

습식 마늘박피 시스템 개발 (II)

에 대한 관심이 커지고 있다. 마늘 박피기에 관해서는 건식과 습식 방법을 포함하여 다수의 특허와 실용신안이 국내에 등록되어 있으며, 이 중 일부는 실용화되어 있다. Cho와 Kim(1993)은 공기식 마늘 박피기의 적정설계에 관한 연구를 수행한 바 있으며, Park 등(1999)은 공기식 박피기의 효율을 개선하기 위한 연속식 장치의 개발에 관하여 연구하였다.

종래의 습식박피 방법은 물을 채운 수조에 마늘을 투입하고 수조를 회전시키거나 수조 내에 설치된 돌기를 회전시켜 마늘과 마늘의 마찰, 마늘과 유체의 마찰, 마늘과 수조면 돌기와의 마찰 등에 의해서 박피하는 형태이다(Cho와 Kim, 1993). 이(1987)는 드럼의 내부에 고탄성체의 시트가 부착된 회전 롤러를 내장하고, 드럼에 부착된 고정시트와 회전 롤러에 부착된 이동시트의 탈피간격을 2~3 mm 정도로 하여 쪽마늘과 물을 함께 투입하여 박피하는 습식 박피장치를 고안하였다. 그러나 이 방법은 박피율이 낮고 상처율이 높기 때문에 널리 이용되지 못하고 있다. 또한 국내에서 일반화되어 있는 공기식 박피기의 경우에도 과도한 상처율로 인해 마늘의 품질이 저하되는 문제점을 안고 있어서, 일정 수준의 박피율을 유지하되 상처율을 현저하게 낮춤으로써 깎마늘의 품질을 향상시킬 수 있는 새로운 형태의 마늘 박피기가 요구되고 있다.

본 연구는 마늘 박피공장에서 사용할 수 있는 습식 박피 시스템을 개발하기 위한 연구(백 등, 2003)의 일환으로 수행되었다. 기존의 공기식 박피기에서와 같이 원통의 벽면에 낸 다수의 구멍이 일직선형 분사노즐의 기능을 하도록 박피 챔버를 제작하였으며, 박피 챔버의 크기와 노즐의 배치 및 작동 압력이 박피율에 미치는 영향을 분석하였다.

2. 재료 및 방법

가. 실험 재료

1) 박피 챔버 설계·제작

본 연구에서 제작한 박피 챔버는 실린더의 벽면에 다수의 구멍을 내어 만든 노즐에서 분사되는 물의 작용에 의해 통마늘의 쪽분리와 박피가 동시에 일어나도록 하였다. 실린더 벽면에 형성되는 노즐은 통마늘의 원활한 이송을 위해 실린더의 상부로부터 여러 개의 동심원을 형성하도록 배치하되, 투입된 마늘이 실린더의 벽면에 부딪칠 때 발생하는 상처와 물줄기에 맞아 마늘이 깨지는

현상이 최소화되도록 설계하였다.

박피 챔버를 상부와 하부로 분리하여 각각에 서로 다른 압력으로 물을 공급할 수 있게 하였다. 노즐을 챔버의 상부와 하부에 배치하였는데, 상부에서 분사되는 물줄기는 마늘을 강제로 아래로 밀어 내리는 역할을 하고, 하부에서는 쪽분리와 박피가 동시에 일어나도록 하였다(그림 1과 2). 상부로부터 하부까지 각 열마다 노즐의 분사방향이 서로 반대가 되게 하였으며, 마늘이 노즐에서 분사되는 고압수의 직접적인 충격보다는 통마늘의 외피에 접선 방향으로 분사되는 여러 물줄기에 의해 쪽분리와 박피가 일어나도록 설계하였다.

원통형 박피 챔버는 두께 6 mm의 스테인리스 강판으로 제작하여 물에 의해 부식되지 않고 장기간 사용할 수 있게 하였으며, 노즐의 구경은 2.5 mm로 하였다. 박

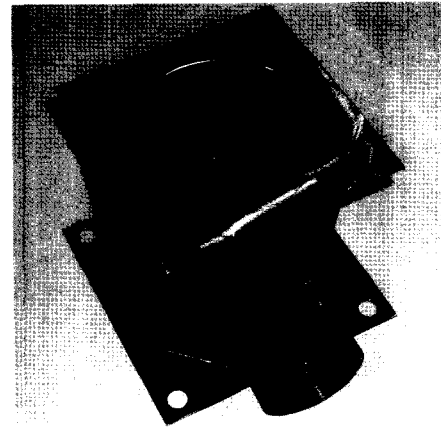


Fig. 1 Photograph of an experimental peeling chamber.

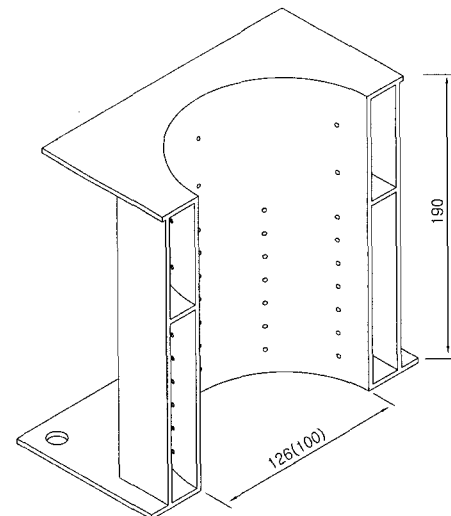


Fig. 2 Cutaway view of the experimental peeling chamber.

피 챔버의 상부로 공급되는 물은 3개 열의 노즐에서 분사되며, 하부로는 6개 또는 7개 열의 노즐에서 분사된다.

본 연구에서는 표 1에서 보는 바와 같이 서로 다른 규격으로 제작된 3개의 원통형 박피 챔버를 박피실험에 사용하였다. 본 논문에서는 이 3개의 박피 챔버를 각각 A, B, C로 칭하였다.

Table 1 Specification of three peeling chambers utilized in the research

Chamber	Dimension (mm)		Number of nozzle layers	
	Height	Inside dia.	Upper	Lower
A	190	100	3	7
B	190	126	3	7
C	190	126	3	6

2) 시작기 제작

그림 3과 같이 크기가 200×50×70 cm인 스테인리스 수조 위에 박피 챔버를 설치하였다. 박피 챔버와 수조 사이에는 유공 스테인리스 강판을 설치하여 마늘, 껍질 및 이물질은 강판 위에 남고, 물은 강판 아래의 수조로 흘러내리도록 하였다. 또한 수조의 물을 주기적으로 교환하여 잔유물에 의해 박피 노즐이 막히지 않도록 조치하였다. 380 V 삼상 교류를 전원으로 하는 소요동력 22 kW의 모터로 구동되는 전양정 104 m, 양수량 0.8 m³/min의 다단 터빈 펌프를 사용하여 챔버에 압력수를 공급하였다. 작동 압력과 유량을 측정하기 위하여 박피 챔버 상부와 하부의 공급 라인에 별도의 압력계와 유량계를 설치하였으며, 각각의 출력을 A/D 변환기를 이용

하여 60 Hz의 표본추출률로 수집하였다. 표 2는 실험에 사용된 장치의 제원을 나타낸 것이다.

Table 2 Specifications of the equipment utilized in the research

Equipment	Specifications
Pump motor	Maker/model : LG · OTIS / KMI-30HU1 rpm : 1,760 Power : 22 kW Voltage : 380 V, 3 ϕ Current : 44 A
Turbine pump	Maker/model : LG Pump / MT37111GAB Power requirement : 30 kW Discharge : 0.8 m ³ /min Total head : 104 m
Pressure transducer	Maker/model : Myung Sung / MS-P102 Range : 0~14.7 MPa Output : 4~20 mA
Turbine flow meter	Maker/model : COM ENG. / G-2-A-O Flow rate : 35~500 LPM Pressure : 0.98 MPa max. Output : 4~20 mA

3) 실험용 마늘

2003년 6월에 생산된 호남산 대만종 난지형 햇마늘과 2003년 7월에 생산된 충북 단양산 한지형 햇마늘을 사용하여 동년 8월에 박피실험을 실시하였다. 마늘의 물성변화를 억제하기 위해 구입한 마늘을 저온 저장고에서 1℃로 저장하였다. 박피에 사용되는 통마늘의 함수율을 측정하기 위해 저온 저장고에서 출고하여 약 12시간 동안 상온에 방치한 후 부위별로 절단하여 105℃에서 24시간 건조하여 함수율을 측정하였다. 표 3은 박피 실험에 사용된 통마늘의 육질부와 껍질부의 함수율을 나타낸 것이다.

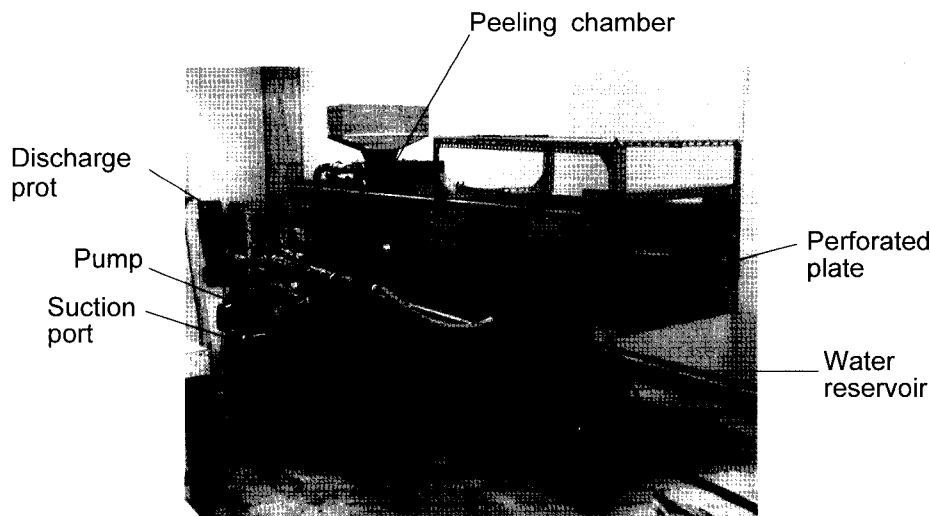


Fig. 3 Experimental setup of the garlic peeling system.

Table 3 Average moisture content of garlic utilized in the research(% , w.b.)

Variety	Flesh of garlic	Protective leaf
Hanji-type	65.8 (0.36)*	22.2 (1.03)
Nanji-type	64.0 (1.53)	25.4 (0.73)

* : Numbers in parentheses represent standard deviation.

나. 실험 방법

1) 박피 챔버별 박피효과 분석

예비실험 결과로부터 박피 챔버 내부에서의 마늘의 이송과 박피율이 양호한 조건은 챔버 상부의 압력보다 하부의 압력이 더 높아야 하며, 하부의 압력이 490 kPa 이하인 경우에는 쪽분리와 박피가 불량한 것을 알 수 있었다. 따라서 상부의 작동압력을 294, 490, 686, 882 kPa로 설정하고, 하부의 작동압력을 588, 784, 980 kPa로 설정하여 A, B, C 세 종류의 박피 챔버에 대하여 12개의 압력조건을 설정하여 박피실험을 실시하였다. 각 처리별로 1회 실험에 10개의 통마늘을 투입하였으며, 3회 반복 실시하였다.

2) 침지처리의 효과 분석

박피 전에 통마늘을 일정 시간동안 물에 담그는 관행적인 방법의 효과를 평가하기 위하여 전처리 과정으로 통마늘을 항온 수조에서 약 30℃의 물에 24시간 침지한 후 박피한 결과를 무처리한 경우와 비교하였다. 실험방법은 앞에서 설명한 것과 동일하며, 박피 챔버 C를 사용하여 상 - 하부 작동압력을 한지형은 294-588 kPa, 난지형은 294-908 kPa로 설정하여 실험하였다.

3) 연속투입에 적합한 작동압력 설정

박피부를 3단으로 구성하는 경우를 상정하여 마늘을 3회 투입하기에 적합한 압력조건을 설정하고 박피 결과를 분석하였다. 박피 챔버 A를 사용하여 실험하였으며, 한지형과 난지형 마늘에 대한 설정 압력조건은 표 4와 같다.

Table 4 Pressure setup for upper-lower section of each peeling chamber to test the effect due to multiple peeling operations (kPa)

Chamber	Variety	Number of peeling operations		
		1	2	3
A	Hanji-type	294-588	294-490	294-392
	Nanji-type	490-980	490-882	490-784

4) 박피 결과의 평가

각 처리별로 박피실험 후에 수거된 마늘을 육안으로 판정하여 다음과 같이 5부류로 구분하였으며, 각 그룹에 해당하는 쪽마늘의 수를 전체 쪽마늘의 수로 나누어 그 비율을 계산하였다.

○ **미쪽분리** - 쪽이 분리되지 않아 마늘이 종대 및 뿌리와 함께 붙어있는 경우, 또는 종대와 뿌리는 붙어있지 않지만 마늘쪽이 분리되지 않는 경우

○ **미 박 피** - 쪽은 분리되었으나, 전혀 박피되지 않은 경우

○ **부분박피** - 쪽분리된 마늘이 부분적으로 박피된 경우

○ **완전박피** - 완전히 박피되었으며, 상처나 멍이 없는 온전한 깎마늘

○ **상 처** - 쪽분리되거나 완전 박피된 마늘의 육질이 파괴되거나 멍든 경우

본 논문에서는 각각의 비율을 미쪽분리율(unseparated, US), 미박피율(unpeeled, UP), 부분박피율(partially peeled, PP), 완전박피율(completely peeled, CP) 및 상처율(bruised or broken, BR)로 표시하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 박피 챔버 상부와 하부의 작동압력이 박피율에 미치는 영향

상·하부 작동압력의 조합이 마늘의 박피율에 미치는 영향을 분석하기 위하여 실험결과에 대한 분산분석을 실시하였으며, 박피 챔버 A에 대한 분산분석 결과를 요약하면 표 5와 같다.

한지형 마늘의 경우에는 박피 챔버 상부의 작동압력(U)에 따라 5% 유의수준에서 미쪽분리율(US)과 완전박피율(CP)에 차이가 있었으며, 같은 수준에서 하부의 작동압력(L)에 따라 상처율(BR)에 차이가 있었다. 또한 하부와 상부 작동압력의 차(L-U)에 따라 미쪽분리율과 완전박피율이 1% 유의수준에서 차이가 있었다. 한편, 난지형 마늘의 경우에는 하부 작동압력에 따라 완전박피율이 5% 유의수준에서, 상·하부의 압력차에 따라 미쪽분리율과 미박피율이 1% 유의수준에서, 완전박피율이 5% 유의수준에서 차이가 있는 것으로 분석되었다.

결과적으로 박피 챔버 상부와 하부의 압력차가 박피 결과에 가장 큰 영향을 미치며, 하부의 압력은 상부의 압력보다 높게 설정되어야 하는 것으로 분석되었다. 이는 상부에서 공급되는 수류는 마늘을 박피 챔버 내부로

Table 5 The levels of significance(p-value) of F-tests to determine the effect due to pressure settings(Chamber A)

Garlic	Variety	Hanji-type			Nanji-type		
		Upper (U)	Lower (L)	L-U	U	L	L-U
Unseparated (US)		0.026*	0.284	0.001**	0.262	0.087	0.001**
Unpeeled (UP)		0.907	0.500	0.121	0.375	0.157	0.002**
Partially peeled (PP)		0.591	0.729	0.186	0.355	0.079	0.192
Completely peeled (CP)		0.022*	0.259	< 0.001**	0.332	0.032*	0.043*
Bruised or broken (BR)		0.424	0.041*	0.124	0.812	0.502	0.578

* Indicates significant at $\alpha=0.05$.

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

이송하는 기능을 하기 때문에 압력이 상대적으로 낮을 때는 통마늘의 이송속도가 작아서 박피과정에 충분한 시간을 제공할 수 있으며, 하부의 작동압력은 높게 설정되어야 쪽분리와 박피에 필요한 충격력을 충분히 공급할 수 있기 때문인 것으로 판단된다.

그림 4는 한지형과 난지형 마늘에 대하여 하부와 상부 작동압력의 차(L-U)에 대한 완전박피율(CP)과 미쪽분리율(US)의 평균을 그림으로 나타낸 것이다. 한지형 마늘의 경우에는 L-U 값이 -294 kPa인 경우에는(하부의 압력이 상부의 압력보다 작은 경우) 미쪽분리율(US)이 62.8%로서 쪽분리가 매우 불량한 반면, 압력차(L-U)가 686 kPa인 경우에는 미쪽분리율이 7.9%로 거의 모든 통마늘이 쪽마늘로 분리된 것을 알 수 있다. 완전박피율(CP)은 L-U 값이 -294 kPa인 경우에는 19.4%로 매우 저조하였으나, 686 kPa인 경우에는 67.2%에 달하여 단 한번의 박피작업에 의해서 대부분의 통마늘이 쪽으로 분리된 후 상처 없이 박피되었다는 것을 알 수 있다.

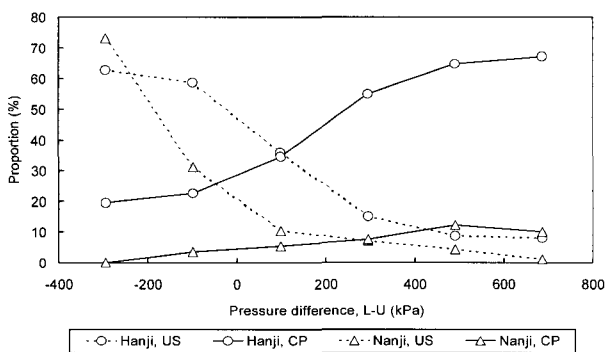


Fig. 4 Average proportion of unseparated(US) and completely-peeled(CP) garlic cloves according to the pressure difference between lower and upper section of chamber A.

한편, 난지형 마늘의 경우에는 압력차가 -294 kPa인 경우에는 미쪽분리율(US)이 73.1%이었으나, 압력차가 증가함에 따라 미쪽분리율이 급격히 감소하여 압력차가 686 kPa인 경우에는 1.2%로 감소하였다. 완전박피율은 압력차가 -294 kPa인 경우에는 0% 이었으며, 압력차가 686 kPa인 경우에는 10.1%로 매우 저조하였다.

이상의 결과를 비교하면, 한지형 마늘은 쪽분리는 어려운 반면 껍질의 박피는 수월하고, 난지형 마늘은 쪽분리는 쉬운 반면 껍질의 박피는 상대적으로 어렵다는 것을 확인할 수 있다. 따라서 박피율이 상대적으로 낮은 난지형 마늘의 경우에 박피율을 높이기 위해서는 다수의 박피 챔버를 연속적으로 배치함으로써 1차에서는 쪽분리가, 2차 이후에는 박피가 이루어지도록 하는 것이 필요하다.

나. 박피 챔버에 따른 박피효과 분석

표 6과 7은 각각 한지형과 난지형 마늘에 대한 3가지 박피 챔버의 1회 박피 결과로서, 한지형 마늘은 완전박피율(CP)이 50% 이상, 난지형 마늘은 완전박피율이 10% 이상인 경우만을 표시한 것이다.

박피 챔버 A의 경우에는 한지형 마늘의 박피에 적합한 상·하부 작동압력의 조합이 박피 챔버 B와 C에 비해 더 많은 반면, 난지형 마늘에 대해서는 적합한 압력 조합의 수가 상대적으로 적었다. 일반적으로 한지형 마늘은 난지형에 비해 박피율이 매우 높다는 점을 고려할 때, 박피 챔버는 우선적으로 난지형 마늘을 잘 박피할 수 있는 구조를 가져야 할 것이다. 따라서 박피 챔버 A 보다는 박피부의 내경이 큰 B와 C가 통마늘의 1차 박피에 더 적합한 구조인 것으로 평가되었다. 그러나 일단

습식 마늘박피 시스템 개발 (II)

쪽으로 분리된 마늘을 박피하는 경우에는 내경이 작은 박피 챔버 A가 더 적합하였다(백 등, 2003).

Table 6 Result of peeling tests according to chamber type and pressure setting(Hanji-type garlic)

Chamber	Pressure(kPa)	Proportion of garlic cloves (%)				
	Upper-Lower	US	UP	PP	CP	BR
A	294-588	11.7	19.6	10.6	55.9	2.2
	294-784	11.1	11.1	6.3	65.6	5.8
	294-980	7.9	7.4	5.3	67.2	12.2
	490-784	13.2	11.8	12.7	55.7	6.6
	490-980	6.4	9.4	3.5	63.7	17.0
	686-980	20.0	13.2	10.5	53.2	3.2
B	294-784	24.5	13.8	7.4	51.6	2.7
	490-784	27.2	15.0	5.2	51.4	1.2
	686-980	19.7	13.9	7.5	53.2	5.8
C	294-588	10.2	11.3	4.0	74.0	0.6
	294-784	4.3	8.7	3.8	62.0	21.2
	490-784	23.8	7.6	4.3	60.5	3.8
	686-980	14.9	11.6	7.4	63.3	2.8

† Only the cases of CP > 50% are listed.
 ‡ Refer to Table 5 for the explanation of US, UP, PP, CP, and BR.

Table 7 Result of peeling tests according to chamber type and pressure setting(Nanji-type garlic)

Chamber	Pressure(kPa)	Proportion of garlic cloves (%)				
	Upper-Lower	US	UP	PP	CP	BR
A	294-980	1.2	80.6	7.4	10.1	0.8
	490-980	2.2	74.3	5.6	16.0	1.9
B	294-980	11.2	74.0	3.3	11.6	0.0
	490-784	13.3	67.6	2.1	16.2	0.8
	490-980	13.0	68.1	5.5	12.2	1.2
	686-784	11.5	71.9	3.6	11.9	1.2
	686-980	7.9	70.9	4.8	15.4	0.9
	882-980	8.8	75.7	2.7	11.9	0.9
C	294-980	4.0	68.3	3.5	21.6	2.6
	490-784	8.0	75.0	5.8	11.2	0.0
	490-980	4.5	65.6	8.9	20.5	0.4
	686-980	18.1	64.2	3.3	14.0	0.4
	882-980	35.2	51.7	2.2	10.9	0.0

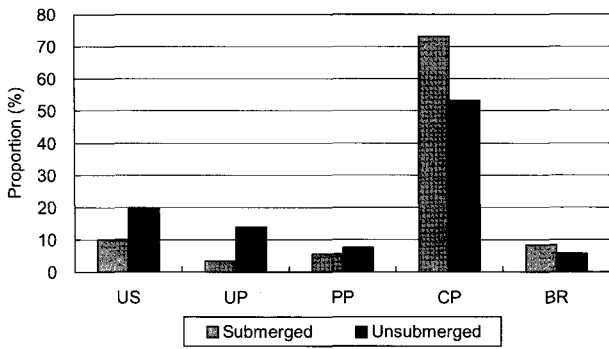
† Only the cases of CP > 10% are listed.

표 6과 7의 박피 챔버 B와 C에 대한 결과에서 작동압력이 서로 같은 5가지 조건을 비교하면, 박피 챔버 C가 B에 비하여 완전박피율(CP)이 한지형 마늘은 9.8%, 난지형 마늘은 2.2% 높았다. 박피 챔버 C를 사용하였을 때 가장 양호한 박피조건은 한지형 마늘의 경우 상-하 압력이 294~588 kPa인 경우이며, 이 때 미쪽분리율 10.2%, 완전박피율 74.0%, 손상율 0.6%이었다. 난지형 마늘의 경우에 최상의 결과는 상-하 압력이 490~980 kPa인 조건에서 미쪽분리율 4.5%, 완전박피율 20.5%, 손상율 0.4%로 나타났다.

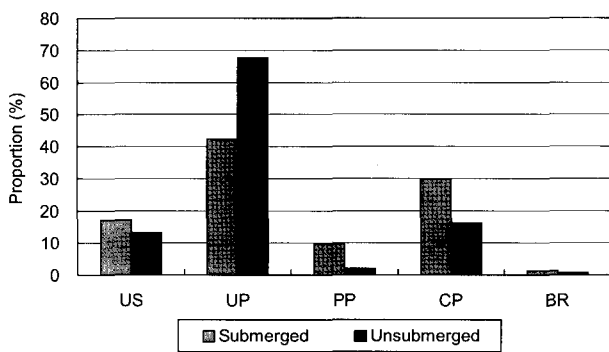
박피 챔버 B와 C의 차이는 하부에 배치된 노즐의 열수이다. 박피 챔버 하부의 노즐이 B는 7열이며, C는 6열로 구성되어 있다(표 1). 박피 챔버 B에 추가된 하나의 열은 박피과정에서 마늘의 이송을 보다 원활하게 하기 위하여 다른 6열의 중앙에 설치되었으며, 수평을 기준으로 아래로 10°를 향하고 있다. 표 6과 7의 결과에서는 박피 챔버 C가 B보다 우수한 것으로 나타났으나, 통마늘의 공급율에 따라 상이한 결과가 나타날 수 있다. 본 연구에서는 1회 실험시 10개의 통마늘을 공급하였기 때문에 실제 상업적으로 대량을 연속 처리할 때보다는 공급율이 상당히 낮았다. 추가 실험을 통하여 확인한 바에 의하면 박피 챔버 C는 통마늘의 공급율에 따라 박피결과가 매우 불균일 하였으며, 공급율이 큰 경우에는 하부 노즐이 7열인 박피 챔버 B가 보다 안정적이고 우수한 결과를 나타내었다(백 등, 2003). 습식 박피 챔버는 실험실 수준보다는 실제 규모(간마늘 기준 3 톤/일 정도)로 제작하여 다양한 품종과 산지 및 물성의 마늘에 대해서 평가해야 설계의 적합성을 충분히 판단할 수 있을 것이다.

다. 침지처리의 효과

그림 5는 박피 챔버 C를 사용하여 침지처리와 무처리 마늘에 대한 박피 결과를 비교한 것이다. 한지형과 난지형 마늘에서 침지처리한 경우에는 미박피율(UP)은 감소하고, 완전박피율(CP)과 상처율(BR)은 증가하는 것으로 나타났다. 침지처리에 의해서 한지형의 경우 미박피율은 10.6% 감소하였으며, 완전박피율과 상처율은 각각 19.9%와 2.4% 상승하였다. 한편, 난지형의 경우에는 미박피율은 25.3% 감소하였으며, 완전박피율은 13.5% 상승하였다. 침지처리를 하면 마늘 껍질의 물성에 변화를 일으키거나 껍질 사이의 틈으로 물이 침투하여 보다 쉽게 박피될 수 있는 조건을 조성하는 것으로 판단된다. 그러나 침지처리하지 않은 통마늘을 가공할 때 박피 챔버 상·하부의 작동압력을 적절히 조절함으로써 침지처



(a) Hanji-type garlic



(b) Nanji-type garlic

Fig. 5 Effect of submersion on the constitution of peeled garlic cloves(Chamber C).

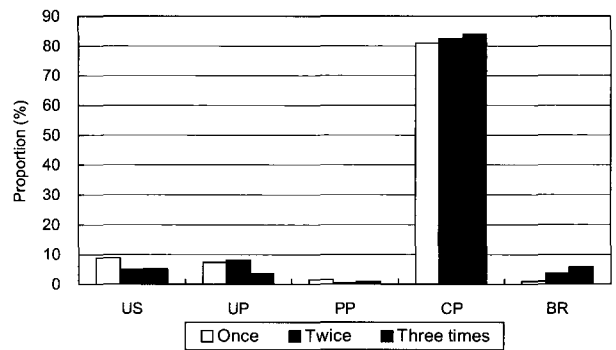
리한 것과 유사한 결과를 얻을 수 있었다(백 등, 2003). 침지처리 후에 박피하면 완전박피율의 상승과 함께 상처율이 증가할 수 있으며, 또한 침지처리를 위한 시설과 공간이 요구되므로, 전처리 과정으로 침지처리 방법을 사용하기보다는 박피에 적합한 상·하부의 작동압력을 적용하는 것이 보다 효과적일 것으로 판단된다.

라. 재투입의 효과

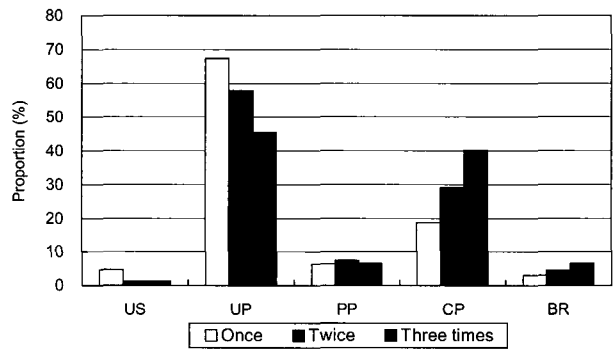
재투입에 의한 박피는 3단계로 구성할 수 있다. 1차 박피는 벨트 컨베이어로부터 통마늘 원료가 정량 공급되며, 박피 챔버를 통과하면서 통마늘의 쪽분리와 부분적인 박피가 동시에 진행된다. 1차 박피 과정에서 쪽이 분리된 마늘은 2차 박피 챔버로 이송되는데, 통마늘의 쪽분리보다는 박피율을 높이는 것을 목적으로 한다. 2차 박피 과정을 거친 마늘은 3차 박피를 통하여 박피율을 한층 향상시킬 수 있다. 투입 회수가 총 3회로 구성된 박피 시스템을 설계할 경우 2차 및 3차 박피부에서는 상부 작동압력은 1차와 동일하게 하고, 하부 작동압력을 1차보다 49~98 kPa 정도 낮게 설정하면 상처율의 증가

를 억제하면서 박피율의 향상을 도모할 수 있을 것이다.

그림 6은 박피 챔버 A를 사용하여 동일한 마늘을 3회 박피한 결과를 나타낸 것이다. 한지형 마늘의 경우에는 1차, 2차, 3차의 상·하부 작동압력을 각각 294~588, 294~490, 294~392 kPa로 설정하였으며, 난지형 마늘의 경우에는 각각 490~980, 490~882, 490~784 kPa로 설정하였다. 한지형 마늘의 경우 3회 박피한 결과 미쪽분리율(US)은 9.0 → 5.1 → 5.3%로 변한 반면, 완전박피율(CP)과 상처율(BR)은 각각 81.0 → 82.6 → 84.1% 및 1.1 → 3.6 → 5.8%로 증가하였다. 한지형 마늘은 1차 박피 과정의 완전박피율이 높기 때문에 추가적인 박피 작업은 박피율의 상승보다는 상처율의 증가를 초래하므로 적절하지 않은 것으로 평가되었다. 한편, 난지형 마늘의 경우에는 미쪽분리율은 4.7 → 1.2 → 1.2%로 감소한 반면, 완전박피율과 상처율은 각각 18.6 → 29.1 → 40.2% 및 3.0 → 4.5 → 6.6%로 증가하였다. 따라서, 재박피 과정을 통하여 상처율의 증가를 어느 정도 억제하면서 박피율을 향상시키는 것이 가능하였으며, 박피율이 상대적으로 낮은 난지형 마늘에서 그 효과가 더욱 뚜렷하였다.



(a) Hanji-type garlic



(b) Nanji-type garlic

Fig. 6 Effect of the number of peeling operations on the constitution of peeled garlic cloves(Chamber A).

마늘은 개체간에 형상과 물성의 변이가 크기 때문에 실험 결과가 일관성을 유지하지 못하였으나, 대체적인 경향은 본 연구 결과에서 제시한 것과 같을 것이라고 판단된다. 습식 박피기를 마늘 박피공장에서 상업적으로 운영하는 경우에는 생태형과 산지 및 박피시기에 따른 물성의 차를 충분히 고려하여 작동압력을 설정할 필요가 있을 것이다.

마. 박피율을 향상시키기 위한 시스템 설계 방안

본 논문에서 제시한 연구 결과와 시작기를 운영한 경험을 바탕으로 습식 박피 시스템의 성능을 향상시킬 수 있는 2가지 방안을 제시할 수 있다. 첫째, 습식 박피 챔버를 3단으로 배치하는 경우에 1차 박피는 통마늘을 쪽분리하는 것을 주된 기능으로 하고, 2차 이후에는 주로 쪽마늘의 박피 작업이 이루어지므로, 투입되는 원료의 크기에 따라 1차 박피 챔버는 지름이 큰 박피 챔버(B의 형태)를 사용하고, 2차 이후에는 지름이 작은 박피 챔버(A의 형태)를 사용하는 것이 바람직할 것이다.

둘째, 영상처리 방식의 깎마늘 선별기를 도입함으로써 3차 박피부를 통과한 마늘에 포함된 미박피 마늘과 부분박피 마늘을 선별하여 별도로 수거한 후에 1차~3차 박피부의 압력을 낮추어 재가공하면, 전체적인 박피율을 획기적으로 향상시킬 수 있으므로 품질과 작업 성능이 우수한 박피 시스템을 개발할 수 있을 것이다.

4. 요약 및 결론

본 연구에서 개발한 마늘 박피기는 박피부 상부로부터 투입된 통마늘이 스테인리스 원통의 벽면을 따라 드릴 가공된 다수의 노즐에서 분사되는 수류에 의해 박피되며, 통마늘 상태로 투입하여 박피함으로써 별도의 쪽분리 과정이 필요 없는 새로운 형태의 박피 시스템이다. 가공부의 지름과 노즐의 배열이 다른 3개의 박피 챔버를 제작하여 실험하였으며, 작동 압력에 따른 박피 효과를 분석하였다. 결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) 박피 챔버를 상부와 하부로 분리하여 각각에서 서로 다른 압력의 수류를 공급할 수 있게 하였는데, 챔버 상부와 하부의 압력차가 박피결과에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 조사되었다.

(2) 한지형 마늘은 쪽분리는 어려운 반면 껍질의 박피는 수월하고, 난지형 마늘은 쪽분리는 쉬운 반면 껍질의 박피는 상대적으로 어렵다는 것을 알 수 있었다. 따라서

난지형 마늘의 박피율을 높이기 위해서는 다수의 박피 챔버를 연속적으로 배치함으로써 1차에서는 쪽분리가, 2차 이후에는 박피가 이루어지도록 하는 것이 필요하다.

(3) 통마늘을 박피하기 전에 침지처리하면 미박피율은 감소하고, 완전박피율과 상처율은 증가하는 것으로 나타났다. 침지처리에 의해서 한지형의 경우 미박피율은 10.6% 감소하였으며, 완전박피율과 상처율은 각각 19.9%와 2.4% 상승하였다. 난지형의 경우에는 미박피율은 25.3% 감소하였으며, 완전박피율은 13.5% 상승하였다.

(4) 동일한 마늘을 3회 연속 박피한 결과 한지형 마늘의 경우에는 1차 박피 후의 박피율이 높기 때문에 박피율 상승 효과가 미미하였으나, 난지형의 경우에는 그 효과가 뚜렷하였다. 난지형의 경우 1차~3차 박피 과정에서 미쪽분리율은 4.7 → 1.2 → 1.2%로 감소하였으며, 완전박피율과 상처율은 각각 18.6 → 29.1 → 40.2% 및 3.0 → 4.5 → 6.6%로 증가하였다.

(5) 영상처리 방식의 선별기를 도입함으로써 3차 박피부를 통과한 마늘에 포함된 미박피 마늘과 부분박피 마늘을 선별하여 별도로 수거한 후에, 1차~3차 박피부의 압력을 낮추어 재가공하면 전체적인 박피율을 획기적으로 향상시킬 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

1. Cho, Y. J. and C. J. Kim. 1993. Analysis of 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. Park, J. B., J. H. Kim, K. H. Kwon and C. J. Choi. 1999. Development of continuous garlic peeling machine for improving the peeling efficiency(II). Proceedings of the KSAM 1999 Winter Conference. 4(1):539-545.(In Korean)
3. <http://apps.fao.org/faostat>
4. 농수산물무역정보. 2000. 국내 주요농산물 유통실태.
5. 백성기, 배영환, 김정호. 2003. 습식 마늘박피 시스템 개발. 농림부 농림기술개발사업 연구보고서. p. 247.
6. 이보건. 1987. 마늘 탈피기. 실용신안공보. 공개번호 실1987-0012905.