

(第5号様式)

学位論文審査の結果の要旨

氏名	Naraporn Phomkaivon
審査委員	主査 田村 啓敏 副査 西脇 寿 副査 島村 智子 副査 米倉 リナ 副査 高田 悟郎

論文名 New processing technologies for the enhancement of antioxidant and antiallergic activities of Thai and Japanese sweet potatoes

(タイ産及び日本産さつまいもの抗酸化活性並びに抗アレルギー活性の増加を促す新加工技術)

審査の結果の要旨

さつまいも生産は東南アジア各国で盛んであり、品種は非常に多い。果肉の色だけでも、黄色、白色、紫色と多様である。その色合いの違いは含まれる成分の違いであることから、多様な色合いのさつまいもの機能性を評価することは有用品種を選抜でき、高品質な品種の改良などへの影響があり、意義深い。本論文では、タイ産のさつまいもに着目し、調理を含め、加工処理の生理機能性に及ぼす影響を評価した。

第2章では、18時間の熱風乾燥法と30分の煮沸後、回転式二重ドラムによる乾燥法の2つの乾燥法について、ポリフェノールの量的変化や抗酸化活性に及ぼす影響に関して比較検討した。まず、色素の色合いが、回転式二重ドラムによる乾燥法では、濃くなり、乾燥中に澱粉の $\alpha$ 化が進み、結果的に、二次代謝物のポリフェノールが溶け出し易くなった。実際に、Torperk と Purple の栽培品種では、回転式二重ドラムによる乾燥粉末は、総フェノール含有量と総アントシアニン含有量の点で、従来の熱風乾燥粉末よりも高値を示した。Torperk の回転式二重ドラムによる乾燥粉末は、日持ちも良く、 $\alpha$ 化が進んでいる。Torperk の回転式二重ドラムによる乾燥粉末は、TBA 反応性物質質量 (4.4 nM MDA / mg リノール酸) および DPPH フリーラジカル阻害効果 ( $SC_{50}$  72.1  $\mu$ g / mL) の点で、従来の熱風乾燥粉末よりも高い抗酸化活性を示した。Torperk の抗酸化活性 (TBA 値) と成分ピーク面積との相関性を調べた所、相

関性が高い成分は、クロロゲン酸（ピーク 1）（ $r = 0.93$ 、 $p < 0.05$ ）およびアシル化アントシアニン（ピーク 3）（ $r = 0.98$ 、 $p < 0.01$ ）であった。 $\alpha$ 化による紫さつま芋の抗酸化物質の増加は、健康食品市場、天然食品着色剤、および栄養補助食品等への加工食材の有用性を示し、新たな開発に道を拓くものと考えられる。

3章では、タイ、日本のさつま芋品種比較の結果、鳴門金時の抗アレルギー作用が高い先行研究成果を受けて、調理技術（電子レンジ加熱、煮沸、温風加熱）との関連性について検討した。鳴門金時さつま芋の皮の抽出物は、QuEChERS 抽出を含め、液-液分配クロマトグラフィーにより 7 つ得た。抗アレルギー活性は、上記の 3 つの方法で皮を調理した後に抗アレルギー作用を評価した。抽出物を  $400 \mu\text{g}/\text{mL}$  の濃度に調製し、 $200^\circ\text{C}$  で 12 分間温風加熱した  $\beta$ -ヘキソサミニダーゼ放出率は、 $36.9\%$  だった。500 W で 6 分間、電子レンジ加熱では、 $41.9\%$ 、 $100^\circ\text{C}$  で 15 分間煮沸した場合には、 $64.2\%$  になり、焼き、電子レンジ加熱が好ましいことが判明した。次に、QuEChERS 抽出を含め、液-液分配クロマトグラフィーにより 7 つの抽出物を得て、7 つの抽出物の RBL-2H3 細胞の  $\beta$ -ヘキソサミニダーゼ放出抑制率と HPLC 分析による成分量の違いをパラメータとする相関係数から有意に相関性の高い 2 つの物質を選抜できた。すなわち、化合物 9（ $r = 0.91$ 、 $p < 0.01$ ）および化合物 11（ $r = 0.76$ 、 $p < 0.05$ ）である。鳴門金時の化合物 5、8、9、11 は、生のものと比較して、焼きと電子レンジ処理で増加することが分かった。化合物 5、8、9、および 11 の UPLC / ESI-Q-TOF-MS 分析により、化合物 9 と 11 はフラボノールアグリコンの硫酸塩、3,5,3'-トリヒドロキシ-7,4'-ジメトキシフラボン 3-O-硫酸塩と 3,5-ジヒドロキシ-7,4'-ジメトキシフラボン 3-O-硫酸塩であることが明らかになった。さつま芋の皮を焼くと、化合物 5 と 8 は化合物 9 と 11 に変化し、抗アレルギー活性が向上した。化合物 9 と 11 は NMR の解析により、3,5,3'-トリヒドロキシ-7,4'-ジメトキシフラボンと 3,5-ジヒドロキシ-7,4'-ジメトキシフラボンであることを確認した。IC<sub>50</sub> は化合物 5 では  $11.0 \mu\text{g}/\text{mL}$  であるが、化合物 9 に変換され、IC<sub>50</sub> は  $4.1 \mu\text{g}/\text{mL}$  になった。一方、化合物 8 は IC<sub>50</sub> が  $12.1 \mu\text{g}/\text{mL}$  から化合物 11 では、 $4.4 \mu\text{g}/\text{mL}$  に変化した。4 つの化合物共に、IC<sub>50</sub> は小さく、4 つの化学物質が抗アレルギー活性に寄与していることが判明した。鳴門金時の皮は、調理前後に I 型アレルギー抑制の高い硫酸フラボノールがフラボノールアグリコンに変化するが、いずれも優れた抗アレルギー物質の供給源であることを突き止めた。さらに、鳴門金時の皮から単離した 2 つの硫酸フラボノールの抗アレルギー機能は本研究により初めて定量的に評価された。

以上、さつま芋に含まれる植物化学物質（抗酸化物質、抗アレルギー物質）は、加工処理、調理中に変化し、機能性を高めることが明らかになった。提案された加工技術は、さつま芋の抗酸化性、抗アレルギー活性を高め、栄養補助食品等の付加価値を高めることを明らかにした。食品産業界での芋の加工法の更なる最適化が推進されることを期待する。

以上の一連のさつま芋の加工特性と機能特性の評価は意義深い。

学位論文の公開審査会は令和 4 年 1 月 31 日オンライン方式により実施され、口頭発表と質疑応答が行なわれた。続いて学位論文審査委員会を開催して本論文の内容を審査した。その結果、全員一致して本論文が博士（学術）の学位を授与するに値するものと判定した。