

마늘(*Allium sativum* L.)의 생화학적 변화에 대한 저장 및 유통조건의 영향

최선태 · 장규섭* · 임병선 · 이종석 · 김영배
원예연구소 저장이용과, *충남대학교 식품공학과

Effect of Storage and Marketing Condition on Biochemical Property Changes of Garlic (*Allium sativum* L.)

Sun-Tae Choi, Kyu-Seob Chang*, Byung-Seon Lim, Chong-Suk Lee and Young-Bae Kim

Storage and Utilization Division, National Horticultural Research Institute, RDA

* Department of Food Science and Technology, Chungnam National University

Abstract

Biochemical property changes of garlic during various storages and marketing after storage were investigated. Content of enzymatic pyruvic acid increased by room and low temperature storage but decreased by CA and MA storage. Fructan contents decreased rapidly by low temperature storage, but restrained decrement by CA and MA storage. Free sugar increased during storage, but did slowly by room temperature storage. Green pigment development was observed when garlics stored for 90days at low temperature were processed into crushed form. This discoloration was small for garlics stored in CA and MA, and never occurred for room temperature stored garlics.

When marketed after storage, content of enzymatic pyruvic acid decreased in garlic stored in room and low temperature storage, but increased in garlics which decreased during CA and MA storage. Fructan contents decreased but free sugar contents continuously increased with marketing period. Green pigment development decreased in crushed garlic after 30days at room temperature marketing, but increased in low temperature marketing with marketing time progress.

Key word : garlic, storage, marketing, enzymatic pyruvic acid, green pigment

서 론

현재 국내 마늘의 재배면적은 '97년 36.3천ha에 이르고 생산량은 394천M/T으로 우리 식생활의 필수재 료로 이용되고 있다(1, 2).

이러한 마늘은 수확후 저장 및 유통중 품질변화로 서 내부성분의 변화가 일어나는데 그 중 풍미성분으 로 부패와 고도의 역의 상관을 나타내며(3) 생리활성 성분의 지표가 되는 alliin이 27~37mg/g-DW 함유되어

있다(4). 이것은 효소인 alkyl cysteine sulfoxide lyase(allinase)에 의해 diallylthiosulfinate(Allicin), pyruvic acid(enzymatic pyruvic acid) 및 ammonia로 전환되며[5], 그 중 생리활성 성분으로 중요시되는 것은 allicin이지만 불안정하므로 간접적으로 pyruvic acid를 측정하고 있다(6). Pyruvic acid 함량은 수확후 저장기간의 경과 와 더불어 점차 감소하고(7, 8), 저장전 예건할 경우 40~50℃ 처리는 allinase의 불활성화 및 alliin의 열분해 현상을 가져올 수 있으며(9), Freeman 등(10)은 가공 과정에서 양파의 경우에 allinase의 activity를 생체 상 태에서 100%로 볼 때 동결건조시 45%, 동결시 18%, 열풍건조시 10%, 가열시 5.2%로 감소한다고 하였다.

Corresponding author : Sun-Tae Choi, Storage and Utilization Division National Horticultural Research Institute, RDA 475 Imok-dong, JangAan-gu, Suwon 440-310, Korea

또한 풍미성분 변화 외에 저장중 마늘의 품질변화로써 중요한 것은 저장온도 및 시간에 따른 탄수화물의 변화이다(11). 마늘의 total sugar의 대부분은 수용성 단순당류로 Fructan(β -1,2결합의 fructose polymers)이 차지하고 있으며(3), Rutherford 등(12)은 Allium속 구근에 존재하는 저장 탄수화물인 Fructan은 휴면중 4°C에서 저온 처리하면 감소하여 당당류를 증가시키며 저장기간에 따라 함량의 변화가 있다고 하였다.

그리고 마늘의 저장 및 유통후의 문제점으로는 마늘을 파쇄하여 저온 보관할 때나 큐레를 제조한 후 녹변이 발생하는 경우가 있는데 이것은 저온조건에서 저장된 마늘에서만 발생하며 또한 과육 부분에서만 발생하는 것으로 보고되고 있다(13, 14). Lukes(13)는 녹변은 S-(1-Propenyl)cysteine sulfoxide 첨가시 증가하며, 저온저장후 일정기간 상온(25°C)에 처리하면 녹변이 억제된다고 하였다. 녹변은 chlorophyll 형성과정과 유사기작을 갖지만 chlorophyll, porphyrin, pheophytin과는 다른 특성을 나타내며 정확한 성분구명 및 발생기작은 아직 알려지지 않고 있다.

따라서 본 연구는 마늘의 수확후 상기와 같은 생화학적 변화를 조사하여 적정 저장 및 유통 조건을 모색하기 위한 기초연구로 한지형인 서산마늘을 저장 및 유통시키면서 enzymatic pyruvic acid 및 내부성분변화 또한 마늘을 파쇄하여 냉장보관시 발생하는 녹변 등을 조사하였다.

재료 및 방법

재료 및 전처리

마늘은 서산마늘로 수확후 큐어링은 뿌리와 대공(2cm남김)을 절단한 후 상온에서 강제통풍으로 2주간(12시간/일) 처리하였으며, 뿌리의 용에 및 기타 해충의 사멸 목적으로 '96 농약사용 지침서(농약공업협회)에 따라 인화늄 정제(Aluminium phosphide)로 1m²당 3g을 2일간 훈증처리후 실험재료로 사용하였다.

저장 및 유통조건

CA(Controlled Atmosphere)저장은 flow system 방식으로 360 l 스테인레스스틸 chamber에 가스 조절장치를 부착하였고, O₂ 3%, CO₂ 5%, N₂ 92%를 유지시키기 위해 마늘을 플라스틱 유통상자에 3kg씩 담아 적재하여 질소가스로 치환후 가스 흐름속도를 O₂ 15ml/min, CO₂ 25ml/min, N₂ 460ml/min로 조절하고 온도 0~1°C, 상대습도 70~75%에 저장하였다. MA(Modified Atmosphere)저장은 0.05mmLDPE(low density polyethy-lene)필

름(인장강도 170kg/cm², 투습도 9g/m²·24hr)에 2kg씩 넣어 열접착기로 밀봉하여 온도 0~1°C에 저장하였다. 저온 및 상온저장은 마늘을 3kg씩 플라스틱 유통상자에 넣어 저온저장은 온도 0~1°C, 상대습도 70±5%의 저장고 내에, 상온저장은 온도 20±5°C, 상대습도 70±5%에 저장하였다.

유통조건은 저장방법별 각각 3개월씩 저장 후 상온유통은 20±5°C, 저온유통은 2~3°C에서 모의유통(simulation)하였으며, 상온저장은 대조구로서 저장 후에도 상온조건에서만 유지하였다.

Enzymatic pyruvic acid 및 유기산 분석

마늘의 저장중 풍미성분의 지표로서 enzymatic pyruvic acid 함량 측정은 먼저 total pyruvic acid로 마늘 인편 10g에 증류수 50ml를 넣고 blending하여 40°C에서 30분간 200rpm으로 진탕후 4°C에서 1200rpm으로 20분간 원심분리하여 상등액을 여지(Whatman #2)와 membrane filter(milipore 0.45µm)로 여과하여 Sep-pak C18 cartridge(Waters Inc.)로 정제한 후 HPLC(Dionex-500)로 분석하였고, Column은 ICE-AS6(9×250mm)을 이용하였으며, Suppressor는 Anion-ICE MicroMembrane suppressor, 용매는 0.4mM heptafluorobutyric acid, postcolumn reagent는 5mN tetrabutylammonium hydroxide, flow rate는 1ml·min⁻¹, detector는 electro conductivity detector를 사용하였다. Non-enzymatic pyruvic acid는 allinase활성을 실험시키기 위해 electronic oven에서 5분간 가열처리하여 total pyruvic acid와 동일한 방법으로 분석하여 total pyruvic acid에서 nonenzymatic pyruvic acid를 뺀 것을 enzymatic pyruvic acid로 표시하였다.

유기산은 마늘 시료 10g을 80%에탄올 50ml로 추출하여 증류수로 100ml까지 정용한후 추출액을 enzymatic pyruvic acid와 동일한 방법으로 정제 및 분석하였다.

유리당 및 fructan 분석

유리당 함량은 total pyruvic acid함량 측정과 동일한 방법으로 추출 및 정제한 후 HPLC(Spectra-Physics)로 분석하였다. 분석조건은 Column은 Sugar-pak 1(6.5×300mm)을 이용하였으며, 용매는 water(0.1mM Ca-EDTA), flow rate는 0.5ml·min⁻¹, 그리고 detector는 Refractive index detector를 사용하였다.

Fructose의 polymer인 total fructan정량은 산 분해에 의한 fructose의 함량으로 표현하였다. 즉 free sugar분석을 위한 방법으로 추출한 액 5ml에 0.7N H₂SO₄ 2ml를 가하여 교반 후 10분간 가열한 후 냉각하여

0.7N NaOH로 중화 후 유리당과 같이 HPLC로 분석한 후 total fructan 함량은 다음 식에 의해 계산하였다.

$$\text{Total fructan} = \text{total fructose} - \left[\text{fructose} + \frac{1}{2}(\text{sucrose}) \right] \text{ in free sugar}$$

파쇄마늘의 저온보관시 녹변

녹변은 마늘을 저장방법 및 유통온도별로 50g씩을 파쇄하여 저온(4℃)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.

결과 및 고찰

Enzymatic pyruvic acid 함량 변화

마늘의 유통중 품질지표 성분으로 alliin이 allinase에 의해 생성되는 enzymatic pyruvic acid함량을 저장조건별로 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 저장중 enzymatic pyruvic acid함량은 상온 및 저온저장에서 저장 90일까지 증가하는 경향을 나타냈는데, 이것은 저장기간중 그 함량이 점차 감소한다는 송 등(7)과 정 등(8)의 연구와는 다소 차이를 보였으나, Liliama N.등(18)의 enzymatic pyruvic acid함량이 저장 90일부터 180일까지 증가한다는 보고와는 유사한 결과를 나타냈다. 하지만 MA저장은 약간 증가를 보이다가 감소하고, 특히 CA저장의 경우는 증가 현상을 나타내지 않고 오히려 감소하는 경향을 보였다.

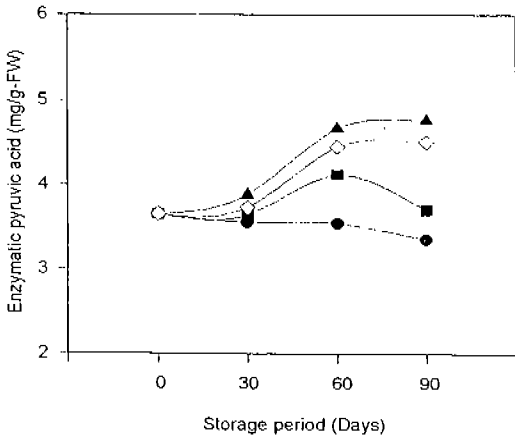


Fig. 1. Changes in content of enzymatic pyruvic acid garlic during the various storages.
 ● CA : O₂ 3%, CO₂ 5% at 0~1℃
 ■ MA : 0.05mm PE film packing at 0~1℃
 ▲ LT : Temp. 0~1℃, RH 70±5%
 ◇ RT : Temp. 20±5℃, RH 70±5%.

저장후 유통시킬 경우 enzymatic pyruvic acid함량은 상온유통이 저온유통보다 높은 수준을 유지하였는데, 저장중 그 함량이 증가하였던 상온 및 저온저장했던 마늘은 상온유통에서 감소하는 경향을 보였으며 그중 상온저장한 마늘의 감소가 컸다(Fig. 2). 이에 반해 저장중 감소를 보였던 CA 및 MA저장했던 마늘은 특이적으로 다시 증가하는 경향을 나타냈다. 이것은 저장중에는 호흡억제에 의한 생리대사의 저해 및 allinase 활성의 감소에 인한 것이며, 유통중에는 다시 대사 및 활성이 회복되는 것으로 추정되었다. 저온유통에서도 CA저장했던 마늘은 유통 60일까지 증가를 보였고 MA저장했던 마늘은 증가가 적었으며 저온저장했던 마늘은 점차 감소하였다.

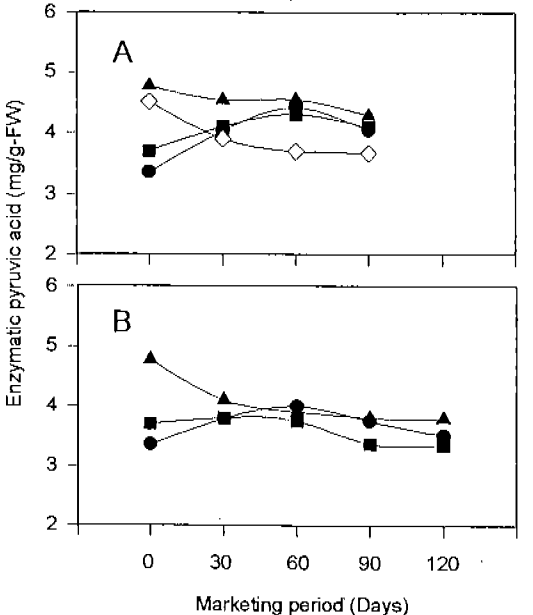


Fig. 2. Changes in enzymatic pyruvic acid content of garlic during marketing at room(A) and low temperature(B) after 3months of CA, MA, LT and RT storage.

● : CA, ■ : MA, ▲ : LT, ◇ : RT
 * Abbreviation are described in the Fig. 1.

Fructan함량 변화

마늘에 함유되어 있는 탄수화물의 대부분은 성숙기에서 수확기까지 축적되는 fructan으로 저온 4℃에서 저장할 경우 감소하여 fructose함량을 증가시키고 또한 맹아신장과 관계가 있다(15). 저장조건별 fructan함량은 저장기간의 경과에 따라 모두 감소하였는데 저온저장에서 가장 감소가 컸으며, CA 및 MA저장은 감소를 지연시켰다. 그리고 상온저장은 저장 60일까지

지 감소가 가장 적었으나 그 후 급격히 감소하는 경향을 나타냈다(Fig. 3). 문 등(15)은 저장온도 4℃보다 25℃에서 fructan함량의 감소 및 맹아신장이 적다고 보고하였는데, 본 연구에서도 저장 60일까지는 저온조건인 CA, MA 및 저온저장보다 상온저장에서 fructan함량의 감소가 적었으나 맹아신장은 더 빨랐다.

저장후 상온유통에서 fructan함량은 저장방법별 모두 감소하였는데 상온저장했던 마늘이 유통 30일후 가장 감소가 컸으며 그중 CA저장했던 마늘이 가장 적게 감소하는 경향을 나타냈다(Fig. 4). 또한 저온유통에서도 fructan함량은 저장방법별 큰 차이 없이 감소하였다.

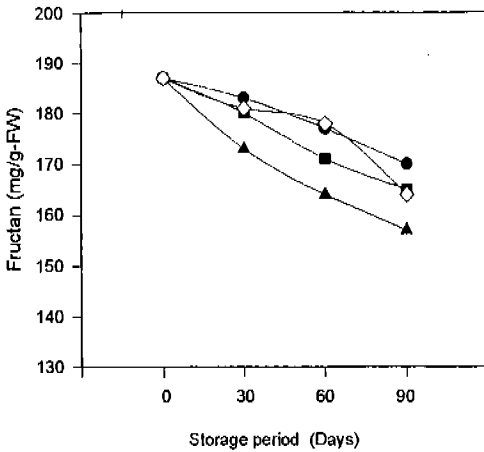


Fig. 3. Changes in fructan content of garlic during the various storages.
 ● : CA, ■ : MA, ▲ : LT, ◇ : RT
 * Abbreviation are described in the Fig. 1.

유리당 함량 변화

마늘의 유리당은 주로 sucrose와 fructose로 이루어져 있으며 glucose는 미량 함유되어 있고 저장기간중 저장조건별 모두 sucrose와 fructose함량이 증가하는 현상을 나타냈다(Table 1). Sucrose 및 fructose함량은 저장 90일까지 MA 및 저온저장에서 크게 증가하였으며, CA 및 상온저장은 그 증가량이 적었다.

저장후 상온유통중 sucrose함량은 저장방법별 모두 유통기간의 경과에 따라 증가하는 경향을 보였는데 상온저장했던 마늘은 유통 60일까지 증가하다가 그 후 감소하는 경향을 보였다(Table 2). 그리고 저온유통에서 sucrose함량은 저장방법별 모두 유통 90일까지 급격히 증가하고 그후 감소하였으며 그중 CA저장했던 마늘의 변화량이 적었다.

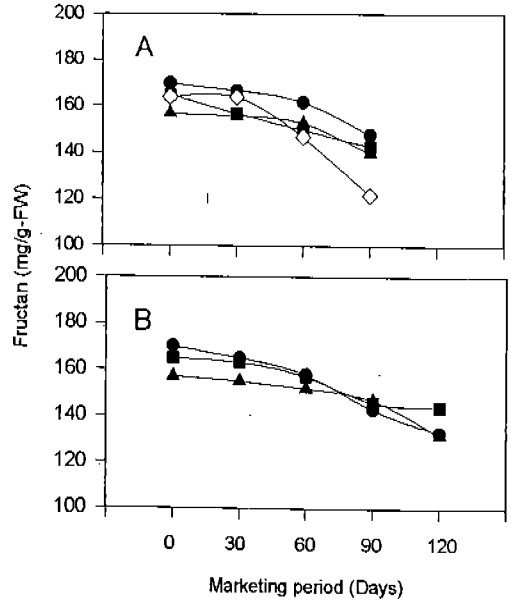


Fig. 4. Changes in fructan content of garlic during marketing at room(A) and low temperature (B) after 3months of CA, MA, LT and RT storage.
 ● : CA, ■ : MA, ▲ : LT, ◇ : RT
 * Abbreviation are described in the Fig. 1.

Fructose함량은 상온 및 저온유통 모두 증가하는 경향을 나타냈는데, 저온유통에서 그 함량이 높았다.

본 연구에서 저장후 유통조건에 따른 fructan함량은 큰 차이를 나타내지 않은 것에 비해 유리당 함량은 상온유통이 저온유통보다 적었다. 이것은 상온유통에서 마늘의 호흡상승과 맹아신장에 의한 유리당의 소모가 저온유통보다 크기 때문이라고 판단되었다.

Table 1. Changes in free sugar contents of garlic during the various storages

Storage methods*	Storage period (Days)			
	0	30	60	90
Sucrose content (mg/g-FW)				
CA	6.78	7.91	9.12	10.87
MA	6.78	7.08	13.42	13.53
LT	6.78	7.42	10.18	10.55
RT	6.78	6.25	7.58	8.38
Fructose content (mg/g-FW)				
CA	0.89	4.82	4.65	4.86
MA	0.89	5.09	5.88	5.53
LT	0.89	3.52	4.27	5.58
RT	0.89	1.12	2.66	3.71

* Abbreviation are described in the Fig. 1.

Table 2. Changes in free sugar contents of garlic during marketing at room and low temperature after 3months of CA, MA, LT and RT storage

Storage methods*	Marketing period (Days)				
	0	30	60	90	120
At room temperature(20±5°C)					
Sucrose content(mg/g-FW)					
CA	10.87	10.61	12.64	17.27	
MA	13.53	13.70	14.53	15.04	
LT	10.55	11.55	14.64	16.44	
RT	8.38	12.15	13.24	12.74	
Fructose content(mg/g-FW)					
CA	4.86	4.98	4.86	7.02	
MA	5.53	5.23	6.34	8.55	
LT	5.58	6.03	6.47	6.87	
RT	3.71	6.04	7.24	6.54	
At low temperature(2~3°C)					
Sucrose content(mg/g-FW)					
CA	10.87	11.92	15.47	16.84	15.65
MA	13.53	12.56	21.92	22.69	14.74
LT	10.55	16.39	20.05	21.64	18.06
Fructose content(mg/g-FW)					
CA	4.86	5.62	6.29	8.02	9.76
MA	5.53	6.08	7.87	8.09	8.56
LT	5.58	7.10	7.20	7.96	8.64

* Abbreviation are described in the Fig. 1

유기산 함량 변화

일반적으로 유기산은 과실에서 생리대사의 중심적 역할을 하며 호흡의 기질로서 이용되고 저장기간의 경과에 따라 그 함량이 감소하는 경향을 나타낸다 [16]. 그러나 마늘의 경우 유기산은 citric acid와 malic acid가 주로 검출되었는데 저장조건별 모두 저장기간 중 증가하는 결과를 나타냈다. Citric acid함량은 비교적 호흡이 높은 상온 및 저온저장에서 호흡이 억제된 CA 및 MA저장보다 증가정도가 컸으며 그 중 상온저장에서 증가현상이 가장 컸다(Table 3). 그러나 malic acid함량은 저온저장에서 증가정도가 컸으며 CA, MA 및 상온저장은 증가량이 적었다.

저장후 상온유통중에서 citric acid함량은 유통 60일 까지 증가하는 현상을 보이다가 유통말기에 감소하였는데 그 중 저장기간동안 크게 증가한 상온저장했던 마늘이 증가가 적었으며 또한 유통 60일 후에는 크게 감소하였다(Table 4). 그리고 저온유통에서는 유통기간의 경과에 따라 큰 변화가 없었으나 그 중 MA저장했던 마늘은 감소하는 경향을 나타냈다.

Malic acid함량은 저장후 상온유통에서 CA저장했던 마늘을 제외한 모든 저장처리구가 감소하는 경향을 나타냈으며, 저온유통에서는 모두 증가하는 경향

을 보였는데 저온저장했던 마늘이 유통 120일까지 증가폭이 컸다.

그리고 저장후 유통조건간에는 citric acid는 상온 유통에서, malic acid는 저온유통에서 그 함량이 높게 나타났다. 이와 같이 마늘의 저장후 유통조건에서 유기산함량 변화는 fructan의 분해, 유리당의 증가 등 복잡한 관련성이 있는 것으로 추정되었다.

Table 3. Changes in organic acid contents of garlic bulbs during the various storages

Storage methods*	Storage period (Days)			
	0	30	60	90
Citric acid content (mg/g-FW)				
CA	3.87	3.90	4.00	4.03
MA	3.87	3.78	4.08	4.01
LT	3.87	3.98	4.25	4.08
RT	3.87	4.05	4.42	4.29
Malic acid content (mg/g-FW)				
CA	0.40	0.67	0.68	1.19
MA	0.40	1.08	1.58	1.62
LT	0.40	0.75	2.19	2.48
RT	0.40	0.49	0.89	1.58

* Abbreviation are described in the Fig. 1

Table 4. Changes in organic acid contents of garlic bulbs during marketing at room and low temperature after 3months of CA, MA LT and RT storage

Storage methods*	Marketing period (Days)				
	0	30	60	90	120
At room temperature(20±5°C)					
Citric acid content(mg/g-FW)					
CA	4.03	4.75	5.60	5.55	
MA	4.01	4.90	5.40	5.40	
LT	4.08	4.17	5.70	5.61	
RT	4.29	4.67	5.02	4.37	
Malic acid content(mg/g-FW)					
CA	1.19	1.43	1.61	1.13	
MA	1.62	1.42	1.38	0.94	
LT	2.48	1.45	1.31	0.98	
RT	1.58	1.50	1.35	0.89	
At low temperature(2~3°C)					
Citric acid content(mg/g-FW)					
CA	4.03	4.18	4.10	4.64	3.74
MA	4.01	3.50	3.28	3.58	3.17
LT	4.08	3.73	3.94	4.32	4.20
Malic acid content(mg/g-FW)					
CA	1.19	2.57	3.29	3.30	3.72
MA	1.62	2.66	2.96	3.18	3.36
LT	2.48	2.66	3.56	4.17	4.27

* Abbreviation are described in the Fig. 1.

파쇄마늘의 녹변

마늘을 파쇄하여 저온보관 할 경우 특이적으로 발생하는 녹변을 저장 및 유통조건에 따라 비교 분석하였다. 저장중 녹변은 저장 90일째에 저온저장한 마늘에서는 크게 발생하였으나 CA 및 MA저장한 마늘은 발생 정도가 낮았고, 특히 상온저장한 마늘에서는 전혀 녹변을 관찰 할 수 없었다(Fig. 5).

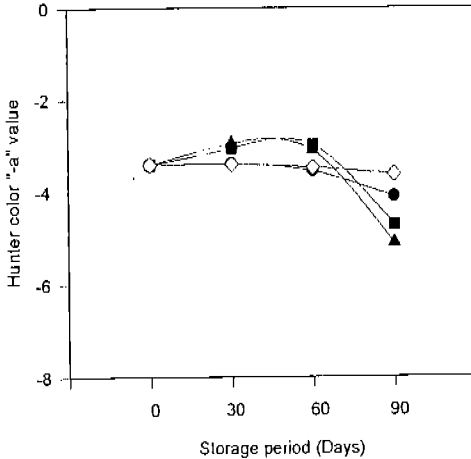


Fig. 5. Changes in Hunter color "-a" value of crushed garlic on five days at low temperature storage after crushing of garlic during the various storage.

● : CA, ■ : MA, ▲ : LT, ◇ : RT
* Abbreviation are described in the Fig. 1.

저장후 상온유통시킬 경우 파쇄한 마늘의 녹변은 유통 30일째 저온저장했던 마늘에서는 약간 발생하였으나, 그 외 CA, MA 및 상온저장했던 마늘은 특이적으로 녹변이 발생하지 않았으며, 그후 유통 60일째에는 저온저장했던 마늘에서도 녹변은 관찰할 수 없었다(Fig 6). 그러나 저온유통에서는 유통기간의 경과에 따라 저장방법별 모두 녹변이 더욱 심하게 발생하였는데 그 중 저온저장했던 마늘이 가장 녹변이 심하였고, CA저장했던 마늘은 유통 30일까지는 그 발생정도가 가장 적었지만 그후 심하게 발생하였다.

이에 따라 마늘의 CA저장은 어느 정도 녹변을 억제할 수 있으나, 채소류의 품질변화 방지를 위해 기본적으로 요구되는 저온유통이 마늘의 경우에는 녹변을 초래하므로 그 원인 및 방지 방법에 대한 구체적인 연구가 필요하다고 판단 되었다.

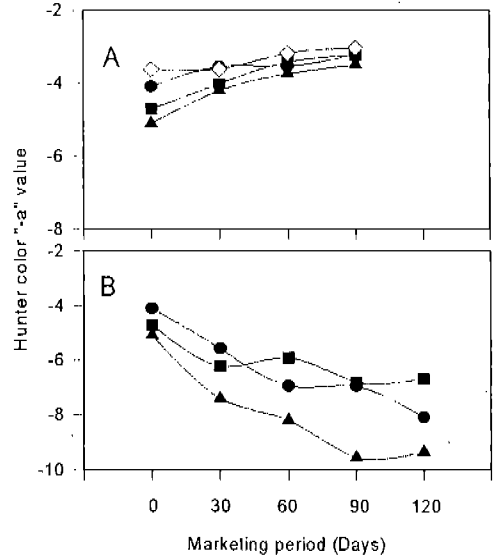


Fig. 6. Changes in Hunter color "-a" value of crushed garlic on five days at low temperature storage after crushing of garlic during marketing at room(A) and low temperature (B)after 3months storage.

● : CA, ■ : MA, ▲ : LT, ◇ : RT
* Abbreviation are described in the Fig. 1.

요 약

마늘의 수확후 생화학적 특성변화를 구명하기 위해 CA, MA, 저온 및 상온에서 각각 3개월씩 저장하면서 또한 저장후 상온 및 저온에서 유통시키면서 enzymatic pyruvic acid, fructan 유리당 및 유기산 또한 마늘을 파쇄하여 냉장보관시 발생하는 녹변 등을 조사하였다.

저장중 Enzymatic pyruvic acid함량은 상온 및 저온 저장에서 저장 90일까지 증가하였으나 CA 및 MA저장에서는 오히려 감소하였으며, fructan함량은 저온저장에서 감소가 컸고, CA 및 MA저장은 감소를 지연시켰다. 유리당은 주로 sucrose와 fructose이며 저장기간중 그 함량이 증가하였는데 상온저장에서는 그 증가량이 적었다. 유기산은 주로 citric acid와 malic acid였으며, citric acid는 상온 및 저온저장에서, malic acid는 저온저장에서 증가량이 높았다. 파쇄한 마늘의 녹변은 저장 90일째에 저온저장한 마늘에서 크게 나타났으며, CA저장은 녹변을 억제시킬 수 있었고, 특히 상온저장은 전혀 발생하지 않았다.

저장후 유통중 enzymatic pyruvic acid함량은 상온 및 저온저장했던 마늘에서는 감소하였으나 저장중 감소하였던 CA 및 MA저장했던 마늘은 증가하였으며, 상온유통이 저온유통보다 높게 유지되었다. Fructan함량은 유통중 감소하였는데 상온유통에서 CA 저장했던 마늘이 변화가 가장 적었고, 저온유통에서는 저장조건별 큰 차이가 없었다. Sucrose 및 fructose함량은 유통중 증가하였는데 저온유통이 상온 유통보다 그 함량이 높았으며 citric acid는 상온유통에서, malic acid는 저온유통에서 저장방법별 모두 그 함량이 높았다. 유통과정중 녹변은 상온유통 30일째에 크게 감소되었지만 저온유통에서는 유통기간과 함께 CA, MA 및 저온저장 모두 심하게 발생하였다.

감사의 글

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

참고문헌

1. 表鉉九, 崔廷一, 李康熙 (1975) 菜蔬園藝 각론. 향문사 254
2. 원예작물 재배현황 (1997) 농진청 원예연구소 8
3. 홍경훈 (1996) An analysis of alliin and fructan in garlic, comparison of their content and change during storage among cultivars and cultivation areas. 서울대 박사학위논문
4. John I. A. (1996) Garlic-a panacea for health and good taste. *Nutrition & Food Sci.*, No(1), 32~35
5. Whitaker, J.R. (1976) Development of flavor, odor and pungency in onion and garlic. *Adv, Food Res.* 22, 739

6. Freeman, G. G. and Mossadeghi, N. (1971) Influence of sulfate nutrition on the flavor components of garlic (*Allium sativum*) and wild onion(*A. vineale*) *J. Sci. Food Agric.* 22, 330~334
7. 송정춘, 박남규, 조광동, 윤인화, 한판주 (1989) 비닐 피복재배 마늘, 양파, 저장연구. 농시논문집 31(4), 24
8. 정영길 (1991) 마늘 저장시 품질변화에 미치는 품종 및 인편 크기의 영향. 고려대 석사 학위논문
9. 남궁배, 정문철, 김동철, 김병삼, 이세은 (1995) 예건방법에 따른 마늘의 품질변화와 저장성. 한국농화학학회지 38(4), 334~339
10. Freeman G.G. and whenham (1976) The use of synthetic(±)-S-1-propyl-L-cysteinesulphoxide and allinase preparations in studies of flavor changes resulting from processing of onion. *J. Sci. Ed. Agric.* 26, 1333~1346
11. 朴庸奉, 李柄駟 (1992): 저장온도가 마늘 인편내 탄수화물 및 내생 hormone 변화에 미치는 영향. 한국원예학회지 33(6), 442~551
12. Rutherford, P.P. (1982) The carbohydrate composition of onions during long term cold storage. *J. Hort. sci.* 57, 349~356
13. Lukes. T.M (1986) Factors governing the greening of garlic puree. *J. Food sci.* 51(6), 1577~1582
14. 김동만 김길환 (1990) 저장 마늘의 녹변현상에 관한 연구. 한국식품과학회지 22(1), 50~55
15. 文源, 李炳駟, 金鐘紀 (1984) 마늘의 휴면생리에 관한 연구. 한원지 25(1), 17~22
16. Kays, S.J (1981) Postharvest Physiology of Perishable Plant Products, An avi book, New York, 157~160
17. Liliana N. CECL., Osvaldo A., Curzian and Alicia B. pomilid (1991) Effects of irradiation and storage on the flavor of garlic bulbs cv "Red". *J. Food Sci.* 56(1), 44~46

(1998년 5월 6일 접수)