



## 습식 마늘박피 시스템 개발 (I)

거의 통마늘의 쪽분리 장치로만 사용되고 있는 실정이다. 국내의 마늘박피 공장에서는 원통형 실린더에 노즐을 배치하고 고압의 압축공기를 분사하여 마늘을 박피하는 공기식 방법이 주로 이용되고 있다. 그러나 공기식 박피기는 박피작업에 많은 양의 압축공기가 요구되기 때문에 에너지 소모가 크며(Cho와 Kim, 1993), 박피된 마늘의 상처율이 높아 부패와 변질에 의해 안전 유통기간이 단축되는 문제점을 안고 있다. 특히 기존의 공기식 박피기로는 깎마늘의 상처율을 현재보다 크게 낮출 수 없다는 것이 관련 업계에 종사하는 전문가들의 견해이며, 깎마늘의 품질향상을 위한 대안으로서 습식박피 방식이 제시되고 있다.

본 연구는 마늘 박피공장에서 사용할 수 있는 상업용 습식박피 시스템을 개발하기 위한 연구(백 등, 2003)의 일환으로 수행되었으며, 노즐을 통하여 1 MPa 이상의 고압으로 소유량의 물을 분사하여 마늘을 박피하는 방법의 타당성을 조사하고자 하였다. 고압 플린저 펌프와 시판되는 부채꼴 분사 노즐을 사용하였으며, 투명 아크릴 판으로 박피 챔버를 제작하였다. 노즐의 구경과 설치조건 및 작동압력이 마늘의 박피율에 미치는 영향을 분석하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 실험 재료

#### 1) 박피기 모형 제작

일반적으로 마늘 박피기에 사용되는 노즐은 박피 챔버의 내벽에 드릴로 구멍을 내어 설치하며, 이는 건식과 습식 박피기에 동일하게 적용된다. 그러나 이러한 형태의 박피 챔버는 노즐의 분사형태를 다양하게 변경하거나, 챔버의 크기를 임의로 조절하기가 어렵다. 따라서 본 연구에서는 5 mm 두께의 투명 아크릴 판을 이용하여 박피 챔버를 제작하되, 다양한 노즐 설치조건에 따라 별도로 제작된 아크릴 판을 박피 챔버에 형성된 틀에 교체해서 끼우는 방식으로 박피부의 주요 제원을 쉽게 변경할 수 있도록 하였으며, 아울러 박피 과정에서의 마늘의 거동을 관찰할 수 있도록 하였다(그림 1). 그림 2와 3에서 보는 바와 같이 인접한 노즐 사이의 거리(D)에 따른 박피 챔버의 폭(W)과 챔버의 길이(L)를 각각 3수준으로, 노즐 설치 각도( $\theta$ )를 5수준으로 조절할 수 있도록 설계하였다. 고압, 소유량 펌프를 사용한 박피 시스템 구성의 타당성을 검토하기 위하여 최대압력 9.8 MPa, 최대 토출

량 30 l/min, 소요동력 5.5 kW의 고압 플린저 펌프(Interpump, 모델 WS-104) 2대를 사용하였으며, 각 펌프에 동일한 규격의 노즐을 3개씩 연결하였다. 각 펌프에 부착된 압력조절기를 사용하여 토출압력을 설정하였다.

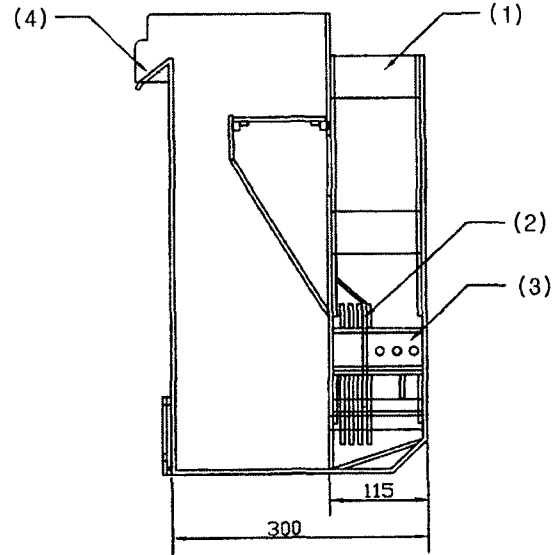
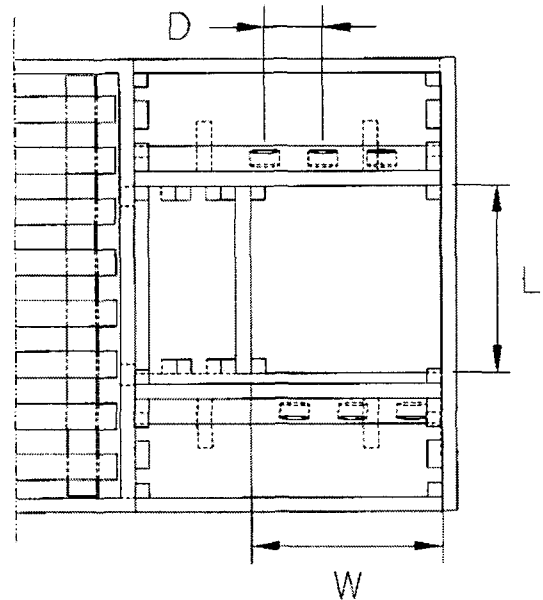


Fig. 1 Side view of garlic peeling chamber.

(1) garlic supply port. (2) plates to adjust chamber width. (3) plates to install nozzles. (4) garlic discharge port.



D : Distance between adjacent nozzles,

L : Length of peeling chamber

W : Width of peeling chamber( $W = 2.5D + 10$  mm)

Fig. 2 Notations for the cross-sectional area of the peeling chamber.

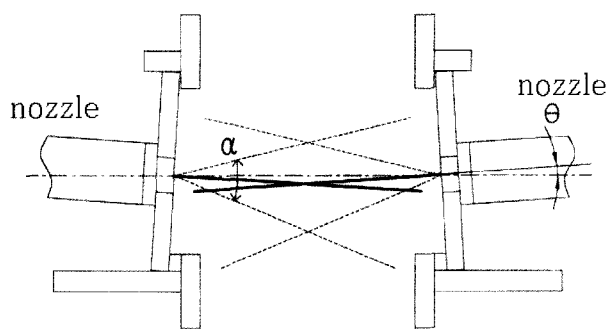


Fig. 3 Schematics of nozzle installation( $\alpha$ : spray angle,  $\theta$ : inclination angle).

챔버의 상부에서 투입되는 통마늘은 챔버 내부를 순환하는 수류에 의해 노즐이 설치된 위치까지 하강하며, 3개씩 서로 대향하여 설치된 총 6개의 노즐에서 분사되는 물의 충격에 의해 쪽분리와 박피가 동시에 이루어진 후 가공된 마늘이 배출부로 이송된다(그림 4).

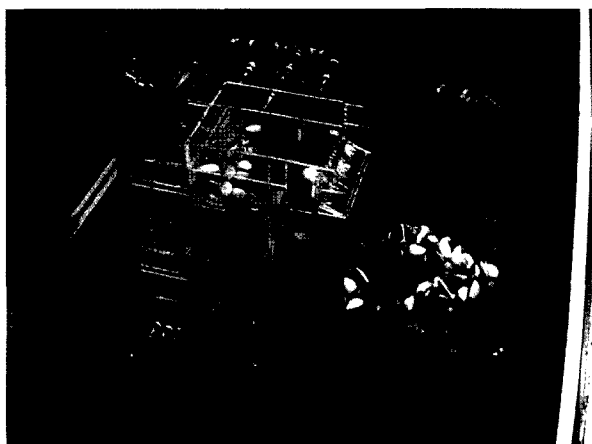


Fig. 4 Prototype peeling chamber made of transparent acrylic plates.

작동압력은 측정범위 0~14.7 MPa, 정확도  $\pm 0.2\%$  FS인 압력계(Myung Sung Instrument Co., Ltd. 모델 MS-P102)를 노즐로부터 30 cm 떨어진 위치에 설치하여 측정하였으며, 유량은 측정범위 0~30 l/min, 정확도  $\pm 1\%$  FS인 터빈 유량계(COM ENG., 모델 ETF-100-S-S-15)를 펌프의 출구 측에 설치하여 측정하였다. 두 대의 펌프에 압력계와 유량계를 각각 1개씩 설치하여 작동조건을 측정할 수 있도록 하였다. 센서의 출력은 A/D 변환기를 이용하여 60 Hz의 표본추출률로 수집하였다. 압력계와 노즐은 PT 1/4" 규격으로, 유량계는 PT 1/2" 규격으로 연결하였다.

## 2) 분사 노즐

실험에 사용한 노즐은 Spraying Systems Co.에서 제작

한 경화 스테인리스강 고압세척용 부채꼴(flat) 분사 노즐로서, 플런저 펌프의 압력과 유량을 고려하여 표 1과 같이 11종을 선정하였다.

Table 1 Specifications of flat-spray nozzles utilized for peeling tests

Spray angle ( $\alpha$ )	Orifice diameter ( $\Phi$ , mm)
15°	0.91, 1.19, 1.60, 1.80
40°	1.09, 1.35, 1.60, 1.80
65°	1.27, 1.60, 1.80

노즐의 분사각( $\alpha$ )에 관계없이 오리피스 구경( $\Phi$ )이 같으면 동일한 압력에서 유량이 같다. 또한 노즐의 분사각이 크면 가공수의 살포범위가 증가하기 때문에 같은 압력과 유량에서 단위면적당 충격력이 감소한다.

## 나. 실험 방법

### 1) 노즐에서 분출되는 수류의 충격력 측정

노즐에서 분출되는 수류가 평판에 미치는 힘을 측정함으로써 박피 과정 중 마늘이 수류로부터 받는 충격력을 분석하였다. 100 × 170 × 90 cm의 수조에 25 cm 높이까지 물을 채우고 수조의 바닥에 정격용량이 58.8 N인 스트레인 게이지형 로드셀을 설치한 후, 노즐 출구와 로드셀 플랫폼 사이의 거리를 2 cm로 고정하고 작동압력을 0.98 MPa에서 9.8 MPa까지 0.98 MPa 간격으로 변경시키며 충격력을 측정하였다. 플랫폼의 크기는 7 × 7 cm로서 총 충격력을 측정하기에 충분하였다. 로드셀(CAS, Korea)의 출력은 동적 스트레인 증폭기(NMB, Japan, 모델 DSA-606B)를 사용하여 증폭하였으며, A/D 변환기를 사용하여 압력, 유량 및 충격력을 동시에 기록하였다. 각 노즐에 대한 충격력 측정 실험을 실시하기 전에 중량이 49 N인 추를 사용하여 로드셀을 교정하였다.

### 2) 챔버의 길이와 폭의 선정

박피에 적합한 챔버의 단면적을 선정하기 위하여 노즐 구경이 1.60 mm이며, 분사각이 15, 40, 65°인 세 종류의 노즐을 사용하여 작동압력 2.94 MPa에서 박피실험을 실시하였다. 우선 챔버의 폭(W)을 60 mm로 고정하고, 챔버의 길이(L)를 80, 110, 140 mm로 변경하여 박피압력과 노즐 설치각에 따른 마늘의 이송상태, 박피율, 상

## 습식 마늘박피 시스템 개발 (I)

처울 등을 종합하여 박피결과를 우수, 보통, 불량외의 3단계로 평가하였다. 또한 챔버의 길이를 80 mm로 고정하고, 챔버의 폭을 60, 70, 80 mm로 변경하여 박피결과를 평가하였다. 본 실험에는 2002년 7월 충북 단양군 어상천면에서 생산된 한지형 단양 마늘을 공시재료로 사용하였다.

### 3) 부채꼴 분사노즐의 박피효과 분석

#### 가) 작동조건이 박피율에 미치는 영향

챔버의 길이와 폭을 각각 80 mm와 60 mm로 설정하고, 압력을 0.98 MPa에서 9.8 MPa까지 0.98 MPa 간격으로 변경시키며 표 1에 표시된 11종의 노즐을 사용하여 박피실험을 실시하였다. 먼저 노즐별로 압력과 설치각을 변경하며 박피과정을 관찰하여 적정 조건을 선정한 후에 노즐을 특정 설치각으로 고정하고 박피율이 상대적으로 우수한 3개의 압력조건에 대해 처리당 15개의 한지형 통마늘을 투입하고 박피 결과를 분석하였다. 사용한 노즐 중 구경이 가장 큰  $\Phi=1.80$  mm의 경우에는 펌프 용량의 한계에 도달하여 2 MPa보다 높은 압력 조건에 대한 실험은 불가능하였다.

#### 나) 마늘의 재투입이 박피율에 미치는 영향

습식 박피기를 적정 압력으로 운전하면 가공된 마늘의 상처율을 낮출 수 있기 때문에 다수의 박피기를 직렬로 배치하고 박피된 마늘을 연속적으로 재투입함으로써 박피율을 높이는 것이 가능하다(백 등, 2003). 동일한 마늘을 박피부에 3회 연속하여 투입할 때의 박피율의 변화를 조사하기 위해서 동일한 조건(L=80 mm, W=60 mm,  $\theta=4^\circ$ ,  $\alpha=15^\circ$ ,  $\Phi=1.60$  mm)에서 1차, 2차 및 3차 박피 압력을 모두 2.94 MPa로 설정하고 박피 결과를 조사하였다.

#### 다) 박피 결과의 평가

각 처리별로 박피실험 후에 수거된 마늘을 육안으로 판단하여 '완전박피', '미박피' 및 '기타'의 3부류로 구분하였다. '완전박피'는 육질에 상처가 없이 껍질이 완전하게 박피된 마늘이며, '미박피'는 껍질이 전혀 박피되지 않은 마늘이다. '기타'로 분류된 것은 마늘 껍질의 일부가 남아 있어서 완전 박피에 이르지 못하였거나, 완전하게 박피되었더라도 육질에 상처가 있거나 일부가 깨져 나간 마늘이다. 박피 압력이 높은 일부 실험조건에서는 육질이 심하게 파괴되어 개수를 파악하기가 어려운 경우가 있었으므로, 파괴된 마

늘은 기타의 범주에 포함시켰다. 박피 결과를 평가하기 위해서 각 처리별로 수거된 전체 마늘의 쪽수에 대한 각 범주에 해당하는 마늘의 쪽수로부터 '완전박피율', '미박피율' 및 '기타의 비율'을 계산하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 가. 노즐에서 분출되는 수류의 충격력

노즐에서 분출되는 수류가 평판에 미치는 충격력은 이론적으로 압력의 제곱근과 유량의 곱에 비례한다. 그림 5는 표 1에 표시된 11종의 노즐에 대한 충격력 실험 결과를 나타낸 것이다.

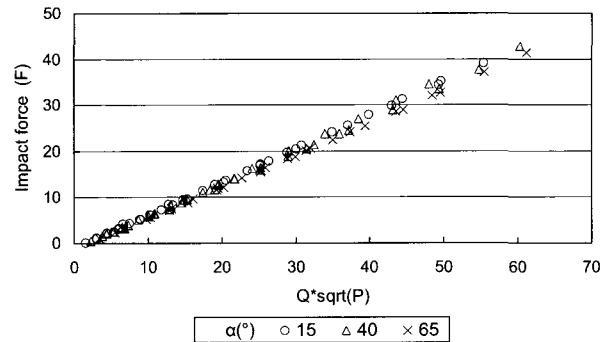


Fig. 5 Relationship between flow rate  $Q$ ( $l/min$ ), pressure  $P$ ( $MPa$ ), and impact force  $F$ ( $N$ ).

직선 회귀분석을 통하여 구한 유량과 압력 및 충격력 사이의 관계는 다음 식과 같다.

$$F = 0.671 Q \sqrt{P} \quad (R^2 = 0.9920) \quad (1)$$

여기서,  $F$  : 충격력,  $N$

$Q$  : 유량,  $l/min$

$P$  : 압력,  $MPa$

위 식을 이용하여 수류의 단위 면적당 충격력은 부채꼴 노즐의 분사각과 분사폭 및 노즐과 평판사이의 거리로부터 계산할 수 있으며, 분사폭을 측정하기 어려운 경우에는 분사각과 거리로부터 단위 길이당 충격력을 계산할 수 있다.

### 나. 부채꼴 분사노즐의 박피 효과

#### 1) 박피 챔버의 길이와 폭의 선정

챔버의 길이는 노즐과 마늘 사이의 거리를 결정하는

요인이다. 표 2는 챔버의 폭을 60 mm로 설정하였을 때, 챔버의 길이와 노즐의 분사각에 따른 박피결과를 나타낸 것이다. 노즐의 분사각이 증가하면 같은 압력에서 단위 면적당 충격력이 감소한다. 또한 챔버가 길면 노즐과 마늘 사이의 거리가 증가하므로 단위면적당 충격력은 더욱 감소하게 된다. 표 2에서 보는 바와 같이 챔버의 길이가 80 mm로 가장 짧을 때 박피결과가 가장 우수한 것으로 조사되었다. 투입되는 통마늘의 크기와 챔버에서 마늘의 이송과정을 고려할 때, 챔버의 길이를 80 mm보다 더 작게 하는 것은 적합하지 않았다.

챔버의 폭은 인접한 노즐에서 분사되는 부채꼴 수류 사이의 간격을 결정하는 요인이다. 표 3은 챔버의 길이를 80 mm로 고정하였을 때, 노즐의 분사각과 챔버의 폭에 따른 박피시험 결과를 나타낸 것이다. 이 경우에도 챔버의 폭이 좁을수록 박피결과가 우수하였다. 따라서 본 실험에서 사용한 펌프의 압력과 유량 범위에서 박피에 적합한 조건을 찾기 위해서는 챔버의 단면적을 가급적 작게 한 상태에서 작동압력과 노즐의 설치각을 조절하는 것이 필요한 것으로 판단되었다.

Table 2 Performance of garlic peeling according to spray angle and length of chamber

Nozzle diameter (mm)	Spray angle (°)	Length of chamber (mm)		
		80	110	140
1.60	15	○	○	△
	40	○	△	×
	65	○	×	×

○ : Excellent, △ : Good, × : Poor

Table 3 Performance of garlic peeling according to spray angle and width of chamber

Nozzle diameter (mm)	Spray angle (°)	Width of chamber (mm)		
		60	70	80
1.60	15	○	△	×
	40	○	○	○
	65	○	×	×

○ : Excellent, △ : Good, × : Poor

2) 작동 조건이 박피율에 미치는 영향

11종의 노즐에 대한 박피실험 결과 중에서 각 노즐별

로 박피율이 상대적으로 양호한 작동조건(압력 및 유량)에 대한 박피결과를 표 4에 나타내었다. 이 때의 박피 챔버의 설정은 L=80 mm, W=60 mm이었다. 표에서 CP는 완전박피율, UP는 미박피율, OT는 기타의 비율을 나타낸 것이다. 마늘 껍질 등의 불순물이 펌프로 흡입되어 유량이 저하된 경우도 있었다.

표 4의 데이터에서 박피결과를 독립변수인 노즐 살포각, 압력 및 노즐별 유량에 대해서 SAS 패키지를 사용하여 분산분석한 결과는 표 5와 같다. 노즐의 살포각에 따라 1% 유의수준에서 완전박피율과 미박피율에 차이가 있었다. 또한 노즐별 유량에 따라 5% 유의수준에서 완전박피율과 미박피율의 차이가 인정되었으며, 1% 유의수준에서 기타의 비율에 차이가 있는 것으로 분석되었다. 결과적으로 마늘의 박피율에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 노즐의 살포각과 유량인 것으로 평가되었다.

가) 노즐 구경의 영향

표 4의 결과로부터 노즐의 구경이 커질수록 상대적으로 낮은 압력 구간에서 완전박피율이 증가한 것을 알 수 있다. 오리피스 구경이 1.80 mm로 가장 큰 경우에 압력 1.94 MPa, 노즐당 유량 9.07 l/min일 때 완전박피율이 61.4%로 가장 우수하였다.

오리피스 구경이 0.91 또는 1.19 mm로 작은 경우에는 낮은 압력에서는 마늘이 박피되지 않았으며, 압력을 높이면 박피는 이루어지나 마늘이 절단되는 현상이 관찰되었다. 미박피율(UP)은 노즐 구경에 대해서는 일정한 경향을 보이지 않았는데, 이는 각 처리별로 박피 압력이 서로 다르기 때문이었다. 구경이 작은 노즐의 경우에 박피율을 증가시키기 위해서 작동 압력을 높이면 상처가 나가나 파괴된 마늘의 비율이 증가하기 때문에 온전한 깎마늘의 비율이 감소하여 기타의 비율(OT)이 증가하는 것을 알 수 있었다. 특히, 노즐 구경이 0.91 mm로 작은 경우에는 기타로 분류된 것에 절단된 마늘이 다수 포함된 반면, 구경이 1.80 mm인 경우에는 상처율이 현저하게 감소하였으며 절단된 마늘 보다는 육질에 멍이 든 마늘을 발견할 수 있었다. 따라서, 토출량이 큰 펌프를 사용하여 노즐 구경과 유량을 증가시키면 상대적으로 낮은 압력에서 박피율을 보다 높일 수 있을 것으로 판단된다.

나) 노즐 살포각의 영향

노즐 살포각이 박피율에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 표 4의 결과에서 노즐 살포각별로 박피율이 가장

Table 4 Summary of test conditions and peeling performances(L=80 mm, W=60 mm)

Spray condition	Orifice diameter (mm)	Pressure (MPa)	Flow rate per nozzle (ℓ/min)	Proportion of garlic cloves (%)			
				CP <sup>1)</sup>	UP <sup>2)</sup>	OT <sup>3)</sup>	
$\alpha=15^\circ$ $\theta=4^\circ$	0.91	5.78	3.70	20.7	45.9	33.3	
		6.81	3.93	28.7	38.0	33.3	
		7.71	4.18	38.5	24.5	37.1	
	1.19	2.99	5.18	41.2	31.1	27.7	
		3.91	5.97	41.6	32.8	25.5	
		4.84	6.38	41.7	15.0	43.3	
	1.60	1.11	5.33	10.6	55.8	33.6	
		2.07	7.32	32.1	35.8	32.1	
		3.00	7.68	50.4	17.3	32.3	
	1.80	1.94	9.07	61.4	19.7	18.9	
	$\alpha=40^\circ$ $\theta=8^\circ$	1.09	5.88	5.18	44.3	27.0	28.7
			6.78	5.58	44.3	20.0	35.7
7.74			6.00	43.6	27.1	29.3	
1.35		2.97	6.18	23.9	54.1	22.0	
		3.92	7.05	42.3	45.0	12.6	
		4.84	7.88	44.2	23.0	32.6	
1.60		1.05	4.98	1.9	91.4	6.7	
		2.00	6.90	36.7	55.5	7.8	
		2.95	8.38	54.2	38.3	7.5	
1.80		2.03	7.35	55.8	29.2	15.0	
$\alpha=65^\circ$ $\theta=16^\circ$		1.27	4.82	7.40	13.7	70.9	15.4
			5.85	8.10	12.9	62.9	24.1
	6.74		7.65	15.4	27.4	57.3	
	1.60	1.08	5.45	0.0	95.8	4.2	
		1.97	7.48	2.7	85.6	11.7	
		2.96	7.40	20.0	62.4	17.6	
	1.80	1.98	6.98	25.0	56.3	18.8	

1) CP : Proportion of completely-peeled garlic cloves.

2) UP : Proportion of unpeeled garlic cloves.

3) OT : Proportion of others including partially-peeled, bruised, and broken garlic cloves.

양호한 조건을 비교하였다. 그림 6에서 보는 바와 같이 동일한 오리피스 구경( $\phi$ )과 유사한 압력조건(P)에서 살포각( $\alpha$ )이 증가할수록 단위면적당 충격력이 감소하기 때문에 박피율이 감소하였다. 살포각이  $65^\circ$ 로 가장 큰 경우에는 다른 두 살포각의 노즐에 비해 완전박피율(CP)이 약 25%로 현저하게 낮았다. 따라서, 저압/대유량의 펌프를 사용하는 경우에는 부채꼴 분사노즐 보다는 적절한 지름의 일직선형(solid stream) 분사노즐을 사용하는 것이 보다 적합할 것으로 판단된다.

Table 5 The levels of significance(p-value) of F-tests to determine the effects due to spray angle, pressure, and flow rate

Garlic	Spray angle ( $^\circ$ )	Pressure (MPa)	Flow rate per nozzle (ℓ/min)
Completely peeled (CP)	0.0015**	0.0784	0.0368*
Unpeeled (UP)	0.0043**	0.1895	0.0385*
Others (OT)	0.0696	0.4438	0.0086**

\* indicates significant at  $\alpha=0.05$ .

\*\* indicates highly significant at  $\alpha=0.01$ .

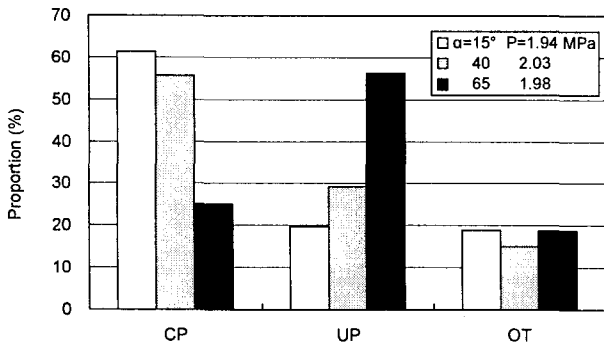


Fig. 6 Effect of spray angle ( $\alpha$ ) and pressure (P) on the proportion of peeled garlic cloves (L=80 mm, W=60 mm,  $\phi$ =1.80 mm). Refer to Table 4 for the explanation of CP, UP, and OT.

3) 마늘의 재투입이 박피율에 미치는 영향

그림 7은 L=80 mm, W=60 mm,  $\theta=4^\circ$ , P=2.94 MPa인 조건에서  $\alpha=15^\circ$ ,  $\phi=1.60$  mm인 노즐을 사용하여 동일한 마늘을 3회 연속 투입하여 박피한 결과를 나타낸 것이다. 3회 투입되는 동안 미박피율(UP)은 감소한 반면, 기타의 비율(OT)은 증가하였다. 완전박피율(CP)은 박피부를 2회 통과할 때는 42%에서 45%로 약간 증가하였으나, 3회 통과 후에는 34%로 감소하였다. 이는 2회 박피까지는 온전한 상태이었던 간마늘이 3회째 박피되면서 상처를 입거나 파괴되어 기타(OT)의 범주에 포함되었기 때문이다.

따라서 다수의 박피부를 순차적으로 배치하는 경우에 재투입부의 작동압력은 초기에 박피된 온전한 간마늘의 상처율을 크게 증가시키지 않는 범위 내에서 설정되어야 하며, 이러한 압력은 초기 작동압력보다 낮아야 할 것이다.

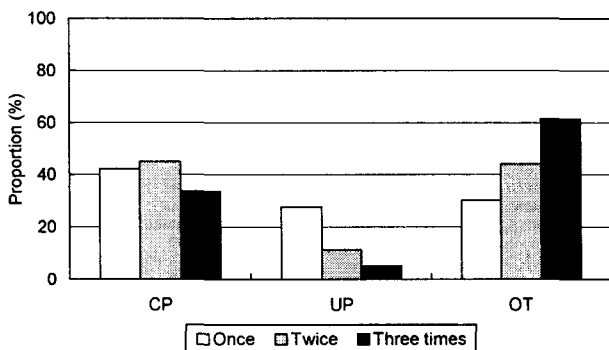


Fig. 7 Effect of the number of peeling operations on the proportion of peeled garlic cloves (L=80 mm, W=60 mm,  $\theta=4^\circ$ ,  $\alpha=15^\circ$ ,  $\phi=1.60$  mm, P=2.94 MPa). Refer to Table 4 for the explanation of CP, UP, and OT.

4. 요약 및 결론

본 연구는 간마늘의 품질을 향상시킬 수 있는 상업용 습식박피기를 개발하기 위한 연구의 일환으로 수행되었으며, 노즐을 통하여 1 MPa 이상의 고압으로 소유량의 물을 분사하여 마늘을 박피하는 방법의 타당성을 조사하였다. 고압 플린저 펌프와 시판되는 부채꼴 분사 노즐을 사용하였으며, 투명 아크릴 판으로 박피 챔버를 제작하였다. 노즐의 구경과 설치조건 및 작동압력이 마늘의 박피율에 미치는 영향을 분석하였다. 결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) 고압의 수류가 분사되는 박피 챔버의 단면적은 통마늘의 크기와 이송상태를 고려하여 가능한 작게 하는 것이 박피에 유리하였다. 노즐의 설치각도는 노즐 살포각 15, 40, 65°에 대하여 각각 4, 8, 16° 내외가 적합한 것으로 조사되었다.

(2) 부채꼴 분사노즐의 오리피스 구경이 커질수록 상대적으로 낮은 압력 구간에서 완전박피율이 증가하였다. 한지형 마늘의 경우 오리피스 구경이 1.80 mm로 가장 큰 경우에 1.94 MPa의 압력과 노즐당 9.07 l/min의 유량에서 완전박피율이 61.4%로 가장 우수하였다.

(3) 부채꼴 분사노즐의 오리피스 구경이 1.19 mm 이하인 경우에 저압에서는 박피율이 매우 낮았으며, 압력을 높이면 마늘이 박피됨과 동시에 절단되는 등 상처율이 과도하게 높았다. 그러나, 오리피스 구경이 1.80 mm인 경우에는 상처율이 현저하게 감소하였으며, 상처의 양상도 절단보다는 육질에 멍이 드는 형태로 나타났다.

(4) 습식 박피방법은 마늘의 상처율을 낮출 수 있기 때문에 다수의 박피부를 순차적으로 배치하여 연속 처리함으로써 완전박피율을 높이는 것이 가능하다. 재투입부의 작동압력은 초기에 박피된 온전한 간마늘의 손상율을 크게 증가시키지 않는 범위 내에서 설정되어야 할 것이다.

(5) 본 연구에서는 고압/소유량의 플린저 펌프를 사용하였기 때문에 유량의 제한에 의해 박피율을 높이는 데는 한계가 있었으나, 제반 설계요인이 박피율에 미치는 영향을 분석할 수 있었다. 박피율을 높이기 위해서는 고압/소유량의 펌프보다는 저압/대유량의 펌프를 사용하고, 노즐의 수와 지름을 증가시키는 것이 필요한 것으로 판단된다.

참고 문헌

1. Cho, Y. J. and C. J. Kim. 1993. Analysis of

## 습식 마늘박피 시스템 개발 (I)

- performance of an air-type garlic peeler for its optimum design. *Journal of the Korean Society for Agricultural Machinery*. 18(4):351-357.(In Korean)
2. 박준모. 1992. 마늘 박피기. 실용신안공보. 공개번호 실1992-0005744.
  3. 백성기. 1998. 마늘 껍질제거기의 구조. 실용실안 등록번호 제 121305호.
  4. 백성기, 배영환, 김정호. 2003. 습식 마늘박피 시스템 개발. 농림부 농림기술개발사업 연구보고서. p. 247.
  5. 오병화. 1994. 마늘 탈피기. 실용신안공보. 공개번호 실1994-0025906.
  6. 장석형. 1993. 마늘 자동 탈피기. 실용신안공보. 공개번호 실1993-0019126.
  7. 한국농어촌사회연구소. 1999. 마늘수입실태. 농어연소 식 제 8호.
  8. 홍병덕. 1989. 마늘 박피기. 실용신안공보. 공개번호 실1989-0006070.