

## 마늘의 출기 및 뿌리절단에 따른 저장 중 품질변화

김종훈 · 김진주 · 정진웅 · 이호준 · 김재능\*

한국식품개발연구원, \*연변과기대학교

### Quality Change of Garlic during Storage by Stem and Root Cutting Treatments

Jong-Hoon Kim, Jin-Ju Kim, Jin-Woong Jeong, Ho-Jun Lee and \*Jai-Neung Kim

Korea Food Research Institute, Songnam 463-420, Korea

\*Department of Biochemical Engineering, Yanbian Univ of Science & Technology, China

#### Abstract

Physicochemical properties of garlic bulb during storage with different cutting treatments were estimated. Garlic harvested in early June was used in this experiments.

Various physicochemical factors of garlic bulb such as weight loss rate, rotten rate, sprouting rate, moisture content, reducing sugar content, and total pyruvate content were investigated. Bulbs with roots, bulb without roots and bulb with stem length of 1cm, 3cm, 5cm were stored at 2°C for eight months. The weight loss increased sharply after 8 months for all treatments. Weight loss occurred most severely in treated garlics with bulbs with 5cm stem length and progressed steadily at low rates in bulbs with 1cm stem length. Also, less decay and internal sprouting were observed in bulbs with 1cm stem length. Cutting treatments of roots were not significant for internal sprouting. Incidence of other chemical properties of bulbs, contents of total sugar, reducing sugar and pyruvic acid were not significant statistically. Moisture contents of treated garlics was remarkably reduced in longer leaving stems. As a result, top-clipped leaving stems 1cm long, seemed to have a beneficial effect on physicochemical properties of garlic stored at 2°C for 8 months possibly due to reduced weight loss, rotten decaying and sprouting rates. Utilization of such results in the processing industry can be effective.

Key words : Garlic, cutting treatments, storage

## 서 론

마늘(*Allium sativum* L.)은 독특한 풍미로 옛날부터 우리 식생활에 중요한 향신료로 사용되어지고 있다. 마늘은 백합과(Liliaceae)에 속하는 다년생 채소로서 우리나라 채소류 중 재배면적으로 볼 때 배추, 무, 고추 다음으로 많이 재배되는 주요 작물(1)이며, 최근 여러가지 약리작용(2-11)과 항균작용(12-14), 항산화 작용(15) 등이 밝혀지면서 생리활성식품으로 널리 이용되고 있다.

우리의 식생활과 밀접한 관계를 가지고 연중 사용되는 마늘은 5월 하순부터 7월 초순에 수확된 후 일정시간 건조된다음 저장되고 있으나 수확시기, 수확방법, 저장조건과 기후 등 여러 가지 환경의 영향으로 발아, 부패, 냉해 등이 발생하며 저장 중 품질변화가 일어나게 된다(16). 이와 관련하여

마늘의 저장성 향상을 위하여 환경기체 조절 포장방법(17), 방사선 조사방법(18), 냉동저장방법(19), 예건 처리방법(20) 등 많은 연구가 이루어져 왔다.

마늘이 생산지에서 저장, 출하되는 형태는 크게 두 가지로 통마늘의 출기를 자르지 않고 50, 100개씩 묶은 접단위 형태와 일정한 길이로 출기를 자른 후 골판지나 그물망으로 포장한 형태이다. 기존 접단위 형태의 경우에는 kg으로 경락값이 결정되고 있는 마늘거래 표준화에 문제점이 발생되고 있고, 마늘의 출기가 소비자로 반입되어 이를 쓰레기는 환경문제를 유발시키고 있다. 최근 이러한 환경문제를 줄이기 위하여 “마늘 포장화 사업”이 서울시와 대형 도매시장에서 시행되고 있다. 마늘 포장화 사업에서는 마늘출기를 제거하여 그물망이나 골판지 상자에 포장출하하는 농민에게 포장비를 지원하거나 비포장마늘을 도매시장내로 반입을 금지하는 등 수확 후 산지에서 마늘의 출기를 절단하여 저장 및 출하하도록 유도하고 있다. 또한 기존의 접단위 형태로 저장될 때에는 넓은 저장 공간이 필요하고, 저장기간 중 변질되어 폐기되는 마늘량도 상당한 점을 고려해 볼 때, 마늘 저장시 필요한 공간과 저장 경비를 줄이고 저장 중 마늘의

Corresponding author : Jong-Hoon Kim, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun, Bundang, Songnam, Kyunggi, 463-420, Korea

E-mail : jhkim@kfri.re.kr

손실을 방지하며 안정된 마늘 공급 가격을 형성하기 위해서는 마늘의 품질변화를 최소화하면서 저장공간을 확보하는 것이 중요하다. 따라서 향후에는 마늘산지에서 수확 후 통마늘의 줄기 및 뿌리를 절단하여 저장하는 방식이 확대될 것으로 판단된다. 그러나 수확 후 줄기 및 뿌리 절단이 저장기간동안 마늘의 품질에 미치는 영향에 대한 연구는 부족한 실정이어서 적절한 절단 부위 및 길이를 확립하지 못하고 있는 실정이다.

최근 국내에서도 마늘의 품질을 유지하고 처리비용을 절감하며 거래단위의 표준화와 마늘포장화 사업을 추진하기 위하여 마늘의 수확 후 생산지에서 마늘의 줄기와 뿌리를 절단하고 세척, 선별, 포장공정을 거쳐 저장 및 출하를 위한 관련 연구가 진행되고 있다. 본 연구는 마늘의 줄기 및 뿌리 절단 시스템 개발 및 저장 기간동안 마늘의 품질변화를 최소화할 수 있는 줄기 및 뿌리 절단 방법의 기초자료로 활용하고자 마늘의 수확 후 줄기 및 뿌리의 절단에 따른 마늘의 저장 중 품질변화를 분석하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

국내에서 재배되는 마늘은 한지형과 난지형으로 분류되며, 한지형 품종은 우리 나라 재래종으로 중북부지방에서 재배되고, 난지형 품종은 중국에서 도입된 남도마늘과 스페인에서 도입된 대서마늘 등으로 남부지방에서 주로 재배된다. 본 실험에서는 국내에서 재배되는 3가지 품종인 재래종, 남도마늘, 대서마늘을 생산지인 의성, 남해, 무안의 생산농가에서 구입하여 사용하였다.

Table 1. Conditions of cutting treatments & storage temperature

Samples	Growing area	Length of leaving stems (cm)	Presence of cutting root	Storage temperature (°C)
A1	Muan	1	non-cutting	2°C
A2		1	cutting	
A3		3	non-cutting	
A4		3	cutting	
A5		5	non-cutting	
B1	Eulseong	1	non-cutting	2°C
B2		1	cutting	
B3		3	non-cutting	
B4		3	cutting	
B5		5	non-cutting	
C1	Namhai	1	non-cutting	2°C
C2		1	cutting	
C3		3	non-cutting	
C4		3	cutting	
C5		5	non-cutting	

### 전처리 및 저장

Table 1은 마늘의 줄기 및 뿌리 절단에 따른 저장 중 품질변화를 분석하기 위하여 본 실험에 사용된 시료 처리구를 나타낸 것으로, 마늘 시료를 품종별로 산지에서 수확 즉시 구입하여 흙을 제거한 후 마늘의 줄기는 1cm, 3cm, 5cm로 절단하였으며, 뿌리는 1cm 이내로 절단한 것과 절단하지 않은 처리구를 실험에 사용하였다. 시료의 줄기와 뿌리의 처리가 완료된 시료는 통풍이 잘되는 그물망에 20kg씩 담아 2°C의 저온저장고에 저장하여 실험에 사용하였다.

### 품질변화분석

마늘의 줄기 및 뿌리 절단에 따른 저장 중 품질변화는 8개월의 저장기간동안 2개월 간격으로 총량감소율, 부폐율, 발아율과 마늘의 주요성분으로서 수분, 총당, 환원당 및 total pyruvate 등을 분석하였다.

총량감소율은 저장전후의 총량을 측정하여 저장초기 총량에 대한 저장기간 총량변화의 비율로 다음과 같은 식을 사용하였다.

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

( $W_i$  : 저장 초기의 중량,  $W_f$  : 2개월 간격으로 측정한 중량)

부폐율은 마늘구 100개를 인편으로 분리한 후 부폐 인편수를 육안으로 판정하여 전 인편수에 대한 백분율로 표시하였다. 발아율은 마늘 100개를 축으로 절단하여 발아된 개체수를 조사 개체수에 대한 백분율로 표시하였다(20).

마늘의 화학적 성분분석에서 수분은 처리구별로 각 부위에서 무작위로 5개씩 채취한 후 인편을 분리하여 세절한 다음 각각 105°C 상압가열 건조법으로 측정하였다. 환원당은 Dinitrosalicylic acid에 의한 비색법(21)으로 환원당량을 구하였으며, 전당은 25%-HCl로 가수분해한 후 같은 방법으로 측정하였다. Total pyruvate 함량은 마늘의 줄기 및 뿌리 절단으로 인하여 저장 중 풍미성분 소실에 미치는 영향을 간접적으로 측정하고자 Schwimmer 등의 방법(22)에 따라 분석하였다. 일정량의 시료에 중류수를 가하여 균질화 시킨 다음 trichloroacetic acid 5mL를 가지고 1시간 방치한 후 여과하고 여액 1mL에 0.0125% dinitrophenylhydrazine 1mL를 가하여 37°C에서 10분간 방치한 다음 0.6N NaOH용액 5mL를 가지고 420nm에서 흡광도를 측정하였으며, 이때의 표준용액은 sodium pyruvate를 0.2 μM/mL의 간격으로 농도 조정하여 사용하였다. 시료의 주요성분 분석은 3회 반복 실시하여 평균값을 나타내었으며, 시료처리구별 저장기간에 따른 유의차는 SAS(statistical analysis system)에 의한 분산분석과 Duncan's multiple range test에 의해 검정하였다(23).

## 결과 및 고찰

### 중량감소율 변화

Fig. 1은 마늘의 줄기 및 뿌리절단에 따른 저장기간 중의 중량감소율 변화를 분석한 결과를 나타낸 것이다. 저장기간 증가에 따른 중량감소율의 변화를 산지별로 비교한 결과 3 품종 중 우리 나라의 육쪽 마늘인 의성산은 무안산 조생종이나 남해산에 비해 가장 낮은 변화를 나타내었다. 이것은 남궁 등(20)이 마늘을 산지별로 6개월 동안 저장하면서 수확 당시의 중량을 기준으로 하여 중량 감소율의 변화를 측정한 결과 의성산 육쪽 마늘이 무안산 조생종 보다 중량 감소율의 변화가 낮게 나타난 것과 일치하는 결과이다. 저장 기간 동안의 의성산, 무안산, 남해산 마늘의 중량 변화를 살펴보면, 저장 4개월까지는 3품종 모두 3% 미만이었으나 6개 월부터 중량이 현저히 감소되어 저장 8개월에는 각각 50.9%, 35.5%, 44.0%로 중량감소율이 가장 크게 나타났다. 줄기 길이와 뿌리절단의 차이에 따른 중량감소율을 비교해 보면, 세 품종 모두 줄기 길이가 1cm인 처리구가 저장 8개월을 기준으로 19%~23% 정도로 중량감소율이 낮게 나타났으며, 줄기길이가 동일한 경우 제거를 했을 때 중량감소율이 감소되었다. 따라서 마늘의 저장기간 중에 중량감소율은 품종에 관계없이 줄기 길이가 길수록, 뿌리는 절단한 처리구에서 크게 나타났다.

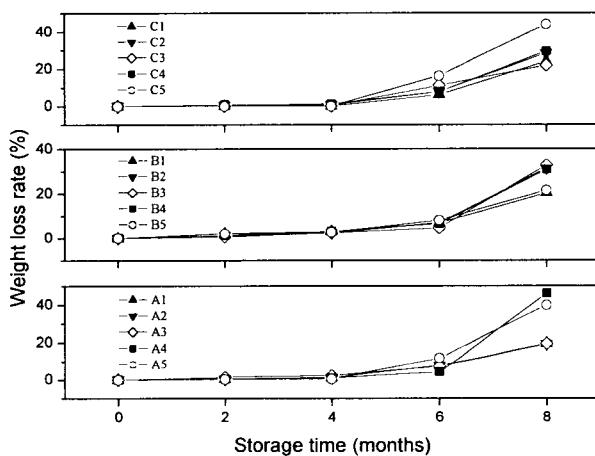


Fig. 1. Changes in weight loss rate during storage of garlics influenced by cutting treatments.

### 부패율 변화

Fig. 2는 저장기간에 따른 처리구별 부패율의 변화를 조사한 결과를 나타낸 것이다. 마늘 품종에 따른 부패율의 변화를 비교했을 때 남해산 마늘은 저장 6개월째 이미 25~33%에 달하는 부패율을 나타났으며, 반면에 무안산은 처리구에

다소 차이는 있으나 저장기간 8개월에도 부패율이 13%로 마늘 품종별 부패율은 남해, 의성, 무안 순으로 높게 나타나 품종에 따른 부패율의 차이가 나타났다. 줄기 길이에 따른 부패율을 변화는 모든 품종에서 줄기 길이가 길어질수록 부패율이 큰 것으로 나타났다. 저장기간 8개월째 부패율은 무안산의 경우 줄기 길이가 1cm, 3cm, 5cm일 때 각각 12.8%, 20.0%, 23.0%로 나타났으며, 남해산은 각각 48.8%, 70.3%, 85.1%로 줄기 길이가 길수록 부패율이 현저히 증가되었다. 또한 뿌리 절단에 따른 부패율은 무안산, 의성산 모두 동일한 줄기 길이에서 뿌리를 제거한 경우 부패율이 증가하는 것으로 나타났다. 특히 줄기길이가 1cm인 무안산 마늘은 저장 8개월 이후 12.8%가 부패되었으나, 동일길이의 줄기에서 뿌리를 절단한 처리구에서는 16.0%가 부패된 것으로 나타났다. 또한 줄기 길이가 3cm인 처리구는 부패율이 20.0%였으나 뿌리를 제거한 처리구는 77.8%로 나타나 뿌리절단 유무에 따른 현저한 차이를 보였다. 그 외 남해산 마늘은 뿌리 절단 처리에 따른 저장기간 중에 부패율에서 큰 변화를 나타내지 않았다. 마늘은 저장 중 부패율로 인한 손실이 큰 것으로 알려져 있는 데, 송 등에 따르면 저장 중 발생되는 병해충은 주로 마른 썩음병을 일으키는 *Fusarium oxyperum*과 푸른 곰팡이병인 *Penicillium hirsutum*으로 발표하였으며, 저장 중 자연건조보다는 열풍건조 방식이 부패율을 감소시킬 수 있다고 하였다(24). 이러한 마늘의 부패는 대부분 저장 방식에 따른 현저한 차이를 보이는 것으로 알려져 있는데 마늘의 부폐현상은 발아여부와 큰 상관이 없이 저장 온도와 상대습도의 영향을 많이 받는 것으로 생각되며, 저장 중 부폐율을 줄이기 위해서는 저온 정온에서 저장하는 것이 적당한 것으로 보고되고 있다(25). 따라서 마늘 저장 시 줄기절단과 더불어 적정 저장온도를 유지한다면 부폐율 감소 등 마늘의 저장성을 향상시킬 것으로 판단된다.

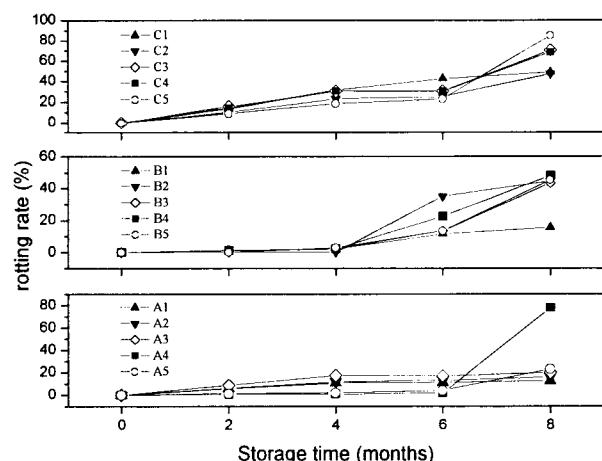


Fig. 2. Changes in rotting rate during storage of garlics influenced by cutting treatments.

### 발아율 변화

Fig. 3은 마늘의 줄기 및 뿌리절단에 따른 저장기간 중의 발아율 변화를 조사한 결과이다. 발아율은 저장 6개월 째 급속히 증가하였으며 품종별 처리구 중 줄기 길이가 발아율에 미치는 영향은 큰 것으로 나타났다. 줄기 길이가 5cm일 때 무안, 의성, 남해산 마늘의 8개월째 발아율은 각각 85.7%, 79.5%, 66.0%로 줄기길이 1cm일 때 각각 47.4%, 58.2%, 45.6%인 것과는 큰 차이를 보였다. 뿌리 절단이 발아율에 미치는 영향은 일관성 있는 경향이 나타나지 않았으며, 뿌리 절단의 처리가 저장기간 동안의 발아율에 미치는 영향은 미비한 것으로 판단되었다. 마늘의 발아율은 온·습도에 민감한 것으로 알려져 있는데 선행 연구들에서 온도를 낮게 해 줌으로써 어느 정도 발아를 억제시킬 수 있다고 하였다. 현재까지 마늘의 줄기나 뿌리가 인편의 물리적 특성에 어떠한 영향을 미치는 가에 대한 연구가 부족한 실정이나, 수확시기에 있는 마늘의 부위별 함수율은 줄기의 수분은 88.0%, 마늘 인편은 72.0%, 그 외 뿌리는 55.0%로(26) 수분을 가장 많이 함유하고 있는 줄기 부분이 저장 기간동안 인편의 물리적 특성과 발아율에 많은 영향을 미칠 수 있다고 판단되어 진다.

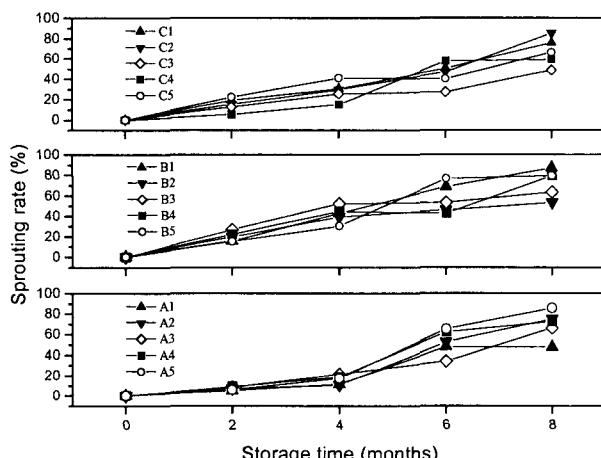


Fig. 3. Changes in sprouting rate during storage of garlics influenced by cutting treatments.

### 수분함량의 변화

저장 중 통마늘의 수분함량의 변화를 Table 2에 나타내었다. 저장기간이 증가함에 따라 수분함량은 감소하는 경향을 나타내고 있으며, 2~4개월의 저장기간에서 초기 수분함량과 유의적인 차이를 나타내고 있다. 줄기길이에 따른 수분함량의 변화를 보면 줄기길이가 3cm 시료가 무안, 의성, 남해 품종에서 각각 4개월, 4개월, 6개월에서 유의적인 차이를 나타내어 저장기간 중 수분함량의 변화가 다른 시료보다 적은 것으로 나타났다. 또한 뿌리 절단에 따른 저장 중 수분

함량의 변화는 줄기길이가 1cm인 시료에서 유의적인 차이를 보이는 저장기간을 비교하여 보면 무안산의 경우 저장기간 4개월로 차이가 나타나지 않았으며, 의성산에의 경우에도 뿌리의 절단에 따른 수분함량 변화의 유의적인 차이는 나타나지 않았고, 남해산에서는 뿌리를 절단하지 않은 시료가 수분함량의 변화가 적은 것으로 나타났다. 즉, 마늘의 뿌리의 절단이 저장 중 수분함량 변화에 직접적인 영향을 미치지는 않는 것으로 판단되었다.

Table 2. ANOVA of postharvest cutting treatment effects on the changes in moisture contents during storage of garlic bulbs

Samples	Storage time (months)				
	0	2	4	6	8
A1	68.56 <sup>1a2)</sup>	67.56 <sup>ab</sup>	66.52 <sup>b</sup>	64.31 <sup>c</sup>	67.79 <sup>a</sup>
A2	67.96 <sup>a</sup>	66.26 <sup>ab</sup>	65.69 <sup>bc</sup>	62.28 <sup>c</sup>	65.82 <sup>b</sup>
A3	68.79 <sup>a</sup>	68.26 <sup>a</sup>	67.78 <sup>b</sup>	63.63 <sup>d</sup>	65.53 <sup>c</sup>
A4	68.56 <sup>a</sup>	67.86 <sup>a</sup>	65.12 <sup>b</sup>	63.75 <sup>bc</sup>	60.03 <sup>c</sup>
A5	56.05 <sup>a</sup>	67.26 <sup>b</sup>	66.79 <sup>bc</sup>	62.33 <sup>c</sup>	66.07 <sup>bc</sup>
B1	66.28 <sup>a</sup>	65.23 <sup>b</sup>	62.86 <sup>d</sup>	61.76 <sup>d</sup>	63.09 <sup>c</sup>
B2	66.389 <sup>a</sup>	63.12 <sup>b</sup>	61.23 <sup>bc</sup>	60.37 <sup>c</sup>	62.71 <sup>b</sup>
B3	67.98 <sup>a</sup>	66.25 <sup>a</sup>	65.70 <sup>b</sup>	65.53 <sup>b</sup>	65.32 <sup>b</sup>
B4	66.23 <sup>a</sup>	63.28 <sup>b</sup>	61.99 <sup>c</sup>	60.31 <sup>c</sup>	61.48 <sup>c</sup>
B5	67.56 <sup>a</sup>	65.23 <sup>ab</sup>	64.36 <sup>b</sup>	59.72 <sup>c</sup>	65.34 <sup>ab</sup>
C1	66.67 <sup>a</sup>	64.18 <sup>ab</sup>	62.00 <sup>b</sup>	57.50 <sup>c</sup>	58.88 <sup>c</sup>
C2	66.29 <sup>a</sup>	60.12 <sup>b</sup>	57.93 <sup>c</sup>	58.44 <sup>bc</sup>	61.66 <sup>b</sup>
C3	66.89 <sup>a</sup>	62.39 <sup>c</sup>	58.93 <sup>cd</sup>	57.54 <sup>d</sup>	64.61 <sup>b</sup>
C4	68.98 <sup>a</sup>	67.41 <sup>a</sup>	66.18 <sup>ab</sup>	59.29 <sup>c</sup>	61.11 <sup>b</sup>
C5	66.35 <sup>a</sup>	61.78 <sup>b</sup>	56.99 <sup>c</sup>	60.96 <sup>b</sup>	64.11 <sup>a</sup>

1) Mean value (n=3)

2) Means with same letter in the same row are not significantly different( $p<0.05$ ) by Duncan's multiple test.

### 전당 및 환원당 함량의 변화

Table 3은 처리구별 저장기간에 따른 전당의 변화를 분석한 결과로서, 저장기간이 증가할수록 전당함량이 감소하는 경향이 나타났다. 권 등(25)은 저장 초기 신선한 마늘의 전당 및 환원당의 함량은 각각 18.9%, 1.0% 정도이며, 저장기간의 경과에 따라 전당 함량이 감소하는 것은 마늘의 발아, 호흡 등으로 인한 저장물질의 소모 때문으로 알려지고 있다. Table 3에서 전당은 대부분의 처리구에서 저장기간 4개월에서 유의적인 차이가 나타났으며, 줄기길이가 3cm인 처리구에서 전당의 변화가 적은 것으로 분석되었다. 무안, 의성산의 경우에는 뿌리를 절단한 시료가 전당의 변화가 적은 것으로 나타났으며, 특히 무안산 줄기길이가 3cm이고 뿌리를 절단한 시료는 저장기간 8개월에서 전당 변화의 유의적인 차이가 나타났다.

**Table 3. ANOVA of postharvest cutting treatment effects on the changes in total sugar contents during storage of garlic bulbs**

Samples	Storage time (months)				
	0	2	4	6	8
A1	18.51 <sup>1)a2)</sup>	17.45 <sup>a</sup>	16.22 <sup>b</sup>	14.79 <sup>c</sup>	13.71 <sup>c</sup>
A2	18.42 <sup>a</sup>	17.80 <sup>a</sup>	17.25 <sup>b</sup>	17.59 <sup>ab</sup>	17.53 <sup>b</sup>
A3	18.40 <sup>a</sup>	17.40 <sup>b</sup>	17.89 <sup>a</sup>	15.78 <sup>c</sup>	15.61 <sup>c</sup>
A4	18.62 <sup>a</sup>	18.52 <sup>a</sup>	17.13 <sup>ab</sup>	17.70 <sup>ab</sup>	16.21 <sup>b</sup>
A5	18.43 <sup>a</sup>	18.20 <sup>ab</sup>	18.30 <sup>a</sup>	15.62 <sup>b</sup>	14.63 <sup>c</sup>
B1	18.61 <sup>a</sup>	18.20 <sup>a</sup>	17.03 <sup>b</sup>	13.43 <sup>bc</sup>	12.80 <sup>c</sup>
B2	18.67 <sup>a</sup>	17.63 <sup>ab</sup>	16.41 <sup>b</sup>	16.20 <sup>b</sup>	16.09 <sup>b</sup>
B3	18.51 <sup>a</sup>	17.40 <sup>ab</sup>	16.23 <sup>b</sup>	13.35 <sup>c</sup>	12.50 <sup>d</sup>
B4	18.60 <sup>a</sup>	18.51 <sup>ab</sup>	18.60 <sup>a</sup>	16.92 <sup>b</sup>	15.10 <sup>b</sup>
B5	18.90 <sup>a</sup>	18.40 <sup>a</sup>	18.12 <sup>ab</sup>	14.64 <sup>c</sup>	13.60 <sup>c</sup>
C1	19.10 <sup>a</sup>	18.59 <sup>ab</sup>	17.76 <sup>b</sup>	12.46 <sup>d</sup>	13.20 <sup>c</sup>
C2	19.10 <sup>a</sup>	18.40 <sup>ab</sup>	17.87 <sup>b</sup>	11.23 <sup>c</sup>	10.54 <sup>c</sup>
C3	19.21 <sup>a</sup>	19.11 <sup>a</sup>	18.50 <sup>ab</sup>	9.87 <sup>c</sup>	8.21 <sup>c</sup>
C4	18.51 <sup>a</sup>	17.23 <sup>a</sup>	15.90 <sup>b</sup>	10.05 <sup>c</sup>	9.59 <sup>c</sup>
C5	18.40 <sup>a</sup>	16.50 <sup>ab</sup>	15.83 <sup>b</sup>	10.17 <sup>c</sup>	8.50 <sup>d</sup>

<sup>1)</sup> Mean value (n=3)

<sup>2)</sup> Means with same letter in the same row are not significantly different(p<0.05) by Duncan's multiple test.

**Table 4. ANOVA of postharvest cutting treatment effects on the changes in reducing sugar contents during storage of garlic bulbs**

Samples	Storage time (months)				
	0	2	4	6	8
A1	1.01 <sup>1)c2)</sup>	1.08 <sup>c</sup>	1.08 <sup>c</sup>	3.43 <sup>b</sup>	4.25 <sup>a</sup>
A2	0.92 <sup>d</sup>	0.96 <sup>cc</sup>	0.97 <sup>c</sup>	2.96 <sup>b</sup>	3.78 <sup>a</sup>
A3	1.12 <sup>c</sup>	1.11 <sup>c</sup>	1.12 <sup>c</sup>	2.71 <sup>b</sup>	3.45 <sup>a</sup>
A4	1.08 <sup>b</sup>	1.07 <sup>b</sup>	1.07 <sup>b</sup>	3.55 <sup>a</sup>	3.56 <sup>a</sup>
A5	1.12 <sup>b</sup>	1.10 <sup>b</sup>	1.03 <sup>b</sup>	3.54 <sup>a</sup>	3.51 <sup>a</sup>
B1	1.00 <sup>c</sup>	1.10 <sup>cd</sup>	0.98 <sup>d</sup>	3.45 <sup>b</sup>	3.69 <sup>a</sup>
B2	0.91 <sup>c</sup>	1.00 <sup>b</sup>	0.98 <sup>c</sup>	4.01 <sup>bc</sup>	4.38 <sup>a</sup>
B3	1.06 <sup>bc</sup>	1.05 <sup>c</sup>	1.05 <sup>c</sup>	4.34 <sup>a</sup>	4.32 <sup>a</sup>
B4	1.06 <sup>c</sup>	1.06 <sup>c</sup>	1.05 <sup>c</sup>	3.08 <sup>b</sup>	3.19 <sup>a</sup>
B5	0.99 <sup>c</sup>	1.10 <sup>b</sup>	0.99 <sup>c</sup>	3.44 <sup>a</sup>	3.39 <sup>ab</sup>
C1	1.04 <sup>c</sup>	1.22 <sup>c</sup>	0.95 <sup>d</sup>	2.52 <sup>b</sup>	2.89 <sup>a</sup>
C2	1.03 <sup>bc</sup>	1.01 <sup>bc</sup>	0.89 <sup>c</sup>	2.45 <sup>b</sup>	2.86 <sup>a</sup>
C3	1.03 <sup>cd</sup>	1.56 <sup>c</sup>	1.00 <sup>d</sup>	2.23 <sup>b</sup>	3.59 <sup>a</sup>
C4	0.97 <sup>d</sup>	1.20 <sup>cd</sup>	1.31 <sup>c</sup>	2.73 <sup>b</sup>	3.65 <sup>a</sup>
C5	1.10 <sup>d</sup>	1.00 <sup>d</sup>	1.22 <sup>c</sup>	2.33 <sup>b</sup>	3.41 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Mean value (n=3)

<sup>2)</sup> Means with same letter in the same row are not significantly different(p<0.05) by Duncan's multiple test.

Table 4는 처리구별 저장기간에 따른 환원당 변화의 분석 결과로서, 전당 함량과는 반비례적으로 저장기간이 증가할

수록 환원당 함량이 증가하는 경향이 나타났으며, 저장기간 6개월에서 증가폭이 크게 나타났다. 이러한 경향은 저장기산 중 마늘의 발아현상과 함께 저장 다양류가 분해되어 단당류가 상대적으로 증가되는 것으로 여겨진다. 줄기길이와 뿌리절단에 따른 저장기간 중 환원당의 변화는 시료간 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 마늘의 줄기 길이 및 뿌리절단은 환원당 함량에 그다지 큰 영향을 미치지 않는 것으로 생각되며, 저장생체에 있어서 호흡, 발아 등 생활작용의 억제는 저장물질의 분해를 방지하여 신선한 상태로의 품질보존을 가능하게 하므로 인위적인 방법에 의해 생활작용을 조절하는 것이 필요하다고 판단된다.

**Table 5. ANOVA of postharvest cutting treatment effects on the changes in pyruvic acid contents during storage of garlic bulbs**

Samples	Storage time (months)				
	0	2	4	6	8
A1	144.25 <sup>1)a2)</sup>	142.36 <sup>ab</sup>	130.59 <sup>b</sup>	130.50 <sup>b</sup>	130.50 <sup>b</sup>
A2	144.31 <sup>ab</sup>	144.39 <sup>ab</sup>	144.94 <sup>ab</sup>	145.80 <sup>a</sup>	139.59 <sup>b</sup>
A3	143.26 <sup>a</sup>	140.23 <sup>b</sup>	135.25 <sup>bc</sup>	134.10 <sup>c</sup>	135.60 <sup>bc</sup>
A4	143.65 <sup>a</sup>	141.82 <sup>b</sup>	133.78 <sup>c</sup>	133.50 <sup>c</sup>	130.56 <sup>d</sup>
A5	143.25 <sup>a</sup>	138.29 <sup>b</sup>	129.75 <sup>c</sup>	120.70 <sup>cd</sup>	119.98 <sup>d</sup>
B1	145.21 <sup>ab</sup>	145.22 <sup>ab</sup>	145.73 <sup>a</sup>	144.60 <sup>b</sup>	140.21 <sup>c</sup>
B2	143.28 <sup>a</sup>	140.71 <sup>b</sup>	131.68 <sup>c</sup>	130.50 <sup>c</sup>	129.99 <sup>d</sup>
B3	143.75 <sup>a</sup>	141.00 <sup>b</sup>	139.25 <sup>bc</sup>	135.20 <sup>c</sup>	132.59 <sup>d</sup>
B4	145.63 <sup>b</sup>	145.39 <sup>bc</sup>	147.17 <sup>a</sup>	146.50 <sup>ab</sup>	140.36 <sup>c</sup>
B5	143.21 <sup>a</sup>	137.16 <sup>b</sup>	133.63 <sup>c</sup>	135.50 <sup>bc</sup>	134.23 <sup>c</sup>
C1	142.56 <sup>a</sup>	140.23 <sup>ab</sup>	130.35 <sup>b</sup>	129.60 <sup>c</sup>	128.53 <sup>d</sup>
C2	142.89 <sup>a</sup>	142.23 <sup>a</sup>	136.84 <sup>b</sup>	135.20 <sup>bc</sup>	132.29 <sup>c</sup>
C3	143.21 <sup>a</sup>	142.36 <sup>b</sup>	135.45 <sup>b</sup>	134.80 <sup>b</sup>	134.25 <sup>b</sup>
C4	144.88 <sup>a</sup>	142.55 <sup>bc</sup>	143.75 <sup>b</sup>	142.10 <sup>bc</sup>	140.00 <sup>c</sup>
C5	143.56 <sup>ab</sup>	144.00 <sup>a</sup>	145.80 <sup>a</sup>	142.00 <sup>b</sup>	138.56 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup> Mean value (n=3)

<sup>2)</sup> Means with same letter in the same row are not significantly different(p<0.05) by Duncan's multiple test.

### Total pyruvate 함량의 변화

마늘의 품질지표로 매운맛 지시성분인 피루비산의 함량을 분석하였다. 마늘의 품미성분은 무색, 무취의 allin이 물리적 손상을 받아 세포가 파괴될 때 cystein sulfoxide lyase (allinase)라는 효소의 작용을 받아 allicin, pyruvate 및 ammonia를 생성한다(26). allicin은 마늘의 독특한 품미성분으로서 마늘의 저장이나 가공 중 중요한 품질 지표가 될 수 있으나 매우 불안정한 상태로 존재하기 때문에 보통 allicin의 구조상 결합물질인 유황성분을 측정하거나 최종 분해물질인 ammonia나 pyruvic acid를 측정하고 있다. 이중에서도 pyruvic acid 함량은 마늘 및 양파의 품미성분과 높은 상관 관계가 있어 allium속 식물의 품미성분을 측정하는 간접적인

척도로서 많이 이용되고 있다. Table 5는 마늘의 줄기 및 뿌리절단에 따른 저장기간 중 피루빅산의 함량의 변화를 분석한 결과로서, 피루빅산의 함량은 저장 일수가 길어짐에 따라 모든 처리구에서 감소하는 경향이 나타났다. 무안산의 경우에는 줄기길이 1cm, 뿌리를 절단한 시료가 저장기간 8개월에서 유의적인 차이를 보임으로서 저장기간 중 피루빅산의 함량의 변화가 가장 적은 것으로 나타났으며, 의성산과 무안산의 경우에는 줄기길이 1cm, 뿌리를 절단하지 않은 시료와 줄기길이가 5cm인 시료가 각각 4개월에서 유의적인 차이가 나타나 저장기간 중 피루빅산의 함량의 변화가 가장 적은 것으로 나타났다. 그러나 본 실험에서는 마늘의 줄기길이 및 뿌리절단에 따른 저장기간 중 피루빅산의 함량의 변화에 대한 유의적인 차이가 나타나지 않음으로서 마늘의 줄기길이 및 뿌리절단 처리가 저장 중 피루빅산의 함량의 변화에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었다.

## 요 약

마늘의 수확 후 줄기 및 뿌리의 절단이 마늘의 저장 중 물리, 화학적 특성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 무안산(스페인산)과 의성산(재래종), 남해산(중국산) 마늘을 각각 1cm, 3cm, 5cm의 줄기를 남기고 절단한 것과 뿌리를 1cm 이내로 절단한 것과 절단하지 않은 처리구에 대하여 2°C 저장온도에서 8개월의 저장기간동안 중량감소율, 부패율, 발아율, 전당, 환원당 및 피루빅산의 함량 변화를 분석하였다.

실험결과 줄기 길이가 긴 처리구 일수록 중량감소율, 부패율, 발아율이 저장 8개월 째 유의적으로 크게 증가한 것으로 나타났으며, 인편의 합수율은 중량 감소율 증가와 더불어 저장 기간이 길어질수록 급격히 감소하였다. 전당의 함량은 저장기간이 증가함에 따라 감소하고, 환원당은 그 반대로 증가하는 경향이 나타났으나 피루빅산의 함량과 더불어 줄기 절단 및 제근에 따른 처리구간 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 따라서 줄기 절단은 그 길이에 상관없이 당함량 및 피루빅산에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 보였으며, 전반적으로 줄기를 1cm 남기고 절단한 처리구가 가장 저장성이 좋은 것으로 판단되었다. 그 외 제근 처리는 중량감소율과 부패율에만 다소 영향을 미치는 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서는 마늘 수확 후 저장고 반입시 부피의 대부분을 차지하는 줄기를 많이 남겨놓을 수록 오히려 마늘의 중량감소율, 부폐율, 발아율에 좋지 않는 영향을 미치는 것으로 나타나, 농가에서는 불필요한 줄기를 절단하여 저장함으로써 마늘의 호흡 및 발아를 억제함과 동시에 부피감소를 통한 경제적인 이익을 얻을 수 있을 것이라 판단되었다.

## 감사의 글

본 연구는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업 연구비에 의해 이루어진 결과의 일부로서, 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

- Lee, T.B. (1979) Illustrated flora of korea. Hangmunsa, Seoul, Korea, 203
- Sharma, K.K., Sharma, A.L., Dwivedi, K.K. and Sharma, P.K. (1976) Effect of raw and boiled garlic on blood cholesterol in butter fat lipacmia. Ind. J. Nutr. Dietet., 13, 7-10
- Chi, M.S., Koh, E.T. and Stewart, T.J. (1982) Effects of garlic on lipid metabolism in rats fed cholesterol or lard. J. Nutr., 122, 241-248
- Dipaolo, J.A. and Carruthers, C. (1960) The effect of allicin from garlic on tumor growth. Cancer Res., 20, 431-434
- Belman, S. (1983) Onion and garlic oils inhibit tumor promotion. Carcinogenesis, 4, 1063-1065
- Son, H.S. and Hwang, W.I. (1990) A study on the cytotoxic activity of garlic(*Allium sativum*)extract against cancer cells. Korean J. Nutrition, 23, 135-147
- Hwang, W.I., Lee, S.D., Son, H.S., Baik, N.G. and Ji, R.H. (1990) Effect of fresh garlic extract on the tumor cell growth and immunopotentiation activity. J. Korean Soc. Food Nutr., 19(5), 494-508
- Kamanna, V.S. and Chandrasekhara, N. (1983) Biochemical and physiological effects of garlic(*Allium sativum Linn.*). J. Scient. Ind. Res., 42, 353-357
- Hiroyuki, N., Wajaya, C.H. and Mizutani J. (1988) Flavor components and antithrombotic agents: vinylidithiins Allium victorialis L.. J. Agric. Food Chem., 36, 563-566
- Jain, R.C. (1977) Effects of garlic on serum lipids, coagubility and fibrinolytic activity of blood. Am. J. Cli., 39, 1380-1385
- Kim, E.S. and Chun, H.J. (1993) The anticarcinogenic effect of garlic juice against DMBA induced carcinoma in the hamster buccal pouch. J. Korean Soc. Food Nutr., 22, 398-403
- Cavallito, C.J. and Bailey, J.H. (1944) Alliin, the antibacterial principle of *Allium sativum*, (I) Isolation, physical properties, and antibacterialaction. J. Am. Chem. Soc. 66, 1950-1951

13. Ji, W.D., Jeong, M.S., Choi, U.K., D.H. and Chung, Y.G. (1988) Growth inhibition of garlic(*Allium sativum L.*) juice on the microorganism. *Agri. Chem. & Biotech.*, 41, 1-5
14. Al-Delaimy, K. S. and M-Brakat, M. (1970) Antimicrobial and preservative activity of garlic on fresh ground carnel meat. ( I ) Effect of fresh ground garlic segments. *J. Sci. Food Agric.*, 21, 110-112
15. Kim, S.M., Kubota, K. and Kobayashi, A. : Antioxidative activity of sulfur-containing flavor compounds in garlic. *Biosci. Biotech. Biochem.*, 61, 1482-1485(1997)
16. Park, M.H., Kim, J.P. and Shin, D.H. (1988) Studies on the optical conditions for storage of fresh garlic bulbs. *Korean J. Food Sci, Technol.*, 20, 213-217
17. Hong, S.I., Kim, Y.J. and Park, N.H. (1994) Changes of gas composition in package of fresh garlic by packing materials. *Korean J. Food Sci, Technol.*, 26, 713-717
18. Kwon, J. H., Byun, M. W. and Cho, H. O. (1985) Effects of gamma irradiation dose and timing of treatment after harvest on the storeability of garlic bulbs. *Journal of food science.*, 50, 379-381
19. Shin, D.B., Lee, Y.C. and Kim, J.H. (2000) Changes in quality of garlic during frozen storage. *Korean J. Food Sci, Technol.*, 32, 102-110
20. Nahmgung, B., Jeong, M. C., Kim, B. S. and Lee, S. E. (1995) Quality changes and freshness prolongation og garlic by predrying treatments. *Agricultural chemistry and Biotechnology.*, 38, 334-339
21. Colowick, S. P. and Kaplan, N. O. (1995) Methods in Enzymology. Academic Press. Inc. New York, 1, p.149
22. Schwimmer, S. and Weston, W. J. (1961) Enzymatic development of pyruvic acid in onion as a measure of pungency. *J. Agric. Food. Chem.*, 9, 301-304
23. SAS Institute Inc. (1985) SAS procedures guide for personal computer, version 6 edition. Cary, NC, USA
24. 송정춘, 박용환, 윤인화, 한관주 (1980) 비축농산물 저장 연구 사업보고서. 농촌진흥청, 191
25. Kwon, J.H., Chung, H.W., Lee, J.E. and Park, N.Y. (1999) Effect of storage conditions on the quality stability of garlic bulbs. *Korean. J. Postharvest Sci. Technol.*, 6, 137-142
26. Stoll, A. and Seebek, E. (1951) Chemical investiations on allin the specific principle of garlic. *Adv. Enzymol.*, 11, 377-379

(접수 2002년 9월 20일)