

경운기부착형 대주아 파종기 개발(Ⅱ)

Development of a Garlic Clove Planter for Power Tiller(Ⅱ)

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

1. 서론

마늘은 재배면적 31.8천ha, 생산량 375천톤('05)로 고추, 배추 다음으로 많이 재배되는 주요 양념채소이나 값싼 중국산 마늘의 수입과 인력 수급의 어려움 등에 따른 생산의욕 저하로 재배 면적은 감소추세에 있는 실정이다. 또한 마늘의 파종작업은 고역작업이며 농촌인구의 고령화와 인력부족으로 인하여 마늘 재배에 어려움은 증가하고 있다. 마늘 산업의 경쟁력을 높이고 소득을 증대하기 위해서는 생산비를 낮추는 연구가 필요한 실정이며 생산비중에서 종구비와 노력비를 절감하기 위한 연구로 주아를 파종하여 당년에 인편마늘을 생산하여 파종할 수 있는 기술이 연구 개발 중이다. 주아는 파종하면 당년에는 단구가 생산되고 그 이듬해 다시 심어야 인편마늘이 생산되지만 주아 중에서 크기가 큰 대주아를 선별하여 파종하면 당년에 상품성 있는 마늘이 생산되므로 종구비를 크게 절감할 수 있는 기술이다. 또한 주아재배는 마늘의 수확량을 증대시키고 병해충에 강하며 조직이 치밀하여 저장성이 일반 인편마늘보다 우수한 고품질 마늘을 생산할 수 있다.

기존에 마늘 파종기와 관련된 연구는 마늘 인편의 배종 및 파종 메커니즘 개발에 대한 것으로 크기와 형상이 다른 주아마늘에는 적용하기 어렵기 때문에 새로운 메커니즘 개발이 필요하다.

본 연구는 주아마늘 중에서 선별한 대주아를 파종할 수 있는 경운기 부착형 대주아 파종기를 개발하고자 하며 종전에 연구한바 있는 대주아 배종장치를 보완하여 설계 제작하고 포장 시험을 통하여 시작기의 대주아 파종 성능을 구명하고자 한다.

2. 재료 및 방법

가. 주아 배종요인 구명

주아의 배종장치는 버킷의 홈에 컵을 삽입하였으며 컵의 홈에 주아를 담아 버킷 덮개가 물러 주아를 한개씩 배출하는 구조로 설계하였다. 배종 요인은 컵의 홈 크기 및 배종속도를 변화하면서 최적의 요인을 구명하고자 하였다. 홈의 크기는 등가직경(12.7mm)을 기준으로 등가직경의 10%를 단위로 직경크기를 증가시켜 0%(D_0), 10%(D_10), 20%(D_20), 30%(D_30), 40%(D_40), 50%(D_50)의 6수준으로 실험하였으며 배종속도는 버킷의 선속도를 107.6, 213.2, 241.6mm/s의 3수준으로 하여 실험하였다.

* 농업공학연구소 생산기계공학과

그림 1은 버킷, 컵 및 덮개로 구성된 버킷 조합을 나타낸 것이며 그림 2는 적정 배종요인을 구명하기 위한 배종 실험장치의 구조를 나타낸 것이다.

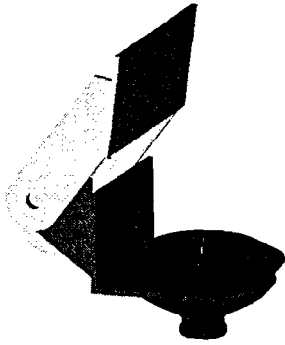


그림 1. 버킷 및 컵 구조

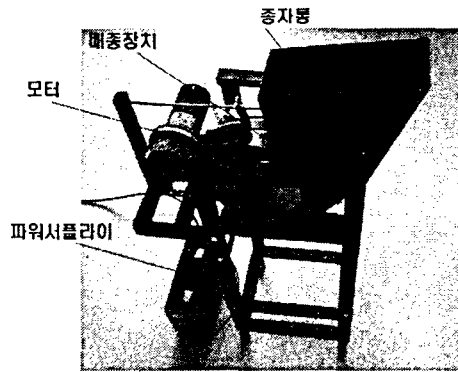


그림 2. 배종요인 실험장치 구조

나. 시작기 제작

시작기는 경운기부착형으로 12cm 간격으로 7줄씩 주아를 파종하는 구조로 설계하였다. 배종된 주아는 파종관을 통하여 자연낙하되며 파종관 전방에 부착된 로터리축에 부착된 스프링이 회전하면서 흙을 비산하여 복토되는 구조이다. 파종깊이는 파종기 후방의 진압롤러를 상하로 이동하여 조절할 수 있도록 제작하였다. 그림 3은 시작기 구조이며 주요 제원은 표 1과 같다.

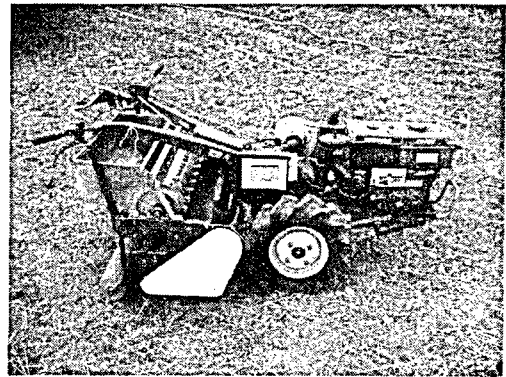
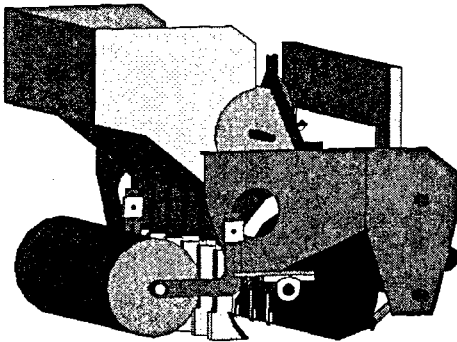


그림 3. 시작기 구조

표 1. 시작기 주요 제원

형식	조간×주간(cm)	배종방식	파종방식
경운기 부착형 (7조)	12 × 12	버킷컵삽입	도관 낙하식

다. 성능시험

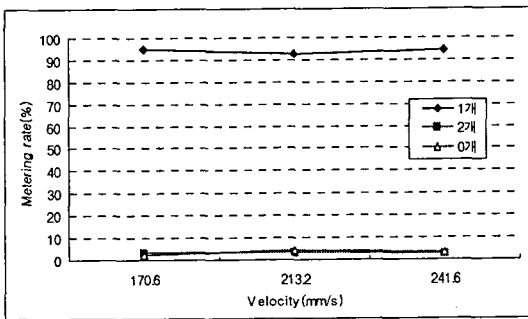
성능시험은 포장에서 파종용으로 선별한 주아 중에서 중립(0.8 ~ 1.5g)과 대립(1.5 ~ 2.2g)을 가지고 각각 시험하였다. 파종상태는 주아가 낙하된 지점에서 0립, 1립, 2립으로 구분하여 100개씩 3반복 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

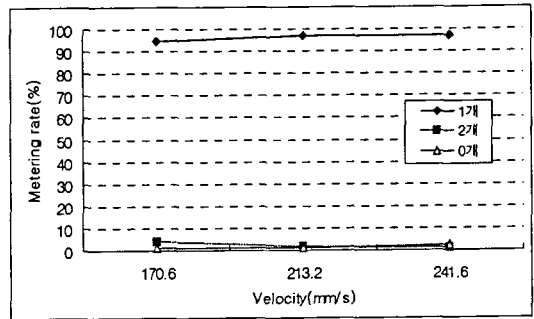
가. 주아 배종요인

그림 4는 컵 홈의 크기에 따른 배종상태를 실험한 결과를 속도별로 나타낸 그래프이다. 등가직경을 기준으로 홈의 크기별로 실험한 결과, 등가직경+30% 크기 구멍 컵의 배종상태는 1립 배종률 95.2 ~ 98.4%, 0립률 0.0 ~ 1.1%로 가장 양호한 것으로 나타났으나 미배출율이 3.6 ~ 12.9% 높게 나타나 배출률 향상을 위한 보완설계가 필요하였다.

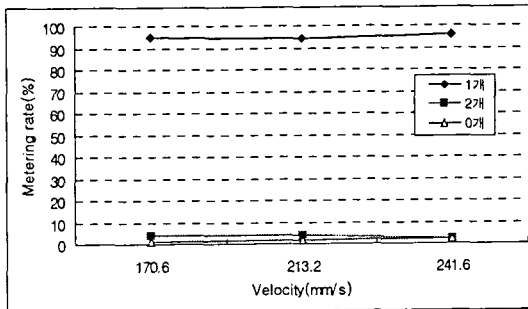
주아의 미배출 원인은 컵의 홈에 주아가 끼었을 경우에 배출되지 못하고 회전하다가 종자통을 통과하면서 주아들과의 접촉으로 더욱 단단하게 끼어 있게 되기 때문인 것으로 나타났는데 이러한 문제점을 해결하기 위하여 컵의 홈 입구를 완만하게 설계하여 주아가 단단하게 끼는 문제를 해결하고자 하였다.



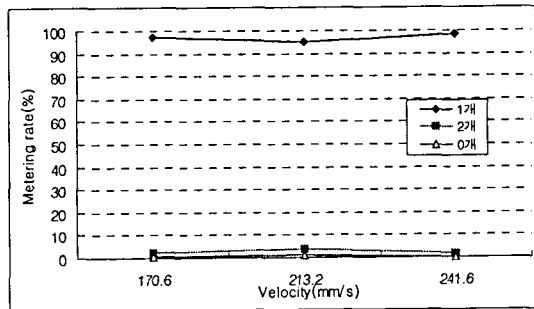
(a) 0%



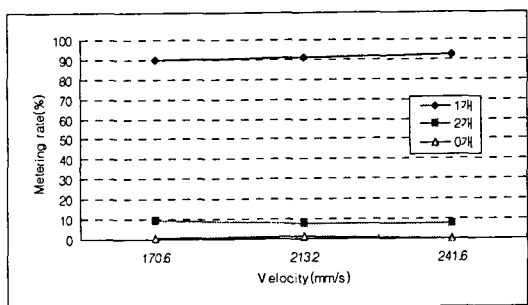
(b) 10%



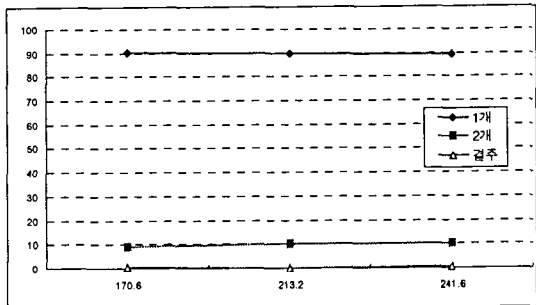
(c) 20%



(d) 30%



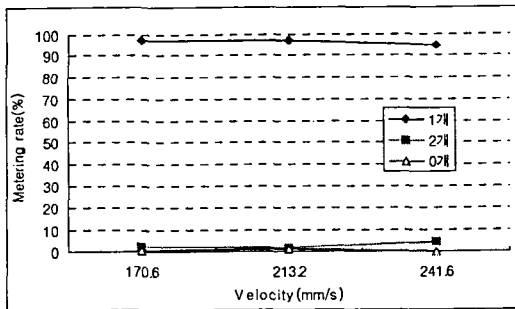
(e) 40%



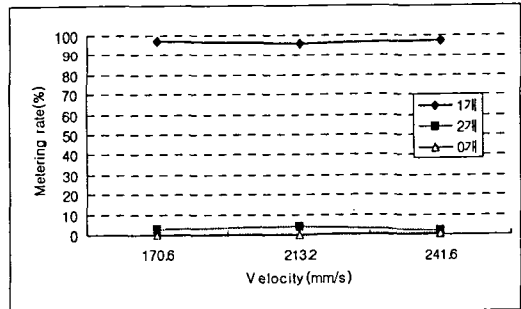
(f) 50%

그림 4. 컵 홈의 크기 및 속도별 배종상태

주아 배중용 홈 입구는 1.5, 2.5mm fillet 처리하여 설계한 후 Rapid Prototyping System (SLA-250/50, 3D SYSTEM, USA)으로 제작하여 중립종자(0.8~1.5g)와 대립종자(1.5~2.2g)에 대하여 실험한 결과 모든 처리에서 미배출된 종자는 없었으며 fillet 처리를 하지 않은 컵보다 배중 상태가 양호한 것으로 나타났다. fillet 2.5mm일때, 중립종자는 1립 96.3%이상, 0립 0.5%이하로 우수하였고 대립종자도 1립 96.8%이상, 0립 2.7%이하로 fillet 1.5mm의 경우보다 우수하였다.

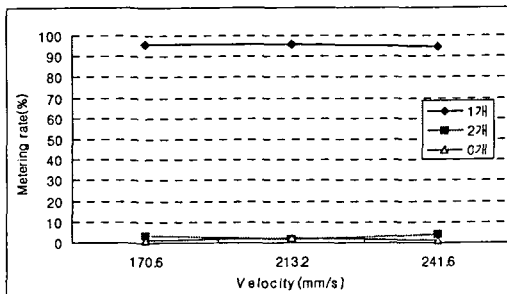


(a) fillet 1.5mm

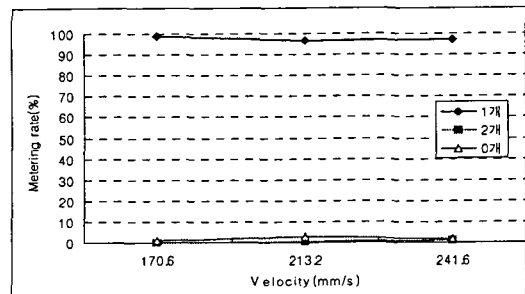


(b) fillet 2.5mm

그림 5. fillet 크기별 중립 주아의 배중상태



(a) fillet 1.5mm



(b) fillet 2.5mm

그림 6. fillet 크기별 대립 주아의 배중상태

나. 성능 시험 결과

포장시험 결과 대주아의 배중, 파중 및 복토상태는 우수하였으며 중립 대주아 보다는 대립의 경우가 1립 파중률이 96.3%로 파중 상태가 우수한 것으로 나타났으며 주아 크기에 대한 파중상태의 세부성적은 표 2와 같다.

포장시험시 시작기의 보완 사항으로는 배중장치에서 버킷덮개의 원활한 작동을 위한 스프링의 강도를 증대할 필요가 있는 것으로 나타났고 작업후 종자의 잔량을 제거할 수 있도록 종자통에 배출구 설치가 필요한 것으로 나타났다.

표 2. 주아 크기별 파종상태

파종률(%)					
중립			대립		
1립	2립	0립	1립	2립	0립
85.2 (4.2)	9.4 (3.9)	5.4 (4.9)	96.3 (2.4)	1.1 (0.9)	2.6 (1.8)

※ ()는 S.D.

4. 요약 및 결론

가. 배종용 컵의 홈 크기는 등가직경을 기준으로 등가직경의 10%를 단위로 직경크기를 증가시킨 6수준, 배종속도는 버킷의 선속도를 107.6, 213.2, 241.6mm/s의 3수준으로 하여 실험한 결과 등가직경+30% 구멍크기 컵의 경우 1립 배종률 95.2 ~ 98.4%, 0립을 0.0 ~ 1.1%로 가장 양호한 것으로 나타났음

나. 시작기는 요인실험을 바탕으로 경운기 부착형(7조식)으로 하여 대주아가 조간 12cm, 주간 12cm의 간격으로 도관을 통해 자연낙하하도록 제작하였으며 포장시험결과, 중립의 경우 1립이 85.2%, 0립 5.4%로 나타났고, 대립은 1립 96.3%, 0립 2.6%로 중립의 경우보다 파종상태가 우수한 것으로 나타났음

다. 포장시험결과 대주아 파종기의 개선 보완점은 버킷덮개의 원활한 작동을 위한 스프링의 강도증대와 작업후 종자의 잔량을 제거할 수 있는 배출구 설치가 필요한 것으로 나타났음

5. 참고문헌

- 가. 박홍제, 박영준, 김경욱. 2000. 캄식 고속 식부장치 개발. 한국농업기계학회지 25(6):445~456
- 나. 윤진하 등 공저. 2006. 마늘생산 일관기계화. 농업공학연구소:7~29
- 다. 이용국, 이대원, 오영진. 1993. 자동제어식 파종조절장치 개발. 한국농업기계학회지 19(2):91~98
- 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