白肉種モモのアントシアニンおよびポリフェノール 量の変化に及ぼす追熟および貯蔵温度の影響

真部正敏*・中道謹一**・新貝亮之介***・樽谷隆之*

Effects of the Temperature in Post-harvest Ripening and Storage on Quantitative Changes of Antocyanin and Polyphenol in White Peaches

MASATOSHI MANABE*, KINICHI NAKAMICHI**, RYONOSUKE SHINGAI***
and TAKAYUKI TARUTANI*

Effects of the temperature during post-harvest ripening and storage on the behavior of antocyanin and polyphenol in white peaches (Sunagowase, Ohkubo and Koyohakuto) were studied. The quantity of antocyanin increased as the ripening temperature rise until 35°C, and it showed a maximum at 35°C in any cultivar, but at 40°C the red colour was remarkably controlled, and in Ohkubo cv. the redness almost disappeared by six days' ripening. Little changes in antocyanin during cold storage were observed, but constant relationship was not given between the storage temperature and antocyanin content. Polyphenol content changed considerably during ripening, and the aspect greatly differed among cultivars. The correlation in the changes of antocyanin and polyphenol could not be recognized in both ripening and cold storage stage. In order to ripen white peaches for processing, the peaches should be kept at the cool rooms below 30°C to prevent the strong appearance of antocyanin.
(Received Sept. 5, 1978)

赤く着色した白肉種のモモ果実を缶詰加工に供すると、製品の果肉は紫色または紫黒色に変わることがしばしば見受けられる。モモの赤色色素は Cyanidine-3-glucoside^{1,2)}と呼ばれるアントシアニン（以下 An と略す）で、紫変化はその An と缶材の Sn²⁺ によっており、その変色現象³⁾や防止方法^{4,5)}についてはすでに報告がなされている。現在、着色度の強い果実に対し、一部でアスコルビン酸が使われているが、変色防止剤の使用はできるだけ避けるのが望ましい。

白肉種では、一般に有袋果は無袋果に比べ An は少ない⁴⁾。しかし、有袋果も収穫後、時間の経過とともに赤味の増すことは、経験上知られているところであり、したがって着色を軽減するためには、適切な条件での追熟処理が必要である。これまで、モモ果実の収穫後におけ

る An の発現と環境温度との関係についてはほとんど検討がなされていない。また、酸化的褐変の主因となるポリフェノール⁶⁾（以下 PP と略す）の挙動についてもあまり調べられていない。

そこで、本実験はモモ果実の追熟および貯蔵温度が、An の発現および PP の消長に及ぼす影響を及ぼすかについて調べたものである。

実 験 方 法

1. 実験材料

材料は本学部附属農場で栽培している砂子早生、大久保および高陽白桃の3品種を用いた。それぞれ出荷熟度のモモを採取（砂子早生：1977年7月1日、大久保：同年7月22日、高陽白桃：同年7月29日）し、15°C、25°C、

* 香川大学農学部園芸学科（〒761-07 香川県木田郡三木町）

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture Kagawa University, Miki-cho, Kagawa-ken.

** 現在香川県庁（〒760 高松市番町4丁目）

*** 現在大洋食品 K.K.（〒703 岡山市土田 136）

30℃, 35℃および40℃の定温室または定温器に1回の使用量2kgのモモ果実を出荷用ダンボール箱に詰めて入れ、追熟した。また、前年の1976年には、近隣の農家で採取した砂子早生と大久保を用いて同様の追熟試験を行なった。いっぽう、収穫後のモモおよび3日間室温で追熟したモモ果実を0℃, 5℃および10℃の低温貯蔵庫に同じように入れて貯蔵した。一定期間ごとに果実を取り出しAnとPP含量などの成分を定量した。

2. 分析

Anの抽出と定量は次に示す要領で実施した。細刻した果肉試料25gに1%塩酸酸性メタノール(1% HCl-MeOH)を25mlに加え、乳鉢中で細かく磨砕した後、遠心分離(3000rpm, 10分)し上清液を得た。残渣に1% HCl-MeOH を加え、同じように磨砕、遠心分離する。この処理を合計3回行ない、これらの上清液を合わせ、さらに1% HCl-MeOH を加えて100mlに定容とした。この溶液について515nmの波長で吸光度を測定しAn量を吸光度で表わした。

PPの定量はPEACH⁷⁾の方法に準じて実施した。すなわち、果肉20gに5倍容の80% MeOH を加えホモジナイズ後、還流冷却管を付し20分間湯せん上で加熱抽出した。冷却後濾過し、濾液を適当に稀釈し供試液とした。この供試液5mlを試験管にとり、15℃に予冷し、1%亜硝酸ナトリウム2ml, 0.15N酢酸2mlを加え、よく混和し、15℃の水槽に5分間放置する。2Nカセイソダ1mlを加えるとクロゲン酸に特有な紫紅色を呈するので、530nmの波長で吸光度を測定し、PP量を吸光度で表わした。

また糖は屈折糖度計、酸はアルカリ滴定法、アスコルビン酸はインドフェノール法により、それぞれ測定した。

実験結果および考察

1. 追熟に伴うアントシアニンの変化

モモ果実の追熟温度とAnの発現との関係を1977年度に採取した3品種のモモについて調べた。その結果はFig. 1に示すように、40℃区を除きいずれも追熟期間が長くなるにつれてAnの生成量は増加した。しかしその生成量は品種によりかなり異なり、砂子早生は追熟9日目まで、また高陽白桃も6日目まで著しい増加はみられ

Fig. 1. Effects of ripening temperature on appearance of antocyanin in white peaches.

なかった。これに比べて大久保は熟度の進行とともに着色がすすみ、Anの生成量は30℃, 35℃区では当初からほぼ直線的に増大した。3日目には核の周囲と果肉部がやや赤味を増し、6日目には果肉の全体に強く広がり、10日目には特に核周囲が著しく濃厚となった。

1976年度は砂子早生と大久保について調べたが、Anの含有量および発現の挙動は上記とよく似た結果を示した。したがって、モモ果実のAnは35℃近くで最も強く現われることがわかった。高橋ら⁸⁾はトマト果実を35℃で高温貯蔵した場合、赤色が発現しない事実を認めたが、これは高温により、リコピンの生成が抑制されたためと解している。いっぽう、モモ果実では色素発現は35℃で最高に達したが、40℃では追熟中に大久保や高陽白桃ではむしろ色素は減少した。果肉の赤色がだんだん淡くなる現象は、肉眼でも明らかにとらえることができた。40℃追熟でなぜAnが減少したかは明らかでないが、Anの分解酵素はサクランボ^{9,10)}やナス^{11,12)}に存在することが指摘されているところから、モモ果実でも赤色の分解にその種の酵素が関与していることも考えられる。

Anの発現要因として温度のほかに光の影響が知られている¹³⁾が、本実験では光を遮断してモモ果実を追熟しており、したがって、この着色は主として、温度要因によるものであり、光の影響は少ないものと思われる。

2. 貯蔵中のアントシアニンの変化

収穫直後のモモをただちに0℃, 5℃, 10℃の低温室に入れ貯蔵した。その結果はFig. 2に示すように砂子早生や大久保では、いずれの温度区のものも7~14日目ま

Fig. 2. Changes in antocyanin during cold storage of white peaches.

で An は少し増加したが、それ以降ではむしろ反対に低下する傾向が認められた。いっぽう、貯蔵温度と An の発現や消失との間に一定の関係は認められなかった。この実験から、収穫直後のモモ果実を 0°C~10°C の温度範囲で貯蔵すれば An の変化は少ないことがわかった。

砂子早生と大久保をあらかじめ 3 日間室温で追熟し、前者は 0°C と 10°C、後者は 0°C、5°C の低温で貯蔵した。その結果は Fig. 3 に示すように、An は砂子早生の

Fig. 3. Changes in antocyanin during cold storage of white peaches after three days ripened at room temperature.

0°C 区のもの 14 日目まであまり変わらなかったが、10°C 区のもの 2 週間後にかなり増加した。大久保も 5°C 貯蔵では増加する傾向が認められた。

モモ果実を低温貯蔵した場合、着色度の増加は目立たないが、反対に赤色の消滅も期待できないことが明らかとなった。したがって、加工用モモ果実の冷蔵に当たっ

ては着色の少ない果実を選び、外観上着色度の強いものは避けなければならない。

3. ポリフェノールの変化

追熟に伴う PP の変化を示したのが Fig. 4 である。収穫直後の PP は大久保が最も多く、高陽白桃、砂子早生の順で少なかった。追熟中に PP は変化するが、その様相は品種によりいくらか異なっている。すなわち、砂子早生や高陽白桃では収穫直後のものと比べ、追熟過程でいずれも増加する傾向が認められた。いっぽう、大久保では 25°C、30°C 区の 6 日目を除き追熟中に PP はやや低下する傾向が認められた。いずれの品種においても、追熟温度と PP との間で直接の関係はみられなかった。

低温貯蔵中における PP の消長を調べたのが Fig. 5 である。砂子早生や高陽白桃では、貯蔵初期に PP はむしろ増加し、その後は減少したが、大久保は貯蔵当初から減少する傾向が認められ、その減少率はかなり大きく、50% 以上に達することもあった。しかし、3 日間追熟後、低温で貯蔵したものは Fig. 6 に示すように 3 週間経過してもあまり大きな変化は認められなかった。

モモ果実の追熟や貯蔵中に An も PP も増減を示したが、両者の間で一定の関係は存在しなかった。核の周囲が赤く着色する離核種の Elberta は、樹上で成熟するにつれて An は増加するのに PP はむしろ減少している¹⁴⁾。

これらの事実からモモ果実の生育や成熟中における An の増加は PP の量的挙動と直接の関係はないように思われる。ただ、追熟中に着色が強く現われる大久保では、採取時の PP が砂子早生よりも著しく多く、着色度が両者の中間である高陽白桃は、PP も両者の中間に位置していることは興味深いものがあつた。

以上のほかに、屈折計による糖度、有機酸、アスコルビン酸を追熟や貯蔵モモ果についてそれぞれ調べたが、An 発現とそれらとの相関性はいずれも認められなかった。

追熟時の温度は単にモモ果実の色素に影響を与えるばかりでなく、肉質や香味にも著しい変化を及ぼす。例えば、35°C で追熟すれば 30°C までの温度に比べて肉質はかなり堅く、それから作られた缶詰果肉の官能評価はかなり劣ることがわかった¹⁵⁾。白肉種のモモ果実の追熟は香味、色沢、肉質などを考慮すれば 30°C 以下の冷涼な

Fig. 4. Effects of ripening temperature on polyphenol content in white peaches.

Fig. 5. Effects of storage temperature on polyphenol content in white peaches.

Fig. 6. Changes in polyphenol content during cold storage of white peaches after three days ripened at room temperature.

場所で行なうのが望ましい。

要 約

モモ果実の An (1976 年度, 1977 年度) と PP (1977 年度) の消長に及ぼす追熟温度と貯蔵温度の影響について調べた。供試品種は 1976 年度は砂子早生と大久保, 1977 年度は砂子早生, 大久保 および 高陽白桃である。

(1) An の発現は追熟温度が高くなるほど増大し, いずれの品種においても 35°C 区が最高の値を示した。しかし 40°C では発現が抑えられ, 大久保では追熟 3 日目以降に赤味がむしろ減少した。赤色の発現は品種によってかなり異なり, その強さは大久保, 高陽白桃, 砂子早生の順位であった。

(2) 低温貯蔵中に An の変動がいくらか認められたが, 貯蔵温度と An の生成量との間で一定の関係は認められなかった。

(3) PP 含有量は追熟や貯蔵中にかなり変動するが, An と PP の間での量的な関係は認められなかった。

(4) 加工用モモ果実を追熟するには, 40°C の高温では着色は起こらないが, 香味, 肉質が著しく劣り, また 35°C では着色が顕著に現われるため, 30°C 以下の冷涼な場所を選んで行なうのが望ましい。

実験材料に協力をいただいた本学部附属農場真部桂教官に感謝します。

文 献

- 1) HSIA, C.L., LUH, B.S. and CHICHESTER, C. G.: *J. Food Sci.*, **30**, 5 (1965).
- 2) Van BLARICOM, L.O. and SENN, T.L.: *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, **90**, 541 (1967).
- 3) 中林敏郎: 缶詰時報, **43**(9), 21(1964).
- 4) 東野哲三: 食品工誌, **15**, 389 (1968).
- 5) 前堀健治・今井 寛: 缶詰時報, **43** (12), 51 (1964).
- 6) 中林敏郎・鵜飼暢雄: 食品工誌, **10**, 211 (1963).
- 7) PEACH, K. and RUCKENBROD, M.: *Ber.*, **66**, 76 (1953).
- 8) 高橋敏明・中山昌明: 園学雑, **31**, 325 (1962).
- 9) Van BUREN, J.P., SCHEINER, D.M. and WAGNKNECHT, A.C.: *Nature*, **185**, 165 (1960).
- 10) WAGNKNECHT, A.C., SCHEINER, D.M. and naV

- BUREN, J.P.: *Food Technol.*, **14**, 47 (1960).
11) SAKAMURA, S. and OBATA, Y.: *Agric. Biol. Chem.*, **25**, 750 (1961).
12) SAKAMURA, S. and OBATA, Y.: *Agric. Biol. Chem.*, **27**, 121 (1963).
13) 安田 斉：花色の生理・生化学（内田老鶴園）p. 95 (1975).
14) CRAFT, C.C.: *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, **78**, 119 (1961).
15) 真部正敏・樽谷隆之：食品工誌，**24**, 404(1977).
(昭和53年9月5日受理)

新 刊 紹 介

Progress in Human Nutrition Volume 2

Shelden Margen and Richard A. Ogar 編

1975年12月に University of California, Berkeley で開催されたシンポジウム “The Biological and Cultural Sources of Variability in Human Nutrition” に基づき、各著者が若干手を加えたものである。このシンポジウムは、the U.S.-Japan Cooperative Medical Sciences Program の the U.S.-Japan Malnutrition Panel の後援で開かれ、この Panel の初期の成果は、1971年に発行された Vol. 1 にまとめられている。本書は人間と食

物の歴史と発達について述べており、まず歴史的、民族誌学的見地から人間と食物を眺め、次に視点を今日に移し、人間の食物に対する適応性および人間と食物の遺伝的、文化的関係を論じている。最後に、なぜ malnutrition（発展途上国における栄養不足も先進国における栄養過多も含めて）がこのような重大な問題になり、なにがこの問題の解決に最も効果的であるかを論じている。

AVI Publishing Company, Inc.
Westport Connecticut, 1978. 313 p.