

시설 농장 무선 원격 방제를 위한 자동 방제 시스템 개발

Development of Semi-Automatic Pesticide Sprayer for Rose Horticulture System - Development of Spraying System

*#김경철¹, 양형안¹, 유범상²

*#K. C. Kim(kkcsmole@chonbuk.ac.kr)¹, C. W. Yang¹, B. S. Ryuh²

¹ 전북대학교대학원 정밀기계공학과, ² 전북대학교 기계시스템공학부

Key words : Automation pesticide, Agriculture automation, Agriculture robot, Spray system, PDA(Particle Dynamics Analysis)

1. 서론

최근 농업 분야는 FTA의 체결로 농산물의 국제 경쟁력 확보가 필요한 시점이다. 하지만 우리나라의 경우 경영구조가 영세하고 규모 확대를 통한 생산비 절감도 어려운 현실이다. 농업 환경에 질적인 변화를 줄 수 있는 농업 자동화는 농업 분야의 경쟁력 확보 및 미래 농업을 대비한 기초 기술이 될 것이다.

특히 농약 방제는 해독성으로 인한 기피 대상의 작업으로 노동력이 부족한 실정이다. 장미화훼는 고부가가치 시설 농업으로 재배에서 가장 중요한 부분은 해충의 방제이며, 잎 뒷면에 붙은 응애 등을 방제하는데 많은 작업량을 필요로 한다. 이에 직접 이동하며 해충에 가까운 위치에서 최적의 방제를 할 수 있는 자동 방제기를 개발 하고자 한다.

2. 농장 현황 및 시스템 구성

자동 방제 시스템을 개발하기 위해서 자동 방제시스템이 사용되어질 농장에 대한 요구도 조사를 통하여 시스템의 개념 설계를 하였다. Fig. 1은 본 시스템이 사용되어질 장미 농장의 모습이다.

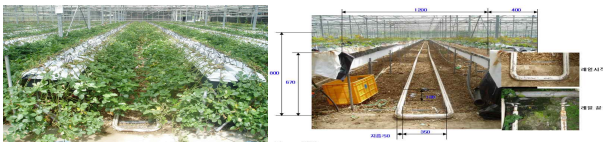


Fig. 1 Rose horticulture

농약의 접촉률 향상과 농작물의 손실을 고려하여 불대의 각도 조절이 가능해야 한다. Fig.2처럼 장미 해충(응애 등)은 장미 잎의 후면 부분에 위치하기에 농약 살포 시 아랫부분에서 상부를 향해 미스트 분무를 해야 한다.



(a) Appearance of vine rose (b) Appearance of blight rose
Fig. 2 Appearance of vine and blight rose

이러한 조건을 충족하기 위해서 본 시스템은 구조부, 제어부, 방제부로 구성 되어 있으며, 본 논문에서 다루고자 하는 방제부는 농장의 환경을 고려한 방제 불대, 일반 분무와 미스트 분무 위한 선택적 노즐 바디, 방제를 위한 노즐, 선택적 방제를 위한 자동 밸브 장치, 제어를 위한 제어부로 구성된다.

3. 자동 방제 개념 설계

농장 시설을 고려하여 방제 분무기 크기 및 형상을 설계 하였으며, 방제 필요 유량을 통하여 노즐의 위치 및 개수를 선정하였다. 장미 시설의 경우에는 농약과 물의 비율을 1:1000으로 하여 500ℓ의 양을 1구간(60m)를 양쪽에 대해, 9구간 이동하는데 이는 1080m의 거리에 대해서 방제하는 것이다. 무선 원격 기구부의 속도(1.1m/s)를 고려하여 필요 유량을 계산해 보았다.

$$1080(m) \div 1.1(m/s) \approx 982(s) \approx 16.37(\text{min}) \quad (1)$$

$$500(l) \div 16.37(\text{min}) \approx 30.5(l/\text{min}) \quad (2)$$

선택적 방제를 위하여 방제 노즐의 Body는 가변 할 수 있어야 하며, Table1의 내용은 방제 노즐을 선정하는 기초 자료이다.

Table 1 Comparison of measured roughness data

구분	사용약제	살포입자범위	제적공간직경
보통분무	약제	400 ~ 1200	800
고운분무	약제	155 ~ 440	220
연무	약제	0.5 ~ 50	4
미스트	약제, 분재	30 ~ 100	40
미량살포	약제	40 ~ 140	70

방제 노즐은 Spray system社의 Teejet Nozzle 중에서 방제 유량과 살포 입자의 범위를 고려하여 선정 하였다. 선정된 Nozzle XRC8002-VS 와 TP8004EVS는 다음의 성능 평가를 통하여 검토 하였다.

4. 노즐 성능평가

분무 노즐의 성능 평가는 노즐의 유량과 입자 크기에 대한 실험을 실시하였다. Fig. 3은 유량 측정 모습이며, 1분 단위로 1bar에서 5bar 까지 각 3회씩 측정 하였다.



Fig. 3 Mass flow rate test of nozzle

Table 2는 테스트 결과에 대한 평균 유량 값을 나타내고 있다.

Table 2 Average mass flow rate of nozzle

Pressure (bar)	$P^{1/2}$	XRC8002-VS Mass flow rate (kg/min)	TP8004EVS Mass flow rate (kg/min)
1bar	1.000	0.457	0.982
2bar	1.414	0.650	1.363
3bar	1.732	0.791	1.622
4bar	2.000	0.913	1.872
5bar	2.236	1.003	2.067

$$P = \rho h \quad Q = Av \quad v = \sqrt{2gh} \quad Q = A\sqrt{2g\frac{P}{\rho}} \quad (3)$$

유량과 압력은 $Q = K\sqrt{P}$ 로 표현된다. Fig. 4는 선형적으로 잘 나타나는 것을 확인 할 수 있다.

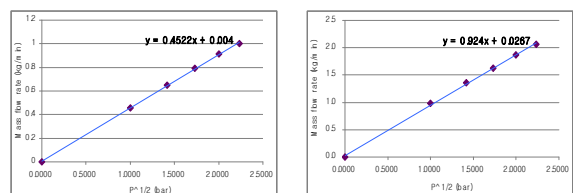


Fig. 4 Mass flow rate of nozzle

살포 입자 크기에 대한 실험으로 Dantec dynamic社의 PDA(Particle Dynamics Analysis) 장비를 이용하여 측정 하였다. PDA는 광학적 기술을 이용하여 입자의 크기와 속도를 측정하는 장비이며, Fig. 5는 PDA 장비의 측정원리를 보여 주고 있다.

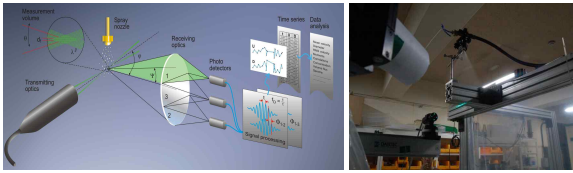


Fig. 5 Principle of PDA system

테스트는 압력별로 2bar에서 5bar 까지, 노즐 끝단과 측정 detector 까지 거리를 30~60cm 10cm 간격으로 측정 하였다. 데이터 수집은 10,000 개를 했으며, 데이터 수집 시간은 150s로 하였다. Fig. 6은 압력, 거리별 체적 중간 지점에서의 입자크기를 보여주고 있는 그래프 이다.

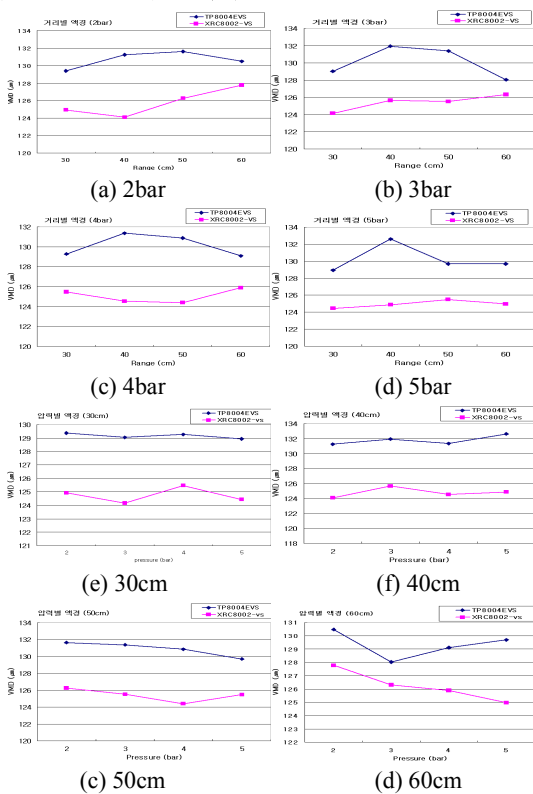


Fig. 6 Pressure & Distance classified particle size

체적 중간 지점에서의 입자크기는 부피에 대한 50%에 해당하는 부분의 액적의 크기 이다. TP8004EVS는 약 128~135µm의 크기, XRC8002-VS는 약 120~125µm의 크기를 보여 주고 있다.

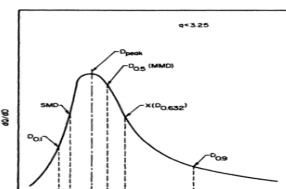


Fig. 7 Locations of various representative diameters

5. 자동 방제 상세 설계 및 제작

해충(응애 등)은 잎의 후면에 달라붙기 때문에 Fig. 8과 같이 아래 부분에서 상부를 향해 미스트 분무가 가능하도록 하였으며, 일반 분무는 중앙에 수직으로 위치하여 좌우 방향으로 분무가 되도록 하였다. 분무 높이 조절을 위한 착탈 기구, 방향 조절이 가능하도록 볼 조인트 사용하여 설계하였다.

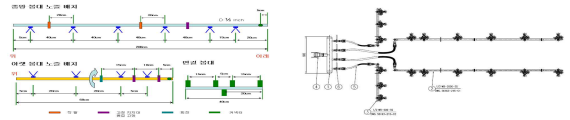


Fig. 8 Design of pest

총 4개의 분대를 선택적인 방제를 위해서 중앙 분기통에서 각 분대로 연결 되는 부분에 전동식 볼 밸브를 사용하여 On/Off 할 수 있도록 하였으며, Fig. 9의 제어 보드를 이용하여 무선 리모컨과 블루투스 통신을 통해 원격 제어가 가능하도록 하였다.

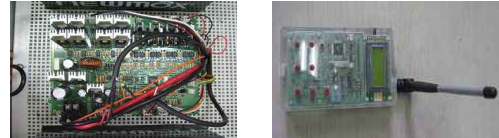


Fig. 9 Control board & Remote controller

시설 농장의 요구도가 반영된 방제 기구부와 Nozzle의 성능 평가, 자동 제어장치로 구성된 방제부를 제작하였다. Fig. 10은 완성 조립된 무선 원격 방제 시스템의 모습이다.

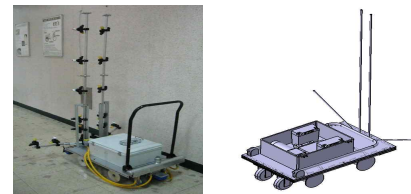


Fig. 10 Semi-automation sprayer system

6. 결론

본 시스템은 대내외적으로 급격하게 변화하는 농촌 환경에 도움이 되기 위해 개발한 무선 원격 방제기이다. 시설 농장에 대한 현장 분석을 통해서 개념 설계를 하였다.

본 시스템을 통하여 초기 발전 단계의 농업 자동화에 이바지 할 수 있으며, 정밀 방제 및 선택적 방제 기술에 대한 새로운 방법을 제시 하였으며, 농약 방제의 새로운 기술 형태를 제시 하였으며, 미래 농업을 대비한 기술력을 확보 할 수 있는 기반이 될 것이다.

Table 3 Economic benefit

	개발 전	개발 후	비고
필요 인원	5명	1명	
인건비	300,000	60,000	1일
작업 시간	12시간	3시간	500L
국산화	전무		

※ 1개소 하우스 적용 시

Table.3과 같은 경제적 이득을 통하여 농가의 노동력 부족을 해결하고, 농작물 가격 경쟁력을 확보 할 수 있는 시스템이다.

후기

본연구는 08년도 산학연공동기술개발 지원사업 개발 과제에 일환으로 수행되었음을 알려드립니다.

참고문헌

1. 김경철, 박지인, 유범상, “농업 자동화를 위한 지능형 농업용 로봇 개발” 제 3회 한국 자능로봇 학술대회, 41-44, 2008
2. 조국현, "정밀농업에 대한 소개", 농어촌과환경 제13권 제2호 통권 제79호, 123-128, 2003
3. Arthur H. Lefebvre, "Atomization and sprays" Hemisphere publishing co., 91-99, 1989