

ウメ ‘橙高’ 果肉の β -カロテン含量が高まる要因と 加工品への適用

土田靖久¹, 根来圭一^{1,4}, 赤木知裕², 岡崎一誠³, 行森 啓^{1,5}, 大江孝明¹

¹和歌山県果樹試験場うめ研究所

²和歌山県工業技術センター

³紀南農業協同組合

Identification of the Factors Raising β -carotene Content in Japanese Apricot ‘Toko’ Pulp and Application to the Processed Products

Yasuhisa Tsuchida¹, Keiichi Negoro^{1,4}, Tomohiro Akagi², Kazunobu Okazaki³, Akira Yukimori^{1,5} and
Takaaki Oe¹

¹Laboratory of Japanese Apricot, Fruit Tree Experiment Station, Wakayama Prefecture

²Industrial Technology Center of Wakayama Prefecture

³Japan Agricultural Cooperatives of Kinan

緒 言

和歌山県で育成されたウメ ‘橙高’ の果実は機能性成分であり、ビタミンAの前駆体である β -カロテン（田中，2002；矢野ら，2002）が豊富で，完熟落下果実（以後完熟果）は果皮および果肉が鮮やかな橙色になる（根来ら，2007）．また根来・大江（2010）は完熟果を追熟することにより果肉中の β -カロテンがさらに増加することを明らかにしている．本県の主要品種である ‘南高’ の完熟果は，そのほとんどが梅干しの原料として収穫後直ちに塩漬けされるため，腐敗などの影響を受けにくい．しかし ‘橙高’ は梅干し以外の加工品への適用も想定され，その場合は，加工処理までの時間経過により果実に腐敗が生じる恐れがある．そこで完熟果より若い樹上果実を収穫して追熟を行い， β -カロテンが十分増加したタイミングで加工を開始すると，果実の損失が軽減されると考えられる．なお，上述の根来・大江（2010）の試験ではキズや軟化の進行の少ない完熟果を目視と手触りにより厳選したため，数日間をかけての追熟が可能であったが，大量の果実を扱うことは困難である．ここでは追熟に適した樹上果実の熟度を明らかにするため，熟度別に採取した果実について追熟を行い， β -カロテン含量を調査した．また， β -カロテン含量の多い果実を効率的に生産するために，果実の大きさおよび樹形の違いが果肉中の β -カロテン含量に及ぼす影響について調査した．一方 ‘橙高’ の色や機能性を活かした加工品はこれまでにない特徴あるものとして市場に受け入れられることが期待される． β -カロテンは脂溶性の黄色色素であることから，油を原料とし，黄色味を呈するマヨネーズが ‘橙高’ の特徴を活用できる加工品の一つとして挙げられる．油・酢と並んでマヨネーズの主原料である卵もカロテノイドを含有し，製品を黄色く着色する働きを持つ．同時にタンパク質や脂質を含有しているため，油と水分を均質化する乳化の役割を持つ。

⁴現在：和歌山県農林水産部経営支援課

⁵現在：和歌山県日高振興局農業水産振興課

つ(押田, 1975). 一般に果物にも乳化作用を持つ多糖類のペクチンが含有されている(Lerouxら, 2003). これらのことから, ‘橙高’に含まれる β -カロテンとペクチンがマヨネーズにおける卵の役割を果たすと考えられる. さらに, 卵を含有していないことにより, 卵アレルギーを持つ消費者の需要が期待できる. そこで卵の代わりに‘橙高’のピューレを用いたマヨネーズ風ドレッシング(卵を含有しない場合は「ドレッシング」と呼称される)の製造に適切な配合割合を検討した. また, 官能による食味評価を行うことにより, 試作品の嗜好性を調査した.

材料および方法

1. 果実の採取時期および追熟が果肉中の β -カロテン含量に及ぼす影響

2014年6月10日(青果収穫開始期)および6月15日(青果収穫後期)に高接ぎ7~8年目(台木は13年生‘南高’)の‘橙高’3樹より樹上果実を, 6月20日に樹上果実および完熟落下果実(以降完熟果)を採取した. 樹上果実については半数を収穫後直ちに核を除いて -30°C で保存し, 残りの半数を 30°C で5日間追熟を行った後, -30°C で冷凍保存した. 完熟果については収穫後直ちに核を除いて -30°C で保存した. これらの果実をそれぞれ5果取り出し, 大江ら(2006)の方法により β -カロテン含量を求めた. すなわち, 1果ずつマルチディスペンサー(SMT, PB95)を用いてアセトン中で粉碎し, ガラスフィルターで吸引濾過しつつ残渣にアセトンを加えて, 色素が無くなるまで抽出した. 測定はShim-pack VP-ODSカラムを装着したHPLC(島津製作所, LC-20)により行った. 移動相は90%アセトニトリルと酢酸エチルのグラジエントとし, 吸光度450nmで検出をした. 5果の平均値を1樹あたりの値とし, 3樹の平均値を求めた.

2. 果実の大きさが果肉中の β -カロテン含量に及ぼす影響

2014年6月10日および6月15日に高接ぎ7~8年目(台木は13年生‘南高’)の‘橙高’3樹より完熟果を収穫し‘南高’用の選果機を用いて, L, 2L, 3Lおよび4L級の完熟果を5果ずつ採取し, 試験1と同様の方法により果肉中の β -カロテン含量を求めた.

3. 受光条件および樹形の違いが果肉中の β -カロテン含量に及ぼす影響

2009年に10年生‘橙高’を供試し, 6月12日に側枝単位で直射日光区および遮光区を設けた. 区の設置については, 果実を覆う枝葉を除去し, この上からアルミ蒸着フィルムを被せて直射日光を遮断した. 直射日光区は果実を覆う枝葉の除去のみを行った. なお, 処理日から果実の完熟落下開始までの期間は20日であった. 完熟果10~12果を随時採取し, 1果ごとに試験1と同様の方法により β -カロテン含量を測定した.

2014年6月19日に‘橙高’主幹形および開心自然形(6~7年生樹)各2樹について, 樹冠および樹高の中間位置に発生した側枝を3本選び, その直上で光量子計(LI-COR, LI-250A)により光量子束密度を測定した. 同時に樹冠外において直射日光の光量子束密度を測定し, これを100とした樹冠内の光量子束密度指数を求めた. また, 各樹体の光量子束密度を求めた位置の樹上果実および完熟果をそれぞれ5果ずつ採取し, 果肉中の β -カロテン含量を求めた.

4. マヨネーズ風ドレッシング中の β -カロテン含量と食味評価

2016年6月19日に高接ぎ9~10年目(台木は15年生‘南高’)の‘橙高’から採取した完熟果

について、パルパーフィニッシャー（サンフードマシナリ，HC-PF）で粉碎してピューレを作成した。ピューレの配合割合を 0，5 および 10% とし，油，増粘剤，香料等を配合してポリトロンホモジナイザー（セントラル科学，PT-3100）を用いて 23,000 回転/分で 1 分間混合処理を行い，マヨネーズ風ドレッシングを調製した。マヨネーズ風ドレッシングおよび市販マヨネーズを分光測色計（ユニカミノルタ，CM-600D）により L* 値，a* 値および b* 値を測定した。また，ピューレ濃度 10% に調整したマヨネーズ風ドレッシング中のβ-カロテン含量を試験 1 と同様の方法により測定した。

さらに，‘橙高’のマヨネーズ風ドレッシングと卵の代わりに大豆を使用している市販のマヨネーズ風ドレッシングについて，和歌山県の農業系技術職員および JA の営農指導員の 13 人で 6 段階評価（0:美味しくない～5:美味しい）による食味の比較を行った。

結 果

1. 果実の採取時期および追熟が果肉中のβ-カロテン含量に及ぼす影響

果肉中のβ-カロテン含量は熟度の進行とともに増加し，完熟果で最も多くなった（第 1 表）。また追熟により増加し，6 月 15 および 20 日採取の樹上果実はβ-カロテン含量が完熟果と同程度になった。

第 1 表 熟度と追熟が‘橙高’果肉中のβ-カロテン含量に及ぼす影響

採取日	β-カロテン含量 (mg·100 g ⁻¹ FW)			
	6/10	6/15	6/20	6/20 (完熟果)
追熟なし	0.24±0.07c	0.49±0.02bc	0.78±0.06b	1.84±0.11a
追熟	1.09±0.16b	1.73±0.10a	1.83±0.15a	

平均値±標準誤差 (n=3)

追熟なし・追熟の採取日間での比較で異符号間に 5%水準で有意差あり (Tukey の多重比較検定)

2. 果実の大きさが果肉中のβ-カロテン含量に及ぼす影響

果肉中のβ-カロテン含量は 2L 級で 3L および 4L 級に比べて多かった（第 2 表）。L 級でも 3L および 4L 級に比べて多い傾向が認められた。

第 2 表 果実階級が‘橙高’果肉中のβ-カロテン含量に及ぼす影響

階級	β-カロテン含量 (mg·100 g ⁻¹ FW)			
	L	2L	3L	4L
	1.57±0.18ab	1.84±0.11a	1.08±0.05b	1.2±0.13b

平均値±標準誤差 (n=3)

異符号間に 5%水準で有意差あり (Tukey の多重比較検定)

3. 受光条件および樹形の違いが果肉中のβ-カロテン含量に及ぼす影響

直射日光区の果肉中β-カロテン含量は，遮光区に比べて多かった（第 3 表）。主幹形の樹冠内の光量子束密度指数は，開心自然形に比べて高かった（第 1 図）。

果肉中のβ-カロテン含量は樹上果実および完熟果とも主幹形で開心自然形に比べて多かった(第4表)。

第3表 果実の受光条件がβ-カロテン含量に及ぼす影響

β-カロテン含量 (mg・100 g ⁻¹ FW)	
直射日光	2.03±0.22*
遮光	1.10±0.16

平均値±標準誤差(n=10~12)

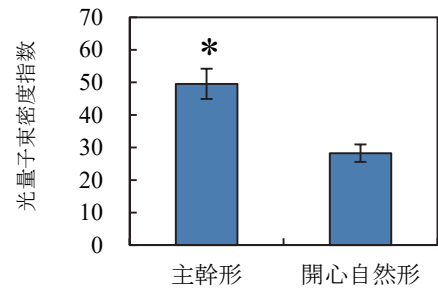
*遮光と比べて5%水準で有意に多いことを示す(t検定)

第4表 樹形の違いが‘橙高’果肉中のβ-カロテン含量に及ぼす影響

β-カロテン含量(mg・100 g ⁻¹ FW)		
樹形	主幹形	開心自然形
樹上果	1.83±0.15**	0.43±0.07
完熟果	1.63±0.09**	0.76±0.11

平均値±標準誤差(n=5)

**開心自然形に比べて1%水準で有意に多いことを示す(t検定)



第1図 樹形の違いが‘橙高’樹冠内の光量に及ぼす影響

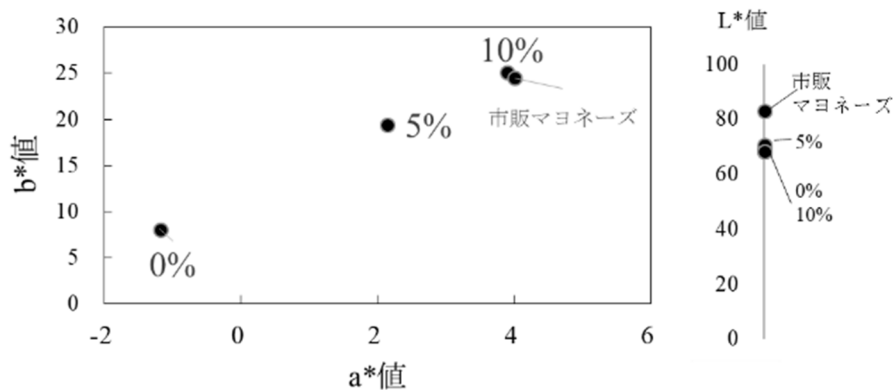
縦棒は標準誤差 (n=3)

*5%水準で有意差あり (t検定)

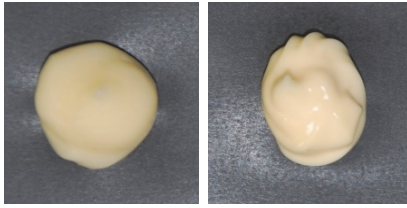
4. マヨネーズ風ドレッシング中のβ-カロテン含量と食味評価

マヨネーズ風ドレッシングは、ピューレの割合が高くなるほどb*値が高くなり、黄色味が増加することが認められ、ピューレ配合率10%で市販マヨネーズと同等になった(第2, 3図)。赤味を示すa*値はピューレの配合率が高くなると、わずかに高くなる傾向が認められ、明るさを示すL*はほぼ同等であった(第2図)。なお、本試作品に水分と油の分離は観察されなかった。‘橙高’のピューレ配合率10%のマヨネーズ風ドレッシングに中のβ-カロテン含量は0.52mg・100g⁻¹FWと(データ省略)、一般的なマヨネーズの5μg・100g⁻¹FW(香川, 2008)と比べてβ-カロテン含量を多く含有していた。

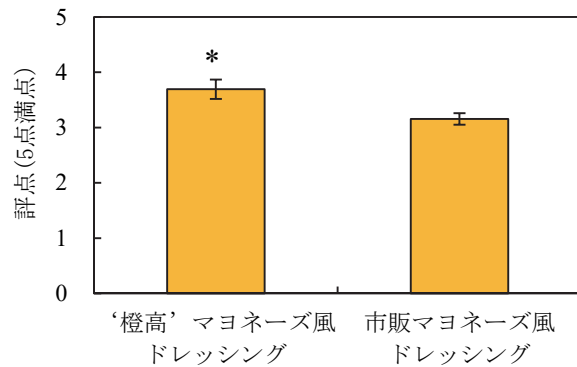
食味評価については、‘橙高’マヨネーズ風ドレッシングで3.7と、市販のマヨネーズ風ドレッシングの3.2に比べて高かった(第4図)。



第2図 ‘橙高’マヨネーズ風ドレッシングおよび市販マヨネーズの色調
図中の%はピューレ配合率を示す



第3図 ‘橙高’マヨネーズ風ドレッシング(左:10%ピューレ含有)と市販マヨネーズ(右)



第4図 ‘橙高’マヨネーズ風ドレッシング(ピューレ10%含有)と市販のマヨネーズ風ドレッシングの食味評価

縦棒は標準誤差 (n=13)

*5%水準で有意差あり (t 検定)

考 察

‘橙高’は‘南高’ (大江ら, 2006) と同様に熟度の進行とともにβ-カロテン含量が増加することが明らかとなった。また, 樹上果実のβ-カロテン含量を追熟により十分増加させることができるかを検証した結果, 青果収穫期の後半以降に採取した樹上果実を追熟すると, 完熟果並みのβ-カロテン含量まで増加することが明らかとなった (第1表)。このことから完熟果を直ちに加工処理できない場合は, 青果収穫期後半以降の果実を追熟して使用することが適当と考えられた。

果肉中のβ-カロテン含量を果実階級別に調査したところ, 大玉果より中玉以下の果実で多いことが明らかとなった (第2表)。「南高」では反対にβ-カロテン含量は大玉果が多い (大江ら, 2006) ことから, ‘橙高’と‘南高’ではβ-カロテンの蓄積機構が異なると考えられるが, その詳細についてはさらなる調査が必要である。

‘橙高’の果実周辺を遮光すると果肉中のβ-カロテン含量が減少することが認められた (第3表)。大江ら (2012) は‘南高’樹冠外層の果実は内層の果実に比べてβ-カロテン含量が多いことを明らかにし, その差は日照条件や温度の差によるものと推察している。また根来・大江 (2012) は, 遮光により‘橙高’果肉中のβ-カロテン含量が減少する原因は同化養分の果実への供給が少なくなるためと推測している。カンキツでも果皮組織中のカロテノイド含量は照度の高い状態のときに多くなることが認めており (渡部ら, 1986), ウメはカンキツ同様に果肉のカロテノイドの蓄積に日射量が大きく影響すると考えられる。

主幹形の樹冠中の光量子束密度指数は開心自然形に比べて高く (第1図), 果肉中のβ-カロテン含量も開心自然形に比べて多かった (第4表)。主幹形は垂直方向に伸びている主幹から, 長さ80cmまでの側枝が一定間隔で水平方向に配置されており, 樹冠内に枝梢が密に配置されている開心自然形に比べて果実周辺への受光態勢が良好であるため, 果肉中のβ-カロテン含量の増加につ

ながつたと考えられる。竹中ら（2015）は、ウメの主幹形の密植栽培により、開心自然形に比べて早期に収量確保が可能であることを報告している。これらのことから、‘橙高’を新植する際には、 β -カロテン含量が多いという特徴が顕著に現れ、加えて早期に収量が確保できる主幹形を採用することが適当と考えられる。

‘橙高’のマヨネーズ風ドレッシングは果肉ピューレの配合割合を10%とすることで、市販マヨネーズと同等の黄色味となり（第2,3図）、一般的なマヨネーズと比べて β -カロテン含量を多く含むものが作成できることが明らかとなり、食味評価が市販のマヨネーズ風ドレッシング（大豆使用）を上回った（第4図）。このことから、‘橙高’をマヨネーズ風ドレッシングの材料とする場合は、果肉ピューレの含有率を10%とすることが適当と考えられる。本試作品は健康食品としての認識が浸透しているウメを材料とし、また卵を含有していないので、健康志向の消費者や、卵アレルギーを持つ消費者などへの需要が期待できる。

摘 要

1. ‘橙高’の青果収穫後半以降の樹上果を30°Cで5日間追熟すると、完熟果と同等の β -カロテン含量になった。
2. ‘橙高’果肉中の β -カロテン含量は大玉果に比べて中玉果で多かった。
3. 主幹形と開心自然形に結実した‘橙高’果肉中の β -カロテン含量を比較すると、主幹形で開心自然形に比べて多かった。この理由として、主幹形で樹冠内の受光状態が良好であることが考えられた。
4. マヨネーズ風ドレッシングの原料としての‘橙高’ピューレを使用する場合は、市販マヨネーズと同等の黄色味を持ち、良好な食味評価が得られた10%の配合割合が適当と考えられた。

引用文献

- Leroux, J., V. Langendorff, G. Schick, V. Vaishnav and J. Mazoyer. 2003. Emulsion stabilizing properties of pectin. *Food Hydrocolloids*. 17: 455-462.
- 根来圭一・林 恭平・岩本和也・大江孝明. 2007. ‘南高’と‘地藏’の交雑による β -カロテン含量の高い自家和合性ウメ品種の育成. *園学研*. 6 (別2) : 469.
- 根来圭一・大江孝明. 2010. ウメ‘橙高’果実の成熟期の受光条件および完熟収穫果実の追熟温度と日数がカロテノイド含量に及ぼす影響. *園学研*. 9 (別2) : 586.
- 根来圭一・大江孝明. 2012. ウメ‘橙高’の遮光条件および摘葉処理が果実のカロテノイド含量に及ぼす影響. *園学研*. 11 (別1) : 285.
- 大江孝明・桑原あき・根来圭一・山田知史・菅井晴雄. 2006. ウメ‘南高’の開花時期、採取時期と果実成分の関係およびそれらを原料として製造した梅酒品質への影響. *園学研*. 5: 141-148.
- 大江孝明・櫻井直樹・岡室美絵子・根来圭一・土田靖久・中西 慶・細平正人. 2012. 着果位置の違いがウメ‘南高’果実の成熟および機能性成分含量に及ぼす影響. *園学研*. 11: 235-240.
- 押田一夫. 1975. マヨネーズの製造に関する基礎的研究（第2報）卵黄の乳化力に及ぼす食塩及び酢酸の影響について. *日食工*. 22: 164-169.

竹中正好・行森 啓・中西 慶. 2015. ウメの早期成園化技術の開発. 平成 27 年度和歌山県農林水産試験研究成果情報.

<http://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/070109/01jouhou/h27/27joho.html>

田中敬一. 2002. 貯蔵・出荷, 加工. 果実摂取の意義と健康機能性. 日本人の健康と落果実摂取の意義. 果物の成分と疾患予防. p. 143-148. 農業技術体系果樹編8 共通技術. 農文協. 東京.

渡部潤一郎・梅本陽一・小山一夫・井上荘三・沢田 清. 1986. カンキツ果実の着色増進に関する研究 (第3報) 数種の被覆材が果実の品質に及ぼす影響. 愛媛大学農学部農場報告. 7: 13-30.

矢野昌充・川崎あけみ・加藤雅也・生駒吉識・田中敬一・山田昌彦・松本 光・杉浦 実. 2002. カロテノイド供給源としての果実. 日本フードファクター学会講演要旨集. 7: 23.