



Title	Metabolomics Approach for Characterization of Kopyor ( <i>Cocos nucifera</i> L. var Kopyor), Indonesian Unique Coconut
Author(s)	Yunindanova, Mercy Bientri
Citation	大阪大学, 2025, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.18910/101624">https://doi.org/10.18910/101624</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

## Abstract of Thesis

Name ( YUNINDANOVA MERCY BIENTRI)	
Title	Metabolomics Approach for Characterization of Kopyor ( <i>Cocos nucifera</i> L. var Kopyor), Indonesian Unique Coconut (インドネシア特有のココナツ「コピヨール」 (ココス・ヌキフェラ L. var. コピヨール) の特徴を明らかにするためのメタボロミクスアプローチ)
<p><b>Chapter 1: General introduction.</b> Kopyor coconut (<i>Cocos nucifera</i> L. var Kopyor), a type of coconut native to Indonesia, is characterized by its unique endosperm properties, which result from a mutation in the CnAGal/α-Gal gene encoding the α-D-galactosidase enzyme. Kopyor coconuts exhibit phenotypic variation in endosperm quantity (EQ) and across different cultivated varieties. Despite previous studies indicating its potential for broader applications, the utilization of Kopyor coconut remains limited, primarily due to gaps in sensory characterization and metabolomics profile information. Therefore, this study aims to conduct a thorough characterization based on these aspects to support its further development.</p> <p><b>Chapter 2: Characteristics of Kopyor coconut (<i>Cocos nucifera</i> L. var Kopyor) based on sensory analysis and a metabolomics-based approach.</b> In this chapter, the first step was to assess the characteristics of Kopyor in comparison to normal coconuts, both young and mature. This study employed sensory analysis, metabolomics, and multivariate techniques. The results revealed that Kopyor exhibits distinctive sensory attributes and metabolite profile compared to both normal mature and young coconuts. Sensory analysis showed that Kopyor water and flesh had a complex sensory profile. This research is the first to systematically develop the sensory attributes of Kopyor's endosperm, resulting in a sensory wheel for Kopyor water and flesh. Additionally, gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) analysis revealed that Kopyor contained a broader range of metabolites compared to coconuts at the same developmental stage. Differential analysis and OPLSR identified higher concentrations of flavor-related metabolites in Kopyor water, contributing to its sensory complexity. The study emphasizes the significant role of endosperm modification in influencing metabolites in Kopyor.</p> <p><b>Chapter 3: Phenotypic diversity of Kopyor (<i>Cocos nucifera</i> L. var. Kopyor): insights from metabolomics, physicochemical, and proximate analyses.</b> Kopyor exhibits significant phenotypic diversity, including variations in endosperm quantity (EQ) and cultivated variety. EQ is defined by the proportion of flesh that detaches from the endocarp. However, the relative contributions of these factors and their influence on metabolite profiles remain unclear. This study evaluated the metabolomics, physicochemical, and proximate attributes of Kopyor coconuts across three cultivated varieties, with EQ levels ranging from 10% to 50%. The findings demonstrated that EQ had a more pronounced effect on metabolite accumulation than the specific cultivated variety. Higher EQ levels were associated with an increase in key metabolites, including essential amino acids and compounds contributing to sensory attributes. These findings suggested that higher EQ levels had the potential to enhance the sensory quality of Kopyor coconut. Proximate analysis revealed a decrease in carbohydrate, protein, fat, and fiber content in Kopyor, likely due to molecular breakdown, suggesting an increased nutrient bioavailability. Valine was identified as a potential biomarker for differentiating EQ levels.</p> <p><b>Chapter 4: Metabolomics-based characterization and sensory analysis of Kopyor (<i>Cocos nucifera</i> L. var. Kopyor) based on cultivated variety.</b> While EQ is more influential for Kopyor quality, its determination remains challenging due to the need for destructive testing. Therefore, alternative non-destructive methods are required. This chapter examined the influence of cultivated varieties, namely Kopyor Green Dwarf (KGD), Kopyor Yellow Dwarf (KYD), and Kopyor Brown Dwarf (KBD), through metabolomics analysis, hedonic testing, and sensory evaluation. The findings revealed that metabolite accumulation varied across different varieties. KDB coconut water was the most preferred. The sensory attributes and key metabolites may potentially be associated with the preference for KBD water.</p> <p><b>Chapter 5: Conclusion and future perspective.</b> This study comprehensively characterized the sensory attributes, metabolite profiles, physicochemical properties, and proximate composition of Kopyor to address the general challenge of its potential being limited by incomplete information of its sensory characteristics and metabolite profiles. Collectively, this study establishes a foundational framework for broader applications of Kopyor coconut. The findings serve as a valuable reference not only for the study of Kopyor but also for other unique coconut varieties worldwide. For future perspectives, this research provides valuable insights for product innovation in the food industry.</p>	

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

氏名 ( YUNINDANOVA MERCY BIENTR )		
	(職)	氏名
論文審査担当者	主査	教授 福崎 英一郎
	副査	教授 渡邊 肇
	副査	教授 内山 進
	副査	教授 村中 俊哉
	副査	教授 紀ノ岡 正博
	副査	教授 大政 健史
	副査	教授 青木 航
	副査	教授 藤山 和仁
	副査	教授 本田 孝祐
	副査	教授 松田 史生

## 論文審査の結果の要旨

本研究は、インドネシア特有のココナツ品種「コピヨール」(*Cocos nucifera* L. var. Kopyor) の特徴を明らかにするため、メタボロミクスと官能評価分析を用いて包括的に解析し、その利用拡大に向けた基礎的知見を得ることを目的とした。

第1章では、本研究の材料であるコピヨールについて詳述した。コピヨールは、 $\alpha$ -D-ガラクトシダーゼ酵素をコードする CnAGa1/  $\alpha$ -Gal 遺伝子の変異によって生じる独特な胚乳特性を持つココナツ品種である。これまでの研究でその利用価値が示唆されていたが、官能特性や代謝プロファイルに関する情報が不足し、産業応用が進んでいなかった。本研究では、コピヨールの特徴を体系的に評価し、その特性を明確にすることを目指した。

第2章では、コピヨールの官能特性とメタボロミクスを用いた特徴解析を行った。若いココナツや成熟した通常のココナツと比較し、官能評価、メタボロミクス、統計解析を実施した。その結果、コピヨールは通常のココナツとは異なる独自の官能特性と代謝プロファイルを示し、ココナツ水や果肉の風味がより複雑であることが明らかになった。本研究では、コピヨールの官能特性を体系的に示す「官能ホイール (Sensory Wheel)」を作成し、その特性を視覚的に表現した。さらに、ガスクロマトグラフィー質量分析 (GC-MS) を用いた解析により、コピヨールには通常のココナツよりも多様な代謝物が含まれ、特に風味に関与する代謝物の濃度が高いことが確認された。

第3章では、コピヨールの形態的多様性を、メタボロミクス、理化学分析、およびプロキシメイト (近似組成) 分析を通じて評価した。コピヨールの形態は、胚乳量 (EQ) や栽培品種の違いによって多様であるが、その影響が代謝プロファイルにどのように関与するかは明確でなかった。本研究では、EQ が 10%から 50%の範囲で変動する 3 つの異なる栽培品種を対象に分析を行った。その結果、EQ の違いが栽培品種よりも代謝物の蓄積に大きく影響することが明らかになった。特に、EQ が高いコピヨールほど必須アミノ酸や風味関連化合物の含有量が多く、より良好な感覚品質を持つ可能性が示唆された。また、プロキシメイト分析では、コピヨールの炭水化物、タンパク質、脂質、食物繊維の含有量が通常のココナツよりも低下しており、これは分子の分解が進むことで栄養素の生体利用能が向上する可能性を示唆する結果となった。さらに、バリンが EQ レベルの指標となるバイオマーカーとして特定された。

第4章では、栽培品種による代謝物蓄積と官能特性の違いを解析するため、3 つのコピヨール品種 (Kopyor Green Dwarf (KGD)、Kopyor Yellow Dwarf (KYD)、Kopyor Brown Dwarf (KBD)) を対象にメタボロミクス分析、嗜好テスト、官能評価を行った。EQ はコピヨールの品質に大きな影響を与えるが、測定には破壊的試験が必要であり、非破壊的な代替手法の開発が求められている。そこで、本研究では栽培品種による違いに注目し、解析を実施した。その結果、代謝物の蓄積は品種ごとに異なり、特に KBD (Kopyor Brown Dwarf) のココナツ水が最も好まれる傾向にあることが分かった。官能特性と主要代謝物が KBD の嗜好性と関連している可能性が示唆された。

第5章では、本研究の成果を総括し、コピヨールの官能特性、代謝プロファイル、理化学特性、プロキシメイト組成を包括的に解析したことで、その利用可能性を高めるための基礎的枠組みを確立したことを示した。

本論文研究で得られた知見は、コピヨールの研究だけでなく、他の特異なココナツ品種の研究にも有用である。さらに、本研究は食品産業における製品開発に貢献する可能性があり、将来的にはコピヨールを活用した新たな食品製品の開発や市場展開のための科学的基盤を提供することが期待される。よって本論文は博士論文として価値のあるものと認める。