

## 마늘의 저온저장 후 2차 건조가 품질에 미치는 영향

녕효봉<sup>1\*</sup> · 강태환<sup>2\*</sup> · 박종원<sup>3</sup> · 한충수<sup>4†</sup>

<sup>1</sup>선양농업대학교 농업기계학과, <sup>2</sup>공주대학교 생물생산기계공학전공  
<sup>3</sup>국립농업과학원 농업공학부, <sup>4</sup>충북대학교 바이오시스템공학과

### Secondary Drying Effects on Garlic Quality after Low Temperature Storage

Xiao Feng Ning<sup>1\*</sup>, Tae Hwan Kang<sup>2\*</sup>, Jong Won Park<sup>3</sup>, and Chung Su Han<sup>4†</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Agricultural Mechanization Engineering, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110-866, China

<sup>2</sup>Major in Bio-Industry Mechanical Engineering, Kongju National University, Chungnam 340-702, Korea

<sup>3</sup>Dept. of Agricultural Engineering, NAAS, Gyeonggi 441-707, Korea

<sup>4</sup>Dept. of Biosystems Engineering, Chungbuk National University, Chungbuk 361-763, Korea

**ABSTRACT** The purpose of this study was to investigate secondary drying effects on garlic quality, and to define the optimal secondary drying conditions for garlic preservation. The secondary drying tests used garlic that was naturally dried once and stored at low temperature. After secondary drying, the garlic was stored in a warehouse at room temperature. Tests were performed at different low-temperature storage periods (60, 105, 150, 195, and 240 days), secondary drying temperatures (35 and 40°C), drying times (1, 2, 3 days), and room temperature storage periods (15, 30, and 45 days). The results were compared with a non-secondary drying condition control. In general, the 40°C-2 days dry conditions showed the lowest weight-loss rate (5%) and rotting rate during room temperature storage. The sprouting rate increased by 20% during the initial 15 day-room temperature storage, along with a small increase after 30 days of room temperature storage. Increases in drying temperature and the period of secondary drying conditions caused a decrease in firmness. In addition, the sprouting rate was 10% higher, and rotting rate 5~10% higher, for the non-drying condition, compared to drying conditions. Based on our results, the 40°C-2 days drying condition is the optimal secondary drying condition for garlic storage.

**Key words:** garlic, low temperature storage, secondary drying, sprouting rate, rotting rate

## 서 론

마늘은 양파, 파, 부추와 같은 백합과에 속하는 다년초 작물로 원산지는 중앙아시아로 알려져 있으며, 우리나라에는 중국을 통해서 전래된 것으로 알려져 있다. 마늘은 통일 신라시대 마늘밭에서 후농제를 지냈다는 기록이 있어 이 시대에 이미 식용작물로 이용되어 온 양념채소 중 하나이다. 그리고 마늘의 주성분인 알리신(allicin)은 살균 및 항균작용, 고혈압 개선에 효과가 있으며, 유기성 게르마늄과 셀레늄 등은 암 예방 효과가 있기 때문에 건강식품으로서도 각광을 받고 있다(1-3).

이러한 생리적 활성화 향신식품으로서 중요한 가치를 지닌 마늘을 이미 삼국시대부터 그 품질은 보존하기 위하여 수확 후 엮어 두었다가 겨울에는 왕겨와 쌓아 보관하였다는 기록이 있다. 그 이후 일반 농가에서는 온습도의 조절 없이

통풍이 양호한 곳에 재래적인 방법으로 저장하여 왔다.

우리나라의 마늘 생산량은 2008년 375,463톤, 2009년 357,278톤, 2010년 271,560톤, 2011년 295,002톤(4) 정도이고 대개 5월 하순부터 7월 초순 사이에 수확한다. 마늘은 수확 직후 수분함량은 80% 내외로 높으며, 생리적으로 증산 및 호흡작용이 활발하기 때문에 수확한 상태로 저장하면 미생물이 번식할 우려가 높고, 부패율 또한 증가하게 된다. 따라서 저장 중 마늘의 품질을 유지하면서 장기간 보관하기 위하여 수확 후 30~40°C에서 예건하면 기존의 건조하지 않은 마늘에 비해 부패율이 상당히 감소하는 것으로 알려져 있다(5). 또한 최근에는 건강식품으로서의 성 강화를 위해 열처리를 하면 마늘의 주요 성분인 총 폴리페놀 함량이 증가하는 것으로 보고되고 있다(6).

마늘을 저장하는 방법으로는 함수율을 60~65% 되도록 예건 후 마늘의 빙점에 근접한 온도인 -4°C에서 저온저장하는 방법이 있다. 이렇게 저온저장 된 마늘은 실온 및 0°C에서 저장하는 것보다 무게 감소율 및 맹아율이 낮고, 동해가 없으며, 장기간 고품질이 유지되는 것으로 보고되어 있다(7). 그리고 마늘 저장 중 오존처리를 하면 초기 에틸렌 가스

Received 15 October 2012; Accepted 5 February 2013

\*These authors contributed equally to this work.

†Corresponding author.

E-mail: hansu@cbnu.ac.kr, Phone: 82-43-261-2580

발생량을 감소시키고 환원당 함량을 낮추며, 병인편률 및 부패율 등을 낮출 수 있다고 보고되어 있다(8).

일반적인 농가에서의 마늘저장법은 상온 상태에서 자연 예건 후 0~4°C에서 저온저장 하는 방법이 널리 이용되고 있다. 그러나 마늘은 저온저장 후 대부분 상온상태에서 유통되거나 보관되는 경우가 많으며, 상온에 노출된 마늘은 휴면이 일찍 타파되어 맹아의 성장이 촉진되고 시간이 경과함에 따라 품질이 저하된다. 또한 저온저장으로부터 반출된 마늘의 온도는 상온과의 차이로 인하여 마늘의 표면에 결로가 발생되며, 이것은 미생물 번식을 촉진시켜 마늘의 부패율 증가 원인이 된다. 그러나 이러한 문제점에도 불구하고 저온저장 후 품질 유지를 위한 적정 2차 건조처리방법에 대한 연구가 미진한 상태이다.

따라서 본 연구에서는 1차 예건 처리된 마늘의 저온저장 후 2차 건조처리방법에 따라 상온 보관성 및 품질에 미치는 영향을 분석하고, 저온저장 후 품질 유지를 위한 건조조건을 확립하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 공시재료

본 실험에 사용된 마늘은 2010년 6월 충북 단양에서 생산된 한지형 6쪽 마늘로써 산지에서 1차 자연 예건 처리한 것을 사용하였으며, 함수율은 64%이었다.

### 실험방법

농가에서 1차 예건 처리된 마늘을 구입한 후 약 20구(300g)를 망에 담아 -3°C 저온저장고에서 각각 60, 105, 150, 195 및 240일 저장한 후 꺼내어 2차로 건조처리 하였다. 2차 건조는 열풍건조기(BOPP-1.5, Shin Heung, Cheongju, Korea)를 통하여 건조하였으며, 건조조건은 35°C 1일, 35°C 2일, 35°C 3일, 40°C 1일 및 40°C 2일 동안 건조를 수행하였다. 그리고 2차 건조한 마늘은 상온에서 15일 간격으로 변화를 확인하여 상온보관 45일까지 마늘의 품질변화를 측정하였다. 또한 저온저장 후 건조하지 않은 마늘을 대조구로 하여 품질을 비교분석 하였다.

### 측정항목

**중량감소율:** 중량감소율은 마늘 20구의 중량을 저온저장 전부터 시작하여, 저온저장 후와 2차 건조 후 변화된 중량과 상온보관 15일 간격으로 45일까지 측정하였다. 마늘의 중량 측정은 전자저울(TP400D, OHAUS, Trenton, NJ, USA)로 칭량하여 저장초기 중량과 저장 중의 감소중량과의 비율로 나타내었고, 식 (1)을 이용하여 산출하였다.

$$W(\%) = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100 \quad (1)$$

W: Weight loss rate

W<sub>i</sub>: Weight before

W<sub>f</sub>: Weight after

**맹아율:** 맹아율은 저온저장 후 2차 건조 시 건조조건과 2차 건조 후 상온보관 15일 간격으로 45일간 맹아율 변화를 측정하였다. 맹아율은 마늘 7구를 인편으로 분리한 다음 그 중에서 30개를 무작위로 선택하여 측방향으로 절단한 후 인편의 측방향 길이와 내부의 싹(맹아)이 자란 길이와의 비율로 나타내었고, 식 (2)를 이용하여 산출하였다.

$$S(\%) = \frac{X}{L} \times 100 \quad (2)$$

S: Sprouting rate (%)

X: Length of sprouting grown

L: Total length

**부패율:** 마늘의 부패율은 2차 건조 후 상온보관 15일 간격으로 45일 동안 측정하였으며, 마늘 7구를 인편으로 분리한 후 부패 인편수를 육안으로 관정하여 전체 인편수에 대한 백분율로 나타내었으며, 총 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

**경도:** 마늘의 경도는 저온저장 후와 2차 건조 후, 그리고 상온보관 15일 간격으로 45일까지 측정하였으며, 경도 측정은 Rheometer(CR-100D, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 박피된 인편에 probe(No. 4)가 5 mm 침투하도록 설정하여 측정하였고, 샘플 15개를 측정하여 평균값으로 나타내었다(9).

### 유의성 검증

마늘 품질의 유의성 검증은 windows용 SAS 통계 프로그램(Release 6.03, SAS Institute Inc, Cary, NC, USA)의 이원배치 분산분석(two-way ANOVA) 방법을 이용하였다. 2차 건조온도, 상온보관 기간에 따라 유의수준은 0.05 이내에서 분석하였다(10).

## 결과 및 고찰

### 중량감소율 변화

Fig. 1은 1차 건조한 마늘을 저온저장고에서 60, 105, 150, 195 및 240일 동안 저장하면서 각각의 저온저장기간 이후 결로로 인한 품질 저하를 방지하기 위해 2차 건조를 수행하고 상온에서 45일 동안 저장하면서 발생하는 중량감소율 변화를 나타낸 것이다. Fig. 1(a)에서 알 수 있듯이 저온저장 60일 동안의 중량감소율은 2.3~3.0%이었고, 저온저장 후 2차 건조조건 35°C 1일, 2일 및 3일과 40°C 1일 및 2일 동안 건조로 인한 중량감소율은 각각 3.9, 4.0, 5.0, 4.8 및 5.5%이었다. 마늘의 2차 건조 후 상온에서 15일 동안 보관하면서 발생한 중량감소율은 2차 건조조건인 35°C 1일, 2일 및 3일과 40°C 1일 및 2일 건조조건에 따라 각각 5.6, 5.4, 6.1, 6.1 및 6.7%로 나타나 2차 건조 후 1.1~1.7% 감소한 반면, 2차 건조하지 않은 마늘의 경우 상온보관 15일 후 5.4%로 초기 2.6%에서 2.8%의 중량감소가 나타나 2차

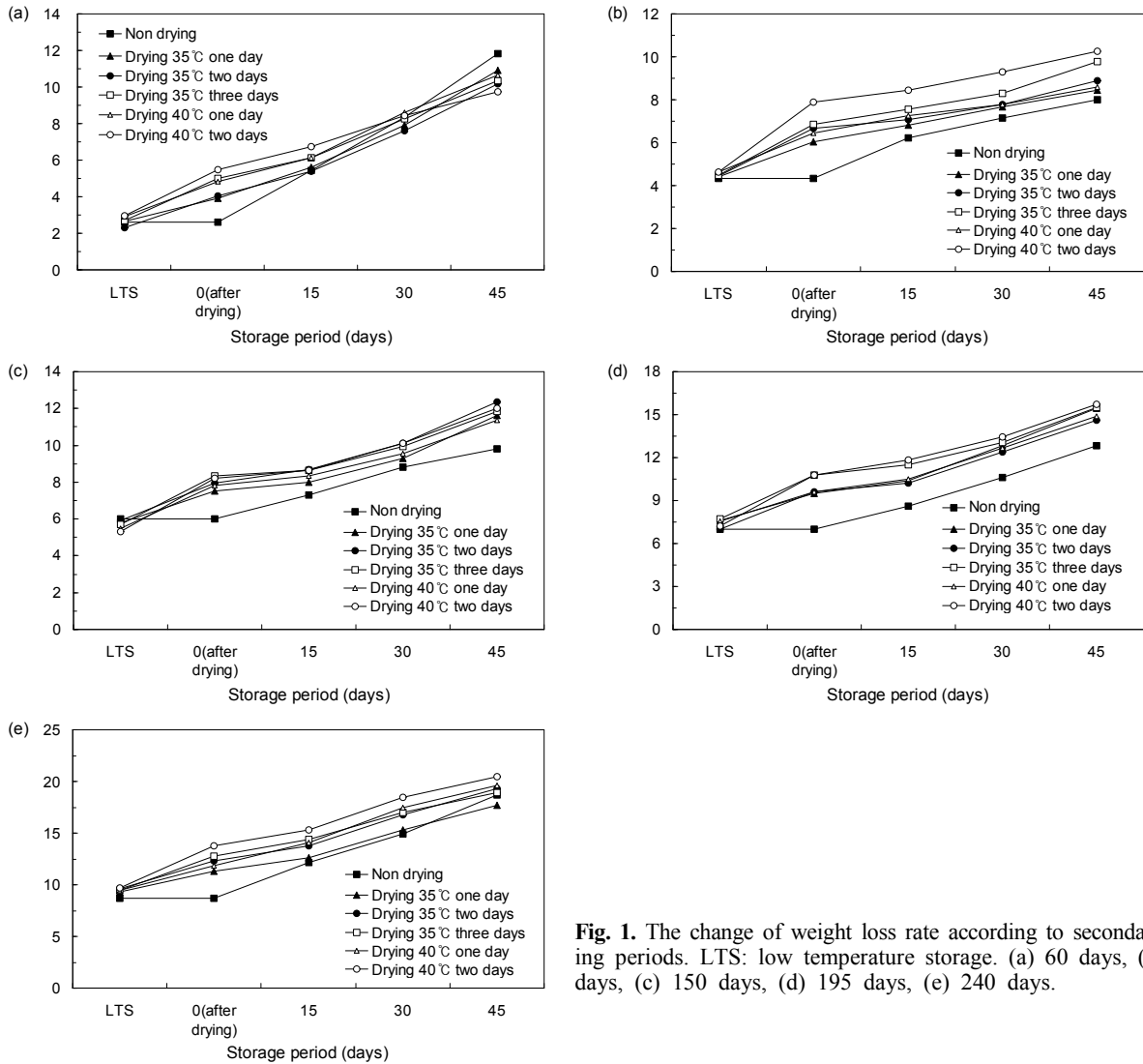


Fig. 1. The change of weight loss rate according to secondary drying periods. LTS: low temperature storage. (a) 60 days, (b) 105 days, (c) 150 days, (d) 195 days, (e) 240 days.

건조한 조건에 비해 중량감소율의 약간 큰 경향을 보였다.

한편 상온보관 30일 후 마늘의 중량감소율 또한 2차 건조하지 않은 조건이 8.6%로 5.7%의 감소가 나타나 가장 컸으며, 40°C 2일 건조조건이 8.4%로 2.9%의 중량감소로 가장 작게 나타났다. 상온보관 45일 후 중량감소율은 2차 건조하지 않은 조건이 11.8%로 9.2%의 감소가 나타났으며, 40°C 2일 건조조건에서는 9.8%로 4.3%의 감소가 나타나 전자보다 후자가 상온보관 시 중량감소율이 더 작은 것으로 나타났다. 이와 같이 저온저장 후 2차 건조하지 않은 조건이 2차 건조한 조건보다 상온보관 시 중량 감소가 더 큰 것은 저온저장 후 상온에서 보관되는 마늘은 호흡과 맹아율이 증가하여 중량감소가 커지는 것으로 알려져 있다. 따라서 이를 예방하기 위해 건조를 수행하면 호흡과 맹아율을 억제시킬 수 있기 때문에 저온저장 후 2차 건조한 마늘의 상온보관 시 중량감소가 2차 건조하지 않은 마늘보다 더 작은 것으로 판단된다(11).

Fig. 1(b)에서 보는 것과 같이 저온저장 105일 후 마늘의

중량감소율은 4.3~4.6%이었다. 또한 저온저장 105일 후 2차 건조조건인 35°C 1일, 2일 및 3일과 40°C 1일 및 2일 동안 건조한 마늘의 중량감소율은 각각 1.6, 2.2, 2.4, 1.8 및 3.2%이었다. 저온저장 105일 후 상온보관 45일 동안의 중량감소율은 2차 건조한 조건에서 2.1~2.9%를 나타내었고, 2차 건조하지 않은 조건이 3.7%로 2차 건조조건보다 중량감소율이 더 큰 것으로 나타났다. 한편 저온저장 105일이 저온저장 60일보다 2차 건조한 마늘의 상온보관 시 중량감소율이 작은 것으로 나타났다. 이것은 이 시기의(11월 26일~1월 15일경) 평균 기온이 2°C로 낮아 수분이 외부 증산되어 손실되거나 호흡에 따른 당과 유기산의 분해 등이 감소되었기 때문이라 판단된다(6).

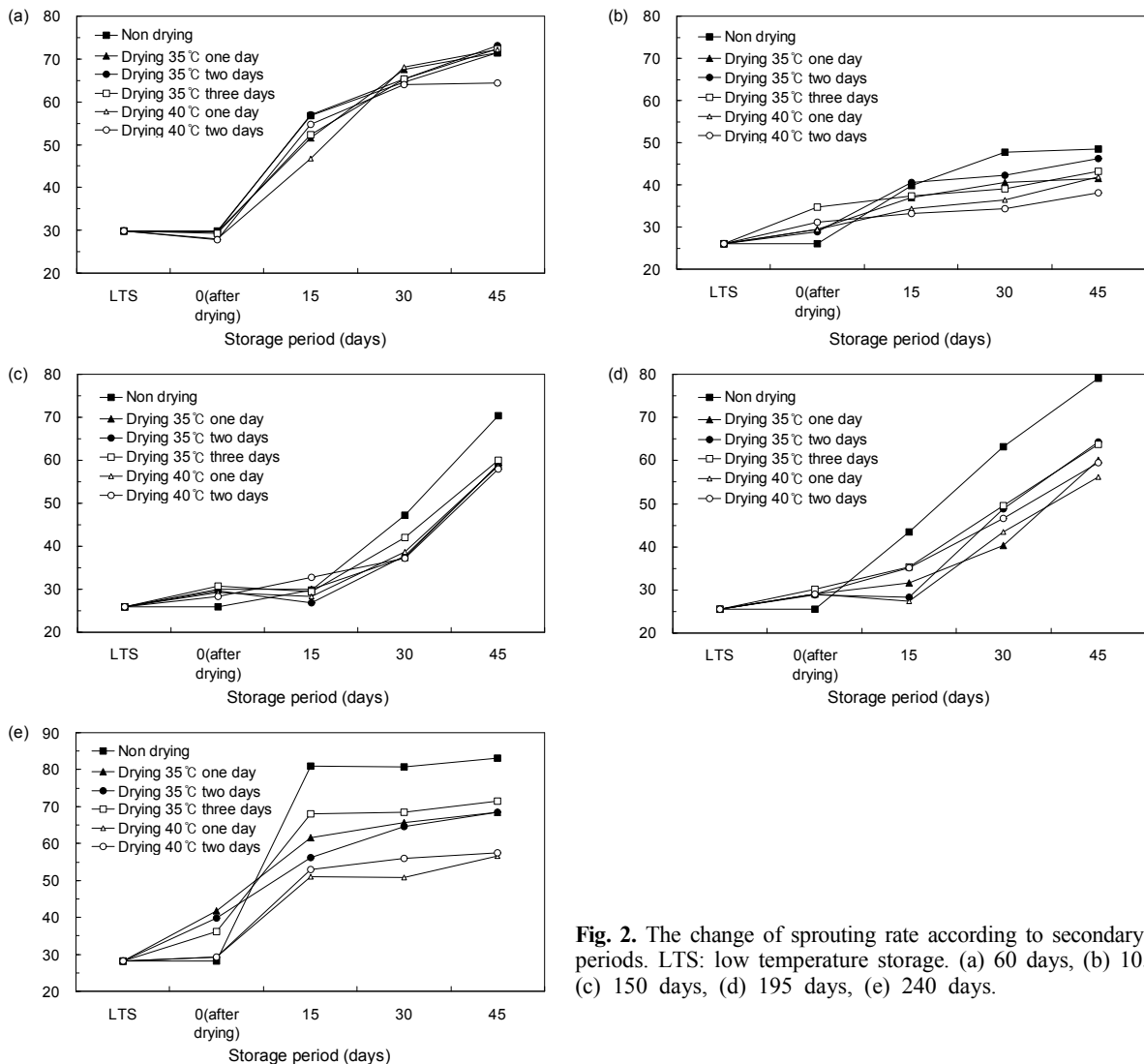
저온저장 150일 후 2차 건조한 마늘의 상온보관 시 중량감소율 변화를 Fig. 1(c)에 나타내었다. 저온저장 150일 후 2차 건조한 마늘의 상온보관 시 중량감소율은 저온저장 105일과 같이 2차 건조하지 않은 조건이 2차 건조조건보다 중량감소율 변화가 큰 것으로 나타났다. 한편 2차 건조 후 상온

보관에 따른 중량감소율 변화는 저온저장 105일 후 중량감소율 변화와 유사한 경향을 나타내었다. 이것은 저온저장 150일 후 2차 건조한 마늘의 상온보관기간이 1월 10일부터 3월 2일까지로 낮은 외기온(2.7~8.0°C)의 영향으로 건조조건에 따른 특이성이 없는 것으로 나타났다.

Fig. 1(d)에서 보는 것과 같이 저온저장 195일 후 중량감소율 변화는 평균 7.4%이었으며, 35°C 1일, 2일 및 3일과 40°C 1일 및 2일 동안 2차 건조한 마늘의 중량감소율은 각각 1.8, 2.6, 3.1, 2.1 및 3.5%이었다. Fig. 1(e)는 저온저장 240일 후 2차 건조한 마늘의 상온보관 시 중량감소율을 나타낸 것이다. 저온저장 240일 후 상온보관기간은 4월 11일부터 5월 30일까지로 평균 기온은 12.5°C에서 22.4°C로 상승하는 시기이었다. 상온보관 45일 후 마늘의 중량감소율은 건조하지 않은 조건에서 10.0%로 가장 크게 나타났고, 35°C 1일과 35°C 3일의 2차 건조조건에서 각각 6.4, 6.1%로 중량감소율이 가장 작은 것으로 나타났다.

**맹아율 변화**

Fig. 2는 저온저장 60, 105, 150, 195, 240일 후 2차 건조 유무가 마늘의 상온보관 시 맹아율 변화에 미치는 영향을 나타낸 것이다. Fig. 2(a)에서 보는 바와 같이 저온저장 60일 후 맹아율은 저온저장 전 25.5%보다 평균 3.5% 정도 약간 증가하는 것으로 나타났고, 저온저장 60일 후 2차 건조한 마늘의 맹아율은 건조 전과 비교하여 큰 차이가 없었다. 저온저장 60일 후 2차 건조하지 않고 상온에서 15, 30 및 45일 동안 보관한 마늘의 맹아율은 인편 길이의 각각 56.7, 67.6 및 71.4%로 저온저장 60일 후 상온보관 45일 동안의 맹아율은 41.5% 정도 증가한 것으로 나타났다. 한편 저온저장 60일 후 맹아율과 2차 건조한 마늘의 상온보관 45일 후 맹아율과의 차이가 큰 조건, 즉 맹아 증가율이 큰 2차 건조조건 순서는 40°C 1일 조건이 44.1%, 다음이 35°C 2일 조건으로 43.5%, 35°C 3일 조건이 43.1% 및 35°C 1일 조건이 41.9%로 순으로 나타나 건조하지 않은 조건과 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 특히 맹아 증가율이 작은 조건은



**Fig. 2.** The change of sprouting rate according to secondary drying periods. LTS: low temperature storage. (a) 60 days, (b) 105 days, (c) 150 days, (d) 195 days, (e) 240 days.

40°C 2일 조건이 36.7%로 나타나 가장 낮게 나타났다.

Fig. 2(b)에서와 같이 저온저장 105일 후 마늘의 맹아율은 저온저장 전 25.5%보다 평균 4.4% 정도 증가하였고, 앞에서 서술한 저온저장 60일 후 마늘의 맹아율과 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한 2차 건조 유무에 따른 마늘의 맹아율 변화는 2차 건조한 것이 2차 건조하지 않고 상온보관 하는 조건보다 5.0~15.4% 정도 맹아 생장이 억제되는 것으로 나타나, 저온저장 후 마늘의 2차 건조가 상온보관 시 맹아 성장 둔화에 크게 영향을 주는 것으로 판단된다. 마늘의 저온저장 105일 후 상온보관기간 경과에 따른 맹아 증가율은 저온저장 60일에 비해 약 20% 정도 낮은 것으로 나타났다. 이것은 저온저장 60일 이후 상온보관기간이 10월 12일~12월 1일로 평균 외기 온도가 14.8°C인 반면 저온저장 105일 이후 상온보관기간은 11월 26일~1월 15일까지로 평균 외기 온도가 7.3°C로 낮아져 마늘의 맹아 생장이 둔화되었기 때문이라 판단된다. 이렇게 마늘의 맹아 생장이 둔화되는 것은 마늘 종구의 저장온도가 생장에 영향을 미치는데 낮은 온도에 저장할 경우 호흡량이 감소하여 발아가 둔화되기 때문이다(12).

Fig. 2(c)에 나타났듯이 저온저장 150일 후 마늘의 맹아율은 저온저장 전 25.5%보다 평균 3.5% 정도 증가하는 것으로 나타나 앞에서 서술한 저온저장 60일, 105일 후 마늘의 맹아율과 크게 차이나지 않는 것으로 판단된다. 또한 저온저장 150일 후 맹아율과 2차 건조한 마늘의 상온보관 45일 후 맹아율과의 차이는 29.1~29.6% 정도로 건조조건에 따라 차이가 없는 것으로 나타났다. 한편 2차 건조를 하지 않은 조건에 비해 약 15.1% 정도 맹아 생장이 억제되는 것으로 나타났다.

Fig. 2(d)에서 보는 바와 같이 저온저장 195일 후 마늘의 맹아율은 저온저장 전 25.5%보다 평균 3.1% 정도 증가하는 것으로 나타났고, 앞에서 서술한 저온저장 60, 105 및 150일 직후의 맹아율 변화와 유사한 경향을 나타내었다. 또한 2차 건조 유무에 따른 마늘의 맹아율 변화는 2차 건조한 것이 2차 건조하지 않고 상온보관한 조건보다 18.0~26.3% 정도 맹아 생장이 억제되는 것으로 나타나, 앞에서 설명한 바와 같이 저온저장 후 마늘의 2차 건조가 맹아 성장 억제에 효과가 있는 것으로 판단된다.

Fig. 2(e)에서 알 수 있듯이 저온저장 240일 후 마늘의 맹아율은 저온저장 전 25.5%보다 평균 8.6% 증가하였고, 저온저장 60~195일 후 마늘의 맹아 증가율보다 크게 증가하는 것으로 나타나 저온저장 8개월이 지나면서 마늘의 맹아율이 증가하는 연구결과와 유사한 경향을 나타내었다(2). 또한 2차 건조한 마늘의 맹아율 변화는 2차 건조하지 않고 상온보관한 것보다 19.3~28.1% 정도 맹아 생장이 억제되는 것으로 나타나 전술한 바와 같이 2차 건조가 맹아 성장 억제에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

따라서 마늘의 맹아율은 저온저장 195일까지 일정하였으나 240일부터 맹아율이 증가하기 시작하였다. 2차 건조

에 따른 마늘의 맹아율은 건조하지 않은 조건에서 그 증가폭이 크게 나타났으며, 35°C 3일이나 40°C 2일 건조조건에서 작은 것으로 나타났다.

### 부패율 변화

Fig. 3(a-e)는 저온저장 60, 105, 150, 195, 240일 후 2차 건조 조건이 마늘의 상온보관 시 부패율에 미치는 영향을 나타낸 것이다. Fig. 3(a)에 나타났듯이 저온저장 전 마늘의 부패율은 약 6.0% 정도였고, 저온저장 60일 후 마늘의 부패율은 평균 11.1%로 저온저장 기간 동안에도 부패가 약간 진행되는 것으로 나타났다. 저온저장 60일 후 2차 건조하지 않고 상온보관 15, 30 및 45일 후 마늘의 부패율은 각각 20.4, 27.5 및 40.0%로 나타나 상온보관기간이 경과함에 따라 부패율도 증가하는 것으로 나타났다. 한편 저온저장 후 2차 건조한 마늘을 45일 상온보관 한 경우 부패율은 각각 35°C 1일 조건이 34.3%, 35°C 2일 조건이 30.2%, 35°C 3일 조건이 28.9%, 40°C 1일 조건이 28.0% 및 40°C 2일 조건이 25.6%로 나타났다. 따라서 2차 건조 유무에 따른 부패율은 2차 건조한 것이 2차 건조하지 않은 조건에 비해 5.7~14.4% 정도 부패율이 낮은 것으로 나타났다. 이와 같이 저온저장 후 2차 건조가 마늘의 상온보관 시 부패율이 건조하지 않은 조건보다 낮은 이유는 저온저장 후 상온보관 시 저장고와 외부의 온도 차이로 인해 결로가 발생되고, 이 결로로 발생된 수분이 마늘의 미생물 성장을 촉진시켜 부패 증가의 원인이 되기 때문으로 판단된다. 따라서 마늘을 2차 건조하면 표면 결로를 제거하고, 미생물 및 균의 번식을 방지할 수 있기 때문이다(5).

Fig. 3(b)와 (c)에서와 같이 저온저장 105, 150일 후 마늘의 평균 부패율은 각각 11.7%, 10.5%로 나타나 저온저장 60일 후 부패율과 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 저온저장 150일 후 2차 건조한 마늘을 상온에서 45일 동안 보관한 경우 부패율이 높은 조건은 35°C 1일이 23.8%, 35°C 2일이 22.3% 및 40°C 1일 조건이 19.5% 순으로 나타나 2차 건조하지 않은 조건보다 약간 낮은 경향을 나타내었다. 특히 부패율이 낮은 2차 건조 조건은 40°C 2일로서 부패율이 15.9%로 가장 낮게 나타났다.

Fig. 3(d)에서와 같이 저온저장 195일 후 마늘의 부패율은 평균 12.7%로 나타나 저장 전에 비해 약간 증가하였고, 저온저장 60일, 105일 및 150일에 비해서도 약간 큰 것으로 나타났다. 마늘의 저온저장 195일 후 2차 건조하지 않고 15, 30 및 45일 상온보관 한 경우 부패율은 각각 21.6, 26.8 및 34.1%로 상온보관기간이 경과함에 따라 부패율이 증가하는 경향을 나타내었다. 한편 마늘의 저온저장 195일 후 2차 건조하고 45일 상온보관 한 경우 부패율이 큰 조건은 35°C 1일 조건이 28.3%, 다음으로 35°C 2일 조건이 26.5%, 40°C 1일 조건이 23.1% 및 35°C 3일 조건이 22.4% 순이었으며, 부패율이 적은 2차 건조조건은 40°C 2일 조건이 20.5%로 가장 낮게 나타나 마늘의 부패 방지에 적합한

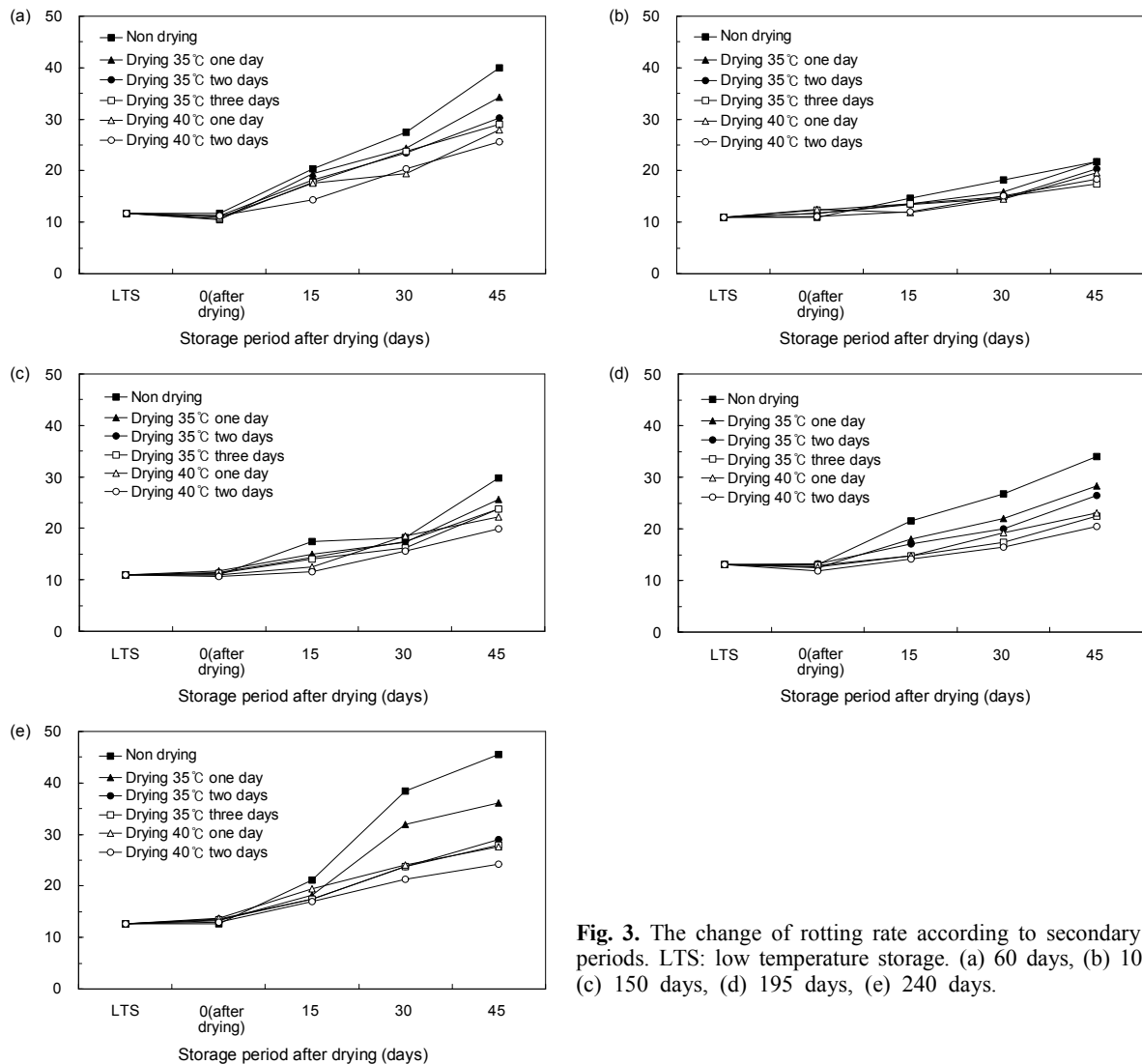


Fig. 3. The change of rotting rate according to secondary drying periods. LTS: low temperature storage. (a) 60 days, (b) 105 days, (c) 150 days, (d) 195 days, (e) 240 days.

조건으로 판단된다.

Fig. 3(e)에 나타났듯이 저온저장 240일 후 마늘의 부패율 변화는 저온저장 전 6.0%에서 평균 13.2% 증가한 것으로 나타났다. 저온저장 240일 후 2차 건조한 마늘의 상온보관 45일까지 부패율이 높은 조건은 35°C 1일 조건이 36.1%였고, 다음으로 35°C 2일 조건이 28.9%, 35°C 3일 조건이 27.9% 및 40°C 1일 조건이 27.6%로 나타났으며, 부패율 변화가 가장 작은 조건은 40°C 2일 조건에서 부패율이 24.2%로써 전술한 바와 같이 부패 방지에 적합한 조건으로 판단된다. 한편 2차 건조한 조건의 부패율 변화는 건조하지 않은 조건에 비해 9.4~21.3% 정도 부패 발생이 억제되는 것으로 나타나 저온저장 후 2차 건조가 마늘의 상온보관 시 부패율 억제에 크게 영향을 미치는 것으로 판단된다.

따라서 마늘의 부패율은 저온저장 195일까지 일정한 것으로 나타났으며, 저온저장 240일부터 증가 폭이 더 커졌다. 저온저장 후 2차 건조조건에 따른 마늘의 부패율 변화는 건조하지 않은 조건에서 부패변화가 가장 컸으며, 40°C 2일

건조조건에서의 부패율이 가장 낮은 것으로 나타났다.

### 경도 변화

마늘의 저온저장 60, 105, 150, 195, 240일 후 2차 건조 조건별 상온보관기간 경과에 따른 경도 변화를 Fig. 4에 나타내었다. Fig. 4(a)에서와 같이 저온저장 60일 후 2차 건조하지 않은 마늘의 경도는 645.7 gf로 나타나 저온저장 전 경도인 696.0 gf보다 50.3 gf 감소하는 것으로 나타났다. 저온저장 후 2차 건조조건 35°C 1일, 2일, 3일과 40°C 1일 및 2일의 경우 경도는 건조하지 않은 마늘의 경도에 비해 각각 18.7, 13.8, 8.7, 9.3 및 5.2 gf 낮은 것으로 나타났다. 상온보관 15일 경과 후 경도 감소 값은 건조하지 않은 조건이 65.9 gf로 나타났고, 35°C 1일, 2일, 3일, 40°C 1일 및 2일 조건에서 각각 3.2, 23.7, 9.1, 22.1 및 26.9 gf로 나타났다. 상온보관 30일 후 경도 감소 값이 가장 큰 2차 건조조건은 40°C 2일 건조로 72.1 gf 감소된 것으로 나타났으며, 35°C 1일 건조조건인 경우 51.9 gf로 경도가 가장 작게 감

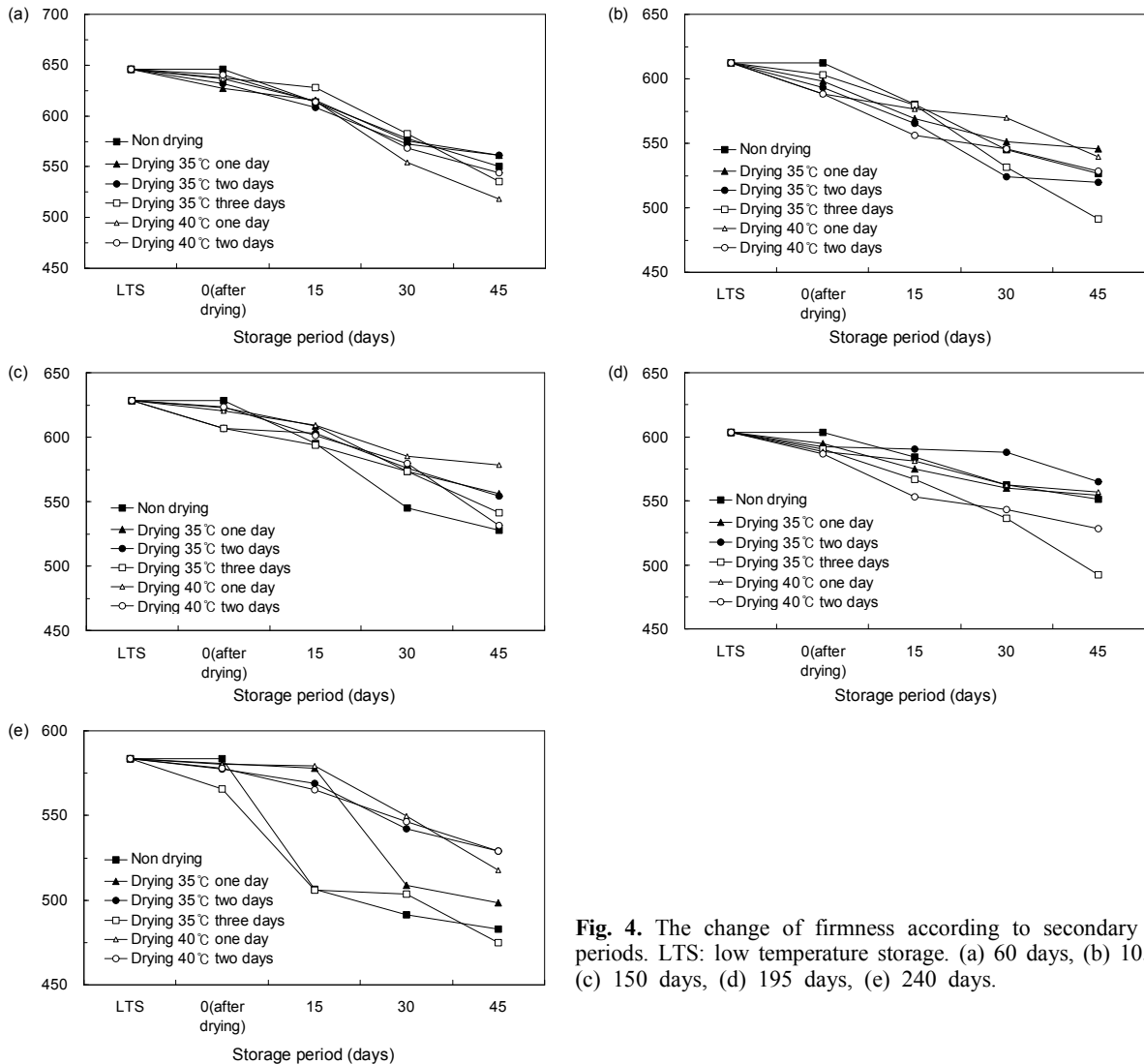


Fig. 4. The change of firmness according to secondary drying periods. LTS: low temperature storage. (a) 60 days, (b) 105 days, (c) 150 days, (d) 195 days, (e) 240 days.

소한 것으로 나타났다. 상온보관 45일의 경우에는 40°C 1일 조건이 118.2 gf로 경도 감소가 가장 컸으며, 35°C 2일 건조에서 71.3 gf로 경도 감소가 가장 작은 것으로 나타났다. 마늘의 저온저장 후 2차 건조조건에 따른 경도는 건조기간이 길고 건조온도가 높을수록 감소 값이 큰 것으로 나타났다.

Fig. 4(b)에 나타내었듯이 저온저장 105일 후 2차 건조하지 않은 마늘의 경도는 612.6 gf이었고, 저온저장 전 경도인 696.0 gf에 비해서 83.4 gf 감소한 것으로 나타났다. 저온저장 후 2차 건조조건인 35°C 1일, 2일, 3일과 40°C 1일 및 2일에 따라 감소된 경도는 건조하지 않은 조건에 비해 각각 14.6, 19.3, 9.3, 24.6 및 24.3 gf 낮은 것으로 나타났다. 이것은 앞에서 서술한 저온저장 60일 후 2차 건조조건에 따른 경도 감소와 같이 건조기간이 길거나 건조온도가 높은 조건일수록 경도가 약해지는 경향을 나타내었다.

Fig. 4(c)에서와 같이 저온저장 150일 후 2차 건조하지 않은 마늘의 경도는 618.1 gf였고, 저온저장 전보다 67.4

gf의 경도가 감소하였다. 마늘의 상온보관에 따른 경도변화는 상온보관 15일까지 건조하지 않은 조건에서 33.4 gf로 경도 감소가 가장 컸으며, 35°C 2일 건조조건에서 4.1 gf로 경도의 감소가 가장 작았다.

Fig. 4(d)에 나타났듯이 저온저장 195일 후 2차 건조하지 않은 마늘의 경도는 630.2 gf였으며, 저온저장 전보다 92.8 gf 감소하였다. 저온저장 후 2차 건조조건인 35°C 1일, 2일, 3일과 40°C 1일 및 2일에 따라 감소된 경도는 건조하지 않은 조건에 비해 각각 8.3, 11.1, 13.1, 15.0 및 16.5 gf 낮은 것으로 나타났다. 상온보관 45일 후 마늘의 경도 변화는 35°C 3일 건조조건에서 97.9 gf로 경도 감소가 가장 컸으며, 35°C 2일 건조조건에서 27.1 gf로 경도 감소가 가장 작은 것으로 나타났다.

Fig. 4(e)에서와 같이 저온저장 240일 후 2차 건조하지 않은 마늘의 경도는 583.7 gf로 저온저장 전보다 112.3 gf 감소한 것으로 나타났다. 상온보관 45일 후 마늘의 경도 변화는 건조하지 않은 조건에서 100.9 gf로 가장 크게 감소하

였고, 40°C 2일 건조조건에서 48.9 gf로 가장 작게 감소하였다. 저온저장 240일 후 2차 건조한 마늘이 건조하지 않은 마늘보다 경도감소가 작은 것으로 나타났으며, 상온보관 45일 후 35°C 2일이나 40°C 2일 건조조건에서 경도가 가장 작은 것으로 나타났다.

따라서 마늘의 저온저장 중 경도 변화는 저온저장 150일 까지 거의 일정하게 나타났으나, 195일부터 변화 폭이 증가하는 경향을 나타냈다. 2차 건조 후 상온보관에 따른 마늘의 경도 감소는 35°C 2일과 40°C 2일 건조조건에서 작은 것으로 나타났다.

**유의성 검증**

Table 1~4는 저온저장 후 2차 건조한 마늘의 상온보관에 따른 각각의 측정항목에 대한 분산분석 결과를 나타낸 것이

다. Table 1에서 알 수 있듯이 마늘의 중량감소율(Fig. 1)은 2차 건조하지 않은 마늘이 상온보관 기간에 따라 유의성이 있는 것으로 나타났지만 2차 건조한 마늘의 경우 상온보관에 따른 유의성은 인정되지 않았다. 맹아율(Fig. 2)의 경우에는 Table 2에서 보듯이 2차 건조조건별로 상온보관 기간에 따라 유의성은 인정되었으나 2차 건조조건에 따른 유의성은 없는 것으로 나타났다. 또한 Table 3에 나타낸 바와 같이 부패율(Fig. 3)은 상온보관 기간에 따라 유의성이 0.0001보다 낮아 매우 유의한 차이가 있는 것으로 나타났고, 2차 건조조건에 따른 유의성 분석 결과 상온보관 45일에서 건조조건별로 부패율에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 한편 경도(Fig. 4)의 경우에도 2차 건조조건별 상온보관 기간에 따른 유의성은 유의수준 0.01보다 낮아 유의한 것으로 나타났으나, 2차 건조조건에 대해서는 유의한 차이

**Table 1.** ANOVA results for weight loss rate according to storage period and drying conditions

Drying conditions	Storage periods (days)			
	0 (after drying)	15	30	45
Non drying*	5.73±2.36 <sup>B1)</sup>	7.93±2.63 <sup>AB</sup>	9.96±3.02 <sup>AB</sup>	12.24±4.08 <sup>A</sup>
Drying 35°C one day	7.64±2.87	8.69±2.83	10.61±3.34	12.83±3.71
Drying 35°C two days	8.12±3.10	9.03±3.22	10.93±3.80	13.06±4.10
Drying 35°C three days	8.75±3.10	9.65±3.30	11.30±3.74	13.29±3.86
Drying 40°C one day	8.11±2.75	9.27±3.13	11.20±3.95	13.03±4.34
Drying 40°C two days	9.23±3.16	10.19±3.41	11.95±4.10	13.65±4.49

All values are mean±SD.

<sup>1)</sup>Means with different subscripts in the same row for each samples are significantly different at  $P<0.05$

\*Significant at  $P=0.05$  probability levels.

**Table 2.** ANOVA results for sprouting rate according to storage period and drying conditions

Drying conditions	Storage periods (days)			
	0 (after drying)	15	30	45
Non drying***	27.14±1.85 <sup>B1)</sup>	50.10±19.72 <sup>A</sup>	60.68±13.92 <sup>A</sup>	70.47±13.36 <sup>A</sup>
Drying 35°C one day*	31.99±5.53 <sup>B</sup>	42.34±13.65 <sup>AB</sup>	50.30±14.98 <sup>AB</sup>	60.14±11.71 <sup>A</sup>
Drying 35°C two days**	31.37±4.77 <sup>B</sup>	41.74±14.56 <sup>BC</sup>	51.75±12.71 <sup>AB</sup>	62.18±10.33 <sup>A</sup>
Drying 35°C three days**	32.22±3.02 <sup>C</sup>	44.52±15.65 <sup>AB</sup>	52.84±13.40 <sup>A</sup>	62.22±11.83 <sup>A</sup>
Drying 40°C one day**	28.98±0.55 <sup>C</sup>	37.55±10.76 <sup>BC</sup>	47.52±12.75 <sup>AB</sup>	57.14±10.72 <sup>A</sup>
Drying 40°C two days**	29.07±1.28 <sup>B</sup>	41.77±11.08 <sup>AB</sup>	47.60±12.50 <sup>A</sup>	55.50±10.05 <sup>A</sup>

All values are mean±SD.

<sup>1)</sup>Means with different subscripts in the same row for each samples are significantly different at  $P<0.05$ .

Significant at \* $P=0.05$ , \*\* $P=0.01$  and \*\*\* $P=0.001$  probability levels, respectively.

**Table 3.** ANOVA results for rotting rate according to storage period and drying conditions

Drying conditions	Storage periods (days)			
	0 (after drying)	15	30	45*
Non drying***	11.86±0.99 <sup>C1)</sup>	19.05±2.90 <sup>BC</sup>	25.85±8.34 <sup>AB</sup>	34.23±9.13 <sup>Aa2)</sup>
Drying 35°C one day***	11.89±1.05 <sup>C</sup>	16.86±2.47 <sup>BC</sup>	22.29±6.39 <sup>B</sup>	29.19±5.98 <sup>Aab</sup>
Drying 35°C two days***	12.22±1.08 <sup>C</sup>	16.10±2.04 <sup>BC</sup>	19.87±3.90 <sup>B</sup>	25.97±3.98 <sup>Aab</sup>
Drying 35°C three days***	12.13±1.15 <sup>C</sup>	15.54±1.97 <sup>BC</sup>	19.25±4.25 <sup>B</sup>	24.11±4.60 <sup>Aab</sup>
Drying 40°C one day***	12.13±1.20 <sup>C</sup>	15.28±3.22 <sup>BC</sup>	19.16±3.39 <sup>B</sup>	24.08±3.62 <sup>Aab</sup>
Drying 40°C two days***	11.58±0.90 <sup>C</sup>	13.81±2.14 <sup>C</sup>	17.78±2.87 <sup>B</sup>	21.69±3.03 <sup>Ab</sup>

All values are mean±SD.

<sup>1)</sup>Means with different capital subscripts in the same row for each samples are significantly different at  $P<0.05$ .

<sup>2)</sup>Means with different small superscripts in the same column for each samples are significantly different at  $P<0.05$ .

Significant at \* $P=0.05$  and \*\*\* $P=0.001$  probability levels, respectively.



**Table 4.** ANOVA results for firmness according to storage period and drying conditions

Drying conditions	Storage periods (days)			
	0 (after drying)	15	30	45
Non drying <sup>***</sup>	614.77±23.75 <sup>A1)</sup>	575.79±41.03 <sup>AB</sup>	544.31±32.55 <sup>B</sup>	527.65±27.76 <sup>B</sup>
Drying 35°C one day <sup>**</sup>	604.71±19.77 <sup>A</sup>	588.99±21.27 <sup>A</sup>	553.71±27.02 <sup>B</sup>	543.07±25.49 <sup>B</sup>
Drying 35°C two days <sup>**</sup>	600.39±20.47 <sup>A</sup>	587.10±19.54 <sup>AB</sup>	560.45±26.50 <sup>BC</sup>	545.77±20.16 <sup>C</sup>
Drying 35°C three days <sup>**</sup>	600.60±25.90 <sup>A</sup>	574.79±44.74 <sup>A</sup>	545.46±32.31 <sup>AB</sup>	507.07±29.41 <sup>B</sup>
Drying 40°C one day <sup>**</sup>	602.64±24.30 <sup>A</sup>	592.03±18.06 <sup>AB</sup>	564.37±14.04 <sup>BC</sup>	542.24±26.06 <sup>C</sup>
Drying 40°C two days <sup>***</sup>	603.35±27.08 <sup>A</sup>	577.87±27.70 <sup>AB</sup>	556.63±16.50 <sup>BC</sup>	532.18±6.53 <sup>C</sup>

All values are mean±SD.

<sup>1)</sup>Means with different subscripts in the same row for each samples are significantly different at  $P<0.05$ .

Significant at <sup>\*\*</sup> $P=0.01$  and <sup>\*\*\*</sup> $P=0.001$  probability levels, respectively.

가 없는 것으로 분석되었다.

## 요 약

마늘은 일반적으로 0~4°C의 저온에서 저장하는 방법이 널리 이용되고 있으며, 저온저장 후 상온보관 시 마늘은 휴면이 일찍 타파되고 생육이 촉진되어 품질이 떨어지게 된다. 그리고 저장온도가 낮고 상온과의 온도 차이로 마늘의 표면에 결로가 생기며, 이 결로로 인해 발생된 수분이 마늘의 미생물 생장을 촉진시켜 부패율 증가에 큰 원인이 되고 있다. 그러나 이러한 문제점에도 불구하고 저온저장 후 상온유통 시 후처리에 대한 연구가 매우 미진한 상태이다. 따라서 본 연구에서는 마늘의 저온저장 후 건조처리 방법에 따라 상온 보관성 향상 및 품질에 미치는 영향을 분석하고, 적정 저장 및 2차 건조조건을 확립 제시하였다. 연구 결과를 요약하면 다음과 같다. 마늘의 중량감소율은 2차 건조조건에 따라 40°C 2일 건조조건에서 2.5~4.1%로 가장 크게 나타났다. 그러나 2차 건조 후 상온보관에 따른 마늘의 중량감소율은 40°C 2일 건조조건에서 5% 낮은 것으로 나타났다. 2차 건조 후 상온보관 기간에 따른 마늘의 맹아율은 상온보관 15일까지 20% 급속히 증가하는 것으로 나타났으며, 30일 이후부터는 소폭 증가하는 것으로 나타났다. 2차 건조조건에 따른 마늘의 맹아율은 건조하지 않은 조건에서 그 증가폭이 10% 정도 큰 것으로 나타났으며, 2차 건조조건 중 35°C 3일과 40°C 2일 건조조건에서의 맹아 생장이 가장 작은 것으로 나타났다. 저온저장 후 2차 건조조건에 따른 마늘의 부패율 변화는 저온저장 후 2차 건조하지 않은 조건에서 부패율이 5~10% 높았으며, 40°C 2일 건조조건에서의 부패율이 가장 낮은 것으로 나타났다. 저온저장 후 상온보관에 따른 마늘의 경도변화는 저온저장 후 2차 건조를 수행하지 않은 조건에서 그 변화 폭이 20~50 gf 크게 나타났고, 2차 건조 후 상온보관에 따른 마늘의 경도 감소는 35°C 2일과 40°C 2일 건조조건에서 작은 것으로 나타났다. 따라서 마늘의 저온저장 후 상온보관 시 적정조건은 저온저장 직후 2차 건조를 하며, 2차 건조조건 중 40°C 2일 동안 건조하는 것이 마늘의 고품질 유지를 위해 바람직한 것으로 판단된다.

## 감사의 글

이 논문은 충북 마늘사업단의 연구비 지원에 의해 이루어진 것입니다.

## REFERENCES

1. Kwon JH, Chung HW, Lee J, Park NY, Lee GD, Kim JS. 1999. Effect of storage conditions on the quality stability of garlic bulbs. *Korean J Postharvest Sci Technol* 6: 137-142.
2. Bae RN, Choi SY, Hong YP. 2008. The quality of northern and southern ecotype garlic bulbs at different storage temperature. *Korean J Food Preserv* 15: 635-641.
3. Cho JG. 2008. Garlic and health. *Food Preservation and Processing Industry* 7: 2-8.
4. Statistics Korea. <http://kosis.kr/wnsearch/totalSearch.jsp>.
5. Nam GB, Jeong MC, Kim DC, Kim BS, Lee SE. 1995. Quality changes and freshness prolongations of garlic by pre-drying treatments. *J Korean Soc Agr Chem Biotechnol* 38: 334-339.
6. Hwang TY, Park YJ, Moon KD. 2005. Effect of ozone-water washing on the quality of melon. *Korean J Food Preserv* 12: 252-256.
7. Bae RN, Yun SD, Ahn YK, Mok IG, Lim CI. 2002. Differences in plant growth and bulb development as affected by storage temperatures of two garlic (*Allium sativum* L.) cultivars. *Kor J Hort Sci Technol* 20: 95-99.
8. Woo IS. 1997. Effects of ozone during storage period garlic. *Kor J Hort Sci Technol* 15: 229-230.
9. Kang TH, Hong HK, Jeon HY, Han CS. 2011. Drying characteristics of squids according to far infrared and heated air drying conditions. *J Biosystems Eng* 36: 109-115.
10. Li H. 2009. Drying and quality characteristics of agricultural and fishery products using far infrared rays. *PhD Dissertation*. Chungbuk National University, Cheongju, Korea. p 23.
11. Oh HJ, Lee GM, Kim YY. 2000. Garlic pre-drying establish methods and storage temperatures. Research Report of Jeollabuk-Do Agricultural Research & Extension Services, Iksan, Korea. p 55-58.
12. Ryu HJ, Choi EJ, Oh MS. 2004. Changes in quality characteristics of chopped garlic with various storage method. *J Korean Home Economics* 42: 167-180.