[農化 第 49 卷, 第 4 号, p.189~196, 1975]

緑白熟期トマト果実の短期高温貯蔵が その後の室温貯蔵性におよぼす影響について*

小倉 長雄, 中川 弘毅, 竹花 秀太郎
(千葉大学農芸化学科)

昭和 49 年 10 月 17 日 受理

Effect of High Temperature-Short Term Storage of Mature Green
Tomato Fruits on Changes of Their Chemical Composition after
Ripening at Room Temperature
(Studies on the Storage Temperature of Tomato Fruits Part I)

By Nagao OGURA, Hiroki NAKAGAWA and Hidetaro TAKEHANA
*Department of Agricultural Chemistry, Faculty of Horticulture,
Chiba University, Matsudo Chiba*

Tomato fruits were harvested at mature green stage and were stored in air at 4°, 20°, 33°C, and room temperature. The storage life of tomato fruits were estimated on fresh weight, titrable acidity and contents of sugar, ascorbic acid, pectic substance, lycopene, β -carotene and chlorophyll at intervals during storage under various conditions.

Fruits stored at room temperature showed normal ripening associated with coloring and softening. Fruits stored at 4°C did not show loss of chlorophyll, hydrolysis of pectic substance and synthesis of lycopene, and physiological injury was observed during storage.

In fruits stored at 33°C, the contents of chlorophyll and ascorbic acid were decrease, and the synthesis of lycopene but that of β -carotene was repressed. Also, normal ripening was inhibited, though physiological injury and putrefaction were not observed during storage.

Fruits previously stored at 33°C for several days and afterwards ripened at room temperature caused the lycopene synthesis, and storage life was extended to a long period. The maximum storage life was about 200 days. (Received October 17, 1974)

緒 言

多くの果実は収穫後も追熟がすすみ、著しい着色、着香や軟化などの現象を生じる。このような一連の追熟現象は、果実内で代謝の転換が生じたものと思われ、エチレンやその他のホルモンが引き金的な原因をなすものと考えられ、この点に関しては多くの論文や総説⁽¹⁻⁸⁾が発表されてきた。これら内在的な原因のほかに、追熟現象は果実のおかれた外界の環境に著しく影響される。外界

* トマト果実の貯蔵温度に関する研究 (第 1 報)。

の温度やガス組成をコントロールし、追熟、老化を抑えることが低温貯蔵法や CA 貯蔵法として実際に利用されて効果をあげている。

トマト果実も常温では追熟の速くすすむ果実であるが、低温では低温障害を生ずるために、長期の貯蔵が困難な果実であり、Ashrae の Data Book⁽⁹⁾ でも緑白熟期のトマト果実は、11.5~13°C で 3~5 週間、催色期の果実は 2~4°C で 2~4 週間の貯蔵可能期間を示している。最近 Wu⁽¹⁰⁾ と Salunkhe ら⁽¹¹⁾ は、トマト果実を減圧中および低酸素の条件下に貯蔵することで追熟を抑え

て、それぞれ 87 日と 100 日の貯蔵が可能なることを報告した。

著者らはトマト果実の追熟老化の現象を、酵素作用面よりとらえて、いくつかの報告⁽¹²⁻¹⁶⁾を発表してきたが、この研究中にトマト果実を 33°C に貯蔵すると追熟がすすまず、しかも生理障害を生ずることもなく長期の貯蔵が可能なることを認めた。特に緑白熟期の果実を 33°C 中に 10~20 日貯蔵後に室内に置いたものは、4~7 カ月の貯蔵が可能であった。このように温度が追熟貯蔵性に与える影響が大きいことを知ったので、温度をかえて貯蔵したトマト果実の追熟経過や成分変化、および貯蔵可能期間などについて検討した結果を報告する。

実験材料および方法

1. 実験材料 トマト果実 (*Lycopersicum esculentum* var. Hikari) は本学部農場のハウス内で栽培されたもので、おもに 6 月収穫のものを使用した。一部 11 月収穫のものも使用した。

2. 貯蔵方法 緑白熟期 (一部催色期) に収穫した果実を、直ちに 4°, 15°, 20°, 25°, 33°C の恒温器内および室内に、約 50 個ずつ貯蔵した。33°C 区は約 150 個を貯蔵し、一定日数貯蔵後に室内へ取出して放置した。

3. 実験方法 各区とも平均的な熟度のものを、一定期間ごとに外観の変化を観察し、重量を測定した。成分分析には、平均的な状態で追熟した果実を 3 個取出し、-20°C に凍結貯蔵後に試料とした。

a) 熟度の指標: リコピンによる果実の着色度が多く用いられているので、これに従い緑白熟期 (mature green) 1, 催色期 (breaker) 2, 着色期 (pink) 3, 完熟期 (red) 4, 過熟期 (red ripe) 5 として表した。しかし 33°C 区の果実は、クロロフィルは分解するがリコピンの生成がないため、この標示法では 1 となる。

b) 糖分: ベルトラン法⁽¹⁷⁾により還元糖を定量し、グルコースとして果実中の % として表した。

c) 酸度: 1/10 N NaOH で遊離の酸を滴定し、クエン酸として果実中の % として表した。

d) アスコルビン酸: 還元型アスコルビン酸を、インドフェノール滴定法⁽¹⁷⁾で測定し、果実中の mg % で表した。

e) ペクチン質: E. A. McComb らの方法^(18,19)を修正した比色法を用いた。可溶性ペクチンは、果肉を倍量の蒸留水でホモジナイズした後の 10,000×g, 20 分の遠心

上澄中のペクチンを指し、不溶性ペクチンは、遠心残渣に、蒸留水と同量の 0.5% シュウ酸アンモニウムを加えて、1 夜 30°C に放置した後に遠心した上澄液に溶出されたペクチンを指す。両上澄液にメタノールを加えて、ペクチンを沈殿させ、沈殿物を熱水に溶かし、カルバゾール反応で発色させ、シトラスペクチン (和光純薬製) を標準とした検量線より定量した。

f) 色素類 (クロロフィル, リコピン, カロチン): 一定量の果肉を約 4 倍量のメタノールとともにホモジナイズした後に、ガラスフィルター上で濾過し、フィルター上の残渣を濾液が黄色のなくなるまでメタノールで洗い、濾液と洗液を合わせ一定量とする。メタノール抽出液の一定量をエーテル層に移し、660 mμ, 642.5 mμ の吸光度を測定し、Comar らの計算式⁽²⁰⁾より、クロロフィル含量を求めた。フィルター上の残渣にベンゼンを加えてリコピンを抽出し、480 mμ の吸光度を測定し、著者らの実験値⁽²¹⁾, $E_{1\text{cm}}^{1\%}=3100$ より、リコピン含量を求めた。カロチンはメタノール抽出液中の色素を石油エーテルに移した後、活性アルミナ (和光純薬製) のカラムを用いて β-カロチン, キサントフィルなどを分離した。色素類は活性アルミナに吸着させた後、石油エーテル, 石油エーテルにアセトンを 1, 3, 5, 10% 加えた溶媒で順次展開溶出させ、溶出液を真空蒸発後、石油エーテルに溶かし吸光度を求めた。アセトン濃度 1% で溶出する区分は、吸光曲線より β-カロチンであるので、450 mμ の吸光度を測定し、 $E_{1\text{cm}}^{1\%}=2505$ の値⁽²²⁾を用いて計算した。他の区分に溶出された黄色色素は、未確認のために定量しなかった。

実験結果

1. 外観の状態変化と貯蔵可能期間におよぼす温度の影響

a) 4°C 貯蔵区: 4°C は一般に果実蔬菜の低温貯蔵に用いられる温度であるが、トマト果実では障害の生ずる温度とされている。実験結果より、緑白熟期の果実は色や硬度の変化が見られないまま約 10 日間保たれるが、2 週間を過ぎる頃より、緑色が失われて、褐色がかった灰白色になり、正常な状態ではなくなり、これ以上貯蔵すると黒褐色の斑点を生じて腐敗してきた。貯蔵後約 10 日間までは、果実を室温に戻すと追熟して赤色になるが、2 週間以上貯蔵した果実は、室温に戻しても正常な赤色にはならず腐敗し、低温による生理障害が生じた

と思われた。

b) 15°C 貯蔵区 : トマト果実を追熟させながら貯蔵するのに適した温度とされている。この温度では、追熟はおそく、貯蔵後 7 日目頃に催色期になり、2 週間で果実が赤味をおびるようになり、3~4 週間後に完熟期に達した。その後も、型がくずれずに比較的長期の貯蔵ができたが、約 5~6 週間が限度であった。

c) 20°C 貯蔵区 : トマト果実の追熟適温とされており、貯蔵後 3~4 日で催色期になり、約 1 週間で真赤な状態になる。この期間を過ぎれば過熟状態になり、約 1 カ月で型がくずれ腐敗する。

d) 33°C 貯蔵区 : 30°C 以上はリコピンの合成がおさえられるといわれている⁽²²⁾、本実験でもリコピンの生成は見られず、貯蔵後 3 日目頃よりクロロフィルは分解され、果実は黄色になったが、貯蔵期間が長くなっても生理障害や黴の汚染による腐敗は見られない。貯蔵期間が 1 カ月以上になると、果実の表面にしわが見られるようになるが果実は硬く、これ以上の貯蔵中にも軟化や腐敗は全く見られない。しかし水分の蒸散による乾燥が目立ってきて、約 4 カ月後には乾物になった。着色度を熟度の指標と考えれば、33°C では着色がないため、追熟がおこらなかったと考えられる。催色期および着色期のトマト果実も、33°C では赤色化はすすまず、すでに赤くなっていた部分を除いて、黄色化した。また軟化もおこらずに、そのままの状態を長期間保った。

e) 室温貯蔵区 : 実験室内の温度の調節のなかった区で、気温に左右され、貯蔵初期の 6 月下旬は 25~30°C であった。追熟は速かで、約 1 週間で完熟に達し、1 カ月以内に腐敗した。

f) 33°C に貯蔵後室内に戻した区 : 33°C での貯蔵は、果実に着色のないことと、乾燥がはげしい点より、実用性が少ないと考え、33°C に 1~30 日間貯蔵後に室内に戻して貯蔵した。この果実はリコピンの生成がおこり赤くなるが、33°C の期間が長いと生成されるリコピン量は少ない。果実は硬く保たれ、長期間室内での貯蔵が可能であった。33°C の処理は 3 日間で効果を現すが、14~20 日間処理した果実は、室内で 6 カ月以上の貯蔵ができた。しかし貯蔵後約 60 日目頃より、果実内で種子の発芽があり、果肉を通して表面に現われるものが見られたが、果皮を破って芽を出した果実は、1 個もなかった。

以上 (a)~(f) の結果を Fig. 1 に示す。

Fig. 1. Effect of Temperature on Ripening Process of Tomato Fruits during Storage.

Ripening coefficient : 1=mature green, 2=breaker, 3=pink, 4=red, and 5=red ripe.
 $\triangle$ — $\triangle$ 4°C, $\circ$ — $\circ$ 33°C, $\bullet$ — $\bullet$ room temp.,
 $\odot$ --- $\odot$ 33°C→room temp., x putrefaction.

2. 重量変化におよぼす温度の影響

果実の品質、特に鮮度の指標として水分の蒸散があり、樽谷⁽⁹⁾は 5% の重量減が鮮度が失われる点としている。各区に貯蔵した果実の重量変化を Fig. 2 に示す。

4°C 区の果実は、ほとんど重量減のないままに腐敗に達した。室温区の果実は、約 1 カ月で 10% 減になり腐敗した。33°C 区のもの、約 10 日で 10% 減になり、その後もほぼ直線的に重量が減少し、最後は乾物になった。33°C に 10 日間処理してから室内に戻した果実では、重量減が非常に少なくなり、200 日間で 40% 減にとどまった。リンゴ等の果実類の貯蔵実験⁽²⁴⁾では、重量が 10% 減になると表面にしわが現われて著しく鮮度を失うが、トマト果実の場合 10% の重量減では外観上

Fig. 2. Effect of Temperature on Fresh Weight of Tomato Fruits during Storage.

$\triangle$ — $\triangle$ 4°C, $\circ$ — $\circ$ 33°C, $\bullet$ — $\bullet$ room temp.,
 $\odot$ --- $\odot$ 33°C→room temp.

からは変化が認められず, しわが見られるようになるのは, 25% 減を越えてからであった. 33°C から室内に戻した果実は, ほとんどしわが見られずに, 重量減が生じた. 長期にわたって貯蔵した果実を切断してみると, ゼリー部の消耗が目立っていた.

3. 成分変化におよぼす温度の影響

a) 糖分: 糖は果実の甘味成分として大切であり, 熟度と密接な関係をもち生理的には呼吸基質としての役割をもっている. 各区の貯蔵中の還元糖の変化を Fig. 3 に示す. 室温区の果実は追熟につれ一時含量が増加したが, 完熟期の頃より徐々に減少した. 4°C および 33°C 区の果実は, ゆるやかに減少した. しかし果実間の個体差を考えると, 貯蔵初期には各区の間に大きな差はないと思われた. 貯蔵後期になると, 33°C 区と 33°C から室内に戻した果実の糖量は減少し, 33°C で 20 日貯蔵後室内で 190 日を経た果実の糖含量は 0.7% となった.

Fig. 3. Effect of Temperature on Sugar Content of Tomato Fruits during Storage.

△—△ 4°C, ○—○ 33°C, ●—● room temp.,
○—○ 33°C→room temp.

Fig. 4. Effect of Temperature on Acid Content of Tomato Fruits during Storage.

△—△ 4°C, ○—○ 33°C, ●—● room temp.,
○—○ 33°C→room temp.

b) 酸度: 有機酸は果実の味の成分として, また呼吸基質として重要な成分である. 各区の果実中の遊離の酸度の変化を Fig. 4 に示す. 各区とも酸度は一時わずかに増加したが, その後減少した. 果実を果肉部とゼリー部に分けると, 酸はゼリー部に多く含まれている. ゼリー部中の酸は緑白熟期に多く, 追熟につれて減少したが果肉中の酸度は追熟につれ増加する傾向にある. これらの結果を Table I に示す. 貯蔵期間が 92 日を過ぎ長期になると, 果実の酸度は減少してくるが, ゼリー部の酸度の減少が大きい. 120 日を過ぎた果実では, ゼリー部が消耗して, ほとんどなくなり, この時期になると果肉部の酸度も減少してきた.

c) アスコルビン酸: トマト果実は, 比較的アスコルビン酸の多い果実である. アスコルビン酸は栄養面より, また植物生理上種々な働きをもつものと考えられる. また新鮮度の指標になるのではないかと考えられるので, 各区のアスコルビン酸を定量した結果を Fig. 5

Table I. Effect of Temperature on Acid Content in Pericarp and Jelly Fraction of Tomato Fruits during Storage

Temperature during storage	Days of storage	Acid content (%)	
		Pericarp	Jelly
Room temp.	0	0.18	0.96
	5	0.23	0.64
	20	0.29	0.70
33°C	20	0.34	0.71
	92	0.32	0.35
	120	0.35	—
33°C (10 days) room temp.	92	0.28	0.45
	120	0.26	0.42
	176	0.19	—
	214	0.10	—

Fig. 5. Effect of Temperature on Ascorbic Acid Content of Tomato Fruits during Storage.

△—△ 4°C, ○—○ 33°C, ●—● room temp.,
○—○ 33°C→room temp.

に示した。室温区の含量はほぼ一定に保たれていたが、4°C 区の果実は減少した。33°C の果実の減少が最も早く、43 日目の定量では、ほとんど全部失われていた。33°C から室内に戻した果実中には、100 日後に約 4 mg の、すなわち初めの約 1/3 のアスコルビン酸が残在していた。以上の結果は、33°C ではアスコルビン酸を非常に早く代謝し、正常に追熟した果実では減少がないことを示した。

d) ペクチン質：ペクチン質は主として細胞壁に存在し、細胞と細胞をつなぐセメント的な役割をもち、果実の硬さを保つのに役立っていると考えられている。追熟による軟化は、不溶性のプロトペクチンが可溶性ペクチンへ、さらにガラクトクチュロン酸へと分解するためと考えられている。各区のペクチン質の変化を Fig.6 と Fig.7

Fig. 6. Effect of temperature on Soluble Pectin Content of Tomato Fruits during Storage.
△—△ 4°C, ○—○ 33°C, ●—● room temp.,
○—● 33°C→room temp.

Fig. 7. Effect of Temperature on Insoluble Pectin Content of Tomato Fruits during Storage.
△—△ 4°C, ○—○ 33°C, ●—● room temp.,
○—● 33°C→room temp.

に示す。室温区の果実は、追熟につれて可溶性ペクチンが 4~5 倍に増加し、不溶性ペクチンは減少し、軟化の進行と一致した。4°C 区の果実は、可溶、不溶のペクチン含量は変化せず一定を保ち、軟化現象は見られなかった。33°C 区の果実は、可溶性ペクチンが貯蔵後 20 日間までは徐々に増加したが、40 日を過ぎる頃よりは減少してきた。不溶性ペクチンは、40 日頃より増加の傾向が見られたが、水分の蒸散を考えに入れると、ほとんど変化していないと思われる。33°C より室内に戻した果実は、貯蔵後 3 カ月以降は約 50 mg% の可溶性、約 150 mg% の不溶性ペクチン含量をほぼ一定に保ち、適当な硬さを保った。

e) リコピン：リコピンはトマトの赤色を示す色素で未熟期には全く含有されないが、追熟につれて急激に増加するカロチノイド色素である。果実の色は熟度を示し、また品質を左右するので、リコピンは重要である。各区トマトの貯蔵中のリコピン含量変化を Fig. 8 に示す。緑白熟期には全く見られないリコピンが、室温区では追熟につれて増加し、完熟期には 6~7 mg% 含有するようになったが、4°C および 33°C 区の果実は全くリコピンの生成は見られなかった。33°C より室内に戻した果実は、リコピンを生成するが、生成量は 33°C に処理された期間が長いほど少なくなった。33°C 処理してから室温で 100 日以上貯蔵した果実のリコピン含量は、2~4 mg% のものが多かった。リコピンによる着色度を熟度の指標とすれば、33°C 区の果実は追熟が抑えられたことになる。

Fig. 8. Effect of Temperature on Formation of Lycopene of Tomato Fruits during Storage.
△—△ 4°C, ○—○ 33°C, ●—● room temp.,
○—● 33°C→room temp.

Fig. 9. Effect of Temperature on Formation of β -Carotene of Tomato Fruits during Storage.

△—△ 4°C, ○—○ 33°C, ●—● room temp.,
 ◎---◎ 33°C→room temp.

f) β -カロチン：この色素は広く緑葉や果実中に含有され、生理的にはビタミンAの作用をもつ。各区の貯蔵中の果実の β -カロチンの変化をFig. 9に示す。室温区の果実は追熟につれて β -カロチン量を増加し、約2倍になるが、4°Cの果実では減少する傾向にあった。33°C区では貯蔵初期は変化がないが、後期に増加した。33°Cから室内に移した果実は、 β -カロチンは増加し、室温区で追熟したものと同じレベルに達した。カロチンの生成量は33°Cに処理した期間には関係はないように思われた。 β -カロチンを分離する際に、キサントフィルおよび2種の黄色色素を分離した。これら色素は確認ができなかったので、定量は行なわなかった。キサントフィルは追熟により、わずかに増加するようであるが、各区とも大きな変化はなかった。

Fig. 10. Effect of Temperature on Degradation of Chlorophyll of Tomato Fruits during Storage.

△—△ 4°C, ○—○ 33°C, ●—● room temp.

g) クロロフィル：クロロフィルは果実の追熟につれて消失する色素であり、緑白熟期の果実中には約3 mg%のクロロフィル(a+b)が含有されていた。各区のクロロフィル含量の変化をFig. 10に示す。室温区のクロロフィルは追熟につれて消失し、果実は赤色になる。33°C区のクロロフィルは、室温区の果実より早く完全に分解され、果実は黄色になった。クロロフィルの分解を追熟の1つの段階と見れば、第1段階は進んだことになる。4°C区の果実のクロロフィルは、分解されずに緑色を保っているが、生理障害の生ずる頃には減少してきた。

考 察

トマト果実の追熟におよぼす貯蔵温度の実験を行なった結果、緑白熟期の果実は、4°Cでは追熟が進まずに約20日間で生理障害をおこし、室温では約7日で着色し、以後軟化がおこり、約20日間で貯蔵可能な期間であった。しかし終始33°C長期貯蔵の果実は、クロロフィルは消失するがリコピンの生成がないために、果実が黄色になるほかは、高温障害のような現象や、微生物の汚染による腐敗果を全く生ずることなく、長期の貯蔵が可能であった。しかし果実の重量減が大きくなり、また果色の面で実用に利用するには問題がある。33°Cに10~20日間貯蔵後室内に戻して貯蔵した果実は、重量の減少率が小さくなり、リコピンの生成もあり、しかも4~7カ月の長期の貯蔵が可能であった。リコピンの生成能および貯蔵可能期間は、33°Cで処理する日数に影響されるので、33°Cに何日間処理するかは、貯蔵日数と貯蔵後の利用目的に応じて定めれば、実用面にも利用することができると考えられる。33°C処理後に室内に戻すときの室温は比較的高い、25°C以上の温度がよいようで、20°Cの恒温器に移した果実は追熟がすすみ、長期の貯蔵はできなかった。また、33°Cの貯蔵温度を40°Cに高めて貯蔵すると、2~3日で生理障害を生じて腐敗した⁽²⁵⁾。

貯蔵されたトマト果実の品質は重要な問題であるが、現在品質を数量的に示す規準になる因子がないため、外観および官能的な面より品質が決められていることが多い。150日以上貯蔵された果実も、外観上よりは重量減が30%に達するにもかかわらず、果皮にしわもほとんど見られず、適当な硬さと赤色を保っており、ほぼ良好と思われた。風味の点よりは、鮮度(水分)が低く感じられ、酸味が少なく、トマト特有の香りが強く感じら

れ、良好とはいえないが食べることができる。しかし貯蔵 60 日を過ぎる頃より、果実内に発芽の見られるものが出る。芽は果皮を破って出ることはないが、果実の品質面では問題が残るし、また生理面からも興味ある問題を含んでいる。

食品的な立場より貯蔵された果実の成分分析の結果を見れば、糖分、酸度には各貯蔵区に間に差は認められないが、アスコルビン酸は室温で追熟した果実では減少はないが、4°C や 33°C で貯蔵すると減少し、特に 33°C では非常に早く代謝された。アスコルビン酸を鮮度や品質の指標と考えたときに、また呼吸への関与なども考えたとき、これら貯蔵中にアスコルビン酸の含量差が生じたことには興味が持たれた。ペクチン質とリコピン含量にも大きな差が見られ、室温で追熟した果実は可溶性ペクチンが増加して軟化し、リコピンが合成されるが、終始 33°C 貯蔵の果実は、可溶性ペクチンは少なく、リコピンは全く生成されない。33°C より室内に移した果実は、可溶性ペクチンがわずかに増加し、リコピンも生成されるが、正常な追熟をした果実に比すれば低く抑えられていた。このことは 33°C 処理が、貯蔵の後期まで影響をおよぼしているためと考えられる。33°C は緑白熟期の果実のみでなく、催色期や着色期の呼吸のクライマクテリックを生じ、追熟への代謝転換が行なわれていると思われる果実でも、追熟が抑制されて、貯蔵期間を伸ばすことができたことは興味が持たれた。このように 33°C は追熟を抑えようと考えられるが、クロロフィルの分解は抑えられなかった。

高温を貯蔵に用いる例として甘藷のキュアリングがあるが、この処理は傷口の治癒が目的であり、追熟の抑制に高温を用いたこととは少し意味が異なると思われる。化学試薬やホルモン剤を使用することなく、追熟現象を温度、特に高温でコントロールできたことは、貯蔵の実用面ばかりでなく、追熟老化の生理を解くうえでも重要な現象であると考えられる。

要 約

緑白熟期のトマト果実を温度の異なる環境下で貯蔵した結果、

(1) 4°C 中では、追熟がおこらないうちに低温障害を生ずる。15°C、20°C、25°C および室温では追熟がすすみ、過熟状態となり長期の貯蔵はできなかった。

(2) 終始 33°C に貯蔵した果実はリコピンの生成が

なく、ペクチンの分解も少なく、長期間腐敗しなかったが、貯蔵期間が長くなると重量減が目立つようになった。

(3) 緑白熟期より催色期にある果実を、33°C に 10～20 日貯蔵後に室内に移して貯蔵した果実は、リコピンが徐々に生成されるが、果実は比較的硬く保たれ、4～7 月の貯蔵が可能であった。

本研究の一部は、小倉が九州大学生物環境調節センターで行なったものであり、ご助言と便宜を与えてくださった同センター松井健教授に対し、また当農産製造研究室の所属であった伊藤友子さんはじめ、多くの卒業生の協力があったことに対し、深く感謝いたします。終りに、本稿をご校閲くださいました東京大学中村道徳教授に対し、厚くお礼申し上げます。

- (1) J. A. Sacher : *Ann. Rev. Plant Physiol.*, **24**, 197 (1973).
- (2) J. B. Biale : *Science*, **146**, 880 (1964).
- (3) M. Spencer : "Plant Biochemistry," ed. by Bonner and Varner, Academic Press, New York, 1965, p. 793.
- (4) W. B. McGlasson : "The Biochemistry of Fruit and their Products," Vol. I, ed. by A. C. Hulme, Academic Press, London and New York, 1970, p. 475.
- (5) M. J. Rhodes : *ibid.*, p. 521.
- (6) 樽谷隆之 : 食品工誌, **10**, 186 (1963).
- (7) 緒方邦安 : 同上, **10**, 470 (1963).
- (8) A. K. Khudairi : *American Scientist*, **60**, 697 (1972).
- (9) Ashrae : "Guide and Data Book, Applications. Fruits and Vegetable," New York, 1968.
- (10) M. T. Wu, S. T. Tadhav and D. K. Salunkhe : *J. Food Sci.*, **37**, 952 (1972).
- (11) D. K. Salunkhe and M. T. Wu : *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **98**, 12 (1973).
- (12) H. Nakagawa, Y. Yanagawa and H. Takehana : *Agr. Biol. Chem.*, **34**, 991 (1970).
- (13) 小倉長雄, 川久保歌子, 飯島 正, 中川弘毅, 竹花秀太郎 : 千大園報, **19**, 55 (1971).
- (14) 小倉長雄, 陳 朔可, 岩下隆弥, 中川弘毅, 竹花秀太郎 : 同上, **20**, 67 (1972).
- (15) H. Nakagawa, Y. Kawasaki, N. Ogura and H. Takehana : *Agr. Biol. Chem.*, **36**, 18 (1972).
- (16) H. Nakagawa, T. Hashimoto, N. Ogura and H. Takehana : *ibid.*, **36**, 697 (1972).
- (17) 実験農芸化学, 東大農化教室, 朝倉書店.
- (18) E. A. McComb and R. M. McCready : *Anal. Chem.*, **24**, 1630 (1952).
- (19) R. M. McCready and E. A. McComb : *ibid.*,

- 24, 1986 (1952).
(20) C. L. Comar and F. P. Zscheile : *Plant Physiol.*,
17, 198 (1942).
(21) 竹花秀太郎, 小倉長雄 : 食品工誌, 9, 373
(1962).
(22) T. W. Goodwin : "Chemistry and Biochemi-
stry of Plant Pigments," ed. by T. W. Good-
win, Academic Press, London and New
York, 1965, p. 165.
(23) B. H. Davies : *ibid.*, p. 529.
(24) 小倉長雄, 竹花秀太郎 : 千大園報, 21, 83
(1973).
(25) 小倉長雄 : 未発表.
-