

홍고추 꼭지 제거장치 개발

Development of calyx-removing unit for non-dried red pepper

이승규* 민영봉* 나우정* 김영복* 송대빈* 정효석*
정희원 정희원 정희원 정희원 정희원 정희원
S. K. Lee Y. B. Min W. J. Na Y. B. Kim D. B. Song H. S. Jung

1. 서론

고추는 저장상의 문제로 대부분 건 고추 상태로 유통되고 있다. 그러나 고추의 전체 생산비 중 건조작업이 차지하는 비중이 50% 정도로 매우 높고 특히 천일 건조는 인력이 많이 소요되는 힘든 작업이다. 따라서 고추 가공 공장에서 홍 고추를 원료로 하여 고추를 가공한다면 고춧가루 중심의 제품생산에서 탈피하여 보다 다양한 제품(고추액즙, 고추장, 장 류, 김치 등기타 식품첨가물)의 개발을 촉진할 수 있을 것으로 생각된다. 또 건조작업 및 분말 가공 작업에 소요되는 노동력과 에너지의 절감을 통하여 고추 생산비의 절감과 가공공장의 기계화로 처리능력이 향상될 것으로 예상된다. 홍 고추 가공은 불량 식품의 대명사로 인식되어 온 고춧가루와 고춧가루 첨가식품에 대한 소비자의 불안감 해소와 위생 상태 개선에 기여하고 부가가치 창출로 농민의 소득증대에 크게 기여할 것이며, 고춧가루 대신 고추액즙을 사용한 김치의 품질과 맛의 향상에도 기여할 수 있을 것으로 예상된다.

국내에서 유일하게 홍 고추를 가공하는 남 제천 농협에서의 시운전 결과 공급·전개·정렬 장치의 문제로 꼭지 제거율이 매우 저조하게 나타났다. 따라서 본 연구에서는 앞서 확인된 각 단위기구의 실험 내용과 시운전 결과를 기초로 홍 고추 꼭지 제거 장치를 설계·제작하고 실험을 통하여 그 성능을 검증하고자 한다.

2. 재료 및 방법

가. 실험 재료

실험에 사용된 고추는 진주 인근 노지에서 재배·수확된 대과종인 녹광을 사용하였다. 실험 당일 농협에서 공판된 고추를 구입하였다.

나. 실험장치

본 연구를 위해 설계·제작된 홍 고추 꼭지 제거기의 형태는 그림 1과 같다. 공급 장치의 진동판에서 전개된 고추가 공급 덕트에서 길이 방향으로 이송 장치 상부의 가이드에 공급되고 이송술에 의해 좌우로 이송된 꼭지가 회전 톨러와 절단날로 제거되도록 구성되었다.

* 경상대학교 농업시스템공학부 생물산업기계공학과

제작을 위한 전체 조립도는 그림 2와 같다.

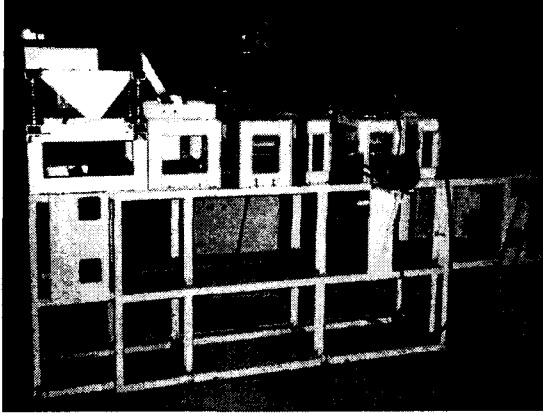


Fig. 1 Photograph of red pepper calyx removing machine

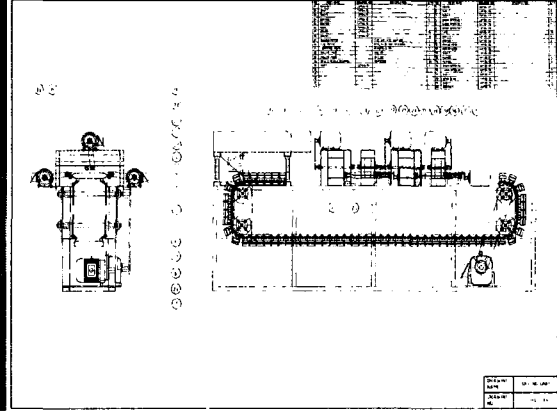


Fig. 2 View of red pepper calyx removing machine

다. 실험 방법

남 제천 농협 홍 고추 가공공장의 경우 고추 꼭지 제거 속도는 1인 기준 초당 약 1개로 파악되었다. 홍 고추 1개의 중량을 약 20g으로 가정하면 1인이 초당 20g의 고추 꼭지를 제거하는 것에 해당된다. 본 연구에서는 이를 기준으로 초당 처리량을 100g, 50g, 20g으로 하였다.

고추 꼭지 제거 성능에 영향을 미치는 또 하나의 요인은 이송 가이드 내에 투입되는 고추의 개수로 2개 이상이 투입되면 회전축에 의해 이송 가이드 밖으로 튀어나가는 고추의 수가 증가하여 제거율이 저하되고 또 좌우 방향으로의 이송이 원활하지 못해 꼭지가 절단 롤러에 삽입되지 못하는 경우가 발생하여 역시 제거율이 저하된다. 이를 고려하여 이송 가이드 이송 속도 4 수준, 고추 투입량 3 수준으로 하여 꼭지 제거 실험을 실시하였다. 이송 가이드 이송 속도는 인버터를 사용하여 변경시켰으며, 투입량은 진동 모터의 주파수를 변경하여 조절하였다. 각 실험에서 이송 가이드 밖으로 튀어나온 고추와 배출구로 배출된 고추로 1차 분리하였다. 이송 가이드 밖으로 튀어나온 고추 중 꼭지가 제거된 것과 분리되지 않은 것으로 배출구로 배출된 고추 중 꼭지가 제거된 것과 제거되지 않은 것으로 다시 분리하고 각각의 중량을 전자 저울로 측정하여 꼭지 제거 성능을 측정하였다. 꼭지 제거 성능은 손실율, 이탈율, 제거율, 제거 수율로 구분하여 측정하였으며 다음 식으로 환산하였다.

$$\text{손실율}(\%) = \frac{(W_t - W_a) - W_b}{W_t - W_a} \times 100$$

$$\text{이탈율}(\%) = \frac{W_c}{W_t} \times 100$$

$$\text{제거율}(\%) = \frac{W_b}{W_t - W_c} \times 100$$

$$\text{제거수율}(\%) = \frac{W_b}{W_t} \times 100$$

여기서 W_t 는 공급 중량, W_a 는 꼭지가 제거되지 않은 중량, W_b 는 꼭지가 제거된 중

량, W_c 는 이송 가이드에서 이탈된 중량을 나타낸다.

각 실험 조건별 시료량은 2kg으로 하였고, 동일 조건에서 3회 반복하였다. 상세한 실험 조건은 표 1과 같다.

Table 1 Conditions for non-dried red pepper calyx removing

Items	Contents
Conveying speed(m/s)	4 grade(0.196, 0.235, 0.300, 0.370)
Input of non-dried red pepper(g/s)	3 grade(100, 50, 20)

3. 결과 및 고찰

가. 과피 중량 손실

꼭지 제거 시 나타나는 중량 손실은 꼭지부의 중량, 절단날에 의한 과피부 손실, 과피 파괴에 의한 씨앗 손실 등의 요인으로 발생한다. 이러한 요인은 꼭지제거 장치의 구조와 밀접한 관계가 있고 꼭지 제거 성능과는 별도로 중요한 기계 성능이므로 확인할 필요가 있다.

꼭지 제거 시 꼭지 이외의 과피부 손실 정도를 알아보기 위해 각 실험 조건별 손실율을 그림 7-10에 나타냈다. 이송 속도 0.196m/s 에서는 공급량에 관계없이 약 12.8% 정도를 나타내는 것을 알 수 있으며, 다른 이송 속도에서는 공급량에 따라 차이를 나타내고 있다. 최대 손실율은 공급량 48g/s, 이송 속도 0.235m/s일 때 약 15.5%로 나타났고 최소 손실율은 공급량 87g/s, 이송 속도 0.370m/s일 때 약 7%로 나타났다. 홍고추 물성에서 홍고추 1개 중 꼭지가 차지하는 중량비는 6.8% 정도로 나타났으므로 실제 최대 손실율은 약 8.7%로 예상된다.

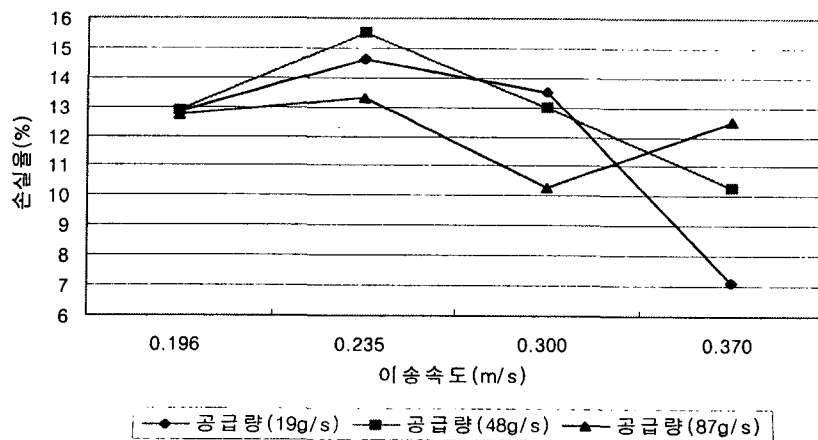


Fig. 3 Weight loss-rate of Pericarp

나. 고추 이탈

고추 이탈율은 이송 가이드로 공급된 고추 중 절단 롤러에 삽입되지 못하고 이송 가이드 밖으로 이탈되는 정도를 나타내는 것으로 꼭지 제거 성능에 직접적인 영향을 미치는 요인이다.

이송 가이드 내의 고추 꼭지를 이송 가이드 밖으로 노출시키기 위해 설치된 회전축의 회전력으로 고추가 이송 가이드 밖으로 튀어나가는 정도를 알아보기 위해 각 실험 조건에서 고추의 이탈율을 그림 7-11에 나타냈다. 그림에서 이송 속도가 증가할수록 이탈율이 작아지는 것을 알 수 있다. 이는 이송 속도가 느린 경우 회전축에 의한 충격을 받는 시간이 길고 이송 속도가 빠른 경우는 짧기 때문이다. 최대 이탈율은 공급량 87g/s, 이송 속도 0.196m/s에서 약 35%를 나타냈고, 최소 이탈율은 공급량 19g/s, 이송 속도 0.370m/s에서 약 18%로 나타났다.

특히 공급량 48g/s의 경우는 이송 속도 증가에 따라 다소 감소하는 경향을 보이거나 약 23~28%로 큰 차이를 보이지 않는 것을 알 수 있다.

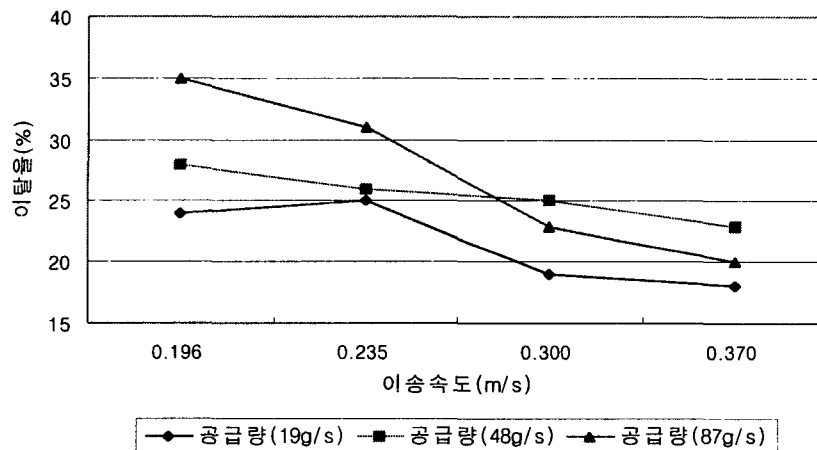


Fig. 4 Separation-rate of red pepper

다. 꼭지 제거율

공급된 고추 중 이탈된 고추를 제외한 고추를 기준으로 환산한 꼭지 제거율을 그림 7-12에 나타냈다. 공급량이 19g/s인 경우 이송 속도가 증가함에 따라 다소 증가하는 경향을 보이는 반면, 공급량이 48g/s인 경우는 감소 경향이 뚜렷하게 나타나고, 공급량이 87g/s인 경우는 증가했다가 감소하는 경향을 나타내고 있다.

본 연구에서 고안된 꼭지 제거 장치에서 꼭지 제거 성능에 직접적인 영향을 끼치는 요인은 첫째, 한 개의 이송 가이드 내 2개 이하의 고추가 길이 방향으로 공급되는가 하는 것이고, 둘째, 회전축의 회전력이 이송 가이드 내 고추에 적절하게 전달되어 고추 꼭지가 이송 가이드 외부로 충분히 노출되는가 하는 것이며, 셋째, 노출된 고추 꼭지가 절단 롤러에 원

활하게 삽입되느냐 하는 것이다. 공급량 19g/s, 이송 속도가 0.196m/s의 실험 조건은 이송 가이드 내에 한 개 정도의 고추가 투입되도록 한 것으로 위 꼭지 제거 요인을 고려할 때 가장 원활하게 꼭지가 제거 될 것으로 예상된 조건이다. 그러나 실험 결과 약 57%의 제거율로 공급량 48g/s의 66%와 비교할 때 약 9%의 차를 나타냈다. 공급량 87g/s의 경우도 약 63%로 6% 높게 나타났다. 결과적으로 한 개의 이송 가이드 내에 2개 정도의 고추가 투입 되도록 하는 것이 바람직 한 것으로 나타났다. 최대 제거율은 공급량 48g/s, 이송 속도 0.196m/s에서 약 66%로 나타났다. 이를 처리량으로 환산하면 시간당 114kg으로 1일 작업 시간을 8시간으로 하면 약 912kg에 해당된다. 이는 남제천 농협의 경우 1인 1일 8시간 기준 작업량의 약 1.5배에 해당한다.

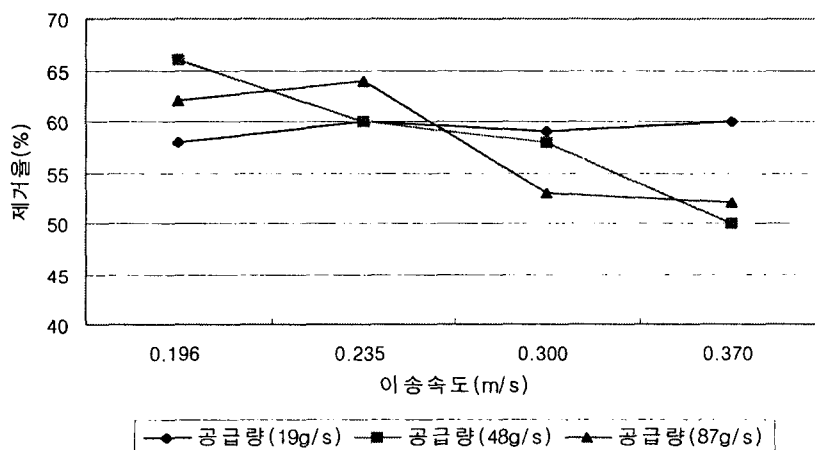


Fig. 5 Calyx removing rate of red pepper

라. 꼭지 제거 수율

그림 7-13에 각 실험 조건에서의 꼭지 제거 수율을 나타냈다. 이송 속도가 증가함에 따라 대체적으로 감소하는 경향을 나타냈으며, 공급량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타냈다. 이는 공급량이 증가함에 따라 이송 가이드에 공급되는 고추의 수가 많아지고 이러한 고추가 회전축에 의해 이송 가이드 밖으로 튕겨져 나갔기 때문이다. 최대 제거 수율은 55%로 전반적으로 낮은 것으로 나타났다.

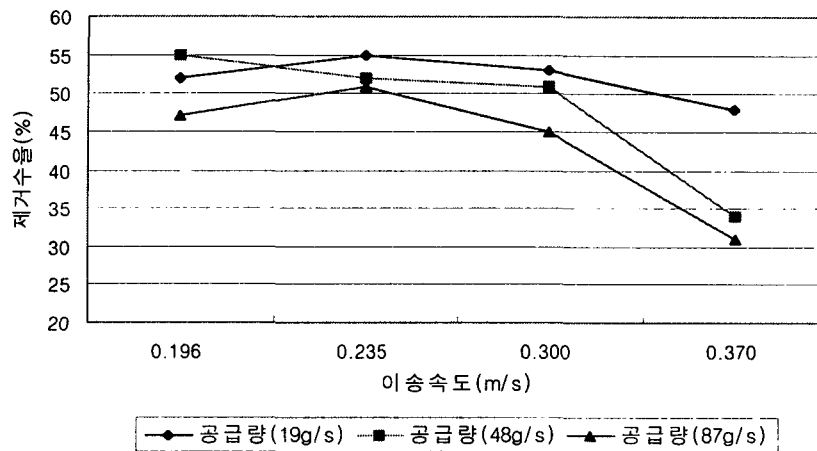


Fig. 6 Calyx removing ratio of red pepper

4. 요약 및 결론

홍고추 꼭지 제거 장치를 설계·제작하고 실험을 통하여 성능을 검증하였다. 꼭지 제거 시 발생하는 최대 손실은 공급량 48g/s에서 15.5%를 나타냈으며 꼭지 중량 비를 감안한다면 실제 최대 손실율은 약 8.7%로 예상된다. 고추 이탈율은 공급량 87g/s에서 최대 35%를 나타냈으며, 꼭지 제거율은 공급량 48g/s에서 최고 66%를 나타냈다. 총 고추 투입량을 기준으로 환산한 꼭지 제거 수율은 최고 55%로 나타나 당초 예상했던 성과와는 차이를 나타냈다. 공급량 48g/s, 꼭지 제거율 66%, 손실율 28%, 1일 작업 시간 8시간을 기준으로 홍고추 꼭지 제거 능력을 계산하면 약 912kg으로 이는 인력에 의한 처리량의 약 1.5배에 해당한다.

5. 참고문헌

1. 국립기술품질원. 1996. 고춧가루 분쇄기의 표준화에 관한 연구보고서.
2. 국립농산물품질관리원 농업정보통계과. 1999. '99 고추생산량 조사결과.
3. 김영복, 이호준, 이승규, 송대빈. 2000. 고추꼭지 제거기의 고추 전개 특성 분석. 한국농업기계학회 200년 동계 학술대회 논문집 5(1):76-81
4. 이승규, 외. 2000. 가공용 홍고추의 꼭지제거장치 개발. 2000년도 농림기술개발사업 연차 실적·계획서.
5. 정의권, 이승규, 송대빈. 2000. 고추꼭지 제거장치 개발. 한국농업기계학회 2000년 동계학술대회 논문집5(1):82-87