

カボチャ果実生長過程における糖質の変化

誌名	園藝學會雜誌
ISSN	00137626
著者名	寺澤,洋子 伊藤,喜誠 増田,亮一 吉田,企世子
発行元	園藝學會
巻/号	70巻5号
巻号補足	
掲載ページ	p. 656-658
発行年月	2001年9月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



カボチャ果実生長過程における糖質の変化

寺澤洋子^{1*}・伊藤喜誠²・増田亮一¹・吉田企世子³

¹ 農林水産省食品総合研究所 305-8642 つくば市観音台2-1-12

² 神奈川県農業総合研究所 238-0111 神奈川県三浦市初声町下宮田3002

³ 女子栄養大学 350-0288 埼玉県坂戸市千代田3-9-21

Changes in Carbohydrate Composition in Pumpkins (Kabocha) during Fruit Growth

Yoko Terazawa^{1*}, Kisei Ito², Ryoichi Masuda¹ and Kiyoko Yoshida³

¹ National Food Research Institute, kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8642

² Kanagawa Agricultural Institute, Miura, Kanagawa 238-0111

³ Kagawa Nutrition University, Sakato, Saitama 350-0288

Summary

To elucidate the mechanism of carbohydrate accumulation by two developing pumpkins (kabocha), 'Miyako' (*Cucurbita maxima* Duch.) and 'Hayato' (*Cucurbita moschata* Duch.), which differ in taste and textures when cooked, their carbohydrate compositions were compared. The changes of total sugar content during fruit growth differed between 'Miyako' and 'Hayato'. The total sugar content of 'Miyako' fruit increased gradually after 30 days from flowering (DAF) while that of 'Hayato' fruit increased steadily during fruit growth. 'Miyako' fruit accumulated starch faster than did fruits of 'Hayato'. A high negative correlation exists between starch and moisture contents in both cultivars, indicating that the moisture content decreased as starch content increased. Raffinose oligosaccharides, monosaccharides and sucrose were the principal soluble sugars accumulated by the fruit. Raffinose oligosaccharide content was higher in 'Hayato' than in 'Miyako'.

Key Words: fruit maturation, pumpkin (kabocha), raffinose oligosaccharides, starch, sugar.

緒 言

近年、消費者の緑黄色野菜への関心の高まりや、緑黄色野菜を用いた加工食品および冷凍食品の普及により、カボチャの消費は家庭内外ともに増加する傾向にある(石橋, 1997)。

カボチャなどの果菜類の品質について論ずる際には、外観とともに食味や栄養価についても評価することが必要である。特に食味・食感は糖質の種類および組成に直接影響されることから、食味・食感の向上を図る上では糖質の蓄積機構の解明が重要な課題となっている。

これまで消費の中心であったニホンカボチャ (*Cucurbita moschata* Duch.) と、現在消費の中心をなしているセイヨウカボチャ (*Cucurbita maxima* Duch.) では食味・食感が異なる。前者には「水っぽい」感があり、後者には「ホクホク」感がある(高橋ら, 1997)。これらの

食味・食感の違いは、糖質の組成および含量の違いによるものである。

そこで、本研究では、糖質の蓄積機構を解明する一助として、セイヨウカボチャおよびニホンカボチャの果実の生長過程における糖質の変化について比較検討した。

材料および方法

神奈川県農業総合研究所・三浦試験場においてトンネル栽培(親づる1本仕立て、着果数は株当たり1果)したセイヨウカボチャ「みやこ」[(財)日本園芸生産研究所]、およびニホンカボチャ「はやと」[タキイ種苗(株)]を供試した。定植日は「みやこ」が1998年3月31日、「はやと」が同年4月28日であった。10a当たり基肥はN 7.2 kg, P₂O₅ 13.1 kg および K₂O 7.2 kg とし、追肥はN 9.6 kg および K₂O 9.6 kg とした。試料採取は、両品種とも3個体ずつ、開花後10, 20, 30, 45および60日目の午前11時に行った。採取3時間後に、セラミック製の包丁を用いて果肉(種子および胎座を除く)を赤道部で切り、上部と下部に分けて細かく刻み、均一にした。その後、直ちに液

2000年3月22日 受付。2001年1月22日 受理。

本報告は園芸学会平成11年度秋季大会において発表した。

*Corresponding author.

体窒素で凍結し、分析に供するまで -30°C の冷凍庫に保存した。なお、試料調製は $4\sim5^{\circ}\text{C}$ の部屋で行った。

各試料の水分含量の測定は加熱乾燥法(105°C)(菅原, 1996)により行った。糖の定量は、高速液体クロマトグラム [カラム: Asahipak NH2P-50, $4.6\text{ mmID} \times 250\text{ mm}$, 移動相: アセトニトリル: 水 = 76: 24 (v/v)] を用い, Masuda ら (1996) の方法に準じて, 蛍光検出法により行った。糖定量の検液には, 試料を 80% 熱エタノールで抽出し, その抽質液を遠心分離したものを用いた。デンプンの定量は, 糖の定量に用いた抽出残渣を分析用検体として加水分解し, 生じたグルコースをソモギー・ネルソン法により定量して, この値に 0.9 を乗じる方法により行った。全糖含量は, 80% 可溶性糖 (フルクトース, グルコース, スクロース, myo-イノシトール, ラフィノースおよびスタキオース) の総和とした。なお, 果肉の上部と下部で含有量に有意な差が認められなかったため, その値は平均値で表した。

結果および考察

成長過程における果実の生体重および果肉部糖含量の変化を第 1 表に示した。‘みやこ’の果実生体重は, 開花後 10 日目から 20 日目の生長初期に急激に増加し, 10 日目を基準にすると, 20 日目で 4.1 倍に達した。しかし, その後の果実生体重の変化は緩慢であった。このような変化は, 長尾・印東 (1991) が報告した同じセイヨウカボチャの‘えびす’に関する結果と同様であった。一方, ニホンカボチャ‘はやと’の果実生体重の増加は, ‘みやこ’に比べて成長初期には遅いものの, その後は早く, 開花後 60 日目の‘はやと’の果実生体重は‘みやこ’のその 1.7 倍となった。

通常, 植物体中の炭水化物の移動は, 供給器官 (ソース) から受容器官 (シンク) に向かって起こるとされている (Mohr・Schopfer, 1998)。すなわち, 葉で合成された光

合成産物は果実に転流し, 果肉部で糖やデンプンとして蓄積される (茅野, 1991)。デンプン含量は‘みやこ’で 1.5~23.8% と果実の生長初期に急激に上昇するのに対し, ‘はやと’では果実生長の全期間を通して 1.7~6.8% と低い値であった。

長尾・印東 (1987) および長尾ら (1991) は, カボチャの食味・食感においては甘味や粉質感が重要であり, 糖およびデンプン含量がこれらを決定する主要因であるとしている。また, 高橋ら (1997) は‘はやと’は水分含量が多くデンプン含量が少ないために, ホクホクさに欠けるとしている。本実験において, 果実の生長に伴ってデンプン含量と水分含量との間には負の相関が認められた。相関係数 (r) は, ‘みやこ’で -0.96 ($P < 0.01$), ‘はやと’で -0.86 であった。すなわち, デンプンの蓄積にともなって果実の水分含量が低下していることを示している。‘はやと’では‘みやこ’でみられたようなデンプンの蓄積は観察されず, このため果実の水分含量の低下が生じず, 食味の面では「水っぽさ」が残ると考えられる。

生長過程における果実中の糖組成の変化を第 1 図 (a, b) に示した。‘みやこ’の全糖量は 30 日目まではほとんど変化せず, デンプン含量が減少する 30 日目以降にいく分増加した。この現象は, 長尾・印東 (1991) の‘えびす’を用いた実験においても観察され, この時期に α -アミラーゼ活性が高くなったことが報告されている。すなわち, α -アミラーゼ活性の上昇にともなってデンプンの分解が促進され, 全糖量が増加したと考えられる。また‘みやこ’のフルクトースおよびグルコース含量は, 開花後 10 日目から 30 日目にかけて急激に減少した。このような糖類含量の変動は, Irving ら (1997) のセイヨウカボチャ‘バターカップ’を用いた実験結果と一致した。一方, ‘はやと’の全糖含量は成長に伴って徐々に増加したが, 増加程度は‘みやこ’より著しかった。また, ‘はやと’の単糖およびラフィノース族少糖類含量は $16\sim31\text{ mg}\cdot\text{gFW}^{-1}$

Table 1 Changes in fresh weight, water, starch and total sugar contents of ‘Miyako’ (*Cucurbita maxima*) and ‘Hayato’ (*Cucurbita moschata*) pumpkins during the fruit growth.

Varieties	Days after flowering	Weight (gFW)	Water content (%)	Starch content ($\text{mg}\cdot\text{gFW}^{-1}$)	Total sugar content ($\text{mg}\cdot\text{gFW}^{-1}$)
Miyako	10	336 ± 125^z	93.1 ± 0.6	15 ± 2	22.7
	20	$1,375 \pm 134$	78.7 ± 1.5	149 ± 11	21.0
	30	$1,137 \pm 103$	67.7 ± 1.4	238 ± 15	23.9
	45	$1,382 \pm 43$	64.2 ± 2.7	212 ± 32	28.1
	60	$1,445 \pm 13$	73.1 ± 5.1	148 ± 35	32.3
Hayato	10	585 ± 133	9.06 ± 0.7	17 ± 3	23.1
	20	937 ± 203	87.2 ± 0.6	56 ± 5	37.6
	30	$1,025 \pm 142$	85.9 ± 1.4	68 ± 9	52.7
	45	$1,842 \pm 452$	85.0 ± 0.5	61 ± 8	52.2
	60	$2,473 \pm 261$	84.2 ± 1.3	56 ± 11	81.4

^zMean $\pm$ SD.

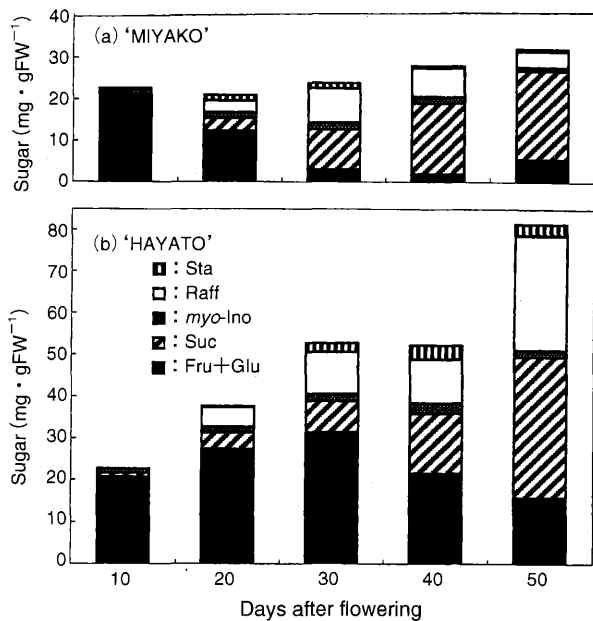


Fig. 1. Changes of sugar composition in the fruit of (a) 'Miyako' and (b) 'Hayato' during the fruit growth. Sta; Stachyose, Raff, Raffinose, myo-Ino; myo-Inositol, Suc; Sucrose, Fru; Fructose, Glu; Glucose.

および $1\sim 32 \text{ mg} \cdot \text{gFW}^{-1}$ と, 'みやこ' の $2\sim 21 \text{ mg} \cdot \text{gFW}^{-1}$ および $1\sim 11 \text{ mg} \cdot \text{gFW}^{-1}$ に比べて大きな値となった。特に果実肥大期である開花後 30 日目までは単糖 (特にフルクトース) の占める割合が高く, その後はスクロースとともにラフィノース族少糖類の占める割合が高くなった。

一般に, 果実収穫適期は, 開花後 'みやこ' で 45 日前後, 'はやと' で約 30 日といわれている。これら収穫適期の糖類の構成を比較すると, 'みやこ' 果実で最も多くを占めた糖はスクロース (61.6%), 次いでラフィノース族少糖類 (32.0%) であり, 'はやと' 果実では, 単糖類 (59.4%), 次いでラフィノース族少糖類 (26.4%) であった。

最近では完熟カボチャが出荷され, 収穫直後が食用適期となることから, 収穫時における果実の糖質の種類および組成が食味に直接影響を及ぼす。従来, カボチャ果実の糖類は, グルコース, フルクトースおよびスクロースであるとされてきたが (長尾, 1995), 本実験では, カボチャの転流糖であるスタキオースやラフィノースなどのラフィノース族少糖類が果実の生長過程に存在することが確認された。特に 'はやと' 果実においてはラフィノース族少糖類の含有量が高かった。このような糖組成の違いは, その含有量とともに食味 (甘味の質) に影響を及ぼす重要な要因の一つであると考察された。

摘 要

糖類蓄積機構の解明の一助として, 食味・食感が異なる

るカボチャ品種 'みやこ' および 'はやと' を用い, 果実の成長過程における糖質の変化について比較した。

成長過程における果実の全糖量の変化は, セイヨウカボチャとニホンカボチャにおいて著しく異なった。すなわち, 全糖はセイヨウカボチャの 'みやこ' ではデンプン含量が減少する開花後 30 日以降に, ニホンカボチャの 'はやと' では生長に伴い徐々に増加した。生長に伴うデンプン含量の上昇は, 'はやと' より 'みやこ' で大きかった。果実中のデンプン含量と水分含量との間には高い負の相関があり, デンプンの蓄積に伴って果実の水分含量が低下した。果実への糖の蓄積は, 両果実において単糖およびスクロースの他に, ラフィノース族少糖類の形態で行われた。ラフィノース族少糖類の含有量は 'はやと' 果実において 'みやこ' より高かった。

引用文献

- 茅野充男. 1991. 現代植物生理学 (第 5 巻) 物質の輸送と貯蔵. p.145-174. 朝倉書店. 東京.
- Irving, D. E., P. L. Hurt and J. S. Ragg. 1997. Changes in carbohydrates and carbohydrate metabolizing enzymes during the development, maturation, and ripening of buttercup squash (*Cucurbita maxima* D.'Delica'). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 22: 310-314.
- 石橋喜美子. 1997. 年齢階層別にみた生鮮野菜の消費動向と需要予測. 農業経営研究. 35: 32-41.
- Masuda, R., K. Kaneko and I. Yamashita. 1996. Sugar and cyclitol determination in vegetables by HPLC using postcolumn fluorescent derivatization. J. Food Sci. 61: 1186-1190.
- Mohr, H. and P. Schopfer. 1998. 植物生理学 (網野真一・駒嶺穆訳). p.475-483. シュプリンガー・フェアラーク東京株式会社. 東京.
- 長尾明宣. 1995. カボチャ果実の収穫後の生理変化と調理適性. 日本調理科学会誌. 28: 59-64.
- 長尾明宣・印東照彦. 1987. 貯蔵中のカボチャの成分変化. 北農. 54: 6-15.
- 長尾明宣・印東照彦. 1991. カボチャ果実成熟に伴う成分変化から見た収穫適期に関する研究. 北海道立農試集報. 62: 63-68.
- 長尾明宣・印東照彦, 土肥 紘. 1991. カボチャの収穫後の品質に及ぼすキュアリング条件と貯蔵温度の影響. 園学雑. 60: 175-181.
- 菅原龍幸. 1996. 食品学実験書. p.43-44. 建帛社. 東京.
- 高橋敦子・伊藤喜誠・奥嶋佐知子・吉田企世子. 1997. カボチャの品種による果肉成分の違いが食味に及ぼす影響. 日本調理科学会誌. 30: 232-238.