

# 엽채류 정식판세척기 개발

## Development of Washing Machine for Styrofoam Boards of Leaf Vegetables

장유섭\*      김동익\*      이동현\*  
정희원      정희원      정희원

Y. S. Chang    D. E. Kim      D. H. Lee

### 1. 서론

우리나라 양액 재배 면적이 2000년말 760ha이며, 이 가운데에 엽채류는 약 40ha이다. 엽채류의 양액재배는 NFT, DFT방식의 수경재배를 하고 있으며, 배드는 발포스티로폼을 주재료로 하여 그 위에 정식 구멍을 뚫고 스펀지에 엽채소를 정식하여 재배하고 있다. 엽채소의 작기는 3~4개월로 배드에 정식한 후 1개월 후면 수확이 계속된다.

엽채류를 순수수경재배하는 농가에서 정식판에 낀 조류를 세척하는 데 많은 어려움을 겪고 있다. 한 작기가 끝나고 나면 정식판을 걷어내어 일일이 손으로 세척하여야 하기 때문이다. 정식판은 양액에 닿아있고 배드내 양액에 햇빛이 들어갈 경우 정식판에 조류가 발생하게 되며, 이 조류는 양액을 오염시키고 양액을 알카리성으로 변화시켜 망간, 구리, 붕소등의 흡수를 저해할 우려도 있다. 상추 양액재배시 조류발생을 방지하기 위하여 배양액에 차아염소산(NaOCl)을 12ppm, 24ppm, 48ppm으로 희석하여 12시간 처리한 결과 12ppm에서 식물체에 큰 피해를 주지 않으면서 조류발생 억제가 가능한 방법이다.(이 등, 1999) 그러나, 차아염소산에 의해 처리된 죽은 조류가 발포스티로폼에 부착되어 있어 사람이 제거하게 된다. 사람이 조류와 이물질을 발포스티로폼로부터 제거하는 데에는 많은 노력과 시간이 소요되는 실정에 있다. 조류를 억제나 제거 처리하지 않으면 배양액의 손실과 작물생장에도 지장을 줄 수 있기 때문에 반드시 처리제 사용과 세척을 하는 것이 결국 농가의 경비를 줄 일 수 있다.

따라서, 본 연구에서는 엽채류 양액재배용 정식판의 조류를 브러시세척·물분사·물기떨기 일관작업형으로 세척기를 개발하고 성능시험을 실시하였다.

### 2. 재료 및 방법

#### 가. 시작기 제작

시작기는 엽채류 양액재배용 정식판세척기는 모서리 세척용 전방브러시, 면세척용 횡브러시, 물로 면을 세척하는 물분무장치, 정식판 물기를 공기로 떨어주는 공기분무장치와 정식판을 세척할 수 있도록 이송하여주는 이송장치 등으로 구성 제작하였다. 또한 정식판 이송이 원활하도록 정식판 좌우에 2쌍의 V벨트로 제작하였고, 전방브러시의 높낮이를 쉽게 조절할 수 있도록 조절 2쌍, 고정 2쌍의 풀리와 벨트를 조합 제작하였다. 그림1은 제작된 엽채류 정식판세척기를 나타낸 것이고 표1은 엽채류 정식판세척기 제원을 나타낸 것이다.

---

\* 농업기계화연구소 생물생산기계과

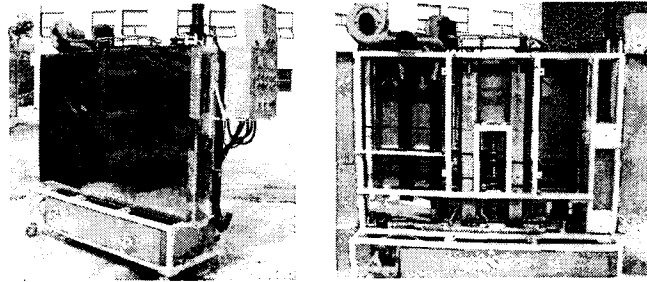


Fig. 1. A view of washing machine for styrofoam boards of leaf vegetables

Table 2. Specification of washing machine for styrofoam boards of leaf vegetables

Vertical brush		Horizontal brush		Water spray apparatus		Air spray apparatus	
Dimension (Diameter*Length cm)	Power (kW)	Dimension (Diameter*Length cm)	Power (kW)	Spray amount (ℓ/min)	Spray (ea)	Dimension (△Side*Length cm)	Power (kW)
Ø10*130*4ea	0.75	Ø10*10*2ea	0.4	80	20	△10*130	0.4

#### 나. 시험방법

세척기의 성능시험을 평가하기 위하여 이송단수, 브러시 회전속도, 물분무량을 변화시키며 정식판의 이송속도, 세척정도를 조사하였다. 먼저 작업성능에 영향을 미치는 이송속도를 평가하기 위하여 브러시 회전속도를 1010rpm으로 하고 물분무량을 80 ℓ/min으로 하였을 경우의 정식판의 이송속도, 이송속도를 0.17m/s로 하고 물분무량을 80 ℓ/min 하였을 경우의 횡브러시 회전속도별 이송속도 그리고 이송속도를 0.17m/s로 하고 브러시 회전속도를 1010rpm으로 하였을 경우의 물분무량별 이송속도를 조사하였다. 또한 세척성능을 평가하기 위하여 브러시 회전속도를 1010rpm으로 하고 물분무량을 80 ℓ/min으로 하였을 경우 이송속도별 세척전후 명도변화, 이송속도를 0.17m/s로 하고 물분무량을 80 ℓ/min 하였을 경우의 횡브러시 회전속도별 세척전후 명도변화 그리고 이송속도를 0.17m/s으로 하고 브러시 회전속도를 1010rpm으로 하였을 경우의 물분무량별 세척전후 명도변화를 조사하였다

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 이송단수별 이송속도

이송단수를 1,2,3,4단으로 변화시켰을 경우 브러시 회전속도를 1010rpm으로 하고 물분무량을 80 ℓ/min로 하였을 경우 이송속도가 증가시킴에 따라 변화되는 설계 이송속도와 실제 이송속도 그리고 진행저하율의 관계를 그림 2에 나타내었다. 이송단수를 증가시킴에 따라 설계 이송속도와 실제 이송의 차가 커졌는데 진행저하율은 증가하다 3단 이상에서는 40%로 일정하게 되었다.

#### 나. 횡브러시 회전속도별 이송속도

이송속도를 0.17m/s로 하고 물분무량을 80 ℓ/min 하였을 경우의 횡브러시 회전속도별 이송속도를 그림 3에 나타내었다. 진행저하율은 횡브러시 회전속도를 증가시킴에 따라 이송속도도 감소하였으며, 횡브러시 회전속도가 1010rpm일 때에는 17%를 나타내었다.

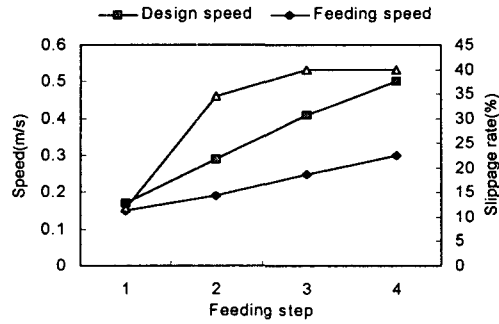


Fig. 2. Feeding speed by feeding step on condition that the revolution of brush is 1,010rpm and water sprayed 80 ℓ/min

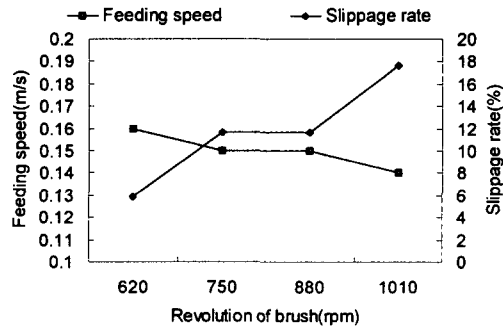


Fig. 3. Feeding speed by rotating speed on condition that the feeding speed is 0.17m/s and water sprayed 80 ℓ/min

#### 다. 물공급량별 이송속도

이송속도를 0.17m/s로 하고 브러시 회전속도를 1010rpm으로 하였을 경우의 물분무량별 이송속도를 그림 4에 나타내었다. 물분무량 증가에 따른 이송속도 감소는 적었으며 진행저하율의 변화도 적었다.

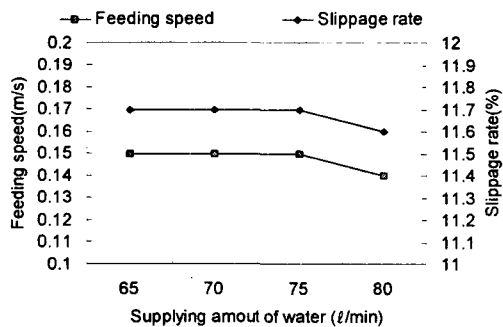


Fig. 4. Feeding speed by supplying amount of water on condition that the feeding speed is 0.17m/s and the revolution of brush is 1,010rpm

**라. 이송속도별 명도변화**

브러시 회전속도를 1010rpm으로 하고 물분무량을 80 ℓ/min으로 하였을 경우 이송속도별 세척전후 명도변화는 그림 5에 나타내었다. 이송속도가 0.17m/s에서 0.5m/s로 증가함에 따라 세척전후의 세척 전후의 명도차(L값)는 42.3에서 35.8로 점차 낮아졌다.

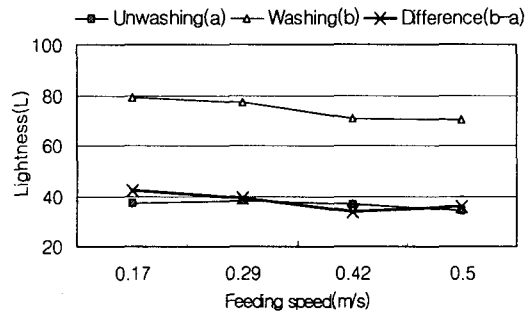


Fig. 5. Lightness by feeding speed on condition that the revolution of brush is 1,010rpm and water sprayed 80 ℓ/min

**마. 브러시 회전속도별 명도변화**

이송속도를 0.17m/s로 하고 물분무량을 80 ℓ/min으로 하였을 경우의 횡브러시 회전속도별 세척전후 명도변화는 그림 6에 나타내었다. 횡브러시 회전속도가 620rpm에서 1010rpm으로 증가함에 따라 세척전후의 명도차(L값)는 20.6에서 44.1로 증가하였다.

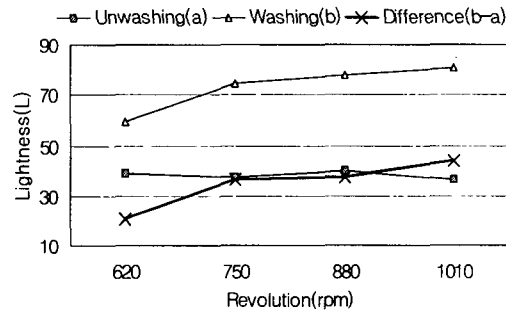


Fig. 6. Lightness by feeding speed on condition that the feeding speed 0.17m/s and water sprayed 80 ℓ/min

**바. 물공급량별 명도변화**

이송속도를 0.17m/s으로 하고 브러시 회전속도를 1010rpm으로 하였을 경우의 물분무량별 세척전후 명도변화를 그림 7에 나타내었다. 분부무량이 65에서 80 ℓ/min으로 증가함에 따라 세척전후의 명도차(L값)는 26.3에서 44.4로 점차 증가하였다.

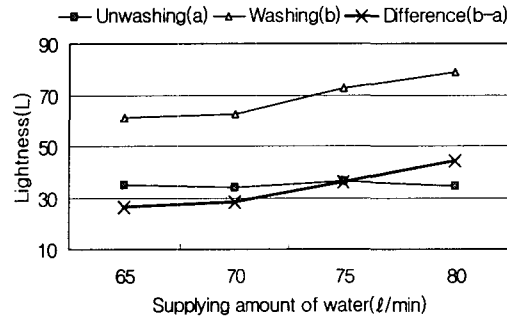
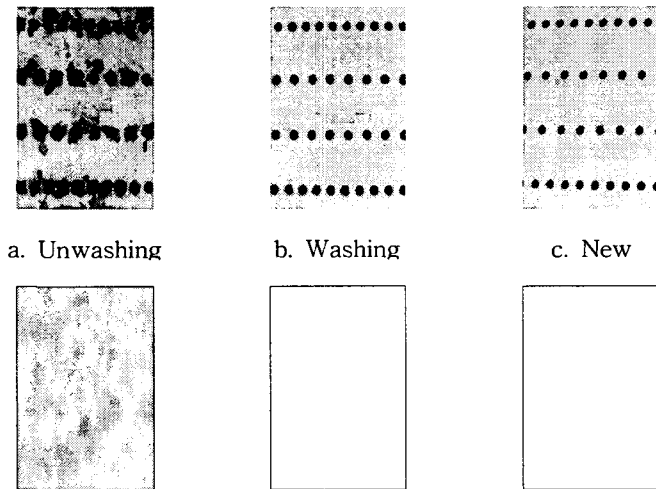


Fig. 7. Lightness by supplying amount of water on condition that the feeding speed 0.17m/s and the revolution of brush is 1,010rpm

#### 사. 정식판의 세척상태

세척전후의 정식판 상태를 그림 8에 나타내었다. 정식판의 명도(L값)은 세척 전 85~88, 세척 후 59~81, 세척 전 34~40으로 나타나 세척정도 매우 향상된 것을 볼 수 있으나 신품과 같은 명도값은 나타나지 않았다. 이것은 발포스티로폼의 사이사이에 끼인 협착물 때문에 명도가 향상되지 않은 것으로 나타났다.



d. Lightness : 34~40 e. Lightness : 59~81 f. Lightness : 85~88

Fig. 8. Comparison of Stylofoam boards between unwashing and washing

#### 아. 작업성능 비교

엽채류 정식판 세척기와 인력세척작업을 비교하면, 10a에 소요되는 740개의 정식판을 평면 세척할 경우 세척기는 2.8시간이 소요되고 인력은 56.7시간이 소요된 것으로 나타나 세척기가 인력보다 약 20배 능률적이고 노력 절감은 95%에 이르는 것으로 나타났다.

Table. 2. Comparison of working performance between farmers and washing machine.

Item	Famers	Washing machine
Requred hour per 10a (740sheet/hr)	56.7	2.8
Index	100	4.9

#### 4. 요약 및 결론

엽채류 양액재배용 정식판으로 사용되는 발포스티로폼을 작기가 끝난 후에 세척할 수 있는 브러시와 물분사방식의 평면 세척기를 제작하여 시험한 결과는 다음과 같다.

- 가. 정식판을 세척기내로 이송하는 속도에 따라 세척정도를 측정한 결과, 이송단수 1단 0.15m/s에서 진행저하율이 낮았으며 2단이상에서 진행저하율이 35~40%로 매우 크게 나타났으며, 이대의 명도값은 각각 79~80으로 세척전보다 42~44정도 증가한 것으로 나타났다.
- 나. 횡브러시 회전속도별 정식판의 이송속도와 진행저하율은 1010rpm에서 17%로 매우 큰 것으로 나타났으나, 이때의 세척정도는 세척전후 명도차가 44.1로 매우 크게 나타났다.
- 다. 물공급량별 정식판의 이송속도와 진행저하율은 물공급량 80 l/min일 때 11.6%로 가장 적었으며, 세척전후의 명도차도 44.4로 크게 나타났다.
- 라. 정식판의 세척전후 명도는 대체로 세척전 명도값이 34~40이던 것이 세척후 명도값이 59~81로 크게 개선된 것으로 나타났다.
- 마. 이상과 같은 결과로부터 정식판 이송속도 0.17m/s, 횡브러시 회전속도 1010rpm, 물분무량 80 l/mim으로 성능 시험한 결과, 300평용을 세척하는데 2.8시간으로 인력보다 20배 능률적으로 나타나 세척기의 사용이 노동력 절감에 크게 기여하는 것으로 판단된다.

#### 5. 참고문헌

- 가. 농림부. 2000 채소생산실적
- 나. 이성재 등. 1999. 양액재배시 조류발생 억제에 관한 연구. 농촌진흥청 대형 연구보고서.
- 다. 장병준, 홍영균, 임정남, 전재철. 1994. 용존산소가 양액재배 상추의 무기 양분흡수 및 생장에 미치는 영향. 농업과학논문집 36 : p 393-398
- 라. Coosemans J. 1995. Control of algae in hydroponic system. *Acta Horticulturae* 382 : 263-268
- 마. Ketsa S. Piyasaenthong Y. Harjadi S. S., Tjitrosomo S. Harjadi W. Widodo W, D 1995. Effect of water on the postharvest decay of asparahus. *Acta Horticulturae* 369 : 63-68