スモモ果実の成熟及び貯蔵過程でのアラニン 及びグルタミン酸の増加とこれらに関連する アミノトランスフェラーゼ活性について

小宮山美弘*・原川 守**・辻 政雄*

Aminotransferase Activity in Relation to Increase of Alanine and Glutamate Contents in Plum Fruit during Maturation and Storage

Yoshihiro KOMIYAMA*, Mamoru HARAKAWA** and Masao TSUJI*

* Institute for Wine and Food Technology, Yamanashi Prefecture, 312-4,
Isawa-cho, Yamanashi, 406

** Section of Local Industry Promotion, Yamanashi Prefecture, 1-6-1,
Marunouchi, Kofu-shi, Yamanashi, 400

Alanine and glutamate contents in plum fruits always increased during maturation and storage, and the increase was especially remarkable when deterioration of the fruit was progressing. Glutamate pyruvate transaminase (GPT), alanine dehydrogenase (ADH), aspartate- β -decarboxylase (ADC), glutamate dehydrogenase (GDH) and glutamate oxaloacetate transaminase (GOT) activities in 'Sordum' fruit were assayed to clarify the mechanism of alanine and glutamate accumulation. The fruit was stored at 20°C and 30°C. GOT and GPT activities in the fruit increased during ripening on the tree, and the increase was more notable in GOT activity. As GOT and GPT activities increased, rapid increase of glutamate and alanine occurred. The other enzyme activities did not change. During the storage at 20°C, GOT and GPT activities increased remarkably after 3 and 7 days, respectively. The increase of GOT activity was higher than that of GPT activity, and the former increased prior to the latter. Changes of glutamate and alanine contents in the fruit coincided with those of GOT and GPT activities. Both of these enzyme activities and the contents of alanine and glutamate were less in the fruit stored at 30°C than those at 20°C. Pyruvate and glutamate, the substrates of GPT, and α -ketoglutarate and aspartate, the substrates of GOT, showed a tendency to increase in the fruit ripened on the tree. After harvest, however, pyruvate and α -ketoglutarate contents decreased at the beginning of storage at 20°C and 30°C. After that, those increased at 20°C, while at 30°C pyruvate content decreased and α -ketoglutarate content increased. Glutamate content increased during storage at both temperatures. Changes of aspartate content was not consistent during storage at 20°C, but remarkable increase was found at 30°C. From these results, it is assumed that the increase of glutamate and alanine in the fruit would be caused by the increase of GOT and GPT activities, respectively. The increase of GPT activity seems to be caused with accumulation of glutamate produced by GOT, which is activated prior to GPT. (Received Jun. 25, 1983)

著者らは、スモモ果実のアミノ酸の変化を調査して、グルタミン酸が急激に増加することを認めた。¹⁾⁻³⁾特に貯蔵中、成熟あるいは20°Cでの貯蔵過程でアラニンとグルタミン酸は、貯蔵期間が長くなるのに伴いその増

* 山梨県食品工業指導所 (〒406 山梨県東八代郡石和町窪中島 312-4)

** 現在 山梨県庁地場産業振興課 (〒400 山梨県甲府市丸の内 1-6-1)

加率は大きくなり、末期には当初の 8~15 倍量にも達した。しかも果実の品質低下が大きくなる時期にアラニンの増加も顕著になることを報告した²⁾³⁾。そこで、このアラニンが果実の品質指標として利用できることを示し、再現性についても確認した⁴⁾。グルタミン酸はその増加率を調べるとアラニンより少ないが、増加パターンはアラニンとほぼ一致していた²⁾³⁾。

本報では、これらの現象の生理学的意義をアラニンとグルタミン酸代謝関連酵素活性の変化から明らかにすることを目的とした。

アラニンの生合成に関する酵素系については、次の 5 つの経路が現在考えられている。すなわち Glutamate pyruvate transaminase (E. C. 2. 6. 1. 2) による⁵⁾もの、ピルビン酸の reductive amination を伴う Alanine dehydrogenase (E. C. 1. 4. 1. 1)⁶⁾、Aspartate- β -decarboxylase (E. C. 4. 1. 1. 12) による経路⁵⁾、トリプトファンの分解経路上にある Kynureninase (E. C. 3. 7. 1. 3) による生成⁹⁾及びシステインの代謝経路上の中間産物であるシステインスルフィンの desulfination による生成経路⁵⁾である。本研究では、スモモ果実にトリプトファンやシステインはほとんど存在しない¹⁾ことから後者の 2 つの経路を除いた酵素活性を調べた。またグルタミン酸の生合成に関しては、最もその代謝に関係の深いと考えられる Glutamate oxaloacetate transaminase (E. C. 2. 6. 1. 1)⁵⁾と Glutamate dehydrogenase (E. C. 1. 4. 1. 2)⁶⁾について同様に検討した。

なお本報で使用したソルダムスモモは 30°C の高温環境下で低温貯蔵のような貯蔵効果⁶⁾⁷⁾が認められ、しかもアラニンとグルタミン酸の増加量が少ないことからこの事実に対しても同様な検討を行った。

実験方法

1. 供試スモモ

スモモは山梨県若草町産のソルダムを用い、未熟 (Prematurity)、適熟 (Commercial ripeness) 及び完熟 (Full ripeness) 期の果実をそれぞれ 1979 年 7 月 19 日、同 7 月 23 日、同 7 月 27 日に収穫し、供試料とした。

2. 貯蔵方法及び貯蔵条件

適熟果を用い、一試験区 10 個体としてプラスチック容器とガラス容器を使用し、20°C と 30°C の大型恒温室に貯蔵した。容器は通常密閉状態であるが、容器内のガス組成の著しい変化を防止するため 1 日 2 回容器のふたを開放した。30°C に貯蔵中の果実は経時的に 20°C

に移し、その後の変化を調べた。なお貯蔵中の容器内湿度は 80~90% で、特に調整は行わなかった。

3. 粗酵素の調製

果実は 4~5 個体採取し、細切り後 100 g に 1/20 M リン酸緩衝液 (pH 7.5) を同量加えてホモゲナイズした。破砕液は直ちにカセイソーダ溶液で中和した。中和後 1 時間攪拌抽出し、12 000×g、10 分間遠心分離後上澄液を蒸留水に対し一昼夜透析した。以上の操作は全て 4°C 以下で行った。得られた透析内液を濾過し、粗酵素液とした。なお本実験では後に示すように各酵素活性に明確な差異が認められたので、破砕時のフェノール除去操作は行わなかった。一方破砕液の中和を怠ると、例えば Glutamate pyruvate transaminase 活性は 1/20 程度に低下するためこの操作は不可欠であった。なお透析前後の上記酵素活性の変化は認められなかった。

4. 酵素活性の測定

アラニン生合成活性は、北井ら⁸⁾の組成を参考にして一部改変した以下の組成を用いた。

(1) Alanine dehydrogenase (ADH): ヒルビン酸ナトリウム (500 μ mol) 0.5 ml, 塩化アンモニウム (250 μ mol) 0.5 ml, NADH (500 μ g) 0.5 ml, 1/20 M 炭酸緩衝液 (pH 10.0)⁹⁾ 1 ml, 粗酵素液 2 ml, 蒸留水 0.5 ml の計 5 ml。

(2) Glutamate pyruvate transaminase (GPT): ビルビン酸ナトリウム (500 μ mol) 0.5 ml, グルタミン酸ナトリウム (250 μ mol) 0.5 ml, ピリドキサルリン酸 (500 μ g) 0.5 ml, 1/20 M リン酸緩衝液 (pH 7.5) 1 ml, 粗酵素液 2 ml, 蒸留水 0.5 ml の計 5 ml。

(3) Aspartate- β -decarboxylase (ADC): アスパラギン酸ナトリウム (250 μ mol) 0.5 ml, ピリドキサルリン酸 (500 μ g) 0.5 ml, 1/20 M クエン酸-1/10 M リン酸緩衝液 (pH 5.0)⁹⁾ 1 ml, 粗酵素液 2 ml, 蒸留水 1 ml の計 5 ml。

次にグルタミン酸生合成酵素活性は、上記の組成を参考にして最も重要と考えられる下記 2 酵素について調べた。

(4) Glutamate dehydrogenase (GDH): α -ケトグルタル酸 (375 μ mol) 0.5 ml, 塩化アンモニウム (250 μ mol) 0.5 ml, NADH (500 μ g) 0.5 ml, 1/20 M リン酸緩衝液 (pH 7.5)⁹⁾ 1 ml, 粗酵素液 2 ml, 蒸留水 0.5 ml の計 5 ml。

(5) Glutamate oxaloacetate transaminase (GOT): α -ケトグルタル酸 (375 μ mol) 0.5 ml, アスパラギン酸ナトリウム (250 μ mol) 0.5 ml, ピリドキサルリン酸

(500 μ g) 0.5 ml, 1/20 M リン酸緩衝液 (pH 7.5)¹⁰⁾ 1 ml, 粗酵素液 2 ml, 蒸留水 0.5 ml の計 5 ml。

反応は、本組成の GPT と GOT 活性が6時間直線関係を示す¹¹⁾ ので、分析感度を勘案して4時間、20°C で行い、他の酵素反応もこれに準じた。反応停止は同量の 10% トリクロル酢酸を加えた後、12 000 $\times$ g, 10 分間遠心分離し、上澄液を日本電子(株)製アミノ酸自動分析機 5AH 型で生成するアラニンとグルタミン酸を定量した。それぞれの活性は、反応液中に生成してくるアラニンとグルタミン酸のモル数で示した。

5. 果実のピルビン酸 (Pyr) 及び α -ケトグルタル酸 (α -Kg) の分析

分析試料は次のようにして調製した。すなわち果実を約 10 倍量の 80% メタノールとともにホモゲナイズし、1~2 時間攪拌抽出後濾過した。濾液は炭酸ガス気流下減圧濃縮し、濃縮液を 12 000 $\times$ g, 10 分間の遠心分離を行った。この上澄液を試料としたが、試料中のアントシアニン色素は蛍光を有し、定量妨害物質となったことから試料を三菱化成(株)ハイポーラスポリマー HP-20 樹脂を通して色素を除去した。

蛍光分析¹²⁾ は Pyr 及び α -Kg にそれぞれ NADH と Glutamate dehydrogenase を加えて行われる酵素反応で、NADH の有する蛍光の減少量を日立(株)製蛍光分光光度計 MPF-4 型を用いて測定し、定量した。

6. 果実のアラニン (Ala), グルタミン酸 (Glu) 及びアスパラギン酸 (Asp) の定量

分析試料は前項と同様にして得られるメタノール抽出後の抽出液に同量の 10% トリクロル酢酸を加え、10 000 $\times$ g, 10 分間遠心分離し、その上澄液を日本電子(株)製アミノ酸自動分析機 5AH 型で分析した。

実験結果

1. 熟度を異にした果実の酵素活性

未熟、適熟及び完熟期のソルダムスモモ中の酵素活性は Table 1 に示したとおりである。ADH, GPT 及び ADC 活性は未熟期の場合、GPT 活性がわずかに認められたのみであった。しかし適熟期になるとそれぞれ活性が認められるようになり、GPT 活性はやや増加し、ADH 活性は他の2つの活性に較べて高かった。完熟期になると GPT 活性のみが顕著に増加し、適熟期の約5倍に達したが、他の2つの活性は適熟期と大差はなかった。一方 GDH と GOT のうち、後者は未熟期に全く認められなかった活性が、適熟期に 57 n mol, 完熟期には 768 n mol と急激に増加した。しかし GDH は

Table 1 Changes in the activities of ADH, GPT, ADC, GDH and GOT of 'Sordum' plum during maturation

Enzyme		Formed alanine or glutamate (n mol)		
		PM	R	FR
Alanine synthesis	ADH	N. D.	21	18
	GPT	9	12	66
	ADC	N. D.	13	15
Glutamate synthesis	GDH	N. D.	3	trace
	GOT	N. D.	57	768

ADH; Alanine dehydrogenase, GPT; Glutamate pyruvate transaminase, ADC; Aspartate- β -decarboxylase, GDH; Glutamate dehydrogenase, GOT; Glutamate oxaloacetate transaminase.

PM; Prematurity, R; Commercial ripeness, FR; Full ripeness, N.D.; No detection

Composition of reaction mixtures (final volume 5 ml)

ADH; 500 μ mol sodium pyruvate, 250 μ mol NH_4Cl , 500 μ g NADH, 1 ml of 1/20 M carbonate buffer (pH 10.0), 2 ml of enzyme solution

GPT; 500 μ mol sodium pyruvate, 250 μ mol sodium glutamate, 500 μ g PALP, 1 ml of 1/20 M phosphate buffer (pH 7.5), 2 ml of enzyme solution

ADC; 250 μ mol sodium aspartate, 500 μ g PALP, 1 ml of 1/20 M citrate-1/10 M phosphate buffer (pH 5.0), 2 ml of enzyme solution

GDH; 375 μ mol α -ketoglutarate, 250 μ mol NH_4Cl , 500 μ g NADH, 1 ml of 1/20 M phosphate buffer (pH 7.5), 2 ml of enzyme solution

GOT; 375 μ mol α -ketoglutarate, 250 μ mol sodium aspartate, 500 μ g PALP, 1 ml of 1/20 M phosphate buffer (pH 7.5), 2 ml of enzyme solution

The reaction was carried out for 4 h at 20°C and was stopped by adding 10% trichloroacetic acid solution by twofold of the mixtures. The mixtures were centrifuged at 10 000 $\times$ g. The supernatants obtained were used for the measurement of enzyme activities by amino acid analyzer. The activities of alanine and glutamate syntheses were expressed as total contents of alanine and glutamate formed in the reaction mixtures.

いずれの時期にもほとんど活性が認められなかった。これらの結果から、成熟期における Ala と Glu の生合成には、GPT と GOT 活性の増加が主要因になっているものと思われた。したがって ADH と ADC も全く無視することはできないが、顕著な活性増加がみられな

いので以後 GPT と GOT についてのみ検討した。

2. 熟期を異にした果実の GPT 及び GOT 活性と Ala 及び Glu 含量

同一果実での酵素活性と Ala 及び Glu 含量を調べた結果は Fig. 1 に示した。GPT 活性はほぼ直線的に、また GOT 活性は適熟期から完熟期にかけて急増した。この時の果実の Ala と Glu 含量も増加するが、酵素活性の増加パターンとは若干異なり、Ala は Glu より増加量及び増加率とも大きかった。

3. 貯蔵中の果実の GPT 及び GOT 活性と Ala 及び Glu 含量

(1) GPT 活性と Ala

結果は Fig. 2 に示した。20°C に貯蔵中の果実の GPT 活性は、7 日後まで大きな変化は認められなかったが、それ以後急激に増加し、9 日後の活性は 7 日後の約 3 倍に達した。この時の Ala も同様のパターンで変化し、7 日以後直線的に増加して当初の約 5 倍に達した。このように GPT 活性の増加に伴う Ala の蓄積は、両者間にかなり密接な関係のあることを推定させる。一方 30°C 貯蔵の GPT 活性と Ala 含量は、7 日後には 20°C をやや上回るが、それ以後の増加はみられず、貯蔵期間を通じて抑制傾向であった。このことは著者らが報告²⁾³⁾⁶⁾したスモモ果実の品質と Ala 含量との関係が、その生合成に関与しているとみられる GPT 活性の変化からも裏づけられたことになる。すなわちソルダムの場合 20°C では貯蔵 7 日後から品質が低下し³⁾、これにともなって Ala が増加してくるが、30°C に貯蔵した場合は 11 日間の貯蔵は可能であり¹³⁾、Ala と GPT 活性も増加抑制がみられることから説明できる。30°C から 20°C に変温した時の GPT 活性は、

Fig. 2 Changes of GPT activity and alanine content in "Sordum" plum during storage

○—○; stored at 20°C, ●—●; stored at 30°C, ●---○; transferred from 30°C to 20°C.

Fruits were harvested at commercial ripeness (R).

30°C と大差が認められず、また Ala は減少し、この場合の両者の関係は十分説明できなかった。

(2) GOT 活性と Glu

GOT 活性と Glu の貯蔵中の変化は Fig. 3 に示した。

GPT と Ala の関係と同様な関係が得られたが、その増加パターンは GOT 活性と Glu が、GOT 活性と Ala の増加に先行して増加していることと、GOT 活性の急激な増加の点で異なった。特に 20°C、7 日後の GOT 活性は 3 日後約 14 倍にも達し、その後急激に減少する特異的な変化を示した。この時の Glu も急増し、その後はほとんど変化しないことから両者の関係は明らかである。30°C 貯蔵の場合両者とも抑制されているが、20°C と同様に 3 日後から 7 日後までは増加が認められた。なお生成した Glu は GPT の基質にもなっているが、GPT 活性の増加に先行して蓄積しているのが興味

Fig. 1 Changes of GPT and GOT activities and alanine and glutamate contents in "Sordum" plum during maturation

PM; Prematurity, R; Commercial ripeness, FR; Full ripeness

Fig. 3 Changes of GOT activity and glutamate content in "Sordum" plum during storage

○—○; stored at 20°C, ●—●; stored at 30°C, ●—○; transferred from 30°C to 20°C

Fruits were harvested at commercial ripeness (R).

深い。また 30°C, 3日後から 20°C に変温した場合, GOT 活性の増加とともに Glu も増加し, 7日後から変温した場合はほとんど変化しなかった。

4. 果実の Pyr, α -Kg 及び Asp 含量

Ala と Glu の生合成に必要な基質である Pyr, α -Kg 及び Asp の変化をそれぞれ Fig. 4, Fig. 5 及び Fig. 6 に示した。

(1) Pyr

成熟過程では GPT 活性の増加とともに顕著に増加したが, 貯蔵中では初期にやや減少し, GPT 活性が増加しはじめる7日後急激に増加した。30°C では徐々に減少し, また 30°C から 20°C への変温直後は減少したが, 3日後から変温した場合, 貯蔵後期は増加し, GPT 活性と Ala 含量の変化に対応していた。

(2) α -Kg と Asp

成熟過程の α -Kg は未熟期から適熟期に急激に増加し, GOT 活性の増加時期より先行しているが, Asp はほとんど変化しなかった。また貯蔵中では α -Kg の場合, 初期に著しく減少した後徐々に増加し, 20°C は 30°C より高い値で推移した。また Asp は, 20°C ではバラツキがあるものの大きな変化はなく, 30°C では増加した。したがって GOT 活性の基質の変化の様相は, GPT におけるそれとは異なることがわかる。すなわち Asp の場合, GOT の基質として消費される以上に何らかの形で供給されていることが推測され, 30°C のように GOT 活性が低いと蓄積されていることからわかる。一方 α -Kg の変化も樹上と貯蔵中では, この消費供給バランスが著しく異なることが推察され, 樹上では増加していくが, 貯蔵中では初期に急激に消費さ

Fig. 4 Changes of pyruvate content in "Sordum" plum during maturation and storage

●—●; stored at 20°C, ●—●; stored at 30°C, ●—○; transferred from 30°C to 20°C

Fruits were harvested at commercial ripeness (R).

Fig. 5 Changes of α -ketoglutarate content in "Sordum" plum during maturation and storage

○—○; stored at 20°C, ●—●; stored at 30°C, ●—○; transferred from 30°C to 20°C

Fruits were harvested at commercial ripeness (R).

Fig. 6 Changes of aspartate content in "Sordum" plum during maturation and storage

○—○; stored at 20°C, ●—●; stored at 30°C, ●—○; transferred from 30°C to 20°C

Fruits were harvested at commercial ripeness (R).

れ、その後 GOT 活性の減少に伴い徐々に蓄積されていくものと思われた。しかし GPT 及び GOT の基質の変化は、あくまでも見かけ上の変化であり、さらにトレーサーを用いた確証実験が必要になろう。

考 察

以上の結果から スモモ果実の成熟及び貯蔵中の Ala と Glu の増加の一つの要因として、これらの生合成酵素である GPT と GOT が深く関与していることが明らかになった。Fig. 7 に GPT と GOT 活性及びこの反応における基質の変化から Ala と Glu の生合成経路と関連呼吸系経路の一部を示した。成熟及び貯蔵中の GOT 活性の増加に伴い、Glu とオキサロ酢酸が生成され、この時の Glu は次いで増加する GPT 活性における基質となり Ala を生成するものと思われた。これは GOT 活性の増加と Glu の蓄積が GPT 活性の増加に先行して起こることから説明できる。したがって GPT 活性は GOT 活性の増加の結果として蓄積する Glu と同時期に EMP 経路から蓄積する Pyr の代謝のため増加してくるものと思われた。もちろん本実験は可溶性画分で調べているためミトコンドリア画分における呼吸代謝について言及できるものではないが、GOT 反応については蛋白質アミノ酸組成の Asp がほとんど変化しないこと¹⁴⁾、スモモ果実の主要アミノ酸であるアスパラギン代謝関連酵素活性が微弱であったこと¹⁵⁾、また既述のように貯蔵中 Asp の減少がみられたことなどから Glu とオキサロ酢酸の生成側に傾いている可能性が強い。このことは GOT 基質である Asp の供給源がアスパラギンと思われるものの、Asp の生成関連酵素活性が弱いこと 20°C 貯蔵中では Asp の消費以上に供給されない

ことを示し、30°C では Asp の消費が少ないため徐々に蓄積されてくるものと推察された。GPT 基質の Glu は果実内にグルタミンがほとんど存在しない¹⁶⁾ことから GOT 反応による生成が主経路であると思われる。もちろん GDH による生成も考えられるが、可溶性画分にはほとんどその活性はみられない。なおミトコンドリア画分についてはさらに検討する必要がある。GOT については HOBSON¹⁷⁾ と LANCE¹⁸⁾ がトマト果実とアボカド果実のミトコンドリアを用いた実験で、果実内のリンゴ酸がオキサロ酢酸を中間体として Pyr に代謝されていくことを報告しており、この過程でオキサロ酢酸の多量の蓄積は Pyr の酸化を阻害するためオキサロ酢酸の消費側、すなわち Asp の生成側に GOT は傾いており、しかも Malic enzyme はミトコンドリアフラクションに少なく、リンゴ酸から Pyr への直接代謝の少ないことを指摘している。一方 MACRAE¹⁹⁾ は、カリフラワーの芽のミトコンドリアを用いた実験で、オキサロ酢酸はリンゴ酸の中間体でなく、Malic enzyme により直接 Pyr に代謝されるとしている。したがってこの場合のオキサロ酢酸はリンゴ酸の生成側、すなわち Glu の生成側に傾いていることになる。このように試料によって相反する GOT 作用の存在することがわかるが、この反応系に外部から多量のオキサロ酢酸を添加するといずれも Asp の生成側に傾くため、オキサロ酢酸濃度はこの呼吸代謝経路を決定づける重要な因子と考えられる。本実験ではオキサロ酢酸を測定していないが、GOT 反応がオキサロ酢酸の生成側に傾いていると考えられることから、比較的低い濃度ではないかと推察される。しかしさらにミトコンドリア画分についての確認が今後必要になろう。なお GPT については基質の Glu が GOT 活性の増加とともに多量に蓄積してくるため、Glu の消費すなわち Ala の生成側に傾いているものと思われた。アスパラギン代謝酵素活性を調べた別の実験では、直接 Ala を生成する Asparagine transaminase 活性がわずかに認められ¹⁵⁾、この経路からの Ala 生成も確認された。このようにソルダムの Ala の増加を主に支配すると考えられる GOT 活性の変化は特徴的であるが、他の果実の成熟期では異なる報告もみられ、トマト²⁰⁾では減少し、モモ¹⁰⁾では急激に増加した後減少し、再び増加するという。一方貯蔵中についてはあまり報告はみられないが、スモモのように品質変化の時期と GPT 活性及び Ala の増加との間に密接な関係があり、しかも GPT 活性の増加に先行しての GOT 活性の増加は生理学的にも興味深い問題である。この点について

Fig. 7 Assumed pathways of glutamate and alanine accumulation in ripening plum fruits

- Main pathway in soluble fraction
- - - Sub pathway in soluble fraction
- Metabolism of oxaloacetate in mitochondrial fraction

は十分論議できなかったが、GPT と GOT の増加機構を含めて果実の成熟あるいは老化現象を解明するための重要な手掛りになるものと考えられる。

要 約

ソルダムスモモの成熟及び貯蔵中の Ala と Glu の増加現象を酵素化学的に明らかにするため、これらの生合成酵素である GPT, ADH, ADC, GOT 及び GDH 活性を調べた。

(1) 成熟期における Ala と Glu の増加を誘導する酵素はそれぞれ GPT と GOT と考えられ、熟期の進行に伴ってその活性は増加し、特に GOT 活性は顕著であった。また GPT と GOT 活性の増加と平行的に果実内の Ala と Glu は増加した。

(2) 20°C に貯蔵中の果実の GPT と GOT 活性はそれぞれ7日及び3日以後急激に増加し、特に GOT 活性の増加は GPT 活性の増加に先行し、かつより顕著であった。この時の果実の Ala と Glu も各酵素活性に平行して増加した。30°C に貯蔵した果実の酵素活性と Ala 及び Glu 含量はいずれも 20°C 貯蔵より少なく、抑制傾向が認められた。

(3) GPT と GOT の基質である Glu, Pyr, α -Kg 及び Asp の果実内の変化は、樹上成熟の過程ではいずれも増加した。しかし貯蔵中では、Pyr と α -Kg はいったん減少し、その後 20°C では増加したが、30°C では Pyr は減少し、 α Kg は増加した。Glu は貯蔵中例外なく増加した。一方 Asp は 20°C では一定の傾向は認められなかったが 30°C では増加した。

(4) 以上の結果から Ala と Glu の増加はそれぞれ GPT と GOT の活性の増加によるものと考えられ、GOT 活性の増大が先行し、これによって生成される Glu の蓄積により GPT 活性の増大が誘導されるものと思われた。

最後に本論文をまとめるにあたり、御討論と御校閲を賜った大阪府立大学教授岩田 隆博士に深甚の謝意を表します。なお本研究の概要は 1980 年 3 月の日本食品工業学会 27 回大会において発表した。

文 献

- 1) 小宮山美弘・原川 守・小沢俊治: 日食工誌, 25, 36 (1978).
- 2) 小宮山美弘・原川 守・辻 政雄: 日食工誌, 26, 331 (1979).
- 3) 小宮山美弘・原川 守・辻 政雄: 日食工誌, 26, 351 (1979).
- 4) 小宮山美弘・原川 守・辻 政雄: 日本食品工業学会 第 27 回 大会講演要旨集, p. 6, 東京 (1980).
- 5) MEISTER, A.: *Biochemistry of the Amino Acids*, Vol II, (Academic Press, London and New York), p. 600, 635 (1965).
- 6) 小宮山美弘・原川 守・辻 政雄: 日食工誌, 26, 371 (1979).
- 7) 辻 政雄・原川 守・小宮山美弘: 山梨食工指報, 13, 35 (1981).
- 8) 北井淳夫・刀根 弘・佐々木浩・宮地 昇: 農化, 35, 862 (1961).
- 9) 赤堀四郎: 酵素ハンドブック, (朝倉書店, 東京), p. 111, 112, 589 (1970).
- 10) JEN, J. J. and GRAHAM, C. S.: *J. Food Sci.* 40, 934 (1975).
- 11) 小宮山美弘・原川 守・辻 政雄: 未発表
- 12) BERGMAYER, H. U.: *Methods of Enzymatic Analysis*, Vol III, (Academic Press, London and New York), p. 1452, 1577 (1974).
- 13) 小宮山美弘・原川 守・辻 政雄: 昭和 55 年度園芸学会春季大会講演要旨集, p. 494 京都 (1980).
- 14) 原川 守・辻 政雄・小宮山美弘: 日本食品工業学会 第 29 回 大会講演要旨集, p. 8, 東京 (1982).
- 15) 小宮山美弘・原川 守・辻 政雄: 未発表
- 16) 小宮山美弘・原川 守・乙黒親男・小沢俊治: 日食工誌, 25, 36 (1978).
- 17) HOBSON, G. E.: *Phytochemistry*, 9, 2257 (1970).
- 18) LANCE, G., HOBSON, G. E., YOUNG, R. E. and BIALE, J. B.: *Plant Physiol.*, 42, 471 (1967).
- 19) MACRAE, A. R. and MOORHOUSE, R.: *Eur. J. Biochem.*, 16, 96 (1970).
- 20) BESFORD, R. T. and HOBSON, G. E.: *Phytochemistry*, 12, 1225 (1973).

(昭和 58 年 6 月 25 日受理)