

審査の結果の要旨

氏名 松尾 悠

食品廃棄物の削減は地球規模の課題であり、持続可能な開発目標（SDGs）の 12.3 において 2030 年までに小売・消費段階における 1 人当たりの世界の食品廃棄量を半分にすることが目標として設定されている。柑橘類は果物として消費されるだけでなく飲料やゼリーなどの食品生産にも利用されているが、一般に柑橘類の皮は食品加工廃棄物として廃棄されている。一方、柑橘類の皮には副産物として利用可能な化合物が一般に果肉部より多く含まれていることが数多くの先行研究において指摘されている。しかしながら、ナツミカン（*Citrus Natsudaidai*）の皮に含まれる化合物に着目した研究例は数少ない現状にある。本研究の目的は、従来は廃棄されていたナツミカンの皮に含まれる栄養成分および健康増進効果が期待される成分を抽出するとともに、それらの天然添加物としての利用可能性を評価することにある。

本研究は、研究の背景と目的を示した第 1 章を含む全 6 章から構成される。第 2 章では、千葉県で無農薬栽培されたナツミカン 3 品種を供試材料とし、試料の皮の表面色、水分量、タンパク質含量、脂質含量、炭水化物含量および灰分値を測定するとともに、から得られた抽出物に含まれる遊離アミノ酸、脂肪酸、ミネラルおよび香気成分の組成を測定しており、ナツミカンの皮は炭水化物およびカリウムを多く含むこと、遊離アミノ酸含量は抽出物の味に影響を及ぼすのに十分ではないこと、柑橘類に典型的な香気成分が含まれていることなどを確認している。

第 3 章では、食品への利用を想定して簡易かつ安価な方法により健康増進効果が期待される成分を抽出すること、および異なる極性をもつ抽出物の総フェノール含有量および抗酸化活性を過大評価することなく検討することを目的としており、第 2 章で用いたナツミカン 3 品種の皮から 5 種類の異なる可溶性画分を水-エタノールおよびヘキサン-エタノール混合溶液で抽出している。その結果、水溶性画分において最大の総フェノール含有量および抗酸化活性が、ヘキサン可溶性画分で最も低い総フェノール含有量および抗酸化活性がそれぞれ観察されている。加えて、総フェノール含有量と抗酸化活性の間に正の相関が見

られることを確認している。

第4章では、HPLCにより分離された化合物が正のピーククロマトグラムで、またそれぞれの化合物の抗酸化活性が ABTS ラジカル反応の結果として負のピークで表示されるオンライン HPLC-ABTS アッセイによりナツミカンの皮に含まれるフェノール化合物を分析している。その結果、柑橘類の皮に含まれる典型的なフラボノイドのいくつかについてナツミカンの皮から同定されたものの、それらの抗酸化特性が ABTS アッセイにより検出されなかったことを確認している。さらに、オンライン HPLC-ABTS の精度を向上させるための分析条件について検討している。

第5章では、ナツミカンの皮から得られるフラボノイド、水溶性ペクチンおよび皮のエッセンスの有用性を評価するために、水溶性ペクチンの粘度を測定するとともにオリジナルフレーバーの水を調製し、E-nose、味覚センサーおよびパネリストによる官能分析を実施している。ナツミカンの皮に含まれる主なフラボノイドはナリンギンとネオヘスペリジンであり、水溶性ペクチンの見かけの粘度は市販のペクチン粉末よりも低い値を示すことを確認している。また、E-nose 分析の結果からオリジナルフレーバー水はフルーツジュースを含む市販の飲料と類似の匂いを示すこと、パネリストによる官能分析の結果からオリジナルフレーバー水は市販のフレーバーウォーター（パネリスト）よりもかなり好まれることをそれぞれ確認している。なお、味覚センサー分析の結果からオリジナルフレーバー水は、後味で苦味と渋味を示すものの、嗜好総合評価に関して市販のフレーバー水との有意差は見られないことを確認している。

第6章では結論と今後の展望を述べており、従来は廃棄されていたナツミカンの皮に含まれる栄養成分および健康増進効果が期待される成分が天然添加物として利用可能であると結論付けるとともに、食品への利用を想定した簡易かつ安価な抽出方法を用いることの利点について言及している。また、抽出後に残存する不溶性食物繊維の有効利用やナツミカンの皮に含まれるカロテノイド等の色素の天然食品着色料としての有効利用、オンライン HPLC-ABTS システムのさらなる改善が今後の課題であると述べている。

これらの研究成果は、学術上応用上寄与するところが少なくない。よって、審査委員一同は本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。