青ウメの常温貯蔵におけるエチレン除去剤と ポリエチレン密封包装の影響

張 世明・茶珍和雄・岩田 隆

大阪府立大学農学部 591 堺市百舌鳥梅町

Effects of Polyethylene Packaging and Ethylene Absorbent on Storage of Mature-green Mume (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) Fruits at Ambient Temperature

Shiming Zhang, Kazuo Chachin and Takashi Iwata

College of Agriculture, University of Osaka Prefecture, Sakai, Osaka 591

Summary

The effects of packaging with polyethylene bags and the inclusion of ethylene absorbent and/or CO₂ absorbent on the keeping quality of mume (Japanese apricot) fruits were investigated. Concurrently, the concentrations of oxygen, carbon dioxide, ethylene, ethyl alcohol, and acetaldehyde in the bags and their production by the fruits were monitored.

1. Yellowing and softening of green mume fruit were noticeably retarded by the combination of packaging with polyethylene bags (0.02 mm) and the inclusion of an ethylene absorbent. This retardation of the ripening process was reversed when a carbon dioxide absorbent was included.

2. The inclusion of ethylene absorbent in the bags kept ethylene concentration at very low level, whereas oxygen concentration was higher and carbon dioxide concentration lower compared with bags in which the absorbents were omitted. In sealed bags with carbon dioxide absorbent or without both absorbents, acetaldehyde and ethyl alcohol accumulated, resulting in a physiological disorder known as internal browning. Addition of the ethylene absorbent suppressed the accumulation of both volatiles and prevented the occurrence of the internal browning. Inclusion of carbon dioxide absorbent with ethylene absorbent negated the beneficial effect of the latter and resulted in the accumulation of volatiles which induced the physiological disorder.

3. The respiration rate of the fruit was slower in sealed polyethylene bags with ethylene absorbent than in that without the absorbent; this suppression of respiration was overcome by the inclusion of the carbon dioxide absorbent. The ACC (1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid) content in the fruit changed, paralleling the trends of ethylene evolution in all treatments. Among the different treatments, the ethylene forming enzyme (EFE) activity was lowest in fruits sealed in polyethylene bags containing the ethylene absorbent.

緒 言

ウメ果実は未熟状態(青ウメ)で収穫され、主として梅酒や梅干しなどに加工されて用いられる。青ウメは収穫後の追熟過程において大量のエチレンを生成し、黄化や果肉の軟化が急速に進み、非常に商品性が低下しやすい(2, 7)。プラスチックフィルム密封包装が青果

物の鮮度保持に有効なことはよく知られているが(3)、包装内の炭酸ガスや酸素濃度の変化、または青果物の異常代謝産物であるアセトアルデヒドやエチルアルコールの蓄積によって青果物に生理障害が発生するので問題になることも多い(10)。

近年、鮮度保持剤としてエチレン除去剤が多く利用されるようになったが(5, 9)、エチレン除去剤とポリエチレンフィルム包装の併用がカキ、ウメ、カボスなど

の貯蔵にかなり効果のあることが報告されている(7, 8, 10). 一方, 'キャンベル・アーリー'ブドウ果実の研究では気相中に出てきたエチレンを除去剤で取り除いても, 脱粒防止はできなかったと報告している(11). また, この場合エチレンが気相中に存在しても, 5~6%の炭酸ガスが存在すれば脱粒を抑えたといわれる. エチレン除去剤の使用効果は青果物の種類が変わればもちろん, 同一種類の青果物でも一定ではなく, 包装内の酸素および炭酸ガスレベルと関連して考慮しなければならないと思われる.

本実験では青ウメ果実の包装貯蔵における包装内ガス組成・濃度の変化あるいはエチレン除去や炭酸ガスの除去が果実の品質, 呼吸量, エチレン生成量, ACC含量, エチレン生成酵素活性(EFE), アセトアルデヒドおよびエチルアルコール生成に及ぼす影響について調べた.

材料および方法

供試材料には和歌山県果樹園芸試験場紀北分場で栽培された青ウメ'古城'を1987年6月12日に同一樹から収穫し, ほぼ大きさの等しい発育正常な果実を選び, 果実500g(約25個)ずつを収穫当日に低密度ポリエチレン袋(0.02×260×380mm)に入れ, 有孔区(袋の両面に直径5mmの穴を16個あけたもの), 密封区, エチレン除去剤封入区(過マンガン酸カリウム系のエチレン除去剤10gを封入したもの), 炭酸ガス吸収剤封入区(ソーダライム30gを封入したもの), 炭酸ガス吸収剤+エチレン除去剤封入区(ソーダライムとエチレン除去剤を封入したもの)を設けた.

貯蔵温度は常温(23±2℃)とした. 果実の表面色は日本電色工業㈱製の測色色差計で測定し, 各処理区8個ずつ3反復の測定値の平均値で表示した. 果肉硬度は剥皮後赤道部についてカードメーター(飯尾電機製, 直径0.6または3mmプランジャー)で測定した.

果実の生理障害発生の状態は果実を切断し, 果実内部の褐変や軟化状態を調べた.

ポリエチレン袋内のガス濃度は注射器で袋内ガスを一定量採取してガスクロマトグラフィーで測定した. 果実からの炭酸ガス, エチレン, アセトアルデヒド, エチルアルコール発生量は果実を袋から取り出し, 1時間空气中に放置後, 呼吸測定用ガラス容器に密封し, 一定時間後にそのヘッドスペースガスの一定量を注射器で採取し, ガスクロマトグラフィーで測定した.

エチレンの測定は活性アルミナカラム(60~80 mesh, 2m×3mmφ, 70℃), FID検出器, 炭酸ガスの測定

はPolapakQカラム(50~80 mesh 2m×3mmφ, 60℃), TCD検出器, 酸素の測定はMolecular Sieve 5Aカラム(40~60 mesh, 2m×3mmφ, 60℃), TCD検出器を用いた. アセトアルデヒドとエチルアルコールの測定は25%PEG 6000カラム(30~60 mesh, 2m×3mmφ, 70℃)で行い, 検出器はFIDを用いた. キャリヤーガスとしてはいずれもヘリウムを用いた.

果実のACC(1-アミノシクロプロパン-1-カルボン酸)含量はLizada・Yangの方法(6)で, エチレン生成酵素活性は組織切片のエチレン生成に対するACC添加(終末濃度2mM)効果によって測定した.

実験結果

1. 果実表面色の変化

ウメ果実の緑色是有孔区では貯蔵2日までよく保持されたが, 貯蔵4日に黄緑色となり, 貯蔵6日には完全に黄化した. 他の処理区では貯蔵4日まで果実の緑色は同様に保持されたが, 貯蔵6日になると, エチレン除去剤封入区(E-ab)を除いて残りの3区も緑色の褪色が認められ, 黄化指数 $L \times \frac{b}{a}$ も高くなった(第1表). エチレン除去剤封入区は貯蔵8日まで果実の緑色が保持された.

2. 果実内部の生理障害発生と果肉硬度の変化

貯蔵中の果実是有孔区とエチレン除去剤封入区においては果皮および果実内部の状態は正常であった. 密封区と炭酸ガス吸収剤封入区では, 貯蔵4日後果実表面には異常がみられなかったが, 果実内部, 特に核の周辺に水浸状の障害が発生しはじめ, 貯蔵5日にはその障害発生率は50%以上に, 6日には100%に達した. 炭酸ガス吸収剤+エチレン除去剤封入区では貯蔵5日には障害発生率は27%であったが, 6日に100%になった(第2表).

果肉硬度は第3表のように, 貯蔵2日から有孔区, 密封区, 炭酸ガス吸収剤封入区では急激に低下したのに対してエチレン除去剤封入区では貯蔵6日まで高い値で保持された. 炭酸ガス吸収剤+エチレン除去剤封入区では貯蔵4日まで軟化が比較的抑えられたが, 果実内部の障害発生が多くなった6日の時点で急激に軟化した.

3. 包装内ガス組成と濃度の変化

各処理区における包装内の炭酸ガス濃度の変化は第1図aのように, 密封区とエチレン除去剤封入区では貯蔵1日で炭酸ガス濃度が約4%となり, その後, エチレン除去剤封入区では徐々に増加して6日後約6%

Table 1. Effect of sealing in polyethylene bags with or without an ethylene absorbent and/or a carbon dioxide absorbent on the surface color of 'Gojiro' mume fruits stored at $23^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Treatments	Days in storage											
	2				4				6			
	L	a	b	$L \times \frac{b}{ a }$	L	a	b	$L \times \frac{b}{ a }$	L	a	b	$L \times \frac{b}{ a }$
Perf. ^z	47.2	-11.5	20.6	84.6	55.9	-6.2	28.3	255.2	57.7	-0.6	31.2	3000.4
Seal ^y	43.3	-11.6	20.7	84.4	47.2	-11.5	20.9	85.8	52.3	-5.7	26.4	242.2
E-ab ^x	46.8	-12.2	20.6	79.0	46.2	-11.6	20.1	80.1	48.1	-11.2	21.3	91.5
C-ab ^w	47.1	-11.2	21.0	88.9	48.1	-11.1	22.0	95.3	51.7	-9.6	24.9	134.1
E'C-ab ^v	47.2	-11.7	20.5	82.7	46.9	-12.2	20.7	79.6	52.2	-5.9	25.7	227.4

^z Perforated polyethylene bag.^y Sealed in bag.^x Sealed with ethylene absorbent.^w Sealed with CO₂ absorbent.^v Sealed with ethylene absorbent and CO₂ absorbent.**Table 2.** Effect of sealing in polyethylene bags with or without an ethylene absorbent and/or a carbon dioxide absorbent on the occurrence of physiological injury of 'Gojiro' mume fruits stored at $23^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Treatment ^z	Days in storage			
	3	4	5	6
Perf.	0 ^y	0	0	0
Seal	0	9	57	100
E-ab	0	0	0	0
C-ab	0	16	64	100
E'C-ab	0	0	27	100

^z Treatments were same as in Table 1.^y Percent of injured (internal browning) fruits.**Table 3.** Effect of sealing in polyethylene bags with or without an ethylene absorbent and/or a carbon dioxide absorbent on flesh firmness of 'Gojiro' mume fruits stored at $23^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Treatment ^z	Days in storage			
	0	2	4	6
Perf.	379 ^y	231	60	14
Seal		115	50	15
E-ab		355	361	234
C-ab		101	72	12
E'C-ab		249	237	13

^z Treatments were same as in Table 1.^y ($\times 10^5 \text{dyne/cm}^2$).

Fig. 1. Changes in CO_2 (a) and O_2 (b) concentrations in a polyethylene bag in which 'Gojiro' mume fruits were sealed with or without an ethylene absorbent and/or a carbon dioxide absorbent and stored at $23^\circ \pm 2^\circ\text{C}$. O; sealed, ●; sealed with C_2H_4 absorbent, Δ; sealed with CO_2 absorbent, ▲; sealed with C_2H_4 and CO_2 absorbents.

になったのに対して、密封区では貯蔵4日後急増し、以後6～8%を示した。炭酸ガス吸収剤を封入した二つの処理区では2日まで炭酸ガス濃度の増加は抑えられたが、3日以降約3%に増加した。

各処理区における包装内の酸素濃度は貯蔵1日で3～6%に急減したが、エチレン除去剤を封入した二つの処理区では封入していない処理区より約2～3%高い傾向がみられ、炭酸ガス吸収剤封入区では最も低く約3%を推移した(第1図b)。包装内のエチレン濃度は第2図のように、エチレン除去剤を封入した2処理区ではほとんど蓄積しなかったのに対して、密封区と炭酸ガス吸収剤封入区では貯蔵3日以降急激に増加し、800～1000 ppmの非常に高いレベルに達した。

嫌気的条件下における代謝産物であるアセトアルデヒドとエチルアルコールは、エチレン除去剤封入区においては包装内での増加が認められなかったが、密封区と炭酸ガス吸収剤封入区では貯蔵2日から経時的に増加した。炭酸ガス吸収剤+エチレン除去剤封入区では貯蔵3日まで増加が抑えられたが、4日から急激に増加し、高い値を示した(第3図)。

4. 果実の炭酸ガス排出量、エチレン生成量、アセトアルデヒドおよびエチルアルコール生成量の変化

第1～3図に示した袋内ガス組成・濃度の変化は主に果実の呼吸作用の変化によっていると考えられるので、包装ポリエチレン袋を開封し、1時間放置後における果実炭酸ガス排出量、エチレン生成量、アセトアルデヒドおよびエチルアルコール生成量を測定し、その結果を第4～6図に示した。果実の炭酸ガス排出量

Fig. 2. Changes in C_2H_4 concentrations in a polyethylene bag in which 'Gojiro' mume fruits were sealed with or without an ethylene absorbent and/or a carbon dioxide absorbent and stored at $23^\circ \pm 2^\circ\text{C}$. O; sealed, ●; sealed with C_2H_4 absorbent, Δ; sealed with CO_2 absorbent, ▲; sealed with C_2H_4 and CO_2 absorbents.

は、有孔区では貯蔵3日に急激に増加して4日にピークを示し、その後減少して典型的な呼吸のクライマクテリック・ライズを示したのに対して、密封区では貯蔵4日にピークを示したが有孔区より低く、炭酸ガス吸収剤封入区では貯蔵2日から増加し、3日に緩やかなピークを示した。エチレン除去剤封入区と炭酸ガス吸収剤+エチレン除去剤封入区では貯蔵後半に少し増加するのみであった(第4図)。

果実のエチレン生成量は、有孔区において貯蔵3日には急激に増加し、4～5日に1000 $\mu\text{l/kg/hr}$ 以上の非常に高い値を示したのに対して、密封区では貯蔵2

Fig. 3. Changes in ethyl alcohol (a) and acetaldehyde (b) concentrations in a polyethylene bag in which 'Gojiro' mume fruits were sealed with or without an ethylene absorbent and/or a carbon dioxide absorbent and stored at $23^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$. O; sealed, ●; sealed with C_2H_4 absorbent, Δ; sealed with CO_2 absorbent, ▲; sealed with C_2H_4 and CO_2 absorbents.

Fig. 4. Effect of sealing in polyethylene bags with or without an ethylene absorbent and/or a carbon dioxide absorbent on CO_2 production of 'Gojiro' mume fruits during storage at $23^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$. □; perforated, O; sealed, ●; sealed with C_2H_4 absorbent, Δ; sealed with CO_2 absorbent, ▲; sealed with C_2H_4 and CO_2 absorbents.

Fig. 5. Effect of sealing in polyethylene bags with or without an ethylene absorbent and/or a carbon dioxide absorbent on ethylene production of 'Gojiro' mume fruits during storage at $23^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$. □; perforated, O; sealed, ●; sealed with C_2H_4 absorbent, Δ; sealed with CO_2 absorbent, ▲; sealed with C_2H_4 and CO_2 absorbents.

日から4日にかけて漸次増加し、その後急激に増加して非常に高い値を示した。炭酸ガス吸収剤封入区では密封区より早く増加した。エチレン除去剤を封入した両処理区では貯蔵4日まで増加が抑えられ、その後漸次増加した(第5図)。

果実のエチルアルコール生成は、有孔区においては貯蔵4日までほとんどなく、5日に増加したが、非常に少なかった。密封区では貯蔵2日から増加し、4日にピークを示し、その後減少した。炭酸ガス吸収剤封入区では貯蔵2日から6日にかけて徐々に増加した。炭酸ガス吸収剤+エチレン除去剤封入区では貯蔵4日

まで増加しなかったが、5日から急激に増加し、非常に高い値を示した。エチレン除去剤封入区では貯蔵5日まで増加がみられなかったが、6日に少し増加した(第6図a)。果実のアセトアルデヒド生成量の変化はエチルアルコール生成量の変化とほぼ同様の傾向を示し、エチルアルコール生成量が高くなった時期とアセトアルデヒド生成量が高くなった時期とほぼ一致した(第6図b)。

Fig. 6. Effect of sealing in polyethylene bags with or without an ethylene absorbent and/or a carbon dioxide absorbent on ethyl alcohol (a) and acetaldehyde (b) production of 'Gojiro' mume fruits during storage at $23^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$. □; perforated, ○; sealed, ●; sealed with C₂H₄ absorbent, △; sealed with CO₂ absorbent, ▲; sealed with C₂H₄ and CO₂ absorbents.

Fig. 7. Effect of sealing in polyethylene bags with or without an ethylene absorbent and/or a carbon dioxide absorbent on 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) content of 'Gojiro' mume fruits during storage at $23^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$. □; perforated, ○; sealed, ●; sealed with C₂H₄ absorbent, △; sealed with CO₂ absorbent, ▲; sealed with C₂H₄ and CO₂ absorbents.

5. 果実の ACC 含量および EFE 活性の変化

前述のように処理区の間でエチレン生成量は非常に相違したので、エチレン生成系の活性変化を調べる目的で、果実の ACC 含量および EFE 活性を測定した。まず ACC 含量の変化をみると(第7図)、有孔区では貯蔵3日に果実の ACC 含量が急増し、ピークを示し、その後減少した。炭酸ガス吸収剤封入区では貯蔵2日から6日にかけてかなり高い値で推移しピークを示さず、エチレン除去剤を封入した2処理区では貯蔵4日まで ACC 含量の増加が認められなかったが5日から増加し

Fig. 8. Effect of sealing in polyethylene bags with or without an ethylene absorbent and/or a carbon dioxide absorbent on ethylene forming enzyme (EFE) activity of 'Gojiro' mume fruits during storage at $23^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$. □; perforated, ○; sealed, ●; sealed with C₂H₄ absorbent, △; sealed with CO₂ absorbent, ▲; sealed with C₂H₄ and CO₂ absorbents.

た。この際炭酸ガス吸収剤+エチレン除去剤封入区では貯蔵5日に非常に高いレベルに達した。密封区では貯蔵4日まで徐々に増加し、その後かなり高い値を示した。

EFE 活性については第8図のように、有孔区において貯蔵2日から増大して6日に最大値を示し、密封区では貯蔵2日から、炭酸ガス吸収剤封入区では3日から EFE 活性の増大がみられ、いずれも6日に最大値を示した。エチレン除去剤のみ封入した区では貯蔵4日まで EFE 活性の増大が認められなかったが、その後少し増大した。炭酸ガス吸収剤+エチレン除去剤封入区では5日から増大し、6日に非常に高い値を示した。

考 察

青ウメは収穫後の追熟過程において、クライマクテリック型の呼吸変化を示し(2)、エチレン生成量がきわめて多いため、収穫後の青ウメの鮮度保持は非常に困難である。青果物のプラスチックフィルム包装によってもたらされる高炭酸ガス、低酸素のガス環境は果実の呼吸代謝、エチレン生成系に影響し、果実の追熟を抑制するが、その変化の程度によっては果実に致命的な生理障害をもたらす(1, 4, 10)。

本実験では青ウメを0.02 mm ポリエチレンフィルムで密封包装すると相当の高炭酸ガスと低酸素濃度のガス環境が常温貯蔵1日以内に形成され、これによって果実の追熟が抑制されること、また、貯蔵開始から包装内のエチレンを除去すれば、緑色の保持期間がさらに延長され、果実の硬度も保持された。しかし、高炭酸ガスと低酸素濃度の環境は果実の異常代謝を引き起こし、果実によるアセトアルデヒドとエチルアルコールの生成、ならびに包装内蓄積を促進した。このような条件下にある処理区の果実では果実内部に生理障害が発生した。一方、貯蔵開始から包装内のエチレンを除去すると、包装内の酸素濃度の減少と炭酸ガス濃度の増加をある程度軽減し、アセトアルデヒドやエチルアルコールの生成と包装内蓄積が少なく、果実内部の生理障害も生じなかった。包装内に炭酸ガス吸収剤を封入し、炭酸ガス濃度を低くすることを試みたが、エチレン除去剤を封入する、しないにかかわらず、異常代謝や生理障害の発生が起りやすく、貯蔵上逆効果になった。このことは適度の炭酸ガス濃度が生理活性の抑制に効果的に作用していることを示しており、本実験条件では果実の嫌氣的呼吸を抑えているものと推察される。

密封包装すれば、ACC 含量およびEFE 活性の増加、エチレン生成量の増加が抑えられ、さらに貯蔵開始時から包装内のエチレンを除去すると上記の効果が一層顕著になった。一方、炭酸ガス吸収剤による包装内の炭酸ガス濃度の低下は、単に密封したものよりエチレン生成系の活性を促進する結果となった。包装内に蓄積した炭酸ガスによるエチレン生成系の抑制効果は炭酸ガス吸収剤の封入によって炭酸ガス濃度を減少させるとかなり失われることが認められた。以上のように青ウメの包装貯蔵においてフィルム包装とエチレン除去剤を併用すれば、青ウメ収穫時の相当高い常温下でも一定期間の品質保持に有効なことが明らかになった。しかし、本実験ではその効果の一部は一定範囲の低酸

素濃度と高炭酸ガス濃度の組み合わせの環境条件下で現れるもので、その組み合わせが変わり、低酸素でも炭酸ガス濃度が低い場合にはエチレンを除去してもその効果が低下することが示された。

箴島ら(10)はメーカー、製造方法、フィルム厚、加工法の異なるポリエチレン袋を用いて、エチレン・アセトアルデヒド除去剤と併用して、青ウメの貯蔵実験を行い、各フィルムの特性によって袋内炭酸ガス濃度差は生じたが、生理障害は炭酸ガス濃度約20%、アセトアルデヒド濃度2 ppm以上になると急増したと報告した。また、宮崎(7)は青ウメ‘白加賀’と‘玉英’を用い、常温(22℃)貯蔵の場合ではポリエチレンフィルム(厚さ0.02 mm)包装された青ウメは無包装より2日程度、エチレン除去剤を併用すればさらに2日程度鮮度保持期間を延長することができたが、袋内酸素濃度が0.5%以下になると果実に代謝異常やそれに伴う障害を発生させることを報告した。本実験では包装による青ウメの鮮度保持は果実のエチレン生成能が非常に低いレベルに維持されるためであること、またそれは包装内酸素濃度約6%、炭酸ガス濃度約5%の条件でもたらされることが示され、低酸素のみでなく、炭酸ガスの生理活性抑制作用も重要であることを指摘した。

摘 要

青ウメ果実をポリエチレン袋に密封し常温(23±2℃)貯蔵して、エチレンおよび炭酸ガス除去が果実の品質、呼吸量、エチレン生成系、アセトアルデヒドおよびエチルアルコール生成に及ぼす影響について調べた。

1. 青ウメ果実の黄化および果肉の軟化による品質低下は、低密度ポリエチレンフィルム(厚さ0.02 mm)密封包装とエチレン除去剤封入との併用によって顕著に抑制された。この抑制効果は、炭酸ガス吸収剤封入によって、包装内炭酸ガス濃度を低下させると小さくなった。

2. エチレン除去剤の封入によって、包装内のエチレンはほとんど除去され、また、密封包装のみのものに比較して包装内の酸素濃度がやや高く、炭酸ガス濃度がやや低くなった。単に密封したものおよび炭酸ガス吸収剤を封入したものでは、袋内にアセトアルデヒドおよびエチルアルコールが著しく蓄積し、生理障害による内部褐変が発生した。エチレン除去剤封入はこの蓄積と障害発生を抑制した。エチレン除去剤+炭酸ガス吸収剤封入区ではアセトアルデヒドとエチルアルコールが蓄積し、障害が発生した。

3. 果実の呼吸量およびエチレン生成量は包装によ

り低下し、エチレン除去剤封入によりさらに低下したが、炭酸ガス吸収剤のみを封入すると単なる密封より高くなった。エチレン除去剤と炭酸ガス吸収剤を同時に封入すると一定期間内果実の呼吸とエチレン生成が抑えられたものの、単にエチレン除去剤を使用した場合よりその抑制効果が低かった。果肉中の ACC 含量は果実のエチレン生成量の上昇に対応して同時期に増加する傾向を示した。EFE 活性は有孔区と密封区では早く増大したのに対してエチレン除去剤封入区では貯蔵中低く抑えられた。炭酸ガス吸収剤封入区、エチレン除去剤＋炭酸ガス吸収剤封入区では EFE 活性は一定期間低いレベルであったが、後期に急激な活性増大を引き起こした。

謝 辞 実験材料を提供してくださった和歌山県果樹試験場紀北分場の北野欣信氏(現在、和歌山県果樹園芸試験場本場)ならびに各位に、厚く御礼申し上げます。

引用文献

1. 兵藤 宏. 1978. 果実の成熟(追熟)とエチレン. 化学と生物 16: 217-227.
2. 稲葉昭次・中村怜之輔. 1981. ウメ果実の樹上及び収穫後の成熟. 園学雑. 49: 601-607.
3. 北川博敏. 1968. 青果物の包装に関する研究. (1). 農および園. 43: 1299-1300.
4. Lister, P. D., H. J. Lightfoot and K. B. Mcrae. 1983. Production and regeneration of principal volatiles in apples stored in modified atmospheres and air. J. Food Sci. 48: 400-402.
5. Liu, F. W. 1970. Storage of bananas in polyethylene bags with an ethylene absorbent. HortScience 5: 25-27.
6. Lizada, C. C. and S. F. Yang. 1979. A simple and sensitive assay for 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid. Anal. Biochem. 100: 140-145.
7. 宮崎丈史. 1983. 青ウメの鮮度保持に及ぼす包装とエチレン除去の効果. 園学雑. 52: 85-92.
8. 宮崎丈史. 1985. 鮮度保持剤. p.106-109. 農産物流通技術年報(85年版). 農産物流通技術研究会編, 物流システム研究センター. 東京.
9. 箴島 豊・園田 毅・山本房江・中島正利・下田満哉・松本 清. 1983. エチレン吸収剤の開発とその利用に関する研究. 農化誌. 57: 1127-1133.
10. 箴島 豊・和田浩二・伊東裕子. 1987. ウメ及びカボスの品質保持に及ぼすエチレン・アセトアルデヒド除去剤とフィルム密封包装の効果. 園学雑. 52: 524-530.
11. 下川敬之. 1980. エチレングス環境制御. 農および園. 55: 1289-1293.