

ส่วนประกอบทางเคมีในส่วนหัวของต้นเขาค่า

Chemical Constituents of Tubers of *Euphorbia Sessiliflora* Roxb. And Some Biological Activities

มนนภา เทพสุต *

บทคัดย่อ

จากการศึกษาส่วนประกอบทางเคมีในส่วนหัวของต้นเขาค่า มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า *Euphorbia sessiliflora* Roxb. สกุล Euphorbiaceae พบว่าจากส่วนสกัดทั้งสามส่วนคือ ส่วนเฮกเซน ส่วนคลอโรฟอร์ม และ ส่วนเมทานอล-น้ำ สามารถแยกได้สารบริสุทธิ์รวม 13 ชนิด โดยจำแนกได้เป็นสี่จำพวกคือ cycloartane triterpenoid, furanoabietane diterpenoid, สารอนุพันธ์ของ ellagic acid และ steroid และอนุพันธ์ในจำนวนสารที่แยกได้ ทั้งหมดนี้ มีสาร ent-12-hydroxy-12[R]-abieta-8(14),13(15)-dien-16,12-olide เป็นหนึ่งในสารใหม่ที่สำคัญ และน่าสนใจเพราะเป็นสารที่ถูกค้นพบครั้งแรก

Abstract

Study on the chemical constituents of the tuber of *Euphorbia sessiliflora* Roxb. (Euphorbiaceae) has led to the isolation of 13 compounds which identified as the type of cycloartane triterpenoid, furanoabietane diterpenoid, ellagic acid derivative and steroid derivative. Among the isolated products, ent-12-hydroxy-12[R]-abieta-8(14),13(15)-dien-16,12-olide is new compound.

บทนำ

พืชพรรณต่าง ๆ ที่พบกันอยู่โดยทั่วไปนั้น ส่วนใหญ่แล้วจะมีประโยชน์และให้คุณค่าต่อมนุษย์เราเป็นอย่างมากทั้งทางด้านอาหาร ยาและการเกษตร ในด้านของยานั้นพบว่ามีพืชจำนวนมากมาหลายชนิด ในท้องถิ่นที่ถูกนำมาใช้ทำเป็นยาสมุนไพรรักษาโรคกันมาตั้งแต่โบราณจนถึงปัจจุบัน ดังนั้นการดำเนินงานค้นคว้าทดลองทางด้านพืชสมุนไพรจึงเป็นงานที่น่าสนใจ และมีผู้ทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้กันมาก เพราะเป็นการศึกษาว่าในพืชแต่ละชนิดนั้น มีสารเคมีใดเป็น

องค์ประกอบอยู่และสารเหล่านี้สามารถให้สรรพคุณในด้านใดได้บ้าง ดังนั้นการศึกษาส่วนประกอบทางเคมีในพืชสมุนไพรจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้ทราบว่าสารใดเป็นสารออกฤทธิ์ที่ควรสกัดแยกออกมาเป็นสารบริสุทธิ์เพื่อใช้ทำตัวยารักษาโรคได้โดยตรงอันจะเป็นแนวทางไปสู่การพัฒนาการใช้พืชสมุนไพรได้ดีต่อไปในอนาคต

เขาค่ามีชื่ออีกอย่างหนึ่งว่า ว่านพระนิม เป็นพันธุ์ไม้ในพืชวงศ์ Euphorbiaceae และมีชื่อพฤกษศาสตร์ว่า *Euphorbia sessiliflora* Roxb.



หัวเขาค่า

มีรายงานว่ามีประเทศไทยมี 22 ชนิด ได้รับการศึกษาทางเคมีไม่ได้รับการรายงานว่ามีสารเคมีใดเลย

ในการศึกษาทดลองนี้ได้ใช้ส่วนหัวเฮกเซน คลอโรฟอร์ม สกัดทั้ง 3 ส่วนนี้มิได้สารบริสุทธิ์เพื่อจะซึ่งจะทำให้ทราบว่ามีส่วนหัวของต้นเขาค่า

วิธีดำเนินการทดลอง

การสกัด นำบดละเอียดแล้ว หนักจนกระทั่งสารละลายที่หนานประมาณ 10 วัน เมธานอลออกจากส่วนการกลั่นแบบลดความ 200-300 cm³ จากนั้นเมธานอลในน้ำ เพื่อแยกเฮกเซนได้ดีออกไป เมธานอล-น้ำก็ถูกนำไปแยกเอาสารประกอบที่เช่นกัน

* อาจารย์ประจำมหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์ประจวบคีรีขันธ์ ศูนย์วิชาการศึกษาทั่วไป มหาวิทยาลัยศรีปทุม



หัวเขาค่า

โดยลักษณะของต้นเขาค่า เป็นไม้ต้นเตี้ยเรียดิน ต้น และ ใบคล้ายโสน² และเป็นพันธุ์ ไม้ที่แพทย์แผนโบราณกล่าวไว้ว่าส่วนหัวแก้ฟกชวม แก้ คุดทะราด แก้พยาธิ และทั้ง ต้นมีสรรพคุณเพิก แก่น้ำ ร้อนลวกไฟไหม้³

มีรายงานว่าพืชในสกุล Euphorbia ที่พบในประเทศไทยมี 22 ชนิด ในจำนวนนี้มีหลายชนิดที่ได้รับการศึกษาทางเคมีแล้ว⁴ แต่สำหรับเขาค่านี้ยังไม่ได้รับการรายงานว่ามีการศึกษาหาส่วนประกอบทางเคมีใดเลย

ในการศึกษาส่วนประกอบทางเคมีในห้องทดลองนี้ได้ใช้ส่วนหัวของต้นเขาค่ามาทำการสกัดด้วย เฮกเซน คลอโรฟอร์มและเมทานอล ซึ่งพบว่าส่วน สกัดทั้ง 3 ส่วนนี้มีปริมาณมากพอที่จะนำไปแยกให้ ได้สารบริสุทธิ์เพื่อนำมาหาสูตรโครงสร้างต่อไป ซึ่งจะทำให้ทราบว่ามีส่วนประกอบอะไรบ้างประกอบอยู่ในส่วน หัวของต้นเขาค่า

วิธีดำเนินการทดลอง

การสกัด นำเอาส่วนหัวของต้นเขาค่าแห้งที่ บดละเอียดแล้ว หนัก 2.98 kg ไปแช่ด้วยเมทานอล จนกระทั่งสารละลายที่สกัดออกมาไม่มีสี ซึ่งใช้เวลา นานประมาณ 10 วัน จากนั้นกรองเอาสารละลายของ เมทานอลออกจากส่วนกาก แล้วนำไปทำให้เข้มข้นโดย การกลั่นแบบลดความดันให้เหลือปริมาตรประมาณ 200-300 cm³ จากนั้นนำมาสกัดต่อด้วยเฮกเซน/80% เมทานอลในน้ำ เพื่อแยกเอาสารประกอบที่ละลายใน เฮกเซนได้คือออกไป ส่วนสารประกอบที่ละลายใน เมทานอล-น้ำก็ถูกนำไปสกัดต่อด้วยคลอโรฟอร์ม เพื่อ แยกเอาสารประกอบที่ละลายในคลอโรฟอร์มออกไป เช่นกัน

นำส่วนสกัดทั้ง 3 ส่วน มาระเหยตัวทำละลาย ออกโดยใช้เครื่องระเหยแห้งแบบลดความดัน ซึ่งจะ ได้สารที่มีลักษณะเป็นสีน้ำตาลเหนียวหนืดหนัก 8.3131 กรัมในส่วนสกัดของเฮกเซน ลักษณะสารสี น้ำตาลเข้มหนัก 33.6809 กรัมในส่วนสกัดของ คลอโรฟอร์มและลักษณะสารสีน้ำตาลเข้มหนัก 89.2965 กรัมในส่วนสกัดของเมทานอล-น้ำ

การแยกสาร นำเอาสารที่ถูกสกัดออกมาด้วย เฮกเซน, คลอโรฟอร์มและเมทานอล-น้ำ มาแยกออกเป็น ส่วน ๆ ด้วยวิธี Column chromatography ตาม รายละเอียดต่อไปนี้

1. คอลัมน์โครมาโทกราฟีของสารสกัดในส่วน เฮกเซน (Hexane extract)

นำสารสกัดในส่วนเฮกเซน (8.3131 กรัม) มาละลายในสารละลายผสมของเฮกเซน-คลอโรฟอร์ม ด้วยปริมาณเล็กน้อย พอละลายแล้วนำไปคลุกกับ ซิลิกาเจล (No.7734) ให้เข้ากันแล้วทำให้แห้ง จากนั้นเทลงบน Column ที่ใช้ ซิลิกาเจล จำนวน 100 กรัม เป็นภาคนิ่ง แล้วจึงชะ Column โดยอาศัย เทคนิค Gradient elution ที่เริ่มจากการใช้ตัวชะที่มี ขั้วต่ำคือเฮกเซนแล้วค่อย ๆ เพิ่มความมีขั้วของตัวชะ อีกด้วยการเพิ่มเปอร์เซ็นต์ของเมทานอลจนถึงตัวชะ สุดท้ายคือ 20 % เมทานอลในคลอโรฟอร์ม

ต่อมานำส่วนย่อยที่ออกมาเกี่ยวกับตัวชะต่าง ๆ มาตรวจสอบด้วย TLC โดยใช้ตัวชะที่มีขั้วต่าง ๆ กันตามความเหมาะสม พบว่าสามารถรวมส่วนย่อยที่มี ลักษณะทาง TLC คล้ายกันไว้ด้วยกัน จากนั้นทำ คอลัมน์โครมาโทกราฟีของส่วนย่อยกลุ่มต่าง ๆ ซ้ำ อีกพบว่าสามารถแยกสารเกือบบริสุทธิ์ออกมาได้

2. คอลัมน์โครมาโทกราฟีของสารสกัดในส่วน คลอโรฟอร์ม (Chloroform extract)

นำสารสกัดในส่วนคลอโรฟอร์ม (33.6809 กรัม) มาทำคอลัมน์โครมาโทกราฟี โดยใช้ซิลิกาเจล

เป็นภาคหนึ่งแล้วจะด้วยสารละลายผสมจากข้าวต่ำไปยัง
ข้าวสูงในอัตราส่วนต่าง ๆ โดยเริ่มจากตัวระเริ่มต้นคือ
70 % คลอโรฟอร์มในเฮกเซนจนถึงตัวระสุดท้ายคือ
80 % เมทานอลในคลอโรฟอร์ม รวมสารในส่วนย่อย
ที่มีลักษณะคล้ายกันเข้าด้วยกันโดยใช้ TLC
ตรวจสอบ จากนั้นทำคอลัมน์โครมาโทกราฟีของ
ส่วนย่อยต่าง ๆ ซ้ำต่อไปจนกระทั่งสามารถแยกได้
สารเกือบบริสุทธิ์ออกมาได้

3. คอลัมน์โครมาโทกราฟีของสารสกัดในส่วน เมทานอล-น้ำ (Aqueous methanol extract)

นำสารสกัดส่วนเมทานอล-น้ำ (89.2965 กรัม)
มาแยกออกเป็นส่วนต่าง ๆ โดยอาศัยเทคนิคคอลัมน์
โครมาโทกราฟีโดยใช้ซิลิกาเจล เป็นภาคหนึ่งและใช้
ตัวระเป็นสารละลายผสมเริ่มจาก 2% เมทานอลใน
คลอโรฟอร์มแล้วเพิ่มเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของ
สารละลายผสมโดยเปลี่ยนอัตราส่วนไปเรื่อย ๆ จน
ถึงตัวระสุดท้ายคือ 80% เมทานอลในคลอโรฟอร์ม
จากนั้นนำส่วนย่อยต่าง ๆ ที่ได้มารวมกันเป็นกลุ่ม ๆ
โดยใช้ TLC ตรวจสอบจากนั้นทำคอลัมน์โครมา
โทกราฟีของส่วนย่อยต่าง ๆ ต่อไป จนกระทั่งสามารถ
แยกได้สารเกือบบริสุทธิ์ออกมาเช่นกัน

สารเกือบบริสุทธิ์ที่ได้จากการทำคอลัมน์โครมา
โทกราฟีหลาย ๆ ครั้ง ในแต่ละส่วนสกัดสามารถนำ
มาทำให้บริสุทธิ์เพิ่มขึ้นโดยการตกผลึกใหม่ด้วยตัวทำ
ละลายที่เหมาะสม ซึ่งพบว่าสามารถแยกสารบริสุทธิ์
ได้รวมทั้งหมด 13 ชนิด

การวิเคราะห์สูตรโครงสร้างของสารประกอบ

การตรวจหาโครงสร้างทางเคมีของสารบริสุทธิ์
ทำได้โดยอาศัยข้อมูลหลายด้านประกอบกัน คือข้อมูล
ค่าจุดหลอมเหลว ผลของปฏิกิริยาเคมีและข้อมูลทาง
ด้านสเปกโทรสโกปี พบว่าส่วนสกัดทั้ง 3 ส่วน คือ
ส่วนเฮกเซน ส่วนคลอโรฟอร์ม และส่วนเมทานอล-
น้ำ สามารถแยกได้สารบริสุทธิ์รวม 13 ชนิด โดย

จำแนกได้เป็น 4 จำพวก คือ cycloartane triterpenoid,
furanobietane diterpenoid, สารอนุพันธ์ของ ellagic
acid และ steroid และอนุพันธ์

สารจำพวก cycloartane triterpenoid ที่
แยกได้คือ 24-methylene cycloartanol, cycloart-
25-ene-3 β -24-diol, cycloart-23(Z)-ene-3 β -25-
diol, cycloart-23-(E)-ene-25-methoxy-3 β -ol
และ cycloartane-3 β -24,25-triol

สารจำพวก furanoabietane diterpenoid
ที่แยกได้คือ jolkinolide A, jolkinolide B, ent-
11 α -hydroxyabieta-8(14),13(15)-dien-16,12 α -
olide, ent-12-hydroxy-12[R]-abieta-8(14),13(15)-
dien-16,12-olide และ caquidicofolin

สารจำพวกสเตอรอยด์และสารอนุพันธ์ที่
แยกได้ในลักษณะสารผสม ได้แก่ สารผสมระหว่าง
 β -sitosterol และ stigmasterol และสารผสม
ระหว่าง β -sitosteryl-3-O-D-glucopyranoside
และ stigmasteryl-3-O-D-glucopyranoside

สารอนุพันธ์ของกรด ellagic acid ที่แยก
ได้ คือ 3,3',4'-tri-O-methyl ellagic-4'-O- β -D-
glucopyranoside

เนื่องจากในจำนวนสารที่แยกได้ทั้งหมดนี้สาร
cycloart-23-(E)-ene-25-methoxy-3 β -ol และ
ent-12-hydroxy-12[R]-abieta-8(14),13(15)-dien-
16,12-olide เป็นสารใหม่ที่ถูกค้นพบครั้งแรก โดย
สารชนิดหลังนี้สามารถแยกได้ในปริมาณที่มากกว่าสาร
ตัวแรกทำให้สามารถค้นคว้าหาสูตรโครงสร้างจากข้อมูล
ทางสเปกโทรสโกปีได้หลายด้าน ดังนั้นบทความนี้
จึงขอกล่าวเฉพาะการศึกษาสูตรโครงสร้างของสาร
ตัวนี้เท่านั้นเพราะเป็นสารที่สำคัญและน่าสนใจ

จากการวิเคราะห์ ent-12-hydroxy-12[R]-
abieta-8(14),13(15)-dien-16,12-olide ซึ่งมีลักษณะ

เป็นผลึกรูปเข็มใสไม่มีสี
193 °C, น้ำหนักโมเลกุล
spectrum) ตรงกับสูตร
data ดังต่อไปนี้

1. Mass spectri
ที่ m/z = 316 พร้อมกั
55,69,81,91,105,115,
และ 298 ซึ่ง fragme
(M-H₂O), 137 และ 8

จากค่า mole
มีสูตรเคมีเป็น C₂₀H₂₈O
ที่สำคัญคือ 137 และ
สารในกลุ่มประเภท fur

2. UV-spectri
ในคลอโรฟอร์มที่ 276 นา
ในโมเลกุลของสารมี α
lactone group เป็น
เปรียบเทียบ UV-spe
hydroxyabieta-8(14),
(λ max ในคลอโรฟอร์ม
(λ max ในคลอโรฟอร์
ได้ว่าสารนี้มี chrom
ประกอบอย่างแน่นอน

3. IR-spectrum
ที่ชี้ให้เห็นว่าสารนี้มีหมู่ไฮ
พันธะคู่ระหว่างคาร์บอน-
มีแบนด์ที่เลขคลื่นประม
ที่แสดงการยึดของพันธะ
ลำดับของ tertiary a
cm⁻¹ แสดง C=O s
carbonyl group รว
1600 cm⁻¹ แสดง C=C

เป็นผลึกรูปเข็มใสไม่มีสี มีค่าจุดหลอมเหลว 192-193 °C. น้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 316 (จาก mass spectrum) ตรงกับสูตร $C_{20}H_{28}O_3$ ที่ให้ Spectral data ดังต่อไปนี้

1. Mass spectrum มี molecular ion (M^+) ที่ $m/z = 316$ พร้อมกับไอออนย่อยที่มีค่า $m/z = 55, 69, 81, 91, 105, 115, 137, 160, 174, 187, 201, 283$ และ 298 ซึ่ง fragmentation ที่สำคัญได้แก่ 298 ($M-H_2O$), 137 และ 81

จากค่า molecular ion ทำให้ทราบว่าสารนี้มีสูตรเคมีเป็น $C_{20}H_{28}O_3$ อีกทั้งค่า fragmentation ที่สำคัญคือ 137 และ 81 แสดงให้เห็นว่าสารนี้เป็นสารในกลุ่มประเภท furanoabietane diterpenoid⁵

2. UV-spectrum ของสารนี้ให้ λ_{max} ในคลอโรฟอร์มที่ 276 นาโนเมตร ($\epsilon=11910$) แสดงว่าในโมเลกุลของสารมี $\alpha, \beta, \gamma', \delta'$ -unsaturated γ -lactone group⁶ เป็น chromophore และเมื่อเปรียบเทียบกับ UV-spectrum นี้กับ ent-11- α -hydroxyabieta-8(14), 13(15)-dien-16, 12-olide (λ_{max} ในคลอโรฟอร์ม = 272 nm) และ caudicifolin (λ_{max} ในคลอโรฟอร์ม = 280 nm) ทำให้ยืนยันได้ว่าสารนี้มี chromophore ดังกล่าวเป็นองค์ประกอบอย่างแน่นอน

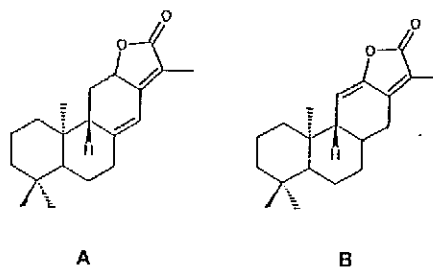
3. IR-spectrum ให้ characteristic peaks ที่ชี้ให้เห็นว่าสารนี้มีหมู่ไฮดรอกซี, หมู่คาร์บอนิลและพันธะคู่ระหว่างคาร์บอน-คาร์บอนประกอบอยู่ เพราะมีแบนด์ที่เลซคลื่นประมาณ 3328 และ 1169 cm^{-1} ที่แสดงการยืดของพันธะ O-H และ C-O ตามลำดับของ tertiary alcohol⁷ ที่ประมาณ 1710 cm^{-1} แสดง C=O stretching vibration ของ carbonyl group รวมทั้งที่ประมาณ 1664 และ 1600 cm^{-1} แสดง C=C stretching vibration ของ

พันธะ C=C โดยพันธะดังกล่าวมีลักษณะเป็น trisubstituted alkene เพราะมีแบนด์ที่ประมาณ 880 cm^{-1} ที่แสดง C-H bending vibration ประกอบอยู่ด้วย⁷

4. ¹H-NMR spectrum ทำใน $CDCl_3$ ให้สัญญาณของโปรตอนต่าง ๆ เป็น sharp singlet ที่ δ 0.72, 0.86, 0.92 ppm อันเป็นสัญญาณของแต่ละ 3H ของหมู่เมทิลที่แสดงถึงการเป็น tertiary methyl group⁷ ของ C-20, C-19, C-18 ใน furanoabietane diterpene นิวเคลียสตามลำดับ สำหรับ deshield singlet ที่ δ 1.82 ppm ของ 3H แสดงถึง methyl group⁷ ของ C-17 ที่อยู่ติดกับ olefinic carbon สัญญาณ singlet ที่ δ 3.17 ppm ของ 1H แสดงถึง hydroxyl proton (ข้อมูลนี้ได้รับการสนับสนุนจากการทดสอบโดยใช้ D_2O เพราะพบว่าสัญญาณดังกล่าวนี้หายไป) และสัญญาณ singlet ที่ประมาณ δ 6.19 ppm ของ 1H แสดงถึง olefinic proton ใน $>C=C-CH=C^7$

5. ¹³C-NMR spectrum ให้สัญญาณของ unsaturated lactone carbonyl carbon ที่ δ 173 ppm และสัญญาณของ olefinic carbon ของ conjugated double bond ของ $>C=C-CH=C$ ที่ δ 154.4, 152.2, 116.3, และ 113.4 ppm ซึ่งเป็นการบ่งชี้ถึงโครงสร้างที่พบในสารกลุ่ม furanoabietane⁶

จาก Spectral data ที่ศึกษามาทำให้สามารถเสนอสูตรโครงสร้างบางส่วนที่เป็นไปได้ของสารนี้คือ

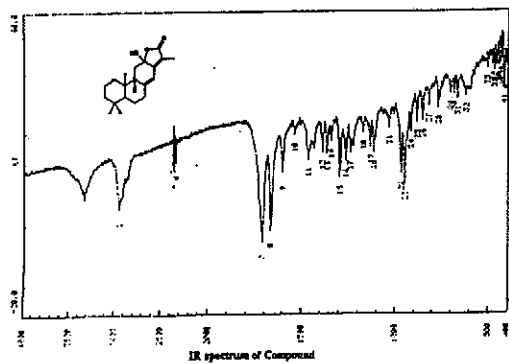


เนื่องจากใน $^1\text{H-NMR}$ ไม่ได้แสดงสัญญาณของ olefinic proton ที่บริเวณประมาณ δ 5.5 ppm เหมือนที่พบใน jolkinolide A แต่พบสัญญาณของ olefinic proton ที่ down field ประมาณ δ 6.19 ppm ของ $>\text{C}=\text{CH}-\text{C}=\text{C}$ ซึ่งใกล้เคียงกับสัญญาณที่พบใน ent-11(-hydroxyabieta-8(14),13(15)-dien-16,12 α -olide ที่ δ 6.31 ppm ทำให้เชื่อได้ว่าสูตรโครงสร้างที่เป็นไปได้คือ แบบ A

ปัญหาต่อมาคือ -OH group จะอยู่ในตำแหน่งใดระหว่าง C-11 และ C-12 จากข้อมูลทางด้าน $^1\text{H-NMR}$ spectrum พบว่า hydroxy group ไม่ได้เชื่อมอยู่กับ C-11 เพราะไม่ปรากฏสัญญาณโปรตอนของ $-\text{CH}_2-\text{O}-$ หรือ $-\text{CH}-\text{O}$ เลย ดังนั้น hydroxy group จะต้องติดอยู่กับ tertiary carbon (C-12) อย่างแน่นอน

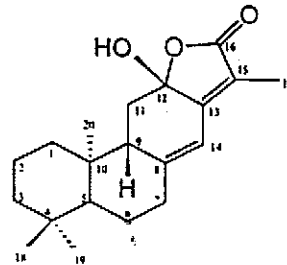
หลักฐานสำคัญที่สนับสนุนว่า -OH group เชื่อมติดอยู่กับ C-12 คือ $^{13}\text{C-NMR}$ spectrum เพราะได้แสดงสัญญาณปรากฏที่ประมาณ δ 102.24 ppm ของ dioxygenated carbon⁹

สำหรับการจัดตัวที่แน่นอนหรือสเตอริโอเคมีของหมู่ hydroxy ที่ตำแหน่ง C-12 นั้นศึกษาได้



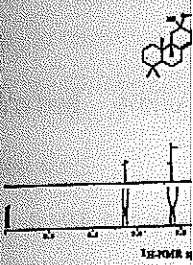
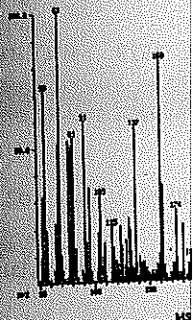
จากข้อมูลการทำ NOE ที่ให้ค่าของ Me-19(2.8%) H-2 α (3.3%) H-11 α (3.7%) H-14(0.5%) H-7 β (2.0%) และ H-9 β (1.7%) ทำให้ทราบได้ว่า hydroxy group ที่ตำแหน่ง C-12 นี้อยู่ในตำแหน่ง β (axial) ทำให้ C-12 มีลักษณะเป็น R-stereochemistry

จากการวิเคราะห์ spectral data ที่ได้กล่าวมาทำให้ทราบว่าสารดังกล่าวมีสูตรโครงสร้างเป็นดังต่อไปนี้



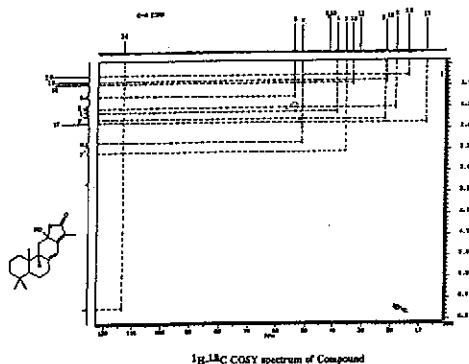
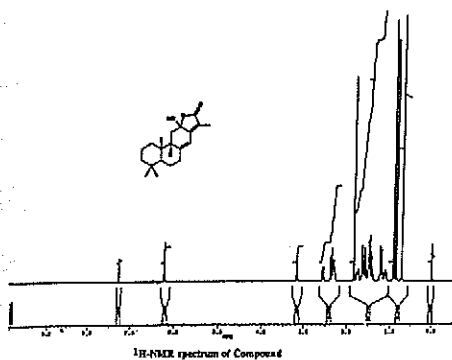
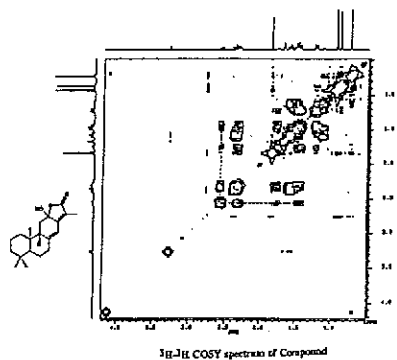
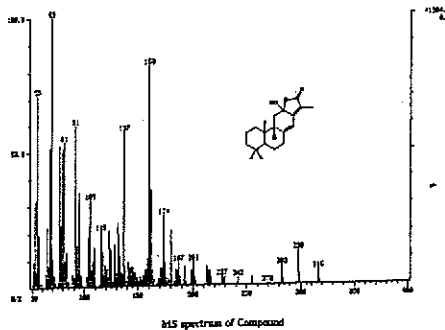
นอกจากนี้แล้วข้อมูลที่ได้จากการทำ $^1\text{H-NMR}$ COSY และ $^1\text{H-NMR}$ ^{13}C COSY spectrum ก็สามารถนำมาช่วยยืนยันได้ว่าสูตรโครงสร้างดังกล่าวนี้เป็นจริงเช่นกัน

จากลักษณะของสูตรโครงสร้างทำให้สารนี้มีความเรียกว่า ent-12-hydroxy-12[R]-abieta-8(14),13(15)-dien-16,12-olide



บทสรุป

จากการศึกษาหัวของต้นเข็ก้า ที่พบประเภทไม่มีขี้ผึ้งคือ กลอโรฟอร์มและมีขี้ผึ้ง กระบวนการแยกส่วนส เพื่อทำให้ได้สารบริสุทธิ์ ทำให้บริสุทธิ์ยิ่งขึ้นด้วยสารที่บริสุทธิ์นี้มาวิเคราะห์คุณสมบัติเฉพาะของส



บทสรุป

จากการศึกษาส่วนประกอบทางเคมีในส่วนหัวของต้นเขาคั่ว ที่ผ่านวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายประเภทไม่มีขั้วคือ เฮกเซน มีขั้วปานกลาง คือ คลอโรฟอร์มและมีขั้วมาก คือ เมทานอล และกระบวนการแยกส่วนสกัดทั้งสามด้วยวิธีโครมาโทกราฟีเพื่อทำให้ได้สารบริสุทธิ์ โดยสารที่แยกได้นี้ถูกนำมาทำให้บริสุทธิ์ยิ่งขึ้นด้วยวิธีการตกผลึกใหม่ แล้วนำสารที่บริสุทธิ์นั้นมาวิเคราะห์ด้วยข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติเฉพาะของสารบริสุทธิ์ ทั้งทางด้านจุลทลอม

เทลและข้อมูลทางสเปกโทรสโคปีต่าง ๆ เพื่อวิเคราะห์หาสูตรโครงสร้างของสารประกอบที่แยกได้จากข้อจำกัดในระยะเวลาที่ใช้ทำการวิจัยทำให้สามารถแยกสารบริสุทธิ์ได้จำนวน 13 ชนิด โดยมีสารอยู่ 2 ชนิดที่แยกได้เป็นสารใหม่ซึ่งถูกค้นพบครั้งแรกและหนึ่งในสองสารนี้ที่สำคัญและน่าสนใจ คือ สาร ent-12-hydroxy-12[R]-abieta-8(14),13(15)-dien-16,12-olide ซึ่งเป็นสารในกลุ่ม furanoabietane diterpenoid □