



レモンバーム葉のラジカル消去活性に及ぼす乾燥温度の影響

メタデータ	言語: jpn 出版者: 社団法人 日本食品科学工学会 公開日: 2011-12-26 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 柚木崎, 千鶴子, 酒井, 美穂, 小坂, 妙子, 堂園, 眞澄, 窄野, 昌信, 福田, 亘博, Yukizaki, Chizuko, Sakai, Miho, Kosaka, Taeko, Dozono, Masumi, Sakono, Masanobu メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10458/3561">http://hdl.handle.net/10458/3561</a>

## レモンバーム葉のラジカル消去活性に及ぼす乾燥温度の影響

柚木崎千鶴子<sup>§</sup>, 酒井美穂, 小坂妙子\*, 堂園眞澄\*\*,  
 窄野昌信\*\*\*, 福田亘博\*\*\*

宮崎県食品開発センター

\* 宮崎県衛生環境研究所

\*\* 宮崎県総合農業試験場薬草・地域作物センター

\*\*\* 国立大学法人宮崎大学農学部

### Effects of Drying Temperature on Antioxidant Activity of Lemon Balm (*Melissa officinalis*) Leaves

Chizuko Yukizaki<sup>§</sup>, Miho Sakai, Taeko Kosaka\*, Masumi Dozono\*\*,  
 Masanobu Sakono\*\*\* and Nobuhiro Fukuda\*\*\*

Miyazaki Prefectural Food R&D Center, 16500-2 Higashikaminaka  
 Sadowara-cho, Miyazaki, Miyazaki 880-0303

\* Miyazaki Prefectural Institute for Public Health and Environment,  
 2-3-2 Gakuenkibanadai-nishi, Miyazaki, Miyazaki 889-2155

\*\* Miyazaki Agricultural Experiment Station, 2581-88 Higashihumoto,  
 Nojiri-cho, Nishimorokata-gun, Miyazaki 886-0212

\*\*\* University of Miyazaki, 1-1 Gakuenkibanadai-nishi, Miyazaki, Miyazaki 889-2192

The effect of drying temperature on the antioxidant activity of lemon balm (*Melissa officinalis*) leaves was investigated. Lemon balm leaves were dried with a ventilation dryer at 45°C, 55°C and 65°C, followed by milling. Among the three different temperature treatments, drying at 45°C resulted in the highest 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity, which is an index of antioxidant activity. The concentrations of polyphenols and rosmarinic acid were also highest in the sample treated at 45°C, suggesting that these antioxidants play an important role in the DPPH radical scavenging activity of the dry powders. On the other hand, when considering the use of dry lemon balm leaves as herbal tea, the 45°C-, 55°C- and 65°C-dry powder was extracted with hot water and DPPH radical scavenging activity was measured for each. All of the hot water extracts showed some extent of DPPH radical scavenging activity; however, the highest activity was noted in the extract from the 45°C-dry powder. The concentrations of polyphenols and rosmarinic acid in hot water extracts were also highest in the 45°C-treated sample. These observations suggest that 45°C is the best drying temperature for retaining high antioxidant activity of lemon balm leaves in herbal tea production. (Received Dec. 4, 2007; Accepted Mar. 10, 2008)

**Keywords** : lemon balm (*Melissa officinalis*), antioxidant activity, polyphenol, rosmarinic acid, drying temperature

**キーワード** : レモンバーム, ラジカル消去活性, ポリフェノール, ロスマリン酸, 乾燥温度

近年, 活性酸素ラジカルによる生体成分の酸化とがんをはじめとする種々の生活習慣病との関連性が指摘されている。これら生活習慣病の発症予防に食品由来の抗酸化物質の摂取が有効であると考えられ, 種々の抗酸化成分, あ

るいはそれらを含む食品に関する研究が多く行われている<sup>1)</sup>。これら食品の中で, スパイスやお茶用として使用される種々のハーブ類の抗酸化活性が評価され<sup>2)</sup>, 関与成分が明らかにされてきている<sup>3)4)</sup>。ハーブ類は日本国内でも栽培され, 宮崎県でも県総合農業試験場薬草・地域作物センターで普及を目指した試験栽培が行われている。我々は, 平成15年に宮崎県産農産物225試料についてラジカル消去活性を網羅的に解析し, ハーブ類の一種であるレモンバーム (*Melissa officinalis*) 葉が高いラジカル消去活性を有

〒880-0303 宮崎県宮崎市佐土原町東上那珂 16500-2

\* 〒889-2155 宮崎県宮崎市学園木花台西 2-3-2

\*\* 〒886-0212 宮崎県西諸県郡野尻町大字東麓 2581-88  
 (現在宮崎県中部農業改良普及センター)

\*\*\* 〒889-2192 宮崎県宮崎市学園木花台西 1-1

<sup>§</sup> 連絡先 (Corresponding author), yukizaki@iri.pref.miyazaki.jp

することを報告した<sup>5)</sup>。

ハーブ類は、一般に香辛料やハーブティーとして乾燥物で利用される<sup>6)</sup> 場合が多い。乾燥は風乾によることが多いが 5~10 日を要し<sup>2)</sup> 天候にも左右されるため、機械乾燥で 1~2 日で仕上げる加工も行われている。ハーブ類の乾燥条件についての規定はないが、生薬類では、日本薬局方において通例 60℃ 以下で乾燥するよう定められている。これまでに、ハーブ類の抗酸化活性に及ぼす乾燥温度の影響について検討した例はほとんど見当たらない。

そこで本研究では、短時間で乾燥可能な熱風乾燥法を用いて、乾燥温度がレモンバーム葉のラジカル消去活性に及ぼす影響を検討した。また、ラジカル消去活性に関連性が高いと考えられるポリフェノール含量ならびにレモンバームの主要なポリフェノール成分であるロスマリン酸<sup>7)8)</sup> 含量を測定した。さらに、ハーブティーとしての飲用を想定して、各種温度で乾燥したレモンバーム葉の乾燥粉末試料から熱水抽出液を調製し、ラジカル消去活性を測定した。

## 実験方法

### 1. 材料および乾燥方法

宮崎県総合農業試験場薬草・地域作物センターで栽培されたレモンバームを 2004 年 5 月 25 日に収穫した。収穫した葉茎部を水洗後水切りして、各種温度で乾燥した。

あらかじめ 45, 55, 65℃ に設定した熱風乾燥機 3 台 (ADVANTEC FV-1000, ADVANTEC FC-612, ISUZU CSHO-21ED) にレモンバーム葉をそれぞれ 1.5 kg ずつ入れ、1 時間ごとに重量を測定し、一定重量になるまで乾燥した。なお、対照として真空凍結乾燥 (FD) 物を調製した。

### 2. 乾燥粉末試料の調製

各種温度で乾燥して得られた乾燥物を 0.5 mm スクリーンを取り付けた超遠心粉砕機 (MRK & RETSCH, EM-1 型) で粉砕し、乾燥粉末試料を調製した。これらの乾燥粉末試料は、熱水抽出液の調製や分析に供するまで -20℃ で保存した。

### 3. 80% エタノール抽出液の調製

乾燥粉末試料の DPPH ラジカル消去活性、ポリフェノール含量、ロスマリン酸、プロトカテック酸およびカフェ酸含量の測定は、すべて 80% エタノール抽出液で行った。各種温度で乾燥した乾燥粉末試料 0.2 g に 80% エタノール 20 ml を加え、室温下スターラーでかくはんしながら 10 分間抽出後、0.45 μm フィルターでろ過し、ろ液を以下に示す分析用の試料とした。

### 4. 熱水抽出液の調製

ハーブティーとしての飲用を想定し、各種温度で乾燥した乾燥粉末試料 0.1 g に沸騰水 50 g を加え、98℃ の恒温槽中でスターラーかくはんしながら 10 分間抽出した。0.45 μm フィルターでろ過した後氷冷し、熱水抽出液とした。これらの熱水抽出液は、ただちに以下に示す分析に供した。

## 5. 分析方法

### (1) 試薬

1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH), Folin-Ciocalteu 溶液, ロスマリン酸およびプロトカテック酸は和光純薬工業社製を、2-morpholinoethanesulphonic acid (MES) は同仁化学社製を、Trolox およびカフェ酸は Aldrich 社製を、また没食子酸は関東化学社製を用いた。その他の試薬は、市販の特級品を用いた。

### (2) 水分含量および明度、色度の測定

乾燥粉末試料の水分含量は、105℃ の常圧加熱乾燥法で測定した。また、乾燥粉末の明度、色度は、分光側色計 (MINOLTA CM-2002) で測定し、L\* a\* b\* 表色系で表示した。

### (3) DPPH ラジカル消去活性の測定

DPPH ラジカル消去活性は沖らの方法<sup>9)</sup> に準じて測定し、乾燥粉末試料の乾燥重量 1 g あたりの Trolox 相当量で表した。熱水抽出液については最終エタノール濃度が 50% になるように調製して測定し、1 ml あたりの Trolox 相当量で表した。

### (4) ポリフェノール含量の測定

Folin-Ciocalteu 法<sup>10)</sup> を用いてポリフェノール含量を測定し、乾燥粉末試料の乾燥重量 1 g あたりの没食子酸相当量として表した。熱水抽出液については 1 ml あたりの没食子酸相当量で表した。

### (5) ロスマリン酸、プロトカテック酸およびカフェ酸の定量

レモンバームに含まれる主要成分であるロスマリン酸<sup>7)8)</sup> と、文献に報告があり標準品の入手が可能なプロトカテック酸およびカフェ酸<sup>9)</sup> の含量を高速液体クロマトグラフィー (HPLC) を用いて定量した。HPLC 装置として、検出器は MD-9109 (日本分光)、ポンプは PU980 (日本分光)、グラジェントユニットは HG-2080-02 (日本分光) を使用した。カラムは Finapak SIL-5 (φ4.6 mm × 250 mm, 日本分光) を用い、カラム温度を 40℃ とした。移動相は、流速 1.0 ml/min とし、溶媒 A (0.2% ギ酸溶液) および溶媒 B (0.2% ギ酸を含むアセトニトリル) を用い、B 液の割合を 10% から開始し、20 分後に 30%, 30 分後に 50% と上昇させた後、35 分後まで 50% に維持し、40 分後に 100% まで上昇させるプログラムで送液した。検出波長 280 nm で保持時間 6.7 分前後にプロトカテック酸、11.4 分前後にカフェ酸、21 分後にロスマリン酸を検出し、既知濃度の標準品のピーク面積を基に含有量を算出した。

### (6) HPLC-DPPH オンライン分析<sup>11)</sup> による抗酸化成分ピークの確認

ポリフェノール類の分離には前項に示した装置およびカラムを用い、カラム温度を 40℃ とした。移動相は、流速を 1.0 ml/min とし、溶媒 A (0.2% ギ酸溶液) および溶媒 B (0.2% ギ酸を含むアセトニトリル) を用い、B 液の割合を 10% から開始し、20 分後に 45%, 30 分後に 55% と上昇さ

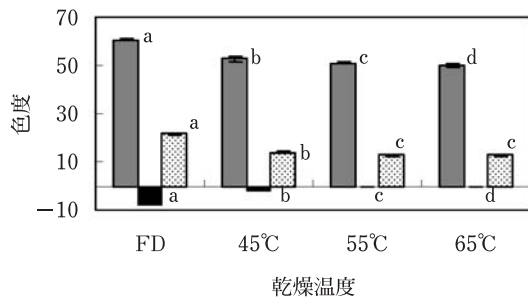


図 1 明度、色度に及ぼすレモンバーム葉乾燥温度の影響

■; L\*, ▨; a\*, ▩; b\*

乾燥粉末を入れたトリプルナイロン袋の表面を 10 点測定し平均値を示すととも標準偏差を誤差線で示した。

各分析項目毎に a, b, c, d: 異なる文字間に p<0.05 で有意差有

FD: 真空凍結乾燥

せた後、40 分後まで 55% に維持し、50 分後に 100% まで上昇させるプログラムで送液した。ポリフェノール類の検出には、280 nm を用いた。UV 検出した試料液をポストカラムで DPPH 溶液と反応させ 517 nm で再検出することにより、DPPH ラジカル消去活性を示すピークを検出した。なお、分析用サンプルには、FD 粉末試料の 80% エタノール抽出液を用いた。

#### (7) 統計処理法

結果は、平均値±標準偏差で表し、統計処理は Tukey-kramer による多重比較で行った。

### 実験結果

#### 1. 乾燥時間および乾燥粉末試料の性状

レモンバーム葉を 45, 55, 65°C で熱風乾燥した結果、乾燥に要した時間は、それぞれ 22 時間、23 時間、5 時間であった。また、調製した乾燥粉末試料の水分含量は、それぞれ 9.8%, 7.9%, 7.5% であった。

乾燥粉末試料の明度、色度を測定した結果、対照の FD 粉末試料と比較して、熱風乾燥粉末試料の L\* 値 (明度) は低下し、a\* のマイナス側 (緑色) 絶対値および b\* のプラス側 (黄色) 絶対値は温度依存的に低下する傾向を示した (図 1)。

#### 2. DPPH ラジカル消去活性、ポリフェノール含量、ロスマリン酸、プロトカテク酸およびカフェ酸含量

乾燥粉末試料の 80% エタノール抽出液を調製し、DPPH ラジカル消去活性、ポリフェノール含量を測定しロスマリン酸、プロトカテク酸およびカフェ酸を定量した。その結果、DPPH ラジカル消去活性、ポリフェノール含量およびロスマリン酸含量は、熱風乾燥粉末試料の中で、45°C 乾燥粉末試料が最も高い値を示した。乾燥重量 1 g 当たりの値は、それぞれ 435.7 μmol-Trolox 相当量/g DW, 67.5 mg-没食子酸相当量/g DW および 20.8 mg/g DW であった。55°C, 65°C と乾燥温度が高くなるに従って DPPH ラジカ

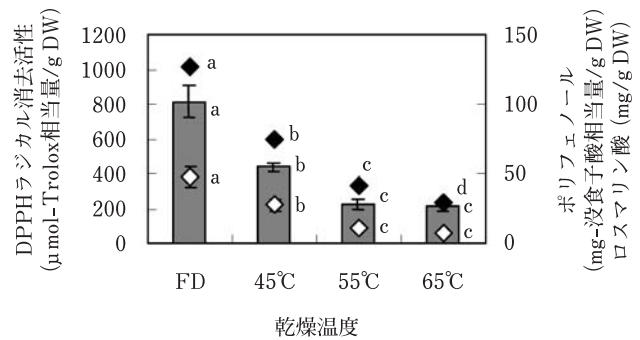


図 2 レモンバーム葉乾燥粉末 80% エタノール抽出液の DPPH ラジカル消去活性、ポリフェノール量及びロスマリン酸量に及ぼす乾燥温度の影響

■; DPPH ラジカル消去活性, ◆; ポリフェノール量, ◇; ロスマリン酸

測定は 80% エタノール抽出液について 3 反復で行い平均値を示すととも標準偏差を誤差線で示した。

各分析項目毎に a, b, c, d: 異なる文字間に p<0.05 で有意差有

FD: 真空凍結乾燥

ル消去活性、ポリフェノール含量およびロスマリン酸含量の低下が見られた (図 2)。なお、プロトカテク酸およびカフェ酸は、いずれの試料においても定量下限値未満であった (データ未掲載)。

また、HPLC-DPPH オンライン分析により、レモンバーム葉 FD 粉末試料 80% エタノール抽出液中の DPPH ラジカル消去活性を示すピークを確認したところ、ロスマリン酸以外に 8 つのピークが確認された (図 3)。

#### 3. 熱水抽出液の DPPH ラジカル消去活性、ポリフェノール含量およびロスマリン酸等含量

乾燥粉末から調製した熱水抽出液について 2. と同様の項目を測定した。その結果、熱風乾燥粉末試料の中で 45°C 乾燥粉末試料の熱水抽出液が最も高い値を示した。45°C 乾燥粉末熱水抽出液 1 ml 当たりの値は、それぞれ 1.57 μmol-Trolox 相当量/ml, 0.23 mg-没食子酸相当量/ml, 0.06 mg/ml であった。このように熱水抽出液においても、レモンバーム葉の乾燥温度が高くなるに従って、DPPH ラジカル消去活性、ポリフェノール含量およびロスマリン酸含量が低下することが明らかとなった (図 4)。なお、プロトカテク酸およびカフェ酸は、熱水抽出液においても定量下限値未満であった (データ未掲載)。

### 考 察

乾燥温度がレモンバーム葉のラジカル消去活性に及ぼす影響を検討した。その結果、45°C 乾燥品の DPPH ラジカル消去活性は、55°C, 65°C 乾燥品の約 2 倍保持されていることが明らかとなった。ポリフェノール含量およびロスマリン酸含量も DPPH ラジカル消去活性と同様の傾向を示しており、各測定項目間には r>0.99 という高い正の相関が

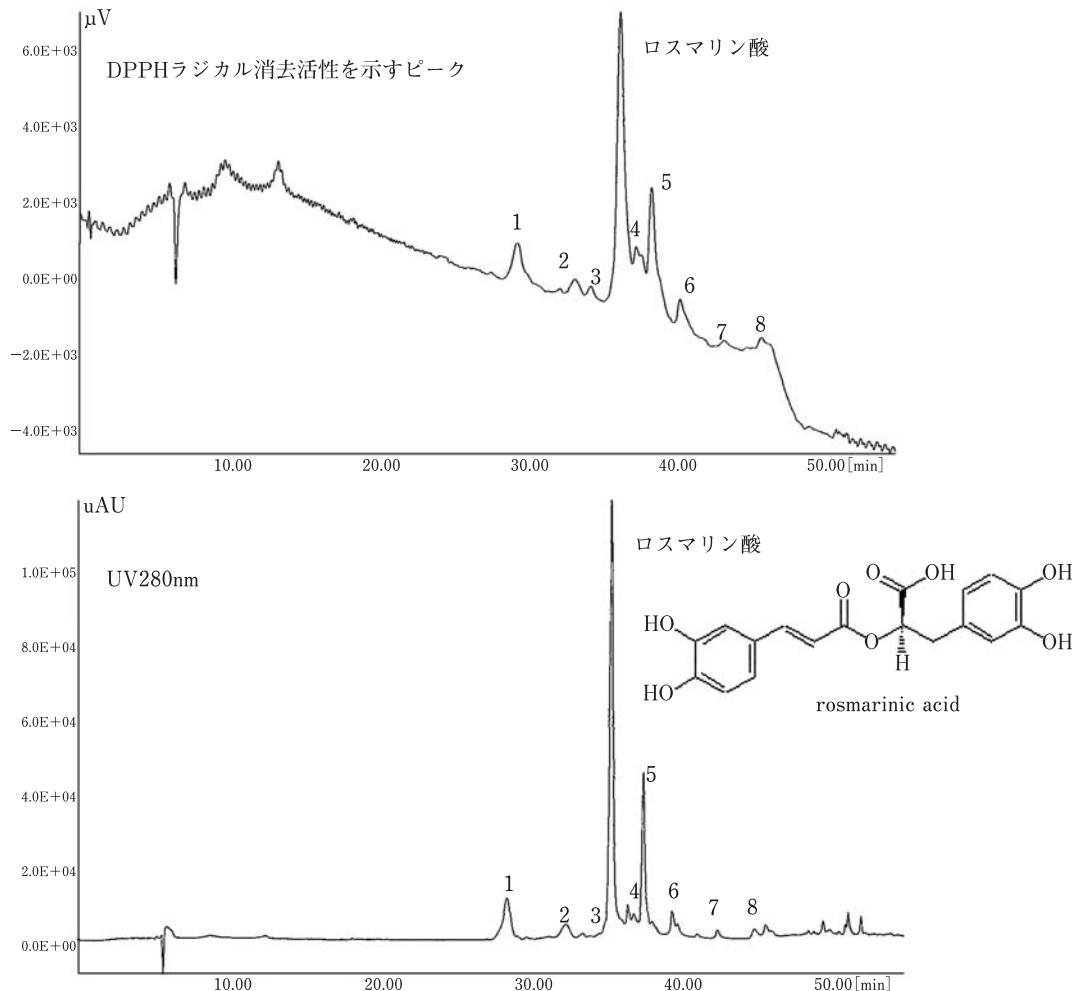


図 3 レモンバーム葉 FD 粉末 80%エタノール抽出液の HPLC-DPPH オンライン分析による活性成分の定性

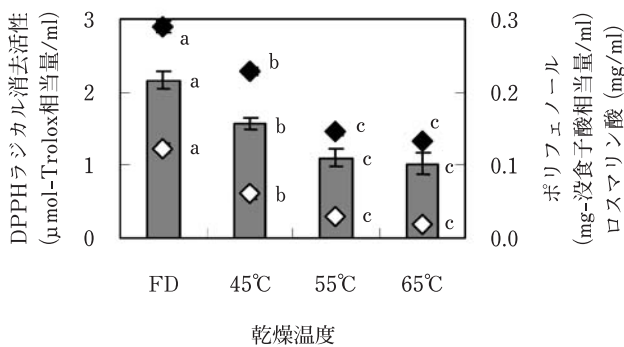


図 4 レモンバーム葉乾燥粉末熱水抽出液の DPPH ラジカル消去活性, ポリフェノール量及びロスマリン酸量に及ぼす乾燥温度の影響

■; DPPH ラジカル消去活性, ◆; ポリフェノール量, ◇; ロスマリン酸

測定は熱水抽出液について 3 反復で行い平均値を示すとともに標準偏差を誤差線で示した。

各分析項目毎に a, b, c: 異なる文字間に  $p < 0.05$  で有意差有

みられた。これらの結果は、レモンバーム葉エタノール抽出液の DPPH ラジカル消去活性にロスマリン酸を含むポリフェノール類が関与していることを示唆している。

ロスマリン酸は、レモンバームを含むシソ科植物に幅広く分布する<sup>12)</sup>。また、ロスマリン酸はカフェ酸の二量体でフェノール性水酸基 4 個を有する化合物であり、DPPH ラジカル消去活性を有することが報告されている<sup>13)14)</sup>。

本実験において、ロスマリン酸標準品の DPPH ラジカル消去活性値 7170 μmol-Trolox 相当量/g から、各乾燥温度におけるロスマリン酸の DPPH ラジカル消去活性の寄与率を求めると、FD で 42.3%、45°C 乾燥品で 45.5%、55°C 乾燥品で 33.7%、65°C 乾燥品で 24.5% であった。これらの実験結果は、DPPH ラジカル消去活性を有する成分がロスマリン酸以外にも存在することを示唆している。

本研究では、HPLC-DPPH オンライン分析により、ロスマリン酸以外に DPPH ラジカル消去活性を有する 8 つのピークを確認した。Caniova ら<sup>8)</sup>は、レモンバーム葉に含まれるロスマリン酸以外のポリフェノール類として、メタノール抽出物からカフェ酸、プロトカテク酸を検出してい



る。また、Tagashira ら<sup>15)</sup> は同様にレモンバームの酢酸エチル抽出物に DPPH ラジカル消去活性を見出し、この抽出物からプロトカテキ酸、カフェ酸、カフェ酸メチル、ロスマリン酸メチル等を検出している。今回の実験では、DPPH ラジカル消去活性を有するピークは、ロスマリン酸が確認されたのみで、プロトカテキ酸およびカフェ酸は定量下限値未満であった。Caniova ら<sup>8)</sup> の報告結果との相違は、抽出溶媒の差異あるいは原料として用いたレモンバームの産地間差異ではないかと推察される。以上の結果から、ロスマリン酸の他に、今回同定できなかった成分が DPPH ラジカル消去活性に寄与しているものと考えられた。

本実験では、各種乾燥温度で処理したレモンバーム葉のラジカル消去活性は、乾燥温度が高いほど減少した。また同時に、ロスマリン酸や総ポリフェノール含量の減少が観察された。Douglas ら<sup>16)</sup> はエキナセア (*Echinacea purpurea*) を 40, 55, 70°C で乾燥し、乾燥温度が高いほどチコリ酸の含量が減少したことを報告している。酵素的酸化あるいは非酵素的酸化のいずれが主因であるのかは不明であるが、チコリ酸の酸化がその原因であると示唆されている。チコリ酸は、ロスマリン酸と同じくカフェ酸の二量体でフェノール性水酸基 4 個を有する化合物であり、今回の実験でも、同様にロスマリン酸や他のポリフェノール類の酸化が含量減少の原因であることが考えられる。Hata<sup>17)</sup> は、オリーブ葉に含まれるユーロペイン含量の乾燥による減少が、乾燥前のブランチング処理によって抑制できることを報告しており、ポリフェノールオキシダーゼ活性の関与を示唆している。さらに、ポリフェノールオキシダーゼ活性と乾燥条件の関係に関して、Ullah ら<sup>18)</sup> が茶葉、Lopes ら<sup>19)</sup> がヘーゼルナッツについて検討しており、ポリフェノールオキシダーゼ活性には、温度条件のみならず、水分や水分活性が影響を及ぼすことを報告している。今回の実験においても、ロスマリン酸やポリフェノール類の酸化に、ポリフェノールオキシダーゼが関与している可能性があるが、詳細の解明にはさらなる検討が必要である。

レモンバームは通常、ハーブティーとして飲用することが多い。お茶としての利用を想定して、レモンバーム葉乾燥粉末試料の熱水抽出液を調製し、DPPH ラジカル消去活性、ポリフェノール含量およびロスマリン酸含量を測定した。その結果、ロスマリン酸を含むポリフェノールは熱水抽出液中にも検出され、Carnat ら<sup>20)</sup> が行った市販のレモンバーム茶葉浸出液のロスマリン酸およびポリフェノール含量の分析結果ともよく一致した。

レモンバーム葉の乾燥温度が低いほど熱水抽出液の DPPH ラジカル消去活性は高く、45°C 乾燥品熱水抽出液では、55°C、65°C 乾燥品の約 1.5 倍の活性があることが示され、ポリフェノール含量およびロスマリン酸含量も DPPH ラジカル消去活性と同様の傾向を示した (図 4)。これらのことから、今回の実験における熱水抽出液の DPPH ラジ

カル消去活性の発現にロスマリン酸を含むポリフェノールの関与が示唆された。

さらに、乾燥粉末試料の明度、色度分析において、凍結乾燥品からの色調の保持が 45°C において最もよく、特に緑色の度合いが 55°C、65°C と比較して高かった。

以上の結果から、レモンバーム葉の熱風乾燥において、色調の保持、機能性の保持の両面から 45°C 乾燥が最も適していると考えられた。

## 要 約

レモンバーム葉のようなハーブ類の乾燥は、風乾によることが多いが、5~10 日を要し<sup>2)</sup> 天候にも左右されるため、機械乾燥も行われている。本研究では、レモンバーム葉のラジカル消去活性を保持するための最適な乾燥条件を見出すことを目的として、45, 55, 65°C で熱風乾燥試験を行った。各温度の乾燥粉末から 80% エタノール抽出液を調製し、DPPH ラジカル消去活性、ポリフェノール含量およびロスマリン酸含量を測定した結果、いずれも 45°C 乾燥粉末で最も高い値を示した。また、乾燥粉末からの熱水抽出液も、DPPH ラジカル消去活性を有しており、ロスマリン酸を含むポリフェノールが含まれることが確認された。乾燥温度別では 45°C 乾燥品が最も高いラジカル消去活性を示すことが明らかとなった。

以上のことから、高いラジカル消去活性を保持するためには、レモンバームをハーブティーとして加工する際の乾燥温度として、45°C が適切であることが示唆された。

## 文 献

- 1) 大澤俊彦, 酸化ストレス制御を中心とする食品機能因子の化学と作用機構に関する研究, 農化, **76**, 804-813 (2002).
- 2) Capecka, E., Mareczek, A. and Leja, M., Antioxidant activity of fresh and dry herbs of some *Lamiaceae* species, *Food Chem.* **93**, 223-226 (2005).
- 3) 増田俊哉, セージ, ローズマリーに含まれる強力なジテルペノイド抗酸化性物質の抗酸化機構, *FFI JOURNAL*, **209**, 858-865 (2004).
- 4) 藤江歩己, 吉田久美, 大羽和子, オレガノ葉のポリフェノール化合物, 食科工, **50**, 404-410 (2003).
- 5) 柚木崎千鶴子, 小村美穂, アショク・A・サーカー, 岡部玲二, 県内産農産物の抗酸化活性, 宮崎県工業技術センター・宮崎県食品開発センター研究報告, **48**, 91-98 (2003).
- 6) リチャードメイビー, 「ハーブ大全」, (小学館, 東京), pp. 274-276 (1996).
- 7) Janicsak, G., Mathe, I., Miklossy, V. and Bluden, G., Comparative studies of the rosmarinic and caffeic acid contents of *Lamiaceae* species, *Biochem. Syst. Ecol.* **27**, 733-738 (1999).
- 8) Caniova, A. and Brandsteterova, E., HPLC analysis of phenolic acids in *Melissa officinalis*, *J Liq Chromatogr. Relat. Technol.*, **24**, 2647-2659 (2001).
- 9) 沖 智之, 増田真美, 吉田 収, 西場洋一, 須田郁夫, 紫サツマイモを原材料としたチップスのラジカル消去活性, 食科工, **48**, 926-932 (2001).
- 10) 津志田藤二郎, 「食品機能研究法」, (光琳, 東京) pp. 318-

- 322 (2000).
- 11) Irina, I. Koleva, Harm, A.G. Niederlander and Teris, A. van Beek, An on-line HPLC method for detection of radical scavenging compounds in complex mixtures, *Anal. Chem.* **72**, 2323-2328 (2000).
  - 12) 中谷延二, 菊崎泰枝, 食品中のポリフェノールの抗酸化活性, *農科*, **69**, 1189-1192 (1995).
  - 13) 増田俊哉, 小山保夫, 稲葉 譲, 戸井由紀子, 荒田智裕, 武田美雄, 仲本勝男, 國永秀樹, 西里さおり, 野中 亮, 沖縄産食薬用植物エタノール抽出物の抗酸化関連活性, *食科工*, **49**, 652-661 (2002).
  - 14) Chen, J.H. and Ho, C.T., Antioxidant activities of caffeic acid and its related hydroxycinnamic acid compounds, *J Agric. Food Chem.*, **45**, 2374-2378 (1997).
  - 15) Tagashira, M. and Ohtake, Y., A new antioxidative 1,3-Benzodioxole from *Melissa Officinalis*, *Planta Med.* **64**, 555-558 (1998).
  - 16) Douglas, L. Stuart and Ron, B.H. Wills, Effect of drying temperature on alkylamide and cichoric acid concentrations of *Echinaceae Purpurea*, *J. Agric. Food Chem.*, **51**, 1608-1610 (2003).
  - 17) Hata, S., Effect of drying temperature on the oleuropein content of olive (*Olea europea* L.), *Food Preservation Science*, **30**, 191-193 (2004).
  - 18) Ullah, M.R. and Roy, P.C., Effect of withering on the polyphenol oxidase level in the tea leaf, *Journal of Science of Food and Agriculture*, **33**, 492-495 (1982).
  - 19) Lopez, A., Pique, M.T., Ferran, A., Romero, A., Boatella, J. and Garcia, J., Influence of drying conditions on the hazelnut quality : enzymatic activity, *Drying Technology*, **15**, 979-988 (1997).
  - 20) Carnat, A.P., Carnat, A., Fraisse, D. and Lamaison, J.L., The aromatic and polyphenolic composition of lemon balm tea (*Melissa Officinalis* L. subsp. *Officinalis*), *Pharmaceutica Acta Helvetie*, **72**, 301-305 (1998).
- (平成 19 年 12 月 4 日受付, 平成 20 年 3 月 10 日受理)