

우레탄 스펀지 배지용 파종장치 개발

Development of a Seeder for Urethane Sponge Growing Vegetables

장유섭* 김동익** 김현환* 김종구* 이동현** 김성기*
정희원 정희원 정희원 정희원 정희원 정희원
Y. S. Chang D. E. Kim H. H. Kim J. K. Kim D. H. Lee S. K. Kim

1. 서 론

우리나라에서는 수경재배 면적이 617ha로 90년 이후 크게 증가하였으며, 식물공장에 관한 기술개발이 연구초기 단계로서 작물재배·주간조절시스템·광원 등과 관련한 기초연구가 이루어지기 시작하였다.

식물공장에서는 파종·발아·정식·조간조절·수확·포장 등의 재배작업과정 중에 파종장치는 사용배지가 원예용 상토 또는 우레탄스펀지배지에 따라 파종하는 방식이 다르게 된다.

종자를 흡인하여 배지에 공기압을 가해 강제 낙하시키는 노즐식 파종장치와 대량생산을 위해 원통형 회전드럼에 종자를 흡착시켜 파종하는 파종장치가 개발되어 사용되고 있다. 또한, 우레탄 매트용으로 개발된 파종장치는 종자를 흡착한 Picker가 하강하여 노즐이 매트표면에 닿으면 Push bar가 우레탄 매트 표면을 눌러 매트를 벌려주고 그 다음 벌어진 매트 속에 노즐에 흡착된 종자를 압인하는 파종장치가 구주전력에 의해 개발된 바 있으며, 국내에서 개발된 파종장치는 컨베이어 벨트 이동방식으로 정지 간에 진압, 파종 및 복토가 이루어지므로 정밀파종이 가능하며 노즐 막힘 방지장치가 있어 식물공장에 이용될 수 있다.

따라서 본연구에서는 우레탄스펀지에 파종이 가능하도록 하기위해 우레탄스펀지를 누르고 벌릴 수 있는 배종관과 드롭가이드를 개발하여 기존의 파종기 몸체에 설치하는 방식으로 개발하여 성능시험을 수행하였다.

2. 재료 및 방법

가. 파종장치 설계 및 제작

식물공장에 적합한 파종장치는 재배포트에 정식할 수 있는 우레탄스펀지에 파종할 수 있는 장치와 재배포트에 상토를 넣은 후 파종할 수 있는 장치로 구분하여, 파종용 배지의 종류에 따라 파종이 가능하도록 하였다.

우레탄 스펀지에 종자를 파종하기 위해서는 우레탄스펀지에 만들어진 +자형 파종 홈을 벌린 다음에 종자는 떨어뜨린 다음에 오므리게 하는 장치가 필요하다. 파종장치에 사용될 우레탄 스펀지의 규격은 27×27mm이고, +자형 홈은 10mm이며, 그림 1에서 보는 바와 같이 종자 파종 홈을 벌릴 수 있는 장치를 설계 하였다.

* 농촌진흥청 농업공학연구소 생산기반공학과

** 농업공학연구소 이용기술공학과

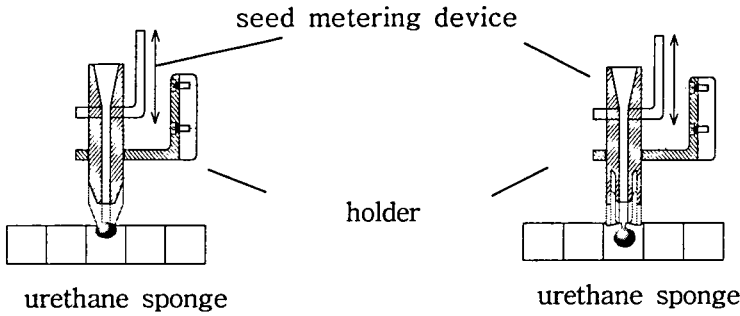


그림 2 Figure of urethane sponge for growing vegetables

파종장치는 그림 2에서 보는 바와 같이 조수를 7개로 하였으며, 공압에 의해 상하 작동되어 노즐에서 떨어지는 종자가 종자유도관에 안착되도록 하였다. 종자유도관의 외부돌기기에 의해 우레탄 스펀지의 흡을 벌여지게 하여 종자가 종자 흡에 떨어지도록 하였다.

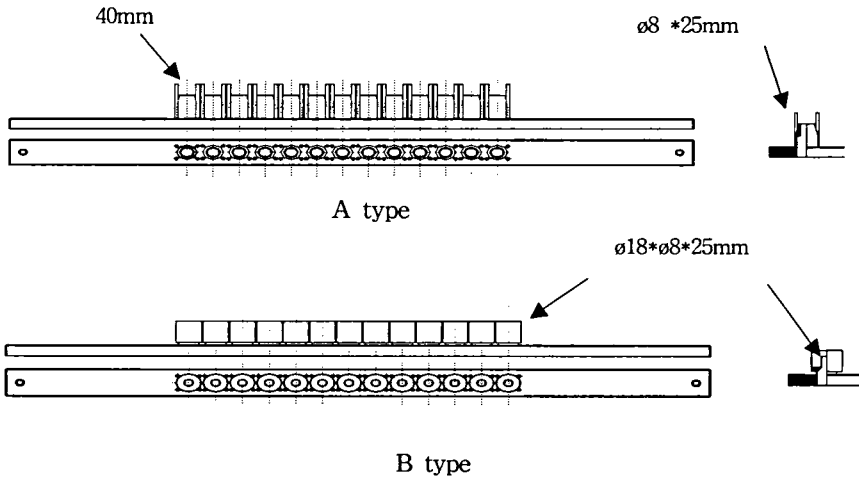


Fig. 3 Figure of seed metering device

나. 성능시험

우레탄 스펀지의 파종성능 시험은 파종 조간과 주간을 각각 23mm로 고정시킨후 공시배지로 폭 299mm, 길이 483mm, 높이 30mm의 규격의 우레탄스펀지를 사용하였으며, 종자는 청치마상추로서 코팅종자와 무코팅 종자를 공시하였으며, 처리내용은 파종종자의 종류나 성능에 영향을 미치는 노즐의 흡입압력과 배출 압력별로 요인시험을 실시하였고, 이때의 종자부착, 종자배출 정도 및 파종율을 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 우레탄스펀지 파종장치 요인시험

기존의 파종 장치의 노즐, 드롭가이드, 배종관판 등을 우레탄 스펀지에 종자를 파종할 수

있도록 개량하기 위하여 그림4에서 보는 바와 같이 기존의 파종장치로 먼저 노즐의 흡입압력별, 노즐의 배출 압력별 종자의 흡·배출 등의 요인시험을 실시하였다.

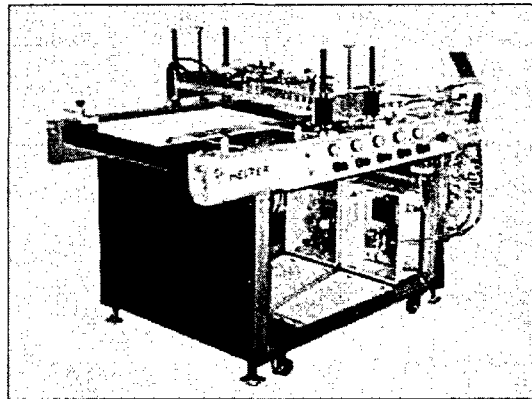


Fig. 4 Figure of existing stepping seeder

(1) 파종노즐의 흡입압력별 종자부착 정도

파종 노즐의 종자부착 압력을 구명하기 위하여 노즐 흡입압력을 0.5~3.0kg/cm²의 범위에서 6수준을 두어 시험하였으며, 공시종자는 청치마상추였다.

노즐의 흡입 압력이 0.5~3.0kg/cm²범위에서 증가함에 따라 청치마 상추의 종자의 부착율은 50%~100%로 증가하였다. 노즐의 종자흡입 압력이 2.0kg/cm²일 경우 청치마 상추의 종자가 전부 부착되는 것으로 나타났다.

Table 3. Seed adhere ratio by suction of seeding nozzle

Nozzle suction	0.5 kg/cm ²	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
Adhere seed no.	6.5 (0.67)	11.4(1.43)	12.9(0.30)	13.0(0)	13.0(0)	13.0(0)
Non-adhere no.	6.5	1.0	0.1	0	0	0
Adhere ratio(%)	50.0	87.7	99.2	100	100	100

() : STD, Discharge pressure : 0.3 kg/cm²

(2) 노즐의 배출압력별 종자 배출

노즐이 종자를 흡입하여 드롭가이드에 종자를 떨어뜨리는데 필요한 종자 배출 적정 압력을 구명하기 위하여 배출 압력을 0~0.4kg/cm² 범위에서 5수준의 성능 시험을 실시하였다. 노즐의 배출압력을 0~0.4kg/cm²범위에서 증가함에 따라 청치마 상추의 종자 배출율이 46.2~100% 범위에서 배출압력이 다소 증가하여도 종자 배출이 급격히 상승하는 것으로 나타났다.

(3) 파종장치의 파종성능

공시 우레탄 스펀지는 그림 5에서 보는 바와 같이 배지 규격이 폭 299, 길이 483, 높이

30mm이며 배지 1개인 규격이 가로 23, 세로 23, 높이 30mm 인 배지를 사용하였고, 공시종자는 청치마상추였다.

Table 4. Seed discharge ratio by air discharge pressure

Nozzle discharge pressure	0 (kg/cm ²)	0.1	0.2	0.3	0.4
Discharge seed no.	7(1.52)	12(0.6)	13(0)	13(0)	13(0)
Non-discharge seed no.	7	1	0	0	0
Discharge ratio(%)	46.2	92.3	100	100	100

() : STD, Adhere pressure : 2.5 kg/cm²

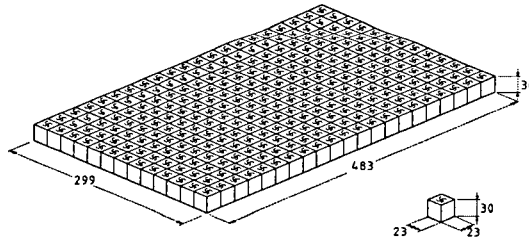


Fig. 5 Figure of urethane sponge

기존의 파종장치의 배종판을 그림 2와 같이 수준으로 하여 819주를 파종하였을 경우 파종 성능 A타입이 5.5%, 결주 94.5%로 우레탄 스펀지 사이에 종자를 거의 파종할 수 없었으며, B타입의 경우 파종률이 94.9%, 결주율이 5.1%로 매우 양호 하였다.

Table 5 . Seed performance of urethane sponge seed device

	Seed no. (ratio %)	Non-seed no.(ratio %)	total seed no.
A type	45 (5.5%)	774 (94.5%)	819
B type	777(94.9%)	42(5.1%)	819

나. 우레탄 스펀지용 파종장치의 작업 성능

파종장치의 시험결과 원통형 타입(B)로 배종판을 설치하였으며, 시험조건은 주 공압을 3.0 kg/cm², 노즐 흡입압 2.0kg/cm², 배출압 0.4kg/cm²로 설정하고, 청치마 상추를 공시종자로 하여 성능시험을 실시하여 인력과 대비하였다. 인력으로 파종할 경우 우레탄 스펀지배지 10매 파종에 3사람이 평균 97.8분이 소요되어 총 작업시간은 293.4분이었고 시간당 2매 정도 파종할 수 있다. 파종기로 파종할 경우 우레탄 스펀지배지 10매 파종에 4.8분이 소요되며, 시간당 125매를 파종할 수 있다.

한편 표 6에서 보는바와 같이 파종 정밀도면에서는 인력은 99.6% 파종율로서 1립 파종율이 99.3%, 2립 0.3%로 1주가 결주되어 파종정도가 매우 좋았으며, 기계파종의 경우 파종율이 94.1%로 1립 파종 88.3%, 2립 파종 4.0%, 3립 파종이 1.8%로 나타났고, 결주가 5.9%로 나타났다. 실제 우레탄 스펀지 배지에 종자를 파종하는 것은 매우 힘들고 어렵기 때문에 인

력작업은 정밀도가 높아도 작업이 매우 힘들기 때문에 기계작업이 생력화할 수 있다.

Table 6. Working performance of seeder and manual work

Item	Seeder	manual
Seeding 10sheets (min)	4.8	293.4 (97.8min×3man)
Sheets per 1hour	125	2
Index	61	1

Table 7. Seeding accuracy of seeder and manual work

Item	Seeding grains			seeding rate	missing seed	rate of seeding(%)	rate of missing seed(%)
	1	2	3				
manual	271 (1.22)	1 (0.78)	-	272 (0.66)	1 (0.66)	99.6	0.4
Seeder	241 (12.4)	11 (9.1)	5 (2.3)	257 (6.1)	16 (6.1)	94.1	5.9

* () : STD.

4. 요약 및 결론

본 연구는 식물생산공장에 적용할 수 있는 파종기를 개발하기 위하여 우레탄스펀지에 파종하는 장치와 포트나 트레이 파종하는 장치를 개발하고 시험한 결과를 요약하면 다음과 같다.

가. 엽채소의 소립종자를 파종하기 위해 파종장치의 주공압압력은 3.5kg/cm² 이상, 노즐의 종자흡입압은 2.0kg/cm² 이상, 종자배출압 0.3kg/cm² 이상, 종자통 진동압은 1.5kg/cm² 이상이 결주를 없앨 수 있다.

나. 우레탄스펀지에 819주를 파종할 경우 파종성능 A타입이 5.5%, 결주 94.5%로 거의 안되었고, B타입의 경우 파종성능이 94.9%, 결주 5.1%로 매우 양호 하였다.

다. 우레탄 스펀지 배지 파종장치(B)는 우레탄 273배지용에 파종할 경우 시간당 125매를 파종할 수 있어 인력의 2매에 비하여 61배 능률적인 것으로 나타났다

5. 참고문헌

1. 圓藤勝義, 1998, 徳島縣にできた 植物工場「吉野ベジタフアーム」, 施設園藝 1998(1), 28~31
- 2 伊藤道秋(michaki). 1976. 吸引式播種装置に関する研究. 農業機械學會誌 37(4). p526~532.
3. Awatif E. Hassan. 1981. Precision Drum Seeder for Uniform Spacing. TRANS. of the ASAE. p879-883.