

박과 종자용 진공노즐식 파종기 개발

-진공노즐식 파종기의 최적 작동조건-

Development of Vacuum Nozzle Seeder for Cucurbitaceous Seeds - Optimum Operating Conditions of Vacuum Nozzle Seeder -

김동역* 장유섭* 김승희* 이공인*
정희원 정희원 정희원 정희원

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

1. 서론

농가에서는 자가육묘한 모를 사용하거나 공정육묘장에서 육묘된 모를 사용하고 있다. 접목재배가 요구되는 수박, 참외, 오이와 같은 박과채소의 경우에는 자가육묘한 모를 사용하기도 하지만 접목하는 데 기술도 필요하고 접목 후 활착 등 재배관리가 어렵기 때문에 대부분 공정육묘장에서 육묘한 모를 사용하고 있다.

공정육묘장에 육묘되고 있는 수박, 참외, 오이의 경우에는 접목묘가 많다. 공정육묘장에서 접목묘의 대목으로 사용되고있는 종자들은 대부분 사람이 손으로 파종하거나 반자동파종기를 사용하고 있으며, 기존 보급되어 있는 일관자동파종시스템은 대립파종에는 잘 이용되지 않고 있는 실정이다. 따라서 접목묘의 대목으로 사용되고 있는 것과 같은 대립종자들의 파종도 자동화하여 파종은 물론 파종전후의 작업까지 일련의 과정을 자동화하는 것이 필요하다.

민 등(2000)은 상품화된 주사바늘을 변형한 노즐을 장착한 진공노즐식 파종기에서 고추, 오이, 무 종자에 대해 종자바닥판 진동에 의한 종자의 최적진동높이, 노즐 구경, 종자 흡착부압 등 최대파종율을 얻을 수 있는 작동조건을 구명한 바 있다.

본 연구에서는 대목종자의 파종을 자동화하기 위하여 박과 종자용 진공노즐식 파종기를 개발하고 대목종자에 대하여 최대파종율을 얻을 수 있는 작동조건을 구명하였다.

2. 재료 및 방법

가. 공시파종기

공시파종기는 진공노즐식 파종기 형태로 제작하였으며, 그림 1은 노즐의 형상과 파종장치의 개략도를 나타낸 것이다. 종자호퍼의 바닥판의 진동은 종자호퍼의 측면지지판에 공기모터의 축에 편심추를 단 진동기를 붙이고 공기압을 조절 회전수를 변화시켜 진동가속도를 조절하였다. 노즐대는 27.2mm의 스텐레스 파이프의 양 끝을 밀봉하여 제작하였으며, 우선 5조식, 9조식으로 제작시험하였다.

* 농촌진흥청 농업기계화연구소

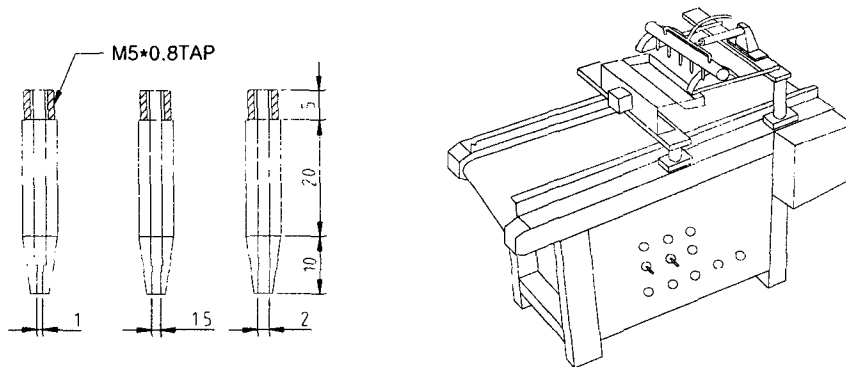


Fig. 1. The Shape of nozzle for seeder and view of Vacuum nozzle seeder

나. 시험종자

시험용 종자로는 최근에 수박의 대목으로 사용되고 있는 참박, 참외의 대목으로 사용되고 있는 특토좌 그리고 오이의 대목으로 사용되고 있는 흑종호박을 대상으로 시험하였는데, 각 종자의 크기와 1,000립 무게는 표 1에서 보는 바와 같다.

Table 1. Properties of the used seeds

Items	Length (mm)	Width (mm)	Thickness (mm)	Mass of 1,000grain (g)
참박	14.39±1.03	6.84±0.34	2.76±0.17	146.4
특토좌	16.21±0.75	9.37±0.32	3.84±0.3	189.9
흑종호박	17.66±1.28	10.78±1.03	2.58±0.3	197.2

다. 시험방법

종자호퍼의 바닥판 진동가속도의 세기와 흡착부압은 각각의 레귤레이터로 진동공기모터에 공급되는 공기압력과 진공이젝터에 공급되는 공기압력을 조정하여 변화시켰다. 진동가속도의 세기는 진동분석시스템(Dolch PAC PII)으로 측정하였으며, 흡착부압의 크기는 연결한 호스의 중간에 진공압력계를 설치하여 측정하였다.

노즐 구경은 1mm, 1.5mm, 2mm의 3종을 사용하였으며, 진동가속도의 세기를 3단계로, 흡착부압은 20, 40, 60, 80, 100mmHg의 5단계로 설정하여 실험을 수행하였다.

과중율은 각 처리당 5반복하여 평균치를 산정하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 참박종자의 과중율

그림 2는 참박종자의 흡착부압에 따른 노즐구경별 1립 과중율의 변화를 나타낸 것이다. 이 때 진동가속도의 최대치는 35.8m/s²이었다. 노즐 구경이 1mm이었을 경우에는 노즐 구경

이 1.5mm 나 2mm보다 파종율이 떨어졌다. 또한 노즐 구경 1mm, 1.5mm에서는 흡착부압이 증가함에 따라 파종율은 증가하였지만 노즐의 구경이 2mm이었을 경우에는 흡착부압이 증가함에 따라 파종율은 증가하다 5.31m/s²이상에서는 2립 이상의 파종구가 늘어나게 되어 파종율은 감소하는 경향을 나타내었다. 전체적으로 노즐 구경의 크기가 다른 요인에 비해 파종율에 미치는 영향이 크며, 노즐 구경 1.5mm에서 양호한 파종율을 나타내었다.

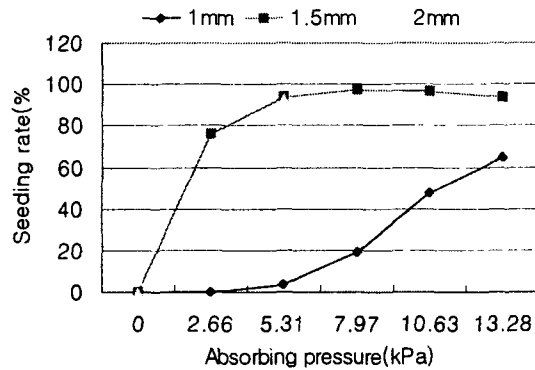


Fig. 2. Seeding rate of the calabash gourd 'FR-Dantos' (*Lagenaria siceraria* Standl.)

나. 특토좌종자의 파종율

그림 3은 특토좌종자의 흡착부압에 따른 노즐구경별 1립 파종율의 변화를 나타낸 것이다. 이 때 진동가속도의 최대치는 35.8m/s²이었다. 흡착부압이 증가함에 따라 파종율은 증가하였는데 노즐 구경이 1mm이었을 경우에는 노즐 구경이 1.5mm 나 2mm보다 파종율이 떨어졌으며, 흡착부압이 낮은 상태에서 노즐구경이 큰 쪽이 파종율이 더 좋은 것으로 나타났다. 전체적으로 노즐 구경의 크기가 다른 요인에 비해 파종율에 미치는 영향이 크며, 노즐 구경 1.5mm, 2mm에서 양호한 파종율을 나타내었다.

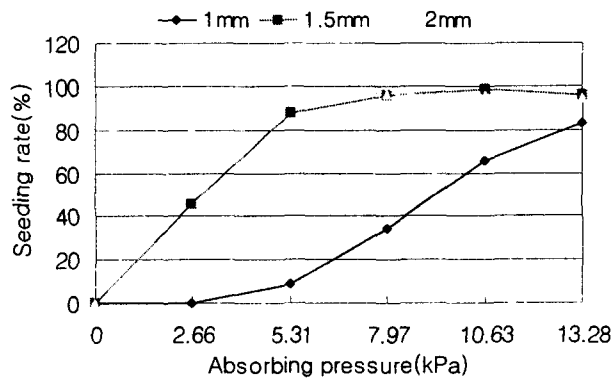


Fig. 3. Seeding rate of the gourd 'Tuktozwa' (*Lagenaria siceraria* Standl.)

다. 흑종호박종자의 파종율

그림 4는 흑종호박종자의 흡착부압에 따른 노즐구경별 1립 파종율의 변화를 나타낸 것이다. 이 때 진동가속도의 최대치는 35.8m/s^2 이었다. 흡착부압이 증가함에 따라 파종율은 증가하였는데 노즐 구경별 전체적인 파종율은 1mm, 1.5mm, 2mm 순으로 높았다. 전체적으로 노즐 구경의 크기가 다른 요인에 비해 파종율에 미치는 영향이 크며, 노즐 구경 2mm, 1.5mm에서 양호한 파종율을 나타내었다.

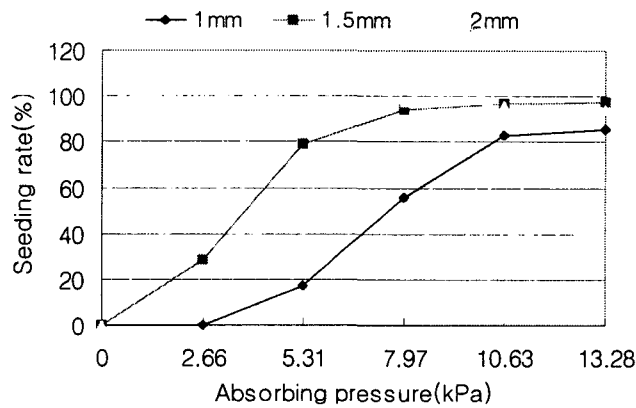


Fig. 4. Seeding rate of the Malaba gourd 'Hukjong' (*Cucurbita ficifolia*)

라. 진동가속도별 파종율

그림 5는 노즐 구경 1.5mm일 때 흡착부압에 따른 진동가속도별 1립 파종율의 변화를 나타낸 것이다. 각 품종에서 흡착부압이 증가함에 따라 파종율이 증가하였는데 최대 진동가속도에 따른 영향은 크지 않은 것으로 나타났다.

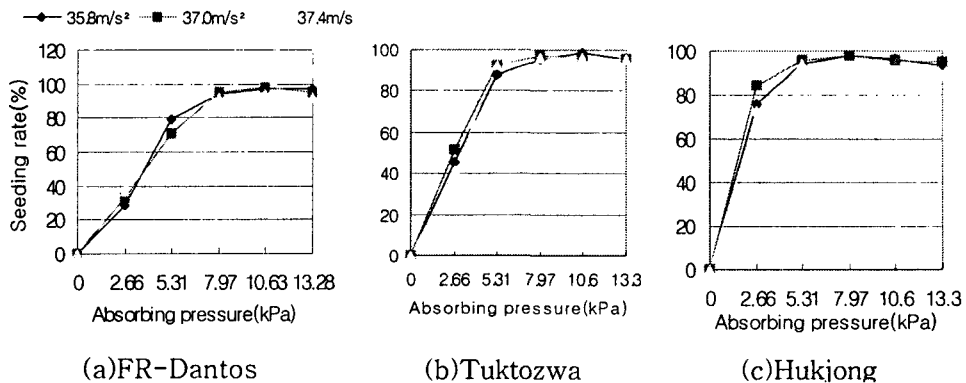


Fig. 5. Seeding rate by the peak of vibration acceleration

마. 파종노즐 개수별 파종율

그림 6은 참박종자를 대상으로 노즐개수별 1립 파종율의 변화를 나타낸 것이다. 압력이 낮은 경우에는 노즐 개수가 많은 쪽이 파종율이 낮았으나 5.31kPa이상에서는 약간 낮은 값을 나타내 부착압력이 높아지면 노즐개수에 따른 영향은 크지 않은 것으로 나타났다.

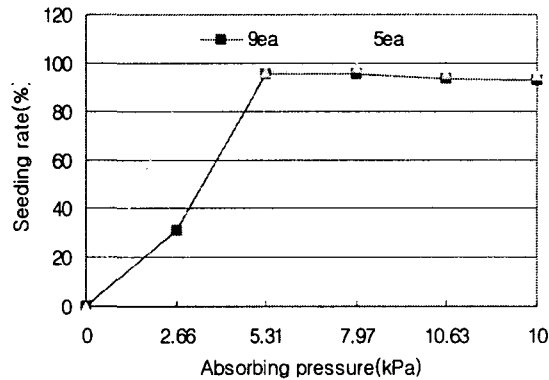


Fig. 6. Seeding rate by the number of nozzle

바. 최적 작동조건

표 2는 종자별, 흡착부압별, 노즐구경별 파종율을 나타낸 것이다. 참박은 노즐구경 1.5mm, 흡착부압 7.97kPa에서 97.6%로 나타났으며, 특토좌는 노즐구경 1.5mm, 흡착부압 10.63kPa에서 98.8%로 나타났다. 흑종호박은 노즐구경 2mm, 흡착부압 5.31kPa에서 97.6%로 나타났으며, 1.5mm에서 흡착부압은 구경 2mm 보다 높아 13.28kPa에서 97.2%의 파종율을 나타내었다. 그런데 종자가 커지고 무거워짐에 따라 노즐의 구경이 큰 것이 유리한 것으로 나타났다.

민 등(2000)이 제시한 최대파종율을 나타내는 흡착부압 $P = \eta \cdot 4W / \pi d^2$ 와 잘 부합하였는데 표2의 시험결과를 이용하여 계산하면 민 등(2000)이 제시한 고추종자, 오이종자, 무종자에 대한 여유계수보다 1/10값인 $\eta \approx 10$ 으로 나타났다.

Table 2. Optimum operating conditions for the Vacuum nozzle seeding

Seeds	Diameter of nozzle (mm)	Absorbing pressure (kPa)	Seeding rate (%)
FR-Dantos	1.5	7.97	97.6
Tuktozwa	1.5	10.63	98.8
Hukjong	2.0	5.31	97.6
	1.5	13.28	97.2

4. 요약 및 결론

진공노즐방식의 파종기로 파종작업할 경우 박과채소의 대목으로 사용되고 있는 대립종자들의 최대파종율을 얻기위하여 참박, 특토좌, 흑종호박 종자에 대한 파종시험을 실시하였다.

1) 적정한 노즐구경과 흡착부압은 참박종자가 1.5mm, 7.97kPa, 특토좌종자가 1.5mm, 10.63kPa, 흑종호박종자가 2.0mm, 5.31kPa과 1.5mm, 13.28kPa로 나타났다.

2) 최적작동조건에서 참박종자, 특토좌종자 및 흑종호박 종자의 최대 파종율은 97.6%, 98.8% 및 97.6%로 나타났다.

3) 종자가 커지고 무거워짐에 따라 노즐의 구경이 큰 것이 유리한 것으로 나타났는데, 대목으로 사용되는 종자에서는 1.5mm노즐을 범용으로 사용가능하다는 결론을 얻었다.

4) 노즐개수가 많아지면 부착압력이 낮을 경우에는 파종율에 차이가 있었지만 부착압력이 높아지게 되면 파종율의 차이는 약간 낮아졌다.

5) 참박, 특토좌, 흑종호박 종자의 최대파종율을 나타내는 흡착부압 $P = \eta \cdot 4W / \pi d^2$ 로 나타낼 수 있고 여유계수 $\eta \approx 10$ 으로 나타났다.

5. 참고문헌

1. 민영봉, 김성태, 정태상 2000. 진공노즐식 파종기의 최적 작동조건. 한국농업기계학회지 25(6) : 463~470.
2. 伊藤道秋, 端 俊一, 岡村俊民. 1985. 吸引式播種装置に関する研究. 일본농업기계학회지 37(4) : 526~532.