



# รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

## โครงการ

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณสารสำคัญในเร่วหอมและผลิตภัณฑ์  
เพื่อสุขภาพต้นแบบ

(Factor affecting on quantity of active compound in  
*Etlingera pavieana* and prototype of health care products)

โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอกรัฐ ศรีสุข  
รองศาสตราจารย์ ดร. กล่าวขวัญ ศรีสุข  
นายดุสิต วรสวาท  
นายวิทยา บุญมั่น

โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้  
จากเงินอุดหนุนจากรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน)  
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562  
มหาวิทยาลัยบูรพา

รหัสโครงการ 60629

สัญญาเลขที่ 13.1/2562

## รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

### โครงการ

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณสารสำคัญในเร่วหอมและผลิตภัณฑ์  
เพื่อสุขภาพต้นแบบ

(Factor affecting on quantity of active compound in  
*Etlingera pavieana* and prototype of health care products)

โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอกรัฐ ศรีสุข

รองศาสตราจารย์ ดร. กล่าวขวัญ ศรีสุข

นายดุสิต วรสวาท

นายวิทยา บุญมั่น

มีนาคม พ.ศ. 2563

## บทคัดย่อ

สาร 4-methoxycinnamyl *p*-coumarate (MCC) เป็นสารสำคัญที่ออกฤทธิ์ต้านอักเสบของเหง้าเร่วหอม วัตถุประสงค์แรกของการวิจัยนี้คือ ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณของสาร MCC และฤทธิ์ต้านอักเสบของเหง้าเร่วหอมที่ปลูกแซมในแปลงปลูกเงาะ มังคุด ลองกอง ปาล์ม และตะเคียน หรือป่าปลูก เหง้าเร่วหอมจะถูกเก็บมาทดสอบเมื่อมีอายุ 6 และ 10 เดือน หลังการปลูก ฤทธิ์ต้านอักเสบประเมินโดยการยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์ในเซลล์แมคโครฟาจ RAW 264.7 ปริมาณของสาร MCC ประเมินโดยเทคนิค high performance liquid chromatography (HPLC) ผลการทดลองพบว่าปริมาณสาร MCC และฤทธิ์ต้านอักเสบในเหง้าเร่วหอมที่ปลูกในแปลงมังคุด ปาล์ม และตะเคียน หรือป่าปลูกมีค่าสูงกว่าที่พบจากเหง้าที่ปลูกในแปลงเงาะและลองกอง ปริมาณสาร MCC จากเหง้าเร่วหอมที่เก็บจากแปลงทดลองแต่ละแปลงในช่วงเวลา 6 เดือน และ 10 เดือน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ทำการพัฒนาชาสมุนไพรเร่วหอม ดังนั้นวัตถุประสงค์อันที่สองของการศึกษา คือ ประเมินผลของวิธีการทำแห้งเหง้าและใบเร่วหอม (การอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส การทำแห้งด้วยลมในร่ม และการทำแห้งด้วยแสงแดด) ต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และฤทธิ์ต้านอักเสบรวมทั้งสาร MCC ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระประเมินโดยการทดสอบการกำจัดอนุมูล 2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) ความสามารถในการรีดิวซ์ และสารประกอบฟีนอลิกรวม จากการศึกษาพบว่าการทำแห้งเหง้าเร่วหอม ด้วยวิธีตากลมในร่ม และการทำแห้งด้วยแสงแดด ทำให้มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ต้านอักเสบและสาร MCC สูงกว่าการทำแห้งด้วยการอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ส่วนวิธีทำแห้งที่เหมาะสมสำหรับใบเร่วหอม คือ วิธีตากลมในร่ม และการทำแห้งด้วยแสงแดด ทำให้มีฤทธิ์ต้านอักเสบสูงที่สุด ในขณะที่การทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ทำให้มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกรวมสูงที่สุด

**คำสำคัญ:** เร่วหอม ฤทธิ์ต้านอักเสบ ระยะเวลาเก็บเกี่ยว วิธีการอบแห้ง ผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ

## Abstract

4-methoxycinnamyl *p*-coumarate (MCC) is a major active compound which is responsible for anti-inflammatory effect of *Etligeria pavieana* rhizomes. The first aim of this research was a comparative study on the amount of MCC and anti-inflammatory activity of *E. pavieana* rhizome cultivated among the fruit gardens, rambutan, mangosteen, longan, palm and iron wood. The rhizomes were harvested at 6 and 10 months after plantation. The anti-inflammatory activity was evaluated by inhibition of nitric oxide production in lipopolysaccharide-induced RAW 264.7 macrophages. The contents of MCC were carried out by high performance liquid chromatography (HPLC). It was found that MCC levels and anti-inflammatory activity were higher in the rhizomes cultivated in gardens of mangosteen, palm and iron wood than that harvested from rambutan and longan gardens. Non-significant difference in MCC contents between two harvesting times was detected. Moreover, herbal tea from a dried product of *E. pavieana* rhizomes and leaves was developed. Thus, the second aim of the present study was to evaluate the effects of drying methods (oven drying at 50°C, shade drying and sun drying) on MCC contents and antioxidant as well as anti-inflammatory activity of *E. pavieana* rhizomes and leaves. Antioxidant activity was evaluated by measuring scavenging effect on 2,2<sup>1</sup>-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical, ferric reducing power and total phenolic content (TPC). Results showed that shade- and sun-dried rhizomes contained the greater antioxidant and anti-inflammatory activity as well as MCC levels than oven-dried rhizomes. The optimal condition for *E. pavieana* leaves were shade drying and sun drying which retained the high anti-inflammatory activity, while oven-dried leaves exhibited the highest antioxidant potency and TPC.

**Keywords:** *Etligeria pavieana*, anti-inflammatory activity, harvest time, drying method, health care product

## กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือด้านต่างๆ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณภาควิชาชีวเคมี และภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา สำหรับความอนุเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำวิจัย ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยบูรพาสำหรับเงินทุนอุดหนุนการวิจัยในโครงการวิจัยนี้ และขอขอบคุณนางสาวเพชรรัตน์ ไสว นางสาวกมลพร โปธิประสาธ และนางสาวรัตติยา พันธุ์เพ็ง สำหรับความช่วยเหลือทางเทคนิค ขอขอบคุณโครงการพัฒนาป่าชุมชนบ้านอ่างเอ็ด (มูลนิธิชัยพัฒนา) ตำบลตกรพรม อำเภอชลุม จังหวัดจันทบุรี ที่ช่วยอนุเคราะห์แปลงทดลองปลูกเร็วหอม

## สารบัญเรื่อง

	หน้า
บทคัดย่อ	3
Abstract	4
กิตติกรรมประกาศ	5
สารบัญเรื่อง	6
สารบัญรูป	7
สารบัญตาราง	8
บทนำ	9
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
วิธีการทดลอง	14
ผลการทดลองและอภิปราย	18
สรุปผลการทดลอง	47
บรรณานุกรม	48
ผลผลิตของโครงการวิจัย	52
ภาคผนวก	53
ประวัตินักวิจัย	67

## สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 3.1	เหง้าเร่วหอมที่นละเอียดย	15
รูปที่ 4.1	เร่วหอมอายุ 3 เดือนที่ปลูกในแปลงเงาะ	18
รูปที่ 4.2	เร่วหอมอายุ 3 เดือนที่ปลูกในแปลงปาล์ม	18
รูปที่ 4.3	เร่วหอมอายุ 3 เดือนที่ปลูกในแปลงป่าปลูก	19
รูปที่ 4.4	เร่วหอมอายุ 3 เดือนที่ปลูกในแปลงมังคุด	19
รูปที่ 4.5	เร่วหอมอายุ 3 เดือนที่ปลูกในแปลงลองกอง	20
รูปที่ 4.6	เร่วหอมอายุ 6 เดือน (A) ขณะที่ปลูกในแปลงเงาะ (B) เหง้าเร่วหอม	21
รูปที่ 4.7	เร่วหอมอายุ 6 เดือน (A) ขณะที่ปลูกในแปลงปาล์ม (B) เหง้าเร่วหอม	22
รูปที่ 4.8	เร่วหอมอายุ 6 เดือน (A) ขณะที่ปลูกในแปลงป่าปลูก (B) เหง้าเร่วหอม	23
รูปที่ 4.9	เร่วหอมอายุ 6 เดือน (A) ขณะที่ปลูกในแปลงมังคุด (B) เหง้าเร่วหอม	24
รูปที่ 4.10	เร่วหอมอายุ 6 เดือน (A) ขณะที่ปลูกในแปลงลองกอง (B) เหง้าเร่วหอม	25
รูปที่ 4.11	เร่วหอมอายุ 10 เดือน ขณะที่ปลูกในแปลงเงาะ	26
รูปที่ 4.12	เร่วหอมอายุ 10 เดือน ขณะที่ปลูกในแปลงปาล์ม	27
รูปที่ 4.13	เร่วหอมอายุ 10 เดือน ขณะที่ปลูกในแปลงป่าปลูก	28
รูปที่ 4.14	เร่วหอมอายุ 10 เดือน ขณะที่ปลูกในแปลงมังคุด	29
รูปที่ 4.15	เร่วหอมอายุ 10 เดือน ขณะที่ปลูกในแปลงลองกอง	30
รูปที่ 4.16	ปริมาณ MCC ในส่วนสกัดจากเหง้าเร่วหอมในช่วง 6 เดือน และ 10 เดือน	38
รูปที่ 4.17	ชาสมุนไพรจากเหง้าเร่วหอมที่อบแห้งด้วยวิธีต่างๆ ที่อยู่รูปแห้ง (A) และรูปน้ำชา (B)	40
รูปที่ 4.18	ชาสมุนไพรจากใบเร่วหอมที่อบแห้งด้วยวิธีต่างๆ ที่อยู่รูปแห้ง (A) และรูปน้ำชา (B)	41
รูปที่ 4.19	การมีชีวิตรอดของเซลล์แมคโครฟาจ RAW 264.7 ที่สัมผัสกับส่วนสกัดจากชาสมุนไพรของเหง้าและใบเร่วหอม	44
รูปที่ 4.20	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์ในเซลล์แมคโครฟาจ RAW 264.7 ที่สัมผัสกับส่วนสกัดจากชาสมุนไพรของเหง้าและใบเร่วหอม	45

## สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 4-1	ข้อมูลการเจริญเติบโตของเร่วหอมในแปลงทดลองต่างๆ ที่เวลา 6 และ 10 เดือน	31
ตารางที่ 4-2	น้ำหนักส่วนสกัดและร้อยละโดยน้ำหนักที่สกัดด้วยเอทานอล 95% ของเหง้าของเร่วหอมในช่วงเวลาต่างๆ	32
ตารางที่ 4-3	เปอร์เซ็นต์การผลิตไนตริกออกไซด์และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์ในเซลล์แมคโครฟาจ RAW 264.7 ที่สัมผัสกับส่วนสกัดเหง้าเร่วหอมช่วงเวลาปลูก 6 เดือน	34
ตารางที่ 4-4	เปอร์เซ็นต์การผลิตไนตริกออกไซด์และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์ในเซลล์แมคโครฟาจ RAW 264.7 ที่สัมผัสกับส่วนสกัดเหง้าเร่วหอมช่วงเวลาปลูก 10 เดือน	35
ตารางที่ 4-5	เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตรอดของเซลล์แมคโครฟาจ RAW 264.7 ที่สัมผัสกับส่วนสกัดเหง้าเร่วหอมช่วงเวลาปลูก 6 และ 10 เดือน	36
ตารางที่ 4-6	ปริมาณ MCC ในส่วนสกัดเอทานอลของเหง้าเร่วหอมช่วงเวลาปลูก 6 และ 10 เดือน	37
ตารางที่ 4-7	ร้อยละโดยน้ำหนักที่สกัดด้วยเอทานอล 95% ของส่วนของเหง้าและใบเร่วหอม ที่ทำแห้งด้วยวิธีต่างๆ	39
ตารางที่ 4-8	ฤทธิ์ในการกำจัดอนุมูล DPPH ความสามารถในการรีดิวซ์ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของชาสมุนไพรเร่วหอม	43
ตารางที่ 4-9	ปริมาณ MCC ในส่วนสกัดของชาสมุนไพรเหง้าและใบเร่วหอม	46



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ในโลกปัจจุบัน จากความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ และการแพทย์ ประชาชนมีอายุที่ยืนยาวขึ้น และในบางประเทศรวมทั้งประเทศไทยก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ เนื่องจากภาวะแวดล้อมและการพฤติกรรมการกินอยู่ทำให้มีความเสี่ยงด้านปัญหาสุขภาพ คนไทยมีแนวโน้มเป็นโรคไม่ติดต่อมากขึ้น ปัญหาด้านสุขภาพของคนไทย และประชากรโลกโดยเฉพาะกลุ่มผู้สูงอายุ ทำให้มีภาระค่าใช้จ่ายภาครัฐด้านการรักษาพยาบาลสูงขึ้น (แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560 – 2564) ถึงแม้ว่าความเจริญก้าวหน้าทางการแพทย์สามารถทำให้อัตราการเสียชีวิตของประชากรลดลง แต่มีค่าใช้จ่ายที่สูง เพราะต้องมีการรักษาอย่างเร่งด่วน หรือใช้ยาหรือเครื่องมือที่มีราคาแพง ทำให้โรงพยาบาลต้องรับภาระผู้ป่วยจำนวนมากเกินกำลัง มีแนวคิดเกี่ยวกับสุขภาพในแนวทางป้องกันในเกิดโรค หรือ การรักษาแบบป้องกัน (preventive therapy) ที่เน้นในการรักษาสุขภาพ ป้องกันการเกิดโรคในอนาคต โดยใช้แนวทางการให้คำแนะนำใช้ชีวิตที่สมดุลในหลายด้าน รวมทั้งการใช้ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร ในการรักษาสมดุลของร่างกาย จากข้อมูลของสมาพันธ์สุขภาพและความงาม ตลาดอาหารเสริมสุขภาพในประเทศไทยมีมูลค่า ประมาณ 80,000 ล้านบาท ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสมุนไพร น้ำสมุนไพรพร้อมดื่ม มีอัตราการเติบโตสูง การนวดไทย สปาและผลิตภัณฑ์สปา พัฒนาอย่างรวดเร็ว รายงานของกรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก พบว่ามีมูลค่ากว่า 30,000 ล้านบาท และมีอัตราการขยายตัวร้อยละ 30 ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร จากสมุนไพร เป็นสิ่งที่ควรให้การพัฒนาเนื่องจาก ประเทศไทย มีจุดเด่นที่มีความหลากหลายทางชีวภาพ มีสมุนไพรหลายร้อยชนิดที่มีศักยภาพ ที่ต้องการการวิจัยเพื่อให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่ โดยพัฒนาตั้งแต่การเพาะปลูก ที่ทำให้ได้สารสำคัญในสมุนไพรมากที่สุด การศึกษากลไกการออกฤทธิ์ทางชีวภาพ การศึกษาในสัตว์ทดลอง และการพัฒนากระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ให้มีมาตรฐานการผลิตที่ดี

โครงการพัฒนาป่าชุมชนบ้านอ่างเอ็ด (มูลนิธิชัยพัฒนา) ตำบลตลกพรหม อำเภอชลุง จังหวัดจันทบุรี เป็นโครงการที่ถูกจัดตั้งขึ้นตามพระราชดำริของสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ซึ่งทรงพระราชทานให้สำนักงานมูลนิธิชัยพัฒนา ดำเนินการรับโอนที่ดินซึ่งครอบครองลักษณะประสิทธิ์มีความประสงค์ขอพระราชทานน้อมเกล้าฯ ถวายที่ดินเนื้อที่รวม 160 ไร่ 1 งาน 46 ตารางวา ตั้งอยู่ที่ ตำบลตลกพรหม อำเภอชลุง จังหวัดจันทบุรี เพื่อใช้ประโยชน์ในมูลนิธิชัยพัฒนา โดยได้ดำเนินการจัดทำโครงการพัฒนาป่าชุมชนให้ผู้สนใจเข้ามาศึกษาหาความรู้ เพื่อการอนุรักษ์ และฟื้นฟูสภาพป่าไม้ รวมทั้งสนับสนุนให้

ชุมชนมีความเข้าใจ และรู้จักใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์อย่างยั่งยืน ซึ่งปัจจุบันโครงการดังกล่าว อยู่ในความรับผิดชอบของสำนักงานมูลนิธิชัยพัฒนา กรมป่าไม้ กรมวิชาการเกษตรสำนักงานเทศบาลตำบล ตกพรหม ในปี 2553 สำนักงานมูลนิธิชัยพัฒนาได้สนับสนุนการดำเนินงานโครงการต่างๆ เช่น งานส่งเสริม ระบบวนเกษตร งานเพาะชำกล้าไม้มีค่า งานศึกษาวิจัยและฝึกอบรมเยาวชนเรื่องความหลากหลายของ สิ่งมีชีวิต การปรับปรุงเส้นทางศึกษาธรรมชาติ เป็นต้น ด้านการขยายผลการพัฒนา จัดทำโครงการเยาวชน รวมใจชัยพัฒนา เพื่อจัดฝึกอบรมนักเรียนในเรื่อง สัตว์ป่าและพันธุ์ไม้ต่างๆ ในป่าชุมชน โดยเน้นการมีส่วนร่วม ในรูปแบบของรุ่นพี่สอนรุ่นน้อง และได้รวมกลุ่มเยาวชนให้มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พันธุ์ไม้ท้องถิ่น และ สมุนไพรพื้นบ้านต่างๆ ด้วยการปลูกป่าเสริมเข้าไปในพื้นที่ของโครงการ เพื่อสนองแนวพระราชดำริ

ปัจจุบันโครงการพัฒนาป่าชุมชนบ้านอ่างเอ็ดได้ดำเนินการร่วมกับหน่วยงานอื่นๆ พัฒนาผลิตภัณฑ์ ของท้องถิ่นสำหรับนำส่งร้านภัทรพัฒน์ เพื่อส่งเสริมอาชีพและสร้างรายได้ให้กับโครงการและชุมชน ทางกลุ่ม ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับเร่วหอมมาอย่างต่อเนื่อง และเล็งเห็นศักยภาพของเร่วหอมที่จะนำไปพัฒนาเป็น ผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ เนื่องจากเร่วหอมเป็นพืชที่แสดงฤทธิ์ทางชีวภาพในด้านต่างๆ เช่น ต้านอนุมูลอิสระ (Srisook et al., 2011; Srisook et al., 2018) ต้านเอนไซม์ไทโรซิเนส (Srisook et al., 2012) ยับยั้งมะเร็ง (lawsipo et al., 2017) ต้านอักเสบในแมคโครฟาจ (Mankhong et al., 2017; Srisook et al., 2017) และ ต้านอักเสบในหลอดเลือด (Srisook et al., 2020) โดยสารสำคัญที่แสดงฤทธิ์ต้านอักเสบ และยับยั้งมะเร็ง ได้แก่ 4-methoxycinnamyl *p*-coumarate (MCC) และ 4-methoxycinnamaldehyde (MCD) (Mankhong et al., 2017; Srisook et al., 2017; lawsipo et al., 2018; Mankhong et al., 2019; Srisook et al., 2019) โดยสาร MCC มีศักยภาพในการต้านอักเสบที่สูงกว่าสาร MCD

ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สมุนไพรนั้นคุณภาพวัตถุดิบเป็นปัจจัยสำคัญในการผลิตผลิตภัณฑ์ ปริมาณ สารสำคัญในวัตถุดิบเป็นตัวกำหนดคุณภาพวัตถุดิบ และเป็นที่ทราบกันดีว่าการปลูกพืชในสภาพภูมิประเทศ อุณหภูมิ ปริมาณร่มเงา ระดับน้ำในแต่ละฤดูกาล รวมทั้งช่วงอายุของพืชในขณะที่เก็บเกี่ยว เป็นปัจจัยที่มีผล ต่อระดับสารสำคัญที่พืชผลิตขึ้น ส่งผลให้คุณภาพของวัตถุดิบสมุนไพรมีความแตกต่างกัน (บังอร ศรีพานิชกุล ชัย, 2557) ดังนั้นเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีประสิทธิภาพและความปลอดภัยในระดับที่จะแข่งขันในตลาดได้ จึงมีความ จำเป็นที่ต้องให้วัตถุดิบสมุนไพรที่มีคุณภาพและเข้ามาตรฐาน เร่วหอมเป็นพืชที่มีการปลูกเป็นพืชแซมในสวน ผลไม้แถบจังหวัดจันทบุรีมาช้านาน มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพได้ อย่างไรก็ตามยังไม่ เคยมีการศึกษาถึงปัจจัยในการปลูก รวมทั้งระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวว่ามีผลต่อระดับสาร MCC ที่เป็น สารสำคัญของเร่วหอม เพื่อเป็นการศึกษาหาข้อมูลพื้นฐานในการเตรียมวัตถุดิบสมุนไพรเร่วหอมให้ได้คุณภาพ จึงมีความจำเป็นต้องศึกษาผลของปริมาณร่มเงา ชนิดของพืชที่ถูกปลูกแซม และช่วงอายุของพืชในขณะที่ เก็บเกี่ยว ต่อปริมาณสาร MCC รวมทั้งการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพต้นแบบจากเร่วหอม ในการนำ สมุนไพรมาใช้ประโยชน์ จะต้องมีการแปรรูปให้สมุนไพรอยู่ในรูปแบบที่สามารถใช้ได้สะดวก มีประสิทธิภาพ

และสามารถเก็บรักษาคุณภาพไว้ได้นาน โดยคุณภาพคงเดิมและมีความปลอดภัยในการใช้ ปัจจุบันมีความนิยมในการบริโภคชาสมุนไพร รูปแบบในการบริโภคเร็วหอม คือ ใส่เป็นเครื่องเทศสำหรับก๋วยเตี๋ยวเสียงในรูปเร็วสดและเร็วผง (พงศักดิ์ พลเสนา, 2550b) จึงมีความเป็นไปได้สูงที่จะพัฒนาเร็วหอมเป็นชาสมุนไพร โดยทำการศึกษากาทำให้แห้งโดยวิธีการต่างๆ และทดสอบปริมาณสารสำคัญจากเร็วหอมที่ทำให้แห้งในแบบต่างๆ เช่น การอบแห้ง และการตากแดด เป็นต้น ชาสมุนไพรเร็วหอมต้นแบบนี้สามารถนำไปใช้เป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารเพื่อสุขภาพในเชิงพาณิชย์ได้

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของปัจจัยที่มีต่อปริมาณสารสำคัญ MCC ในเหง้าเร็วหอมคือ ปริมาณร่มเงา ชนิดของพืชที่ปลูกปลูกแซม และช่วงอายุของพืชในขณะเก็บเกี่ยว
2. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบจากเร็วหอมในรูปแบบของผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ

## 1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

ทดลองปลูกเร็วหอมใน 5 แปลงคือ แปลงป่าปลูก แปลงปาล์ม แปลงเงาะ แปลงมังคุด แปลงลองกอง และ เก็บเกี่ยวเร็วหอมในระยะเวลาที่ต่างกัน 2 ช่วงเวลา คือ เก็บข้อมูลของเร็วหอมหลังปลูกได้ 6 เดือน โดยเก็บข้อมูล 4 เดือนต่อ 1 ครั้ง จนครบอายุ 10 เดือน ทำการเก็บข้อมูลด้านการเจริญเติบโต การแตกหน่อ ความสูง จำนวนใบ และวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญจากเหง้าเร็วหอมที่สุ่มเก็บตัวอย่าง เป็นเวลาละ 3 กอ โดยวัดขนาด และความสูงของกอ แล้วนำมาทดสอบฤทธิ์ด้านการอักเสบของสารในเซลล์แมคโครฟาจ RAW 264.7 ที่ถูกกระตุ้นให้เกิดการอักเสบโดย LPS และวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญของเร็วหอมที่เก็บมาได้ ด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง และนำเหง้าเร็วหอมมาผลิตผลิตภัณฑ์ต้นแบบจากเร็วหอมในรูปแบบของผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เร่วหอม [*Etilingera pavieana* (Pierre ex Gagnep.) R.M.Sm.] เป็นพืชในวงศ์ Zingiberaceae เป็นไม้สกุลเดียวกับกะลาและปุด พบมากในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย เช่น หนองบัวลำภู และ นครราชสีมา มีลักษณะเป็นไม้ล้มลุก ลำต้นเป็นเหง้าใต้ดิน ใบเดี่ยว เรียงสลับ ดอกช่อ แทงจากเหง้า ดอกย่อยสีแสด ทุกส่วนมีกลิ่นหอมแรง เร่วหอมขึ้นในป่าดิบที่มีความอุดมสมบูรณ์ ชอบที่ร่มรำไร ดินระบายน้ำดี (พงษ์ศักดิ์ พลเสนา, 2550b) การเก็บเกี่ยวผลผลิตจะเริ่มเก็บเหง้าไปใช้เมื่อเร่วหอมมีอายุ 1 ปีขึ้นไป

เหง้าหรือลำต้นใต้ดินใช้ขับปัสสาวะ แก้ลมและแก้ท้องอืด ท้องเฟ้อ (พงษ์ศักดิ์ พลเสนา, 2550a) นอกจากนี้ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย มีการนำเหง้าของเร่วหอมมาใช้เป็นเครื่องเทศผสมในอาหาร เช่น ก๋วยเตี๋ยวหมูเลียก ก๋วยเตี๋ยวเนื้อเลียก แกงป่า และผัดเผ็ด การปลูกเร่วหอมแต่ดั้งเดิมเป็นการปลูกเป็นพืชสวนครัว และปลูกแซมในสวนผลไม้เพื่อขุดเหง้าจำหน่าย ในปัจจุบันสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และกรมส่งเสริมการเกษตร ได้ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกเร่วหอมในเชิงพาณิชย์ เพื่อจำหน่ายเหง้าทั้งในและนอกประเทศ (วารสารเคหเกษตร, มปป.; รายการเกษตรกรรมนำรู้, 2553) จากการศึกษาของคณะผู้วิจัยพบว่าส่วนสกัดจากเหง้าของเร่วหอมมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในหลอดทดลอง (Srisook et al., 2011) และลดการผลิตใน reactive oxygen species ในเซลล์เยื่อหุ้มหลอดเลือดของมนุษย์ (Srisook et al., 2018) ต้านอนุมูลอิสระ (Srisook et al., 2012) และฤทธิ์ต้านการอักเสบ โดยสามารถยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์ และพรอสตาแกลนดิน E<sub>2</sub> ในเซลล์แมคโครฟาจที่เหนี่ยวนำด้วย LPS ส่วนสกัดย่อยเอทิลอะซิเตตของเหง้าเร่วหอมนี้มีกลไกแสดงฤทธิ์ต้านการอักเสบโดยลดการแสดงออกของ เอนไซม์ iNOS และ COX-2 ได้โดยลดการกระตุ้น transcription factor NF- $\kappa$ B สำคัญที่ควบคุมการแสดงออกของเอนไซม์ iNOS และ COX-2 ต่อมา มีการแยกสารประกอบจากส่วนสกัดย่อยเอทิลอะซิเตตของเหง้าเร่วหอมจำนวน 9 ชนิด ได้แก่ 4-methoxycinnamyl 4-coumarate, p-anisic acid, p-hydroxy benzaldehyde, 4-methoxycinnamyl alcohol, p-coumaric acid, trans-4-methoxycinnamaldehyde, สาร (E)-methyl isoeugenol, trans-anethole และ p-anisaldehyde และพบว่าสาร 4-methoxycinnamyl p-coumarate ซึ่งเป็นสารที่มีการพบเป็นครั้งแรกในเหง้าเร่วหอม มีฤทธิ์สูงที่สุดในการยับยั้งการผลิตไนตริก ออกไซด์ (เอกรัฐ ศรีสุข และกล่าวขวัญ ศรีสุข, 2555; Srisook et al., 2017; Mankhong et al., 2017)

ส่วนสกัดจากเร่วหอมและสาร 4-methoxycinnamyl 4-coumarate ยังแสดงฤทธิ์ต้านการอักเสบในเซลล์เยื่อหุ้มหลอดเลือดของมนุษย์ โดยการลดการแสดงออกของโปรตีนกลุ่ม adhesion molecule คือ

intercellular adhesion molecular-1 (ICAM-1) และ vascular cell adhesion molecular-1 (VCAM-1) ในเซลล์เยื่อบุหลอดเลือดของมนุษย์ (Srisook et al., 2020) และมีฤทธิ์ฆ่าเซลล์มะเร็งปากมดลูก HeLa (lawsipo et al., 2017)

เป็นที่ทราบกันว่าปัจจัยที่มีผลต่อระดับสารสำคัญที่พืชผลิตขึ้น จะขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศ อุณหภูมิ ปริมาณร่มเงา ระดับน้ำในแต่ละฤดูกาล รวมทั้งช่วงอายุของพืชในขณะที่เกี่ยวข้อง ส่งผลให้คุณภาพของวัตถุดิบสมุนไพรมีความแตกต่างกัน (บังอร ศรีพานิชกุลชัย, 2557) ในปี พ.ศ. 2546 ศิวพร อินทร์ประสิทธิ์ รายงานว่าการปลูกกระชายดำในบริเวณที่มีร่มเงา 50-70% ในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น มีปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากที่สุด การศึกษา saponin ที่เป็นสารสำคัญในสมุนไพร พบว่าปริมาณสารสำคัญนี้มีระดับสูงที่สุดในพรมที่มีปลูกในฤดูฝน และพบสารสำคัญนี้ในส่วนยอด มากกว่าส่วนต้น และราก นอกจากนี้พบว่าสมุนไพรที่มีอายุ 1-4 เดือนมีปริมาณสารสำคัญ saponin ไม่แตกต่างกัน (Phrompittayarat et al., 2011) นอกจากนี้ Youn et al., (2019) พบว่าใบโสมฮวางซิลที่เก็บในเดือนพฤษภาคมที่เป็นช่วงฤดูใบไม้ผลิจะมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าที่เก็บในฤดูอื่น

วิธีการอบแห้งของพืชสมุนไพรก่อนการสกัดมีผลต่อฤทธิ์ทางชีวภาพและปริมาณสารของสารสกัดที่ได้ เช่น การศึกษาในสมุนไพรผลปอกกะปิต (ชมพูช อุทัยรัตน์ และคณะ, 2560) ใบของพืชตระกูลขิงข่า ได้แก่ *Alpinia zerumbet*, *Etlingera elatior*, *Curcuma longa* และ *Kaempferia galangal* (Chan et al., 2009) ใบโรสแมรี่ (*Rosmarinus officinalis*) ใบ mothewort (*Leonurus cardiac*) ใบมินท์ (*Mentha piperita*) (Yi and Wetzstein, 2011) และใบ *Musa acuminata* (Sagrin and Chong et al., 2013) เป็นต้น นอกจากนี้ Rhaman et al. (2018) รายงานว่าวิธีการทำแห้งเปลือกส้มโอที่เหมาะสมที่ยังคงให้สารต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่สูงคือการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่ 50 และ 60 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบกับการทำแห้งด้วยวิธี freeze drying

## บทที่ 3

### วิธีการทดลอง

#### 3.1 การเพาะปลูกเร่งห่อม

เตรียมเร่งห่อมโดยการเพาะชำหน่อจากต้นกล้าเร่งห่อมที่มีอายุ 1 ปี ไว้ที่โรงเพาะชำภายในโครงการพัฒนาป่าชุมชนบ้านอ่างเอ็ด (มูลนิธิชัยพัฒนา) ตำบลตกรพรม อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี เพื่อทำการปลูกเร่งห่อมจำนวนแปลงละ 15 กอ ตามวิธีการปลูกแบบดั้งเดิมหลังจากที่มีการเก็บเกี่ยวผลผลิตเหง้าเร่งห่อม เกษตรกรจะทิ้งเร่งห่อมไว้ประมาณกอละ 2-3 ต้นเพื่อใช้เป็นต้นพันธุ์ต่อไป แปลงทดลองมีรายละเอียดดังนี้

1. แปลงที่มีค่าเข้มแสงประมาณ 700-800 lux ได้แก่
  - 1.1 แปลงป่าปลูก
  - 1.2 แปลงปาล์ม
  - 1.3 แปลงเงาะ
2. แปลงที่มีค่าความเข้มแสงประมาณ 3000-4000 lux ได้แก่
  - 2.1 แปลงมังคุด
  - 2.2 แปลงลองกอง

โดยจะทำการขุดหลุมปลูกเร่งห่อม ขนาดหลุมปลูก 50 X 50 X 50 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างต้น 2 เมตร ระยะห่างระหว่างแถว ขึ้นอยู่กับระยะห่างแถวของพืชปลูก ปลูกเร่งห่อมโดยกลบดินกลับลงหลุม วางเร่งห่อมให้ดินที่ปากหลุมอยู่ระดับเดียวกับปากหลุม แล้วกลบดินหลวม ๆ ทำการเก็บข้อมูลของเร่งห่อมหลังปลูกได้ 6 เดือน โดยเก็บข้อมูล 4 เดือนต่อ 1 ครั้ง จนครบอายุ 10 เดือน ทำการเก็บข้อมูลด้านการเจริญเติบโต การแตกหน่อ ความสูง จำนวนใบ และวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญจากเหง้าเร่งห่อมที่สุ่มเก็บตัวอย่าง เป็นจำนวน ๆ เวลาละ 3 กอ

#### 3.2 การเตรียมส่วนสกัดจากเหง้าเร่งห่อม

นำเหง้ามาล้างด้วยน้ำประปาแล้วหั่นให้เป็นชิ้นเล็กๆ ก่อนนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 50 °C จนกระทั่งแห้ง ก่อนนำไปบดให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่น และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 °C จนกว่าจะทดสอบวิธีวิเคราะห์ทำโดยนำส่วนลำต้นใต้ดินที่บดละเอียด (รูปที่ 3.1) แช่ในสารละลายเอทานอล 95 % แช่เป็นเวลา 1 วัน พร้อมเขย่าอย่างน้อย 6 ชั่วโมง หลังจากนั้นกรองส่วนสกัดด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 นำผงของเหง้าเร่งห่อมมาสกัดซ้ำด้วยเอทานอลซ้ำอีก 1 ครั้ง นำส่วนสกัดที่ได้ทั้งหมดมาระเหยเอทานอลออก

ด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุนและทำให้แห้งด้วยเครื่องระเหยแห้งแบบแช่เยือกแข็ง ชั่งน้ำหนักสารที่ได้ ก่อนเก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส คำนวณร้อยละผลผลิตที่ได้ (% yield)



รูปที่ 3.1 เหง้าเร่วหอมแห้งละเอียด

### 3.3 การทดสอบสารสำคัญต่อการผลิตไนตริกออกไซด์

เพื่อเป็นการยืนยันฤทธิ์ของสารสำคัญที่ได้ จึงทดสอบฤทธิ์ด้านการอักเสบของส่วนสกัดที่เตรียมได้ในข้อ 3.2 ในเซลล์แมคโครฟาจ RAW 264.7 ที่ถูกกระตุ้นให้เกิดการอักเสบโดย LPS และวิเคราะห์ปริมาณไนไตรต์ตามวิธีที่รายงานโดย Srisook et al., (2017) โดยมีวิธีการโดยย่อดังนี้ ทำการกระจายเซลล์ลงในจานเพาะเลี้ยงแบบ 24 หลุม จำนวน  $1.5 \times 10^5$  เซลล์ต่อหลุมแล้วบ่มเซลล์ไว้ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ให้เซลล์สัมผัสกับอาหารเลี้ยงเซลล์ที่มีสารทดสอบ พร้อมทั้ง LPS และเลี้ยงเซลล์ในตู้บ่ม 37 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาที่กำหนดดูดอาหารเลี้ยงเซลล์ใส่ในหลอดทดลองขนาด 1.5 ml และนำอาหารเลี้ยงเซลล์นี้จำนวน 100  $\mu$ l ผสมกับสารละลาย Griess [0.1% N-(1-naphtyl)-ethylenediamine and 1% sulfanilamide in 5 % phosphoric acid] จำนวน 100  $\mu$ l จากนั้นตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง นาน 10 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 546 นาโนเมตร และคำนวณความเข้มข้นของไนไตรต์ในอาหารเลี้ยงเซลล์ได้จากกราฟมาตรฐานที่สร้างจากโซเดียมไนไตรต์ ( $\text{NaNO}_2$ ) ที่ความเข้มข้น 0-50 ไมโครโมลาร์

(Srisook et al., 2015) การทดสอบใช้ aminoguanidine ที่เป็นตัวยับยั้งเอนไซม์ iNOS เป็นสารควบคุมแบบบวก

คำนวณ % การผลิตและการยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์ของส่วนสกัดเอทานอลในสาหร่ายแต่ละชนิดดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์การผลิตไนตริกออกไซด์} = \frac{\text{ความเข้มข้นไนโตรท์ของเซลล์ทดสอบ} \times 100}{\text{ความเข้มข้นไนโตรท์ของเซลล์ที่ถูกกระตุ้นด้วย LPS}}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์} = (100 - \text{เปอร์เซ็นต์การผลิตไนตริกออกไซด์})$$

### 3.4 การทดสอบความมีชีวิตโดยวิธี MTT assay

ทำการกระจายเซลล์ลงในจานเพาะเลี้ยงแบบ 24 หลุม จำนวน  $1.5 \times 10^5$  เซลล์ต่อหลุมแล้วบ่มเซลล์ไว้ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ในตู้อบแบบใช้คาร์บอนไดออกไซด์ นาน 24 ชั่วโมง ดูดอาหารเลี้ยงเซลล์เก่าทิ้ง เติมน้ำอาหารเลี้ยงเซลล์ที่มีสารสกัดเอทานอลของเหง้าเร่วหอม ที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่มี LPS นำไปบ่มในตู้อบแบบใช้คาร์บอนไดออกไซด์ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาดูดอาหารเลี้ยงเซลล์ทิ้ง เติมน้ำอาหารเลี้ยงเซลล์ที่มีสารละลาย MTT ที่ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตรหลุมละ 500 ไมโครลิตร บ่มต่อในตู้อบแบบใช้คาร์บอนไดออกไซด์ ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง โดย MTT เป็นสารสีเหลืองละลายน้ำได้ และถูกรีดิวซ์โดยการทำงานของเอนไซม์ซักซิเนสดีไฮโดรจีเนส (succinate dehydrogenase) ในไมโทคอนเดรียของเซลล์ที่มีชีวิต ได้เป็นผลิตภัณฑ์ฟอร์มาแซน (formazan) สีม่วงน้ำเงินที่ไม่ละลายน้ำและค้างอยู่ในเซลล์ ปริมาณของสารฟอร์มาแซนที่เกิดขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณเซลล์ที่มีชีวิต เมื่อครบเวลาดูดอาหารเลี้ยงเซลล์เก่าทิ้งทำการละลายผลิตภัณฑ์ฟอร์มาแซนด้วยไดเมทิลซัลฟอกไซด์ (DMSO) หลุมละ 500 ไมโครลิตร บ่มต่อในที่มืดเป็นเวลา 5 นาที จะได้สารละลายสีม่วงน้ำเงิน ดูดสารขบวนการยละลายแต่ละหลุมปริมาตร 200 ไมโครลิตร ใส่ในไมโครเพลทแบบ 96 หลุมและนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 550 นาโนเมตร ด้วยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสงแบบไมโครเพลท คำนวณค่าความมีชีวิตรอดของเซลล์ในเชิงสัมพัทธ์ เทียบกับสถานะของเซลล์ควบคุมที่ไม่ได้สัมผัสกับสารทดสอบจากสูตรดังต่อไปนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตรอดของเซลล์} = \frac{\text{ค่าการดูดกลืนแสงของเซลล์ทดสอบ} \times 100}{\text{ค่าการดูดกลืนแสงของหลุมเซลล์ควบคุม}}$$



### 3.5 การวิเคราะห์สารสำคัญต่อการผลิตไนตริกออกไซด์

นำส่วนสกัดที่ได้มาวิเคราะห์สารสำคัญโดยเทคนิค NMR และวิเคราะห์ปริมาณสาร MCC ด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC) ดังสภาวะที่พัฒนาโดยกลุ่มวิจัยของเรา มีรายละเอียดต่อไปนี้ เครื่อง HPLC : model Agilent 1260, คอลัมน์: C18 (5 $\mu$  x 250 mm x 4.6 mm, 100A), mobile phase: MeOH : water (70:30), Flow rate: 1 ml/min, Injection volume: 20  $\mu$ l, Detector: DAD 190-400 nm ( $\lambda$  = 310 nm), running time 30 นาที (กล่าวขวัญ ศรีสุข และคณะ, ข้อมูลยังไม่ตีพิมพ์ เผยแพร่)

### 3.6 การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพชาวเรือ

นำเหง้าเรือหอมอายุประมาณ 1 ปี มาล้างให้สะอาด หั่นเป็นชิ้นเล็กตามต้องการให้มีขนาดเท่ากัน แล้วทำให้แห้งด้วยวิธีต่างๆ คือ

1. อบแห้งที่อุณหภูมิที่ต่างกัน 50 องศาเซลเซียสด้วยตู้อบลมร้อนจนน้ำหนักคงที่
2. ทำให้แห้งด้วยแสงอาทิตย์ จนน้ำหนักคงที่
3. ทำให้แห้งในที่ร่ม จนน้ำหนักคงที่

นำแร่ที่แห้งมาบดให้ละเอียด และสกัดด้วยสารละลายเอทานอล 95 % หลังจากนั้นกรองส่วนสกัดด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 นำส่วนสกัดที่ได้ทั้งหมดมาระเหยเอทานอลออกด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุนและทำให้แห้งด้วยเครื่องระเหยแห้งแบบแช่เยือกแข็ง ชั่งน้ำหนักสารที่ได้ ก่อนเก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส คำนวณร้อยละผลผลิตที่ได้ (% yield)

นำสารละลายที่สกัดได้ทำให้แห้งในสุญญากาศ นำสารสกัดหยาบที่ได้วิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง ทดสอบฤทธิ์ต้านการอักเสบของสารสกัดต่อการผลิตไนตริกออกไซด์ในเซลล์แมคโครฟาจ RAW 264.7 ที่ถูกกระตุ้นให้เกิดการอักเสบโดย LPS เช่นเดียวในกิจกรรมที่ 3.3 และ 3.4 และทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยทดสอบการกำจัดอนุมูล DPPH ความสามารถในการรีดิวซ์ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม ตามวิธีที่รายงานโดย Srisook et al. (2012)

### 3.7 การวิเคราะห์ค่าทางสถิติ

ผลการทดลองที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย  $\pm$  ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผลการทดลองอย่างน้อย 3 ครั้งที่เป็นอิสระต่อกัน แต่แต่ละครั้งทำ 3 ซ้ำ และวิเคราะห์ความแตกต่างของแต่ละกลุ่มทดลองด้วย Factorial experiment การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ด้วย ANOVA และค่าเฉลี่ยจากข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างหลายกลุ่มเป็นการเปรียบเทียบความแตกต่างตั้งแต่ 3 กลุ่มขึ้นไปวิเคราะห์ด้วยวิธี Tukey's studentized rang test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ( $P < 0.05$ ) โดยใช้โปรแกรม Minitab เวอร์ชัน 19

## บทที่ 4

### ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

#### 4.1 การวิเคราะห์การเจริญเติบโตของเร่วหอมที่ปลูกในสภาวะต่างๆ

นำต้นกล้าเร่วหอม และปลูกในแปลงทดลอง จำนวน 5 แปลงซึ่งแต่ละแปลงมีการปลูกพืชชนิดต่าง ๆ ดังนี้ 1) แปลงเงาะ 2) แปลงปาล์ม 3) แปลงป่าปลูก 4) แปลงมังคุด และ 5) แปลงลองกอง ดังแสดงในรูปที่ 4.1-4.5



รูปที่ 4.1 เร่วหอมอายุ 3 เดือนที่ปลูกในแปลงเงาะ



รูปที่ 4.2 เร่วหอมอายุ 3 เดือนที่ปลูกในแปลงปาล์ม



รูปที่ 4.3 เร่วหอมอายุ 3 เดือนที่ปลูกในแปลงป่าปลูก



รูปที่ 4.4 เร่วหอมอายุ 3 เดือนที่ปลูกในแปลงมังคุด



รูปที่ 4.5 เร่วหอมอายุ 3 เดือนที่ปลูกในแปลงลองกอง

เมื่อปลูกเร่วหอมได้ 6 เดือน (รูปที่ 4.6-4.10) ทำการเก็บข้อมูลด้านการเจริญเติบโต การแตกหน่อ ความสูง จำนวนใบ ของเร่วหอมทุกกอ พบว่าเร่วหอมมีการแตกหน่อมากขึ้นในเกือบทุกแปลงการทดลอง ยกเว้นในแปลงป่าปลูกที่มีการแตกหน่อต่ำที่สุด นอกจากนี้ทำการสุ่มเก็บเหง้าเร่วหอมตัวอย่างจากแปลงปลูก เป็นจำนวนแปลงละ 3 กอ และสกัดสารสำหรับวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญจากเหง้าเร่วหอมที่สุ่มเก็บตัวอย่างต่อไป

(A)



(B)



รูปที่ 4.6 เร้วหอมอายุ 6 เดือน (A) ขณะที่ปลูกลงแปลงเงาะ (B) เหง้าเร้วหอม

(A)



(B)



รูปที่ 4.7 เร่วหอมอายุ 6 เดือน (A) ขณะที่ปลูกในแปลงปาล์ม (B) เหง้าเร่วหอม

(A)



(B)



รูปที่ 4.8 เร่วหอมอายุ 6 เดือน (A) ขณะที่ปลูกลงแปลงป่าปลูก (B) เหง้าเร่วหอม

(A)



(B)



รูปที่ 4.9 เร่วหอมอายุ 6 เดือน (A) ขณะที่ปลูกลงแปลงมังคุด (B) เหง้าเร่วหอม



(A)



(B)



รูปที่ 4.10 เร่วหอมอายุ 6 เดือน (A) ขณะที่ปลูกในแปลงทดลอง (B) เหง้าเร่วหอม

เมื่อปลูกเร่วหอมได้ 10 เดือน (รูปที่ 4.11-4.15) ทำการเก็บข้อมูลด้านการเจริญเติบโต การแตกหน่อ ความสูง จำนวนใบ ของเร่วหอมทุกกอ ข้อมูลการเจริญเติบโตของเร่วหอมในแปลงทดลองต่างๆ ที่เวลา 6 และ 10 เดือน แสดงในตารางที่ 4-1 พบว่าเร่วหอมมีการแตกหน่อมากขึ้นในทุกแปลงการทดลอง โดยในแปลงเงาะมีการแตกหน่อที่มากที่สุด ตามด้วยแปลงมังคุด ในขณะที่แปลงป่าปลูกมีการแตกหน่อต่ำที่สุด นอกจากนี้ทำการสุ่มเก็บเหง้าเร่วหอมตัวอย่างจากแปลงปลูก เป็นจำนวนแปลงละ 3 กอ โดยนำพีชมาแยก ส่วนเป็นเหง้า และนำไปสกัดสารสำหรับวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญจากเหง้าเร่วหอมที่สุ่มเก็บตัวอย่างต่อไป



รูปที่ 4.11 เร่วหอมอายุ 10 เดือน ขณะที่ปลูกลงแปลงเงาะ



รูปที่ 4.12 เร่วหอมอายุ 10 เดือน ขณะที่ปลูกในแปลงปาล์ม



รูปที่ 4.13 เร่วหอมอายุ 10 เดือน ขณะที่ปลูกลงแปลงป่าปลูก



รูปที่ 4.14 เร่วหอมอายุ 10 เดือน ขณะที่ปลูกในแปลงมังคุด



รูปที่ 4.15 เร่วหอมอายุ 10 เดือน ขณะที่ปลูกลงแปลงทดลอง

ตารางที่ 4-1 ข้อมูลการเจริญเติบโตของเร่วหอมในแปลงทดลองต่างๆ ที่เวลา 6 และ 10 เดือน \*

แปลงทดลอง	จำนวนการแตกหน่อ	เส้นผ่านศูนย์กลางของหน่อ (ซม.)	ความสูง (ซม.)	จำนวนใบ	ขนาดของใบ (ซม.)	
					กว้าง	ยาว
<b>6 เดือน</b>						
แปลงเงาะ	3.87	1.40	76.16	8.04	8.68	38.64
แปลงปาล์ม	1.23	1.17	57.47	5.42	7.67	34.79
แปลงป่าปูลูก**	0	-	-	-	-	-
แปลงมังคุด	2.27	1.70	64.40	6.33	11.31	35.02
แปลงลองกอง	1.67	1.46	80.68	7.44	7.84	35.40
<b>10 เดือน</b>						
แปลงเงาะ	8.18	1.75	97.19	9.65	9.26	37.54
แปลงปาล์ม	2.42	1.43	79.90	8.52	11.04	32.70
แปลงป่าปูลูก	1.56	1.70	68.50	7.17	8.13	32.67
แปลงมังคุด	7.83	1.49	71.13	8.11	8.34	33.34
แปลงลองกอง	4.4	1.59	81.74	8.18	8.97	33.52

\* แสดงข้อมูลการทดลองในรูปค่าเฉลี่ยของเริ่มทั้ง 15 กอ/แปลงทดลอง

\*\* ไม่มีการแตกหน่อ จึงไม่สามารถเก็บข้อมูลการเจริญได้

นำผงเร่วหอมมาทำการสกัดด้วยเอทานอล และระเหยเอทานอลออกด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุนและเครื่องระเหยแห้งแบบแช่เยือกแข็ง และชั่งน้ำหนัก ตารางที่ 4-2 แสดงน้ำหนักสารสกัดและร้อยละโดยน้ำหนักที่สกัดด้วยเอทานอล 95% ของส่วนของเหง้าของเร่วหอมในช่วงเวลาต่างๆ พบว่าร้อยละโดยน้ำหนักของส่วนสกัดจากตัวอย่างเร่วหอมที่เก็บที่ช่วงเวลา 10 เดือน มีค่าสูงกว่าน้ำหนักของส่วนสกัดจากตัวอย่างเร่วหอมที่เก็บที่ช่วงเวลา 6 เดือน จากนั้นนำส่วนสกัดจากเหง้าเร่วหอมทั้งหมดไปวิเคราะห์ NMR ดังแสดงในภาคผนวก

ตารางที่ 4-2 น้ำหนักส่วนสกัดและร้อยละโดยน้ำหนักที่สกัดด้วยเอทานอล 95% ของเหง้าของเร่วหอมในช่วงเวลาต่างๆ

แปลงทดลอง	ค่าเฉลี่ย ร้อยละโดยน้ำหนักที่เวลา 6 เดือน	ค่าเฉลี่ย ร้อยละโดยน้ำหนักที่เวลา 10 เดือน
แปลงเงาะ	3.61 <sup>a</sup> ±0.81	4.99 <sup>ab</sup> ±1.30
แปลงปาล์ม	3.98 <sup>a</sup> ±0.86	5.97 <sup>b</sup> ±0.70
แปลงป่าปลูก	4.85 <sup>a</sup> ±2.09	9.58 <sup>a</sup> ±2.81
แปลงมังคุด	5.09 <sup>a</sup> ±1.36	4.77 <sup>b</sup> ±0.09
แปลงลองกอง	3.45 <sup>a</sup> ±0.65	5.74 <sup>ab</sup> ±0.75

หมายเหตุ : ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดลอง 3 ครั้ง ซึ่งเป็นอิสระต่อกัน แต่ผลการทดลองทำ 3 ซ้ำ ตัวอักษร a,b, แสดงถึงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<.05)



## 4.2 ผลของส่วนสกัดของเหง้าเร่งหอมต่อการยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์

นำสารสกัดเอทานอลของเหง้าเร่งหอมที่เก็บจากแปลงต่างๆ มาทดสอบฤทธิ์ต้านอักเสบของสารในเซลล์แมคโครฟาจ RAW 264.7 ที่ถูกกระตุ้นให้เกิดการอักเสบโดย LPS โดยศึกษาการยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์ในเซลล์แมคโครฟาจ ดังแสดงในตารางที่ 4-3 และ 4-4

นอกจากนี้ยังนำสารสกัดเอทานอลของเหง้าเร่งหอม มาทดสอบผลต่อความมีชีวิตรอดของเซลล์แมคโครฟาจ RAW 264.7 ดังแสดงในตารางที่ 4-5

จากการทดสอบพบว่าส่วนสกัดจากเร่งหอมอายุ 6 เดือน ที่เก็บจากแปลงลองกองและแปลงเงาะทำให้ปริมาณการผลิตไนตริกออกไซด์ลดลงประมาณ 50% (ที่ความเข้มข้น 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) มีการลดลงของเซลล์ที่มีชีวิตรอดเหลือเพียง 60 % ดังนั้นการลดลงของไนตริกออกไซด์นี้อาจเป็นผลมาจากการที่สารสกัดเป็นพิษต่อเซลล์และทำให้เซลล์ตายจึงทำให้การผลิตไนตริกออกไซด์ลดลง ในขณะที่ส่วนสกัดจากเร่งหอมอายุ 6 เดือน ที่เก็บจากแปลงมังคุด ที่ความเข้มข้น 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์ได้ประมาณ 25 % โดยที่เซลล์มีชีวิตรอดประมาณ 90% ในขณะที่ส่วนสกัดจากเร่งหอมอายุ 10 เดือน พบว่าส่วนสกัดจากเร่งหอม ที่เก็บจากแปลงเงาะ แปลงมังคุด และแปลงปาล์ม มีฤทธิ์ใกล้เคียงกัน โดยเซลล์มีชีวิตรอดมากกว่า 90%

ตารางที่ 4-3 เปอร์เซ็นต์การผลิตไนตริกออกไซด์และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์ในเซลล์แมคโครฟาจ RAW 264.7 ที่สัมผัสกับส่วนสกัดเหง้าเร่วหอมช่วงเวลาปลูก 6 เดือน

สารทดสอบ (สารสกัดเหง้าเร่วหอม)	เปอร์เซ็นต์การผลิตไนตริกออกไซด์ มี LPS (1ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์ มี LPS (1ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)
เซลล์ควบคุม (ไม่มี LPS)	0.61±0.42	-
เซลล์ควบคุม (มี LPS)	100.00±0.00	0.00±0.00
แปลงเงาะ (R-6M) (25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	73.86±33.58	26.14±33.58
แปลงเงาะ (R-6M) (50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	52.69±43.51	47.31±43.51
แปลงปาล์ม (P-6M) (25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	95.54±6.68	4.46±6.68
แปลงปาล์ม (P-6M) (50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	83.56±18.12	16.44±18.12
แปลงป่าปลูก (F-6M) (25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	101.35±5.06	(-1.35) ± 5.06
แปลงป่าปลูก (F-6M) (50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	87.56±13.35	12.44 ± 13.35
แปลงมังคุด (M-6M) (25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	94.19±4.05	5.81±4.05
แปลงมังคุด (M-6M) (50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	75.37±12.18	24.63±12.18
แปลงลองกอง (L-6M) (25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	70.23±44.69	29.77±44.69
แปลงลองกอง (L-6M) (50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	49.25±44.08	50.75±44.08
AG (50 ไมโครโมลาร์)	58.10±2.12	41.90±1.94

หมายเหตุ : ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3) AG = aminoguanidine

ตารางที่ 4-4 เปรอร์เซ็นต์การผลิตไนตริกออกไซด์และเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์ในเซลล์แมคโครฟาจ RAW 264.7 ที่สัมผัสกับส่วนสกัดเหง้าเร่วหอมช่วงเวลาปลูก 10 เดือน

สารทดสอบ (สารสกัดเหง้าเร่วหอม)	เปอร์เซ็นต์การผลิตไนตริกออกไซด์ มี LPS (1ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์ มี LPS (1ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)
เซลล์ควบคุม (ไม่มี LPS)	0.56±0.36	-
เซลล์ควบคุม (มี LPS)	100.00±0.00	0.00±0.00
แปลงเงาะ (R-10M) (25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	91.45±2.37	8.55±2.37
แปลงเงาะ (R-10M) (50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	74.16±9.83	25.84±9.83
แปลงปาล์ม (P-10M) (25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	95.05±3.52	4.95±3.52
แปลงปาล์ม (P-10M) (50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	77.95±9.37	22.05±9.37
แปลงป่าปลูก (F-10M) (25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	92.68±2.00	7.32±2.00
แปลงป่าปลูก (F-10M) (50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	83.76±4.70	16.24±4.70
แปลงมังคุด (M-10M) (25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	91.60±3.33	8.40±3.33
แปลงมังคุด (M-10M) (50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	74.05±7.18	25.95±7.18
แปลงลองกอง (L-10M) (25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	96.22±1.00	3.78±1.00
แปลงลองกอง (L-10M) (50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	92.80±2.10	7.20±2.10
AG (50 ไมโครโมลาร์)	55.99±4.09	44.01±4.09

หมายเหตุ : ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3) AG = aminoguanidine

ตารางที่ 4-5 เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตรอดของเซลล์แมคโครฟาจ RAW 264.7 ที่สัมผัสกับส่วนสกัดเหง้าเร็วหอมช่วงเวลาปลูก 6 และ 10 เดือน

สารทดสอบ (สารสกัดเหง้าเร็วหอม)	เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตรอดที่มี LPS	
	6 เดือน	10 เดือน
เซลล์ควบคุม (ไม่มี LPS)	100.00±0.00	100.00±0.00
เซลล์ควบคุม (มี LPS)	84.10±3.36	89.77±0.70
แปลงเงาะ (R-6M) (25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	85.60±19.47	99.49±2.54
แปลงเงาะ (R-6M) (50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	68.38±51.19	101.17±1.25
แปลงปาล์ม (P-6M) (25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	86.53±9.20	98.25±2.20
แปลงปาล์ม (P-6M) (50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	81.93±12.88	101.60±1.18
แปลงป่าปลูก (F-6M) (25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	107.90±2.58	96.64±1.19
แปลงป่าปลูก (F-6M) (50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	115.03±2.02	100.57±0.75
แปลงมังคุด (M-6M) (25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	90.47±11.87	100.07±1.01
แปลงมังคุด (M-6M) (50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	88.20±12.12	103.07±0.65
แปลงลองกอง (L-6M) (25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	83.01±26.49	101.24±2.57
แปลงลองกอง (L-6M) (50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	67.94±52.72	98.04±4.36
AG (50 ไมโครโมลาร์)	91.43±3.22	82.79±2.23

หมายเหตุ : ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3) AG = aminoguanidine

### 4.3 ปริมาณสาร 4-methoxycinnamyl *p*-coumarate (MCC) ในส่วนสกัดเหง้าเร่วหอม

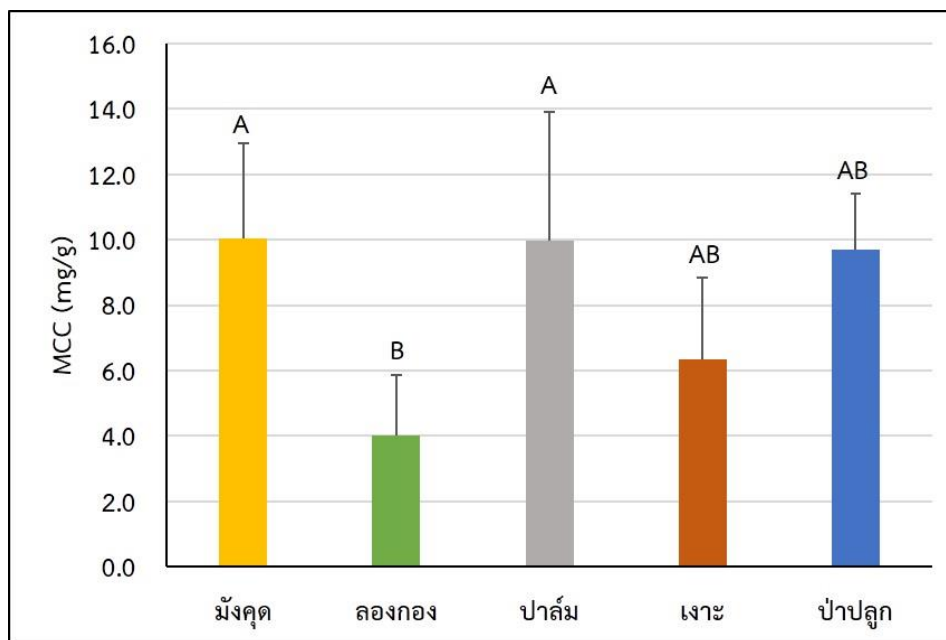
การศึกษาปริมาณสาร MCC ซึ่งเป็นสารที่พบในเหง้าเร่วหอมและมีการรายงานว่าเป็นสารที่แสดงฤทธิ์ต้านอักเสบโดยการยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์ในเซลล์แมคโครฟาจ RAW264.7 ที่เหนี่ยวนำด้วย LPS (Srisook et al., 2017; Mankhong et al., 2017; Mankhong et al., 2019) ในการศึกษาพบว่าเหง้าเร่วหอมที่เก็บจากแปลงทดลองแต่ละแปลงในช่วงเวลา 6 เดือน และ 10 เดือน มีปริมาณสาร MCC ที่ไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 4-6) แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างแปลงปลูกพบว่า ปริมาณสาร MCC ที่พบในร่วที่ปลูกในแปลงมังคุด ปาล์ม และป่าปลูกมีปริมาณสูงกว่าในแปลงเงาะและแปลงลองกอง ดังแสดงในรูปที่ 4.16

ตารางที่ 4-6 ปริมาณ MCC ในส่วนสกัดเอทานอลของเหง้าเร่วหอมช่วงเวลาปลูก 6 และ 10 เดือน

ส่วนสกัดจากเร่วหอม ในแปลงทดลอง	ปริมาณ MCC ในส่วนสกัดเอทานอลของเหง้าเร่วหอม (มิลลิกรัมต่อกรัมของส่วนสกัด)	
	อายุ 6 เดือน	อายุ 10 เดือน
แปลงเงาะ	2.96±2.4	9.73±2.6
แปลงปาล์ม	10.63±5.4	9.34±2.4
แปลงป่าปลูก	10.05±2.3	6.28±1.1
แปลงมังคุด	8.99±1.5	11.09±4.3
แปลงลองกอง	3.25±2.8	4.78±0.9

ปริมาณสาร MCC ที่พบในเหง้าเร่วหอมพบว่ามีความสัมพันธ์ที่สูงกับฤทธิ์ในการยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์ในเร่วหอมจากแปลงมังคุด ปาล์มและป่าปลูก นั่นคือ ปริมาณสาร MCC สูงทำให้มีฤทธิ์ต้านการอักเสบสูงตามไปด้วย ในแปลงพืชที่มีการนำเร่วหอมไปปลูกแซมนั้นมีปริมาณความเข้มข้นหรือร่เงาะไม่เท่ากัน แปลงปาล์ม เงาะ และป่าปลูก จะมีร่เงาะมากหรือมีความเข้มข้นน้อยนั่นเอง พบว่ามีปริมาณของสาร MCC ที่ค่อนข้างสูงกว่าพืชในกลุ่มที่มีร่เงาะน้อยกว่า ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับการศึกษาในพืชชนิดอื่น

เช่น กระชายดำ และพรมมิ ที่พบว่าปริมาณสารสำคัญที่พืชผลิตขึ้น จะขึ้นอยู่กับปริมาณร่มเงาที่ปลูกพืช (บังอร ศรีพานิชกุลชัย, 2557; (Phrompittayarat et al., 2011) เมื่อเปรียบเทียบในแง่ของอายุของเร่วหอม ที่ตรวจสอบพบว่าปริมาณสาร MCC ในเร่วหอมอายุ 6 และ 10 เดือนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามควรมีการติดตามปริมาณสาร MCC ในเร่วหอมที่มีอายุมากกว่า 10 เดือนต่อไป



รูปที่ 4.16 ปริมาณ MCC ในส่วนสกัดจากเหง้าเร่วหอมในช่วง 6 เดือน และ 10 เดือน ตัวอักษร A และ B แสดงถึงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

#### 4.4 การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพชาวเร่วหอม

ในการศึกษานี้ได้ทำการพัฒนาชาสมุนไพรจากเหง้าและใบของเร่วหอม เนื่องจากพืชในวงศ์นี้มีรายงานการนำส่วนของใบและเหง้าไปทำชาสมุนไพร (Chan et al., 2009) โดยทดสอบหาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งชาเร่วหอม จากเหง้าและใบของเร่วหอม โดยนำเหง้าและใบเร่วหอมมาล้างให้สะอาด หั่นเป็นชิ้นเล็กในขนาดเท่าๆ กัน แล้วทำให้แห้งด้วยวิธีต่างๆ คือ

- 1.อบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสด้วยตู้อบลมร้อน นาน 12 ชั่วโมง จนน้ำหนักคงที่
- 2.ทำให้แห้งด้วยลมในร่ม ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 28 องศาเซลเซียส นาน 23 ชั่วโมง 30 นาที จนน้ำหนักคงที่
- 3.ทำให้แห้งด้วยแสงแดด ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 41 องศาเซลเซียส นาน 20 ชั่วโมง จนน้ำหนักคงที่

เมื่ออบแห้งด้วยวิธีการต่างๆ กัน พบว่าชาที่ได้มีร้อยละโดยน้ำหนักแห้งและร้อยละของการเสียน้ำที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 4-7) โดยส่วนของเหง้าจะมีร้อยละโดยน้ำหนักแห้งและของการเสียน้ำที่แตกต่างกันที่สูงกว่าส่วนของใบ นอกจากนี้ชาสมุนไพรเร็วหอมจากเหง้าและใบแสดงในรูปที่ 4.17 และ 4.18 พบว่าสีของชาจากเหง้าเร็วหอมที่ทำแห้งวิธีต่างๆ ให้สีที่แตกต่างกัน พบว่าสีของชาสมุนไพรเร็วหอมที่อบลมร้อนจะมีสีจางที่สุด แต่เมื่อชงเป็นน้ำชาจะมีกลิ่นหอมของชามากที่สุด ซึ่งเป็นกลิ่นที่เป็นกลิ่นเฉพาะตัวของเหง้าเร็วหอม ในขณะที่เหง้าที่ตากในร่มจะให้ชาที่สีเข้มที่สุด รองลงมาเป็นชาที่ได้จากการตากแดด ส่วนชาที่ได้จากใบเร็วหอม พบว่าสีของชาสมุนไพรเร็วหอมที่อบลมร้อนจะมีสีจางที่สุด ในขณะที่เหง้าที่ตากในร่มจะให้ชาที่สีเข้มที่สุด รองลงมาเป็นชาที่ได้จากการตากแดด เหมือนกับชาที่ได้จากเหง้าเร็วหอม ส่วนน้ำชาที่ได้จะมีกลิ่นและรสชาติที่อ่อนกว่าชาจากเหง้าเร็วหอม

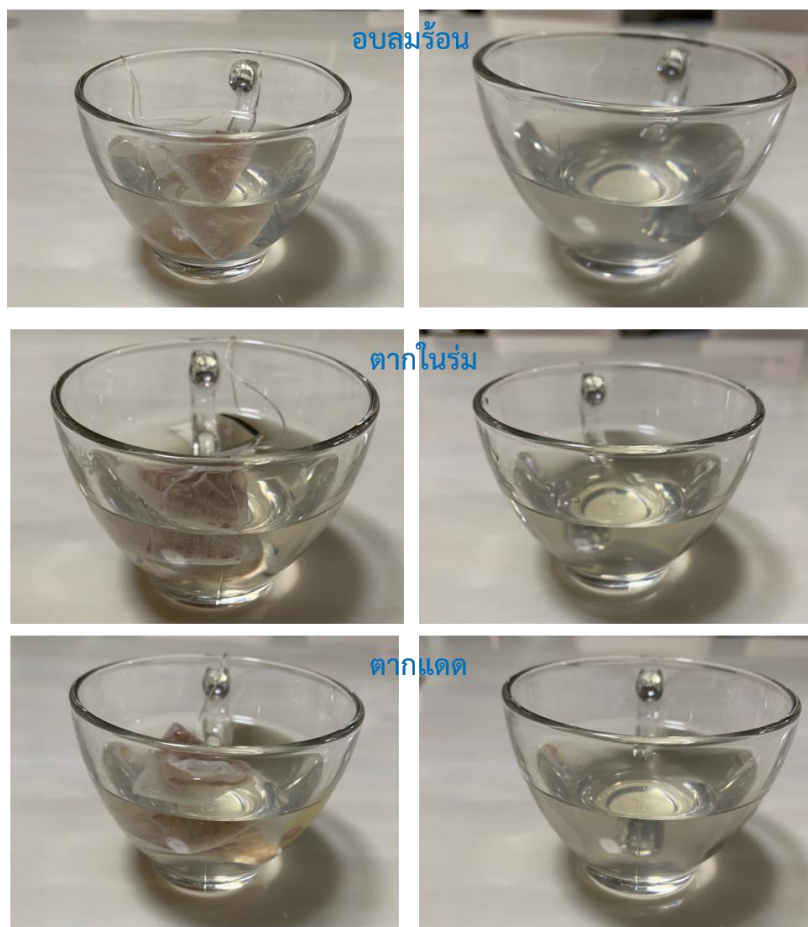
ตารางที่ 4-7 ร้อยละโดยน้ำหนักที่สกัดด้วยเอทานอล 95% ของส่วนของเหง้าและใบเร็วหอมที่ทำแห้งด้วยวิธีต่างๆ

วิธีการทำแห้ง	ร้อยละโดยน้ำหนักของส่วนสกัด	ร้อยละของการเสียน้ำ
<b>เหง้าเร็วหอม</b>		
ทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน	11.57	87.73
ทำแห้งด้วยแสงแดด	9.07	86.85
ทำแห้งในร่ม	9.51	87.51
<b>ใบเร็วหอม</b>		
ทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน	3.97	77.43
ทำแห้งด้วยแสงแดด	2.55	77.13
ทำแห้งในร่ม	2.11	77.87

(A)



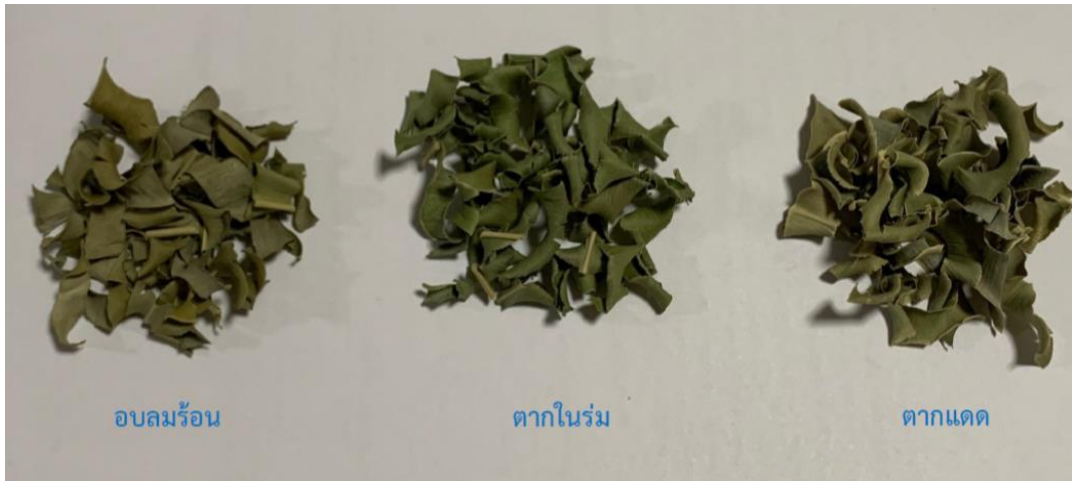
(B)



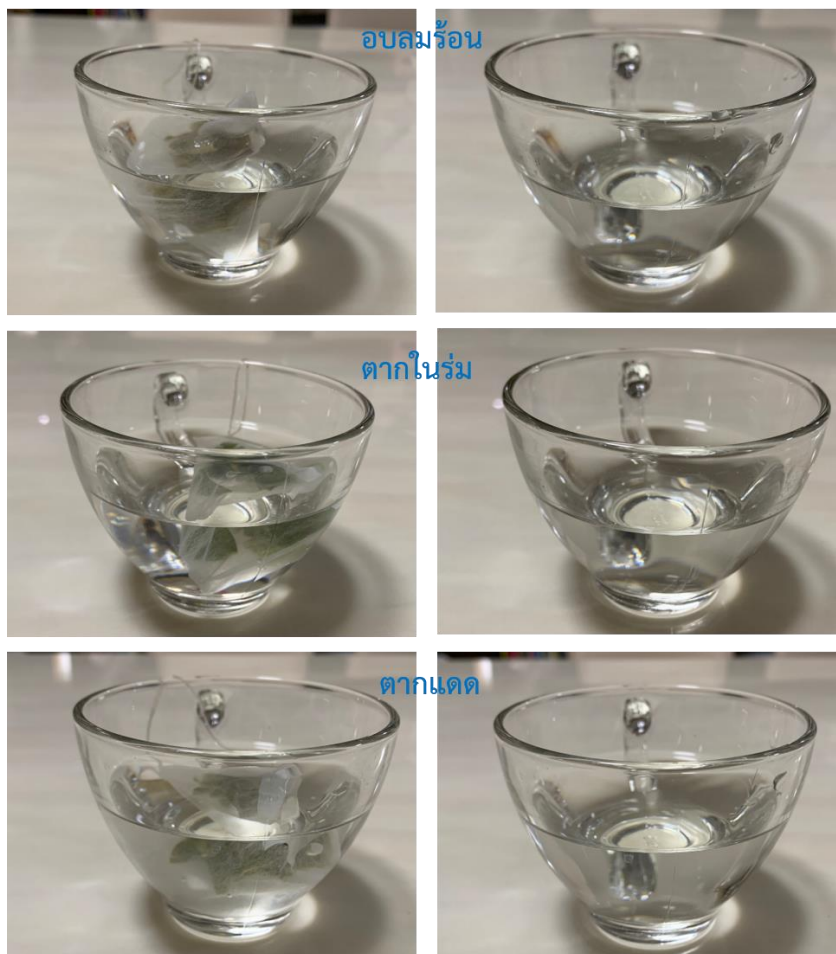
รูปที่ 4.17 ชาสมุนไพรจากเหง้าเร่วหอมที่อบแห้งด้วยวิธีต่างๆ ที่อยู่รูปแห้ง (A) และรูปน้ำชา (B)



(A)



(B)



รูปที่ 4.18 ชาสมุนไพรจากใบเร่วหอมที่อบแห้งด้วยวิธีต่างๆ ที่อยู่รูปแห้ง (A) และรูปน้ำชา (B)

จากนั้นทำการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดที่ได้ จากการทดสอบฤทธิ์การกำจัดอนุมูล DPPH ของส่วนสกัดจากเหง้าและใบเร่วหอมที่ผ่านการทำให้แห้ง พบว่า ส่วนสกัดจากเหง้าและใบเร่วหอมที่ผ่านการทำให้แห้งมีฤทธิ์ในการกำจัดอนุมูล DPPH ในลักษณะที่ขึ้นกับความเข้มข้น คือ เมื่อความเข้มข้นของส่วนสกัดจากเหง้าและใบเร่วหอมเพิ่มขึ้นฤทธิ์การกำจัดอนุมูล DPPH ก็เพิ่มขึ้น ในขณะที่กรดแกลลิก ซึ่งเป็นตัวควบคุมเชิงบวกมีฤทธิ์การกำจัดอนุมูล DPPH ในลักษณะที่ขึ้นกับความเข้มข้นเช่นกัน โดยส่วนสกัดจากเหง้าที่ทำแห้งโดยการอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และการตากแดด มีฤทธิ์การกำจัดอนุมูล DPPH สูงที่สุด ซึ่งมีค่า  $IC_{50}$  เท่ากับ  $2.08 \pm 0.09$  และ  $1.93 \pm 0.10$  มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร รองลงมาคือ เหง้าที่ทำแห้งโดยการตากในร่ม ซึ่งมีค่า  $IC_{50}$  เท่ากับ  $2.84 \pm 0.12$  มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ แต่ในขณะที่ใบที่ทำแห้งโดยการอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีฤทธิ์การกำจัดอนุมูล DPPH สูงที่สุด ซึ่งมีค่า  $IC_{50}$  เท่ากับ  $2.45 \pm 0.08$  มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร รองลงมาคือ ใบที่ทำแห้งโดยการตากแดด และการตากในร่ม ซึ่งมีค่า  $IC_{50}$  เท่ากับ  $3.20 \pm 0.13$  และ  $3.52 \pm 0.13$  มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4-8) ใบเร่วหอมที่แห้งด้วยการอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสมิฤทธิ์การกำจัดอนุมูล DPPH ต่ำกว่าการทำแห้งด้วยการตากแดด ผลการทดลองที่ได้ในการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Chan et al. (2009) ในใบของพืชวงศ์ Zingiberaceae จำนวน 5 ชนิดจากประเทศมาเลเซีย และของ Orphanides et al. (2013) ในใบ spearmint อย่างไรก็ตามผลการศึกษาในพืชชนิดอื่น เช่น สะระแหน่ thyme, mint, sage (Rababah et al., 2015) มีฤทธิ์การกำจัดอนุมูล DPPH ของพืชที่ทำแห้งด้วยการตากแดดมีค่าสูงกว่าการทำแห้งด้วยการอบลมร้อน ในขณะที่ผลการศึกษาในพืชบางชนิดพบว่าการทำแห้งทั้งสองวิธีนี้ไม่ทำให้ฤทธิ์การกำจัดอนุมูล DPPH แตกต่างกัน เช่น ใบ dandelion (Barimah et al., 2017) ใบ Guiera senegalensis (Kankara et al., 2014)

ส่วนสกัดเหง้าเร่วหอมที่ทำแห้งด้วยวิธีต่างๆ มีความสามารถในการรีดิวซ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4-8) ผลการของทำแห้งไม่ทำให้ความสามารถในการรีดิวซ์แตกต่างกัน ในขณะที่ความสามารถในการรีดิวซ์ของเหง้ามีค่าสูงกว่าความสามารถที่พบในใบเร่วหอม

จากการทดสอบหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของส่วนสกัดจากเหง้าและใบเร่วหอมที่ผ่านการทำให้แห้ง พบว่าส่วนสกัดจากเหง้าและใบเร่วหอมมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมอยู่ในช่วง 42.47 ถึง 55.78 มิลลิกรัมกรดแกลลิกสมมูลต่อกรัมของส่วนสกัด โดยเหง้าที่ทำแห้งโดยการตากแดดมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมมากที่สุด มีค่าเท่ากับ  $55.78 \pm 0.02$  รองลงมาคือ เหง้าที่ทำแห้งโดยการอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ  $44.47 \pm 0.03$  และการตากในร่ม มีค่าเท่ากับ  $42.05 \pm 0.03$  ตามลำดับ แต่ในขณะที่ใบที่ทำแห้งโดยการอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส การตากในร่ม และการตากแดดมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 4-8) ผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของเหง้าเร่วหอมที่อบแห้งด้วยแสงแดดมีค่าสูงกว่าการทำแห้งด้วยการอบลมร้อน ซึ่งให้ผลที่คล้าย

กับที่พบในใบ dandelion (Barimah et al., 2017) ในใบสะระแหน่ thyme, mint, sage (Rababah et al., 2015) และในใบ spearmint (Orphanides et al., 2013) แต่ในขณะที่การทำแห้งด้วยการตากแดดในพืชบางชนิดจะทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมต่ำกว่าการทำแห้งด้วยการอบลมร้อน Chan et al. (2009) จากข้อมูลสามารถสรุปได้ว่าการที่การทำแห้งพืชแต่ละชนิดโดยวิธีต่างๆ จะมีผลต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมที่แตกต่างกัน ขึ้นกับ อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการทำแห้งชนิดและส่วนของพืชที่นำมาทำแห้ง

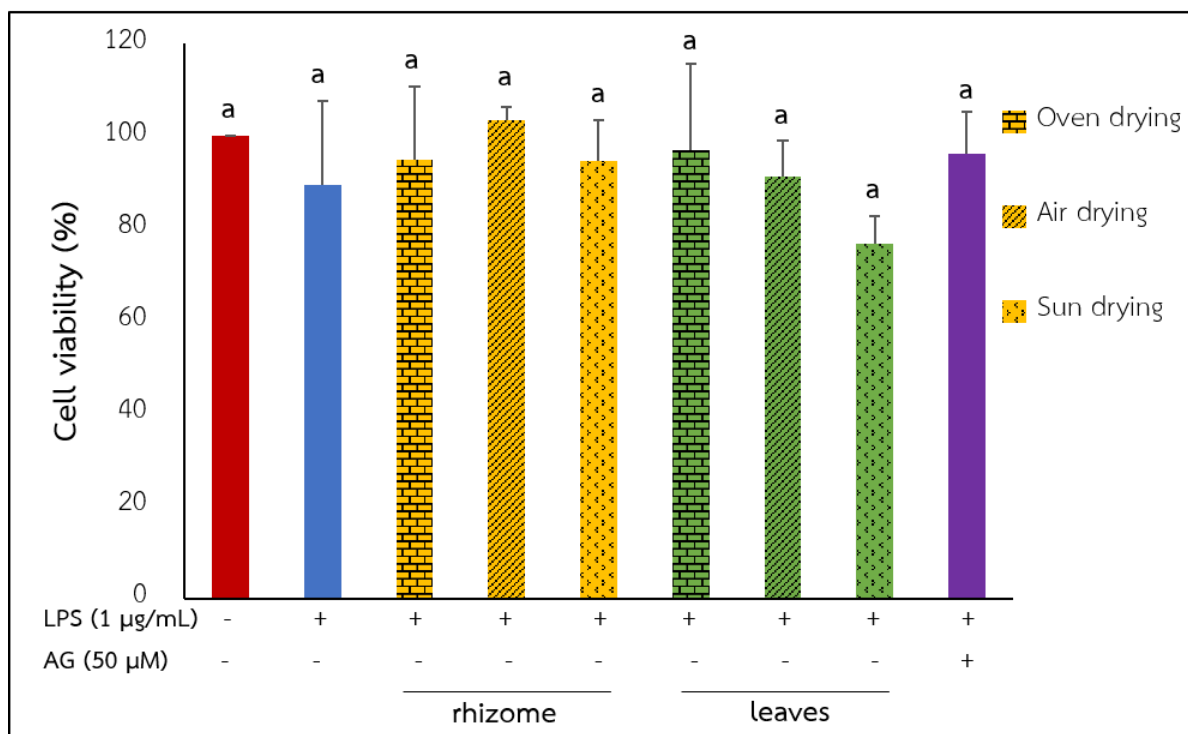
จากผลการทดลองในตารางที่ 4.8 พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในเหง้าและใบของเร่วหอมมีความสัมพันธ์ที่ดีกับความสามารถในการกำจัดอนุมูล DPPH ของส่วนสกัด ข้อมูลบ่งชี้ว่าสารหลักที่เป็นตัวออกฤทธิ์กำจัดอนุมูล DPPH ของส่วนสกัด คือสารในกลุ่มสารประกอบฟีนอลิก ในขณะที่ความสัมพันธ์ของปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในเหง้าและใบของเร่วหอมกับความสามารถในการรีดิวซ์มีค่าต่ำ แสดงให้เห็นว่าสารหลักที่ออกฤทธิ์ในการรีดิวซ์ไม่ใช่สารในกลุ่มสารประกอบฟีนอลิก

ตารางที่ 4-8 ฤทธิ์ในการกำจัดอนุมูล DPPH ความสามารถในการรีดิวซ์ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของชาสมุนไพรเร่วหอม

วิธีการทำแห้ง	ค่า IC <sub>50</sub> ของการกำจัดอนุมูล DPPH (mg/mL)	ความสามารถในการรีดิวซ์ (mg GE/g)	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม (mg GE/g)
<b>เหง้าเร่วหอม</b>			
ทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน	2.08±0.09 <sup>d</sup>	1.889±0.04 <sup>a</sup>	44.47±0.03 <sup>bc</sup>
ทำแห้งด้วยแสงแดด	1.93±0.10 <sup>d</sup>	1.894±0.03 <sup>a</sup>	55.78±0.02 <sup>a</sup>
ทำแห้งในร่ม	2.84±0.12 <sup>b</sup>	1.895±0.03 <sup>a</sup>	42.06±0.03 <sup>c</sup>
<b>ใบเร่วหอม</b>			
ทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน	2.45±0.08 <sup>c</sup>	1.207±0.03 <sup>b</sup>	50.83±0.01 <sup>ab</sup>
ทำแห้งด้วยแสงแดด	3.20±0.13 <sup>a</sup>	1.332±0.02 <sup>b</sup>	49.17±0.01 <sup>abc</sup>
ทำแห้งในร่ม	3.52±0.13 <sup>a</sup>	1.482±0.02 <sup>b</sup>	48.57±0.02 <sup>abc</sup>
กรดแกลลิก	0.0216±0.0033	-	-

ตัวอักษร a, b, c และ d แสดงถึงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

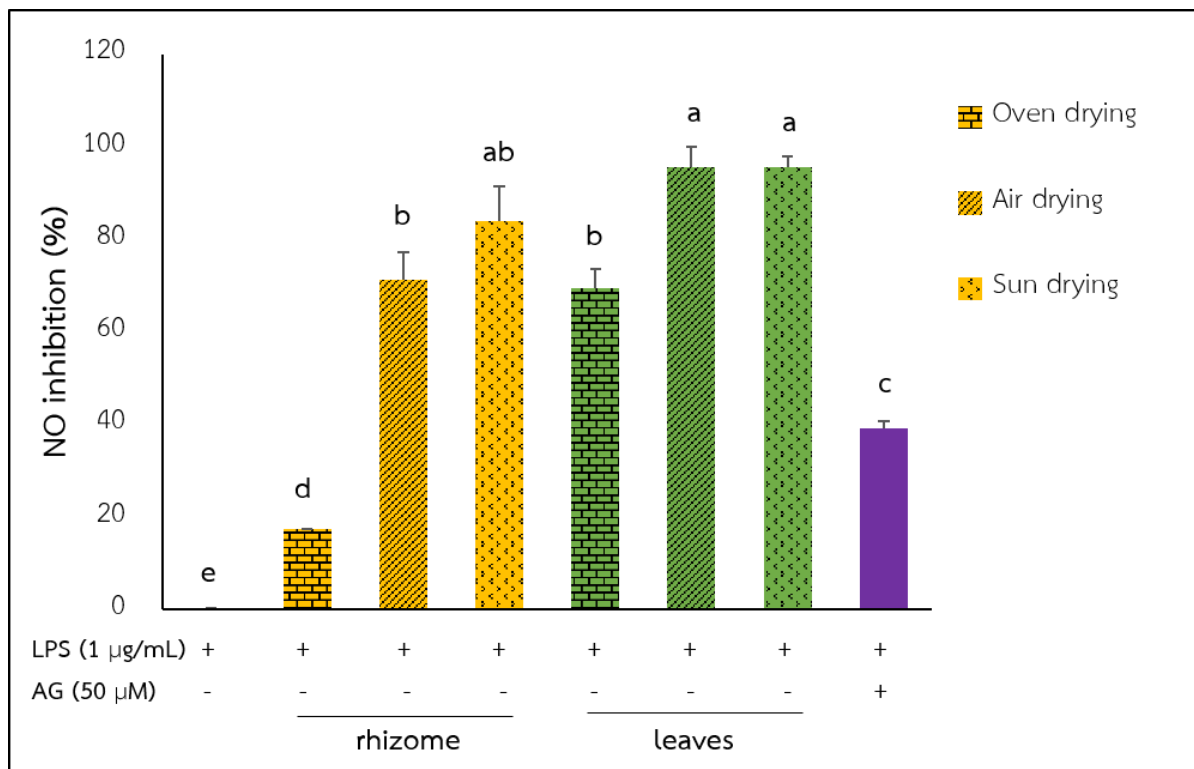
ความมีชีวิตรอดของเซลล์แมคโครฟาจ RAW 264.7 ที่สัมผัสกับส่วนสกัดเอทานอลจากเหง้าและใบเร่วหอมที่ความเข้มข้น 50  $\mu\text{g}/\text{mL}$  เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า ส่วนสกัดจากเหง้าและใบเร่วหอมที่ผ่านการทำแห้งโดยการอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส การตากในร่ม และการตากแดด ไม่แสดงความเป็นพิษต่อเซลล์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับเซลล์ควบคุม เมื่อทดสอบด้วยวิธี MTT assay (รูปที่ 4-19) ดังนั้นจึงนำส่วนสกัดที่ความเข้มข้น 50  $\mu\text{g}/\text{mL}$  ไปทดสอบการยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์ โดยไม่มีพิษต่อเซลล์



รูปที่ 4.19 การมีชีวิตรอดของเซลล์แมคโครฟาจ RAW 264.7 ที่สัมผัสกับส่วนสกัดจากชาสมุนไพรของเหง้าและใบเร่วหอม ที่ความเข้มข้น 50  $\mu\text{g}/\text{mL}$  ในสถานะที่เซลล์ถูกเหนี่ยวนำโดย LPS เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทดสอบโดยวิธี MTT assay ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย  $\pm$  ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดลอง 3 ครั้งที่เป็นอิสระต่อกัน แต่ละครั้งทำ 3 ซ้ำ โดยให้ AG = เซลล์ที่สัมผัสกับ aminoguanidine โดยที่ ตัวอักษร a แสดงถึงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

การยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์ของเซลล์แมคโครฟาจ RAW 264.7 ที่สัมผัสกับส่วนสกัดเอทานอลจากเหง้าและใบเร่วหอมที่ความเข้มข้น 50  $\mu\text{g}/\text{mL}$  เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า aminoguanidine ที่ความเข้มข้น 50  $\mu\text{M}$  สามารถลดการสร้างไนตริกออกไซด์ได้ 39.24 % เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่สัมผัส LPS

เพียงอย่างเดียว และส่วนสกัดจากเหง้าและใบเร่วหอมที่ผ่านการทำแห้งทุกวิธี สามารถลดการผลิตไนตริกออกไซด์ได้ โดยส่วนสกัดจากเหง้าเร่วหอมที่ผ่านการทำแห้งโดยการอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส การตากในร่ม และการตากแดด สามารถลดการผลิตไนตริกออกไซด์ได้ 17.48 %, 71.20 % และ 83.92 % ตามลำดับ และใบเร่วหอมที่ผ่านการทำแห้งโดยการอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส การตากในร่ม และการตากแดด สามารถลดการผลิตไนตริกออกไซด์ได้ 65.91 %, 95.58 % และ 95.63 % ตามลำดับ (รูปที่ 4.20)



รูปที่ 4.20 เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์ในเซลล์แมคโครฟาจ RAW 264.7 ที่สัมผัสกับส่วนสกัดจากชาสมุนไพรของเหง้าและใบเร่วหอม ที่ความเข้มข้น 50 µg/mL ในสถานะที่เซลล์ถูกเหนี่ยวนำโดย LPS เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ข้อมูลที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดลอง แต่ละครั้ง ทำ 3 ซ้ำ โดยให้ AG = เซลล์ที่สัมผัสกับ aminoguanidine โดยที่ ตัวอักษร a, b, c, d และ e แสดงถึงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากนั้นนำชาเร็วหอมที่ได้มาสกัดด้วยเอทานอลเพื่อวิเคราะห์ปริมาณสาร MCC ด้วยเทคนิค HPLC พบว่าเหง้าเร็วหอมมีปริมาณสาร MCC สูงอยู่ในช่วง 9.15-13.69 มิลลิกรัมต่อกรัมของส่วนสกัด เหง้าเร็วหอมที่ทำให้แห้งด้วยการตากในร่มมีปริมาณสาร MCC สูงที่สุด ตามด้วยการทำแห้งด้วยแสงแดดและการทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน ส่วนปริมาณสาร MCC ของใบเร็วหอมที่ทำแห้งด้วยวิธีการต่างๆ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณของสาร MCC ในเหง้าเร็วหอมมีปริมาณที่สูงกว่าที่พบในใบเร็วหอม (ตารางที่ 4-9) จากผลการทดลองข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าการทำแห้งเหง้าเร็วหอมที่ทำให้มีปริมาณสาร MCC และฤทธิ์ต้านอักเสบและต้านอนุมูลอิสระสูง คือ การตากในร่ม และการตากแดด

ตารางที่ 4-9 ปริมาณ MCC ในส่วนสกัดของชาสมุนไพรเหง้าและใบเร็วหอม

วิธีการทำแห้ง	ปริมาณ MCC ในส่วนสกัดของชาสมุนไพรเร็วหอม (มิลลิกรัมต่อกรัมของส่วนสกัด)
<b>เหง้าเร็วหอม</b>	
ทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน	9.15±1.7 <sup>b</sup>
ทำแห้งด้วยแสงแดด	10.75±1.8 <sup>b</sup>
ทำแห้งในร่ม	13.69±0.7 <sup>a</sup>
<b>ใบเร็วหอม</b>	
ทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน	0.17±0.0 <sup>c</sup>
ทำแห้งด้วยแสงแดด	0.20±0.0 <sup>c</sup>
ทำแห้งในร่ม	0.19±0.0 <sup>c</sup>

a,b,c แสดงถึงความแตกต่างของข้อมูลในวิธีการทำแห้งของส่วนเหง้าและใบเร็วหอมแต่ละตัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

ผลการทดลองที่ได้ทั้งหมดสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ส่วนสกัดจากเร่วหอมอายุ 6 และ 10 เดือน ที่เก็บจากแปลงมังคุด แปลงปาล์ม และแปลงป่าปลูก มีฤทธิ์ต้านการอักเสบโดยยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์สูง โดยทำให้เซลล์มีชีวิตรอดมากกว่า 80%
2. ส่วนสกัดจากเร่วหอมอายุ 6 และ 10 เดือนที่เก็บจากแปลงมังคุด แปลงปาล์ม และแปลงป่าปลูก มีปริมาณสาร MCC ที่สูงกว่าในแปลงเงาะและแปลงลองกอง (9.39 มิลลิกรัมต่อกรัมของส่วนสกัด)
3. เหง้าเร่วหอมที่เก็บจากแปลงทดลองแต่ละแปลงในช่วงเวลา 6 เดือน และ 10 เดือน มีปริมาณสาร MCC ที่ไม่แตกต่างกัน
4. ทำการพัฒนาชาสมุนไพรจากเหง้าและใบของเร่วหอม โดยการทำแห้ง 3 วิธี คือ การอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส การทำแห้งด้วยลมในร่ม และการทำแห้งด้วยแสงแดด
5. การทำแห้งเหง้าเร่วหอม ด้วยวิธีตากลมในร่ม และการทำแห้งด้วยแสงแดด ทำให้ชาสมุนไพรมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลิกรวม รวมทั้งฤทธิ์ต้านอักเสบและสาร 4-methoxycinnamyl *p*-coumarate (MCC) สูงกว่าการทำแห้งด้วยการอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส
6. การทำแห้งใบเร่วหอม ด้วยการทำแห้งด้วยการอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ทำให้ชาสมุนไพรมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด ในขณะที่วิธีตากลมในร่ม และการทำแห้งด้วยแสงแดด ทำให้มีฤทธิ์ต้านอักเสบสูงที่สุด

ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าชนิดของพืชที่เร่วหอมถูกนำไปปลูกแซม จะมีผลต่อปริมาณสารสำคัญ 4-methoxycinnamyl *p*-coumarate (MCC) และฤทธิ์ยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์ แต่ช่วงอายุของเร่วหอม ในขณะที่เก็บเกี่ยวในการศึกษานี้ คือ 6 เดือน และ 10 เดือน มีปริมาณสาร MCC ที่ไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาในเร่วหอมที่มีอายุมากกว่า 10 เดือนต่อไป แต่เนื่องจากการศึกษาได้รับการสนับสนุนการทำวิจัยเพียง 1 ปี ส่วนการทำชาสมุนไพรเร่วหอมจากเหง้าและใบควรทำแห้งด้วยวิธีตากลมในร่ม และการทำแห้งด้วยแสงแดด เพื่อให้ได้ชาที่ยังมีฤทธิ์ต้านอักเสบและต้านอนุมูลอิสระที่ดี

## บรรณานุกรม

- ชมพูนุช อุทัยรัตน์ เอกรัฐ ศรีสุข และ กล่าวขวัญ ศรีสุข (2560) ผลของสภาวะต่างๆ ของการอบแห้งและการสกัดต่อปริมาณของสารประกอบฟีนอลิก สารประกอบฟลาโวนอยด์ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากผลปอกกะบิต *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 22(1), 151-165
- บังอร ศรีพานิชกุลชัย. (2557). การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพจากสมุนไพร. ใน กระชายดำ : การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์. พิมพ์ครั้งที่ 2. ขอนแก่น : คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2557.
- พงศักดิ์ พลเสนา. (2550a). พืชสมุนไพรในสวนป่าสมุนไพรเขาหินซ้อน ฉบับสมบูรณ์. ห้างหุ้นส่วนจำกัด เจตนารมณณ์ภัณฑ์ ปราจีนบุรี. 301น.
- พงศักดิ์ พลเสนา. (2550b). เร่วหอมพันธุ์ไม้ชนิดใหม่ของไทย และรายงานการพบ “ผลเร่วหอม” ครั้งแรก. หมายเหตุนิเวศวิทยา : บันทึกธรรมชาติหลากหลายเผ่าพันธุ์. ปีที่ 1 ฉบับที่ 4, 25-26.
- รายการเกษตรน่ารู้. พืชสมุนไพร เร่วหอม. สถานีโทรทัศน์กองทัพบกช่อง 7. 28 ตุลาคม 2553.
- วารสารเคหเกษตร. เร่วหอม สมุนไพรที่ขยายพันธุ์ ปลูก และแปรรูป ไม่ยาก. [http://www.kehakaset.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=222:2011-04-11-02-29-41&catid=38](http://www.kehakaset.com/index.php?option=com_content&view=article&id=222:2011-04-11-02-29-41&catid=38). สืบค้นวันที่ 26 กันยายน 2554.
- ศิวพร อินทร์ประสิทธิ์. (2546). อิทธิพลของร่มเงาที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของกระชายดำ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาพืชสวน, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- Barimah J, Yanney P, Laryea D, Quarcoo C. (2017). Effect of drying methods on phytochemicals, antioxidant activity and total phenolic content of Dandelion leaves. *American Journal of Food and Nutrition*. 5; 136-141.
- Chan EWC, Lim YY, Wong SK, Lim KK, Tan SP, Lianto FS, Yong MY. (2009). Effects of different drying methods on the antioxidant properties of leaves and tea of ginger species. *Food Chemistry*. 113: 166-172.
- lawsipo, P., Srisook, E. Mathurose Ponglikitmongkolc Somwang, T. and Singaed, O. (2016). Anti-cancer effect of *Etingera pavieana* rhizome extracts. The 6th International Conference on Natural Products for Health and Beauty (NATPRO6) / 20 Jan 2016/ p.274-278/ Khon Kaen.



- lawsipo P, Srisook E, Ponglikitmongkol M, Tatiyar S, Singaed O (2018) Cytotoxic effects of *Etlingera pavieana* rhizome on various cancer cells and identification of a potential anti-tumor component. *J Food Biochem* e12540: 1-9.
- Kankara SS, Mustafa M, Ibrahim HM, Nulit R, Go R. (2014). Effect of drying methods, solid-solvent ratio, extraction time and extraction temperature on phenolic antioxidants and antioxidant activity of *Guiera senegalensis* J.F. Gmel (Combretaceae) leaves water extract. *American Journal of Phytomedicine and Clinical Therapeutics*. 12; 1378-1392.
- Mankhong, S., Srisook, E., Srisook, K. (2017). Anti-inflammatory activity of 4-methoxycinnamyl p-coumarate isolated from *Etlingera pavieana* rhizomes in lipopolysaccharide-induced macrophages. *NU. International Journal of Science*. 14(2), 58-66.
- Mankhong S, lawsipo P, Srisook E, Srisook K. (2019). 4-methoxycinnamyl p-coumarate isolated from *Etlingera pavieana* rhizomes inhibits inflammatory response via suppression of NF- $\kappa$ B, Akt and AP-1 signaling in LPS-stimulated RAW 264.7 macrophages. *Phytomedicine*, 54, 89-97.
- Orphanides A, Goulas V, Gekas V. (2013). Effect of drying method on the phenolic content and antioxidant capacity of spearmint. *Czech J. Food Sci*. 31; 509-513.
- Phrompittayarat W, Jetiyanin K, Wittaya-areekul S, Putalan W, Tanaka H, Khan I, Ingkaninan K. (2011). Influence of seasons, different plant parts, and growth stages on saponin quantity and distribution in *Bacopa monnieri*. *Songklanakarin J Sci Technol*. 33: 193-199.
- Rababah TM, Al-u'datt M, Alhamad M, Al-Mahasneh M, Ereifej K, Andrade J, Altarifi B, Yang W. (2015). Effects of drying process on total phenolics, antioxidant activity and flavonoid contents of common Mediterranean herbs. *Int J Agric & Biol Eng*. 8; 145-150.
- Rahmana NFA, Shamsudina R, Ismailb A, Shaha NNA, Varith J. (2018). Effects of drying methods on total phenolic contents and antioxidant capacity of the pomelo (*Citrus*

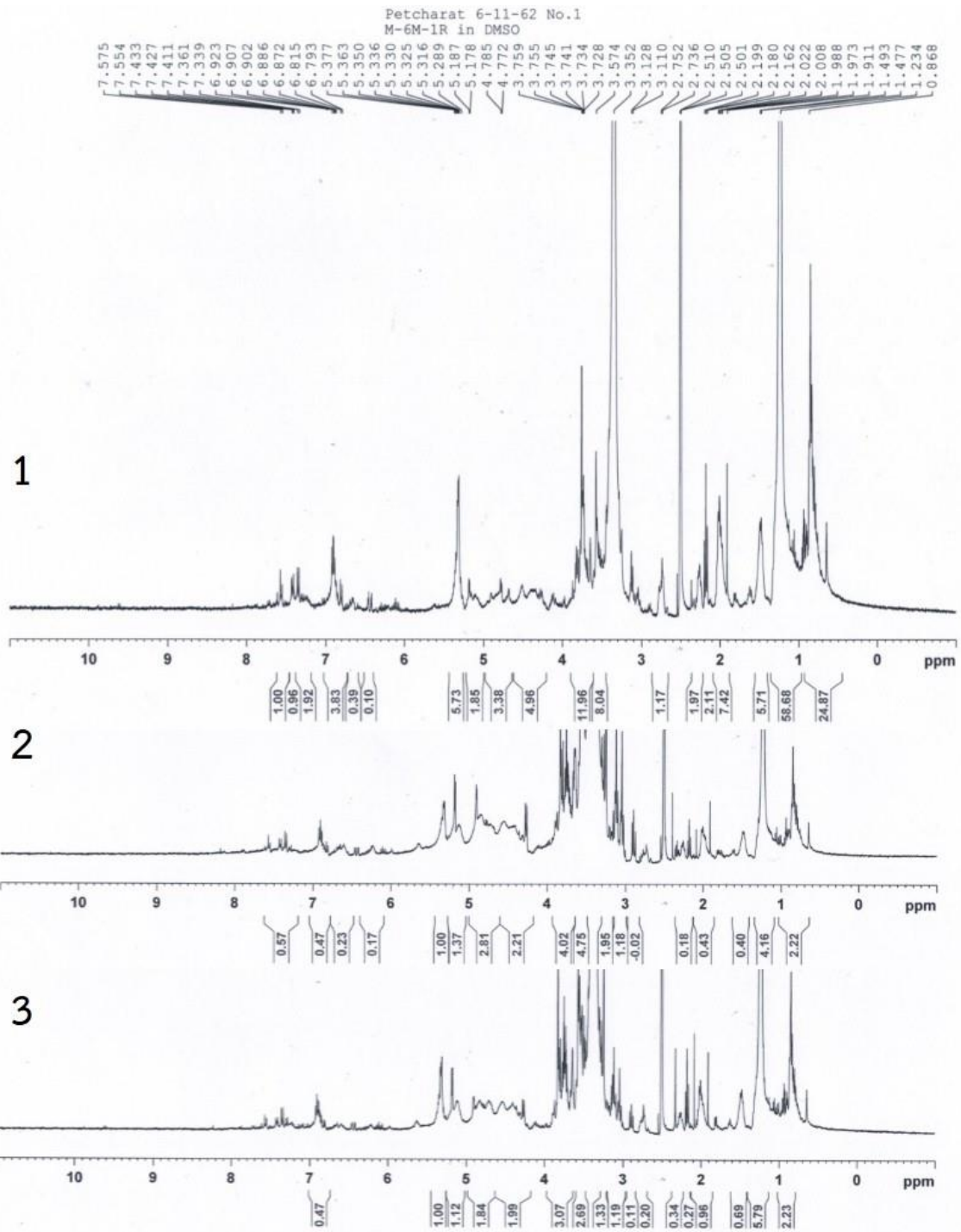
- grandis* (L.) Osbeck) peels. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 50; 217-225.
- Sagrin MS, Chong GH. (2013). Effects of drying temperature on the chemical and physical properties of *Musa acuminata* Colla (AAA Group) leaves. *Industrial Crops and Products*. 45: 430-434.
- Srisook K, Salee P, Charoensuk Y, Srisook E. (2010). In vitro antioxidant and antityrosinase activities of the rhizomal extracts from *Amomum biflorum* Jack. *Thai Journal of Botany*. 2: 143-150.
- Srisook, K., Srisook, E. (2011). Evaluation of antioxidant capacity of fractions from *Etlingera pavieana* (Pierre ex Gagnep.) R.M.Sm. rhizome. *Proceeding of the 3<sup>rd</sup> International Natural Products for Health and Beauty*. 16-18 March, 2011. (Fulltext, CD version).
- Srisook, K., Nounnang, N, Thabthim, Y., and Srisook, E. (2012). A comparative study of antioxidant and anti-tyrosinase activities of rhizomes and leaves of *Etlingera pavieana*. *Proceeding of the 4th International Conference on Natural Products for Health and Beauty*. Chiangmai, Thailand, 28-30 November, 2012. pp. 551.332-551.335
- Srisook, K., Srisook, E., Nachaiyo, W., Chan-In, M., Thongbai, J., Wongyoo, K., et al. (2015). Bioassay-guided isolation and mechanistic action of anti-inflammatory agents from *Clerodendrum inerme* leaves. *Journal of Ethnopharmacology*, 165, 94-102.
- Srisook, E., Palachot, M., Mankhong, S., Srisook, K. (2017). Anti-inflammatory effect of *Etlingera pavieana* (Pierre ex Gagnep.) R.M.Sm. rhizomal extract and its phenolic compounds in lipopolysaccharide-stimulated macrophages. *Pharmacognosy Magazine*, 13, 50, s230-235.
- Srisook K, Mankhong S, Chiranthanut N et al (2019) Anti-inflammatory effect of trans-4-methoxycinnamaldehyde from *Etlingera pavieana* in LPS-stimulated macrophages mediated through inactivation of NF- $\kappa$ B and JNK/c-Jun signaling pathways and in rat models of acute inflammation. *Toxicol Appl Pharmacol* 371: 3-11
- Srisook K, Udompong S, Sawai P, Thongyen T (2018) *Etlingera pavieana* rhizome extract decreases oxidative stress and activates eNOS activity via stimulation of Akt

- phosphorylation in human endothelial cells. *Naresuan Phayao Journal* 11: 23-28
- Srisook K, Potiprasart K, Sarapusit S, Park CS, Srisook E. (2020). *Etilingera pavieana* extract attenuates TNF- $\alpha$  induced vascular adhesion molecule expression in human endothelial cells through NF-kB and Akt/JNK pathways. *Inflammopharmacology* (In press) DOI:10.1007/s10787-019-00676-4.
- Yi W, and wetzstein H. (2011). Effects of drying and extraction conditions on the biochemical activity of selected herbs. *HortScience*. 46: 170-173.
- Youn JS, Kim YJ, Na HJ, Jung HR, Song CK, Kang SY, Kim JY. (2018). Antioxidant activity and contents of leaf extracts obtained from *Dendropanax morbifera* LEV are dependent on the collecting season and extraction conditions. *Food Sci Biotechnol*. 28(1); 201-207.

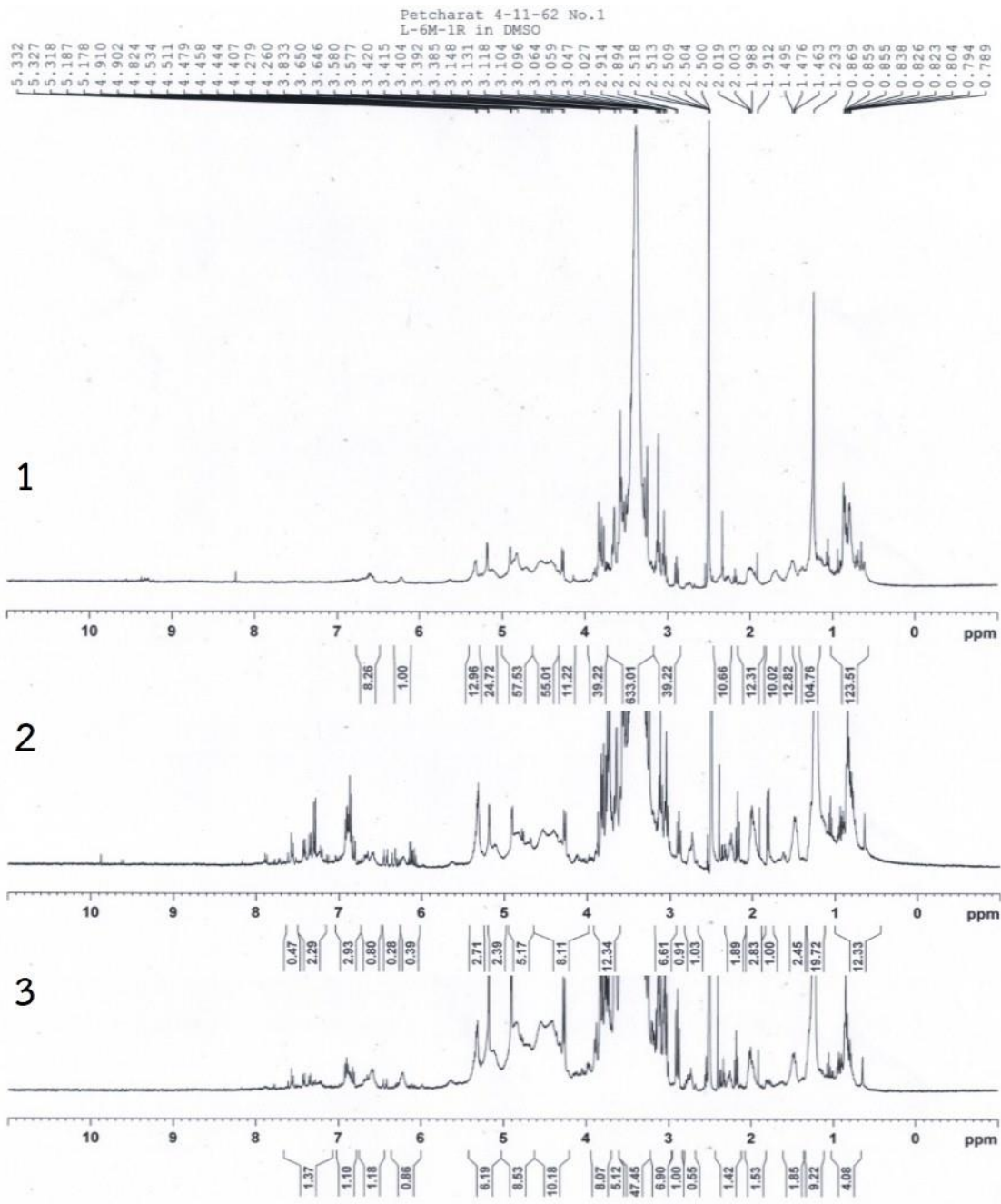
## ผลผลิตของโครงการวิจัย (Outputs):

1. ผลการศึกษาที่ได้จากโครงการวิจัยนี้บางส่วน อยู่ในระหว่างการเตรียมบทความสำหรับนำไปเสนอเพื่อพิจารณาตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ “Food Science Biotechnology”
2. โครงการวิจัยนี้ผลิตนักวิจัยรุ่นใหม่ระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 คน คือ นางสาวรัตติยา พันธุ์เพ็ง (จบการศึกษาปีการศึกษา 2562)
3. องค์ความรู้ที่ได้เกี่ยวกับการเพาะปลูกและช่วงเวลาเก็บเกี่ยวเร็วหอม เป็นองค์ความรู้ที่สามารถจัดทำเป็นข้อมูลเผยแพร่ไปยังเกษตรกรและผู้สนใจทั่วไปได้ ทางคณะผู้วิจัยมีแผนที่จะจัดทำในรูปแบบสื่อเอกสาร หรือสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเผยแพร่ในช่องทางต่างๆ ร่วมกับหน่วยงาน เช่น คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หน่วยวิจัยสารธรรมชาติที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ส่งเสริมสุขภาพ (NatBio) และโครงการพัฒนาป่าชุมชนบ้านอ่างเห็ด (มูลนิธิชัยพัฒนา)

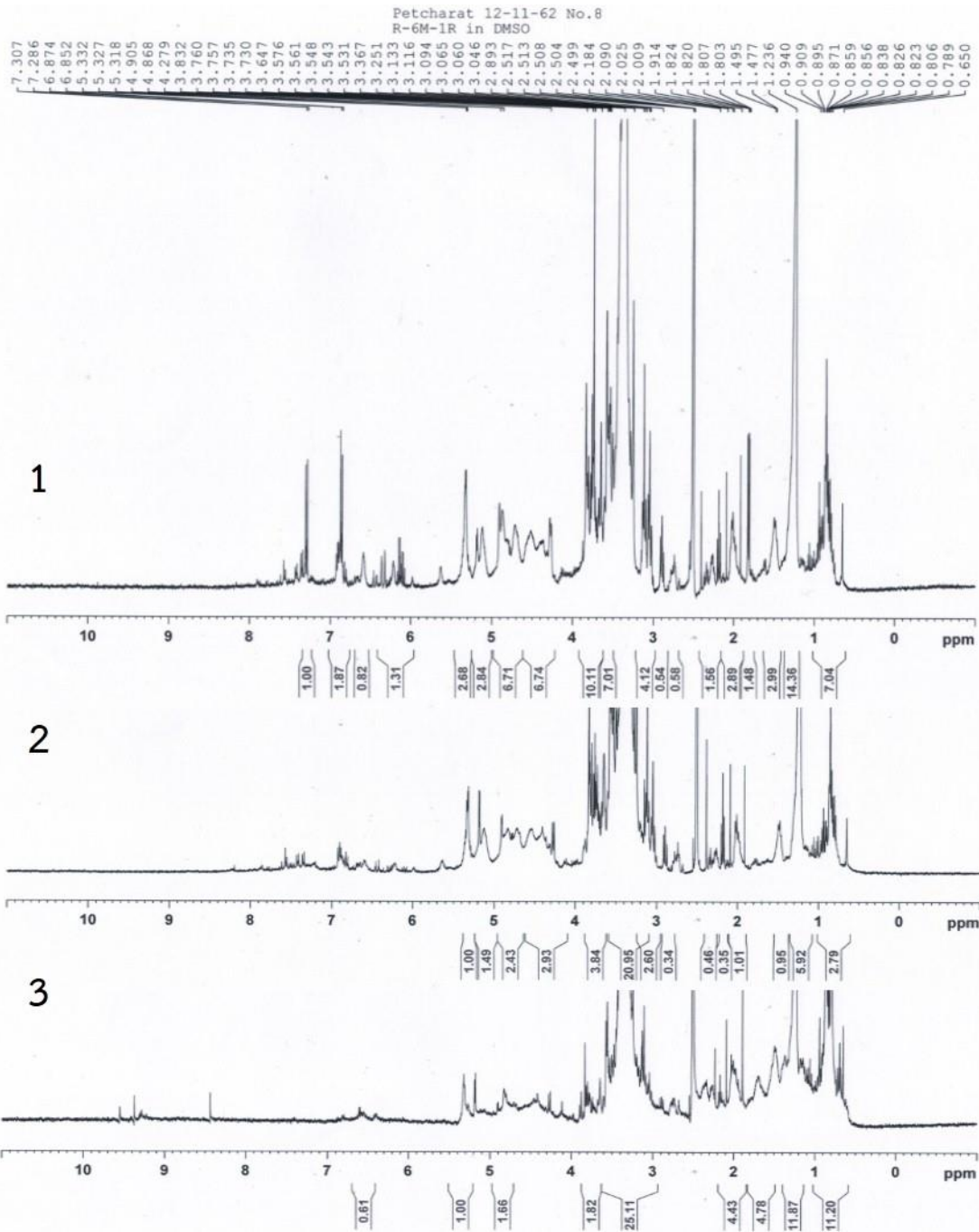
ภาคผนวก



สเปกตรัม  $^1\text{H-NMR}$  ของส่วนสกัดเอทานอลจากเหง้าเร่วหอมอายุ 6 เดือนในแปลงมังคุด

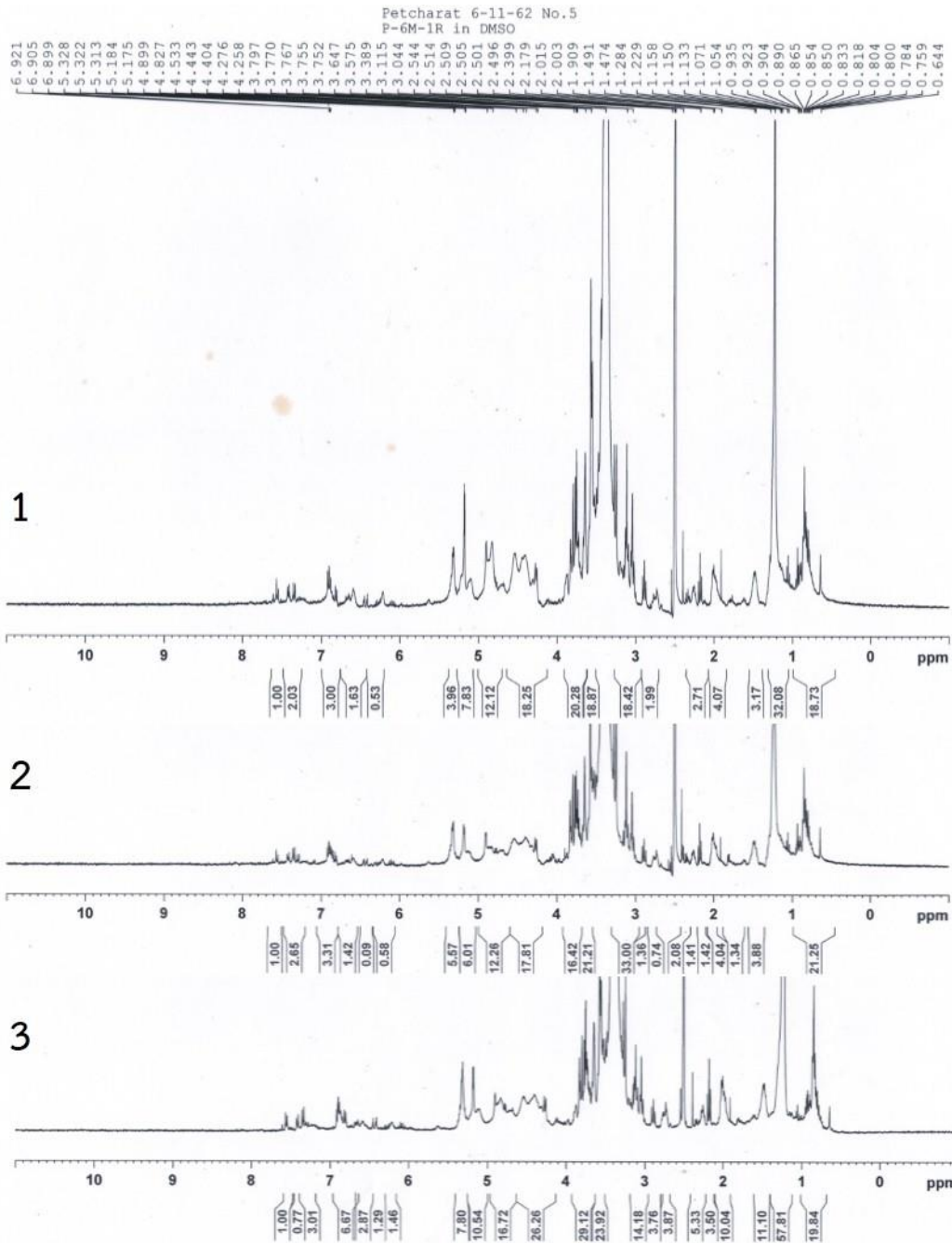


สเปกตรัม  $^1\text{H-NMR}$  ของส่วนสกัดเอทานอลจากเหง้าเร่วหอมอายุ 6 เดือนในแปลงลองกอง

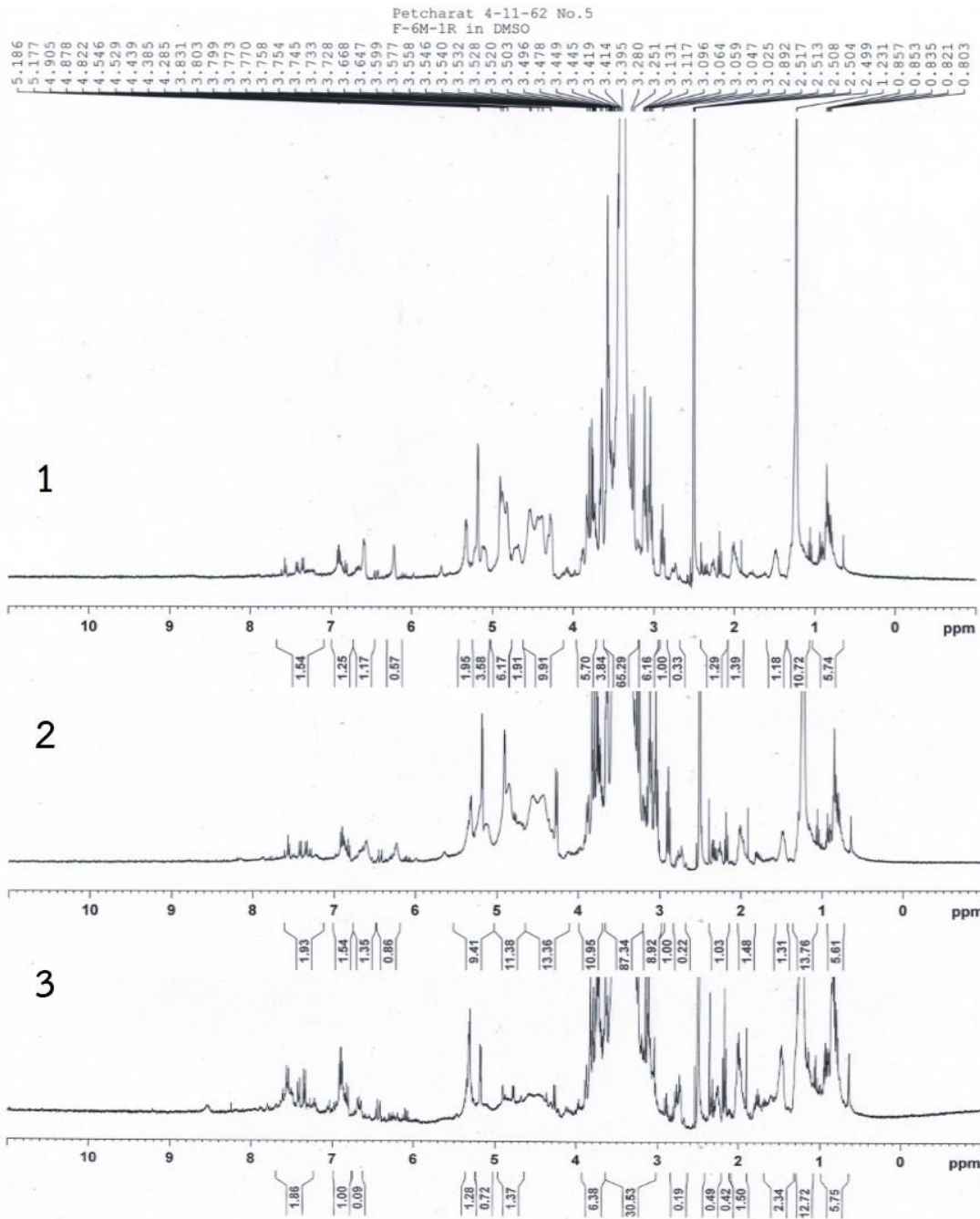


สเปกตรัม  $^1\text{H-NMR}$  ของส่วนสกัดเอทานอลจากเหง้าเร่วหอมอายุ 6 เดือนในแปลงเงาะ



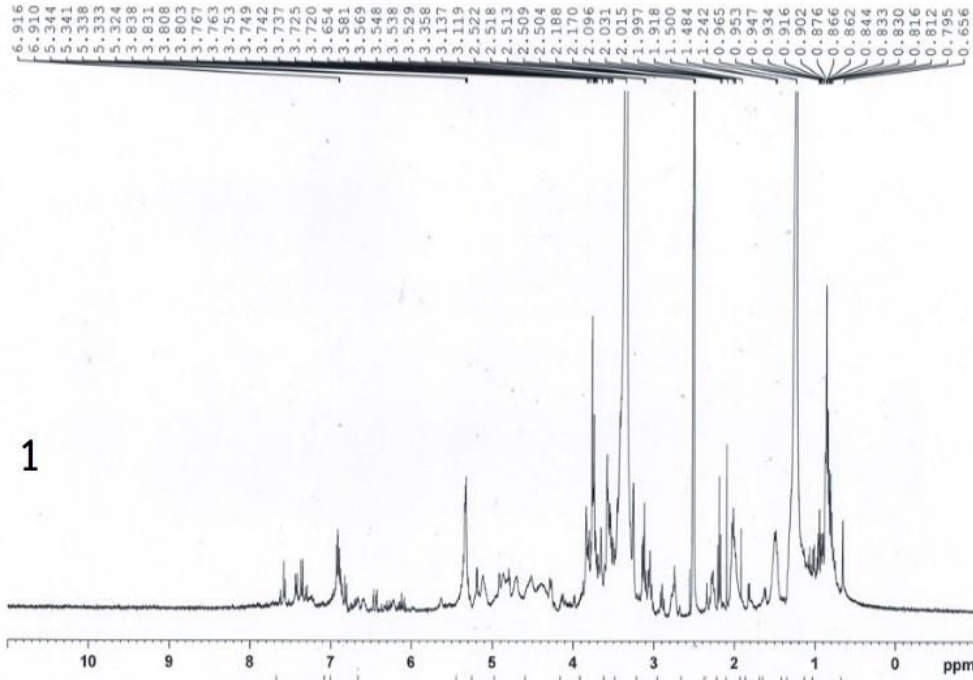


สเปกตรัม  $^1\text{H-NMR}$  ของส่วนสกัดเอทานอลจากเหง้าเร่วหอมอายุ 6 เดือนในแปลงต้นปาล์ม



สเปกตรัม  $^1\text{H-NMR}$  ของส่วนสกัดเอทานอลจากเห็ดราเห็บหอมอายุ 6 เดือนในแปลงป่าปลูก

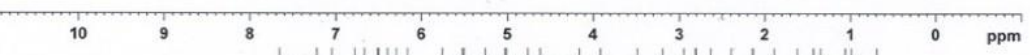
Petcharat 15-11-62 No.8  
M-10M-1R in DMSO



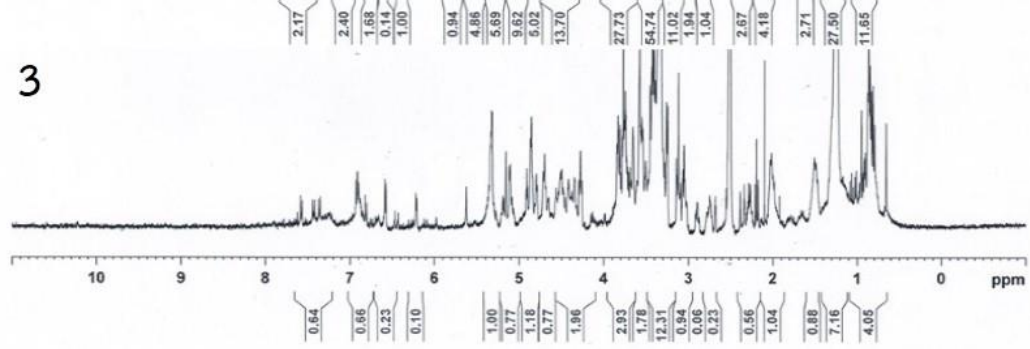
1



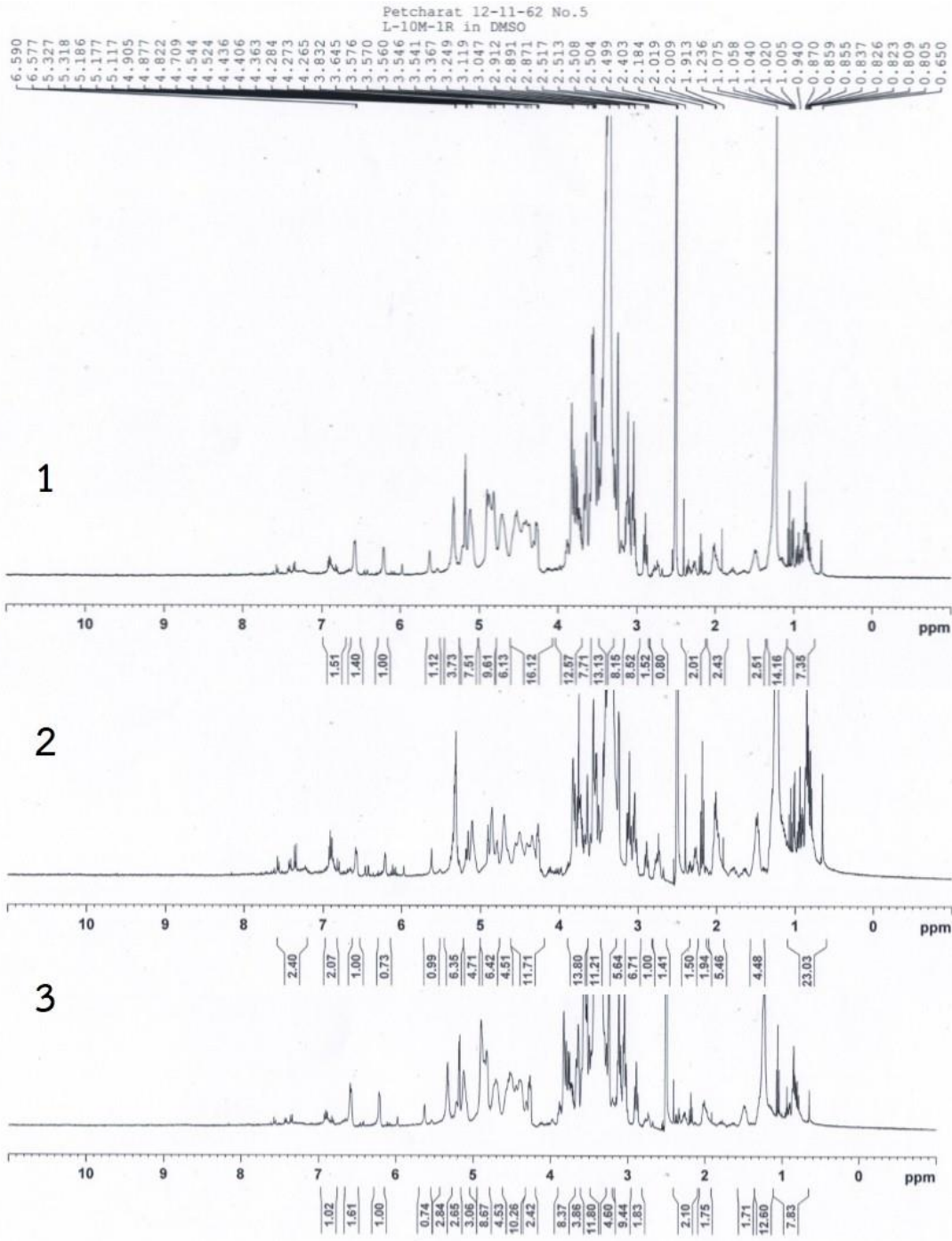
2



3

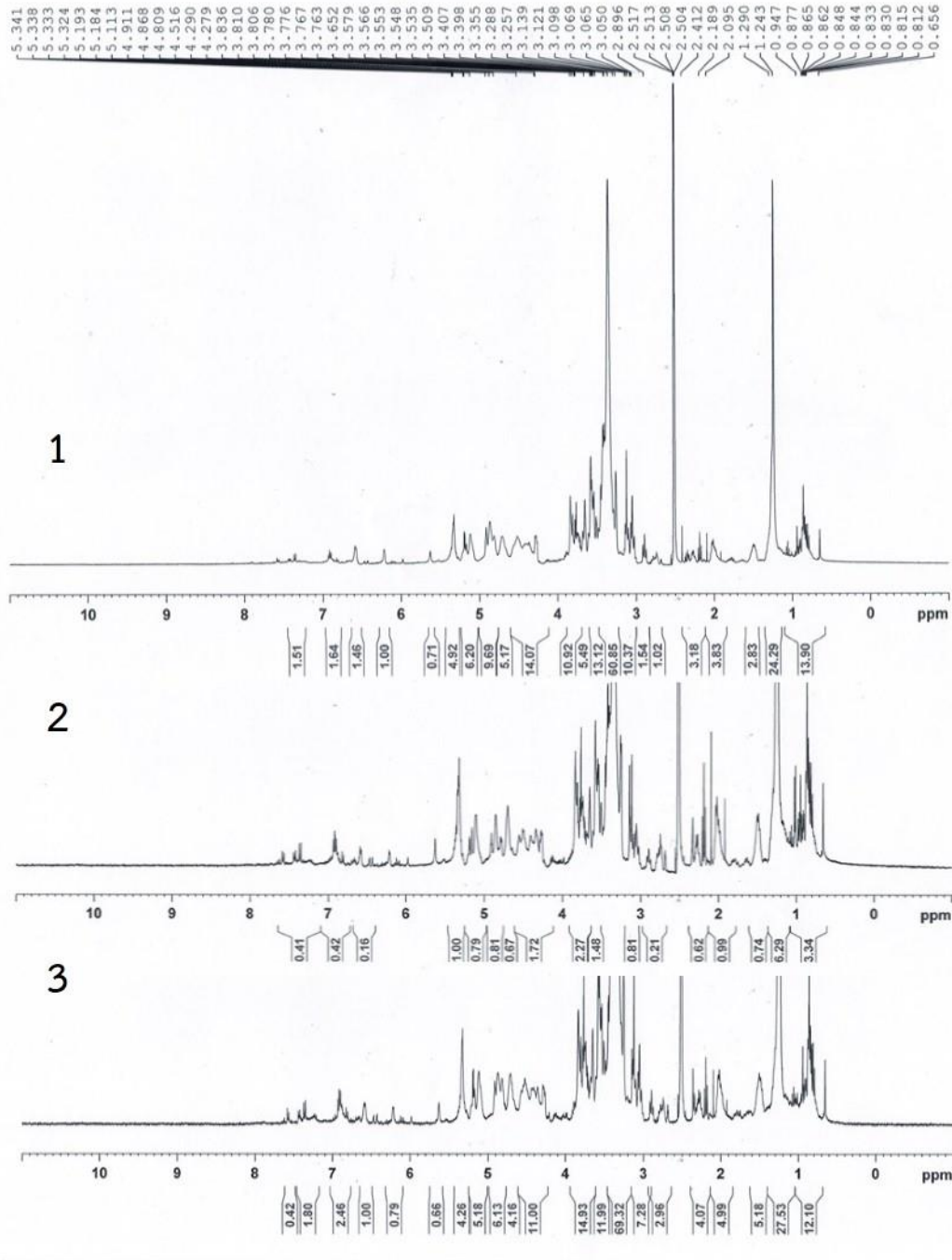


สเปกตรัม  $^1\text{H-NMR}$  ของส่วนสกัดเอทานอลจากเหง้าเร่วหอมอายุ 10 เดือนในแปลงมังคุด



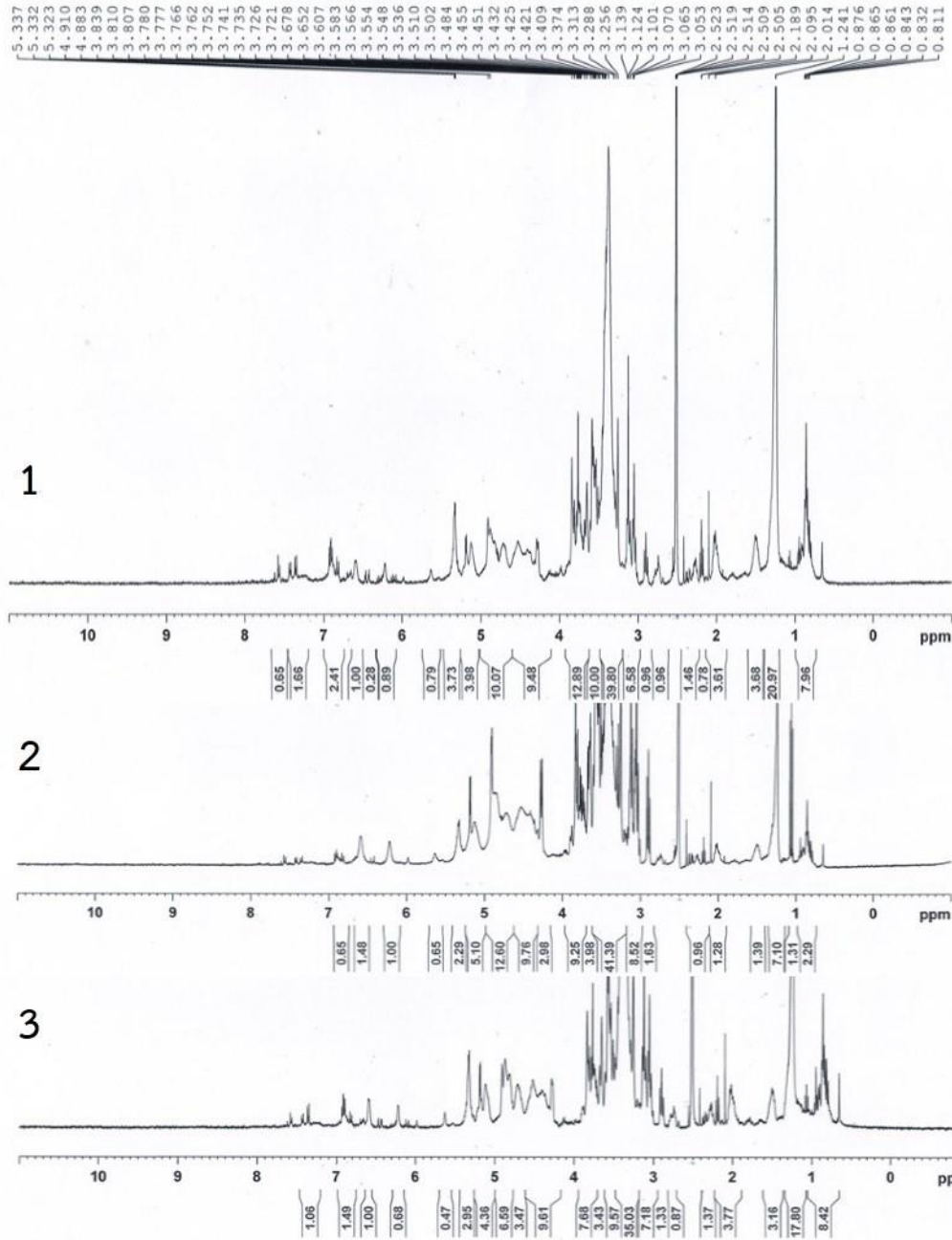
สเปกตรัม  $^1\text{H-NMR}$  ของส่วนสกัดเอทานอลจากเหง้าเร่วหอมอายุ 10 เดือนในแปลงลองกอง

Petcharat 15-11-62 No.1  
R-10M-1R in DMSO

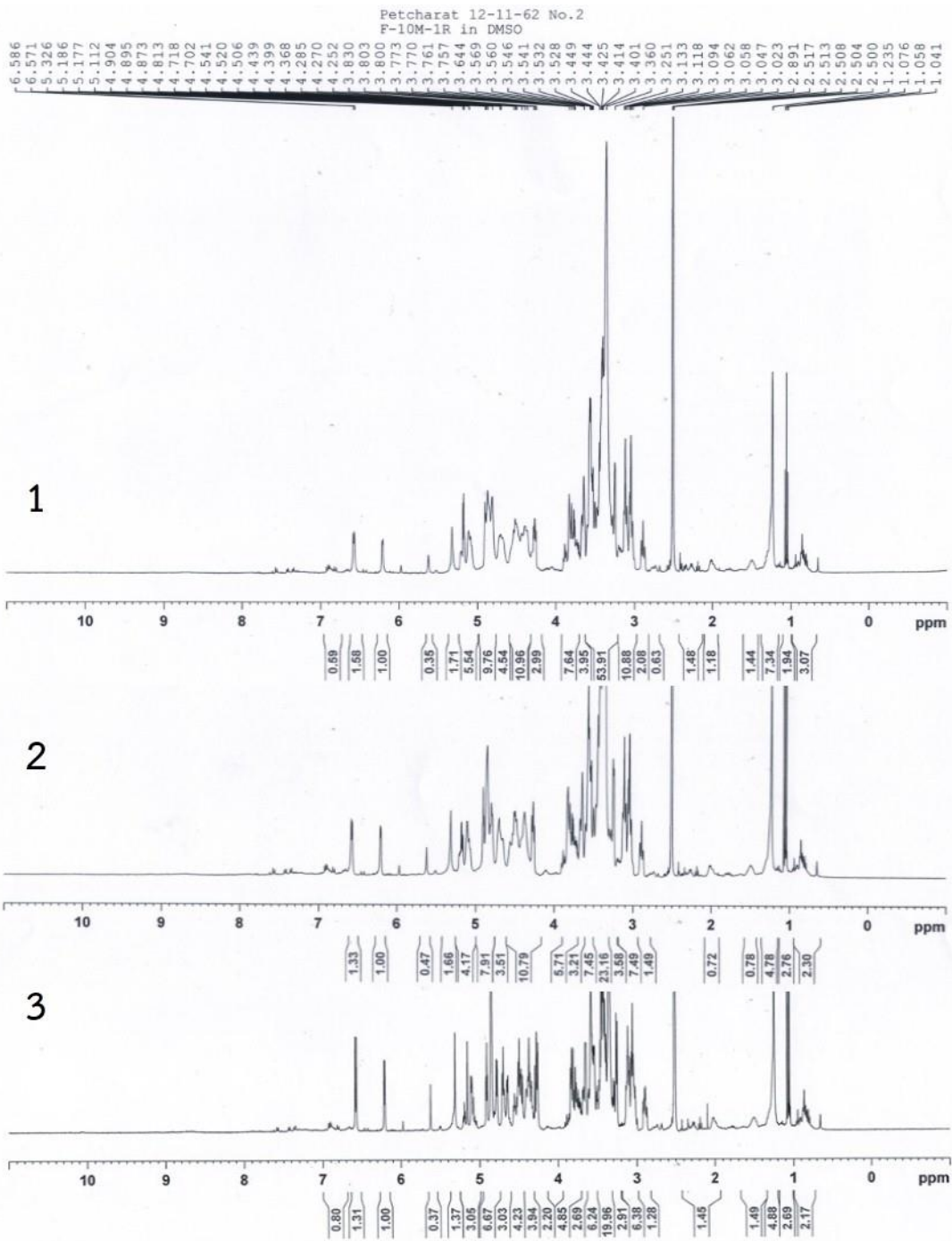


สเปกตรัม  $^1\text{H-NMR}$  ของส่วนสกัดเอทานอลจากเหง้าเร่วหอมอายุ 10 เดือนในแปลงเงาะ

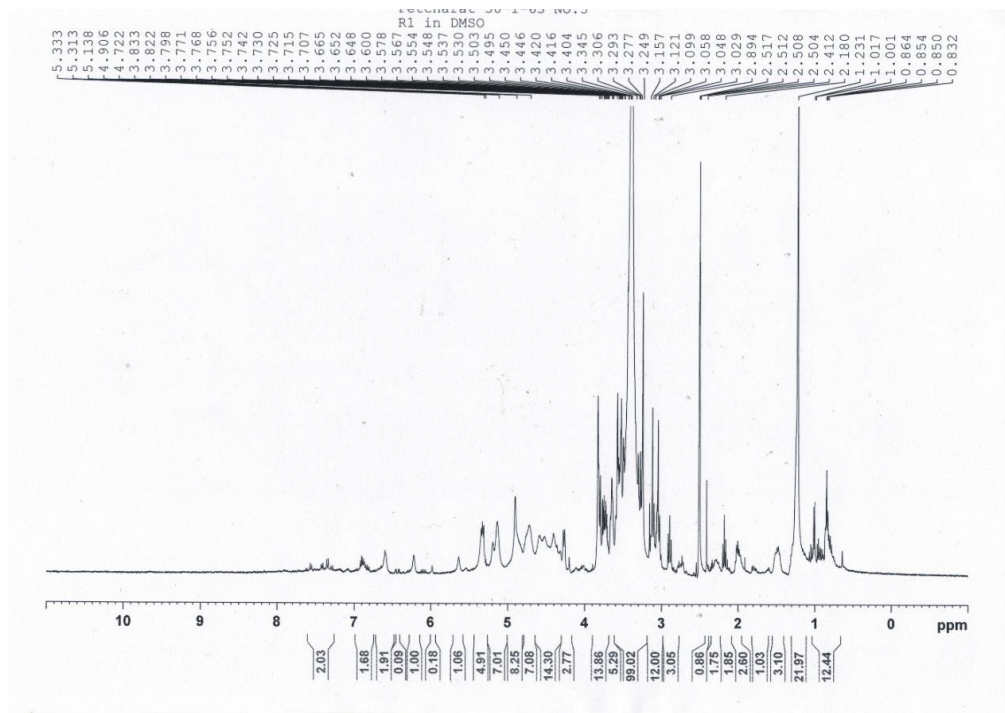
Petcharat 15-11-62 No.10  
P-10M-1R in DMSO



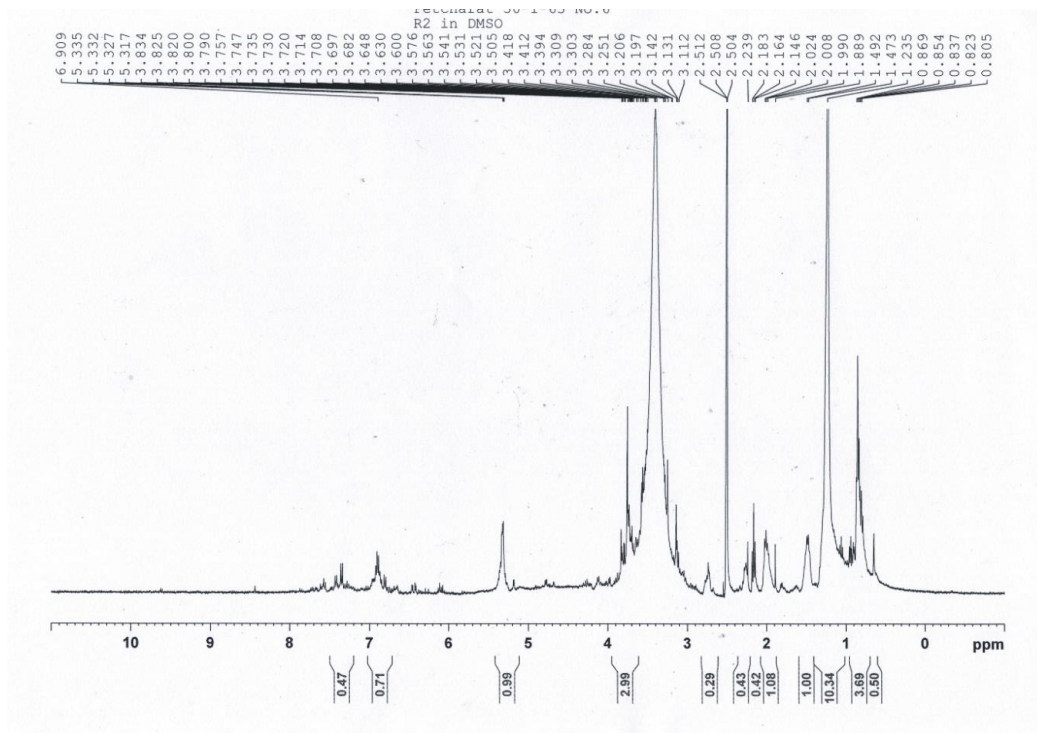
สเปกตรัม  $^1\text{H-NMR}$  ของส่วนสกัดเอทานอลจากเหง้าเร่วหอมอายุ 10 เดือนในแปลงต้นปาล์ม



สเปกตรัม  $^1\text{H-NMR}$  ของส่วนสกัดเอทานอลจากเหง้าเร่วหอมอายุ 10 เดือนในแปลงป่าปลูก

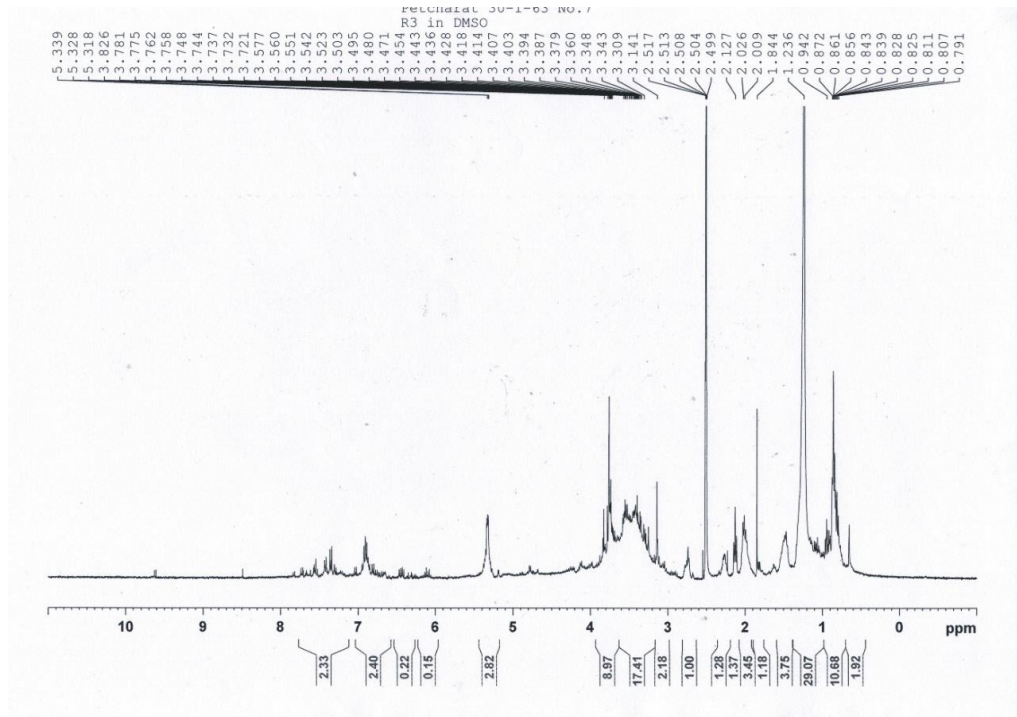


สเปกตรัม  $^1\text{H-NMR}$  ของส่วนสกัดเอทานอลจากเหง้าเร่วหอมที่ทำแห้งโดยการอบลมร้อน

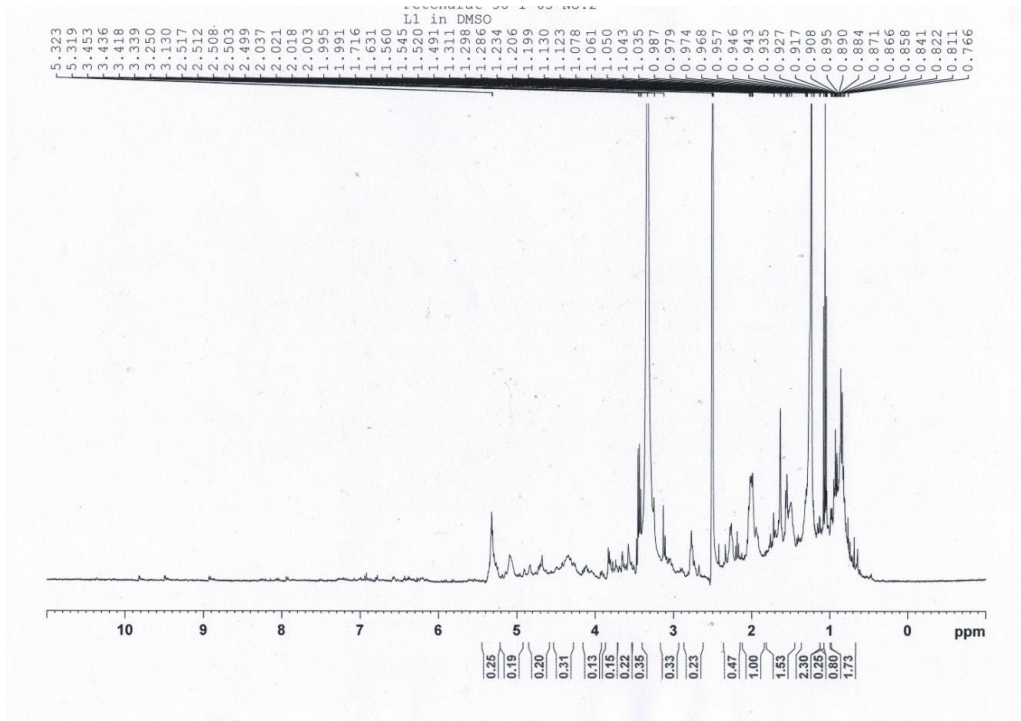


สเปกตรัม  $^1\text{H-NMR}$  ของส่วนสกัดเอทานอลจากเหง้าเร่วหอมที่ทำแห้งโดยการตากแดด

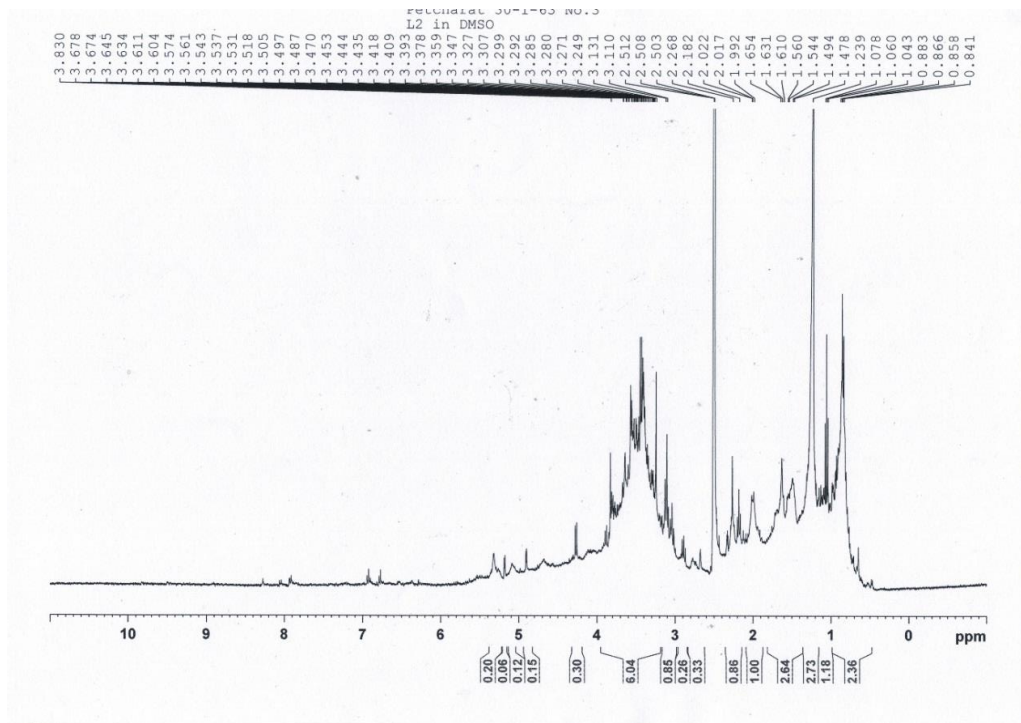




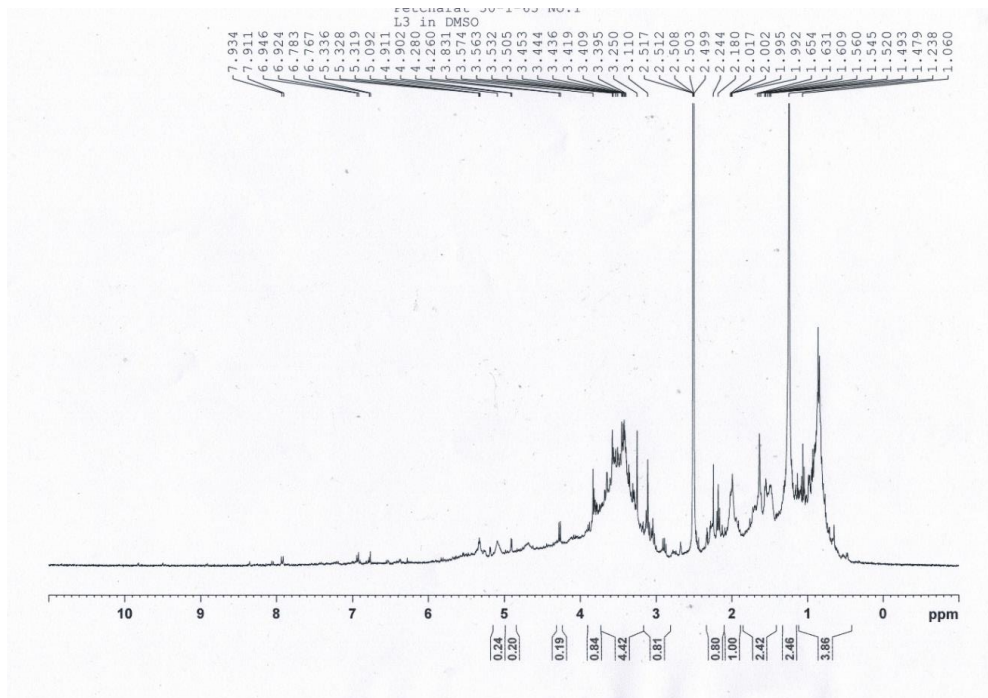
สเปกตรัม <sup>1</sup>H-NMR ของส่วนสกัดเอทานอลจากเหง้าเร่วหอมที่ทำแห้งโดยการตากในร่ม



สเปกตรัม <sup>1</sup>H-NMR ของส่วนสกัดเอทานอลจากใบเร่วหอมที่ทำแห้งโดยการอบลมร้อน



สเปกตรัม  $^1\text{H-NMR}$  ของส่วนสกัดเอทานอลจากใบเร่วหอมที่ทำแห้งโดยการตากแดด



สเปกตรัม  $^1\text{H-NMR}$  ของส่วนสกัดเอทานอลจากเหง้าเร่วหอมที่ทำแห้งโดยการตากในร่ม