

薬膳で使用する健康食材の抗酸化力およびポリフェノール量

遠藤 美智子¹ 和田 俊子² 中島 滋³

三澤 朱実¹ 井上 節子³

近年、東洋医学の中医学理論に基づいた食養生や薬膳が注目されている。薬膳はヒトの体調、体質、時などに合わせ食材を食事に取り入れ、欧米でも補完・代替医療で広く行われている。一方、抗酸化食品には、ポリフェノール等の抗酸化成分が含まれ利用されている。本研究では、薬膳で使用する健康食材の抗酸化力、総ポリフェノール量について調べた。その結果、抗酸化力はサンザシの熱水、80%エタノール抽出物が最も高かった。加熱温度の抗酸化力の変化では、サンザシ、クコが200℃でそれぞれ5209 $\mu\text{mol/L}$ 、1605 $\mu\text{mol/L}$ 、チンピ、ナツメが180℃でそれぞれ2832 $\mu\text{mol/L}$ 、816 $\mu\text{mol/L}$ 、クワは室温で1819 $\mu\text{mol/L}$ と抗酸化力が最大であった。総ポリフェノール量はサンザシが熱水抽出、ナツメが80%エタノール抽出で高値であった。このように加熱、抽出方法により食材に含まれる抗酸化力が異なることが示された。

キーワード：薬膳 健康食材 抗酸化食品 ポリフェノール

1. 緒言

薬膳は、古来より医食同源（薬食同源）を基調とした食であり、人の体調、体質、生活環境、性別、年齢ならびに季節等に合わせて、本来食材のもつ効能を生かして選択し処方する食事法である。この食事は、必ずしも生薬が入っていなければならないものではなく、身体に良い効果を与え、味、色、香りなどの良い、おいしい食事を指している^{1, 2)}。近年、予防医学の観点から東洋医学における中医学理論に基づいた薬膳や食養生といった食事が、未病から病気への移行を防ぐ可能性が注目されている³⁻⁶⁾。未病とは、病気ではないが健康ともいえない状態をいう。未病という言葉自体は最も古い漢方医学の古典「黄帝内経素問」などにみられ、事前に病気の発症を知り未然に防ぐこととされる⁵⁾。1997年の厚生白書では、未病の概念について、健康の程度が低下すると疾病になりやすいと報告されている⁷⁾。予防医学の観点から疾病の発症につながらないように予防、改善することが期待される。薬膳で 사용되는生薬は、生体酸化ストレス、酸化的障害などにより起こると考えられる疾病、認知症等の原因となる活性酸素を消去する成分をもつことが知られている⁸⁾。

体内酸化は、生体内で生成される抗酸化酵素によって防御されることや⁹⁾、また、抗酸化成分を含む健康食品の摂取が過酸化脂質の生成を抑制、酸化ストレスを軽減すること等が、動物や臨床実験で報告されている¹⁰⁻¹²⁾。抗酸化酵素は、加齢とともに減少するため、日常的に活性酸素を消去する抗酸化成分

1 東京家政学院大学現代生活学部食物学科

2 薬膳健康づくり研究会

3 文教大学健康栄養学部管理栄養学科

を含む食品の摂取が有効である可能性がある。

本研究では、薬膳で使用する健康食材の抗酸化力および総ポリフェノール量とその働きについて調べ、日常の食生活に取り入れる方法について検討を行った。

2. 試料および実験方法

2-1 試料

抗酸化成分を含む食品には、果皮の色素成分としてアントシアニンやカロテノイドなどが知られている。薬膳で使用する健康食材のなかで、果皮の色が顕著な健康食材5種、枸杞子（クコ）、桑の葉（クワ）、陳皮（チンピ）、山楂子（サンザシ）、大棗（ナツメ）を試料とした（図1）。クコは、ナス科の落葉低木で日本に広く分布し、ペクチン質多糖などを主とした糖質を含み、ビタミン類およびミネラル成分も有している¹³⁾。動物実験では、抗アルツハイマーや抗老化¹⁴⁾、大腸炎モデルマウスによる抗炎症¹⁵⁾、糖尿病マウス網膜のミトコンドリア新生の亢進¹⁶⁾などが報告されている。クワは、落葉性の高木で血糖値上昇抑制¹⁷⁻¹⁹⁾、脂質代謝改善の可能性が報告されている²⁰⁾。チンピは、ミカン科の成熟した温州みかんの果皮を乾燥させ、薬膳料理に利用されている。抗酸化、ラジカル消去活性があり認知症にも効果が期待される²¹⁻²³⁾。サンザシは、バラ科の落葉低木で、消化不良や整腸の目的で使用されているが²⁴⁾、果実の種類も多く、 β -カロテンや有機酸、ペクチン、ポリフェノール等が多い^{25, 26)}。また、中性脂肪低下作用も報告されている²⁷⁾。ナツメは、クロウメモドキ科の落葉高木で、健康補助食品として食されている。炎症性サイトカイン、神経栄養因子や抗酸化酵素の発現調節に関与していることが報告されている^{28, 29)}。これらの食品は、疾病に関与する機能を有し、培養細胞や動物実験が国内外で研究が活発になりつつあることが報告され注目されている³⁰⁾。抗酸化成分の代表的な成分として知られるポリフェノールは、コーヒーや緑茶、ワイン、野菜ジュース、ココア等、さまざまな食品に含まれ、疾病リスクを減少させると報告されている³¹⁾。これらの生薬食材はハイスピードミル HS-20（ラボネクト株式会社、大阪）を用いて3分間粉碎しパウダー化したものを試料とした。5種の試料は、桑榆堂薬局（東京）より購入した。



図1. 薬膳で使用する健康食材

ナツメ（左上）、チンピ（右上）、クワ（中央）、サンザシ（左下）、クコ（右下）

2-2 抗酸化力の測定および総ポリフェノール量の定量

抗酸化力測定については、80%エタノール（和光純薬、大阪）を添加し、シェーカーで10分間振とう抽出を行った。その後、遠心分離（8000rpm、4℃、10分）を行い、上清を採取した。これを2回繰り返し脂溶性抗酸化測定試料とした。残渣に超純水を入れ、上記と同様に抽出を行い、遠心分離、上清を採

取し水溶性抗酸化測定試料とした。

ポリフェノール量の測定では、熱水、80%メタノール（和光純薬、大阪）を用いて抽出を行った。総ポリフェノール量は参考文献³²⁾に準拠して測定を行った。熱水、80%メタノールを用いて抽出を行った。シェーカーで振とう抽出を行った後、遠心分離（8000rpm、4℃、10分）を行い、上清を採取した。食材から抽出した溶液を1ml採取、10%フェノール試薬溶液（和光純薬、大阪）を5ml添加し混合後、5～8分間、常温で静置した。そこに、7.5%（w/v）炭酸ナトリウム溶液（キシダ化学、大阪）を4ml添加してよく混合し60分ふたたび静置した。その後、分光光度計（UV-160A（株）島津製作所）を使用して、765nmの吸光度を測定し、標準として没食子酸標準溶液（和光純薬、大阪）を調製し、10 μ g/ml - 50 μ g/mlの検量線を用いて総ポリフェノール量を求めた。

2-3 キットとDPPH法による抗酸化力の測定方法

抗酸化能測定キット（Potential Anti-Oxidant (PAO) 日研ザイル（株））を使用して、抗酸化力の測定をした。食材の試料溶液に、サンプル希釈液を390 μ l添加し試料とした。96ウェルプレートにそれぞれ200 μ lずつ分注し、プレート専用遠心機 Plate Spin II（久保田商事株式会社）にて脱気した後マイクロプレートリーダー（バイオラッド ラボラトリーズ、東京）で吸光度（490nm）を測定した。Cu²⁺試薬液を50 μ lずつ添加して混和し、室温で3分間放置した。反応停止液50 μ lを添加し混和、再び脱気後に吸光度（490nm）を測定した。反応後の吸光度から反応前の値を差し引いて測定値とした。

DPPH（1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl）法により試料のラジカル消去能を測定した。DPPH（東京化成、東京）にメタノール10ml加え、5mM DPPH溶液を調製した。測定試料100 μ lにメタノールを4.9ml添加し5mM DPPH溶液を100 μ l入れ混合した後、25℃で10分間反応させた。メタノールを対照として、517nmで吸光度を測定、DPPHラジカル消去活性をTrolox当量（mmol TE）として算出した。

2-4 食材の加熱による抗酸化力の測定

健康食材の加熱による抗酸化力への影響を検討した。加熱温度は常温、170℃、180℃、200℃の4段階とした。試験管に入れた試料液を170℃に予熱したオープンレンジに入れて5分間加熱した後、粗熱を取り測定に供した。

2-5 統計解析法

統計解析では、エクセル統計アドインソフト Statcel 4を用いて、平均値の差の検定、2元配置の分散分析、相関係数の有意差検定を行い、有意水準5%として有意差を求めた。

3. 結果

3-1 食材中の総ポリフェノール量

総ポリフェノールの測定結果を表1に示す。熱水およびエタノール抽出による総ポリフェノール量に有意に高値であった。熱水抽出の中ではクコが326 μ g/ml、クワが117 μ g/mlと有意に低値となったが、その他の食材では、チンピが458 μ g/ml、サンザシが440 μ g/mlならびにナツメが461 μ g/mlで高値となった。80%エタノール抽出では、クコが498 μ g/ml、クワが122 μ g/mlと有意に低値、ナツメが972 μ g/mlと高値であった。各試料間に有意差は認められなかった。

表1 食材中の総ポリフェノール量

	熱水抽出 ($\mu\text{g/ml}$)	80%エタノール ($\mu\text{g/ml}$)
クコ	326	498
クワ	117	122
チンピ	458	425
サンザシ	440	462
ナツメ	461	972

各食材の総ポリフェノール量は抽出による有意差あり (2元配置分散分析による $p < 0.001$)

3-2 食材の DPPH 法による活性酸素消去能

食材の DPPH 法による抗酸化力の結果を表2に示す。抽出法の違いによって活性酸素消去能には大きな変化は見られなかった。ただし、サンザシの水抽出物と80%エタノール抽出物の活性は、熱水抽出物の約2倍を示した。

表2 食材の DPPH 法による活性酸素消去能

	水抽出 (TEmmol/g)	SD	熱水抽出 (TEmmol /g)	SD	80%エタノール 抽出 (TEmmol/g)	SD
クコ	460	0.006	484	0.006	482	0.015
クワ	393	0.011	554	0.011	474	0.003
チンピ	519	0.015	445	0.015	499	0.013
サンザシ	465	0.005	214	0.005	399	0.009
ナツメ	539	0.009	515	0.009	461	0.002

各抽出の違いによる、活性酸素消去能には有意差はなかった (2元配置分散分析)。

熱水抽出ではサンザシが有意に低値であった ($p < 0.01$)。

80%エタノール抽出ではサンザシが有意に低値であった ($p < 0.01$) SD: 標準偏差 (n=3)。

3-3 銅を使ったキットによる、食材加熱温度による抗酸化力測定

食材加熱温度による抗酸化力の PAO キットによる測定結果を図2に示した。中国料理では生薬食材もよく使われ、その調理法では油を多く使用して高温の状態での調理される技法が多い。そのため、加熱温度を設定し加熱による抗酸化能を測定した。加熱温度による抗酸化力の有意差は無かった (2元配置分散分析)。クコは温度によるピアソン相関係数の検定結果が示され ($p = 0.027$)、相関が認められた。加熱しない時の抗酸化力については表3に示した。食材1g当たり、サンザシ4728 $\mu\text{mol/L}$ 、チンピ2718 $\mu\text{mol/L}$ 、クワ1819 $\mu\text{mol/L}$ 高値で、クコ868 $\mu\text{mol/L}$ ならびにナツメ692 $\mu\text{mol/L}$ が低値であった。今回、室温での総ポリフェノールおよび DPPH による抗酸化について確認したが、有意な差は見られなかったことから測定方法の違いによる比較は行わなかった (データ未掲載)。

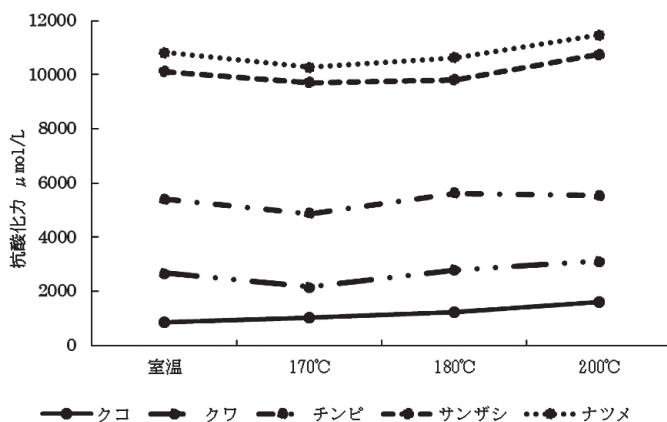


図2 食材加熱温度による銅キットによる抗酸化力の変化

加熱温度による有意差は無し（繰り返しの無い2元配置分散分析）。クコのみ、温度によるピアソン相関係数の有意性があった ($p=0.027$)。

表3 食材中の銅の抗酸化キットに対する抗酸化力

	銅の抗酸化力 ($\mu\text{mol/L}$)	SD
クコ	868	0.033
クワ	1819	0.089
チンピ	2718	0.010
サンザシ	4728	0.016
ナツメ	692	0.021

SD:標準偏差 (n=2)

4. 考察

クワは、アントシアニンのポリフェノールが含有されていること、又、血糖値上昇抑制、脂質代謝改善の可能性が報告されている。ポリフェノール測定の標準としている没食子酸は、フェノール性の水酸基(-OH)が3個あり、それが定量の基準となっている。アントシアニンもフェノール性水酸基を3個持っているのでポリフェノール量の定量には適している事が考えられる。そのことから考えて、クワにはポリフェノールが少ない事が考えられた。

ナツメの80%エタノール抽出による測定試料は、有意に総ポリフェノール量が高値であったことは、フェノール性の水酸基(-OH)を多く持っている事が考えられた。また、水酸基(-OH)以外の官能基について考えると、エタノールに可溶性のある脂溶性官能基がポリフェノールに存在する可能性が考えられた。このことから、エタノールで抽出した試料の総ポリフェノール量が高値になったと考えられた。Koleyら³³⁾はナツメの総ポリフェノール量がおおよそ172~329mg/100gと報告しており、今回の結果と類似していた。また、Wojdylo Aら³⁴⁾によると、総ポリフェノール量は3432mg/100gであったと報

告している。このことは、試料の品種や測定条件等が異なっていることが考えられた。

食材の DPPH 法による活性酸素消去による抗酸化力の結果を表 2 に示した。全食材で抽出法の違いによる抗酸化力には有意差が無かった。しかし、サンザシが熱水抽出と 80%エタノール抽出で有意に低値だった。また、ポリフェノール濃度が高かったが、DPPH 法では抗酸化力が低値であった。このことは、DPPH 法ではラジカルの消去量で抗酸化力を評価して、さらにフェノール性の水酸基 (-OH) について、カテコール構造 (2 個の OH 基) よりピロガロール構造 (3 個の OH 基) を持っている、高い値になる事がわかっている³⁵⁾。そのため、サンザシはカテコール構造を多く持ち、ピロガロール構造が少ないため抗酸化力が低値になった事が考えられた。石ら²⁵⁾の報告では、総ポリフェノール量は 171 ~ 769mg/100g と種類によって異なっていた。このことは、試料が果実を使用していることや栽培場所、収穫時期などが関係しているのではないかと考えられた。

PAO キットによる抗酸化力の測定結果については、食材 1g 当たり、サンザシは他の食材と比べて高く、クコならびにナツメが低値であった。このことは、DPPH 法ではラジカルに結合して消去する力を抗酸化力として評価しているが、キットでの測定では、 Cu^{3+} から Cu^{2+} に電子を与え、還元する力を抗酸化力としているので、抗酸化力の測定方法が異なっている。そのため、キットの測定では電子を与えるが、ラジカルに結合して、ラジカルを消去する働きが小さいポリフェノール構造を持っている事が示唆された。

PAO キットの、食材加熱温度による抗酸化力の測定結果については、クコを除いて加熱温度による抗酸化力の有意差は無かった。クコは温度による相関が示された。このことは、クコはビタミン C 配糖体の L-アスコルビン酸 2- β -グルコシドが多く含有されているが^{36, 37)}、ビタミン C とは異なり、熱にも安定なことが示された。クコは DPPH 法では OH 基を持っているので、高い抗酸化力が確認されたが、PAO キットでは低値であった。このことは、ビタミン C 様の働きをすれば、銅の還元作用に働く事が考えられるが、低値であった事から、働きが無く配糖体の構造であった事が考えられた。薬膳で 사용되는食材に関しては多くの構造について報告が少なく不明な事が多い。今後、健康食材の抗酸化作用のメカニズムについてもさらに調べる必要がある。

5. 結語

本研究では、薬膳で使用する健康食材の抗酸化力、総ポリフェノール量について調べた。その結果、食材間の抗酸化力に有意な差はみられなかったが、サンザシの抗酸化力は熱水、80%エタノール抽出において最も高かった。DPPH 法による抗酸化力の結果では、サンザシの 80%エタノール抽出物の活性は熱水抽出物の約 2 倍を示した。加熱後の抗酸化力は、クコが温度による相関が認められた。総ポリフェノール量はチンピ、サンザシ、ナツメが 80%エタノール抽出と比べ有意に高値となり、クコ、クワが熱水抽出に比べ有意に高値となった。温度や抽出方法などの組み合わせによって抗酸化力が変化するため、さらに検討する必要があると考えられた。

6. 謝辞

本研究は、平成 30 年度東京家政学院大学若手研究者研究助成を受けて遂行致しました。遂行するにあたり、ご協力を賜りました文教大学健康栄養学部の諸先生方、助手の皆様様に深謝致します。また、研究に関わる関係各位のご協力に対し感謝致します。

7. 利益相反

本研究は、利益相反に相当する事項はない。

8. 引用文献

- 1) 丁宗鑑：未病－東洋医学の立場から．東京未病研究会雑誌 3:14-18 (1995)
- 2) 大西孝司, 逸見真理子, 高澤卓子, 林宏一, 鷹井清吉, 野口衛：四疾患に効果があると考えられる薬膳の効能・効果の評価について－東洋医学の観点と西洋医学の観点からの実証－．ノートルダム清心女子大学紀要 39:9-21 (2015)
- 3) 諭静：薬膳の新たな展望 薬膳学の基本的な考え方から新たなエビデンスへ～サンショウ（山椒）の薬効と応用例として～．日本栄養士会雑誌 60(10):14-17 (2017)
- 4) 邱紅梅：薬膳の新たな展望 薬膳の考え方と食養生の実践～西洋医学、日本の伝統的食文化との融合へ～．日本栄養士会雑誌 60(11):14-17 (2017)
- 5) 田中耕一郎, 吉田雅, 鷺澤尚宏：薬膳の新たな展望 東洋医学的薬膳の治療的介入．日本栄養士会雑誌 60(12):14-17 (2017)
- 6) 王靈芝, 大野ゆう子, 王彩靈：未病治の観点に基づく精神的ストレスの内臓, 気血への影響および疾病－中医学古典文献に基づく検討－．日本未病システム学会雑誌 12(1):98-100 (2006)
- 7) 厚生労働省：平成9年版「厚生白書」第2章 生活習慣病 2「生活習慣病」導入の意義 HP.
https://www.mhlw.go.jp/toukei_hakusho/hakusho/kousei/1997/dl/04.pdf 2018/6/7.
- 8) 寺尾純二：参加ストレスを制御する食品機能成分の活性発現機構に関する統合研究．日本栄養・食糧学会誌 Vol.68, 1, 3-11 (2015)
- 9) 吉川敏一, 五十嵐脩, 糸川嘉則：フリーラジカルと疾病予防．建帛社, 東京, 1-183 (1997)
- 10) 井上節子, 今野千尋, 遠藤美智子, 中島滋, 長岡功：タマネギ外皮の摂取がマウス脳中の過酸化脂質濃度に及ぼす影響．日本機能性食品医学会誌 Vol.10, No.2, 81-88 (2016)
- 11) 杉浦春雄, 西田弘之, 岩田弘敏：エゾウコギ投与がマウス骨格筋酸化系酵素活性およびスーパーオキシドジスムターゼ活性と組織中の過酸化脂質に及ぼす影響．体力力学 41, 304-312 (1992)
- 12) Jae-Hak Moon, Ritsuko Nakata, Syuji Oshima, Takahiro Inakuma, Junji Terao Accumulation of quercetin conjugates in blood plasma after short-term ingestion of onion by women. *Am J Physiol Regulatory Integrative Comp Physiol.* 279, 461-467 (2000)
- 13) 泰小明, 加藤宏治, 山内亮, 相沢宏一, 稲熊隆博：クコ果実の多糖成分について．岐阜大学農学部研究報告 第64号, 83-88 (1999)
- 14) Zheng-Qun Zhou, Hong-Xia Fan., Rong-Rong He., Jia Xiao., Bun Tsoi., Kang-Hua Lan., Hiroshi Kurihara., Kwok-Fai So., Xin-Sheng Yao., Hao Gao. Lycibarbarspermidines A-O, new dicaffeoylspermidine derivatives from wolfberry, with activities against Alzheimer's disease and oxidation. *J. Agric. Food Chem.* 64: 2223-2237 (2016)
- 15) David Philippe., Viral Brahmabhatt., Francis Foata., Yen Saudan., Patrick Serrant., Stephanie Blum., Jalil Benyacoub., Karine Vidal. Anti-inflammatory effects of Lacto-Wolfberry in a mouse model of experimental colitis. *World J Gastroenterol.*, 18(38):5351-5359 (2012)
- 16) Huifeng Yu., Logan Wark., Hua Ji., Lloyd Willard., Yu Jaing., Jing Han., Hui He., Edlin Ortiz., Yunong Zhang., Denis M Medeiros., and Dingbo Lin. Dietary wolfberry up-regulates carotenoid metabolic genes and enhances mitochondrial biogenesis in the retina of db/db diabetic mice. *Mol Nutr Food Res.* 57(7):1-23 (2013)
- 17) 木村俊之： α グルコシダーゼ阻害作用を有する桑葉の糖尿病予防食素材への可能性．日本食品科学工学会誌：Vol.57, No.2, 57-62 (2010)
- 18) 木戸和貴子, 吉川友佳子, 中村衣里, 橋本ゆかり, 戸根瑛美, 松浦寿喜：市販されている桑の葉健康食品の血糖上昇抑制作用の比較．日本食品化学学会誌 19(3):18-190 (2012)
- 19) 阿武尚彦, 田村幸一, 大野弘美, 富裕孝：桑 (*Morus alba* L.) 葉エキスのマルターゼ, スクララーゼおよび α -アミラーゼ阻害作用について．日本食品保蔵学会誌 30(5):223-229 (2004)
- 20) 古庄律, 任良懌, 野口有希, 安原義, 天野良英, 片岡榮子：自然発症ならびに実験的糖尿病ラットにおける血糖制御,

- 脂質代謝および細胞性免疫能に及ぼす桑葉添加食摂取の影響. 日本食品保蔵科学会誌 Vol.30, No.6, 271-276 (2004)
- 21) Higashi-Okai, K., Ishikawa, A., Yasumoto, S., Okai, Y. Potent antioxidant and radical-scavenging activity of chenpi-compensatory and cooperative actions of ascorbic acid and citric acid. J UOEH., 31(4):311-324 (2009)
- 22) 山國徹：漢方生薬陳皮成分 nobiletin の抗認知症作用. 日本統合医療学会誌 1(1):60-63 (2008)
- 23) 関隆志：みかんの皮でアルツハイマー病が良くなる？アルツハイマー病の認知機能障害に対する N 陳皮の臨床効果. 日本薬理学雑誌 145, 234-236 (2015)
- 24) 桑原秀明, 栗林剛, 大澤克己, 高波修一：県内産サンザシの成分特性. 長野県食品工業試験場研究報告 第 31 号, 29-32 (2003)
- 25) 石嶺, 田中彰, 田中常雄, 佐藤孝夫, 鈴木卓, 大澤勝次：東アジア原産サンザシ属 (Crataegus) 3 種における果実内化学成分の特徴. 応用糖質科学 45 巻 1 号, 27-32 (1998)
- 26) 李掩平, 山内亮, 加藤宏治：サンザシペクチンの分画とその性状. 応用糖質科学 45 巻 1 号, 27-32 (1998)
- 27) 張衛寧, 川端輝江, 長谷川恭子, 斎藤節生：サンザシの脂質代謝に及ぼす影響. 女子栄養大学紀要 Vol.30 51-58 (1999)
- 28) Jianping Chen., Crystal Y.Q.Du., Kelly Y.C.Lam., Wendy L.Zhang., Candy T.W.Lam., Artemis L.Yan., Ping Yao., David T.W.Lau., Tina T.X.Dong., Karl W.K Tsim The standardized extract of ziziphus jujuba fruit (jujube) regulates pro-inflammatory cytokine expression in cultured murine macrophages: suppression of lipopolysaccharide-stimulated NF- κ B Activity Phytother. Res. 28:1527-1532 (2014)
- 29) Jianping Chen., Artemis L.Yan., Kelly Y.C.Lam., Candy T.W.Lam., Ning Li, Ping Yao., Aizhen Xiong., Tina T.X.Dong., Karl W.K Tsim A chemically standardized extract of ziziphus jujuba fruit (jujube) stimulates expressions of neurotrophic factors and anti-oxidant enzymes in cultured astrocytes. Phytother. Res. 28:1727-1730 (2014)
- 30) 寺尾純二：抗酸化食品の健康増進効果の科学的根拠—抗酸化機能は体を良くするか？—. 四国医学雑誌, 58 巻, 4-5 号, 184-188 (2002)
- 31) Fukushima Y., Ohie T., Yonekawa Y., Yonemoto K., Aizawa H., Mori Y., Watanabe M., Takeuchi M., Hasegawa M., Taguchi C., Kondo K. Caffe and green tea as a large source of antioxidant polyphenols in the Japanese population. J. Agric. Food Chem., Vol.57, No.4 (2009)
- 32) Determination of substances characteristic of green and black tea —Part 1: Content of total polyphenols in tea — Colorimetric method using Folin-Ciocalteu reagent (ISO 14502-1:2005)
- 33) Tanmay Kumar Koley., Charanjit Kaur., Shweta Nagal., Shweta Walia., Seema Jaggi., Sarika Antioxidant activity and phenolic content in genotypes of Indian jujube (Zizyphus mauritiana Lamk.) . Arabian Journal of Chemistry, 9, 1044-1052, (2016)
- 34) Aneta W., Angel A. Carbonell-Barrachina., Pilar Legua., Francisca Hernandez Phenolic composition, ascorbic acid content, and antioxidant capacity of Spanish jujube (Zizyphus jujube Mill.) fruits, Food Chemistry, Vol 201, 307-314, (2016)
- 35) Yusuke Sawai, Jae-Hak Moon, Kanzo Sakata, Naoharu Watanabe. Effects of Structure on Radical-Scavenging Abilities and Antioxidative Activities of Tea Polyphenols: NMR Analytical Approach Using 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl Radicals. J. Agric. Food Chem. 53, 3598-3604 (2005)
- 36) Takebayashi, J., Asano, R., Nakae, Y., Saito, M., Gohda, E., Yamamoto, I., Tai, A., "2-O- α -D-glucopyranosyl-L-ascorbic acid scavenges 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radicals via a covalent adduct formation", Biosci. Biotechnol. Biochem., 71, 754-760, (2007)
- 37) Takebayashi, J., Yagi, Y., Ishii, R., Abe, S., Yamada, K., Tai, A., "Antioxidant properties of 2-O- β -D-glucopyranosyl-L-ascorbic acid", Biosci. Biotechnol. Biochem., 72, 1558-1563, (2008)

(受付 2019.3.27 受理 2019.6.7)