

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของรากต้นชะมวง (*Garcinia cowa*)

ปริญญาานิพนธ์  
ของ  
ภัทรภูมิ ลิมนุสนธิ์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี  
ตุลาคม 2550

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของรากต้นชะมวง (*Garcinia cowa*)

ปริญญาานิพนธ์  
ของ  
ภัทรภูมิ ลิมนุสนธิ์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี  
ตุลาคม 2550  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของรากต้นชะมวง (*Garcinia cowa*)

บทคัดย่อ  
ของ  
ภัทรภูมิ ลิมนุสนธิ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี  
ตุลาคม 2550

ภัทรภูมิ ลิ้มบุญสนธิ. (2550). การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของรากต้นชะมวง (*Garcinia cowa*)

ปริญญาญานิพนธ์ วท.ม. (เคมี). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

คณะกรรมการควบคุม : รองศาสตราจารย์ ดร.พินิติ รตะนานุกูล, รองศาสตราจารย์ ดร.สุนิตย์ สุข

สำราญ

รากชะมวงที่เก็บจาก จ.จันทบุรี เมื่อนำมาสกัดด้วยตัวทำละลาย และทำให้บริสุทธิ์ด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีชนิดต่างๆ สามารถแยกสารบริสุทธิ์ซึ่งมีผู้รายงานไว้แล้ว 6 ชนิด ได้แก่ ส่วนผสมของ  $\beta$ -sitosterol กับ sitgmasterol, cowanin, cowagarcinone E, 1,3,6-trihydroxy-7-methoxy-8-(3,7-dimethyl-2,6-octadienyl)xanthone, cowaxanthone และ cowanol สำหรับการพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารเหล่านี้ กระทำโดยการวิเคราะห์ข้อมูลทางสเปกโทรสโกปี และโดยวิธีเปรียบเทียบข้อมูลทางกายภาพและข้อมูลทางสเปกโทรสโกปีกับสารที่ทราบโครงสร้างแล้ว

STUDY ON CHEMICAL CONSTITUENTS FROM THE ROOT OF  
*GARCINIA COWA*

AN ABSTRACT  
BY  
PHATTRAPOOM LIMNUSONT

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the  
Master of Science degree in Chemistry  
At Srinakharinwirot University  
October 2007

Phattrapoom Limnusont. (2007). *Study on chemical constituents from the root of *Garcinia cowa**, Master thesis, M.Sc. (Chemistry). Bangkok : Graduated School, Srinakharinwirot University. Advisor : Assoc. Prof. Dr. Pinit Rattananugul, Advisor : Assoc. Prof. Dr. Sunit Suksamrarn.

The root of *Garcinia cowa* collected from Jantaburi province was extracted and purified by chromatography techniques. This led to the isolation of six known compounds, a mixture of  $\beta$ -sitosterol and sitgmasterol, cowanin, cowagarcinone E, 1,3,6-trihydroxy-7-methoxy-8-(3,7-dimethyl-2,6-octadienyl)xanthone, cowaxanthone, and cowanol. The structures of all compounds were elucidated by analysis of their spectroscopic data and by comparison with the reported values of the known compounds.

ปริญญาานิพนธ์  
เรื่อง

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของรากต้นชะมวง

ของ  
ภัทรภูมิ ลิ้มนุสนธิ์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี  
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญสิริ จีระเดชากุล)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.2550

คณะกรรมการควบคุมปริญญาานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ประธาน

.....ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.พินิติ รัตนานุกูล)

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุนิตย์ สุขสำราญ)

.....กรรมการ

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุนิตย์ สุขสำราญ)

(รองศาสตราจารย์ ดร.พินิติ รัตนานุกูล)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรวัฒน์ มงคลอัครวัฒน์)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ประเสริฐ พัฒนาประทีป)

## ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจากคณาจารย์หลายท่าน ทั้งในระหว่างการศึกษา การสืบค้นข้อมูล การดำเนินการวิจัย ตลอดจนการเรียบเรียงปริญญานิพนธ์ ในโอกาสที่ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.พินิติ รตะนานุกูล ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ และรศ.ดร.สุนิตย์ สุขสำราญ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทั้งในระหว่างขั้นตอนการดำเนินการวิจัย การเขียนปริญญานิพนธ์ และขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทั้งสองท่านที่กรุณามอบทุนสนับสนุนการศึกษา และทำวิจัยในระดับมหาบัณฑิตจนสำเร็จ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์ของอาจารย์ ทั้งสองท่านอย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.พรพิมล ม่วงไทย ดร.ประเสริฐ พัฒนาประทีป และ ดร.มณีกานต์ ชินวรรังสี ที่ให้ความกรุณาเป็นกรรมการสอบเค้าโครงปริญญานิพนธ์ และขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ธีรวัฒน์ มงคลอัครวัฒน์ ที่ให้ความกรุณาในการเป็นกรรมการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์ตลอดจนให้คำแนะนำต่างๆ ทำให้ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ พรทิพย์ วงษ์นาป่า ที่ให้ความอนุเคราะห์รักษามวงซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัย ขอขอบพระคุณภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ อุปกรณ์ และสารเคมี ที่ใช้ในงานวิจัย ขอขอบพระคุณภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการบันทึกข้อมูล mass spectrum และขอกราบขอบพระคุณ Bioassay Laboratory ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (BIOTEC) ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพ

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาเคมีทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ ความเมตตาแก่ผู้วิจัยในการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต และคำแนะนำเพิ่มเติมต่างๆ ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาเคมี พี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ นิสิตปริญญาโททุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำดูแลช่วยเหลือ อำนวยความสะดวก และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

ท้ายนี้ผู้คุณค่าและประโยชน์ใดๆ อันเกิดจากปริญญานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่บิดา มารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

ภัทรภูมิ ลิมนุสนธิ์

## สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	4
3 วิธีดำเนินการวิจัย .....	12
พืชที่ใช้ในการวิจัย.....	12
วัสดุ สารเคมี และอุปกรณ์เครื่องมือ.....	12
การสกัดสารจากรากของต้นชะมวง.....	13
การแยกและทำให้บริสุทธิ์.....	15
การศึกษาสมบัติทางกายภาพและสูตร โครงสร้างของสารบริสุทธิ์ที่แยกได้	30
4 ผลการวิจัย .....	33
ผลการสกัดสารจากรากชะมวง.....	33
ผลการแยกสารและทำให้สารบริสุทธิ์.....	33
สมบัติทางกายภาพของสารประกอบที่แยกได้จากรากต้นชะมวง.....	36
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	39
การวิเคราะห์หาสูตร โครงสร้างของสารบริสุทธิ์.....	39
บรรณานุกรม.....	61
ภาคผนวก .....	64
อภิธานศัพท์ .....	66
ประวัติย่อผู้วิจัย .....	69

## บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	ข้อมูลเปรียบเทียบเส้นผ่านศูนย์กลางของ clear zone (mL) ในงานเลี้ยงเชื้อ <i>Staphylococcus aureus</i> 2 สายพันธุ์ .....	5
2	แสดงส่วนสกัดจากรากชะมวงด้วยตัวทำละลาย .....	33
3	ผลการแยกสารจากส่วนสกัดชั้น hexane ของรากชะมวงโดยคอลัมน์โครมาโทกราฟีชนิดเร็ว .....	34
4	สารบริสุทธิ์ที่แยกได้จากส่วนสกัดชั้น hexane ของรากชะมวง.....	34
5	ผลการแยกสารจากส่วนสกัดชั้น EtOAc ของรากชะมวง.....	35
6	สารบริสุทธิ์ที่แยกได้จากส่วนสกัดชั้น EtOAc ของรากชะมวง.....	36
7	สารบริสุทธิ์และปริมาณสารบริสุทธิ์ที่แยกได้จากส่วนสกัดชั้น hexane ของรากชะมวง.....	39
8	สารบริสุทธิ์และปริมาณสารบริสุทธิ์ที่แยกได้จากส่วนสกัดชั้น EtOAc ของรากชะมวง.....	39
9	ข้อมูล <sup>1</sup> H-NMR ของสารผสมระหว่าง $\beta$ -sitosterol และ stigmasterol และ <sup>1</sup> H-NMR ของสาร A บันทึกใน CDCl <sub>3</sub> .....	41
10	ข้อมูล <sup>1</sup> H-NMR, COSY, HMQC และ HMBC ของสาร B บันทึกใน CDCl <sub>3</sub>	44
11	ข้อมูล <sup>1</sup> H-NMR และ <sup>13</sup> C-NMR ของสารประกอบ B กับ cowanin (3).....	45
12	ข้อมูล <sup>1</sup> H-NMR, COSY, HMQC และ HMBC ของสาร C บันทึกใน acetone- <i>d</i> <sub>6</sub> .....	47
13	ข้อมูล <sup>1</sup> H-NMR และ <sup>13</sup> C-NMR ของสารประกอบ C กับ cowaxanthone (2)...	48
14	ข้อมูล <sup>1</sup> H-NMR, COSY, HMQC และ HMBC ของสาร D บันทึกใน acetone- <i>d</i> <sub>6</sub> .....	51
15	ข้อมูล <sup>1</sup> H-NMR และ <sup>13</sup> C-NMR ของสารประกอบ D กับ 1,3,6-trihydroxy-7-methoxy-8-(3,7-dimethyl-2,6-octadienyl)xanthone (1) .....	52
16	ข้อมูล <sup>1</sup> H-NMR, COSY, HMQC และ HMBC ของสาร E บันทึกใน	55
17	ข้อมูล <sup>1</sup> H-NMR และ <sup>13</sup> C-NMR ของสารประกอบ E กับ cowagarcinone E (17)	56
18	ข้อมูล <sup>1</sup> H-NMR, COSY, HMQC และ HMBC ของสาร F บันทึกใน CDCl <sub>3</sub>	59
19	ข้อมูล <sup>1</sup> H-NMR และ <sup>13</sup> C-NMR ของสารประกอบ F กับ cowanol (4).....	60

## บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 1,3,6-trihydroxy-7-methoxy-8-(3,7-dimethyl-2,6-octadienyl)xanthone (1), cowaxanthone (2) และ cowanin (3).....	4
2 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ cowanol (4), 1,3,6-trihydroxy-7-methoxy-2,5-bis(3-methyl-2-butenyl)xanthone (5) และ norcowanin (6).....	6
3 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 7-O-methylgarcinone E (7) และ $\beta$ -mangostin (8).....	7
4 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ cowagarcinone A-E (13-17), mangostinone (18) และ fuscaxanthone (19).....	9
5 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 20-27.....	10
6 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 28-35.....	11
7 ขั้นตอนการสกัดสารจากรากต้นชะมวง.....	14
8 สารบริสุทธิ์ที่แยกได้จากรากชะมวงชั้น hexane .....	31
9 สารบริสุทธิ์ที่แยกได้จากรากชะมวงชั้น EtOAc.....	32

# บทที่ 1

## บทนำ

### ภูมิหลัง

ชะมวง (Cha Muang) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Garcinia cowa* Roxb. จัดอยู่ในวงศ์ Guttiferae หรือ Clusiaceae (เต็ม สมิตินันท์. 2544: 247) มีชื่ออื่นๆแตกต่างกันไปตามแต่ละท้องถิ่น เช่น กะมวง หรือส้มวง (ภาคใต้) มวงส้ม (นครศรีธรรมราช) กานี (มลายู-นราธิวาส) และหมากโมก (อุรธานี) เป็นต้น ชะมวงมีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ดังนี้คือ เป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็กจนถึงขนาดกลาง โดยมีความสูงประมาณ 5-10 m เปลือกลำต้นเรียบสีน้ำตาล มียางสีเหลือง ใบเดี่ยวออกตรงข้ามกันเป็นคู่ๆ แต่ละคู่เรียงตรงข้ามกันเป็นมุมฉากซึ่งกันและกัน มีรูปรี่ ขอบขนานกว้าง 2.5-5 cm ยาว 8-13 cm ปลายใบแหลมแต่โคนใบมน หลังใบเรียบเป็นมัน ท้องใบเรียบ เนื้อใบค่อนข้างหนา กรอบ ขอบใบเรียบ ก้านใบยาว 0.5-1 cm ออกดอกเดี่ยวเป็นกระจุกตามซอกใบและกิ่ง ดอกมีสีเหลืองนวล กลีบดอกแข็งมี 4 กลีบ เท่ากับกลีบเลี้ยง มีกลิ่นหอม ผลมีรูปทรงกลมเขียว ผิวเรียบเป็นมัน ผลอ่อนมีสีเขียวเมื่อสุกแล้วจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง มียางสีเหลืองเช่นเดียวกับเปลือกลำต้น เนื้อหุ้มเมล็ดสีเหลืองจางๆ เมล็ดแบนรีมี 3-4 เมล็ด (นิจศิริ เรื่องรังษี. 2547: 101) พรรณไม้ชนิดนี้เจริญได้ดีตามป่าชื้นทางภาคใต้และภาคตะวันออก อาจพบได้บ้างในแถบภาคกลาง (วิทย์ เทียงบูรณธรรม. 2531: 250)

ชะมวงเป็นไม้พื้นบ้านที่ได้มีการนำส่วนต่างๆมาใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลาย เช่น ส่วนราก มีสรรพคุณแก้ไข้ แก้ร้อนใน กระหายน้ำ เป็นยาถอนพิษไข้ แก้บิด เสมหะเป็นพิษ ส่วนใบ มีสรรพคุณช่วยระบายท้อง แก้ไข้ กัดฟอกเสมหะ แก้ธาตุพิการ แก้ไอ แก้กระหายน้ำ ส่วนผล มีสรรพคุณ ระบายท้อง แก้ไข้ กัดฟอกเสมหะ แก้ธาตุพิการ แก้กระหายน้ำ ฟอกโลหิต เป็นต้น (นันทวัน บุญยะประภัสร์. 2539: 761)

พืชที่อยู่ในวงศ์ Guttiferae มีกระจายอยู่ทั่วโลกประมาณ 400 ชนิด ทางภาคเหนือของประเทศไทยพบว่ามี 4 สกุล อย่างน้อย 13 ชนิด ได้แก่พืชในสกุล *Calophyllum*, *Mamea*, *Mesua* และ *Garcinia* (การ์คเนอร์; สิทธิสุนทร; และ อนุสารสุนทร. 2000: 49) สำหรับพืชในสกุล *Garcinia* ที่พบในประเทศไทย (เต็ม สมิตินันท์. 2544: 246-248) ได้แก่

1. รงทอง (*G. acuminata* Planch.& Triana)
2. ชะมวงช้าง (*G. atroviridis* Griff. ex T.Anderson)
3. ชะมวงป่า (*G. bancana* (Miq.) Miq.)
4. ส้มแขก (*G. cambogia* Desr.)

5. มังคุดป่า (*G. costata* Hemsl. ex King)
6. ชะมวง (*G. cowa* Roxb. ex DC.)
7. มะพุด (*G. dulcis* (Roxb.) Kurz)
8. พะวาป่า (*G. forbesii* King)
9. มะคั้นป่า (*G. fusca* Pierre)
10. หมักแปม (*G. garcillis* Pierre)
11. รง (*G. hanburyi* Hook.f.)
12. วา (*G. hombroniana* Pierre)
13. ส้มกุ่มใหญ่ (*G. lanessanii* Piere)
14. มังคุด (*G. mangostana* L.)
15. มะคะ (*G. mckeaniana* Craib)
16. นวล (*G. merguensis* Wight)
17. มะพุดป่า (*G. nervosa* Miq.)
18. ชะมวง (*G. nigrolineata* Planch. ex T.Anderson)
19. ชะมวงเล็ก (*G. parvifolia* (Miq.) Miq.)
20. ม่วงลาย (*G. rostrata* (Hassk.) Miq.)
21. มะคั้น (*G. schomburgkiana* Pierre)
22. พะวา (*G. speciosa* Wall.)
23. มะป่องคั้น (*G. succifolia* Kurz)
24. มะคะขี้หนอน (*G. thorelii* Pierre)
25. พะวาใบใหญ่ (*G. vilersiana* Pierre)
26. มะคะหลวง (*G. xanthochymus* Hook.f. ex T.Anderson)

จากสรรพคุณของชะมวงดังกล่าวมาข้างต้นนั้นเป็นเหตุผลสำคัญที่ทำให้ผู้วิจัยเห็นประโยชน์ของชะมวง และมีความสนใจที่จะทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีในส่วนรากของชะมวงอย่างจริงจัง ทั้งนี้ผลที่ได้รับจากการศึกษาครั้งนี้จะเป็นพื้นฐานด้านองค์ประกอบทางเคมีและนำไปสู่การใช้ประโยชน์สำหรับงานวิจัยทางด้านผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติขั้นต่อไป

### ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาวิธีการสกัด การแยกสาร และการทำให้สารบริสุทธิ์
2. เพื่อศึกษาสูตร โครงสร้างของสารบริสุทธิ์ที่แยกได้จากรากของต้นชะมวง

### ความสำคัญของการวิจัย

1. ทำให้ทราบเทคนิคการสกัด การแยกสารและการทำให้สารให้บริสุทธิ์
2. ทำให้ทราบสูตร โครงสร้างของสารบริสุทธิ์ที่แยกได้จากรากของต้นชะมวง
3. เพื่อให้ได้สารที่ใช้ในการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพต่อไป

### ขอบเขตของการวิจัย

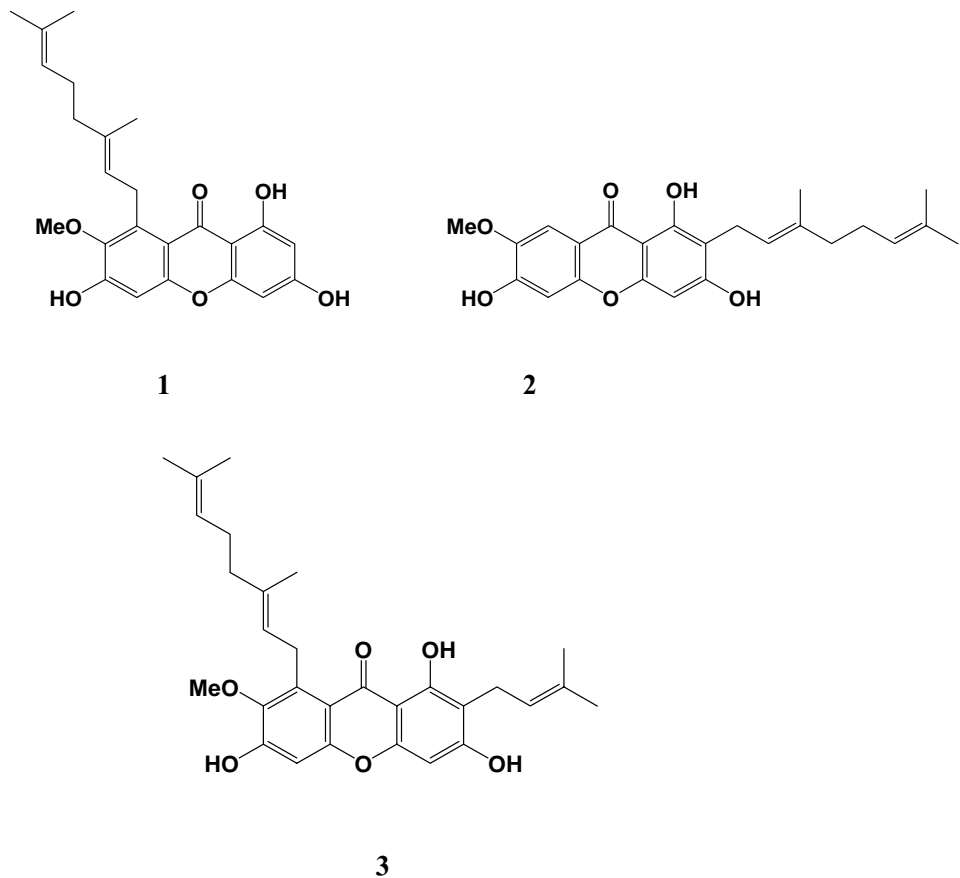
1. วิจัยส่วนรากของต้นชะมวงที่นำมาจาก อ.เมือง จ.จันทบุรี เดือน พฤษภาคม พ.ศ.2547
2. ศึกษาวิธีการแยกสารในตัวทำละลายที่เหมาะสม และทำให้บริสุทธิ์
3. ศึกษาสูตร โครงสร้างของสารบริสุทธิ์ที่ได้โดยใช้วิธีทางสเปกโทรสโคปี ได้แก่ อินฟราเรด สเปกโทรสโคปี (Infrared spectroscopy) อัลตราไวโอเล็ตสเปกโทรสโคปี (Ultraviolet spectroscopy) แมสสเปกโตรเมทรี (Mass spectrometry) และ นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโทรสโคปี (Nuclear magnetic resonance spectroscopy)

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยของพืชในสกุล *Garcinia* มีรายงานไว้เป็นจำนวนมากซึ่ง เปเรส นาเจม และ โอลิเวรา (Peres; Nagem; & Oliveira. 2000: 638-710) ฟินโท ซอว์ซา และนาสซิเมนโท (Pinto; Sousa; & Nascimento. 2005: 2517-2538) ได้รวบรวมไว้แล้ว ในที่นี้จะขอกล่าวเฉพาะรายงานการวิจัยของ *G. cowa* ดังต่อไปนี้

ลี และชาน (Lee; & Chan. 1977: 2038-2040) สามารถแยกสารประกอบแซนโทน ซึ่งเป็นองค์ประกอบทางเคมีของส่วนต้นชะมวงแห้งบดละเอียด โดยใช้เบนซีนเป็นตัวทำละลายได้ 3 ชนิด ดังนี้ คือ 1,3,6-trihydroxy-7-methoxy-8-(3,7-dimethyl-2,6-octadienyl)xanthone (1), cowaxanthone (2) และ cowanin (3) ตามลำดับ



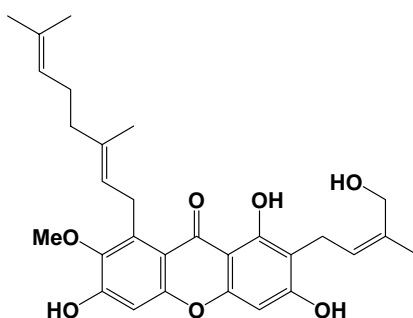
ภาพประกอบ 1 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 1,3,6-trihydroxy-7-methoxy-8-(3,7-dimethyl-2,6-octadienyl)xanthone (1), cowaxanthone (2) และ cowanin (3)

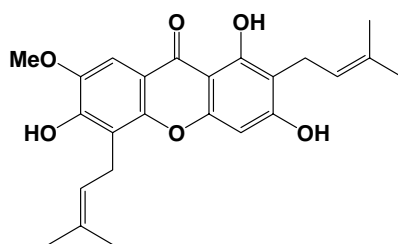
ณ พัทลุง และคนอื่นๆ (Na pattalung; et al. 1994: 365-368) ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของ ส่วนสกัดจากยางส่วนต้นชะมวงที่เก็บมาจาก อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา โดยใช้ MeOH เป็นตัวทำละลาย แล้วแยกองค์ประกอบของสารให้บริสุทธิ์โดยใช้เทคนิคโครมาโทกราฟีแบบคอลัมน์ และ โครมาโทกราฟีแบบเยื่อบาง ทำให้ได้สารในกลุ่มแซนโทน 5 ชนิด ได้แก่ cowaxanthone (2), cowanin (3), cowanol (4), 1,3,6-trihydroxy-7-methoxy-2,5-bis(3-methyl-2-butenyl)xanthone (5) และ norcowanin (6) เมื่อนำสาร 2-6 ไปทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อ *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 และ *S. aureus* ที่คือต่อยา penicillin พบว่า cowanin (3) ทำให้เกิด clear zone เส้นผ่านศูนย์กลาง 13.50, 12.25, 0.0 และ 0.0 mm ในงานเลี้ยงเชื้อ *S. aureus* สายพันธุ์ ATCC 25923 และ 12.75, 12.00, 0.0 และ 0.0 mm ในงานเลี้ยงเชื้อ *S. aureus* สายพันธุ์ที่คือต่อยา penicillin ในขณะที่ cowanol (4) ทำให้เกิด clear zone เส้นผ่านศูนย์กลาง 15.25, 14.25, 11.0 และ 0.0 mm ในงานเลี้ยงเชื้อ *S. aureus* สายพันธุ์ ATCC 25923 และ 15.50, 13.25, 10.0 และ 0.0 mm ในงานเลี้ยงเชื้อ *S. aureus* สายพันธุ์ที่คือต่อยา penicillin ตามลำดับ

ตาราง 1 ข้อมูลเปรียบเทียบเส้นผ่านศูนย์กลางของ clear zone (mm) ในงานเลี้ยงเชื้อ

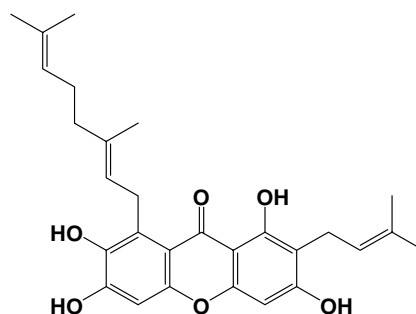
*Staphylococcus aureus* 2 สายพันธุ์

Concentration µg / mL	<i>S.aureus</i> ATCC25923		<i>S.aureus</i> penicillin-resistant	
	cowanin (3)	cowanol (4)	cowanin (3)	cowanol (4)
1,000	13.50	15.25	12.75	15.5
100	12.25	14.25	12	13.25
10	0	11	0	10
1	0	0	0	0





5

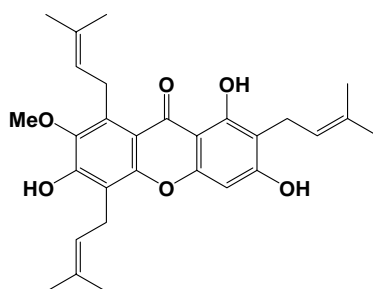


6

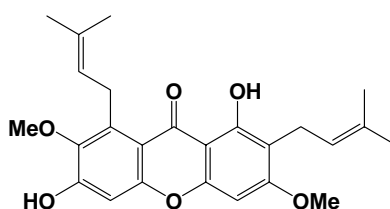
ภาพประกอบ 2 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ cowanol (4), 1,3,6-trihydroxy-7-methoxy-2,5-bis(3-methyl-2-butenyl)xanthone (5) และ norcowanin (6)

ลิกhitwitayawuid และคนอื่นๆ (Likhitwitayawuid; et al. 1997: 1299-1301) ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของส่วนสกัดชั้น EtOH จากส่วนเปลือกต้นชะมวงที่นำมาจากสวนพฤกษศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยใช้เทคนิคโครมาโทกราฟีแบบคอลัมน์ ในการแยกสารให้บริสุทธิ์ ทำให้ได้สารแซนโทนชนิดใหม่ คือ 7-O-methylgarcinone E (7)

ลิกhitwitayawuid และคนอื่นๆ (Likhitwitayawuid; et al. 1998: 70-72) นำ xanthone 5 ชนิด คือ 7-O-methylgarcinone E (7), cowaxanthone (2), cowanin (3), cowanol (4) และ  $\beta$ -mangostin (8) ไปศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ *Plasmodium falciparum* ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคมาลาเรีย โดยทำการทดสอบในหลอดทดลองพบว่าสารทั้ง 5 ชนิด มีค่า  $IC_{50}$  เท่ากับ 2.50, 1.50, 3.00, 1.60 และ 3.00  $\mu\text{g/mL}$  ตามลำดับ ซึ่งเป็นฤทธิ์ที่ดีกว่า pyrimethamine แต่ด้อยกว่า chloroquine ซึ่งมีค่า  $IC_{50} = 2.80$  และ 0.03  $\mu\text{g/mL}$  ตามลำดับ



7



8

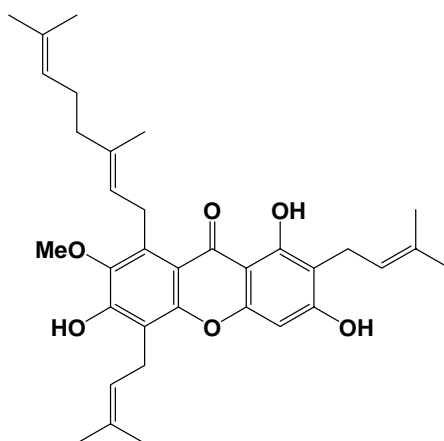
ภาพประกอบ 3 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 7-O-methylgarcinone E (7) และ  $\beta$ -mangostin (8)

จินา จายาปรากาษา และซาการาหัย (Jena; Jayaprakasha; & Sakariah. 2002: 3431-3434.) ศึกษาปริมาณกรดอินทรีย์ของใบสด ผลสด และเปลือกผลแห้งของต้นชะมวงที่เก็บจากรัฐอัสสัม ประเทศอินเดีย โดยการสกัดด้วยไอน้ำ (120 °C ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 20-30 นาที) หลังจากนั้นส่วนเปลือกแห้งจะถูกนำมาสกัดต่อโดยใช้ Soxhlet extractor ที่ใช้ acetone และ MeOH เป็นตัวทำละลาย (60 °C 8 ชั่วโมง) จากการวิเคราะห์หองค์ประกอบกรดอินทรีย์โดยใช้โครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง และวิธีการด-เบส ไตเตรชัน พบกรดอินทรีย์หลัก คือ (-)-hydroxycitric acid (9) ในส่วนสกัดชิ้นน้ำของใบสด ผลสด และเปลือกผลแห้ง ปริมาณ 1.7, 2.3 และ 12.7% ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบกรดอินทรีย์อื่น ได้แก่ (-)-hydroxycitric acid lactone (10), oxalic acid (11) และ citric acid (12) ในปริมาณเล็กน้อย

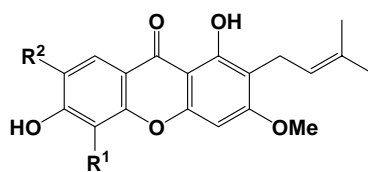
โจเซฟ จายาปรากาษา เซลวิ จินา และซาการาหัย (Joseph; Jayaprakasha; Selvi; Jena & Sakariah. 2005: 153-160.) นำส่วนสกัดจากเปลือกผลชะมวงแห้งขึ้น hexane และ  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  มาศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งพิษ aflatoxin B1 ที่สร้างโดยเชื้อรา *Aspergillus flavus* และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ เมื่อใช้ส่วนสกัดทั้งสองชั้นที่ความเข้มข้น 500 ppm ปริมาณของพิษจะลดลงจาก 3.03  $\mu\text{g}/\text{mL}$  เป็น 2.11 และ 1.74  $\mu\text{g}/\text{mL}$  ตามลำดับ เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของส่วนสกัดทั้งสองชั้นเป็น 1,000 ppm สามารถลดปริมาณของพิษที่สร้างขึ้นลงเป็น 0.075 และ 0.31  $\mu\text{g}/\text{mL}$  ตามลำดับ และลดปริมาณพิษได้ 100% เมื่อใช้ส่วนสกัดทั้งสองที่ความเข้มข้น 2,000 ppm (MIC=2,000 ppm)

เมื่อนำส่วนสกัดชั้น hexane และ  $\text{CHCl}_3$  มาใช้ทดสอบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระโดย phosphomolybdenum method พบว่า ส่วนสกัดทั้งสองชั้นมี antioxidant capacity ที่  $2681 \pm 7.65$  และ  $2634 \pm 12.0$   $\mu\text{moles}$  ของ ascorbic acid / g ของส่วนสกัด และเมื่อนำมาทดสอบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์ โดย ferricyanide method และวัดค่าการดูดกลืนที่ความยาวคลื่น 700 nm พบว่าเมื่อใช้ส่วนสกัดทั้งสองชั้นที่มีความเข้มข้น 400 ppm ค่าการดูดกลืนจะเพิ่มเป็น 1.858 และ 2.229 ตามลำดับ

มหาบุษราคัม ชัยฤกษ์ และเทย์เลอร์ (Mahabusarakum; Chairerk & Taylor. 2005: 1108-1153) ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของส่วนสกัดชั้น acetone จากยางสดของต้นชะมวงที่เก็บจากจังหวัดนครศรีธรรมราช ทำการแยกสารให้บริสุทธิ์โดยเทคนิคโครมาโทกราฟีแบบคอลัมน์ และโครมาโทกราฟีแบบเยื่อบาง พบสารแซนโทน ชนิดใหม่ 5 ชนิด คือ cowagarcinone A-E (13-17) และสารในกลุ่มแซนโทน ที่เคยพบแล้วอีก 6 ชนิด คือ cowanin (3), cowanol (4), cowaxanthone (2), 1,3,6-trihydroxy-7-methoxy-2,5-bis(3-methyl-2-butenyl)xanthone (5), mangostinone (18) และ fuscaxanthone (19) และศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของส่วนสกัดและสารบริสุทธิ์ที่แยกได้โดยเปรียบเทียบกับ butylated hydroxyl toluene (BHT) ที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระมาตรฐาน ซึ่งมีค่า  $\text{IC}_{50} = 5.10$   $\mu\text{g}/\text{mL}$  พบว่าเมื่อนำส่วนสกัดและสารบริสุทธิ์ทำปฏิกิริยากับ DPPH ส่วนสกัดแสดงค่า  $\text{IC}_{50} = 13.20$   $\mu\text{g} / \text{mL}$  ในขณะที่สารบริสุทธิ์ cowaxanthone (2), cowanin (3), cowanol (4), 1,3,6-trihydroxy-7-methoxy-2,5-bis(3-methyl-2-butenyl)xanthone (5), cowagarcinone A (13) และ E (17) และ fuscaxanthone (19) มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระเล็กน้อยโดยมีค่า  $\text{IC}_{50} = 200$   $\mu\text{M}$

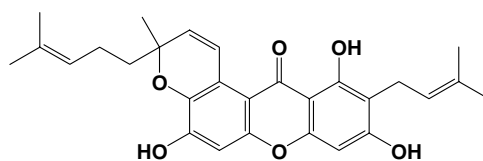


13

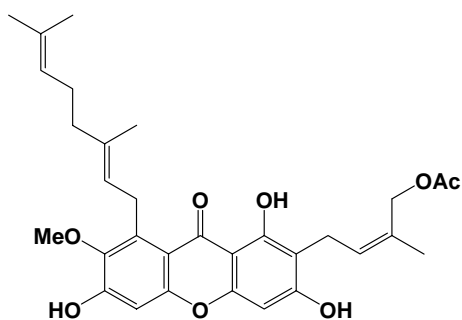


**14** : R<sup>1</sup> = H , R<sup>2</sup> = OMe

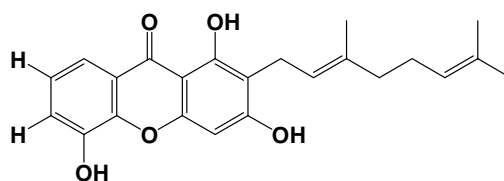
**15** : R<sup>1</sup> = OMe , R<sup>2</sup> = H



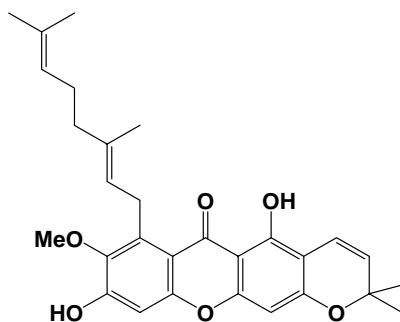
**16**



**17**



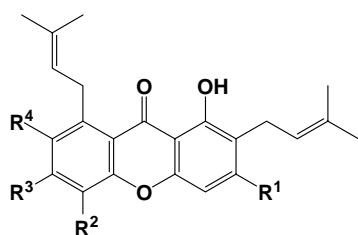
**18**



**19**

ภาพประกอบ 4 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ cowagarcinone A-E (**13-17**), mangostinone (**18**) และ fuscaxanthone (**19**)

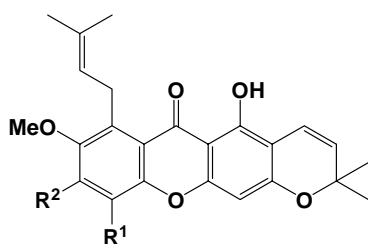
ปานทอง พงศ์เจริญ พงศ์ไพจิต และเทย์เลอร์ (Panthong; Pongcharoen; Phongpaichit & Taylor. 2006: 999-1004) ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของส่วนสกัดชั้น hexane จากผลชะมวงสดที่เก็บมาจากอำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา แล้วแยกให้บริสุทธิ์ ได้สารในกลุ่มแซนโทน ชนิดใหม่ 5 ชนิด คือ cowaxanthone A-E (15-23) และสารในกลุ่มแซนโทน ที่เคยมีผู้รายงานการพบแล้วอีก 10 ชนิด คือ 1,6-dihydroxy-3,7-dimethoxy-2-(3-methyl-2-butenyl)xanthone (14), fuscaxanthone C (24), 7-O-methylgarcinone E (7),  $\beta$ -mangostin (8), cowanol (4), 1,6-dihydroxy-7-methoxy-8-(3-methylbut-2-enyl)-6',6'-dimethylpyrano(2',3':3,2)xanthone (25), 6-O-methylmangostanin (26), cowanin (3),  $\alpha$ -mangostin (27) และ cowaxanthone (2) เมื่อนำ tetraoxygenated xanthone ทั้ง 15 ชนิด ไปทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* 2 สายพันธุ์ คือ ATCC 25923 และ MRSA SK1 พบว่า 1,6-dihydroxy-7-methoxy-8-(3-methylbut-2-enyl)-6',6'-dimethylpyrano(2',3':3,2)xanthone (25) มีค่า MIC ต่อเชื้อทั้ง 2 สายพันธุ์ เท่ากับ 4  $\mu\text{g/mL}$  ซึ่งเป็นฤทธิ์ที่ดีมาก และสาร  $\alpha$ -mangostin (27) มีค่า MIC ต่อเชื้อทั้ง 2 สายพันธุ์ เท่ากับ 8  $\mu\text{g/mL}$  สำหรับ cowaxanthone B และ C 7-O-methylgarcinone E  $\beta$ -mangostin cowanol และ cowanin มีค่า MIC ในช่วง 64-128  $\mu\text{g/mL}$



20:  $R^1 = \text{OH}, R^2 = \text{H}, R^3 = R^4 = \text{OMe}$

24:  $R^1 = R^3 = R^4 = \text{OMe}, R^2 = \text{H}$

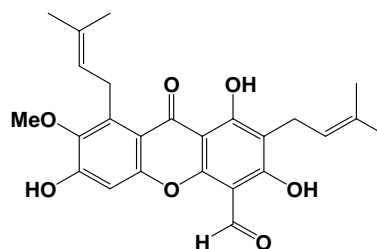
27:  $R^1 = R^3 = \text{OH}, R^2 = \text{H}, R^4 = \text{OMe}$



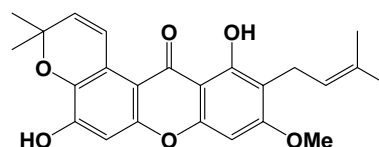
21 :  $R^1 = \text{prenyl}, R^2 = \text{OH}$

25 :  $R^1 = \text{H}, R^2 = \text{OH}$

26 :  $R^1 = \text{H}, R^2 = \text{OMe}$



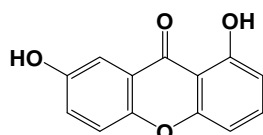
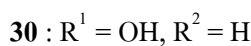
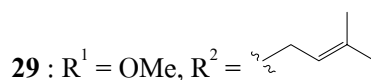
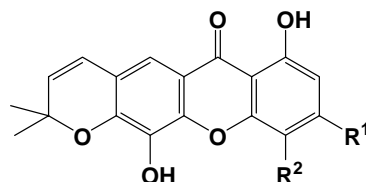
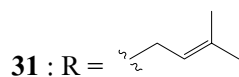
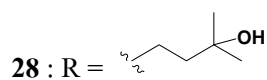
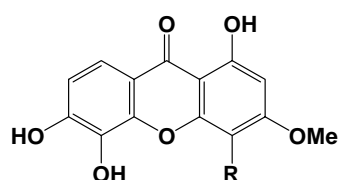
23



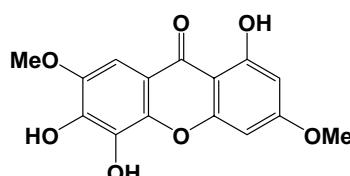
22

ภาพประกอบ 5 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 20 - 27

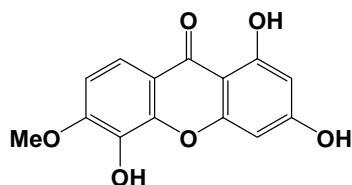
เซน และหยาง (Shen; & Yang, 2006: 126-128.) ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีจากสารสกัดจาก ส่วนลำต้นชะมวง ที่รวบรวมจากมณฑลยูนนาน ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน โดยใช้ EtOH เป็นตัว ทำละลาย แล้วนำมาแยกสารให้บริสุทธิ์โดยเทคนิคโครมาโทกราฟีแบบคอลัมน์ และ Sephadex LH-20 ได้สารในกลุ่มแซนโทน ที่มีรูปแบบโครงสร้างเป็น 1,3,6,7-oxygenation ชนิดใหม่ 2 ชนิด คือ 1,5,6-trihydroxy-3-methoxy-4-(3-hydroxy-3-methylbutyl)xanthone (**28**) และ 1,5-dihydroxy-3-methoxy-6',6'-dimethylpyrano(2',3':6,7)-4-(3-methylbutyl-2-enyl)xanthone (**29**) และสารในกลุ่มแซนโทน ที่มี รายงานการพบแล้วอีก 6 ชนิด คือ 1,3,5-trihydroxy-6',6'-dimethylpyrano(2',3':6,7)xanthone (**30**), dulxanthone A (**31**), 1,5,6-trihydroxy-3,7-dimethoxyxanthone (**32**), 1,7-dihydroxyxanthone (**33**), 1,3,5-trihydroxy-6-methoxyxanthone (**34**) และ 1,3,6,7-tetrahydroxyxanthone (**35**) ตามลำดับ



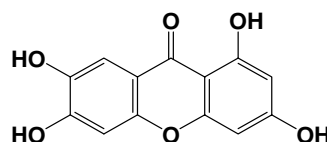
33



32



34



35

ภาพประกอบ 6 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 28-35

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### พืชที่ใช้ในการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ใช้รากของต้นชะมวงที่นำมาจาก ตำบลคมบาง อำเภอเมือง จังหวัด จันทบุรี เมื่อเดือนพฤษภาคม 2547

#### อุปกรณ์/เครื่องมือ และสารเคมี

##### วัสดุและสารเคมี

1. ตัวทำละลายอินทรีย์ (ทำให้บริสุทธิ์โดยการกลั่น)
2. silica gel สำหรับ column chromatography
  - silica gel (< 0.063 mm, Merck 1.07729)
  - silica gel (0.063-0.200 mm, Merck 1.07734)
3. silica gel สำหรับ quick column chromatography
  - silica gel 60GF<sub>254</sub> (Merck 1.07730)
4. silica gel สำหรับ thin-layer chromatography
  - silica gel 60GF<sub>254</sub> (Merck 1.07730)
5. pre-coated TLC aluminium sheets of silica gel 60GF<sub>254</sub> (Merck 1.0554)
6. Sephadex LH-20 (Amersham biosciences 17-0090-02)
7. developing reagent (absolute ethanol 135 mL : conc. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5 mL : glacial acetic acid 1.5 mL : anisaldehyde 3.7 mL)

##### อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. หลอดกำเนิดแสงยูวีที่ความยาวคลื่น 254 และ 356 นาโนเมตร (Spectroline<sup>®</sup> Model CM-10)
2. เครื่องหาจุดหลอมเหลว (Griffin)
3. เครื่องระเหยสารภายใต้การลดความดัน (Buchi B-580)
4. เครื่องระเหยตัวทำละลายภายใต้ความดัน (Buchi Rotavapor R-114)
5. นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโตรมิเตอร์ (Bruker Advance 300)
6. แมสสเปกโตรมิเตอร์ (Finnigan LC-Q mass spectrometer)

7. อินฟราเรดสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (Perkin Elmer FT-IR spectrum BX)

8. ยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (Shimadzu UV-2401PC)

## การสกัดสาร การแยกและการทำสารให้บริสุทธิ์

### 1. การสกัดสารจากรากของต้นชะมวง

#### 1.1 การสกัดด้วย hexane

นำรากของต้นชะมวงที่ตากจนแห้งหนัก 1.2 kg มาบดให้ละเอียด จากนั้นนำมาสกัดด้วย hexane 5 L (อุณหภูมิห้อง เวลา 4 วัน) ทั้งหมด 8 ครั้ง ระเหยตัวทำละลายออก สารที่ได้คือส่วนสกัดชั้น hexane เป็นของแข็งสีน้ำตาลเข้มหนัก 19.9 g

#### 1.2 การสกัดด้วย EtOAc

นำกากที่ผ่านการสกัดด้วย hexane มาผึ่งให้แห้ง แล้วนำมาสกัดต่อด้วย EtOAc จำนวน 6 ครั้ง ครั้งละ 5 L โดยทำเช่นเดียวกับขั้นตอนการสกัดด้วย hexane สารที่ได้คือส่วนสกัดชั้น EtOAc เป็นของแข็งสีน้ำตาลเข้มหนัก 38.0 g

#### 1.3 การสกัดด้วย MeOH

นำกากที่ผ่านการสกัดด้วย EtOAc มาผึ่งให้แห้ง แล้วนำมาสกัดต่อด้วย MeOH จำนวน 7 ครั้ง ครั้งละ 5 L โดยทำเช่นเดียวกับขั้นตอนการสกัดด้วย hexane สารที่ได้คือส่วนสกัดชั้น MeOH เป็นของแข็งสีน้ำตาลเข้มหนัก 74.1 g

#### 1.4 การสกัดด้วย MeOH-H<sub>2</sub>O

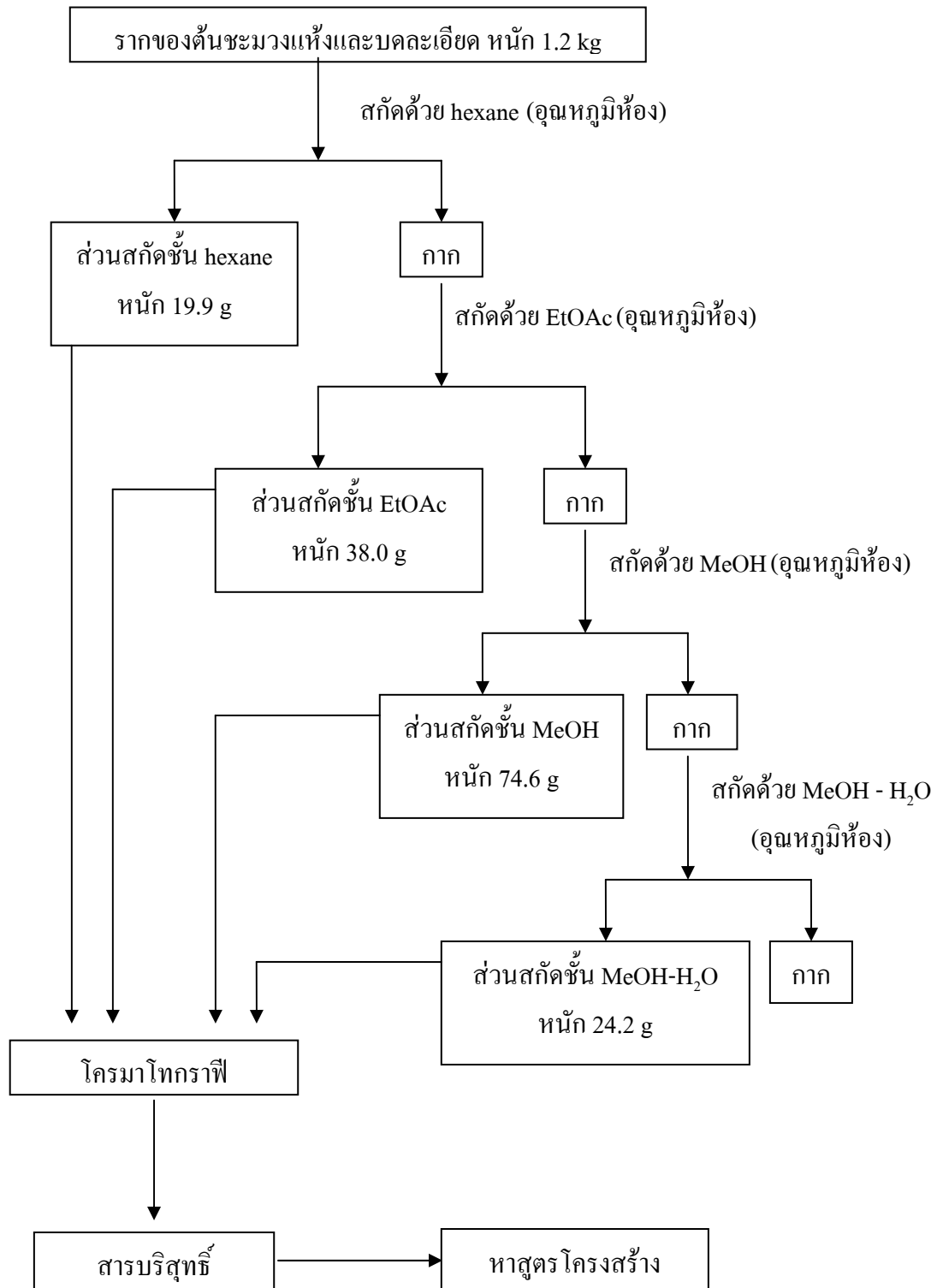
นำกากที่ผ่านการสกัดด้วย EtOAc มาผึ่งให้แห้ง แล้วนำมาสกัดต่อด้วย MeOH - H<sub>2</sub>O ในอัตราส่วน 1:1 จำนวน 1 ครั้ง ปริมาตร 5 L โดยทำเช่นเดียวกับขั้นตอนการสกัดด้วย hexane สารที่ได้คือส่วนสกัดชั้น MeOH - H<sub>2</sub>O เป็นของแข็งสีน้ำตาลเข้มหนัก 24.2 g (ภาพประกอบ 7 และ ตาราง 2)

### 2. วิธีการแยกสารและทำให้สารบริสุทธิ์

#### 2.1 ส่วนสกัดชั้น hexane

แบ่งส่วนสกัดชั้น hexane จำนวน 11.7 g มาทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธี คอลัมน์โครมาโทกราฟีชนิดเร็ว โดยใช้ silica gel 60GF<sub>254</sub>(Merck 1.07730) จำนวน 100 g ชะด้วยตัวทำละลาย hexane-CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>-EtOAc, EtOAc, EtOAc-MeOH และ MeOH เพิ่มความเป็นขั้วครั้งละ 10% เตรียมะบับละ 300 mL เก็บครั้งละ 80 mL ตรวจสอบการแยกด้วย TLC และแสดงผลกับ anisaldehyde-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> reagent สามารถแยกได้ 9 กลุ่ม (ภาพประกอบ 8 และ ตาราง 3) ดังนี้

2.1.1 กลุ่มที่ 1 GC(R)-H-5/F1(1-6) เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 122.6 mg ได้จากการชะด้วย hexane และ hexane-CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> (90:10)



ภาพประกอบ 7 ขั้นตอนการสกัดสารจากรากของต้นชะมวง

2.1.2 กลุ่มที่ 2 GC(R)-H-5/F2(7-10) เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 223.5 mg ได้จากการชะด้วย hexane-CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> (80:20 ถึง 70:30)

2.1.3 กลุ่มที่ 3 GC(R)-H-5/F3(11-16) เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 529.5 mg ได้จากการชะด้วย hexane-CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> (70:30 ถึง 50:50)

2.1.4 กลุ่มที่ 4 GC(R)-H-6/F4(17-22) เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 2.4 g ได้จากการชะด้วย hexane-CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> (50:50 ถึง 30:70)

2.1.5 กลุ่มที่ 5 GC(R)-H-6/F5(23-37) เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 6.2 g ได้จากการชะด้วย hexane-CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> (30:70) จนถึง CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>-EtOAc (80:20) นำมาทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี โดยใช้ silica gel (0.063-0.200 mm, Merck 1.07734) จำนวน 100 g คอลัมน์ขนาด 5.0 cm ชะด้วยตัวทำละลาย hexane 600 mL ตามด้วย hexane-acetone 98:2 ถึง 81:19 ระบบละ 600 mL เริ่มเก็บที่ระบบ 93:7, 79:21 ถึง 69:31 ระบบละ 300 mL, 67:33 ถึง 51:49 ระบบละ 150 mL เพิ่มความเป็นขั้วครั้งละ 2% แล้วชะด้วย acetone และ MeOH ระบบละ 300 mL ตรวจสอบการแยกด้วย TLC สามารถแยกได้ 11 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มย่อยที่ 5.1 GC(R)-H-6/F1(1-29)/p.76 เป็นของแข็งไม่มีสีปนกับของเหลวหนืดสีน้ำตาลหนัก 898.7 g ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (93:7 ถึง 89:11)

กลุ่มย่อยที่ 5.2 GC(R)-H-6/F2(30-39)/p.76 เป็นของแข็งไม่มีสีปนกับของเหลวหนืดสีน้ำตาลหนัก 149.3 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (89:11) กรองของแข็งที่ได้ออกแล้วล้างด้วย acetone เย็น ทำให้ได้ของเหลวหนืดสีน้ำตาลหนัก 133.3 mg และของแข็งไม่มีสีหนัก 14.5 mg (รหัส NMR SSS 2644) คือ ส่วนผสมระหว่าง  $\beta$ -sitosterol (**36**) และ stigmasterol (**37**)

กลุ่มย่อยที่ 5.3 GC(R)-H-6/F3(40-66)/p.76 เป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลหนัก 275.6 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (89:11 ถึง 83:17)

กลุ่มย่อยที่ 5.4 GC(R)-H-6/F4(67-76)/p.76 เป็นของแข็งสีเหลืองหนัก 225.5 mg (รหัส NMR SSS 2665) คือ cowanin (**3**) ปนกับของเหลวหนืดสีน้ำตาลหนัก 208.9 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (83:17)

กลุ่มย่อยที่ 5.5 GC(R)-H-6/F5(77-89)/p.76 เป็นของแข็งสีเหลืองหนัก 47.2 mg (รหัส NMR SSS 2676) คือ cowaxanthone (**2**) ปนกับของเหลวหนืดสีน้ำตาลหนัก 57.7 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (83:17 ถึง 81:19)

กลุ่มย่อยที่ 5.6 GC(R)-H-6/F6(90-92)/p.76 เป็นของแข็งสีน้ำตาลหนัก 319.2 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (81:19)

กลุ่มย่อยที่ 5.7 GC(R)-H-6/F7(93-105)/p.76 เป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลหนัก 133.8 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (81:19 ถึง 77:23) นำไปรวมกับกลุ่มย่อยที่ 6 แล้วนำมาทำให้

บริสุทธิ์ด้วยวิธี คอลัมน์โครมาโทกราฟี โดยใช้ silica gel (0.063 mm, Merck 1.07729) ๒๒ ด้วยตัวทำละลาย hexane-acetone 97:3 ถึง 87:13 ระบาย 100 mL เพิ่มความเป็นขั้วครั้งละ 2%, 85:15 ระบาย 400 mL เก็บครั้งละ 2-3 mL และ 70:30 จนถึง 50:50 ระบาย 50 mL เพิ่มความเป็นขั้วครั้งละ 10% เก็บครั้งละ 9-10 mL ตรวจสอบการแยกด้วย TLC สามารถแยกได้ 5 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มย่อยที่ 5.7.1 GC(R)-H-6/F1(๓3-๓5)/p.77 เป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลหนัก 3.6 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (85:15)

กลุ่มย่อยที่ 5.7.2 GC(R)-H-6/F2(1-43)/p.77 เป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลหนัก 5.3 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (85:15)

กลุ่มย่อยที่ 5.7.3 GC(R)-H-6/F3(44-124)/p.77 เป็นของแข็งสีเหลืองหนัก 75.0 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (85:15)

กลุ่มย่อยที่ 5.7.4 GC(R)-H-6/F4(125-144)/p.77 เป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลหนัก 206.2 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (85:15)

กลุ่มย่อยที่ 5.7.5 GC(R)-H-6/F5(145-๓8)/p.77 เป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลหนัก 18.1mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (70:30 ถึง 50:50)

กลุ่มย่อยที่ 5.8 GC(R)-H-6/F8(106-115)/p.76 เป็นของแข็งสีเหลืองหนัก 35.0 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (77:23 ถึง 73:27)

กลุ่มย่อยที่ 5.9 GC(R)-H-6/F9(116-118)/p.76 เป็นของแข็งสีเหลืองหนัก 39.2 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (73:27)

กลุ่มย่อยที่ 5.10 GC(R)-H-6/F10(119-122)/p.76 เป็นของแข็งสีเหลืองหนัก 65.7 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (73:23 ถึง 71:29)

กลุ่มย่อยที่ 5.11 GC(R)-H-6/F11(123-151)/p.76 เป็นของแข็งสีน้ำตาลหนัก 221.6 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (71:29) ถึง MeOH

2.1.6 กลุ่มที่ 6 GC(R)-H-6/F6(38-43) เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 1.07 g ได้จากการชะด้วย  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ -EtOAc (80:20 ถึง 60:40)

2.1.7 กลุ่มที่ 7 GC(R)-H-6/F7(44-47) เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 134.8 mg ได้จากการชะด้วย  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ -EtOAc (60:40 ถึง 50:50)

2.1.8 กลุ่มที่ 8 GC(R)-H-6/F8(48-63) เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 187.0 mg ได้จากการชะด้วย  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ -EtOAc (50:50) ถึง EtOAc

2.1.9 กลุ่มที่ 9 GC(R)-H-6/F9(64-81) เป็นของแข็งสีดำหนัก 529.5 mg ได้จากการชะด้วย EtOAc-MeOH (90:10) ถึง MeOH

## 2.2 สารสกัดชั้น EtOAc

นำสารสกัดชั้น EtOAc จำนวน 30.0 g มาทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี ชนิดเร็วโดยใช้ silica gel 60GF<sub>254</sub> (Merck 1.07730) จำนวน 150 g ชะด้วยตัวทำละลาย hexane ตามด้วย hexane-acetone อัตราส่วน 95:5 จนถึง 50:50 ระบบละ 300 mL เก็บครั้งละ 100 mL, 45:55 จนถึง acetone ระบบละ 400 mL เก็บครั้งละ 80 mL เพิ่มความเป็นขั้วครั้งละ 5% ชะด้วย acetone และ MeOH ระบบละ 300 mL เก็บครั้งละ 80 mL เพิ่มความเป็นขั้วครั้งละ 10% ตรวจสอบการแยกด้วย TLC สามารถแยกได้ 15 กลุ่ม (ภาพประกอบ 8 และ ตาราง 5) ดังนี้

2.2.1 กลุ่มที่ 1 GC(R)-EtOAc/F1(1-8)/p.88 เป็นของแข็งสีขาวปนกับของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 46.5 mg ได้จากการชะด้วย hexane ถึง hexane-acetone (95:5)

2.2.2 กลุ่มที่ 2 GC(R)-EtOAc/F2(9-11)/p.88 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 109.2 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (90:10)

2.2.3 กลุ่มที่ 3 GC(R)-EtOAc/F3(12-13)/p.88 เป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลหนัก 67.0 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (85:15)

2.2.4 กลุ่มที่ 4 GC(R)-EtOAc/F4(14 )/p.88 เป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลหนัก 35.6 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (85:15)

2.2.5 กลุ่มที่ 5 GC(R)-EtOAc/F5(15-17)/p.88 เป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลหนัก 94.6 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (80:20)

2.2.6 กลุ่มที่ 6 GC(R)-EtOAc/F6(18-19)/p.88 เป็นของแข็งปนกับเหลวหนืดสีน้ำตาลหนัก 61.5 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (75:15)

2.2.7 กลุ่มที่ 7 GC(R)-EtOAc/F7(20-21)/p.88 เป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลหนัก 153.1 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (75:15 ถึง 70:30) นำไปทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี โดยใช้ silica gel (<0.063 mm, Merck 1.07729) และชะด้วยตัวทำละลาย hexane-EtOAc อัตราส่วน 95:5 จนถึง 85:15 ระบบละ 100 mL เริ่มเก็บที่ระบบ 90:10 ครั้งละ 5-6 mL และ 82.5:17.5 จนถึง 80:20 ระบบละ 150 mL เก็บครั้งละ 2-3 mL เพิ่มความเป็นขั้วครั้งละ 2.5% ตรวจสอบการแยกด้วย TLC สามารถแยกได้ 13 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มย่อยที่ 7.1 GC(R)-EtOAc/F1(1-17)/p.33 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 4.4 mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (90:10 ถึง 87.5:12.5)

กลุ่มย่อยที่ 7.2 GC(R)-EtOAc/F2(18)/p.33 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 0.4 mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (87.5:12.5)

กลุ่มย่อยที่ 7.3 GC(R)-EtOAc/F3(19-23)/p.33 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 1.9 mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (87.5:12.5)

กลุ่มย่อยที่ 7.4 GC(R)-EtOAc/F4(24-26)/p.33 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 0.9 mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (87.5:12.5)

กลุ่มย่อยที่ 7.5 GC(R)-EtOAc/F5(27-50)/p.33 เป็นของเหลวหนืดสีเหลือง หนัก 5.2 mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (87.5:12.5 ถึง 82.5:17.5)

กลุ่มย่อยที่ 7.6 GC(R)-EtOAc/F6(51-55)/p.33 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 4.3 mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (82.5:17.5)

กลุ่มย่อยที่ 7.7 GC(R)-EtOAc/F7(56-61)/p.33 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 7.4 mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (82.5:17.5)

กลุ่มย่อยที่ 7.8 GC(R)-EtOAc/F8(62-69)/p.33 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 12.9 mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (82.5:17.5)

กลุ่มย่อยที่ 7.9 GC(R)-EtOAc/F9(70-78)/p.33 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 25.1 mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (82.5:17.5) นำไปทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี โดยใช้ silica (< 0.063 mm, Merck 1.07729) และชะด้วยตัวทำละลาย hexane-acetone อัตราส่วน 95:5 จนถึง 82.5:17.5 ระบบละ 40 mL เริ่มเก็บที่ระบบ 87.5:12.5 ครั้งละ 2-3 mL, 80:20 จนถึง 75:25 ระบบละ 20 mL เก็บครั้งละ 8 mL เพิ่มความเป็นขั้วครั้งละ 2.5% และ 70:30 จนถึง 60:40 ระบบละ 20 mL เก็บครั้งละ 2 mL เพิ่มความเป็นขั้วครั้งละ 10% ตรวจสอบการแยกด้วย TLC สามารถแยกได้ 11 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มย่อยที่ 7.9.1 GC(R)-EtOAc/F1(1-4) /p.43 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 1.8 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (87.5:12.5)

กลุ่มย่อยที่ 7.9.2 GC(R)-EtOAc/F2(5-14)/p.43 เป็นของเหลวหนืดสีเหลือง หนัก 1.8 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (87.5:12.5)

กลุ่มย่อยที่ 7.9.3 GC(R)-EtOAc/F3(15-29)/p.43 เป็นของแข็งสีเหลืองหนัก 5.6 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (87.5:12.5)

กลุ่มย่อยที่ 7.9.4 GC(R)-EtOAc/F4(30-32)/p.43 เป็นของเหลวหนืดสีเหลือง หนัก 1.2 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (87.5:12.5)

กลุ่มย่อยที่ 7.9.5 GC(R)-EtOAc/F5(33-44)/p.43 เป็นของเหลวหนืดสีเหลือง หนัก 3.8 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (87.5:12.5 ถึง 85:15)

กลุ่มย่อยที่ 7.9.6 GC(R)-EtOAc/F6(45-61)/p.43 เป็นของเหลวหนืดสีเหลือง หนัก 2.4 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (85:15 ถึง 82.5:17.5)

กลุ่มย่อยที่ 7.9.7 GC(R)-EtOAc/F7(62-64)/p.43 เป็นของเหลวหนืดสีเหลือง หนัก 0.4 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (82.5:17.5 ถึง 80:20)

กลุ่มย่อยที่ 7.9.8 GC(R)-EtOAc/F8(65-71)/p.43 เป็นของเหลวหนืดสีเหลือง  
หนัก 1.9 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (80:20 ถึง 75:25)

กลุ่มย่อยที่ 7.9.9 GC(R)-EtOAc/F9(72-78)/p.43 เป็นของเหลวหนืดสีเหลือง  
หนัก 0.7 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (75:25 ถึง 70:30)

กลุ่มย่อยที่ 7.9.10 GC(R)-EtOAc/F10(79-82)/p.43 เป็นของเหลวหนืดสีเหลือง  
หนัก 1.5 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (70:30)

กลุ่มย่อยที่ 7.9.11 GC(R)-EtOAc/F11(83-110)/p.43 เป็นของเหลวหนืดสีเหลือง  
หนัก 3.3 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (70:30 ถึง 40:60)

กลุ่มย่อยที่ 7.10 GC(R)-EtOAc/F10(79-94)/p.33 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก  
19.1 mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (82.5-17.5) นำไปรวมกับ กลุ่มย่อยที่ 7.8 GC(R)-EtOAc/  
F8(62-69)/p.33 แล้วทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี โดยใช้ silica (< 0.063 mm, Merck  
1.07729) และชะด้วยตัวทำละลาย hexane:acetone อัตราส่วน 95:5 จนถึง 80:20 ระบบละ 40 mL เพิ่ม  
ความเป็นขั้วครั้งละ 2.5% เริ่มเก็บที่ระบบ 87.5:12.5 ครั้งละ 2 mL, 70:30 จนถึง 50:50 เตรียมระบบละ  
40 mL เพิ่มความเป็นขั้วครั้งละ 10% เก็บครั้งละ 8 mL ชะด้วย acetone ปริมาตร 80 mL เก็บครั้งละ 5  
mL ตรวจสอบการแยกด้วย TLC สามารถแยกได้ 10 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มย่อยที่ 7.10.1 GC(R)-EtOAc/F1(1-3)/p.40 เป็นของเหลวหนืดสีเหลือง  
หนัก 0.6 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (87.5:12.5)

กลุ่มย่อยที่ 7.10.2 GC(R)-EtOAc/F2(4-21)/p.40 เป็นของแข็งสีเหลืองหนัก 0.8  
mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (87.5 :12.5 ถึง 85:15)

กลุ่มย่อยที่ 7.10.3 GC(R)-EtOAc/F3(22-27)/p.40 เป็นของเหลวหนืดสีเหลือง  
หนัก 0.4 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (85:15 ถึง 82.5:17.5)

กลุ่มย่อยที่ 7.10.4 GC(R)-EtOAc/F4(28-32)/p.40 เป็นของเหลวหนืดสีเหลือง  
หนัก 0.4 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (82.5:17.5)

กลุ่มย่อยที่ 7.10.5 GC(R)-EtOAc/F5(33-43)/p.40 เป็นผลึกสีเหลืองหนัก 3.8 mg  
(รหัส NMR SSS 2470) คือ 1,3,6-trihydroxy-7-methoxy-8-(3,7-dimethyl-2,6-octadienyl)xanthone (**1**)  
ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (82.5:17.5)

กลุ่มย่อยที่ 7.10.6 GC(R)-EtOAc/F6(44-51)/p.40 เป็นของเหลวหนืดสีเหลือง  
หนัก 0.6 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (82.5:17.5 ถึง 80:20)

กลุ่มย่อยที่ 7.10.7 GC(R)-EtOAc/F7(52)/p.40 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก  
0.1 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (80:20)

กลุ่มย่อยที่ 7.10.8 GC(R)-EtOAc/F8(53-61)/p.40 เป็นของแข็งสีเหลืองหนัก 4.0 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (80:20)

กลุ่มย่อยที่ 7.10.9 GC(R)-EtOAc/F9(62-84)/p.40 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 2.4 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (80:20 ถึง 50:50)

กลุ่มย่อยที่ 7.10.10 GC(R)-EtOAc/F10(85-100)/p.40 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 10.0 mg ได้จากการชะด้วย acetone

กลุ่มย่อยที่ 7.11 GC(R)-EtOAc/F11(95-120)/p.33 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 43.6 mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (80:20) นำไปทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี โดยใช้ silica gel (< 0.063 mm, Merck 1.07729) และชะด้วยตัวทำละลาย hexane:acetone อัตราส่วน 96:4 จนถึง 86:14 ระบบละ 20 mL, 84:16 ระบบละ 80 mL เก็บครั้งละ 2-3 mL, 82:18 จนถึง 76:24 ระบบละ 20 mL เก็บครั้งละ 5 mL เพิ่มความเป็นขั้วครั้งละ 2% และ 50:50 ปริมาตร 100 mL เก็บครั้งละ 5 mL ตรวจสอบการแยกด้วย TLC สามารถแยกได้ 9 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มย่อยที่ 7.11.1 GC(R)-EtOAc/F1(1-10)/p.39 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 2.1 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (84:16)

กลุ่มย่อยที่ 7.11.2 GC(R)-EtOAc/F2(11-14)/p.39 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 1.4 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (84:16)

กลุ่มย่อยที่ 7.11.3 GC(R)-EtOAc/F3(15-31)/p.39 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 17.1 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (84:16 ถึง 80:20)

กลุ่มย่อยที่ 7.11.4 GC(R)-EtOAc/F4(32-35)/p.39 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 1.4 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (80:20 ถึง 78:22)

กลุ่มย่อยที่ 7.11.5 GC(R)-EtOAc/F5(36-39)/p.39 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 0.8 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (78:22)

กลุ่มย่อยที่ 7.11.6 GC(R)-EtOAc/F6(40-41)/p.39 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 1.0 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (76:24)

กลุ่มย่อยที่ 7.11.7 GC(R)-EtOAc/F7(42-43)/p.39 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 0.6 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (76:24)

กลุ่มย่อยที่ 7.11.8 GC(R)-EtOAc/F8(44-63)/p.39 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 5.5 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (76:24 ถึง 50:50)

กลุ่มย่อยที่ 7.11.9 GC(R)-EtOAc/F9(64-74)/p.39 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 1.4 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (50:50)

กลุ่มย่อยที่ 7.12 GC(R)-EtOAc/F12(121-147)/p.33 เป็นของเหลวหนืดสีเหลือง  
หนัก 7.0 mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (80:20)

กลุ่มย่อยที่ 7.13 GC(R)-EtOAc/F13(148-155)/p.33 เป็นของเหลวหนืดสีเหลือง  
หนัก 25.7 mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (80:20)

2.2.8 กลุ่มที่ 8 GC(R)-EtOAc/F8(22-28)/p.88 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 1.6 mg  
ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (70:30 ถึง 60:40) นำไปทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี  
โดยใช้ silica gel (< 0.063 mm, Merck 1.07729) และชะด้วยตัวทำละลาย hexane-EtOAc อัตราส่วน  
95:5 จนถึง 85:15 ระบบละ 200 mL เพิ่มความเป็นขั้วครั้งละ 5% เก็บครั้งละ 8 mL, 82.5:17.5 จนถึง  
67.5:32.5 ระบบละ 200 mL, 60:40 จนถึง 45:55 ระบบละ 100 mL เพิ่มความเป็นขั้วครั้งละ 2.5% ต่อ  
ระบบ เก็บครั้งละ 8 mL และ EtOAc-MeOH อัตราส่วน 80:20 เตรียม 200 mL เก็บครั้งละ 8 mL  
ตรวจสอบการแยกด้วย TLC สามารถแยกได้ 18 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มย่อยที่ 8.1 GC(R)-EtOAc/F1(1-4)/p.98 เป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลหนัก 0.9  
mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (95:5)

กลุ่มย่อยที่ 8.2 GC(R)-EtOAc/F2(5-12)/p.98 เป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลหนัก 2.3  
mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (90:10)

กลุ่มย่อยที่ 8.3 GC(R)-EtOAc/F3(13-24)/p.98 เป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลหนัก 3.1  
mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (90:10 ถึง 85:5)

กลุ่มย่อยที่ 8.4 GC(R)-EtOAc/F4(25-30)/p.98 เป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลหนัก 2.0  
mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (85:15)

กลุ่มย่อยที่ 8.5 GC(R)-EtOAc/F5(31-36)/p.98 เป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลหนัก 2.4  
mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (85:15)

กลุ่มย่อยที่ 8.6 GC(R)-EtOAc/F6(37-49)/p.98 เป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลหนัก 6.1  
mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (85:15 ถึง 82.5:17.5)

กลุ่มย่อยที่ 8.7 GC(R)-EtOAc/F7(50-64)/p.98 เป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลหนัก  
40.7 g ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (82.5:17.5 ถึง 80:20)

กลุ่มย่อยที่ 8.8 GC(R)-EtOAc/F8(65-79)/p.98 เป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลหนัก  
114.1 mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (80:20)

กลุ่มย่อยที่ 8.9 GC(R)-EtOAc/F9(80-86)/p.98 เป็นของแข็งสีเหลืองหนัก 69.8 mg  
ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (80:20) นำมาตกผลึกซ้ำด้วย hexane-CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> กรองของแข็งสีเหลือง  
ออกได้ 10.3 mg และ filtrate หนัก 59.5 mg จากนั้นนำของแข็งไป รีคอลัมน์โครมาโทกราฟี โดยใช้  
silica gel (< 0.063 mm, Merck 1.07729) และชะด้วยตัวทำละลาย hexane-EtOAc อัตราส่วน 98:2 จนถึง

82.5:17.5 ระบบละ 40 mL, 80:20 จนถึง 75:25 ระบบละ 100 mL เพิ่มความเป็นขั้วครั้งละ 2.5%, 70:30 จนถึง 50:50 ระบบละ 60 mL เพิ่มความเป็นขั้วครั้งละ 10% และชะด้วย EtOAc เตรียม 60 mL เก็บครั้งละ 8 mL ตรวจสอบการแยกด้วย TLC สามารถแยกได้ 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มย่อยที่ 8.9.1 GC(R)-EtOAc/F1(1-20)/p.3 เป็นผลิตภัณฑ์เหลืองหนัก 3.9 mg (รหัส NMR SSS2183) ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (82.5:17.5 ถึง 72.5:22.5) คือ cowaxanthone (2)

กลุ่มย่อยที่ 8.9.2 GC(R)-EtOAc/F2(21-55)/p.3 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 8.4 mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (77.5:22.5 ถึง 50:50)

ส่วนที่เป็น filtrate เมื่อระเหยให้แห้งได้ของแข็งสีเหลืองหนัก 59.5 mg ไปทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี โดยใช้ silica gel (< 0.063 mm, Merck 1.07729) ชะด้วยตัวทำละลาย hexane-acetone อัตราส่วน 99:1 จนถึง 94.5:5.5 ระบบละ 60 mL เพิ่มความเป็นขั้วครั้งละ 0.5% เก็บครั้งละ 8 mL, 91-9 และ 90.5-9.5 ระบบละ 200 mL เก็บครั้งละ 8 mL แล้วชะด้วย acetone- MeOH 90:10 เตรียม 100 mL เก็บครั้งละ 5 mL ตรวจสอบการแยกด้วย TLC สามารถแยกได้ 6 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มย่อยที่ 8.9f-1 GC(R)-EtOAc/F1(57-75)/p.5 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 2.8 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (94.5:5.5 ถึง 90.5:9.5)

กลุ่มย่อยที่ 8.9f-2 GC(R)-EtOAc/F2(76-79)/p.5 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 2.6 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (90.5:9.5)

กลุ่มย่อยที่ 8.9f-3 GC(R)-EtOAc/F3(80-113)/p.5 เป็นของแข็งสีเหลืองหนัก 3.8 mg (รหัส NMR SSS2242) ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (90.5:9.5)

กลุ่มย่อยที่ 8.9f-4 GC(R)-EtOAc/F4(114-125)/p.5 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 5.4 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (90.5:9.5)

กลุ่มย่อยที่ 8.9f-5 GC(R)-EtOAc/F5(126-216)/p.5 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 21.0 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (90.5:9.5) นำไปทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี โดยใช้ silica gel (< 0.063 mm, Merck 1.07729) ชะด้วยตัวทำละลาย hexane ตามด้วย hexane-acetone อัตราส่วน 98:8 จนถึง 82:18 ระบบละ 10 mL, 80:20 ระบบละ 20 mL แบ่งเก็บครั้งละ 1 mL, 78:22 จนถึง 70:30 ระบบละ 10 mL เก็บครั้งละ 4 mL เพิ่มความเป็นขั้วครั้งละ 2% และชะด้วย MeOH เตรียม 20 mL เก็บครั้งละ 5 mL ตรวจสอบการแยกด้วย TLC สามารถแยกได้ 4 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มย่อยที่ 8.9f-5.1 GC(R)-EtOAc/F1(1-16)/p.12 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 9.2 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (80:20)

กลุ่มย่อยที่ 8.9f-5.2 GC(R)-EtOAc/F2(17-23)/p.12 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 1.8 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (78:22 ถึง 74:26)

กลุ่มย่อยที่ 8.9f-5.3 GC(R)-EtOAc/F3(24-32)/p.12 เป็นของเหลวหนืด สีเหลือง หนัก 3.3 mg ได้จากการชะด้วย hexane- acetone (74:26 ถึง 70:30) และ MeOH

กลุ่มย่อยที่ 8.9f-5.4 GC(R)-EtOAc/F4(33-36)/p.12 เป็นของเหลวหนืด สีเหลือง หนัก 8.6 mg ได้จากการชะด้วย MeOH

กลุ่มย่อยที่ 8.9f-6 GC(R)-EtOAc/F6(217-227)/p.12 เป็นของเหลวหนืด สีเหลือง หนัก 9.8 mg ได้จากการชะด้วย acetone-MeOH (90:10)

กลุ่มย่อยที่ 8.10 GC(R)-EtOAc/F10(87-104)/p.98 เป็นของแข็งปนกับของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 65.3 mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (77.5:22.5) กรองของแข็งที่ได้ ออกแล้วล้างด้วย hexane เย็นทำให้ได้ส่วนที่เป็นของแข็งหนัก 2.1 mg (รหัส NMR SSS 2079) คือ cowagarcinone E (17) และส่วนที่เป็นของเหลว นำไปประเหตตัวทำละลายออก จะได้ของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 61.1 mg นำไปทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี โดยใช้ silica gel (< 0.063 mm, Merck 1.07729) ชะด้วยตัวทำละลาย hexane ตามด้วย hexane-acetone อัตราส่วน 99:1 จนถึง 94:6 ระบบละ 30 mL เพิ่มความเป็นขั้วครั้งละ 1%, 92:8 จนถึง 86:14 ระบบละ 30 mL เพิ่มความเป็นขั้วครั้งละ 2% เริ่มเก็บที่ระบบ 86:14 ครั้งละ 7 mL, 84:16 ระบบละ 180 mL เก็บครั้งละ 2 mL, 82:18 จนถึง 72:28 ระบบละ 30 mL เพิ่มความเป็นขั้วครั้งละ 2% เก็บครั้งละ 4 mL, 50:50 และ acetone ระบบละ 30 mL เก็บครั้งละ 4 mL ตรวจสอบการแยกด้วย TLC สามารถแยกได้ 4 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มย่อยที่ 8.10.1 GC(R)-EtOAc/F1(1-10)/p.13 เป็นของเหลวหนืดสีเหลือง หนัก 0.4 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (86:14 ถึง 84:16)

กลุ่มย่อยที่ 8.10.2 GC(R)-EtOAc/F2(11-19)/p.13 เป็นของเหลวหนืดสีเหลือง หนัก 1.1 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (84 :16)

กลุ่มย่อยที่ 8.10.3 GC(R)-EtOAc/F3(20-74)/p.13 เป็นของเหลวหนืดสีเหลือง หนัก 51.0 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (84:16) นำไปทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี โดยใช้ silica gel (< 0.063 mm, Merck 1.07729) ชะด้วยตัวทำละลาย hexane-acetone อัตราส่วน 98:2 จนถึง 91:1 ระบบละ 90 mL, 90:10 จนถึง 87:13 ระบบละ 30 mL เพิ่มความเป็นขั้วครั้งละ 1% เก็บครั้งละ 3 mL แล้วชะด้วย 50:50 เดรียม 30 mL เก็บครั้งละ 3 mL, ตรวจสอบการแยกด้วย TLC สามารถแยกได้ 4 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มย่อยที่ 8.10.3.1 GC(R)-EtOAc/F1(1-4)/p.16 เป็นของเหลวหนืดสีเหลือง หนัก 0.7 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (90:10)

กลุ่มย่อยที่ 8.10.3.2 GC(R)-EtOAc/F2(5-13)/p.16 เป็นของเหลวหนืดสีเหลือง หนัก 3.5 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (90:10 ถึง 89:11)

กลุ่มย่อยที่ 8.10.3.3 GC(R)-EtOAc/F3(14-36)/p.16 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 30.0 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (90:10) นำไปทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี โดยใช้ silica gel (< 0.063 mm, Merck 1.07729) และชะด้วยตัวทำละลาย hexane-EtOAc อัตราส่วน 96:4 จนถึง 82:18 ระบบละ 20 mL, 80:20 จนถึง 78:22 ระบบละ 40 mL เก็บครั้งละ 2 mL เพิ่มความเป็นขั้วครั้งละ 1-2% และ 70:30 จนถึง 30:70 ระบบละ 40 mL เพิ่มความเป็นขั้วครั้งละ 20% เก็บครั้งละ 6 mL ตรวจสอบการแยกด้วย TLC สามารถแยกได้ 12 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มย่อยที่ 8.10.3.3.1 GC(R)-EtOAc/F1(1-2)/p.30 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 0.3 mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (80:20 ถึง 79:21)

กลุ่มย่อยที่ 8.10.3.3.2 GC(R)-EtOAc/F2(3-9)/p.30 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 0.4 mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (79:21)

กลุ่มย่อยที่ 8.10.3.3.3 GC(R)-EtOAc/F3(10-12)/p.30 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 0.6 mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (79:21)

กลุ่มย่อยที่ 8.10.3.3.4 GC(R)-EtOAc/F4(13-53)/p.30 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 20.0 mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (78:22 ถึง 70:30) นำไปทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี โดยใช้ silica gel (< 0.063 mm, Merck 1.07729) ชะด้วยตัวทำละลาย hexane ตามด้วย hexane-acetone อัตราส่วน 95:5 จนถึง 90:10 ระบบละ 40 mL เพิ่มความเป็นขั้วครั้งละ 5%, 85:15 จนถึง 80:20 ระบบละ 60 mL เพิ่มความเป็นขั้วครั้งละ 2.5% เก็บครั้งละ 2 mL ตรวจสอบการแยกด้วย TLC สามารถแยกได้ 5 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มย่อยที่ 8.10.3.3.4.1 GC(R)-EtOAc/F1(1-7)/p.32 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 0.5 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (85:15 ถึง 82.5:17.5)

กลุ่มย่อยที่ 8.10.3.3.4.2 GC(R)-EtOAc/F2(8-45)/p.32 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 12.3 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (82.5:17.5)

กลุ่มย่อยที่ 8.10.3.3.4.3 GC(R)-EtOAc/F3(46-50)/p.32 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 0.4 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (82.5:17.5)

กลุ่มย่อยที่ 8.10.3.3.4.4 GC(R)-EtOAc/F4(51-54)/p.32 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 2.4 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (80:20)

กลุ่มย่อยที่ 8.10.3.3.4.5 GC(R)-EtOAc/F5(55-58)/p.32 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 7.9 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (80:20)

กลุ่มย่อยที่ 8.10.3.3.5 GC(R)-EtOAc/F5(54)/p.30 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 0.5 mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (70:30)

กลุ่มย่อยที่ 8.10.3.3.6 GC(R)-EtOAc/F6(55)/p.30 เป็นของเหลวหนืดสี  
เหลืองหนัก 0.6 mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (70:30)

กลุ่มย่อยที่ 8.10.3.3.7 GC(R)-EtOAc/F7(56)/p.30 เป็นของเหลวหนืดสี  
เหลืองหนัก 0.7 mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (70:30)

กลุ่มย่อยที่ 8.10.3.3.8 GC(R)-EtOAc/F8(57)/p.30 เป็นของเหลวหนืดสี  
เหลืองหนัก 0.8 mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (50:50)

กลุ่มย่อยที่ 8.10.3.3.9 GC(R)-EtOAc/F9(58)/p.30 เป็นของเหลวหนืดสี  
เหลืองหนัก 0.8 mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (50:50)

กลุ่มย่อยที่ 8.10.3.3.10 GC(R)-EtOAc/F10(59)/p.30 เป็นของเหลวหนืด  
สีเหลืองหนัก 1.0 mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (50:50)

กลุ่มย่อยที่ 8.10.3.3.11 GC(R)-EtOAc/F11(60-64)/p.30 เป็นของเหลว  
หนืดสีเหลืองหนัก 1.7 mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (50:50 ถึง 30:70)

กลุ่มย่อยที่ 8.10.3.3.12 GC(R)-EtOAc/F12(65-80)/p.30 เป็นของเหลว  
หนืดสีเหลืองหนัก 19.2 mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (30:70)

กลุ่มย่อยที่ 8.10.3.4 GC(R)-EtOAc/F4(37-48)/p.16 เป็นของเหลวหนืดสี  
เหลืองหนัก 4.6 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (87:13 ถึง 50:50)

กลุ่มย่อยที่ 8.10.4 GC(R)-EtOAc/F4(75-158)/p.13 เป็นของเหลวหนืดสีเหลือง  
หนัก 1.4 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (84:16) ถึง acetone

กลุ่มย่อยที่ 8.11 GC(R)-EtOAc/F11(105-120)/p.98 เป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาล  
หนัก 168.0 mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (75:25) นำไปทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธีคอลัมน์โคร-  
มาโทกราฟี โดยใช้ silica gel (< 0.063 mm, Merck 1.07729) ชะด้วยตัวทำละลาย hexane-CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>  
ระบบละ 40 mL เพิ่มความเป็นขั้วครั้งละ 20%, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>-acetone อัตราส่วน 98:2 จนถึง 94:6 ระบบละ  
100 mL เก็บครั้งละ 3 mL, 92:8 จนถึง 86:14 ระบบละ 50 mL เก็บครั้งละ 4 mL เพิ่มความเป็นขั้วครั้ง  
ละ 2% แล้วชะด้วย acetone ปริมาตร 50 mL เก็บครั้งละ 8 mL ตรวจสอบการแยกด้วย TLC สามารถ  
แยกได้ 9 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มย่อยที่ 8.11.1 GC(R)-EtOAc/F1(1-11)/p.26 เป็นของเหลวหนืดสีเหลือง  
หนัก 17.7 mg ได้จากการชะด้วย CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>-acetone (98:2 ถึง 96:4)

กลุ่มย่อยที่ 8.11.2 GC(R)-EtOAc/F2(12-18)/p.26 เป็นของเหลวหนืดสีเหลือง  
หนัก 5.7 mg ได้จากการชะด้วย CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>-acetone (96:4)

กลุ่มย่อยที่ 8.11.3 GC(R)-EtOAc/F3(19-20)/p.26 เป็นของเหลวหนืดสีเหลือง  
หนัก 1.7 mg ได้จากการชะด้วย CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>-acetone (96:4)

กลุ่มย่อยที่ 8.11.4 GC(R)-EtOAc/F4(21-30)/p.26 เป็นของเหลวหนืดสีเหลือง  
หนัก 10.3 mg ได้จากการชะด้วย  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ -acetone (96:4)

กลุ่มย่อยที่ 8.11.5 GC(R)-EtOAc/F5(31-36)/p.26 เป็นของเหลวหนืดสีเหลือง  
หนัก 9.0 mg ได้จากการชะด้วย  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ -acetone (96:4)

กลุ่มย่อยที่ 8.11.6 GC(R)-EtOAc/F6(37-84)/p.26 เป็นของเหลวหนืดสีเหลือง  
หนัก 50.2 mg ได้จากการชะด้วย  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ -acetone (96:4)

กลุ่มย่อยที่ 8.11.7 GC(R)-EtOAc/F7(85-130)/p.26 เป็นของเหลวหนืดสีเหลือง  
หนัก 7.4 mg ได้จากการชะด้วย  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ -acetone (96:4 ถึง 88:12)

กลุ่มย่อยที่ 8.11.8 GC(R)-EtOAc/F8(131-147)/p.26 เป็นของเหลวหนืดสีเหลือง  
หนัก 7.5 mg ได้จากการชะด้วย  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ -acetone (86:14) ถึง acetone

กลุ่มย่อยที่ 8.11.9 GC(R)-EtOAc/F9(148-155)/p.26 เป็นของเหลวหนืดสีเหลือง  
หนัก 14.1 mg ได้จากการชะด้วย acetone

กลุ่มย่อยที่ 8.12 GC(R)-EtOAc/F12(121-169)/p.98 เป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาล  
หนัก 320.1 mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (75:25) นำไปทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธีคอลัมน์โคร-  
มาโทกราฟี โดยใช้ silica gel (< 0.063 mm, Merck 1.07729) ชะด้วยตัวทำละลาย hexane-acetone  
อัตราส่วน 99:1 จนถึง 90:10 ระบบละ 80 mL, 87:13 จนถึง 84:16 ระบบละ 120 mL เก็บครั้งละ 5-6  
mL, 82:18 จนถึง 78:22 ระบบละ 40 mL เพิ่มความเป็นขี้ผึ้งครั้งละ 1-2 % เก็บครั้งละ 6-7 mL, แล้วชะ  
ด้วยระบบ 50:50 ปริมาตร 100 mL เก็บครั้งละ 10 mL ตรวจสอบการแยกด้วย TLC สามารถแยกได้ 7  
กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มย่อยที่ 8.12.1 GC(R)-EtOAc/F1(1-4)/p.17 เป็นของเหลวหนืดสีเหลือง  
หนัก 1.6 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (87:13)

กลุ่มย่อยที่ 8.12.2 GC(R)-EtOAc/F2(5-7)/p.17 เป็นของเหลวหนืดสีเหลือง  
หนัก 23 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (87:13)

กลุ่มย่อยที่ 8.12.3 GC(R)-EtOAc/F3(8-17)/p.17 เป็นของเหลวหนืดสีเหลือง  
หนัก 5.1 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (87:13)

กลุ่มย่อยที่ 8.12.4 GC(R)-EtOAc/F4(18-24)/p.17 เป็นของเหลวหนืดสีเหลือง  
หนัก 11.5 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (87:13 ถึง 86:14)

กลุ่มย่อยที่ 8.12.5 GC(R)-EtOAc/F5(25-95)/p.17 เป็นของเหลวหนืดสีเหลือง  
หนัก 210.0 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (86:14 ถึง 82:18) นำไปทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธี  
คอลัมน์โครมาโทกราฟี โดยใช้ silica gel (< 0.063 mm, Merck 1.07729) ชะด้วยตัวทำละลาย hexane-  
 $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  ระบบละ 20 mL เพิ่มความเป็นขี้ผึ้งครั้งละ 10%, 98:2 จนถึง 96:4 ระบบละ 20 mL, 94:6 จนถึง

92:8 ระบายละ 90 mL เก็บครั้งละ 1 mL เพิ่มความเป็นข้วครั้งละ 2% แล้วชะด้วย MeOH ปริมาตร 30 mL เก็บครั้งละ 8 mL ตรวจสอบการแยกด้วย TLC สามารถแยกได้ 5 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มย่อยที่ 8.12.5.1 GC(R)-EtOAc/F1(1-24)/p.22 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 4.3 mg ได้จากการชะด้วย  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ -acetone (94:6)

กลุ่มย่อยที่ 8.12.5.2 GC(R)-EtOAc/F2(25-65)/p.22 เป็นของแข็งสีเหลืองหนัก 120.5 mg (รหัส NMR SSS 2408) ได้จากการชะด้วย  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ -acetone (94:6) คือ cowanol (**4**)

กลุ่มย่อยที่ 8.12.5.3 GC(R)-EtOAc/F3(66-81)/p.22 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 13.3 mg ได้จากการชะด้วย  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ -acetone (94:16 ถึง 92:8)

กลุ่มย่อยที่ 8.12.5.4 GC(R)-EtOAc/F4(82-86)/p.22 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 12.5 mg ได้จากการชะด้วย  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ -acetone (92:8)

กลุ่มย่อยที่ 8.12.5.5 GC(R)-EtOAc/F5(87-100)/p.22 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 4.7 mg ได้จากการชะด้วย  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ -acetone (92:8 ถึง 50:50)

กลุ่มย่อยที่ 8.12.6 GC(R)-EtOAc/ F6(96-112)/p.17 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 12.5 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (82:18 ถึง 50:50 )

กลุ่มย่อยที่ 8.12.7 GC(R)-EtOAc/F7(113-120)/p.17 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 16.7 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (50:50)

กลุ่มย่อยที่ 8.13 GC(R)-EtOAc/F13(170-178)/p.98 เป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลหนัก 46.2 mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (70:30)

กลุ่มย่อยที่ 8.14 GC(R)-EtOAc/F14(179-190)/p.98 เป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลหนัก 62.6 mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (70:30)

กลุ่มย่อยที่ 8.15 GC(R)-EtOAc/F15(191-201)/p.98 เป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลหนัก 20.5 mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (70:30 ถึง 68.5:32.5)

กลุ่มย่อยที่ 8.16 GC(R)-EtOAc/F16(202-221)/p.98 เป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลหนัก 19.6 mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (68.5:32.5)

กลุ่มย่อยที่ 8.17 GC(R)-EtOAc/F17(222-271)/p.98 เป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลหนัก 48.9 mg ได้จากการชะด้วย hexane -EtOAc (68.5:32.5 ถึง 50:50)

กลุ่มย่อยที่ 8.18 GC(R)-EtOAc/F18(272-300)/p.98 เป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลหนัก 18.0 mg ได้จากการชะด้วย hexane-EtOAc (50:50 ถึง 45:55) และ EtOAc-MeOH (80:20)

2.2.9 กลุ่มที่ 9 GC(R)-EtOAc/F9(29-31)/p.88 เป็นของแข็งสีน้ำตาลหนัก 780.8 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (60:40 ถึง 55:45) นำไปทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธี คอลัมน์โครมาโทกราฟี โดยใช้ silica gel (< 0.063 mm, Merck 1.07729) และชะด้วยตัวทำละลาย hexane-acetone อัตราส่วน

95:5 จนถึง 85:5 เก็บครั้งละ 8 mL, 82.5:17.5 จนถึง 75:25 เพิ่มความเป็นขั้วครั้งละ 2.5% เก็บครั้งละ 2-3 mL และ acetone-MeOH อัตราส่วน 50:50 เตรียมระบบละ 100 mL เก็บครั้งละ 2-3 mL เริ่มเก็บที่ระบบ 90:10 ตรวจสอบการแยกด้วย TLC สามารถแยกได้ 11 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มย่อยที่ 9.1 GC(R)-EtOAc/F1(1-21)/p.46 เป็นของแข็งสีเหลืองหนัก 4.6 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (90:10 ถึง 87.5:12.5)

กลุ่มย่อยที่ 9.2 GC(R)-EtOAc/F2(22-34)/p.46 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 8.7 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (87.5:12.5 ถึง 85:15)

กลุ่มย่อยที่ 9.3 GC(R)-EtOAc/F3(35-38)/p.46 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 13.4 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (85:15)

กลุ่มย่อยที่ 9.4 GC(R)-EtOAc/F4(39-51)/p.46 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 37.6 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (85:15 ถึง 82.5:17.5)

กลุ่มย่อยที่ 9.5 GC(R)-EtOAc/F5(52-58)/p.46 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 22.3 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (82.5:17.5 ถึง 80:20)

กลุ่มย่อยที่ 9.6 GC(R)-EtOAc/F6(59-72)/p.46 เป็นของแข็งสีเหลืองหนัก 0.4 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (80:20)

กลุ่มย่อยที่ 9.7 GC(R)-EtOAc/F7(73-75)/p.46 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 135.5 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (80:20) นำไปทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี โดยใช้ silica gel (< 0.063 mm, Merck 1.07729) ชะด้วยตัวทำละลาย hexane-acetone อัตราส่วน 94:6 จนถึง 84:16 ระบบละ 20 mL, 80:20 จนถึง 75:25 ระบบละ 40 mL เพิ่มความเป็นขั้วครั้งละ 2.5% เก็บครั้งละ 1-2 mL และ 50:50 เตรียม 40 mL เก็บครั้งละ 7 mL ตรวจสอบการแยกด้วย TLC สามารถแยกได้ 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มย่อยที่ 9.7.1 GC(R)-EtOAc/F1(1-8)/p.53 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 14.6 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (80:20)

กลุ่มย่อยที่ 9.7.2 GC(R)-EtOAc/F2(9-85)/p.53 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 114.1 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (80:20 ถึง 50:50)

กลุ่มย่อยที่ 9.8 GC(R)-EtOAc/F8(76-94)/p.46 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 2.2 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (80:20 ถึง 77.5:22.5)

กลุ่มย่อยที่ 9.9 GC(R)-EtOAc/F9(95-122)/p.46 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 138.4 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (77.5:22.5 ถึง 75:25)

กลุ่มย่อยที่ 9.10 GC(R)-EtOAc/F10(123-145)/p.46 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 73.5 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (75:25)

กลุ่มย่อยที่ 9.11 GC(R)-EtOAc/F11(146-175)/p.46 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองหนัก 138.4 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (75:25) และ acetone-MeOH (50:50)

2.2.10 กลุ่มที่ 10 GC(R)-EtOAc/F10(32-33)/p.88 เป็นของแข็งสีน้ำตาลหนัก 366.7 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (55:45 ถึง 50:50)

2.2.11 กลุ่มที่ 11 GC(R)-EtOAc/F11(34-35)/p.88 เป็นของแข็งสีน้ำตาลหนัก 442.0 mg ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (50:50)

2.2.12 กลุ่มที่ 12 GC(R)-EtOAc/F12(36-43)/p.88 เป็นของแข็งสีน้ำตาลหนัก 7.5 g ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (45:55 ถึง 40:60) แบ่งสารมา 50.2 mg ละลายด้วย dry pyridine (1 mL) ในขวดก้นกลมขนาด 25 mL แล้วเติม  $\text{Ac}_2\text{O}$  5 หยด ทำการผ่านก๊าซไนโตรเจน แล้วกวนสารละลายที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ติดตามปฏิกิริยาด้วย TLC จากนั้นจึงสกัดด้วย EtOAc 10 mL และล้างสารละลายชั้น EtOAc ด้วยน้ำ 2 x 10 mL คู่น้ำในสารละลายชั้น EtOAc ด้วย anhydrous  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ระเหยตัวทำละลายให้แห้ง และกำจัด pyridine โดยให้ codistil ออกมาพร้อมกับ MeOH ได้ของเหลวหนืดสีน้ำตาลแดงหนัก 54.4 mg นำไปทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี โดยใช้ silica gel (< 0.063 mm, Merck 1.07729) ชะด้วยตัวทำละลาย  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ -MeOH อัตราส่วน 99.5:0.5 ปริมาตร 100 mL ตามด้วย  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ -MeOH อัตราส่วน 99:1 จนถึง 93:7 ระบบละ 50 mL เพิ่มความเป็นขั้วครั้งละ 1% ตรวจสอบการแยกด้วย TLC สามารถแยกสารได้ 8 กลุ่มดังนี้

กลุ่มย่อยที่ 12.1 GC(R)-EtOAc/F1(1-12) เป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลแดงหนัก 4.7 mg (รหัส NMR SSS 2094) ได้จากการชะด้วย  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ -MeOH (99.5:0.5 จนถึง 99:1)

กลุ่มย่อยที่ 12.2 GC(R)-EtOAc/F2(13-30) เป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลแดงหนัก 3.8 mg (รหัส NMR SSS 2095) ได้จากการชะด้วย  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ -MeOH (99:1 จนถึง 99.5:1.5)

กลุ่มย่อยที่ 12.3 GC(R)-EtOAc/F3(31-54) เป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลแดงหนัก 4.2 mg (รหัส NMR SSS 2096) ได้จากการชะด้วย  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ -MeOH (98.5:1.5)

กลุ่มย่อยที่ 12.4 GC(R)-EtOAc/F4(55-70) เป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลแดงหนัก 8.4 mg (รหัส NMR SSS 2097) ได้จากการชะด้วย  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ -MeOH (98.5:1.5)

กลุ่มย่อยที่ 12.5 GC(R)-EtOAc/F5(71-107) เป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลแดงหนัก 17.7 mg (รหัส NMR SSS 2098) ได้จากการชะด้วย  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ -MeOH (98.5:1.5 จนถึง 98:2)

กลุ่มย่อยที่ 12.6 GC(R)-EtOAc/F6(108-127) เป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลแดงหนัก 8.6 mg (รหัส NMR SSS 2099) ได้จากการชะด้วย  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ -MeOH (98:2 จนถึง 97:3)

กลุ่มย่อยที่ 12.7 GC(R)-EtOAc/F7(128-135) เป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลแดงหนัก 3.8 mg (รหัส NMR SSS 2100) ได้จากการชะด้วย  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ -MeOH (98:2 จนถึง 97:3)

กลุ่มย่อยที่ 12.8 GC(R)-EtOAc/F8(136-183) เป็นของเหลวหนืดสีน้ำตาลแดงหนัก 10.9 mg (รหัส NMR SSS 2101) ได้จากการชะด้วย  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ -MeOH (98:2 จนถึง 97:3)

2.2.13 กลุ่มที่ 13 GC(R)-EtOAc/F13(44-55)/p.88 เป็นของแข็งสีน้ำตาลหนัก 2.1 g ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (40:60 ถึง 30:70)

2.2.14 กลุ่มที่ 14 GC(R)-EtOAc/F14(56-75)/p.88 เป็นของแข็งสีน้ำตาลหนัก 3.5 g ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (30:70 ถึง 10:90)

2.2.15 กลุ่มที่ 15 GC(R)-EtOAc/F15(76-121)/p.88 เป็นของแข็งสีน้ำตาลหนัก 2.3 g ได้จากการชะด้วย hexane-acetone (10:90) – MeOH

### 2.3 ส่วนสกัดชั้น MeOH

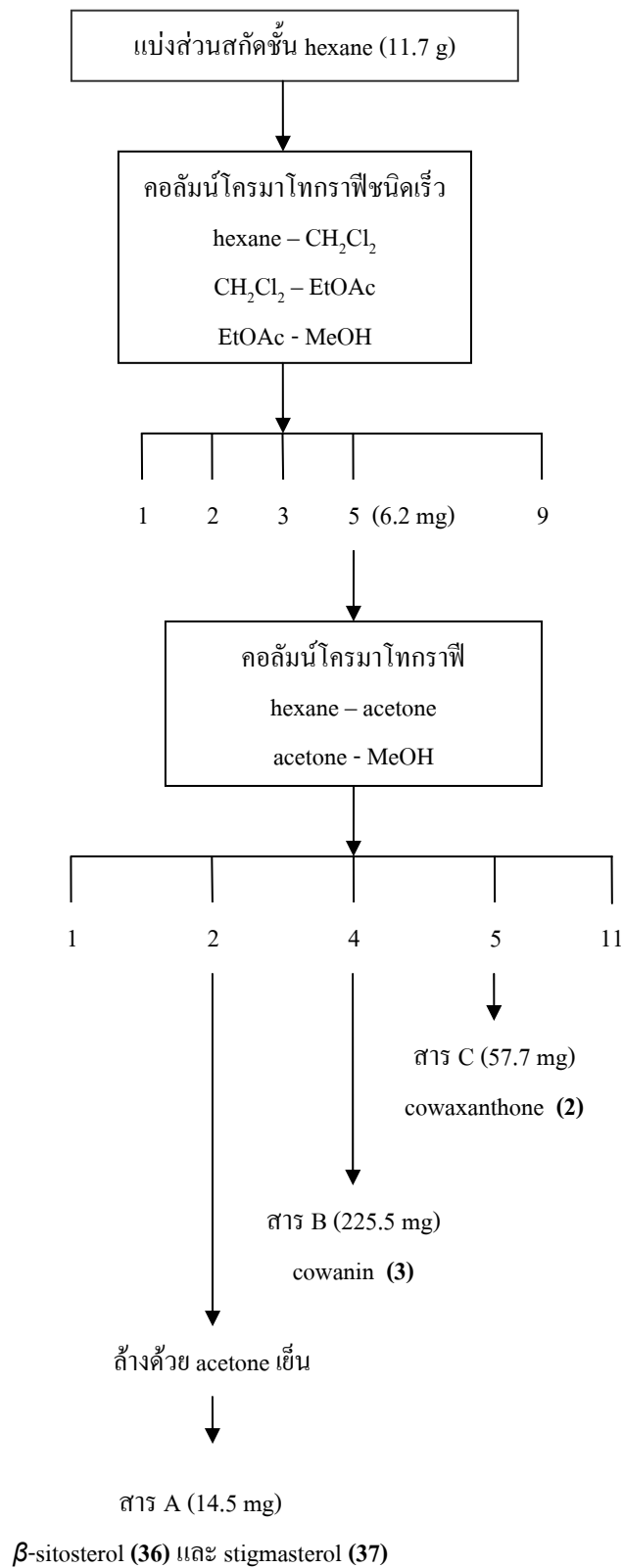
ส่วนสกัดชั้น MeOH มีลักษณะเป็นของแข็งสีน้ำตาลเข้มหนัก 74.1 g เมื่อนำมาทดสอบด้วยแผ่น TLC แล้วนำไปให้ความจะทำให้สีแดงกับ anisaldehyde- $\text{H}_2\text{SO}_4$  reagent (รหัส NMR SSS 2762) ภาพประกอบ 7

### 2.4 ส่วนสกัดชั้น MeOH- $\text{H}_2\text{O}$

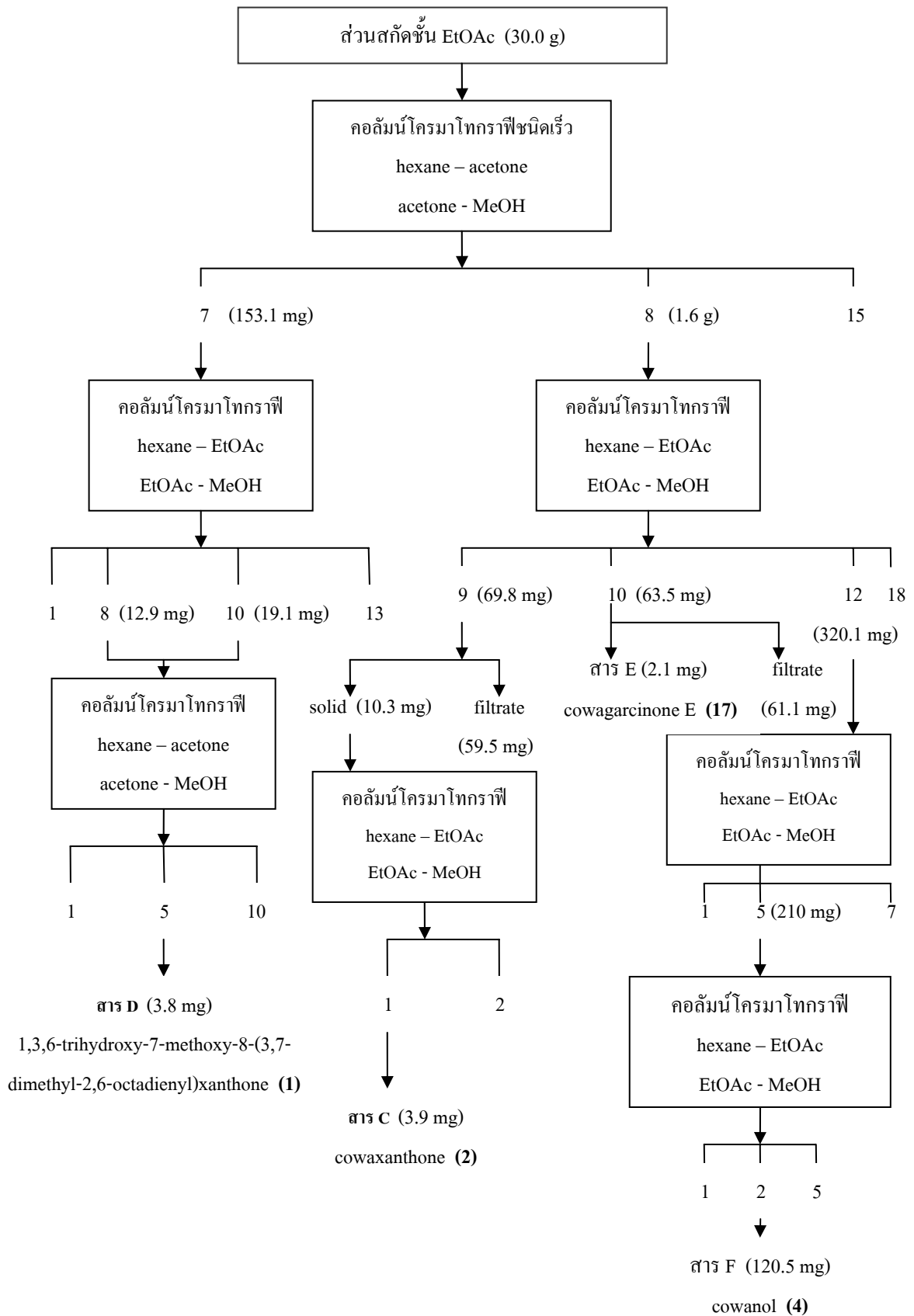
ส่วนสกัดชั้น MeOH- $\text{H}_2\text{O}$  มีลักษณะเป็นของแข็งสีน้ำตาลเข้มหนัก 24.2 g เมื่อนำมาทดสอบด้วยแผ่น TLC แล้วนำไปให้ความจะทำให้สีแดงกับ anisaldehyde- $\text{H}_2\text{SO}_4$  reagent (รหัส NMR SSS 2763) ภาพประกอบ 7

## 3. การศึกษาสมบัติทางกายภาพ และสูตรโครงสร้างของสารบริสุทธิ์ที่แยกได้จากรากชะมวง

สารบริสุทธิ์ที่แยกได้ นำมาหาสูตรโครงสร้างโดยใช้วิธีทางสเปกโทรสโกปีเป็นส่วนใหญ่ ร่วมกับข้อมูลทางกายภาพ และโดยการเปรียบเทียบข้อมูลต่าง ๆ ของสารกับที่มีผู้รายงานไว้แล้ว ในงานวิจัยนี้บันทึกค่า  $R_f$  ของสารบนแผ่น precoated silica gel 60 GF<sub>254</sub> การหาตำแหน่งของสารบน TLC ใช้แสงอัลตราไวโอเล็ตที่ 254 และ/หรือ 365 nm และการใช้ส่วนผสมของ anisaldehyde- $\text{H}_2\text{SO}_4$  เป็น developing reagent โดยนำไปทาบนแผ่น TLC แล้วนำไปให้ความร้อนที่ 80-120 °C นาน 1 นาที ซึ่งจะปรากฏเป็นสีแตกต่างกัน การบันทึกจุดหลอมเหลวใช้เครื่อง Griffin รายงานในหน่วย °C การบันทึกแถบการดูดกลืนรังสีอินฟราเรดในสภาพ KBr disc หรือ neat ใช้เครื่อง Perkin Elmer FT-IR spectrum BX สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ แสดงผลเป็น  $\nu_{\text{max}}^{\text{KBr}}$  หรือ  $\nu_{\text{max}}^{\text{neat}}$  ในหน่วย  $\text{cm}^{-1}$  การบันทึกแถบการดูดกลืนรังสียูวี-วิสิเบิลสูงสุด ใช้เครื่อง Shimadzu UV-2401PC สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ แสดงผลเป็น  $\lambda_{\text{max}}^{\text{EtOH}}$  รายงานในหน่วย nm และ  $\log \epsilon$  ในตัวทำละลาย EtOH การบันทึกข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR ใช้เครื่อง Bruker Avance 300 FT-NMR สเปกโทรมิเตอร์ ที่ 300 MHz และที่ 75 MHz ถูกคิวเทอเรต ที่  $\delta_{\text{H}}$  7.24 และ  $\delta_{\text{C}}$  77.00 ในตัวทำละลาย  $\text{CDCl}_3$  และ ที่  $\delta_{\text{H}}$  2.04 และ  $\delta_{\text{C}}$  29.80 ในตัวทำละลาย acetone- $d_6$  ใน  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR สเปกตรัมตามลำดับ ES แมสสเปกตรัม บันทึกด้วยเครื่อง Finnigan LC-Q แมสสเปกโทรมิเตอร์



ภาพประกอบ 8 สารบริสุทธิ์ที่แยกได้จากส่วนสกัดรากชะมวงชั้น hexane



ภาพประกอบ 9 สารบริสุทธิ์ที่แยกได้จากส่วนสกัดรากชะมวงขึ้น EtOAc

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

#### 1. ผลการสกัดสารจากรากชะมวง

รากชะมวงที่แห้งและบดละเอียด (1.2 kg) เมื่อสกัดด้วยตัวทำละลาย hexane, EtOAc, MeOH และ MeOH-H<sub>2</sub>O (1:1) ตามลำดับ ได้ส่วนสกัดต่าง ๆ ดังนี้

ตาราง 2 แสดงส่วนสกัดสารจากรากชะมวงด้วยตัวทำละลาย

ส่วนสกัดชั้น	น้ำหนักที่ได้ (g)	ลักษณะสาร
hexane	19.9	ของแข็งสีน้ำตาลเข้ม
EtOAc	38.0	ของแข็งสีน้ำตาลเข้ม
MeOH	74.6	ของแข็งสีน้ำตาลเข้ม
MeOH-H <sub>2</sub> O	24.2	ของแข็งสีน้ำตาลเข้ม

#### 2. ผลการแยกสารและทำสารให้บริสุทธิ์

2.1 ผลการแยกสารจากส่วนสกัดชั้น hexane ของรากชะมวง และทำสารให้บริสุทธิ์

แบ่งส่วนสกัดชั้น hexane (11.7 g) มาแยกและทำให้บริสุทธิ์โดยคอลัมน์โครมาโทกราฟีชนิดเร็ว สามารถแยกได้กลุ่มสารทั้งหมด 9 กลุ่ม (ตาราง 3)

ตาราง 3 ผลการแยกสารจากส่วนสกัด hexane ของรากชะมวงโดยคอลัมน์โครมาโทกราฟีชนิดเร็ว

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนัก	ลักษณะสาร
hexane - CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>			
100:0 - 90:10	1	122.6 mg	ของเหลวหนืดสีเหลือง
80:20 - 70:30	2	223.5 mg	ของเหลวหนืดสีเหลือง
70:30 - 50:50	3	529.5 mg	ของเหลวหนืดสีเหลือง
50:50 - 30:70	4	2.4 g	ของเหลวหนืดสีเหลือง
hexane - CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> ถึง CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> - EtOAc			
30:70 - 80:20	5	6.2 g	ของเหลวหนืดสีเหลือง
CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> - EtOAc			
80:20 - 60:40	6	1.0 g	ของเหลวหนืดสีเหลือง
60:40 - 50:50	7	134.8 mg	ของเหลวหนืดสีเหลือง
50:50 - 0:100	8	187.0 mg	ของเหลวหนืดสีเหลือง
EtOAc - MeOH			
80:20 - 0:100	9	529.5 mg	ของแข็งสีดำ

จากการนำกลุ่มสารในตาราง 3 มาทำให้บริสุทธิ์โดยโครมาโทกราฟีชนิดต่างๆ และเมื่อนำมาตรวจสอบด้วย TLC, NMR และ MS สเปกโทรสโกปี พบว่าได้สารบริสุทธิ์ทั้งหมด 3 ชนิด (ตาราง 4)

ตาราง 4 สารบริสุทธิ์ที่แยกได้จากส่วนสกัดชั้น hexane ของรากชะมวง

สารบริสุทธิ์	น้ำหนัก (mg)	%ของสารในส่วน สกัด	%ของสาร ในพืช	ลักษณะสาร
1. สารประกอบ A ( $\beta$ -sitosterol (36) และ stigmasterol (37))	14.5	0.12	$1.23 \times 10^{-3}$	ของแข็งสีขาว
2. สารประกอบ B (cowanin (3))	225.5	1.93	$1.91 \times 10^{-2}$	ของแข็งสีเหลือง
3. สารประกอบ C (cowaxanthone (2))	47.2	0.40	$3.99 \times 10^{-3}$	ของแข็งสีเหลือง

## 2.2 ผลการแยกสารจากส่วนสกัดชั้น EtOAc ของรากชะมวงและทำสารให้บริสุทธิ์

เมื่อนำส่วนสกัดชั้น EtOAc (30.0 g) นำมาแยกโดยคอลัมน์โครมาโทกราฟีชนิดเร็ว สามารถแยกได้กลุ่มสารทั้งหมด 15 กลุ่ม (ตาราง 5)

ตาราง 5 ผลการแยกสารโดยคอลัมน์โครมาโทกราฟีชนิดเร็วจากส่วนสกัดชั้น EtOAc ของรากชะมวง

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนัก (mg)	ลักษณะสาร
hexane - acetone			ของแข็งสีขาวปนกับของเหลว
100: 0 – 95:5	1	46.5	หนืดสีเหลือง
90:10	2	109.2	ของเหลวหนืดสีเหลือง
85:15	3	67.0	ของเหลวหนืดสีน้ำตาล
85:15	4	35.6	ของเหลวหนืดสีน้ำตาล
80:20	5	94.6	ของเหลวหนืดสีน้ำตาล
75:25	6	61.5	ของแข็งปนกับของเหลวหนืดสีน้ำตาล
75:25 – 70:30	7	153.1	ของเหลวหนืดสีน้ำตาล
70:30 – 60:40	8	1.60 g	ของเหลวหนืดสีเหลือง
60:40 – 55:45	9	780.8	ของเหลวหนืดสีน้ำตาล
55:45 – 50:50	10	366.7	ของแข็งสีน้ำตาล
50:50	11	442.0	ของแข็งสีน้ำตาล
45:55 – 40:60	12	7.5 g	ของแข็งสีน้ำตาล
40:60 – 30:70	13	2.1 g	ของแข็งสีน้ำตาล
30:70 – 10:90	14	3.5 g	ของแข็งสีน้ำตาล
hexane - acetone			
10:90 – 0:100			
และ acetone - MeOH			
90:10 – 0:100	15	2.3 g	ของแข็งสีน้ำตาล

จากการนำกลุ่มสารในตาราง 5 มาทำให้บริสุทธิ์โดยโครมาโทกราฟีชนิดต่าง ๆ และเมื่อนำมาตรวจสอบด้วย TLC, NMR และ MS สเปกโทรสโกปี พบว่าได้สารบริสุทธิ์ทั้งหมด 4 ชนิด (ตาราง 6)

ตาราง 6 สารบริสุทธิ์ที่แยกได้จากส่วนสกัดชั้น EtOAc ของรากชะมวง

สารบริสุทธิ์	น้ำหนัก (mg)	%ของสารใน ส่วนสกัด	%ของสารในพืช	ลักษณะสาร
1. สารประกอบ C (cowaxanthone (2))	3.9	$1.3 \times 10^{-2}$	$1.78 \times 10^{-4}$	ของแข็งสีเหลือง
2. สารประกอบ D (1,3,6-Trihydroxy-7-methoxy-8- (3,7-dimethyl-2,6-octadienyl) xanthone (1))	3.8	$12.7 \times 10^{-2}$	$3.21 \times 10^{-4}$	ของแข็งสีเหลือง
3. สารประกอบ E (cowagarcinone E (17))	2.1	$7.0 \times 10^{-3}$	$3.30 \times 10^{-4}$	ของแข็งสีเหลือง
4. สารประกอบ F (cowanol (4))	120.5	$4.0 \times 10^{-1}$	$1.02 \times 10^{-2}$	ของแข็งสีเหลือง

### 3. สมบัติทางกายภาพของสารบริสุทธิ์ที่แยกได้จากรากชะมวง

ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพและข้อมูลทางสเปกโทรสโกปีของสารบริสุทธิ์แต่ละชนิดที่แยกได้จากรากชะมวงแสดงดังนี้

#### 3.1 สารประกอบ A (ส่วนผสมระหว่าง $\beta$ -sitosterol (36) และ stigmasterol (37))

น้ำหนัก 14.5 mg

เป็นของแข็งสีขาว mp 168-175 °C [lit. mp 169-175 °C (เจษฎา เนตรสว่างวิชา. 2550 : 51)]

$R_f$  0.41 (10% ethyl acetate-hexane จำนวน 4 รอบ)

$^1\text{H-NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  : แสดงในตาราง 9

#### 3.2 สารประกอบ B (cowanin (3))

น้ำหนัก 225.5 mg

เป็นของแข็งสีเหลือง mp 129-132 °C [lit. mp 135-137 °C (na Pattalung; Thongtheeraparp; Wiriyaichitra; & Taylor. 1994: 365-368)]

$R_f$  0.36 (20% acetone-hexane จำนวน 3 รอบ)

$\lambda_{\max}^{\text{EtOH}}$  (log  $\mathcal{E}$ ) : 244 (4.60), 258 (4.52), 316 (4.41), 352 (4.06) nm [lit.  $\lambda_{\max}^{\text{EtOH}}$  (log  $\mathcal{E}$ ) : 244 (4.56), 260 (4.51), 325 (4.37), 364 (4.06) nm (na Pattalung; Thongtheeraparp; Wiriya-chitra; & Taylor. 1994: 365-368) ]

$\nu_{\max}^{\text{KBr}}$  : 3425, 3293, 2966, 2914, 1644, 1608, 1581, 1463, 1455, 1435, 1280, 1186, 1157, 1077, 1046, 984, 946, 901, 845  $\text{cm}^{-1}$  [lit.  $\nu_{\max}^{\text{KBr}}$  : 3432, 1643, 1608, 1581, 1451, 1157  $\text{cm}^{-1}$  (na Pattalung; Thongtheeraparp; Wiriya-chitra; & Taylor. 1994: 365-368)]

$^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  : แสดงในตาราง 10 และ 11

### 3.3 สารประกอบ C (cowaxanthone (2))

น้ำหนัก 51.1 mg

เป็นของแข็งสีเหลือง mp 191-192  $^{\circ}\text{C}$  [lit. mp 196-197  $^{\circ}\text{C}$  (na Pattalung; Thongtheeraparp; Wiriya-chitra; & Taylor. 1994: 365-368)]

$R_f$  0.22 (20% ethyl acetate-hexane จำนวน 4 รอบ)

$\lambda_{\max}^{\text{EtOH}}$  (log  $\mathcal{E}$ ) : 242 (5.01), 259 (4.97), 320 (4.77), 364 (4.65) nm [lit.  $\lambda_{\max}^{\text{EtOH}}$  (log  $\mathcal{E}$ ) : 244 (4.40), 261 (4.41), 319 (4.27), 366 (3.85) nm (na Pattalung; Thongtheeraparp; Wiriya-chitra; & Taylor. 1994: 365-368)]

$\nu_{\max}^{\text{neat}}$  : 3528(sharp), 3128, 1631, 1609, 1566, 1485, 1451, 1311, 1290, 1226, 1190, 1175, 1160, 1093, 1016, 840  $\text{cm}^{-1}$  [lit.  $\nu_{\max}^{\text{KBr}}$  : 3367, 1639, 1615, 1574, 1488, 1179  $\text{cm}^{-1}$  (na Pattalung; Thongtheeraparp; Wiriya-chitra; & Taylor. 1994: 365-368)]

$^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR (acetone- $d_6$ )  $\delta$  : แสดงในตาราง 12 และ 13

ESMS (-ve): (% relative intensity)  $m/z$  409  $[\text{M-H}]^-$  (100)

### 3.4 สารประกอบ D (1,3,6-trihydroxy-7-methoxy-8-(3,7-dimethyl-2,6-octadienyl)xanthone (1))

น้ำหนัก 3.8 mg

เป็นของแข็งสีเหลือง mp 199-201  $^{\circ}\text{C}$  [lit. mp 205-206  $^{\circ}\text{C}$  (Lee; & Chan. 1997: 2038-2040)]

$R_f$  0.41 (40% acetone-hexane)

$\lambda_{\max}^{\text{EtOH}}$  (log  $\mathcal{E}$ ) : 241 (4.46), 251 (4.41), 311 (4.29), 344 (3.90) nm [lit.  $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$  (log  $\mathcal{E}$ ): 242 (4.50), 253 (4.44), 310 (4.32), 348 (3.95) nm (Lee; & Chan. 1997: 2038-2040)]

$\nu_{\max}^{\text{neat}}$  : 3420, 2922, 1642, 1606, 1578, 1466, 1432, 1297, 1161, 1113, 1075, 1029, 840  $\text{cm}^{-1}$  [lit.  $\nu_{\max}^{\text{Nujol}}$  : 3410, 1640, 1600, 1570, 1160  $\text{cm}^{-1}$  (Lee; & Chan. 1997: 2038-2040)]

$^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR (acetone- $d_6$ )  $\delta$  : แสดงในตาราง 14 และ 15

ESMS (-ve): (% relative intensity)  $m/z$  409  $[\text{M-H}]^-$  (100)

### 3.5 สารประกอบ E (cowagarcinone E (17))

น้ำหนัก 2.1 mg

เป็นของแข็งสีเหลือง mp 176-178 $^{\circ}\text{C}$  [lit. yellow gum (Mahabusarakam; Chairerk; & Taylor. 2005: 1148-1153)]

$R_f$  0.41 (40% acetone-hexane)

$^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  : แสดงในตาราง 16 และ 17

ESMS (-ve): (% relative intensity)  $m/z$  535 $[\text{M-H}]^-$  (67)

### 3.6 สารประกอบ F (cowanol (4))

น้ำหนัก 120.5 mg

เป็นของแข็งสีเหลือง mp 125-127 $^{\circ}\text{C}$  [lit. mp 122-124 $^{\circ}\text{C}$  (na Pattalung; Thongtheeraparp; Wiriyachitra; & Taylor. 1994: 365-368)]

$R_f$  0.54 (40% acetone-hexane จำนวน 2 รอบ)

$\lambda_{\max}^{\text{EtOH}}$  (log  $\mathcal{E}$ ) : 243(4.83), 256(4.41), 316(4.62), 352(4.29) nm [lit.  $\lambda_{\max}^{\text{EtOH}}$  (log  $\mathcal{E}$ ) : 244 (4.51), 260 (4.41), 318 (4.36), 358 (3.82) nm (na Pattalung; Thongtheeraparp; Wiriyachitra; & Taylor. 1994: 365-368)]

$\nu_{\max}^{\text{neat}}$  : 3397 (broad), 2967, 2926, 1643, 1607, 1583, 1463, 1433, 1281, 1186, 1157, 1080, 1045, 986, 946, 839  $\text{cm}^{-1}$  [lit.  $\nu_{\max}^{\text{KBr}}$  : 3374, 1647, 1608, 1583, 1463, 1156  $\text{cm}^{-1}$  (na Pattalung; Thongtheeraparp; Wiriyachitra; & Taylor. 1994: 365-368)]

$^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  : แสดงในตาราง 18 และ 19

ESMS (-ve): (% relative intensity)  $m/z$  493  $[\text{M-H}]^-$  (100)

## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

#### การวิเคราะห์หาสูตรโครงสร้างของสารบริสุทธิ์

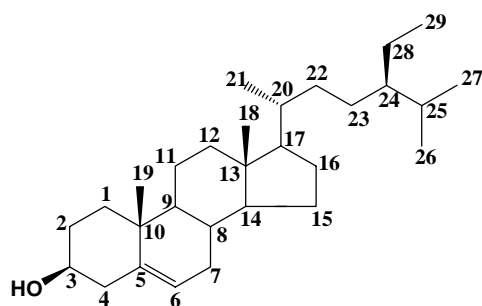
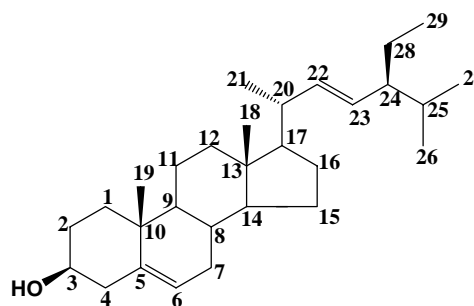
จากการสกัดรากชะมวงด้วยตัวทำละลาย hexane, EtOAc, MeOH และ MeOH-H<sub>2</sub>O (1:1) เมื่อนำส่วนสกัดชั้น hexane และ EtOAc ไปทำการแยกให้บริสุทธิ์ด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟี สามารถแยกสารได้รวม 6 ชนิด ดังต่อไปนี้

ตาราง 7 สารบริสุทธิ์ที่แยกได้จากส่วนสกัดชั้น hexane ของรากชะมวง

สาร	ชื่อสาร	น้ำหนัก (mg)	% yield
A	ส่วนผสมระหว่าง $\beta$ -sitosterol (36) และ stigmasterol (37)	14.5	$1.23 \times 10^{-3}$
B	cowanin (3)	225.5	$1.91 \times 10^{-2}$
C	cowaxanthone (2)	47.2	$3.99 \times 10^{-3}$

ตาราง 8 สารบริสุทธิ์ที่แยกได้จากส่วนสกัดชั้น EtOAc ของรากชะมวง

สาร	ชื่อสาร	น้ำหนัก (mg)	% yield
C	cowaxanthone (2)	3.9	$3.30 \times 10^{-4}$
D	1,3,6-trihydroxy-7-methoxy-8-(3,7-dimethyl-2,6- octadienyl)xanthone (1)	3.8	$3.21 \times 10^{-4}$
E	cowagarcinone E (17)	2.1	$1.78 \times 10^{-4}$
F	cowanol (4)	120.5	$1.02 \times 10^{-2}$

1. สาร A (ส่วนผสมระหว่าง  $\beta$ -sitosterol และ stigmasterol sss2644) $\beta$ -sitosterol (36)

stigmasterol (37)

สาร A เป็นของแข็งสีขาวที่พบปริมาณมาก ให้สีม่วงกับ anisaldehyde- $H_2SO_4$  reagent บนแผ่น TLC จากการวิเคราะห์ลักษณะ  $^1H$ -NMR spectrum ของสาร A พบสัญญาณ olefinic proton ที่  $\delta$  5.32 (1.7H, br d,  $J = 4.5$  Hz), ที่  $\delta$  5.13 (1H, dd,  $J = 15.0, 8.4$  Hz) และที่  $\delta$  4.98 (1H, dd,  $J = 15.3, 8.4$  Hz) และสัญญาณของ carbinol proton ที่  $\delta$  3.50 (1.9H, m) และสัญญาณที่ซับซ้อนในช่วงตั้งแต่  $\delta$  0.5 – 2.5 ppm เมื่อเปรียบเทียบข้อมูล  $^1H$ -NMR ของสาร A กับ ของผสมระหว่าง  $\beta$ -sitosterol (36) และ stigmasterol (37) (เจษฎา เนตรสว่างวิชา. 2548: 56) พบว่ามีลักษณะใกล้เคียงกัน เมื่อเปรียบเทียบค่า  $R_f$  ของสาร A กับ authentic ของส่วนผสมระหว่าง  $\beta$ -sitosterol และ stigmasterol ในระบบตัวทำละลายต่างๆ พบว่ามีค่าเท่ากันและให้สีม่วงกับ anisaldehyde- $H_2SO_4$  reagent เหมือนกัน และข้อมูล  $^1H$ -NMR แสดง integration ของ H-6 ( $\delta$  5.32) เป็น 1.7 และ สัญญาณของ H-22 ( $\delta$  4.98) และ H-23 ( $\delta$  5.13) ของ stigmasterol อย่างละ 1H ดังนั้น สาร A คือ ส่วนผสมระหว่าง  $\beta$ -sitosterol และ stigmasterol ในอัตราส่วน 0.7:1

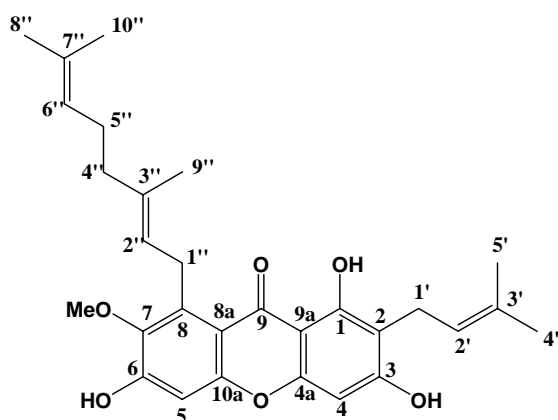
$\beta$ -sitosterol และ stigmasterol เป็นสารที่พบได้ทั่วไปในพืชหลายชนิด และมีรายงานการ พบในพืชสกุล *Garcinia* เช่น ในใบมะคะหลวง (*G. xanthochymus*) (Singh; et al. 1991: 286) สำหรับ stigmasterol พบในกิ่งของชะมวงป่า (*G. bancana*) (Rukachaisirikul; et al. 2005: 342-343) ส่วนผลของ *Ebenus pinnata* Ait. ซึ่งอยู่ในวงศ์ Leguminosae (Abreu; et al. 2007: 32-34)

ตาราง 9 ข้อมูล  $^1\text{H-NMR}$  ของสารผสมระหว่าง  $\beta$ -sitosterol (**174**) และ stigmasterol (**11**) และ  $^1\text{H-NMR}$  ของสาร A บันทึกใน  $\text{CDCl}_3$

ตำแหน่ง	ของสารผสมระหว่าง $\beta$ -Sitosterol ( <b>36</b> ) และ Stigmasterol <sup>a</sup> ( <b>37</b> )	สาร A
3	3.51 (3H, m)	3.50 (1.9H, m)
6	5.36 (3H, br d, $J = 5.0$ Hz)	5.32 (1.7H, br d, $J = 4.5$ Hz)
18	0.78 (9H, s)	0.76 (6H, s)
19	1.08 (9H, s)	1.00 (6H, s)
21	0.97 (9H, d, $J = 6.6$ Hz)	0.99 (6H, d, $J = 6.6$ Hz)
22	5.05 (1H, dd, $J = 14.0, 8.0$ Hz)	4.98 (1H, dd, $J = 15.3, 8.4$ Hz)
23	5.14 (1H, dd, $J = 14.0, 8.0$ Hz)	5.13 (1H, dd, $J = 15.0, 8.4$ Hz)
26	0.84 (9H, d, $J = 7.0$ Hz)	0.82 (6H, m)
27	0.82 (9H, d, $J = 7.0$ Hz)	0.81 (6H, m)
29	0.86 (9H, d, $J = 7.0$ Hz)	0.89 (6H, m)

<sup>a</sup> เฉลี่ยจาก เนตรสว่างวิชา. (2548) : 56

## 2. สาร B (cowanin sss2714)



สาร B เป็นของแข็งสีเหลืองที่แยกได้ปริมาณมากที่สุด ปรากฏสีเดียวกับ anisaldehyde-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> reagent บน TLC มีจุดหลอมเหลว 129-132 °C IR spectrum พบแถบการสั่นแบบยืดของหมู่ hydroxyl ที่ 3425 cm<sup>-1</sup> หมู่ conjugated carbonyl ที่ 1644 cm<sup>-1</sup> หมู่ C=C ที่ 1608, 1558, 1463 cm<sup>-1</sup> และหมู่ C-O ที่ 1280 และ 1157 cm<sup>-1</sup>

จากข้อมูล <sup>1</sup>H-NMR, <sup>13</sup>C-NMR, DEPT, COSY และ HMQC (ตาราง 10) พบว่าสาร B น่าจะเป็น 1,3,5,7-tetraoxygenated xanthone โดยพบสัญญาณ singlet ของ chelated hydroxyl (1-OH) ที่ δ 13.77 หมู่ methoxyl ที่ δ 3.77 สัญญาณ singlet ของ aromatic proton 2 แห่งๆละ 1 proton ที่ δ 6.26 และ 6.79 ซึ่งน่าจะเป็นของ H-4 และ H-5 ตามลำดับ พบสัญญาณของหมู่ geranyl 1 หมู่ ซึ่งประกอบด้วย olefinic methine proton 2 แห่ง ที่ δ 5.25 (1H, br t, J = 6.7 Hz) และ 5.00 (1H, br t, J = 6.7 Hz) สัญญาณของ methylene proton 2 แห่ง ที่ δ 4.06 (2H, d, J = 6.7 Hz) และ 1.99 (4H, m) สัญญาณ singlet ของ vinylic methyl proton 3 แห่ง แห่งละ 3 proton ที่ δ 1.81 1.52 และ 1.57 และพบสัญญาณของหมู่ prenyl ซึ่งประกอบด้วย olefinic methine proton ที่ δ 5.25 (1H, br t, J = 6.7 Hz) สัญญาณของ methylene proton ที่ δ 3.42 (2H, d, J = 6.7 Hz) สัญญาณ singlet ของ vinylic methyl proton 2 แห่ง ที่ δ 1.81 และ 1.74

<sup>13</sup>C-NMR และ DEPT สเปกตรัม ของสาร B พบสัญญาณของคาร์บอนทั้งหมด 29 แห่ง ได้แก่ เมทิลคาร์บอน 6 แห่ง ที่ δ 16.4, 17.6, 17.8, 25.5, 25.8 และ 62.0 พบ เมทิลีนคาร์บอน 4 แห่ง ที่ δ 21.4, 26.4, 26.5 และ 39.6 พบ เมทิลีนคาร์บอน 5 แห่ง ที่ δ 93.2, 101.5, 121.4, 123.2, 123.2 และ 124.2

และสัญญาณที่เหลืออีก 14 แห่ง เป็นของ ควอเทอนารีคาร์บอน ได้แก่  $\delta$  103.6, 108.5, 112.2, 131.2, 132.1, 135.5, 137.1, 142.5, 154.5, 155.0, 155.7, 160.6, 161.5 และ 181.9

ข้อมูล HMBC (ตาราง 10) พบความสัมพันธ์ของหมู่ geranyl ที่  $\delta_{\text{H}}$  4.06 (H-1'') กับ  $\delta_{\text{C}}$  137.1 (C-8) 142.5 (C-7) และ 112.2 (C-8a) แสดงว่าหมู่ geranyl อยู่ที่ C-8 ของนิวเคลียสแซนโทน และพบความสัมพันธ์ของหมู่ prenyl ที่  $\delta_{\text{H}}$  3.42 (H-1') กับ  $\delta_{\text{C}}$  108.5 (C-2), 160.6 (C-1) และ 161.5 (C-3) แสดงว่าหมู่ prenyl อยู่ที่ C-2 ของนิวเคลียสแซนโทน นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์ HMBC ของ  $\delta_{\text{H}}$  6.26 (H-4) กับ  $\delta_{\text{C}}$  108.5 (C-2) และ 161.5 (C-3) และระหว่าง  $\delta_{\text{H}}$  6.79 (H-5) กับ  $\delta_{\text{C}}$  155.7 (C-6), 142.5 (C-7) และ 112.2 (C-8a) ข้อมูล NOESY พบความสัมพันธ์ของ proton ที่  $\delta_{\text{H}}$  5.25 (H-2'') กับ  $\delta_{\text{H}}$  1.99 (H-4'') และ  $\delta_{\text{H}}$  4.06 (H-1'') กับ  $\delta_{\text{H}}$  1.81 (H-9'') ทำให้ทราบว่าหมู่ geranyl จัดตัวแบบ *E* configuration การกำหนดตำแหน่งของ  $^1\text{H}$  และ  $^{13}\text{C}$  chemical shift ของสาร B กระทำโดยใช้ข้อมูล 1D- และ 2D-NMR ดังแสดงในตาราง 10

เมื่อสืบค้นข้อมูล ของสาร B พบว่า สาร B อาจเป็น cowanin (3) จึงเปรียบเทียบข้อมูล  $^1\text{H-NMR}$  และ  $^{13}\text{C-NMR}$  ของสาร B กับ cowanin (3) (na Pattalung; Thongtheeraparp; Wiriyaichitra; & Taylor. 1994: 365-368) ประกอบกับ จุดหลอมเหลว IR และ UV พบว่าคล้ายคลึงกัน จึงสรุปว่า สาร B มีโครงสร้างเป็น 1,3,6-trihydroxy-7-methoxy-2-(3-methyl-2-butenyl)-8-(3,7-dimethyl-2,6-octadienyl) xanthone หรือ cowanin (3)

cowanin (3) เป็นสารที่มีรายงานการพบในเปลือกต้นชะมวง (na Pattalung; Thongtheeraparp; Wiriyaichitra; & Taylor. 1994: 365-368) (Likhitwitayawuid; Phadungcharoen; & Krungkrai. 1998: 70-72) ในรายงานของ na Pattalung. et. al. และ Likhitwitayawuid. et. al. กล่าวว่าทั้งสาร cowaxanthone (2), cowanin (3) และ cowanol (4) สามารถพบได้เสมอในสารสกัดของชะมวง

ตาราง 10 ข้อมูล  $^1\text{H-NMR}$ , COSY, HMQC, HMBC และ NOESY ของสาร B บันทึกใน  $\text{CDCl}_3$

ตำแหน่ง	$\delta_{\text{H}}$	COSY <sup>a</sup>	HMQC <sup>b</sup> ( $\delta_{\text{C}}$ )	HMBC <sup>c</sup>	NOESY <sup>d</sup>
1	13.77 (1H,s)				
3	6.34 (2H, br s)				
4	6.26 (1H, s)		93.2	C-2, 3, 4a, 9a	
5	6.79 (1H, s)		101.5	C-6, 7, 8a, 10a	
6	6.34 (2H, br s)				
1'	3.42 (2H, d, $J = 6.7$ Hz)	H-2'	21.4	C-1, 2, 3, 2'	H-5'
2'	5.25 (2H, br t, $J = 6.7$ Hz)	H-1', 4'	121.4		H-4'
4'	1.74 (3H, s)	H-2'	25.8	C-2', 5'	
5'	1.81 (6H, br s)		17.8	C-2', 3', 4'	
1''	4.06 (2H, d, $J = 6.7$ Hz)	H-2''	26.4	C-7, 8, 8a, 2''	H-9'', $\text{OCH}_3$
2''	5.25 (2H, br t, $J = 6.7$ Hz)	H-1'', 4'', 9''	123.2		H-4''
4''	1.99 (2H, m)		39.6	C-2'', 3'', 5''	H-2'', 6''
5''	1.99 (2H, m)		26.5	C-3'', 7'', 6''	
6''	5.00 (1H, br t, $J = 6.7$ Hz)	H-5'', 8'', 10''	124.2		H-4'', 8''
8''	1.52 (3H, s)	H-6''	17.6	C-6'', 7'', 10''	H-6''
9''	1.81 (6H, br s)		16.4	C-2'', 3'', 4''	
10''	1.57 (3H, s)	H-6''	25.5	C-6'', 7'', 8''	
7- $\text{OCH}_3$	3.77 (3H, s)		62.0		H-1''

<sup>a</sup>proton-proton correlation through bond

<sup>b</sup>1-bond heteronuclear proton - carbon correlation

<sup>c</sup>long range heteronuclear proton – carbon correlation

<sup>d</sup>proton-proton correlation through space

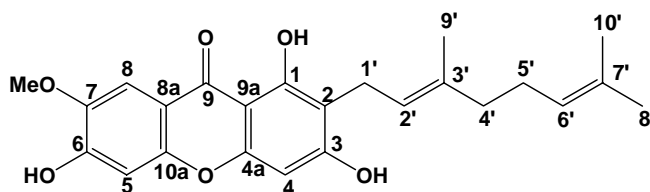
ตาราง 11 ข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR ของสารประกอบ B บันทึกใน  $\text{CDCl}_3$  และของ cowanin (3)

ตำแหน่ง	สารประกอบ B		cowanin (3)		
	$\delta_{\text{H}}$	$\delta_{\text{C}}$	$\delta_{\text{H}}^{\text{a}}$	$\delta_{\text{H}}^{\text{b}}$	$\delta_{\text{C}}^{\text{b}}$
1-OH	13.77 (1H, s)	160.6	13.80 (s)	13.70 (s)	159.9
2		108.5			109.6
3		161.5			162.2
3-OH	6.34 (2H, br s)		6.13 (s)	6.13 (br s)	
4	6.26 (1H, s)	93.2	6.30 (s)	6.32 (s)	92.2
4a		154.5			154.1
5	6.79 (1H, s)	101.5	6.86 (s)	6.78 (s)	101.7
6		155.7			156.8
6-OH	6.34 (2H, br s)		6.13 (s)	6.13 (br s)	
7		142.5			143.3
8		137.1			136.4
8a		112.2			109.9
9		181.9			181.2
9a		103.6			101.9
10a		155.0			154.5
1'	3.42 (2H, d, $J = 6.7$ Hz)	21.4	3.45 (br d, $J = 7.0$ Hz)	3.19 (br d, $J = 7.02$ Hz)	20.9
2'	5.25 (2H, br t, $J = 6.7$ Hz)	121.4	5.28 (m)	5.17 (br t, $J = 7.02$ Hz)	122.5
3'		131.2			130.3
4'	1.74 (3H, s)	25.8	1.61 (s)	1.60 (s)	25.4
5'	1.81 (6H, br s)	17.8	1.82 (s)	1.71 (s)	17.6
1''	4.06 (2H, d, $J = 6.7$ Hz)	26.4	4.09 (br d, $J = 7.0$ Hz)	4.00 (br d, $J = 6.67$ Hz)	25.6
2''	5.25 (2H, br t, $J = 6.7$ Hz)	123.2	5.28 (m)	5.13 (br t, $J = 6.67$ Hz)	123.7
3''		135.5			133.7
4''	1.99 (4H, m)	39.6	2.03 (m)	1.90 (m)	39.3
5''	1.99 (4H, m)	26.5	2.03 (m)	1.97 (m)	26.0
6''	5.00 (1H, br t, $J = 6.7$ Hz)	124.2	5.03 (br t, $J = 7.0$ Hz)	4.97 (br t, $J = 7.02$ Hz)	124.1
7''		132.1			130.4
8''	1.52 (3H, s)	17.6	1.59 (s)	1.51 (s)	17.4
9''	1.81 (6H, br s)	16.4	1.76 (s)	1.71 (s)	16.1
10''	1.57 (3H, s)	25.5	1.54 (s)	1.47 (s)	25.3
7-OCH <sub>3</sub>	3.77 (3H, s)	62.0	3.80 (s)	3.68 (s)	60.1

<sup>a</sup>บันทึกใน  $\text{CDCl}_3$  na Pattalung, Thongtheeraparp, Wiriyaichitra & Taylor. (1994) : 365-368.

<sup>b</sup>บันทึกใน  $\text{DMSO}-d_6$  Likhitwitayawuid, Phadungcharoen & Krugkrai. (1998) : 70-72.

## 3. สาร C (cowaxanthone sss2183)



สาร C เป็นของแข็งสีเหลืองที่แยกได้ในปริมาณรองจากสาร cowanin (3) และสาร cowanol (4) ปรากฏสีเดียวกับ anisaldehyde-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> reagent บน TLC มีจุดหลอมเหลว 191-192 °C IR spectrum พบแถบการสั่นแบบยืดของหมู่ hydroxyl ที่ 3128 cm<sup>-1</sup> หมู่ conjugated carbonyl ที่ 1631 cm<sup>-1</sup> หมู่ C=C ที่ 1609, 1556 และ 1485 cm<sup>-1</sup> และหมู่ C-O ที่ 1290 และ 1179 cm<sup>-1</sup> ดังนั้น สาร C จึงน่าจะเป็น สารประกอบแซนโทนเช่นเดียวกับสาร B

จากข้อมูล <sup>1</sup>H-NMR, <sup>13</sup>C-NMR, DEPT, COSY และ HMQC (ตาราง 12) พบว่าสาร C น่าจะเป็น 1,3,6,7-tetraoxygenated xanthone โดยพบสัญญาณ singlet ของ chelated hydroxyl (1-OH) ที่ δ 13.42 หมู่ methoxyl ที่ δ 3.96 สัญญาณ singlet ของ aromatic proton 3 แห่ง ที่ δ 6.46, 6.89 และ 7.53 พบสัญญาณของหมู่ geranyl 1 หมู่ ประกอบด้วย olefinic methine proton 2 แห่ง ที่ δ 5.30 (1H, br t, *J* = 7.2 Hz) และ 5.06 (1H, br t, *J* = 7.2 Hz) สัญญาณของ methylene proton 2 แห่ง ที่ δ 3.35 (2H, d, *J* = 7.0 Hz) และ 1.95 (4H, m) และสัญญาณ singlet ของ vinylic methyl proton 3 แห่ง ที่ δ 1.78, 1.53 และ 1.58

<sup>13</sup>C-NMR และ DEPT spectrum ของสาร C พบสัญญาณของคาร์บอนทั้งหมด 24 แห่ง ได้แก่ เมทิลคาร์บอน 4 แห่ง ที่ δ 16.2, 17.6, 25.7 และ 56.6 พบเมทิลีนคาร์บอน 3 แห่ง ที่ δ 21.8, 27.3 และ 40.4 พบเมทิลคาร์บอน 5 แห่ง ที่ δ 93.8, 103.5, 105.6, 123.2 และ 125.1 และสัญญาณที่เหลืออีก 12 แห่ง เป็นของควอเทอนารีคาร์บอน ได้แก่ δ 102.0, 111.1, 131.5, 132.0, 135.1, 146.5, 154.0, 154.9, 157.0, 161.2, 163.2 และ 180.3

จากข้อมูล HMBC พบความสัมพันธ์ของหมู่ geranyl ที่ δ<sub>H</sub> 3.35 (H-1') กับ 111.1 (C-2) δ<sub>C</sub> 161.2 (C-1) และ δ<sub>C</sub> 163.2 (C-3) แสดงว่าหมู่ geranyl อยู่ที่ C-2 ของนิวเคลียสแซนโทน ข้อมูล NOESY พบความสัมพันธ์ของ proton ที่ δ<sub>H</sub> 3.35 (H-1') กับ 1.78 (H-9') ความสัมพันธ์ของ proton ที่ δ<sub>H</sub> 1.95 (H-4') กับ 5.30 (H-2') และ 5.06 (H-6') ทำให้ทราบว่าหมู่ geranyl จัดตัวแบบ *E*

configuration เช่นเดียวกับ cowanin พบความสัมพันธ์ของ proton ที่  $\delta_H$  13.41 (1-OH) กับ 3.35 (H-1') เป็นการยืนยันตำแหน่งของหมู่ geranyl ที่ C-2 นอกจากนี้ พบความสัมพันธ์แบบ NOESY ของ proton ที่  $\delta_H$  7.53 (H-8) กับ หมู่ methoxyl และความสัมพันธ์ HMBC ระหว่าง methoxyl proton ที่  $\delta_H$  3.96 กับ C-7 ( $\delta_C$  146.5) แสดงว่าหมู่ methoxyl อยู่ที่ตำแหน่ง C-7

สาร C แสดง pseudo molecular ion peak ที่  $m/z$  409  $[M-H]^-$  ซึ่งตรงกับสูตรโมเลกุล  $C_{24}H_{26}O_6$  เมื่อสืบค้นข้อมูลที่มีผู้รายงานไว้แล้ว พบว่า สาร C อาจเป็น cowaxanthone (**2**) จึงเปรียบเทียบข้อมูล  $^1H$ - และ  $^{13}C$ -NMR ของสาร C กับ cowaxanthone (**2**) (na Pattalung; Thongtheeraparp; Wiriyachitra; & Taylor. 1994: 365-368) ประกอบกับจุดหลอมเหลว UV และ IR พบว่าคล้ายคลึงกัน จึงสรุปว่า สาร C คือ 1,3,6-trihydroxy-7-methoxy-2-(3,7-dimethyl-2,6-octadienyl)xanthone หรือ cowaxanthone (**2**)

ตาราง 12 ข้อมูล  $^1H$ -NMR, COSY, HMQC, HMBC และ NOESY ของสาร C บันทึกใน acetone- $d_6$

ตำแหน่ง	$\delta_H$	COSY <sup>a</sup>	HMQC <sup>b</sup> ( $\delta_C$ )	HMBC <sup>c</sup>	NOESY <sup>d</sup>
1	13.41 (1H,s)			C-2, 9a	H-1'
4	6.46 (1H, s)		93.8	C-2, 3, 4a, 9a	
5	6.89 (1H, s)		103.5	C-6, 7, 8a,10a	
8	7.53 (1H, s)		105.6	C-6, 7, 8a,10a	-OCH <sub>3</sub>
1'	3.35 (2H, d, $J = 7.0$ Hz)	H-2'	21.8	C-1, 2, 3, 2', 3'	H-9'
2'	5.30 (1H, br t, $J = 7.2$ Hz)	H-1', 4', 9'	123.2		H-4'
4'	1.95 (4H, m)	H-2'	40.4	C-3', 5'	H-2', 6'
5'	1.95 (4H, m)	H-6'	27.3	C-4'	
6'	5.06 (1H, br t, $J = 7.2$ Hz)	H-5', 8', 10'	125.1		H-4', 8'
8'	1.58 (3H, s)	H-6'	25.7	C-6', 7', 10'	H-6'
9'	1.78 (3H, s)	H-2'	16.2	C-2', 3', 4'	H-1'
10'	1.53 (3H, s)	H-6'	17.6	C-6', 7', 8'	
7-OCH <sub>3</sub>	3.96 (3H, s)		56.6	C-7	

<sup>a</sup> proton-proton correlation through bond

<sup>b</sup> 1-bond heteronuclear proton - carbon correlation

<sup>c</sup> long range heteronuclear proton - carbon correlation

<sup>d</sup> proton-proton correlation through space

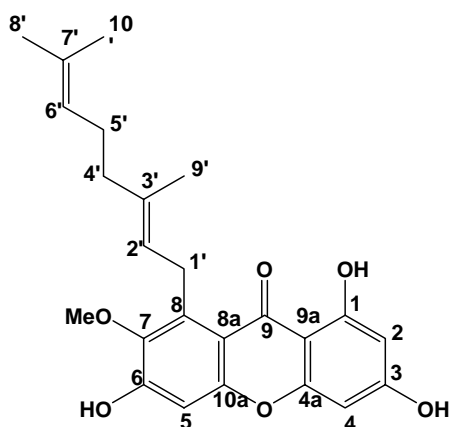
ตาราง 13 ข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR ของสารประกอบ C บัณฑิตใน acetone- $d_6$  และของสาร cowaxanthone (2)

ตำแหน่ง	สารประกอบ C		cowaxanthone (2)		
	$\delta_{\text{H}}$	$\delta_{\text{C}}$	$\delta_{\text{H}}^{\text{a}}$	$\delta_{\text{H}}^{\text{b}}$	$\delta_{\text{C}}^{\text{b}}$
1	13.41 (1H, s)	161.2	14.45 (s)	13.34 (s)	159.4
2		111.1			109.8
3		163.2		10.82 (br s)	162.5
4	6.46 (1H, s)	93.8	6.37 (s)	6.39 (s)	92.9
4a		157.0			155.0
5	6.89 (1H, s)	103.5	6.91 (s)	6.87 (s)	102.7
6		154.9		10.82 (br s)	154.4
7		146.5			143.3
8	7.53 (1H, s)	105.6	7.58 (s)	7.41 (s)	104.8
8a		113.5			111.5
9		180.3			178.8
9a		102.0			101.4
10a		153.5			151.8
1'	3.35 (2H, d, $J = 7.0$ Hz)	21.8	3.46 (br d, $J = 7.0$ Hz)	3.21 (br d, $J = 7.02$ Hz)	20.9
2'	5.30 (1H, br t, $J = 7.2$ Hz)	123.2	5.30 (br t, $J = 7.0$ Hz)	5.17 (br t, $J = 7.02$ Hz)	122.2
3'		135.1			134.0
4'	1.95 (4H, m)	40.4	2.06 (m)	1.89 (m)	40.1
5'	1.95 (4H, m)	27.3	2.06 (m)	1.98 (m)	26.1
6'	5.06 (1H, br t, $J = 7.2$ Hz)	125.1	5.06 (br t, $J = 7.0$ Hz)	5.01 (br t, $J = 7.02$ Hz)	124.1
7'		132.0			130.6
8'	1.58 (3H, s)	25.7	1.58 (s)	1.49 (s)	25.4
9'	1.78 (3H, s)	16.2	1.83 (s)	1.71 (s)	15.9
10'	1.53 (3H, s)	17.6	1.66 (s)	1.55 (s)	17.4
7-OCH <sub>3</sub>	3.96 (3H, s)	56.6	4.00 (s)	3.86 (s)	55.8

<sup>a</sup> บัณฑิตใน CDCl<sub>3</sub>, na Pattalung, Thongtheeraparp, Wiriyaichitra & Taylor. (1994) : 365-368.

<sup>b</sup> บัณฑิตใน DMSO- $d_6$ , Likhitwitayawuid, Phadungcharoen & Krugkrai. (1998) : 70-72.

## 4. สาร D (1,3,6-Trihydroxy-7-methoxy-8-(3,7-dimethyl-2,6-octadienyl)xanthone sss2470)



สาร D เป็นของแข็งสีเหลืองที่พบได้ปริมาณน้อย ปรากฏสีเดียวกับ anisaldehyde- $\text{H}_2\text{SO}_4$  reagent บน TLC มีจุดหลอมเหลว 199-201 °C IR spectrum พบแถบการสั่นแบบยืดของหมู่ hydroxyl ที่  $3420\text{ cm}^{-1}$  หมู่ conjugated carbonyl ที่  $1642\text{ cm}^{-1}$  หมู่ C=C ที่  $1606$ ,  $1578$  และ  $1466\text{ cm}^{-1}$  และ หมู่ C-O ที่  $1297$  และ  $1167\text{ cm}^{-1}$  ดังนั้นสาร D จึงน่าจะเป็นสารประกอบแซนโทน เช่นเดียวกับสาร B และ C

จากข้อมูล  $^1\text{H-NMR}$ ,  $^{13}\text{C-NMR}$ , DEPT, COSY และ HMQC (ตาราง 14) พบว่าสาร D น่าจะเป็น 1,3,6,7-tetraoxygenated xanthone โดยพบสัญญาณที่มีลักษณะคล้ายกับสาร C คือ สัญญาณ singlet ของ chelated hydroxyl (1-OH) ที่  $\delta$  13.50 หมู่ methoxyl ที่  $\delta$  3.78 สัญญาณ singlet ของ aromatic proton 3 แห่ง แห่งละ 1 proton ที่  $\delta$  6.18, 6.30 และ 6.83 แสดงว่า aromatic proton อยู่ในตำแหน่งที่ต่างจากของสาร C พบสัญญาณของหมู่ geranyl 1 หมู่ ประกอบด้วย olefinic methine proton 2 แห่ง ที่  $\delta$  5.26 (1H, br t,  $J = 5.7\text{ Hz}$ ) และ 5.02 (1H, br t,  $J = 5.7\text{ Hz}$ ) สัญญาณของ methylene proton 2 แห่ง ที่  $\delta$  4.11 (2H, br d,  $J = 5.7\text{ Hz}$ ) และ 2.04 (4H, m) และสัญญาณ singlet ของ vinylic methyl proton 3 แห่ง ที่  $\delta$  1.82, 1.51 และ 1.54

$^{13}\text{C-NMR}$  และ DEPT spectrum พบสัญญาณของคาร์บอนที่มีลักษณะคล้ายกับสาร C ซึ่งประกอบด้วย เมทิลคาร์บอน ที่  $\delta$  16.5, 17.5 และ 25.7 เมทิลีนคาร์บอน ที่  $\delta$  26.7, 27.2 และ 40.4 เมทิลคาร์บอน ที่  $\delta$  93.7, 98.7, 102.5, 124.7 และ 125.0 และควอเทอนารีคาร์บอน ที่  $\delta$  104.5, 112.0, 131.5, 135.0, 144.5, 151.5, 156.5, 158.0, 164.0, 165.5 และ 182.5

จากข้อมูล HMBC พบความสัมพันธ์ของหมู่ geranyl ที่ H-1' ( $\delta_{\text{H}}$  4.11) กับ  $\delta_{\text{C}}$  135.0 (C-8), 144.5 (C-7) และ 112.0 (C-8a) แสดงว่าหมู่ geranyl อยู่ที่ C-8 ของนิวเคลียสแซนโทน ข้อมูล NOESY พบความสัมพันธ์ของ proton ที่  $\delta_{\text{H}}$  4.11 (H-1') กับ  $\delta_{\text{H}}$  1.82 (H-9') และความสัมพันธ์ของ proton ที่  $\delta_{\text{H}}$  5.26 (H-2') กับ  $\delta_{\text{H}}$  2.04 (H-4') ทำให้ทราบว่าหมู่ geranyl จัดตัวแบบ *E* configuration นอกจากนี้พบความสัมพันธ์ของหมู่ methoxyl ที่  $\delta_{\text{H}}$  3.78 กับ  $\delta_{\text{H}}$  4.11 (H-1') ยืนยันว่าหมู่ geranyl อยู่ที่ C-8 HMQC พบความสัมพันธ์ของสัญญาณ proton ที่  $\delta_{\text{H}}$  6.18 (H-2) กับ C-2 ( $\delta_{\text{C}}$  98.7) proton ที่  $\delta_{\text{H}}$  6.30 (H-4) กับ C-4 ( $\delta_{\text{C}}$  93.7) และ proton ที่  $\delta_{\text{H}}$  6.83 (H-5) กับ C-5 ( $\delta_{\text{C}}$  102.5) แสดงว่า proton ทั้ง 3 เป็น aromatic proton ที่ตำแหน่ง 2, 4 และ 5 ตามลำดับ และความสัมพันธ์ของ methoxyl proton กับ C-7 ( $\delta_{\text{C}}$  144.5) โดย HMBC แสดงว่าหมู่ methoxyl อยู่บนตำแหน่งที่ 7 ของนิวเคลียสแซนโทน

สาร D แสดง pseudo molecular ion peak ที่  $m/z$  409  $[\text{M}-\text{H}]^-$  ซึ่งตรงกับสูตรโมเลกุล  $\text{C}_{24}\text{H}_{26}\text{O}_6$  เมื่อสืบค้นข้อมูลที่มีผู้รายงานไว้แล้วพบว่า สาร D อาจเป็น 1,3,6-trihydroxy-7-methoxy-8-(3,7-dimethyl-2,6-octadienyl)xanthone จึงเปรียบเทียบข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR ของสาร E กับ (1,3,6-Trihydroxy-7-methoxy-8-(3,7-dimethyl-2,6-octadienyl)xanthone (**1**) (Lee; & Chan. 1977: 2038-2040) ประกอบกับจุดหลอมเหลว ข้อมูล UV และ IR พบว่าคล้ายคลึงกัน จึงสรุปว่า สาร D คือ 1,3,6-trihydroxy-7-methoxy-8-(3,7-dimethyl-2,6-octadienyl)xanthone (**1**)

ตาราง 14 ข้อมูล  $^1\text{H-NMR}$ , COSY, HMQC HMBC และ NOESY ของสาร D บันทึกใน  $\text{acetone-}d_6$ 

ตำแหน่ง	$\delta_{\text{H}}$	COSY <sup>a</sup>	HMQC <sup>b</sup> ( $\delta_{\text{C}}$ )	HMBC <sup>c</sup>	NOESY <sup>d</sup>
1	13.50 (1H,s)			C-2, 9a	
2	6.18 (1H, s)		98.7		
4	6.30 (1H, s)		93.7		
5	6.83 (1H, s)		102.5	C-6, 7, 8a	
1'	4.11 (2H, br d, $J = 5.7$ Hz)	H-2'	26.7	C-7, 8a, 2', 3'	H-9', -OCH <sub>3</sub>
2'	5.26 (1H, br t, $J = 5.7$ Hz)	H-1', 9'	124.7		H-4'
4'	2.04 (4H, m)		40.4		
5'	2.04 (4H, m)	H-6'	29.0		
6'	5.02 (1H, br t, $J = 5.7$ Hz)	H-5', 8', 10'	125.0		H-8'
8'	1.54 (3H, s)	H-6'	25.7	C-6', 9', 10'	H-6'
9'	1.82 (3H, s)	H-2'	16.5	C-2', 3', 4'	
10'	1.51 (3H, s)	H-6'	17.5	C-6', 7', 8'	
7-OCH <sub>3</sub>	3.78 (3H, s)		61.3	C-7	

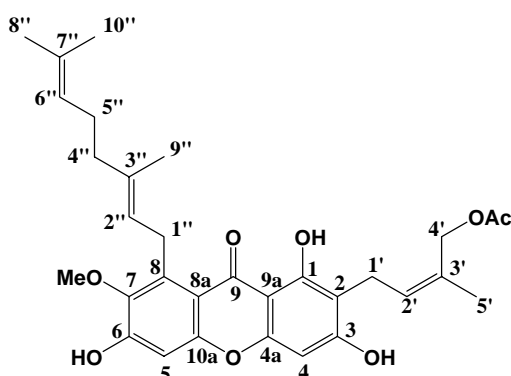
<sup>a</sup>proton-proton correlation through bond<sup>b</sup>1-bond heteronuclear proton - carbon correlation<sup>c</sup>long range heteronuclear proton – carbon correlation<sup>d</sup>proton-proton correlation through space

ตาราง 15 ข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR ของสารประกอบ D และของสารประกอบ 1,3,6-Trihydroxy-7-methoxy-8-(3,7-dimethyl-2,6-octadienyl)xanthone (**1**) บันทึกใน acetone- $d_6$

ตำแหน่ง	สารประกอบ D		1,3,6-Trihydroxy-7-methoxy-8-(3,7-dimethyl-2,6-octadienyl)xanthone <sup>a</sup> ( <b>1</b> )	
	$\delta_{\text{H}}$	$\delta_{\text{C}}$	$\delta_{\text{H}}$	$\delta_{\text{C}}$
1	13.50 (1H, s)	164.0	13.40 (s)	162.9
2	6.18 (1H, s)	98.7	6.18 (d, $J = 2$ Hz)	97.7
3		165.5	9.46 (br d)	164.5
4	6.30 (1H, s)	93.7	6.29 (d, $J = 2$ Hz)	92.9
4a		156.5		156.3
5	6.83 (1H, s)	102.5	6.81 (s)	101.7
6		158.0	9.46 (br s)	156.9
7		144.5		143.3
8		135.0		136.4
8a		112.0		
9		182.5		181.1
9a		104.5		102.0
10a		151.5		154.5
1'	4.11 (2H, br d, $J = 5.7$ Hz)	26.7	4.11 (br d, $J = 7$ Hz)	25.4
2'	5.26 (1H, br t, $J = 5.7$ Hz)	124.7	5.10 (m)	123.5
3'		135.0		133.7
4'	2.04 (4H, m)	40.4		
5'	2.04 (4H, m)	27.2		25.9
6'	5.02 (1H, br t, $J = 5.7$ Hz)	125.0		124.0
7'		131.5		130.4
8'	1.54 (3H, s)	25.7	1.55 (s)	25.3
9'	1.82 (3H, s)	16.5	1.85 (br s)	16.0
10'	1.51 (3H, s)	17.5	1.55 (s)	17.4
7-OCH <sub>3</sub>	3.78 (3H, s)	61.3	3.80 (s)	60.0

<sup>a</sup>Lee & Chan. 1997: 2038 – 2040

## 5. สาร E (cowagarcinone E sss2079)



จากข้อมูล  $^1\text{H-NMR}$ ,  $^{13}\text{C-NMR}$ , DEPT, COSY และ HMQC (ตาราง 16) พบว่าสาร E เป็น 1,3,6,7-tetraoxygenated xanthone เช่นเดียวกับสาร B โดยพบสัญญาณ singlet ของ chelated hydroxyl (1-OH) ที่  $\delta$  13.79 หมู่ methoxyl ที่  $\delta$  3.78 สัญญาณ singlet ของ aromatic proton 2 แห่งๆละ 1 proton ที่  $\delta$  6.33 และ  $\delta$  6.82 ซึ่งเป็นของ H-4 และ H-5 ของแซนโทน พบสัญญาณของหมู่ geranyl 1 หมู่ ประกอบด้วย olefinic methine proton 2 แห่ง ที่  $\delta$  5.25 (1H, br t,  $J = 6.0$  Hz) และ 5.00 (1H, br t,  $J = 6.0$  Hz) สัญญาณของ methylene proton 2 แห่ง ที่  $\delta$  4.07 (2H, br d,  $J = 5.5$  Hz) และ 2.00 (4H, m) สัญญาณ singlet ของ vinylic methyl proton 3 แห่ง ที่  $\delta$  1.58, 1.52 และ 1.81 และพบสัญญาณของหมู่ 4-acetoxy-3-methyl-2-butenyl ประกอบด้วย olefinic methine proton ที่  $\delta$  5.37 (1H, br t,  $J = 6.3$  Hz), benzylic methylene proton ที่  $\delta$  3.56 (2H, br d,  $J = 6.0$  Hz), oxymethylene proton (H-4') ที่  $\delta$  4.74 (2H, s) และสัญญาณ singlet ของ vinylic methyl proton ที่  $\delta$  1.73

$^{13}\text{C-NMR}$  และ DEPT spectrum ของสาร E พบสัญญาณของคาร์บอนทั้งหมด 31 แห่ง ประกอบด้วย เมทิลีนคาร์บอน 4 แห่ง ที่  $\delta$  20.8, 26.5, 39.7 และ 63.9 พบควอเทอร์นารีคาร์บอน 15 แห่ง ที่  $\delta$  103.4, 107.9, 112.0, 130.4, 135.5, 137.1, 142.5, 154.4, 155.2, 155.8, 160.8, 161.5, 172.1 และ 191.9 และสัญญาณอีก 11 แห่ง เป็นของ เมทิล และ เมทิลีนคาร์บอน ที่  $\delta$  16.4, 17.6, 21.0, 21.1, 25.6, 62.0, 93.2, 101.5, 128.6, 124.3 และ 123.2

จากข้อมูล HMBC พบความสัมพันธ์ของหมู่ geranyl ที่  $\delta_{\text{H}}$  4.07 (H-1'') กับ  $\delta_{\text{C}}$  137.1 (C-8) และ  $\delta_{\text{C}}$  142.5 (C-7) แสดงว่าหมู่ geranyl อยู่ที่ C-8 ของนิวเคลียสแซนโทน และพบความสัมพันธ์ของหมู่ 4-acetoxy-3-methyl-2-butenyl ที่ H-1' ( $\delta_{\text{H}}$  3.56) กับ  $\delta_{\text{C}}$  107.9 (C-2) แสดงว่าหมู่ 4-acetoxy-3-methyl-2-butenyl อยู่ที่ C-2 ของนิวเคลียสแซนโทน ซึ่งหมู่แทนที่นี้มีความแตกต่างจากหมู่ prenyl ของ

สาร cowanin (**3**) เนื่องจากพบความสัมพันธ์ HMBC ระหว่าง methylene proton H-4 ( $\delta_{\text{H}}$  4.74) และ methyl proton ( $\delta_{\text{H}}$  2.12) กับ  $\text{COCH}_3$  ( $\delta_{\text{C}}$  172.1) ซึ่งความสัมพันธ์นี้ทำให้ค่า chemical shift ของ methyl และ methylene proton สูงขึ้น ข้อมูล NOESY พบความสัมพันธ์ของ proton ที่  $\delta_{\text{H}}$  4.74 (H-4') กับ  $\delta_{\text{H}}$  3.56 (H-1') ทำให้ทราบว่าหมู่ 4-acetoxy-3-methyl-2-butenyl จัดตัวแบบ *Z* configuration นอกจากนี้ยังพบ ความสัมพันธ์ของ proton ที่  $\delta_{\text{H}}$  5.25 (H-2'') กับ  $\delta_{\text{H}}$  2.00 (H-4'') ที่  $\delta_{\text{H}}$  5.00 (H-6'') กับ  $\delta_{\text{H}}$  2.00 (H-4'') และ  $\delta_{\text{H}}$  1.52 (H-8'') ทำให้ทราบว่าหมู่ geranyl จัดตัวแบบ *E* configuration และโดยความสัมพันธ์ NOESY ของ methoxyl proton ( $\delta_{\text{H}}$  3.78) บนตำแหน่ง C-7 กับ  $\delta_{\text{H}}$  4.07 (H-1'') แสดงว่าหมู่ geranyl อยู่ที่ C-8 ของนิวเคลียสแซนโทน

สาร E แสดง pseudo molecular ion peak ที่  $m/z$  535  $[\text{M}-\text{H}]^-$  ซึ่งตรงกับสูตรโมเลกุล  $\text{C}_{31}\text{H}_{36}\text{O}_8$  เมื่อสืบค้นข้อมูลที่มีผู้รายงานไว้แล้ว พบว่าสาร E อาจเป็น cowagacinone E (**17**) จึงเปรียบเทียบข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR ของสาร E กับ cowagacinone E (**17**) (Mahabusarakam; Chairerk; & Taylor. 2005: 1148-1153) พบว่าคล้ายคลึงกัน จึงสรุปว่า สาร E คือ 1,3,6-trihydroxy-7-methoxy-2-(4-acetoxy-3-methyl-2-butenyl)-8-(3,7-dimethyl-2,6-octadienyl)xanthone หรือ cowagacinone E (**17**)

cowagacinone E ยังมีรายงานการพบในยางของต้นชะมวง (Mahabusarakam; Chairerk; & Taylor. 2005: 1148-1153)

ตาราง 16 ข้อมูล  $^1\text{H-NMR}$ , COSY, HMQC, HMBC และ NOESY ของสาร E บันทึกใน  $\text{CDCl}_3$ 

ตำแหน่ง	$\delta_{\text{H}}$	COSY <sup>a</sup>	HMQC <sup>b</sup> ( $\delta_{\text{C}}$ )	HMBC <sup>c</sup>	NOESY <sup>d</sup>
1	13.79 (1H,s)			C-1, 2, 9a	H-1'
3	7.05 (1H, s)			C-2, 3	
4	6.33 (1H, s)		93.2	C-2, 3, 4a, 9a	
5	6.82 (1H, s)		101.5	C-6, 7, 8a, 10a	
6	6.31 (1H, s)			C-5, 6, 7	
1'	3.56 (2H, br d, $J = 6.0$ Hz)	H-2'	20.8	C-2, 2'	H-4'
2'	5.37 (1H, br t, $J = 6.3$ Hz)	H-1', 5'	128.6		H-5'
4'	4.74 (2H, s)	H-2'	63.9	C-2', OCOCH <sub>3</sub>	H-1'
5'	1.73 (3H, s)	H-2'	21.1	C-2', 4'	H-2'
1''	4.07 (2H, br d, $J = 5.5$ Hz)	H-2''	26.5	C-7, 8, 8a, 2''	H-9''
2''	5.25 (1H, br t, $J = 6.0$ Hz)	H-1'', 9''	123.2		H-4''
4''	4.00 (2H, m)		39.7	C-2''	H-2'', 6''
5''	4.00 (2H, m)	H-6''	26.5		
6''	5.00 (1H, br t, $J = 6.0$ Hz)	H-5'', 8'', 10''	124.3		H-4'', 8''
8''	1.52 (3H, s)	H-6''	17.6	C-6'', 7'', 10''	H-6''
9''	1.81 (6H, s)	H-2''	16.4		H-1''
10''	1.58 (3H, s)	H-6''	25.6	C-6'', 7'', 8''	
7-OCH <sub>3</sub>	3.78 (3H, s)		62.0		H-1''
OCOCH <sub>3</sub>	2.12 (3H, s)		21.0	OCOCH <sub>3</sub>	

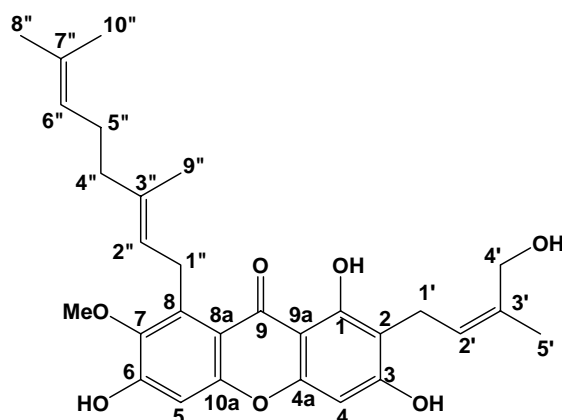
<sup>a</sup>proton-proton correlation through bond<sup>b</sup>1-bond heteronuclear proton - carbon correlation<sup>c</sup>long range heteronuclear proton – carbon correlation<sup>d</sup>proton-proton correlation through space

ตาราง 17 ข้อมูล  $^1\text{H}$  และ  $^{13}\text{C}$ -NMR ของสารประกอบ E และสารประกอบ cowagarcinone E (**17**)  
บันทึกใน  $\text{CDCl}_3$

ตำแหน่ง	สารประกอบ E		cowagarcinone E <sup>a</sup> ( <b>17</b> )	
	$\delta_{\text{H}}$	$\delta_{\text{C}}$	$\delta_{\text{H}}$	$\delta_{\text{C}}$
1-OH	13.79 (1H, s)	160.8	13.83 (1H, s)	160.86
2		107.9		108.03
3	7.05 (1H, s)	161.5		160.83
4	6.33 (1H, s)	93.2	6.35 (1H, s)	93.57
4a		155.2		155.30
5	6.82 (1H, s)	101.5	6.84 (1H, s)	101.60
6	6.31 (1H, s)	154.4		154.55
7		142.5		142.64
8		137.1		137.15
8a		112		112.27
9		181.9		181.99
9a		103.4		103.48
10a		155.8		155.86
1'	3.56 (2H, br d, $J = 6.0$ Hz)	20.8	3.59 (2H, d, $J = 7.0$ Hz)	20.90
2'	5.37 (1H, br t, $J = 6.3$ Hz)	128.6	5.41 (1H, t, $J = 7.0$ Hz)	128.63
3'		131.2		131.28
4'	4.74 (2H, s)	63.9	4.77 (2H, s)	63.92
5'	1.73 (3H, s)	21.1	1.75 (3H, s)	21.16
1''	4.07 (2H, br d, $J = 5.5$ Hz)	26.5	4.11 (2H, d, $J = 7.0$ Hz)	26.59
2''	5.25 (1H, br t, $J = 6.0$ Hz)	123.2	5.27 (1H, t, $J = 7.0$ Hz)	123.30
3''		135.5		135.57
4''	2.00 (4H, m)	39.7	1.96 (2H, m)	39.72
5''	2.00 (4H, m)	26.5	2.05 (2H, m)	26.53
6''	5.00 (1H, br t, $J = 6.0$ Hz)	124.3	5.03 (1H, br t, $J = 7.0$ Hz)	124.33
7''		130.4		130.45
8''	1.52 (3H, s)	17.6	1.55 (3H, s)	17.67
9''	1.81 (3H, s)	16.4	1.83 (3H, s)	16.50
10''	1.58 (3H, s)	25.6	1.60 (3H, s)	25.61
7-OMe	3.78 (3H, s)	62.0	3.81 (3H, s)	62.06
OC=O		172.1		172.17
OC=OCH <sub>3</sub>	2.12 (3H, s)	21.0	2.14 (3H, s)	20.99

<sup>a</sup>Mahabusarakam, Chairerk & Taylor. 2005: 1148-1153.

## 6. สาร F (cowanol sss2408)



สาร F เป็นของแข็งสีเหลืองซึ่งแยกได้ปริมาณรองจาก cowanin (3) ปราบกฏีเดียวกับ anisaldehyde-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> reagent บน TLC มีจุดหลอมเหลว 125-127 °C IR spectrum พบแถบการสั่นแบบยืดของหมู่ hydroxyl ที่ 3397 cm<sup>-1</sup> หมู่ conjugated carbonyl ที่ 1643 cm<sup>-1</sup> หมู่ C=C ที่ 1607, 1583, 1463 cm<sup>-1</sup> และหมู่ C-O ที่ 1281 และ 1156 cm<sup>-1</sup> ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับสารประกอบ B และ E ดังนั้นสาร F จึงน่าจะเป็นสารในกลุ่มแซนโทน

จากข้อมูล <sup>1</sup>H-NMR, <sup>13</sup>C-NMR, DEPT, COSY และ HMQC (ตาราง 18) พบว่าสาร F เป็น 1,3,6,7-tetraoxygenated xanthone โดยพบสัญญาณ singlet ของ chelated hydroxyl (1-OH) ที่ δ 13.83 หมู่ methoxyl ที่ δ 3.77 สัญญาณ singlet ของ aromatic proton 2 แห่งๆละ 1 proton ที่ δ 6.27 และ δ 6.78 ซึ่งเป็นของ H-4 และ H-5 ของแซนโทน พบสัญญาณของหมู่ geranyl 1 หมู่ ประกอบด้วย olefinic methine proton 2 แห่ง ที่ δ 5.24 (1H, br t, *J* = 7.5 Hz) และ δ 5.00 (1H, br t, *J* = 7.5 Hz) สัญญาณของ methylene proton 2 แห่ง ที่ δ 4.06 (2H, br d, *J* = 5.5 Hz) และ δ 1.99 (4H, m) สัญญาณ singlet ของ vinylic methyl proton 3 แห่ง ที่ δ 1.80, 1.52 และ 1.57 และพบสัญญาณของหมู่ 4-hydroxy-3-methyl-2-butenyl ประกอบด้วย olefinic methine proton ที่ δ 5.44 (1H, br t, *J* = 7.5 Hz) สัญญาณของ methylene proton 2 แห่ง ที่ δ 3.48 (2H, br d, *J* = 7.7 Hz) และ δ 4.33 (2H, s) สัญญาณ singlet ของ vinylic methyl proton ที่ δ 1.76 และพบสัญญาณ singlet ของ proton ที่ δ 6.44 ซึ่งเป็นส่วนที่แตกต่างจากสัญญาณที่เกิดจากสาร B

$^{13}\text{C-NMR}$  และ DEPT spectrum ของสาร F พบสัญญาณของคาร์บอนทั้งหมด 29 แห่ง ประกอบด้วย เมทิลีนคาร์บอน 4 แห่ง ที่  $\delta$  21.5, 26.5, 39.6 และ 62.7 พบ ควอเทอนารีคาร์บอน 14 แห่ง ที่  $\delta$  103.2, 108.1, 112.6, 131.2, 133.2, 135.5, 137.0, 142.5, 154.5, 155.6, 155.7, 160.6, 161.6 และ 181.8 และสัญญาณอีก 10 แห่ง เป็นของ เมทิล และ เมทิลีนคาร์บอน ที่  $\delta$  16.4, 17.6, 22.9, 25.6, 61.9, 93.6, 101.6, 123.2, 124.2 และ 126.9

จากข้อมูล HMBC พบความสัมพันธ์ของหมู่ geranyl ที่  $\delta_{\text{H}}$  4.06 (H-1'') กับ  $\delta_{\text{C}}$  137.0 (C-8)  $\delta_{\text{C}}$  142.5 (C-7)  $\delta_{\text{C}}$  112.1 (C-8a) และ  $\delta_{\text{C}}$  5.25 (C-2'') แสดงว่าหมู่ geranyl อยู่ที่ C-8 ของ นิวเคลียสแซนโทน และพบความสัมพันธ์ของหมู่ 4-hydroxy-3-methyl-2-butenyl ที่ H-1' ( $\delta_{\text{H}}$  3.48) กับ  $\delta_{\text{C}}$  108.1 (C-2)  $\delta_{\text{C}}$  160.6 (C-1) และ  $\delta_{\text{C}}$  161.1 (C-3) แสดงว่าหมู่ 4-hydroxy-3-methyl-2-butenyl อยู่ที่ C-2 ของนิวเคลียสแซนโทน ข้อมูล NOESY พบความสัมพันธ์ของ proton ที่  $\delta_{\text{H}}$  3.48 (H-1') กับ  $\delta_{\text{H}}$  4.33 (H-4') ทำให้ทราบว่าหมู่ 4-hydroxy-3-methyl-2-butenyl จัดตัวแบบ *Z* configuration นอกจากนี้พบความสัมพันธ์ระหว่าง proton ที่  $\delta_{\text{H}}$  4.06 (H-1'') กับ 1.80 (H-9'') และความสัมพันธ์ระหว่าง proton ที่  $\delta_{\text{H}}$  1.99 (H-4'') กับ 5.24 (H-2'') และ 5.00 (H-6'') แสดงว่าหมู่ geranyl จัดตัวแบบ *E* configuration

สาร F แสดง pseudo molecular ion peak ที่  $m/z$  493  $[\text{M-H}]^-$  ซึ่งตรงกับสูตรโมเลกุล  $\text{C}_{29}\text{H}_{34}\text{O}_7$  เมื่อสืบค้นข้อมูลที่มีผู้รายงานไว้แล้ว พบว่าสาร F อาจเป็น cowanol (4) จึงเปรียบเทียบข้อมูล  $^1\text{H-}$  และ  $^{13}\text{C-NMR}$  ของสาร F กับ cowanol (4) (na Pattalung; Thongtheeraparp; Wiriyaichitra; & Taylor. 1994: 365-368) ประกอบกับจุดหลอมเหลว ข้อมูล UV และ IR พบว่าคล้ายคลึงกัน จึงสรุปว่า สาร F คือ 1,3,6-trihydroxy-7-methoxy-2-(4-hydroxy-3-methyl-2-butenyl)-8-(3,7-dimethyl-2,6-octadienyl) xanthone หรือ cowanol (4)

ตาราง 18 ข้อมูล  $^1\text{H-NMR}$ , COSY, HMQC, HMBC และ NOESY ของสาร F บันทึกใน  $\text{CDCl}_3$ 

ตำแหน่ง	$\delta_{\text{H}}$	COSY <sup>a</sup>	HMQC <sup>b</sup> ( $\delta_{\text{C}}$ )	HMBC <sup>c</sup>	NOESY <sup>d</sup>
1	13.83 (1H, s)			C-1, 2, 9a	
4	6.27 (1H, s)		93.5	C-2, 3, 4a, 9a	
5	6.78 (1H, s)		101.5	C-6, 7, 8a, 10a	
1'	3.48 (2H, br d, $J = 7.7$ Hz)	H-2'	21.5	C-1, 2, 3	H-4'
2'	5.44 (1H, br t, $J = 7.5$ Hz)	H-1', 5'	126.9		H-5'
4'	4.33 (2H, s)	H-2'	62.7	C-2', 5'	H-1'
5'	1.76 (3H, s)	H-2'	22.9	C-2', 4'	H-2'
1''	4.06 (2H, br d, $J = 5.5$ Hz)	H-2''	26.5	C-7, 8, 8a, 2''	H-9'', -OCH <sub>3</sub>
2''	5.24 (1H, br t, $J = 7.5$ Hz)	H-1'', 4'', 9''	123.2		H-4''
4''	1.99 (4H, m)		39.7	C-5''	H-2'', 6''
5''	1.99 (4H, m)	H-6''	26.5	C-4''	
		H-5'', 8'',			
6''	5.00 (1H, br t, $J = 7.5$ Hz)	10''	124.2		H-4'', 8''
8''	1.57 (3H, s)	H-6''	17.6	C-6'', 7'', 10''	H-6''
9''	1.80 (3H, s)	H-2''	16.4	C-2'', 3'', 4''	H-1''
10''	1.52 (3H, s)	H-6''	25.6	C-6'', 7'', 8''	
7-OCH <sub>3</sub>	3.77 (3H, s)		62.0		H-1''

<sup>a</sup> proton-proton correlation through bond<sup>b</sup> 1-bond heteronuclear proton - carbon correlation<sup>c</sup> long range heteronuclear proton - carbon correlation<sup>d</sup> proton-proton correlation through space

ตาราง 19 ข้อมูล  $^1\text{H}$  และ  $^{13}\text{C}$ -NMR ของสารประกอบ F บัณฑิตใน  $\text{CDCl}_3$  และของสาร cowanol (**4**)

ตำแหน่ง	สารประกอบ F		cowanol ( <b>4</b> )		
	$\delta_{\text{H}}$	$\delta_{\text{C}}$	$\delta_{\text{H}}^{\text{a}}$	$\delta_{\text{H}}^{\text{b}}$	$\delta_{\text{C}}^{\text{b}}$
1	13.83 (1H, s)	160.6	13.96 (s)	13.83 (s)	159.9
2		108.1			109.3
3		161.6			162.2
4	6.27 (1H, s)	93.5	6.30 (s)	6.32 (s)	92.2
4a		154.5			154.2
5	6.78 (1H, s)	101.5	6.80 (s)	6.78 (s)	101.8
6		155.7			156.9
7		142.5			143.3
8		137.0			136.5
8a		112.1			109.9
9		181.8			181.9
9a		103.2			101.9
10a		155.6			154.6
1'	3.48 (2H, br d, $J = 7.7$ Hz)	21.5	3.51 (br d, $J = 7.0$ Hz)	3.25 (br d, $J = 7.05$ Hz)	20.4
2'	5.44 (1H, br t, $J = 7.5$ Hz)	126.9	5.47 (br t, $J = 7.0$ Hz)	5.21 (br t, $J = 7.05$ Hz)	123.4
3'		133.2			135.1
4'	4.33 (2H, br s)	62.7	4.35 (s)	4.12 (s)	59.6
5'	1.76 (3H, s)	22.9	1.82 (s)	1.65 (s)	21.1
1''	4.06 (2H, br d, $J = 5.5$ Hz)	26.5	4.09 (br d, $J = 7.0$ Hz)	4.00 (br d, $J = 6.72$ Hz)	25.6
2''	5.24 (1H, br t, $J = 7.5$ Hz)	123.2	5.24 (br t, $J = 7.0$ Hz)	5.13 (br t, $J = 6.72$ Hz)	123.7
3''		135.5			133.8
4''	1.99 (4H, m)	39.6	2.03 (m)	1.90 (m)	39.3
5''	1.99 (4H, m)	26.5	2.03 (m)	1.97 (m)	26.0
6''	5.00 (1H, br t, $J = 7.5$ Hz)	124.2	5.02 (br t, $J = 7.0$ Hz)	4.97 (br t, $J = 7.02$ Hz)	130.5
7''		131.2			130.5
8''	1.57 (3H, s)	25.6	1.59 (s)	1.51 (s)	17.4
9''	1.80 (3H, s)	16.4	1.79 (s)	1.75 (s)	16.1
10''	1.52 (3H, s)	17.6	1.54 (s)	1.47 (s)	25.3
7-OCH <sub>3</sub>	3.77 (3H, s)	61.9	3.80 (s)	3.68 (s)	60.1

<sup>a</sup>บัณฑิตใน  $\text{CDCl}_3$  na Pattalung, Thongtheeraparp, Wiriyachitra & Taylor. (1994) : 365-368.

<sup>b</sup>บัณฑิตใน  $\text{DMSO}-d_6$  Likhitwitayawuid, Phadungcharoen & Krugkrai. (1998) : 70-72.

**บรรณานุกรม**

## บรรณานุกรม

- เจษฎา เนตรสว่างวิชา. (2548). การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีจากเปลือกกรากมะควัด (*Ziziphus rugosa* Lam.) ปริญญานิพนธ์ วท.ม. (เคมี) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ไพฑูริย์ กอรรค์เนตร์; พินดา สิริสุนทร; และ วิไลวรรณ อนุสารสุนทร. (2543). *ต้นไม้มือหนึ่ง*. หอพรรณไม้ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- เต็ม สมิตินันท์. (2544). *ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ.2544*. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้.
- ธงชัย ขำมี. (2550). การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีจากเปลือกต้น เมล็ดและเปลือกเมล็ดมะคะ (*Garcinia makeaniana* Criab.) ปริญญานิพนธ์ วท.ม. (เคมี) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นิจศิริ เรืองรังษี. (2547). *สมุนไพรไทยเล่ม 1*. กรุงเทพฯ: บี เฮลท์ดี.
- นันทวัน บุญยะประกัศร; และ อรุณช โขกชัยเจริญพร. (2539). *สมุนไพร ไม้พื้นบ้าน(1)*. กรุงเทพฯ: บริษัท ประชาชน จำกัด.
- วิทย์ เทียงบุรณธรรม. (2531). *พจนานุกรมสมุนไพรไทย*. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พรินติ้ง เฮาส์.
- Abreu, P. M.; et.al. (2007). Antioxidant compounds from *Ebenus pinnata*. *Fitoterapia*. 78: 32-34.
- Jena, B. S.; Jayaprakasha, G. K.; & Sakariah, K. K. (2002). Organic acids from leaves, fruit, and rind of *Garcinia cowa*. *J. Agric. Food Chem.* 50: 3431-3434.
- Joseph, G. S.; Jayaprakasha, G. K.; Selvi, A. T.; Jena, B. S.; & Sakariah, K.K. (2005). Antiaflatoxic and antioxidant activities of *Garcinia* extracts. *Int. J. Food Microb.* 101: 153-160.
- Lee, H. H.; & Chan, H. K. (1977). 1,3,6-Trihydroxy-7-methoxy-8-(3,7-dimethyl-2,6-octadienyl)xanthone from *Garcinia cowa*. *Phytochemistry*. 16: 2038-2040.
- Likhitwitayawuid, K.; Phadungcharoen, T.; Mahidol, C.; & Ruchirawat, S. (1997). 7-O-Methylgarcinone E from *Garcinia cowa*. *Phytochemistry*. 45: 1299-1301.
- Likhitwitayawuid, K.; Phadungcharoen, T.; & Krungkrai, J. (1998). Antimalarial xanthones from *Garcinia cowa*. *Planta Med.* 64: 70-72.
- Mahabusarakam, W.; Chairerk, P.; & Taylor, W. C. (2005). Xanthone from *Garcinia cowa* Roxb. latex. *Phytochemistry*. 66: 1148-1153.

- na Pattalung, P.; Thongtheeraparp, W.; Wiriyachitra, P.; & Taylor, W. C. (1994). Xanthone from *Garcinia cowa*. *Planta Med.* 60: 365-368.
- Panthong, K.; Pongcharoen, W.; Phongpaichit, S.; & Taylor, W. C. (2006). Tetraoxygenated xanthenes from the fruits of *Garcinia cowa*. *Phytochemistry*. 67: 999-1004.
- Peres, V.; Nagem, T. j.; & Olivera, F. F. (2000). Tetraoxygenated naturally occurring xanthone. *Phytochemistry*. 55(7): 683-710.
- Pinto, M. M. M.; Sousa, M. E.; & Nascimento, M. S. J. (2005). Xanthone derivative: New insights in biological activities. *Current Medicinal Chemistry*. 12: 2517-2538.
- Rukachaisirikul, V.; et. al. (2000). Lanostanes and friedolanostanes from the pericarp of *Garcinia homobroniana*. *Phytochemistry*. 55: 183-188.
- Shen, J.; & Yang, J. S. (2006). Two new xanthenes from the stems of *Garcinia cowa*. *Chem. Pharm. Bull.* 54: 126-128.
- Singh, M. P.; et. al. (1991). Constituents of *Garcinia xanthochymus* [Abstract]. *Fitoterapia*. 62(3): 286. Retrieved August 8, 2005, from SciFinder Scholar; CAN 116:148166

ภาคผนวก

**ภาคผนวก**

Anisaldehyde reagent มีส่วนประกอบดังนี้

1. absolute ethanol	135	mL
2. conc. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5.0	mL
3. glacial acetic acid	1.5	mL
4. anisaldehyde	3.7	mL

เมื่อเตรียม reagent เรียบร้อยแล้ว เก็บไว้ในขวดสีชา

อภิธานศัพท์

## อภิธานศัพท์

abs.	=	absolute
g	=	gram
kg	=	kilogram
$\mu\text{g}$	=	microgram
cm	=	centimeter
mm	=	millimeter
$\mu\text{g}$	=	microgram
mL	=	milliliter
br	=	broad
d	=	doublet
dd	=	doublet of doublet
t	=	triplet
m	=	multiplet
s	=	singlet
$J$	=	coupling constant
$\delta$	=	chemical shift
acetone- $d_6$	=	deuterated acetone
$\text{CDCl}_3$	=	deuteriochloroform
$\text{CD}_3\text{OD}$	=	deuterated methanol
EtOAc	=	ethyl acetate
mp	=	melting point
m/z	=	mass to charge ratio
$\text{M}^+$	=	molecular ion
ESMS	=	electron spray mass spectrometry
$^1\text{H-NMR}$	=	Proton Nuclear Magnetic Resonance
$^{13}\text{C-NMR}$	=	Carbon Nuclear Magnetic Resonance
Hz	=	Hertz
COSY	=	$^1\text{H}$ -correlated spectroscopy
DEPT	=	Distortionless Enhancement by Polarization Transfer

## อภิธานศัพท์ (ต่อ)

HMQC	=	Heteronuclear Multiple Quantum Corelation
HMBC	=	Heteronuclear Multiple Bond Connectivity
NOESY	=	Nuclear Over Enhancement spectroscopy
FTIR	=	Fourier Transform Infrared
$\lambda_{max}$	=	maximum absorption wave length
$\nu_{max}$	=	maximum absorption frequency
$\text{cm}^{-1}$	=	reciprocal cm
TLC	=	thin layer chromatography
conc.	=	concentrate
$R_f$	=	retardation factor

ประวัติย่อผู้วิจัย

## ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล

นายภัทรภูมิ ลิ้มนุสนธิ์

วันเดือนปีเกิด

18 ตุลาคม 2522

สถานที่เกิด

อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี

สถานที่อยู่ปัจจุบัน

492-494 ถนนนารายณ์มหาราช ตำบลทะเลชุบศร

อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี 15000

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2541

มัธยมศึกษาตอนปลาย

โรงเรียนพิบูลวิทยาลัย จังหวัดลพบุรี

พ.ศ. 2546

วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตรจารย์การอาหารและ

โภชนาการ

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

พ.ศ. 2550

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เคมี)

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ