

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของรากข้าวโพด

โดย

นางสาวพจนา พรรษา

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเคมีอินทรีย์

ภาควิชาเคมี

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2548

ISBN 974-464-917-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

CHEMICAL CONSTITUENTS OF THE ROOTS OF *PIPER SARMENTOSUM*

By

Photchana Phansa

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree

MASTER OF SCIENCE

Department of Chemistry

Graduate School

SILPAKORN UNIVERSITY

2005

ISBN 974-464-917-8

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้วิทยานิพนธ์เรื่อง “การศึกษาองค์ประกอบ
ทางเคมีของรากข้าวพลุ” เสนอโดย นางสาวพจนา พรธยา เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมีอินทรีย์

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. จีราวรรณ คงคล้าย)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

ศาสตราจารย์ ดร. พิทยา ตันติเวชวุฒิกุล

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์
คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร. โอภา บางเจริญพรพงศ์)

...../...../.....

.....กรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร. พิทยา ตันติเวชวุฒิกุล)

...../...../.....

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร. สมเกียรติ ชาติานิติ)

...../...../.....

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุรัชย์ นิมจิรวัดณ์)

...../...../.....

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชุติมา ลิ้มมัททาภิรัตน์)

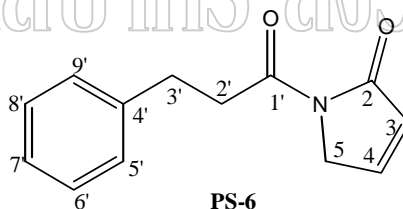
...../...../.....

K 46302202 : MAJOR : ORGANIC CHEMISTRY

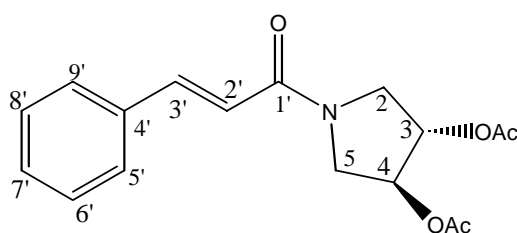
KEY WORD : CHEMICAL CONSTITUENTS OF THE ROOT S OF *PIPER SARMENTOSUM*
NATURAL PRODUCT

PHOTCHANA PHANSA : CHEMICAL CONSTITUENTS OF THE ROOTS OF *PIPER SARMENTOSUM* THESIS ADVISOR : PROF. PITTAYA TUNTIWACHWUTTIKUL. 74 pp.
ISBN 974-464-917-8.

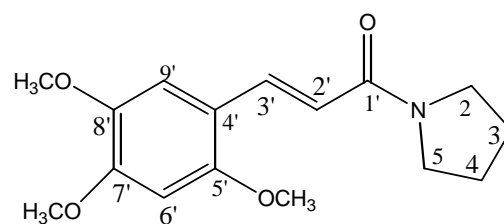
Fifteen compounds were isolated from the fresh roots of *Piper sarmentosum*. Six of these have been previously isolated from the fruits and leaves of this plant : the aromatic alkene (PS-1), asaricin (PS-2), pyrrole amide (PS-3), pellitorine (PS-5), sarmentine (PS-10), and sarmentosine (PS-14). (+)-Sesamin (PS-4), horsfieldin (PS-7), quineensine (PS-8), brachystamide B (PS-9), pyrrolidine amide (PS-12) and brachyamide B (PS-13) are new for *P. sarmentosum*. Sarmentamide A (PS-6), sarmentamide B (PS-11) and sarmentamide C (PS-15) are new natural products. Structures of sarmentamide A-C were determined on the basis of their spectroscopic data.



PS-6
(sarmentamide A)



PS-11
(sarmentamide B)



PS-15
(sarmentamide C)

Department of Chemistry

Graduate School, silpakorn University

Academic Year 2005

Student's signature.....

Thesis Advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ขอขอบคุณ ศาสตราจารย์ ดร. พิทยา ตันติเวชวุฒิกุล อาจารย์ผู้ควบคุมงานวิจัยที่กรุณาให้คำปรึกษา ให้ข้อคิด คำแนะนำ ตลอดจนตรวจและแก้ไขข้อบกพร่อง ด้วยความเมตตาตลอดงานวิจัย

ขอขอบคุณ ดร. โอภา บางเจริญพรพงศ์ ศาสตราจารย์ ดร. พิทยา ตันติเวชวุฒิกุล รองศาสตราจารย์ ดร. สุรชัย นิมจิรวัดน์ ดร. สมเกียรติ ชาติานิติ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชุติมา ลิ้มมัทวาริทธิ์ กรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้แนวคิด และคำแนะนำที่มีคุณค่า ตลอดจนการสอบวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (BRT) และบัณฑิตวิทยาลัยที่สนับสนุนเงินทุนวิจัย ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (BIOTEC) ที่อำนวยความสะดวกในการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพ

ขอขอบคุณ อาจารย์และเจ้าหน้าที่ทุกท่านของภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ความช่วยเหลือ อำนวยความสะดวกในด้านอุปกรณ์ และสารเคมี ตลอดจนงานวิจัย

สุดท้ายนี้ คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเพื่อตอบแทนพระคุณ บิดา มารดา และครู-อาจารย์ ทุกท่าน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูปภาพ.....	ฌ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
2 การทดลอง.....	21
3 สรุปและอภิปรายผลการทดลอง.....	46
บรรณานุกรม.....	70
ประวัติผู้วิจัย.....	74

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงน้ำหนักและลักษณะสารที่ได้จากการแยกส่วนสกัด EtOH ของรากข้าวพลู.....	21
2	แสดงน้ำหนักและลักษณะสารแต่ละ fraction จากส่วนสกัด EtOAc.....	22
3	แสดงน้ำหนักและลักษณะสารที่แยกได้จาก fraction 8.....	23
4	แสดงน้ำหนักและลักษณะสารที่แยกได้จาก fraction 9.....	24
5	แสดงน้ำหนักและลักษณะสารที่แยกได้จาก fraction 10.....	25
6	แสดงน้ำหนักและลักษณะสารแยกที่ได้จาก fraction 10-1.....	25
7	แสดงน้ำหนักและลักษณะสารที่แยกได้จาก fraction 11.....	26
8	แสดงน้ำหนักและลักษณะสารที่แยกได้จาก fraction 13.....	26
9	แสดงน้ำหนักและลักษณะสารที่แยกได้จาก fraction 13-2.....	27
10	¹ H-NMR and ¹³ C-NMR spectral data of PS-1.....	33
11	¹ H-NMR and ¹³ C-NMR spectral data of PS-2.....	34
12	¹ H-NMR spectral data of PS-3 and PS-6.....	35
13	¹ H-NMR spectral data of PS-11 and PS-15.....	36
14	¹³ C-NMR spectral data of PS-3, PS-6, PS-11 and PS-15.....	37
15	¹ H-NMR spectral data of PS-4 and PS-7.....	38
16	¹³ C-NMR spectral data of PS-4 and PS-7.....	39
17	¹ H-NMR spectral data of PS-5 and PS-10	40
18	¹³ C-NMR spectral data of PS-5 and PS-10.....	41
19	¹ H-NMR spectral data of PS-8 and PS-9.....	42
20	¹³ C-NMR spectral data of PS-8 and PS-9.....	43
21	¹ H-NMR spectral data of PS-12, PS-13 and PS-14	44
22	¹³ C-NMR spectral data of PS-12, PS-13 and PS-14	45
23	แสดงผลฤทธิ์ทางชีวภาพของ PS-1 - PS-15.....	69

สารบัญรูปภาพ

รูปที่		หน้า
1	แสดง 2D HMBC correlations ที่สำคัญของ PS-1.....	47
2	แสดง 2D HMBC correlations ที่สำคัญของ PS-2.....	49
3	แสดง 2D HMBC correlations ที่สำคัญของ PS-3.....	50
4	แสดง 2D HMBC correlations ที่สำคัญของ PS-6.....	51
5	แสดง 2D HMBC correlations ที่สำคัญของ PS-11.....	53
6	แสดง 2D HMBC correlations ที่สำคัญของ PS-15.....	55
7	แสดง 2D HMBC correlations ที่สำคัญของ PS-4.....	56
8	แสดง 2D HMBC correlations ที่สำคัญของ PS-7.....	58
9	แสดง 2D HMBC correlations ที่สำคัญของ PS-5.....	59
10	แสดง 2D HMBC correlations ที่สำคัญของ PS-10.....	61
11	แสดง 2D HMBC correlations ที่สำคัญของ PS-8.....	63
12	แสดง 2D HMBC correlations ที่สำคัญของ PS-9.....	64
13	แสดง 2D HMBC correlations ที่สำคัญของ PS-12.....	66
14	แสดง 2D HMBC correlations ที่สำคัญของ PS-13.....	67
15	แสดง 2D HMBC correlations ที่สำคัญของ PS-14.....	68

บทที่ 1

บทนำ

สมุนไพรได้มีส่วนรับใช้สังคมมาแต่โบราณกาล บางครั้งเราอาจจะมองข้ามความสำคัญของประโยชน์และคุณค่าของสมุนไพรไปชั่วระยะหนึ่ง เพราะวิทยาการแผนใหม่เข้ามามีอิทธิพลต่อชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์และนับวันจะมากขึ้นเรื่อยๆ โดยสมุนไพรถูกมองว่าเป็นศาสตร์ที่ล้าสมัย ปัจจุบันสมุนไพรเริ่มกลับมาได้รับความสนใจของสังคมโลกอีกครั้งหนึ่ง ด้วยแรงผลักดันหลายประการ เช่นการค้นพบโรคใหม่ ๆ ที่ยังไม่สามารถรักษาให้หายได้ หลังการค้นพบเชื้อคือยาปฏิชีวนะทำให้นักวิทยาศาสตร์ชาวตะวันตกหันมามองหาตัวยาจากพืชดั้งที่เคยกระทำมาแล้วในอดีต ยังผลให้มีการค้นคว้าวิจัยสมุนไพรจากประเทศซีกโลกตะวันออกเช่น จีน อินเดีย และไทยมากขึ้น บางรายประสบความสำเร็จในการผลิตยาใหม่ ดังนั้นในภาวะที่กระแสสังคมโลกหันมาสนใจสมุนไพรประเทศไทยจึงควรหันมาช่วยกันอนุรักษ์และพัฒนาสมุนไพรไทยซึ่งเป็นภูมิปัญญาชาวบ้านที่ทรงคุณค่าและเป็นมรดกตกทอดกันมาหลายพันปีเพื่อเป็นมรดกของชาติสืบต่อไป

พืชใน genus *Piper* มีมากกว่า 700 ชนิดจัดอยู่ใน family Piperaceae พืชทั้งหมดใน genus นี้เป็นไม้เนื้ออ่อนและไม้เถาในเขตร้อน ใบเรียงแบบสลับ ขอบใบเรียบเป็นมัน ใช้เป็นไม้ประดับและไม้คลุมดินได้ ดอกมีขนาดเล็กมากไม่มีกลีบดอกและกลีบเลี้ยง เลื้อยได้โดยไม่ต้องอาศัยมือจับ [1] พืชใน genus *Piper* มีคุณค่าทางเศรษฐกิจสูงเป็นพืชสำคัญในตลาดเครื่องเทศเช่นผลของ *P. nigrum* นอกจากนี้พืชใน genus *Piper* ยังเป็นยาสมุนไพรที่สำคัญอีกด้วย

มีการใช้ *P. nigrum* อย่างกว้างขวางโดยมีสรรพคุณบำรุงธาตุ ขับปัสสาวะ แก้ไข้มาลาเรีย อหิวาตกโรค สารสกัดน้ำ อีเทอร์และแอลกอฮอล์ของ *P. nigrum* มีฤทธิ์ฆ่าพยาธิตัวตืด ยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* [2] ในตำรายาไทยใช้ *P. betle* เป็นยาแก้ไอ ขับเสมหะ รักษาโรคผิวหนัง แก้ลมพิษ และเบื่ออาหาร [3] *P. novae-hollandiae* เป็นไม้เถาเลื้อยที่พบในป่าฝนของรัฐนิวเซาท์เวลส์และควีนแลนด์ของออสเตรเลียชนเผ่า Aborigine นำมาเคี้ยวแก้ปวดเหงือกและในทางการแพทย์ใช้รักษาโรคหนองใน (gonorrhoea) [4] พืชใน genus *Piper* 4 ชนิดคือ *P. capense* *P. guineense* *P. nigrum* และ *P. umbellatum* เป็นพืชน้ำมันที่สำคัญมีการนำมาสกัด essential oil ใช้อย่างแพร่หลายในแอฟริกาตะวันตก ใบของ *P. capense* ใช้รักษาอาการปวดท้อง ขับลม อาหารไม่ย่อย ท้องจืดและจุกเสียด ใบของ *P. guineense* ใช้เป็นยาด้านเชื้อแบคทีเรีย เมล็ดที่บดเป็นผงใช้เป็นยาฆ่าแมลง ผลของ *P. nigrum* ใช้เป็นเครื่องปรุงรสกระตุ้นให้อยากอาหาร และใช้ฆ่าเชื้อ ใบของ *P. umbellatum* ใช้รักษาบาดแผลลดอาการบวมพองและอาการคันที่ผิวหนัง

[5] ต้นของ *P. futokadsura* ใช้เป็นยาพื้นบ้านอย่างกว้างขวางในประเทศจีนเพื่อรักษาอาการหอบซ้ออักเสบ สารสกัด benzene ของพืชชนิดนี้มีฤทธิ์ anti-feedant กับตัวอ่อนของ *Spodoptera litura* [6] สารสกัด petrol และ dichloromethane จากใบและลำต้นของ *P. falconeri* มีฤทธิ์ฆ่าแมลงมีฤทธิ์ฆ่า *Musca domestica* (flies) และ *Aedes aegyptii* (mosquitoes) [7] ส่วนสารสกัด dichloromethane ของ *P. acutisleginum* มีรายงานว่ามามีฤทธิ์ฆ่าแมลงได้เช่นเดียวกัน [8]

การศึกษาในทางเคมีของพืชในสกุล *Piper* พบสาร 12 ประเภทคือ alkaloids / amides ซึ่ง เป็นสารหลักที่เป็นลักษณะสำคัญของพืชในสกุลนี้ propenylphenols, lignans, neolignans, terpenes, steroids, kawapyrones, piperolides, chalcones / dihydrochalcones, flavones, flavanones และ สารประกอบอื่นๆ [9]

สำหรับประเทศไทยพบพืชในสกุลนี้หลายชนิดได้แก่ *P. aurantiacum* Miq. (ชะพลูป่า) *P. betle* L. (พลู) *P. chaba* Hunt. (ตีปลี) *P. chuyva* Roxb. (พริกนก) *P. crocatum* R. & Par. (พลูลงยา) *P. cubeba* L. (พริกทาง) *P. flavimarginatum* C. DC. (ย่านพริกนก) *P. interruptum* Opiz. (ตะค้ำน) *P. kurzii* Ridl. (พริกนก) *P. longamentum* C. DC. (พริกนก) *P. longum* L. (ตีปลี) *P. macropiper* Blume (พลูป่า) *P. minutistigmum* DC. (ตะค้ำนนก) *P. nigrum* L. (พริกไทย) *P. porphyrophyllum* N.E.Br. (พลูตุ๊กแก) *P. retrofractum* Vahl (ตีปลี) *P. ribesiodes* Wall. (ตะค้ำนเล็ก) *P. sarmentosum* Roxb. (เข้าพลู) และ *P. subpenninerve* Ridl. (พลูดง) [10]

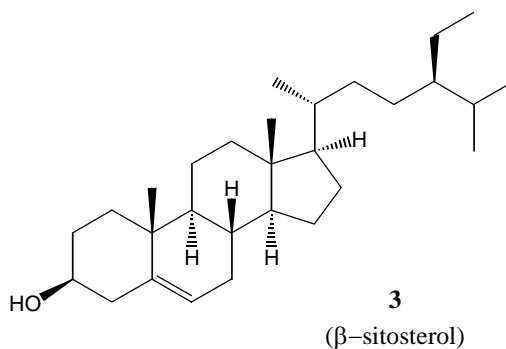
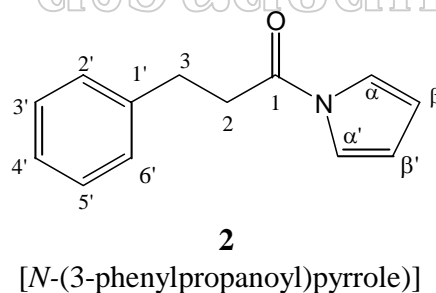
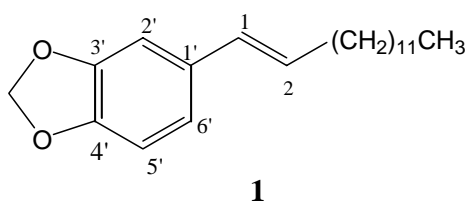
เข้าพลู (*P. sarmentosum* Roxb) จัดอยู่ใน family Piperaceae มี 2 ชนิดคือชนิดต้นและชนิดเถา ชนิดต้นมีชื่อพื้นเมืองคือ ชะพลู ผักอีโร (อีสาน) พลูลิง พลูนก ผักปุนา (เหนือ) นมวา (ใต้) ชนิดเถามีชื่อพื้นเมืองคือ ชะพลูเถา ผักอีเล็ด (อีสาน) ปูริงนก ผักปูริง (เหนือ) เข้าพลูเป็นพืชจำพวกผักต้นสูงประมาณ 1-2 ฟุต ลำต้นเป็นข้อๆ ใบเดี่ยวรูปหัวใจคล้ายพลู ดอกช่อเหมือนดอกตีปลีแต่สั้นกว่า กลีบดอกสีขาวเล็กมาก ชอบขึ้นตามพื้นที่ลุ่มต่ำและชื้นแฉะ มีปลูกอยู่ทั่วไปในทุกจังหวัดในประเทศไทย ใบมีรสเผ็ดร้อนช่วยเจริญอาหารและขับเสมหะ ดอก (ลูก) มีรสเผ็ดร้อนทำให้เสมหะแห้ง ช่วยย่อยอาหาร ขับลมในลำไส้ รากมีรสเผ็ดร้อนแก้เสมหะ บำรุงธาตุและขับลมในลำไส้ ลำต้นมีรสเผ็ดร้อน แก้เสมหะในทรวงอก [11] ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาต้านการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือด ต้านเชื้อแบคทีเรีย ลดน้ำตาลในเลือด ยับยั้งการบีบตัวของลำไส้เล็ก [12]

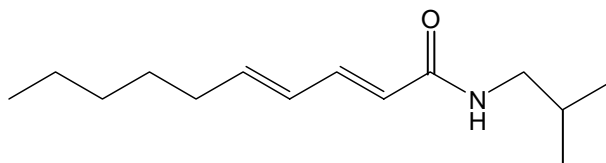
ปี 1987 กิตติศักดิ์ ลิขิตวิฑูยา และ นิจศิริ เรืองรังษี รายงานการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของส่วนสกัดปีโตรเลียมเอเธอร์จากผลแห้งของ *P. sarmentosum* พบสารประกอบ 6 ชนิดคือ 1-(3,4-methylenedioxyphenyl)-1*E*-tetradecene (1), *N*-(3-phenylpropanoyl)pyrrole (2), β -sitosterol (3), pellitorine (4), sarmentine (5) และ sarmentosine (6) สาร 1, 2, 5 และ 6 เป็นสารใหม่ที่พบในธรรมชาติ พิสูจน์โครงสร้างสารด้วยวิธีสเปกโตรสโกปีและเปรียบเทียบข้อมูลสเปกโตรสโกปีกับที่

เคยมีรายงานไว้แล้วก่อนหน้านี้และปฏิกิริยาเคมี และรายงานว่ β -sitosterol (3) มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้องอกและ pellitorine (4) มีฤทธิ์ต้านเชื้อวัณโรคได้ [13]

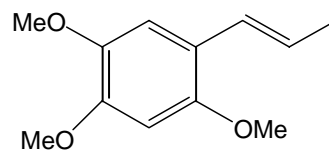
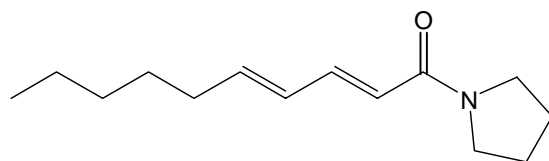
ในปี 1988 ผู้วิจัยคณะเดียวกันได้รายงานการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีส่วน non-polar จากผลของ *P. sarmentosum* พบสารประกอบดังนี้ α -asarone (7) และ asaronaldehyde (8) พิสูจน์โครงสร้างด้วยวิธีสเปกโตรสโกปีและเปรียบเทียบข้อมูลสเปกโตรสโกปีที่เคยมีรายงานไว้ก่อนหน้านี้ สารประกอบทั้งสองชนิดนี้ไม่เคยพบมาก่อนในพืชสกุล *Piper* และพบว่า α -asarone (7) มีฤทธิ์ทำให้หลับ ทำให้สงบ รักษาอาการชักกระตุกและเส้นเลือดตีบในสัตว์ทดลอง [14]

ในปี 1999 คณะของ R. Stohr ได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของส่วนสกัด hexane จาก aerial parts ของ *P. sarmentosum* พบสารประกอบ 7 ชนิดคือ *N*-isobutyl-*2E,4E*-octadienamide (9), pellitorine (4), *N*-isobutyl-*2E,4E*-dodecadienamide (10), *N*-isobutyl-*2E,4E*-tetradecadienamide (11), *N*-isobutyl-*2E,4E*-hexadecadienamide (12), *N*-isobutyl-*2E,4E*-octadecadienamide (13) และ *N*-2'-methylbutyl-*2E,4E*-decadienamide (14) พิสูจน์โครงสร้างของสารทั้งหมดด้วยวิธีสเปกโตรสโกปีและการเปรียบเทียบข้อมูลสเปกโตรสโกปีที่เคยมีรายงานไว้ก่อนหน้านี้ สาร 9-13 เป็นสารที่ยังไม่เคยพบใน *P. sarmentosum* และ 14 เป็นสารใหม่ที่พบในธรรมชาติ [15]

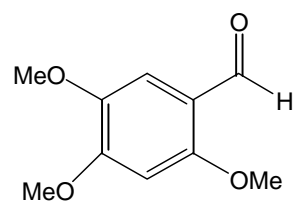




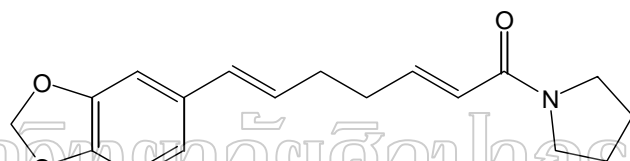
4 (pellitorine)

7 (α -asarone)

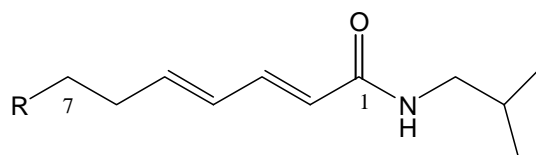
5 (sarmentine)



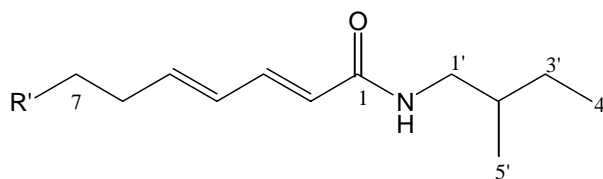
8 (asaronaldehyde)



6 (sarmentosine)



- 9** R = CH₃
10 R = C₅H₁₁
11 R = C₇H₁₅
12 R = C₉H₁₉
13 R = C₁₁H₂₃

14 R = C₃H₇

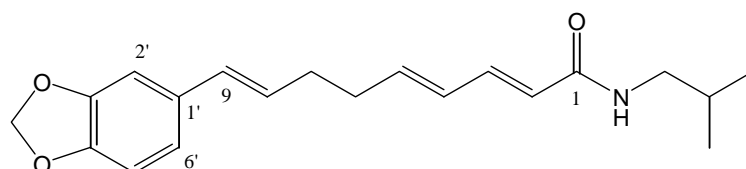
ปี 1985 A. Banerji และคณะ ได้รายงานการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของส่วนสกัด petrol จากส่วนเหนือดินของ *P. retrofractum* พบสาร amide ใหม่ 2 ชนิดคือ retrofractamide A (15) และ retrofractamide C (16) พิสูจน์โครงสร้างของสารทั้งสองด้วยวิธีสเปกโทรสโกปีและปฏิกิริยาเคมี [16]

ปี 1988 คณะของ S.K. Koul ได้รายงานการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีที่สกัดด้วย petrol จากผลของ *P. brachystachyum* พบสาร piperamide 6 ชนิดคือ brachyamide A (17), brachyamide B (18), retrofractamide A (15), pipericide (19), guineensine (20) และ brachystine (21) สาร 17, 18 และ 21 พบเป็นครั้งแรกในธรรมชาติ ผู้วิจัยคณะเดิมได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของส่วนสกัด petrol จากผลของ *P. longum* พบสารอีกชนิดหนึ่งคือ longamide (22) ซึ่งพบเป็นครั้งแรกในพืชชนิดนี้ พิสูจน์โครงสร้างด้วยวิธีสเปกโทรสโกปีและปฏิกิริยาเคมี [17]

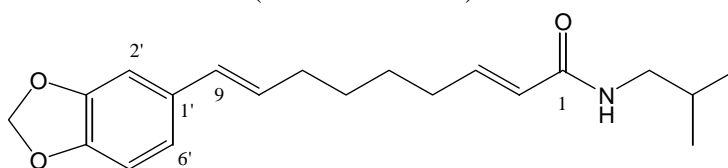
ปี 1989 A. Banerji และ C. Das ได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของส่วนสกัด petrol จากส่วนเหนือดินของ *P. brachystachyum* เพิ่มเติมพบสาร amide ชนิดใหม่ 2 ชนิดคือ brachystamide A (23) และ brachystamide B (24) พิสูจน์โครงสร้างของสารทั้งสองด้วยวิธีสเปกโทรสโกปีและปฏิกิริยาเคมี [18]

ปี 1974 J. Singh และ M.A. Potdar ได้รายงานว่าพบสารประกอบ alkaloid ชนิดใหม่จากส่วนสกัด petrol ของลำต้น *P. trichostachyon* คือ 1-piperyl pyrrolidine (25) พิสูจน์โครงสร้างด้วยวิธีสเปกโทรสโกปีและปฏิกิริยาเคมี [19]

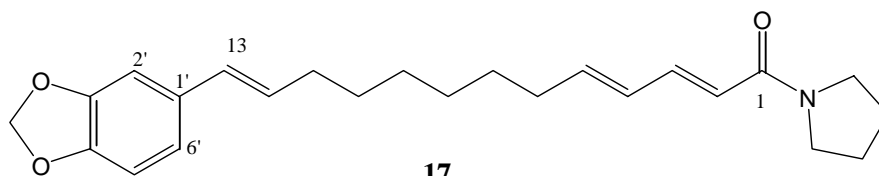
ปี 1992 คณะของ J.W. Ahn ได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของส่วนสกัด hexane จากผลของ *P. retrofractum* พบสาร piperidine alkaloid ใหม่ 2 ชนิดคือ piperoctadecalidine (26) และ pipericosalidine (27) และพบสาร known 2 ชนิดคือ piperine (28) และ pipernonaline (29) พิสูจน์โครงสร้างของสารเหล่านี้ด้วยวิธีสเปกโทรสโกปีและปฏิกิริยาเคมี [20]



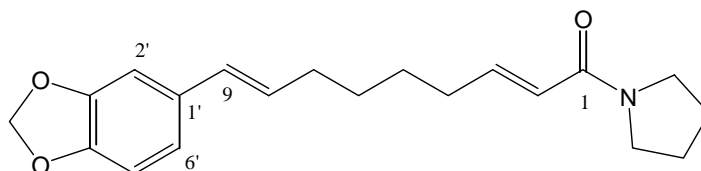
15
(retrofractamide A)



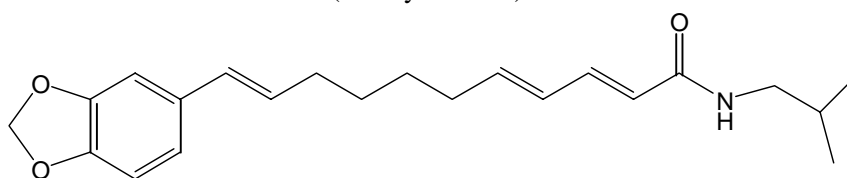
16
(retrofractamide C)



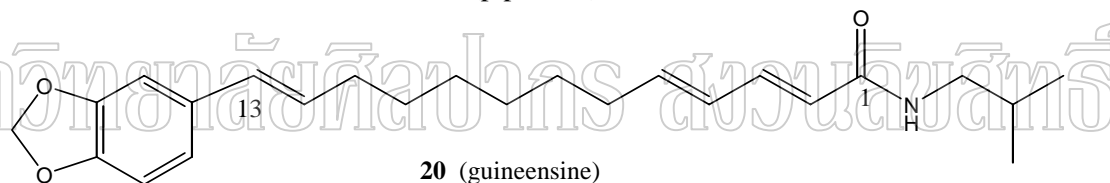
17
(brachyamide A)



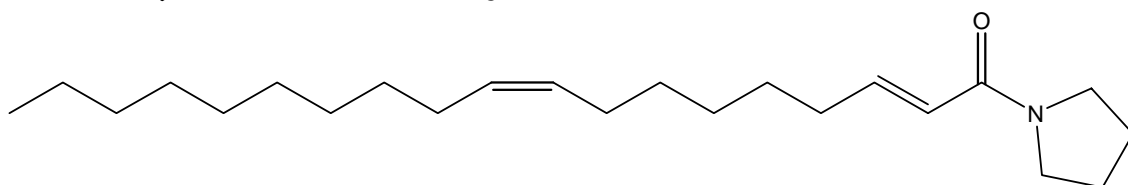
18
(brachyamide B)



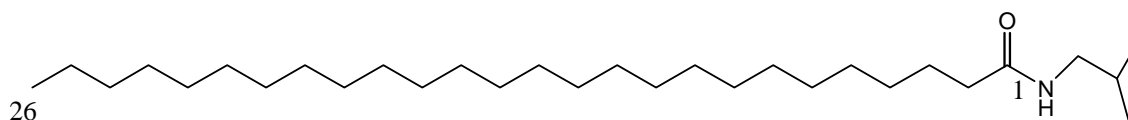
19
(pipericide)



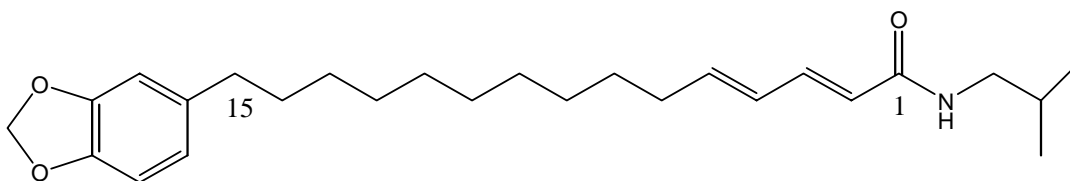
20 (guineensine)



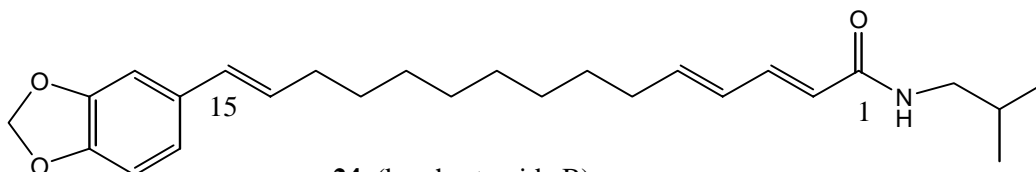
21 (brachystine)



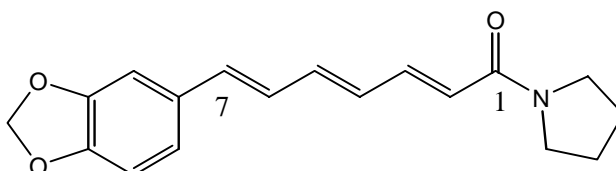
22 (longamide)



23 (brachystamide A)

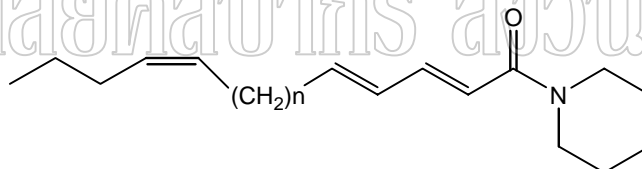


24 (brachystamide B)



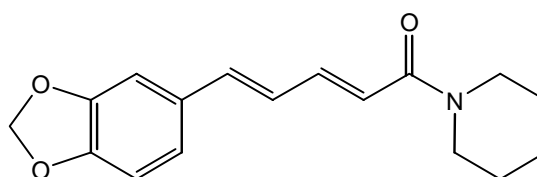
25 (1-piperyl pyrrolidine)

มหาวิทยาลัยศิลปากร ส่วนลิขสิทธิ์

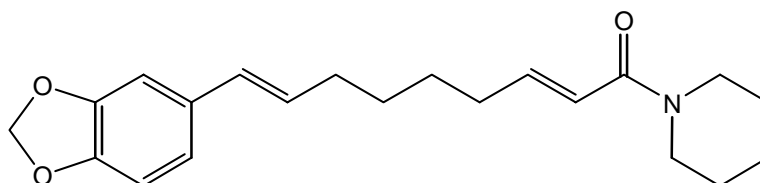


26 $n = 8$ (piperocatalidide)

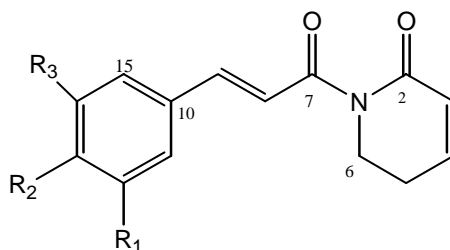
27 $n = 10$ (pipericosalidide)



28 (piperine)



29 (piperonaline)



- 30** $R_1 = R_2 = \text{OMe}, R_3 = \text{H}$
31 $R_1 = \text{OMe}, R_2+R_3 = \text{OCH}_2\text{O}$
32 $R_1 = R_2 = R_3 = \text{OMe}$

ปี 1990 คณะของ C.Y. Duh ได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีจากส่วนสกัด chloroform ของลำต้น *P. aborescens* ซึ่งเป็นไม้เลื้อยพบที่เกาะใต้หวั่น พบสารประกอบ pyridone alkaloids 3 ชนิด โดย 2 ชนิดแรกเป็นสารใหม่คือ *N*-(3,4-dimethoxycinnamoyl)- Δ^3 -pyridin-2-one (**30**), *N*-(3-methoxy-4,5-methylenedioxcinnamoyl)- Δ^3 -2-one (**31**) และ *N*-(3,4,5-trimethoxycinnamoyl)- Δ^3 -pyridin-2-one (**32**) พิสูจน์โครงสร้างของสารเหล่านี้ด้วยวิธีสเปกโทรสโกปีและเปรียบเทียบข้อมูลสเปกโทรสโกปีที่เคยมีรายงานไว้ก่อนหน้านี้ สาร **30-32** มีฤทธิ์ต้านมะเร็ง (KB cell และ P-38 lymphocytic leukaemia) [21]

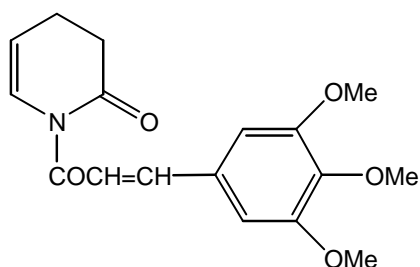
ปี 1967 A. Chatterjee และ C.P. Dutta ได้รายงานพบสาร alkaloid ใหม่ 2 ชนิดจากส่วนสกัด petrol ของรากแห้ง *P. longum* คือ piperlongumine (**33**) และ piperlonguminine (**34**) พิสูจน์โครงสร้างโดยใช้เทคนิคสเปกโทรสโกปีและปฏิกิริยาเคมี [22]

ปี 1984 คณะของ S.K. Koul ได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีจากส่วนสกัด petrol ของ *P. clusii* พบสาร lignan 5 ชนิดคือ (-)-clusin (**35**), (*2S,3R,4R*)-2-ethoxy-3-(3,4,5-trimethoxyphenyl)methyl-4-(1,3-benzodioxol-5-yl)methyltetrahydrofuranol (**36**), (*3R,4R*)-bis-3,4-(3,4,5-trimethoxyphenyl)methyltetrahydrofuran-2-one (**37**), (*2R,3R*)-2-(7-methoxy-1,3-benzodioxol-5-yl)methyl-3-(3,4,5-trimethoxyphenyl)methylbutan-1,4-diol (**38**) และ (*2R,3R*)-2-(1,3-benzodioxol-5-yl)methyl-3-(3,4,5-trimethoxyphenyl)methylbutan-1,4-diol (**39**) สาร **36-39** เป็นสารที่พบในธรรมชาติเป็นครั้งแรก พิสูจน์โครงสร้างด้วยวิธีสเปกโทรสโกปี [23]

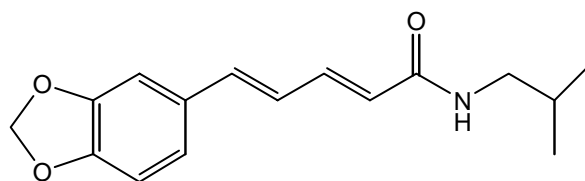
ปี 1985 B.R. Prabhu และ N. B. Mulchandani ได้รายงานการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีจากส่วนสกัด petrol ของผล *P. cubeba* พบสารประกอบ lignan 6 ชนิดคือ (-)-cubebin (**40**) เป็นสารหลัก (-)-hinokinin (**41**), (-)-clusin (**35**), (-)-dihydrocubebin (**42**), (-)-dihydroclusin (**43**) และ (-)-cubebinin (**44**) สาร **43** และ **44** แยกได้จากธรรมชาติเป็นครั้งแรก พิสูจน์โครงสร้างของสารทั้ง

หมดด้วยวิธีสเปกโตรสโกปีและเปรียบเทียบข้อมูลสเปกโตรสโกปีและสมบัติทางกายภาพกับข้อมูลที่เคยมีรายงานไว้และพิสูจน์โครงสร้างด้วยปฏิกิริยาเคมี [24]

ปี 1987 คณะของ L. P. Badheka ได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีจากผลของ *P. cubeba* เพิ่มเติมพบ lignan ซึ่งเป็นสารชนิดใหม่ที่พบในธรรมชาติอีก 4 ชนิดคือ α -*O*-ethyl cubebin (45), β -*O*-ethyl cubebin (46), 5''-methoxyhinokinin (47) และ hemiariensin (48) พิสูจน์โครงสร้างของสารทั้งหมดด้วยวิธีสเปกโตรสโกปีและเปรียบเทียบข้อมูลสเปกโตรสโกปีที่เคยมีรายงานไว้ก่อนหน้านี้ [25]

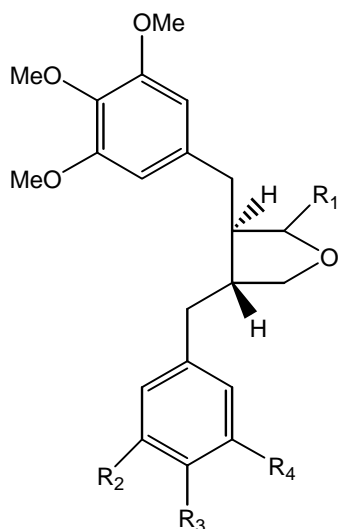


33 (piperlongumine)



34 (piperlonguminine)

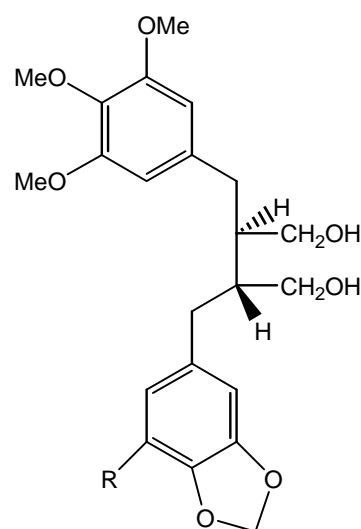
มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์



35 $R_1 = OH, R_2 = H, R_3 + R_4 = OCH_2O$
[(-)-clusin]

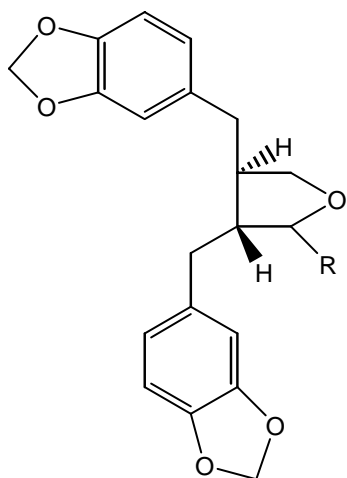
36 $R_1 = OEt, R_2 = H, R_3 + R_4 = OCH_2O$

37 $R_1 = O, R_2 = R_3 = R_4 = OMe$

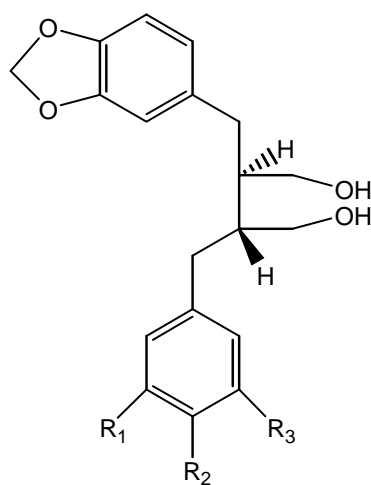


38 $R = OMe$

39 $R = H$

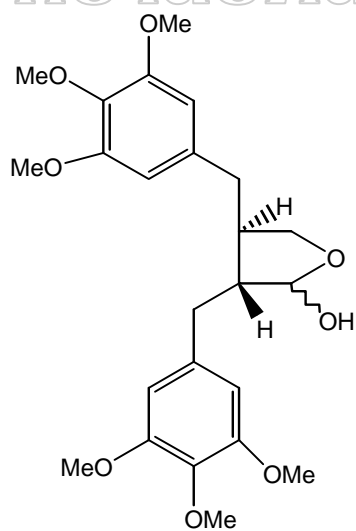


- 40 R = OH [(-)-cubebin]
 41 R = O [(-)-hinokinin]

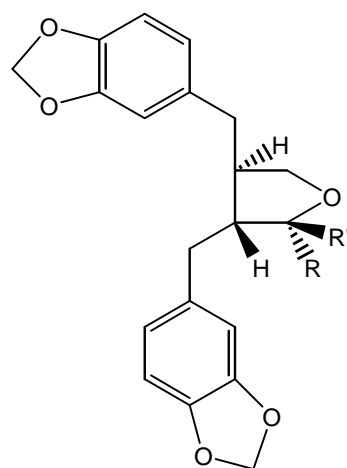


- 42 $R_1 + R_2 = \text{OCH}_2\text{O}$, $R_3 = \text{H}$
 [(-)-dihydrocubebin]
 43 $R_1 = R_2 = R_3 = \text{OMe}$
 [(-)-dihydroclusin]

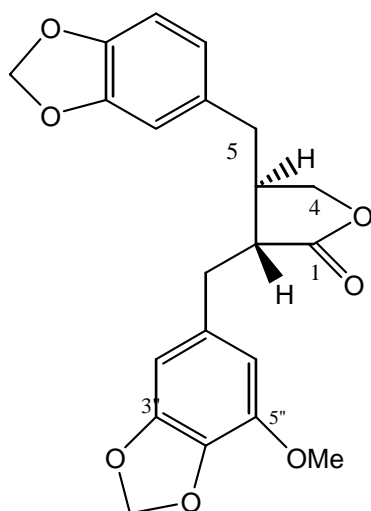
มหาวิทยาลัยศิลปากร ส่วนลิขสิทธิ์



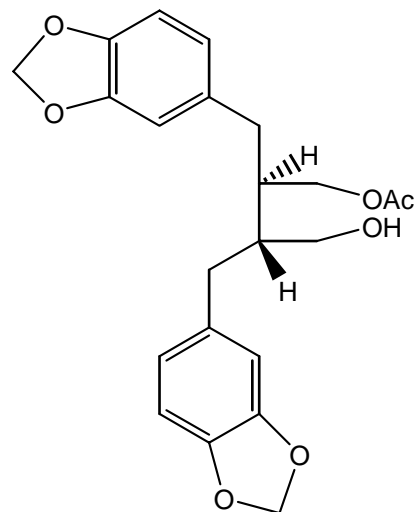
44 [(-)-cubebinin]



- 45 R = OC_2H_5 , $R' = \text{H}$
 (α -O-ethyl cubebin)
 46 R = H, $R' = \text{OC}_2\text{H}_5$
 (β -O-ethyl cubebin)

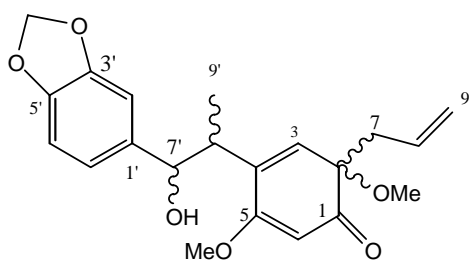


47 (5''-methoxyhinokinin)

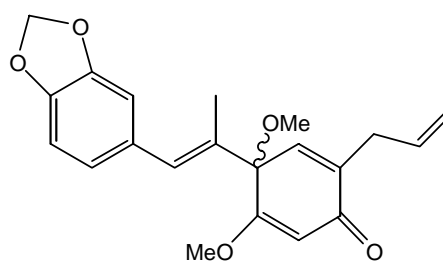


48 (hemiariensin)

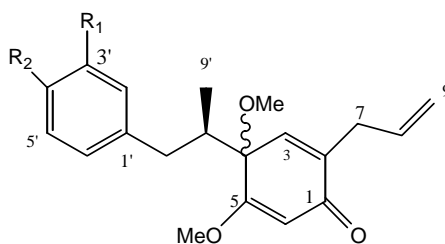
ปี 1996 คณะของ S.K. Singh ได้รายงานการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีจากส่วนสกัด MeOH ของลำต้น *P. argyrophyllum* พบสารประกอบทั้งหมด 23 ชนิดดังนี้ 4-(2-piperonyl-2-hydroxy-1-methylethyl)-2,5-dimethoxy-2-(2-propenyl)-3,5-cyclohexadien-1-one (49) ซึ่งเป็น neolignan ชนิดใหม่ที่พบในธรรมชาติ สาร neolignan ที่ known 9 ชนิดคือ futoquinol (50), isodihydrofutoquinol B (51), 6-(2-piperonyl-1-methylethyl)-3,4-dimethoxy-6-(2-propenyl)-2,4-cyclohexadien-1-one (52), lancifolin C (53), lancifolin D (54), (2*R*,3*R*,3*aS*)-2-piperonyl-3,3a-dihydro-5-methoxy-3-methyl-3a-(2-propenyl)-6(2H)-benzofuranone (55), (2*R*,3*R*,5*S*)-2-piperonyl-3,5-dihydro-5-methoxy-3-methyl-5-(2-propenyl)-6(2H)-benzofuranone (56), kadsurin A (57), kadsurin B (58) และพบสาร alkaloid ที่ known 13 ชนิดคือ *N*-formylnormuciferin (59), formauregine (60), 1-cinnamoylpyrrolidine (61), 10-amino-4-hydroxy-3-methoxyphenanthrene-1-carboxylic acid lactam (62), 10-amino-2-hydroxy-3,4-dimethoxyphenanthrene-1-carboxylic acid lactam (63), 10-amino-4-hydroxy-2,3-dimethoxyphenanthrene-1-carboxylic acid lactam (64), 10-amino-2,3,4-trimethoxyphenanthrene-1-carboxylic acid lactam (65), 10-amino-3,4-dimethoxyphenanthrene-1-carboxylic acid lactam (66), cepharadione A (67), cepharadione B (68), (*E*)-*N*-feruloyltyramine (69), (*Z*)-*N*-feruloyltyramine (70) และ *N*-*p*-coumaroyltyramine (71) พิสูจน์โครงสร้างของสารด้วยวิธีสเปกโตรสโกปี สำหรับสาร known จะเปรียบเทียบข้อมูลสเปกโตรสโกปีที่เคยมีรายงานไว้ก่อนหน้านี้ [26]



49



50 (futoquinol)

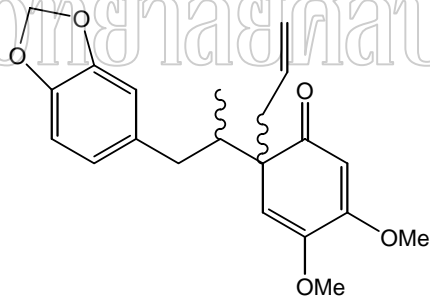


51 $R_1 + R_2 = \text{OCH}_2\text{O}$, 4*S* (isodihydrofutoquinol B)

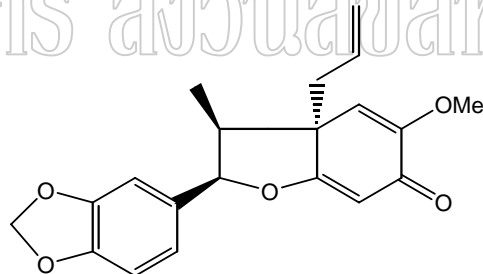
53 $R_1, R_2 = \text{OCH}_3$, 4*S* (lancifolin C)

54 $R_1, R_2 = \text{OCH}_3$, 4*R* (lancifolin D)

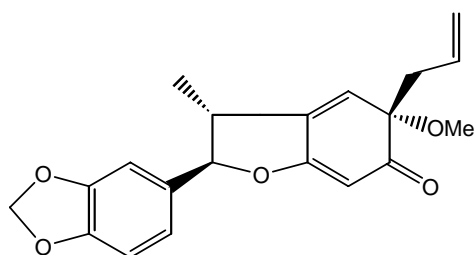
มหาวิทยาลัยศิลปากร ส่วนวิจัยสัตว์



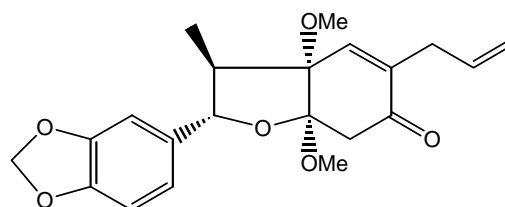
52



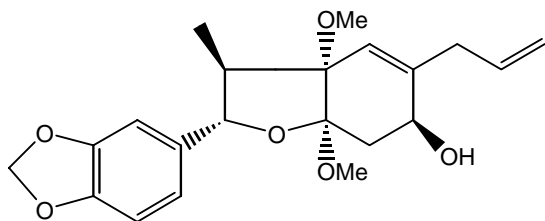
55



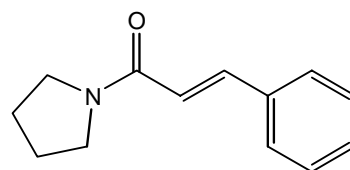
56



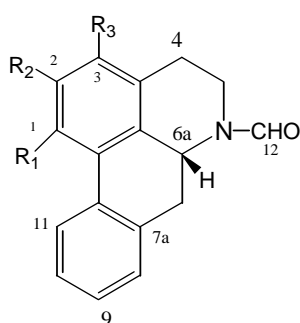
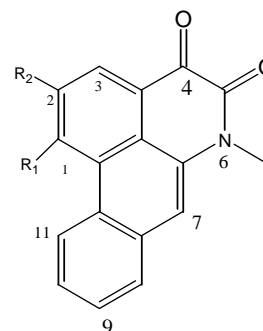
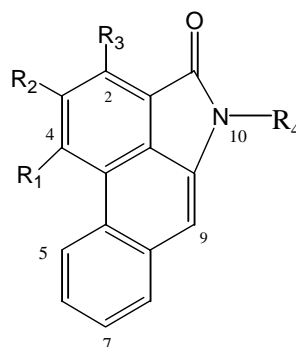
57 (kadsurin A)



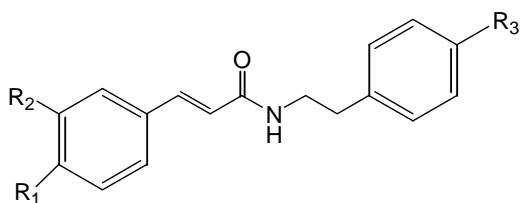
58 (kadsurin B)



61 (1-cinnamoylpyrrolidine)

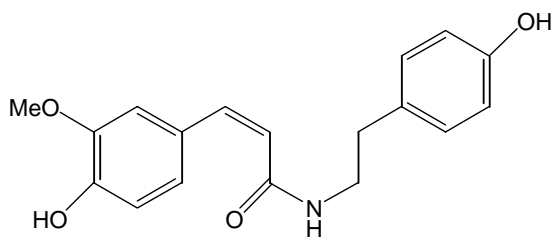
59 $R_1 = R_2 = \text{OCH}_3$, $R_3 = \text{H}$
(*N*-formylnormuciferin)67 $R_1 + R_2 = \text{OCH}_2\text{O}$
(cepharadione A)60 $R_1 = R_2 = R_3 = \text{OCH}_3$
(formauregine)68 $R_1 = R_2 = \text{OCH}_3$
(cepharadione B)

- 62 $R_1 = \text{OH}$, $R_2 = \text{OCH}_3$, $R_3 = R_4 = \text{H}$
 63 $R_1 = R_2 = \text{OCH}_3$, $R_3 = \text{OH}$, $R_4 = \text{H}$
 64 $R_1 = \text{OH}$, $R_2 = R_3 = \text{OCH}_3$, $R_4 = \text{H}$
 65 $R_1 = R_2 = R_3 = \text{OCH}_3$, $R_4 = \text{H}$
 66 $R_1 = R_2 = \text{OCH}_3$, $R_3 = R_4 = \text{H}$



69 $R_1 = R_3 = \text{OH}$, $R_2 = \text{OCH}_3$
[(*E*)-*N*-feruloyltyramine]

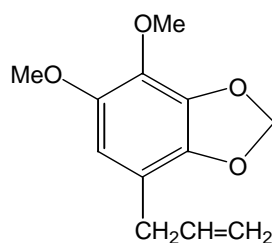
71 $R_1 = R_3 = \text{OH}$, $R_2 = \text{H}$
(*N-p*-coumaroyltyramine)



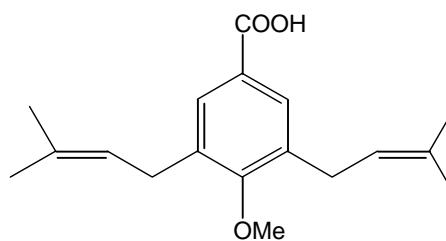
70 [(*Z*)-*N*-feruloyltyramine]

ปี 1986 B. Burke และ M. Nair ได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผล *P. aduncum* และ *P. hispidum* จากส่วนสกัด petrol พบสารประกอบ 3 ชนิดคือ 1-allyl-2,3-(methylenedioxy)-4,5-dimethoxybenzene (**72**), 4-methoxy-3,5-bis(3'-methyl-2'-butenyl)-benzoic acid (**73**), 2,6-dihydroxy-4-methoxydihydrochalcone (**74**) ในส่วนสกัด MeOH พบสารประกอบอีกชนิดหนึ่งคือ 5-hydroxy-7-methoxyflavanone (**75**) พิสูจน์โครงสร้างของสารทั้งหมดด้วยเทคนิคสเปกโตรสโกปี [27]

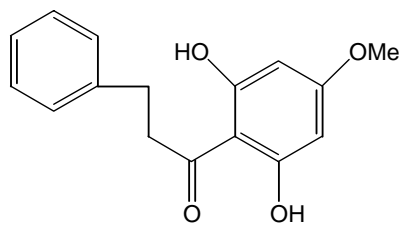
ในปี 2000 M. J. Kato และคณะได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของส่วนสกัด ethylacetate (EtOAc) จากใบและเปลือกลำต้นของ *P. solmsianum* พบ phenylpropanoid 5 ชนิดคือ apiol (**76**), dillapiol (**77**), myristicin (**78**), elemicin (**79**) และ isoelemicin (**80**) และพบ lignan 2 ชนิดคือ (-)-grandisin (**81**) และ (+)-veraguensin (**82**) พิสูจน์โครงสร้างของสารทั้งหมดโดยวิธีสเปกโตรสโกปี และการเปรียบเทียบข้อมูลสเปกโตรสโกปีของสารดังกล่าวที่เคยมีรายงานไว้ก่อนหน้านี้ [28]



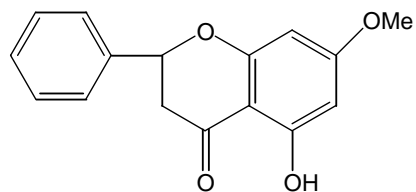
72



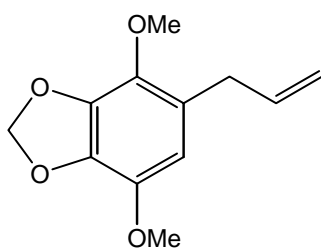
73



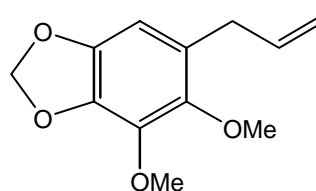
74



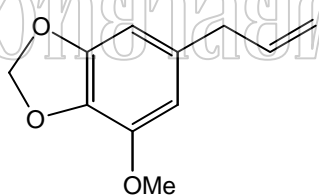
75



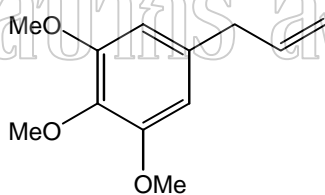
76 (apiol)



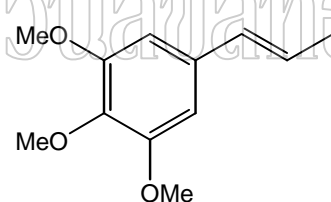
77 (dillapiol)



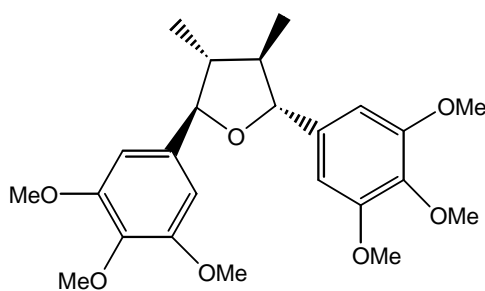
78 (myristicin)



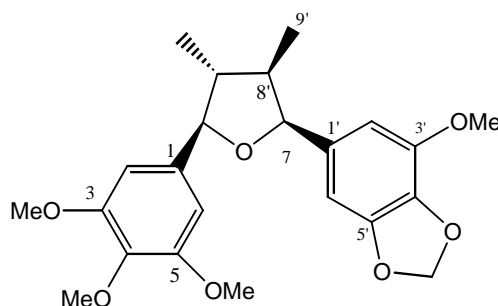
79 (elemicin)



80 (isoelemicin)

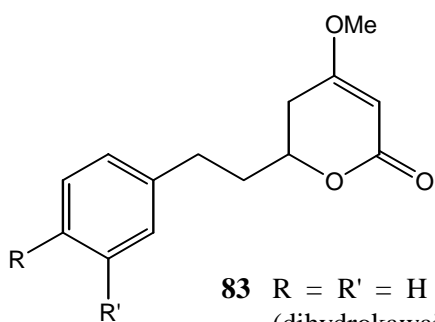


81 [(-)-grandisin]

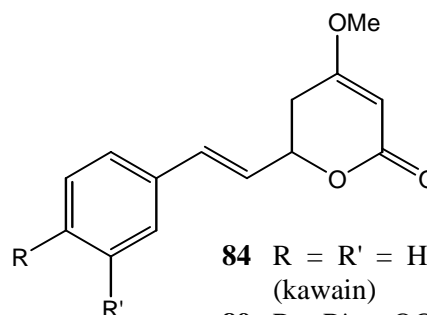


82 [(+)-veraguensin]

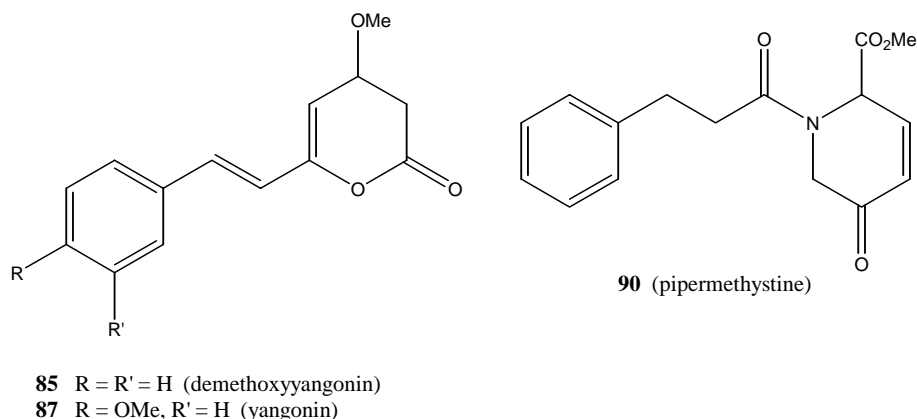
ปี 1983 R. M. Smith ได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีจากส่วนสกัด EtOAc จาก *P. methysticum* ที่แตกต่างกัน 2 สายพันธุ์คือ black *P. methysticum* และ white *P. methysticum* โดยศึกษาเปรียบเทียบกันในส่วนราก ใบ และเปลือกลำต้นพบว่า *P. methysticum* ทั้ง 2 สายพันธุ์มีองค์ประกอบทางเคมีเป็น kawalactones (δ -lactones) 7 ชนิด (83-89) เหมือนกันคือ dihydrokawain (83), kawain (84), desmethoxyyangonin (85), tetrahydroyangonin (86), yangonin (87), dihydromethysticin (88), methysticin (89) แต่ปริมาณสารจะแตกต่างกันโดยในรากจะมี kawain (84) และ desmethoxyyangonin (85) เป็นสารหลักในขณะที่ลำต้นและใบมี dihydrokawain (83) และ dihydromethysticin (88) เป็นสารหลัก นอกจากนี้เขายังพบสาร alkaloid ชนิดใหม่คือ pipermethystine (90) จากใบอีกด้วย พิสูจน์โครงสร้างของสารทั้งหมดด้วยวิธีสเปกโตรสโกปีและเปรียบเทียบข้อมูลสเปกโตรสโกปีที่เคยมีรายงานไว้ก่อนหน้านี้ [29]



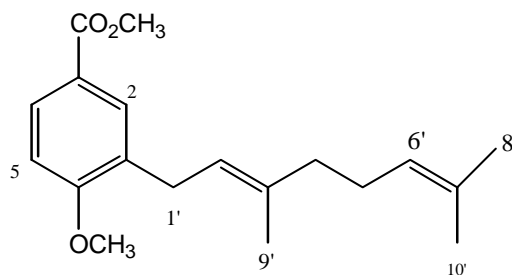
- 83 R = R' = H
(dihydrokawain)
86 R = OMe, R' = H
(tetrahydroyangonin)
88 R + R' = OCH₂O
(dihydromethysticin)



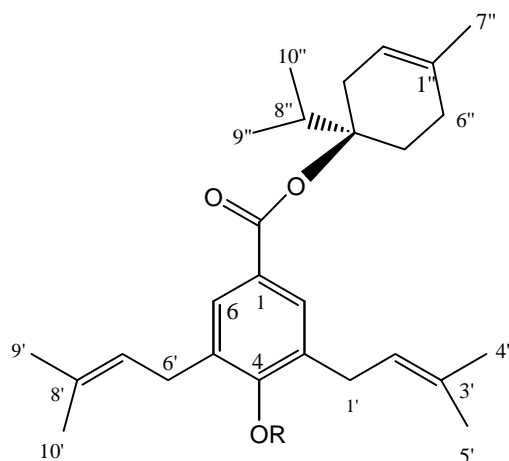
- 84 R = R' = H
(kawain)
89 R + R' = OCH₂O
(methysticin)



ปี 1993 คณะของ J. Orjala ได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของใบแห้ง *P. aduncum* โดยสกัดด้วยปิโตรเลียมอีเธอร์พบสารอนุพันธ์ prenylated benzoic acid ชนิดใหม่ 5 ชนิดคือ methyl 3-(3,7-dimethyl-2,6-octadienyl)-4-methoxybenzoate (**91**), 1-(1-methylethyl)-4-methyl-3-cyclohexenyl-3,5-bis(3-methyl-2-butenyl)-4-hydroxybenzoate (**92**), 1-(1-methylethyl)-4-methyl-3-cyclohexenyl-3,5-bis(3-methyl-2-butenyl)-4-methoxybenzoate (**93**), methyl 3,5-bis(3-methyl-2-butenyl)-4-methoxybenzoate (**94**) และ 4-hydroxy-3-(3-methyl-2-butenyl)-5-(3-methyl-2-butenyl)-benzoic acid (**95**) พบสารอนุพันธ์ prenylated benzoic acid ที่ known 4 ชนิดคือ 3,5-bis(3-methyl-2-butenyl)-4-methoxybenzoic acid (**96**), 4-hydroxy-3,5-bis(3-methyl-2-butenyl)-benzoic acid (**97**), methyl 4-hydroxy-3,5-bis(3-methyl-2-butenyl)-benzoate (**98**) และ methyl 4-hydroxy-3-(3-methyl-2-butenyl)-benzoate (**99**) และพบ dillapiol (**77**) สาร **92, 95-97** และ **99** พบว่ามีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียกับเชื้อ *Bacillus subtilis*, *Micrococcus luteus* และ *E. coli* พิสูจน์โครงสร้างของสารทั้งหมดด้วยเทคนิคสเปกโตรสโกปี [30]

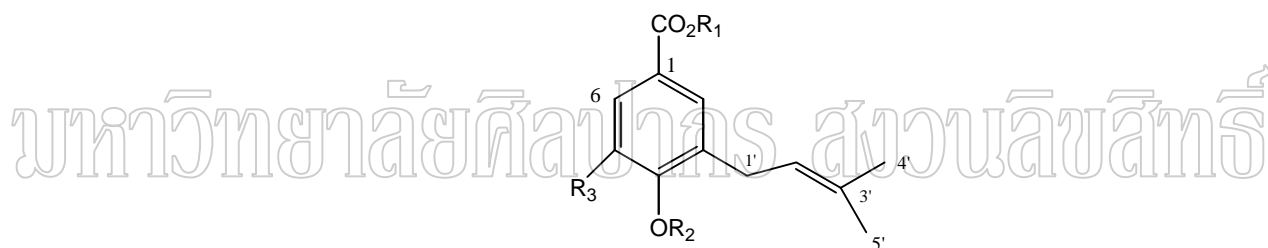


91



92 R = H

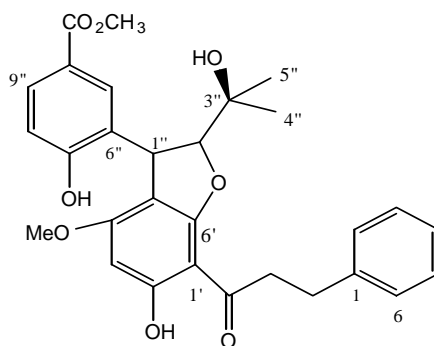
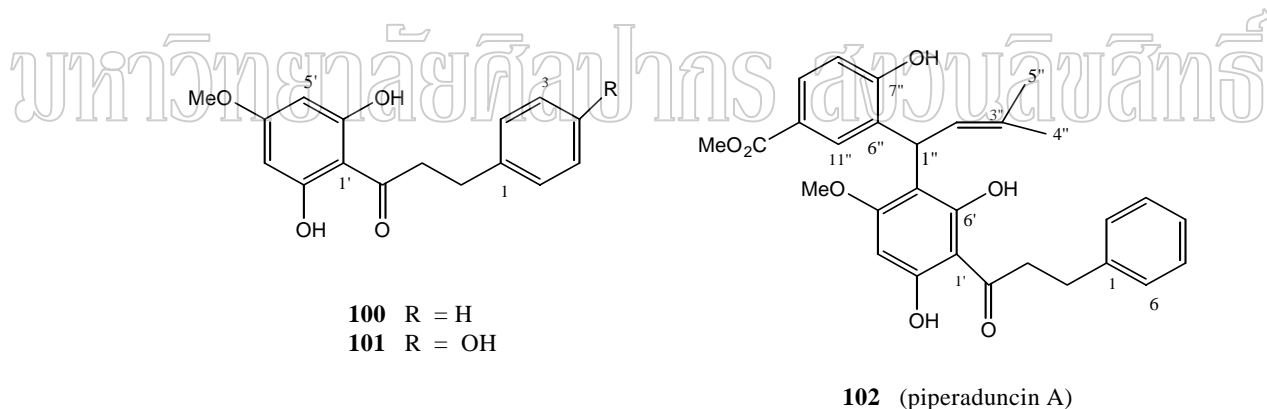
93 R = CH₃

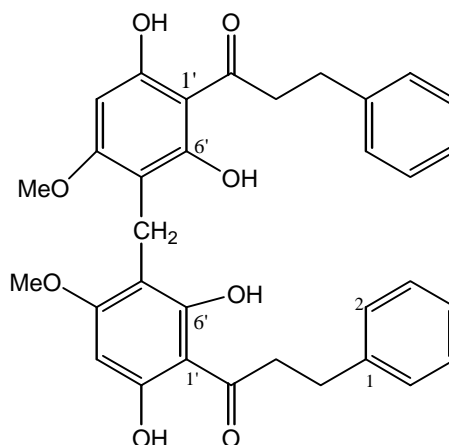


	R ₁	R ₂	R ₃
94	CH ₃	CH ₃	(CH ₃) ₂ C=CH-CH ₂ -
95	H	H	(CH ₃) ₂ C=CH-C=O-
96	H	CH ₃	(CH ₃) ₂ C=CH-CH ₂ -
97	H	H	(CH ₃) ₂ C=CH-CH ₂ -
98	CH ₃	H	(CH ₃) ₂ C=CH-CH ₂ -
99	CH ₃	H	H

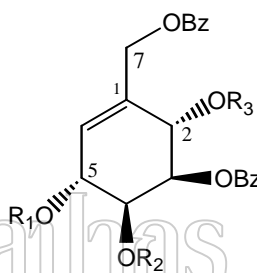
ต่อมาในปี 1994 ผู้วิจัยคณะเดิมได้รายงานการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีจากส่วนสกัด dichloromethane ของใบแห้งจาก *P. aduncum* พบสารประกอบ dihydrochalcone 5 ชนิดคือ 2',6'-didihydroxy-4'-methoxydihydrochalcone (**100**), 2',6',4-trihydroxy-4'-methoxydihydrochalcone (asebogenin) (**101**), piperaduncin A-C (**102-104**) โดยสารที่ **102-104** เป็นสารชนิดใหม่ที่พบในธรรมชาติ พิสูจน์โครงสร้างของสารทั้งหมดด้วยเทคนิคสเปกโตรสโกปี [31]

ปี 1991 S.C. Taneja และคณะได้รายงานการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีจากส่วนสกัด petrol ของผลของ *P. cubeb* พบสาร oxygenated cyclohexane ชนิดใหม่ 2 ชนิดคือ (+)-piperenol A (**105**) และ (+)-piperenol B (**106**) รวมทั้งพบสาร oxygenated cyclohexane ที่ known อีก 2 ชนิดคือ (+)-crotepoxide (**107**) และ (+)-zeylenol (**108**) นอกจากนี้เขายังได้ศึกษาส่วนสกัด petrol จาก *P. clarkii* ด้วยซึ่งพบสาร oxygenated cyclohexane ใหม่อีก 1 ชนิดคือ acetyl piperenol A (**109**) สาร oxygenated cyclohexane พบได้น้อยมากในธรรมชาติและยังมีรายงานว่าสารประเภทนี้มีฤทธิ์ต้านเนื้องอก (antitumor), ต้านมะเร็งเม็ดเลือดขาว (antileukaemic) และเป็นยาปฏิชีวนะ (antibiotic) พิสูจน์โครงสร้างของสารทั้งหมดด้วยเทคนิคสเปกโตรสโกปีและปฏิกิริยาเคมี [32-33]



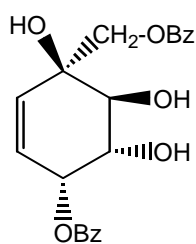


104 (piperaduncin C)

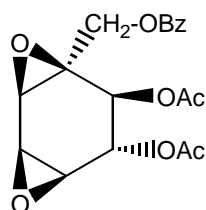


105 $R_1 = R_2 = R_3 = H$ [(+)-piperenol A]

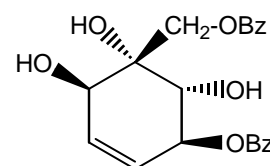
109 $R_1 = Ac, R_2 = R_3 = H$ (acetyl piperenol A)



106 [(+)-piperenol B]



107 [(+)-crotepoxide]



108 [(+)-zeylenol]

ในตำรับยาไทยใช้รากชำพูลู (*P. sarmentosum*) เป็นยาขับลม บำรุงธาตุและเป็นตัวยาหลักของยาธาตุของไทย การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของ *P. sarmentosum* ที่ผ่านมาได้ศึกษาในส่วนผลและใบซึ่งได้พบสาร alkaloids / amides หลายชนิดแต่ยังไม่มีรายงานการศึกษาในรากจึงเป็นที่น่าสนใจจะศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของรากชำพูลู

บทที่ 2

การทดลอง

การวิจัยทำที่ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร พระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม วัดอัลตราไวโอเล็ตสเปกตรัม (Ultraviolet spectra) ด้วยเครื่อง HP-8453 UV-Vis spectrophotometer วัดอินฟราเรดสเปกตรัม (Infrared spectra) ด้วยเครื่อง Perkin Elmer spectrum GX FT-IR system วัด NMR สเปกตรัมด้วยเครื่อง Bruker Avance 300 spectrometer (300 MHz สำหรับ ^1H NMR และ 75 MHz สำหรับ ^{13}C NMR) ใช้ CDCl_3 เป็นตัวทำละลาย chemical shift เป็นค่า δ (ppm) โดยมี tetramethylsilane เป็น internal standard ใช้ silica gel 60 (Merck, 70-230 และ 230-400 mesh) หรือ Lichroprep RP-18 (Merck, 40-63 μm) เป็น adsorbent ใน column chromatography การทำ TLC ใช้ precoated silica gel 60 F₂₅₄ (Merck, layer thickness 0.25 mm) หรือ precoated RP-18 F_{254s} (Merck) ตรวจสอบ spot ด้วยแสง UV หรือพ่นโดย 1% CeSO_4 ใน 10% aq H_2SO_4 และอบด้วยความร้อน การทำ preparative layer chromatography (PLC) ใช้ precoated silica gel 60 F₂₅₄ (Merck, layer thickness 0.25, 0.5, และ 1.0 mm) วัด specific rotation $[\alpha]_D$ ใช้ MeOH หรือ CHCl_3 เป็นตัวทำละลายด้วยเครื่อง Polarimeter Jasco P-1010

การสกัดและการแยกส่วนสกัดของรากข้าพลุ (*Piper sarmentosum*)

นำรากข้าพลุสดที่บดละเอียด (481.0 g) มาสกัดด้วย EtOH ที่อุณหภูมิห้อง กรองและระเหยตัวทำละลายภายใต้ความดันต่ำได้สารสกัด EtOH เป็นน้ำมันชั้นสีน้ำตาลเข้ม (19.4 g)

นำส่วนสกัด EtOH ของรากข้าพลุ (19.4 g) มาผสมกับน้ำ 200 mL และสกัดด้วย EtOAc ครั้งละ 300 mL 3 ครั้ง แยกชั้น EtOAc รวมเก็บไว้ นำชั้นน้ำมาสกัดต่อด้วย *n*-BuOH ครั้งละ 200 mL 3 ครั้ง แยกชั้นน้ำและชั้น *n*-BuOH ออกจากกัน ระเหยส่วนสกัดที่ได้ทั้ง 3 ส่วน (ชั้น EtOAc, ชั้น *n*-BuOH และชั้นน้ำ) ภายใต้ความดันต่ำได้ส่วนสกัดทั้ง 3 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงน้ำหนักและลักษณะสารที่ได้จากการสกัดแยกส่วนสกัด EtOH ของรากข้าพลุ

ส่วนสกัด	น้ำหนัก (g)	ลักษณะสาร
EtOAc	6.3	น้ำมันชั้นสีน้ำตาล
<i>n</i> -BuOH	1.8	น้ำมันชั้นสีน้ำตาล
น้ำ	10.5	น้ำมันชั้นสีน้ำตาล

การแยกองค์ประกอบทางเคมีของส่วนสกัด EtOAc ของรากข้าวพุด

นำส่วนสกัด EtOAc (6.3 g) มาแยกด้วย quick column chromatography โดยใช้ column ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 10.0 cm บรรจุ column ด้วย silica gel (Merck, 230-400 mesh) สูง 5.0 cm ละลายด้วยตัวทำละลาย hexane : EtOAc; EtOAc และ EtOAc : MeOH ในอัตราส่วนต่างๆ (แสดงในตารางที่ 2) และใช้ตัวทำละลายครั้งละ 200 mL ระเหยตัวทำละลายของแต่ละ fraction ออกภายใต้ความดันต่ำได้สารทั้งหมด 14 fraction ดังตารางที่ 2 ตารางที่ 2 แสดงน้ำหนักและลักษณะของสารแต่ละ fraction จากส่วนสกัด EtOAc

Fraction No.	ตัวทำละลาย	น้ำหนัก (mg)	ลักษณะสาร
1	2 % EtOAc in hexane	3.2	ของเหลวไม่มีสี
*2	4 % EtOAc in hexane	55.8	ของแข็งไม่มีสี
*3	8 % EtOAc in hexane	66.4	ของเหลวสีส้ม
*4	10 % EtOAc in hexane	1180.0	ของเหลวสีส้ม
5	15 % EtOAc in hexane	158.0	ของเหลวสีแดง
6	20 % EtOAc in hexane	107.0	ของเหลวสีเหลือง
*7	25 % EtOAc in hexane	190.0	ของเหลวสีเหลือง
*8	30 % EtOAc in hexane	356.3	ของเหลวสีเหลืองเข้ม
*9	40 % EtOAc in hexane	616.8	ของเหลวหนืดสีเขียวเข้ม
*10	50 % EtOAc in hexane	314.5	ของเหลวหนืดสีน้ำตาลเข้ม
*11	75 % EtOAc in hexane	119.1	ของเหลวหนืดสีน้ำตาลเข้ม
*12	EtOAc	100.8	ของเหลวหนืดสีน้ำตาลเข้ม
*13	50 % MeOH in EtOAc	415.8	โพลีเมื่อน้ำตาลเข้ม
*14	MeOH	476.0	ของเหลวหนืดสีน้ำตาลเข้ม

* fraction ที่นำมาศึกษาต่อ

จากการทำ TLC [silica gel ; hexane] พบว่าสาร fraction 2 เป็นสารบริสุทธิ์ให้ชื่อว่า **PS-1**

นำสาร fraction 3 (66.4 g) มาแยกด้วย preparative layer chromatography โดยใช้ silica gel 60 F₂₅₄ (Merck, 1 mm) และใช้ hexane : benzene (10 : 1, 1 run) เป็น mobile phase ตรวจสอบ chromatogram ด้วยแสง UV ได้สาร **PS-1** (32.4 mg) เป็นของแข็งสีเหลืองอ่อน และสารผสม (22.7

mg) เป็นน้ำมันไม่มีสีจึงนำสารดังกล่าวมาแยกให้บริสุทธิ์ด้วย preparative layer chromatography โดยใช้ silica gel 60 F₂₅₄ (Merck, 0.5 mm) และใช้ hexane : benzene (1 : 1, 1 run) เป็น mobile phase ตรวจสอบ chromatogram ด้วยแสง UV ได้สารบริสุทธิ์คือ **PS-2** เป็นน้ำมันไม่มีสี (12.1 mg) และ **PS-3** เป็นของแข็งสีเหลืองอ่อน (8.2 mg)

นำสาร fraction 4 (1.18 g) มาแยกด้วย column chromatography โดยใช้ silica gel (Merck, 70-230 mesh, 80 g) ๒ column ด้วย hexane : EtOAc (100 : 1 และ 100 : 2 ตามลำดับ) รวม fraction ที่มี TLC เหมือนกันและระเหยตัวทำละลายออกภายใต้ความดันต่ำ ได้สาร **PS-1** เป็นของแข็งไม่มีสี (12.1 mg) , สารผสมของ PS-2 และ PS-3 เป็นของแข็งสีเหลืองอ่อน (965.1 mg) และได้สาร PS-3 ซึ่งไม่บริสุทธิ์เป็นน้ำมันสีเหลือง (142.7 mg) นำสารผสมของ PS-2 และ PS-3 (40.5 mg) มาแยกให้บริสุทธิ์ด้วย preparative layer chromatography โดยใช้ silica gel 60 F₂₅₄ (Merck, 0.5 mm) และใช้ hexane : benzene (3 : 2, 3 run) เป็น mobile phase ตรวจสอบ chromatogram ด้วยแสง UV ได้สาร **PS-2** เป็นน้ำมันไม่มีสี (9.1 mg) และสาร **PS-3** เป็นของแข็งสีเหลืองอ่อน (8.2 mg)

นำสาร fraction 7 (190.0 mg) มาแยกด้วย column chromatography โดยใช้ silica gel (Merck, 70-230 mesh, 20 g) ๒ column ด้วย hexane : EtOAc (15 : 1, 13 : 1, 10 : 1 และ 5 : 1 ตามลำดับ) รวม fraction ที่มี TLC เหมือนกันและระเหยตัวทำละลายออกภายใต้ความดันต่ำได้สารค่อนข้างบริสุทธิ์ (46.8 mg) เป็นผลึกรูปเข็มสีเหลือง นำสารดังกล่าวมาแยกให้บริสุทธิ์ด้วย column chromatography โดยใช้ silica gel (Merck, 70-230 mesh, 5 g) ๒ column ด้วย benzene : EtOAc (10 : 1) รวม fraction ที่มี TLC เหมือนกันและระเหยตัวทำละลายออกภายใต้ความดันต่ำได้สาร **PS-4** เป็นผลึกรูปเข็มไม่มีสี (10.5 mg)

นำสาร fraction 8 (356.3 mg) มาแยกด้วย column chromatography โดยใช้ silica gel (Merck, 70-230 mesh, 35 g) ๒ column ด้วย benzene : EtOAc (20 : 1, 15 : 1, 10 : 1, 8 : 1, 6 : 1, 5 : 1 และ 3 : 1 ตามลำดับ) รวม fraction ที่มี TLC เหมือนกันและระเหยตัวทำละลายออกภายใต้ความดันต่ำได้สาร 4 fraction ดังตารางที่ 3 ตารางที่ 3 แสดงน้ำหนักและลักษณะสารที่แยกได้จาก fraction 8

Fraction No.	น้ำหนัก (mg)	ลักษณะสาร
8-1	53.0	ผลึกรูปเข็มสีเหลืองอ่อน
*8-2	155.6	ของเหลวหนืดสีส้ม
8-3	72.4	ของเหลวหนืดสีเขียวเข้ม
8-4	26.2	ของเหลวหนืดสีเขียวเข้ม

นำสาร fraction 8-2 (155.6 mg) มาแยกด้วย column chromatography โดยใช้ silica gel (Merck, 70-230 mesh, 12 g) ๒ column ด้วย benzene : EtOAc (50 : 1 และ 40 : 1 ตามลำดับ) รวม fraction ที่มี TLC เหมือนกันและระเหยตัวทำละลายออกภายใต้ความดันต่ำได้สาร **PS-4** เป็นของแข็งไม่มีสี (6.0 mg)

นำสาร fraction 9 (616.8 mg) มาแยกด้วย column chromatography โดยใช้ silica gel (Merck, 70-230 mesh, 50 g) ๒ column ด้วย hexane : EtOAc (10 : 1, 8 : 1, 7 : 1, 5 : 1 และ 3 : 1 ตามลำดับ) รวม fraction ที่มี TLC เหมือนกันและระเหยตัวทำละลายออกภายใต้ความดันต่ำได้สาร 4 fraction ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงน้ำหนักและลักษณะสารที่แยกได้จาก fraction 9

Fraction No.	น้ำหนัก (mg)	ลักษณะสาร
9-1	68.2	น้ำมันสีเขียวเข้ม
9-2	342.6	ของแข็งสีเขียวอ่อน
*9-3	20.3	ของแข็งสีขาว
*9-4	45.1	ของเหลวหนืดสีเขียวเข้ม

จากการทำ TLC [silica gel; benzene : EtOAc (2 : 1)] เปรียบเทียบสารทั้ง 4 fraction พบว่าสารจาก fraction 9-3 และ 9-4 เป็นสารค่อนข้างบริสุทธิ์เห็น spot เดียวเมื่อตรวจ chromatogram ด้วยแสง UV มีค่า R_f เท่ากัน (0.6) จึงนำสารจาก fraction 9-3 และ 9-4 รวมกันได้ 65.4 mg แล้วนำมาแยกให้บริสุทธิ์ด้วย preparative layer chromatography โดยใช้ silica gel 60 F₂₅₄ (Merck, 1 mm) และใช้ benzene : EtOAc (5 : 1, 2 run) เป็น mobile phase ตรวจสอบ chromatogram ด้วยแสง UV ได้สารบริสุทธิ์เป็นผลึกรูปเข็มไม่มีสี (33.3 mg) ให้ชื่อว่า **PS-5**

นำสาร fraction 10 (314.5 mg) มาแยกด้วย column chromatography โดยใช้ silica gel (Merck, 70-230 mesh, 30 g) ๒ column ด้วย benzene : EtOAc (8 : 1, 5 : 1, 3 : 1, 1 : 1 และ 1 : 2 ตามลำดับ) รวม fraction ที่มี TLC เหมือนกันและระเหยตัวทำละลายออกภายใต้ความดันต่ำได้สาร 5 fraction ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงน้ำหนักและลักษณะสารที่แยกได้จาก fraction 10

Fraction No.	น้ำหนัก (mg)	ลักษณะสาร
*10-1	96.4	ของเหลวหนืดสีเขียวเข้ม
10-2	36.6	ของเหลวหนืดสีเขียวเข้ม
10-3	31.5	ของเหลวหนืดสีเขียวอ่อน
*10-4	25.2	ของเหลวหนืดสีน้ำตาล
10-5	17.4	ของเหลวหนืดสีน้ำตาล

นำสารที่ได้ทั้ง 5 fraction มาทำ TLC [silica gel; benzene : EtOAc (3 : 1)] พบว่า TLC ของ fraction 10-4 เป็นสารบริสุทธิ์มีค่า R_f เท่ากับ **PS-5**

นำสาร fraction 10-1 (96.4 mg) มาแยกด้วย column chromatography โดยใช้ Lichroprep RP-18 (Merck, 40-63 μm) เป็น adsorbent ละ column ด้วย $\text{CH}_3\text{CN} : \text{H}_2\text{O}$ (10 : 1) รวม fraction ที่มี TLC เหมือนกันและระเหยตัวทำละลายออกภายใต้ความดันต่ำได้สาร 4 fraction ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงน้ำหนักและลักษณะสารที่แยกได้จาก fraction 10-1

Fraction No.	น้ำหนัก (mg)	ลักษณะสาร
*10-1-1	32.9	น้ำมันใสสีเหลือง
10-1-2	26.7	น้ำมันใสสีเหลือง
*10-1-3	19.2	ของแข็งไม่มีสี
*10-1-4	8.5	ของแข็งไม่มีสี

นำสารทั้ง 4 fraction มาทำ TLC [percoated RP-18 F_{254s} ; $\text{CH}_3\text{CN} : \text{H}_2\text{O}$ (5 : 1)] พบว่า TLC ของ fraction 10-1-3 เป็นสารบริสุทธิ์ให้ชื่อว่า **PS-8** และ TLC ของ fraction 10-1-4 เป็นสารบริสุทธิ์ให้ชื่อว่า **PS-9**

นำสาร fraction 10-1-1 (32.9 mg) มาแยกให้บริสุทธิ์ด้วย preparative layer chromatography โดยใช้ silica gel 60 F_{254} (Merck, 0.5 mm) และใช้ benzene : EtOAc (20 : 1, 2 run) เป็น mobile phase ตรวจ chromatogram ด้วยแสง UV ได้สารบริสุทธิ์ คือ **PS-6** เป็นน้ำมันใสไม่มีสี (17.5 mg) และ **PS-7** เป็นผลึกรูปเข็มไม่มีสี (5.4 mg)

นำสาร fraction 11 (119.1 mg) มาแยกด้วย column chromatography โดยใช้ silica gel (Merck, 70-230 mesh, 10 g) ละ column ด้วย hexane : EtOAc (10 : 1, 8 : 1, 5 : 1, 4 : 1, 3 : 1, 2 : 1

และ 1 : 1 ตามลำดับ) รวม fraction ที่มี TLC เหมือนกันและระเหยตัวทำละลายออกภายใต้ความดันต่ำได้สาร 4 fraction ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงน้ำหนักและลักษณะสารที่แยกได้จาก fraction 11

Fraction No.	น้ำหนัก (mg)	ลักษณะสาร
11-1	3.9	น้ำมันใสสีน้ำตาล
*11-2	33.3	ของเหลวหนืดสีน้ำตาล
*11-3	46.3	ของเหลวหนืดสีน้ำตาล
*11-4	19.8	ของเหลวหนืดสีน้ำตาล

นำสารที่ได้ทั้ง 4 fraction มาทำ TLC [silica gel; hexane : EtOAc (1 : 1)] เปรียบเทียบกันพบว่า TLC ของ fraction 11-2, 11-3 และ 11-4 เป็นสารค่อนข้างบริสุทธิ์มีค่า R_f เท่ากัน (0.4) จึงนำสาร fraction 11-3 (46.3 mg) มาแยกให้บริสุทธิ์ด้วย preparative layer chromatography โดยใช้ silica gel 60 F₂₅₄ (Merck, 0.5 mm) และใช้ benzene : EtOAc (2 : 1, 3 run) เป็น mobile phase ตรวจสอบ chromatogram ด้วยแสง UV ได้สารบริสุทธิ์เป็นน้ำมันใสเหลือง (19.7 mg) ให้ชื่อว่า **PS-10**

นำสาร fraction 12 (100.8 mg) มาแยกด้วย column chromatography โดยใช้ silica gel (Merck, 70-230 mesh, 15 g) ๕๕ column ด้วย hexane : EtOAc (1 : 4) รวม fraction ที่มี TLC เหมือนกันและระเหยตัวทำละลายออกภายใต้ความดันต่ำได้สารค่อนข้างบริสุทธิ์ (18.7 mg) เป็นน้ำมันสีเหลืองนำสารดังกล่าว มาแยกให้บริสุทธิ์ด้วย preparative layer chromatography โดยใช้ silica gel 60 F₂₅₄ (Merck, 0.5 mm) และใช้ benzene : EtOAc (2 : 1, 3 run) เป็น mobile phase ได้สารบริสุทธิ์ เป็นของแข็งสีขาว (8.0 mg) ให้ชื่อว่า **PS-11**

นำสาร fraction 13 (415.8 mg) มาแยกด้วย column chromatography (Merck, 70-230 mesh, 45 g) ๕๕ column ด้วย hexane : EtOAc (2 : 1, 1 : 1, 1 : 2, 1 : 3, และ 1 : 4 ตามลำดับ) รวม fraction ที่มี TLC เหมือนกันและระเหยตัวทำละลายออกภายใต้ความดันต่ำได้สาร 5 fraction ดังตารางที่ 8 ตารางที่ 8 แสดงน้ำหนักและลักษณะสารที่แยกได้จาก fraction 13

Fraction No.	น้ำหนัก (mg)	ลักษณะสาร
*13.1	70.3	ของเหลวหนืดสีน้ำตาล
*13-2	105.1	ของเหลวหนืดสีน้ำตาล
*13-3	131.2	ของเหลวหนืดสีน้ำตาล
13-4	48.1	ของแข็งสีน้ำตาล
13-5	10.0	ของเหลวหนืดสีน้ำตาล

นำสาร fraction 13-1 (70.3 mg) มาแยกด้วย preparative layer chromatography โดยใช้ silica gel 60 F₂₅₄ (Merck, 0.5 mm) โดยใช้ hexane : EtOAc (2 : 3, 3 run) เป็น mobile phase ได้สารค่อนข้างบริสุทธิ์เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองอ่อน (16.6 mg) นำสารดังกล่าวมาแยกให้บริสุทธิ์ด้วย column chromatography โดยใช้ Lichroprep RP-18 (Merck, 40-63 μ m) เป็น adsorbent ชะ column ด้วย MeOH : H₂O (4 : 1) รวม fraction ที่มี TLC เหมือนกันและระเหยตัวทำละลายออกภายใต้ความดันต่ำได้สารบริสุทธิ์เป็นผลึกรูปเข็มสีเหลืองอ่อน (5.3 mg) จากการทำ TLC [silica gel; benzene : EtOAc (1 : 1)] พบว่า TLC ของสารนี้มีค่า R_f เท่ากับ **PS-11**

นำสาร fraction 13-2 (105.1 mg) มาแยกด้วย column chromatography โดยใช้ silica gel (Merck, 70-230 mesh, 10 g) ชะ column ด้วย benzene : EtOAc (3 : 1, 2 : 1 และ 1 : 1 ตามลำดับ) รวม fraction ที่มี TLC เหมือนกันและระเหยตัวทำละลายออกภายใต้ความดันต่ำได้สาร 3 fraction ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงน้ำหนักและลักษณะสารที่แยกได้จาก fraction 13-2

Fraction No.	น้ำหนัก (mg)	ลักษณะสาร
13-2-1	2.2	น้ำมันสีเขียวเข้ม
*13-2-2	51.4	น้ำมันสีเขียวเข้ม
13-2-3	40.3	น้ำมันสีเหลือง

นำสาร fraction 13-3-2 (51.4 mg) มาแยกด้วย preparative layer chromatography โดยใช้ silica gel 60 F₂₅₄ (Merck, 0.5 mm) และใช้ hexane : EtOAc (1 : 4, 2 run) เป็น mobile phase ตรวจสอบ chromatogram ด้วยแสง UV ได้สารค่อนข้างบริสุทธิ์เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองเข้ม (37.2 mg) นำสารดังกล่าวมาแยกด้วย column chromatography โดยใช้ Lichroprep RP-18 (Merck, 40-63 μ m) เป็น adsorbent ชะ column ด้วย MeOH : H₂O (4 : 1) รวม fraction ที่มี TLC เหมือนกันและระเหยตัวทำละลายออกภายใต้ความดันต่ำได้สารบริสุทธิ์ คือ **PS-12** เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองอ่อน (2.2 mg) และ **PS-13** เป็นน้ำมันสีเหลืองอ่อน (5.9 mg)

นำสาร fraction 13-3 (131.2 mg) มาแยกด้วย column chromatography โดยใช้ Lichroprep RP-18 (Merck, 40-63 μ m) เป็น adsorbent ชะ column ด้วย MeOH : H₂O (3 : 1) รวม fraction ที่มี TLC เหมือนกันและระเหยตัวทำละลายออกภายใต้ความดันต่ำได้สารค่อนข้างบริสุทธิ์ให้ชื่อว่า **PS-14** เป็นผลึกรูปเข็มสีเหลืองอ่อน (17.5 mg)

นำสาร fraction 14 (476.0 mg) มาแยกด้วย column chromatography โดยใช้ silica gel (Merck, 70-230 mesh, 50 g) ชะ column ด้วย hexane : EtOAc (1 : 5, 1 : 6, 1 : 8, 1 : 10, 1 : 50 และ

1 : 80), EtOAc และ EtOAc : MeOH (50 : 1) ตามลำดับ รวม fraction ที่มี TLC เหมือนกันและระเหยตัวทำละลายออกภายใต้ความดันต่ำได้สารค่อนข้างบริสุทธิ์ เป็นของแข็งสีเหลืองอ่อน (24.7 mg) นำสารดังกล่าวมาแยกให้บริสุทธิ์ด้วย column chromatography โดยใช้ Lichroprep RP-18 (Merck, 40-63 μm) เป็น adsorbent ละ column ด้วย MeOH : H₂O (4 : 1) รวม fraction ที่มี TLC เหมือนกันและระเหยตัวทำละลายออกภายใต้ความดันต่ำได้สารบริสุทธิ์เป็นของแข็งสีขาว (12.4 mg) ให้ชื่อว่า **PS-15**

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

PS-1

PS-1 เป็นของแข็งไม่มีสี melting point (mp) 34-35 °C ; UV $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ (log ϵ) nm : 209(4.48), 261(4.19), 268 sh (4.19), 305(3.84); IR $\nu_{\max}^{\text{nujol}}$ cm^{-1} : 2922, 1607, 1503, 1490, 1463, 1249, 1041, 961; MS m/z (rel.int. %) : 316 (M^+ , 2), 288(31), 161(38), 131(100), 103(79); $^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3) : แสดงในตารางที่ 10; $^{13}\text{C-NMR}$ (CDCl_3) : แสดงในตารางที่ 10

PS-2

PS-2 เป็นน้ำมันใสไม่มีสี; UV $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ (log ϵ) nm : 210(4.53), 247sh(3.63), 277(3.20); IR ν_{\max}^{neat} cm^{-1} : 3076, 2892, 1632, 1508, 1432, 1317, 1193, 1131, 1090, 1044; MS m/z (rel.int. %) : 192 (M^+ , 100), 161(28), 149(50), 131(46), 119(42), 91(69), 77(50); $^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3) : แสดงในตารางที่ 11; $^{13}\text{C-NMR}$ (CDCl_3) : แสดงในตารางที่ 11

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

PS-3

PS-3 เป็นของแข็งสีเหลืองอ่อน mp 46-48 °C; UV $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ (log ϵ) nm : 206(4.11), 239(4.11); IR $\nu_{\max}^{\text{nujol}}$ cm^{-1} : 3026, 2924, 1719, 1464, 1376, 749; MS m/z (rel.int. %) : 199 (M^+ , 16), 105(16), 91(31), 77(11), 67(100) ; $^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3) : แสดงในตารางที่ 12; $^{13}\text{C-NMR}$ (CDCl_3) : แสดงในตารางที่ 14

PS-4

PS-4 เป็นผลึกรูปเข็มไม่มีสี mp 117-119 °C ; $[\alpha]_D^{25} +82.6^\circ$ (C, 0.01, CHCl_3); UV $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ (log ϵ) nm : 204(4.86), 235(3.94), 287(3.87); IR $\nu_{\max}^{\text{nujol}}$ cm^{-1} : 2930, 2866, 1650, 1490, 1439, 1376, 1255, 1030, 930; MS m/z (rel.int. %) : 354 (M^+ , 17), 203(9), 161(17), 149(100), 121(19), 103(13); $^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3) : แสดงในตารางที่ 15; $^{13}\text{C-NMR}$ (CDCl_3) : แสดงในตารางที่ 16

PS-5

PS-5 เป็นผลึกรูปเข็มไม่มีสี mp 80-84 °C; UV $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ (log ϵ) nm : 209(3.95), 262 sh(3.51); IR $\nu_{\max}^{\text{nujol}}$ cm^{-1} : 3297, 2924, 1655, 1629, 1511, 1464, 1376, 995; MS m/z (rel.int. %) : 223 (M^+ , 18), 208(9), 180(4), 151(72), 113(22), 96(92), 91(100) ; $^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3) : แสดงในตารางที่ 17; $^{13}\text{C-NMR}$ (CDCl_3) : แสดงในตารางที่ 18

PS-6

PS-6 เป็นน้ำมันใสไม่มีสี UV $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ (log ϵ) nm : 209(4.23), 230 sh(3.89); IR ν_{\max}^{neat} cm^{-1} : 3027, 2923, 1725, 1692, 1601, 1441, 1380, 1217, 995; MS m/z (rel.int. %) : 215 (M^+ , 100), 149(3), 133(40), 104(47), 83(27), 77(19) ; $^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3) : แสดงในตารางที่ 12 ; $^{13}\text{C-NMR}$ (CDCl_3) : แสดงในตารางที่ 14

มหาวิทยาลัยศิลปากร ส่วนวนลิขสิทธิ์

PS-7

PS-7 เป็นผลึกรูปเข็มไม่มีสี mp 156-159 °C; $[\alpha]_D^{25} +82.6^\circ$ (C , 0.01, CHCl_3); UV $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ (log ϵ) nm : 204(4.51), 230(3.79), 283(3.52); IR $\nu_{\max}^{\text{nujol}}$ cm^{-1} : 3445, 2961, 2857, 1606, 1514, 1443, 1241, 1035, 930; MS m/z (rel.int. %) : 356 (M^+ , 27), 256(5), 233(5), 204(9), 178(9), 163(20), 149(100), 135(54), 115(25), 103(25), 91(29), 57(53), 55(89); $^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3) : แสดงในตารางที่ 15; $^{13}\text{C-NMR}$ (CDCl_3) : แสดงในตารางที่ 16

PS-8

PS-8 เป็นผลึกรูปเข็มไม่มีสี mp 118-119 °C; UV $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ (log ϵ) nm : 210(4.67), 260(4.78), 268 sh(4.73), 305 sh(3.95); IR $\nu_{\max}^{\text{acetone dry}}$ cm^{-1} : 3304, 2923, 1655, 1612, 1540, 1463, 1366, 1258, 1000, 922; MS m/z (rel.int. %) : 383 (M^+ , 81), 268(7), 248(100), 180(13), 152(25), 131(55), 103(57) ; $^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3) : แสดงในตารางที่ 19; $^{13}\text{C-NMR}$ (CDCl_3) : แสดงในตารางที่ 20

PS-9

PS-9 เป็นผลึกรูปเข็มไม่มีสี mp 115-116 °C; UV $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ (log ϵ) nm : 208(4.44), 260(4.52), 268 sh(4.45), 305 sh(3.68); IR $\nu_{\max}^{\text{nujol}}$ cm^{-1} : 3305, 2924, 1656, 1627, 1463, 1377, 1255, 1044, 999; MS m/z (rel.int. %) : 411 (M^+ , 100), 311(9), 276(19), 250(7), 174(22), 152(59), 131(90), 115(29), 103(39); $^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3) : แสดงในตารางที่ 19; $^{13}\text{C-NMR}$ (CDCl_3) : แสดงในตารางที่ 20

PS-10

PS-10 เป็นน้ำมันสีเหลืองอ่อน UV $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ (log ϵ) nm : 208(3.89), 216 sh(3.89), 261(3.73); IR $\nu_{\max}^{\text{nujol}}$ cm^{-1} : 2928, 1652, 1625, 1599, 1426, 1338, 999; MS m/z (rel.int. %) : 221 (M^+ , 7), 178(5), 150(30), 81(49), 70(66); $^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3) : แสดงในตารางที่ 17; $^{13}\text{C-NMR}$ (CDCl_3) : แสดงในตารางที่ 18

PS-11

PS-11 เป็นของเหลวหนืดไม่มีสี มีค่า $[\alpha]_D^{25} + 68.3^\circ$ (C 0.12, MeOH); UV $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ (log ϵ) nm : 206(4.27), 217(4.21), 223 sh(4.08), 258(3.78), 283(4.25); IR $\nu_{\max}^{\text{acetone dry}}$ cm^{-1} : 2931, 1743, 1652, 1610, 1558, 1423, 1371, 1227, 1064, 764; MS m/z (rel.int. %) : 317 (M^+ , 2), 257(33), 197(17), 131(100), 103(22), 77(8); $^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3) : แสดงในตารางที่ 13; $^{13}\text{C-NMR}$ (CDCl_3) : แสดงในตารางที่ 14

PS-12

PS-12 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองอ่อน UV $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ (log ϵ) nm : 207(4.42), 269(4.37), 306 sh(3.89), 321 sh(3.42); IR $\nu_{\max}^{\text{nujol}}$ cm^{-1} : 2922, 1651, 1596, 1489, 1442, 1248, 1038, 1000, 927; MS m/z (rel.int. %) : 325 (M^+ , 18), 161(93), 131(100), 113(5), 103(70); $^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3) : แสดงในตารางที่ 21; $^{13}\text{C-NMR}$ (CDCl_3) : แสดงในตารางที่ 22

PS-13

PS-13 เป็นน้ำมันสีเหลืองอ่อน UV $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ (log ϵ) nm : 210(4.47), 260(4.11), 268 sh(4.08), 305(3.64), 321 sh(3.42); IR ν_{\max}^{neat} cm^{-1} : 2927, 1660, 1613, 1490, 1438, 1248, 1037, 965, 929; MS m/z (rel.int. %) : 327 (M^+ , 87), 246(18), 228(30), 192(42), 152(100), 131(44), 113(42), 98(26); $^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3) : แสดงในตารางที่ 21; $^{13}\text{C-NMR}$ (CDCl_3) : แสดงในตารางที่ 22

PS-14

PS-14 เป็นผลึกรูปเข็มสีเหลืองอ่อน mp 77-79 °C; UV $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ (log ϵ) nm : 210(4.55), 261(4.22), 268 sh(4.18), 305(3.79); IR $\nu_{\max}^{\text{nujol}}$ cm^{-1} : 2924, 2854, 1636, 1602, 1503, 1450, 1376, 1251, 1038, 927; MS m/z (rel.int. %) : 299 (M^+ , 58), 201(13), 161(70), 131(100), 115(13), 103(27); $^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3) : แสดงในตารางที่ 21; $^{13}\text{C-NMR}$ (CDCl_3) : แสดงในตารางที่ 22

PS-15

PS-15 เป็นของแข็งไม่มีสี mp 159-162 °C; UV $\lambda_{\max}^{\text{MeOH}}$ (log ϵ) nm : 203(4.25), 230(4.29), 305(4.26); IR $\nu_{\max}^{\text{acetone dry}}$ cm^{-1} : 2923, 1649, 1603, 1582, 1506, 1416, 1330, 1243, 1125, 1004; MS m/z (rel.int. %) : 291 (M^+ , 64), 221(100), 191(43), 179(28), 136(20), 147(14), 105(16), 70(64); $^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3) : แสดงในตารางที่ 13; $^{13}\text{C-NMR}$ (CDCl_3) : แสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 10 $^1\text{H-NMR}$ and $^{13}\text{C-NMR}$ spectral data of PS-1

position	^1H	^{13}C	
1	6.29 (1H, <i>d</i> , 15.6)	129.5	
2	6.06 (1H, <i>dt</i> , 15.6, 7.2)	129.2	
3	2.17 (2H, <i>dt</i> , 15.6, 7.2)	33.0	
4	1.45 (2H, <i>m</i>)	} Cx10 22.7, 29.3, 29.4	
5-13	1.28 (18H, <i>m</i>)		29.5, 29.6, 31.9
14	0.89 (3H, <i>t</i> , 6.8)		14.1
1'	-	132.3	
2'	6.91 (1H, <i>d</i> , 1.5)	105.4	
3'	-	147.9	
4'	-	146.5	
5'	6.72 (1H, <i>d</i> , 9.0)	108.2	
6'	6.75 (1H, <i>dd</i> , 9.0, 1.5)	120.2	
OCH ₂ O	5.94 (2H, <i>s</i>)	100.9	

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ตารางที่ 11 $^1\text{H-NMR}$ and $^{13}\text{C-NMR}$ spectral data of PS-2

Position	^1H	^{13}C
1	-	133.5
2	-	143.5
3	6.40 (1H, <i>d</i>)	102.7
4	-	148.8
5	-	134.6
6	6.37 (1H, <i>d</i>)	107.6
7	3.31 (2H, <i>d</i> , 6.0)	40.2
8	5.89-5.98 (1H, <i>m</i>)	137.4
9	5.09-5.13 (2H, <i>m</i>)	115.9
OCH_3	3.91 (3H, <i>s</i>)	56.5
OCH_2O	5.95 (2H, <i>s</i>)	101.2

มหาวิทยาลัยศิลปากร ส่วนลิขสิทธิ์

ตารางที่ 12 $^1\text{H-NMR}$ spectral data of PS-3 and PS-6

position	PS-3	PS-6
2	7.27 (1H, overlapped)	-
3	6.28 (1H, <i>t</i> , 2.4)	7.29 (1H, overlapped)
4	6.28 (1H, <i>t</i> , 2.4)	6.16 1H, <i>dt</i> , 6.0, 2.1)
5	7.27 (1H, overlapped)	4.41 (2H, <i>t</i> , 2.1)
1'	-	-
2'	3.12 (1H, <i>t</i> , 6.4)	3.30 (2H, <i>t</i> , 7.8)
3'	3.13 (1H, <i>t</i> , 6.4)	3.01 (2H, <i>t</i> , 7.8)
4'	-	-
5'	} 7.27 (5H, <i>m</i>)	} 7.29 (5H, <i>m</i>)
6'		
7'		
8'		
9'		

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ตารางที่ 13 $^1\text{H-NMR}$ spectral data of PS-11 and PS-15

position	PS-11	PS-15
2	4.04 (1H, <i>dd</i> , 12.0, 4.1) 3.80 (1H, <i>d</i> , 12.0)	3.62 (2H, <i>t</i> , 6.5)
3	5.27 (1H, <i>d</i> , 4.1)	1.93 (2H, <i>quint</i> , 6.5)
4	5.265 (1H, <i>d</i> , 3.0)	2.03 (2H, <i>quint</i> , 6.5)
5	3.92 (1H, <i>dd</i> , 13.5, 3.0) 3.87 (1H, <i>d</i> , 13.5)	3.67 (2H, <i>t</i> , 6.5)
1'	-	-
2'	6.68 (1H, <i>d</i> , 15.5)	6.64 (1H, <i>d</i> , 15.4)
3'	7.77 (1H, <i>d</i> , 15.5)	7.64 (1H, <i>d</i> , 15.4)
4'	-	-
5'	7.55 (1H, <i>m</i>)	-
6'	} 7.40 (3H, <i>m</i>)	6.77 (1H, <i>s</i>)
7'		-
8'		-
9'	7.55 (1H, <i>m</i>)	6.77 (1H, <i>s</i>)
$\text{O}_2\text{C}\underline{\text{C}}\text{H}_3$	-	-
$\text{O}_2\text{C}\underline{\text{C}}\text{H}_3$	2.11 (3H, <i>s</i>) 2.12 (3H, <i>s</i>)	-
5'- OCH_3	-	3.90 (3H, <i>s</i>)
7'- OCH_3	-	3.91 (3H, <i>s</i>)
8'- OCH_3	-	3.91 (3H, <i>s</i>)

ตารางที่ 14 ^{13}C -NMR spectral data of PS-3, PS-6, PS-11 and PS-15

position	PS-3	PS-6	PS-11	PS-15
2	119.8	170.0	50.6	46.3
3	113.2	146.6	73.5	24.4
4	113.2	127.7	75.3	26.2
5	119.8	50.7	50.1	47.0
1'	169.7	172.5	165.1	163.9
2'	30.3	38.1	117.6	118.1
3'	36.4	30.2	143.1	141.8
4'	140.2	141.8	134.9	130.9
5'	128.7	128.4	128.0	140.0
6'	128.4	128.6	128.9	105.2
7'	126.5	126.1	130.0	153.4
8'	128.4	128.6	128.9	153.4
9'	128.7	128.4	128.0	105.2
O_2CCH_3	-	-	170.2	-
O_2CCH_3	-	-	20.9	-
5'- OCH_3	-	-	-	60.9
7'- OCH_3	-	-	-	56.1
8'- OCH_3	-	-	-	56.2

ตารางที่ 15 $^1\text{H-NMR}$ spectral data of PS-4 and PS-7

Position	PS-4	PS-7
1	3.31 (1H, overlapped)	3.32 (1H, overlapped)
2	4.83 (1H, <i>d</i> , 5.4)	4.85 (1H, <i>d</i> , 5.4)
4a	3.31 (1H, overlapped)	3.32 (1H, overlapped)
4b	3.83 (1H, overlapped)	3.84 (1H, overlapped)
5	2.88 (1H, <i>q</i> , 7.2)	2.87 (1H, <i>q</i> , 6.9)
6	4.39, (1H, <i>d</i> , 7.2)	4.42 (1H, <i>d</i> , 6.9)
8a	3.83 (1H, overlapped)	3.84 (1H, overlapped)
8b	4.10, (1H, <i>d</i> , 9.3)	4.11 (1H, <i>d</i> , 9.3)
1'	-	-
2'	6.87 (1H, <i>d</i> , 1.2)	6.87 (1H, <i>d</i> , 1.5)
3'	-	-
4'	-	-
5'	6.79 (1H, <i>d</i> , 9.3)	6.77 (1H, <i>d</i> , 8.1)
6'	6.82 (1H, <i>dd</i> , 9.3, 1.2)	6.82 (1H, <i>dd</i> , 8.1, 1.5)
1''	-	-
2''	6.87 (1H, <i>d</i> , 1.2)	6.94 (1H, <i>d</i> , 1.5)
3''	-	-
4''	-	-
5''	6.77 (1H, <i>d</i> , 9.3)	6.89 (1H, <i>d</i> , 8.1)
6''	6.82 (1H, <i>dd</i> , 9.3, 1.2)	6.78 (1H, <i>dd</i> , 8.1, 1.5)
OCH ₂ 'O	5.96 (2H, <i>s</i>)	5.95 (2H, <i>s</i>)
OCH ₂ ''O	5.95 (2H, <i>s</i>)	-
OCH ₃	-	3.92 (3H, <i>s</i>)

ตารางที่ 16 ^{13}C -NMR spectral data of PS-4 and PS-7

Position	PS-4	PS-7
1	50.2	50.2
2	82.0	82.1
4	69.7	69.8
5	54.6	54.6
6	87.6	87.7
8	70.9	71.0
1'	135.1	135.2
2'	106.6	106.4
3'	148.2	148.0
4'	147.1	147.2
5'	108.1	108.2
6'	119.6	119.6
1''	132.0	130.4
2''	106.4	108.4
3''	148.5	144.7
4''	146.2	146.5
5''	108.1	144.3
6''	118.7	118.5
OCH_3	-	56.0
$\text{OCH}_2'\text{O}$	101.0	101.0
$\text{OCH}_2''\text{O}$	100.9	-

ตารางที่ 17 $^1\text{H-NMR}$ spectral data of PS-5 and PS-10

Position	PS-5	PS-10
2	5.77 (1H, <i>d</i> , 15.0)	6.09 (1H, <i>d</i> , 14.7)
3	7.20 (1H, <i>dd</i> , 15.0, 9.0)	7.29 (1H, <i>dd</i> , 14.7, 10.2)
4	6.10 (1H, <i>m</i>)	6.20 (1H, <i>dd</i> , 14.7, 10.2)
5	6.10 (1H, <i>m</i>)	6.10 (1H, <i>dt</i> , 14.7, 6.9)
6	2.15 (2H, <i>dt</i> , 6.9, 6.1)	2.16 (2H, <i>dt</i> , 14.7, 6.9)
7	1.43 (2H, <i>quint</i> , 7.3)	1.44 (2H, <i>quint</i> , 7.2)
8	1.29 (2H, <i>m</i>)	1.29 (2H, <i>m</i>)
9	1.29 (2H, <i>m</i>)	1.29 (2H, <i>m</i>)
10	0.90 (3H, <i>t</i> , 6.9)	0.90 (3H, <i>t</i> , 6.9)
NH	5.54 (1H, <i>br s</i>)	-
1'	3.17 (2H, <i>t</i> , 6.5)	-
2'	1.81 (1H, 9 lines, 6.7)	-
3'	0.94 (6H, <i>d</i> , 6.7)	-
α	-	3.54 (2H, <i>dd</i> , 14.1, 6.9)
α'	-	3.54 (2H, <i>dd</i> , 14.1, 6.9)
β	-	1.98 (2H, <i>quint</i> , 6.9)
β'	-	1.88 (2H, <i>quint</i> , 6.9)

ตารางที่ 18 ^{13}C -NMR spectral data of PS-5 and PS-10

Position	PS-5	PS-10
1	166.7	165.3
2	121.5	119.8
3	141.5	142.3
4	128.8	128.7
5	143.5	143.3
6	33.0	32.9
7	28.5	28.5
8	31.5	31.4
9	22.5	22.5
10	14.0	14.0
1'	47.1	-
2'	28.6	-
3'	20.2	-
α	-	45.9
α'	-	46.5
β	-	26.1
β'	-	24.4

ตารางที่ 19 $^1\text{H-NMR}$ spectral data of PS-8 and PS-9

Position	PS-8	PS-9
2	5.74 (1H, <i>d</i> , 15.0)	5.76 (1H, <i>d</i> , 15.0)
3	7.18 (1H, <i>dd</i> , 15.0, 9.6)	7.21 (1H, <i>dd</i> , 15.0, 9.9)
4	6.12 (1H, overlapped)	6.09 (1H, overlapped)
5	6.12 (1H, overlapped)	6.09 (1H, overlapped)
6	2.18 (2H, <i>dt</i> , 13.8, 6.0)	2.18 (2H, <i>dt</i> , 13.8, 6.9)
7	1.43 (2H, <i>quint</i> , 6.0)	1.44 (2H, <i>quint</i> , 7.2)
8, 9	1.32 (4H, <i>m</i>)	} 1.31 (8H, <i>m</i>)
10	1.43 (2H, <i>quint</i> , 6.0)	
11	2.18 (2H, <i>dt</i> , 13.8, 6.0)	
12	6.03 (1H, <i>dt</i> , 15.9, 6.9)	1.44 (2H, <i>quint</i> , 7.2)
13	6.28 (1H, <i>d</i> , 15.9)	2.18 (2H, <i>dt</i> , 13.8, 6.9)
14	-	6.05 (1H, <i>dt</i> , 13.8, 6.9)
15	-	6.30 (1H, <i>d</i> , 15.6)
1'	-	-
2'	6.91 (1H, <i>d</i> , 2.4)	6.91 (1H, <i>d</i> , 1.2)
3'	-	-
4'	-	-
5'	6.72 (1H, <i>d</i> , 8.1)	6.74 (1H, <i>d</i> , 7.8)
6'	6.75 (1H, <i>dd</i> , 8.1, 2.4)	6.78 (1H, <i>dd</i> , 7.8, 1.2)
7'	3.18 (2H, <i>t</i> , 6.6)	3.18 (2H, <i>t</i> , 6.6)
8'	1.82 (1H, 9 lines, 6.6)	1.82 (1H, 9 lines, 6.6)
9'	0.93 (6H, <i>d</i> , 6.6)	0.94 (6H, <i>d</i> , 6.6)
OCH ₂ O	5.95 (2H, <i>s</i>)	5.95 (2H, <i>s</i>)
NH	5.49 (1H, <i>br s</i>)	5.47 (1H, <i>br s</i>)

ตารางที่ 20 ^{13}C -NMR spectral data of PS-8 and PS-9

Position	PS-8	PS-9
1	166.7	166.5
2	121.8	121.8
3	141.3	141.3
4	128.3	128.3
5	143.1	143.2
6	32.9	32.9
7	} C _{x4} 28.6, 28.7, 28.9, 29.3	29.2
8, 9, 10		} C _{x4} 28.8, 29.4 (2x)
11	32.9	29.5
12	128.3	29.2
13	129.4	32.9
14	-	129.3
15	-	129.5
1'	133.8	131.0
2'	105.4	105.4
3'	147.0	146.7
4'	147.8	148.0
5'	108.2	108.2
6'	120.2	120.2
7'	47.0	49.9
8'	29.0	28.7
9'	20.1	20.1
OCH ₂ O	100.8	100.9

ตารางที่ 21 $^1\text{H-NMR}$ spectral data of PS-12, PS-13 and PS-14

Position	PS-12	PS-13	PS-14
2	6.12 (1H, <i>d</i> , 15.0)	6.12 (1H, <i>d</i> , 15.1)	6.13 (1H, <i>d</i> , 15.3)
3	7.29 (1H, <i>dd</i> , 15.0, 10.4)	6.94 (1H, <i>dt</i> , 15.1, 6.6)	6.93 (1H, <i>dt</i> , 15.3, 6.8)
4	6.25 (1H, <i>dd</i> , 15.0, 10.4)	2.22 (2H, <i>dt</i> , 13.0, 6.6)	2.35 (2H, <i>m</i>)
5	6.23 (1H, <i>dt</i> , 15.0, 10.4)	1.52 (2H, <i>m</i>)	2.35 (2H, <i>m</i>)
6	2.34 (2H, <i>m</i>)	1.52 (2H, <i>m</i>)	6.02 (1H, <i>dt</i> , 15.9, 6.8)
7	2.34 (2H, <i>m</i>)	2.22 (2H, <i>dt</i> , 13.0, 6.6)	6.32 (1H, <i>d</i> , 15.9)
8	6.04 (1H, <i>dt</i> , 15.6, 10.4)	6.05 (1H, <i>dt</i> , 15.8, 6.6)	-
9	6.33 (1H, <i>d</i> , 15.6)	6.31 (1H, <i>d</i> , 15.8)	-
1'	-	-	-
2'	6.90 (1H, <i>d</i> , 1.9)	6.90 (1H, <i>d</i> , 1.8)	6.87 (1H, <i>d</i> , 1.9)
3'	-	-	-
4'	-	-	-
5'	6.74 (1H, <i>d</i> , 8.1)	6.73 (1H, <i>d</i> , 8.1)	6.72 (1H, <i>d</i> , 8.1)
6'	6.78 (1H, <i>dd</i> , 8.1, 1.9)	6.76 (1H, <i>dd</i> , 8.1, 1.8)	6.74 (1H, <i>dd</i> , 8.1, 1.9)
OCH ₂ O	5.95 (2H, <i>s</i>)	5.95 (2H, <i>s</i>)	5.93 (2H, <i>s</i>)
α	3.55 (2H, <i>dd</i> , 14.5, 7.1)	3.53 (2H, <i>dd</i> , 13.2, 6.7)	3.53 (2H, <i>dd</i> , 15.3, 6.9)
α'	3.55 (2H, <i>dd</i> , 14.5, 7.1)	3.53 (2H, <i>dd</i> , 13.2, 6.7)	3.53 (2H, <i>dd</i> , 15.3, 6.9)
β	1.98 (2H, <i>quint</i> , 6.7)	1.95 (2H, <i>quint</i> , 6.4)	1.95 (2H, <i>quint</i> , 6.4)
β'	1.88 (2H, <i>quint</i> , 6.7)	1.88 (2H, <i>quint</i> , 6.4)	1.88 (2H, <i>quint</i> , 6.4)

ตารางที่ 22 ^{13}C -NMR spectral data of PS-12, PS-13 and PS-14

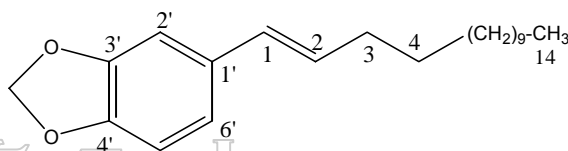
Position	PS-12	PS-13	PS-14
1	165.2	164.9	164.8
2	120.4	121.8	122.3
3	141.7	145.5	144.6
4	129.3	32.2	32.3
5	141.9	27.9	31.7
6	32.9	28.9	127.6
7	32.2	32.6	130.3
8	127.8	128.9	-
9	130.2	129.6	-
1'	132.1	132.4	132.1
2'	105.5	105.5	105.5
3'	146.8	146.8	146.8
4'	147.9	147.9	147.9
5'	108.2	108.2	108.2
6'	120.4	120.2	120.4
OCH ₂ O	100.9	101.0	101.0
α	46.5	45.8	45.8
α'	45.9	46.5	46.5
β	26.1	26.1	26.1
β'	24.4	24.3	24.3

บทที่ 3

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

จากการแยกส่วนสกัด EtOAc ของรากข้าวพุดบสารประกอบทั้งหมด 15 ชนิดโดย 6 ชนิด เป็นสารที่เคยพบในใบและผลของข้าวพุดคือ PS-1, PS-2, PS-3, PS-5, PS-10 และ PS-14 สาร known ที่พบเป็นครั้งแรกในข้าวพุด 6 ชนิดคือ PS-4, PS-7, PS-8, PS-9, PS-12 และ PS-13 และเป็นสารใหม่ 3 ชนิดคือ PS-6, PS-11 และ PS-15 ผลการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพได้แก่ ฤทธิ์ต้านมาลาเรีย (antiplasmodial) ฤทธิ์ต้านวัณโรค (antimycobacterial) และฤทธิ์ต้านเชื้อรา (antifungal) ของสารทั้ง 15 ชนิด แสดงในตารางที่ 23

PS-1

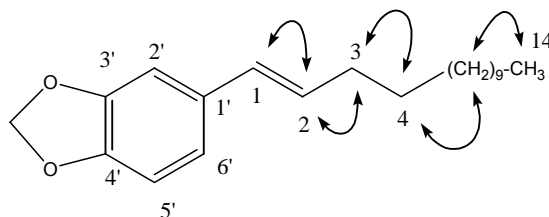


PS-1 เป็นของแข็งไม่มีสี มีจุดหลอมเหลวเท่ากับ 35-36 °C มีสูตรโมเลกุลคือ $C_{21}H_{32}O_2$ (M^+ , 316) UV spectrum ของ PS-1 มี absorption band ที่ 209, 261, 268 และ 305 nm IR spectrum มีสัญญาณที่ 2922 (sp^3-C), 1607 (sp^2-C), 1249 และ 1041 cm^{-1} (C-O)

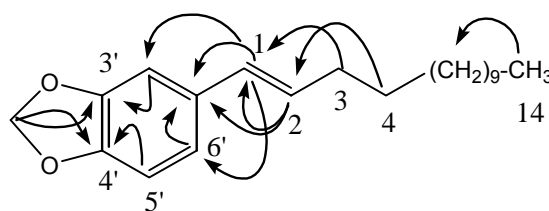
1H -NMR spectrum ของ PS-1 (ตารางที่ 10) พบสัญญาณของ aromatic protons 3 ตัวปรากฏที่ δ 6.91 (1H, *d*, $J = 1.5$ Hz), 6.72 (1H, *d*, $J = 9.0$ Hz) และ 6.74 (1H, *dd*, $J = 9.0, 1.5$ Hz) แสดงว่าโครงสร้างน่าจะประกอบด้วยวงแหวน aromatic 1 วงที่มีหมู่แทนที่อยู่ในตำแหน่ง 1, 3 และ 4 พบสัญญาณของ *trans*-olefinic protons 2 ตัวปรากฏที่ δ 6.29 (1H, *d*, $J = 15.6$ Hz) และ 6.06 (1H, *dt*, $J = 15.6, 7.2$ Hz) สัญญาณของ methylenedioxy 1 หมู่ปรากฏเป็น singlet ที่ δ 5.94 (2H) นอกจากนี้ยังพบสัญญาณของ methylene protons 3 ชุดปรากฏที่ δ 2.17 (2H, *q*, $J = 7.2$ Hz), 1.45 (2H, *quint*, $J = 6.8$ Hz) และ 1.28 (18H, *m*) และสัญญาณของ methyl protons ปรากฏที่ δ 0.89 (3H, *t*, $J = 6.8$ Hz) ซึ่งเป็นสัญญาณของ carbon สายตรง สอดคล้องกับสัญญาณของ ^{13}C -NMR spectrum (ตารางที่ 10) พบสัญญาณของ quaternary carbons 3 คาร์บอนอะตอมปรากฏที่ δ 147.9, 146.5 และ 132.3 สัญญาณของ olefinic methine carbons 5 คาร์บอนอะตอมปรากฏที่ δ 129.5, 129.2, 120.2, 108.2 และ 105.4 สัญญาณของ methylenedioxy carbon 1 อะตอมปรากฏที่ δ 100.9 สัญญาณของ

methyl carbon 1 อะตอมปรากฏที่ δ 14.1 และสัญญาณของ methylene carbons 11 คาร์บอนอะตอมที่ δ 33.0 (1x), 31.9 (1x), 22.7, 29.3, 29.4, 29.5, 29.6 (9x)

2D ^1H - ^1H COSY NMR spectrum พบความสัมพันธ์ระหว่าง H-1 (δ 6.29) กับ H-2 (δ 6.06); H-2 (δ 6.06) กับ H-3 (δ 2.17) และ H-3 (δ 2.17) กับ H-4 (δ 1.45) ดังแสดง

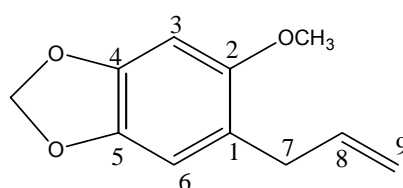


ข้อมูล 2D HMBC ของ PS-1 พบ 2J และ 3J correlations ที่สำคัญของ PS-1 (รูปที่ 1) คือ C1' (δ 132.3) กับ H-1 (δ 6.29), H-2 (δ 6.06) และ H-6' (δ 6.74); C3' (δ 147.9) และ C4' (δ 146.5) กับหมู่ methylenedioxy (δ 5.49), H-2' (δ 6.91) และ H-6' (δ 6.74); C1 (δ 129.5) และ C2 (δ 129.2) กับ H-3 (δ 2.17) และ H-4 (δ 1.45) ดังนั้นโครงสร้างของ PS-1 น่าจะประกอบด้วยวงแหวน aromatic ที่มีหมู่ methylenedioxy อยู่ในตำแหน่ง 3 และ 4 และ alkene chain ที่มีพันธะคู่ที่ตำแหน่ง 1 อยู่ในตำแหน่งที่ 1 ของวงแหวน aromatic เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลสเปกโตรสโคปีดังกล่าวข้างต้นกับ aromatic alkene ที่เคยแยกได้จากผลแห้งของ *P. sarmentosum* ทำให้สรุปได้ว่า PS-1 คือ 1-(3,4-methylenedioxyphenyl)-*IE*-tetradecene [13]



รูปที่ 1 แสดง 2D HMBC correlations ที่สำคัญของ PS-1

PS-2

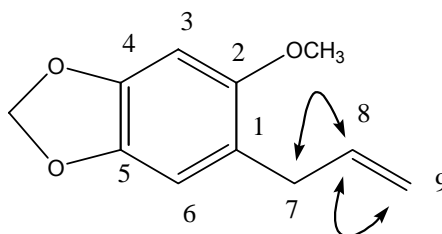


PS-2 เป็นน้ำมันไม่มีสี มีสูตรโมเลกุลคือ $C_{11}H_{12}O_3$ (M^+ , 192) UV spectrum ของ PS-2 มี absorption band ที่ 210, 247 และ 277 nm IR spectrum มีสัญญาณที่ 1632 cm^{-1} (C=C) และที่ 1193 และ 1090 cm^{-1} (C-O)

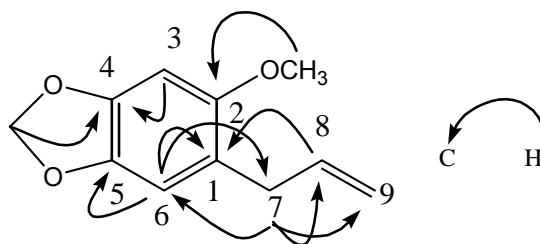
$^1\text{H-NMR}$ spectrum (ตารางที่ 11) พบสัญญาณของ *para* protons ของวงแหวน aromatic ปรากฏเป็น singlets 2 ชุดที่ $\delta 6.40$ (1H) และ 6.37 (1H) พบสัญญาณของหมู่ methoxy ปรากฏเป็น singlet ที่ $\delta 3.91$ (3H) สัญญาณของ methylenedioxy 1 หมู่ปรากฏเป็น singlet ที่ $\delta 5.95$ (2H) นอกจากนี้ยังพบสัญญาณของหมู่ allylic ปรากฏที่ $\delta 5.89-5.98$ (1H, *m*), $5.09-5.13$ (2H, *m*) และ 3.31 (2H, *d*, $J = 6.6\text{ Hz}$)

$^{13}\text{C-NMR}$ spectrum (ตารางที่ 11) มีสัญญาณของคาร์บอน 11 คาร์บอนอะตอม เป็นสัญญาณของ olefinic methylene carbons ที่ $\delta 115.9$ สัญญาณของ methylenedioxy carbon ปรากฏที่ $\delta 101.2$ สัญญาณของ methylene carbon ปรากฏที่ $\delta 40.2$ สัญญาณของ aromatic methine carbons 3 อะตอมปรากฏที่ $\delta 137.4$, 107.6 และ 102.7 สัญญาณของ methoxy carbon ปรากฏที่ $\delta 56.5$ และสัญญาณของ quaternary carbons 4 คาร์บอนอะตอมปรากฏที่ $\delta 148.8$, 143.5 , 134.6 และ 133.5

2D $^1\text{H}-^1\text{H}$ COSY-NMR spectrum พบความสัมพันธ์ระหว่าง H-7 ($\delta 3.31$) กับ H-8 ($\delta 5.89-5.98$) และ H-8 ($\delta 5.89-5.98$) กับ H-9 ($\delta 5.09-5.13$) ดังแสดง

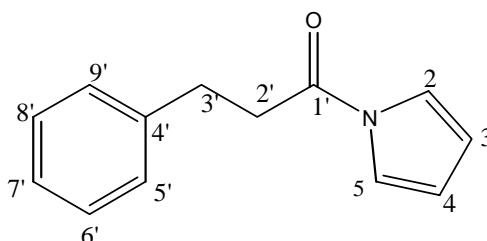


ข้อมูล 2D HMBC พบ 2J และ 3J correlations ที่สำคัญ (รูปที่ 2) ดังนี้ C1 ($\delta 133.5$) กับ H-6 ($\delta 6.37$) และ H-8 ($\delta 5.89-5.98$); C2 ($\delta 143.5$) กับหมู่ methoxy ($\delta 3.91$); C4 ($\delta 148.8$) กับหมู่ methylenedioxy ($\delta 5.95$) และ H-3 ($\delta 6.40$); C5 ($\delta 134.6$) และ C7 ($\delta 40.2$) กับ H-6 ($\delta 6.37$); C6 ($\delta 107.6$) และ C8 ($\delta 137.4$) กับ H-7 ($\delta 3.31$) ดังนั้นโครงสร้างของ PS-2 น่าจะเป็นวงแหวน aromatic ที่มีหมู่ methylenedioxy อยู่ที่ตำแหน่ง 4 และ 5 และมีหมู่ allylic และ methoxy อยู่ที่ตำแหน่ง 1 และ 2 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบข้อมูลสเปกโทรสโกปีของ PS-2 กับ asaricin ซึ่งเป็นสารที่มีรายงานว่าเคยแยกได้จากใบของ *P. sarmentosum* พบว่าเหมือนกันจึงสรุปว่า PS-2 คือ 1-allyl-2-methoxy-4,5-methylenedioxybenzene หรือ asaricin [34]



รูปที่ 2 แสดง 2D HMBC correlations ที่สำคัญของ PS-2

PS-3

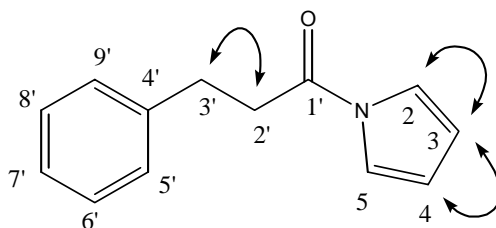


PS-3 เป็นของแข็งสีเหลืองอ่อน มีจุดหลอมเหลวเท่ากับ 46-48 °C มีสูตรโมเลกุลคือ $C_{13}H_{13}NO$ (M^+ , 199) UV spectrum ของ PS-3 มี absorption band ที่ 206 และ 239 nm IR spectrum มีสัญญาณที่ 1719 cm^{-1} (C=O, amide)

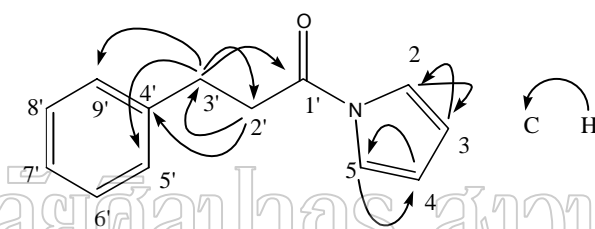
$^1\text{H-NMR}$ spectrum ของ PS-3 (ตารางที่ 12) พบสัญญาณของ methylene protons 4 ตัวปรากฏที่ $\delta 3.12$ (2H, *t*, $J = 6.4$ Hz) และ 3.13 (2H, *t*, $J = 6.4$ Hz) สัญญาณของ aromatic protons 5 ตัวปรากฏเป็น multiplet ที่ $\delta 7.27$ นอกจากนี้ยังพบสัญญาณของ olefinic protons 4 ตัวปรากฏที่ $\delta 6.28$ (2H, *t*, $J = 2.4$ Hz) และ 7.27 (2H, overlapped กับ aromatic protons)

$^{13}\text{C-NMR}$ spectrum ของ PS-3 (ตารางที่ 14) มีสัญญาณของคาร์บอน 13 อะตอมเป็นสัญญาณของ olefinic carbons 4 อะตอมปรากฏที่ $\delta 119.8$ (2x) และ 113.2 (2x) ทำให้คาดว่า PS-3 น่าจะมีวงแหวน pyrrole อยู่ในโมเลกุล และพบสัญญาณของ carbonyl carbon 1 อะตอมปรากฏที่ $\delta 169.7$ นอกจากนี้ยังพบสัญญาณของ aromatic carbons 5 คาร์บอนอะตอมปรากฏที่ $\delta 128.7$ (2x), 128.4 (2x) และ 126.5 และ quaternary carbon ของวงแหวน aromatic 1 คาร์บอนอะตอมที่ $\delta 140.2$ สัญญาณของ methylene carbons 2 คาร์บอนอะตอมปรากฏที่ $\delta 36.4$ และ 30.3 ทำให้คาดว่า PS-3 น่าจะมีโครงสร้างที่ประกอบด้วยหมู่ phenylpropanoyl ต่ออยู่กับวงแหวน pyrrole

2D $^1\text{H-}^1\text{H}$ COSY NMR spectrum พบความสัมพันธ์ระหว่าง H-2 และ H-5 ($\delta 7.27$) กับ H-3 และ H-4 ($\delta 6.28$) และ H-2' ($\delta 3.12$) กับ H-3' ($\delta 3.13$) ดังแสดง

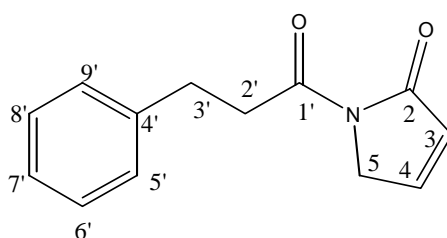


สอดคล้องกับข้อมูล 2D HMBC correlations ของ PS-3 พบ 2J และ 3J correlations ที่สำคัญ คือ carbonyl carbon (δ 169.7) และ C5' และ C9' (δ 128.7) กับ H-3' (δ 3.13); C3' (δ 36.4) และ C4' (δ 40.2) กับ H-2' (δ 3.12) ดังรูปที่ 3 และจากการเปรียบเทียบข้อมูลสเปกโทรสโกปีของ PS-3 กับสารที่เคยแยกได้จากผลแห้งของ *P. sarmentosum* ทำให้สรุปได้ว่า PS-3 คือ *N*-(3-phenyl propanoyl)pyrrole [13]



รูปที่ 3 แสดง 2D HMBC correlations ที่สำคัญของ PS-3

PS-6



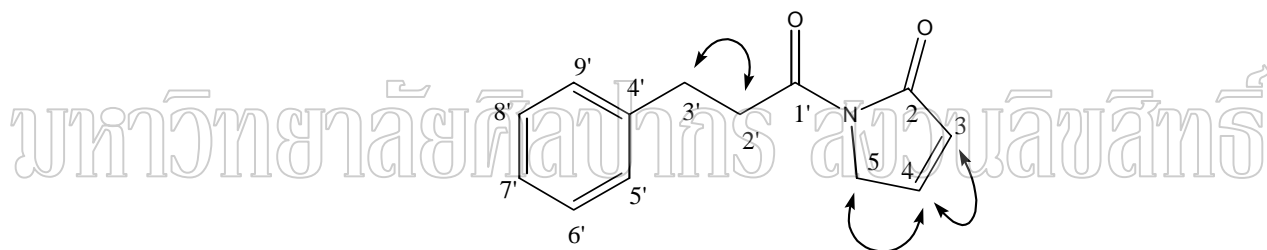
PS-6 เป็นน้ำมันไม่มีสี มีสูตรโมเลกุลคือ $C_{13}H_{13}O_2N$ (M^+ , 215) UV spectrum มี absorption band ที่ 209 และ 230 (sh) nm IR spectrum ของ PS-6 มีสัญญาณที่ 1725 และ 1692 cm^{-1} (C=O, amide)

1H -NMR spectrum ของ PS-6 (ตารางที่ 12) พบสัญญาณของหมู่ phenylpropanoyl เหมือนกับ PS-3 ซึ่งประกอบด้วยสัญญาณของ methylene protons 2 ชุดปรากฏที่ δ 3.01 (2H, *t*, $J = 7.8$ Hz) และ 3.30 (2H, *t*, $J = 7.8$ Hz) และ aromatic protons 5 ตัวปรากฏเป็น multiplet ที่ δ 7.29 ไม่พบ

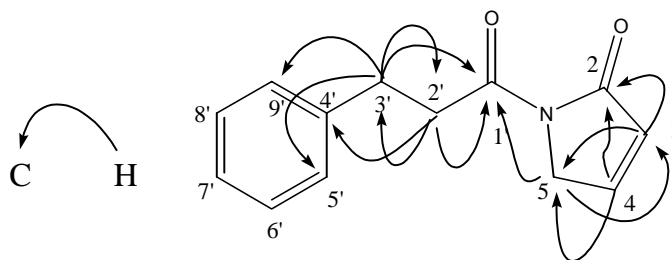
สัญญาณของวงแหวน pyrrole แต่พบสัญญาณของ methylene protons ที่อยู่ในตำแหน่ง α กับ nitrogen atom ปรากฏที่ δ 4.41 (2H, *t*, $J = 2.1$ Hz) และสัญญาณของ olefinic methine protons 2 ตัว ปรากฏที่ δ 6.16 (1H, *dt*, $J = 6.0, 2.1$ Hz) และที่ δ 7.29 (1H, overlapped กับสัญญาณของ aromatic protons)

^{13}C -NMR spectrum ของ PS-6 (ตารางที่ 14) พบสัญญาณของ methylene carbon (อยู่ในตำแหน่ง α กับ nitrogen atom) ปรากฏที่ δ 50.7 สัญญาณของ methine carbons 2 คาร์บอนอะตอม ปรากฏที่ δ 127.7 และ 146.6 และสัญญาณของ carbonyl carbon ที่ δ 170.0 ซึ่งแสดงว่า PS-6 มีหมู่ Δ^3 -2-pyrrolidone อยู่และยังพบสัญญาณของ carbonyl carbon อีก 1 อะตอมปรากฏที่ δ 172.5 นอกจากนี้ยังพบสัญญาณของ aromatic carbons 6 คาร์บอนอะตอมปรากฏที่ δ 141.8, 128.6 (2x), 128.4 (2x) และ 126.1 และสัญญาณของ methylene carbons อีก 2 อะตอมปรากฏที่ δ 38.1 และ 30.2

2D ^1H - ^1H COSY NMR spectrum ของ PS-6 พบความสัมพันธ์ระหว่าง H-3 (δ 7.29) กับ H-4 (δ 6.16); H-4 (δ 6.16) กับ H-5 (δ 4.41) และ H-2' (δ 3.30) กับ H-3' (δ 3.01) ดังแสดง

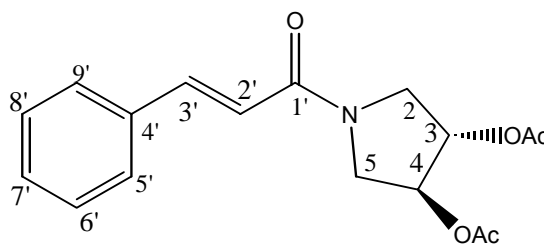


ข้อมูล 2D HMBC พบ 2J และ 3J correlations ระหว่าง carbonyl carbon (δ 170.0) และ C5 (δ 50.7) กับ H-3 (δ 6.16) และ H-4 (δ 7.29) นอกจากนี้ยังพบ 2J และ 3J correlations ระหว่าง carbonyl carbon (δ 172.5) และ C4' (δ 141.8) กับ H-2' (δ 3.30), H-3' (δ 3.01) และ H-5 (δ 4.41) และระหว่าง C5' และ C9' (δ 128.4) กับ H-3' (δ 3.01) ดังแสดงในรูปที่ 4 จากข้อมูลสเปกโทรสโกปีดังกล่าวข้างต้นทำให้สรุปได้ว่า PS-6 คือ *N*-(phenylpropanoyl)- Δ^3 -2-pyrrolidone (sarmentamide A) ซึ่งเป็นสารใหม่ที่ยังไม่เคยมีรายงานมาก่อน



รูปที่ 4 แสดง 2D HMBC correlations ที่สำคัญของ PS-6

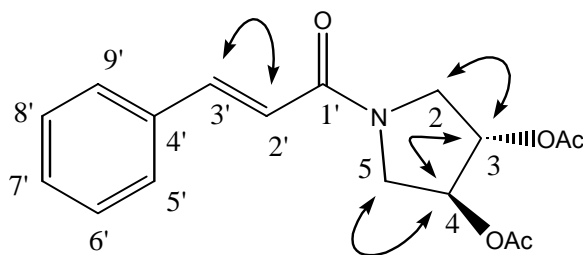
PS-11



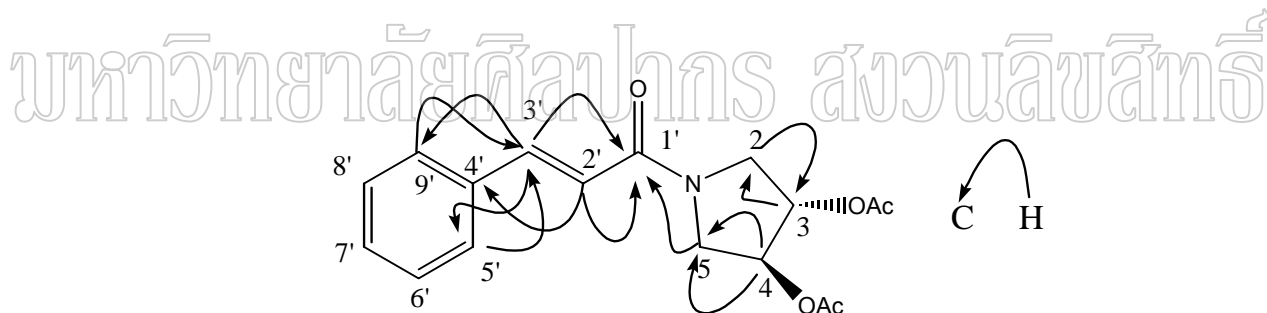
PS-11 เป็นของเหลวหนืดไม่มีสี มีค่า $[\alpha]_D^{25}$ เท่ากับ $+68.3^\circ$ (c , 0.12, MeOH) มีสูตรโมเลกุลคือ $C_{17}H_{19}O_5N$ (M^+ , 317) UV spectrum มี absorption band ที่ 206, 217, 223, 258 และ 283 nm IR spectrum ปรากฏสัญญาณที่ 1743 cm^{-1} (C=O, ester) และ 1652 cm^{-1} (C=O, amide)

$^1\text{H-NMR}$ spectrum ของ PS-11 (ตารางที่ 13) พบสัญญาณของ aromatic protons 5 ตัว ปรากฏที่ $\delta 7.40$ (3H, *m*) และ 7.55 (2H, *m*) สัญญาณของ *trans*-olefinic protons 2 ตัวปรากฏที่ $\delta 6.68$ (1H, *d*, $J = 15.5$ Hz) และ 7.77 (1H, *d*, $J = 15.5$ Hz) แสดงว่าโมเลกุลของ PS-11 น่าจะประกอบด้วยหน่วยของ cinnamoyl พบสัญญาณของ non-equivalent methylene protons 2 ชุดที่อยู่กับตำแหน่ง α ของ nitrogen atom ใน pyrrolidine ring ชุดแรกปรากฏที่ $\delta 3.80$ (1H, *d*, $J = 12.0$ Hz) และ 4.04 (1H, *dd*, $J = 12.0, 4.1$ Hz) ชุดที่สองปรากฏที่ $\delta 3.87$ (1H, *d*, $J = 13.5$ Hz) และ 3.92 (1H, *dd*, $J = 13.5, 3.0$ Hz) และสัญญาณของ β -protons 2 ตัวของ pyrrolidine ring ปรากฏที่ $\delta 5.27$ (1H, *d*, $J = 4.1$ Hz) และ 5.265 (1H, *d*, $J = 3.0$ Hz) นอกจากนี้ยังพบสัญญาณของ acetoxy 2 หมู่ ปรากฏที่ $\delta 2.11$ (3H, *s*) และ 2.12 (3H, *s*) ดังนั้น PS-11 น่าจะมีหน่วยของ β, β' -diacetoxy อยู่สอดคล้องกับ $^{13}\text{C-NMR}$ spectrum (ตารางที่ 14) ที่พบสัญญาณของ methylene carbons ที่อยู่ในตำแหน่ง α ของ nitrogen atom ปรากฏที่ $\delta 50.6$ และ 50.1 และ β -methine carbons ปรากฏที่ $\delta 73.5$ และ 75.3 สัญญาณของ carbonyl carbon ปรากฏที่ $\delta 165.1$ สัญญาณของ olefinic methine carbons 2 คาร์บอนอะตอมปรากฏที่ $\delta 117.6$ และ 143.1 สัญญาณของ aromatic carbons 6 อะตอม ปรากฏที่ $\delta 128.0$ (2x), 128.9 (2x), 130.0 และ 134.9 นอกจากนี้ยังพบสัญญาณของ carbonyl carbon อีก 2 คาร์บอนอะตอมที่ $\delta 170.2$ (2x) และสัญญาณของ methyl carbon ปรากฏที่ $\delta 20.9$ (2x)

2D $^1\text{H-}^1\text{H}$ COSY NMR spectrum ของ PS-11 พบความสัมพันธ์ระหว่าง H-2 ($\delta 4.04$ และ 3.80) กับ H-3 ($\delta 5.27$); H-3 ($\delta 5.27$) กับ H-4 ($\delta 5.265$); H-4 ($\delta 5.265$) กับ H-5 ($\delta 3.92$ และ 3.87); H-2' ($\delta 6.68$) กับ H-3' ($\delta 7.77$) และ H-5' และ H-9' ($\delta 7.55$) กับ H-6', H-7' และ H-8' ($\delta 7.40$) ดังแสดง

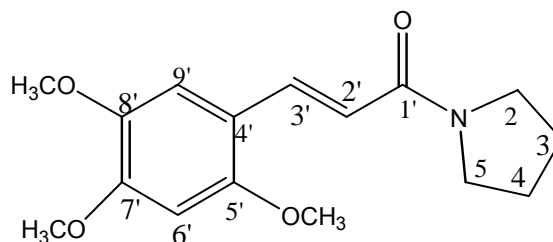


ข้อมูล 2D HMBC correlations ที่สำคัญของ PS-11 พบความสัมพันธ์ระหว่าง cinnamoyl carbon (δ 165.1) กับ H-2' (δ 6.68), H-3' (δ 7.77) และ H-5' (δ 3.92 และ 3.87); C3 (δ 73.5) และ C4 (δ 75.3) กับ H-2 (δ 3.80 และ 4.04) และ H-5 (δ 3.87 และ 3.92); C2 (δ 50.6) และ C5 (δ 50.1) กับ H-3 (δ 5.26) และ H-4 (δ 5.27); C4' (δ 134.9) กับ H-2' (δ 6.68) และ C3' (δ 143.1) กับ H-5' และ H-9' (δ 7.55) ดังแสดงในรูปที่ 5 เนื่องจาก PS-11 มีค่า $[\alpha]_D$ เท่ากับ $+68.3^\circ$ ดังนั้น 3,4-diacetoxy groups จึงน่าจะเป็น *trans* จากข้อมูลสเปกโทรสโกปีดังกล่าวข้างต้นทำให้สรุปได้ว่า PS-11 คือ *N*-cinnamoyl-*trans*-3,4-diacetoxypyrrolidine (sarmentamide B) ซึ่งเป็นสารใหม่ที่พบในธรรมชาติ



รูปที่ 5 แสดง 2D HMBC correlations ที่สำคัญของ PS-11

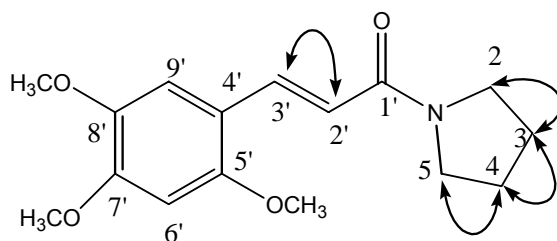
PS-15



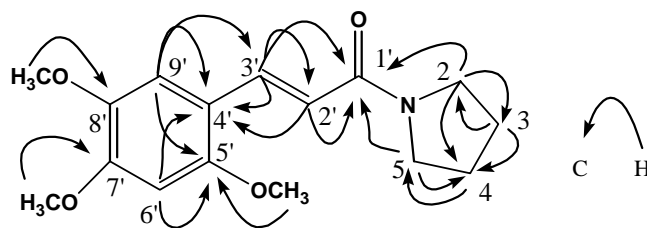
PS-15 เป็นของแข็งไม่มีสี จุดหลอมเหลวเท่ากับ 159-162 °C มีสูตรโมเลกุลคือ $C_{16}H_{21}NO_4$ (M^+ , 291) UV spectrum มี absorption band ที่ 203, 230 และ 305 nm IR spectrum มีสัญญาณที่ 1649 cm^{-1} (C=O, amide)

$^1\text{H-NMR}$ spectrum ของ PS-15 (ตารางที่ 13) แสดงให้เห็นว่าโมเลกุลของสารนี้ประกอบด้วยส่วนของโมเลกุลที่เป็น 2,4,5-trimethoxycinnamoyl เพราะพบสัญญาณของ *trans*-olefinic protons 2 ตัวปรากฏที่ $\delta 6.61$ (1H, *d*, $J = 15.4$ Hz) และ 7.64 (1H, *d*, $J = 15.4$ Hz) สัญญาณของ aromatic protons ปรากฏที่ $\delta 6.77$ (2H, *s*) และสัญญาณของ methoxy 3 หมู่ปรากฏที่ $\delta 3.90$ (3H, *s*) และ 3.91 (6H, *s*) ซึ่งสอดคล้องกับ $^{13}\text{C-NMR}$ spectrum (ตารางที่ 14) ที่พบ aromatic carbons 6 คาร์บอนอะตอมคือ $\delta 105.2$ (2x), 130.9, 140.0 และ 153.4 (2x) สัญญาณของ olefinic carbons 2 คาร์บอนอะตอมที่ $\delta 118.1$ และ 141.8 สัญญาณของ carbonyl carbon ปรากฏที่ $\delta 163.9$ และสัญญาณของ methoxy carbons 3 คาร์บอนอะตอมที่ $\delta 56.1$, 56.2 และ 60.9 นอกจากนี้ $^1\text{H-NMR}$ spectrum ของ PS-15 ยังพบสัญญาณของ pyrrolidine ring คือ α -methylenes 2 หมู่ปรากฏเป็น triplets 2 ชุดที่ $\delta 3.62$ ($J = 6.5$ Hz) และ 3.67 ($J = 6.5$ Hz) และสัญญาณของ β -methylenes 2 หมู่ปรากฏเป็น quintets 2 ชุดที่ $\delta 1.93$ ($J = 6.5$ Hz) และ 2.03 ($J = 6.5$ Hz)

2D $^1\text{H-}^1\text{H}$ COSY NMR spectrum ของ PS-15 พบความสัมพันธ์ระหว่าง H-2 ($\delta 3.62$) กับ H-3 ($\delta 1.93$); H-3 ($\delta 1.93$) กับ H-4 ($\delta 2.03$); H-4 ($\delta 2.03$) กับ H-5 ($\delta 3.67$) และความสัมพันธ์ระหว่าง H-2' ($\delta 6.61$) กับ H-3' ($\delta 7.64$) ดังแสดง

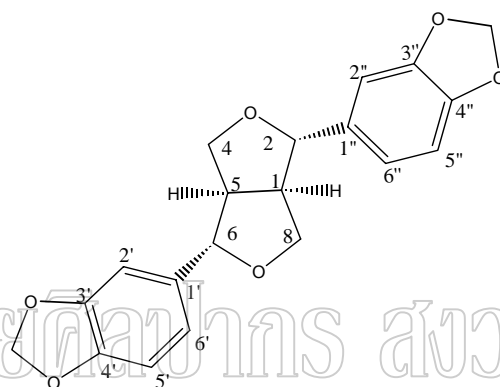


จาก 2D HMBC correlations พบความสัมพันธ์ระหว่าง $C1'$ ($\delta 163.9$) และ $C4'$ ($\delta 130.9$) กับ H-2' ($\delta 6.61$), H-3' ($\delta 7.64$), H-2 ($\delta 3.62$) และ H-5 ($\delta 3.67$); $C4'$ ($\delta 130.9$) กับ H-2 ($\delta 3.62$), H-3 ($\delta 1.93$) และ H-6' และ H-9' ($\delta 6.77$) และความสัมพันธ์อื่นๆ ดังแสดงในรูปที่ 6 จากโครงสร้างทางเคมีสรุปได้ว่า PS-15 คือ *N*-(2,4,5-trimethoxycinnamoyl)pyrrolidine จัดเป็นสารใหม่ ที่พบในธรรมชาติ



รูปที่ 6 แสดง 2D HMBC correlations ที่สำคัญของ PS-15

PS-4

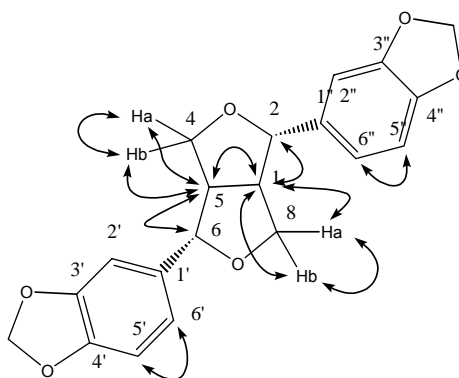


PS-4 เป็นผลึกรูปเข็มไม่มีสี มีจุดหลอมเหลวเท่ากับ 117-119 °C มีค่า $[\alpha]_D$ เท่ากับ +82.6° (c , 0.01, CHCl_3) มีสูตรโมเลกุลคือ $\text{C}_{20}\text{H}_{18}\text{O}_6$ (M^+ , 354) UV spectrum มี absorption band ที่ 204, 235 และ 287 nm IR spectrum มีสัญญาณที่ 1650 cm^{-1} (C=O), 1255 และ 1030 cm^{-1} (C-O)

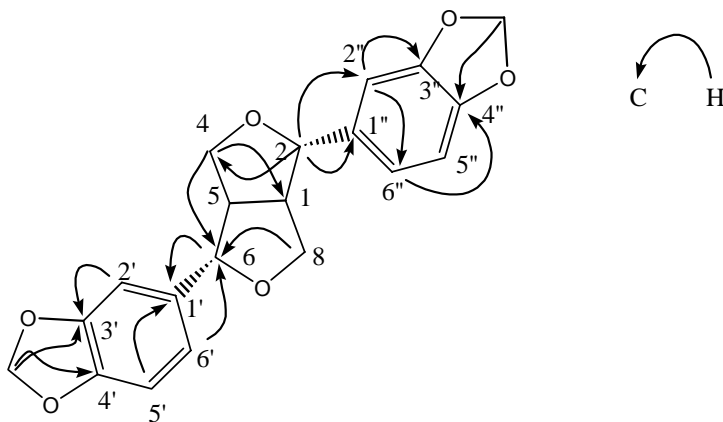
$^1\text{H-NMR}$ spectrum ของ PS-4 (ตารางที่ 15) พบสัญญาณของ methylenedioxy 2 หมู่ ปรากฏเป็น singlets ที่ δ 5.96 (2H) และ 5.95 (2H) พบสัญญาณของ 1,3,4-trisubstituted aromatic rings ของ 6 protons ปรากฏที่ δ 6.77 (1H, d , $J = 9.3\text{ Hz}$), 6.79 (1H, d , $J = 9.3\text{ Hz}$), 6.82 (2H, dd , $J = 9.3, 1.2\text{ Hz}$) และ 6.87 (2H, d , $J = 1.2\text{ Hz}$) $^{13}\text{C-NMR}$ spectrum (ตารางที่ 16) พบสัญญาณของ methylenedioxy carbons 2 คาร์บอนอะตอมปรากฏที่ δ 100.9 และ 101.0 สัญญาณของ aromatic methine carbons 6 คาร์บอนอะตอมปรากฏที่ δ 106.4, 106.6, 108.1 (2x), 118.7 และ 119.6 แสดงว่า โมเลกุลของ PS-4 ต้องประกอบด้วยหน่วยของ methylenedioxyphenyl 2 หมู่ พบสัญญาณของ non-equivalent methylene protons 4 ตัวปรากฏที่ δ 3.31 (1H, H-4a), 3.83 (2H, H-4b, H-8a) และ 4.10 (1H, H-8b) นอกจากนี้ยังพบ aliphatic methine protons 4 ตัวปรากฏที่ δ 2.88 (1H, q , $J = 7.2\text{ Hz}$, H-5), 3.31 (1H, overlapped กับ methylene protons, H-1), 4.39 (1H, d , $J = 7.2\text{ Hz}$, H-6) และ 4.83

(1H, *d*, $J = 5.4$ Hz, H-2) จาก ^{13}C -NMR spectrum พบสัญญาณของ methylene carbons 2 คาร์บอนอะตอมปรากฏที่ $\delta 69.7$ และ 70.9 สัญญาณของ aliphatic methine carbons 4 คาร์บอนอะตอมปรากฏที่ $\delta 50.2, 54.6, 82.0$ และ 87.6 จาก ^1H - และ ^{13}C -NMR spectra ของ PS-4 ทำให้คาดว่าโครงสร้างของ PS-4 น่าจะเป็นสารประกอบประเภท lignan

2D ^1H - ^1H COSY NMR spectrum พบความสัมพันธ์ระหว่าง H-1 ($\delta 3.31$) กับ H-2 ($\delta 4.83$) และ H-8 ($\delta 3.83$ และ 4.10) และความสัมพันธ์ระหว่าง H-5 ($\delta 2.55$) กับ H-4 ($\delta 3.31$ และ 3.83) และ H-6 ($\delta 4.39$) และความสัมพันธ์อื่นๆ ดังแสดง

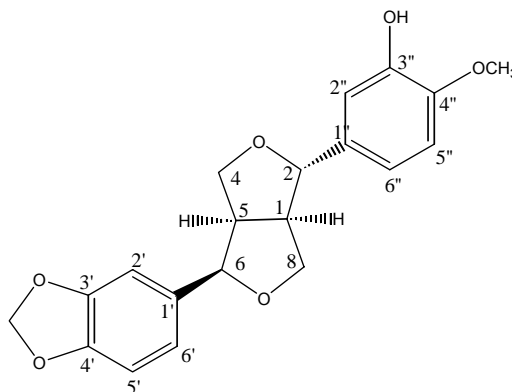


ข้อมูล 2D HMBC ของ PS-4 พบ 2J และ 3J correlations ที่สำคัญคือ C1' ($\delta 135.1$) กับ H-6 ($\delta 4.39$) และ H-5' ($\delta 6.79$); C6 ($\delta 87.6$) กับ H-6' ($\delta 6.82$) และ H-8 ($\delta 3.83$ และ 4.10); C1'' ($\delta 132.0$) และ C2'' ($\delta 106.4$) กับ H-2 ($\delta 4.83$) และ correlations อื่นๆ ดังแสดงในรูปที่ 7 และเมื่อเปรียบเทียบข้อมูลสเปกโทรสโกปีของ PS-4 กับ (+)-sesamin [35-36] ทำให้สรุปได้ว่า PS-4 คือ 2,6-di(3,4-methylenedioxyphenyl)-3,7-dioxabicyclo(3,3,0)octane หรือ (+)-sesamin



รูปที่ 7 แสดง 2D HMBC correlations ที่สำคัญของ PS-4

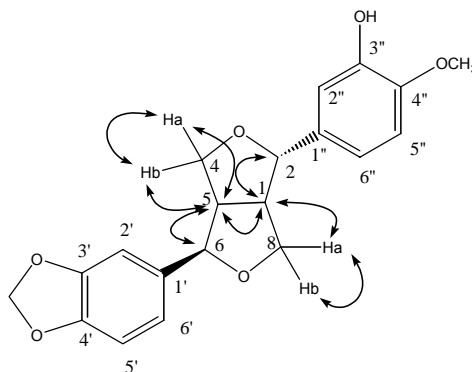
PS-7



PS-7 เป็นผลึกรูปเข็มไม่มีสี มีจุดหลอมเหลวเท่ากับ 156-159 °C มีค่า $[\alpha]_D$ เท่ากับ + 80.1° (c, 0.01, CHCl₃) มีสูตรโมเลกุลคือ C₂₀H₂₀O₆ (M⁺, 356) UV spectrum มี absorption band ที่ 204, 230 และ 283 nm IR spectrum มีสัญญาณที่ 3445 cm⁻¹ (OH), 1606 cm⁻¹ (C=C), 1241 และ 1035 cm⁻¹ (C-O)

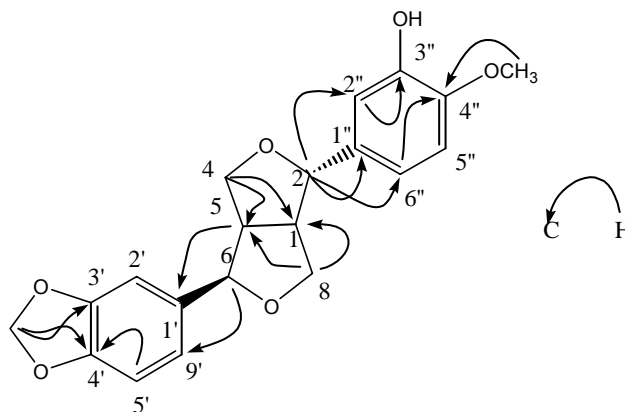
¹H-NMR spectrum ของ PS-7 (ตารางที่ 15) ซึ่งจัดว่าเป็นสารประเภท lignan เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูล ¹H-NMR spectrum ของ PS-7 กับ PS-4 พบว่ามีความแตกต่างกันตรงที่พบสัญญาณของหมู่ methylenedioxyphenyl เพียง 1 หมู่และพบสัญญาณของ methoxy 1 หมู่ปรากฏที่ δ3.92 (3H, s) และจาก IR spectrum พบสัญญาณของ hydroxyl group (ν_{max} 3445 cm⁻¹) ด้วย แสดงว่า PS-7 เป็น lignan ที่มีหมู่แทนที่บนวงแหวน aromatic ต่างกัน

2D ¹H-¹H COSY NMR spectrum พบความสัมพันธ์ระหว่าง H-1 (δ3.32) กับ H-2 (δ4.85) และ H-5 (δ2.87) และความสัมพันธ์ระหว่าง H-5 (δ2.87) กับ H-4 (δ3.84 และ 3.32) และ H-6 (δ4.42) และความสัมพันธ์อื่นๆ ดังแสดง



2D HMBC correlations ของ PS-7 พบ ²J และ ³J ที่สำคัญคือ C1 (δ50.2) และ C5 (δ54.6) กับ H-4 (δ3.32 และ 3.84) และ H-8 (δ3.84 และ 4.11); C1' (δ135.2) กับ H-5 (δ2.87); C1''

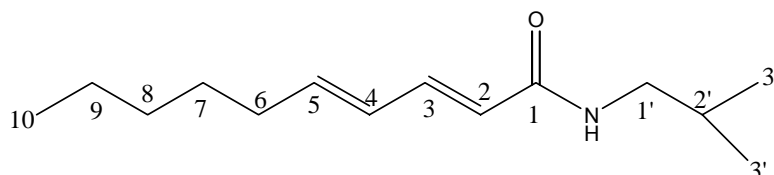
(δ 130.4), C2'' (δ 108.4) และ C6'' (118.5) กับ H-2 (δ 4.85); C4'' (δ 146.5) กับ OCH₃ (δ 3.92) และ correlations อื่นๆ แสดงไว้ดังรูปที่ 8 สรุปได้ว่า PS-7 คือ 2-(3-hydroxy-4-methoxyphenyl)-6-(3,4-methylenedioxyphenyl)-3,7-dioxabicyclo(3,3,0)octane หรือ horsfieldin ซึ่งเคยแยกได้จากเมล็ดของ *Horsfieldia iryagedhi* [37]



รูปที่ 8 แสดง 2D HMBC correlations ที่สำคัญของ PS-7

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

PS-5

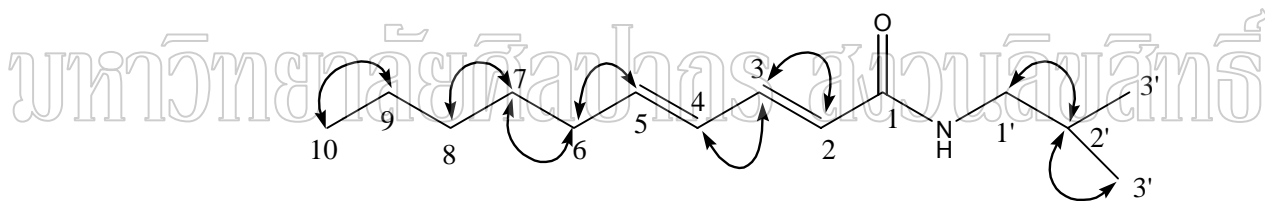


PS-5 เป็นผลึกรูปเข็มไม่มีสีมีจุดหลอมเหลวเท่ากับ 80-84 °C มีสูตรโมเลกุลคือ C₁₄H₂₅NO (M⁺, 223) UV spectrum มี absorption band ที่ 209 และ 262 nm IR spectrum มีสัญญาณที่ 3297 cm⁻¹ (NH), 1655 และ 1629 cm⁻¹ (C=O, dienamide)

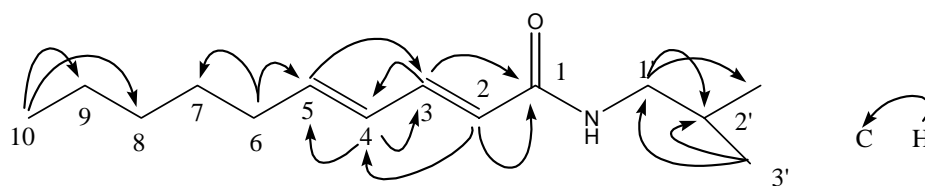
¹H-NMR spectrum (ตารางที่ 17) พบสัญญาณของ *trans*-olefinic protons 4 ตัวปรากฏที่ δ 5.77 (1H, *d*, *J* = 15.0 Hz), 7.20 (1H, *dd*, *J* = 15.0, 9.0 Hz) และ 6.10 (2H, *m*) พบสัญญาณของ methylene protons 3 ชุดปรากฏที่ δ 2.15 (2H, *dt*, *J* = 6.9, 6.1 Hz), 1.43 (2H, *quint*, *J* = 7.3 Hz) และ 1.29 (4H, *m*) และสัญญาณของ methyl protons ปรากฏที่ δ 0.90 (3H, *t*, *J* = 6.9 Hz) จากสัญญาณ protons และ ¹H-¹H COSY spectrum ที่พบของ PS-5 ทำให้คาดว่าในโครงสร้างน่าจะประกอบด้วย carbon สายตรงและมีพันธะคู่ 2 พันธะที่คอนจูเกต (conjugate) กัน นอกจากนี้ยังพบสัญญาณของหมู่ isobutyl amide อีกด้วยคือสัญญาณของ N-H ปรากฏเป็น broad singlet ที่ δ 5.54

สัญญาณของ methylene protons 1 หมู่ที่อยู่ติดกับ nitrogen atom ปรากฏที่ δ 3.17 (2H, *t*, $J = 6.5$ Hz) สัญญาณของ methine proton ที่ δ 1.81 (1H, 9 lines, $J = 6.7$ Hz) และสัญญาณของ methyl protons 2 หมู่ปรากฏเป็น doublet ($J = 6.7$ Hz) ที่ δ 0.94 (6H) ซึ่งสอดคล้องกับ ^{13}C -NMR spectrum (ตารางที่ 18) ที่พบสัญญาณของ olefinic methine carbons 4 อะตอมที่ δ 143.5, 141.5, 128.8, 121.5 และ methine carbon 1 อะตอมที่ δ 28.6 สัญญาณของ carbonyl carbon ที่ δ 166.7 สัญญาณของ methylene carbons 4 คาร์บอนอะตอมปรากฏที่ δ 33.0, 31.5, 28.5 และ 22.5 นอกจากนี้ยังพบสัญญาณของ methylene carbon 1 คาร์บอนอะตอมที่อยู่ติดกับ nitrogen atom ปรากฏที่ δ 47.1 และสัญญาณของ methyl carbons 3 คาร์บอนอะตอมปรากฏที่ δ 20.2 (2x) และ 14.0 แสดงว่า PS-5 น่าจะมีโครงสร้างเป็น *N*-isobutyl amide ของ carbon สายตรงที่มี 2 พันธะคู่ที่อยู่ติดกัน

2D ^1H - ^1H COSY NMR spectrum ของ PS-5 พบความสัมพันธ์ระหว่าง olefinic proton H-3 (δ 7.20) กับ H-2 (δ 5.77) และ H-4 (δ 6.10); H-6 (δ 2.15) กับ olefinic proton H-5 (δ 6.10) และ H-7 (δ 1.43); H-7 (δ 1.43) กับ H-8 (δ 1.29); H-9 (δ 1.29) กับ H-10 (δ 0.90) และ H-2' (δ 1.81) กับ H-3' (δ 0.94) และ H-1' (δ 3.17) ดังแสดง

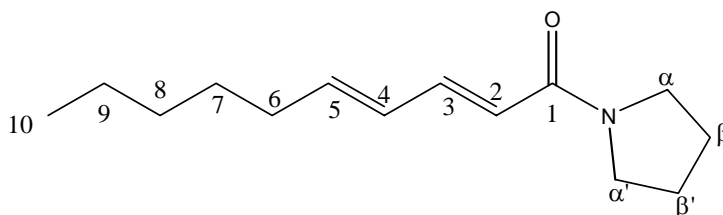


ข้อมูล 2D HMBC ของ PS-5 พบ 2J และ 3J correlations ที่สำคัญคือระหว่าง C1 (δ 166.7) และ C4 (δ 128.8) กับ H-2 (δ 5.77) และ H-3 (δ 7.20); C3 (δ 141.5) และ C5 (δ 143.5) กับ H-4 และ H-5 (δ 6.10) และ H-6 (δ 2.15); C1' (δ 47.1) กับ H-3' (δ 0.94) และ C2' (δ 28.6) กับ H-1' (δ 3.17) และ H-3' (δ 0.94) ดังแสดงในรูปที่ 9 และเมื่อเปรียบเทียบข้อมูลสเปกโตรสโกปีของ PS-5 กับ pellitorine [13] ซึ่งเป็นสารที่พบมากในพืชตระกูล *Piper* พบว่าคล้ายกันมากจึงทำให้สรุปได้ว่า PS-5 คือ *N*-isobutyl-2*E*,4*E*-decadienamide (pellitorine)



รูปที่ 9 แสดง 2D HMBC correlations ที่สำคัญของ PS-5

PS-10

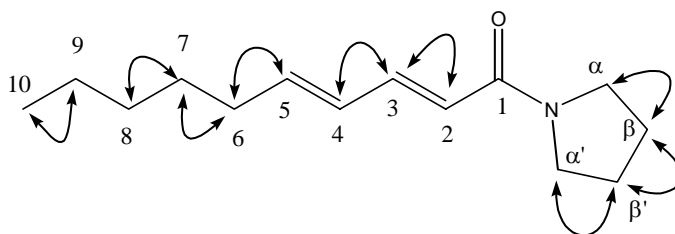


PS-10 เป็นน้ำมันสีเหลืองอ่อน มีสูตรโมเลกุลคือ $C_{14}H_{23}NO$ (M^+ , 221) UV spectrum มี absorption band ที่ 208, 216 และ 261 nm IR spectrum มีสัญญาณที่ 1652 และ 1625 cm^{-1} (C=O, dienamide)

1H -NMR spectrum (ตารางที่ 17) ของ PS-10 คล้ายกับ PS-5 มาก แต่พบสัญญาณของ pyrrolidine ring แทนสัญญาณของหมู่ isobutyl คือสัญญาณของ α -methylene protons 2 หมู่ปรากฏเป็น doublet of doublets ($J = 14.1, 6.9$ Hz) ที่ $\delta 3.54$ (4H) และ β -methylene protons 2 หมู่ปรากฏเป็น quintets 2 ชุดที่ $\delta 1.98$ (2H, $J = 6.9$ Hz) และ 1.88 (2H, $J = 6.9$ Hz)

^{13}C -NMR spectrum (ตารางที่ 18) คล้ายกับ PS-5 มากแตกต่างกันเพียงพบสัญญาณของ α -methylene carbons 2 อะตอมปรากฏที่ $\delta 45.9$ และ 46.5 และ β -methylene carbons 2 อะตอมที่ $\delta 26.1$ และ 24.4 ทำให้คาดได้ว่า PS-10 น่าจะมีโครงสร้างเป็น *N*-pyrrolidyl amide ของ carbon สายตรงที่มี 2 พันธะคู่คอนจุกเกตกัน

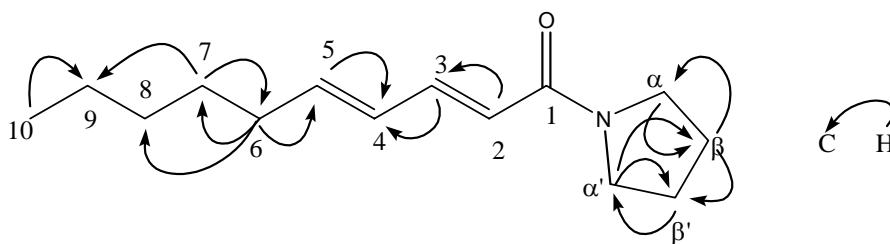
2D 1H - 1H COSY NMR spectrum ของ PS-10 พบความสัมพันธ์ระหว่าง H-3 ($\delta 7.29$) กับ H-2 ($\delta 6.09$) และ H-4 ($\delta 6.20$); H-5 ($\delta 6.10$) กับ H-6 ($\delta 2.16$); H-7 ($\delta 1.44$) กับ H-8 ($\delta 1.29$) และ H-6 ($\delta 2.16$); H-9 ($\delta 1.29$) กับ H-10 ($\delta 0.09$); H- α และ H- α' ($\delta 3.54$) กับ H- β ($\delta 1.98$) และ H- β' ($\delta 1.88$) และความสัมพันธ์ระหว่าง H- β ($\delta 1.98$) กับ H- β' ($\delta 1.88$) ดังแสดง



ใน 2D HMBC spectrum ของ PS-10 พบ 2J และ 3J correlations ที่สำคัญคือ C3 ($\delta 142.3$) กับ H-2 ($\delta 6.09$); C4 ($\delta 128.7$) กับ H-3 ($\delta 7.29$) และ H-5 ($\delta 6.10$); C5 ($\delta 143.3$), C7 ($\delta 28.5$) และ C8 ($\delta 31.5$) กับ H-6 ($\delta 2.16$); C6 ($\delta 32.9$) และ C9 ($\delta 22.5$) กับ H-7 ($\delta 1.44$) และ H-10 ($\delta 0.90$);

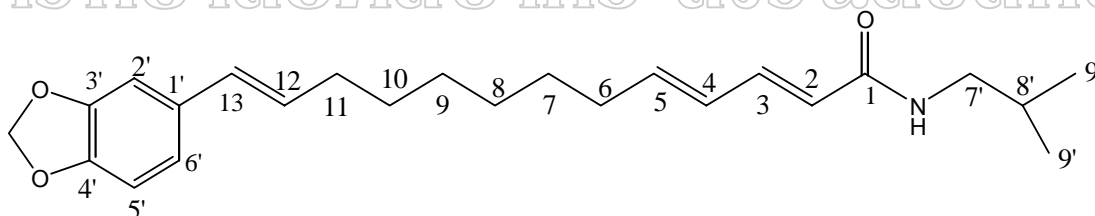
$C\alpha$ (δ 45.9) กับ $H-\beta$ (δ 1.98); $C\beta$ (δ 26.1) กับ $H-\alpha$ และ $H-\alpha'$ (δ 3.54); $C\beta'$ (δ 24.4) กับ $H-\alpha'$ (δ 3.54) และ $H-\beta$ (δ 1.98) ดังแสดงในรูปที่ 10

เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลสเปกโทรสโกปีของ PS-10 ดังกล่าวข้างต้นกับ sarmentine พบว่าเหมือนกันจึงสรุปว่าสาร PS-10 คือ *N*-pyrrolidyl-2*E*,4*E*-decadienamides (sarmentine) ซึ่งเคยแยกได้จากผลแห้งของ *P. sarmentosum* [13]



รูปที่ 10 แสดง 2D HMBC correlations ที่สำคัญของ PS-10

PS-8



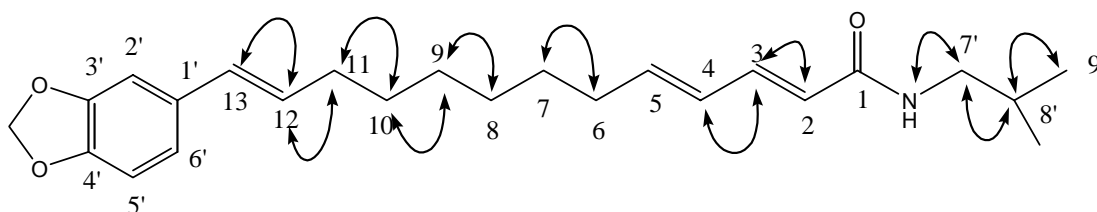
PS-8 เป็นผลึกรูปเข็มไม่มีสี มีจุดหลอมเหลวเท่ากับ 118-119 °C มีสูตรโมเลกุลคือ $C_{24}H_{33}NO_3$ (M^+ , 383) UV spectrum มี absorption band ที่ 210, 260, 268 และ 305 nm IR spectrum มีสัญญาณที่ 3304 cm^{-1} (NH), 1655 และ 1612 cm^{-1} (C=O, dienamide)

$^1\text{H-NMR}$ spectrum ของ PS-8 (ตารางที่ 19) พบสัญญาณของ methylenedioxy 1 หมู่ปรากฏเป็น singlet ที่ δ 5.95 (2H) สัญญาณของ aromatic protons 3 ตัวปรากฏที่ δ 6.91 (1H, *d*, $J = 2.4$ Hz), 6.72 (1H, *d*, $J = 8.1$ Hz) และ 6.75 (1H, *dd*, $J = 8.1, 2.4$ Hz) พบสัญญาณของ *trans*-olefinic protons 6 ตัวปรากฏที่ δ 5.74 (1H, *d*, $J = 15.0$ Hz), 7.18 (1H, *dd*, $J = 15.0, 9.6$ Hz), 6.12 (2H, overlapped), 6.03 (1H, *dt*, $J = 15.9, 6.9$ Hz) และ 6.28 (1H, *d*, $J = 15.9$ Hz) แสดงว่าโครงสร้างของ PS-8 มีพันธะคู่ 3 พันธะและเมื่อพิจารณาจาก multiplicity และ $^1\text{H-}^1\text{H}$ COSY spectrum ของ olefinic protons คาดว่าพันธะคู่ 2 พันธะที่คอนจูเกตกันส่วนพันธะคู่อีก 1 พันธะไม่

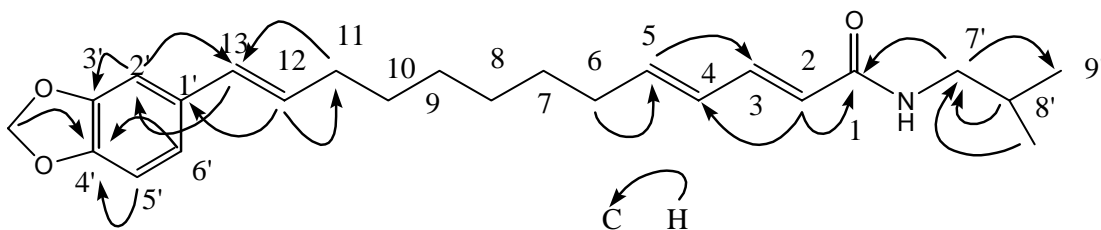
คอนจุกต์กับ 2 พันธะแรก นอกจากนี้ยังพบสัญญาณของหมู่ isobutyl และ methylene protons อีก 12 ตัวของหมู่ methylene 6 หมู่ปรากฏที่ δ 2.18 (4H, *dt*, $J = 13.8, 6.0$ Hz), 1.43 (4H, *quint*, $J = 6.0$ Hz) และ 1.32 (4H, *m*)

^{13}C -NMR spectrum ของ PS-8 (ตารางที่ 20) พบสัญญาณของ olefinic methine carbons 9 คาร์บอนอะตอมคือที่ δ 143.1, 141.3, 129.4, 128.3 (2x), 121.8, 120.2, 108.2 และ 105.4 สัญญาณของ carbonyl carbon 1 อะตอมที่ δ 166.7 สัญญาณของ methylenedioxy carbon 1 อะตอมปรากฏที่ δ 100.8 สัญญาณของ allylic methylene carbons 2 อะตอมที่ δ 39.2 (2x) สัญญาณของ methylene carbons 4 อะตอมที่ δ 28.6, 28.7, 28.9 และ 29.3 สัญญาณของ α -methylene carbon ปรากฏที่ δ 47.0 สัญญาณของ aliphatic methine carbon 1 อะตอมที่ δ 29.0 สัญญาณของ methyl carbons 2 อะตอมที่ δ 20.1 (2x) และสัญญาณของ quaternary carbons 3 คาร์บอนอะตอมปรากฏที่ δ 133.8, 147.0 และ 147.8 จาก ^1H - และ ^{13}C -NMR spectra ของ PS-8 ทำให้เชื่อว่าโครงสร้างน่าจะเป็น unsaturated amide สายตรงที่มี 3 พันธะคู่โดย 2 พันธะคู่คอนจุกต์กันและต่ออยู่กับหมู่ isobutyl amide และอีก 1 พันธะคู่แยกอยู่ที่ปลายด้านหนึ่งซึ่งคอนจุกต์กับวงแหวน aromatic

2D ^1H - ^1H COSY NMR spectrum ของ PS-8 พบความสัมพันธ์ระหว่าง H-3 (δ 7.18) กับ H-2 (δ 5.74) และ H-4 (δ 6.12); H-6 (δ 2.18) กับ H-7 (δ 1.43); H-11 (δ 2.18) กับ H-10 (δ 1.43) และ H-12 (δ 6.03); H-12 (δ 6.03) กับ H-13 (δ 6.28) และ ^1H - ^1H COSY ระหว่าง H-8' (δ 1.82) กับ H-7' (δ 3.18) และ H-9' (δ 0.93) และความสัมพันธ์อื่นๆ ดังแสดง

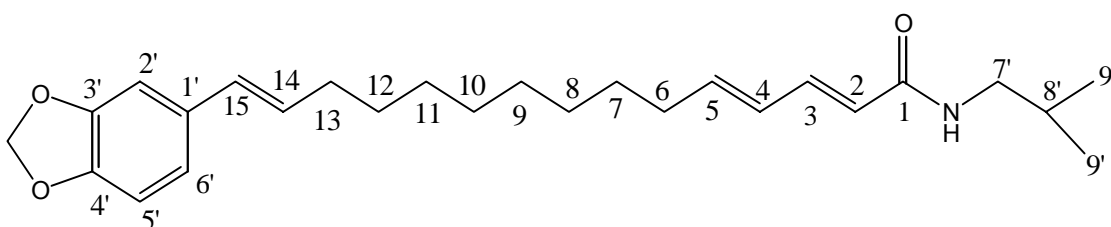


ข้อมูล 2D HMBC พบ 2J และ 3J correlations ที่สำคัญคือ C1 (δ 166.7) กับ H-2 (δ 5.74) และ H-7' (δ 3.18); C3 (δ 141.3) กับ H-5 (δ 6.12); C4 (δ 128.3) กับ H-2 (δ 5.74); C5 (δ 143.1) กับ H-6 (δ 2.18); C11 (δ 32.9) และ C1' (δ 133.8) กับ H-12 (δ 6.03); C13 (δ 129.4) กับ H-11 (δ 2.18) และ H-2' (δ 6.91) และความสัมพันธ์อื่นๆ ดังรูปที่ 11 ทำให้สรุปได้ว่า PS-8 คือ *N*-isobutyl-13-(3,4-methylenedioxyphenyl)-2*E*,4*E*,12*E*-tridecatrienamide (guineensine) ซึ่งมีรายงานว่าเคยแยกได้จากผลของ *P. guineense* [38]



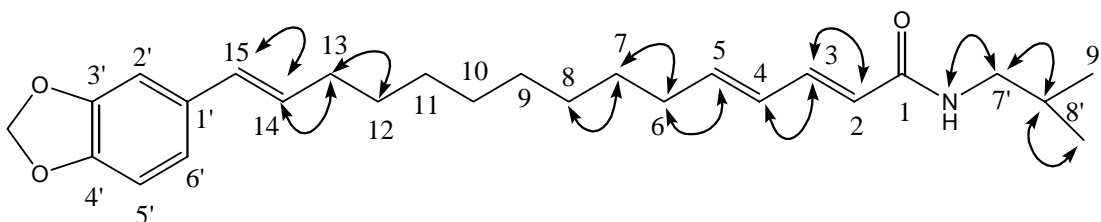
รูปที่ 11 แสดง 2D HMBC correlations ที่สำคัญของ PS-8

PS-9

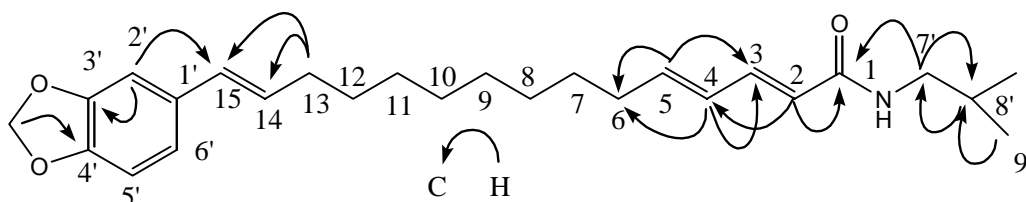


PS-9 เป็นผลึกรูปเข็มไม่มีสี มีจุดหลอมเหลวเท่ากับ 115-116 °C มีสูตรโมเลกุลคือ $C_{26}H_{37}NO_3$ (M^+ , 411) UV spectrum มี absorption band ที่ 208, 260, 268 และ 305 nm IR spectrum มีสัญญาณที่ 3305 cm^{-1} (NH), 1656 และ 1627 cm^{-1} (C=O, dienamide) ลักษณะของ UV, IR, $^1\text{H-NMR}$ spectrum (ตารางที่ 19) และ $^{13}\text{C-NMR}$ spectrum (ตารางที่ 20) ของ PS-9 คล้ายกับ PS-8 มาก แต่พบสัญญาณของ methylene protons 16 ตัวซึ่งมากกว่า PS-8 4 ตัว แสดงว่าโครงสร้างของ PS-9 มีหมู่ methylene เพิ่มอีก 2 หมู่ซึ่งสอดคล้องกับสูตรโมเลกุลของ PS-9 ที่มีหมู่ CH_2 มากกว่า PS-8 2 หมู่

2D $^1\text{H-}^1\text{H}$ COSY NMR spectrum ของ PS-9 พบความสัมพันธ์ระหว่าง H-3 (δ 7.21) กับ H-2 (δ 5.76) และ H-4 (δ 6.09); H-6 (δ 2.18) กับ H-5 (δ 6.09) และ H-7 (δ 1.44); H-13 (δ 2.18) กับ H-12 (δ 1.44) และ H-14 (δ 6.05); H-14 (δ 6.05) กับ H-15 (δ 6.30); H-8' (δ 1.82) กับ H-7' (δ 3.18) และ H-9' (δ 0.94) และความสัมพันธ์อื่นๆ ดังแสดง



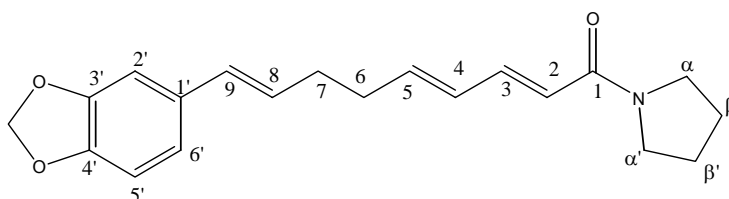
ข้อมูล 2D HMBC correlations ของ PS-9 พบ 2J และ 3J ที่สำคัญคือ C1 (δ 166.5) และ C4 (δ 128.3) กับ H-2 (δ 5.76) และ H-7' (δ 3.18); C3 (δ 141.3) และ C6 (δ 32.9) กับ H-4 และ H-5 (δ 6.09); C14 (δ 129.3), C15 (δ 129.5) และ C3' (δ 146.7) กับ H-13 (δ 2.18) และ H-2' (δ 6.91); C4' (δ 148.0) กับหมู่ methylenedioxy (δ 5.95); C7' (δ 49.9) กับ H-8' (δ 1.82) และ C8' (δ 28.7) กับ H-7' (δ 3.18) และ H-9' (δ 0.94) ดังรูปที่ 12 จึงสรุปได้ว่า PS-9 คือ *N*-isobutyl-15-(3,4-methylenedioxyphenyl)-2*E*,4*E*,14*E*-pentadecatrienamide (brachystamide B) ซึ่งเคยแยกได้จากส่วนเหนือดินของ *P. brachystachyum* [18]



รูปที่ 12 แสดง 2D HMBC correlations ที่สำคัญของ PS-9

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

PS-12



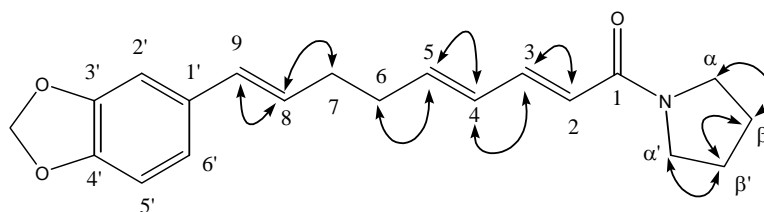
PS-12 เป็นของเหลวหนืดสีเหลืองอ่อน มีสูตรโมเลกุลคือ $C_{20}H_{23}NO_3$ (M^+ , 325) UV spectrum มี absorption band ที่ 207, 269, 306 และ 321 nm IR spectrum มีสัญญาณที่ 1651 และ 1596 cm^{-1} (C=O, dienamide)

$^1\text{H-NMR}$ spectrum ของ PS-12 (ตารางที่ 21) พบสัญญาณของ methylenedioxy 1 หมู่ปรากฏเป็น singlet ที่ δ 5.95 สัญญาณของ aromatic protons 3 ตัวปรากฏที่ δ 6.90 (1H, *d*, $J = 1.9$ Hz), 6.74 (1H, *d*, $J = 8.1$ Hz) และ 6.78 (1H, *dd*, $J = 8.1, 1.9$ Hz) สัญญาณของ olefinic protons 6 ตัวปรากฏที่ δ 6.12 (1H, *d*, $J = 15.0$ Hz), 7.29 (1H, *dd*, $J = 15.0, 10.4$ Hz), 6.25 (1H, *dd*, $J = 15.0, 10.4$ Hz), 6.23 (1H, *dt*, $J = 15.0, 10.4$ Hz), 6.04 (1H, *dt*, $J = 15.6, 10.4$ Hz) และ 6.33 (1H, *d*, $J = 15.6$ Hz) แสดงว่าในโมเลกุลมี 3 พันธะคู่ที่มี configuration เป็น *trans* และเมื่อดูจาก multiplicity และ $^1\text{H-}^1\text{H}$ COSY spectra ของ protons 4 ตัวที่ δ 6.12, 7.29, 6.25 และ 6.23 พบว่าพันธะคู่ 2 พันธะ

คอนจูเกตกันส่วนพันธะคู่อีก 1 พันธะไม่ conjugate กับ 2 พันธะแรกแต่ต่อกับวงแหวน aromatic ใน $^1\text{H-NMR}$ spectrum ของ PS-12 พบสัญญาณของ pyrrolidine ring คือ α -protons 4 ตัว ปรากฏเป็น doublet of doublets ที่ $\delta 3.55$ ($J = 14.5, 7.1$ Hz) และ β -protons ปรากฏเป็น quintets 2 ชุด ชุดละ 2 protons ที่ $\delta 1.88$ ($J = 6.7$ Hz) และ 1.98 ($J = 6.7$ Hz) และ methylene protons 4 ตัว ปรากฏเป็น multiplet ที่ $\delta 2.34$

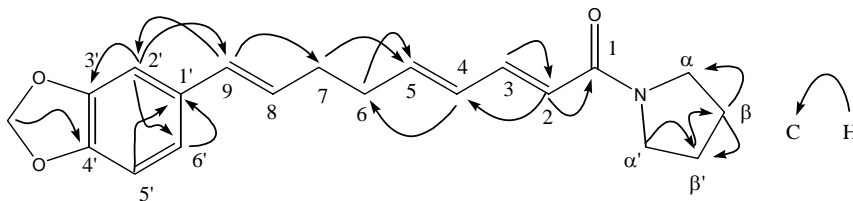
$^{13}\text{C-NMR}$ spectrum ของ PS-12 (ตารางที่ 22) พบสัญญาณของ carbonyl carbon ปรากฏที่ $\delta 165.2$ สัญญาณของ olefinic methine carbons 9 อะตอมปรากฏที่ $\delta 105.5, 108.2, 120.4$ (2x), $127.8, 129.3, 130.2, 141.7$ และ 141.9 สัญญาณของ methylenedioxy carbon ปรากฏที่ $\delta 100.9$ สัญญาณของ methylene carbons 2 คาร์บอนอะตอมปรากฏที่ $\delta 32.9$ และ 32.2 สัญญาณของ quaternary carbons 3 คาร์บอนอะตอมปรากฏที่ $\delta 132.1, 146.8$ และ 147.9 สัญญาณของ α -methylene carbons ของ pyrrolidine ring 2 คาร์บอนอะตอมปรากฏที่ $\delta 46.5$ และ 45.9 และสัญญาณของ β -methylene carbons ของ pyrrolidine ring 2 คาร์บอนอะตอมปรากฏที่ $\delta 26.1$ และ 24.4 จากข้อมูล $^1\text{H-}$ และ $^{13}\text{C-NMR}$ spectrum แสดงว่าโครงสร้างของ PS-12 คล้ายกับ PS-8 และ PS-9 แตกต่างกันที่ PS-12 มีหมู่ methylene เพียง 2 หมู่กั้นอยู่ระหว่างพันธะคู่และปลายด้านหนึ่งของโครงสร้างเป็นหมู่ *N*-pyrrolidyl แทนที่จะเป็นหมู่ isobutyl เช่นใน PS-8 และ PS-9

2D $^1\text{H-}^1\text{H}$ COSY NMR spectrum พบความสัมพันธ์ระหว่าง H-3 ($\delta 7.29$) กับ H-2 ($\delta 6.12$) และ H-4 ($\delta 6.25$); H-5 ($\delta 6.23$) กับ H-4 ($\delta 6.25$) และ H-6 ($\delta 2.34$); H-8 ($\delta 6.04$) กับ H-7 ($\delta 2.34$) และ H-9 ($\delta 6.33$); H- β กับ H- α ($\delta 3.55$) และ H- β' ($\delta 1.88$) และความสัมพันธ์ระหว่าง H- β' ($\delta 1.88$) กับ H- α' ($\delta 3.55$) และ H- β ($\delta 1.98$) ดังแสดง



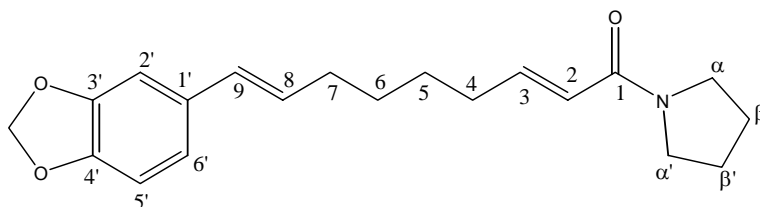
ข้อมูล 2D HMBC correlations พบ 2J และ 3J ที่สำคัญคือ C1 ($\delta 165.2$), C2 ($\delta 120.4$) และ C4 ($\delta 129.3$) กับ H-2 ($\delta 6.12$) และ H-3 ($\delta 7.29$); C5 ($\delta 141.9$) กับ H-6 และ H-7 ($\delta 2.34$); C6 ($\delta 32.9$) กับ H-4 ($\delta 6.25$); C7 ($\delta 32.2$) และ C2' ($\delta 105.5$) กับ H-9 ($\delta 6.33$); C9 ($\delta 130.2$), C3' ($\delta 146.8$) และ C6' ($\delta 120.4$) กับ H-2' ($\delta 6.90$); C1' ($\delta 132.1$) และ C4' ($\delta 147.9$) กับ H-5' ($\delta 6.74$), H-6' ($\delta 6.78$) และ หมู่ methylenedioxy ($\delta 5.95$); C α ($\delta 46.5$) กับ H- β ($\delta 1.98$); C β ($\delta 26.1$) กับ H- β' ($\delta 1.88$) และ C β' ($\delta 24.4$) กับ H- β ($\delta 1.98$) และ H- α, α' ($\delta 3.55$) ดังแสดงในรูปที่ 13

สรุปได้ว่า PS-12 คือ *N*-[9-(3,4-methylenedioxyphenyl)-2*E*,4*E*,8*E*-nonatrienoyl]pyrrolidine [39]



รูปที่ 13 แสดง 2D HMBC correlations ที่สำคัญของ PS-12

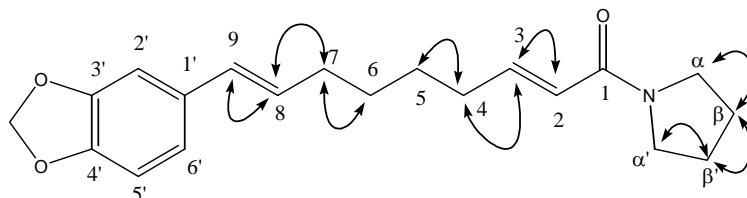
PS-13



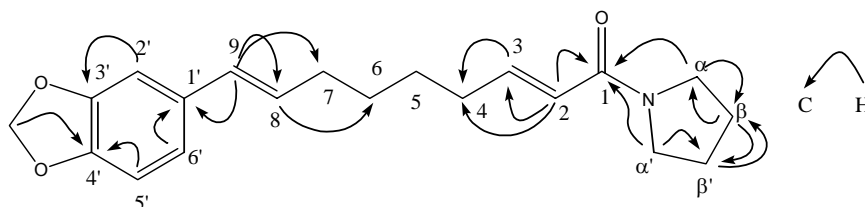
PS-13 เป็นน้ำมันสีเหลืองอ่อนมีสูตรโมเลกุลคือ $C_{20}H_{25}NO_3$ (M^+ , 327) UV spectrum มี absorption band ที่ 210, 260, 268, 305 และ 321 nm IR spectrum มีสัญญาณที่ 1660 และ 1613 cm^{-1} (C=O, unsaturated amide) เมื่อเปรียบเทียบกับสัญญาณของ UV, IR, 1H -NMR spectrum (ตารางที่ 21) และ ^{13}C -NMR spectrum (ตารางที่ 22) ของ PS-13 กับ PS-12 พบว่าคล้ายกันมากคือมีสัญญาณของ aromatic protons 3 ตัวปรากฏที่ δ 6.90 (1H, *d*, $J = 1.8$ Hz), 6.73 (1H, *d*, $J = 8.1$ Hz) และ 6.76 (1H, *dd*, $J = 8.1, 1.8$ Hz) สัญญาณของหมู่ methylenedioxy ปรากฏเป็น singlet ที่ δ 5.95 (2H) ใน 1H -NMR spectrum ของ PS-13 ยังปรากฏสัญญาณของ α -methylene 2 หมู่ของวงแหวน pyrrolidine เป็น doublet of doublets ที่ δ 3.53 ($J = 13.2, 6.7$ Hz) และ β -methylene 2 หมู่ปรากฏเป็น quintets 2 ชุด ชุดละ 2 protons ที่ δ 1.95 ($J = 6.4$ Hz) และ 1.88 ($J = 6.4$ Hz) และต่างกันว่า 1H -NMR spectrum ของ PS-13 ที่มีสัญญาณของ *trans*-olefinic protons เพียง 4 ตัวแสดงว่ามีพันธะคู่เพียง 2 พันธะ โดยมีสัญญาณปรากฏที่ δ 6.12 (1H, *d*, $J = 15.1$ Hz), 6.94 (1H, *dt*, $J = 15.1, 6.6$ Hz), 6.05 (1H, *dt*, $J = 15.8, 6.6$ Hz) และ 6.31 (1H, *d*, $J = 15.8$ Hz) ซึ่งสอดคล้องกับการพบสัญญาณของ methylene protons เพิ่มอีก 4 ตัวรวมเป็น 8 ตัวปรากฏที่ δ 2.22 (4H, *dt*, $J = 13.0, 6.6$ Hz) และ 1.52 (4H, *m*) แสดงว่าโครงสร้างของ PS-13 มีหมู่ methylene 4 หมู่

2D 1H - 1H COSY NMR spectrum พบความสัมพันธ์ระหว่าง H-3 (δ 6.94) กับ H-2 (δ 6.12) และ H-4 (δ 2.22); H-4 (δ 2.22) กับ H-5 (δ 1.52); H-7 (δ 2.22) กับ H-6 (δ 1.52) และ

H-8 (δ 6.05); H-8 (δ 6.05) กับ H-9 (δ 6.31); H- β (δ 1.95) กับ H- α (δ 3.53) และ H- β' (δ 1.88) และความสัมพันธ์ระหว่าง H- α' (δ 3.53) กับ H- β' (δ 1.88) ดังแสดง

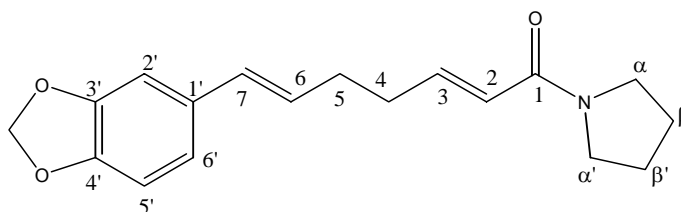


ข้อมูล 2D HMBC correlations พบ 2J และ 3J ที่สำคัญคือ C1 (δ 164.9) กับ H- α และ H- α' (δ 3.53) และ H-2 (δ 6.12); C3 (δ 145.5) และ C4 (δ 32.2) กับ H-2 (δ 6.12) และ H-3 (δ 6.94); C6 (δ 28.9) กับ H-8 (δ 6.05); C7 (δ 32.6), C8 (δ 128.9) และ C1' (δ 132.4) กับ H-9 (δ 6.31) และ H-6' (δ 6.76); C3' (δ 146.8) กับ H-2' (δ 6.90); C4' (δ 147.9) กับ H-5' (δ 6.73) และหมู่ methylenedioxy (δ 5.95); C α (δ 45.8) กับ H- β (δ 1.95); C β (δ 26.1) กับ H- α (δ 3.53) และ H- β' (δ 1.88); C β' (δ 24.3) กับ H- β (δ 1.95) และ H- α' (δ 3.53) ดังรูปที่ 14 จึงสรุปได้ว่า PS-13 คือ *N*-[9-(3,4-methylenedioxyphenyl)-2*E*,8*E*-nonadienoyl]pyrrolidine (brachyamide B) ซึ่งมีรายงานว่าเคยแยกได้จากผลของ *P. brachystachyum* [17]



รูปที่ 14 แสดง 2D HMBC correlations ที่สำคัญของ PS-13

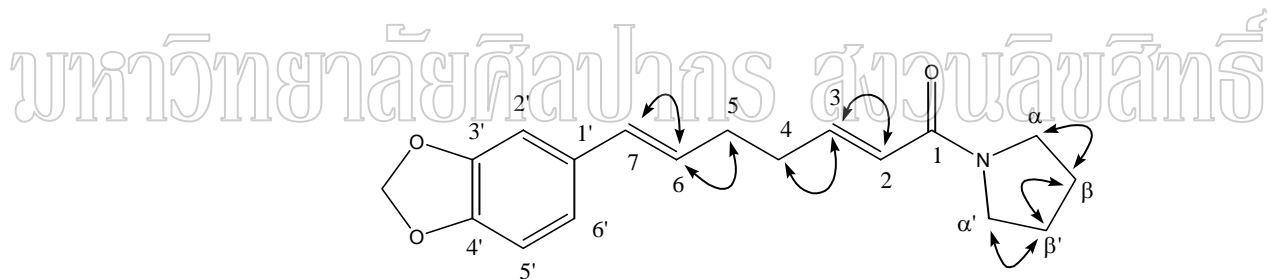
PS-14



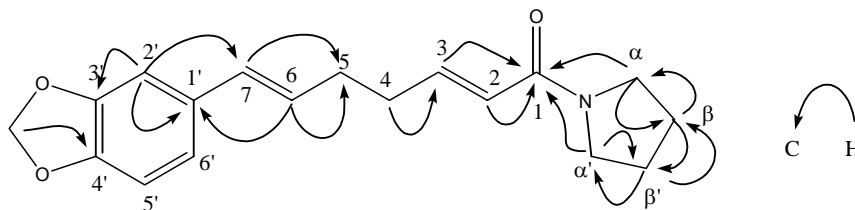
PS-14 เป็นผลึกรูปเข็มสีเหลืองอ่อน มีจุดหลอมเหลวเท่ากับ 77-79 °C มีสูตรโมเลกุลคือ $C_{18}H_{21}NO_3$ (M^+ , 299) UV spectrum มี absorption band ที่ 210, 261, 268 และ 305 nm IR spectrum มีสัญญาณที่ 1632 และ 1602 cm^{-1} (C=O, unsaturated amide)

เมื่อเปรียบเทียบสัญญาณ $^1\text{H-NMR}$ spectrum (ตารางที่ 21) และ $^{13}\text{C-NMR}$ spectrum (ตารางที่ 22) ของ PS-14 กับ PS-13 พบว่าคล้ายกันมาก กล่าวคือพบสัญญาณของ *trans*-olefinic protons 4 ตัวปรากฏที่ δ 6.13 (1H, *d*, $J = 15.3$ Hz), 6.93 (1H, *dt*, $J = 15.3, 6.8$ Hz), 6.02 (1H, *dt*, $J = 15.9, 6.8$ Hz) และ 6.32 (1H, *d*, $J = 15.9$ Hz) สัญญาณของหมู่ methylenedioxy ปรากฏเป็น singlet ที่ δ 5.93 (2H) สัญญาณของ α -methylene 2 หมู่ของ pyrrolidine ring ปรากฏเป็น doublet of doublets ที่ δ 3.53 ($J = 15.3, 6.9$ Hz) และ β -methylene 2 หมู่ของ pyrrolidine ring ปรากฏที่ δ 1.95 (2H, *quint*, $J = 6.4$ Hz) และ 1.88 (2H, *quint*, $J = 6.4$ Hz) แต่ต่างกันที่มีสัญญาณของ methylene protons เพียง 4 ตัวปรากฏที่ δ 2.35 (4H, *m*) แสดงว่าโครงสร้างของ PS-14 มีหมู่ methylene เพียง 2 หมู่คั่นระหว่างพันธะคู่ สอดคล้องกับ $^{13}\text{C-NMR}$ spectrum ที่พบสัญญาณของ methylene carbons เพียง 2 อะตอมปรากฏที่ δ 32.3 และ 31.7

2D $^1\text{H-}^1\text{H}$ COSY NMR spectrum ของ PS-14 พบความสัมพันธ์ระหว่าง H-3 (δ 6.93) กับ H-2 (δ 6.13) และ H-4 (δ 2.35); H-6 (δ 6.02) กับ H-5 (δ 2.35) และ H-7 (δ 6.32) และความสัมพันธ์ระหว่าง H- β (δ 1.95) กับ H- α (δ 3.53) และ H- β' (δ 1.86) ดังแสดง



จากข้อมูล 2D HMBC correlations ของ PS-14 พบ 2J และ 3J ที่สำคัญคือ C1 (δ 164.8) กับ H- α และ H- α' (δ 3.53), H-2 (δ 6.13) และ H-3 (δ 6.93); C5 (δ 31.7) และ C1' (δ 132.1) กับ H-6 (δ 6.02) และ H-7 (δ 6.32) และความสัมพันธ์อื่นๆ ดังแสดงในรูปที่ 15 ทำให้สรุปได้ว่า PS-14 คือ *N*-[7-(3,4-methylenedioxyphenyl)-2*E*,6*E*-heptadienyl]pyrrolidine (sarmentosine) ซึ่งเคยแยกได้จากผลแห้งของ *P. sarmentosum* [13]



รูปที่ 15 แสดง 2D HMBC correlations ที่สำคัญของ PS-14

นำสารประกอบ PS-1 – PS-15 ไปทดสอบฤทธิ์ต้านมาลาเรีย (antiplasmodial), ฤทธิ์ต้านวัณโรค (antimycobacterial) และฤทธิ์ต้านเชื้อรา (antifungal) ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 23 ตารางที่ 23 แสดงผลฤทธิ์ทางชีวภาพของ PS-1 – PS-15

สาร	Antiplasmodial activity EC ₅₀ (µg/mL)	Antimycobacterial activity MIC (µg/mL)	Antifungal activity IC ₅₀ (µg/mL)
PS-1	Inactive	Inactive	Inactive
PS-2	Inactive	Inactive	Inactive
PS-3	Inactive	Inactive	Inactive
PS-4	Inactive	Inactive	Inactive
PS-5	Inactive	50	Inactive
PS-6	Inactive	Inactive	Inactive
PS-7	Inactive	Inactive	Inactive
PS-8	Inactive	Inactive	Inactive
PS-9	Inactive	50	Inactive
PS-10	4.5	50	Inactive
PS-11	Inactive	Inactive	Inactive
PS-12	Inactive	25	Inactive
PS-13	Inactive	50	41.82
PS-14	3.9	50	32.82
PS-15	Inactive	Inactive	Inactive

จากผลฤทธิ์ทางชีวภาพของสารทั้ง 15 ชนิดทำให้สรุปได้ว่าโครงสร้างที่เป็น aliphatic amide และมีพันธะคู่คอนจูเกตกับหมู่ amide มีความสำคัญต่อการแสดงฤทธิ์ทางชีวภาพของสาร

บรรณานุกรม

1. เอื้อมพร วิสมหมาย. *พฤกษาพันธ์*. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์เอช เอน กรู๊ป จำกัด, 2541
2. สุคนธ์ พูนพัฒน์และคณะ. *ก้าวไปกับสมุนไพร*. ม.ป.ท., ม.ป.ป.
3. ชัยโย ชัยชาญทิพยุทธและคณะ. *สมุนไพร*. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ม.ป.ป.
4. Loder, J.W., Moorhouse, A., and Russell, G.B., 1969. Tumour inhibitory plants. Amide of *Piper novae-hollandiae* (Piperaceae). *Aust. J. Chem.*, **22**, 1531-1538.
5. Martins, A.P., Salgueiro, L., Vila, R., Tomi, F., Canigüeral, S., Casanova, J., Cunha, A.P.D., and Aszet, T., 1998. Essential oils from four *Piper* species. *Phytochemistry*, **49**, 2019-2023.
6. Matsui, K., and Munakata, K., 1975. The structure of piperenone, a new insect antifeeding substance from *Piper futokadzura*. *Tetrahedron Letters*, 1905-1908.
7. Parmar, V.S., Sinha, R., Shakil, N.A., Tyagi, O.D., Boll, P.M., and Wengel, A., 1993. An insecticidal amide from *Piper falconeri*. *Indian J. Chem.*, **32B**, 392-393.
8. Olsen, C.E., Tyagi, O.D., Boll, P.M., Hussaini, F.A.M., Parmar, V.S., Sharma, N.K., Taneja, P., and Fain, S.C., 1993. An aristolactam from *Piper acutislegium* and revision of the structures of piperolactam B and D. *Phytochemistry*, **33**, 518-520.
9. Parmar, V.S., Jain, S.C., Bisht, K.S., Jain, R., Taneja, P., Jha, A., Tyagi, O.D., Parasad, A.K., Wengel, J., Olsen, C.E., and Boll, P.M., 1997. Phytochemistry of the genus *Piper*. *Phytochemistry*, **46**, 597-673.
10. เต็ม สมิตินันท์. *ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : บริษัทประชาชน จำกัด, 2544.
11. วุฒิ วุฒิธรรมเวช. *สารานุกรมสมุนไพร รวมหลักเภสัชกรรมไทย*. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2540.
12. มหาวิทยาลัยมหิดล. คณะเภสัชศาสตร์. *สมุนไพรพื้นบ้าน (1)*. กรุงเทพมหานคร : บริษัทประชาชน จำกัด, 2539.
13. Likhitwitayawuid, K., and Ruangrunsi, N., 1987. Structural elucidation and synthesis of new components isolated from *Piper sarmentosum* (Piperaceae). *Tetrahedron*, **43**, 3689-3694.

14. Likhitwitayawuid, K., Ruangrunsi, N., Lange, G.L., and Decicco, C.P., 1988. α - Asarone and asaronaldehyde in *Piper sarmentosum*. *J. Sci. Soc. Thailand*, **14**, 77-79.
15. Stohr, R., Xiao, P.-G., and Bauer, R., 1999. Isobutylamides and a new methylbutylamide from *Piper sarmentosum*. *Planta Med.*, **65**, 175-177.
16. Banerji, A., Bandyopadhyay, D., Sarkar, M., Siddhanta, A.K., Pal, S.C., Ghosh, S., Araham, K., and Shooler, J.N., 1985. Structural and synthetic studies on the retrofractamide amide constituents of *Piper retrofractum*. *Phytochemistry*, **24**, 279-284.
17. Koul, S.K., Taneja, S.C., Agarwal, V.K., and Dhar, K.L., 1988. Minor amides of *Piper* species. *Phytochemistry*, **27**, 3523-3527.
18. Banerji, A., and Das, C., 1989. Two amides from *Piper brachystachyum*. *Phytochemistry*, **28**, 3039-3042.
19. Singh, J., and Potdar, M.A., 1974. Structure of a new pyrrolidine alkaloid from *Piper tichostachyon*. *Phytochemistry*, **13**, 677-678.
20. Ahn, J.W., Ahn, M.J., Zee, O.P., Kim, E.J., Lee, S.G., Kim, H.J., and Kubo, I., 1992. Piperidine alkaloids from *Piper retrofractum* fruits. *Phytochemistry*, **31**, 3609-3612.
21. Duh, C.Y., Wu, Y.C., and Wang, S.K., 1990. Cytotoxic pyridone alkaloids from *Piper aborescens*. *Phytochemistry*, **29**, 2698-2691.
22. Chatterjee, A., and Dutta, C.P., 1981. Alkaloids of *Piper longum* Linn-I. Structure and synthesis of piperlongumine and piperlonguminine. *Tetrahedron*, **23**, 1769-1781.
23. Koul, S.K., Taneja, S.C., Dhar, K.L., and Atal, C.K., 1984. Minor lignans of *Piper clusii*. *Phytochemistry*, **23**, 2099-2101.
24. Prabhu, B.R., and Mulchandani, N.B., 1985. Lignans from *Piper cubeba*. *Phytochemistry*, **24**, 329-331.
25. Badheka, L.P., Prabhu, B.R., and Mulchandani, N.B. 1987., Lignans of *Piper cubeba*. *Phytochemistry*, **26**, 2033-2036.
26. Singh, S.K., Prasad, A.K., Olsen, C.E., Jha, A., Jain, S.C., Parmar, V.S., and Wengel, J., 1996. Neolignans and alkaloids from *Piper argyrophyllum*. *Phytochemistry*, **43**, 1355-1360.
27. Burke, B., and Nair, M., 1986. Phenylpropene, benzoic acid and flavonoid derivatives from fruits of Jamaican *Piper* species. *Phytochemistry*, **25**, 1427-1430.

28. Martins, R.C.C., Latorre, L.R., Sortorelli, P., and Kato, M.J., 2000. Phenylpropanoids and tetrahydrofuran lignans from *Piper solmsianum*. *Phytochemistry*, **55**, 843-846.
29. Smith, R.M., 1983. Kavalactones in *Piper methysticum* from Fiji. *Phytochemistry*, **22**, 1055-1056.
30. Orjala, J., Erdelmeier, C.A.J., Wright, A.D., Rali, T., and Sticher, O., 1993. Five new prenylated *p*-hydroxybenzoic acid derivatives with antimicrobial and molluscicidal activity from *Piper aduncum* leaves. *Planta Med.*, **59**, 546-551.
31. Orjala, J., Wright, A.D., Behrends, H., Folkers, G., Sticher, O., Ruegger, H., and Rali, T., 1994. Cytotoxic and antibacterial dihydrochalcones from *Piper aduncum*. *J. Nat. Prod.*, **57**, 18-26.
32. Taneja, S.C., Koul, S.K., Pushpangadan, P., Dhar, K.L., Daniewski, W.M., and Schilf W., 1991. Oxygenated cyclohexanes from *Piper* species. *Phytochemistry*, **30**, 871-874.
33. Kupchan, S.M., Heningway, R.J., and Smith, R.M., 1969. Tumor inhibitors. XLV. Crotepoixide, a novel cyclohexane diepoxide tumor inhibitor from croton macrostachys. *J. Org. Chem.*, **34**, 3898-3902.
34. Msauda, L., Inazumi, A., Yamada, Y., Palolina, W. G., Kikuzaki, H., and Nakatani, N., 1991. Antimicrobial phenylpropanoids from *Piper sarmentosum*. *Phytochemistry*, **30**, 3227-3228
35. Nissanka, A.P.K., Karunaratne, V., Ratnayake Bandara, B.M., Kumar, V., Nakanishi, T., Nishi, M., Inada, A., Tillekeratne, L.M.V., Wijesundara, D.S.A., Gunatilaka, A.A.L., 2001. Antimicrobial alkaloids from *Zanthoxylum tetraspermum* and *caydatum*. *Phytochemistry*, **56**, 857-861.
36. Sun, N.-J., Chang, C.-J., and Cassady, J.M., 1987. A cytotoxic tetralone derivative from *Pararistolochia flos-avis*. *Phytochemistry*, **26**, 3051-3053.
37. Gunatilaka, A.A.L., Jasmin De silva, A.M., Sotheeswaran, S., and Tillekeratne, L.M.V., 1982. Horsfieldin, a lignan and other constituents from *Horsfieldia iryagedhi*. *Phytochemistry*, **21**, 2719-2723.
38. Okogun, J.J., and Ekong, D.E.V., 1974. Extracts from the fruits of *Piper guineense* Schum and Thom. *J. Chem. Soc. Perkin Trans I*. 2195-2198.
39. Kiuchi, F., Nakamura, N., Tsuda, Y., Kondo, K., Yoshimura, H., 1988. Studies on crude

drugs effective on visceral larva migrans. IV isolation and indentification of larvicidal principles in Peper. *Chem. Pharm. Bull.*, **35**, 2452-2465.

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อสกุล	นางสาวพจนา พรรษา
ที่อยู่	47/1 ม.12 ต. ปากแพรก อ.เมือง จ. กาญจนบุรี 71000 โทร. 034-518893
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2543	สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต วิชาเอกเคมี จากมหาวิทยาลัยศิลปากร
พ.ศ. 2546	ศึกษาต่อระดับปริญญาโท สาขาวิชาเคมีอินทรีย์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ. 2544-2548	ผู้ช่วยวิจัยในสาขาเคมีอินทรีย์ ภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยศิลปากร และเป็น ผู้ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไปเป็นเวลา 1 ภาคการศึกษา

มหาวิทยาลัยศิลปากร สงวนลิขสิทธิ์