

마늘파종기 개발에 관한 연구 (Ⅱ) - 마늘파종기의 설계요인 -

Development of a Garlic Clove Planter (Ⅱ) - Design factors for a garlic clove planter -

박원규	최덕규	김영근
정희원	정희원	정희원
W. K. Park	D. K. Choi	Y. K. Kim

ABSTRACT

Upright positioning of garlic cloves in mechanical planting has been considered as an essential process because pose of garlic affects not only initial budding and rooting of garlics but quality and yield. Due to the geometrical uniqueness and irregularity of garlic cloves in shape, manual planting operation has been conducted. The overall objective of this research was to determine design factors for designing a garlic clove planter. The results are summarized as follows :

1. A vibrating-type clove-metering device was designed and tested. Effects of tilted angle of metering plate and magnitude of vibration on metering performance were investigated. The successful planting rates of the metering device were 96.7% for Hanji varieties.
2. Clove upright-positioning device, posture inducer was designed and tested. When the clearance between the hoppers was set at 4mm, the rates of upright positioning of the device were 92.2% for with Hanji varieties.
3. Optimum metering performance was observed at the plate tilted angle of 80° with the posture type positioning device.

Keywords : Garlic clove planter, Garlic clove, Metering device, Upright-positioning, Planting.

1. 서 론

마늘재배에 소요되는 총노동투하시간은 종자준비에서 운반 및 저장까지 178.9~217.3시간/10a으로 주곡인 벼의 40.8시간/10a과 비교하면 약 5배가 된다. 이중 파종작업은 손으로 한립씩 일일이 심기 때문에 소요시간은 26.2~33.6시간/10a에 달하여 전체노동투하시간의 15%를 차지하고 있다(농촌진흥청, 1996). 이렇게 마늘의 파종작업은 막대

한 노동력과 인력이 소요되는 고역작업이지만 마늘 종구인 인편의 형상이 부정형·원추형이기 때문에 파종작업을 기계화하기 어렵다.

신(1998)은 종자정렬형 정밀 마늘파종기 개발에서 컨베이어식, 드럼형 및 케도형 종자배출장치를 연구한 바 있으며 드럼형의 경우 원활한 배종을 하기 위해서는 드럼곡면의 편평도를 높일 필요가 있음을 보고한 바 있다

본 연구는 인편의 발근부가 지면에 접하고 맹아

This article was submitted for publication in November 2002; reviewed and approved for publication by the editorial board of KSAM in December 2002. The authors are W. K. Park, D. K. Choi and Y. K. Kim, National Agricultural Mechanization Research Institute, 441-100, Suwon, Korea. E-mail : <chdukk@rda.go.kr>.

부가 위로 오도록 세워서 심는 직립 마늘파종기 개발에 대한 것으로 마늘파종기를 구성하는 주요 부분은 인편을 한 개씩 배출하는 배종장치와 배종된 인편을 직립으로 유도하여 심는 직립파종장치의 두 가지로 구분할 수 있다. 인편의 외형적 특징을 고려해 볼 때, 그 크기나 형상이 크게 달라 곡물 또는 채소류 파종기의 배종장치와는 다른 원리의 파종방식이 요구된다. 인편 배종장치는 파종 성능을 좌우하는 핵심부로, 종자통에 담겨있는 인편을 버킷으로 1개씩 퍼올려 직립파종장치로 보내는 역할을 한다. 인편의 직립파종원리는 배종장치에서 1개씩 배출된 인편의 자세를 바로하는 직립 유도장치를 통과하면서 발근부가 지면을 향하도록 직립자세가 되고 직립된 인편의 자세를 유지하면서 파종하는 것이다.

따라서 본 연구는 마늘파종기의 핵심부인 인편 배종장치와 직립파종장치를 설계 제작하여 주요 설계요인과 각각의 최적조건을 구명하기 위하여 수행되었다.

2. 재료 및 방법

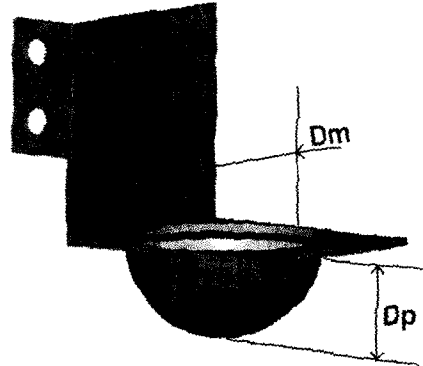
가. 인편의 배종요인시험

(1) 배종요인시험장치

인편을 퍼 올리는 버킷의 크기와 모양은 인편의 형상특성을 고려하여 인편을 1개씩 배종할 수 있도록 체인에 버킷을 부착한 체인버킷진동식 배종장치를 제작하여 시험하였다. 인편의 배종성능에 영향을 줄 수 있는 배종요인으로는 버킷의 크기, 체인에 부착된 버킷에 가해진 진동의 수준, 배종하는 버킷의 경사각도이며, 각각의 요인별로 배종시험을 실시하였다.

그림 1은 버킷의 형상을 나타낸 것으로 홈의 직경(Dm)과 깊이(Dp)별로 제작하였고 상부의 돌기는 체인의 어태치먼트에 부착되어진다.

그림 2는 체인버킷진동식 배종장치의 개략도를 나타내었다. 체인버킷진동식 배종장치는 체인의 어태치먼트에 버킷을 부착하였으며 인편이 버킷에 담겨 수직으로 이송되는 과정에서 버킷에 2개이상 담겨진 인편은 1개만 남고 나머지 인편은 종자통으로 낙하되도록 제작하였다. 과잉의 인편을 떨어뜨리는 원리는 버킷크기를 제한하거나 진동을 주는 것으로서 체인버킷이 종자통을 통과하여 위로 이동할 때 체인에 진동이 발생하도록 프레임부분



Dm : Diameter of bucket
Dp : Depth of bucket

Fig. 1 Schematic diagram of the bucket

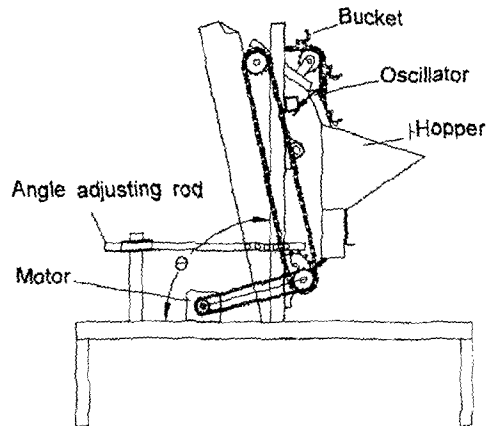


Fig. 2 Vibration type clove metering device.

에 쇠파대를 고정하여 체인의 롤러와 일정하게 부딪치도록 하였다. 쇠파대가 체인의 롤러와 접촉하는 길이를 조절함으로써 진동크기를 조정하여 단립배종에 적합한 진동의 크기를 구명하고자 하였으며 배종판 경사각은 배종장치의 경사각도조절막대로 조절할 수 있도록 제작하였다.

(2) 공시재료 및 시험방법

(가) 공시재료

본 시험에 사용된 공시재료는 한지형 마늘로 품종은 서산종이었다. 표 1은 인편의 물성을 나타낸 것으로 서산종 130립을 조사한 결과를 나타낸 것

Table 1 Dimensional properties of tested garlic cloves*

Dimension	Minimum	Maximum	Average	S.D.
Length (mm)	31.0	57.0	47.1	5.1
Width (mm)	12.0	20.0	15.8	2.0
Thickness (mm)	15.0	23.0	17.5	2.2
Weight (g)	2.1	6.1	3.4	1.0

* : Seosan variety, total sample number is 130.

Table 2 Experimental design for planting performance test

Type	Factor	Level
Vibrating chain-bucket	Bucket size(Dm×Dp mm)	23×7, 29×8, 29×5
	Angle	70°, 80°, 90°, 100°
	Vibration(rms)	0.584, 0.870, 1.085, 1.186m/s ²

이다.

(나) 시험방법

배종장치의 성능시험은 배종장치의 경사각도, 버킷의 크기, 진동의 수준을 변화시키면서 실시하였다. 경사각도는 지면과의 각도로 표시하였으며 표 2는 시험설계 내용을 나타낸 것이다.

진동은 각각의 진동특성을 구명하기 위하여 체인이 회전하면서 발생하는 자체진동과 진동발생막대와 체인의 롤러와의 접촉길이를 1, 1.5, 2mm로 하였을 경우의 진동으로 하였으며 크기는 레이저진동측정기를 사용하여 체인버킷의 수직방향에 대하여 버킷에 발생한 진동의 크기별로 주파수를 측정하였다. 배종시험장치의 시험속도는 트랙터의 주행속도를 기준으로 작업속도 0.15m/s에 상당하도록 모터의 속도를 고정하여 시험하였다. 그림 3과 표 3은 레이저진동측정기를 이용한 진동측정 장면과 측정장치의 명세를 나타낸 것이다.

나. 인편의 직립파종요인시험

(1) 직립파종요인시험장치

본 연구에서는 직립파종을 유도하기 위하여 자세유도호퍼식 단립유도장치를 개발하였다. 자세유도호퍼의 인편직립원리는 인편의 발근부와 맹아부의 두께 또는 폭의 차이를 이용한 것으로 발근부가 지면을 향한 상태로 낙하하는 인편은 그대로



Fig. 3 Vibration measurement of the metering device using a laser-based vibrometer.

자세를 유지하면서 직립파종호퍼에 낙하하고, 발근부가 지면에 반대방향으로 위치한 인편은 낙하하는 과정에서 직립파종호퍼의 상단부에 부딪혀 인편이 180° 회전하면서 직립자세로 유도하는 것이다. 한편, 배종장치에서 한립씩 배종된 인편이 자세유도호퍼로의 낙하자세는 버킷에 담긴 인편의 자세가 다양하고, 낙하되면서 자세유도호퍼 내측면에 충돌하면서 자세가 바뀌므로 고려하지 않았다. 그림 4는 인편의 직립유도원리를 나타낸 그림이다.

Table 3 Specifications of the laser vibrometer

Items	Maker/Model	Capacity/Dimension
Sensor head	Polytec OFV 303	Stand-off distance range: 175mm ~ 10m Spot size : 33 μ m Coherence max. : 232mm from front panel Head operating temperature range: 0 ~ 40 °C
Laser vibrometer controller	Polytec OFV-3001	Velocity range : 0.3 μ m/s ~ 10m/s Frequency range : 20MHz Computer interface: RS-232, IEEE
Digital oscilloscope	LeCroy Model 9314C	4 ch. Max. sample rate : 100MS/s
Computer	Intergraph TDZ-2000	CPU pentium II 450 Memory 256Mbyte

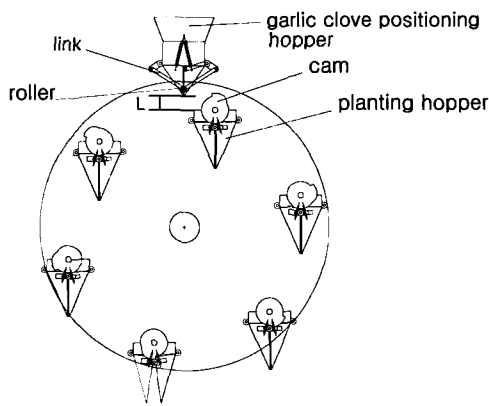


Fig. 4 Upright positioning mechanism of garlic clove planting unit.

(가) 자세유도호퍼

자세유도호퍼는 인편의 직립을 유도하는 것이므로 그 형상은 깔때기 모양이며 하부출구는 구멍이 뚫려 있어서 인편의 맹아부의 뾰족한 부분만이 돌출되도록 하는 것이다. 이러한 인편의 유도 과정에서 하부출구 구멍의 크기가 클수록 인편의 돌출 길이가 길어지므로 상대적으로 크기가 작은 인편이 하부출구 구멍을 그대로 통과하지 않도록 최소한의 크기를 결정하여야 하고, 이것은 인편의 두께를 기준으로 하였다. 공시인편의 두께에서 최소치가 15mm이므로 하부출구 구멍은 15mm 미만이어야 하므로 13mm로 설정하여 제작하였다.

한편 인편이 거꾸로 자세유도호퍼의 하부출구에

걸려있을 때의 자세유도호퍼 밑으로 나온 인편맹아부의 길이를 추정하기 위하여 발아부쪽의 두께가 10, 12, 14, 16mm일 때 인편의 끝단까지의 길이를 그림 5와 같은 방법으로 인편 130립에 대하여 측정하였으며 표 4, 5와 같다. 이는 위에서 설명한 직립과중호퍼 상단의 부딪침 작용에 의한 인편의 직립 변환에 있어 중요한 요소가 된다.

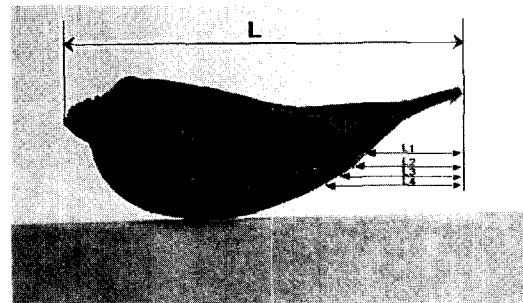


Fig. 5 End lengths of a garlic clove bud according to bud thicknesses.

앞에서 측정한바와 같이 공시재료인 한지형 인편의 두께의 경우 최소치가 15mm이며 표 4에서 15mm 미만인 14 (L₃)를 보면 최소치가 13mm이므로 인편이 거꾸로 자세유도호퍼의 하부출구에 걸려있을 때 13mm가 돌출될 것이며 직립과중호퍼의 상단부가 인편과 접촉하여 180° 회전시키면서 자세를 바로세우기 위해서는 자세유도호퍼와 직립과중호퍼의 간격은 최소 13mm 이내로 설정되어야 할 것이다.

Table 4 End lengths of garlic clove buds from the different locations of 10, 12, 14, 16mm in thickness(Hanji type)

Variety : Uisong																
Clove thickness (mm)	10 (L ₁)				12 (L ₂)				14 (L ₃)				16 (L ₄)			
	Min.	Max.	Ave.	S.D.	Min.	Max.	Ave.	S.D.	Min.	Max.	Ave.	S.D.	Min.	Max.	Ave.	S.D.
End length (mm)	9	30	19.9	3.4	11	33	22.5	3.6	13	35	25.3	3.8	15	38	27.9	3.9

Table 5 End lengths of garlic clove buds from the different locations of 10, 12, 14, 16mm in thickness(Nanji type)

Variety : Namhai																
Clove thickness (mm)	10 (L ₁)				12 (L ₂)				14 (L ₃)				16 (L ₄)			
	Min.	Max.	Ave.	S.D.	Min.	Max.	Ave.	S.D.	Min.	Max.	Ave.	S.D.	Min.	Max.	Ave.	S.D.
End length (mm)	4	20	12.7	3.3	6	23	14.6	3.5	7	26	16.7	3.6	9	27	19	3.9

한편 난지형 인편의 경우 표 5의 14(L₃)의 경우 최소치가 7mm이므로 자세유도호퍼와 직립파종호퍼 사이의 간격도 7mm 미만으로 설정하여야 한다고 판단하였다.

또한 배종되어 자세유도호퍼에서 직립자세가 안되고 거꾸로 위치한 인편, 즉 발아부가 아래로 위치한 경우에 직립파종호퍼 상단부에 의해 직립자세로 변환시키는데 가장 유리한 것은 자세유도호퍼 하부출구로부터 인편의 발아부 끝이 많이 들출되어 있는 경우이다. 따라서 인편의 형태 측정 조사 결과를 토대로 한지형 마늘과 난지형 마늘 모두에 적용가능하도록 자세유도호퍼와 직립파종호퍼 사이의 간격은 7mm 미만으로 설정하는 것이 타당하다고 판단되었다. 그림 6은 구멍된 설계요인인자를 토대로 제작된 자세유도호퍼를 나타낸 것이다.

(나) 직립파종호퍼

직립파종호퍼는 인편이 자세가 바로 세워져서 낙하된 것을 그 자세가 유지되면서 포장에 파종되도록 그림 7과 같이 제작하였으며 캠에 직립파종호퍼 상단의 롤러가 접촉하면 하단이 양쪽으로 벌어

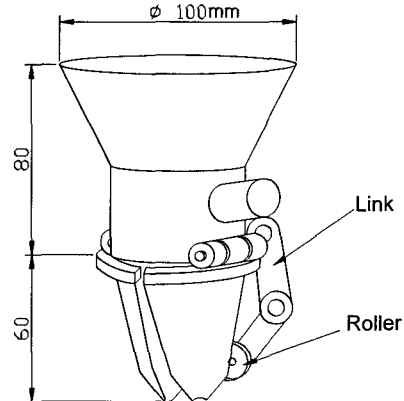


Fig. 6 Garlic clove positioning hopper.

지면서 인편은 그대로 파종홈에 낙하되는 것이다. 직립파종호퍼 하단의 형상은 인편이 바로 세워진 상태를 그대로 유지하기 위하여 원뿔의 형상으로 제작하였다. 직립파종호퍼는 그림 8과 같이 원형의 기어케이스에 6개가 부착되어 내측의 기어작용에 의해 기어케이스가 회전하더라도 항상 하측방향으로 향하며 토양을 찍으면서 파종구멍을 형성하

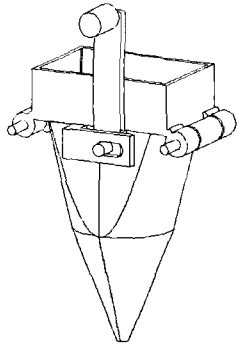


Fig. 7 Schematic diagram of planting hoppers.

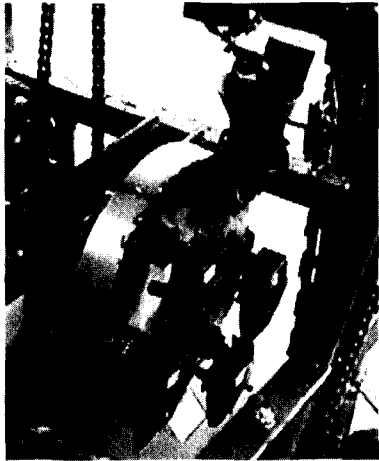


Fig. 8 Experimental setup of garlic planting system with clove positioning unit.

며 파종할 위치인 최하단에 이르렀을 때 캠과 접촉하여 벌어지면서 인편을 심는 원리이다.

(2) 공시재료 및 시험방법

인편은 한지형인 의성종을 각각 130립씩 조사하였다. 그림 8은 자세유도호퍼를 이용한 인편의 직립요인 시험장치를 나타낸 것이다.

앞에서 서술한 설계인자를 근거로 자세유도호퍼 하부출구의 직경은 13mm로 제작하였으며 자세유도호퍼와 직립파종호퍼 사이의 간격은 앞의 설계요인인자를 근거로 3, 4, 5, 6mm로 설정하여 시험을 실시하였다. 직립요인시험은 이미 시험을 실시한 체인버킷진동식배종장치로 인편을 배종하여 자

세유도호퍼에 인편을 공급하였고 실제 파종속도는 0.15m/s가 되도록 모터를 구동하였다. 인편의 파종 자세는 파종호퍼에 낙하된 인편의 자세를 지면에 대하여 3가지(바로, 옆으로, 거꾸로)로 구분하여 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 체인버킷진동식 배종장치의 배종상태

체인버킷진동식 배종장치에 진동을 가하지 않은 체인자체에서 발생한 진동의 크기를 주파수에 따른 가속도 값으로 나타낸 rms값은 $0.584m/s^2$ 로서 전주파수대에 걸쳐 거의 일정한 수준으로 나타났다. 한편 진동발생장치에 의해 단계별로 발생한 진동 크기의 주파수별 가속도의 값은 진동의 크기가 증가할수록 rms값이 0.870, 1.085, $1.186m/s^2$ 로 증가하여 넓은 주파수 범위에서 피크상태를 보였다.

표 6은 체인버킷진동식 배종장치에 진동을 주지 않았을 때, 즉 체인 자체의 진동일 때의 배종상태 결과를 나타낸 것이다. 인편의 배종상태는 진동의 크기에 따라 큰 차이가 있었으며, 체인의 자체진동만으로 시험을 한 경우는 진동발생장치에 의해 진동을 주었을 때보다 결주율은 현저히 감소한 반면에 2립배종률은 크게 나타났다.

표 7은 진동크기가 I 수준($0.870m/s^2$)일 때의 결과를 나타낸 것이다. 진동크기가 I 수준에서 버킷형상에 따른 배종상태는 A와 C버킷의 경우 7~34.7%의 결주율을 보였는데, 이는 실제파종에서 수확량 감소를 의미하므로 부적절한 것으로 나타났다. 반면에 B형 버킷은 1립배종률이 84~96%이고, 2립배종률이 배종판경사각 80, 90°일 때 다소 높지만 결주율이 4%이하로 낮아 실용성이 있을 것으로 판단된다. 따라서 진동가속도 $0.870m/s^2$ 조건에서 체인버킷진동식 배종장치의 최적설계조건은 B형버킷, 경사각 70° 또는 100°로 구명되었다.

표 8과 같이 진동크기가 II 수준($1.085m/s^2$)인 경우의 배종률은 버킷 모두 2립배종률이 4.7% 이내로 낮았으나, A형과 C형 버킷의 경우 배종판 경사도시험에서 결주율이 12.7% 이상이었다. B형 버킷의 경우는 진동 I 수준에서와 같이 결주율 6.6%이하, 1립배종률이 92.7% 이상으로 우수하였

Table 6 Metering performance affected by the bucket type, size and metering angle using the vibration type clove metering device without vibration

Type of bucket	Size of bucket (mm)	Angle(°)	Occurrence percent by No. of cloves in a bucket (%)		
			Single	Double	None
A	Diameter : 23 Depth : 7	85	41.3	56.7	2.0
		90	40.0	58.0	2.0
		95	48.0	49.3	2.0
		100	52.0	36.0	12.0
B	Diameter : 29 Depth : 8	85	46.0	54.0	0.0
		90	46.6	52.7	0.7
		95	54.0	45.3	0.7
		100	64.0	33.3	2.7
C	Diameter : 29 Depth : 5	85	32.7	65.3	2.0
		90	48.7	50.0	1.3
		95	61.3	32.7	6.0
		100	65.3	14.7	20.0

Table 7 Metering performance affected by the bucket type and metering angle using the vibration type planting device with the vibration level I (0.870m/s²)

Type of bucket	Angle(°)	Occurrence percent by No. of cloves in a bucket (%)		
		Single	Double	None
A	70	77.3	14.0	8.7
	80	87.0	5.0	8.0
	90	81.7	3.7	14.6
	100	69.0	0.3	30.3
B	70	96.0	3.0	1.0
	80	84.0	12.3	3.7
	90	87.3	10.7	2.0
	100	93.0	2.7	4.0
C	70	90.0	0.0	10.0
	80	92.7	0.0	7.3
	90	81.3	0.0	18.7
	100	65.0	0.0	34.7

다. 특히 배종판 경사각이 80°일때 1립배종률이 96.7%로 가장 우수하였다.

표 9에서와 같이 진동의 크기가 III수준(1.186 m/s²)인 경우는 대체로 2립배종률은 A, B, C형 모두 2.7% 이내로 작았지만 결주율은 A형이 최고 62%, B형이 최고 28.3%, C형이 최고 46.7%로 매우 높았다. 이러한 수준의 배종상태는 인편배종장치로서는 적합하지 않으므로 설계상 배제되어야 할 수준의 영역인 것으로 나타났다.

표 10은 체인버킷진동식 배종장치의 진동수준, 버킷형식, 배종경사각이 배종성능에 미치는 영향을 조사하기 위하여 ANOVA 분석 및 Duncan 다중검정을 실시한 결과이다. 표에서와 같이 진동수준, 버킷형식 및 배종경사각 모두가 1립, 2립배종률 및 결주율에 높은 유의성이 인정되었다. 진동rms가 증가할수록 2립배종률은 크게 감소한 반면에, 결주율은 증가하는 경향을 보였다. 1립 배종률은 진동크기에 따라 증가하다가 진동III 수준에서

Table 8 Metering performance affected by the bucket type and metering angle using the vibration type planting device with the vibration level II(1.085m/s²)

Type of bucket	Angle(°)	Occurrence percent by No. of cloves in a bucket (%)		
		Single	Double	None
A	70	72.7	2.0	25.3
	80	83.3	2.3	14.4
	90	73.3	0.0	26.7
	100	47.0	0.0	52.7
B	70	92.7	3.3	4.0
	80	96.7	3.3	0.0
	90	93.3	4.7	2.0
	100	92.7	0.7	6.6
C	70	87.3	0.0	12.7
	80	82.7	0.7	16.6
	90	82.0	0.7	17.3
	100	62.0	0.0	38.0

Table 9 Metering performance affected by the bucket type and metering angle using the vibration type planting device with the vibration level III(1.186m/s²)

Type of bucket	Angle(°)	Occurrence percent by No. of cloves in a bucket (%)		
		Single	Double	None
A	70	60.0	2.7	37.3
	80	64.7	0.0	35.3
	90	54.7	0.0	45.3
	100	38.0	0.0	62.0
B	70	84.3	0.0	15.7
	80	82.4	0.3	17.3
	90	76.4	1.3	22.3
	100	72.0	0.0	28.0
C	70	77.4	1.3	21.3
	80	78.3	0.7	21.0
	90	74.3	0.3	25.4
	100	53.0	0.3	46.7

는 오히려 감소하는 경향을 보여 과도한 진동수준에 도달한 것으로 나타났으며, 진동 I, II 수준에서 1립배종률은 각각 83.6%, 80.4%이었으나 통계적으로 유의성이 인정되지 않았다. 또한 2립배종률 역시 진동 I ~ III 수준에서 유의성이 인정되지 않았으며, 1립배종률과 결주율을 고려할 때 진동 II 수준이 가장 적절한 것으로 구명되었다. 배종성능은 버킷형식간에 유의성이 인정되었고, 결주율과 1립배종률을 고려할 때 B형식이 가장 적절한 것으로 나타났다. 경사각이 배종성능에 미치는 영향을 보

면, 1립배종률과 결주율은 경사각 70°~90°에서 유의성이 인정되지 않았고, 경사각 100°에서 1립배종률이 64.4%로 크게 감소하고 결주율이 28.1%로 증가하여 배종성능이 불량하였다. 따라서 실용적인 측면에서의 최적 경사각은 70°~90°인 것으로 구명되었다.

결론적으로 체인버킷진동식 배종장치의 이상적인 설계조건은 진동수준 II(1.085m/s²), 버킷형식 B형식, 배종판의 경사각 70°~90°인 것으로 판단되었다.

Table 10 Statistical summary for the effects of the vibration level bucket type and plate angle on the metering rate of chain bucket vibration type

	Occurrence percent by No. of cloves in a bucket(%)		
	Single	Double	None
rms(m/s ²)	**y)	**	**
C (0.584)	49.992a [†]	45.667a	4.283a
I (0.870)	83.692b	4.333b	11.917b
II (1.085)	80.475b	1.475b	18.025c
III(1.186)	67.958c	0.575b	31.467d
Bucket type	**	NS ^{x)}	**
A	61.875a	14.375a	23.663a
B	70.875b	14.225b	6.919b
C	78.838c	10.438c	18.688c
Plate angle(°)	NS	**	**
70	71.475ab	16.858a	11.800a
80	73.925a	15.442a	10.633a
90	72.300ab	12.392ab	15.250a
100	64.417b	7.358b	28.142b

x) Denotes no significance.

y) Denotes significant difference at 1% level.

†) Values followed by the same letter in the factor column are not significantly different at 95% confidence level using Duncan's multiple range test.

Table 11 Garlic clove postures in the planting hopper affected by the clearance between the positioning and planting hoppers(Hanji type)

Clearance (mm)	Clove posture in the planting hopper			Damage rate (%)
	Standing (%)	Inclined (%)	Upside down (%)	
3	92.5	6.6	0.9	0.5
4	92.2	6.8	1.0	-
5	90.4	5.8	3.8	-
6	84.3	6.9	8.8	-

나. 직립파종요인시험장치에 의한 인편의 직립실험결과

인편이 자세유도호퍼에서 파종호퍼로 낙하하면서 자세가 유도되는 원리를 구명하기 위하여 파종호퍼에 낙하된 인편의 자세를 관찰하였다. 표 11은 한지형 인편의 경우로 파종호퍼내의 인편 자세를 나타낸 것이다.

자세유도호퍼와 직립파종호퍼의 간격별 인편의 자세는 6mm를 제외하고는 전부 직립의 자세가 90%를 넘어 양호하였으나, 자세유도호퍼와 직립파종호퍼의 간격이 증가할수록 거꾸로 되는 비율

이 크게 증가하는 경향을 나타냈으며, 간격이 5mm 이상으로 멀어지면 파종호퍼 상단부의 작용이 인편의 직립에 그다지 영향을 주지 못하는 것으로 판단된다. 이 시험에서는 간격이 가장 짧은 3mm에서는 직립배종률이 92.5%로 가장 좋았으나 인편에 손상이 나타나 부적절하였다. 따라서 자세유도호퍼와 직립파종호퍼간의 간격은 4mm가 가장 적합하다고 판단된다.

4. 결 론

마늘파종기 개발을 위한 설계요인 구명시험으로

서 배종 및 직립파종장치를 제작 시험하여 직립파종 장치의 설계요인을 구명하고 설계요인별 최적조건을 도출하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 배종시험장치의 버킷 종류와 경사각도 및 진동의 크기는 우수한 배종상태를 얻기 위한 중요요인으로 판단된다. 체인버킷진동식 배종장치는 B형 버킷에 진동크기($rms=1.085m/s^2$), 배종판경사각이 80°에서 배종상태가 가장 우수하였다. 결주율 6.6% 이하, 1립배종률이 92.7% 이상이었으며 특히 배종판 경사각이 80°일때 1립배종률이 96.7%로 가장 우수하였다.

2) 인편배종장치의 요인별 수준사이에서의 유의성 검정을 위해 Duncan 다중검정 등 통계분석을 실시한 결과 덮개부착형 체인버킷진동식 배종장치는 진동수준, 버킷형식 및 배종판의 경사각 모두가 1립, 2립배종률 및 결주율에 높은 유의성이 인정되었다.

3) 한지형·난지형 인편의 형상을 측정 조사한 결과를 토대로 자세유도호퍼 하부출구의 최소직경은 13mm로, 자세유도호퍼와 인편을 직립으로 변환시켜주는 직립파종호퍼 사이의 간격은 7mm미만이어야 하므로 3, 4, 5, 6mm로 하여 실험한 결과 4mm일 때 직립률 92.2%로 가장 적합한 것으로 판단하였다.

4) 인편의 직립파종을 위한 핵심장치인 배종장치와 직립파종장치는 인편을 직립으로 유도하기 위하여 구조가 복잡하고 크기가 1.5m 정도로 다열의 파종을 하기 위하여 파종기를 제작한다면 무게가 무거우므로 원활한 파종작업을 위해서는 트랙터 부착형으로 마늘 파종기를 개발해야 된다는 결론을 얻었다.

참 고 문 헌

1. 농촌진흥청. 1996. 작목별 작업단계별 노동력투하시간, p419-425.
2. 金基鐵. 1993. 砂丘畑における機械化榮農システムの最適化ラツキヨウと植付に作業機械化に関する研究, 博士論文.
3. Choi, D. G., S. H. Park, J. Y. Kim. 1998. Development of Garlic Planter(I)-Development of Metering Device. Proceedings of the KSAM '98 Summer Conference : 27-34.
4. Choi, D. G., S. C. Cho, C. S. Lee, S. H. Park, H. J. Kim, T. K. Kang, C. K. Kim and T. Y. Kwak. 2001. Development of a Metering Device for the Garlic Planter. Journal of the KSAM 26(6): 525-534.
5. Lee, K. S., C. J. Chung, E. H. Shin and K. M. Noh. 1997. A Fundamental Study for Development of Garlic Planter. Proceedings of the KSAM '97 Winter Conference : 106-112.
6. Park, W. K. 2000. Development of a Garlic Clove Planter. A thesis for a Doctorate of Agriculture.
7. Park, W. K., D. K. Choi and Y. K. Kim. 2001. Development Of a Garlic Clove Planter(I). Journal of the KSAM 26(6):495-502.