



バナナおよびウンシュウミカン果実の成熟におよぼすエチレン, 酸素, 炭酸ガスの影響(園芸農学)

寺井, 弘文
水野, 進

(Citation)

神戸大学農学部研究報告, 14(2):287-292

(Issue Date)

1981-01-30

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.24546/00227225>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/00227225>



バナナおよびウンシュウミカン果実の成熟におよぼす エチレン，酸素，炭酸ガスの影響

寺 井 弘 文*・水 野 進*

(昭和55年 8 月11日受理)

THE INFLUENCE OF ETHYLENE, OXYGEN, AND CARBON DIOXIDE ON THE MATURATION OF BANANAS AND SATSUMA MANDARIN FRUITS

Hirofumi TERAJ and Susumu MIZUNO

Summary

The combined and separate influence of oxygen, carbon dioxide and ethylene on the maturation of banana fruits and Satsuma Mandarin fruits was studied.

When initiated banana fruits which were pretreated with 100 ppm of ethylene for 20 hours were stored under various oxygen concentrations (0, 2, 5, 10 and 20%) at 20°C, carbon dioxide production was reduced in proportion to decrease in oxygen concentration. And continuous ethylene treatment stimulated the carbon dioxide production except under 0% oxygen concentration but respiration climacteric rise was not observed under 5% and 2% oxygen concentrations. Lower oxygen concentration retarded the increase of ethylene production, however the production rate arrived at the same level after 4 or 5 days from storage initiation except under 0% oxygen concentration. The color development of initiated banana peel was stimulated remarkably under 5% oxygen concentration, and the level was the same as 10% or 20% oxygen concentration by continuous ethylene treatment.

On the other hand, initiated banana fruits were stored under various modified gases which consisted of 20% oxygen and 0, 2, 5, 10 and 20% of carbon dioxide. The carbon dioxide production was reduced slightly under the 10% and 20% of carbon dioxide concentrations but the oxygen uptake was not inhibited. Also the ethylene production was not influenced by all carbon dioxide concentrations used in this experiment. Carbon dioxide scarcely inhibited color development of initiated banana fruits although carbon dioxide concentration of 10% or 20% had a slight effect on suppression of color development under continuous ethylene treatment.

Also, Satsuma Mandarin fruits were stored under 0, 2, 5, 10, and 20% of oxygen concentrations after pretreatment of 100 ppm of ethylene for 20 hours. Continuous ethylene treatment stimulated carbon dioxide production under 10% and 20% of oxygen concentration. On color development of Satsuma Mandarin fruits, the effect of continuous ethylene treatment was remarkable under 5% of oxygen concentration, and the color score came to the same level as that of 10% and 20% oxygen concentrations at the end of storage.

These results suggest that both banana fruits of climacteric type and Satsuma Mandarin fruits of non-climacteric type require more than 10% of oxygen for sufficiently stimulated respiration with ethylene treatment, but color development of these fruits is stimulated fully under 5% of oxygen concentration. Accordingly this indicates that stimulation of respiration and color development with ethylene are independent phenomena.

緒 言

CA貯蔵の原理は周知の様に貯蔵ガス中の酸素濃度を

* 保蔵加工学研究室

減じ、炭酸ガス濃度を増加させることにより、青果物の呼吸を抑制し、追熟等を遅らせ内容成分の変化をできるだけ少なくしようとするものである¹⁾。この様な条件下

での貯蔵や、高温下での貯蔵、ならびに未熟果の貯蔵などはエチレングスの生成やさらにそれに対する反応性等は通常の場合と異なっており、呼吸の climacteric rise と追熟の進行とは必ずしも平行的に進行するものでないことが報告されている^{3), 5), 8), 9)}。これらの現象は通常の貯蔵条件下では見過ごされやすく、したがって、この方面の研究はCA貯蔵など特殊な条件下での貯蔵を研究する場合欠くことのできないものであり、また、一方、呼吸変化と追熟との関係を究明する上でも重要であり、果実の成熟生理解明の一助となるものと思われる。

本実験では、各種の酸素および炭酸ガス濃度下において、追熟時の呼吸型が追熟進行とどのような関連性を持つかを知るために climacteric 型果実であるバナナ果実と、non climacteric 型果実であるウンシュウミカン果実を用い、エチレングスが果実の追熟におよぼす影響について調査し結果を得たので報告する。

実験材料および方法

バナナ果実は神戸市内のバナナ追熟加工業者より購入した緑熟のフィリピン産のものを使用した。各房より緑熟程度のほぼ均一な果実を選び1区を10本程度として実験区を設定した。ミカン果実については兵庫県農業試験場淡路分場にて収穫した林温州を使用し、果皮の黄化が50%程度のものを選び、1区を約1.3kgとして実験区を設定した。

バナナ果実およびウンシュウミカン果実はあらかじめ100ppmのエチレンで20時間処理したものをそれぞれの酸素および炭酸ガスの濃度区に貯蔵した。貯蔵は20°C、通気条件下で行った。通気ガスの濃度区として酸素については空気にチッソガスを混合し、20% (空気)、10%、

5%、2%、0%の酸素濃度区を設定し、さらにそれぞれにエチレングスを混合し、100ppmが混入する区も設けた。

一方、炭酸ガス濃度区については酸素にチッソガス、炭酸ガスを混合し、炭酸ガス20%、10%、5%、2%、0%区を設定した。なお酸素濃度は20%と一定にした。さらにそれぞれの区に100ppmになる様にエチレンを混合した区も設けた。

果実よりの炭酸ガス生成、酸素吸収の測定は酸素濃度を変えた実験については炭酸ガス生成は通気式により、酸素吸収については通気を2時間停止し、容器を密閉する方法をとった。炭酸ガス濃度を変えた実験の場合については炭酸ガス生成、酸素吸収、両者とも密閉法によった。エチレン生成の測定はいずれも通気式で行った。炭酸ガス、酸素の測定は中間セルTCD型ガスクロマトグラフィで、エチレンについてはFID型ガスクロマトグラフィで行った。

バナナ果実の果皮の color score 判定は緑熟から過熟までを1～8段階にわけ基準⁴⁾により肉眼観察した。ウンシュウミカン果実の color score 判定は、1=全面がgreen, 2=果面の50%がyellow, 3=果面の80～90%がyellow, 4=全面がyellow, 5=orange yellowの5段階により分離した。

結 果

1. 追熟を開始したバナナ果実を各酸素濃度下に貯蔵した時の追熟進行状況

第1図はあらかじめ100ppmエチレン処理を20時間施し、追熟を開始したバナナ果実を異なった酸素濃度のものと貯蔵した場合の炭酸ガス生成である。左図はエチレ

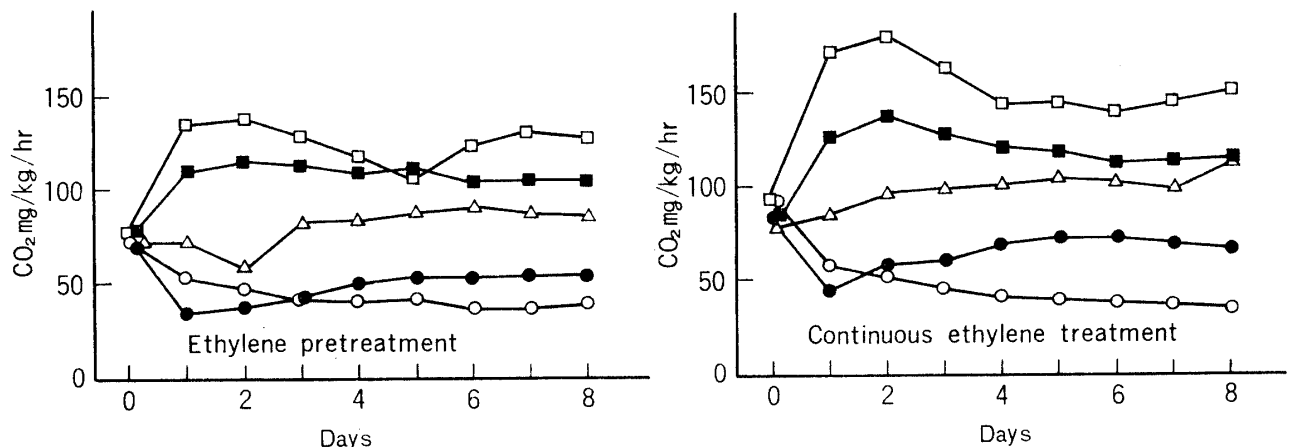


Fig. 1 Carbon dioxide production by initiated banana fruits under the influence of ethylene and oxygen concentrations. (□—□20%, ■—■10%, △—△5%, ●—●2%, ○—○0%)

ン処理後はエチレンを含まないガスを通気し、右図は引き続きエチレンを含むガスを通気したものである。エチレン処理を継続することによりそうでないものに比べ酸素濃度0%区以外はいずれの濃度区も炭酸ガスの生成は促進され、また両者とも20%区、10%区で呼吸のclimacteric riseを確認できた。しかしそれ以下の酸素濃度区では明確な climacteric rise は観察されなかった。第2図はエチレン処理を継続しなかった果実のエチレン生成を示したものであるが、初期は酸素濃度が減少するにつれ生成の増加は遅れるものの4~5日までは0%区を除きほぼ同量まで達した。つぎに、それぞれの果実の果皮色を評点で表わしたのが第3図である。果皮の着色進行はエチレン処理を継続しない場合(上図)は20%と10%区で明確な差異を認め、一方、エチレン処理を継続したもの(下図)は5%も著しく促進され貯蔵後期には20%、10%区と明確な差異が認められないまでになった。2%区もエチレン継続処理により上図の10%区に匹敵する程度促進された。

2. 追熟を開始したバナナ果実を各炭酸ガス濃度下に貯蔵した時の追熟進行状況

酸素濃度を20%と一定にし、炭酸ガス濃度を0~20%と変え、エチレン処理を継続するものと処理を停止した果実について、炭酸ガスの生成を第4図に示し、酸素吸収については第5図にその結果を示した。炭酸ガス生成については上図、下図とも10%、20%でやや抑制効果が認められたにすぎず、酸素吸収についてはほとんど差異

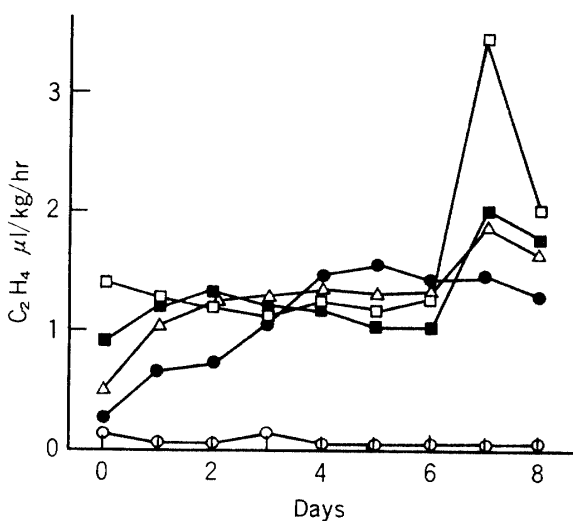


Fig. 2 Ethylene production by initiated banana fruits under the influence of oxygen concentrations.

The symbols of oxygen concentrations are same as the Fig. 1.

を観察することはできなかった。また、そのエチレン処

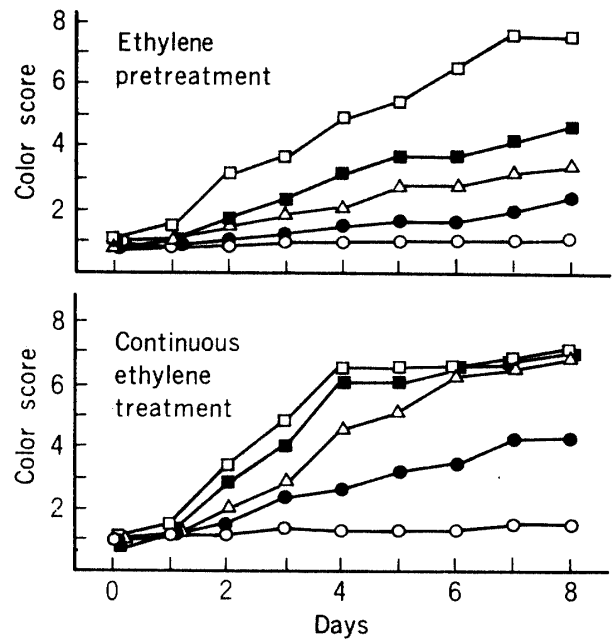


Fig. 3 Color change of initiated banana fruits under the influence of ethylene and oxygen concentrations.

The symbols of oxygen concentrations are same as the Fig. 1.

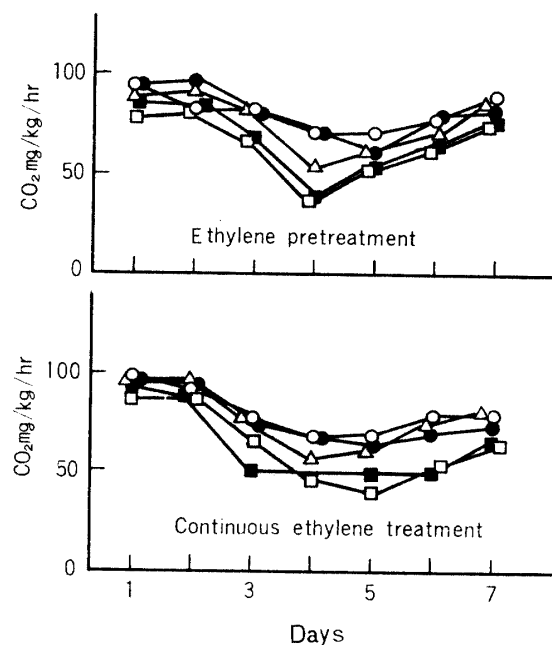


Fig. 4 Carbon dioxide production by initiated banana fruits under the influence of ethylene and carbon dioxide concentrations (□—□ 20%, ■—■ 10%, △—△ 5%, ●—● 2%, ○—○ 0%)

理を継続しない区についてはエチレン生成を測定し、第6図に結果を示したが、10~20%程度の炭酸ガスでは抑制されることはなかった。第7図にそれぞれの炭酸ガス濃度区の果皮の着色程度を示したが、エチレン処理を継続した区(下図)ではエチレン処理を停止した区(上図)に比較して、炭酸ガス10%, 20%区でエチレン継続処理の

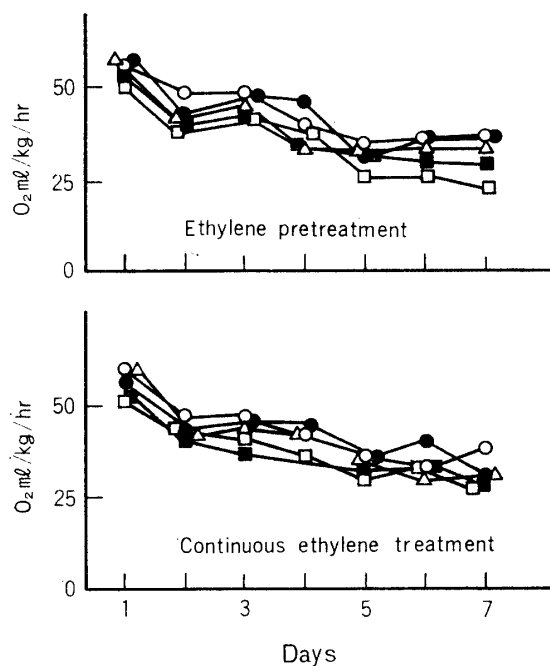


Fig. 5 Oxygen uptake of initiated banana fruits under the influence of ethylene and carbon dioxide concentrations.

The symbols of carbon dioxide concentrations are same as the Fig. 4.

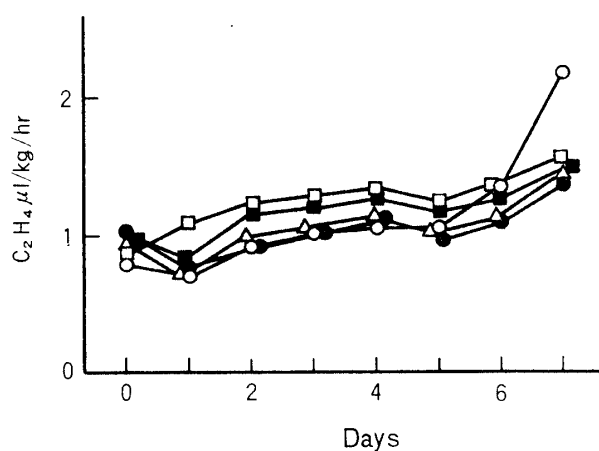


Fig. 6 Ethylene production by initiated banana fruits under the influence of carbon dioxide concentrations.

The symbols of carbon dioxide concentrations are same as the Fig. 4.

効果はなく、他の濃度区すなわち5%, 2%, 0%区で若干の効果があつた。

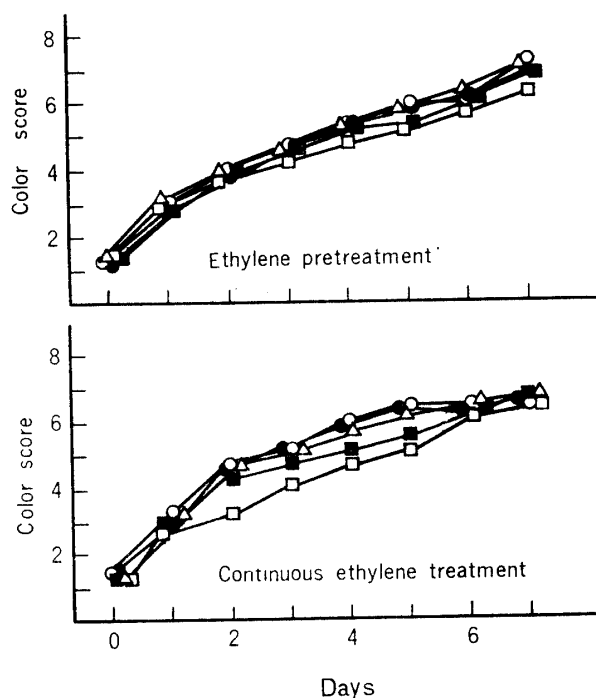


Fig. 7 Color change of initiated banana fruits under the influence of ethylene and carbon dioxide concentrations.

The symbols of carbon dioxide concentrations are same as the Fig. 4.

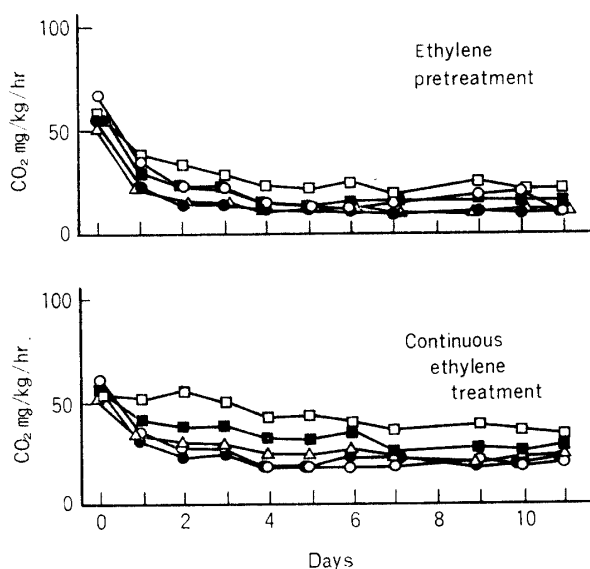


Fig. 8 Carbon dioxide production by Satsuma Mandarin fruits which were pretreated with 100 ppm of ethylene for 20 hrs., under the influence of ethylene and oxygen concentrations.

The symbols of oxygen concentrations are same as the Fig. 1.

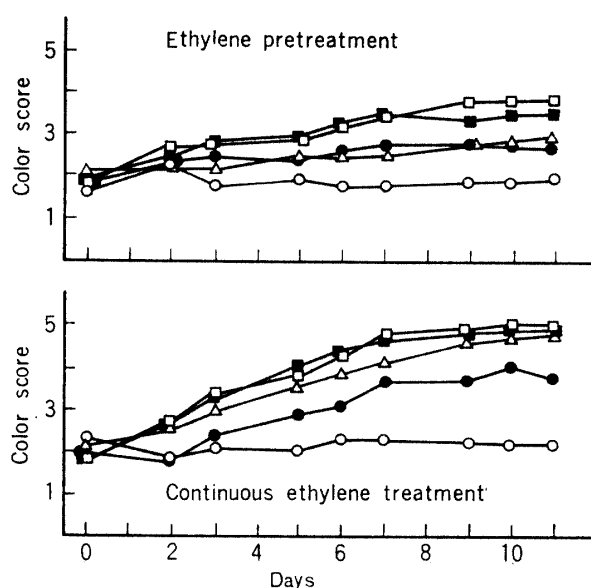


Fig. 9 Color change of Satsuma Mandarin fruits which were pretreated with 100ppm of ethylene for 20hrs., under the influence of ethylene and oxygen concentrations.

The symbols of oxygen concentrations are same as the Fig. 1.

3. あらかじめエチレン処理を施したウンシュウミカン果実を各酸素濃度下に貯蔵した時の成熟進行状況

第8図はミカン果実をバナナ果実と同様 100ppmのエチレンで20時間処理の後、各種の酸素濃度中に貯蔵した場合の炭酸ガスの生成の様子である。エチレン処理を継続しない場合(上図)はそれぞれの濃度区に著しい差異は認められないが、エチレン処理を継続することにより、(下図)10%区、20%区に促進効果がみられた。果皮の着色進行を示したのが第9図である。0%区はほとんど着色の進行はなく、エチレン処理を継続した場合でも促進効果はなかった。一方、2%、5%、10%、20%区はエチレン継続処理により促進され、5%区は特に著しく、貯蔵後期には10%、20%区と差異が認められないまでになった。2%区もエチレン継続処理により促進され、継続処理を行わない区の10%、20%区に匹敵するまでになった。

考 察

CA貯蔵において追熟可能な果実では一度追熟を開始した場合、CA貯蔵の効果は著しく減じると言われている⁴⁾が、それは追熟過程で発生するエチレンによるものと考えられる。本実験においても酸素濃度が2%以上でエチレンの発生が認められ、果皮の着色も進行した。しかし、いわゆる呼吸の climacteric rise が明確に現われ

るのは酸素濃度が10%以上の場合であり、5%以下の酸素濃度では明確な climacteric rise が認められなかった。そこで、さらにエチレン処理を継続したところ、0%区以外はそれぞれ炭酸ガス生成は促進されたものの、やはり呼吸の climacteric rise は10%以上の区でしかみられなかった。しかし果皮の着色の進展をみた場合、エチレン継続処理により酸素10%、5%区が著しく促進され、貯蔵後期には5%区は20%区とほぼ同値にまでなった。このような5%酸素区のエチレン継続処理による果皮の着色促進現象は HESSELMAN ら²⁾もバナナ果実で報告しており、また、QUAZI ら⁶⁾はバナナ果実で同様な実験を行い、追熟には必ずしも climacteric rise が必要ではないと結論している。

一方、炭酸ガスの追熟抑制の効果は酸素濃度を減じた場合の効果に比較して20%程度では顕著な影響はなく、炭酸ガスの生成抑制に若干の効果があるのみであった。この炭酸ガスの効果は追熟を開始していない果実に効果的であり、追熟を開始し、エチレン生成を行っている果実にはほとんど無効果であることがQUAZI ら⁶⁾によって報告されている。このことから20%程度の炭酸ガスは一度追熟を開始した果実のエチレン生成を抑制することは困難であり、また呼吸の抑制には不十分と考えられる。一方、ウンシュウミカンはバナナ果実と異なり、non-climacteric 型の果実であり、エチレン生成はなく外部からのエチレンに対する反応は単純である。CRAFT¹⁾はレモン果実において酸素濃度5%以上でエチレン処理により酸素吸収が促進されたことを述べているが、本実験におけるウンシュウミカン果実からの炭酸ガスの生成はエチレン処理を継続することにより、酸素濃度20%、10%で促進され、5%以下ではほとんど促進されることはなかった。しかし果皮色の進展状況はエチレン継続処理により、特に5%区の促進効果は著しく2%区も効果が認められた。これはバナナ果実の炭酸ガス生成と着色進展の関係と同傾向であった。

以上のことから climacteric 型果実であるバナナ果実においても、また non-climacteric 型果実であるウンシュウミカン果実においても、エチレンにより十分呼吸が促進されるのは酸素濃度10%程度以上であり、着色進展については5%でも十分促進されるものであることがわかった。したがって、エチレンによる呼吸促進と着色進展とは、必ずしも同一次元の現象でないことが推察された。また一度追熟が開始したバナナ果実の追熟抑制は20%の炭酸ガスでも困難であり、CA貯蔵の効果の減少は果実から発生するエチレンによるものであることが示された。

摘 要

各種濃度の酸素および炭酸ガス中にバナナ果実およびウンシュウミカン果実を貯蔵し、エチレンによる成熟促進の効果をみた。

1. エチレン前処理したバナナ果実につき、貯蔵ガス中の酸素濃度を変えたところ、炭酸ガス生成は酸素濃度の減少に伴い低下し、さらにエチレン処理を継続しても5%、2%酸素区では明確な climacteric rise は認められなかった。エチレン生成は貯蔵初期では酸素濃度が減じるにしたがい増加は遅れるが、4～5日までには0%区を除きほぼ同量まで増加した。果皮の着色進行はエチレン処理を継続すれば5%酸素区が著しく促進され、貯蔵後期には10%、20%とほぼ同程度まで着色した。
2. 同じく前処理したバナナ果実につき、酸素濃度を20%と一定にし、炭酸ガス(0～20%)中に貯蔵したところ、炭酸ガス生成は10%、20%区でやや抑制効果が認められたが、酸素吸収については、ほとんど差異はなかった。またエチレン生成はこの程度の炭酸ガスにより抑制されることはなかった。果皮の着色の進展にはほとんど炭酸ガスの抑制効果はなく、エチレン処理を継続した場合、10%、20%区で他区よりやや遅れた。
3. あらかじめエチレン処理をしたウンシュウミカン果

実を0～20%酸素中に貯蔵したところ、エチレン処理を継続した場合、10%、20%区で炭酸ガス生成の促進がみられた。果皮の着色進展は5%区でエチレン継続処理の効果は著しく、貯蔵後期には10%、20%区に匹敵した。

引 用 文 献

- 1) CRAFT, C. C.: *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **95**, 689-692, 1970.
- 2) HESSELMAN, C. W. and H. T. FREEBAIRN: *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **94**, 635-637, 1969.
- 3) 兵藤宏・邨田卓夫・園学雑, **41**, 405-410, 1972.
- 4) LOESECKE, H. W.: *Economic Crops Vol. 1. Bananas*, Interscience Publishers Inc., 1950.
- 5) 水野進・尾崎武・寺井弘文: 園学昭52秋研究要, 440-441, 1977.
- 6) QUAZI, M. H. and H. T. FREEBAIRN: *Bot. Gaz.*, **131**, 5-14, 1970.
- 7) 田村勉: 青果保蔵汎論(緒方邦安編), 194-210, 建帛社, 東京, 1977.
- 8) 寺井弘文・水野進・尾崎武: 園学昭54春研究要, 406-407, 1979.
- 9) 吉岡博人・上田悦範・緒方邦安: 食品工誌, **25**, 607-611, 1978.