

## บทความวิจัย

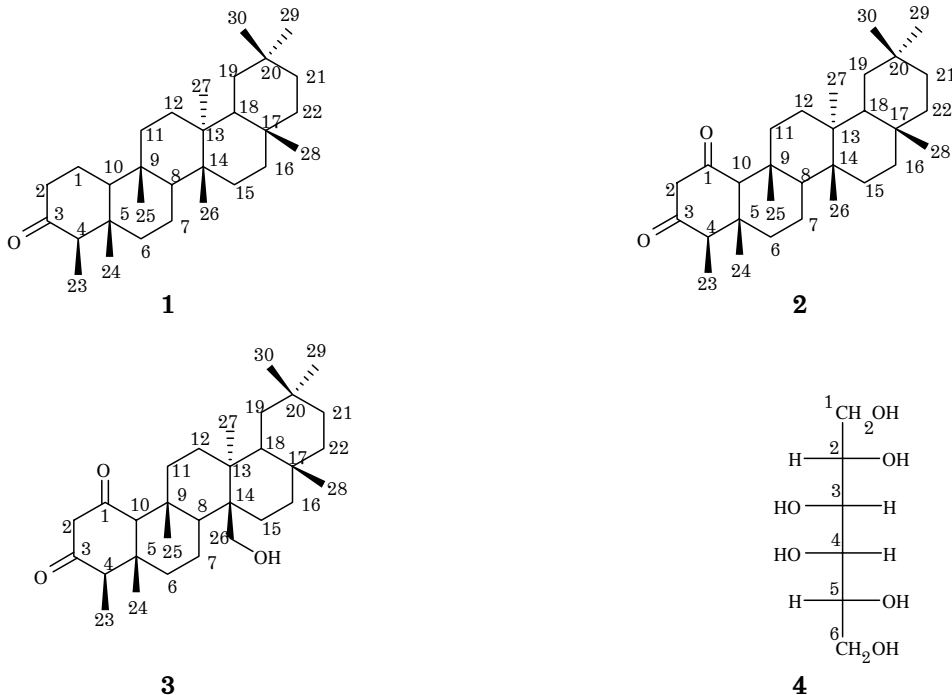
# องค์ประกอบทางเคมีของลำต้นตากวาง

อารี แจ็งเรือง พิษิต สุดตา พิณิติ รัตนานุกูล และ สุนิตย์ สุขสำราญ\*

### บทคัดย่อ

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดชั้นเอทิลอะซีเตตของลำต้นตากวาง (*Salacia verrucosa* Wight) สามารถแยกสารประกอบไตรเทอร์พีนประเภท friedelane 3 ชนิด คือ friedelin (1) friedelane-1,3-dione (2) 26-hydroxyfriedelane-1,3-dione (3) รวมทั้งน้ำตาล dulcitol (4) การพิสูจน์โครงสร้างและสเตอริโอเคมี ของสารที่แยกได้ใช้การวิเคราะห์ทางสเปกโทรสโกปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคนิค 1D- และ 2D-NMR ร่วมกับการเปรียบเทียบข้อมูลของสารที่ทราบโครงสร้างแล้ว

**คำสำคัญ:** ต้นตากวาง *Salacia verrucosa* ไตรเทอร์พีน friedelane



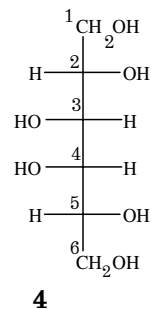
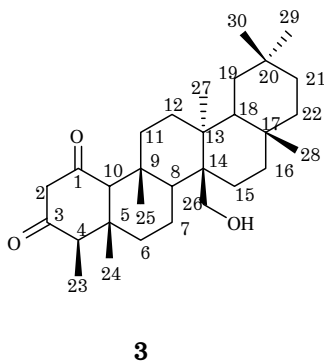
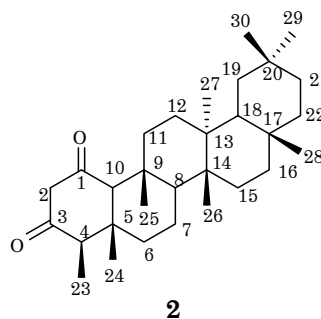
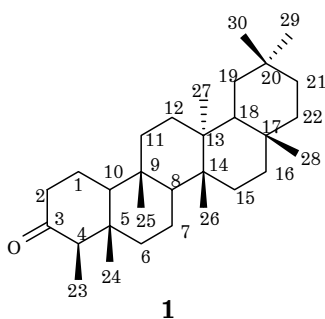
# Chemical Constituents of the *Salacia Verrucosa* Wight Stem

Aree Jangruang, Pichit Sudta, Piniti Ratananukul and Sunit Suksamrarn\*

## ABSTRACT

The chemical investigation of the ethyl acetate extract of the air-dried stem of *Salacia verrucosa* Wight has shown the presence of the three friedelane - type triterpenes: friedelin (**1**) friedelane-1,3-dione (**2**) and 26-hydroxyfriedelane-1,3-dione (**3**) together with a sugar dulcitol (**4**). The structures and stereochemistry determination of all isolates were accomplished by extensively spectroscopic analyses, especially 1D-and 2D-NMR techniques and by comparison with the reported data.

**Keywords:** *Salacia verrucosa*, triterpene, friedelane



## บทนำ

ต้นตากวาง มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Salacia verrucosa* Wight เป็นพืชในวงศ์ Celastraceae พืชในวงศ์นี้มีทั้งหมดประมาณ 90 สกุล และมีมากกว่า 1,000 ชนิด [1] มีลักษณะเป็นไม้พุ่มกึ่งเลื้อยขนาดเล็ก สูงประมาณ 6 เมตร พาดไปตามต้นไม้ใหญ่ มีกิ่งก้านสาขาปกคลุมหนาแน่น เปลือกเถาสีน้ำตาล มีกระด้างขาว เมื่อตัดพินตามแนวขวางจะเห็นเส้นวงปีชัดเจน และมีน้ำยางสีแดงไหลออกมา ใบเป็นใบเดี่ยว รูปรี เรียงตรงข้าม ปลายใบและโคนใบแหลม เส้นแขนงใบเล็ก แผ่นใบเขียวเรียบมัน ผลกลม ผิวเรียบสีเขียว เมื่อสุกสีเหลืองหรือส้ม เนื้อหุ้มเมล็ดสีขาว (รูปที่ 1) ออกดอกระหว่างเดือนมกราคม - กุมภาพันธ์ และออกผลระหว่างเดือนมีนาคม - พฤษภาคม แหล่งที่พบ พบในป่าดิบแล้ง ชอบแสงแดดรำไร ขึ้นได้ดีในที่ชื้น ผลสุก และเนื้อหุ้มเมล็ดสีขาวนำมารับประทานได้ รสหวาน ขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ด พบได้ในประเทศอินเดีย ไทย พม่า ลาว และมาเลเซีย [2, 3] พืชในสกุล *Salacia* หลายชนิดนำมาใช้เป็นยาแผนโบราณ เช่น *S. reticulate*, *S. oblonga* และ *S. chinensis* หรือ ต้นกำแพงเจ็ดชั้น [2] มีฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย ต้านมะเร็ง ต้านมาลาเรีย และมีฤทธิ์ทำลายยีสต์ [4] ใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศศรีลังกา จีน และ ไทย เช่น ลำต้นของ *S. chinensis* ใช้เป็นยาขับลม ขับระดู บำรุงเลือด บำรุงหัวใจ ต้านการอักเสบ ลดเบาหวาน แก้กระดูขาว และ รักษาโรคปวดตามข้อตามกล้ามเนื้อ นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ [4] ส่วนของราก *S. oblonga* ใช้เป็นยารักษาโรคหนองในเนื่องจากติดเชื้อ *gonococcus* แก้ไขข้ออักเสบ



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

รูปที่ 1 ลักษณะทั่วไปของต้นตากวาง (ก) ใบ (ข) ลำต้น (ค) ผลดิบ (ง) ผลสุก

อาการคัน โรคหืด และโรคเบาหวาน เปลือกรากของ *S. oblonga* ยังใช้เป็นยาต้านการอักเสบ [5] ส่วนต้นตาคาวาง *S. verrucosa* เนื้อไม้มีรสฝาดเมา บำรุงเลือด แก้โลหิตจาง แก้โลหิตและน้ำเหลืองพิการ บำรุงตับไต แก้กษุมขาว แก้ไตพิการ แก้ปวดหลังปวดเอว [6] จากสรรพคุณดังกล่าวของพืชในสกุล *Salacia* นับว่ามีคุณประโยชน์ที่น่าสนใจ และยังไม่พบรายงานวิจัยของต้นตาคาวาง ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของต้นตาคาวาง

## อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ใช้ส่วนลำต้นตาคาวางที่เก็บจาก บ้านโคกอี้ง ตำบลบ่อพันขัน อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด เมื่อเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 การบันทึกค่า  $R_f$  ของสารใช้แผ่น precoated silica gel 60 GF<sub>254</sub> และการหาตำแหน่งของสารบน TLC โดยใช้ anisaldehyde agent โดยนำไปทาบนแผ่น TLC แล้วนำไปให้ความร้อนที่ 80-120 °C นาน 1 นาที ซึ่งจะปรากฏเป็นสีแตกต่างกัน การบันทึกจุดหลอมเหลวใช้เครื่อง Griffin, ค่า optical rotation ใช้เครื่อง Jasco DIP-370 Digital polarimeter, IR spectrum ใช้เครื่อง Perkin Elmer FT-IR spectrum BX spectrophotometer ในสภาพ KBr disc, UV spectrum ใช้เครื่อง Shimadzu UV-2401PC spectrophotometer การบันทึกข้อมูล <sup>1</sup>H- และ <sup>13</sup>C-NMR ใช้เครื่อง Bruker Avance 300 FT-NMR spectrometer ที่ 300 MHz สำหรับ <sup>1</sup>H-NMR spectrum และที่ 75 MHz สำหรับ <sup>13</sup>C-NMR spectrum โดยเทียบกับสัญญาณของตัวทำละลายที่ไม่ถูกดีวเทอเรตที่  $\delta_H$  7.24 และ  $\delta_C$  77.00 ppm ของตัวทำละลาย CDCl<sub>3</sub>, และที่  $\delta_H$  4.70 ppm ของตัวทำละลาย D<sub>2</sub>O, <sup>1</sup>H- และ <sup>13</sup>C-NMR spectrum ตามลำดับ และข้อมูลของ Mass spectrum บันทึกด้วยเครื่อง Finnigan LC-Q mass spectrometer และ MicrOTOF, Bruker Daltonics mass spectrometer

## วิธีการทดลอง

นำลำต้นตาคาวางที่แห้งและบดละเอียด (10.2 กิโลกรัม) มาสกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซีเตต 23 ลิตร ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน กรองแล้วระเหยเอทิลอะซีเตตออกจนแห้ง ทำการสกัดซ้ำทั้งหมด 5 ครั้ง ได้ส่วนสกัดชั้นเอทิลอะซีเตตเป็นของแข็งสีเขียวอมเหลือง (209.0 กรัม) แบ่งส่วนสกัดชั้นเอทิลอะซีเตต (40.0 กรัม) มาแยกต่อด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟีชนิดเร็ว (silica gel 60 GF<sub>254</sub>, 150.0 กรัม) ใช้ระบบชะเป็นเฮกเซน เฮกเซน - ไดคลอโรมีเทน (เพิ่มความเข้มข้นระบบชะ 10% ใช้ระบบชะ 500 มิลลิลิตร) ไดคลอโรมีเทน ไดคลอโรมีเทน - เอทิลอะซีเตต (เพิ่มความเข้มข้นระบบชะ 10% ใช้ระบบชะ 300 มิลลิลิตร) เอทิลอะซีเตต เอทิลอะซีเตต - เมทานอล (เพิ่มความเข้มข้นระบบชะ 10% ใช้ระบบชะ 300 มิลลิลิตร) และ เมทานอล เก็บครั้งละ 100 มิลลิลิตร ตรวจสอบด้วย TLC และรวมส่วนที่แสดงผลเหมือนกัน ได้กลุ่มสารทั้งหมด 13 กลุ่ม เมื่อนำสารกลุ่ม 3 [1.7 กรัม, ได้จากการชะด้วยเฮกเซน - ไดคลอโรมีเทน, 80: 20 ถึง 70: 30, ไดคลอโรมีเทน และ ไดคลอโรมีเทน - เอทิลอะซีเตต (95: 5)] มีลักษณะเป็นสารหนืดสีส้ม มาแยกต่อด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี อีก 3 ครั้ง (silica gel, 35.0 กรัม) ใช้ระบบชะเป็น เฮกเซน - อะซีโตน (98: 2) ได้สารประกอบ 1 (friedelin, 30.0 มิลลิกรัม) นำสารกลุ่ม 4 (11.9 กรัม, ได้จากการชะด้วยเฮกเซน -

ไดคลอโรมีเทน, 70: 30 ถึง 60: 40) มีลักษณะเป็นสารหนืดสีเหลืองเขียว แล้วนำมาล้างด้วยตัวทำละลายเฮกเซนตามด้วยอะซีโตนที่เย็น ได้ตะกอนสีขาวเหลือง (6.5 กรัม) นำมาแยกต่อด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี (silica gel, 65.0 กรัม) ใช้ระบบชะเป็นเฮกเซน - ไดคลอโรมีเทน (90: 10 ถึง 70: 30) ได้สารประกอบ **2** (friedelane-1,3-dione, 6.3 กรัม) นำสารกลุ่ม 6 (1.9 กรัม, ได้จากการชะด้วยเฮกเซน - ไดคลอโรมีเทน, 40: 60 ถึง 20: 80) มีลักษณะเป็นของแข็งหนืดสีเขียวอมเหลือง นำมาล้างด้วยตัวทำละลายเฮกเซนตามด้วยอะซีโตนได้ตะกอนสีเขียวเหลือง (731.8 มิลลิกรัม) ซึ่งนำมาแยกต่อด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี (silica gel, 15.0 กรัม) ใช้ระบบชะเป็นเฮกเซน - อะซีโตน (92: 8) ได้สารประกอบ **3** (26-hydroxyfriedelane-1,3-dione, 48.7 มิลลิกรัม) นำสารกลุ่ม 13 (2.7 กรัม, ได้จากการชะด้วยเมทานอล) เป็นของแข็งสีน้ำตาลเข้ม นำมาแยกต่อด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี (silica gel, 65.0 กรัม) ใช้ระบบชะเป็นเอทิลอะซิเตต - เมทานอล (85: 15 ถึง 65: 35) ได้สารประกอบ **4** (dulcitol, 230.3 มิลลิกรัม)

### ผลการทดลอง

จากการนำส่วนสกัดชั้นเอทิลอะซิเตตของลำต้นตากวางมาทำการแยกและทำให้บริสุทธิ์ด้วยเทคนิคคอลัมน์โครมาโทกราฟี และนำสารที่แยกได้มาตรวจสอบด้วยเทคนิค TLC, NMR และ MS สเปกโทรสโกปีพบว่าได้สารบริสุทธิ์ 4 ชนิด ดังนี้

Friedelin (**1**) เป็นของแข็งสีขาว mp 248-250 °C (d);  $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$  203 (3.14), 254 (2.11) nm;  $\nu_{\max}^{\text{KBr}}$  1715  $\text{cm}^{-1}$  [lit. 1702  $\text{cm}^{-1}$ ] [7];  $[\alpha]_D^{27.2}$  11.0° (c. 0.43,  $\text{CHCl}_3$ ) [lit. -22.5° (c. 1.0,  $\text{CHCl}_3$ )] [7];  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR ( $\text{CDCl}_3$ ) (แสดงในตาราง 1 และ 2) ESMS (+ve)  $m/z$  (% rel. intensity) : 427  $[\text{M}+\text{H}]^+$  (100)

Friedelane-1,3-dione (**2**) เป็นสารที่พบในปริมาณมากที่สุด มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาว mp 268-270 °C (d) [lit. mp 270-272 °C] [7];  $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$  220 (3.72), 260 (3.0) nm [lit. 218 (6100) และ 260 (5000)] [7];  $[\alpha]_D^{27.2}$  +4.1° (c. 0.5070,  $\text{CHCl}_3$ ) [lit. +2.2° (c. 0.14,  $\text{CHCl}_3$ )]  $\nu_{\max}^{\text{KBr}}$  [7]; 1732 และ 1705  $\text{cm}^{-1}$  [lit. 1730 และ 1704  $\text{cm}^{-1}$ ] [7];  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR ( $\text{CDCl}_3$ ) (แสดงในตาราง 1 และ 2) ESMS (-ve)  $m/z$  (% rel. intensity) : 439  $[\text{M}-\text{H}]^-$  (100)

26-Hydroxyfriedelane-1,3-dione (**3**) เป็นสารที่พบมากเป็นอันดับที่สอง มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาว mp 266-268 °C (d);  $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$  218 (3.00), 260 (3.36), 296 (2.91) nm;  $\nu_{\max}^{\text{KBr}}$  1732, 1720 และ 3548  $\text{cm}^{-1}$ ;  $[\alpha]_D^{27.2}$  -4.4° (c. 0.47,  $\text{CHCl}_3$ );  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR ( $\text{CDCl}_3$ ) (แสดงในตาราง 1 และ 2) ESMS (-ve)  $m/z$  (% rel. intensity) : 455  $[\text{M}-\text{H}]^-$  (100)

Dulcitol (**4**) มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาว mp 173-175 °C [lit. 188-189 °C] [8]  $\nu_{\max}^{\text{KBr}}$  : 3242, 1458, 1378, 1354, 1208, 1117, 1078, 1048, 1030  $\text{cm}^{-1}$ ; ESMS (+ve)  $m/z$  (% rel. intensity) : 205  $[\text{M}+\text{Na}]^+$  (35)  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR (บันทึกใน  $\text{D}_2\text{O}$ )  $\delta_{\text{H}}$  ที่ 3.84 (2H, t,  $J = 6.4$  Hz) 3.55 (4H, d,  $J = 7.1$  Hz)  $\delta_{\text{C}}$  ที่ 70.1, 69.4 และ 63.2 ppm

ตารางที่ 1 ข้อมูล  $^1\text{H-NMR}$  ของสารประกอบ Friedelin (1), Friedelane-1,3-dione (2) และ 26-Hydroxyfriedelane-1, 3-dione (3) บันทึกใน  $\text{CDCl}_3$

ตำแหน่ง	$\delta$ (ppm)		
	Friedelin (1)	Friedelane-1,3-dione (2)	26-Hydroxyfriedelane-1,3-dione (3)
1	1.93, 1.62	-	-
2	2.40, 2.33	3.43 (1H, d, $J = 15.9$ Hz) 3.22 (1H, d, $J = 15.9$ Hz)	3.44 (1H, d, $J = 15.9$ Hz) 3.23 (1H, d, $J = 15.9$ Hz)
3	-	-	-
4	2.21 (1H, q, $J = 6.3$ Hz)	2.55 (1H, q, $J = 6.6$ Hz)	2.54 (1H, q, $J = 6.5$ Hz)
5	-	-	-
6	1.71	1.87, 1.35 (2H, d, $J = 10.5$ Hz)	1.20, 1.85
7	1.43	1.35	1.80, 1.60
8	1.41	1.28 (1H, m)	1.35
9	-	-	-
10	1.52	2.35 (1H, s)	2.38 (1H, s)
11	1.34	2.12 (1H, d, $J = 13.2$ Hz)	1.65, 2.16
12	1.34	1.45, 1.25	1.10, 1.30
13	-	-	-
14	-	-	-
15	1.40, 1.12	1.45, 1.25	1.15, 2.10
16	ca 1.57	1.60	1.65
17	-	-	-
18	1.57	1.58	1.46
19	1.51, 1.20	1.32	1.65
20	-	-	-
21	ca 1.51	1.44-1.24 (2H, m)	1.35, 0.95
22	1.50, 0.95	1.42, 1.25	1.50, 0.90
23	0.86 (3H, d, $J = 6.3$ Hz)	1.03 (3H, d, $J = 6.6$ Hz)	1.00 (3H, d, $J = 6.5$ Hz)
24	0.70 (3H, s)	0.67 (3H, s)	0.67 (3H, s)
25	0.84 (3H, s)	1.17 (3H, s)	1.35 (3H, s)
26	0.97 (3H, s)	1.00 (3H, s)	4.13 (1H, d, $J = 11.5$ Hz)
27	1.02 (3H, s)	0.99 (3H, s)	1.03 (3H, s)
28	1.15 (3H, s)	1.15 (3H, s)	1.11 (3H, s)
29	0.97 (3H, s)	0.97 (3H, s)	0.91 (3H, s)
30	0.93 (3H, s)	0.92 (3H, s)	0.94 (3H, s)

**ตารางที่ 2** ข้อมูล  $^{13}\text{C-NMR}$  ของสารประกอบ Friedelin (1), Friedelane-1,3-dione (2) และ 26-Hydroxyfriedelane-1,3-dione (3) บันทึกใน  $\text{CDCl}_3$

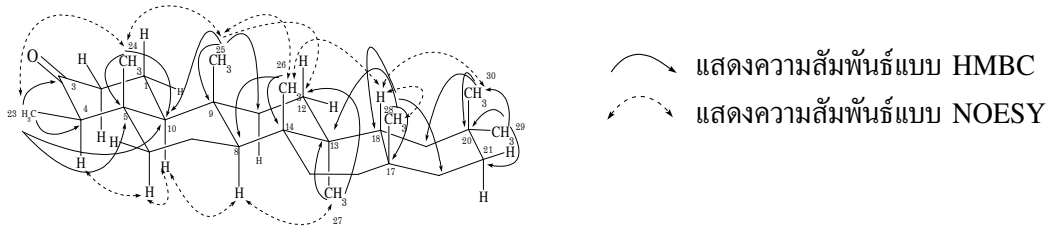
ตำแหน่ง	$\delta$ (ppm)		
	Friedelin (1)	Friedelane-1,3-dione (2)	26-Hydroxyfriedelane-1,3-dione
1	22.2	202.8	202.8
2	41.5	60.6	60.6
3	213.2	204.1	204.1
4	58.2	59.0	58.9
5	42.0	37.8	38.0
6	41.3	40.6	41.7
7	18.2	18.0	20.4
8	53.1	52.1	52.0
9	37.4	37.2	37.1
10	59.4	71.8	72.4
11	35.6	34.5	35.0
12	30.5	30.1	29.8
13	39.7	39.4	39.6
14	38.3	38.2	42.0
15	32.7	32.4	24.1
16	36.0	35.8	35.3
17	30.0	29.9	30.3
18	42.8	42.6	43.4
19	35.3	35.2	35.4
20	28.1	28.1	28.3
21	32.4	32.7	32.9
22	39.2	39.2	39.1
23	6.8	7.2	7.2
24	14.6	15.9	15.7
25	17.9	17.9	17.8
26	20.2	20.3	63.9
27	18.6	18.7	19.6
28	32.1	32.0	31.6
29	31.7	31.7	34.4
30	35.0	34.9	31.9

## สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

ในการสกัดสารจากลำต้นตากวางด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซีเตต ตามด้วยการแยกให้บริสุทธิ์ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี แล้วนำสารที่แยกได้มาหาสูตรโครงสร้างด้วยเทคนิคทางสเปกโทรสโกปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคนิค 1D- และ 2D-NMR ร่วมกับการเปรียบเทียบข้อมูลต่างๆ ของสารที่ได้กับที่มีผู้รายงานไว้แล้ว พบว่าได้สารประกอบไตรเทอร์พีน ประเภท friedelane 3 ชนิด และสารประกอบน้ำตาลอีก 1 ชนิด

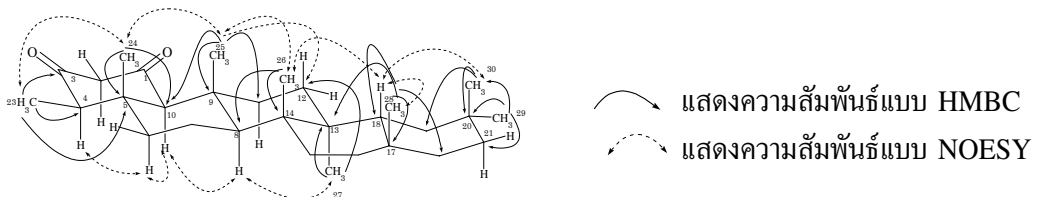
ข้อมูล  $^{13}\text{C-NMR}$  (ตาราง 2) ของสาร 1 พบสัญญาณของคาร์บอนทั้งหมด 30 สัญญาณ ซึ่งเป็นของ 8 methyl carbon, เป็นสัญญาณแบบ singlet 7 หมู่ และอีกหมู่หนึ่งเป็น doublet มีค่า  $J = 6.3$  Hz, พบ 11 methylene carbon, 4 methine carbon, 6 quaternary carbon และ carbonyl ketone 1 สัญญาณ ซึ่งสอดคล้องกับการพบหมู่  $\text{C=O}$  ที่  $1715\text{ cm}^{-1}$  ใน IR spectrum และ ESMS ของสารนี้ พบ pseudomolecular ion peak ที่  $m/z$  427  $[\text{M}+\text{H}]^+$  ซึ่งตรงกับสูตรโมเลกุล  $\text{C}_{30}\text{H}_{50}\text{O}+\text{H}$  จากการสืบค้นข้อมูลของพืชในสกุล *Salacia* พบว่าสารประกอบส่วนใหญ่ที่พบเป็นไตรเทอร์พีนประเภท friedelane ซึ่งมีหมู่ carbonyl อยู่ที่ C-3 ดังนั้นสาร 1 น่าจะมีโครงสร้างเป็น friedelane ด้วย เมื่อทำการเปรียบเทียบข้อมูล  $^1\text{H-}$  และ  $^{13}\text{C-NMR}$  (ตาราง 1 และ 2) ของสารประกอบ 1 กับสารประกอบ friedelin [7] พบว่ามีค่าใกล้เคียงกันมาก ในการยืนยันโครงสร้างใช้เทคนิคการทดลอง HMBC พบความสัมพันธ์ที่สำคัญระหว่าง Me-23 กับ C-3, C-4, C-5, C-10; Me-24 กับ C-5, C-6, C-10; Me-25 กับ C-8, C-9, C-10, C-11, C-12; Me-26 กับ C-8, C-14; Me-27 กับ C-12, C-13; Me-28 กับ C-16, C-17, C-18, C-22; Me-29 กับ C-20, C-30, C-21 และ Me-30 กับ C-19, C-20 ซึ่งเป็นการยืนยันตำแหน่งของ methyl ทั้ง 8 หมู่ ในการยืนยัน stereochemistry ของหมู่ methyl ทั้ง 8 หมู่ ใช้การทดลอง NOESY พบความสัมพันธ์ที่สำคัญระหว่างหมู่ Me-23 กับ Me-24; Me-24 กับ Me-25; Me-25 กับ Me-26; Me-26 กับ Me-28, H-18; และ Me-28 กับ Me-30 (รูปที่ 2) แสดงว่าหมู่ Me-23, 24, 25, 26, 28, 30 และ H-18 อยู่ด้านเดียวกัน คือ ตำแหน่ง  $\beta$  นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์ระหว่าง H-4 กับ H-8; H-10 กับ Me-27 แสดงว่า H-4, H-8, H-10 และ Me-27 อยู่ด้านเดียวกัน คือ ตำแหน่ง  $\alpha$  ซึ่งสอดคล้องกับสูตรโครงสร้างของ friedelane ที่มีผู้ศึกษา conformation โดยใช้เทคนิค X-ray ดิฟแฟร็กชัน [9] ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า สารประกอบ 1 มีโครงสร้างเป็น friedelan-3-one หรือ friedelin สารนี้มีรายงานการพบในส่วนเปลือกต้นของ *S. beddomei* [10] เปลือกรากของ *S. campestris* [11] ใบของ *S. chinensis* [12] เปลือกรากของ *S. fruticosa* [13] และเปลือกต้น *S. liana* [14] นอกจากนี้ยังพบในพืชสกุลอื่นด้วย ซึ่งพบจากส่วนลำต้นและเปลือกของ *Peritassa compta* [7] ซึ่งเป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Celastraceae เช่นเดียวกับตากวาง





รูปที่ 2 ข้อมูล HMBC และ NOESY แสดงความสัมพันธ์ที่สำคัญของสารประกอบ 1

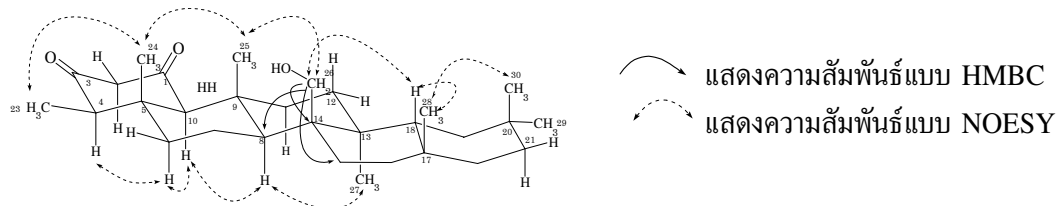
เมื่อพิจารณาข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR (ตาราง 1 และ 2) สารประกอบ 2 พบสัญญาณ carbon 30 สัญญาณ คล้ายกับสารประกอบ 1 ต่างกันที่สาร 2 มีสัญญาณของ carbonyl carbon เพิ่มขึ้นอีก 1 แห่งที่  $\delta_{\text{C}}$  202.8 และ 204.1 ppm ซึ่งสอดคล้องกับการพบหมู่  $\text{C}=\text{O}$  ที่ 1732 และ  $1705\text{ cm}^{-1}$  ใน IR spectrum และ ข้อมูล ESMS พบ pseudomolecular ion peak  $m/z$  ที่ 439  $[\text{M}-\text{H}]^-$  ซึ่งสอดคล้องกับสูตรโมเลกุล  $\text{C}_{30}\text{H}_{48}\text{O}_2-\text{H}$  ดังนั้นสาร 2 น่าจะมีโครงสร้างเป็น friedelane ที่มีหมู่ carbonyl อยู่ 2 แห่ง เมื่อพิจารณาข้อมูล  $^1\text{H}$ -NMR, DEPT และ HMQC พบ methylene proton ที่  $\delta_{\text{H}}$  3.43 (1H, d,  $J = 15.9\text{ Hz}$ ) และ 3.22 (1H, d,  $J = 15.9\text{ Hz}$ ),  $\delta_{\text{C}}$  60.2 ppm ซึ่งน่าจะเป็นสัญญาณของ methylene carbon ที่อยู่ระหว่าง carbonyl carbon ดังนั้นสาร 2 น่าจะมีหมู่ carbonyl อยู่ที่ C-1 และ C-2 ข้อมูล HMBC พบความสัมพันธ์ของ methylene proton ที่  $\delta_{\text{H}}$  3.43 (1H, d,  $J = 15.9\text{ Hz}$ ) และ 3.22 (1H, d,  $J = 15.9\text{ Hz}$ ) กับ C-1, C-3, C-4, C-10 และ C-23 (รูปที่ 3) ทำให้ทราบได้ว่า carbonyl carbon ทั้งสองหมู่อยู่ที่ C-1 และ C-2 เมื่อเปรียบเทียบข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR กับ friedelane-1,3-dione [7] พบว่ามีค่าใกล้เคียงกันมาก จึงสรุปได้ว่า สาร 2 มีโครงสร้างเป็น friedelane-1,3-dione สารนี้มีรายงานการพบในส่วนเปลือกกรากของ *S. campestris* [11] ลำต้นของ *S. chinensis* [15] เปลือกต้นของ *S. beddomei* [10] และเปลือกกรากของ *S. prinoides* [16] นอกจากนี้ยังพบในพืชสกุลอื่นด้วย เช่น ลำต้นและเปลือกของ *P. compta* [7]



รูปที่ 3 ข้อมูล HMBC และ NOESY แสดงความสัมพันธ์ที่สำคัญของสารประกอบ 2

สาร 3 เป็นของแข็งสีขาว มีจุดหลอมเหลว  $266-268\text{ }^{\circ}\text{C}$  (d) ข้อมูล  $^1\text{H}$ - และ  $^{13}\text{C}$ -NMR (ตาราง 1 และ 2), DEPT และ HMBC ของสารประกอบ 3 มีลักษณะคล้ายกับสารประกอบ 2 เนื่องจากพบ carbonyl carbon 2 สัญญาณที่  $\delta_{\text{C}}$  202.8 และ 204.1 ppm ต่างตรงที่สาร 2 มีหมู่ methyl carbon 8 หมู่ และ methylene carbon 10 หมู่ ในขณะที่ สาร 3 พบหมู่ methyl carbon 7 หมู่ และ methylene carbon 11 หมู่ แสดงว่าสาร 3 น่าจะมีโครงสร้างหลักเป็น friedelane-1,3-dione ที่มีหมู่

hydroxymethylene ที่  $\delta_c$  63.9,  $\delta_H$  4.13 (1H, d,  $J = 11.5$  Hz) และ 4.03 (1H, d,  $J = 11.5$  Hz) ซึ่งสอดคล้องกับการพบหมู่ C = O ที่ 1732, 1720 และ OH ของ alcohol ที่  $3548\text{ cm}^{-1}$  ใน IR spectrum และ ข้อมูล ESMS พบ pseudomolecular ion peak  $m/z$  ที่ 455  $[M-H]^-$  ซึ่งสอดคล้องกับสูตรโมเลกุล  $C_{30}H_{48}O_3$  เมื่อเปรียบเทียบข้อมูล  $^1H$ - และ  $^{13}C$ -NMR อย่างละเอียดของสาร **3** กับสาร **2** พบว่าสาร **3** ที่ C-14, C-15 และ C-26 ที่  $\delta_c$  42.0, 24.1 และ 63.9 ppm ต่างจากสาร **2** ที่ C-14, C-15 และ C-26 ที่  $\delta_c$  38.2, 32.4 และ 20.3 ppm ตามลำดับ แสดงว่าหมู่ hydroxymethylene อาจอยู่ที่ C-26 ข้อมูล HMBC พบความสัมพันธ์ระหว่าง hydroxymethylene H-26 กับ C-7, C-8, C-13 และ C-15 (รูปที่ 4) แสดงว่าหมู่ hydroxymethylene carbon อยู่ที่ C-26 เมื่อเปรียบเทียบข้อมูล  $^{13}C$ -NMR ของสารประกอบ **3** กับ 26-hydroxyfriedelane-1,3-dione [17] พบว่ามีค่าใกล้เคียงกันมาก และจากการยืนยัน stereochemistry ใช้การทดลอง NOESY พบความสัมพันธ์ที่สำคัญระหว่างหมู่ hydroxymethylene H-26 กับ Me-25, Me-28 และ H-18 (รูปที่ 4) แสดงว่าหมู่ hydroxymethylene อยู่ด้านเดียวกับ Me-25, Me-28 และ H-18 ซึ่งอยู่ด้าน  $\beta$  จึงสรุปได้ว่าสาร **3** มีโครงสร้างเป็น 26-hydroxyfriedelane-1,3-dione สารนี้มีรายงานการพบในพืชสกุล *Salacia* พบในส่วนรากของ *S. oblonga* [17] รากของ *S. reticulata* [18] และยังไม่พบรายงานในพืชสกุลอื่นๆ



รูปที่ 4 ข้อมูล HMBC และ NOESY แสดงความสัมพันธ์ที่สำคัญของสารประกอบ **3**

สาร **4** เป็นของแข็งสีขาว ละลายน้ำได้ดี ข้อมูล IR spectrum พบหมู่ OH ที่  $3242\text{ cm}^{-1}$ , mass spectrum พบ pseudomolecular ion peak  $m/z$  ที่ 205  $[M+Na]^+$  สาร **4** น่าจะเป็นน้ำตาลชนิดหนึ่ง ซึ่งแสดงข้อมูล  $^1H$ - และ  $^{13}C$ -NMR (บันทึกใน  $D_2O$ )  $\delta_H$  ที่ 3.84 (2H, t,  $J = 6.4$  Hz) 3.55 (4H, d,  $J = 7.1$  Hz)  $\delta_c$  ที่ 70.1, 69.4 และ 63.2 ppm จากข้อมูล  $^1H$ - และ  $^{13}C$ -NMR นี้ บ่งบอกว่าเป็นน้ำตาลที่โครงสร้างมีความสมมาตรในโมเลกุล จากการสืบค้นข้อมูลของพืชในสกุล *Salacia* มีรายงานการพบน้ำตาล dulcitol จากส่วนรากของ *S. oblonga* [5] ซึ่งเป็นน้ำตาลที่มีโครงสร้างมีความสมมาตรในโมเลกุล เช่นเดียวกัน เมื่อทำการเปรียบเทียบข้อมูล  $^1H$ - และ  $^{13}C$ -NMR ของสาร (**4**) กับ dulcitol [8] พบว่ามีค่าใกล้เคียงกันมาก ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าโครงสร้างของสารประกอบ **4** คือ dulcitol หรือ galactitol ซึ่งมีรสชาติหวานเล็กน้อย นอกจากนี้ ยังพบน้ำตาล dulcitol ในพืชสกุลอื่น เช่น จากส่วนเปลือกต้น *Cassine papillosa* [19] ส่วนรากของ *Maytenus acanthophylla* เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Celastraceae เหมือนกับต้นตากวาง [20]

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนส่งเสริมกลุ่มนักวิจัยอาชีพ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (BIOTEC) (ศาสตราจารย์ ดร.อภิชาติ สุขสำราญ) ขอขอบคุณ ท่านอาจารย์ สุพรรณ ไวลิจิต ที่ให้ทุนสนับสนุนการศึกษาแก่ นางสาวอารี แจ้งเรือง และคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ในการให้ทุนส่วนหนึ่งสนับสนุนการทำปริญญาโทสำหรับบัณฑิตในระดับบัณฑิตศึกษาจากงบประมาณเงินรายได้ คณะวิทยาศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2551 และขอขอบคุณ Bioassay Laboratory ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (BIOTEC) ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพ และสถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการบันทึก high resolution mass spectrum

## เอกสารอ้างอิง

1. Ding-Hou, L. 1964. Celastraceae-II. In: Van Steenis, C. G. G. J. Ed. Flora Malesiana. Jakarta: 6: p. 414-415.
2. เต็ม สมิตินันท์. 2544. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2544. กรุงเทพฯ. สำนักวิชาการกรมป่าไม้. หน้า 461-462.
3. Ding-Hou, L. 1962. Celastraceae-I. In: Van Steenis, C. G. G. J. Ed. Flora Malesiana. Jakarta: 6: p. 227-228.
4. Toshio, M., Akinobu, K., Yutana, P., Hisashi, M., and Masayuki, Y. 2003. Structures of New Friedelane Type Triterpenes and Eudesmane-Type Sesquiterpene and Aldose Reductase Inhibitors from *Salacia chinensis*. *Journal of Natural Product* 66: 1191-1196.
5. Hisashi, M., Toshio, M., and Masayuki, Y. 2002. Antidiabetogenic Constituents from Several Natural Medicines. *Pure and Applied Chemistry* 74(7): 1301-1308.
6. วุฒิ วุฒิธรรมเวช. 2540. สารานุกรมสมุนไพร รวมหลักเภสัชกรรมไทย. กรุงเทพฯ โรงพิมพ์ โอ. เอส. พรินติ้ง เฮ้าส์. หน้า 209.
7. JOY, K., and Tinto, W. F. 1992. Friedelane Triterpenoids from *Peritassa compta*: Complete <sup>1</sup>H- and <sup>13</sup>C-Assignments by 2D NMR Spectroscopy. *Journal of Natural Product* 55(11): 1626-1630.
8. Pouchert, J. C., and Behnke, J. 1993. The Aldrich Library of <sup>13</sup>C- and <sup>1</sup>H-FT-NMR Spectra. Aldrich Chemical. USA. 1: p. 290.
9. Gunatilaka, A. A. L., Nanayakkara, N. P. D., and Wezeer, M. I. M. 1983. <sup>13</sup>C-NMR Spectra of some D: A-Friedo-oleananes. *Phytochemistry* 22(4): 991-992.
10. Hisham, A., Kumar, G. J., Fujimoto, Y., and Hara, N. 1996. 1 $\beta$ ,15 $\alpha$ -Dihydroxyfriedelan-3-one, a Triterpene from *Salacia beddomei*. *Phytochemistry* 43(4): 843-845.
11. Paulo, R. F. C., Dulce, H. S. S., Vanderlan, S. B., and Maysa, F. 2005. Antioxidant Quinonemethide Triterpenes from *Salacia campestris*. *Chemistry Biodiversity* 2: 367-372.

12. Yi, Z., Seikou, N., Tao, W., Hisashi, M., and Masayuki, Y. 2008. The Absolute Stereostructures of Three rare D: B-Friedobaccharane Skeleton Triterpenes from the Leaves of *Salacia chinensis*. *Tetrahedron* 64: 7347-7352.
13. Reddy, G. C. S., Ayengar, K. N. N., and Rangaswami, A. 1975. Chemical Components of the Root Bark of *Salacia fruticosa* Heyne. *Indian Journal of Chemistry* 13: 342-343.
14. Setzer, W. N., Setzer, M. C., Hopper, A. L., Moriarty, D. M., Lehrman, G. K., Niekamp, L., Morcomb, S. M., Bates, R. B., McClure, K. J., Stessman, C. C., and Haber, W. A. 1998. The Cytotoxic Activity of a *Salacia Liana* Species from *Monteverde*, Costa Rica, is due to a High Concentration of Tingenone. *Planta Medica* 64: 583.
15. Akinobu, K., Toshio, M., Hisashi, M., and Masayuki, Y. 2003. Structures of New Friedelane-and Norfriedelane-Type Triterpenes and Polyacylated Eudesmane-Type Sesquiterpene from *Salacia chinensis* LINN. (*S. prinoides* DC., Hippocrateaceae) and Radical Scavenging Activities of Principal Constituents. *Chemical and Pharmaceutica Bulletin* 51(9): 1051-1055.
16. Tewari, N. C., Ayengar, K. N. N., and Rangaswami, S., 1973. Triterpenes of the Root-Bark of *Salacia prenoides* DC. *Journal of Chemical Society Perkin Transaction I.* 146-152.
17. Hisashi, M., Murakami, T., Yashiro, K., Yamahara, J., and Yoshikawa, M. 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 Acetate. *Chemical and Pharmaceutica Bulletin* 47(12): 1725-1729.
18. Yoshikawa, M., Shimoda, H., Nishida, N., Takada, M., and Matsuda, H. 2002. *Salacia reticulata* and its Polyphenolic Constituents With Lipase Inhibitory and Lipolytic Activities Have Mild Antiobesity Effects in Rats. *Journal Nutritional* 132: 1819-1824.
19. Drewes, S. E., and 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.
20. Djalma, M de O., Gracia, D. de F. S., Lucienir, P. D., and Sidney A. V. F. 2006. Chemical Constituents Isolated from Roots *Maytenus acanthophylla* Reissek (Celastraceae). *Biochemical Systematics and Ecology* 34: 661-665.

ได้รับบทความวันที่ 12 มีนาคม 2552

ยอมรับตีพิมพ์วันที่ 20 เมษายน 2552