

# 오이의 세척 · 살균 · 선별기계장치 개발

## Development of cucumber washing, sterilization and grading system

이원옥*	홍성기**	박희만**	양길모**	이영희**	최동수**
정회원	정회원	정회원	정회원	정회원	정회원
W.O.Lee	S.G.Hong	H.M.Park	G.M.Yang	Y.H.Lee	D.S. Choi

### 1 서 론

최근 생활 수준의 향상으로 건강에 대한 관심이 높아지면서 육식보다 채식, 그리고 가공식품보다 자연식품을 선호하고 있는 추세이다. 농식품의 구매성향은 전통 식생활의 변화, 핵가족화, 도시화, 노년층 인구의 증가 등의 형태로 환경요인이 변화되고 있어 종전의 영양 섭취 위주에서 건강 지향 및 편의성 추구의 방향으로 뚜렷한 변화 경향을 나타내면서 신선농산물에 대한 소비 성향이 급격히 신장하는 추세를 보이고 있다. 이와 함께 대형 유통업체의 급속한 증가로 인하여 농산물도 소비지에서 경쟁력을 갖추기 위해서는 품위가 일정하게 규격화되고 외부 유해물질로부터 오염되지 않은 안전한 상품만이 시장경쟁에서 이길 수 있다. 따라서 모든 신선 농산물은 유통을 위해 포장하기 전에 병균, 해충, 화학물질, 흙먼지 등이 반드시 제거되어 안전하며, 색깔, 크기, 모양에 따라 정확하게 분류하여 등급화 하여 품위가 높은 상품으로 유통되어야 시장에서 다른 농산물과의 품질 경쟁력에서 우위를 점할 수 있을 것이다.

현재 오이는 인력에 전적으로 의존하여 선별 소포장하고 있고, 선별자에 따라 선별기준이 달라 규격화가 미흡하여 시장 출하 시 생산비가 많이 들고 상품의 차별화가 부족한것으로 나타났다. 따라서 제품의 규격화 및 차별화와 상품성 향상을 위하여 색깔, 크기, 형상등에 따라 정확히 선별하는 기술과 잔류농약, 오염물질등을 제거하여 안전성을 향상시킬 수 있는 세척기술이 요구되고 있어 이를 해결하기 위하여 수확후에 오이를 세척·살균·냉각한 후 정밀선별하여 규격화하고 안전성을 향상시켜 오이의 신선도를 장기간 유지하여 시장경쟁력을 높이기 위하여 세척·살균·냉각·선별 일관 기계장치를 개발하였다.

### 2. 재료 및 방법

#### 가. 시험방법

##### 1) 오이 표면색차 측정

오이의 세척정도를 측정하기 위하여 각시험구마다 오이 샘플 40개씩을 세척전, 세척후 각각 색도를 측정( CR 200(Minolta. Japan)하여 표면색도 변화(L,a,b) 값을 측정하여 평균값(ΔE값)을 이용하여 세척정도를 측정하였다.

\* 농업공학연구소 이용기술공학과 \*\* 농업공학연구소 수확후처리공학과

## 2) 표면 균수 측정

세척전후의 오이를 5개씩 무작위 선발하여 1개의 오이를 500ml의 초순수에 넣고 진탕기(GS-300)를 이용하여 90분동안 100rpm으로 진탕한 다음 Petrifilm에 그 용액에서 1ml를 채취하여 9ml의 멸균 희석액에 분주한 다음 시료희석액에서 1ml를 채취하여 대장균용, 일반세균용 petrifilm에 도포하여 32℃ 배양기에서 24시간 배양하여 Colony 개수를 측정하여 평균하였다

## 나. 세척·살균·선별장치 제작

오이의 세척·살균·건조·선별하기 위하여 시험장치는 제어부, 세척·살균·건조부, 영상처리 선별부로 구성되어 있으며 그림 1에 상세구조를 나타내었다. 오이의 세척·선별 시스템은 작업공정을 “공급-이송-1차세척-2차세척·살균-공기분사건조-송풍건조-UV Lamp 건조·살균-선별컵-영상처리 등급판정-선별-등급별 배출” 방식으로 기계장치를 제작하였다. 세척·살균은 0.2ppm의 오존수를 이용하여 세척과 동시에 살균될 수 있도록 했으며 건조는 냉각된 공기를 필터링하여 건조와 동시에 예냉효과를 갖도록 했다. 또한 선별부는 CCD카메라로 오이의 길이, 휨, 형상을 측정하여 10등급으로 선별하고 선별컵은 이송컵 날개공급하여 하부낙하배출방식으로 제작했다.

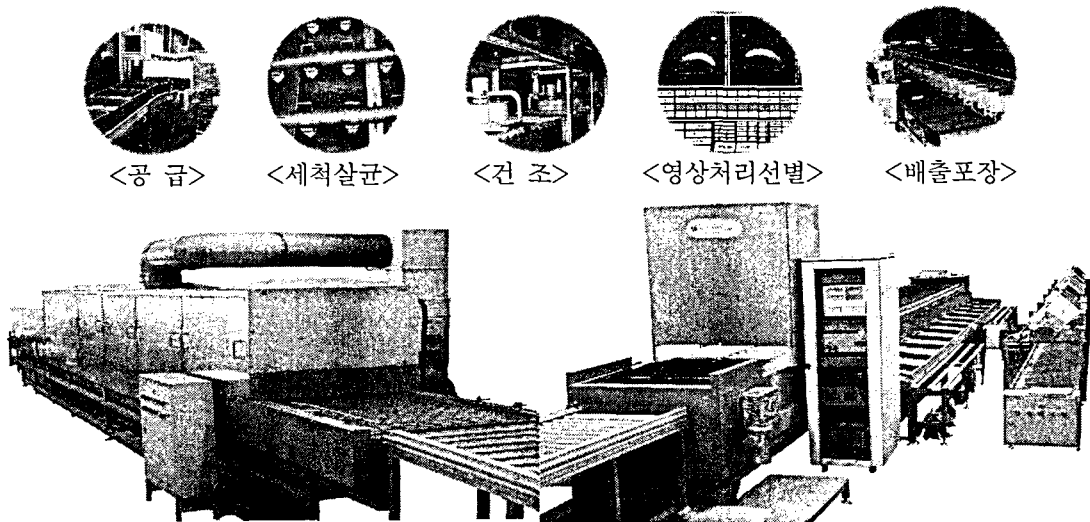


그림 1. 오이 세척·선별장치 구조

## 3. 결과 및 고찰

### 가. 세척 살균시험

제작된 세척 시스템의 성능을 평가하기 위해 이송 컨베이어 속도를 0.04m/sec로 하고 오이는 컨테이너 박스에 50개를 3단 적재하여 성능시험을 실시하였다. 시험 결과 세척성능은 3회를 실시하여 평균한 결과 8,820개/시간으로 나타났으며, 세척정도는 세척 전·후의 오이를 5개씩 무작위 선발하여 1개의 오이를 500ml의 초순수에 넣고 진탕기(GS-300)를 이용하여 90분동안 100rpm으로 진탕한 다음 세척수를 50ml 채취하여 TDS meter를 사용하여 세척수

의 탁도 시험결과 세척전 세척수의 탁도가 9.83mg/l 인 반면 세척후 오이의 탁도는 4.30mg/l로 나타나 오이의 세척정도가 양호한 것으로 나타났고, 또한 세척 전·후 오이표면의 색도를 측정하기 위하여 각시험구마다 오이 샘플 40개씩을 세척전, 세척후 오이에 대하여 상,중,하 부위 색도 L, a, b 값을 측정(Color meter)하여 세척전·후의 표면색도 변화(L,a,b)로 세척정도를 측정하였다. 오이의 위치에 따라 상하부의 세척정도를 알아보기 위해 오이의 색도 측정위치를 상부쪽으로 놓여 있을때와 하부쪽으로 놓여 있을 때를 구분하여 측정하였다. 그 결과 측정부위를 아래쪽으로 향하게 했을때에는  $\Delta E$  값이 평균 2.63~3.70으로 나타났고, 측정부위를 윗쪽으로 향하게 했을때에는  $\Delta E$  값이 평균 3.52~4.67로 나타나 세척부위가 아래쪽으로 있는 부위에 비하여 색도차가 높게 나타났으나 큰 차이를 나타내지는 않았다. 따라서 세척전후의 오이 색도차는 “현저한 차이가 있음” 으로 나타나 세척정도가 양호한 것으로 나타났다. 또한 세척전후의 살균율은 일반세균이 세척전  $4.7 \times 10^4$ CFU/ml에 비하여  $3.7 \times 10^2$ CFU/ml로 대장균군은 세척전에  $3.4 \times 10^3$ CFU/ml에 비하여  $6.1 \times 10$ CFU/ml로 나타나 양호한 것으로 나타났다.

#### 나. 선별 및 저장시험

제작된 선별기의 성능시험을 위하여 세척된 오이를 2인이 공급하면서 선별이송 속도는 0.3m/sec로 하여 선별성과 등급별 성능 정확도를 측정하여 선별기의 성능을 측정하였다. 선별프로그램 화면은 카메라 1번과 2번으로 두개의 화면으로 구성했고, 각 등급 마다 선별 개수가 누적 되도록 하여 생산자별 등급 품위를 알 수 있도록 했다. 또한 화면상에 각등급 마다 길이, 휨 정도, 최대두께, 측정시간이 표시 될 수 있도록 했고 선별 정확도를 높이기 위해 문턱값들을 임의로 조정할 수 있도록 구성했다. 또한 선별점은 오이를 각개별로 운송하여 선별 될 수 있는 이송컵 날개 공급방식을 채택하고 배출방식은 하부 낙하 배출방식으로 하였다. 하부로 낙하 하면서 오이의 가지 손상을 방지하기 위하여 2개의 브러쉬 롤러를 설치하고 롤러 외측으로 보조판을 설치하여 등급간 섞이지 않도록 하였다. 선별 시스템의 선별성능을 측정하기 위하여 선별 컨베이어의 이송속도를 0.3m/sec로 하여 선별 후 포장작업하는 공정까지를 포함하여 시험했으며 투입 인력은 공급 2인 선별 후 포장작업 4인으로 하여 인력과 비교시험 한 결과 선별성능은 9,204개/시간으로 인력의 2,344개/시간 보다 약 4 배의 성능을 나타냈다

등급별 선별 정확도를 측정하기 위하여 특2, 특3, 상1, 보통1(비정형과), 보통2(비정형과) 등급을 대상으로 50개의 시료를 3회 반복하여 똑같은 등급으로 선별되는 율을 측정하였다. 그 결과 특2, 특3, 상1 등급에서는 선별 정확도가 96%이상으로 양호하게 나타났다. 그러나 보통1, 보통2 등급에서는 정확도가 82.3%, 82.7%로 낮게 나타났다. 이는 어께빠짐과나 잘룩과 등이 사람이 놓는 위치에 따라 기계시각장치에 오차가 크게 나오기 때문인 것으로 판단된다. 따라서 정확한 선별을 위해서는 주기적으로 선별전에 오이의 형상에 따른 문턱값을 조정하여 사용할 필요가 있는 것으로 나타났다.

또한 세척,선별된 오이의 저장성을 시험하기 위해 상온에서 세척하지 않은 오이를

대비구로 두고 저장하면서 오이의 경도와 외관 품질변화를 측정하였다 그 결과 세척, 살균, 선별한 시험구의 오이가 대비구의 오이에 비하여 경도 및 외관 품질면에서도 양호하게 나타나 실제 영농현장에 적용할 수 있는 것으로 나타나 상주원에농협에서 사용되고 있다

#### 4. 요약 및 결론

- 수확후에 오이를 세척·살균·냉각한 후 정밀선별하여 규격화와, 안전성 향상, 신선도의 장기유지를 통하여 오이의 시장경쟁력을 높이기 위해 세척·살균·냉각·선별 일관 기계장치를 개발하였다.
- 오이의 세척·선별 시스템은 작업공정을 “공급-이송-1차세척-2차세척살균-공기분사건조-송풍건조-UV Lamp 건조-선별컵-영상처리 등급판정-선별-등급별 배출” 방식으로 기계장치를 제작하였다.
- 선별부는 CCD카메라를 오이의 길이, 휨, 형상을 측정하여 10등급으로 선별하고 선별컵은 이송컵 날개공급방식으로 하고, 배출은 제어부에서 솔로노이드 밸브의 제어로 하부낙배출방식으로 제작했다.
- 제작된 시스템의 세척성능은 8,820개/시간으로 나타났으며, 세척정도는 세척전후 탁도 시험결과 세척전 세척수의 탁도가 9.83mg/l 인 반면 세척후 오이의 탁도는 4.30mg/l 이었으며, 세척전후 오이표면의 색도측정에서는  $\Delta E$  값이 평균 3.36~4.27로 세척전후의 오이 색도차는 현저한 차이가 있는 것으로 나타났다.
- 오존수에 의한 살균율은 일반세균이 세척전  $4.7 \times 10^4$ CFU/ml에 비하여  $3.7 \times 10^2$ CFU/ml으로 대장균은 세척전에  $3.4 \times 10^3$ CFU/ml에 비하여  $6.1 \times 10$ CFU/ml로 나타나 양호한 것으로 나타났다.
- 선별등급을 10등급으로 하여 기계시각장치의 선별정확도를 측정한 결과 길이의 측정정확도에서는 결정계수  $R^2=0.9266$ , 표준오차 S.E=1.90 으로 양호하게 나타났으나, 휨의 측정정확도에서는 결정계수  $R^2=0.8921$ , 표준오차 S.E=0.89로 나타났다.

#### 5.참고문헌

1. 강일웅, 노상하, 류관희. 1990. 화상처리 시스템을 이용한 과일의 기하학적 특성 예측. 한국농업기계학회지 15(1) : 23 - 32
2. 이현동 외 4인. 2003. 신선채소의 품질 계량화 연구. 농업공학시험 연구보고서 449 - 462.
3. Goodenough, P.W. and Atkin, P.K.1981. Quality in stored and processed vegetables and fruit. Academic press, London, pp. 287
4. Komeyasu, M. and Miura, Y.1996. Effects of electrolytic reduction on suitability of soybean for making Tofu. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, 28(1), pp. 41
5. Gammom, D. and Stinson, W.S. 1973. Instant chlorine for sanitizing-up to 100% bacteria kill at low cost. Food Processing, 34(2), pp. 24