

일시수확형 고추수확기 개발에 관한 연구 (I)

- 고추 탈과 기초요인시험 -

A Study on Development of Once-Over Harvest Pepper Harvester(I)

- A Fundamental Factor Test for Pepper Detachment -

김영근* 홍종태* 최 용* 전현중* 박환중* 조영목*
정희원 정희원 정희원 정희원 정희원

Y. K. Kim J. T. Hong Y. Choi H. J. Jun H. J. Park Y. M. Cho

1. 서론

고추는 지난 3년간 평균 재배면적이 77,649ha로 전체 채소의 22.3%, 생산액은 1조 4,500억 원으로 27%를 점유하고 있으며, 전체 농산물 중에서도 벼, 돼지, 한·육우 다음의 자리를 차지하고 있는 주요 작물이다. 하지만 영농의 소규모, 불리한 기후 및 노동집약적인 재배양식 등에 의한 높은 생산비 등 풀어야 할 난제들이 많으며, 특히 10a당 총 노동투하시간 266.7시간 중 수확작업시간은 118.5시간으로 총 노동투하시간에 40% 이상을 점유하고 있어 수확작업의 생력화를 위해 고추수확작업의 기계화가 요구되고 있다. 미국 및 유럽에서는 1970년대부터 고추수확기 개발 연구가 계속 되어왔으나 실용화까지는 발전하지 못하다가 1990년대 후반에 미국에서 처음 실용화되어 시판되기 시작하였다. 그러나 기후 및 고추재배양식 등의 차이, 대규모 재배포장을 대상으로한 트랙터 부착형의 대형 수확기이므로 국내에 적용하기에는 무리가 있다. 한편 우리나라에서는 1작기에 6~7회에 걸친 지속적인 수확과 지주재배를 해야 하는 작물의 특성이 수확기계화에 큰 장애가 되었다. 그러나 1990년초부터 이러한 불편을 해소하기 위해 일시에 착과되며 1회 수확으로 기존의 6~7회 수확시의 수확량을 확보할 수 있는 일시수확형 및 무지형 고추 품종 개발이 시도되어 현재에도 개발 중에 있으며, 어느 정도 성과를 나타내고 있다. 그러므로 본 연구는 일시수확형 고추의 기계수확을 위한 수확기 개발에 앞서 고추기계수확의 중요한 요인이 되는 고추 탈과요인을 구명하기 위해 탈과장치를 제작하여 탈과시험을 실시하였고 탈과요인을 도출 분석하였다.

2. 재료 및 방법

가. 탈과시험장치 제작

(1) 시험장치 구성

고추의 탈과요인을 구명하기 위하여 그림 1과 같이 시험장치를 제작 구성하였다. 시험장

* 농촌진흥청 농업기계화연구소 생물생산기계과

치는 형식별 탈과장치의 착탈이 가능하게 제작하였으며 탈과장치 사이간격, 탈과장치 경사도가 조절가능하고 탈과장치 회전수 및 협지벨트를 이용한 고추 이송(공급)속도를 자유롭게 조절할 수 있도록 하였다. 시험장치의 동력은 유압시스템을 사용하였으며 유압펌프의 용량은 50l/min, 최대압력 150kg/cm², 상용압력 70~80kg/cm²이다. 본 탈과시험에 사용한 탈과장치의 형식별 구조와 제원은 표 1과 같다.

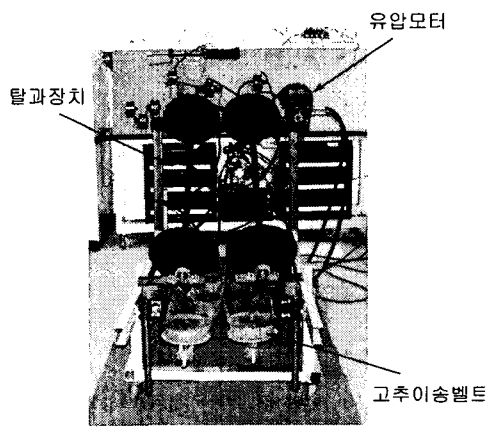


그림 1 고추탈과 시험장치

표 1 탈과장치 형식별 구조 및 제원

형식	구조	제원
돌기부착 급동식		<ul style="list-style-type: none"> ○ 직경×길이 : 300×1,000mm ○ 봉직경 × 개수 : 10mm×4 ○ 돌기수 : 6×4개 ○ 돌기간격 : 150mm ○ 돌기길이×높이×직경 : 50×25×5mm
방사대칭식 (브러쉬형)		<ul style="list-style-type: none"> ○ 직경×길이 : 300×1,000mm ○ 브러쉬봉직경×개수 : 10mm×9 ○ 브러쉬수 : 8개 ○ 브러쉬간격 : 90mm
나선원통식 (2종류)		<ul style="list-style-type: none"> ○ 직경×길이 : 300×1,000mm ○ 나선수 : 3개, 4개 ○ 나선직경 : 10mm ○ 2피치, 3피치

(2) 공시고추

고추탈과 요인시험에 공시한 일시수확형 고추는 그림 2와 같다. 농촌진흥청 원예연구소 포장에서 재배한 것으로 무지주용 상향착과형과 지주용 상향·하향착과형 고추를 공시하였다.



무지주용 상향착과형



지주용 상향착과형



지주용 하향착과형

그림 2 공시고추 종류별 형상

(3) 시험방법

일시수확형 고추의 탈과요인을 구명하기 위하여 탈과장치는 나선원통식(2피치 봉3개, 3피치 봉4개), 방사대칭식(브러쉬형), 돌기부착급동식 3형식 4종류로 하였고, 고추이송(공급) 속도는 0.1m/s, 0.2m/s, 탈과장치 사이간격은 3cm, 6cm, 탈과장치 회전수는 110rpm, 145rpm, 180rpm, 215rpm의 4수준으로 탈과장치의 경사각은 20°로 설정하여 시험을 실시하였다. 그리고 탈과정도는 정상탈과고추, 줄기부착고추, 손상고추(고추꼭지가 떨어진 것이 대부분으로 수확 후 신속히 기계건조를 한다면 가공용으로 사용이 가능한 고추), 미탈과고추로 각각 분류하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 탈과요인시험

(1) 탈과장치 형식별 탈과정도

고추 탈과 요인을 구명하기 위하여 제작한 각각의 탈과장치를 이용하여 탈과시험을 실시하였다. 표 2는 지주용 상향착과형 일시수확형 고추를 재료로 각각의 탈과장치 형식별 고추 탈과시험을 실시 한 후, 고추탈과율의 예를 나타낸 것이다. 한편 앞에서 서술한 각각의 시험 조건으로 탈과시험을 실시한 결과 이송(공급)속도 0.1m/s, 탈과장치 원통사이간격 3cm, 탈과장치 회전수 180rpm의 경우가 그 밖의 다른 시험조건에 비해 정상탈과율이 높게 나타났으며 반대로 미탈과율은 낮게 나타났다. 또한 표 2에 나타난 바와 같이 탈과장치 형식별 비교는 방사대칭식(브러쉬형)이 나선원통식 및 돌기부착급동식 등 다른 탈과장치에 비해 정상탈과율 77.3%로 가장 높았으며, 반대로 미탈과율은 3.0%로 가장 낮게 나타났다. 무지용 상향착형과 지주용 하향착과형 고추의 경우도 수치의 차이는 있었지만 이와 동일한 경향을 보였다. 그림 3은 탈과시험 후의 고추 탈과정도를 나타낸 것이다.

표 2 탈과장치 형식별 고추탈과율

탈과장치 형식	고추탈과율(%)			
	정 상	줄기부착	손 상	미탈과율
나선원통식(2피치, 봉 3개)	47.8	35.2	13.3	3.7
나선원통식(3피치, 봉 4개)	62.7	18.2	4.2	14.9
방사대칭식(브러쉬형)	77.3	12.1	7.6	3.0
돌기부착급동식	60.3	21.6	4.7	13.4



그림 3 고추의 탈과정도

(2) 고추 종류별 탈과정도

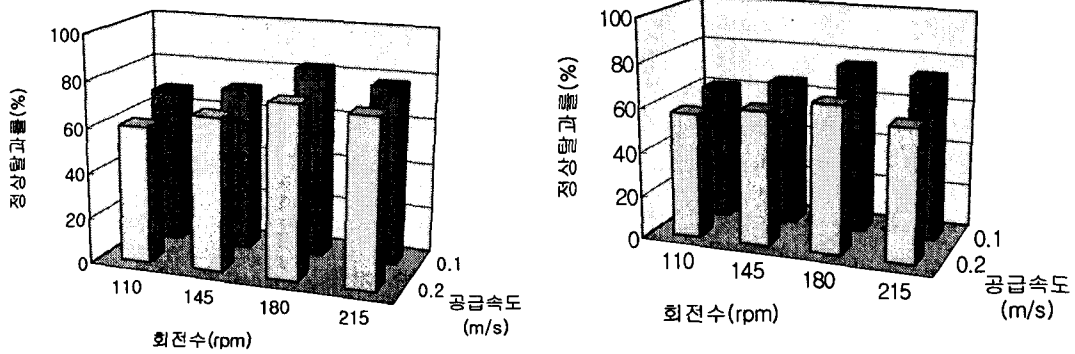
표 3은 방사대칭식(브러쉬형) 탈과장치를 이용하여 탈과시험을 실시 한 후 공시고추 종류별 탈과정도의 예를 나타낸 것이다. 앞에서 서술한 동일한 시험조건으로 시험을 실시하였으며, 고추이송(공급)속도 0.1m/s, 탈과장치 원통사이간격 3cm, 탈과장치 회전수 180rpm일 때 가장 좋은 성적이 나타났다. 고추종류별로는 지주용 하향착과형 고추가 정상탈과율 82.7%, 미탈과율 2.7%로 무지주용 상향착과형 및 지주용 상향착과형 고추에 비해 성적이 우수하게 나타났다. 무지주용 상향착과형 고추의 경우는 지주대 없이 재배가 가능한 품종으로서 다른 지주용 품종에 비해 상대적으로 초장이 짧고 줄기직경이 굵은 특징이 있으나 고추가 밀집되어 있으며 전부 상향으로 착과되므로 탈과장치를 이용한 기계수확에 어려움이 있어 표 3에 나타난 바와 같이 공시고추 중에 가장 낮은 정상탈과율과 가장 높은 미탈과율을 보였다고 판단된다. 그러나 현재 고추 수확기계화의 장애요인으로 대두되는 요인 중에 하나가 고추의 지주대라 할 수 있다. 그러나 기존의 재래 고추품종은 우리나라 기후환경 여건상 지주대 없이는 재배가 불가능하므로 고추수확의 기계화를 위해서는 기존의 재래 고추품종과는 다른 무지주 재배가 가능하고 과실이 크며 기계수확이 용이한 하향착과형 고추 품종의 개발이 필수적이라고 사료된다.

표 3 고추 종류별 탈과정도

고추종류	고추탈과율(%)			
	정상	줄기부착	손상	미탈과
무지주용 상향착과형 고추	52.3	20.9	14.3	12.5
지주용 하향착과형 고추	82.7	7.2	7.4	2.7
지주용 상향착과형 고추	77.3	12.1	7.6	3.0

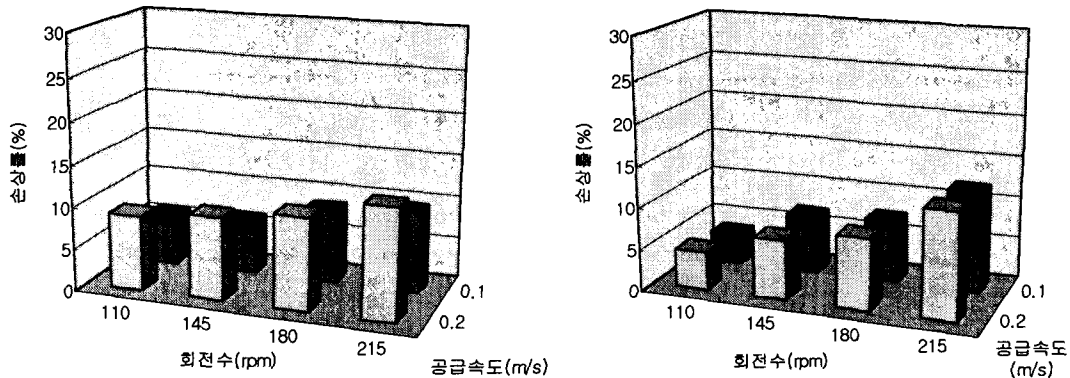
(3) 고추 이송(공급)속도별, 탈과장치 회전수별, 원통사이간격별 탈과정도

제작한 각각의 탈과장치와 공시고추를 이용하여 고추 이송(공급)속도, 탈과장치 회전수 및 원통사이간격별로 고추의 탈과시험을 실시하여 탈과정도를 조사 분석하였다. 그림 4는 지주용 하향착과형 고추와 방사대칭식(브러쉬형) 탈과장치일 때의 고추 이송(공급)속도별, 탈과장치 회전수별 정상탈과율을 나타낸 것이다. 그림 4와 같이 탈과장치 회전수가 증가할수록 정상탈과율은 증가하다가 180rpm을 정점으로 감소하는 경향이 나타났다. 또한 이송(공급)속도 0.1m/s와 탈과장치 원통사이 간격 3cm일 경우가 0.2m/s, 6cm보다 정상탈과 비율이 높게 나타났다. 이는 고추가 탈과장치를 통과하는 시간이 상대적으로 길고, 탈과장치와 접촉할 기회가 그 만큼 많아 탈과가 용이했기 때문이라고 판단된다.



원통사이간격 : 3cm
원통사이간격 : 6cm
그림 4 고추 이송(공급)속도별, 탈과장치 회전수별 정상탈과율

그림 5는 손상율을 나타낸 것으로 탈과장치 회전수가 증가할수록 손상율은 증가하는 경향이 있었으며 이송(공급)속도 0.1m/s일 경우가 0.2m/s 보다 상대적으로 손상율이 낮게 나타났다.



원통사이간격 : 3cm
원통사이간격 : 6cm
그림 5 고추 이송(공급)속도별, 탈과장치 회전수별 손상율

4. 요약 및 결론

1. 일시수확형 고추의 기계수확 요인을 구명하기 위하여 4종류의 탈과장치를 제작하여 공시고추로 탈과시험을 실시한 결과 탈과장치는 방사대칭식(브리쉬형), 고추이송(공급)속도는 0.1m/s, 탈과장치 간격은 3cm, 탈과장치 회전수는 180rpm에서 정상탈과율 77.3%, 손상률 7.6% 미탈과율 3.0%로 가장 양호한 성적이 나타났다.
2. 방사대칭식(브리쉬형) 탈과장치를 이용하여 무지용 상향착과형 고추, 지주용 하향착과형 고추, 지주용 상향착과형 고추를 공시하여 고추별 탈과시험을 실시한 결과, 고추이송(공급)속도 0.1m/s, 원통사이간격 3cm, 탈과장치 회전수 180rpm에서 가장 양호한 성적이 나왔으며, 지주용 하향착과형 고추가 정상탈과율 82.7%, 손상률 7.4%, 미탈과율 2.7%로 무지주용 상향착과형 고추(52.3%, 14.3%, 12.5%)와 지주용 상향착과형 고추(77.3%, 7.6%, 3.0%)에 비해 기계수확에 적합한 것으로 나타났다.
3. 이상의 고추 기계수확 요인시험의 결과, 탈과장치는 방사대칭식(브리쉬형) 고추종류로는 하향착과형 고추가 기계수확에 바람직한 것으로 나타났으며, 수확 후 회수가 가능한 줄기부착고추를 포함한다면 고추기계수확률은 80% 이상, 꼭지가 떨어진 것이 대부분인 손상고추도 수확 후 즉시 기계건조하여 가공용으로 사용한다고 가정한다면 기계수확률은 90% 이상 가능하지만, 이것의 수용 여부는 좀 더 폭넓은 의견수렴 및 조사가 필요하다고 사료된다.
4. 고추수확 기계화를 위해서는 실내요인 시험 결과를 토대로 포장에서 수확메커니즘 구명과 더불어 고추 과실이 크고 무지주용 하향착과형 일시수확형 고추 품종의 개발이 병행되어야 한다고 판단된다.

5. 참고문헌

1. 이종호, 박승제, 김철수, 이중용, 김용현. 1993. 고추수확기 개발을 위한 기초연구. 한국농업기계학회 18(2) : 110~121
2. 이종호, 박승제, 김철수, 이중용, 김명호, 김용현. 1995. 고추수확기의 개발방향 설정. 한국농업기계학회 20(1) : 22~35
3. 조명철. 2001. 고추일시수확형 품종 육성. 연구와 지도 42(11) : 40~41
4. D. H. Lenker and D. F. Nascimento. 1982. Mechanical Harvesting and Cleaning of Chili Peppers. TRANSACTIONS of the ASAE. : 42~46
5. R. Seecharan, M. Colwell and G. Hergert. 1988. Estimated Costs of Mechanical Strawberry Harvesting. Canadian Agricultural Engineering : 221~226
6. Steven B. Shooter and Keith W. Buffinton. 1999. Design and Development of the Pik Rite Chili Pepper Harvester : A Collaborative Project with the University, Industry, and Government. 29th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. Session 12b4 : 19~24