

Title	Metabolomics-based approach to identify important shelf life-related metabolite in full-ripe 'Queen' pineapple (<i>Ananas comosus</i> cv. Queen)
Author(s)	Malikul Ikram, Maulan Muhammad
Citation	大阪大学, 2022, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/89591
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

Abstract of Thesis

Name (IKRAM MUHAMMAD MAULANA MALIKUL)

Title

Metabolomics-based approach to identify important shelf life-related metabolite in full-ripe 'Queen' pineapple (*Ananas comosus* cv. Queen)
(メタボロミクスによるパイナップル「クイーン」の貯蔵寿命に関わる重要な代謝物の同定)

Pineapple is an important commodity in tropical fruit industries with the market value could reach 14.7 billion USD and production volume of approximately 28.3 million metric tons in the world, making it the third-most abundant tropical fruit after banana and mango. Among the commercially important pineapple cultivars, Queen Victoria, or known as 'Queen' cultivar is one of the under-utilized pineapples that has distinct and superior organoleptic. Moreover, pineapple ripening stage can be divided into five stages according to the peel color changes with mature green stage (C1-stage) for export to, while the full ripe yellow stage (C4-stage) for domestic consumption. But nowadays, we can also find full ripe pineapple (C4-stage) in the export country and classified as a 'premium' product with a higher price. However, the shelf-life of full-ripe pineapple remain as a hindrance to increase the export volume of full-ripe pineapple due to its short shelf life. Therefore, the objective of this research is to investigate important metabolites that responsible for shelf life of full ripe Queen cultivar pineapple based on metabolomics approach.

To justify the importance of full-ripe pineapple and 'Queen' cultivar, application of GC-MS-based metabolomics in combination with sensory evaluation on different ripening stage and different cultivar of pineapple was conducted. Sensory evaluation reveals that consumer prefer C4-stage pineapple than C1-stage, thus explaining the importance of full-ripe pineapple. Moreover, with the addition of metabolomics, metabolites that responsible for high acceptability was suggested, namely asparagine, serine, glycine, threonic acid, sucrose, and serotonin. Interestingly, these metabolites were found to be high in 'Queen' pineapple compared to Smooth Cayenne and Red Spanish on the same ripening stage. Therefore, further analysis was conducted to identify the metabolites that responsible for shelf-life in 'Queen' pineapple by analyzing different ripening stage due to the changes of shelf-life along ripening process. Metabolomics analysis using GC-MS showed that only flesh and peel part were affected by ripening process. Most influenced metabolite in flesh part during ripening process is melezitose with increasing trend along ripening process, while in peel part is inositol with decreasing trend along ripening process. Finally, to confirm the effect of inositol and melezitose to full-ripe 'Queen' pineapple, external addition of both metabolites was conducted to fresh-cut full-ripe 'Queen' pineapple. Two concentrations based on previous published experiment (20,000 mg/L) and endogenous concentration (15 mg/L for inositol and 5 mg/L for melezitose) was used to determine the concentration. Based on the color changes, 5 mg/L melezitose was able to maintain flesh color better than other solution. This melezitose combined with chitosan 1.25% was added to the cut pineapple for confirmation experiment. However, no significant change in physicochemical parameter taken in this study (weight loss and color changes). Looking deeper into the metabolite profile enable us to see that melezitose able to increase the galacturonic acid, one of the known precursors of plant cell wall. Moreover, it also increases the relative intensity of xylitol and quinic acid that might be related to antioxidant activity thus keeping the sucrose level high

This study revealed that C4-stage pineapple is preferable to the consumer with 'Queen' accumulate positive sensory attribute metabolites. Metabolomics-based research on full-ripe 'Queen' pineapple reveal that melezitose, a naturally occurring trisaccharide, might be used as a new raw-materials for pineapple coating, thus safer and more trusted by the market due to its effect to change the metabolites related with antioxidant activity and cell wall even though it did not change the physicochemical parameter. Further improvement in formulation might be needed to be able to significantly change the desired physicochemical parameter, such as decreasing weight loss, and maintain color changes.

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (IKRAM MUHAMMAD MAULANA MALIKUL)			
論文審査担当者	(職)	氏 名	
	主 査	教 授	福崎 英一郎
	副 査	教 授	村中 俊哉
	副 査	教 授	藤山 和仁

論文審査の結果の要旨

パイナップルは熱帯果実産業における重要な商品であり、世界における市場価値は 147 億ドル、生産量は約 2,830 万トンに達し、バナナ、マンゴーに次いで 3 番目に豊富な熱帯果実である。商業的に重要なパイナップル品種のうち、クイーンビクトリア（通称「クイーン」）は、独特の優れた官能特性を持つ、あまり利用されていない品種の一つである。また、パイナップルの成熟段階は、皮の色の変化により 5 段階に分けられ、輸出用の成熟した緑色の段階（C1 ステージ）と、国内消費用の完熟した黄色の段階（C4 段階）があるが、現在では輸出国でも完熟パイナップル（C4 ステージ）を見かけるようになり、高価格な「プレミアム」商品に分類される。しかし、完熟パイナップルの貯蔵寿命は短いため、完熟パイナップルの輸出量を増加させる妨げとなっているため本研究では、メタボロミクスに基づき、完熟クイーン品種パイナップルの保存性に関わる重要な代謝物を探索することを目的とする。

完熟パイナップルとクイーン品種の重要性を証明するために、異なる熟成段階と異なる品種のパイナップルについて、官能評価と組み合わせた GC-MS に基づくメタボロミクスの応用を行った。官能評価により、消費者は C1 ステージよりも C4 ステージのパイナップルを好むことが明らかになり、完熟パイナップルの重要性が説明されている。さらに、メタボロミクスにより、高い受容性をもたらす代謝物、すなわち、アスパラギン、セリン、グリシン、トレオン酸、スクロース、セロトニンが示された。興味深いことに、これらの代謝物は、同じ熟成段階の Smooth Cayenne および Red Spanish と比較して、「クイーン」パイナップルで高いことが判明され、熟成の進行に伴い貯蔵寿命が変化することから、熟成段階の異なる 'Queen' パイナップルを分析し、貯蔵寿命に関与する代謝物を特定するためのさらなる分析を行った。GC-MS を用いたメタボロミクス解析の結果、果肉部分と果皮部分のみが熟成過程の影響を受けることが分かり、果肉部分で最も影響を受けた代謝物はメレジトースであり、熟成過程とともに増加する傾向がみられたが、果皮部ではイノシトールが熟成過程とともに減少する傾向がみられる後に、イノシトールとメレジトースの完熟「クイーン」パイナップルへの影響を確認するため、カットした完熟「クイーン」パイナップルへ両代謝物を外部添加した濃度は、先行研究の実験の濃度（20,000 mg/L）と内因性濃度（イノシトールは 15 mg/L、メレジトースは 5 mg/L）に基づいた 2 つの濃度で決定し色の变化から、5 mg/L のメレジトースは、他の溶液よりも（新鮮な色を維持することができ、/変色を防ぐことができ）このメレジトースとキトサン 1.25%を組み合わせたものをカットパイナップルに添加し、確認実験を行ったが、本試験では物理化学的パラメータに大きな変化は見られず（重量減少、色調変化）、代謝物プロファイルを詳しく見ると、メレジトースは植物細胞壁の前駆体の 1 つであるガラクトuron酸を増加させることができることがわかりさらに、メレジトースは、抗酸化活性に関連すると考えられるキシリトールやキナ酸の相対的な強度を増加させ、スクロースレベルを高く保つことができている。

この研究により、C4 ステージのパイナップルは消費者にとって好ましいものであり、「クイーン」はポジティブな官能属性代謝物を蓄積していることが明らかになり、メタボロミクスに基づく完熟「クイーン」パイナップルの研究から、

天然由来の三糖であるメレジトースは、物理化学的パラメータを変化させないにもかかわらず、抗酸化活性と細胞壁に関連する代謝物を変化させる効果があり、より安全で市場からの信頼が得られるパイナップルコーティング用の新しい原料として使用できる可能性があることが明らかになり今後、重量減少や色調変化などの目的とする物理化学的パラメータを大きく変化させるためには、さらなる製剤の改良が必要であると思われる。

以上のように、本論文はメタボロミクス解析を採用することで *Ananas comosus* cv. Queen における貯蔵寿命に関わる重要な代謝物の同定の解明に達している。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。