

論 文

べにふうき紅茶の機能性成分に対する抽出温度の影響

高岡 素子・平井 里佳・清竹 遥花・中野 亜耶・鈴木 杏子

神戸女学院大学 人間科学部

Effects of isolation temperature on function components of Benifuki black tea

Motoko Takaoka, Rika Hirai, Haruka Kiyotake, Aya Nakano, Kyoko Suzuki

School of Human Sciences, Kobe College

要旨

日本国産の品種である「べにふうき」紅茶は香りが高く、世界的なコンテストで受賞するなど呈味について高い評価を受けている。しかしながらその機能性成分に関する研究報告は多くない。よって本研究では、「べにふうき」の茶葉を試料に用い、100℃および5℃の抽出温度や5℃での抽出時間が、機能性成分の濃度にどのように影響するのかについて調べ、一般的な市販紅茶と比較した。さらに異なる条件で抽出した紅茶の強度についての官能検査を行い、呈味についても調べた。

その結果、抽出温度に関しては、「べにふうき」は100℃ 2.5分抽出においてタンニン含量が高くなり、渋みが強くなるのに対し、5℃ 1080分で抽出した場合、タ100℃ 2.5分抽出と比較してタンニン含量が低く、旨味成分であるテアニン含量が高くなり、低温長時間抽出した場合に、渋みが抑えられ甘みが強くなる特徴がみられた。以上のことから、抽出時間や温度が「べにふうき」紅茶に含まれる機能性成分濃度に影響し、また紅茶の呈味にも深く影響することが示唆された。

Summary

Benifuki black tea is a very aromatic Japanese domestic variety, and its taste is highly appraised, winning the international contests. However, studies focused on its functional components are scarce. In this study, we used Benifuki tea leaves to investigate the effects of different extraction temperatures (100 °C and 5 °C) on the concentration of its functional components compare to the commercial tea leaves. In addition, we performed sensory evaluation on the taste intensity and compared the taste of black tea extracted using different extraction methods.

The results showed that when Benifuki tea leaves were extracted at 100℃, the tannin content was high, making it strongly bitter; however, when extracted for 1080 min. at 5℃, the tannin content was lower than that 2.5min. at 100℃. These results are in line with high theanine content, the umami taste ingredient in black tea, which suppresses bitterness and promotes robust sweetness. Our data suggest that extraction temperatures and periods strongly affect the concentration of functional components of Benifuki black tea and profoundly influence its taste.

キーワード：べにふうき、紅茶、抗酸化性、タンニン、テアニン

Key words : Benifuki, black tea, antioxidant activity, tannin, theanine.

はじめに

茶 (*Camellia sinensis* L.) はツバキ科の植物の葉から作られ、世界で最も飲まれている飲料である。発酵工程の有無により、緑茶（発酵過程を伴わない不発酵茶）、紅茶（熱処理をせず十分に発酵させた発酵茶）、その中間に位置するウーロン茶（半発酵茶）に大別される。茶葉にはポリフェノールの一種であるタンニン、カテキン類、ビタミン（C、B、A、E）、テアニン、グルタミン酸等の遊離アミノ酸、食物繊維、カフェインなどの機能性成分が豊富に含まれている。

現在、世界において茶の中で最も生産量が多いのは紅茶であり、全地茶生産量のおよそ80%を占めている（山本（前田）万里 2010）。緑茶にはカテキン類が多く含まれているのに対し、紅茶は製造過程の揉捻、発酵中の酸化酵素の働きにより、カテキン類から新たにテアフラビン、テアルビジンが生成されるため、緑茶よりも多様なポリフェノールが含まれている（Balentine et al., 1997）。紅茶に含まれるテアフラビンなどのポリフェノールは、脂質吸収抑制作用（Kobayashi et al., 2009）、発ガン抑制作用（Hibasami et al., 1998）などが認められており、カテキン類よりも優れた抗酸化作用をもつことが報告されている（Tomita et al., 1994）。近年、緑茶について生活習慣病予防などの生理機能が多数解明されてきたが、紅茶の機能性に関する報告は緑茶に比較して多くない。

日本国産の品種である「べにふうき」は「べにほまれ」と「枕Cd86」を交配して誕生した日本初の紅茶品種である。「べにふうき」緑茶に含まれるメチル化カテキンは抗アレルギー活性が認められており、ヒト試験において「べにふうき」緑茶の摂取がスギ花粉症の症状を軽減したことが報告されている（山本（前田）万里 2005）。しかしながら、発酵過程によりメチル化カテキンは消失するため、「べにふうき」紅茶にはメチル化カテキンは含まれていない。「べに

ふうき」紅茶は香りが優れ、ロンドンの食品コンテスト「グレートテイストアワード」で連続金賞を受賞するなど、紅茶としての品質については高く評価されているが、「べにふうき」紅茶の機能性に関する研究報告は多くない。

よって本研究では、鹿児島で栽培、製造された「べにふうき」紅茶用の茶葉を試料として用い、「べにふうき」紅茶の抽出方法による機能性成分の違いについて調べ、その特徴を明らかにすることを目的として実験を行い、「べにふうき」紅茶のおいしさを生かし、さらに健康機能を有効に活用する飲み方について検討した。

材料および方法

実験1 DPPHラジカル消去法による抗酸化性の測定

1. 材料および方法

1) 茶葉サンプル

- ・べにふうき (*Camellia sinensis* L.)、(原産国：日本 等級：(フラワリー・オレンジ・ペコー) FOP; 細長く、撚りのかかった大型の茶葉)。株式会社米寿より分与。
- ・市販紅茶L (原産国：ケニア、スリランカ他 等級：CTC (CRUSH (押しつぶす)、TEAR (引き裂く)、CURL (丸める) 製法); 日本で一般的に市販されている紅茶、べにふうきとの比較のため用いた。

2) サンプル調整

- ①100℃抽出; (べにふうきと市販紅茶Lの2種類の茶葉を用いた。茶葉それぞれ2gに100℃に温めた水（奥大山の天然水/サントリー）を80ml添加し、10秒攪拌後、室温で2.5分間静置した。
 - ②5℃抽出; 茶葉2種をそれぞれ2gに5℃に冷却した水を80ml添加し、ガラス棒を用いて10秒攪拌後、5℃の環境で（Medicool / 三洋電機）で2.5分、120分、240分、360分、1080分間インキュベートした。
- ①および②で得られた各抽出液を茶こしでろ

過し、大きな茶葉を除いた後、ミラクロス（Calbiochem）でろ過し、室温になるまで静置後蒸留水で100mlにメスアップした。さらにろ紙（Advantec, 5 A）でろ過し、最初のろ液20mlを捨て、残りのろ液をサンプルとして用いた。以下の実験には抽出液の原液または2から50倍に適宜蒸留水で希釈したサンプル溶液を用いた。

3) 方法

試験管に200mM トリスヒドロキシメチルアミノメタンHCl (pH7.4) 緩衝液2.5ml、エタノール1 ml、0.2mg/ml DPPH溶液1 mlを添加し、十分に攪拌した。次に、各試験管にアスコルビン酸スタンダード溶液（0 ～ 1.0mM）または蒸留水で希釈したサンプルをそれぞれ添加し、十分に攪拌した。その後、暗所で20分反応させた後、吸光度計（GeneQuant100 / GEヘルスケアバイオサイエンス株式会社）を用いて520nmの吸光度を測定した。スタンダードにより検量線を作製し、紅茶サンプルの抗酸化性をビタミンC相当濃度として求めた。

実験2 ポリフェノール量の測定

1. 材料および方法

1) サンプル およびサンプル調整は実験1と同様に行った。

2) 方法

没食子酸エチル標準溶液（0 ～ 50 μ g/ml）をスタンダードとして用いた。試験管に蒸留水、没食子酸エチル溶液、サンプル溶液をそれぞれ1 ml添加した。そこに10% (v/v) フェノール試薬希釈液5 mlを添加し、十分に攪拌した。次に、希釈したフェノール試薬を添加、攪拌し6分後静置し、さらに7.5% (w/v) 炭酸ナトリウム溶液を4 ml添加、攪拌した。室温で60分間放置後、吸光度計を用いて765nmで吸光度を測定した。

実験3 タンニン含量の測定

1) サンプル およびサンプル調整は実験1と同様に行った。

2) 方法

没食子酸エチル標準溶液（0 ～ 25mg/ml）をスタンダードとして用いた。試験管にリン酸緩衝液（pH7.5）6 ml、酒石酸鉄試薬2 mlを加えて攪拌した。各濃度の没食子酸エチル溶液およびサンプル溶液を2 mlずつ上記の試験管に添加し、攪拌後、吸光度計を用いて波長540nmで吸光度を測定した。

実験4 オルトフタルアルデヒド法によるテアニン含量の測定

1) サンプル（茶葉）およびサンプル調整は実験1と同様に行った。

サンプル溶液を0.22 μ mのフィルターでろ過し、蒸留水で希釈し分析に用いた。テアニンの測定は高速液体クロマトグラフ（Chromaster 5110ポンプ、5310カラムオープン、5440検光検出器/ 株式会社日立ハイテクサイエンス製）を使用し、オルトフタルアルデヒド蛍光法により遊離アミノ酸であるテアニンについて分析した。

実験5 紅茶の官能検査

1) サンプルは実験1と同様とした。

2) サンプル調整

一般的に紅茶として飲むに適する抽出方法を参考とした。

- ・100℃、2.5分抽出（べにふうき、市販紅茶L）；ティーポットに茶葉を5.0gと100℃の水400mlを入れ2.5分間抽出し、茶こしでろ過後の常温にしたサンプルを用いた。
- ・5℃、1080分抽出（べにふうき）；ティーポットに茶葉を5.0gと5℃に冷却した水400mlを入れ、5℃に設定した冷蔵庫で1080分静置後、茶こしでろ過し、常温にしたサンプルを用いた。

3) 方法

被験者14人(本学の学生11名及び教職員3名)をパネラーに依頼した。常温の3種類のサンプル((A) 100℃抽出市販紅茶L、(B) 100℃抽出べにふうき、(C) 5℃抽出べにふうき)、を紙コップに40mlずつ入れてパネラーに提示した。飲む順番は指定せず、質問項目(味の濃さ、渋み、香り、後味、甘味)について、その強度を5段階評点法(1=とても弱い、2=少し弱い、3=普通、4=少し強い、5=強い)で評価してもらった。

統計処理

エクセル統計ver2.14(株式会社情報サービス)を用い、べにふうきと市販紅茶Lの2群間の検定にはt検定、官能検査については一元配置分散分析(Tukey-Kramer法)を行い、有意水準は $p<0.05$ 以下とした。

結果および考察

実験1 DPPHラジカル消去法による抗酸化性の測定

各紅茶の抗酸化性をアスコルビン酸に換算した結果を図1に示した。100℃抽出では、市販紅茶Lと比較しべにふうきで有意に低い値を示した($p<0.005$)。5℃抽出では両サンプルとも抽出時間に伴い抗酸化性が高くなる傾向を示し、2.5分、240分、1080分抽出において、市販紅茶Lと比較しべにふうきは有意に低い結果を示した($p<0.005$)。

べにふうきの茶葉は葉をそのまま摘み取った形状で細かく裁断されていないのに対し、市販紅茶Lは茶葉が細かく裁断されている。よって、茶葉の大きさの条件を統一するためにべにふうきの茶葉を市販紅茶Lの茶葉の様にミルミキサーで裁断し、同方法で抗酸化性を測定した結果、裁断したべにふうきの抗酸化活性は有意に増加した(データ未掲載)。これは裁断により葉の断面積が増加し、抗酸化成分の葉からの抽出

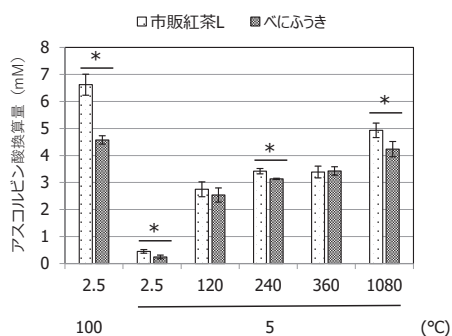


図1 異なる温度と時間で抽出したべにふうきおよび市販紅茶LのDPPHラジカル消去法による抗酸化性の比較 *; $p<0.05$

量が増加したためであると考えられる。よって、100℃抽出で市販紅茶Lの抗酸化性がべにふうきと比較して有意に高かったのは、茶葉が持つ性質ではなく、茶葉の形状による影響が大きいと考えられ、市販紅茶Lはべにふうきと比較し茶葉の断面積が高く、抗酸化成分が浸出されやすかったことが関与していると考えられた。

抽出温度の違いに関しては、両サンプルとも同じ抽出時間では、5℃よりも100℃で有意に高い値を示した。抗酸化性は抽出温度の上昇とともに値が高くなることが報告されており(山田潤 2010)、本実験においても100℃の抽出で抗酸化性成分が浸出されやすいことが示唆された。紅茶に含まれる代表的な抗酸化性成分であるカフェインやカテキンは高温で浸出されやすく、低温では浸出されにくい(堀江秀樹 2001)。このことから、べにふうき中の抗酸化性成分には高温で浸出されやすいカフェインやカテキン類などが豊富に含まれていることが考えられる。

実験2 ポリフェノール量の測定

ポリフェノール量の結果を図2に示した。100℃ 2.5分抽出のポリフェノール量では、市販紅茶Lはべにふうきの1.5倍程度高く、有意な違いが示された。今回得られたべにふうきのポリフェノール量は荒木らが報告した45.8mg/100ml

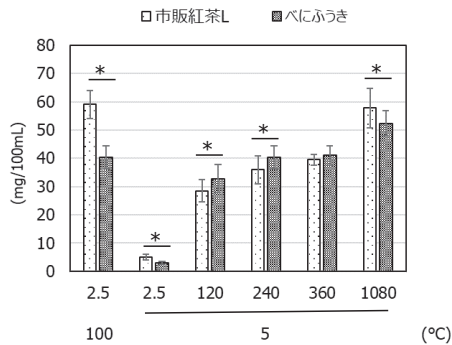


図2 異なる温度と時間で抽出したべにふうきおよび市販紅茶Lのポリフェノール量の比較 *; $p < 0.05$

(荒木裕子ら 2014)とほぼ同程度の濃度であった。市販紅茶Lのポリフェノール量が高かったのは、抗酸化性の実験結果と同様に茶葉の形状の影響が大きいと考えられた。

5℃抽出に関しては、両サンプルとも経時的に増加する傾向が見られた。5℃抽出では120分、240分抽出において、べにふうきが市販紅茶Lより有意に高い値を示したが、1080分では市販紅茶Lで有意に高い値を示した。このことから、べにふうきのポリフェノールは低温で速やかに浸出する性質を有していることが示唆された。

ポリフェノールは、抗動脈硬化、抗アレルギー、血流増強、抗がん、眼精疲労の解消に対する効果が報告されている(吉田久美 2001)。ポリフェノール量とDPPHラジカル消去能の相関について調べたところ、市販紅茶Lの相関係数は0.93、べにふうきの相関係数は0.83と、両サンプルともポリフェノール量と抗酸化性に強い相関が見られた。荒木らはべにひかり、べにふうき等の国産紅茶10種の総ポリフェノール量とDPPHラジカル消去能について調べ、高い相関が見られたことを報告しており(荒木裕子ら 2014)、本実験の結果も同様な傾向を示した。また、加熱や発酵過程を経て作製される紅茶にはビタミンC(アスコルビン酸)がほとんど含まれないことから、紅茶の抗酸化性はポリフェノール類に起因すると考えられる(杉田収

2003)。

実験3 タンニン含量の測定

タンニン含量の結果を図3に示した。100℃抽出では、両サンプルともほぼ同じ値を示した。5℃抽出では時間の経過とともにタンニン含量は増加する傾向を示し、全ての抽出時間で、市販紅茶Lがべにふうきよりも有意に高い値を示した。このことから、べにふうきに含まれるタンニンは低温、長時間で抽出されにくい、高温で抽出されやすい性質を持つことが示唆された。

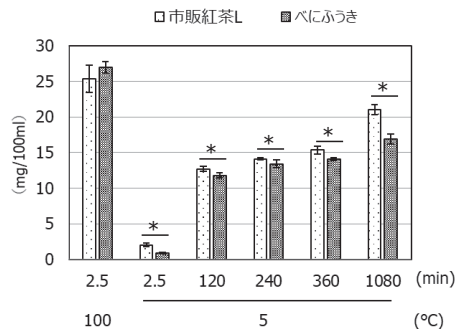


図3 異なる温度と時間で抽出したべにふうきおよび市販紅茶Lのタンニン含量の比較 *; $p < 0.05$

タンニンの大部分を占めるカテキン類は、醗酵工程中に酸化重合を受けて紅茶色素のテアフラビン、テアルビジン等を生成し(西條了康 1994)、紅茶は独特の赤みを帯びた色を呈している。タンニン等のカテキン類は高温で抽出されやすく(田澤みさき 2015)、両サンプルとも抽出温度が高いほどタンニン含量は高くなる同様な傾向を示した。抽出時間に関しては、5℃抽出では市販紅茶Lは時間の経過に伴いタンニン含量が増加したのに対し、べにふうきは5℃抽出液の120分から360分にかけて大きな変化は示さず、抽出時間とタンニン含量には相関がみられなかった。

タンニンは本来植物の防御物質と考えられ、

抗酸化作用のほか、血中尿素窒素低下作用、向精神作用、血圧低下作用、高血圧疫発症ラットに対する延命効果などの生物活性が報告されている（田中隆 2008）。

紅茶葉のタンニン含量の違いはアッサム種、中国種など品種による違いや、発酵法など製法の違いなど、さまざまな条件が関与すると考えられているが（坂本彬ら 2012）、今だ明確にされていない。また、タンニンは渋みを呈することが認められており、べにふうきのタンニン含量は5℃抽出では長時間抽出しても市販紅茶Lよりも低かったことから、べにふうきは低温で長時間抽出した場合でも渋みが低いことが予想された。

実験4 オルトフタルアルデヒド法によるテアニン含量の測定

テアニン測定の結果を図4に示した。100℃抽出において、市販紅茶Lと比較してべにふうきで有意に高い値を示した。また、5℃抽出においても、60、120、240、360、1080分において、市販紅茶Lと比較しべにふうきで有意に高い値を示した。また、べにふうきは、100℃ 2.5分よりも5℃ 60分の方でテアニン含量が有意に高かった。以上のことから、べにふうきのテアニンは、100℃、5℃抽出ともに市販紅茶Lより高く、また、低温で抽出されやすい性質であるこ

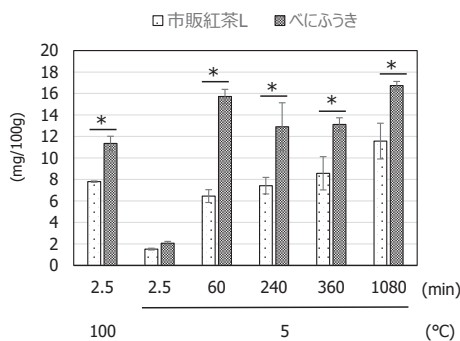


図4 異なる温度と時間で抽出したべにふうきおよび市販紅茶Lのテアニン含量の比較

*; $p < 0.05$

とが示唆された。久保らの研究においてもテアニンは比較的低温で抽出しやすいことが報告され（久保智子 2014）、本研究でも同様な傾向を示した。

茶葉の栽培中、テアニンは根で生成され地上部に移行するが、明所では多くが代謝され、暗所ではあまり代謝されずに茶葉中に多く存在し（小西茂毅 1970）、一般的に上級品とされる紅茶ではテアニン含量が高く（後藤哲久ら 1994）、栽培方法もテアニン含量にも影響していると考えられる。

テアニンは脳内の神経伝達物質であるドーパミン放出を上昇させ、血圧降下作用や脳神経細胞保護作用に加え、動物実験での記憶や学習能の向上や、ヒトボランティア試験ではα波の放出を促進し、お茶の摂取によるリラクゼーションに関与していることが認められた（寺島健彦ら 2017）。また、カフェインと同時投与により疲労感を軽減させ集中力を高める効果が認められており、脳機能の改善や疲労軽減が期待される（山本（前田）万里ら、2014）、疲労感を軽減し集中力を高める効果が期待される。

以上のことから、べにふうきでは低温で長時間抽出した場合、テアニン含量が高く、この条件で抽出した紅茶を摂取すると疲労軽減、リラックスが誘導される効果が期待される。

実験5 紅茶の官能検査

100℃ 2.5分で抽出した市販紅茶Lとべにふうき紅茶および5℃で1080分抽出したべにふうき紅茶の3種類の紅茶についての官能検査の結果を図5に示した。抽出時間は一般的に飲むのに適した抽出時間を参考とした。結果の点数は高いほどその味の強度が強いことを示す。

渋みについては、市販紅茶L 4.2点、べにふうき（100℃ 2.5分抽出）4.2点であったのに対し、べにふうき（5℃ 1080分抽出）は1.9点と有意に低く、渋みが弱いと評価された。紅茶の渋みはカテキン、タンニン等に由来する味といわれ

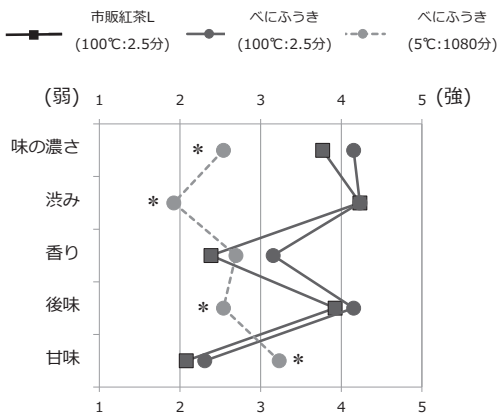


図5 異なる温度と時間で抽出したべにふうきおよび市販紅茶Lの味の強度に関する官能検査の結果 (n=14) *; $p < 0.05$; べにふうき (5℃ 1080分) vs べにふうき、市販紅茶L (100℃ 2.5分)

ている(立山千草 2015)。タンニン含量はべにふうき (5℃ 1080分抽出) で最も低かったことから(図3)、官能検査においても5℃抽出のべにふうきの渋みは弱いと評価されたと考えられた。

甘みについては、べにふうき (5℃ 1080分抽出) が他のサンプルと比較し有意に強かった。テアニンはカテキンやカフェインによる苦みや渋みを緩和させる効果を有している(山本(前田) 万里2016)。べにふうき (5℃ 1080分抽出) のテアニン含量が他のサンプルより有意に高かった(図4) ため、紅茶の苦みや渋みが緩和され、甘みが強く感じられたと考えられる。

べにふうきは100℃抽出ではタンニン含量が高くなり、それにより渋みや後味が強くなるが、5℃で長時間抽出した場合はタンニン含量が低く、テアニン含量が高く、呈味においては渋みや後味が弱く、甘みが強くなる特徴があることが認められた。以上のことから、べにふうき紅茶は抽出温度や時間が紅茶中の機能性成分の濃度に影響し、紅茶の呈味にも深く影響することが示唆された。今後、国産紅茶である「べ

にふうき」が嗜好飲料として日常生活に取り入れられ、べにふうき紅茶の健康機能が幅広く利用されることが期待される。

謝辞

べにふうきの栽培および加工や歴史についてご教示いただいた鹿児島県農政部の武田悟志氏、鹿児島県農業開発総合センターの深水裕信氏に深く感謝いたします。

引用文献

- 荒木裕子・山内なつき・篠原尚子・渡辺悟 (2014) 国産紅茶のDPPHラジカル消去能とポリフェノール成分について (その1), 東京聖栄大学紀要, 6, 1-10.
- Balentine, D. A., Wiseman, S. A. (1997) The chemistry of flavonoids. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 37, 693-7e.
- 後藤哲久・堀江秀樹・後藤哲久・堀江秀樹 (1994), 化学成分から見た市販緑茶の品質, 茶業研究報告, 1994 (80), 23-28.
- Hibasami, H., Komiya, T., Achiwa, Y., Ohnishi, K., Koiima, T., Nakanishi, K., (1998) Black tea theaflavins induce pro-programmed cell death in cultured human stomach cancer cells. Int. Mol. Med., 4, 725-727.
- 堀江秀樹・氏原ともみ・木幡勝則 (2001). 茶主要成分の茶浸出液への溶出特性, 茶業研究報告, (91), 29-33.
- Kobayashi, M., Ichitani, M., Suzuki, Y., Unno, T., Sugawara, T., Yamahira, T., Kato, M., Takiara, T., Sagesaka, Y. Kakuda, T., Ikeda, I. (2009) Black-tea polyphenols suppress postprandial hypertriacylglycerolemia by suppressing lymphatic transport of dietary fat in rats. J. Agric. Food Chem. 57, 7131-7136.
- 小西茂毅 (1970), 茶樹に存在する二つのアミドの生理化学, 茶業研究報告, 1970 (2), 22-52.

- 西條了康 (1994) 茶のフレーバー (1) カテキンの生合成と化学変化, 化学と生物, 32 (3), 181-185.
- 坂本彬・井上博之・中川致之 (2012), 12種類の紅茶の化学成分, 日本食品科学工学会誌, 59 (7), 326-330.
- 杉田収 (2004) 活性酸素を消去する抗酸化物質であるお茶類の抗酸化能比較, 新潟県立看護大学学長特別研究費研究報告書, 15, 65-69.
- 田中隆 (2008) 植物ポリフェノールに関する化学的研究とその紅茶色素生成機構解明への展開, Yakugaku Zasshi, 128 (8), 1119-1131.
- 田澤みさき・上村慎子・浅沼俊倫・池ヶ谷篤・山下里恵・竹下温子 (2015) 低温抽出によるべにふうき緑茶の機能性成分の検討, 平成27年度大会日本調理科学会要旨, 69, 148.
- 寺島健彦・山崎美咲・吉田真夕・陽東藍・渡辺裕美・九島祥弘・衛藤英男・横越英彦 (2017), 環状テアニンの脳線条体からの脳内神経伝達物質の放出に及ぼす影響について, 科学・技術研究, 6 (2), 107-110.
- Tomita, L. , Sano, M., Yoshino, K., (1994) Antioxidative effects of black tea theaflavins and thearubigin on lipid peroxidation of rat liver homogenates induced by tert-butyl hydroperoxide. Biol. Pharm. Bull. 17, 146-149.
- 山田潤・赤堀雄介・松田秀喜・長谷川喜朗・前田俊道・原田和樹 (2010) 鰹だしおよび各種だしにおけるDPPHラジカル消去活性とORAC値の相関性の検討, 日本調理科学会誌, 43 (3), 201-205.
- 山本 (前田) 万里・永井寛・江間かおり・神田えみ・岡田典久・安江正明 (2005) 季節性アレルギー性鼻炎有症者を対象とした「べにふうき」緑茶の抗アレルギー作用評価とショウガによる増強効果. 日本食品科学工学会誌, 52 (12), 584-593.
- 山本 (前田) 万里 (2010) 各種機能性成分を有した各種国産農水産物「茶」, 平成22年度農産物機能性活用推進事業報告書, 7-52.
- 山本(前田)万里・奥田祐・大菅武・物部真奈美 (2014) 給茶機RICH+ (リッチプラス) を用いた茶葉中各種健康機能性成分の抽出条件の検討, 日本食品科学工学会誌, 61 (12), 586-591.
- 山本 (前田) 万里 (2016) 抗アレルギー効果のある茶葉成分, 日本補完代替医療学会, 3 (2), 53-60.
- 吉田久美 (2001) 抗酸化とポリフェノール考, 健康文化, 30, 1-6.