

마늘의 유통 형태에 따른 저장 중 품질 특성

박영희[†] · 박수진 · 한귀정 · 최정숙 · 이진영 · 강민숙

농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부

Quality Characteristics of Pre-processed Garlic during Storage according to Storage Temperature

Young-Hee Park[†], Soo-Jin Park, Gwi-Jung Han, Jeong-Sook Choe,
Jin-Young Lee, and Min-Sook Kang

National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Gyeonggi 441-707, Korea

Abstract

Quality changes of pre-processed garlic, peeled and chopped, were analyzed during storage at -18°C or 2°C for 30 days and at 20°C for 3 days only for chopped garlic. As storage time increased, Hunter L values decreased and a, b values increased, indicating browning regardless of the pre-process type and storage temperature. Decay and sprouting rates of peeled garlic during storage at 2°C significantly increased while those of peeled garlic were maintained during storage at -18°C . Weight loss of peeled garlic during storage was greater at -18°C than at 2°C . Hardness of peeled garlic rapidly decreased by half from 1.04 kg to 0.58 kg by freezing, and it did not significantly change during the storage period. Viable numbers of total aerobic bacteria of peeled and chopped garlic did not significantly change during the storage period at 2°C but were reduced at -18°C . Total aerobic bacterial count of chopped garlic stored at 20°C slightly increased during the storage period. Pyruvic acid content of chopped garlic was almost 2.5 times higher than that of peeled garlic at the initial stage (463.87 $\mu\text{mol/g}$ and 190.52 $\mu\text{mol/g}$, respectively). As storage time increased, pyruvic acid content of peeled garlic increased while that of chopped garlic decreased. These results indicate that pre-process type and storage temperature affected the quality changes of garlic during storage.

Key words: chopped garlic, peeled garlic, storage, pyruvic acid

서 론

우리나라 채소류의 생산과 소비는 국민 생활의 서구화와 김치 소비의 감소, 소비자 욕구의 다양화로 농산물 구입에 대한 선택의 폭이 커지면서 소비 구조의 변화를 초래하였으며 이는 더 나아가 생산과 소비에 양적 및 질적으로 영향을 미치고 있다(1). 최근 인구사회학적인 변화, 경제성장에 의한 국민소득 증가, 단체급식의 수요 증가로 간편한 생활을 추구함에 따라 전처리 및 가공과정을 거친 즉석편이식품의 개발과 소비가 급격히 증가하고 있는 추세이다. 즉석편이식품은 식품소재 특유의 신선함을 유지하면서 사용할 때 간편성을 부여한 제품으로 이들의 형태는 소재특성과 용도에 따라 매우 다양하며, 최근에는 신선한 상태의 과일 채소류까지 전처리 가공을 거친 편이식품으로 유통되고 있다(2). 또한 원재료의 손실 발생을 줄이려는 경제적 소비 성향과 신선농산물의 유통 및 가정 등 최종 소비 단계에서 발생하는 음식쓰레기가 환경적인 측면에서 큰 부담이 됨에 따라 원료농산물 생산지 등에서 사용 용도에 따라 적합하도록 일차 가

공하여 소포장 형태로 유통하는 상품이 크게 증가하고 있다.

선진국에서는 신선편이 가공 과일 및 채소류 식품의 소비가 점차 일반화됨으로써 이들 제품의 보존성 연장을 위한 유통기술의 개발이 상당한 수준에 도달한 것으로 보고되고 있다(3-7). 특히 과채류 신선편이 가공 제품의 경우 가열처리를 하지 않아 조직의 세포가 살아있거나 생것과 유사하며, 유통기간이 비교적 짧다는 특성을 가지고 있어 기존 식품가공의 공정 및 개념과는 차이가 있다(8-10). 이 중 우리나라의 대표적 양념채소인 마늘은 한국 생활의 필수 조미재료로서 향신료, 조미료, 절임 등으로 다양하게 쓰이고 있으며 음식문화에서 차지하는 비중이 대단히 큰 채소이다(11). 또한 마늘은 천연기능성 물질로 인정받은 여러 가지 항산화성 물질을 함유하고 있어 건강기능성 식품으로도 이용성이 높다.

마늘을 이용하는 소비자의 구매 형태는 다양화되어 넓은 저장 공간과 저온을 유지하기 위해 많은 에너지 소비가 요구되는 통마늘에서 저장 공간과 경비 및 손질 과정에 필요한 노동력을 줄이는 깎 마늘과 다진 마늘 등 전처리 가공을 한 마늘이 유통되고 있으며, 이러한 간편처리 마늘의 구매 경향

[†]Corresponding author. E-mail: ypark@korea.kr
Phone: 82-31-299-0481, Fax: 82-31-299-0454

은 더욱 증가할 것으로 예상되어진다(12,13). 그러나 깎 마늘, 다진 마늘과 같은 간편처리 마늘은 유통 중 갈변과 이취 및 드립이 발생할 수 있고 호흡률의 변화, 미생물에 대한 오염 증가에 따라 제품의 안정성과 품질에 큰 영향을 받는다는 특성 때문에 소비자가 구매하여 가정에서 소비하기까지 유통 및 저장 기간의 단축을 초래하여 소비의 장애요인이 되고 있다.

마늘을 장기저장 하는 방법으로는 저온저장법을 가장 많이 이용하고 있으나 마늘을 저온저장 할 경우 갈변현상이 발생할 수 있으며, 저장 환경에 따라 부패나 맹아 등이 발생할 수 있다. 마늘의 저장 중 품질특성에 대한 연구로는 Bae 등(14)이 소비를 목적으로 마늘을 중장기 저장을 할 경우 0~2°C에서 저장한 후 출하했을 때 상온에서 저장한 것보다 맹아 및 발근이 억제되어 품질이 우수하였으나 수확시기 및 방법, 저장조건과 기후 등 여러 가지 환경의 영향을 받아 부패와 냉해 등이 발생하고 저장 중 품질 변화가 일어난다고 보고하였으며, 다른 연구에서도 저장조건에 따른 품질특성 변화에 대한 연구가 보고되었으나 통마늘에 대한 연구가 대부분으로 시중에 유통되고 있는 간편처리된 깎 마늘과 다진 마늘의 저장 중 품질 변화에 대한 연구는 미비한 실정이다(16-18).

따라서 본 연구에서는 소비자의 편의를 위한 간편 처리 마늘의 소비가 점차 증가하고 있는 상황에서 시중에 유통되고 있는 전처리 형태별로 다진 마늘, 깎 마늘을 구입하여 소비자가 가정에서 보관하는 조건에 따라 저장온도를 달리 하여 저장기간에 따른 품질 특성 및 미생물 변화를 조사함으로써 전처리 마늘의 저장 및 이용에 대한 기초 정보를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용한 마늘은 충남 서산에서 재배한 한지형 마늘로 농협 하나로 마트에 입고된 신선하고 외관의 상처가 없으며 크기와 모양이 유사한 깎 마늘을 구입하여 사용하였으며, 다진 마늘은 구입한 깎 마늘의 일부를 즉석에서 분쇄기로 다져서 판매하는 상품을 구입하여 사용하였다.

시료의 처리 및 저장 방법

깎 마늘과 다진 마늘의 중량을 100±10 g씩 측정하여 냉장온도 저장 시료는 두께 0.015 μm의 low density polyethylene(LDPE) 지퍼백(중형, 규격 17.8×20.3 cm, 한국존슨, 서울, 한국), 냉동온도 저장 시료는 두께 0.021 μm의 low density polyethylene(LDPE) 지퍼백(중형, 규격 17.8×20.3 cm, 한국존슨)에 겹치지 않게 담아 업소용 냉장고의 냉장실(2°C)과 냉동실(-18°C)에 각각 30일간 저장하였다. 다진 마늘은 Ryu 등(12)의 방법에 의하여 상온 저장을 추가하여

20°C에서 72시간 저장하였다. 성분분석을 위한 시료는 믹서(WM-770, 신일 Nikko 후드믹서, 서울, 한국)로 분쇄하여 샘플 컵에 담아 -20°C 이하에서 보관하면서 실험에 사용하였다.

색도 변화 분석

깎 마늘과 다진 마늘의 색도는 색차계(Gretag Macbeth Color-Eye 3100, X-rite, Grand Rapids, MI, USA)로 동일 실험군에서 총 3회 이상 반복 측정하였다. 색도는 명도(lightness)를 나타내는 L값, 적색도(redness)를 나타내는 a값과 황색도(yellowness)를 나타내는 b값으로 나타내었으며 이때 사용한 표준색판의 L값은 96.44, a값은 -0.56, b값은 1.30이었다.

물리학적 품질 변화 분석

깎 마늘의 중량감소율, 부패율, 맹아율, 경도, 드립로스의 물리학적 품질을 아래 방법과 같이 분석하였다. 드립로스는 깎 마늘과 다진 마늘 모두 측정하였다.

중량감소율은 저장 전후의 중량을 측정하여 저장초기 중량에 대한 저장기간 중량변화의 비율로 다음과 같은 식을 사용하였다.

$$\text{Weight loss rate (\%)} = \{(W_1 - W_2) / W_1\} \times 100$$

W₁: 저장초기의 중량, W₂: 저장기간 중 측정된 중량

부패율은 Kwon 등(15), Choi 등(16)의 방법에 의해 측정하였다. 패널요원 7명을 선정하여 각 1인당 마늘구 100개를 인편으로 절단하여 조직의 마른 정도, 갈변화, 상처의 발생이 보이는 시료를 육안으로 판정하여 골라내는 방법을 취했으며 총 인편수에 대한 부패인편의 백분율로 표시하였다. 맹아율은 Jang 등(11)의 방법에 의해 측정하였다. 마늘축을 세로로 절단한 후 짝이 자란 부분을 vernier caliper를 이용하여 마늘구의 길이에 대한 잎의 길이를 백분율로 나타내었다. 경도 측정은 크기가 유사한 마늘을 골라내어 일정한 크기로 썰어 texture analyzer(TAXT-plus, Stable Micro Systems, Surrey, UK)를 이용하여 진단가를 측정하였다. 각 처리구별로 20개씩의 시료를 분석하였으며 이때 분석조건은 Table 1과 같다. 드립로스는 Shin 등(19)과 Kim 등(20)의 방법에 따라 냉동저장 한 깎 마늘과 다진 마늘을 상온에서 30분간

Table 1. Analysis condition for the measurement of hardness of pre-processed garlic with texture analyzer

Conditions	
Instrument	Texture analyzer (TATX-plus, Stable Micro Systems)
Sample size	30×20×10 mm
Probe	Ø 4 mm
Pre-test speed	1 mm/sec
Trigger	100 g
Test speed	1 mm/sec
Return speed	10 mm/sec
Chart speed	20 mm/min
Test distance	10 mm

Table 2. Changes in hunter color of pre-processed garlic during storage at 2°C

Days	Peeled garlic				Chopped garlic			
	L	a	b	ΔE	L	a	b	ΔE
0	57.67±0.82 ^{1)ab}	-0.87±0.24 ^d	25.50±0.55 ^e	44.30±0.45 ^d	51.69±1.37 ^a	3.37±0.45 ^f	25.76±0.77 ^f	51.16±0.86 ^g
3	57.19±1.40 ^b	0.08±0.01 ^c	26.76±0.1d ^c	45.86±0.91 ^d	49.95±0.41 ^b	4.84±0.43 ^e	26.49±0.65 ^f	53.15±0.08 ^f
6	58.00±1.23 ^a	0.32±0.05 ^c	28.48±0.91 ^{cd}	45.74±0.46 ^d	48.44±0.46 ^c	5.95±0.83 ^d	28.63±0.74 ^c	55.62±0.23 ^e
10	53.27±1.20 ^c	-1.17±0.19 ^d	29.30±1.32 ^c	50.10±1.50 ^c	46.00±0.18 ^d	8.32±0.50 ^c	36.58±0.13 ^d	60.85±0.14 ^d
15	53.90±0.82 ^c	2.87±0.59 ^b	37.99±1.06 ^a	55.02±1.33 ^a	45.10±1.00 ^d	11.24±0.33 ^b	38.57±0.71 ^c	63.22±0.62 ^c
20	56.26±0.27 ^b	2.94±0.32 ^b	35.90±0.73 ^b	51.88±0.69 ^b	45.26±0.88 ^d	11.55±0.46 ^{ab}	40.48±0.41 ^b	64.30±0.37 ^b
30	53.49±0.38 ^c	4.37±0.28 ^a	37.05±1.86 ^{ab}	54.84±1.08 ^{ab}	44.78±0.53 ^d	12.20±0.13 ^a	42.68±0.36 ^a	66.13±0.20 ^a

¹⁾Mean±SD.

^{a-g}Means with different letters at the same column are significantly different according to Duncan's multiple range test (p<0.05).

Table 3. Changes in hunter color of pre-processed garlic during storage at -18°C

Days	Peeled garlic				Chopped garlic			
	L	a	b	ΔE	L	a	b	ΔE
0	57.67±0.82 ^e	-0.87±0.24 ^e	25.50±0.55 ^e	44.30±0.45 ^e	51.69±1.37 ^a	3.37±0.45 ^d	25.76±0.77 ^c	51.16±0.86 ^f
3	48.91±0.35 ^c	1.55±0.18 ^d	26.69±0.30 ^{de}	52.62±0.36 ^d	48.32±0.55 ^b	4.85±0.44 ^c	24.36±0.38 ^c	53.63±0.53 ^e
6	49.68±0.67 ^c	2.66±0.23 ^c	27.98±0.37 ^d	52.51±0.74 ^d	47.58±0.52 ^{bc}	5.78±0.51 ^c	25.69±1.75 ^c	54.99±0.71 ^d
10	51.36±1.09 ^d	3.43±0.43 ^c	31.37±1.65 ^c	53.00±0.14 ^d	46.57±0.18 ^c	7.16±1.19 ^b	34.19±1.01 ^b	58.89±0.58 ^c
15	47.13±1.45 ^b	3.58±0.22 ^c	34.73±0.13 ^b	58.37±1.13 ^c	45.08±0.30 ^d	9.41±0.56 ^a	35.69±1.11 ^b	61.28±0.43 ^b
20	46.77±0.81 ^b	6.21±1.01 ^b	37.76±1.71 ^a	60.68±1.04 ^b	45.34±0.86 ^d	8.73±0.56 ^a	38.07±0.52 ^a	62.32±0.34 ^{ab}
30	44.70±0.81 ^a	8.08±0.79 ^a	39.06±1.29 ^a	63.33±0.21 ^a	44.31±0.58 ^d	8.89±0.18 ^a	38.38±1.32 ^a	63.35±1.02 ^a

¹⁾Mean±SD.

^{a-f}Means with different letters at the same column are significantly different according to Duncan's multiple range test (p<0.05).

해동하여 유출된 수분량을 구한 후 이를 해동 전 시료 채취량에 대한 백분율(% , w/w)로 나타내었다.

미생물 변화 분석

간 마늘과 다진 마늘의 일반세균 분석을 위해 약 50 g의 마늘 시료를 무균적으로 채취하여 균질기(Bag mixer 400, Interscience Co., Saint Nom, France)로 균질화하고 여과하여 그 즙액을 사용하였다. 멸균희석수로 적절히 희석하여 PCA(plate count agar, Difco lab, Detroit, MI, USA) 배지에 도말하여 30°C에서 2일 이상 배양한 후 균집을 형성한 생균수를 확인하여 CFU/g으로 표시하였다.

Pyruvic acid 정량

간 마늘과 다진 마늘의 pyruvic acid 분석을 위해 Sch-wimmer 등(21)의 방법에 따라 시료 0.5 g에 10% trichloro-acetic acid를 5 mL 첨가하여 1시간 방치한 후 여과지로 여과하였다. 그 여액 1 mL에 0.0125% dinitrophenylhydrazine 1 mL를 가하여 잘 혼합한 다음 37°C에서 10분간 반응시키고 0.6 N NaOH 용액 5 mL를 가하여 spectrophotometer(UV-1650PC, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준용액으로 sodium pyruvate를 0.2 μm/mL의 간격으로 농도 조정하여 동일한 방법으로 실험하여 얻은 표준 검량 곡선으로부터 정량하였다.

통계처리

실험분석은 SPSS 12.0(SPSS Inc, Chicago, IL, USA)을 사용하여 통계처리 하였으며 각 시료군에 대한 유의차 검정은 분산분석(ANOVA)을 실시한 후 p<0.05 수준에서 Dun-

can's multiple test에 따라 분석하였다.

결과 및 고찰

색도 변화

식품에 있어서 색깔은 맛, 향 및 영양성분과 함께 그 식품의 가치를 나타내는 중요한 품질특성이다. 간 마늘과 다진 마늘의 색도는 저장온도에 관계없이 저장기간이 경과함에 따라 L값이 감소하여 어둡게 변화하는 경향을 나타내었으며, a값은 점점 증가하여 적색도가 강해지는 것으로 나타났다(Table 2~4). 색도 측정항목 중 갈변 정도를 나타내어 마늘의 중요한 품질지표로 작용하는 황색도를 나타내는 b값도 점차 증가하여 갈변이 진전됨을 나타내었다. 전처리 형태와 저장온도별로 비교하였을 때 다진 마늘 상온저장구의 a, b값이 가장 높게 나타나 갈색화가 다른 처리구에 비해 신속히

Table 4. Changes in hunter color of chopped garlic during storage at 20°C

Hour	L	a	b	ΔE
0	51.69±1.37 ^a	3.37±0.45 ^c	25.76±0.77 ^e	51.16±0.86 ^e
2	50.12±0.23 ^{ab}	2.99±0.47 ^e	25.83±0.57 ^e	52.53±0.43 ^{de}
4	49.92±2.42 ^{ab}	5.03±1.01 ^d	27.02±0.60 ^e	53.46±2.41 ^d
8	48.26±1.00 ^b	8.73±1.26 ^c	30.77±0.76 ^d	57.25±0.57 ^c
24	42.56±0.28 ^c	13.79±0.16 ^b	41.05±0.39 ^c	67.17±0.24 ^b
48	40.93±1.99 ^c	16.76±0.39 ^a	44.27±2.72 ^b	71.09±0.10 ^a
72	42.27±1.18 ^c	17.14±0.72 ^a	48.04±1.24 ^a	72.49±0.46 ^a

¹⁾Mean±SD.

^{a-c}Means with different letters at the same column are significantly different according to Duncan's multiple range test (p<0.05).

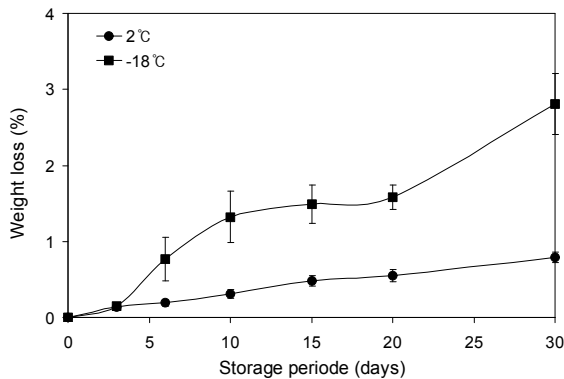


Fig. 1. Changes in weight loss of peeled garlic during storage at 2°C and -18°C.

진행되는 것으로 나타났는데, 이러한 결과는 물리적 충격이 강하고 온도가 높을수록 조직의 생리적 변화가 빨라지기 때문인 것으로 판단되었다(26). Bae 등(14)은 수확시기에 박피한 마늘 인편의 색상을 조사하였을 때, 난지형 마늘은 백색, 한지형 마늘은 황색을 띄었다고 보고하였는데 본 실험에 사용된 마늘은 재래종 한지형 마늘로서 갈색화가 촉진된 것으로 여겨진다.

중량감모율

간 마늘의 저장온도별 저장기간에 따른 중량감모율을 Fig. 1에 나타내었다. 간 마늘의 중량감모율은 저장기간이 지남에 따라 유의하게($p < 0.05$) 증가하였으며 냉동저장구가 냉장저장구에 비하여 중량감모율이 높아 저장 30일째에는 2.81%의 감모율을 나타내었다. 이는 냉동저장 한 간 마늘이 해동과정을 거치면서 수분이 발생하여 빠져나오면서 조직의 연화로 인해 중량감모가 일어난 것으로 판단되었다. Park 등(24)은 마늘의 인편을 저장하였을 때 -4°C에 저장한 마늘은 상당한 기간 동안 품질을 유지하였지만 -6°C부터 동결장애가 발생하였다고 보고하였다. Kim 등(25)은 간 밤을 냉동저장 하였을 때 수분 감소와 중량감모율이 냉장저장구보다 더 큰 것으로 보고하였는데, 본 실험에서도 유사한 경향을 나타내었다. 일반적으로 원예 농산물은 수확 시에는 90~95%의 수분을 함유하여 신선도를 유지하고 있으나 수확 후에는 수분의 공급이 차단됨으로써 수분이 감소하여 중량 감소와 동시에 조위현상이 일어나 최후에는 부패되어 버린다(22). 따라서 생체 중량의 보존은 유통 및 판매과정에서 신선편의제품의 시들 현상을 방지하여 외관 품질을 우수하게 유지하는데 필수적으로 요구되는 사항이다. 중량감모율은 저장온도보다는 상대습도의 영향을 많이 받고, 저장 중 마늘의 중량 변화를 막기 위해서는 낮은 온도에서 일정한 상대습도의 유지가 필요한 것으로 보고되었으며(17), 따라서 전처리 마늘의 유통 및 저장에 있어 중량 보존을 위해 적정 상대습도 및 저온 환경 조건 유지가 요구되는 것으로 보였다.

부패율

저장온도별 저장기간에 따른 간 마늘의 부패율은 Fig. 2와

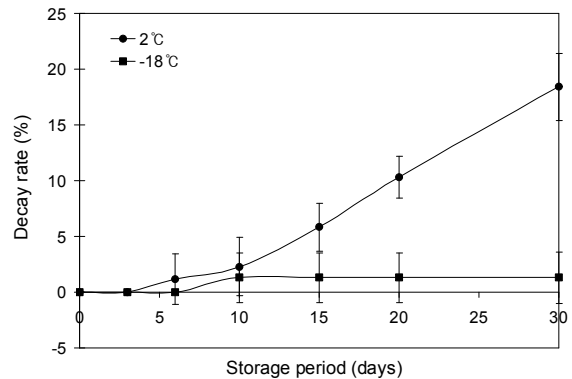


Fig. 2. Changes in decay rate of peeled garlic during storage at 2°C and -18°C.

같다. 일반적으로 부패율 평가 방법은 관능적 항목을 나열하여 점수를 부여하는 방식을 많이 취하나 마늘은 인편의 크기가 작고 다른 채소들처럼 줄기와 잎이 나뉘어 있지 않기에 많은 양의 인편 중에 색, 냄새, 외관 상처의 발생 유무에 따라 부패한 인편을 골라내는 방법으로 조사하였다. 간 마늘 냉장저장구의 경우 저장 초기에는 큰 변화를 보이지 않다가 저장 10일부터 부패율이 급속히 증가하여 저장 30일째에는 18.4%의 부패율을 나타내었다. 반면 냉동저장 한 간 마늘의 부패율은 저장 30일째에 1.3%로 저장 전과 비교해 거의 차이를 보이지 않은 것으로 나타났다. 냉장저장구와 냉동저장구의 부패율을 비교하였을 때 저장 15일까지는 저장온도에 따른 차이를 보이지 않았으나 저장 20일부터 유의한 차이($p < 0.05$)를 나타내어 부패 발생에 저장온도가 영향을 미침을 나타내었다. Jeong과 Park(23)은 마늘 표피의 수분함량이 많으면 저장 중 부패를 촉진시켜 저장성이 저하된다고 보고하였는데 본 실험에서는 간 마늘을 보관할 때 PE 포장재를 사용하여 밀봉함으로써 마늘의 호흡으로 인해 포장 내부에 발생한 수분에 의해 부패가 발생하였으며, 저장온도가 높을수록 호흡 및 부패과정이 더 빨리 진행되는 것으로 보였다. 부패율은 저장온도에 따라서 일정기간 동안 완만히 진행되다가 부패가 본격적으로 시작하면 동시다발적으로 일어나는 경향을 보임에 따라 저장 및 유통과정 동안 온도와 습도의 철저한 관리가 필요한 것으로 생각되어진다.

맹아율

간 마늘의 저장온도별 저장기간에 따른 맹아율을 측정된 결과, 저장 전의 맹아율은 12.1%였으며 저장기간이 경과할수록 냉장저장구의 맹아율이 유의하게 증가하여 저장 30일째에 23.2%로 나타났다(Fig. 3). Jang과 Hong(11)은 저장기간이 길어짐에 따라 휴면이 타파되어 마늘의 맹아가 점차 증가했다고 보고하였는데 본 실험 결과와도 일치하였다. 반면 냉동저장구의 맹아율은 저장기간 동안 거의 변화하지 않는 경향을 보였다. 선행 마늘 연구에서도 저온에서 저장할수록 맹아율이 낮았으며, 습도가 마늘의 맹아에 관여하는 것으로 여겨진다고 보고하여 마늘의 맹아율이 온도와 습도에 영

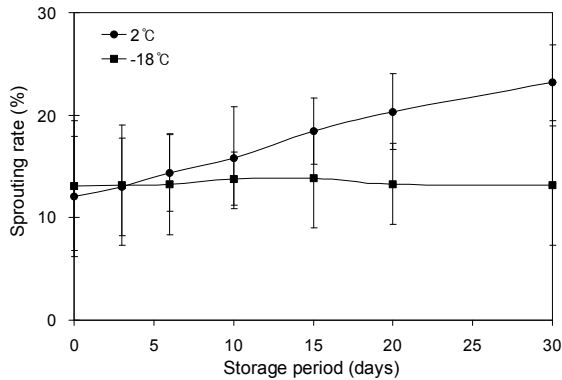


Fig. 3. Changes in sprouting rate of peeled garlic during storage at 2°C and -18°C.

향을 받음을 나타내었다(14,17,18). Choi 등(16)은 실온 및 냉장 저장상태에서 맵아엽 신장과 중량 감소는 정비례한다고 보고하였는데 저장 중 수분증발과 호흡으로 인한 양분의 소실에 기인한 것으로 보인다고 하였다. 본 실험에서는 냉장 및 냉동저장으로 실험조건이 달라 다른 경향을 나타낸 것으로 판단되었다.

경도

간 마늘의 경도를 저장온도별 저장기간에 따라 조사한 결과를 Fig. 4에 나타내었다. 냉장저장 한 간 마늘의 경도는 저장 전 1.07 kg에서 저장 30일째에는 1.04 kg으로 저장에 따른 변화가 거의 발생하지 않는 것으로 나타났다. 반면 냉동저장 한 간 마늘의 경도는 저장 3일째 0.58 kg으로 급격히 감소하였으며 이후 저장 30일까지 저장기간에 의한 차이는 거의 나타나지 않았다. 냉장저장구와 냉동저장구를 비교했을 때, 냉동저장구의 저장초기 경도 감소로 인해 냉장저장구의 경도가 냉동저장구에 비해 2배가량 높았다. 일반적으로 마늘은 단단하면서 맵고 클수록 품질이 좋은 것으로 평가하며 마늘의 저장기간이 경과함에 따라 수분이 감소하면서 경도도 함께 감소하기 때문에 경도는 마늘의 상품성을 판단할 수 있는 중요한 품질척도의 하나로 간주하고 있다. Kwon 등(15)은 포장재별 말린 연근의 저장기간 중 품질특성 변화를 측정하였을 때 PE 포장재가 다른 포장재보다 경도 유지

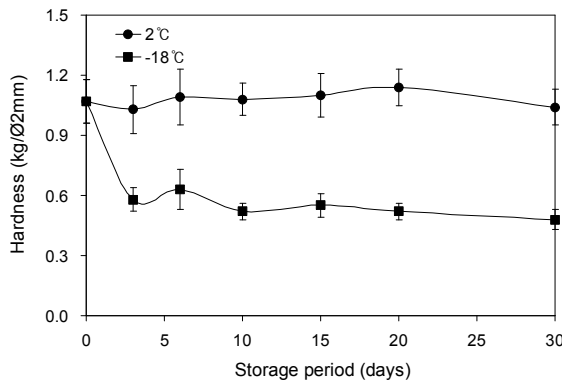


Fig. 4. Changes in hardness of peeled garlic during storage at 2°C and -18°C.

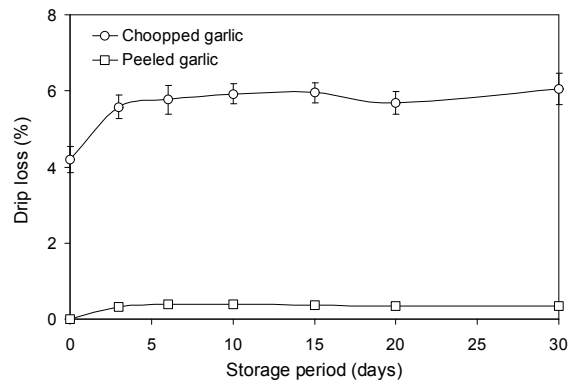


Fig. 5. Changes in drip loss of pre-processed garlic during storage at -18°C.

에 효과적이었다고 보고하였는데 본 실험에서도 PE 포장재를 사용함으로써 저장기간에 의한 변화는 거의 발생하지 않은 것으로 판단하였다. 한편 저장 전과 비교하였을 때 냉동저장구의 경도가 저장 초기에 감소하는 경향을 나타내었는데, 이는 간 마늘이 냉동과 해동 과정을 거치면서 물리적인 스트레스 또는 급격한 온도 변화에 의해 세포벽이 붕괴하여 조직이 물러져 경도가 감소한 것으로 여겨진다.

드립로스

냉동보관 한 간 마늘과 다진 마늘의 드립로스 측정 결과를 Fig. 5에 나타내었다. 냉동저장 한 간 마늘의 드립로스는 저장 3일째에 0.3%로 거의 발생하지 않았으며, 이후 저장 30일까지 유의한 변화를 나타내지 않았다. 다진 마늘의 경우 냉동저장 전 초기 드립로스가 4.2%로 간 마늘보다 높게 나타났으며 저장 3일째 5.6%로 증가한 후 저장 30일째까지 유의한 변화를 보이지 않았다. 식물성 식품은 동물성 식품에 비하여 유연성이 적기 때문에 냉동과정 및 저장기간 중에 발생하는 기계적 스트레스에 의해 세포가 쉽게 파괴되므로 조직의 변화 및 드립로스가 더 크게 발생하며, 식품 냉동과정에서 발생하는 기계적 스트레스와 얼음입자의 재결정은 저장 온도의 변화와 관계가 있는 것으로 보고되었다(27). 해동 시 발생한 드립은 세포내외의 수분이 방출된 것으로 식품의 수분활성과 수분 함량을 낮추는 역할을 하기도 하지만, 식품내부에 있는 저분자 화합물 영양분을 방출함으로써 해동과정 중에 미생물의 번식을 발생시킬 수 있다는 단점이 있다(28). Shin 등(19)의 연구에서도 간 마늘을 냉동저장 하였을 때 드립로스는 저장 6개월까지 0.2%로 거의 발생하지 않았다고 보고하여 본 실험과 유사한 경향을 나타내었음을 감안할 때 간 마늘은 냉동저장에 따른 드립로스에 의한 수분 감소와 영양물질의 손실은 일어나지 않는 것으로 보였다. 반면 다진 마늘은 냉동저장에 의해 드립로스 발생이 증가하였으나 이후 저장기간 경과에 의한 차이는 없는 것으로 나타났다.

총 세균수

간 마늘과 다진 마늘의 저장온도별 저장기간에 따른 미생물수의 변화를 측정한 결과를 Fig. 6과 7에 나타내었다. 냉장

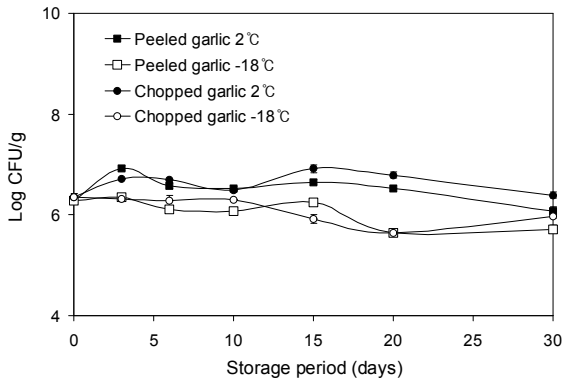


Fig. 6. Changes in total plate counts of pre-processed garlic during storage at 2°C and -18°C.

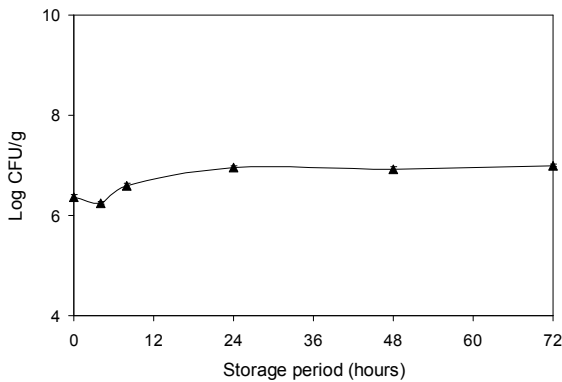


Fig. 7. Changes in total plate counts of chopped garlic during storage at 20°C.

저장구의 경우 다진 마늘과 깎 마늘의 일반세균수는 모두 저장 30일까지 6.0 log CFU/g 수준을 유지하여 저장 전 일반세균수인 6.3 log CFU/g과 비교해 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나 냉동저장구의 일반세균수는 저장기간 경과에 따라 서서히 감소하여 깎 마늘 냉동저장구의 경우 저장 20일째에 5.7 log CFU/g까지 감소하여 냉동저장이 미생물의 증식을 억제하는 경향을 나타내었다. 한편 다진 마늘 상온저장구의 일반세균수는 저장기간에 따라 서서히 증가하여 저장 3일째 7.0 log CFU/g으로 나타나 냉장저장 및 냉동저장에 비해 미생물의 증식이 빠른 편이었다. 저장온도 별로 깎 마늘과 다진 마늘의 일반 세균수를 비교하였을 때 전처리 형태에 따른 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다.

일반세균수는 검체 중에 존재하는 세균 중 표준 한천배지 내에서 발육할 수 있는 세균의 수를 의미하는 것으로 식품미생물 오염의 지표로 사용되며, 인체에 대한 유해성과 직접적인 관련은 적지만 농산물의 생산, 가공 및 유통 상의 위생조건과 잠재적 식품 부패 등을 결정하는데 사용된다(29). 일반적으로 신선편이 제품의 가공과정에서 절단 처리 시 표면에 묻어 있던 미생물이 과육 부위로 옮겨지면서 식품 세포조직의 체액을 영양분으로 활용하여 급격히 증식함으로써 미생물에 의한 부패가 촉진될 수 있다(30). Chang 등(26)은 박피와 절단 등의 공정은 신선편이 가공식품의 품질 수명을 결정

하는 중요한 요소이며 가공 공정에서 미생물 혼입을 제어하기는 극히 어려우므로 초기 미생물의 수준을 감소시키는 것이 중요하다고 하였으며, Hong 등(31)은 단순히 세척 과정만 거처도 절단대파의 초기 세균수를 50~90% 가량 감소시킬 수 있다고 보고하였다. 본 실험에서는 상온저장 한 다진 마늘을 제외하면 깎 마늘과 다진 마늘은 냉장 또는 냉동저장하였을 때 일반세균수의 변화는 일어나지 않는 것으로 나타났으며, 냉동저장은 일반세균수의 증식을 억제하는 경향을 보여 비교적 안전한 것으로 나타났다.

Pyruvic acid 함량

저장기간에 따른 저장온도별 깎 마늘과 다진 마늘의 pyruvic acid 함량을 Fig. 8과 9에 나타내었다. 마늘의 풍미 성분은 무색, 무취의 alliin이 물리적 손상을 받아 세포가 파괴될 때 cysteine-sulfoxide lyase(alliinase, EC. 4.4.1.4)라는 효소의 작용을 받아 allicin과 2개 분자의 pyruvate 및 암모니아로 분해되는 과정에서 생성된다(32). Allicin은 마늘의 독특한 풍미 성분으로서 마늘의 저장이나 가공 중 중요한 품질지표가 될 수 있으나 매우 불안정한 상태로 존재하기 때문에 대개 마늘의 품질지표로 allicin의 구조상 결합물질인 유향성분을 측정하거나 최종분해물질인 ammonia 또는 pyruvic acid를 측정하고 있다(33). 이중에서도 pyruvic acid 함량은

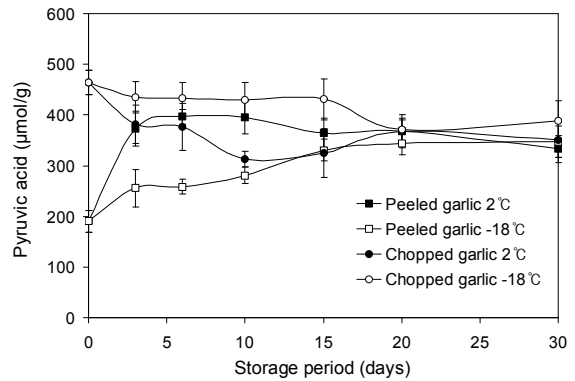


Fig. 8. Changes in pyruvic acid of pre-processed garlic during storage at 2°C and -18°C.

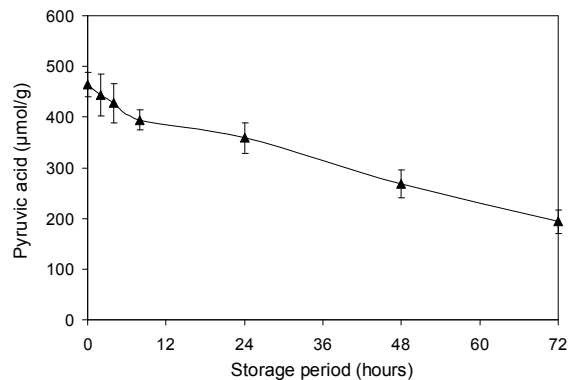


Fig. 9. Changes in pyruvic acid of chopped garlic during storage at 20°C.

마늘 및 양파의 풍미성분과 높은 상관관계를 보이기 때문에 allium속 식물의 풍미성분을 측정하는 간접적인 척도로써 많이 이용되고 있다(34,36).

간 마늘의 pyruvic acid 함량은 저장 전 190.52 $\mu\text{mol/g}$ 에서 냉장저장구의 경우 저장 10일째 394.57 $\mu\text{mol/g}$ 까지 급격히 증가하였다가 이후 비슷한 수준을 유지하였다. 냉동저장구의 경우 저장 15일째까지 지속적으로 증가하여 330.70 $\mu\text{mol/g}$ 에 도달한 이후 큰 변화를 보이지 않았다. 간 마늘의 냉장저장구와 냉동저장구를 비교하였을 때 저장초기에는 냉장저장구의 pyruvic acid 함량이 신속히 증가함으로써 냉장저장구의 pyruvic acid 함량이 냉동저장구보다 높았으나 저장 15일째 냉동저장구의 pyruvic acid 함량이 냉장저장구 수준에 도달한 이후 저장 30일째까지 냉동저장구와 냉장저장구에 따른 차이를 보이지 않았다. 다진 마늘의 경우 저장 전 pyruvic acid 함량이 463.87 $\mu\text{mol/g}$ 이었으며, 냉장저장구의 경우 저장 10일째 312.97 $\mu\text{mol/g}$ 까지 크게 감소하였으나 이후 더 이상의 유의한 변화를 보이지 않았다. 다진 마늘 냉동저장구의 pyruvic acid 함량은 저장 30일째까지 완만한 감소를 지속하여 저장 20일째부터 냉장저장구의 pyruvic acid 함량과 비슷한 수준을 유지하는 것으로 나타났다. 다진 마늘 상온저장구의 경우 pyruvic acid 함량은 상온저장 후 24시간까지 지속적으로 감소하였으며 이후 더 크게 감소하여 저장 72시간째에는 193.89 $\mu\text{mol/g}$ 으로 실험 처리구 중 가장 적은 값을 나타내었으며, 이는 Jeong(35)이 생마늘 페이스트의 pyruvic acid 함량을 측정하였을 때 냉장보다 상온에서 크게 감소하였다는 보고와 일치하였다. 전처리 형태별로 비교하였을 때 저장 전 상태에서는 다진 마늘의 pyruvic acid 함량이 간 마늘보다 2.5배 정도 높게 나타나 큰 차이를 보였으나 저장기간이 경과함에 따라 간 마늘의 pyruvic acid 함량은 증가하는 반면 다진 마늘의 pyruvic acid 함량은 감소하는 경향을 보여 저장 20일째부터는 전처리 형태에 따른 유의한 차이가 나타나지 않았다. Shin 등(19)은 간 마늘의 냉동저장 연구에서 -18°C 에서 저장한 간 마늘의 pyruvic acid 함량이 증가한다고 보고하여 본 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 전처리 형태에 따라 마늘의 저장 전 pyruvic acid 함량이 다르게 나타난 원인은 마늘의 가공처리가 효소 활성에 영향을 미치기 때문인 것으로 보였으며, 다진 마늘의 경우 전처리에 의해 세포가 마쇄됨으로써 이미 초기 효소활성이 높았던 것으로 보였다. Bae 등(14)과 Choi 등(16)은 저장기간이 지날수록 마늘의 pyruvic acid가 감소하였는데 저장 중 온도에 따라 인편의 호흡작용과 맹아엽의 신장 등에 의한 체내 불활성 물질의 활성화가 일어나면서 pyruvic acid 함량이 감소하는 것으로 추정한다고 보고하였다. 한편 여러 연구에서 온도가 높을수록 allinase 활성이 저하하여 alliin으로부터 alliin으로의 분해가 감소한다고 보고되었는데(36-38), 본 실험에서도 높은 온도 때문에 다진 마늘의 pyruvic acid 함량이 상온저장 기간 동안 급격한 감소를 보인 것으로 생각되

었다.

요 약

시중에 유통되고 있는 전처리 가공된 마늘의 저장 중 품질 특성 변화를 알아보고자 간 마늘과 다진 마늘을 구입하여 냉장(2°C), 냉동(-18°C) 온도에서 30일간 저장하면서 품질 특성을 조사하였다. 또한 다진 마늘은 상온(20°C)에서 3일간 품질 특성 조사를 실시하였다. 간 마늘과 다진 마늘의 색도는 저장기간이 경과할수록 L값은 감소하고 a, b값은 증가하여 갈변화가 진전됨을 나타내었다. 간 마늘의 중량감모율은 저장기간에 따라 유의하게 증가하였으며, 냉동저장구의 증가율이 냉장저장구에 비해 높았다. 부패율과 맹아율은 냉동저장구에서는 거의 발생하지 않았으며 냉장저장구는 유의하게 증가하였다. 간 마늘의 경도는 냉동에 의해 급속히 감소하였으나, 냉장 및 냉동온도에서 저장기간에 따른 차이는 없었다. 냉동저장 한 간 마늘과 다진 마늘의 드립로스 또한 저장기간 경과에 따른 유의한 변화를 보이지 않았다. 냉장저장 한 간 마늘과 다진 마늘의 총 세균수는 저장기간에 따른 유의한 변화를 보이지 않았으며, 냉동저장의 경우에는 감소하는 경향을 보였다. 반면 상온저장 한 다진 마늘의 총 세균수는 서서히 증가하는 경향을 보였다. 마늘의 풍미 성분 지표인 pyruvic acid는 다진 마늘의 저장 전 함량이 간 마늘보다 높았다. 저장기간 동안 간 마늘의 pyruvic acid는 증가하였으며 다진 마늘은 감소하는 것으로 나타났으며, 냉장저장이 냉동저장보다 변화폭이 더욱 크게 나타났다. 위의 실험 결과 전처리 가공 형태 및 저장온도가 저장기간 동안 마늘의 품질 특성 변화에 영향을 미치는 것을 알 수 있었고, 마늘의 품질유지를 위해 적절한 저장온도 설정 및 관리가 필요한 것으로 사료되었다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 15대 공동연구사업(과제번호: PJ007211)의 지원에 의해 이루어진 것이며, 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Choi DJ, Lee SJ, Kang MJ, Cho HS, Sung NJ, Shin JH. 2008. Physicochemical characteristics of black garlic (*Allium sativum* L.). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 465-471.
2. Byeon MU, An HJ. 2003. Hygiene of minimum processing fruit and vegetables with ionization energy using during storage and distribution. *Food Preservation and Processing Industry* 2: 71-77.
3. Cho SD, Youn SJ, Kim DM, Kim GH. 2008. Quality evaluation of fresh-cut lettuce during storage. *Korean J Food & Nutr* 2: 28-34.
4. Kwon JY, Kim BS, Kim GH. 2006. Effect of washing methods and surface sterilization on quality of fresh-cut chicory

- (*Clchrium intybus* L. var. *foliosum*). *Korean J Food Sci Technol* 38: 28-34.
5. Lee SH. 2003. Application of electrolyzed water for micro-biological quality control in vegetable salads flow of school food service. *PhD Dissertation*. Dankook University, Seoul, Korea. p 6-12.
 6. Hwang TY, Son SM, Lee CY, Moon KD. 2001. Quality changes of fresh-cut packaged fuji apples during storage. *Korean J Food Sci Technol* 33: 469-473.
 7. Kim GH, Cho SD, Kim DM. 1999. Quality evaluation of minimally processed Asian pears. *Korean J Food Sci Technol* 31: 1523-1528.
 8. Lim JH, Choi JH, Hong SI, Jeong MC, Kim DM. 2005. Quality changes of fresh-cut potatoes during storage depending on the packaging treatments. *Korean J Food Sci Technol* 37: 933-938.
 9. King Jr AD, Bolin HR. 1989. Physiological and micro-biological storage stability of minimally processed fruits and vegetables. *Food Technol* 43: 132-135.
 10. Kim DM. 1999. Extension of freshness of minimally processed fruits and vegetables. *Korean J Hort Sci Technol* 17: 790-795.
 11. Jang HS, Hong GH. 1988. Change of physicochemical quality according to its storage temperature in garlic (*Allium sativum* L.). *Korean J Postharvest Sci Technol* 5: 119-123.
 12. Ryu HJ, Choi EJ, Oh MS. 2004. Changes in quality characteristics of chopped garlic with various storage method. *J Korea Home Economics Assoc* 42: 167-180.
 13. Bae SK, Kim MR. 1998. Storage stability of the concentrated garlic juices with various methods. *Korean J Food Sci Technol* 30: 615-623.
 14. Bae RN, Choi SY, Hong YP. 2009. The qualities of northern and southern ecotype garlic bulbs at different storage temperature. *Korean J Food Preserv* 15 :635-664.
 15. Kwon OH, Ryu JA, Kang DK, Choe SY, Lee HR. 2010. Effect of packaging materials and storage temperature on the quality of dried lotus root (*Nelumbo nucifera* G.). *Korean J Food Preserv* 17: 777-783.
 16. Choi DJ, Lee SH, Kim CB, Yoon JT, Choi SK. 2002. Effects of CA and MA storage on the quality of garlic (*Allium sativum*). *J Kor Soc Hort Sci* 43: 703-706.
 17. Kwon JH, Chung HW, Lee JE, Park NY. 1999. Effect of storage condition on the quality stability of garlic bulbs. *Korean J Postharvest Sci Technol* 6: 137-142.
 18. Choi ST, Chang KS, Lim BS, Lee CS, Kim YB. 1998. Change in physiological properties of garlic (*Allium sativum* L.) by storage and marketing condition after storage. *Korean J Postharvest Sci Technol* 5: 105-110.
 19. Shin DB, Lee YC, Kim JH. 2000. Changes in quality of garlic during frozen storage. *Korean J Food Sci Technol* 32: 102-110.
 20. Kim HS, Choi JH, Lee HJ, Jeong MC, Kim BS, Kim DM. 2010. Quality characteristics of treated with mild heat and minced ginger during storage. *Korean J Food Preserv* 17: 784-792.
 21. Schwimmer S, Weston WJ. 1961. Onion flavor and odor, enzymatic development of pyruvic acid in onion as measure of pungency. *J Agric Food Chem* 9: 301-304.
 22. Cha HS, Youn AR, Kim SH, Jeong JW, Kim BS. 2008. Quality analysis of welsh onion (*Allium fistulosum* L.) as influenced by storage temperature and harvesting period. *Korean J Food Sci Technol* 40: 1-7.
 23. Jeong YC, Park KW. 1994. Effects of variety and bulb size on the quality changes during storage of garlic (*Allium sativum* L.). *J Kor Soc Hort Sci* 35: 131-138.
 24. Park MH, Kim JP, Shin DB. 1988. Studies on cold resistance of garlic bulbs at subzero temperature. *Korean J Food Sci Technol* 20: 200-204.
 25. Kim DJ, Chung MJ, Seo DJ, You JK, Shin TH, Choe M. 2009. Changes of constituent components in selected Korean chestnut (*Castanea crenata* S. et Z.) cultivars by different storage conditions. *J Korean Soc Food Sci Nut* 38: 225-234.
 26. Chang MS, Kim JG, Kim GH. 2011. Quality characteristics of fresh-cut lotus roots according to the temperature of the wash water. *Korean J Food Preserv* 18: 288-293.
 27. Lee HE, Lim CI, Do KR. 2007. Changes of characteristics in red pepper by various freezing and thawing methods. *Korean J Food Preserv* 14: 227-232.
 28. Kang BS, Kim DH, Lee OS. 2008. A study on the changes of pork quality by freezing and thawing methods. *The Korean Journal of Culinary Research* 14: 286-292.
 29. Yu YM, Youn YN, Choi IU. 2007. Biological hazard analysis of leaf vegetables and fruits according to types of cultivation and distribution systems. *Korean J Food Preserv* 14: 35-41.
 30. Hong SI, Son SM, Chung MS, Kim DM. 2003. Storage quality of minimally processed onions as affected by seal-packaging methods. *Korean J Food Sci Technol* 35: 1110-1116.
 31. Hong SK, Jo MN, Kim DM. 2000. Quality attributes of fresh-cut green onion as affected by rinsing and packaging. *Korean J Food Sci Technol* 32: 659-667.
 32. Stroll A, Seebach E. 1951. Chemical investigation on alliin, the specific principle of garlic. *Adv Enzymol* 11: 377-399.
 33. Kim HK, Jo KS, Min BY. 1985. Studies on the improvement of preservation and distribution method in garlic, pepper and onions products. Food Research Business Report, Agriculture & Fishery Development Corporation, Gyeonggi, Korea.
 34. Schwimmer S, Guadagni GD. 1961. Relation between olfactory threshold concentration and pyruvic acid content of onion juice. *J Food Sci* 27: 94-97.
 35. Jeong JH. 1998. Quality change of fresh garlic paste during storage. *Korean J Food & Nutr* 11: 278-282.
 36. Nam GB, Jeong MC, Kim DC, Kim BS, Lee SE. 1995. Quality changes and freshness prolongation of garlic by predrying treatments. *Agric Chem Biotechnol* 38: 334-339.
 37. Schwimmer SDW, Wentrom W, Guadagni GD. 1964. Relation between pyruvate content and odor strength of reconstituted onion powder. *Food Technol* 18: 121-124.
 38. Freeman GG, Whenham RJ. 1975. The use of synthetic (\pm)-S-1-propyl-L-cysteine sulphoxide and of allinase preparations in studies of flavor changes resulting from processing of onion (*Allium cepa* L.). *J Sci Food Agric* 26: 1333-1346.

(2012년 3월 14일 접수; 2012년 5월 29일 채택)