

องค์ประกอบทางเคมีของลำต้นตากวาง



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี  
มีนาคม 2552

องค์ประกอบทางเคมีของลำต้นตากวาง



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี

มีนาคม 2552

ลิขสิทธิ์เป็นของ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

องค์ประกอบทางเคมีของลำต้นตากวาง



บทคัดย่อ  
ของ  
อารี แจ้งเรือง

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี

มีนาคม 2552

อารี แจ้งเรื่อง. (2552). องค์ประกอบทางเคมีของลำต้นตากวาง.ปริญญาโท วท.ม. (เคมี).  
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม :  
รองศาสตราจารย์ ดร.สุนิตย์ สุขสำราญ, รองศาสตราจารย์ ดร. พินิติ ระตะนานุกุล.

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดชั้นเอทิลอะซีเตตของลำต้นตากวาง (*Salacia verrucosa* Wight) สามารถแยกสารประกอบไตรเทอร์พีนประเภท friedelane 6 ชนิด คือ friedelin (A) 26-hydroxyfriedelan-3-one (B) 15 $\alpha$ -hydroxyfriedelan-3-one (C) friedelane-1,3-dione (G) 26-hydroxyfriedelane-1,3-dione (H) 29-hydroxyfriedelane-1,3-dione (I) นอกจากนี้ยังพบ  $\alpha$ -amyrin (D) 20,29-epoxysalacianone (F) และ  $\beta$ -sitosterol (E) เมื่อทำการแยกสารสกัดชั้นเมทานอลโดยเทคนิคคลอฟอร์มโครมาโทกราฟี สามารถแยกได้น้ำตาล dulcitol (K) และสารประกอบ long chain fatty acid (J) การพิสูจน์โครงสร้างและสเตอริโอเคมี ของสารที่แยกได้ใช้การวิเคราะห์ทางสเปกโทรสโกปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคนิค HMBC และ NOESY ร่วมกับการเปรียบเทียบข้อมูลของสารที่ทราบโครงสร้างแล้ว

CHEMICAL CONSTITUENTS OF THE *SALACIA VERRUCOSA* WIGHT STEM



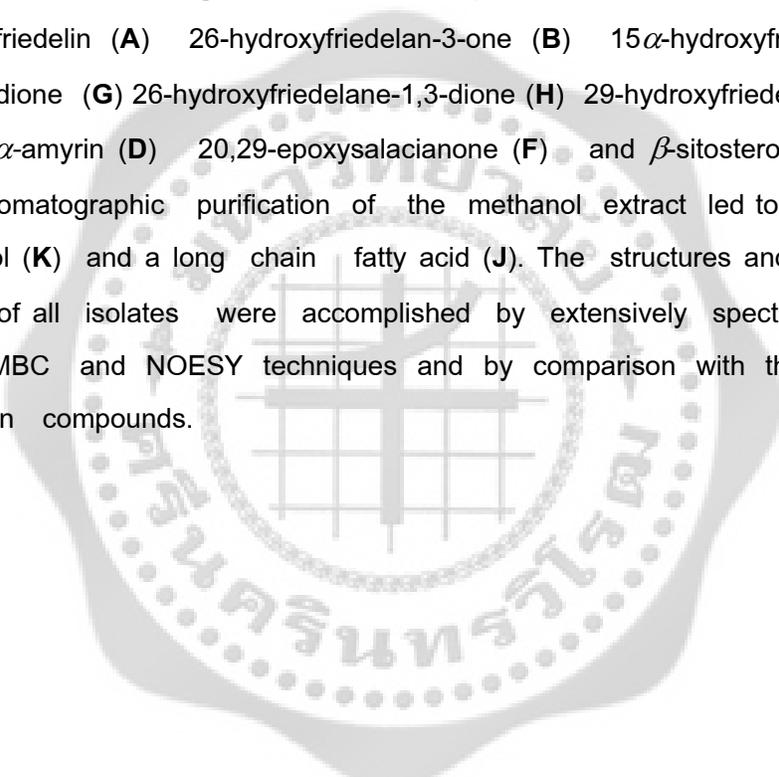
AN ABSTRACT  
BY  
AREE JANGRUANG

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the  
Master of Science Degree in Chemistry  
at Srinakharinwirot University

March 2009

Aree Jangruang. (2009). *Chemical constituents of the Salacia verrucosa Wight stem*. Master thesis, M.Sc. (Chemistry). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University.  
Advisor Committee : Assoc. Prof. Dr. Sunit Suksamrarn. Assoc. Prof. Dr. Piniti Ratananukul.

The chemical investigation of the ethyl acetate extract of the air-dried stem of *Salacia verrucosa* Wight has shown the presence of the six friedelane - type triterpenes, friedelin (**A**) 26-hydroxyfriedelan-3-one (**B**) 15 $\alpha$ -hydroxyfriedelan-3-one (**C**) friedelane-1,3-dione (**G**) 26-hydroxyfriedelane-1,3-dione (**H**) 29-hydroxyfriedelane-1,3-dione (**I**). In addition  $\alpha$ -amyrin (**D**) 20,29-epoxysalacianone (**F**) and  $\beta$ -sitosterol (**E**), were also obtained. Chromatographic purification of the methanol extract led to the isolation of a sugar dulcitol (**K**) and a long chain fatty acid (**J**). The structures and stereochemistry determination of all isolates were accomplished by extensively spectroscopic analyses, especially HMBC and NOESY techniques and by comparison with the reported data of the known compounds.



ปริญญาบัตร  
เรื่อง

องค์ประกอบทางเคมีของลำต้นตากวาง

ของ  
อารี แจ้งเรือง

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย สันติวัฒนกุล)

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. 2552

คณะกรรมการควบคุมปริญญาบัตร

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ประธาน

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุนิตย์ สุขสำราญ)

(รองศาสตราจารย์ ดร. วีวัฒน์ มงคลอัครวัฒน์)

..... กรรมการ

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. พินิติ รตะนากุล)

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุนิตย์ สุขสำราญ)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. พินิติ รตะนากุล)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร. พนารัตน์ อรุณรัตติยากร)

## ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. สุนิตย์ สุขสำราญ ประธานควบคุมปริญญา นิพนธ์ และ รองศาสตราจารย์ ดร. พินิติ รตะนาหกุล กรรมการควบคุมปริญญา นิพนธ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. สุนิตย์ สุขสำราญ ที่ให้โอกาสแก่ผู้วิจัยทำให้มีโอกาส ศึกษาต่อในระดับมหาบัณฑิตศึกษา ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัย และดูแลตลอดในระยะเวลาที่ ทำการศึกษาและทำการวิจัยเป็นอย่างดี อีกทั้งกรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำที่ดีต่างๆ มากมาย ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในทุกขั้นตอนของการวิจัย โดยเฉพาะขั้นตอนการทำวิจัย การเขียน ปริญญา นิพนธ์ จนทำให้ปริญญา นิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา ของอาจารย์ทั้งสองท่านเป็นอย่างมาก

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุภาลักษณ์ ปรัชญาสิทธิกุล และอาจารย์ ดร. นวลละออ รัตนวิมานวงศ์ ที่ให้ความกรุณามาเป็นกรรมการสอบเค้าโครงปริญญา นิพนธ์ และขอ กราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. ชีรวัฒน์ มงคลอัครวัฒน์ ให้ความกรุณาในการเป็นประธานใน การสอบปากเปล่า และอาจารย์ ดร.พนารัตน์ อรุณรัตติยากร ที่ให้ความกรุณาในการเป็นกรรมการสอบ ปากเปล่าปริญญา นิพนธ์ ตลอดจนให้คำแนะนำต่างๆ ทำให้ปริญญา นิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ Mr. James F. Maxwell ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในการตรวจเอกลักษณ์พีซีที่ใช้ในการวิจัย ทุนส่งเสริมกลุ่มนักวิจัยอาชีพ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (BIOTEC) ที่ให้ทุนสนับสนุนส่วนหนึ่งในการทำวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ในการให้ทุนส่วนหนึ่งสนับสนุนการทำปริญญา นิพนธ์ สำหรับบัณฑิตในระดับบัณฑิตศึกษาจากงบประมาณเงินรายได้คณะวิทยาศาสตร์ ประจำปีการศึกษา 2551 ขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ สุพรรณ ไวลิชิต ที่ให้ทุนสนับสนุนการศึกษาแก่ผู้วิจัย ทำให้ผู้วิจัยได้รับโอกาสศึกษาต่อในระดับมหาบัณฑิตศึกษา อีกทั้งกรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำที่ดีต่างๆ มากมาย และดูแลตลอดเวลาที่ทำการศึกษา ให้กำลังใจ ทำให้ผู้วิจัยสามารถศึกษาต่อจนจบการศึกษาใน ระดับมหาบัณฑิตศึกษา

ขอขอบคุณ นายพิชิต สุดตา ที่ให้ความอนุเคราะห์ให้ต้นตางวงที่ใช้ในการวิจัย และบันทึก NMR spectrum จนการวิจัยประสบผลสำเร็จลงอย่างดี ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย รามคำแหง ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการบันทึก mass spectrum และค่า specific rotation ขอกราบ ขอบพระคุณ Bioassay Laboratory ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (BIOTEC) ที่ ให้ความอนุเคราะห์ในการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพ สถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการ บันทึก high resolution mass spectrum

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาเคมีทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ ความเมตตาแก่ผู้วิจัยในการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต และคำแนะนำเพิ่มเติมต่าง ๆ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาเคมี เพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ นิสิตปริญญาเอกและปริญญาโททุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ อำนวยความสะดวก และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและขอขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ทำยนี้คุณค่าและประโยชน์ใดๆ อันเกิดจากปริญญาณิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแต่บิดา มารดา ครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

อารี แจ้งเรือง



# สารบัญ

บทที่	หน้า
<b>1 บทนำ</b> .....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
<b>2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b> .....	5
<b>3 วิธีดำเนินการวิจัย</b> .....	37
พืชที่ใช้ในการวิจัย.....	37
อุปกรณ์ / เครื่องมือ และสารเคมีที่ใช้ .....	37
การสกัดสารจากลำต้นตากวาง.....	38
การแยกสารและทำสารให้บริสุทธิ์.....	39
การศึกษาสมบัติทางกายภาพและสูตรโครงสร้างของสารบริสุทธิ์ที่แยกได้.....	67
<b>4 ผลการวิจัย</b> .....	71
ผลการสกัดสารจากจากลำต้นตากวาง.....	56
ผลการแยกสารและการทำสารให้บริสุทธิ์.....	56
ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของสารประกอบที่แยกได้จากลำต้น ตากวาง.....	74
<b>5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ</b> .....	78
การวิเคราะห์หาสูตรโครงสร้างของสารบริสุทธิ์.....	78
ข้อเสนอแนะ.....	115

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
บรรณานุกรม.....	113
ภาคผนวก.....	119
อภิธานศัพท์.....	142
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	145



## บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 การแยกสารจากลำต้นตากวางด้วยตัวทำละลาย.....	39
2 การแยกสารจากส่วนสกัดชั้นเอทิลอะซีเตตโดยคอลัมน์โครมาโทกราฟีชนิดเร็ว...	39
3 การแยกสารกลุ่ม 2 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี.....	40
4 การแยกสารกลุ่ม 2.4 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี.....	41
5 การแยกสารกลุ่ม 2.5 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี.....	42
6 การแยกสารกลุ่ม 2.4.2 และ 2.5.1.1 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี.....	42
7 การแยกสารกลุ่ม 3 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี.....	43
8 การแยกสารกลุ่ม 3.1 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี.....	44
9 การแยกสารกลุ่ม 3.1.4 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี.....	44
10 การแยกสารกลุ่ม 3.2 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี.....	45
11 การแยกสารกลุ่ม 3.2.1 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี.....	46
12 การแยกสารกลุ่ม 4.1 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี.....	46
13 การแยกสารกลุ่ม 4.2 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี.....	47
14 การแยกสารกลุ่ม 4.2.4 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี.....	48
15 การแยกสารกลุ่ม 4.2.5 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี.....	48
16 การแยกสารกลุ่ม 4.2.5.2 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี.....	49
17 การแยกสารกลุ่ม 4.2.5.2.1 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี.....	50
18 การแยกสารกลุ่ม 4.2.5.2.1.3 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี.....	50
19 การแยกสารกลุ่ม 4.2.5.2.1 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี.....	51
20 การแยกสารกลุ่ม 5 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี.....	51
21 การแยกสารกลุ่ม 5.2 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี.....	52
22 การแยกสารกลุ่ม 5.8 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี.....	53
23 การแยกสารกลุ่ม 5.1 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี.....	54
24 การแยกสารกลุ่ม 6.1 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี.....	55
25 การแยกสารกลุ่ม 7 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี.....	55
26 การแยกสารกลุ่ม 7.6 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี.....	56
27 การแยกสารกลุ่ม 7.6.6 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี.....	57
28 การแยกสารกลุ่ม 8 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี.....	57
29 การแยกสารกลุ่ม 8.10 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี.....	59

## บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
30	การแยกสารกลุ่ม 8.11 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี.....	59
31	การแยกสารกลุ่ม 8.11.3 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี.....	60
32	การแยกสารกลุ่ม 8.12 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี.....	60
33	การแยกสารกลุ่ม 9 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี.....	61
34	การแยกสารกลุ่ม 9.6 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี.....	62
35	การแยกสารชั้นเมทานอล ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี.....	65
36	การแยกสารกลุ่ม 2.21 และ 2.2.2 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี.....	66
37	สารบริสุทธิ์ที่แยกได้จากส่วนสกัดชั้นเอทิลอะซีเตตของลำต้นตากวาง.....	69
38	สารบริสุทธิ์ที่แยกได้จากส่วนสกัดชั้นเมทานอลของลำต้นตากวาง.....	70
39	ข้อมูล $^1\text{H}$ - และ $^{13}\text{C}$ -NMR ของ friedelin และ $^1\text{H}$ - และ $^{13}\text{C}$ -NMR DEPT 90 และ DEPT 135 ของสารประกอบ <b>A</b> บันทึกใน $\text{CDCl}_3$ .....	76
40	ข้อมูล $^1\text{H}$ -NMR, COSY, HMQC และ HMBC ของสารประกอบ <b>A</b> บันทึกใน $\text{CDCl}_3$	77
41	ข้อมูล $^1\text{H}$ - และ $^{13}\text{C}$ -NMR ของ kokoonol หรือ 27-hydroxyfriedelan-3-one และ $^1\text{H}$ - และ $^{13}\text{C}$ -NMR, DEPT 90 และ DEPT 135 สารประกอบ <b>B</b> บันทึกใน $\text{CDCl}_3$ ...	82
42	ข้อมูล $^1\text{H}$ -NMR, COSY, HMQC และ HMBC ของสารประกอบ <b>B</b> บันทึกใน $\text{CDCl}_3$	83
43	ข้อมูล $^1\text{H}$ - และ $^{13}\text{C}$ -NMR ของ 15 $\alpha$ -hydroxyfriedelan-3-one และ $^1\text{H}$ - และ $^{13}\text{C}$ -NMR, DEPT 90 และ DEPT 135 ของสารประกอบ <b>C</b> บันทึกใน $\text{CDCl}_3$ .....	86
44	ข้อมูล $^1\text{H}$ -NMR, COSY, HMQC และ HMBC ของสารประกอบ <b>C</b> บันทึกใน $\text{CDCl}_3$	87
45	ข้อมูล $^1\text{H}$ - และ $^{13}\text{C}$ -NMR ของ $\alpha$ -amyrin และ $^1\text{H}$ - และ $^{13}\text{C}$ -NMR DEPT 90, และ DEPT 135 ของสารประกอบ <b>D</b> .....	90
46	ข้อมูล $^1\text{H}$ -NMR, COSY, HMQC และ HMBC ของสารประกอบ <b>D</b> บันทึกใน $\text{CDCl}_3$	91
47	ข้อมูล $^1\text{H}$ -NMR ของ $\beta$ -sitosterol และ สารประกอบ <b>E</b> บันทึกใน $\text{CDCl}_3$ .....	92
48	ข้อมูล $^1\text{H}$ - และ $^{13}\text{C}$ -NMR ของ 20,29-epoxysalacianone และ $^1\text{H}$ - และ $^{13}\text{C}$ -NMR DEPT 90 และ DEPT 135 ของสารประกอบ <b>F</b> .....	95
49	ข้อมูล $^1\text{H}$ -NMR, COSY, HMQC และ HMBC ของสารประกอบ <b>F</b> บันทึกใน $\text{CDCl}_3$	96

## บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
50	ข้อมูล $^1\text{H}$ - และ $^{13}\text{C}$ -NMR ของ friedelane-1,3-dione และ $^1\text{H}$ -NMR และ $^{13}\text{C}$ -NMR, DEPT 90 และ DEPT 135 ของสารประกอบ <b>G</b> บันทึกใน $\text{CDCl}_3$ .....	99
51	ข้อมูล $^1\text{H}$ -NMR, COSY, HMQC และ HMBC ของสารประกอบ <b>G</b> บันทึกใน $\text{CDCl}_3$	100
52	ข้อมูล $^1\text{H}$ - และ $^{13}\text{C}$ -NMR ของ 26-hydroxyfriedelane-1,3-dione และ $^1\text{H}$ - และ $^{13}\text{C}$ -NMR, DEPT 90 และ DEPT 135 สารประกอบ <b>H</b> บันทึกใน $\text{CDCl}_3$ .....	104
53	ข้อมูล $^1\text{H}$ -NMR, COSY, HMQC และ HMBC ของสารประกอบ <b>H</b> บันทึกใน $\text{CDCl}_3$	105
54	ข้อมูล $^1\text{H}$ - และ $^{13}\text{C}$ -NMR ของ 29-hydroxyfriedelan-3-one และ $^1\text{H}$ - และ $^{13}\text{C}$ -NMR, DEPT 90 และ DEPT 135 สารประกอบ <b>I</b> บันทึกใน $\text{CDCl}_3$ .....	108
55	ข้อมูล $^1\text{H}$ -NMR, COSY, HMQC และ HMBC ของสารประกอบ <b>I</b> บันทึกใน $\text{CDCl}_3$	109

## บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ลักษณะทั่วไปของ ใบ (1) ลำต้น (2) ผลดิบ (3) และ ผลสุก (4) ของต้นตากวาง...	2
2 สูตรโครงสร้างบางชนิดของไตรเทอร์พีนที่พบในสกุล <i>Salacia</i> .....	5
3 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 1.....	6
4 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 2 - 5.....	7
5 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 6 - 9.....	7
6 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 10 - 14.....	8
7 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 15 - 18.....	9
8 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 19 - 21.....	9
9 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 23 - 32 และ 44.....	11
10 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 55 - 58.....	14
11 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 59 - 69.....	15
12 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 70 - 79.....	16
13 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 90 - 97.....	18
14 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 106 - 108.....	19
15 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 109 - 111.....	20
16 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 112 - 115.....	21
17 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 116 - 117.....	21
18 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 118 - 124.....	22
19 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 126.....	23
20 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 127 - 130.....	23
21 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 131 และ 132.....	24
22 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 133 - 134 และ 136.....	24
23 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 138 - 140.....	25
24 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 141 - 145.....	26
25 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 157 และ 158.....	27
26 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 159.....	28

## บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
27 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 160 - 162.....	28
28 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 165.....	29
29 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 166 และ 167.....	30
30 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 168.....	30
31 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 172.....	31
32 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 173 - 175.....	32
33 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 176.....	32
34 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 177 - 182.....	33
35 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 183 -185.....	33
36 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 187.....	34
37 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 188 - 189.....	34
38 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 190 - 194.....	35
39 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 195 และ 196.....	36
40 ขั้นตอนการสกัดการแยกสารจากลำต้นตากวาง.....	38
41 ขั้นตอนการแยกสารบริสุทธิ์จากส่วนสกัดชั้นเอทิลอะซิเตต.....	63
42 ขั้นตอนการแยกสารบริสุทธิ์จากส่วนสกัดชั้นเมทานอล.....	67
43 แสดงความสัมพันธ์ HMBC และ NOESY ที่สำคัญของสารประกอบ A .....	76
44 แสดงความสัมพันธ์ HMBC และ NOESY ที่สำคัญของสารประกอบ B.....	81
45 แสดงความสัมพันธ์ HMBC และ NOESY ที่สำคัญของสารประกอบ C.....	85
46 แสดงความสัมพันธ์ HMBC ที่สำคัญของสารประกอบ D.....	89
47 แสดงความสัมพันธ์ HMBC และ NOESY ที่สำคัญของสารประกอบ F.....	94
48 แสดงความสัมพันธ์ HMBC และ NOESY ที่สำคัญของสารประกอบ G.....	99
49 แสดงความสัมพันธ์ HMBC และ NOESY ที่สำคัญของสารประกอบ H.....	103
50 แสดงความสัมพันธ์ HMBC และ NOESY ที่สำคัญของสารประกอบ I .....	107
51 <sup>1</sup> H-NMR spectrum ของสารประกอบ friedelin (A) (CDCl <sub>3</sub> 300 MHz) .....	120
52 <sup>13</sup> C-NMR spectrum ของสารประกอบ friedelin (A) (CDCl <sub>3</sub> 75 MHz) ...	121

## บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
53 <sup>1</sup> H-NMR spectrum ของสารประกอบ 26-hydroxyfriedelan-3-one ( <b>B</b> ) (CDCl <sub>3</sub> 300 MHz) .....	122
54 <sup>13</sup> C-NMR spectrum ของสารประกอบ 26-hydroxyfriedelan-3-one ( <b>B</b> ) (CDCl <sub>3</sub> 75 MHz) .....	123
55 <sup>1</sup> H-NMR spectrum ของสารประกอบ 15 $\alpha$ -hydroxyfriedelan-3-one ( <b>C</b> ) (CDCl <sub>3</sub> 300 MHz) .....	124
56 <sup>13</sup> C-NMR spectrum ของสารประกอบ 15 $\alpha$ -hydroxyfriedelan-3-one ( <b>C</b> ) (CDCl <sub>3</sub> 75 MHz) .....	125
57 ภาพประกอบ 57 <sup>13</sup> H-NMR spectrum ของสารประกอบ $\alpha$ -amyine ( <b>D</b> ) (CDCl <sub>3</sub> 300 MHz) .....	126
58 <sup>13</sup> C-NMR spectrum ของสารประกอบ $\alpha$ -amyine ( <b>D</b> ) (CDCl <sub>3</sub> 75 MHz) .....	127
59 <sup>1</sup> H-NMR spectrum ของสารประกอบ 20,29-epoxysalacianone ( <b>F</b> ) (CDCl <sub>3</sub> 300 MHz) .....	128
60 <sup>1</sup> C-NMR spectrum ของสารประกอบ 20,29-epoxysalacianone ( <b>F</b> ) (CDCl <sub>3</sub> 75 MHz) .....	129
61 <sup>1</sup> H-NMR spectrum ของสารประกอบ friedelane-1,3-dione ( <b>G</b> ) (CDCl <sub>3</sub> 300 MHz) .....	130
62 <sup>13</sup> C-NMR spectrum ของสารประกอบ friedelane-1,3-dione ( <b>G</b> ) (CDCl <sub>3</sub> 75 MHz) .....	131
63 <sup>1</sup> H-NMR spectrum ของสารประกอบ 26-hydroxyfriedelane-1,3-dione ( <b>H</b> ) (CDCl <sub>3</sub> 300 MHz).....	132
64 <sup>13</sup> C-NMR spectrum ของสารประกอบ 26-hydroxyfriedelane-1,3-dione ( <b>H</b> ) (CDCl <sub>3</sub> 75 MHz) .....	133
65 <sup>1</sup> H-NMR spectrum ของสารประกอบ 29-hydroxyfriedelane-1,3-dione ( <b>I</b> ) (CDCl <sub>3</sub> 300 MHz) .....	134
66 <sup>13</sup> C-NMR spectrum ของสารประกอบ 29-hydroxyfriedelane-1,3-dione ( <b>I</b> ) (CDCl <sub>3</sub> 75 MHz) .....	135

## บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ		หน้า
67	$^1\text{H-NMR}$ spectrum ของสารประกอบ fatty acid hydrocarbon ( <b>J</b> ) ( $\text{CDCl}_3$ 300 MHz).....	136
68	$^{13}\text{C-NMR}$ spectrum ของสารประกอบ fatty acid hydrocarbon ( <b>J</b> ) $\text{CDCl}_3$ 75 MHz).....	137
69	$^1\text{H-NMR}$ spectrum ของสารประกอบ dulcitol ( <b>K</b> ) ( $\text{D}_2\text{O}$ 300 MHz).....	138
70	$^{13}\text{C-NMR}$ spectrum ของสารประกอบ dulcitol ( <b>K</b> ) ( $\text{D}_2\text{O}$ 75 MHz).....	139
71	$^1\text{H-NMR}$ spectrum ของสารประกอบ dulcitol ( <b>K</b> ) (DMSO 300 MHz).....	140
70	$^{13}\text{C-NMR}$ spectrum ของสารประกอบ dulcitol ( <b>K</b> ) (DMSO 75 MHz).....	141





# บทที่ 1

## บทนำ

### ภูมิหลัง

พืชในวงศ์ Celastraceae รวมทั้ง Hippocrateaceae มีทั้งหมดประมาณ 90 สายพันธุ์ และมากกว่า 1,000 ชนิด พบได้ทั้งซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้ ยกเว้นบริเวณขั้วโลกเหนือ และพบมากบริเวณที่ใกล้เขตร้อน พืชบางชนิดเป็นไม้เลื้อย หรือเป็นไม้เถา ลักษณะใบเป็นใบเรียบออกสลับ หรือออกตรงกันข้ามกัน ใบเลี้ยงมีขนาดเล็ก เป็นไม้ผลัดใบ ส่วนดอกมีขนาดเล็กมีสองเพศหรือบางชนิดอาจมีเพศเดียว ดอกส่วนใหญ่มีสีเขียว มีกลีบเลี้ยงประมาณ 4 หรือ 5 ใบ กลีบดอกหลุดออกได้ง่าย (Ding Hou. 1962: 227-228) *Salacia* เป็นพืชสกุลหนึ่งในวงศ์นี้ พืชในสกุล *Salacia* ที่พบในประเทศไทย (เต็ม สมิตินันท์. 2544: 461-462) ได้แก่

1. กำแพงเจ็ดชั้น (*S. chinensis* L. หรือ *S. latifolia* Wall. หรือ *S. prinoides* DC. หรือ *S. socia* Craib)
2. ตาส้ม (*S. grandiflora* Kurz)
3. กำแพงกลาง (*S. korthalsiana* Miq.)
4. สะเดาเย็น (*S. macrophylla* Blume หรือ *S. kamputensis* Pierre หรือ *S. flavescens* Kurz)
5. กระดอเย็น (*S. noronhioides* Pierre)
6. สะเดาหด (*S. oblongifolia* Blume)
7. ตากวาง (*S. verrucosa* Wight)
8. สะเดาตาล (*S. viminea* Wall. ex M. A. Lawson)

พืชในสกุล *Salacia* ที่มีรายงานวิจัยไว้ในฐานข้อมูล SciFinder Scholar ได้แก่

1. *S. beddomei* Gamble พบในประเทศญี่ปุ่นและอินเดีย
2. *S. campestris* พบในประเทศบราซิล
3. *S. cordata* พบในประเทศแคนาดา
4. *S. fruticosa* พบในประเทศอินเดีย
5. *S. kraussii* พบในเมือง มาปูโต ประเทศสวิตเซอร์แลนด์
6. *S. lehmbachii* พบในประเทศปาปัวนิวกินี
7. *S. liana* เมืองมอนทรีออล ประเทศคอสตาริกา
8. *S. macrosperma* Wight พบในประเทศอินเดีย
9. *S. madagascariensis* พบในประเทศแทนซาเนีย
10. *S. oblonga* Wall พบในประเทศศรีลังกา และ ตะวันออกของอินเดีย

11. *S. petenensis* พบใน เมือง Monteverde ประเทศคอสตาริกา

12. *S. prinoides* DC. พบในประเทศอินเดีย

13. *S. reticulata* พบในประเทศศรีลังกา และ ตะวันออกของอินเดีย

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของต้นตากวาง ต้นตากวางหรือ *Salacia verrucosa* Wight เป็นไม้พุ่มกึ่งเลื้อยขนาดเล็ก สูงประมาณ 6 เมตร พาดไปตามต้นไม้ใหญ่ มีกิ่งก้านสาขาปกคลุมหนาแน่น เปลือกเถาสีน้ำตาล มีกระด้างขาว เมื่อตัดฟันตามแนวขวางจะเห็นเส้นวงปีชัดเจน และมีน้ำยางสีแดงไหลออกมา ใบเป็นใบเดี่ยว รูปรี เรียงตรงข้าม ปลายใบและโคนใบแหลม เส้นแขนงใบเล็ก แผ่นใบเขียวเรียบมัน ผลกลม ผิวเรียบสีเขียว เมื่อสุกสีเหลืองหรือส้ม เนื้อหุ้มเมล็ดสีขาว ออกดอกระหว่างเดือนมกราคม - กุมภาพันธ์ และออกผลระหว่างเดือนมีนาคม - พฤษภาคม แหล่งที่พบ พบในป่าดิบแล้ง ชอบแสงแดดรำไร ขึ้นได้ดีในที่ชื้น ผลสุก และเนื้อหุ้มเมล็ดสีขาว นำมารับประทานได้ รสหวาน ขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ด พบได้ในประเทศ อินเดีย ไทย พม่า ลาว และมาเลเซีย (Ding Hou. 1964: 414-415)



1



2



3



4

ภาพประกอบ 1 ลักษณะทั่วไปของ ใบ (1) ลำต้น (2) ผลดิบ (3) และ ผลสุก (4) ของต้นตากวาง

การใช้ประโยชน์ของพืชในสกุล *Salacia* พืชในสกุล *Salacia* หลายชนิดนำมาใช้เป็นยาแผนโบราณ ในการรักษาโรคต่าง ๆ เช่น ด้านแบคทีเรีย ด้านมะเร็ง ด้านมาลาเรีย และมีฤทธิ์ทำลายอสุจิ ตัวอย่างในต้น *S. reticulata* *S. oblonga* และ *S. chinensis* พืชเหล่านี้ได้มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศศรีลังกา จีน และ ไทย เช่น ลำต้นของต้นกำแพงเจ็ดชั้น *S. chinensis* ใช้เป็นยาขับลม ขับระดู บำรุงเลือด บำรุงหัวใจ ด้านการอักเสบ ลดเบาหวาน แก้กษุขาว และ รักษาโรคปวดตามข้อตามกล้ามเนื้อ นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Morikawa; et al. 2003: 1191-1196) พืชอีกชนิดหนึ่งคือ *S. oblonga* ส่วนของรากใช้เป็นยารักษาโรคหนองในเนื่องจากเชื้อ *gonococcus* แก้ไขข้ออักเสบ อากาการคัน โรคหืด และโรคเบาหวาน นอกจากนี้ส่วนของเปลือกกรากยังใช้เป็นยาต้านการอักเสบ (Matsuda; et al. 1999: 1725-1729) ส่วนต้นตากวาง *S. verrucosa* เนื้อไม้มีรสฝาดเมา บำรุงเลือด แก้โลหิตจาง แก้โลหิตและน้ำเหลืองพิการ บำรุงตับไต แก้กษุขาว แก้ไตพิการ แก้ปวดหลังปวดเอว (วุฒิ วุฒิธรรมเวช. 2540: 209)

จากสรรพคุณดังกล่าวของพืชในสกุล *Salacia* นับว่ามีคุณประโยชน์ที่น่าสนใจ และยังไม่พบรายงานวิจัยของต้นตากวาง ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของต้นตากวาง โดยเริ่มจากส่วนลำต้น ซึ่งผลจากการศึกษาครั้งนี้จะเป็นข้อมูลเบื้องต้นด้านองค์ประกอบทางเคมีอันจะเป็นประโยชน์สำหรับการวิจัยในทางผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ และเภสัชวิทยาต่อไป

### ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาวิธีการสกัด การแยกสารและการทำสารให้บริสุทธิ์จากลำต้นตากวาง
2. เพื่อศึกษาสูตรโครงสร้างของสารบริสุทธิ์ที่แยกได้จากลำต้นตากวาง

### ความสำคัญของการวิจัย

1. ทำให้เกิดการเรียนรู้เทคนิคการสกัด การแยกสารและการทำสารให้บริสุทธิ์ที่แยกได้จากลำต้นตากวาง
2. ทำให้เกิดการเรียนรู้วิธีการหาสูตรโครงสร้างของสารบริสุทธิ์ที่แยกได้จากลำต้นตากวาง โดยวิธีทางสเปกโทรสโกปี
3. ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้อาจเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยในทางผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติและเภสัชวิทยาต่อไป

### ขอบเขตของการวิจัย

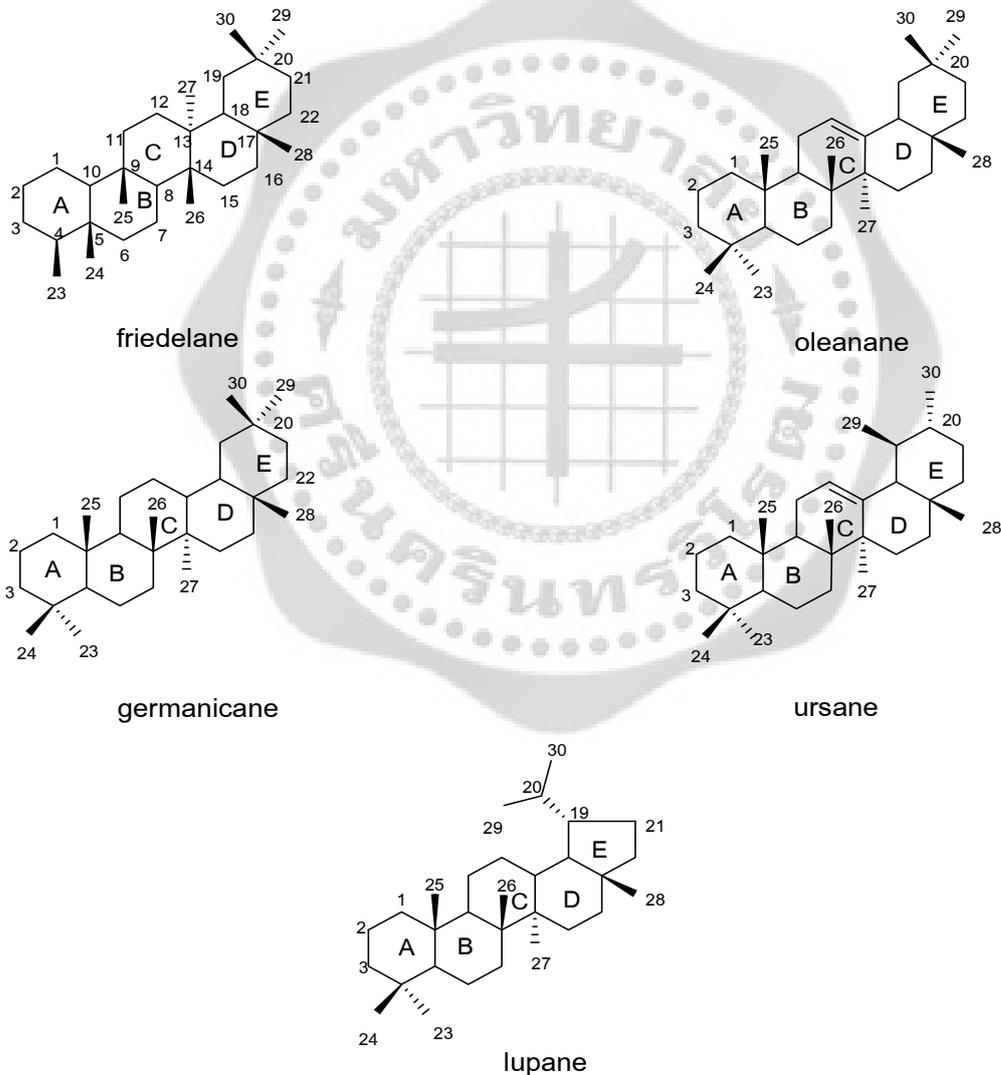
1. ใช้ส่วนลำต้นตากวาง ที่เก็บจาก บ้านโคกฮัง ตำบลปอพันขัน อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด เมื่อเดือนกุมภาพันธ์ 2550
2. การสกัดสารจากลำต้นตากวางใช้วิธีสกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตต และเมทานอล ตามลำดับ
3. นำส่วนสกัดชั้นเอทิลอะซิเตต และ เมทานอล มาแยกให้บริสุทธิ์โดยใช้เทคนิคโครมาโทกราฟี
4. ศึกษาสูตรโครงสร้างของสารบริสุทธิ์โดยใช้เทคนิคทางสเปกโทรสโกปี ได้แก่ อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี (infrared spectroscopy) นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโทรสโกปี (nuclear magnetic resonance spectroscopy) แมสสเปกโทรเมตรี (mass spectrometry) และ อัลตราไวโอเล็ตสเปกโทรสโกปี (ultraviolet spectroscopy)



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

องค์ประกอบทางเคมีส่วนใหญ่ที่พบในพืชสกุล *Salacia* ได้แก่ ไตรเทอร์พีน สารประกอบ ไตรเทอร์พีนเป็นเทอร์พีนอยด์ที่ประกอบด้วยคาร์บอน 30 อะตอม ไตรเทอร์พีนที่พบส่วนใหญ่เป็นประเภทที่มีวง 4 วง คือ วง A, B, C, และ D ซึ่งเป็นชนิด 6-6-6-5 เหลี่ยม และประเภทที่มีวง 5 วง คือ วง A, B, C, D และ E เป็นชนิด 6-6-6-6 หรือ 6-6-6-6-5 เหลี่ยม (Xu; Fazio; & Matsuda. 2004: 261-291) สำหรับประเภท ไตรเทอร์พีนที่พบในพืชสกุล *Salacia* ส่วนใหญ่มีดังนี้



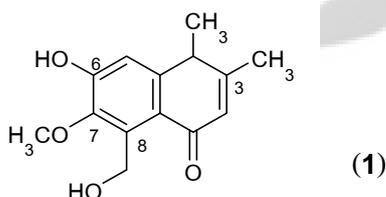
ภาพประกอบ 2 สูตรโครงสร้างประเภทไตรเทอร์พีนบางชนิดที่พบในสกุล *Salacia*

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของพืชในสกุล *Salacia*

### *Salacia beddomei*

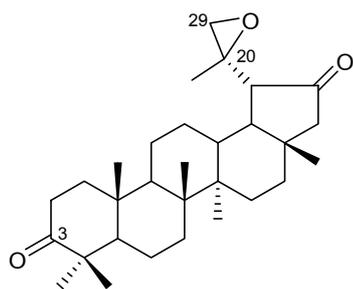
ดีพา และไบ (Deepa; & Bai. 2004: 589-591) พบว่ามีการนำส่วนรากมาใช้เป็นยาแผนโบราณในการรักษาโรคเบาหวาน และนอกจากนั้นผลยังสามารถนำมารับประทานเพื่อควบคุมอาหารสำหรับผู้ที่จะลดน้ำหนัก ผู้วิจัยจึงศึกษาฤทธิ์ในการต้านแบคทีเรียของสารสกัดชั้นปิโตรเลียมอีเทอร์ เอทิลอะซีเตต และคลอโรฟอร์มของส่วนใบและลำต้นที่ได้มาจากทางใต้ของประเทศอินเดีย พบว่าได้ปริมาณสารสกัดจากส่วนใบในชั้น ปิโตรเลียมอีเทอร์ เอทิลอะซีเตต และคลอโรฟอร์ม เท่ากับ 12.25%, 16.5% และ 16.85% ตามลำดับ และสารสกัดจากส่วนของลำต้นในชั้น ปิโตรเลียมอีเทอร์ เอทิลอะซีเตต และคลอโรฟอร์ม เท่ากับ 12.4%, 14.97% และ 15.22% ตามลำดับ เมื่อนำมาทดสอบฤทธิ์ในการต้านแบคทีเรียชนิด *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas phosphorescence* และ *Aeromonas hydrophilla* โดยใช้วิธี Agar disc diffusion พบว่าสารสกัดทั้งจากใบและลำต้นมีฤทธิ์ในการต้านแบคทีเรียได้ดีเมื่อเทียบกับยาที่ใช้เป็นตัวควบคุม 2 ชนิดคือ streptomycin และ ciprofloxacin มีค่าอยู่ในช่วง 9-17 mm ส่วนสารสกัดทดสอบที่ความเข้มข้น 1% และ 2% พบว่าสารสกัดชั้นเอทิลอะซีเตตจากส่วนใบและลำต้น มีฤทธิ์ในการต้านแบคทีเรียได้ดีที่สุดมีค่าอยู่ในช่วง 2-12 mm และ 3-15 mm ตามลำดับ

กลุ่มผู้วิจัยเดียวกัน (Deepa; et al. 2003: 121-122) ศึกษาสารที่แยกได้จากส่วนใบพบว่าได้สารประกอบ benzoid ชนิดใหม่ คือ 6-hydroxy-8-hydroxymethyl-7-methoxy-3,4-dimethyl-4H-naphthalen-1-one (1) มีฤทธิ์ต้านการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ยับยั้งการกิน (antifeedant) และเป็นยาฆ่าแมลง

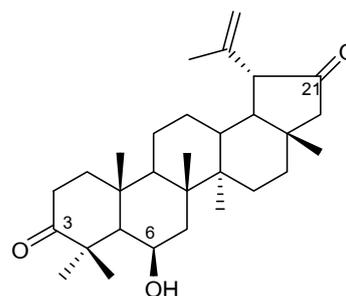


ภาพประกอบ 3 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 1

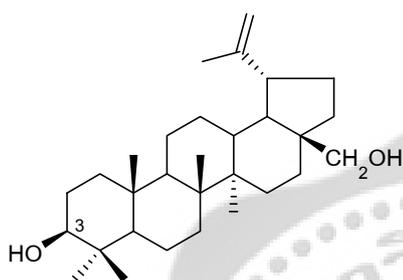
ฮิสแฮม และคนอื่น ๆ (Hisham; et al. 1996: 789-794) ศึกษาส่วนสกัดชั้น เฮกเซน และเอทิลอะซีเตต จากเปลือกต้น พบสารใหม่เป็นไตรเทอร์พีนชนิด lupane 2 ชนิด คือ 20,29-epoxysalacianone หรือ 20,29-epoxylupane-3,21-dione (2) และ 6 $\beta$ -hydroxysalacianone หรือ 6 $\beta$ -hydroxylup-20(29)-ene-3,21-dione (3) นอกจากนี้ยังพบสารที่มีผู้รายงานไว้แล้ว ได้แก่ betulin หรือ 3 $\beta$ ,28-dihydroxylup-20(29)-ene (4) และ 2 $\alpha$ ,3 $\beta$ -dihydroxylup-20(29)-ene (5)



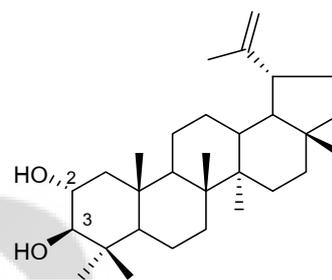
20,29-epoxysalacianone (2)



6β-hydroxysalacianone (3)



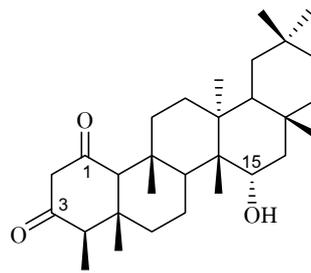
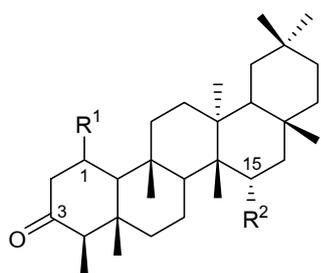
betulin (4)



2α,3β-dihydroxylup-20(29)-ene (5)

#### ภาพประกอบ 4 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 2 - 5

ฮิชแฮม และคนอื่น ๆ (Hisham; et al. 1996: 843-845) ศึกษาส่วนสกัดชั้น ไดคลอโรมีเทน และ เอทิลอะซีเตต จากเปลือกต้น พบสารใหม่เป็นไตรเทอร์พีนชนิด friedelane คือ 1β,15α-dihydroxyfriedelan-3-one (6) และพบสารที่มีผู้รายงานไว้แล้วได้แก่ 15α-hydroxyfriedelan-3-one (7) 15α-hydroxyfriedelane-1,3-dione (8) และ friedelan-3-one (9) หรือ friedelin



(8)

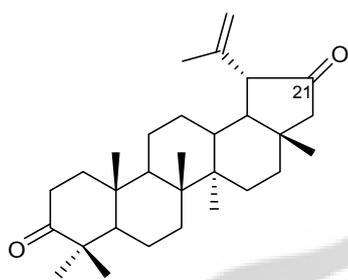
1β,15α-dihydroxyfriedelan-3-one (6)  $R^1 = \beta\text{-OH}$ ,  $R^2 = \text{OH}$

15α-hydroxyfriedelan-3-one (7)  $R^1 = \text{H}$ ,  $R^2 = \text{OH}$

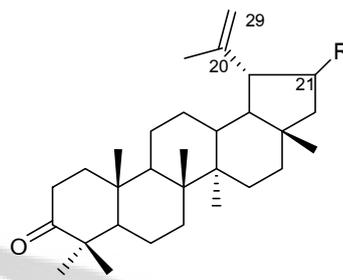
friedelan-3-one (9)  $R^1 = R^2 = \text{H}$

#### ภาพประกอบ 5 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 6 - 9

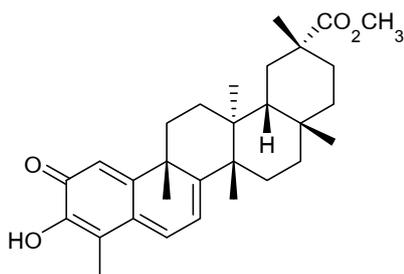
อิสแฮม และคนอื่น ๆ (Hisham; et al. 1995: 1227-1231) ศึกษาส่วนสกัดชั้น เฮกเซนจาก เปลือกต้น พบไตรเทอร์พีนชนิดใหม่เป็น lupane คือ salacianone หรือ lup-20(29)-en-3,21-dione (10) และ salacianol หรือ 21 $\beta$ -hydroxylup-20(29)-en-3-one (11) นอกจากนี้ยังพบสารที่มี ผู้รายงานไว้แล้วคือ 15 $\alpha$ -hydroxyfriedelan-3-one (7) 15 $\alpha$ -hydroxyfriedelane-1,3-dione (8) friedelan-3-one (9) lup-20(29)-en-3-one (12) pristimerin (13) และ  $\beta$ -sitosterol (14)



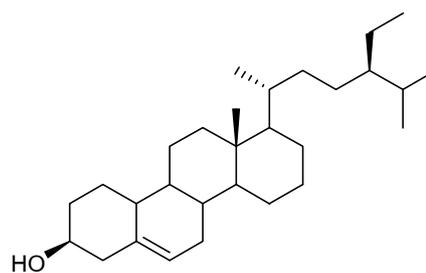
salacianone (10)

salacianol (11) R =  $\beta$ -OH

lup-20(29)-en-3-one (12) R = H



pristimerin (13)

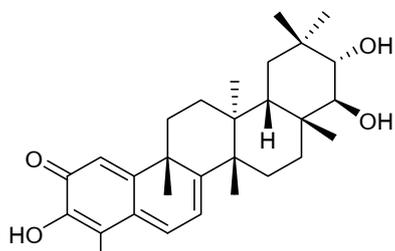
 $\beta$ -sitosterol (14)

ภาพประกอบ 6 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 10 - 14

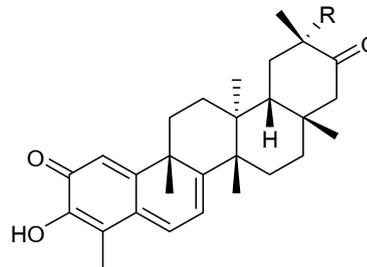
### ***Salacia campestris***

คาร์วัลโฮ และคนอื่น ๆ (Carvalho; et al. 2005: 367-372) ศึกษาส่วนสกัดชั้นไดคลอโรมีเทน ของเปลือกราก พบสารใหม่เป็น ไตรเทอร์พีนชนิด quinonemethide คือ salacin (15) และ ยังพบสารที่มีผู้รายงานไว้แล้ว คือ pristimerin (13) maytenin (16) 20 $\alpha$ -hydroxymaytenin (17) netzahualcoyene (18) และ friedelan-3-one (9) ซึ่งสารประกอบ 13, 15, 16, 17, 18 และ 9 มีฤทธิ์ในการจับอนุมูลอิสระต่อ 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical (DPPH) ซึ่งแสดงในรูปของค่าความต่างระหว่างค่าการดูดกลืนแสงของสารก่อนทำปฏิกิริยากับ DPPH และค่าการดูดกลืนแสงของสารหลังทำปฏิกิริยากับ DPPH โดยให้สัญลักษณ์เป็น  $\Delta A$  มีค่า  $\Delta A = 20 \pm 1\%$ ,  $\Delta A = 19 \pm 2\%$ ,  $\Delta A = 39 \pm 1\%$ ,  $\Delta A = 28 \pm 3\%$ ,  $\Delta A = 55 \pm 3\%$  และ  $\Delta A = 10 \pm 2\%$  ตามลำดับ พบว่า

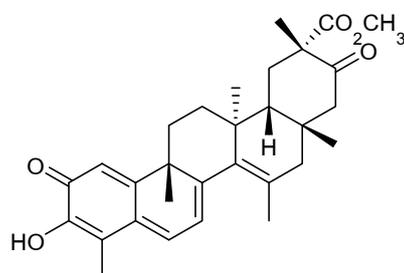
±



salacin (15)



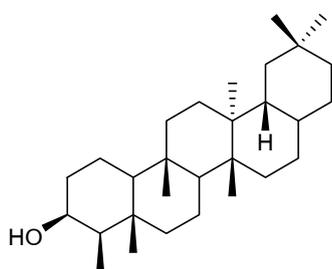
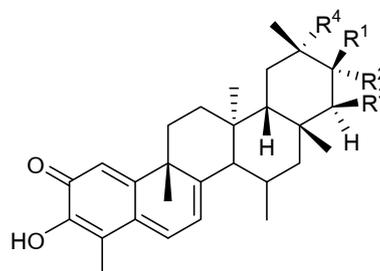
maytenin (16) R = H

20 $\alpha$ -hydroxymaytenin (17) R = OH

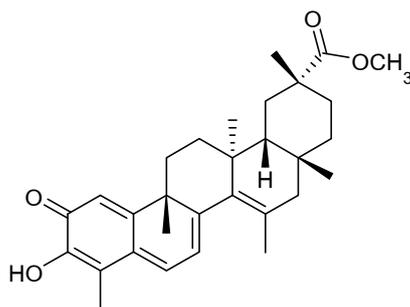
netzahualcoyene (18)

ภาพประกอบ 7 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 15 - 18

คอร์ซิโน และคนอื่น ๆ (Corsino; et al. 2000: 741-748) ศึกษาส่วนสกัดชั้นเอทานอลของเปลือกกราก และใบ จาก *Maytenus aquifolium* และ *S. campestris* พบสารประกอบไตรเทอร์พีน ชนิด friedelane และ quinonemethide ได้แก่ pristimerin (13) maytenin (16) 20 $\alpha$ -hydroxymaytenin (17) friedelin (9) 22 $\beta$ -hydroxymaytenin (19) 3 $\beta$ -friedelanol (20) celastrol (21) และ netzahualcoyone (22)

3 $\beta$ -friedelanol (20)22 $\beta$ -hydroxymaytenin (19) R<sup>1</sup> and R<sup>2</sup> = O, R<sup>3</sup> = OH, R<sup>4</sup> = Hcelastrol (21) R<sup>1</sup> = R<sup>2</sup> = R<sup>3</sup> = H, R<sup>4</sup> = COOH

ภาพประกอบ 8 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 19 - 21

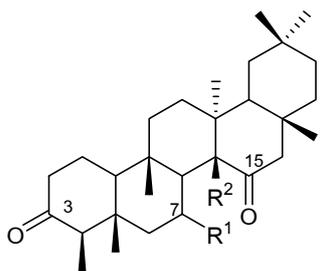
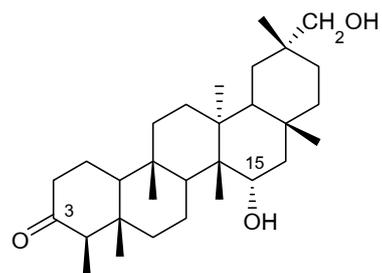


netzahualcoyone (22)

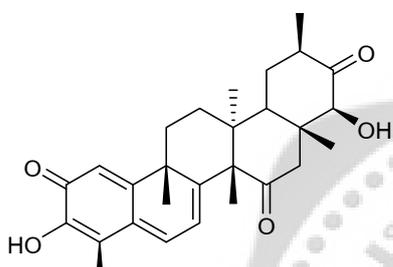
## ภาพประกอบ 8 (ต่อ) สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 22

***Salacia chinensis***

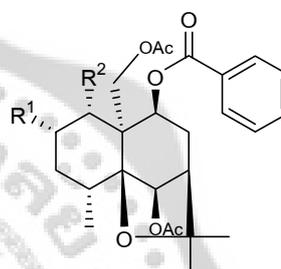
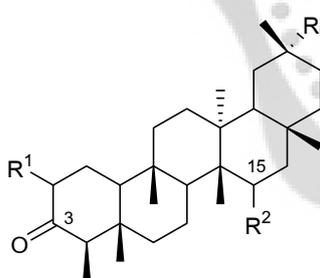
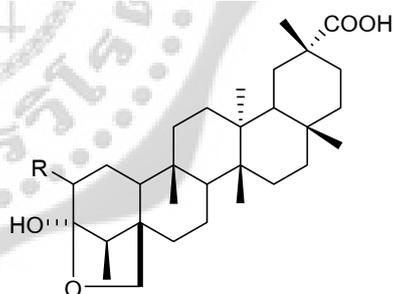
งานวิจัยของโมริกาวา และคนอื่น ๆ (Morikawa; et al. 2003: 1191-1196) ศึกษาส่วนสกัดที่ได้จากการสกัดด้วยน้ำและเมทานอลจากลำต้น (ซึ่งได้มาจากจังหวัดนครศรีธรรมราช) ภายใต้การรีฟลักซ์ ตามด้วยการแบ่งส่วนละลาย (partition) ด้วยเอทิลอะซีเตตและน้ำ (1 : 1, v/v) พบสารประกอบไตรเทอร์พีน friedelane ชนิดใหม่คือ salasone A-C (23-25) และพบไตรเทอร์พีนชนิด norfriedelane คือ salaquinone A (26) และ sesquiterpene ชนิด acylated eudesmane ชนิดใหม่ได้แก่ salasol A (27) และยังพบสารที่มีผู้รายงานไว้แล้วอีก 27 ชนิด ได้แก่ ไตรเทอร์พีนชนิด friedelane 6 สาร คือ maytenoic acid (28) friedelan-3-on-29-ol (29) 15 $\alpha$ -hydroxy-friedelan-3-one (7) wilforic acid C (30) salaspermic acid (31) และ orthosphenic acid (32) พบไตรเทอร์พีนชนิด oleanane 5 สาร คือ 3 $\beta$ ,22 $\beta$ -dihydroxyolean-12-en-29-oic acid (33) maytenfolic acid (34)  $\beta$ -amyrin (35) 22 $\alpha$ -hydroxy-3-oxoolean-12-en-29-oic acid (36) และ  $\beta$ -amyrenone (37) พบไตรเทอร์พีนชนิด ursane 2 สาร คือ tripterygic acid A (38) และ demethylregelin (39) พบไตรเทอร์พีนชนิด norfriedelane 4 สาร คือ tingenone (40) tingenin B หรือ 22 $\beta$ -hydroxytingenone (41) regeol A (42) และ triptocalline A (43) พบ sesquiterpene ชนิด eudesmane 1 สาร คือ celahin C (44) พบสารประกอบ xanthone 1 สาร คือ mangiferin (45) พบ flavones 2 สาร คือ vitexin (46) และ isovitexin (47)

salasone A (23)  $R^1 = H, R^2 = CH_2OH$ salasone B (24)  $R^1 = OH, R^2 = CH_3$ 

salasone C (25)

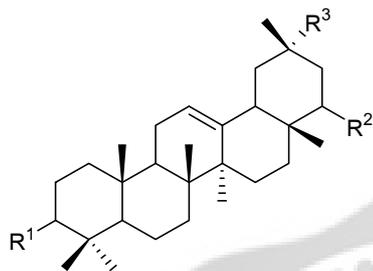


salaquinone A (26)

salasol A (27)  $R^1 = \alpha-OH, R^2 = \alpha-OAc$ celahin C (44)  $R^1 = \alpha-OAc, R^2 = \alpha-OH$ maytenoic acid (28)  $R^1 = R^2 = H, R^3 = COOH$ friedelan-3-on-29-ol (29)  $R^1 = R^2 = H, R^3 = CH_2OH$ wilforic acid C (30)  $R^1 = \alpha-OH, R^2 = H,$   
 $R^3 = COOH$ salaspermic acid (31)  $R = H$ orthosphenic acid (32)  $R = \alpha-OH$ 

ภาพประกอบ 9 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 23 - 32 และ 44

และพบ lignane 3 สาร คือ (+)-lyoniresinol (**48**) (+)-isolariciresinol (**49**) และ (+)-8-methoxyisolariciresinol (**50**) และพบ flavan-3-ol อีก 3 สาร คือ (-)-epigallocatechin (**51**) (-)-epicatechin (**52**) (+)-catechin (**53**) และ squalene (**54**) นอกจากนี้ยังศึกษา การยับยั้ง aldose reductase ของเลนส์ตาของหนู (rat lens aldose reductase) พบว่าสารประกอบ **33**, **34**, **40**, **41**, **42**, **43** และ **45** มีค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สารสามารถจับอนุมูลอิสระได้ 50 % (inhibition concentration 50, IC<sub>50</sub>) เท่ากับ 26, 72, 13, 7, 30, 14 และ 3.2  $\mu$ M ตามลำดับ



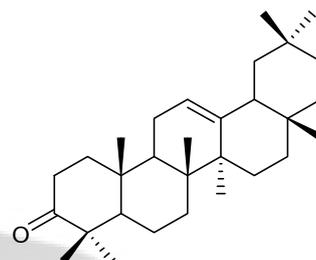
(**33**)  $R^1 = \beta\text{-OH}$ ,  $R^2 = \beta\text{-OH}$ ,  $R^3 = \text{COOH}$ ,

maytenfolic acid (**34**)  $R^1 = \beta\text{-OH}$ ,

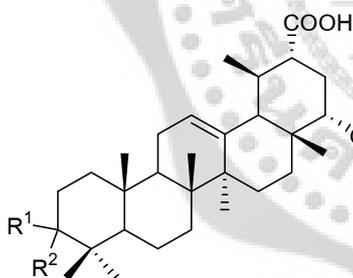
$R^2 = \alpha\text{-OH}$ ,  $R^3 = \text{COOH}$ ,

$\beta$ -amyrin (**35**)  $R^1 = \beta\text{-OH}$ ,  $R^2 = \text{H}$ ,  $R^3 = \text{CH}_3$

(**36**)  $R^1 = \text{H}$ ,  $R^2 = \alpha\text{-OH}$ ,  $R^3 = \text{COOH}$

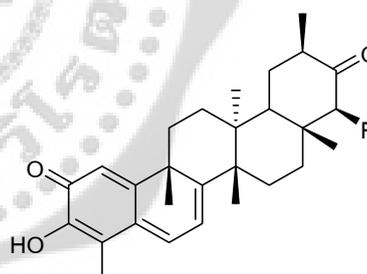


$\beta$ -amyrenone (**37**)



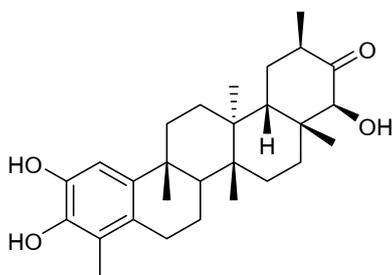
tripterygic acid A (**38**)  $R^1 = \beta\text{-OH}$ ,  $R^2 = \text{H}$

demethylregelin (**39**)  $R^1$  and  $R^2 = \text{O}$

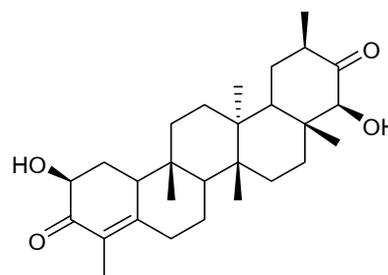


tingenone (**40**)  $R = \text{H}$

tingenin B (**41**)  $R = \beta\text{-OH}$

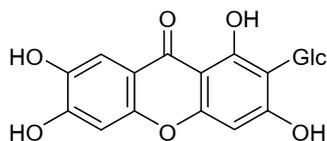
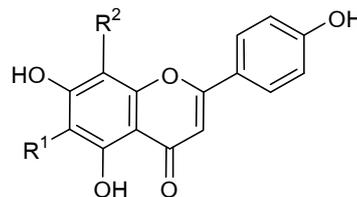
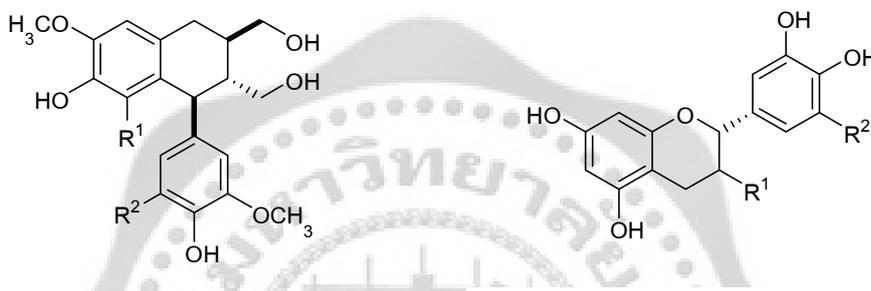


regeol A (**42**)

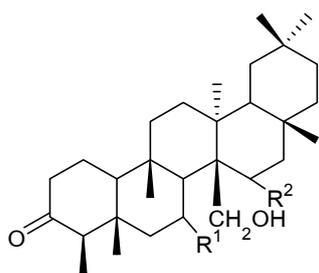
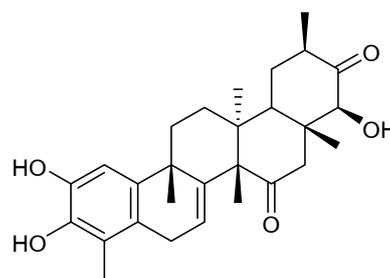


triptocalline A (**43**)

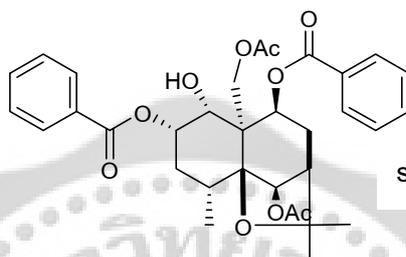
ภาพประกอบ 9 (ต่อ) สูตรโครงสร้างของสารประกอบ **33 - 43**

mangiferin (**45**)vitexin (**46**)  $R^1 = H, R^2 = Glc$ isovitexin (**47**)  $R^1 = Glc, R^2 = H$ Glc =  $\beta$ -D-glucopyranosyl(+)-lyoniresinol (**48**)  $R^1 = R^2 = OCH_3$ (+)-isolariciresinol (**49**)  $R^1 = R^2 = H$ (+)-8-methoxyisolariciresinol (**50**)  $R^1 = OCH_3$  $R^2 = H$ (-)-epigallocatechin (**51**)  $R^1 = \alpha-OH, R^2 = OH$ (-)-epicatechin (**52**)  $R^1 = \alpha-OH, R^2 = H$ (+)-catechin (**53**)  $R^1 = \beta-OH, R^2 = H$ ภาพประกอบ 9 (ต่อ) สูตรโครงสร้างของสารประกอบ **45 - 53**

กลุ่มวิจัยเดียวกัน (Kishi; et al. 2003: 1051-1055) ได้ศึกษาส่วนสกัดชั้นเอทิลอะซีเตต จากส่วนลำต้น ซึ่งทำการแยกด้วยเทคนิคคอลัมน์โครมาโทกราฟีโดยใช้ซิลิกาเจลและ octadecyl silica gel (ODS) และใช้เทคนิค HPLC (ODS) พบสารประกอบไตรเทอร์พีน ชนิดใหม่เป็น friedelane คือ salasone D (**55**) และ E (**56**) และยังพบ norfriedelane sesquiterpene คือ salaquinone B (**57**) และ polyacylated eudesmane ชนิด sesquiterpene คือ salasol B (**58**) เมื่อศึกษาฤทธิ์ในการจับอนุมูลอิสระของสารสกัดที่ได้จากชั้นเมทานอลและน้ำของ *S. chinensis* พบว่ามีค่า half-maximal scavenging concentrations ( $SC_{50}$ ) เท่ากับ  $13 \mu\text{g/mL}$  และ สารประกอบ **7**, **28-39**, **43** และ **44** มีค่า  $SC_{50}$  มากกว่า  $40 \mu\text{M}$  ส่วนสารประกอบที่ **40-42**, **45** และ **48-53** มีค่า  $SC_{50}$  เท่ากับ 13, 8.5, 10, 5.9, 6.6, 12, 15, 2.5, 4.1 และ  $5.9 \mu\text{M}$  ตามลำดับ

salasone D (55)  $R^1 = H$ ,  $R^2 = \alpha\text{-OH}$ salasone E (56)  $R^1 = \alpha\text{-OH}$ ,  $R^2 = H$ 

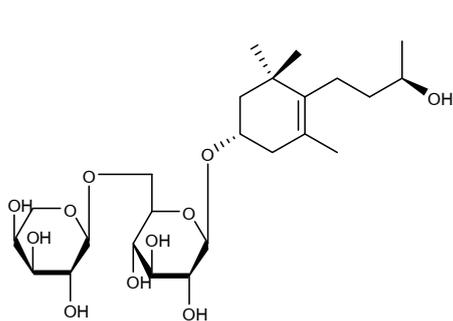
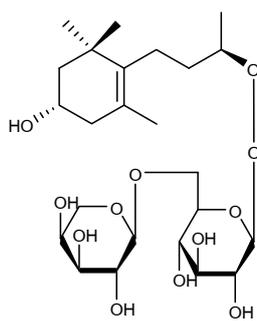
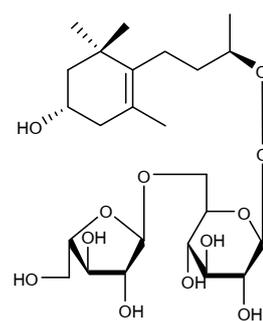
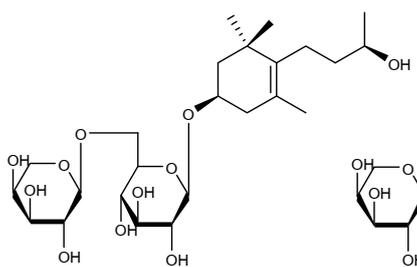
salaquinone B (57)



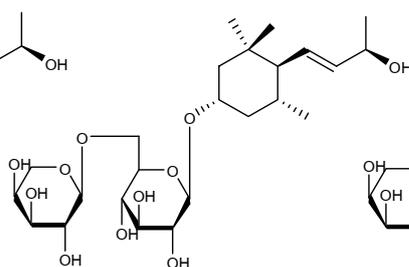
salasol B (58)

### ภาพประกอบ 10 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 55 - 58

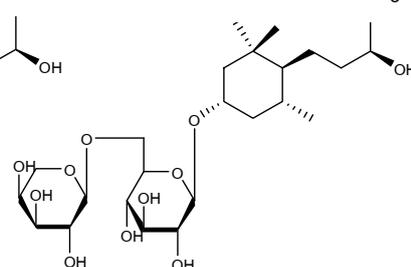
จาง และคนอื่น ๆ (Zhang; et al. 2008: 547-553) ได้ทำการแยกส่วนสกัดชั้นเมทานอลจากใบของต้น *S. chinensis* ที่ได้มาจากจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยการแบ่งส่วนการละลายด้วยเอทิลอะซิเตตและน้ำ ได้ส่วนสกัดชั้นเอทิลอะซิเตตและสารละลายชั้นน้ำ จากนั้นน้ำสารละลายชั้นน้ำมาทำการสกัดแยกด้วย นอร์มัล-บิวทานอล (n-butanol) ได้สารสกัดชั้น นอร์มัล-บิวทานอล จากนั้นนำมาแยกต่อด้วยคอลัมน์ไดแอนไอออน (Diaion HP-20) ด้วย น้ำ เมทานอล และ อะซิโตน ได้สารในชั้นน้ำ เมทานอล อะซิโตน แล้วนำสารในแต่ละส่วนมาทำให้บริสุทธิ์ด้วยคอลัมน์ซิลิกาธรรมดาโดยใช้ระบบเป็น คลอโรฟอร์ม - เมทานอล - น้ำ (10 : 3 : 1, v/v/v) และปรับระบบเป็น (7 : 3 : 1, v/v/v) โดยนำสารละลายผสมในชั้นล่างมาใช้ในการลงคอลัมน์ และสารบางชนิดสามารถแยกได้ด้วยซิลิการีเวิร์สเฟส และอาศัยเทคนิค HPLC สามารถแยกสารใหม่ได้ 7 ชนิด คือ foliasalaciosde E<sub>1</sub> (59) foliasalaciosde E<sub>2</sub> (60) foliasalaciosde E<sub>3</sub> (61) foliasalaciosde F (62) foliasalaciosde G (63) foliasalaciosde H (64) และ foliasalaciosde I (65) นอกจากนี้ยังพบสารที่มีผู้รายงานแล้วอีก 4 ชนิด myrsinioside D (66) loliolide  $\beta$ -D-glucopyranoside (67) (+)-abscisyl  $\beta$ -D-glucopyranoside (68) และ 1-[5-(8-hydroxy-1,5-dimethyl-3-oxo-6-oxabicyclo[3.2.1]oct-8-yl)-3-methyl-2,4pentadienoate],[1R[1 $\alpha$ ,5 $\alpha$ ,8S\*(2Z,4E)]]- $\beta$ -D-glucopyranose (69) และได้ทำการหา absolute stereostructures ของสารประกอบที่พบใหม่โดยประยุกต์เทคนิคของ Mosher's พบว่าเอนไซม์สามารถไฮโดรลิซิสสารประกอบ 59 ได้เป็น aglycon และ foliasalaciol E (59a)

foliasalaciosde E<sub>1</sub> (59)foliasalaciosde E<sub>2</sub> (60)foliasalaciosde E<sub>3</sub> (61)

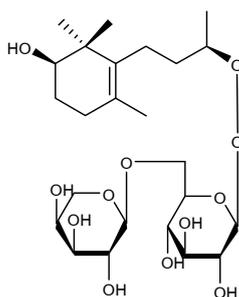
foliasalaciosde F (62)



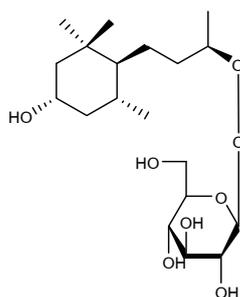
foliasalaciosde G (63)



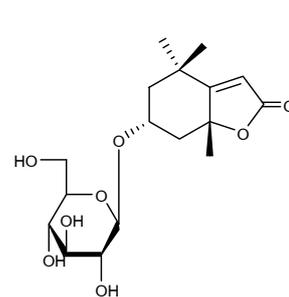
foliasalaciosde H (64)



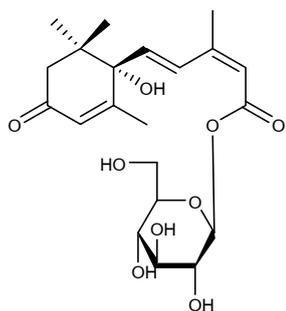
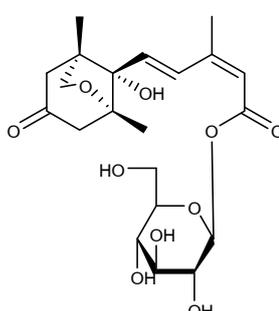
foliasalaciosde I (65)



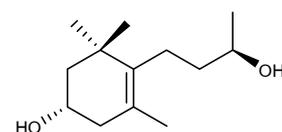
myrsinioside D (66)



loliolide β-D-glucopyranoside (67)

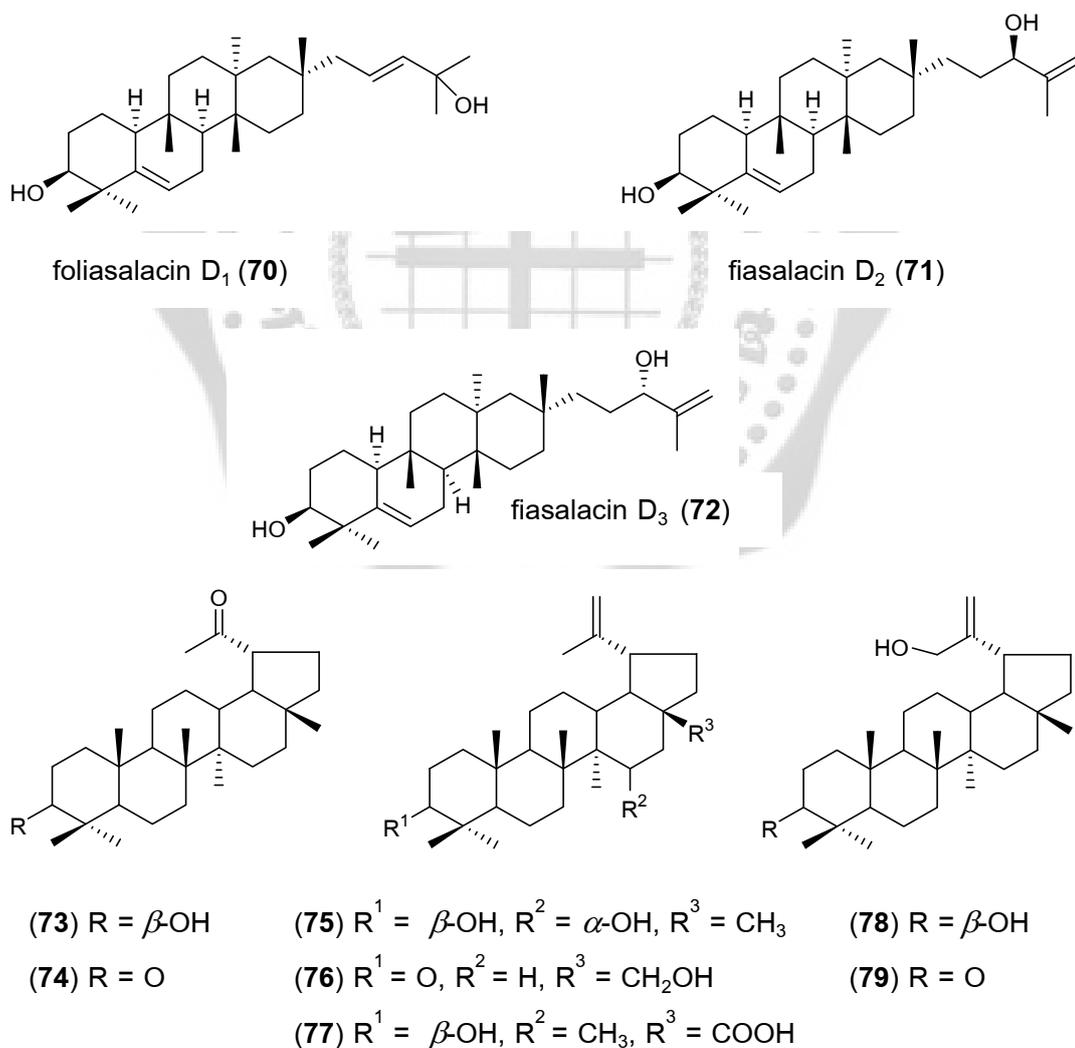
(+)-abscisyl β-D-glucopyranoside  
(68)

1-[5-(8-hydroxy-1,5-dimethyl-3-oxo-6-oxabicyclo[3.2.1]oct-8-yl)-3-methyl-2,4-pentadienoate], [1R[1 α, 5 α, 8 S\*(2Z, 4E)]]-β-D-glucopyranose (69)

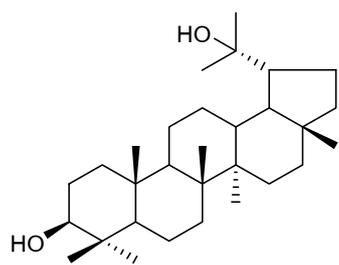


foliasalaciol E (59a)

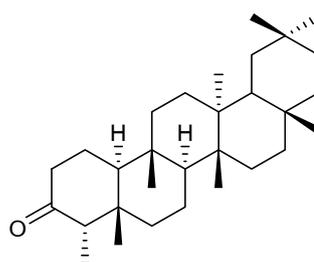
นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยเดียวกัน (Zhang; et al. 2008: 7347-7352) ได้ทำการแยกสารจากส่วนสกัดชั้นเมทานอลจากส่วนใบของต้น *S. chinensis* ที่ได้รายงานไว้แล้วในข้างต้น โดยใช้วิธีเดียวกัน ได้สารใหม่อีก 3 ชนิด เป็นสารประกอบไตรเทอร์พีนชนิด D:B-fridobaccharane ซึ่งเป็นสารประกอบที่หาได้ยาก ได้แก่ foliasalacin D<sub>1</sub> (70) fiasalacin D<sub>2</sub> (71) และ fiasalacin D<sub>3</sub> (72) นอกจากนี้ยังพบสารที่มีการรายงานไว้แล้วอีก 20 ชนิด คือ 3 $\beta$ -hydroxy-20-oxo-30-norlupane (73) 29-norlupan-3-20-dione (74) lup-20(29)-en-3 $\beta$ ,15 $\alpha$ -diol (75) betulin (4) lup-20(29)-en-3-on-28-ol (76) betulinic acid (77) lup-20(29)-en-3 $\beta$ ,30-diol (78) 30-hydroxylup-20(29)-en-3-one (79) friedelin (9) 3 $\beta$ -20-dihydroxylupane (80) 4-epifriedelin (81) friedelan-3-one-29-ol (29) octandronol (82) 12 $\beta$ -hydroxy-D:A-friedooleanan-3-one (83) oleanoic acid (84) erythrodiol (85) ursolic acid (86) uvaol (87) 19a(H)-tatraxastane-3 $\beta$ ,20 $\alpha$ -diol (88) และ isoursenol (89) และศึกษา absolute stereotrucatural ของสารประกอบที่พบใหม่ทั้งสามชนิด



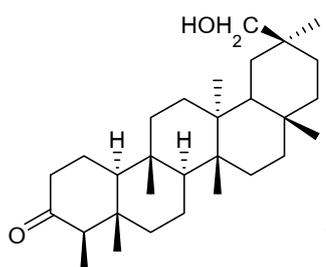
ภาพประกอบ 12 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 70 - 79



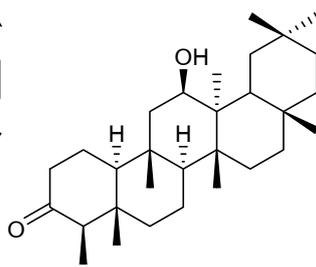
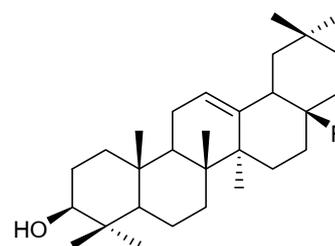
3β-20-dihydroxylupane (80)



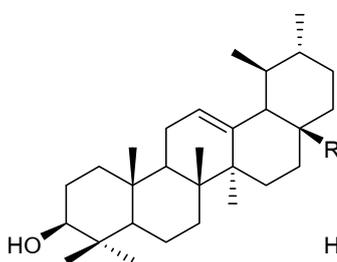
4-epifriedelin (81)



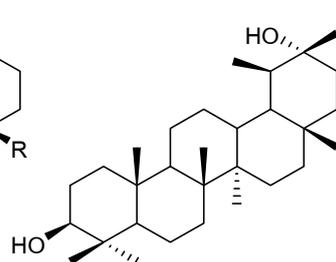
octandronol (82)

12β-hydroxy-D:A-  
friedooleanan-3-one (83)

oleanoic acid (84) R = COOH

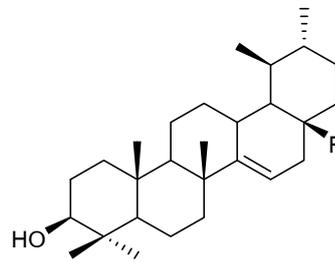
erythrodiol (85) R = CH<sub>2</sub>OH

ursolic acid (86) R = COOH

uvaol (87) R = CH<sub>2</sub>OH

19a(H)-tatraxastane-

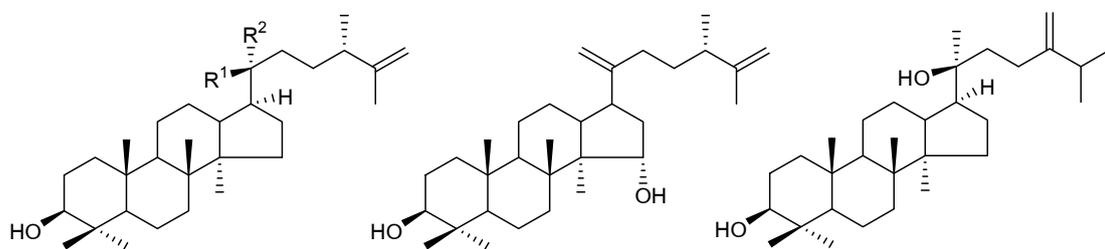
3β,20α-diol (88)



isoursenol (89)

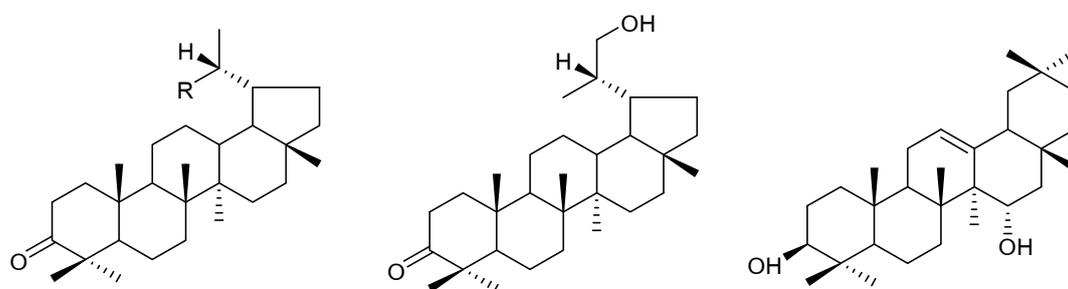
ภาพประกอบ 12 (ต่อ) สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 80 - 89

โยชิคาว่า และคนอื่น ๆ (Yoshikawa; et al. 2008: 915-920) ได้ทำการแยกส่วนสกัดชั้นเมทานอล จากส่วนใบ และใช้วิธีการทำให้บริสุทธิ์เช่นเดียวกับ จาง และคณะ (Zhang; et al. 2008: 547-553) พบสารใหม่เป็นสารประกอบไตรเทอร์พีนประเภท phenolic glycosides ชนิด dammarane lupane และ oleanane คือ foliasalacin A<sub>1</sub> (90) foliasalacin A<sub>2</sub> (91) foliasalacin A<sub>3</sub> (92) foliasalacin A<sub>4</sub> (93) foliasalacin B<sub>1</sub> (94) foliasalacin B<sub>2</sub> (95) foliasalacin B<sub>3</sub> (96) และ foliasalacin C (97) และพบสารที่มีผู้รายงานไว้แล้วอีก 20 ชนิด และได้ทำปฏิกิริยารีดักชัน



foliasalacin A<sub>1</sub> (**90**) R<sup>1</sup> = OH, R<sup>2</sup> = CH<sub>3</sub> foliasalacin A<sub>3</sub> (**92**) foliasalacin A<sub>4</sub> (**93**)

foliasalacin A<sub>2</sub> (**91**) R<sup>1</sup> = CH<sub>3</sub>, R<sup>2</sup> = OH

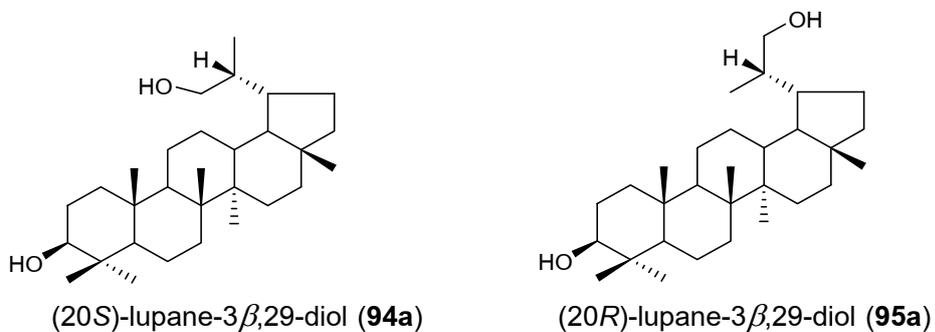


foliasalacin B<sub>1</sub> (**94**) R = CH<sub>2</sub>OH

foliasalacin B<sub>2</sub> (**95**)

foliasalacin C (**97**)

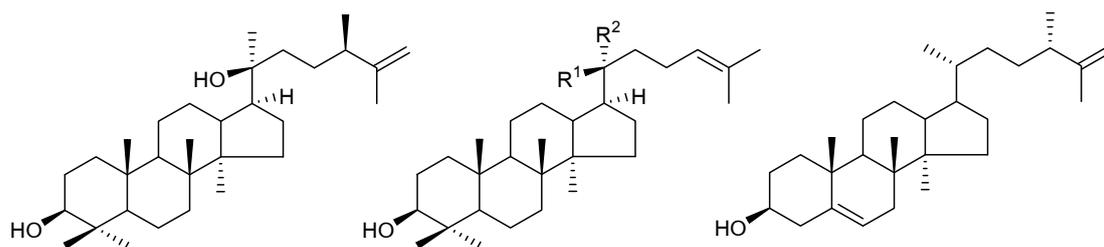
foliasalacin B<sub>3</sub> (**96**) R = COOH



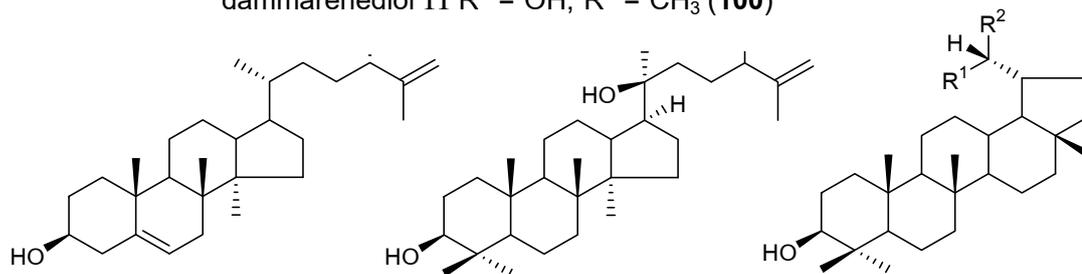
(20*S*)-lupane-3 $\beta$ ,29-diol (**94a**)

(20*R*)-lupane-3 $\beta$ ,29-diol (**95a**)

ภาพประกอบ 13 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ **90 - 97**



carnaubadiol (98) dammarenediol I  $R^1 = \text{CH}_3$ ,  $R^2 = \text{OH}$  (99) codisterol (101)  
 dammarenediol II  $R^1 = \text{OH}$ ,  $R^2 = \text{CH}_3$  (100)



epicodisterol (102) leucastrin (103) (104)  $R^1 = \text{COOH}$ ,  $R^2 = \text{CH}_3$   
 (105)  $R^1 = \text{CH}_3$ ,  $R^2 = \text{COOH}$

ภาพประกอบ 13 (ต่อ) สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 98 - 105

### *Salacia cordata*

ทินโต และคนอื่น ๆ (Tinto; et al. 1992: 395-398) ศึกษาส่วนสกัดชั้นเมทานอลที่เย็นจากลำต้นและ เปลือกต้น พบไตรเทอร์พีน ชนิด lupane คือ 15,28-dihydroxylup-20(29)-en-3-one (106) และพบสารที่มีผู้รายงานไว้แล้วคือ 28-hydroxylup-20(29)-en-3-one (107) 30-hydroxylup-20(29)-en-3-one (79) 3 $\beta$ ,28-dihydroxylup-20(29)-ene หรือ betulin (4) และ 3-O-(3',4'-dihydroxycinnamoyl)betulinic acid (108)



(106)  $R^1 = \text{OH}$ ,  $R^2 = \text{CH}_2\text{OH}$ ,  $R^3 = \text{H}$

(107)  $R^1 = \text{H}$ ,  $R^2 = \text{CH}_2\text{OH}$ ,  $R^3 = \text{H}$

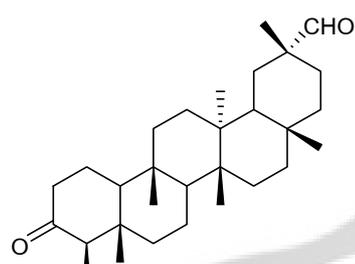
3-O-(3',4'-dihydroxycinnamoyl)betulinic acid (108)

CafO = 3,4-dihydroxycinnamoyl

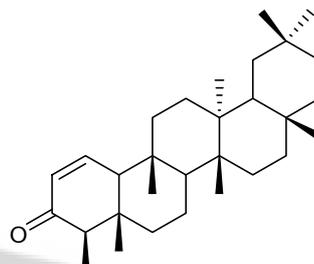
ภาพประกอบ 14 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 106 - 108

### ***Salacia fruticosa***

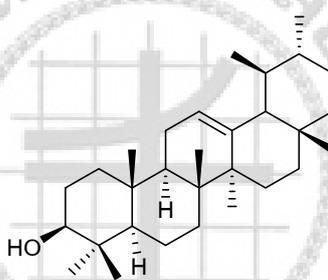
เรตตี อาเยนการ์ และ รานกาซวามิ (Reddy; Ayengar; & Rangaswami. 1975: 342-343) ได้ทำการแยกสารจากเปลือกกรากพบสารใหม่ 2 ชนิด คือ friedelan-3-one-29-al (**109**) และ friedelan-3-one-29-ol (**29**) สารประกอบ **29** เป็นสารชนิดใหม่ที่พบจากต้นนี้ นอกจากนี้ยังพบสารที่มีผู้รายงานไว้อีก 4 ชนิด ได้แก่ friedelan-3-one (**9**) friedel-1-en-3-one (**110**)  $\alpha$ -amyrin (**111**) และ sitosterol (**14**)



friedelan-3-one-29-al (**109**)



friedel-1-en-3-one (**110**)

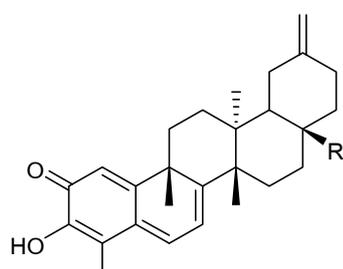


$\alpha$ -amyrin (**111**)

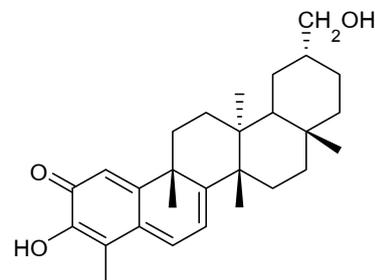
ภาพประกอบ 15 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ **109 - 111**

### ***Salacia kraussii***

ฟิกูอีร์ริโด และคนอื่น ๆ (Figueiredo; Baz; & Sequin. 1998: 718-723) ศึกษาส่วนสกัดชั้นปีโตรเลียมอีเทอร์ ไดคลอโรมีเทน เมทานอล และ น้ำ ตามลำดับที่อุณหภูมิห้อง จากส่วนกราก พบสารใหม่ 3 ชนิดเป็น quinonemethides คือ 28-nor-isoiguesterin-17-carbaldehyde (**112**) 17-(methoxycarbonyl)-28-nor-isoiguesterin (**113**) และ 28-hydroxyisoiguesterin (**114**) นอกจากนี้ ยังพบสารที่มีผู้รายงานไว้แล้ว คือ calastrol (**21**) pristimerin (**13**) และ isoiguesterol (**115**) สารประกอบเหล่านี้มีฤทธิ์ในการต้านเชื้อมาลาเรีย *Plasmodium falciparum* สายพันธุ์ K1 ที่ดื้อต่อยา chloroquine มีค่า  $IC_{50}$  เท่ากับ 94.0, 27.6, 114.4, 180.9, 190.4 และ 22.9 ng/mL ตามลำดับ และฤทธิ์ต่อ *Plasmodium falciparum* สายพันธุ์ NF<sub>54</sub> ที่ไวต่อยา chloroquine ที่ค่า  $IC_{50}$  เท่ากับ 79.9, 37.1, 140.2, 254.2, 270.9 และ 54.1 ng/mL ตามลำดับ นอกจากนี้



(112) R = CHO

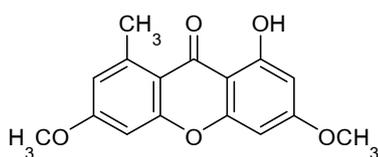
(113) R = CO<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>(114) R = CH<sub>2</sub>OH

isoiguesterol (115)

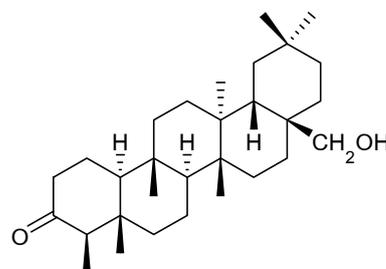
ภาพประกอบ 16 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 112 - 115

**Salacia liana**

เซทเซอร์ และคนอื่น ๆ (Setzer; et al. 1998: 583) ศึกษาเปลือกต้น ที่ได้จากประเทศคอสตาริกา โดยนำมาสกัดด้วยคลอโรฟอร์ม พบว่าสารสกัดที่ได้มีความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งในหลอดทดลอง เซลล์มะเร็งที่ทดสอบได้แก่ มะเร็งตับ Hep-G2 (human hepatocellular carcinoma) เนื้องอกตับ H-4-11-E (rat hepatoma) และ เนื้องอกผิวหนัง SK-Mel-28 (human melanoma) จากนั้นนำสารสกัดมาแยกด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีระบบละเอียดเป็นเฮกเซนและเอทิลอะซีเตต พบ friedelin (9) 1-hydroxy-3,6-dimethoxy-8-methyl-9H-xanthen-9-one (116) friedelan-3-one-29-al (109) canophyllol (117) 29-hydroxyfriedelan-3-one (29) และ tingenone (40) ผู้วิจัยพบว่าสารประกอบ 40 เป็นสารประกอบหลักพบมากที่สุด มีความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็ง Hep-G2, H-4-11-E และ SK-Mel-28 มีค่า IC<sub>50</sub> เท่ากับ 1.9 ± 0.1, 2.7 ± 0.4 และ 1.7 ± 0.1 μM ตามลำดับ



(116)

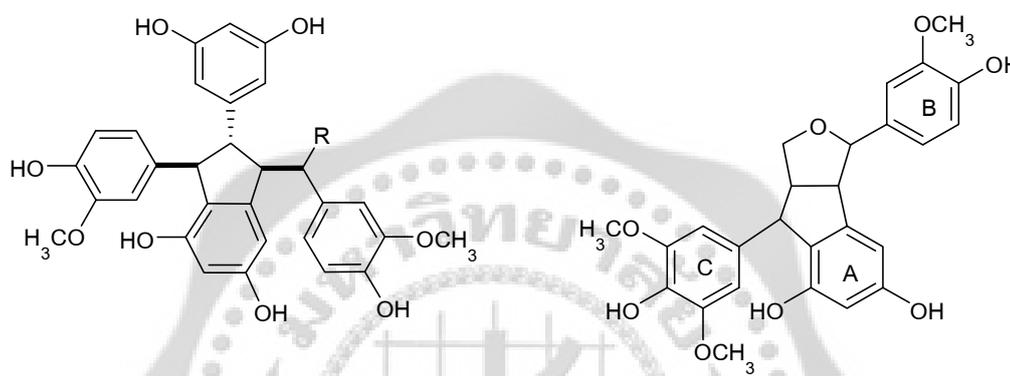


canophyllol (117)

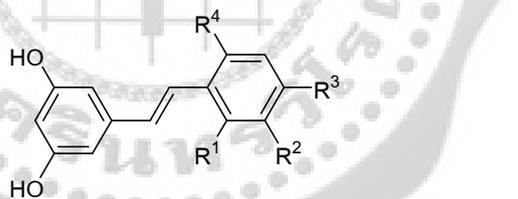
ภาพประกอบ 17 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 116 - 117

### *Salacia lehmbachii*

คาวาโซ และคนอื่น ๆ (Kawazoe; et al. 1997: 1569-1573) ศึกษาส่วนสกัดชั้นเอทานอลจากเปลือกต้น แล้วตามด้วยแบ่งส่วนการละลายด้วยเอทิลอะซีเตตและน้ำ เมื่อนำชั้นเอทิลอะซีเตตมาแยกพบสารใหม่เป็น stilbenes 4 ชนิด ยืนยันโครงสร้างด้วยเทคนิคทางสเปกโทรสโกปีได้เป็น lehmbachol A (118) และ lehmbachol B (119) ซึ่งเป็น diastereomer กันและกัน lehmbachol C (120) และ lehmbachol D (121) นอกจากนี้ยังพบสารที่มีผู้รายงานไว้ คือ resveratol (122) isorhapontigenin (123) gnetol (124) และ gnetin D (125)



lehmbachol A (118) และ lehmbachol B (119) R = OCH<sub>3</sub> lehmbachol D (121)  
lehmbachol C (120) R = OCH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>



resveratol (122) R<sup>1</sup> = R<sup>2</sup> = R<sup>4</sup> = H, R<sup>3</sup> = OH,

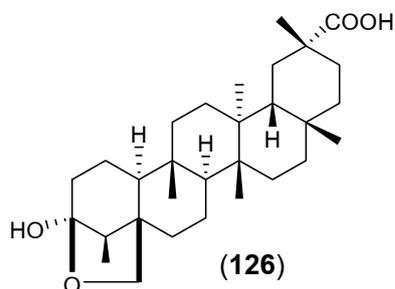
isorhapontigenin (123) R<sup>1</sup> = R<sup>4</sup> = H, R<sup>2</sup> = OCH<sub>3</sub>, R<sup>3</sup> = OH,

gnetol (124) R<sup>1</sup> = R<sup>3</sup> = R<sup>4</sup> = OH, R<sup>2</sup> = H,

ภาพประกอบ 18 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 118 - 124

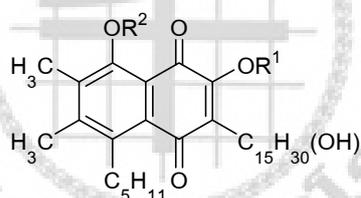
### *Salacia macrosperma*

วิสุวานาทาน และคนอื่น ๆ (Viswanathan; et al. 1978: 349-352) พบว่าเมื่อนำส่วนรากและแก่นต้น มาทำจัดไขมันออกด้วยเฮกเซน แล้วตามด้วยการใช้เอทิลอะซีเตตที่ร้อนพบว่าสามารถ



ภาพประกอบ 19 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 126

กริชนัน และ รานกาสวามิ (Krishnan; & Rangaswami. 1971: 117-120) ศึกษาส่วนสกัดชั้นเมทานอลของเปลือกจากที่ได้มาจากเมืองพุนา ประเทศอินเดีย พบสารประกอบ quinone-A (127) ยืนยันโครงสร้างโดยการเตรียมเป็นอนุพันธ์ด้วยวิธีทางเคมี และเทคนิคอินฟราเรดสเปกโทรสโกปีพบว่า เป็นอนุพันธ์ของ 1,4-naphthoquinone เช่น quinone-A methyl ether (128) desmethylquinone-A (129) และ desmethyl-8-O-methylquinone-A (130)



quinone-A (127)  $R^1 = \text{CH}_3$ ,  $R^2 = \text{H}$

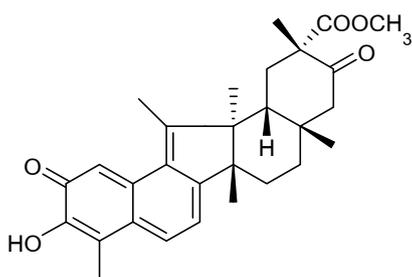
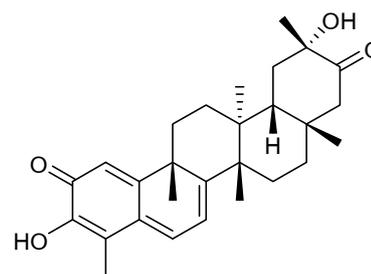
quinone-A methyl ether (128)  $R^1 = R^2 = \text{CH}_3$

desmethylquinone-A (129)  $R^1 = R^2 = \text{H}$

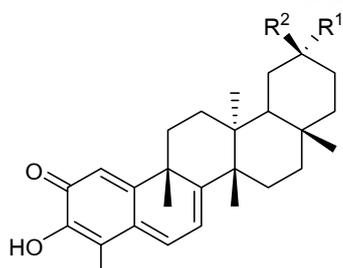
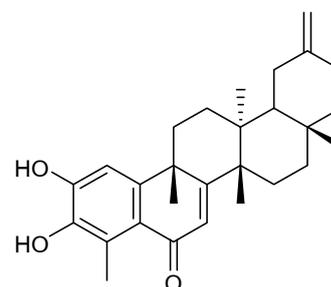
desmethyl-8-O-methylquinone-A (130)  $R^1 = \text{H}$ ,  $R^2 = \text{CH}_3$

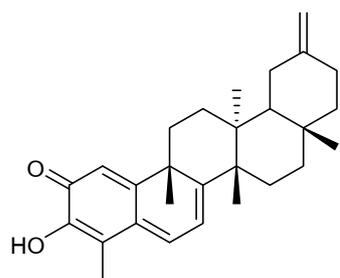
ภาพประกอบ 20 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 127 - 130

เรดี อเอนการ์ และ รานกาสวามิ (Reddy; Ayengar; & Rangaswami. 1981: 197-200) ศึกษาส่วนสกัดชั้นปิโตรเลียมอีเทอร์และเบนซีนจากส่วนเปลือกจากของพืชนี้ พบสารประกอบ quinonemethide ไตรเทอร์พีนชนิดใหม่คือ a salacia quinonemethide (131) และพบสารที่มีผู้รายงานไว้แล้ว คือ  $\alpha$ -amyrin (111) sitosterol (14) pristimerin (13) tingenone (40) และ hydroxytingenone (132)

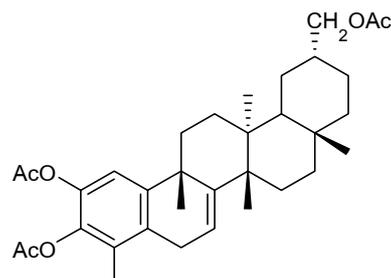
A salacia quinonemethide (**131**)hydroxytingenone (**132**)ภาพประกอบ 21 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ **131** และ **132****Salacia madagascariensis**

ทิม และคนอื่น ๆ (Thiem; et al. 2005: 251-254) ศึกษาส่วนสกัดชั้นปิโตรเลียมอีเทอร์ของรากที่ได้มาจากประเทศแทนซีเนีย พบ bisnortriterpene quinonemethide ชนิดใหม่ 2 ชนิด คือ 20-*epi*-isoiguesterinol (**133**) และ 6-oxophenolic triterpene คือ 6-oxoisoiguesterin (**134**) สารทั้งสองมีข้อมูลทาง NMR คล้ายกันมากจึงพิสูจน์โครงสร้างของสารโดยใช้วิธี NMR สเปกโทรสโกปีร่วมกับวิธีการทางเคมีโดยทำปฏิกิริยาอะเซตทิลเลชันของสาร (**133**) ได้สารประกอบ dihydro-20-*epi*-isoiguesterinol triacetate (**137**) นอกจากนี้ยังพบสารที่มีผู้รายงานไว้แล้ว คือ isoiguesterin (**135**) และ isoiguesterinol (**136**) สารประกอบ (**133**) และ (**135**) มีฤทธิ์ในการต้านแบคทีเรียชนิด *Staphylococcus aureus* มีค่า IC<sub>50</sub> เท่ากับ 0.65 และ 0.85 µg/mL นอกจากนี้ยังสามารถต้าน *Mycobacterium intracellulare* ได้เล็กน้อยมีค่า IC<sub>50</sub> เท่ากับ 15 และ 4.5 µg/mL และสามารถต้านโปรโตซัว ชนิด *Leishmania donovani* มีค่า IC<sub>50</sub> เท่ากับ 2.1 และ 1.6 µg/mL เมื่อเทียบกับ amphotericin B มีค่า IC<sub>50</sub> เท่ากับ 6.5 µg/mL นับได้ว่ามีฤทธิ์ที่ดีกว่า

20-*epi*-isoiguesterinol (**133**) R<sup>1</sup> = H, R<sup>2</sup> = CH<sub>2</sub>OHisoiguesterinol (**136**) R<sup>1</sup> = CH<sub>2</sub>OH, R<sup>2</sup> = H6-oxoisoiguesterin (**134**)ภาพประกอบ 22 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ **133 - 134** และ **136**

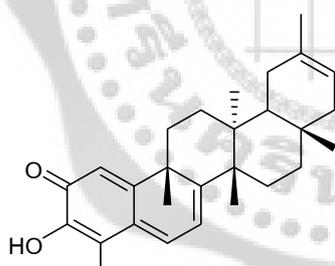


isoiguesterin (135)

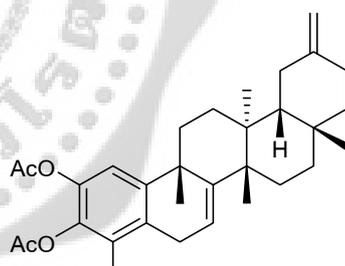
dihydro-20-*epi*-isoiguesterinol triacetate (137)

ภาพประกอบ 22 (ต่อ) สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 135 และ 137

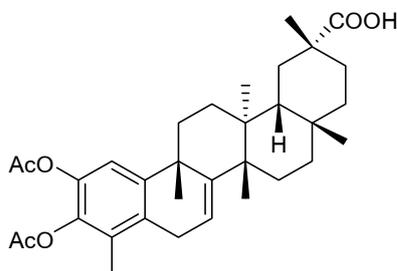
สนีเดิน (Snedden, 1981: 503-507) นำส่วนรากมาศึกษา โดยทำการสกัดด้วยเอทานอล 95% และสกัดด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ที่เก็บได้ในช่วงอุณหภูมิ 30-75 °C และที่อุณหภูมิห้องโดยใช้เวลา 24 ชั่วโมง จะได้น้ำมันสีน้ำตาลและนำมาทำการแยกด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี พบสารประกอบไตรเทอร์พีนชนิด nortriterpene quinonemethide ได้แก่ celastrol (21) pristimerin (13) isoiguesterin (135) และ iguesterin (138) ทำการพิสูจน์โครงสร้างของสารประกอบ isoiguesterin (135) ด้วยเทคนิคทางเคมีโดยทำปฏิกิริยาอะเซตทิลเลชันได้ dihydroisoiguesterin diacetate (139) และ dihydrocelastrol diacetate (140)



iguesterin (138)



dihydroisoiguesterin diacetate (139)

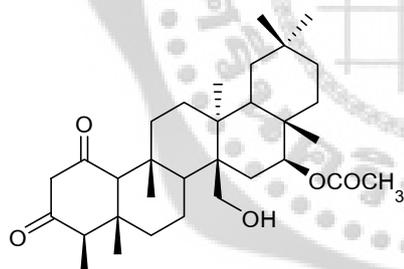


dihydrocelastrol diacetate (140)

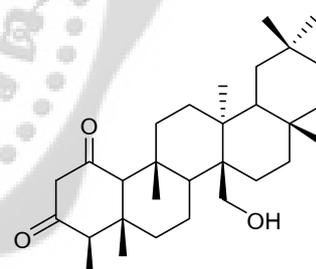
ภาพประกอบ 23 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 138 - 140

### ***Salacia oblonga***

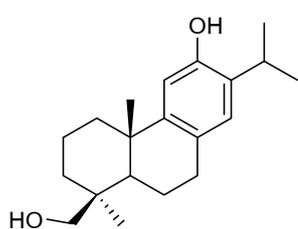
มหาสุตา และคนอื่น ๆ (Matsuda; et al. 1999: 1725-1729) นำส่วนรากของต้นนี้ซึ่งเก็บมาจากทางใต้ของประเทศอินเดีย มารีฟลักซ์ด้วยสารละลายเมทานอลต่อน้ำในอัตราส่วน (80 : 20, v/v) กรองและระเหยตัวทำละลายออก นำมาแบ่งส่วนการละลายด้วยเอทิลอะซีเตตต่อน้ำในอัตราส่วน (1 : 1, v/v) เมื่อนำสารสกัดชั้นเอทิลอะซีเตตมาศึกษา พบสารใหม่เป็นไตรเทอร์พีนชนิด friedelane คือ kotalagenin 16-acetate (**141**) นอกจากนี้ยังพบสารที่มีผู้รายงานไว้เป็นไดเทอร์พีนและไตรเทอร์พีนอื่น ๆ คือ 26-hydroxy-1,3-friedelanedione (**142**) maytenfolic acid (**34**) 19-hydroxyferruginol (**143**) lambertic acid (**144**) (-)-4'-O-methylepigallocatechin (**145**) และ 3 $\beta$ ,22 $\beta$ -dihydroxyolean-12-en-29-oic acid (**33**) นอกจากนี้ยังพบสารในชั้นน้ำ คือ salacinol (**146**) glycerol (**147**) dulcitol (**148**) kotalanol (**149**) galactinol (**150**) D-fructose (**151**) D-glucose (**152**) sucrose (**153**) 3-O- $\alpha$ -D-galactopyranosyl (1 $\rightarrow$ 6)-O- $\beta$ -D-galactopyranosyl-sn-glycerol (**154**) raffinose (**155**) และ stachyose (**156**) สารประกอบ **33-34**, **141-146**, **149-150** และ **154-156** มีฤทธิ์เป็นสารยับยั้ง aldose reductase ของเลนส์ตาของหนู พบว่าเปอร์เซ็นต์ของการยับยั้ง ที่ความเข้มข้น 30  $\mu$ M มีค่าเท่ากับ 55.9, 38.5, 21.8, 15.8, 21.4, 17.7, 11.0, -1.2, -2.4, -1.3, 4.0, 20.0 และ -2.0 % ตามลำดับ และที่ความเข้มข้น 100  $\mu$ M มีค่าเท่ากับ 75.9, 54.6, 48.2, 15.6, 38.5, 35.2, 6.9, -3.6, 0.0, 11.3, 12.3, 11.3 และ 14.7% ตามลำดับ



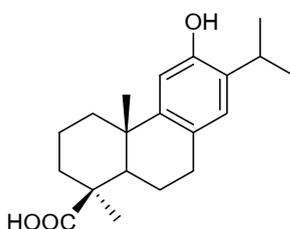
kotalagenin 16-acetate (**141**)



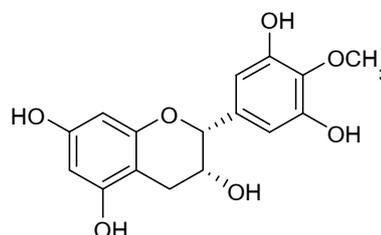
26-hydroxy-1,3-friedelanedione (**142**)



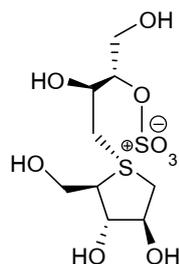
19-hydroxyferruginol (**143**)



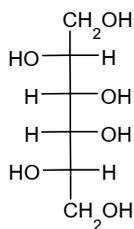
lambertic acid (**144**)



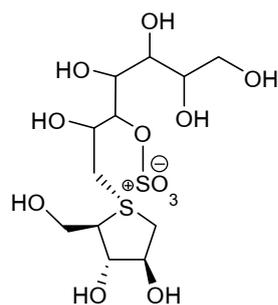
4'-O- methylepigallocatechin (**145**)



salacinol (146)



dulcitol (148)

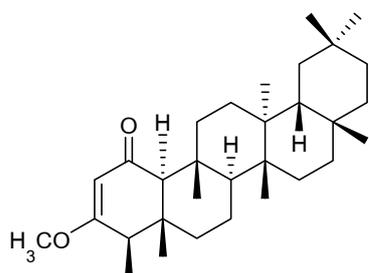


kotalanol (149)

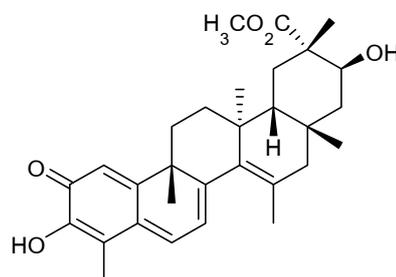
ภาพประกอบ 24 (ต่อ) สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 146 และ 148 - 149

### *Salacia petenensis*

เซทเซอร์ และคนอื่น ๆ (Setzer; et al. 2001: 65-69) ได้ใช้ฤทธิ์ต้านแบคทีเรียและความ เป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งเป็นตัวนำในการแยกสาร พบว่าส่วนสกัดชั้นไดคลอโรมีเทน จากเปลือกต้นสด ที่เก็บจากประเทศคอสตาริกา พบสารประกอบ quinonemethide nortriterpenoid คือ 3-methoxyfriedel-2-en-1-one (157) tingenone (40) และ netzahualcoyonol (158) สารประกอบ 40 และ 158 มีความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งตับ Hep G2 (human hepatocellular carcinoma) มีค่า ความเข้มข้นต่ำสุดที่ทำให้เซลล์มะเร็งตาย 50% (lethal concentration 50, LC<sub>50</sub>) เท่ากับ 1.91 ± 0.09 μM และ 1.95 ± 0.20 μM และมะเร็งเต้านม MDA-MB-231 (human mammary adenocarcinoma) มีค่า LC<sub>50</sub> เท่ากับ 1.49 ± 0.26 μM และ 1.23 ± 0.29 μM ตามลำดับ นอกจากนี้ยังสามารถต้านแบคทีเรีย *Bacillus cereus* มีค่า MIC เท่ากับ 0.29 และ 0.13 μM และ *Staphylococcus aureus* 0.57 และ 1.02 μM ตามลำดับ



3-methoxyfriedel-2-en-1-one (157)

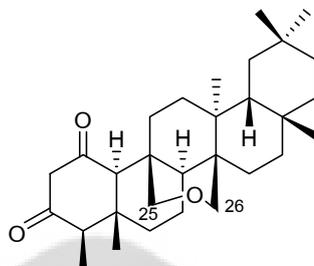


netzahualcoyonol (158)

ภาพประกอบ 25 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 157 และ 158

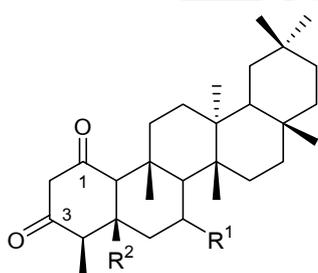
**Salacia prinoides**

โรเจอร์ส และคนอื่น ๆ (Rogers; et al. 1974: 63-66) ใช้ X-ray ดิฟแฟร็คชัน พิสูจน์โครงสร้างของสารที่แยกได้จากส่วนสกัดของเปลือกกราก พบว่าเป็น triterpene ether คือ 25,26-oxido-friedel-1,3-dione (**159**) ซึ่งเป็นครั้งแรกที่รายงานการพบหมู่ออกซิเจนที่ตำแหน่ง C-26 ของไตรเทอร์พีนชนิดนี้

25,26-oxido-friedel-1,3-dione (**159**)

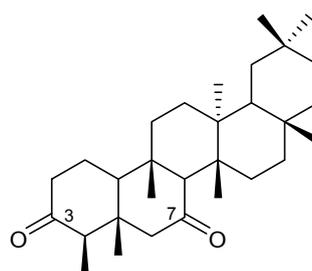
ภาพประกอบ 26 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ **159**

เทวาริ อาเย็นการ์ และ รานกาสวามิ (Tewari; Ayengar; & Rangaswami. 1971: 601-602) ได้ทำการพิสูจน์โครงสร้างโดยการเปรียบเทียบข้อมูลกับ friedelin ที่แยกได้จาก *S. prinoides* DC. ได้แก่ friedel-1-en-3-one (**110**) และ friedelane-1,3-dione-7 $\alpha$ -ol (**160**) และทำการยืนยันโครงสร้างของ (**160**) โดยปฏิกิริยาทางเคมีได้เป็น friedelane-3,7-dione (**161**) หรือ putranjivadione และมีอีก 3 ชนิดคือ friedelane-1,3-dione-24-al (**162**) friedelane-3-one-24-ol (**163**) และ friedelane-3-one-24-al (**164**)



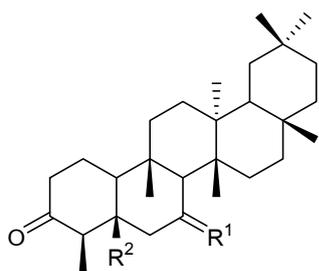
friedelane-1,3-dione-7 $\alpha$ -ol (**160**) R<sup>1</sup> =  $\alpha$ -OH, R<sup>2</sup> = CH<sub>3</sub>

friedelane-1,3-dione-24-al (**162**) R<sup>1</sup> = H, R<sup>2</sup> = CHO

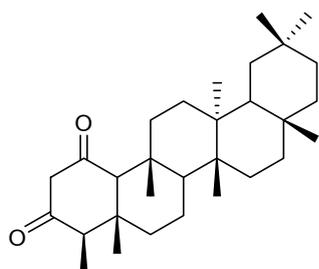


friedelane-3,7-dione (**161**)

ภาพประกอบ 27 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ **160 - 162**

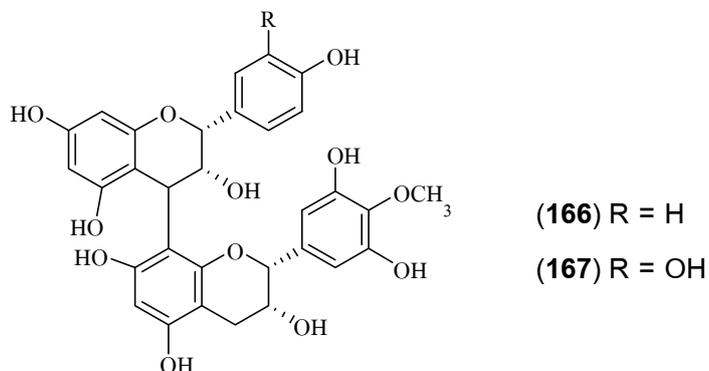
friedelane-3-one-24-ol (**163**)  $R^1 = H, R^2 = CH_2OH$ friedelane-3-one-24-al (**164**)  $R^1 = H, R^2 = CHO$ ภาพประกอบ 27 (ต่อ) สูตรโครงสร้างของสารประกอบ **163 - 164**

กลุ่มวิจัยเดียวกัน (Tewari; et al. 1973: 146-152) พิสูจน์โครงสร้างด้วยวิธีทางเคมีของสารที่แยกได้จากส่วนสกัดชั้นปิโตรเลียมที่ร้อนและ เมทานอลที่ร้อนของเปลือกกราก พบไตรเทอร์พีน friedel-1-en-3-one (**110**) friedelane-1,3-dione (**165**) 1,3-dioxofriedelan-24-al (**162**) และ 7 $\alpha$ -hydroxyfriedelane-1,3-dione (**160**)

friedelane-1,3-dione (**165**)ภาพประกอบ 28 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ **165**

### **Salacia reticulata**

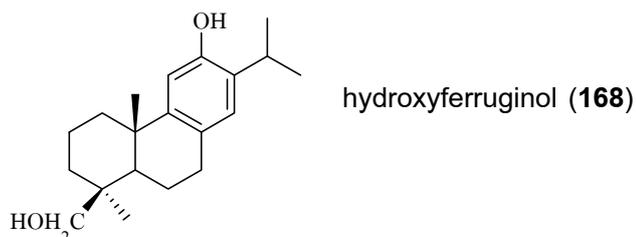
*S. reticulata* และ *S. oblonga* เป็นพืชที่พบในประเทศศรีลังกาและตอนใต้ของประเทศอินเดีย ได้นำพืชทั้งสองชนิดมาใช้เป็นยาแผนโบราณ รักษาโรคปวดตามข้อตามกระดูก โรคหนองใน โรคผิวหนัง โดยเฉพาะระยะแรก ๆ ใช้รักษาโรคเบาหวาน ส่วนในประเทศอินเดีย ใช้บรรเทาอาการปวด เป็นยาบำรุงตับ แก้ประจำเดือนมาไม่ปกติ โยชิกาวา และคณะ (Yoshikawa; et al. 2002: 72-76) สามารถแยก salacinol (**146**) และ kotalanol (**149**) ที่เป็นตัวยับยั้ง  $\alpha$ -glucosidase ซึ่งแยกได้จากชั้นน้ำของเปลือกกราก *S. reticulata* และ *S. oblonga* พบว่าสามารถใช้ในการรักษาโรคเบาหวาน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาส่วนสกัดในน้ำร้อนและสารละลายเมทานอล จากกรากและลำต้นของ *S. reticulata* พบสารประกอบประเภท phenolic คือ mangiferin (**45**) (-)-epigallocatechin (**51**) (-)-epicatechin (**52**) (-)-4'-O-methyl-epigallocatechin (**145**) (-)-epiafzelechin-(4 $\beta$   $\rightarrow$  8)-(-)-4'-O-methylepigallocatechin (**166**) และ (-)-epicatechin-(4  $\rightarrow$  8)-(-)-4'-O-methylepigallocatechin (**177**) สารประกอบ **45, 51, 52, 145, 166**



ภาพประกอบ 29 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 166 และ 167

นอกจากนั้นแล้วก็ได้มีการรายงานถึง absolute stereostructure (Yoshikawa; et al. 2002: 1547-1554) ของ salacinol (146) โดยการศึกษาผลึกด้วยวิธี X-ray เนื่องจากสารประกอบ 146 น่าสนใจเพราะมีโครงสร้างคล้ายกับ spiro ซึ่งมีลักษณะเป็นเกลือที่ไม่ว่องไว และแสดงผลในการยับยั้ง  $\alpha$ -glucosidase ได้หลายชนิด เช่น มอลสเทส (maltase) ซูโครส (sucrase) และไอโซมอลสเทส (isomaltase) และมีผลในการยับยั้ง serum glucose มอลสโตส (maltose) ซูโครส (sucrose) ในตับหนู ซึ่งศึกษาในหลอดทดลองพบว่าให้ผลที่ดีกว่า acarbose

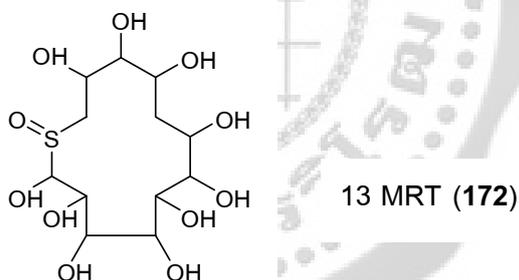
ผู้วิจัยเดียวกัน (Yoshikawa; et al. 2002: 1819-1824) ได้ศึกษาส่วนสกัดชั้นเมทานอล ภายใต้การรีฟลักซ์ จากราก พบ mangiferin (45) (-)-epigallocatechin (51) (-)-epicatechin (52) (-)-4'-O-methylepigallocatechin (145) (-)-epiafzelechin-(4 $\beta$   $\rightarrow$  8)-(-)-4'-O-methylepigallocatechin (166) (-)-epicatechin-(4 $\beta$   $\rightarrow$  8)-(-)-4'-O-methylepigallocatechin (171) hydroxyferruginol (168) lambertic acid (144) kotalagenin-16-acetate (141) 26-hydroxy-1,3-friedelanedione (142) 3 $\beta$ ,22 $\beta$ -dihydroxyolean-12-en-29-oic acid (33) maytenfolic acid (34) และ salacinol (146)



ภาพประกอบ 30 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 168

มาสุดา โมริกาวา และ โยชิกาวา (Matsuda; Morikawa; & Yoshikawa. 2002: 1301-1308) ศึกษาแนวทางในการยับยั้งโรคเบาหวาน โดยใช้ยาชีวภาพ และอาหารที่สามารถลดระดับน้ำตาล ซึ่งผลจากการแยกสารประกอบ salacinol (146) และ kotalanol (149) จากต้น *S. reticulata* และ *S. oblonga* ในโครงสร้างมีลักษณะพิเศษเป็น thiosugar sulfonium sulfate ซึ่งเป็นเกลือที่ไม่ไวต่อปฏิกิริยาและใช้เป็นยาอายุรเวท สารประกอบ 146 และ 149 แสดงการยับยั้ง  $\alpha$ -glucosidase ได้ และ สารประกอบ 146 ยังมีผลช่วยลดน้ำตาลมอสโตส และ ซูโครส ที่มีอยู่ที่ตับของหนูได้ดีกว่า ยา acarbose นอกจากนี้ยังพบว่าฟาโวนอยด์หลายชนิดสามารถยับยั้ง aldose reductase ของเลนส์ตาหนู ตัวอย่างเช่น quercitrin (169) desmanthin-1 (170) และ guajaverin (171) ซึ่งแยกได้จาก *Myrcia multiflora*

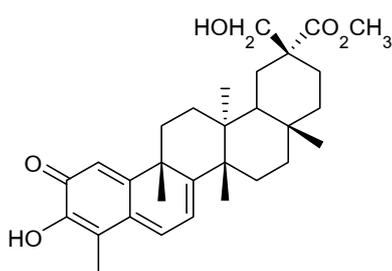
โอเอ และ โอซากิ (Oe; & Ozaki. 2008: 1962-1964) ศึกษาผลของ thiocyclitol ซึ่งในโครงสร้างเป็นวง 13 เหลี่ยม (13-membered ring thiocyclitol, 13 MRT) (172) พบว่าสามารถมีฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือดได้ 13 MRT แยกได้จาก Kothala - himbutu (*S. reticulata*) ซึ่งมีฤทธิ์ในการยับยั้ง  $\alpha$ -glucosidase ในหลอดทดลองได้ดี ( $IC_{50}$ : maltase, 0.23  $\mu$ M; sucrase, 0.19  $\mu$ M) ในขณะที่ salacinol (146) ( $IC_{50}$ : maltase, 9.6  $\mu$ M; sucrase, 2.5  $\mu$ M) จึงสนใจที่จะศึกษาผลของ 13 MRT ในการลดระดับน้ำตาลหลังจากที่รับประทานอาหาร พบว่า 13 MRT สามารถดูดซับคาร์โบไฮเดรต โดยผลของการยับยั้ง  $\alpha$ -glucosidase ได้ดีในลำไส้เล็กและไม่เหมาะสมในการยับยั้ง  $\alpha$ -amylase



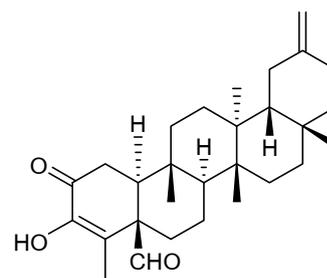
ภาพประกอบ 31 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 172

### ***Salacia reticulata* var. $\beta$ -diandra**

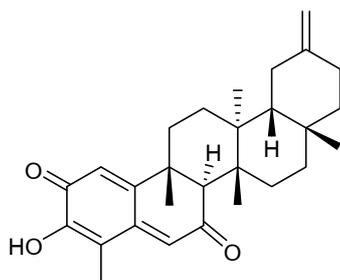
ดานาบาลซิงแฮม และคนอื่น ๆ (Dhanabalasingham; et al. 1996: 1377-1385) ศึกษาส่วนสกัดชั้นเฮกเซน และ เบนซีน จากเปลือกกรากส่วนนอก ได้สาร quinomethide คือ isoiguesterinol (136) เป็นสารใหม่ที่พบในพืชนี้ และ 30-hydroxypristimerin (173) รวมทั้งพบสารที่มีผู้รายงานไว้แล้ว คือ sitosterol (13) pristimerin (12) mangiferin (48) salacenonal (174) salaciquinone (175) netzahulcoyene (18) 22 $\beta$ -hydroxytingenone (41) celastrol (21)  $\beta$ -amyrin (35) isoiguesterin (135) และ tingenone (40)



30-hydroxypristimerin (173)



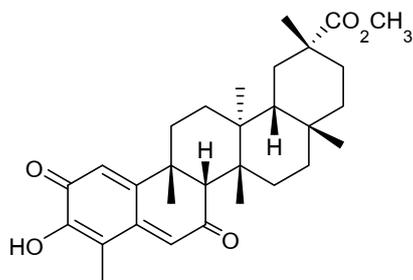
salacenonal (174)



salaciquinone (175)

### ภาพประกอบ 32 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 173 - 175

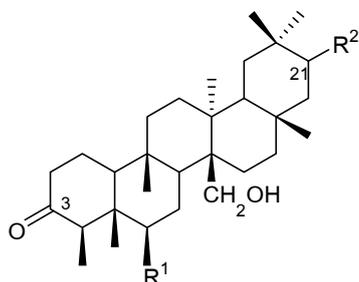
เทจูกา และคนอื่น ๆ (Tezuka; et al. 1994: 270-276) ศึกษาส่วนสกัดชั้นเฮกเซนร้อนและเบนซีนจากเปลือกต้นชั้นนอก พบสารชนิด 7-oxo-quinonemethide dinortriterpenoid คือ salaciquinone (175) พบได้จากต้นนี้เป็นครั้งแรก isoiguesterin (135) dispermoquinone (176) pristimerin (13) celastrol (21) และ  $\beta$ -amyrin (35)



dispermoquinone (176)

### ภาพประกอบ 33 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 176

กุนาทีลาภา และคนอื่น ๆ (Gunatilaka; et al. 1993: 10397-10404) ศึกษาส่วนสกัดชั้นเฮกเซน และ เบนซีน จากเปลือกกรากชั้นนอกซึ่งมีสี และเปลือกกรากชั้นใน พบสารประกอบชนิด *epi*-kokoondiol คือ 21 $\alpha$ -26-dihydroxy-D:A-friedo-oleanan-3-one (177) นอกจากนี้ยังได้ทำการแก้ไขโครงสร้างของ kokoondiol kokoononol kokzeylanol kokoonol และ kokzeylanonol เป็น 21 $\beta$ ,26-dihydroxy-D:A-friedo-oleanan-3-one (178) 26-hydroxy-D:A-friedo-oleanane-3,21-dione (179) 6 $\beta$ ,26-dihydroxy-D:A-friedo-oleanan-3-one (180) 26-hydroxy-D:A-friedo-

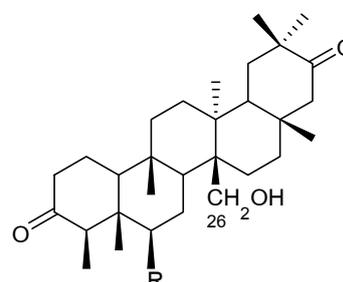


(177)  $R^1 = H, R^2 = \alpha\text{-OH}$

kokoondiol (178)  $R^1 = H, R^2 = \beta\text{-OH}$

kokzeylanol (180)  $R^1 = OH, R^2 = H$

kokoanol (181)  $R^1 = R^2 = H$

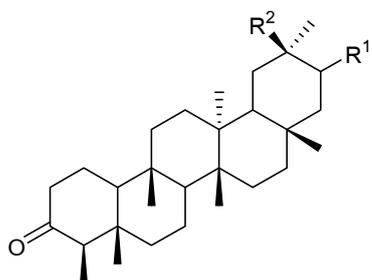


kokoanol (179)  $R = H$

kokzeylanol (182)  $R = OH$

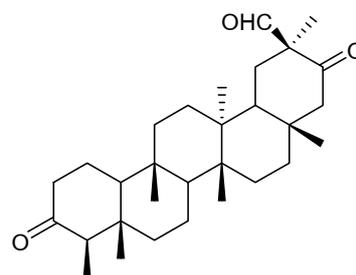
#### ภาพประกอบ 34 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 177 - 182

คูมาร์ วิเจราเท และ อเบยกวารดีนา (Kumar; Wijeratne; & Abeygunawardena. 1990: 333-335) ศึกษาส่วนสกัดชั้นเบนซีน จากเปลือกต้น พบสารใหม่ คือ 21 $\alpha$ ,30-dihydroxy-D:A-friedo-oleanan-3-one (183) ทำการพิสูจน์โครงสร้างโดยใช้เทคนิค  $^1\text{H-NMR}$  ร่วมกับวิธีทางเคมี เช่น การทำปฏิกิริยาอะเซตทิลเลชันได้เป็น 3-oxo-D:A-friedo-oleanane-21 $\alpha$ ,30-diol, diacetate (184) ทำปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วย  $\text{CrO}_3$  pyridine ให้สารประกอบแอลดีไฮด์ คือ 3,21-dioxo-D:A-friedo-oleanan-30-al (185) และทำปฏิกิริยารีดักชันได้เป็น D:A-friedo-oleanane-21 $\alpha$ ,30-diol (186)



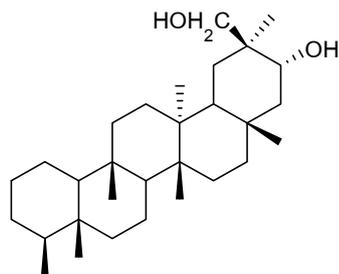
(183)  $R^1 = \alpha\text{-OH}, R^2 = \text{CH}_2\text{OH}$

(184)  $R^1 = \alpha\text{-OAc}, R^2 = \text{CH}_2\text{OAc}$

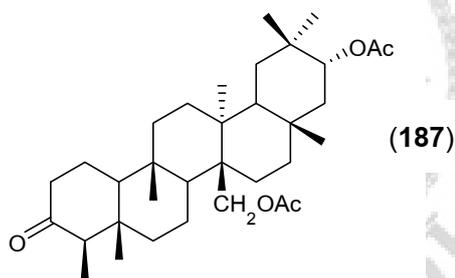


3,21-dioxo-D:A-friedo-oleanan-30-al (185)

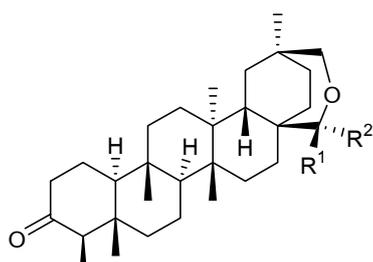
#### ภาพประกอบ 35 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ 183 -185

D:A-friedo-oleanane-21 $\alpha$ ,30-diolภาพประกอบ 35 (ต่อ) สูตรโครงสร้างของสารประกอบ **186**

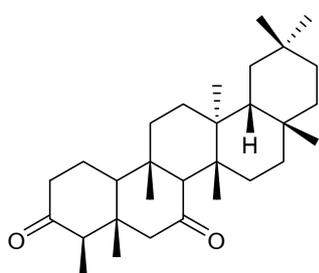
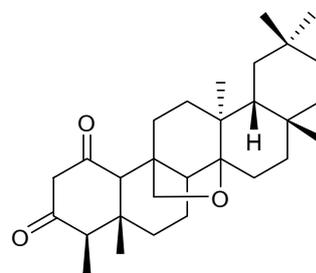
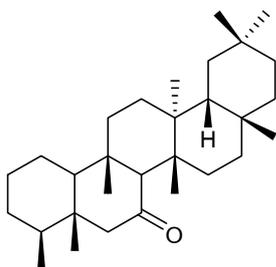
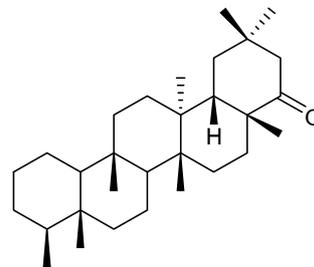
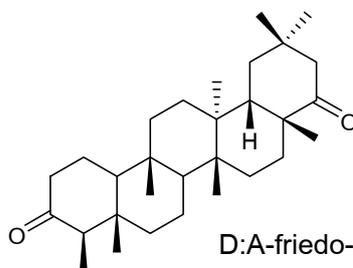
กลุ่มวิจัยเดียวกัน (Kumar; Wazeer; & Wijeratne. 1985: 2067-2069) ได้ศึกษาส่วนสกัดชั้นเบนซีน จากเปลือกต้น พบสารใหม่ คือ angular methyl oxygenated D:A-friedo-oleanane ได้แก่ 21 $\alpha$ ,26-dihydroxy-D:A-friedo-oleanan-3-one (**177**) พบเป็นครั้งแรก และ ยังพบสารประกอบไตรเทอร์พีนชนิด quinonemethides อื่น ๆ อีก คือ iguesterin (**138**) pristimerin (**13**) นอกจากนี้ยังพิสูจน์โครงสร้างของสารประกอบที่ **177** ด้วยปฏิกิริยาทางเคมีโดยทำปฏิกิริยา อะเซตทิลเลชันได้เป็น 3-oxo-D:A-friedo-oleanane-21 $\alpha$ ,26-diol, diacetate (**187**)

**(187)**ภาพประกอบ 36 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ **187****Salacia**

เบทส์ และคนอื่น ๆ (Bates; et al. 1999: 340-341) ศึกษาส่วนสกัดชั้นคลอโรฟอร์ม จากเปลือกต้น ของพืช *Salacia* ชนิดหนึ่งที่เก็บจากเมืองมอนทรีเวอว์ ประเทศคอสตาริกา พบสารประกอบ cyclic hemiacetals ชนิดใหม่ 2 ชนิด คือ 30-hydroxyfriedelan-3-on-28-al-28R-hemiacetal (**188**) และ 30-hydroxyfriedelan-3-on-28-al-28S-hemiacetal (**189**)

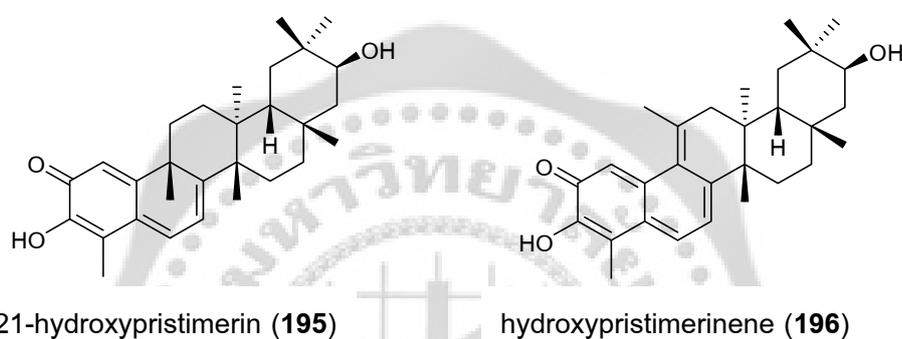
**(188)** R<sup>1</sup> = OH, R<sup>2</sup> = H**(189)** R<sup>1</sup> = H, R<sup>2</sup> = OHภาพประกอบ 37 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ **188 - 189**

กฤษณาทิลากา นานายาคคารา และ วาซีร์รี (Gunatilaka; Nanayakkara; & Wazeer. 1983: 991-992) ศึกษาข้อมูล  $^{13}\text{C-NMR}$  ของสารประกอบ D:A- *friedo-oleanane* บางชนิดได้แก่ *friedelin* (**9**) (แยกได้จาก *Kokoona zeylanica*) *putranjivadione* (**190**) (แยกได้จาก *Putranjiva roxburghii*) และ *Salacia triterpene R* (**191**) (แยกได้จาก *Salacia prinoides*) รวมทั้ง D:A-*friedo-olean-7-one* (**192**) D:A-*friedo-olean-22-one* (**193**) และ D:A-*friedo-olean-3,22-dione* (**194**) ซึ่งเป็นสารสังเคราะห์ จากการศึกษาดิฟแฟร์กชันของสารประกอบ D:A-*friedo-oleanane* พบว่าวง A, B และ C มีคอนฟอร์เมชันแบบ chair ส่วนวง D และ E อาจเป็นแบบ chair-chair หรือ boat-boat ก็ได้ เมื่อใช้เทคนิค  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C-NMR}$  รวมทั้งการใช้รีเอเจนต์ lanthanide induced shift (LIS) พบว่า วง D และ E มีคอนฟอร์เมชันแบบ boat-boat

putranjivadione (**190**)*Salacia triterpene R* (**191**)D:A-*friedo-olean-7-one* (**192**)D:A-*friedo-olean-22-one* (**193**)D:A-*friedo-olean-3,22-dione* (**194**)

ภาพประกอบ 38 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ **190 - 194**

โมนาซี และคนอื่นๆ (Monache; et al. 1978: 3127-3131) ศึกษาส่วนสกัดชั้น เฮกเซน - อีเทอร์ (อัตราส่วน 1 : 1 v/v) ของพืชสกุล *Salacia* ซึ่งอยู่ในวงศ์ Hippocrateaceae และ Celastraceae พืชทั้งสองชนิดพบได้ทางตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศบราซิล เมื่อนำมาแยกด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี พบสารประกอบไตรเทอร์พีนชนิดใหม่ 2 ชนิดเป็น quinonemethides ได้แก่ 21-hydroxypristimerin (**195**) และ hydroxypristimerinene (**196**) นอกจากนี้ยังพบสารที่มีผู้รายงานไว้แล้ว คือ celasstrol (**21**) pristimerin (**13**) tingenone (**40**) 20-hydroxytingenone หรือ 20 $\alpha$ -hydroxymaytenin (**17**) 22-hydroxytingenone (**41**) dispermoquinone (**176**) iguesterin (**138**) และ quininemethide (**131**)



ภาพประกอบ 39 สูตรโครงสร้างของสารประกอบ **195** และ **196**

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินวิจัย

#### พืชที่ใช้ในการศึกษา

ใช้ส่วนลำต้นตากวางที่เก็บจาก บ้านโคกฮัง ตำบลบ่อพันขัน อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด เมื่อเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 (ตัวอย่างพรรณไม้อ้างอิงงานวิจัย พืช สดดา 005) เก็บไว้ที่คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

#### อุปกรณ์ / เครื่องมือ และสารเคมี ที่ใช้ในการสกัดสารจากลำต้นตากวาง และการทำสารให้บริสุทธิ์

##### วัสดุและสารเคมี

1. ตัวทำละลายอินทรีย์ (ทำให้บริสุทธิ์โดยการกลั่น)
2. silica gel สำหรับ column chromatography (CC)
  - silica gel ขนาดของอนุภาคน้อยกว่า 0.063 mm, Merck Cat. no 7729
  - silica gel ขนาดของอนุภาคน้อยกว่า 0.063-0.0200 mm, Merck Cat. no 7734
  - silica gel 60 RP-18 ขนาดของอนุภาค 40-63  $\mu\text{m}$ , Merck Cat. no 1.10167
3. silica gel สำหรับ thin-layer chromatography
  - silica gel 60 GF<sub>254</sub>, Merck. 7730
4. silica gel สำหรับ quick column chromatography
  - silica gel 60 GF<sub>254</sub>, Merck Cat. no. 7730
5. Sephadex LH-20, Amersham Biosciences Cat. no 17-0090-20
6. anisaldehyde reagent, anisaldehyde: conc. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : glacial acetic acid: abs. ethanol

##### อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. หลอดกำเนิดแสงอัลตราไวโอเล็ตที่ความยาวคลื่น 254 และ 356 nm Spectroline<sup>®</sup> Model CM-10
2. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง, Precisa 240A; 5 ตำแหน่ง, Mettler Toledo รุ่น AX105 DeltaRange<sup>®</sup>
3. เครื่องหาจุดหลอมเหลว, Griffin
4. เครื่องระเหยสารภายใต้การลดความดัน, Buchi B-580 และ R-114

5. แมสสเปกโตรมิเตอร์, Finnigan LC-Q mass spectrometer และ MicroTOF, Bruker Daltonics mass spectrometer
6. นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโตรมิเตอร์, Bruker Avance 300 FT-NMR
7. ยูวี-วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์, Shimadzu UV - 2401PC
8. อินฟราเรดสเปกโตรโฟโตมิเตอร์, Perkin Elmer FT-IR spectrum BX
9. Digital polarimeter, Jasco DIP-370

## การสกัดสารจากลำต้นตากวาง การแยกสารและทำสารให้บริสุทธิ์

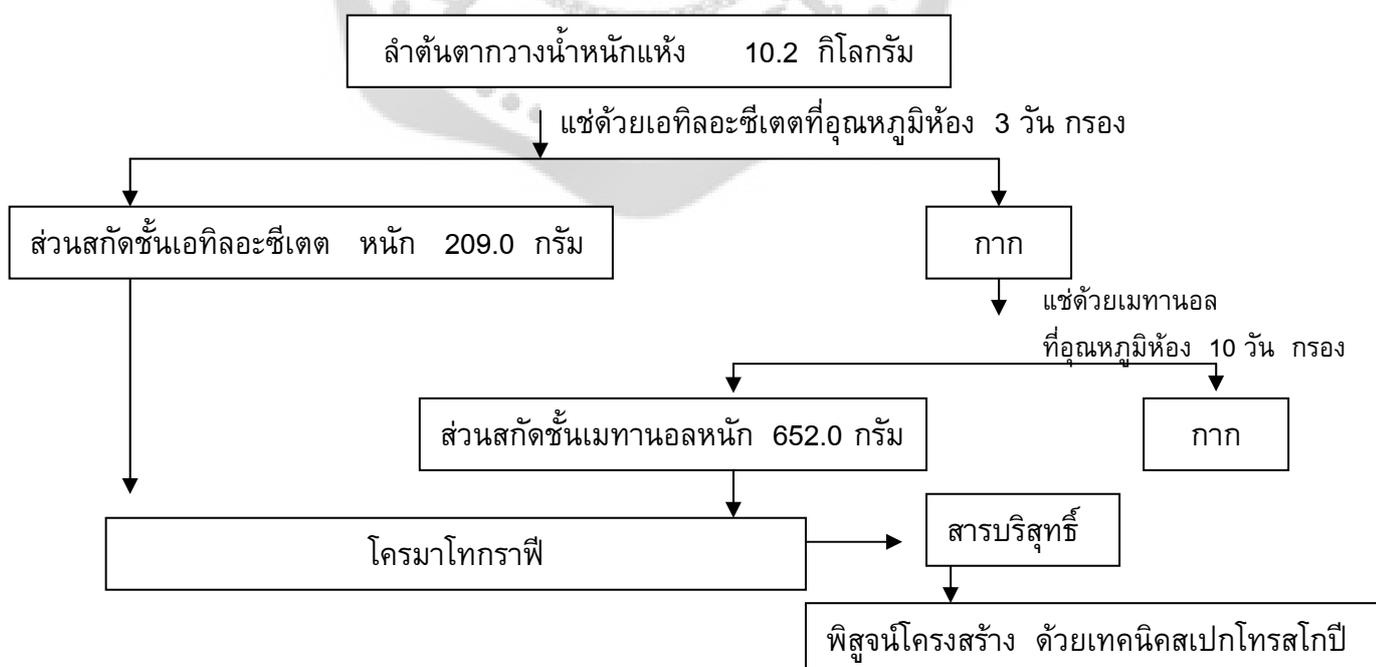
### 1. การสกัดสารจากลำต้นตากวาง

#### 1.1 การสกัดด้วยเอทิลอะซีเตต

นำลำต้นตากวางที่แห้งและบดละเอียด น้ำหนัก 10.2 กิโลกรัม มาสกัดด้วยเอทิลอะซีเตต (ชนิดไม่กลั่น) 23 ลิตร ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน กรองแล้วระเหยเอทิลอะซีเตต ออกจนแห้ง ทำการสกัดซ้ำทั้งหมด 5 ครั้ง สารที่ได้คือส่วนสกัดชั้นเอทิลอะซีเตต ส่วนกากที่เหลือผึ่งให้แห้ง

#### 1.2 การสกัดด้วยเมทานอล

นำกากที่ผ่านการสกัดด้วยเอทิลอะซีเตตแล้ว นำมาสกัดด้วยเมทานอล 20 ลิตร (ชนิดไม่กลั่น) ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน นำสารละลายที่ได้มากรอง แล้วระเหยเมทานอลออกจนแห้ง ทำการสกัดซ้ำทั้งหมด 5 ครั้ง สารที่ได้คือส่วนสกัดชั้นเมทานอล



ภาพประกอบ 40 ขั้นตอนการสกัดการแยกสารจากลำต้นตากวาง

## 2. วิธีการแยกสารและทำสารให้บริสุทธิ์

ลำต้นตากวางแห้งและบดละเอียด (10.2 กิโลกรัม) นำมาสกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซีเตตและเมทานอล ได้ส่วนสกัดในชั้นต่าง ๆ ดังนี้

ตาราง 1 การสกัดสารจากลำต้นตากวางด้วยตัวทำละลาย

ตัวทำละลาย	ส่วนสกัด	น้ำหนักที่ได้ (กรัม)	ลักษณะสาร
เอทิลอะซีเตต	ชั้นเอทิลอะซีเตต	209.0	ของแข็งสีเขียวอมเหลือง
เมทานอล	ชั้นเมทานอล	652.0	ของแข็งสีน้ำตาลเข้ม

### 2.1 การแยกสารจากส่วนสกัดชั้นเอทิลอะซีเตต และทำสารให้บริสุทธิ์

นำส่วนสกัดชั้นเอทิลอะซีเตต 40.0 กรัม มาแยกด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี ชนิดเร็ว (ซิลิกาเจล 150.0 กรัม) ใช้ระบบชะเฮกเซน เฮกเซน - ไดคลอโรมีเทน (ตั้งแต่ 90 : 10 - 10 : 90) เพิ่มระบบละ 10% ใช้ระบบละ 500 มิลลิลิตร ไดคลอโรมีเทน ไดคลอโรมีเทน - เอทิลอะซีเตต (ตั้งแต่ 95 : 5 - 50 : 50) เพิ่มความเป็นขั้วระบบละ 5% และไดคลอโรมีเทน - เอทิลอะซีเตต (ตั้งแต่ 40 : 60 - 10 : 90) เพิ่มความเป็นขั้วระบบละ 10% เอทิลอะซีเตต เอทิลอะซีเตต - เมทานอล (ตั้งแต่ 95 : 5 - 80 : 20) เพิ่มความเป็นขั้วระบบละ 5% และเอทิลอะซีเตต - เมทานอล (ตั้งแต่ 90 : 10 - 50 : 50) เพิ่มความเป็นขั้วระบบละ 10% และ เมทานอล 100% โดยใช้ระบบละ 300 มิลลิลิตร เก็บครั้งละ 100 มิลลิลิตร ได้สารทั้งหมด 121 กลุ่ม เมื่อตรวจสอบด้วย TLC โดยการแสดงผลกับ anisaldehyde reagent และแสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเลต สามารถรวมสารที่แสดงผลเหมือนกัน ได้กลุ่มสารทั้งหมด 13 กลุ่ม (ตาราง 2)

ตาราง 2 การแยกสารจากส่วนสกัดชั้นเอทิลอะซีเตตโดยคอลัมน์โครมาโทกราฟีชนิดเร็ว

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (กรัม)	ลักษณะสาร
เฮกเซน : ไดคลอโรมีเทน			
90 : 10 - 80 : 20	1	223.1 มิลลิกรัม	สารหนืดสีเหลือง
80 : 20	2	1.6	สารหนืดสีเหลืองส้ม
80 : 20 - 70 : 30	3	1.7	สารหนืดสีส้ม
70 : 30 - 60 : 40	4	11.9	สารหนืดสีเหลืองเขียว

ตาราง 2 (ต่อ)

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (กรัม)	ลักษณะสาร
เฮกเซน : ไดคลอโรมีเทน			
55 : 45 - 40 : 60	5	7.8	ของแข็งหนืดสีเขียวเข้ม
40 : 60 - 20 : 80	6	1.9	ของแข็งหนืดสีเขียวเข้ม
20 : 80 - 90 : 10	7	2.5	สารหนืดสีเขียวเข้ม
ไดคลอโรมีเทน			
ไดคลอโรมีเทน : เอทิลอะซีเตต			
95 : 5			
95 : 5 - 85 : 15	8	4.8	สารหนืดสีเขียวเข้ม
85 : 15 - 70 : 30	9	6.2	สารหนืดสีเขียวเข้ม
70 : 30 - 60 : 40	10	1.8	สารหนืดสีน้ำตาล
60 : 40 - 10 : 90	11	1.8	สารหนืดสีน้ำตาลดำ
เอทิลอะซีเตต			
เมทานอล	12	1.7	ของแข็งสีน้ำตาลดำ
เมทานอล	13	2.7	ของแข็งสีน้ำตาลดำ

2.1.2 สารกลุ่ม 2 (1.6 กรัม) มีลักษณะเป็นสารหนืดสีเหลืองส้ม ได้จากการชะด้วยเฮกเซน - ไดคลอโรมีเทน (80 : 20) จาก TLC ให้สีม่วงกับ anisaldehyde reagent และสารส่วนใหญ่แสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต จึงนำมาแยกด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี (ซิลิกา เจล 65.0 กรัม) ใช้ระบบชะเฮกเซน และเฮกเซน - อะซีโตน (ตั้งแต่ 98.5 : 1.5 - 93 : 7) เพิ่มความเข้มข้นระบบละ 0.5% และ 1% นอกจากนี้ยังชะด้วยอะซีโตนและเมทานอล ใช้ระบบละ 200 มิลลิลิตร เก็บครั้งละ 8 มิลลิลิตร ได้สารทั้งหมด 130 กลุ่มย่อย เมื่อตรวจสอบด้วย TLC โดยการแสดงผลกับ anisaldehyde reagent และแสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต สามารถรวมสารที่เหมือนกันได้กลุ่มสารทั้งหมด 9 กลุ่มย่อย (ตาราง 3)

ตาราง 3 การแยกสารกลุ่ม 2 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
เฮกเซน : อะซีโตน			
98.5 : 1.5 - 97.5 : 2.5	2.1	89.7	สารหนืดสีเหลือง
97.5 : 2.5 - 96 : 4	2.2	133.0	ของแข็งสีขาว สารผสม <b>G</b>

ตาราง 3 (ต่อ)

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
เฮกเซน : อะซีโตน			
97.5 : 2.5 - 96 : 4	2.3	82.4	สารหนืดสีเหลือง
95 : 5	2.4	76.5	ของแข็งสีขาว
95 : 5	2.5	429.3	สารหนืดสีเหลือง
94 : 6	2.6	394.0	สารหนืดสีเขียว
93 : 7	2.7	138.6	สารหนืดสีเขียวดำ
อะซีโตน	2.8	241.2	สารหนืดสีเขียวดำ
เมทานอล	2.9	273.7	สารหนืดสีเขียวดำ

2.1.2.2 สารกลุ่มย่อย 2.4 (76.5 มิลลิกรัม) มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาวได้จากการชะด้วยเฮกเซน - อะซีโตน (95 : 5) จาก TLC ให้สีม่วงกับ anisaldehyde reagent และแสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต สารในกลุ่มนี้มีความน่าสนใจที่จะนำมาแยกต่อด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี (ซิลิกาเจล 5.0 กรัม) ใช้ระบบชะเฮกเซน และเฮกเซน - เอทิลอะซีเตต (97 : 5) ใช้ระบบทั้งหมด 400 มิลลิลิตร และ เฮกเซน - เอทิลอะซีเตต (ตั้งแต่ 95 : 5 - 92 : 8) ใช้ระบบละ 60 มิลลิลิตร เก็บครั้งละ 7 มิลลิลิตร ได้สารทั้งหมด 72 กลุ่มย่อย เมื่อตรวจสอบด้วย TLC โดยการแสดงผลกับ anisaldehyde reagent สามารถรวมสารที่เหมือนกันได้กลุ่มสารทั้งหมด 2 กลุ่มย่อย (ตาราง 4)

ตาราง 4 การแยกสารกลุ่ม 2.4 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
เฮกเซน : เอทิลอะซีเตต			
95 : 5	2.4.1	1.4	ของแข็งสีขาว
95 : 5 - 92 : 8	2.4.2	30.0	ของแข็งสีขาว สารผสม E

2.1.2.3 สารกลุ่มย่อย 2.5 (429.3 มิลลิกรัม) มีลักษณะเป็นสารหนืดสีเหลืองได้จากการชะด้วยเฮกเซน - เอทิลอะซีเตต (95 : 5) จาก TLC ให้สีม่วงกับ anisaldehyde reagent และแสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต จึงน่าสนใจที่จะแยกต่อด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี (ซิลิกาเจล 20.0 กรัม) ใช้ระบบชะเฮกเซน และเฮกเซน - เอทิลอะซีเตต (ตั้งแต่ 99 : 1 - 98 : 2) เพิ่มความเข้มข้นระบบละ 1% ใช้ระบบละ 100 มิลลิลิตร นอกจากนี้ยังชะด้วยเฮกเซน - เอทิลอะซีเตต (ตั้งแต่

ตาราง 5 การแยกสารกลุ่ม 2.5 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
เฮกเซน : เอทิลอะซีเตต			
97 : 3	2.5.1	40.0	ของแข็งสีขาว สารผสม E
97 : 3 - 96 : 4	2.5.2	170.2	ของแข็งสีขาว สารผสม E
96 : 4	2.5.3	83.1	สารหนืดสีเหลือง
95 : 5	2.5.4	18.8	สารหนืดสีน้ำตาล
เมทานอล	2.5.5	9.4	สารหนืดสีน้ำตาล

นำสารย่อยกลุ่ม 2.4.2 (30 มิลลิกรัม) และสารกลุ่มย่อย 2.5.1 (40 มิลลิกรัม) ซึ่งมีความน่าสนใจและนำมาแยกให้บริสุทธิ์ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี (ซิลิกาเจล 14.0 กรัม) ด้วยระบบชะเฮกเซน - เอทิลอะซีเตต (ตั้งแต่ 99 : 1 - 97 : 3) เพิ่มความเข้มข้นระบบละ 0.5% ใช้ระบบละ 100 มิลลิลิตร เก็บครั้งละ 3 มิลลิลิตร ได้สารทั้งหมด 210 กลุ่มย่อย เมื่อตรวจสอบด้วย TLC โดยการแสดงผลกับ anisaldehyde reagent และแสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต สามารถรวมสารที่เหมือนกันได้กลุ่มสารทั้งหมด 6 กลุ่มย่อย (ตาราง 6)

ตาราง 6 การแยกสารกลุ่ม 2.4.2 และ 2.5.1 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
เฮกเซน : เอทิลอะซีเตต			
97 : 3	2.4.2.1	22.9	ของแข็งสีขาว สาร E
97 : 3	2.4.2.2	2.7	สารแข็งสีขาวเหลือง
97 : 3	2.4.2.3	3.0	สารหนืดสีเขียว
97 : 3	2.4.2.4	1.3	สารแข็งสีขาวเหลือง ส่วนผสม สาร C
97 : 3	2.4.2.5	1.6	สารแข็งสีขาว สาร C
97 : 3	2.4.2.6	14.2	สารหนืดสีเหลือง

2.1.3 สารกลุ่ม 3 (1.7 กรัม) มีลักษณะเป็นสารหนืดสีส้ม ได้จากการชะด้วย เฮกเซน - ไตคโลโรมีเทน (80 : 20 - 70 : 30) ไตคโลโรมีเทน และ ไตคโลโรมีเทน - เอทิลอะซีเตต (95 : 5) จาก TLC ให้สีม่วงกับ anisaldehyde reagent และแสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต จึงน่าสนใจที่จะแยกต่อด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี (ซิลิกาเจล 35.0 กรัม) ใช้ระบบชะเฮกเซน และ เฮกเซน - อะซีโตน (ตั้งแต่ 99 : 1 - 90 : 10) เพิ่มความเข้มข้นระบบละ 1% ใช้ระบบละ 100 มิลลิลิตร เก็บครั้งละ 8 มิลลิลิตร ได้สารทั้งหมด 42 กลุ่มย่อย เมื่อตรวจสอบด้วย TLC โดยการแสดงผลกับ anisaldehyde reagent และแสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต สามารถรวมสารที่เหมือนกันได้กลุ่มสารทั้งหมด 5 กลุ่มย่อย (ตาราง 7)

ตาราง 7 การแยกสารกลุ่ม 3 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
เฮกเซน : อะซีโตน			
97.5 : 2.5 - 97 : 3	3.1	617.5	สารหนืดสีส้ม
97 : 3	3.2	114.4	สารหนืดสีส้ม
96 : 4	3.3	573.9	สารแข็งหนืดสีส้ม
96 : 4	3.4	66.3	ของแข็งสีขาว สารผสม <b>G</b>
95 : 5 - 90 : 10	3.5	225.4	ของแข็งสีเหลืองส้ม

2.1.3.1 สารกลุ่มย่อย 3.1 (617.5 มิลลิกรัม) มีลักษณะเป็นสารหนืดสีส้มได้จากการชะด้วยเฮกเซน - อะซีโตน (97.5 : 2.5 - 97 : 3) จาก TLC ให้สีม่วงกับ anisaldehyde reagent และแสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต นำไปแยกต่อด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี (ซิลิกาเจล 15.0 กรัม) ใช้ระบบตัวเฮกเซน และเฮกเซน - ไตคโลโรมีเทน เพิ่มความเข้มข้นระบบละ 1% และเพิ่มระบบเป็น (94 : 6 - 88 : 12) เพิ่มความเข้มข้นระบบละ 2% และเพิ่มระบบเป็น (85 : 15 - 50 : 50) เพิ่มความเข้มข้นระบบละ 5% เพิ่มระบบเป็น (60 : 40 - 90 : 10) และไตคโลโรมีเทน เพิ่มความเข้มข้นระบบละ 10% แต่ละระบบใช้ระบบละ 100 มิลลิลิตร เก็บครั้งละ 8 มิลลิลิตร ได้สาร 131 กลุ่มย่อย เมื่อตรวจสอบด้วย TLC โดยการแสดงผลกับ anisaldehyde reagent และแสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต สามารถรวมสารที่เหมือนกันได้กลุ่มสารทั้งหมด 11 กลุ่มย่อย (ตาราง 8)

ตาราง 8 การแยกสารกลุ่ม 3.1 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
เฮกเซน : ไตคลอโรมีเทน			
96 : 4 - 94 : 6	3.1.1	4.6	ของแข็งสีเหลือง
94 : 6 - 90 : 10	3.1.2	59.6	สารหนืดสีเหลือง
90 : 10 - 85 : 15	3.1.3	171.9	น้ำมันสีเหลืองอ่อน
85 : 15	3.1.4	143.9	น้ำมันสีเหลืองอ่อน
80 : 20 - 75 : 25	3.1.5	122.9	สารหนืดสีเหลือง
75 : 25 - 60 : 40	3.1.6	63.4	สารหนืดสีส้ม
75 : 25 - 60 : 40	3.1.7	11.1	ของแข็งสีขาวเหลือง
60 : 40 - 55 : 45	3.1.8	254.0	สารหนืดสีเหลืองส้ม
60 : 40 - 55 : 45	3.1.9	22.2	ของแข็งสีเหลือง
50 : 50	3.1.10	472.0	ของหนืดสีส้ม
50 : 50	3.1.11	42.9	ของแข็งสีขาวเหลือง

2.1.3.1.3 สารกลุ่มย่อย 3.1.4 (143.9 มิลลิกรัม) มีลักษณะคล้ายน้ำมันสีเหลืองอ่อน ได้จากการชะด้วยเฮกเซน - ไตคลอโรมีเทน (85 : 15) จาก TLC ให้สีม่วงกับ anisaldehyde reagent นำไปแยกด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี (ซิลิกาเจล 10.0 กรัม) ด้วยระบบตัวชะเฮกเซน และเฮกเซน - ไตคลอโรมีเทน (99.5 : 0.5 - 99 : 1) เพิ่มความเข้มข้น 0.5% ใช้ระบบละ 100 มิลลิลิตร เก็บครั้งละ 50 มิลลิลิตร และเพิ่มระบบเป็น (97 : 3) เพิ่มความเข้มข้น 0.5% ใช้ระบบละ 90 มิลลิลิตร และเพิ่มระบบเป็น ไตคลอโรมีเทน 100% เก็บครั้งละ 8 มิลลิลิตร ได้สาร 45 กลุ่มย่อย เมื่อตรวจสอบด้วย TLC โดยการแสดงผลกับ anisaldehyde reagent และแสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต สามารถรวมสารที่เหมือนกันได้ กลุ่มสารทั้งหมด 4 กลุ่มย่อย (ตาราง 9)

ตาราง 9 การแยกสารกลุ่ม 3.1.4 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
เฮกเซน : ไตคลอโรมีเทน			
97.5 : 2.5	3.1.4.1	28.2	สารหนืดสีเหลืองใส
97.5 : 2.5	3.1.4.2	77.4	สารหนืดสีเหลือง
97 : 3	3.1.4.3	24.6	สารหนืดสีเหลืองคล้ายน้ำมัน
ไตคลอโรมีเทน	3.1.4.4	5.1	สารหนืดสีเหลือง

2.1.3.2 สารกลุ่มย่อย 3.2 (114.4 มิลลิกรัม) มีลักษณะเป็นสารหนืดสีส้ม ได้จากการชะด้วยเฮกเซน - อะซีโตน (97 : 3) จาก TLC ให้สีม่วงกับ anisaldehyde reagent และแสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต นำมาแยกต่อด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี (ซิลิกาเจล 10.0 กรัม) ชะด้วยระบบตัวชะเฮกเซน - อะซีโตน (99.5 : 1.5) ใช้ระบบละ 200 มิลลิลิตร เก็บครั้งละ 50 มิลลิลิตร และเพิ่มระบบเป็น (98 : 2 - 96 : 4) เพิ่มความมีขั้วระบบละ 1% เพิ่มระบบเป็น เฮกเซน - อะซีโตน (90 : 10) ใช้ระบบละ 100 มิลลิลิตร เก็บครั้งละ 5 มิลลิลิตร ได้สาร 100 กลุ่มย่อย เมื่อตรวจสอบด้วย TLC โดยการแสดงผลกับ anisaldehyde reagent และแสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต สามารถรวมสารที่เหมือนกันได้กลุ่มสารทั้งหมด 3 กลุ่มย่อย (ตาราง 10)

ตาราง 10 การแยกสารกลุ่ม 3.2 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
เฮกเซน : อะซีโตน			
98 : 2 - 97 : 3	3.2.1	40.0	ของแข็งสีขาว สารผสม <b>A</b>
96 : 4	3.2.2	10.6	ของแข็งสีขาว สารผสม <b>G</b>
96 : 4 - 90 : 10	3.2.3	26.2	ของแข็งสีขาว สารผสม <b>G</b>

2.1.3.2.1 สารกลุ่มย่อย 3.2.1 (40.0 มิลลิกรัม) มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาว ได้จากการชะด้วยเฮกเซน - อะซีโตน (98 : 2 - 97 : 3) จาก TLC ให้สีม่วงกับ anisaldehyde reagent และแสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต ข้อมูล NMR พบส่วนผสมของสารหลายชนิดโดยมีสารประกอบ **A** (sss 3136) เป็นส่วนหลัก นำมาแยกต่อด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี (ซิลิกาเจล 5.0 กรัม) ใช้ระบบชะเฮกเซน - ไดคลอโรมีเทน (99 : 1 - 94 : 6) ใช้ระบบละ 50 มิลลิลิตร เก็บครั้งละ 1 มิลลิลิตร และเพิ่มระบบเป็นเฮกเซน - ไดคลอโรมีเทน (90 : 10 - 80 : 20) เพิ่มความมีขั้วระบบละ 10% ใช้ระบบละ 50 มิลลิลิตรได้สาร 133 กลุ่มย่อย เมื่อตรวจสอบด้วย TLC โดยการแสดงผลกับ anisaldehyde reagent และแสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต สามารถรวมสารที่เหมือนกันได้กลุ่มสารทั้งหมด 3 กลุ่มย่อย (ตาราง 11)

ตาราง 11 การแยกสารกลุ่ม 3.2.1 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
เฮกเซน : ไตคลอโรมีเทน			
98 : 2 - 97 : 3	3.2.1.1	30	ของแข็งสีขาว สาร <b>A</b>
96 : 4	3.2.1.2	1.5	ของแข็งสีขาว
96 : 4 - 90 : 10	3.2.1.3	2.2	ของแข็งสีขาว

2.1.4 นำสารกลุ่ม 4 (11.9 กรัม) มีลักษณะเป็นสารหนืดสีเหลืองเขียว ได้จัดการชะด้วยเฮกเซน - ไตคลอโรมีเทน (70 : 30 - 60 : 40) นำมาล้างด้วยตัวทำละลายเฮกเซนและอะซีโตนที่เย็น ได้สารกลุ่มย่อย 3 กลุ่มซึ่งให้เป็นสารกลุ่มย่อย 4.1 (2.0 กรัม) มีลักษณะเป็นสารหนืดสีเหลืองเขียว สารกลุ่มย่อย 4.2 (6.5 กรัม) เป็นของแข็งสีขาวเหลือง และ สารกลุ่มย่อย 4.3 (3.4 กรัม) เป็นของแข็งสีเหลืองอมเขียว

2.1.4.1 สารกลุ่มย่อย 4.2 (6.5 กรัม) ได้จากการล้างสารกลุ่มย่อย 4 มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาวเหลือง จาก TLC ให้สีม่วงกับ anisaldehyde reagent และแสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต นำมาแยกต่อด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี (ซิลิกาเจล 65.0 กรัม) ใช้ระบบชะเฮกเซน - ไตคลอโรมีเทน (90 : 10 - 70 : 30) ใช้ระบบละ 200 มิลลิลิตร เก็บครั้งละ 50 มิลลิลิตร และเพิ่มระบบเป็น เฮกเซน - ไตคลอโรมีเทน (60 : 40 - 40 : 60) ใช้ระบบละ 200 มิลลิลิตร เพิ่มความเป็นขั้วระบบ 10% เก็บครั้งละ 8 มิลลิลิตร และชะด้วยเมทานอล ได้สาร 160 กลุ่มย่อย เมื่อตรวจสอบด้วย TLC โดยการแสดงผลกับ anisaldehyde reagent และแสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต สามารถรวมสารที่เหมือนกันได้กลุ่มสารทั้งหมด 8 กลุ่มย่อย (ตาราง 12)

ตาราง 12 การแยกสารกลุ่ม 4.2 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
เฮกเซน : ไตคลอโรมีเทน			
60 : 40	4.2.1	154.1	ของแข็งสีขาว สาร <b>G</b>
60 : 40	4.2.2	180.8	ของแข็งสีขาวอมเหลือง
60 : 40 - 50 : 50	4.2.3	94.7	ของแข็งสีขาว
60 : 40 - 50 : 50	4.2.4	5.4 กรัม	ของแข็งสีขาว สาร <b>G</b>
50 : 50	4.2.5	104.6	ของแข็งสีขาวอมเหลือง
45 : 65 - 40 : 60	4.2.6	230.2	สารหนืดสีเหลือง

ตาราง 12 (ต่อ)

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
เฮกเซน : อะซีโตน			
90 : 10	4.2.7	40.4	สารหนืดสีเหลืองเข้ม
เมทานอล	4.2.8	20.2	สารหนืดสีเหลือง

2.1.4.2 สารกลุ่มย่อย 4.3 (3.4 กรัม) มีลักษณะเป็นของแข็งสีเหลืองอมเขียว ได้จากการล้างสารกลุ่ม 4 จาก TLC ให้สีม่วงกับ anisaldehyde reagent และแสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต นำมาแยกต่อด้วยคอลัมน์ โครมาโทกราฟี (ซิลิกาเจล 65.0 กรัม) ใช้ระบบชะเฮกเซน - อะซีโตน (98 : 2 - 96 : 4) ใช้ระบบละ 250 มิลลิลิตร และเพิ่มระบบเป็น (95 : 5 - 92 : 8) เพิ่มความเข้มข้นระบบละ 2% ใช้ระบบละ 250 มิลลิลิตรและชะด้วย อะซีโตน และเมทานอล เก็บครั้งละ 8 มิลลิลิตร ตามลำดับ ได้สาร 163 กลุ่มย่อย เมื่อตรวจสอบด้วย TLC โดยการแสดงผลกับ anisaldehyde reagent และแสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต สามารถรวมสารที่เหมือนกันได้กลุ่มสารทั้งหมด 6 กลุ่มย่อย (ตาราง 13)

ตาราง 13 การแยกสารกลุ่ม 4.3 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
เฮกเซน - อะซีโตน			
98 : 2 - 95 : 5	4.3.1	836.7	ของแข็งสีขาว สารผสม <b>G</b>
97 : 3 - 95 : 5	4.3.2	129.5	ของแข็งสีขาวอมเหลือง
95 : 5 - 92 : 8	4.3.3	87.3	ของแข็งสีขาว สารผสม <b>G</b>
92 : 8	4.3.4	1.4 กรัม	สารหนืดสีเหลือง
อะซีโตน	4.3.5	645.5	ของแข็งสีขาวอมเหลือง
เมทานอล	4.3.6	311.6	สารหนืดสีเขียว

2.1.4.2.1 สารกลุ่มย่อย 4.3.4 (1.4 กรัม) มีลักษณะเป็นสารหนืดสีเหลือง ได้จากการชะด้วยเฮกเซน - อะซีโตน (92 : 8) จาก TLC ให้สีม่วงกับ anisaldehyde reagent นำมาแยกต่อด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี (ซิลิกาเจล 15.0 กรัม) ชะด้วยเฮกเซน - อะซีโตน (92 : 8) ใช้ระบบละ 400 มิลลิลิตร เก็บครั้งละ 5 มิลลิลิตร และเพิ่มระบบเป็น (97 : 3 - 94 : 6) ใช้ระบบละ 100 มิลลิลิตร เพิ่มความเข้มข้นระบบละ 1% และเพิ่มระบบเป็น (90 : 10 - 80 : 20) ใช้ระบบละ 100 มิลลิลิตร เพิ่มความเข้มข้นระบบละ 5% และชะด้วยเมทานอล ได้สารทั้งหมด 120 กลุ่ม

ตาราง 14 การแยกสารกลุ่ม 4.3.4 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
เฮกเซน : อะซีโตน			
98 : 2	4.3.4.1	81.2	ของแข็งสีขาว สารผสม <b>G</b>
98 : 2	4.3.4.2	38.5	ของแข็งสีขาวคล้าย wax
98 : 2	4.3.4.3	49.5	ของแข็งสีขาวเป็นผลึก
98 : 2	4.3.4.4	217.4	สารหนืดสีเหลืองใส
98 : 2	4.3.4.5	41.6	ของแข็งสีขาวใส
98 : 2	4.3.4.6	217.1	สารหนืดสีเหลือง
98 : 2	4.3.4.7	81.4	ของแข็งสีขาวเหลือง
98 : 2 - 96 : 4	4.3.4.8	293.3	สารหนืดสีเหลือง
90 : 10 - 80 : 20	4.3.4.9	173.3	สารหนืดสีเหลืองส้ม
30 : 70, เมทานอล	4.3.4.10	157.2	สารหนืดสีเหลืองส้ม

2.1.4.2.2 สารกลุ่มย่อย 4.3.5 (645.5 มิลลิกรัม) มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาวเหลืองได้จากการชะด้วยอะซีโตน จาก TLC ให้สีม่วงกับ anisaldehyde reagent นำมาแยกด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี (ซิลิกาเจล 15.0 กรัม) ใช้ระบบชะเฮกเซน - เอทิลอะซีเตต (98 : 2) ใช้ระบบทั้งหมด 650 มิลลิลิตร เก็บครั้งละ 4 มิลลิลิตร ได้สาร 150 กลุ่มย่อย เมื่อตรวจสอบด้วย TLC โดยการแสดงผลกับ anisaldehyde reagent และแสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต สามารถรวมสารที่เหมือนกันได้กลุ่มสารทั้งหมด 10 กลุ่มย่อย (ตาราง 15)

ตาราง 15 การแยกสารกลุ่ม 4.3.5 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
เฮกเซน : เอทิลอะซีเตต			
98 : 2	4.3.5.1	16.9	สารหนืดสีเหลือง
98 : 2	4.3.5.2	171.4	ของแข็งสีขาว สารผสม <b>D</b>

## ตาราง 15 (ต่อ)

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
เฮกเซน : เอทิลอะซีเตต			
98 : 2	4.3.5.3	79.5	ของแข็งสีขาว สารผสม <b>D</b>
98 : 2	4.3.5.4	24.6	ของแข็งสีขาว สารผสม <b>D</b>
98 : 2	4.3.5.5	9.9	ของแข็งสีขาว
98 : 2	4.3.5.6	52.2	ของแข็งสีขาว สารผสม <b>D</b>
98 : 2	4.3.5.7	24.6	ของแข็งสีขาว สารผสม <b>D</b>
98 : 2	4.3.5.8	14.4	ของแข็งสีขาว สารผสม <b>D</b>
98 : 2	4.3.5.9	102.3	สารหนืดสีเหลือง
98 : 2	4.3.5.10	23.0	สารแข็งสีขาวเหลือง

2.1.4.2.3 สารกลุ่มย่อย 4.3.5.2 (171.4 มิลลิกรัม) มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาวจากการชะด้วยเฮกเซน - เอทิลอะซีเตต (98 : 2) จาก TLC ให้สีม่วงกับ anisaldehyde reagent NMR พบว่ามีสารประกอบ **D** (sss 3451) เป็นส่วนประกอบหลักนำมาแยกต่อด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี (ซิลิกาเจล 10.0 กรัม) ใช้ระบบชะเฮกเซน - เอทิลอะซีเตต (98 : 2) ใช้ระบบทั้งหมด 400 มิลลิลิตร เก็บครั้งละ 5 มิลลิลิตร ได้สาร 82 กลุ่มย่อย เมื่อตรวจสอบด้วย TLC โดยการแสดงผลกับ anisaldehyde reagent และแสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต สามารถรวมสารที่เหมือนกันได้กลุ่มสารทั้งหมด 4 กลุ่มย่อย (ตาราง 16)

## ตาราง 16 การแยกสารกลุ่ม 4.3.5.2 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
เฮกเซน : เอทิลอะซีเตต			
98 : 2	4.3.5.2.1	166.1	สารหนืดสีเหลือง
98 : 2	4.3.5.2.2	8.3	ของแข็งสีขาว
98 : 2	4.3.5.2.3	10.1	ของแข็งสีขาว
98 : 2	4.3.5.2.4	2.0	ของแข็งสีขาว

2.1.4.2.4 สารกลุ่มย่อย 4.3.5.2.1 (166.1 มิลลิกรัม) มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาวจากการชะด้วยเฮกเซน - เอทิลอะซีเตต (98 : 2) จาก TLC ให้สีม่วงกับ anisaldehyde reagent สารกลุ่มนี้มีความน่าสนใจ จึงแบ่งมาบางส่วน (82.0 มิลลิกรัม) เพื่อลงคอลัมน์

ตาราง 17 การแยกสารกลุ่ม 4.3.5.2.1 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
ไดคลอโรมีเทน : เมทานอล			
20 : 80	4.3.5.2.1.1	1.5	ของแข็งสีขาว
20 : 80	4.3.5.2.1.2	15.4	ของแข็งสีขาว
20 : 80	4.3.5.2.1.3	56.0	ของแข็งสีขาว
20 : 80	4.3.5.2.1.4	13.3	ของแข็งสีขาว

2.1.4.2.5 สารกลุ่มย่อย 4.3.5.2.1.3 (56.0 มิลลิกรัม) มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาว ได้จากการชะด้วยไดคลอโรมีเทน - เมทานอล (20 : 80) จาก TLC ให้สีม่วงกับ anisaldehyde reagent จากข้อมูล NMR สารกลุ่มนี้มีความน่าสนใจ จึงนำมาแยกด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี ชนิด C-18 reversed phase ชะด้วยระบบอะซีโตนไนไตร - เมทานอล (30 : 70) ใช้ระบบทั้งหมด 300 มิลลิลิตร เก็บครั้งละ 1.5 มิลลิลิตร ได้สารทั้งหมด 150 กลุ่มย่อย เมื่อตรวจสอบด้วย TLC โดยการแสดงผลกับ anisaldehyde reagent และแสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต สามารถรวมสารที่เหมือนกันได้กลุ่มสารทั้งหมด 3 กลุ่มย่อย (ตาราง 18)

ตาราง 18 การแยกสารกลุ่ม 4.3.5.2.1.3 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
อะซีโตนไนไตร : เมทานอล			
30 : 70	4.3.5.2.1.3.1	8.6	ของแข็งสีขาว สารผสม D
30 : 70	4.3.5.2.1.3.2	10.7	ของแข็งสีขาว สารผสม D
30 : 70	4.3.5.2.1.3.3	5.2	ของแข็งสีขาว สารผสม D

2.1.4.2.6 นำสารกลุ่มย่อย 4.3.5.2.1 (78.0 มิลลิกรัม) ส่วนที่เหลือมาแยกคอลัมน์โครมาโทกราฟีชนิด C-18 reversed phase ชะด้วยระบบอะซีโตนไนไตร - เมทานอล (30 : 70) ใช้ระบบทั้งหมด 300 มิลลิลิตร เก็บครั้งละ 1.5 มิลลิลิตร ได้สารทั้งหมด 105 กลุ่มย่อย

ตาราง 19 การแยกสารกลุ่ม 4.3.5.2.1 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
อะซีโตนไนไตร : เมทานอล			
30 : 70	4.3.5.2.1.1	7.5	ของแข็งสีขาว
30 : 70	4.3.5.2.1.2	12.2	ของแข็งสีขาว
30 : 70	4.3.5.2.1.3	10.3	ของแข็งสีขาว
30 : 70	4.3.5.2.1.4	41.3	ของแข็งสีขาว สาร <b>D</b>

2.1.5 นำสารกลุ่ม 5 (7.8 กรัม) มีลักษณะเป็นสารหนืดสีเขียวย่นได้จากการชะด้วย เฮกเซน – ไคคลอโรมีเทน (55 : 45 - 40 : 60) นำมาล้างด้วยตัวทำละลายเฮกเซนและ อะซีโตนได้สาร 2 กลุ่ม ให้เป็นสารกลุ่มย่อย 5.1 (5.9 กรัม) เป็นของแข็งสีเหลืองเข้ม สารกลุ่มย่อย 5.2 (1.9 กรัม) เป็นของแข็งสีขาวอมเขียว

2.1.5.1 สารกลุ่มย่อย 5.1 (5.9 กรัม) มีลักษณะเป็นของแข็งสีเหลืองเข้มได้จากการล้างสารกลุ่ม 5 จาก TLC ให้สีม่วงกับ anisaldehyde reagent และมีบางตำแหน่งที่แสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต จึงน่าสนใจที่จะแยกด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี (ซิลิกาเจล 65.0 กรัม) ด้วยระบบตัวชะเฮกเซน และเฮกเซน - เอทิลอะซีเตต (85 : 15) ใช้ระบบละ 200 มิลลิลิตร เก็บครั้งละ 50 มิลลิลิตร และเฮกเซน - เอทิลอะซีเตต (80 : 20) ใช้ระบบละ 600 มิลลิลิตร เก็บครั้งละ 50 มิลลิลิตร และชะด้วยอะซีโตน เมทานอล ตามลำดับ ได้สารทั้งหมด 24 กลุ่ม เมื่อตรวจสอบด้วย TLC โดยการแสดงผลกับ anisaldehyde reagent และแสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต สามารถรวมสารที่เหมือนกันได้กลุ่มสารทั้งหมด 11 กลุ่มย่อย (ตาราง 20)

ตาราง 20 การแยกสารกลุ่ม 5.1 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
เฮกเซน : เอทิลอะซีเตต			
85 : 15	5.1.1	15.8	สารหนืดสีเหลือง
85 : 15	5.1.2	76.2	ของแข็งสีขาวเหลือง
85 : 15	5.1.3	58.1	สารหนืดสีเหลือง
85 : 15	5.1.4	714.1	ของแข็งสีขาวเหลือง

ตาราง 20 (ต่อ)

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
เฮกเซน : เอทิลอะซีเตต			
85 : 15	5.1.5	334.7	สารหนืดสีเหลืองสารผสม <b>G</b>
80 : 20	5.1.6	117.3	สารหนืดสีส้ม
80 : 20	5.1.7	396.1	ของแข็งสีขาว
80 : 20	5.1.8	68.6	ของแข็งสีขาวเขียว
80 : 20	5.1.9	60.7	สารหนืดสีน้ำตาลดำ
อะซีโตน	5.1.10	1.4 กรัม	สารหนืดสีเขียวดำ
เมทานอล	5.1.11	60.1	สารหนืดสีเขียวดำ

2.1.5.1.1 สารกลุ่มย่อย 5.1.2 (76.2 มิลลิกรัม) มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาวเหลือง ได้จากการชะด้วยเฮกเซน - เอทิลอะซีเตต (85 : 15) จาก TLC ให้สีม่วงกับ anisaldehyde reagent นำสารกลุ่มนี้ล้างด้วยเฮกเซน และ อะซีโตน ได้สาร 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่ง (44.5 มิลลิกรัม) มีลักษณะเป็นสารหนืดสีเขียว กลุ่ม 2 (31.7 มิลลิกรัม) เป็นของแข็งสีขาวอมเขียว นำสารกลุ่มสองมาแยกต่อด้วยคอลัมน์ โครมาโทกราฟี (ซิลิกาเจล 10.0 กรัม) ใช้ระบบชะ เฮกเซน และเฮกเซน - อะซีโตน (97 : 3) ใช้ระบบละ 100 มิลลิลิตร เก็บครั้งละ 5 มิลลิลิตร และ เฮกเซน - อะซีโตน (97 : 3 - 95 : 5) ใช้ระบบละ 100 มิลลิลิตร เก็บครั้งละ 5 มิลลิลิตร และเพิ่มระบบเป็น (95 : 5 - 90 : 10) ได้สารทั้งหมด 45 กลุ่มย่อย เมื่อตรวจสอบด้วย TLC ให้สีม่วงกับ anisaldehyde reagent สามารถรวมสารที่เหมือนกันได้กลุ่มสารทั้งหมด 5 กลุ่มย่อย (ตาราง 21)

ตาราง 21 การแยกสารกลุ่ม 5.1.2 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
เฮกเซน : อะซีโตน			
97 : 3	5.1.2.1	9.5	ของแข็งสีขาว สารผสม <b>G</b>
97 : 3	5.1.2.2	0.6	ของแข็งสีขาว
97 : 3	5.1.2.3	13.6	ของแข็งสีขาว สาร <b>B</b>
97 : 3 - 96 : 4	5.1.2.4	8.7	ของแข็งสีขาว
90 : 10	5.1.2.5	6.6	สารหนืดสีเหลือง

2.1.5.1.2 สารกลุ่มย่อย 5.1.8 (68.6 มิลลิกรัม) มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาว เขียว ได้จากการชะด้วยเฮกเซน - เอทิลอะซีเตต (80 : 20) จาก TLC ให้สีม่วงกับ anisaldehyde reagent จากนั้นล้างด้วยเฮกเซน และ อะซีโตน ได้สาร 2 กลุ่ม กลุ่ม 1 (36.4 มิลลิกรัม) มีลักษณะเป็นสารหนืดสีเขียว สารกลุ่ม 2 (32.3 มิลลิกรัม) มีลักษณะเป็นสารหนืดสีเหลือง นำสารกลุ่ม 2 มาแยกต่อด้วย คอลัมน์โครมาโทกราฟี (ซิลิกาเจล 10.0 กรัม) ใช้ระบบชะเฮกเซน - อะซีโตน (95 : 5 - 94 : 6) ใช้ระบบละ 100 มิลลิลิตร เก็บครั้งละ 5 มิลลิลิตร และชะด้วยเมทานอลได้สารทั้งหมด 70 กลุ่มย่อย เมื่อตรวจสอบด้วย TLC โดยการแสดงผลกับ anisaldehyde reagent และแสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต สามารถรวมสารที่เหมือนกันได้กลุ่มสารทั้งหมด 7 กลุ่มย่อย (ตาราง 22)

ตาราง 22 การแยกกลุ่ม 5.1.8 โดยคอลัมน์โครมาโทกราฟี

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
เฮกเซน : อะซีโตน			
95 : 5	5.1.8.1	11.6	ของแข็งสีขาว
95 : 5	5.1.8.2	3.0	ของแข็งสีขาว
95 : 5	5.1.8.3	1.9	ของแข็งสีขาว
95 : 5	5.1.8.4	1.5	ของแข็งสีขาว
95 : 5	5.1.8.5	4.2	ของแข็งสีขาว สาร F
95 : 5	5.1.8.6	12.7	ของแข็งสีขาว
95 : 5 เมทานอล	5.1.8.7	2.4	สารหนืดสีเหลือง

2.1.5.2 สารกลุ่มย่อย 5.2 (1.9 กรัม) มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาวอมเขียว ได้จากการล้างด้วยเฮกเซน ของสารกลุ่มย่อยที่ 5 จาก TLC ให้สีม่วงกับ anisaldehyde reagent และมีบางตำแหน่งที่แสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต จึงน่าสนใจที่จะแยกต่อด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี (ซิลิกาเจล 65.0 กรัม) ใช้ระบบชะเฮกเซน และเฮกเซน - อะซีโตน (94 : 6) ใช้ระบบละ 250 มิลลิลิตร และ เฮกเซน - อะซีโตน (ตั้งแต่ 94 : 6 - 90 : 10) เพิ่มขั้นระบบละ 2% ใช้ระบบละ 250 และเพิ่มระบบเป็นเฮกเซน - อะซีโตน (90 : 10 - 86 : 14) และ (80 : 20) เก็บครั้งละ 5 มิลลิลิตร และชะด้วยอะซีโตน ได้สารทั้งหมด 157 กลุ่มย่อย เมื่อตรวจสอบด้วย TLC โดยการแสดงผลกับ anisaldehyde reagent และแสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต สามารถรวมสารที่เหมือนกันได้กลุ่มสารทั้งหมด 10 กลุ่มย่อย (ตาราง 23)

ตาราง 23 การแยกกลุ่ม 5.2 โดยคอลัมน์โครมาโทกราฟี

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
เฮกเซน : อะซีโตน			
94 : 6	5.2.1	30.1	ของแข็งสีเหลืองเข้ม
94 : 6	5.2.2	108.1	ของแข็งสีเหลืองอมขาว
94 : 6	5.2.3	180.4	ของแข็งสีขาว สาร G
94 : 6 - 92 : 8	5.2.4	137.0	ของแข็งสีเหลืองอมขาว
92 : 8 - 90 : 10	5.2.5	540.5	ของแข็งสีเหลืองอมขาว
90 : 10	5.2.6	190.3	ของแข็งสีเหลือง
90 : 10 - 86 : 14	5.2.7	385.9	ของแข็งสีเหลือง
86 : 14	5.2.8	8.7	ของแข็งสีเหลือง
86 : 14 - 80 : 20	5.2.9	16.0	สารหนืดสีเขียว
เมทานอล			
เมทานอล	5.2.10	13.8	สารหนืดสีเขียวเข้ม

2.1.6 นำสารกลุ่ม 6 (1.9 กรัม) มีลักษณะเป็นของแข็งหนืดสีเขียวอมเหลือง ได้จากการชะด้วยเฮกเซน - ไดคลอโลมีเทน (40 :60 - 20 :80) นำมาล้างด้วยตัวทำละลายเฮกเซน และอะซีโตนได้สารกลุ่มย่อย 2 กลุ่ม สารกลุ่มย่อย 6.1 (731.8 มิลลิกรัม) เป็นของแข็งสีเขียวเหลือง สารกลุ่มย่อย 6.2 (1.1 กรัม) เป็นสารหนืดสีเขียวเข้ม

2.1.6.1 สารกลุ่มย่อย 6.1 (731.8 มิลลิกรัม) มีลักษณะเป็นของแข็งสีเขียวเหลือง ได้จากการล้างด้วยเฮกเซนของสารกลุ่มย่อย 6 จาก TLC ให้สีม่วงกับ anisaldehyde reagent และมีบางตำแหน่งที่แสดงผลภายใต้แสง จึงน่าสนใจที่จะแยกต่อด้วยคอลัมน์ โครมาโทกราฟี (ซิลิกาเจล 15.0 กรัม) ใช้ระบบชะเฮกเซน - อะซีโตน (92 : 8) ใช้ระบบละ 100 มิลลิลิตร และเฮกเซน - อะซีโตน (ตั้งแต่ 92 : 8 - 86 : 14) เพิ่มขั้วระบบละ 2% ใช้ระบบละ 100 และเพิ่มระบบเป็นเฮกเซน - อะซีโตน (25 : 75) และ อะซีโตน เก็บครั้งละ 8 มิลลิลิตร ได้สารทั้งหมด 127 กลุ่มย่อย เมื่อตรวจสอบด้วย TLC โดยการแสดงผลกับ anisaldehyde reagent และแสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต สามารถรวมสารที่เหมือนกันได้กลุ่มสารทั้งหมด 10 กลุ่มย่อย (ตาราง 24)

ตาราง 24 การแยกกลุ่ม 6.1 โดยคอลัมน์โครมาโทกราฟี

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
เฮกเซน : อะซีโตน			
92 : 8	6.1.1	9.7	สารหนืดสีเหลือง
92 : 8	6.1.2	21.3	สารหนืดสีเขียวอมเหลือง
92 : 8	6.1.3	48.7	ของแข็งสีขาว สาร H
92 : 8	6.1.4	294.3	สารหนืดสีเขียวเข้ม
92 : 8	6.1.5	67.5	สารหนืดสีเขียวเข้ม
92 : 8	6.1.6	25.6	สารหนืดสีเขียวเข้ม
92 : 8 - 90 : 10	6.1.7	13.3	สารหนืดสีเขียวเข้ม
90 : 10 - 86 : 14	6.1.8	22.4	สารหนืดสีเขียวเข้ม
86 : 14 - 25 : 75	6.1.9	14.3	สารหนืดสีเขียวเข้ม
อะซีโตน	6.1.10	53.5	ของแข็งหนืดสีเขียวเข้ม

2.1.7 สารกลุ่มย่อย 7 (2.5 กรัม) มีลักษณะเป็นสารหนืดสีเขียวเข้ม ได้จากการชะด้วยเฮกเซน - ไตคลอโรมีเทน (40 : 60 - 20 : 80) จาก TLC ให้สีม่วงกับ anisaldehyde reagent และมีบางตำแหน่งที่แสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต จึงน่าสนใจที่จะแยกด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี (ซิลิกาเจล 65.0 กรัม) ใช้ระบบชะเฮกเซน - อะซีโตน (94 : 6 - 88 : 12) ใช้ระบบละ 250 มิลลิลิตร เพิ่มซ้ำระบบละ 2% และเพิ่มระบบเป็น เฮกเซน - อะซีโตน (88 : 12 - 75 : 25) ใช้ระบบละ 250 มิลลิลิตร เก็บครั้งละ 8 มิลลิลิตร ได้สารทั้งหมด 147 กลุ่มย่อย เมื่อตรวจสอบด้วย TLC โดยการแสดงผลกับ anisaldehyde reagent และแสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต สามารถรวมสารที่เหมือนกันได้กลุ่มสารทั้งหมด 7 กลุ่มย่อย (ตาราง 25)

ตาราง 25 การแยกกลุ่ม 7 โดยคอลัมน์โครมาโทกราฟี

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
เฮกเซน : อะซีโตน			
94 : 6 - 92 : 8	7.1	37.9	ของแข็งสีขาวเหลือง
92 : 8	7.2	20.9	สารหนืดสีเหลือง
92 : 8 - 90 : 10	7.3	302.2	ของแข็งสีขาวอมเขียว
90 : 10	7.4	415.2	สารหนืดสีเขียวอมเหลือง

ตาราง 25 (ต่อ)

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
เฮกเซน : อะซีโตน			
90 : 10	7.5	640.2	สารเหนียวสีขาวเข้ม
90 : 10 - 88 : 12	7.6	430.9	สารเหนียวสีขาวอมน้ำตาล
88 : 12 - 75 : 25	7.7	346.9	สารเหนียวน้ำตาลเข้ม

2.1.7.1 สารกลุ่มย่อย 7.6 (430.9 มิลลิกรัม) มีลักษณะเป็นสารเหนียวสีขาวอมน้ำตาลได้จากการชะด้วยเฮกเซน - อะซีโตน (90 : 10 - 88 : 12) จาก TLC ให้สีม่วงกับ anisaldehyde reagent นำไปแยกด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี (ซิลิกาเจล 15.0 กรัม) ใช้ระบบชะเฮกเซน - อะซีโตน (90 : 10 - 88 : 12) ใช้ระบบละ 100 มิลลิลิตร เพิ่มหัวระบบละ 1% และเพิ่มระบบเป็น เฮกเซน - อะซีโตน (85 : 15) เก็บครั้งละ 8 มิลลิลิตร และชะด้วยอะซีโตน และเมทานอลตามลำดับ ใช้ระบบละ 100 เก็บครั้งละ 3 มิลลิลิตร ได้สารทั้งหมด 75 กลุ่มย่อย เมื่อตรวจสอบด้วย TLC โดยการแสดงผลกับ anisaldehyde reagent และแสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต สามารถรวมสารที่เหมือนกันได้กลุ่มสารทั้งหมด 7 กลุ่มย่อย (ตาราง 26)

ตาราง 26 ผลการแยกสารกลุ่ม 7.6 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
เฮกเซน - อะซีโตน			
90 : 10 - 89 : 11	7.6.1	42.6	สารเหนียวสีเหลือง
89 : 11	7.6.2	16.5	ของแข็งสีเหลืองอมขาว
89 : 11	7.6.3	29.2	ของแข็งสีขาวอมเหลือง
89 : 11	7.6.4	147.7	ของแข็งสีเหลืองอมเขียว
88 : 12 - 85 : 15	7.6.5	101.0	สารเหนียวสีขาวอมน้ำตาล
อะซีโตน	7.6.6	34.4	ของแข็งสีเขียวอมเหลือง
เมทานอล	7.6.7	21.5	ของแข็งสีเขียวอมเหลือง

2.1.7.1.2 สารกลุ่มย่อย 7.6.6 (34.4 มิลลิกรัม) มีลักษณะเป็นของแข็งสีเขียวอมเหลืองได้จากการชะด้วยอะซีโตน จาก TLC ให้สีม่วงกับ anisaldehyde reagent นำไปแยกด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี (ซิลิกาเจล 10.0 กรัม) ใช้ระบบชะเฮกเซน - อะซีโตน (90 : 10) ใช้ระบบละ 100 มิลลิลิตร เก็บครั้งละ 1 มิลลิลิตร ได้สารทั้งหมด 38 กลุ่มย่อย เมื่อตรวจสอบ

ตาราง 27 การแยกกลุ่ม 7.6.6 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
เฮกเซน : อะซีโตน			
90 : 10	7.6.6.1	4.1	สารหนืดสีเหลือง
90 : 10	7.6.6.2	7.7	สารหนืดสีเขียว
90 : 10	7.6.6.3	10.1	สารหนืดสีเขียว
90 : 10	7.6.6.4	16.0	สารหนืดสีเขียว

2.1.8 สารกลุ่มย่อย 8 (4.8 กรัม) มีลักษณะเป็นสารหนืดสีเขียวเข้ม ได้จากการชะด้วยไดคลอโรมีเทน - เอทิลอะซีเตต (95 : 5 - 85 : 15) จาก TLC ให้สีม่วงกับ anisaldehyde reagent และมีบางตำแหน่งที่แสดงผลภายใต้แสง จึงน่าสนใจที่จะแยกด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี (ซิลิกาเจล 65.0 กรัม) ใช้ระบบชะเฮกเซน - อะซีโตน ใช้ระบบละ 250 มิลลิลิตร เพิ่มขั้วระบบละ 1% และเพิ่มระบบเป็น เฮกเซน - อะซีโตน (88 : 12 - 80 : 20) ใช้ระบบละ 250 มิลลิลิตร เพิ่มขั้วระบบละ 2% และเพิ่มระบบเป็น เฮกเซน - อะซีโตน (75 : 25 - 40 : 60) ใช้ระบบละ 250 มิลลิลิตร เพิ่มขั้วระบบละ 5% เก็บครั้งละ 30 มิลลิลิตร ได้สารทั้งหมด 133 กลุ่มย่อย เมื่อตรวจสอบด้วย TLC โดยการแสดงผลกับ anisaldehyde reagent และแสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต สามารถรวมสารที่เหมือนกันได้กลุ่มสารทั้งหมด 14 กลุ่มย่อย (ตาราง 28)

ตาราง 28 การแยกกลุ่ม 8 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
เฮกเซน : อะซีโตน			
92 : 8	8.1	24.0	สารหนืดสีเหลือง
92 : 8 - 91 : 9	8.2	77.8	ของแข็งสีเหลือง
91 : 9 - 90 : 10	8.3	97.6	สารหนืดสีเขียว
90 : 10	8.4	175.5	ของแข็งสีเหลือง
90 : 10	8.5	33.8	ของแข็งสีขาว สาร I
90 : 10	8.6	38.1	ของแข็งสีขาวอมเหลือง

ตาราง 28 (ต่อ)

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
เฮกเซน : อะซีโตน			
90 : 10	8.7	364.4	สารหนืดสีน้ำตาล
92 : 8	8.1	24.0	สารหนืดสีเหลือง
92 : 8 - 91 : 9	8.2	77.8	ของแข็งสีเหลือง
91 : 9 - 90 : 10	8.3	97.6	สารหนืดสีเขียว
90 : 10	8.4	175.5	ของแข็งสีเหลือง
90 : 10	8.5	33.8	ของแข็งสีขาว สาร I
90 : 10	8.6	38.1	ของแข็งสีขาวอมเหลือง
90 : 10	8.7	364.4	สารหนืดสีน้ำตาล
88 : 12 - 86 : 14	8.8	515.4	สารหนืดสีน้ำตาล
86 : 14 - 84 : 16	8.9	833.4	สารหนืดสีน้ำตาลดำ
86 : 14 - 84 : 16	8.10	54.3	ของแข็งสีขาวอมเหลืองสารผสม I
80 : 20 - 60 : 40	8.11	400.2	ของแข็งสีเขียวเหลือง
อะซีโตน	8.12	291.9	ของแข็งสีเหลืองอมเขียว
ไดคลอโรมีเทน	8.13	721.2	ของแข็งสีน้ำตาลเข้ม
เมทานอล	8.14	152.1	ของแข็งสีน้ำตาลเหลือง

2.1.8.2 สารกลุ่มย่อย 8.10 (54.3 มิลลิกรัม) มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาวอมเหลืองได้จากการชะด้วยเฮกเซน - อะซีโตน (88 : 12 - 86 : 14) จาก TLC ให้สีม่วงกับ anisaldehyde reagent ข้อมูล NMR พบว่ามีสารประกอบ I (sss 2972) เป็นส่วนประกอบหลักนำไปแยกต่อด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี (ซิลิกาเจล 5.0 กรัม) ด้วยระบบตัวชะเฮกเซน - อะซีโตน (95 : 15 - 80 : 20) ใช้ระบบละ 50 มิลลิลิตร เพิ่มหัวระบบละ 5% และเพิ่มระบบเป็น อะซีโตน เก็บครั้งละ 1 มิลลิลิตร ได้สารทั้งหมด 56 กลุ่มย่อย เมื่อตรวจสอบด้วย TLC โดยการแสดงผลกับ anisaldehyde reagent และแสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต สามารถรวมสารที่เหมือนกันได้ กลุ่มสารทั้งหมด 2 กลุ่มย่อย (ตาราง 29)

ตาราง 29 การแยกสารกลุ่ม 8.10 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
เฮกเซน : อะซีโตน			
90 : 10	8.10.1	0.5	ของแข็งสีขาวสาร I
90 : 10	8.10.2	8.5	ของแข็งสีขาวสาร I

2.1.8.3 สารกลุ่มย่อย 8.11 (400.2 มิลลิกรัม) มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาว เหลืองได้จากการชะด้วยเฮกเซน - อะซีโตน (80 : 20 - 60 : 40) จาก TLC ให้สีม่วงกับ anisaldehyde reagent นำไปแยกด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี (ซิลิกาเจล 5.0 กรัม) ใช้ระบบชะ เฮกเซน - อะซีโตน (90 : 10) ใช้ระบบทั้งหมด 800 มิลลิลิตร เพิ่มขั้วระบบละ 5% และเพิ่มระบบ เป็น เฮกเซน - อะซีโตน (85 : 15) เอทิลอะซีเตต และ เมทานอล ตามลำดับ เก็บครั้งละ 1 มิลลิลิตร ได้สารทั้งหมด 65 กลุ่มย่อย เมื่อตรวจสอบด้วย TLC โดยการแสดงผลกับ anisaldehyde reagent และแสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต สามารถรวมสารที่เหมือนกันได้ กลุ่มสารทั้งหมด 6 กลุ่มย่อย (ตาราง 30)

ตาราง 30 การแยกสารกลุ่ม 8.11 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
เฮกเซน : อะซีโตน			
90 : 10	8.11.1	9.1	สารหนืดสีเหลือง
90 : 10	8.11.2	90.8	สารหนืดสีเหลืองน้ำตาล
90 : 10	8.11.3	98.0	สารหนืดสีเหลืองน้ำตาล
90 : 10	8.11.4	38.9	สารหนืดสีน้ำตาล
อะซีโตน	8.11.5	47.9	สารหนืดสีน้ำตาลเข้ม
เมทานอล	8.11.6	25.9	สารหนืดสีน้ำตาลดำ

2.1.8.4 สารกลุ่มย่อย 8.11.3 (98.0 มิลลิกรัม) มีลักษณะเป็นสารหนืดสี เหลืองน้ำตาลเหลืองได้จากการชะด้วยเฮกเซน - อะซีโตน (90 : 10) จาก TLC ให้สีม่วงกับ anisaldehyde reagent แบ่งสารส่วนหนึ่ง (10.0 มิลลิกรัม) มาแยกด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี แบบ (sephadex - LH 20) ระบบชะไดคโลโรมีเทน - เมทานอล (1 : 99) ใช้ตัวชะทั้งหมด 100 มิลลิลิตร เก็บครั้งละ 1 มิลลิลิตร ได้สารทั้งหมด 50 กลุ่มย่อย เมื่อตรวจสอบด้วย TLC โดยการ

ตาราง 31 การแยกสารกลุ่ม 8.11.3 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
ไดคลอโรมีเทน : เมทานอล			
1 : 99	8.11.3.1	2.7	ของแข็งสีขาวเหลือง
1 : 99	8.11.3.2	6.3	สารหนืดสีเขียว
1 : 99	8.11.3.3	2.4	ของแข็งสีเหลือง

2.1.8.5 สารกลุ่มย่อย 8.12 (291.9 มิลลิกรัม) มีลักษณะเป็นของแข็งสีเหลืองอมเขียวได้จากการชะด้วย อะซีโตน จาก TLC ให้สีม่วงกับ anisaldehyde reagent นำไปแยกต่อด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี (ซิลิกาเจล 5 กรัม) ใช้ระบบชะเฮกเซน - เอทิลอะซีเตต (80 : 20 - 78 : 22) ใช้ระบบทั้งหมด 100 มิลลิลิตร เพิ่มขั้วระบบละ 1% เก็บครั้งละ 8 มิลลิลิตร ได้สารทั้งหมด 74 กลุ่มย่อย เมื่อตรวจสอบด้วย TLC โดยการแสดงผลกับ anisaldehyde reagent และแสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต สามารถรวมสารที่เหมือนกันได้กลุ่มสารทั้งหมด 6 กลุ่มย่อย (ตาราง 32)

ตาราง 32 การแยกสารกลุ่ม 8.12 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
เฮกเซน : เอทิลอะซีเตต			
20 : 80	8.12.1	3.7	ของแข็งสีเหลือง
20 : 80	8.12.2	3.7	ของแข็งสีเหลือง
20 : 80	8.12.3	35.8	ของแข็งสีน้ำตาล
79 : 21	8.12.4	117.9	สารหนืดสีดำ
79 : 21	8.12.5	19.4	สารหนืดสีดำ
79 : 21 - 78 : 22	8.12.6	44.6	ของแข็งสีน้ำตาล

2.1.9 สารกลุ่มย่อย 9 (6.2 กรัม) มีลักษณะเป็นสารหนืดสีเขียวเข้มได้จากการชะด้วยเฮกเซน - เอทิลอะซีเตต (85 : 15 - 70 : 30) จาก TLC ให้สีม่วงกับ anisaldehyde reagent นำไปแยกต่อด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี (ซิลิกาเจล 65.0 กรัม) ด้วยระบบตัวชะเฮกเซน - เอทิลอะซีเตต

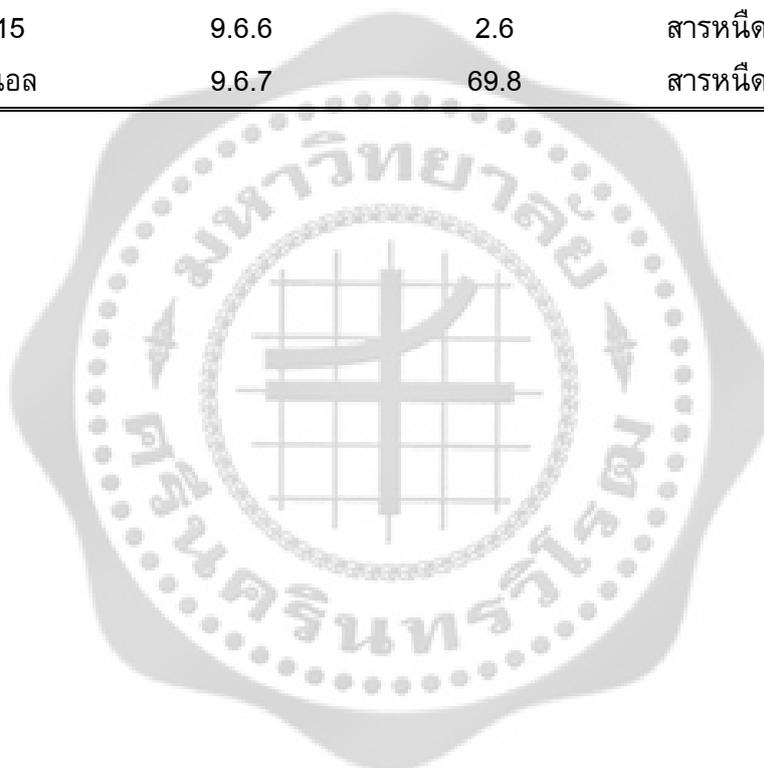
ตาราง 33 การแยกสารกลุ่ม 9 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี

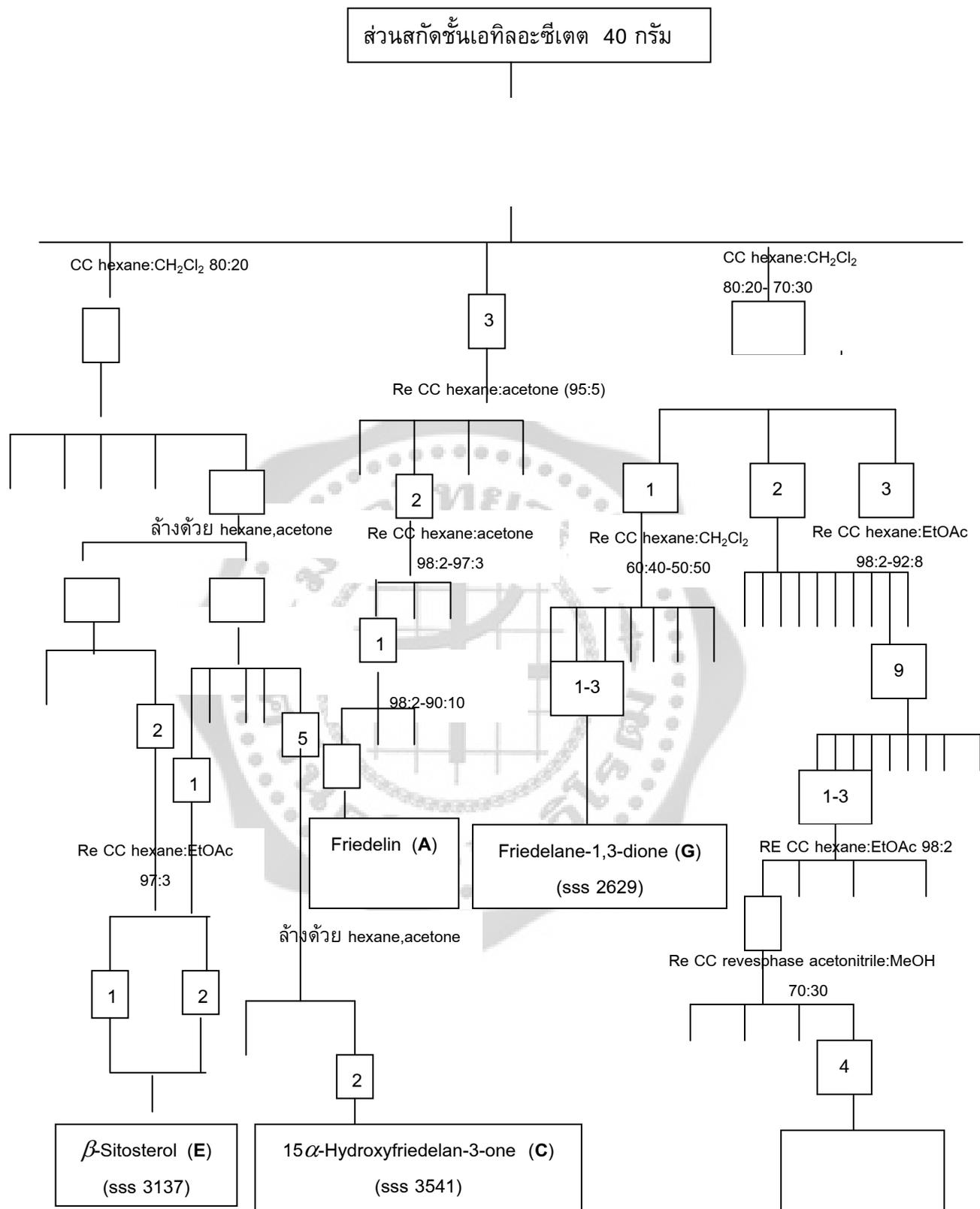
ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
เฮกเซน : อะซีโตน			
92.5 : 7.5	9.1	12.7	ของแข็งสีขาวเหลือง
86 : 14 - 84 : 16	9.2	333.3	สารหนืดสีเหลืองเขียว
84 : 16	9.3	341.7	สารหนืดสีเหลืองเขียว
84 : 16 - 80 : 20	9.4	897.3	สารหนืดสีเขียว
80 : 20	9.5	396.7	สารหนืดสีเขียว
80 : 20	9.6	24.0	ของแข็งสีเหลือง
80 : 20	9.7	1.4 กรัม	ของแข็งสีเหลืองดำ
74 : 26 - 70 : 30	9.8	151.3	ของแข็งสีน้ำตาลดำ
70 : 30 - 60 : 40	9.9	480.6	สารหนืดสีน้ำตาลแดง
ไคคลอโรมีเทน	9.10	330.8	ของแข็งสีน้ำตาลเหลือง
เมทานอล	9.11	193.8	ของแข็งสีน้ำตาลดำ

2.1.9.6 สารกลุ่มย่อย 9.6 (24.0 มิลลิกรัม) มีลักษณะเป็นของแข็งสีเหลือง จากการชะด้วยเฮกเซน - เอทิลอะซีเตต (80 : 20) จาก TLC ให้สีม่วงกับ anisaldehyde reagent นำไปแยกด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี (ซิลิกาเจล 5.0 กรัม) ด้วยระบบตัวชะ เฮกเซน - อะซีโตน (85 : 15) ใช้ระบบทั้งหมด 150 มิลลิลิตร เก็บครั้งละ 3 มิลลิลิตรและชะด้วยเมทานอล ได้สารทั้งหมด 50 กลุ่มย่อย เมื่อตรวจสอบด้วย TLC โดยการแสดงผลกับ anisaldehyde reagent และแสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต สามารถรวมสารที่เหมือนกันได้กลุ่มสารทั้งหมด 6 กลุ่มย่อย (ตาราง 34)

ตาราง 34 การแยกสารกลุ่ม 9.6 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
เฮกเซน : อะซีโตน			
85 : 15	9.6.1	1.4	สารหนืดสีเหลือง
85 : 15	9.6.2	2.5	ของแข็งสีเหลือง
85 : 15	9.6.3	1.8	ของแข็งสีเหลือง
85 : 15	9.6.4	6.3	ของแข็งสีขาว
85 : 15	9.6.5	1.9	สารหนืดสีเหลือง
85 : 15	9.6.6	2.6	สารหนืดสีเขียวเหลือง
เมทานอล	9.6.7	69.8	สารหนืดสีเขียวน้ำตาล





ภาพประกอบ 41 ขั้นตอนการแยกสารบริสุทธิ์จากส่วนสกัดชั้นเอทิลอะซิเตต



## 2.2 การแยกสารจากส่วนสกัดชั้นเมทานอล และทำสารให้บริสุทธิ์

นำส่วนสกัดชั้นเมทานอล 20 กรัม มาแยกด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี ชนิดเร็ว (ซิลิกาเจล 150.0 กรัม) ใช้ระบบชะเป็นเฮกเซน เฮกเซน - ไดคลอโรมีเทน (50 : 50) ไดคลอโรมีเทน ไดคลอโรมีเทน - เอทิลอะซีเตต (ตั้งแต่ 95 : 5 - 10 : 90) เพิ่มความเป็นขั้วระบบละ 5% เอทิลอะซีเตต เอทิลอะซีเตต - เมทานอล (ตั้งแต่ 95 : 5 - 70 : 30) เพิ่มความเป็นขั้วระบบละ 5% และเพิ่มความเป็นขั้วเป็น เอทิลอะซีเตต - เมทานอล (ตั้งแต่ 70 : 30 - 90 : 10) เพิ่มความเป็นขั้วระบบละ 10% และชะด้วยเมทานอล เมทานอล - น้ำ (95 : 5) ใช้ระบบละ 300 มิลลิลิตร เก็บครั้งละ 100 มิลลิลิตร ได้สารทั้งหมด 102 กลุ่ม เมื่อตรวจสอบด้วย TLC โดยการแสดงผลกับ anisaldehyde reagent และแสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต สามารถรวมสารที่แสดงผลเหมือนกัน ได้กลุ่มสารทั้งหมด 10 กลุ่ม (ตาราง 35)

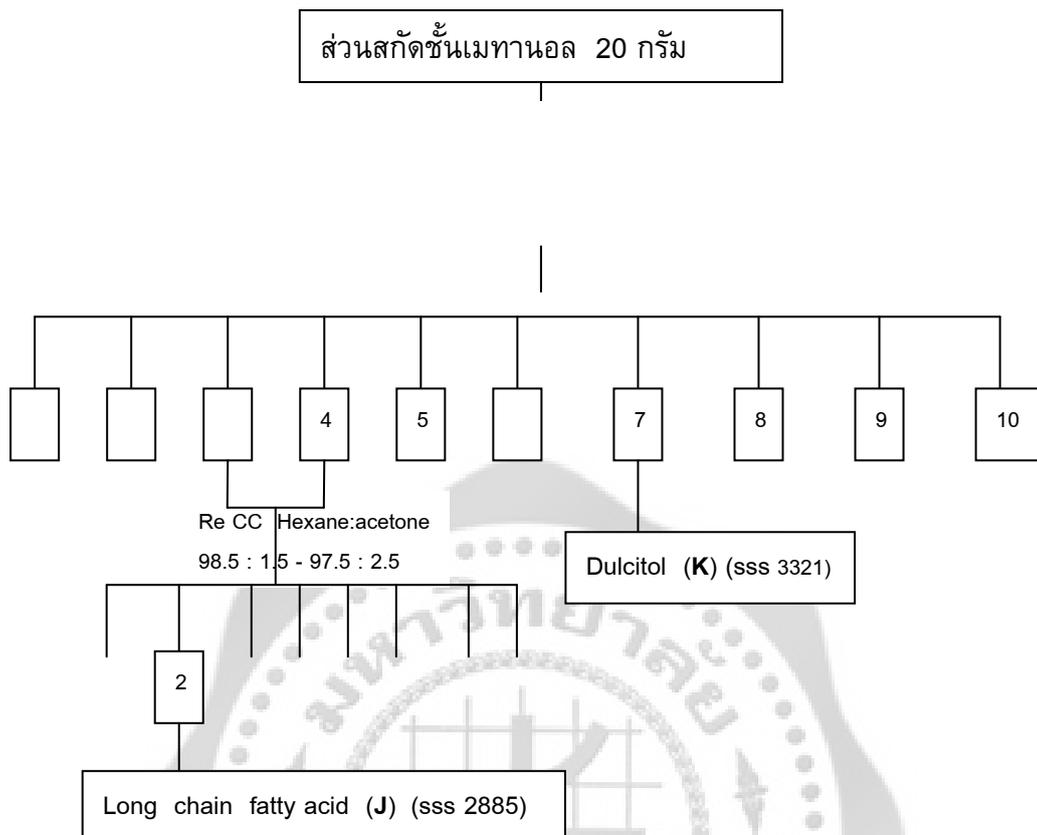
ตาราง 35 การแยกสารสกัดชั้นเมทานอล ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
เฮกเซน : ไดคลอโรมีเทน			
50 : 50 - ไดคลอโรมีเทน	1	266.7	สารหนืดสีเหลือง
ไดคลอโรมีเทน	2	82.2	สารหนืดสีเหลืองเขียว
ไดคลอโรมีเทน- เอทิลอะซีเตต			
95 : 5 - 90 : 10			
90 : 10 - 85 : 15	3	374.0	สารหนืดสีเขียว
85 : 15 - 65 : 35	4	293.1	สารหนืดสีเขียว
65 : 35 - 35 : 65	5	417.1	สารหนืดสีเขียว
35 : 65	6	448.9	สารหนืดสีดำ
เอทิลอะซีเตต - เมทานอล			
95 : 5			
85 : 15 - 65 : 35	7	230.3	ของแข็งสีขาว สาร <b>K</b>
85 : 15 - 65 : 35	8	6.6 กรัม	สารหนืดสีดำ
60 : 40 - 10 : 90	9	9.3 กรัม	สารหนืดสีแดง
เมทานอล	10	1.8 กรัม	ของแข็งสีน้ำตาล
เมทานอล - น้ำ			

2.2.1 สารกลุ่ม 3 (374.0 มิลลิกรัม) และ กลุ่มย่อย 4 (293.1 มิลลิกรัม) มีความน่าสนใจ จึงนำไปแยกต่อด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี (ซิลิกาเจล 65.0 กรัม) ด้วยระบบตัวชะเฮกเซน - อะซีโตน (90 : 10) ใช้ระบบ 300 มิลลิลิตร เก็บครั้งละ 10 มิลลิลิตร แล้วค่อยๆ เพิ่มขั้วเป็นเฮกเซน - อะซีโตน (90 : 10 - 70 : 30) ใช้ระบบ 300 มิลลิลิตร เก็บครั้งละ 10 มิลลิลิตร ได้สารกลุ่มย่อยทั้งหมด 125 กลุ่มย่อย เมื่อตรวจสอบด้วย TLC โดยการแสดงผลกับ anisaldehyde reagent และแสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต สามารถรวมสารที่เหมือนกันได้กลุ่มสารทั้งหมด 8 กลุ่มย่อย (ตาราง 36)

ตาราง 36 การแยกสารกลุ่ม 3 และ 4 ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี

ระบบตัวชะ	กลุ่มสาร	น้ำหนักที่ได้ (มิลลิกรัม)	ลักษณะสาร
เฮกเซน : อะซีโตน			
90 : 10	3.1	31.4	สารหนืดสีเหลือง
90 : 10 - 88 : 12	3.2	53.1	สารหนืดสีขาวเหลือง สาร J
88 : 12 - 86 : 14	3.3	80.4	สารหนืดสีเขียวเหลือง
86 : 14 - 80 : 20	3.4	52.7	สารหนืดสีน้ำตาล
80 : 20 - 75 : 25	3.5	13.8	ของแข็งสีน้ำตาล
75 : 25 - 70 : 30	3.6	226.0	สารหนืดสีน้ำตาลดำ
70 : 30 - 30 : 70	3.7	137.3	สารหนืดสีน้ำตาลดำ
เมทานอล	3.8	37.1	ของแข็งสีน้ำตาล



ภาพประกอบ 42 ขั้นตอนการแยกสารบริสุทธิ์จากส่วนสกัดชั้นเมทานอล

### การศึกษาสมบัติทางกายภาพและสูตรโครงสร้างของสารบริสุทธิ์ที่แยกได้จากลำต้นตากวาง

สารบริสุทธิ์ที่แยกได้ นำมาหาสูตรโครงสร้างโดยใช้วิธีทางสเปกโทรสโกปีโดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ 1D- และ 2D-NMR และ แมสสเปกโทรเมตรี และโดยการเปรียบเทียบข้อมูลต่าง ๆ ของสารกับที่มีผู้รายงานไว้แล้ว ในงานวิจัยนี้บันทึกค่า  $R_f$  ของสารบนแผ่น precoated silica gel 60 GF<sub>254</sub> การหาตำแหน่งของสารบน TLC ใช้แสงอัลตราไวโอเลตที่ 254 และ/หรือ 365 nm และ การใช้ anisaldehyde agent โดยนำไปทาบนแผ่น TLC แล้วนำไปให้ความร้อนที่ 80-120 °C นาน 1 นาที ซึ่งจะปรากฏเป็นสีแตกต่างกัน การบันทึกจุดหลอมเหลวด้วยเครื่อง Griffin รายงานในหน่วย °C การบันทึกค่า optical rotation ใช้เครื่อง Jasco DIP-370 Digital polarimeter แสดงผลเป็น  $[\alpha]_D^{temp}$  ในตัวทำละลาย  $CHCl_3$  หรือ  $H_2O$  การบันทึกแถบการดูดกลืนรังสีอินฟราเรดในสภาพ KBr disc หรือในสภาพสารบริสุทธิ์ (Neat) ใช้เครื่อง Perkin Elmer FT-IR spectrum BX สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ แสดงผลเป็น  $\nu_{max}^{KBr}$  และ  $\nu_{max}^{neat}$  ในหน่วย  $cm^{-1}$  การบันทึกแถบการดูดกลืนรังสียูวี-วิชิเบิลสูงสุด ใช้เครื่อง Shimadzu UV-2401PC สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ แสดงผลเป็น  $\lambda_{max}^{MeOH}$

$\lambda_{\text{max}}$  CHCl<sub>3</sub>



## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

#### 1. ผลการสกัดสารจากลำต้นตากวาง

ลำต้นตากวางแห้งและบดละเอียด (10.2 กิโลกรัม) เมื่อนำมาสกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตตและเมทานอล ได้ส่วนสกัดในชั้นเอทิลอะซิเตต 209.0 กรัม และส่วนสกัดชั้นเมทานอล 652.0 กรัม

#### 2. ผลการแยกสารและการทำสารให้บริสุทธิ์

##### 2.1 ผลการแยกสารจากส่วนสกัดชั้นเอทิลอะซิเตตและการทำสารให้บริสุทธิ์

แบ่งส่วนสกัดชั้นเอทิลอะซิเตต (40.0 กรัม) มาแยกและทำสารให้บริสุทธิ์โดยคอลัมน์โครมาโทกราฟีชนิดเร็ว ได้กลุ่มสารทั้งหมด 13 กลุ่ม (ตาราง 2) จากการนำกลุ่มสารในตาราง 2 มาทำให้บริสุทธิ์โดยเทคนิคโครมาโทกราฟีชนิดต่าง ๆ และเมื่อนำสารที่แยกได้มาตรวจสอบด้วยเทคนิค TLC, NMR และ MS สเปกโทรสโกปี พบว่าได้สารบริสุทธิ์ 9 ชนิด

ตาราง 37 สารบริสุทธิ์ที่แยกได้จากส่วนสกัดชั้นเอทิลอะซิเตตของลำต้นตากวาง

	สารบริสุทธิ์	น้ำหนัก (มิลลิกรัม)	% yield จากพืช	ลักษณะสาร
สารประกอบ A	Friedelin	30	$1.5 \times 10^{-3}$	ของแข็งสีขาว
สารประกอบ B	26-Hydroxyfriedelan-3-one	13.6	$6.9 \times 10^{-4}$	ของแข็งสีขาว
สารประกอบ C	15 $\alpha$ -Hydroxyfriedelan-3-one	1.6	$8.1 \times 10^{-5}$	ของแข็งสีขาว
สารประกอบ D	$\alpha$ -Amyrin	30.7	$1.5 \times 10^{-3}$	ของแข็งสีขาว
สารประกอบ E	$\beta$ -Sitosterol	22.9	$1.1 \times 10^{-3}$	ของแข็งสีขาว
สารประกอบ F	20,29-Epoxydalacianone	4.2	$2.1 \times 10^{-4}$	ของแข็งสีขาว
สารประกอบ G	Friedelane-1,3-dione	6.3 กรัม	$3.2 \times 10^{-1}$	ของแข็งสีขาว
สารประกอบ H	26-Hydroxyfriedelane-1,3-dione	48.7	$2.4 \times 10^{-3}$	ของแข็งสีขาว
สารประกอบ I	29-Hydroxyfriedelane-1,3-dione	42.8	$2.1 \times 10^{-3}$	ของแข็งสีขาว

## 2.2 ผลการแยกสารจากส่วนสกัดชั้นเมทานอลและการทำสารให้บริสุทธิ์

แบ่งส่วนสกัดชั้นเมทานอล (20.0 กรัม) มาแยกและทำสารให้บริสุทธิ์โดยคอลัมน์โครมาโทกราฟีชนิดเร็ว ได้สารกลุ่ม 10 กลุ่มย่อย (ตาราง 35) จากการนำกลุ่มสารในตาราง 35 มาทำให้บริสุทธิ์โดยเทคนิคโครมาโทกราฟีชนิดต่าง ๆ และเมื่อนำสารที่แยกได้มาตรวจสอบด้วยเทคนิค TLC, NMR และ MS สเปกโทรสโกปี พบว่าได้สารบริสุทธิ์ 2 ชนิด

ตาราง 38 สารบริสุทธิ์ที่แยกได้จากส่วนสกัดชั้นเมทานอลของลำต้นตากวาง

สารประกอบ	สารบริสุทธิ์	น้ำหนัก (มิลลิกรัม)	% yield จากพืช	ลักษณะสาร
สารประกอบ J	Long chain fatty acid	30	$1.5 \times 10^{-3}$	สารหนืดสีขาวเหลือง
สารประกอบ K	Dulcitol	13.6	$6.9 \times 10^{-4}$	ของแข็งสีขาว

## 3. ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพและสูตรโครงสร้างของสารบริสุทธิ์ที่แยกได้จากลำต้นตากวาง

ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพและข้อมูลทางสเปกโทรสโกปีของสารบริสุทธิ์แต่ละชนิดที่แยกได้จากลำต้นตากวาง

### 3.1 สารประกอบ A Friedelin (sss 3136)

เป็นของแข็งสีขาว น้ำหนัก 30.0 มิลลิกรัม mp 248-250 °C (d) (lit. mp 260-263 °C, Klass; et al. 1992: 1626-1630)

$R_f$  0.7 (30% อะซีโตน - เฮกเซน)

$[\alpha]_D^{27.2} = -11.0^\circ$  (c. 0.43,  $\text{CHCl}_3$ ) [lit.  $[\alpha]_D -22.5^\circ$  (c. 1.0,  $\text{CHCl}_3$ ) Klass; et al. 1992: 1626-1630]

$\lambda_{\text{max}}^{\text{MeOH}}$  nm (log  $\epsilon$ ): 203.4 (3.14), 254.0 (2.11)

IR  $\nu_{\text{max}}^{\text{KBr}}$   $\text{cm}^{-1}$ : 2927, 2868, 1715, 1459, 1388, 1362, 1109, 1074, 1050, (lit. 1702)

$^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR ( $\text{CDCl}_3$ ) แสดงในตาราง 39

ESMS (+ve)  $m/z$  (% rel. intensity): 427  $[\text{M}+\text{H}]^+$  (100)

### 3.2 สารประกอบ B 26-Hydroxyfriedelan-3-one (sss 3472)

เป็นของแข็งสีขาว น้ำหนัก 13.6 มิลลิกรัม mp 238 - 240 °C (d)

R<sub>f</sub> 0.5 (20% อะซีโตน - เฮกเซน)

$[\alpha]_D^{27.7} = -0.08^\circ$  (c. 0.23, CHCl<sub>3</sub>)

$\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$  nm (log  $\epsilon$ ) : 203.4 (2.89)

IR  $\nu_{\max}^{\text{KBr}}$  cm<sup>-1</sup> : 3543, 2945, 2867, 1705, 1459, 1426, 1387, 1073, 1039, 1000

<sup>1</sup>H- และ <sup>13</sup>C-NMR (CDCl<sub>3</sub>) แสดงในตาราง 41

ESMS (+ve) *m/z* (% rel. intensity) : 443 [M+H]<sup>+</sup> (100)

### 3.3 สารประกอบ C 15 $\alpha$ -Hydroxyfriedelan-3-one (sss 3541)

เป็นของแข็งสีขาว น้ำหนัก 1.6 มิลลิกรัม mp. 213-215 (d) [lit. mp 275-276°C, Klass; et al. 1992: 1626-1630]

R<sub>f</sub> 0.5 (20% อะซีโตน - เฮกเซน)

$[\alpha]_D^{25.5} = -13.3^\circ$  (c. 0.1320, CHCl<sub>3</sub>) [lit.  $[\alpha]_D = -32.1^\circ$  (c. 0.4, CHCl<sub>3</sub>, Klass; et al. 1992: 1626-1630)]

$\lambda_{\max}^{\text{CHCl}_3}$  nm (log  $\epsilon$ ) : 260.2 (2.69)

IR  $\nu_{\max}^{\text{KBr}}$  cm<sup>-1</sup> : 3449, 2930, 2871, 1715, 1460, 1385, 1072, 1014

<sup>1</sup>H- และ <sup>13</sup>C-NMR (CDCl<sub>3</sub>) แสดงในตาราง 43

ESMS (+ve) *m/z* (% rel. intensity) : 443 [M+H]<sup>+</sup> (100)

### 3.4 สารประกอบ D $\alpha$ -Amyrin (sss 3451)

เป็นของแข็งสีขาว น้ำหนัก 30.7 มิลลิกรัม mp 148-150°C (d) [lit. 195-196 °C, Nozaki; et al. 1986: 479-485]

R<sub>f</sub> 0.2 (50 % อะซีโตนไนไตร - เมทานอล)

$[\alpha]_D^{27.5} = +75.49^\circ$  (c. 0.29, CHCl<sub>3</sub>) [lit.  $[\alpha]_D = +143$  c. 0.04, CHCl<sub>3</sub>, Nozaki; et al. 1986: 479-485]

$\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$  nm (log  $\epsilon$ ) : 202.0 (3.72)

IR  $\nu_{\max}^{\text{KBr}}$  3315, 2946, 2920, 2860, 2871, 1460, 1380, 1036, 994

<sup>1</sup>H- และ <sup>13</sup>C-NMR (CDCl<sub>3</sub>) แสดงในตาราง 45

3.5 สารประกอบ **E**  $\beta$ -Sitosterol (sss 3137)

เป็นของแข็งสีขาว น้ำหนัก 22.9 มิลลิกรัม mp 123-125°C (d)

R<sub>f</sub> 0.5 (30% อะซีโตน - เฮกเซน)

IR  $\nu_{\max}^{\text{KBr}}$  cm<sup>-1</sup>: 3425, 2962, 2937, 2866, 2852, 1465, 1381, 1049, 1021

<sup>1</sup>H-NMR (CDCl<sub>3</sub>) แสดงในตาราง 47

3.6 สารประกอบ **F** 20,29-Epoxysalacianone (sss 3567)

เป็นของแข็งสีขาว น้ำหนัก 4.2 มิลลิกรัม mp 222-224 °C (d) [lit. 205-208 °C, Hisham; et al. 1996: 789-794]

R<sub>f</sub> 0.2 (10 % อะซีโตน - เฮกเซน)

$[\alpha]_D^{26.3} = +88.1^\circ$  (c. 0.28, CHCl<sub>3</sub>)

$\lambda_{\max}^{\text{CHCl}_3}$  nm (log  $\epsilon$ ): 284.6 (1.98) 248.0 (2.27)

IR  $\nu_{\max}^{\text{KBr}}$  cm<sup>-1</sup>: 3440, 2941, 2868, 1739, 1704, 1454, 1385, 1162, 1103, 1083

<sup>1</sup>H NMR และ <sup>13</sup>C NMR (CDCl<sub>3</sub>) แสดงในตาราง 48

ESMS (-ve) *m/z* (% rel. intensity) : 453 [M-H]<sup>-</sup> (100)

3.7 สารประกอบ **G** Friedelane-1,3-dione (sss 2629)

เป็นของแข็งสีขาว น้ำหนัก 6.3 กรัม mp 268-270 °C (d) [lit. mp 270-272 °C Klass; et al. 1992: 1626-1630]

R<sub>f</sub> 0.6 (30% อะซีโตน - เฮกเซน)

$[\alpha]_D^{28.1} = +4.1^\circ$  (c. 0.5070, CHCl<sub>3</sub>) [lit.  $[\alpha]_D = +2.2^\circ$  (c. 0.14, CHCl<sub>3</sub>)

$\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$  nm (log  $\epsilon$ ): 220.6 (3.72), 260.0 (3.0), [lit. 218 (6100), 260 (5000)]

IR  $\nu_{\max}^{\text{KBr}}$  cm<sup>-1</sup>: 3417, 2942, 2901, 2868, 2847, 1732, 1705, 1460, 1382, 1199,

1173, 1152, 1071 [lit. 1730, 1704, Klass; et al. 1992 : 1626-1630]

<sup>1</sup>H- และ <sup>13</sup>C-NMR (CDCl<sub>3</sub>) แสดงในตาราง 50

ESMS (-ve) *m/z* (% rel. intensity) :439 [M-H]<sup>-</sup> (100)

3.8 สารประกอบ **H** 26-Hydroxyfriedelane-1,3-dione (sss 2664)

เป็นของแข็งสีขาว น้ำหนัก 48.7 มิลลิกรัม mp 266-268 °C (d)

R<sub>f</sub> 0.5 (30% อะซีโตน - เฮกเซน)

$[\alpha]_D^{28.1} = -4.40^\circ$  (c. 0.47, CHCl<sub>3</sub>)

$\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$  nm (log  $\epsilon$ ) : 218.6 (3.00), 260.2 (3.36), 296.6 (2.91)  
 IR  $\nu_{\max}^{\text{KBr}}$   $\text{cm}^{-1}$  : 3548, 2949, 2868, 1732, 1720, 1702, 1459, 1391, 1363, 1303  
 1202, 1178, 1064, 1043  
 $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR ( $\text{CDCl}_3$ ) แสดงในตาราง 52  
 ESMS (-ve)  $m/z$  (% rel. intensity) : 455  $[\text{M-H}]^-$  (100)

### 3.9 สารประกอบ I 29-Hydroxyfriedelane-1,3-dione (sss 2972)

เป็นของแข็งสีขาว น้ำหนัก 42.8 มิลลิกรัม mp 250-254 °C (d)

$R_f$  0.4 (30% อะซีโตน - เฮกเซน)

$[\alpha]_D^{28.3} = +6.7^\circ$  (c. 0.34,  $\text{CHCl}_3$ )

$\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$  nm (log  $\epsilon$ ) : 219.6 (2.92), 260.2 (3.31), 294.2 (2.70)  
 IR  $\nu_{\max}^{\text{KBr}}$   $\text{cm}^{-1}$  : 3567, 3455, 2936, 2871, 1725, 1703, 1455, 1391, 1340, 1204,  
 1181, 1065, 1033, 1033  
 $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR ( $\text{CDCl}_3$ ) แสดงในตาราง 54  
 ESMS (-ve)  $m/z$  (% rel. intensity) : 455  $[\text{M-H}]^-$  (30)

### 3.10 สารประกอบ J Long chain fatty acid (sss 2885)

เป็นสารหนืดสีขาวเหลือง น้ำหนัก 53.1 มิลลิกรัม

$R_f$  0.5 (30 % อะซีโตน - เฮกเซน)

IR  $\nu_{\max}^{\text{Naet}}$   $\text{cm}^{-1}$  : 3020, 2927, 2855, 1709, 1466, 1406, 1216, 769, 669

ESMS (+ve)  $m/z$  (% rel. intensity) : 297  $[\text{M+H}]^+$  (15)

### 3.11 สารประกอบ K Dulcitol (sss 3321)

เป็นของแข็งสีขาว น้ำหนัก 230.3 มิลลิกรัม mp 170-175 °C [lit. 188-189 °C

Pouchert; & Behnke, 1993. p. 290.]

IR  $\nu_{\max}^{\text{KBr}}$   $\text{cm}^{-1}$  : 3242, 1458, 1378, 1354, 1208, 1117, 1078, 1048, 1030, 926,  
 862, 706, 502

ESMS (+ve)  $m/z$  (% rel. intensity) : 205  $[\text{M+Na}]^+$  (35)

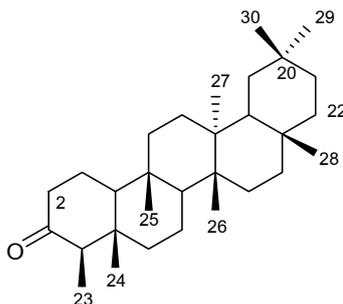
## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

#### การวิเคราะห์หาสูตรโครงสร้างของสารบริสุทธิ์

จากการนำลำต้นตากวาง 10.2 กิโลกรัม มาทำการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซีเตต และเมทานอล ตามลำดับ ได้ส่วนสกัดชั้นเอทิลอะซีเตต 209.0 กรัม และส่วนสกัดชั้นเมทานอล 652.0 กรัม เมื่อนำสารสกัดมาแยกและทำให้บริสุทธิ์ด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟี ได้สารบริสุทธิ์ทั้งหมด 11 ชนิด (ตาราง 37 และ ตาราง 38) ซึ่งในการพิสูจน์โครงสร้างของสารทำได้โดยวิเคราะห์ข้อมูลสเปกโทรสโกปี โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ( $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR และ MS สเปกโทรเมตรี) ร่วมกับการเปรียบเทียบข้อมูลต่างๆ กับที่มีการรายงานไว้แล้ว บางกรณียังใช้การเปรียบเทียบค่า  $R_f$  กับสาร authentic

สารประกอบ **A** Friedelin (sss 3136)

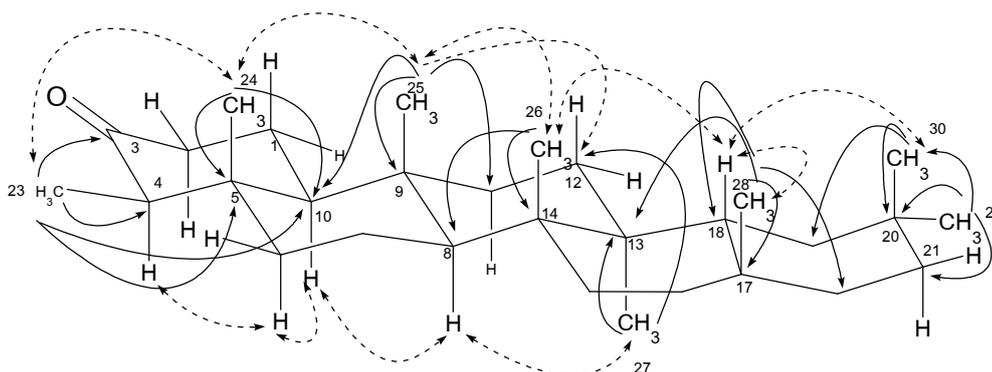


สารประกอบ **A** มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาว mp 248-250 °C ให้สีเหลืองกับ anisaldehyde reagent และแสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเลตบน TLC และข้อมูล IR พบแถบการสั่นแบบยืดของ C=O ที่ 1715  $\text{cm}^{-1}$  แสดงว่าเป็นสารประกอบ ketone

ข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR, DEPT และ HMQC ของสารประกอบ **A** (ตาราง 39) พบสัญญาณของคาร์บอนทั้งหมด 30 สัญญาณ ซึ่งเป็น methyl carbon 8 แห่ง แบบ doublet 1 หมู่ ที่  $\delta_{\text{C}}$  6.8,  $\delta_{\text{H}}$  0.86 (3H, d,  $J = 6.3$  Hz) และแบบ singlet 7 หมู่ หมู่ละ 3 proton ที่  $\delta_{\text{C}}$  14.6,  $\delta_{\text{H}}$  0.70;  $\delta_{\text{C}}$  17.9,  $\delta_{\text{H}}$  0.84;  $\delta_{\text{C}}$  18.6,  $\delta_{\text{H}}$  1.02;  $\delta_{\text{C}}$  20.2,  $\delta_{\text{H}}$  0.97;  $\delta_{\text{C}}$  31.7,  $\delta_{\text{H}}$  0.97;  $\delta_{\text{C}}$  32.1,  $\delta_{\text{H}}$  1.15 และ  $\delta_{\text{C}}$  35.0,  $\delta_{\text{H}}$  0.93 ppm พบสัญญาณของ methylene carbon 11 แห่ง ที่  $\delta_{\text{C}}$  18.2,  $\delta_{\text{H}}$  1.43;  $\delta_{\text{C}}$  22.2,  $\delta_{\text{H}}$  1.93, 1.62;  $\delta_{\text{C}}$  30.5,  $\delta_{\text{H}}$  1.34;  $\delta_{\text{C}}$  32.4,  $\delta_{\text{C}}$  32.7,  $\delta_{\text{H}}$  1.40, 1.12;  $\delta_{\text{C}}$  35.3,  $\delta_{\text{H}}$  1.51, 1.20;  $\delta_{\text{C}}$  35.6,  $\delta_{\text{H}}$  1.34;  $\delta_{\text{C}}$  36.0,  $\delta_{\text{C}}$  39.2,  $\delta_{\text{H}}$  1.50, 0.95;  $\delta_{\text{C}}$  41.3,  $\delta_{\text{H}}$  1.71 และ  $\delta_{\text{C}}$  41.5,  $\delta_{\text{H}}$  2.40, 2.33 ppm พบ methine carbon 4 แห่ง ที่  $\delta_{\text{C}}$  42.8,  $\delta_{\text{H}}$  1.57;  $\delta_{\text{C}}$  53.1,  $\delta_{\text{H}}$  1.41;  $\delta_{\text{C}}$  58.2,  $\delta_{\text{H}}$  2.21 และ  $\delta_{\text{C}}$

จากข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR ร่วมกับการสืบค้นข้อมูลของพืชในสกุล *Salacia* ทำให้ทราบได้ว่าสาร **A** น่าจะเป็นไตรเทอร์พีนประเภท friedelane มี carbonyl ที่ C-3 ซึ่งสอดคล้องกับการพบหมู่  $\text{C}=\text{O}$  ที่  $1715\text{ cm}^{-1}$  ใน IR สเปกตรัม และ พบ pseudomolecular ion peak ที่  $m/z$  427  $[\text{M}+\text{H}]^+$  ใน ESMS สเปกตรัม ซึ่งสอดคล้องกับสูตรโมเลกุล  $\text{C}_{30}\text{H}_{50}\text{O}+\text{H}$  ดังนั้นสาร **A** น่าจะมีสูตรโครงสร้างเป็น friedelin และเมื่อเปรียบเทียบข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR ของสาร **A** กับสารประกอบ friedelin (**9**) (Klass; et al. 1992: 1626-1630) พบว่ามีค่าใกล้เคียงกันมาก ทำการยืนยันโครงสร้างโดยใช้การทดลอง HMBC ดังนี้ พบความสัมพันธ์ของ methine proton H-4 ที่  $\delta_{\text{H}}$  2.21 (1H, q,  $J = 6.3\text{ Hz}$ ) กับ C-1  $\delta_{\text{C}}$  22.2, C-10  $\delta_{\text{C}}$  59.4, C-23  $\delta_{\text{C}}$  6.8, C-24  $\delta_{\text{C}}$  14.6 และ methyl proton H-23 ที่  $\delta_{\text{H}}$  0.86 (3H, d,  $J = 6.3\text{ Hz}$ ) กับ C-3, C-4  $\delta_{\text{C}}$  58.2, C-5  $\delta_{\text{C}}$  42.0 และ C-10; H-24 ที่  $\delta_{\text{H}}$  0.70 กับ C-5, C-6  $\delta_{\text{C}}$  41.3 และ C-10; H-25 ที่  $\delta_{\text{H}}$  0.84 กับ C-8  $\delta_{\text{C}}$  53.1, C-9  $\delta_{\text{C}}$  37.4, C-10, C-11  $\delta_{\text{C}}$  35.6 และ C-12  $\delta_{\text{C}}$  30.5; H-26 ที่  $\delta_{\text{H}}$  0.97 กับ C-8 และ C-14  $\delta_{\text{C}}$  38.3; H-27 ที่  $\delta_{\text{H}}$  1.02 กับ C-12, C-13  $\delta_{\text{C}}$  39.7 และ C-18  $\delta_{\text{C}}$  42.8; H-28 ที่  $\delta_{\text{H}}$  1.15 กับ C-16  $\delta_{\text{C}}$  36.0, C-17  $\delta_{\text{C}}$  30.0, C-18 และ C-22  $\delta_{\text{C}}$  39.2; H-29 ที่  $\delta_{\text{H}}$  0.97 กับ C-20  $\delta_{\text{C}}$  28.1, C-30  $\delta_{\text{C}}$  35.0 และ C-21  $\delta_{\text{C}}$  32.4; H-30 ที่  $\delta_{\text{H}}$  0.93 กับ C-19  $\delta_{\text{C}}$  35.3 และ C-20 (ตาราง 40) ซึ่งเป็นการยืนยันตำแหน่งของหมู่ methyl ทั้ง 8 หมู่ การทดลอง NOESY (ภาพประกอบ 43) พบความสัมพันธ์ที่สำคัญระหว่างหมู่ Me-23 กับ Me-24, Me-25 H-2e ที่  $\delta_{\text{H}}$  2.40; H-6e ที่  $\delta_{\text{H}}$  1.71 และ H-18 ที่  $\delta_{\text{H}}$  1.5 แสดงว่าหมู่ Me-23, 24, 25, 26, 28, 30 และ 18 อยู่ด้านเดียวกัน นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์ระหว่าง H-4 กับ H-8 ที่  $\delta_{\text{H}}$  1.41, H-10 ที่  $\delta_{\text{H}}$  1.52 และ Me-27 แสดงว่า H-4, H-8, H-10 และ Me-27 อยู่ด้านเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับสูตรโครงสร้างของ friedelane ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า สารประกอบ **A** มีโครงสร้างเป็น friedelan-3-one หรือ friedelin

friedelin เป็นสารประกอบไตรเทอร์พีน ซึ่งมีรายงานการพบในพืชสกุล *Salacia* พบในส่วนเปลือกต้นของ *S. beddomei* (Hisham; et al. 1996: 843-845) เปลือกกรากของ *S. campestris* (Carvalho; et al. 2005 : 367-372) ใบของ *S. chinensis* (Zhang; et al. 2008: 7347-7352) เปลือกกรากของ *S. fruticosa* (Reddy; Ayengar; & Rangaswami. 1975: 342-343) เปลือกต้น *S. liana* (Setzer; et al. 1998: 583) นอกจากนี้ยังพบในพืชสกุลอื่นด้วยซึ่งพบจากส่วนลำต้นและเปลือกของ *Peritassa compta* เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Celastraceae เช่นเดียวกับตากวาง (Klass; et al. 1992: 1626-1630)



 แสดงความสัมพันธ์แบบ HMBC  
 แสดงความสัมพันธ์แบบ NOESY

ภาพประกอบ 43 แสดงความสัมพันธ์ HMBC และ NOESY ที่สำคัญของสารประกอบ

ตาราง 39 ข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR ของ friedelin (9) และ  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR, DEPT 90 และ DEPT 135 ของสารประกอบ **A** ใน  $\text{CDCl}_3$

ตำแหน่ง	friedelin (9) <sup>a</sup>		สารประกอบ <b>A</b>			
	$\delta_c$	$\delta_H$	$\delta_c$	$\delta_H$	DEPT 90	DEPT 135
1	22.2	1.96, 1.68	22.2	1.93, 1.62		22.2
2	41.5	2.39, 2.28	41.5	2.40, 2.33		41.5
3	213.1	-	213.2	-		
4	58.1	2.25	58.2	2.21 (1H, q, $J = 6.3$ Hz)	58.2	
5	42.1		42.0	-		
6	41.2	1.75, 1.28	41.3	1.71		41.3
7	18.2	1.49, 1.37	18.2	1.43		
8	53.0	1.39	53.1	1.41	53.1	
9	37.4		37.4	-		
10	59.4	1.53	59.4	1.52	59.4	
11	35.6	1.46, 1.26	35.6	1.34		35.6
12	30.5	1.34, 1.34	30.5	1.34		30.5
13	39.6		39.7	-		
14	38.2		38.3	-		

ตาราง 39 (ต่อ)

ตำแหน่ง	friedelin (9) <sup>a</sup>		สารประกอบ A			
	$\delta_c$	$\delta_H$	$\delta_c$	$\delta_H$	DEPT 90	DEPT 135
15	32.7	1.46, 1.27	32.7	1.40, 1.12		32.7
16	36.0	1.57, 1.36	36.0			36.0
17	29.9		30.0	-		
18	42.7	1.56	42.8	1.57	42.8	
19	35.3	1.38, 1.20	35.3	1.51, 1.20		35.3
20	28.1		28.1	-		
21	32.4	1.51, 1.30	32.4			32.4
22	39.2	1.50, 0.94	39.2	1.50, 0.95		39.2
23	6.8	0.87	6.8	0.86 (3H, d, $J = 6.3$ Hz)		6.8
24	14.6	0.71	14.6	0.70 (3H, s)		14.6
25	17.9	0.86	17.9	0.84 (3H, s)		17.9
26	20.2	1.00	20.2	0.97 (3H, s)		20.2
27	18.6	1.05	18.6	1.02 (3H, s)		18.6
28	32.0	1.17	32.1	1.15 (3H, s)		32.1
29	31.7	1.00	31.7	0.97 (3H, s)		31.7
30	35.0	0.95	35.0	0.93 (3H, s)		35.0

<sup>a</sup> Klass; et al. 1992: 1626-1630

ตาราง 40 ข้อมูล <sup>1</sup>H-NMR, COSY, HMQC และ HMBC ของสารประกอบ A บันทึกใน CDCl<sub>3</sub>

ตำแหน่ง	สารประกอบ A			
	<sup>1</sup> H-NMR	COSY <sup>a</sup>	HMQC <sup>b</sup>	HMBC <sup>c</sup>
1	1.93, 1.62	H-2	C-1	
2	2.40, 2.33	H-1	C-2	
4	2.21( 1H, q, $J = 6.3$ Hz)	H-23	C-4	C-1, C-10, C-23, C-24
6	1.71		C-6	
7	1.43		C-7	
8	1.41		C-8	
10	1.52		C-10	
11	1.34		C-11	
12	1.34		C-12	
15	1.40, 1.12		C-15	

ตาราง 40 (ต่อ)

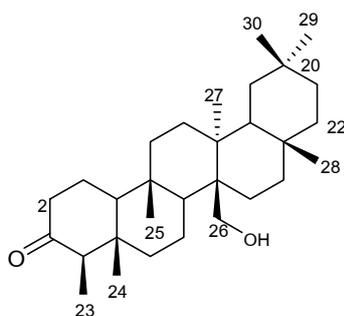
ตำแหน่ง	สารประกอบ A			
	<sup>1</sup> H-NMR	COSY <sup>a</sup>	HMQC <sup>b</sup>	HMBC <sup>c</sup>
16	1.57		C-16	
18	1.51, 1.20		C-18	
22	1.50, 0.95		C-22	
23	0.86 (3H, d, <i>J</i> = 6.3 Hz)	H-4	C-23	C-3, C-4, C-5, C-10
24	0.70 (3H, s)		C-24	C-5, C-6, C-10
25	0.84 (3H, s)		C-25	C-8, C-9, C-10, C-11, C-12
26	0.97 (3H, s)		C-26	C-8, C-14
27	1.02 (3H, s)		C-27	C-12, C-13
28	1.15 (3H, s)		C-28	C-16, C-17, C-18, C-22
29	0.97 (3H, s)		C-29	C-20, C-30, C-21
30	0.93 (3H, s)		C-30	C-19, C-20

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

<sup>b</sup> 1-bond heteronuclear <sup>1</sup>H-<sup>13</sup>C correlation

<sup>c</sup> long range heteronuclear <sup>1</sup>H-<sup>13</sup>C correlation

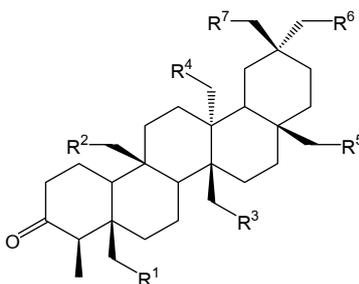
สารประกอบ B 26-Hydroxyfriedelan-3-one (sss 3472)



สารประกอบ B มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาว mp 238-240 °C ให้สีม่วงกับ anisaldehyde reagent แสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเลตบน TLC และข้อมูล IR พบการสั่นแบบยืดของ C=O ที่ 1705 และ OH ของ alcohol ที่ 3543 cm<sup>-1</sup>

ข้อมูล <sup>1</sup>H- และ <sup>13</sup>C-NMR, COSY และ HMQC (ตาราง 41) สารประกอบ B มีลักษณะคล้ายกับสารประกอบ A ดังนั้นสาร B น่าจะมีโครงสร้างเป็นไตรเทอร์พีนประเภท friedelane ด้วย โดยพบ methyl carbon 7 หมู่ หมู่ละ 3 proton ที่  $\delta_C$  6.7,  $\delta_H$  0.84 (d, *J* = 6.7 Hz);  $\delta_C$  14.4,  $\delta_H$  0.71;  $\delta_C$  17.6,  $\delta_H$  1.03;  $\delta_C$  19.6,  $\delta_H$  1.07;  $\delta_C$  31.7,  $\delta_H$  0.94;  $\delta_C$  31.9,  $\delta_H$  1.12;

ข้อมูลดังกล่าว สารประกอบ **B** น่าจะมีโครงสร้างที่เป็น hydroxy friedelin เมื่อสืบค้น ข้อมูล hydroxy friedelin จากพืชในสกุล *Salacia* มีรายงานการพบ 24-hydroxyfriedelan-3-one (**163**) (Tewari; Ayengar; & Rangaswami. 1971: 601-602) ซึ่งได้ทำการยืนยันโครงสร้างของ friedelane-1,3-dione-7 $\alpha$ -ol (**160**) โดยทำปฏิกิริยาทางเคมี พบ 26-hydroxy friedelan-3-one (**181**) ได้จากส่วนเปลือกรากชั้นนอกของ *S. reticulata* (Gunatilaka; et al. 1993: 10397-10404) นอกจากนี้ เซทเซอร์ และคณะ (Setzer; et al. 1998: 583) พบ 28-hydroxyfriedelan-3-one หรือ canophyllol (**117**) จากเปลือกต้น *S. liana* จาง และคณะ (Zhang; et al. 2008: 7347-7352) พบ 29-hydroxyfriedelan-3-one หรือ octandronol (**82**) พบ 25-hydroxyfriedelan-3-one (**197**) จากเปลือกต้น *S. reticulata* var.  *$\beta$ -diandra* (Kumar; et al. 1985: 2067-2085) นอกจากนี้ยังพบอนุพันธ์ของ friedelin จากพืชชนิดอื่นด้วย เช่น โนซากิ และคณะ (Nozaki; et al. 1986: 479-485) พบ 29-hydroxyfriedelan-3-one (**117**) และ 30-hydroxyfriedelan-3-one (**198**) จากส่วนลำต้นของ *Maytenus diversifolia* จีเนอ และคณะ (Giner; et al. 1993: 237-239) พบ 27-hydroxyfriedelan-3-one (**199**) หรือ kokoonol จากส่วนเปลือกต้น ของ *Caloncoba glauca*



24-hydroxyfriedelan-3-one (**163**) :  $R^1 = \text{OH}, R^2 = R^3 = R^4 = R^5 = R^6 = R^7 = \text{H}$

25-hydroxyfriedelan-3-one (**197**) :  $R^1 = \text{H}, R^2 = \text{OH}, R^3 = R^4 = R^5 = R^6 = R^7 = \text{H}$

26-hydroxyfriedelan-3-one (**181**) :  $R^1 = R^2 = \text{H}, R^3 = \text{OH}, R^4 = R^5 = R^6 = R^7 = \text{H}$

27-hydroxyfriedelan-3-one (**198**) :  $R^1 = R^2 = R^3 = \text{H}, R^4 = \text{OH}, R^5 = R^6 = R^7 = \text{H}$

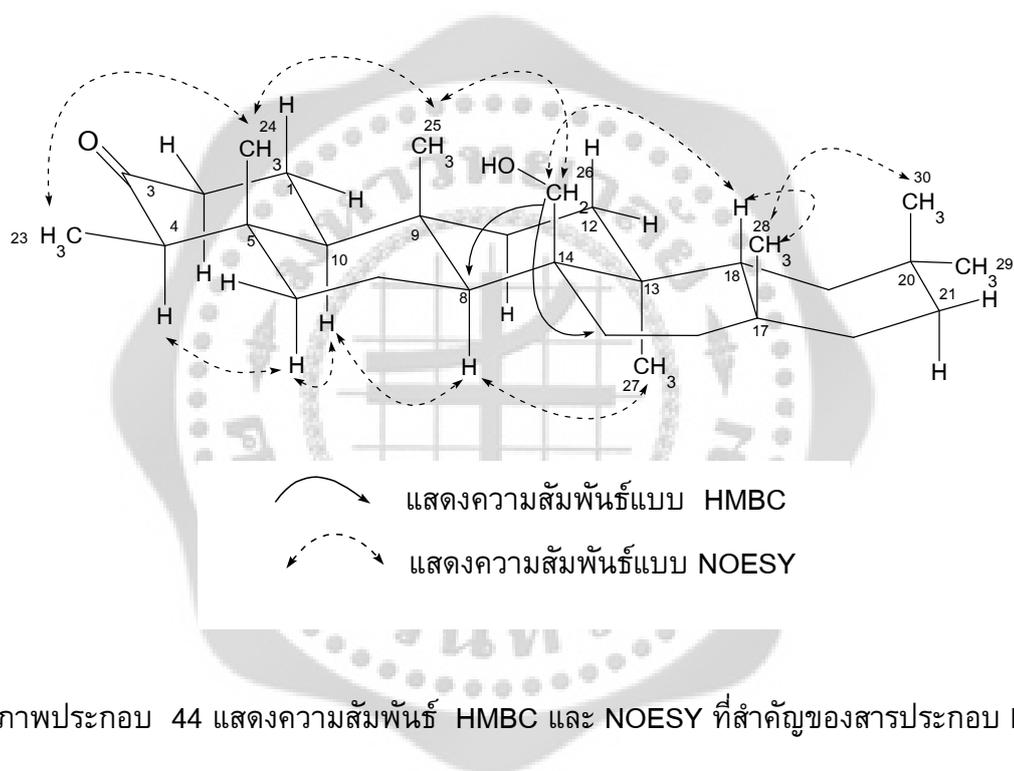
28-hydroxyfriedelan-3-one (**117**) :  $R^1 = R^2 = R^3 = R^4 = \text{H}, R^5 = \text{OH}, R^6 = R^7 = \text{H}$

29-hydroxyfriedelan-3-one (**82**) :  $R^1 = R^2 = R^3 = R^4 = R^5 = R^7 = \text{H}, R^6 = \text{OH}$

30-hydroxyfriedelan-3-one (**199**) :  $R^1 = R^2 = R^3 = R^4 = R^5 = R^6 = \text{H}, R^7 = \text{OH}$

เมื่อเปรียบเทียบและวิเคราะห์ข้อมูล  $^{13}\text{C-NMR}$  อย่างละเอียด (ตาราง 42) ของสาร **B** กับ friedelin พบว่ามีความต่างกันที่ สาร **B** มี C-13 และ C-15 ที่  $\delta_{\text{C}}$  42.2, 23.9 ppm เมื่อเทียบกับของ friedelin ที่  $\delta_{\text{C}}$  39.6, 32.7 ppm ตามลำดับ แสดงว่าหมู่ methylene hydroxyl อาจจะอยู่ที่ C-26 หรือ C-27 ซึ่งส่งผลทำให้เกิดการเคลื่อนของสัญญาณที่ C-13 และ C-15 เมื่อเปรียบเทียบข้อมูล  $^{13}\text{C-NMR}$  ของสาร **B** กับ 27-hydroxyfriedelan-3-one (Giner; et al. 1993: 237-239) (ตาราง 41) พบว่าต่างกันที่ C-12, 13 และ C-15 และไม่มีผู้ใดรายงานข้อมูล  $^1\text{H-}$  และ  $^{13}\text{C-NMR}$  ของ 26-hydroxyfriedelan-3-one อย่างไรก็ตามจากข้อมูล HMBC ของสารประกอบ **B** พบความสัมพันธ์ของ Me-23 ที่  $\delta_{\text{H}}$  0.84 (3H, d,  $J = 6.7$  Hz) กับ C-2 ที่  $\delta_{\text{C}}$  42.4; C-3  $\delta_{\text{C}}$  213.1; C-4 ที่  $\delta_{\text{C}}$  58.0 และ C-5 ที่  $\delta_{\text{C}}$  42.2; Me-24 ที่  $\delta_{\text{H}}$  0.71 กับ C-2, C-4 และ C-5; Me-25 ที่  $\delta_{\text{H}}$  1.03 กับ C-8 ที่  $\delta_{\text{C}}$  52.9, C-9 ที่  $\delta_{\text{C}}$  37.4 และ C-10 ที่  $\delta_{\text{C}}$  59.8; Me-27 ที่  $\delta_{\text{H}}$  1.07 กับ C-11 ที่  $\delta_{\text{C}}$  35.4; C-13 ที่  $\delta_{\text{C}}$  42.2, C-14 ที่  $\delta_{\text{C}}$  39.9, C-18 ที่  $\delta_{\text{C}}$  43.5 และ C-19 ที่  $\delta_{\text{C}}$  35.4; Me-28 ที่  $\delta_{\text{H}}$  1.12 กับ C-16 ที่  $\delta_{\text{C}}$  35.9; C-17 ที่  $\delta_{\text{C}}$  30.3; C-18 และ C-22 ที่  $\delta_{\text{C}}$  39.1; Me-29 ที่  $\delta_{\text{H}}$  กับ C-19, C-20 ที่  $\delta_{\text{C}}$  28.3; C-21 ที่  $\delta_{\text{C}}$  32.8 และ C-30 ที่  $\delta_{\text{C}}$  34.4; Me-30 ที่  $\delta_{\text{H}}$  0.92 กับ C-19, C-20, C-21 และ C-29 ที่  $\delta_{\text{C}}$  31.7 ซึ่งเป็นการยืนยันตำแหน่งของหมู่ methyl พบความสัมพันธ์ที่สำคัญแบบ HMBC ระหว่าง hydroxymethylene ที่  $\delta_{\text{H}}$  4.13 และ 4.03 ppm แสดงว่าหมู่ hydroxymethylene carbon อยู่ที่ C-26 และพบความสัมพันธ์

นอกจากนี้ NOESY สเปกตรัม (ภาพประกอบ 44) ยังแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง proton ของ Me-24 กับ Me-25; H-1 ที่  $\delta_H$  1.97 กับ Me-23; Me-25; H-4 ที่  $\delta_H$  2.21 กับ H-10 ที่  $\delta_H$  1.50; H-8 ที่  $\delta_H$  1.46 กับ Me-27 แสดงว่าสาร **B** มีหมู่ Me-23, Me-24, Me-25, CH<sub>2</sub>OH-26, H-18 อยู่ด้านเดียวกัน คือด้าน  $\beta$  และ H-4, H-10, H-8, Me-27 อยู่ด้านเดียวกัน คือด้าน  $\alpha$  ซึ่งสอดคล้องกับ stereochemistry ของ friedelin สรุปได้ว่าสารประกอบ **B** มีโครงสร้างเป็น 26-hydroxyfriedelan-3-one ที่มีรายงานการพบในส่วนเปลือกกรากชั้นนอกของ *S. reticulata* (Gunatilaka; et al. 1993: 10397-10404)



ตาราง 41 ข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR ของ kokoanol หรือ 27-hydroxyfridelan-3-one และ  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR DEPT 90, DEPT 135 สารประกอบ **B** บันทึกใน  $\text{CDCl}_3$

ตำแหน่ง	kokoanol <sup>a</sup>		สารประกอบ <b>B</b>			
	$\delta_c$	$\delta_H$	$\delta_c$	$\delta_H$	DEPT 90	DEPT 135
1	22.5	1.69 (1H, ddd, $J = 12.1, 5.1, 5.1$ Hz) 1.97 (1H, m)	22.3	1.97, 1.66		22.3
2	41.5	2.24 (1H, ddd, $J = 13.7, 13.7, 7.3$ Hz) 2.40 (1H, ddd, $J = 13.7, 5.1, 2.1$ Hz)	41.4	1.87 (1H, d, $J = 9.9$ Hz)		41.4
3	213.3	-	213.1	-		
4	58.4	2.23 (1H, q, $J = 6.4$ Hz)	58.0	2.21 (1H, q, $J = 6.7$ Hz)	58.0	
5	42.3	-	42.2			
6	41.5	1.35 (1H, m) 1.75 (1H, m)	42.4	1.71, 1.18		42.4
7	18.6		20.6	1.66		20.6
8	53.8		52.9	1.46	52.9	
9	37.6		37.4			
10	59.7	1.48 (1H, m)	59.8	1.50	59.8	
11	37.8		35.4	1.07		35.4
12	24.1		30.0	1.33		30.0
13	45.4		42.2	-		
14	38.4		39.9	-		
15	32.2		23.9	2.06, 2.02		23.9
16	36.3		35.9	1.30, 1.49		35.9
17	30.3		30.3	-		-
18	43.3		43.5	1.41	43.5	
19	37.1		35.4	1.13, 1.51		35.4
20	28.5		28.3	-		
21	32.6		32.8	1.49, 1.14		32.8
22	40.1		39.1	0.95, 1.57		39.1
23	7.1	0.89 (3H, d, $J = 6.6$ Hz)	6.7	0.84 (3H, d, $J = 6.7$ Hz)		6.7
24	14.9	0.74 (3H, s)	14.4	0.71 (3H, s)		14.4
25	18.2	0.93 (3H, s)	17.6	1.03 (3H, s)		17.6
26	22.3	1.12 (3H, s)	64.2	4.13 (1H, d, $J = 11.5$ Hz) 4.03 (1H, d, $J = 11.5$ Hz)		64.2
27	63.4	4.06, 4.02 (3H, ABq, $J = 11.5$ Hz)	19.6	1.07 (3H, s)		19.6
28	32.8	1.24 (3H, s)	31.9	1.12 (3H, s)		31.7
29	35.8	0.98 (3H, s)	31.7	0.94 (3H, s)		31.9
30	30.6	1.01 (3H, s)	34.4	0.92 (3H, s)		34.4

<sup>a</sup> Giner; et al. 1993: 237-239

ตาราง 42 ข้อมูล  $^1\text{H-NMR}$ , COSY, HMQC และ HMBC ของสารประกอบ **B** บันทึกใน  $\text{CDCl}_3$

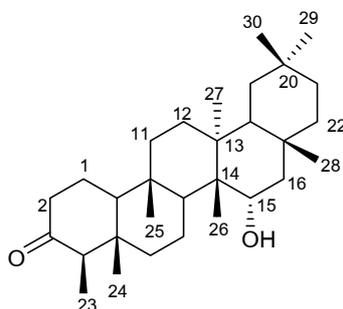
ตำแหน่ง	สารประกอบ <b>B</b>			
	$^1\text{H-NMR}$	COSY <sup>a</sup>	HMQC <sup>b</sup>	HMBC <sup>c</sup>
1	1.97, 1.66	H-2	C-1	
2	1.87 (1H, d, $J = 9.9$ Hz)	H-1	C-2	C-10
4	2.21 (1H, q, $J = 6.7$ Hz)	H-23	C-4	
6	1.71, 1.18		C-6	C-24
7	1.66		C-7	
8	1.46		C-8	
10	1.50		C-10	
11	1.07		C-11	
12	1.33		C-12	
15	2.06, 2.02		C-15	C-13, C-16, C-26
16	1.30, 1.49		C-16	
18	1.41		C-18	
19	1.13, 1.51		C-19	
21	1.49, 1.14		C-21	
22	0.95, 1.57		C-22	
23	0.84 (3H, d, $J = 6.7$ Hz)	H-4	C-23	C-2, C-3, C-4, C-5
24	0.71 (3H, s)		C-24	C-2, C-4, C-5
25	1.03 (3H, s)		C-25	C-8, C-9, C-10
26	4.13 (1H, d, $J = 11.5$ Hz) 4.03 (1H, d, $J = 11.5$ Hz)		C-26	C-8, C-15
27	1.07 (3H, s)		C-27	C-11, C-13, C-14, C-18, C-19
28	1.12 (3H, s)		C-28	C-16, C-17, C-18, C-22
29	0.94 (3H, s)		C-29	C-19, C-20, C-21, C-30
30	0.92 (3H, s)		C-30	C-19, C-20, C-21, C-29

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

<sup>b</sup> 1-bond heteronuclear  $^1\text{H}-^{13}\text{C}$  correlation

<sup>c</sup> long range heteronuclear  $^1\text{H}-^{13}\text{C}$  correlation

สารประกอบ **C** 15 $\alpha$ -Hydroxyfriedelan-3-one (sss 3541)



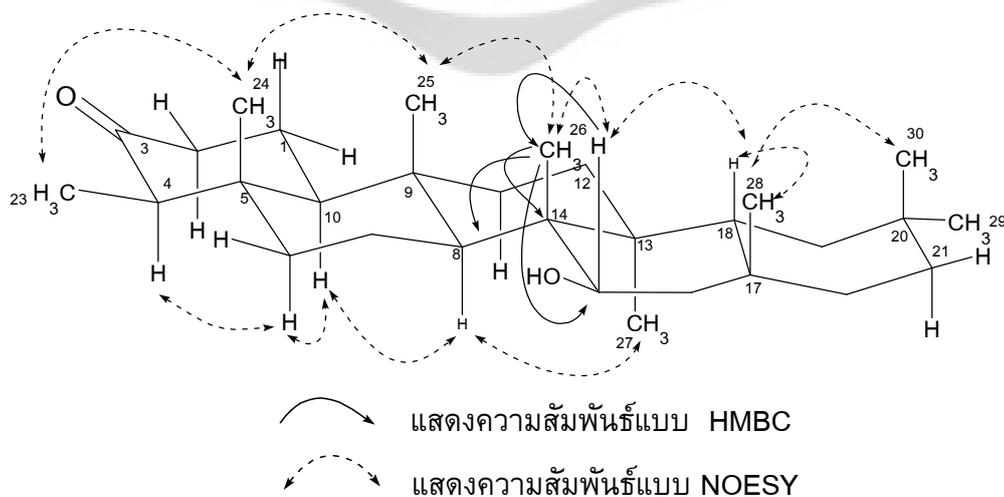
สารประกอบ **C** เป็นสารที่พบในปริมาณน้อย มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาว ให้สีเหลืองส้ม กับ anisaldehyde reagent แสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเลตบน TLC ข้อมูล IR พบแถบการสั่นแบบยืดของ OH ที่ 3449 และ C=O ที่ 1715  $\text{cm}^{-1}$

จากการวิเคราะห์ข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR, DEPT, COSY และ HMQC (ตาราง 43) พบว่า สารประกอบ **C** มีโครงสร้างคล้ายกับสารประกอบ friedelin พบสัญญาณของ 5 methine carbon ที่  $\delta_{\text{C}}$  41.5,  $\delta_{\text{H}}$  1.55;  $\delta_{\text{C}}$  53.4,  $\delta_{\text{H}}$  1.48;  $\delta_{\text{C}}$  58.1,  $\delta_{\text{H}}$  2.21;  $\delta_{\text{C}}$  59.1,  $\delta_{\text{H}}$  1.49 และ  $\delta_{\text{C}}$  74.6,  $\delta_{\text{H}}$  3.71 พบ 10 methylene carbon ที่  $\delta_{\text{C}}$  19.9,  $\delta_{\text{H}}$  1.75, 1.45;  $\delta_{\text{C}}$  22.3,  $\delta_{\text{H}}$  1.93, 1.66;  $\delta_{\text{C}}$  31.1,  $\delta_{\text{H}}$  1.50;  $\delta_{\text{C}}$  31.8,  $\delta_{\text{H}}$  1.50;  $\delta_{\text{C}}$  35.5,  $\delta_{\text{H}}$  1.51, 1.33;  $\delta_{\text{C}}$  35.7,  $\delta_{\text{H}}$  1.50, 1.98;  $\delta_{\text{C}}$  38.8,  $\delta_{\text{H}}$  1.38, 0.95;  $\delta_{\text{C}}$  41.5,  $\delta_{\text{H}}$  2.32;  $\delta_{\text{C}}$  41.5,  $\delta_{\text{H}}$  1.55 และ  $\delta_{\text{C}}$  48.3,  $\delta_{\text{H}}$  2.15, 1.20 ppm พบ methyl carbon 8 หมู่ หมู่ละ 3 proton ที่  $\delta_{\text{C}}$  6.8,  $\delta_{\text{H}}$  0.85 (d,  $J = 6.6$  Hz);  $\delta_{\text{C}}$  14.0,  $\delta_{\text{H}}$  1.04;  $\delta_{\text{C}}$  14.4,  $\delta_{\text{H}}$  0.70;  $\delta_{\text{C}}$  17.9,  $\delta_{\text{H}}$  0.86;  $\delta_{\text{C}}$  18.7,  $\delta_{\text{H}}$  0.97;  $\delta_{\text{C}}$  30.9,  $\delta_{\text{H}}$  0.99;  $\delta_{\text{C}}$  32.6,  $\delta_{\text{H}}$  1.27 และ  $\delta_{\text{C}}$  35.6,  $\delta_{\text{H}}$  0.92 ppm พบ quaternary carbon ที่  $\delta_{\text{C}}$  28.1, 30.2, 37.7, 40.5, 42.0 และ 44.0 ppm และ carbonyl carbon ที่  $\delta_{\text{C}}$  213 ppm ต่างจากสาร **A** ตรงที่ สาร **C** มีหมู่ hydroxyl methine ที่  $\delta_{\text{H}}$  3.70 (1H, dd,  $J = 6.8, 1.8$  Hz)  $\delta_{\text{C}}$  74.6 ppm ซึ่งสอดคล้องกับการพบ pseudomolecular ion peak ที่  $m/z$  443  $[\text{M}+\text{H}]^+$  ใน ESMS สเปกตรัม การกำหนดตำแหน่งของ  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR chemical shift กระทำได้โดยการวิเคราะห์ ข้อมูล 1D- และ 2D-NMR อย่างละเอียด โดยเฉพาะข้อมูล HMBC (ตาราง 44)

เมื่อพิจารณาและวิเคราะห์ข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR อย่างละเอียดของสาร **C** กับ friedelin พบว่าสาร **C** มี C-14, C-16 และ C-26 ที่  $\delta_{\text{C}}$  44.0, 48.3 และ 14.0 ppm ต่างจาก friedelin มี C-14, C-16 และ C-26 ที่  $\delta_{\text{C}}$  38.3, 36.0 และ 20.2 ppm ตามลำดับ แสดงว่าหมู่ hydroxyl methine อาจอยู่ที่ C-15 หรือ C-16

เมื่อเทียบข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR ของสารประกอบ **C** กับ 15 $\alpha$ -hydroxyfriedelan-3-one (**7**) (Klass; et al. 1992: 1626-1630) (ตาราง 43) พบว่ามีค่าใกล้เคียงกันมาก จากข้อมูล HMBC ของสารประกอบ **C** พบความสัมพันธ์ของ Me-23 ที่  $\delta_{\text{H}}$  0.85 (3H, d,  $J = 6.6$  Hz) กับ C-3 ที่  $\delta_{\text{C}}$

สาร  $15\alpha$ -hydroxyfriedelan-3-one มีรายงานการพบจากเปลือกต้นของ *S. beddomei* (Hisham; et al. 1996: 843-845) โมริกาวา และคณะ (Morikawa; et al. 2003: 1191-1196) พบจากลำต้น *S. chinensis* นอกจากนี้ยังพบในพืชสกุลอื่นด้วย จากลำต้นและเปลือกของ *P. compta* เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Celastraceae เช่นเดียวกับตากวาง (Klass; et al. 1992: 1626-1630)



ภาพประกอบ 45 แสดงความสัมพันธ์ HMBC และ NOESY ที่สำคัญของสารประกอบ C

ตาราง 43 ข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR ของ  $15\alpha$ -hydroxyfriedelan-3-one (7) และ  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR, DEPT 90 และ DEPT 135 ของสารประกอบ **C** บันทึกใน  $\text{CDCl}_3$

ตำแหน่ง	$15\alpha$ -hydroxyfriedelan-3-one(7) <sup>a</sup>		สารประกอบ <b>C</b>			
	$\delta_c$	$\delta_H$	$\delta_c$	$\delta_H$	DEPT 90	DEPT 135
1	22.3	1.94, 1.68	22.3	1.94 m, 1.66		22.3
2	41.5	2.40, 2.28	41.5	2.32		41.5
3	213.0		213.1	-		
4	58.1	2.24	58.1	2.23 (1H, q, $J = 6.6$ Hz)	58.1	
5	42.0		42.0	-		
6	41.2	1.78, 1.31	41.2	1.78 (2H, dt, $J = 11.7, 3.5$ Hz)		41.2
7	19.9	1.82, 1.53	19.9	1.75, 1.45		19.9
8	53.4	1.49	53.4	1.48	53.4	
9	37.8		37.7	-		
10	59.4	1.51	59.3	1.48	59.1	
11	35.7	1.50, 1.24	35.7	1.50, 1.20		35.7
12	31.1	1.51, 1.51	31.1	1.50, 1.98		31.1
13	40.5		40.5	-		
14	44.1		44.0	-		
15	74.6	3.73	74.6	3.70 (1H, dd, $J = 6.8, 1.8$ Hz)	74.6	
16	48.3	2.16, 1.25	48.3	2.15, 1.20		48.3
17	30.2		30.2	-		
18	41.6	1.59	41.5	1.55	41.5	
19	35.5	1.31, 1.14	35.5	1.51, 1.33		35.5
20	28.1		28.1	-		
21	31.9	1.46, 1.28	31.8	1.50		31.8
22	38.8	1.37, 0.97	38.8	1.38, 0.95		38.8
23	6.8	0.87	6.8	0.85 (3H, d, $J = 6.6$ Hz)		6.8
24	14.5	0.72	14.4	0.70 (3H, s)		14.4
25	17.9	0.88	17.9	0.86 (3H, s)		17.9
26	14.0	1.06	14.0	1.04 (3H, s)		14.5
27	18.7	0.99	18.7	0.97 (3H, s)		18.7
28	32.6	1.29	32.6	1.27 (3H, s)		32.6
29	30.9	1.10	30.9	0.99 (3H, s)		30.9
30	35.6	0.94	35.6	0.92 (3H, s)		35.6

<sup>a</sup> Klass; et al .1992 : 1626-1630

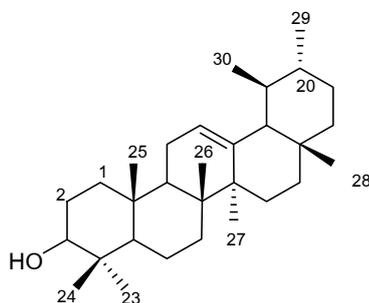
ตาราง 44 ข้อมูล  $^1\text{H-NMR}$ , COSY, HMQC และ HMBC ของสารประกอบ **C** บันทึกใน  $\text{CDCl}_3$

ตำแหน่ง	สารประกอบ <b>C</b>			
	$^1\text{H-NMR}$	COSY <sup>a</sup>	HMQC <sup>b</sup>	HMBC <sup>c</sup>
1	1.94 m, 1.66	H-2	C-1	
2	2.32	H-2, H-4	C-2	
4	2.23 (1H, q, $J = 6.6$ Hz)	H-23	C-4	
6	1.78 (dt, $J = 11.7, 3.5$ Hz)	H-10	C-6	
7	1.75, 1.45		C-7	
8	1.48		C-8	
10	1.48		C-10	
11	1.50, 1.20		C-11	
12	1.50, 1.98		C-12	
15	3.70 (1H, dd, $J = 6.8, 1.8$ Hz)	H-16	C-15	C-26
16	2.15, 1.20	H-15	C-16	
18	1.55		C-18	
19	1.51, 1.33		C-19	
21	1.50	H-21	C-21	
22	1.38, 0.95		C-22	
23	0.85 (3H, d, $J = 6.6$ Hz)		C-23	C-3, C-4, C-5,
24	0.70 (3H, s)	H-4	C-24	C-4, C-5, C-6, C-10
25	0.86 (3H, s)		C-25	C-5, C-8, C-9, C-10, C-11
26	1.04 (3H, s)		C-26	C-8, C-14, C-15
27	0.97 (3H, s)		C-27	C-12, C-14
28	1.27 (3H, s)	H-16	C-28	C-16, C-17, C-18, C-22
29	0.99 (3H, s)		C-29	C-19, C-20, C-21
30	0.92 (3H, s)	H-22	C-30	C-19, C-20

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

<sup>b</sup> 1-bond heteronuclear  $^1\text{H}-^{13}\text{C}$  correlation

<sup>c</sup> long range heteronuclear  $^1\text{H}-^{13}\text{C}$  correlation

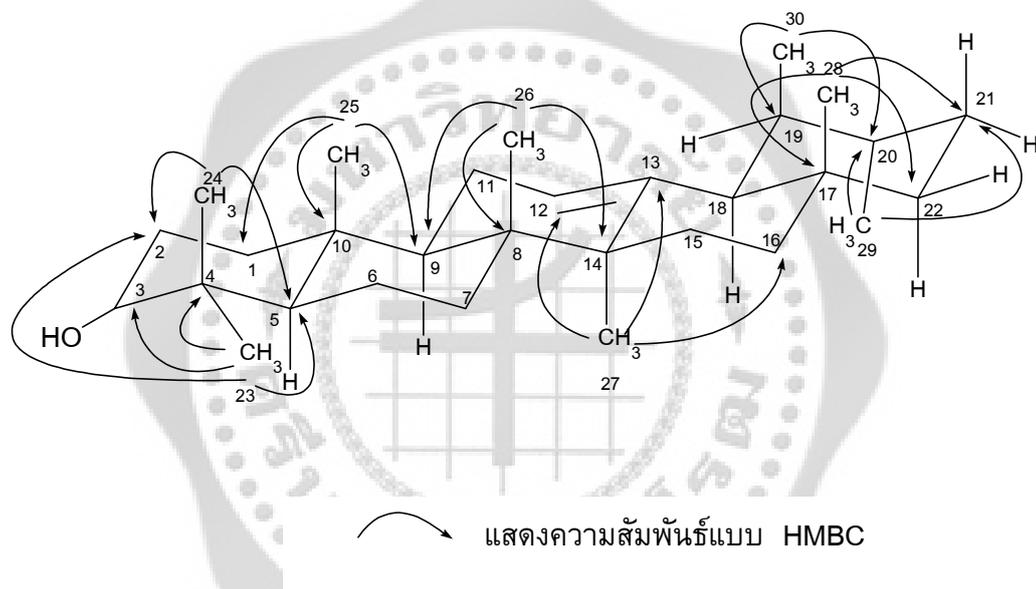
สารประกอบ D  $\alpha$ -Amyrin (sss 3451)

สารประกอบ D มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาว ให้สีม่วงกับ anisaldehyde reagent แสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ตบน TLC ข้อมูล IR พบการสั่นแบบยืดของ OH ที่  $3315\text{ cm}^{-1}$

ข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR, DEPT และ HMQC ของสารประกอบ D พบสัญญาณของคาร์บอนทั้งหมด 30 สัญญาณ (ตาราง 45) ซึ่งเป็นสัญญาณของ 8 methyl carbon ที่  $\delta_{\text{C}}$  15.6,  $\delta_{\text{H}}$  0.77 (3H, s);  $\delta_{\text{C}}$  15.6,  $\delta_{\text{H}}$  0.93 (3H, s);  $\delta_{\text{C}}$  17.1,  $\delta_{\text{H}}$  0.98 (3H, s);  $\delta_{\text{C}}$  17.4,  $\delta_{\text{H}}$  0.95 (3H, br s);  $\delta_{\text{C}}$  21.3,  $\delta_{\text{H}}$  0.89 (3H, s);  $\delta_{\text{C}}$  23.2,  $\delta_{\text{H}}$  1.05 (3H, s);  $\delta_{\text{C}}$  28.1,  $\delta_{\text{H}}$  0.97 (3H, s) และ  $\delta_{\text{C}}$  28.7,  $\delta_{\text{H}}$  0.77 (3H, s) ppm พบ 9 methylene carbon ที่  $\delta_{\text{C}}$  18.3,  $\delta_{\text{H}}$  1.50, 1.53;  $\delta_{\text{C}}$  23.3,  $\delta_{\text{H}}$  1.91;  $\delta_{\text{C}}$  26.6,  $\delta_{\text{H}}$  1.91;  $\delta_{\text{C}}$  27.7;  $\delta_{\text{C}}$  28.1,  $\delta_{\text{H}}$  1.68, 1.61;  $\delta_{\text{C}}$  31.2,  $\delta_{\text{H}}$  1.39,  $\delta_{\text{C}}$  32.9,  $\delta_{\text{H}}$  0.84, 1.27;  $\delta_{\text{C}}$  38.8,  $\delta_{\text{H}}$  1.68, 1.61 และ  $\delta_{\text{C}}$  41.5,  $\delta_{\text{H}}$  1.21, 1.41 ppm พบ 7 methine carbon ที่  $\delta_{\text{C}}$  55.2,  $\delta_{\text{H}}$  0.67;  $\delta_{\text{C}}$  39.6,  $\delta_{\text{H}}$  0.94;  $\delta_{\text{C}}$  39.6,  $\delta_{\text{H}}$  1.30;  $\delta_{\text{C}}$  59.0,  $\delta_{\text{H}}$  1.30;  $\delta_{\text{C}}$  47.7,  $\delta_{\text{H}}$  1.50;  $\delta_{\text{C}}$  79.0,  $\delta_{\text{H}}$  3.91 และ  $\delta_{\text{C}}$  124.4,  $\delta_{\text{H}}$  5.10 (1H, t,  $J = 3.30\text{ Hz}$ ) ppm และ 6 quaternary carbon ที่  $\delta_{\text{C}}$  33.6, 33.6, 36.9, 40.4, 42.1 และ 139.5 ppm

จากข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR ร่วมกับการสืบค้นข้อมูลของพืชในสกุล *Salacia* ทำให้ทราบว่าสาร D เป็นไตรเทอร์พีนประเภท ursane ที่มีหมู่ OH อยู่ที่ C-3 ซึ่งสอดคล้องกับการพบ OH ที่  $3315\text{ cm}^{-1}$  ใน IR สเปกตรัม เมื่อสืบค้นข้อมูลโดยเปรียบเทียบ  $^{13}\text{C}$ -NMR สาร D กับสารประกอบ  $\alpha$ -amyrin (111) (Mahato; & Kundo. 1994: 1517-1575) พบว่ามีค่าใกล้เคียงกันมาก ทำการยืนยันโดยใช้การทดลอง HMBC พบความสัมพันธ์ของ methyl proton H-23 ที่  $\delta_{\text{H}}$  0.77 กับ C-2, C-3 ที่  $\delta_{\text{C}}$  79.0, C-4 ที่  $\delta_{\text{C}}$  33.6, C-5 ที่  $\delta_{\text{C}}$  55.2 และ C-9 ที่  $\delta_{\text{C}}$  47.7; H-24 ที่  $\delta_{\text{H}}$  0.97 กับ C-1 ที่  $\delta_{\text{C}}$  38.8, C-5 ที่  $\delta_{\text{C}}$  55.2 และ C-23 ที่  $\delta_{\text{C}}$  15.6; H-25 ที่  $\delta_{\text{H}}$  0.93 กับ C-1, C-5, C-9 และ C-10 ที่  $\delta_{\text{C}}$  36.9; H-26 ที่  $\delta_{\text{H}}$  0.98 กับ C-7 ที่  $\delta_{\text{C}}$  32.9, C-9 และ C-14 ที่  $\delta_{\text{C}}$  42.1; H-27 ที่  $\delta_{\text{H}}$  1.05 กับ C-12 ที่  $\delta_{\text{C}}$  124.4, C-13 ที่  $\delta_{\text{C}}$  139.5 และ C-16 ที่  $\delta_{\text{C}}$  26.6; H-28 ที่  $\delta_{\text{H}}$  กับ C-17 ที่  $\delta_{\text{C}}$  33.6, C-21 ที่  $\delta_{\text{C}}$  41.5 และ C-22 ที่  $\delta_{\text{C}}$  27.7; H-29 ที่  $\delta_{\text{H}}$  0.95 กับ C-22 และ C-20 ที่  $\delta_{\text{C}}$  39.6; H-30 ที่  $\delta_{\text{H}}$  0.89 กับ C-19 ที่  $\delta_{\text{C}}$  39.6 และ C-20

$\alpha$ -amyrin เป็นสารประกอบไตรเทอร์พีนประเภท ursane ซึ่งมีรายงานการพบในพืชสกุล *Salacia* จากเปลือกกรากของต้น *S. fruticosa* (Reddy; Ayengar; & Rangaswami. 1975: 342-343) ส่วนเปลือกกราก *S. lehmbachii* (Reddy; Ayengar; & Rangaswami. 1981: 197-200)



ภาพประกอบ 46 แสดงความสัมพันธ์ HMBC ที่สำคัญของสารประกอบ D

ตาราง 45 ข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR ของ  $\alpha$ -amyrin และ  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR DEPT 90 และ DEPT 135 ของสารประกอบ **D** บันทึกใน  $\text{CDCl}_3$

ตำแหน่ง	$\alpha$ -amyrin(111) <sup>a</sup>	สารประกอบ <b>D</b>			
	$\delta_c$	$\delta_c$	$\delta_H$	DEPT 90	DEPT 135
1	38.1	38.8	1.68, 1.61		38.8
2	27.2	28.1	1.61, 1.38		28.1
3	78.3	79.0	3.91 (1H, m)	79.0	
4	38.7	33.6	-		
5	55.2	55.2	0.67	55.2	
6	18.3	18.3	1.50, 1.53		18.3
7	32.9	32.9	0.84, 1.27		32.9
8	40.0	40.0	-		
9	47.7	47.7	1.50	47.7	
10	36.9	36.9	-		
11	23.3	23.3	1.91		23.3
12	124.3	124.4	5.10 (1H, t, $J = 3.3$ Hz)	124.4	
13	139.4	139.5	-		
14	42.0	42.1	-		
15	28.7	31.2	1.39,		31.2
16	26.6	26.6	1.91		26.6
17	33.7	33.6	-		
18	58.9	59.0	1.30	59.0	
19	39.6	39.6	1.30	39.6	
20	31.2	39.6	0.94	39.6	
21	41.5	41.5	1.41, 1.21		41.5
22	28.1	27.7			27.7
23	15.6	15.6	0.77 (3H, s)		15.6
24	28.1	28.1	0.97 (3H, s)		28.1
25	15.6	15.6	0.93 (3H, s)		15.6
26	16.8	17.1	0.98 (3H, s)		17.1
27	23.3	23.2	1.05 (3H, s)		23.2
28	28.1	28.7	0.77 (3H, s)		28.7
29	17.4	17.4	0.95 (3H, br d)		17.4
30	21.3	21.3	0.89 (3H, s)		21.3

<sup>a</sup> Mahato; & Kundu. 1994: 1517-1575

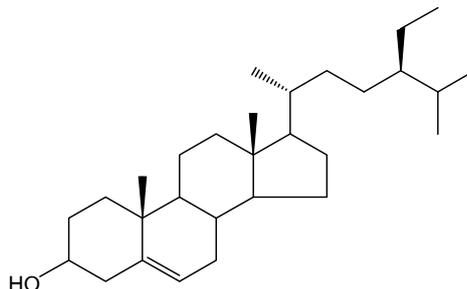
ตาราง 46 ข้อมูล  $^1\text{H-NMR}$ , COSY, HMQC และ HMBC ของสารประกอบ **D** บันทึกใน  $\text{CDCl}_3$

ตำแหน่ง	สารประกอบ <b>D</b>			
	$^1\text{H-NMR}$	COSY <sup>a</sup>	HMQC <sup>b</sup>	HMBC <sup>c</sup>
1	1.68, 1.61		C-1	
2	1.61, 1.38		C-2	
3	3.91 (1H, m)	H-2	C-3	C-2, C-23
5	0.67		C-5	
6	1.50, 1.53		C-6	
7	0.84, 1.27		C-7	
9	1.50		C-9	
11	1.91		C-11	C-12, C-13
12	5.10 (1H, t, $J = 3.3$ Hz)	H-11	C-12	C-9, C-11, C-12, C-13, C-18
15	1.39		C-15	
16	1.91		C-16	
18	1.30		C-18	C-19
19	1.30		C-19	
20	0.94		C-20	
21	1.41, 1.21		C-21	
23	0.77 (3H, s)		C-23	C-2, C-3, C-4, C-5
24	0.97 (3H, s)		C-24	C-1, C-5, C-23
25	0.93 (3H, s)		C-25	C-1, C-5, C-9, C-10
26	0.98 (3H, s)		C-26	C-7, C-9, C-14
27	1.05 (3H, s)		C-27	C-12, C-13, C-16
28	0.77 (3H, s)		C-28	C-17, C-21, C-22
29	0.95 (3H, br d )		C-29	C-22, C-20
30	0.89 (3H, s)		C-30	C-19, C-20

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

<sup>b</sup> 1-bond heteronuclear  $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$  correlation

<sup>c</sup> long range heteronuclear  $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$  correlation

สารประกอบ E  $\beta$ -Sitosterol (sss 3137)

สารประกอบ E มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาว ให้สีม่วงกับ anisaldehyde reagent และ ไม่แสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต ข้อมูล IR พบแถบการสั่นแบบยืดของ O-H ที่  $3425\text{ cm}^{-1}$  ข้อมูล  $^1\text{H-NMR}$  พบสัญญาณ methine olefinic proton ที่  $\delta_{\text{H}}$  5.33 (1 H, d,  $J = 5.18\text{ Hz}$ ) และสัญญาณของ carbinol proton ที่  $\delta_{\text{H}}$  3.50 (1H, m) เมื่อเปรียบเทียบข้อมูล NMR ของสารประกอบ E กับ  $\beta$ -sitosterol (14) (ตาราง 47) พบว่าสารประกอบ E มีค่าสอดคล้องกัน และเมื่อเปรียบเทียบค่า  $R_f$  ของสารประกอบ E กับ authentic ของ  $\beta$ -sitosterol ในระบบตัวทำละลายต่าง ๆ พบว่ามีค่า  $R_f$  เท่ากัน จึงสรุปว่า สารประกอบ E คือ  $\beta$ -sitosterol

$\beta$ -sitosterol (E) เป็นสารที่พบได้ทั่วไปในพืชหลายชนิด สำหรับพืชในสกุล *Salacia* พบ  $\beta$ -sitosterol (14) ในส่วนเปลือกต้นของ *S. beddomei* (Hisham; et al. 1995: 1227-1231) เปลือก รากของ *S. fruticosa* (Reddy; Ayengar; & Rangaswami. 1975: 342-343) เปลือก รากของ *S. macrosperma* (Viswanathan; et al. 1978: 349-352) นอกจากนี้ยังพบในพืชชนิดอื่น เช่น ส่วนผสมของ  $\beta$ -sitosterol กับ stigmasterol อัตราส่วน 1 : 2 พบในกิ่งของ *Ziziphus attopoensis* Pierre (นวรัตน์ มณีแก้ว. 2550) และ ใบปมรากของ *Atractylodes chinense* (Ding; et al. 2000: 561-565)

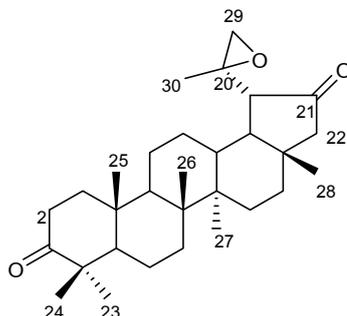
ตาราง 47 ข้อมูล  $^1\text{H-NMR}$  ของ  $\beta$ -sitosterol และ สารประกอบ E บันทึกใน  $\text{CDCl}_3$

ตำแหน่ง	$\beta$ -sitosterol <sup>a</sup>	$\beta$ -sitosterol <sup>b</sup>	สารประกอบ E
3	3.50 (1H, m)	3.25 (1H, m)	3.50 (1H, m)
6	5.33 (1H, d, $J = 5.0\text{ Hz}$ )	5.35 (1H, m)	5.33 (1H, d, $J = 5.1\text{ Hz}$ )
18	0.78 (3H, s)	0.69 (3H, s)	0.77 (3H, br s)
19	1.06 (3H, s)	1.01 (3H, s)	0.98 (3H, s)
21	0.98 (3H, d, $J = 6.0\text{ Hz}$ )	0.92 (3H, d, $J = 6.4\text{ Hz}$ )	0.89 (3H, d, $J = 6.4\text{ Hz}$ )
26	0.78 (3H, d, $J = 7.0\text{ Hz}$ )	0.83 (3H, d, $J = 6.8\text{ Hz}$ )	0.79 (3H, d, $J = 0.8\text{ Hz}$ )
27	0.76 (3H, d, $J = 7.0\text{ Hz}$ )	0.81 (3H, d, $J = 6.9\text{ Hz}$ )	0.65 (3H, s)
29	0.80 (3H, d, $J = 7.0\text{ Hz}$ )	0.85 (3H, t, $J = 7.8\text{ Hz}$ )	0.82 (3H, s)

<sup>a</sup> นวรัตน์ มณีแก้ว. 2550: 88-89

<sup>b</sup> Ding; et al. 2000: 561-565

## สารประกอบ F 20,29-Epoxyalacianone (sss 3567)

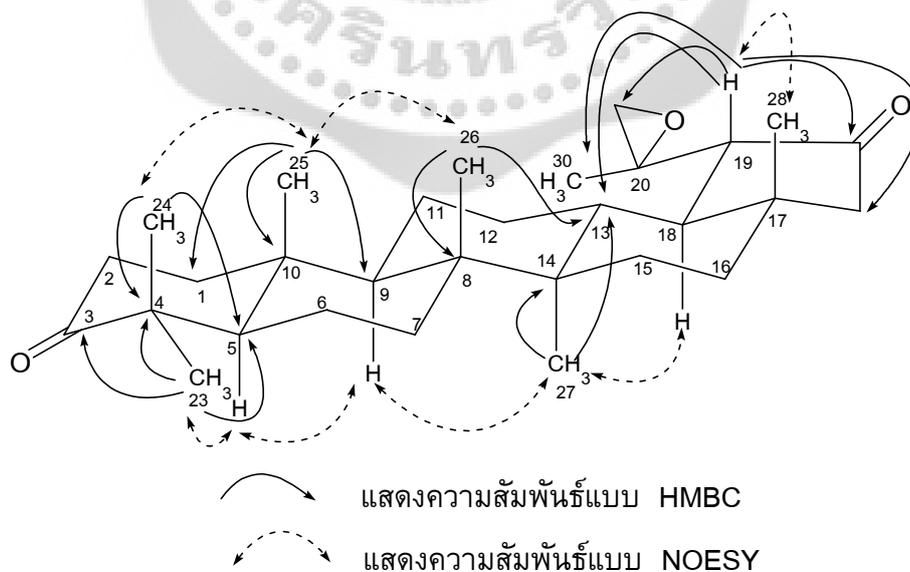


สารประกอบ F เป็นสารที่พบในปริมาณน้อยเป็นของแข็งสีขาว mp 222-224 °C เมื่อตรวจสอบด้วย TLC ให้สีม่วงกับ anisaldehyde reagent แสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต ข้อมูล IR พบแถบการสั่นแบบยืดของ C=O 2 แห่งที่ 1739 และ 1704  $\text{cm}^{-1}$

ข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR, DEPT, COSY และ HMQC (ตาราง 48) ของสารประกอบ F พบสัญญาณคาร์บอนทั้งหมด 30 สัญญาณ ซึ่งเป็นสัญญาณของ 7 methyl carbon ที่  $\delta_{\text{C}}$  14.5,  $\delta_{\text{H}}$  1.01 (3H, s);  $\delta_{\text{C}}$  15.8,  $\delta_{\text{H}}$  1.09 (3H, s);  $\delta_{\text{C}}$  15.9,  $\delta_{\text{H}}$  0.93 (3H, s);  $\delta_{\text{C}}$  18.9,  $\delta_{\text{H}}$  0.85 (3H, s); 21.3,  $\delta_{\text{H}}$  1.01 (3H, s);  $\delta_{\text{C}}$  21.9,  $\delta_{\text{H}}$  1.33 (3H, s); และ 26.6,  $\delta_{\text{H}}$  1.06 (3H, s) พบสัญญาณของ 10 methylene carbon ที่  $\delta_{\text{C}}$  19.6, 21.9, 26.9, 26.9, 33.2, 34.0, 34.6, 39.5, 51.2 และ 55.5 ppm พบสัญญาณของ 5 methine carbon ที่  $\delta_{\text{C}}$  36.8,  $\delta_{\text{H}}$  1.88;  $\delta_{\text{C}}$  46.5,  $\delta_{\text{H}}$  1.57;  $\delta_{\text{C}}$  49.5,  $\delta_{\text{H}}$  1.40;  $\delta_{\text{C}}$  54.6,  $\delta_{\text{H}}$  1.93 และ  $\delta_{\text{C}}$  54.8,  $\delta_{\text{H}}$  1.33 ppm สัญญาณ 6 quaternary carbon ที่  $\delta_{\text{C}}$  36.8, 37.9, 40.9, 42.8, 47.3 และ 56.3 ppm และพบสัญญาณของ 2 carbonyl carbon ที่  $\delta_{\text{C}}$  216.9 และ 217.9 ppm

ข้อมูลเหล่านี้แสดงว่าสาร F น่าจะมีโครงสร้างเป็นไตรเทอร์พีนชนิด lupane ที่ไม่มี exocyclic double bond ที่ C-19 เมื่อวิเคราะห์ข้อมูล NMR อย่างละเอียดพบว่ามีหมู่ methylene ketone 2 หมู่ โดยหมู่ที่ 1 อยู่ที่  $\delta_{\text{C}}$  55.5,  $\delta_{\text{H}}$  2.13 และ 1.88 ซึ่งเป็นแบบ doublet 2 แห่ง ค่า  $J = 16.5$  Hz และหมู่ที่ 2 อยู่ที่  $\delta_{\text{C}}$  34.0,  $\delta_{\text{H}}$  2.46 และ 2.43 พบ methine ketone ที่  $\delta_{\text{C}}$  54.6,  $\delta_{\text{H}}$  1.93 (1H, d,  $J = 13.6$  Hz) เป็นของหมู่ methyleneoxy ที่  $\delta_{\text{C}}$  51.2,  $\delta_{\text{H}}$  2.59 และ 2.39 ซึ่งเป็นแบบ doublet 2 แห่ง ค่า  $J = 4.4$  Hz และ quaternary oxycarbon ที่  $\delta_{\text{C}}$  56.3 เป็นที่สังเกตพบว่ามีหมู่ methyl ที่  $\delta_{\text{C}}$  21.9,  $\delta_{\text{H}}$  1.33 ซึ่งอยู่ที่สนามต่ำกว่าหมู่อื่น แสดงว่าได้รับอิทธิพลจาก oxygen ข้อมูล HMBC พบว่า methine proton ที่  $\delta_{\text{H}}$  1.93 มีความสัมพันธ์กับหมู่ ketone ที่  $\delta_{\text{C}}$  216.9 กับ methyleneoxy carbon ที่  $\delta_{\text{C}}$  51.2 และ กับ quaternary oxycarbon ที่  $\delta_{\text{C}}$  56.3 ข้อมูล ESMS พบ pseudomolecular ion peak ที่  $m/z$  453  $[\text{M}-\text{H}]^-$  ซึ่งสอดคล้องว่าสาร F มีสูตรโมเลกุลเป็น  $\text{C}_{30}\text{H}_{46}\text{O}_3$  ดังนั้นสาร F ควรจะมีหมู่ epoxide แทน exocyclic double bond ที่ C-19 ในโมเลกุลของไตรเทอร์พีนชนิด diketo lupane เมื่อสืบค้นข้อมูลพบว่ามีผู้รายงานพบ สาร 20,29-epoxylupane-3,21-dione หรือ 20,29-epoxyalacianone (2) (Hisham; et al; 1996:

จากการวิเคราะห์ข้อมูล NOESY พบว่า H-19 ที่  $\delta_H$  1.93 (1H, d,  $J = 13.6$  Hz) มีความสัมพันธ์กับ methylene proton H-22 ที่  $\delta_H$  2.13, 1.88 (2H, d,  $J = 16.5$ ); methylene epoxide H-29 ที่  $\delta_H$  2.54, 2.39 (2H, d,  $J = 4.4$  Hz); methyl epoxide Me-30 ที่  $\delta_H$  1.33 และ Me-28 ที่  $\delta_H$  0.85 แสดงว่า H-19 อยู่ด้าน  $\beta$  เช่นเดียวกับ Me-28 และหมู่ epoxide อยู่ในตำแหน่ง  $\alpha$  นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์ระหว่างหมู่ Me-25 กับ Me-24, Me-26; Me-26 กับ H-13; H-19 กับ Me-28 แสดงว่าหมู่ Me-25, Me-24, Me-26, Me-28, H-19 และ H-13 อยู่ด้าน  $\beta$  ส่วน Me-23, H-5, H-9, Me-27 และ H-18 อยู่ด้านเดียวกันคือตำแหน่ง  $\alpha$  ซึ่งสอดคล้องกับ stereochemistry ของ lupane triterpene ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าสาร F มีโครงสร้างเป็น 20,29-epoxylupane-3,21-dione หรือ 20,29-epoxysalacianone มีรายงานการพบจากส่วนเปลือกต้น *S. beddomei* (Hisham; et al; 1996: 789-794)



ภาพประกอบ 47 แสดงความสัมพันธ์ HMBC และ NOESY ที่สำคัญของสารประกอบ

ตาราง 48 ข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR ของ 20,29-epoxysalacianone (2) และ  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR, DEPT 90 และ DEPT 135 ของสารประกอบ F บันทึกใน  $\text{CDCl}_3$

ตำแหน่ง	20,29-epoxysalacianone (2) <sup>a</sup>		สารประกอบ F			
	$\delta_c$	$\delta_H$	$\delta_c$	$\delta_H$	DEPT 90	DEPT 135
1	39.5	1.91, 1.40, m	39.5	1.93, 1.88		39.5
2	34.1	2.40, 2.49, m	34.0	2.46, 2.43		34.0
3	217.0		217.9	-		
4	47.3		47.3	-		
5	54.8		54.8	1.33	54.8	
6	19.5		19.6			19.6
7	33.2		33.2	1.44		33.2
8	40.9		40.9	-		
9	49.5		49.5	1.40	49.5	
10	36.8		36.8	-		
11	21.4		21.9			21.9
12	26.9		26.9			26.9
13	36.7		36.8	1.88		
14	42.8		42.8	-		
15	26.9		26.9	1.76, 1.40		26.9
16	34.6		34.6	1.44, 1.61		34.6
17	37.9		37.9			
18	46.5		46.5	1.57	46.5	
19	54.6	1.91 (1H, d, $J = 11.6$ Hz)	54.6	1.93 (1H, d, $J = 13.6$ Hz)	54.6	
20	56.3		56.3			
21	218.2		216.9	-		
22	51.3	2.10 (1H, d, $J = 16.7$ Hz) 1.93 (1H, d, $J = 16.7$ Hz)	55.5	2.13 (1H, d, $J = 16.5$ Hz) 1.88 (1H, d, $J = 16.5$ Hz)		55.5
23	24.6	1.08 (3H, s)	26.6	1.06 (3H, s)		26.6
24	21.0	1.04 (3H, s)	21.3	1.01 (3H, s)		21.3
25	15.7	0.96 (3H, s)	15.9	0.93 (3H, s)		15.9
26	15.9	1.12 (3H, s)	15.8	1.09 (3H, s)		15.8
27	14.5	1.04 (3H, s)	14.5	1.01 (3H, s)		14.5
28	18.9	0.87 (3H, s)	18.9	0.85 (3H, s)		18.9
29	55.5	2.53 (1H, d, $J = 4.8$ Hz) 2.42 (1H, d, $J = 4.8$ Hz)	51.2	2.59 (1H, d, $J = 4.4$ Hz) 2.39 (1H, d, $J = 4.4$ Hz)		51.2
30	21.9	1.08 (3H, s)	21.9	1.33 (3H, s)		21.9

<sup>a</sup> Hisham; et al. 1996: 789-794.

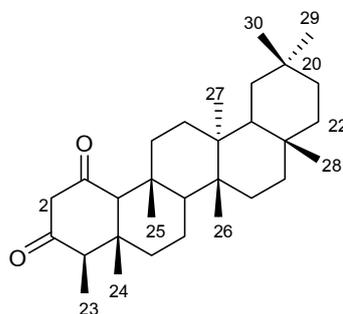
ตาราง 49 ข้อมูล  $^1\text{H-NMR}$ , COSY, HMQC และ HMBC ของสารประกอบ **F** บันทึกใน  $\text{CDCl}_3$

ตำแหน่ง	สารประกอบ <b>F</b>		
	$^1\text{H-NMR}^a$	HMQC <sup>b</sup>	HMBC <sup>c</sup>
1	1.93, 1.88	C-1	
2	2.46, 2.43	C-2	
5	1.33	C-5	
7	1.44	C-7	
9	1.40	C-9	
13	1.88	C-13	
15	1.76, 1.40	C-15	
16	1.44, 1.61	C-16	
18	1.57	C-18	
19	1.93 (1H, d, $J = 13.6$ Hz)	C-19	C-12, C-20, C-21, C-22, C-29, C-30
22	2.13 (1H, d, $J = 16.5$ Hz) 1.88 (1H, d, $J = 16.5$ Hz)	C-22	C-18, C-21
23	1.06 (3H, s)	C-23	C-3, C-4, C-5, C-24
24	1.01 (3H, s)	C-24	C-3, C-4, C-5
25	0.93 (3H, s)	C-25	C-1, C-4, C-9
26	1.09 (3H, s)	C-26	C-7, C-9, C-10
27	1.01 (3H, s)	C-27	C-13, C-14
28	0.85 (3H, s)	C-28	C-16, C-17, C-18
29	2.59 (1H, d, $J = 4.4$ Hz) 2.39 (1H, d, $J = 4.4$ Hz)	C-29	C-20
30	1.33 (3H, s)	C-30	C-20, C-29

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

<sup>b</sup> 1-bond heteronuclear  $^1\text{H}-^{13}\text{C}$  correlation

<sup>c</sup> long range heteronuclear  $^1\text{H}-^{13}\text{C}$  correlation

สารประกอบ **G** Friedelane-1,3-dione (sss 2629)

สารประกอบ **G** เป็นสารที่พบในปริมาณมากที่สุดมีลักษณะเป็นของแข็งสีขาว ให้สีเหลืองอ่อนกับ anisaldehyde reagent แสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเลตบน TLC ข้อมูล IR พบแถบการสั่นแบบยืดของ C=O 2 แห่ง ที่ 1732, 1705  $\text{cm}^{-1}$  แสดงว่าเป็นสารประกอบ diketone

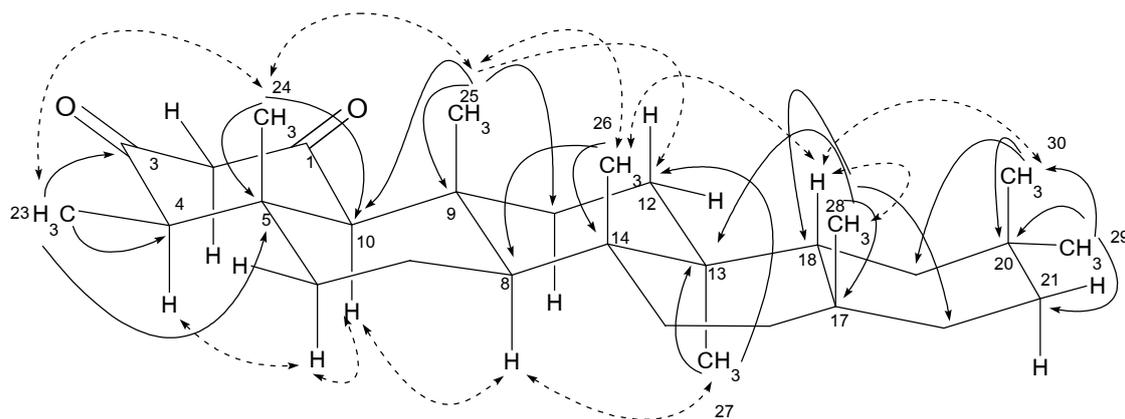
ข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR, DEPT, COSY และ HMQC ของสาร **G** พบสัญญาณคาร์บอนทั้งหมด 30 สัญญาณ (ตาราง 48) ซึ่งพบ 8 methyl carbon ประกอบด้วย 3 proton ที่  $\delta_{\text{C}}$  7.2,  $\delta_{\text{H}}$  1.03 (d,  $J = 6.6$  Hz);  $\delta_{\text{C}}$  15.9,  $\delta_{\text{H}}$  0.67;  $\delta_{\text{C}}$  17.9,  $\delta_{\text{H}}$  1.17;  $\delta_{\text{C}}$  18.7,  $\delta_{\text{H}}$  0.99;  $\delta_{\text{C}}$  20.3,  $\delta_{\text{H}}$  1.00;  $\delta_{\text{C}}$  31.7,  $\delta_{\text{H}}$  0.97;  $\delta_{\text{C}}$  32.0,  $\delta_{\text{H}}$  1.15; และ  $\delta_{\text{C}}$  34.9,  $\delta_{\text{H}}$  0.92; ppm พบ 10 methylene carbon ที่  $\delta_{\text{C}}$  18.0, 30.1, 32.4, 32.7, 34.5, 35.2, 35.8, 39.2, 40.6 และ 60.6 ppm พบ 4 methine carbon ที่  $\delta_{\text{C}}$  52.1,  $\delta_{\text{H}}$  1.28;  $\delta_{\text{C}}$  42.6,  $\delta_{\text{H}}$  1.58;  $\delta_{\text{C}}$  71.8,  $\delta_{\text{H}}$  2.35 และ  $\delta_{\text{C}}$  59.0,  $\delta_{\text{H}}$  2.55 (1H, q,  $J = 6.6$  Hz) พบ 6 quaternary carbon ที่  $\delta_{\text{C}}$  28.1, 29.9, 37.2, 37.8, 38.2 และ 39.4 ppm และพบสัญญาณของ carbonyl carbon 2 สัญญาณที่  $\delta_{\text{C}}$  202.8 และ 204.1 ppm

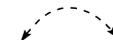
จากข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR ร่วมกับการสืบค้นข้อมูลของพืชในสกุล *Salacia* ทำให้ทราบว่าสาร **G** เป็นไตรเทอร์พีนประเภท friedelane ที่มีหมู่ carbonyl 2 แห่ง ซึ่งสอดคล้องกับการพบหมู่ C=O ที่ 1732, 1705  $\text{cm}^{-1}$  ใน IR สเปกตรัม และ ข้อมูล ESMS พบ pseudomolecular ion peak  $m/z$  ที่ 439  $[\text{M}-\text{H}]^-$  ซึ่งสอดคล้องกับสูตรโมเลกุล  $\text{C}_{30}\text{H}_{48}\text{O}_2$  ดังนั้นสาร **G** น่าจะมีสูตรโครงสร้างเป็น friedelane-1,3-dione และเมื่อเปรียบเทียบข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR (ตาราง 50) ของสาร **G** กับ friedelane-1,3-dione (**165**) (Klass; et al. 1992: 1626-1630) พบว่ามีค่าใกล้เคียงกันมาก นอกจากนี้ยังทำการเปรียบเทียบข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR สเปกตรัม ของสาร **G** กับ friedelin จาก  $^{13}\text{C}$ -NMR สเปกตรัม (ตาราง 39) พบว่าคล้ายกันแต่ต่างกันว่า สาร **G** พบสัญญาณของ carbonyl carbon มากกว่าในสารประกอบ friedelin หนึ่งสัญญาณ ที่  $\delta_{\text{C}}$  202.8 และ 204.1 ppm และ C-1, C-2, C-3 และ C-10 ที่  $\delta_{\text{C}}$  202.8, 60.6, 204.1 และ 71.8 ppm เมื่อเทียบกับ friedelin ที่  $\delta_{\text{C}}$  22.2, 41.5, 213.2 และ 59.4 ppm แสดงว่าหมู่ carbonyl อาจอยู่ที่ C-1 ซึ่งส่งผลทำให้เกิดการเคลื่อนของสัญญาณ ที่ C-1, C-2, C-3 และ C-10 อย่างไรก็ดีตามจาก

เมื่อเปรียบเทียบความมีขี้ของสาร **G** พบว่า สาร **G** ( $R_f$  0.6 ในระบบ 30% อะซีโตน - เฮกเซน) มีความเป็นขี้มากกว่า friedelin ( $R_f$  0.72 ในระบบ 30% อะซีโตน - เฮกเซน) และ จุดหลอมเหลวของ สาร **G** ที่  $268-270^{\circ}\text{C}$  (lit. mp.  $269-271^{\circ}\text{C}$ ) มี ค่า specific rotation เป็น  $+4.1^{\circ}$  (c. 0.50,  $\text{CHCl}_3$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับ friedelane-1,3-dione (**165**) มีค่าเป็น  $+2.2^{\circ}$  (c. 0.14,  $\text{CHCl}_3$  Klass; et al. 1992: 1626-1630) ซึ่งใกล้เคียงกัน และทำการยืนยันโครงสร้างโดยการทดลอง HMBC (ตาราง 51) ของสารประกอบ **G** พบความสัมพันธ์ของ methylene proton H-2 มีความสัมพันธ์กับ C-1, C-3, C-4, C-10 และ C-23; H-4 กับ C-3, C-5, C-10, C-23 และ C-24; H-10 กับ C-1, C-4, C-8, C-9 และ C-25; ซึ่งเป็นการยืนยันตำแหน่งของหมู่ carbonyl carbon อยู่ที่ C-1 และ C-3 และพบความสัมพันธ์ที่สำคัญระหว่าง Me-23 กับ C-3, C-4 และ C-10; Me-24 กับ C-4, C-5, C-6, และ C-10; Me-25 กับ C-8, C-9, C-10 และ C-11; Me-26 กับ C-14 และ C-15; Me-27 กับ C-12 และ C-18; Me-28 กับ C-16, C-17, C-18 และ C-22; Me-29 กับ C-19, C-20 และ C-21 และ Me-30 กับ C-19, C-20 และ C-21 ซึ่งเป็นการยืนยันตำแหน่งของหมู่ methyl ทั้ง 8 หมู่

นอกจากนี้ NOESY สเปกตรัม (ภาพประกอบ 47) ยังแสดงความสัมพันธ์ของ H-2 กับ H-4, H-10, Me-23, Me-24; H-6 กับ H-4; H-18 กับ Me-28; Me-23 กับ Me-24; Me-24 กับ Me-25; Me-25 กับ H-11, Me-26; Me-26 กับ H-18, Me-28; Me-27 กับ H-11 และ Me-28 กับ Me-30 แสดงว่า หมู่ Me-23, Me-24, Me-25, Me-26, Me-28, Me-30, H-18 อยู่ด้านเดียวกัน คือ ด้าน  $\beta$  และ H-4, H-10, Me-27 อยู่ด้านเดียวกัน คือ ด้าน  $\alpha$  ซึ่งสอดคล้องกับ stereochemistry ของ friedelane tritrepene ดังนั้นสรุปได้ว่าสาร **G** มีโครงสร้างเป็น friedelane-1,3-dione

fridelane-1,3-dione มีรายงานการพบในพืชสกุล *Salacia* พบในส่วนเปลือกกรากของ *S. campestris* (Carvalho; et al. 2005: 367-372) ลำต้นของ *S. chinensis* (Kishi; et al. 2003: 1051-1055) เปลือกต้นของ *S. beddomei* (Hisham; et al. 1996: 843-845) เปลือกกรากของ *S. prinoidea* (Tewari; et al. 1973: 146-152) นอกจากนี้ยังพบในพืชสกุลอื่นด้วย เช่น ลำต้นและเปลือกของ *P. compta* Miers (Klass; et al. 1992: 1626-1630)



 แสดงความสัมพันธ์แบบ HMBC  
 แสดงความสัมพันธ์แบบ NOESY

ภาพประกอบ 48 แสดงความสัมพันธ์ HMBC และ NOESY ที่สำคัญของสารประกอบ **G**

ตาราง 50 ข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR ของ friedlane-1,3-dione และ  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR, DEPT 90 และ DEPT 135 ของสารประกอบ **G** บันทึกใน  $\text{CDCl}_3$

ตำแหน่ง	friedlane-1,3-dione <sup>a</sup>		สารประกอบ <b>G</b>			
	$\delta_c$	$\delta_H$	$\delta_c$	$\delta_H$	DEPT 90	DEPT 135
1	202.8		202.8	-		
2	60.6	3.46, 3.24	60.6	3.43 (1H, d, $J = 15.9$ Hz) 3.22 (1H, d, $J = 15.9$ Hz)		60.6
3	204.1	-	204.1	-		
4	59.0	2.58	59.0	2.55 (1H, q, $J = 6.6$ Hz)	59.0	59.0
5	37.8	-	37.8	-		
6	40.6	1.90, 1.39 m	40.6	1.87, 1.35 (2H, d, $J = 10.5$ Hz)		40.6
7	18.0	1.54, 1.43	18.0	1.35		18.0
8	51.1	1.25	52.1	1.28 (1H, m)	52.1	52.1
15	32.4	1.52, 1.27	32.4	1.45, 1.25		32.4

ตาราง 50 (ต่อ)

ตำแหน่ง	friedlane-1,3-dione <sup>a</sup>		สารประกอบ <b>G</b>			
	$\delta_c$	$\delta_H$	$\delta_c$	$\delta_H$	DEPT 90	DEPT 135
16	35.9	1.56, 1.35	35.8	1.60		35.8
17	30.0		29.9	-		
18	42.7	1.57	42.6	1.58	42.6	42.6
19	35.3	1.36, 1.41	35.2	1.32		35.2
20	28.1	-	28.1	-		
21	32.7	1.46, 1.27	32.7	1.44-1.24 (2H, m)		32.7
22	39.2	1.49, 0.94	39.2	1.42, 1.25		39.2
23	7.3	1.05	7.2	1.03 (3H, d, $J = 6.6$ Hz)		7.2
24	15.9	0.69	15.9	0.67 (3H, s)		15.9
25	18.0	1.20	17.9	1.17 (3H, s)		17.9
26	20.3	1.03	20.3	1.00 (3H, s)		20.3
27	18.7	1.02	18.7	0.99 (3H, s)		18.7
28	32.0	1.18	32.0	1.15 (3H, s)		32.0
29	31.7	1.00	31.7	0.97 (3H, s)		31.7
30	35.0	0.94	34.9	0.92 (3H, s)		34.9

<sup>a</sup> Klass; et al .1992 : 1626-1630

ตาราง 51 ข้อมูล <sup>1</sup>H-NMR, COSY, HMQC และ HMBC ของสารประกอบ **G** บันทึกใน CDCl<sub>3</sub>

ตำแหน่ง	สารประกอบ <b>G</b>			
	<sup>1</sup> H-NMR	COSY <sup>a</sup>	HMQC <sup>b</sup>	HMBC <sup>c</sup>
2	2a:3.43 (1H, d, $J = 15.9$ Hz) 2e:3.22 (1H, d, $J = 15.9$ Hz)	H-10	C-2	C-1, C-3 C-4, C-10, C-23
4	2.55 (1H, q, $J = 6.6$ Hz)	H-23, H-24	C-4	C-3, C-5, C-10, C-23,C-24
6	1.35 1.87 (2H, d, $J = 10.5$ Hz)	H-7	C-6	C-5, C-7, C-8 , C-10
7	1.13		C-7	C-8, C-10,
8	1.28 (1H, m)		C-8	
10	2.35 (1H, s)	H-2, H-24, H-25	C-10	C-1, C-4, C-8, C-9 ,C-25

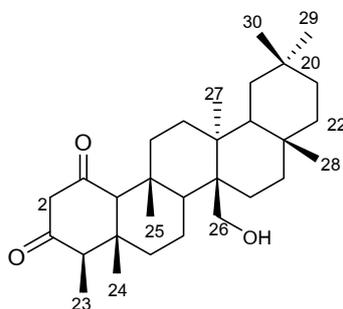
ตาราง 51 (ต่อ)

ตำแหน่ง	สารประกอบ <b>G</b>			
	<sup>1</sup> H-NMR	COSY <sup>a</sup>	HMQC <sup>b</sup>	HMBC <sup>c</sup>
11	2.12 (1H, d, <i>J</i> = 13.2 Hz)	H-25	C-11	C-8, C-25
12	1.45, 1.25	H-6	C-12	
15	1.45, 1.25		C-15	C-13, C-17, C-28
16	1.60		C-16	
18	1.58		C-18	
19	1.32		C-19	
21	1.44-1.24 (2H, m)	H-30	C-21	
22	1.45, 1.25		C-22	
23	1.03 (3H, d, <i>J</i> = 6.6 Hz)	H-4	C-23	C-3, C-4, C-10
24	0.67 (3H, s)	H-4, H-10	C-24	C-4, C-5, C-6, C-10
25	1.17 (3H, s)		C-25	C-8, C-9, C-10, C-11
26	1.00 (3H, s)		C-26	C-14, C-15
27	0.99 (3H, s)		C-27	C-12, C-18
28	1.15 (3H, s)		C-28	C-16, C-17, C-18, C-22
29	0.97 (3H, s)		C-29	C-19, C-20, C-21
30	0.92 (3H, s)	H-21	C-30	C-19, C-20, C-21

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

<sup>b</sup> 1-bond heteronuclear <sup>1</sup>H-<sup>13</sup>C correlation

<sup>c</sup> long range heteronuclear <sup>1</sup>H-<sup>13</sup>C correlation

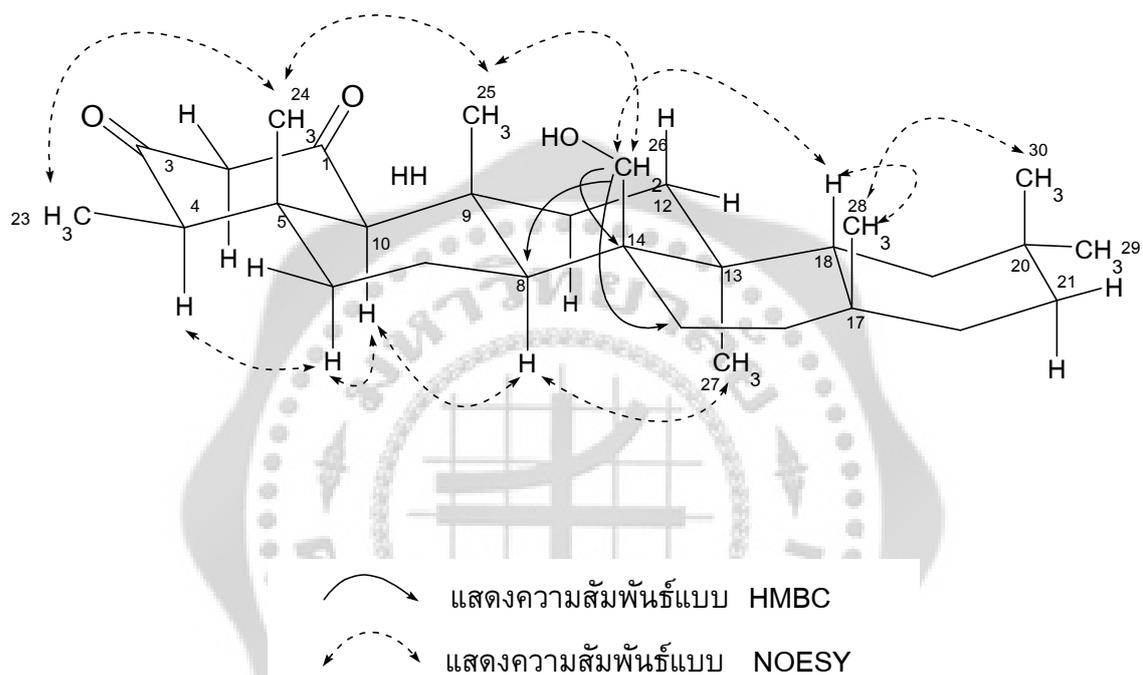
สารประกอบ **H** 26-Hydroxyfriedelane-1,3-dione (sss 2664)

สารประกอบ **H** เป็นสารที่พบมากเป็นอันดับที่สองมีลักษณะเป็นของแข็งสีขาว ให้สีม่วงกับ anisaldehyde reagent และแสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเลตบน TLC ข้อมูล IR พบแถบการสั่นแบบยืดของ C=O ที่ 1732, 1720 และ OH ของ alcohol ที่ 3548 cm<sup>-1</sup>

จากข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR, DEPT, COSY และ HMQC (ตาราง 52) พบว่าสาร **H** มีลักษณะคล้ายกับสาร **G** ดังนั้นสาร **H** น่าจะมีโครงสร้างเป็นไตรเทอร์พีนประเภท friedelane ที่มีลักษณะเป็น 1,3-diketone ซึ่งพบ 7 methyl carbon ที่  $\delta_{\text{C}}$  7.2,  $\delta_{\text{H}}$  1.07 (3H, s);  $\delta_{\text{C}}$  15.7,  $\delta_{\text{H}}$  0.68 (3H, s);  $\delta_{\text{C}}$  17.8,  $\delta_{\text{H}}$  1.35 (3H, s);  $\delta_{\text{C}}$  19.6,  $\delta_{\text{H}}$  1.04 (3H, s);  $\delta_{\text{C}}$  31.6,  $\delta_{\text{H}}$  1.12 (3H, s);  $\delta_{\text{C}}$  31.9,  $\delta_{\text{H}}$  0.94 (3H, s) และ  $\delta_{\text{C}}$  34.4,  $\delta_{\text{H}}$  0.91 (3H, s) พบ 11 methylene carbon ที่  $\delta_{\text{C}}$  20.4, 24.0, 29.8, 32.9, 35.0, 35.3, 35.4, 39.1, 41.7, 60.6 และ 63.9 ppm พบ 4 methine carbon ที่  $\delta_{\text{C}}$  58.9,  $\delta_{\text{H}}$  2.55 (1H, q,  $J = 6.46$ );  $\delta_{\text{C}}$  52.0,  $\delta_{\text{H}}$  1.31;  $\delta_{\text{C}}$  72.4,  $\delta_{\text{H}}$  2.36 (1H, s) และ  $\delta_{\text{C}}$  43.4,  $\delta_{\text{H}}$  1.58 พบ 6 quaternary carbon ที่  $\delta_{\text{C}}$  28.3, 30.3, 37.1, 38.0, 39.6 และ 42.0 ppm และพบสัญญาณของ carbonyl 2 สัญญาณที่ 202.8 และ 204.1 ppm ซึ่งต่างจาก friedelane-1,3-dione ตรงที่หมู่ hydroxymethylene 1 หมู่ที่  $\delta_{\text{C}}$  63.9,  $\delta_{\text{H}}$  4.13 (1H, d,  $J = 11.5$  Hz) และ 4.03 (1H, d,  $J = 11.5$  Hz) และมีหมู่ methyl 7 หมู่ ซึ่งสอดคล้องกับการ พบ pseudomolecular ion peak  $m/z$  ที่ 455  $[\text{M}-\text{H}]^-$  ใน ESMS สเปกตรัม ซึ่งสอดคล้องกับสูตรโมเลกุล  $\text{C}_{30}\text{H}_{48}\text{O}_3$  ดังนั้นสาร **H** น่าจะมีโครงสร้างเป็นอนุพันธ์ friedelane-1,3-dione ที่มีหมู่ hydroxyl ที่บนหมู่ methyl ในโครงสร้างของ friedelane-1,3-dione

เมื่อพิจารณาและวิเคราะห์ข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR อย่างละเอียดของสาร **H** กับ friedelane-1,3-dione พบว่าสาร **H** มี C-14, C-15 และ C-26 ที่  $\delta_{\text{C}}$  42.0, 24.1 และ 63.9 ppm ต่างจาก friedelane-1,3-dione มี C-14, C-15 และ C-26 ที่  $\delta_{\text{C}}$  38.2, 32.4 และ 20.3 ppm ตามลำดับ แสดงว่าหมู่ hydroxyl methylene อาจอยู่ที่ C-26 ข้อมูล HMBC พบความสัมพันธ์ระหว่าง hydroxyl methylene H-26 กับ C-7, C-8, C-13 และ C-15 แสดงว่าหมู่ hydroxyl methylene carbon อยู่ที่ C-26 เมื่อเปรียบเทียบข้อมูล  $^{13}\text{C}$ -NMR ของสารประกอบ **H** กับ 26-hydroxyfriedelane-1,3-dione (**142**) (Matsuda; et al. 1999: 1725-1729) พบว่ามีค่าใกล้เคียงกันมาก อย่างไรก็ตามจากข้อมูล HMBC ในตาราง 53 ของสาร **H** พบความสัมพันธ์ของ methyl proton Me-23 กับ C-3, C-4 และ C-5; Me-24 กับ C-5, C-6 และ C-10; Me-25 กับ C-8, C-9, C-10, C-11 และ C-26; Me-27 กับ C-12, C-13, C-14 และ C-18; Me-28 กับ C-16, C-17, C-18 และ C-22; Me-29 กับ C-19, C-20 และ C-22; Me-30 กับ C-19, C-20 และ C-21 ซึ่งเป็นการยืนยันตำแหน่งของหมู่ methyl และพบความสัมพันธ์ NOESY ของ hydroxyl methylene proton กับ Me-25, Me-28 และ H-18 แสดงว่าหมู่  $\text{CH}_2\text{OH}$  อยู่ด้านเดียวกับ Me-25, Me-28 และ H-18 นอกจากนี้ NOESY สเปกตรัม (ภาพประกอบ 48) ยังแสดงความสัมพันธ์ Me-23 กับ Me-24, Me-25,  $\text{CH}_2\text{OH}$ -26, H-18, Me-28 และ Me-30 ส่วน H-4 กับ H-6, H-1 และ Me-27 อยู่ด้านเดียวกันคือด้าน  $\alpha$  ซึ่งสอดคล้องกับ stereochemistry ของ friedelane triterpene สรุปได้ว่า สารประกอบ **H** มีโครงสร้างเป็น 26-hydroxyfriedelane-1,3-dione

26-hydroxyfriedelane-1,3-dione มีรายงานการพบในพืชสกุล *Salacia* พบในส่วนเปลือก รากของ *S. prinoides* (Rogers; et al. 1980: 1048-1050) รากของ *S. oblonga* (Matsuda; et al. 1999: 1725-1729) รากของ *S. reticulata* (Yoshikawa; et al. 2002: 1819-1824) และยังไม่พบ รายงานในพืชสกุลอื่นๆ



ภาพประกอบ 49 ข้อมูล HMBC และ NOESY แสดงความสัมพันธ์ที่สำคัญของสารประกอบ H

ตาราง 52 ข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR ของ 26-hydroxyfriedelane-1,3-dione (**142**) และ  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR, DEPT 90 และ DEPT 135 สารประกอบ **H** ใน  $\text{CDCl}_3$

ตำแหน่ง	26-hydroxyfriedelane-1,3-dione ( <b>142</b> ) <sup>a</sup>		สารประกอบ <b>H</b>		
	$\delta_{\text{C}}$	$\delta_{\text{C}}$	$\delta_{\text{H}}$	DEPT 90	DEPT 135
1	202.8	202.8	-		
2	60.6	60.6	3.44 (1H, d, $J = 15.9$ Hz) 3.23 (1H, d, $J = 15.9$ Hz)		60.6
3	204.1	204.1	-		
4	56.9	58.9	2.54 (1H, q, $J = 6.5$ Hz)	58.9	
5	38.1	38.0	-		
6	41.7	41.7	1.20, 1.85		41.7
7	20.4	20.4	1.80, 1.60		20.4
8	52.0	52.0	1.35	52.0	
9	37.1	37.1	-		
10	72.4	72.4	2.38 (1H, s)	72.4	
11	35.0	35.0	1.65, 2.16		35.0
12	29.9	29.8	1.10, 1.30		29.8
13	39.7	39.6	-		
14	42.0	42.0	-		
15	20.1	24.1	1.15, 2.10		24.1
16	35.3	35.3	1.65		35.3
17	30.4	30.3	-		
18	43.4	43.4	1.46	43.4	
19	35.4	35.4	1.65		35.4
20	28.3	28.3	-		
21	32.9	32.9	1.35, 0.95		32.9
22	39.1	39.1	1.50, 0.90		39.1
23	7.1	7.2	1.00 (3H, d, $J = 6.5$ Hz)		7.2
24	15.7	15.7	0.67 (3H, s)		15.7
25	17.8	17.8	1.35 (3H, s)		17.8
26	64.0	63.9	4.13 (1H, d, $J = 11.5$ Hz) 4.03 (1H, d, $J = 11.5$ Hz)		63.9
27	19.7	19.6	1.03 (3H, s)		19.6
28	31.7	31.6	1.11 (3H, s)		31.6
29	34.5	34.4	0.91 (3H, s)		34.4
30	32.0	31.9	0.94 (3H, s)		31.9

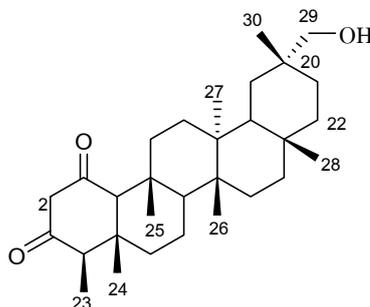
<sup>a</sup> Matsuda. H.; et al.1999: 1725-1729

ตาราง 53 ข้อมูล  $^1\text{H-NMR}$ , COSY, HMQC, และ HMBC ของสารประกอบ **H** บันทึกใน  $\text{CDCl}_3$ 

ตำแหน่ง	สารประกอบ <b>H</b>			
	$^1\text{H-NMR}$	COSY <sup>a</sup>	HMQC <sup>b</sup>	HMBC <sup>c</sup>
2	3.44 (1H, d, $J = 15.9$ Hz) 3.23 (1H, d, $J = 15.9$ Hz)	H-2, H-10	C-2	C-1, C-3, C-4, C-10, C-23
4	2.54 (1H, q, $J = 6.5$ )	H-23	C-4	C-5, C-10, C-23, C-24
6	1.20, 1.85		C-6	C-7, C-5, C-8, C-10
7	1.80, 1.60		C-7	
8	1.80, 1.60		C-8	
10	2.38 (1H, s)		C-10	C-1, C-4, C-5, C-8, C-9, C-13, C-24
11	1.65, 2.16		C-11	C-12, C-13, C-8
12	1.10, 1.30		C-12	C-8, C-9, C-11, C-25, C-26
15	1.15, 2.10		C-15	C-11, C-13, C-14, C-26
16	1.65, 1.32		C-16	
18	1.46		C-18	C-19
19	1.65, 1.32		C-19	
21	1.35, 0.95		C-21	C-17, C-19
22	1.50, 0.90		C-22	
23	1.00 (3H, d, $J = 6.5$ Hz)	H-4	C-23	C-3, C-4, C-5
24	0.67 (3H, s)		C-24	C-4, C-5, C-6, C-10
25	1.35 (3H, s)		C-25	C-8, C-9, C-10, C-11, C-26
26	4.13 (1H, d, $J = 11.5$ Hz) 4.03 (1H, d, $J = 11.5$ Hz)	H-25	C-26	C-6, C-8, C-14, C-15
27	1.03 (3H, s)		C-27	C-12, C-13, C-14, C-18
28	1.11 (3H, s)		C-28	C-16, C-17, C-18, C-22
29	0.91 (3H, s)		C-29	C-19, C-20, C-22
30	0.94 (3H, s)		C-30	C-19, C-20, C-21

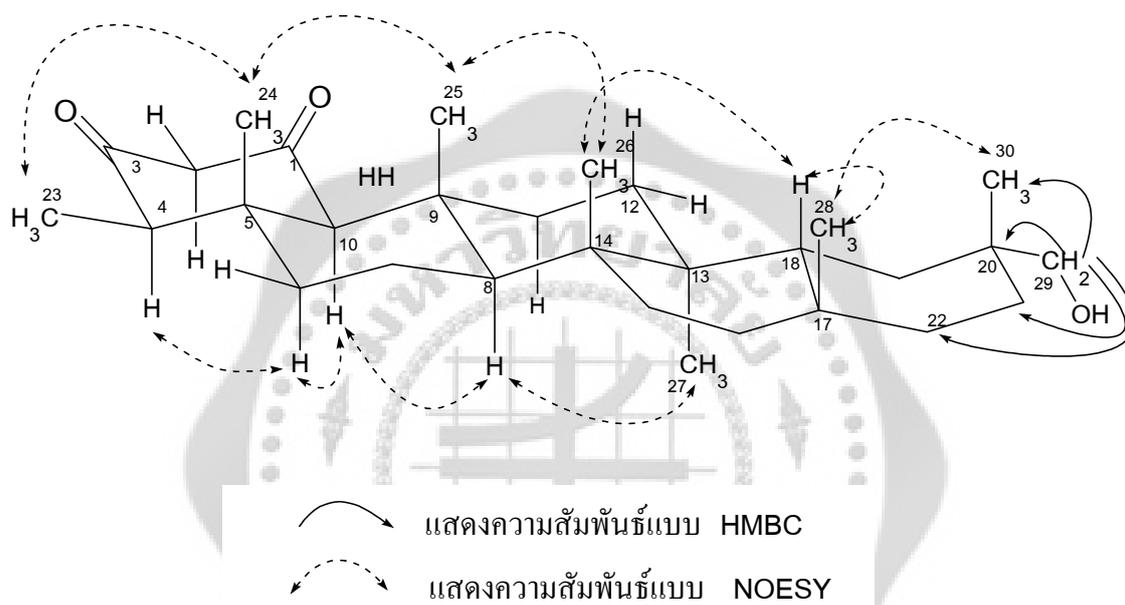
<sup>a</sup> proton-proton correlation<sup>b</sup> 1-bond heteronuclear  $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$  correlation<sup>c</sup> long range heteronuclear  $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$  correlation

## สารประกอบ I 29-Hydroxyfriedelane-1,3-dione (sss 2972)



สารประกอบ I มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาว ให้สีม่วงกับ anisaldehyde reagent แสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเลตบน TLC ข้อมูล IR พบแถบการสั่นแบบยืดของ C=O ที่ 1725, 1703 และ OH ที่ 3567  $\text{cm}^{-1}$

จากข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR, DEPT, COSY และ HMQC (ตาราง 54) พบว่า สารประกอบ I น่าจะมีโครงสร้างเป็นไตรเทอร์พีนประเภท friedelane ที่มีลักษณะ 1,3-diketone และมีโครงสร้างคล้ายกับสารประกอบ friedelane-1,3-dione พบ 7 methyl carbon ที่  $\delta_{\text{C}}$  7.2,  $\delta_{\text{H}}$  1.04 (3H, d,  $J = 6.5$ );  $\delta_{\text{C}}$  15.9,  $\delta_{\text{H}}$  0.67 (3H, s);  $\delta_{\text{C}}$  17.9,  $\delta_{\text{H}}$  1.51 (3H, s);  $\delta_{\text{C}}$  18.5,  $\delta_{\text{H}}$  1.00 (3H, s);  $\delta_{\text{C}}$  20.8,  $\delta_{\text{H}}$  1.00 (3H, s);  $\delta_{\text{C}}$  32.0,  $\delta_{\text{H}}$  1.19 (3H, s); และ  $\delta_{\text{C}}$  25.7,  $\delta_{\text{H}}$  1.00 (3H, s) พบ 10 methylene carbon ที่  $\delta$  18.0, 27.7, 29.7, 30.2, 32.7, 34.6, 35.7, 39.5, 40.6, 60.6 และ 74.7 ppm พบ methine carbon ที่  $\delta_{\text{C}}$  59.0,  $\delta_{\text{H}}$  2.5 (1H, q,  $J = 6.4$ );  $\delta_{\text{C}}$  52.4,  $\delta_{\text{H}}$  1.2;  $\delta_{\text{C}}$  71.8,  $\delta_{\text{H}}$  2.3 (1H, s) และ  $\delta_{\text{C}}$  41.7,  $\delta_{\text{H}}$  1.54 พบ 6 quaternary carbon สัญญาณที่  $\delta$  30.4, 33.1, 37.2, 37.8, 38.1 และ 39.7 ppm และ 2 carbonyl carbon ที่ 202.8 และ 204.1 ppm ซึ่งต่างจาก friedelane-1,3-dione ที่มีหมู่ hydroxymethylene 1 หมู่ ที่  $\delta_{\text{C}}$  74.7,  $\delta_{\text{H}}$  3.22 (2H, d,  $J = 13.2$  Hz) และมี methyl 7 หมู่ ซึ่งสอดคล้องกับการพบ pseudomolecular ion peak  $m/z$  ที่ 455  $[\text{M}-\text{H}]^-$  ใน ESMS สเปกตรัม ซึ่งสอดคล้องกับสูตรโมเลกุล  $\text{C}_{30}\text{H}_{48}\text{O}_3$  ดังนั้นสาร I น่าจะเป็นอนุพันธ์ hydroxyl friedelane-1,3-dione เช่นเดียวกับ สาร H เมื่อเปรียบเทียบและวิเคราะห์ข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR อย่างละเอียด (ตาราง 54) ของสาร I กับ friedelane-1,3-dione พบว่ามีความต่างกันที่ C-19, C-20, C-22, C-29 และ C-30 ที่  $\delta_{\text{C}}$  33.1, 27.7, 29.7, 74.7 และ 25.7 ppm เมื่อเทียบกับ สาร G ที่  $\delta_{\text{C}}$  35.2, 28.1, 39.2, 31.7 และ 34.9 ppm แสดงว่า หมู่ methylene hydroxyl น่าจะอยู่ที่ C-29 ซึ่งส่งผลทำให้เกิดการเคลื่อนของสัญญาณที่ C-19, C-20, C-22, C-29 และ C-30 และเมื่อเปรียบเทียบข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR ของสาร I กับ 29-hydroxyfriedelane-3-one พบว่าคาร์บอนที่วง C, D และ E มีค่าสอดคล้องกัน แต่ต่างกันที่ วง A และ B และไม่มีผู้ใดรายงานข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR ของ 29-hydroxyfriedelane-1,3-dione อย่างไรก็ตามจากข้อมูล HMBC (ตาราง 55) ของสาร I พบความสัมพันธ์ที่สำคัญของ hydroxymethylene proton H-29 มีความสัมพันธ์กับ C-20, C-21,



ภาพประกอบ 50 แสดงความสัมพันธ์ HMBC และ NOESY ที่สำคัญของสารประกอบ I

ตาราง 54 ข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR ของ D:A-friedooleanan-29-ol-3-one และ  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR, DEPT 90 และ DEPT 135 สารประกอบ I บันทึกใน  $\text{CDCl}_3$

ตำแหน่ง	29-hydroxyfriedelan-3-one <sup>a</sup>		สารประกอบ I			
	$\delta_c$	$\delta_H$	$\delta_c$	$\delta_H$	DEPT 90	DEPT 135
1	22.5		202.8	-		
2	41.6	2.30 (1H, br dd, $J = 7.0, 13.8$ Hz) 2.39 (1H, ddd, $J = 2.1, 5.2, 13.8$ Hz)	60.6	3.43 (1H, d, $J = 15.9$ Hz) 3.22 (1H, d, $J = 15.9$ Hz)		60.6
3	212.8		204.1	-		
4	58.5	2.24	59.0	2.54 (1H, q, $J = 6.5$ Hz)	59.0	
5	42.3		37.8	-		
6	41.7		40.6	1.87 (1H, d, $J = 9.9$ Hz)		40.6
7	18.5		18.0	1.52, 1.18		18.0
8	53.7		52.4	1.29 (1H, s)	52.4	
9	37.7		37.2	-		
10	59.8		71.8	2.38 (1H, s)	71.8	
11	35.9		34.6	2.13 (1H, d, $J = 12.99$ Hz)		34.6
12	30.8		30.2			30.2
13	38.8		38.1	-		
14	40.2		39.7	-		
15	33.0		39.5	0.97, 1.35		32.7
16	36.2		35.7	1.30, 1.54		35.7
17	30.8		30.4	-		
18	42.2		41.7	1.61	41.75	
19	39.7		32.7	1.54		32.7
20	33.3		33.1	-		
21	30.0		27.7	1.35, 1.18		27.7
22	28.3		29.7	1.01, 1.11		29.7
23	6.9	0.88	7.2	1.04 (3H, d, $J = 6.5$ Hz)		7.2
24	14.8	0.73	15.9	0.67 (3H, s)		15.9
25	18.0	0.87	17.9	1.18 (3H, s)		17.9
26	18.5	1.03	18.5	1.04 (3H, s)		18.5
27	20.9	1.03	20.8	1.00 (3H, s)		20.8
28	32.3	1.05	32.0	1.19 (3H, s)		32.0
29	74.9	3.24 (1H, d, $J = 10.4$ Hz) 3.29 (1H, d, $J = 10.4$ Hz)	74.7	3.22 (2H, d, $J = 13.2$ Hz)		74.7
30	26.0	1.22	25.7	1.00 (3H, s)		25.7

<sup>a</sup> Itokawa; et.al. 1991: 3713-3716.

ตาราง 55 ข้อมูล  $^1\text{H-NMR}$ , COSY, HMQC และ HMBC ของสารประกอบ I บันทึกใน  $\text{CDCl}_3$ 

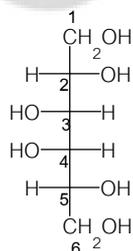
ตำแหน่ง	สารประกอบ I			
	$^1\text{H-NMR}$	COSY <sup>a</sup>	HMQC <sup>b</sup>	HMBC <sup>c</sup>
2	3.43 (1H, d, $J = 15.9$ Hz) 3.22 (1H, d, $J = 15.9$ Hz)	H-2, H-4, H-10	C-2	C-1, C-10, C-3, C-4
4	2.54 (1H, q, $J = 6.5$ Hz)	H-23, H-24, H-10	C-4	C-1, C-3, C-5, C-10, C-23, C-24
6	1.87 (1H, d, $J = 9.9$ Hz)			
7	1.52, 1.18		C-7	
8	1.29 (1H)		C-8	
10	2.38 (1H, s)	H-2, H-24	C-10	C-1, C-4, C-5, C-8, C-9, C-11, C-24, C-25
11	2.13 (1H, d, $J = 12.99$ Hz)		C-11	
15	0.97, 1.35		C-15	
16	1.30, 1.54		C-16	
18	1.61		C-18	C-14
19	1.54		C-19	
21	1.18, 1.35		C-21	C-30
22	1.01, 1.11		C-22	C-18
23	1.04 (3H, d, $J = 6.5$ Hz)	H-4	C-23	C-3, C-4
24	0.67(3H, s)	H-4, H-10	C-24	C-10, C-4, C-5, C-6, C-9
25	1.18 (3H, s)		C-25	C-8, C-9, C-10, C-11, C-14,
26	1.04 (3H, s)		C-26	C-8, C-9, C-12, C14, C-15, C-16,
27	1.00 (3H, s)		C-27	C-11, C-12, C-14, C-15, C-19
28	1.19 (3H, s)		C-28	C-16, C-17, C-18
29	3.22 (2H, d, $J = 13.2$ Hz)		C-29	C-19, C-20, C-21, C-22, C-30
30	1.00 (3H, s)		C-30	C-17, C-19, C-20, C-22, C-29

<sup>a</sup> proton-proton correlation<sup>b</sup> 1-bond heteronuclear  $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$  correlation<sup>c</sup> long range heteronuclear  $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$  correlation

สารประกอบ J Long chain fatty acid (sss 2885)

สารประกอบ J มีลักษณะเป็นสารหนืดสีขาวปนเหลือง ให้สีม่วงกับ anisaldehyde reagent แสดงผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเลตบน TLC ข้อมูล IR พบแถบการสั่นแบบยืดของ OH ของ carboxylic อยู่ในช่วง 2500 - 3300 และ C=O ที่ 1709  $\text{cm}^{-1}$  และพบแถบการสั่นแบบงอของ =CH ที่ 769, 669  $\text{cm}^{-1}$  จากข้อมูล IR สเปกตรัม สารประกอบ J น่าจะมีหมู่ carboxylic เป็นองค์ประกอบ และข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR และ DEPT พบ 1 methyl carbon ที่  $\delta_{\text{C}}$  14.1,  $\delta_{\text{H}}$  0.85 (3H, t,  $J = 6.3$ ), พบ 2 methine carbon ที่  $\delta_{\text{C}}$  130.0 และ 129.7,  $\delta_{\text{H}}$  5.32 (1H, t,  $J = 4.5$ ) พบ methylene carbon ที่  $\delta_{\text{C}}$  24.6,  $\delta_{\text{H}}$  1.61 (H, m);  $\delta_{\text{C}}$  31.9  $\delta_{\text{H}}$  1.23 (H, m) และ  $\delta_{\text{C}}$  33.9,  $\delta_{\text{H}}$  2.32 (3H, t,  $J = 7.4$  Hz),  $\delta_{\text{C}}$  22.6, 27.2, 29.0, 29.2, 29.3, 29.4 และ 29.6 ppm นอกจากนี้ยังพบสัญญาณ carbonyl carbon ที่  $\delta_{\text{C}}$  179.3 ppm ซึ่งน่าจะเป็น carbonyl ของ carboxylic สารที่เป็น wax ส่วนใหญ่มักจะพบสัญญาณของ  $\delta_{\text{H}}$  2.32 (3H, t,  $J = 7.4$  Hz),  $\delta_{\text{C}}$  33.9, น่าจะเป็นสัญญาณของ proton ที่อยู่ใกล้กับ carbonyl carbon นอกจากนี้จากการสืบค้นข้อมูลเปรียบเทียบ IR,  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR ของ สาร J กับสารประกอบ oleic acid [SDBS database (<http://www.aist.go.jp>)] มีลักษณะคล้ายกันแต่มีบางตำแหน่งที่ต่างไป อาจสรุปได้ว่าสาร J น่าจะมีโครงสร้างเป็นสารผสมของ Long chain fatty acid ที่มีหมู่ unsaturated อยู่หนึ่งตำแหน่ง ประกอบด้วย carbon ทั้งหมด 19 อะตอม จากข้อมูล ESMS พบ pseudomolecular ion peak ที่  $m/z$  297  $[\text{M}+\text{H}]^+$  สอดคล้องกับสูตรโมเลกุลเป็น  $\text{C}_{19}\text{H}_{36}\text{O}_2$  ซึ่งพบได้น้อยในธรรมชาติ และไม่พบการรายงานในพืชสกุล *Salacia*

สารประกอบ K Dulcitol (sss 3321)



สารประกอบ K มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาว การละลายสามารถละลายน้ำได้ จากข้อมูล ESMS พบ pseudomolecular ion peak ที่  $m/z$  205  $[\text{M}+\text{Na}]^+$  สอดคล้องกับสูตรโมเลกุลเป็น

จากการวิเคราะห์ข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR (บันทึกใน  $\text{D}_2\text{O}$ ) พบสัญญาณของ carbinol proton 2 สัญญาณที่  $\delta_{\text{H}}$  3.84 (2H, t,  $J = 6.40$  Hz) และ 3.55 (4H, d,  $J = 7.18$  Hz) พบสัญญาณคาร์บอนทั้งหมด 3 สัญญาณที่  $\delta$  70.1, 69.4 และ 63.2 ppm แสดงว่าน่าจะมีสมมาตรโมเลกุล และจากข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR (บันทึกใน  $\text{DMSO-d}_6$ ) พบ carbinol proton 6 สัญญาณที่  $\delta_{\text{H}}$  3.35 (1H,  $J = 2.52$  Hz); 3.40; 3.68 (1H, q,  $J = 6.45$  Hz); 4.04 (1H, dd,  $J = 2.99, 2.05$  Hz); 4.12 (1H, d,  $J = 6.60$  Hz) และ 4.44 (1H, d,  $J = 5.50$  Hz) และ  $^{13}\text{C}$ -NMR พบ 63.2, 70.1, 71.5 ppm เมื่อเปรียบเทียบ  $^1\text{H}$ -NMR ระหว่างการบันทึกใน  $\text{D}_2\text{O}$  กับ  $\text{DMSO-d}_6$  พบว่าสัญญาณของ proton เลื่อนไปที่สนามแม่เหล็กต่ำลง จากการสืบค้นข้อมูลเมื่อเปรียบเทียบ  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR ของสารประกอบ **K** กับ dulcitol (**148**) (Pouchert; & Behnke. 1993: 290) พบว่ามีค่าใกล้เคียงกันมาก ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าโครงสร้างของสารประกอบ **K** คือ dulcitol

สารประกอบ dulcitol หรือ galactitol มีรสชาติดหวานเล็กน้อย มีรายงานการพบในพืชสกุล *Salacia* คือ *S. oblonga* (Matsuda; et al. 1999: 1725-1729) จากส่วนราก นอกจากนี้ยังพบในพืชสกุลอื่น เช่น จากส่วนเปลือกต้น *Cassine papillosa* (Drewes; & Mashimbye. 1993: 1041-1044) ส่วนรากของ *Maytenus acanthophylla* เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Celastraceae เหมือนกับต้นตากวาง (De Oliveira; et al. 2006: 661-665)

### ข้อเสนอแนะ

ควรศึกษาการแยกองค์ประกอบทางเคมีจากส่วนอื่น ๆ เช่น ส่วนรากและใบของต้นตากวาง และนำสารที่แยกได้ทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพ เพื่อให้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่สมบูรณ์ของต้นตากวาง



บรรณานุกรม

### บรรณานุกรม

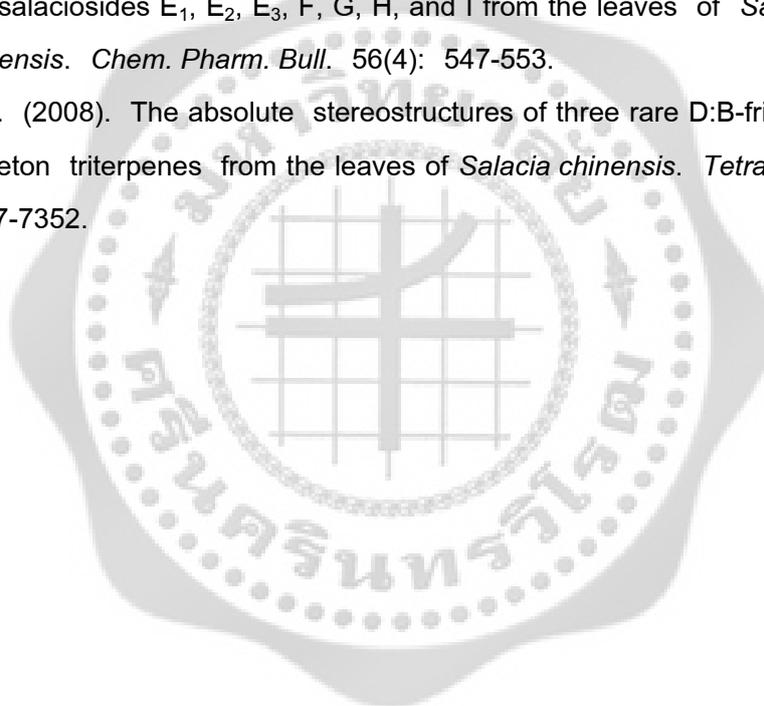
- เต็ม สมิตินันท์. (2544). ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ 2544. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการกรมป่าไม้. หน้า 461-462.
- นวรรตน์ มณีแก้ว. (2550). องค์ประกอบหลักของกิ่งกำลังเสื่อโคร่ง (*Ziziphus attopoensis* Pierre). ปรินญาณานิพนธ์ วท.ม. (เคมี) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วุฒิ วุฒิธรรมเวช. (2540). สารานุกรมสมุนไพร รวมหลักเภสัชกรรมไทย. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ โอ. เอส. พรินติ้ง เฮ้าส์. หน้า 209.
- Bates, R. B.; et al. (1999). Cyclic hemiacetals with seven-membered rings from an undescribed *Salacia* species from Monteverde, Costa Rica. *J. Nat. Prod.* 62: 340-341.
- Carvalho, P. R. F.; et al. (2005). Antioxidant quinonemethide triterpenes from *Salacia campestris*. *Chem. Biodivers.* 2: 367-372.
- Clara, N.; et al. (2001). Triterpenes in roots of *Maytenus buxifolia*. [Abstract] *Revista Latinoamericana de Quimica.* 29(1): 32-40 from SciFinder Scholar; CAN: 136: 50139.
- Corsino, J.; et al. (2000). Biosynthesis of friedelane and quinonemethide triterpenoids is compartmentalized in *Maytenus aquifolium* and *Salacia campestris*. *Phytochemistry.* 55: 741-748.
- Deepa, M. A.; & Bai, V. N. (2004). Antibacterial activity of *Salacia beddomei*. *Fitoterapia.* 75: 589-591.
- ; et al. (2003). A new benzoid system with antifeedant and antimicrobial properties from the leaves of *Salacia beddomei* Gamble. [Abstract] India. *Biosci. Biotech. Res. Asia.* 1(2): 121-122, from SciFinder Scholar; CAN: 144: 346853.
- De Oliveira, D. M.; et al. (2006). Chemical constituents isolated from roots *Maytenus acanthophylla* Rissek (Celastraceae). *Biochem. Syst. Ecol.* 34: 661-665.
- Dhanabalasingham, B.; et al. (1996). Biogenetically important quinonemethides and other triterpenoid constituents of *Salacia reticulata*. *Phytochemistry.* 42(5): 1377-1385.
- Ding Hou, L. (1964). Celastraceae-II. In: Van Steenis, C. G. G. J.; ed. *Flora Malesiana.* Jakarta: 6: p. 414-415.

- (1962). Celastraceae-I. In: *Van Steenis, C. G. G. J.; ed. Flora Malesiana. Jakarta*: 6: p. 227-228.
- Ding, H.- Y.; et al. (2000). Phytochemical and pharmacological studies on *Chinese changzhu*. *J. Chin. Chem. Soc.* 47: 561-565.
- Drewes, S. E.; & Mashimbye, M. J. (1993). Flavanoids and triterpenoids from *Cassine papillosa* and the absolute configuration of 11,11-dimethyl-1,3,8,10-tetrahydroxy-9-methoxypeltogynan. *Phytochemistry*. 32(4): 1041-1044.
- Figueiredo, J. N.; Raz. B.; & Sequin, U. (1998). Novel quinone methides from *Salacia kraussii* with in vitro antimalarial activity. *J. Nat. Prod.* 61: 718-723.
- Giner, R. M.; et al. (1993). Friedelane triterpenes from the stem bark of *Caloncoba glauca*. *Phytochemistry*. 33(1): 237-239.
- Gunatilaka, A. A. L.; et al. (1993). Studies on terpenoids and steroids. Part 27. Structure of a D:A-friedo-oleanane triterpenoid from *Salacia reticulata* and revision of the structures of kokoonol and kokzeylanol series of triterpenoids. *Tetrahedron*. 49(45): 10397-10404.
- Gunatilaka, A. A. L.; Nanayakkara, N. P. D.; & Wezeer, M. I. M. (1983). <sup>13</sup>C-NMR spectra of some D:A-friedo-oleananes. *Phytochemistry*. 22(4): 991-992.
- Hisham, A.; et al. (1996). 20,29-Epoxysalacianone and 6 $\beta$ -hydroxysalacianone, two lupane triterpenes from *Salacia beddomei*. *Phytochemistry*. 42(3): 789-794.
- ; et al. (1996). 1 $\beta$ ,15 $\alpha$ -Dihydroxyfriedelan-3-one, a triterpene from *Salacia beddomei*. *Phytochemistry*. 43(4): 843-845.
- ; et al. (1995). Salacianone and salacianol, two triterpenes from *Salacia beddomei*. *Phytochemistry*. 40(4): 1227-1231.
- Iraida, S.; et al. (2004). Friedelane triterpenoids from *Maytenus elaeodendroides* (Griseb). [Abstract] *Revista Latinoamericana de Quimica*. 32(2): 51-55 from SciFinder Scholar; CAN: 143: 74794.
- Itokawa, H.; et al. (1991). Triterpenes from *Maytenus ilicifolia*. *Phytochemistry*. 30(11): 3713-3716.
- Kawazoe, K.; et al. (1997). Four stilbenes from *Salacia lehmbachii*. *Phytochemistry*. 44(8): 1569-1573.
- Kishi, A.; et al. (2003). Structures of new friedelane- and norfriedelane-type triterpenes and polyacylated eudesmane-type sesquiterpene from *Salacia chinesis* LINN. (*S. prinoides* DC., Hippocrateaceae) and radical scavenging activities of principal constituents. *Chem. Pharm. Bull.* 51(9): 1051-1055.

- Klass, J.; et al. (1992). Friedelane triterpenoids from *Peritassa compta*: complete  $^1\text{H}$ - and  $^{13}\text{C}$ - assignments by 2D NMR spectroscopy. *J. Nat. Prod.* 55(11): 1626-1630.
- Krishnan, V.; & Rangasawami, S. (1971). Quinone components of *Salacia macrosperma*: constitution of Saptarangi quinone-A. *Indian J. Chem.* 9: 117-120.
- Kumar, V.; Wazeer, M. I. M.; & Wijerate, D. B. T. (1985).  $21\alpha,26$ -dihydroxy-D:A-friedooleanan-3-one from *Salacia reticulata* var. *diandra* (Celastraceae). *Phytochemistry*. 24(9): 2067-2069.
- Kumar, V.; Wijeratne, D. B. T.; & Abeydunawardena. (1990).  $21\alpha,30$ -dihydroxy-D:A-friedooleanan-3-one from *Salacia reticulata* var.  $\beta$  diandra stem bark. *Phytochemistry*. 29(1): 333-335.
- Mahato, S. H.; & Kundu, A. P. (1994).  $^{13}\text{C}$ -NMR spectra of pentacyclic triterpenoids- a compilation and some salient features. *Phytochemistry*. 37(6): 1517-1575.
- Matsuda, H.; Morikawa, T.; & Yoshikawa, M. (2002). Antidiabetogenic constituents from several natural medicines. *Pure Appl. Chem.* 74(7): 1301-1308.
- ; et al. (1999). Antidiabetic principles of natural medicines. IV. aldose reductase and  $\alpha$ -glucosidase inhibitors from the roots of *Salacia oblonga* Wall. (Celastraceae): structure of a new friedelane-type triterpene, kotalagenin 16 acetate. *Chem. Pharm. Bull.* 47(12): 1725-1729.
- Monache, F. D.; et al. (1978). New triterpene quinone-methides from Hippocrateaceae. *J. Chem. Soc. Perkin I.* 3127-3131.
- Morikawa, T.; et al. (2003). Structures of new friedelane-type triterpenes and eudesmane-type sesquiterpene and aldose reductase inhibitors from *Salacia chinensis*. *J. Nat. Prod.* 66: 1191-1196.
- Neil, M. J.; et al. (2006). The Merck index an encyclopedia of chemicals, drugs, and biologicals. Marck. 14th ed. USA. p. 4335.
- Nozaki, H.; et al. (1986). Antitumour triterpenes of *Maytenus diversifolia*. *Phytochemistry*. 25(2): 479-485.
- Oe, H.; & Ozaki, S. (2008). Hypoglycemic effect of 13-membered ring thiocyclitol, a novel  $\alpha$ -glucosidase inhibitor from kothala-himbutu (*Salacia reticulata*). *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 72(7): 1962-1964.
- Pouchert, J. C.; & Behnke, J. (1993). The Aldrich library of  $^{13}\text{C}$ - and  $^1\text{H}$ -FT-NMR spectra. Aldrich chemical. USA. 1: p. 290.

- Reddy, G. C. S.; Ayengar, K. N. N.; & Rangaswami, S. (1981). Chemical components of *Salacia macroserma* Wight & structure of salacia quinonemethide. *Indian J. Chem.* 20(B): 197-200.
- ; et al. (1980). Revised structures of the triterpenes Q, T, and U from *Salacia prinoides* DC; X-ray crystal structure of triterpene T. *J. Chem. Soc. Chem. Comm.* 1048-1050.
- (1975). Chemical components of the root bark of *Salacia fruticosa* Heyne. *Indian J. Chem.* 13: 342-343.
- Rogers, D.; et al. (1974). Structure of a new triterpene ether from *Salacia prinoides* DC. X-ray investigation of the dibromo derivative. *Tetrahedron Lett.* 1: 63-66.
- Setzer, W. N.; et al. (2001). Isolation and frontier molecular orbital investigation of bioactive quinone-methide triterpenoids from the bark of *Salacia petnensis*. *Planta Med.* 67: 65-69.
- ; et al. (1998). The cytotoxic activity of a *Salacia liana* species from Monteverde, Costa Rica, is due to a high concentration of tingenone. *Planta Med.* 64: 583.
- Snedden, A. T. (1981). Isoiguesterin, a new antileukemic bisnortriterpene from *Salacia madagascariensis*. *J. Nat. Prod.* 44(4): 503-507.
- Tezuka, Y.; et al. (1994). Studies on terpenoids and steroids, 25. Complete <sup>1</sup>H- and <sup>13</sup>C-NMR spectral assignments of salaciquinone, a new 7-oxo-quinonemethide dinortriterpenoid. *J. Nat. Prod.* 57(2): 270-276.
- Tewari, N. C.; et al. (1973). Triterpenes of the root-bark of *Salacia prenoides* DC. *J. Chem. Soc. Perkin. I.* 146-152.
- Tewari, N. C.; Ayengar, K. N. N.; & Rangaswami, S. (1971). Structure of some crystalline components of *Salacia prenoides*. *Curr. Sci.* 601-602.
- Thiem, D. A.; et al. (2005). Bisnortriterpenes from *Salacia madagacariensis*. *J. Nat. Prod.* 68: 251-254.
- Tinto, W. F.; et al. (1992). Lupane triterpenoids of *Salacia cordata*. *J. Nat. Prod.* 55(3): 395-398.
- Viswanathan, N. L.; et al. (1978). Salaspermic acid, a new triterpene acid from *Salacia macrosperma* Wight. *J. Chem. Soc. Perkin I.* 349-352.
- Xu, R.; Fazio, G. C.; & Matsuda, S. P. T. (2004). On the origins of triterpenoid skeletal diversity. *Phytochemistry.* 65: 261-291.
- Yoshikawa, M.; et al. (2008). New triterpene constituents, foliasalacins A<sub>1</sub>-A<sub>4</sub>, B<sub>1</sub>-B<sub>3</sub> and C, from the leaves of *Salacia chinensis*. *Chem. Pharm. Bull.* 56(7): 915-920.

- ; et al. (2002). Hepatoprotective and antioxidative properties of *Salacia reticulata*: preventive effects of phenolic constituents on CCl<sub>4</sub>-induced liver injury in Mice. *Biol. Pharm. Bull.* 25(1): 72-76.
- ; et al. (2002). Absolute stereostructure of potent  $\alpha$ -glucosidase inhibitor, salacinol, with unique thisougar sulfonium sulfate Inner salt structure from *Salacia reticulata*. *Bioorg. Med. Chem.* 10: 1547-1554.
- ; et al. (2002). *Salacia reticulata* and its polyphenolic constituents with lipase inhibitory and lipolytic activities have mild antiobesity effects in rats. *J. Nutr.* 132: 1819-1824.
- Zhang, Y.; et al. (2008). Absolute structures of new megastigmane glycosides, foliasalaciosides E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub>, F, G, H, and I from the leaves of *Salacia chinensis*. *Chem. Pharm. Bull.* 56(4): 547-553.
- ; et al. (2008). The absolute stereostructures of three rare D:B-friedobaccharane skeleton triterpenes from the leaves of *Salacia chinensis*. *Tetrahedron.* 64: 7347-7352.





### ภาคผนวก

Developing reagent มีส่วนผสมดังนี้ เมื่อเตรียมแล้วเก็บ reagent ที่เตรียมไว้ในขวดสีชา

- |   |                 |
|---|-----------------|
| 1. anisaldehyde                         | 3.7 มิลลิลิตร   |
| 2. conc. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 5.0 มิลลิลิตร   |
| 3. glacial acetic acid                  | 1.5 มิลลิลิตร   |
| 4. absolute ethanol                     | 135.0 มิลลิลิตร |



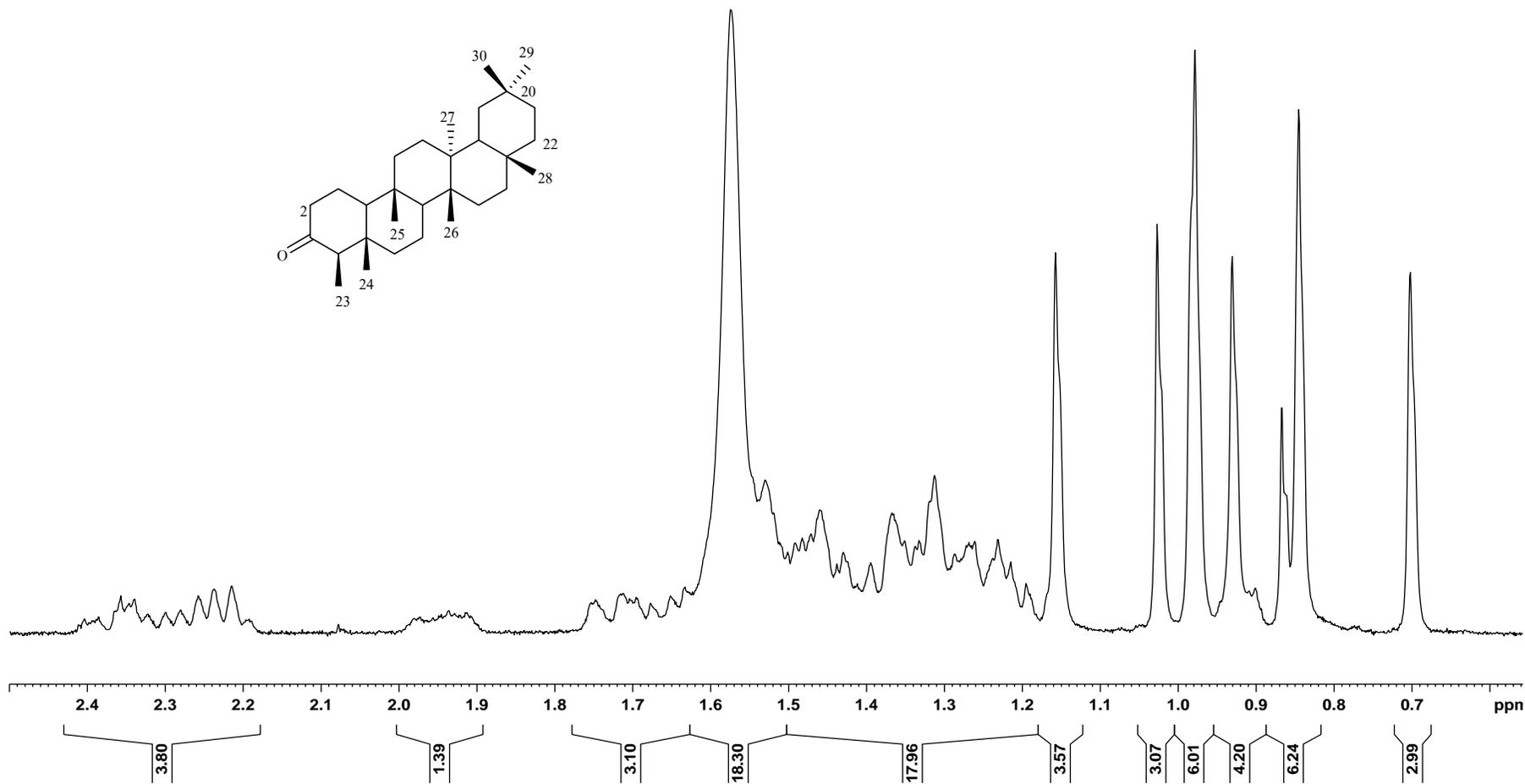
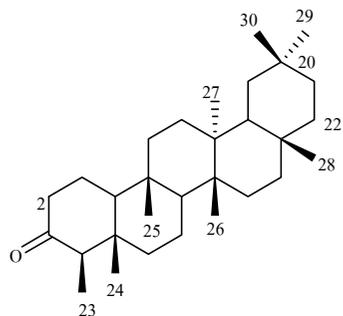
2.404  
2.385  
2.357  
2.339  
2.322  
2.299  
2.280  
2.257  
2.237  
2.215  
2.192

2.078  
1.973  
1.936  
1.913

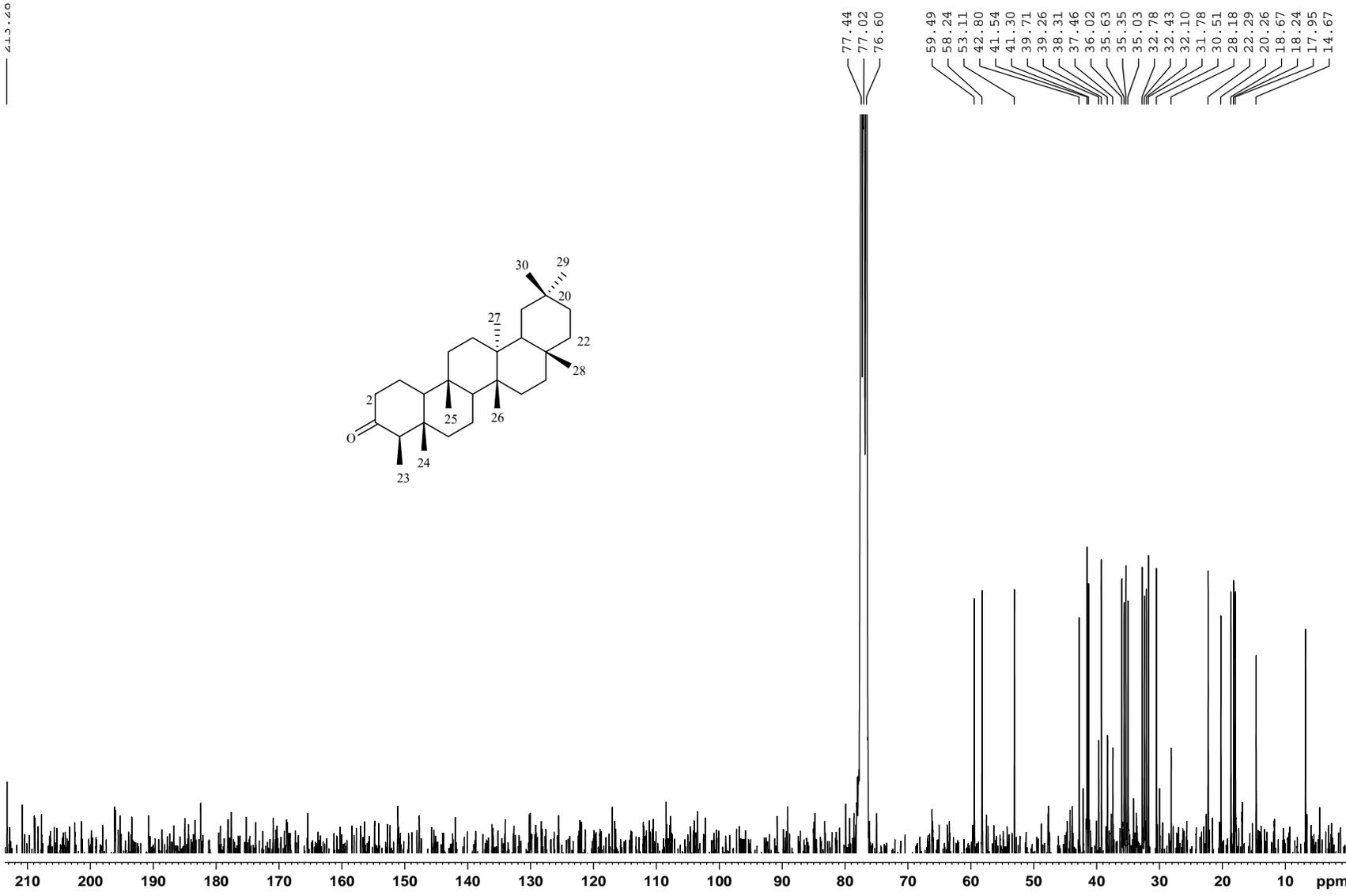
1.748  
1.712  
1.696  
1.677  
1.651  
1.633

1.574  
1.530  
1.501  
1.492  
1.482  
1.471  
1.460  
1.438  
1.430  
1.395  
1.367  
1.332  
1.313  
1.287  
1.268  
1.261  
1.231  
1.215  
1.195  
1.157

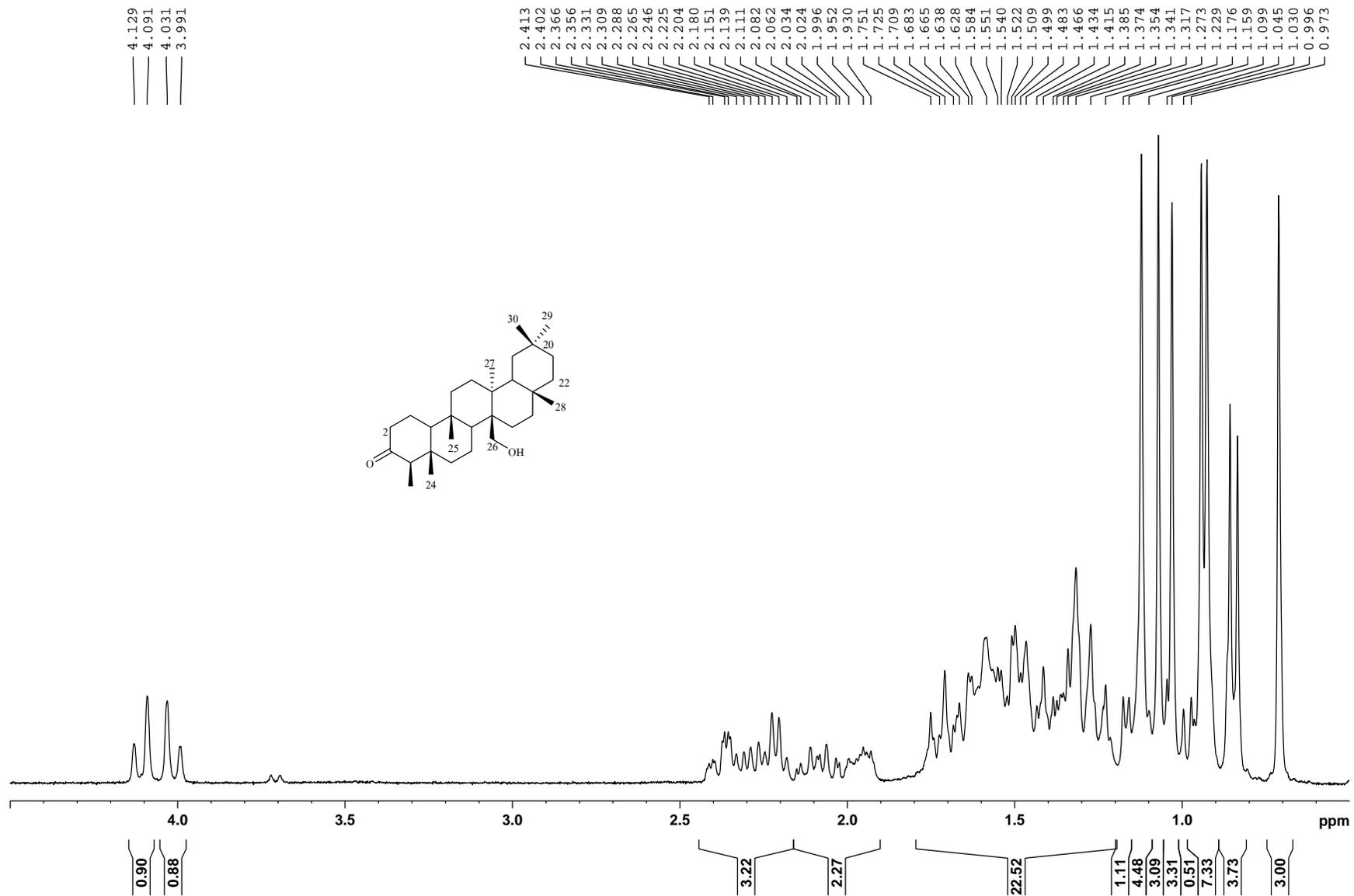
1.027  
0.978  
0.931  
0.901  
0.867  
0.845  
0.702



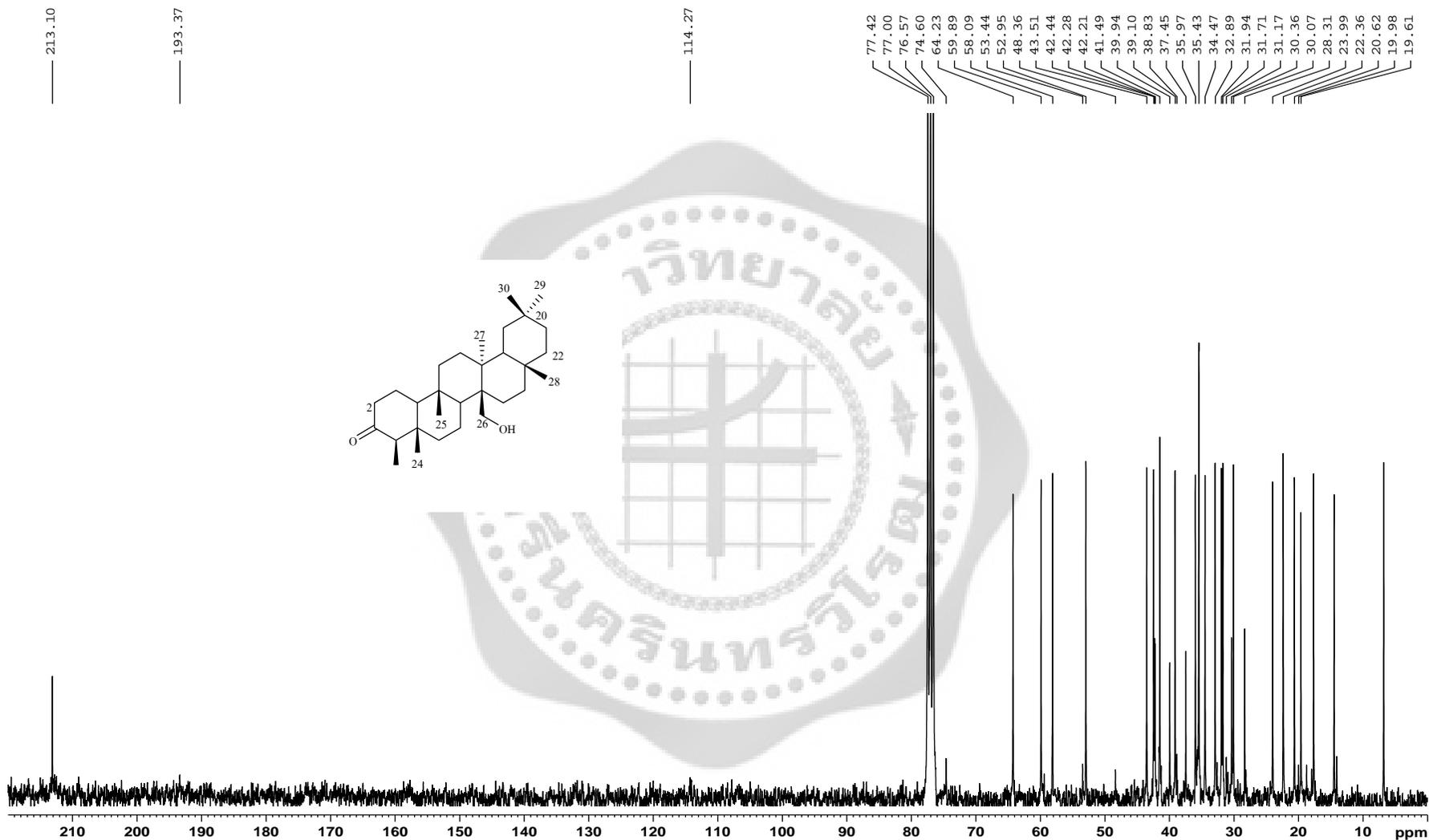
ภาพประกอบ 51  $^1\text{H-NMR}$  spectrum ของสารประกอบ friedelin (A) ( $\text{CDCl}_3$ , 300 MHz)



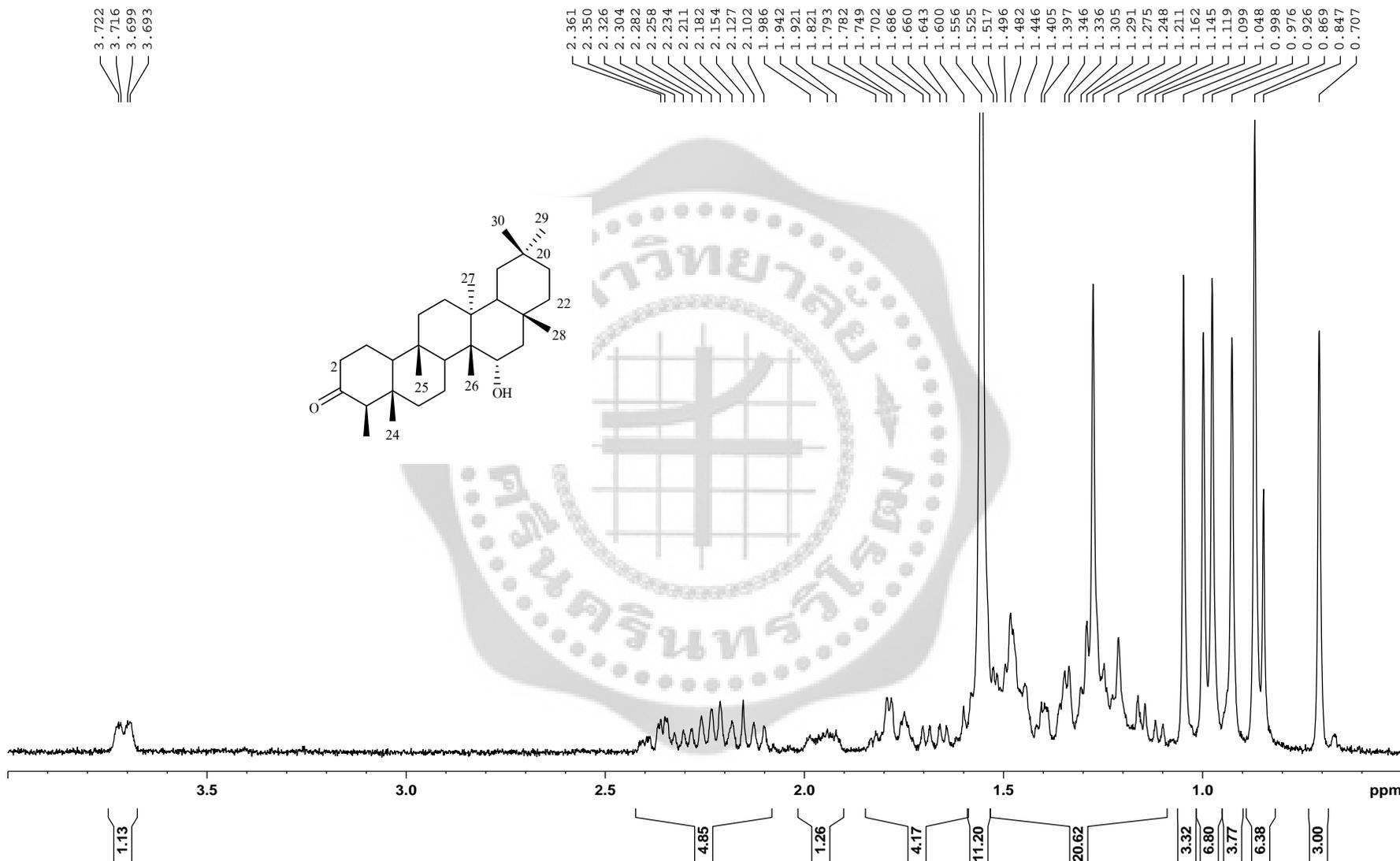
ภาพประกอบ 52 <sup>13</sup>C-NMR spectrum ของสารประกอบ friedelin (A) (CDCl<sub>3</sub>, 75 MHz)



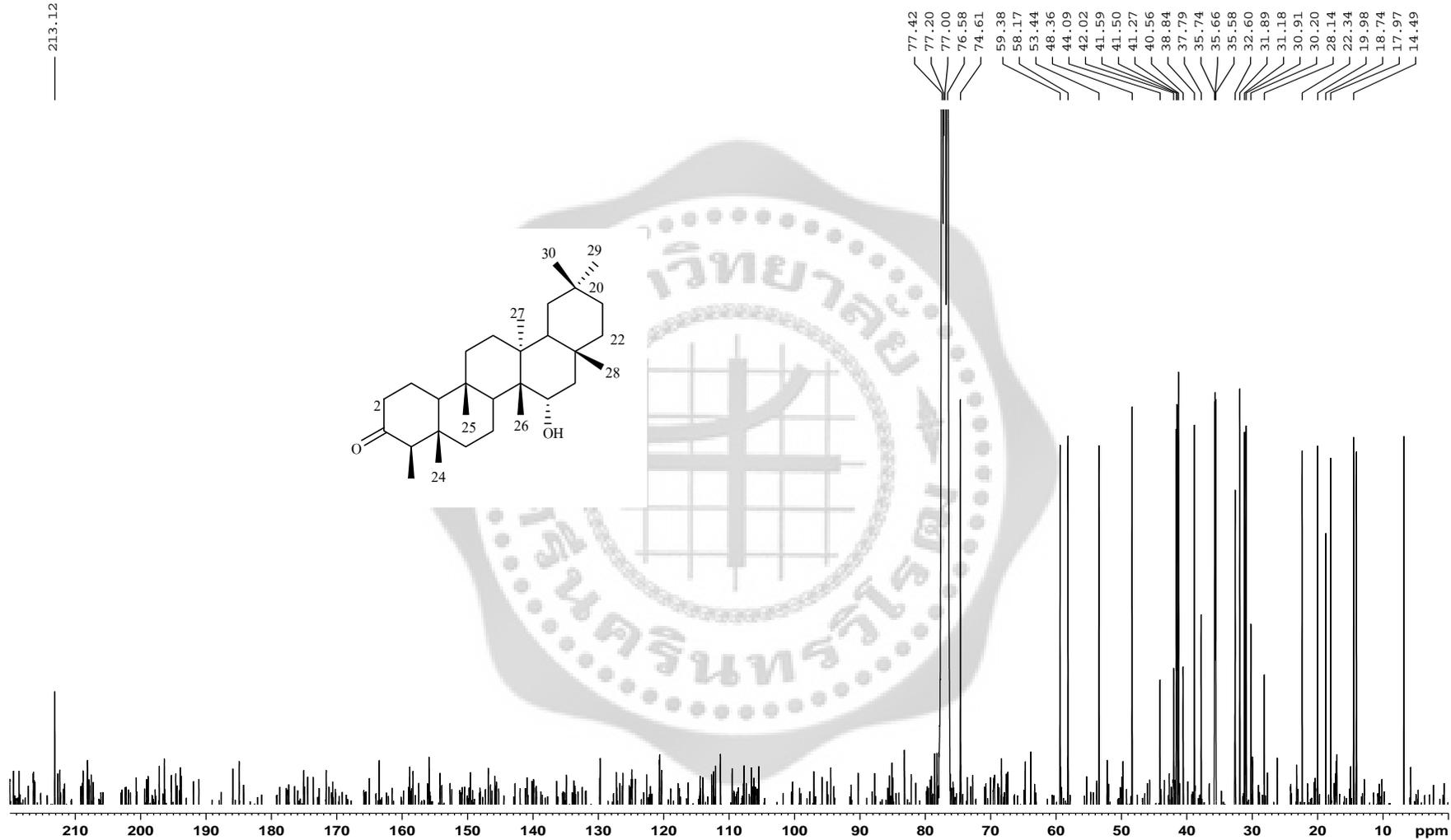
ภาพประกอบ 53  $^1\text{H-NMR}$  spectrum ของสารประกอบ 26-hydroxyfriedelan-3-one (B) ( $\text{CDCl}_3$ , 300 MHz)



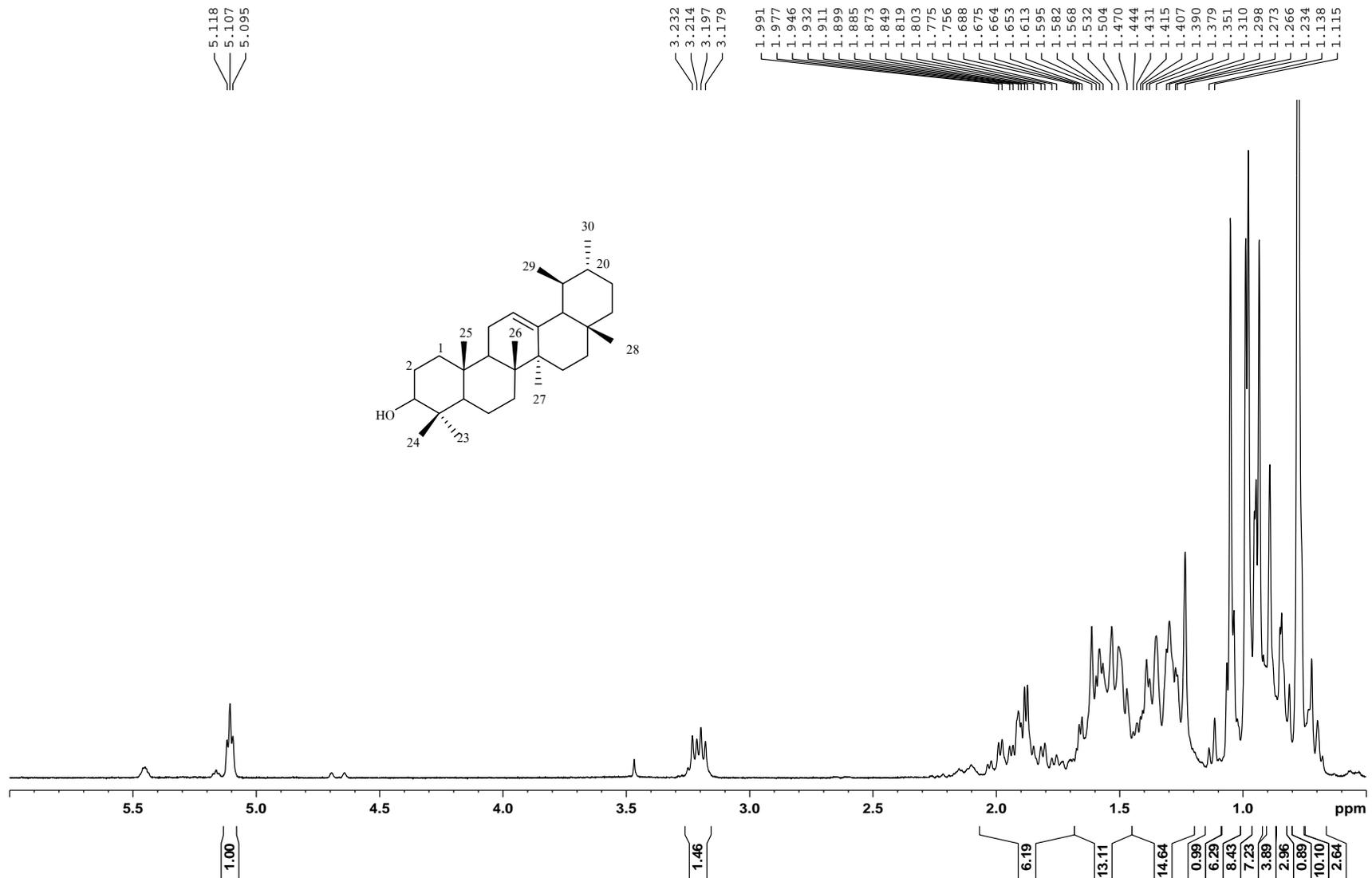
ภาพประกอบ 54  $^{13}\text{C}$ -NMR spectrum ของสารประกอบ 26-hydroxyfriedelan-3-one (B) (CDCl<sub>3</sub>, 75 MHz)



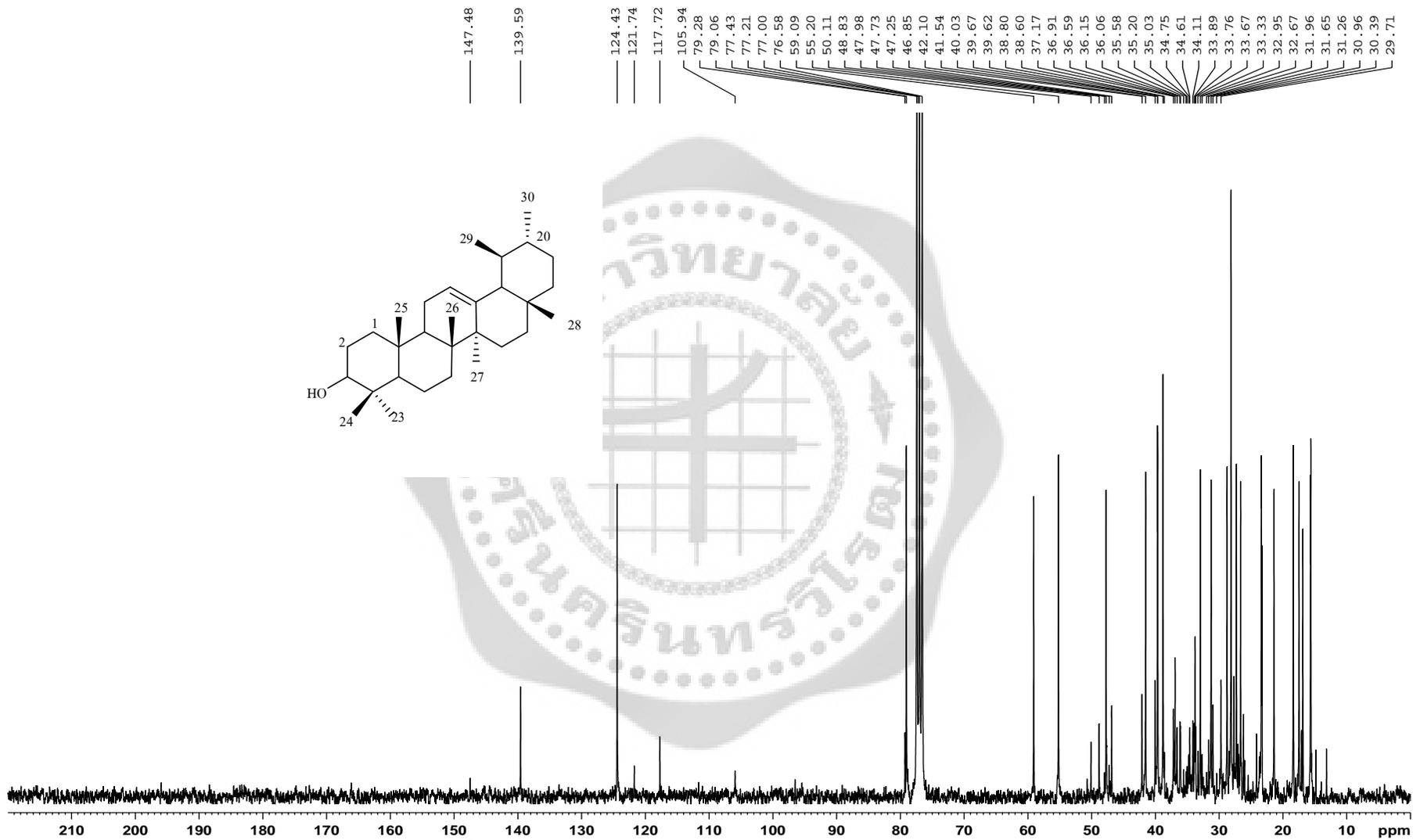
ภาพประกอบ 55  $^1\text{H-NMR}$  spectrum ของสารประกอบ 15 $\alpha$ -hydroxyfriedelan-3-one (C) (CDCl<sub>3</sub>, 300 MHz)



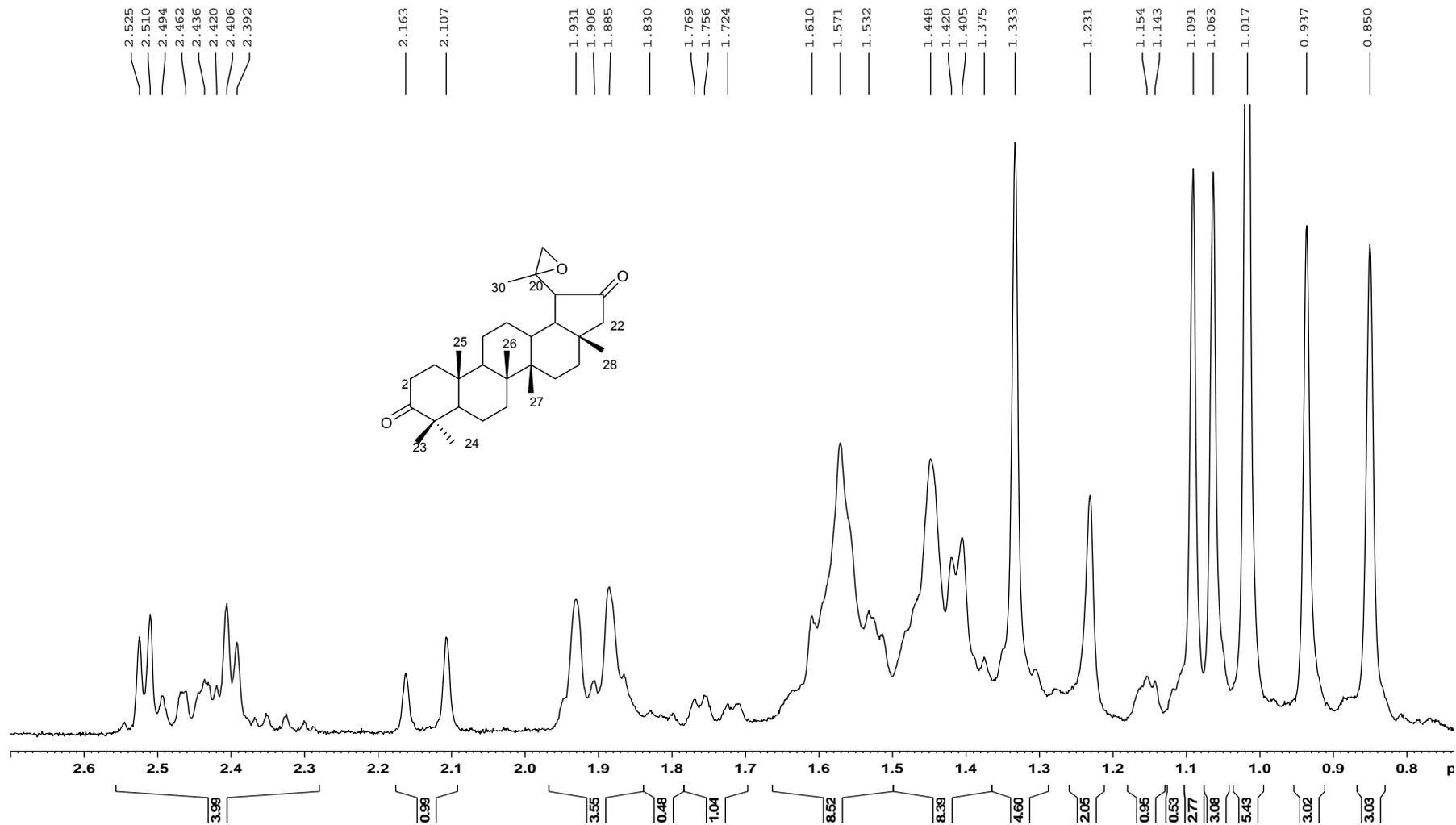
ภาพประกอบ 56  $^{13}\text{C}$ -NMR spectrum ของสารประกอบ 15 $\alpha$ -hydroxyfriedelan-3-one (C) ( $\text{CDCl}_3$ , 75 MHz)



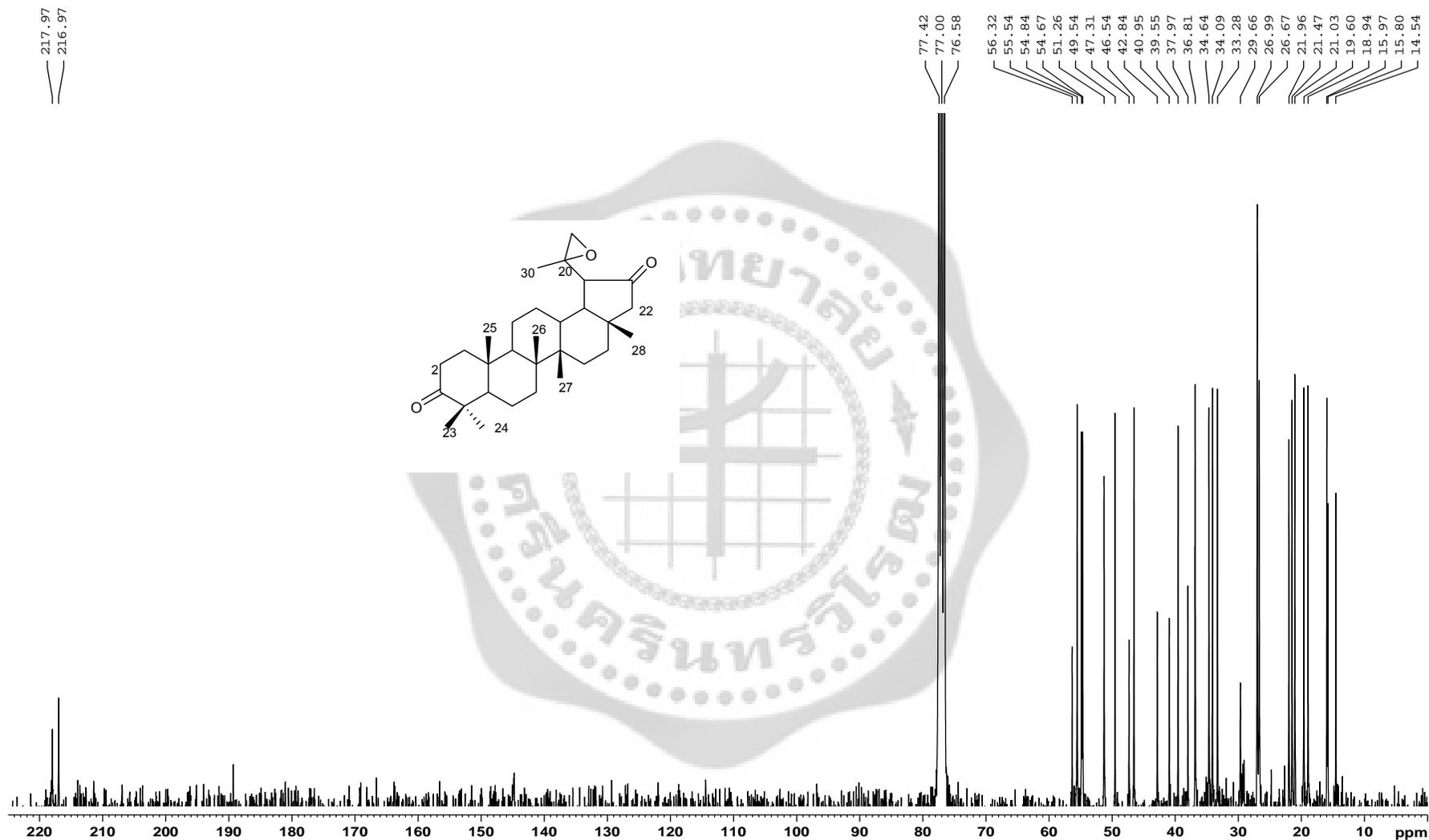
ภาพประกอบ 57  $^1\text{H-NMR}$  spectrum ของสารประกอบ  $\alpha$ -amyrin (D) ( $\text{CDCl}_3$ , 300 MHz)



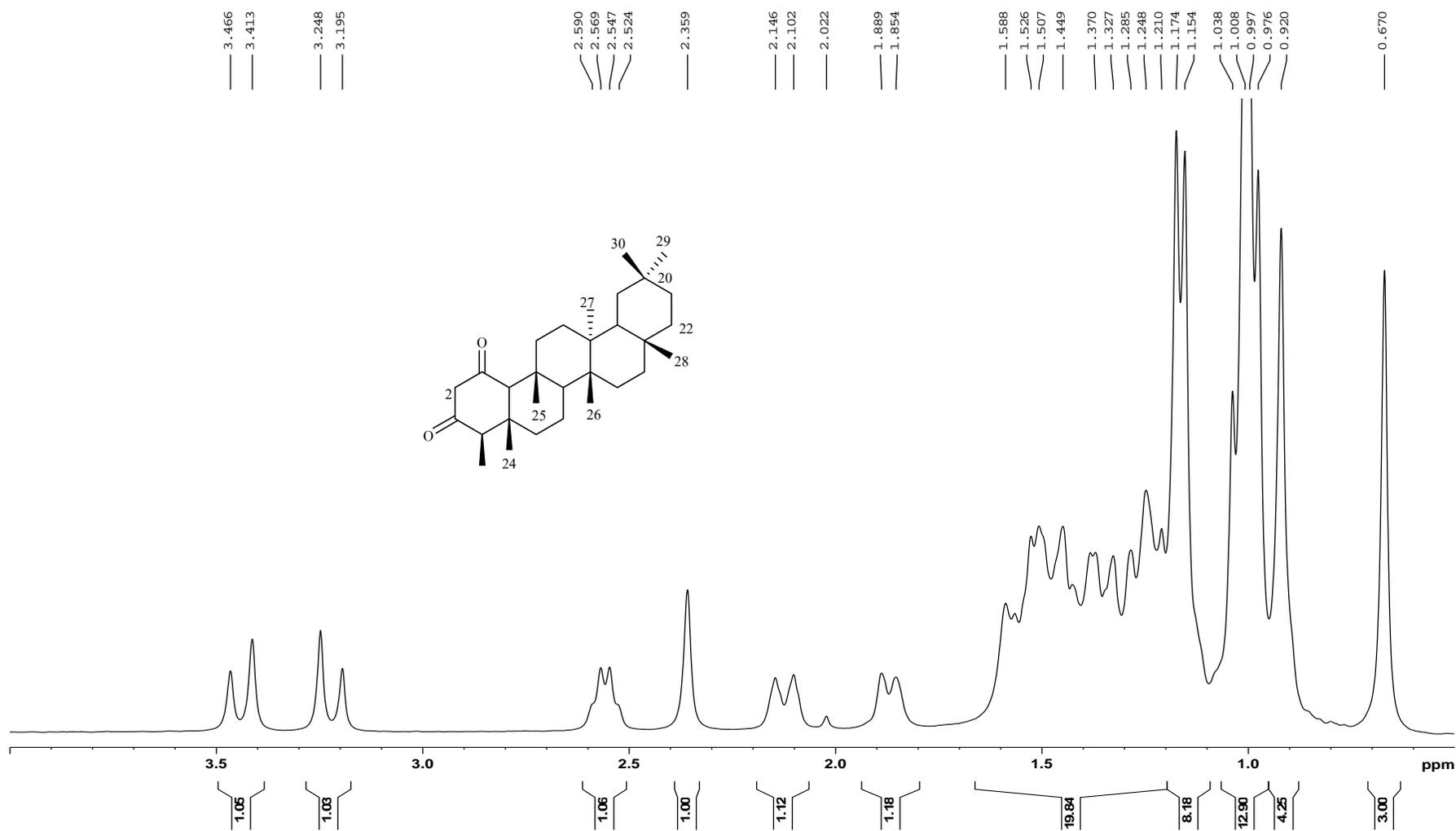
ภาพประกอบ 58  $^{13}\text{C}$ -NMR spectrum ของสารประกอบ  $\alpha$ -amyrin (D) ( $\text{CDCl}_3$ , 75 MHz)



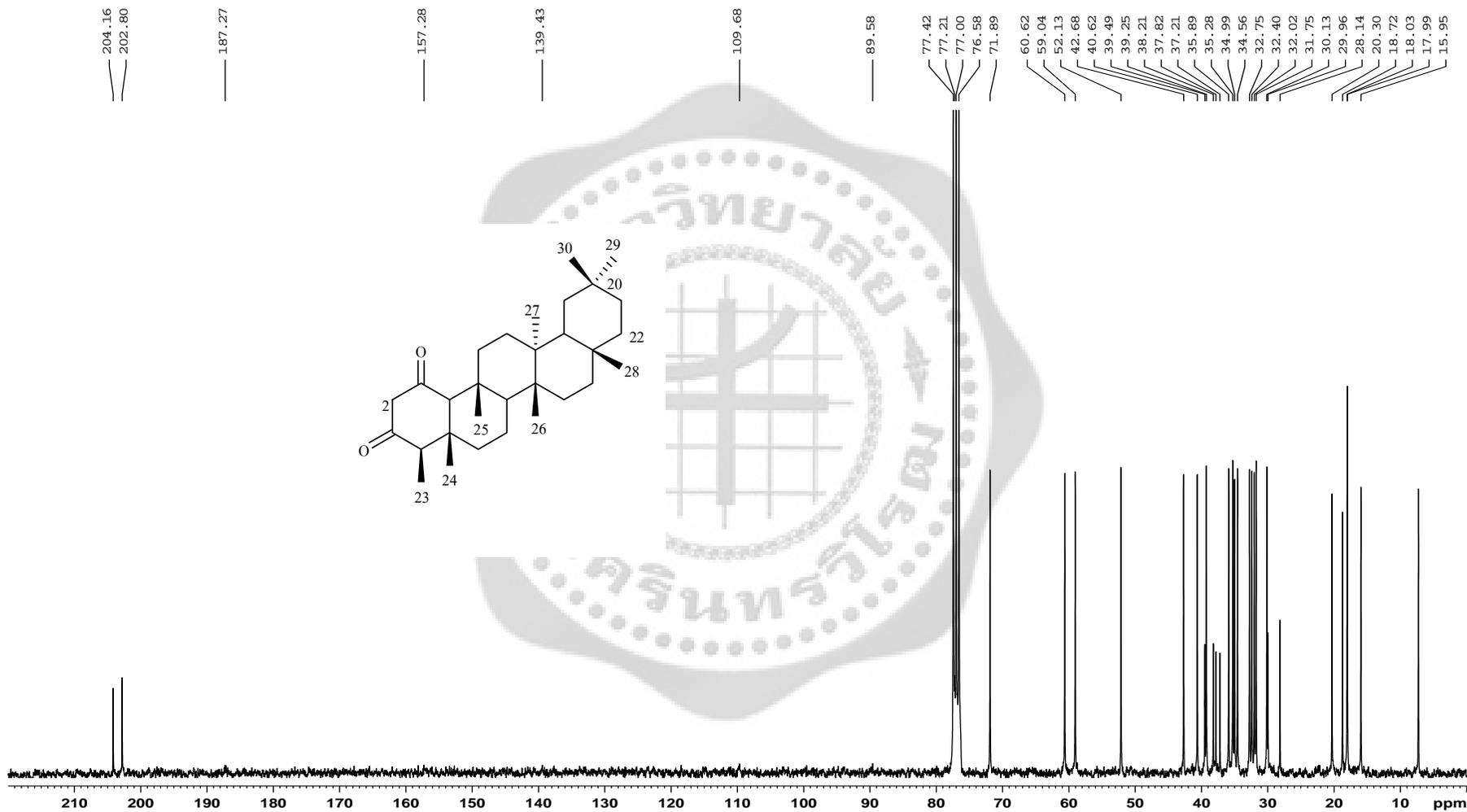
ภาพประกอบ  $^{59}\text{H-NMR}$  spectrum ของสารประกอบ 20,29-epoxysalicianone (F) ( $\text{CDCl}_3$ , 300 MHz)



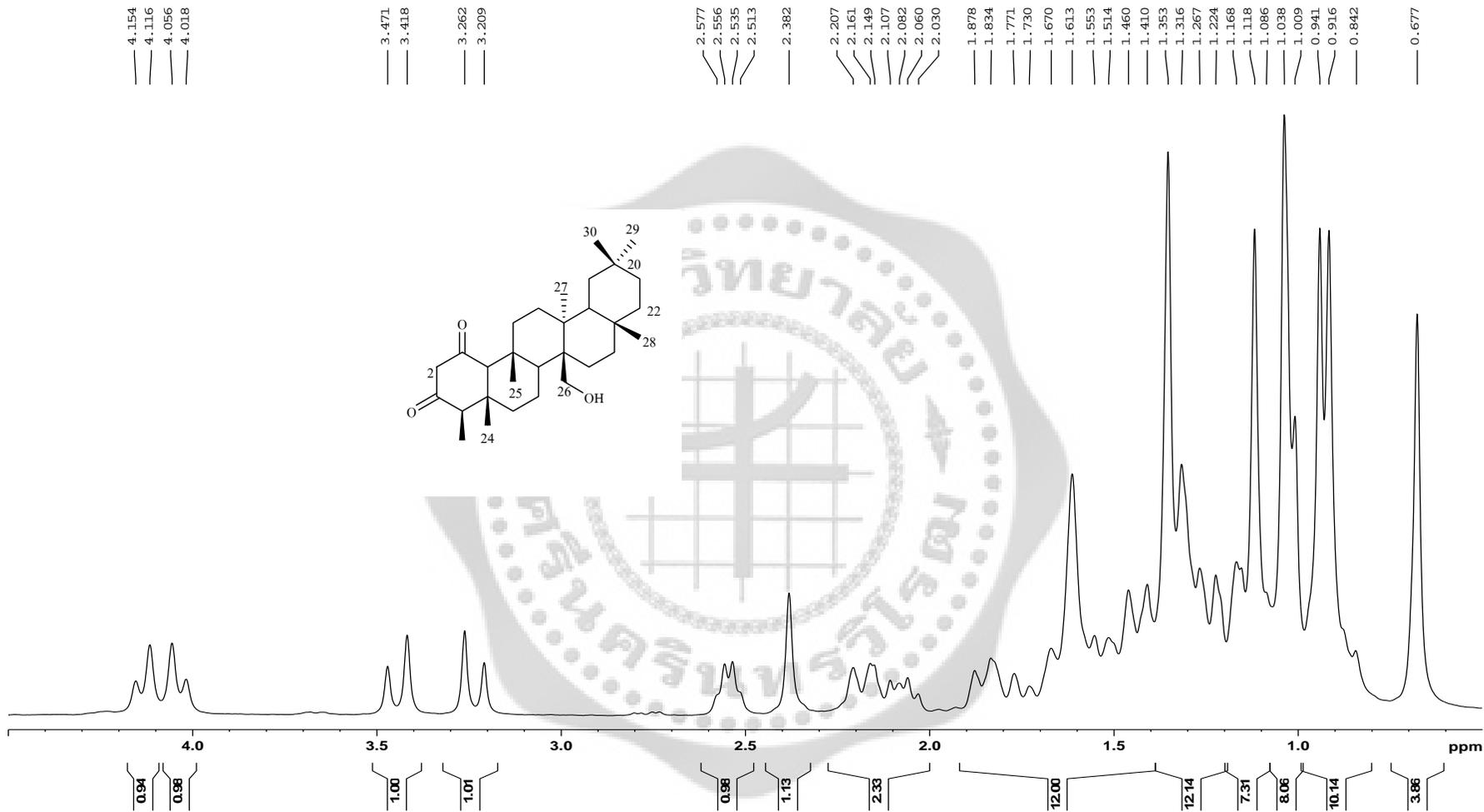
ภาพประกอบ 60  $^{13}\text{C-NMR}$  spectrum ของสารประกอบ 20,29-epoxysalacianone (F) ( $\text{CDCl}_3$ , 75 MHz)



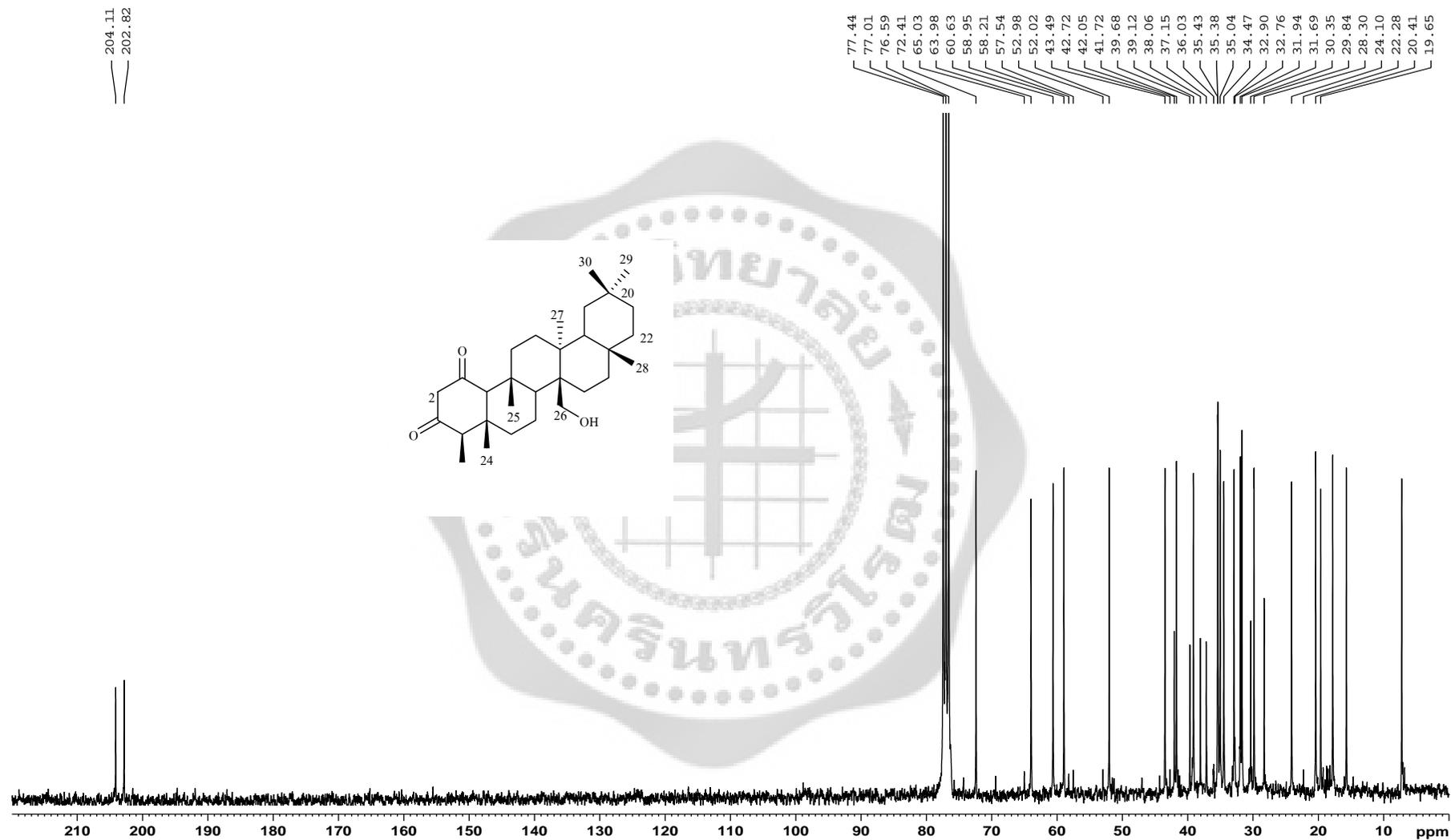
ภาพประกอบ 61  $^1\text{H-NMR}$  spectrum ของสารประกอบ friedelane-1,3-dione (G) (CDCl<sub>3</sub> 300 MHz)



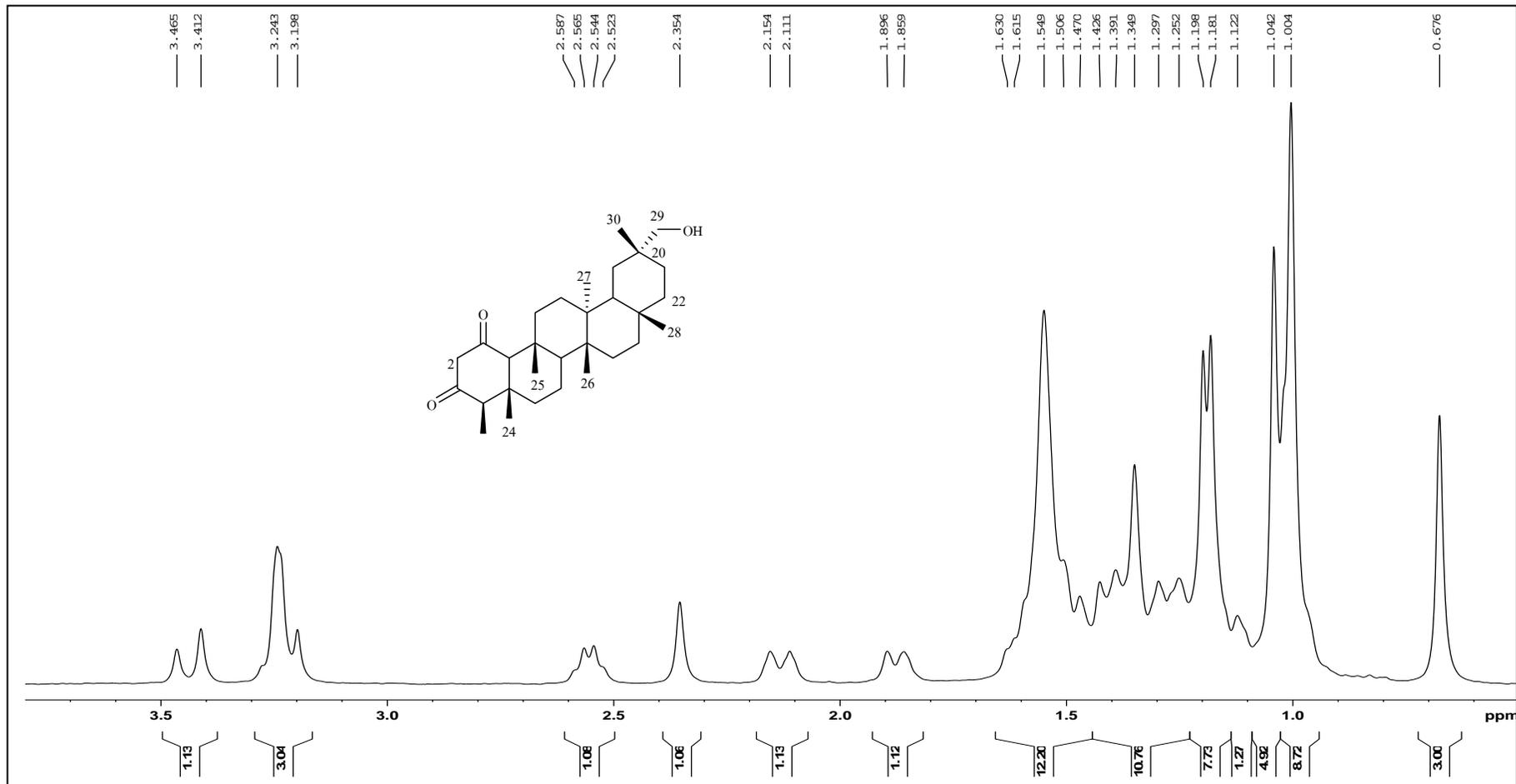
ภาพประกอบ 62  $^{13}\text{C}$ -NMR spectrum ของสารประกอบ friedelane-1,3-dione (G) ( $\text{CDCl}_3$ , 75 MHz)



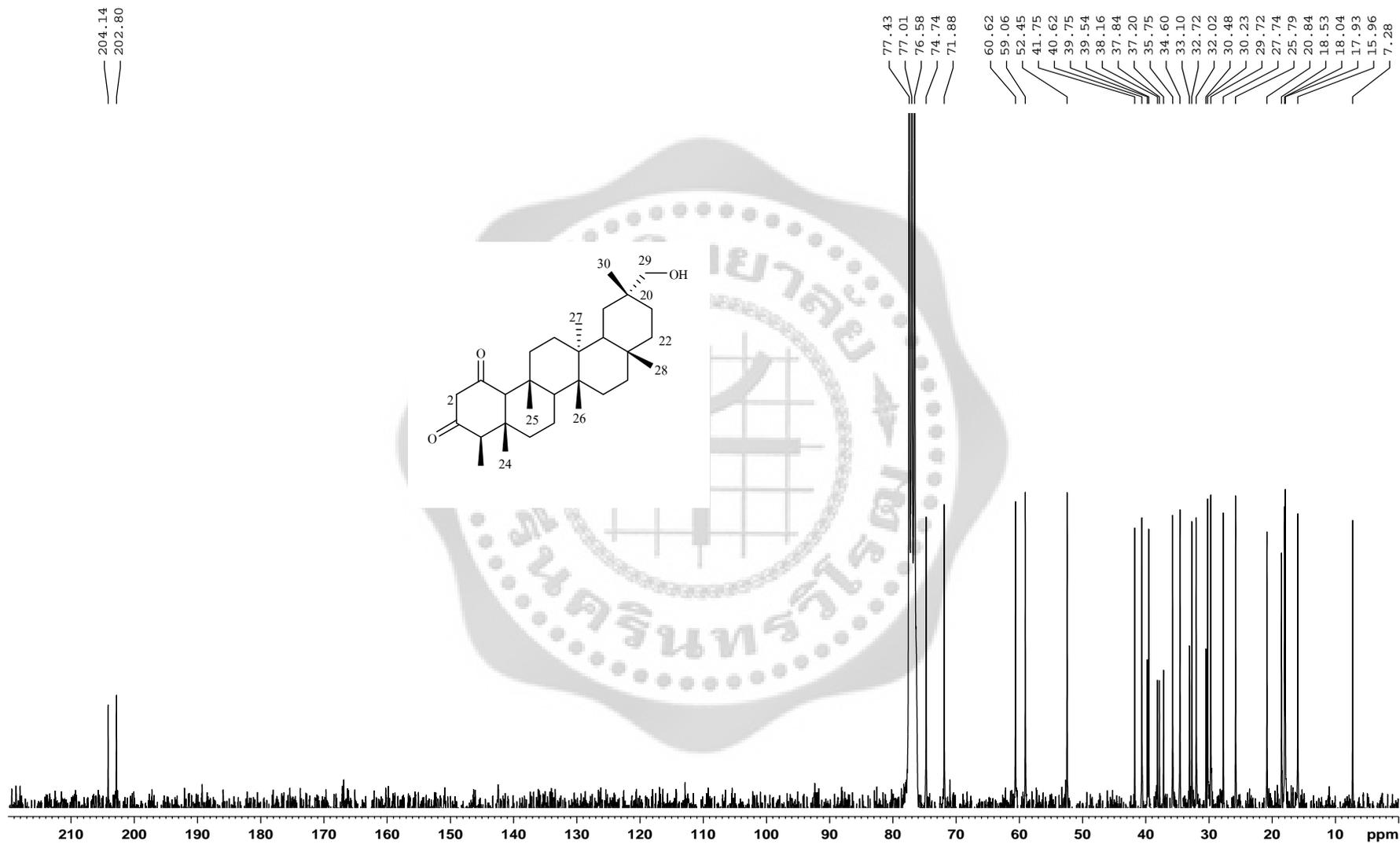
ภาพประกอบ 63  $^1\text{H-NMR}$  spectrum ของสารประกอบ 26-hydroxyfriedelane-1,3-dione (H) (CDCl<sub>3</sub>, 300 MHz)



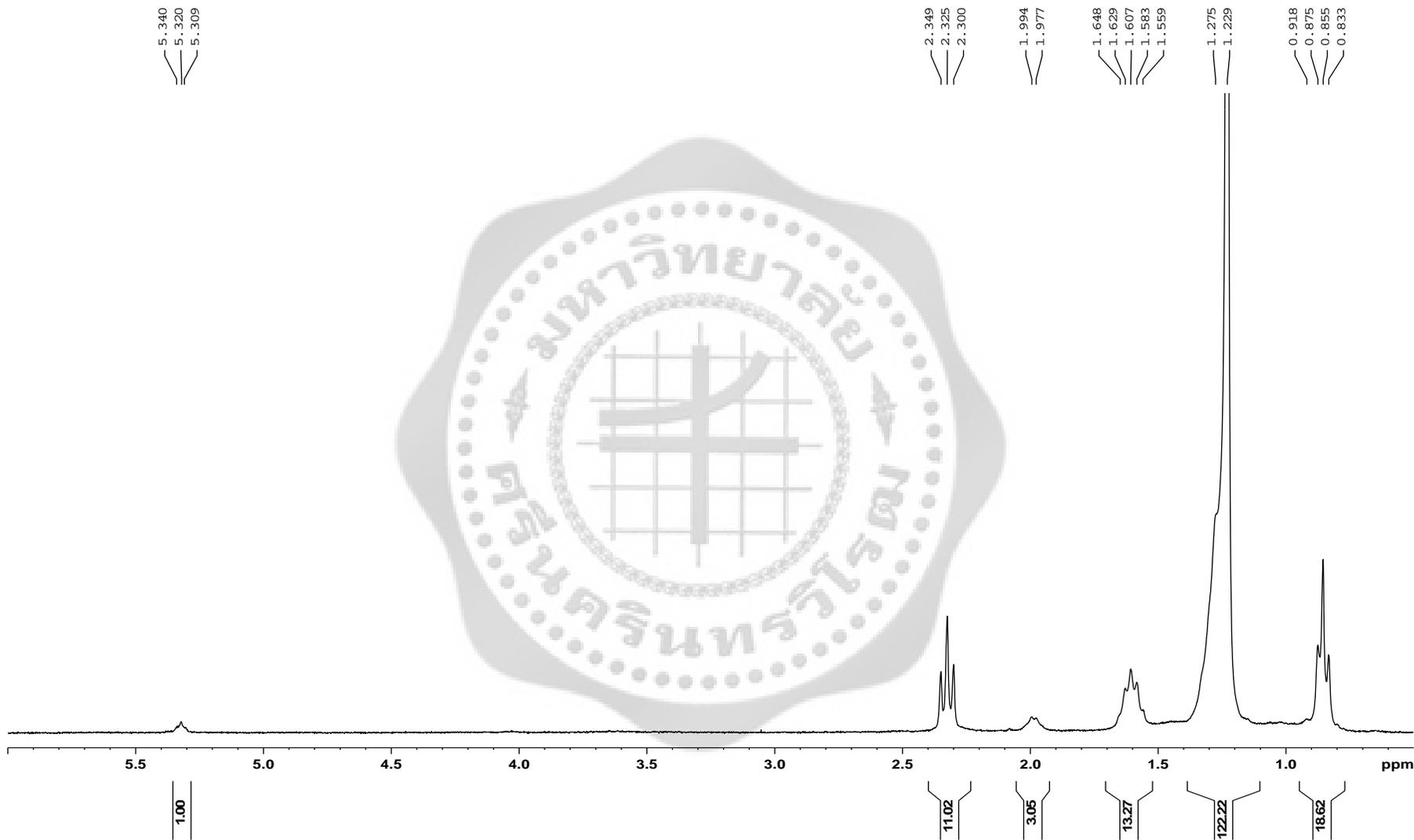
ภาพประกอบ 64  $^{13}\text{C}$ -NMR spectrum ของสารประกอบ 26-hydroxyfriedelane-1,3-dione (**H**) ( $\text{CDCl}_3$  75 MHz)



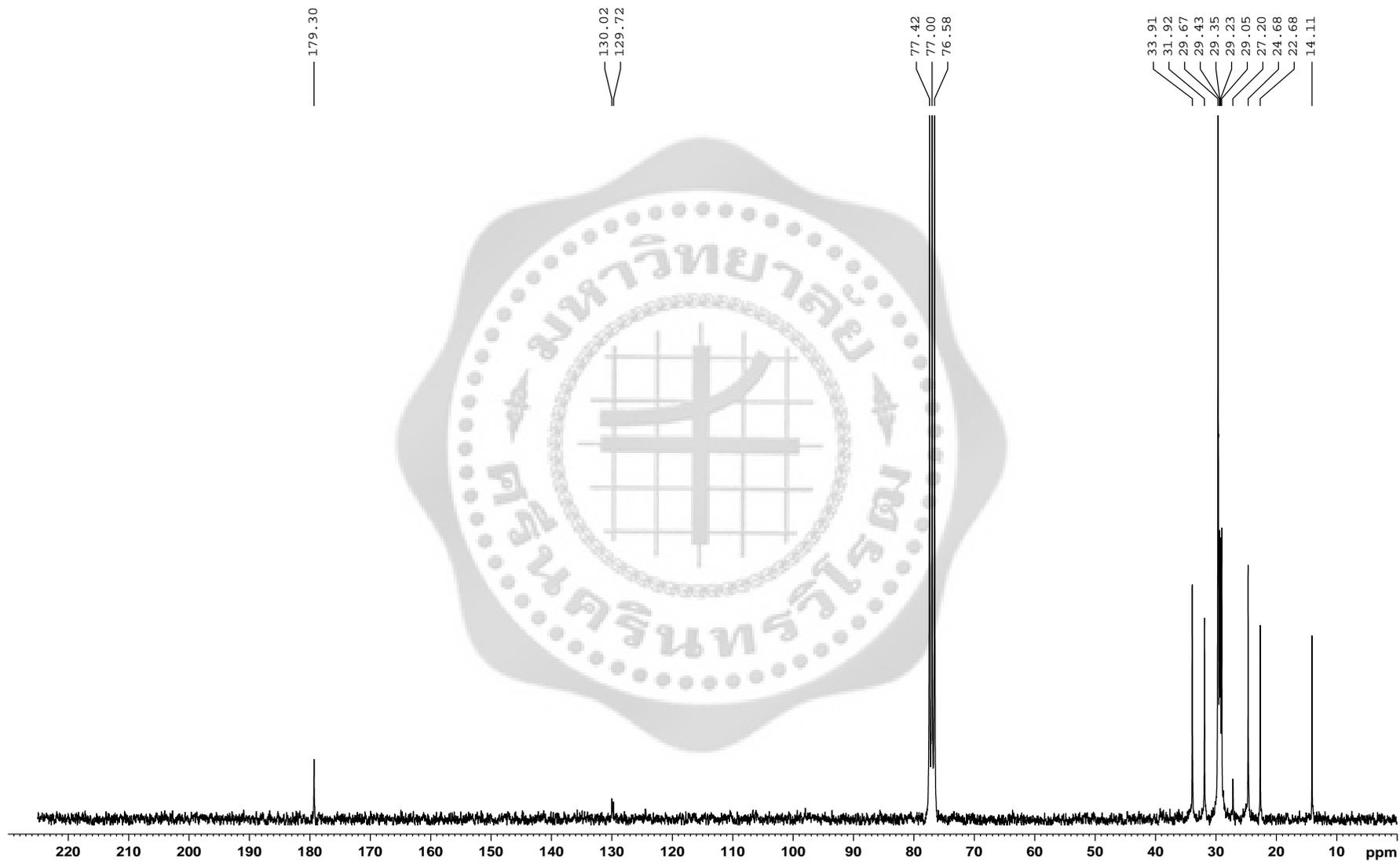
ภาพประกอบ 65  $^1\text{H-NMR}$  spectrum ของสารประกอบ 29-hydroxyfriedelane-1,3-dione (I) ( $\text{CDCl}_3$ , 300 MHz)



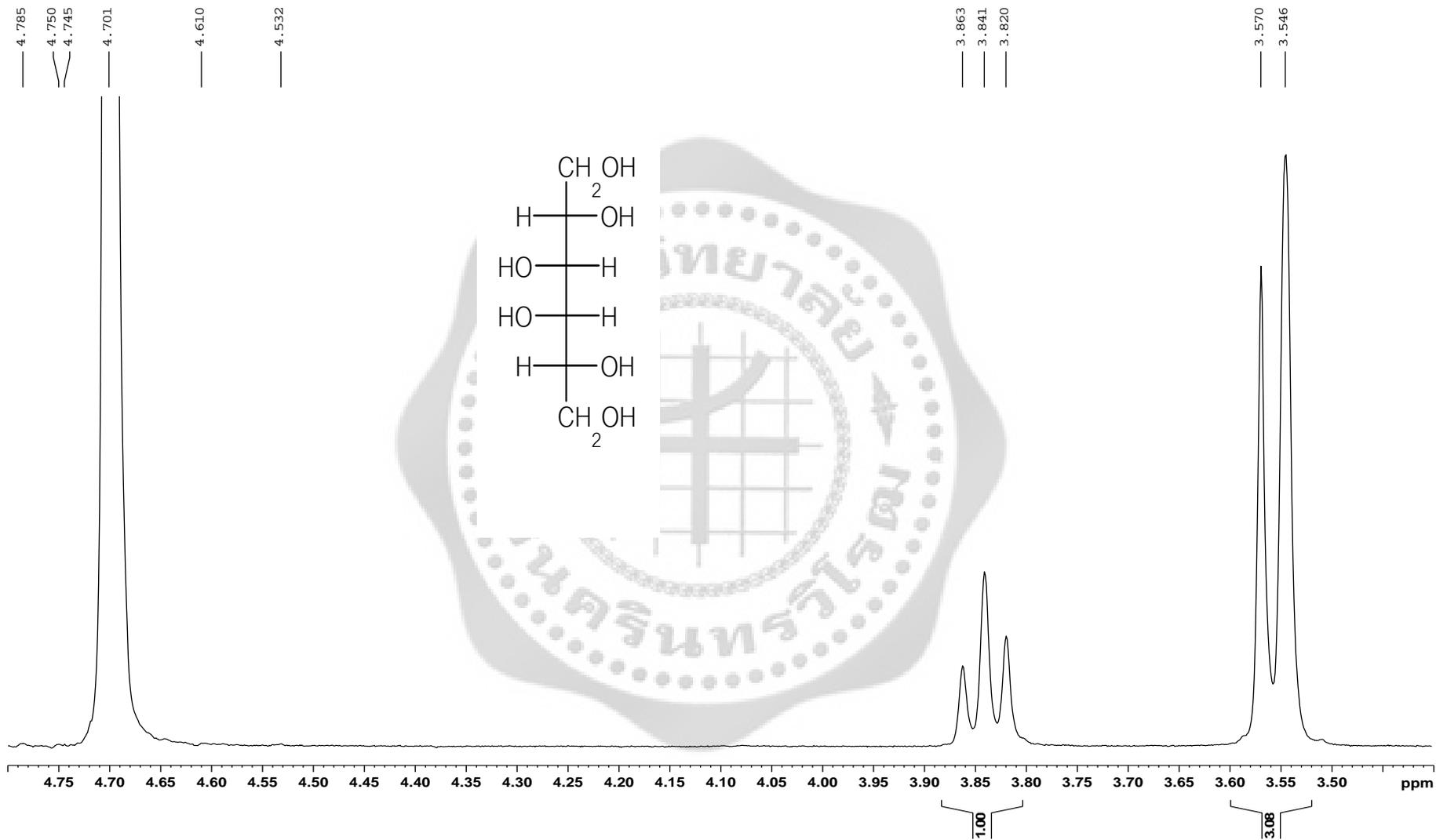
ภาพประกอบ 66  $^{13}\text{C}$ -NMR spectrum ของสารประกอบ 29-hydroxyfriedelane-1,3-dione (I) ( $\text{CDCl}_3$ , 75 MHz)



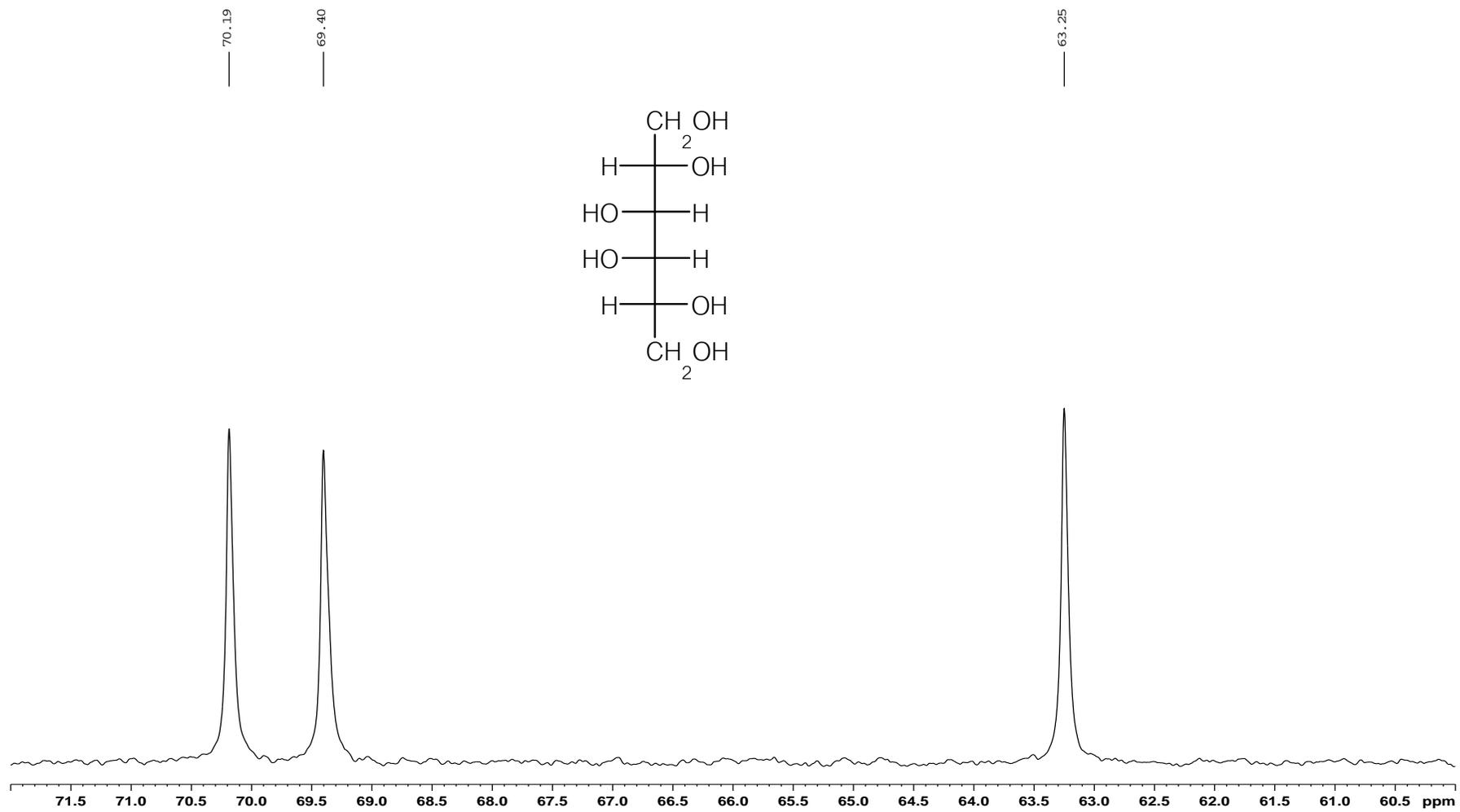
ภาพประกอบ 67  $^1\text{H-NMR}$  spectrum ของสารประกอบ long chain fatty acid (J) ( $\text{CDCl}_3$ , 300 MHz)



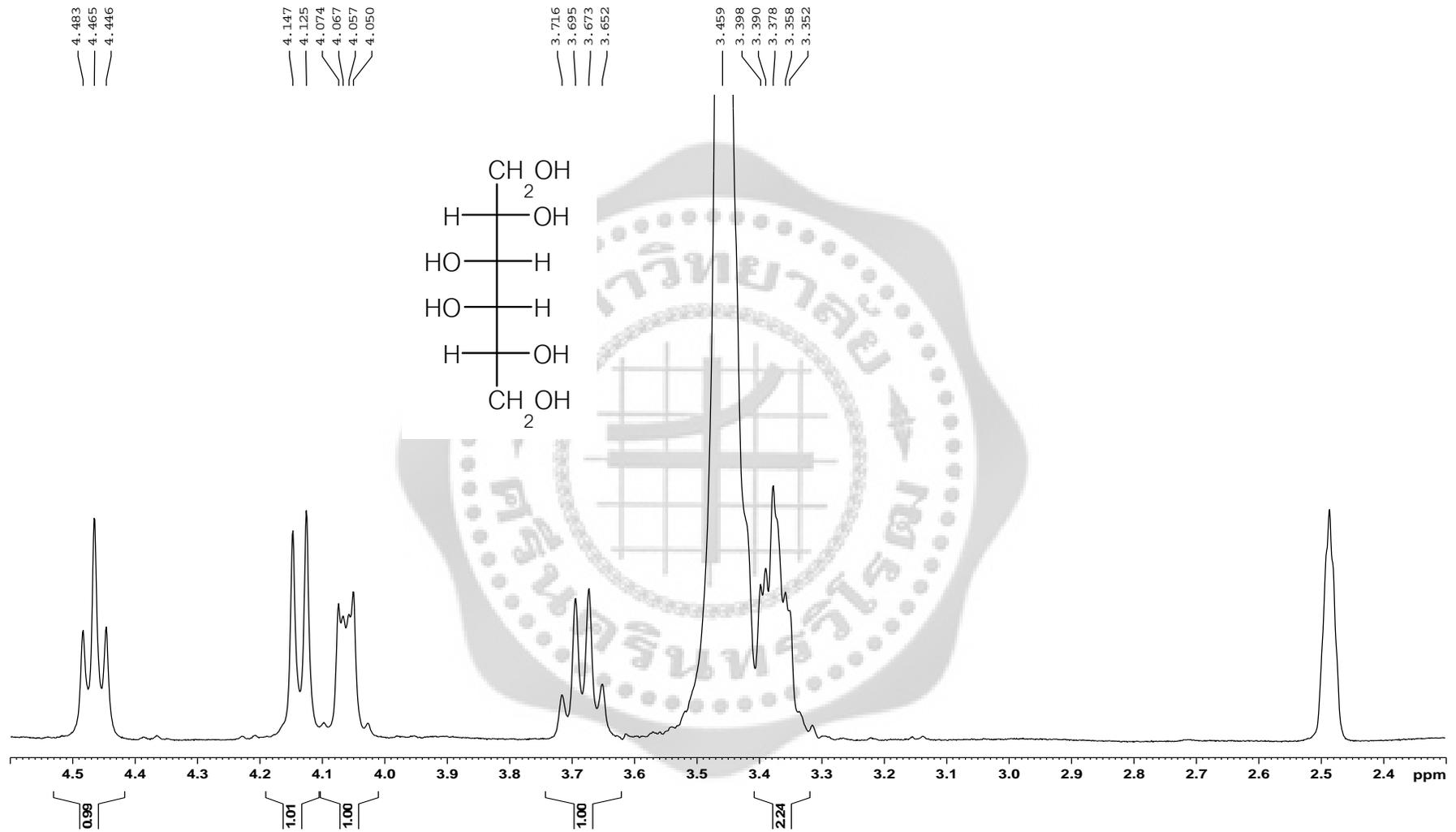
ภาพประกอบ 68 <sup>13</sup>C-NMR spectrum ของสารประกอบ long chain fatty acid (J) (CDCl<sub>3</sub> 75 MHz)



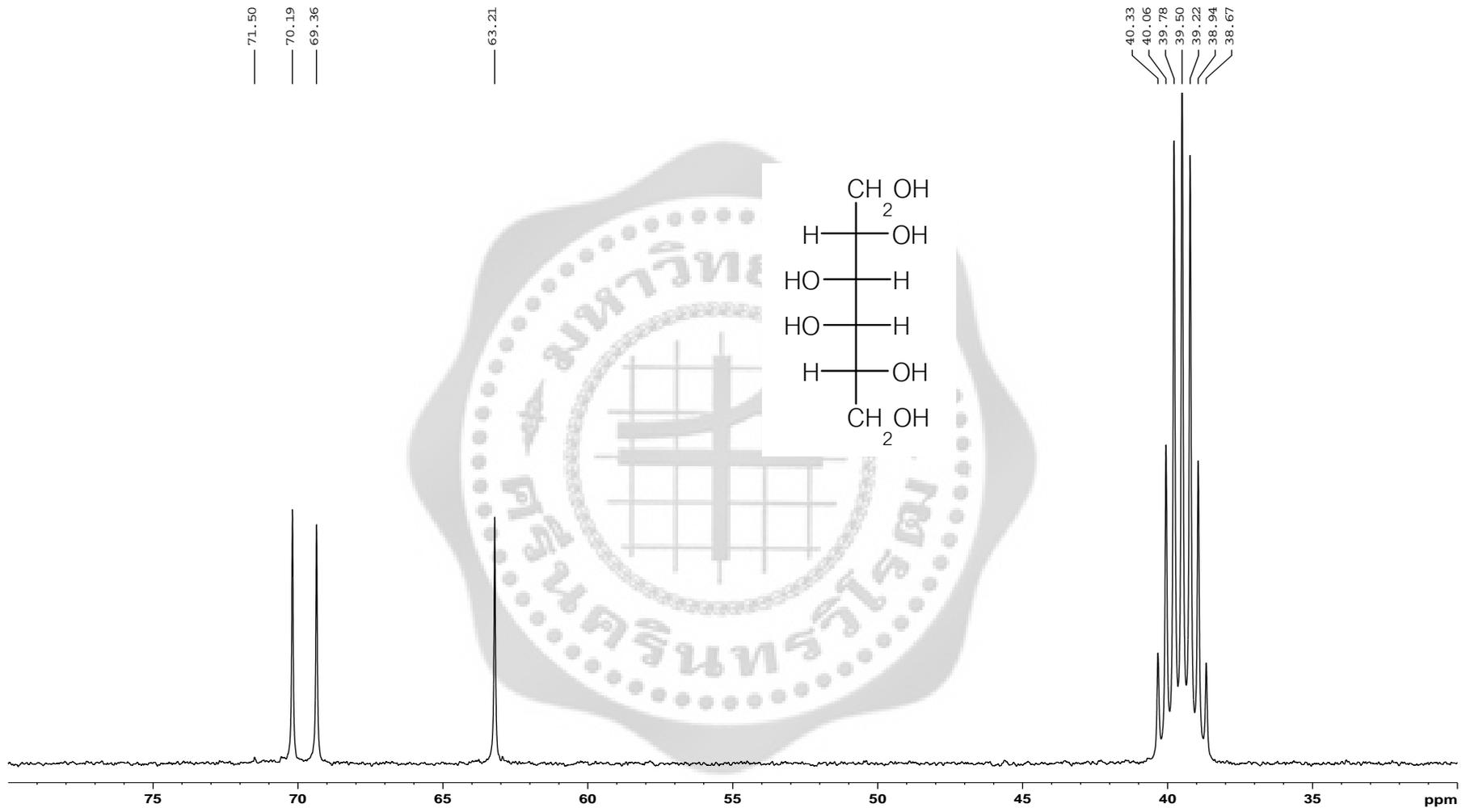
ภาพประกอบ 69  $^1\text{H-NMR}$  spectrum ของสารประกอบ dulcitol (K) ( $\text{D}_2\text{O}$ , 300 MHz)



ภาพประกอบ 70 <sup>13</sup>C-NMR spectrum ของสารประกอบ dulcitol (K) (D<sub>2</sub>O 75 MHz)



ภาพประกอบ 71 <sup>1</sup>H-NMR spectrum ของสารประกอบ dulcitol (K) (DMSO-d<sub>6</sub>, 300 MHz)



ภาพประกอบ 72  $^{13}\text{C}$ -NMR spectrum ของสารประกอบ dulcitol (K) ( $\text{DMSO-d}_6$ , 75 MHz)



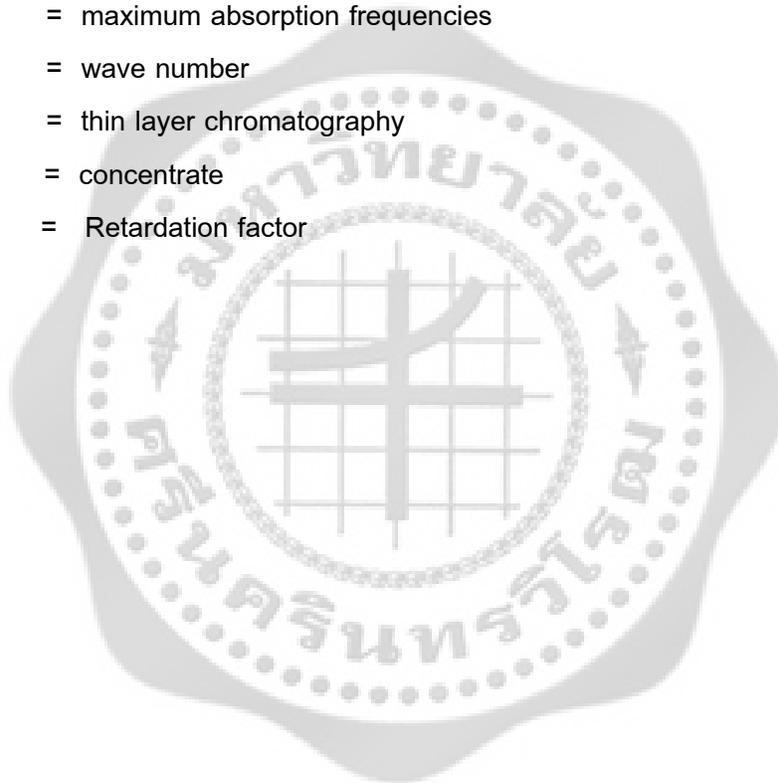
อภิธานศัพท์

## อภิธานศัพท์

abs.	= absolute
$\mu\text{g}$	= microgram
br	= broad
d	= doublet
dd	= doublet of doublet
t	= triplet
m	= multiplet
s	= singlet
q	= quartet
$J$	= coupling constant
$\delta$	= delta (chemical shift)
$c$	= concentration
$\alpha$	= alpha
$\beta$	= beta
$\text{CDCl}_3$	= deuteriochloroform
$\text{D}_2\text{O}$	= deuterium oxide
DMSO	= dimethyl sulfoxide
$[\alpha]_D^{\text{temp}}$	= optical rotation
mp	= melting point
$m/z$	= mass to charge ratio
$\text{M}^+$	= molecular ion
ESMS	= electron spray mass spectrum
$^1\text{H-NMR}$	= Proton Nuclear Magnetic Resonance
$^{13}\text{C-NMR}$	= Carbon Nuclear Magnetic Resonance
Hz	= Hertz
COSY	= $^1\text{H}$ -relayed correlated spectroscopy
NOESY	= proton-proton correlation through space
DEPT	= Distortionless Enhancement by Polarization Transfer

## อภิธานศัพท์ (ต่อ)

HMQC	= $^1\text{H}$ -detected Heteronuclear Multiple Quantum Coherence
HMBC	= Heteronuclear Multiple Bond Connectivity
FTIR	= Fourier Transform Infrared
UV	= Ultraviolet
$\lambda_{max}$	= maximum absorption wave length
$\nu_{max}$	= maximum absorption frequencies
$\text{cm}^{-1}$	= wave number
TLC	= thin layer chromatography
conc.	= concentrate
$R_f$	= Retardation factor





ประวัติย่อผู้วิจัย

## ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล นางสาวอารี แจ้งเรือง  
วันเดือนปีเกิด 24 กันยายน 2523  
สถานที่เกิด จังหวัดเพชรบุรี  
สถานที่อยู่ปัจจุบัน 77 หมู่ 3 ตำบลไร่โคก อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี 76150

### ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2542 มัธยมศึกษาตอนปลาย (แผนกวิทยาศาสตร์)  
จากโรงเรียนบ้านลาดวิทยา จังหวัดเพชรบุรี  
พ.ศ. 2546 วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เคมี)  
จากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี  
พ.ศ. 2552 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เคมี)  
จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ