

大学発!

美味しいバイオ

ビワ葉と茶葉のコラボによる美味しく、 機能性に優れた新規混合発酵茶

宮田 裕次^{1*}・玉屋 圭²・田中 隆³・松井 利郎⁴・田中 一成⁵

2005年に長崎県農林技術開発センター、長崎県工業技術センターの公設試験研究機関、長崎県立大学、長崎大学および九州大学の3大学が連携した「本県特産茶葉・ビワ葉の有効成分を活用した高機能性茶葉の開発」プロジェクトを立ち上げ、有効利用されていない長崎県産の緑茶の三番茶葉とビワ葉を用いて、品質に優れ、機能性を有するこれまでにない新たなお茶の開発に取り組んだ。県農林技術開発センターが三番茶葉とビワ葉を用いた製造試験を行い、味や香りに優れる発酵茶葉を開発した。次に、県工業技術センターと共同でその発酵茶葉に糖尿病予防や脂質代謝改善作用などの機能性を付与した製品の開発に取り組み、動物実験とヒト試験でその機能性が長崎県立大学と九州大学において実証され、また作用メカニズムも明らかになった。さらに、機能性を発揮する成分が長崎大学で解明され、発酵茶葉の全容がほぼ解明された。このように、本研究は官（県）と学（大学）が連携して取り組んだ全国的にも事例の少ないプロジェクト研究で、美味しく機能性を有する新たな発酵茶葉の製造に成功した。さらに、商品化して販売するために長崎県農林部農産園芸課を中心に関係団体と連携して、生産者による製造組織の「ながさき高機能茶有限責任事業組合」と、販売業者による「ながさき高機能発酵茶普及促進協議会」の設立を推進し、生産から販売までの体制を整備して2009年10月から長崎県内を中心に「ワンダーリーフ」の商品名で販売を開始した。

ビワ葉と茶葉が出会ったきっかけ

果物には酸化酵素ポリフェノールオキシダーゼを含むものがある。酸化酵素ポリフェノールオキシダーゼとは、フェノール類をo-キノン類に酸化する反応を触媒する酵素である。茶葉の場合、ポリフェノールであるカテキンがこの酵素により橙赤～赤褐色のテアフラビンやテアルビジンなどに酸化（発酵とも言われる）される。野菜

や果物の褐変の一因もこの酵素によるものである。一般に、酸化酵素を利用した加工食品にウーロン茶や紅茶がある。茶は、緑茶、ウーロン茶および紅茶に分類されるが、それらはすべて同じ茶樹から作られる。緑茶は、摘みとられた茶葉を蒸気で蒸すことで酸化酵素が失活するためにカテキンが変化しないことから、茶葉の色や味がそのまま固定され、緑色の茶ができあがる。紅茶は、茶葉を萎凋させ、強く揉捻することで細胞を破壊し、カテキン類が酸化酵素によって急激に反応し、テアフラビンなどに変化することで、独特の味と香りが作り出される。長崎大学薬学部の田中教授は多くの農産物に関してテアフラビンを合成する植物と収量について調査を行ってい



*著者紹介 ¹長崎県農林技術開発センター農産園芸研究部門茶業研究室（主任研究員） E-mail: my0518@pref.nagasaki.lg.jp

²長崎県工業技術センター応用技術部食品・環境科（主任研究員） E-mail: tamaya@tc.nagasaki.go.jp

³長崎大学大学院医歯薬学総合研究科（薬学）天然物化学分野（教授） E-mail: t-tanaka@nagasaki-u.ac.jp

⁴九州大学大学院農学研究院生命機能科学部門食料化学工学講座（教授） E-mail: tmatsui@agr.kyushu-u.ac.jp

⁵長崎県立大学シーボルト校看護栄養学部栄養健康学科教授（教授） E-mail: katanaka@sun.ac.jp

るが、その結果、茶葉に含まれる酸化酵素の活性は、植物の中でも強い方であることが判明した。しかし、ビワの未熟果実は茶葉に比べ約1.9倍、ブルーベリーが約1.1倍と茶葉よりも多くのテアフラビンを生成していることから、酸化酵素が強いと言えるとのことである。さらに、田中教授は、緑茶と摘果果実の高いポリフェノールオキシダーゼ活性を有効利用することで紅茶色素テアフラビンを含有する新しい機能性素材について実験室レベルでの検討を行っている。具体的には、緑茶の抽出液に摘果ビワを混合撹拌することで、紅茶から製造したテアフラビンに比べ約3倍にも増加することを明らかにした。紅茶ポリフェノールは、血糖上昇抑制、脂質代謝改善作用などを有しており、その効果は緑茶カテキンよりも高いとも言われている^{1,2)}。この結果を踏まえ、酸化酵素を失活させないよう蒸していない茶葉と摘果ビワを混合撹拌することで、さらにテアフラビン含量が増加し、機能性が高まるのではないかと期待したが、摘果ビワはかなり小さいことから収穫に長時間要しても大量に集めることが困難であり産業化は難しいと考えられた。そこで、ビワ葉を活用できないだろうかとの試験を開始した。

ビワ葉の役割

ビワは長崎県特産品の一つであり、その生産量は全国一であるが、近年の価格低迷、生産者の高齢化、放棄園の増加などにより生産量は減少傾向にある。ビワは果実生産を主な目的として栽培されていることから、ビワ葉はせん定によって切除され、あまり利用されていない。そうしたなか、ビワ葉に含まれるクロロゲン酸がカテキンの酸化重合を促進する作用を有する³⁾ことが明らかにされ、また、ビワ葉が他の植物よりも強いポリフェノール酸化活性を有し⁴⁾、カテキンの酸化重合を促進することが示された。紅茶などの発酵茶飲料では、カテキンの酸化重合によって渋味が抑えられ、花様の香りが付与される。ビワ葉やそれに含まれるクロロゲン酸がカテキンの酸化を促進する作用を有することから、ビワ葉を混合することで緑茶三番茶葉に多く含まれるカテキン含量が減少して味覚や風味を改善できるのではないかと推測した。

製造法の開発

日本においては、緑茶の製造は盛んであるが、紅茶を製造する萎凋（茶葉に含まれる水分含量を減少させ、次の揉捻工程で揉みやすくする）機はない。そのため、水

分含量を減少させるためには、茶葉を薄く広げて自然に水分含量を減少させる必要があり、それには最低でも24時間程度要する。結果この方法で萎凋を行うとなると大量生産が難しいという問題がある。そこで、緑茶製茶機械である粗揉機を利用する方法を検討した。一般に、粗揉機は蒸した茶葉に熱風を当て撹拌させながら効率よく乾燥させる製茶機械であることから、茶葉を萎凋させる研究は行われていない。まず、熱風温度、風量および軸回転数の条件を変えながら茶葉の温度（35℃～55℃）や水分含有率（40～55%）について検討を加えた結果、熱風温度70℃で20分間茶葉を撹拌することで紅茶と同じような萎凋葉を製造することに成功した。

なお日本で栽培されている品種の多くが緑茶製造に適したものであるが、それらは紅茶品種に比べ酸化酵素活性が低い⁵⁾ことから、カテキンの酸化が進みにくく、紅茶のような品質の高い発酵茶の製造は難しいと考えられている。そこで、カテキンの酸化を促進するビワ葉を用いるなどして品質が高まる方法を試みた。萎凋前の茶葉とビワ葉の混合比率（9:1, 4:1）、揉捻時間（20, 40分）、酸化時間（0, 1, 2, 4, 6, 24時間）の条件を組み合わせ、品質を詳細に検討したところ、茶葉とビワ葉の混合比率9:1、揉捻時間20分、酸化工程を省略することで、浸出液の色が鮮やかな紅色を呈し、香味については茶葉を酸化させていることから紅茶に近いが、ビワ葉と一緒に揉み込むことで紅茶とは一味違うフルーティな香りを呈する優れた品質となった。最後に高温で酸化を止めると同時に貯蔵に耐えられるように30分間乾燥を行うことで、一連の混合発酵茶葉の製造技術を確認した。

機能性研究

動物やヒトにおいて混合発酵茶葉は血糖上昇抑制および脂質代謝改善作用を有することを確認している。血糖上昇抑制に関与する成分、その作用メカニズムについては、混合発酵茶葉の製造でカテキンの酸化重合により生成したテアフラビン類、テアシネンシン類およびカテキン重合ポリフェノールが小腸での α -グルコシダーゼの活性を阻害することにより発現することを観察している。さらに、血清および肝臓トリグリセリド濃度低下作用、体脂肪低下作用を有している。これらは、混合発酵茶葉に含まれる紅茶ポリフェノールおよびカテキンが腸リパーゼの活性を阻害することにより、小腸からの脂肪の吸収を抑制あるいは遅延し、結果として糞中への脂肪の排泄が促進されることによる。なお肝臓では脂肪合成

が抑制され、褐色脂肪組織においては、おそらくカテキン類により脂肪の分解が促進される。このようなメカニズムによって、体脂肪減少や中性脂肪濃度低下効果が発揮すると推察される²⁾。

これまでの生産と今後の展開

このように本技術は、萎凋した茶葉にビワ葉を添加することでビワ葉の有する高い酸化促進力を活用して原料茶葉に含まれるポリフェノール（カテキン類）の酸化重合を加速度的に促進させるものであり、短時間で製造できる特徴を有している。緑茶製品の成分は産地によらずほぼ同様であるが、紅茶は微妙な製造法の違いにより成分組成が工場ごとに異なるとさえ言われている。このことが多くの個性的な世界的紅茶銘柄を存在させている理由であり、紅茶の魅力でもある。しかし、湿度や温度、発酵時間などにより最終製品の性質が大きく影響を受けることから、製造には熟練と経験が必要である。最近では紅茶製造もオートメーション化されて、均一な製品が大量製造されているが、そのためには大規模な設備投資が必要となる。それに対して我々の混合発酵茶製造では、緑茶製造で用いられる従来の機械をそのまま使用し、しかも製造条件を規格化しやすい。このことは、小規模施設においても成分がほぼ一定した製品を製造することが可能であることを示しており、地方における新たな産業

を創出できると考えられる。

本技術で製造した混合発酵茶葉は、「ワンダーリーフ」という商品名でリーフタイプの高機能茶として九州地区で主に販売されてきた。また、特徴的な風味とあわせて、血糖上昇抑制や脂質代謝改善などの生理作用を有する機能性茶としても有望である。本技術は長崎県、長崎県立大学、長崎大学、九州大学、ながさき高機能茶有限責任事業組合およびながさき高機能発酵茶普及促進協議会の産学官連携のもとに達成された成果である。2014年からは、総発売元として卸売業者の株式会社サンダイがながさき高機能茶有限責任事業組合からワンダーリーフの原料を買い取り、リーフの飲用茶としての用途以外に粉末、濃縮液などに加工したものを食品への添加物やサプリメントに応用できないか全国販売も視野に入れて食品製造企業に提案を行っているところである。ワンダーリーフを使った多くの商品が生まれることを期待している。

文 献

- 1) Matsui, T. *et al.*: *J. Agric. Food Chem.*, **55**, 99 (2007).
- 2) Tanaka, K. *et al.*: *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **74**, 1606 (2010).
- 3) 田中 隆ら: 日本生薬学会第52回大会講演要旨集, p. 56 (2005).
- 4) Tanaka, T. *et al.*: *J. Agric. Food Chem.*, **50**, 2142 (2002).
- 5) 竹尾忠一ら: 茶業試験場研究報告, **5**, 2 (1967).