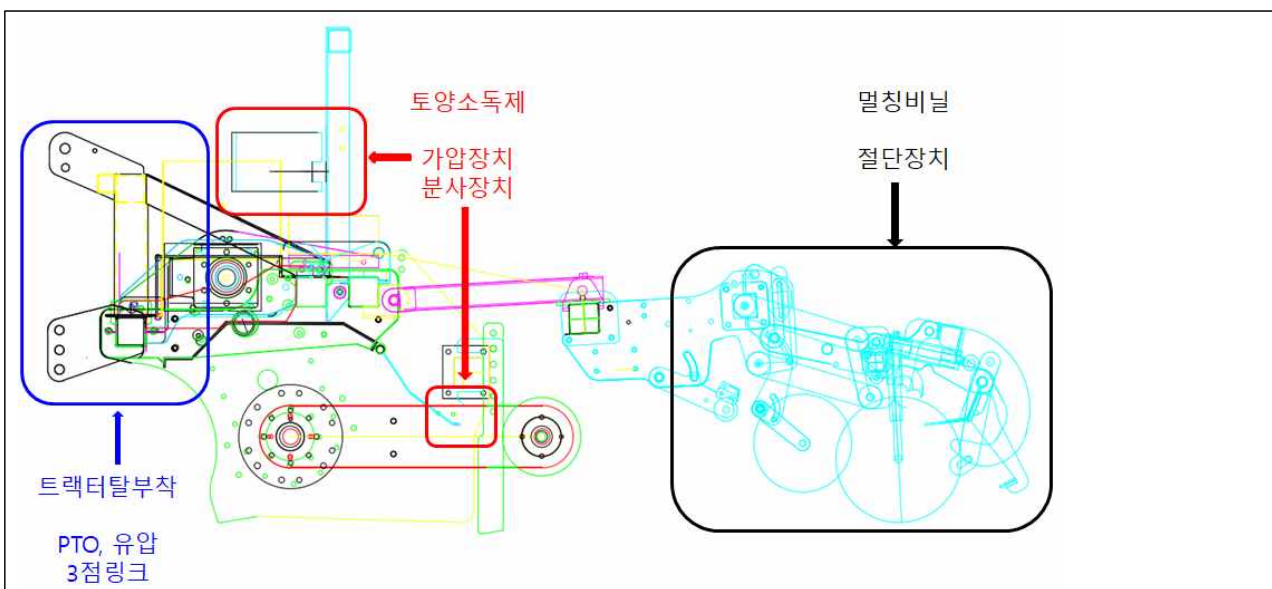
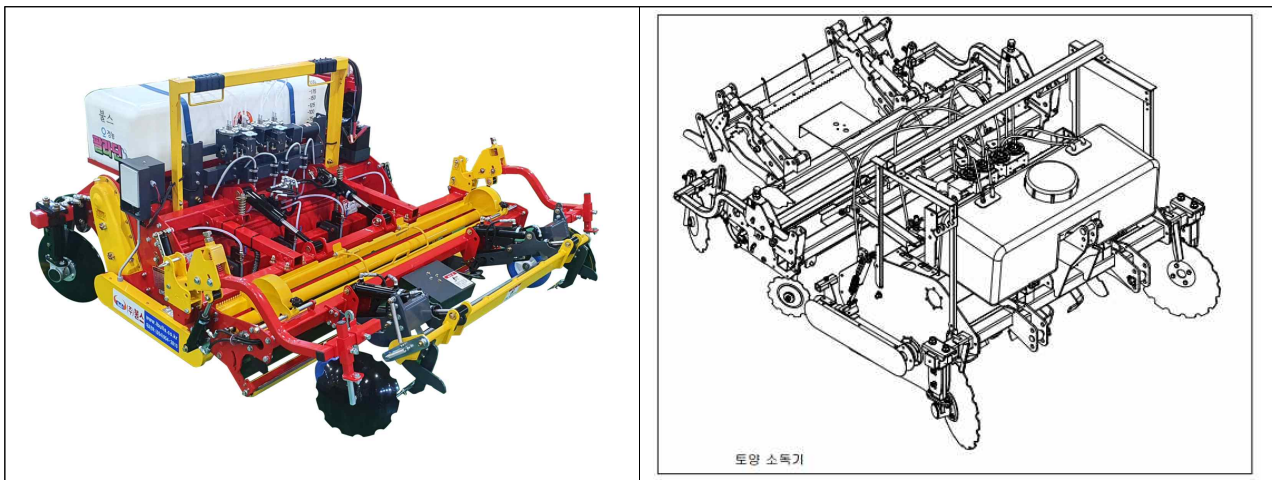


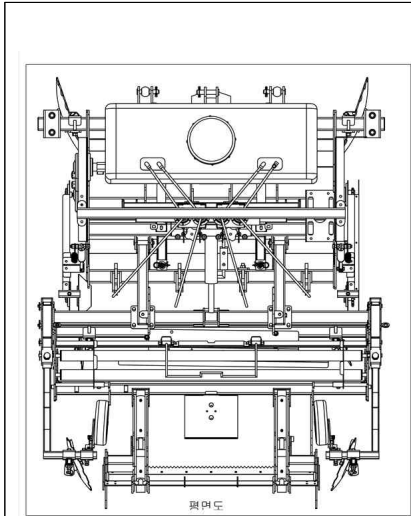
<시험모습>

2) 토양소독제 지중 살포 장치 설계 제작 : 시작품 3호기

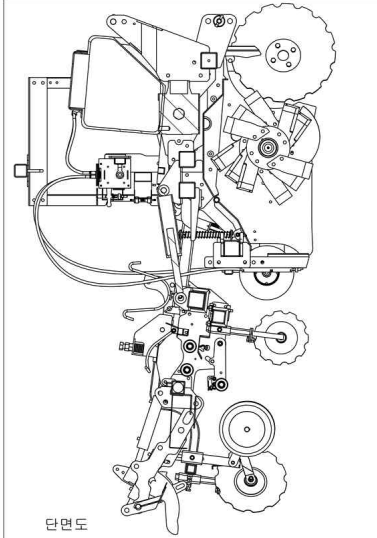
표 2. 토양 소독제 지중 살포기 시작 3호기 제작 규격

항 목	1호기	2호기	3호기	비 고
구동방식(탈부착)	트랙터 3점 링크			50ps
구동동력	트랙터 PTO			로터베이트, 분사펌프
지중 살포기 상하 구동	트랙터 유압			
소독액 탱크	20 l 2조	150 l 2조	200 l 1조	
소독액 급액 펌프	다이아프램 펌프 4조			PTO 구동
소독액 급액 노즐	간헐분사 4조			PTO 구동축 캠
소독액 분사량	5~30ml			
소독액 지중 분사 깊이	지하 20cm			트랙터 유압
멀칭 비닐 폭	1800mm			
멀칭비닐 절단 및 묻기	수동	수동	자동	유압

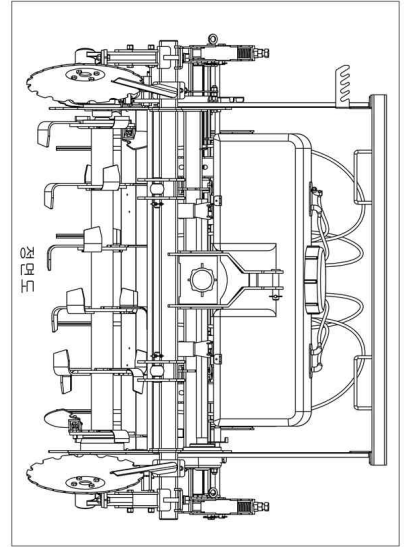




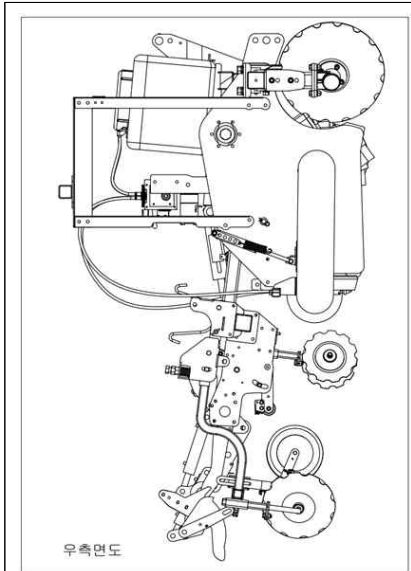
평면도



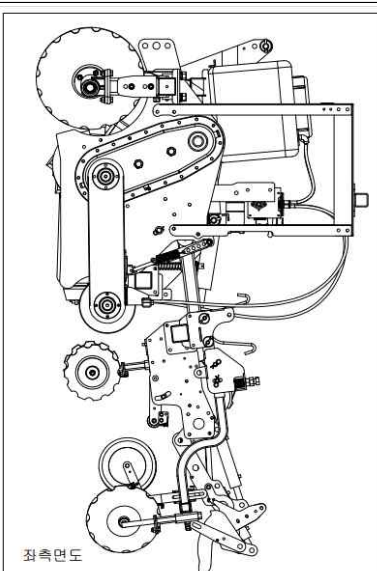
단면도



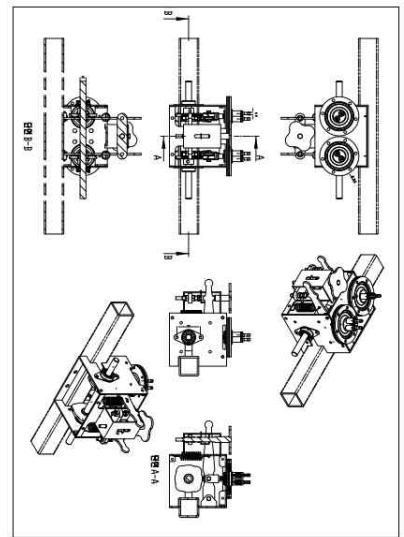
정면도



우측면도

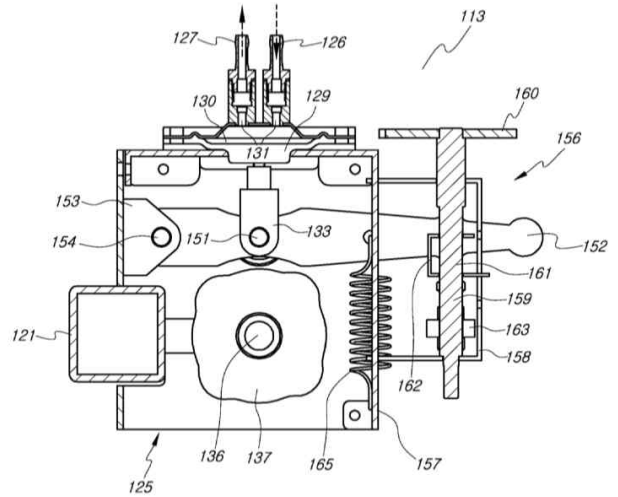
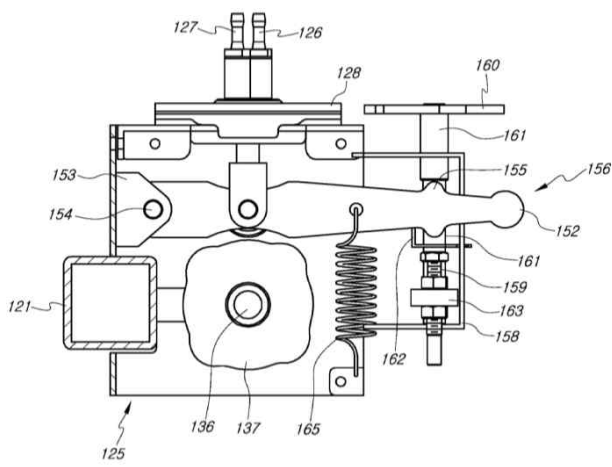
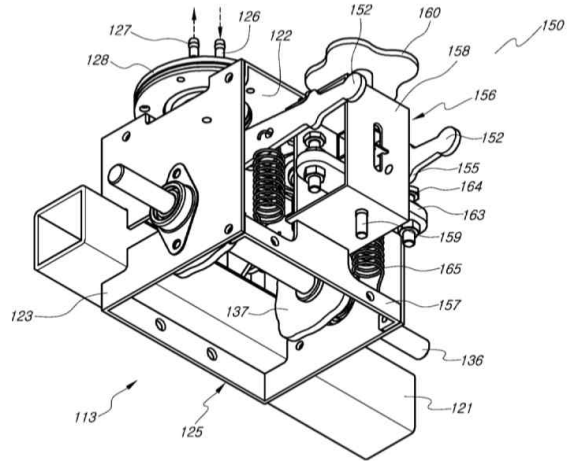
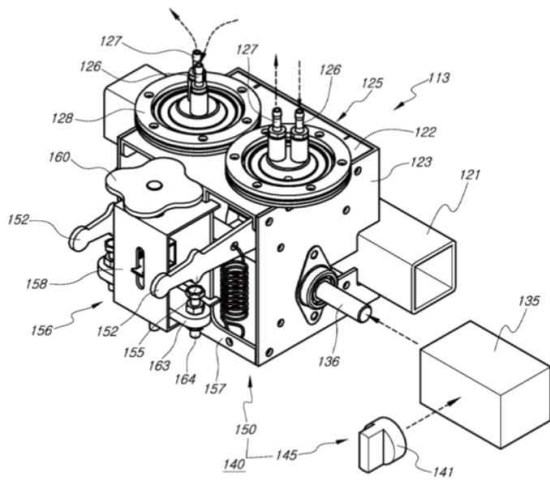
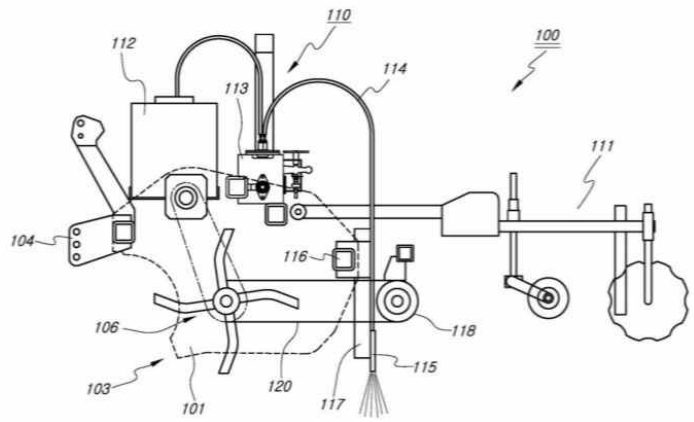
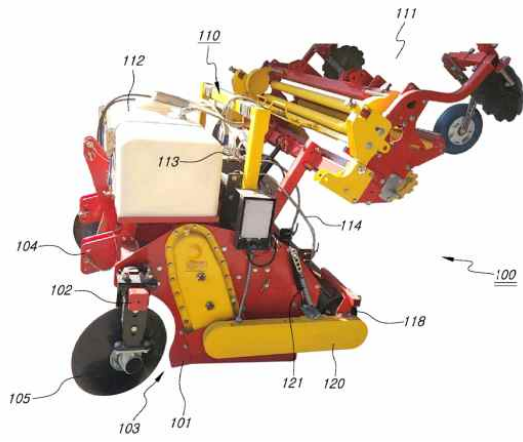


좌측면도



펌프 조합도

시작품 3호기



지중분사 토양 소독장치(10-2022-0160513, 2022.11.25)

【청구범위】

【청구항 1】

전방 양측에 복도휠(105)을 가지는 전방에 동기제와 연결할 수 있는 3점링크(104)를 가지는 프레임(103)과;

상기 프레임(103)의 내부에 동기제로부터 동력을 전달받아 구동하여 작업면의 평탄화하는 로터리(106)와;

상기 프레임(103)의 상부와 후미에 설치되어 로터리된 작업지 지중에 소독제를 분사하는 소독제분사수단(110)과;

상기 프레임(103)의 후방에 장착되어 소독제가 분사된 지면을 비닐로 피복하여 소독제가 증발하는 것을 방지하는 피복수단(111)과;

상기 분사노즐(115)의 후방에 장착하여 살포날(117)에 의하여 구급된 지면을 평탄하게 하는 평탄롤러(118)와;

상기 평탄롤러(118)에 설치하여 평탄 과정에서 묻게 되는 흙을 제거하는 스크레이퍼(119)로 구성되는 지중분사 토양 소독장치에 있어서;

상기 소독제분사수단(110)은, 프레임(103)의 상부에 장착되는 소독제탱크(112)와;

상기 소독제탱크(112)의 후방에 설치되어 소독제를 분사할 수 있도록 공급하는 분사펌프(113)와;

상기 분사펌프(113)와 관체(114)로 연결되어 실질적인 분사를 수행하도록 프

레이(103)의 후미에 설치되는 리어간력유지바(116)에 다수 개 장착하여 지면을 파고드는 살포날(117)의 후방에 설치하는 분사노즐(115)과;

상기 분사펌프(113)는, 프레임(103)의 측판(101) 사이를 연결하는 장착바(121)에 고정되는 펌프브라켓(125)의 상면(122)에 장착하고;

상기 분사펌프(113)의 분사속도와 분사량을 제어하여 작업지 여건이나 재배하고자 하는 작물에 대응할 수 있도록 하기 위한 분사조절수단(140)을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 지중분사 토양 소독장치.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서;

상기 분사조절수단(140)은, 스피드컨트롤러(141)를 이용하여 분사펌프(113)를 작동시키는 펌프모터(135)의 회전속도를 자유롭게 조절할 수 있도록 하는 속도조절자(145)와;

상기 분사펌프(113)와 연계되어 펌프 스트로크를 조절하기 위한 스트로크조절자(150)를 포함하는 것을 특징으로 하는 지중분사 토양 소독장치.

【청구항 3】

제 1 항에 있어서;

상기 분사펌프(113)는, 상부에 입구(126)와 출구(127)를 가지는 펌프베이스(128)와;

상기 펌프베이스(128)의 하방에 연결하여 펌핑실(130)을 형성하는 다이어프

램(129)과;

집속롤러(132)를 하단에 장착하여 다이어프램(129) 중앙부 하방으로 돌출시키는 커넥팅로드(133)와;

상기 커넥팅로드(133)는 장착바(121)의 일측에 설치되는 펌프모터(135)로부터 인출되는 작동축(136)에 고정되는 작동캠(137)과 연결되어 상승 및 하강하면서 펌핑작동하는 다이어프램프를 적용하는 것을 특징으로 하는 지중분사 토양 소독장치.

【청구항 4】

제 2 항에 있어서;

상기 스트로크조절자(150)는, 커넥팅로드(133)의 하단에 장착되는 집속롤러(132)와 함께 풀리축(151)으로 결합되는 외관보 형태의 조절레버(152)와;

상기 조절레버(152)의 후미는 펌프브라켓(125)의 배면(124) 내측에 구비되는 조절브라켓(153)과 힌지핀(154)으로 결합하고;

상기 펌프브라켓(125) 전방으로 노출된 조절레버(152)의 선측 하방에 제한돌기(155)를 형성하여 하강시 제한자(156)와 접촉되어 하강범위가 조절되게 하는 것을 특징으로 하는 지중분사 토양 소독장치.

【청구항 5】

제 4 항에 있어서;

상기 제한자(156)는, 펌프브라켓(125)의 전면(157)에 고정되는 제한자브라켓

(158)과;

상기 제한자브라켓(158)의 곡중심 방향으로 결합하는 조절시스템(159)과;

상기 조절시스템(159)의 상단에 고정하는 손잡이(160)와;

상기 조절시스템(159)의 중도에 형성하는 조절나사(161)는 제한자브라켓(158)의 중간위치 내측에 고정되는 조절너트(162)와 결합되어 상승 및 하강할 수 있게 하고;

상기 조절시스템(159)의 하단에 양측으로 돌출되게 고정하는 조절판(163)과;

상기 조절판(163)의 양측에 결합하여 제한돌기(155)와 연결되어 다이어프램(129)의 하강을 제한하는 조절볼트(164)와;

상기 제한돌기(155) 후방위치 조절레버(152)와 펌프브라켓(125)을 연결하여 조절레버(152)가 항상 하향시켜 작동캠(137)과 연결상태를 유지할 수 있게 하는 스프링(165)을 포함하는 것을 특징으로 하는 지중분사 토양 소독장치.

다. 토양 소독기 통합시스템 포장성능시험

○ 토양소독기 통합 시스템 성능시험

- DMDS와 Metam Sodium 2종의 적용대상 작물에 따른 약제 사용량 기준인 30, 40, 60, 90L/10a 4단계에서 약제 살포량 정밀도를 분석한 결과 0.32~0.4m/s 작업속도에서 살포량 오차는 0.9~2.3%로 나타나 살포량 제어성능은 우수한 것으로 분석되었으며, 작업속도에 따른 약제 살포량 오차의 평균은 1.1~1.9%로 목표성능인 오차 2% 이하를 만족하는 것으로 나타남.
- 또한, 작업속도 0.4m/s에서 목표 살포량 오차 2% 이내를 유지하며 작업이 가능한 것으로 나타나 목표 작업속도 0.36m/s 이상의 속도로 작업이 가능한 것으로 판단됨

<작업속도에 따른 약제 살포량 오차(%)>

살포량(L/10a) \ 작업속도(m/s)	30	40	60	90	Ave.
0.32	1.3	1.1	1.2	0.9	1.1
0.36	1.2	1.3	1.7	2.1	1.6
0.4	1.8	2.1	1.2	2.3	1.9

1) 약제 살포량 오차 : $\{(실\ 분무량 /\ 권장\ 분무량) - 1\} \times 100$

- 따라서, 작업속도 0.4m/s에서 작업능률은 분석한 결과 0.67시간/10a로 목표성능인 0.7시간/10a 이내로 나타남

<토양 소독기 시작기 작업능률>

작업속도(m/s)	회행시간(s)	유효작업폭(m)	작업능률(시간/10a)
0.4	67	1.6	0.67



<토양 소독기 시작기>



<시험모습>

○ 토양 소독기 통합시스템 방제효과 분석

- 대상작물 : 양파
- 대상충 : 뿌리혹선충
- 소독제 처리
 - 시험구 : 처리구, 무처리구 3반복
 - 사용약제 : DMDS
 - 훈증기간 : 4주

- 뿌리혹선충 방제효과

- 처리구에서 뿌리혹선충 생충률은 10.3%, 무처리구의 생충률은 144.4%로 조사되어, 뿌리혹선충 방제가는 92.9%로 나타남

<토양 소독기 약제 처리에 따른 뿌리혹선충 방제효과>

	생충수		생충률 ¹⁾ (%)	방제가 ²⁾ (%)
	처리전	처리후		
무처리구	16	23.1	144.4	-
처리구 (DMDS)	29	3	10.3	92.9

1) 생충률 = 처리후 생충수 / 처리전 생충수 × 100

2) 방제가 = (무처리구 생충률 - 처리구 생충률) / 무처리구 생충률 × 100

○ 토양 소독기 클로버씨스트선충 방제효과 실증시험 및 현장평가회 개최

- 시험포장 선정

- 강원도 정선군 임계면 용산리에 위치한 클로버씨스트선충(*H. trifolii*) 감염 배추 포장
- 시험포장 선정을 위하여 강원도 정선군 임계면 용산리에 위치한 822, 823, 829, 830, 869번지 5개 포장의 씨스트선충 밀도를 조사하였음
- 조사결과 용산리 822와 823번지 포장의 씨스트선충 밀도가 시험에 충분한 밀도로 조사되었음

<토양 소독기 실증시험 포장 씨스트선충 밀도>

구분	씨스트선충류 밀도(마리/500cm ³)	
	씨스트	알
용산리 822	495	19,685
용산리 823	115	5,180

- 소독제 처리

- 사전 밀도조사 결과를 바탕으로 용산리 822와 823번지 포장에 토양 소독기 시작기를 이용하여 2022년 4월 11일 DMDS(Dimethyl Disulfide)를 처리하였음
- 처리구와 무처리구를 각각 3반복으로 처리하였음
- 처리량은 40L/10a를 기준으로 처리하였으며, 약제 살포량 오차는 1.3%로 나타났음

<점적분무 및 줄뿌림 방식 토양 소독기 시작기 약제 분무량>

구분	약제 분무량		
	권장 분무량 (L/10a)	실 분무량 (L/10a)	설정값 대비 오차 ¹⁾ (%)
시작기	40	39.5	-1.3

1) 설정값 대비 오차 : {(실 분무량 / 권장 분무량)-1} × 100



<토양 소독기>



<시험모습>



<처리 후 모습>

- 클로버씨스트선충 방제효과

- 처리 후 4주간 훈증시킨 뒤 비닐을 제거하고 토양 샘플을 채취하였음
- 채취한 시료는 골고루 잘 섞은 다음 칭량용 컵을 이용하여 100 cm³를 정량한 다음 수돗물과 함께 토양 현탁액을 만들었다. 이를 20 mesh와 60 mesh 체에 차례로 거른 다음 60 mesh 체 위에 남은 잔류물을 watch glass에 옮겨 담았다. 실체현미경(MZ12; Leica, Wetzlar, Germany)을 이용하여 씨스트만 골라낸 다음 각 처리구별로 크고 작은 씨스트를 20개씩 무작위로 선발하였다. 처리구별 씨스트를 변형된 Baermann 깔때기에 올려놓고 1주 간격으로 매회 부화한 씨스트선충 2기 유충을 수집하였으며 4회 반복하였다. 마지막 2기 유충 채집 후 깔때기 위에 남은 씨스트를 모두 수집하여 5 ml tube에 넣고 microhomogenizer를 이용하여 알 현탁액을 만든 다음 실체현미경(MZ12; Leica, Wetzlar, Germany) 아래서 부화하지 않은 알 수를 조사
- 처리구와 무처리구의 씨스트선충 알부화율에 따른 방제가를 분석한 결과 방제가는 100%로 나타남

<토양 소독기 약제 처리에 따른 클로버씨스트선충 알부화율 검정>

	알부화율 (Hatching rate, %)	방제가 ¹⁾ (Control effect, %)
무처리구	25.0±34.64	-
처리구 (DMDS)	0.0±0.0	100.0

¹⁾방제가 : (각 약제처리 깊이별 무처리구의 알 부화율 - 처리구별 알 부화율) / 각 약제처리 깊이별 무처리구의 알부화율 × 100

○ 토양소독기 인삼 뿌리썩음병균(*Cylindrocarpon destructans*) 방제효과 실증시험

- 소독제 처리

- 시험구 : 처리구, 무처리구 3반복
- 사용약제 : DMDS
- 훈증기간 : 4주

- 인삼 뿌리썩음병균 방제효과

- 처리구에서 *C. destructans* 밀도가 약 95.7% 감소하였으며, 무처리구의 경우 밀도변화율은 198.5%로 나타남
- 따라서, *C. destructans* 방제가는 97.8%로 나타남

<토양 소독기 약제 처리에 따른 *C. destructans* 방제효과>

	<i>C. destructans</i> 밀도 (SQ value, copies/rxns)		밀도변화율 ¹⁾ (%)	방제가 ²⁾ (%)
	처리전	처리후		
무처리구	67	133	198.5	-
처리구 (DMDS)	140	6	4.3	97.8

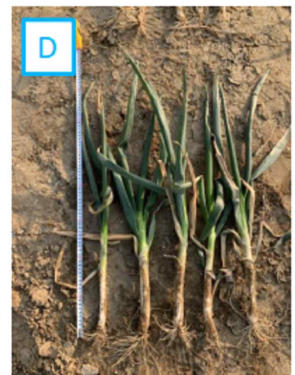
1) 밀도변화율 = 처리후 *C. destructans* 밀도 / 처리전 *C. destructans* 밀도 × 100

2) 방제가 = (대조구 밀도변화율 - 처리구 밀도변화율) / 대조구 밀도변화율 × 100

○ 토양 소독 방제효과 생산성 향상

토양 소독제 팔라딘으로 방제한 구역과 무처리구의 대비조사 분석 결과는 아래와 같다.

대파의 생육 향상으로 총장은 106.6, 백부 121.3, 폭 154.8% 증가하였으며, 도매시장 거래가 격 기준으로 무처리구에 비해 120% 상승한 것으로 조사 되었다. 방제효과 및 성장에 대한 육안 판정을 아래와 같이 마늘, 대파, 배추, 양파 사진으로 확인할 수 있다.



단위 : cm



									무처리구					
A			B			C			D					
총장	백부	폭	총장	백부	폭	총장	백부	폭	총장	백부	폭	총장	백부	폭
78	28	2.5	81	27	2.3	73	22	1.8	78	27	2.3	78	23	1.5
80	30	3	83	27	2.7	80	25	2.7	74	30	2.2	77	22	1.7
91	31	2.5	85	28	3	82	25	2.7	75	30	2.8	71	21	1.3
99	31	2.7	82	31	3	81	21	2	77	31	2.7	78	24	1.9
77	29	2.8	88	30	3	81	23	2.3	88	32	3	79	25	2

단위 : cm

처리구 평균			무처리구 평균		
총장	백부	폭	총장	백부	폭
81.65	27.9	2.6	76.6	23	1.68

단위 : cm

생육 조사	처리구 평균	무처리구 평균	증가율
총장	81.65	76.6	107%
백부	27.9	23	121%
폭	2.6	1.68	155%
평당 거래 가격	12,000	10,000	120%

팔라딘 방제구



무처리구



○ 토양 소독기 경제성분석

- 토양 소독기의 경제성을 분석하였음. 관행 비료살포기를 이용하여 입제 소독제 살포 후 피복하는 경우 소요비용은 106,764원/10a로 조사되었으며, 본 토양 소독기를 이용할 경우 소요비용은 59,473원/10a로 관행에 비해 토양 소독기를 이용할 경우 비용은 44% 절감되는 것으로 나타남

<토양 소독기 경제성분석>

		관행			시작기	
		트랙터	비료살포기	휴립피복기	트랙터	토양소독기
구입가격(원)		36,720,000	1,200,000	8,000,000	36,720,000	12,000,000
내구연한(년)		8	5	5	8	5
연간사용시간(시간/년)		330	120	120	330	120
연간 고정비 (원/년)	감가상각비	4,590,000	240000	1,600,000	4,590,000	2,400,000
	수리비	2,203,200	72000	480,000	2,203,200	720,000
	이자	1,836,000	60000	400,000	1,836,000	600,000
	소계	8,629,200	372000	2,480,000	8,629,200	3,720,000
시간당고정비(원/시간)		26,149	3100	20,667	26,149	31,000
		29,249		46,816	57,149	
시간당 유동비 (원/시간)	인건비	24,165		24,165	24,165	
	유류비	6,878		7,451	7,451	
	소계	31,043		31,616	31,616	
시간당비용(원/시간)		60,292		78,432	88,765	
작업성능(시간/10a)		0.6		0.9	0.67	
소요경비(원/10a)		36,175		70,589	59,473	
		106,764				
지수		100			55.7	

라. 토양 소독장치 산업화 모델 현장실증



2020. 10.15 경남 합천 양파 농가 대상 설명회



2020. 10. 28 경북 영천 마늘 농가 대상 연시



2021. 09. 28 전북 완주군 고산농협 양파 농가 대상 시연회



2022. 04. 11 강원도 정선군 농가 대상 연시



2022. 07. 28 경북 고령군 농가 대상 설명회



마. 트랙터부착형 토양 소독제 지중 살포장치 산업화



2021. 07. 13 토양소독기 생산 출시



2022. 12. 13 YTN, 연합뉴스, 한국농업기술진흥원 홍보 방송

결 론

본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원의 훈연식 농약을 사용한 토양소독 기계화 기초시험연구결과를 산업화하기 위하여 산학연 과제로 수행하였다. 국내 대부분의 농지는 연작장애로 인하여 수확량의 감소와 병충해 등으로 농업경영의 최대 문제점으로 부각하였으며, 학계, 연구기관, 업계에서 다양한 연구과 연작장애 극복을 위한 방법과 결과를 제시하고 있으나 산업적으로 이용 가능한 상황으로 진행되지 못하고 있었다.

훈연농약의 지중살포를 통한 토양방제 산업화를 본 과제의 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. (주)경농에서 생산 공급하는 팔라딘 약제를 지표면 아래 300mm 지점에 간헐 분무하여 주변 직경 600mm 토양중의 토양 선충류와 바이러스 등 연작장애를 유발하는 병해충에 대하여 방제효과를 유효하게 보여주는 토양 소독기를 개발 상용화하였다.
2. 토양 지중 소독기는 트랙터(50ps) 부착형으로 탈부착이 가능하도록 하였고, 토양소독제의 지중분사와 함께 지표면 증발을 방지하고 훈연효과의 지속을 위하여 멀칭비닐을 피복하여 일정기간(7일 이상) 유지하도록 하였고, 멀칭 피복 시 보조 작업자의 절감을 위하여 멀칭피복작업 전후 공정을 자동화하여 트랙터 운전자가 수행하도록 하여 인력절감형으로 개발하였다.
3. 토양소독제(팔라딘, (주)경농)는 10a(300평) 40ℓ를 지중 분사하는 약제로써 1회 방제로 3년 정도의 토양소독 효과를 나타내었고 전국적인 농지와 작물재배지에서 시험연구사업을 통하여 확인 확대 보급중이다.
4. 지중분사 토양 소독기는 강원, 충남, 경북, 전남, 전북, 제주 지역의 인삼, 양파, 마늘, 배추 연작장애 발생지역에서 시범운용 결과 획득 또는 시험 분석 중에 있으며, 토양소독제 생산업체인 (주)경농의 전국 대리점을 중심으로 소독기계를 구매 시범 운영 중에 있고, 개발 제조 당사에서는 한국농업기술진흥원의 성능검사 수행과 향후 농업신기술 인정, 한국농기계공업협동조합의 용자보조기종으로 등록하여 작목반과 농업기술센터 임대사업장을 중심으로 전국적으로 보급할 계획이다.

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

1) 연구수행 결과

(1) 정성적 연구개발성과

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 · 장비	기술 요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
예상성과 (N/Y)	Y	Y	Y	Y	Y						

(2) 정량적 연구개발성과(해당 시 작성하며, 연구개발과제의 특성에 따라 수정이 가능합니다)

< 정량적 연구개발성과표 >

(단위 : 건, 천원)

성과지표명	연도		1단계 (2020~2022)	계	가중치 (%)
	전담기관 등록·기탁 지표 ¹⁾	특허출원	목표(단계별)	2	2
실적(누적)			2	2	100
특허등록		목표(단계별)	2	2	
		실적(누적)	1	1	50
학술발표		목표(단계별)	5	5	
		실적(누적)	7	7	140
논문	목표(단계별)	1	1		
	실적(누적)	1	1	100	
연구개발과제 특성 반영 지표 ²⁾	사업화	목표(단계별)	1	1	
		실적(누적)	1	1	100
	매출액	목표(단계별)	50,000	50,000	
		실적(누적)	105,600	105,600	211
계					

* 1) 전담기관 등록·기탁 지표: 논문[에스시아이 Expanded(SCIE), 비SCIE, 평균Impact Factor(IF)], 특허, 보고서원문, 연구시설·장비, 기술요약정보, 저작권(소프트웨어, 서적 등), 생명자원(생명정보, 생물자원), 표준화(국내, 국제), 화합물, 신품종 등을 말하며, 논문, 학술발표, 특허의 경우 목표 대비 실적은 기재하지 않아도 됩니다.

* 2) 연구개발과제 특성 반영 지표: 기술실시(이전), 기술료, 사업화(투자실적, 제품화, 매출액, 수출액, 고용창출, 고용효과, 투자유치), 비용 절감, 기술(제품)인증, 시제품 제작 및 인증, 신기술지정, 무역수지개선, 경제적 파급효과, 산업지원(기술지도), 교육지도, 인력양성(전문 연구인력, 산업연구인력, 졸업자수, 취업, 연수프로그램 등), 법령 반영, 정책활용, 설계 기준 반영, 타 연구개발사업에의 활용, 기술무역, 홍보(전시), 국제화 협력, 포상 및 수상, 기타 연구개발 활용 중 선택하여 기재합니다 (연구개발과제 특성별로 고유한 성과지표를 추가할 수 있습니다).

< 연구개발성과 성능지표 >

평가 항목 (주요성능 ¹⁾)	단위	전체 항목에서 차지하는 비중 ²⁾ (%)	세계 최고		연구개발 전 국내 성능수준	연구개발 목표치	목표설정 근거
			보유국/보유기관	성능수준	성능수준	1단계 (2020~2022)	
1	약제 살포량 오차	%	30			2.5	2 이하
2	작업속도	m/s	35			0.32	0.36 이상
3	작업능력	시간 /10a	35			0.9	0.8 이하

* 1) 정밀도, 인장강도, 내충격성, 작동전압, 응답시간 등 기술적 성능판단기준이 되는 것을 의미합니다.

* 2) 비중은 각 구성성능 사양의 최종목표에 대한 상대적 중요도를 말하며 합계는 100%이어야 합니다.

(3) 세부 정량적 연구개발성과(해당되는 항목만 선택하여 작성하되, 증빙자료를 별도 첨부해야 합니다)

[과학적 성과]

논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCIE 여부 (SCIE/비SCIE)	게재일	등록번호 (ISSN)	기여율
1	Semi-enclosed paper sensor for highly sensitive and selective detection of proline	Analytica Chimica Acta	Malleth Santhosh, Tusan Park	1231	네덜란드	ELSEVIER	SCIE	2022.09.23.	0003-2670	50

국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	한국농업기계학회 2020년 춘계 학술대회	이호서	2020.06.15	온라인(비대면)	대한민국
2	한국농업기계학회 2021년 추계 학술대회	오주선	2021.10.29.	제주 소노벨	대한민국
3	한국농업기계학회 2021년 추계 학술대회	유한주	2021.10.29.	제주 소노벨	대한민국
4	한국농기계학회 2021년 추계 학술대회	김태형	2021.10.27.~30.	제주 소노벨	대한민국
5	한국농업기계학회 2022년 추계 학술대회	이상홍	2022.11.03.	대구 EXCO	대한민국
6	한국기계공학회 2022년 추계 학술대회	유한주	2022.12.07.	온라인(비대면)	대한민국
7	한국농기계학회 2022년 추계 학술대회	김태형	'22.11.3.~5.	대구 컨벤션센터	대한민국

기술 요약 정보

연도	기술명	요약 내용	기술 완성도	등록 번호	활용 여부	미활용사유	연구개발기관 외 활용여부	허용방식

보고서 원문

연도	보고서 구분	발간일	등록 번호

생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물

번호	생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물 명	등록/기탁 번호	등록/기탁 기관	발생 연도

[기술적 성과]

지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신제품, 프로그램)

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원				등록			기여율	활용 여부
			출원인	출원일	출원 번호	등록 번호	등록인	등록일	등록 번호		
1	비닐피복기용 커팅장치	한국					(주)볼스	22.08.27	10-2151231	100	활용
2	지중분사 토양 소독장치	한국	(주)볼스	22.11.25	10-2022-0160479					100	활용
3	지중분사 토양 소독장치	한국	(주)볼스	22.11.25	10-2022-0160514					100	활용

○ 지식재산권 활용 유형

※ 활용의 경우 현재 활용 유형에 √ 표시, 미활용의 경우 향후 활용 예정 유형에 √ 표시합니다(최대 3개 중복선택 가능).

번호	제품화	방어	전용실시	통상실시	무상실시	매매/양도	상호실시	담보대출	투자	기타

□ 저작권(소프트웨어, 서적 등)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록 번호	저작권자명	기여율

√ 신기술 지정

번호	명칭	출원일	고시일	보호 기간	지정 번호

□ 기술 및 제품 인증

번호	인증 분야	인증 기관	인증 내용		인증 획득일	국가명
			인증명	인증 번호		

□ 표준화

○ 국내표준

번호	인증구분 ¹⁾	인증여부 ²⁾	표준명	표준인증기구명	제안주체	표준종류 ³⁾	제안/인증일자

- * 1) 한국산업규격(KS) 표준, 단체규격 등에서 해당하는 사항을 기재합니다.
- * 2) 제안 또는 인증 중 해당하는 사항을 기재합니다.
- * 3) 신규 또는 개정 중 해당하는 사항을 기재합니다.

○ 국제표준

번호	표준화단계구분 ¹⁾	표준명	표준기구명 ²⁾	표준분과명	의장단 활동여부	표준특허 추진여부	표준개발 방식 ³⁾	제안자	표준화 번호	제안일자

- * 1) 국제표준 단계 중 신규 작업항목 제안(NP), 국제표준초안(WD), 위원회안(CD), 국제표준안(DIS), 최종국제표준안(FDIS), 국제표준(IS) 중 해당하는 사항을 기재합니다.
- * 2) 국제표준화기구(ISO), 국제전기기술위원회(IEC), 공동기술위원회1(JTC1) 중 해당하는 사항을 기재합니다.
- * 3) 국제표준(IS), 기술시방서(TS), 기술보고서(TR), 공개활용규격(PAS), 기타 중 해당하는 사항을 기재합니다.

[경제적 성과]

√ 시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작 업체명	설치 장소	이용 분야	사업화 소요 기간	인증기관 (해당 시)	인증일 (해당 시)
	토양소독기	2021.7.13	(주)볼스	(주)경농	지중소독	2년		

√ 기술 실시(이전)

번호	기술 이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료 (해당 연도 발생액)	누적 징수 현황
1	유상	토양 소독장치 및 이를 포함하는 휴립피복기	(주)볼스	2021.6.1	1,350,000	
2	유상	토양 소독장치 및 이를 포함하는 휴립피복기	(주)볼스	2021.12.22	1,350,000	
3	유상	토양 소독장치 및 이를 포함하는 휴립피복기	(주)볼스	2022.11.30	1,350,000	

* 내부 자금, 신용 대출, 담보 대출, 투자 유치, 기타 등

□ 사업화 투자실적

번호	추가 연구개발 투자	설비 투자	기타 투자	합계	투자 자금 성격*

√ 사업화 현황

번호	사업화 방식 ¹⁾	사업화 형태 ²⁾	지역 ³⁾	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명
							국내 (천원)	국외 (달러)		
1	자가실시	신제품개발	국내	토양소독기	판매	(주)경농	105,600		2021	

- * 1) 기술이전 또는 자기실시
- * 2) 신제품 개발, 기존 제품 개선, 신공정 개발, 기존 공정 개선 등
- * 3) 국내 또는 국외

√ 매출 실적(누적)

사업화명	발생 연도	매출액		합계	산정 방법
		국내(천원)	국외(달러)		
토양소독기	21~22	105,600		105,600	
합계					

√ 사업화 계획 및 무역 수지 개선 효과

성과		토양 훈증 소독제 살포기계 상용화		
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	2021 ~ 2022		
	소요예산(천원)			
	예상 매출규모(천원)	현재까지	3년 후	5년 후
		1억	2억	3억
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후
국내			100	100
국외				
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획				
무역 수지 개선 효과(천원)	수입대체(내수)	현재	3년 후	5년 후
		1억	2억	3억
	수출			

√ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)		합계
			2020년	2022년	
1	토양소독기	(주)불스	5	7	12
합계					

√ 고용 효과

구분		고용 효과(명)	
고용 효과	개발 전	연구인력	3명
		생산인력	7명
	개발 후	연구인력	3명
		생산인력	10명

□ 비용 절감(누적)

순번	사업화명	발생연도	산정 방법	비용 절감액(천원)
합계				

□ 경제적 파급 효과

(단위: 천원/년)

구분	사업화명	수입 대체	수출 증대	매출 증대	생산성 향상	고용 창출 (인력 양성 수)	기타
해당 연도							
기대 목표							

□ 산업 지원(기술지도)

순번	내용	기간	참석 대상	장소	인원

□ 기술 무역

(단위: 천원)

번호	계약 연월	계약 기술명	계약 업체명	계약업체 국가	기 징수액	총 계약액	해당 연도 징수액	향후 예정액	수출/ 수입

[사회적 성과]

□ 법령 반영

번호	구분 (법률/시행령)	활용 구분 (제정/개정)	명 칭	해당 조항	시행일	관리 부처	제정/개정 내용

√ 정책 활용 내용

번호	구분 (제안/채택)	정책명	관련 기관 (담당 부서)	활용 연도	채택 내용
1	제안	자동제어형 토양소독기 농기계 모급 정책에 활용	농림축산식품부 농기자재정책팀	2022	

□ 설계 기준/설명서(시방서)/지침/안내서에 반영

번호	구분 (설계 기준/설명서/지침/안내서)	활용 구분 (신규/개선)	설계 기준/설명서/ 지침/안내서 명칭	반영일	반영 내용

√ 전문 연구 인력 양성

번호	분류	기준 연도	현황										
			학위별				성별		지역별				
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타
1		2021		1	2		2	1			0		
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타

□ 산업 기술 인력 양성

번호	프로그램명	프로그램 내용	교육 기관	교육 개최 횟수	총 교육 시간	총 교육 인원

□ 다른 국가연구개발사업에의 활용

번호	중앙행정기관명	사업명	연구개발과제명	연구책임자	연구개발비

□ 국제화 협력성과

번호	구분 (유치/파견)	기간	국가	학위	전공	내용

√ 홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일
1	연사회	현장 설명회	발작물 토양소독기계화 시연회(경남 합천)	20.10.15
2	연사회	현장 설명회	발작물 토양소독기계화 시연회(경북 영천)	20.10.28
3	연사회	현장 설명회	발작물 토양소독기계화 시연회(전북 완주)	21.09.28
4	연사회	현장 설명회	발작물 토양소독기계화 시연회(강원 정선)	22.04.11
5	연사회	현장 설명회	발작물 토양소독기계화 시연회(경북 고령)	22.07.28
2	TV	YTN, 연합뉴스	마을 파종에서 수확까지 전과정 기계화 달성	22.12.13

√ 포상 및 수상 실적

번호	종류	포상명	포상 내용	포상 대상	포상일	포상 기관
		산업포장	농업기계 산업진흥	대표이사	2020. 10. 28	대한민국 정부
		경북스타기업	농업기계 발전	(주)볼스	2022. 7. 26	경상북도

[인프라 성과]

□ 연구시설·장비

구축기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	개발여부 (○/×)	연구시설·장비 종합정보시스템* 등록여부	연구시설·장비 종합정보시스템* 등록번호	구축일자 (YY.MM.DD)	구축비용 (천원)	비고 (설치 장소)

* 「과학기술기초법 시행령」 제42조제4항제2호에 따른 연구시설·장비 종합정보시스템을 의미합니다.

[그 밖의 성과](해당 시 작성합니다)

(4) 계획하지 않은 성과 및 관련 분야 기여사항(해당 시 작성합니다)

<참고 1> 연구성과 실적 증빙자료 예시

성과유형	첨부자료 예시
연구논문	논문 사본(저자, 초록, 사사표기)을 확인할 수 있는 부분 포함, 연구개발과제별 중복 첨부 불가)
지식재산권	산업재산권 등록증(또는 출원서) 사본(발명인, 발명의 명칭, 연구개발과제 출처 포함)
제품개발(시제품)	제품개발사진 등 시제품 개발 관련 증빙자료
기술이전	기술이전 계약서, 기술실시 계약서, 기술료 입금 내역서 등
사업화 (상품출시, 공정개발)	사업화된 제품사진, 매출액 증빙서류(세금계산서, 납품계약서 등 매출 확인가능 내부 회계자료) 등
품목허가	미국 식품의약국(FDA) / 식품의약품안전처(MFDS) 허가서
임상시험실시	임상시험계획(IND) 승인서

<참고 2> 국가연구개발혁신법 시행령 제33조제4항 및 별표 4에 따른 연구개발성과의 등록·기탁 대상과 범위

구분	대상	등록 및 기탁 범위
등록	논문	국내외 학술단체에서 발간하는 학술(대회)지에 수록된 학술 논문(전자원문 포함)
	특허	국내외에 출원 또는 등록된 특허정보
	보고서원문	연구개발 연차보고서, 단계보고서 및 최종보고서의 원문
	연구시설·장비	국가연구개발사업을 통하여 취득한 3천만 원 이상 (부가가치세, 부대비용 포함) 연구시설·장비 또는 공동활용이 가능한 모든 연구시설·장비
	기술요약정보	연차보고, 단계보고 및 최종보고가 완료된 연구개발성과의 기술을 요약한 정보
	생명자원 중 생명정보	서열·발현정보 등 유전체정보, 서열·구조·상호작용 등 단백질체정보, 유전자(DNA)칩·단백질칩 등 발현체 정보 및 그 밖의 생명정보
	소프트웨어	창작된 소프트웨어 및 등록에 필요한 관련 정보
	표준	「국가표준기본법」 제3조에 따른 국가표준, 국제표준으로 채택된 공식 표준정보[소관 기술위원회를 포함한 공식 국제표준화기구(ISO, IEC, ITU)가 공인한 단체 또는 사실표준화기구에서 채택한 표준정보를 포함한다]
기탁	생명자원 중 생물자원	세균, 곰팡이, 바이러스 등 미생물자원, 인간 또는 동물의 세포·수정란 등 동물자원, 식물세포·종자 등 식물자원, DNA, RNA, 플라스미드 등 유전체자원 및 그 밖의 생물자원
	화합물	합성 또는 천연물에서 추출한 유기화합물 및 관련 정보
	신물질	생물자원 중 국내외에 출원 또는 등록된 농업용 신물질 및 관련 정보

2) 목표 달성 수준

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	단위	달성목표	성과	비중 (%)	달성도 (%)	공인성적
약제 살포량 오차	%	2 이하	1.3	30	125	
작업속도	m/s	0.36 이상	0.42	35	117	1.5km/hr
작업능률	시간 /10a	0.8 이하	0.78	35	113	47min/10a
합계				100	118	

4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성합니다)

1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

2) 자체 보완활동

3) 연구개발 과정의 성실성

5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

(단위 : 백만원, %)

총괄과제명	세부과제명	기관명	유형	총 연구개발비(A)	정부지원 연구개발비(B)	정부지원 연구개발비 비율(C=B/A)	성과 유형	기술기여도	
								산정 근거	비율
토양 소독제 지중 살포 기계화 기술 산업화 연구	토양 소독제 지중 살포 기계화 기술 산업화 연구	(주)볼스	중소기업 (영리)	617	372	63.21	신규 기술개발	①-①	63.21
	토양 소독기 메커니즘 구명 및 현장실증	국립농업공학원	출연연 (비영리)	240	240	1.000	신규 기술개발	해당 없음	-
	약제 살포량 자동제어 기술 개발	경북대학교 산학협력단	대학 (비영리)	120	120	1.000	신규 기술개발	해당 없음	-
계				977	732		-	-	-

6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

- 사업화 및 지속적인 보급 확대 추진
- 토양 소독 자율자동화 및 고도화 연구개발 추진

< 연구개발성과 활용계획표 >

구분(정량 및 정성적 성과 항목)		연구개발 종료 후 5년 이내				
		2023	2024	2025	2026	2027
국외논문	SCIE					
	비SCIE					
국내논문	SCIE					
	비SCIE					
특허출원	국내					
	국외					
특허등록	국내					
	국외					
인력양성	학사					
	석사					
	박사					
사업화	시제품개발					
	상품출시					
	기술이전					
	공정개발					
	매출액(단위 : 천원)	50,000	60,000	70,000	80,000	90,000
	기술료(단위 : 천원)					
비임상시험 실시						
임상시험 실시 (IND 승인)	의약품	1상				
		2상				
		3상				
	의료기기					
진료지침개발						
신의료기술개발						
성과홍보			1			
포상 및 수상실적						
정성적 성과 주요 내용						

< 별첨 자료 >

중앙행정기관 요구사항	별첨 자료
1.	1) 자체평가의견서 2) 연구성과 활용계획서
2.	1) 2)

제 B-22-01588호

농업기계 성능시험 성적서

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


2. 시험 용도의 제품
 가. 기종명 : 토양소독기
 나. 형식명 : BG-1500SD
 다. 형식 및 규격 : 트랙터부착형, 4 조

3. 시험번호 : 22-KOATMP-730

4. 시험성적 : 불임

「한국농업기술진흥원 분석시험 의뢰 및 처리규칙」 제4조 제2항에 따라 시험 신청한 기대에 대한 성능시험 성적입니다.

2022년 12월 15일

한국농업기술진흥원 

22-KOATMP-730

시험 성적

1. 기종명 : 토양소독기
2. 시험번호 : 22-KOATMP-730
3. 형식명 : BG-1500SD
4. 형식 : 트랙터부착형
5. 규격 : 4 조
6. 시험성적



6.1 구조

6.1.1 기계의 크기	
- 길이	2 700 mm
- 폭	2 220 mm
- 높이	1 310 mm
- 중량	955 kg
6.1.2 주입용 펌프	
- 형식	다이아프램식
- 분사압력	196 kPa
- 실린더의 직경×행정	없는 구조임
6.1.3 약액주입장치	
- 주입조수	4 조
- 주입폭	108 cm
- 주입액	혼중토양소독제
- 주입방식	점사식
- 주입노즐 내경×개수	Ø2.5 mm × 4 개
- 주입량	0.04 L/m(규격 및 성능설명서에 의함)
- 주입봉 길이	29 cm
- 주입깊이 조절방식	위치변경식(7단)
- 주입깊이 조절범위	20 cm
- 주입간격 조절범위	4 cm

3-1

22-KOATMP-730

6.1.4 약액탱크

- 재질	만두형 플라스틱
- 용량	200 L
- 관람배출장치	관람배출밸브 개폐식
- 역류방지장치	체크밸브

6.1.5 작업기 취부장치 및 연결장치

- 3점지지장치	농업용시륜트랙터 후방 3점지지장치 (KS B ISO 730)규격 중 Cat.1형에 적합
----------	--

6.1.6 부속동력기

- 기종명	농업용트랙터
- 형식명	MT4.68
- 제조사	LS엘트론㈜

6.2 성능시험

6.2.1 작업능력

시험조건	
- 변속단수	(주변속) 3단, (부변속) 1단(지속)
- 작업방법	왕복순차법
- 포장면적	10a (50 × 20) m
- 작업속도	1.5 km/h
시험결과	
- 작업능력	47 분/10a

7. 시험제품 개요

본 기대는 트랙터부착형 토양소독기로 규격은 4 조이고 약액주입장치의 주입액은 혼중토양소독제이고, 주입깊이 조절방식은 위치변경식이고 작업능률은 47 분/10a 임

8. 시험결과

본 시험성적은 「분석시험의뢰 및 처리규칙」 제5 조제 2 항의 규정에 따라 실시한 성능시험 성적으로 업체가 제시한 시험방법에 따라 실시되었음

3-2

22-KOATMP-730

책임연구관 김관우	전담연구관 유재현
--------------	--------------

3-3

농업기계 성능시험 성적서

1. 신청인

가. 성명 : 남영조
 나. 사업자등록번호 : 503-81-44205
 다. 주소 : 경북 성주군 용암면 성암로 1272
 라. 상호 : 주식회사 불스

2. 시험 용도의 제품

가. 기종명 : 토양소독기
 나. 형식명 : BG-1500SD
 다. 형식 및 규격 : 트랙터부착형, 4 조

3. 시험번호 : 22-KOATMP-729

4. 시험성적 : 불일

「한국농업기술진흥원 분석시험 의뢰 및 처리규칙」 제4조 제2항에 따라 시험 신청한 기대에 대한 성능시험 성적입니다.

2022년 12월 15일

한국농업기술진흥원



시험 성적

1. 기종명 : 토양소독기
2. 시험번호 : 22-KOATMP-729
3. 형식명 : BG-1500SD
4. 형식 : 트랙터부착형
5. 규격 : 4 조
6. 시험성적



6.1 구조

6.1.1 기계의 크기

· 길이	2 700 mm
· 폭	2 220 mm
· 높이	1 310 mm
· 중량	955 kg

6.1.2 주입용 펌프

· 형식	다이아프램식
· 분사압력	196 kPa
· 실린더의 직경×행정	없는 구조임

6.1.3 약액주입장치

· 주입조수	4 조
· 주입폭	108 cm
· 주입액	혼중도양소독제
· 주입방식	절사식
· 주입노즐 내경×개수	Ø2.5 mm × 4 개
· 주입량	0.04 L/m ² (규격 및 성능설명서에 의함)
· 주입봉 길이	29 cm
· 주입깊이 조절방식	위치변경식(7단)
· 주입깊이 조절범위	20 cm
· 주입간격 조절범위	4 cm

2-1

22-KOATMP-729

6.1.4 약액탱크

· 재질	반투명 플라스틱
· 용량	200 L
· 잔량배출장치	잔량배출밸브 개폐식
· 역류방지장치	체크밸브

6.1.5 작업기 취부장치 및 연결장치

· 3점 지지장치	농업용차륜형트랙터 후방 3점지지장치 (KS B ISO 730)규격 중 Cat.1형에 적합
-----------	---

6.1.6 부속동력기

· 기종명	농업용트랙터
· 형식명	MT4.68
· 제조사	LS엘트론㈜

6.2 성능시험

6.2.1 분사량

시험조건	
· 측정시간	5 min
· 분사단수	최대 12 단
시험결과	
· 분사량	5.3 L/min

7. 시험제품 개요

본 기대는 트랙터부착형 토양소독기로 규격은 4 조이고 약액주입장치의 주입액은 혼중도양소독제이고, 주입깊이 조절방식은 위치변경식이고 분사량은 5.3 L/min 임

8. 시험결과

본 시험성적은 「분석시험의뢰 및 처리규칙」 제5 조제 2 항의 규정에 따라 실시한 성능시험 성적으로 업체가 제시한 시험방법에 따라 실시되었음

책임연구원
김관우

김관우

선원연구원
유재철

유재철

농업기계 성능시험 성적서

1. 신청인

가. 성명 : 남영조
 나. 사업자등록번호 : 503-81-44205
 다. 주소 : 경북 성주군 용암면 성암로 1272
 라. 상호 : 주식회사 풀스

2. 시험 용도의 제품

가. 기종명 : 토양소독기
 나. 형식명 : BG-1500SD
 다. 형식 및 규격 : 트랙터부착형, 4 조

3. 시험번호 : 22-KOATMP-728

4. 시험성적 : 불입

「한국농업기술진흥원 분석시험 의뢰 및 처리규칙」 제4조 제2항에 따라 시험 신청한
 기대에 대한 성능시험 성적입니다.

2022년 12월 15일

한국농업기술진흥원



시험 성적

1. 기종명 : 토양소독기
2. 시험번호 : 22-KOATMP-728
3. 형식명 : BG-1500SD
4. 형식 : 트랙터부착형
5. 규격 : 4 조
6. 시험성적



6.1 구조

6.1.1 기체의 크기

· 길이	2 700 mm
· 폭	2 220 mm
· 높이	1 310 mm
· 중량	955 kg

6.1.2 주입용 펌프

· 형식	다이아프램식
· 분사압력	196 kPa
· 실린더의 직경×행정	없는 구조임

6.1.3 약액주입장치

· 주입조수	4 조
· 주입폭	108 cm
· 주입액	혼중토양소독제
· 주입방식	펌프식
· 주입노즐 내경×개수	Ø2.5 mm × 4 개
· 주입량	0.04 L/m ² (규격 및 성능설명서에 의함)
· 주입봉 길이	29 cm
· 주입깊이 조절방식	위치변경식(7단)
· 주입깊이 조절범위	20 cm
· 주입간격 조절범위	4 cm

2-1

6.1.4 약액탱크

· 재질	반투명 플라스틱
· 용량	200 L
· 잔량배출장치	잔량배출밸브 개폐식
· 역류방지장치	체크밸브

6.1.5 작업기 취부장치 및 연결장치

· 3점 지지장치	농업용차륜행트랙터 후방 3점지지장치 (KS B ISO 730)규격 중 Cat.1형에 적합
-----------	---

6.1.6 부착동력기

· 기종명	농업용트랙터
· 형식명	MT4.68
· 제조사	LS엘트론㈜

6.2 성능시험

6.2.1 작업속도

시험조건	
· 변속단수	(주변속) 3단, (부변속) 1단(지속)
· 주행거리	20 m
시험결과	
· 작업속도	1.5 km/h

7. 시험제품 개요

본 기대는 트랙터부착형 토양소독기로 규격은 4 조이고 약액주입장치의 주입액은
 혼중토양소독제이고, 주입깊이 조절방식은 위치변경식이고 작업속도는 1.5 km/h 임

8. 시험결과

본 시험성적은 「분석시험의뢰 및 처리규칙」 제5 조제 2 항의 규정에 따라 실시한
 성능시험 성적으로 입체가 제시한 시험방법에 따라 실시되었음

시험연구원
김관우

시험연구원
유재원

시험연구원
유재원

시험연구원
유재원

농업기계 성능시험 성적서

1. 신청인

가. 성명 : 남영조
 나. 사업자등록번호 : 503-81-44205
 다. 주소 : 경북 성주군 용암면 성암로 1272
 라. 상호 : 주식회사 플스

2. 시험 용도의 제품

가. 기종명 : 토양소독기
 나. 형식명 : BG-1500SD
 다. 형식 및 규격 : 트랙터부착형, 4 조

3. 시험번호 : 22-KOATMP-727

4. 시험성적 : 불입

「한국농업기술진흥원 분석시험 의의 및 처리규칙」 제4조 제2항에 따라 시험 신청한 기대에 대한 성능시험 성적입니다.

2022년 12월 15일

한국농업기술진흥원



시험 성적

1. 기종명 : 토양소독기
2. 시험번호 : 22-KOATMP-727
3. 형식명 : BG-1500SD
4. 형식 : 트랙터부착형
5. 규격 : 4 조
6. 시험성적



6.1 구조

6.1.1 기체의 크기

· 길이 : 2 700 mm
 · 폭 : 2 220 mm
 · 높이 : 1 310 mm

· 중량 : 955 kg

6.1.2 주입용 펌프

· 형식 : 다이아프렉식
 · 분사압력 : 196 kPa
 · 실린더의 직경×행렬 : 없는 구조임

6.1.3 약액주입장치

· 주입조수 : 4 조
 · 주입폭 : 108 cm
 · 주입액 : 혼중토양소독제
 · 주입방식 : 경사식
 · 주입노즐 내경×개수 : Ø2.5 mm × 4 개
 · 주입량 : 0.04 L/m²(규격 및 성능설명서에 의함)
 · 주입분 길이 : 29 cm
 · 주입깊이 조절방식 : 위치변경식(7단)
 · 주입깊이 조절범위 : 20 cm
 · 주입간격 조절범위 : 4 cm

22-KOATMP-727

6.1.4 약액탱크

· 재질 : 반투명 플라스틱
 · 용량 : 200 L
 · 관량배출장치 : 관량배출밸브 개폐식
 · 역류방지장치 : 체크밸브

6.1.5 작업기 취부장치 및 연결장치

· 3점 지지장치 : 농업용차용형트랙터 후방 3점지지장치 (KS B ISO 730)규격 중 Cat.1형에 적합

6.1.6 부착동력기

· 기종명 : 농업용트랙터
 · 형식명 : MT4.68
 · 제조사 : LS엔트론㈜

7. 시험제품 개요

본 기대는 트랙터부착형 토양소독기로 규격은 4 조이고 약액주입장치의 주입액은 혼중토양소독제이고, 주입깊이 조절방식은 위치변경식임

8. 시험결과

본 시험성적은 「분석시험의의 및 처리규칙」 제5 조제 2 항의 규정에 따라 실시한 성능시험 성적으로 입제가 제시한 시험방법에 따라 실시되었음

책임연구원
김관수

선정연구원
유재현

유재현

전자세금계산서				승인번호	20210714-41000096-79658430						
공 급 자	등록 번호	503-81-44205		종사업장 번호		공 급 받 는 자	등록 번호	214-81-08779		종사업장 번호	
	상호 (법인명)	(주)불스		성명	남영조		상호 (법인명)	(주)경농		성명	이병만
	사업장 주소	경상북도 성주군 용암면 성암로 1272					사업장 주소	서울특별시 서초구 효령로77길 28			
	업태	제조업	종목	농업용기계 외			업태	제조업,서비스업	종목	농약,무역	
	이메일	bulls954@naver.com					이메일	jlee1@dongoh.co.kr			
작성일자	공급가액		세액		수정사유	비고					
2021-07-14	96,000,000		9,600,000		해당없음						
월	일	품목	규격	수량	단가	공급가액	세액	비고			
07	14	농업용트랙터부속작업기/토양소독기		8	12,000,000	96,000,000	9,600,000				
합계금액		현금	수표	어음	외상미수금		이 금액을 (청구) 함				
105,600,000					105,600,000						

본 인쇄물은 국세청 홈택스(www.hometax.go.kr)에서 발급, 또는 홈택스로 전송된 전자(세금)계산서입니다.

발급사실 확인은 상기 홈페이지의 <조회/발급> 전자세금계산서> 제3자 발급사실 조회"를 이용하시기 바랍니다.

[뒷면지]

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 첨단농기계산업화기술개발사업 “**토양 소독제 지중 살포 기계화 기술 산업화 연구**” 연구개발과제 최종보고서이다.
2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부(농림축산식품기술기획평가원)에서 시행한 첨단농기계산업화기술개발사업의 결과임을 밝혀야 한다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 된다.