

## สารอะเซทาไมด์ชนิดใหม่จากสารภี

### A New Acetamide from *Mammea siamensis* Kosterm.

ศุภชัย ทิยวรรณันท์ (Suppachai Tiyaworanant)<sup>1</sup> คณิต สุวรรณบริรักษ์ (Khanit Suwanborirux)<sup>2\*</sup>  
ชัยโย ชัยชาญทิพยุทธิ์ (Chaiyo Chaichantipyuth)<sup>3</sup> อีระ ฤทธิรอด (Theera Rittirod)<sup>4</sup>

### บทคัดย่อ

สารภี เป็นพืชสมุนไพรไทยชนิดหนึ่ง การศึกษาองค์ประกอบเคมีของใบ ยอด และดอก ของพืชชนิดนี้มีผู้ศึกษาแล้ว การวิจัยนี้ศึกษาองค์ประกอบเคมีของผลดิบ อันนำไปสู่การแยกสารกลุ่มอะเซทาไมด์ชนิดใหม่ คือ 2-E-(2'R,3'R,4'S-trihydroxy-cyclopentylidene)-acetamide ให้ชื่อว่าแมมเมียเซทาไมด์ (Mammeacetamide) การอธิบายโครงสร้างของสารนี้ทำโดยอาศัยข้อมูลทางสเปกโทรสโคปี เทียบกับข้อมูลซึ่งมีผู้รายงานไว้แล้ว

### Abstract

*Mammea siamensis* Kosterm. is a Thai medicinal plant. Chemical constituents of leaves, twigs, and flowers of this plant have previously been studied. This research on the chemical constituents of unripe fruits led to the isolation of a new acetamide 2-E-(2'R,3'R,4'S-trihydroxy-cyclopentylidene)-acetamide, or mammeacetamide. Structure of this compound was established by spectroscopic data, and by compared with reported values.

**คำสำคัญ** : สารภี อะเซทาไมด์ แมมเมียเซทาไมด์

**Keywords** : *Mammea siamensis*, Acetamide, Mammeacetamide

<sup>1</sup> อาจารย์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

<sup>2</sup> อาจารย์ คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<sup>3</sup> รองศาสตราจารย์ คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<sup>4</sup> รองศาสตราจารย์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

\* Corresponding author E-mail: [suptiy@kku.ac.th](mailto:suptiy@kku.ac.th)

## บทนำ

สารภีเป็นพืชใบเลี้ยงคู่ชนิดหนึ่ง มีชื่อพฤกษศาสตร์ว่า *Mammea siamensis* Kosterm. จัดอยู่ในวงศ์ Guttiferae (Clusiaceae) เป็นไม้ต้น สูงราว 20 เมตร เรือนยอดแผ่กว้าง สีเขียวเข้ม เปลือกต้นสีน้ำตาลปนเทา ผิวเรียบถึงมีร่องเล็กน้อย เปลือกชั้นในสีแดงเข้ม มียางสีขาวหรือสีเหลืองอ่อน ใบเป็นใบเดี่ยวรูปไข่กลับหรือขอบขนาน ปลายใบมนหรือเป็นติ่ง ใบอ่อนสีม่วง ใบแก่สีเขียวเข้มด้านบน ด้านล่างสีเขียวแกมเหลือง ดอกเป็นดอกแยกเพศ ต่างต้น ออกเป็นกลุ่มตามกิ่งก้าน ก้านดอกเรียวยาวราว 2 เซนติเมตร กลีบเลี้ยงเชื่อมกันปลายแยกเป็น 2 กลีบเมื่อดอกบาน กลีบดอกมี 4 กลีบ เกสรเพศผู้มีจำนวนมาก เกสรเพศเมียมีก้านชูสั้น ๆ ปลายแยกเป็น 2 พู ผลดิบสีเขียว ผลสุกสีเหลือง เปลือกผลมียางสีขาว เมล็ด 1 เมล็ด (Gardner, 2000)

ตามตำราสรรพคุณยาโบราณว่าดอกสารภีมีกลิ่นหอม รสขมเย็น สรรพคุณแก้โลหิตพิการ แก้ไข้ที่มีพิษร้อน เป็นยาเจริญอาหาร ยาบำรุงหัวใจ และยาชูกำลัง ตำรายาไทยจัดดอกสารภีเป็นเครื่องยาชนิดหนึ่งในพิกัตเกสรทั้ง 5 พิกัตเกสรทั้ง 7 และพิกัตเกสรทั้ง 9 พิกัตเกสรเป็นเครื่องยาที่มีกลิ่นหอม นิยมใช้ทำยาหอมบำรุงหัวใจ แก่ลมวิงเวียน (เส็งยม, 2522)

การศึกษาพฤกษเคมีของดอกสารภีพบสารกลุ่มฟีนอลคูมาริน (phenylcoumarin) 2 ชนิด คือ 6-butryryl-5-hydroxy-4-phenylseselin และ 6-butryryl-5,7-dihydroxy-8-(3,3-dimethylallyl)-4-phenylcoumarin นอกจากนี้ยังพบสารกลุ่มโพรแอนโทไซยานิน (proanthocyanidins) ซึ่งแสดงฤทธิ์ฆ่าปลา และหอย (Thebtaranonth and others 1981) ส่วนใบสารภีพบสารอะเมนโตฟลาโวน (amentoflavone) อันเป็นสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Balza and others, 1989) นอกจากนี้ยังมีรายงานพบสาร 1,2-dimethoxy-5-hydroxyxanthone อันเป็นสารกลุ่มแซนโทน (xanthone) จากส่วนกิ่งสารภี (Poobrasert and others, 1998)

อย่างไรก็ตามยังไม่มีรายงานการศึกษาองค์ประกอบเคมีของผลสารภี แต่มีผู้รายงานสารกลุ่ม

แลกโตนไกลโคไซด์ (lactone glycoside) ที่ออกฤทธิ์ต้านไวรัสเอตส์ได้ในหลอดทดลอง (Kashman and others, 1992; McKee and others, 1996) จากยางของพืชสกุลกะทิง (*Calophyllum*) อันเป็นพืชวงศ์เดียวกับสารภี ซึ่งผลดิบของต้นสารภีก็มียางมากและมีรสขมเช่นเดียวกัน

## วิธีการวิจัย

### แหล่งที่มาของวัตถุดิบ

ผลสารภีดิบที่นำมาทำการวิจัยในครั้งนี้เก็บจากต้นสารภี ที่ปลูกบริเวณสวนร่วมเกล้ากาลพฤกษ์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในช่วงเดือนมีนาคม ตัวอย่างพืชได้เก็บไว้ที่หอพรรณไม้คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

### การสกัดและแยกสาร (Extraction and Isolation)

นำผลสารภีดิบมาปั่นให้พอแหลกแล้วหมักด้วยเมทานอลครั้งละ 3 ลิตร 3 ครั้ง รวมสารสกัดที่ได้แล้วนำไปทำให้แห้งภายใต้ความดัน ได้สารสกัด 2 ส่วน คือ ส่วนตะกอน (191.00 กรัม) กับส่วนของเหลวเหนียวข้น (327.99 กรัม) นำส่วนตะกอนมาแยกส่วนโดยใช้คลอโรฟอร์มกับน้ำเป็นตัวทำละลาย นำสารสกัดชั้นคลอโรฟอร์มไปทำให้แห้ง นำสารสกัดที่ได้หนัก 134.02 กรัม ไปผ่านโครมาโทกราฟีแบบคอลัมน์ชนิดไว (Quick Column Chromatography) โดยใช้ซิลิกาเจล จี 60 (Silica Gel G 60) เป็นวัฏภาคหนึ่ง (stationary phase) คลอโรฟอร์มและเมทานอลเป็นระบบของวัฏภาคเคลื่อนที่ (mobile phase) โดยเริ่มจากการใช้คลอโรฟอร์ม แล้วจึงค่อยๆ เพิ่มปริมาณเมทานอลขึ้นเรื่อยๆ ปริมาตรของวัฏภาคเคลื่อนที่ที่ใช้ในแต่ละครั้งคือ 100 มิลลิลิตร ได้สารมาทั้งสิ้น 10 ส่วน สารในส่วนที่ 9 มีลักษณะเป็นเกล็ดตะกอนสีขาวละลายได้น้อยในเอทิลอะซิเตต อันเป็นตะกอนที่ปนอยู่ในชั้นยางสีน้ำตาลเข้ม จึงทำการล้างชั้นยางนั้นออกด้วยเอทิลอะซิเตต แยกเอาตะกอนมาตกผลึกซ้ำในตัวทำละลายซึ่งเป็นของผสมระหว่างคลอโรฟอร์มและเมทานอล ได้ของแข็งอสัณฐาน (amorphous solid) สีขาวน้ำหนัก 196.3 มิลลิกรัม วัตถุประสงค์หาลอมเหลวได้ 185.0-186.7 เซลเซียส

วัดค่า  $[\alpha]_D^{28}$  ได้ -164.93 การดูดกลืนแสงเหนือม่วง ที่  $\lambda_{\max}$  215.5 nm มีค่า  $\epsilon_{\max}$  1714.11

#### การตรวจสอบโครงสร้างเคมี

สารประกอบที่สกัดแยกได้นำมาตรวจสูตรโครงสร้างเคมีด้วยเครื่องมือทางสเปกโทรสโคปี ตรวจการดูดกลืนแสงเหนือม่วง (UV-vis absorption spectra) โดยเครื่อง Shimadzu UV-160A UV/vis spectrophotometer มีเมธิลอัลกอฮอล์เป็นตัวทำละลาย ตรวจวัดการตอบสนองภายใต้รังสีใต้แดง (IR absorption spectra) ด้วยเครื่อง Perkin-Elmer Spectrum 2000 FT-IR spectrophotometer โดยใช้เทคนิคแผ่นอัดใสของโพแทสเซียมโบรไมด์ (KBr Pellets) ตรวจหามวลโมเลกุล (Mass spectra) ด้วยเครื่องมือความละเอียดต่ำ (low resolution Mass spectrometer) รุ่น Micromass Platform II mass spectrometer ที่ 70 eV และตรวจนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ (Nuclear Magnetic Resonance spectra) ด้วยเครื่อง NMR spectroscopy ขนาด 300 MHz รุ่น Bruker AVANCE DPX-300 FT-NMR spectroscopy โดยใช้ deuterated DMSO เป็นตัวทำละลาย

#### การตรวจหาคุณสมบัติทางกายภาพ

ตรวจวัดจุดหลอมเหลวของสารโดยเครื่อง Electrothermal 9100 Melting Point Apparatus ตรวจวัดค่าการเบี่ยงแสงโพลาไรซ์ด้วยเครื่อง ADP220 Polarimeter โดยใช้เมธิลอัลกอฮอล์เป็นตัวทำละลาย

### ผลการศึกษาและวิจารณ์

#### การตรวจสอบสูตรโครงสร้างทางเคมีของสาร

จากการตรวจหามวลโมเลกุลของสารโดยเทคนิคแมสสเปกโตรเมทรี (Mass Spectrometry) พบว่าสารที่ได้มีค่ามวลต่อประจุแสดง ณ ตำแหน่งประจุโมเลกุล (Molecular Ion peak) เป็น 173 และจากการตรวจสอบด้วยเทคนิคนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโทรสโคปี (Nuclear Magnetic Resonance spectroscopy) พบว่า มีสัญญาณของโปรตอน (proton signal) ปรากฏให้เห็น 8 ตำแหน่ง โดยเป็นตัวแทนของโปรตอน

อย่างน้อย 8 ตัว โดยเป็นโปรตอนของโอเลฟิน (olefinic proton) 1 ตัว และมีสัญญาณของคาร์บอน (carbon signal) ปรากฏให้เห็น 7 ตำแหน่ง ซึ่งเป็นตัวแทนของคาร์บอนอย่างน้อย 7 ตัว เมื่อทำการตรวจหาชนิดของคาร์บอนด้วยเทคนิค DEPT พบว่าเป็นคาร์บอนทุติยภูมิ (secondary carbon) อย่างน้อย 1 ตัว เป็นคาร์บอนตติยภูมิ (tertiary carbon) อย่างน้อย 4 ตัว และเป็นคาร์บอนจตุรภูมิ (quaternary carbon) อย่างน้อย 2 ตัว

สเปกตรัมที่ได้จากเทคนิคอินฟราเรดสเปกโทรสโคปี (IR spectroscopy) พบว่ามีสัญญาณของหมู่ฟังก์ชันสำคัญ ณ ตำแหน่งเลขคลื่น (wave number) ที่  $1640 \text{ cm}^{-1}$  เป็นตำแหน่งของ N-H bending สัญญาณตำแหน่งนี้ค่อนข้างชัดเจนและแหลมลึก น่าจะเป็นสัญญาณของเอไมด์ปฐมภูมิ (primary amide) ซึ่งยืนยันได้ด้วยสัญญาณที่ตำแหน่ง  $3250 \text{ cm}^{-1}$  ซึ่งเป็นสัญญาณของ N-H stretching vibration ของเอไมด์ อีกสัญญาณหนึ่งอยู่ ณ ตำแหน่ง  $1680 \text{ cm}^{-1}$  ซึ่งเป็นสัญญาณที่บ่งบอกถึงหมู่คาร์บอนิล (carbonyl group) ที่มีไนโตรเจนมาอยู่ประชิด ทำให้ค่าสัญญาณของคาร์บอนิลเคลื่อนตัวมาทางด้านขวาของสเปกตรัม ข้อมูลชุดนี้ยืนยันว่าสารนี้มีหมู่เอไมด์ปฐมภูมิ อยู่ในโมเลกุล นอกจากนี้ยังพบสัญญาณ ในช่วง  $3500 - 2500 \text{ cm}^{-1}$  อันเป็นสัญญาณของหมู่ไฮดรอกซี (hydroxy group) จากข้อมูลต่างๆ สรุปสูตรโมเลกุลของสารชนิดนี้ได้ว่า  $\text{C}_7\text{H}_{11}\text{NO}_4$  และมีรายละเอียดของค่า chemical shift ( $\delta$ ) จากเทคนิคนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโทรสโคปี แสดงในตารางที่ 1

จากข้อมูลที่ได้จะเห็นได้ว่า สัญญาณของคาร์บอนตำแหน่งที่ 1 อันเป็นคาร์บอนิลคาร์บอนนั้นมีค่าเคมีคัลชิฟต์ต่ำกว่าค่าของคาร์บอนิลปกติ ประกอบกับข้อมูลจากอินฟราเรดสเปกโทรสโคปีที่บ่งว่ามีหมู่เอไมด์ในโมเลกุล หมู่เอไมด์นี้จึงน่าจะอยู่ติดกับพันธะคู่ ที่ทำให้คาร์บอนิลอยู่ในรูปของ a,b unsaturated ketone ประกอบกับมีสัญญาณของโปรตอนที่เกิดขึ้นที่เคมีคัลชิฟต์ 6.6 ppm และเป็นสัญญาณเดี่ยว ไม่มีการแตกของสัญญาณ

(splitting) เป็นสิ่งที่บ่งบอกว่าเป็น โปรตอนของโอเลฟิน (olefinic proton) ผลเหล่านี้ทำให้สเปกตรัมโครงสร้างส่วนหนึ่งของโมเลกุลได้แสดงในภาพ (1)

สัญญาณโปรตอนที่เหลือเป็นสัญญาณโปรตอนจำนวน 5 โปรตอนที่เกิดอันตรกิริยาคู่ควบในระบบเดียวกัน โดยมีสัญญาณโปรตอน สองตำแหน่งที่มีความสัมพันธ์กับคาร์บอนตำแหน่งเดียวกัน จากค่าต่างๆ ดังกล่าวจึงเขียนโครงสร้างอีกส่วนหนึ่งของโมเลกุลได้แสดงในภาพ (2)

สัญญาณโปรตอนที่เกิดขึ้นที่มีสัญญาณที่มีค่าเคมีคัลชิฟท์ค่อนข้างต่ำส่วนแม่เหล็กกำลังต่ำของภาพสัญญาณ NMR 3 สัญญาณ บอกว่ามีการลดการบิดบังสนามแม่เหล็กบริเวณโดยรอบนิวเคลียส ประกอบกับข้อมูลจากการตรวจหมู่สำคัญทางเคมี พบว่ามีหมู่ไฮดรอกซี ในโมเลกุล ดังนั้นสัญญาณโปรตอนทั้งสามน่าจะอยู่บนคาร์บอนที่มีหมู่ไฮดรอกซีมาเกาะอยู่ จึงสรุปโครงสร้างได้ดังแสดงในภาพ (3)

ดังนั้นโครงสร้างเคมีของสารชนิดนี้อาจมี 2 แบบ คือ แบบทรานส์ (transoid) หรือแบบซิส (cisoid) ดังแสดงในภาพ (4) และ (5) ตามลำดับ

การพิสูจน์ว่าสารชนิดนี้มีโครงสร้างเคมีแบบ (4) หรือ (5) ทำได้โดยอาศัยข้อมูลผลนิวเคลียร์โอเวอร์เฮาเซอร์ (nuclear Overhauser effect: nOe) (Noggle and Schirmer, 1971) ผลการศึกษาได้แสดงไว้ในตารางที่ 2 ในที่นี้สัญญาณโปรตอนที่เกี่ยวข้องกับการพิจารณา คือ โปรตอนที่ตำแหน่ง 2 ตำแหน่ง 2' และตำแหน่ง 5'

เมื่อ irradiate สัญญาณโปรตอนตำแหน่งที่ 2 พบขนาดสัญญาณโปรตอนตำแหน่งที่ 2' เพิ่มขึ้นร้อยละ 4.68 ในขณะที่สัญญาณโปรตอนตำแหน่งที่ 5' ไม่มีการเปลี่ยนแปลง และเมื่อ irradiate สัญญาณโปรตอนตำแหน่งที่ 2' จะพบการเปลี่ยนแปลงขนาดสัญญาณโปรตอนตำแหน่ง 2 เพิ่มขึ้นร้อยละ 12.69 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าโครงสร้างของสารนี้ควรเป็นแบบทรานส์ (transoid)

สารนี้มีคาร์บอน 3 ตำแหน่งที่ต้องระบุ stereochemistry คือคาร์บอนตำแหน่งที่ 2' 3' และ 4' ผลการศึกษาผลนิวเคลียร์โอเวอร์เฮาเซอร์ พบว่าเมื่อ irradiate

สัญญาณของโปรตอนตำแหน่ง 5'b (2.4 ppm) พบว่าขนาดสัญญาณโปรตอนตำแหน่ง 4' (3.8 ppm) เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ในขณะที่สัญญาณอื่นๆ ไม่มีการเปลี่ยนแปลง แสดงว่าโปรตอนตำแหน่ง 4' อยู่ใกล้โปรตอนตำแหน่ง 5'b มากกว่าโปรตอนตำแหน่ง 5'a หรืออยู่ในระนาบเดียวกันกับโปรตอน 5'b และเมื่อ irradiate สัญญาณโปรตอนตำแหน่ง 4' พบการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นที่สัญญาณโปรตอนตำแหน่ง 2' ไปในทางติดลบ (negative enhancement) โดยมีค่าการเปลี่ยนแปลงร้อยละ 5.03 แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณโปรตอนตำแหน่ง 3' แสดงว่า โปรตอนตำแหน่ง 4' และ โปรตอนตำแหน่ง 3' ไม่ได้อยู่ในระนาบเดียวกัน และการเกิดการเปลี่ยนแปลงสัญญาณโปรตอนตำแหน่ง 2' ไปในทางที่ติดลบเป็นลักษณะหนึ่งที่เกิดกับ three-spin system ซึ่งเมื่อโปรตอนที่ปลายข้างหนึ่งของระบบถูก irradiate และไปสังเกตสัญญาณโปรตอนที่ปลายอีกข้างหนึ่งจะพบสัญญาณที่เปลี่ยนแปลงไปในทางที่ติดลบ ดังนั้นโปรตอนตำแหน่งที่ 4' และ 2' จึงน่าจะอยู่ในระนาบเดียวกัน โดยสรุปแล้ว โปรตอนตำแหน่ง 2' ตำแหน่ง 4' และตำแหน่ง 5'b เป็นโปรตอนที่อยู่ในระนาบเดียวกัน ในขณะที่โปรตอนตำแหน่ง 3' อยู่ในระนาบตรงข้าม

ดังนั้นจึงอาจจะระบุได้ว่า คาร์บอนตำแหน่ง 2' เป็น R configuration คาร์บอนตำแหน่ง 3' เป็น R configuration ตำแหน่ง 4' เป็น S configuration สารประกอบชนิดนี้จึงมีชื่อทางเคมีว่า (E)-2-(2'R, 3'R, 4'S-trihydroxy-cyclopentylidene)-acetamide และได้กำหนดชื่อสามัญให้ว่า mammeacetamide ดังแสดงโครงสร้างเคมีไว้ในภาพ (6)

## สรุปผลการวิจัย

การศึกษาองค์ประกอบเคมีของผลดิบของต้นสารภีนี้ได้แยกสารกลุ่มอะเซทาไมด์บริสุทธิ์ได้ 1 ชนิด สารที่ได้นี้คือ (E)-2-(2'R, 3'R, 4'S-trihydroxy-cyclopentylidene)-acetamide เรียกชื่อสามัญว่า mammeacetamide การอธิบายโครงสร้างเคมี และ relative stereochemistry ทำได้โดยวิธีการทางสเปกโทรสโกปี

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยชิ้นนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนการวิจัยจากทุนอุดหนุนการวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น ประจำปีงบประมาณ 2544

## เอกสารอ้างอิง

เสีี่ยม พงษ์บุญรอด. 2522. **ไม้เทศเมืองไทย**. พระนคร: เกษมบรรณกิจ.

Balza, Felipe; Abramowski, Zyta; Neil Towers, G. H.; Wiriyaichitra, Pichaet. 1989. Identification of proanthocyanidin polymers as the piscicidal constituents of *Mammea siamensis*, *Polygonum stagninum* and *Diospyros diepenhorstii*. **Phytochemistry**. 28(7): 1827-1830.

Gardner, Simon. 2000. **A Field Guide to Forest Trees of Northern Thailand**. Bangkok: Kobfai Publishing Project.

Kashman, Y; Gustafson, K R; Fuller, R W; Cardellina, J H 2<sup>nd</sup>; McMahon, J B; Currens, M J; Buckheit, RW Jr; Hughes, S H; Cragg, G M; Boyd, M R. (1992). The calanolides, a novel HIV-inhibitory class of coumarin derivatives from the tropical rainforest tree, *Calophyllum lanigerum*. **Journal of Medicinal Chemistry**. 35(15): 2535-2543.

McKee, T C; Fuller, R W; Covington, C D; Cardellina, J H 2<sup>nd</sup>; Gulakowski, R J; Krepps, B L; McMahon, J B; Boyd, M R. 1996. New pyranocoumarins isolated from *Calophyllum lanigerum* and *Calophyllum teysmannii*. **Journal of Natural Products**. 59(8): 754-758.

Noggle, Joseph H; Schirmer, Roger E. 1971. **The nuclear overhauser effect chemical applications**. New York: Academic Press.

Poobrasert, Onoomar; Constant, Howard L; W. Beecher, Christopher W.; Farnsworth, Norman R; Kinghorn, A. Douglas; Pezzuto, John M; Cordell, Geoffrey A; Santisuk, Thawatchai; Reutrakul, Vichai. 1998. Xanthones from the twigs of *Mammea siamensis*. **Phytochemistry**. 47(8): 1661-1663.

Thebtaranonth, Chachanat; Imraporn, Supawan; Padungkul, Niramol. (1981). Phenylcoumarins from *Ochrocarpus Siamensis*. **Phytochemistry**. 20(9): 2305-2306.

ตารางที่ 1 แสดงค่าเคมีคัลชิฟท์ของโปรตอนและคาร์บอนตำแหน่งต่างๆ

Position	<sup>1</sup> H chemical shift ( $\delta$ : ppm)	<sup>13</sup> C chemical shift ( $\delta$ : ppm)
1-NH <sub>2</sub>	4.8 bs <sup>ω</sup>	
1-C (-C=O)	-	167.6 s <sup>ψ</sup>
2-C (-CH)	6.6 s	138.5 d
1'-C (-C)	-	128.1 s
2'-C	4.2 d	65.4 d
3'-C	3.5 dd	70.2 d
4'-C	3.8 ddd	66.7 d
5'a-C	2.0 dd	29.8 t
5'b-C	2.4 dd	

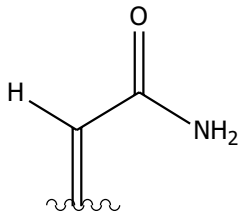
<sup>ω</sup> เป็นค่า multiplicity ของ <sup>1</sup>H ที่ได้จาก <sup>1</sup>H-<sup>1</sup>H COSY

โดย bs=broad singlet, s=singlet, d=doublet, t=triplet, q=quartet

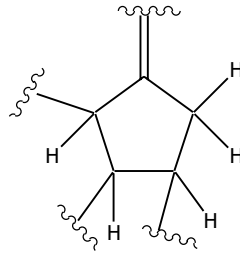
<sup>ψ</sup> เป็นค่า multiplicity ของ <sup>13</sup>C ที่ได้จาก <sup>13</sup>C-<sup>1</sup>H COSY โดย s=singlet, d=doublet, t=triplet

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาปรากฏการณ์นิวเคลียร์โอเวอร์เฮาเซอร์

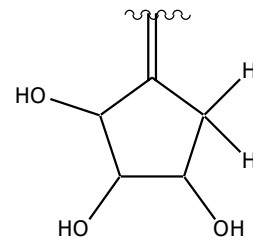
Proton irradiated	H-2 6.6 ppm	H-2' 4.2 ppm	H-3' 3.5 ppm	H-4' 3.8 ppm	H-5'a 2.0 ppm	H-5'b 2.4 ppm
<b>nOe observed</b>						
H-2	-	12.69%	10.43%	5.04%	-	-
H-2'	4.68%	-	-	-5.03%	-	-
H-3'	-	-	-	-	-	-
H-4'	-	-	-	-	-	1.00%
H-5'a	-	-	-	-	-	18.48%
H-5'b	-	-	-	-	18.56%	-



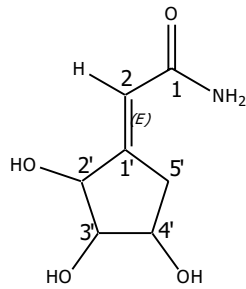
ภาพ (1)



ภาพ (2)

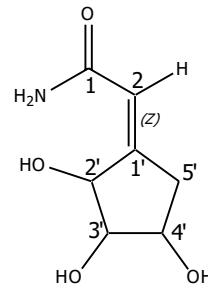


ภาพ (3)



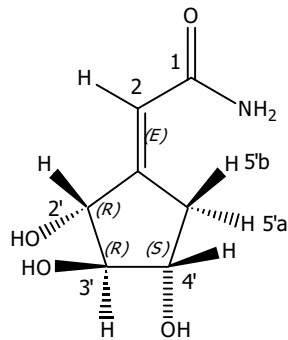
ภาพ (4)

Transoid



ภาพ (5)

Cisoids



2-(2,3,4-Trihydroxy-cyclopentylidene)-acetamide

ภาพ (6)