カキ果実の果肉硬度と糖組成との関係

平 智*・板村裕之**

Relationships between Flesh Firmness and Sugar Composition
in Japanese Persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) Fruits

Satoshi TAIRA* and Hiroyuki ITAMURA* **

* Faculty of Agriculture, Yamagata University, 1-23
Wakaba-cho, Tsuruoka, Yamagata 997** Faculty of Agriculture, Shimane University, 1060
Nishikawazu-cho, Matsue, Shimane 690

The relationship of flesh firmness to sugar composition of flesh was studied in Japanese persimmon fruits during treatment of removal of astringency and storage at 20°C. A decline in flesh firmness was observed during treatment for removing astringency and storage, accompanied with the decrease of sucrose and the increase of fructose and glucose.

Close correlation was obtained between the decline of flesh firmness and the decrease of the ratio of sucrose to total sugar. The coefficients of correlations were 0.771*** (n = 102) (cv. 'Hiratanenashi') and 0.701*** (n = 22) ('Hiratanenashi' and three other cultivars) during deastringency treatment and storage, respectively. Those for cv. 'Sakushumishirazu', 'Takura' and 'Atago' during deastringency treatment were also 0.899*** (n = 9), 0.934*** (n = 9) and 0.612* (n = 9), respectively. (Received Apr. 25, 1989)

カキ果実の果肉中に含まれるショ糖¹⁾は脱渋中や貯蔵中あるいは皮乾燥中にインベルターゼの作用によってブドウ糖と果糖に加水分解されることが知られている^{2)~7)}。カキ果実の成熟、脱渋および加工中のインベルターゼ活性の変化については平井ら⁵⁾、小宮山ら⁶⁾、辻ら⁷⁾の報告があり、果肉硬度の低下と糖組成の変化との間に関連性が認められることを既に辻ら⁷⁾が指摘しているが、詳細な検討はあまりなされていない。著者らは脱渋処理中および脱渋後の貯蔵中における糖の組成変化と果肉硬度の低下との関係をカキ数品種を用いて検討したので報告する。

実験方法

1. 脱渋処理実験

山形大学農学部実験圃場産の「平核無」果実を1987年

9月14日(着色開始直前、平均果重約120g)と11月4日(全面着色時、平均果重約200g)に採取して供試した。さらに京都大学農学部附属京都農場産の「作州身不知」、「田倉」および「愛宕」の未熟果(それぞれ、約90, 100および70g)を1988年8月22日に採取して供試し、品種による違いを検討した。脱渋処理は20°C恒温条件下のもとで果実1個ずつ個別に900ml容のポリ容器にいれて行った。脱渋剤は0(蒸留水)、5, 10あるいは30%エタノール溶液5mlを果実に直接ふれないようにして容器の底に流しこんだ。また、9N KOH 30mlを入れた三角フラスコを同時に容器内に入れて果実の呼吸によって蓄積するCO₂の影響を取り除いた。

2. 貯蔵実験

山形県砂丘地農業試験場産の「平核無」とその早生系統3品種(「刀根早生」、「杉田早生」および「石橋早生

* 山形大学農学部(〒997 山形県鶴岡市若葉町1-23)

** 現在、島根大学農学部(〒690 島根県松江市西川津町1060)

(品種登録申請中)'の全面着色を用いた。

果実はあらかじめ 35% エタノール溶液を噴霧した後ポリエチレン袋に密封 (20°C, 10日間) して脱渋させたものを 20°C 恒温条件下で貯蔵した。

3. 測定および分析方法

果肉硬度は果実 1 個につき 2 か所、赤道部を薄くはく皮後、木屋製作所製の果実硬度計 (5 kg 用、円錐プランジャ) を用いて測定 (1 回の測定に果実 3 個を供試) した。

糖含量および組成の測定は鄭⁸⁾の方法に準じ、果実 3 個からとった果肉細片を電子レンジで加熱処理したのちメタノールで抽出し、ただちに 2°C に保持⁹⁾して上澄をとり、以下既法¹⁰⁾に準じてガスクロマトグラフィー (島津 GC-6 AM, 検出器 FID, カラム充填剤 SE-52, 100°~250°C (8°C/min) の昇温条件) で行った。

実験結果および考察

1. 脱渋あるいは貯蔵中の果肉硬度と糖組成の変化

脱渋処理中の果肉硬度は、概して果実が未熟な方が、また、使用した脱渋剤の濃度が高い方が早く低下する傾向があった (Fig. 1)。全糖含量は成熟果において、脱

渋処理中にやや減少する傾向を示した。また、脱渋処理中に果肉硬度の低下が著しかった未熟果の 10% および 30% エタノール区において、ショ糖含量が顕著に減少し、ブドウ糖と果糖が増加した。一方、脱渋処理中、果肉硬度の低下がさほど大きくなかった未熟果の 0% および 5% エタノール区ならびに成熟果においては糖組成にさほど顕著な変化は認められなかった (データ省略)。

脱渋後貯蔵中の果肉硬度はいずれの品種も日数の経過とともに低下した (Fig. 2)。脱渋処理中と同様にショ糖がしだいに減少してブドウ糖と果糖が増加した。全糖含量は貯蔵期間中増加が認められた (データ省略)。

小宮山⁶⁾は干しガキ製造過程で、辻⁷⁾はカキ果実の成熟および貯蔵中においてショ糖の組成比の低下と果肉の軟化とのあいだに関連性があることを指摘しているが本実験でも同様の傾向が確かめられた。

2. 果肉硬度と全糖中のショ糖の割合との関係

Fig. 3 は '平核無' 脱渋処理中の、また、Fig. 4 は '平核無' とその早生系統 3 品種計 4 品種の貯蔵中の果肉硬度と全糖中のショ糖の割合との相関を示したものである。相関係数はそれぞれ、 0.771^{***} ($n=102$), 0.701^{***} ($n=22$) でありいずれも正の相関を示した。

Fig. 1 Changes in flesh firmness during treatment of removal of astringency in Japanese persimmon, cv. 'Hiratanenashi' fruits

Individual fruit was put in a plastic chamber with 5 ml of 0 (control), 5, 10, 30% ethanol solution at 20°C. Flesh firmness was measured with "Flesh Firmness Meter" (Kiya Co. Ltd.) equipped with a conical plunger. A: immature fruits picked on September 14, B: mature fruits picked on November 4. Vertical bars in figure indicate standard error (SE: $S/\sqrt{n}$) ($n=6$).

Fig. 2 Changes in flesh firmness during storage of Japanese persimmon fruits (A: cv. 'Tonewase', B: 'Sugitawase', C: 'Ishibashiwase', D: 'Hiratanenashi')

Fruits were put in polyethylene bags with ethanol vapor for ten days at 20°C and then taken out of them and stored at 20°C. Vertical bars in figure are SE (n=6).

Fig. 3 Correlations between flesh firmness and the ratio of sucrose to total sugar content during treatment of removal of astringency in Japanese persimmon, cv. 'Hiratanenashi' fruits

Values include both immature and mature fruits (see the legend for Fig. 1).

(Fig. 4 の 4 品種は個々の品種では試料数が少なく有意な相関が得られないが、これらの品種は果実の諸特性 (形状, 大きさ, 着色, 成分など) がきわめて類似しているためまとめて示した).

糖の組成比の異なる 3 品種の果肉硬度と全糖中のショ糖の割合との関係は Fig. 5 のようであった. '作州身

Fig. 4 Correlations between flesh firmness and the ratio of sucrose to total sugar content during storage at 20°C after removal of astringency in Japanese persimmon fruits

A, B, C, D: cultivars described in the legend for Fig. 2.

不知' と '田倉' では、それぞれ、果肉硬度とショ糖の比率との間に高い相関が認められたが、採取当初よりショ糖の比率が低い '愛宕' では、果肉硬度が低下してもショ糖の分解はさほど進まなかった。

ショ糖の分解をつかさどると考えられるインペルターゼは細胞壁に局在する¹¹⁾と考えられることから辻ら⁷⁾は果肉の軟化により細胞組織に変化が生じる結果、基質と接触しやすくなりショ糖の加水分解が進むのであろうと推察している。また、鄭ら¹²⁾もカキ果実の発育に伴う

Fig. 5 Correlations between flesh firmness and the ratio of sucrose to total sugar content during treatment of removal of astringency in three cultivars (A: 'Sakushumishirazu', B: 'Takura', C: 'Atago')

Treatment for removing astringency was the same as that described in Fig. 1.

糖組成とインペルターゼ活性の変化を調査した結果から bound 型のインペルターゼが果実軟化に際して起こるショ糖の分解に関与することを推測している。本実験の結果はこれらの推察を強く支持するものであったが、'愛宕'のようにあまり相関が高くない場合もあることから、今後、インペルターゼ活性との関連などを含めてさらに詳しい検討が必要であると考えられる。

以上のように、カキ果実の脱渋処理中および貯蔵中の果肉硬度の低下とショ糖の組成比の減少は品種によってその程度は異なるが、総じて関連が深く、果肉硬度から果肉中の糖の組成をある程度まで予測できる可能性が示唆された。

要 約

カキ果実における脱渋中および貯蔵中の果肉硬度と糖組成との関連について調査した。

脱渋中、貯蔵中のいずれにおいても果肉硬度の低下に伴ってショ糖が減少し、ブドウ糖および果糖が増加した。果肉硬度と全糖中に占めるショ糖の割合との間には正

の相関が認められ、相関係数は脱渋中の '平核無'、'作州身不知'、'田倉' および '愛宕' でそれぞれ 0.771*** (n = 102), 0.899*** (n = 9), 0.934*** (n = 9) および 0.612* (n = 9), また、貯蔵中の '平核無' はか 3 品種で 0.701*** (n = 22) であった。

最後に実験材料を提供していただいた京都大学農学部附属京都農場ならびに山形県砂丘地農業試験場関係各位に深謝します。

文 献

- 1) 小宮山美弘・原川 守・辻 政雄：日食工誌, 32, 522 (1985).
- 2) 石井靖子・山西 貞：日食工誌, 29, 720 (1982).
- 3) 平井俊次・山崎喜美江：日食工誌, 30, 178 (1983).
- 4) 平井俊次・山崎喜美江：日食工誌, 31, 24 (1984).
- 5) 平井俊次・六波羅明香・清水純夫：日食工誌, 33, 369 (1986).
- 6) 小宮山美弘・辻 政雄：日食工誌, 34, 376 (1987).

- 7) 辻 政雄・小宮山美弘：日食工誌, **34**, 425 (1987).
 8) 鄭 国華・杉浦 明・苦名 孝：園芸学会発表要旨昭和 60 年秋季大会, p. 124, 神戸 (1985).
 9) MATSUI, T. and KITAGAWA, H.: *Nippon Syokuhin Kogyo Gakkaishi*, **35**, 448 (1987).
 10) 平 智・久保康隆・杉浦 明・苦名 孝：園学
 雑. **56**, 215 (1987).
 11) IKI, K., NAKAGAWA, H., OGURA, N. and TAKEHANA, H.: *Agric. Biol. Chem.*, **41**, 1311 (1977).
 12) 鄭 国華・杉浦 明：園芸学会発表要旨昭和 62 年春季大会, p. 118, 東京 (1987).
 (平成元年 4 月 25 日受理)

新 刊 紹 介

**Fermentation Process Development
of Industrial Organisms**

J.O. NEWAY 編

本書では、菌株の改良、最適培地組成、スケールアップ、生産物の分離に至る内容が、対象生物ごとに記述されている。取り上げられている対象生物としては、放線菌、バチラス属細菌、コリネ型細菌、糸状菌、動物細胞、酵母である。引用文献も新しく、微生物・動物細胞による物質生産に従事する者にとって有益な書である。

(H)

16 × 23.5 cm, 324 頁, 1989 年, 119 ドル

ISBN 0-8247-7917-7

Mercel Dekker, INC.,

270 Madison Avenue, New York,

NY 10016, USA