



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Integrated approach for valorisation of polyphenols in spent black tea: extraction, microencapsulation, and development of functional packaging film [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Rajapaksha, Disanayakage Surakshi Wimangika
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	甲第14806号
Issue Date	2022-03-24
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/85400
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Disanayakage_Surakshi_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士（農学） 氏 名 Disanayakage Surakshi
Wimangika Rajapaksha

審査担当者 主査 准教授 清水 直人
副査 教 授 岩渕 和則
副査 教 授 野口 伸

学位論文題名

Integrated approach for valorisation of polyphenols in spent black tea:
extraction, microencapsulation, and development of functional packaging film
(紅茶殻ポリフェノール類高付加価値化のための統合的アプローチ：
抽出、マイクロカプセル化、機能性包装フィルムの開発)

本論文は、英文 99 頁、図 28、表 11、5 章からなり、参考文献 3 編が付されている。循環型社会の構築へ向けて食品産業廃棄物からの機能性成分回収およびその利活用は大きな注目を集めている。紅茶飲料製造プロセスから多量に発生する紅茶殻は、高い抗酸化力を持つものの十分な活用がされていない。ポリフェノール類を回収し食品包装の天然抗酸化剤として利用した研究において、紅茶殻を適用した事例はこれまで報告されていない。本研究は、1) ポリフェノール類回収による紅茶殻の高付加価値化、2) 半連続式亜臨界抽出による紅茶殻からのポリフェノール類のパイロットスケール抽出、3) 紅茶殻抽出物を組み込んだ機能性食品包装フィルムの開発と特性評価についての結果を取りまとめたものである。

1. ポリフェノール類回収による紅茶殻の高付加価値化：亜臨界溶媒抽出とマイクロカプセル化

紅茶殻ポリフェノール類回収における亜臨界溶媒抽出と抽出物安定化改善に向けたマイクロカプセル化について評価した。抽出条件の最適化は抗酸化フェノール類収量に対する応答曲面法によって実行し、温度(°C)およびエタノール濃度(%)を変数とする内接中央複合計画により最適化モデルを設計している。抽出温度 180 °C、エタノール濃度 71 %において最も高い総ポリフェノール量 (126.89 mg 没食子酸等量/g 紅茶殻) および抗酸化活性 (69.08 mg 没食子酸等量/g 紅茶殻) を示した。ペクチン、ガゼインナトリウム、ペクチン/ガゼインナトリウム混合物 (1 : 1) を壁物質とした噴霧乾燥により抽出物をマイクロカプセル化したところ、ペクチン/ガゼインナトリウム混合物で得られたアモルファス粉末は、45 °C、40 日経過後のフェノール保持率が最も高いことが解明されている (94.28 %)。このマイクロカプセルはあらゆる食料循環システムにおいて抗酸化性向上のために使用可能であることが提案されている。

2. 半連続式亜臨界抽出による紅茶殻からのポリフェノール類のパイロットスケール抽出

半連続式亜臨界溶媒抽出のパイロットスケール抽出プロセスを試みた。エタノール-水 (50 % (w/w)) を溶媒とした 125 °C, 0.3 MPa の処理により, 抗酸化活性 (64.20 g 没食子酸等量/kg 紅茶) を持つ, 熱水処理よりも有意に多くのポリフェノール (80.82 g 没食子酸等量/kg 紅茶) が抽出され, 半連続式亜臨界溶媒抽出は紅茶殻ポリフェノール類抽出のスケールアップ手法として適用可能であることが示されている。亜臨界溶媒抽出は熱水抽出よりも可溶性物質含有量が高く, LC-MS の結果から, 50 %エタノールによって抽出された 12 種類の化合物のうち, テアフラビン-3,3'-ジガレートが最も高濃度に含まれるポリフェノールであることを新たに見出している。

3. 紅茶抽出物およびそのマイクロカプセルを組み込んだデンプンベースフィルムの開発と特性評価

食品包装の有効成分として紅茶殻抽出物の適用可能性を評価した。紅茶殻抽出物の遊離体またはペクチン/ガゼインナトリウム混合物のマイクロカプセルをキャッサバデンプンマトリックスに組み込み, キャスティング法によりフィルムを作製した。ポリフェノール含量の異なる (0.17%および0.34%) 紅茶殻抽出物の組み込みが, フィルムの構造的特性, 物理的特性, 抗酸化活性, 食品モデル物質間の活性化化合物の移動, 脂質酸化防止機能に及ぼす影響について調べた。遊離体の添加によってデンプンフィルムは抗酸化活性を持つ低弾力性フィルムに改質されることが分かった。一方マイクロカプセルの組み込みでは抗酸化活性を保持しつつ機械的特性が改善された。いずれの活性フィルムにおいても脂質酸化は 35 日遅らせることができた。以上のことから, 紅茶殻抽出物マイクロカプセルを組み込んだデンプンフィルムが脂質の多い食品の酸化防止包装資材として利用可能であることを述べている。

4. 結論

本研究では, 紅茶殻ポリフェノール類抽出において亜臨界溶媒抽出法は高効率な手法であること, マイクロカプセル化によって紅茶殻抽出物は安定性が向上して高付加価値な食品素材となること, 紅茶殻抽出物をキャッサバデンプンに組み込んだ高抗酸化性包装フィルムを開発により脂質の多い食品の酸化防止に応用できる可能性のあることが結論づけられている。

以上のように, 本論文では, 紅茶殻ポリフェノール類高付加価値化の統合的アプローチによるラボスケールからパイロットスケールまでの抽出, マイクロカプセル化, 機能性包装フィルム開発に関する概念の実証がなされている。よって審査員一同は, Disanayakage Surakshi Wimangika Rajapaksha が博士 (農学) の学位を受けるのに十分な資格を有しているものと認めた。