

ブラッドオレンジ‘タロッコ’果肉中のアントシアニンおよびフラボノイド含量が水溶性酸素ラジカル吸収能(H-ORAC)に及ぼす影響

誌名	近畿中国四国農業研究
ISSN	13476238
著者名	伊藤,史朗 石々川,英樹 清水,篤 菊地,毅洋 毛利,幸喜 森重,陽子 石川,祐子
発行元	近畿中国四国農業研究協議会
巻/号	22号
掲載ページ	p. 43-49
発行年月	2013年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



[原 著]

ブラッドオレンジ ‘タロッコ’ 果肉中のアントシアニンおよび
フラボノイド含量が水溶性酸素ラジカル吸収能 (H-ORAC) に及ぼす影響

伊藤 史朗・石々川 英樹・清水 篤・菊地 毅洋*・毛利 幸喜**・森重 陽子**・
石川 (高野) 祐子***

愛媛県農林水産研究所 799-2405 松山市上難波甲311

*愛媛県農林水産研究所果樹研究センターみかん研究所 799-3742 宇和島市吉田町法花津7-115

**現愛媛県中予地方局産業振興課 790-8502 松山市北持田町132

*** (独) 農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所 305-8642 つくば市観音台2-1-12

Effect of Anthocyanin and Flavonoid content on Oxygen Radical
Absorbance Capacity in Flesh Blood Orange ‘Tarocco’

Fumiaki ITOU, Hideki ISHISHIKAWA, Atsushi SHIMIZU, Takehiro KIKUCHI*, Kouki MOURI**,
Yoko MORISHIGE** and Yuko TAKANO-ISHIKAWA***

Ehime Research Institute of Agriculture, Forestry and Fisheries, Matsuyama, Ehime 799-2405

*Ehime Research Institute for Citrus Fruits, Uwajima, Ehime 799-3742

**Present address: Chuyo Regional Office Ehime Prefecture, Matsuyama, Ehime 790-8502

***National Agriculture and Food Research Organization National Food Research Institute, Tsukuba, Ibaraki 305-8642

ブラッドオレンジとは、果肉部にアントシアニンを含むカンキツの総称であり、‘タロッコ’や‘モロ’および‘サンギネロ’等の品種が存在する。なかでも、イタリア原産の‘タロッコ’は大玉、高糖度かつ良食味であることから生食に適する。近年、平均気温が上昇し、越冬カンキツである本品種の国内栽培が可能となり、愛媛県では宇和島市を中心に栽培面積が拡大している³⁾。‘タロッコ’に含まれるアントシアニンには、シアニジン 3-グルコシドやシアニジン 3-(6"-マロニルグルコシド)等数種が存在する⁷⁾。これら成分はいずれも赤紫色を呈する¹⁷⁾ために‘タロッコ’の果肉色はこれまでの中晩生柑橘とは異なる。また、サツマイモやスモモウメ等に含まれるアントシアニンには高い抗酸化能を有することが報告されている^{6, 13, 16, 17)}。‘タロッコ’に高い抗酸化能を見出し、アントシアニンの寄与を明らかにすることができれば、果肉色だけでなく生体調節機能の観点から消費者に有益な情報を発信できると考えられる。また‘タロッコ’のアントシアニン含量の調査事例は海外で栽培された果実に限られており、国産果実では気候や土壌が異なるため、含量やその時期別変動についての調査が必要である。

一方、農産物の生体調節機能に関心を示す消費者が一部でみられ⁴⁾、そのような消費者層は、農産物に含まれる機能性成分の効能や含量に関心をもっている⁵⁾。農産物の中で機能性成分を多く含む品種など生体調節機能の評価が高ければ、いわゆる健康志向型消費者層の嗜好に合致することから、これまでに地域特産の農産物を対象に機能性成分含量を調査した事例は多い。カンキツに着目すると、ウンシュウミカン等の調査事例は幾つかあるが^{8, 12, 13)}、近年育成された新品種を対象に調査した事例は限定的である。特に、機能性成分含量だけでなく抗酸化能等の生体調節機能の評価法を用いながら調査した報告は見当たらない。現在、愛媛県内において高単価が見込まれる新品種への更新が進んでいることから、新品種の生体調節機能に関する特性を把握しておく重要性は高い。また、‘タロッコ’を含むカンキツ新品種が有する生体調節機能に対する健康志向型消費者の関心が高いため、関連データの早急な整備が必要である。

そこで、愛媛県内で栽培されたブラッドオレンジ‘タロッコ’を対象に抗酸化能および流通時期別のアントシアニン含量を調査するとともに、アントシアニンおよびフラボノイドが抗酸化能に及ぼす影響について検討したので報告する。

1 材料および方法

実験1) 中晩生柑橘の水溶性酸素ラジカル吸収能 (H-ORAC値)

カンキツ品種の抗酸化能を明らかにするため、‘タロッコ’を含む中晩生柑橘を対象に調査した。供試品種は育成後15年以下の品種のうち、愛媛県内の生産現場で増産傾向にある‘タロッコ’³⁾、‘はるみ’、‘せとか’、‘はれひめ’、‘愛媛果試第28号’²⁰⁾、‘甘平 (かんぺい)’²¹⁾、‘媛小春’²²⁾、また対照品種として‘不知火’および‘宮内イヨカン’の合計9品種とした(第1表)。供試果実は適期に収穫した愛媛県松山市産とした。

評価法項目は、水溶性酸素ラジカル吸収能(以下、H-ORAC値と略す)とし^{2, 18, 25, 26, 27, 28)}、沖ら¹⁵⁾の方法に準じ次の手順で行った。抽出液はAWA溶液(体積比でアセトン:水:酢酸=700:295:5に調製)とした。検液は供試果実の外果皮を除き可食部を粉砕器(岩谷産業株式会社製ミルサーIFM-800DG)を用い粉砕した分析試料1gに対してAWA溶液10mlを加え、室温で一晩浸漬振とうした後、遠心分離(10,000rpm×5分間)して得られた上清とした。検液0.02mlに94.4nMのFluorescein溶液0.2ml, 8.6mg/mlの2,2-アゾビス(2-アミジノプロパン)二塩酸塩(AAPH)溶液0.075mlを加えて反応開始から2分毎の蛍光強度を蛍光マイクロプレートリーダー(DSファーマバイオメディカル社製POWERSCAN HT)を用いEx.485nm, Em.520nmの値を90分間測定した。測定結果は6-ヒドロキシ-2,5,7,8-テトラメチルクロマン-2-カルボン酸(Trolox, 和光純薬)相当量($\mu\text{mol TE}/100\text{ g FW}$)として示した。反復数は1品種につき3回とした。

実験2) 中晩生柑橘に含まれるポリフェノール類のH-ORAC値

‘タロッコ’のH-ORAC値と含有成分の関係を検討するため、まず各成分のH-ORAC値について調査した。調査対象は、中晩生柑橘において含有する報告があり、‘タロッコ’においても含有が想定されるポリフェノール^{1, 8, 19)}22成分とした。ただし、ヘスペリジンはAWA溶液に完全に溶解しなかったため^{10, 24)}、そのアグリコンであるヘスペレチンで代用した。なお、供試成分のうち、ヘスペレチンは和光純薬、ヘスペリジンはシグマアルドリッチジャパン、その他の成分はフナコシを用いた。

実験3) ‘タロッコ’のポリフェノール含量と収穫時期別変動

‘タロッコ’のポリフェノール類の成分含量について調査した。供試果実は愛媛県宇和島市産で、入手時期は‘タロッコ’が流通する2月から5月を対象とし、各月の上旬と下旬の2回に15果ずつを分析した。なお、供試果実のうち2月上旬から4月上旬までの期間に分析した果実は、収穫後産地から直接搬入された「非貯蔵果」であり、4月下旬以降の果実は4月上旬に収穫した果実を一旦10℃に設定した貯蔵施設内で保管された「貯蔵果」であった。

測定項目は、アントシアニン含量、総ポリフェノール含量およびポリフェノールの個別含量とした。アントシアニン含量および総ポリフェノール含量については2~5月、ポリフェノールの個別含量については4月上旬に入手した果実をそれぞれ対象とした。

アントシアニン含量は、大庭ら¹⁷⁾や須田ら²³⁾の手法を参考に測定した。可食部を粉砕した分析試料1gに対し9mlの1%塩酸-メタノール(v/v)を加えて室温で16時間浸漬振とうした後、遠心分離(10,000rpm×5分

第1表 供試中晩生柑橘

品種名	品種登録年	サンプルの採取時期*1	育成地	育成機関
タロッコ	不明	2~5月	イタリア	-
はるみ	1999	2月下旬	静岡県	(独)農研機構 果樹研究所
せとか	2001	2月下旬	長崎県	
はれひめ	2004	12月上旬	静岡県	
愛媛果試第28号	2005	12月上旬	愛媛県	愛媛県
甘平	2007	2月下旬		
媛小春	2007*2	2月下旬		
不知火	1972	2月下旬	長崎県	(独)農研機構 果樹研究所
宮内イヨカン	1966	2月下旬	愛媛県	-

*1 愛媛県における標準的な収穫時期より選定

*2 品種登録出願年

間) して得られる上清の530nmにおける吸光度を蛍光マイクロプレートリーダー (BioTek社製Synergy HT) を用いて測定した。測定結果は 'タロッコ' に含まれる主要なアントシアニンであるシアニジン 3-グルコシド (フナコシ) を用い相当量 (mg/100g FW) で示した。

総ポリフェノール含量は、フォーリン-チオカルト法¹⁴⁾ に準じ測定した。アントシアニン含量を測定した果実の可食部を同様に粉碎した分析試料 1 g にAWA溶液を加えて室温で16時間浸漬振とうした後、遠心分離 (10,000rpm × 5分間) して得られる上清の溶液0.01ml に対して蒸留水0.06ml と蒸留水で2倍に希釈したフェノール試薬希釈液0.015ml を加えて攪拌した後、10% (w/w) 炭酸ナトリウム溶液0.075ml を添加し60分後の750nmにおける吸光度を蛍光マイクロプレートリーダー (BioTek社製Synergy HT) で測定した。測定結果は没食子酸一水和物 (和光純薬製) 相当量 (mg/100g FW) として含量を算出した。

ポリフェノールの個別定量についてはHPLC法により実施した。抽出部位は可食部とし、これを粉碎器 (岩谷産業株式会社製ミルサーIFM-800DG) を用いて粉碎した試料 1 g に対し、メタノールとアセトニトリルを体積比 1 : 1 の割合で混合した溶液を用いて抽出した。抽出後は遠心分離 (10,000rpm × 5分間) の後、0.45mm のシリンジフィルター (advantec製) を通した。測定機器はLC/MS (Waters社製LC : 2695allianceおよびMS : ZQ2996) を用いて次の条件で含量を測定した。カラムはAtlantisT3 (粒径 3 mm, ϕ 2.1 × 150mm), ガードカラムはAtlantisT3 (粒径 3 mm, ϕ 2.1 × 10mm), 移動相は2液 (0.001%酢酸含有 5 mM酢酸アンモニウム水溶液pH 6.2, アセトニトリル) のグラジエント分析, 流速は0.23ml/min, カラム温度は40℃, サンプル温度10℃, MS条件はイオン化モードESI(+), 測定モードはScanと

した。

実験4) 'タロッコ' に含まれるアントシアニン, 総ポリフェノール含量とH-ORAC値の関係

'タロッコ' に含まれる各成分がH-ORAC値に及ぼす影響を確認するためアントシアニン含量, 総ポリフェノール含量とH-ORAC値の相関についてExcel統計Ver. 6.0 (株式会社エスミ) を用いて単相関係数の検定を行った。

2 結 果

実験1) 中晩生柑橘の水溶性酸素ラジカル吸収能 (H-ORAC値)

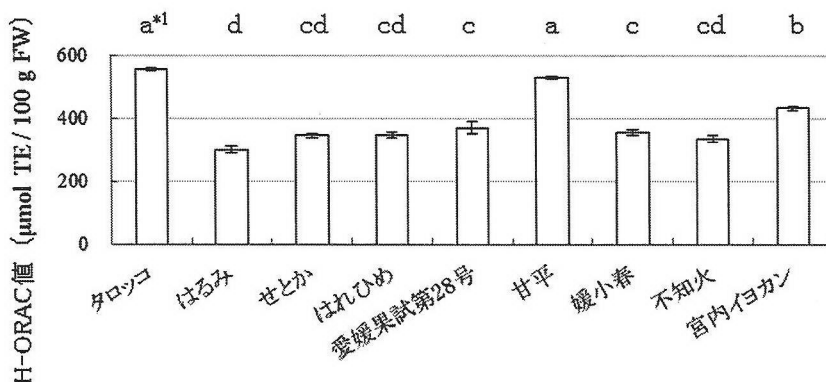
供試品種のH-ORAC値は302~556 μ mol TE/100g FW の範囲にあった (第1図)。なかでも 'タロッコ' のH-ORAC値は対照品種である '不知火' と比較すると1.6倍程度, '宮内イヨカン' と比較すると1.3倍程度高く, 今回供試した品種の中で最も高かった。

実験2) 中晩生柑橘に含まれるポリフェノール類のH-ORAC値

ポリフェノールを個別に比較するとH-ORAC値には10倍以上の差があった。なかでもフラバノン類に属するイソロイフォリン, ネオヘスペリジン, ナリルチン, ナリンギンやフラボン3オール類に属するクエルセチン, ルチン, またアントシアニン類に属するシアニジン 3-グルコシドのH-ORAC値は高く, 反対にポリメトキシフラボン類やクマリン類に属する成分のH-ORAC値は低かった。なお, フラボン類のジジミン, ネオジオスミンはそれぞれ0.5mol TE/mmol, 2.4mol TE/mmolと中間にあたる値を示した (第2図)。

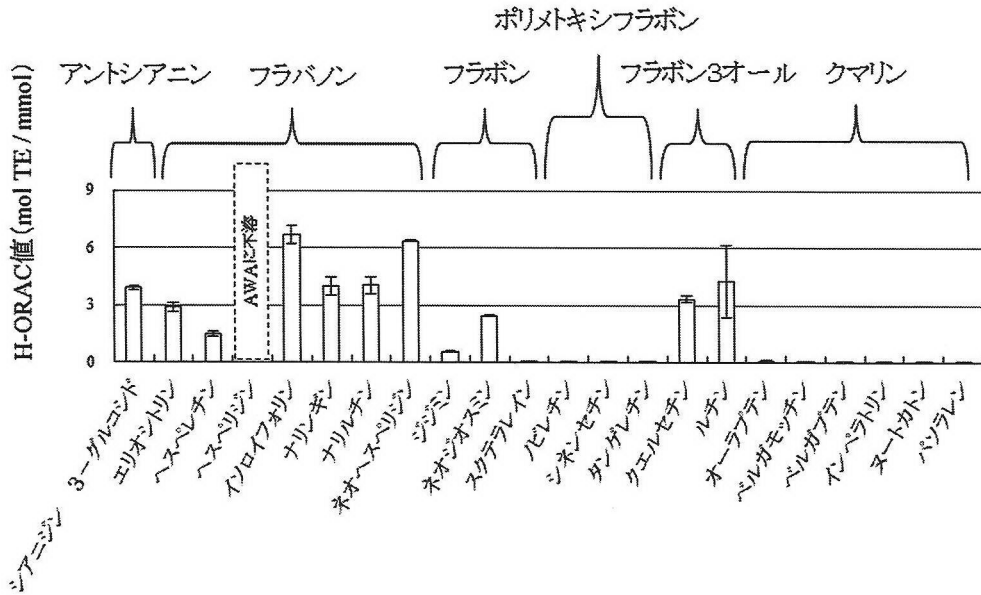
実験3) 'タロッコ' のポリフェノール含量と収穫時期別変動

'タロッコ' のアントシアニン含量は, 流通時期によ

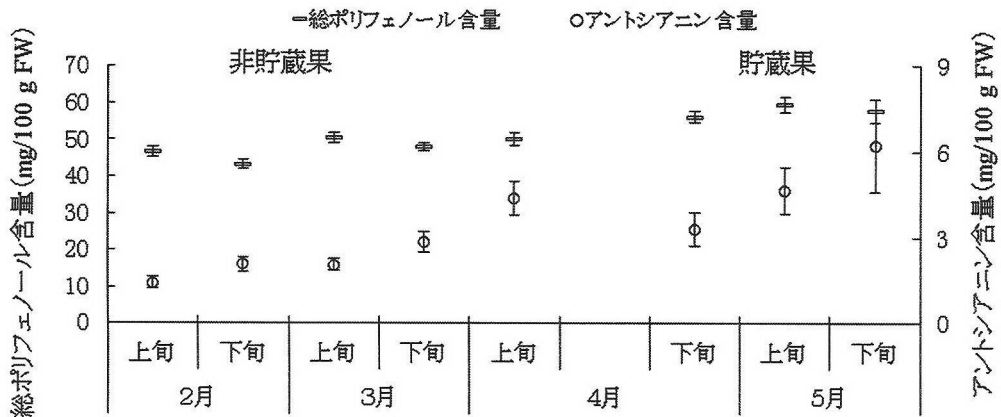


第1図 中晩生柑橘におけるH-ORAC値

*1 Tukeyによる統計処理で異符号間に5%水準で有意差あり
図中のバーは標準誤差 (n = 3)



第2図 中晩生柑橘に含まれるポリフェノールのH-ORAC値
 図中のバーは標準誤差 (n = 3)

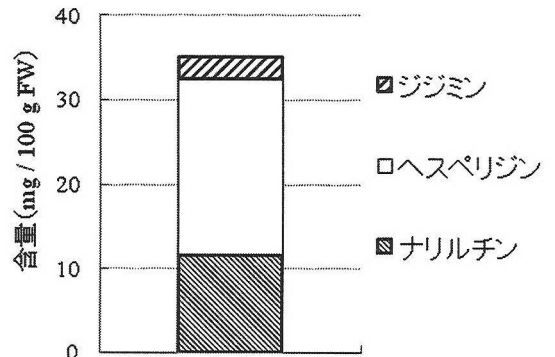


第3図 流通時期が異なる「タロッコ」における総ポリフェノールおよびアントシアニン含量の推移
 図中のバーは標準誤差 (n = 15)

り変動がみられた (第3図)。「非貯蔵果」の流通開始時期である2月上旬のアントシアニン含量は100gあたり1.4mgであったが、4月上旬では4.4mgであった。「貯蔵果」のそれは、4月下旬では3.3mgであったが、5月下旬では6.2mgであった。2月から5月の流通全期間では時期の経過に従ってアントシアニン含量が次第に高くなる傾向にあった。

総ポリフェノール含量は、流通時期により変動がみられたが、2月から5月の流通全期間では時期の経過に従って次第に高くなる傾向を示した。

「タロッコ」のポリフェノールの個別含量では、ヘスペリジンが100gあたり20.9mgと最も多く含まれ、続いてナリルチンの11.6mg、ジジミンの2.6mgの順であった



第4図 4月上旬に収穫した非貯蔵「タロッコ」のポリフェノール含量

第2表 流通時期が異なる 'タロッコ' におけるアントシアニン含量とH-ORAC値の関係

流通時期	調査果実数	アントシアニン含量 (mg) ※1	H-ORAC値 ($\mu\text{mol TE}$) ※1	近似式		決定係数	
				切片	傾き	(R^2)	判定※2
2月	30	1.7	305.0	299.8	3.0	0.0027	
3月	30	2.4	264.6	247.5	7.5	0.1121	
4月	30	3.8	299.8	266.6	8.6	0.2371	**
5月	30	5.4	343.8	293.4	9.3	0.6851	***
全期間	120	3.4	303.3	269.9	10.0	0.3518	***

※1 生果可食部100gあたり

※2 Excel統計の単相関係数の検定により**は1%, ***は0.1%水準でそれぞれ有意

第3表 流通時期が異なる 'タロッコ' における総ポリフェノール含量とH-ORAC値の関係

流通時期	調査果実数	総ポリフェノール含量 (mg) ※1	H-ORAC値 ($\mu\text{mol TE}$) ※1	近似式		決定係数	
				切片	傾き	(R^2)	判定※2
2月	30	45.0	305.0	171.6	3.0	0.0926	
3月	30	49.3	264.6	140.8	2.5	0.1686	*
4月	30	53.2	299.8	229.7	1.3	0.0536	
5月	30	58.7	343.8	103.7	4.1	0.5735	***
全期間	120	51.5	303.3	136.7	3.2	0.2886	***

※1 生果可食部100gあたり

※2 Excel統計の単相関係数の検定により*は5%, ***は0.1%水準でそれぞれ有意

第4表 'タロッコ' 果肉に含まれるポリフェノールのH-ORAC値に対する寄与

分析対象	成分名	H-ORAC値 ($\mu\text{mol TE}/\text{mg}$)	成分含量 ($\text{mg}/100\text{g FW}$)	寄与※1 ($\mu\text{mol TE}/100\text{g FW}$)	寄与率 (%) ※4
果 肉	—	—	—	307.0※2	100
含有成分 (標準品)	シアニジン 3-グルコシド	8.1	4.3	34.7	11
	ナリルチン	6.9	11.6	80.5	26
	ジジミン	1.0	2.6	2.5	1
	小計	—	—	117.7	38
	ヘスペレチン	5.0	—	—	—
	ヘスペリジン	—	20.9	104.9※3	—

※1 寄与 = (各成分のH-ORAC値) × (成分含量)

※2 4月上旬に収穫した果実 (n=15) の平均値

※3 ヘスペレチンのH-ORAC値およびヘスペリジンの成分含量を用いて算出

※4 各成分の寄与を百分率で表記し, 4月上旬に収穫した非貯蔵果実の平均値を100とした

(第4図). その他の成分は存在しない, あるいは極微量であった.

実験4) 'タロッコ' に含まれるアントシアニン, 総ポリフェノール含量とH-ORAC値の関係

'タロッコ' に含まれるアントシアニン含量とH-ORAC値を流通時期別に検討した場合は, 2月と3月に有意な相関はみられなかったが, 4月と5月には有意な相関がみられた(第2表). 全流通期間で検討した場合は, 両者の間に有意な相関がみられた.

総ポリフェノール含量とH-ORAC値の関係について流通時期別に検討した場合は, 2月と4月には有意な相関がみられなかった(第3表). しかし, 3月と総ポリフェノール含量が最も高かった5月には, 有意な相関がみられた. 全期間で検討した場合は, 有意な相関がみら

た.

これまでに得た成分含量とH-ORAC値の各データの積から算出される数値を寄与とし, 各成分間の混合による相乗あるいは相殺効果⁹⁾がみられないと仮定してポリフェノールの成分別に算出した(第4表). 4月上旬に収穫した'タロッコ'果実のH-ORAC値は307 $\mu\text{mol TE}/100\text{g FW}$ であったが, このH-ORAC値を100とした場合の各成分の寄与率は, シアニジン 3-グルコシドが11%, ナリルチンが26%, ジジミンが1%となった.

3 考 察

果肉部にアントシアニンを蓄積するブラッドオレンジ 'タロッコ' は, 他の中晩生柑橘に比べてH-ORAC値が

高かった (第1図)。

この結果の要因としてまずナリルチンによるH-ORAC値への寄与が挙げられる。この成分は他の中晩生柑橘品種にも幅広くみられるポリフェノール^{8, 12)}であるが、‘タロッコ’においても同様に存在を確認でき、その含量は多かった (第4図) ことからポリフェノールの主成分の一つと考えられた。ナリルチンのH-ORAC値は4.0mol TE/mmolであり、中晩生柑橘に含まれるポリフェノールの中で高かった (第2図)。これらのことからナリルチンの成分が‘タロッコ’のH-ORAC値に影響を及ぼしていることが考えられた。

二つ目の要因としてブラッドオレンジの特異的な成分であり、‘タロッコ’において存在が確認されたアントシアニンによるH-ORAC値への寄与である。その含量は新鮮重100gあたり1.4mg~6.2mgであり (第3図)、先ほど述べたナリルチンの含量と比較すると少なかった。しかし、成分毎のH-ORAC値の結果からはナリルチンと同様にシアニジン 3-グルコシドのH-ORAC値は高かったことから、アントシアニンが‘タロッコ’のH-ORAC値に影響を及ぼしていることが考えられた。

これら‘タロッコ’のH-ORAC値に関する二つの要因を明らかとするため、ポリフェノールおよびアントシアニンの各成分含量とH-ORAC値の相関を調査した結果、ポリフェノール含量とH-ORAC値の相関は、流通時期により変動はみられるが全流通期間では有意な相関が認められ、ポリフェノール含量がH-ORAC値に影響を及ぼしていることを確認できた (第3表)。また、アントシアニンについても同様に全流通期間においてH-ORAC値との有意な相関を確認でき、アントシアニンを多く含む‘タロッコ’はH-ORAC値が高いと考えられた (第2表)。このとき、流通時期により相関に変動がみられた結果については、部位別のポリフェノールは収穫時期によって含量が変化し¹¹⁾、その影響を受けてポリフェノールとそれ以外の抗酸化成分の構成比が変化したためと推察した。

なお、‘タロッコ’に含まれるポリフェノールのうち最も含量が多かったヘスペリジンは、AWA溶液に完全に溶解しなかったことから、‘タロッコ’の果肉を測定した結果である307 μ mol TE/100g FWの値にはヘスペリジンが寄与していない可能性が考えられた。そこで、ヘスペリジンの寄与を推定するため、ヘスペリジンのアグリコンであるヘスペレチンを代用して寄与を算出すると105 μ mol TE/100g FWとなり、ナリルチンよりも高かった (第4表)。ヘスペリジンについては酵素処理によってグルコースを1分子付加すると0.002から197 (単位: g/水100g, 室温) に水溶性が高まった事例¹⁰⁾や、



アントシアニン含量
1.7mg/100g FW

アントシアニン含量
3.8mg/100g FW

第5図 アントシアニン含量が異なる‘タロッコ’の果肉色

H-ORAC値を測定する際に用いる抽出溶媒にAWA溶液以外を使用した事例⁶⁾から、ヘスペリジンが溶けやすい溶媒に変更し再測定すれば、今回のH-ORAC値よりも高くなる可能性が考えられた。

最後に、アントシアニンを100gあたり3mg以上含む‘タロッコ’の赤い果肉は容易に視認できる (第5図)。そのため、これまで‘タロッコ’の品種特性を紹介する場合は、果肉色を紹介する事例が多かった³⁾。一方、今回の調査によりH-ORAC値が他の中晩生柑橘に比べて高い特性を有することが明らかになった。この生体調節機能に関する情報も交えながら消費者に発信することで‘タロッコ’の特性に対する理解がさらに深まるとともに、本品種の付加価値向上が期待される。

4 摘 要

愛媛県内で栽培されたブラッドオレンジ‘タロッコ’の水溶性酸素ラジカル吸収能 (H-ORAC値) と関連する成分について調査した。‘タロッコ’は供試した中晩生柑橘9品種の中でH-ORAC値が最も高かった。このH-ORAC値が高かった要因には、抗酸化成分含量および各成分のH-ORAC値の調査結果から、他の中晩生柑橘にもみられるナリルチン等のフラボノイドの寄与に加えて、‘タロッコ’を含むブラッドオレンジに特異的に含まれるアントシアニンの寄与が示唆された。総ポリフェノール含量、またはアントシアニン含量とH-ORAC値の相関について分析した結果、全流通期間においてそれぞれ有意な相関がみられたことから、これら成分が‘タロッコ’のH-ORAC値に寄与することが明らかとなった。

引用文献

1) 東 敬子: 農業および園芸, 76 (10), 1049-1056,

- 2001.
- 2) Cao, G., Alessio, H.M. and Cutler, R.G.: *Free Radical Biol. Med.*, 14, 303-311, 1993.
 - 3) 愛媛県南予地方局産業振興課: 近中四農研報, 19, 54-56, 2011.
 - 4) 藤島廣二・岩崎邦彦: 農村研究, 110, 13-22, 2010.
 - 5) 後藤一寿・沖 智之・須田郁夫: フードシステム研究, 17 (3), 159-163, 2010.
 - 6) 北爪雅恵・渡辺 純・後藤真生・石川 (高野) 祐子: 日食科工, 58 (2), 43-50, 2011.
 - 7) Lee, H.S.: *J. Agric. Food Chem.*, 50, 1243-1246, 2002.
 - 8) Macheix, J.J., Fleuriet, A. and Billot, J.: *Fruit Phenolics*, 1-360, CRC Press, Inc. USA, 2000.
 - 9) 松藤 寛・佐々怜一郎・本間友輝・宮島拓臣・千野誠・山崎 壮・島村智子・受田浩之・松井利郎・松本 清・山形一雄: 日食科工, 56 (3), 129-136, 2009.
 - 10) 三鼓仁志: 日本食生活学会誌, 21 (4), 263-267, 2011.
 - 11) 森 大蔵・岩本喜伴: 東洋食品工短大研報, 15, 68-73, 1983.
 - 12) 野方洋一: 近中四農研報, 5, 19-81, 2005.
 - 13) 農林水産技術会議事務局: 農林水産研究文献解題, 30, 66-92, 2004.
 - 14) 沖 智之・竹林 純・山崎光司: 食品機能性評価マニュアル集第II集, 1-7, 社団法人日本食品科学工学会, 東京, 2008.
 - 15) 沖 智之・竹林 純・山崎光司: 食品機能性評価マニュアル集第II集, 79-86, 社団法人日本食品科学工学会, 東京, 2008.
 - 16) 沖 智之・佐藤麻紀・吉永 優・境 哲文・菅原晃美・寺原典彦・須田郁夫: 日食科工, 56 (12), 655-659, 2009.
 - 17) 大庭理一郎・五十嵐喜治・津久井亜紀夫: アントシアニン, 1-245, 建帛社, 東京, 2000.
 - 18) Prior, R.L., Wu, X. and Schaich, K.: *J. Agric. Food Chem.*, 53, 4290-4302, 2005.
 - 19) 佐藤明子・渡辺 純・後藤真生・石川 (高野) 祐子: 日食科工, 57 (1), 44-48, 2010.
 - 20) 重松幸典・喜多景治・薬師寺弘倫・石川 啓・井上久雄: 愛媛果樹試研報, 19, 1-6, 2005.
 - 21) 重松幸典・喜多景治・薬師寺弘倫・石川 啓・井上久雄・中田治人: 愛媛果樹試研報, 22, 1-4, 2008.
 - 22) 重松幸典・喜多景治・薬師寺弘倫・石川 啓・中田治人: 愛媛果樹試研報, 22, 5-8, 2008.
 - 23) 須田郁夫・沖 智之・西場洋一・増田真美・小林美緒・永井沙樹・比屋根理恵・宮重俊一: 日食科工, 52 (10), 462-471, 2005.
 - 24) THE MERCK INDEX 14TH: MERCK & CO., INC., 4672, 2006.
 - 25) 渡辺 純・沖 智之・竹林 純・山崎光司・津志田藤二郎: 化学と生物, 47 (4), 237-243, 2009.
 - 26) 渡辺 純・沖 智之・竹林 純・山崎光司・津志田藤二郎: 日食科工, 57 (12), 525-531, 2010.
 - 27) Wu, X., Gu, L., Holden, J., Haytowitz, D., Gebhardt, S.E., Beecher, G. and Prior, R.L.: *J. Food Compos. Anal.*, 52, 407-422, 2004.
 - 28) Wu, X., Beecher, G., Holden, J., Haytowitz, D., Gebhardt, S.E. and Prior, R.L.: *J. Agric. Food Chem.*, 52, 4026-4037, 2004.