

훈증처리가 양파의 생리학적 변화에 미치는 영향

김현구 · 이형춘 · 박무현 · 신동화

농어촌개발공사 종합식품연구원

Effects of Fumigation Treatment on the Physiological Changes of Onion Bulbs

Hyun-Ku Kim, Hyeong-Choon Lee, Mu-Hyun Park and Dong-Hwa Shin

Food Research Institute/AFDC, Suwon

Abstract

Fumigation of onion bulbs with Tetrachloroisophthalonitrile reduced weight loss by half of the control. The weight losses of the control onion bulbs stored at 80% RH were lower than those stored at 90% RH but no significantly different in case of fumigated onion bulbs. No rooting and sprouting to outside were detected during low temperature storage (0°C) and Q_{10} value of onion bulbs during storage was the range of 1.9-2.1. The weight losses of onion bulbs during storage were mainly due to decay rather than respiration, because there was positive correlation between weight loss and decay rate during storage period but not respiration ratio.

서 론

양파는 多水分食品으로서 그 저장성이 매우 약하여 저장기간중 발아, 발근 및 부패 등으로 물량의 손실과 품질저하가 심하며 이의 저장성은 수확전⁽¹⁻⁵⁾과 수확후⁽⁶⁻¹⁷⁾의 제반조건에 의해서 영향을 받는데 전자는 후자에 비하여 양파 저장기간중 더 크게 영향을 미치는 것으로 알려져있다.

양파의 저장성에 영향을 미치는 수확전 조건으로서 Patil⁽¹⁾은 재배포장에 MH-40을 살포하여 저장중 위조현상이 감소되었음을 보고하였고 Villalobos등⁽²⁾은 역시 MH-40을 살포하여 저장중 발아를 감소시켰다는 보고 외에도 이와 비슷한 연구를 Kepkova⁽³⁾, Mathur등⁽⁴⁾ 및 Villalobos등⁽⁵⁾이 수행한 바 있다. 그리고 수확후 조건으로서 Nishibori등⁽¹⁸⁾은 양파의 유리당은 주로 포도당, 과당 및 자당으로 구성되어 있으며 Croxall⁽⁶⁾은 50% tetramethyl thiuramdisulphide나 tetrachloronitrobenzene은 양파저장중 증량감소 억제에 효과가 없다고 보고하였다. Karmarkar등⁽⁷⁾은 양파는 너무 높거나 낮은 온도에서 보다 48~60°F의 저장온도에서 더 빨리 발아되며 32°F에서는 6개월 동안 휴면상태로 유지되고 90~95°F에서는 전혀 발아되지 않는다고 보고하였으며 양파의 발아억제를 위한 γ 선 조사에 대하여 박등⁽¹¹⁾은 조사양파는 조사직후 호흡이 상승하나 점차 감소하여 1주일 후 부터는 대조구에 비하여 호흡량이 낮고 kume등⁽¹⁹⁾은 양파 발아 억제를 위한 γ 선 조사선

량에 따른 시험에서 양파 발아 억제를 위한 최저 유효선량은 2 krad라고 밝힌 바 있다.

수확후 양파의 훈증처리는 외부에 부착된 부패성 미생물, 주로 곰팡이류를 사멸시켜 부패균에 의한 부패를 상당히 막을 수 있을 것으로 알려져⁽²⁰⁾ 있으나 실제 훈증처리제중의 하나인 Tetrachloroisophthalonitrile을 처리한 경우 양파의 생리학적 변화에 관한 연구는 보고되지 않았기에 이와 관련된 연구결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 양파는 1983년 산으로 경남 창녕 지역에서 구입하여 사용하였다.

저장조건 및 전처리 방법

前報⁽²⁰⁾와 같다.

생리화학적 변화

증량변화는 초기증량에 대한 감소증량을 백분율로, 발근율은 양파 총증량에 대한 뿌리 증량을 백분율로 표시하였으며 수분함량은 105°C 상압건조법에 의하여 측정하였다. 호흡량은 杉山등⁽²¹⁾의 방법을 사용하여 KOH에 흡수된 CO₂량을 측정하였으며, total pyruvate(P_T)는 Freeman 등⁽²²⁾의 방법을, control

pyruvate(P_c)는 Schwimmer등⁽¹⁶⁾의 방법을 사용하여 측정하였으며 효소에 의해서 생성된 피루베이트(enzymatically-produced pyruvate)는 P_T에서 P_c를 빼어 준 차이에서 얻었다.

결과 및 고찰

중량의 변화

양파 저장중 중량의 변화는 Fig. 1 및 2와 같다.

즉, RH 80%와 90%에서 8개월 저장동안 경시적 중량감소율을 보면 저장 2개월까지 중량이 완만하게 감소하다가 저장 2개월을 기점으로하여 저장 8개월까지 급격한 감소추세를 나타냈다. 이는 일단 중량이 급격히 감소하기 시작하면 계속적으로 중량감소가 지속됨을 알 수 있었다.

혼중처리 유무 및 RH에 따른 감량을 경시적으로 보면 대조구의 RH 80%에서는 저장 8개월 후 37.20%인데 반하여 RH 90%에서는 28.80%로 현격한 차이를 보였으나 저장전 1회 혼중처리구에서는 RH 80% 및 90%에서 각각 27.42%와 24.36%, 2개월에 1회 혼중처리구에서는 18.45%와 19.31%로 중량감소율이 큰 차이가 없었다.

이와같은 결과는 대조구에 있어서 저장 8개월 후 83.94%의 중량감소가 있었다고 보고한 송등⁽²³⁾의 보고보다는 중량감소율이 상당히 적었으나 저장 8개월 후 14.40%의 중량감소가 있었다고 보고한 Karmarkar 등⁽⁷⁾의 보고보다는 상당히 높은 중량감소가 있었다. 이와같이 다른 연구자와 중량감소율의 차이가 크게 보고되는 것은 양파의 초기상태에 크게 좌우되는 것으로 판단되었다. 특히 양파의 경우 수확후 조건 보다는 수확전 조건이 양파의 저장성에 크게 좌우한다는 보고 등^(6-19,22-23)과 맥을 같이하고 있다.

수분함량의 변화

양파 저장중 수분함량의 변화는 Table 1과 같다.

즉, 모든 저장조건에서 초기 수분함량은 89%에서 저장 말기에 90~91%로서 큰 변화가 없었다. 이는 저장기간에 따라서 수분함량이 계속 감소한다고 보고한 Woodman등⁽²⁴⁾의 결과와는 상이하나 Karmarkar등⁽⁷⁾의 결과와 송등⁽²³⁾의 결과와는 일치하고 있다. 따라서 양파를 장기간 저장한다 하더라도 양파 자체의 수분함량에는 큰 차이가 없음을 확인할 수 있었다.

발근율의 변화

양파 저장중 발근율의 변화는 Table 2와 같다.

즉, 발근율은 저장초기에 각 저장조건별로 0.06%이던 것이 저장 8개월 후에는 0.06~0.07%로서 거의 발근은 더 진행되지 않았다.

이와같은 결과는 Karmarkar등⁽⁷⁾의 결과와 일치하였으며 양파 벌크 저장시 3.7%의 발근이 있었다고 보고한 이등⁽²⁵⁾의 결과와는 상이하나 이는 적재방법 및 저장고 내의 온습도에 기인한 것으로 판단된다.

양파를 0°C에서 저장하면 외부발아는 나타나지 않으나 저장고 내의 온습도를 높일 경우 양파의 발아는 속

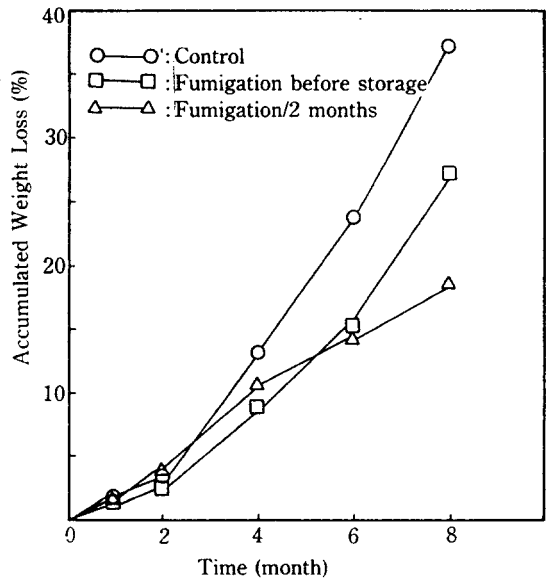


Fig. 1. Accumulated weight loss of onion bulbs during storage at 80% RH

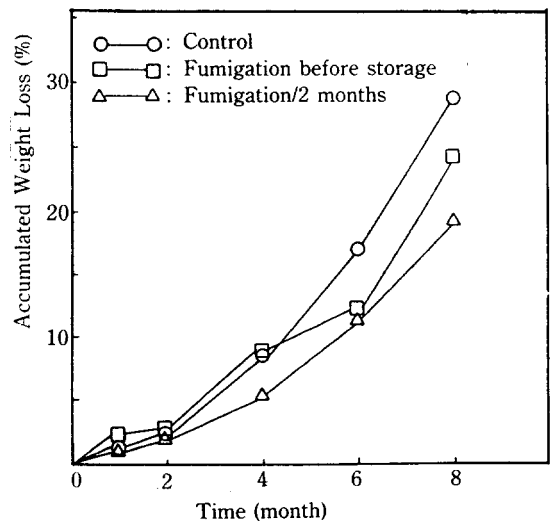


Fig. 2. Accumulated weight loss of onion bulbs during storage at 90% RH

Table 1. Moisture content of onion bulbs during storage

| | | Unit: % | | | | | |
|------------------------------|---------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Storage Time (month) | Initial Stage | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 | |
| Treatments | | | | | | | |
| Control | RH 80% | 89.30 | 89.27 | 89.42 | 90.07 | 90.17 | 90.05 |
| | RH 90% | 89.30 | 89.51 | 90.05 | 91.35 | 91.42 | 91.32 |
| Fumigation before storage | RH 80% | 89.30 | 89.24 | 89.37 | 90.21 | 91.12 | 90.14 |
| | RH 90% | 89.30 | 89.63 | 90.24 | 91.17 | 91.29 | 91.05 |
| Fumigation/ 2 month | RH 80% | 89.30 | 89.11 | 89.10 | 90.02 | 90.14 | 90.05 |
| | RH 90% | 89.30 | 89.31 | 89.79 | 90.89 | 91.01 | 90.41 |

Table 2. Rooting rate of onion bulbs during storage

| Storage Time (month) | Initial stage | | | | | |
|------------------------------|---------------|-------|------|------|------|------|
| | | 2 | 4 | 6 | 8 | |
| Treatments | | | | | | |
| Control | RH 80% | 0.06* | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 |
| | RH 90% | 0.06 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 |
| Fumigation before storage | RH 80% | 0.06 | 0.07 | 0.07 | 0.06 | 0.06 |
| | RH 90% | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 |
| Fumigation/ 2 month | RH 80% | 0.06 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.07 |
| | RH 90% | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 |

$$* \text{ Rooting rate} = \frac{\text{weight of roots}}{\text{total weight of onion bulbs}} \times 100$$

진된다고 Ogata⁽²⁶⁾는 보고하였으나 본 실험에서는 외 부발아는 각 저장조건별로 전혀 나타나지 않았다.

호흡량의 변화

양파 저장중 RH 80% 및 90%에서 호흡량의 변화는 각각 Fig. 3 및 4와 같고 온도별 Q_{10} 값은 Table 3과 같다.

즉, 저온에서의 호흡량은 저장초기에서 저장말기까지 경시적으로 약간의 변화는 있으나 거의 호흡경향은 일정하며 저장초기의 양파의 Q_{10} 값은 저장온도에 따라서 1.9~2.1의 범위였다.

이와같은 결과는 van't Hoff의 법칙과 같이 Q_{10} 값은 약 2였으며 Hardenburg⁽²⁷⁾가 보고한 호흡량의 Q_{10} 값과 일치하는 경향을 나타냈다. 한편, 저온에서의 호흡량이 저장초기에서 저장말기까지 거의 일정한 경향은 마늘의 호흡량에 대해서 보고한 박등⁽²⁸⁾의 결과와 일치하는 경향을 나타냈다.

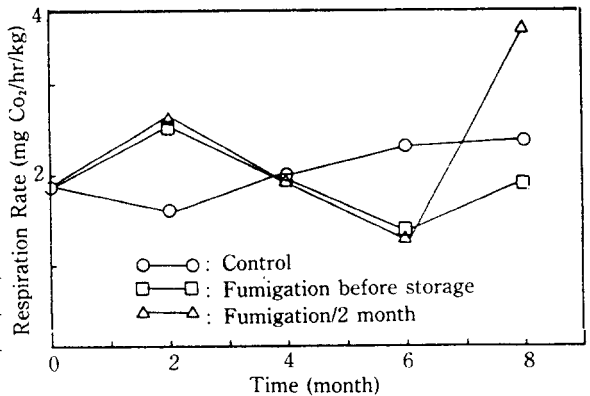


Fig. 3. Respiration rate of onion bulbs during storage at 80% RH

피르브산 함량의 변화

양파는 다른 채소류와 마찬가지로 높은 수분함량과 섬유질 때문에 영양적 가치는 높지 않으나 독특한 향기성분을 이용한다는 점에서 볼때 양파의 피르브산 함

많은 중요한 품질평가 기준이 되고있다. 따라서 양파 저장중 각 저장조건별로 피르브산 함량의 변화는 Table 4와 같다.

즉, 저장초기에 양파 g당 각 시험구에서 5.60 μ 물이었던 것이 저장기간이 경과함에 따라서 약간씩 감소하여 저장말기에는 4.00~4.60 μ 물로서 훈증처리 및 RH에 따른 큰 변화가 없는 것으로 나타나서 저장기간에 따른 자체내 변화 즉 피르브산의 전구물질인 alliin 함량의 저하와 효소활성의 변화 등에 기인한 것으로 생각된다.

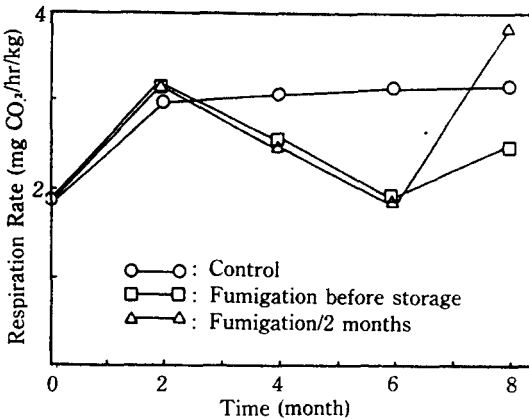


Fig. 4. Respiration rate of onion bulbs during storage at 90% RH

Table 3. Respiration rate and Q₁₀ value of onion bulbs at various storage temperature

| Temperature (°C) | Respiration rate (mg CO ₂ /hr/kg) | Q ₁₀ value |
|------------------|--|-----------------------|
| 0 | 1.70 - 1.87 | |
| 10 | 3.23 - 3.55 | 1.9 (0 - 10°C) |
| 20 | 6.78 - 7.46 | 2.1 (10 - 20°C) |

Table 4. Enzymatically-produced pyruvate content of onion bulbs during storage

| Storage Time (month) | Treatments | Initial Stage | 2 | 4 | 6 | 8 |
|---------------------------|------------|---------------|------|------|------|------|
| Control | RH 80% | 5.60* | 4.16 | 4.00 | 4.20 | 4.00 |
| | RH 90% | 5.60 | 5.60 | 5.20 | 4.80 | 4.40 |
| Fumigation before storage | RH 80% | 5.60 | 4.40 | 4.40 | 4.40 | 4.40 |
| | RH 90% | 5.60 | 5.20 | 4.80 | 4.80 | 4.60 |
| Fumigation/ 2 month | RH 80% | 5.60 | 4.80 | 4.40 | 4.60 | 4.40 |
| | RH 90% | 5.60 | 5.00 | 4.80 | 4.80 | 4.60 |

* μ moles/g-fresh onion

이와같은 결과는 양파품종에 따라서 향기성분이 약한것은 양파 g당 피르브산 함량이 2~4 μ 물, 강한것은 15~20 μ 물 그리고 중간 정도의 것은 8~10 μ 물 정도라고 Schwimmer등⁽¹⁰⁾이 보고하였는데, 본 시험에서 저장초기에 양파 g당 피르브산 함량이 5.60 μ 물이었으므로 본 시험에 사용한 양파는 향기성분이 비교적 약한 것이라 생각되며 양파 저장중 피르브산 함량이 약간씩 감소하는 경향은 마늘의 피르브산 함량에 대해서 보고한 박등⁽²⁰⁾의 결과와 유사한 경향을 나타냈다.

중량변화, 부패율 및 호흡량과의 상호관련성

양파와 같은 생체식품은 저장중에 생리적인 대사작용과 미생물적 요소에 의하여 중량감소 및 부패가 일어나는데 이들의 상호관련성은 Fig. 5 및 6과 같다.

즉, 대조구의 RH 80% 및 90% 저장구는 Fig. 5 및 6에서 보는바와 같이 중량감소와 부패율은 저장기간에 따라서 정의 상관관계를 나타내는 반면에 호흡량은 저장초기에서 저장말기까지 비교적 변화가 적었다. 이는 양파가 저장중에 당으로부터 피르브산을 거쳐 H₂O와 CO₂를 생성하는데 중량감소는 주로 호흡생리에 의한 감소보다는 부패에 의한 감소가 지대함을 알 수 있었으며 기타 저장구에서도 이와 유사한 경향을 나타냈다.

이와같은 결과는 양파를 저온저장할 경우 호흡량이 낮기 때문에 호흡에 의한 중량감소는 2~3% 보다 많지 않다고 보고한 Ryall등⁽²⁰⁾의 결과와 일치하는 경향을 나타냈다.

요 약

Tetrachlorisophthalonitrile로 저장전 또는 저장중 훈증처리한 양파는 대조구보다 중량감소는 1/2로 줄일 수 있었으며 비훈증처리구에서 RH 80%로 저장한 양

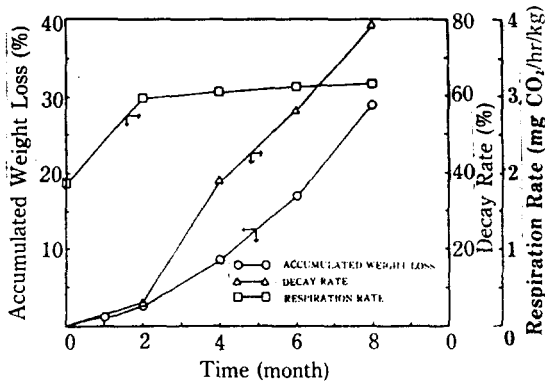


Fig. 5. Relationships among accumulated weight loss, decay and respiration rate (CONTROL, 80% RH)

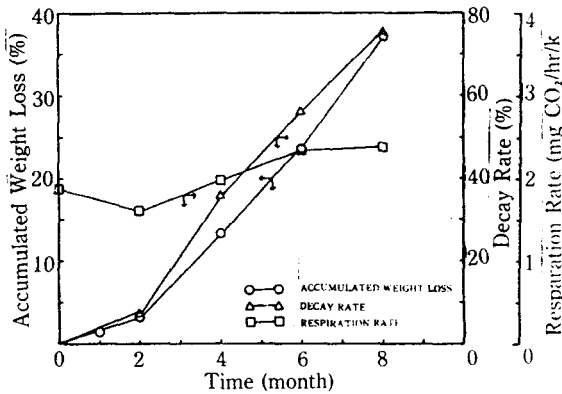


Fig. 6. Relationships among accumulated weight loss, decay and respiration rate (CONTROL, 90% RH)

파는 RH 90%보다 중량감소가 적었으나 훈증처리한 양파에서는 거의 차이가 없었다. 저온저장시(0°C) 양파의 발근 및 외부발아는 나타나지 않았고 호흡량의 Q₁₀ 값은 1.9~2.1의 범위였다. 양파 저장중 중량감소와 부패율은 저장기간이 경과함에 따라서 정적 상관관계로 나타났으나 호흡량은 변화가 적어서 양파 저장중 중량감소는 호흡생리에 의한것 보다는 부패에 의한 감소가 지대함을 알 수 있었다.

문 헌

- Patil, J.A.: *Poona Agric. coll. Mag.*, **51**, 33 (1960)
- Villalobos, P.A., Kocher, G.F. and Ramirez, U.M.: *Agric. Tec. (Santiago)*, **26**, 69 (1966)
- Kepkova, A.: *Rocz. Nauk Rolnos Ser. A* **91**, 361 (1966)
- Mathur, P.B., Date, W.B., Srivastava, H.C. and Subramanyma, H.: *J. Sci. Food Agric.*, **9**, 312 (1958)
- Villalobos, P.A. and Sagues, G.L.: *Invest. Prog. Agric.*, **1**, 33 (1967)
- Croxall, H.E.: Long Ashton Res. Stat., Annual

- Report, P. 143 (1945)
- Karmarkar, D.V. and Joshi, B.M.: *Ind. J. Agric. Sci.*, **11**, 82 (1940)
- Chawan, T. and Pflug, I.J.: *Michigan Quarterly Bulletin*, **50**, 449 (1966)
- Berg, L.V. and Lentz, C.P.: *J. Food Sci.*, **38**, 81 (1973)
- Wright, R.C., Lauritzen, J.I. and Whiteman, T.M.: *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, **29**, 463 (1933)
- 박노봉, 최언호, 변광의: *한국식품과학회지*, **4**, 84 (1972)
- 정희돈: *한국원예학회지*, **23**, 17 (1982)
- 윤인화, 송정춘: *농기연기술보고서*, 농촌진흥청, p. 462 (1977)
- 小曾戸和夫: *食品工業*,
- Whitaker, J.R.: *Adv. Food Res.*, **22**, 73 (1976)
- Schwimmer, S. and Weston, W.J.: *J. Agric. Food Chem.*, **9**, 301 (1961)
- Schwimmer, S., Venstrom, D.W. and Guadagni, D.G.: *Food Technol.*, **18**, 1231 (1964)
- Nishibori, S. and Namiki, K.: *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **29**, 271 (1982)
- Kume, T., Tachibana, H., Aoki, S., Umeda, K. and Sato, T.: *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **24**, 37 (1977)
- 김현구, 이형춘, 박무현, 신동화: *한국식품과학회지*, 부고중(1986)
- 杉山直儀, 岩田正利, 高和彦, 崎山亮三, 高田崎雄: *日本園藝學會雜誌*, **34**, 19(1965)
- Freeman, G.G. and Mossadeghi, N.: *J. Sci. Food Agric.*, **21**, 610 (1970)
- 송정춘, 장창문: *농기연기술보고서*, 농촌진흥청, P. 869(1982)
- Woodman, R.M. and Barnell, H.R.: *Ann. Bio.*, **24**, 15 (1937)
- 이정수, 박광훈, 민병용, 서기봉: *식품연구사업보고*, 농어촌개발공사 식품연구소, P. 65(1975)
- Ogata, K.: *Bull. Univ. Osaka Pref. Ser. B.*, **11**, 99 (1961)
- Hardenburg, R.E.: Personal Communication, Beltsville, Maryland (1970)
- 박무현, 고태영, 신동화, 서기봉: *한국농화학회지*, **24**, 218(1981)
- Ryall, A.L. and Lipton, W.J.: *Handling, Transportation & Storage of Fruits & Vegetables*, AVI Pub. Co. Inc., westport, Connecticut, P. 2 (1978)

(1985년 8월 12일 접수)