

저장 및 저장후 유통조건에 따른 마늘(*Allium sativum* L.)의 생리적 특성 변화

최선태 · 장규섭* · 임병선 · 이종석 · 김영배
원예연구소 저장이용과, *충남대학교 식품공학과

Changes in Physiological Properties of Garlic(*Allium sativum* L.) by Storage and Marketing Condition after Storage

Sun-Tae Choi, Kyu-Seob Chang*, Byung-Seon Lim, Chong-Suk Lee and Young-Bae Kim

Storage and Utilization division, National Horticultural Research Institute, RDA

*Department of Food Science and Technology, Chungnam National University

Abstract

To find out suitable storage and marketing condition, northern type 'seosan' garlic was stored for 3 months at controlled atmosphere(CA), modified atmosphere(MA), low(0~1°C) and room temperature(20±5°C), and then marketed at low(2~3°C) and room temperature (20±5°C)after storage. The physiological properties of garlic were investigated among treatments. The garlic respiration increased after 2 months at room temperature storage, which seem to be dormancy break time. During storage of garlic by CA, MA condition, sprouting and weight loss were prevented effectively by suppress of respiration, and hardness was maintained higher then those of the others. Decay rate occurred 8.1% at room temperature storage, 2% at MA storage but didn't occurred at CA and low temperature storages. When marketed at room and low temperature after storage, increment of respiration and sprouting were delayed, and changes of weight and hardness were low in garlics stored at CA and MA. Decay rate occurred high in garlics stored at MA and room temperature.

Key word : garlic, storage, marketing respiration, sprouting.

서 론

마늘(*Allium sativum* L.)은 백합과(Liliaceae)의 과속인 다년초로 우리나라 식생활의 필수 재료이며, 품종분류는 생태형에 따라 한지형과 난지형으로 구분된다[1]. 생육 특성상 일정한 저온기간이 요구되므로 가을에 파종하여 이듬해 5~6월에 수확하는 단일작형이므로 유통기간 연장을 위해 저장이 필수적으로 요구된다. 마늘에는 alliin이 27~37mg/g-DW함유되어

있어(2) 체내에서 allithiamine형태로서 vitamin B1과 동일한 생리작용을 하며(3), 또한 항균작용, 항암작용, 동맥경화 예방 등 각종 효능을 나타내는 것으로 밝혀지고 있다(4).

마늘의 수확후 생리특성은 대표적으로 휴면을 들 수 있는데 휴면동안에는 호흡과 생장이 저하되고 휴면이 타파되어질 때 생장 및 품질변화가 야기되므로 저장에 있어 중요한 요인으로 대두된다(5). Mann 등(6)에 의하면 휴면타파에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 온도로서 0°C부근이나 20°C이상 고온에서는 휴면상태를 유지하지만 5~15°C에서는 휴면이 잘 타파된다고 하였다. 이밖에 저장중 중량감소, 물성저하 및 부패성 미생물의 감염으로 인한 품질저하가 일어난다.

Corresponding author : Sun-Tae Choi, Storage and Utilization Division National Horticultural Research Institute, RDA 475 Imok-dong Jangan-gu. Suwon 440-310, Korea

마늘의 저장은 국내에서 상온저장이 많이 이용되어 왔지만 최근 주재배단지에 저온저장이 실용화되고 있으며, 그 조건은 온도 0°C, 상대습도 70~75%로 저장 가능기간은 6~7개월로 알려져 있고(7-8), PE필름밀봉저장은 MA(Modified Atmosphere)효과와 더불어 중량감소를 줄일 수 있으며(9-10), CA(Controlled Atmosphere)저장은 공기조성을 O₂ 2~4%, CO₂ 5~8%로 할 경우 10~12개월까지 저장할 수 있다고 하였다(11). 또한 마늘의 표피수분을 12%정도까지 예건 후 병결점온도 부위인 -4°C에 저장하면 저장기간을 연장할 수 있다고 한다(12).

이 밖의 저장방법은 발아억제에 의한 저장기간 연장연구로 방사선 조사(13), Maleic Hydrazide(MH-30)의 이용이 보고되고 있다(14).

이와 같이 마늘을 장기 저장하기 위한 연구는 많이 수행되었지만 저장후 마늘의 소비형태가 일부 가공을 제외하면 주로 생체이며 유통기간 또한 장기적인데 비해 저장방법에 따른 저장후 유통중 품질변화에 대한 연구는 전무한 상태이다.

따라서 본 연구는 한지형인 서산마늘을 CA, MA, 저온 및 상온저장으로 각각 3개월씩 저장하면서 또한 저장후 상온 및 저온 유통시키면서 휴면과 관련된 호흡특성과 맹아현상 등 생리적 변화를 조사하여 유통기간을 고려한 적정저장 및 유통방법을 모색하고자 하였다.

재료 및 방법

재료 및 전처리

마늘은 서산마늘로 수확후 큐어링은 뿌리와 대공(2cm납김)을 절단한 후 상온에서 강제통풍으로 2주간(12시간/일) 처리하였으며, 뿌리의 응애 및 기타 해충의 사멸 목적으로 '96 농약사용 지침서(농약공업협회)에 따라 인화늄 정제(Aluminium phosphide)로 1m²당 3g을 2일간 훈증처리후 실험재료로 사용하였다.

저장 및 유통조건

CA(Controlled Atmosphere)저장은 flow system 방식으로 360 l 스테인레스스틸 chamber에 가스 조절장치를 부착하였고, O₂ 3%, CO₂ 5%, N₂ 92%를 유지시키기 위해 마늘을 플라스틱 유공상자에 3kg씩 담아 적재하여 질소가스로 치환후 가스 흐름속도를 O₂ 15ml/min, CO₂ 25ml/min, N₂ 460ml/min로 조절하고 온도 0~1°C, 상대습도 70~75%에 저장하였다. MA(Modified Atmosphere)저장은 0.05mmLDPE(low density polyethylene)필름(인장강도

170kg/cm², 투습도 9g/m²·24hr)에 2kg씩 넣어 열접착기로 밀봉하여 온도 0~1°C에 저장하였다. 저온 및 상온저장은 마늘을 3kg씩 플라스틱 유공상자에 넣어 저온저장은 온도 0~1°C, 상대습도 70±5%의 저장고 내에, 상온저장은 온도 20±5°C, 상대습도 70±5%에 저장하였다. 유통조건은 저장방법별 각각 3개월씩 저장 후 상온유통은 20±5°C, 저온유통은 2~3°C에서 모의유통(simulation)하였으며, 상온저장은 대조구로서 저장 후에도 상온조건에서만 유지하였다.

생리적 특성분석

호흡량은 저온 및 상온조건에서 1 l 용기에 일정량의 마늘을 넣고 밀폐한 상태에서 1시간동안 용기내에 축적된 CO₂를, CA저장중에는 기체조성후 CO₂변화량을, MA저장의 경우에는 필름내 축적된 CO₂를 각각 gas chromatography(Varian 3400)로 측정하였다. 시료공기 0.5 ml에 포함된 CO₂함량은 active carbon(60/80mesh)으로 충전된 2.4mm(ID) x 2m(L)의 column을 사용하였고, 110°C에서 helium을 carrier gas(30ml·min⁻¹)로 하여 Thermal conductivity detector(TCD)로 검출하여 CO₂량을 ml/kg·hr로 환산하여 나타내었다.

맹아율은 마늘의 인편을 세로로 절단한 후 vernier caliper을 이용하여 leaf length / clove length를 백분율로 나타내었다.

중량감모율은 초기의 중량에 대하여 감량된 무게를 백분율로 환산하여 나타내었고, 부패율은 10개의 마늘을 취해 총인편에 대한 부패인편을 백분율로 나타내었다.

경도는 박피한 상태에서 인편의 중앙부위를 물성 측정기(Texture analyzer, Model TA.XT2, England)를 이용하여 test speed 2mm/sec, probe diameter 4mm, 및 strain 50% 조건하에서 측정하였다.

결과 및 고찰

호흡율 변화

수확후 휴면 및 맹아신장과 관계가 깊은 마늘의 호흡을 수확후 저장 및 유통조건에서 조사하였다. 마늘의 저장중 호흡은 수확후 상온에서 저장할 경우 저장 60일째부터 증가하기 시작하여 저장 90일째에 35.52ml/kg/hr로 상승했는데(Table 1) 이 시기에 휴면이 타파되고 생육이 시작됨을 예측할 수 있었다. 이와 같은 호흡특성을 갖는 마늘을 CA, MA, 저온저장할 경우 CA저장이 저장 90일까지 8.34ml/kg/hr로 호흡을 가장 낮게 유지할 수 있었고, MA저장 또한 PE

필름 밀봉내의 CO₂농도가 6%내외를 유지하였으므로 호흡억제 효과를 예측할 수 있었으며, 저온저장은 1 l~13.4ml/kg/hr수준을 유지하였다.

Table 1. Changes in respiration rate of garlic bulbs during the various storages

| Storage methods* | Storage period (Days) | | | |
|--|-----------------------|-------|-------|-------|
| | 0 | 30 | 60 | 90 |
| Respiration rate (CO ₂ ml/kg · hr) | | | | |
| CA | 20.27 | 9.22 | 7.42 | 8.34 |
| LT | | 11.43 | 11.14 | 13.04 |
| RT | | 20.33 | 24.73 | 35.52 |
| CO ₂ concentration in PE 0.05mm film packing(%) | | | | |
| MA | | 6.33 | 6.45 | 6.91 |

* CA : Controlled atmosphere storage (O₂ 3%, CO₂ 5% at 0~1°C)
 MA : Modified atmosphere storage (0.05mm PE film packing at 0~1°C)
 LT : Low temperature storage (Temp. 0~1°C, RH 70±5%)
 RT : Room temperature storage (Temp. 20±5°C, RH 70±5%)

저장후 유통기간중 호흡의 변화는 Fig. 1과 같았다. 상온유통에서 마늘의 호흡은 온도의 변화에 따라 증가하기 시작하여 저온저장했던 마늘은 유통 30일째, CA 및 MA저장했던 마늘은 유통 50일째에 급등 현상을 나타냈으며, 저장중 호흡의 증가를 보였던 상온저장했던 마늘은 점차적으로 감소하여 큰 변화 없이 일정수준을 유지하였다.

이와 같이 저장후 상온유통조건에서 CA 및 MA저장했던 마늘이 호흡의 상승시기가 늦은 것은 저장중 호흡억제에 의한 생리변화의 지연효과로 판단되었다. 저장후 저온유통기간중 호흡은 상온유통보다 낮은 수준을 유지하였으며 유통 60일째 증가하는 양상을 나타냈고, 호흡 상승시기는 저장방법별 차이를 보이지 않았다.

맹아 특성

마늘의 수확후 대표적인 품질변화의 하나인 맹아 신장을 저장조건에 따라 조사한 결과는 Fig. 2와 같았다. 저장 60일째 상온 및 저온저장에서 급격한 증가를 나타냈으나, 호흡억제 효과가 있는 CA 및 MA 저장에서는 저장 90일까지 맹아율이 크게 억제되었다. 따라서 마늘의 CA 및 MA저장은 맹아율을 억제하는데 효과가 있는 것으로 판단되었다.

저장후 상온유통중 맹아율은 저장기간동안 맹아신장의 억제효과가 있던 CA 및 MA저장했던 마늘에서 급격한 증가를 나타냈지만 상온 및 저온저장했던 마늘보다는 낮은 수준을 유지하였다(Fig. 3). Tanaka(15)는 양파를 CA 및 저온저장한 후 20°C로 전환할 경우 저온저장했던 양파보다 CA저장했던 양파가 발아엽의

신장이 지연된다고 하였는데 본 연구에서의 마늘도 유사한 결과를 나타내었다.

저장후 저온유통중 맹아율은 유통 60일까지 저장방법별 모두 60%내외를 나타내었고, 그 중 CA저장했던 마늘이 가장 낮은 맹아율을 나타냈다.

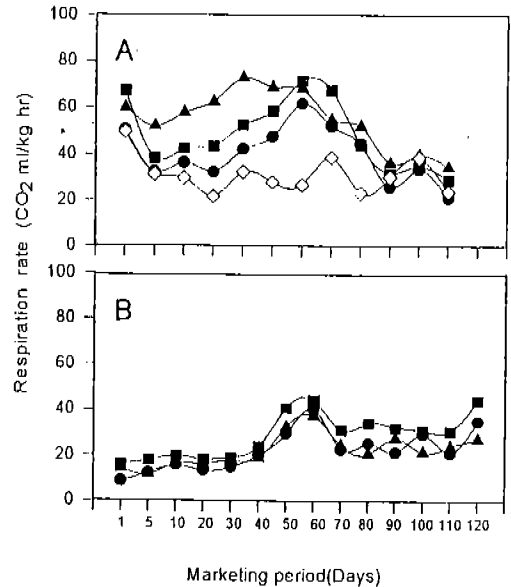


Fig. 1. Changes in respiration rate of garlic during marketing at room(A) and low temperature(B) after 3months of CA, MA, LT and RT storage.
 ● : CA, ■ : MA, ▲ : LT, ◇ : RT
 *Abbreviations are described in the Table 1.

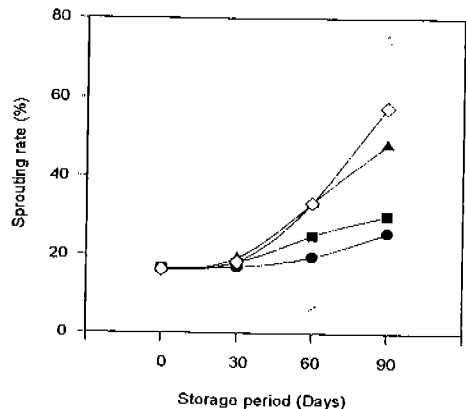


Fig. 2. Changes in sprouting rate of garlic during the various storages.
 ● : CA, ■ : MA, ▲ : LT, ◇ : RT
 *Abbreviations are described in the Table 1.

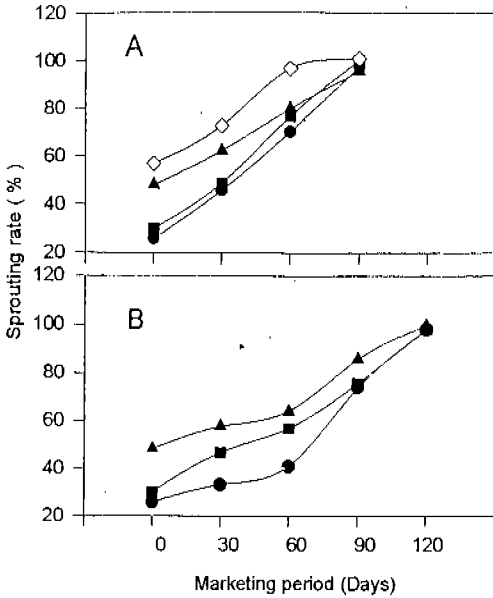


Fig. 3. Changes in sprouting rate of garlic during marketing at room(A) and low temperature(B) after 3 months of CA, MA, LT and RT storage.
 -●- : CA, -■- : MA, -▲- : LT, -◇- : RT
 *Abbreviations are described in the Table 1.

중량 감소

저장조건별 중량감소는 상온저장에서 저장 90일까지 9.5%로 가장 높았으며 MA저장이 1.8%로 가장 낮았다. 이것은 PE필름 밀봉에 의한 호흡억제 및 건조방지 효과로 판단되었다. 그리고 CA 및 저온저장은 2.54% 및 3.67%를 유지하였다(Fig. 4).

저장후 상온유통중 중량감소는 모두 급격히 증가했는데 유통 30일동안 CA, MA 및 저온저장했던 마늘의 중량감소는 상온저장했던 마늘에 비해 적었다(Fig. 5). 그 중 CA저장했던 마늘이 가장 적은 중량감소를 나타냈다. 저온유통 또한 CA저장했던 마늘이 유통 90일까지 가장 적게 나타냈다. Liliana 등(13)은 마늘의 저장중 중량감소는 높은 온도(21℃)에서 호흡의 증가와 수분손실 때문에 높으며 맹아율 증가와 동반하여 중량감소가 일어나고, 상온저장 300일 정도에서 약 55%만이 상품성이 있다고 하였다. 본 연구에서 저장중 호흡이 억제된 CA, MA 및 저온저장했던 마늘도 상온유통시킬 경우 중량감소가 높아졌는데 이것은 호흡의 상승과 맹아율의 증가가 원인으로 판단되었다.

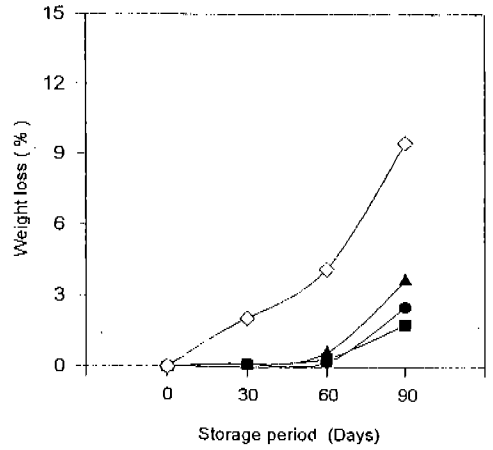


Fig. 4. Changes in weight loss of garlic during the various storages.
 -●- : CA, -■- : MA, -▲- : LT, -◇- : RT
 *Abbreviations are described in the Table 1.

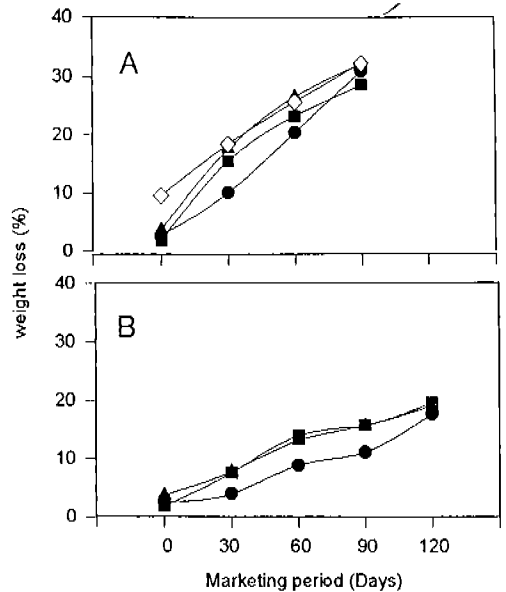


Fig. 5. Changes in weight loss of garlic during marketing at room(A) and low temperature(B) after 3 months of CA, MA, LT and RT storage.
 -●- : CA, -■- : MA, -▲- : LT, -◇- : RT
 *Abbreviations are described in the Table 1.

경도 변화

마늘의 일반적인 품질평가는 단단하면서 맵고, 클수록 좋은 것으로 알려져 있는데 마늘의 단단한 정

도를 경도를 통해 저장방법별로 조사한 결과는 Table 2와 같았다. 경도는 저장기간중 감소하여 저장 90일 까지 CA 및 MA저장이 저온 및 상온저장에 비해 높게 유지되었는데 이는 호흡의 감소 및 맹아신장의 억제 등 생체내의 변화가 적기 때문에 경도유지에 효과적인 것으로 판단되었다.

Table 2. Changes in hardness of garlic bulbs during the various storages

| Storage methods* | Hardness (kg/φ4mm) | | | |
|------------------|---|------|------|------|
| | Storage period (Days) | | | |
| | 0 | 30 | 60 | 90 |
| | Respiration rate (CO ₂ ml/kg · hr) | | | |
| CA | 2.33 | 2.38 | 2.33 | 2.24 |
| MA | | 2.19 | 2.01 | 2.08 |
| LT | | 2.38 | 2.17 | 1.96 |
| RT | | 2.16 | 2.00 | 1.90 |

*Abbreviation are described in the Table 1.

저장후 상온유통기간중 경도의 변화는 유통 30일 까지 CA 및 MA저장했던 마늘이 2.01kg 및 2.04kg을 나타냈는데 저온 및 상온저장했던 마늘의 1.70kg 및 1.65kg보다는 높은 수준을 유지하였으며, 저온유통에서는 CA저장했던 마늘이 가장 높은 수준을 유지하였다(Table 3).

Table 3. Changes in hardness of garlic bulbs during marketing at room and low temperature after 3months of CA, MA, LT and RT storage

| Storage methods* | Marketing period (Days) | | | | |
|------------------|------------------------------|------|------|------|------|
| | 0 | 30 | 60 | 90 | 120 |
| | Hardness (kg/φ4mm) | | | | |
| | At room temperature (20±5°C) | | | | |
| CA | 2.24 | 2.01 | 1.87 | 1.81 | |
| MA | 2.08 | 2.04 | 1.75 | 1.89 | |
| LT | 1.96 | 1.89 | 1.95 | 1.70 | |
| RT | 1.90 | 1.87 | 1.98 | 1.65 | |
| | At low temperature (2~3°C) | | | | |
| CA | 2.24 | 2.06 | 1.99 | 1.90 | 1.93 |
| MA | 2.08 | 2.03 | 1.89 | 1.68 | 1.51 |
| LT | 1.96 | 1.78 | 1.64 | 1.71 | 1.67 |

*Abbreviation are described in the Table 1.

부패 발생

저장조건에 따른 마늘의 부패발생은 CA 및 저온 저장에서는 저장 90일까지 전혀 관찰되지 않았으나 상온저장에서 8.1%로 가장 높았고 MA저장에서 2.0%를 나타냈다. 박 등(12)은 마늘 표피의 수분함량이 많은 것이 저장중 부패를 증가시켜 저장성이 저하된다

고 하였는데 본 연구에서는 저장후 상온유통중 부패율은 유통 60일에 MA저장했던 마늘이 22.0%로 가장 컸는데(Fig. 6) 이것은 PE필름 밀봉에 의해 마늘 표피의 수분함량이 높아 유통중 부패에 기인한 것으로 판단되었다. 또한 CA저장도 13.3%로 다소 높았는데 이것은 CA저장에서 상온으로의 전환시 갈변 인편발생에 의한 것이며 이에 따라 CA저장후 유통전 적절한 처리가 필요하다고 판단되었다. 저온유통중 부패율은 유통 60일까지 MA저장했던 마늘은 10.2%인 반면 CA 및 저온저장했던 마늘은 4.2%, 5.8%로 적게 발생되었다.

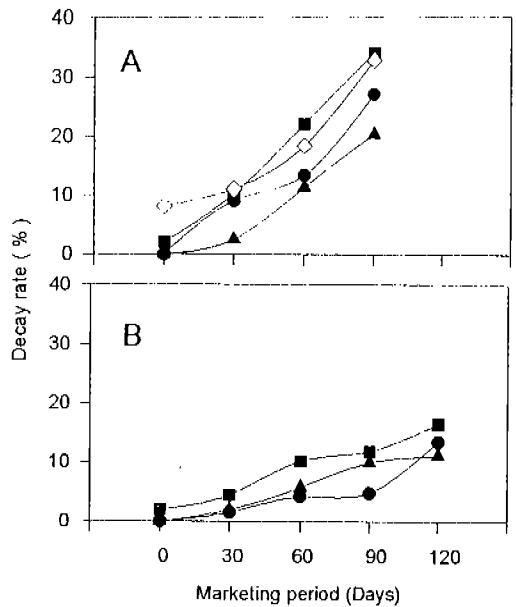


Fig. 6. Changes in decay rate of garlic during marketing at room(A) and low temperature(B) after 3months of CA, MA, LT and RT storage.

● : CA, ■ : MA, ▲ : LT, ◇ : RT
*Abbreviations are described in the Table 1.

요 약

본 연구는 마늘의 수확후 생리특성 변화를 통해 저장 및 유통조건을 모색하기 위한 기초연구로 서산 마늘을 CA, MA, 저온 및 상온저장으로 각각 3개월씩 저장하면서 또한 저장후 상온 및 저온에서 유통시키면서 특성변화를 조사하였다. 마늘은 수확후 상온저장에서 저장 60일후 호흡의 상승으로 휴면타파

시기를 예측할 수 있었다. 저장기간중 CA 및 MA저장은 상온 및 저온저장에 비해 호흡, 증량감소 및 맹아율을 효과적으로 억제시킬 수 있었으며, 또한 경도 유지 및 부패방지도 효과적이었다. 저장후 상온유통중에도 CA 및 MA저장했던 마늘이 상온 및 저온 저장했던 마늘에 비해 호흡의 상승시기 및 맹아율이 지연되는 결과를 나타냈고, 증량 및 경도변화가 적었다. 그러나 부패발생은 상온 및 MA저장했던 마늘이 높았으며, CA저장했던 마늘에서는 일부 갈변현상을 보여 유통전 전처리의 필요성이 요구되었다. 또한 저장후 저온유통중 호흡은 저장방법별 큰 차이 없이 낮게 유지되었고 맹아율, 경도, 부패율 및 증량에서의 변화는 CA저장했던 마늘에서 적었다.

감사의 글

본 연구는 농림수산기술개발사업의 첨단과제 “호흡생리조절을 통한 선도연장 기술 개발”에 의하여 수행된 결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 表鉉九, 崔廷一, 李康熙 (1975) 菜蔬園藝 各론. 향문사, 254~258
2. John I. ahmad (1996) Garlic-a panacea for health and good taste. *Nutrition & Food Sci.*, No(1) : 32~35
3. 조길석, 김현구, 하재호, 박무현, 신희선(1990) 마늘 정유물의 향기성분 및 저장안정성. 한국식품과학회지. 22(7), 840~845
4. Shashikanth, K.N., Basappa, S.C., and Murthy, V.S.(1981) Studies on the antimicrobial and Stimulatory factors of garlic(*Allium sativum* L.). *J. Food Sci. and Technol.*, 18, 44

5. Harm D. Rabinowitch, and James L. Brewster (1990) Onions and Allied Crops. CRC Press, Inc 1(4), 89~111
6. Mann, L. K. and D. A. Mings(1958) Growth and bulbing of garlic in response to storage temperature of planting stocks, daylength and planting data. *Hilgardia* 27(5) : 385~419
7. 박무현, 고재영, 신동화, 서기봉(1981) 마늘 장기저장 방법. 한국농화학회지. 24(4), 218
8. Robert E. Hardenburg, Alley E. watada and chien Y wang(1985) The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. *Agriculture Hand book number 66*, 59~60
9. 송정춘, 박용환, 윤인화, 한판주(1979) 비축농산물 저장연구사업보고서. 267
10. 송정춘, 박남규, 윤인화(1986) 마늘의 PE 밀봉 저장중 변색방지 관한연구. 농시논문집 28(1), 152~157
11. 小増戸和夫(1976) 果實野菜の長期貯蔵技術とシステム. *食品工業學會誌* 23 : 38~48
12. 박무현, 신동화, 김준평(1988) 생체마늘의 적정 저장조건 설정연구. 한국식품과학회지 20(2) ,213~217
13. Liliana N. CECL, Osvaldo A. curzcion, and Alicia B. pomulid (1991) Effects of irradiation and storage on the flavor of garlic bulbs cv "Red". *J. Food Sci.* 56(1), 44~46
14. 정희문(1973) Maleic Hydrazide 처리가 allinase 활성에 미치는 영향. 한국원예학회지 14, 37~40
15. Tanaka, M., Chee, K., and Komochi, S.(1985) Studies on the storage of autumn harvested onion bulbs. *I. Agric. Exp Strn.* 141. 1

(1998년 5월 3일 접수)