

박과종자용 진공노즐식 파종기 개발

- 종자보충·정렬장치의 성능시험 -

Development of Vacuum Nozzle Seeder for Cucurbitaceous Seeds
- Performance Test of Seed Replenishing and Arraying Device -

김동익* 장유섭* 김종구* 김현환* 이동현*
정희원 정희원 정희원 정희원

D. E. Kim Y. S. Chang C. G. Kim H. H. Kim D. H. Lee

1. 서론

농가에서는 재배하고 있는 과채류는 접목하지 않은 실생묘를 육묘하여 사용하거나 공정육묘장에서 실생묘 혹은 접목묘를 구입하여 사용하고 있으며, 특히 접목묘의 경우는 거의 대부분 공정육묘장에서 육묘된 모를 사용하고 있다. 수박, 오이, 참외의 박과채소는 연작장해의 피해를 줄이고 만할병을 방지하며 저온신장을 도모하기 위해서 접목재배를 많이 실시하고 있다. 또한 터널이나 노지 재배의 경우에는 접목을 하게되면 내습성을 높일 수 있다. 참외의 경우에는 세균이 많이 발달하지만 흡비력이 약하다. 그러나 대목으로 쓰이는 호박은 뿌리의 발달이 왕성할 뿐만 아니라 흡비력이 강하다.

시판되고 있는 자동파종기로 수박 종자보다 큰 종자를 파종하기에는 어려움이 있다. 접목묘의 대목으로 사용되고있는 종자들은 대립종이다. 대부분 사람이 손으로 파종하거나 트레이에 맞게 구멍이 뚫린 종자흡착판 아래에 육묘트레이를 놓은 후 종자를 진공으로 흡착시킨 후 진공을 해제하여 파종하는 반자동파종기를 사용하고 있다.

입자가 작은 종자와는 달리 입자가 큰 대립종자는 종자의 파종된 상태가 발아 후의 자엽의 전개방향과 성장에 있어서 매우 중요한 요소로 된다. 그러나 종자를 하나씩 수작업으로 파종하는 경우에는 작업효율이 낮고 일렬로 정렬하며 파종하는 것이 용이하지 않다. 일본에서는 떡잎이 겹치는 것을 피하기 위해서 트레이 육묘시 자동접목기에 적용가능하도록 종자를 정렬해서 파종하는 것이 추천되고 있다.

대립종자를 자동으로 파종하기 위해 박과종자용 진공노즐식 파종기를 개발하고 최적작동조건을 구명한 결과, 대목으로 사용되는 종자의 파종에 필요한 노즐구경은 1.5mm가 범용으로 사용가능한 것으로 나타났으며, 흡착부압이 8kpa이상일 때 만족할 만한 파종율을 나타내었으며, 최대 파종율은 97.6~98.8%로 나타났다.(김 등, 2002)

본 연구에서는 대립종자의 경우 자동파종기를 이용할 경우 종자가 커 바로바로 보충해 주어야 하는 문제점이 있어 이를 해결하기 위해 종자보충장치와 종자를 정렬해서 파종하는 정렬장치를 개발하고 성능시험을 실시하였다.

* 농촌진흥청 농업기계화연구소

2. 재료 및 방법

가. 파종기

그림 1과 같이 박과 종자용 진공노즐식 파종기는 종자호퍼, 종자보충장치, 벨트컨베이어, 파종정렬장치, 파종노즐부 등으로 구성되어 있다. 종자호퍼는 편심되어 회전하는 축과 호퍼 양측면을 로드로 연결하여 소형모터가 회전하면 진동하도록 되어 있다. 작동은 컨베이어에 의해 이송되어온 육묘트레이가 센서에 감지되면 종자호퍼내 종자를 파종노즐이 진공으로 흡착한 다음 후진하여 파종호퍼 위에 위치한 다음 파종호퍼에 떨어뜨려 자세를 잡은 후 혈공과 동시에 파종이 이루어지도록 되어 있다.

진공은 진공발생기에 의해 이루어지며, 파종기의 작동은 광센서, 진공센서, 근접센서에 의해 받은 신호를 PLC에 의해 연산처리하여 작동부인 공압실린더와 모터에 신호를 보내 이루어진다. 실린더 속도와 진공의 세기는 공압레귤레이터와 공압실린더에 장착된 스피드 컨트롤러를 조절한다.

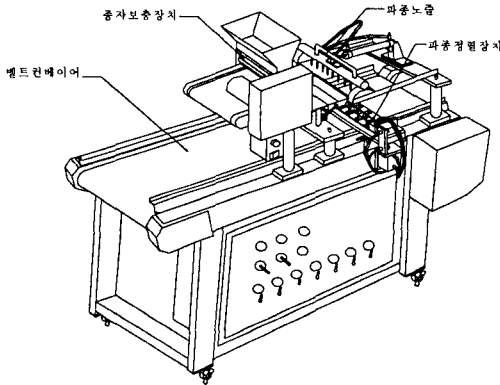


Fig. 1. Schematic diagram of vacuum nozzle seeder for cucurbitaceous seeds

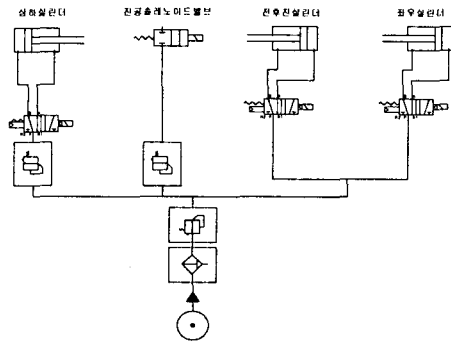


Fig. 2. Pneumatic circuit of vacuum nozzle seeder for cucurbitaceous seeds

그림 2는 공압장치 회로도로서 공압실린더는 파종정렬장치를 상하작동시키는 상하실린더와 파종노즐부를 전후진시키는 실린더 그리고 파종호퍼를 좌우로 벌려주는 실린더로 구성된다. 진공은 솔레노이드밸브에 의해 진공발생기로 들어가는 공기를 단속하여 제어된다.

나. 종자보충장치

종자보충장치는 홈롤러의 회전에 의해 종자를 보충해 주는 장치로 그림 3에서와 같이 종자호퍼의 바닥에 홈롤러가 회전되면서 종자가 배출되는 구조이며 배출구는 평판을 접철식으로 제작하여 자중에 의해 롤러가 정지해 있을 시에는 배출구가 자동으로 막히도록 하였다. 홈롤러는 직경이 60mm이고 홈의 폭이 7mm로 가공되었다. 종자배출량은 홈롤러의 회전속도로 조절된다. 종자보충장치는 자동으로 정지·가동을 반복하도록 하였으며, 약간씩 생기는

오차 보정은 자동으로 가동되고있는 중에도 수동으로 작동가능하도록 하였다.

다. 파종정렬장치

파종정렬장치는 종자 놓일 자리의 혈공과 파종, 정렬이 동시에 이루어지는 장치로 그림 4와 같이 1조로 구성된 중공의 사각꼴 형태로 제작하였으며, 호퍼가 장착된 가이드가 좌우로 슬라이딩됨으로써 호퍼가 개폐되도록 제작하였다. 호퍼에 떨어진 종자는 경사면을 따라 가로로 누이면서 방향이 정렬되도록 한 구조이다. 파종정렬장치의 작동은 종자가 호퍼안에 떨어진 후 호퍼는 하강하여 혈공을 하고 혈공한 후 좌우로 벌려 종자를 배출하고난 다음 다시 상승하여 다시 모아지는 과정이 1 사이클로 이루어진다. 파종기의 작동은 노즐막힘에 따른 진공도의 변화를 조사하여 센서On압력을 28mmHg로 설정하고 센서감지와 지연시간을 정하여 기준압력을 초과하거나 지연시간이 지나면 파종노즐이 종자호퍼 쪽으로 후퇴하도록 하였다.



Fig. 3. Replenishing device of seeds

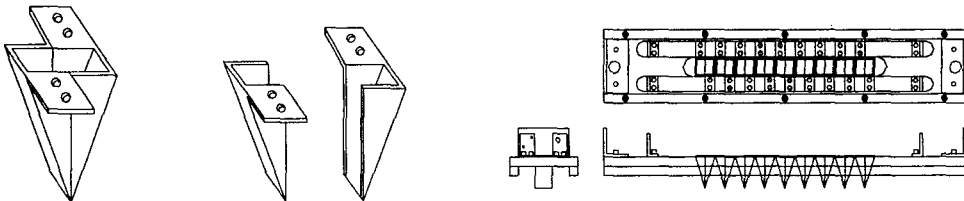


Fig. 4. The Shape of seeding hopper and view of seeding and arraying device

라. 실험방법

종자보충장치의 종자보충량은 회전속도를 5단계로 변화시키면서 배출량을 조사하였다. 회전속도는 디지털타코메타(HT3100)을 사용하여 측정하였다. 정렬성능은 파종작업이 완료된 후 종자의 놓인 정도로 판단하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 종자보충

롤러 회전속도에 따른 종자배출량의 변화는 그림 5에서 보는 바와 같다. 최소 회전단계에서 크기가 작은 종자는 초당 18개, 큰 종자는 11개 배출되었으며, 회전속도가 증가함에 따

라 종자배출량도 증가하였다. 종자배출량이 파종기에서 파종되는 양(초당 2.4개)보다 많아 종자보충 중에 정지시켜야 할 필요성이 대두되었다. 162공 트레이의 경우 트레이셀 열수가 18열이기 때문에 6회 작업 카운팅한 후 보충되도록 프로그램하였다. 표 1은 실험에 사용된 종자의 크기와 무게를 나타낸 것이다.

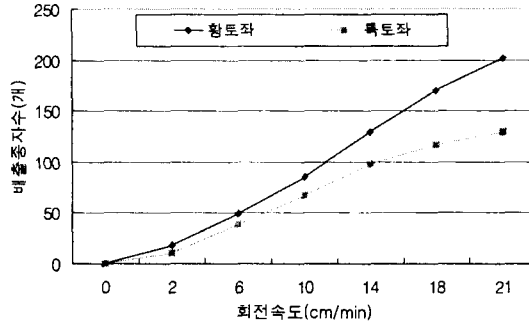


Fig. 5. The Shape of seeding hopper and view of seeding and arraying device

Table 1. Properties of the used seeds

Items	Length (mm)	Width (mm)	Thickness (mm)	Mass of 1,000grain (g)
종자A	15.27±0.48	8.45±0.28	3.37±0.31	145.8
종자B	16.21±0.75	9.37±0.32	3.84±0.3	189.9

나. 종자파종

표 2는 파종기의 파종성능을 나타낸 것이다. 개발한 파종기의 파종율은 작동조건설정을 센서감지와 지연시간을 0.5초로 한 경우가 98%로 다소 높게 나타났으며, 파종시간은 68.37 초/매 이었다. 지연시간은 1초로 한 경우에 1립파종율이 낮은 것은 2립파종율이 높아지기 때문이다.

Table 2. Performance of vacuum nozzle seeder

구 분	진공센싱 + 타임(1초)	진공센싱 + 타임(0.5초)	타임(0.5초)
1립파종율(%)	96.7	98	96.2
작업성능(초/매)	77.36	68.37	68.0

나. 정렬성능

흑종호박, 흑토좌, 참박 종자에 있어 종자의 정렬정도를 표 3에 나타내었다. 종자의 정렬 정도는 흑종호박이 95.2%, 흑토좌가 96.4% 양호한 것으로 나타났는데 참박은 이보다 낮은 89.4%로 나타난 것은 참박종자가 타원형의 다른 종자와는 달리 씨눈 반대쪽이 W모양으로 넓지않고 서있는 종자가 가끔 있기 때문이다.

Table 3. Arraying rate of seeds by arraying seeding

품종	양호	보통	불량
흑종호박	95.2	3.2	1.6
특토좌	96.4	1.6	2.0
참박	89.4	5.2	5.4

그림 6은 정렬과중한 경우와 정렬하지 않고 과중한 경우의 과중한 모습이다. 정렬과중의 경우 대체로 종자들이 가로방향으로 과중되어 있으며, 정렬하지 않고 과중한 것은 방향성 없이 과중되어 있다.

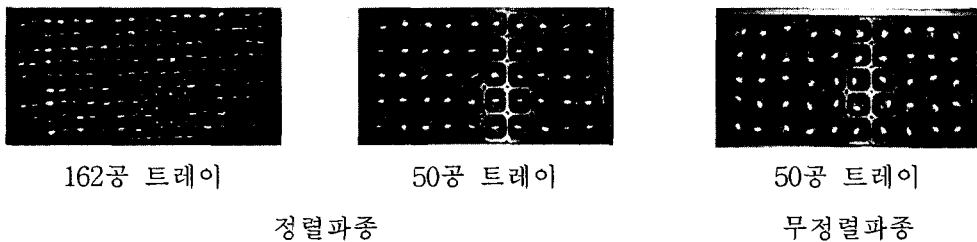


Fig. 6. Comparison between arraying seeding and normal seeding.

4. 요약 및 결론

진공노즐방식의 파종기로 대립종자를 자동파종할 경우 문제시되는 종자보충장치와 종자를 일정한 방향으로 정렬하여 파종하는 파종정렬장치를 개발하고 종자보충시험과 정렬성능 시험을 실시하였다.

1) 종자보충장치는 흡물러 회전배출방식으로 회전속도가 증가함에 따라 종자배출량도 증가하였다. 현 장치에서는 종자배출량이 파종기에서 파종되는 양(초당 2.4개)보다 많아 6열 작업 후 1초간 가동 후 정지하도록 프로그램하였다.

2) 파종노즐의 작동은 진공센서감지와 지연시간에 의해 이루어지며, 지연시간을 0.5초로 한 경우 파종율은 98%로 나타났으며, 파종시간은 68.4초 정도로 나타났다.

3) 종자의 정렬정도는 흑종호박이 95.2%, 특토좌가 96.4%가 양호한 것으로 나타났는데 참박은 이보다 낮은 89.4%로 나타났다.

5. 참고문헌

1. 김동익 등. 2002. 박과 종자용 진공노즐식 파종기 개발 - 진공노즐식 파종기의 최적 작동 조건 -. 한국농업기계학회 동계학술대회 논문집 7(1) : 236~241.
2. 민영봉, 김성태, 정태상. 2000. 진공노즐식 파종기의 최적 작동조건. 한국농업기계학회지 25(6) : 463~470.