

韓国産イチゴ新品種の特性と貯蔵性の品種間差異

松本和浩¹・李 忠峴¹・千 種弼¹・金 泰日²・田村文男³・田辺賢二³・黄 龍洙^{1*}¹ 忠南大学校農業生命科学大学園芸学科 305-764 大田広域市 大韓民国² 忠南農業技術院論山イチゴ試験場 320-862 忠清南道論山市 大韓民国³ 鳥取大学農学部 680-8553 鳥取市湖山町南

Varietal Differences of Fruit Quality and Shelf Life in Strawberry Cultivars Developed in Korea

Kazuhiro Matsumoto¹, Chung-Hyun Lee¹, Jong-Pil Chun¹, Tae-Il Kim²,Fumio Tamura³, Kenji Tanabe³ and Yong-Soo Hwang^{1*}¹Department of Horticulture, College of Agriculture and Life Science, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea²Nonsan Strawberry Experiment Station, Chungnam Agricultural Research and Extension Services, Chungnam 320-862, Korea³Faculty of Agriculture, Tottori University, Koyama, Tottori 680-8553

Abstract

Varietal differences of fruit firmness, soluble solids concentration, titratable acidity, anthocyanin concentration and soluble sugar composition as influenced by storage temperature were evaluated in 4 strawberry cultivars including 'Mae-hyang', 'Seol-hyang', 'Keum-hyang' and 'Akihime'. The major soluble sugar in 'Keum-hyang' and 'Mae-hyang' was sucrose whereas 'Seol-hyang' had a higher concentration of reducing sugars such as fructose and glucose as shown in the Japanese cultivar, 'Akihime'. Moreover, changes in sugar composition at each storage temperature differed according to the major soluble sugar. The levels of fruit firmness were increased by low temperature storage in all cultivars, and 'Mae-hyang' showed a remarkable increase. 'Mae-hyang' showed limited change in the acid concentration and sugar/acid ratio during both 4°C and 20°C storage. Furthermore, the decrease in the total soluble sugar in 'Mae-hyang' during 20°C storage was less than those in the other 3 cultivars. Thus, the shelf life of 'Mae-hyang' strawberry is longer than those of the other cultivars examined. However, the changes in acid concentration and sugar/acid ratio of 'Seol-hyang' at 20°C storage occurred earlier than those in the other cultivars. 'Keum-hyang' showed a high concentration of anthocyanin at both 4°C and 20°C storage and the soluble sugar concentration decreased even at 4°C storage. These findings indicated that 'Mae-hyang' had a great potential for long term transport because a firm texture and stable quality were well maintained.

Key Words : 'Akihime', firmness, 'Mae-hyang', skin color, taste

キーワード : '章姫', 果肉硬度, 果色, 'メイヒャン', 食味

緒 言

韓国も 2002 年に植物新品種保護国際同盟 (UPOV) に加入し植物の品種保護を進めている。しかし、韓国で生産されるイチゴの多くが 'レッドパール', '章姫' といった日本品種であり, ロイヤリティの支払いが大きな負担となる。そのため, イチゴは未だに保護の対象植物に指定されていない (Ministry of Agriculture and Forestry Republic of Korea, 2005)。一方, 日本の韓国産イチゴ輸入量は 2001 年のピーク時には 1400 t 余りあったものの, ロイヤリティ問題の抜本的な対策を求める日本政府の強い姿勢もあり, 2006 年にはその 12% 程度にまで落ち込んでいる (財務省,

2007)。こうした中, 韓国政府も先延ばしにしてきたイチゴの保護作物への指定を 2008 年に行うべく, 国産新品種の育成を強く推し進めてきた。その結果誕生し, 普及が図られているのが 'Mae-hyang (苺香)', 'Seol-hyang (雪香)' および 'Keum-hyang (錦香)' の 3 品種である (第 1 図)。これら 3 品種は忠清南道論山市にある忠南農業技術院論山イチゴ試験場において 'Mae-hyang' は '栃の峰' × '章姫', 'Seol-hyang' は '章姫' × 'レッドパール' そして 'Keum-hyang' は '章姫' × 'とちおとめ' の交配によって育成されたものである。近年, 韓国でのイチゴ研究はこれらを中心に行われており, 生産量も増加していることから, 今後これらの品種が韓国の主力品種になることが予想される (Ministry of Agriculture and Forestry Republic of Korea, 2005)。しかし, これらの韓国産イチゴ品種の品質や貯蔵性については十分な検討がなされていない。

2007 年 6 月 5 日 受付. 2007 年 9 月 18 日 受理.

* Corresponding author. E-mail: yshwang@cnu.ac.kr

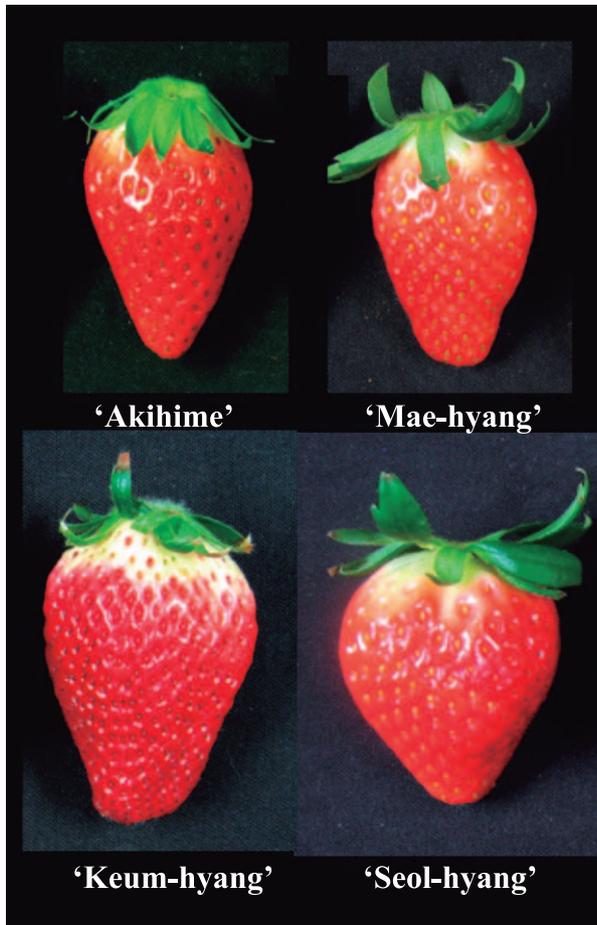


Fig. 1 Comparison of strawberry fruit appearance used in this experiment 'Mae-hyang', 'Keum-hyang' and 'Seol-hyang' are new strawberry cultivars developed in Korea.

イチゴの果実品質は食味、外観、貯蔵性、輸送性など多くの要因により評価される(荻原ら, 1998)。特に、糖組成は消費者の嗜好に直接影響することから、最も重要な要因のひとつである。また、イチゴ果実は輸送中や販売時に傷害を受けやすく、棚持ちも悪いことから(門馬・上村, 1985)、果肉硬度を維持し、貯蔵中の品質低下を防ぐ様々な方策が栽培および輸送の現場でも導入されている(Mitchellら, 1996)。

本研究では、韓国産イチゴ品種の貯蔵性について基礎的な情報を得ることを目的に、糖組成と貯蔵中の品質変化を調査した。その結果、品種特性が大きく異なり、貯蔵性にも差異があることが明らかになったので報告する。

材料および方法

1. 植物材料

実験には韓国産新品種3種 'Mae-hyang', 'Seol-hyang' および 'Keum-hyang' と '章姫' を用いた(第1図)。2007年2月20日に韓国全羅北道益山市農協より篤農家の同一圃場で収穫された全4種の秀品イチゴを入手し、直ちに忠南大学校に持ち帰り実験を行った。傷んだ果実を取り除いた後、

Table 1 Fresh weight and shape index of four strawberry cultivars used in the experiment.

Cultivars	Fruit weight (g)	Shape index (length/width × 100)
Akihime	26.1 ± 0.9 ^z	57.6 ± 1.3
Seol-hyang	29.3 ± 1.1	83.5 ± 2.1
Mae-hyang	26.7 ± 0.4	60.2 ± 0.9
Keum-hyang	33.8 ± 0.9	75.2 ± 1.2

^z the average of 30 fruit ± SE.

品種ごとに大きさや果色がほぼ等しい果実を選び、実験に供試した。実験に用いた各品種の果実重および果形指数を第1表に示した。緩衝材を敷いた発泡スチロール製の箱(36×26×11 cm)に品種ごとに果実15果を入れ、ポリエチレンフィルムで上面を覆った。その後、4°Cまたは20°Cの恒温庫内に保蔵し、2日および4日後に各々1箱を取り出して果実品質を調査した。

果実は縦に2分割し、一方を硬度、可溶性固形物濃度および酸度の測定に、他方をアントシアニン濃度および糖組成の分析に供試した。

2. 硬度、可溶性固形物濃度および酸度の測定

硬度は切断面を下向きに静置したとき、高さが最も高くなる部分の破断硬度を測定した。測定はレオメーター(COMPAC-100, サン科学, 東京)に直径5 mmの円柱プローブを装着し、速度100 mm・min⁻¹で行った(n=15)。硬度を測定した後、果実3果をガーゼで包み搾汁し、果汁を採取した。得られた果汁を用い、可溶性固形物濃度を屈折糖度計(PR-1, アタゴ, 東京)で測定した。また、酸度は果汁を希釈後0.1 N NaOHで滴定し、クエン酸当量(%)として求めた(n=5)。

3. アントシアニン濃度および糖組成の分析

切断面を下向きに静置したとき、高さが最も高くなる部分から直径7 mmの果実片をコルクボーラーで打ち抜き、表皮側の0.4 gをアントシアニン濃度の測定に用いた。1%の塩酸を含むメタノール溶液5 mL中に24時間静置し、抽出した後、10倍に希釈した溶液の530 nmにおける吸光度を分光光度計(Optizen 2120 UV, Mecasys Co. Ltd., 大田, 韓国)で測定した(n=5)。

アントシアニンの測定に用いなかった部分の果肉は糖分析に用いた。5 gの果肉を80%エタノール中で磨砕し、100°Cに30分間静置した後、遠心分離し上清を採取した。残渣を再び80%エタノール中で攪拌した後、遠心分離し、得られた上清を前述の上清と合わせてガラス繊維ろ紙(GF/C, Whatman, Middlesex, England)でろ過した。ろ液はロータリーエバポレーターを用いて濃縮し10 mLに定容した。この溶液を用いて糖組成を高速液体クロマトグラフ(CTS30, Younglin Instrument, 安養, 韓国)を用い、移動相: 75%アセトニトリル, カラム: Shodex Asahipak NH2P-50 4E(昭和電工, 東京), RI検出器: RID 10A(島津製作所, 京都)で分析した(n=3)。

結 果

収穫時の韓国産新品種の果肉硬度をみると, 'Seol-hyang' でやや低い値を示したものの, いずれも '章姫' に比べ高い値を示した (第2表). いずれの品種も 4°C 貯蔵区の果肉硬度が 20°C 貯蔵区に比べ高く, 特に収穫後4日目においては有意な差異がみられた (第2表). また 'Mae-hyang' は貯蔵温度にかかわらず果肉硬度が他品種に比べて高く, その傾向は 4°C 貯蔵区で顕著であった.

Table 2 Effect of storage temperature on fruit firmness of strawberry cultivars grown in Korea.

Cultivar	Storage temperature (°C)	Firmness (N)		
		Days after harvest		
		0	2	4
Akihime	4		3.1**z	2.8**
	20	2.4	2.1	2.1
Seol-hyang	4		3.2 NS	3.4*
	20	2.7	3.0	2.9
Mae-hyang	4		3.6*	4.0**
	20	2.9	3.1	3.0
Keum-hyang	4		3.1 NS	3.5**
	20	2.9	2.8	2.7
ANOVA				
Cultivar (A)		*y	**	**
Temperature (B)		—	**	**
A × B		—	*	NS

^zNS, *, ** indicate non-significant and significant differences between storage temperatures at $P < 0.05$ or 0.01 , respectively, by t test ($n = 15$).

^yNS, *, ** indicate non-significant and significant differences at $P < 0.05$ or 0.01 , respectively, by ANOVA ($n = 15$).

収穫時の酸含量をみると, '章姫' が最も低い値を示し, 'Seol-hyang' もやや低い値を示した. 一方, 'Mae-hyang', 'Keum-hyang' はこれら2品種に比べ高い値を示した (第3表). いずれの品種も 20°C 貯蔵区の酸含量はわずかに増加する傾向にあった. 収穫後4日目の 20°C 貯蔵区の酸含量は 'Mae-hyang' を除き 4°C 貯蔵区に比べ有意に高い値を示した (第3表). また, 'Seol-hyang' では収穫後2日目に 20°C 貯蔵区の酸含量が増加し, 糖酸比も 4°C 貯蔵区に比べ有意に低下した.

本実験に用いた果実の収穫時の典型的な外観を第1図に示した. 韓国産新品種3種は, いずれも '章姫' を親に持つものの, その形質は様々であった. 'Mae-hyang' の外見は '章姫' に似たかなり長い円錐形を示し, 大きさも同程度であった. 一方, 'Keum-hyang' は横幅の広い長円形, 'Seol-hyang' は円形を示し, '章姫' と比べると大型の果実であった (第1図, 第1表).

収穫時のアントシアニン濃度をみると, 'Keum-hyang' は果肉にも着色がみられたため, 他品種に比べ著しく高い値を示した (第4表). いずれの品種も, 20°C に比べて 4°C 貯蔵により果色の変化が抑制されたが, 'Keum-hyang' は 4°C 貯蔵区においても他品種に比べ高いアントシアニン濃度を示し, 収穫後4日目には他品種の 20°C 処理区と同等の値を示した (第4表).

収穫時の総可溶性糖含量は '章姫' が他品種に比べ低い値を示したものの韓国産3品種間では大きな差異はみられなかった. また, 各品種の糖組成をみると, '章姫' および 'Seol-hyang' はフルクトースとグルコースの割合がスクロースに比べて高く, 'Mae-hyang' および 'Keum-hyang' はスクロースの割合がフルクトースおよびグルコースに比べて高かった (第5表).

Table 3 Effect of storage temperature on acid concentration and a sugar/acid ratio of strawberry cultivars grown in Korea.

Cultivar	Storage temperature (°C)	Acid content (%)			Sugar/acid ratio ^x		
		Days after harvest					
		0	2	4	0	2	4
Akihime	4		0.49 NS ^z	0.50**		17.5 NS	17.5*
	20	0.48	0.50	0.59	15.7	17.8	15.7
Seol-hyang	4		0.54**	0.52**		18.2**	18.5**
	20	0.54	0.70	0.66	17.4	13.6	15.1
Mae-hyang	4		0.69 NS	0.68NS		15.4 NS	15.3 NS
	20	0.66	0.68	0.77	15.1	15.0	14.5
Keum-hyang	4		0.70 NS	0.69**		14.0 NS	12.7 NS
	20	0.66	0.73	0.78	14.3	12.4	12.3
ANOVA							
Cultivar (A)		**y	**	**	*	**	**
Temperature (B)		—	**	**	—	**	**
A × B		—	**	NS	—	**	NS

^zNS, *, ** indicate non-significant and significant differences between storage temperatures at $P < 0.05$ or 0.01 , respectively, by t test ($n = 5$).

^yNS, *, ** indicate non-significant and significant differences at $P < 0.05$ or 0.01 , respectively, by ANOVA ($n = 5$).

^xSugar/acid ratio was calculated based on the data of soluble solid concentration (Brix°) and titratable acidity (%).

Table 4 Effect of storage temperature on anthocyanin concentration of strawberry cultivar grown in Korea.

Cultivar	Storage temperature (°C)	Anthocyanin content (O.D. value)		
		Days after harvest		
		0	2	4
Akihime	4		0.23 NS ^z	0.17**
	20	0.13	0.25	0.61
Seol-hyang	4		0.26 NS	0.25**
	20	0.12	0.35	0.48
Mae-hyang	4		0.21**	0.15**
	20	0.11	0.36	0.59
Keum-hyang	4		0.73 NS	0.60**
	20	0.34	0.85	1.04
ANOVA				
Cultivar (A)		**y	**	**
Temperature (B)		—	**	**
A × B		—	NS	NS

^zNS, ** indicate non-significant and significant differences between storage temperatures at $P < 0.01$, respectively, by t test ($n = 5$).

^yNS, ** indicate non-significant and significant differences at $P < 0.01$, respectively, by ANOVA ($n = 5$).

4°C 貯蔵区では 'Keum-hyang' を除く 3 品種で貯蔵にともないスクロース含量が増加した。'Keum-hyang' のスクロース含量は貯蔵 2 日目には増加したが 4 日目には総可溶性糖含量とともに著しく減少した。'章姫' および 'Seol-hyang' はスクロース含量の増加にともないフルクトースおよびグルコースの含量が低下した。一方, 'Mae-hyang' および 'Keum-hyang' は貯蔵中にフルクトースおよびグルコース含量の変化がみられなかった (第 5 表)。

20°C 貯蔵区ではいずれの品種とも総可溶性糖含量が貯蔵日数とともに低下したが, 'Mae-hyang' の低下が他品種に比べ少なかった。'章姫' および 'Seol-hyang' は 4°C 貯蔵区と同様, 貯蔵日数とともにフルクトースおよびグル

コース含量が低下したが, 低下の割合は 4°C 貯蔵区に比べ大きかった。一方, 4°C 貯蔵区でみられたスクロース含量の上昇はみられなかった。'Mae-hyang' および 'Keum-hyang' はスクロース含量の低下が著しかった (第 5 表)。

考 察

'章姫' では果肉硬度が低いことが収穫後の取り扱いを困難にしていたが, 韓国産新品種の果肉硬度はいずれも '章姫' に比べ高く, 室温でもその傾向が維持された (第 2 表)。一般的に低温貯蔵によりイチゴの果肉硬度は上昇するが, その程度は品種ごとに異なることが報告されている (Pelayo ら, 2003; Watkins ら, 1999)。韓国産新品種の果肉硬度は 4°C 貯蔵により 21%~38% と '章姫' の 16% に比べ大きく上昇したが, 特に 'Mae-hyang' の上昇が著しいことから, 長期貯蔵に耐えうる有望な品種であると認められた (第 2 表)。また, 'Mae-hyang' は貯蔵温度にかかわらず酸含量および糖酸比の変化が小さく (第 3 表), 20°C 貯蔵区における総可溶性糖含量の低下も 15% と他品種の 21%~23% に比べ少ないなど (第 5 表), 安定した貯蔵品質を示した。一方, 'Seol-hyang' は 20°C 貯蔵区において収穫後 2 日目に酸含量の急激な上昇がみられ, 糖酸比も大きく低下したことから, 品質の変化が起こりやすい品種であると認められた (第 3 表)。'Keum-hyang' は他の供試品種と異なり 4°C 貯蔵区においてもアントシアニン濃度が高く (第 4 表), 果色も黒味を帯びていた。また, 貯蔵 4 日目には, 4°C 貯蔵区においても可溶性糖含量が急激に低下した (第 5 表)。このように低温で貯蔵した場合でも果色の変化, 糖含量の低下といった成熟~老化の過程を十分に遅延させることができなかったことから, 'Keum-hyang' は長期貯蔵には適さない品種であると考えられた。

果実の糖組成をみると 'Seol-hyang' は '章姫' 同様フルクトースおよびグルコース (還元糖) 主体のさわやかな甘味を, 一方, 'Mae-hyang' および 'Keum-hyang' はスク

Table 5 Effect of storage temperature on soluble sugar concentration ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ FW) of strawberry cultivars grown in Korea.

Cultivars	DAH ^z	4°C				20°C			
		Fructose	Glucose	Sucrose	Total	Fructose	Glucose	Sucrose	Total
Akihime	0	25.3 a ^y	22.9 a	16.1 b	64.3 a	25.3 a	22.9 a	16.1 a	64.3 a
	2	21.3 b	17.9 b	27.0 a	66.2 a	22.0 ab	16.9 b	13.5 a	52.4 b
	4	22.4 b	19.3 b	27.3 a	69.0 a	19.5 b	17.2 b	14.7 a	51.4 b
Seol-hyang	0	28.9 a	26.2 a	21.9 b	77.0 a	28.9 a	26.2 a	21.9 a	77.0 a
	2	27.1 b	24.0 b	29.6 a	80.8 a	25.6 ab	19.7 b	15.9 a	61.2 b
	4	26.7 b	23.3 b	28.6 a	78.6 a	22.7 b	20.2 b	16.6 a	59.5 b
Mae-hyang	0	16.5 a	14.0 a	42.7 b	73.2 a	16.5 b	14.0 ab	42.7 a	73.2 a
	2	16.2 a	14.2 a	50.2 a	80.6 a	18.3 a	14.4 a	32.4 b	65.1 b
	4	17.7 a	14.0 a	49.2 a	80.9 a	15.4 b	13.4 b	33.7 b	62.5 b
Keum-hyang	0	20.0 a	17.6 a	34.8 b	72.4 a	20.0 ab	17.6 a	34.8 a	72.4 a
	2	19.9 a	16.4 a	42.5 a	78.8 a	22.3 a	18.1 a	23.4 b	63.8 b
	4	17.5 a	15.1 a	27.4 b	60.1 b	19.0 b	16.7 a	21.0 b	56.7 b

^z days after harvest.

^y Different letters within the same cultivar and column show a significant difference by Tukey-Kramer's HSD tests at the 5% level ($n = 3$).

ローズ（非還元糖）主体の濃厚な甘味を示した（第5表）。さらに、糖蓄積型ごとに各貯蔵温度における糖組成の変化が異なることが明らかになった。つまり、4°C貯蔵区では‘Keum-hyang’を除きいずれの品種もスクロース含量が増加したが、還元糖主体の‘Seol-hyang’および‘章姫’でのみ還元糖含量が有意に低下した。一方、20°C貯蔵区における全糖含量の低下の主な原因は還元糖主体の‘Seol-hyang’および‘章姫’では還元糖含量の低下、非還元糖主体の‘Mae-hyang’および‘Keum-hyang’では非還元糖含量の低下であった（第5表）。トマトにおいて還元糖および非還元糖蓄積型の違いはインペルターゼ活性の差異によって決定されることが示唆されている（大山，2000）。一方、イチゴにおいてはスクロース合成酵素およびスクロースリン酸合成酵素も糖組成に影響を与えていることが示唆されている（濱野ら，2003；荻原ら，2005）ことから、これら3種の酵素の働きが糖組成を決定する上で重要な役割を果たしているといえよう。しかしながら、貯蔵温度に対するこれらの酵素の反応および糖蓄積型の違いによる反応の差異についての報告は見当たらない。今後、CAやMA処理の条件などとあわせて酵素の反応特性を明らかにすることで、貯蔵および輸送中にイチゴ果実の食味を適切に維持または補正できる可能性も示唆された。

以上のように、韓国産新品種イチゴ3品種の特性を‘章姫’と比較した結果、‘Mae-hyang’が最も低温貯蔵中に硬度と食味を保ちやすく、室温貯蔵においても他品種に比べ品質の変化が少ないことから、長期貯蔵に耐える品種であると考えられた。また、貯蔵温度はイチゴ果実の糖組成に糖蓄積型ごとに異なる影響を与えることが明らかになった。今後さらに輸送時の空気組成を精査することで品質維持や食味の向上により効果的な輸送法が確立できるものと考えられる。

摘 要

韓国産イチゴ品種‘Mae-hyang’，‘Seol-hyang’および‘Keum-hyang’と‘章姫’を4°Cまたは20°Cで4日間貯蔵し、果肉硬度、可溶性固形物濃度、滴定酸度、アントシアニン濃度および糖組成の品種間差異を調査した。各品種の糖組成をみると‘Mae-hyang’および‘Keum-hyang’はスクロースが、‘Seol-hyang’および‘章姫’はフルクトースとグルコースが主体であった。また糖蓄積型ごとに各貯蔵温度における糖組成の変化が異なることが明らかになった。低温貯蔵によりいずれの品種も果肉硬度が上昇したが、特に‘Mae-hyang’において顕著であった。また、‘Mae-hyang’は貯蔵温度にかかわらず酸含量および糖酸比の変化が少なく、20°C貯蔵区における総可溶性糖含量の低下も他品種に比べて少なく、安定した貯蔵品質を示した。一方、‘Seol-hyang’

は他品種に比べ20°C貯蔵区において酸含量の上昇と糖酸比の低下が起りやすかった。また、‘Keum-hyang’はいずれの貯蔵区でもアントシアニン濃度が高く、4°C貯蔵区でも糖含量の低下がみられた。これらの結果より、‘Mae-hyang’が他の韓国産新品種に比べ貯蔵中の硬度と品質を保ちやすい長期貯蔵に適した品種であると認められた。

引用文献

- 濱野 恵・山崎博子・本多一郎. 2003. イチゴ果実の生長に伴う糖含量および糖代謝酵素活性の変化. 園学雑. 72 (別2): 162.
- Ministry of Agriculture and Forestry Republic of Korea. 2005. Identification of strawberry cultivar through molecular marker, and development of cultural practices and postharvest management system for strawberry. MAF Korea Bul. (Korean with English abstract).
- Mitchell, F. G., E. Mitcham, J. F. Thompson and N. Welch. 1996. Handling strawberries for fresh market. Publication 2442, University of California, Communication Services-Publications, Division of Agriculture and Natural Resources, Oakland, CA.
- 門馬信二・上村昭二. 1985. イチゴ果実における果皮および果肉の硬さの遺伝. 野菜試報. B5: 49–59.
- 荻原 勲・原田 慧・峠谷百合子・鈴木 栄・西窪伸之・片山義博. 2005. イチゴ果実の成熟過程における糖含量とインペルターゼ、スクロースシンターゼおよびスクロースリン酸シンターゼ活性の変化. 園学雑. 74 (別2): 179.
- 荻原 勲・宮本 亮・羽布津真典・鈴木雅人・箱田直紀・志村 勲. 1998. イチゴ果実内の糖含量・糖組成の品種、収穫年次、成熟期および作型による相違. 園学雑. 67: 400–405.
- 大山暁男. 2000. トマト (*Lycopersicon esculentum* Mill.) 酸性インペルターゼの生理的機能に関する研究. 野茶試研報. 15: 17–62.
- Pelayo, C., S. E. Ebeler and A. A. Kader. 2003. Postharvest life and flavor quality of three strawberry cultivars kept at 5°C in air or air + 20 kPa CO₂. Postharv. Biol. Technol. 27: 171–183.
- Watkins, C. B., J. E. Manzano-Mendez, J. F. Nock, J. Zhang and K. E. Maloney. 1999. Cultivar variation in response of strawberry fruit to high carbon dioxide treatments. J. Sci. Food Agric. 79: 886–890.
- 財務省. 2007. 財務省貿易統計. <<http://www.customs.go.jp/toukei/info/index.htm>> .