

도라지 박피기 개발

Development of Peeler for Platy Codon

박희만*	홍성기*	조광환*	이원옥*	홍종태*
정희원	정희원	정희원	정희원	정희원
H. M. Park	S. K. Hong	K. H. Cho	W. O. Lee	J. T. Hong

1. 서론

식용으로 오랜 전통을 가지고 있는 도라지는 약리작용이 높은 식품으로 재배와 소비가 지속적으로 이루어져 왔으나 외국산에 밀려 몇몇 주산지를 제외하고는 재배가 거의 되지 않고 있는 것이 현실이다. 다행히 최근에 건강을 선호하는 사회적 분위기와 기능성 식품으로서의 효과를 인정받으면서 몇몇 주산지를 중심으로 재배가 늘고 있다. 과거 마찰식 박피^{2),3)}를 시도하였으나 현재 도라지는 인력에 의존하여서 주산지 농협이나 유통업체에서 박피 출하하고 있다. 도라지 박피는 칼을 사용하여 하나하나 끊어서 하기 때문에 노동력이 많이 드는 고역작업으로 생산량에 제한이 많고 위생적이지도 못하다. 도라지는 명절에 소비량이 평소보다 갑자기 많아지므로 인력에 의존하고는 현재 박피 방식으로는 공급에 한계가 있어 상대적으로 판매 가격 높은 시기에 출하를 제대로 못하는 실정이다. 국산 도라지가 청결하고 위생적인 상품으로 소비자의 신뢰를 확보하고 공급을 확대하기 위해서는 산지 도라지 전처리 가공 시설 보급이 필요한 실정이다.

따라서 본 연구는 청결하고 고품질의 박피도라지 생산을 위해 인력에 의존하고 있는 박피작업의 기계화를 목적으로 투입된 도라지가 상부와 하부에 각각 2개씩 설치된 회전 노즐의 물분사로 박피되어 배출되는 도라지 박피기를 개발하고자 수행되었다.

2. 재료 및 방법

가. 시험장치

1) 박피 요인 시험장치

물 분사식 박피 시험장치는 그림 1과 같이 상·하 컨베이어, 회전노즐, 펌프 모터 등으로 구성되었다. 상·하 컨베이어는 메시 벨트로 각각의 속도조절이 가능한 모터로 작동된다. 회전노즐은 회전축을 중심으로 일정한 거리 양끝에 플랫폼입의 노즐을 부착하였으며 물 분사력에 의해 회전된다.

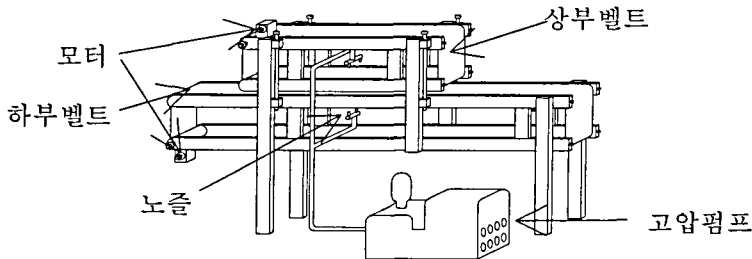


그림 1. 박피 요인 시험장치

* 농촌진흥청 농업공학연구소

표 1. 박피 요인 시험장치 제원

구 분		크 기
박피부	노즐	플랫형 회전식(상하 각 1조)
	벨트	메시형 (크기 12mm), 폭 450mm
	이송속도	가변식(속도 컨트롤형 모터, 180W)
펌프	형식	플랜지식
	압력	가변형 최고 22.5MPa
	토출량	30 l/min

2) 전처리 요인시험장치

도라지의 전처리는 물 분사 박피가 쉽게 되도록 하기위해 도라지 표면을 박피 전에 길이 방향으로 굽는 작업으로써 요인시험장치는 그림 2와 같이 상부 롤러, 하부 롤러, 모터, 물 분사 노즐, 펌프로 구성 되었다. 상부롤러와 하부 롤러는 각각의 속도 조절 모터로 구동되고 상부롤러는 상·하 롤러 간격조절을 위해 수직방향으로 이동이 가능하도록 하였다. 노즐과 펌프는 롤러에 물을 분사하여 도라지 껍질이 롤러에 부착되지 않도록 하였다.

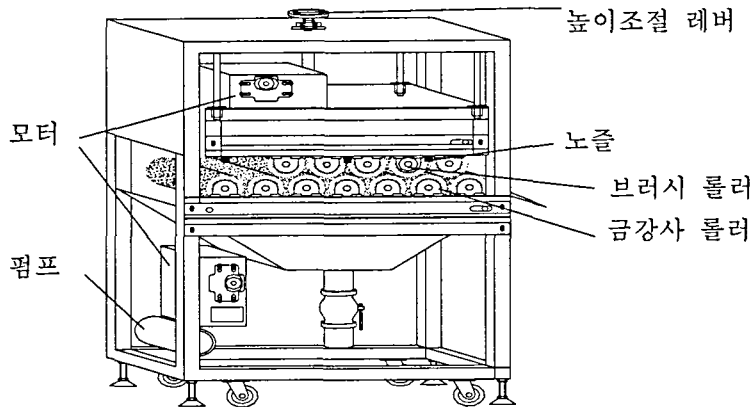


그림 2. 전처리 요인 시험장치

표 2. 전처리 요인 시험장치 제원

구 분		규 격
외형 크기		945(L)×880(W)×1,520(H)
브러시 롤러	식 목 형	모직경 0.4mm, 외경 120mm, 길이 450mm
	스트립형	모직경 0.3mm, 0.4, 외경 120mm, 길이 450mm
금강사 롤러		입도 100, 150, 직경 120mm
펌프		원심식
모터		스피드 컨트롤식, 180W

3) 박피 성능 시험장치

박피성능 시험장치는 요인시험 결과를 반영하여 그림 3와 같이 상·하 컨베이어 벨트, 회전노즐, 펌프, 모터, 프레임 등으로 구성 하였다.

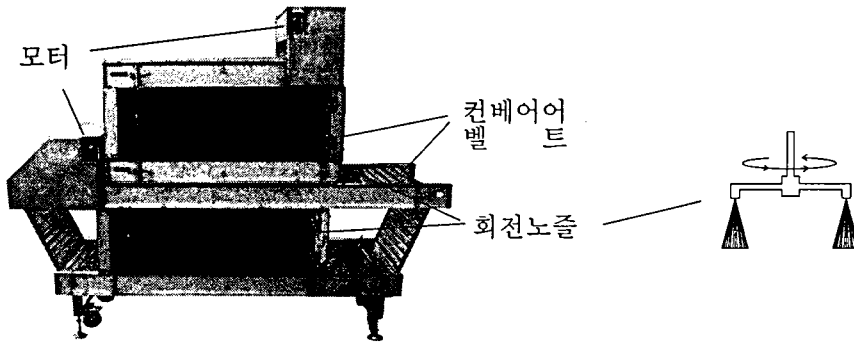


그림 3. 박피성능시험장치

표 3. 박피 성능시험 장치 제원

구 분		크 기
외 형		1,890mm(L), 560mm(W), 1,600mm(H)
박피부	노즐형식	플랫형, 회전식 (상·하 각 2조)
	노즐크기	오리피스 직경 1.1mm, 분사각 25°
	벨트	메시형(크기 15mm), 폭 450mm
	이송속도	가변식(속도 컨트롤형 모터, 180W)
펌 프	형 식	플랜저식
	압 력	가변형 최고 22.5MPa
	토 출 량	30 ℓ/min

나. 시험방법

1) 박피 요인 시험방법

물 분사식 박피요인 시험의 시험요인은 노즐의 오리피스 직경, 분사각, 물 분사압력으로 하고 조사내용은 박피율 및 손상률을 보았다. 박피율은 박피된 도라지 표면적을 박피 전의 표면적으로 나눈 백분율로 하였고, 면적은 엽면적계를 이용 하여 측정하였다.

2) 전처리 요인 시험방법

전처리 요인시험의 시험요인은 물러의 형상, 회전속도비로 하고 조사내용은 전처리 정도 및 손상율을 보았다. 전처리 정도는 전체 길이에서 전처리 된 길이의 백분율로 하였다.

3) 박피 성능 시험방법

박피성능시험은 시험요인을 물 분사 압력별로 하고 조사내용은 작업성능, 박피정도 손상율을 보았다.

3. 결과 및 고찰

가. 박피 요인 시험

물 분사식 박피 노즐선정을 위해 노즐의 오리피스 직경, 분사각, 분사높이별로 시험한 결과 표 4에서와 같이 오리피스 직경 1.1mm, 분사각 25°, 분사높이 60mm에서 박피율이 26%로 가장 양호하였다. 분사높이는 60mm 보다 낮은 높이에서는 회전노즐과 컨베이어의 충돌위험이 있어 시험이 곤란하였다. 노즐의 물 분사압력별로 시험한 결과 표 5에서와 같이 17.6MPa에서 박피율이 가장 높게 나타났으나 손상률이 35%로 높아 손상 없이 박피가 가능하도록 하기 위해서는 표면전처리 및 낮은 물 분사 압력이 요구되었다.

표 4. 노즐 형식 및 분사 높이별 박피정도

노즐형식		분사높이(mm)	박피율(%)	손상률(%)
오리피스 직경	분사각			
1.0	15	60	21	35
		75	20	35
		90	15	10
	25	60	23	30
		75	25	30
		90	17	15
1.1	15	60	21	40
		75	23	35
		90	18	15
	25	60	26	35
		75	25	30
		90	14	10
1.2	15	60	22	45
		75	24	40
		90	20	25
	25	60	19	35
		75	22	35
		90	13	20

※ 노즐 물 분사 압력 : 17.6MPa

표 5. 노즐의 물 분사 압력별 박피정도

분사압력(MPa)	박피율(%)	손상률(%)
8.8	0	0
11.8	0	0
14.7	14	13
17.6	26	35

나. 전처리 요인시험

도라지 표면을 인력으로 칼을 이용하여 길이방향으로 전처리를 하여 노즐 물 분사 박피를 한 결과 표 6과 같이 박피율 향상에는 전처리가 반드시 필요한 것으로 나타나 보다 쉬운 전처리를 위해 금강사롤러와 브러시롤러의 조합으로 구성된 기계적인 방법으로 시험 하였다. 시험결과 표 7와 같이 기계적 전처리는 작업정도가 낮고 손상률이 높아 박피후 상품성이 떨어져 실용화는 곤란한 것으로 나타났다.

표 6. 인력으로 도라지 표면 전처리후 물분사식 박피시험

물 분사 압력(MPa)	6.9	7.8	8.8	비 고
무처리시 박피율(%)	0	0	0	박피 불가
전처리 1회시 박피율(%)	50.6	51.3	55.5	8.8MPa 이상 손상발생
전처리 2회시 박피율(%)	65.5	67.9	79	7.8MPa 이상 손상발생

※ 회전노즐 상부 및 하부에 각 1개 사용

표 7. 상·하 롤러식 회전차울별 도라지 전처리 정도

구 분	롤러 배치		회전차울 (%)	전처리율 (%)	손상률 (%)
	상부(개)	하부(개)			
처리 I	브러시A(5)	브러시A(4)+ 금강사 롤러A(3)	75	6.8	10.0
			80	9.8	13.3
			83	12.1	20.0
처리 II	브러시A(5)	브러시A(2)+ 금강사 롤러(A(3)+B(2))	75	19.2	26.7
			80	25.7	30.0
			83	32.1	40.0
처리 III	브러시A(1) + 브러시B(4)	브러시A(2)+ 금강사 롤러(A(3)+B(2))	75	11.6	18.0
			80	14.5	23.3
			83	20.4	30.0
처리 IV	브러시A(1)+ 브러시C(4)	브러시A(2)+ 금강사 롤러(A(3)+B(2))	75	15.5	23.3
			80	23.0	30.0
			83	28.5	40.0

브러시 A : 식목롤러브러시(모경 0.4mm), 브러시 B : 스트립롤러브러시(모경 0.3), 브러시 C : 스트립롤러브러시(모경 0.4), 금강사 롤러 A : 금강사 코팅롤러(입도 100), 금강사 롤러 B : 금강사 코팅롤러(입도 150)

다. 박피 성능 시험

박피성능시험은 요인시험결과를 반영하여 박피 회전노즐을 상부에 2조 하부에 2조 설치하였고, 전처리는 인력으로 2회를 하여 시험하였다. 시험결과 표 8에서와 같이 노즐 물 분사 압력 6.9Mpa 하부벨트 속도 0.021m/sec에서 박피율 92%, 작업성능 12kg/hr로 가장 효과적인 박피가 되는 것으로 나타났다. 이는 물 분사 압력, 도라지 회전수, 박피시간 등이 박피에 최적상태가 되기 때문으로 판단되었다.

표 8. 도라지 박피 성능시험

물분사 압력 (MPa)	하부벨트 속도 (m/sec)	박피시간 (sec)	도라지 회전수 (n/60cm)	박피율 (%)	작업성능 (kg/hr)
6.9	0.016	40	2.4	91.0	10
	0.021	33	3.0	92.5	12
	0.026	29	3.2	87.2	14
	0.031	25	4.0	85.3	16
5.9	0.016	40	2.4	73.7	10
	0.021	33	3.0	80.1	12
	0.026	29	3.2	71.4	14
	0.031	25	4.0	65.9	16



※ 손상율은 나타나지 않았음.

라. 경제성 분석

시작기의 작업성능은 표 9에 보는 것과 같이 12kg/시간으로 인력 3.8kg/시간에 3배 능률적으로 나타났으며 소요경비도 시작기가 kg당 1,137원으로 인력 2,676원에 비해 58%가 절감되는 것으로 나타났다.

표 9. 도라지 박피 성능시험

구분	시작기	인력
구 입 비 (원)	10,000,000	
내 구 년 (년)	5	
사용시간 (년)	2,000	
감가삼각 (원/년)	2,000,000	
수 리 비 (원/년)	600,000	
이 자 (원/년)	250,000	
소 계	2,850,000	
고 정 비 (원/시간)	1,425	
인 건 비 (원/시간)	12,041	10,035
전 기 료 (원/시간)	179	
소 계	12,220	10,035
비 용 (원/시간)	13,645	10,035
성 능 (kg/hr)	12	3.8
소요경비 (원/kg)	1,137	2,676

※ 인건비 : 여 40,138(2005.8월), 이자율 : 5%/년, 수리비계수 : 6%/년

4. 요약 및 결론

도라지 박피 기계 기술을 개발하기 위해 공급 물 분사 박피 배출 일관작업이 가능한 도라지 박피기를 개발하여 시험한 결과 다음과 같다.

- 가. 회전 노즐식 물 분사 박피 요인시험결과 분사압력 14.7MPa상에서 전처리 없이 박피 가능성이 있으나 손상이 13% 이상 발생하였다.
- 나. 회전 노즐식의 박피율을 향상시키기 위해 인력으로 도라지 표면에 2곳을 전처리후 상·하 1조의 회전 노즐을 사용하여 물 분사 박피 요인시험 결과 분사압력 6.9MPa에서 65.6%가 박피되었으며 손상은 없는 것으로 나타났다.
- 다. 도라지 표면을 기계적으로 전처리를 하기위해 상부에 식목형 브러시 롤러를 하부에 식목 브러시 롤러와 금강사 롤러 조합하여 처리시 전처리율이 32%로 가장 높게 나타났다으나 손상률이 40%로 나타나 물이 고압으로 분사되는 형식의 박피기에 전처리를 목적을 사용하기는 곤란하였다.
- 라. 시작기는 박피율 향상을 위해 회전 노즐을 상·하부에 각 2개씩을 설치하는 구조로 제작하여 성능시험한 결과 박피압력 6.9Mpa에서 박피율 92% 이상, 작업성능 12kg/hr로 나타났다.
- 마. 시작기는 소요경비가 1,137원/kg으로 인력 2,676원/kg에 비하여 58% 절감되는 것으로 나타났다.

5. 참고문헌

1. 박윤문, 2000, 더덕의 저장, 최소가공 유통기술 개발, 농림부
2. 손재룡, 1994, 농업기계화시험사업보고서(도라지박피기 개발), 농업기계화연구소
3. 손재룡, 1994, 농업기계화시험사업보고서(뿌리약초박피기 개발), 농업기계화연구소
4. 이 용, 1995, 실용신안 1995-0009597