

박피효율 개선을 위한 연속식 마늘 박피장치의 개발(II)

Development of continuous garlic peeling machine for improving the peeling efficiency(II)

박재복*

김종훈*

권기현*

최경진**

정희원

정희원

J. B. Park

J. H. Kim

K. H. Kwon

C. J. Choi

1. 서론

마늘은 고추와 함께 우리 식생활에 매우 중요한 조미 채소류로서 최근 국민소득 향상과 식생활 성향의 변화에 따라 마늘의 소비량은 증가추세에 있다. 특히 도시 소비자들의 식생활 간편화 경향으로 대형 유통 업체 중심으로 간마늘 및 다진 마늘등의 반가공 제품의 수요가 크게 증가하고 있다. 국내의 마늘생산 현황을 보면 1996년을 기준으로 재배 면적이 42천 ha, 생산량이 456천톤이며 국민일인당 연간 소비량은 6.5kg에 달하고 있으며 마늘 전체의 시장규모는 약 1조원을 상회하고 있어 마늘은 고추와 함께 생산농가의 주요 경제작물로 평가되고 있다. 마늘의 주요 산지를 도별로 보면 생산량이 높은 시도는 전남, 경남, 경북, 충남 등의 순이며 이들 중에서 상위 10개군 주산지의 순위는 신안, 무안, 고흥, 해남, 남해, 의성, 서산, 태안, 북제주, 창녕군으로 전체 생산량의 60%를 차지하고 있다.

현재 국내의 마늘 박피 가공업체는 주산지를 중심으로 40개소로 추정되며 일일 가공량은 1-5톤규모이며 박피기의 평균 박피효율은 80-85%으로 알려져 있으며 대부분이 공기식 박피방법을 사용하고 있으나 박피장치 제조업체의 영세성과 기술력 부족으로 박피효율 개선에 관한 체계적인 연구가 추진되고 있지 않다.

현행 공기식 마늘박피 방법은 실린더형 박피실 내부에 다수의 압축공기 노즐을 설치하여 쪽마늘 원료를 일정량 배치식으로 공급후 고압의 압축공기를 일정한 시간동안 실린더내부에 분사시켜 마늘외피를 박피하고 있으나 남부지방(고흥, 남해등) 난지형 다수확 품종의 경우 박피효율이 낮으며 박피작업시 마늘 표면에 고압의 공기분사로 인한 흠집이 많이 발생하며 압축공기의 소모량이 많아 간마늘의 품질저하와 공장의 소요동력 증가의 원인이 되고 있다.

본 연구의 목적은 현행 배치식 실린더형 마늘 박피장치의 박피효율 저하와 박피작업시 마늘의 표면 흠집 발생등의 문제점을 개선하고자 1차년도에 개발된 연속식 마늘 박피장치를 토대로 생마늘 예건처리 및 쪽마늘 건조에 관한 최적 전처리 및 박피공정을 확립하며 박피효율이 95%이상되는 연속식 마늘 박피장치를 2차 시작품을 개발하고 이를 실용화할 수 있는 농가용(소형) 및 공장용 등의 용도별 마늘 박피장치의 적정설계 방안을 제시하는 데 있다.

* 한국식품개발연구원 식품생물공학이화학연구부

** 푸른엔지니어링(주)

2. 재료 및 방법

가. 마늘시료의 외형적 특성 및 쪽마늘외피의 건조특성

1) 마늘 시료의 외형적 특성

마늘 박피실험에 사용한 시료는 98년도 한지형 의성산과 난지형인 고흥산 마늘로서 간마늘 상태 개체의 외형적 특성을 영상처리장치 (Image acquisition system; Micro, Hi-scope Hirox Co. Ltd, Japan)로 측정하여 개체의 평면, 측면, 단면의 면적, 원형도 등을 분석하였으며 무게도 함께 측정하였다. 시료수는 각각 20개로 하였다.

2) 쪽마늘외피의 건조특성

98년도산 난지형 고흥산 시료 5 kg을 건조온도 30℃에서 60분간 열풍건조하면서 쪽마늘 시료의 건조특성을 분석하였다.

나. 연속식 마늘 박피장치 2차 시작품 설계제작 및 성능실험

1) 시작품 설계 및 제작

건조된 쪽마늘을 연속적으로 공급하여 박피할 수 있는 연속식 마늘 박피장치 2차 시작품을 설계제작하였다. 1차 시작품에서 문제시 되었던 마늘외피분진을 집진할 수 있는 장치, 박피시 발생하는 마늘진 제거장치 및 박피처리용량을 증대를 위한 박피실 증설 등을 보완하였다.

2) 시작품의 마늘박피 성능실험

시작품의 마늘 박피 성능 실험은 시료의 건조 온도 및 건조시간, 시작품의 분사노즐의 압축공기 압력 및 분사시간, 박피실의 시료 투입량 등의 변화에 따른 마늘 시료의 박피율을 측정하고 최적 박피조건을 확립한 후 연속박피작업에 따른 시작품의 박피성능을 측정하였다. 실험 조건은 다음과 같다.

- 시료 품종 : 98년도 전남 고흥산 건마늘
- 시료 건조 온도 : 30, 40℃
- 시료 건조시간 : 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60분
- 압축 공기 압력 : 4.5~4, 4.0~3.5, 3.5~3.0, 3.0~2.5, 2.5~2.5 kg/cm²
- 압축 공기 분사시간 : 7, 10 sec
- 압축 공기 분사간격 : 1, 1.5, 2 sec
- 1회 박피실 쪽마늘 투입량 : 6, 8개/실
- 실험 횟수 : 5회 반복

다. 용도별 연속식 마늘 박피장치의 기본 설계방안

개발된 연속식 마늘 박피장치 시작품을 토대로 마늘 주산지의 농가형 마늘 박피 시스템의 설치규모, 처리용량, 박피율 등과 공장용 마늘 박피장치의 처리용량을 제시하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 마늘시료의 외형적 특성 및 쪽마늘외피의 건조특성

1) 마늘 시료의 외형적 특성

표 1은 마늘 시료의 외형적 특성을 나타낸 것이고 그림 1은 영상처리장치로 얻은 의성산 및 고흥산 깎마늘 시료의 영상데이터이다. 시료 깎마늘의 개체별 무게는 고흥산이 3.74 gr, 의성산이 5.28 gr이었다. 그리고 깎마늘 개체의 평면 원형도는 고흥산이 1.40, 의성산이 1.96으로 고흥산이 의성산보다 둥근형태를 보였다.

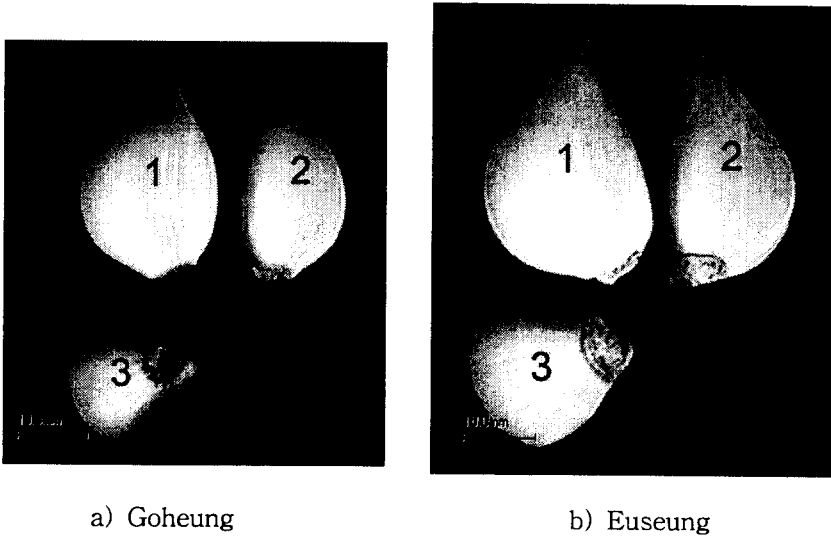


Fig. 1. Examples of image processing data for peeled garlir

Table 1. External characteristics of peeled garlic sample

Variety	Weight (g)	External characteristics				
		section	area (mm ²)	aspect	perimeter (mm)	roundness
Goheung	3.74±0.27	plain(1)	431.9±43.5	1.34±0.13	87.0±5.53	1.40±0.08
		side(2)	322.2±37.3	1.68±0.23	83.2±0.10	1.73±0.35
		cross(3)	219.0±38.4	1.35±0.11	80.4±9.11	2.39±0.45
Euseung	5.28±0.29	plain(1)	609.4±67.7	1.52±0.10	115.8±12.3	1.96±2.06
		side(2)	439.1±84.2	2.10±0.56	111.5±10.7	2.33±0.42
		cross(3)	79.8±58.9	1.44±0.34	91.8±14.32	2.45±0.60

3) 쪽마늘 외피의 건조특성

쪽마늘 시료의 외피 초기 수분은 12.2 %w.b.였으며 건조온도 30℃에서 건조시간별 수분 변화는 표 2와 같으며 박피율이 가장 높은 8~9 %w.b.까지 건조시간은 30~40 분이 소요되었으며 이 때 평균 건조율은 0.09 %w.b./min였다.

Table 1. Variations of moisture content for outer skin of garlic sample with drying time (drying temperature: 30℃)

Drying time (min)	0	10	25	30	35	40	45	50
Moisture content (%w.b.)	12.2	9.86	9.56	9.08	8.84	8.29	8.04	7.81

나. 연속식 마늘 박피장치 2차 시작품 설계제작 및 성능실험

1) 시작품 설계제작

연속식 마늘 박피장치 2차 시작품의 개략도는 그림 2와 같다. 본 2차 시작품은 박피실 고정판에 3개씩 부착된 마늘박피실 조합이 체인콘베어에 10개 설치되어 있으며, 마늘시료 진동공급기, 공기·물 고압분사에 의한 마늘진 제거장치, 구동모터(DC모터, 1400kW), 마늘의 피집진 싸이클론, 소형펌프(1hp), 소형송풍기(120W), 콘크롤 패널, 프레임등으로 구성되었다. 진동공급기에 공급된 쪽마늘시료는 진동에 의하여 3열, 1회 6~8개씩 소형 마늘 박피실에 공급된 후 압축공기 분사노즐조합 부분으로 이송되어 2회에 걸쳐 3.0~4.5 kg/cm²의 압축공기를 분사간격 1~1.5초에서 10초 동안 분사시켜 건조된 마늘외피를 순간적으로 박피시킨다. 박피된 마늘외피는 싸이클론에 의하여 외부로 집진되며 박피된 마늘(깐마늘)은 배출 흡퍼로 모여진다. 박피과정중의 마늘표면상처로 인한 마늘진이 유출되면 박피실 벽면의 접착성이 증가되어 박피율이 저하되는 주요 원인이 된다. 이를 방지하기 위하여 마늘 박피실 조합이 부착된 체인콘베어 하부에 공기 및 세척수를 고압으로 분사할 수 있는 장치를 설치하였다. 그림 3은 시작품 모습이다.

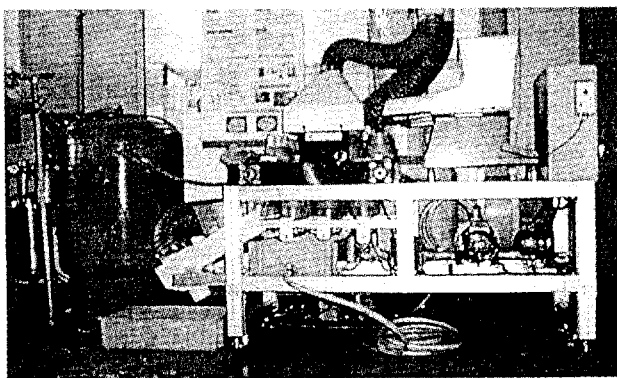


Fig. 3. the prototype of continuous garlic peeling machine.

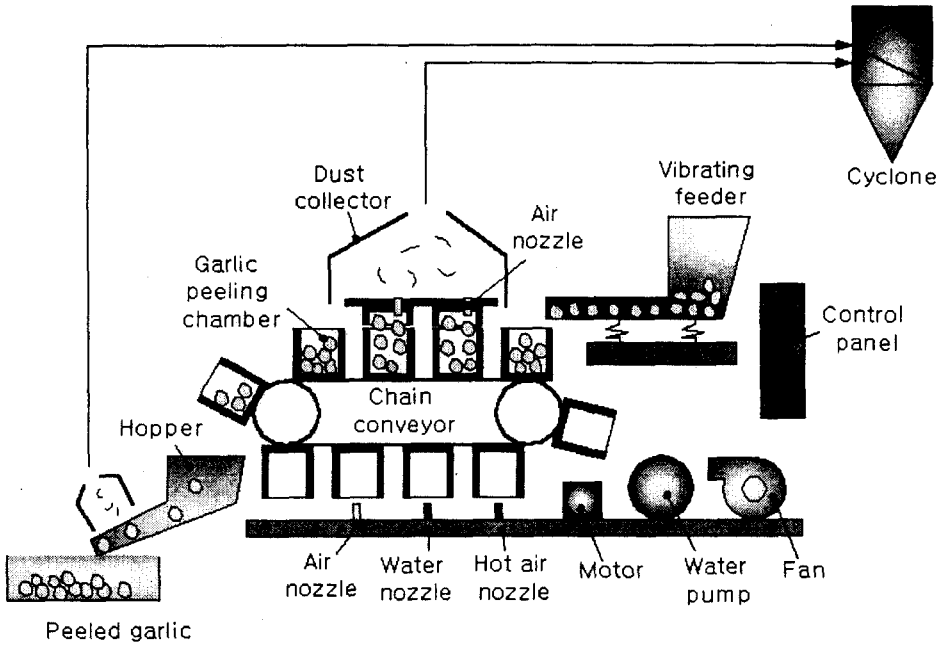


Fig. 2. Schematic diagram of the prototype of continuous garlic peeling machine

2) 시작품의 마늘 박피 성능실험

표 3는 마늘 박피시 마늘의 표면 흠집을 최소화하기 위하여 압축 공기 분사 간격을 3단계 (1, 1.5, 2초)로 조절하였을 때 마늘 박피율을 분석한 것이다. 압축 공기 분사 간격이 1.5~2 초로 하였을 때 분사 횟수가 감소되고 압축공기 분사압력을 $3.5\sim 3.0 \text{ kg/cm}^2$ 로 낮추면 상대적으로 마늘 박피시 흠집 발생이 낮아지는 것으로 분석되었다. 이 때 마늘 평균 박피율은 85~95%였다.

표 4는 마늘시료의 건조시간과 압축공기압력에 따른 시작품의 박피율 분석 2차 실험으로서 박피시 마늘표면의 흠집발생을 최소화하고 박피율을 높이기 위하여 일부 박피실험에서 박피실의 쪽마늘 투입량을 8개에서 6개로 변화시켰다. 여기서는 건조온도 30°C , 건조시간 50분에서 쪽마늘 투입량이 박피실당 6개일 때, 박피율이 90.5~96.7 %로 매우 높았으며 공기 분사 압력에서는 큰 차이가 없었으나 분사간격에서는 1 초보다 1.5 초에서 1.2~2.3 % 정도 조금 높은 것으로 나타났다. 표 6은 개발된 시작품으로 마늘 박피작업을 연속으로 하였을 때 박피성능을 분석한 것이다. 실험결과, 건조온도 및 시간과 박피시 마늘 표면의 흠집발생을 최소한으로 억제할 수 있는 작업조건은 건조온도 및 시간, 30°C , 50분, 압축공기 분사압력, $3.5\sim 3.5 \text{ kg/cm}^2$, 분사간격, 1.5초였으며, 이 때 마늘박피율은 92.2 %, 처리량은 25.4 kg/hr 였다.

Table 3. Garlic peeling ratio of the prototype with various air pressures, air injecting intervals and drying times(sample variety: Goheung, air injecting time: 10sec)

Drying temp. (°C)	Drying time (min.)	Garlic peeling ratio (%)														
		Air pressure (kg/cm ²)														
		4.0 ~3.5			3.5 ~3.0			3.0 ~3.0			3.0 ~2.5			2.5 ~2.5		
		Air injecting interval (sec)														
		1	1.5	2	1	1.5	2	1	1.5	2	1	1.5	2	1	1.5	2
30	25	96.9	100.0	100.0	100.0	95.8	91.7	87.5	83.3	-	78.1	75.0	81.3	68.7	59.4	56.3
	30	95.8	79.1	79.1	79.1	83.3	83.3	83.3	83.3	79.1	75.0	70.8	95.8	58.3	83.3	62.5
	35	100.0	95.8	100.0	100.0	87.5	100.0	95.8	79.2	87.5	83.3	87.5	83.3	62.5	70.8	79.2
	40	95.8	91.7	95.8	100.0	91.7	87.5	70.8	100.0	95.8	95.8	91.7	95.8	79.2	70.8	95.8
	50	100.0	95.8	100.0	100.0	87.5	95.8	95.8	87.5	95.8	100.0	95.8	95.8	79.2	91.7	95.8
40	25	100.0	100.0	100.0	95.8	91.7	91.7	95.8	66.7	91.7	83.3	70.8	87.5	58.3	62.5	79.2
	30	100.0	95.8	100.0	100.0	87.5	100.0	95.8	79.2	87.5	83.3	87.5	83.3	62.5	70.8	79.2
	35	-	-	-	100.0	87.5	100.0	95.8	79.2	87.5	83.3	87.5	83.3	62.5	70.8	79.2
	40	-	-	-	100.0	91.7	100.0	100.0	93.8	100.0	75.0	78.1	81.3	59.4	56.3	56.3

Table 4. Garlic peeling ratio of the prototype of garlic peeling machine for continuous garlic peeling operation

Drying temp. (°C)	Drying time (min.)	Air pressure (kg/cm ²)	Air injecting interval (sec)	Sample weight (gr)		Peeling ratio (%)
				peeled	not peeled	
30	20	3.5~4.0	1.5	439	130	77.2
	25	3.5~4.0	1.0	416	93	81.7
		3.5~4.0	1.5	400	58	87.3
	50	3.5~3.5	1.5	12950	1100	92.2
	60	3.0~3.5	1.0	4650	450	91.2
40	40	3.0~3.5	1.5	5300	450	92.2
	50	3.0~3.5	1.0	4450	250	94.7

다. 용도별 연속식 마늘 박피장치의 기본 설계 방안

그림 4은 연속식 마늘 박피장치를 토대로 마늘 주산지의 생산농가가 활용할 수 있는 소규모의 농가형 마늘 박피시스템이다. 공장규모는 60 m²(18평), 소요동력 15 kW, 작업인원 2-3 명이며, 박피처리용량은 24 kg/hr, 평균 박피율은 95%이다. 공장용 마늘박피장치는 박피실 고정판의 박피실 개수를 현재 3개에서 4개로 증설하여 처리용량을 32 kg/hr로 증대하며 공장의 일일 생산규모에 적합하게 연속식 마늘 박피장치의 적정대수를 산출할 수 있다.

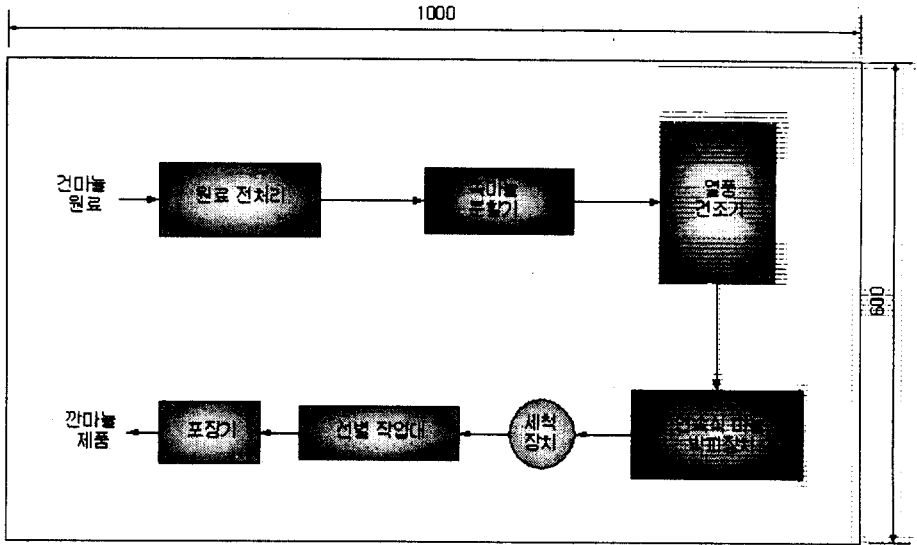


그림 4. 농가형 마늘 박피시스템

4. 요약 및 결론

마늘 박피기는 생마늘 수확 후 연중 10개월 이상 작업이 가능하여 기계이용율이 다른 농업기계보다 매우 높아 농가가 구입하여 운영할 경우 경제성이 높으며 농가단위에서 건마늘을 가공하여 생산자 및 원산지 표시를 부착하여 농협 및 영농 조합 등의 생산자 단체를 통하여 전체 마늘 생산량의 10%정도를 산지 직거래로 유통할 시킬 수 있을 경우 현행 마늘유통구조의 문제점 개선과 농가 소득증대에 기여할 것으로 판단된다. 현재 개발중인 연속식 마늘 박피 장치는 마늘 박피의 핵심기술인 마늘 박피실 형상 및 압축 노즐 조합에 국한되어 있으며 실제로 본 시작품이 농가에 공급되어 실용화되려면 소형 마늘 쪽 분리기 및 선별 장치, 시료 건조 장치, 선별 작업대 등의 설비가 추가되어야 하며 또한 전시효과가 아닌 실제적인 농가 단위의 시작품 실증실험이 필요하므로 향후 생산농가 중심의 건마늘 유통을 위한 마늘 건조·박피 시스템에 관한 연구가 계속 뒷받침되어야 할 것이다.

5. 참고 문헌

1. 김철진 외 9 인 : 마늘의 박피 시스템 개발. 한식연 연구보고서 1993.
2. _____ : 고추, 마늘, 오이, 수박, 절화 ('97 영농교육 교재), 농업진흥청, 1996.
3. 박재복 외 4 인 : 박피효율 개선을 위한 연속식 마늘 박피장치의 개발. 한식연 연구보고서, 1997.