# 건고추 꼭지 제거기 개발

# Development of calyx-removing unit for dried red pepper

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

## 1. 서론

현재 국내에는 고추 주산단지를 중심으로 대규모 고춧가루 가공공장이 설치되어 운영되고 있다. 처리량은 농협에서 운영중인 8개의 고춧가루 가공공장의 경우 고춧가루 기준으로 연간 약 620톤에 이르며, 11개의 민간업체의 경우 고춧가루 기준으로 연간 약 2000톤에 달한다. 이를 홍고추 기준으로 환산하면 약 15,000톤으로 전체 생산량의 약 7%를 차지한다.

고춧가루 가공공장에서는 생산 농가에서 건조한 건고추를 원료로 사용하고 있으며, 고춧가루의 품질 향상을 위해 꼭지를 완전히 제거하여 고춧가루를 생산하고 있다. 이를 위해 현재 각 가공 공장에는 건고추용 꼭지 제거기가 개발·보급되어 있다. 그러나 꼭지 제거율이 60% 이하로 매우 낮기 때문에 완전한 꼭지 제거를 위해 많은 인력이 투입되고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 앞서 확인된 각 단위기구의 실험 내용과 시운전 결과를 기초로 건고추 꼭지 제거 장치를 설계·제작하고 실험을 통하여 그 성능을 검증하고자 한다.

## 2. 재료 및 방법

가. 실험 재료

안동 일직 농협 고춧가루 가공공장에서 사용 중인 2000년 산 건 고추를 실험 원료로 하였다.

나. 실험 장치

본 연구를 위해 설계·제작된 건고추 꼭지 제거기의 형태는 그림 1과 같다. 공급 장치의 진동판에서 전개된 고추가 덕트를 따라 압축 장치 상부 호퍼로 공급되도록 되어 있다. 압축 장치로 공급된 고추는 땅콩 형상의 압축 롤러를 통과하면서 과피에 붙어 있는 꼭지 꽃받침부가 압축되어 꼭지 분리 장치로 투입된다. 압축 과정에서 일부는 꼭지가 분리되기도 한다. 분리 장치로 이송된 고추는 타공 형상의 원통과 회전 이송솔에 의해 꼭지가 분리되어 배출 벨트컨베이어로 이송·배출된다. 제작을 위한 전체 조립 도면은 그림 2와 같다.

* 경상대학교 농과대학 농업시스템공학부 생물산업기계공학과

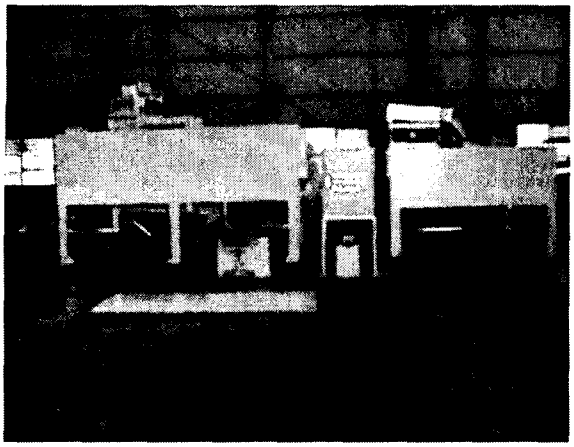

Fig. 1 Photograph of dried red pepper calyx removing machine

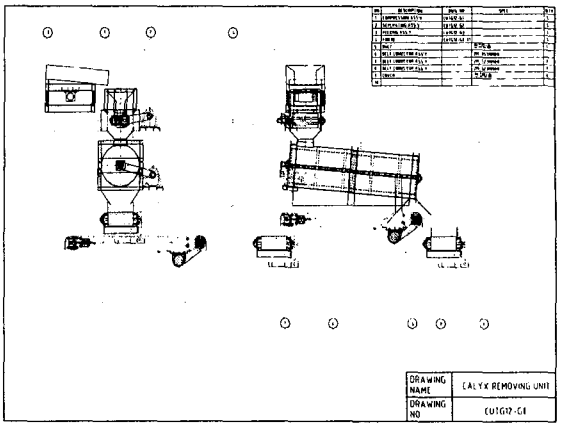


Fig. 2 View of dried red pepper calyx removing machine

나. 실험 방법

1) 분리 장치 작동 조건 구명

제작·조립된 건 고추 꼭지 제거 장치의 최적 작동 조건을 구명하기 위한 예비 실험 결과 분리 장치의 회전솔의 회전수에 따라 제거율과 파지 발생율이 큰 영향을 받는 것으로 나타났다. 따라서 함수율 2 수준, 분리 장치 회전수 3 수준으로 하여 분리 장치의 최적 작동 조건을 선정하였다. 상세한 실험 조건은 표 1과 같다.

Table 1 Conditions for experiment

| Items | Contents |
|---|---|
| Moisture content(%, w.b.) | 2 grade(22%, 19%) |
| Input frequency(Hz) | 4 grade(30, 40, 45, 55) |

2) 꼭지 제거 성능

기존 고춧가루 가공공장에서 사용 중인 꼭지 제거기는 투입 원료의 함수율에 따라 제거율에 큰 차이를 나타내고 있다. 즉 함수율이 낮은 경우는 롤러 압축 시 꽃받침부가 쉽게 파괴되어 제거율이 높은 반면, 함수율이 높은 경우는 꽃받침부의 파괴가 일어나지 않아 제거율이 낮아지는 현상을 나타낸다. 이처럼 투입 원료의 함수율에 차이가 나는 것은 원료 수매 후 저온저장고에 보관하면서 가공을 하기 때문에 보관 중에 발생하는 수분응축으로 원료의 함수율이 증가하게 된다. 겨울철에는 저온저장고에서 출고 후 자연 건조과정을 거쳐 함수율을 조절하는 것이 가능하지만, 여름철, 특히 장마철에는 원료의 변질 문제로 건조과정을 거치는 것이 불가능하다. 따라서 본 연구에서는 투입 원료 함수율을 저온저장고에서 출고된

것과 자연 건조과정을 거친 것의 2 수준으로 조절하여 제거율의 변화를 측정하였다. 오븐법에 의한 함수율 측정 결과 저온저장고 출고 직후의 함수율은 약 22%로 측정되었으며 이를 1일 자연 건조한 경우는 19%로 측정되었다.

투입량은 기존 고춧가루 가공공장의 가공 처리량을 고려하여 원료 기준으로 결정하였다. 1kg의 원료 투입 시간을 15초, 20초, 30초로 하여 실험을 하였다. 이를 시간당 투입량으로 환산하면 120kg, 180kg, 240kg에 해당된다.

각 실험 조건에서 과피 배출부 배출되는 고추를 꼭지가 제거된 것, 제거되지 않은 것으로 구분하고 전자 저울로 중량을 측정하였고, 씨·꼭지 배출부로 배출되는 씨, 꼭지, 파지를 손으로 구분하여 각각의 중량을 측정하였다. 측정된 중량을 기준으로 꼭지 제거율, 씨 발생율, 파지 발생율, 중량 손실율을 계산하였다. 상세한 실험 조건은 표 2와 같다.

Table 2 Conditions of dried pepper calyx removing

| Items | Contents |
|---|---|
| Moisture content(%, w.b.) | 2 grade(22%, 19%) |
| Input of dried red pepper(kg/hr) | 3 grade(120, 180, 240) |

3) 꼭지 제거 장치 안정화 성능

건고추 1개의 중량은 품종에 따라 다르나 본 실험에서 사용한 안동 일직 농협의 원료는 개당 약 2g 정도를 나타냈다. 따라서 1kg의 원료는 약 500개에 해당되며, 예비 실험을 통해 원료 분리 및 중량 측정의 어려움을 고려하여 꼭지 제거 성능 실험 시 각 실험 조건별 원료량을 1kg으로 결정하였다. 그러나 1kg의 원료를 처리하는데 소요 시간은 약 2분 이내로 기계 장치의 연속 운전에 대한 안정성을 확인하는데는 문제가 있는 것으로 판단되었다. 따라서 꼭지 제거기의 안정적 운전 성능을 확인하기 위해 함수율 19% 인 원료 약 10kg을 사용하여 꼭지 제거 성능 실험을 수행하여 그 결과를 1kg을 사용한 경우와 비교하였다.

## 3. 결과 및 고찰

가. 분리 장치 작동 조건

그림 3은 원료 함수율 22%(습량기준)인 경우 분리 장치 회전수에 따른 꼭지 제거율, 파지 발생율, 씨 발생율, 중량 손실율을 나타낸 것이다. 그림에서 회전수가 증가함에 따라 꼭지 제거율이 증가함을 알 수 있으며, 특히 회전수 40Hz를 기준으로 급격하게 증가되는 것을 알 수 있다. 이는 분리 장치의 회전솔의 회전수가 증가함에 따라 회전에 의한 충격으로 꼭지 분리가 증가했기 때문으로 생각된다. 이러한 경향은 파지 발생율에서도 알 수 있는데, 회

전수가 증가함에 따라 회전솔에 의한 충격의 증가로 꼭지 분리와 동시에 과피의 파괴도 동시에 이루어져 씨 배출쪽으로 배출되는 파지의 양이 증가되는 것을 나타낸다. 씨 발생율 역시 충격량 증가를 설명하는 것으로 회전수가 증가함에 따라 과피의 손상이 증가하여 과피내의 씨가 밖으로 유출된 것으로 생각된다.

중량 손실율은 투입 중량에 대한 손실 중량의 비로 회전수 30Hz에서 높은 값을 나타내고 나머지 회전수에서는 거의 일정하게 나타나고 있음을 알 수 있다.
이것은 회전수 30Hz에서 첫 번째 실험을 하였기 때문에 기계 장치 내에 잔류하는 씨, 파지, 꼭지 등이 증가했기 때문으로 판단된다.

꼭지 제거율과 파지 발생율을 기준으로 볼 때 적정한 분리 장치의 회전수는 45Hz로 판단된다.

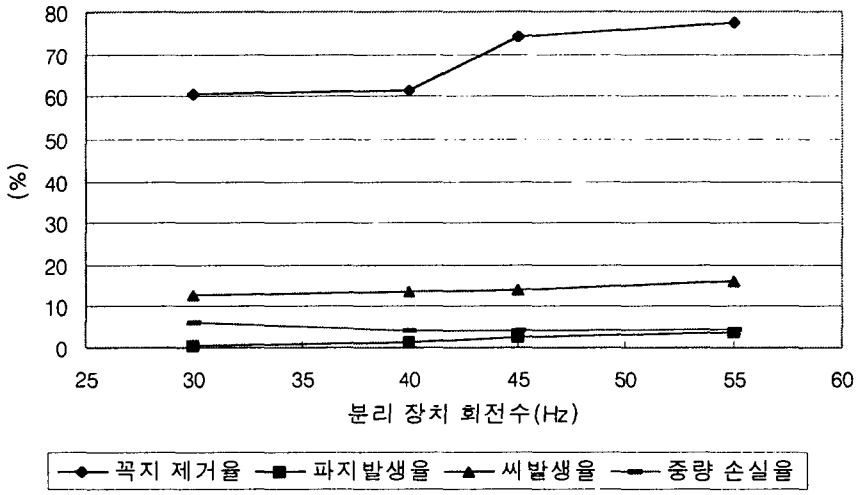


Fig. 3 calyx removing rate according to revolution speed of separating unit(moisture content, 22%)

그림 4는 원료 함수율 19%(습량기준)인 경우 분리 장치 회전수에 따른 꼭지 제거율, 파지 발생율, 씨 발생율, 중량 손실율을 나타낸 것이다. 함수율 22%의 경우와 마찬가지로 회전수가 증가함에 따라 제거율, 파지 발생율, 씨 발생율이 증가함을 알 수 있다. 다만, 중량 손실율은 거의 변화없이 일정하게 나타나고 있다.

이상의 결과로 분리 장치의 회전솔의 회전수가 꼭지 제거 성능에 직접적인 영향을 끼치는 것을 알 수 있으며, 제거율과 파지 발생율을 고려할 때 적정한 작동 회전수는 45Hz로 생각된다.

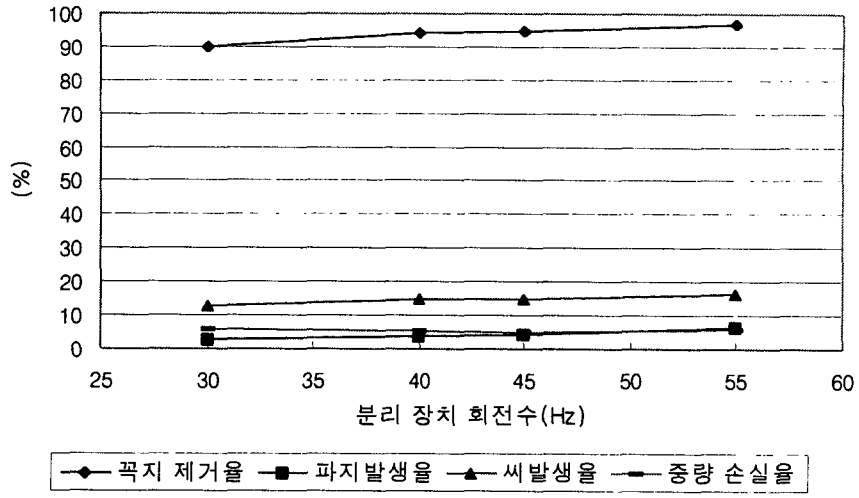


Fig. 4 calyx removing rate according to revolution speed of separating unit(moisture content, 19%)

나. 함수율에 따른 꼭지 제거율

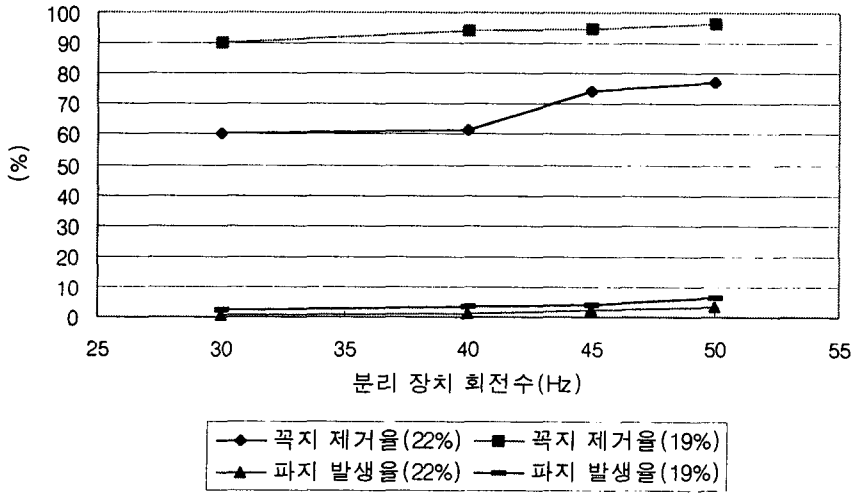


Fig. 5 Calyx-removing rate and scrap occurrence rate according to initial moisture content

그림 5는 원료 함수율에 따른 꼭지 제거율과 파지 발생율을 나타낸 것이다. 그림에서 함수율 22%의 경우 60~78%의 꼭지 제거율을 나타낸 반면 함수율 19%의 경우는 90% 이상의 제거율을 나타냈다. 원료 함수율이 높은 경우에는 꼭지 꽃받침부와 과피부가 압축 롤

러를 통과 할 때 조직이 파괴되지 않고 단순히 압착만 되기 때문이다. 그러나 함수율이 낮은 경우는 압축 롤러 통과 시 조직이 파괴되어 분리 장치에서 꼭지 분리가 쉽게 일어나기 때문이다. 꼭지 제거율의 측면에서는 함수율이 낮은 경우가 유리하지만, 압착에 의한 조직 파괴로 파지 발생율이 증가된다. 그림에서 파지 발생율은 함수율 19%의 경우가 각 회전수에서 1.4~2.8% 정도 높게 나타났다. 따라서 기계 작동 시에는 꼭지 제거율과 파지 발생율을 동시에 고려하여 적정한 작동 조건을 선정하는 것이 필요할 것으로 생각된다.

다. 원료 투입량에 따른 꼭지 제거 성능

그림 6은 원료 함수율 22%, 분리 장치 회전 속도를 45Hz로 고정하고 원료 투입량을 3수준으로 변화시켰을 때 꼭지 제거율, 파지 발생율, 씨 발생율, 중량 손실율을 나타낸 것이다. 그림에서 투입량의 증가에 따라 꼭지 제거율은 변화가 없음을 알 수 있다. 이는 처리량이 증가하여도 꼭지 제거 성능에는 아무 문제가 없음을 나타낸다. 파지 발생율과 씨 발생율 역시 투입량과는 상관없이 일정하게 나타났다. 중량 손실율의 경우 투입량 180kg/hr에서 증가하였는데 이는 기계 성능보다는 시료 수집 과정의 오류로 판단된다. 투입량 180kg/hr에서 꼭지 제거율이 낮게 나타난 것은 중량 손실율이 증가하였기 때문으로 시료 수집의 오차를 감안한다면 꼭지 제거율 역시 투입량에 관계없이 일정하게 나타날 것으로 생각된다. 꼭지 제거율은 70~75%를 나타냈으며 파지 발생량은 2.2~2.6%를 나타냈다.

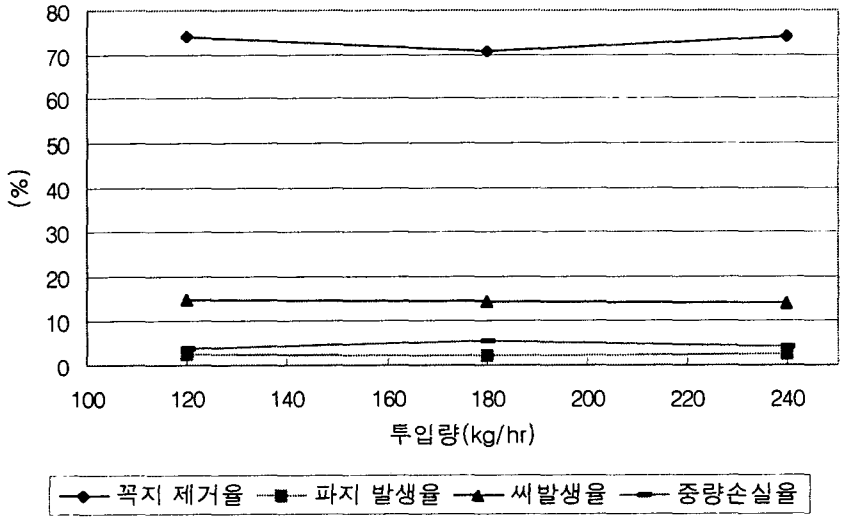


Fig. 6 Calyx-removing rate according to the feeding rate (initial moisture content, 22%)

그림 7은 원료 함수율 19%, 분리 장치 회전 속도를 45Hz로 고정하고 원료 투입량을 3 수준으로 변화시켰을 때 꼭지 제거율, 파지 발생율, 씨 발생율, 중량 손실율을 나타낸 것이다. 그림에서 투입량의 증가에 따라 꼭지 제거율은 변화가 없음을 알 수 있다. 이는 함수율 22%의 경우와 마찬가지로 처리량이 증가하여도 꼭지 제거 성능에는 아무 문제가 없음을 나타낸다. 파지 발생율, 씨 발생율, 중량 손실율 역시 투입량과는 상관없이 일정하게 나타났다.

꼭지 제거율은 약 95%로 원료 함수율 22%에 비해 약 20% 정도 높게 나타났으며 파지 발생량은 4.0~4.6%으로 원료 함수율 22%에 비해 약 2% 정도 높게 나타났다.

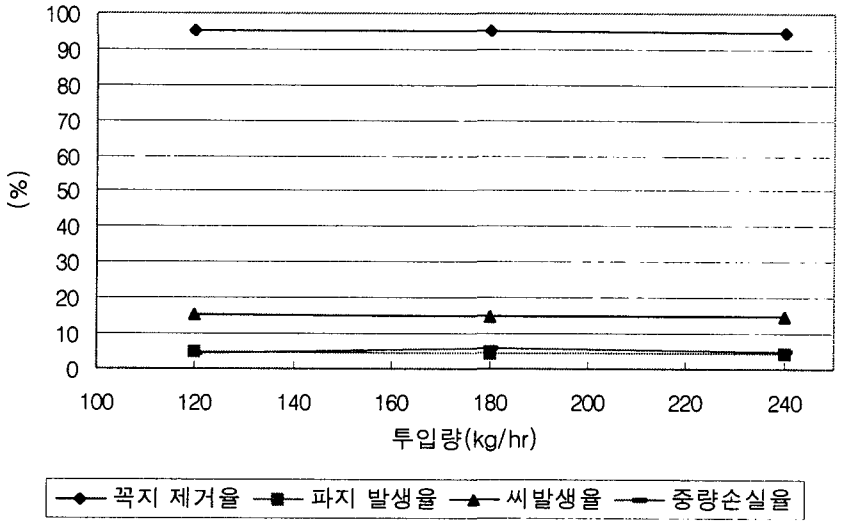


Fig. 7 Calyx-removing rate according to the feeding rate (initial moisture content, 19%)

라. 꼭지 제거 장치의 안정성

그림 8은 원료 함수율 19%, 분리 장치 회전수 45Hz, 투입량 120kg/hr의 조건에서 1kg의 원료와 8.26kg의 원료를 사용하였을 때 꼭지 제거율, 파지 발생율, 씨 발생율, 중량 손실율을 비교한 것이다. 그림에서 꼭지 제거율, 파지 발생율, 씨 발생율, 중량 손실율이 사용 원료량에 따라 거의 변하지 않는 것을 알 수 있다. 이는 많은 양의 원료를 장시간 사용하여도 꼭지 제거 성능에는 변화가 없다는 것을 보여주는 것으로 개발된 꼭지 제거기의 안정성을 확인할 수 있는 결과로 생각된다.

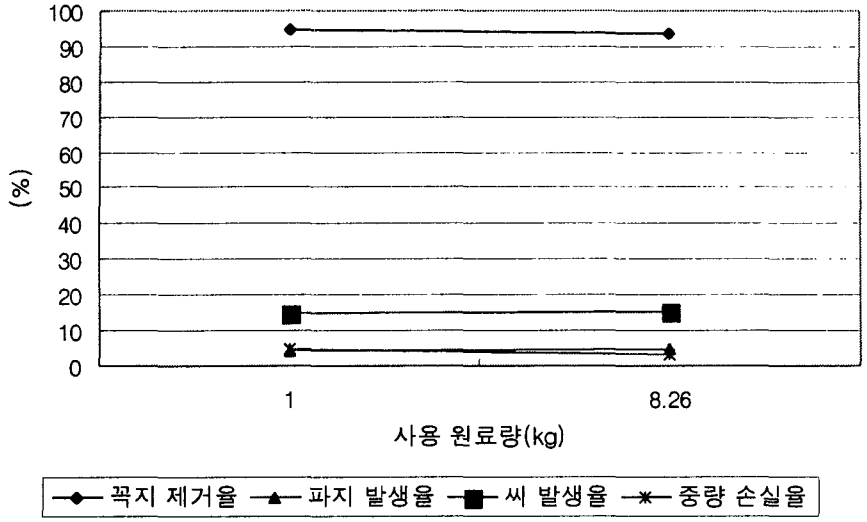


Fig. 8 Calyx-removing rate according to the amount of raw materials used

## 4. 요약 및 결론

건고추 꼭지 제거 장치를 설계·제작하고 실험을 통하여 성능을 검증하였다. 원료 함수율 22%(wb)의 경우 꼭지 제거율은 60~78%, 파지 발생율은 약 4% 정도로 나타났으며, 함수율 19%(wb)의 경우는 꼭지 제거율 90~97%, 파지 발생율 약 7% 정도를 나타났다. 원료 투입량에 따른 실험 결과 꼭지 제거율 및 파지 발생율 변화가 나타나지 않아 개발된 장치의 안정성을 확인할 수 있었다.

## 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 연차실적·계획서.

5. 정의권, 이승규, 송대빈. 2000. 고추꼭지 제거장치 개발. 한국농업기계학회 2000년 동계학술대회 논문집5(1):82-87