新潟県の特産果樹の果実および廃棄部における機能性物質

児島清秀^{1*}・石橋卓馬^{1a}・松本辰也²・安藤大悟^{3b}

¹新潟大学大学院自然科学研究科 950-2181 新潟市西区五十嵐二の町

²新潟県農業総合研究所園芸研究センター 957-0111 新潟県北蒲原郡聖籠町真野

³新潟大学農学部 950-2181 新潟市西区五十嵐二の町

Functional Substances in Fruits and Waste Parts of Main Fruit Trees in Niigata Prefecture

Kiyohide Kojima^{1*}, Takuma Ishibashi^{1a}, Tatsuya Matsumoto² and Daigo Andou^{3b}

¹Graduate School of Science and Technology, Niigata University, Ikarashi 2, Nishi-ku, Niigata 950-2181

²Niigata Agricultural Research Institute Horticultural Research Center, Mano, Seiro, Niigata 957-0111

³Faculty of Agriculture, Niigata University, Ikarashi 2, Nishi-ku, Niigata 950-2181

Abstract

Functional substances in young fruits (fruit thinning time) and picking fruits (including after ripening and removal of astringency) of ‘Le Lechier’, ‘Hiratanenashi’, ‘Akatsuki’, and ‘Kosui’ and pruned branches and deciduous leaves of ‘Le Lechier’ and ‘Kosui’ were analyzed. The polyphenol concentration was higher in the peel of all fruits in the picking fruits, but the concentration tended to decrease overall compared with the young fruits. In ‘Le Lechier’ and ‘Kosui’, the polyphenol concentrations were at the same level for the pruned branches and deciduous leaves. The concentrations of flavans were high in the peels of ‘Le Lechier’ and the peels and flesh of ‘Hiratanenashi’ in the young fruits. In the harvested fruits, the peel was higher in all varieties, in particular, the peels of ‘Le Lechier’ had a high concentration, showing the same tendency as the polyphenol concentration results. The radical scavenging ability was high in the flesh of young fruits. However, the picking fruits tended to decrease compared with the young fruits. The scavenging ability was also observed in the deciduous leaves of ‘Le Lechier’ and ‘Kosui’. The presence of chlorogenic acid was detected in the peels and flesh of ‘Le Lechier’ and ‘Kosui’ in the young fruits, and in the peels and flesh of ‘Le Lechier’, ‘Kosui’, and ‘Akatsuki’ in the picking fruits.

Key Words : chlorogenic acid, flavans, ‘Hiratanenashi’, ‘Le Lechier’, polyphenol

キーワード : フラバン, ‘平核無’, クロロゲン酸, ポリフェノール, ‘ル レクチエ’

緒 言

‘ル レクチエ’は新潟県で主に生産されているセイヨウナシの品種で(児島, 2008, 2019), ‘平核無’は新潟県に原木があるカキの品種である(児島, 2004). 新潟県の園芸(新潟県農林水産部農産園芸課, 2019)によると, 2017年の新潟県の収穫量は, カキ(‘平核無’がほぼすべて)が10,300トン, ニホンナシ(‘幸水’が主要品種)が8,970トン, セイヨウナシ(‘ル レクチエ’がほぼすべて)が2,240トン, モモ(‘あかつき’が主要品種)が2,210トンである. 地域特産果樹(試料として用いた果樹)の幼果や

せん定枝・落葉などの廃棄する部位に有用な機能性物質の存在を明らかにできれば, 健康食品などに有効活用できる可能性があるが, 研究報告は少ない.

活性酸素(ラジカル)は, 不対電子をもつ原子, 分子やイオンを指す(近藤, 1999). 活性酸素は通常, 反応性が高いために, 生成するとすぐに他の原子や分子との間で酸化還元反応を起こし, 安定な分子やイオンとなる. この反応によって, 体内は酸化され, それが病気や老化の原因になる.

植物からは抗酸化作用によって活性酸素を除去する様々な成分が報告されている. ポリフェノールは, ベンゼン環に複数の水酸基が結合したすべての化合物を指す. ポリフェノールは5000種以上にも及び, 果物には食物繊維に次いで多く含まれている(須田ら, 2005). 近年, ポリフェノールの抗酸化作用が注目され, 生活習慣病の予防に効果的な成分であることが明らかになってきた(中村, 2001).

フラボノイドはフラバン骨格を持つ誘導体で, 活性酸素の消去作用をもち, 利尿, 抗毛細血管透過, 血圧降下作用など様々な効果がある(杉浦, 1998).

2019年5月22日 受付. 2019年7月31日 受理.

本研究の一部は, 新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業「雪室活用の西洋ナシの追熟制御と日本ナシの長期貯蔵の技術開発(課題番号2026)」により実施し, 園芸学会平成31年度春季大会において発表した.

* Corresponding author. E-mail: kojimaki@agr.niigata-u.ac.jp

^a現在: 陽進堂生産部門品質検査部

^b現在: 京都大学大学院農学研究科

クロロゲン酸類は、一般的に植物界に広く存在するポリフェノールであり、桂皮酸誘導体とキナ酸のエステル化合物の総称であり、近年、クロロゲン酸類の生理活性として、血糖値上昇抑制作用、血圧改善作用、抗発癌作用、抗酸化作用などが多数報告されており、その機能性が着目されている（紙谷ら、2009）。

アボカドやマンゴーなどの果皮には強い抗酸化作用を持つという報告（Matsusaka・Kawabata, 2010）や、ビワの幼果に含まれる全フェノール濃度は非常に高いという報告（Dingら、1998）があるが、果皮や幼果に関する研究は少ない。セイヨウナシ（石川、2000）ではポリフェノールとクロロゲン酸、モモ（Macheixら、1990）と‘ル レクチエ’（歌代・山田、1996）ではポリフェノール（歌代・山田、1996）、カキの葉ではポリフェノール（鶴永ら、2006）の分析が報告されている。

そこで本研究では、果実や廃棄部の有用な成分量の解明を目的として、‘ル レクチエ’、‘平核無’、‘あかつき’、‘幸水’などの幼果（摘果期）、収穫果（収穫適期）および‘ル レクチエ’、‘幸水’のせん定枝・落葉中の機能性物質を分析した。

材料および方法

1. 供試材料

1) 供試材料の入手

セイヨウナシ‘ル レクチエ’、ニホンナシ‘幸水’、カキ‘平核無’およびモモ‘あかつき’の果実は新潟県農業総合研究所園芸研究センターの試験場から入手した。果実はそれぞれの幼果（摘果期）および収穫果（収穫適期）を採取した（第1表）。収穫果の‘ル レクチエ’は追熟後、‘平核無’は脱渋処理後の果実を分析に使用した。新潟県で主に栽培されており、他県での分析の取り組みが見当たらない‘ル レクチエ’と‘幸水’に関しては、せん定枝・落葉も採取した。追熟後の‘ラ・フランス’は購入した。‘ル レクチエ’と‘ラ・フランス’は追熟後、および‘平核無’は脱渋後の果実について分析したのは各処理の完了後から出荷、店頭販売までの廃棄果実を想定していたためである。試料は分析まで−30℃で冷凍保存した。

2) 供試材料の調製

果実は果皮と果肉に分け、5個以上の個体から均等に切り出し、果皮は50g、果肉は100g、せん定枝と落葉は100gを採取した。それらを、80%エタノール中で磨砕し、ろ紙

（GF/B, 90 mm, Whatman, GEヘルスケア・ジャパン）で吸引ろ過を行った。その後、溶液を80%エタノールで200 mLに定容し、試料溶液とした。試料溶液をシリンジフィルター（0.22 μm）でろ過して、以後にすべての分析に使用した。

2. 分析方法

1) Folin-Denis法（ポリフェノール）

ポリフェノールの測定は真部（2003）の方法を一部変更したFolin-Denis法を使用した。蒸留水（70 mL）にタングステン酸ナトリウム・2水和物（10 g）、リンモリブデン酸（2 g）、およびリン酸（5 mL）を加え、湯せん上で溶解した。冷却後、100 mLに定容し、Folin-Denis試薬とした。

蒸留水（3.2 mL）を入れた試験管に試料溶液（200 μL）、Folin-Denis試薬（200 μL）を加え攪拌後に、飽和炭酸ナトリウム水溶液（400 μL）を加え、30分間暗所で保存した。分光光度計（UV-1800, (株)島津製作所）で700 nmの吸光度をブランクとして、蒸留水を加えて、同様に吸光度を測定した。ポリフェノール濃度は(+)−カテキン当量に換算して示した。

2) バニリン塩酸法（フラバン類）

フラバン類の測定は谷口ら（2007）の方法を一部変更したバニリン塩酸法を使用した。エタノール（100 mL）にバニリン（4 g）を溶かしてバニリンエタノール溶液として使用した。試料溶液（200 μL）を遮光試験管に入れ、バニリンエタノール溶液（1.2 mL）、濃塩酸（600 μL）を加え、攪拌後、15分間放置した。分光光度計で500 nmの吸光度を測定し、ブランクには脱塩水を用いた。フラバン類濃度は(+)−カテキン当量に換算して示した。

3) DPPHラジカル消去法

ラジカル消去能の測定は、高山ら（2010）の方法を一部変更した2,2-ジフェニル-1-ピクリルヒドラジル（DPPH）ラジカル消去法を使用した。200 μMに調整したDPPHエタノール溶液0.3 mL、100%エタノール2.4 mLおよび試料溶液0.3 mLを混合し、30分間暗所にて反応させた。その後、517 nmの波長に設定した分光光度計で反応液の吸光度（ A_S ）を測定した。試料溶液の代わりに同容の100%エタノールを添加した場合の吸光度（ A_C ）をコントロール、200 μM DPPHエタノール溶液の代わりに100%エタノールを添加した場合の吸光度（ A_{SB} ）を試料ブランクとして、各試料のラジカル消去率を以下の式で求めた。

$$\text{消去率 (\%)} = \{1 - (A_S - A_{SB}) \cdot A_C^{-1}\} \times 100$$

第1表 幼果と収穫果の果実重

	‘ル レクチエ’	‘幸水’	‘平核無’	‘あかつき’
	1果実当たりの重さ (g) ²			
幼果（摘果期）	9±1	12±1	24±1	15±1
収穫果（収穫適期）	363±13	440±24	216±6	278±8

² gFW±標準誤差 (n=10)

標準物質のトロロックスで検量線を作成し、ラジカル消去能はトロロックス ($\mu\text{mol}/\text{新鮮重}$) 量に換算して示した。

4) クロロゲン酸

LC/MS (LCMS-2010EV, (株)島津製作所) 条件は次のとおりであった：分析カラム；Inertsil ODS-3 (粒径 $3\mu\text{m}$, 内径 $1.5\times 150\text{mm}$, GLサイエンス)；カラム温度； 35°C , 流量； $0.15\text{mL}\cdot\text{分}^{-1}$, 移動相；エタノール 100%。

HPLC (LC-20AP, (株)島津製作所) 条件は次のとおりであった：分析カラム；Inertsil ODS-3 (粒径 $3\mu\text{m}$, 内径 $2.1\times 250\text{mm}$, GLサイエンス), カラム温度； 33°C , 流量； $0.1\text{mL}/\text{分}$, 移動相； 0.1% 酢酸添加の超純水および 0.1% 酢酸添加の 100% エタノールを使用したイソクラティック溶離 (超純水/エタノール=30/70), 測定波長； 325nm 。

結果および考察

1. ポリフェノール

1) 果実のポリフェノール

ポリフェノールは、幼果 (摘果期) では、‘ル レクチエ’の果皮と‘平核無’の果肉が高い濃度であった (第1図A)。収穫果 (収穫適期) では、幼果と比較すると全体的に濃度は低下する傾向にあった (第1図B)。リングでも同様に、完熟果実は未熟果実の約 25% のポリフェノール化合物しか含んでいなかった (東ら, 2013)。

すべての収穫果で、果皮の方が濃度が高かった。ニホンナシで、ポリフェノール合成が停止して果実が肥大したことでポリフェノール濃度が低下した (菅原・五十嵐, 2013)。ポリフェノールは苦味や渋味を呈する物質であるので (間苧谷・田中, 2005), 果実の成熟の進行に伴い、

第1図 幼果 (摘果期)・収穫果の果皮・果肉のポリフェノール濃度
図中の縦線は標準誤差を示す (n=3)
図中の異なる英文字間は Tukey-Kramer 法の多重検定により 5% 水準で有意差があることを示す

ポリフェノール濃度の低下により、渋味が抜けると考えられる。

‘平核無’は不完全渋柿であり、幼果の果肉の高濃度のポリフェノールは柿渋由来である (川口ら, 2012; 平, 2009)。収穫果の果肉ではポリフェノール濃度が減少していたが (第1図), これは脱渋によりタンニンが不溶化したためと考えられる。

収穫果の果皮に関しては、‘ル レクチエ’が‘ラ・フランス’に比べ約8倍高かった (第1図B)。¹ ‘ル レクチエ’は発育中を通じてポリフェノール合成を続けるため (歌代・山田, 1996), 収穫期のポリフェノール濃度が‘ラ・フランス’より高いと考えられる。

2) せん定枝・落葉のポリフェノール

せん定枝では両品種で同程度の濃度であった (第2図)。落葉に関しても品種間で同程度 ($3.6\text{mg}\cdot\text{gFW}^{-1}$) であった (第2図)。

2. フラバン類

1) 果実のフラバン類

幼果では、‘ル レクチエ’の果皮と‘平核無’の果皮・果肉が高い濃度のフラバン類を含んでいた (第3図A)。収穫果では、すべての品種で果皮の方がフラバン類濃度が高かった (第3図B)。特に‘ル レクチエ’の果皮が高い濃度であった。

2) せん定枝・落葉のフラバン類

せん定枝では‘ル レクチエ’が高い濃度のフラバン類を含んでいた (第4図)。果実類では、フラバン類 (第3図) とポリフェノールの濃度の結果 (第1図) と一致する傾向にあったが、せん定枝では異なっていた。‘ル レクチエ’と‘幸水’のせん定枝のポリフェノール濃度に大きな差はなかったが (第2図), フラバン類では、‘ル レクチエ’の濃度 ($11.2\text{mg}\cdot\text{gFW}^{-1}$) が‘幸水’の約4倍であった (第4図)。このことから、‘ル レクチエ’と‘幸水’ではポリフェノール成分の組成が異なっていることが示唆された。落葉は品種間で同程度であり (第4図), ポリフェノール濃度の結果 (第2図) と一致していた。

第2図 せん定枝・落葉のポリフェノール濃度
図中の縦線は標準誤差を示す (n=3)
図中の異なる英文字間は Tukey-Kramer 法の多重検定により 5% 水準で有意差があることを示す

第3図 幼果・収穫果の果皮・果肉のフラバン類濃度
図中の縦線は標準誤差を示す (n=3)
図中の異なる英文字間は Tukey-Kramer 法の多重検定により 5%水準で有意差があることを示す

第5図 幼果・収穫果の果皮・果肉のラジカル消去能
消去能はトロロックス当量 ($\mu\text{mol TE} \cdot \text{gFW}^{-1}$) で表す
図中の縦線は標準誤差を示す (n=3)
図中の異なる英文字間は Tukey-Kramer 法の多重検定により 5%水準で有意差があることを示す

第4図 せん定枝・落葉のフラバン類濃度
図中の縦線は標準誤差を示す (n=3)
図中の異なる英文字間は Tukey-Kramer 法の多重検定により 5%水準で有意差があることを示す

3. ポリフェノールとフラバン類の比較

構造からポリフェノールはフラバン類を包含すると考えられるが、Folin-Denis 法によるポリフェノールの値がバニリン塩酸法によるフラバン類を包含することを示す報告は見当たらない。

果実では概してポリフェノール濃度がフラバン類濃度と比べて同等かそれ以上であった (第1図, 第3図)。しかし、フラバン類濃度の方が特に高い材料は、'平核無'の果皮・果肉である。

収穫果では、すべての品種で果皮の方がポリフェノール濃度が高かった (第1図B)。特に 'ル レクチュエ' の果皮

が高い濃度であった。これらの結果はフラバン類濃度の結果 (第3図B) と同様であった。

'平核無'の幼果 (第1図, 第3図) と 'ル レクチュエ' の剪定枝 (第2図, 第4図) のポリフェノール含量とフラバン類を比較すると、両者ともフラバン類の方がかなり高濃度である。そこで、フォーリンデニス法では呈色しないポリフェノールで、バニリン塩酸法では呈色するフラバン類が多く含まれている可能性がある。

4. ラジカル消去能

1) 果実のラジカル消去能

健康食品などへの応用のために、抗酸化能の指標の一つであるラジカル消去能を測定した。'平核無'の幼果の果肉に非常に高いラジカル消去能があった (第5図A)。柿渋の成分であるカキタンニンはプロアントシアニジンのポリマー (縮合型タンニン) であり、プロアントシアニジンには非常に強い抗酸化能がある (細山・有賀, 1998)。従って、この非常に高いラジカル消去能はプロアントシアニジン由来であると考えられる。

収穫果のラジカル消去能は幼果に比べ、低下している傾向にあった。特に '平核無'の果肉では大きく低下していた。収穫果の '平核無'の抗酸化能の低下の原因は、脱渋によるカキタンニンの不溶化と推測される (石渡ら, 2003)。収穫果ではすべての果肉で、果皮に比べてラジカル消去能が低く (第5図B)、ポリフェノール濃度の結果と一致していた。

'ラ・フランス'と比べて 'ル レクチュエ'の方が、果皮では約2倍、果肉では約10倍、ラジカル消去能が高かった。

第6図 セン定枝・落葉のラジカル消去能
図中の縦線は標準誤差を示す (n=3)
図中の異なる英文字間は Tukey-Kramer 法の多重検定により 5%水準で有意差があることを示す

た (第5図B)。

2) セン定枝・落葉のラジカル消去能

‘ル レクチエ’のせん定枝は‘幸水’よりもラジカル消去能が高かった (第6図)。「ル レクチエ」と‘幸水’の落葉もラジカル消去能が認められた。

5. クロロゲン酸

1) クロロゲン酸の定性

第7図Aはクロロゲン酸の標品のマスペクトルで、分子イオン (353 m/z) とベースピーク (191 m/z) が確認できた。幼果の‘ル レクチエ’の果皮 (第7図B) と‘幸水’の果肉 (第7図C) で分子イオンとベースピークが一致しており、クロロゲン酸の存在が確認できた。幼果の‘ル レクチエ’の果肉と‘幸水’の果皮、収穫果の‘ル レクチエ’、‘幸水’および‘あかつき’の果皮・果肉でもクロロゲン酸の存在が確認できた (データ略)。セイヨウナシとニホンナシの他の品種 (石川, 2000) とモモの他の品種 (Macheix ら, 1990) においてもクロロゲン酸の存在の報告があった。

第7図 幼果の果皮・果肉のクロロゲン酸のマスペクトル

第8図 幼果・収穫果の果皮・果肉のクロロゲン酸濃度

図中の縦線は標準誤差を示す (n=3)
ただし、収穫果では‘ル レクチエ’の果肉、‘幸水’の果肉と果皮は1回のみの定量である (n=1)
図中の異なる英文字間は Tukey-Kramer 法の多重検定により 5%水準で有意差があることを示す
収穫果では‘ル レクチエ’の果皮と‘あかつき’の果肉と果皮間で Tukey-Kramer 法の多重検定により 5%水準で有意差がなかった

2) クロロゲン酸の定量

幼果の‘ル レクチエ’の果皮で高い濃度であった (第8図A)。「幸水」も果皮と果肉でも定量できたが、「あかつき」において、本報告の精製方法では夾雑物が除去できず定量できなかった。収穫果では幼果と比べると濃度は低下しており、3品種とも果皮の方が高い濃度であった (第8図B)。

以上の結果より、次の分析の部位が機能性食品の素材 (原料) として適している: 1) ポリフェノールは‘ル レクチエ’の幼果と収穫果の果皮、「平核無」の幼果の果肉、「ル レクチエ」と‘幸水’のせん定枝と落葉。2) フラバン類も同様であり、特に‘ル レクチエ’のせん定枝。

摘 要

‘ル レクチエ’、「平核無」、「あかつき」、「幸水」などの幼果 (摘果期)、収穫果 (追熟および脱渋処理後を含む) および‘ル レクチエ’、「幸水」のせん定枝・落葉中の機能性物質を分析した。ポリフェノール濃度は、収穫果において、すべての果実で果皮の方が高かったが、幼果と比較すると全体的に濃度は低下する傾向にあった。‘ル レクチエ’、「幸水」では、せん定枝・落葉に関しても品種間で同程度であった。フラバン類濃度は、幼果において、「ル レクチエ」の果皮と「平核無」の果皮・果肉が高い濃度であった。収穫果では、すべての品種で果皮の方が高かったが、特に‘ル レクチエ’の果皮が高い濃度であった。これらの結果もポリフェノール濃度の結果と同じ傾向であっ

た。ラジカル消去能は、‘平核無’の幼果の果肉で高いレベルであったが、収穫果では幼果に比べ、低下する傾向にあった。‘ル レクチェ’、‘幸水’の落葉もラジカル消去能が認められた。クロロゲン酸の存在が、幼果において‘ル レクチェ’、‘幸水’の果皮・果肉、収穫果において‘ル レクチェ’、‘幸水’および‘あかつき’の果皮、果肉でも定性できた。

謝 辞 サンプル提供の御協力および御助言を頂いた新潟県農業総合研究所園芸研究センター根津 潔氏および榎田暢美氏、分析機器の操作にご協力を頂いた新潟県食品研究所知野秀次博士に深く感謝致します。

引用文献

- Ding, C., Chachin, K., Ueda, Y. and Mochioka, R. 1998. Changes in polyphenol concentrations and polyphenol oxidase activity of loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) fruits in relation to browning. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 67: 360–366.
- 東 知宏・長田恭一・相倉悦子・今坂 浩・半田正之・2013. りんご未熟果実由来ポリフェノール摂取による肥満予防作用. 食科工誌. 60: 184–192.
- 細山 浩・有賀敏明. 1998. 10 プロアントシアニン. p. 271–275. 谷村顕雄 (編) 植物資源の生理活性物質ハンドブック. サイエンスフォーラム. 東京.
- 石川祐子. 2000. 第2章. III ナシの一般成分と機能性. p. 246–249. 津志田藤二郎編. 地域農産物の品質・機能性成分総覧. サイエンスフォーラム. 東京.
- 石渡仁子・高村仁知・的場輝佳. 2003. 干柿の製造過程におけるラジカル捕捉活性の変化. 日本家政学会誌. 54: 449–456.
- 紙谷雄志・岩井和也・福永泰司・木村良太郎・中桐 理. 2009. 脱カフェインコーヒー豆抽出物の糖質分解酵素阻害活性とクロロゲン酸類の寄与. 食科工誌. 56: 336–342.
- 川口 浩・武田美鶴・田中彩華・稲吉佳緒里・杉若侑治・香口智宏・高原百合子・村上誠悟・宗澤博文・水谷房雄. 2012. 干し柿における手揉みがカキのエタノール生成と脱渋に及ぼす影響. 愛媛大農場報. 34: 11–16.
- 児島清秀. 2004. 果実のホルモン—神秘的な植物ホルモンの超微量な世界—. 新潟日報事業社.
- 児島清秀. 2008. 西洋ナシの「ル・レクチェ」—果実の成熟生理と追熟—. 農業および園芸. 83: 1069–1073.
- 児島清秀. 2019. 西洋ナシの収穫後生理・技術; ‘ル・レクチェ’ [1]. 農業および園芸. 94: 509–513.
- 近藤和雄. 1999. 専門医がやさしく教える活性酸素. PHP 研究所. 東京.
- Macheix, J.-J., A. Fleuriet and J. Billot. 1990. Fruit Phenolics. 1st ed. p. 17–126. CRC Press, Florida.
- 真部孝明. 2003. フローチャートで見る食品分析の実例—植物性食品を中心に—. p. 79–88. 幸書房. 東京.
- 間亭谷 徹・田中敬一. 2005. くだもののはたらき. 日園連. 東京.
- Matsusaka, Y. and J. Kawabata. 2010. Evaluation of antioxidant capacity of non-edible parts of some selected tropical fruits. Food Sci. Technol. Res. 16: 467–472.
- 中村 浩 (編著). 2001. 野菜の魅力. 化学工業日報社. 東京.
- 新潟県農林水産部農産園芸課. 2019. 新潟県の園芸. 新潟.
- 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. 2005. 沖縄県産果実類・野菜類のポリフェノール含量とラジカル消去活性. 食科工誌. 52: 462–471.
- 菅原哲也・五十嵐喜治. 2013. 日本ナシ果実のポリフェノールおよびラジカル消去活性の熟度による変化. 食科工誌. 60: 516–520.
- 杉浦和彦. 1998. フラボノール類. 谷村顕雄 (編) 植物資源の生理活性物質ハンドブック. p. 105–108. サイエンスフォーラム. 東京.
- 平 智. 2009. カキ果実の脱渋機序の解明ならびに長期貯蔵に関する研究. 日食保蔵誌. 35: 29–35.
- 高山侑樹・稲益和子・横山あゆ美・西田淑男・古市幸生. 2010. ニガイチゴ果実の一般成分, DPPH ラジカル消去活性および血糖上昇抑制作用. 食科工誌. 57: 483–488.
- 谷口抄子・黒田佳代・土居功一・稲田和敏・吉門直美・米田裕治・田部昌弘・柴田 高・吉田隆志・波多野力. 2007. 阿仙薬のポリフェノール性成分による品質評価. 薬学雑誌. 127: 1291–1300.
- 鶴永陽子・松本敏一・倉橋孝夫・持田圭介・板村裕之. 2006. 収穫時期の違いがカキ‘西条’の葉における機能性成分含量に及ぼす影響. 園学雑. 5: 321–324.
- 歌代景一・山田 寿. 1996. セイヨウナシ果実の発育中および追熟中におけるポリフェノール含量の品種間差異と台木の影響. 園学雑. 64: 779–786.