บทความวิจัย (Research Article)

การเปรียบเทียบชนิดของน้ำมันในการสกัดน้ำมันไพลและวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันไพลด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมทรี

คณาทิพย์ สิงห์สาย[1,3], พิมพ์ชนก จรุงจิตร[2,4] และ มาลีรักษ์ อัตต์สินทอง[2,4*]

The comparison of the oil types in Plai (*Zingiber cassumunar*) oil extraction and analysis of the chemical constituents in Plai oil by gas chromatography-mass spectrometry technique

Kanathip Singsai[1,3], Pimchanok Charoongchit[2,4] and Maleeruk Utsintong[2,4*]

[1] Division of Pharmacology, Department of Pharmaceutical Care, School of Pharmaceutical Sciences, University of Phayao, Phayao, 56000

[2] Division of Pharmacy and Technology, Department of Pharmaceutical Care, School of Pharmaceutical Sciences, University of Phayao, Phayao, 56000

[3] Unit of Excellence of Pharmacological Research and Vaccine Development in Animal Models, University of Phayao, Phayao, 56000

[4] Unit of Excellence in Herbal Medicine, University of Phayao, Phayao, 56000

* Correspondence author: pae280@yahoo.com

Naresuan Phayao J. 2022;15(3): 18-28.

Received; 6 October 2021; Revised: 9 May 2022; Accepted: 11 September 2022

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบน้ำมันที่ใช้ในการสกัดน้ำมันไพลต่อชนิดและปริมาณขององค์ประกอบทางเคมีซึ่งวิเคราะห์สารสำคัญของน้ำมันไพลด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมทรี ไพลสดสกัดโดยวิธีการทอดด้วยน้ำมัน 3 ชนิด ได้แก่ น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันรำข้าวเพื่อสกัดน้ำมันไพล บันทึกลักษณะทางกายภาพของไพลในการทอดด้วยน้ำมันชนิดต่างๆ ณ เวลา 0, 30 และ 60 นาที และลักษณะสีของน้ำมันไพล หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์สารสำคัญในน้ำมันไพลด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมทรี ผลการวิเคราะห์น้ำมันไพลที่สกัดโดยการใช้น้ำมันต่างชนิดกัน พบว่า ไพลที่สกัดโดยน้ำมันทุกชนิดพบสารสำคัญหลายชนิดใกล้เคียงกัน ในปริมาณที่แตกต่างกัน ได้แก่ hexanal, alpha-thujene, alpha-pinene, sabinene, beta-pinene, alpha-phellandrene, alpha-terpinene, p-cymene, alpha-limonene, beta-phellandrene, gamma-terpinene, alpha-terpinolene และ 1- isopropyl-4-methyl-3-cyclohexen-1-ol ซึ่งสารส่วนใหญ่ที่พบ จัดอยู่ในกลุ่ม monoterpenes จากผลการวิเคราะห์โดย GC-MS พบว่า ไพลที่สกัดได้จากน้ำมันทั้งสามชนิดให้สารที่ชื่อว่า 1- isopropyl-4-methyl-3-

---

[1] กลุ่มวิชาเภสัชวิทยา สาขาการบริบาลทางเภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

[2] กลุ่มวิชาเภสัชศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาการบริบาลทางเภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

[3] หน่วยวิจัยเพื่อความเป็นเลิศในการวิจัยด้านเภสัชวิทยาและการพัฒนาวัคซีนโดยใช้แบบจำลองสัตว์ทดลอง มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

[4] หน่วยวิจัยเพื่อความเป็นเลิศในการวิจัยด้านยาสมุนไพร มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

cyclohexen-1-ol หรือที่รู้จักกันในชื่อ terpinen-4-ol ในปริมาณที่สูงกว่าสารอื่น ๆ โดยให้ปริมาณสูงที่สุดเมื่อสกัดด้วยน้ำมันมะพร้าว ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าน้ำมันที่ใช้ในสกัดน้ำมันไพลที่แตกต่างกันมีผลต่อปริมาณสารสำคัญในน้ำมันไพล ดังนั้น ชนิดของน้ำมันที่ใช้ในการสกัดจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อชนิดและปริมาณสารสำคัญในน้ำมันไพล อย่างไรก็ตาม ยังต้องมีการศึกษาปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นประโยชน์ในการเลือกน้ำมันหรือวิธีที่เหมาะสมในการสกัดไพลเพื่อนำมาสร้างผลิตภัณฑ์สุขภาพในอนาคต

คำสำคัญ: ไพล, น้ำมันไพล, แก๊สโครมาโทรกราฟี-แมสสเปคสเปคโทรมิเตอร์

Abstract

The aims of this research were to compare the oil types in the extraction of Plai (*Zingiber cassumunar*) oil to type and content of the chemical constituents of the Plai oils, which were analyze the active substances by gas chromatography-mass spectrometry technique. Fresh Plai was extracted by frying with 3 different types of oil, including palm oil, coconut oil, and rice bran oil. The physical appearance of the piece of Plai was observed at 0, 30, and 60 minutes together with the color of Plai oil products. Subsequently, the active substances in Plai oil were analyzed by gas chromatography-mass spectrometry technique. The results showed that Plai oils extracted by different types of oils contained similar active substances, including hexanal, alpha-thujene, alpha-pinene, sabinene, beta-pinene, alpha-phellandrene, alpha-terpinene, p-cymene, alpha-limonene, beta-phellandrene, gamma-terpinene, alpha-terpinolene, and 1- isopropyl-4-methyl-3-cyclohexen-1-ol. Most of the detected substances classified as monoterpenes. The GC-MS data inticated 1- isopropyl-4-methyl-3-cyclohexen-1-ol known as terpinen-4-ol, was a major component found in every extract obtain from different type of oils. Interestingly, terpine-4-ol was found in the extract obtaing from coconut oils with higher content than other types. These findings pointed out that different type of oils using for the extraction affect the content of active substances in Plai oil. Therefore, the type of oil using in extraction process is one of the factors affecting the type and content of the active substances in Plai oil. However, further investigation in other factors related to the efficiency of extraction may need to be done for designing the extraction of Plai for develop health products.

Keywords: *Zingiber cassumunar*, Plai oils, Gas Chromatograph-Mass Spectrometer

บทนำ

“ไพล” *Zingiber cassumunar* Roxb. พืชสมุนไพรล้มลุกที่จัดอยู่ในวงศ์ Zingiberaceae ส่วนของไพลที่นิยมนำมาใช้ประโยชน์ทางยาคือ ส่วนเหง้า สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญในเหง้าไพล ได้แก่ (E)-1-(3,4-dimethoxyphenyl) butadiene (DMPBD), เคอร์คิวมิน (curcumin), สารกลุ่ม เคอร์คูมินอยด์ (curcuminoids) ได้แก่ cassumunarins กลุ่มสารน้ำมันหอมระเหย ได้แก่ sabinene, terpinene, terpinen-4-ol ซึ่งสารสำคัญต่างๆ มีฤทธิ์ต้านการอักเสบ บรรเทาอาการปวด ต้านเชื้อรา แบคทีเรีย ฤทธิ์ชาเฉพาะที่ ฤทธิ์ต้านฮิสตามีน เป็นต้น ทำให้มีการนำเหง้าไพลไปใช้ทางยาอย่างหลากหลาย [1-5] ไพลเป็นหนึ่งในสมุนไพรที่รัฐบาลส่งเสริมให้มีการพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ เพิ่มศักยภาพสมุนไพรเพื่อเศรษฐกิจไทยที่ยั่งยืน เป็น Product champion แผนแม่บทแห่งชาติว่าด้วยการพัฒนาสมุนไพรไทยฯ ฉบับที่ 1 พ.ศ. 2560-2564 [6] เหง้าไพลได้ถูกนำไปใช้ทั้งในทางยาและเครื่องสำอาง โดยทั่วไปการนำเหง้ามาใช้แบบสด เช่น เป็นส่วนประกอบในลูกประคบ หรือบีบคั้นสดใช้บำรุงผิวพรรณ นอกจากนี้ยังมีการนำมาผ่านการแปรรูป ได้แก่ ไพลแห้ง หรือเหง้าไพลที่ถูกหั่นเป็น

ชิ้นแล้วผ่านการทำให้แห้ง ไพลผงหรือเหง้าไพลที่ถูกทำให้แห้งและผ่านการบดละเอียด การนำไพลสดมาสกัดน้ำมัน โดย การทอด หรือ การกลั่นแบบไอน้ำ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ทางยาอย่างหลากหลาย น้ำมันไพลจากการทอดหรือจากการกลั่นมักนำไปใช้ด้านต้านการอักเสบ บรรเทาอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ ไพลเป็นสมุนไพรชนิดหนึ่งที่ถูกบรรจุให้ใช้อยู่ในในบัญชียาหลักแห่งชาติ บัญชียาจากสมุนไพรกลุ่มที่ 2 บัญชียาพัฒนาจากสมุนไพร กลุ่มยารักษาอาการทางกล้ามเนื้อและกระดูก ยาสำหรับใช้ภายนอก ได้แก่ ตำรับยาครีมไพล ซึ่งประกอบด้วยน้ำมันไพลที่ได้จากการกลั่น ร้อยละ 14 โดยปริมาตรต่อน้ำหนัก (v/w) [7] และ ยาน้ำมันไพล สารสกัดน้ำมันไพลที่ได้จากการทอด (hot oil extract) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 ในตำรับ โดยมีข้อบ่งใช้ของทั้งสองตำรับคือ บรรเทาอาการบวม ฟกช้ำ เคล็ดยอก อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์น้ำมันไพลจากบริษัทอุตสาหกรรมมักอยู่ในรูปน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากกรรมวิธีการกลั่นซึ่งน้ำมันที่ได้มีราคาสูง การเข้าถึงผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจึงเป็นไปได้ยากในกลุ่มโรงพยาบาลขนาดเล็ก และกลุ่มประชาชนทั่วไป การสกัดน้ำมันไพลที่ได้จากการทอดจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถทำใช้ได้เอง ต้นทุนต่ำ ส่งเสริมการใช้สมุนไพรในครัวเรือนและพึ่งตนเองได้

ในกรรมวิธีการทอดไพลนั้นจะใช้น้ำมันพืชเป็นตัวทำละลายและใช้ความร้อนช่วยสกัดสารสำคัญที่มีอยู่ในเหง้าไพล อย่างไรก็ตามยังไม่พบการรายงานเกี่ยวกับสารสำคัญจากสารสกัดหรือน้ำมันไพลที่ใช้น้ำมันพืชเพื่อทอดไพลนั้นอย่างชัดเจน ในการศึกษานี้จึงเป็นการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารสำคัญที่ได้จากการทอดน้ำมันไพลโดยใช้น้ำมันพืชตัวกลางที่แตกต่างกันได้แก่ น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันรำข้าว ซึ่งเป็นน้ำมันที่หาได้ง่าย และมีการใช้ในการทอดไพล น้ำมันทั้งสามชนิดนั้นมีความแตกต่างกันในด้านองค์ประกอบและปริมาณของกรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัว โดย น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว จัดอยู่ในกลุ่มน้ำมันพืชที่มีกรดไขมันอิ่มตัวปริมาณสูง ขณะที่น้ำมันรำข้าวเป็นน้ำมันพืชที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวปริมาณสูง [8,9] ซึ่งอาจส่งผลต่อการสกัดสารสำคัญในเหง้าไพลได้ ในการศึกษานี้มีการควบคุมอุณหภูมิการทอด ระยะเวลาการทอด และใช้เครื่องแก๊สโครมาโทรกราฟี-แมสสเปคสเปคโทรมิเตอร์ (GC-MS) ในการวิเคราะห์สารสำคัญ ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการแสดงถึงสารสำคัญที่อยู่ในน้ำมันไพลที่ได้จากการทอด และยังมีผลต่อการเลือกใช้ชนิดของน้ำมันพืชในการทอดไพลให้ได้น้ำมันไพลที่มีสารสำคัญที่ต้องการในปริมาณที่มากที่สุดอีกด้วย

วัสดุและวิธีการ

1. การเปรียบเทียบผลของน้ำมันที่ใช้ในการสกัดน้ำมันไพล

การเปรียบเทียบน้ำมันในการสกัดน้ำมันไพล ใช้วัสดุและอุปกรณ์ ดังนี้ เหง้าไพล น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว น้ำมันรำข้าว กระทะ เตาไฟฟ้า ตะแกรงกรอง ผ้าขาวบาง เครื่องชั่ง ขวดแก้วขนาด 100 มิลลิลิตร เทอร์โมมิเตอร์ โดยทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

นำเหง้าไพลมาล้างให้สะอาด และหั่นแผ่นบางๆ นำไปชั่ง 200 กรัม เทน้ำมันพืช (น้ำมันปาล์ม หรือ น้ำมันมะพร้าว หรือน้ำมันรำข้าว) 100 มิลลิลิตร ลงกระทะ หลังจากนั้นนำไพลลงทอดในน้ำมันที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส และคนเป็นระยะ ทอดจนครบ 1 ชั่วโมง ตักเอาชิ้นไพลออกเหลือไว้แต่น้ำมันสีเหลือง นำน้ำมันกรองด้วยผ้าขาว น้ำมันที่ได้บรรจุลงในขวด เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง สังเกต เปรียบเทียบลักษณะของน้ำมันไพลที่ได้จากการทอดด้วยน้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันรำข้าว

2. การหาความหนืดของน้ำมันไพล

วัดความหนืดของน้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม น้ำมันรำข้าว และน้ำมันไพลสกัดที่สกัดได้จากน้ำมันทั้ง 3 ชนิด ด้วยเครื่อง Brookfield DV-II+Pro ปริมาณ 0.5 กรัม ทำการวัดซ้ำตัวอย่างละ 3 ครั้ง ใช้ spindle No. S52 ที่ 100 rpm ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส บันทึกค่าความหนืดที่วัดได้ในหน่วย centipoint (cP)

3. การหาความหนาแน่นของน้ำมันไพล

หาความหนาแน่นของน้ำมันไพลโดยใช้ pycnometer ซึ่งต้องชั่งน้ำหนักของ pycnometer จากนั้นชั่งน้ำหนักของน้ำกลั่น และชั่งน้ำหนักของน้ำมันไพลหรือของเหลวที่ต้องการศึกษา จากนั้นนำมาคำนวณหาความหน่าแน่นของของเหลวจากสูตร D = M/V โดย D เท่ากับความหนาแน่นของของเหลว (หน่วย kg/m^3) M เท่ากับน้ำหนักของของเหลว และ V เท่ากับปริมาตรของของเหลว

4. การวิเคราะห์น้ำมันไพลด้วยวิธี GC-MS

การวิเคราะห์น้ำมันไพลด้วยวิธี GC-MS [10] โดยห้องปฏิบัติการการทดสอบศูนย์บริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยในส่วนของ GC จะใช้เครื่องรุ่น 7890A (Agilent Technology, USA) ซึ่งใช้ระบบ headspace G1888 (Agilent Technology, USA) ตั้งอุณหภูมิของ vial เท่ากับ 150 องศาเซลเซียส ใช้ loop temperature เท่ากับ 160 องศาเซลเซียส และ transfer line temperature เท่ากับ 170 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาในการวิเคราะห์แต่ละ cycle เท่ากับ 60 นาที ซึ่งตั้งค่า vial equilibration time เท่ากับ 15 นาที ค่า pressurization time และ loop fill time เท่ากับ 0.2 นาที ค่า loop equilibration time เท่ากับ 0.05 นาที และ inject time เท่ากับ 1 นาที โดยตั้งอุณหภูมิส่วนที่ฉีดสาร 250 องศาเซลเซียส ใช้คอลัมน์คือ DB-5MS 30 m × 0.25 µm film Thickness ซึ่งเป็น nonpolar phenyl arylene polymer ตั้งอัตราการไหลของก๊าซฮีเลียมเข้าคอลัมน์เป็น 1 มิลลิลิตรต่อนาที ส่วนอุณหภูมิของคอลัมน์จะตั้งโปรแกมโดยใช้อุณหภูมิเริ่มต้น 60 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที จากนั้นเพิ่มขึ้นด้วยอัตราเร็ว 4 องศาเซลเซียสต่อนาทีจนถึงอุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส ส่วนของ MS จะใช้เครื่องรุ่น 5975C (Agilent Technology, USA) เป็น MS quadrupole ที่ต่อกับ GC โดยตรง และอุณหภูมิของ ion source เป็น 230 องศาเซลเซียสในระบบ Electron Impact Ionization (EI) โดยให้ผลการแยกองค์ประกอบของน้ำมันเป็น Total Ion Chromatogram (TIC) ในระบบ Scan Mode ใช้ช่วงของ Mass 50 ถึง 550 AMU (Atomic Mass Unit) ประมวลผลโดยเทียบกับฐานข้อมูลอ้างอิง W8N08 library (John Wiley & Sons, inc., USA)

ตาราง 1 ลักษณะทางกายภาพของน้ำมันไพล

น้ำมันที่ใช้สกัด	ลักษณะทางกายภาพของไพล			ลักษณะสีของน้ำมันไพล
	เวลาที่ใช้ทอด 0 นาที	เวลาที่ใช้ทอด 30 นาที	เวลาที่ใช้ทอด 60 นาที	
น้ำมันปาล์ม				
	- ไพลมีลักษณะเป็นสีเหลือง	- ไพลมีลักษณะเป็นสีเหลืองน้ำตาล	- ไพลมีลักษณะกรอบและเป็นสีน้ำตาลเข้ม	- น้ำมันไพลมีลักษณะเป็นสีน้ำตาลเหลือง
น้ำมันมะพร้าว				
	- ไพลมีลักษณะเป็นสีเหลือง	- ไพลมีลักษณะเป็นสีเหลืองแก่	- ไพลมีลักษณะกรอบและเป็นสีน้ำตาล	- น้ำมันไพลมีลักษณะเป็นสีเหลือง
น้ำมันรำข้าว				
	- ไพลมีลักษณะเป็นสีเหลือง	- ไพลมีลักษณะเป็นสีเหลืองน้ำตาล	- ไพลมีลักษณะกรอบและเป็นสีน้ำตาลปนเหลือง	- น้ำมันไพลมีลักษณะเป็นสีเหลืองแก่

ผลการศึกษา

1. การเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพของไพลและสีของน้ำมันไพล

ลักษณะทางกายภาพของไพลในการทอดด้วยน้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันรำข้าว ณ เวลา 0, 30 และ 60 นาที และลักษณะสีของน้ำมันไพลที่ได้ดังตาราง 1

2. การหาความหนืดและความหนาแน่นของน้ำมันไพล

ความหนืดและความหนาแน่นของน้ำมันไพลที่สกัดได้จากน้ำมันชนิดต่างๆ แสดงดังตาราง 2 โดยน้ำมันไพลที่สกัดได้จากน้ำมันรำข้าวจะมีความหนืดสูงที่สุด รองลงมาคือน้ำมันไพลที่สกัดจากปาล์มและน้ำมันมะพร้าว ตามลำดับ ซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความหนืดของน้ำมันที่ใช้ในการสกัด ส่วนความหนาแน่นของ

น้ำมันไพลที่สกัดจากน้ำมันมะพร้าวจะมีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือน้ำมันไพลที่สกัดจากปาล์มและน้ำมันรำข้าว ตามลำดับ โดยน้ำมันปาล์มจะมีความหนาแน่นสูงที่สุด รองลงมาคือน้ำมันรำข้าวและน้ำมันมะพร้าว ตามลำดับ

ตาราง 2 แสดงค่าความความหนืด ความหนาแน่นของน้ำมันที่ใช้และน้ำมันไพลสกัด

ตัวอย่าง	ความหนืด (cP) Mean ± SD	ความหนาแน่น (kg/m^3)
น้ำมันปาล์ม	56.87 ± 3.73	0.95
น้ำมันมะพร้าว	41.67 ± 2.59	0.90
น้ำมันรำข้าว	67.50 ± 1.00	0.91
ไพลสกัดจากน้ำมันปาล์ม	58.83 ± 0.58	0.90
ไพลสกัดจากน้ำมันมะพร้าว	37.70 ± 1.00	0.92
ไพลสกัดจากน้ำมันรำข้าว	88.63 ± 0.58	0.86

3. การวิเคราะห์น้ำมันไพลด้วยวิธี GC-MS

องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันไพลที่สกัดโดยน้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันรำข้าว แสดงดังตารางที่ 3 โดยน้ำมันไพลที่สกัดโดยน้ำมันมะพร้าวมีสารสำคัญมากที่สุด คือ 1-isopropyl-4-methyl -3-cyclohexen-1-ol และ sabinene เช่นกัน วิเคราะห์ค่า %relative area ได้เท่ากับ 37.95 และ 21.79 ที่ retention time 13.254 และ 6.742 นาที ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณมากกว่าสารสกัดน้ำมันไพลจากน้ำมันปาล์ม และน้ำมันรำข้าว ในน้ำมันไพลที่สกัดโดยน้ำมันปาล์มมีสารสำคัญมากที่สุด คือ 1-isopropyl-4-methyl-3-cyclohexen-1-ol และ sabinene ซึ่งมีค่า %relative area เท่ากับ 29.00 และ 14.13 ตามลำดับ ส่วนน้ำมันไพลที่สกัดโดยน้ำมันรำข้าว มีสารสำคัญเป็น 1-isopropyl-4-methyl-3-cyclohexen-1-ol และ hexanal ซึ่งมีค่า %relative area เท่ากับ 19.07 และ 17.01 ที่ retention time ที่ 13.254 และ 3.235 นาที ตามลำดับ โดยน้ำมันไพลที่สกัดโดยน้ำมันทุกชนิดจะมีสารสำคัญที่เหมือนกัน ได้แก่ hexanal, alpha-thujene, alpha-pinene, sabinene, beta-pinene, alpha-phellandrene, alpha-terpinene, p-cymene, alpha-limonene, beta-phellandrene, gamma-terpinene, alpha-terpinolene และ 1- isopropyl-4-methyl-3-cyclohexen-1-ol ซึ่งสารส่วนใหญ่ที่พบ จัดอยู่ในกลุ่ม monoterpenes นอกจากนี้ยังพบสารซึ่งไม่ทราบโครงสร้างอีกจำนวนหนึ่ง ซึ่งไม่ได้แสดงในตาราง

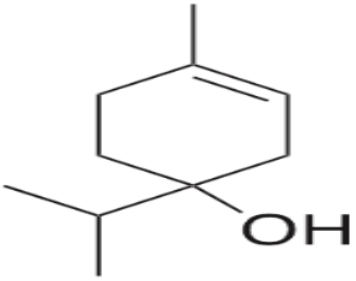
ทั้งนี้มีสาร beta-myrcene และ Alpha-terpinyl propanoate ที่พบในไพลสกัดในน้ำมันปาล์มและน้ำมันมะพร้าว และพบ 1-pentanol, (E)-2-heptenal และ nonanal ในไพลที่สกัดในน้ำมันปาล์มและน้ำมันรำข้าว นอกจากนี้ น้ำมันไพลที่สกัดได้จากน้ำมันปาล์ม พบสาร 3-methyl pentane, methyl cyclopentane, cyclohexane, 4-carene และ Beta-sesquiphellandrene ซึ่งสารส่วนใหญ่ที่พบนี้เป็นพวก alkane ไพลที่สกัดในน้ำมันมะพร้าว พบสาร 4-methoxybemzaldehyde, 4-isopropenyl-1-methyl-cyclohexene และ methyl 2,3-dihydro-2-methylbenzofuran-4-carboxylate ไพลที่สกัดในน้ำมันรำข้าว พบสาร 2-hexenal, heptanal, 2-pentylfuran, octanal, (E)-2-decanal, (E,E)-2,4-decadienal, (2E, 4E)- 2,4-decadienal และ 3,4-dimethoxybezaldehyde ซึ่งสารส่วนใหญ่ที่พบนี้เป็นพวก aldehyde

จากผลการวิเคราะห์โดย GC-MS จะเห็นว่าน้ำมันไพลที่สกัดได้จากน้ำมันทั้งสามชนิดให้สารที่ชื่อว่า 1- isopropyl-4-methyl-3-cyclohexen-1-ol หรือที่รู้จักกันในชื่อ terpinen-4-ol (ดังรูป 1) ในปริมาณที่สูงกว่าสารอื่น ๆ โดยให้ปริมาณสูงที่สุดเมื่อสกัดด้วยน้ำมันมะพร้าว (ดังรูปที่ 2) ซึ่งสารนี้พบได้ใน tea tree oil ซึ่งมีฤทธิ์และมีการใช้ในทางคลินิกเป็นที่แพร่หลาย

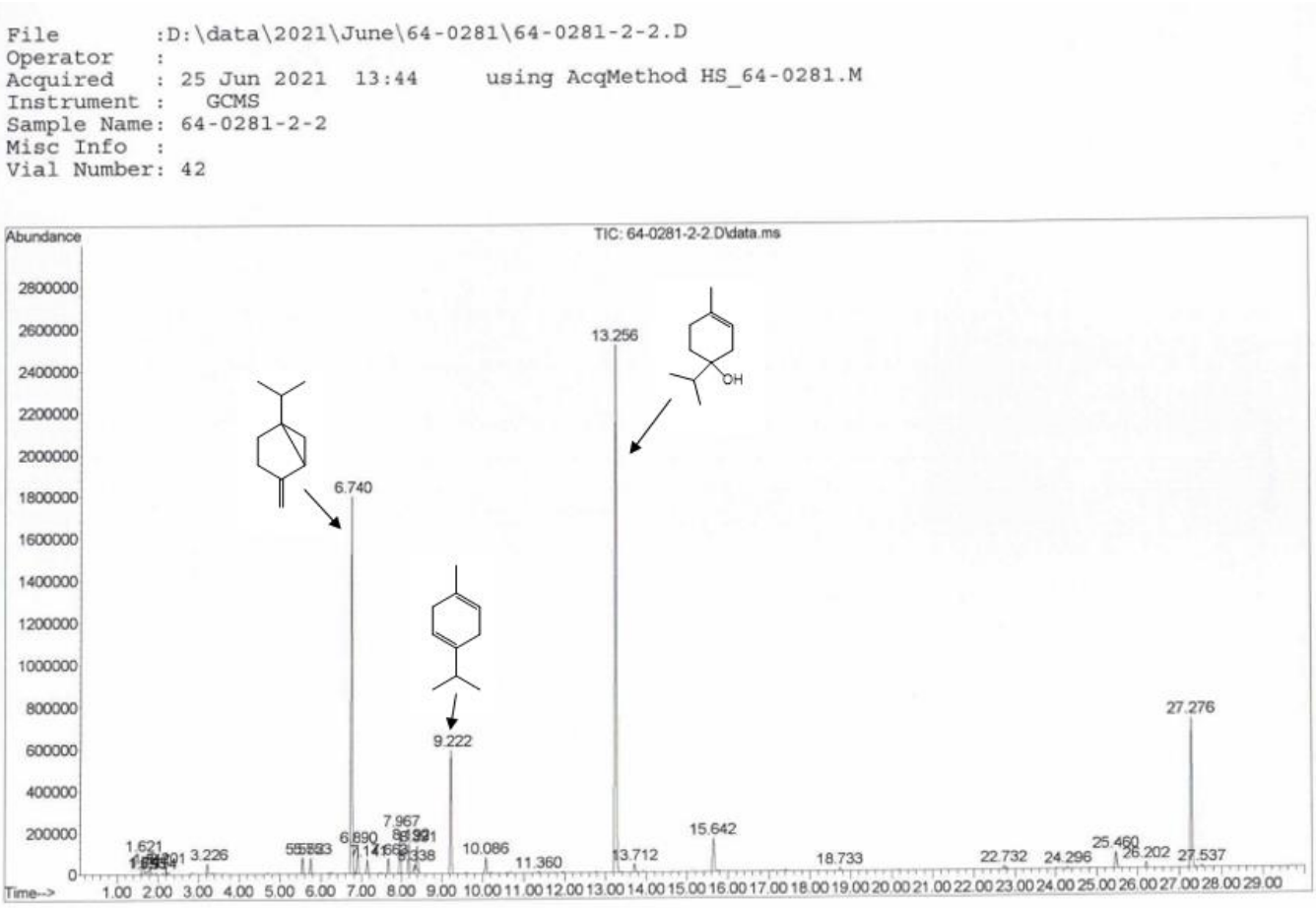
ตาราง 3 ผล GC-MS ของน้ำมันไพลที่สกัดจากน้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันรำข้าว

Compounds	สกัดในน้ำมันปาล์ม		สกัดในน้ำมันมะพร้าว		สกัดในน้ำมันรำข้าว	
	Retention time (minute)	% Relative area	Retention time (minute)	% Relative area	Retention time (minute)	% Relative area
3-Methyl pentane	1.793	12.33	N/A	N/A	N/A	N/A
Methyl cyclopentane	1.959	4.41	N/A	N/A	N/A	N/A
Cyclohexane	2.119	1.75	N/A	N/A	N/A	N/A
1-Pentanol	2.828	0.23	N/A	N/A	2.828	0.85
Hexanal	3.223	1.92	3.223	0.58	3.235	17.01
2-Hexenal	N/A	N/A	N/A	N/A	4.019	0.31
Heptanal	N/A	N/A	N/A	N/A	4.946	0.39
Alpha-Thujene	5.552	0.56	5.552	0.93	5.552	0.51
Alpha-pinene	5.752	0.58	5.752	0.93	5.752	0.60
(E)-2-heptenal	6.244	0.49	N/A	N/A	6.244	3.12
Sabinene	6.742	14.13	6.742	21.79	6.742	12.40
Beta-pinene	6.891	1.10	6.891	1.65	6.891	2.17
Beta-myrcene	7.148	0.69	7.143	0.82	N/A	N/A
2-Pentylfuran	N/A	N/A	N/A	N/A	7.154	1.24
Octanal	N/A	N/A	N/A	N/A	7.520	0.35
Alpha-phellandrene	7.663	0.50	7.664	0.93	7.664	0.53
Alpha-terpinene	7.967	1.52	7.967	2.66	7.967	1.44
p-Cymene	8.190	1.97	8.190	1.86	8.190	3.65
Alpha-limonene	8.339	0.29	8.339	0.49	8.339	0.32
Beta-phellandrene	8.396	1.12	8.396	1.88	8.390	0.89
Gamma-terpinene	9.220	3.65	9.220	7.83	9.220	3.37
Alpha-terpinolene	10.084	0.59	10.084	1.01	10.084	0.57
Nonanal	10.679	0.51	N/A	N/A	10.679	1.28
1-Isopropyl-4-methyl-3-cyclohexen-1-ol	13.254	29.00	13.254	37.95	13.254	19.07
4-Carene	13.712	0.56	N/A	N/A	N/A	N/A
Alpha-terpinyl propanoate	18.735	0.25	24.297	0.12	N/A	N/A
Beta-sesquiphellandrene	24.297	0.25	N/A	N/A	N/A	N/A
4-Methoxybenzaldehyde	N/A	N/A	15.640	2.50	N/A	N/A
4-Isopropenyl-1-methyl-cyclohexene	N/A	N/A	18.736	0.18	N/A	N/A
Methyl 2,3-dihydro-2-methylbenzofuran-4-carboxylate	N/A	N/A	26.203	0.40	N/A	N/A
(E)-2-Decanal	N/A	N/A	N/A	N/A	15.943	0.62
(E,E)-2,4-Decadienal	N/A	N/A	N/A	N/A	17.025	1.53
(2E,4E)-2,4-Decadienal	N/A	N/A	N/A	N/A	17.803	3.60
3,4-Dimethoxybenzaldehyde	N/A	N/A	N/A	N/A	22.792	0.59

หมายเหตุ: N/A คือ Not applicable



รูป 1 โครงสร้างของ terpinen-4-ol



รูป 2 ภาพโครมาโตแกรมของสารสกัดน้ำมันไพลที่ทอดในน้ำมันมะพร้าวที่วิเคราะห์โดยเทคนิค GC-MS

วิจารณ์

การสกัดไพลนี้ด้วยวิธีการทอดในการศึกษานี้เป็นการใช้น้ำมันพืชเป็นตัวทำละลาย ซึ่งเป็นน้ำมันที่ประกอบด้วยกรดไขมันเป็นสารประกอบทางเคมีที่มีขั้วต่ำ ดังนั้นน้ำมันพืชจึงสามารถสกัดสารสำคัญที่มีขั้วต่ำทั้งโมเลกุลขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ทั้งสารที่ไม่ระเหยและน้ำมันหอมระเหยได้ จากการศึกษาสารสำคัญที่ได้จากการทอดไพล โดยใช้น้ำมันพืช 3 ชนิด ได้แก่ น้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันรำข้าว โดยน้ำมันมะพร้าวมีส่วนประกอบของกรดไขมันอิ่มตัวรวมมากที่สุด รองลงมาคือ น้ำมันปาล์มและน้ำมันรำข้าว [8,9] จากผลการศึกษา สารสำคัญในการสกัดไพลด้วยการทอดส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่ม monoterpenes พบจากการทอดด้วยน้ำมันมะพร้าวมากที่สุด รองลงมาคือ น้ำมันปาล์ม และ น้ำมันรำข้าว โดยมีปริมาณ monoterpenes รวมคือ ร้อยละ 80.85, 55.95 และ 37.95 ตามลำดับ โดยสาร monoterpene ที่พบมากที่สุดคือ 1- isopropyl-4 - methyl-3 - cyclohexen-1 - ol หรือ terpinen-4 - ol

รองลงมาเป็น sabinene น้ำมันมะพร้าวและน้ำมันปาล์มเป็นน้ำมันพืชที่มีกรดไขมันอิ่มตัวในปริมาณสูง ซึ่งสามารถทนความร้อนและสลายตัวได้ยาก [8,11-14] จึงอาจสามารถยังคงปริมาณกรดไขมันซึ่งเป็นตัวที่ช่วยสกัดสารสำคัญออกมาจากเหง้าไพลได้ในที่สภาวะอุณหภูมิสูง ในขณะที่น้ำมันรำข้าวที่มีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวปริมาณมากจะไม่ทนต่อความร้อน พันธะคู่ในโมเลกุลของกรดไขมันไม่อิ่มตัวเกิดการแตกออกไปด้วยปฏิกิริยาออกซิเดชัน ไม่คงสภาวะเช่นเดิม [8,11] น้ำมันมะพร้าวทนต่อความร้อนสูงและทนต่อภาวะออกซิเดชันได้มากที่สุด รองลงมาคือน้ำมันปาล์ม ส่วนน้ำมันรำข้าวทนต่อความร้อนน้อยที่สุด จากการหาค่าความหนืดของน้ำมันทั้งสามชนิดพบว่า น้ำมันมะพร้าวมีความหนืดน้อยที่สุด น้ำมันปาล์มมีความหนืดมากกว่าน้ำมันมะพร้าว และน้ำมันรำข้าวมีความหนืดมากที่สุด ให้ผลเช่นเดียวกับในรายงานของ Agustin และคณะ [8] นอกจากนี้กรดไขมันไม่อิ่มตัวในน้ำมันรำข้าวที่แตกพันธะคู่ในที่อุณหภูมิสูงมีการเชื่อมต่อพันธะเป็นโพลีเมอร์ขึ้น ทำให้ความหนืดเพิ่มมากขึ้น [15] ความหนืดของน้ำมันอาจส่งผลต่อการสกัดสารสำคัญออกมาจากเหง้าไพลเนื่องจากตามหลักการย้ายมวลสาร สารที่มีความหนืดต่ำกว่าจะสามารถเคลื่อนที่ของสารได้ดีกว่าซึ่งจะสามารถสกัดออกมาได้มีประสิทธิภาพกว่าสารที่มีความหนืดสูง [8,16-18] ซึ่งส่งผลต่อการสกัดสารสำคัญออกมาจากเหง้าไพลได้

จากผลที่ได้จากการศึกษาข้างต้นพบว่าสารสำคัญที่ได้จากการทอดเหง้าไพลด้วยน้ำมันพืชทั้งสามชนิดส่วนใหญ่ได้เช่นเดียวกับเหง้าสด สารสกัดจากการกลั่นด้วยไอน้ำจากทั้งแบบเหง้าสดและแห้ง และจากการสกัดด้วยเฮกเซน[10,19] และเป็นที่น่าสนใจว่าการทอดไพลด้วยน้ำมันมะพร้าวในการศึกษานี้ให้ปริมาณสาร terpinen-4-ol ใกล้เคียงกันกับไพลที่สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซนในการศึกษาของ Sukatta และคณะ [10] และมากกว่าที่พบในเหง้าสด [1,10,19] และการกลั่นด้วยไอน้ำจากทั้งแบบเหง้าสดและแห้ง [19] แต่พบปริมาณ sabinene ในปริมาณที่น้อยกว่าการศึกษาที่กล่าวมา ซึ่งสารกลุ่ม monoterpenes นี้มีฤทธิ์สำคัญในการยับยั้งเชื้อรา แบคทีเรีย [20-22] ต้านการอักเสบ ต้านออกซิเดชั่น [23,24] ต้านเซลล์มะเร็ง [25] นอกจากน้ำมันหอมระเหยแล้ว จากสารสำคัญที่พบในการทอดไพล ยังประกอบสารกลุ่ม cyclohexene derivatives เป็นสารที่มีโมเลกุลใหญ่กว่าสารในน้ำมันหอมระเหย และเป็นสารที่ไม่ระเหย ดังนั้นน้ำมันมะพร้าวจึงเป็นน้ำมันพืชที่มีประสิทธิภาพในการสกัดสารสำคัญด้วยการทอดมากกว่าน้ำมันปาล์มและน้ำมันรำข้าว นอกจากนี้เป็นการยืนยันผลว่าในการสกัดสารด้วยความร้อนสูงและใช้ระยะเวลานานควรใช้น้ำมันที่มีกรดไขมันชนิดอิ่มตัวมากกว่าน้ำมันพืชที่มีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวในปริมาณสูง อย่างไรก็ตามอาจต้องมีการศึกษาด้านสมบัติทางเคมีกายภาพ ความคงตัวและฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดที่ได้ เพื่อเป็นข้อมูลในด้านการนำไปใช้ประโยชน์ทางยาต่อไป

การทอดเพื่อสกัดสารสำคัญออกจากเหง้าไพลเป็นวิธีการที่ไม่ต้องใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือเทคโนโลยีขั้นสูง ลงทุนต่ำ วัตถุดิบหาได้โดยทั่วไป และถ่ายทอดกระบวนการให้ประชาชนทั่วไปทำได้เอง สารสกัดที่ได้จากการทอดไพลในน้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม หรือ น้ำมันรำข้าว เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี GC-MS สารสำคัญที่ได้ส่วนใหญ่เป็นกลุ่ม monoterpene ซึ่งมีปริมาณ terpinen-4-ol สูงที่สุด รองลงมาคือ sabinene โดยการใช้น้ำมันมะพร้าวเป็นเสมือนตัวทำละลาย ให้ปริมาณสารดังกล่าวสูงที่สุด รองลงมาคือการใช้น้ำมันปาล์มและน้ำมันรำข้าว ตามลำดับ ดังนั้นเพื่อให้ได้สารสำคัญที่ต้องการนำไปใช้ต่อในฤทธิ์ทางการรักษา เช่น การลดอักเสบ ต้านเชื้อแบคทีเรีย จากผลการศึกษาครั้งนี้ น้ำมันมะพร้าวจึงเป็นทางเลือกที่ดีทางเลือกหนึ่งเพื่อใช้เป็นตัวกลางในการทอดที่เหมาะสม

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก มหาวิทยาลัยพะเยา แหล่งทุน 1 คณะ 1 ชุมชน นวัตกรรม ประจำปี 2563 (grant no.RM63007)

เอกสารอ้างอิง

1. Bua-in S, Paisooksantivatana Y. Essential oil and antioxidant activity of *Cassumunar Ginger* (Zingiberaceae: Zingiber montanum (Koenig) Link ex Dietr.) collected from various parts of Thailand. Kasetsart J (Nat Sci). 2009;43:467-75.
2. Han AR, Kim H, Piao D, Jung CH, Seo EK. Phytochemicals and Bioactivities of *Zingiber cassumunar* Roxb. Molecules. 2021;26(8):2377.
3. Jeenapongsa R, Yoovathaworn K, Sriwatanakul KM, Pongprayoon U, Sriwatanakul K. Anti-inflammatory activity of (E)-1-(3,4-dimethoxyphenyl) butadiene from *Zingiber cassumunar* Roxb. J Ethnopharmacol. 2003;87(2-3):143-8.
4. Masuda T, Jitoe A, Mabry T J. Isolation and structure determination of cassumunarins A, B, and C: new anti-inflammatory antioxidants from a tropical ginger, *Zingiber cassumunar*. J Am Oil Chem Soc 1995; 72(9): 1053-7.
5. Poachanukoon O, Meesuk L, Pattanacharoenchai N, Monthanapisut P, Dechatiwongse Na Ayudhya T, Koontongkaew S. *Zingiber cassumunar* ROXb. and its active constituent inhibit MMP-9 direct activation by house dust mite allergens and MMP-9 expression in PMA-stimulated human airway epithelial cells. Asian Pac J Allergy Immunol. 2015;33(1):42-51.
6. Department of Thai traditional and alternative medicine, Ministry Of Public Health. National master plan On the Development of Thai Herbs, Vol. 1, 2017–2021, First Edition, Nonthaburi: TS Interprint; 2016. 200 pages.
7. National Drug System Development Board. Appendix 4 List of herbal medicines. In: Announcement of the National Drug System Development Board Re: National List of Essential Drugs B.E. 2021. Government Gazette, Volume 138, Special Section 165 D; 2021. P. 276-335.
8. Agustin MB, Phutdhawong W, Sengpracha W, Suvannachai N. A Survey on the Fatty Acid Composition of Commercial Palm Oil in Thailand. KMITL Science Journal. 2006;6(2b).
9. Giakoumis EG. Analysis of 22 vegetable oils' physico-chemical properties and fatty acid composition on a statistical basis, and correlation with the degree of unsaturation. Renew Energy. 2018;126(C):403-19.
10. Sukatta U, Rugthaworn P, Punjee P, Chidchenchey S, Keeratinijakal V. Chemical composition and physical properties of Oil from plai (*Zingiber cassumunar* Roxb.) obtained by hydro distillation and hexane extraction. Kasetsart J (Nat Sci). 2009;43(5):212-7.
11. Che man YB, Wan Hussin WR. Comparison of the frying performance of refined, bleached and deodorized palm olein and coconut oil. J Food Lipids. 1998; 5:197-210.
12. Dorni C, Sharma P, Saikia G, Longvah T. Fatty acid profile of edible oils and fats consumed in India. Food Chem. 2018;238:9-15.
13. Mishra S, Manchanda SC. Cooking oils for heart health. J. Preventive Cardiology. 2012;1(3):123-31

14. Srivastava Y, Semwal AD. A study on monitoring of frying performance and oxidative stability of virgin coconut oil (VCO) during continuous/prolonged deep fat frying process using chemical and FTIR spectroscopy. J Food Sci Technol. 2015;52:984-91.
15. Matthäu B. Use of palm oil for frying in comparison with other high-stability oils. Eur J Lipid Sci Technol. 2007;109:400-9.
16. Duan L, Dou LL, Guo L, Li P, Liu EH. Comprehensive evaluation of deep eutectic solvents in extraction of bioactive natural products. ACS Sustain Chem Eng. 2016;4:2405-11.
17. Huang H, Xu Q, Belwal T, Li L, Aalim H, Wu Q, et al. Ultrasonic impact on viscosity and extraction efficiency of polyethylene glycol: A greener approach for anthocyanins recovery from purple sweet potato. Food Chem. 2019;283:59-67.
18. Kar F, Arslan N. Effect of temperature and concentration on viscosity of orange peel pectin solutions and intrinsic viscosity–molecular weight relationship. Carbohydr Polym. 1999;40(4);277-284.
19. Bora PK, Saikia J, Kemprai P, Saikia SP, Banik D, Haldar S. Evaluation of Postharvest Drying, Key Odorants, and Phytotoxins in Plai (*Zingiber montanum*) Essential Oil. J Agric Food Chem. 2021;69(19):5500-9.
20. Morcia C, Malnati M, Terzi V. In vitro antifungal activity of terpinen-4-ol, eugenol, carvone, 1,8-cineole (eucalyptol) and thymol against mycotoxigenic plant pathogens. Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess. 2012;29(3):415-22.
21. Zhang Y, Feng R, Li L, Zhou X, Li Z, Jia R, et al. The Antibacterial Mechanism of Terpinen-4-ol Against *Streptococcus agalactiae*. Curr Microbiol. 2018;75(9):1214-20.
22. Bora H, Kamle M, Mahato DK, Tiwari P, Kumar P. Citrus Essential Oils (CEOs) and Their Applications in Food: An Overview. Plants. 2020; 9(3):357.
23. Su Y-C, Hsu K-P, Hua K-F, Ho C-L. Composition, in Vitro Anti-inflammatory, Antioxidant and Antimicrobial Activities of Essential Oils from Leaf and Twig Parts of *Cupressus Cashmeriana*. Nat Prod Commun. 2015;10(8):1461-4.
24. Bayala B, Bassole IH, Scifo R, Gnoula C, Morel L, Lobaccaro JM, et al. Anticancer activity of essential oils and their chemical components - a review. Am J Cancer Res. 2014;4(6):591-607.