

고추세척기 개발

Development of red-pepper Washer

박희만* · 이원옥* · 오성근* · 조영길* · 최희석*

정회원 정회원 정회원 정회원 정회원

Hoe-Man Park*, Weon-og Lee*, Sung-Geun Oh*, Yeoung-Kil Cho*, Hee-Seok Choi*

1. 서론

고추는 가지과에 속하는 고온성 채소로써 조선시대에 전래된 이후로 식품첨가 향신료 뿐만 아니라 고추장, 김치, 젓갈류등 광범위한 식품의 주요 원료로 식용되고 있어서 한국인의 식생활에서 중요한 위치를 점하고 있다. 현재 전국 어느곳에서나 지속적인 생산 및 소비가 이루어지고 있고, 최근 소득수준의 향상에따라 무공해 농산물 및 고품질 농산물에 대한 선호도가 증가하고 있다. 고추는 재배기간 중에 고추표면에 먼지나 흙이 부착되어 비위생적이나 수확하여 명석 또는 건조기에 건조된 후 유통 단계를 거쳐 소비지로 출하하고 있다. 그러므로 소비자가 구입후 다시 세척해야 하는 번거로움을 해소하기 위하여 산지에서 수확한 고추를 곧바로 세척, 건조하여 유통시킬 수 있는 세척작업의 기계화가 절실한 실정이다. 지금까지 고추에 대한 세척작업은 대부분이 인력에 의해 이루어지고, 일부 원통형 회전드럼식 세척기를 사용하고 있으나 손상이 많이 발생하여 농가에서 사용을 기피하고 있다. 그 동안 고추세척기에 대한 연구를 거의 찾아볼수가 없으나 이등⁽¹⁾은 근채류 세척작업을 위하여 상부에 평판 브러쉬를 하부에는 회전브러쉬를 이용 세척과 동시에 이송될 수 있도록 제작하여 무, 당근, 감자 등에서 95%이상의 세척율이 나타났다고 보고한 바 있다. Shing등⁽²⁾은 사과와 잔류농약을 제거하기 위하여 침지와 분사에 의한 세척시험을 분리하여 실시한 결과 침지보다는 물 분사세척이 효과적인 것으로 보고하였다.

따라서 본 연구에서는 고추세척작업에 소요되는 노력을 절감하고 청정고추를 생산하기 위하여 나선형 회전브러쉬를 사용하여 브러쉬의 회전에 의한 마찰과 물의 와류에 의해 세척과 동시에 고추가 이송될 수 있도록 하고 배출부에 노즐을 설치 물 분사에 의한 2차 세척이 가능한 농가용 고추세척기를 개발하였다

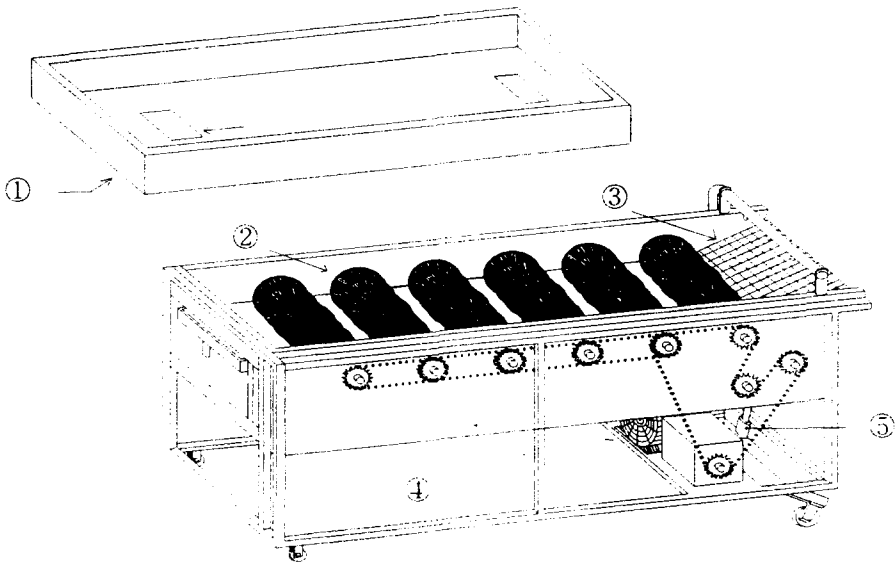
2. 재료 및 방법

가. 시작기 제작

고추세척기의 구조는 공급대, 세척브러쉬, 중간분리판, 세척통, 배출컨베이어벨트, 물분사 노즐, 오우버플러관, 수위조절장치, 지지륜, 걸름망, 청소구 등으로 구성되어있다. 부위별

*농업기계화연구소 가공기계과

구조 및 기능을 보면 공급대는 세척과정을 육안으로 확인할 수 있도록 세척기의 앞뒤로 자유롭게 이동시킬 수 있으며, 세척브러쉬는 2줄 나선으로써 이웃하는 것과는 나선방향이 반대이며 세척시에 브러쉬의 나선을 따라 좌우로 고추가 마찰 이송되면서 세척되게 하였다. 배출컨베이어는 세척통으로부터 고추 배출시 물 빠짐이 용이하고 미끄러 내리지 않도록 타공을 가진 요철형 고무벨트를 사용하였다. 물분사노즐은 깨끗한 물을 고압분사하므로써 배출중인 고추의 세척 효율을 증대했다. 세척브러쉬 아래에 위치한 중간분리판은 행군 물 및 세척수를 세척시 재사용이 가능하도록 공급구쪽으로 이동할 수 있는 공간을 만들고, 걸름망은 고추 수확시 딸려온 줄기, 잎등이 세척후 중간분리판 아래로 이송되어 걸리도록 하여 세척수의 원활한 이동이 가능토록 하였다. 세척중 일정량 이상의 세척수는 오버플러관으로 배출시킴으로써 적정량을 유지시켜 항상 깨끗한 세척수 사용이 가능하다. 수위조절장치는 세척브러쉬의 회전에 따라 공급쪽과 배출쪽에 발생하는 수위 편차를 없애고 적정수위를 유지토록 하였다. 동력원은 220V의 단상 1.5Ps 모터를 사용하였다



① Supply plate ② Washing brush ③ Discharge conveyer
 ④ Washing box ⑤ Control bar of water lever

Fig 1. Schematic diagram of red-pepper washer

<Table 1> Specification of red-pepper washer

Main body		1,850 × 750 × 850(L × W × H) (mm)
Spiral type of roll brush	Revolution	55 (rpm)
	Size	260 × 500(Ø × L)
	Array distance	270(mm)
Veejet nozzle		2.0 × 95° (Dia. × Ang.)
Pump		14.4 (l/min) 125W(1/6ps)
Power source		220v Moter 1.5 (ps)

나. 공시재료

고추세척기 성능시험에 사용한 공시재료는 경북 봉화군에서 94년 9월말에 수확한 건조 전 고추로써 크기와 무게는 다음 표 2과 같다

<Table 2 > Characteristic of red-pepper

Vairy	Length(mm)	Diameter(mm)	Weight(g)	Moisture content (%)
Cheongyang	79~91	13~21	6~12	82.75

다. 시험방법

적정 세척조건을 구명하기 위하여 세척브러쉬 형식별, 물 투입량별, 회전수별로 시간당 처리량 및 세척정도를 조사하였고 작업성능은 시작기의 경우 적정세척 작업조건하에서 세척 브러쉬의 회전수를 3수준(48, 55, 61rpm)에서 세척작업 소요 시간 및 세척정도를 측정하였으며, 대비구로 인력과 비교하였다 세척정도는 고추표면에 석회를 도포하여 표면을 건조후 CR200(Minolta) 색채 색차계를 이용하여 고추의 상, 중, 하부의 3개 지점에 대한 세척 전후의 Hunter 색차표값 L(Lightness, Black(0) → White(+100)), a(Green(-80) → Red(+100))을 측정하여 세척전후의 값차이의 절대값을 비교 측정하였다. 손상정도는 과피의 손상을 육안에 의하여 조사하였으며, 흡습율은 세척전후의 무게차이를 세척전 무게로 나누어 백분율로써 나타냈다.

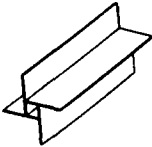


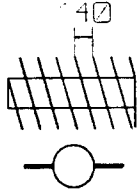
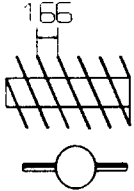
3. 결과 및 고찰

가. 세척브러쉬 형식별 요인시험

고추에 손상을 주지 않고 세척과 동시에 이송이 될 수 있는 적정 세척브러쉬의 형태를 구명하기 위하여 표3와 같이 A형(로타식), B형(급치브러쉬식), C형(나선브러쉬식)을 제작하여 세척 시험한 결과 A형, B형 공히 세척성능은 798kg/hr, 780kg/hr로 양호하였으나 세척정도는 매우 불량 하였다. 또한 손상율은 A형과 B형이 각각 7%, 5%로 높게 나타났는데 이는 A형에서는 로타 날개에 의해 과피손상 및 꼭지 탈락 등이, B형에서는 급치브러쉬의 이송정체로 인한 손상이 발생하는 것으로 판단된다. C형에서는 세척정도를 높이고 손상율을 줄이기 위하여 브러쉬를 나선형으로 제작하여 세척작업시 고추가 나선을 따라 좌우로 이동하면서 세척될 수 있도록 하여 시험한 결과 A형, B형에 비하여 손상율은 낮게 나타났으나, 브러쉬 피치가 좁아 고추의 정체가 많이 발생하였고 브러쉬 나선각이 커서 세척성능이 저조하게 나타난 것으로 판단되어 C형을 개량한 D형(나선브러쉬식Ⅱ)을 제작하였다. D형은 나선형태를 2줄로 하고 나선각을 60°, 피치를 140mm, 브러쉬 두께를 5mm로하여 시험한 결과 세척정도는 양호하고 손상율도 0.1%로 낮게 나타났으나 세척성능이 575kg/hr로 낮게 나타났다. 이는 피치가 좁고 브러쉬의 두께가 좁으며 나선각이 커서 이송속도가 늦어 일부 정체현상이 나타났기 때문인 것으로 판단된다. 따라서 브러쉬의 두께를 10mm, 나선각을 57°, 피치를

166mm로 개량한 E형(나선브러쉬식Ⅲ)을 제작하여 시험한 결과 세척성능 895kg/hr, 손상을 0.07%, 세척정도로 양호하게 나타나 E형을 적정 세척브러쉬로 선정하여 시작기 제작에 활용하였다

<Table 3> Type of brush wash

Classification					
Type	Roter	Tooth brush	Spiral-roll brush I	Spiral-roll brush II	Spiral-roll brush III
Remark		six line spiral, spiral angle 15° pitch 90mm	one line spiral spiral angle 75° pitch 50mm	two line spiral spiral angle 61° pitch 140mm	two line spiral spiral angle 57° pitch 166mm brush thickness 10mm

나. 수위 및 브러쉬 회전속도별 세척능력

적정 세척작업 조건을 구명하기 위하여 공급구쪽에서 첫 번째 세척브러쉬의 회전속도를 48rpm으로 하여 브러쉬축을 기준으로 표4와 같이 수위별로 시간당 처리량 및 막힘정도, 손상을 조사한 결과 물투입량을 브러쉬축보다 2cm 낮게 했을 경우가 가장 양호하게 나타났다.

<Table 4> Working performance, stagnancy and damage of water level variance

Water level	-6	-4	-2	0	2
Working performance(kg/hr)	562	714	756	708	637
Stagnancy (No./hr)	0	0	0	0	2
Damage(%)	0.04	0.05	0.1	0.15	0.11

또한 브러쉬의 적정 회전속도를 구명하기 위하여 표5와 같이 회전속도를 3수준으로 하여 시험결과 시간당 처리량은 55rpm에서 895kg/hr로써 48rpm의 756kg/hr보다 15.5% 많았고 61rpm의 881kg/hr과는 1.6%로 차이가 거의 없었다. 흡습률은 0.4%이하로 고추의 과피와 꼭지 사이에 끼인 물로 추정되고 각회전수별 흡습량에 따른 건조과정에 품위저하에는 영향이 없는 것으로 생각된다 세척후 표면색변화는 55rpm에서 17.5(L), 20.7(a), 61rpm에서 17.2(L)

19.3(a)으로 55rpm에서 약간 양호하였으며 손상률은 55rpm에서 0.07%로 가장 적은 것으로 나타났다.

<Table 5> Working performance and wash measure at different brush revolution

Classification	Brush revolution (rpm)							
	48		55		61			
Working performance(kg/hr)	756		895		881			
Coefficient of absorption Water (%)	0.4		0.2		0.2			
Coefficient of damage (%)	0.1		0.07		1.1			
Wash measure	Surface color change of washed red-pepper	Chromaticity	L	a	L	a	L	a
		Lime application(X)	52.6	19.9	54.0	17.4	53.5	18.3
		Washed	37.4	37.5	36.4	38.1	36.3	37.7
		red-pepper(Y)	15.2	17.6	17.5	20.7	17.2	19.3
		X-Y						

다. 세척정도

시작기를 제작하여 브러쉬 회전속도를 55rpm, 물 투입량은 브러쉬축을 기준으로 하방향 2cm 수준으로 하여 인력과 비교 시험한 결과 표6에서와 같이 손상률은 거의 차이가 없었다. 표면색도변화에서 L값변화는 인력이 높았지만 a값은 시작기가 높아 세척정도는 비슷한 것으로 판단되며 작업능률은 인력에 비하여 6배 능률적인 것으로 나타났다.

<Table 6> Working performance and wash measure

Classification	Prototype				Manual			
	Working performance(kg/hr)	895				150		
Coefficient of damage (%)	0.07				0.05			
Wash measure	Surface color change of washed red-pepper	Chromaticity	L	a	L	a	L	a
		Lime application(X)	54.0	17.4	64.7	9.9		
		Washed	36.4	38.1	43.1	28.4		
		red-pepper(Y)	17.5	20.7	21.6	18.5		
		X-Y						

라. 경제성

생고추 1톤 세척하는데 소요되는 경비는 표7에서와 같이 시작기가 6,990원으로 인력 25,893원에 비하여 73%의 경비절감효과가 있었다

<Table 7> Cost analysis

Items	Prototype	Manual
Work efficiency(kg/hr)	895	150
Cost requiment(won/ton)	6,990	25,893

4. 결론 및 요약

고추세척작업의 생력기계화 및 청정고추생산으로 부가가치 향상을 도모하기 위하여 고추 공급, 세척, 행균, 배출 일관작업형으로써 나선형로울브러쉬의 나선방향을 서로 달리하여 일정 간격으로 배치시켜 브러쉬의 회전에 의한 마찰과 물의 와류에 의해 세척 이송되고 배출될 때 깨끗한 물 분사로 세척정도를 높임과 동시에 연속 세척이 가능한 농가형 고추세척기를 개발하여 시험한 결과를 요약하면 다음과 같다

1. 적정세척작업조건을 구명하기 위하여 시험한 결과 세척브러쉬형식은 2줄 나선형로울브러쉬로 나선각 57° 피치 166mm, 물 투입량은 브러쉬축을 기준하여 하방향 2cm의 수위에서 가장 양호하였다.
2. 브러쉬의 회전속도별 세척성능시험을 실시한 결과 브러쉬의 회전속도가 55rpm일때 시간당 처리량이 895kg/hr로 가장 우수하였다.
3. 세척 정도면에서 흡습량은 48rpm에서 0.4%으로 가장 많았으며 품위변화에는 영향없는 것으로 생각되며 표면색도변화와 손상률면에서도 55rpm에 가장 좋은 것으로 나타났다
4. 세척정도에 있어서 손상률, 세척전·후 표면색변화에서 시작기의 경우 인력과 큰차이를 나타내지 않아지만 작업성능은 시작기 895kg/hr으로 인력 150kg/hr에 비해약 6배 능률적인 것으로 나타났다

5.참고문헌

1. 이영희외 4인 ; 농업과학논문집 38(1), 946-951 (1996)
2. Shingo Yamazawa 외 3인 ; Studies on the washing agricultural product part(Mechanism of spray and soak washing). 일본식품공업학회지 20(2), 54-59 (1973)
3. 박희만의 4인 1994년. 고추세척기 개발. 농업기계화연구소보고서
4. 손재룡외 5인 1994년. 도라지 박피기 개발. 농업기계화연구소 보고서