

## 양파 탈피·세척·포장 일관기계화시스템 개발

### The development of full mechanization for onion peeling, washing, and packaging

이영희\* 이원옥\* 최동수\* 박종률\* 오성식\* 김만수\*\*

#### 1. 서론

채소류는 조금만 출하량이 늘어나도 가격이 폭락하는 비 탄력인적인 가격특성을 지니고 있어 저온저장 등을 통한 비축으로 출하시기를 조절하여 수급의 탄력성을 보완하고, 가공출하를 통하여 부가가치를 높여야만 생산 농업인의 소득을 보전할 수 있다. 이들 채소류 중 양파는 저장 및 가공출하량이 많은 채소류로 최근 여성의 사회진출 및 간편식의 대중화에 편승하여 즉석조리가 가능한 탈피 및 절단 포장된 상태의 유통이 보편화 되고 있는 실정이다.

양파의 껍질을 탈피하는 인력에 의한 공기분사노즐을 사용하는 작업은 양파의 즙액에서 분비되는 알리움(Allium)화합물의 자극성 때문에 눈에 매운 고통을 느끼고 껍질과 껍질표면에 부착되었던 먼지가 코와 입을 통하여 인체에 유입되기 때문에 매우 어려운 고역작업이다. 국내에서는 민(경상대, 2002), 박(농공연, 2004) 등이 기계적인 방법으로 양파의 껍질을 벗기기 위해 공기분사식 양파탈피기를 개발한바 있다. 공기분사에 의한 탈피작업에서는 고압의 공기가 연속적으로 분사되면서 껍질이 탈피된 탈피양파표면에 양파껍질 및 먼지 등이 부착되어 절단가공 공정 및 포장작업 전에 반드시 물 세척을 하여야 한다. 관행적으로 탈피양파 세척작업은 인력으로 탈피된 양파를 플라스틱 상자에 담고 물 공급호스로 물을 표면에 뿌린 후 일정시간이 지나 자연적으로 물기가 제거되도록 하고 있다. 관행작업은 세척 작업능률 및 정도가 낮을 뿐만 아니라 물기가 자연적으로 제거되도록 기다려야 하는 시간적 제약으로 인해 작업 효율성이 매우 낮다.

세척되거나 절단된 양파는 유통과정에서의 재 오염 방지 및 유통환경 적응성을 높이기 위해 대부분 진공 포장되어 유통되고 있다. 농업공학연구소에서는 양파의 진공포장작업을 능률적으로 할 수 있는 노즐식 탈피양파 포장기를 개발하였다(농공연, 2003). 개발된 양파 탈피기와 탈피양파 포장기의 실용화와 조기보급을 위해서는 세척장치를 포함하는 탈피·세척·포장 일관기계화 시스템 개발이 시급한 상황이나 탈피양파의 세척 및 물기제거장치는 개발이 전무하고, 각각의 처리공정을 일관 구성하여 작업의 능률을 향상시키기 위한 시스템은 개발이 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 탈피양파를 연속적으로 세척하면서 물기를 제거하는 장치를 개발하고, 연계하여 기 개발된 공기분사식 양파탈피기와 노즐식 양파진공포장기로 구성되는 양파 탈피·세척·포장 일관 기계화시스템을 개발하고자 하였다.

\* 농촌진흥청 농업공학연구소

\*\* 충남대학교 생물자원시스템공학부

## 2. 재료 및 방법

### 가. 시험내용

양파 탈피·세척·포장 일관기계화시스템 개발을 위하여 '03년도 개발된 노즐식 탈피양파 포장기, '04년도 개발된 양파탈피기 외에 세척 및 물기제거장치를 개발하기 위하여 탈피양파의 물 세척에 필요한 세척장치 설계 요인 구명하고 세척 및 물기제거장치를 개발하여 기 개발된 탈피기와 포장기를 연계하는 일관기계화 시스템을 구성하여 양파 주산단지에서의 현지 성능평가를 실시하였다.

### 나. 공시재료

본 연구에서 사용된 시험용 양파는 2005년 전남무안에서 생산된 천주 구형황 품종으로 재료의 안정화를 위해 구입 후 24시간동안 상온에서 보관한 뒤 시험하였다.

### 다. 시험방법

탈피양파 세척장치 설계 요인을 구명코자 물 분사압력과 스크루컨베이어 상에서 이송 반전되는 탈피양파의 이송속도별로 시험하였다. 물 분사 압력시험은 노즐직경 3mm에서 압력 0.5, 0.7, 1, 1.5kg/cm<sup>2</sup> 4 수준별로, 이송속도는 이송 및 반전 스크루 위에서의 주속도 160mm/s, 180mm/s, 200mm/s로 하였으며, 시험요인에 따른 세척정도를 판단하기 위하여 탈피된 양파에 황토를 도포 한 후 세척장치를 통과시켜 세척정도를 육안으로 조사하였다. 시작시스템을 제작하고 성능시험하기 위하여 양파탈피·세척·물기제거·배출·포장 일관시스템을 구성하여 처리능력, 손상 및 감모율 등을 조사하고 경제성을 분석하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 가. 탈피 양파 세척 요인시험 및 장치제작

#### 1) 탈피양파 세척 요인시험장치 제작

공기분사식 양파 탈피기에서 탈피되어 투입되는 탈피양파를 연속적으로 물로 세척하기 위해서는 이송과 세척이 동시에 이루어질 수 있는 구조가 필요하다. 또한, 이송 중에 양파가 회전되어야만 표면에 부착된 흙먼지나 양파껍질 잔여물 등을 골고루 제거할 수 있다. 본 연구에서는 이송 스크루와 물 분사 노즐을 조합하는 세척요인 시험장치를 제작하여 적정 물 분사 압력과 스크루위에서의 이송속도를 구명코자 하였다.

#### 2) 물 분사 압력 및 이송속도별 세척정도

탈피양파 표면에 황토를 도포한 후 물 분사 압력 및 이송속도별로 각각 4수준으로 세척하여 육안 검사한 결과 분사압력 및 이송속도별로 각각 (1.5kgf/cm<sup>2</sup>, 185mm/s), (1.0kgf/cm<sup>2</sup>, 162mm/s), (1.5kgf/cm<sup>2</sup>, 162mm/s)에서 세척상태가 양호한 것으로 나타났다.

#### 3) 탈피양파 세척 및 물기제거 장치 제작

요인시험에서 구명된 물 분사압력과 이송속도를 기준으로 하여 표2와 같은 사양으로 물기 제거장치를 제작하였다.

표 1. 세척 및 물기제거장치 제원

구 분	규격 및 사양	비고
세척부	○반전 및 이송 스크루 - 재질 : MC나일론 - 길이:1137mm - 피치:140mm - 산지름:90mm - 끝지름:70mm ○물분사 노즐 6개 - 노즐직경:원형 3mm ○동력원:1ps, 60W	○물 공급펌프 -가정용 350W, -양수량 :25ℓ/min -흡입토출관 :25mm
물기 제거부	○흡수롤러 - 직경 및 롤러갯수 -재질 : Formed Plastic ○공기분사파이프 - 분사구 직경 : 1.5mm - 재질 : 플라스틱 ○동력원:1ps, 180W	○공기분사압력 :4~5kgf/cm <sup>2</sup>

표 1에서와 같이 세척부의 반전 및 이송스크루는 MC나일론 재질로 제작 되었으며 이송 스크루 상부에는 직경 3mm의 노즐 6개를 등 간격으로 배치 설치하였다. 물 분사를 위한 물 공급펌프는 가정용 350W로 양수량은 분당 25ℓ이다. 노즐에서의 분사압력조절은 배출관 상부의 조절레버로서 가능토록 제작하였다. 물기 제거부는 Formed Plastic재질로 제작된 흡수 롤러 15개를 설치하여 세척된 탈피양파를 회전이동 토록 하고 흡수롤러는 회전시 하단부의 스퀴즈 롤러에 접촉하여 흡수된 물기를 짜서 수분을 제거토록 하였으며, 롤러 상단부에는 플라스틱재질로 된 공기분사 파이프를 설치하여 흡수롤러가 충분히 제거하지 못한 물기를 공기분사를 통하여 제거토록 구성하였다. 공기분사 압력은 예비시험을 통하여 구멍한 탈피 양파에게 손상을 주지 않는 범위의 4~5kgf/cm<sup>2</sup> 공기압을 분출토록 공기분사 파이프 입구에 조절레버 및 압력계를 설치하여 조정토록 하고 공기분사 파이프의 분사구 직경을 1.5mm로 하였다.

#### 나. 양파 탈피·세척 포장 일관기계화시스템 구성

##### 1)시스템 구성

2003년 및 2004년도에 개발한 탈피양파 포장기, 양파탈피기를 비롯하여 2005년 연구에서 제작한 탈피양파 세척 및 물기제거장치를 조합하는 양파 탈피·세척·포장일관기계화 시스템을 구성하였다. 이 시스템은 양파의 뿌리와 줄기를 기계 절단하거나, 뿌리줄기를 절단하지 않고 투입하여 탈피할 수 있으며, 세척 후 곧바로 가공현장으로 투입하거나, 진공 포장하여

유통시킬 수 있도록 선택적 작업공정 구성이 가능하도록 되어있다.

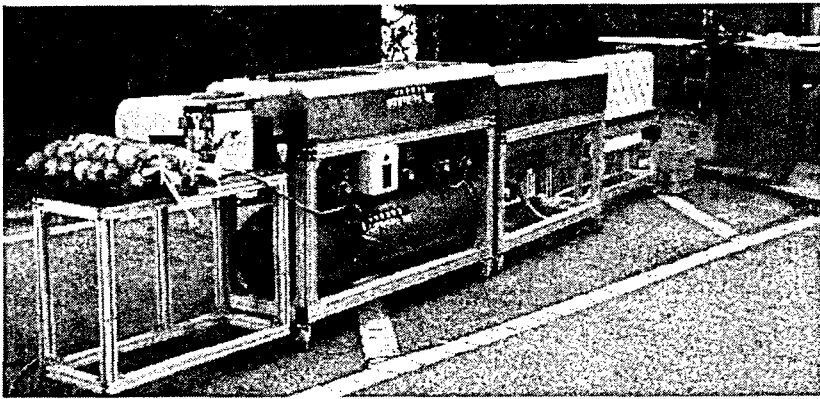


그림1.양파탈피세척·포장 일관기계화 시스템

## 2) 시스템 성능평가

시스템의 성능을 평가하기 위해 표 2에서 표시된 공시재료를 사용하여 성능시험을 실시한 결과 표 3에서와 같이 시작시스템의 처리성은 시간당 320kg으로 기계로 탈피하고 인력으로 세척할 때의 성능 시간당 140kg보다 2.3배, 인력 탈피 및 인력세척 작업할 때 시간당 50kg보다 6.4배 능률적 이었으며, 감모율 11.5%, 손상율이 2.6%로 나타났다.

감모율은 양파의 뿌리와 줄기를 절단하고, 껍질을 탈피하면서 제거된 무게비로 시작시스템과 비교되는 관행의 작업방법간에는 차이가 없는 것으로 나타났다. 다만, 시작시스템에서 손상율이 2.6%나타난 것은 기계세척 및 물기제거과정에서 경미하게 발생하는 탈피된 양파 들간의 충격과 마찰에서 발생하는 것으로 실용화 보급단계에서 제작을 더욱 정밀하게 할 경우 개선될 것으로 판단된다.

표 2 공시재료 물성

구분	구경(mm)	구고(mm)	무게(g)	구고/구경
대	97.0(5.9)	90.0(9.3)	386.0(48.7)	0.9
중	84.0(5.6)	77.2(8.5)	243.9(23.2)	0.9
소	72.6(4.7)	65.7(4.0)	164.9(27.9)	0.9

※ 품종 2005년 무안산 천주구형황, ( )은 STD

표 3 성능시험결과

구분	처리성능(kg/시간)	감모율	손상율	비고
시작기	320	11.5	2.6	
기계탈피+인력세척	140	11.5	-	
인력탈피 및 세척	50	11.4	-	

※ 감모율 : (시험전 무게-시험후 무게)/시험전 무게×100,

※ 손상율 : 손상된 양파갯수/시험된 양파갯수×100

#### 다. 경제성 분석

줄기뿌리를 칼로 절단하고 에어건으로 탈피하고 나서 플라스틱상자에 넣고 물을 뿌린 다음 자연적으로 물기를 제거하여, 챔버형 진공포장기로 포장하는 작업과 줄기뿌리를 칼로 절단하고 탈피기계로 탈피한 후 플라스틱상자에 넣고 물을 뿌린 다음 자연적으로 물기를 제거하여, 챔버형 진공포장기로 포장하는 작업의 2가지 관행방법과 시작시스템의 경제성을 분석한 결과 작업능률이 두 가지 형태의 관행에 2.3배, 6.4배 높았으며, 소요비용을 68 %, 71%를 절감 할 수 있는 것으로 분석되었다.

### 4. 요약 및 결론

기 개발된 양파 탈피기와 탈피양파 포장기의 실용화와 조기보급을 촉진하고 양파 수확후 처리작업의 능률향상과 비용절감을 위하여 세척장치를 추가한 탈피·세척·포장 일관기계화 시스템 개발하여 시험한 결과를 요약하면 다음과 같다.

가. 탈피된 양파에 부착된 오염물질을 세척하는 세척기를 제작하기 위한 설계요인을 구명하기 위하여 물세척 성능에 영향을 미치는 물분사 압력, 양파이송속도별로 시험한 결과 분사압력 및 이 송속도가 각각 1.5kgf/cm<sup>2</sup>, 185mm/s, 1.0kgf/cm<sup>2</sup>, 162mm/s, 1.5kgf/cm<sup>2</sup>, 162mm/s일때 세척상태가 양호한 것으로 나타났다

나. 탈피된 양파를 물분사 세척하고 공기분사로 물기를 제거하는 세척 및 물기제거 장치를 제작 하였다.

다. 기 개발된 공기분사식 양파탈피기 와 탈피양파 세척 및 물기제거장치, 노즐식 탈피양파 진공포장기를 조합한 양파 탈피·세척 포장일관기계화시스템을 구성하고 시험한 결과 처리 성능은 320kg/시간, 감모율 11.5%, 손상을 2.6%로 나타났다.

라. 구성된 시스템의 경제성을 분석한 결과 작업능률이 두 가지 형태의 관행에 비하여 관행에 비해 2.3배, 인력에 비해 6.4배 높았으며, 소요비용을 관행에 비해 68 %, 인력에 비해 71%를 절감 할 수 있는 것으로 분석되었다.

### 5. 참고문헌

- 고학균, 금동혁, 김만수, 노상하, 문성홍, 박경규, 장동일. 1993. 농산가공기계학. 향문사
- 농림부. 2004. 2003 채소류가공현황
- 농업공학연구소. 2005. 2004 농업공학 시험연구보고서
- 농촌진흥청. 2000. 표준영농교본-96 양파재배
- 민영봉, 김성태, 강동현, 최선웅, 유준현, 2002. 양파박피기 개발(Ⅱ)-공기분사식 박피장치-. 한국농업기계학회지 27(4). pp311~316