

嬉野産エキナセア茶のポリフェノール成分の分析と官能評価

Analysis of Polyphenolic Compounds and Sensory Evaluation of Echinacea Tea produced at Ureshino

安田みどり、齋木まど香、大曲 希実、太田 重喜、太田 裕介、熊谷 聡

Midori Yasuda, Madoka Saiki, Nozomi Ohmagari, Shigeki Ohta, Yusuke Ohta, Satoshi Kumagai

嬉野産エキナセア茶のポリフェノール成分の分析と官能評価

安田みどり^{1,2}、齋木まど香¹、大曲 希実²、太田 重喜³、太田 裕介³、熊谷 聡⁴

西九州大学健康栄養学部健康栄養学科¹、西九州大学大学院健康福祉学研究科²、
佐賀緑健有限会社³、佐賀大学産学・地域連携機構徐福フロンティアラボ⁴

(平成27年2月25日受理)

和文要旨

佐賀県嬉野市で試験的に栽培されたエキナセアをお茶に加工された“嬉野産エキナセア茶”の機能性や官能特性について調べるために、機能性成分の分析、抗酸化活性の評価および官能検査を行った。その結果、嬉野産エキナセア茶の抽出液(1gの乾燥物を熱水100mlで5分抽出)には、総ポリフェノールは 36.4 ± 2.8 mg/100 mL、チコリ酸は 21.3 ± 1.1 mg/100 mL含まれていた。外国産(ドイツ、中国)のものと比較すると、嬉野産エキナセア茶は、総ポリフェノールで外国産の約3倍、チコリ酸ではドイツ産の約3倍、中国産の約8倍多く含まれていた。1,1-ジフェニル-2-ピクリルヒドラジル(DPPH)法にて抗酸化活性を調べた結果、嬉野産のエキナセアは、外国産のものに比べて、有意に高い活性を示した。また、20代女性をパネルとした官能検査の結果、香り、外観(水色)、味のほとんどの項目で嬉野産が外国産のものより好まれた。以上のことより、エキナセア茶は、地域の特性を生かした新たな高付加価値の特産品となると期待される。

キーワード：エキナセア、ポリフェノール、チコリ酸、抗酸化活性、官能評価

1 緒 言

エキナセア(和名:ムラサキバレンギク、学名:*Echinacea purpurea*)は、キク科ムラサキバレンギク属の多年草である。エキナセアは、北米を原産とするハーブの一種で、ハーブティーやサプリメントとして古くから利用されている。エキナセアの花は、ピンク色でマーガレットに似ているが、中心部がトゲ状に盛り上がったユーモラスな形状が特徴で、開花期間も長いので、観賞用としても人気がある。

エキナセアは、「インディアンのハーブ」とよばれ、北アメリカの先住民が虫刺されや傷の手当てに利用していたと伝えられている¹⁾。エキナセアの生理機能性については、抗酸化作用²⁻³⁾、抗菌作用⁴⁻⁵⁾、抗炎症作用⁴⁾、免疫機能賦活効果⁶⁾、マクロファージ機能の促進効果⁷⁾、風邪症状の緩和作用⁸⁾、抗インフルエンザウイルス活性効果⁹⁾、抗がん作用¹⁰⁾など多くの報告がある。また、エキナセアに含まれる機能性成分として、ポリフェノール、多糖類、糖タンパク質などとされており、その中でもポリフェノールの一種であるチコリ酸(図1)が多く含まれているのが特徴である¹¹⁾。

現在、国内で流通しているエキナセア茶はほとんどが外国産であり、国内産エキナセア茶の流通量は少ない。そのため、安心・安全な農産物を求める消費者から、国内産のエキナセア茶の生産が求められている。平成24年度から、「佐賀緑健有限会社(佐賀県嬉野市)」は、若手茶生産者らでつくる「うれしの紅茶振興協議会」と共同で、エキナセアの特産化を目指した栽培や加工試験に取り組んでいる。エキナセアは、比較的容易に栽培できるために耕作放棄地の解消につながることで、また、刈り取りや乾燥作業に緑茶の機械を有効活用できることなどから、嬉野市に適した農産物となりうる。

そこで、本研究では、試験的に栽培されたエキナセアをお茶に加工された“嬉野産エキナセア茶”の機能性や嗜好性について調べるために、機能性成分の分析や抗酸化活性の評価および20代女性をパネルとした官能検査を行った。

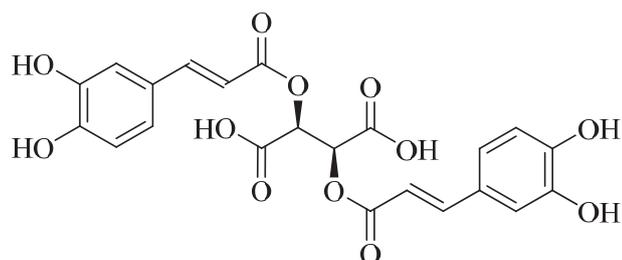


図1. チコリ酸の構造

2 実 験

2.1 試料

実験に用いたエキナセアは、佐賀県嬉野市嬉野町にて平成25年3月中旬に苗床に播種、平成25年4月中旬に圃場に定植、そして、平成26年7月中旬に収穫された。なお、栽培期間中には農薬を全く使用していない。収穫後、花の部分を除き、緑茶製造に用いる蒸機で1~2分程度殺青し、棚式通風乾燥機にて50~60℃で15~16時間乾燥して水分を除いた。自動篩い機で篩い分けを行い、茎が太い部分は除いた。このようにして得られたものを嬉野産エキナセア茶とした。比較試料として、市販のドイツ産および中国産のエキナセア茶を用いた。ドイツ産および中国産のエキナセア茶は、K社およびF社からそれぞれ購入した。エキナセア茶の形状は、嬉野産の茎は約2cmの針状、ドイツ産は太い茎や花も含んだ不揃いの形状であり、中国産は粉状に粉砕されていた(写真1)。総ポリフェノールおよび抗酸化活性の評価については、エキナセア茶との比較のため、市販の紅茶(種類:ダージリン、形状:リーフ、原産国:インド、輸入者:T社)も用いた。

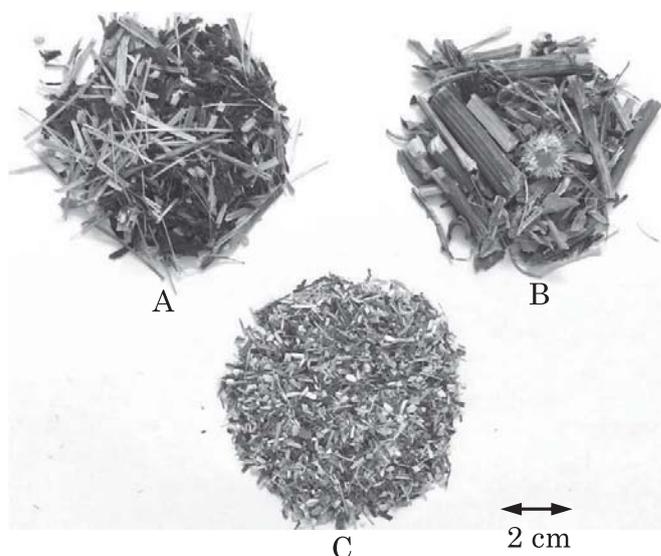


写真1. 実験に用いたエキナセア茶
A) 嬉野産 B) ドイツ産 C) 中国産

2.2 抽出方法

エキナセア茶の抽出は、飲用に適する濃度となるよう調製した。すなわち、エキナセア茶1.5gに150mLの熱水(98℃)を入れ、5分間抽出した。なお、成分分析および抗酸化活性の評価に用いた抽出液は、抽出後すぐに流水により10分間冷却し、ろ紙にてろ過を行った。ろ液を分析に供するまで冷蔵庫(4℃)で保存し、分析前にメンブランフィルター(0.45μm)でろ過を行った。すべての試料につき、3回ずつ抽出を行った。

2.3 総ポリフェノールの分析

エキナセア茶の抽出液中の総ポリフェノール含量は、フォーリン・チオカルト法¹²⁾で測定した。すなわち、マイクロチューブに試料溶液100 µl およびフェノール試薬100 µl を入れ、よく混ぜ、3分間放置した。さらに、10%炭酸ナトリウムを100 µl 添加し、よく攪拌した。60分間室温に放置後、遠心分離(3000 rpm、15分)を行った。その上清の吸光度をマイクロプレートリーダー(750 nm)にて測定した。没食子酸を用いて検量線を作成し、1gのエキナセア茶から抽出した溶液100 mL当たりの没食子酸含量として算出した。

2.4 チコリ酸の分析

チコリ酸の分析は、既法¹³⁾を参考にして以下のように行った。HPLC分析装置はLC20AD(株式会社島津製作所)分析条件は、カラム; CAPCELL PAK C18UG12Q(3 µm、2.0 mm I.D. × 150 mm、株式会社資生堂)カラム温度; 40 °C、流速; 1 mL/min、注入量; 3 µl、検出; UV-Vis 検出器(330 nm)であった。移動相は、A液(0.2% v/v ギ酸) B液(0.2% v/v ギ酸を含んだ97.5%アセトニトリル水溶液)をA:B=97:3(% v/v、0.5 min)、70:30(% v/v、20.25 min)、0:100(% v/v、25.30 min)、97:3(% v/v、30.45 min)にてグラジエントをかけた。

また、チコリ酸の分析については、抽出時間(1、2、3、5、10分)の影響も調べ、1gのエキナセア茶から抽出した溶液100 mL当たりのチコリ酸含量として表した。

2.5 抗酸化活性の評価

抗酸化活性の評価は、2,2-diphenyl 1-picrylhydrazyl(DPPH)を用いたDPPHラジカル補足活性法¹²⁾で行った。DPPHラジカル補足活性は、1gのエキナセア茶から抽出した溶液100 mL当たりのTrolox当量(µmol TE/100 mL/g)として算出した。

2.6 官能検査

3つのエキナセア茶(嬉野産、ドイツ産、中国産)について、本学科の20代の女子学生49名をパネルとして官能検査を行った。検査項目は、香り(フローラル、葉っぱ臭、スパイシー、全体評価)、外観(水色)、味(甘味、旨味、渋味、後味、のど越し、全体評価)、総合評価であり、評価方法はそれぞれの項目において、好ましさの順位を付けてもらう順位法を用いた。

2.7 統計処理

成分分析及び抗酸化活性については、エクセル統計2012を用いて、一元配置の分散分析を行い、次いでTukey

-Kramerの多重比較検定により有意差を調べた。官能検査については、エクセル統計2012を用いて、ケンドールの一致性係数を求め、フリードマンの検定を行った。また、Newell&MacFarlaneの検定表¹⁴⁾を用いて試料間の有意差を調べた。

3 結果及び考察

3.1 ポリフェノール

エキナセア茶の抽出液に含まれる総ポリフェノール含量を図2に示す。嬉野産のエキナセア茶がドイツ産および中国産のエキナセア茶に比べて約3倍と有意に多く含まれていた($p < 0.01$)。比較として、紅茶を用いて行った結果、 51.9 ± 5.9 mg/100 mLとなり、すべてのエキナセア茶よりも多く含まれていた。紅茶には、抗酸化活性の高いテアフラビン類のポリフェノールを多く含むため¹⁵⁾であると思われる。

エキナセア茶に含まれるポリフェノールと知られているチコリ酸の分析を行った結果を図3に示す。嬉野産の

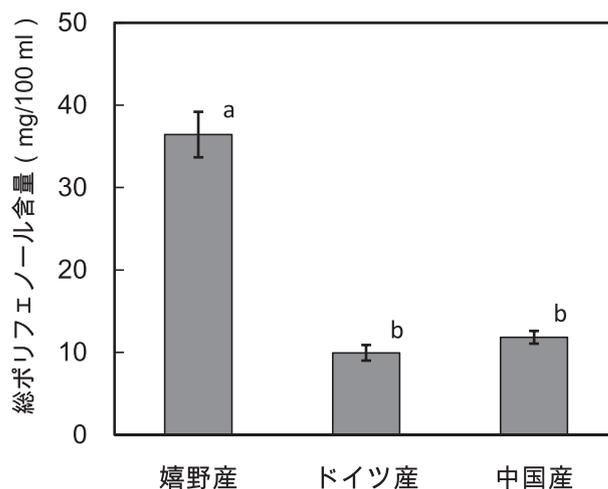


図2. エキナセア茶抽出液に含まれる総ポリフェノール含量
a, b: 異符号間に有意差有り ($p < 0.01$)

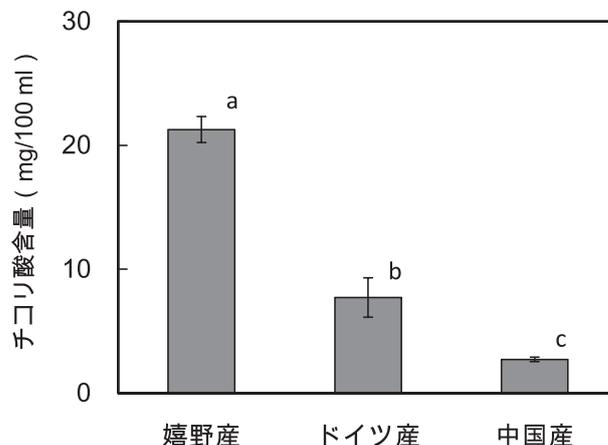


図3. エキナセア茶抽出液に含まれるチコリ酸の含量
a, b, c: 異符号間に有意差有り ($p < 0.01$)

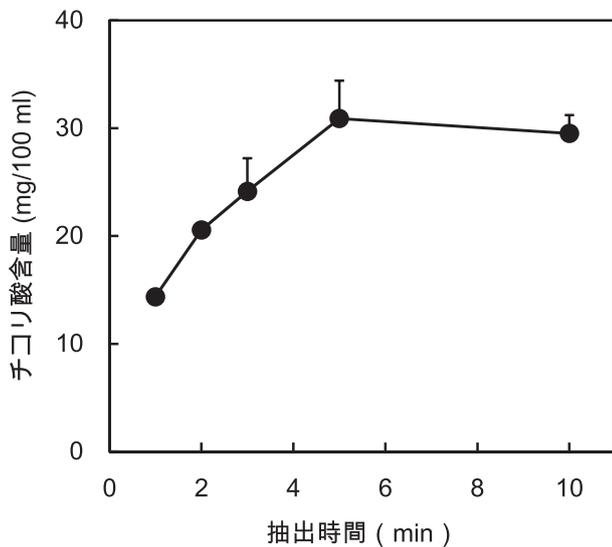


図4. エキナセア茶中のチコリ酸含量に及ぼす抽出時間の影響

エキナセア茶の抽出液に含まれるチコリ酸はドイツ産の約3倍、中国産の約8倍多く含まれており、それぞれ有意差が認められた ($p < 0.01$)。また、中国産のエキナセア茶に含まれるチコリ酸は他の茶に比べ、有意に少ないこともわかった ($p < 0.01$)。図2の総ポリフェノール含量と比べると、嬉野産とドイツ産については、エキナセア茶に含まれるポリフェノールの大部分がチコリ酸であると考えられる。しかし、中国産については、総ポリフェノールの含量に対して、チコリ酸の含量はかなり低値を示した。ドイツ産や中国産の詳しい製法については不明であるものの、嬉野産、ドイツ産のエキナセア茶の葉や茎の部分の緑色に対して、中国産のエキナセア茶は茶褐色になっていることから、焙煎されているのではないかと推察される。焙煎中の高い温度により、チコリ酸が分解や酸化重合したために低い値を示した可能性が考えられる。

また、嬉野産のエキナセア茶について、葉と茎とに分け、それぞれのチコリ酸の含有量を調べたところ、茎は 5.9 ± 1.1 mg/100 mL だったのに対し、葉は 27.2 ± 1.9 mg/100 mL であった。つまり、チコリ酸は葉の方に多く含まれることがわかったので、嬉野産のエキナセア茶では葉の部分を多く使用することとした。

図4に、エキナセア茶中のチコリ酸の含量に及ぼす抽出時間の影響を示す。抽出時間1分で 14.4 ± 0.6 mg/100 mL (茶葉 1 g あたり) であったが、抽出時間と共に増加し、抽出時間5分では1分の約2倍となった。しかし、抽出時間10分では5分の場合とほとんど変わらず、むしろ少し低下したため、チコリ酸の抽出には5分が最適であると考えられる。ま

表1 エキナセア茶および紅茶のDPPHラジカル補足活性

| 茶の種類 | 生産国 | DPPH ラジカル補足活性 ($\mu\text{mol TE}/100\text{mL}$) |
|--------|-----|--|
| エキナセア茶 | 嬉野 | 130 ± 16^a |
| | ドイツ | 32 ± 5^b |
| | 中国 | 26 ± 2^b |
| 紅茶 | インド | 317 ± 27 |

a, b: 異符号間に有意差有り ($p < 0.01$)

た、今回用いた試料は異なる形状であったため、今後は形状についても詳しく検討する必要があると思われる。

3.2 抗酸化活性

それぞれのエキナセア茶の抽出液のDPPHラジカル補足活性を調べ、表1に示した。比較として、紅茶についても調べた。3つのエキナセア茶について、有意差を調べたところ、嬉野産がドイツ産や中国産よりも有意に高い抗酸化活性を示すことがわかった。しかしながら、紅茶の値には及ばなかった。エキナセア茶の抗酸化活性は、ポリフェノールやチコリ酸の含量(図2および3)と正の相関を示し、ポリフェノールが影響していることが示唆された。チコリ酸は、顕著な抗酸化活性を示すことが報告されている¹⁶⁾ことから、チコリ酸を多く含むエキナセア茶ほど抗酸化活性も高くなると考えられる。今後、チコリ酸を多く含むエキナセアの栽培方法および加工方法の確立が望まれる。

3.3 官能検査

20代の女子学生によるエキナセア茶の官能評価を行った結果を表2に示す。フリードマン検定により、パネルの順位データに一致性がみられるかについて調べたところ、香りの葉っぱ臭およびスパイシー、味の渋味に有意

表2 エキナセア茶の官能評価

| 項目 | n | 一致性 | 順位の合計 | | | |
|----|-------|-----|-------|------------------|------------------|-------------------|
| | | | 嬉野産 | ドイツ産 | 中国産 | |
| 香り | フローラル | 47 | ** | 75 ^a | 85 ^a | 122 ^b |
| | 葉っぱ臭 | 47 | | 82 | 96 | 104 |
| | スパイシー | 48 | | 109 ^A | 93 | 86 ^B |
| | 全体評価 | 49 | ** | 68 ^{Aa} | 93 ^{Ba} | 133 ^b |
| 外観 | 水色 | 48 | ** | 80 ^a | 97 | 111 ^b |
| | 甘味 | 48 | ** | 66 ^{Aa} | 91 ^{Ba} | 131 ^b |
| 味 | 旨味 | 47 | ** | 79 ^a | 94 | 109 ^b |
| | 渋味 | 48 | | 86 | 99 | 103 |
| | 後味 | 48 | ** | 75 ^a | 89 ^a | 124 ^b |
| | のど越し | 47 | ** | 69 ^a | 91 ^a | 122 ^b |
| | 全体評価 | 47 | ** | 63 ^a | 97 ^{Ab} | 122 ^{Bb} |
| | 総合評価 | 47 | ** | 60 ^a | 97 ^{Ab} | 125 ^{Bb} |

n: 回答したパネルの数

** : 順位データの一致性に有意差有り ($p < 0.01$)

A, B, a, b: 異符号間に有意差有り (大文字: $p < 0.05$, 小文字: $p < 0.01$)

差がみられなかったが、その他の項目については有意に一致性が認められた ($p < 0.01$)。これは、香りの葉っぱ臭およびスパイシー、味の渋味については、試料間に違いがあまりなかったためであると思われる。

パネルが回答した順位をそれぞれ合計した結果を表2にまとめた。順位の合計が小さい値ほどより好まれたことを示している。全体的に嬉野産のものが最も好まれ、中国産のものが最も好まれないことがわかった。まず、香りについては、フローラルに対して嬉野産およびドイツ産が中国産のものより好まれた ($p < 0.01$)。葉っぱ臭については、有意な差は認められなかった。スパイシーについては、中国産のものが嬉野産より好まれた ($p < 0.05$)。香りの全体評価については、嬉野産のものがドイツ産および中国産のものに比べて、有意に好まれた。ドイツ産と中国産の間にも有意差が認められた ($p < 0.01$)。外観(水色)については、嬉野産が中国産のものに比べて有意に好まれた ($p < 0.01$)。味については、甘味は嬉野産のものがドイツ産および中国産のものに比べて、それぞれ統計的に有意に好まれた。嬉野産とドイツ産にも有意な差が認められた。ポリフェノールは苦味を示す特徴がある。嬉野産のエキナセア茶には他よりも多くのポリフェノールが含まれていたことから、渋味を呈し、パネルに好まれないのではないかという懸念があったが、渋味に差は認められなかった。その理由として、他の成分がマスキング剤となって渋味を感じにくくしていたのではないかなどが考えられる。後味とのど越しについては、中国産が他に比べて好まれなかった。味の全体評価および総合評価の結果から、中国産 < ドイツ産 < 嬉野産の順に好まれた。特に、嬉野産は他に比べて有意に好まれ、ドイツ産と中国産との間にも有意差が認められた。また、自由記述の欄には、中国産は癖があるために飲みにくく、嬉野産が最も飲みやすかったというコメントが目立った。さらに、嬉野茶は甘い香りがして、まるやかな味であったとの記載もあった。以上の結果より、20代の若い女性は、味と香りにより癖のない嬉野産のエキナセア茶を好む傾向があることがうかがえた。

本研究により、嬉野産のエキナセア茶は、外国産のものよりポリフェノール(チコリ酸)の含量が多く、抗酸化活性が高く、官能評価もよいことが明らかになったことから、今後の嬉野市の特産品として期待することができる。しかし、今回は一般に市販されているエキナセア茶として、外国産(ドイツ産と中国産)の2つのお茶しか評価を行っていないため、すべてのエキナセア茶の中で最も機能性が高く、最も好まれるということではない。最近では、国内産のエキナセア茶も販売されてきていることから、今後、サンプル数を増やすなどして再度検討を行い、嬉野産エキナセア茶の特徴を活かした戦略的な販売を展開していく必要があると思われる。

嬉野市は緑茶の産地として知られているが、リーフ茶離れや消費者ニーズの多様化、茶価の低迷など、茶業をとりまく環境は厳しい状況である。特に、若者のお茶離れが著しいことから、若者向きの新しいお茶の開発が急務であるとされる。本研究の結果を受けて、若い女性をターゲットにした新しい商品の開発が望まれる。最近、嬉野市では、紅茶の製造も活発に行われてきていることから、紅茶にエキナセア茶を添加した商品のような高付加価値商品の開発にも期待している。

4 謝 辞

本研究のコーディネートをしていただいた公益財団法人佐賀県地域産業支援センター「徐福フロンティアラボ」の松尾保氏および桂城博行氏に感謝いたします。本研究の遂行にあたり、多大なご協力を頂いた佐賀県杵藤農林事務所藤津農業改良普及センターの徳重憲治氏に感謝いたします。

本研究は、平成26年度公益財団法人佐賀県地域産業支援センターのトライアルユース補助事業および平成26年度文部科学省「地(知)の拠点整備事業」の助成を受けて実施されたものである。

5 引用文献

- 1) 伊藤進吾, シャンカール・ノグチ: “ハーブ&スパイス事典”, p 21 (誠文堂新光社)(2013)
- 2) C. Hu, D. D. Kitts: *J. Agric. Food Chem.*, **48**, 1466 (2000)
- 3) B. D. Sloley, L. J. Urichuk, C. Tywin, R. T. Coutts, P. K. Pang, J. J. Shan: *J. Pharm. Pharmacol.*, **53**, 849 (2001)
- 4) S. Merali, S. Binns, M. Paulin-Levasseur, C. Ficker, M. Smith, B. Baum, E. Brovelli, J. T. Arnason: *Pharmaceutical Biology*, **41**, 412 (2003)
- 5) M. Sharma, S. Vohra, J. T. Arnason, J. B. Hudson: *Pharmaceutical Biology*, **46**, 111 (2008)
- 6) 藤井文隆、橋本俊嗣、M. Verbruggen、鈴木直子、椎塚詰仁、山本和雄、宇津山正典、廣川勝いく、高良毅: 応用薬理、80、79 (2011)
- 7) V. Goel, T. K. Basu, C. Chang, J. V. Slama, R. Gahler, R. Barton, R. Bauer: *J. Nutr. Biochem.*, **13**, 487 (2002)
- 8) V. Goel, R. Lovlin, C. Chang, J. V. Slama, R. Barton, R. Gahler, R. Bauer, L. Goonewardene, T. K. Basu: *Phytother. Res.*, **19**, 689 (2005)
- 9) 西岡奈々江、常城朱乃、曾田公輔、小林直哉、川端智光、田平弘基、景山誠二、中島廣光、石原亨: “日本農芸化学会中四国支部第38回講演会講演要旨集”, p 26 (2014)

- 10) A. Chicca, F. Pellati, B. Adinolfi, A. Matthias, I. Massarelli, S. Benvenuti, E. Martinotti, A. M. Bianucci, K. Bone, R. Lehmann, P. Nieri: *British Journal of Pharmacology*, **153**, 879 (2008)
- 11) J. Zolgharnein, A. Niazi, S. Afiuni-Zadeh, K. Zamani: *Chinese Medicine*, **1**, 23 (2010)
- 12) T. Sun, J. Tang, J. R. Powers: *J. Agric. Food Chem.*, **53**, 42 (2005)
- 13) X. B. Luo, B. Chen, S. Yao and Z. J. G. Zeng: *Journal of Chromatography A*, **986**, 73, (2003)
- 14) 古川秀子：“おいしさを測る”、p.133 (幸書房) (2001)
- 15) L. K. Leung, Y. Su, R. Chen, Z. Zhang, Y. Huang, Z.-Y. Chen: *J. Nutr.*, **131**, 2248 (2001)
- 16) 木村拓子、山本進一、小川勲、三浦啓彦、長谷川正木：日本化学会誌、11、739 (1999)

Analysis of Polyphenolic Compounds and Sensory Evaluation of Echinacea Tea produced at Ureshino

Midori Yasuda^{1,2}, Madoka Saiki¹, Nozomi Ohmagari², Shigeki Ohta³, Yusuke Ohta³, Satoshi Kumagai⁴

¹*Department of Health and Nutrition Sciences, Faculty of Health and Nutrition Sciences, Nishikyushu University,*

²*Graduate School of Health and Social Welfare, Nishikyushu University, ³Saga Ryokuken Co., Ltd.,*

⁴*Organization for Cooperation with Industry and Regional Community of Saga University, Jofuku Frontier Labo*

(Accepted: February 25 , 2015)

Abstract

Echinacea tea is cultivated and processed on a trial-basis in Ureshino-shi, Saga Prefecture in Japan. In order to investigate its physiological functions and the sensory characteristics of echinacea tea, we carried out the analysis of the polyphenolic compounds, evaluation of the antioxidant activity, and the sensory evaluation. In an extract of echinacea tea produced at Ureshino, concentrations of total polyphenols and chicoric acid were found to be 36.4 ± 2.8 and 21.3 ± 1.1 mg/100 ml in solution that was extracted with boiling water from 1 g dry echinacea tea, respectively. In comparison with the foreign products produced in Germany and China, the content of total polyphenols in echinacea tea produced at Ureshino was approximately 3 times higher; chicoric acid content in echinacea tea produced at Ureshino was approximately 3 or 8 times higher than those produced at Germany or China. Evaluation of antioxidant activity by the 2,2-diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) assay revealed that echinacea tea produced at Ureshino showed significantly high activity compared to foreign products. Furthermore, we performed sensory evaluation of echinacea tea with 20-year-old women (n=49) as panel. They preferred the echinacea tea produced at Ureshino to foreign products in terms of fragrance, appearance (color of extract solution), and taste. Therefore, the echinacea tea produced at Ureshino is a new, promising, value-added product with local characteristics.

Key words : Echinacea, polyphenol, chicoric acid, antioxidative activity, sensory evaluation