

คุณลักษณะสีและกลิ่นของทุเรียนพื้นบ้านจังหวัดสงขลา
Colour and Odour Characteristics of Local Durian Varieties
in Songkhla Province

รุสนี กุลวิจิตร^{1/} พจขนาด พัทบุรี^{1/} พิสมัย ปิ่นศรีทอง^{1/} ทรงสุดา พรหมทอง^{1/}
วชิราภรณ์ ปิสิตร^{1/} ศักดิ์ชัยบดี ปิ่นศรีทอง^{1/*}
Roosanee Kulvijitra^{1/} Pojchanad Pathaburee^{1/} Pisamai Pinsrithong^{1/} Songsuda Promthong^{1/}
Wachiraporn Pisitaro^{1/} Sakchaibordee Pinsrithong^{1/*}

Received 9 Nov. 2023/Revised 28 May 2024/Accepted 17 Jun. 2024

ABSTRACT

The information on colour and odour characteristic of local durian varieties in Thailand are limited. The objective of this research is to investigate the physical and chemical characteristics of 7 local durian varieties from Songkhla province, namely Supnasaen, Phikunklin, Aileuang, Lepyiao, Muktaam, Nomsao, and Nomsod. The study utilized scientific instruments to collect data that could serve as a basis for promoting and selecting durian varieties in the future. The flesh of all seven varieties was analyzed for color using a colorimeter, elemental composition using a CHNS/O analyzer and volatile organic compounds (VOCs) using headspace solid-phase microextraction (HS-SPME) followed by GC-MS analysis. Yellow index values were found to effectively and rapidly indicate the initial differences between each durian variety. In terms of elemental composition, the highest carbon and hydrogen content were found in Supnasan (44.42 ± 0.20 and $7.04\pm0.04\%$, respectively), the highest nitrogen and sulfur content in Nomsao (1.49 ± 0.02 and $0.11\pm0.01\%$, respectively), and the highest oxygen content in Aileuang ($48.12\pm0.22\%$). The results of the odour analysis revealed a total of 52-74 volatile organic compounds (VOCs) which categorized into 18 functional groups. Specific compounds were unique to certain varieties such as; Aldehyde was found only in the Aileuang variety, Azine was found only in the Muktaam variety, Diene was found in the Supnasaen and Lepyiao varieties, Ether was found in the Nomsao and Nomsod varieties, Oxazole was found in the Muktaam and Nomsao varieties. Thiazole was found in the Aileuang and Lepyiao varieties, Pyrazine was found, but volatile sulfur was not found in the Phikunklin variety, Carboxylic acid was not found in

^{1/} สำนักเครื่องมือวิทยาศาสตร์และการทดสอบ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ.สงขลา 90110

^{1/} Office of Scientific Instrument and Testing, Prince of Songkla University, Hat Yai Campus, Songkhla 90110, Thailand.

* Corresponding author: sakchaibordee.s@psu.ac.th

the Lepyiao variety and Terpene was not found in both the Supnasaen and Nomsao varieties. Esters and sulfides were the main functional groups providing odour across all varieties, but in varying quantities. Results of this research demonstrated methods of physical and chemical analyses that can be used to promote the cultivation of durian varieties with colour and odour profiles preferred by consumers.

Keywords: odour; local durian; Songkhla; chemical compositions; gas chromatography-mass spectrometry

บทคัดย่อ

ข้อมูลด้านสีและกลิ่นของทุเรียนพื้นบ้านในประเทศไทยมีค่อนข้างน้อย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพและเคมีของกลุ่มทุเรียนพื้นบ้านของจังหวัดสงขลา 7 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์สุปนาแสน พิกุลกลิ่น ไอ้เหลื่อง เล็บเหยี่ยว มุกตาอำ นมสาว และนมสด ด้วยเครื่องมือวิทยาศาสตร์ เพื่อเก็บเป็นฐานข้อมูลในการส่งเสริมและคัดเลือกพันธุ์ในอนาคต โดยนำเนื้อทุเรียนพื้นบ้านทั้ง 7 พันธุ์มาตรวจวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี ตรวจองค์ประกอบธาตุอินทรีย์ด้วยเครื่องวิเคราะห์ CHNS/O และตรวจชนิดสารอินทรีย์ให้กลิ่นโดยการสกัดด้วยเทคนิค HS-SPME แล้วตรวจวัดด้วยเครื่อง GC-MS ผลการตรวจวิเคราะห์ พบว่า ค่าดัชนีความเหลืองสามารถบอกความแตกต่างของทุเรียนแต่ละพันธุ์ในเบื้องต้นได้ดีและรวดเร็ว ปริมาณร้อยละโดยน้ำหนักของธาตุ พบว่า พันธุ์สุปนาแสนมีธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจน

สูงสุด 44.42 ± 0.20 และ $7.04 \pm 0.04\%$ ตามลำดับ พันธุ์นมสาวมีปริมาณไนโตรเจน และซัลเฟอร์สูงสุด 1.49 ± 0.02 และ $0.11 \pm 0.01\%$ ตามลำดับ พันธุ์ไอ้เหลื่องมีปริมาณออกซิเจนสูงสุด $48.12 \pm 0.22\%$ ส่วนชนิดสารอินทรีย์ระเหยง่ายซึ่งแสดงลักษณะกลิ่น พบว่า มีความแตกต่างกันตามพันธุ์ทุเรียนระหว่าง 52-74 ชนิด จำแนกได้ 18 หมู่ฟังก์ชัน โดยสารอินทรีย์ระเหยง่ายบางหมู่ฟังก์ชันจำเพาะกับทุเรียนบางพันธุ์เท่านั้น ได้แก่ แอลดีไฮด์พบเฉพาะพันธุ์ไอ้เหลื่อง แอซีนพบเฉพาะพันธุ์มุกตาอำ ไดอินพบในพันธุ์สุปนาแสน และพันธุ์เล็บเหยี่ยว อีเทอร์พบในพันธุ์นมสาว และพันธุ์นมสด ออกซาโซลพบในพันธุ์มุกตาอำ และพันธุ์นมสาว ไทอะโซลพบในพันธุ์ไอ้เหลื่อง และพันธุ์เล็บเหยี่ยว พบไพราซีนแต่ไม่พบกำมะถันในพันธุ์พิกุลกลิ่น กรดคาร์บอกซิลิกไม่พบในพันธุ์เล็บเหยี่ยว และเทอร์ปีนไม่พบในพันธุ์สุปนาแสน และพันธุ์นมสาว โดยเอสเทอร์และซัลไฟด์เป็นหมู่ฟังก์ชันหลักที่ให้กลิ่นในทุเรียนทุกพันธุ์แต่มีปริมาณแตกต่างกัน ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในส่งเสริมและคัดเลือกพันธุ์ทุเรียนพื้นบ้านที่มีสีและกลิ่นเป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภคต่อไป

คำสำคัญ: กลิ่น; ทุเรียนพื้นบ้าน; สงขลา; องค์ประกอบเคมี; แก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมตรี

บทนำ

ทุเรียนเป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยม และถือเป็นราชาแห่งผลไม้ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เนื่องจากเป็นผลไม้ที่ขึ้นชื่อในเรื่องรสชาติและกลิ่นอันเป็นเอกลักษณ์ ผลสุกมีเนื้อสีเหลืองนวล มีรสหวานมัน และมีกลิ่นหอมแรง เป็นที่ชื่นชอบของกลุ่มผู้บริโภค (Chairat et al., 2022) ไทยเป็นประเทศ

ผู้ส่งออกทุเรียนรายใหญ่ของโลก โดยมีมูลค่าการส่งออกในปี พ.ศ. 2562 มากกว่า 51,000 ล้านบาท ทุเรียนในประเทศไทยมีมากกว่า 200 สายพันธุ์ (Wisuwat et al., 2019) พันธุ์ที่มีการปลูกในเชิงพาณิชย์ ได้แก่ พันธุ์หมอนทอง ชะนี และก้านยาว เป็นต้น (Ascharyaphotha et al., 2021) ส่วนทุเรียนพันธุ์พื้นบ้านนิยมปลูกกันมากในพื้นที่ภาคใต้ โดยปลูกร่วมกับผลไม้หรือพืชชนิดอื่น หรือปลูกร่วมกับยางพารา นิยมปลูกกันมาเป็นระยะเวลานาน (Radchanui and Keawvongsri, 2017) ในพื้นที่ จ.สงขลา มีการปลูกทุเรียนพันธุ์พื้นบ้านหลากหลายพันธุ์ แต่ละพันธุ์มีความเฉพาะทางกายภาพ ทางเคมีของสีและกลิ่น (จรัสศรี และคณะ, 2560) โดยสีของเนื้อทุเรียนที่ต่างกัน เนื่องจากความแตกต่างของกลุ่มสารอินทรีย์สำคัญในการสร้างเม็ดสี (Wisutiamonkul et al., 2017) ส่วนกลิ่นมาจากความแตกต่างของกลุ่มสารอินทรีย์ระเหยง่าย (Chin et al., 2007) ซึ่งถือเป็นองค์ประกอบพื้นฐานของผลไม้และมีผลต่อความนิยมของผู้บริโภค (Sujang et al., 2023) สีและกลิ่นที่เกิดขึ้นของทุเรียนเกิดจากองค์ประกอบหลักของธาตุอินทรีย์ในเนื้อทุเรียน (Khaksar et al., 2024)

การวิเคราะห์สีของเนื้อทุเรียนสามารถจำแนกอย่างรวดเร็วได้ด้วยสายตามนุษย์ (จรัสศรี และคณะ, 2560) แต่มีข้อด้อยคือไม่สามารถจำแนกสีเนื้อทุเรียนที่มีสีใกล้เคียงกันได้ ที่นิยมคือการวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี (Tifani et al., 2018) เนื่องจากให้ผลที่สอดคล้องกับการมองเห็นของมนุษย์ และสามารถบอกความแตกต่างของสีเนื้อทุเรียนเมื่อเปรียบเทียบกับสีมาตรฐาน (Martin, 2015) สำหรับการวิเคราะห์ลักษณะของกลิ่นศึกษาจากสารอินทรีย์ระเหยง่าย ใช้เทคนิคการบอกลักษณะกลิ่นโดยการดมด้วยจมูกมนุษย์ (จรัสศรี และคณะ, 2560)

แต่มีข้อด้อยคือบอกได้เพียงลักษณะกลิ่นในภาพรวมไม่สามารถแยกชนิดสารอินทรีย์ให้กลิ่นได้ เทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี-โอแฟกโทรเมทรี (GC-O) ที่สามารถแยกชนิดสารอินทรีย์และระบุลักษณะกลิ่นของสารอินทรีย์ที่ตรวจพบด้วยจมูกผู้ประเมิน (Li et al., 2012) แต่หากกลิ่นสารอินทรีย์มีปริมาณน้อยเกินไป หรือระยะการแยกของสารอินทรีย์ที่ออกจากคอลัมน์แตกต่างกันน้อยเกินไปผู้ประเมินจะระบุกลิ่นได้ยาก (De-la-fuente-blanco and Ferreira, 2020) ทั้งยังไม่สามารถบอกความแตกต่างระหว่างตัวอย่างได้ หากลักษณะกลิ่นที่ตรวจพบในตัวอย่างต่าง ๆ เหมือนกัน และมีปริมาณกลิ่นนั้นมากเกินไป (Cullere et al., 2004) การสกัดด้วยเฮดสเปซร่วมกับตัวดูดซับของแข็งปริมาณน้อย (HS-SPME) ตรวจวัดด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรมิเตอร์ (GC-MS) นิยมใช้ในการศึกษากลิ่นจากสารอินทรีย์ระเหยง่าย (Chairat et al., 2022; Osman et al., 2022) สามารถแยกและวิเคราะห์สารอินทรีย์ระเหยง่ายทั้งหมดที่ออกจากคอลัมน์ ทั้งชนิดเพื่อระบุลักษณะกลิ่นและปริมาณความเข้มข้น (Ascharyaphotha et al., 2021) ของสารอินทรีย์ที่ตรวจพบในแต่ละตัวอย่างได้

อย่างไรก็ตาม ข้อมูลคุณลักษณะสีและกลิ่นของทุเรียนพื้นบ้านที่ปลูกทางภาคใต้ของประเทศไทยมีค่อนข้างจำกัด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณลักษณะสีและกลิ่นของทุเรียน จากลักษณะสีและปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายของทุเรียน ศึกษาหาปริมาณธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารอินทรีย์ ที่เกี่ยวข้องกับสีและกลิ่นที่เกิดขึ้นของทุเรียนพื้นบ้าน จ. สงขลา โดยจำแนกสีด้วยเครื่องวัดสี และวัดกลิ่นด้วยเทคนิค HS-SPME/GC-MS และวิเคราะห์ปริมาณธาตุที่เป็นองค์ประกอบเพื่อเป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทุเรียนพื้นบ้าน จ. สงขลา

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

ใช้ตัวอย่างทุเรียนพันธุ์พื้นบ้านที่เป็นที่รู้จักในท้องถิ่นและได้รับรางวัลจากเวทีประกวดทุเรียนพันธุ์พื้นบ้านของ จ. สงขลา จำนวน 7 พันธุ์ ได้แก่ 1) พันธุ์พิกุลกลีน (Phikunklin) จาก ต. เขาพระ อ. รัตภูมิ จ. สงขลา 2) พันธุ์เล็บเหยี่ยว (Lepyiao) จาก ต. เขามีเกียรติ อ. สะเตา จ. สงขลา 3) พันธุ์สุปนาแสน (Supnasaen) จาก ต. หุ้งดำเสา อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา 4) พันธุ์ไ้อ์เหลือง (Aileuang) จาก ต. เขาพระ อ. รัตภูมิ จ. สงขลา 5) พันธุ์มุกตาอำ (Muktaam) 6) พันธุ์นมสาว (Nomsao) และ 7) พันธุ์นมสด (Nomsod) โดยพันธุ์ที่ 5-7 จาก ต. เขามีเกียรติ อ. สะเตา จ. สงขลา ตัวอย่างทั้งหมดได้รับความอนุเคราะห์จากเครือข่ายเกษตรกรรมทางเลือกและสหภาพเกษตรกรพันธุ์กรรมพื้นบ้านภาคใต้ โดยเก็บตัวอย่างผลทุเรียนสุกร่วงจากต้นของแต่ละพันธุ์ คัดเลือกผลที่สมบูรณ์ในระยะการสุกที่เหมาะสมของแต่ละพันธุ์ หลังได้รับตัวอย่างทำการแยกเนื้อทุเรียนออกจากผล แล้วเก็บในถุงพลาสติกซิปล็อคปิดสนิทที่อุณหภูมิ -20°C สำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบกลืนและลักษณะของสีของตัวอย่างใช้เนื้อทุเรียนตามสภาพได้รับ ส่วนการวิเคราะห์ธาตุ CHNS/O ซึ่งเป็นองค์ประกอบของสารประกอบอินทรีย์เป็นองค์ประกอบของสารประกอบอินทรีย์ จะใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทำแห้งแล้ว การวิเคราะห์ใช้เนื้อทุเรียนที่ผ่านการทำแห้งแบบเยือกแข็ง ทำการทดลองทุกรายการ จำนวน 3 ซ้ำ

2. การจำแนกสีเนื้อทุเรียน

ทำการศึกษาจากถ่ายภาพ 3 มิติ ของตัวอย่างเนื้อทุเรียนด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (stereo microscope) รุ่น Leica M205 ยี่ห้อ Leica

โดยนำชิ้นตัวอย่างเนื้อทุเรียนสดแช่แข็ง เคลือบบนแผ่นสไลด์ให้ผิวหน้าเรียบ แล้วถ่ายภาพด้วยกำลังขยาย 20 เท่า แสดงสีจริงเสมือนที่ตามองเห็นของตัวอย่างแต่ละพันธุ์ จากนั้นวัดค่าสีของบริเวณผิวเนื้อทุเรียนด้วยเครื่องวัดสี ระบบ International Commission on Illumination (CIE) ใช้โหมดวัดการสะท้อนแสง (reflectance mode) แสดงผลค่าดัชนีความเหลืองเป็นค่าสีขาว-สีเหลือง (YI) ค่าความสว่างที่แสดงความเป็นดำ-สีขาว (L^*) ค่าความเป็นสีเขียว-แดง (a^*) และค่าความเป็นสีน้ำเงิน-เหลือง (b^*) ผลค่าสีที่วัดได้นำไปคำนวณหาค่าความต่างของค่าสี (difference) โดยการเรียงลำดับค่าสีของทุตัวอย่างที่ดัชนีสีเดียวกันจากมากไปน้อย จากนั้นนำค่าสีของตัวอย่างไปลบค่าสีที่สูงกว่าของตัวอย่างก่อนหน้า ผลลัพธ์ที่ได้คือค่าความต่างของค่าสีในแต่ละตัวอย่าง จากนั้นคำนวณผลรวมความต่างด้วยวิธีการบวกค่าความต่างของค่าสีของทุตัวอย่างที่ดัชนีสีวัดเดียวกัน

3. การวิเคราะห์ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารประกอบอินทรีย์

ศึกษาองค์ประกอบของสารประกอบอินทรีย์ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักของสีและกลืนด้วยเครื่อง CHNS/O analyzer ยี่ห้อ Thermo รุ่น Flash 2000 ตามมาตรฐาน ASTM D5373-21 (ASTM, 2021) เตรียมตัวอย่างเนื้อทุเรียนโดยทำให้แห้งแบบเยือกแข็ง (FTS system, DuraDry, USA) (Firdaus et al., 2018; Toledo, 2023) บดเป็นผงละเอียดด้วยเครื่องบดภายใต้ไนโตรเจนเหลว (6875 Freezer/mill, SPEX, USA) และเก็บไว้ในเครื่องดูดความชื้น วิเคราะห์ชนิดและปริมาณของธาตุคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) ไนโตรเจน (N) ซัลเฟอร์ (S) และออกซิเจน (O) โดยคำนวณผลรวมความต่างวิธีการเดียวกับค่าสี

4. การวิเคราะห์องค์ประกอบกลิ่น

4.1 การเตรียมเครื่องวิเคราะห์

การวิเคราะห์ชนิดและปริมาณกลิ่นของทุเรียนแต่ละพันธุ์ ใช้เครื่อง GC-MS ยี่ห้อ Agilent แก๊สโครมาโทกราฟี (GC) รุ่น 7890B และแมสสเปกโตรมิเตอร์ (MS) รุ่น 7000D เชื่อมต่อกับระบบการฉีดสารแบบ HS-SPME แบบแขนกลอัตโนมัติของ PAL RTC 120 การแยกสารของเครื่อง GC จะใช้คอลัมน์ชนิด HP5-ms 30 ม. x 0.25 มม. i.d. x 0.25 ไมโครเมตร (Agilent technologies) แก๊สฮีเลียมเป็นแก๊สพาอัตราไหล 1.0 มล./นาที อุณหภูมิห้องแบบโปรแกรม เริ่มต้น 35 °ซ. คงที่ 3 นาที จากนั้นเพิ่มขึ้น 3 °ซ./นาที จนได้ 70 °ซ. คงที่ 10 นาที เพิ่มขึ้น 8 °ซ./นาที จนได้ 200 °ซ. คงที่ 5 นาที และเพิ่มขึ้น 20 °ซ./นาที จนได้ 240 °ซ. สุดท้ายคงที่ 2 นาที หัวฉีดสารแบ่งทิ้งสัดส่วน 1:10 ตั้งอุณหภูมิหัวฉีดสารและส่วนเชื่อมต่อเข้าสู่ MS (transfer line) 230 °ซ. และ 250 °ซ. ตามลำดับ ส่วนของ MS เก็บข้อมูลแมสสเปกตรัมที่ได้ตั้งแต่เวลาที่ 0 ช่วงมวลสแกนเริ่มต้นจาก 30 ถึง 500 มวลต่อประจุ ผลข้อมูลแมสสเปกตรัมแต่ละพีค (peak) นำไปเทียบกับฐานข้อมูล Wiley10 และ NIST14 เพื่อระบุชนิดสารประกอบที่ระดับความเหมือนมากกว่า 70% (Stein, 2014)

4.2 การเตรียมสารละลายอ้างอิง และตัวอย่างเนื้อทุเรียน

การเตรียมสารละลายอ้างอิง (IS) คำนวณความเข้มข้น ดัดแปลงวิธีการจาก Ascharyaphotha et al. (2021) โดยเตรียมสารละลายมาตรฐานกรดวาเลอริก (valeric acid) CAS#: 109-52-4 (Alfa aesar,

Massachusetts, USA) ความเข้มข้น 100 มก./ล. ปริมาตร 2 มล. ในตัวทำละลายน้ำปราศจากไอออน (DI) ในขวดเฮตสเปชขนาด 20 มล. เตรียมตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์ โดยชั่งเนื้อทุเรียนสดแช่แข็งแต่ละตัวอย่างปริมาณ 2.0 ก. ใส่ในขวดเฮตสเปชฝาปิดสนิทขนาด 20 มล. วางไว้ในอุณหภูมิห้องทำการวิเคราะห์แยกกับสารละลายอ้างอิง (IS) ใช้ไฟเบอร์สำหรับดูดซับสารชนิด 50/30 ไมโครเมตร DVB/CAR/PDMS (p/n: SU57298U, Agilent technologies) ซึ่งให้ความไวการวิเคราะห์สารให้กลิ่นที่มวลโมเลกุลไม่สูงมากได้ดี และสามารถดูดซับได้ทั้งสารมีและไม่มีขั้ว (Chin et al., 2007)

4.3 การสกัดสารให้กลิ่น

สกัดสารให้กลิ่น โดยนำตัวอย่างเนื้อทุเรียนสดแช่แข็ง (จากข้อ 4.2) มาทำให้อุณหภูมิสมดุลที่ 35 °ซ. กับตัวอย่างในขวดเฮตสเปชขนาด 30 นาที ใช้ไฟเบอร์แท่งทะเลชุบเพื่อดูดซับสารให้กลิ่นในขวดเฮตสเปช นาน 30 นาที แล้วนำไฟเบอร์ที่ดูดซับสารไปคายการดูดซับที่หัวฉีดสารของเครื่อง GC-MS ที่อุณหภูมิ 230 °ซ. เป็นเวลา 2 นาที ทำการแยกองค์ประกอบด้วยเครื่อง GC และระบุชนิดด้วยแมสสเปกตรัมเปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานอ้างอิง โดยทุกครั้งที่สกัดสารจะทำความสะอาดไฟเบอร์ด้วยความร้อนที่หัวทำความสะอาด (conditioning port) 15 นาที ทั้งก่อนและหลังการใช้งาน สำหรับการคำนวณความเข้มข้นของสารอินทรีย์ให้กลิ่นเพื่อการเปรียบเทียบกลิ่นที่ได้แต่ละสายพันธุ์ดัดแปลงจากวิธีของ Ascharyaphotha et al. (2021) แสดงดังสมการ

$$C_T = \frac{A_T \times V_{IS} \times C_{IS}}{A_{IS} \times W_s}$$

C_T	คือ ความเข้มข้นของสารอินทรีย์ที่สนใจ หน่วย มก./กก.
A_T	คือ พื้นที่ใต้กราฟของสารที่ตรวจพบ (peak area)
V_{IS}	คือ ปริมาตรสารละลายอ้างอิงในขวดเฮตสเปซ หน่วย ล.
C_{IS}	คือ ความเข้มข้นสารละลายอ้างอิงในขวดเฮตสเปซ หน่วย มก./ล.
A_{IS}	คือ พื้นที่ใต้กราฟของสารละลายอ้างอิง (peak area)
W_s	คือ น้ำหนักเนื้อทุเรียนที่ใช้ หน่วย กก.

สารอินทรีย์ที่ตรวจพบเทียบกับฐานข้อมูลของ Wiley และ NIST สามารถระบุชื่อสารประกอบอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ได้ตามเกณฑ์ความเหมือนมากกว่า 70% ซึ่งเป็นเกณฑ์ความเหมือนที่เหมาะสมตามสถาบันมาตรฐานและเทคโนโลยีแห่งชาติ ของสหรัฐอเมริกา (Stein, 2014) และนำพื้นที่ใต้กราฟของสารที่ตรวจพบคำนวณเป็นปริมาณความเข้มข้นเพื่อการเปรียบเทียบกับผลการของ Ascharyaphotha et al. (2021) แต่ละชนิดซึ่งเป็นการหาเชิงปริมาณด้วยการเทียบกับสารมาตรฐานอ้างอิง

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการศึกษาตัวอย่างทุเรียนพันธุ์พื้นบ้าน 7 พันธุ์ มีคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของเนื้อพร้อมบริโภค ดังนี้

1. สีของเนื้อทุเรียน

ภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอของเนื้อทุเรียน พบว่า ทุเรียนพันธุ์สุปนาแสน พิกุลกลิ่น ไอ้เหลียงและเล็บเหยี่ยว มีเนื้อสีเหลืองเด่นชัดมากกว่าพันธุ์มุกตาอำ นมสาว และนมสด (Figure 1) ซึ่งสีเหลืองในเนื้อทุเรียนแสดงถึงปริมาณแคโรทีนอยด์ (Wisutiamonkul et al., 2017) และบ่งบอกลักษณะ

กายภาพที่ดีของทุเรียน (Charoensumran et al., 2021) จากภาพแบ่งได้ 3 กลุ่ม คือ เหลืองเข้มของพันธุ์สุปนาแสน พิกุลกลิ่น และไอ้เหลียง เหลืองของพันธุ์เล็บเหยี่ยว และเหลืองอ่อนของพันธุ์มุกตาอำ นมสาว และนมสด

จากการวิเคราะห์ค่าดัชนีความเหลืองเป็นค่าสีขาว-สีเหลือง (YI) ของทุเรียนพื้นบ้านทั้ง 7 พันธุ์ พบว่า มีความต่างของค่าสีอยู่ในช่วง 4.6–14.2 ผลรวมความต่าง 61.8 (Table 1) ค่า L^* มีความต่างในช่วง 0.02–5.8 โดยผลรวมความต่าง 10.8 ส่วนค่า a^* มีความต่างในช่วง 0.1–4.3 ผลรวมความต่าง 12.2 และค่า b^* ค่าความต่างอยู่ในช่วง 2.6–7.8 ผลรวมความต่าง 30.5 จากค่าความต่างของค่าสีที่วัดได้ และผลรวมความต่างที่ได้ในแต่ละค่าสี แสดงให้เห็นว่า ควรเลือกใช้ค่าสีแบบ YI ในการจำแนกทุเรียนพื้นบ้าน เนื่องจากให้ข้อมูลความแตกต่างที่ชัดเจน และสูงกว่าค่าสีแบบ b^* a^* และ L^* ตามลำดับ

จากค่าความต่างของค่าสีที่วัดได้ และผลรวมความต่างที่ได้ในแต่ละค่าสี แสดงให้เห็นว่า ควรเลือกใช้ค่าสีแบบ YI ในการจำแนกทุเรียนพื้นบ้าน เนื่องจาก ให้ข้อมูลความแตกต่างที่ชัดเจน และสูงกว่าค่าสีแบบ b^* a^* และ L^* ตามลำดับ

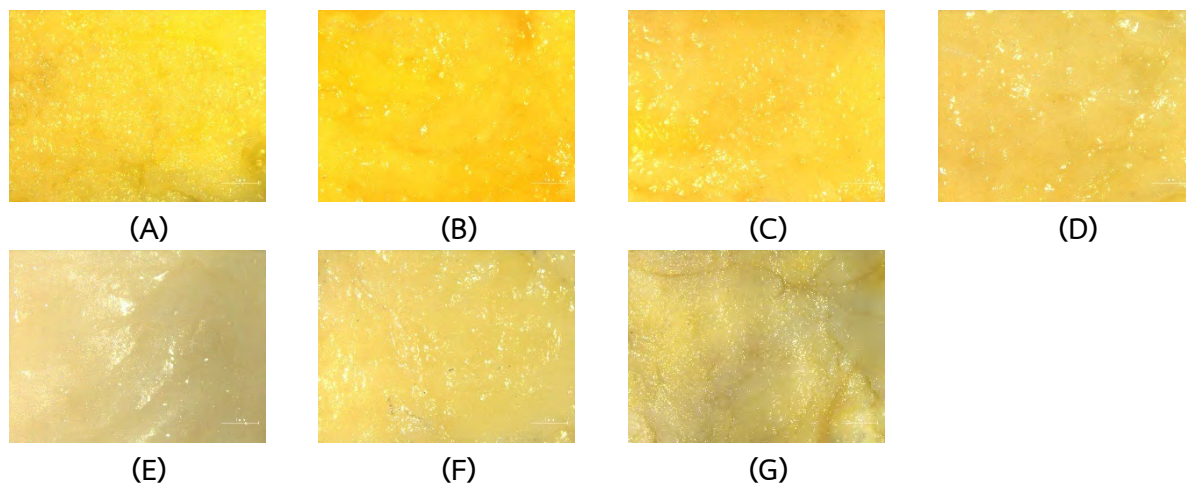


Figure 1 Color of ripe durian flesh of 7 local durian varieties from Songkhla province when observed under stereo microscope (Leica M20) 20X; (A) Supnasaen, (B) Phikunklin, (C) Aileuang, (D) Lepyiao, (E) Muktaam, (F) Nomsao, (G) Nomsod

Table 1 Mean $\pm$ SD (difference) of YI, L*, a* and b* color values obtained from local durians pulp of 7 varieties

Color	Local durian varieties						
value	Phikunklin	Supnasaen	Aileuang	Lepyiao	Nomsao	Nomsod	Muktaam
YI	93.7 $\pm$ 3.2 ¹	79.5 $\pm$ 3.4 ²	72.8 $\pm$ 2.7 ³	62.3 $\pm$ 1.8 ⁴	49.2 $\pm$ 3.7 ⁵	36.5 $\pm$ 1.0 ⁶	31.9 $\pm$ 1.0 ⁷
	(-)	(14.2)	(6.7)	(10.5)	(13.1)	(12.7)	(4.6)
L*	72.1 $\pm$ 0.9 ⁷	79.73 $\pm$ 0.9 ⁵	78.0 $\pm$ 1.8 ⁶	79.75 $\pm$ 5.1 ⁴	82.9 $\pm$ 0.7 ¹	80.0 $\pm$ 3.2 ²	79.8 $\pm$ 1.1 ³
	(5.8)	(0.02)	(1.8)	(0.04)	(-)	(2.9)	(0.2)
a*	11.8 $\pm$ 0.8 ¹	7.5 $\pm$ 0.6 ²	5.5 $\pm$ 0.6 ³	1.4 $\pm$ 0.1 ⁵	1.7 $\pm$ 0.4 ⁴	-0.27 $\pm$ 0.06 ⁶	-0.32 $\pm$ 0.06 ⁷
	(-)	(4.3)	(2.0)	(0.3)	(3.8)	(1.7)	(0.05)
b*	46.3 $\pm$ 2.1 ¹	42.3 $\pm$ 1.9 ²	37.8 $\pm$ 1.1 ³	33.6 $\pm$ 1.0 ⁴	25.8 $\pm$ 2.1 ⁵	18.4 $\pm$ 0.2 ⁶	15.8 $\pm$ 0.4 ⁷
	(-)	(4.0)	(4.5)	(4.2)	(7.8)	(7.4)	(2.6)

YI= yellow index, L*= lightness, a*=red-green intensity, b*= blue-yellow intensity

¹⁻⁷ Different superscript number indicate ranking order of decrease value within the same row

ค่าสี YI L* a* และ b* เป็นระบบวัดสีที่มีความสัมพันธ์กับการมองเห็นของมนุษย์ (Martin, 2015) การวัดค่าสีของทุเรียนพันธุ์บ้านทั้ง 7 พันธุ์พบว่า ลักษณะเฉพาะของสีเนื้อทุเรียนมีความแตกต่างกันไปตามแต่ละพันธุ์ ทุเรียนพันธุ์พิกุลกลิ้งมีค่า YI L* a* และ b* สูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับอีก 6 พันธุ์ เมื่อเทียบกับรายงานของ Tifani et al.

(2018) ทุเรียนพันธุ์เพื่อการค้า ได้แก่ พันธุ์หมอนทอง และชะนี L* มีค่า 71.09 และ 72.98 a* มีค่า -3.40 และ 2.11 และ b* มีค่า 15.88 และ 26.72 ตามลำดับ L* ซึ่งใกล้เคียงกับทุเรียนพันธุ์พิกุลกลิ้ง ในขณะที่ยังอีก 6 พันธุ์มีค่า L* สูงกว่า พันธุ์พิกุลกลิ้ง สุปนาแสน ไอ้เหลื่อง มีค่า a* สูงกว่า ในขณะที่ยังอีก 4 พันธุ์ มีค่า a* ใกล้เคียงทุเรียนพันธุ์

เพื่อการคำนวณค่า b^* ของพันธุ์พิกุลกลิน สุปนาแสน ไร้เปลือก เล็บเหยี่ยว มีค่าสูงกว่า ในขณะที่อีก 3 พันธุ์ มีค่าใกล้เคียงทุเรียนพันธุ์หมอนทอง และ ชะนี แสดงให้เห็นว่า กลุ่มพันธุ์ทุเรียนพื้นบ้าน จ. สงขลาที่ศึกษาส่วนใหญ่มีความสว่างขาว (L^*) และความเหลือง (b^*) มากกว่าทุเรียนพันธุ์เพื่อการค้า

2. ปริมาณธาตุที่เป็นองค์ประกอบของเนื้อทุเรียน

ทุเรียนพันธุ์สุปนาแสน มีปริมาณธาตุคาร์บอน และไฮโดรเจนสูงสุด 44.42 และ 7.04% ตามลำดับ (Table 2) พันธุ์นมสาวมีปริมาณไนโตรเจน

(1.49%) และซัลเฟอร์ (0.11%) สูงสุด ในขณะที่ ไร้เปลือกมีปริมาณออกซิเจนสูงสุด (48.12%) โดยน้ำหนัก ธาตุคาร์บอนมีปริมาณค่าที่สูงและแสดงค่าผลรวมความต่างมากกว่าไนโตรเจนและซัลเฟอร์ โดยมีผลรวมความต่าง 2.90 0.68 และ 0.078 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากปริมาณธาตุหากนำข้อมูลที่ได้อามาจำแนกทุเรียน ธาตุคาร์บอนเหมาะสมในการจำแนกทุเรียน ในขณะที่ไฮโดรเจนและออกซิเจนอาจมีผลรบกวนจากความชื้นในระหว่างการวิเคราะห์ (Oyinloye and Yoon, 2020) จึงไม่เหมาะในการนำมาจำแนกพันธุ์ทุเรียน

Table 2 Typical data on ultimate analysis of the components in local durian pulp

Durian varieties	Percent by dry weight, mean $\pm$ SD (difference)					
	Carbon	Hydrogen	Nitrogen	Sulfur	Oxygen	CHNS/O
Supnasaen	44.42 $\pm$ 0.20 ¹ (-)	7.04 $\pm$ 0.04 ¹ (-)	0.87 $\pm$ 0.01 ⁶ (0.07)	0.034 $\pm$ 0.002 ⁷ (0.013)	45.02 $\pm$ 0.06 ⁵ (0.21)	97.38
Lepyiao	43.54 $\pm$ 0.21 ² (0.88)	6.66 $\pm$ 0.03 ⁶ (0.03)	0.94 $\pm$ 0.01 ⁵ (0.04)	0.047 $\pm$ 0.002 ⁶ (0.003)	44.35 $\pm$ 0.04 ⁶ (0.67)	95.54
Phikunklin	43.44 $\pm$ 0.08 ³ (0.10)	6.99 $\pm$ 0.02 ² (0.05)	1.21 $\pm$ 0.01 ² (0.28)	0.050 $\pm$ 0.002 ⁵ (0.002)	45.27 $\pm$ 0.29 ³ (1.81)	96.96
Muktaam	42.85 $\pm$ 0.03 ⁴ (0.59)	6.89 $\pm$ 0.08 ³ (0.10)	0.98 $\pm$ 0.03 ⁴ (0.02)	0.089 $\pm$ 0.003 ² (0.023)	45.23 $\pm$ 0.22 ⁴ (0.04)	96.04
Nomsao	42.76 $\pm$ 0.05 ⁵ (0.09)	6.69 $\pm$ 0.02 ⁵ (0.02)	1.49 $\pm$ 0.02 ¹ (-)	0.11 $\pm$ 0.01 ¹ (-)	43.60 $\pm$ 0.12 ⁷ (0.75)	94.65
Nomsod	42.19 $\pm$ 0.08 ⁶ (0.57)	6.71 $\pm$ 0.01 ⁴ (0.18)	1.00 $\pm$ 0.02 ³ (0.21)	0.052 $\pm$ 0.004 ⁴ (0.004)	47.08 $\pm$ 0.10 ² (1.04)	97.03
Aileuang	41.52 $\pm$ 0.06 ⁷ (0.67)	6.57 $\pm$ 0.01 ⁷ (0.09)	0.81 $\pm$ 0.02 ⁷ (0.06)	0.056 $\pm$ 0.002 ³ (0.033)	48.12 $\pm$ 0.22 ¹ (-)	97.08

¹⁻⁷ Different superscript number indicate ranking order of decrease value within the same column

เมื่อเทียบกับงานวิจัยของ Zhou et al. (2021) ที่รายงานว่า พันธุ์ชะนี กระดุมทอง และ พวงมณี ที่จำหน่ายเชิงพาณิชย์ของประเทศไทย มีปริมาณคาร์บอน ไนโตรเจน และซัลเฟอร์ ช่วง 42.07–44.15 0.66–3.38 และ 0.04–0.22% ตามลำดับ ผลการศึกษานี้ พบว่า เฉพาะพันธุ์

ไร้เปลือก มีปริมาณคาร์บอนต่ำกว่า คือ 41.52% และ สุปนาแสนปริมาณคาร์บอนสูงกว่า คือ 44.42% และปริมาณซัลเฟอร์ต่ำกว่า คือ 0.034% ในขณะที่ อีก 5 พันธุ์ %โดยน้ำหนักของธาตุอยู่ในช่วงเดียวกับสายพันธุ์เพื่อการค้า โดยข้อมูลองค์ประกอบสารอินทรีย์ที่ได้จากการศึกษาใกล้เคียงกับทุเรียน

พันธุ์เพื่อการค้าของประเทศไทย ซึ่งนอกจากจะเป็นประโยชน์ในการเป็นฐานข้อมูลของกลุ่มทุเรียนพื้นบ้านของ จ. สงขลา ข้อมูลองค์ประกอบสารอินทรีย์ยังเป็นประโยชน์ในการจำแนกทุเรียนจากแหล่งกำเนิด (Zhou et al., 2021) ของประเทศไทยได้ในเบื้องต้น

3. องค์ประกอบกลิ่น

3.1 ชนิดสารประกอบอินทรีย์ที่ตรวจพบ

องค์ประกอบของกลิ่นทุเรียนพื้นบ้านทั้ง 7 พันธุ์ ตามพีคแมสสเปกตรัมทั้งหมดที่ตรวจพบเทียบกับฐานข้อมูลของ Wiley และ NIST สามารถระบุชื่อสารประกอบอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ มีชนิดสารอินทรีย์ระเหยง่ายซึ่งแสดงลักษณะของกลิ่นแตกต่างกันตามพันธุ์ทุเรียนระหว่าง 52-74 ชนิด โดยพันธุ์สุปนาแสน พิกุลกลิ่น ไอ้เหลื่อง เล็บเหยี่ยว มุกตาอำ นมสาว และนมสด พบชนิดสารอินทรีย์ระเหยง่ายจำนวน 74 65 60 72 53 52 และ 72 ชนิด ตามลำดับ ซึ่งจำแนกตามหมู่ฟังก์ชันได้ 11 11 13 12 13 12 และ 12 หมู่ฟังก์ชัน ตามลำดับ (Table 3)

3.2 ปริมาณสารอินทรีย์ตามชนิดหมู่ฟังก์ชัน

ลักษณะของกลิ่นที่แสดงออกมาของทุเรียนเป็นผลจากชนิดและความเข้มข้นสาร (Li et al., 2017) เมื่อนำความเข้มข้นของสารอินทรีย์แต่ละชนิดที่มีหมู่ฟังก์ชันเหมือนกันมาบวกกันจะได้ความเข้มข้นรวม (Table 3) แสดงจำนวนรวมของสารอินทรีย์มีหมู่ฟังก์ชันเหมือนกัน (number of compounds) ในแต่ละหมู่ฟังก์ชันของตัวอย่าง

โครงสร้างของสารอินทรีย์ที่มีหมู่ฟังก์ชันเดียวกัน จะแสดงลักษณะของกลิ่นที่คล้าย ๆ กัน และแสดงกลิ่นที่ต่างกันเมื่อมีหมู่ฟังก์ชันต่างกัน (Genva et al., 2019) เมื่อพิจารณาหมู่ฟังก์ชันที่พบเฉพาะในทุเรียนพื้นบ้านทั้ง 7 พันธุ์ พบว่า หมู่ฟังก์ชันแอลดีไฮด์ (aldehyde) กลิ่นหอมส้ม

(Genva et al., 2019) พบเฉพาะพันธุ์ไอ้เหลื่อง แอซีน (azine) ให้กลิ่นคาวเล็กน้อย (Sujang et al., 2023) พบเฉพาะพันธุ์มุกตาอำ ไดอีน (diene) กลิ่นหอมคล้ายข้าวโพด (Lu et al., 2023) พบในพันธุ์สุปนาแสน และเล็บเหยี่ยว อีเทอร์ (ether) ให้กลิ่นหอมและฉุนเล็กน้อยพบในพันธุ์นมสาว และนมสด ออกซาโซล (oxazole) ให้กลิ่นไหม้ (Sujang et al., 2023) พบในพันธุ์มุกตาอำ และนมสาว ไทอะโซล (thiazole) กลิ่นคล้ายเนื้อมีอย่าง (Tao et al., 2014) พบในพันธุ์ไอ้เหลื่อง และเล็บเหยี่ยว ไพราซีน (pyrazine) กลิ่นคล้ายพริกหยวก (Li et al., 2012) พบเฉพาะพันธุ์พิกุลกลิ่น แต่ไม่พบกำมะถัน (sulfur) ที่มีกลิ่นฉุนในพิกุลกลิ่น กรดคาร์บอกซิลิก (carboxylic acid) ที่เป็นกลิ่นคล้ายชีส (Li et al., 2012) ไม่พบในพันธุ์เล็บเหยี่ยว เทอร์ปีน (terpene) ที่เป็นกลิ่นหอมโรมา (Sommer et al., 2022) ไม่พบในพันธุ์สุปนาแสน และนมสาว

เห็นได้ว่าทุเรียนทั้ง 7 พันธุ์ มีชนิดของหมู่ฟังก์ชัน และปริมาณแตกต่างกัน ส่งผลให้มีกลิ่นที่เป็นลักษณะเฉพาะ (Figure 2) พบว่า พันธุ์สุปนาแสน พิกุลกลิ่น ไอ้เหลื่อง เล็บเหยี่ยว มุกตาอำ นมสาว และนมสด พบหมู่ฟังก์ชันของเอสเทอร์ ปริมาณ 710.1 623.8 336.6 182.9 116.7 94.4 52.8 มก./กก. ตามลำดับ และพบอัลไฟด์ปริมาณ 94.4 120.6 214.9 195.3 109.6 178.6 271.8 มก./กก. ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Soo (2019) และ Osman et al. (2022) รายงานว่า หมู่ฟังก์ชันที่ตรวจพบมากที่สุดสองอันดับแรกคือ เอสเทอร์สารกลุ่มให้กลิ่นหอมผลไม้ และอัลไฟด์สารกลุ่มให้กลิ่นฉุนคล้ายหัวหอม เมื่อพิจารณาสัดส่วนของหมู่ฟังก์ชันหลักทั้งสองซึ่งส่งผลต่อกลิ่นหลัก พันธุ์สุปนาแสน พิกุลกลิ่น ไอ้เหลื่อง สัดส่วนของหมู่

ฟังก์ชันเอสเทอร์มากกว่าหมู่ฟังก์ชันซัลไฟด์ พันธะ
 เล็บเหยี่ยว มุกตาอำ สัดส่วนเอสเทอร์และซัลไฟด์
 ใกล้เคียงกัน ในขณะที่ พันธะนมสาว และนมสด
 สัดส่วนเอสเทอร์น้อยกว่าซัลไฟด์ และเมื่อพิจารณา
 ค่าสัดส่วนเอสเทอร์ต่อซัลไฟด์ของกลุ่มพันธุ์ทุเรียน
 พันธุ์บ้านของ จ. สงขลา ที่ศึกษาอยู่ในช่วง 5:1 ถึง
 1:5 (เอสเทอร์:ซัลไฟด์) ซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับทุเรียน

พันธุ์เพื่อการค้า ได้แก่ พันธุ์ชะนี พันธุ์หมอนทอง
 และพันธุ์ก้านยาว มีสัดส่วนเอสเทอร์ต่อซัลไฟด์
 ที่แตกต่างกันที่สูงกว่ามาก คือ สัดส่วน 99:1
 (Ascharyaphotha et al., 2021) แสดงให้เห็นถึง
 ลักษณะกลิ่นเฉพาะตามหมู่ฟังก์ชันของกลุ่มทุเรียน
 พันธุ์บ้านของ จ. สงขลา

Table 3 The total concentrations (mg/kg) of organic group found in 7 local durians varieties

Organic group	Relative concentration group, mg/kg fresh weight (number of compounds)						
	Supnasaen	Phikunklin	Aileuang	Lepyiao	Muktaam	Nomsao	Nomsod
Alcohol	11.4 (7)	7.8 (7)	17.3 (8)	29.0 (11)	26.4 (6)	21.4 (8)	50.1 (10)
Aldehyde	nf	nf	2.1 (2)	nf	nf	nf	nf
Arene	0.6 (1)	0.4 (1)	1.7 (1)	3.4 (3)	3.1 (2)	2.9 (1)	0.7 (1)
Azine	nf	nf	nf	nf	0.3 (2)	nf	nf
Carboxylic.	18.2 (5)	1.0 (1)	3.2 (2)	nf	2.2 (3)	16.4 (1)	13.1 (5)
Diene	0.1 (1)	nf	nf	0.1 (1)	nf	nf	nf
Ester	710.1 (43)	623.8 (35)	336.6 (26)	182.9 (34)	116.7 (20)	94.4 (23)	52.8 (26)
Ether	nf	nf	nf	nf	nf	0.3 (1)	0.4 (1)
Ketone	12.6 (2)	5.0 (2)	27.1 (2)	40.8 (2)	10.7 (1)	50.9 (2)	27.5 (4)
Oxazole	nf	nf	nf	nf	0.3 (1)	1.8 (1)	nf
Pyrazine	nf	0.3 (2)	nf	nf	nf	nf	nf
Sulfide	94.4 (8)	120.6 (10)	214.9 (8)	195.3 (6)	109.6 (7)	178.6 (6)	271.8 (14)
Sulfur	0.3 (1)	nf	0.2 (1)	1.0 (1)	0.5 (1)	0.7 (1)	0.3 (1)
Terpene	nf	0.1 (1)	0.1 (1)	0.8 (2)	0.5 (3)	nf	0.1 (2)
Thiazole	nf	nf	0.3 (1)	0.7 (2)	nf	nf	nf
Thioate	0.1 (1)	0.1 (1)	0.6 (2)	0.8 (2)	6.2 (3)	10.4 (2)	1.1 (1)
Thiol	14.0 (3)	7.6 (2)	32.8 (4)	40.1 (5)	6.7 (2)	23.5 (4)	19.0 (4)
Trithiolane	4.1 (2)	7.1 (3)	7.2 (2)	16.0 (3)	1.7 (2)	0.6 (2)	7.6 (3)
All	865.9 (74)	773.8 (65)	643.9 (60)	510.8 (72)	284.8 (53)	401.7 (52)	444.3 (72)

Note: nf = Not found, Carboxylic. = Carboxylic acid, (X) = (number of compounds found in each organic group)

โครมาโทแกรมแสดงปริมาณ butanoic acid, 2-methyl-, ethyl ester ของทุเรียนพันธุ์ไอ้เหลื่อง ที่มีปริมาณมากกว่าพันธุ์เล็บเหยี่ยว (Figure 3) อย่างเห็นได้ชัด ซึ่งสอดคล้องกับผลการประกวดทุเรียน ที่พิจารณาด้วยมนุษย์ ที่พันธุ์ไอ้เหลื่องสามารถชนะพันธุ์เล็บเหยี่ยวได้ (นิรนาม, 2566) หากเทียบกับทุเรียนพันธุ์ชะนี หมอนทอง และก้านยาวจากการศึกษาของ Ascharyaphotha et al.

(2021) ที่พบกลิ่นหลักของทุเรียนทั้งสามพันธุ์เป็นกลุ่มเอสเทอร์เกือบทั้งหมด แตกต่างกับพันธุ์ทุเรียนพันธุ์บ้าน จ. สงขลา ที่มีกลิ่นสารซัลไฟด์อยู่ ลำดับต้น ๆ แต่ถ้าเปรียบเทียบเฉพาะเอสเทอร์พันธุ์สุปนาแสน พิกุลกลิ่น และไอ้เหลื่อง มีกลิ่นหอมเอสเทอร์จาก butanoic acid, 2-methyl-, ethyl ester และ butanoic acid, 2-methyl-, propyl ester อยู่ในปริมาณสูงเช่นเดียวกับทุเรียนพันธุ์ชะนี

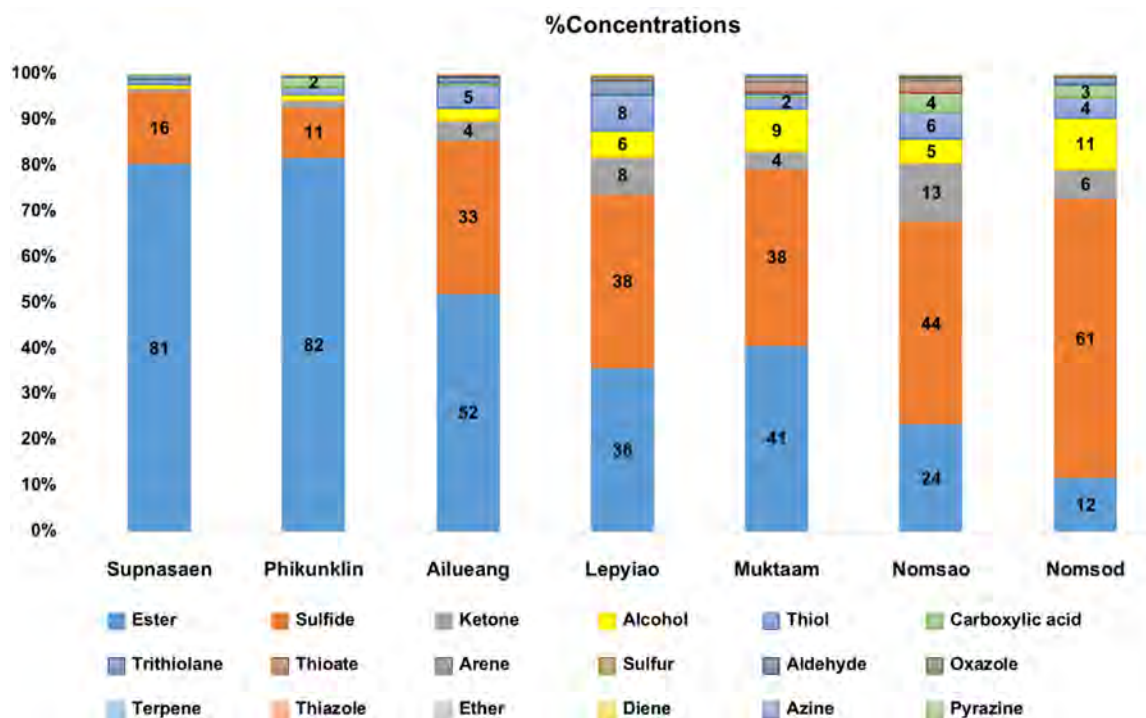


Figure 2 The percentage of odor compounds in each local durian variety

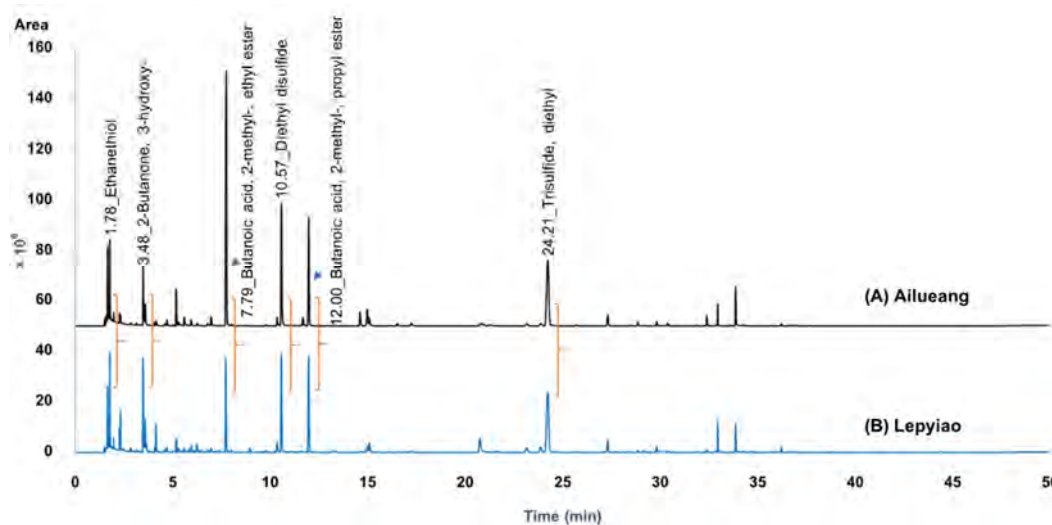


Figure 3 Concentration of volatile compound of (A) Ailueang and (B) Lepyiao durian samples analyzed by GC-MS chromatogram

3.3 ชนิดและสัดส่วนหลักของกลิ่นทุเรียน

เมื่อวิเคราะห์ตามชนิดและจัดเรียงตามปริมาณมากไปน้อย และเลือกแสดงชนิดเฉพาะที่มีปริมาณมากเป็นกลิ่นหลัก แต่ละพันธุ์มีกลิ่นที่เป็นลักษณะเฉพาะของหมู่ฟังก์ชัน ชนิดของสารหลัก และปริมาณสัดส่วนที่พบ แตกต่างกัน (Table 4) ดังนี้

ทุเรียนพันธุ์สุปนาแสน พบกลิ่นหลัก 2 หมู่ฟังก์ชัน ได้แก่ เอสเตอร์กลิ่นหอมผลไม้พบ 4 ชนิด สัดส่วนรวม 71.9% และซัลไฟด์กลิ่นฉุนคล้ายหัวหอม พบ 2 ชนิด สัดส่วนรวม 9.2% พันธุ์พิทุกลิ่น พบกลิ่นหลัก 2 หมู่ฟังก์ชัน ได้แก่ เอสเตอร์พบ 3 ชนิด สัดส่วนรวม 72.9% และซัลไฟด์พบ 1 ชนิด

สัดส่วน 7.2% ขณะที่พันธุ์ไอ้เหลื่องพบกลิ่นหลัก 4 หมู่ฟังก์ชัน ได้แก่ เอสเตอร์พบ 2 ชนิด สัดส่วนรวม 42.5% พบอัลไพล์ 2 ชนิด สัดส่วนรวม 29.8% คีโตน กลิ่นคล้ายโยเกิร์ต (Chairat et al., 2022) พบ 1 ชนิด สัดส่วน 4.2% และไทออลที่มีกลิ่นฉุนแรง (Sujang et al., 2023) พบ 1 ชนิด สัดส่วน 4.1%

ทุเรียนพันธุ์เล็บเหยี่ยวพบกลิ่นหลัก 5 หมู่ฟังก์ชัน ได้แก่ อัลไพล์พบ 4 ชนิด สัดส่วนรวม 37.4% เอสเตอร์พบ 4 ชนิด สัดส่วนรวม 27.9% คีโตนพบ 1 ชนิด สัดส่วน 7.8% ไทออลพบ 1 ชนิด สัดส่วน 5.9% และแอลกอฮอล์กลิ่นคล้ายซ็อคโกแลต (Chairat et al., 2022) พบ 1 ชนิด สัดส่วน 2.5% ขณะที่ทุเรียนพันธุ์มุกตาอำพบกลิ่นหลัก 4 หมู่ฟังก์ชัน ได้แก่ อัลไพล์พบ 2 ชนิด สัดส่วนรวม 35.9% เอสเตอร์

พบ 4 ชนิด สัดส่วนรวม 35.0% แอลกอฮอล์พบ 2 ชนิด สัดส่วนรวม 6.4% และคีโตนพบ 1 ชนิด สัดส่วน 3.8%

ทุเรียนพันธุ์นมสาวพบกลิ่นหลัก 5 หมู่ฟังก์ชัน ได้แก่ อัลไพล์พบ 2 ชนิด สัดส่วนรวม 41.1% เอสเตอร์พบ 3 ชนิด สัดส่วนรวม 17.0% คีโตนพบ 1 ชนิด สัดส่วน 12.7% ไทออลพบ 1 ชนิด สัดส่วน 5.1% และกรดคาร์บอกซิลิก 1 ชนิด สัดส่วน 4.1% ขณะที่พันธุ์นมสดพบกลิ่นหลัก 6 หมู่ฟังก์ชัน ได้แก่ อัลไพล์พบ 3 ชนิด สัดส่วนรวม 56.2% แอลกอฮอล์พบ 2 ชนิด สัดส่วนรวม 7.9% เอสเตอร์พบ 2 ชนิด สัดส่วนรวม 7.5% คีโตนพบ 1 ชนิด สัดส่วน 4.5% ไทออลพบ 1 ชนิด สัดส่วน 3.1% และกรดคาร์บอกซิลิกพบ 1 ชนิด สัดส่วน 2.1%

Table 4 The main percentage concentrations of volatile organic compounds found in each local durian variety

Organic group	Compounds	Concentrations (%)						
		SS	PK	AL	LY	MA	NS	ND
Alcohol	1-Butanol, 2-methyl-							2.5
	1-Butanol, 3-methyl-				2.5			5.4
	2,3-Butanediol					3.5		
	1,3-Butanediol					2.9		
Carboxylic.	Butanoic acid, 2-ethyl-						4.1	
	Butanoic acid, 2-methyl-							2.1
Ester	Butanoic acid, 2-methyl-, ethyl ester	38.0	46.7	31.2	10.5	16.3	5.3	2.4
	Butanoic acid, 2-methyl-, propyl ester	25.0	18.4	11.3	12.3	4.4		5.1
	Butanoic acid, 2-methyl-, methyl ester	5.3	7.8					
	Propanoic acid, ethyl ester	3.6			2.8	5.5	6.6	
	Acetic acid, ethyl ester				2.3	8.8	5.1	
Ketone	2-Butanone, 3-hydroxy-			4.2	7.8	3.8	12.7	4.5
Sulfide	Diethyl trisulfide	6.3		16.4	19.0		15.0	20.4
	Diethyl disulfide	2.9	7.2	13.4	13.0	33.3	26.1	25.6
	Methyl ethyl disulfide					2.6		
	Disulfide, ethyl 1-methylethyl				1.7			10.2
	2-Hydroxyethyl butyl sulfide				3.7			
Thiol	Ethanethiol			4.1	5.9		5.1	3.1
Sum		81.1	80.1	80.6	81.5	81.1	80.0	81.3

Note: Supnasaen (SS), Phikunklin (PK), Aileuang (AL), Lepyiao (LY), Muktaam (MA), Nomsao (NS), Nomsod (ND)

ผลจากการวัดปริมาณของสารอินทรีย์ให้กลิ่นที่แสดงด้วยการเปรียบเทียบความเข้มข้นกับสารละลายอ้างอิงตามสมการคำนวณที่สร้างขึ้นแสดงความเข้มข้นตามโครงสร้างและหมู่ฟังก์ชันที่มีอิทธิพลของกลิ่นกลุ่มทุเรียนพื้นบ้าน จ. สงขลา ที่พบ diethyl disulfide ปริมาณมากอยู่ในสัดส่วนกลิ่นหลัก (2.9–33.3%) และ พบ diethyl trisulfide ทุกสายพันธุ์ โดยพบในสัดส่วนกลิ่นหลัก 5 สายพันธุ์ (6.3–20.4%) และสัดส่วนกลิ่นรองในพันธุ์มุกตาอำ และพิกุลกลิ่น (1.0 และ 5.9% ตามลำดับ) แตกต่างจากงานวิจัยของ Ascharyaphotha et al. (2021) และ Chairat et al. (2022) ที่ศึกษาสารอินทรีย์ให้กลิ่นทุเรียนพันธุ์การค้า ได้แก่ พันธุ์ชะนี พันธุ์หมอนทอง และพันธุ์กำยาว ด้วยเทคนิค HS-SPME ตรวจวัดด้วยเครื่อง GC-MS ตรวจพบว่า diethyl disulfide มีปริมาณน้อย (<0.5%) และไม่พบ diethyl trisulfide ซึ่งปริมาณสารอินทรีย์หมู่ซัลไฟด์ที่พบของทั้งสองสารประกอบเป็นกลิ่นเฉพาะที่เด่นชัดของกลุ่มทุเรียนพันธุ์พื้นบ้าน จ. สงขลา

ในอนาคตควรมีการศึกษาลักษณะกลิ่นของทุเรียนพื้นบ้านเพิ่มเติมทั้งใน จ. สงขลา หรือจังหวัดอื่น ๆ ของประเทศไทย ด้วยวิธีการเดียวกันก็จะสามารถเปรียบเทียบผลวิเคราะห์กันได้ง่าย แม้วิธีการต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญในการระบุชนิดและโครงสร้างทางเคมีพร้อมการคำนวณความเข้มข้นสารอินทรีย์ เพื่อทำให้ผลผลิตทุเรียนพื้นบ้านมีคุณภาพสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนี้สามารถใช้คัดเลือกสายพันธุ์ทุเรียนที่ให้ปริมาณสารอินทรีย์ให้กลิ่นสูงจากเอสเตอร์ ซึ่งจะ เป็นประโยชน์ในการคัดเลือกและส่งเสริมการเพาะปลูกทุเรียนพันธุ์พื้นบ้านที่มีสีและกลิ่นเป็นที่ต้องการของตลาด

สรุปผลการทดลอง

การศึกษากลุ่มทุเรียนพื้นบ้านจาก จ. สงขลา 7 พันธุ์ ด้วยเครื่องมือวิทยาศาสตร์ พบว่า วิธีการตรวจทางกายภาพโดยใช้ค่าดัชนีความเหลืองซึ่งเป็นสีแสดงความสุกน่ารับประทานของทุเรียน สามารถให้ข้อมูลความแตกต่างของพันธุ์ทุเรียนพื้นบ้านได้ชัดเจนดีที่สุด เหมาะสมในการจำแนกพันธุ์ทุเรียนในเบื้องต้นอย่างรวดเร็ว กว่าวิธีการตรวจหาปริมาณธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารอินทรีย์ และผลการตรวจแสดงให้เห็นว่า แม้กลุ่มทุเรียนพันธุ์พื้นบ้าน จ. สงขลาจะมีกลิ่นจากชนิดหมู่ฟังก์ชันและปริมาณสารอินทรีย์ที่แตกต่างกัน แต่องค์ประกอบกลิ่นหลักสองอันดับแรก คือ เอสเตอร์ และซัลไฟด์ แตกต่างกับสายพันธุ์เพื่อการค้าที่มีองค์ประกอบหลักเป็นเอสเตอร์เพียงอย่างเดียว ผลการศึกษานี้ทำให้สามารถจำแนกทุเรียนพื้นบ้านได้ในเชิงลึก สามารถบอกความต่างของหมู่ฟังก์ชัน ชนิดของสารหลัก และปริมาณสัดส่วนร้อยละที่พบ เป็นประโยชน์ในการเข้าใจและเปรียบเทียบกลิ่นของทุเรียนพื้นบ้านสายพันธุ์ต่าง ๆ และเป็นประโยชน์ในการคัดเลือกทุเรียนพื้นบ้านเพื่อการแข่งขันหรือส่งเสริมการปลูกพันธุ์ที่มีสี และกลิ่นเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ คุณกำราบ พานทอง เครือข่ายเกษตรกรรมทางเลือก และสหภาพการพันธุ์กรรมพื้นบ้านภาคใต้ คุณกิตติศักดิ์ ชูมาลี คณะแพทยศาสตร์ ผู้ตรวจสอบข้อมูล และคุณพรพจน์ หนูทอง ผู้ประสานงาน และรองศาสตราจารย์ อาชีชัน แกสमान ผู้อำนวยการสำนักเครื่องมือวิทยาศาสตร์และการทดสอบ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้คำปรึกษาแนะนำ

เอกสารอ้างอิง

- จรัสศรี นวลศรี กรกช นาคคนอง อมรรัตน์ จันทนอรพินท์
รวิรัชต์ รักขันธุ์ และสุภาณี ชนะวีรวรรณ. 2560.
การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมและ
คัดเลือกพันธุ์ทุเรียนพื้นบ้านในเขตภาคใต้ของ
ประเทศไทย. หน้า 1-146. ใน: รายงานโครงการวิจัย
ฉบับสมบูรณ์ 2560. คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.
นิรนาม. 2566. "ไอ้เหลือ" แชมป์เวที 5 ประกวด "เรียน
บ้าน" สงขลา. สงขลาโพสต์. แหล่งข้อมูล: [https://
สงขลาโพสต์.com/news/6425/กองฯเกษตรรอบจ-
สงขลารุก/](https://สงขลาโพสต์.com/news/6425/กองฯเกษตรรอบจ-สงขลารุก/). สืบค้น: 10 ตุลาคม 2566.
- Ascharyaphotha, W., C. Wongs-Aree, K. Bodhipadma
and S. Noichinda. 2021. Fruit volatile fingerprints
characterized among four commercial cultivars
of Thai durian (*Durio zibethinus*). Journal of
Food Quality. 2021(1): 1-12.
- ASTM. 2021. Standard test methods for
determination of carbon, hydrogen and nitrogen
in analysis samples of coal and carbon in
analysis samples of coal and coke. American
Society for Testing and Materials. 1-11.
- Chairat, R., S. Lertsiri and K. Tananuwong. 2022.
Volatile compound production and quality
characteristics of durian fruit cv. monthong as
affected by 1-methylcyclopropene and
modified atmosphere storage. International
Journal of Fruit Science. 22(1): 481-494.
- Charoensumran, P., K. Pratumyot, T. Vilaivan and
T. Praneenarat. 2021. Investigation of key
chemical species from durian peduncles and
their correlations with durian maturity.
Scientific Reports. 11(1): 1-9.
- Chin, S.T., N. Hamid, S.Y. Quek, Y.B. Man, R.A.
Rahman and D. Hashim. 2007. Analysis of
volatile compounds from Malaysian durians
(*Durio zibethinus*) using headspace SPME
coupled to fast GC-MS. Journal of Food
Composition and Analysis. 20: 31-44.
- Cullere, L., A. Escudero, J. Cacho and V. Ferreira.
2004. Gas chromatography-olfactometry and
chemical quantitative study of the aroma of
six premium quality spanish aged red wines.
Journal of Agricultural and Food Chemistry.
52: 1653-1660.
- De-la-fuente-blanco, A. and V. Ferreira. 2020. Gas
chromatography olfactometry (GC-O) for the
(Semi) quantitative screening of wine aroma.
Foods. 9(12): 1-20.
- Firdaus, A., M.A. Samah and K.B. Hamid. 2018.
CHNS analysis towards food waste in
composting. Journal CleanWAS. 2(1): 6-10.
- Genva, M., T.K. Kemene, M. Deleu, L. Lins and
M.L. Fauconnier. 2019. Is it possible to
predict the odor of a molecule on the basis
of its structure?. International Journal of
Molecular Sciences. 20(12): 1-16.
- Khaksar, G., S. Kasemcholathan and S. Sirikantaramas.
2024. Durian (*Durio zibethinus* L.): Nutritional
composition, pharmacological implications,
value-added products, and omics-based
investigations. Horticulturae. 10(4): 1-23.
- Li, J.X., P. Schieberle and M. Steinhaus. 2012.
Characterization of the major odor-active
compounds in Thai durian (*Durio zibethinus* L.
'Monthong') by aroma extract dilution analysis
and headspace gas chromatography-
olfactometry. Journal of Agricultural and
Food Chemistry. 60(45): 11253-11262.
- Li, J.-X., P. Schieberle and M. Steinhaus. 2017.
Insights into the key compounds of durian
(*Durio zibethinus* L. 'Monthong') pulp odor
by odorant quantitation and aroma simulation
experiments. Journal of Agricultural and Food
Chemistry. 65(3): 639-647.

- Lu, L., Z. Hu, C. Fang and X. Hu. 2023. Characteristic flavor compounds and functional components of fragrant rice with different flavor types. *Foods*. 12(11): 2185 - 2195.
- Martin, A. 2015. 4.4 Lab colour space and delta E measurements. Available at: <https://opentextbc.ca/graphicdesign/chapter/4-4-lab-colour-space-and-delta-e-measurements>. Accessed: February 18, 2024.
- Osman, C.P., N. Kasim, N.S. Salim and N. Aziz. 2022. Discrimination of 11 Malaysian durian cultivars based on sulfur-containing volatiles and esters using multivariate data analysis. *Natural Product Communications*. 17(1): 1-8.
- Oyinloye, T.M. and W.B. Yoon. 2020. Effect of freeze-drying on quality and grinding process of food produce: A review. *Processes*. 8(3): 1-23.
- Radchanui, C. and P. Keawwongsri. 2017. Pattern and production of durian in Saikhao community, Kokpho district, Pattani province. *International Journal of Agricultural Technology*. 16(6): 791-812.
- Sommer, S., L.M. Lang, L. Drummond, M. Buchhaupt, M.A. Fraatz and H. Zorn. 2022. Odor characteristics of novel non-canonical terpenes. *Molecules*. 27(12): 1-15.
- Soo, J. 2019. Volatile esters and sulfur compounds in durians and a suggested approach to enhancing economic value of durians. *Malaysian Journal of Sustainable Agriculture*. 3: 5-15.
- Stein, S.E. 2014. NIST Standard Reference Database 1A. The NIST mass spectrometry data center. 76 p.
- Sujang, G.B., S.D. Ramaiya, N. Saupi and S.Y. Lee. 2023. Profiling of volatile organic compounds (VOCs) of wild edible durians from Sarawak, Borneo associated with its aroma properties. *Horticulturae*. 9(2): 1-17.
- Tao, N.-P., R. Wu, P.-G. Zhou, S.-Q. Gu and W. Wu. 2014. Characterization of odor-active compounds in cooked meat of farmed obscure puffer (*Takifugu obscurus*) using gas chromatography-mass spectrometry-olfactometry. *Journal of Food and Drug Analysis*. 22(4): 431-438.
- Tifani, K.T., L.P.E. Nugroho and N. Purwanti. 2018. Physicochemical and sensorial properties of durian jam prepared from fresh and frozen pulp of various durian cultivars. *International Food Research Journal*. 25: 826-834.
- Toledo, M. 2023. CHNSO elemental analysis – sample preparation. Available at: https://www.mt.com/in/en/home/applications/Laboratory_weighing/chnso_elemental_analysis.html#overviewaf. Accessed: October 10, 2023.
- Wisutiamonkul, A., C. Ampomah-Dwamena, A.C. Allan and S. Ketsa. 2017. Carotenoid accumulation and gene expression during durian (*Durio zibethinus*) fruit growth and ripening. *Scientia Horticulturae*. 220: 233-242.
- Wisuwat, S., A. Pichakum, P. Traiperm, E. Rungjangsuwan, U. Siri Wattanakul, N. Leeratsuwan, P. P. Chareonsap, K. Kulpradit, S. Somsri and S.C. Swangpol. 2019. Diversity of durian (*Durio zibethinus* L.) from Nonthaburi, Thailand based on morpho-palatability characteristics and simple sequence repeat markers. *Agriculture and Natural Resources*. 53(3): 218-227.
- Zhou, X., H. Wu, J. Pan, H. Chen, B. Jin, Z. Yan, L. Xie and K. Rogers. 2021. Geographical traceability of south-east Asian durian: A chemometric study using stable isotopes and elemental compositions. *Journal of Food Composition and Analysis*. 101: 1-8.