

ウメ ‘南高’ 果実の香港への輸送中における品質変化

土田靖久・廣畑佳和¹・榎本雄司²・下岡三穂²・廣畑賢一³

和歌山県果樹試験場うめ研究所

Changes in Fruit Quality of Japanese Apricot ‘Nanko’ Fruit during Transportation to Hong Kong

Yasuhisa Tsuchida, Yoshikazu Hirohata¹, Yuji Enomoto², Miho Shimooka² and Kenichi Hirohata³

Laboratory of Japanese Apricot, Fruit Tree Experiment Station, Wakayama Prefecture

¹和歌山県農業協同組合連合会

²紀南農業協同組合

³田辺市梅振興室

緒 言

近年、香港では家庭での梅酒作成が流行しており、ウメ果実の需要が高まっている。紀南農業協同組合（JA 紀南）では平成 26 年度に 10kg 箱 82 ケースを輸出し試験販売を行った結果、好評により完売したため、本年も輸出を行うこととなった。しかし、香港では緑色のウメ果実が好まれ、成熟が進んで黄変した果実は品質劣化したものとして敬遠されるため、輸送中に熟度の進行を抑制する必要がある。また、一般に青果物の輸送はコンテナ内に複数の異なる品目が同梱され、庫内温度は 3~5℃に保たれる。しかしこの温度帯では、ウメ果実の外果皮直下の果肉が崩壊し、果皮面が陥没・褐変するといった低温障害が発生しやすいことが報告されている（岩田・緒方, 1976; 岩田・木下, 1978）。今後の輸出货量拡大を想定し、輸送中の品質劣化の状況および適切な梱包方法を明らかにするため、数種の資材を用いて梱包したウメ果実を香港へ輸送し、果皮色や低温障害果発生等品質に及ぼす影響を調査した。また、設備の都合により現地で調査できない項目については、香港への輸送と同条件で、上記項目と併せてうめ研究所で調査した。さらに、低温貯蔵された青果物は芳香が減少するとの報告があることから（Xi ら, 2012）、低温貯蔵後に室温（26℃）および 30℃で追熟し、芳香の発生を確認した。

材料および方法

平成 27 年 6 月 7 日に収穫、JA 紀南総合選果場に出荷された「南高」2L サイズ（1 果当たり平均重量 25g）を用いて、以下の 6 通りの梱包を行った。

1. JA 紀南で通常使用している 10kg 段ボール箱（以下慣行区）
2. エチレン吸着剤（エチレンコントロール；三愛化成商事）を段ボール箱に同梱（以下エチレン吸着剤区）
3. 段ボール箱を発泡スチロール箱に密閉（以下発泡スチロール区）
4. 段ボール箱をアルミ蒸着袋（福助工業；さんま用規格袋）に密封し、保冷剤と共に発泡スチロール箱に密閉（以下アルミ袋+発泡スチロール区）
5. 果実をアルミ蒸着袋に密封後、段ボール箱に梱包（以下アルミ袋区）

6. 内側をビニルでコーティング処理をして透湿度を抑えた段ボール（以下低透湿段ボール区）

なお、香港への輸送試験では上記の処理区1～4について、それぞれ3箱ずつ設定した。うめ研究所では処理区1～6を1箱ずつ設定し、各処理区に記録温度計（TR-51A；テイアンドデイ）を設置した。また香港輸送試験では処理区1, 3, および4, うめ研究所では処理区1, 3, 5 および6に湿度計（TR-72U；テイアンドデイ）を設置した。果実梱包後に第1表に示す日程および温度設定で、香港およびうめ研究所で調査を行った。

第1表 輸送および調査日程

| 月 日 | 試験区分 | |
|-------|---|--|
| | 香港輸出 | うめ研究所 |
| 6月 7日 | 18:00～ 梱包・果実品質調査 | |
| 6月 8日 | 1:00 予冷開始（3～5℃, JA紀南選果場） 22:30トラックで神戸へ輸送（3～5℃） | 0:00 冷蔵貯蔵開始（5℃） |
| 6月 9日 | 神戸着 | |
| 6月11日 | 神戸港出港（3℃） | 果実品質調査 |
| 6月15日 | 香港着（3～5℃） | 果実品質調査 |
| 6月19日 | 果実品質調査, 販売開始（6月22日まで） | 果実品質調査 |
| 6月25日 | | 果実品質調査 |
| 6月29日 | | 果実品質調査, 以降7月9日まで室温および30℃追熟区に分け、官能による芳香確認 |

調査項目については、香港輸送試験では6月7日および販売開始日の6月19日に、各区30果の果皮色（カラーチャート値；8段階）および10果の果実重を測定した。果実重は試験開始時点の値を100とした果実重量変化指数を算出した。また6月19日に30果について低温障害果の発生数を調査した。

うめ研究所では上記の項目に加え、果実硬度およびエチレン生成量を調査した。果実硬度は6月7～29日にかけて径時的にレオメータ（COMPAC-100；SUN SCIENTIFIC）により1区当たり10果を測定し（プランジャー直径5 mm, 侵入2 mmの定深度条件）、試験開始時点の値を100とした果実硬度変化指数を算出した。エチレン生成量については、500mLのポリエチレン製容器に果実1果を密封後、ヘッドスペースガスを採取し、活性アルミナカラムを装着したガスクロマトグラフィー（GC-14B；島津製作所）により測定した。

さらにうめ研究所において6月29日以降は各区の果実の半量を室温（平均気温26℃）、残りの半量を30℃で追熟し、7月4日まで毎日芳香の発生を官能により、0（香り無し）、1（少）、2（中）、3（多；完熟果並）の4段階で評価した。

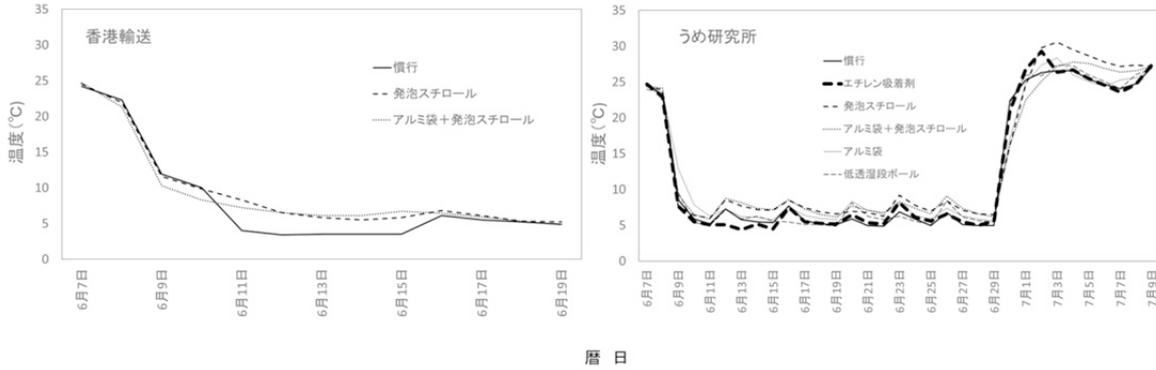
結 果

箱内温度は、段ボールのみの梱包に比べて、発泡スチロールを使った梱包で高く推移した（第1図）。湿度は全ての処理区で90%以上の水準で推移した（第2図）。なお、うめ研究所の慣行区およびアルミ袋区で、試験期間を通じてセンサーに水滴が付着したことによると考えられる湿度の欠測が認められたため、データを省略する。

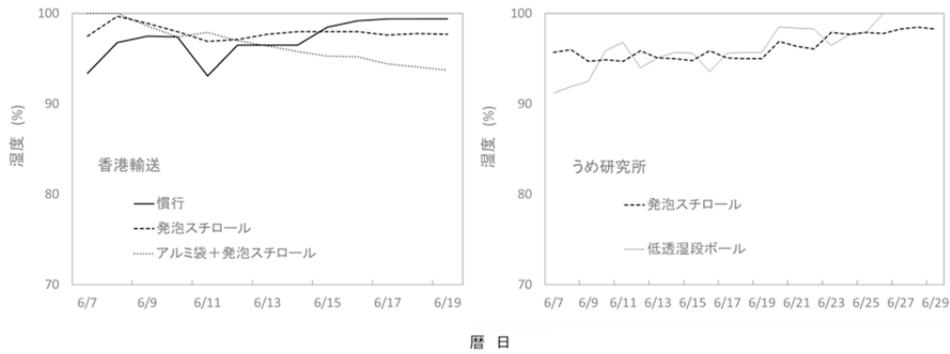
果皮のカラーチャート値（CC値）は、香港輸送試験における販売開始日の6月19日に全処理区で4.5以下であった（第3図左）。うめ研究所では香港における販売終了日である6月22日に、発泡スチロール区でCC値4.5と最も大きく、アルミ袋区で3.6と最も小さかった（第3図右）。

香港での販売終了時の6月22日およびうめ研究所での低温貯蔵終了日の6月29日には、段ボールのみの梱包に比べて、アルミ袋を用いた梱包で果実の黄化が抑制された（第4図）。

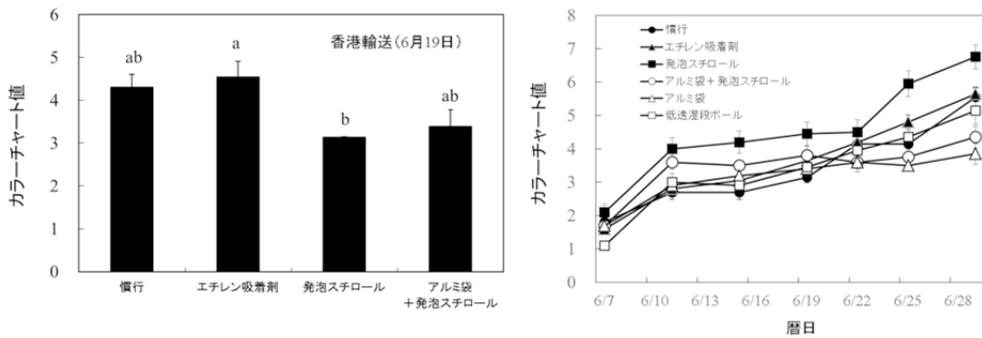
試験開始日の6月7日の値を100とした果実重量変化指数は、香港輸送試験では全ての区で98以上を維持しており、重量減少はほとんど認められなかった（第5図左）．うめ研究所では慣行区およびエチレン吸着剤区で他の区に比べて低下が早く、香港での販売終了の6月22日時点でそれぞれ91.9および93.7であった．アルミ袋区は98以上で推移し、処理区中最も重量減少が抑えられた（第5図右）．



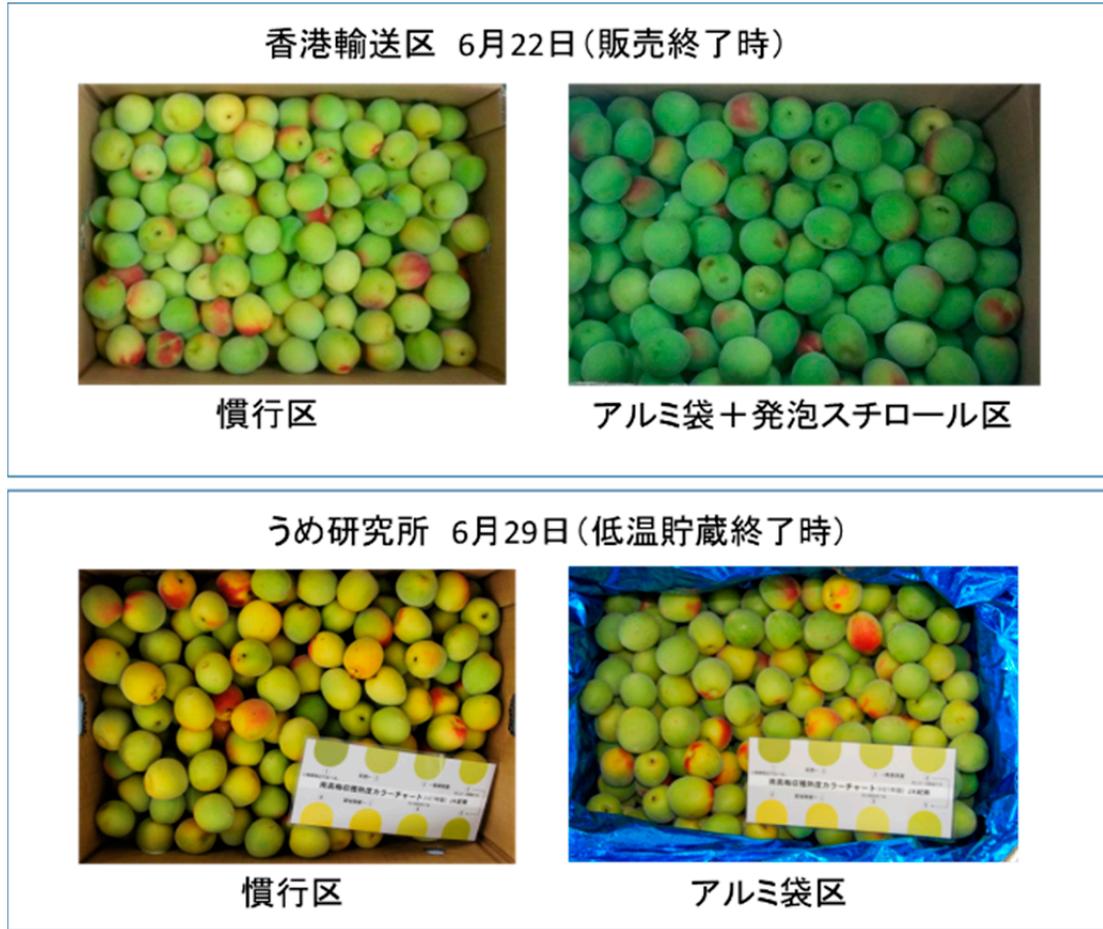
第1図 箱内温度の推移



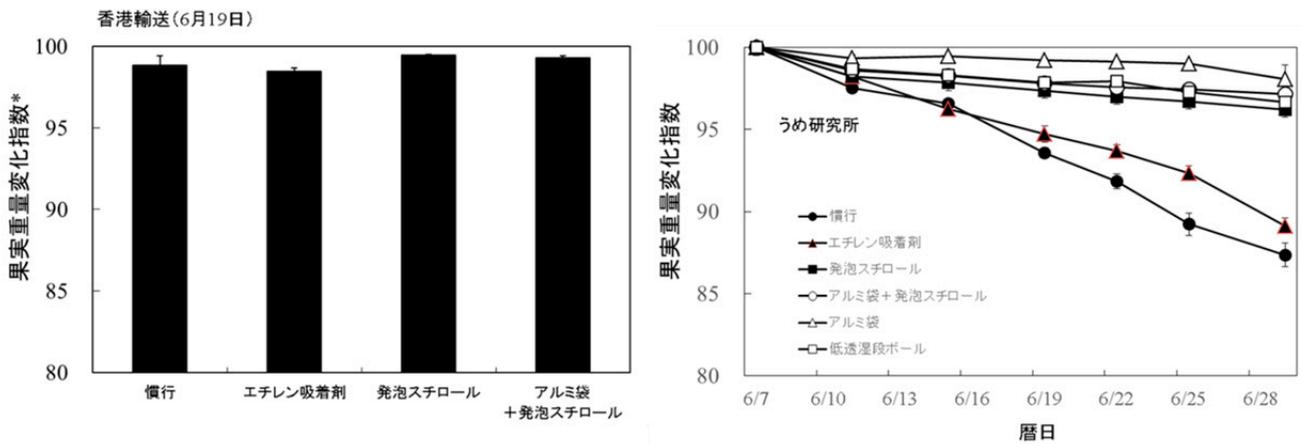
第2図 箱内湿度の推移
うめ研究所における慣行区およびアルミ袋区のデータは欠測



第3図 カラーチャート値
縦棒は標準誤差 (n=3)
左図の異符号間にTukeyの多重比較により5%水準で優位差あり



第4図 果実の状態

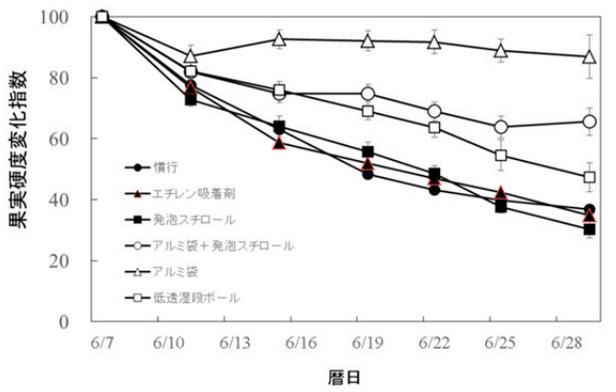


第5図 果実重量の変化

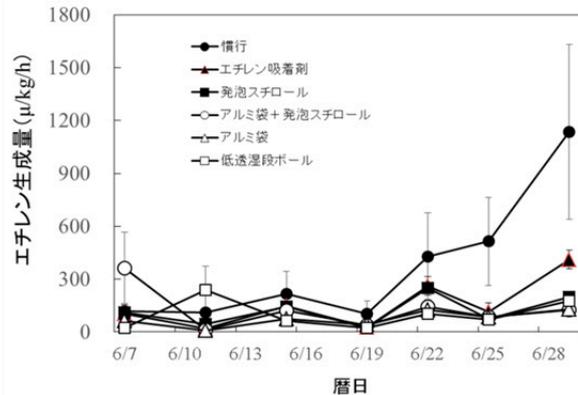
*6月7日の果実重量を100とした場合の指数
 縦棒は標準誤差(n=3)

試験開始日の6月7日の値を100とした果実硬度変化指数は、慣行区、エチレン吸着剤区および発泡スチロール区で低下が早く、果実軟化の進行が早かった(第6図)。一方、アルミ袋区では6月22日まで90以上の水準を維持し、果肉硬度が保たれた。

エチレン生成量は、香港での販売終了時の6月22日において慣行区で最も多く、 $427.5 \mu\text{L/kg/h}$ であった(第7図)。一方でアルミ袋+発泡スチロール区、アルミ袋区および低透湿段ボール区でエチレン生成量が少なく、それぞれ142.7、127.2および $105.3 \mu\text{L/kg/h}$ であった。



第6図 果実硬度の変化(うめ研究所)
縦棒は標準誤差(n=3)



第7図 エチレン生成量(うめ研究所)
縦棒は標準誤差(n=3)

低温障害果(第8図)の発生数は、香港輸送試験では販売開始日の6月19日時点で各区30果当たり1個程度であった(第9図左)。うめ研究所においても、香港での販売開始日の6月19日には発生が認められず、販売終了日の6月22日に初めて発生が認められた。しかし発生が認められた慣行区およびエチレン吸着剤区で3個程度(発生率0.8%、10kg箱当たり400果として換算)と、発生数は少なかった(第9図右)。しかし、6月25日からこの2区で発生が急増し、6月29日にはそれぞれ35個(発生率9%)および22個(発生率6%)となった。その他の区における発生数は試験終了時点でも0~2個と少なかった。



第8図 低温障害果

うめ研究所において6月29日以降室温(平均 26°C)および 30°C で追熟した果実の芳香は、室温で追熟を行った慣行区、発泡スチロール区および防湿段ボール区で7月1日から発生し、発泡スチロール区では7月2日に完熟果並の芳香が認められた(第2表)。エチレン吸着材区、アルミ袋+発泡スチロール区およびアルミ袋区では芳香の発生は少なかった。 30°C 追熟ではいずれの区でも芳香発生は認められなかった。

されていることが示された(第5図左)。うめ研究所では慣行区で香港輸送果実に比べて重量低下程度が大きかったものの、93.6%と(第5図右)高く維持されていた。うめ研究所で重量低下が大きかった要因は、箱内温度が香港輸送に比べて高く推移したことによって(第1図)、呼吸量が多くなったことによると考えられる。

ウメはクライマクテリック型の果実(岩田・緒方, 1976)で、成熟すると老化・成熟ホルモンであるエチレン生成量が増加する。大江ら(2008)の報告では、収穫したウメ果実を室温(温度22.1~25.0°C, 湿度42~72%)で貯蔵した場合、5~6日後に1000 μ L/kg/hのエチレンが発生するとされる。しかし、本試験においては、貯蔵15日後(6月22日)でも、最も生成量の多かった慣行区で約400 μ L/kg/hと(第7図)、室温貯蔵に比べて少なかったため、低温によりエチレンの生合成が抑制され、果実の成熟が遅延したと考えられる。

以上のことから、最も簡易な段ボール箱のみの梱包で、香港での販売終了日まで果実の黄化が抑制され、低温障害の発生も少なかったことから、香港へのウメ果実の輸出は、慣行の段ボール箱で対応可能と考えられる。ただし、低温障害果は熟度、樹体収穫年度によって発生程度が異なることから(岩田・木下, 1978)、複数年の確認が必要である。

香港での販売終了日(出荷後15日)以降も継続したうめ研究所の試験では、処理区間で品質保持程度に顕著な差が認められた。すなわち、アルミ袋区において黄化の抑制(第3図右)、果実重(第5図右)および果肉硬度(第6図)の維持、エチレン生成の抑制(第7図)、加えて低温障害果発生の抑制(第9図右)が認められ、果実の鮮度保持効果が処理区中最も高かった。一方で慣行の段ボール箱および段ボールにエチレン吸着剤を封入した梱包方法では、果実重量の減少、果肉硬度の低下、エチレン生成量の増加が認められ、特に低温障害果の発生数が多く、明らかに品質劣化が認められた。これらのことから、段ボールのみの梱包では、15日を超える期間の品質維持は困難と考えられる。段ボールのみの梱包で低温障害果の発生数が多かった理由は、これら2区で、他の梱包方法に比べて、箱内の温度が低く推移したためと考えられる。また、箱内の湿度条件の差も品質劣化に影響していると考えられる。Tsuchidaら(2003)は、カキを98.5%以上の高湿度で貯蔵すると、重量減少、果肉硬度の低下およびエチレン生成が抑えられ、果実の鮮度が保たれることを明らかにした。さらに、岩田・木下(1978)は、ウメ果実をポリエチレンフィルムで密封すると、低温障害の発生が抑制されることを示した。これらのことから、アルミ袋区においては段ボールに比べて、箱内の湿度が高く保たれたことにより、果実の鮮度が保たれた可能性が考えられる。

以上のことから、将来的に香港よりも遠距離の地域へ輸出範囲を広げた場合、アルミ袋を用いた梱包が有効と考えられる。

一般に、青果収穫されたウメ果実を冷蔵せずに20°C程度の常温で静置すると、甘い香りに寄与する γ -デカラクトン、 δ -デカラクトン等が直ちに増加して芳香を発する(大江ら, 2012)。しかし、5°Cで冷蔵した果実は、常温あるいは30°Cで追熟しても芳香の発生が抑えられた(第2表)。特に鮮度がよく保持されたアルミ袋区や、アルミ袋+発泡スチロール区でこの現象が顕著だった。なお、低温から常温に移したことによる結露の影響はないと考えられる。Xiら(2012)は、モモで4週間程度の冷蔵貯蔵中に、芳香性成分の発生に関与する酵素の遺伝子発現が抑えられることを明らかにしており、冷蔵期間中1週間おきに1日間20°Cに温度を高め、再び冷蔵貯蔵することを繰り返すと、芳香が維持されると報告している。ウメ果実の芳香も顧客の購買意欲を高める要素であると考えられることから、今後、芳香を維持する貯蔵方法の検討も必要と考えられる。

摘 要

ウメ‘南高’を段ボール、アルミ蒸着袋、発砲スチロール等の資材を用いた数種の梱包方法で3~5℃の温度条件で香港へ輸送し、品質変化を調査した。また、現地では設備の都合により測定できない果肉硬度およびエチレン生成量を、香港輸送と同じ条件下でうめ研究所において測定した。集荷日から香港での販売終了日までの15日間は、いずれの梱包方法でも果実の黄変、重量減少およびエチレン生成および低温障害果の発生が抑えられた。このことから、香港への果実輸送は、慣行の段ボール箱で対応可能と考えられた。しかし、それ以降は段ボールのみでの梱包では黄化、果実硬度の低下、エチレン生成量の増加および低温障害果の発生等が認められた。一方アルミ蒸着袋で段ボール箱あるいは果実を密封したものについては香港での販売終了日の1週間後でも品質が保持されていた。このことから、香港よりも輸送に時間がかかる地域への輸送には、アルミ蒸着袋の併用が有効と考えられた。

引用文献

- 岩田隆・木下光子. 1978. ウメ果実の貯蔵と低温障害に関する研究(第2報). 低温障害と貯蔵温度, 品種, 熟度との関係ならびにポリエチレン包装の障害防止効果. 園学雑. 47: 97-104.
- 岩田隆・緒方邦安. 1976. ウメ果実の貯蔵と低温障害に関する研究(第1報). 貯蔵中の外観ならびに内的変化の一般的様相. 園学雑. 44: 422-428.
- 大江孝明・岡室美絵子・根来圭一・土田靖久・細平正人. 2008. 異なる熟度で収穫したウメ‘南高’果実の追熟期間が果実および梅酒の品質に及ぼす影響. 園学研. 7: 299-303.
- 大江孝明・櫻井直樹・山崎哲弘・奥井弥生・石原紀恵・岡室美絵子・細平正人. 2012. ウメ‘南高’果実の追熟条件が梅酒の香り成分および苦み成分に及ぼす影響. 園学研. 11: 273-279.
- Tsuchida, Y., N. Sakurai, K. Morinaga, Y. Koshita and T. Asakura. 2003. Effects of water loss of ‘Fuyu’ persimmon fruit on mesocarp cell wall composition and fruit softening. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 72: 517-524.
- Xi, W. P., B. Zhang, J. Y. Shen, C.D. Sun, C. J. Xu and K. S. Chen. 2012. Intermittent warming alleviated the loss of peach fruit aroma-related esters by regulation of AAT during cold storage. Postharvest Biol. Tech. 74: 42-48.