

# 습식 마늘박피기의 미생물 제어 시스템 개발

## Microbial Control for a Garlic Peeling System Using High-pressure Water Jets

김정호\*

배영환\*\*

정회원

J. Kim

Y. H. Bae

### 1. 서론

2003년도 우리나라의 마늘생산량은 37.9만 톤이었으며, 이 중에서 난지형 마늘이 87.4%를 차지하였다(농림부, 2003). 난지형 마늘은 80~90%가 박피되어 간마늘로 거래되며, 대부분 압축공기를 이용한 건식박피 방법으로 가공되고 있는데, 이러한 박피 방식은 마늘에 과도한 손상을 유발하여 박피된 마늘의 품질이 저하되는 문제점을 안고 있다.

이 연구는 습식 마늘박피 시스템을 개발하기 위한 연구(백 등, 2003)의 일환으로 수행되었다. 고압 수류를 이용한 습식 마늘박피 과정에서는 사용 중인 물(가공수)에 미생물이 축적·증식되어 상처를 입은 간마늘을 오염시켜 품질 저하를 가져올 가능성이 높다. 이 연구에서는 간마늘 및 습식 박피기에 사용되는 물의 미생물밀도, 간마늘 부패에 큰 영향을 미치는 미생물의 특성, 박피 방법 및 간마늘의 상처 정도가 품질에 미치는 영향, 오존 처리가 미생물 사멸 및 간마늘의 유통가능기간에 미치는 영향을 조사하여 습식 마늘박피기에 적합한 미생물 제어 시스템을 개발하였다.

### 2. 재료 및 방법

#### 가. 실험 재료

간마늘 시료로는 경북 의성군에 소재한 K농산과 경북 칠곡군에 소재한 A농산에서 본 연구팀이 개발한 습식 박피기 시작기와 기존에 설치·운영되고 있는 건식 박피기로 가공한 것과 전남 순천시 소재 대형할인매장, 백화점, 재래시장에서 구입한 것을 사용하였다. 또한 개발된 습식 박피기에서 사용 중인 박피 가공수 및 세척수를 멸균된 시료병에 채취한 후 아이스 박스에 넣어 실험실로 운반한 후 사용하였다.

---

본 연구는 농림부 농림기술개발사업의 지원에 의해 이루어진 것임.

\* 순천대학교 농업생명과학대학 환경농업과학부 생물환경화학전공

\*\* 순천대학교 농업생명과학대학 산업기계공학과

## 나. 실험 방법

### 1) 미생물밀도 측정, 부패관련 미생물의 선발 및 동정

미생물밀도는 균질화한 간마늘과 박피기에서 사용되는 가공수를 멸균 생리식염수로 단계적으로 희석하여 Tryptic Soy Agar 또는 Potato Dextrose Agar 평판배지에 도말, 배양한 후 나타난 집락을 계수하여 colony forming unit(CFU)로 나타내었다. 평판배지에 형성된 집락을 순수분리, 배양하여 희석하고, 여기에 세절한 간마늘을 침지한 후 꺼내어 저장하며 부패·변질여부를 관찰하여 부패에 큰 영향을 미치는 미생물을 선발하고 동정하였다.

### 2) 박피 방법 및 간마늘의 상처율이 부패에 미치는 영향

간마늘의 상처율을 육안으로 판별한 후 식용색소 적색 2호를 사용하여 염색하여 임의의 기준으로 A(상처 정도가 심함), B(상처 정도가 보통임) 및 C(상처가 거의 없음)로 구별하였다. 각 처리 별로 간마늘을 비이커에 담아 알루미늄 호일로 덮은 후 항온기에서 3℃와 20℃로 저장하면서 육안으로 관찰하여 세균 또는 진균의 증식이 확실하거나 변색이 확실하여 상품가치가 없는 것으로 판단될 때까지의 시간을 측정하였다.

### 3) 오존을 이용한 습식 마늘박피기 가공수의 미생물 제어

오존의 미생물 사멸효과를 평가하기 위하여 용존 오존 농도 0.1, 0.3 또는 0.6 ppm의 오존수 100 ml에 *Pseudomonas* sp. 배양액 또는 사용 말기의 박피 가공수 1.0 ml를 첨가한 후 실온에서 방치하며 5, 10, 20 및 30분 경과 후에 생존 미생물 밀도를 측정하여 사멸율을 계산하였다.

오존 처리가 간마늘의 품질에 미치는 영향 평가는 습식 박피기로 박피한 간마늘을 선별하지 않은 채 초기 용존 오존 농도 0.3 또는 0.6 ppm으로 조정된 오존수에 5, 10 및 20분 침지한 후 탈수하여 비이커에 담은 후 공기가 통하도록 알루미늄 호일로 덮은 후 25℃의 항온기에 보관하면서 부패 및 변색 정도를 육안으로 관찰하여 유통가능기간을 추정하였다. 대조구로는 오존수 제조에 사용된 지하수에 10분간 침지한 후 탈수한 간마늘을 사용하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 가. 간마늘 및 박피 가공수의 미생물밀도와 부패 관련 미생물

부패한 간마늘 시료의 미생물밀도는 세균  $8.2 \times 10^5 \sim 4.7 \times 10^7$  CFU/g, 진균  $4.1 \times 10^4 \sim 7.4 \times 10^6$  CFU/g으로 부패하지 않은 시료에 비해 1,000배 이상의 세균밀도와 100배 이상의 진균밀도를 나타내어 미생물 증식이 간마늘 부패의 주요 원인임을 보여주었다.

박피가공수의 미생물 밀도는 사용 초기의 세균  $2.5 \times 10^4$  CFU/ml, 진균  $3.4 \times 10^4$  CFU/ml에서 사용 말기에는 세균  $1.4 \times 10^8$  CFU/ml, 진균  $2.1 \times 10^7$  CFU/ml로 현저히 증가하였으며, 박피가공수의 미생물 밀도가 세척수에 비해 높았으나 그 차이는 예상보다 크지 않았

다. 가공수의 사용 시간 경과에 따른 급격한 미생물 밀도의 증가는 투입되는 통마늘로부터 미생물을 포함한 토양 및 찌꺼기가 계속적으로 가공수에 유입될 뿐 아니라, 가공수의 온도 상승에 따라 미생물 증식이 빨라지기 때문인 것으로 보인다.

간마늘의 부패와 밀접한 관련이 있는 세균은 *Pseudomonas* 속, 진균 2종은 *Penicillium* 속에 속하는 것으로 동정되었는데, 이들은 부패한 간마늘 시료 및 습식 마늘박피기에서 사용한 물의 미생물 밀도를 계수하는 과정에서 높은 빈도로 나타나는 미생물과 일치하였으며, 간마늘이 부패하였을 때의 미생물 밀도가 세균 또는 진균 종류에 따라 크게 다르지 않은 것으로 보아 간마늘의 부패는 일반적인 미생물의 증식에 의해 초래되며 특별한 세균의 생리적 활성의 영향을 받지 않는 것임을 시사하는 것으로, 간마늘의 품질 저하를 방지하고 유통 기간을 연장하기 위해서는 일반적인 살균처리에 의한 초기 오염 농도의 감소가 유효할 수 있음을 보여주었다.

#### 나. 박피 방법 및 간마늘의 상처율이 부패에 미치는 영향

습식 박피한 간마늘이 건식 박피한 것에 비해 유통가능기간이 길며, 품질도 우수하였다. 또한 박피 방법에 관계없이 간마늘의 상처 정도가 유통가능기간에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다(표 1).

Table 1 Effects of the method of peeling and the degree of damage on the shelf-life (in days) of peeled garlic

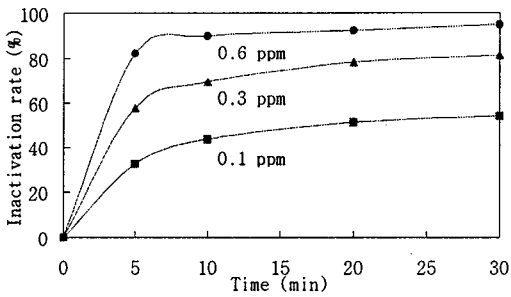
Judgement based on	peeled by pressurized air				peeled by pressurized water			
	U*	A*	B*	C*	U*	A*	B*	C*
Spoilage	6	3	5	>10	9	6	10	>10
Discoloration	5	3	5	10	10	7	>10	>10
Overall appearance	5	3	5	10	9	6	10	>10

\* U: unsorted. A: highly damaged, B: moderately damaged, C: undamaged or slightly damaged.

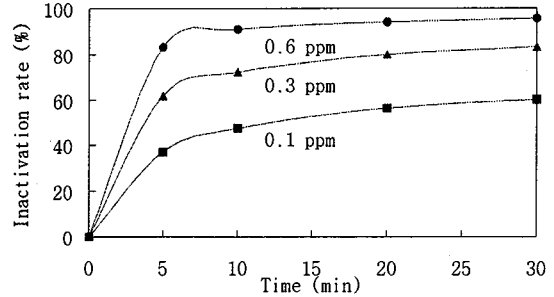
#### 다. 오존을 이용한 가공수의 미생물 제어

오존의 간마늘 부패 관련 세균 *Pseudomonas* sp.와 박피 가공수에 존재하는 세균들의 살균 효과를 측정된 결과 초기 용존 오존의 농도가 증가함에 따라 살균효과도 증가하였고, 초기 미생물 밀도가 큰 경우 살균효과가 더 높았으며, 초기 오존 농도가 0.6 ppm이었을 때 30분의 처리로 95% 정도의 살균효과가 있었으며, 가공수에 존재하는 미생물들의 사멸율도 *Pseudomonas* sp.의 사멸율과 비슷하였다(그림 1).

습식 마늘박피기로 가공한 간마늘을 초기 농도 0.3 ppm의 오존수로 처리했을 때에는 유통기간이 1일~3일 연장되었고, 0.6 ppm의 오존수로 처리하였을 때에는 5일~6일이 연장되었으며, 오존 처리에 의한 변색의 증가는 없는 것으로 판단되었다(표 2).



(a)



(b)

Fig. 1 Inactivation of microorganisms by ozone treatment (a) in the *Pseudomonas* sp. culture broth and (b) in the water used for garlic peeling.

Table 2 Effect of ozone treatment on the shelf-life (in days) of peeled garlic

Judgment based on	Untreated	Ozone treated					
		0.3 ppm			0.6 ppm		
		5 min	10 min	20 min	5 min	10 min	20 min
Spoilage	7	8	10	10	12	14	14
Discoloration	8	8	12	12	12	13	13
Overall appearance	7	8	10	10	12	13	13

#### 4. 요약 및 결론

습식 박피된 간마늘이 건식 박피된 것보다 유통기간이 길며, 상처율이 유통기간에 큰 영향을 미치고, 미생물 제어가 유통기간 연장에 필수적이며, 0.3 ppm 이상의 오존수로 처리하면 상당한 미생물 사멸효과와 간마늘 유통기간 연장이 가능한 것으로 나타났다. 이에 따라 개발 중인 습식 마늘박피 시스템에 가) 가공수와 세척수를 완전히 분리하여 순환시키도록 하였으며, 나) 가공수 순환장치에 거름장치 및 냉각장치를 설치하였고, 다) 세척수 순환 시스템에 0.4 ppm의 오존수를 계속 공급할 수 있는 오존 발생 장치를 부착하였다.

#### 참고 문헌

1. 농림부. 2003. 2003 주요작물 생산동향(마늘, 양파). 행정간행물발간등록번호 11-1380729-000016-10.
2. 백성기, 배영환, 김정호. 2003. 습식 마늘 박피 시스템 개발. 농림부 농림기술개발사업 연구보고서. 247 p.