

数品種のウンシュウミカン果実における糖集積

向井啓雄・高木敏彦・梶田信明・西川咲百合・原田 久・村井泰広

静岡大学農学部 422-8529 静岡市大谷 836

Sugar Accumulation in Fruit of Several Satsuma Mandarin Cultivars

Hiroo Mukai, Toshihiko Takagi, Nobuaki Kajita, Saori Nishikawa, Hisashi Harada and Yasuhiro Murai

Faculty of Agriculture, Shizuoka University, Shizuoka 422-8529

Summary

Sugar contents in the juice and peel of very early to late ripening satsuma mandarin cultivars were determined by HPLC. There was little difference in the seasonal change in the juice sugar contents among eight cultivars. In all cultivars there was a peak of glucose: fructose ratio during ripening, which was not related with ripening time of these cultivars. In 'Miyagawa Wase' (early ripening) and 'Aoshima' (late ripening), the sucrose content in the juice began to increase in September. However, an increase of total sugar content in the peel of 'Aoshima' was delayed compared to that of 'Miyagawa Wase', but the pattern of sugar accumulation by the juice differed little among the satsuma mandarin cultivars.

Key Words: satsuma mandarin, sugar accumulation.

緒 言

露地栽培におけるウンシュウミカン果実の収穫時期には9月(極早生種)から12月(晩生種)まで約3ヶ月間の幅がある。このような品種間の収穫期の違いは各々の成熟期の違いによるものと一般に認識されている。ウンシュウミカン果実の収穫適期は果皮および果肉の着色、果汁の糖、および酸含量などによって決定される。食味の点からみると果汁の糖含量が一定レベルに達している場合には、酸含量が収穫時期を判定する際の最も重要な指標となる。

しかし、より高品質の果実を生産する上では果汁の糖含量が重要な基準となる。糖含量は収穫期にかけて次第に増加するが、通常の収穫時期以降も引き続き増加することが知られており(岩垣ら, 1981; 大東・佐藤, 1985), それに伴って果実の食味も向上する(竹林ら, 1993)。これらのことは糖含量を指標とした場合、通常の収穫時期以降も成熟過程がさらに進行することを示している。それでは、収穫時期の異なるウンシュウミカンの各品種には、収穫期前後の糖集積のパターンにどのような差異がみられるであろうか。

本研究ではウンシュウミカン各品種の成熟に伴う果実の糖含量や糖組成を比較し、各々の通常の収穫時期と糖

集積からみた成熟期の関係を明らかにした。

材料および方法

実験 1. 収穫期の異なる 8 品種における果汁糖含量の時期的変化

静岡大学農学部附属藤枝農場に栽植のウンシュウミカン 8 品種('楠本早生', '高林早生', '宮川早生', '興津早生', '久能温州', '大津四号', '塚本温州', '青島温州')の成木(カラタチ台)をそれぞれ 5 樹ずつ供試した。1990年9月1日から12月12日までほぼ10日毎に各樹より果実1個(樹冠外側南面に位置する目通りの高さにおける標準的なもの)をサンプリングした。剥皮した果肉を赤道部で半分になり、二層のガーゼに包み、手で搾汁した。果汁を0.45 μm のメンブランフィルターでろ過し、HPLCにより糖分析を行った。HPLCの設定は以下のとおりである。

移動相: H_2O (流量: $1\text{ml} \cdot \text{min}^{-1}$)

カラム: Shodex SC1001 (カラム温度: 80°C)

検出器: Shodex RI-71

実験 2. '宮川早生' と '青島温州' における果皮・果汁糖含量の時期的変化

静岡大学農学部研究ほ場に栽植の'宮川早生'(早生)と'青島温州'(晩生)成木をそれぞれ5樹供試した。1992年の7月から12月にかけてほぼ2週間毎に各品種10果実(1樹につき2果実)をサンプリングした。横径と縦径をキャリパーで測定した後、果肉と果皮に分け、それぞれの重

量を測定した。果肉を赤道部で半分に切り、二層のガーゼに包み搾汁した。果皮は80%熱エタノールで抽出、ろ過し、ろ液をエバポレーターで水相とした。実験1と同様にHPLCで果汁と果皮の糖を測定した。

6月下旬に樹上にある各品種30個の果実にラベルし、7~10月に毎週、果実の横径と縦径をキャリパーで測定した。サンプリングした果実の横径、縦径より計算した果実の体積と果皮・果肉重から回帰式をつくり(向井ら, 1996)、ラベルした果実の果皮・果肉重推定値を計算によって求め、サンプリングした果皮・果汁糖含量からラベルした果実の果皮・果肉の糖量を求めた。

結 果

実験1. 収穫期の異なる8品種における果汁糖含量の時期的変化

各品種の果汁糖含量の時期的変化を第1図に示した。すべての品種において9月1日から12月14日まで各糖の含量はほぼ増加しつづけた。特にスクロースの増加が著しく、どの品種においても12月までほぼ一定の割合で増加しつづけた。

グルコースとフルクトースは含量に大差はなかった。それらの増加傾向にやや異なる点が認められたため、グルコース/フルクトース比で表したのが第2図である。どの品種においても10月を頂点とした放物線状の変化が認められた。いずれの品種も9月にフルクトース含量のほが多い(第1図)が、その後グルコースの増加がフルクトースの増加よりも多く、グルコース/フルクトース比が高くなった。10月にはフルクトースよりもグルコースのほうが高くなる品種も認められた(第1図)。11月にはフルクトースの増加がグルコースよりも大きく、グルコース/フルクトース比は低下した。

実験2. '宮川早生' と '青島温州' における果皮・果汁糖含量の時期的変化

'宮川早生' と '青島温州' においてスクロース含量は8月まではほぼ一定で、急激な増加の開始はともに9月以降であった(第3図)。グルコースとフルクトース含量については8月においても増加が認められた。

果皮の糖含量は9月までは著しい変化はなく、緩やかに上昇した(第4図)。果皮の糖含量は10月に両品種で著しく増加したが、'青島温州' では'宮川早生' よりも遅れて増加を開始した。

果汁の全糖は'宮川早生' で'青島温州' よりも10月以降一貫してやや多く推移したが、著しい差ではなかった(第5図)。それに対して、果皮の全糖含量は明らかに'青島温州' の方が増加する時期が遅れた(第6図)。10月初旬に'宮川早生' では果皮の全糖含量の急激な増加が起こったが、'青島温州' では10月中旬からであり、その増加速度も'宮川早生' よりも緩やかであった。

一果実当たりの果汁の糖量は9月以降急激に増加した

が、'宮川早生' と '青島温州' で差はほとんど認められなかった(第7図)。果皮においては8月まではほぼ一定で、9月にやや増加し、10月中旬以降急激な増加が認められたが、果汁と同様に'宮川早生' と '青島温州' で差は認められなかった(第8図)。

考 察

大東・佐藤(1985)は、果汁の糖含量のピークが早生ウンシュウで12月下旬、普通ウンシュウで1月下旬にあると報告している。特にスクロース含量のピーク時期には普通ウンシュウと比べ50日の開きがあることから早生ウンシュウは、成熟段階に達するのがそれだけ早いと推察している。しかし、彼らのデータでは急激な糖含量の増加がみられるのは早生・普通ウンシュウともに12月までである。また、1月以降における早生ウンシュウのスクロース含量が減少したと述べているが、増減を繰り返して、一定して減少するとは考えにくい。一方、垣内ら(1970)および竹林ら(1993)は樹上における'宮川早生' の糖含量が1月または3月まで上昇を続けることを示している。従って、少なくとも通常の成熟期間において糖含量にピークがあるとは考えられない。

垣内ら(1970)は普通ウンシュウにおける糖含量の増加が早生ウンシュウよりも緩やかであることを報告しており、岩垣ら(1981)の結果からも同様のことが伺える。実験2においても10月以降'青島温州' の糖含量の増加が'宮川早生' よりも緩やかであった。8品種を供試した実験1では、品種間で糖含量増加の速度に差は認められたが、これと収穫期の早晩性との関係は必ずしも一致しなかった。実験2で見られるように急激な糖含量の上昇開始時期は両品種とも9月からであり、糖集積のパターンにおける品種間での時期的な差異は小さいと考えられる。

ウンシュウミカンの果汁のグルコース/フルクトース比が放物線を描くことは池田・木原(1985)も認めている。しかし、果実の成熟における意義や原因については不明である。池田・木原(1985)は高糖系でその比が異なると報告しているが、本実験では、そのような差異は認められなかった。グルコース/フルクトース比のピーク時期と早晩性との間に関係が認められなかったことは糖代謝からみた糖集積の差が品種間でほとんどないことを示しているかもしれない。一果実(果肉・果皮)当たりの糖量の増加時期や傾向がほとんど同じであることも上記の推察を支持すると思われる。Tadeoら(1987)もネーブルオレンジとクレメンティンの果汁糖含量の変動パターンはそれぞれの早生および晩生で類似していると報告しており、ウンシュウミカンを含めて同一種内の品種間には果汁の糖含量の変動にあまり差はないと考えられる。

実験1において'宮川早生' の枝変わりである'興津早生' の糖含量が低かった。他の品種との比較から、'興津早生' において何らかの異常が生じたものと考えられ、通

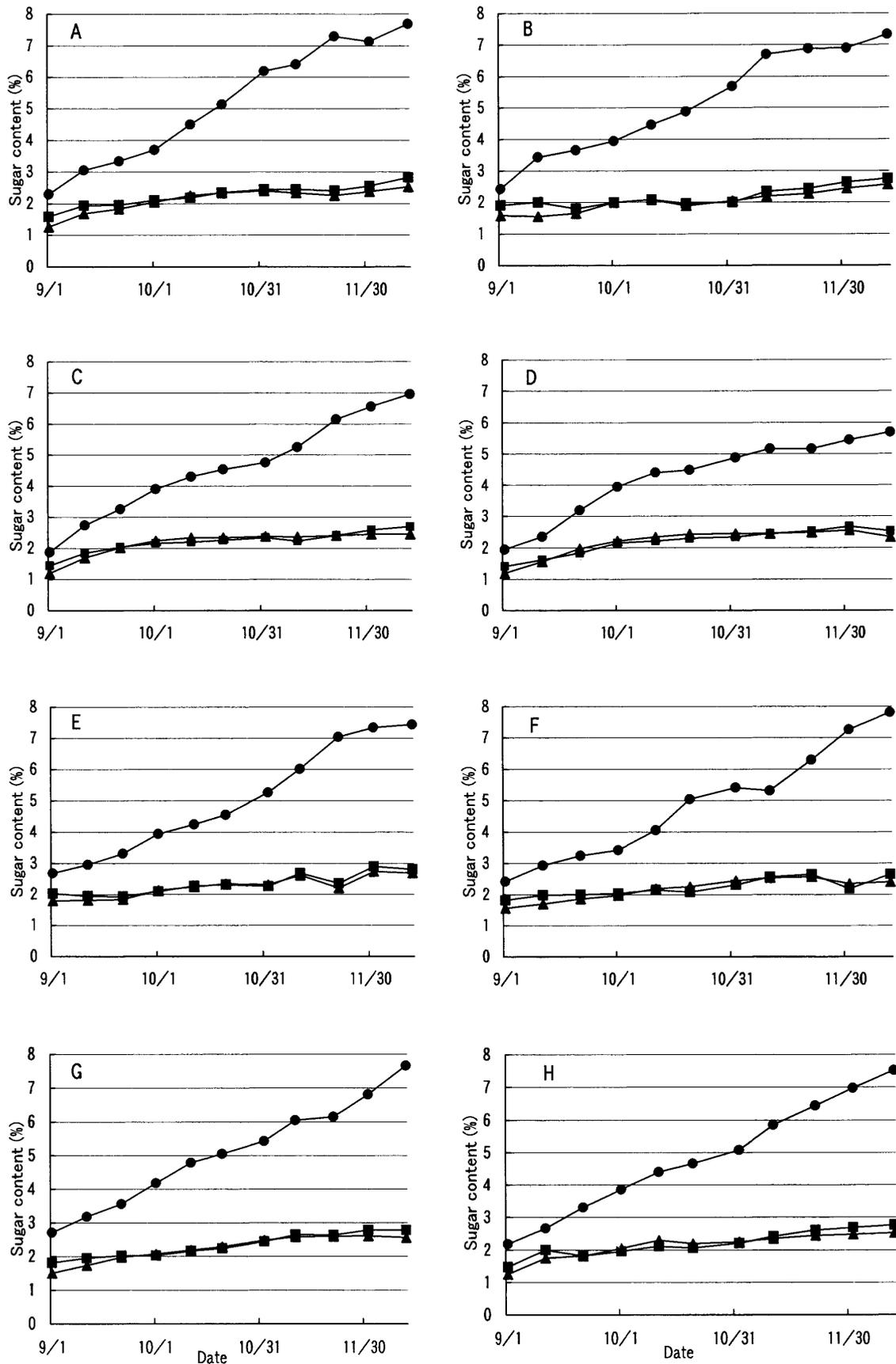


Fig. 1. Seasonal changes of sugar contents (w/v) in juice of eight satsuma mandarin cultivars.

● ; Sucrose, ▲ ; Glucose, ■ ; Fructose.

A; Kusumoto Wase, B; Takabayashi Wase, C; Miyagawa Wase, D; Okitsu Wase,

E; Kunoh, F; Ohtsu 4, G; Tsukamoto, H; Aoshima.

Standard errors are within the symbols.

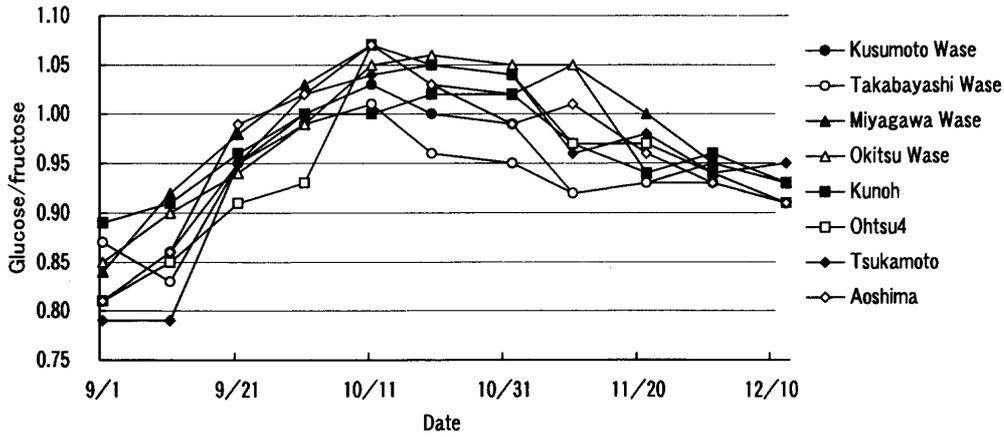


Fig. 2. Seasonal changes of glucose: fructose ratio in juice of eight satsuma mandarin cultivars.

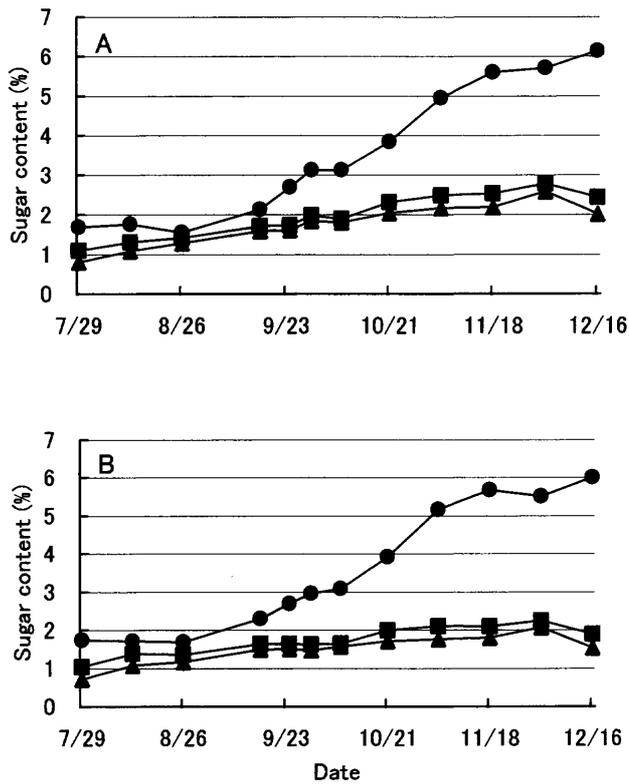


Fig. 3. Seasonal changes of sugar contents (w/v) in juice of 'Miyagawa Wase' and 'Aoshima'.
 ●; Sucrose, ▲; Glucose, ■; Fructose.
 A; Miyagawa Wase, B; Aoshima.
 Standard errors are within the symbols.

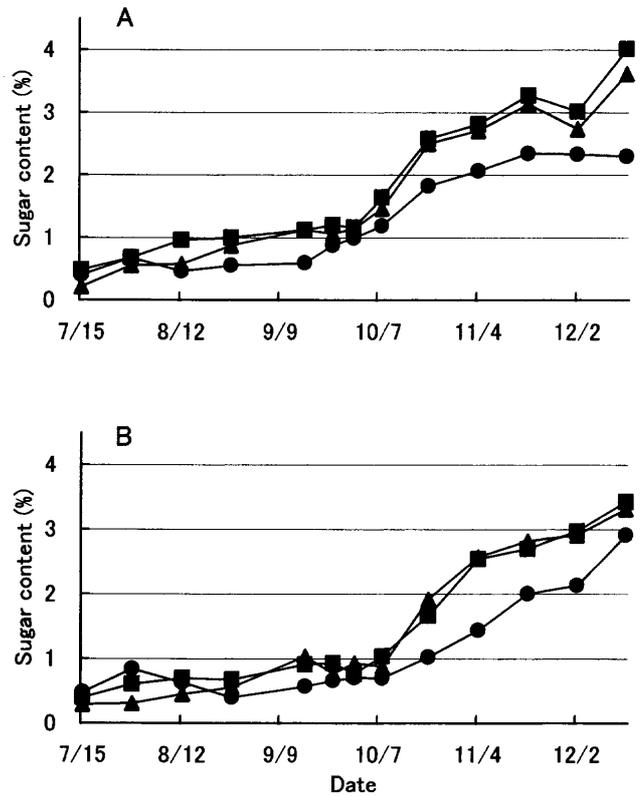


Fig. 4. Seasonal changes in sugar contents (w/w) in peel of 'Miyagawa Wase' and 'Aoshima'.
 ●; Sucrose, ▲; Glucose, ■; Fructose.
 A; Miyagawa Wase, B; Aoshima.
 Standard errors are within the symbols.

常であれば '宮川早生' と同じような変化であると思われる。

果皮における糖含量は着色の早晩と関係があることが示唆されている (高木ら, 1989)。本実験では果汁とは異なり、果皮の糖含量において品種間の差が認められた。しかし、果皮においても一果実あたりの糖量の変化はほとんど同じであった。

ウンシュウミカンには極早生から早生、中生、普通、晩生まで熟期の異なる枝変わり品種が多数育成されている。これらは主に果皮の着色の早晩や酸度の低下時期によって分類されてきた (岩政, 1976)。これまで糖含量の増加

する時期についてはこれらの熟期と同伴しているものと考えられてきたが、今回の調査で、早生から晩生まで通常の収穫期が異なる品種においても、糖含量の増加する時期やその後の全体的な上昇傾向に大きな違いがないことが示唆された。従って、極早生~晩生の品種間で通常の収穫期において果実の糖含量が異なるのは、必ずしも品種特有のものではなく、成熟の進行に伴う糖含量の増加の過程のいずれの段階で収穫したかによるものと考えられた。

本研究で、8品種を使った実験は単年度の比較であり、品種構成も含めて、さらに検討をする必要がある。

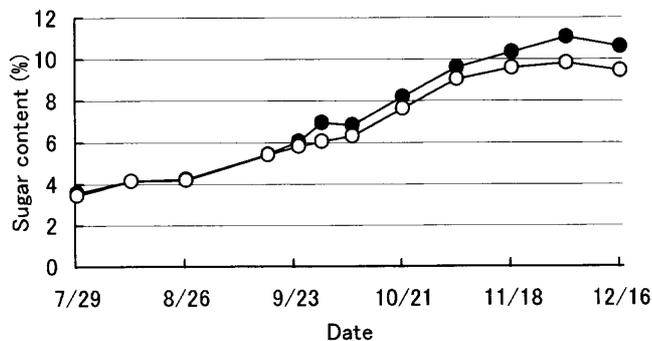


Fig. 5. Seasonal changes in the total sugar contents (w/v) in juice of 'Miyagawa Wase' and 'Aoshima'.
●; Miyagawa Wase, ○; Aoshima.
Standard errors are within the symbols.

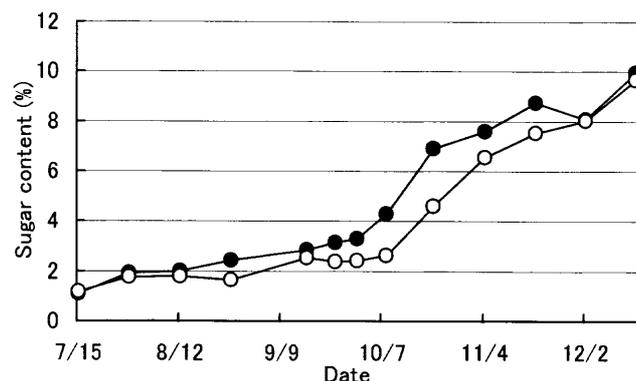


Fig. 6. Seasonal changes in the total sugar contents (w/w) of peel of 'Miyagawa Wase' and 'Aoshima'.
●; Miyagawa Wase, ○; Aoshima.
Standard errors are within the symbols.

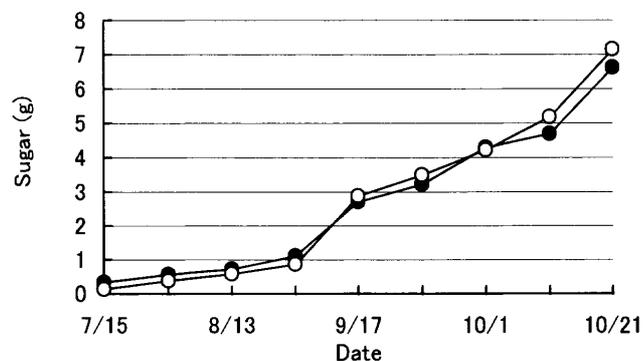


Fig. 7. Seasonal changes in the sugar content (g) in the juice per fruit of 'Miyagawa Wase' and 'Aoshima'.
●; Miyagawa Wase, ○; Aoshima.
Standard errors are within the symbols.

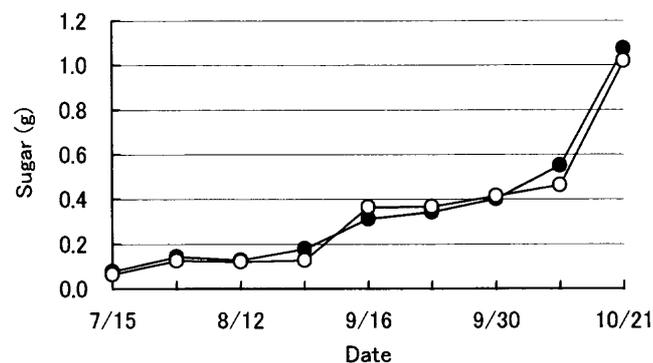


Fig. 8. Seasonal changes in the sugar content (g) in the peel per fruit of 'Miyagawa Wase' and 'Aoshima'.
●; Miyagawa Wase, ○; Aoshima.
Standard errors are within the symbols.

摘 要

ウンシュウミカンの8品種の果汁における糖含量および'宮川早生'と'青島温州'の果汁と果皮における糖含量をHPLCで経時的に測定した。

果汁の糖含量の変化において品種間で著しい差異は認められなかった。成熟期間中グルコース/フルクトース比にピークが認められたが、その時期的変化には品種間で著しい差異は認められなかった。

果汁におけるスクロース含量の増加開始は早生の'宮川早生'と晩生の'青島温州'とも9月からであった。しかし果皮における糖含量の増加は青島温州で遅れた。

ウンシュウミカンの果汁における糖集積のパターンには品種間の差がほとんどないと考えられた。

引用文献

- 大東 宏・佐藤義彦. 1985. ウンシュウミカン果実の成熟に伴う、糖、有機酸の変化. 園学雑. 54: 155-162.
池田富喜夫・木原武士. 1985. ウンシュウミカン果汁の糖集積に関する研究. 第1報 ウンシュウミカン果汁の糖と酸含

量の系統間差異. 園学要旨. 昭60春: 34-35.

岩垣 功・泉 嘉朗・荒木忠治・広瀬和栄. 1981. ウンシュウミカンの成熟生理に関する研究, II 果肉, 果皮中の糖, 有機酸及びアミノ酸の変化. 果樹試報 B. 8: 37-54.

岩政正男. 1976. 柑橘の品種. p.49-53. 静柑連.

垣内典夫・伊庭慶昭・伊藤三郎. 1970. カンキツ果汁の基礎的研究 I 温州ミカンの有機酸および糖分の時期的変化. 園試報 B. 10: 149-162.

向井啓雄・高木敏彦・手島洋二・鈴木鐵男. 1996. 秋期に水ストレスを与えたウンシュウミカン樹の果実各部位における糖含量. 園学雑. 65: 479-485.

Tadeo, J. L., J. M. Ortiz and A. Estelles. 1987. Sugar changes in clementine and orange fruit during ripening. J. Hort. Sci. 62: 531-537.

高木敏彦・増田幸直・大西智子・鈴木鐵男. 1989. ウンシュウミカンの果皮中の糖, Nレベルが着色に及ぼす影響. 園学雑. 58: 575-580.

竹林晃男・片岡丈彦・行永寿二郎. 1993. カンキツ類の樹上完熟栽培果実の障害発生と品質の経時的変化. 園学雑. 62: 305-316.