

องค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ทางชีวภาพของผักเบี้ยหิน
(*Trianthema portulacastrum* Linn.)



นาย ณัฐพล วรรณเชษฐอิสรา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาเคมี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2538

ISBN 974-632-343-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 16840549

Chemical Constituents and Biological Activities of Horse Purslane

(*Trianthema portulacastrum* Linn.)

Mr. Nattapol Wannachet-isara

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of The Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Chemistry

Graduate School

Chulalongkorn University

1995

ISBN 974-632-343-1


หัวข้อวิทยานิพนธ์ องค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ทางชีวภาพของผักเบี้ยหิน
(*Trianthema portulacastrum* Linn.)

โดย นาย ณัฐพล วรรณเชษฐอิสรา

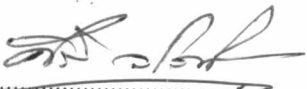
ภาควิชา เคมี


อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. อุดม กักผล


บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

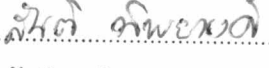

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ อุดมสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ศิริ วโรทัย)


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. อุดม กักผล)


.....กรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. เมด็จ สิทธิสุนทร)


.....กรรมการ
(ดร. สันติ ทิพยางค์)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

ณัฐพล วรรณเชษฐอิสรา : องค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ทางชีวภาพของผักเบี้ยหิน
(CHEMICAL CONSTITUENTS AND BIOLOGICAL ACTIVITIES OF
HORSE PURSLANE (*Trianthema portulacastrum* Linn.))
อ.ที่ปรึกษา: รศ.ดร. อุดม ก๊กผล, 149 หน้า. ISBN 974-632-343-1

ในการค้นหาชีวสารเพื่อการเกษตรจากผักเบี้ยหิน (*Trianthema portulacastrum* Linn.) ซึ่งเป็นวัชพืชเขตร้อน พบว่าสิ่งสกัดไดคลอโรมีเทนและเมทานอลจากพืชทั้งต้นแสดงฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของผักกาดขาว จากการแยกสิ่งสกัดด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีสามารถแยกสารออกมาได้ 10 ชนิด โดยอาศัยสมบัติทางกายภาพ ปฏิริยาเคมี และข้อมูลสเปกโทรสโกปี สามารถวิเคราะห์สูตรโครงสร้างสารได้ 7 ชนิดดังนี้คือ ของผสมไฮโดรคาร์บอนโซ่ตรง ($C_{25}-C_{33}$) ของผสมเอสเทอร์โซ่ตรง ของผสมแอลกอฮอล์โซ่ตรง ($C_{30}-C_{33}$) ของผสมสเตียรอยด์ระหว่าง stigmasteryl และ β -sitosterol สารประกอบโครโมน 6,8-dimethyl-5,7-dihydroxychromone สารประกอบฟลาโวนชนิดใหม่ (6,8-dimethyl-2',5-dihydroxy-7-methoxyflavone) ของผสมไกลโคไซด์ระหว่าง stigmasteryl-3-O- β -glucopyranoside และ β -sitosteryl-3-O- β -glucopyranoside และเกลือออกซาเลต อย่างไรก็ตามยังมีสารประกอบอีก 3 ชนิดที่ยังขาดข้อมูลทางสเปกโทรสโกปี จึงยังไม่สามารถพิสูจน์โครงสร้างของสารได้



ภาควิชา.....เคมี.....
สาขาวิชา.....เคมี.....
ปีการศึกษา.....2537.....

ลายมือชื่อนิสิต.....ณัฐพล.....วรรณเชษฐอิสรา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....อุดม ก๊กผล.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

##C625078: MAJOR CHEMISTRY

KEY WORD: *Trianthema portulacastrum* Linn./CHEMICAL
CONSTITUENTS/BIOLOGICAL ACTIVITY

NATTAPOL WANNACHET-ISARA : CHEMICAL CONSTITUENTS
AND BIOLOGICAL ACTIVITIES OF HORSE PURSLANE

(*Trianthema portulacastrum* Linn.) THESIS ADVISOR :
Asso.Prof.Udom Kokpol, Ph.D. 149pp., ISBN974-632-343-1

In the search for agrochemical substances from tropical weeds horse purslane (*Trianthema portulacastrum* Linn.), the dichloromethane and methanolic extract of dried whole plant showed the biological activity as white greens growth inhibitor. Fractionation of the crude extract using column chromatography led to the isolation of ten substances. By means of physical properties, chemical reactions and spectroscopic data, seven isolated substances are characterized as a mixture of straight long chain hydrocarbons (C₂₅-C₃₃), a mixture of straight long chain esters, a mixture of straight long chain alcohols (C₃₀-C₃₃), a mixture of stigmasterol and β -sitosterol, 6,8-dimethyl-5,7-dihydroxy chromone, a novel flavone compound (6,8-dimethyl-2',5-dihydroxy-7-methoxyflavone), a mixture of stigmasteryl-3-O- β -glucopyranoside and β -sitosteryl-3-O- β -glucopyranoside and oxalate salt. The other three compounds need more spectroscopic data to complete their structural identification.

ภาควิชา.....เคมี.....

สาขาวิชา.....เคมี.....

ปีการศึกษา.....2537.....

ลายมือชื่อนิสิต.....ณัฐพล.....วรรณเพชรอิสรา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....อุษณ.....กมล.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. อุดม ก๊กผล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ความช่วยเหลืออย่างดียิ่งสำหรับทุกสิ่งตลอดระยะเวลาในการทำงานวิจัย รวมทั้งเป็นกำลังใจในการแก้ปัญหาทางด้านการเรียนและด้านงานวิจัย จนสามารถเขียนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี รองศาสตราจารย์ เกษร วีระชาติ ดร.สันติ ทิพย์ยางค์ และดร.วรินทร์ ชวศิริ อาจารย์ประจำหน่วยวิจัยผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ คุณปัญญา มณีจักรและคุณพัชฌินี ศรีพุทธิบาล ที่คอยเป็นกำลังใจ กรุณาถ่ายทอดความรู้ คำสั่งสอน คำแนะนำและข้อคิดต่าง ๆ ในการทำงานวิจัยมาโดยตลอด รองศาสตราจารย์ ดร.เผด็จ สิทธิสุนทร และรองศาสตราจารย์ ดร. ศิริ วโรทัย ที่ได้กรุณาตรวจและแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น นอกจากนี้ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ท่านอื่นๆที่ได้กล่าวนามข้างต้นที่คอยเป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือตลอดมา

การวิจัยเรื่องนี้ ได้รับทุนอุดหนุนจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุนจากหน่วยปฏิบัติการผลิตภัณฑ์ธรรมชาติและบางส่วนจากบัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและความช่วยเหลือจากเจ้าหน้าที่ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นอย่างดี และขอขอบคุณคุณช่อม เปรมัชเรฐียร และ คุณศิริพร ชิงสนธิพร ในการสอนวิธีทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพ รวมทั้งการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพให้สำหรับสารบางตัว นอกจากนี้ผู้เขียนขอขอบคุณเพื่อนนิสิตปริญญาโทเป็นอย่างมากที่ช่วยเหลือพิมพ์งานบางส่วนให้ รวมทั้งนิสิตรุ่นพี่ที่คอยให้กำลังใจและคำปรึกษา

ผู้เขียนขอรำลึกถึงความกรุณาของทุกท่านที่กล่าวนามมาข้างต้น และบุคคลสำคัญที่จะขาดไม่ได้สำหรับผู้เขียน คือ ครอบครัวของผู้เขียนทั้งบิดา มารดา คุณยาย คุณอา และน้องสาวทั้งสองคน ที่ให้ความช่วยเหลือเป็นภาระในการจัดหาต้นไม้ที่ใช้ในการทำงานวิจัย ให้คำปรึกษาและเป็นกำลังใจแก่ผู้เขียนเสมอมาจนกระทั่งสำเร็จการศึกษานี้ จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้ด้วย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
รายการตารางประกอบ.....	ฉ
รายการแผนภาพประกอบ.....	ฎ
รายการรูปภาพประกอบ.....	ฐ
คำย่อและสัญลักษณ์ที่ใช้.....	ณ
บทที่	
1 บทนำ.....	1-17
2 การทดลองและผลการทดลอง.....	18-63
2.1 พีชตัวอย่าง.....	18
2.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์สาร.....	18
2.3 สารเคมี.....	19
2.4 การทดสอบปฏิกิริยาเคมี.....	20
2.5 การเตรียมอนุพันธ์ของสารที่สกัดได้.....	22
2.6 เทคนิคต่างๆ ที่ใช้ในการทดลอง.....	22
2.7 การทดสอบสารประกอบทางเคมีเบื้องต้น.....	27
2.8 การสกัด.....	28
2.9 การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพ.....	31-38
- การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสิ่งสกัดที่มีต่อข้าว.....	31
- การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสิ่งสกัดที่มีต่อผักกาดขาว.....	34
- การศึกษาความสามารถในการยับยั้ง CELL LINES.....	38
2.10 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีในสิ่งสกัดเฮกเซน.....	39
2.11 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีในสิ่งสกัดไดคลอโรมีเทน.....	40
2.12 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีในสิ่งสกัดเมทานอล.....	42

บทที่	หน้า
2.13 การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพ.....	44
2.14 การทำสารให้บริสุทธิ์และการตรวจหาสูตรโครงสร้างของสาร	
ในสิ่งสกัดเฮกเซน.....	48-53
- การทำสาร ก ให้บริสุทธิ์และการตรวจหาสูตรโครงสร้าง.....	48
- การทำสาร ข ให้บริสุทธิ์และการตรวจหาสูตรโครงสร้าง.....	50
- การทำสาร ค ให้บริสุทธิ์และการตรวจหาสูตรโครงสร้าง.....	50
- การทำสาร ง และ จ ให้บริสุทธิ์และการตรวจหาสูตรโครงสร้าง.....	52
2.15 การทำสารให้บริสุทธิ์และการตรวจหาสูตรโครงสร้างของสาร	
ในสิ่งสกัดไดคลอโรมีเทน.....	54-61
- การทำสาร ฉ ให้บริสุทธิ์และการตรวจหาสูตรโครงสร้าง.....	55
- การทำสาร ช ให้บริสุทธิ์และการตรวจหาสูตรโครงสร้าง.....	56
- การทำสาร ฉ ให้บริสุทธิ์และการตรวจหาสูตรโครงสร้าง.....	58
- การทำสาร ญ ให้บริสุทธิ์และการตรวจหาสูตรโครงสร้าง.....	59
- การทำสาร ฎ ให้บริสุทธิ์และการตรวจหาสูตรโครงสร้าง.....	61
2.16 การทำสารให้บริสุทธิ์และการตรวจหาสูตรโครงสร้างของสารใน	
สิ่งสกัดเมทานอล.....	62
- การทำสาร ฎ ให้บริสุทธิ์และการตรวจหาสูตรโครงสร้างของสารที่	
ตกผลึกลงมาจากการสกัดด้วยเมทานอล.....	62
3 วิจารณ์ผลการทดลอง.....	64-132
3.1 การทดสอบเบื้องต้นเพื่อหาประเภทของสารอินทรีย์.....	64
3.2 การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพ.....	65
3.3 การตรวจสอบหาสูตรโครงสร้างของสารที่แยกได้จากสิ่งสกัดเฮกเซน	
ไดคลอโรมีเทน และเมทานอล.....	67
-การตรวจสอบหาสูตรโครงสร้าง สารก.....	67
-การตรวจสอบหาสูตรโครงสร้าง สาร ข.....	72

บทที่	หน้า
- การตรวจสอบหาสูตรโครงสร้าง สาร ค	73
- การตรวจสอบหาสูตรโครงสร้าง สาร ง	78
- การตรวจสอบหาสูตรโครงสร้าง สาร จ	86
- การตรวจสอบหาสูตรโครงสร้าง สาร ฉ	92
- การตรวจสอบหาสูตรโครงสร้าง สาร ช	100
- การตรวจสอบหาสูตรโครงสร้าง สาร ฌ	105
- การตรวจสอบหาสูตรโครงสร้าง สาร ญ	109
- การตรวจสอบหาสูตรโครงสร้าง สาร ฎ	125
- การตรวจสอบหาสูตรโครงสร้าง สาร ฏ	130
4 สรุปผลการทดลอง.....	133-134
- การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพ.....	133
- สารที่แยกได้จากผักเป็ดหิน.....	134
เอกสารอ้างอิง.....	135-140
ภาคผนวก.....	141-148
ประวัติผู้เขียน.....	149

รายการตารางประกอบ

ตารางที่	หน้า
1.1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีที่พบในผักเบี๋ยหิน	11
1.2 แสดงองค์ประกอบทางเคมีที่พบใน species pentandra.....	14
1.3 แสดงองค์ประกอบทางเคมีที่พบใน species monogyna.....	16
1.4 แสดงฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรียทั้งแบคทีเรียแกรมบวกและ แบคทีเรียแกรมลบของสิ่งสกัดที่ได้จากผักเบี๋ยหิน.....	17
2.1 แสดงปริมาณสารที่ใช้เตรียมแผ่นโครมาโทกราฟี.....	24
2.2 แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของตัวดูดซับกับ อัตราเร็วของบีบดูดตัวทำละลาย	25
2.3 แสดงผลการทดสอบหาสารประกอบทางเคมีของสิ่งสกัดต่างๆ.....	27
2.4 ผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้น.....	32
2.5 ผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้น ผักกาดขาว ของสิ่งสกัดจากผักเบี๋ยหิน วิธีที่ 1 ที่ความเข้มข้นต่างๆ.....	34
2.6 ผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้น ผักกาดขาวของสิ่งสกัดจากผักเบี๋ยหิน วิธีที่ 2 ที่ความเข้มข้นต่างๆ.....	36
2.7 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้ง CELL LINES ต่างๆ จากสิ่งสกัดต่างๆของผักเบี๋ยหิน.....	38
2.8 แสดงผลการแยกสารของสิ่งสกัดในเฮกเซนโดยวิธีคอลัมน์ โครมาโทกราฟี.....	40
2.9 แสดงผลการแยกสารของสิ่งสกัดในไดคลอโรมีเทนโดยวิธีคอลัมน์ โครมาโทกราฟี.....	41-42
2.10 แสดงผลการแยกสารของสิ่งสกัดในเมทานอลโดยวิธีคอลัมน์ โครมาโทกราฟี.....	43
2.11 ผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้น ผักกาดขาวของสารที่แยกจากคอลัมน์โครมาโทกราฟี.....	44

ตารางที่	หน้า
2.12 แสดงผลการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพของสารที่ตกผลึกออกมา.....	47
2.13 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า retention time ของสารละลายมาตรฐาน ไฮโดรคาร์บอนไซโตรเจนและสาร ก กับจำนวนคาร์บอน.....	49
2.14 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า retention time ของสารละลายมาตรฐาน แอลกอฮอล์ไซโตรเจนและสาร ค	51
2.15 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า retention time ของสารละลายมาตรฐาน สเตียรอยด์และสาร ง จากแก๊สโครมาโทแกรม.....	53
2.16 แสดงผลการแยกสารจากเครื่องโครมาโททรอน.....	55
2.17 แสดงผลการแยกสารจากเครื่องโครมาโททรอน.....	57
2.18 แสดงผลการแยกสารจากเครื่องโครมาโททรอน.....	60
3.1 แสดงแถบการดูดกลืนที่สำคัญจากอินฟราเรดสเปกตรัมของ สาร ก.....	67
3.2 retention time ของของสารผสมไฮโดรคาร์บอนไซโตรเจนมาตรฐาน.....	69
3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า retention time ของสารละลายมาตรฐาน ไฮโดรคาร์บอนไซโตรเจนและสาร ก กับจำนวนคาร์บอน.....	71
3.4 สารผสมไฮโดรคาร์บอนชนิดต่างๆ ที่มีอยู่ในสาร ก.....	71
3.5 แสดงแถบการดูดกลืนแสงที่สำคัญจากอินฟราเรดสเปกตรัมสาร ข.....	73
3.6 แสดงแถบการดูดกลืนที่สำคัญจากอินฟราเรดสเปกตรัมของ.....	74
3.7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า retention time ของสารละลายมาตรฐาน แอลกอฮอล์ไซโตรเจน.....	76
3.8 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า retention time ของสารละลายมาตรฐาน แอลกอฮอล์ไซโตรเจน.....	77
3.9 สารผสมของแอลกอฮอล์ชนิดต่างๆ ในสาร ค.....	78
3.10 แสดงอินฟราเรดสเปกตรัมที่สำคัญของสาร ง	79
3.11 แสดงแถบการดูดกลืนที่สำคัญจากอินฟราเรดสเปกตรัมของ สาร จ.....	87
3.12 เปรียบเทียบคาร์บอน -13 เอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมของสาร ฉ กับ chromone.....	96

ตารางที่	หน้า
3.13 แสดงการดูดกลืนแสงที่สำคัญจากอินฟราเรดสเปกตรัมของสาร ฌ.....	105
3.14 แสดงการดูดกลืนแสงที่สำคัญจากอินฟราเรดสเปกตรัมของสาร ญ.....	110
3.15 แสดงค่าเคมีคัลลิตี้ของโปรตอนบนคาร์บอนตำแหน่งต่างๆ.....	116
3.16 แสดงความสัมพันธ์ของค่าเคมีคัลลิตี้ของเมไทน์คาร์บอนระหว่าง โปรตอนและคาร์บอน.....	120
3.17 แสดงการเปรียบเทียบกับสาร ญ กับโครงสร้างที่รายงานมาแล้ว.....	122
3.18 แสดงการกำหนดตำแหน่งค่าเคมีคัลลิตี้สำหรับคาร์บอนและไฮโดรเจน ของสาร ญ.....	124
3.19 แสดงการดูดกลืนแสงที่สำคัญจากอินฟราเรดสเปกตรัมของสาร ฎ.....	125
3.20 แสดงการเปรียบเทียบกับส่วนของน้ำตาลกลูโคส.....	128

รายการแผนภาพประกอบ

แผนภาพที่	หน้า
1 แสดงขั้นตอนการสกัดผักเบียร์วิธีที่ 1.....	29
2 แสดงขั้นตอนการสกัดผักเบียร์วิธีที่ 2.....	30

รายการรูปภาพประกอบ

รูปที่	หน้า
1.1 แสดงลักษณะทั่วไปของผักเบี้ยหิน.....	9
1.2 แสดงลักษณะส่วนประกอบต่างๆของผักเบี้ยหิน.....	10
1.3 แสดงสูตรโครงสร้างของสารที่พบในผักเบี้ยหิน.....	11
1.4 แสดงสูตรโครงสร้างของสารที่พบใน species <i>pentandra</i>	14
2.1 อุปกรณ์ของเครื่องโครมาโทรอน.....	25
2.2 แสดงถึงลักษณะอุปกรณ์ที่ใส่ตัวทำละลาย.....	26
2.3 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ความยาวของรากและกษัยใบของต้นข้าว เมื่อได้รับสารจากสิ่งสกัดในวิธีที่ 1 ที่ความเข้มข้นต่างๆลำดับ.....	33
2.4 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ความยาวของรากและลำดับของผักกาดขาว เมื่อได้รับสารจากสิ่งสกัดในวิธีที่ 1 ที่ความเข้มข้นต่างๆ.....	35
2.5 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ความยาวของรากและลำดับของผักกาดขาว เมื่อได้รับสารจากสิ่งสกัดในวิธีที่ 2 ที่ความเข้มข้นต่างๆ.....	37
2.6 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ความยาวของรากและลำดับของผักกาดขาว เมื่อได้รับสารที่แยกออกมาจากคอลัมน์โครมาโทกราฟีที่ความเข้มข้นต่างๆ.....	45
2.7 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ความยาวของรากและลำดับของผักกาดขาว เมื่อได้รับสารที่ตกผลึกลงมาที่ความเข้มข้นต่างๆ.....	47
3.1 แสดงอินฟราเรดสเปกตรัมของสาร ก.....	67
3.2 แสดงแก๊สโครมาโทแกรมของของสารผสมไฮโดรคาร์บอนไฮโดรคาร์บอนไฮโดรคาร์บอนไฮโดรคาร์บอน.....	68
3.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า log retention time กับ จำนวนคาร์บอนของสารผสมไฮโดรคาร์บอนไฮโดรคาร์บอนไฮโดรคาร์บอน.....	68
3.4 แสดงอินฟราเรดสเปกตรัมของสาร ข.....	72
3.5 แสดงอินฟราเรดสเปกตรัมของสาร ค.....	74
3.6 แสดงแก๊สโครมาโทแกรมของของสารผสมมาตรฐานแอลกอฮอล์ไฮโดรคาร์บอน.....	75

รูปที่	หน้า
3.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า log retention time กับ จำนวนคาร์บอนของสารผสมมาตรฐานแอลกอฮอล์โซ่ตรง.....	76
3.8 แสดงแก๊สโครมาโทแกรมของสาร ค.....	77
3.9 แสดงอินฟราเรดสเปกตรัมของสาร ง.....	79
3.10 แสดงโปรตอนเอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมของสาร ง.....	80
3.11 แสดงแก๊สโครมาโทแกรมของสารละลายมาตรฐานสเตียรอยด์.....	81
3.12 แสดงแก๊สโครมาโทแกรมของสาร ง.....	82
3.13 แสดงแมสสเปกตรัมของสาร ง.....	83
3.14 แสดงรูปแบบการแตกตัวของ stigmasterol.....	84
3.15 แสดงรูปแบบการแตกตัวของ β sitosterol.....	85
3.16 แสดงอินฟราเรดสเปกตรัมของสาร จ.....	86
3.17 แสดงโปรตอนเอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมของสาร จ.....	87
3.18 แสดงคาร์บอน-13 เอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัม สาร จ.....	88
3.19 แสดง DEPT 90 ของสาร จ.....	89
3.20 แสดง DEPT 135 ของสาร จ.....	90
3.21 แสดงแมสสเปกตรัม ของสาร จ.....	90
3.22 แสดงโปรตอนเอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมของสาร ฉ.....	93
3.23 แสดงคาร์บอน-13 เอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัม DEPT 135.....	94
3.24 แสดง DEPT 90 ของสาร ฉ.....	95
3.25 แมสสเปกตรัมของสาร ฉ.....	97
3.26 รูปแบบการแตกตัวของสาร ฉ.....	98
3.27 แสดงสูตรโครงสร้างของสาร ฉ.....	99
3.28 แสดงอินฟราเรดสเปกตรัมของสาร ช.....	100
3.29 แสดงโปรตอนเอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมของสาร ช.....	101
3.30 แสดงคาร์บอน-13 เอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมของสาร ช.....	102

รูปที่	หน้า
3.31 แสดง DEPT 135 ของสาร ซ.....	103
3.32 แสดง DEPT 90 ของสาร ซ.....	103
3.33 แสดงแมสสเปกตรัม ของสาร ซ	104
3.34 แสดงอินฟราเรดสเปกตรัมของสาร ฉ.....	106
3.35 แสดงโปรตอนเอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมของสาร ฉ.....	107
3.36 แสดงคาร์บอน-13 เอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมของสาร ฉ.....	107
3.37 แสดง DEPT 135 ของสาร ฉ.....	107
3.38 แสดงลักษณะส่วนหนึ่งของสูตรโครงสร้างของสาร ฉ	108
3.39 แสดงอินฟราเรดสเปกตรัมของสาร ญ	109
3.40 แสดงโปรตอนเอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมของสาร ญ.....	111
3.41 แสดงคาร์บอน-13 เอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมของสาร ญ	112
3.42 แสดง DEPT 135 ของสาร ญ.....	113
3.43 แสดงแมสสเปกตรัมของสาร ญ.....	113
3.44 แสดง H-H COSY ของสาร ญ.....	115
3.45 แสดง H-H NOESY ของสาร ญ.....	117
3.46 แสดง H-H NOESY(ขยาย) ของสาร ญ.....	118
3.47 แสดง C-H COSY ของสาร ญ.....	119
3.48 แสดง HMBC ของสาร ญ.....	119
3.49 แสดงรูปแบบการแตกตัวของสาร ญ.....	123
3.50 แสดงแถบการดูดกลืนแสงอินฟราเรดสเปกตรัมของสาร ฎ.....	126
3.51 แสดงโปรตอนเอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมของสารฎ*	127
3.52 แสดงคาร์บอน-13 เอ็นเอ็มอาร์สเปกตรัมของสาร ฎ*	127
3.53 แสดงแมสสเปกตรัมของสาร ฎ*	131
3.54 แสดงอินฟราเรดสเปกตรัมของสาร ฎ	128
3.55 แสดงอินฟราเรดสเปกตรัมของสารมาตรฐานแคลเซียมออกซาลेट	131



คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

ref.	references
anh.	anhydrous
%	percent
GC	Gas Chromatography
TLC	Thin Layer Chromatography
HPLC	High Performance Liquid Chromatography
IR	Infrared
NMR	Nuclear Magnetic Resonance
DMSO	dimethyl sulfoxide
Hz	Hertz
ppm	part per million
δ	chemical shift
M^+	molecular ion
m/e	mass to charge ratio
R_f	rate of flow in chromatography
s	singlet (NMR)
d	doublet (NMR)
dd	double of doublet (NMR)
t	triplet (NMR)
q	quartet (NMR)
m	multiplet (NMR)
J	coupling constant (NMR)
s	strong (IR)
m	medium (IR)
w	weak (IR)
br	broad (IR)

9

DEPT	Distortionless Enhancement by Polarisation Transfer
COSY	Correlated Spectroscopy
NOESY	Nuclear Overhauser Enhancement (and Exchange) Spectroscopy
NOE	Nuclear Overhauser Enhancement
HMQC	¹ H - Detected Heteronuclear Multiple - Quantum Coherence via Direct Coupling
HMBC	Heteronuclear Multiple Bond Connectivity by 2D Multiple Quantum NMR