

ไตรเทอร์พีน จากกิ่ง *Mesua kunstleri*Triterpenes from the Twigs of *Mesua kunstleri*กานดา ปานทอง^{1*} และ สมพงษ์ บุญศรี²Kanda Panthong^{1*} and Sompong Boonsri²¹ ภาควิชาเคมี ศูนย์ความเป็นเลิศด้านนวัตกรรมทางเคมี และ สถานวิจัยความเป็นเลิศด้านผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

² ห้องปฏิบัติการเคมีผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต¹ Department of Chemistry, Center of Excellence for Innovation in Chemistry and Natural Product Research Center of Excellence, Faculty of Science, Prince of Songkla University² Laboratory of Natural Products Chemistry, Faculty of Science and Technology, Phuket Rajabhat University

Received : 9 October 2017

Accepted : 7 February 2018

Published online : 15 February 2018

บทคัดย่อ

นำส่วนสกัดหยาบเมทานอลของกิ่ง *Mesua kunstleri* ละลายด้วยคลอโรฟอร์ม และนำส่วนที่ละลายในคลอโรฟอร์ม ทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธีทางโครมาโทกราฟี สามารถแยกสารประเภทไตรเทอร์พีนได้ จำนวน 8 ชนิด คือ lupeol (1), betulin (2), lup-20(29)-en-3 β ,16 β -28-triol (3), lupenone (4), lup-20(29)-en-3 β ,16 β -diol (5), betulinaldehyde (6), betulinic acid (7) และ 2 α ,3 β -dihydroxylup-20(29)-en-28-oic acid (8) ทำการวิเคราะห์โครงสร้างโดยใช้ข้อมูล 1D (¹H และ ¹³C) และ 2D (HMQC และ HMBC) นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ สเปกโทรสโกปี สำหรับสารที่มีการรายงานโครงสร้างแล้ว ได้เปรียบเทียบกับข้อมูล กับงานวิจัยที่ผ่านมา สารทั้ง 8 ชนิด (1-8) พบครั้งแรกจากกิ่งของ *M. kunstleri*

คำสำคัญ : *Mesua kunstleri* กัตติเฟอร์เร ไตรเทอร์พีน

Abstract

The methanol extract from the twigs of *Mesua kunstleri* was dissolved with chloroform. The chloroform soluble portion was purified by chromatographic methods to yield eight known triterpenes: lupeol (1), betulin (2), lup-20(29)-en-3 β ,16 β -28-triol (3), lupenone (4), lup-20(29)-en-3 β ,16 β -diol (5), betulinaldehyde (6), betulinic acid (7) and 2 α ,3 β -dihydroxylup-20(29)-en-28-oic acid (8). All structures were determined by 1D (¹H and ¹³C) and 2D (HMQC and HMBC) NMR spectroscopic data. For known compounds were compared with those reported in literatures. Eight compounds (1-8) were isolated for the first time from the twigs of *M. kunstleri*.

Keywords : *Mesua kunstleri*, Guttiferae, triterpenes

*Corresponding author. E-mail : kanda.p@psu.ac.th

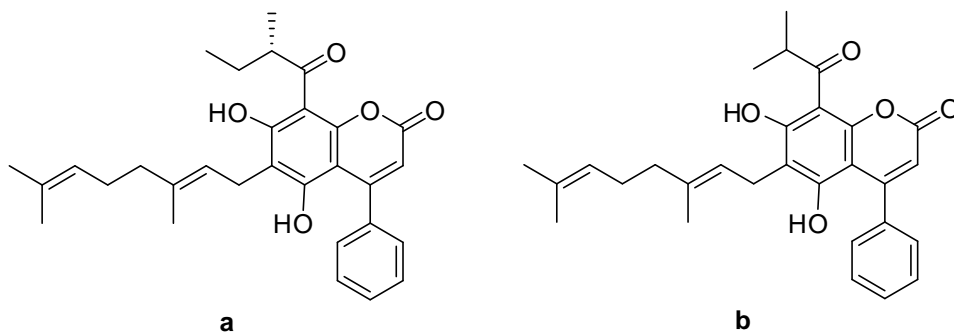
บทนำ

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนซึ่งมีฝนตกชุกและมีแสงแดดตลอดทั้งปี จึงทำให้มีพืชพันธุ์หลากหลายชนิด (Pongpangan, S., *et al.*, 1991) ในตำรายาแผนโบราณของไทยมีการใช้พันธุ์ไม้หลายชนิดเป็นสมุนไพรในการรักษาโรค (Gritsanapan, W., 1996) ปัจจุบันสมุนไพรได้รับความนิยมอย่างมาก จะเห็นได้จากผลิตภัณฑ์สมุนไพรเพื่อเป็นยารักษาโรค เป็นอาหารเสริม และเป็นส่วนประกอบในเครื่องสำอางมีจำนวนเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เกิดจากความเชื่อเกี่ยวกับสมุนไพรก่อให้เกิดอาการพิษได้น้อยกว่ายาแผนปัจจุบันที่ได้จากการสังเคราะห์ทางเคมี อีกทั้งประเทศไทยมีสมุนไพรจำนวนมาก หาได้ง่ายและราคาถูก (Kitsanapan, W., *et al.*, 1998)

ตามทัศนคติของนักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าในพืชสมุนไพร ประกอบด้วยสารเคมีหลายชนิด และแต่ละส่วนของพืชสมุนไพรมีสารประกอบที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งสารเหล่านี้เป็นตัวกำหนดสรรพคุณของสมุนไพร (Ministry of Public Health, 1998) ดังนั้นการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีจากผลิตภัณฑ์ธรรมชาติจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อให้เกิดการค้นพบยารักษาโรคและสารประกอบใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ทางเภสัชวิทยาในอนาคต ถึงแม้ว่าในปัจจุบันมีการวิจัยอย่างเป็นระบบและแพร่หลาย แต่อย่างไรก็ตามยังมีพันธุ์ไม้อีกหลายชนิดที่ยังไม่มีการศึกษาและบางชนิดก็มีการศึกษาเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่ง *Mesua kunstleri* ก็เป็นหนึ่งในนั้นเพราะมีข้อมูลการวิจัยน้อย

Mesua kunstleri เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Guttiferae พืชในวงศ์นี้มีประมาณ 40 สกุล และมากกว่า 1000 ชนิด มีเพียง 6 สกุล และ 60 ชนิด ที่พบในประเทศไทย คือ *Calophyllum*, *Cratoxylum*, *Garcinia*, *Mesua*, *Kayea* และ *Orchorcarpus* (Rittwigrom, T., 2002) พืชในสกุล *Mesua* เป็นแหล่งของแซนโทน (xanthones) (Singh, S., *et al.*, 1993), ไตรเทอร์พีน (triterpenes) (Gunasekera, S. P., *et al.*, 1977), โพลีโรกลูซินอล (phloroglucinols) (Verotta, L., 2003) และคูมาริน (coumarins) (De Barnardi, M., *et al.*, 1987)

จากการสืบค้นรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบรายงานการวิจัยเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีจากส่วนสกัดเฮกเซนจากเปลือกต้นของ *M. kunstleri* King (Kosterm) พบสารใหม่ 6-[(E)-3,7-dimethylocta-2,6-dienyl]-5,7-dihydroxy-8-(2-methylbutanoyl)-4-phenyl-2H-chromen-2-one (a) (Chan, G., *et al.*, 2008) และ mesuagenin C (b) (Chan, G., *et al.*, 2012) และยังไม่มียางานการวิจัยเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีจากกิ่งของ *M. kunstleri* ดังนั้นกิ่งของ *M. kunstleri* จึงมีความน่าสนใจในการนำมาศึกษาองค์ประกอบทางเคมี



วิธีดำเนินการวิจัย

กิ่งของ *M. kunstleri* เก็บจากจังหวัดสงขลา เมื่อวันที่ 12 พฤศจิกายน พ.ศ. 2544 วิเคราะห์โดยรองศาสตราจารย์ ดร.กิตติเชษฐ์ ศรีดิษฐ์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ตัวอย่างพรรณไม้อัดแห้ง (หมายเลข 12672) เก็บไว้ที่พิพิธภัณฑ์พืช มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ นำกิ่งของ *M. kunstleri* มาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ฝั้งลมให้แห้ง น้ำหนักแห้ง 6.0 กิโลกรัม สกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอล ที่อุณหภูมิห้อง จำนวน 3 ครั้ง ๆ ละ 16 ลิตร โดยแช่ไว้ที่อุณหภูมิห้องครั้งละ 7 วัน กรองและนำสารละลายที่ได้ไประเหยภายใต้ความดันต่ำ ได้ส่วนสกัดหยาบเมทานอลซึ่งมีลักษณะเป็นของหนืดสีน้ำตาลหนัก 345.49 กรัม

นำส่วนสกัดหยาบเมทานอลของกิ่ง *M. kunstleri* หนัก 96.80 กรัม มาละลายในคลอโรฟอร์ม (8.20 ลิตร) ได้ส่วนที่ละลายคลอโรฟอร์ม มีลักษณะเป็นของหนืดสีน้ำตาล (17.29 กรัม) นำส่วนที่ละลายคลอโรฟอร์มแยกด้วยเทคนิคคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบรวดเร็ว โดยใช้ซิลิกาเจลเป็นเฟสคงที่ เริ่มชะคอลัมน์ด้วยเฮกเซนและเพิ่มขั้วด้วยอะซิโตน ตรวจสอบด้วยโครมาโทกราฟีแผ่นบาง รวมส่วนที่เหมือนกัน ได้ทั้งหมด 13 ส่วน นำส่วนที่ 3 (1.60 กรัม) แยกด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบธรรมดา ตามด้วยการตกผลึกด้วยคลอโรฟอร์ม สามารถแยกสาร 1 (1.37 กรัม) และ 6 (35.0 มิลลิกรัม) นำส่วนที่ 4 (2.84 กรัม) ทำให้บริสุทธิ์ด้วยการตกผลึกโดยใช้ตัวทำละลายเมทานอลในไดคลอโรมีเทน (2:8 โดยปริมาตร) ได้ของแข็งสีขาว (1) หนัก 1.97 กรัม นำส่วนที่ 5 (727.0 มิลลิกรัม) แยกต่อด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบธรรมดา ตามด้วยการตกผลึกด้วยเฮกเซน ได้ผลึกรูปเข็มสีขาว (7.0 มิลลิกรัม) (6) นำส่วนที่ 8 (446.0 กรัม) มาทำให้บริสุทธิ์ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบธรรมดาและตามด้วยการตกผลึกด้วย 30% เอทิลอะซิเททในเฮกเซน ได้ของแข็งสีขาว (4.0 มิลลิกรัม) (7) นำส่วนที่ 9 (1.20 กรัม) มาทำให้บริสุทธิ์ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบธรรมดาและตามด้วยการตกผลึกด้วยไดคลอโรมีเทนต่อเมทานอลต่อเฮกเซน (6:1:3 โดยปริมาตร) ได้ของแข็งสีขาว (33.0 มิลลิกรัม) (2) และ 5 (127.0 มิลลิกรัม) นำส่วนที่ 10 (500.0 มิลลิกรัม) มาตกผลึกด้วยไดคลอโรมีเทนต่อเฮกเซน (8:2 โดยปริมาตร) ได้ผลึกรูปเข็มไม่มีสี (19.0 มิลลิกรัม) (3) ส่วนที่ 11 (1.50 กรัม) ทำให้บริสุทธิ์ด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบธรรมดาและคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบรีเวิลเฟส ตามด้วยโครมาโทกราฟีแผ่นหนา ได้ของแข็งสีขาว (12.0 มิลลิกรัม) (8)

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

นำส่วนสกัดหยาบเมทานอลจากกิ่งของ *M. kunstleri* ละลายในตัวทำละลายคลอโรฟอร์ม ได้ส่วนที่ละลายคลอโรฟอร์มนำไปทำให้บริสุทธิ์ด้วยเทคนิคทางโครมาโทกราฟี แยกสารประเภทไตรเทอร์พีน ได้จำนวน 8 ชนิด (1-8) วิเคราะห์โครงสร้างของสารประกอบที่แยกได้ทั้งหมดโดยอาศัยข้อมูลทางสเปกโทรสโกปี (IR และ NMR) และ/หรือเปรียบเทียบข้อมูล ^1H และ/หรือ ^{13}C สเปกตรัม กับสารที่ได้รายงานไว้แล้ว

การวิเคราะห์โครงสร้างของสารประกอบที่แยกได้จากกิ่งของ *M. kunstleri*

1: Lup-20(29)-en-3 β -ol (lupeol)

สาร 1 มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาว มีจุดหลอมเหลว 204.5-205.7 องศาเซลเซียส $[\alpha]_D^{30} +19.36^\circ$, $c = 0.16$, EtOH IR สเปกตรัม แสดงแถบการดูดกลืนแสงที่ 3417 cm^{-1} (หมู่ไฮดรอกซิล) จากข้อมูล ^1H NMR สเปกตรัม (ตารางที่ 1) ปรากฏเจ็ดสัญญาณของเทอร์เทียรีเมทิล (tertiary methyl) $[\delta_{\text{H}} 1.68, 1.03, 0.97, 0.95, 0.83, 0.79$ และ $0.76]$ หนึ่งสัญญาณของออกซิเมไทน์โปรตอน (oxymethine proton) $(\delta_{\text{H}} 3.19, dd, J = 10.8$ และ $5.4\text{ Hz})$ และหนึ่งเมไทน์โปรตอน (methine

proton) (δ_{H} 2.38, *dt*, $J = 11.1$ และ 5.7 Hz) จากข้อมูลข้างต้นบ่งบอกว่าเป็นสารประกอบไตรเทอร์พีนที่มีวงแหวนห้าวง (pentacyclic triterpene) มีหมู่ไฮดรอกซิลที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 3 เป็นเบต้า สัญญาณของเทอร์มินอลโพลิฟีนิกโปรตอนและหนึ่งไวเนลิกเมทิลโปรตอน δ_{H} 4.69 (1H, *d*, $J = 2.1$ Hz) และ δ_{H} 4.57 (1H, *m*) และ δ_{H} 1.68 (3H, *s*) ตามลำดับ ซึ่งเป็นส่วนของไอโซโพรพีนิล (isopropenyl unit, $-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2$) ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูล HMBC ดังแสดงในภาพที่ 2 ข้อมูล ^{13}C NMR สเปกตรัม (ตารางที่ 2) ปรากฏหกสัญญาณของควอเทอร์นารีคาร์บอน (quaternary carbons) (δ_{C} 150.95, 43.01, 42.84, 40.48, 38.86 และ 37.18), หกสัญญาณของเมไธน์คาร์บอน (methine carbons) (δ_{C} 78.99, 55.32, 50.45, 48.32, 47.99 และ 38.07), สิบเอ็ดสัญญาณของเมทิลีนคาร์บอน (methylene carbons) (δ_{C} 109.33, 40.01, 38.73, 35.60, 34.30, 29.86, 27.46, 27.42, 25.16, 20.94 และ 18.33) และ เจ็ดสัญญาณของเมทิลคาร์บอน (methyl carbons) (δ_{C} 28.00, 19.32, 18.01, 16.12, 15.99, 15.38 และ 14.56) ยืนยันตำแหน่งของออกซีเมไธน์โปรตอน δ_{H} 3.19 (1H, *dd*, $J = 10.8$ และ 5.4 Hz) ว่า เกาะอยู่บนคาร์บอนตำแหน่งที่ 3 ของวงเอ โดยแสดงความสัมพันธ์กับ C-4 (δ_{C} 38.86), C-23 (δ_{C} 28.00) และ C-24 (δ_{C} 15.38) จากข้อมูล HMBC เมไธน์โปรตอน δ_{H} 3.19 แสดงความสัมพันธ์กับ C-13 (δ_{C} 38.07), C-18 (δ_{C} 48.32), C-21 (δ_{C} 29.86) และ C-30 (δ_{C} 19.32) บ่งบอกว่าส่วนของไอโซโพรพีนิลมาเชื่อมต่อที่ตำแหน่ง C-19 ของวงอี นอกจากนี้ข้อมูล HMBC ของ CH_3 -25 (δ_{H} 0.83) มีความสัมพันธ์กับ C-5 (δ_{C} 55.32), C-9 (δ_{C} 50.45) และ C-10 (δ_{C} 37.18), CH_3 -26 (δ_{H} 1.03) มีความสัมพันธ์กับ C-7 (δ_{C} 34.30), C-8 (δ_{C} 40.48), C-9 (δ_{C} 50.45) และ C-14 (δ_{C} 42.48), CH_3 -27 (δ_{H} 0.95) มีความสัมพันธ์กับ C-8, C-13 (δ_{C} 38.07), C-14 และ C-15 (δ_{C} 27.42) และ CH_3 -28 (δ_{H} 0.79) มีความสัมพันธ์กับ C-16 (δ_{C} 35.60), C-17 (δ_{C} 43.01) และ C-18 (δ_{C} 48.32) ผลนี้ยืนยันตำแหน่งของ CH_3 -25, CH_3 -26, CH_3 -27 และ CH_3 -28 ตามลำดับ สเตอริโอเคมีสัมพันธ์ของ 1 อธิบายด้วยผลของ NOE เมื่อกระตุ้นที่ออกซีเมไธน์โปรตอน (H-3) (δ_{H} 3.19) ทำให้สัญญาณของ CH_3 -23 (δ_{H} 0.97) และ H-5 (δ_{H} 0.69) เพิ่มขึ้น เมื่อกระตุ้นที่เมไธน์โปรตอน (H-9) (δ_{H} 1.27) ทำให้สัญญาณของ CH_3 -27 (δ_{H} 0.95) และ H-5 (δ_{H} 0.69) เพิ่มขึ้น และเมื่อกระตุ้นที่เมไธน์โปรตอน (H-18) (δ_{H} 1.37) ทำให้สัญญาณของ CH_3 -27 (δ_{H} 0.95) เพิ่มขึ้น จากผลนี้บ่งชี้ว่า H-5, H-9, CH_3 -23, CH_3 -27 และ H-18 ถูกวางอยู่ด้านเดียวกันของโมเลกุลเหมือน H-3 อยู่ด้านแอลฟา เมื่อกระตุ้นที่เมไธน์โปรตอน (H-13) (δ_{H} 1.68) ทำให้สัญญาณของ CH_3 -26 (δ_{H} 1.03), CH_3 -28 (δ_{H} 0.79) และ H-19 (δ_{H} 2.38) เพิ่มขึ้น และเมื่อกระตุ้นที่ CH_3 -25 (δ_{H} 0.83) ทำให้สัญญาณของ CH_3 -26 (δ_{H} 1.03) เพิ่มขึ้น บ่งชี้ว่า CH_3 -26, CH_3 -28, H-19, H-13 และ CH_3 -25 ถูกวางอยู่ด้านเดียวกัน คือด้านเบต้า

เปรียบเทียบข้อมูล ^{13}C NMR ของสาร 1 กับข้อมูลของ lupeol (Reynolds, W. F., *et al.*, 1986) พบว่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นสาร 1 คือ lupeol (ภาพที่ 1) ซึ่งมีการรายงานโครงสร้างไว้แล้ว

2: Lup-20(29)-en-3 β ,28-diol (betulin)

สาร 2 มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาว มีจุดหลอมเหลว 248.4-248.8 องศาเซลเซียส $[\alpha]_{\text{D}}^{28} +22.67^\circ$, $c = 0.16$, pyridine IR สเปกตรัม แสดงแถบการดูดกลืนแสงที่ 3424 cm^{-1} (หมู่ไฮดรอกซิล) จากข้อมูล ^1H NMR สเปกตรัม (ตารางที่ 1) ปรากฏสัญญาณที่คล้ายกันกับสาร 1 (lupeol) ยกเว้นสัญญาณของ CH_3 -28 (δ_{H} 0.79, *s*, 3H) ถูกแทนที่ด้วยสัญญาณของออกซีเมทิลีนโปรตอน (oxymethylene protons) (δ_{H} 3.80 (1H, *dd*, $J = 10.8$ และ 1.5 Hz) และ δ_{H} 3.33 (1H, *d*, $J = 10.8$ Hz) จากข้อมูล HMBC ออกซีเมทิลีนโปรตอน แสดงความสัมพันธ์กับ C-16 (δ_{C} 29.18), C-17 (δ_{C} 47.79) และ C-22 (δ_{C}

33.97) ^{13}C NMR สเปกตรัม (ตารางที่ 2) ยืนยันข้อสรุปข้างต้น คือ หมูเมทิลหายไปหนึ่งหมู แต่มีออกซีเมทิลีนคาร์บอนเพิ่มขึ้นหนึ่งสัญญาณ เปรียบเทียบข้อมูล NMR กับ betulin (Tinto, W. F., *et al.*, 1992) และ สาร 1 (lupeol) ดังนั้นสาร 2 คือ betulin (ภาพที่ 1)

3: Lup-20(29)-en-3 β ,16 β ,28-triol

สาร 3 มีลักษณะเป็นผลึกรูปเข็มไม่มีสี มีจุดหลอมเหลว 277.3-279.5 องศาเซลเซียส $[\alpha]_D^{27} +15.00^\circ$, $c = 0.12$, acetone IR สเปกตรัม แสดงแถบการดูดกลืนแสงที่ 3449 cm^{-1} (หมูไฮดรอกซิล) จากข้อมูล ^1H NMR สเปกตรัม (ตารางที่ 1) ปรากฏสัญญาณที่คล้ายกันกับสาร 2 (betulin, มีออกซีเมทิลีนโปรตอน, หมูไฮดรอกซิลที่ตำแหน่งที่สามเป็นเบต้า, หมูไอโซโพรพิล และ หกหมูของเทอร์เทียรีเมทิล) ยกเว้นสาร 3 มีออกซีเมทิลีนโปรตอนเพิ่มที่ δ_H 3.84 (1H, *dd*, $J = 11.2$ และ 5.0 Hz) ซึ่งถูกวางไว้ที่ C-16 จากข้อมูล HMBC [ออกซีเมทิลีนโปรตอนที่ δ_H 3.84 มีความสัมพันธ์กับ C-22 (δ_C 32.08) และ C-28 (δ_C 61.00)] จากค่าคงที่ของการคู่ควบ (coupling constant, J) ที่มีค่าสูง ($J = 11.2$ Hz) ระหว่างโปรตอนของ H-16 และโปรตอนหนึ่งของ H-15 อยู่ในตำแหน่งแอกเซียล (axial) บ่งชี้ว่าหมูไฮดรอกซิลที่ตำแหน่ง 16 จัดเรียงตัวในตำแหน่งอิควาโทเรียล (equatorial) ^{13}C NMR สเปกตรัม (ตารางที่ 2) ยืนยันข้อสรุปข้างต้น คือสัญญาณของเมทิลีนคาร์บอนหายไปหนึ่งสัญญาณ และมีออกซีเมทิลีนคาร์บอนเพิ่มมาหนึ่งสัญญาณ และเปรียบเทียบข้อมูล NMR กับ lup-20(29)-en-3 β ,16 β ,28-triol (Wilkomirski, B., 1985) ดังนั้นสาร 3 คือ lup-20(29)-en-3 β ,16 β ,28-triol (ภาพที่ 1)

4: Lup-20(29)-en-3-one (lupenone)

สาร 4 มีลักษณะเป็นของหนืดสีเหลือง มี $[\alpha]_D^{30} +44.22^\circ$, $c = 0.19$, CHCl_3 IR สเปกตรัม แสดงแถบการดูดกลืนแสงที่ 1704 cm^{-1} (หมูคาร์บอนิล) จากข้อมูล ^1H NMR สเปกตรัม (ตารางที่ 1) คล้ายกันกับสาร 1 (lupeol) แต่ออกซีเมทิลีนโปรตอน (δ_H 3.19, 1H, *dd*, $J = 10.8$ และ 5.4 Hz) ไม่ปรากฏในสาร 4 ผลนี้บ่งชี้ว่าหมูไฮดรอกซิลที่ C-3 ถูกแทนด้วยหมูคาร์บอนิล ^{13}C NMR สเปกตรัม (ตารางที่ 2) ยืนยันข้อสรุปข้างต้น คือ ไม่มีออกซีเมทิลีนคาร์บอน แต่มีหนึ่งคาร์บอนิลคาร์บอน สนับสนุนโดยความสัมพันธ์ของ CH_3 -23 (δ_H 1.08) และ CH_3 -24 (δ_H 1.04) กับ คาร์บอนิลคาร์บอน ใน HMBC เปรียบเทียบข้อมูล NMR กับ สาร 1 (lupeol) และข้อมูลของ lupenone (Razden, T. K., *et al.*, 1988) ที่มีการรายงานไว้แล้ว ดังนั้นสาร 4 คือ lupenone (ภาพที่ 1)

5: Lup-20(29)-en-3 β ,16 β -diol

สาร 5 มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาว มีจุดหลอมเหลว 195.5-197.5 องศาเซลเซียส $[\alpha]_D^{28} +15.61^\circ$, $c = 0.21$, CHCl_3 IR สเปกตรัม แสดงแถบการดูดกลืนแสงที่ 3386 cm^{-1} (หมูไฮดรอกซิล) จากข้อมูล ^1H NMR สเปกตรัม (ตารางที่ 1) ปรากฏสัญญาณที่คล้ายกันกับสาร 1 (lupeol) ยกเว้นสัญญาณของเมทิลีนโปรตอนถูกแทนด้วยสัญญาณของออกซีเมทิลีนโปรตอน (δ_H 3.61, 1H, *dd*, $J = 11.1$ และ 4.8 Hz) ซึ่งแสดงความสัมพันธ์กับ C-22 (δ_C 37.72) และ C-28 (δ_C 11.68) นอกจากนี้ เมทิลโปรตอนที่ δ_H 0.80 (CH_3 -28) แสดงความสัมพันธ์กับออกซีเมทิลีนคาร์บอนที่ C-16 (δ_C 77.09) จากข้อมูล HMBC ผลนี้บ่งชี้ว่าหมูไฮดรอกซิลเกาะอยู่ที่ตำแหน่ง C-16 ดังนั้นโครงสร้างของ 5 คือ lup-20(29)-en-3 β ,16 β -diol (Wenkert, E., *et al.*, 1978) (ภาพที่ 1)

6: 3 β -Hydroxylup-20(29)-en-28-al (betulinaldehyde)

สาร 6 มีลักษณะเป็นผลึกรูปเข็มสีขาว มีจุดหลอมเหลว 141.9-143.7 องศาเซลเซียส $[\alpha]_D^{30} +21.17^\circ$, $c = 0.34$, CHCl_3 IR สเปกตรัม แสดงแถบการดูดกลืนแสงที่ 3417 cm^{-1} (หมู่ไฮดรอกซิล) และ 1701 cm^{-1} (หมู่คาร์บอนิล) จากข้อมูล ^1H NMR สเปกตรัม (ตารางที่ 1) ปรากฏสัญญาณที่คล้ายกันกับสาร 1 (lupeol) ยกเว้นสัญญาณของ CH_3 -28 (δ_{H} 0.79, 3H, s) ถูกแทนที่ด้วยสัญญาณของแอลดีไฮด์โปรตอน (aldehyde proton) (δ_{H} 9.68, 1H, d , $J = 1.5 \text{ Hz}$) และส่วนของสัญญาณที่ δ_{C} 206.73 (หมู่คาร์บอนิล) ใน ^{13}C NMR สเปกตรัมของ 6 สนับสนุนหมู่ฟังก์ชันแอลดีไฮด์ ยืนยันตำแหน่งของหมู่แอลดีไฮด์โดยอาศัยข้อมูล HMBC ซึ่งโปรตอน H-16 (δ_{H} 2.12), H-18 (δ_{H} 1.73) และ H-22 (δ_{H} 1.78) แสดงความสัมพันธ์กับคาร์บอนิลคาร์บอน โครงสร้างของ 6 คือ betulinaldehyde (ภาพที่ 1) โดยการเปรียบเทียบข้อมูลทางสเปกโทรสโกปีกับ betulinaldehyde (Monaco, P. and Previtera, L., 1984)

7: 3 β -Hydroxylup-20(29)-en-oic-acid (betulinic acid)

สาร 7 มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาว มีจุดหลอมเหลว 284.0-286.0 องศาเซลเซียส $[\alpha]_D^{27} +9.23^\circ$, $c = 0.07$, acetone IR สเปกตรัมแสดงแถบการดูดกลืนแสงที่ 3417 cm^{-1} (หมู่ไฮดรอกซิล) และ 1687 cm^{-1} (หมู่คาร์บอนิล) จากข้อมูล ^1H NMR สเปกตรัม (ตารางที่ 1) ปรากฏสัญญาณที่คล้ายกันกับสาร 6 (betulinaldehyde) แต่สัญญาณของแอลดีไฮด์โปรตอนที่ δ_{H} 9.68 (1H, d , $J = 1.5 \text{ Hz}$) หายไป การไม่มีสัญญาณของแอลดีไฮด์ ใน ^1H NMR สเปกตรัม และมีสัญญาณของคาร์บอนิลที่ δ_{C} 177.67 ใน ^{13}C NMR สเปกตรัม (ตารางที่ 2) บ่งชี้ว่าหมู่แอลดีไฮด์ใน 6 ถูกแทนที่ด้วยหมู่คาร์บอกซิลิก ใน 7 สนับสนุนด้วยข้อมูล HMBC ของโปรตอน H-18 (δ_{H} 1.60) และ H-22 (δ_{H} 1.99) แสดงความสัมพันธ์กับ C-28 (δ_{C} 177.67) เปรียบเทียบข้อมูล NMR กับ 6 และ betulinic acid (Sholichin, M., *et al.* 1980) โครงสร้างของ 7 คือ betulinic acid (ภาพที่ 1)

8: 2 α ,3 β -Dihydroxylup-20(29)-en-28-oic acid (8)

สาร 8 มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาว มีจุดหลอมเหลว 278.1-279.0 องศาเซลเซียส $[\alpha]_D^{27} -32.00^\circ$, $c = 0.03$, CHCl_3 IR สเปกตรัม แสดงแถบการดูดกลืนแสงที่คล้ายกับสาร 7 แสดงว่ามีส่วนของหมู่คาร์บอนิล จากข้อมูล ^1H NMR สเปกตรัม (ตารางที่ 1) ปรากฏสัญญาณที่คล้ายกันกับสาร 7 (betulinic acid) ยกเว้นของออกซีเมไธไนโปรตอน H-3 [δ_{H} 2.98 (1H, d , $J = 9.6 \text{ Hz}$)] ปรากฏทางด้านสนามที่สูงขึ้น และมีสัญญาณของออกซีเมไธไนโปรตอนเพิ่มขึ้นอีกหนึ่งสัญญาณที่ [δ_{H} 3.68 (1H, ddd , $J = 11.1, 9.6$ และ 4.5 Hz)] จากการแตกยอดของสัญญาณและค่าคงที่ของการคู่ควบ ออกซีเมไธไนโปรตอนตัวที่สองวางไว้ที่ตำแหน่ง C-2 ค่าคงที่ของการคู่ควบ ($J = 9.6 \text{ Hz}$) ระหว่าง H-3 และ H-2 บ่งบอกว่าอยู่ในตำแหน่งแอกเซียล แสดงว่าหมู่ไฮดรอกซิลที่ C-2 และ C-3 อยู่ในตำแหน่งอิควาทอเรียล ^{13}C NMR สเปกตรัม (ตารางที่ 2) สนับสนุนข้อสรุปข้างต้นโดยสัญญาณของเมทิลีนคาร์บอนหายไปหนึ่งสัญญาณ และมีออกซีเมไธไนคาร์บอนเพิ่มมาหนึ่งสัญญาณ ยืนยันได้จาก HMBC ของเมทิลีนโปรตอน H-1 (δ_{H} 2.05) และออกซีเมไธไนโปรตอน H-3 (δ_{H} 2.98) แสดงความสัมพันธ์กับ C-2 (δ_{C} 69.25) ซึ่งยืนยันการวางตำแหน่งของหมู่ไฮดรอกซิลหมู่ที่สอง ดังนั้นโครงสร้างของ 8 คือ 2 α ,3 β -dihydroxylup-20(29)-en-28-oic acid (Kumar, N. S., *et al.*, 1985) (ภาพที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูล ^1H NMR ของสาร 1-8

ตำแหน่ง	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^b	8 ^a
	δ_{H} , <i>mult.</i> , <i>J</i> (Hz)	δ_{H} , <i>mult.</i> , <i>J</i> (Hz)	δ_{H} , <i>mult.</i> , <i>J</i> (Hz)	δ_{H} , <i>mult.</i> , <i>J</i> (Hz)	δ_{H} , <i>mult.</i> , <i>J</i> (Hz)	δ_{H} , <i>mult.</i> , <i>J</i> (Hz)	δ_{H} , <i>mult.</i> , <i>J</i> (Hz)	δ_{H} , <i>mult.</i> , <i>J</i> (Hz)
1	0.91 (<i>m</i> , 2H)	1.62 (<i>m</i> , 1H); 0.89 (<i>m</i> , 1H)	1.64 (<i>m</i> , 1H); 0.89 (<i>m</i> , 1H)	1.89 (<i>m</i> , 1H); 1.42 (<i>m</i> , 1H)	1.64 (<i>m</i> , 1H); 0.88 (<i>m</i> , 1H)	1.68 (<i>m</i> , 1H); 0.91 (<i>m</i> , 1H)	1.68 (<i>m</i> , 1H); 0.95 (<i>m</i> , 1H)	2.05 (<i>m</i> , 1H); 0.85 (<i>m</i> , 1H)
2	1.55 (<i>m</i> , 2H)	1.55 (<i>m</i> , 2H)	1.60 (<i>m</i> , 2H)	2.45 (<i>m</i> , 2H)	1.60 (<i>m</i> , 2H)	1.63 (<i>m</i> , 2H)	1.60 (<i>m</i> , 2H)	3.68 (<i>ddd</i> , 11.1, 9.6, 4.5, 2H)
3	3.19 (<i>dd</i> , 10.8, 5.4, 1H)	3.19 (<i>dd</i> , 10.9, 5.2, 1H)	3.20 (<i>dd</i> , 10.9, 5.3, 1H)	-	3.19 (<i>dd</i> , 10.8, 5.1, 1H)	3.18 (<i>dd</i> , 11.0, 5.3, 1H)	3.18 (<i>dd</i> , 10.2, 6.0, 1H)	2.98 (<i>d</i> , 9.6, 1H)
5	0.69 (<i>brd</i> , 9.0, 1H)	0.68 (<i>brd</i> , 9.3, 1H)	0.68 (<i>brd</i> , 10.2, 1H)	1.32 (<i>m</i> , 1H)	0.68 (<i>brd</i> , 9.0, 1H)	0.67 (<i>m</i> , 1H)	0.70 (<i>brd</i> , 10.5, 1H)	0.83 (<i>m</i> , 1H)
6	1.53 (<i>m</i> , 1H); 1.40 (<i>m</i> , 1H)	1.52 (<i>m</i> , 1H); 1.39 (<i>m</i> , 1H)	1.55 (<i>m</i> , 1H); 1.43 (<i>m</i> , 1H)	1.46 (<i>m</i> , 2H)	1.53 (<i>m</i> , 1H); 1.39 (<i>m</i> , 1H)	1.51 (<i>m</i> , 1H); 1.38 (<i>m</i> , 1H)	1.55 (<i>m</i> , 1H); 1.40 (<i>m</i> , 1H)	1.55 (<i>m</i> , 1H); 1.42 (<i>m</i> , 1H)
7	1.40 (<i>m</i> , 2H)	1.38 (<i>m</i> , 2H)	1.42 (<i>m</i> , 2H)	1.46 (<i>m</i> , 2H)	1.39 (<i>m</i> , 2H)	1.38 (<i>m</i> , 2H)	1.40 (<i>m</i> , 2H)	1.40 (<i>m</i> , 2H)
9	1.27 (<i>m</i> , 1H)	1.24 (<i>m</i> , 1H)	1.24 (<i>m</i> , 1H)	1.37 (<i>m</i> , 1H)	1.23 (<i>m</i> , 1H)	1.26 (<i>m</i> , 1H)	1.28 (<i>m</i> , 1H)	1.36 (<i>m</i> , 1H)
11	1.45 (<i>m</i> , 1H); 1.26 (<i>m</i> , 1H)	1.45 (<i>m</i> , 1H); 1.22 (<i>m</i> , 1H)	1.45 (<i>m</i> , 1H); 1.21 (<i>m</i> , 1H)	1.47 (<i>m</i> , 2H)	1.45 (<i>m</i> , 1H); 1.23 (<i>m</i> , 1H)	1.45 (<i>m</i> , 1H); 1.38 (<i>m</i> , 1H)	1.47 (<i>m</i> , 1H); 1.24 (<i>m</i> , 1H)	1.35 (<i>m</i> , 2H)

ตารางที่ 1 (ต่อ) แสดงข้อมูล ^1H NMR ของสาร 1-8

ตำแหน่ง	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^b	8 ^a
	$\delta_{\text{H}}, \text{mult.},$ J (Hz)	$\delta_{\text{H}}, \text{mult.},$ J (Hz)	$\delta_{\text{H}}, \text{mult.},$ J (Hz)	$\delta_{\text{H}}, \text{mult.},$ J (Hz)	$\delta_{\text{H}}, \text{mult.},$ J (Hz)	$\delta_{\text{H}}, \text{mult.},$ J (Hz)	$\delta_{\text{H}}, \text{mult.},$ J (Hz)	$\delta_{\text{H}}, \text{mult.},$ J (Hz)
12	1.69 (m, 2H)	1.66 (m, 2H)	1.62 (m, 2H)	1.71 (m, 2H)	1.78 (m, 1H); 1.01 (m, 1H)	1.80 (m, 2H)	1.72 (m, 2H)	1.72 (m, 2H)
13	1.68 (m, 1H)	1.66 (m, 1H)	1.54 (m, 1H)	1.68 (m, 2H)	1.51 (m, 1H)	2.04 (m, 1H)	2.28 (m, 1H)	2.21 (m, 1H)
15	1.67 (m, 2H)	1.67 (m, 1H); 1.07 (m, 1H)	1.84 (m, 1H); 1.44 (m, 1H)	1.71 (m, 1H); 1.00 (m, 1H)	1.53 (m, 2H)	2.02 (m, 1H); 1.20 (m, 1H)	1.54 (m, 1H); 1.19 (m, 1H)	1.55 (m, 1H); 1.19 (m, 1H)
16	1.50 (m, 1H); 1.35 (m, 1H)	1.92 (m, 1H); 1.20 (m, 1H)	3.84 (dd, 11.2, 5.0, 1H)	1.50 (m, 1H); 1.37 (m, 1H)	3.61 (dd, 11.1, 4.8, 1H)	2.12 (m, 2H)	2.21 (m, 2H)	2.30 (m, 1H); 1.43 (m, 1H)
18	1.37 (m, 1H)	1.58 (m, 1H)	1.53 (m, 1H)	1.38 (m, 1H)	1.37 (m, 1H)	1.73 (m, 1H)	1.60 (m, 1H)	1.60 (t, 10.4, 1H)
19	2.38 (dt, 11.1, 5.7, 1H)	2.39 (dt, 10.5, 5.8, 1H)	2.43 (m, 1H)	2.39 (m, 1H)	2.50 (dt, 10.8, 5.7, 1H)	2.86 (dt, 11.1, 7.5, 1H)	3.04 (dt, 11.1, 4.5, 1H)	3.01 (m, 1H)
21	1.94 (m, 1H); 1.27 (m, 1H)	2.00 (m, 2H)	2.05 (m, 2H)	1.93 (m, 1H); 1.27 (m, 1H)	1.97 (m, 2H)	1.49 (m, 2H)	1.98 (m, 2H)	2.00 (m, 2H)
22	1.41 (m, 1H); 1.19 (m, 1H)	1.90 (m, 1H); 1.02 (m, 1H)	2.36 (m, 1H); 1.18 (m, 1H)	1.19 (m, 2H)	1.57 (m, 1H); 1.26 (m, 1H)	1.78 (m, 1H); 1.36 (m, 1H)	1.99 (m, 1H); 1.43 (m, 1H)	1.97 (m, 1H); 1.44 (m, 1H)
23	0.97 (s, 3H)	0.96 (s, 3H)	0.99 (s, 3H)	1.08 (s, 3H)	0.97 (s, 3H)	0.96 (s, 3H)	0.97 (s, 3H)	1.01 (s, 3H)
24	0.76 (s, 3H)	0.76 (s, 3H)	0.78 (s, 3H)	1.04 (s, 3H)	0.76 (s, 3H)	0.75 (s, 3H)	0.77 (s, 3H)	0.80 (s, 3H)
25	0.83 (s, 3H)	0.82 (s, 3H)	0.85 (s, 3H)	0.94 (s, 3H)	0.83 (s, 3H)	0.82 (s, 3H)	0.83 (s, 3H)	0.90 (s, 3H)

ตารางที่ 1 (ต่อ) แสดงข้อมูล ^1H NMR ของสาร 1-8

ตำแหน่ง	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^b	8 ^a
	δ_{H} , <i>mult.</i> , <i>J</i> (Hz)	δ_{H} , <i>mult.</i> , <i>J</i> (Hz)	δ_{H} , <i>mult.</i> , <i>J</i> (Hz)	δ_{H} , <i>mult.</i> , <i>J</i> (Hz)	δ_{H} , <i>mult.</i> , <i>J</i> (Hz)	δ_{H} , <i>mult.</i> , <i>J</i> (Hz)	δ_{H} , <i>mult.</i> , <i>J</i> (Hz)	δ_{H} , <i>mult.</i> , <i>J</i> (Hz)
26	1.03 (s, 3H)	1.02 (s, 3H)	1.07 (s, 3H)	1.08 (s, 3H)	1.04 (s, 3H)	0.91 (s, 3H)	0.94 (s, 3H)	0.93 (s, 3H)
27	0.95 (s, 3H)	0.98 (s, 3H)	1.01 (s, 3H)	0.97 (s, 3H)	0.99 (s, 3H)	0.97 (s, 3H)	0.99 (s, 3H)	0.98 (s, 3H)
28	0.79 (s, 3H)	3.80 (<i>dd</i> , 10.8, 1.5, 1H); 3.33 (<i>d</i> , 10.8, 1H)	4.19 (<i>brd</i> , 11.6, 1H); 3.41 (<i>brd</i> , 11.6, 1H)	0.81 (s, 3H)	0.80 (s, 3H)	9.68 (<i>d</i> , 1.5, 1H)	-	-
29	4.69 (<i>d</i> , 2.1, 1H); 4.57 (<i>m</i> , 1H)	4.68 (<i>d</i> , 1.8, 1H); 4.58 (<i>brs</i> , 1H)	4.71 (<i>brd</i> , 1.5, 1H); 4.62 (<i>brs</i> , 1H)	4.70 (<i>brd</i> , 2.1, 1H); 4.58 (<i>brqd</i> , 2.1, 1.2, 1H)	4.71 (<i>brd</i> , 2.1, 1H); 4.60 (<i>brqd</i> , 2.1, 1.2, 1H)	4.76 (<i>brd</i> , 2.1, 1H); 4.62 (<i>brqd</i> , 2.1, 1.5, 1H)	4.73 (<i>brd</i> , 2.1, 1H); 4.59 (<i>brqd</i> , 2.1, 1.2, 1H)	4.74 (<i>brd</i> , 2.1, 1H); 4.61 (<i>brs</i> , 1H)
30	1.68 (s, 3H)	1.68 (s, 3H)	1.70 (s, 3H)	1.69 (<i>brs</i> , 3H)	1.68 (<i>brs</i> , 3H)	1.70 (s, 3H)	1.69 (s, 3H)	1.69 (s, 3H)

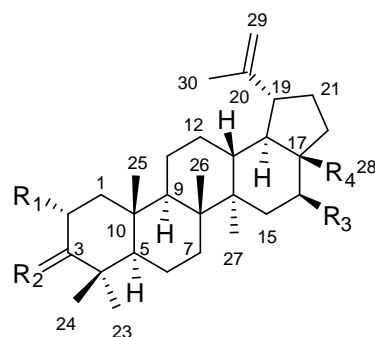
^a 300 MHz, in CDCl_3 ^b 300 MHz, in acetone- d_6 + CDCl_3 (4:1 โดยปริมาตร)ตารางที่ 2 แสดงข้อมูล ^{13}C NMR ของสาร 1-8

ตำแหน่ง	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^b	8 ^a
	δ_{C} (ppm)	δ_{C} (ppm)	δ_{C} (ppm)	δ_{C} (ppm)	δ_{C} (ppm)	δ_{C} (ppm)	δ_{C} (ppm)	δ_{C} (ppm)
1	38.73	38.70	38.70	39.62	38.75	38.71	38.71	46.73
2	27.46	27.39	26.99	34.15	27.38	27.39	27.23	69.25
3	78.99	78.98	78.74	218.15	78.95	78.99	78.41	83.91
4	38.86	38.84	38.77	47.33	38.87	38.71	38.76	38.58
5	55.32	55.29	55.29	54.93	55.33	55.32	55.34	55.45

ตารางที่ 2 (ต่อ) แสดงข้อมูล ^{13}C NMR ของสาร 1-8

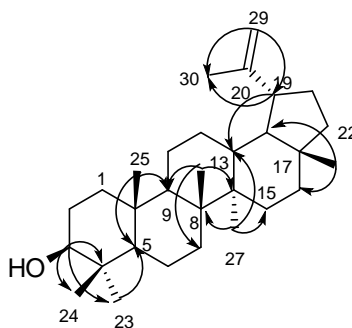
ตำแหน่ง	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^b	8 ^a
	δ_{C} (ppm)	δ_{C} (ppm)	δ_{C} (ppm)	δ_{C} (ppm)	δ_{C} (ppm)	δ_{C} (ppm)	δ_{C} (ppm)	δ_{C} (ppm)
6	18.33	18.30	18.21	19.69	18.30	18.27	18.23	18.27
7	34.30	34.24	34.15	33.57	34.25	34.33	34.30	34.22
8	40.84	40.92	40.91	40.78	40.94	40.83	40.65	40.77
9	50.45	50.40	49.86	49.79	50.02	50.47	50.50	50.47
10	37.18	37.16	37.03	36.88	37.13	37.16	37.11	39.18
11	20.94	20.83	20.68	21.48	20.88	20.75	20.81	20.97
12	25.16	25.22	24.84	25.16	24.79	25.54	25.48	25.37
13	38.07	37.31	36.61	38.17	37.26	38.71	38.18	38.31
14	42.84	42.72	44.47	42.90	44.08	42.56	42.36	42.50
15	27.42	27.05	37.22	27.44	36.90	29.26	29.63	29.64
16	35.60	29.18	78.58	35.53	77.09	28.81	32.12	32.13
17	43.01	47.79	51.02	42.99	48.60	59.33	55.98	56.28
18	48.32	48.77	47.88	48.25	47.60	48.07	49.17	49.24
19	47.99	47.79	47.60	47.96	47.72	47.54	46.83	46.88
20	150.95	150.48	149.59	150.84	149.98	149.73	150.58	150.25
21	29.86	29.76	29.74	29.84	29.92	29.87	30.51	30.54
22	40.01	33.97	32.08	39.98	37.72	33.23	36.94	37.00
23	28.00	27.98	27.83	26.66	27.99	27.98	27.89	28.46
24	15.38	15.35	15.27	21.04	15.36	15.35	15.33	16.50
25	16.12	16.10	16.00	15.97	16.18 [*]	15.90	16.01 [*]	17.37
26	15.99	15.98	15.88	15.79	15.99	16.13	15.90 [*]	16.06
27	14.56	14.76	15.88	14.49	16.12 [*]	14.27	14.56	14.66
28	18.01	60.56	61.00	18.02	11.68	206.73	177.67	180.22
29	109.33	109.68	109.91	109.41	109.80	110.16	109.36	109.79
30	19.32	19.09	19.11	19.32	19.34	19.00	19.20	19.37

^a 75 MHz, in CDCl_3 ^b 75 MHz, in acetone- d_6 + CDCl_3 (4:1 โดยปริมาตร)^{*} maybe interchanged



- 1: $R_1 = H, R_2 = \beta\text{-OH}, \alpha\text{-H}, R_3 = H, R_4 = \text{CH}_3$
- 2: $R_1 = H, R_2 = \beta\text{-OH}, \alpha\text{-H}, R_3 = H, R_4 = \text{CH}_2\text{OH}$
- 3: $R_1 = H, R_2 = \beta\text{-OH}, \alpha\text{-H}, R_3 = \text{OH}, R_4 = \text{CH}_2\text{OH}$
- 4: $R_1 = H, R_2 = \text{O}, R_3 = H, R_4 = \text{CH}_3$
- 5: $R_1 = H, R_2 = \beta\text{-OH}, \alpha\text{-H}, R_3 = \text{OH}, R_4 = \text{CH}_3$
- 6: $R_1 = H, R_2 = \beta\text{-OH}, \alpha\text{-H}, R_3 = H, R_4 = \text{CHO}$
- 7: $R_1 = H, R_2 = \beta\text{-OH}, \alpha\text{-H}, R_3 = H, R_4 = \text{CO}_2\text{H}$
- 8: $R_1 = \text{OH}, R_2 = \beta\text{-OH}, \alpha\text{-H}, R_3 = H, R_4 = \text{CO}_2\text{H}$

ภาพที่ 1 โครงสร้างของสาร 1-8



ภาพที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ HMBC บางส่วนของสาร 1

สรุปผลการวิจัย

จากการนำส่วนที่ละลายในคลอโรฟอร์มของส่วนสกัดหยาบเมทานอลของกิ่ง *M. kunstleri* มาทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธีทางโครมาโทกราฟี สามารถแยกสารประเภทไตรเทอร์พีนที่มีการรายงานโครงสร้างแล้ว จำนวน 8 สาร คือ lupeol (1), betulin (2), lup-20(29)-en-3 β ,16 β -28-triol (3), lupenone (4), lup-20(29)-en-3 β ,16 β -diol (5), betunaldehyde (6), betulinic acid (7) และ 2 α ,3 β -dihydroxylup-20(29)-en-28-oic acid (8) ซึ่งสารทั้ง 8 ชนิด พบครั้งแรกจากกิ่งของ *M. kunstleri*

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาคีวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ สารเคมี อุปกรณ์ต่าง ๆ รวมทั้งเครื่องมือ ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Chan, G., Awang, K., Hadi, H. A. and Ng S. W. (2008). 6-[(E)-3,7-Dimethylocta-2,6-dienyl]-5,7-dihydroxy-8-(2-methylbutanoyl)-4-phenyl-2H-chromen-2-one from *Mesua kunstleri* King (Kosterm). *Acta Crystallographica Section E*, 64 (7), 1332.
- Chan, G., Kamarudin, M. N. A., Hua, W. D. Z., Ismail, N. H., Abdul, L. F., Hasan, A., Awang, K. and Abdul, K. H. (2012). Mitigation of H₂O₂-induced mitochondrial-mediated apoptosis in NG108-15 cells by novel mesuagenin C from *Mesua kunstleri* (King) Kosterm. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicin*. 2012, 1-19.
- De Barnardi, M., Vidari, G., Vita-Finzi, P., Mellerio, G., Gabetta, B. and Scilingo, A. (1987). New coumarins from *Mesua ferrea* L. *Pharmaceutisch Weekblad, Scientific Education*, 9 (4), 231.
- Gritsanapan, W. (1996). Plants, Medicinal Herbs versatile. Department of Pharmacognosy, Mahidol University, Bangkok, 25. (in Thai)
- Gritsanapan, W., Sommanabandhu, A. and Suriyapananont, S. (1998). Gardening Herbs. Bangkok. Medical Media Printing House, 1. (in Thai)
- Gunasekera, S. P. and Sultanbawwa, M. U. S. (1977). Chemical investigation of ceylonese plants. Part 20. Extractives of *Mesua myrtifolia*. Isolation and structure of a new triterpene hydroxyl-acid, myrtifolic acid. *Journal of the Chemical Society, Perkin Transactions I*, 6.
- Kumar, N. S., Muthukuda, P. M. and Wazeer, M. I. M. (1985). A lupenediol from *Euonymus revolutus*. *Phytochemistry*, 24 (6), 1337-1340.
- Ministry of Public Health, Office of the Basic Health Commission, (1998). Herb Garden in Primary Health Care. War Veteran's Welfare Publishing House, 28. (in Thai)
- Monaco, P. and Previtera, L. (1984). Isoprenoids from the leaves of *Quercus suber*. *Journal of Natural Products*, 47 (4), 673-676.

- Pongpangan, S. and Poobrasert, S. (1991). Edible and poisonous plants in Thai forests. O. S. Printing House, Bangkok, 9. (in Thai)
- Razden, T. K., Harkar, S., Qadri, B., Qurishi, M. A., and Khuroo, M. A. (1988). Lupane derivatives from *Skimmia laureola*. *Phytochemistry*, 27 (6), 1890-1892.
- Reynolds, W. F., Mclean, S., Popawski, J., Enriquez, R. G., Escobar, L. I. and Leon, I. (1986). Total assignment of ^{13}C and ^1H spectra of three isomeric triterpenol derivatives by 2D NMR: an investigation of the potential utility of ^1H chemical shifts in structural investigations of complex natural products. *Tetrahedron*, 42 (13), 3419-3428.
- Rittiwigrom, T. (2002). Xanthones from the stem bark of *Garcinia nigrolineata*. Master of Science Thesis in Organic Chemistry, Prince of Songkla University.
- Singh, R., Gray, A. I. and Waterman, P. G. (1993). Mesuabixanthone-A and mesuabixanthone-B: novel bis-xanthones from the stem bark of *Mesua ferea* (Guttiferae). *Natural Products Letters*, 3 (1), 53-58.
- Sholichin, M., Yamasaki, K., Kasai, R. and Tanaka, O. (1980) ^{13}C Nuclear magnetic resonance of lupane-type triterpenes, lupeol, betulin and betulinic acid. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 28, 1006-1008.
- Tinto, W. F., Blair, L. C., Alli, A., Reynolds, W. F. and Mclean, S. (1992). Lupane triterpenoids of *Salacia cordata*. *Journal of Natural Products*, 55 (3), 395-398.
- Verotta, L. (2003). Are acylphloroglucinols lead structures for the treatment of degenerative diseases?. *Phytochemistry Reviews*, 1, 398-407.
- Wenkert, E., Baddeley, G. V., Burfitt, I. R. and Moreno, L. N. (1978). Carbon-13 nuclear magnetic resonance spectroscopy of naturally-occurring substances. LVII Triterpenes related to lupane and hopane. *Organic Magnetic Resonance*, 11 (7), 337-343.
- Wilkomirski, B. (1985). Pentacyclic triterpene triols from *Calendula officinalis* flowers. *Phytochemistry*, 24 (12), 3066-3067.