

마늘 점파 파종기 개발

Development of a garlic clove planter

최덕규*	조성찬**	김진영*	박석호*	김충길*	곽태용*
정회원	정회원	정회원	정회원	정회원	비회원
D. K. Choi	S. C. Cho	J. Y. Kim	S. H. Park	C. K. Kim	T. Y. Kwak

1. 서론

마늘은 우리나라 주요 양념채소로 2003년도 재배면적이 33천ha, 생산량 379천톤으로 농업총생산액의 1.8%를 차지하는 주요 소득작물이다. 그러나 생산비가 658천원/10a으로 중국에 비해 5배 정도 높아 값싼 중국산 수입 마늘에 대한 가격 경쟁력이 낮은 실정이다. 마늘 생산비 중에서 노력비는 46%의 높은 비율을 차지하며 가격 경쟁력을 높이기 위해서는 이러한 노력비를 절감할 수 있는 기계기술 개발이 필요하다. 특히 마늘 파종작업은 작업중에서 고역작업이며 파종작업을 기계화할 필요성이 대두되고 있다. 또한 고품질 마늘을 생산하기 위한 기술로서, 일정한 간격으로 점파종할 수 있는 정밀 파종기계기술 개발이 필요하다. 마늘을 파종하는 메커니즘 연구는 디스크식, 진공식, 드럼식 등으로 다양하게 수행되었으며 마늘을 한개씩 분리하는 배종장치에 대한 것이었다. 또한 배종한 마늘은 자유낙하되어 포장에 줄뿌림하는 메커니즘에 대한 것이었다.

본 연구는 마늘을 일정한 간격으로 점파종할 수 있는 마늘 점파 파종기를 개발하고자 한다. 마늘 파종기의 메커니즘은 크게 세단계로 구분할 수 있는데 첫째로 배종장치에서 마늘을 한개씩 분리하고 둘째는 배종장치에서 배출된 마늘을 파종장치로 일정한 타이밍으로 공급하여 마지막 단계에서 포장의 파종위치에 일정한 간격으로 정확하게 파종하는 구조이다. 시작기는 토양 특성과 수분조건에 따라 포장시험을 실시하여 토성과 토양 함수율에 따른 마늘 파종상태 변화를 구명하였다.

2. 재료 및 방법

가. 시작기 설계 및 제작

마늘은 다른 종자와 비교하여 크기가 크고 형상은 두개의 평면과 둥근면이 복합된 불규칙한 모양이다. 또한 마늘은 일정한 간격으로 한개씩 분리하여 심기 때문에, 배종 및 파종 메커니즘은 정밀한 점파종 기계기술로 개발하여야 한다. 마늘 파종기는 경운기 후방에 부착하도록 개발하고자 하며 경운기 본체와 운전자 사이의 공간에 부착되어야 하기 때문에 비교적 크기가 작은 구조의 메커니즘으로 설계하고자 한다. 배종장치는 종자의 분리 및 배출이

* 농업공학연구소 생산기계공학과

** 충북대학교 농업생명환경대학 바이오시스템공학과

원활하도록 드럼에 버킷을 부착한 구조로 드럼에 버킷이 6개 부착하여 설계하였다. 작업속도는 저속 1단 작업시 주간간격 14cm로 마늘이 초당 1.2개가 배출되도록 설계하였다.

그림 1은 마늘 배종장치의 개략도를 나타낸 것으로 주요 구조는 드럼, 버킷, 가이드 및 종자통으로 구성되어 있다. 배종장치는 직경 130 mm의 드럼에 버킷을 60° 간격으로 6개 부착하였으며, 버킷은 드럼이 회전함에 따라 종자통을 통과하면서 마늘을 한개씩 물어 이송하다가 드럼 하단의 버킷 덮개가 열리면서 마늘을 호퍼에 낙하하는 구조이다.

호퍼에서 배출된 마늘은 회전속도, 버킷에 물린 마늘의 자세, 위치 및 크기 등에 따라 낙하위치가 다르기 때문에 회전하는 파종호퍼에 정확하게 공급하기는 쉽지 않다. 따라서 배종장치와 파종호퍼 사이에 호퍼를 설치하였으며 배종장치에서 배출된 마늘은 호퍼에 일정시간 담겨있다가 파종호퍼에 공급되어 배출 타이밍과 위치를 일정하게 할 수 있도록 설계하였다.

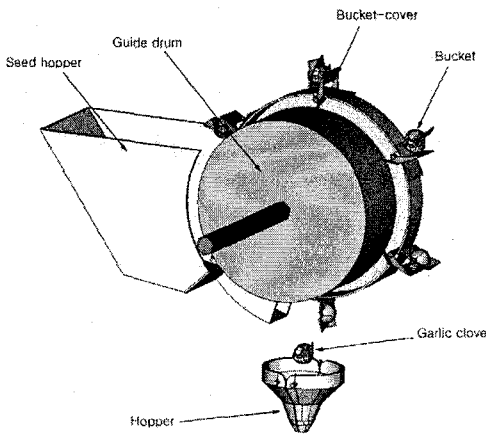


Fig. 1 Modeled garlic metering device.

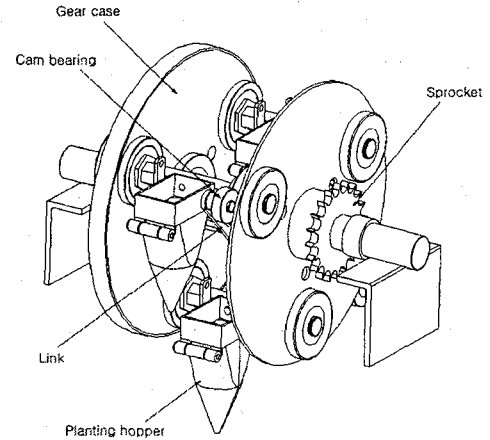


Fig. 2 Structure of the planting mechanism.

파종호퍼는 마늘을 담아 파종 구멍을 뚫으면서 파종하도록 파종호퍼의 끝단 형상은 원뿔 모양이며 마늘이 파종구멍에 정확하게 낙하되도록 파종호퍼가 양쪽으로 벌어지는 구조로 설계하였다. 파종호퍼는 좌우 대칭으로 1조가 구성되며 스프링에 의해 닫혀 있다가 파종호퍼의 링크부 롤러가 캠과 접촉하여 열리도록 설계하였다.

파종호퍼의 개폐는 cam bearing이 cam과 접촉하여 힌지를 기준으로 벌어지며 최대 벌림 각도는 34°, 파종호퍼 끝단이 최대로 벌어지는 길이는 52.4 mm로 마늘의 길이를 고려하여 설계하였다. 파종호퍼는 중심축을 기준으로 120° 각도로 육각축에 부착되었으며 파종호퍼의 회전운동은 파종기 이동 방향에 대해 정회전이며 육각축 앞쪽에 부착되어 배종장치로부터 낙하하는 마늘의 위치와 방향을 고려하여 설계하였다.

나. 시험조건 및 방법

시작기의 파종 성능시험은 2003년도 8월에 경기도 군포시 농가 포장에서 실시하였으며 마늘 재배지역의 토양 조건을 고려하여 논(식양토)과 밭(사질양토)에서 토양 함수율별로 파

중시험을 실시하였다. 파종시험은 일반 마늘 재배농가에서의 작업방법과 동일하게 하기 위하여 먼저 포장을 로터리 작업하여 흙을 쇠토한후 파종기의 파종깊이를 조절하여 실시하였다. 작업속도는 경운기를 저속 1단에서 rpm을 낮추어 0.2m/s의 속도로 파종하였으며 50개의 마늘을 5회 반복하여 시험하고 조사하였다.

공시재료는 난지형인 남도마늘을 쪽분리 한후 쪽선별기로 선별하여 작은 종자와 큰 종자를 제외한 것을 시료로 사용하였다. 표 1은 공시재료의 물리적 특성을 나타낸 것이다.

Table 1 Physical properties of the garlic variety used for the field tests

Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)	Mass (g)
21.6~36.1 (10.5)	13.6~23.3 (11.9)	13.9~29.9 (11.8)	2.3~6.3 (19.0)

※ Numbers in parentheses are coefficients of variation(C.V.)

3. 결과 및 고찰

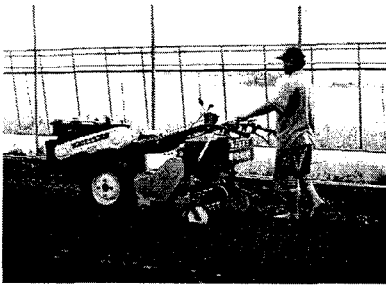


Fig. 3 Photo of the garlic planter under field tests.

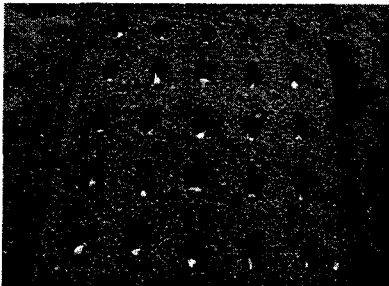


Fig. 4 Photo of planted garlic cloves.

마늘의 파종은 그림 3, 4와 같이 파종호퍼가 회전하면서 파종구멍을 뚫으면서 조간 12 cm 주간 14 cm의 일정한 간격으로 마늘을 점파하는 것으로 나타났다.

파종호퍼는 포장에 구멍을 뚫으면서 마늘을 파종하기 때문에 토양에는 작업 방향으로 타원형으로 구멍이 뚫린다. 파종구멍은 포장 표면을 측정하여 보면 파종 깊이와 속도에 따라 52~74 mm의 길이로 구멍이 뚫리는 것으로 나타났다. 파종호퍼는 힌지를 기준으로 앞뒤로 벌어지기 때문에 작업방향으로 벌어지는 반쪽의 호퍼가 상승하면서 작업방향으로 흙을 밀고 가기 때문에 발생한다.

그림 5는 사질양토 밭 토양에서 파종 시험한 결과이며 평균 1립 파종율은 함수율 18.2%일 때 85.0%, 함수율 29.1, 39.6%일 때 각각 88.4, 87.7%로 함수율 18.2%의 경우보다 2.7~3.4% 높게 나타났다. 2개 이상 파종된 비율은 함수율 29.1, 39.6%일때 8.4, 8.3%로 함수율 18.2%의 10.7% 보다 2.3%이상 적은 것으로 조사되었다. 결주율은

함수율 18.2%일때 4.3%로 나타났고 함수율 29.1, 39.6%일때는 3.1, 4.0%로 낮은 것으로 나타났다. 전체적으로 토양의 함수율에 따른 파종상태는 큰 차이는 없었으나 함수율 29.1%에서 가장 양호하게 파종되는 것으로 나타나 적당하게 수분이 있는 경우가 파종 상태에 유리한 것으로 판단되었다.

그림 6은 식양토 논 포장에서 함수율에 따른 마늘의 파종율과 파종자세를 시험한 결과를 나타낸 것이다. 시험결과, 결주율은 함수율 18.3% 일때가 2.0%로 가장 적게 나타났으며

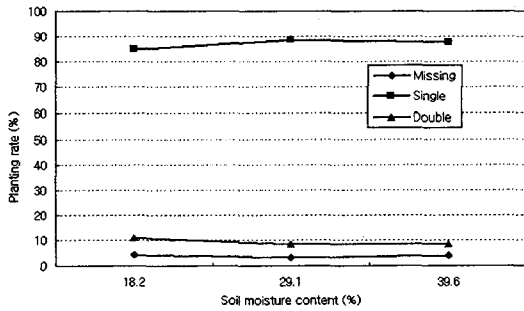


Fig. 5 Result of planting tests in a upland field.

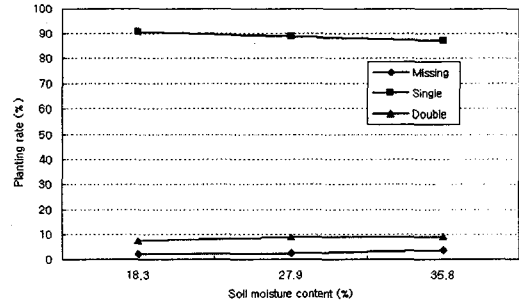


Fig. 6 Result of planting tests in a paddy field.

함수율 27.9, 35.8%일때 2.3, 3.6%로 0.3~1.6%의 미소한 차이가 있었다. 1립 파종율은 함수율 27.9, 35.8%일때의 89.0, 87.2% 보다 함수율 18.3%의 경우가 90.7%로 가장 좋게 나타났지만 차이는 미소한 것으로 조사되었다. 2립 이상 파종된 비율도 18.3%일때 7.3%로 함수율 27.9, 35.8%일때의 8.7, 9.2%에 비해 1.4~1.9% 적은 것으로 나타났다.

파종상태는 함수율에 따라 미미한 차이가 있는 것으로 나타났으며 함수율 중에서 18.3%의 경우가 파종상태는 가장 좋은 것으로 조사되어 함수율이 적은 것이 파종에 유리한 것으로 판단되었다.

4. 요약 및 결론

가. 시작기는 경운기 후방 부착형 5조식으로 마늘을 한개씩 점파하도록 설계 제작하였으며 주요 구조는 로터리 장치, 증자통, 배종장치, 호퍼, 파종장치 및 파종깊이 조절용 미륵으로 구성하였다.

나. 포장시험은 밭(사질토)과 논(점질토)에서 시험하였으며 밭에서 함수율별(18.2, 29.1, 39.6%)로 시험한 결과 함수율 29.1%일 때 1립 파종율 88.4%, 결주율 3.1%로 가장 파종상태가 우수하였으나 함수율별로 1립파종율 2.7~3.4%, 결주율 0.9~1.2%의 편차가 있는 것으로 나타나 함수율별 파종상태는 차이가 크지 않은 것으로 나타났다.

다. 논(식양토)의 경우는 함수율별(18.3, 27.9, 35.8%)로 시험한 결과 함수율 18.3%일때 결주율 2.0%, 1립 파종율 90.7%로 가장 좋게 나타났으나 함수율별 파종율의 차이는 1립파종율 1.7~3.5%, 결주율 0.3~1.6%로 함수율이 파종율에 미치는 영향은 크지 않은 것으로 나타났다.

5. 참고문헌

- 가. 박홍제, 박영준, 김경옥. 2000. 캠식 고속 식부장치 개발. 한국농업기계학회지 25(6):445~456
- 나. 이용국, 이대원, 오영진. 1993. 자동제어식 파종조절장치 개발. 한국농업기계학회지 19(2):91~98
- 다. 조영길 등 공저. 2004. 마늘생산 일관기계화. 농업공학연구소:7~23
- 라. 金基鐵. 1993. 砂丘畑における機械化營農システムの最適化とラツキョウ植付け作業機械化に関する研究. 鳥取大學 博士學位 論文