

青蒜氣調包裝貯藏之研究¹

林棟樑²

摘 要

林棟樑·1993·青蒜氣調包裝貯藏之研究。台南區農業改良場研究彙報30：61～69。

選用學甲大片黑及花蒜兩品種，分屬硬骨種及軟骨種青蒜進行氣調包裝貯藏試驗，1.5公斤青蒜以厚40 μ m 81×50公分之低密度PE塑膠袋密封包裝，分別以直接密封、5% CO₂、10% CO₂密封包裝處理，並以打洞之PE袋包裝者為對照，置0℃下貯藏。結果發現不論有否充入高濃度CO₂，各密封包裝處理組，在5天之後袋內O₂及CO₂濃度均達到一平衡狀態，O₂濃度在11～15%之間而CO₂濃度在4～6%之間，並有1ppm左右之乙烯累積。經貯藏一個月後密封包裝各處理組間不論有否充入高濃度CO₂品質差異不顯著，但失重率及剔除率均較打洞包裝之對照組低，軟骨種青蒜尤其明顯。經貯藏二個月後處理組之失重率均在1.5%以下，而對照組則為4.02%。調查外觀品質發現，對照組發生腐爛情形嚴重，已完全失去商品價值，而處理組外觀品質仍良好，剔除率僅為1.0～1.5%，截切力則處理組與對照組間差異不顯著，均有輕微增加現象，而軟骨種增加較多，以品種來說硬骨種較軟骨種適合長期貯藏。青蒜可以耐5%的高二氧化碳濃度，使用密封包裝置0℃下貯藏方式，由於自發性的氣調作用即可產生高CO₂濃度效果，勿須在一開始即充入高濃度CO₂氣體，且能有效的貯藏青蒜達兩個月之久。

關鍵詞：青蒜、氣調包裝貯藏、品質、二氧化碳。

接受日期：1993年9月20日。

前 言

大蒜在莖葉柔軟時採收供食用者稱青蒜。由於其獨特的風味，在我國烹調藝術上扮演著重要的角色，舉凡炒、爆、燴、清蒸、煮湯、生吃等均適合利用青蒜來調配風味，增加食慾，由於其獨特的風味是調配料理不易取代的材料，故為重要的週年性需求蔬菜。

青蒜依其莖葉柔軟程度，主要可分為軟骨種和硬骨種，其中軟骨種纖維含量低品質較佳，而硬骨種生長適期較長可提早或延後採收。本省青蒜平地生產季節因氣候關係，集中在11～3月間，平均價格15元/公斤左右，但5～10月間因產量降低，價格提高3～4倍，此時青蒜主要由高冷地供應^(1,2)，然而高冷地生產成本高，且有環境污染之憂慮。因此如能利用冷藏方式延長青蒜供應期，則可平衡產銷價格，使生產者與消費者同蒙其利。

1.台南區農業改良場研究報告第215號。

2.台南區農業改良場助理研究員。

有許多報告指出，氣調包裝（Modified atmosphere package，簡稱MAP）貯藏可有效延長採收後產品貯藏壽命^(4,6,7,12,14,16)。所謂氣調包裝貯藏是指利用包裝、被覆、薄膜襯裏等方法，使產品在具微量透氣性包裝材質密封下，經由產品本身的呼吸作用降低氧及提高二氧化碳濃度而產生保鮮之效果。或是充入高二氧化碳及低氧濃度之混合氣體，使氣調保鮮效果迅速達到。MAP貯藏除了可維持濕度防止失水外，主要為藉著提高產品貯藏環境之二氧化碳濃度及降低氧氣濃度，達到保鮮貯藏之效果。有許多蔬果已成功的使用了MAP貯藏技術，如蘋果⁽⁵⁾、草莓^(8,13)、甘藍⁽³⁾、番茄⁽¹¹⁾，及切絲萵苣⁽⁶⁾等。由於氣調包裝貯藏無法精確的控制包裝袋內氧氣及二氧化碳濃度，因此須選擇耐低氧及高二氧化碳濃度之作物才容易成功。而以大蒜來說，其最低氧容忍度為1%，最高二氧化碳容忍度為10%⁽¹⁴⁾，屬容忍度範圍較大之作物，故理論上屬適合氣調包裝貯藏之作物。因此本研究探討青蒜氣調包裝貯藏之可行性，並在其包裝袋內充入高濃度二氧化碳使氣調條件儘早達到，了解其對保鮮貯藏之效果。

材料與方法

分別將學甲大片黑（硬骨種）及花蒜（軟骨種）兩品種之青蒜1.5公斤，以低密度聚乙烯（簡稱LDPE）膜40 μ m厚，81 \times 50公分之塑膠袋密封包裝，此LDPE膜氧氣透過率為4707ml/m/day \cdot 30 $^{\circ}$ C。分別作以下包裝處理：1.直接密封包裝 2.袋內抽真空後充入5%二氧化碳 3.袋內抽真空後充入10%二氧化碳 4.密封後袋子上打6個直徑0.5公分之孔洞。以上各處理均置於0 $^{\circ}$ C下貯藏。每處理二包，貯藏期間分別調查：1.包裝袋內氣體成分變化：抽取出袋內氣體1毫升以氣相層析儀（Gaschromatograph, Shimadzu, GC-14A）測量，氧氣及二氧化碳使用TCD Detector, Column為1公尺長之不銹鋼管內徑0.33cm，管內分別填充Porapak N80/100 mesh（二氧化碳）及Molecular Sieve 5A（氧氣）；乙烯使用FID Detector, Column同為1公尺長之不銹鋼管內裝填Alumina 60/80mesh, Column溫度60 $^{\circ}$ C，注入口（injector）及檢測器（detector）溫度為125 $^{\circ}$ C。2.截切力：選取離根部5公分直徑1公分之莖基部，切取2公分長，以物性測定儀（Rheometer, FUDOH, NRM-2020J-CW）測量截切力，每重覆調查三個值平均，單位以Kg/cm²表示。3.失重率：（產品貯藏前重-貯藏後重）/貯藏前重 \times 100%，4.剔除率：整理剔除腐損外葉之重量/貯藏後重量 \times 100%，分別於貯藏一個月後及三個月後調查。調查資料以SAS統計軟體進行統計分析，採RCBD複因子設計分析，探討品種與包裝處理之效應，並用SAS GLM程式將包裝處理做單自由度劃分，分析處理間之差異。

結果與討論

青蒜以低密度PE塑膠袋密封包裝在0 $^{\circ}$ C貯藏期間，袋內氧氣變化如圖1，直接密封者氧氣含量由21%開始降低，2天後降到約11%，之後又緩慢上升，至第5天之後維持在13~15%之間達到一穩定狀態。而充入5%及10%二氧化碳者氧氣含量由接近於0%逐漸上升，到第5天時亦達到平衡狀態，氧氣含量維持在11~15%之間。袋內二氧化碳含量之變化（圖2），直接密封者在第二天時升高到7%，第4天之後降低到5%左右，其後則維持在4~5%之間，充入5% CO₂

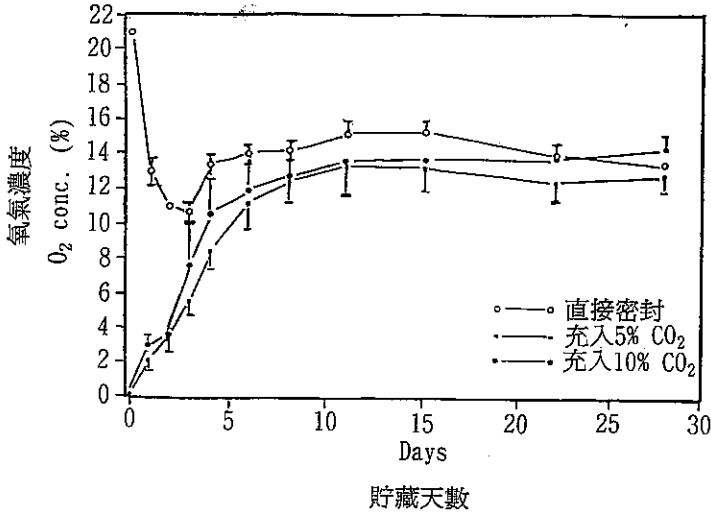


圖 1. 青蒜以LDPE塑膠袋密封包裝置 0°C 下貯藏袋內氧氣含量之變化
(圖中數值以平均值±標準偏差表示)

Fig. 1. The changes of O₂ concentration during 0°C MAP storage of green garlic.
(Ploted values are the means±S.D.)

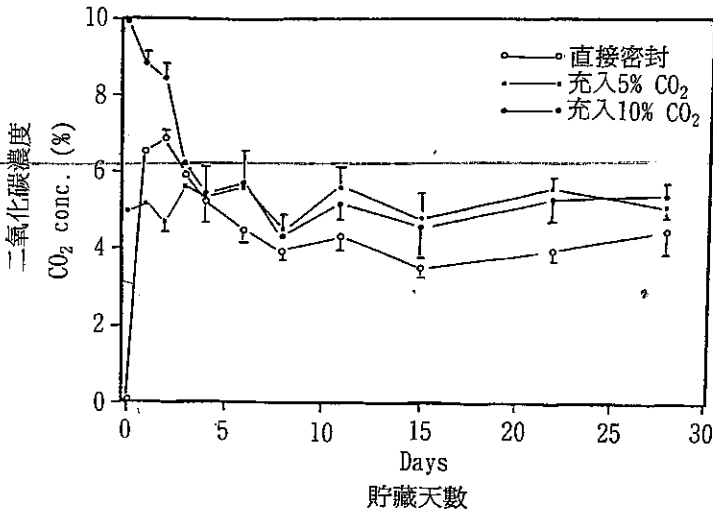


圖 2. 青蒜以LDPE塑膠袋密封包裝置 0°C 下貯藏袋內二氧化碳含量之變化
(圖中數值以平均值±標準偏差表示)

Fig. 2. The changes of CO₂ concentration during 0°C MAP storage of green garlic.
(Ploted values are the means±S.D.)

處理者則維持在5~7%間之，而充入10%高濃度二氧化碳者則在第4天即降至5%，之後亦維持在此濃度上下。由袋內氧氣及二氧化碳含量的變化發現，產品本身的呼吸作用及塑膠袋透氣性間之平衡作用發生得很快，約5天後不論充入高濃度二氧化碳與否，均達到氣體平衡狀態，之後氧氣濃度約維持在11~15%，二氧化碳濃度5%左右，處理之間差異不大，此一大氣成分雖未必是最佳氣體條件組合，但可能已有氣調貯藏之功效產生了。氣調包裝袋內之氣體平衡決定於袋內產品在當時貯藏溫度下的呼吸率，包裝袋面積及塑膠袋對氧氣及二氧化碳的透過率。依據預備試驗結果，青蒜在0°C下貯藏一個月後無葉片黃化、纖維化及寒害現象發生，且在0°C下產品呼吸率由室溫下的1584 ml CO₂/kg.hr降為18.1ml CO₂/kg.hr，乙烯釋放率亦由2.05 μl/kg.hr降為0.75 μl/kg.hr，因此本試驗選擇0°C為貯藏溫度。又測量袋內乙烯含量發現，密封二天後即開始有乙烯的產生，之後乙烯濃度維持在0.5~1.5ppm之間，經調查貯藏一個月，袋內乙烯無大量累積情形(圖3)。

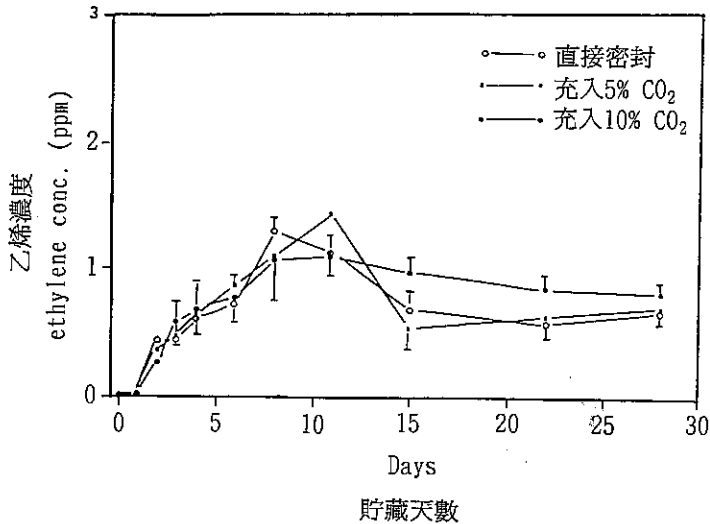


圖 3. 青蒜以LDPE塑膠袋密封包裝置0°C下貯藏袋內乙烯含量之變化
(圖中數值以平均值±標準偏差表示)

Fig. 3. The changes of ethylene concentration during 0°C MAP storage of green garlic
(Plotted values are the means ± S.D.)

青蒜氣調包裝貯藏一個月後，品質變化情形如表1，變方分析顯示結果品種與處理間交感作用不顯著，顯示兩品種對包裝處理之反應相似。在品種效應上品種間之失重率及剔除率均無顯著性差異，截切力則軟骨種較硬骨種低。在包裝處理效應上，各包裝處理間有顯著性差異，經處理自由度劃分統計分析後，青蒜之失重率及剔除率在密封包裝處理與塑膠袋打洞之對照處理間有顯著性差異，失重率由2.6%降為1%左右，剔除率亦由16.28%降為9.22%以下，截切力則無顯著性差異，而密封包裝處理中只充入空氣者較充入不同濃度CO₂處理者有較低的剔除率，但失重率及截切力方面則無此效應，再分析兩個不同CO₂濃度處理之差異，則不論失重率剔除率及截切力，不同濃度CO₂處理間並無顯著差異，可見PE袋密封包裝貯藏可減少產品貯藏時之失重及腐爛情形，充入高濃度CO₂處理則無法進一步增加其貯藏品質，而若由產品截切力增加代表產品纖維化情形，則因青蒜在低溫下貯藏一個月內無纖維化現象，故在防止纖維化上尚顯現不出氣調包裝貯藏之效果。

表 1. 青蒜氣調包裝貯藏 0°C 下一個月後品質變化情形

Table 1. The effect of MAP storage under 0°C for one month on the quality changes of green garlic.

	失重率(%) Wt. loss	剔除率(%) Trim loss	截切力(kg/cm ²) Cut force
品種 (CV) Varieties			
硬骨種 (各處理平均) Harder stem	1.35	8.96	0.57
軟骨種 (各處理平均) Tender stem	1.33	10.65	0.44
處理 (T) Treatment			
塑膠袋打洞 Film with pole	2.60	16.28	0.56
直接密封 MA with Air	0.93	5.48	0.50
充入5% CO ₂ MA with 5% CO ₂	1.01	8.19	0.48
充入10% CO ₂ MA with 10% CO ₂	0.99	9.22	0.48
變方分析 (ANOVA)			
變因 (SOV)	自由度 (df)		
Varieties (CV)	1	ns	ns
Treatment (T)	3	**	**
MA ^z vs CK ^y	1	**	**
Air ^x vs CO ₂ ^ω	1	ns	*
5% vs 10% CO ₂ ^ν	1	ns	ns
CV×T	3	ns	ns

* **: 統計分析達 5% 及 1% 顯著水準。

Means significantly different at 5% and 1% probability level.

z: 直接密封及充入 5% 及 10% CO₂ 後密封三種包裝方式之平均。The average value of MA with air, 5% CO₂ and 10% CO₂.

y: 以塑膠袋打洞包裝者為對照。

CK means film with poles treatment.

x: 直接密封包裝者。MA with air

ω: 充入 5% 及 10% CO₂ 後密封二者之平均The average value of MA with 5% and 10% CO₂ν: 充入 5% 或 10% CO₂ 後密封包裝者。MA with 5% or 10% CO₂.

表 2. 青蒜氣調包裝貯藏 0°C 下二個月後品質變化情形

Table 2. The effect of MAP storage under 0°C for two months on the quality changes of green garlic.

	失重率(%) Wt. loss	剔除率(%) Trim loss	截切力(kg/cm ²) Cut force
品種 (CV) Varieties			
硬骨種 Harder stem	2.08	10.52	0.76
軟骨種 Tender stem	2.01	15.97	0.81
處理 (T) Treatment			
塑膠袋打洞 Film with pole	4.02	100.00	0.75
直接密封 MA with Air	1.42	14.37	0.86
充入5% CO ₂ MA with 5% CO ₂	1.37	12.31	0.78
充入10% CO ₂ MA with 10% CO ₂	1.36	13.06	0.76
變方分析 (ANOVA)			
變因 (SOV)	自由度 (df)		
Varieties (CV)	1	ns	*
Treatment (T)	3	**	**
MA ^z vs CK ^y	1	**	**
Air ^x vs CO ₂ ^w	1	ns	ns
5% vs 10% CO ₂ ^v	1	ns	ns
CV×T	3	ns	ns

..*. : 同表 1 說明。The same as table 1.

青蒜氣調包裝貯藏二個月後，品質變化情形如表 2，變方分析結果顯示品種與處理間之交感作用不顯著。而在品種效應上，品種間失重率與截切力差異不顯著，但剔除率則有差異，硬骨種為 10.52% 顯著較軟骨種之 15.97% 為低，可見以品種來說硬骨種青蒜（學甲大片黑）較軟骨種青蒜（花蒜）貯藏性佳。分析處理間效應，失重率及剔除率均有顯著性差異，截切力則不顯著，經自由度劃分統計分析結果，青蒜之失重率及剔除率在密封包裝之處理組與對照組間有顯著性差異，而直接密封包裝與充入 5% 或 10% CO₂ 間則無顯著性差異，可見密封包裝無論有否充入高濃度 CO₂ 均可有效延長青蒜貯藏壽命達二個月之久，失重率僅 1.5% 以下，較對照組之 4.02% 為低。剔除率方面對照組因葉片產生水浸狀敗壞情形嚴重，已失去商品價值，故剔除率計算為 100%，而密封

包裝貯藏之處理組則僅有一成左右之剔除率。截切力方面對照組與處理組間差異不顯著，雖均有升高之趨勢，但升高之量不大，可見青蒜低溫貯藏期間纖維化情形不嚴重。比較直接密封包裝與充入高濃度CO₂處理組間，則不論失重率剔除率或截切力均差異不顯著，可見充高濃度CO₂處理無法進一步改善貯藏效果，可能因充入5%或10% CO₂處理者，袋內氣體成份在5天內即達到平衡，與直接密封包裝者相同，可見青蒜只要選擇適當PE塑膠袋直接密封，靠產品本身呼吸率及PE塑膠袋透氣性間平衡即可達到MA貯藏效果。

Ballantyne⁽⁶⁾指出，使用35 μ m之LDPE膜或35 μ m之polypropylene膜，通入5% O₂及5% CO₂之混合氣體時一個2~3% O₂、4~6% CO₂之平衡氣體於5天之內達到，在5 $^{\circ}$ C貯存13~14天，袋內萵苣仍無變色發生，貯存壽命增加了兩倍。在本研究中袋內氣體亦在5天內即達平衡點，但切絲萵苣貯藏與本實驗中青蒜要求二個月之貯藏時間比較則屬短時間貯藏，故充入5%及10%的高濃度CO₂在長期貯藏上效果並不顯著。

MAP對產品生理作用影響主要為降低產品呼吸率，同時降低產品乙烯產生率及減少對乙烯的敏感性，因而能延緩產品老化現象發生，維持產品綠色及減少纖維化等^(10,17)。通常二氧化碳只要累積1%以上即可產生效果，氧氣則必降到8%以下才可有效的延緩果實後熟，而降低氧氣及提高二氧化碳量則有加成的效果產生⁽¹⁴⁾。本研究中雖氧氣降低量有限，但二氧化碳累積量達5%，應可達到產生氣調貯藏的效果，故有明顯延緩產品貯藏壽命之功效，但由於包裝袋內累積有1ppm左右之乙烯量，及貯藏期間有輕微纖維化現象，因此在青蒜氣調包裝貯藏時如能再將氧氣濃度降低並去除乙烯則可能有更長的貯藏壽命。

青蒜貯藏二個月後對照組因腐敗而失去商品價值，ElGoorani及Sommer⁽⁹⁾指出MAP貯藏可直接或間接的影響產品的腐敗產生，雖然氧氣濃度必須降到1%以下及二氧化碳提高到10%以上才可影響病原菌生長^(9,15)，但由於MAP對產品老化延緩的作用可增加產品對病原菌侵害的抵抗力，青蒜以MAP貯藏二個月後產品無發生腐敗現象，可能為產品老化被延緩的結果。

新鮮蔬果的氣調包裝並不能完全取代適當的溫度控制，只有良好的產品品質加上適當的溫度管理，MAP的利用才有助於生鮮蔬果的保鮮。由於科技的進步，現在已能生產更薄、更均勻、更牢固的塑膠薄膜，甚至能將保鮮劑（如乙烯吸收劑）或防止凝結水的材質直接添加到塑膠膜上，製造所謂的保鮮塑膠袋，因此可能更增加MAP的效果⁽⁴⁾，而對某些產品來說，MAP是個簡便經濟而有效的貯藏技術。以青蒜例，選擇較耐貯藏的硬骨種青蒜，加上40 μ m LDPE塑膠膜密封包裝，置0 $^{\circ}$ C下貯藏可有效延長其貯藏壽命達二個月之久。

引用文獻

1. 台灣農業年報·1990·台灣省政府農林廳印行。
2. 林昭雄·1991·台灣青蒜之產銷概況。農藥世界 99: 62~69。
3. 林學正、王爲一、江慧鈴、劉富文·1981·甘藍與結球白菜貯藏試驗。中華農業研究 30(4): 395~404。
4. 錢明賽·1990·蔬果的氣調包裝。食品工業 22(7): 8-16。
5. Anzneto, C. R. and Rizvi, S. S. H., 1985. Individual packaging of apples for shelf life extension. J. Food. Sci. 50: 897-900.

6. Ballantyne, A. 1989. Modified atmosphere packaging of vegetables. *Acta Horticulture* 244 : 153-162.
7. Ben-Yehoshua, S. 1985. Plastic Film-A new postharvest technique. *HortScience* 20(1) : 32-37.
8. Couey, H. M. and Wells, J. M. 1970. Low-oxygen or high-carbon dioxide atmosphere to control postharvest decay of strawberries. *Phytopathology* 60 : 47-49.
9. El-Gooran, M. A. and Sommer, N. F. 1981. Effect of modified atmospheres on postharvest pathogens of fruits and vegetables. *Hortic. Rev.* (3) : 412.
10. Forney, C. F., Rij, R. F. and Rodss, S. R. 1989. Measurement of broccoli respiration rate in film-wrapped packages. *HortScience* 24(11) : 111-113.
11. Geeson, J. D. Browne, K. M. Maddison, K. Sheperd, J., and Guaraldi, F., 1985. Modified atmosphere packaging to extend the shelf life of tomatoes. *J. Food Technol.*, 20(3) : 339.
12. Hardenburg, R. C. 1971. Effect of in-package environment on keeping quality of fruits and vegetables. *HortScience*. 6(2) : 198-201.
13. Harris, C. M. and Harvey, J. M. 1973. Quality and decay of California strawberries store in CO₂-enriched atmospheres. *Plant Dis. Rep.* 57 : 44-46.
14. Kader, A. D. 1989. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 28 (1) : 1-30.
15. Scott, K. J. Brown, B. L. Chaplin, G. R., Wilcon, M. E. and Bain, J. M. 1982. The control of rotting and browning of litchi fruit by hot benomyl and plastic film. *Scientia Horticulture* 16 : 253-262.
16. Shirazi, A. and Cameron, A. C. 1987. Modified humidity packaging-a new concept for improving the success of modified atmosphere packaging of fresh product. *HortScience* 22(5) : 1055.
17. Young, R. E., Romani, R. J. and Biale, J. B. 1962. Carbon dioxide effects on fruit respiration. II Response of avocados, banana and lemons. *Plant Physiol.* 37 : 416.

Studies on the Modified Atmosphere Packaging of Green Garlic¹

Lin, D. L.²

Summary

Two types of green garlic, the hard stem type and the tender stem type, were packaged in sealed low density polyethylene (LDPE) bags (40 μ m thickness, 81 \times 50cm in size) and stored at 0°C. The bags were filled with the following modified atmosphere: 5% CO₂, 10% CO₂ or fresh air, before storage. After five days the air composition within the sealed bags reached an equilibrium of 4-6% CO₂ and 11-15% O₂. In addition, there were about 1ppm ethylene accumulated in the sealed bags. After two months storage there were little deterioration in those packaging treatments while the control treatment, which is packaged in perforated bags, showed leaf yellowing, rotting and stem toughening. The weight loss of all the sealed treatments were less than 1.5%, while the control was 4.02% after two months storage. These results showed that green garlic the beneficial can tolerate up to 5% CO₂ with effects of retarded senescence and reduced decat. A self-generated modified atmosphere within the sealed package can extend the storage life of green garlic to two months when storing at 0°C.

Key words: green garlic, modified atmosphere package, quality, carbon dioxide.

Accepted for publication: September 20, 1993.

1. Contribution No. 215 from Tainan District Agricultural Improvement Station.

2. Junior Horticulturist, Tainan District Agricultural Improvement Station.