

마늘의 저장온도에 따른 이화학적 품질변화

장현세 · 홍경훈

농촌진흥청 원예연구소 저장이용과

Change of Physicochemical Quality According to Its Storage Temperature in Garlic(*Allium sativum L.*)

Hyun-Sae Jang · Gyung-Hoon Hong

Division of Postharvest Technology, National Horticultural Research Institute, RDA

Abstract

This study was conducted to know the effect of postharvest physiological changes on garlic quality according to its ecotypes and storage temperatures. The changes of water, total soluble solids, crude protein, and total fructans were measured and the rates of respiration and sprouting were analyzed during storage at 20°C and 30°C. The decrease of water content and the increase of total soluble solids were reversely appeared during garlic storage. The crude protein content was gradually increased during storage but total fructan content was decreased. The respiration rate was maximized at 60days after storage and the sprouting rate was gradually increased. In the aspect of ecotypic characteristics, the water content, fructan content and sprouting rate were higher in 'Namdo' cultivar than those of southern type. The high storage temperature (30°C) controlled sprouting and loss of fructan, and it was effective to maintain the garlic quality.

Key words : Fructan, Crude protein, Total soluble solids, Respiration, Sprouting

서 론

마늘(*Allium sativum L.*)은 호냉성 윌동채소작물로서 우리나라를 포함하여 중앙아시아와 지중해 지역 등에서 많이 재배, 생산되고 있다(1). 그 용도면에서 볼 때도 향신료, 조비료, 절임 등으로 다양하게 쓰이고 있으며(2,3) 특히 우리나라에서는 김치와 같은 발효식품의 부재료로 사용되는 등 향신문화에서 차지하는 비중이 대단히 큰 채소이다. 최근 들어서는 소비자들의 건강에 대한 인식이 고조되면서 마늘의 생

리조절기능을 이용한 가공식품으로서의 건강보조식 품들이 대두되고 있다.

현재 우리나라에서 재배, 이용되고 있는 마늘은 단양종, 의성종, 서산종, 남해종 등 몇몇 품종에 국한되어 있으며, 이러한 현상은 육쪽마늘이나 한지형 마늘들의 품질에 대한 소비자들의 막연한 선호도와 같은 선입관에 의해 더욱 심화되고 있다. 그 이유는 마늘의 재배, 생리적인 면에서의 연구는 비교적 많이 이루어져 있는 것에 비해(4,5,6) 재배지역과 연관된 생태형별, 품종별 그리고 수확후 저장기간 중에 일어나는 품질변화에 대한 연구가 마늘의 구성성분과 수확 후 생리라는 측면에서는 그리 많이 이루어져 있지 않기 때문이다. 특히 생태형별로, 그리고 저온저

Corresponding author : Gyung-Hoon Hong, Division of Postharvest Technology, National Horticultural Research Institute, RDA, 475, Imok-dong, Changan-gu, 440-310, Korea

장이 아닌 상온과 고온저장에서의 품질비교는 경제적 저장 및 이용이라는 측면에서 상당히 유용한 자료를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

따라서 본 실험에서는 각 생태형별로 대표될 수 있는 마늘 두 품종을 선정하여 수확 후 상온과 고온에서 저장하며 저장기간 중 일어나는 주요 생리적 현상들과 구성성분의 함량변화가 마늘의 품질 및 저장효과에 어떻게 영향하는지를 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료

실험에 사용된 마늘은 그 생태형으로 볼 때 난지형과 한지형으로 구분하여 수집하였다. 난지형은 남해단위농협을 통하여 남해지역에서 재배된 남도종 마늘로 97년 6월 20일에 수확하였으며 한지형은 단양마늘시험장에서 재배된 단양종 마늘로 같은 해 7월 9일에 수확한 마늘을 수집하여 실험재료로 사용하였다.

재료저장

두 품종 모두 수확 후 한달간 상온에서 통풍건조하여 보호엽의 수분함량이 약 16% 미만으로 건조시킨 후 20°C와 30°C의 두 저장온도에서 저장하였다. 저장 중 성분분석을 위한 시료는 동결건조 후 분말 상태로 제조하여 사용하였다.

수분함량

먼저 마늘인편의 겹침을 벗긴 후 생체중을 측정하고, 다시 얇게 몇 조각으로 자른 후 105°C에서 가열건조하였으며, 건조 후 무게를 측정하여 생체중과의 차이를 수분함량으로 간주하여 백분율로 나타내었다.

Total soluble solids

겹침을 벗긴 마늘인편을 분쇄기로 간 후 8겹의 거즈를 사용하여 즙액을 추출하였으며 굴절계로 측정하여 Brix 당도로 나타내었다.

맹아율

저장기간 중 맹아정도는 마늘인편을 반으로 자른 후 인편 내부의 쪽이 자란 길이를 전체 인편의 길이에 대한 비율로 환산하였다.

호흡률

저장기간 중 호흡률의 변화는 마늘의 구(bulb)와 겹침을 벗긴 인편(clove)의 두 상태에서 모두 측정하

였다. 호흡량은 밀폐용기 내에서 일정시간동안 발생한 탄산가스의 양으로 나타내었으며 이때 분석은 기체크로마토그래피를 사용하였다. 분석컬럼은 Porapak Q가 충진된 1.5m stainless steel 컬럼을 사용하였으며 열전도검출기(Thermal Conductivity Detector, TCD)로 검출하였다. 분석시 온도는 컬럼온도가 100°C, 시료주입구와 검출기는 120°C였다.

조단백질 함량

마늘의 조단백질 함량은 표준 철달방법(7)을 사용하여 분석하였다.

프럭탄 함량

프럭탄은 온수에 용해되므로 마늘 분말 1g을 40°C 증류수 50ml에서 30분간 진탕추출한 뒤 4°C, 12,000rpm으로 20분간 원심분리하여 상등액을 얻었다. 산분해는 상등액 5ml에 0.4N H₂SO₄ 0.5ml을 넣고 잘 섞은 후 10분간 중탕하였다. 식힌 후 0.4 NaOH 0.5ml을 넣어 중화시킨 후 0.45μl membrane Filter로 여과하였다. 여과액 5μl를 액체고속크로마토그래피로 분석하여 전체 과당의 함량을 분석하였다. 이때 전체 프럭탄의 함량은 산분해 후 얻은 전체 과당에서 분해 전 유리과당의 함량과 유리자당의 1/2함량만큼을 빼어 준 것으로 산출하였다(8). 분석시 사용된 액체고속크로마토그래피의 분석조건은 다음과 같다. 컬럼은 Waters의 당전용 분석컬럼인 30cm, Sugar-Pak stainless steel 컬럼을 사용하였다. 컬럼온도는 90°C, 이동상은 증류수, 유속은 0.5ml/min, 그리고 검출기는 Refractive Index(RI) detector를 사용하였다.

결과 및 고찰

저장온도에 따른 생태형별 수분함량의 변화

수분은 마늘뿐만 아니라 거의 모든 원예산물의 품질을 유지하는 중요한 구성요소의 하나이다. 본 실험에서 사용된 두 품종인 한지형의 의성종과 난지형의 남도종은 그 생육상태로 볼 때 생태형의 특성상 남도종의 구의 크기가 더 크고 수분함량에 있어서도 의성종에 비해 다소 높은 함량을 나타내었다. 저장온도별 수분함량의 변화는 점차 감소하는 경향을 보였으며 이러한 경향은 품종별 큰 차이를 나타내지는 않았다(Fig. 1). 20°C에서 저장한 경우 지속적인 수분감소경향을 보인 반면 30°C의 저장온도에서는 90일 이후에 급격한 수분감소현상을 나타내었으며, 그 정도는 의성종에서 보다 크게 나타났다. 저장 120일 이후 수분함량이 남도종은 저장 전에 비해 약 5% 감소

한 반면, 의성종은 8% 가량이 감소하여 55%정도의 수분함량을 나타내었다.

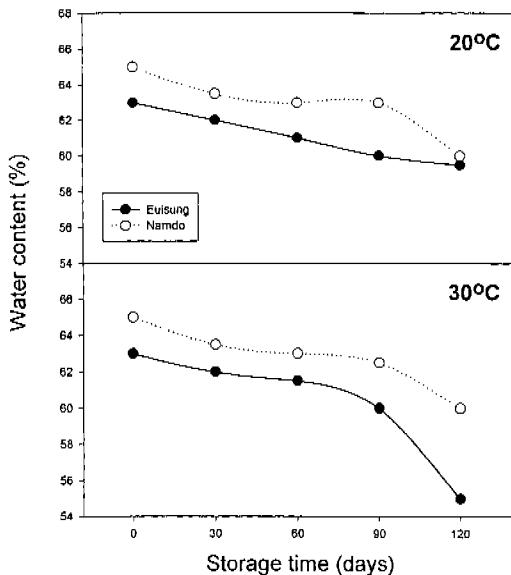


Fig. 1. Change of water content in garlic during storage at 20°C and 30°C.

일반적으로 수분함량은 재배시 생육조건과 밀접한 관계가 있으며, 구의 크기와도 어느 정도의 상관관계가 있는 것으로 생각된다. 마늘과 같은 수확후 예전 과정을 거쳐 저장에 들어가는 채소류는 어느 정도의 수분유실이 품질하락에 미치는 영향은 미미하나 약 10%이상의 수분감소가 일어날 경우에는 수분감소에 의한 품질하락과 함께 또 다른 생리적 변화에 의해 급격한 품질하락이 일어난다.

저장기간중 가용성 고형물의 함량변화

전가용성 고형물의 함량은 저장기간 중 점차적으로 증가하는 경향을 나타내었다(Fig. 2). 이러한 경향은 Fig. 1의 수분함량의 변화와는 정반대의 현상으로, 특히 30°C의 저장온도에서 90일 이후 의성종의 수분함량이 급격히 감소할 때 전가용성 고형물의 함량이 급격히 증가하는 것을 볼 수 있다. 이는 가용성 고형물의 함량이 저장기간 중 증가하였다기보다는 측정 방법에 있어 마늘즙액을 추출하여 굴절계로 그 함량을 나타내었으므로 절대 수분함량의 감소에 의한 증가라고 보는 것이 타당할 것이다. 가용성 고형물의 함량이 생태형별 또는 품종별 큰 차이를 나타내지는 않았으며 그 함량은 수분함량에 의해 크게 좌우되므

로 단순히 Brix 당도로 비교하는 것은 상당한 문제가 있는 것으로 생각되었다.

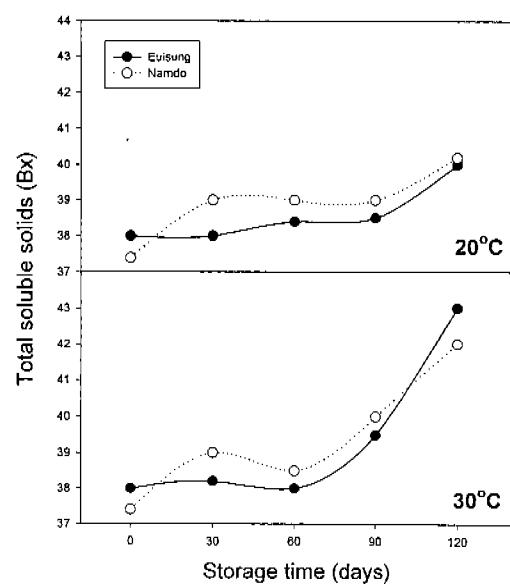


Fig. 2. Change of total soluble solids content in garlic during storage at 20°C and 30°C.

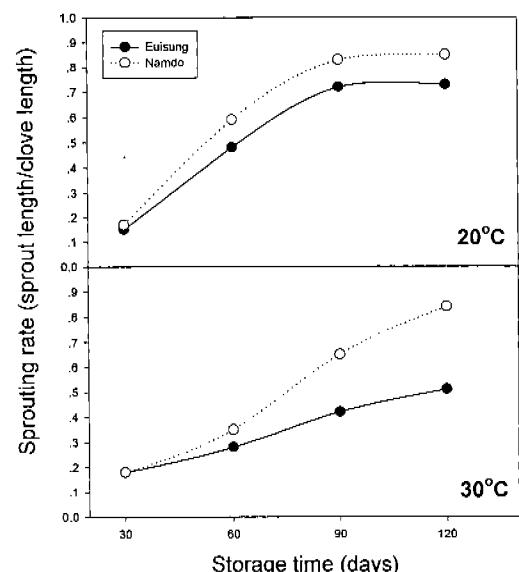


Fig. 3. Change of sprouting rate in garlic during storage at 20°C and 30°C.

저장온도가 마늘의 맹아율과 품질에 미치는 영향
 마늘은 수확후 일정기간동안 휴면상태에 놓이게 되며 생태형 또는 품종별로 휴면의 깊이는 상당한 차이가 있다고 보고되어있다. 저장중 휴면의 타파여부는 마늘의 품질과 밀접한 관련이 있는데 즉 외관상의 품질저하뿐만 아니라 맹아로 인한 저장양분의 유실 등 상품의 가치가 급격히 하락하게 된다. Fig. 3은 저장기간별로 맹아율의 증가정도를 나타낸 결과로서 전반적으로 저장기간이 길어짐에 따라 휴면이 타파되어 맹아가 점차 증가하고 있음을 알 수 있다. 저장온도별로 보았을 때 20°C에서는 남도종이 의성종에 비해 맹아율이 약간 높게 나타나고는 있으나, 두 품종 모두 저장 120일 이후 인편 전체길이에 비해 약 70~90%까지 맹아가 이루어진 것을 볼 수 있다. 그러나 30°C에서는 맹아율이 20°C에 비해 현저히 억제되고 있음을 알 수 있으며 그 효과는 의성종에서 보다 크게 나타나고 있다.

따라서 충분한 예건과정을 거친 후 마늘을 저장할 때 상은보다는 고온저장이 맹아억제에 보다 효과적이라는 것을 알 수 있으며 휴면정도는 한지형인 의성종이 난지형인 남도종보다 깊다는 것을 알 수 있다. 그러나 고온저장시 지나친 장기저장은 저장일수가 증가할수록 수분감소가 크게 일어나므로 단기저장일 경우에 더욱 효과적이라고 생각된다.

저장중 호흡률의 변화

Fig. 4는 저장온도별로 저장기간 중 마늘의 구와상처가 나지 않게 껍질을 벗긴 인편의 호흡양상을 나타낸 결과이다. 전체적 호흡률의 양상은 저장 60일째에 최고치를 나타냈으며 품종별 차이는 거의 나타나지 않았다. 껍질을 벗긴 인편의 호흡률이 구의 호흡률의 약 4배 이상을 보였으며 저장온도별로 보았을 때 30°C가 20°C에 비해 약간 높은 호흡률을 나타낸 것 외에는 별다른 차이를 보이지는 않았다. 저장중 호흡률은 맹아율과 상당히 밀접한 관계가 있는 것으로 생각되는데 실제 호흡률은 저장 60일째에 최고치를 나타낸 반면 맹아율은 저장 90일째에 그 기울기가 가장 크게 증가한 것으로 미루어(Fig. 3) 아마도 저장 60일 전후의 왕성한 호흡활동에 의해 얻은 에너지가 맹아생장에 쓰여졌을 것으로 사료된다.

저장중 조단백질의 함량변화

저장기간 중 조단백질의 함량은 점차 증가하는 경향을 나타내었다(Fig. 5). 그 함량은 맹아율의 증가가 크게 나타났던 20°C 저장조건에서 더욱 높게 나타났는데 이는 수확 후 휴면상태에 놓여있던 마늘의 휴

면이 타파되면서 생리적 활성이 증가되고 새로운 단백질이 합성되면서 나타난 결과로 생각된다(9). 함량에 있어 품종별 큰 차이는 보이지 않았으나 전반적으로 볼 때 한지형인 의성종의 조단백질 함량이 다소 높게 나타났다.

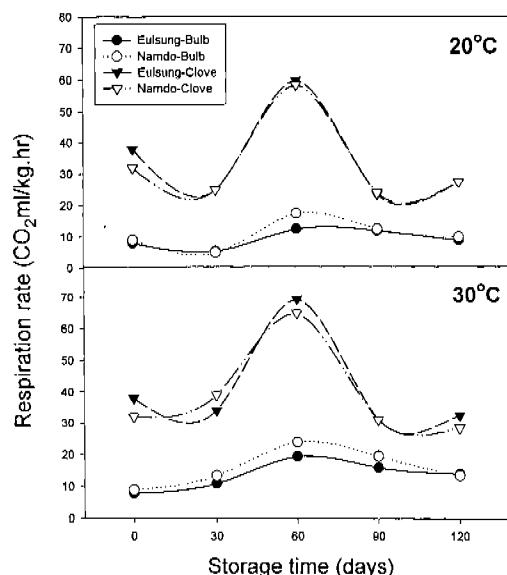


Fig. 4. Change of respiration rate in garlic bulbs and peeled cloves during storage at 20°C and 30°C.

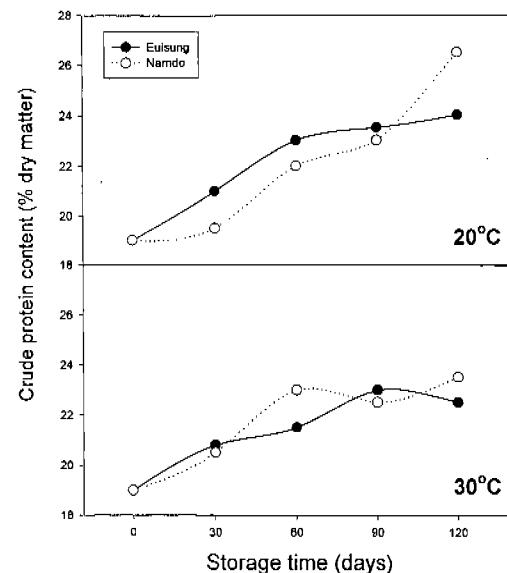


Fig. 5. Change of crude protein content in garlic during storage at 20°C and 30°C.

저장양분으로서의 프럭탄 함량변화가 품질에 미치는 영향

*Allium*屬에 속하는 마늘은 양파와 마찬가지로 상당량의 저장양분을 프럭坦이라고 하는 과당의 중합체인 탄수화물의 형태로 저장한다. 아직까지도 프럭탄의 생리적 기능과 역할에 대해서는 자세히 밝혀져 있지 않으나 저장양분 외에 내한성에 관여하는 정도로 이해되고 있다(8).

Fig 6은 품종별로 저장온도와 기간중 프럭탄의 함량변화를 막대그래프로 나타낸 것이다. 수확 후 총프럭탄의 함량은 날도종이 의성종보다 높게 나타나 약간물중의 68% 정도를 차지하고 있는 것으로 나타났으며, 두 품종 모두 저장 120일째의 함량은 저장초에 비해 감소되었음을 알 수 있다. 저장온도별로 보았을 때 20°C에서 저장한 경우가 30°C보다 약간 더 낮은 프럭탄 함량을 나타내고 있다. 이러한 저장양분의 감소는 저장 중 맹아율 및 호흡활동과도 상호관련이 있는 결과로서 저장온도가 20°C에서 가장 낮은 프럭탄 함량을 보인 것은 맹아율의 정도가 이 저장온도 조건에서 가장 커던 것과 연관지울 수 있다.

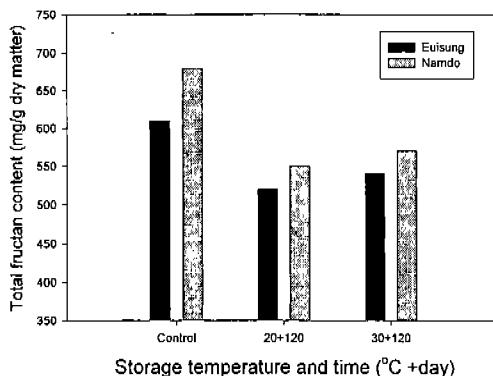


Fig. 6. Change of total fructan content in garlic during storage at 20°C and 30°C.

마늘의 전가용성 고형물의 Brix 당도가 높게 나타나는 이유도 결국은 프럭탄의 함량이 많기 때문이며 프럭탄 함량은 맛과도 직접적인 관련이 있어 실제 품질을 결정하는 지표로도 사용할 수 있을 것으로 생각된다.

요약

저장온도를 달리하여 저장할 때 생태형별로 어떠한 수확 후 생리변화가 일어나며 이러한 변화가 마늘의 품질에 어떤 영향을 미치는지를 알아보기 위하여 수분, 전가용성 고형물, 조단백질, 프럭탄 함량의

변화와 호흡률, 맹아율의 양상을 조사하였다. 저장기간별 수분의 감소와 가용성 고형물의 증가는 정반대로 나타났으며 조단백질의 함량은 증가한 반면 프럭탄의 함량은 감소하였다. 호흡량은 저장 60일째에 최고치를 나타냈으며 맹아율은 점차 증가하였다. 생태형별 특성은 수분함량과 프럭탄 함량, 맹아율에 있어 날도종이 높게 나타났으며 의성종에서는 조단백질의 함량이 다소 높게 나타났다. 30°C에서 저장시 맹아의 생장과 프럭탄의 감소를 억제시켜 단기간 저장시 품질유지에 효과적인 것으로 나타났다. 수분과 단백질, 프럭탄의 함량은 호흡률, 맹아율과 모두 연계되어 있어 최상의 품질을 유지하기 위해서는 적절한 저장온도와 기간이 요구되었다.

참고문헌

- Tagaki, H. (1990) Garlic *Allium sativum* L. In Onions and allied crops, Brewster, Vol. III. Biochemistry, Food Science, and Minor Crops, J.L. and Rabionwitch, H.D.(Editors), CRC Press, Inc. p.109-146
- Cavallito, C.J. and Bailey, J.H. (1944) Allicin, the antibacterial principle of *Allium sativum*. I. Isolation, physical properties and antibacterial action, *J. Am. Chem. Soc.*, 66, 1950-1951.
- Mayeux, P.R., Agrawal, K.C., Tou, J.S.H., King, B.T., Lippert, H.I., Hyman, A.L., Kadowitz, P.J., and McMamara, D.B.(1988) The pharmacological effects of allicin, a constituent of garlic oil, *Agents and Actions*, 25, 1/2, 182-190.
- 문 원(1983) 일장과 에세온처리가 마늘의 탄수화물 함량, 기공분포, 생육 및 인경비대반응에 미치는 영향, 한국방송통신대학 논문집 1, 497-508
- 문 원(1984) 마늘의 이차생장 발생요인에 관한 연구. I. 이차생장의 발달양상 및 몇 가지 환경요인에 대한 검토. 한국원예학회지, 26(2), 103-112.
- 박용봉(1988) 제주에 있어서 파종기, 종구저장온도 및 장일처리가 한, 난지형 마늘의 생육에 미치는 영향, 서울대학교 대학원 박사학위논문
- Keller, R.D. and Neville, M.C.(1986) Determination of total protein in human milk : Composition of methods, *Clin. Chem.*, 32(1) 120-123.
- Pontis, H.G.(1990) Fructans. In Methods in plant biochemistry, Vol. 2, Dey, P.M.(Editor), Academic Press, New York.
- Moon, W. and Hong, G.H.(1997) Difference in content of amino acid, protein and mineral related to quality of garlic, 한국방송대학교 논문집 24, 397-417

(1998년 4월 20일 접수)