

新葉菜類および新品種ナスの抗酸化性機能成分

竹内 若子

Antioxidative Functional Ingredients of Three New Leafy Vegetables and a New Variety Eggplant

Wakako TAKEUCHI

緒 言

植物においては、動物にほとんど存在しない二次代謝が非常によく発達している。そして、古来よりこの植物が作り出す二次代謝産物を人間は活用してきた。たとえばそれは動物の皮をなめすためのタンニンであったり、アルカロイド系の医薬品であったり、漢方や生薬の有効成分のほとんどは二次代謝産物である。また、染料や香料、あるいは食品の酸化防止剤などとしても利用されてきており、合成化学の進歩した現代においてもこのような植物の二次代謝産物は有用物質の宝庫としての位置を保持している。このように植物性の食材中には、様々な機能性成分が含有され、それらは栽培条件や栽培品種等によっても大きく変動することが明らかにされつつある。また、機能性成分の代表でもあるポリフェノール系の抗酸化物質は、UV照射下で生育する植物自身にとっても活性酸素から自身を守り、生体系を保持する目的においても必須である¹⁾。

最近、活性酸素やフリーラジカルによるヒトでの細胞傷害や生活習慣病の予防策として、抗酸化性のビタミン類に加え、植物性食材中の抗酸化性成分に着目した研究-いわゆる食品の三次機能に焦点をあてた研究が活発に行われている²⁻³⁾。このことは、酸化ストレスによる過酸化脂質の生成や活性酸素によって引き起こされる種々の体調異常や疾病等を抗酸化成分がコントロールでき、さらには疾病予防にも寄与することが明確になったことに起因している。抗酸化物質とは、生体内で発生する活性酸素に電子を供給し、消去するものとされている。反面、活性酸素に電子を供給するために、自身は酸化されるために高濃度では、逆に酸化を促進する危険性も考えられるが、正常状態では酸化を促進することはないとされている。日常的に摂取する種々の野菜類にも様々な抗酸化物質が含有されており、それらへの多くの期待がよせられている。また、季節感を失いつつある野菜や果実類だが、ハウス栽培よりも露地栽培での生育法で、日本のような温帯系よりもさらに強い紫外線照射下で生育する熱帯系の植物の方が、抗酸化物質は量的にも多く、かつ強大でことも知られている⁴⁾。そこで本研究では、身近な食材中の新たな有効成分や機能性の検索を目的とし、研究を進めている。県内、三河地域で最近、栽培が盛んとなってきている新しいアブラナ科の葉菜類(スクマウイキ、ケール: *Brassica oleracea* var. *acephala* DC.、プチヴェール: *Brassica oleracea* L. ケールと芽キャベツとの交雑種で、学名

の詳細は不明)および新品種のトゲなしナス(試交04:2003年12月に「トゲなし紺美(こんび)」として種苗法の登録出願済み)を試料とし、これらの抽出液の総ポリフェノール含量ならびにその抗酸化性をはじめとする機能性成分やミネラル成分などの有効性について検討し、若干の知見が得られたのでその結果について報告する。

実験方法

- 1) **実験試料および実験方法**: 試料は、愛知県東三河農業研究所より供与されたスクマウイキ、ケール、プチヴェール (Fig. 1 a~c) ならびにナス (新品種トゲなし・従来種トゲあり) を用いた。このうち葉菜類では、特にスクマウイキを中心に、以下の実験を実施した。また、従来のトゲありナス(千両ナス: Fig. 2 a)とオランダ産との交配種で新品種トゲなしナス(試交04: Fig. 2 b)について、生育ステージ・栽培法(ハウス栽培と露地栽培)とで比較・検討した。



Fig. 1a 「Sukumauiki」



Fig. 1b 「Kale」



Fig. 1c 「Petitvert」



Fig. 2a 「トゲあり:千両ナス」
Prickle(+)



Fig. 2b 「トゲなし:試交04」
Prickle(-) 「紺美」

- 2) **総ポリフェノール成分の測定**: 既報⁵⁾に準じ、生育ステージおよび栽培法のちがいに基づく総ポリフェノール量の測定はFolin-Denis法により測定した。クロロゲン酸を標準物質として作成した検量線より算出した。
- 3) **アスコルビン酸の測定**
細刻したそれぞれの葉菜類の中から、4 ~ 5 g を精秤し、直ちに氷冷した5%メタリン酸溶液を加えて磨砕・抽出後、冷却遠心(10,000 rpm × 5 min.)した。この上清より一定量を取り、ヒドラジン比色法で測定した。
- 4) **抗酸化活性の評価: a), b) の二法によった。**
a) 既報⁵⁾に準じ、500 μM DPPH-エタノール溶液によるラジカル捕捉活性を比色法(517 nm)にて測定した。
b) ヒポキサンチン-キサンオキシダーゼ系で生成させたスーパーオキシドアニオンラジカル

(O_2) と反応する発光試薬 (MPEC) を用い、ルミネッセンサー (アトー社製) による発光法によって測定した。本法による値は、上記のDPPH-ラジカル捕捉活性と区別する意味において以下、スーパーオキシドアニオンラジカル消去活性として示すこととした。

5) 新葉菜類のミネラル成分の定量

葉菜類を乾式灰化 (550) 後、1 % 塩酸溶液とし、亜鉛 (Zn) は原子吸光法で、リン (P) はバナドモリブデン酸吸光法で、カルシウム (Ca) はEDTA-キレート滴定法により分析した。

6) 胃内ゾンデ投与法によるラット血清の抗酸化性

プチヴェール (凍結乾燥品) 溶解液の一定量 (ヒト: PP量として20 mg/kg相当量分を胃内ゾンデ法でラットに投与後、一定時間ごと (15分、30分、60分、90分) にエーテル麻酔下で門脈採血した。これより血清を分離後、上記の2法によって抗酸化活性を測定した。なお、コントロールは、生理食塩水を等量投与したものとした。

結果および考察

- (1) 新しいアブラナ科の葉菜類のスクマウイキ、ケール、プチヴェール中のFolin-Denis法での総ポリフェノール量は、Fig. 3に示した。個体差はみられたが、新鮮重量100 gあたり、おおよそ500 ~ 600 mgであった。現在、アブラナ科の野菜では含硫化合物のイソチオシアネート類が注目されているが、これらの葉菜類には辛味や刺激はなく、ミロシナーゼ活性の弱いものである。一方のナスは、いずれの生育ステージにおいても新品種のトゲなしで高い傾向がみられ、ことに早穫りでは顕著に高い値を示した (Fig. 4)。また、データは示していないが、水溶性抗酸化ビタミンのアスコルビン酸量は、いずれの生育ステージでも露地栽培の方がハウス栽培

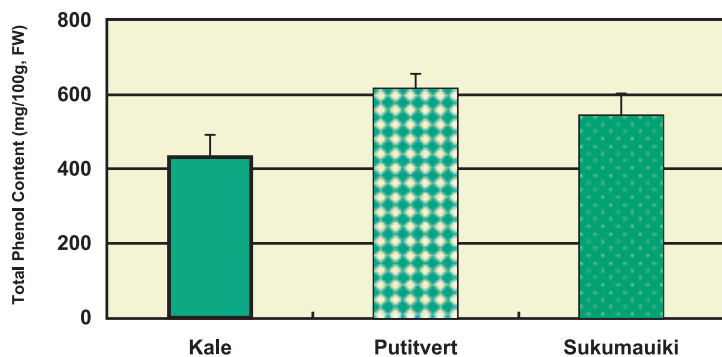


Fig. 3 Total Phenolics in three leafy vegetables by Folin-Denis Method

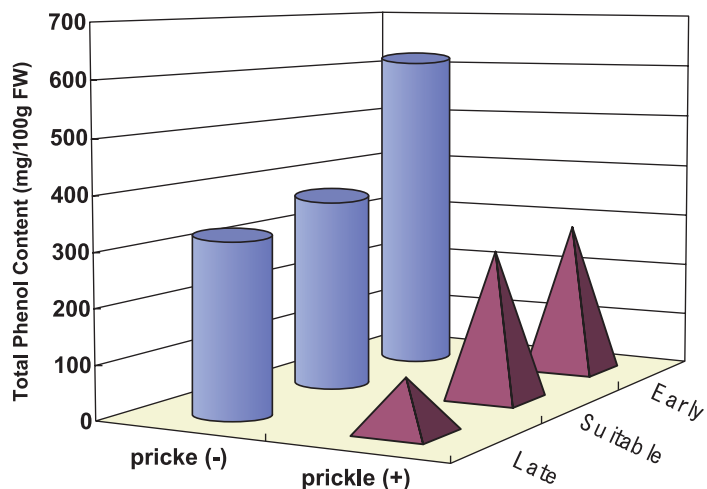


Fig. 4 Total Phenol Content in Eggplant by Folin-Denis Method

培よりも高く、平均的には140 mg/100g f.w.であった。

- (2) 葉菜類での両抗酸化活性の結果は、Fig. 5 に、また、ナスは、Fig. 6 a、bに示した。いずれも生育ステージのちがいとあわせ、露地栽培で高い消去活性を認めた。トゲなしナスは、従来品種のトゲありナスよりも高い抗酸化活性がみられた。なかでも少し早めに収穫したトゲなしでは、顕著な差を確認した。このようにトゲなしナスは、収穫時の利便性のみならず、

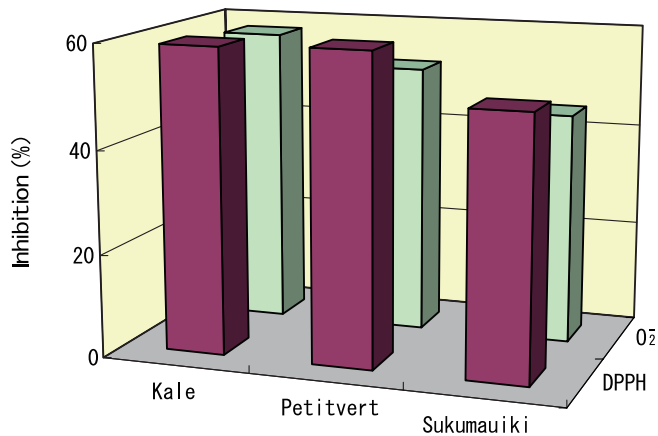


Fig. 5 Antioxidant Activity of Leafy Vegetable Extracts

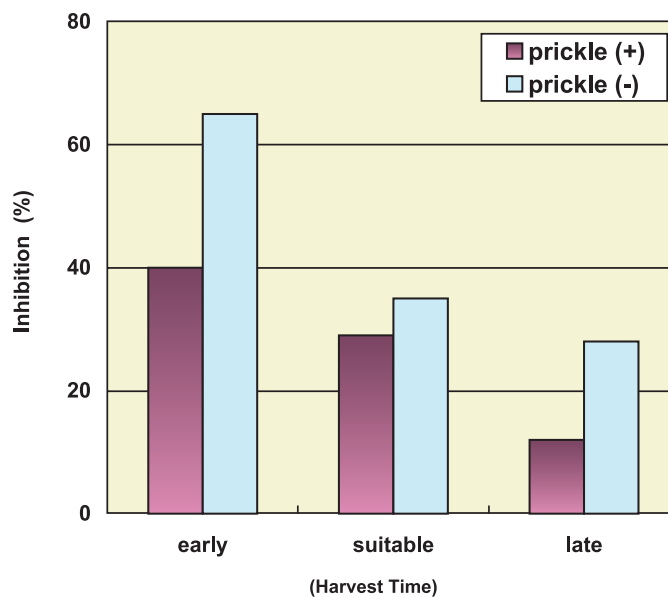


Fig. 6a) Antioxidant Activity of the eggplants by Luminescence Method

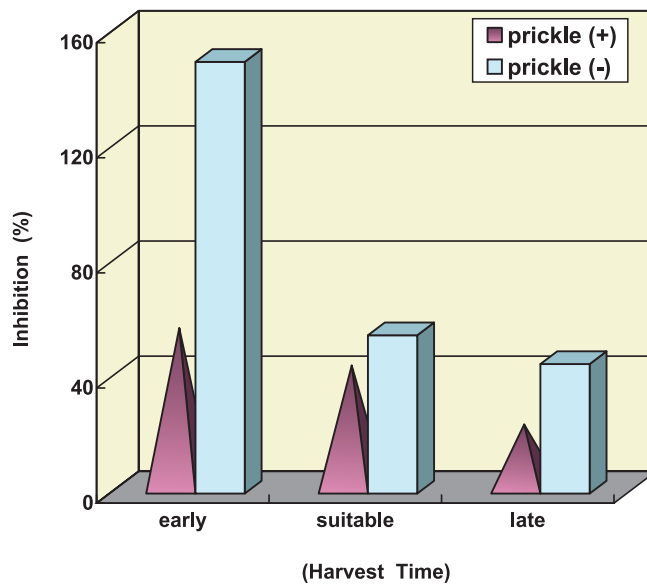


Fig. 6b) DPPH-Radical Scavenging Activity from eggplant.

高い抗酸化性とともに、すでに同農業研究所でプロファイル法によって従来種（トゲあり種）と比較した結果、食味上也優れており、収穫後の日持ちの良さでも高く評価されている。

- (3) 葉菜類のうち、プチヴェールの吸収効率をみたラットへの投与実験の結果は、Fig. 7 のとおりであった。投与後、約15分後の血清で最も高い抗酸化性（発光法による活性酸素の消去

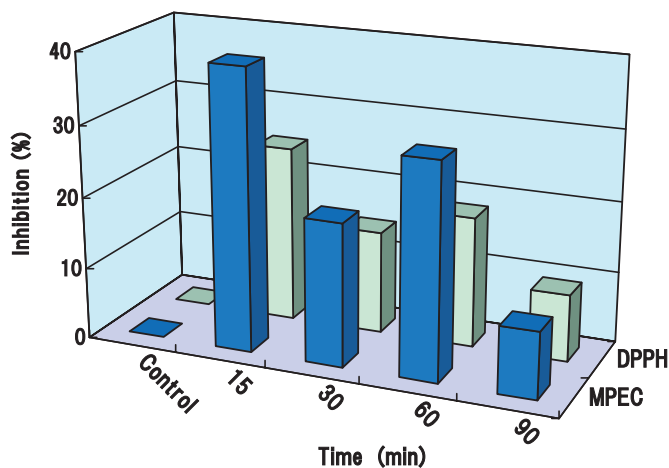


Fig. 7 Effect of Feeding of Petitvert on Serum Antioxidant Level of Rat

活性)が見られたことから、血中への取り込みは比較的速いのではないかと推察された。しかしながら、60分で再び上昇傾向を示したことから、その再現性をさらに検討しなければならないと考えている。

- (4) 葉菜類のミネラル成分のうち、ことにCaやZn含量については他の葉物野菜類にはみられない高い値であった (Fig. 8)。ミネラル成分は、生育中の土壌成分の影響も大きいと考えられていることから、今後、土壌成分の分析も必要となろう。いずれにしても、味覚障害をきたす若者や高齢者の漸増化やストレス増大化のなか、Znの摂取量やアンチストレスエレメントとしてのCaの摂取量の必要性は大で、そういった意味からも有効性の高い葉菜類ではないかと考えられた。

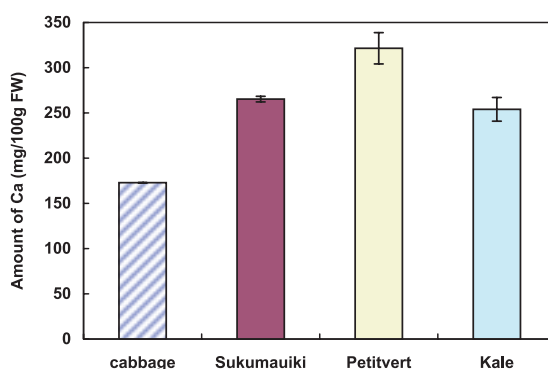


Fig. 8a) Amount of Ca in Leafy Vegetables by EDTA Chelata Titration Method

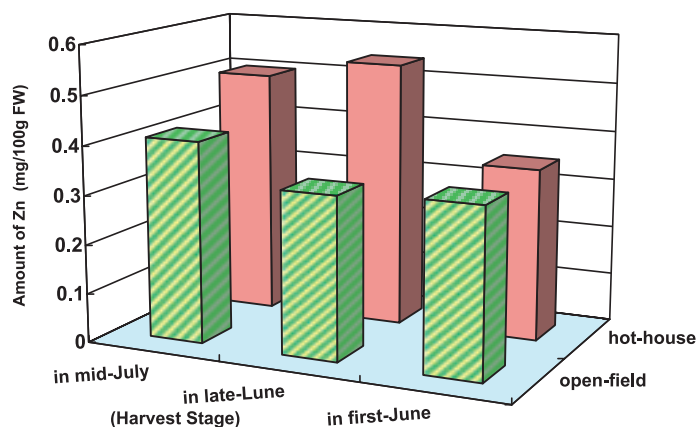


Fig. 8b) Amount of Zn in Sukumauiki by Atomic Absorption Spectrometry Method

要 約

新葉菜類（スクマウイキ、ケール、プチヴェール）ならびに新品種のトゲなしナス（試交04）を用い、総ポリフェノール量や抗酸化活性等を測定した。また、ミネラル成分（Zn, Ca, P）やアスコルビン酸量についても測定し、以下の結果を得た。

- (1) 試料とした新葉菜類は、原品種のキャベツよりもポリフェノール成分、アスコルビン酸量ともに多く含有しており、*in vitro*での高いラジカル捕捉活性とともにCa, Zn含量も多く、機能性の高い葉物野菜であることが分かった。
- (2) 抗酸化活性の評価は、DPPH-ラジカル比色法とスーパーオキシドアニオンラジカル消去法（発光法）でみた結果、いずれもポリフェノール量依存的ではあったが、葉菜類でのポリフェノール成分との相関性(r)をみた結果、DPPH-ラジカル捕捉活性では $r = 0.580$ 、スーパーオキシドアニオンラジカル消去活性では、 $r = 0.621$ であった。
これに対し、新品種のトゲなしナス（果肉）では、それぞれ $r = 0.932$ と $r = 0.904$ であった。
- (3) 新品種のトゲなしナス（果肉）中のポリフェノール含有は、トゲありの従来種と比較すると2～3倍も高値で、抗酸化性も有意に高いことが分かった。また、同農業研究所からの報告で、食味ならびに収穫後の日持ちの良さでも優れていることを知った。
- (4) プチヴェールの凍結乾燥品によるラットの胃内ゾンデ投与後、一定間隔で門脈採血し、その血清の抗酸化性をみた結果、これらの葉菜類のポリフェノール成分の血中への取り込みは、比較的早い（約15分）ことも示唆された。

謝 辞

本研究の遂行にあたっては、研究費の一部を平成16年度特別研究助成（共1602）を受けて行われたことと、平成16年度名古屋女子大学 食物栄養学科 卒論生の鈴木 香緒里、加古 真利子、箭吹 ふみ子、松浦 麻乃各位による共同の成果であることを記し、感謝の意を表します。また、本報告の一部については、平成16年度 日本食品科学工学会中部支部大会（2004年10月30日、名古屋）において口頭発表した。

文 献

- 1) 合田 幸広：天然食品添加物を含む植物、植物細胞工学，6，2，98～108，秀潤社（1994）
- 2) 大澤 俊彦・川岸 舜朗：食品の生体調節機能，千葉英雄監修，p79，学会出版センター（1992）
- 3) Smith, J. L. and Stanley, D.W., : J. Food Biochem., 13, 271（1989）
- 4) 村上 明・森光 康次郎：食と健康，p103～106，丸善株式会社（2002）
- 5) 竹内 若子，大橋 千浩，木学 量子，角野 史佳，平井菜穂子：名古屋女子大紀要，50，53-58（2004）

- 6) 玉川 幸司ほか：大麦糠ポリフェノール抽出物の抗酸化能と食品への応用，日本食品保蔵科学会会誌，25，271-276 (1999)

Abstract

We measured some minerals (Ca, Zn and P), the amounts of polyphenol, and the antioxidant activities in three kinds of a new leafy vegetables, Sukumauiki, Kale and Petitvert, a new variety of eggplant.

The contents of each polyphenol and L-ascorbic acid were high in all three new leafy vegetables, and the zinc (Zn) and calcium (Ca) contents were also high. It was suggested that the polyphenol ingredients in these new leafy vegetables are absorbed in to the blood comparatively rapidly.

A new variety of eggplant (no prickles, named "Konbi," incomparision with the conventional variety), had two- or three-fold more polyphenolic compounds .

The correlation of the content of polyphenol and antioxidant activity of the new variety of eggplant was 0.932 (DPPH-radical scavenging activity) and 0.904 (super oxide anion radical scavenging activity), respectively. The eggplant was found to be tasty and it was also highly preservable.