



การประเมินสมบัติทางกายภาพ เคมี และสารหอมระเหยในรกจันทน์จากผลจันทน์เทศในพื้นที่ เพาะปลูกจังหวัดนครศรีธรรมราช

Evaluation of Physicochemical Properties and Volatile Compositions of Mace (*Myristica fragrans* Houtt.) Cultivated from Nakhon Si Thammarat Province

รุ่งอรุณ พรชื่นวงศ์¹ และ ศรีนญา สังข์สัญญา^{1*}

Porncheunchuwong, R.¹ and Sangkasanya, S.^{1*}

¹ สาขาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ธัญบุรี ปทุมธานี 12130

¹ Division of Food Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thanyaburi, Pathumtani, 12130

* Corresponding author: sarinya_s@rmutt.ac.th

Received 31 May 2020; Revised 10 October 2020; Accepted 21 October 2020

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินสมบัติทางกายภาพ (สี น้ำหนัก และขนาด) เคมี (ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ) และระบุชนิดขององค์ประกอบสารหอมระเหยในรกจันทน์ โดยใช้รกจันทน์ของผลจันทน์เทศในพื้นที่เพาะปลูกจังหวัดนครศรีธรรมราช จากการศึกษาพบว่า รกจันทน์มีลักษณะเป็นเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดงเข้ม มีค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) เท่ากับ 29.25 33.247 และ 19.394 ตามลำดับ มีน้ำหนักเฉลี่ย 1.388 กรัม มีขนาดกว้าง และยาว 2.137 และ 3.109 เซนติเมตร ตามลำดับ มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 1.702 mg GAE/g FW และมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 0.433 mg AAE/ g FW สกัดสารหอมระเหยในรกจันทน์ด้วยวิธี HS-SPME-GC-MS พบว่า สารหอมระเหยในรกจันทน์มีจำนวน 13 ชนิด โดยมีกลุ่มของสารเทอร์ปีนและอนุพันธ์เป็นกลุ่มสารหลักและมีจำนวนมาก โดยสาร Terpinen-4-ol เป็นชนิดสารที่ตรวจพบมีปริมาณสูงสุด (70.63%) ซึ่งให้ลักษณะกลิ่นของรกจันทน์มีกลิ่นหอมหวาน เผ็ดร้อนคล้ายพริกไทย สมุนไพร และมีกลิ่นส้ม

คำสำคัญ: รกจันทน์, สารหอมระเหย, เฮดสเปซโซลิดเฟสไมโครเอ็กแทรกชัน แก๊สโครมาโตกราฟีแมสสเปกโตรเมตรี

Abstract

The objectives of this study were to evaluate the physical (color weight and size) chemical (total phenolic content (TPC) and DPPH radical scavenging activity) and to identify volatile compositions (VC) of Mace (*Myristica Fragrans* Houtt.) cultivated from Nakhon Si Thammarat Province. The results showed that, Mace was crimson-colored aril. The lightness (L*), redness (a*) and yellowness (b*) values were 29.25 33.247 and 19.394, respectively. Its weight was 1.388 g. with 2.137 x 3.109 cm; width x length. The TPC was 1.702 mg GAE/g FW which contributed to 0.433 mg AAE/g FW. DPPH radical scavenging activity. A total of 13 VC were identified by headspace solid-phase microextraction combined with gas chromatography-mass spectrometry (HS-SPME-GC-MS) technique. The abundance terpenes and their derivatives were the major constituents. The Terpinen-4-ol (70.63%) was identified as a main of VC in mace which the aroma attribute of Mace was described as sweet-spicy-pepper, herbal, and citrus.

Keywords: Mace (*Myristica fragrans* Houtt.), Volatile compositions, HS-SPME-GC-MS

บทนำ

จันทน์เทศ หรือ จันทน์บ้าน มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Myristica fragrans* Houtt. จัดเป็นไม้ไม่ผลัดใบ อยู่ในวงศ์ *Myristicaceae* เป็นพืชถิ่นในหมู่เกาะโมลุกกะ (Moluccas) หรือหมู่เกาะเครื่องเทศ (Spice Islands) ประเทศอินโดนีเซีย จันทน์เทศเป็นพืชสมุนไพรที่มีความสำคัญในเชิงพาณิชย์โดยนำลูกจันทน์เทศ (nutmeg) และรกจันทน์ (mace) มาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลายทั้งในอุตสาหกรรมอาหาร และในงานทางการแพทย์ โดยในปัจจุบันมีการเพาะปลูกจันทน์เทศอย่างแพร่หลายในประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย เกรนาดาในทะเลแคริบเบียน รัฐเกรละในอินเดีย ศรีลังกา และอเมริกาใต้ (Gomathi *et al.*, 2016)

รกจันทน์ (Mace) เป็นส่วนห่อหุ้มเมล็ดจันทน์เทศ มีลักษณะเป็นริ้วบาง หลายแฉกคลุมรอบเมล็ด รกจันทน์สดมีลักษณะเป็นสีแดงเข้ม และเมื่อนำไปทำให้แห้งจะเปลี่ยนจากสีแดงสดเป็นสีออกเหลืองหรือส้มอ่อน รกจันทน์มีสรรพคุณในการต้านจุลินทรีย์และต้านอนุมูลอิสระได้ดี อีกทั้งยังใช้เพื่อบรรเทาอาการคลื่นไส้ อาเจียน และเป็นสารกระตุ้นในระบบทางเดินอาหารและลำไส้ (Suchandra *et al.*, 2007; Rema and Krishnamoorthy, 2012) การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในรกจันทน์เปรียบเทียบกับส่วนอื่นได้แก่ เมล็ด เปลือก และใบ พบว่าในรกจันทน์ มีส่วนประกอบของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สูง และให้ประสิทธิภาพดีที่สุด ทำให้รกจันทน์มีสมบัติต้านอนุมูลอิสระได้ดี อีกทั้งยังมีประสิทธิภาพสูงในการบำบัดสารก่อมะเร็งในช่องปากได้ดี (Gayathri *et al.*, 2018; Zhao *et al.*, 2019) จากการศึกษาของ Piaru และคณะ (2012) พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากจันทน์เทศมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของกรดลิโนเลอิก (linoleic acid) จึงช่วยยับยั้งการถูกออกซิไดส์ของเบตาแคโรทีน (beta-carotene) ในการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี beta-carotene/linoleic acid bleaching assay โดยมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเท่ากับ $88.68 \pm 0.1\%$ ใกล้เคียงกับสารมาตรฐาน BHT ($93.2 \pm 0.1\%$) นอกจากนี้พบว่าในน้ำมันหอมระเหยมีสมบัติการต้านอนุมูลอิสระที่แรงแสดงถึงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง โดยมีค่า EC_{50} เท่ากับ 181.4 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และมีฤทธิ์ยับยั้งการสร้างเส้นเลือดใหม่ในการศึกษาในหนูขาวเพศผู้สายพันธุ์ Sprague Dawley ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้จากรกจันทน์ จึงมีประสิทธิภาพในการพัฒนาเป็นยารักษาโรคสัมพันธ์กับการสร้างเส้นเลือดใหม่ เช่น การเจริญของเนื้องอก โรคมะเร็ง โรคอักเสบเรื้อรัง เป็นต้น อีกทั้งยังมีอีกหลากหลายงานวิจัยพบว่ามีสาร α -pinene, β -pinene, γ -terpinene, Terpinene-4-ol, Myristicin และ Elemicin เป็นสารหอมระเหยหลักที่พบในรกจันทน์ โดยมีรายงานว่าสารประกอบ Myristicin มีส่วนช่วยใน

การยับยั้งการก่อตัวของเซลล์มะเร็งในลำไส้ใหญ่ ด้านการอักเสบ และสารประกอบ Terpinene-4-ol มีคุณสมบัติทางเภสัชวิทยา ช่วยลดการอักเสบ ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ และลดการก่อตัวของเซลล์มะเร็งในช่องปาก (Ozaki *et al.*, 1989; Nascimento *et al.*, 2005; Zhao *et al.*, 2019)

มีรายงานการเพาะปลูกจันทน์เทศทั่วโลกมากกว่า 12,000 ต้นต่อปี ซึ่งพบการผลิตและส่งออกหลักของจันทน์เทศในตลาดโลกมากที่สุดอยู่ที่ประเทศอินโดนีเซีย และเกรนาดา โดยสร้างมูลค่าการผลิตและส่งออกต่อตลาดโลกสูงเฉลี่ยเท่ากับ 75% และ 20% ตามลำดับ ส่วนประเทศรองลงมาได้แก่ อินเดีย มาเลเซีย ปาปัวนิวกินี ศรีลังกา และหมู่เกาะแคริบเบียน เป็นต้น (Rema and Krishnamoorthy, 2012) จึงถือได้ว่ารกจันทน์เป็นส่วนหนึ่งของจันทน์เทศที่อุดมไปด้วยคุณประโยชน์ และสามารถนำมาสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรผู้เพาะปลูกได้ดี จากความน่าสนใจของรกจันทน์ประกอบกับข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญของรกจันทน์จากแหล่งเพาะปลูกหลักของจังหวัดนครศรีธรรมราชในประเทศไทย ยังไม่มีการรายงานมากพอ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจและมุ่งศึกษาการประเมินสมบัติทางกายภาพ เคมี และสารหอมระเหยในรกจันทน์ จากผลจันทน์เทศในพื้นที่เพาะปลูกจังหวัดนครศรีธรรมราชเพื่อทราบถึงข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญนำไปสู่การประยุกต์ใช้ประโยชน์จากรกจันทน์ต่อไป

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

1. วัตถุประสงค์และการเตรียมตัวอย่าง

จันทน์เทศระยะแก่จัด 6-8 เดือน ถูกเก็บเกี่ยวจากสวนของเกษตรกร ในพื้นที่เพาะปลูก อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ในช่วงเช้าของวัน และจัดส่งมายัง สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ทันที ใช้เวลาการขนส่ง 24 ชั่วโมง ในระหว่างการขนส่งจะมีการควบคุมอุณหภูมิ 15 ± 5 องศาเซลเซียส จากนั้นทำการคัดเลือกจันทน์เทศผลดี ไม่น่าเสีย ไม่มีรอยกัดเจาะ ไม่มีรอยตำหนิที่ผิว นำมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำ และแช่สารละลายไฮโปคลอไรต์ (100 ppm) เป็นเวลา 5 นาที นำขึ้นสะเด็ดน้ำ จากนั้นแยกเอาเฉพาะส่วนของรกจันทน์สด บรรจุในถุงพอยด์ทึบแสง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 ± 2 องศาเซลเซียส เพื่อรอนำมาใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

2. การประเมินสมบัติทางกายภาพ และ เคมี

2.1 สมบัติทางกายภาพ

ใช้ตัวอย่างรกจันทน์สดจากผลจันทน์สด จำนวน 30 ผล ในการประเมินสมบัติทางกายภาพ รายละเอียดดังนี้

การวัดค่าสี

วัดค่าสีระบบ CIE L^* a^* b^* ด้วยเครื่องวัดค่าสี Colorimeter บันทึก ค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และ ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*)

การชั่งน้ำหนัก

ชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่ง Analytical Balance 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น BSA224S-CW บันทึกผลน้ำหนัก รกจันทน์ (กรัม)

การวัดขนาด

วัดขนาดด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์ บันทึกผลความกว้าง (เซนติเมตร) และความยาว (เซนติเมตร)

2.2 สมบัติทางเคมี

นำตัวอย่างรกจันทน์สดมาปั่นผสมกับน้ำกลั่นโดยใช้ สัตส่วนโดยน้ำหนักของ รกจันทน์สด : น้ำกลั่น เท่ากับ 1:80 จากนั้นกรองแยกกากด้วยกระดาษกรอง Whatman No.4 เบอร์ 4 นำส่วนน้ำสกัดใสมาล้างใช้วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและกัมมันตการต้านอนุมูลอิสระ ตามขั้นตอนต่อไปนี้

สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ด้วยวิธี Folin- Ciocalteu reagent โดยนำส่วนสกัดปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร มาเติม Folin- Ciocalteu reagent (ร้อยละ 10) ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร วางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (ร้อยละ 6) ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร วางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 90 นาที จากนั้นนำมาวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 725 นาโนเมตร โดยใช้กรดแกลลิกเป็นสารมาตรฐาน และรายงานค่าในรูปมิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อกรัมตัวอย่างสด (mg GAE/g FW) (ดัดแปลงจาก Tan *et al.*, 2013)

กัมมันตการต้านอนุมูลอิสระ

วิเคราะห์กัมมันตการต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH radical scavenging โดยนำส่วนสกัดปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร เติมสารละลายอนุมูลอิสระเสถียร DPPH (0.15 มิลลิโมลาร์) ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน วางทิ้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยาเป็นเวลา 90 นาที จากนั้นนำมาวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 517 นาโนเมตร โดยใช้กรดแอสคอร์บิกเป็นสารมาตรฐาน และรายงานค่าในรูปมิลลิกรัมกรดแอสคอร์บิกต่อกรัมตัวอย่างสด (mg AAE/g FW) (ดัดแปลงจาก Sangkasanya *et al.*, 2016)

3. การตรวจสอบชนิดสารหอมระเหยด้วยแก๊สโครมาโตกราฟี

การเตรียมตัวอย่างรกจันทน์แห้ง

นำรกจันทน์สดใส่ในภาชนะสำหรับทำแห้งแบบเยือกแข็ง ทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งด้วยเครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งยี่ห้อ NANBEI รุ่น LGJ-10 freeze dryer ใช้โปรแกรมทำแห้งแบบ Manual โดยกำหนดอุณหภูมิแช่เยือกแข็งที่ -30 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาที่กำหนด ปรับอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ครึ่งละ 5 องศาเซลเซียส ต่อชั่วโมง จนถึงอุณหภูมิสุดท้าย 25 องศาเซลเซียส นำรกจันทน์แห้งที่ได้มา บดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 35 mesh บรรจุในถุงพอยด์ทึบแสง เพื่อร่อนนำมาใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

การสกัดสารหอมระเหยด้วยเฮดสเปซโซลิดเฟสไมโครเอ็กแทรกชัน (HS-SPME)

ชั่งน้ำหนักผงรกจันทน์แห้งที่เตรียมได้ 10 กรัม บรรจุลงขวด Supleco-Headspace vial ขนาด 27 มิลลิลิตร ปิดฝาขวดบรรจุตัวอย่างให้สนิท จากนั้นนำขวดตัวอย่างไปบ่มที่ 30 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที เมื่อครบเวลาที่กำหนด ดูดซับสารหอมระเหย ด้วย SPME-Polydimethylsiloxane (PDMS) fibers d_f 100 μ m (Supelco, Bellefonte, PA) เป็นเวลา 15 นาที ที่อุณหภูมิ 30 ± 2 องศาเซลเซียส จากนั้น นำ SPME ออกจากขวดบรรจุตัวอย่างเพื่อเตรียมวิเคราะห์สารหอมระเหยด้วย GC-MS

แก๊สโครมาโตกราฟี (GC-MS)

วิเคราะห์ชนิดสารหอมระเหยด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี (GC) ยี่ห้อ Agilent รุ่น 19091S-433 โดยใช้คอลัมน์ชนิด HP-5MS ทำการวิเคราะห์ด้วย split ratio 30:1 ใช้ อุณหภูมิเริ่มต้น 40 องศาเซลเซียส คงที่ 1 นาที จากนั้น เพิ่มขึ้นเป็น 120 องศาเซลเซียส ด้วยอัตรา 5 องศาเซลเซียส ต่อนาที หลังจากนั้นเพิ่มอุณหภูมิขึ้นเป็น 240 องศาเซลเซียส ด้วยอัตรา 10 องศาเซลเซียสต่อนาที ค้างไว้ 5 นาที ใช้ก๊าซฮีเลียมเป็นแก๊สตัวพา ที่อัตราการไหลคงที่ 0.80 มิลลิลิตรต่อ นาที จากนั้นสารหอมระเหยจะเข้าสู่ Agilent 7000 MS detector (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA) การบ่งชี้ชนิดของสารหอมระเหยใช้ส่วนวิเคราะห์มวล (mass analyzer) แบบ electron impact โดยมีพลังงานไอออนไนเซชัน 70 eV วิเคราะห์เทียบ mass spectrum กับ ฐานข้อมูล NIST MS Search 8.0 library (National Institute of Standard and Technology, Gaithersburg, MD, USA)

ผลการทดลองและวิจารณ์

สมบัติทางกายภาพ

รกจันทน์ เป็นเยื่อหุ้มเมล็ดจันทน์ มีลักษณะเป็นริ้วหลายแฉก มีสีแดงเข้ม (Figure 1) จากการประเมินสมบัติทางกายภาพของรกจันทน์ พบว่า รกจันทน์มี ค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) เท่ากับ 29.25 33.25 และ 19.39 ตามลำดับ นอกจากนี้มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 1.39 กรัม มีขนาด ความกว้าง ความยาว เท่ากับ 2.14 และ 3.11 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 1)

จากผลการทดลองที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับการรายงานผลการวิจัยของ Meetha และคณะ (2014) ที่ได้รายงานผล ค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ของรกจันทน์สดในพื้นที่ปลูกรัฐเกรละ ประเทศอินเดีย ที่มีค่าเท่ากับ 32.2 34.11 และ 16.19 ตามลำดับ

สมบัติทางเคมี และ สารหอมระเหย

จากการตรวจประเมินสมบัติทางเคมี พบว่า รกจันทน์มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 1.702 mg GAE/ g FW และมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 0.433 mg AAE/ g FW (Table 1) เมื่อเปรียบเทียบกับรายงานก่อนหน้านี้ที่พบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและ กิจกรรมในการต้านอนุมูลอิสระในพริกหยวกแดง (*Capsicum annuum* Linn.) เท่ากับ 0.13 mg GAE/ g FW และ 0.54 mg AAE/ g FW ตามลำดับ (Tinrat, 2016) กล่าวได้ว่าในรกจันทน์มีกิจกรรมในการต้านอนุมูลอิสระที่ดี นอกจากนี้ยังมี รายงานของ Tan และคณะ (2013) ได้ตรวจพบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในรกจันทน์ที่เพาะปลูกในรัฐปีนัง ประเทศมาเลเซีย เท่ากับ 0.374 mg GAE/g DW

องค์ประกอบของสารระเหยในรกจันทน์ถูกวิเคราะห์ด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟี ผลการทดลองพบสารหอมระเหยจำนวน 13 ชนิด โดยตรวจพบสารระเหยกลุ่มหลักในรกจันทน์ คือ สารกลุ่มเทอร์พีน (terpenes) และอนุพันธ์ต่าง ๆ ได้แก่

Terpinen-4-ol (70.63%), α -terpinolene (4.32%), β -phellandrene (3.85%), o-cymene (3.42%), α -terpinene (3.01%), p-cymenyl (2.80%), γ -terpinene (2.43%), Myristicin (2.42%), Linalyl propionate (2.11%), α -phellandrene (1.75%), α -pinene (1.15%), α -ylangene (1.07%) และ 1,3,8-p-menthatriene (1.03%) (Table 2) ผลการวิเคราะห์ชนิดของสารหอมระเหยของรกจันทน์ในงานวิจัยครั้งนี้ สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่พบว่าชนิดของสารระเหยในรกจันทน์ที่เพาะปลูกในมณฑลไต้หวัน ประเทศจีน มีองค์ประกอบหลักคือ α -pinene (1.84%), γ -terpinene (2.03%), Terpinen-4-ol (2.97%) และ Myristicin (5.76%) (Zhao *et al.*, 2019) นอกจากนี้ในงานวิจัยของ Singh และคณะ (2005) ได้รายงานชนิดและองค์ประกอบสารระเหยหลักในรกจันทน์ที่เพาะปลูกในรัฐเกรละ ประเทศอินเดีย คือ Terpinen-4-ol (12.08%), α -pinene (9.7%), β -phellandrene (6.56%), และ γ -terpinene (5.93%)



Figure 1 Mace (*Myristica Fragrans* Houtt.)

Table 1 Physical-Chemical Properties of Mace (*Myristica Fragran* Houtt.)

Physical-Chemical Properties	Value
L^*	29.250±0.36
a^*	33.247±0.47
b^*	19.394±0.89
Weight (g)	1.388±0.18
Length (cm)	2.137±0.18
Height (cm)	3.109±0.16
Total Phenolic (mg GAE /g FW)	1.702±0.01
Inhibition of DPPH (mg AAE /g FW)	0.433±0.02

Note: Values are given as means ±SD (n=3)

Table 2 Volatiles flavor compounds and their attributes identified in Mace (*Myristica Fragrans* Houtt.)

No.	Rt ^A (min)	Relative area (%)	Compound	Attribute ^B
1	7.60	1.15	α -pinene	fresh sweet pine
2	9.83	1.75	α -phellandrene	terpene spicy medicinal
3	10.23	3.01	α -terpinene	terpene lemon herbal medicinal citrus
4	10.49	3.42	<i>o</i> -cymene	citrus
5	10.62	3.85	β -phellandrene	mint turpentine phellandrene
6	11.59	2.43	γ -terpinene	oily lemon/lime tropical herbal
7	12.56	2.80	<i>p</i> -cymenyl	phenolic spicy coffee nutty
8	12.95	4.32	α -terpinolene	fresh sweet pine citrus
9	14.15	1.03	1,3,8- <i>p</i> -menthatriene	terpenic herbal woody
10	15.38	70.63	Terpinen-4-ol	spicy pepper sweet citrus pine
11	15.74	2.11	Linayl propionate	floral fresh bergamot lily rose rummy
12	21.09	1.07	α -ylangene	sweet bay spearmint cardamom rosemary
13	24.95	2.42	Myristicin	spice, warm, balsamic

Note: ^A Rt = Retention time (min); ^B Reference: [http:// www.thegoodscentscompany.com/rawmatex.html](http://www.thegoodscentscompany.com/rawmatex.html).

จากผลการวิเคราะห์ แสดงให้เห็นว่า Terpinen-4-ol เป็นสารหอมระเหยชนิดหลักที่พบมากที่สุดถึงร้อยละ 70.63 ให้ลักษณะซึ่งให้ลักษณะกลิ่นหอมหวาน เผ็ดร้อนคล้าย พริกไทย สมุนไพร และมิกลิ้นส้ม จัดเป็นสารกลุ่ม oxygenated monoterpene ละลายได้ดีในแอลกอฮอล์ และตัวทำละลายอินทรีย์ มีสมบัติในการยับยั้งการอักเสบ และการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้ดี โดยมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Piaru และคณะ (2012) ได้รายงานถึงสารหอมระเหยหลักในน้ำมันหอมระเหยจันทน์เทศในพื้นที่ปลูก ประเทศมาเลเซีย พบว่า Terpinen-4-ol เป็นสารหอมระเหยหลักที่พบมากที่สุดถึงร้อยละ 21.3 อีกทั้งยังพบว่าในน้ำมันหอมระเหยจันทน์เทศที่ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อ มิลลิลิตร สามารถยับยั้งการเกิดเซลล์มะเร็งเต้านม (MCF-7) และลำไส้ใหญ่ (HCT-116) ได้ดี มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งร้อยละ 89.0 $\pm$ 2.5 และ 72.9 $\pm$ 2.6 อย่างมีนัยสำคัญ

นอกจากนี้ในงานวิจัยครั้งนี้ ได้ตรวจพบ สาร Myristicin มีรายงานว่าเป็นสารหอมระเหยที่มีความสำคัญ ให้ลักษณะกลิ่นรสออกเผ็ดร้อน เป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีประสิทธิภาพที่พบในสกุลจันทน์เทศ มีสมบัติในการยับยั้งการอักเสบ ลดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ เป็น aromatic ether fraction อยู่ในกลุ่ม phenolic ether ไม่ละลายในน้ำ ละลายได้ดีในแอลกอฮอล์ และตัวทำละลายอินทรีย์ โดยในการศึกษาครั้งนี้ ตรวจพบสาร Myristicin ในรจกจันทน์ร้อยละ 2.42 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Meetha และคณะ (2014) ที่ได้ศึกษาคุณภาพกลิ่นรสของรจกจันทน์ในพื้นที่ปลูกรัฐเกรละ ประเทศอินเดีย โดยใช้ Myristicin เป็นสารบ่งบอกคุณภาพ พบว่าสาร Myristicin ในรจกจันทน์สดมีปริมาณสูงถึงร้อยละ

21.06 และมีรายงานพบว่า Myristicin ที่ความเข้มข้น 75 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรของน้ำมันลูกจันทน์เทศ มีประสิทธิภาพที่ต่อต้านการยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งลำไส้ใหญ่ และทวารหนัก (Caco₂) หลังทำการบ่มเป็นเวลา 24 ชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า IC₅₀ เท่ากับ 146 ไมโครกรัมต่อ มิลลิลิตร (Piras *et al.*, 2012) อีกทั้งมีรายงานของ Ozaki และคณะ (1989) ที่รายงานว่า Myristicin มีฤทธิ์ในการต้านการอักเสบที่พบได้ในพืชสกุลจันทน์เทศ โดยมีการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งการอักเสบของสารสกัดจันทน์เทศที่สกัดด้วยเมทานอล, อีเทอร์ และเฮกเซน เปรียบเทียบกับยามาตรฐาน indomethacin ผลการทดลองโดยใช้การจันแนทดสอบการเหนี่ยวนำให้เกิดการบวมน้ำที่อุ้งเท้าหนูแรท และใช้กรดอะซิติคในการเหนี่ยวนำให้เกิดการซึมผ่านของสารที่หลอดเลือด (vascular permeability) ในหนูเมาส์ พบว่า สารสกัดจันทน์ ได้แก่ สารสกัดเมทานอล 1.5 กรัมต่อกิโลกรัม, สารสกัดอีเทอร์ 0.9 กรัมต่อกิโลกรัม, สารสกัดเฮกเซน 0.5 กรัมต่อกิโลกรัม, ส่วนสกัดย่อย Fr-II 0.19 กรัมต่อกิโลกรัม และส่วนสกัดย่อย Fr-VI 0.17 กรัมต่อกิโลกรัม มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการอักเสบได้ดี โดยมีค่าใกล้เคียงกับยามาตรฐาน indomethacin 10 กรัมต่อกิโลกรัม และพบสารสำคัญที่เป็นองค์ประกอบหลัก คือ Myristicin

สรุป

รจกจันทน์ (*Myristica Fragrans* Houtt.) จากพื้นที่เพาะปลูกจังหวัดนครศรีธรรมราช มีลักษณะกายภาพเป็นเหื่อหุ้มเมล็ดสีแดงเข้ม มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 1.388 กรัม มีขนาดความกว้าง ความยาว เท่ากับ 2.137 และ 3.109 เซนติเมตร

ตามลำดับ มีค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) เฉลี่ยเท่ากับ 29.25 33.247 และ 19.394 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ และมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่ดีเมื่อเทียบกับพริกหยวกแดง (*Capsicum annuum* Linn.) ตรวจพบองค์ประกอบสารหอมระเหยชนิดเทอร์ปีนและอนุพันธ์ เช่น Terpinen-4-ol, α -terpinolene, β -phellandrene, o-cymene และ Myristicin เป็นต้น ซึ่งสารประกอบ Terpinen-4-ol ที่ถูกตรวจพบเป็นสารหอมระเหยหลักในกรจันทน์มีปริมาณสูงสุดถึงร้อยละ 70.63 ให้ลักษณะกลิ่นคล้ายพริกไทย ออกหอมหวาน สมุนไพร และมีกลิ่นส้ม

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่สนับสนุนงบประมาณรายได้มหาวิทยาลัยฯ งบกลาง ประจำปีงบประมาณ 2562 ในการทำวิจัยครั้งนี้ และคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ศูนย์รังสิต ที่สนับสนุนห้องปฏิบัติการงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Gayathri, R., Anuradha, V., Vishnupriya, V. and Mallika, J. 2018. Anticancer study of *Myristica fragrans* Houtt. (mace) extract on 4-nitroquinoline-1-oxide-induced oral cancer in rats. Asian J. Pharm. Clin. Res. 11: 189-192.

Gomathi, P., Aman, K., Mebrahtom, G., Gereziher, G. and Anwar, U.H. 2016. Nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt.) oils. In Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety (ed. Preedy, V.R.), pp. 607-616. San Diego: Academic Press.

Meetha, J.N., Muhammadali, P., Joy, I.M., Mahendran, R. and Santhakumaran, A. 2014. Pulsed microwave assisted hot air drying of nutmeg mace for better colour retention. J. Spices Aromatic Crops. 1: 1-82.

Nascimento, N.R.F., Leal-Cardoso, J.H., Lessa, L.M.A., Roriz-Filho, J.S., Cunha, K.M.A. and Fonteles, M.C. 2005. Terpinen-4-ol: mechanisms of relaxation on rabbit duodenum. J. Pharm. Pharmacol. 57: 467-474.

Nashwa, F.S.M. 2016. A comparative study of nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt.) oleoresins obtained by conventional and green extraction

techniques. J. Food Sci. Technol. 53: 3770-3777.

Ozaki, Y., Soedigdo, S., Wattimena, Y.R., Suganda, A.G. 1989. Antiinflammatory effect of mace, Aril of *Myristica fragrans* Houtt. and its active principles. Jpn. J. Pharmacol. 49: 155-163.

Piaru, S.P., Mahmud, R., Majid, A.M.S.A., Daoud, Z. and Nassar, Z.D.M. 2012. Antioxidant and antiangiogenic activities of the essential oils of *Myristica fragrans* and *Morinda citrifolia*. Asian Pac. J. Trop. Med. 5: 294-298.

Piaru, S.P., Mahmud, R., Majid, A.M.S.A., Ismail, S. and Man, C.N. 2012. Chemical composition, antioxidant and cytotoxicity activities of the essential oils of *Myristica fragrans* and *Morinda citrifolia*. J. Sci. Food Agric. 92: 593-597.

Piras, A., Rosa, A., Marongiu, B., Atzeri, A., Dessì, M.A., Falconieri, D. and Porcedda, S. 2012. Extraction and separation of volatile and fixed oils from seeds of *Myristica fragrans* by supercritical CO₂: Chemical composition and cytotoxic activity on Caco-2 cancer cells. J. Food Sci. 77: 448-453.

Rema J. and Krishnamoorthy B. 2012. Nutmeg and mace. In Handbook of Herbs and Spices. (ed. Peter, K.V.), pp. 238-247. UK: CRC Woodhead Publishing Limited.

Sangkasanya, S., Sutthipong, P., Chawanthat, N. and Phisut, N. 2016. Red aril and yellow pulp from Gac fruit (*Momordica cochinchinensis* Spreng) as a source of biologically active ingredients for functional drink: Effect of formulation. The Proceeding of the 18th Food Innovation Asia Conference, Bangkok, Thailand, 16-18 June 2016, pp. 215-222.

Singh, G., Marimuthu, P., Heluani, D.C. and Catalan, C. 2005. Antimicrobial and antioxidant potentials of essential oil and acetone extract of *Myristica fragrans* Houtt. (Aril Part). J. Food Sci. 70: 141-148.

Suchandra, C., Zareena, N., Gautam, S., Soumyakanti, A., Prasad, S.V. and Arun, S. 2007. Antioxidant activity of some phenolic constituents from green pepper (*Piper nigrum*

- L.) and fresh nutmeg mace (*Myristica fragrans*). Food Chem. 101: 515-523.
- Tan, K.P., Khoo, H.E. and Azrina, A. 2013. Comparison of antioxidant components and antioxidant capacity in different parts of nutmeg (*Myristica fragrans*). Int. Food Res. J. 20: 1049-1052.
- Tinrat, S. 2016. Antioxidant activities and total phenolic content of multi-colored fruits and vegetables in Thailand. Res. J. 21: 1-11.
- Zhao, X., Wu, H., Wei, J. and Yang, M. 2019. Quantification and characterization of volatile constituents in *Myristica fragrans* Houtt. by gas chromatography-mass spectrometry and gas chromatography quadrupole-time-of-flight mass spectrometry. Ind. Crops Prod. 130: 137-145.