

마늘의 저온저장후 파쇄마늘 제조시 발생하는 녹변방지 연구

최선태 · 임병선 · 목일진 · 이종석 · 장규섭*
원예연구소 품질보전과, *충남대 식품공학과

Studies on the Prevention of Greening in Crushed Garlic from Bulbs Stored in Low Temperature

Sun-Tay Choi, Byung-Seon Lim, Il-Gin Mok, Chong-Suk Lee and Kyu-Seob Chang*

Postharvest Technology Division, National Horticultural Research Institute, RDA

*Department of Food Science and Technology, Chungnam National University

Abstract

It was attempted to find a method to prevent greening of crushed garlic. The storage conditions and heat treatments before crushing were tested for the prevention of greening in crushed garlic. 'Namhae' garlic (sub-tropical type), 'Seosan' and 'Danyang' garlic (traditional type for cool area) were stored in room temperature($20 \pm 5^\circ\text{C}$), low temperature(0°C), and CA(O_2 3%, CO_2 5%) storage for five months, and their samples were crushed. The crushed garlic had no significant differences in greening according to the cultivars. Greening did not occur for the crushed garlic from bulbs stored either in room temperature or CA storage. Greening was the unique symptom observed in crushed garlic from bulbs stored in low temperature. For the prevention of greening, heat treatment was conducted at 40, 35 and 30°C prior to make the crushed garlic from bulbs which were stored in low temperature. The effective duration of heat treatment before crushing was 7 days at 30°C, 3 days at 35°C, and 1 days at 40°C. Greening was most effectively prevented in 1 day at 40°C treatment. During the heat treatments, changes in enzymatic pyruvic acid content and sprouting rate were slightly observed in garlic bulbs treated at 40°C for 1 day.

Key words : garlic, greening, storage, enzymatic pyruvic acid, sprouting

서 론

국내 마늘의 재배면적은 '98년 37.3천ha에 이르고 생산량은 394천M/T이며, 마늘의 재배형태는 한지형 마늘에서 난지형 마늘로 전환되고 있는 실정이다(1). 마늘은 우리 식생활의 필수 조미재료로서 수확한 후 장기 저장되면서 년 중 다양한 형태로 유통 및 이용되고 있는데, 마늘의 저장후 가공업체에서 파쇄마늘 및 기타 마늘가루, 페이스트 등 가공품을 제조할 경우 발생하는

녹변(greening)은 상품성에 가장 큰 문제점으로 대두되고 있다. 이것은 또한 가정에서 마늘을 다진 상태로 보관할 경우 흔히 볼 수 있는 현상이기도 하여 소비자에게 마늘에 대한 수확전 약제살포, 비위생적 처리, 또는 변질 등의 의심을 유발시키고 있는 실정이다. 이 현상에 대한 연구결과로서 녹변은 저온저장된 마늘을 이용할 경우 발생하며, 또한 과육 부분에서 발생하는 것으로 보고되었다(2, 3, 4). 마늘가루 제조시 S-(1-Propenyl) cysteine sulfoxide첨가는 녹변을 증가시키며, 저온저장후 일정기간 상온(25°C)에 처리한 후에 마늘가루를 제조할 경우에는 녹변이 억제된다고 하였다(2, 3). 저장방법에 있어서는 마늘을 CA 및 MA저장했을 경우에는 저온조건이지만 파쇄마늘을 제조할 경우 녹변이 없으나, 이와

Corresponding author : Sun-Tay Choi, Postharvest Technology Division, National Horticultural Research Institute, 475 Imok-dong, Jangan-gu, Suwon 440-706, Korea
E-mail:cst0220@rda.go.kr

같은 마늘도 다시 일정기간 저온에서 유통시킨 후 파쇄마늘을 제조할 경우에는 녹변이 발생한다(2).

녹변은 chlorophyll 형성과정과 유사기작을 갖지만 chlorophyll, porphyrin, pheophytin과는 다른 특성을 나타내며(5), Bae와 Lee(6, 8), 장 등(7)이 변색과 관련한 연구를 수행하였으나 현재 녹변의 원인 및 발생기작에 대한 해석이 미흡하고 또한 효과적인 변색억제 방법도 구명되어지지 않고 있다.

따라서 본 연구는 국내산 마늘의 산지 및 품종, 그리고 저장방법에 따른 파쇄마늘 제조후 녹변발생 여부를 검정하고, 녹변방지를 위한 파쇄전 처리방법으로서 품질에 영향을 미치지 않는 열처리 효과를 검정하였다.

재료 및 방법

재료

시험재료는 산지농가에서 구입한 난지형인 남해마늘(상해조생)과 한지형인 서산 및 단양 재래종을 사용하였다.

저장방법

시료는 뿌리와 대를 절단한 후 상온에서 강제통풍으로 2주간 예건 처리하여 5개월간 저장하였다. 저장방법으로서는 상온저장은 온도 $20 \pm 5^\circ\text{C}$, 상대습도 $70 \pm 5\%$, 저온저장은 온도 0°C , 상대습도 $70 \pm 5\%$ 의 저장고에 저장하였다. 그리고 CA저장은 flow system 방식으로 360 l stainless chamber에 가스 흐름속도를 O_2 15 ml/min, CO_2 25 ml/min, N_2 460 ml/min로 조절함으로써 기체조성을 O_2 3%, CO_2 5%로 유지하였고, 온도는 $0 \sim 1^\circ\text{C}$, 상대습도 $70 \pm 5\%$ 로 설정하였다.

녹변조사

파쇄마늘의 녹변조사는 5개월간 저장후 품종(산지)별로 50g씩을 파쇄하여 저온(4°C)에서 5일간 보관한 후 발생된 녹변을 색차계(Minolta chroma meter CR-200, Minolta Camera Co.)를 이용하여 Hunter L, a, b system에서 녹변발생을 알 수 있는 녹색도("a" value)로 나타내었다.

열처리

열처리가 녹변 발생에 미치는 영향을 알아보기 위해 위의 저장방법 중 녹변이 발생하는 저온저장했던 마늘을 대상으로 검토하였다. 난지형인 남해마늘과 한지형인 서산 및 단양 재래종을 이용하여 파쇄전 마늘을 열

풍건조기로 40°C , 35°C , 30°C 에서 기간별로 처리한 후 파쇄마늘을 제조하고 저온(4°C)에서 5일간 보관한 후 녹변발생을 조사하였다.

품질변화 분석

마늘의 맹아율 변화는 열처리 전 후 마늘의 인편을 세로로 절단한 후 vernier caliper을 이용하여 sprout length / clove length를 백분율로 나타냈으며, 중량감소율은 초기의 중량에 대하여 열처리 후 감량된 무게를 백분율로 환산하였다. 그리고 마늘의 유효성분인 Enzymatic pyruvic acid함량은 전보(2)의 방법에 따라 분석하였다.

결과 및 고찰

품종 및 저장방법에 따른 녹변발생

품종(산지) 및 저장방법별로 5개월간 저장한 후 파쇄마늘을 제조하여 저온 보관하면서 조사한 결과 녹변발생은 품종(산지)간 차이보다는 파쇄마늘 제조전 마늘의 저장방법에 크게 영향을 받았다. 저장방법간의 녹변발생은 전보(2)의 연구와 마찬가지로 상온 및 CA저장에서는 전혀 발생하지 않았고 저온저장했던 마늘에서만 특이적으로 발생하는 현상임을 관찰할 수 있었다. Fig. 1에서는 파쇄마늘을 제조하여 저온(4°C)에서 5일 경과후 발생된 녹변을 Hunter color의 녹색도 "a"값으로 나타내었다. 파쇄마늘 제조당시의 녹색도는 $-2 \sim -3$ 정도였는데 시간이 경과 되면서 저온저장했던 마늘에서만 녹색도가 $-7 \sim -8$ 까지 증가하는 것을 보여준다. CA저장의 온도는 저온저장과 같으나 녹색도에 변화가 없는 것은 호흡억제에 기인하여 녹변 생성 기작이 억제되는 것으로 생각된다.

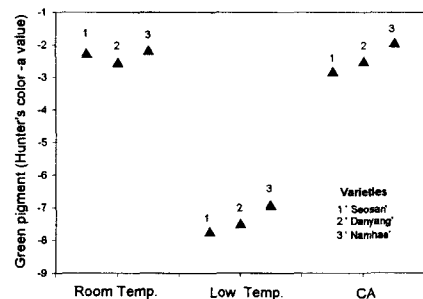


Fig. 1. Formation of green pigment in crushed garlic from bulbs stored for five months in three different conditions.

Room Temp. : $20 \pm 5^\circ\text{C}$. Low Temp. : 0°C . CA : O_2 3% CO_2 5%(0°C)

열처리에 따른 녹변방지효과

저온저장한 마늘을 구형태 그대로 열풍건조기를 이용하여 열처리한 후 파쇄마늘을 제조한 결과 40℃에서는 1일, 35℃에서 3일간 처리한 시험구에서 녹변발생이 방지되었다. 그러나 30℃ 이하에서는 녹변방지를 위한 열처리 기간이 7일 이상 소요되었다(Table 1).

전보(2)에서 저온저장했던 마늘을 상온조건으로 옮겨 약 30일 경과 후에 파쇄마늘을 제조하면 녹변발생이 감소하는 결과를 얻었는데, 본 시험결과는 열풍건조기를 이용하여 열처리를 함으로써 그 기간을 1일 까지 단축시키는 결과를 얻었다.

Table 1. Effects of heat treatments before crushing for prevention of greening in 'Namhae' cultivar²

Temperature (°C)	Treatment Period (days)						
	1	2	3	4	5	6	7
40	Non-green						
35	Green	Non-green					
30	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Non-green

² 'Namhae' garlic was stored under low temperature for five months before heat treatment.

녹변방지를 위한 열처리 효과를 품종(산지)별로 검정한 결과는 Table 2와 같다. 남해산(상해조생) 및 서산, 단양산(재래종) 모두 열처리한 것은 녹색도(Hunter color -a value)가 -2 ~ -3정도로 녹변이 방지되어 그 효과를 인정할 수 있었으나 무처리는 녹색도가 -6 ~ -7수준으로 녹변발생이 심하였다. Fig. 2는 저온저장했던 마늘로 파쇄마늘을 제조할 경우 녹변이 발생(좌)하지만, 파쇄전 40℃에서 1일간 열처리할 경우에는 녹변이 방지(우)되는 모습을 보여준다.

Table 2. Changes of Hunter's color "-a" value² in crushed garlic after heat treatments at three garlic cultivars stored in low temperature(0~1°C) for five months

Treatment temperature (°C)	Period (Days)	Cultivars	Control	Heat treatment
40	1	Namhae	-6.36	-2.42
		Danyang	-7.54	-2.49
		Seosan	-7.46	-3.72
35	3	Namhae	-6.36	-3.17
		Danyang	-7.54	-2.44
		Seosan	-7.46	-3.26

² Hunter's color "-a" value was measured using samples stored in low temperature for five days after crushing. The range of initial Hunter's color "-a" value of the crushed garlic : -2.19 ~ -3.23.

이와 같이 녹변이 방지된 원인은 열처리에 의해 녹변생성 기작의 활성이 감소되는 것으로 판단되어진다. 그러나 어떤 처리도 없는 상온저장했던 마늘에서도 녹변 발생이 없으므로 그 해석도 아직 미흡한 실정이다. 따라서 녹변 발생기작에 대한 연구가 필요하다

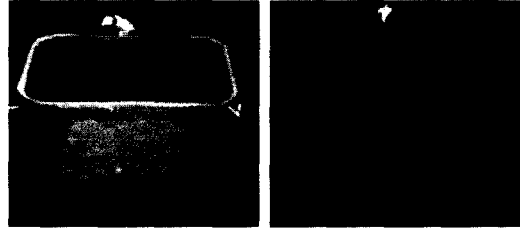


Fig. 2. Effect of heat treatment before crushing for prevention of greening in crushed garlic.

열처리에 따른 품질변화

녹변방지를 위한 열처리가 마늘의 품질에 어떤 영향을 미치는지 조사한 결과는 Table 3 및 4와 같다. 40℃와 35℃처리에서 조사한 결과, 처리기간이 긴 35℃ 3일 처리에서는 중량감소율이 6~7%, 맹아율이 20%까지 증가되어 열처리 기간 동안 품질변화가 컸으며, 40℃에서 1일 처리하였을 때는 중량감소율 4~5%, 맹아율은 3~10%정도 증가로 변화가 적었다(Table 3). 또한 마늘의 유효성분 즉 매운맛 성분인 알린함량 및 알리네이스의 활성을 평가하는 지표로 이용되어지는 enzymatic pyruvic acid 함량은 40℃에서 1일 및 35℃에서 3일 열처리한 경우 모두 큰 차이를 나타내지 않아 변화가 없는 것으로 판단되었다(Table 4). 따라서 저온저장후 파쇄마늘 제조시 파쇄전 40℃에서 1일 열처리가 마늘에 대한 품질변화가 적어 녹변방지 방법으로 적절할 것으로 판단되었다.

Table 3. Sprouting rate and weight loss of garlic bulbs by heat treatments

Treatment temperature (°C)	Period (Days)	Cultivars	Sprouting Initial rate ²	Heat treatment	Weight loss (%)
40	1	Namhae	86.0	97.1	4.00
		Danyang	62.6	65.4	5.56
		Seosan	57.4	63.5	5.07
35	3	Namhae	86.0	102.5	6.52
		Danyang	62.6	85.0	7.94
		Seosan	57.4	63.7	7.49

² Sprouting rate : Sprout length/ clove length x 100.

Table 4. Changes of enzymatic-pyruvic acid content in garlic bulbs as affected by heat treatment

Treatment temperature (°C)	Period (Days)	Cultivars	Enzymatic-pyruvic acid content (mg · g ⁻¹ -FW)	
			Control	Heat treatment
40	1	Namhae	6.68	6.47
		Danyang	4.34	4.92
		Seosan	4.35	4.07
35	3	Namhae	6.68	7.01
		Danyang	4.34	4.97
		Seosan	4.36	4.25

요 약

파쇄마늘의 녹변발생은 품종(산지)간 차이는 적었으나 파쇄전 원료마늘의 저장방법에 크게 영향을 받았다. 즉 상온 및 CA저장했던 마늘은 녹변이 없었으나 저온저장했던 마늘에서만 그 발생이 심하였다. 그리고 녹변 방지방법으로 저온저장한 마늘을 파쇄전 40°C에서 1일간 열처리할 경우 녹변을 효과적으로 방지할 수 있었으며, 품종별 열처리 효과검정 결과 남해, 서산 및 단양마늘 모두 녹변이 방지되었다. 열처리에 따른 마늘의 품질변화는 40°C에서 1일간 처리에서 중량감소 및 맹아율 변화가 적었고, 유효성분의 평가지표로 이용되는 enzymatic pyruvic acid함량 변화도 적었다.

감사의 글

본 연구는 농림수산기술개발사업의 첨단과제 “호흡생리조절을 통한 선도연장 기술 개발”에 의하여 수행된 결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 농촌진흥청 원예연구소 (1999) 원예작물 재배현황
2. 최선태, 장규섭, 임병신, 이종석 (1998) 마늘(*Allium sativum* L.)의 생화학적 변화에 대한 저장 및 유통 조건의 영향. 농산물저장유통학회지, 5, 111-117
3. Lukes. T.M. (1986) Factors governing the greening of garlic puree. *J. Food Sci.*, 51, 1577-1582
4. 김동만, 김길환 (1990) 저장 마늘의 녹변현상에 관한 연구. 한국식품과학회지, 22, 50-55
5. Joslyn M.A. and Tatsuo sano (1953) The formation and decomposition of green pigment in crushed garlic tissue. *Food Rresearch*, 21, 170-183
6. Bae, R.N. and Lee, S.K. (1990) Factors affecting greening its control methods in chopped garlic. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.*, 31, 358-362
7. 장현세, 홍경훈 (1998) 마늘뿌리의 변색에 관여하는 저장온도와 pH의 영향. 농산물저장유통학회지, 5, 211-216
8. Bae, R.N. and Lee, S.K. (1990) Factors affecting browning and its control methods in chopped garlic. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.*, 31, 213-218

(접수 2000년 5월 7일)