



องค์ประกอบทางเคมีจากกิ่งของ *Garcinia scortechinii*

Chemical Constituents from Twigs of
Garcinia scortechinii

ขอสมัคร ดุษฎีบัณฑิตกิตติมศักดิ์
สำหรับสายอสังขตาคมกษัตริย์
วิชาเกษตรศาสตร์
ได้รับจาก
๒/๐
วันที่ เดือน ๒ ๐ พ.ศ. ๒๕๔๓

วรรณฤดี แก้วนุก

Wanrudee Kaewnok

Order Key 28297
BIB Key 176064

๑
เลขหมู่ OK19๕.๕๓๐๔๔
เลขทะเบียน ๒๕๔๓, ๒.๒
..... ๒.๐/พ.ศ. ๒๕๔๓

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมีอินทรีย์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Master of Science Thesis in Organic Chemistry

Prince of Songkla University

2543

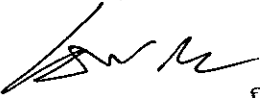
ชื่อวิทยานิพนธ์ องค์ประกอบทางเคมีจากกิ่งของ *Garcinia scortechinii*
ผู้เขียน นางสาววรรณฤดี แก้วนง
สาขาวิชา เคมีอินทรีย์
ปีการศึกษา 2542


คณะกรรมการที่ปรึกษา

คณะกรรมการสอบ

อ.ดร.ดร.ดร.ดร.ดร. ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วัชรินทร์ รุกขไชยศิริกุล)

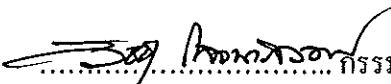
อ.ดร.ดร.ดร.ดร.ดร. ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วัชรินทร์ รุกขไชยศิริกุล)


..... กรรมการ


..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชนก กะราลัย)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชนก กะราลัย)

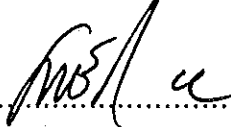

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชชุ โลจนากิวัฒน์)


..... กรรมการ

(ดร.ภาคภูมิ พาณิชยูปการนันท์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมีอินทรีย์


.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.นพรัตน์ บำรุงรักษ์)

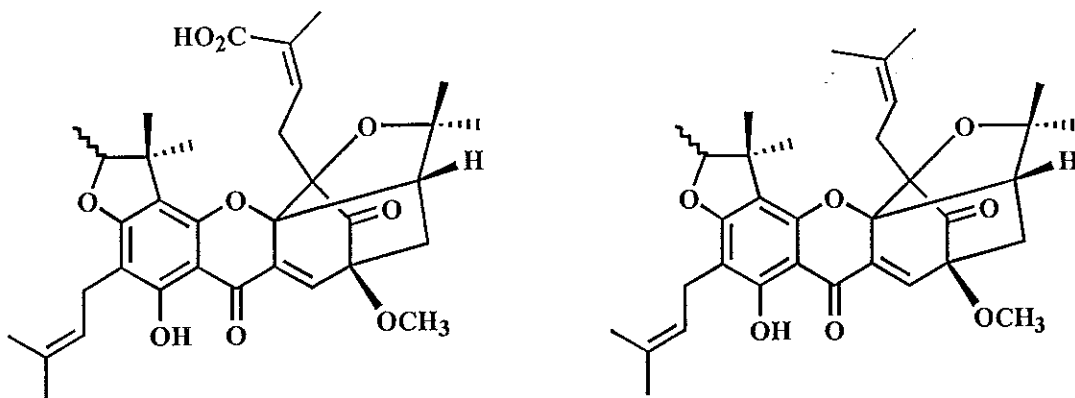
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ องค์ประกอบทางเคมีจากกิ่งของ *Garcinia scortechinii*
 ผู้เขียน นางสาววรรณฤดี แก้วนุก
 สาขาวิชา เคมีอินทรีย์
 ปีการศึกษา 2542

บทคัดย่อ

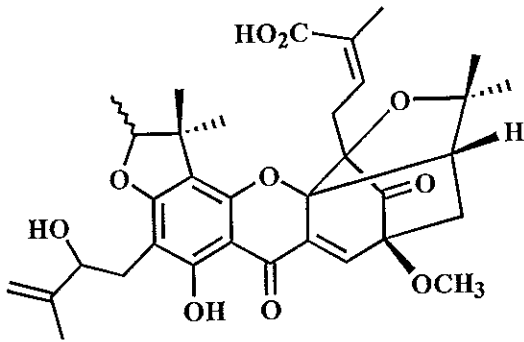
ส่วนสกัดหยาบเมธานอลจากกิ่ง *Garcinia scortechinii* เมื่อนำมาแยกและทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธีการทางโครมาโทกราฟี สามารถแยกสารได้ 11 สาร เป็นสารใหม่ 3 สาร ซึ่งเป็นสารประเภท caged polyprenylated xanthenes ทั้งหมด [*scortechinone A* (WK3), *scortechinone B* (WK1) และ *scortechinone C* (WK5)] สารประเภท triterpene จำนวน 2 สาร [*friedelin* (WK2) และ WK6] สารประเภท steroid จำนวน 1 สาร [*stigmasterol* (WK4)] สารประเภท biflavone จำนวน 4 สาร [GS1, GS3, GS4 และ GS5] และ GS2 ซึ่งไม่สามารถระบุประเภทของสารที่แน่นอนได้

การวิเคราะห์โครงสร้างของ WK1 WK3 และ WK5 ใช้ข้อมูลทางสเปกโทรสโกปี โดยเฉพาะ 1D และ 2D NMR สเปกโทรสโกปี ส่วนโครงสร้างของ WK2 WK4 WK6 GS1 และ GS4 ได้จากการเปรียบเทียบข้อมูล ¹H NMR สเปกตรัม และจุดหลอมเหลวกับสารที่ทราบโครงสร้างแล้ว WK6 GS1 และ GS4 ได้เสนอโครงสร้างที่มีความเป็นไปได้มากที่สุด ส่วน GS3 เฉพาะข้อมูล ¹H NMR สเปกตรัม ไม่เพียงพอที่จะเสนอโครงสร้างที่เป็นไปได้ สำหรับ GS2 และ GS5 สลายตัวเมื่อวางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง จึงไม่ทำการวิเคราะห์โครงสร้าง

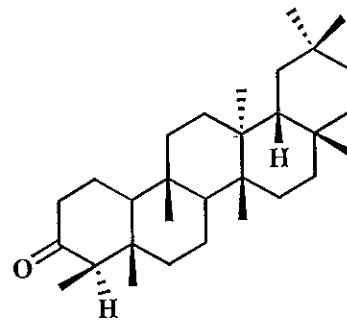


WK1

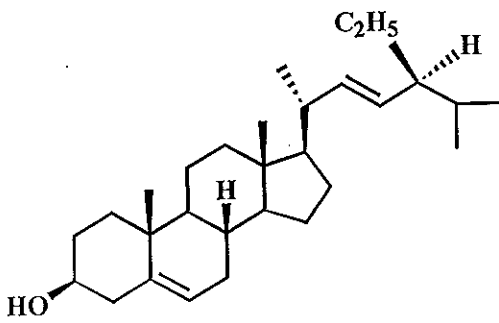
WK3



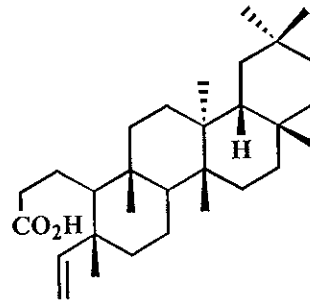
WK5



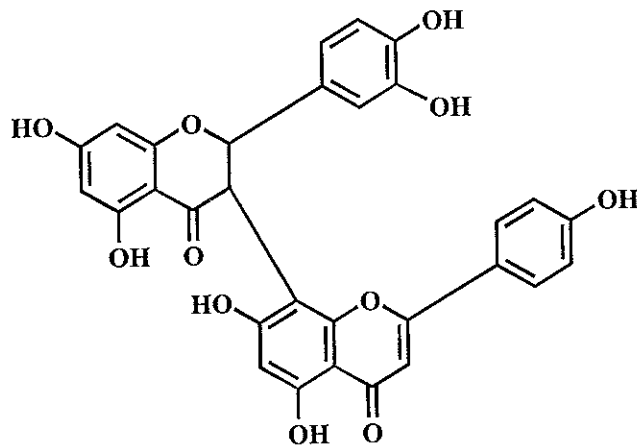
WK2



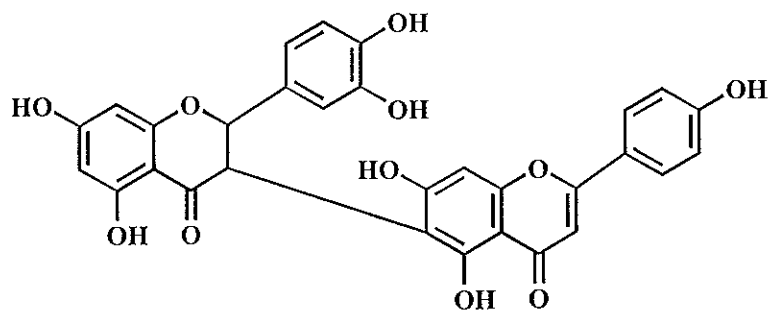
WK4



WK6



GS1



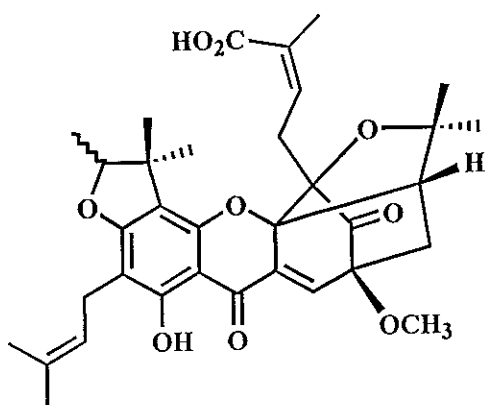
GS4

Thesis Title	Chemical Constituents from Twigs of <i>Garcinia scortechinii</i>
Author	Miss Wanrudee Kaewnok
Major Program	Organic Chemistry
Academic Year	1999

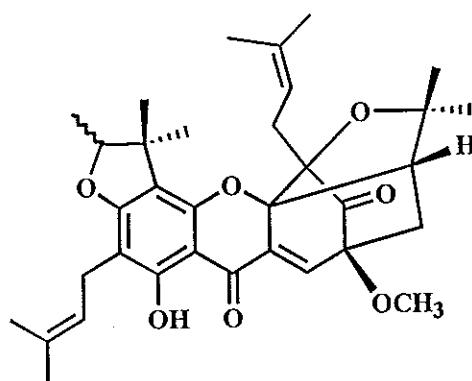
Abstract

The methanol extract from twigs of *Garcinia scortechinii*, upon chromatographic separation, yielded eleven compounds : three novel caged polyprenylated xanthenes [*scortechinone A* (WK3), *scortechinone B* (WK1) and *scortechinone C* (WK5)], two triterpenes [*friedelin* (WK2) and WK6], one steroid [*stigmasterol* (WK4)], four biflavones [GS1 GS3 GS4 and GS5] and one unidentified compound (GS2).

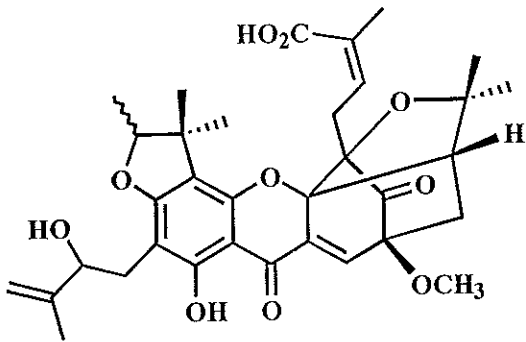
The structure of WK1, WK3 and WK5 was elucidated using 1D and 2D spectroscopic data. The structural analysis of WK2, WK4, WK6, GS1 and GS4 was accomplished by comparison of their ^1H NMR spectra and melting point with known compounds. The possible structures of WK6, GS1 and GS4 were therefore proposed. Unfortunately, the ^1H NMR data of GS3 were insufficient for its structure assignment while GS2 and GS5 remained unidentified because of their instability upon standing at room temperature.



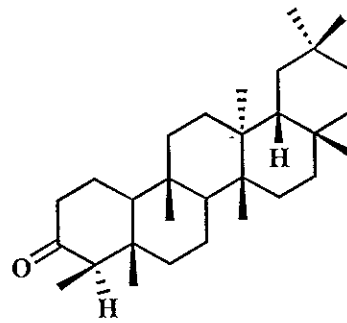
WK1



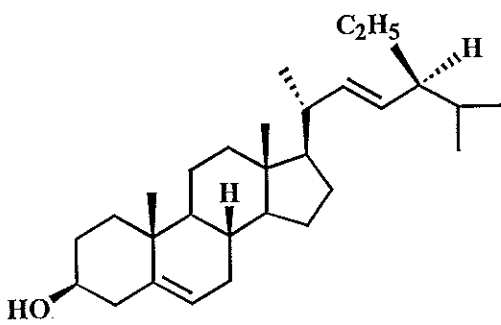
WK3



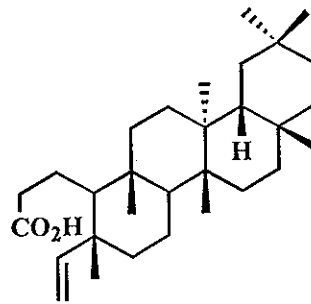
WK5



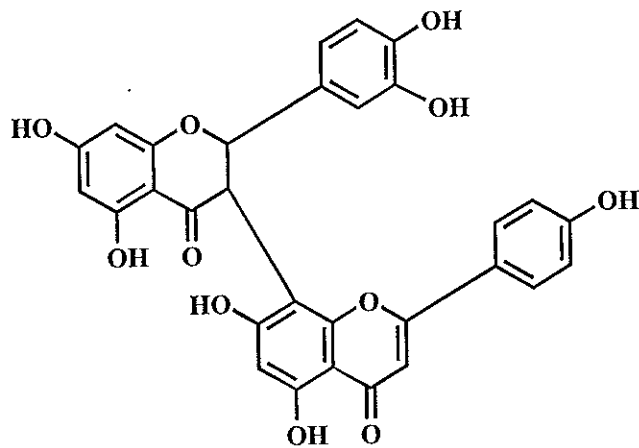
WK2



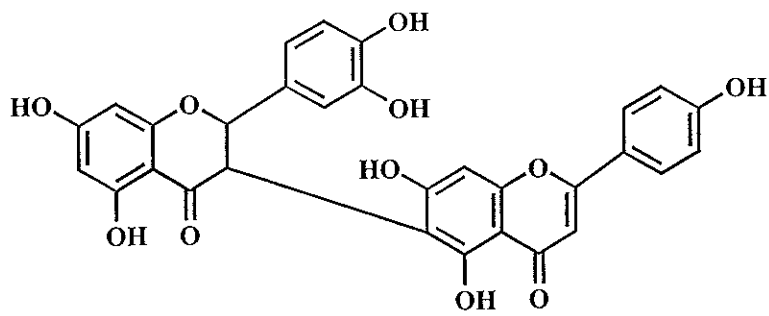
WK4



WK6



GS1



GS4

กิตติกรรมประกาศ

ความสำเร็จของวิทยานิพนธ์เล่มนี้ได้รับความกรุณาเป็นอย่างสูงจาก รองศาสตราจารย์ ดร. วัชรินทร์ รุกขไชยศิริกุล อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้แนวคิด คำแนะนำ ในการทำวิจัยและการแก้ไข ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น ตลอดจนกรุณาสละเวลาในการตรวจพิจารณา แก้ไขข้อบกพร่องเพื่อให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้มีความสมบูรณ์ถูกต้องมากที่สุด ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นัตริชนก กระราลัย ที่ปรึกษาร่วมที่ได้ให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณหัวหน้าภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้โอกาสผู้เขียนได้ใช้เครื่องมือของภาควิชาเคมี คณะอาจารย์ภาควิชาเคมีทุกท่านที่ได้กรุณาให้ความรู้และแนวทางในการศึกษา ตลอดจนเจ้าหน้าที่ภาควิชาเคมีทุกท่านที่อำนวยความสะดวกด้านต่างๆ ทำให้งานวิจัยครั้งนี้ลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณอาจารย์ประกาศ สว่างโชติ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และเจ้าหน้าที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าน้ำตก โตนงาช้างที่กรุณาแนะนำและช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่าง คุณบุญสิทธิ์ วัฒนไทย และคุณคุณชัย เล่งเจ๊ะ ที่ช่วยบันทึกข้อมูลทางนิเวศสิทธิ์แมกเนติกเรโซแนนซ์ รวมทั้งภาควิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่กรุณาให้ใช้เครื่องมือในการบันทึกอินฟราเรดสเปกตรัม ขอขอบพระคุณศาสตราจารย์ Dr. Walter Taylor แห่งมหาวิทยาลัยซิดนีย์ ประเทศออสเตรเลีย เป็นอย่างสูงที่ได้กรุณานำบันทึกสเปกตรัมต่างๆ ของสารและให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับโครงสร้างของสาร และขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัย

ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่และครอบครัวที่ได้ให้กำลังใจและกำลังใจในการศึกษาจนสำเร็จ ขอขอบคุณคุณอัยฎาฎุช หิรัญรัตน์ และคุณสวพร โกยสมบูรณ์ ตลอดจนผู้ร่วมห้องวิจัยทุกท่านที่ช่วยเหลือและให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์

วรรณฤดี แก้วนง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(6)
กิตติกรรมประกาศ	(9)
สารบัญ	(10)
รายการตาราง	(12)
รายการภาพประกอบ	(14)
บทที่	
1 บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
การตรวจเอกสารพืชสกุล <i>Garcinia</i>	1
โครงสร้างของสารประกอบที่แยกได้จากพืชสกุล <i>Garcinia</i>	13
วัตถุประสงค์	48
2 วิธีการวิจัย	49
เครื่องมือและสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง	49
ขั้นตอนการสกัด	50
วิธีการแยกสารให้บริสุทธิ์	50
การศึกษาครั้งที่ 1	50
การศึกษาส่วนละลายเอทิลอะซิเตท (ET.1)	51
การศึกษาส่วนละลายเมธานอล (ME)	57
การศึกษาครั้งที่ 2	70
การศึกษาส่วนละลายเอทิลอะซิเตท (ET.1)	70
การศึกษาส่วนละลายเมธานอล (ME)	83
3 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	95
การวิเคราะห์โครงสร้างของ WK1	95
การวิเคราะห์โครงสร้างของ WK3	106

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
การวิเคราะห์โครงสร้างของ WK5	110
การวิเคราะห์โครงสร้างของ WK2	114
การวิเคราะห์โครงสร้างของ WK4	115
การวิเคราะห์โครงสร้างของ WK6	117
การวิเคราะห์โครงสร้างของ GS1	119
การวิเคราะห์โครงสร้างของ GS4	125
บรรณานุกรม	181
ประวัติผู้เขียน	186

รายการตาราง

ตาราง	หน้า
1 พีชสกุล <i>Garcinia</i> และสารประกอบที่พบ	2
2 การสกัดกิ่ง <i>Garcinia scortechnii</i> ด้วยตัวทำละลายเมธานอล	50
3 สภาพการละลายของส่วนสกัดหยาบเมธานอล	50
4 ส่วนต่างๆที่ได้จากการแยก ET.1 ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบธรรมดา	52
5 ส่วนต่างๆที่ได้จากการแยก E7 ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบธรรมดา	54
6 ส่วนต่างๆที่ได้จากการแยก ME ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบรวดเร็ว	57
7 ส่วนต่างๆที่ได้จากการแยก D ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบธรรมดา	58
8 ส่วนต่างๆที่ได้จากการแยก UA ด้วยวิธีโครมาโทกราฟีแผ่นหนา	60
9 ส่วนต่างๆที่ได้จากการแยก UA ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบธรรมดา	61
10 ส่วนต่างๆที่ได้จากการแยก F ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี ใช้ซิลิกาเจลชนิด RP	62
11 ส่วนต่างๆที่ได้จากการแยก F ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี ใช้ซิลิกาเจลชนิด RP	63
12 ส่วนต่างๆที่ได้จากการแยก F ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี ใช้ซิลิกาเจลชนิด RP	65
13 ส่วนต่างๆที่ได้จากการแยก W3.1 รวมกับ W2 ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี แบบธรรมดา	66
14 ส่วนต่างๆที่ได้จากการแยก W4 ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบธรรมดา	68
15 ส่วนต่างๆที่ได้จากการแยก ET.1 ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบธรรมดา	71
16 ส่วนต่างๆที่ได้จากการแยก T4.2 ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี ใช้ซิลิกาเจลชนิด RP	77
17 ส่วนต่างๆที่ได้จากการแยก T7 ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบธรรมดา	80
18 สภาพการละลายของ T11	82
19 ส่วนต่างๆที่ได้จากการแยก ME ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบรวดเร็ว	83
20 สภาพการละลายของ me6	88
21 ส่วนต่างๆที่ได้จากการแยก mee6 ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี ใช้ซิลิกาเจลชนิด RP	89
22 ส่วนต่างๆที่ได้จากการแยก me7 ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี ใช้ซิลิกาเจลชนิด RP	92
23 ข้อมูลจาก ¹ H NMR สเปกตรัมของ WK1, WK3 และ WK5	96

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
24 ตำแหน่งและชนิดของคาร์บอนของ WK1, WK3 และ WK5 ที่วิเคราะห์ได้จากข้อมูลของ 1D สเปกตรัม (^{13}C และ DEPT) และ 2D สเปกตรัม (HMQC และ HMBC)	98
25 ข้อมูลบางส่วนจาก ^1H NMR สเปกตรัมของ WK1 และ morellin dimethyl acetal	103
26 ข้อมูล 2D HMBC ของ WK1	104
27 ข้อมูล 1D NOE ของ WK1	105
28 ข้อมูลจากการศึกษาด้วยเทคนิค decoupling	107
29 ข้อมูล 1D NOE ของ WK3	108
30 ข้อมูล 2D HMBC ของ WK3	109
31 ข้อมูล ^1H - ^1H COSY ของ WK5	111
32 ข้อมูล 1D NOE ของ WK5	112
33 ข้อมูล 2D HMBC ของ WK5	113
34 ข้อมูล ^1H NMR ของ โครงสร้าง 9 และ โครงสร้าง 10	123
35 ข้อมูล ^1H NMR ของ GS1 และ GS4	128

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
3.1 แมสสเปกตรัมของ WK1	129
3.2 UV (MeOH) สเปกตรัมของ WK1	130
3.3 IR (KBr) สเปกตรัมของ WK1	131
3.4 ¹ H NMR (400 MHz) (CDCl ₃) สเปกตรัมของ WK1	132
3.5 ¹³ C NMR (100 MHz) (CDCl ₃) สเปกตรัมของ WK1	133
3.6 DEPT 90° (125 MHz) (CDCl ₃) สเปกตรัมของ WK1	134
3.7 1D NOE สเปกตรัมของ WK1 ฉายรังสีที่โปรตอน δ 5.67 ppm	135
3.8 1D NOE สเปกตรัมของ WK1 ฉายรังสีที่โปรตอน δ 5.20 ppm	136
3.9 1D NOE สเปกตรัมของ WK1 ฉายรังสีที่โปรตอน δ 2.33 ppm	137
3.10 1D NOE สเปกตรัมของ WK1 ฉายรังสีที่โปรตอน δ 1.37 ppm	138
3.11 ¹ H- ¹ H COSY สเปกตรัมของ WK1	139
3.12 2D HMQC สเปกตรัมของ WK1	140
3.13 2D HMBC สเปกตรัมของ WK1	141
3.14 แมสสเปกตรัมของ WK3	142
3.15 UV (MeOH) สเปกตรัมของ WK3	143
3.16 IR (KBr) สเปกตรัมของ WK3	144
3.17 ¹ H NMR (400 MHz) (CDCl ₃) สเปกตรัมของ WK3	145
3.18 ¹³ C NMR (100 MHz) (CDCl ₃) สเปกตรัมของ WK3	146
3.19 DEPT 135° (100 MHz) (CDCl ₃) สเปกตรัมของ WK3	147
3.20 1D NOE สเปกตรัมของ WK3 ฉายรังสีที่โปรตอน δ 5.22 ppm	148
3.21 1D NOE สเปกตรัมของ WK3 ฉายรังสีที่โปรตอน δ 4.37 ppm	149
3.22 1D NOE สเปกตรัมของ WK3 ฉายรังสีที่โปรตอน δ 1.41 ppm	150
3.23 ¹ H- ¹ H COSY สเปกตรัมของ WK3	151
3.24 2D HMQC สเปกตรัมของ WK3	152
3.25 2D HMBC สเปกตรัมของ WK3	153
3.26 แมสสเปกตรัมของ WK5	154

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
3.27 UV (MeOH) สเปกตรัมของ WK5	155
3.28 IR (neat) สเปกตรัมของ WK5	156
3.29 ^1H NMR (400 MHz) (CDCl_3) สเปกตรัมของ WK5	157
3.30 ^{13}C NMR (100 MHz) (CDCl_3) สเปกตรัมของ WK5	158
3.31 DEPT 135° (100 MHz) (CDCl_3) สเปกตรัมของ WK5	159
3.32 ^1H - ^1H COSY สเปกตรัมของ WK5	160
3.33 2D HMQC สเปกตรัมของ WK5	161
3.34 2D HMBC สเปกตรัมของ WK5	162
3.35 เมสสเปกตรัมของ WK2	163
3.36 IR (KBr) สเปกตรัมของ WK2	164
3.37 ^1H NMR (500 MHz) (CDCl_3) สเปกตรัมของ WK2	165
3.38 ^{13}C NMR (125 MHz) (CDCl_3) สเปกตรัมของ WK2	166
3.39 เมสสเปกตรัมของ WK4	167
3.40 IR (KBr) สเปกตรัมของ WK4	168
3.41 ^1H NMR (500 MHz) (CDCl_3) สเปกตรัมของ WK4	169
3.42 ^{13}C NMR (125 MHz) (CDCl_3) สเปกตรัมของ WK4	170
3.43 เมสสเปกตรัมของ WK6	171
3.44 IR (KBr) สเปกตรัมของ WK6	172
3.45 ^1H NMR (500 MHz) (CDCl_3) สเปกตรัมของ WK6	173
3.46 ^1H NMR (500 MHz) (CD_3OD) สเปกตรัมของ GS1	174
3.47 ^1H NMR (500 MHz) (CD_3OD) สเปกตรัมของ GS2	175
3.48 ^1H NMR (500 MHz) (CD_3OD) สเปกตรัมของ GS3	176
3.49 UV (MeOH) สเปกตรัมของ GS4	177
3.50 IR (KBr) สเปกตรัมของ GS4	178
3.51 ^1H NMR (500 MHz) ($\text{DMSO}-d_6+\text{CDCl}_3$) สเปกตรัมของ GS4	179
3.52 ^1H NMR (500 MHz) (CD_3OD) สเปกตรัมของ GS5	180

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

Garcinia scortechinii เป็นพืชในวงศ์ Guttiferae (Clusiaceae) เป็นไม้ป่าประเภทยืนต้น ลำต้นขาวเรียว สูงประมาณ 4 เมตร แต่บางครั้งอาจสูงถึง 15 เมตร มีขนาดรอบลำต้น 75 เซนติเมตร เปลือกชั้นในมีน้ำยางสีเหลืองถึงสีเหลืองส้ม ใบมีลักษณะเป็นรูปไข่ ฐานใบและปลายใบเรียว แผ่นใบบางมีขนาด (5x2)-(13x6) เซนติเมตร มีเส้นใบ 5-6 คู่ ใบแห้งมีสีน้ำตาลถึงสีเทาเขียว ดอกออกเป็นช่อตามปุ่มรอบลำต้นและด้านหลังของใบ มีกลีบรองดอก 4 กลีบ และ กลีบดอก 4 กลีบ ซึ่งมีเฉพาะเกสรตัวผู้เรียงตัวเป็นวงกลมอยู่ชิดกับกลีบดอกด้านใน ผลมีลักษณะกลมผิวเรียบเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร โดยที่ 1 ผล มีจำนวนพุ่มากกว่าหรือน้อยกว่า 4 พู ออกกระจายตามกิ่งและลำต้น ผลแห้งมีสีน้ำตาล ลักษณะโดยทั่วไปคล้ายคลึงกับ *Garcinia dumosa* และ *Garcinia urophylla* (Whitmore, 1973)

พืชชนิดนี้พบได้ทั่วไปแถบมาลาयाและประเทศที่มีลักษณะเป็นเนินเขาสูงประมาณ 700 เมตร

การตรวจเอกสารพืชสกุล *Garcinia*

จากการสำรวจเอกสารทางเคมีในปี ค.ศ. 1998 พืชสกุล *Garcinia* มีผู้ศึกษาแล้ว 46 ชนิด (อักษาน อาแคว, 2541) ต่อมาผู้ศึกษาพืชสกุลนี้เพิ่มอีก 8 ชนิดในภายหลัง ได้แก่ *G. assigu* LANTB. *G. atroviridis* *G. dioica* *G. gaudichaudii* *G. griffithii* *G. lateriflora* *G. latissima* และ *G. purpurea* และรายละเอียดของส่วนที่นำมาศึกษาและสารที่แยกได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 นอกจากนี้ยังได้รวบรวมสารที่ไม่ได้รายงานไว้จากการสำรวจในปี ค.ศ. 1998 และสารที่แยกได้เพิ่มจากพืชที่ศึกษามาแล้วในตารางนี้ด้วย

ตาราง 1 พืชสกุล *Garcinia* และสารประกอบที่พบ

ชื่อพันธุ์ไม้	ส่วนที่ศึกษา	สารประกอบที่พบ	โครงสร้าง	เอกสารอ้างอิง
<i>G. assigu</i> LANTB.	เปลือกต้น	garcinidone A	6a	Ito, <i>et al.</i> , 1997
		assiguxanthone-A	14.3a	
		assiguxanthone-B	14.3o	
		maclurin	2b	
		1,3,6,7-tetra(OH)-8-(3-methylbut-2-enyl)xanthone	14.3q	
		pancixanthone A	14.2aa	
		1,3,5-tri(OH)xanthone	14.2e	
		1,5-di(OH)xanthone	14.1a	
toxyloxanthone B	14.3cc			
✓ <i>G. atroviridis</i> ✓	เปลือกต้น	atroviridin	14.3rr	Kosin, <i>et al.</i> , 1998
<i>G. cambogia</i>	ยาง	camboginol	2f	Rama Rao, <i>et al.</i> , 1980
		cambogin	2j	
<i>G. conrauana</i>	แก่นไม้	morelloflavone	3o	Hussain and Waterman, 1982
		O-methylfukugetin	3n	
		glucoside of morelloflavone	-	
		conrauanalactone	10c	
		5,7-di(OH)chromone	5b	
	ใบ	eriodictyol	9d	
		manniflavanone	3f	
		3-(3'',3''-dimethylallyl)-conrauanalactone	10d	
		เปลือกต้น และ เมล็ด	3-(3'',3''-dimethylallyl)-conrauanalactone	10d
			conrauanalactone	
	5,7-di(OH)chromone	5b		
	eriodictyol	9d		

ตาราง 1 (ต่อ)

ชื่อพันธุ์ไม้	ส่วนที่ศึกษา	สารประกอบที่พบ	โครงสร้าง	เอกสารอ้างอิง
✓ <i>G. cowa</i>	✓ เปลือกต้น	7-O-methylgarcinone E cowanin cowanol cowaxanthone β -mangostin	14.3ii 14.3vv 14.3xx 14.3ss 14.3u	Likhitwitayawuid, <i>et al.</i> , 1998
<i>G. densivenia</i>	เปลือกต้น	pyranojacareubin morelloflavone O-methylfukugetin	14.3j 3o 3n	Waterman and Crichton, 1980
<i>G. dioica</i>	เปลือกต้น	rubraxanthone 1,3,6-tri(OH)-8-(7-(OH)-3,7-di- (Me)-2,5-octadienyl)-7-(OMe)- xanthone 1,3,6-tri(OH)-8-(6,7-epoxy-3,7-di (Me)-2-octenyl)-7-(OMe)- xanthone 1,3,7-tri(OH)-2,4-diisoprenyl- xanthone	14.3tt 14.3jj 14.3kk 14.2t	Iinuma, <i>et al.</i> , 1996
<i>G. dulcis</i>	✓ เปลือกต้น ใบ	euxanthone garciniaxanthone 1-O-methylsymphoxanthone symphoxanthone 12b-hydroxy-des-D-garcigerrin A I-4',I-5,II-5,I-7,II-7-penta(OH)- flavanone-(I-3,II-8)chromone morelloflavone GB-2a volkensiflavone	14.1b 14.3m 14.3k 14.3l 14.2h 5c 3o 3e 3j	Likhitwitayawuid, <i>et al.</i> , 1998 Ansari and Rahmann, 1976

ตาราง 1 (ต่อ)

ชื่อพันธุ์ไม้	ส่วนที่ศึกษา	สารประกอบที่พบ	โครงสร้าง	เอกสารอ้างอิง
<i>G. dulcis</i> ✓	ใบ เปลือกคั้น	amentoflavone ugaxanthone xanthone V1 1,3,7-tri(OH)-2-(3-methylbut-2-enyl)xanthone isoprenylxanthone dulxanthone A dulxanthone B dulxanthone C dulxanthone D GB-1a tolxyloxanthone B gentisein jacareubin	3v 14.3e 14.3r 14.2y 14.3f 14.3b 14.3c 14.3d 14.3p 3d 14.3cc 14.2d 14.3s	Ansari and Rahmann, 1976 Ito, <i>et al.</i> , 1997
<i>G. gaudichaudii</i>	ใบ	gaudichaudione A gaudichaudione B gaudichaudione C gaudichaudione D	14.4p 14.4r 14.4s 14.4q	Cao, <i>et al.</i> , 1998
<i>G. griffithii</i>	เปลือกคั้น	griffipavixanthone	14.3hh	Xu, <i>et al.</i> , 1998
<i>G. hanburyi</i> ✓	ยาง	gambogic acid isomorellin morellic acid desoxymorellin gambogin morellin dimethyl acetal isomoreollin B moreollic acid gambogenic acid	14.4a 14.4b 14.4c 14.4d 14.4e 14.4f 14.4g 14.4h 14.4i	Asano, <i>et al.</i> , 1996

ตาราง 1 (ต่อ)

ชื่อพันธุ์ไม้	ส่วนที่ศึกษา	สารประกอบที่พบ	โครงสร้าง	เอกสารอ้างอิง
<i>G. hanburyi</i>	ยาง	gambogenin isogambogenin desoxygambogenin gambogenin dimethyl acetal gambogellic acid hanburin	14.4j 14.4k 14.4l 14.4m 14.4n 14.4o	Asano, <i>et al.</i> , 1996
<i>G. kola</i>	แก่นไม้ เมล็ด	(+)-GB-1b (-)-GB-1a garcinianin amentoflavone (-)-GB-2a 3,8 ^g -biapigenin GB-1 GB-2 garcinal garcinoic acid δ-tocotrienol garcinianin	3g 3h 3a 3v 3i 3p 3b 3c 4b 4a 4c 3a	Terashima, <i>et al.</i> , 1999 Terashima, <i>et al.</i> , 1997
<i>G. lateriflora</i>	เปลือกคั้น	lateriflorone	10a	Kosela, <i>et al.</i> , 1999
<i>G. latissima</i>	เปลือกคั้น	latisxanthone A latisxanthone B latisxanthone C latisxanthone D pyranojacareubin isogarcinol GB-1a 5-(OH)-7-(OMe)-2-pentylchromone	14.3x 14.3y 14.3z 14.3aa 14.3j 2d 3d 5a	Ito, <i>et al.</i> , 1997

ตาราง 1 (ต่อ)

ชื่อพันธุ์ไม้	ส่วนที่ศึกษา	สารประกอบที่พบ	โครงสร้าง	เอกสารอ้างอิง
<i>G. livingstonei</i>	ผล เปลือกกราก	guttiferone A	2k	Gustafson, <i>et al.</i> , 1992
		12b-hydroxy-des-D-garcigerrin A	14.2h	Sordat Diserens, <i>et al.</i> , 1992
		6,11-di(OH)-3-(Me)-3-(4-methylpent-3-enyl)-3H,7H-pyrano[2,3-c]-xanthen-7-one	14.2v	
		6,11-di(OH)-2,2-di(Me)-pyrano-[3,2-c]-xanthen-7(2H)-one	14.2g	
		1,4,5-tri(OH)-3-(3-methylbut-2-enyl)-9H-xanthen-9-one	14.2u	
1,3,5-tri(OH)-4-(3',7'-di(Me)octa-2',6'-(dienyl)-9H-xanthen-9-one				
<i>G. lucida</i>	เปลือกต้น	24R, 25 and 24S, 25-epoxy-31-nor-9 β -19-cyclolanostan-3 β -ol	13c	Nyemba, <i>et al.</i> , 1990
		31-nor-9 β , 19-cyclolanost-24-en-3 β -ol	13d	
		9 β , 19-cyclolanost-24-ene-3 β , 30-diol	13e	
<i>G. mangostana</i> ✓	น้ำมันหอม จากดอก	acetone	-	Macleod and Pieris, 1982
		benzaldehyde	-	
		α -bisabolene	-	
		δ -cadinene	-	
		γ -cadinene	-	
		α -copaene	-	
		ethylcyclohexane	-	
		furfural	-	
		5-methylfurfural	-	
		furfuryl methyl ketone	-	
guaiene	-			
n-heptane	-			

ตาราง 1 (ต่อ)

ชื่อพันธุ์ไม้	ส่วนที่ ศึกษา	สารประกอบที่พบ	โครงสร้าง	เอกสารอ้างอิง
<i>G.mangostana</i>	น้ำมันหอม จากดอก	<i>cis</i> - hex-3-enyl acetate	-	Macleod and Pieris, 1982
		<i>cis</i> - hex-3-en-1-ol	-	
		<i>trans</i> - hex-2-enal	-	
		hexanal	-	
		hexyl acetate	-	
		dichloromethane	-	
		nonanal	-	
		<i>n</i> -octane	-	
		phenylacetaldehyde	-	
		pyridine	-	
		α - terpineol	-	
		toluene	-	
		dimethylcyclohexane	-	
		methylbutenol	-	
		sesquiterpene	-	
		valencene	-	
		<i>m</i> -xylene	-	
		<i>o</i> -xylene	-	
		<i>p</i> -xylene	-	
	เนื้อผล	1,7-di(OH)-2-isoprenyl-3-(OMe)- xanthone	14.2x	Sen, <i>et al.</i> , 1981
		Garcinia mangostana xanthone 1	14.3bb	
		1,5-di(OH)-2-isoprenyl-3-(OMe)- xanthone	14.2w	
		mangostin	14.3t	
		gartanin	14.3mm	
		mangostanol	14.3gg	
		gartanin	14.3mm	

ตาราง 1 (ต่อ)

ชื่อพันธุ์ไม้	ส่วนที่ศึกษา	สารประกอบที่พบ	โครงสร้าง	เอกสารอ้างอิง		
<i>G. mangostana</i>	เนื้อผล	1,7-di(OH)-3-(OMe)-2-(γ,γ -dimethylallyl)xanthone	14.2z	Chairungsrikerd, <i>et al.</i> , 1996		
		8-deoxygartanin	14.2r			
		garcinone E	14.3yy			
		epicatechin	8a			
		5,9-di(OH)-8-(OMe)-2,2-di(Me)-7-(3-methylbut-2-enyl)-2H,6H-pyrano[3,2- <i>b</i>]xanthen-6-one	14.3ll			
		α -mangostin	14.3v			
		γ -mangostin	14.3w			
		ใบ	2-ethyl-3-methylmaleimide- <i>N</i> - β -D-glucopyranoside		1a	Krajewski, <i>et al.</i> , 1996
	<i>G. manii</i>	เปลือกคั้น	3- α -(OH)-5-(heptadec-8'-enyl)-tetrahydrofuran-2-one	10b	Hussain and Waterman, 1982	
manniflavanone			3f			
GB-1			3b			
GB-2			3c			
sitosterol			12c			
stigmasterol			12a			
xanthochymol			2g			
manniflavanone			3f			
แก่นไม้			manniflavanone	3f		Hussain and Waterman, 1982
			GB-1	3b		
		GB-2	3c			
		GB-1a	3d			
		ใบ	manniflavanone	3f		
GB-1			3b			
GB-2			3c			

ตาราง 1 (ต่อ)

ชื่อพันธุ์ไม้	ส่วนที่ศึกษา	สารประกอบที่พบ	โครงสร้าง	เอกสารอ้างอิง
<i>G. mannii</i>	ใบ	xanthochymol	2g	Hussain and Waterman, 1982
<i>G. nervosa</i> ✓	ใบ เปลือกต้น	irigenin 7-methyltectorigenin nervosin nervosaxanthone sitosterol stigmasterol	9a 9b 9c 14.3ee 12c 12a	Ilyas, <i>et al.</i> , 1994 Ampofo and Waterman, 1986
<i>G. opaca</i>	ใบ	1,3,5-tri(OH)-6',6'-di(Me)pyrano-(2',3':6,7)-2-(3-methylbut-2-enyl)-4-(1,1-dimethylprop-2-enyl)xanthone 4'',5''-dihydro-1,5-di(OH)-6',6'-di-(Me)pyrano(2',3':6,7)-2-(3-methylbut-2-enyl)-4'',4'',5''-tri(Me)-furan(2'',3'':3,4)xanthone friedelin taraxerol sitosterol macluraxanthone 1,3,5-tri(OH)-6',6'-di(Me)pyrano-(2',3':6,7)-4-(1,1-di(Me)prop-2-enyl)-xanthone	14.3nn 14.3oo 13a - 12c 14.3pp 14.3qq	Goh, <i>et al.</i> , 1992
<i>G. ovalifolia</i>	ใบ	guttiferone E isoxanthochymol	2l 2h	Guntafson. <i>et al.</i> , 1992
<i>G. pavifolia</i>	เปลือกต้น	griffipavixanthone	14.3hh	Xu, <i>et al.</i> , 1998
<i>G. polyantha</i>	เปลือกต้น	isorheediaxanthone B xanthochymol isoxanthochymol	14.2cc 2g 2h	Ampofo and Waterman, 1986

ตาราง 1 (ต่อ)

ชื่อพันธุ์ไม้	ส่วนที่ศึกษา	สารประกอบที่พบ	โครงสร้าง	เอกสารอ้างอิง
<i>G. purpurea</i>	เปลือกผล	garcinol isogarcinol vitexin apigenin-7-O-(6 ^m -methyl ester)-glucuronide luteolin-7-O-(6 ^m -methyl ester)-glucuronide	2e 2d - - -	linuma, <i>et al.</i> , 1996
<i>G. pyrifera</i>	เปลือกคั้น	rubraxanthone isocowanin isocowanol β -sitosterol stigmasterol oleanolic aldehyde β -amyrin	14.3tt 14.3uu 14.3ww 12b 12a - -	Ampofo and Waterman, 1986
<i>G. quadrifaria</i>	เปลือกคั้น เมล็ด	1,3,5-tri(OH)-4,8-di(3',3'-dimethylallyl)xanthone O-methylfukugetin morelloflavone O-methylfukugetin morelloflavone	14.2s 3n 3o 3n 3o	Waterman and Hussain, 1982
<i>G. quaesita</i>	เปลือกคั้น	3- β -acetoxy oleanolic acid α -spinasterol hermonionic acid decarboxylated of hermonionic acid quaesitol	- - 7b 7c 7a	Gunatilaka, <i>et al.</i> , 1984
<i>G. spicata</i>	ใบ	friedelin β -sitosterol friedelan-3 β -ol	13a 12b 13b	Gunatilaka, <i>et al.</i> , 1984

ตาราง 1 (ต่อ)

ชื่อพันธุ์ไม้	ส่วนที่ศึกษา	สารประกอบที่พบ	โครงสร้าง	เอกสารอ้างอิง	
<i>G. spicata</i>	ใบ	GB-1	3b	Gunatilaka, <i>et al.</i> , 1984	
		GB-1a	3d		
		GB-2a	3e		
		morelloflavone	3o		
<i>G. staudtii</i>	เปลือกต้น	rheediaxanthone A	14.2bb	Waterman and Hussain, 1982	
		xanthochymol	2g		
<i>G. subelliptica</i>	เนื้อไม้	4',6-di(OH)-2,3',4-tri(OMe) benzophenone	2c	Minami, <i>et al.</i> , 1994	
		garciniaxanthone A	14.2j		
		garciniaxanthone B	14.2k		
		garciniaxanthone C	14.2l		
		1,2,5-tri(OH)xanthone	14.2i		
		2,6-di(OH)-1,5-di(OMe)xanthone	14.3g		
		1,2-di(OH)-5,6-di(OMe)xanthone	14.3h		
		1,8-di(OH)-6-(OMe)xanthone	14.2c		
		1,6-di(OH)-5-(OMe)xanthone	14.2b		
		1,5-di(OH)xanthone	14.1a		
		globuxanthone	14.2n		
		garciniaxanthone D	14.2o		Minami and Kuwayama, <i>et al.</i> , 1996
		garciniaxanthone F	14.2p		
		garciniaxanthone G	14.2m		
		garciniaxanthone H	14.3ff		
		1,4,5-tri(OH)xanthone	14.2f		Minami and Takahashi, <i>et al.</i> , 1996
		symphoxanthone	14.3l		
		1-O-methylsymphoxanthone	14.3k		
		garciniaxanthone E	14.3dd		
		symphoxanthone	14.3l		Minami and Takahashi, <i>et al.</i> , 1996
1-O-methylsymphoxanthone	14.3k				

ตาราง 1 (ต่อ)

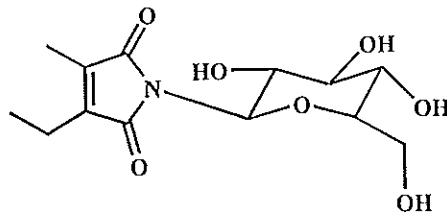
ชื่อพันธุ์ไม้	ส่วนที่ศึกษา	สารประกอบที่พบ	โครงสร้าง	เอกสารอ้างอิง		
<i>G. subelliptica</i>	เนื้อไม้	2,5-di(OH)-1-(OMe)xanthone	14.2a	Minami and Takahashi, <i>et al.</i> , 1996		
		1,6-di(OMe)symphoxanthone	14.3n			
		2',3',6-tri(OH)-2,4-di(OMe)-benzophenone	2a			
		garsubellin A	11d		Fukuyama, <i>et al.</i> , 1998	
		garsubellin B	11e			
		garsubellin C	11a			
		garsubellin D	11b			
		garsubellin E	11c			
		แก่นไม้	garciniaxanthone A		14.2j	Fukuyama, <i>et al.</i> , 1991
			garciniaxanthone B		14.2k	
	12b-hydroxy-des-D-garcigerin A		14.2h			
	เปลือกผล	globuxanthone	14.2n	linuma, <i>et al.</i> , 1996		
		xanthochymol	2g			
		isoxanthochymol	2h			
cycloxanthochymol		2i				
		podocarpusflavone A	3u			
<i>G. thwaitesii</i>	เนื้อไม้	II-3',I-4',II-4',I-5,II-5,I-7,II-7-hepta(OH)-[I-3,II-8]-biflavanone	3q	Gunatilaka, <i>et al.</i> , 1983		
		I-4',II-4',I-5,II-5,I-7,II-7-hexa(OH)-[I-3,II-8]-biflavanone	3r			
		II-3,I-4',II-4',I-5,II-5,I-7,II-7-hepta(OH)-[I-3,II-8]-biflavanone	3s			
		II-3,II-3',I-4',II-4',I-5,II-5,I-7,II-7-octa(OH)-[I-3,II-8]-biflavanone	3t			
		β -sitosterol	12b			

ตาราง 1 (ต่อ)

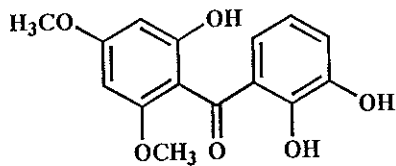
ชื่อพันธุ์ไม้	ส่วนที่ศึกษา	สารประกอบที่พบ	โครงสร้าง	เอกสารอ้างอิง
<i>G. thwaitesii</i>	เปลือกต้น	β -amyrin tirucallol 2,5-di(OH)-1,6-di(OMe)xanthone	- 13f 14.3i	Gunatilaka, <i>et al.</i> , 1983

โครงสร้างของสารประกอบที่แยกได้จากพืชสกุล *Garcinia*

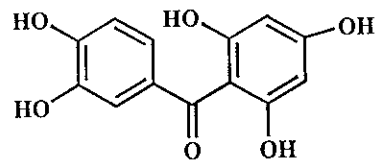
1. Alkaloid

1a: 2-ethyl-3-methylmaleimide-*N*- β -D-glucopyranoside

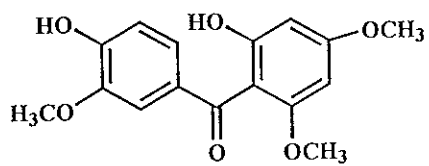
2. Benzophenone



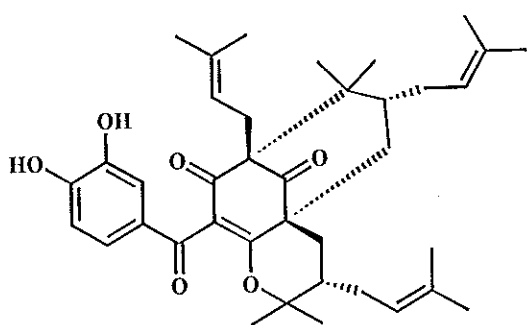
2a: 2',3',6-tri(OH)-2,4-di(OMe)benzophenone



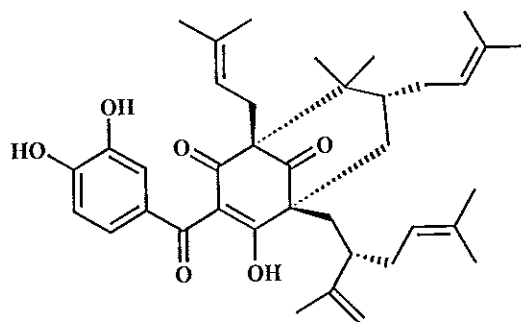
2b: maclurin



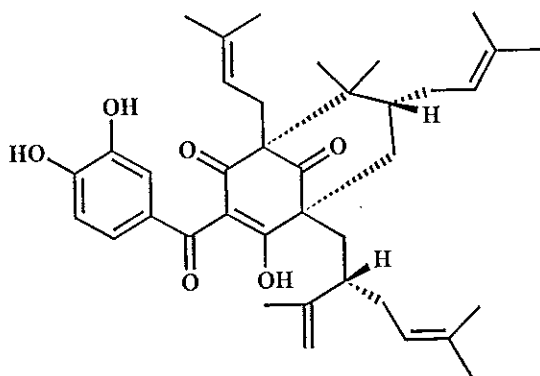
2c: 4',6-di(OH)-2,3',4-tri(OMe)benzophenone



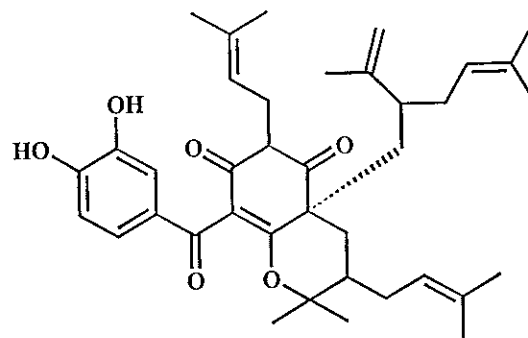
2d: isogarcinol



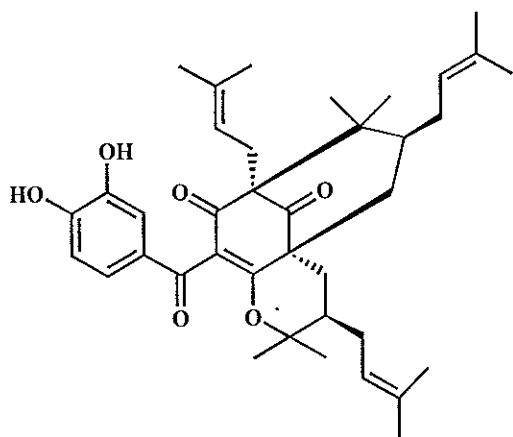
2e: garcinol



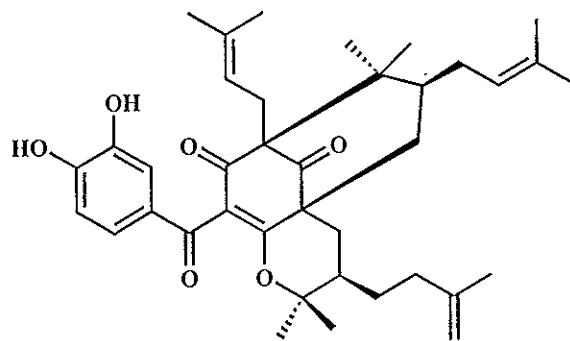
2f: camboginol



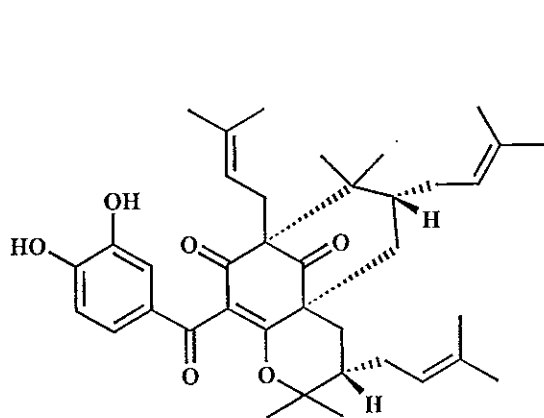
2g: xanthochymol



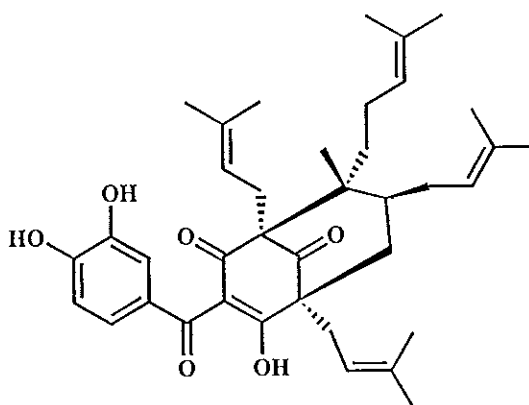
2h: isoxanthochymol



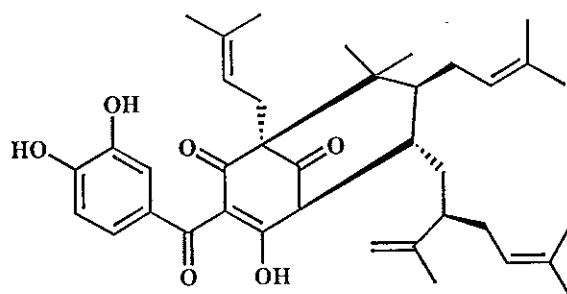
2i: cycloxanthochymol



2j: cambogin



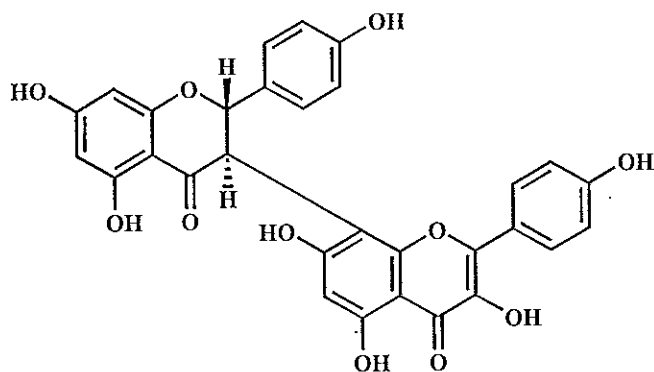
2k: guttiferone A



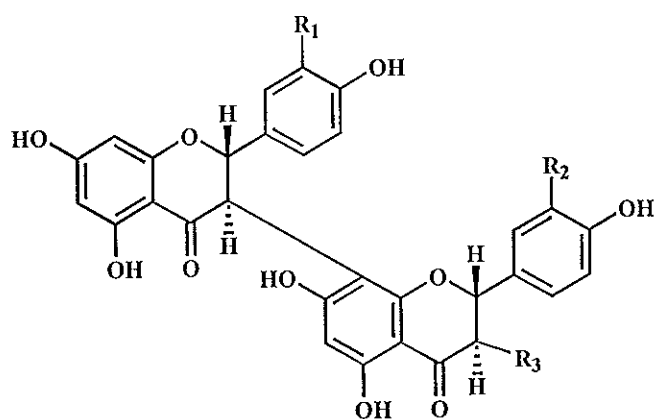
2l: guttiferone E

3. Biflavonoid

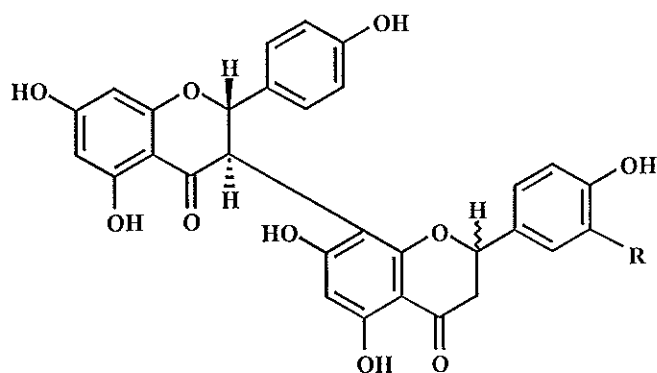
3-8 linked biflavonoid



3a: garcinianin



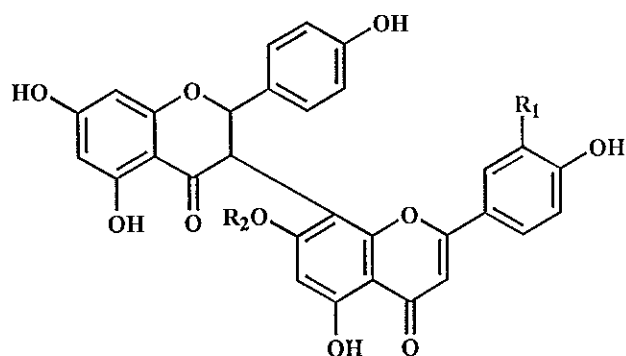
	R ₁	R ₂	R ₃	
3b:	H	H	OH	: GB-1
3c:	H	OH	OH	: GB-2
3d:	H	H	H	: GB-1a
3e:	H	OH	H	: GB-2a
3f:	OH	OH	OH	: manniflavanone



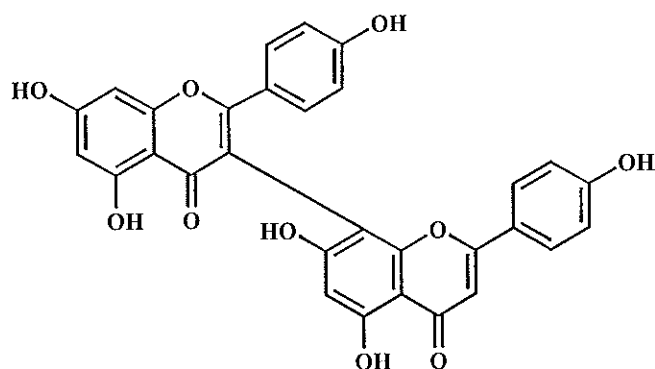
3g: R= H, H-2'' β : (+)-GB-1b

3h: R= H, H-2'' α : (-)-GB-1a

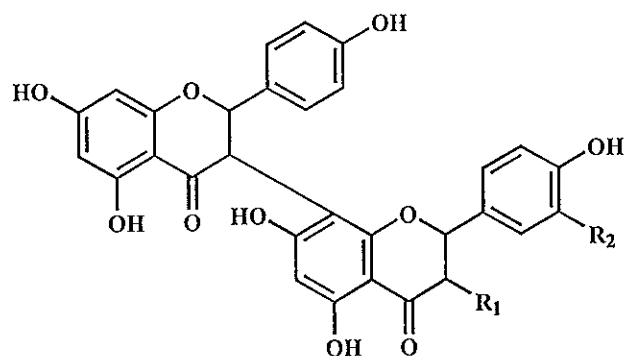
3i: R= OH, H-2'' β : (-)-GB-2a



	R ₁	R ₂	
3j:	H	H	: volkensiflavone
3k:	OH	β -D-glucose	: fukugeside
3l:	OH	H	: fukugetin
3m:	H	β -D-glucose	: spicatiside
3n:	OCH ₃	H	: O-methylfukugetin
3o:	OH	H	: morelloflavone

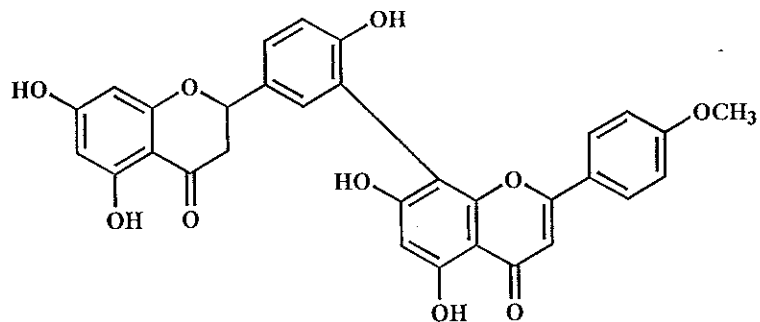


3p: 3,8''-biapigenin

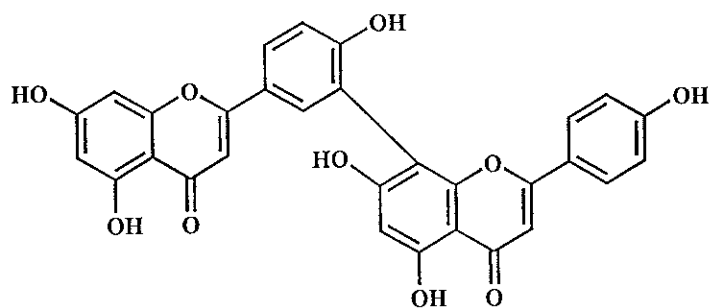


	R ₁	R ₂	
3q:	H	OH	: II-3', I-4', II-4', I-5, II-5, I-7, II-7-hepta(OH)-[I-3, II-8]-biflavanone
3r:	H	H	: I-4', II-4', I-5, II-5, I-7, II-7-hexa(OH)-[I-3, II-8]-biflavanone
3s:	OH	H	: II-3, I-4', II-4', I-5, II-5, I-7, II-7-hepta(OH)-[I-3, II-8]-biflavanone
3t:	OH	OH	: II-3, II-3', I-4', II-4', I-5, II-5, I-7, II-7-octa(OH)-[I-3, II-8]-biflavanone

3'-8 linked biflavonoid

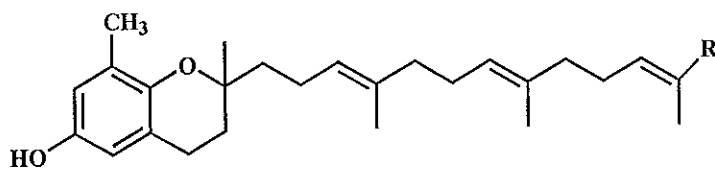


3u: podocarpusflavone A



3v: amentoflavone

4. Chromanol

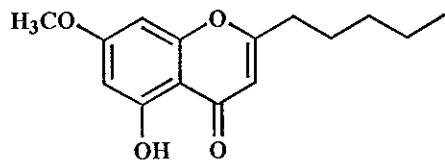


4a: R= COOH : garcinoic acid

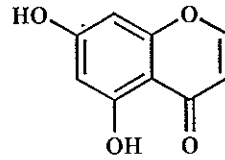
4b: R= CHO : garcinal

4c: R= Me : δ -tocotrienol

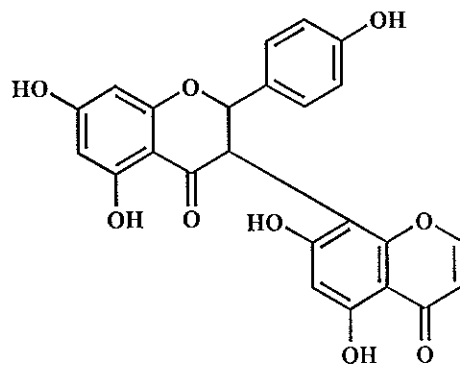
5. Chromone



5a: 5-(OH)-7-(OMe)-2-pentylchromone

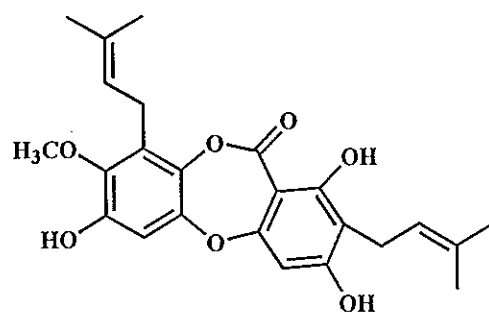


5b: 5,7-di(OH)chromone



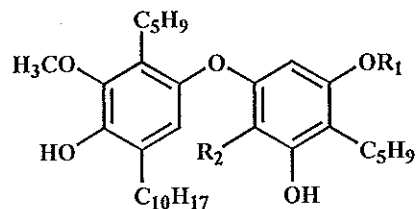
5c: 1-4',1-5,11-5,1-7,11-7-penta(OH)flavanone- [1-3,11-8]-chromone

6. Depsidone



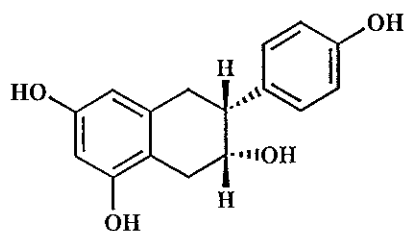
6a: garcinisidone A

7. Diphenyl ether



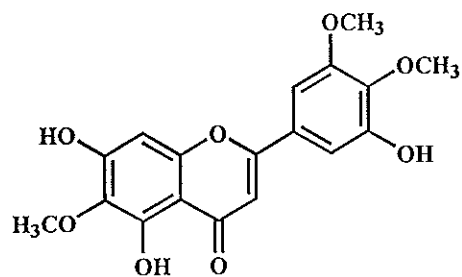
	R ₁	R ₂	
7a:	H	H	: quaesitol
7b:	CH ₃	CO ₂ H	: hermonionic acid
7c:	CH ₃	H	: decarboxylate of hermonionic acid

8. Flavane

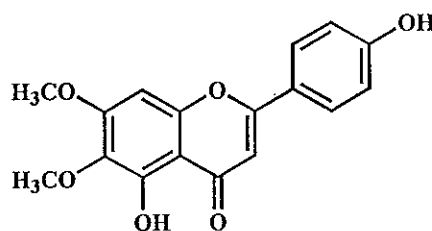


8a: (-)-epicatechin

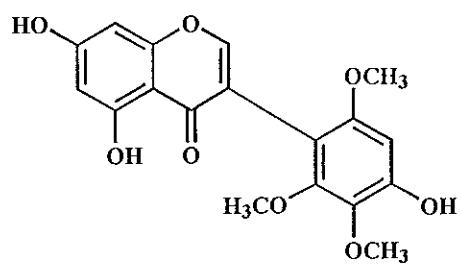
9. Flavone



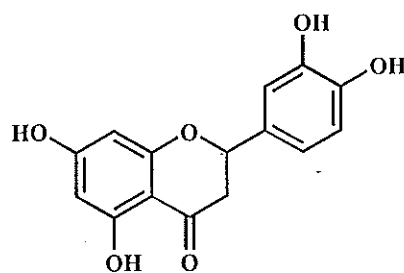
9a: irigenin



9b: 7-methyltectorigenin

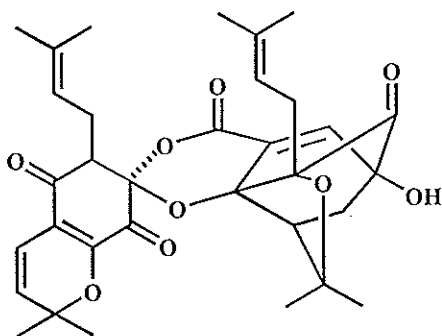


9c: nervosin

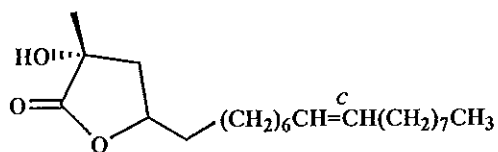
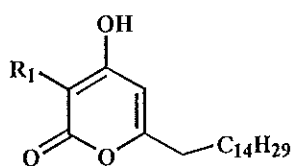


9d: eriodictyol

10. Lactone

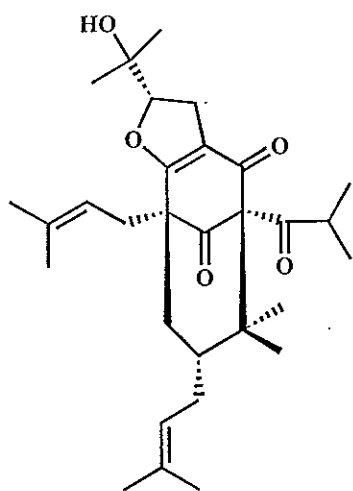


10a: lateriflorone

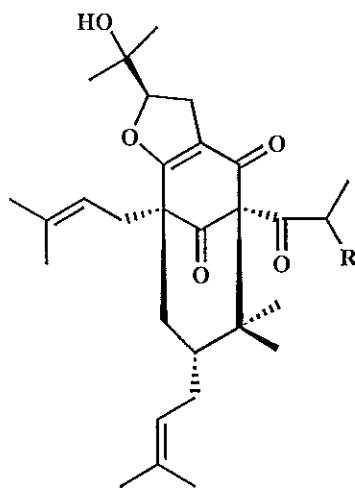
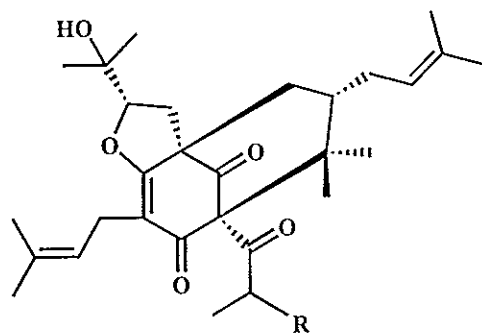
10b: 3- α -(OH)-5-(heptadec-8'-enyl)-
tetrahydrofuran-2-one

- | | | |
|------|-----------|---|
| | R_1 | |
| 10c: | H | : conrauanalactone |
| 10d: | isoprenyl | : 3-(3 ^o ,3 ^o -dimethylallyl)conrauanalactone |

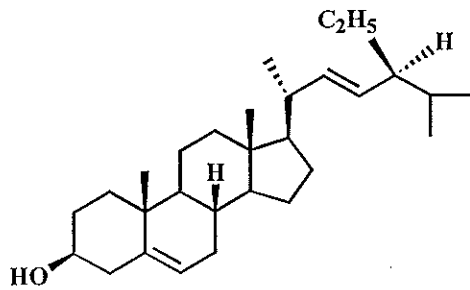
11. Phloroglucinol



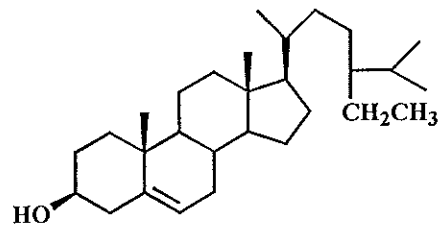
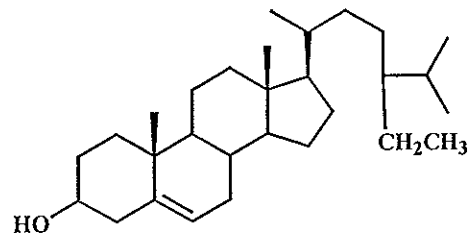
11a: garsubellin C

11b: R = CH₃ : garsubellin D11c: R = CH₂CH₃ : garsubellin E11d: R = CH₃ : garsubellin A11e: R = CH₂CH₃ : garsubellin B

12. Steroid

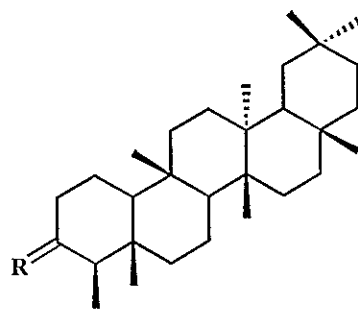


12a: stigmasterol

12b: β -sitosterol

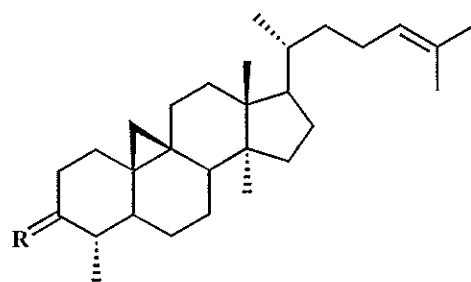
12c: sitosterol

13. Triterpene



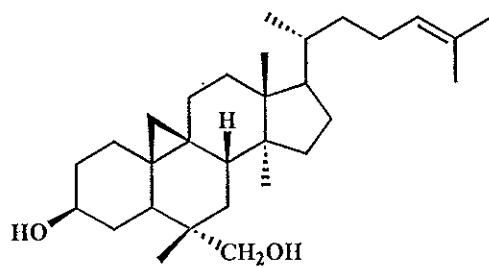
13a: R = O : friedelin

13b: R = H, β -OH : friedelan-3 β -ol

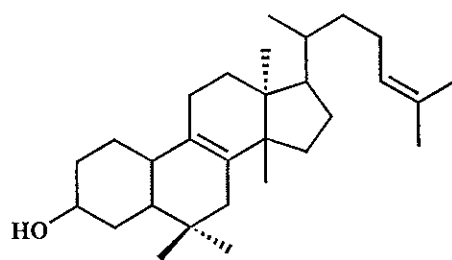


13c: R = H, β -OH, 24,25-epoxide : 24S,25-epoxy-31-nor-9 β , 19-cyclolanostan-3 β -ol

13d: R = H, β -OH : 31-nor-9 β , 19-cyclolanost-24-ene-3 β -ol



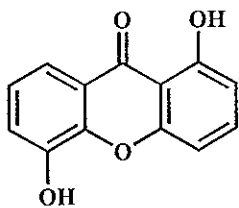
13e: 9 β -19-cyclolanost-24-ene-3 β , 30-diol



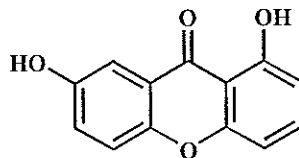
13f: tirucallol

14. Xanthone

14.1 dioxyxanthone

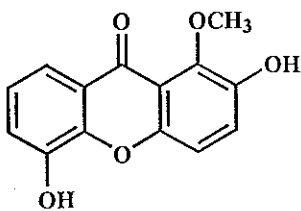


14.1a: 1,5-di(OH)xanthone

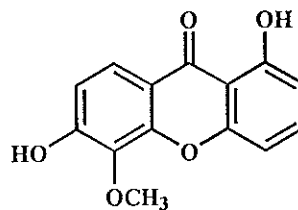


14.1b: euxanthone

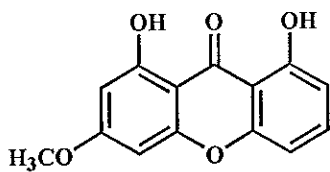
14.2 trioxyxanthone



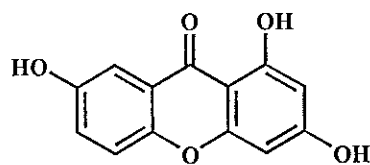
14.2a: 2,5-di(OH)-1-(OMe)xanthone



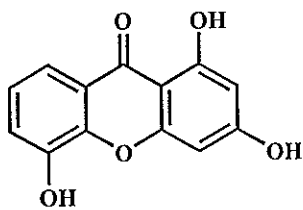
14.2b: 1,6-di(OH)-5-(OMe)xanthone



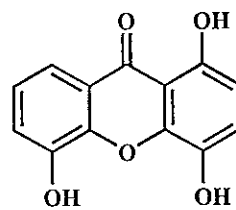
14.2c: 1,8-di(OH)-6-(OMe)xanthone



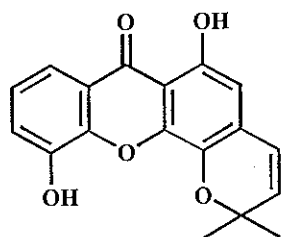
14.2d: gentisein



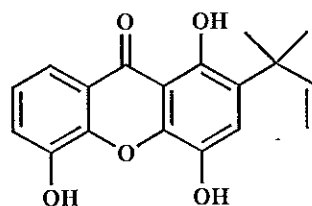
14.2e: 1,3,5-tri(OH)xanthone



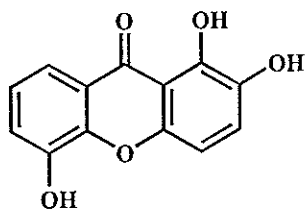
14.2f: 1,4,5-tri(OH)xanthone



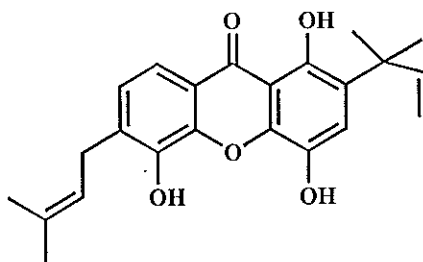
14.2g: 6,11-di(OH)-2,2-di(Me)-pyrano-
[3,2-c]xanthen-7(2H)-one



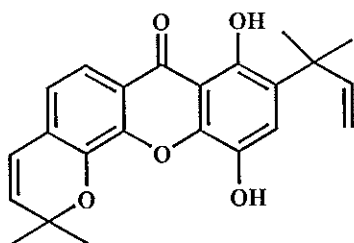
14.2h: 12b-hydroxy-des-D-garcigerin A



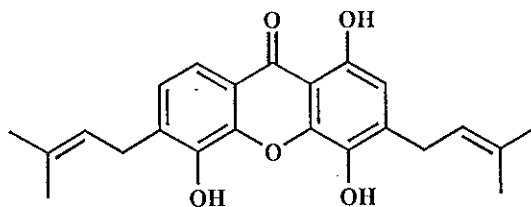
14.2i: 1,2,5-tri(OH)xanthone



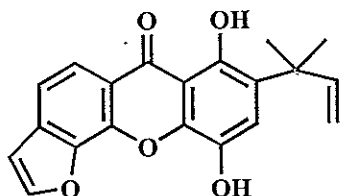
14.2j: garciniaxanthone A



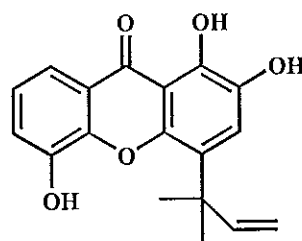
14.2k: garciniaxanthone B



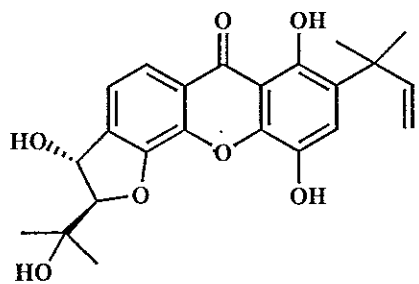
14.2l: garciniaxanthone C



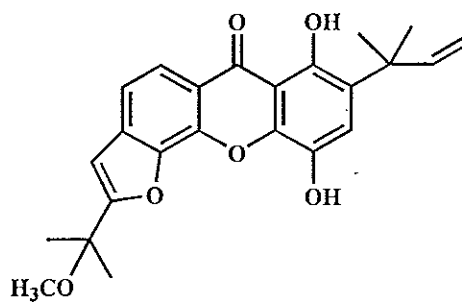
14.2m: garciniaxanthone G



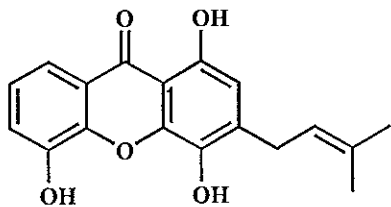
14.2n: globuxanthone



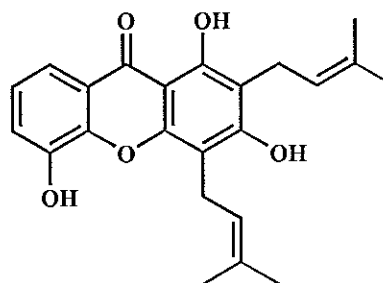
14.2o: garciniaxanthone D



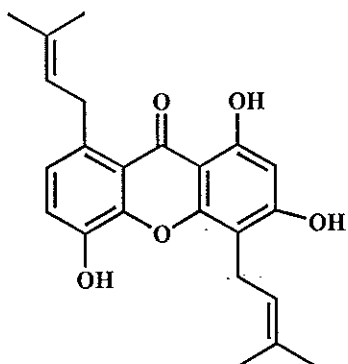
14.2p: garciniaxanthone F



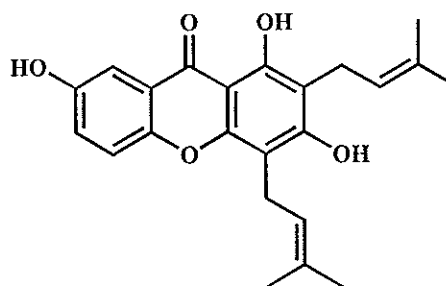
14.2q: 1,4,5-tri(OH)-3-(3-methylbut-2-enyl)-9H-xanthen-9-one



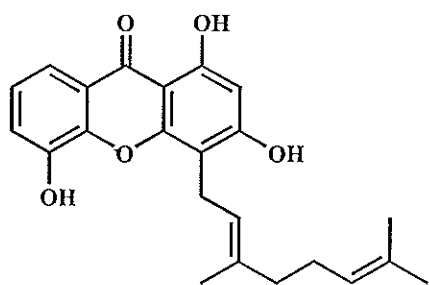
14.2r: 8-deoxygartanin



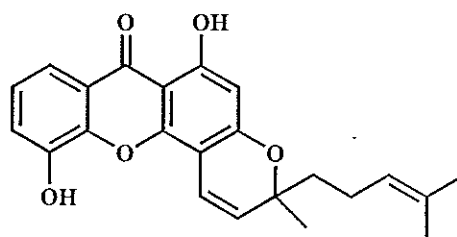
14.2s: 1,3,5-tri(OH)-4,8-di(3,3-dimethylallyl)xanthone



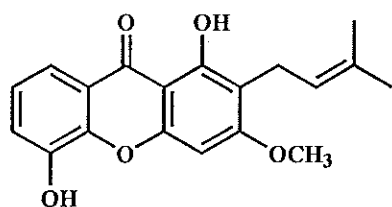
14.2t: 1,3,7-tri(OH)-2,4-diisoprenylxanthone



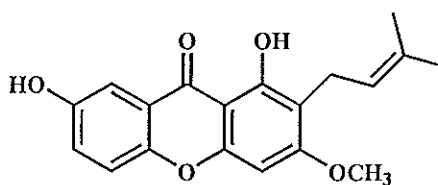
14.2u: 1,3,5-tri(OH)-4-(3',7'-di(Me)octa-2',6'-dienyl)-9H-xanthen-9-one



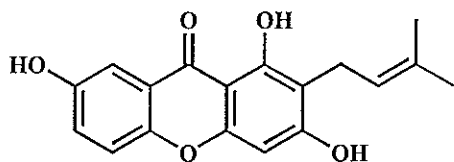
14.2v: 6,11-di(OH)-3-(Me)-3-(4-methylpent-3-enyl)-2H,7H-pyrano[2,3-c]-xanthen-7-one



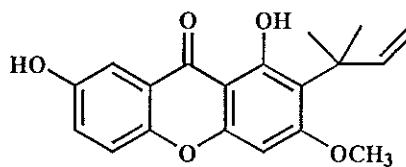
14.2w: 1,5-di(OH)-2-isoprenyl-3-(OMe)xanthone



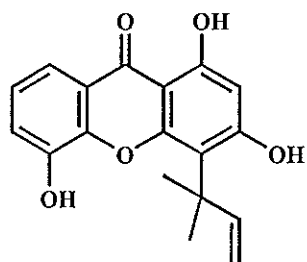
14.2x: 1,7-di(OH)-2-isoprenyl-3-(OMe)xanthone



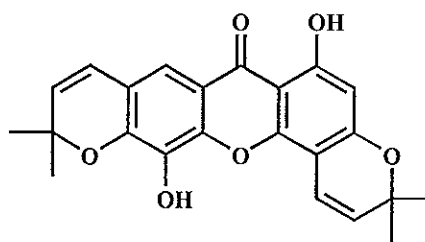
14.2y: 1,3,7-tri(OH)-2-(3-methylbut-2-enyl)-xanthone



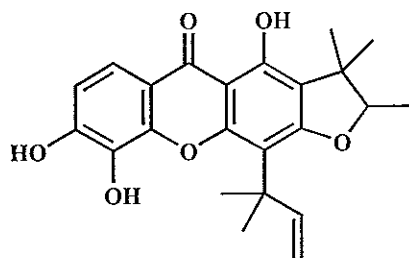
14.2z: 1,7-di(OH)-3-(OMe)-2-(γ,γ -dimethylallyl)xanthone



14.2aa: pancixanthone A

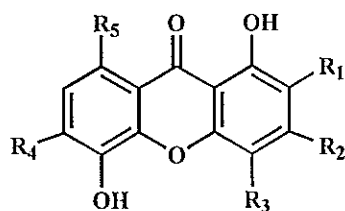


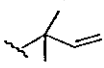
14.2bb: rheediaxanthone A

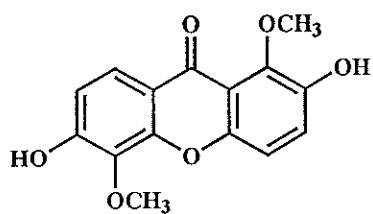


14.2cc: isorheediaxanthone B

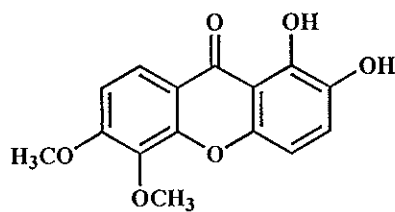
14.3 tetraoxyxanthone



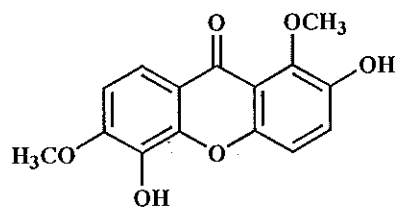
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	
14.3a:	H	OH		OH	H	: assiguxanthone A
14.3b:	H	OCH ₃	isoprenyl	OH	H	: dulxanthone A
14.3c:	isoprenyl	OCH ₃	isoprenyl	OH	H	: dulxanthone B
14.3d:	H	OCH ₃	isoprenyl	OCH ₃	isoprenyl	: dulxanthone C
14.3e:	H	OH	isoprenyl	OH	H	: ugaxanthone
14.3f:	isoprenyl	OH	H	OH	H	: isoprenylxanthone



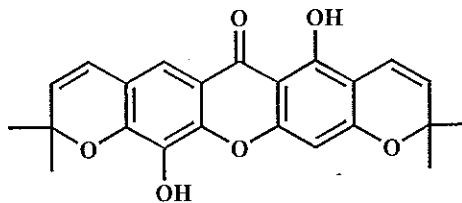
14.3g: 2,6-di(OH)-1,5-di(OMe)xanthone



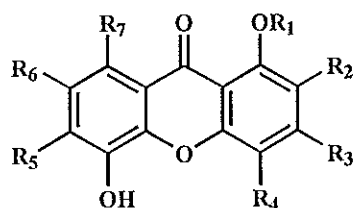
14.3h: 1,2-di(OH)-5,6-di(OMe)xanthone



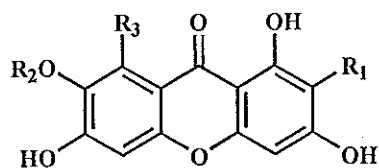
14.3i: 2,5-di(OH)-1,6-di(OMe)xanthone



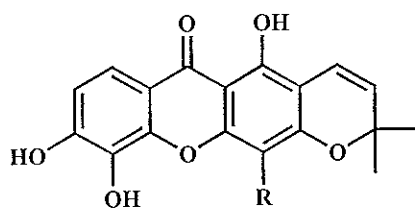
14.3j: pyranojacareubin



	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	
14.3k:	Me	OH	H		OH	H	H	: 1-O-methyl- symphoxanthone
14.3l:	H	OH	H		OH	H	H	: symphoxanthone
14.3m:	H	H	OH	H	OH	geranyl	isoprenyl	: garciniaxanthone
14.3n:	Me	OH	H		OMe	H	H	: 1,6-di(OMe)- symphoxanthone

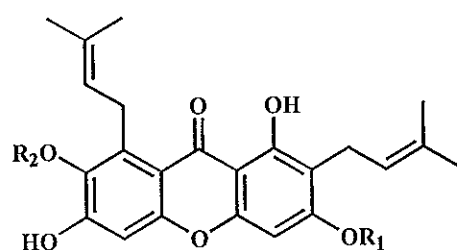


	R ₁	R ₂	R ₃	
14.3o:	isoprenyl	H	H	: assiguxanthone B
14.3p:	H	Me	isoprenyl	: dulxanthone D
14.3q:	H	H	isoprenyl	: 1,3,6,7-tetra(OH)-8-(3-methyl- but-2-enyl)xanthone



14.3r: R = isoprenyl : xanthone V1

14.3s: R = H : jacareubin



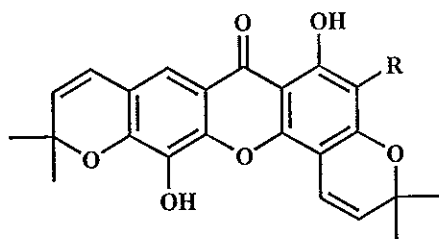
R₁ R₂

14.3t: H Me : mangostin

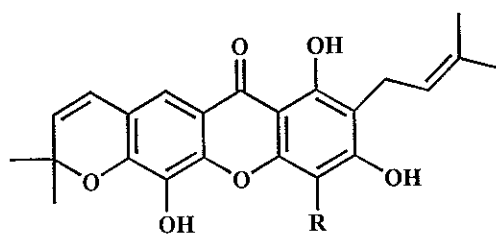
14.3u: Me Me : β -mangostin

14.3v: H Me : α -mangostin

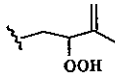
14.3w: H H : γ -mangostin



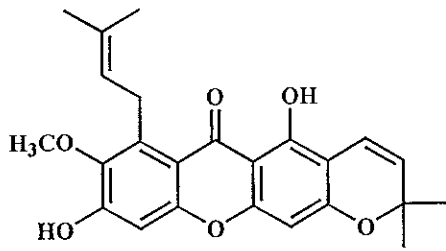
14.3x: R = isoprenyl : latisxanthone A



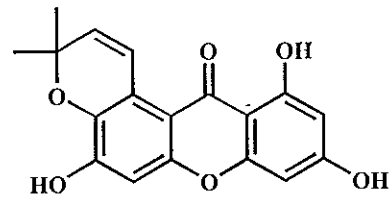
14.3z: R = isoprenyl : latisxanthone C

14.3y: R =  : latisxanthone B

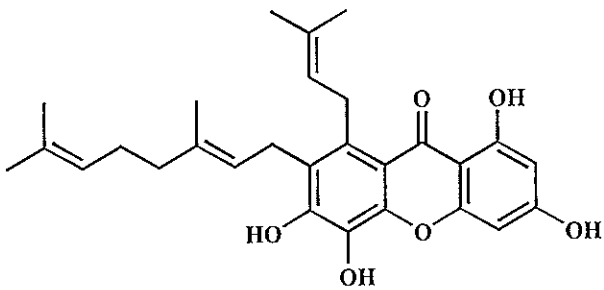
14.3aa: R = H : latisxanthone D



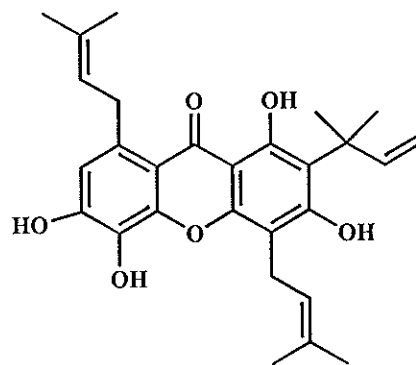
14.3bb: garcinia mangostana xanthone 1



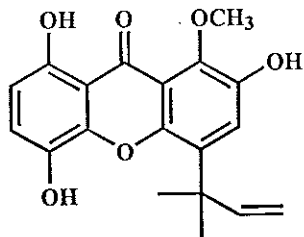
14.3cc: toxyloxanthone B



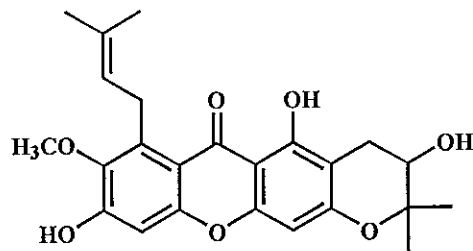
14.3dd: garciniaxanthone E



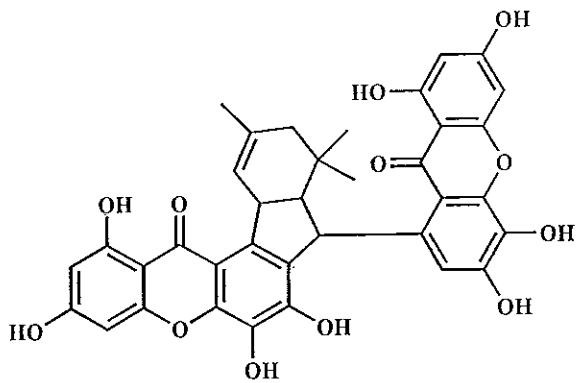
14.3ee: nervosaxanthone



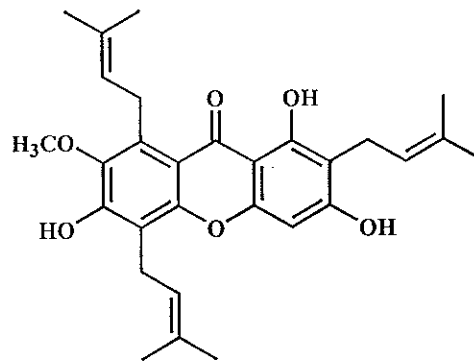
14.3ff: garciniaxanthone H



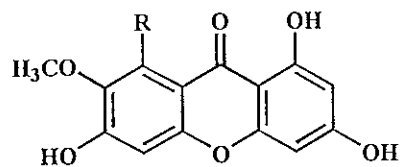
14.3gg: mangostanol

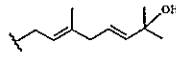


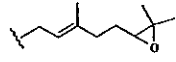
14.3hh: griffipavixanthone

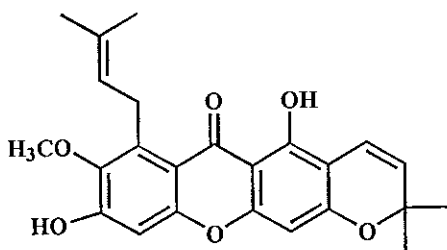


14.3ii: 7-O-methylgarcinone E

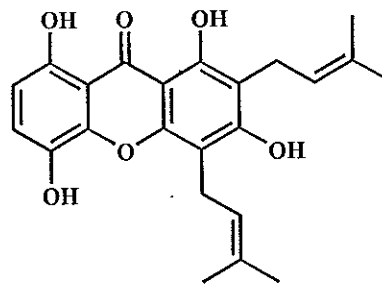


14.3jj: R =  : 1,3,6-tri(OH)-8-(7-(OH)-3,7-di(Me)-2,5-octadienyl)-7-(OMe)xanthone

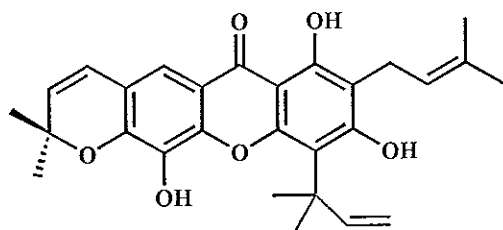
14.3kk: R =  : 1,3,6-tri(OH)-8-(6,7-epoxy-3,7-di(Me)-2-octadienyl)-7-(OMe)xanthone



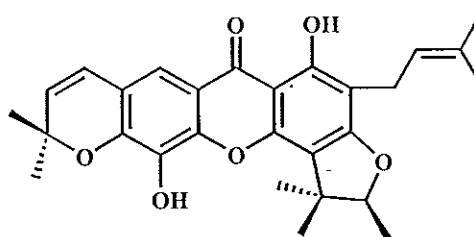
14.3ll: 5,9-di(OH)-8-(OMe)-2,2-di(Me)-7-(3-methylbut-2-enyl)-2H,6H-pyrano[3,2-b]-xanthen-6-one



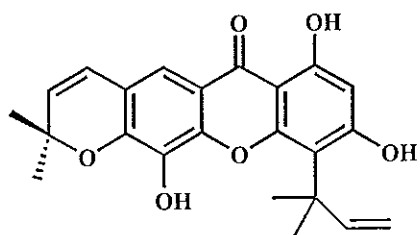
14.3mm: gartanin



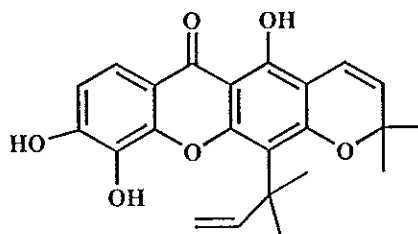
14.3nn: 1,3,5-tri(OH)-6',6'-di(Me)pyrano-(2',3':6,7)-2-(3-methylbut-2-enyl)-4-(1,1-di(Me)prop-2-enyl)xanthone



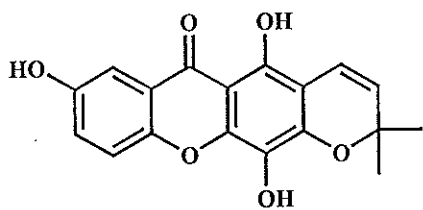
14.3oo: 4'',5''-dihydro-1,5-di(OH)-6',6'-di(Me)pyrano(2',3':6,7)-2-(3-methylbut-2-enyl)-4'',4'',5''-tri(Me)furano(2'',3'':3,4)xanthone



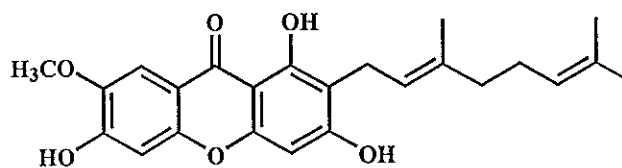
14.3pp: macluraxanthone



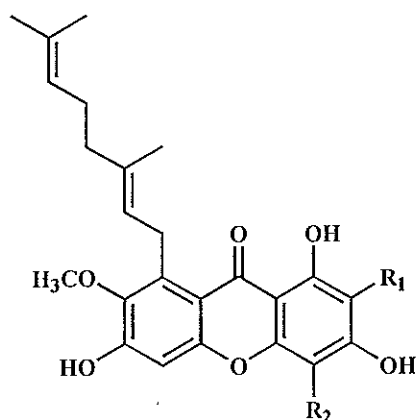
14.3qq: 1,3,5-tri(OH)-6',6'-di(Me)pyrano-(2',3':6,7)-4-[1,1-di(Me)prop-2-enyl]xanthone



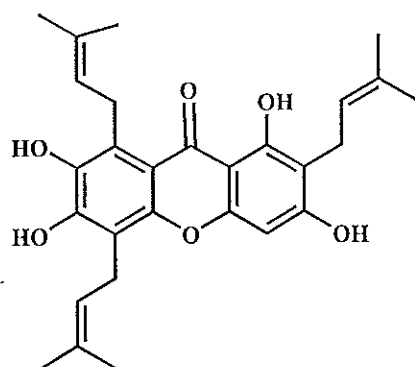
14.3rr: atroviridin



14.3ss: cowaxanthone

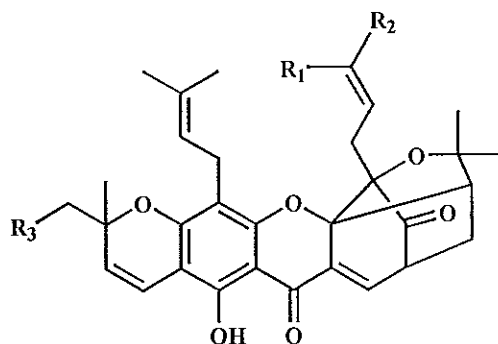


	R ₁	R ₂	
14.3tt:	H	H	: rubraxanthone
14.3uu:	H	isoprenyl	: isocowanin
14.3vv:	isoprenyl	H	: cowanin
14.3ww:	H	CH ₂ CH=C(Me)CH ₂ OH	: isocowanol
14.3xx:	CH ₂ CH=C(Me)CH ₂ OH	H	: cowanol

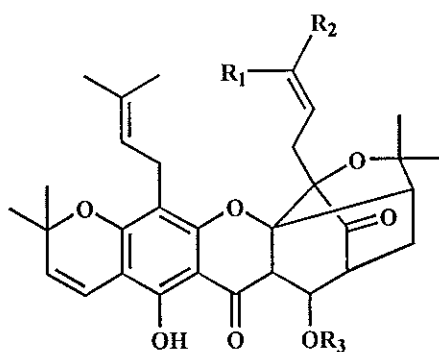


14.3yy: garcinone E

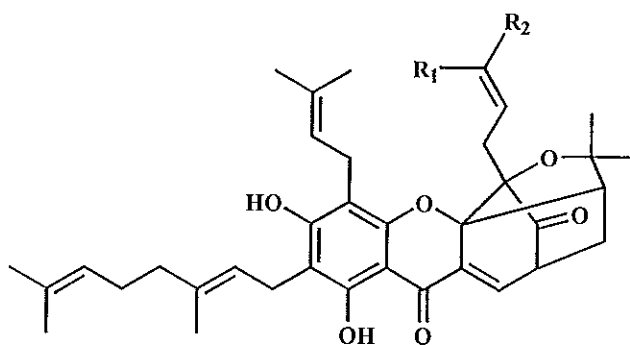
14.4 caged polyprenylated xanthenes



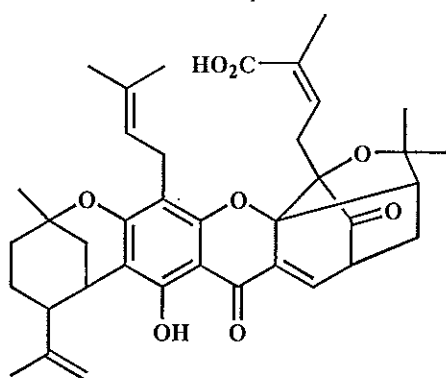
	R ₁	R ₂	R ₃	
14.4a:	CO ₂ H	Me	prenyl	: gambogic acid
14.4b:	Me	CHO	H	: isomorellin
14.4c:	CO ₂ H	Me	H	: morellic acid
14.4d:	Me	Me	H	: desoxymorellin
14.4e:	Me	Me	prenyl	: gambogin
14.4f:	CH(OMe) ₂	Me	H	: morellin dimethyl acetal



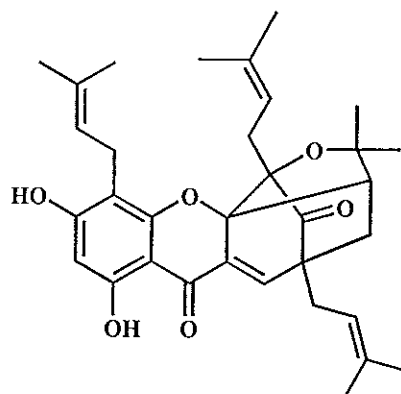
	R ₁	R ₂	R ₃	
14.4g:	Me	CHO	Me	: isomorellin B
14.4h:	CO ₂ H	Me	Me	: morellic acid



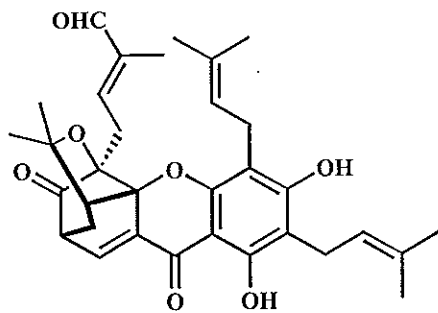
	R ₁	R ₂	
14.4i:	CO ₂ H	Me	: gambogenic acid
14.4j:	CHO	Me	: gambogenin
14.4k:	Me	CHO	: isogambogenin
14.4l:	Me	Me	: desoxygambogenin
14.4m:	CH(OMe) ₂	Me	: gambogenin dimethyl acetal



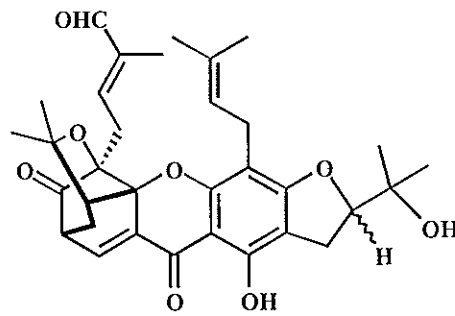
14.4n: gambogellic acid



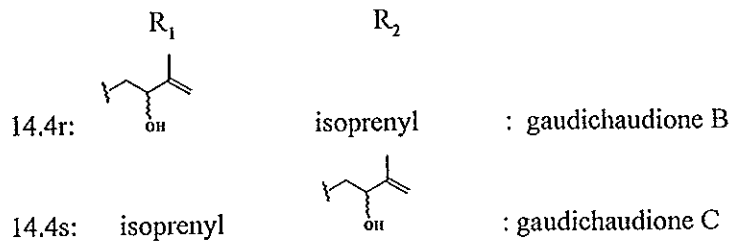
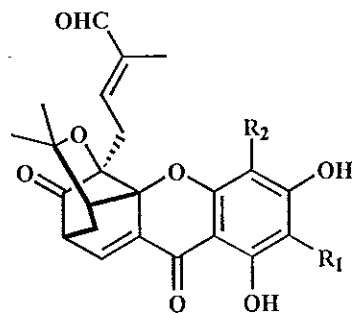
14.4o: hanburin



14.4p: gaudichaudione A



14.4q: gaudichaudione D



จากการวิเคราะห์โครงสร้างของสารประกอบที่แยกได้จากกิ่ง *Garcinia scortechinii* พบว่า สารองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นสารประเภท caged polyprenylated xanthenes และ biflavone จึงได้รวบรวมข้อมูลทางสเปกโทรสโกปีของ caged polyprenylated xanthenes และ biflavone ที่แยกได้จากพืชสกุล *Garcinia* มีดังนี้

1. Caged polyprenylated xanthenes

จากรายงานการวิจัยที่ผ่านมามีพบว่า ในปี ค.ศ. 1996 J. Asano และคณะได้รายงานผลการศึกษาสารเคมีที่แยกได้จากยางของ *Garcinia hanburyi* ซึ่งจัดเป็นสารประกอบประเภท caged polyprenylated xanthenes โดยมีข้อมูลทางสเปกโทรสโกปีของสารบางสารดังนี้

Gambogin (ของผสมของ diastereomeric isomers)

: ของหนืดสีเหลือง

: $[\alpha]_D^{27.0} -360^\circ$ (c = 0.1, CHCl₃): IR (KBr) $\bar{\nu}(\text{cm}^{-1})$ 3450, 2970, 2925, 2850, 1732, 1635, 1592, 1438, 1329, 1170, 1132: UV $\lambda_{\text{max}}^{\text{EtOH}}$ (nm) (log ϵ) 362 (4.10), 292 (4.21), 283 (4.18)

: ¹H NMR (CDCl₃) (δ ppm) 12.89 (s, 1H), 7.44 (d, $J = 7.0$ Hz, 1H), 6.68 (d, $J = 10.0$ Hz, 1H), 5.46/5.45 (d, $J = 10.0$ Hz, 1H), 5.21 (m, 1H), 5.07 (m, 1H), 4.43 (m, 1H), 3.49 (dd, $J = 7.0$ และ 4.7 Hz, 1H), 3.32 (m, 2H), 2.57 (d, $J = 7.4$ Hz, 2H), 2.48 (d, $J = 9.3$ Hz, 1H), 2.31 (dd, $J = 13.6$ และ 4.7 Hz, 1H), 2.07 (m, 2H), 1.76 (s, 3H), 1.71 (s, 3H), 1.74-1.64 (m, 2H), 1.66 (s, 6H), 1.57 (s, 3H), 1.41/1.40 (s, 3H), 1.37 (s, 3H), 1.34 (dd, $J = 13.6$ และ 9.3 Hz, 1H), 1.29 (s, 3H), 1.03 (s, 3H)

: ¹³C NMR (CDCl₃) (δ ppm) 203.59/203.56, 179.5, 160.9/160.8, 157.90, 157.5, 135.0, 133.8, 133.7, 132.0, 131.7, 124.8/124.7, 123.8/123.7, 122.3/122.2, 117.9, 116.1/116.0, 107.9/107.8, 102.6, 100.5, 90.5, 84.7/84.6, 83.2, 81.1/81.0, 49.2, 46.9, 41.9/41.8, 30.14/30.11, 29.1, 28.8, 27.40/27.30, 25.8, 25.7, 25.6, 25.5, 22.8/22.7, 21.6, 18.20, 17.7/17.6, 16.74/16.71

Morellin dimethyl acetal

: ของหนืดสีเหลือง

: $[\alpha]_D^{24.0} -405^\circ$ (c = 0.1, CHCl₃): UV $\lambda_{\text{max}}^{\text{EtOH}}$ (nm) (log ϵ) 361 (3.88), 290 (3.97), 280 (4.00)

: ¹H NMR (CDCl₃) (δ ppm) 12.85 (s, 1H), 7.50 (d, $J = 6.8$ Hz, 1H), 6.64 (d, $J = 9.9$ Hz, 1H), 5.51 (d, $J = 9.9$ Hz, 1H), 5.17 (m, 1H), 5.07 (m, 1H), 4.48 (s, 1H), 3.49 (dd, $J = 6.8$ และ 4.4 Hz, 1H), 3.30 (d, $J = 7.2$ Hz, 2H), 3.10 (s, 3H), 3.04 (s, 3H), 2.62 (d, $J = 7.3$ Hz, 2H), 2.51 (d, $J = 9.5$ Hz, 1H), 2.33 (dd, $J = 13.4$ และ 4.4 Hz, 1H), 1.77 (s, 3H), 1.71 (s, 3H), 1.67 (s, 3H), 1.47 (s, 3H), 1.45 (d, $J = 1.4$ Hz, 3H), 1.42 (s, 3H), 1.36 (dd, $J = 13.4$ และ 9.5 Hz, 1H), 1.29 (s, 3H)

: ¹³C NMR (CDCl₃) (δ ppm) 203.4, 179.2, 161.0, 157.7, 157.6, 135.1, 134.8, 133.6, 131.7, 126.0, 122.7, 122.1, 115.4, 108.0, 103.0, 101.3, 100.6, 90.7, 83.8, 83.4, 78.6, 53.6, 53.1, 49.2, 46.9, 30.0, 29.0, 28.8, 28.4, 27.5, 25.8, 25.4, 21.7, 18.3, 18.2

Isomorecollin B

: เป็นผง หลอมเหลวที่ 58-59°C

: $[\alpha]_D^{24.0} -37^\circ$ (c = 0.1, CHCl₃)

: UV $\lambda_{\max}^{\text{EtOH}}$ (nm) (log ϵ) 362 (3.66), 319 (4.16), 278 (4.55), 269 (4.54)

: ¹H NMR (CDCl₃) (δ ppm) 11.75 (s, 1H), 9.54 (s, 1H), 6.97 (m, 1H), 6.62 (d, J = 9.9 Hz, 1H), 5.53 (d, J = 9.9 Hz, 1H), 4.97 (m, 1H), 4.37 (dd, J = 4.6 และ 1.1 Hz, 1H), 3.33 (s, 3H), 3.31 (dd, J = 14.1 และ 7.6 Hz, 1H), 3.19 (dd, J = 14.1 และ 5.7 Hz, 1H), 3.08 (d, J = 1.1 Hz, 1H), 3.06 (dd, J = 16.4 และ 7.5 Hz, 1H), 2.92 (dd, J = 16.4 และ 6.2 Hz, 1H), 2.91 (dd, J = 6.0 และ 4.6 Hz, 1H), 2.55 (d, J = 8.5 Hz, 1H), 2.00 (dd, J = 14.7 และ 6.0 Hz, 1H), 1.76 (s, 6H), 1.64 (s, 3H), 1.47 (s, 3H), 1.41 (dd, J = 14.7 และ 8.5 Hz, 1H), 1.40 (s, 3H), 1.37 (s, 3H), 1.16 (s, 3H)

Moreollic acid

: เป็นผง หลอมเหลวที่ 97°C

: $[\alpha]_D^{27.0} -31^\circ$ (c = 0.1, CHCl₃)

: UV $\lambda_{\max}^{\text{EtOH}}$ (nm) (log ϵ) 365 (3.47), 318 (4.00), 277(4.43), 267 (4.41)

: ¹H NMR (CDCl₃) (δ ppm) 11.93 (s, 1H), 6.61 (d, J = 9.9 Hz, 1H), 6.59 (m, 1H), 5.51 (d, J = 9.9 Hz, 1H), 5.02 (m, 1H), 4.35 (d, J = 4.6 Hz, 1H), 3.32 (s, 3H), 3.19 (s, 1H), 3.31-3.02 (m, 4H), 2.84 (t, J = 4.6 Hz, 1H), 2.51 (d, J = 9.4 Hz, 1H), 1.96 (s, 3H), 1.95 (m, 1H), 1.74 (s, 3H), 1.63 (s, 3H), 1.46 (s, 3H), 1.41 (m, 1H), 1.40 (s, 3H), 1.36 (s, 3H), 1.15 (s, 3H)

Gambogenic acid

: ผงสีเหลือง หลอมเหลวที่ 77-78°C

: $[\alpha]_D^{26.0} -246^\circ$ (c = 0.1, CHCl₃)

: UV $\lambda_{\max}^{\text{EtOH}}$ (nm) (log ϵ) 360 (4.03)

: ¹H NMR (CDCl₃) (δ ppm) 12.56 (s, 1H), 7.52 (d, J = 6.7 Hz, 1H), 6.41 (brs, 1H), 5.83 (m, 1H), 5.17 (m, 1H), 5.05 (m, 1H), 5.03 (m, 1H), 3.48 (dd, J = 6.7 และ 4.6 Hz, 1H), 3.36-3.13 (m, 5H), 2.88 (dd, J = 15.7 และ 5.6 Hz, 1H), 2.48 (d, J = 9.1 Hz, 1H), 2.31 (dd, J = 13.4 และ 4.6 Hz, 1H), 2.16-1.96 (m, 4H), 1.74 (s, 3H), 1.70 (s, 3H), 1.67 (s, 3H), 1.65 (s, 9H), 1.56 (s, 3H), 1.36 (dd, J = 13.4 และ 9.1 Hz, 1H), 1.27 (s, 3H)

^{13}C NMR (CDCl_3) (δ ppm) 203.5, 179.1, 172.1, 163.5, 160.3, 155.9, 138.9, 138.1, 135.0, 133.6(2C), 131.7, 128.1, 123.8, 122.0, 121.4, 107.4, 106.4, 100.6, 90.4, 84.0, 83.7, 48.9, 46.9, 39.7, 29.8, 29.5, 28.9, 26.3, 25.6(2C), 25.2, 22.0, 21.0, 20.6, 17.9, 17.6, 16.1

Gambogenin

: ของหน้ดสี่เหล็อง

: $[\alpha]_{\text{D}}^{27.0} -440^{\circ}$ ($c = 0.1, \text{CHCl}_3$)

: UV $\lambda_{\text{max}}^{\text{EtOH}}$ (nm) ($\log \epsilon$) 362 (4.22)

: ^1H NMR (CDCl_3) (δ ppm) 12.80 (*s*, 1H), 9.71 (*s*, 1H), 7.54 (*d*, $J = 7.0$ Hz, 1H), 6.64 (*s*, 1H), 6.03 (*dd*, $J = 9.8$ และ 6.4 Hz, 1H), 5.27 (*m*, 1H), 5.18 (*m*, 1H), 5.07 (*m*, 1H), 3.54 (*dd*, $J = 7.0$ และ 4.5 Hz, 1H), 3.41-3.24 (*m*, 4H), 3.13 (*dd*, $J = 14.3$ และ 9.8 Hz, 1H), 2.87 (*dd*, $J = 14.3$ และ 6.4 Hz, 1H), 2.54 (*d*, $J = 9.4$ Hz, 1H), 2.36 (*dd*, $J = 13.4$ และ 4.5 Hz, 1H), 2.16-2.01 (*m*, 4H), 1.82 (*s*, 3H), 1.76 (*s*, 3H), 1.71 (*s*, 6H), 1.68 (*s*, 3H), 1.60 (*s*, 3H), 1.51 (*s*, 3H), 1.41 (*dd*, $J = 13.4$ Hz, 1H), 1.30 (*s*, 3H)

^{13}C NMR (CDCl_3) (δ ppm) 202.9, 189.4, 179.1, 163.9, 160.3, 155.8, 140.1, 139.8, 137.7, 135.2, 133.8, 133.6, 132.1, 123.7, 121.8, 121.2, 107.6, 106.9, 100.6, 90.3, 84.0, 83.9, 49.0, 47.0, 39.7, 29.9, 29.0, 26.9, 26.3, 25.7(2C), 25.4, 22.0, 21.2, 18.1, 17.7, 16.5, 16.3

Isogambogenin

: ของหน้ดสี่เหล็อง

: $[\alpha]_{\text{D}}^{24.0} -425^{\circ}$ ($c = 0.1, \text{CHCl}_3$)

: UV $\lambda_{\text{max}}^{\text{EtOH}}$ (nm) ($\log \epsilon$) 361 (4.19)

: ^1H NMR (CDCl_3) (δ ppm) 12.82 (*s*, 1H), 9.24 (*s*, 1H), 7.56 (*d*, $J = 6.8$ Hz, 1H), 6.57 (*brs*, 1H), 6.36 (*m*, 1H), 5.22 (*m*, 1H), 5.12 (*m*, 1H), 5.06 (*m*, 1H), 3.52 (*dd*, $J = 6.8$ และ 4.6 Hz, 1H), 3.36 (*d*, $J = 7.2$ Hz, 2H), 3.31 (*d*, $J = 7.1$ Hz, 2H), 2.68 (*d*, $J = 7.2$ Hz, 2H), 2.54 (*d*, $J = 9.3$ Hz, 1H), 2.35 (*dd*, $J = 13.4$ และ 4.6 Hz, 1H), 2.15-2.04 (*m*, 4H), 1.80 (*s*, 3H), 1.74 (*s*, 3H), 1.71 (*s*, 3H), 1.69 (*s*, 3H), 1.67 (*s*, 3H), 1.56 (*s*, 6H), 1.40 (*dd*, $J = 13.4$ และ 9.3 Hz, 1H), 1.31 (*s*, 3H)

^{13}C NMR (CDCl_3) (δ ppm) 203.2, 194.5, 179.0, 163.9, 160.4, 155.9, 146.5, 140.3, 139.9, 135.7, 134.0, 133.5, 132.1, 123.7, 121.7, 121.1, 107.5, 106.7, 100.6, 90.6, 83.9, 83.3, 49.0, 46.9, 39.7, 30.0, 29.1, 28.9, 26.3, 25.8, 25.7, 25.3, 22.1, 21.2, 18.1, 17.7, 16.3, 8.7

Desoxygambogenin

: ของหนืดสีเหลือง

: $[\alpha]_{\text{D}}^{26.0} -152^{\circ}$ ($c = 0.1, \text{CHCl}_3$)

: UV $\lambda_{\text{max}}^{\text{EtOH}}$ (nm) ($\log \epsilon$) 358 (4.10)

^1H NMR (CDCl_3) (δ ppm) 12.96 (*s*, 1H), 7.45 (*d*, $J = 6.9$ Hz, 1H), 6.47 (*s*, 1H), 5.22 (*m*, 2H), 5.06 (*m*, 1H), 4.43 (*m*, 1H), 3.49 (*dd*, $J = 6.9$ และ 4.5 Hz, 1H), 3.38 (*d*, $J = 6.8$ Hz, 4H), 2.56 (*d*, $J = 7.1$ Hz, 2H), 2.46 (*d*, $J = 9.1$ Hz, 1H), 2.33 (*dd*, $J = 13.3$ และ 4.5 Hz, 1H), 2.15-2.02 (*m*, 4H), 1.82 (*s*, 3H), 1.78 (*s*, 3H), 1.72 (*s*, 3H), 1.69 (*s*, 6H), 1.60 (*s*, 3H), 1.36 (*s*, 3H), 1.34 (*dd*, $J = 13.3$ และ 9.1 Hz, 1H), 1.28 (*s*, 3H), 1.01 (*s*, 3H)

^{13}C NMR (CDCl_3) (δ ppm) 203.6, 179.7, 163.1, 160.2, 156.3, 139.2, 135.0, 134.0, 133.9, 133.8, 132.0, 123.8, 121.9, 121.4, 117.8, 107.2, 106.4, 100.8, 90.3, 84.6, 83.2, 49.1, 47.0, 39.7, 30.1, 29.1, 28.9, 26.4, 25.8, 25.7, 25.6, 25.5, 22.1, 21.2, 18.1, 17.7, 16.8, 16.3

Gambogenin dimethyl acetal

: ของหนืดสีเหลือง

: $[\alpha]_{\text{D}}^{27.0} -295^{\circ}$ ($c = 0.1, \text{CHCl}_3$)

: UV $\lambda_{\text{max}}^{\text{EtOH}}$ (nm) ($\log \epsilon$) 358 (4.01), 277 (3.73), 263 (3.73)

^1H NMR (CDCl_3) (δ ppm) 12.89 (*s*, 1H), 7.50 (*d*, $J = 6.8$ Hz, 1H), 6.52 (*s*, 1H), 5.24 (*m*, 1H), 5.19 (*m*, 1H), 5.05 (*m*, 1H), 5.00 (*m*, 1H), 4.51 (*s*, 1H), 3.48 (*dd*, $J = 6.8$ และ 4.5 Hz, 1H), 3.38 (*d*, $J = 6.8$ Hz, 4H), 3.10 (*s*, 3H), 3.03 (*s*, 3H), 2.61 (*d*, $J = 7.1$ Hz, 2H), 2.48 (*d*, $J = 9.1$ Hz, 1H), 2.32 (*dd*, $J = 13.6$ และ 4.5 Hz, 1H), 2.15-2.03 (*m*, 4H), 1.81 (*s*, 3H), 1.77 (*s*, 3H), 1.71 (*s*, 3H), 1.68 (*s*, 6H), 1.59 (*s*, 3H), 1.44 (*s*, 3H), 1.35 (*dd*, $J = 13.6$ และ 9.1 Hz, 1H), 1.28 (*s*, 3H)

^{13}C NMR (CDCl_3) (δ ppm) 203.4, 179.4, 163.5, 160.4, 156.1, 139.4, 135.3, 134.8, 133.9, 133.6, 132.0, 123.7, 122.7, 122.0, 121.3, 107.1, 106.5, 101.3, 100.8, 90.4, 83.8, 83.3, 53.7, 52.9, 49.2, 46.9, 39.8, 30.0, 29.0, 27.6, 26.3, 25.8, 25.7, 25.5, 22.1, 21.2, 18.3, 18.1, 17.7, 16.2

Gambogellic acid

: พงสีเหลือง หลอมเหลวที่ 116-117°C

: $[\alpha]_D^{27.0} -349^{\circ}$ (c = 0.1, CHCl₃): UV $\lambda_{\max}^{\text{EtOH}}$ (nm) (log ϵ) 358 (4.25): ¹H NMR (CDCl₃) (δ ppm) 12.65 (s, 1H), 7.49 (d, J = 6.9 Hz, 1H), 6.03 (m, 1H), 5.06 (m, 1H), 4.54 (brs, 1H), 4.21 (brs, 1H), 3.46 (dd, J = 6.9 และ 4.6 Hz, 1H), 3.42 (brs, 1H), 3.26 (dd, J = 14.1 และ 7.9 Hz, 1H), 3.12 (dd, J = 14.1 และ 5.3 Hz, 1H), 2.99 (d, J = 7.3 Hz, 2H), 2.53 (d, J = 9.2 Hz, 1H), 2.30 (dd, J = 13.2 และ 4.6 Hz, 1H), 2.09 (d, J = 12.2 Hz, 1H), 1.95-1.24 (m, 7H), 1.84 (s, 3H), 1.72 (s, 3H), 1.71 (s, 6H), 1.65 (s, 3H), 1.32 (s, 3H), 1.29 (s, 3H): ¹³C NMR (CDCl₃) (δ ppm) 203.8, 178.5, 171.6, 164.4, 160.8, 155.3, 147.9, 138.2, 134.3, 133.9, 131.1, 127.8, 122.4, 108.6, 106.2, 104.1, 99.6, 90.4, 84.3, 83.9, 77.0, 48.9, 48.1, 46.7, 39.3, 36.5, 29.9, 29.1, 28.9, 28.8, 28.4, 25.8, 25.2, 23.0, 22.8, 21.8, 20.8, 18.2**Hanburin**

: พงสีเหลือง หลอมเหลวที่ 176°C

: $[\alpha]_D^{24.0} -199^{\circ}$ (c = 0.1, CHCl₃): UV $\lambda_{\max}^{\text{EtOH}}$ (nm) (log ϵ) 358 (3.87), 279 (3.50), 267 (3.57): ¹H NMR (CDCl₃) (δ ppm) 12.63 (s, 1H), 7.23 (s, 1H), 6.19 (brs, 1H), 6.04 (s, 1H), 5.24 (m, 2H), 4.41 (m, 1H), 3.42 (d, J = 6.6 Hz, 2H), 2.67-2.41 (m, 5H), 2.01 (d, J = 13.0 Hz, 1H), 1.81 (s, 3H), 1.75 (s, 6H), 1.71 (s, 3H), 1.66 (s, 3H), 1.42 (dd, J = 13.0 และ 9.7 Hz, 1H), 1.37 (s, 3H), 1.23 (s, 3H), 1.04 (s, 3H): ¹³C NMR (CDCl₃) (δ ppm) 204.2, 179.7, 164.2, 163.3, 158.2, 137.9, 135.7, 135.5, 134.9, 133.2, 121.3, 118.4, 117.9, 105.7, 101.1, 97.0, 90.4, 84.9, 83.2, 53.3, 50.7, 31.1, 30.2, 29.1, 29.0, 28.8, 26.0, 25.8, 25.5, 22.1, 18.1, 18.0, 16.8

ในปี ค.ศ. 1998 Cao และคณะได้รายงานผลการศึกษาสารเคมีที่แยกได้จากใบของ *Garcinia gaudichaudii* ซึ่งจัดเป็นสารประกอบประเภท caged polyprenylated xanthenes โดยมีข้อมูลทางสเปกโทรสโกปีของสารดังนี้

Gaudichaudione A

: น้ำมันสีเหลือง

: $[\alpha]_D -517.7^{\circ}$ ($c = 0.12$, CHCl_3): UV $\lambda_{\text{max}}^{\text{EtOH}}$ (nm) ($\log \epsilon$) 356 (4.28), 338 (4.23): IR (KBr) $\bar{\nu}_{\text{max}}$ (cm^{-1}) 3454, 1733, 1687, 1650

$^1\text{H NMR}$ (CDCl_3) (δ ppm) 12.80 (*s*, 1H), 9.23 (*s*, 1H), 7.57 (*d*, $J = 7.1$ Hz, 1H), 6.57 (*s*, 1H), 6.38 (*tg*, $J = 7.1$ และ 1.3, 1H), 5.22 (*tm*, $J = 7.1$ และ 1.2 Hz, 1H), 5.12 (*tm*, $J = 6.6$ และ 1.2 Hz, 1H), 3.53 (*dd*, $J = 7.1$ และ 4.6 Hz, 1H), 3.33 (*m*, 2H), 2.68 (*m*, 2H), 2.55 (*d*, $J = 9.5$ Hz, 1H), 2.36 (*dd*, $J = 13.4$ และ 4.6 Hz, 1H), 1.82 (*s*, 3H), 1.77 (*s*, 6H), 1.71 (*s*, 6H), 1.41 (*dd*, $J = 13.4$ และ 9.5 Hz, 1H), 1.32 (*s*, 3H), 1.31 (*brs*, 3H)

$^{13}\text{C NMR}$ (CDCl_3) (δ ppm) 203.1, 194.5, 180.0, 163.7, 160.5, 155.8, 146.6, 140.2, 135.7, 134.4, 133.4, 121.6, 121.2, 107.9, 106.3, 100.8, 90.6, 83.9, 83.3, 48.9, 46.9, 29.9, 29.1, 28.9, 25.8, 25.7, 25.3, 22.1, 21.2, 18.0, 17.9, 8.6

Gaudichaudione B: $[\alpha]_D -446.2^{\circ}$ ($c = 0.676$, CHCl_3): UV $\lambda_{\text{max}}^{\text{EtOH}}$ (nm) ($\log \epsilon$) 356 (4.25), 334 (4.16): IR (KBr) $\bar{\nu}_{\text{max}}$ (cm^{-1}) 3447, 1745, 1691, 1640

$^1\text{H NMR}$ (CDCl_3) (δ ppm) 12.83 (*s*, 1H), 9.15 (*s*, 1H), 7.55 (*d*, $J = 6.8$ Hz, 1H), 6.45 (*m*, 1H), 5.10 (*m*, 1H), 5.04 (*brs*, 1H), 4.88 (*brs*, 1H), 4.28 (*m*, 1H), 3.52 (*dd*, $J = 6.8$ และ 4.7 Hz, 1H), 3.37 (*dd*, $J = 14.8$ และ 7.6 Hz, 1H), 3.24 (*dd*, $J = 14.8$ และ 5.4 Hz, 1H), 3.11 (*dd*, $J = 15.0$ และ 1.9 Hz, 1H), 2.76 (*dd*, $J = 16.2$ และ 6.7 Hz, 1H), 2.66 (*dd*, $J = 15.0$ และ 9.2 Hz, 1H), 2.59 (*d*, $J = 9.4$ Hz, 1H), 2.57 (*dd*, $J = 16.2$ และ 7.8 Hz, 1H), 2.35 (*dd*, $J = 13.5$ และ 4.7 Hz, 1H), 1.85 (*s*, 3H), 1.74 (*s*, 6H), 1.66 (*s*, 3H), 1.43 (*dd*, $J = 13.5$ และ 9.4 Hz, 1H), 1.31 (*s*, 3H), 1.26 (*brs*, 3H)

$^{13}\text{C NMR}$ (CDCl_3) (δ ppm) 203.4, 194.8, 178.8, 165.4, 160.9, 156.4, 146.9, 146.6, 139.9, 135.4, 133.8, 132.5, 122.2, 110.5, 108.4, 106.9, 100.4, 90.5, 84.0, 83.7, 77.5, 49.1, 46.9, 29.9, 29.1, 28.8, 28.4, 25.7, 25.1, 22.3, 18.5, 18.1, 8.7

Gaudichaudione C

: $[\alpha]_D -438.5^\circ$ ($c = 0.203$, CHCl_3)

: UV $\lambda_{\text{max}}^{\text{EtOH}}$ (nm) ($\log \epsilon$) 356 (4.17), 338 (4.11)

: IR (KBr) $\bar{\nu}_{\text{max}}$ (cm^{-1}) 3450, 1745, 1691, 1625

$^1\text{H NMR}$ (CDCl_3) (δ ppm) 12.78 (*s*, 1H), 9.23 (*s*, 1H), 7.57 (*d*, $J = 6.9$ Hz, 1H), 6.37 (*tm*, $J = 7.0$ Hz, 1H), 5.22 (*tm*, $J = 7.0$ Hz, 1H), 4.91 (*brs*, 1H), 4.89 (*brs*, 1H), 4.32 (*m*, 1H), 3.52 (*dd*, $J = 6.9$ and 4.7 Hz, 1H), 3.32 (*m*, 2H), 3.07 (*dd*, $J = 6.9$ and 1.8 Hz, 1H), 2.77 (*dd*, $J = 14.9$ and 10.3 Hz, 1H), 2.62 (*d*, $J = 7.0$ Hz, 2H), 2.51 (*d*, $J = 9.5$ Hz, 1H), 2.33 (*dd*, $J = 13.2$ and 4.7 Hz, 1H), 1.86 (*s*, 3H), 1.78 (*s*, 3H), 1.70 (*s*, 3H), 1.61 (*s*, 3H), 1.40 (*dd*, $J = 13.2$ and 9.5 Hz, 1H), 1.32 (*s*, 3H), 1.28 (*s*, 3H)

$^{13}\text{C NMR}$ (CDCl_3) (δ ppm) 203.1, 194.4, 178.8, 165.1, 161.5, 156.0, 146.3, 146.1, 140.4, 135.6, 133.4, 132.5, 122.1, 113.3, 110.9, 104.3, 100.6, 90.8, 83.8, 83.2, 78.4, 49.1, 46.9, 30.8, 29.1, 29.0, 28.7, 25.8, 25.3, 21.5, 17.9, 17.0, 8.7

Gaudichaudione D

: $[\alpha]_D -335.8^\circ$ ($c = 0.522$, CHCl_3)

: UV $\lambda_{\text{max}}^{\text{EtOH}}$ (nm) ($\log \epsilon$) 358 (4.12), 336 (4.04)

: IR (KBr) $\bar{\nu}_{\text{max}}$ (cm^{-1}) 3474, 1741, 1690, 1663

$^1\text{H NMR}$ (CDCl_3) (δ ppm) 12.56 (*s*, 1H), 9.22 (*s*, 1H), 7.56 (*d*, $J = 6.8$ Hz, 1H), 6.39 (*m*, 1H), 5.15 (*m*, 1H), 4.96 (*dd*, $J = 9.5$ and 7.8 Hz, 1H), 3.52 (*dd*, $J = 6.8$ and 4.6 Hz, 1H), 3.24 (*d*, $J = 9.1$ Hz, 2H), 3.13 (*dd*, $J = 15.4$ and 9.5 Hz, 1H), 3.02 (*dd*, $J = 15.4$ and 7.8 Hz, 1H), 2.73 (*dd*, $J = 16.8$ and 7.6 Hz, 1H), 2.64 (*dd*, $J = 16.8$ and 6.8 Hz, 1H), 2.56 (*d*, $J = 9.4$ Hz, 1H), 2.36 (*dd*, $J = 13.4$ and 4.6 Hz, 1H), 1.72 (*s*, 6H), 1.66 (*s*, 3H), 1.41 (*dd*, $J = 13.4$ and 9.5 Hz, 1H), 1.32 (*s*, 9H), 1.19 (*s*, 3H)

$^{13}\text{C NMR}$ (CDCl_3) (δ ppm) 203.2, 194.5, 179.3, 168.4, 158.1, 157.8, 146.6, 140.2, 135.5, 133.6, 132.6, 121.5, 106.1, 103.7, 101.2, 91.9, 90.9, 84.0, 83.3, 71.9, 49.1, 46.9, 30.2, 29.0, 28.9, 26.7, 25.7, 25.6, 25.2, 23.9, 22.3, 18.0, 8.7

2. Biflavone

จากการตรวจเอกสารพืชสกุล *Garcinia* พบว่ามีการแยกสารประเภท biflavone ได้หลายสารจาก *G. conrauana* *G. densivenia* *G. dulcis* *G. kola* *G. manni* *G. quadrifaria* *G. spicata* *G. subelliptica* และ *G. thwaitesii* (ตาราง 1) ในที่นี้จะรายงานข้อมูลทางสเปกโทรสโกปีของ biflavone ที่มีโครงสร้างใกล้เคียงกับสารที่แยกได้จาก *G. scortechinii*

Morelloflavone (Waterman and Crichton, 1980)

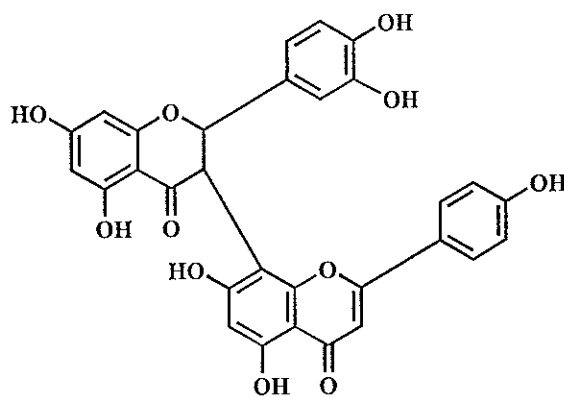
: ผลึกสีเหลือง หลอมเหลวที่ 285°C

: UV $\lambda_{\text{max}}^{\text{NaOH}}$ (nm) 412, 326, 285, 272, 245

: IR ν_{max} (cm⁻¹) 3400, 1655, 1620, 1525, 1375, 1260, 1170

: ¹H NMR (DMSO-d₆) (δ ppm) 12.90 (s, 1H), 12.15 (s, 1H), 7.72 (d, J = 2 Hz, 1H), 7.19 (dd, J = 9 และ 2 Hz, 1H), 7.08 (d, J = 9 Hz, 2H), 6.80 (d, J = 9 Hz, 1H), 6.50 (d, J = 9 Hz, 2H), 6.43 (s, 1H), 6.20 (s, 1H), 5.97 (s, 2H), 5.73, 4.86 (ABq, J = 12 Hz, 2H)

: ¹³C NMR (DMSO-d₆) (δ ppm) 197.2, 183.1, 165.8, 165.6, 164.9, 164.2, 162.4, 158.4, 150.0, 146.3, 129.8, 123.5, 120.7, 116.5, 115.5, 114.2, 103.9, 103.8, 103.0, 101.6, 99.6, 97.2, 96.1, 82.3, 50.1



I-5,II-5,I-7,II-7,I-3',I-4',II-4'-heptahydroxy-[I-3,II-8]-flavanonylflavone

I-5,II-5,I-7,II-7,I-3',I-4',II-4'-heptahydroxy-[I-3,II-8]-flavanonylflavone

(Babu, 1988)

: ผลึกสีเหลือง หลอมเหลวที่ 232-234°C

: UV $\lambda_{\max}^{\text{NaOH}}$ (nm) 320, 265, 255

: IR (KBr) $\bar{\nu}_{\max}$ (cm⁻¹) 3300, 1745, 1640, 1610, 1510, 1460, 1380, 1260, 1160,

1030, 835

: ¹H NMR (DMSO-*d*₆) (δ ppm) 13.20 (*s*, 1H), 12.20 (*s*, 1H), 11.18 (*s*, 1H), 10.79 (*s*, 1H), 9.83 (*s*, 1H), 9.50 (*s*, 1H), 9.27 (*s*, 1H), 7.37 (*m*, 2H), 7.08 (*d*, *J* = 8.0 Hz, 2H), 6.84 (*d*, *J* = 8.0 Hz, 1H), 6.53 (*s*, 1H), 6.32 (*d*, *J* = 8.0 Hz, 2H), 6.17 (*s*, 1H), 5.91 (*s*, 2H), 5.64 (*d*, *J* = 12.0 Hz, 1H), 4.83 (*d*, *J* = 12.0 Hz, 1H)

: ¹³C NMR (DMSO-*d*₆) (δ ppm) 196.04, 181.56, 168.44, 163.73, 163.47, 162.78, 161.57, 160.46, 157.28, 155.20, 145.61, 145.58, 128.35, 128.32, 128.10, 121.08, 119.18, 116.08, 114.39 (2C), 113.26, 103.14, 102.21, 101.46, 100.49, 98.96, 96.14, 95.21, 80.88, 48.29

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของกิ่ง *Garcinia scortechinii* และคาดว่าสามารถแยกผลิตภัณฑ์ธรรมชาติสารใหม่ ซึ่งอาจมีประโยชน์ทางเภสัชวิทยา

บทที่ 2

วิธีการวิจัย

เครื่องมือและสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

Infrared spectra : บันทึกด้วยเครื่อง FT-IR spectrometer FTS165 มีหน่วยเป็น wave number (cm^{-1})

Proton nuclear magnetic resonance spectra (^1H NMR) : บันทึกด้วยเครื่อง FTNMR, Varian UNITY INOVA ที่ 500 MHz และ Bruker AMX 400 โดยใช้ Tetramethylsilane (TMS) เป็นสารอ้างอิง บอกสัญญาณเรโซแนนซ์ด้วยสัญญาณของ chemical shift parameter (δ , ppm) ลักษณะของสัญญาณแทนด้วย *s* (singlet) *d* (doublet) *t* (triplet) *q* (quartet) *m* (multiplet) *br* (broad) *dd* (doublet of doublet) *qdd* (quartet of doublet of doublet) *ddd* (doublet of doublet of doublet) *ht* (heptet of triplet) *mdd* (multiplet of doublet of doublet) *brs* (broad singlet) และ *qu* (quartet) เป็นต้น

Ultraviolet spectra : บันทึกด้วยเครื่อง UV-160A spectrophotometer (SHIMADZU) มีหน่วยความยาวคลื่นเป็นนาโนเมตร และบันทึกค่า λ_{max}

จุดหลอมเหลว : วัดด้วยเครื่อง melting point Electrothermal 9100 มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$)

โครมาโทกราฟี : คอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบรวดเร็ว โครมาโทกราฟีแผ่นบาง และ โครมาโทกราฟีแผ่นหนา ใช้ซิลิกาเจลชนิด 60 GF₂₅₄ หรือ reverse phase C-18 เป็นตัวดูดซับ คอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบธรรมดาใช้ซิลิกาเจล (Merck) ชนิด 100(70-230 Mesh ASTM) หรือ reverse phase silica gel C-18

เครื่องระเหยภายใต้ความดันต่ำ : ใช้เครื่อง Buchi -Rotavapor ภายใต้ความดันของปั้มน้ำ

ตัวทำละลาย : ทำให้บริสุทธิ์ด้วยการกลั่นและเก็บที่จุดเดือดของตัวทำละลายนั้นๆ ยกเว้น ปิโตรเลียมอีเทอร์ และเอทิลอะซิเตท ใช้ชนิด AR

ขั้นตอนการสกัด

นำกิ่ง *Garcinia scortechini* มาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ได้น้ำหนัก 860 กรัม หลังจากนั้นนำมาสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ คือ เมธานอล ระเหยตัวทำละลายอินทรีย์ออกจากส่วนสกัดได้ ส่วนสกัดหยาบ (crude extract) ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 การสกัดกิ่ง *Garcinia scortechini* ด้วยตัวทำละลายเมธานอล

จำนวนครั้งในการสกัด	ปริมาตรตัวทำละลาย (ลิตร)	ระยะเวลา (วัน)	น้ำหนักส่วนสกัดหยาบ (กรัม)
1	7	5	39.50
2	6	15	18.62
3	6	33	10.43

วิธีการแยกสารให้บริสุทธิ์

นำส่วนสกัดหยาบเมธานอล มาทำการศึกษาทั้งหมด 2 ครั้ง โดยการศึกษาครั้งที่ 1 ใช้ส่วนสกัดหยาบเมธานอลปริมาณไม่มากนัก เพื่อทำการสำรวจหากลุ่มประกอบต่างๆเบื้องต้น และแยกสารที่เป็นองค์ประกอบหลักให้บริสุทธิ์ ส่วนการศึกษาครั้งที่ 2 เป็นการศึกษาเพื่อเพิ่มปริมาณสารบริสุทธิ์ และแยกสารบางสารที่ไม่สามารถแยกให้บริสุทธิ์ได้จากการศึกษาครั้งที่ 1

การศึกษาครั้งที่ 1

นำส่วนสกัดหยาบมาทดสอบสภาพการละลาย ได้ผลดังตาราง 3

ตาราง 3 สภาพการละลายของส่วนสกัดหยาบเมธานอล

ตัวทำละลาย	สภาพการละลายที่อุณหภูมิห้อง
ปิโตรเลียมอีเธอร์	+ สารละลายสีเหลือง ตะกอนสีน้ำตาล
ไคคลอโรฟอร์ม	+ สารละลายสีเหลือง ตะกอนสีเหลือง
เอทิลอะซิเตท	+ สารละลายสีเหลือง ตะกอนสีเหลือง

ตาราง 3 (ต่อ)

ตัวทำละลาย	สภาพการละลายที่อุณหภูมิห้อง
เมธานอล	++ สารละลายสีชา ตะกอนสีขาว
น้ำ	++ สารละลายสีชา ตะกอนสีน้ำตาล
10% กรดไฮโดรคลอริก	++ สารละลายสีชา ตะกอนสีน้ำตาล
10% โซเดียมไฮดรอกไซด์	++ สารละลายสีชา ตะกอนสีน้ำตาล
10% โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต	++ สารละลายสีชา ตะกอนสีน้ำตาล

++ ละลายได้ปานกลาง + ละลายได้น้อย

จากผลการทดสอบสภาพการละลายข้างต้น เมื่อนำตะกอนสีเหลืองที่ไม่ละลายในเอทิลอะซิเตทมาละลายด้วยเมธานอล พบว่าได้สารละลายสีเหลือง และตะกอนสีขาว ตรวจสอบสารละลายเอทิลอะซิเตทเปรียบเทียบกับสารละลายเมธานอลบนโครมาโทกราฟีแผ่นบาง พบว่าโครมาโทแกรมมีลักษณะแตกต่างกัน จึงอาศัยสมบัติในการละลายดังกล่าว แยกส่วนสกัดหยาบเมธานอล น้ำหนัก 10 กรัม ออกเป็น 2 ส่วน คือส่วน ET.1 เป็นส่วนละลายเอทิลอะซิเตท และส่วน ME เป็นส่วนละลายเมธานอล ส่วนตะกอนสีชาที่ไม่ละลายเมธานอล นำมาทดสอบสภาพการละลาย พบว่าไม่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ และ น้ำ จึงไม่ศึกษาต่อ

การศึกษาส่วนละลายเอทิลอะซิเตท (ET.1)

หลังจากระเหยตัวทำละลายออกแล้ว ได้สารเป็นของหนืดสีเขียวยเหลือง น้ำหนัก 1.02 กรัม ตรวจสอบผลทางโครมาโทกราฟีแผ่นบาง ใช้ 5% เมธานอลในไดคลอโรมีเทนเป็นตัวเคลื่อนที่ ลักษณะโครมาโทแกรมประกอบด้วยสารหลักจำนวน 4 สาร เห็นเป็นสีเหลืองด้วยตาเปล่า 2 สาร ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.51 และ 0.88 เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต 2 สาร ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.48 และ 0.19 ลักษณะโครมาโทแกรมเห็นการแยกดีพอสมควร คาดว่าน่าจะแยกสารออกมาให้บริสุทธิ์ได้ จึงนำสารทั้งหมดมาแยกโดยคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบธรรมดา เริ่มชะด้วย ไดคลอโรมีเทนแล้วเพิ่มขั้วจนถึงเมธานอล ได้ทั้งหมด 13 ส่วน ตรวจสอบแต่ละส่วนบนโครมาโทกราฟีแผ่นบาง รวมส่วนที่มีโครมาโทแกรมเหมือนกัน ได้ 10 ส่วน ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ส่วนต่างๆที่ได้จากการแยก ET.1 ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบธรรมดา

ส่วนที่	น้ำหนักสาร (กรัม)	ลักษณะสาร
E1	0.043	ของหนืดสีเหลืองเขียว
E2	0.061	ของหนืดสีเหลืองเขียว
E3	0.034	ของหนืดสีเหลืองเขียว
E4	0.037	ของหนืดสีเขียว
E5	0.060	ของหนืดสีเหลืองเขียว
E6	0.075	ของหนืดสีเหลืองเขียว
E7	0.105	ของหนืดสีเหลือง
E8	0.166	ของหนืดสีน้ำตาล
E9	0.160	ของแข็งสีเหลือง
E10	0.184	ของหนืดสีน้ำตาล

E1 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 80% ไดคลอโรมีเทนในปิโตรเลียมอีเทอร์ มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.82 บันทึกผลทางโปรตอนนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ พบว่ามีสัญญาณเฉพาะที่สนามสูง ไม่มีสัญญาณของอะโรมาติกโปรตอน จึงไม่ศึกษาต่อ

E2 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 80% ไดคลอโรมีเทนในปิโตรเลียมอีเทอร์ มีสารหลัก 1 สาร เห็นด้วยตาเปล่าเป็นสีเหลือง ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.42 คาดว่าสามารถแยกให้บริสุทธิ์ได้ จึงนำมาแยกด้วยโครมาโทกราฟีแผ่นหนา ในตัวเคลื่อนที่ 80% ไดคลอโรมีเทนในปิโตรเลียมอีเทอร์ แยกสารได้ 1 แถบ เป็นของหนืดสีเหลือง น้ำหนัก 0.011 กรัม ให้รหัสเป็น E2.1 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 80% ไดคลอโรมีเทนในปิโตรเลียมอีเทอร์ มีสารหลัก 2 สาร เห็นเป็นสีเหลืองด้วยตาเปล่า 1 สาร ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.42 และอีก 1 สาร เห็นเป็นสีม่วงในสารละลายกรดอะซิติก ที่ประกอบด้วย อะนิลีนไฮดรอกไซด์ และกรดซัลฟูริก (ASA) ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.35 ทั้งสองสารมีการแยกกันชัดเจน แต่ไม่ได้นำมาแยกต่อ เพราะสารมีปริมาณไม่มากนัก

E3 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 80%ไดคลอโรมีเทนในพีโคโรเลียมอีเธอร์ มีหลายสาร แยกกันไม่ชัดเจน ยากต่อการทำให้บริสุทธิ์

E4 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ ไดคลอโรมีเทน (3 ครั้ง) มีสารหลัก 2 สาร เห็นด้วยตาเปล่าเป็นสีเขียว ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.26 และ 0.35 คาดว่าสามารถแยกสารให้บริสุทธิ์ได้ จึงนำมาแยกด้วยโครมาโทกราฟีแผ่นหนาในตัวเคลื่อนที่ ไดคลอโรมีเทน (3 ครั้ง) แยกสารได้ 3 แถบ

แถบที่ 1 เป็นของแข็งสีเขียว น้ำหนัก 0.019 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ ไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 2 สาร เห็นด้วยตาเปล่าเป็นสีเขียว ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.35 และ 0.29 จากการบันทึกผลทางโปรตอนนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ พบว่ามีสัญญาณเฉพาะที่สนามสูง ไม่มีสัญญาณของอะโรมาติกโปรตอน จึงไม่ศึกษาต่อ

แถบที่ 2 เป็นของหนืดสีเขียวอ่อน น้ำหนัก 0.025 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ ไดคลอโรมีเทน ประกอบด้วยหลายสารและไม่มีสารหลัก สารมีปริมาณน้อย จึงไม่ศึกษาต่อ

แถบที่ 3 เป็นของหนืดสีเขียวเข้ม น้ำหนัก 0.015 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ ไดคลอโรมีเทน ไม่มีการแยกของสาร ยากต่อการแยกให้บริสุทธิ์ จึงไม่ศึกษาต่อ

E5 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 2%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน ประกอบด้วยสารหลัก 3 สาร เห็นด้วยตาเปล่าเป็นสีเหลือง 1 สาร ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.20 เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต 2 สาร ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.19 และ 0.13 คาดว่าสามารถแยกสารให้บริสุทธิ์ได้ จึงนำมาแยกด้วยโครมาโทกราฟีแผ่นหนา ในตัวเคลื่อนที่ 2%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน (3 ครั้ง) แยกได้ 2 แถบ

แถบที่ 1 เป็นของแข็งสีเหลือง น้ำหนัก 0.047 กรัม บันทึกผลทางโปรตอนนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ พบว่ามีสัญญาณเฉพาะที่สนามสูง ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 2%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน (2 ครั้ง) มีสารหลัก 2 สารอยู่ติดกัน เห็นด้วยตาเปล่าเป็นสีเหลือง ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.20 และ 0.15

แถบที่ 2 เป็นของแข็งสีน้ำตาลเหลือง น้ำหนัก 0.021 กรัม จากลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 2%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน (2 ครั้ง) ไม่เห็นการแยกของสาร และไม่สามารถหาระบบตัวเคลื่อนที่ ที่สามารถแยกสารให้บริสุทธิ์ได้

E6 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก เห็นด้วยตาเปล่าเป็นสีเหลือง เหมือนส่วน E7 จึงศึกษาในส่วน E7

E7 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 2 สาร เห็นด้วยตาเปล่าเป็นสีเหลือง 1 สาร ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.52 และเห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต 1 สาร ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.40 คาดว่าสามารถแยกสารให้บริสุทธิ์ได้ จึงนำมาแยกโดยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบธรรมดา เริ่มชะด้วยไดคลอโรมีเทน เพิ่มจำนวนถึงเมธานอล ได้ทั้งหมด 8 ส่วน ตรวจสอบแต่ละส่วนบนโครมาโทกราฟีแผ่นบาง รวมส่วนที่มีลักษณะโครมาโทแกรมเหมือนกันเข้าด้วยกันได้ 3 ส่วน ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ส่วนต่างๆ ที่ได้จากการแยก E7 ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบธรรมดา

ส่วนที่	น้ำหนักสาร (กรัม)	ลักษณะสาร
E7.1	0.033	ของหนืดสีเหลือง
E7.2	0.060	ของหนืดสีเหลือง
E7.3	0.038	ผลึกสีเหลือง

E7.1 และ E7.2 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลักเหมือนส่วน E7.3 จึงศึกษาในส่วน E7.3

E7.3 หลอมเหลวที่ 162-163°C ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสาร 1 สาร เห็นด้วยตาเปล่าเป็นสีเหลือง ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.52 ให้น้ำหนักเป็น WK1

UV λ_{\max} (nm) (MeOH) ($\log \epsilon$) 366 (3.42)

$[\alpha]_D^{29} = -157.9^{\circ}$ ($c = 9.5 \times 10^{-5}$ g/100 cm³, MeOH)

IR (KBr) $\bar{\nu}_{\text{cm}^{-1}}$ 3600-2500 (O-H stretching) 2928 (C-H stretching)

1745, 1692, 1644 (C=O stretching)

¹H NMR (CDCl₃) (δ ppm) 13.10 (s, 1H), 7.56 (d, $J = 1.2$ Hz, 1H), 5.67 (qdd, $J = 9.6, 4.5$

(400 MHz) และ 1.5 Hz, 1H), 5.20 (ht, $J = 7.2$ และ 1.5 Hz, 1H), 4.46 (q, $J =$

6.6 Hz, 1H), 3.52 (s, 3H), 3.27 (dd, $J = 16.0$ และ 9.6 Hz, 1H),

3.17 (mdd, $J = 14.4$ และ 7.2 Hz, 1H), 3.11 (mdd, $J = 14.4$ และ

7.2 Hz, 1H), 2.83 (qdd, $J = 16.0, 4.5$ และ 2.0 Hz, 1H), 2.60 (d,

	$J = 9.2$ Hz, 1H), 2.33 (d , $J = 13.2$ Hz, 1H), 1.72 (s , 9H), 1.68 (dd , $J = 13.2$ และ 9.2 Hz, 1H), 1.65 (d , $J = 1.5$ Hz, 3H), 1.37 (s , 6H), 1.28 (s , 3H), 1.23 (d , $J = 6.6$ Hz, 3H)
^{13}C NMR (CDCl_3) (δ ppm) (100 MHz)	202.30, 177.60, 170.67, 167.08, 163.46, 154.07, 136.99, 135.09, 132.38, 132.05, 128.68, 121.69, 112.30, 105.81, 101.27, 91.40, 89.38, 84.93, 83.77, 83.71, 53.88, 49.75, 43.50, 30.93, 30.54, 29.91, 28.79, 28.09, 25.66, 21.35, 20.57, 19.95, 17.72, 15.81
MS (m/z) (%)	592 (38), 565 (31), 564 (77), 537 (28), 495 (27), 437 (38), 383 (22), 381 (59), 371 (27), 339 (21), 289 (21), 287 (21), 277 (26), 273 (21), 233 (31), 217 (29), 177 (25), 149 (15), 135 (18), 121 (39), 109 (20), 91 (25), 77 (17), 69 (45), 67 (20), 55 (34), 53 (37), 44 (20), 43 (100), 41 (74), 39 (28), 28 (67), 18 (34)
HRMS (m/z) (%)	592.26838 (50.67)

E8 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 5%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 1 สาร เห็นด้วยตาเปล่าเป็นสีเหลือง ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.66 เหมือนกับ E7.2 จึงนำ E8 รวมกับ E7.2 สารเป็นของหนืดสีน้ำตาล น้ำหนัก 0.244 กรัม นำมาแยกด้วยโครมาโทกราฟีแผ่นหนาในตัวเคลื่อนที่ 5%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน แยกสารได้ 2 แถบ

แถบที่ 1 (E8.1) เป็นคราบสีเหลืองน้ำหนัก 0.035 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 5%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 1 สาร เห็นด้วยตาเปล่าเป็นสีเหลือง ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.66 บันทึกผลทางนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ พบว่า ^1H NMR สเปกตรัมมีลักษณะคล้ายกับ WK1

แถบที่ 2 (E8.2) เป็นของแข็งสีเหลือง น้ำหนัก 0.030 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 5%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลักเห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต แต่ไม่มีการแยกของสารชัดเจน

E9 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 1 สาร เห็นด้วยตาเปล่าเป็นสีเหลือง เหมือน E8 จึงศึกษาในส่วน E8

E10 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 15%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลักเห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต 1 สาร ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.30 คาดว่าสามารถแยกสารให้บริสุทธิ์

ได้ จึงนำมาแยกด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบธรรมดาเริ่มชะด้วยไดคลอโรมีเทน เพิ่มขั้วจนถึงเมธานอล ได้ทั้งหมด 10 ส่วน ตรวจสอบแต่ละส่วนบนโครมาโทกราฟีแผ่นบาง รวมส่วนที่มีโครมาโทแกรมเหมือนกันเข้าด้วยกันได้ 2 ส่วน

E10.1 เป็นคราบสีน้ำตาล น้ำหนัก 0.072 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 15%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน ไม่มีสารหลัก จึงไม่ศึกษาต่อ

E10.2 เป็นของหนืดผสมของแข็งสีน้ำตาล น้ำหนัก 0.136 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 15%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.30 นำมาแยกด้วยวิธีโครมาโทกราฟีแผ่นหนา ในตัวเคลื่อนที่ 15%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน ได้ 2 แถบ

แถบที่ 1 เป็นของแข็งสีน้ำตาล น้ำหนัก 0.017 กรัม หลอมเหลวที่ 241-242°C ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน (2 ครั้ง) มีสาร 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต และเมื่อวางโครมาโทกราฟีแผ่นบางทิ้งไว้ สารดังกล่าวจะเห็นด้วยตาเปล่าเป็นสีน้ำตาล ที่ค่าคงที่เคลื่อนที่ 0.23 ให้รหัสเป็น GS1 นำไปบันทึกผลทางโปรตอนนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ ได้ผลดังนี้

$^1\text{H NMR}$ (CD_3OD) (δ ppm)	7.36 (s, 1H), 7.28 (d, $J = 8.0$ Hz, 1H), 7.24 (s, 0.33H),
(500 MHz)	7.13 (d, $J = 10.0$ Hz, 2H), 7.12-7.04 (m, 2H), 6.92 (d, $J = 8.0$ Hz, 1H), 6.66 (d, $J = 8$ Hz, 0.8H), 6.58 (d, $J = 8.0$ Hz, 0.33H), 6.54 (s, 0.33H), 6.44 (d, $J = 10.0$ Hz, 2H), 6.40 (s, 1H), 6.28 (s, 1H), 6.08 (d, $J = 8.0$ Hz, 0.8H), 6.01 (s, 1H), 5.85 (s, 1H), 5.76 (d, $J = 10.0$ Hz, 1H), 5.66 (d, $J = 10.0$ Hz, 0.33H), 5.00 (d, $J = 10.0$ Hz, 0.33 H)

แถบที่ 2 เป็นคราบสีน้ำตาล น้ำหนัก 0.046 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน ไม่มีสารหลัก จึงไม่ศึกษาต่อ

การศึกษาส่วนละลายเมธานอล (ME)

ส่วนสกัดหยาบที่ละลายในเมธานอล เป็นของหนืดสีน้ำตาล น้ำหนัก 7.647 กรัม นำสารมาแยกด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบรวดเร็ว เริ่มชะด้วย 100% ไดคลอโรมีเทน เพิ่มขั้วจนถึงเมธานอล ได้ทั้งหมด 25 ส่วน ตรวจสอบผลทางโครมาโทกราฟีแผ่นบาง รวมส่วนที่มีโครมาโทแกรมเหมือนกันได้ 6 ส่วน ดังตาราง 6

ตาราง 6 ส่วนต่างๆที่ได้จากการแยก ME ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบรวดเร็ว

ส่วนที่	น้ำหนักสาร(กรัม)	ลักษณะสาร
A	0.058	ของหนืดสีเหลือง
B	0.184	ของหนืดสีน้ำตาล
C	0.128	ของหนืดสีน้ำตาล
D	0.187	ของหนืดผสมของแข็งสีเหลือง
E	0.256	ของแข็งสีเหลือง
F	5.588	ของหนืดสีน้ำตาล

A ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 5%เอธิลอะซีเตทในไดคลอโรมีเทนมีสารหลัก 2 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต 1 สาร ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.82 เห็นเป็นสีเหลืองด้วยตาเปล่า 1 สาร ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.37 ระหว่างสารทั้งสองมีสารที่ไม่แยกจากกันได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ซึ่งยากต่อการแยกสารทั้งสองให้บริสุทธิ์

B ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เอธิลอะซีเตทในไดคลอโรมีเทนไม่มีสารหลัก บันทึกผลทางโปรตอนนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ มีสัญญาณเฉพาะที่สนามสูงและไม่มีสัญญาณอะโรมาติกโปรตอน จึงไม่ศึกษาต่อ

C เมื่อวางทิ้งไว้สารจะแยกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นของแข็งสีเหลือง (C1) และส่วนที่เป็นของแข็งสีขาวเหลือง (C2)

C1 น้ำหนัก 0.068 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 5%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 1 สาร เห็นเป็นสีเหลืองด้วยตาเปล่า ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.47 คาดว่าสามารถแยกให้บริสุทธิ์ได้ จึงนำมาแยกด้วยวิธีโครมาโทกราฟีแผ่นหนา ในตัวเคลื่อนที่ 5%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน แยกได้ 2 แถบ

แถบที่ 1 เป็นคราบสีเหลือง น้ำหนัก 0.001 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรม ในตัวเคลื่อนที่ 5%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 1 สาร เห็นเป็นสีเหลืองด้วยตาเปล่าในตำแหน่งเดียวกับ WK1

แถบที่ 2 เป็นคราบสีเหลือง น้ำหนัก 0.005 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรม ในตัวเคลื่อนที่ 5%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเลตในตำแหน่งเดียวกับ E8.2

C2 น้ำหนัก 0.060 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรม ในตัวเคลื่อนที่ 5%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลักเหมือน C1 จึงศึกษาในส่วน C1

D ลักษณะโครมาโทแกรม ในตัวเคลื่อนที่ 2%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน (2 ครั้ง) มีสารหลัก 1 สาร เห็นด้วยตาเปล่าเป็นสีเหลือง ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.19 คาดว่าสามารถแยกสารออกมาให้บริสุทธิ์ได้ จึงนำสารมาแยกด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบธรรมดา เริ่มชะด้วยไดคลอโรมีเทน เพิ่มช้าจนถึงเมธานอล ได้ทั้งหมด 20 ส่วน ตรวจสอบแต่ละส่วนบนโครมาโทกราฟีแผ่นบาง รวมส่วนที่มีลักษณะโครมาโทแกรมเหมือนกันได้ 4 ส่วน ดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 ส่วนต่างๆที่ได้จากการแยก D ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบธรรมดา

ส่วนที่	น้ำหนักสาร (กรัม)	ลักษณะสาร
D1	0.016	คราบสีเหลืองเขียว
D2	0.067	ของหนืดสีเขียว
D3	0.047	ของแข็งสีเหลือง
D4	0.076	ของหนืดสีเหลือง

D1 จากการบั่นทึกผลทางโปรตอนนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ พบว่ามีสัญญาณเฉพาะที่สนามสูง จึงนำไปทดสอบ Liebermann Burchard พบว่าชั้นคลอโรฟอร์มมีสีแดง คาดว่าเป็นสารประเภท triterpenoid

D2 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ไดคลอโรมีเทน (2 ครั้ง) มีสารประมาณ 5 สาร และไม่มีสารหลัก จึงไม่ศึกษาต่อ

D3 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 2% เมธานอลในไดคลอโรมีเทน (2 ครั้ง) มีสารหลัก 1 สาร เห็นด้วยตาเปล่าเป็นสีเหลือง ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.19 ผลทางโปรตอนนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ คล้ายกับ E7.3 นำ D3 มาทำปฏิกิริยาอะซิไทเลชันโดยใช้อะซิติกแอนไฮไดรด์ และพริคีน คนที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 72 ชั่วโมง หลังจากเสร็จสิ้นปฏิกิริยา ได้สาร 2 ส่วน ส่วนแรกได้จากการสกัดสารละลายชั้นน้ำด้วยเอทิลอะซิเตท (EtOAc.1) เมื่อนำสารละลายชั้นเอทิลอะซิเตทมาล้างด้วยสารละลาย 10% โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต พบว่าชั้นสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตมีสีเหลือง จึงนำมาทำให้เป็นกรดด้วย 10% กรดไฮโดรคลอริก และสกัดด้วยเอทิลอะซิเตทอีกครั้งหนึ่ง ได้สารละลายเอทิลอะซิเตทเป็นส่วนของสอง (EtOAc.2)

EtOAc.1 เป็นคราบสีเหลือง น้ำหนัก 0.014 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 5% เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มี 2 สารอยู่ติดกัน เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต 1 สาร และเห็นด้วยตาเปล่า 1 สาร ยากต่อการแยกให้บริสุทธิ์ และเมื่อนำไปบั่นทึกผลทางโปรตอนนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ พบว่าสัญญาณส่วนใหญ่ปรากฏที่สนามสูง

EtOAc.2 เป็นคราบสีเหลือง น้ำหนัก 0.017 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 5% เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสาร 4 สาร เห็นด้วยตาเปล่าเป็นสีเหลือง มีการแยกของสารไม่ชัดเจน

จากข้อมูลข้างต้นแสดงว่าการทำปฏิกิริยาอะซิไทเลชันไม่ช่วยในการแยกสาร D3 ให้บริสุทธิ์

D4 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 5% เมธานอลในไดคลอโรมีเทน และผลทางโปรตอนนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ เหมือนกับ E7.3 จึงศึกษาในส่วน E7.3

E นำสารมาตกผลึกโดยใช้เมธานอลและคลอโรฟอร์มแต่ไม่สามารถตกผลึกได้ ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 2% เมธานอลในไดคลอโรมีเทน (2 ครั้ง) มีสาร 1 สาร เห็นด้วยตาเปล่าเป็นสีเหลืองเหมือนกับ E7.3

F ลักษณะโครมาโทแกรมในโครมาโทกราฟีแผ่นบาง ไม่สามารถหาระบบตัวเคลื่อนที่ในการแยกสารได้ เพราะสารมีจุดสูง จึงใช้วิธีการ 2 วิธี ที่คาดว่าจะแยกสารให้บริสุทธิ์ได้

วิธีที่ 1 นำสารน้ำหนัก 0.530 กรัม มาทำปฏิกิริยาอะซิทธิเลชันโดยใช้อะซิติกแอนไฮโดรด์และพริดีน คนที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 72 ชั่วโมง หลังจากเสร็จสิ้นปฏิกิริยา ได้สารลักษณะเป็นของหนืดสีน้ำตาล น้ำหนัก 0.522 กรัม ให้รหัส UA นำ UA มาตรวจสอบบนโครมาโทกราฟีแผ่นบาง ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 0.5% เมธานอลในคลอโรฟอร์ม (2 ครั้ง) มีการแยกไม่ชัดเจน แต่เห็นสารเป็นช่วง ๆ คาดว่ามีสารจำนวน 5 สาร เมื่อเปรียบเทียบลักษณะโครมาโทแกรมกับสารตั้งต้น สรุปว่าเกิดปฏิกิริยาอะซิทธิเลชันสมบูรณ์ นำ UA มาแยกด้วยวิธีโครมาโทกราฟีแผ่นบางในตัวเคลื่อนที่ 0.5% เมธานอลในคลอโรฟอร์ม (2 ครั้ง) แยกได้ทั้งหมด 4 ส่วน ดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 ส่วนต่างๆที่ได้จากการแยก UA ด้วยวิธีโครมาโทกราฟีแผ่นบาง

ส่วนที่	น้ำหนักสาร (กรัม)	ลักษณะสาร
UA1	0.003	คราบสีขาว
UA2	0.006	ของหนืด ไม่มีสี
UA3	0.017	ของหนืดสีเหลือง
UA4	0.027	ของแข็งสีเหลือง

นำส่วน UA1-UA4 มาตรวจสอบบนโครมาโทกราฟีแผ่นบางในตัวเคลื่อนที่ 0.5% เมธานอลในคลอโรฟอร์ม พบว่ามีการแยกของสารดีขึ้นกว่าก่อนนำมาแยกด้วยโครมาโทกราฟีแผ่นบางมาก โดยแต่ละส่วนมีลักษณะโครมาโทแกรม ดังนี้

UA1 มีสารหลัก 2 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ตที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.55 และ 0.20

UA2 มีสารหลัก 2 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ตที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.46 และ 0.12

UA3 มีสารหลัก 2 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ตที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.41 และ 0.12

UA4 มีสารหลัก 2 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ตที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.29 และ 0.15

ถึงแม้แต่ละส่วนจะมีการแยกของสารชัดเจน แต่ไม่ได้ศึกษาต่อเพราะสารแต่ละส่วนมีปริมาณน้อยมาก จะเห็นว่าเมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักสาร UA ตอนก่อนนำมาแยกด้วยวิธีโครมาโทกราฟีแผ่นหนา (0.210 กรัม) กับน้ำหนักหลังนำมาแยก (0.052 กรัม) พบว่าน้ำหนักของสารหายไปมาก แสดงว่าวิธีโครมาโทกราฟีแผ่นหนาไม่เหมาะสมกับการแยกสาร UA จึงลองนำ UA น้ำหนัก 0.432 กรัม มาแยกด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีธรรมดา ๒๕๐ x ๑๐ มม. ๕๐ ไมครอน ๕% เมธานอลในคลอโรฟอร์ม เพิ่มหัวจนถึงเมธานอล แยกได้ 4 ส่วน ดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 ส่วนต่างๆที่ได้จากการแยก UA ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบธรรมดา

ส่วนที่	น้ำหนักสาร (กรัม)	ลักษณะสาร
A1	0.127	ของหนืดสีน้ำตาล
A2	0.120	ของหนืดสีน้ำตาล
A3	0.139	ของหนืดสีน้ำตาล
A4	0.117	ของหนืดสีน้ำตาล

A1 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 0.5% เมธานอลในคลอโรฟอร์ม มีสารหลักประมาณ 2 สาร แต่มีการแยกไม่ชัดเจน จึงไม่ศึกษาต่อ

A2 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 0.5% เมธานอลในคลอโรฟอร์ม มีสารหลักประมาณ 2 สาร ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.28 และ 0.21 สารทั้งสองอยู่ติดกันยากต่อการทำให้บริสุทธิ์

A3 และ A4 โครมาโทแกรมมีลักษณะเป็นทางยาวไม่เห็นการแยกของสาร ในตัวเคลื่อนที่ 1% เมธานอลในคลอโรฟอร์ม (3 ครั้ง) ยากต่อการแยกให้บริสุทธิ์

จากข้อมูลที่น่า UA มาแยกด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีและวิธีโครมาโทกราฟีแผ่นหนา พบว่าการทำปฏิกิริยาอะซิไทเลชันไม่ได้ช่วยในการแยก F ให้บริสุทธิ์

วิธีที่ 2 นำ F มาตรวจสอบบนโครมาโทกราฟีแผ่นบางแบบ reverse phase silica gel C-18 (RP) ในตัวเคลื่อนที่ 20% น้ำในเมธานอล พบว่ามีสารประมาณ 7 สาร และมีการแยกชัดเจนพอสมควร ทำการแยก F ด้วย RP ดังนี้

ครั้งที่ 1 นำสาร F น้ำหนัก 0.350 กรัม มาแยกด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี โดยใช้ RP เป็นตัวอยู่กับที่ ๕๐%น้ำในเมธานอล ลดขั้วจนถึงเมธานอล ได้ 30 ส่วน ตรวจสอบแต่ละส่วนบนโครมาโทกราฟีแผ่นบาง RP เป็นตัวอยู่กับที่ รวมส่วนที่มีลักษณะโครมาโทแกรมเหมือนกันได้ 4 ส่วน ดังแสดงในตาราง 10

ตาราง 10 ส่วนต่างๆที่ได้จากการแยก F ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีใช้ซิลิกาเจลชนิด RP

ส่วนที่	น้ำหนักสาร (กรัม)	ลักษณะสาร
U1	0.062	ของหนืดผสมของแข็งสีน้ำตาล
U2	0.184	ของแข็งสีน้ำตาล
U3	0.037	ของหนืดผสมของแข็งสีน้ำตาล
U4	0.066	คราบสีน้ำตาล

U1 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 16.7%น้ำในเมธานอล มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ตที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.88 จากการบันทึกผลทางโปรตอนนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ คาดว่าโครงสร้างเป็นพวกไกลโคไซด์ เนื่องจาก แสดงสัญญาณในช่วง δ 3.00-5.00 ppm ซึ่งเป็นสัญญาณโปรตอนของพวกน้ำตาล

U2 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 20%น้ำในเมธานอล (2 ครั้ง) มีสารหลัก 3 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต 1 สาร ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.65 และเห็นด้วยตาเปล่าเป็นสีน้ำตาลจำนวน 2 สาร ใกล้เคียง baseline คาดว่าสามารถแยกสารเหล่านี้ออกจากกันได้ จึงนำสารมาแยกด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบธรรมดา ๕๐%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม ตามด้วยเมธานอล แยกได้ 1 ส่วน นำไปแยกอีกครั้งด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี RP ๕๐%เมธานอล แยกได้ 1 ส่วน เป็นของแข็งผสมคราบสีน้ำตาล น้ำหนัก 0.081 กรัม มีลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่เมธานอล มีสารหลัก 1 สาร เห็นด้วยตาเปล่าเป็นสีน้ำตาล ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.38 นำสารมาทำปฏิกิริยาอะซิทิเลชัน โดยใช้อะซิติกแอนไฮไดรด์ และพิริดีน คนที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 72 ชั่วโมง หลังจากสิ้นสุดปฏิกิริยาเติมน้ำลงในปฏิกิริยาแล้วสกัดด้วยบิวทานอล เนื่องจากถ้าใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีขั้วต่ำกว่าไม่สามารถสกัดสารออกมาจากชั้นน้ำ หลังการสกัดแยกได้ 2 ส่วน คือ ส่วนตะกอนที่ไม่ละลายในชั้นบิวทานอล (US2.1) และส่วนละลายบิวทานอล (UL2.1)

US2.1 เป็นของแข็งสีน้ำตาล น้ำหนัก 0.081 กรัม มีลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 2 สารอยู่ติดกัน เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ยากต่อการแยกให้บริสุทธิ์

UL2.1 เป็นของหนืดสีน้ำตาล น้ำหนัก 0.041 กรัม มีลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 2 สารอยู่ติดกัน เห็นในสารละลายกรดฟอสโฟโมลิบดิก ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.89 และ 0.80 ยากต่อการแยกสารให้บริสุทธิ์

U3 จากผลการบันทึกทางโปรตอนนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ คาดว่าโครงสร้างเป็นพวกไกลโคไซด์ ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 20%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม (8 ครั้ง) มีสารหลัก 2 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.43 และ 0.25 คาดว่าสามารถแยกให้บริสุทธิ์ได้ จึงนำสารมาแยกด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบธรรมดา ะด้วย 20%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม เพิ่มขั้วจนถึงเมธานอล ได้ 30 ส่วน เมื่อตรวจสอบแต่ละส่วนบนโครมาโทกราฟีแผ่นบาง พบว่าแต่ละส่วนไม่ปรากฏสาร จึงไม่ศึกษาต่อ

U4 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 100% เมธานอล บนโครมาโทแกรมแผ่นบาง ชนิด RP ไม่มีการแยกของสารชัดเจน ยากต่อการแยกให้บริสุทธิ์

ครั้งที่ 2 นำสาร F น้ำหนัก 0.510 กรัม มาแยกด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี ใช้ RP เป็นตัวอยู่กับที่ ะด้วย 50%น้ำในเมธานอล ลดขั้วจนถึงเมธานอล ได้ 15 ส่วน ตรวจสอบแต่ละส่วนบนโครมาโทกราฟีแผ่นบาง RP รวมส่วนที่มีโครมาโทแกรมเหมือนกันได้ 5 ส่วนดังแสดงในตาราง 11

ตาราง 11 ส่วนต่างๆที่ได้จากการแยก F ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีใช้ซิลิกาเจลชนิด RP

ส่วนที่	น้ำหนักสาร (กรัม)	ลักษณะสาร
V1	0.187	ของหนืดสีน้ำตาล
V2	0.203	ของหนืดสีน้ำตาล
V3	0.049	ของหนืดสีน้ำตาล
V4	0.022	ของหนืดสีน้ำตาล
V5	0.058	ของหนืดสีน้ำตาล

V1 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 50%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม ไม่มีการแยกของสารชัดเจน ยกที่จะแยกให้บริสุทธิ์ได้

V2 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 20%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.41 คาดว่าสามารถแยกให้บริสุทธิ์ได้ นำมาแยกด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบธรรมดาจะด้วย 20%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม ตามด้วยเมธานอล ได้ 2 ส่วน

V2.1 เป็นของหนืดสีน้ำตาล น้ำหนัก 0.046 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม (2 ครั้ง) มีสารหลัก 4 สาร มี 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต และเมื่อวางโครมาโทกราฟีแผ่นบางทิ้งไว้สารดังกล่าวจะเห็นเป็นสีน้ำตาลด้วยตาเปล่า ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.23 (เหมือนกับสาร GS1) อีก 3 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.19, 0.21 และ 0.27 สารทั้ง 4 สารมีการแยกชัดเจนพอสมควร แต่มีปริมาณน้อย

V2.2 ของหนืดสีน้ำตาล น้ำหนัก 0.106 กรัม นำมาแยกด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี RP ได้ 1 ส่วน เป็นของหนืดสีน้ำตาล น้ำหนัก 0.099 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่เมธานอล ได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ไม่เห็นการแยกของสารชัดเจน ยกต่อการแยกให้บริสุทธิ์

V3 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 15%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม มีสารหลักเหมือน W4 จึงศึกษาในส่วน W4 ที่จะกล่าวในลำดับถัดไป

V4 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม (2 ครั้ง) มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต เมื่อวางโครมาโทกราฟีแผ่นบางทิ้งไว้ สารหลักดังกล่าวจะกลายเป็นสีเหลืองเห็นด้วยตาเปล่า ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.36 เหมือนกับสารหลักในส่วน I6 ที่จะกล่าวต่อไป

V5 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม มี 4 สาร และไม่มีสารหลัก จึงไม่ศึกษาต่อ

เนื่องจากสารที่แยกได้ในแต่ละส่วนมีปริมาณไม่มากนัก จึงนำสาร F หนัก 3.125 กรัม มาแยกด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟีใช้ RP เป็นตัวอยู่กับที่ จะด้วย 50% น้ำในเมธานอล ได้ 18 ส่วน ตรวจสอบแต่ละส่วนบนโครมาโทกราฟีแผ่นบาง รวมส่วนที่มีลักษณะโครมาโทแกรมเหมือนกันเข้าด้วยกันได้ 5 ส่วน ดังแสดงในตาราง 12

ตาราง 12 ส่วนต่างๆที่ได้จากการแยก F ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีใช้ซิลิกาเจลชนิด RP

ส่วนที่	น้ำหนักสาร (กรัม)	ลักษณะสาร
W1	0.160	ของแข็งสีน้ำตาล
W2	0.665	ของแข็งผสมของหนืดสีน้ำตาล
W3	1.135	ของหนืดสีน้ำตาล
W4	0.695	ของแข็งผสมของหนืดสีน้ำตาล
W5	0.118	ของแข็งผสมคราบสีเขียว

W1 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 50%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม ไม่เห็นการแยกของสาร

W2 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม มีสารหลัก 1 สาร เห็นเป็นสีเหลืองด้วยตาเปล่า ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.15 เหมือนกับสารหลักในส่วน W3.1 ซึ่งจะกล่าวถึงในลำดับถัดไป

W3 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 20%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม มีสารหลัก 2 สาร เห็นเป็นสีเหลืองด้วยตาเปล่า ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.52 และ 0.32 และยังมีสารบางส่วนอยู่ที่ baseline คาดว่าสามารถแยกสารหลัก 2 สาร ออกจากสารที่ baseline ได้ จึงนำมาแยกด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบธรรมดา ๒๕ ด้วย 20%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม ตามด้วย เมธานอล แยกได้ 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 (W3.1) เป็นของแข็งผสมของหนืดสีน้ำตาล น้ำหนัก 0.575 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม มีสารหลัก 1 สาร เห็นด้วยตาเปล่าเป็นสีเหลือง ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.28 ซึ่งสารหลักดังกล่าวเหมือนกับสารหลักในส่วน W2 จึงรวมกับ W2 แล้วนำมาแยกด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบธรรมดา ๒๕ ด้วย 5%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม เพิ่มจำนวนถึง เมธานอล แยกได้ 6 ส่วน ดังแสดงในตาราง 13

ตาราง 13 ส่วนต่างๆที่ได้จากการแยก W3.1 รวมกับ W2 ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบ
ธรรมดา

ส่วนที่	น้ำหนักสาร (กรัม)	ลักษณะสาร
I1	0.007	ของหนืด ไม่มีสี
I2	0.015	คราบสีน้ำตาล
I3	0.012	ของหนืดสีน้ำตาล
I4	0.061	ของหนืดสีน้ำตาล
I5	0.065	ของหนืดสีน้ำตาล
I6	0.872	ของหนืดสีน้ำตาล

I1 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม มีสาร 3 สาร แต่ไม่มีสารหลัก

I2 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 20%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม (3 ครั้ง) มีสารหลัก 2 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต และเห็นเป็นสีเหลืองด้วยตาเปล่า ซ้อนทับกัน ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.33 จากข้อมูลโครมาโทแกรมสรุปได้ว่าสารหลักที่เห็นเป็นสีเหลืองด้วยตาเปล่า เป็นสารเดียวกับ GS1 แต่สารมีปริมาณน้อย

I3 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 20%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม (3 ครั้ง) มีสารประมาณ 3 สาร แต่ไม่มีสารหลัก จึงไม่ศึกษาต่อ

I4 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 20%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม (3 ครั้ง) เมื่อวางโครมาโทกราฟีแผ่นบางทิ้งไว้ มีสารหลัก 1 สาร เห็นเป็นสีเหลืองด้วยตาเปล่า ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.18 คาดว่าสามารถแยกสารให้บริสุทธิ์ได้ จึงนำมาแยกด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบธรรมดา ๒๕%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม เมื่อทดสอบแต่ละส่วนที่แยกได้บนโครมาโทกราฟีแผ่นบาง พบว่าแต่ละส่วนไม่ปรากฏสาร จึงไม่ศึกษาต่อ

I5 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 20%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม (3 ครั้ง) มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.46 ซึ่งเหมือนกับสารหลักในส่วน V4 จึงรวม I5 กับ V4 เข้าด้วยกัน นำมาแยกสารหลักดังกล่าวให้บริสุทธิ์ ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบธรรมดา ๒๕%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม แยกได้ 11 ส่วน ทดสอบแต่ละ

ส่วนบนโครมาโทกราฟีแผ่นบาง รวมส่วนที่มีลักษณะโครมาโทแกรมเหมือนกันเข้าด้วยกัน ได้ 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 เป็นคราบสีเหลือง น้ำหนัก 0.005 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 20%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต เมื่อวางโครมาโทกราฟีแผ่นบางทิ้งไว้ สารหลักดังกล่าวจะกลายเป็นสีเหลืองเห็นด้วยตาเปล่า ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.38 ซึ่งเหมือนกับสารหลักในส่วนที่ 1 ของ S1 ที่แยกได้จากส่วน W4

ส่วนที่ 2 เป็นของหนืดสีเหลือง น้ำหนัก 0.004 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 20%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม มีสารหลัก 2 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.38 และ 0.21 ระหว่างสารทั้งสองเห็นสารเป็นพืดได้แสงอัลตราไวโอเล็ต จึงไม่สามารถแยกสารหลักทั้งสองออกจากกันได้

I6 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 20%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม (3 ครั้ง) ไม่มีการแยกของสาร และไม่สามารถหาระบบตัวเคลื่อนที่ที่เหมาะสมในการแยกได้

ส่วนที่ 2 (W3.2) เป็นของแข็งผสมของหนืดสีน้ำตาล น้ำหนัก 0.493 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 20%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม (3 ครั้ง) มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.24 คาดว่าน่าจะแยกสารให้บริสุทธิ์ได้ จึงนำมาแยกด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี ๕๕ด้วย 20%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม เพิ่มขั้วจนถึง เมธานอล แยกได้ 1 ส่วน คือ AN1 เป็นของหนืดสีเหลือง น้ำหนัก 0.113 กรัม นำมาตรวจสอบบนโครมาโทกราฟีแผ่นบาง RP ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 50%น้ำในเมธานอล มีสารหลัก 3 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.77, 0.48 และ 0.18 ซึ่งมีการแยกออกจากกันอย่างชัดเจน จึงนำมาแยกด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบธรรมดาด้วย RP ๕๕ด้วย 50%น้ำในเมธานอล แยกได้ 3 ส่วน นำทั้ง 3 ส่วนมาทดสอบบนโครมาโทกราฟีแผ่นบางพบว่าทั้ง 3 ส่วนมีสารหลักเหมือนกัน จึงรวมทั้ง 3 ส่วนเข้าด้วยกันเป็นของแข็งสีเหลือง น้ำหนัก 0.022 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรม ในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม มีสารหลัก 2 สารเห็นเป็นสีเหลืองด้วยตาเปล่าและเห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ตซ้อนทับกันที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.39 ให้รหัสเป็น N1 เนื่องจากสารหลัก 2 สารซ้อนทับกันอยู่ ยากต่อการหาระบบตัวเคลื่อนที่ในการแยก จึงลองแยกโดยอาศัยสมบัติการละลายของสาร โดยนำ N1 มาละลายด้วยเอธิลอะซิเตท พบว่าสารละลายได้บางส่วน ได้สารละลายสีเหลืองและตะกอนสีน้ำตาล นำตะกอนสีน้ำตาลมาละลายเมธานอลพบว่าละลายได้หมด จึงแยกสาร N1 ได้ 2 ส่วน คือ ส่วนที่ละลายเอธิลอะซิเตทและส่วนละลายเมธานอล นำทั้ง 2 ส่วนมาตรวจสอบบนโครมาโทกราฟีแผ่นบางในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม ส่วนละลายเมธานอลมี

สารอยู่ที่ baseline และส่วนละลายเอธิลอะซิเตทมีสารหลัก 1 สารเห็นได้แสงอัลตราไวโอเลตที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.23 และยังมีสารบางส่วนอยู่ที่ baseline พบว่าสารหลักในส่วนละลายเอธิลอะซิเตทเป็นสารเดียวกับ GS1

W4 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 20%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม มีสารหลัก 2 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเลต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.71 และ 0.41 นำสารมาแยกด้วยวิธีโครมาโทกราฟีแบบธรรมดา ๒๕ ด้วยคลอโรฟอร์ม เพิ่มหัวจนถึงเมธานอล แยกได้ 4 ส่วน ดังแสดงในตาราง 14

ตาราง 14 ส่วนต่างๆที่ได้จากการแยก W4 ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบธรรมดา

ส่วนที่	น้ำหนักสาร (กรัม)	ลักษณะสาร
S1	0.042	ของหนืดสีเหลือง
S2	0.066	ของหนืดสีเหลือง
S3	0.013	ของหนืดสีเหลืองอ่อน
S4	0.294	ของหนืดสีน้ำตาล

S1 ตรวจสอบบนโครมาโทกราฟีแผ่นบาง RP ในตัวเคลื่อนที่ เมธานอล ลักษณะโครมาโทแกรม มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเลต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.75 คาดว่าสามารถแยกสารให้บริสุทธิ์ได้ จึงนำมาแยกด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี ด้วย RP ๒๕ ด้วย 40% น้ำในเมธานอล ตามด้วย เมธานอล แยกได้ 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 เป็นของหนืดสีเหลือง น้ำหนัก 0.013 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 20%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเลต และเมื่อวางโครมาโทกราฟีแผ่นบางทิ้งไว้ สารดังกล่าวจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเห็นด้วยตาเปล่า ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.41 ซึ่งเหมือนกับสารหลักในส่วนที่ 1 ที่แยกได้จาก IS

ส่วนที่ 2 เป็นของหนืดสีน้ำตาล น้ำหนัก 0.050 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 20%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม มีสารประมาณ 2 สาร และไม่มีสารหลัก จึงไม่ทำการศึกษาต่อ

S2 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม มีสารหลัก 2 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.55 และ 0.11 นำมาแยกด้วยวิธีโครมาโทกราฟีแผ่นหนา ในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม (2 ครั้ง) แยกได้ 5 แถบ

แถบที่ 1 เป็นคราบสีเหลืองอ่อน น้ำหนัก 0.002 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 5%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.45 แต่สารมีปริมาณน้อย

แถบที่ 2 เป็นคราบสีเหลืองอ่อน น้ำหนัก 0.002 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 5%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.27 แต่สารมีปริมาณน้อย

แถบที่ 3 เป็นคราบสีเหลือง น้ำหนัก 0.002 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 5%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.24 แต่สารมีปริมาณน้อย

แถบที่ 4 เป็นคราบสีเหลือง น้ำหนัก 0.004 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 5%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.19 เมื่อวางทิ้งไว้สารจะตกผลึก เป็นผลึกรูปเข็มสีเหลือง น้ำหนัก 0.003 กรัม สารมีปริมาณน้อย

แถบที่ 5 เป็นของหนืดสีเหลือง น้ำหนัก 0.012 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 5%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม มีสารหลัก 2 สาร อยู่ติดกันที่ baseline ขาดต่อการทำให้บริสุทธิ์

S3 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม (2 ครั้ง) มีสารหลัก 1 สารเห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.13 ใต้สารหลักเห็นเป็นทางยาวจนถึง baseline ขาดต่อการแยกให้บริสุทธิ์

S4 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.52 นำมาแยกให้บริสุทธิ์ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบธรรมดา ๒๕ด้วยคลอโรฟอร์ม เพิ่มจั่วจนถึง เมธานอล แยกได้ 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 เป็นของหนืดสีเหลือง น้ำหนัก 0.021 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม มีสารหลัก 1 สารเห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต และใน ASA ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.14 ซึ่งเหมือนกับแถบที่ 1 ที่ได้จากการแยก S1 และแถบที่ 1 ที่ได้จากการแยก I5 จึงนำทั้ง 3 ส่วนมารวมกันและนำมาแยกให้บริสุทธิ์ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี

แผ่นหนา ในตัวเคลื่อนที่ 20%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม (3 ครั้ง) แยกได้ 1 ส่วน เป็นของแข็งสีเหลือง น้ำหนัก 0.009 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 20%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม มีสารหลัก 1 สารเห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต และใน ASA ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.28 ตำแหน่งเดียวกับ GS1

ส่วนที่ 2 เป็นของหนืดสีน้ำตาล น้ำหนัก 0.056 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม ไม่มีการแยกของสาร

W5 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่เมธานอลบนโครมาโทแกรมแผ่นบางชนิด RP ไม่มีสารหลัก จึงไม่ศึกษาต่อ

การศึกษาครั้งที่ 2

นำส่วนสกัดหยาบเมธานอล น้ำหนัก 60.00 กรัม มาแยกออกเป็น 2 ส่วน โดยอาศัยการละลาย ได้ส่วนละลายเอธิลอะซิเตทเป็นของหนืดสีเขียว น้ำหนัก 10.50 กรัม (ET.1) และส่วนละลายเมธานอลเป็นของหนืดสีน้ำตาล น้ำหนัก 46.27 กรัม (ME)

การศึกษาส่วนละลายเอธิลอะซิเตท (ET.1)

ET.1 นำมาแยกด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี ๒๖ ด้วย 1% เมธานอลในไดคลอโรมีเทน เพิ่มขั้วจนถึงเมธานอล แยกได้ 26 ส่วน ตรวจสอบแต่ละส่วนบนโครมาโทกราฟีแผ่นบาง รวมส่วนที่มีลักษณะโครมาโทแกรมเหมือนกันเข้าด้วยกันได้ 11 ส่วน ดังตาราง 15

ตาราง 15 ส่วนต่างๆที่แยกได้จาก ET.1 ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบธรรมดา

ส่วนที่	น้ำหนักสาร (กรัม)	ลักษณะสาร
T1	0.157	ของหนืดสีเหลือง
T2	0.270	ของแข็งสีเหลือง
T3	0.345	ของหนืดสีเหลือง
T4	0.345	ของหนืดสีเขียวเหลือง
T5	0.553	ของหนืดสีเขียว
T6	2.489	ของหนืดสีเขียว
T7	1.432	ของหนืดสีเขียว
T8	0.067	ของหนืดสีเขียว
T9	0.281	ของหนืดสีเขียวเหลือง
T10	0.699	ของแข็งผสมของหนืดสีเขียว
T11	0.555	ของแข็งผสมของหนืดสีเขียวเหลือง

T1 เมื่อวางทิ้งไว้สารจะตกผลึก ล้างผลึกด้วยเมทานอล แยกได้ 2 ส่วน

ส่วนผลึก เป็นของแข็งลักษณะรีสีขาว น้ำหนัก 0.003 กรัม หลอมเหลวที่ 247-248 °C

ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 80% ไดคลอโรมีเทนในปิโตรเลียมอีเทอร์ มีสาร 1 สาร เห็นเป็นสีม่วงใน ASA ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.52 ใ้รหัส WK2

$$[\alpha]_D^{29} = +17^\circ \quad (c = 9.5 \times 10^{-3} \text{ g}/100 \text{ cm}^3, \text{ MeOH})$$

IR (KBr) $\bar{\nu}_{\text{cm}^{-1}}$ 2928, 2870 (C-H stretching), 1716 (C=O stretching)

$^1\text{H NMR}$ (CDCl_3) (δ ppm) 2.40 (*ddd*, $J = 13.6, 4.8$ และ 1.6 Hz, 1H), 2.30 (*dd*, $J = 12.8$ และ 6.4 Hz, 1H), 2.25 (*q*, $J = 7.2$ Hz, 1H), 2.00-1.94 (*m*, 1H), 1.78 (*md*, $J = 12.8$ Hz, 1H), 1.69 (*dq*, $J = 12.8$ และ 1.6 Hz, 1H), 1.60-1.20 (*m*, 20H), 1.18 (*s*, 3H), 1.06 (*s*, 3H), 1.02 (*s*, 3H), 1.01 (*s*, 3H), 0.96 (*s*, 3H), 0.89 (*d*, $J = 7.2$ Hz, 3H), 0.87 (*s*, 3H), 0.73 (*s*, 3H)

^{13}C NMR (CDCl_3) (δ ppm) (125 MHz)	59.54, 58.27, 53.15, 42.86, 42.17, 41.55, 41.34, 39.74, 39.28, 38.34, 37.49, 36.06, 35.67, 35.38, 35.04, 32.82, 32.46, 32.18, 31.80, 30.53, 30.03, 28.19, 22.30, 20.27, 18.67, 18.27, 17.96, 14.68, 6.82
MS (m/z) (%)	426 (22), 411 (15), 341 (7), 302 (26), 273 (47), 246 (29), 231 (40), 218 (48), 205 (56), 193 (30), 191 (50), 179 (54), 163 (58), 161 (49), 149 (50), 137 (62), 135 (55), 124 (60), 123 (75), 121 (62), 119 (47), 111 (60), 109 (73), 108 (46), 107 (64), 97 (60), 96 (73), 95 (76), 93 (64), 91 (56), 83 (72), 82 (71), 81 (80), 79 (64), 69 (91), 68 (64), 67 (77), 57 (69), 55 (100), 53 (66), 43 (89), 41 (88), 39 (47), 29 (77), 28 (64)

ส่วนสารละลาย เมื่อระเหยตัวทำละลายออกได้ของหนีดสีเหลือง น้ำหนัก 0.063 กรัม ลักษณะ โครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 80% ไดคลอโรมีเทนในปิโตรเลียมอีเธอร์ มีสารหลัก 3 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ไม่มีการแยกของสาร

T2 ลักษณะ โครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 80% ไดคลอโรมีเทนในปิโตรเลียมอีเธอร์ มีสารหลัก 2 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.56 และ 0.44 มีการแยกของสารไม่ชัดเจน เมื่อวางทิ้งไว้สารจะตกผลึก ตังผลึกด้วยเมธานอล แยกได้ 2 ส่วน

ส่วนผลึก เป็นผงสีขาว น้ำหนัก 0.002 กรัม ลักษณะ โครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 80% ไดคลอโรมีเทนในปิโตรเลียมอีเธอร์ มีสาร 1 สาร เห็นใน ASA เป็นสีม่วง ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.52 เป็นสารเดียวกับ WK2

ส่วนสารละลาย เมื่อระเหยตัวทำละลายออกได้ของหนีดสีเหลือง น้ำหนัก 0.15 กรัม ลักษณะ โครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 80% ไดคลอโรมีเทนในปิโตรเลียมอีเธอร์ ไม่มีสารหลัก

T3 ลักษณะ โครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 80% ไดคลอโรมีเทนในปิโตรเลียมอีเธอร์ มีสารหลัก 1 สาร เห็นด้วยตาเปล่าเป็นสีเหลือง ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.44 แต่ยังมีส่วนหัวและส่วนหาง เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต นำ T3 มาแยกด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบธรรมดา ๒๕๕ ด้วย 80% ไดคลอโรมีเทนในปิโตรเลียมอีเธอร์ แยกได้ 16 ส่วน ตรวจสอบแต่ละส่วนบนโครมาโทกราฟีแผ่นบาง รวมส่วนที่มีลักษณะ โครมาโทแกรมเหมือนกันเข้าด้วยกัน ได้ 4 ส่วน

T3.1 เป็นของหนีดสีเหลือง น้ำหนัก 0.045 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมบนโครมาโทกราฟีแผ่นบาง RP ในตัวเคลื่อนที่เมธานอล ประกอบด้วยสารหลายสาร มีสารประมาณ 3 สาร อยู่ติดกัน เห็นเป็นสีม่วงใน ASA และมีสารที่ไม่แยกจากกันอยู่ใกล้ baseline เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ไม่สามารถหาระบบตัวเคลื่อนที่ในการแยกสารได้ จึงไม่ศึกษาต่อ

T3.2 เป็นของหนีดสีเหลือง น้ำหนัก 0.029 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมบนโครมาโทกราฟีแผ่นบาง RP ในตัวเคลื่อนที่เมธานอล มีสารประมาณ 5 สาร เห็นเป็นสีม่วงใน ASA 4 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต 1 สาร แต่มีการแยกของสารไม่ชัดเจน ประกอบกับสารมีปริมาณไม่มากนัก จึงไม่ศึกษาต่อ

T3.3 เป็นของหนีดสีเหลือง น้ำหนัก 0.060 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมบนโครมาโทกราฟีแผ่นบาง RP ในตัวเคลื่อนที่ เมธานอล มีสารหลัก 2 สาร เห็นเป็นสีเหลืองด้วยตาเปล่า 1 สาร ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.50 เห็นเป็นสีม่วงใน ASA 1 สาร ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.22 คาดว่าสามารถแยกทั้ง 2 สาร ให้บริสุทธิ์ได้ นำมาแยกด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี RP จะด้วย 100% เมธานอล แยกได้ 3 ส่วน

ส่วนที่ 1 เป็นของหนีดสีเหลือง น้ำหนัก 0.007 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 80%ไดคลอโรมีเทนในปิโตรเลียมอีเทอร์ มีสารหลัก 2 สาร เห็นด้วยตาเปล่าเป็นสีเหลืองเข้ม 1 สารและสีเหลืองอ่อน 1 สารอยู่ติดกัน ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.21 พบว่าสารดังกล่าวเป็นสารเดียวกับ WK3 ซึ่งแยกได้จาก T3.4

ส่วนที่ 2 เป็นของหนีดสีเหลือง น้ำหนัก 0.006 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 80%ไดคลอโรมีเทนในปิโตรเลียมอีเทอร์ มีสารหลัก 2 สาร เห็นเป็นสีเหลืองด้วยตาเปล่า 1 สาร ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.20 ซึ่งเหมือนกับสารหลักในส่วนที่ 1 และเห็นสีม่วงใน ASA 1 สาร ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.28 เหมือนกับสารหลักในส่วนที่ 3

ส่วนที่ 3 เป็นของหนีดสีเหลือง น้ำหนัก 0.011 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 80%ไดคลอโรมีเทนในปิโตรเลียมอีเทอร์ มีสารหลัก 1 สาร เห็นเป็นสีม่วงใน ASA แต่สารมีปริมาณน้อย จึงไม่ศึกษาต่อ

T3.4 ลักษณะโครมาโทแกรมบนโครมาโทกราฟีแผ่นบาง RP ในตัวเคลื่อนที่เมธานอล มีสารหลัก 2 สาร เห็นเป็นสีเหลืองด้วยตาเปล่า ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.20 และ 0.06 ทั้งสองสารมีการแยกกันชัดเจนจึงนำมาแยกด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี โดยใช้ RP เป็นตัวอยู่กับที่ชะด้วยเมธานอล แยกได้ 3 ส่วน

ส่วนที่ 1 เป็นของหนีดสีเหลือง น้ำหนัก 0.044 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 80% ไดคลอโรมีเทนในปิโตรเลียมอีเธอร์ มีสารหลัก 2 สาร อยู่ติดกันเห็นใน ASA ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.51 และ 0.46 ขาดต่อการแยกให้บริสุทธิ์ จึงไม่นำมาศึกษาต่อ

ส่วนที่ 2 เมื่อวางสารทิ้งไว้สารจะตกผลึก แยกออกได้ 2 ส่วน

ส่วนผลึก เป็นผลึกสีเหลือง น้ำหนัก 0.002 กรัม หลอมเหลวที่ 153-155°C ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 80% ไดคลอโรมีเทนในปิโตรเลียมอีเธอร์ มีสาร 1 สาร เห็นด้วยตาเปล่าเป็นสีเหลือง ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.44 ใ้รหัส WK3

UV λ_{\max} (nm) (MeOH) ($\log \epsilon$) 363 (3.30)

$[\alpha]_D^{29} = +18^\circ$ ($c = 2.8 \times 10^{-2}$ g/100 cm³, MeOH)

IR (KBr) $\bar{\nu}_{\text{cm}^{-1}}$ 3500 (O-H stretching) 2991, 2933 (C-H stretching) 1748, 1636 (C=O stretching)

¹H NMR (CDCl₃) (δ ppm) 13.15 (s, 1H), 7.49 (d, $J = 1.3$ Hz, 1H), 5.22 (ht, $J = 7.2$ และ 1.4 Hz, 1H), 4.37 (q, $J = 6.6$ Hz, 1H), 4.37 (md, $J = 10.5$ Hz, 1H), 3.62 (s, 3H), 3.22 (qdd, $J = 7.2, 3.2$ และ 0.8 Hz, 2H), 2.69 (qdd, $J = 14.4, 4.5$ และ 1.5 Hz, 1H), 2.55 (dd, $J = 14.4$ และ 10.5 Hz, 1H), 2.55 (d, $J = 9.6$ Hz, 1H), 2.34 (d, $J = 12.8$ Hz, 1H), 1.75 (d, $J = 1.2$ Hz, 3H), 1.71 (s, 3H) 1.68 (d, $J = 1.8$ Hz, 3H), 1.65 (dd, $J = 12.8$ และ 9.6 Hz, 1H), 1.58 (s, 3H), 1.41 (d, $J = 6.6$ Hz, 3H), 1.36 (d, $J = 1.5$ Hz, 3H), 1.29 (s, 3H), 1.16 (s, 3H), 1.07 (d, $J = 1.4$ Hz, 3H)

¹³C NMR (CDCl₃) (δ ppm) 202.26, 178.23, 166.87, 163.26, 153.82, 135.59, 133.96, 132.38, 131.98, 121.75, 117.17, 113.03, 105.77, 101.39, 90.61, 89.30, 84.90, 84.19, 83.23, 53.94, 49.94, 43.47, 30.78, 30.85, 28.97, 28.93, 25.70, 25.47, 24.06, 21.42, 21.07, 17.73, 16.87, 13.57

MS (m/z) (%) 562 (0.4), 550 (3), 535 (68), 534 (100), 533 (27), 465 (54), 437 (27), 381 (35), 339 (9), 247 (20), 245 (26), 203 (16), 121 (13), 69 (47), 43 (26), 41 (47), 28 (26), 18 (29)

ส่วนสารละลาย เมื่อระเหยตัวทำละลายออก ได้ของหนีดสีเหลือง น้ำหนัก 0.047 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 50 % ไดคลอโรมีเทนในปิโตรเลียมอีเธอร์ มีสาร

หลัก 1 สาร เห็นเป็นสีเหลืองด้วยตาเปล่า ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.20 และยังประกอบด้วยสารตัวอื่นด้วย นำมาแยกด้วยวิธีโครมาโทกราฟีแผ่นหนา ในตัวเคลื่อนที่ 50 % ไดคลอโรมีเทนในปิโตรเลียมอีเธอร์ แยกได้ 1 แถบ ได้สารเป็นของหนืดสีเหลืองน้ำหนัก 0.036 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 1 สาร เห็นเป็นสีเหลืองด้วยตาเปล่า มีค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.28 แต่ยังมีสารอื่นที่เห็นเป็นสีม่วงใน ASA ปนอยู่ด้วย จึงนำมาแยกด้วยโครมาโทกราฟีแผ่นบางอีกครั้ง ในตัวเคลื่อนที่ไดคลอโรมีเทน แยกได้ 1 แถบ เป็นของหนืดสีเหลืองน้ำหนัก 0.026 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมบนโครมาโทกราฟีแผ่นบาง RP ในตัวเคลื่อนที่เมธานอล มีสารหลัก 2 สาร เห็นด้วยตาเปล่าเป็นสีเหลืองเข้มและเหลืองอ่อนซ้อนกันที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.40 นำมาแยกด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟีใช้ RP เป็นตัวอยู่กับที่ และวิธีโครมาโทกราฟีแผ่นบาง RP เพื่อแยกสารสีเหลืองเข้มและสีเหลืองอ่อนออกจากกัน แต่ไม่สามารถแยกสารสีเหลืองเข้มและสารสีเหลืองอ่อนออกจากกันได้ จากการตรวจสอบบนโครมาโทกราฟีแผ่นบาง พบว่าเป็นสารเดียวกับ WK3

ส่วนที่ 3 เป็นของหนืดสีเหลือง น้ำหนัก 0.022 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 80% ไดคลอโรมีเทนในปิโตรเลียมอีเธอร์ ไม่มีสารหลักและไม่มีการแยกของสารได้แสงอัลตราไวโอเล็ต จึงไม่ศึกษาต่อ

T4 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 80% ไดคลอโรมีเทนในปิโตรเลียมอีเธอร์ มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.29 เมื่อวางทิ้งไว้สารตกผลึกแยกได้ 2 ส่วน

ส่วนผลึก เป็นแผ่นสีขาวน้ำหนัก 0.018 กรัม หลอมเหลวที่ 155-156°C ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 80% ไดคลอโรมีเทนในปิโตรเลียมอีเธอร์ มีสาร 1 สาร เห็นเป็นสีน้ำเงินใน ASA ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.20 ให้รหัส WK4

$$[\alpha]_D^{29} = -31^\circ (c = 1.6 \times 10^{-2} \text{ g}/100 \text{ cm}^3, \text{ MeOH})$$

IR (KBr) $\bar{\nu}_{\text{cm}^{-1}}$ 3341 (O-H stretching) 2958, 2936, 2868 (C-H stretching)

$^1\text{H NMR}$ (CDCl_3) (δ ppm) 5.35 (*m*, 1H), 5.15 (*dd*, $J = 12.3$ และ 6.7 Hz, 1H), 5.03 (*dd*, $J = 12.3$ และ 6.7 Hz, 1H), 3.56-3.48 (*m*, 1H), 2.29 (*ddd*, $J = 12.3, 6.0$ และ 2.1 Hz, 1H), 2.24 (*qd*, $J = 10.8$ และ 2.1 Hz, 1H), 2.09-1.94 (*m*, 3H), 1.88-1.80 (*m*, 2H), 1.75-1.66 (*m*, 1H), 1.60-1.39 (*m*, 11H), 1.31-1.04 (*m*, 5H), 1.02 (*d*, $J = 6.7$ Hz, 3H), 1.01 (*s*, 3H), 1.00-0.90 (*m*, 2H), 0.85 (*d*, $J = 6.7$ Hz, 3H), 0.81 (*t*, $J = 7.1$ Hz, 3H), 0.80 (*d*, $J = 6.5$ Hz, 3H), 0.70 (*s*, 3H)

^{13}C NMR (CDCl_3) (δ ppm)	140.79, 138.33, 129.34, 121.72, 71.83, 56.91, 56.02, 51.27, 50.22,
(125 MHz)	42.36, 42.26, 40.49, 39.74, 37.31, 36.55, 31.95, 31.95, 31.91, 31.71,
	28.92, 25.42, 24.40, 21.24, 21.11, 21.08, 19.42, 19.01, 12.26, 12.08
MS (m/z) (%)	412 (33), 351 (22), 300 (21), 271 (37), 255 (50), 213 (33), 163 (30),
	161 (37), 159 (53), 151 (29), 147 (47), 145 (52), 135 (39), 133 (56),
	131 (37), 123 (49), 121 (46), 119 (49), 109 (50), 107 (60), 105 (58),
	97 (65), 95 (65), 93 (61), 91 (64), 83 (76), 81 (74), 79 (64), 69 (80),
	67 (66), 57 (64), 55 (91), 43 (100), 41 (85), 29 (66), 28 (74), 27 (50)

ส่วนสารละลาย เมื่อระเหยเอาตัวทำละลายออก ได้ของหนืดสีเหลือง น้ำหนัก 0.50 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 80% ไดคลอโรมีเทนในปิโตรเลียมอีเธอร์ มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.29 คาดว่าสามารถแยกให้บริสุทธิ์ได้ จึงนำมาแยกด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี ด้วย 80% ไดคลอโรมีเทนในปิโตรเลียมอีเธอร์ แยกได้ 2 ส่วน

T4.1 เป็นของหนืดสีเหลือง น้ำหนัก 0.12 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 80% ไดคลอโรมีเทนในปิโตรเลียมอีเธอร์ มีสารหลัก 2 สาร เห็นเป็นสีเหลืองด้วยตาเปล่า 1 สาร ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.41 และเห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต 1 สาร ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.29 นำสารมาแยกด้วยวิธีโครมาโทกราฟีแผ่นหนา ในตัวเคลื่อนที่ 80% ไดคลอโรมีเทนในปิโตรเลียมอีเธอร์ แยกได้ 2 แถบ

แถบที่ 1 เป็นของหนืดสีเหลือง น้ำหนัก 0.012 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมบนโครมาโทกราฟีแผ่นบาง RP ในตัวเคลื่อนที่เมธานอล มีสารประมาณ 2 สาร แต่ไม่มีสารหลัก ประกอบกับสารมีน้ำหนักไม่มากนัก จึงไม่ศึกษาต่อ

แถบที่ 2 เป็นของหนืดสีเหลือง น้ำหนัก 0.078 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมบนโครมาโทกราฟีแผ่นบาง RP ในตัวเคลื่อนที่เมธานอล มีสารหลัก 3 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต และเห็นเป็นสีน้ำตาลใน ASA 1 สาร ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.52 เห็นเป็นสีม่วงใน ASA 1 สาร ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.36 และอีก 1 สารเห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.20 สารทั้ง 3 สารมีการแยกกันอย่างชัดเจน จึงนำสารมาแยกด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี โดยใช้ซิลิกาเจลชนิด RP ด้วยเมธานอล แยกได้ 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 เป็นของหนีดสีเหลือง น้ำหนัก 0.038 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมบนโครมาโทกราฟีแผ่นบาง RP ในตัวเคลื่อนที่เมธานอล มีสารหลัก 2 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเลต และสีน้ำเงินใน ASA 1 สาร ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.52 และอีก 1 สาร เห็นเป็นสีม่วงใน ASA ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.36 ซึ่งมีสารหลักเหมือนกับส่วน L1, L2 และ L3 ซึ่งเป็นส่วนที่แยกได้จาก T4.2

ส่วนที่ 2 เป็นของแข็งสีเหลืองอ่อน น้ำหนัก 0.026 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมบนโครมาโทกราฟีแผ่นบาง RP ในตัวเคลื่อนที่เมธานอล ไม่มีสารหลัก จึงไม่ศึกษาต่อ

T4.2 เป็นของหนีดสีเหลือง น้ำหนัก 0.098 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมบนโครมาโทกราฟีแผ่นบาง RP ในตัวเคลื่อนที่เมธานอล มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเลต และสีม่วงใน ASA ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.62 นำสารทั้งหมดมาแยกด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟีใช้ซิลิกาเจลชนิด RP ขนาดวัชเมธานอล แยกได้ 5 ส่วน ดังตาราง 16

ตาราง 16 ส่วนต่างๆ ที่ได้จากการแยก T4.2 ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี ใช้ซิลิกาเจลชนิด RP

ส่วนที่	น้ำหนักสาร (กรัม)	ลักษณะสาร
L1	0.100	ของหนีดสีเหลือง
L2	0.017	ของหนีดสีเหลือง
L3	0.040	ของหนีดสีเหลือง
L4	0.017	ของหนีดสีเหลือง
L5	0.009	ของหนีดสีเหลือง

L1, L2 และ L3 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 2 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเลต และสีม่วงใน ASA ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.36 แต่พบว่า ยังมีอีก 1 สาร ปะการุกซ้อนอยู่กับสารดังกล่าว เห็นเป็นสีชมพูใน ASA ได้นำสารมาแยกทั้งโดยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี และโครมาโทกราฟีแผ่นหนา เพื่อแยกสารทั้งสองออกจากกัน แต่พบว่าไม่สามารถแยกสารออกจากกันได้

L4 และ L5 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ไคคลอโรมีเทน ไม่มีสารหลัก จึงไม่ศึกษาต่อ

T5 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 80%ไคคลอโรมีเทนในปิโตรเลียมอีเทอร์ มีสารประมาณ 4 สาร แต่ไม่มีสารหลัก จึงไม่ศึกษาต่อ

T6 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 5%เมธานอลในไคคลอโรมีเทน มีสารหลัก 4 สาร เห็นเป็นสีเหลืองด้วยตาเปล่า 1 สาร ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.58 เห็นได้แสงอัลตราไวโอเลต 1 สาร ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.44 คาดว่าสามารถแยกสารหลักออกมาได้ จึงนำมาแยกด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี เริ่มชะด้วยไคคลอโรมีเทน เพิ่มขั้วจนถึง 5%เมธานอลในไคคลอโรมีเทน แยกได้ 4 ส่วน

ส่วนที่ 1 เป็นของหนืดสีเขียว น้ำหนัก 0.543 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 5%เมธานอลในไคคลอโรมีเทน มีการแยกของสารไม่ชัดเจน และไม่มีสารหลัก จึงไม่ศึกษาต่อ

ส่วนที่ 2 เป็นของหนืดผสมของแข็งสีเขียวเหลือง น้ำหนัก 0.991 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 5%เมธานอลในไคคลอโรมีเทน มีสารหลัก 2 สาร เห็นเป็นสีเหลืองด้วยตาเปล่าที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.58 และเห็นได้แสงอัลตราไวโอเลต 1 สาร ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.44 นำมาแยกด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี เริ่มชะด้วยไคคลอโรมีเทนเพิ่มขั้วจนถึง 5%เมธานอลในไคคลอโรมีเทน แยกได้ 2 ส่วน

ส่วนที่ 2.1 เป็นของหนืดสีเขียว น้ำหนัก 0.366 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมบนโครมาโทกราฟีแผ่นบางชนิด RP ในตัวเคลื่อนที่ 40%เมธานอลในน้ำ ไม่มีการแยกของสาร จึงไม่ศึกษาต่อ

ส่วนที่ 2.2 เป็นของหนืดสีเหลือง น้ำหนัก 0.320 กรัม ตรวจสอบบนโครมาโทกราฟีแผ่นบาง ชนิด RP ลักษณะโครมาโทแกรม มีสารหลัก 1 สารเห็นเป็นสีเหลืองด้วยตาเปล่า ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.58 ในตัวเคลื่อนที่ 5%เมธานอลในไคคลอโรมีเทน นำมาแยกด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีโดยใช้ซิลิกาเจลชนิด RP ชะด้วย 40%เมธานอลในน้ำ แยกได้ 2 ส่วน

ส่วนที่ 2.2-1 เป็นของหนืดสีเหลือง น้ำหนักสาร 0.126 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 5%เมธานอลในไคคลอโรมีเทน มีสารหลัก 1 สาร เห็นเป็นสีเหลืองด้วยตาเปล่า ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.58 คาดว่าสามารถแยกให้บริสุทธิ์ได้ นำสารมาแยกด้วยวิธีโครมาโทกราฟีแผ่นหนาในตัวเคลื่อนที่ 2%เมธานอลในไคคลอโรมีเทน แยกได้ 4 แถบ

แถบที่ 1 เป็นของหนืดสีเหลือง น้ำหนัก 0.009 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 2%เมทานอลในไดคลอโรมีเทน มีสาร 1 สาร เห็นเป็นสีเหลืองด้วยตาเปล่าและเห็นเป็นสีม่วงใน ASA ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.45 ใ้รหัส WK5

UV λ_{\max} (nm) (MeOH) ($\log \epsilon$) 365 (3.91)

$[\alpha]_D^{29} = -286^0$ ($c = 1.4 \times 10^{-2}$ g/100 cm³, MeOH)

IR (neat) $\bar{\nu}_{\text{cm}^{-1}}$ 3504-2500 (O-H stretching) 2940, 2852 (C-H stretching) 1744, 1694, 1624 (C=O stretching)

¹H NMR (CDCl₃)(δ ppm) 13.15 (*s*, 1H), 7.51 (*d*, $J = 1.4$ Hz, 1H), 5.20 (*qdd*, $J = 11.4, 3.4$ และ 1.4 Hz, 1H), 5.07 (*m*, 1H), 4.92 (*m*, 1H), 4.56 (*q*, $J = 6.6$ Hz, 1H), 4.32 (*dd*, $J = 11.0$ และ 3.2 Hz, 1H), 3.81 (*dd*, $J = 15.2$ และ 11.4 Hz, 1H), 3.65 (*s*, 3H), 2.98 (*dd*, $J = 14.0$ และ 3.2 Hz, 1H), 2.73 (*md*, $J = 15.2$ Hz, 1H), 2.64 (*dd*, $J = 14.0$ และ 11.0 Hz, 1H), 2.64 (*d*, $J = 9.0$ Hz, 1H), 2.35 (*d*, $J = 13.0$ Hz, 1H), 1.87 (*d*, $J = 0.6$ Hz, 3H), 1.70 (*dd*, $J = 13.0$ และ 9.0 Hz, 1H), 1.71 (*s*, 3H), 1.65 (*d*, $J = 2.5$ Hz, 3H), 1.56 (*s*, 3H), 1.45 (*d*, $J = 6.6$ Hz, 3H), 1.37 (*s*, 3H), 1.29 (*s*, 3H)

¹³C NMR (CDCl₃)(δ ppm) 203.20, 179.00, 167.71, 166.65, 163.83, 155.49, 146.84, 135.65, 134.79, 132.50, 129.58, 112.50, 110.31, 101.66, 101.38, 92.43, 89.20, 85.15, 84.35, 83.46, 73.72, 53.82, 49.74, 43.94, 30.81, 30.42, 29.07, 28.88, 28.80, 28.66, 21.11, 19.28, 18.66, 16.77

MS (*m/z*) (%) 608 (2.3), 580 (28), 538 (60), 537 (100), 510 (38), 509 (89), 383 (20), 371 (17), 277 (23), 233 (46), 207 (14), 191 (16), 177 (29), 149 (18), 135 (21), 109 (32), 99 (16), 95 (17), 91 (19), 83 (22), 71 (38), 69 (52), 67 (21), 57 (44), 55 (59), 53 (24), 44 (38), 43 (95), 41 (76), 39 (26), 29 (20), 28 (73), 27 (23), 18 (77)

แถบที่ 2, แถบที่ 3 และ แถบที่ 4 ตรวจสอบบนโครมาโทกราฟีแผ่นบางในตัวเคลื่อนที่ 2%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน ลักษณะโครมาโทแกรมไม่มีการแยกของสาร ประกอบกับมีปริมาณสารไม่มากนัก จึงไม่ศึกษาต่อ

ส่วนที่ 2.2-2 เป็นของหนีดผสมของแข็งสีเหลือง น้ำหนัก 0.140 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 5%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 1 สาร มีลักษณะยาวรี เห็นด้วยตาเปล่าเป็นสีเหลือง ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.45 นำมาแยกด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟีใช้ซิลิกาเจลชนิด RP ซะด้วย 20%น้ำในเมธานอล แยกสารได้ 2 ส่วน เมื่อทดสอบทั้งสองส่วนบนโครมาโทกราฟีแผ่นบางในตัวเคลื่อนที่ 5%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน พบว่ามีลักษณะโครมาโทแกรมเหมือนกัน คือ มีสารที่เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต 1 สาร ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ต่ำกว่าสารหลักที่เห็นด้วยตาเปล่าเป็นสีเหลืองซึ่งมีการแยกชัดเจน จึงนำทั้งสองส่วนมารวมกันได้สารลักษณะเป็นของหนีดสีเหลือง น้ำหนัก 0.132 กรัม นำมาแยกด้วยโครมาโทกราฟีแผ่นหนาในตัวเคลื่อนที่ 5%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน แยกได้ 1 แถบ ลักษณะเป็นของหนีดสีเหลือง น้ำหนัก 0.090 กรัม จากข้อมูลทางโปรตอนนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ พบว่าเป็นสารเดียวกับ WK1

T7 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 5%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 4 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.26, 0.24, 0.19 และ 0.09 นำมาแยกด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟีเริ่มซะด้วยไดคลอโรมีเทน เพิ่มขั้วจนถึงเมธานอล แยกได้ 5 ส่วน ดังแสดงในตาราง 17

ตาราง 17 ส่วนต่างๆ ที่ได้จากการแยก T7 ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบธรรมดา

ส่วนที่	น้ำหนักสาร (กรัม)	ลักษณะสาร
T7.1	0.494	ของหนีดสีเขียว
T7.2	0.238	ของหนีดสีเขียวเหลือง
T7.3	0.143	ของหนีดสีเขียว
T7.4	0.120	ของหนีดสีเขียว
T7.5	0.110	ของหนีดสีน้ำตาล

ตรวจสอบแต่ละส่วนบนโครมาโทกราฟีแผ่นบาง พบว่า ไม่มีส่วนใดบริสุทธิ์ และไม่สามารถหาระบบตัวเคลื่อนที่ในการแยกสารได้ในขณะนี้

T8 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.30 นำมาแยกด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี เริ่มชะด้วยไดคลอโรมีเทน เพิ่มขั้วจนถึงเมธานอล แยกได้ 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 เป็นคราบสีเหลืองเขียว น้ำหนัก 0.005 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.30 เนื่องจากสารมีปริมาณไม่มากนัก จึงไม่แยกต่อ

ส่วนที่ 2 เป็นของหนืดสีเหลือง น้ำหนัก 0.010 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน ไม่มีสารหลัก จึงไม่ศึกษาต่อ

T9 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.30 นำสารมาแยกด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี ใช้ซิลิกาเจลชนิด RP ชะด้วย 20%น้ำในเมธานอล แยกได้ 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 เป็นของหนืดสีน้ำตาล น้ำหนัก 0.033 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต และสีส้มใน ASA ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.30 นำมาแยกด้วยโครมาโทกราฟีแผ่นหนาในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน แยกได้ 2 แถบ

แถบที่ 1 เป็นของหนืดสีเหลืองอ่อน น้ำหนัก 0.005 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสาร 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต และเห็นเป็นสีส้มใน ASA ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.30 บันทึกผลทางโปรตอนนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ พบว่าเป็นสารเดียวกับ GSI

แถบที่ 2 เป็นของหนืดสีเหลือง น้ำหนัก 0.005 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต และสีส้มใน ASA ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.28 สารมีปริมาณไม่มากนัก จึงไม่แยกต่อ

ส่วนที่ 2 เป็นของหนืดสีน้ำตาล น้ำหนัก 0.006 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลักเหมือนกับส่วนที่ 1 จึงศึกษาในส่วนที่ 1

T10 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต และสีส้มใน ASA ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.25 นำมาแยกด้วย

คอลัมน์โครมาโทกราฟี เริ่มชะด้วย 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทนเพิ่มช้าจนถึงเมธานอล แยกได้ 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 เป็นของแข็งสีเหลืองผสมของหนืดสีน้ำตาล น้ำหนัก 0.487 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 15%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ตและสีส้มใน ASA ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.35 นำมาแยกด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟีชะด้วย 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน แยกได้ 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 เป็นของหนืดสีเหลือง น้ำหนัก 0.031 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 15%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลักเหมือนในส่วนที่ 2 จึงศึกษาในส่วนที่ 2

ส่วนที่ 2 เป็นของหนืดสีเหลือง น้ำหนัก 0.172 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 15%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต และสีส้มใน ASA ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.35 นำมาแยกด้วยโครมาโทกราฟีแผ่นหนา ในตัวเคลื่อนที่ 15%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน แยกได้ 1 แถบ เป็นของหนืดสีเหลือง น้ำหนัก 0.039 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 15%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสาร 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต และสีส้มใน ASA ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.35 บันทึกผลทางโปรตอนนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ พบว่าเป็นสารเดียวกับ **GS1**

ส่วนที่ 2 เป็นของหนืดสีน้ำตาล น้ำหนัก 0.480 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 15%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน ไม่มีสารหลัก จึงไม่ศึกษาต่อ

T11 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน ไม่มีการแยกของสาร จึงนำสารมาทดสอบการละลาย ได้ผลดังตาราง 18

ตาราง 18 สภาพการละลายของ T11

ตัวทำละลาย	สภาพการละลายที่อุณหภูมิห้อง
ปิโตรเลียมอีเทอร์	-
ไดคลอโรมีเทน	+ สารละลายสีเหลืองอ่อน ตะกอนสีดำ
เอทิลอะซิเตท	++ สารละลายสีเหลือง ตะกอนสีดำ
อะซิโตน	++ สารละลายสีเหลือง ตะกอนสีดำ
เมธานอล	+++ สารละลายสีน้ำตาล

ตาราง 18 (ต่อ)

ตัวทำละลาย	สภาพการละลายที่อุณหภูมิห้อง
น้ำ	++ สารละลายสีเหลือง ตะกอนสีดำ
10% กรดไฮโดรคลอริก	+ สารละลายสีเหลืองอ่อน ตะกอนสีดำ
10% โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต	++ สารละลายสีเหลือง ตะกอนสีดำ

++ ละลายได้ดี ++ ละลายได้ปานกลาง + ละลายได้น้อย - ไม่ละลาย

จากผลการทดสอบการละลาย พบว่าการละลายในตัวทำละลายต่างๆ ไม่สามารถแยกสารได้ และเนื่องจากโครมาโทแกรมในระบบตัวเคลื่อนที่หลายระบบ ไม่มีการแยกของสาร จึงไม่ศึกษาต่อ

การศึกษาส่วนละลายเมธานอล (ME)

ส่วนละลายเมธานอล (ME) เป็นของหนืดสีน้ำตาล น้ำหนัก 40.0 กรัม นำสารทั้งหมดมาแยกด้วยวิธีคอลลัมน์โครมาโทกราฟีแบบรวดเร็ว ะด้วยไดคลอโรมีเทน เพิ่มขั้วขึ้นเรื่อยๆจนถึงเมธานอล แยกได้ 9 ส่วน ดังตาราง 19

ตาราง 19 ส่วนต่างๆที่ได้จากการแยก ME ด้วยวิธีคอลลัมน์ โครมาโทกราฟีแบบรวดเร็ว

ส่วนที่	น้ำหนักสาร (กรัม)	ลักษณะสาร
me1	0.39	ของเหลวสีเหลือง
me2	0.26	ของหนืดสีเขียวเหลือง
me3	0.45	ของหนืดสีเขียว
me4	0.22	ของหนืดสีเขียว
me5	1.50	ของหนืดสีเขียว
me6	1.96	ของหนืดผสมของแข็งสีเขียวเหลือง

ตาราง 19 (ต่อ)

ส่วนที่	น้ำหนักสาร (กรัม)	ลักษณะสาร
me7	6.54	ของหนืดสีเขียวเหลือง
me8	12.48	ของหนืดผสมของแข็งสีน้ำตาล
me9	14.93	ของหนืดผสมของแข็งสีน้ำตาล

me1 ตรวจสอบบนโครมาโทกราฟีแผ่นบางชนิด RP ลักษณะโครมาโทแกรม ในตัวเคลื่อนที่เมธานอล มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.46 นำสารทั้งหมดมาแยกด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี ใช้ซิลิกาเจลชนิด RP ละด้วยเมธานอล แยกได้ 2 ส่วน แต่เมื่อตรวจสอบทั้ง 2 ส่วนบนโครมาโทกราฟีแผ่นบางในตัวเคลื่อนที่ 20% ไดคลอโรมีเทนในปิโตรเลียมอีเธอร์ พบว่าไม่มีการแยกของสาร เห็นเป็นทางยาวได้แสงอัลตราไวโอเล็ต และใน ASA จึงไม่สนใจศึกษาต่อ

me2 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 30% ไดคลอโรมีเทนในปิโตรเลียมอีเธอร์ มีสารหลัก 2 สาร เห็นเป็นสีเหลืองด้วยตาเปล่า 1 สาร ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.75 และเห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต 1 สาร ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.42 นำมาแยกด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี และละด้วย 10% ไดคลอโรมีเทนในปิโตรเลียมอีเธอร์ แยกได้ 3 ส่วน

ส่วนที่ 1 เป็นของหนืดสีเหลือง น้ำหนัก 0.065 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ปิโตรเลียมอีเธอร์ ไม่มีสารหลัก

ส่วนที่ 2 เป็นของหนืดสีเหลือง น้ำหนัก 0.103 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ปิโตรเลียมอีเธอร์ มีสารหลัก 2 สาร เห็นด้วยตาเปล่าเป็นสีเหลือง 1 สาร ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.33 และเห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต 1 สาร ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.24 นำมาแยกด้วยโครมาโทกราฟีแผ่นหนาในตัวเคลื่อนที่ 20% ไดคลอโรมีเทนในปิโตรเลียมอีเธอร์ แยกได้ 3 แถบ

แถบที่ 1 เป็นของหนืดสีเหลืองอ่อน น้ำหนัก 0.009 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ปิโตรเลียมอีเธอร์ ไม่มีสารหลัก

แถบที่ 2 เป็นของหนืดสีเหลือง น้ำหนัก 0.030 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ปิโตรเลียมอีเธอร์ มีสารหลัก 2 สาร เห็นด้วยตาเปล่าเป็นสีเหลือง 1 สาร ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.33 และเห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต 1 สาร ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.24 นำมาแยกด้วยโครมาโทกราฟีแผ่นบางชนิด RP ในตัวเคลื่อนที่เมธานอล แยกสารได้ 2 แถบ

แถบที่ 1 เป็นของหนีดสีเหลืองอ่อน น้ำหนัก 0.007 กรัม ลักษณะ โครมาโทแกรมบนโครมาโทกราฟีแผ่นบางชนิด RP ในตัวเคลื่อนที่เมธานอล มีสาร 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ตและมีสีม่วงใน ASA ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.50 ใ้รหัส GS2 บันทึกผลทางโปรตอนนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ ได้ผลดังนี้ แต่เมื่อทิ้งไว้สารเกิดการสลายตัว

$^1\text{H NMR}$ (CD_3OD) (δ ppm) 5.99 (*d*, $J = 15.9$ Hz, 1H), 5.43 (*dd*, $J = 15.9$ และ 9.8 Hz, 1H), 5.27 (*s*, 1H), 5.00 (*s*, 1H), 4.91 (*s*, 1H), 4.84 (*s*, 1H), 3.77 (*dd*, $J = 11.2$ และ 3.7 Hz, 1H), 2.64-2.60 (*m*, 1H), 2.42 (*dt*, $J = 12.1$ และ 4.0 Hz, 1H), 2.20 (*ddd*, $J = 13.5$, 5.4 และ 2.7 Hz, 1H), 2.10-2.00 (*m*, 2H), 1.82-1.78 (*m*, 1H), 1.74-1.62 (*m*, 5H), 1.52-1.46 (*m*, 4H), 0.89 (*d*, $J = 6.0$ Hz, 3H), 0.82 (*d*, $J = 6.0$ Hz, 3H)

แถบที่ 2 เป็นของหนีดสีเหลือง น้ำหนัก 0.019 กรัม ลักษณะ โครมาโทแกรมบนโครมาโทกราฟีแผ่นบางชนิด RP ในตัวเคลื่อนที่เมธานอล มีสาร 1 สาร เห็นเป็นสีเหลืองด้วยตาเปล่าที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.38 เป็นสารเดียวกับ WK3

แถบที่ 3 เป็นของหนีดสีน้ำตาล น้ำหนัก 0.004 กรัม ลักษณะ โครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ปิโตรเลียมอีเธอร์ ไม่มีสารหลัก

ส่วนที่ 3 เป็นของหนีดสีเหลืองเขียว น้ำหนัก 0.028 กรัม ลักษณะ โครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ปิโตรเลียมอีเธอร์ ไม่มีสารหลัก

me3 ลักษณะ โครมาโทแกรมบนโครมาโทกราฟีแผ่นบางชนิด RP คาดว่ามีสารหลักไม่น้อยกว่า 3 สาร แยกกันเป็นช่วง จึงลองนำมาแยกด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีใช้ซิลิกาเจลชนิด RP ชะด้วยเมธานอล แยกได้ 5 ส่วน

ส่วนที่ 1 ถึงส่วนที่ 4 ผลการตรวจสอบบนแผ่นโครมาโทกราฟีแผ่นบาง ในตัวเคลื่อนที่ 2%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน ลักษณะ โครมาโทแกรมไม่มีการแยกของสาร ซึ่งยากต่อการแยกให้บริสุทธิ์

ส่วนที่ 5 เป็นของหนีดสีเขียว น้ำหนัก 0.070 กรัม นำสารทั้งหมดมาตกผลึกด้วยเมธานอล ได้ผลึกสีขาว น้ำหนัก 0.003 กรัม หลอมเหลวที่ $104-107^\circ\text{C}$ ลักษณะ โครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 2%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสาร 1 สาร เห็นเป็นสีม่วงใน ASA ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.45 ใ้รหัส WK6

$[\alpha]_D^{29} = -117^{\circ}$	($c = 2.1 \times 10^{-1} \text{ g/100 cm}^3$, MeOH + CHCl ₃)
IR (KBr) $\bar{\nu}_{\text{cm}^{-1}}$	3523-2500 (O-H stretching), 2944, 2840 (C-H stretching), 1713 (C=O stretching)
¹ H NMR (CDCl ₃)(δ ppm) (500 MHz)	5.62 (<i>dd</i> , $J = 18.2$ และ 7.8 Hz, 1H), 4.92 (<i>d</i> , $J = 7.8$ Hz, 1H), 4.90 (<i>d</i> , $J = 18.2$ Hz, 1H), 2.50-2.35 (<i>brm</i> , 2H), 1.60-1.27 (<i>m</i> , 20H), 1.26 (<i>s</i> , 3H), 1.21 (<i>d</i> , $J = 5.7$ Hz, 1H), 1.18 (<i>s</i> , 3H), 1.02 (<i>s</i> , 3H), 0.99 (<i>brs</i> , 6H), 0.95 (<i>s</i> , 3H), 0.89 (<i>s</i> , 3H)
MS (m/z) (%)	442 (1), 427 (4), 385 (5), 317 (0.8), 275 (3), 273 (7), 205 (51), 191 (21), 177 (13), 163 (24), 149 (32), 137 (41), 133 (66), 123 (60), 121 (52), 119 (31), 111 (30), 109 (70), 107 (55), 95 (85), 93 (59), 81 (89), 79 (55), 69 (99), 67 (77), 55 (100), 53 (35), 45 (27), 43 (77), 41 (97), 29 (50), 28 (35)

me4 ลักษณะโครมาโทแกรมบนโครมาโทกราฟีผ่านบางชนิด RP ในตัวเคลื่อนที่เมธานอล มีสารหลักประมาณ 4 สาร นำสารทั้งหมดมาแยกด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟีใช้ซิลิกาเจลชนิด RP ละด้วยเมธานอล แยกได้ 5 ส่วน

ส่วนที่ 1 ถึง ส่วนที่ 4 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 5%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน ไม่มีการแยกของสาร และไม่มีสารหลัก ยกต่อการทำให้บริสุทธิ์

ส่วนที่ 5 เป็นของแข็งสีขาวผสมของหนืดสีเขียว น้ำหนัก 0.030 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 5%เมธานอลในไดคลอโรมีเทนมีสารหลัก 1 สาร เห็นเป็นสีม่วงใน ASA นำสารทั้งหมดมาตกผลึกด้วยเมธานอล ได้ผลึกเป็นแผ่นสีขาว น้ำหนัก 0.002 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 2%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสาร 1 สาร เห็นเป็นสีม่วงใน ASA ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.45 เป็นสารเดียวกับ **WK6**

me5 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 40%ไดคลอโรมีเทนในปิโตรเลียมอีเธอร์ มีสารหลักประมาณ 3 สาร เห็นเป็นสีเหลืองด้วยตาเปล่า 1 สาร ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.62 เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต จำนวน 2 สาร ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.39 และ 0.29 นำมาแยกด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีชะด้วย 40%ไดคลอโรมีเทนในปิโตรเลียมอีเธอร์ เพิ่มขั้วขึ้นเรื่อยๆ จนถึง 50%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน แยกได้ 5 ส่วน

ส่วนที่ 1 เป็นของหนืดสีเขียว น้ำหนัก 0.03 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 5%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน ไม่มีการแยกของสาร และไม่มีสารหลัก

ส่วนที่ 2 และ ส่วนที่ 3 เป็นของแข็งสีเหลือง น้ำหนัก 0.44 กรัม และ 0.28 กรัม ตามลำดับ ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 5%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 1 สาร เห็นด้วยตาเปล่าเป็นสีเหลือง ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.45 ซึ่งเป็นสารเดียวกับ WK1

ส่วนที่ 4 เป็นของแข็งสีน้ำตาล น้ำหนัก 0.048 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรม ในตัวเคลื่อนที่ 5%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน ไม่มีการแยกของสาร และไม่มีสารหลัก

ส่วนที่ 5 เป็นของหนืดสีน้ำตาล น้ำหนัก 0.411 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 5%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารประมาณ 5 สารอยู่ติดกันเห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต นำสารทั้งหมดมาแยกด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟีใช้ซิลิกาเจลชนิด RP ชะด้วย 20%น้ำในเมธานอล เพิ่มจำนวนถึงเมธานอล แยกได้ 3 ส่วน

ส่วนที่ 5.1 เป็นของหนืดสีน้ำตาลดำ น้ำหนัก 0.047 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 1 สารเห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.21 นำมาแยกด้วยโครมาโทกราฟีแผ่นหนาในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน (2 ครั้ง) แยกได้ 2 แถบ

แถบที่ 1 เป็นของแข็งสีเหลือง น้ำหนัก 0.002 กรัม หลอมเหลวที่ 229°C ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสาร 1 สารเห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ตและเห็นเป็นสีส้มใน ASA ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.35 ให้อัตรา GS3

$^1\text{H NMR}$ (CD_3OD) (δ ppm) (500 MHz) 7.72 (*d*, $J = 9.5$ Hz, 1H), 7.60 (*d*, $J = 9.5$ Hz, 1H), 7.06 (*d*, $J = 7.1$ Hz, 2H), 6.95 (*d*, $J = 7.1$ Hz, 1H), 6.70 (*d*, $J = 7.1$ Hz, 1H), 6.63 (*d*, $J = 7.1$ Hz, 1H), 6.57 (*s*, 0.5H), 6.44 (*d*, $J = 7.1$ Hz, 1H); 6.42 (*s*, 0.5H), 6.27 (*s*, 0.5H), 6.06 (*d*, $J = 7.1$ Hz, 1H), 6.01-5.98 (*m*, 1.5H), 5.77 (*s*, 0.5H), 5.59 (*d*, $J = 9.5$ Hz, 0.5H)

แถบที่ 2 เป็นคราบสีเหลือง น้ำหนัก 0.001 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสาร 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ตและเห็นเป็นสีส้มใน ASA ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.30 ให้อัตรา meA บันทึกผลทางโปรตอนนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์พบว่าเป็นสารเดียวกับ GS1

ส่วนที่ 5.2 เป็นของแข็งสีน้ำตาล น้ำหนัก 0.108 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 2 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเลต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.42 และ 0.30 นำมาแยกโครมาโทกราฟีแผ่นหนา ในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน แยกได้ 3 แถบ

แถบที่ 1 เป็นคราบสีเหลืองอ่อน น้ำหนัก 0.003 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสาร 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเลตที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.42 ให้รหัส meB

แถบที่ 2 เป็นคราบสีเหลือง น้ำหนัก 0.004 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมเปรียบเทียบกับ GS3 ในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน ประกอบด้วยสาร 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเลต และสีส้มในASA ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.35 เหมือนกับ GS3

แถบที่ 3 เป็นคราบสีเหลือง น้ำหนัก 0.003 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมเปรียบเทียบกับ meA ในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน ประกอบด้วยสาร 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเลต และสีส้มใน ASA ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.30 เหมือนกับ meA

ส่วนที่ 5.3 เป็นของแข็งสีเหลืองผสมของแข็งสีน้ำตาล น้ำหนัก 0.038 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเลตที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.42 นำมาแยกด้วยโครมาโทกราฟีแผ่นหนาในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน ได้ 1 แถบ เป็นคราบสีเหลือง น้ำหนัก 0.002 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมเปรียบเทียบกับ meB ในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน ประกอบด้วยสาร 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเลตที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.42 เหมือนกับ meB

me6 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 20%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน ไม่มีการแยกของสารจึงนำสารมาทดสอบสภาพการละลายได้ผลดังตาราง 20

ตาราง 20 สภาพการละลายของ me6

ตัวทำละลาย	สภาพการละลายที่อุณหภูมิห้อง
ปิโตรเลียมอีเธอร์	-
ไดคลอโรมีเทน	++ สารละลายสีเหลือง ตะกอนสีน้ำตาล
คลอโรฟอร์ม	++ สารละลายสีเหลือง ตะกอนสีน้ำตาล
เอทิลอะซิเตท	++ สารละลายสีเหลือง ตะกอนสีน้ำตาล

ตาราง 20 (ต่อ)

ตัวทำละลาย	สภาพการละลายที่อุณหภูมิห้อง
เมธานอล	+++ สารละลายสีเขียวเหลือง
อะซิโตน	+++ สารละลายสีเขียวเหลือง
น้ำ	+ สารละลายสีเหลืองอ่อน ตะกอนสีน้ำตาล
10%กรดไฮโครคลอริก	+ สารละลายสีเหลืองอ่อน ตะกอนสีน้ำตาล
10%โซเดียมไฮดรอกไซด์	+++ สารละลายสีน้ำตาล

+++ ละลายได้ดี ++ ละลายได้ปานกลาง + ละลายได้น้อย - ไม่ละลาย

จากสภาพการละลายของ *me6* สามารถใช้เอธิลอะซิเตทในการแยกสารออกเป็น 2 ส่วน โดยนำสารมาละลายเอธิลอะซิเตทได้สารละลายสีเขียวเหลือง (*mee6*) และตะกอนสีน้ำตาล (*mem6*) ซึ่งละลายได้ดีในเมธานอล

mee6 เป็นของหนืดสีน้ำตาล น้ำหนัก 2.027 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมบนโครมาโทกราฟีแผ่นบางชนิด RP ในตัวเคลื่อนที่ 50%น้ำในเมธานอล มีสารประมาณ 3 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต นำสารมาแยกด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟีใช้ซิลิกาเจลชนิด RP ๕๕ด้วย 50%น้ำในเมธานอล ลดจำนวนถึงเมธานอล แยกได้ 8 ส่วน ดังตาราง 21

ตาราง 21 ส่วนต่างๆที่ได้จากการแยก *mee6* ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีใช้ซิลิกาเจลชนิด RP

ส่วนที่	น้ำหนักสาร (กรัม)	ลักษณะสาร
me6.1	0.109	ของหนืดสีน้ำตาล
me6.2	0.057	ของหนืดสีน้ำตาล
me6.3	0.057	ของหนืดสีน้ำตาล
me6.4	0.165	ของแข็งผสมของหนืดสีน้ำตาล
me6.5	0.131	ของแข็งผสมของหนืดสีน้ำตาล
me6.6	0.205	ของแข็งผสมของหนืดสีน้ำตาล

ตาราง 21 (ต่อ)

ส่วนที่	น้ำหนักสาร (กรัม)	ลักษณะสาร
me6.7	0.119	ของหนืดสีเขียวเหลือง
me6.8	0.185	ของหนืดสีเขียว

me6.1 , me6.2 และ me6.3 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน ไม่มีการแยกของสาร จึงไม่ศึกษาต่อ

me6.4 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต และเห็นเป็นสีเหลืองด้วยตาเปล่า ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.16 เมื่อวางทิ้งไว้สารจะตกผลึกด้วยเมธานอล แยกได้ 2 ส่วน

ส่วนผลึก เป็นของแข็งสีเหลือง น้ำหนัก 0.012 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 20%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม มีสารหลัก 1 สารเห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต เห็นด้วยตาเปล่าเป็นสีเหลืองและเห็นเป็นสีส้มใน ASA ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.52 เหมือนกับสารหลักในส่วนสารละลาย จึงศึกษาในส่วนสารละลาย

ส่วนสารละลาย เมื่อระเหยตัวทำละลายออกได้ของหนืดสีน้ำตาล น้ำหนัก 0.145 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 20%เมธานอลในเบนซีน มีสารหลัก 2 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต เห็นด้วยตาเปล่าเป็นสีเหลือง และเห็นเป็นสีส้มใน ASA 1 สาร ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.37 และเห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต 1 สาร ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.45 ซึ่งมีการแยกชัดเจนพอสมควร นำมาแยกด้วยโครมาโทกราฟีแผ่นหนา ในตัวเคลื่อนที่ 20%เมธานอลในเบนซีน แยกได้ 2 แถบ

แถบที่ 1 เป็นของหนืดสีเหลือง น้ำหนัก 0.007 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 20%เมธานอลในเบนซีน มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.45 สารมีปริมาณน้อย

แถบที่ 2 เป็นของแข็งสีเหลือง น้ำหนัก 0.026 กรัม หลอมเหลวที่ 295-298°C ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 20%เมธานอลในเบนซีน มีสาร 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต เห็นด้วยตาเปล่าเป็นสีเหลือง และเห็นเป็นสีส้มใน ASA ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.37 ให้รหัส GS4

UV λ_{\max} (nm) (MeOH) (log ϵ) 346 (3.96), 288 (4.12), 224 (4.23)

IR (KBr) $\nu_{\text{cm}^{-1}}$ 3357, 3269 (O-H stretching) 1648 (C=O stretching)

$^1\text{H NMR}$ (DMSO- d_6 + CDCl_3) (δ ppm) 12.85 (*brs*, 1H), 12.23 (*brs*, 1H), 7.38 (*d*, $J = 2.9$ Hz, 1H), 7.18 (*dd*, $J = 8.9$ และ 2.9 Hz, 1H), 7.16 (*d*, $J = 8.9$ Hz, 2H), 7.06 (*d*, $J = 8.9$ Hz, 0.7H), 7.02 (*d*, $J = 8.9$ Hz, 0.6H), 6.98 (*d*, $J = 8.9$ Hz, 1H), 6.68 (*d*, $J = 8.9$ Hz, 0.6H), 6.64 (*d*, $J = 8.9$ Hz, 0.7H), 6.50 (*d*, $J = 8.9$ Hz, 2H), 6.46 (*d*, $J = 8.9$ Hz, 0.4H), 6.36 (*s*, 1H), 6.34 (*s*, 1H), 6.16 (*s*, 0.4H), 6.08 (*s*, 0.4H), 6.04 (*d*, $J = 2.3$ Hz, 1H), 6.02 (*d*, $J = 2.3$ Hz, 1H), 5.84 (*d*, $J = 11.8$ Hz, 1H), 5.66 (*d*, $J = 11.8$ Hz, 0.4H), 4.98 (*d*, $J = 11.8$ Hz, 0.4H), 4.82 (*d*, $J = 11.8$ Hz, 1H)

me6.5 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 2 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.41 และ 0.29 สารทั้งสองมีการแยกจากกันอย่างชัดเจน จึงนำมาแยกด้วยโครมาโทกราฟีแผ่นหนา ในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน แยกได้ 2 แถบ

แถบที่ 1 เป็นคราบสีเหลือง น้ำหนัก 0.012 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสาร 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.42 บันทึกผลทางโปรตอนนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ มีสัญญาณของอะโรมาติกโปรตอน แต่คาดว่าน่าจะมีสารผสมกันมากกว่า 1 สาร

แถบที่ 2 เป็นของแข็งสีเหลือง น้ำหนัก 0.025 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสาร 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.35 บันทึกผลทางนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ พบว่าเป็นสารเดียวกับ GS3

me6.6 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน ไม่มีสารหลัก จึงไม่ศึกษาต่อ

me6.7 และ me6.8 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 1 สาร เห็นเป็นสีเหลืองด้วยตาเปล่า ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.73 ซึ่งเป็นสารเดียวกับ WK1

mem6 เป็นของหนืดสีน้ำตาล น้ำหนัก 2.026 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมบนโครมาโทกราฟีแผ่นบางชนิด RP ในตัวเคลื่อนที่ 50%น้ำในเมธานอล ไม่มีการแยกของสาร

me7 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 50%น้ำในเมธานอล มีสารประมาณ 3 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต นำมาแยกด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟีใช้ซิลิกาเจลชนิด RP ละเอียด 50% น้ำในเมธานอล ลดช้าจนถึงเมธานอล แยกได้ 5 ส่วน ดังตาราง 22

ตาราง 22 ส่วนต่างๆ ที่ได้จากการแยก *me7* ด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีใช้ซิลิกาเจลชนิด RP

ส่วนที่	น้ำหนักสาร (กรัม)	ลักษณะสาร
me7.1	3.206	ของหนืดสีน้ำตาล
me7.2	0.195	ของหนืดสีน้ำตาล
me7.3	0.695	ของหนืดสีน้ำตาล
me7.4	0.823	ของหนืดสีน้ำตาล
me7.5	0.239	ของหนืดสีน้ำตาล

me7.1 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 25%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.86 แยกด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี ละเอียด 25%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน เพิ่มช้าจนถึงเมธานอล แยกได้ 5 ส่วน

ส่วนที่ 1 เป็นของหนืดสีน้ำตาล น้ำหนัก 0.037 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 20%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 2 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต แต่เนื่องจากสารมีปริมาณไม่มากนัก จึงไม่นำมาแยกต่อ

ส่วนที่ 2 และ ส่วนที่ 3 เป็นของหนืดสีน้ำตาล น้ำหนัก 0.444 กรัม และ 0.685 กรัม ตามลำดับ ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 20%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน ไม่มีการแยกของสาร จึงไม่ศึกษาต่อ

ส่วนที่ 4 เป็นของหนืดสีน้ำตาล น้ำหนัก 0.981 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 20%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต และสีส้มใน ASA ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.13 นำมาแยกด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี ละเอียด 20%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน เพิ่มช้าจนถึงเมธานอล แยกได้ 2 ส่วน

ส่วนที่ 4.1 เป็นของหนืดสีน้ำตาล น้ำหนัก 0.286 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 30%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต และสีส้มใน ASA ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.26 และมีสารบางส่วนที่ baseline คาดว่าสามารถแยกสารหลักให้บริสุทธิ์ได้จึงนำมาแยกด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี ใช้ซิลิกาเจลชนิด RP ขนาด 50% น้ำในเมธานอล แยกสารได้เป็นของแข็งสีน้ำตาล น้ำหนัก 0.163 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 25%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.67 บันทึกผลทางโปรตอนนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ ให้รหัส GS5 แต่เมื่อทิ้งไว้สารเกิดการสลายตัว

$^1\text{H NMR}$ (CD_3OD) (δ ppm) 7.33 (s, 1H), 7.28 (d, $J=9.4$ Hz, 1H), 7.24 (s, 1H), 7.19 (d, $J=9.4$ Hz, 2H), 7.10 (d, $J=9.4$ Hz, 1H), 6.89 (d, $J=9.4$ Hz, 1H), 6.85 (s, 0.7H), 6.68 (d, $J=9.4$ Hz, 0.7H), 6.44 (s, 1H), 6.37 (d, $J=9.4$ Hz, 2H), 5.98 (s, 1H), 5.95 (s, 1H), 5.85 (d, $J=11.8$ Hz, 1H)

ส่วนที่ 4.2 เป็นของหนืดสีน้ำตาล น้ำหนัก 0.086 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 30%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลักเหมือนส่วนที่ 4.1

ส่วนที่ 5 เป็นของหนืดสีน้ำตาล น้ำหนัก 0.199 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 20%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน ไม่มีสารหลัก

me7.2 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.33 ตรงกับสารหลักในส่วน me7.3 ซึ่งมีปริมาณสารมากกว่า จึงศึกษาในส่วน me7.3

me7.3 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.33 นำมาแยกด้วยคอลัมน์โครมาโทกราฟี ขนาด 10%เมธานอลในคลอโรฟอร์ม แยกได้ 5 ส่วน

ส่วนที่ 1 เป็นคราบสีน้ำตาล น้ำหนัก 0.003 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 15%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสาร 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.25 สารมีปริมาณน้อย จึงไม่ศึกษาต่อ

ส่วนที่ 2 เป็นคราบสีน้ำตาล น้ำหนัก 0.003 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 15%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 2 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.17 และ 0.15 สารมีปริมาณน้อย จึงไม่ศึกษาต่อ

ส่วนที่ 3 เป็นคราบสีน้ำตาล น้ำหนัก 0.020 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 15%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.12 นำมาแยกด้วยโครมาโทกราฟีแผ่นบางชนิด RP ในตัวเคลื่อนที่ 25%น้ำในเมธานอล แยกสารได้เป็นคราบสีเหลือง น้ำหนัก 0.010 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 15%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสาร 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.10 เป็นสารเดียวกับที่แยกได้จากส่วนที่ 4

ส่วนที่ 4 เป็นของหนืดสีน้ำตาล น้ำหนัก 0.057 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 15%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 2 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.12 และ 0.08 นำมาแยกด้วยโครมาโทกราฟีแผ่นหนาในตัวเคลื่อนที่ 15%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน แยกได้ 2 แถบ

แถบที่ 1 เป็นคราบสีเหลือง น้ำหนัก 0.007 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 15%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.10 บันทึกผลทางโปรตอนนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ พบว่าเป็นสารเดียวกับ GS1

แถบที่ 2 เป็นคราบสีเหลือง น้ำหนัก 0.006 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 15%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.06

ส่วนที่ 5 เป็นของหนืดสีน้ำตาลเข้ม น้ำหนัก 0.350 กรัม ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 15%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน มีสารหลัก 1 สาร เห็นได้แสงอัลตราไวโอเล็ต ที่ค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.12 เหมือนกับส่วนที่ 3

me7.4 และ me7.5 ลักษณะโครมาโทแกรมในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน ไม่มีการแยกของสาร

me8 และ me9 เมื่อตรวจสอบบนโครมาโทกราฟีแผ่นบางโดยใช้ระบบตัวเคลื่อนที่หลายระบบ ไม่สามารถหาระบบตัวเคลื่อนที่ในการแยกสารได้ ประกอบกับลักษณะโครมาโทแกรมมีสารหลักเหมือนกับ me7 จึงศึกษาในส่วน me7

บทที่ 3

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของกิ่ง *Garcinia scortechinii* หลังการแยกและทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธีการทางโครมาโทกราฟี สามารถแยกสารได้จำนวน 11 สาร จำแนกเป็นสารประเภท xanthone จำนวน 3 สาร (WK1, WK3 และ WK5) สารประเภท triterpene จำนวน 2 สาร (WK2 และ WK6) สารประเภท steroid จำนวน 1 สาร (WK4) สารประเภท biflavone จำนวน 4 สาร (GS1, GS3, GS4 และ GS5) และ GS2 ซึ่งไม่สามารถระบุประเภทของสารที่แน่นอนได้ จากการวิเคราะห์โครงสร้าง พบว่า xanthone WK1 WK3 และ WK5 เป็นสารใหม่ 3 สาร ให้ชื่อเป็น scortechinone B, scortechinone A และ scortechinone C ตามลำดับ ซึ่งวิเคราะห์โครงสร้างโดยใช้ข้อมูลทางสเปกโทรสโกปี โดยเฉพาะ 1D และ 2D NMR สเปกโทรสโกปี ส่วนโครงสร้างของ WK2 WK4 WK6 GS1 และ GS4 ได้จากการเปรียบเทียบข้อมูล ¹H NMR สเปกตรัม และจุดหลอมเหลวกับสารที่ทราบโครงสร้างแล้ว WK2 และ WK4 เป็น friedelin และ stigmasterol ตามลำดับ สำหรับ WK6 GS1 และ GS4 ได้นำเสนอเป็นโครงสร้างที่มีความเป็นไปได้มากที่สุด ส่วน biflavone GS3 เฉพาะข้อมูล ¹H NMR สเปกตรัม ไม่เพียงพอที่จะเสนอโครงสร้างที่เป็นไปได้ จึงไม่ทำการวิเคราะห์โครงสร้างไว้ โครงสร้าง WK6 GS1 GS3 และ GS4 จึงต้องใช้ข้อมูลทางสเปกโทรสโกปีอื่นๆ โดยเฉพาะ 2D NMR สเปกโทรสโกปีในการยืนยันโครงสร้างที่นำเสนอหรือวิเคราะห์โครงสร้างที่ถูกต้องต่อไป สำหรับ GS2 และ biflavone GS5 สลายตัวเมื่อวางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง

การวิเคราะห์โครงสร้างของ WK1

WK1 เป็นของแข็งสีเหลือง หลอมเหลวที่ 162-163°C แสดงค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.52 ในตัวเคลื่อนที่ 10%เมธานอลในไดคลอโรมีเทน

แมสสเปกตรัม (ภาพประกอบ 3.1) แสดงมวลอย่างละเอียดเป็น 592.26838 ซึ่งสอดคล้องกับสูตรโมเลกุล C₃₄H₄₀O₉

IR สเปกตรัม (ภาพประกอบ 3.3) แสดงแถบการดูดกลืนแสงที่ 3600-2500, 1745, 1692 และ 1644 cm⁻¹ ซึ่งแสดงว่ามีหมู่ไฮดรอกซิลของกรดคาร์บอกซิลิก หมู่คาร์บอนิลของคีโตนอิมตัว หมู่คาร์บอนิลของ α,β -unsaturated carboxylic acid และหมู่ chelated ortho-hydroxyl carbonyl ตามลำดับ (Kartha, 1963) ข้อมูล ¹³C NMR สเปกตรัม ซึ่งแสดงสัญญาณของคาร์บอนิลคาร์บอนจำนวน

3 คาร์บอน ที่ δ 202.30, 177.60 และ 170.67 สนับสนุนข้อสรุปเกี่ยวกับหมู่ฟังก์ชันคาร์บอนิลจาก IR สเปกตรัม

UV สเปกตรัม (ภาพประกอบ 3.2) แสดงแถบการดูดกลืนที่ 366 nm แสดงว่า WK1 มีพันธะคู่ซึ่งคอนจูเกตกัน

จากค่า chemical shift coupling constant ตลอดจน integral line ใน ^1H NMR สเปกตรัม (ภาพประกอบ 3.4) (ตาราง 23) สามารถจำแนกสัญญาณของโปรตอนที่ปรากฏได้ดังนี้ hydroxyl proton ที่เกิดพันธะไฮโดรเจนกับหมู่คาร์บอนิลที่ δ 13.10 (s, 1H) olefinic methine proton จำนวน 3 โปรตอน (δ 7.56, *d*, $J = 1.2$ Hz ; δ 5.67, *qdd*, $J = 9.6, 4.5$ และ 1.5 Hz และ δ 5.20, *ht*, $J = 7.2$ และ 1.5 Hz) methoxy proton จำนวน 1 หมู่ (δ 3.52, *s*) oxymethine proton จำนวน 1 โปรตอน (δ 4.46, *q*, $J = 6.6$ Hz) methine proton จำนวน 1 โปรตอน (δ 2.60, *d*, $J = 9.2$ Hz) methylene proton จำนวน 3 หมู่ (δ 3.27, *dd*, $J = 16.0$ และ 9.6 Hz, 1H และ δ 2.83, *qdd*, $J = 16.0, 4.5$ และ 2.0 Hz, 1H ; δ 3.17, *ddd*, $J = 14.4$ และ 7.2 Hz, 1H และ δ 3.11, *ddd*, $J = 14.4$ และ 7.2 Hz, 1H ; δ 2.33, *d*, $J = 13.2$ Hz, 1H และ δ 1.68, *dd*, $J = 13.2$ และ 9.2 Hz, 1H) vinylic methyl proton จำนวน 3 หมู่ (δ 1.72, *s*, 6H และ δ 1.65, *d*, $J = 1.5$ Hz, 3H) 3° methyl proton จำนวน 4 หมู่ (δ 1.72, *s*, 3H ; δ 1.37, *s*, 6H, และ δ 1.28, *s*, 3H) และ 2° methyl proton จำนวน 1 หมู่ (δ 1.23, *d*, $J = 6.6$ Hz, 3H)

ตาราง 23 ข้อมูลจาก ^1H NMR สเปกตรัมของ WK1, WK3 และ WK5

ตำแหน่ง H	WK1 (δ_{H})	WK3 (δ_{H})	WK5 (δ_{H})
6-OH	13.10 (s, 1H)	13.15 (s, 1H)	13.15 (s, 1H)
4	7.56 (<i>d</i> , $J = 1.2$ Hz, 1H)	7.49 (<i>d</i> , $J = 1.3$ Hz, 1H)	7.51 (<i>d</i> , $J = 1.4$ Hz, 1H)
14 β	2.33 (<i>d</i> , $J = 13.2$ Hz, 1H)	2.34 (<i>d</i> , $J = 12.8$ Hz, 1H)	2.35 (<i>d</i> , $J = 13.0$ Hz, 1H)
14 α	1.68 (<i>dd</i> , $J = 13.2$ และ 9.2 Hz, 1H)	1.65 (<i>dd</i> , $J = 12.8$ และ 9.6 Hz, 1H)	1.70 (<i>dd</i> , $J = 13.0$ และ 9.0 Hz, 1H)
15	2.60 (<i>d</i> , $J = 9.2$ Hz, 1H)	2.55 (<i>d</i> , $J = 9.6$ Hz, 1H)	2.64 (<i>d</i> , $J = 9.0$ Hz, 1H)
17	1.72 (s, 3H)	1.71 (s, 3H)	1.71 (s, 3H)
18	1.28 (s, 3H)	1.29 (s, 3H)	1.29 (s, 3H)
19	2.83 (<i>qdd</i> , $J = 16.0, 4.5$ และ 2.0 Hz, 1H)	2.55 (<i>dd</i> , $J = 14.4$ และ 10.5 Hz, 1H)	2.73 (<i>md</i> , $J = 15.2$ Hz, 1H)
	3.27 (<i>dd</i> , $J = 16.0$ และ 9.6 Hz, 1H)	2.69 (<i>qdd</i> , $J = 14.4, 4.5$ และ 1.5 Hz, 1H)	3.81 (<i>dd</i> , $J = 15.2$ และ 11.4 Hz, 1H)

ตาราง 23 (ต่อ)

ตำแหน่ง H	WK1 (δ_H)	WK3 (δ_H)	WK5 (δ_H)
20	5.67 (<i>qdd</i> , $J=9.6, 4.5$ และ 1.5 Hz, 1H)	4.37 (<i>md</i> , $J=10.5$ Hz, 1H)	5.20 (<i>qdd</i> , $J=11.4, 3.4$ และ 1.4 Hz, 1H)
22	1.72 (<i>s</i> , 3H)	1.07 (<i>d</i> , $J=1.4$ Hz, 3H)	1.65 (<i>d</i> , $J=2.5$ Hz, 3H)
23	-	1.36 (<i>d</i> , $J=1.5$ Hz, 3H)	-
25	4.46 (<i>q</i> , $J=6.6$ Hz, 1H)	4.37 (<i>q</i> , $J=6.6$ Hz, 1H)	4.56 (<i>q</i> , $J=6.6$ Hz, 1H)
26	1.37 (<i>s</i> , 3H)	1.16 (<i>s</i> , 3H)	1.56 (<i>s</i> , 3H)
27	1.37 (<i>s</i> , 3H)	1.58 (<i>s</i> , 3H)	1.37 (<i>s</i> , 3H)
28	1.23 (<i>d</i> , $J=6.6$ Hz, 3H)	1.41 (<i>d</i> , $J=6.6$ Hz, 3H)	1.45 (<i>d</i> , $J=6.6$ Hz, 3H)
29	3.17 (<i>mdd</i> , $J=14.4$ และ 7.2 Hz, 1H)	3.22 (<i>qdd</i> , $J=7.2, 3.2$ และ 0.8 Hz, 2H)	2.98 (<i>dd</i> , $J=14.0$ และ 3.2 Hz, 1H)
	3.11 (<i>mdd</i> , $J=14.4$ และ 7.2 Hz, 1H)		2.64 (<i>dd</i> , $J=14.0$ และ 11.0 Hz, 1H)
30	5.20 (<i>ht</i> , $J=7.2$ และ 1.5 Hz, 1H)	5.22 (<i>ht</i> , $J=7.2$ และ 1.4 Hz, 1H)	4.32 (<i>dd</i> , $J=11.0$ และ 3.2 Hz, 1H)
32	1.72 (<i>s</i> , 3H)	1.75 (<i>d</i> , $J=1.2$ Hz, 3H)	5.07 (<i>m</i> , 1H)
			4.92 (<i>m</i> , 1H)
33	1.65 (<i>d</i> , $J=1.5$ Hz, 3H)	1.68 (<i>d</i> , $J=1.8$ Hz, 3H)	1.87 (<i>d</i> , $J=0.6$ Hz, 3H)
34	3.52 (<i>s</i> , 3H)	3.62 (<i>s</i> , 3H)	3.65 (<i>s</i> , 3H)

^{13}C NMR สเปกตรัม (ภาพประกอบ 3.5) (ตาราง 24) แสดงจำนวนคาร์บอนทั้งหมด 34 คาร์บอน ข้อมูล DEPT (ภาพประกอบ 3.6) (ตาราง 24) ซึ่งว่ามี quaternary carbon 17 คาร์บอน ซึ่งได้แก่ sp^3 คาร์บอน 5 คาร์บอนที่ δ 89.38, 84.93, 83.77, 83.71 และ 43.50 และ sp^2 คาร์บอน 12 คาร์บอน ที่ δ 202.30, 177.60, 170.67, 167.08, 163.46, 154.07, 132.38, 132.05, 128.68, 112.30, 105.81 และ 101.27 ซึ่งเป็นคาร์บอนิลคาร์บอน 3 คาร์บอน (δ 202.30, 177.60, 170.67) methine carbon จำนวน 5 คาร์บอน ซึ่งจำแนกเป็น sp^2 คาร์บอน 3 คาร์บอน ที่ δ 136.99, 135.09 และ 121.69 และ sp^3 คาร์บอน 2 คาร์บอน ที่ δ 91.40 และ 49.75 methylene carbon จำนวน 3 คาร์บอน ที่เป็น sp^3 คาร์บอนทั้งหมด ที่ δ 30.54, 29.91 และ 21.35 และ methyl carbon 9 คาร์บอน ที่ δ 53.88, 30.93, 28.79, 28.09, 25.66, 20.57, 19.95, 17.72 และ 15.81.

ตาราง 24 ตำแหน่งและชนิดของคาร์บอนของ WK1, WK3 และ WK5 ที่วิเคราะห์ได้จากข้อมูล
ของ 1D สเปกตรัม (^{13}C และ DEPT) และ 2D สเปกตรัม (HMQC และ HMBC)

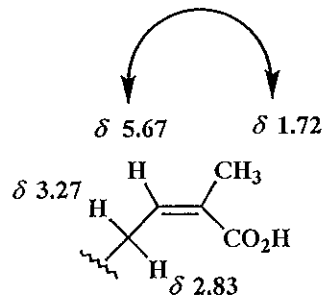
ตำแหน่ง C	ชนิดของคาร์บอน	WK1 (δ_c)	WK3 (δ_c)	WK5 (δ_c)
1	C	83.77	84.19	84.35
2	C	202.30	202.26	203.20
3	C	84.93	84.90	85.15
4	CH	135.09	133.96	134.79
5	C	177.60	178.23	179.00
6	C	163.46	163.26	163.83
7	C	105.81	105.77	101.66
8	C	167.08	166.87	167.71
9	C	112.30	113.03	112.50
10	C	154.07	153.82	155.49
11	C	89.38	89.30	89.20
12	C	132.38	132.38	132.50
13	C	101.27	101.39	101.38
14	CH ₂	30.54	30.85	30.42
15	CH	49.75	49.94	49.74
16	C	83.71	83.23	83.46
17	CH ₃	28.79	28.97	28.88
18	CH ₃	30.93	30.78	30.81
19	CH ₂	29.91	28.93	29.07
20	CH	136.99	117.17	135.65
21	C	128.68	135.59	129.58
22	CH ₃	20.57	25.47	21.11
23	C	170.67	-	166.65
	CH ₃	-	16.87	-
24	C	43.50	43.47	43.94

ตาราง 24 (ต่อ)

ตำแหน่ง C	ชนิดของคาร์บอน	WK1 (δ_c)	WK3 (δ_c)	WK5 (δ_c)
25	CH	91.40	90.61	92.43
26	CH ₃	28.09	21.07	19.28
27	CH ₃	19.95	24.06	28.66
28	CH ₃	15.81	13.57	16.77
29	CH ₂	21.35	21.42	28.80
30	CH	121.69	121.75	73.72
31	C	132.05	131.98	146.84
32	CH ₃	17.72	17.73	-
	CH ₂	-	-	110.31
33	CH ₃	25.66	25.70	18.66
34	CH ₃	53.88	53.94	53.82

การศึกษาด้วยเทคนิค decoupling ทำให้สามารถวิเคราะห์หน่วยโครงสร้างได้จำนวน 4 หน่วย ดังนี้

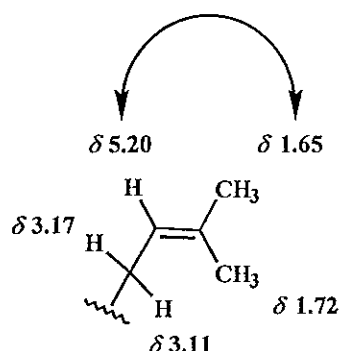
1. เมื่อฉายรังสีโอลิฟินิกโปรตอนที่ δ 5.67 (*qdd*, $J = 9.6, 4.5$ และ 1.5 Hz, 1H) ทำให้โปรตอนที่ δ 3.27 (*dd*, $J = 16.0$ และ 9.6 Hz, 1H) และ δ 2.83 (*qdd*, $J = 16.0, 4.5$ และ 2.0 Hz, 1H) เปลี่ยนเป็น *doublet* ($J = 16.0$ Hz) และ *quartet of doublet* ($J = 16.0$ และ 2.0 Hz) ตามลำดับ แสดงว่าโปรตอนที่ δ 3.27 และ 2.83 คู่ควบกับโปรตอนที่ δ 5.67 แบบ vicinal coupling ($^3J_{H,H}$) ด้วยค่าคงที่ของการคู่ควบ 9.6 และ 4.5 Hz ตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อฉายรังสีที่เมทิลโปรตอนที่ δ 1.72 (*s*, 3H) จะทำให้โปรตอนที่ δ 5.67 และ 2.83 เปลี่ยนเป็น *doublet of doublet* ทั้งคู่ ด้วยค่าคงที่การคู่ควบ 2 ชุด คือ 9.6, 4.5 Hz และ 16.0, 4.5 Hz ตามลำดับ แสดงว่าเมทิลโปรตอนเกิดการคู่ควบแบบ allylic coupling ($^4J_{H,H}$) กับโอลิฟินิกโปรตอนด้วยค่าคงที่ของการคู่ควบ 1.5 Hz และคู่ควบกับโปรตอนที่ δ 2.83 ด้วยค่าคงที่การคู่ควบ 2.0 Hz ($^2J_{H,H}$) ข้อมูลนี้แสดงว่า โปรตอนที่ δ 3.27 และ 2.83 คู่ควบกันด้วยค่าคงที่ของการคู่ควบ 16.0 Hz ดังนั้นโปรตอนทั้งสองเป็น methylene proton ซึ่งเป็น nonequivalent ข้อมูล 1H - 1H COSY (ภาพประกอบ 3.11) ยืนยันการคู่ควบของโปรตอนเหล่านี้ จากข้อมูลนี้สรุปได้ว่า WK1 ประกอบด้วยหน่วยโครงสร้าง 1 ต่อไปนี้



หน่วยโครงสร้าง 1

สเตอริโอเคมีที่พันธะคู่ของหน่วยโครงสร้างนี้วิเคราะห์ได้จากข้อมูล ID NOE (ตาราง 27) ว่าเป็น *Z* เนื่องจากเมื่อโอเลฟินิกโปรตอน (δ 5.67) ถูกฉายรังสี (ภาพประกอบ 3.7) ทำให้สัญญาณของเมทิลโปรตอนที่ δ 1.72 มีความเข้มมากขึ้น ดังนั้นโปรตอนทั้งสองชนิดควรอยู่ด้านเดียวกันของพันธะคู่

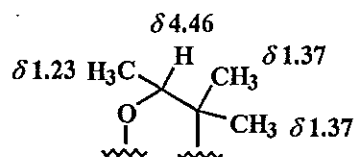
2. เมื่อฉายรังสีโอเลฟินิกโปรตอนที่ δ 5.20 (*ht*, $J = 7.2$ และ 1.5 Hz, 1H) มีผลทำให้สัญญาณที่ δ 3.17 (*mdd*, $J = 14.4$ และ 7.2 Hz, 1H) และ 3.11 (*mdd*, $J = 14.4$ และ 7.2 Hz, 1H) ทั้งสองสัญญาณเปลี่ยนเป็น *multiplet of doublet* ด้วยค่าคงที่การคู่ควบ 14.4 Hz เท่ากัน แสดงว่าโปรตอนที่ δ 3.17 และ 3.11 เกิดการคู่ควบแบบ *geminal coupling* ($^2J_{H,H}$) ด้วยค่าคงที่การคู่ควบ 14.4 Hz ดังนั้นโปรตอนทั้งสองอยู่บนอะตอมคาร์บอนเดียวกัน และคู่ควบกับโอเลฟินิกโปรตอน (δ 5.20) ด้วยค่า $^3J_{H,H}$ 7.2 Hz นอกจากนี้สัญญาณของเมทิลโปรตอนที่ δ 1.65 (*d*, $J = 1.5$ Hz, 3H) เปลี่ยนเป็น *singlet* ซึ่งว่าโอเลฟินิกโปรตอนนี้เกิดการคู่ควบกับเมทิลโปรตอนด้วยค่า $^4J_{H,H}$ เท่ากับ 1.5 Hz เมื่อฉายรังสีเมทิลโปรตอนที่ δ 1.72 (*s*, 9H) ทำให้สัญญาณของโอเลฟินิกโปรตอนที่ δ 5.20 มีความซับซ้อนน้อยลง โดยเปลี่ยนจาก *heptet of triplet* ไปเป็น *quartet of triplet* ด้วยค่าคงที่การคู่ควบ 7.2 และ 1.5 Hz แสดงว่าโอเลฟินิกโปรตอนนี้ เกิดการคู่ควบแบบ *allylic* กับโปรตอนที่ δ 1.72 ด้วยค่า $^4J_{H,H}$ 1.5 Hz เช่นกัน จากข้อมูลเหล่านี้ชี้ว่ามีหน่วยโครงสร้าง 2 ในโครงสร้างของ WK1



หน่วยโครงสร้าง 2

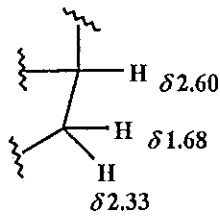
หน่วยโครงสร้างที่เสนอได้รับการยืนยันด้วยข้อมูล ^1H - ^1H COSY (ภาพประกอบ 3.11) แสดงการคู่ควบระหว่างโอลิฟินิกโปรตอนที่ δ 5.20 กับโปรตอนที่ δ 3.17, 3.11, 1.72 และ 1.65 ppm นอกจากนี้ข้อมูล 1D NOE (ตาราง 27) แสดงให้เห็นว่าเมื่อนำแสงที่โอลิฟินิกโปรตอน (δ 5.20) (ภาพประกอบ 3.8) ทำให้สัญญาณของ nonequivalent methylene proton ทั้งคู่ และเมทิลโปรตอนที่ δ 1.65 ppm มีความเข้มมากขึ้น ดังนั้นหมู่เมทิลที่ให้สัญญาณที่ δ 1.65 ppm ควรอยู่ด้านเดียวกับโอลิฟินิกโปรตอน

3. เมื่อฉายรังสีเมทิลโปรตอนที่ δ 1.23 (*d*, $J = 6.6$ Hz, 3H) ทำให้สัญญาณของเมทิลโปรตอนที่ δ 4.46 (*q*, $J = 6.6$ Hz, 1H) เปลี่ยนสัญญาณจาก *quartet* เป็น *singlet* ดังนั้นสัญญาณเมทิลโปรตอนที่ δ 4.46 เป็นโปรตอนที่อยู่บนคาร์บอนที่ต่อกับอะตอมออกซิเจน ขึ้นชั้นได้จากข้อมูล 2D HMQC (ภาพประกอบ 3.12) ซึ่งแสดงว่าเป็นโปรตอนที่อยู่บนคาร์บอนที่ δ 91.40 ppm ข้อมูล 2D HMBC (ภาพประกอบ 3.13) (ตาราง 26) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเมทิลโปรตอนกับเมทิลโปรตอนจำนวน 2 หมู่ที่ δ 1.37 (*s*, 6H) ที่อยู่บนอะตอมคาร์บอนที่ δ 28.09 และ 19.95 ppm (จากข้อมูล 2D HMQC) ตามลำดับ ดังนั้น WK1 ประกอบด้วยหน่วยโครงสร้าง 3 ดังต่อไปนี้



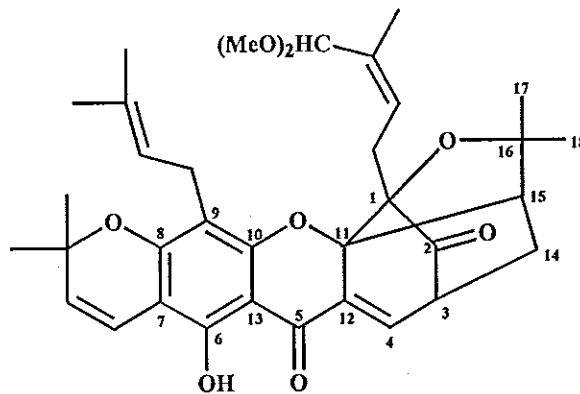
หน่วยโครงสร้าง 3

4. เมื่อฉายรังสีเมธิลโปรตอนที่มี δ 1.68 (dd , $J = 13.2$ และ 9.2 Hz, 1H) ทำให้สัญญาณที่ δ 2.60 (d , $J = 9.2$ Hz, 1H) และ 2.33 (d , $J = 13.2$ Hz, 1H) เปลี่ยนจาก *doublet* เป็น *singlet* ทั้งคู่แสดงว่าเมธิลโปรตอนนี้เกิดการคู่ควบกับโปรตอนที่ δ 2.60 ด้วยค่าคงที่การคู่ควบ 9.2 Hz ซึ่งชี้ว่าเป็น *vicinal coupling* และคู่ควบกับโปรตอนที่ δ 2.33 แบบ *geminal coupling* ด้วยค่า ${}^2J_{H,H}$ 13.2 Hz จากข้อมูลนี้ชี้ว่ามีหน่วยโครงสร้าง 4 ในโมเลกุลของ WK1



หน่วยโครงสร้าง 4

จากการค้นคว้าการวิจัยที่ผ่านมาพบว่าแถบการดูดกลืนใน UV สเปกตรัมของ WK1 (λ_{\max} 366 nm) มีค่าใกล้เคียงกับสาร morellin dimethyl acetal (λ_{\max} 361 nm) (Asano *et al.*, 1996) ดังนั้นคาดว่า WK1 น่าจะมีโครงสร้างหลักเหมือนกับ morellin dimethyl acetal ซึ่งมีโครงสร้างดังนี้



1

ตาราง 25 ข้อมูลบางส่วนจาก ^1H NMR สเปกตรัมของ WK1 และ morellin dimethyl acetal

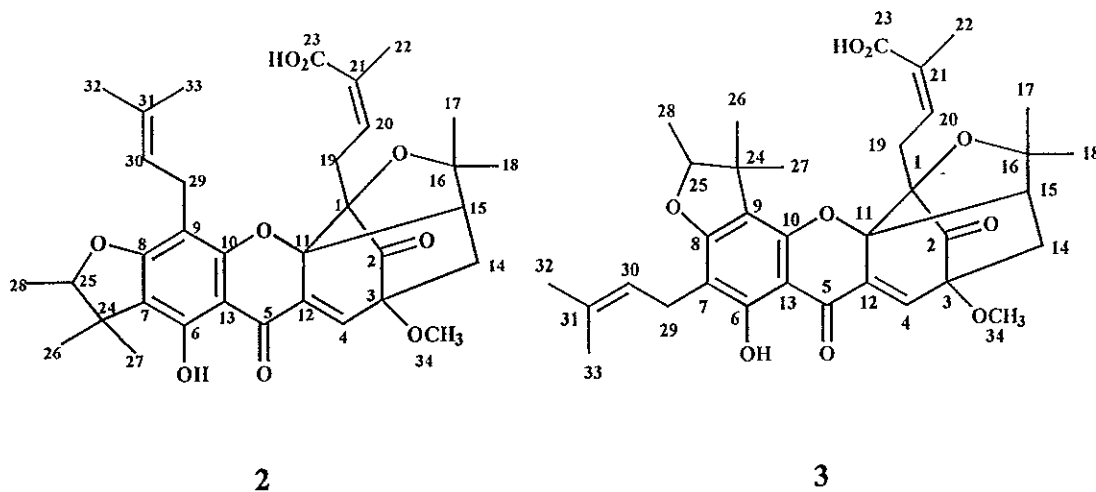
ตำแหน่งโปรตอน	WK1 (CDCl_3)	Morellin dimethyl acetal (CDCl_3)
3	-	3.49 (<i>dd</i> , $J = 6.8$ และ 4.4 Hz, 1H)
4	7.56 (<i>d</i> , $J = 1.2$ Hz, 1H)	7.50 (<i>d</i> , $J = 6.8$ Hz, 1H)
6-OH	13.10 (<i>s</i> , 1H)	12.85 (<i>s</i> , 1H)
14	2.33 (<i>d</i> , $J = 13.2$ Hz, 1H)	2.33 (<i>dd</i> , $J = 13.4$ และ 4.4 Hz, 1H)
	1.68 (<i>dd</i> , $J = 13.2$ และ 9.2 Hz, 1H)	1.36 (<i>dd</i> , $J = 13.4$ และ 9.5 Hz, 1H)
15	2.60 (<i>d</i> , $J = 9.2$ Hz, 1H)	2.51 (<i>d</i> , $J = 9.5$ Hz, 1H)
17	1.72 (<i>s</i> , 3H)	1.71 (<i>s</i> , 3H)
18	1.28 (<i>s</i> , 3H)	1.29 (<i>s</i> , 3H)
OMe	3.52 (<i>s</i> , 3H)	3.10 (<i>s</i> , 3H) และ 3.04 (<i>s</i> , 3H)

เมื่อเปรียบเทียบข้อมูล ^1H NMR สเปกตรัม ของสารทั้งสอง พบว่า H-14, H-15, Me-17 และ Me-18 ใน WK1 และ morellin dimethyl acetal มี splitting pattern และตำแหน่งของสัญญาณคล้ายกันดังตาราง 25 ดังนั้นโปรตอนในหน่วยโครงสร้าง 4 คือ H-14 และ H-15 ใน morellin dimethyl acetal นอกจากนี้ H-4 ของสารทั้งสองให้สัญญาณที่ตำแหน่งใกล้เคียงกันมาก และมี multiplicity เป็น doublet แต่มีค่าคงที่การคู่ควบต่างกันโดย H-4 ใน morellin dimethyl acetal มีค่าคงที่การคู่ควบ 6.8 Hz ซึ่งเป็นค่าคงที่การคู่ควบแบบ vicinal ($^3J_{\text{H,H}}$) กับ H-3 แต่ใน WK1 มีค่าคงที่การคู่ควบเท่ากับ 1.2 Hz ซึ่งเป็นค่าคงที่การคู่ควบระยะไกล แสดงว่า C-3 ของ WK1 ไม่มีโปรตอนเกาะอยู่ เนื่องจาก WK1 แสดงสัญญาณของ methoxy proton ที่ δ 3.52 จึงคาดว่าหมู่ methoxyl อยู่ที่ตำแหน่งนี้ จากข้อมูล 2D HMBC (ภาพประกอบ 3.13) (ตาราง 26) พบว่า มีความสัมพันธ์ของ methoxy proton กับ C-3 (δ 84.93) โอลิฟินิกโปรตอน (H-4) แสดงความสัมพันธ์กับคาร์บอนนี้ด้วย โปรตอน H-14 ทั้งสองแสดงความสัมพันธ์กับคาร์บอนิลคาร์บอน (C-2, δ 202.30) และเมธิลีนโปรตอนที่ δ 3.27 และ 2.83 ในหน่วยโครงสร้าง 1 มีความสัมพันธ์กับคาร์บอนที่ δ 202.30 ซึ่งเป็นคาร์บอนิลคาร์บอนของคีโตน (C-2) แสดงว่าหน่วยโครงสร้าง 1 ต่ออยู่ที่ C-1 ดังนั้นข้อมูลจาก 2D HMBC ยืนยันว่า WK1 มีโครงสร้างด้านขวามือคล้ายกับ morellin dimethyl acetal แต่มีหมู่ methoxyl แทนที่ H-3 ใน morellin dimethyl acetal และมีหน่วยโครงสร้าง 1 ต่ออยู่กับ C-1

ตาราง 26 ข้อมูล 2D HMBC ของ WK1

$\delta_H(C_n)$	$\delta_C(C_n)$
13.10 (6)	177.60 (5), 167.08 (8), 163.46 (6), 105.81 (7), 101.27 (13)
7.56 (4)	202.30 (2), 177.60 (5), 89.38 (11), 84.93 (3), 83.77 (1), 83.71 (16), 49.75 (15), 30.54 (14)
5.67 (20)	83.77 (1), 83.71 (16), 20.57 (22)
5.20 (30)	25.66 (33), 21.35 (29), 17.72 (32)
4.46 (25)	167.08 (8), 112.30 (9), 43.50 (24), 28.09 (26), 19.95 (27), 15.81 (28)
3.52 (34)	84.93 (3)
3.27 (19)	202.30 (2), 136.99 (20), 128.68 (21), 89.38 (11), 83.77 (1), 83.71 (16)
3.17, 3.11 (29)	167.08 (8), 163.46 (6), 132.05 (31), 121.69 (30), 105.81 (7), 25.66 (33), 17.72 (32)
2.83 (19)	202.30 (2), 128.68 (21), 89.38 (11)
2.60 (15)	89.38 (11), 84.93 (3), 83.77 (1), 83.71 (16), 30.54 (14)
2.33 (14 β)	202.30 (2), 135.09 (4), 89.38 (11), 84.93 (3), 83.77 (1), 83.71 (16), 49.75 (15)
1.72 (22)	170.67 (23), 136.99 (20), 128.68 (21), 83.77 (1)
1.68 (14 α)	202.30 (2), 135.09 (4), 84.93 (3), 49.75 (15)
1.65 (33)	132.05 (31), 17.72 (32)
1.37 (26, 27)	154.07 (10), 112.30 (9), 91.40 (25), 43.50 (24), 28.09 (26), 19.95 (27), 15.81 (28)
1.28 (18)	83.77 (1), 83.71 (16), 49.75 (15), 30.93 (18)
1.23 (28)	91.40 (25), 43.50 (24)

จากการวิเคราะห์ข้างต้นหน่วยโครงสร้างที่เหลือคือ 2 และ 3 ควรรอบนวงแหวนซ้ายมือสุด จากวิถีชีวสังเคราะห์ สารประกอบ xanthone ส่วนใหญ่จะมีอะตอมออกซิเจนที่ตำแหน่ง 6 และ 8 โดยที่ตำแหน่ง 6 จะมีหมู่ไฮดรอกซิล ซึ่งจะต่อมไฮโดรเจน (δ 13.10) เกิดคลื่นกับหมู่คาร์บอนิล (C-5) ดังนั้นโครงสร้างที่เป็นไปได้ของ WK1 มี 2 โครงสร้าง ดังแสดง



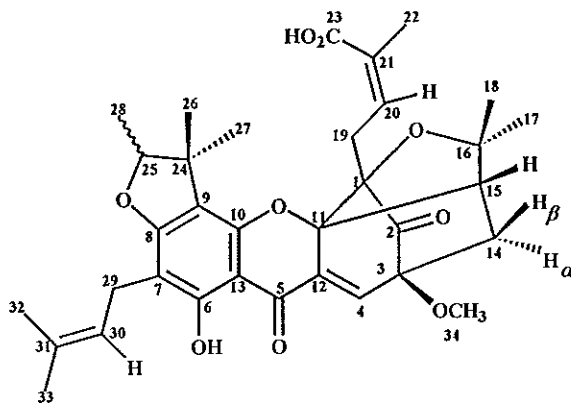
ตาราง 27 ข้อมูล 1D NOE ของ WK1

$\delta_H (C_n)$	$\delta_H (C_n)$
5.67 (20)	7.56 (4), 2.83 (19), 1.72 (22)
5.20 (30)	3.11 (29), 3.17 (29), 1.65 (33)
4.46 (25)	1.37 (26, 27), 1.23 (28)
3.52 (34)	7.56 (4), 2.33 (14 β)
2.60 (15)	1.72 (17)
2.33 (14 β)	3.52 (34), 2.60 (15), 1.68 (14 α), 1.28 (18)
1.72 (17), 1.72 (22), 1.72 (32)	7.56 (4), 5.67 (20), 3.11 (29), 3.17 (29), 2.60 (15), 2.33 (14 β), 1.37 (26, 27), 1.28 (18)
1.65 (33)	7.56 (4), 5.20 (30), 2.60 (15), 2.33 (14 β)
1.37 (26, 27)	4.46 (25), 3.27 (19), 2.83 (19), 2.60 (15), 2.33 (14 β), 1.72 (22)
1.28 (18)	2.33 (14 β), 1.72 (17)
1.23 (28)	4.46 (25)

พิจารณาข้อมูล 1D NOE (ตาราง 27) พบว่าเมื่อนำขั้วที่เมทิลโปรตอน (δ 1.37) (ภาพประกอบ 3.10) ตำแหน่ง 26/27 ของหน่วยโครงสร้าง 3 มีผลต่อความเข้มของเมทิลโปรตอน (δ 1.72) ตำแหน่ง 22 และมีผลต่อ H-19 ที่ δ 2.83 ของหน่วยโครงสร้าง 1 ดังนั้นหน่วยโครงสร้าง 3 ควรอยู่ด้านเดียวกับหน่วยโครงสร้าง 1 ซึ่งเป็นผลให้หน่วยโครงสร้าง 2 (หมู่ isoprenyl) ต่อที่ C-7 ดังนั้น

WK1 ควรมีโครงสร้าง 3 ข้อสรุปนี้ได้รับการยืนยันด้วยข้อมูล HMBC โดย chelated hydroxy proton [δ 13.10 อยู่บน C-6 (δ 163.46)] มีความสัมพันธ์แบบ 4J กับ C-5 (δ 177.60) และ C-8 (δ 167.08) ขณะเดียวกัน C-8 และ C-6 มีความสัมพันธ์แบบ 3J กับ H-29 ของหน่วยโครงสร้าง 2 .

สำหรับสเตอริโอเคมีสัมพันธ์ของ C-14, C-15 และ C-16 ของ WK1 เป็นดังแสดง การวิเคราะห์ใช้ข้อมูล NOE ที่แสดงให้เห็นว่า H-15 (δ 2.60), H-14 α (δ 1.68), Me-18 (δ 1.28) และ เมธอกซิโปรตอน (δ 3.52) ได้รับผลจากการที่ H-14 β (δ 2.33) ถูกฉายรังสี (ภาพประกอบ 3.9) แสดงว่า H-14 β , H-15, Me-18 และหมู่เมธอกซิเป็น *cis*



3

การวิเคราะห์โครงสร้างของ WK3

WK3 เป็นผลึกสีเหลือง หลอมเหลวที่ 153-155°C แสดงค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.44 ในตัวเคลื่อนที่ 80% ไดคลอโรโรมีเทนในปิโตรเลียมอีเธอร์

แมสสเปกตรัม (ภาพประกอบ 3.14) แสดงมวลโมเลกุล 562 ซึ่งสอดคล้องกับสูตรโมเลกุล $C_{34}H_{42}O_7$

IR สเปกตรัม (ภาพประกอบ 3.16) แสดงการดูดกลืนของหมู่คาร์บอนิลของคีโตนอิมิดัวและหมู่ chelated ortho-hydroxyl carbonyl ที่ 1748 และ 1636 cm^{-1} ตามลำดับ แต่ไม่แสดงแถบการยืดของพันธะ C=O ของหมู่คาร์บอกซิลที่ 1694 cm^{-1} แสดงว่า WK3 ไม่มีหมู่คาร์บอกซิล ข้อสรุปนี้ได้รับการยืนยันจาก ^{13}C NMR สเปกตรัม (ภาพประกอบ 3.18) ที่แสดงสัญญาณของคาร์บอนิลคาร์บอนเฉพาะของหมู่คีโตนอิมิดัวและไม่อิมิดัวที่ δ 202.26 และ 178.23 ตามลำดับ

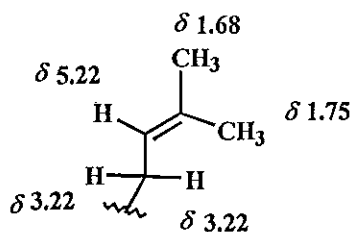
UV สเปกตรัม (ภาพประกอบ 3.15) แสดงแถบการดูดกลืนแสงที่ 363 nm ซึ่งใกล้เคียงกับใน WK1 มาก จึงคาดว่า มี chromophore เหมือนกับ WK1 เมื่อเปรียบเทียบข้อมูล 1H NMR

สเปกตรัม กับ WK1 พบว่า WK3 ให้สัญญาณ methyl proton ชนิดที่เป็น vinylic methyl มากกว่า 1 หมู่ และเนื่องจากข้อมูล IR สเปกตรัม และ ^{13}C NMR สเปกตรัม ที่ชี้ว่าไม่มีหมู่คาร์บอกซิล จึงคาดว่า vinylic methyl group ที่เพิ่มขึ้นนี้มาแทนที่หมู่คาร์บอกซิลในโครงสร้างของ WK1 ข้อเสนอพื้นฐานนี้ได้รับการยืนยันจากการศึกษาด้วยเทคนิค decoupling (ตาราง 28)

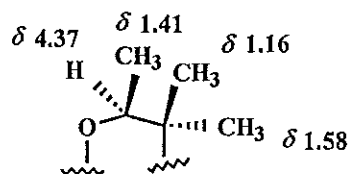
ตาราง 28 ข้อมูลจากการศึกษาด้วยเทคนิค decoupling

^1H ที่ถูกฉายแสง	^1H ที่ได้รับผลจากการฉายแสง (multiplicity ที่เปลี่ยนไป)
5.22 (H-30)	3.22 (<i>qd</i> , $J = 3.2$ และ 0.8 Hz) (H-29)
4.37 (H-25)	2.69 (<i>qd</i> , $J = 14.4$ และ 1.5 Hz) (H-19) 2.55 (<i>d</i> , $J = 14.4$ Hz) (H-19) 1.41 (<i>s</i>) (H-28)
2.69 (H-19)	4.37 (<i>m</i>) (H-25) 2.55 (<i>d</i> , $J = 10.5$ Hz) (H-19)
2.34 (H-14 β)	1.65 (<i>d</i> , $J = 9.6$ Hz) (H-14 α)
1.65 (H-14 α)	2.34 (<i>s</i>) (H-14 β) 2.55 (<i>s</i>) (H-15)

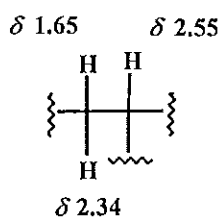
จากข้อมูล decoupling นี้สรุปได้ว่า WK3 ประกอบด้วยหน่วยโครงสร้างย่อย 3 หน่วยโครงสร้าง (2, 3 และ 4) ที่เหมือนกับ WK1 และ หน่วยโครงสร้าง (5) ซึ่งแทนที่หน่วยโครงสร้าง 1 ใน WK1



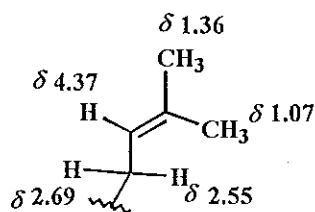
หน่วยโครงสร้าง 2



หน่วยโครงสร้าง 3



หน่วยโครงสร้าง 4



หน่วยโครงสร้าง 5

สำหรับหน่วยโครงสร้าง 2, 3 และ 5 ค่า chemical shift และการจัดตัวของหมู่เมทิลได้จากข้อมูล NOE (ตาราง 29) เมื่อฉายรังสีที่โอลิฟินิกโปรตอน δ 5.22 และ 4.37 (ภาพประกอบ 3.20 และ 3.21 ตามลำดับ) ทำให้ความเข้มของสัญญาณของหมู่เมทิลที่ δ 1.68 และ 1.36 เพิ่มขึ้น ตามลำดับ แสดงว่าหมู่เมทิลที่ δ 1.68 และ 1.36 อยู่ด้านเดียวกันกับโอลิฟินิกโปรตอนในหน่วยโครงสร้าง 2 และ 5 ส่วนการฉายรังสีหมู่เมทิลที่ δ 1.41 (ภาพประกอบ 3.22) ส่งผลต่อหมู่เมทิลที่ δ 1.16 เท่านั้น ขณะที่หมู่เมทิลที่ δ 1.58 ได้รับผลเมื่อออกซิเมธินโปรตอนที่ δ 4.37 ถูกฉายรังสี จากข้อมูลนี้สรุปว่า หมู่เมทิลที่ δ 1.58 เป็น *cis* กับออกซิเมธินโปรตอนและอยู่บนอะตอมคาร์บอนเดียวกันกับหมู่เมทิลที่ δ 1.16

ตาราง 29 ข้อมูล 1D NOE ของ WK3

$\delta_{\text{H}} (\text{C}_n)$	$\delta_{\text{H}} (\text{C}_n)$
5.22 (30)	1.68 (33), 3.22 (29)
4.37 (20,25)	1.36 (23), 2.55 (19), 1.58 (27), 1.41 (28)
3.62 (34)	7.49 (4), 2.34 (14 β)
3.22 (29)	5.22 (30), 1.75 (32)
2.69 (19)	2.55 (19)
2.34 (14 β)	1.65 (14 α), 1.29 (18)
1.75 (32)	3.22 (29)
1.71 (17)	2.55 (15), 2.34 (14 β), 1.58 (27), 1.29 (18), 1.16 (26)
1.68 (33)	5.22 (30)
1.65 (14 α)	2.55 (15), 2.34 (14 β)

ตาราง 29 (ต่อ)

$\delta_{\text{H}} (\text{C}_n)$	$\delta_{\text{H}} (\text{C}_n)$
1.58 (27)	4.37 (20), 1.16 (26), 1.07 (22)
1.41 (28)	4.37 (20), 1.16 (26)
1.36 (23)	4.37 (25), 1.07 (22)
1.29 (18)	2.55 (15), 2.34 (14 β), 1.71 (17)
1.16 (26)	1.71 (17), 1.58 (27), 1.41 (28)
1.07 (22)	2.55 (15), 1.58 (27), 1.36 (23)

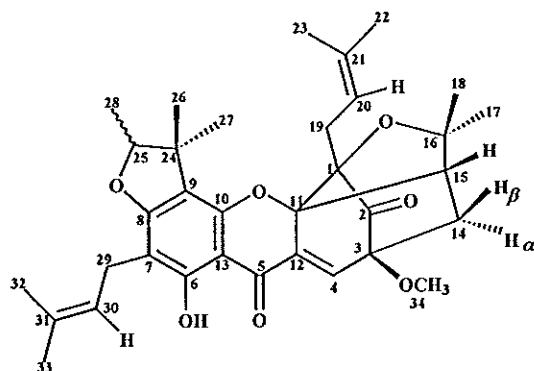
ตาราง 30 ข้อมูล 2D HMBC ของ WK3

$\delta_{\text{H}} (\text{C}_n)$	$\delta_{\text{C}} (\text{C}_n)$
13.15 (6)	178.23 (5), 166.87 (8), 163.26 (6), 105.77 (7), 101.39 (13)
7.49 (4)	202.26 (2), 178.23 (5), 132.38 (12), 89.30 (11), 84.90 (3), 84.19 (1), 49.94 (15), 30.85 (14)
5.22 (30)	121.75 (30), 25.70 (33), 21.42 (29), 17.73 (32)
4.37 (20, 25)	43.47 (24), 25.47 (22), 24.06 (27), 21.07 (26), 16.87 (23), 13.57 (28)
3.62 (34)	84.90 (3)
3.22 (29)	166.87 (8), 163.26 (6), 131.98 (31), 121.75 (30), 105.77 (7)
2.69 (19)	202.26 (2), 135.59 (21), 117.17 (20), 89.30 (11), 84.19 (1), 49.94 (15)
2.55 (15, 19)	202.26 (2), 89.30 (11), 84.90 (3), 84.19 (1), 30.78 (18)
2.34 (14 β)	202.26 (2), 133.96 (4), 89.30 (11), 84.90 (3), 83.23 (16), 49.94 (15)
1.75 (32)	131.98 (31), 121.75 (30), 105.77 (7), 25.70 (33)
1.71 (17)	83.23 (16), 49.94 (15), 28.93 (19)
1.58 (27)	113.03 (9), 90.61 (25), 43.47 (24), 21.07 (26)
1.41 (28)	90.61 (25), 43.47 (24), 21.07 (26)

ตาราง 30 (ต่อ)

$\delta_H(C_n)$	$\delta_C(C_n)$
1.36 (23)	135.59 (21), 117.17 (20), 84.19 (1), 16.87 (23)
1.29 (18)	83.23 (16), 49.94 (15), 30.78 (18)
1.16 (26)	113.03 (9), 90.61 (25), 43.47 (24), 24.06 (27), 13.57 (28)
1.07 (22)	135.59 (21), 117.17 (20), 84.19 (1), 25.47 (22)

จากการที่ WK3 มี chromophore เหมือนกับ WK1 และให้หน่วยย่อยของโครงสร้างที่แตกต่างกันเพียงหน่วยโครงสร้างเดียว จึงสรุปว่า WK3 มีโครงสร้างแตกต่างเฉพาะ โครงสร้าง isoprenyl group ที่ต่อที่ C-1 ข้อมูล 2D HMBC (ภาพประกอบ 3.25) (ตาราง 30) ยืนยันข้อสรุปนี้ว่าถูกต้อง ดังนั้น WK3 มีโครงสร้างดังนี้



4

การวิเคราะห์โครงสร้างของ WK5

WK5 เป็นของหนืดสีเหลือง แสดงค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.45 ในตัวเคลื่อนที่ 2%เมธานอลใน ไดคลอโรมีเทน

IR สเปกตรัม (ภาพประกอบ 3.28) แสดงแถบการดูดกลืนเช่นเดียวกับ WK1 ซึ่งแสดงแถบการยืดของหมู่ไฮดรอกซิลของกรดคาร์บอกซิลิกที่ $3504-2500\text{ cm}^{-1}$ และการยืดของพันธะ C=O ของหมู่คาร์บอนิลของคีโตนอิ่มตัวที่ 1744 cm^{-1} หมู่คาร์บอนิลของ α,β -unsaturated carboxylic acid ที่ 1694 cm^{-1} และหมู่คาร์บอนิลของ chelated ortho-hydroxyl carbonyl ที่ 1624 cm^{-1} ยืนยันด้วยข้อมูล ^{13}C NMR สเปกตรัม (ภาพประกอบ 3.30) ซึ่งแสดงสัญญาณของคาร์บอนิลคาร์บอนที่ δ 203.20, 166.65 และ 179.00 ตามลำดับ

แมสสเปกตรัม (ภาพประกอบ 3.26) แสดงมวลโมเลกุล 608 ซึ่งสอดคล้องกับสูตรโครงสร้าง $C_{34}H_{40}O_{10}$

UV สเปกตรัม (ภาพประกอบ 3.27) แสดงแถบการดูดกลืนแสงที่ λ_{max} ใกล้เคียงกับ WK1 ที่ 365 nm ดังนั้น WK5 ควรจะมี chromophore เหมือน WK1

1H NMR สเปกตรัม (ภาพประกอบ 3.29) แสดงสัญญาณคล้ายกับ WK1 สัญญาณส่วนที่แตกต่างคือ WK1 แสดง vinyl methine proton จำนวน 2 โปรตอน (δ 5.67, *qdd*, $J = 9.6, 4.5$ และ 1.5 Hz และ δ 5.20, *ht*, $J = 7.2$ และ 1.5 Hz) ขณะที่ WK5 ให้สัญญาณของโอลิฟินิกโปรตอนชนิดนี้จำนวนเพียง 1 โปรตอน (δ 5.20, *qdd*, $J = 11.4, 3.4$ และ 1.4 Hz) และให้สัญญาณของ vinyl methylene proton ที่ δ 5.07 (*m*, 1H) และ 4.92 (*m*, 1H) ซึ่งจาก 2D HMQC ยืนยันว่า โปรตอนทั้งสองอยู่บนคาร์บอนตัวเดียวกัน (δ 110.31) และสัญญาณ oxymethine proton เพิ่มจาก WK1 อีก 1 โปรตอน ที่ δ 4.32 (*dd*, $J = 11.0$ และ 3.2 Hz) นอกจากนี้ WK5 แสดงสัญญาณของ vinyl methyl group 2 หมู่ (δ 1.87 และ δ 1.65) ขณะที่ WK1 แสดงสัญญาณโปรตอนชนิดนี้จำนวน 3 หมู่

จากค่าคงที่ของการคู่ควบที่ได้จาก 1H NMR สเปกตรัม (ตาราง 23) และผลของการคู่ควบที่วิเคราะห์ได้จาก 1H - 1H COSY (ภาพประกอบ 3.32) (ตาราง 31) ทำให้ได้หน่วยโครงสร้าง 3 หน่วย (1, 3 และ 4) เหมือนใน WK1 และได้หน่วยของโครงสร้างที่แตกต่าง คือ หน่วยโครงสร้าง 6

ตาราง 31 ข้อมูล 1H - 1H COSY ของ WK5

entry	$\delta_H(C_n)$	$\delta_H(C_n)$	หน่วยโครงสร้าง
1	5.20 (20)	3.81 (19), 2.73 (19), 1.65 (22)	1
	3.81 (19)	5.20 (20), 2.73 (19)	
	2.73 (19)	3.81 (19), 1.65 (22), 5.20 (20)	
	1.65 (22)	5.20 (20), 2.73 (19)	
2	4.56 (25)	1.45 (28)	3
	1.45 (28)	4.56 (25)	
3	2.64 (15)	1.70 (14), 1.29 (18)	4
	2.35 (14)	1.70 (14), 1.29 (18), 7.51 (4)	
	1.71 (17)	1.29 (18), 2.35 (14), 2.64 (15)	
4	5.07 (32)	4.92 (32), 4.32 (30), 1.87 (33)	6

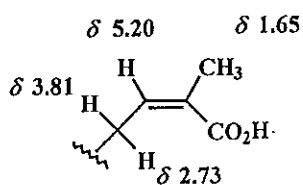
ตาราง 31 (ต่อ)

entry	$\delta_{\text{H}}(\text{C}_n)$	$\delta_{\text{H}}(\text{C}_n)$	หน่วยโครงสร้าง
4	4.92 (32)	5.07 (32), 4.32 (30), 1.87 (33)	6
	4.32 (30)	5.07 (32), 4.92 (32), 2.98 (29), 2.64 (29), 1.87 (33)	

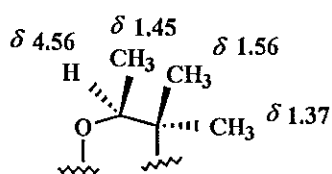
ตาราง 32 ข้อมูล 1D NOE ของ WK5

$\delta_{\text{H}}(\text{C}_n)$	$\delta_{\text{H}}(\text{C}_n)$
1.87 (33)	4.92 (32), 4.32 (30), 2.98 (29), 2.64 (29)
1.71 (17)	2.64 (15), 2.35 (14), 1.37 (27), 1.29 (18)
1.65 (22)	5.20 (20), 3.81 (19)
1.56 (26)	4.56 (25), 3.81 (19), 1.71 (17), 1.45 (28)
1.45 (28)	4.56 (25), 1.56 (26)
1.37 (27)	4.56 (25), 2.64 (15), 1.71 (17), 1.56 (26)
1.29 (18)	2.64 (15), 2.35 (14), 1.71 (17)

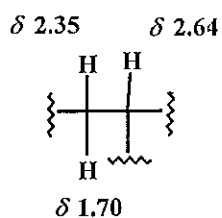
ข้อมูล 1D NOE (ตาราง 32) ซึ่งให้เห็นว่าพันธะคู่ของหน่วยโครงสร้าง 1 มี configuration เป็น Z เหมือนใน WK1 นอกจากนี้ข้อมูลเหล่านี้ยังช่วยในการระบุตำแหน่งโปรตอนในหน่วยโครงสร้างดังแสดง



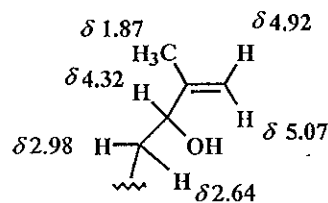
หน่วยโครงสร้าง 1



หน่วยโครงสร้าง 3



หน่วยโครงสร้าง 4

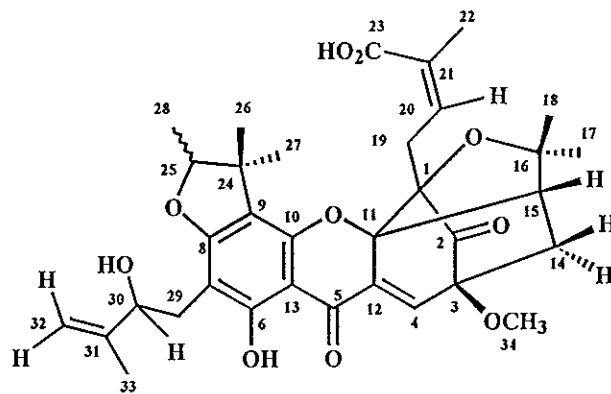


หน่วยโครงสร้าง 6

ตาราง 33 ข้อมูล 2D HMBC ของ WK5

$\delta_{\text{H}}(\text{C}_n)$	$\delta_{\text{C}}(\text{C}_n)$
7.51 (4)	203.20 (2), 132.50 (12), 89.20 (11), 84.35 (1), 49.74 (15)
5.07 (32)	146.84 (31), 73.72 (30), 18.66 (33)
4.92 (32)	73.72 (30), 18.66 (33)
4.56 (25)	167.71 (8), 112.50 (9), 28.80 (29), 16.77 (28)
4.32 (30)	146.84 (31), 110.31 (32)
3.81 (19)	203.20 (2), 135.65 (20), 129.58 (21), 89.20 (11), 84.35 (1)
3.65 (34)	85.15 (3)
2.98 (29)	167.71 (8), 163.83 (6), 101.66 (7), 73.72 (30)
2.64 (15, 29)	167.71 (8), 163.83 (6), 146.84 (31), 101.66 (7), 85.15 (3), 84.35 (1), 73.72 (30)
1.87 (33)	146.84 (31), 110.31 (32), 73.72 (30)
1.71 (17)	203.20 (2), 83.46 (16), 49.74 (15), 29.07 (19)
1.65 (22)	166.65 (23), 135.65 (20), 129.58 (21), 89.20 (11), 85.15 (3), 83.46 (16), 49.74 (15)
1.56 (26)	112.50 (9), 92.43 (25), 43.94 (24), 28.80 (29), 16.77 (28)
1.45 (28)	92.43 (25), 43.94 (24)
1.37 (27)	112.50 (9), 92.43 (25), 43.94 (24), 19.28 (26)
1.29 (18)	83.46 (16), 49.74 (15), 30.81 (18)

จากข้อมูล 2D HMBC (ภาพประกอบ 3.34) (ตาราง 33) ที่ว่าหน่วยโครงสร้าง 1 อยู่ที่ C-1 เนื่องจาก H-19 (δ 3.81) แสดงความสัมพันธ์แบบ 2J กับ C-1 (δ 84.35) และแบบ 3J กับ C-2 (δ 203.20) ขณะที่หน่วยโครงสร้าง 6 จะต่อเข้ากับ C-7 โดยผลเนื่องจากระบบความสัมพันธ์แบบ 2J ระหว่าง H-29 (δ 2.98 และ 2.64) กับ C-7 (δ 101.66) และแบบ 3J ระหว่าง H-29 กับ C-6 (δ 163.83) และ C-8 (δ 167.71) ดังนั้น WK5 จึงมีโครงสร้างดังแสดง



5

การวิเคราะห์โครงสร้างของ WK2

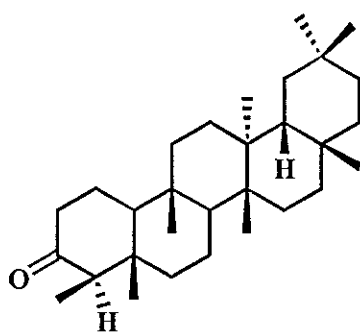
WK2 เป็นของแข็งสีขาว หลอมเหลวที่ $247-248^{\circ}\text{C}$ และแสดงค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.52 ในตัวเคลื่อนที่ 80% ไดคลอโรโรมีเทนในปิโตรเลียมอีเธอร์

IR สเปกตรัม (ภาพประกอบ 3.36) แสดงแถบการยืดของ C-H ที่ 2928 และ 2870 cm^{-1} และหมู่คาร์บอนิลอิมิดที่ 1716 cm^{-1} และแสดงสัญญาณใน ^1H ^{13}C NMR สเปกตรัม (ภาพประกอบ 3.37 และ 3.38 ตามลำดับ) และแมสสเปกตรัม (ภาพประกอบ 3.35) ดังนี้

^1H NMR (CDCl_3) (δ ppm)	2.40 (<i>ddd</i> , $J = 13.6, 4.8$ และ 1.6 Hz, 1H), 2.30 (<i>dd</i> ,
(500 MHz)	$J = 12.8$ และ 6.4 Hz, 1H), 2.25 (<i>q</i> , $J = 7.2$ Hz, 1H),
	2.00-1.94 (<i>m</i> , 1H), 1.78 (<i>md</i> , $J = 12.8$ Hz, 1H), 1.69
	(<i>dq</i> , $J = 12.8$ และ 1.6 Hz, 1H), 1.60-1.20 (<i>m</i> , 20H),
	1.18 (<i>s</i> , 3H), 1.06 (<i>s</i> , 3H), 1.02 (<i>s</i> , 3H), 1.01 (<i>s</i> , 3H),
	0.96 (<i>s</i> , 3H), 0.89 (<i>d</i> , $J = 7.2$ Hz, 3H), 0.87 (<i>s</i> , 3H),
	0.73 (<i>s</i> , 3H)

^{13}C NMR (CDCl_3) (δ ppm)	59.54, 58.27, 53.15, 42.86, 42.17, 41.55, 41.34, 39.74,
(125 MHz)	39.28, 38.34, 37.49, 36.06, 35.67, 35.38, 35.04, 32.82,
	32.46, 32.18, 31.80, 30.53, 30.03, 28.19, 22.30, 20.27,
	18.67, 18.27, 17.96, 14.68, 6.82
MS (m/z) (%)	426 (22), 411 (15), 341 (7), 302 (26), 273 (47), 246 (29),
	231 (40), 218 (48), 205 (56), 193 (30), 191 (50), 179
	(54), 163 (58), 161 (49), 149 (50), 137 (62), 135 (55), 124
	(60), 123 (75), 121 (62), 119 (47), 111 (60), 109 (73), 108
	(46), 107 (64), 97 (60), 96 (73), 95 (76), 93 (64), 91 (56),
	83 (72), 82 (71), 81 (80), 79 (64), 69 (91), 68 (64), 67 (77),
	57 (69), 55 (100), 53 (66), 43 (89), 41 (88), 39 (47), 29
	(77), 28 (64)

เมื่อเปรียบเทียบข้อมูล ^1H NMR สเปกตรัมกับ Friedelin (6) (จุดหลอมเหลว 268°C) พบว่าสารทั้งสองให้ ^1H NMR สเปกตรัม ที่เหมือนกันทุกประการถึงแม้ว่าจุดหลอมเหลวต่างกัน จึงสรุปว่า WK2 เป็น Friedelin ซึ่งมีโครงสร้างดังนี้



6

การวิเคราะห์โครงสร้างของ WK4

WK4 เป็นของแข็งสีขาว หลอมเหลวที่ $155-156^\circ\text{C}$ และแสดงค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.20 ในตัวเคลื่อนที่ 80% ไดคลอโรโรมีเทนในปิโตรเลียมอีเทอร์

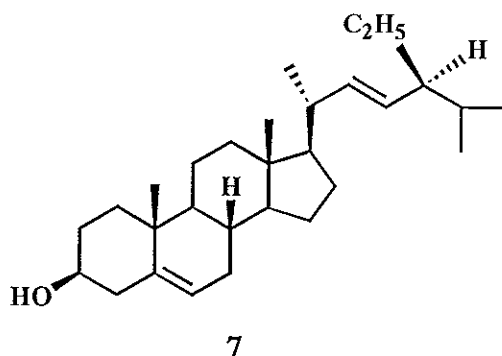
IR สเปกตรัม (ภาพประกอบ 3.40) แสดงแถบการยืดของหมู่ไฮดรอกซิลที่ 3341 cm^{-1} และ หมู่ C-H ที่ 2958 , 2936 และ 2868 cm^{-1} และแสดงสัญญาณใน ^1H ^{13}C NMR สเปกตรัม (ภาพประกอบ 3.41 และ 3.42 ตามลำดับ) และ แมสสเปกตรัม (ภาพประกอบ 3.39) ดังนี้

^1H NMR (CDCl_3) (δ ppm) 5.35 (*m*, 1H), 5.15 (*dd*, $J = 12.3$ และ 6.7 Hz, 1H), 5.03 (*dd*, $J = 12.3$ และ 6.7 Hz, 1H), 3.56-3.48 (*m*, 1H), 2.29 (*ddd*, $J = 12.3$, 6.0 และ 2.1 Hz, 1H), 2.24 (*qd*, $J = 10.8$ และ 2.1 Hz, 1H), 2.09-1.94 (*m*, 3H), 1.88 -1.80 (*m*, 2H), 1.75-1.66 (*m*, 1H), 1.60-1.39 (*m*, 11H), 1.31-1.04 (*m*, 5H), 1.02 (*d*, $J = 6.7$ Hz, 3H), 1.01 (*s*, 3H), 1.00-0.90 (*m*, 2H), 0.85 (*d*, $J = 6.7$ Hz, 3H), 0.81 (*t*, $J = 7.1$ Hz, 3H), 0.80 (*d*, $J = 6.5$ Hz, 3H), 0.70 (*s*, 3H)

^{13}C NMR (CDCl_3) (δ ppm) 140.79, 138.33, 129.34, 121.72, 71.83, 56.91, 56.02, 51.27, (125 MHz) 50.22, 42.36, 42.26, 40.49, 39.74, 37.31, 36.55, 31.95, 31.95, 31.91, 31.71, 28.92, 25.42, 24.40, 21.24, 21.11, 21.08, 19.42, 19.01, 12.26, 12.08

MS (*m/z*) (%) 412 (33), 351 (22), 300 (21), 271 (37), 255 (50), 213 (33), 163 (30), 161 (37), 159 (53), 151 (29), 147 (47), 145 (52), 135 (39), 133 (56), 131 (37), 123 (49), 121 (46), 119 (49), 109 (50), 107 (60), 105 (58), 97 (65), 95 (65), 93 (61), 91 (64), 83 (76), 81 (74), 79 (64), 69 (80), 67 (66), 57 (64), 55 (91), 43 (100), 41 (85), 29 (66), 28 (74), 27 (50)

จากการเปรียบเทียบข้อมูล ^1H NMR สเปกตรัม และจุดหลอมเหลวกับ Stigmasterol (จุดหลอมเหลว 156°C) พบว่า WK4 เป็น Stigmasterol (7) เนื่องจากให้ข้อมูลสเปกตรัม และจุดหลอมเหลวเหมือนกัน



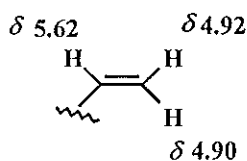
การวิเคราะห์โครงสร้างของ WK6

WK6 เป็นผลึกสีขาว หลอมเหลวที่ 104-107 °C แสดงค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.45 ในตัวเคลื่อนที่ 2% เมทานอลในไดคลอโรมีเทน

MS (<i>m/z</i>) (%)	442 (1), 427 (4), 385 (5), 317 (0.8), 275 (3), 273 (7), 205 (51),
	191 (21), 177 (13), 163 (24), 149 (32), 137 (41), 133 (66), 123 (60),
	121 (52), 119 (31), 111 (30), 109 (70), 107 (55), 95 (85), 93 (59), 81
	(89), 79 (55), 69 (99), 67 (77), 55 (100), 53 (35), 45 (27), 43 (77), 41
	(97), 29 (50), 28 (35)

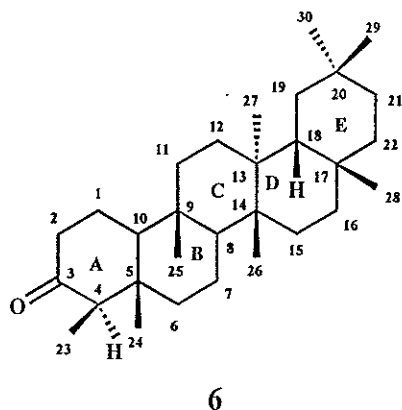
IR สเปกตรัม (ภาพประกอบ 3.44) แสดงแถบการดูดกลืนแสงที่ 3523-2500 และ 1713 cm^{-1} ซึ่งแสดงว่ามีหมู่คาร์บอกซิล ข้อสรุปนี้ได้รับการสนับสนุนจากข้อมูล MS สเปกตรัม ซึ่งแสดงไอออนย่อย *m/z* 45 ซึ่งเป็นแคตไอออนของหมู่ COOH

จากแมสสเปกตรัม (ภาพประกอบ 3.43) แสดงไอออนโมเลกุลที่ค่า *m/z* 442 ซึ่งสอดคล้องกับสูตรโมเลกุล $\text{C}_{30}\text{H}_{50}\text{O}_2$ เมื่อพิจารณาไอออนย่อยเปรียบเทียบกับ Friedelin พบว่า แสดงค่าไอออนย่อยที่ *m/z* 273 และ 205 เหมือนกัน แต่ WK6 มีมวลมากกว่า Friedelin 16 หน่วยมวล ดังนั้นคาดว่า WK6 มีโครงสร้างบางส่วนเหมือน Friedelin เมื่อเปรียบเทียบข้อมูล ^1H NMR สเปกตรัม (ภาพประกอบ 3.45) พบว่าแสดงสัญญาณส่วนใหญ่คล้ายกับ Friedelin สัญญาณส่วนที่แตกต่างคือ WK6 แสดงสัญญาณของโอลิฟินิกโปรตอนที่ δ 5.62 (*dd*, $J = 18.2$ และ 7.8 Hz, 1H); δ 4.92 (*d*, $J = 7.8$ Hz, 1H) และ δ 4.90 (*d*, $J = 18.2$ Hz, 1H) ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าคงที่การคู่ควบพบว่า โอลิฟินิกโปรตอนที่ δ 5.62 คู่ควบกับโอลิฟินิกโปรตอนที่ δ 4.90 ด้วยค่า $^3J_{\text{H,H}}$ 18.2 Hz แสดงว่าโปรตอนทั้งสองต้องอยู่ในลักษณะที่เป็น *trans* บนพันธะคู่ นอกจากนี้โอลิฟินิกโปรตอนที่ δ 5.62 ยังคู่ควบกับโอลิฟินิกโปรตอนที่ δ 4.92 ด้วยค่า $^3J_{\text{H,H}}$ 7.8 Hz แสดงว่าโปรตอนทั้งสองต้องอยู่ในลักษณะที่เป็น *cis* บนพันธะคู่ จากข้อมูลนี้สรุปว่า WK6 ประกอบด้วยหน่วยโครงสร้าง 7 ดังนี้



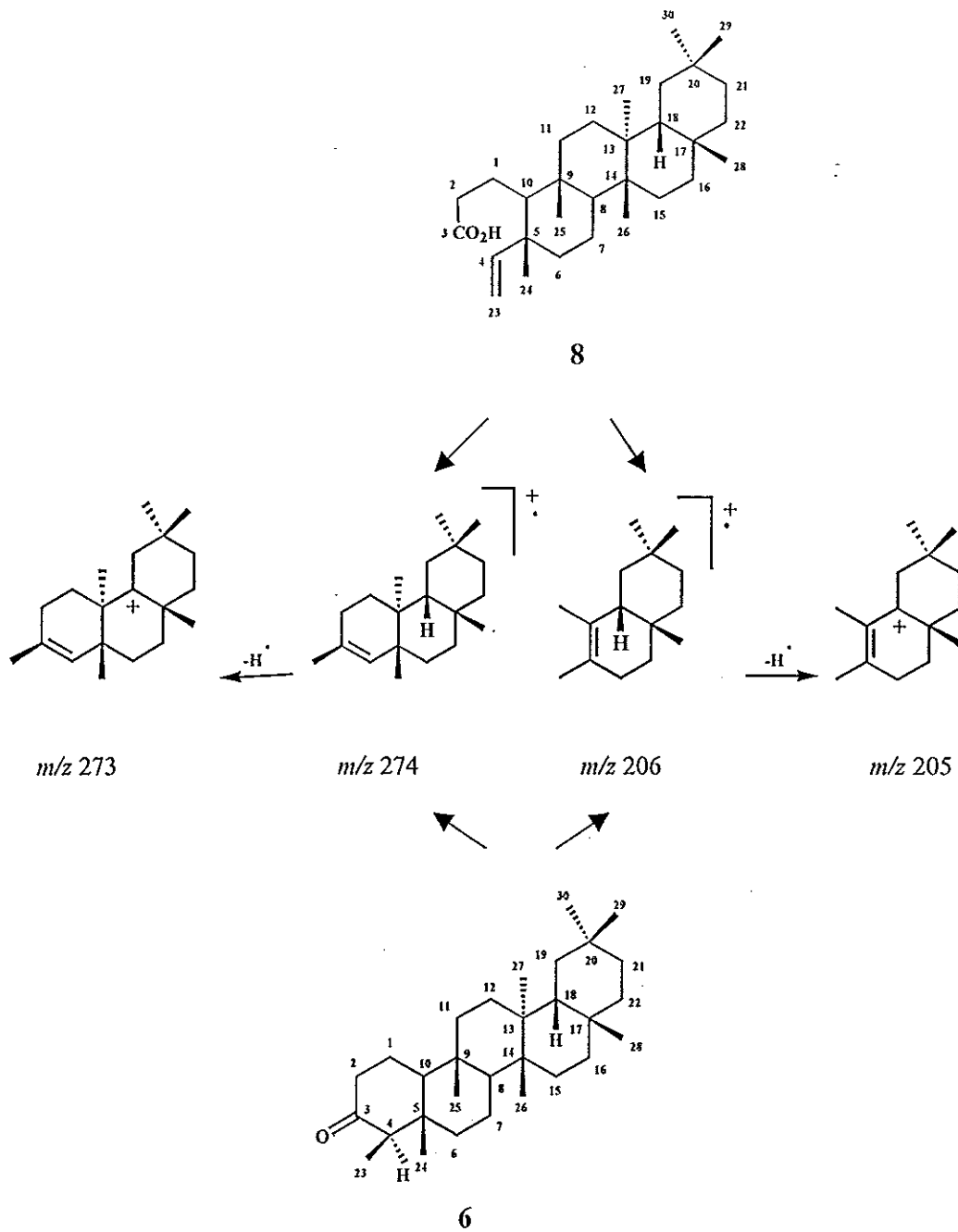
หน่วยโครงสร้าง 7

นอกจากนี้ WK6 ยังแสดงสัญญาณของหมู่เมทิลน้อยกว่าใน Friedelin 1 หมู่ โดยแสดงสัญญาณของ 3° methyl proton เหมือนกัน 7 หมู่ [WK6 แสดงสัญญาณที่ δ 1.26 (3H), 1.18 (3H), 1.02 (3H), 0.99 (6H), 0.95 (3H), 0.89 (3H); Friedelin แสดงสัญญาณที่ δ 1.18 (3H), 1.06 (3H), 1.02 (3H), 1.01 (3H), 0.96 (3H), 0.87 (3H), 0.73 (3H)] แต่ WK6 ไม่แสดงสัญญาณของ 2° methyl proton (δ 0.89, *d*, $J = 7.2$ Hz) (Me-23) และเมซีน โพรตอน (H-4) ที่ δ 2.25, *q*, $J = 7.2$ Hz ที่แสดงใน Friedelin (6)



6

ดังนั้นคาดว่า ใน WK6 มีส่วนของโครงสร้างแตกต่างจาก Friedelin เฉพาะที่วงแหวน A โดยวงแหวน A ใน WK6 จะแตกต่างกันระหว่าง C-3 และ C-4 ให้ส่วนโครงสร้าง 7 แทนที่ Me-23 และ H-4 ใน Friedelin นอกจากนี้ หมู่คาร์บอนิลที่ C-3 ของ Friedelin เปลี่ยนเป็นหมู่ COOH ซึ่งยืนยันด้วย ^1H NMR สเปกตรัม ที่ให้สัญญาณของเมทิลีน โพรตอนที่อยู่กับหมู่คาร์บอกซิล (CH_2COOH) ที่ δ 2.35-2.50 (*m*, 2H) ประกอบกับข้อมูลจาก IR สเปกตรัม ซึ่งแสดงว่ามีหมู่คาร์บอกซิลอยู่ในโครงสร้าง จากข้อมูลทั้งหมดคาดว่า WK6 มีโครงสร้าง (8) ซึ่งสามารถแตกตัวให้ไอออนย่อยที่ m/z 273 และ 205 เหมือน Friedelin

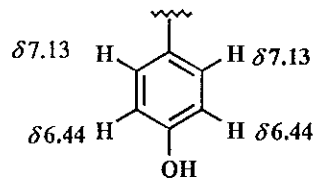


การวิเคราะห์โครงสร้างของ GS1

GS1 เป็นของแข็งสีน้ำตาล หลอมเหลวที่ 241-242 °C แสดงค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.23 ในตัวเคลื่อนที่ 10% เมทานอลในไดคลอโรมีเทน (2 ครั้ง)

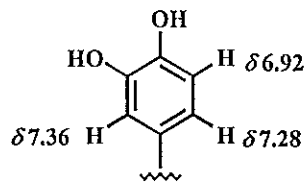
จากค่า chemical shift coupling constant และ multiplicity ใน ^1H NMR สเปกตรัม (ภาพประกอบ 3.46) สามารถจำแนกโปรตอนได้ 5 ชุด

1. พิจารณาค่า coupling constant ของโปรตอนที่มี δ 7.13 ($d, J = 10.0$ Hz, 2H) และโปรตอนที่มี δ 6.44 ($d, J = 10.0$ Hz, 2H) จะได้ว่าโปรตอนที่มี δ 7.13 คู่ควบแบบ *ortho* coupling กับโปรตอนที่มี δ 6.44 ด้วยค่าคงที่การคู่ควบ 10.0 Hz จากข้อมูลนี้แสดงว่า GS1 ประกอบด้วยหน่วยโครงสร้าง 8 ดังนี้



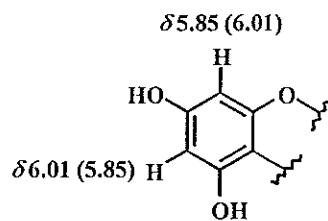
หน่วยโครงสร้าง 8

2. พิจารณาโปรตอนที่มี δ 7.36 ($s, 1H$); δ 7.28 ($d, J = 8.0$ Hz, 1H) และ δ 6.92 ($d, J = 8.0$ Hz, 1H) จะได้ว่าโปรตอนที่มี δ 7.28 และ δ 6.92 คู่ควบกันแบบ *ortho* coupling ด้วยค่าคงที่การคู่ควบ 8.0 Hz และ δ 7.36 ปรากฏสัญญาณเป็น *singlet* แสดงว่าไม่มีโปรตอนข้างเคียง คาดว่าโปรตอนนี้อยู่ตำแหน่ง *meta* กับโปรตอนที่มี δ 7.28 ดังแสดงในหน่วยโครงสร้าง 9



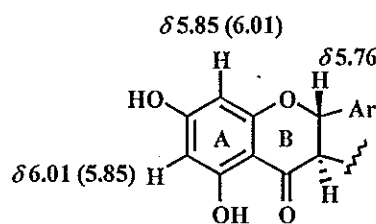
หน่วยโครงสร้าง 9

3. พิจารณาค่า chemical shift ของโปรตอนที่มี δ 6.01 ($s, 1H$) และ δ 5.85 ($s, 1H$) เป็นสัญญาณของอะโรมาติกโปรตอนที่ไม่มีโปรตอนข้างเคียง คาดว่าโปรตอนทั้งสองอยู่ในตำแหน่ง *meta* กัน ดังหน่วยโครงสร้าง 10



หน่วยโครงสร้าง 10

4. สัญญาณโปรตอนที่มี δ 5.76 (d , $J = 10.0$ Hz, 1H) จาก multiplicity พบว่า โปรตอนที่มี δ 5.76 ต้องมีโปรตอนข้างเคียง 1 โปรตอน แต่ใน ^1H NMR ไม่แสดงสัญญาณของโปรตอนข้างเคียง เพราะสัญญาณถูกบังด้วยพีกน้ำ พิจารณาค่าคงที่การคู่ควบ พบว่าเป็นการคู่ควบกันแบบ *diaxial trans* ใน flavanone (Ansari and Rahman, 1976) และคาดว่าหน่วยโครงสร้าง 10 เป็นส่วนของวงแหวน A ของ flavanone หน่วยโครงสร้าง 11



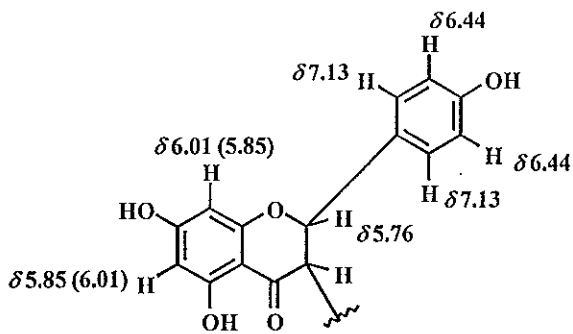
หน่วยโครงสร้าง 11

5. สัญญาณของโปรตอนที่มี δ 6.40 (s , 1H) และ δ 6.28 (s , 1H) เป็นสัญญาณของอะโรมาติก หรือโอลิฟินิกโปรตอนซึ่งไม่มีโปรตอนข้างเคียง

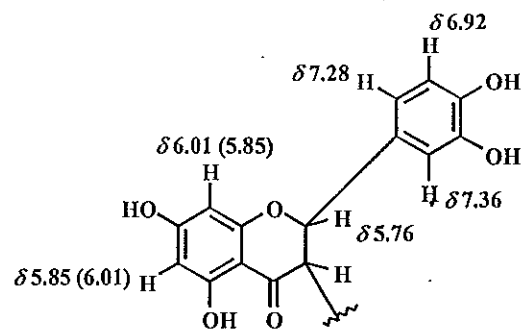
เมื่อพิจารณาค่า chemical shift ของโปรตอนในหน่วยโครงสร้าง 8, 9 และ 10 พบว่าปรากฏสัญญาณที่สนามสูงกว่าอะโรมาติกโปรตอนปกติ แสดงว่ามีหมู่ที่ให้อิเล็กทรอนิกส์กับวงแหวนเบนซีน ซึ่งหมู่ที่เป็นไปได้น่าจะเป็นหมู่ไฮดรอกซิล

จากข้อมูลทั้งหมดคาดว่าโครงสร้างหลักของ GS1 เป็นสารประเภท biflavone ซึ่งเกิดจากการเชื่อมกันระหว่าง flavanone และ flavone จากหน่วยโครงสร้าง 11 พบว่า flavanone จะเชื่อมต่อกับ flavone ที่ตำแหน่ง I-3 ดังนั้นวงแหวนอะโรมาติกที่ต่อที่ I-2 อาจเป็นหน่วยโครงสร้าง 8 หรือ 9

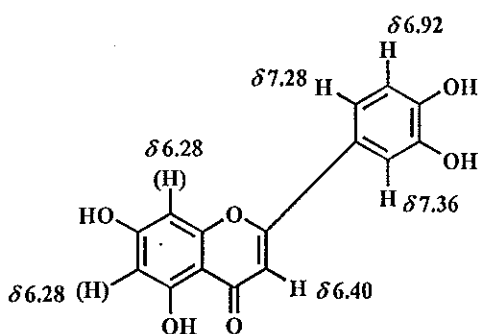
ซึ่งจะให้หน่วยโครงสร้าง 12 และ 13 ตามลำดับ ดังนั้นส่วนของ flavone อาจมีหน่วยโครงสร้างที่ 14 หรือ 15



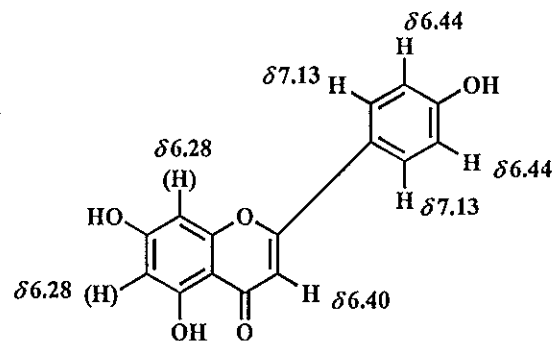
หน่วยโครงสร้าง 12



หน่วยโครงสร้าง 13

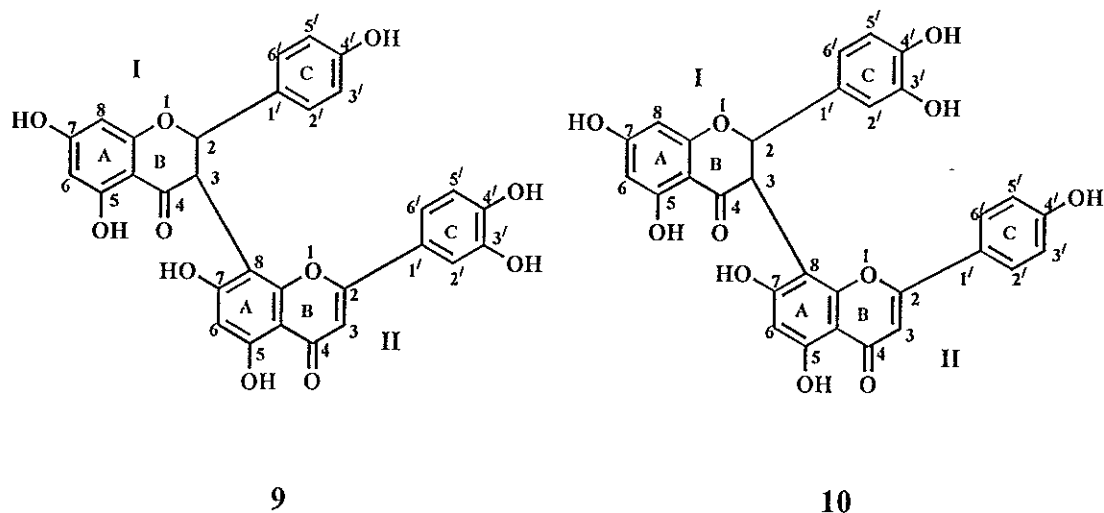


หน่วยโครงสร้าง 14



หน่วยโครงสร้าง 15

จากการเปรียบเทียบตำแหน่งของสัญญาณโปรตอนของหน่วยโครงสร้าง 12 และ 13 กับ biflavone 2 สารที่ทราบโครงสร้างแล้ว คือ morelloflavone (9) (Waterman and Crichton, 1980) และ I-5, II-5, I-7, II-7, I-3', I-4', II-4'-heptahydroxy-[I-3,II-8]-flavanonylflavone (Babu, *et al.*, 1988) (10) ซึ่งมีโครงสร้างและข้อมูลจาก ^1H NMR สเปกตรัม (ตาราง 34) ดังนี้



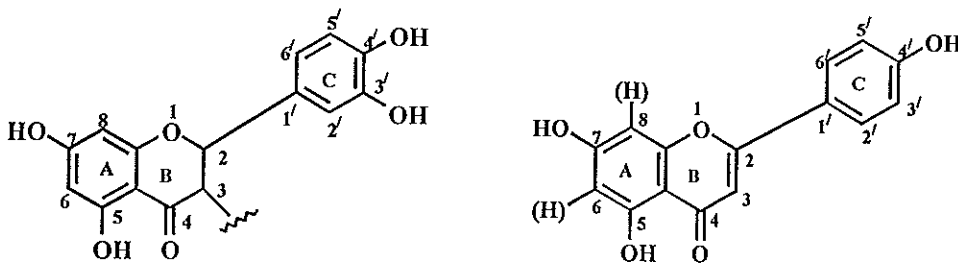
ตาราง 34 ข้อมูล $^1\text{H NMR}$ ของโครงสร้าง 9 และโครงสร้าง 10

ตำแหน่ง H	9 (δ ppm)(d_6 -DMSO)	ตำแหน่ง H	10 (δ ppm)(d_6 -DMSO)
I-2	5.73 (<i>d</i> , $J = 12.0$ Hz)	I-2	5.64 (<i>d</i> , $J = 12.0$ Hz)
I-3	4.86 (<i>d</i> , $J = 12.0$ Hz)	I-3	4.83 (<i>d</i> , $J = 12.0$ Hz)
I-6	5.97 (<i>s</i>)	I-6	5.91 (<i>s</i>)
I-8	5.97 (<i>s</i>)	I-8	5.91 (<i>s</i>)
I-2', I-6'	7.08 (<i>d</i> , $J = 9.0$ Hz)	I-2', I-6'	7.37 (<i>m</i>)
I-3', I-5'	6.50 (<i>d</i> , $J = 9.0$ Hz)	I-5'	6.84 (<i>d</i> , $J = 8.0$ Hz)
II-3	6.43 (<i>s</i>)	II-3	6.53 (<i>s</i>)
II-6	6.20 (<i>s</i>)	II-6	6.17 (<i>s</i>)
II-2'	7.72 (<i>d</i> , $J = 2.0$ Hz)	II-2', II-6'	7.08 (<i>d</i> , $J = 8.0$ Hz)
II-5'	6.80 (<i>d</i> , $J = 9.0$ Hz)	II-3', II-5'	6.32 (<i>d</i> , $J = 8.0$ Hz)
II-6'	7.19 (<i>dd</i> , $J = 9.0$ และ 2.0 Hz)		

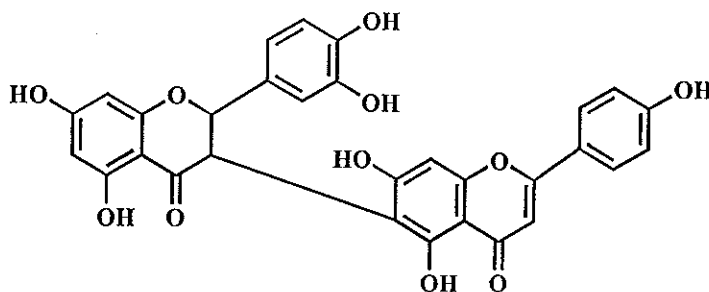
โครงสร้างของสาร 9 และสาร 10 ต่างที่การสลับตำแหน่งของวงแหวน C ในส่วนที่ I และส่วนที่ II เมื่อพิจารณาค่า chemical shift ของโปรตอนบน *p*-hydroxyphenyl substituent ซึ่งต่ออยู่ในส่วน I ของสาร 9 พบว่าในตำแหน่ง I-5' (δ 6.50) และ I-6' (δ 7.08) มีความแตกต่างกัน 0.58

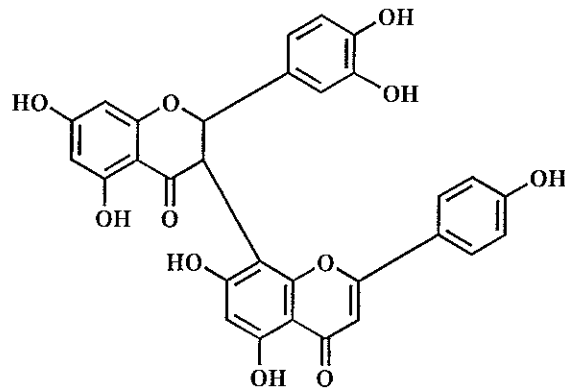
ppm ซึ่งผลต่างจะน้อยกว่า ในกรณีที่ *p*-hydroxyphenyl substituent ต่อในส่วนที่ II ของสาร 10 ซึ่งผลต่างของค่า chemical shift ของโปรตอนตำแหน่งดังกล่าว เท่ากับ 0.76 ppm และเมื่อพิจารณาในกรณีที่ 3,4-dihydroxyphenyl substituent ต่อในส่วน II ของสาร 9 ผลต่างของค่า chemical shift ของโปรตอนดังกล่าวเท่ากับ 0.53 ppm แต่ในกรณีที่ 3,4-dihydroxyphenyl substituent ต่อในส่วน I ของสาร 10 ค่า chemical shift ของโปรตอนตำแหน่ง I-2' (δ 7.37) และ I-6' (δ 7.37) มีค่าเท่ากัน

เมื่อพิจารณาใน GS1 ในส่วน *p*-hydroxyphenyl substituent ค่า chemical shift ที่ตำแหน่ง 5' (δ 6.44) และตำแหน่ง 6' (δ 7.13) มีผลต่างเท่ากับ 0.69 ppm และส่วน 3,4-dihydroxyphenyl substituent ค่า chemical shift ที่ตำแหน่ง 2' (δ 7.36) และตำแหน่ง 6' (δ 7.28) มีผลต่างเท่ากับ 0.08 จะได้ว่าผลต่างของค่า chemical shift ของโปรตอนทั้งที่พิจารณาทั้งส่วน *p*-hydroxyphenyl substituent และส่วน 3,4-dihydroxyphenyl substituent ใกล้เคียงกับ สาร 10 มากกว่า สาร 9 จากข้อมูลนี้สรุปว่า GS1 อาจมีหน่วยของ flavanone เป็นหน่วยโครงสร้างที่ 13 และ flavone เป็นหน่วยโครงสร้างที่ 15



ดังนั้น โครงสร้างของ GS1 ที่เป็นไปได้มี 2 โครงสร้าง คือ โครงสร้าง 11 หรือ โครงสร้าง 12 ขึ้นอยู่กับว่า flavanone จะต่อที่ II-6 หรือ II-8 ของ flavone





12

เมื่อพิจารณาจุดหลอมเหลวของ GS1 (241-242 °C) พบว่าใกล้เคียงกับจุดหลอมเหลวของสาร **12** (232-234 °C) (Babu, *et al.*, 1988) ดังนั้นคาดว่า GS1 คือ I-5, II-5, I-7, II-7, I-3', I-4', II-4'-heptahydroxy-[I-3,II-8]-flavanonylflavone

การวิเคราะห์โครงสร้างของ GS4

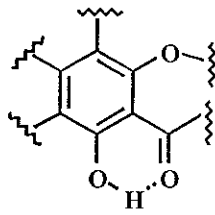
GS4 เป็นของแข็งสีเหลืองหลอมเหลวที่ 295-298 °C แสดงค่าคงที่การเคลื่อนที่ 0.37 ในตัวเคลื่อนที่ 20%เมทานอลในเบนซีน

IR สเปกตรัม (ภาพประกอบ 3.50) แสดงแถบการยืดของหมู่ไฮดรอกซิลที่ 3357 และ 3269 cm^{-1} และหมู่คาร์บอนิลที่ 1648 cm^{-1}

UV สเปกตรัม (ภาพประกอบ 3.49) แสดงแถบการดูดกลืนที่ 346, 288 และ 224 nm แสดงว่ามีระบบคอนจูเกชันของโครงสร้าง flavone

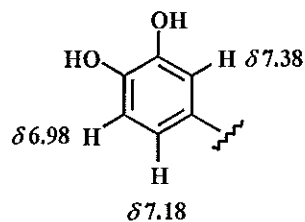
จากค่า chemical shift coupling constant และ multiplicity ใน ^1H NMR สเปกตรัม (ภาพประกอบ 3.51) สามารถจำแนกโปรตอนได้ 6 ชุด

1. สัญญาณที่ δ 12.85 (*brs*, 1H) และ δ 12.23 (*brs*, 1H) แสดงว่ามี hydroxy proton ที่เกิดพันธะไฮโดรเจนกับหมู่คาร์บอนิล ในหน่วยโครงสร้างที่ 16 จำนวน 2 หน่วยโครงสร้างของสารประเภท flavone



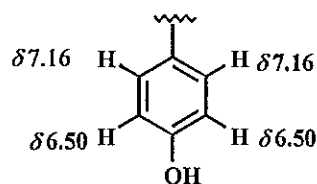
หน่วยโครงสร้าง 16

2. พิจารณาโปรตอนที่มี δ 7.38 ($d, J = 2.9 \text{ Hz}, 1\text{H}$); 7.18 ($dd, J = 8.9$ และ $2.9 \text{ Hz}, 1\text{H}$) และ 6.98 ($d, J = 8.9 \text{ Hz}, 1\text{H}$) จากค่า coupling constant ได้ว่าโปรตอนที่มี δ 7.18 คู่ควมแบบ *ortho* coupling กับโปรตอนที่มี δ 6.98 ด้วยค่าคงที่การคู่ควม 8.9 Hz และคู่ควมแบบ *meta* coupling กับโปรตอนที่มี δ 7.38 ด้วยค่าคงที่การคู่ควม 2.9 Hz จากข้อมูลเหล่านี้ได้ว่า GS4 ประกอบด้วยหน่วยโครงสร้าง 17 ดังนี้



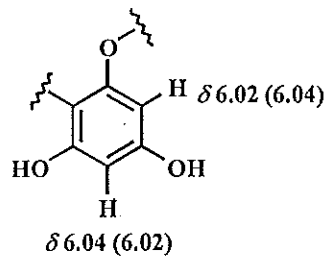
หน่วยโครงสร้าง 17

3. พิจารณา ค่า coupling constant ของโปรตอนที่มี δ 7.16 ($d, J = 8.9 \text{ Hz}, 2\text{H}$) และ δ 6.50 ($d, J = 8.9 \text{ Hz}, 2\text{H}$) จะได้ว่าโปรตอนที่มี δ 7.16 คู่ควมแบบ *ortho* coupling กับโปรตอนที่มี δ 6.50 ด้วยค่าคงที่การคู่ควม 8.9 Hz จากข้อมูลเหล่านี้ได้ว่า GS4 ประกอบด้วยหน่วยโครงสร้าง 18 ดังนี้



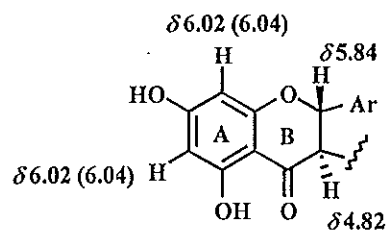
หน่วยโครงสร้าง 18

4. พิจารณาค่า coupling constant ของโปรตอนที่มี δ 6.04 (d , $J = 2.3$ Hz, 1H) และ δ 6.02 (d , $J = 2.3$ Hz, 1H) ได้ว่าโปรตอนที่มี δ 6.04 คู่ควบบแบบ *meta* coupling กับโปรตอนที่มี δ 6.02 ด้วยค่าคงที่การคู่ควบ 2.3 Hz แสดงว่ามีหน่วยโครงสร้าง 19 ประกอบในโครงสร้างของ GS4



หน่วยโครงสร้าง 19

5. สัญญาณโปรตอนที่มี δ 5.84 (d , $J = 11.8$ Hz, 1H) และ δ 4.82 (d , $J = 11.8$ Hz, 1H) เป็นสัญญาณของอะติฟาคิกโปรตอนที่อยู่ควบกันแบบ *diaxial trans* ใน flavanone (Ansari and Rahman, 1976) และหน่วยโครงสร้าง 19 เป็นส่วนของวงแหวน A ของ flavanone หน่วยโครงสร้าง 20



หน่วยโครงสร้าง 20

6. สัญญาณของโปรตอนที่มี δ 6.36 (s , 1H) และ δ 6.34 (s , 1H) เป็นสัญญาณของอะโรมาติกหรือโอลิฟินิกโปรตอนซึ่งไม่มีโปรตอนข้างเคียง

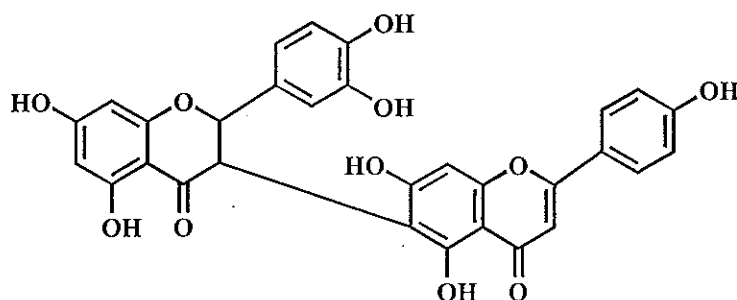
จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นคาดว่า GS4 เป็นสารประเภท biflavone เช่นเดียวกับ GS1 จึงนำข้อมูล ^1H NMR สเปกตรัม มาเปรียบเทียบกับกัน ดังแสดงในตาราง 35

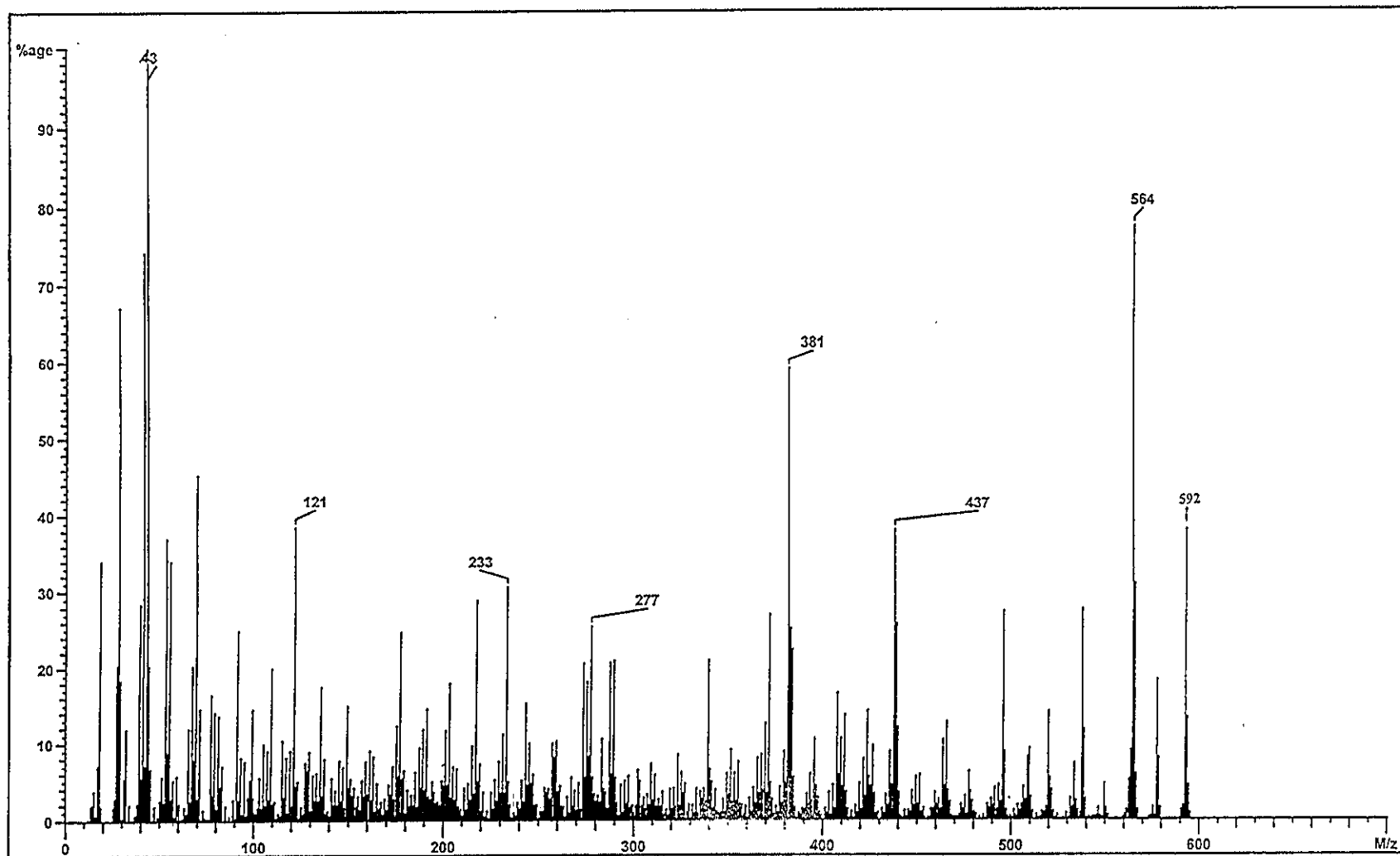
ตาราง 35 ข้อมูล ^1H NMR ของ GS1 และ GS4

ตำแหน่ง H	GS1 (δ ppm)(CD_3OD)	GS4 (δ ppm)(d_6 -DMSO+ CDCl_3)
I-2	5.76 (<i>d</i> , $J=10.0$ Hz)	5.84 (<i>d</i> , $J=11.8$ Hz)
I-3	*	4.82 (<i>d</i> , $J=11.8$ Hz)
I-6	6.01 หรือ 5.85 (<i>s</i>)	6.02 หรือ 6.04 (<i>d</i> , $J=2.3$ Hz)
I-8	5.85 หรือ 6.01 (<i>s</i>)	6.04 หรือ 6.02 (<i>d</i> , $J=2.3$ Hz)
I-2'	7.36 (<i>s</i>)	7.38 (<i>d</i> , $J=2.9$ Hz)
I-5'	6.92 (<i>d</i> , $J=8.0$ Hz)	6.98 (<i>d</i> , $J=8.9$ Hz)
I-6'	7.28 (<i>d</i> , $J=8.0$ Hz)	7.18 (<i>dd</i> , $J=8.9$ และ 2.9 Hz)
II-3	6.40 (<i>s</i>)	6.34 (<i>s</i>)
II-6	6.28 (<i>s</i>)	6.36 (<i>s</i>)
II-2', II-6'	7.13 (<i>d</i> , $J=10.0$ Hz)	7.16 (<i>d</i> , $J=8.9$ Hz)
II-3', II-5'	6.44 (<i>d</i> , $J=10.0$ Hz)	6.50 (<i>d</i> , $J=8.9$ Hz)

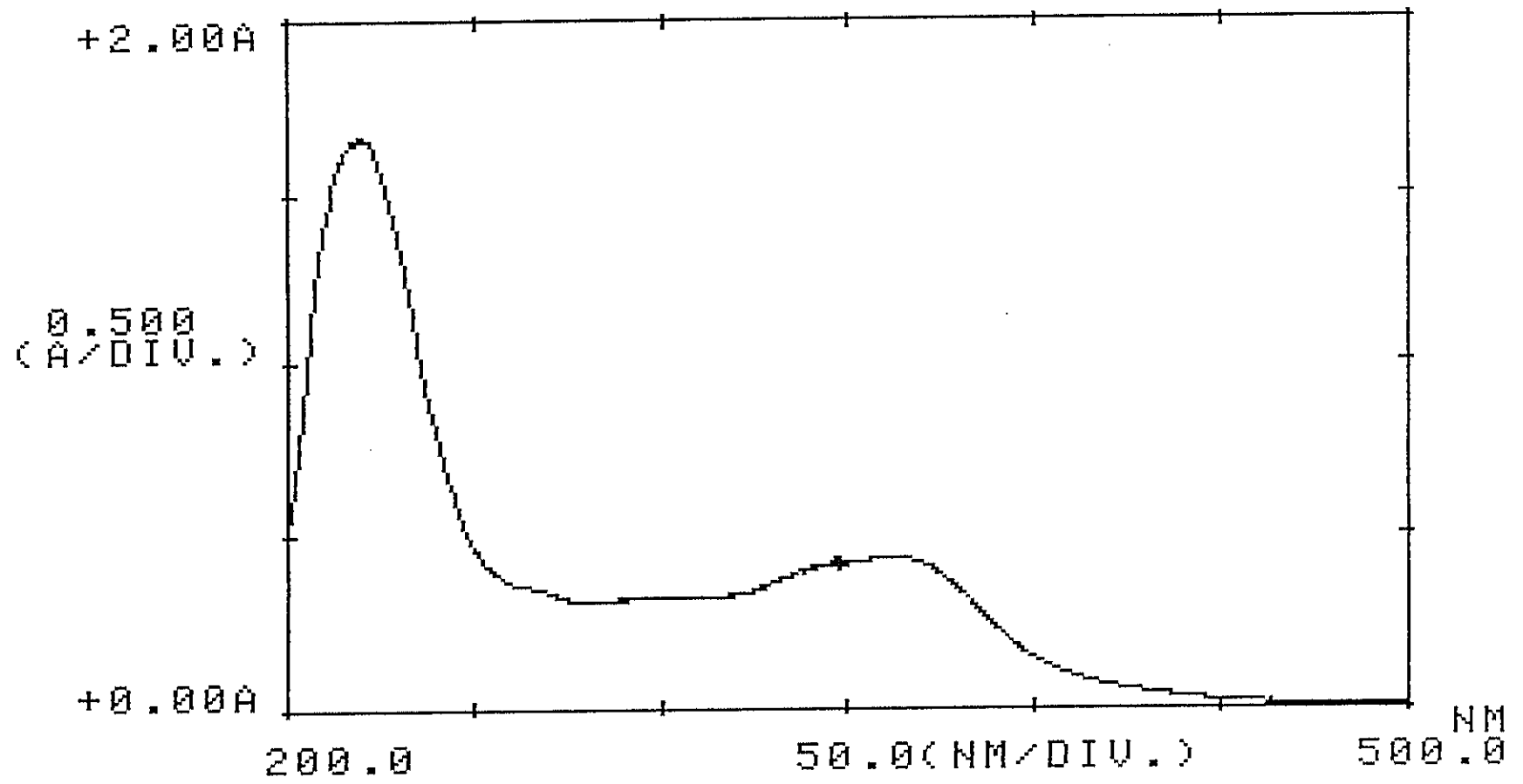
* ถูกบังด้วยฟีกของน้ำ

จากการเปรียบเทียบข้อมูล ^1H NMR กับ GS1 (ตาราง 35) พบว่ามีค่า chemical shift และ multiplicity ใกล้เคียงกันมาก แสดงว่า GS4 น่าจะมีหน่วย flavanone และ flavone เหมือนกับ GS1 แต่ทั้งสองหน่วยไม่น่าจะเชื่อมต่อกันแบบเดียวกับ GS1 เนื่องจากจุดหลอมเหลวของ GS4 ($295-298^\circ\text{C}$) ต่างกับ GS1 ($241-242^\circ\text{C}$) มาก ดังนั้นคาดว่า GS4 เป็นสารใหม่ซึ่งมีโครงสร้าง 11 ต้องอาศัยข้อมูลทางสเปกโทรสโกปีเพิ่มเติมเช่น 2D NMR สเปกตรัมต่างๆ ในการสรุปโครงสร้างที่ถูกต้องต่อไป

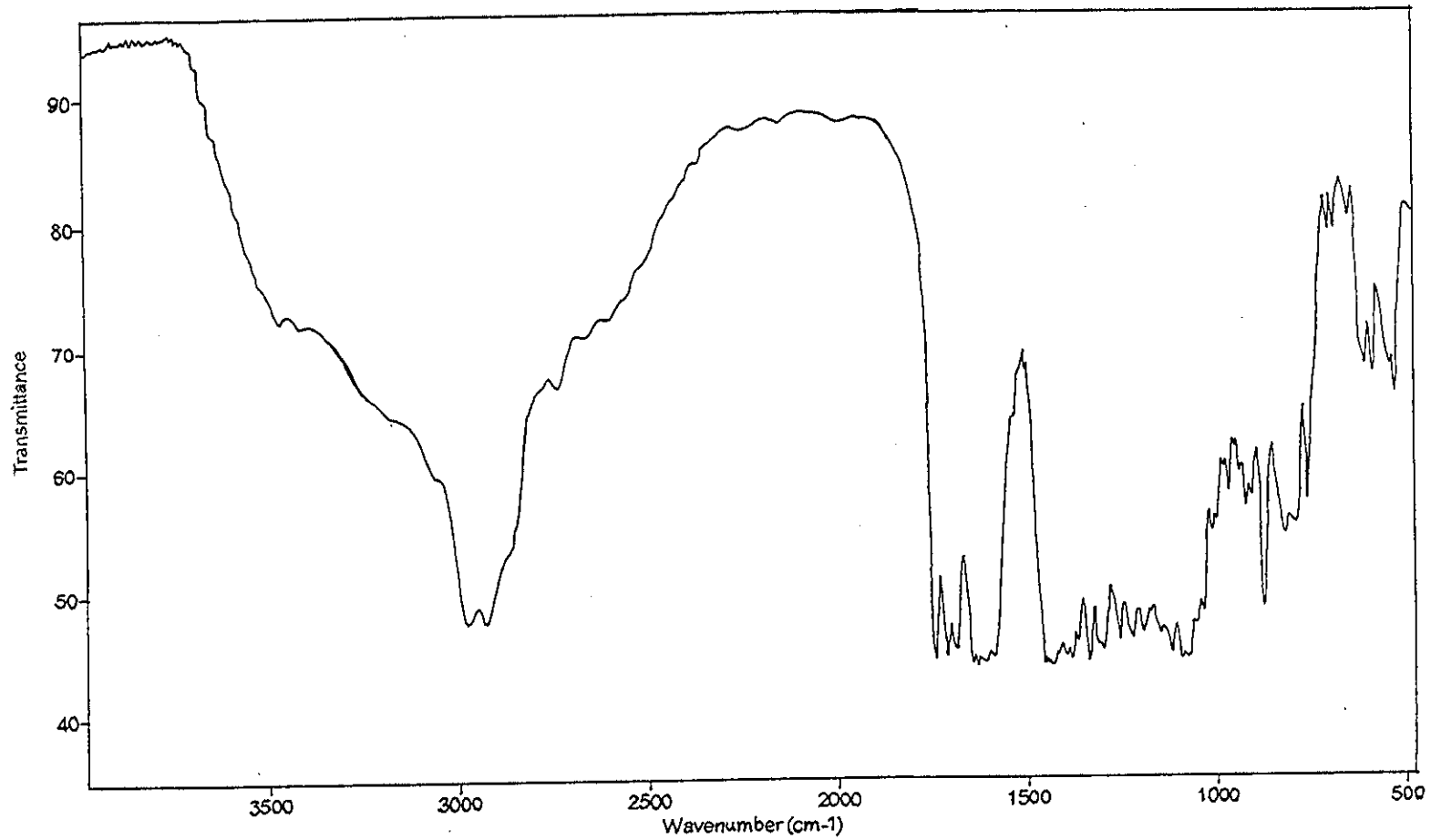




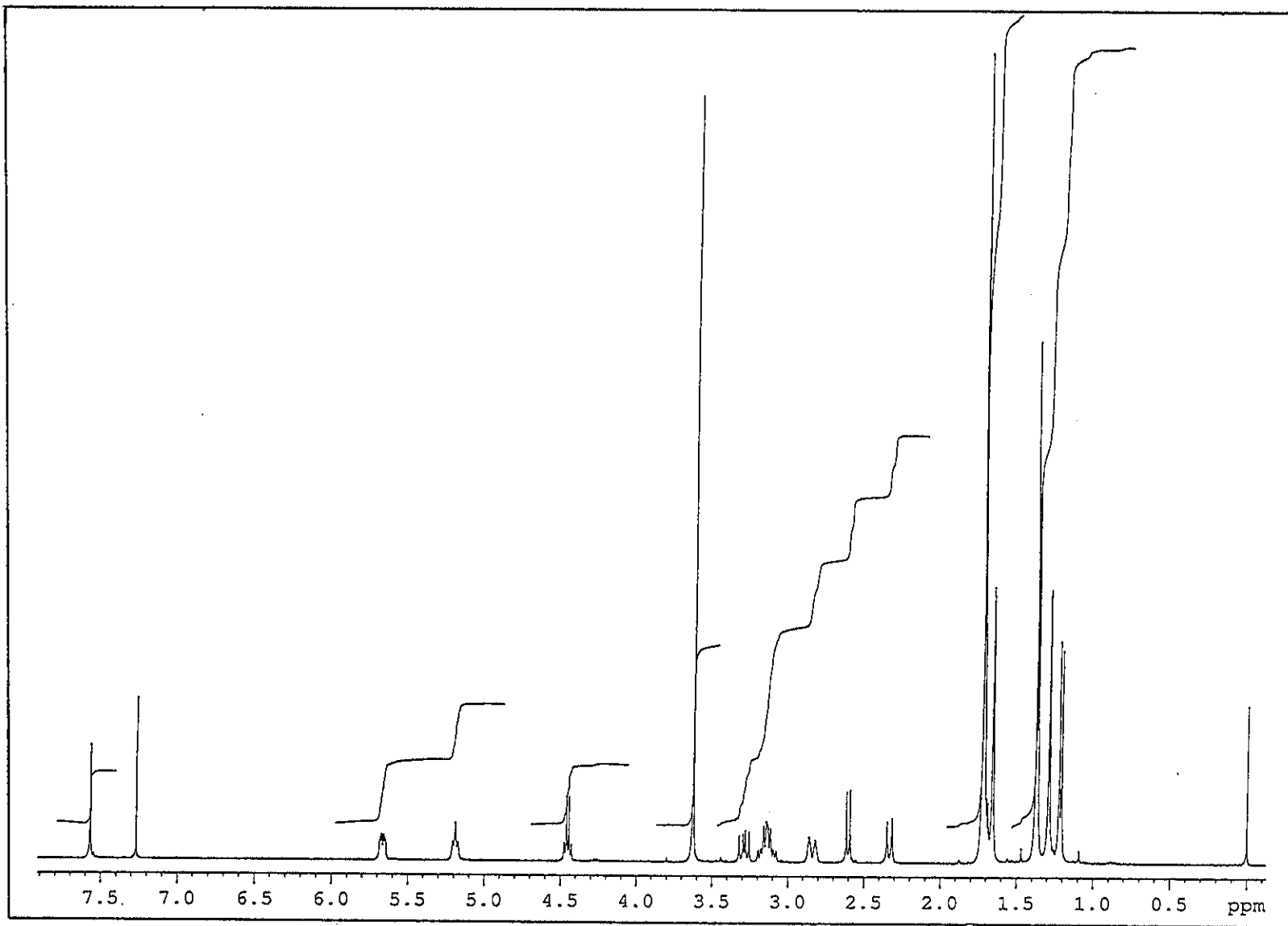
ภาพประกอบ 3.1 แมสสเปกตรัมของ WK1



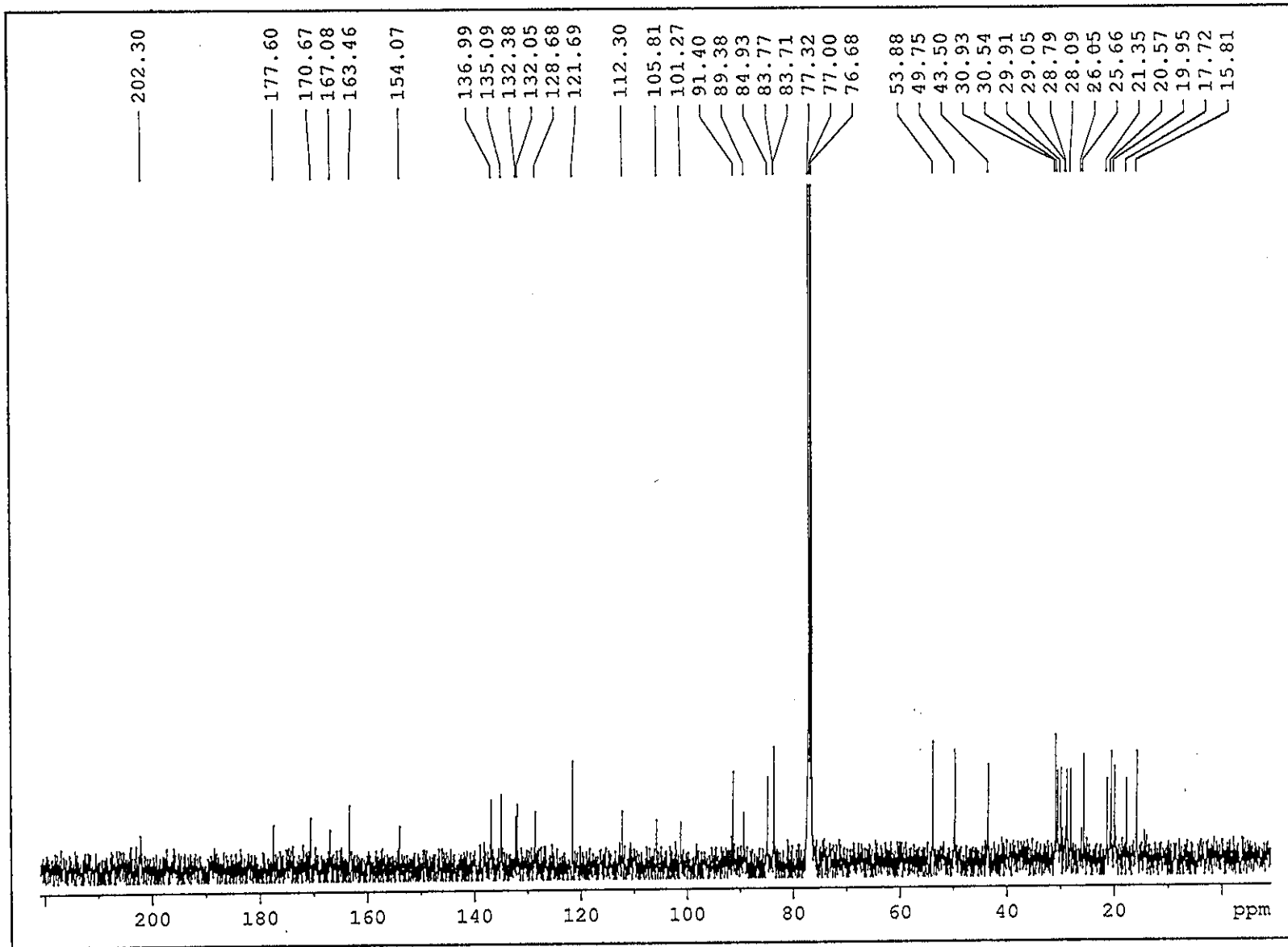
ภาพประกอบ 3.2 UV (MeOH) สเปกตรัมของ WK1



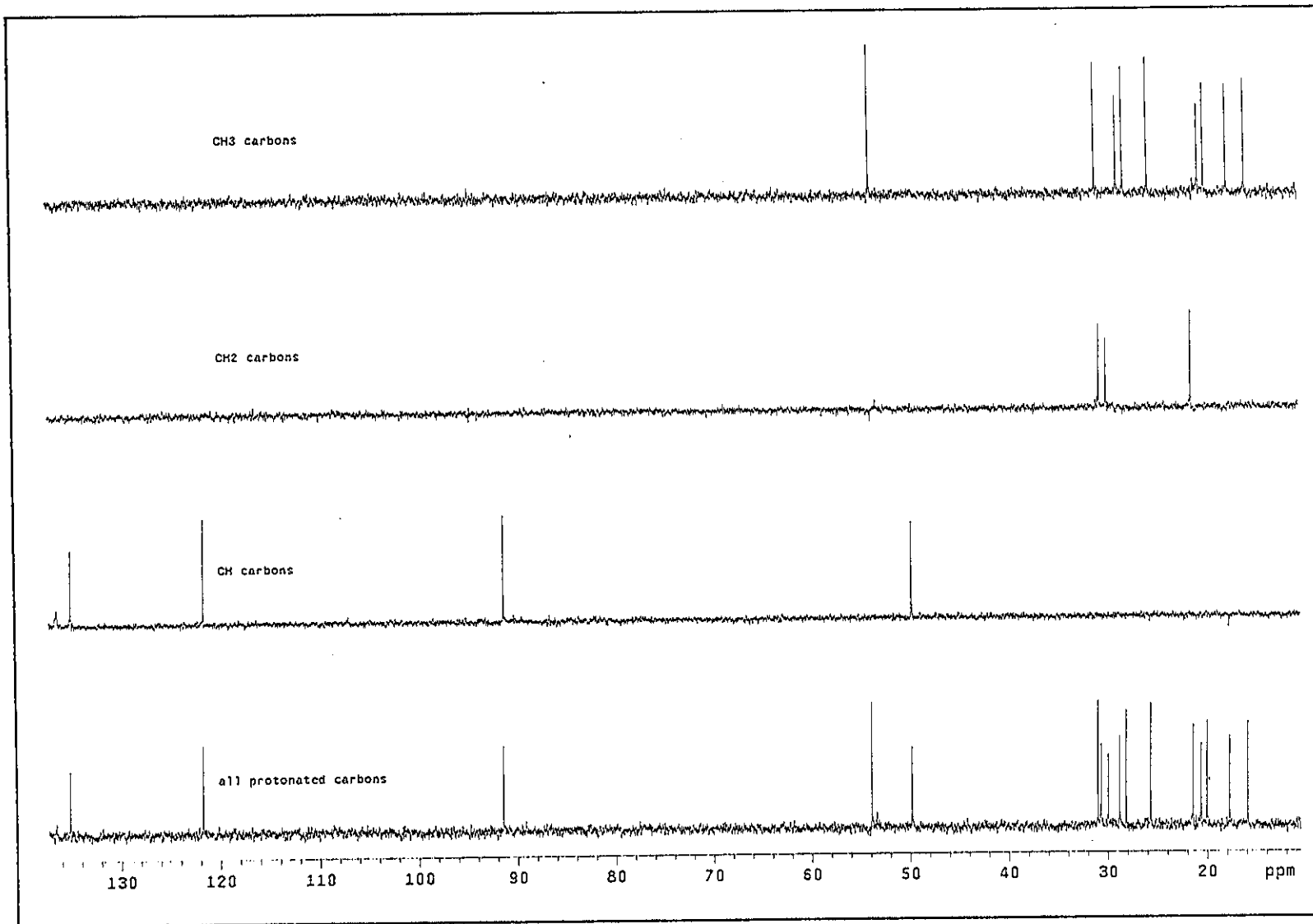
ภาพประกอบ 3.3 IR (KBr) สเปกตรัมของ WK1



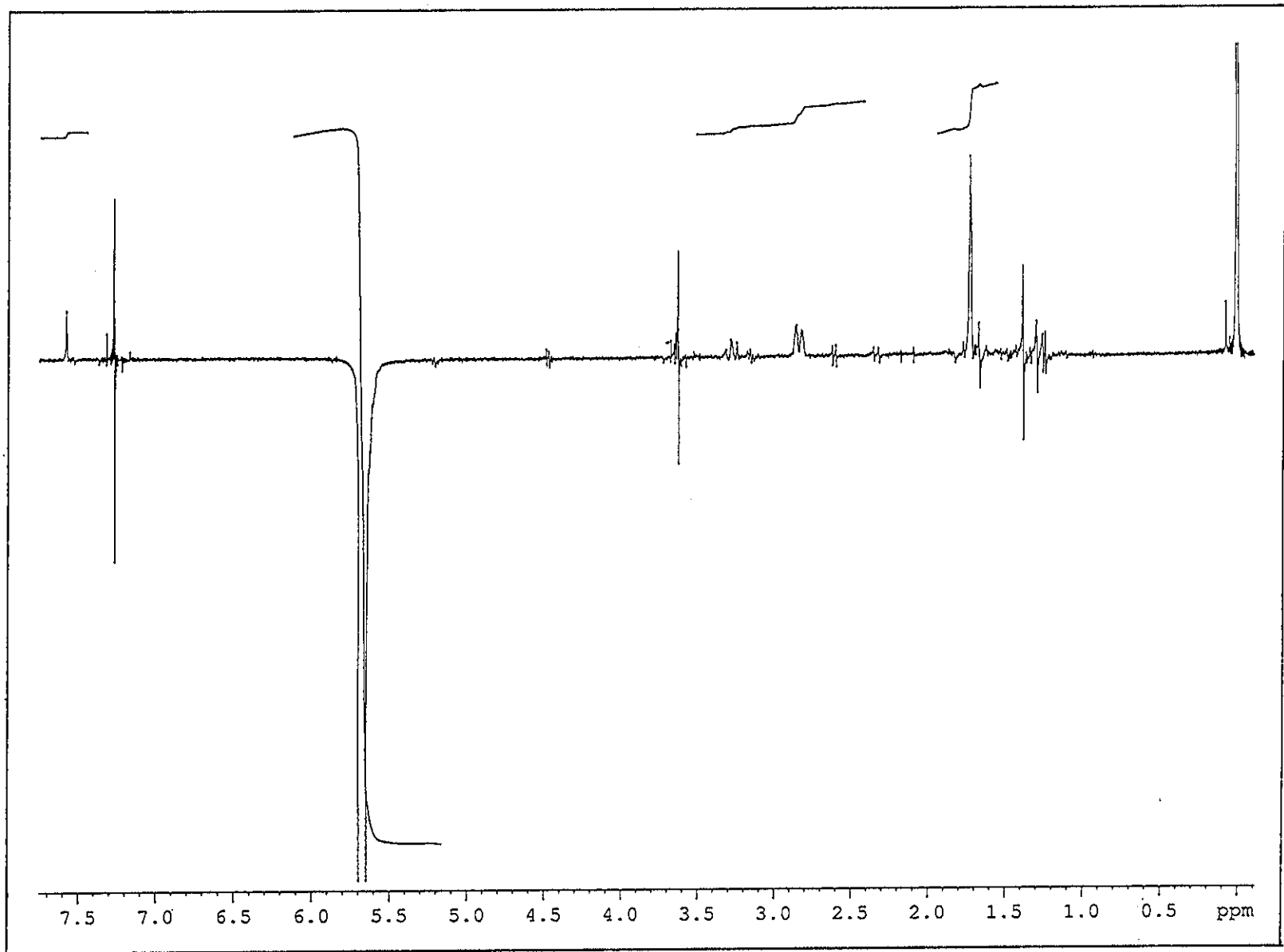
ภาพประกอบ 3.4 ^1H NMR (400 MHz) (CDCl_3) สเตอริอ์มของ WK1



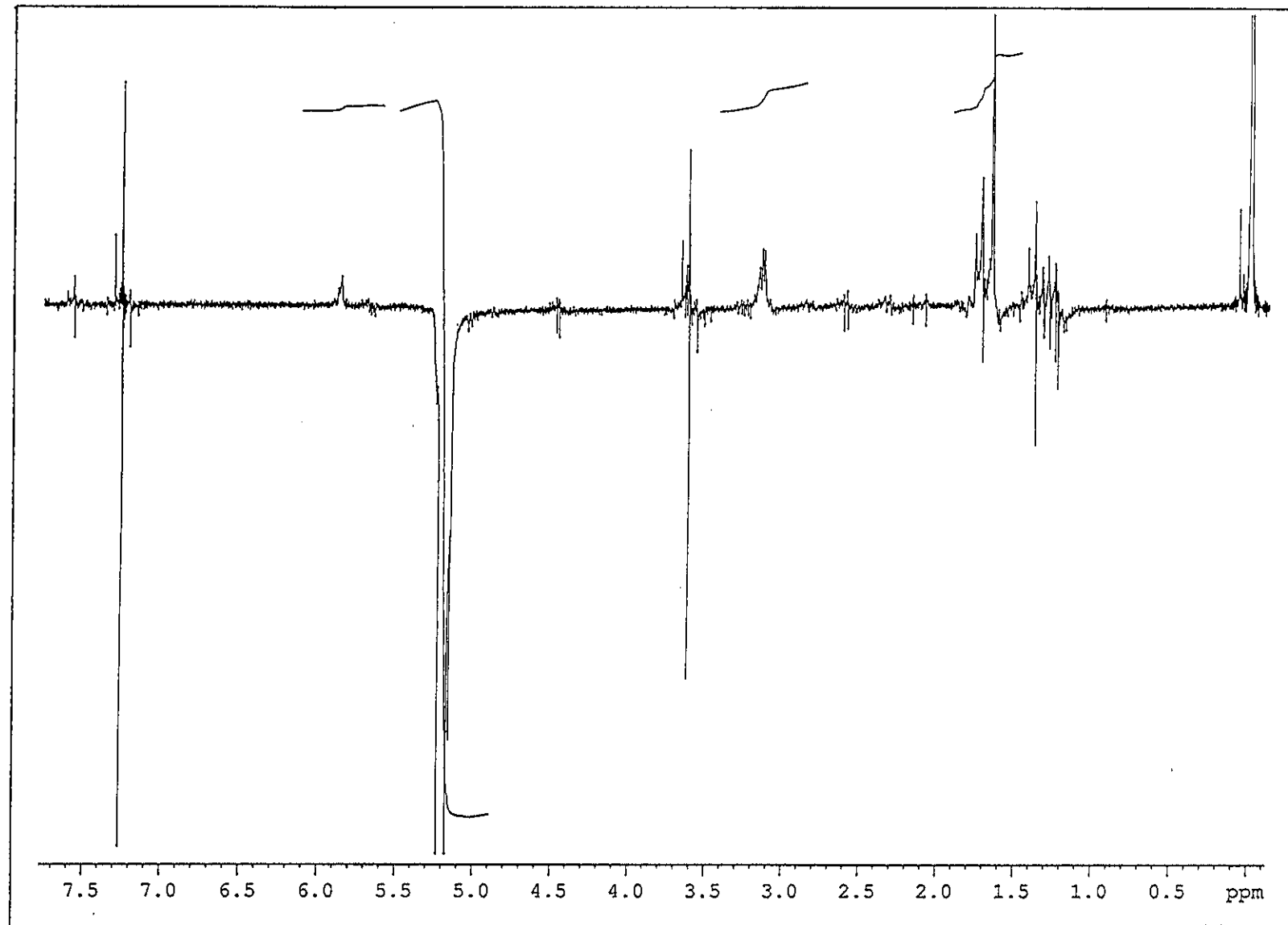
ภาพประกอบ 3.5 ^{13}C NMR (100 MHz) (CDCl_3) สเปกตรัมของ WK1



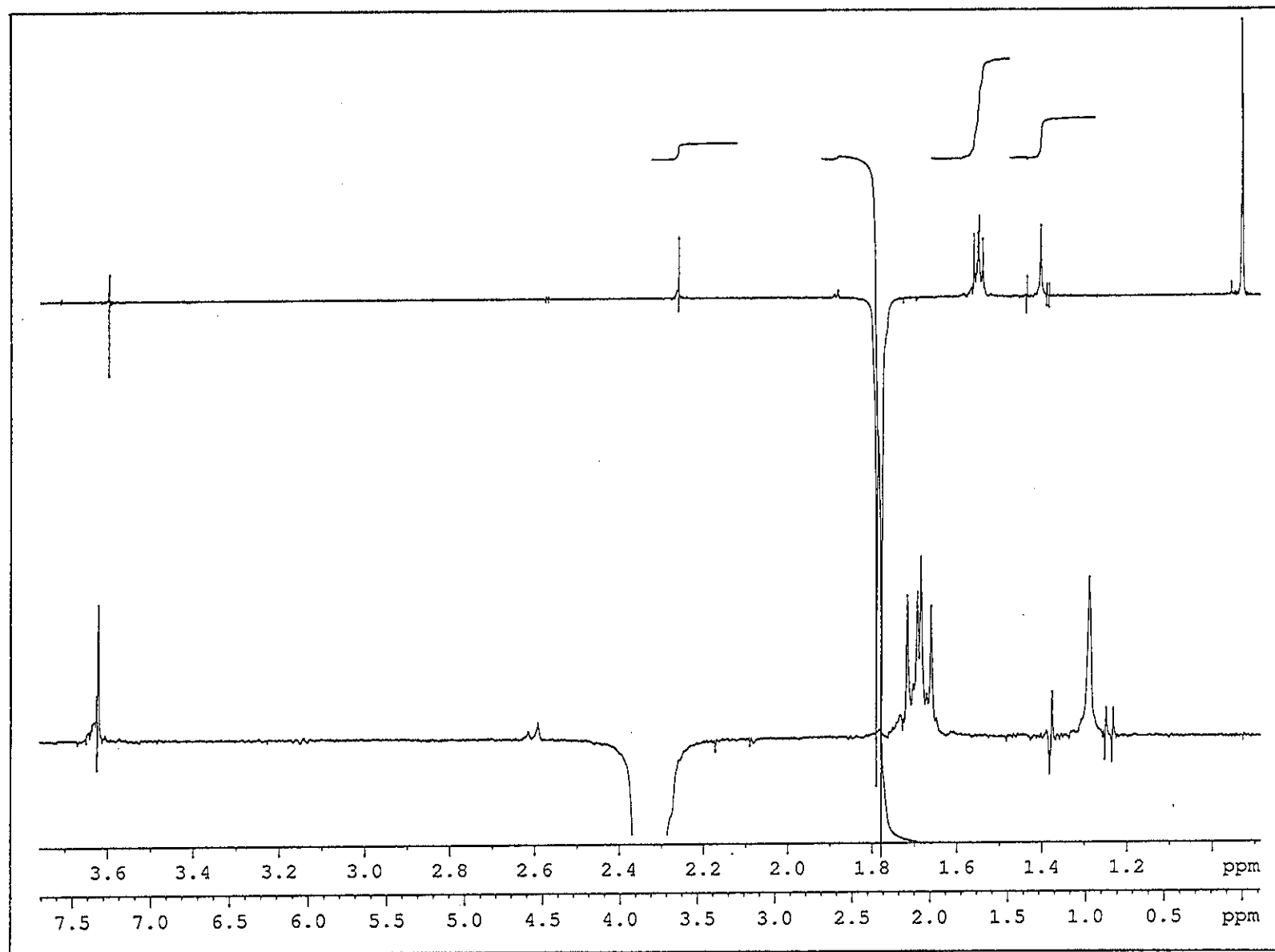
ภาพประกอบ 3.6 DEPT 90° (125 MHz) (CDCl₃) สเปกตรัมของ WK1



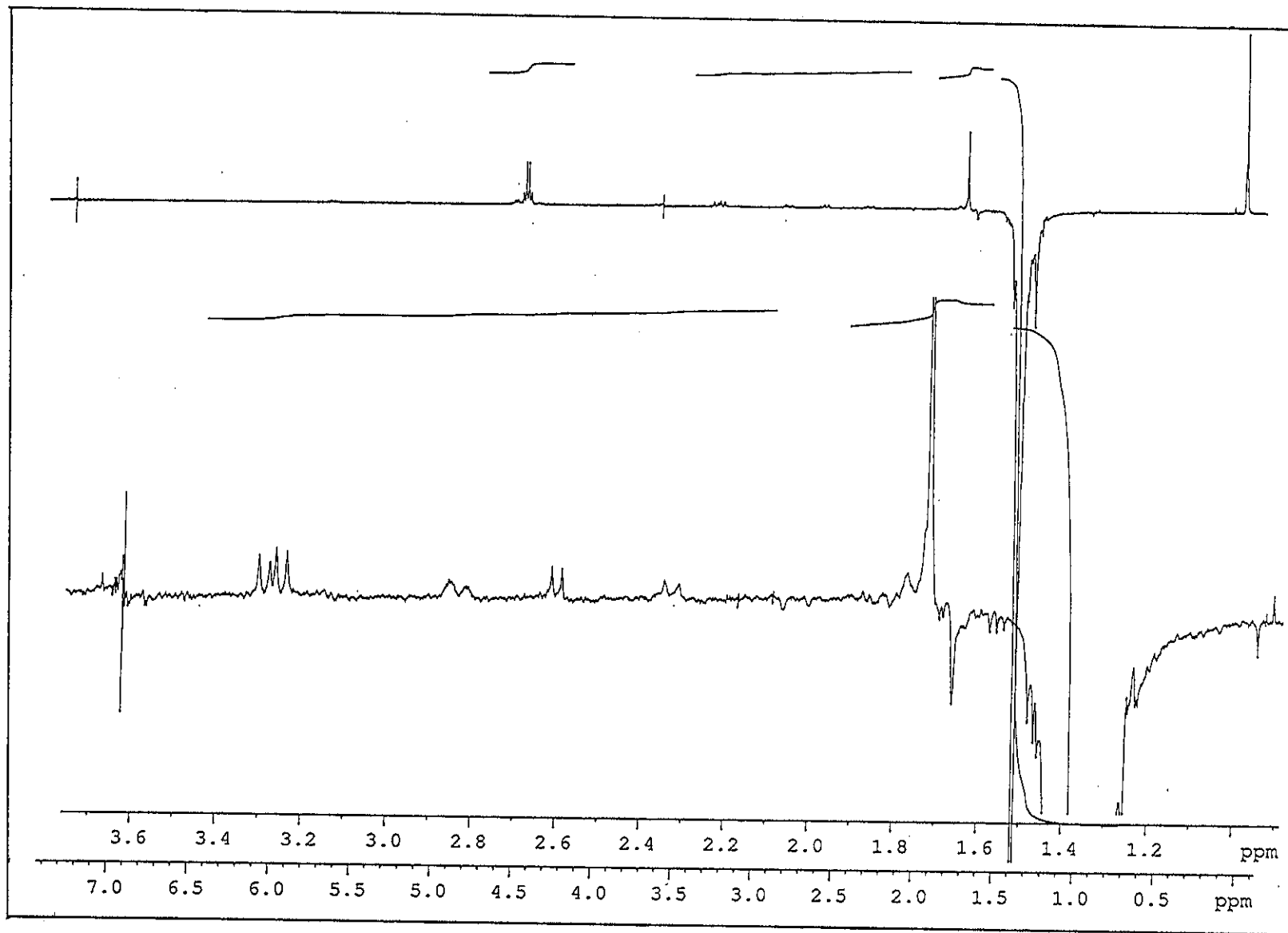
ภาพประกอบ 3.7 1D NOE สเปกตรัมของ WK1 ฉายรังสีที่โปรตอน δ 5.67 ppm



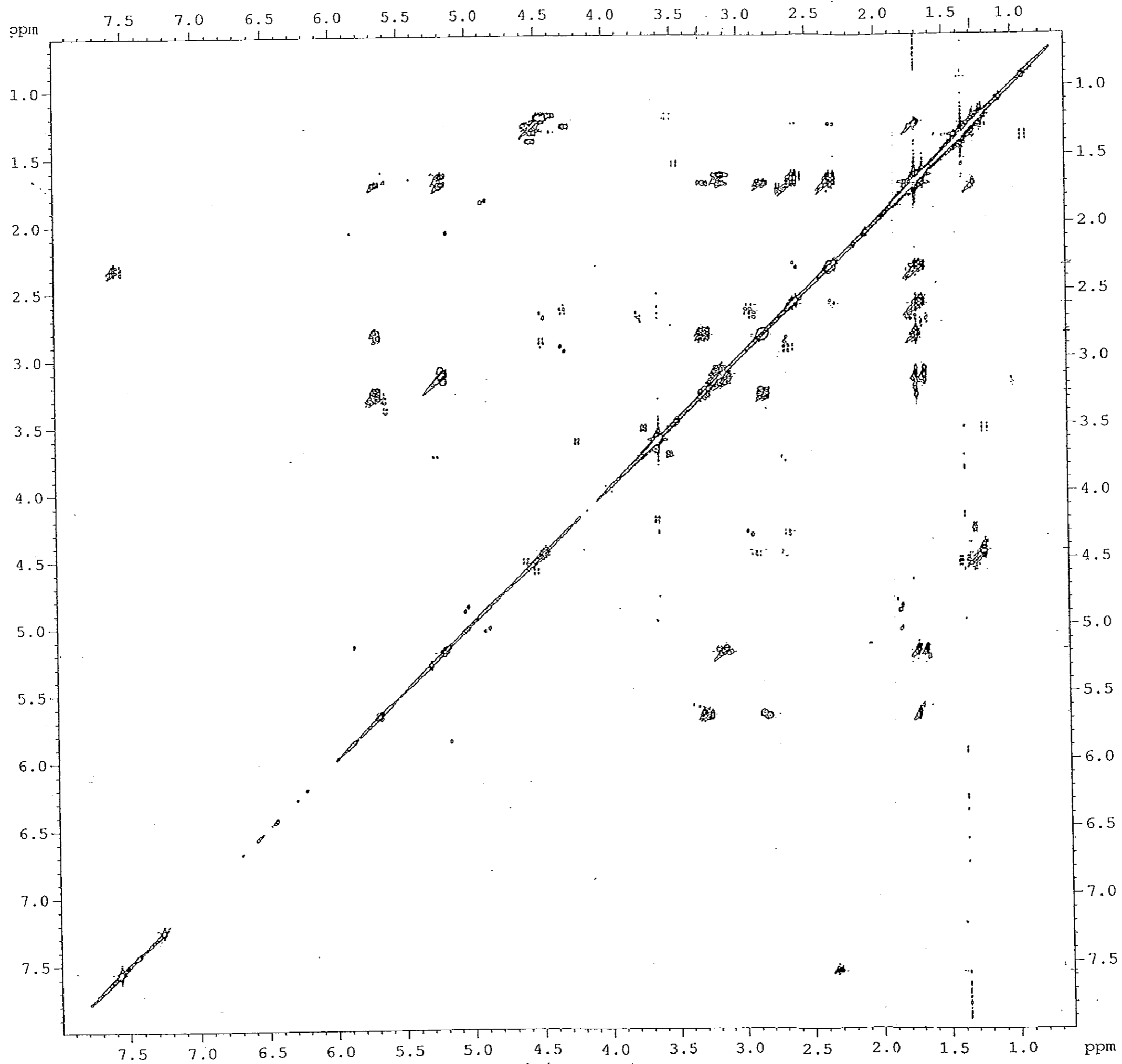
ภาพประกอบ 3.8 1D NOE สเปกตรัมของ WK1 ฉายรังสีที่โปรตอน δ 5.20 ppm



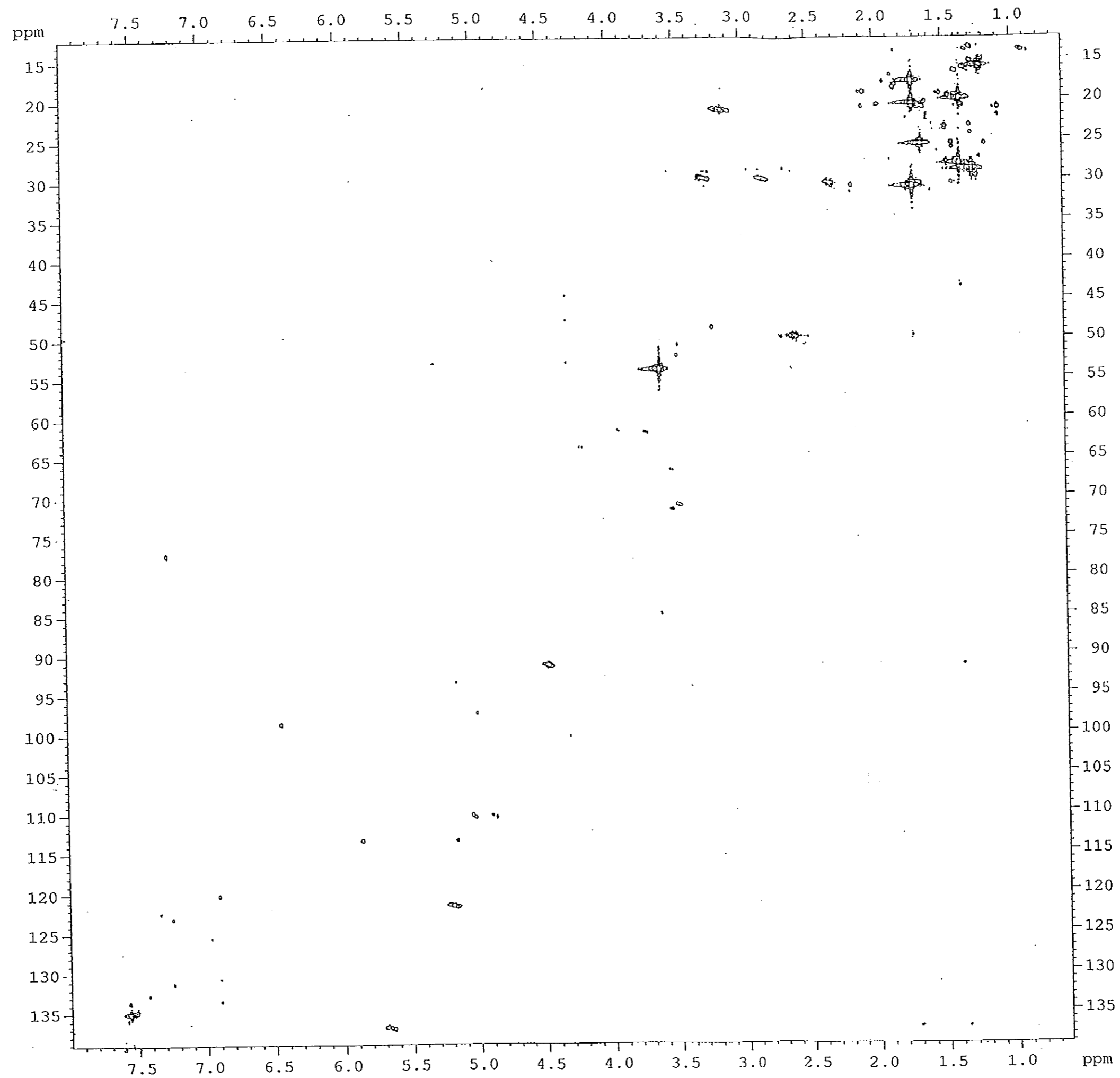
ภาพประกอบ 3.9 1D NOE สเปกตรัมของ WK1 ฉายรังสีที่โปรตอน δ 2.33 ppm



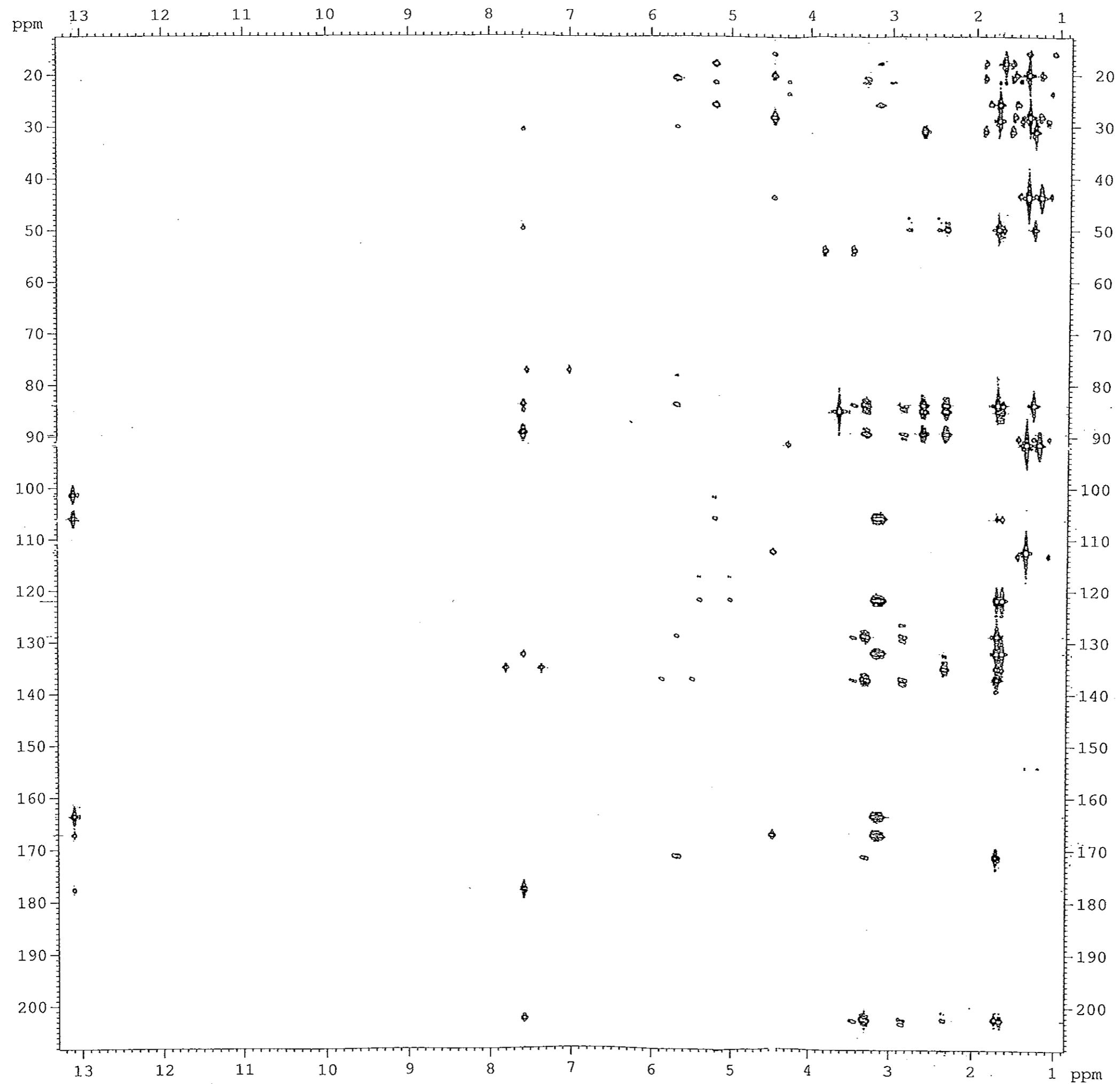
ภาพประกอบ 3.10 1D NOE สเปกตรัมของ WK1 ฉายรังสีที่โปรตอน δ 1.37 ppm



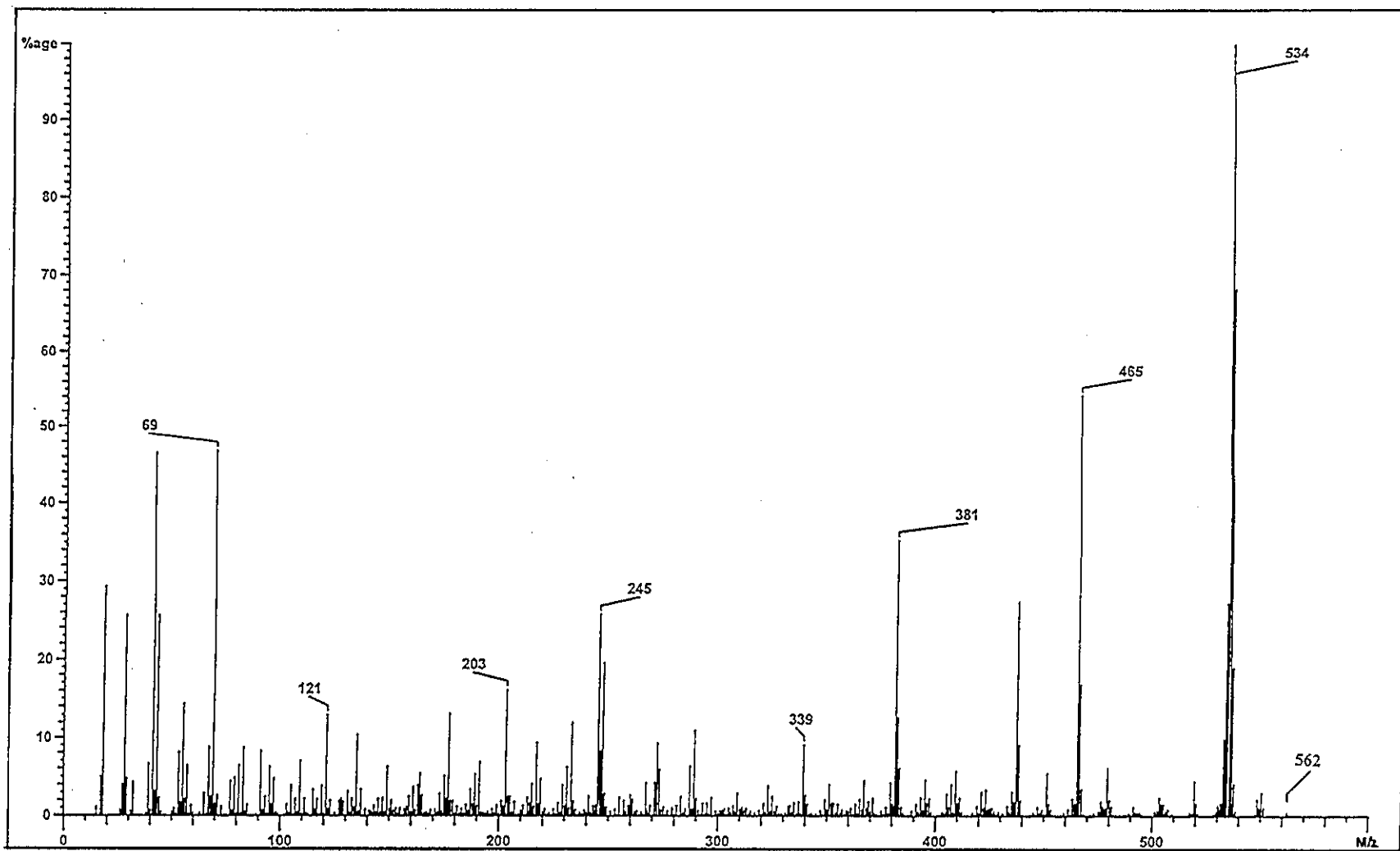
ภาพประกอบ 3.11 ¹H-¹H COSY สเปกตรัมของ WK1



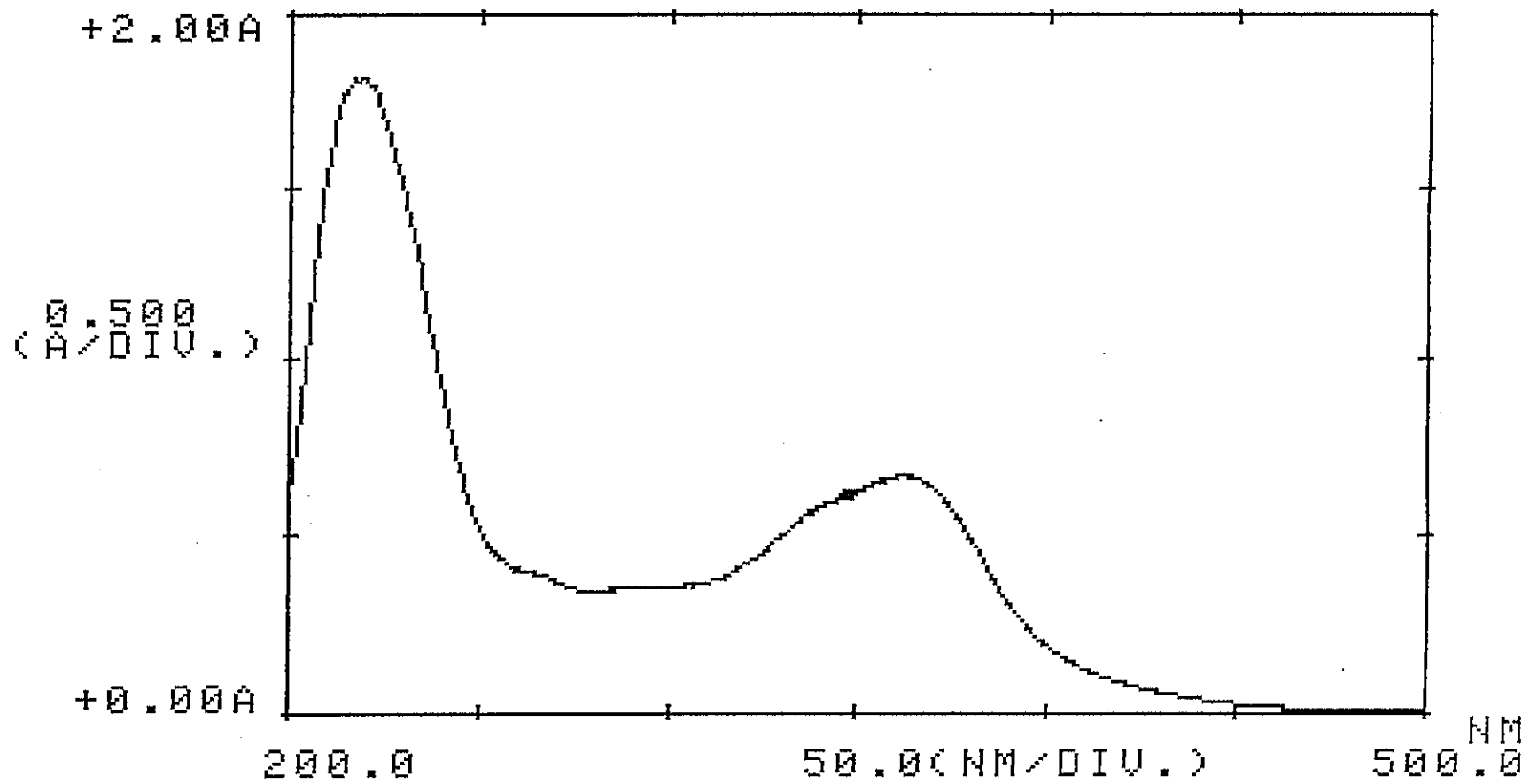
ภาพประกอบ 3.12 2D HMQC สเปกตรัมของ WK1



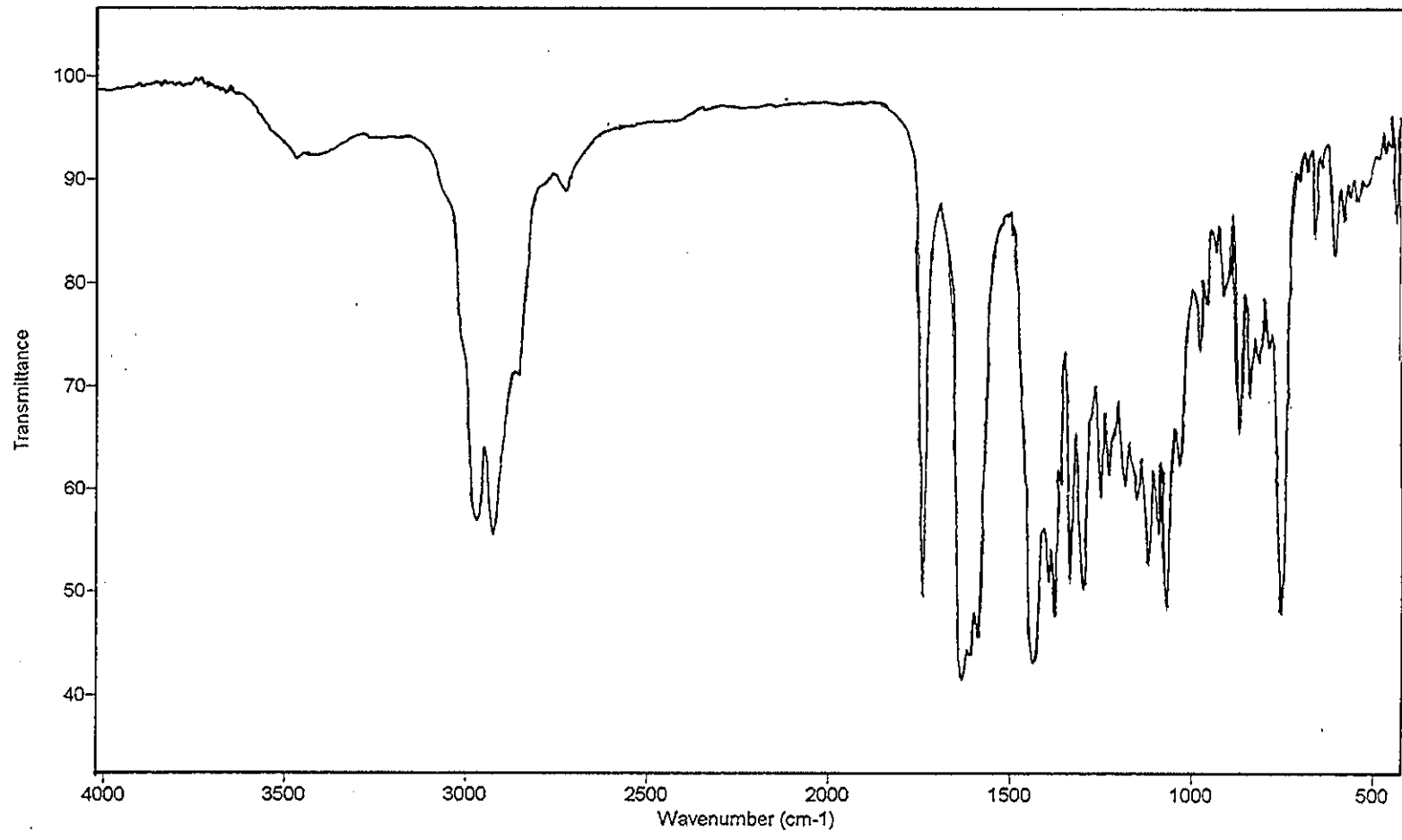
ภาพประกอบ 3.13 2D HMBC สเปกตรัมของ WK1



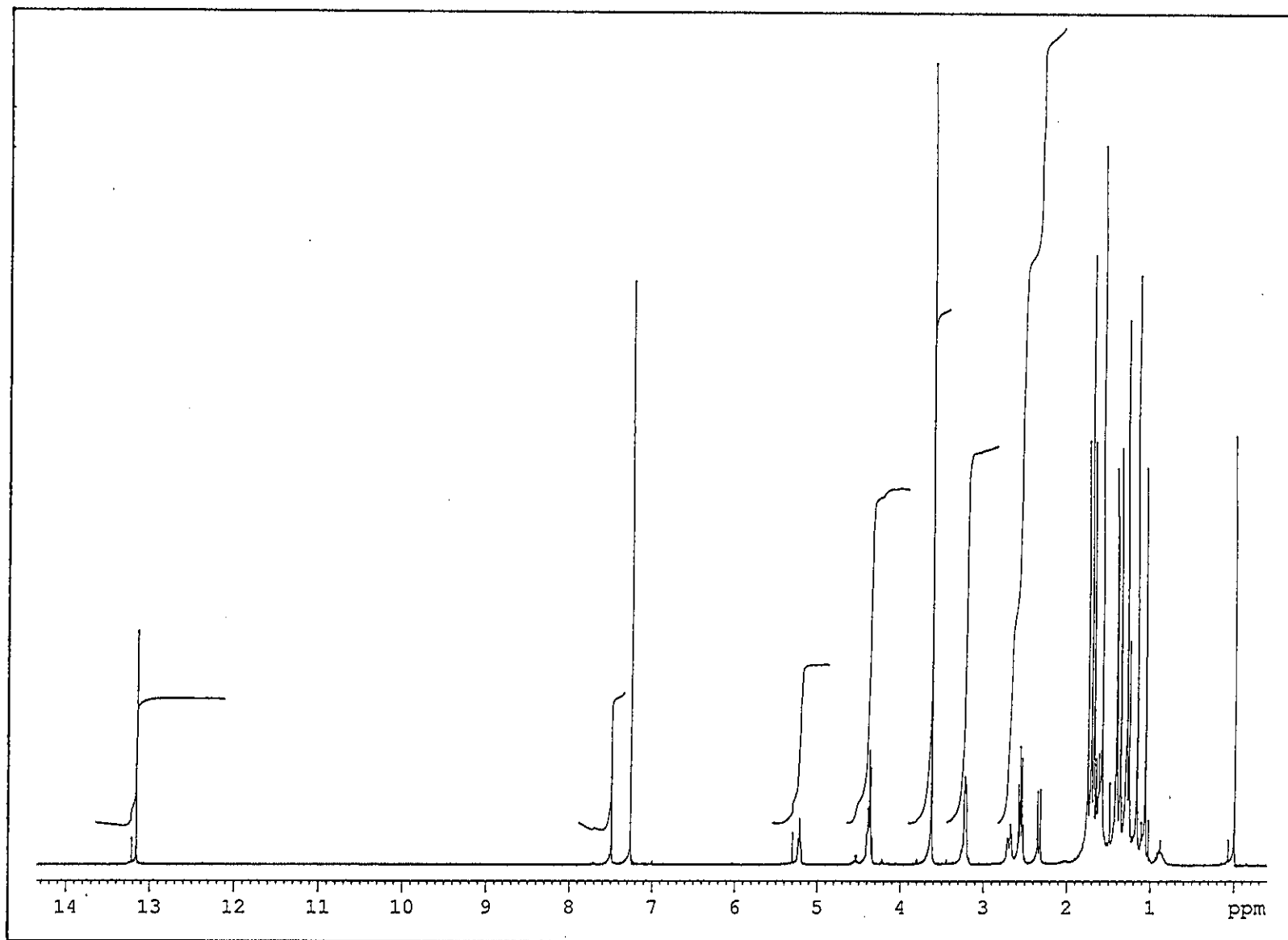
ภาพประกอบ 3.14 แมสสเปกตรัมของ WK3



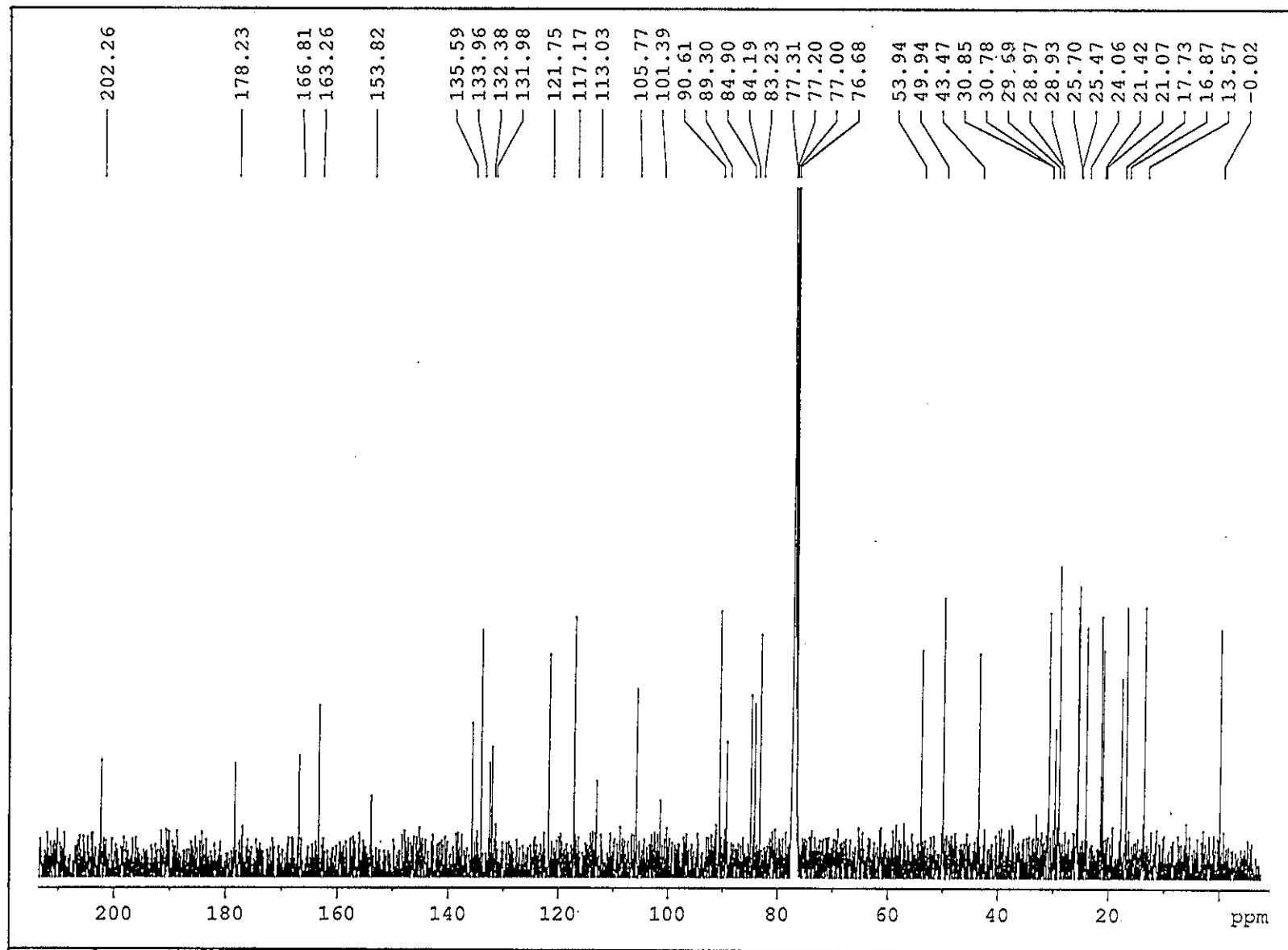
ภาพประกอบ 3.15 UV (MeOH) สเปกตรัมของ WK3



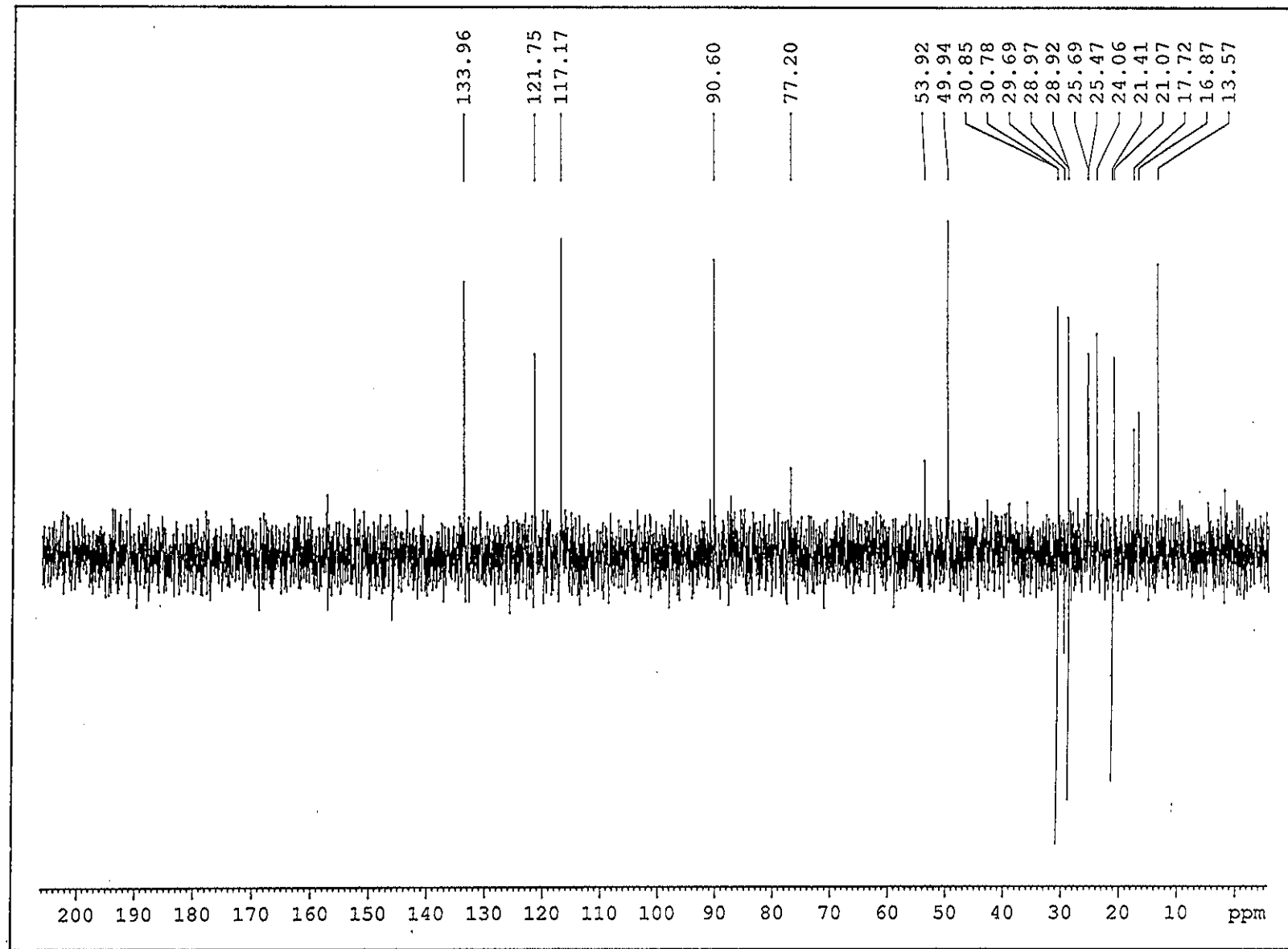
ภาพประกอบ 3.16 IR (KBr) สเปกตรัมของ WK3



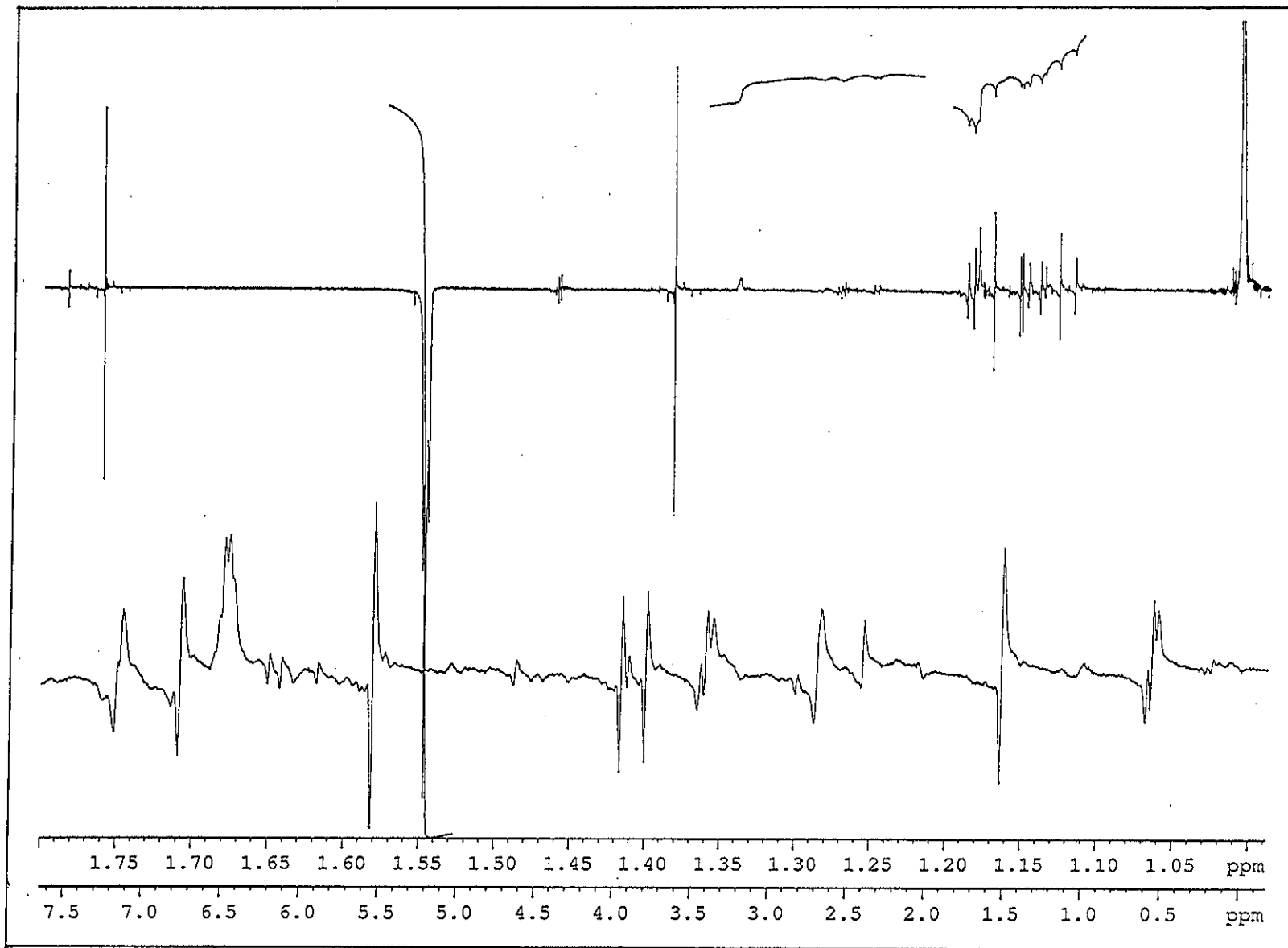
ภาพประกอบ 3.17 ^1H NMR (400 MHz) (CDCl_3) สเปกตรัมของ WK3



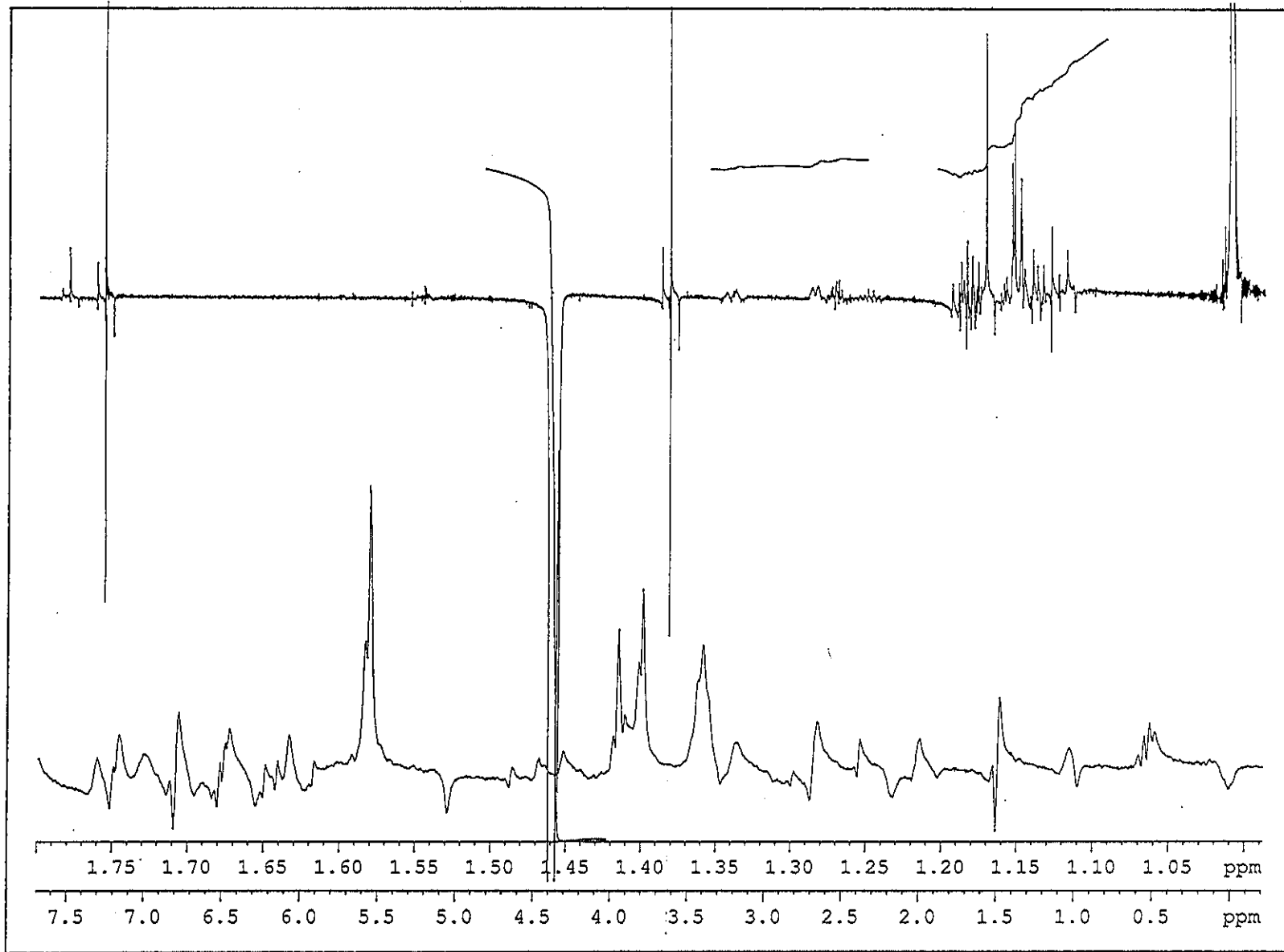
ภาพประกอบ 3.18 ^{13}C NMR (100 MHz) (CDCl_3) สเปกตรัมของ WK3



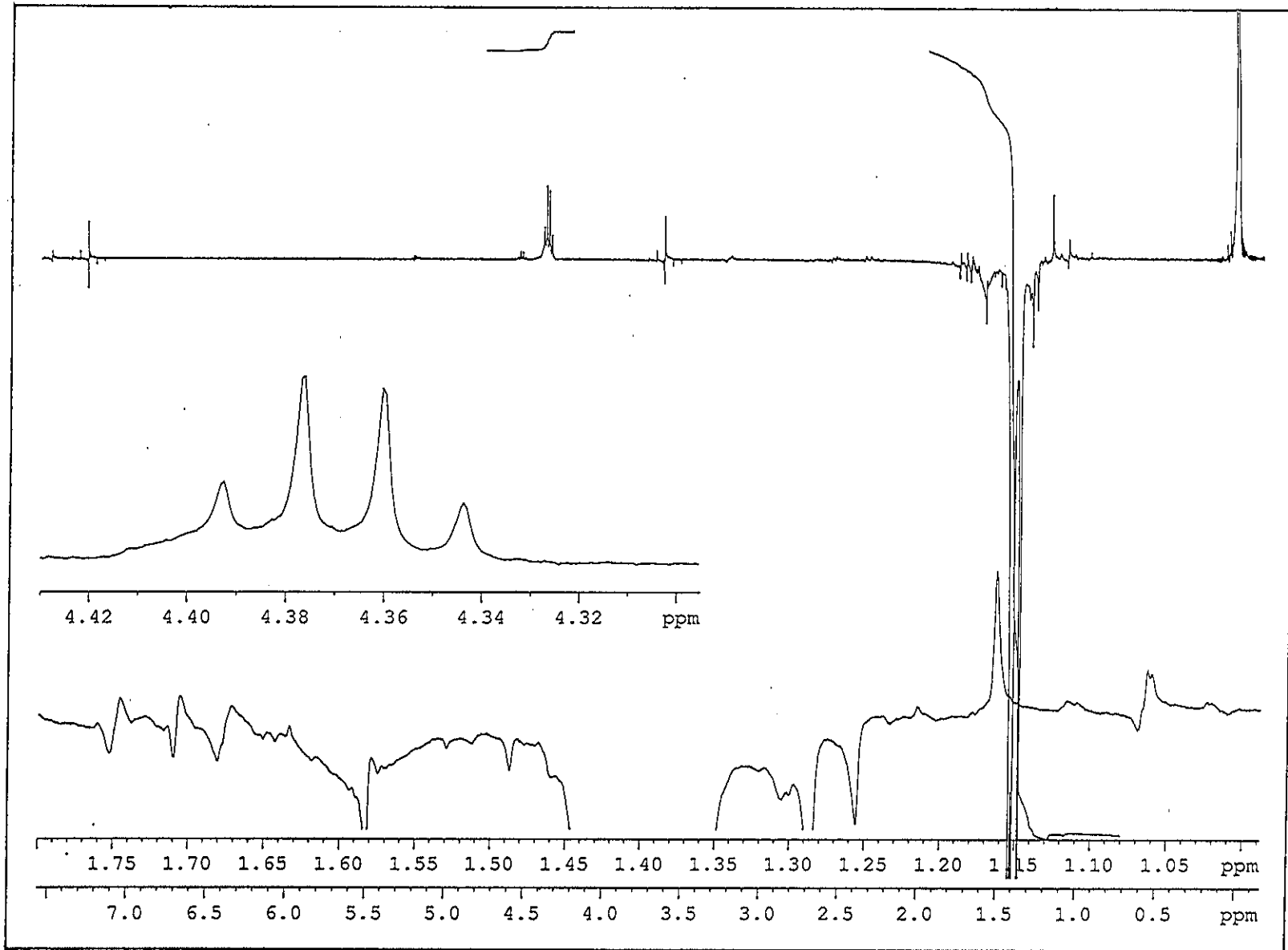
ภาพประกอบ 3.19 DEPT 135° (100 MHz) (CDCl₃) สเปกตรัมของ WK3



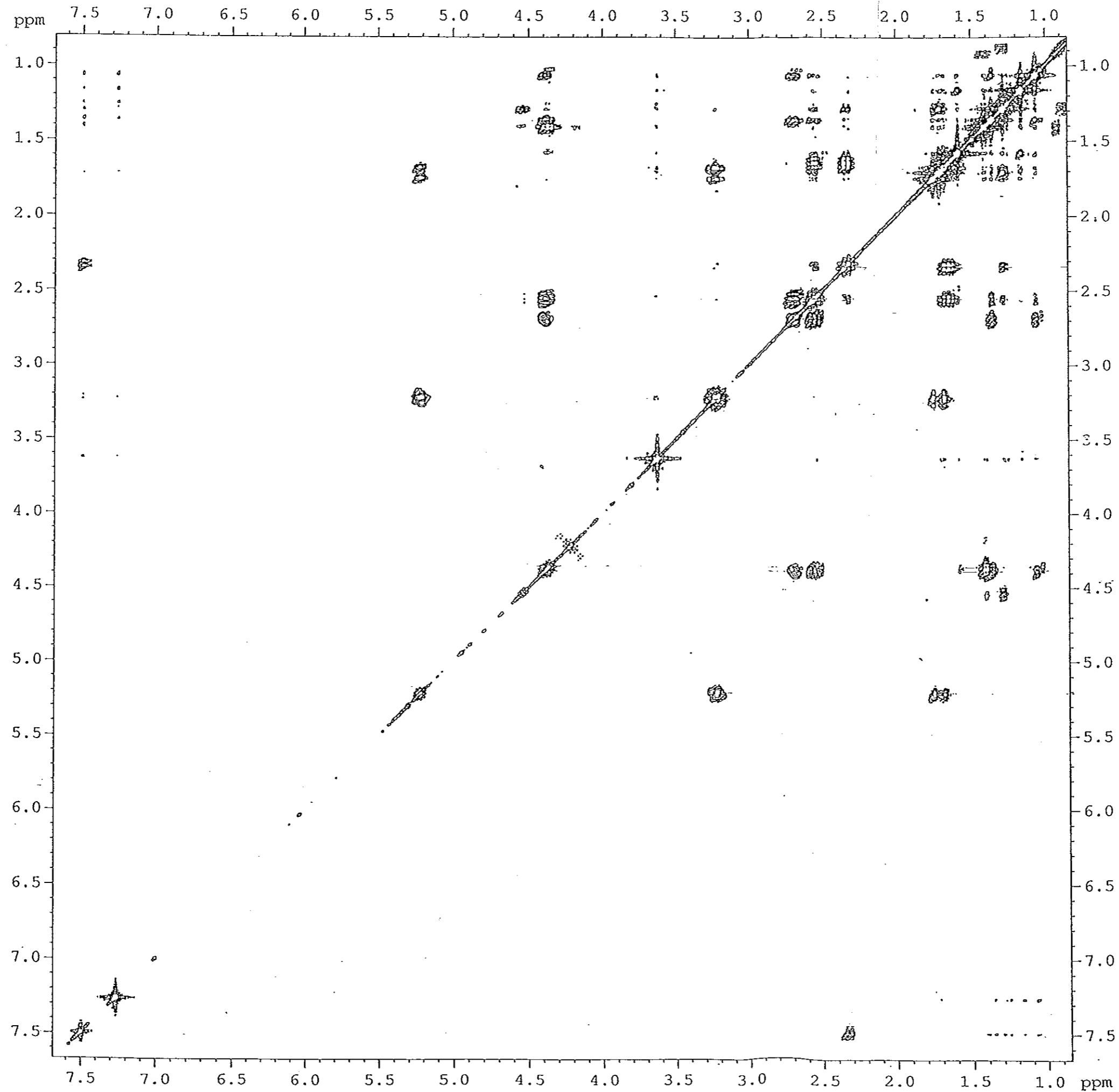
ภาพประกอบ 3.20 1D NOE สเปกตรัมของ WK3 ฉายรังสีที่โปรตอน δ 5.22 ppm



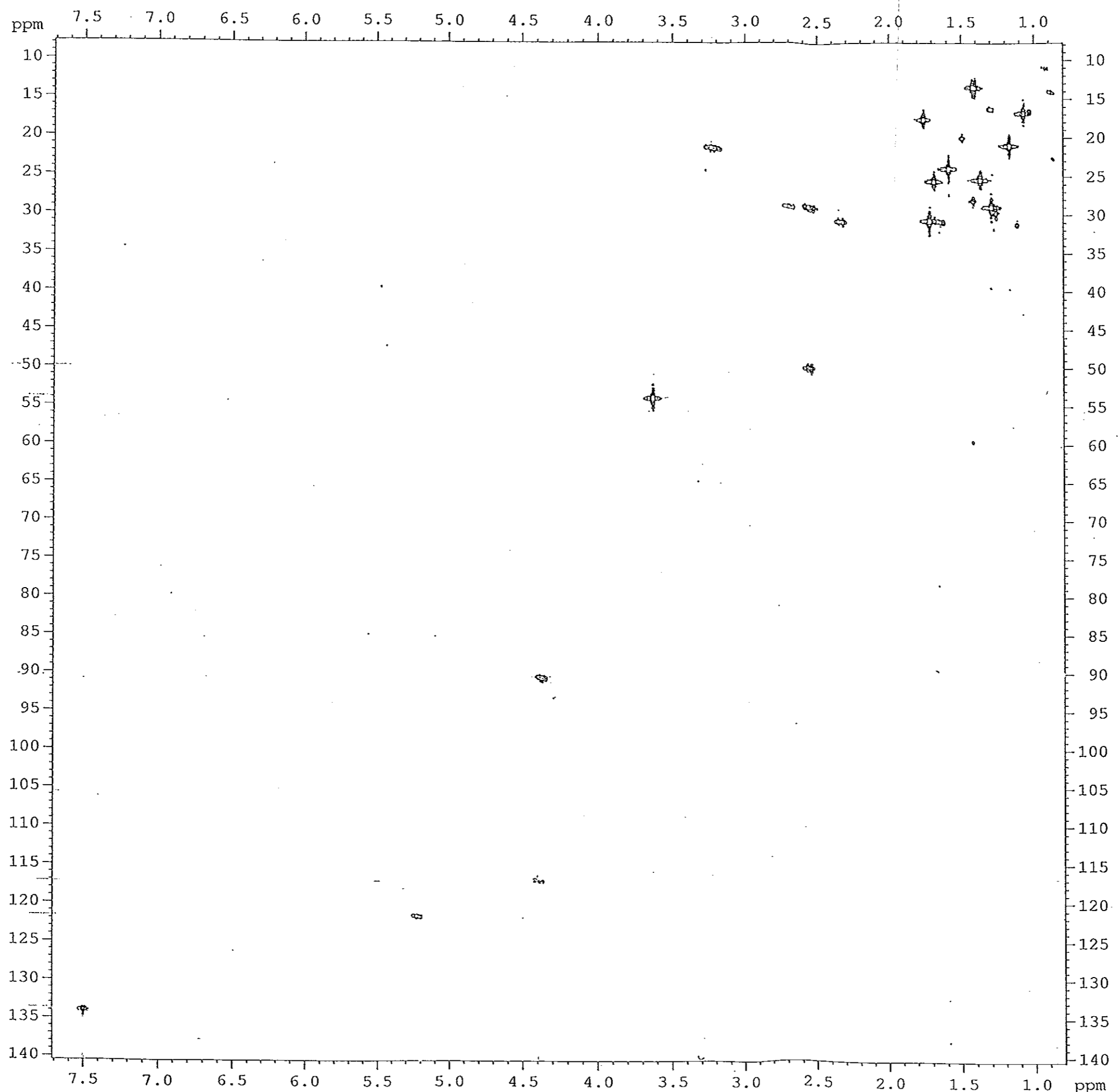
ภาพประกอบ 3.21 1D NOE สเปกตรัมของ WK3 ฉายรังสีที่โปรตอน δ 4.37 ppm



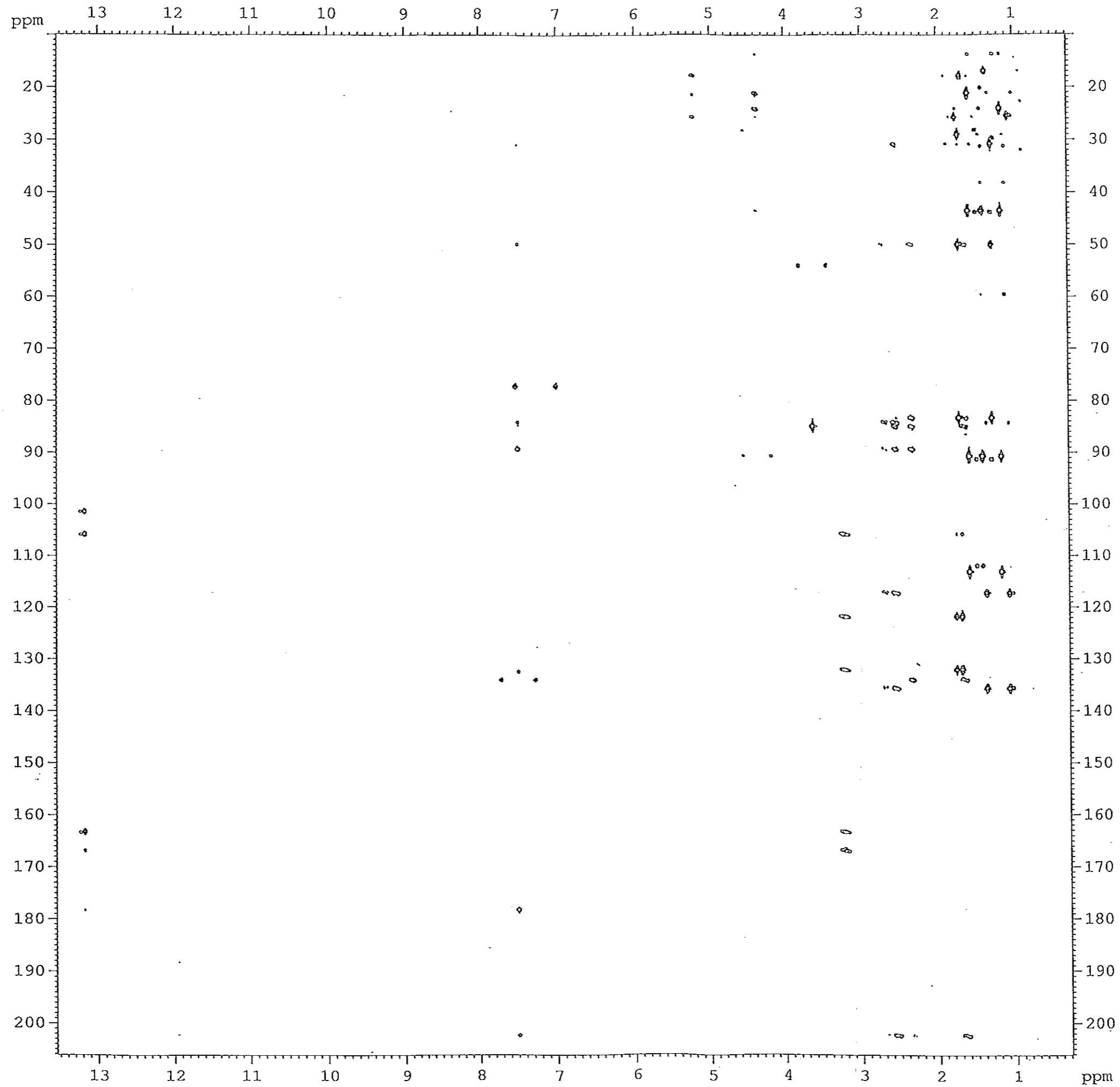
ภาพประกอบ 3.22 1D NOE สเปกตรัมของ WK3 ฉายรังสีที่โปรตอน δ 1.41 ppm



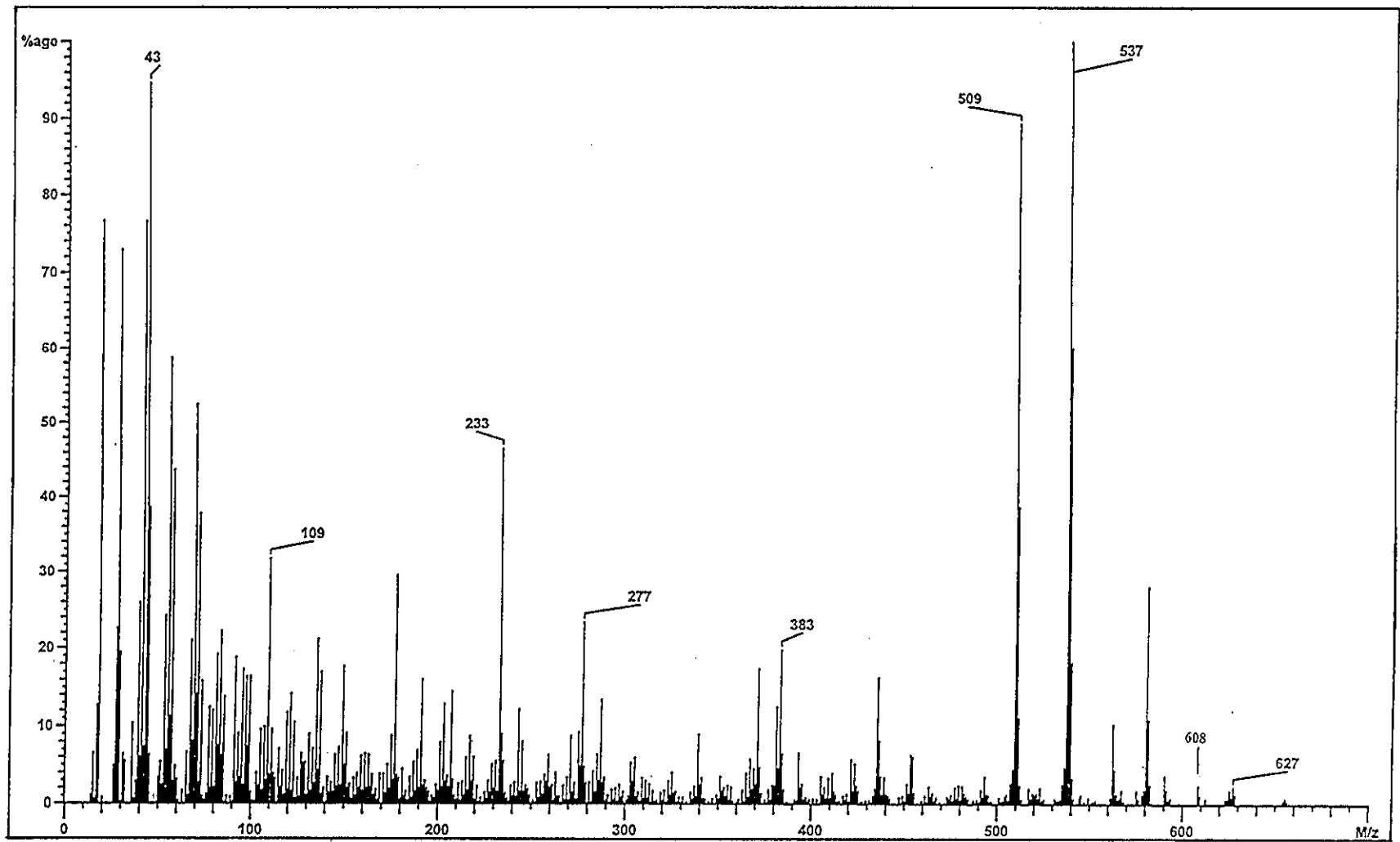
ภาพประกอบ 3.23 ¹H-¹H COSY สเปกตรัมของ WK3



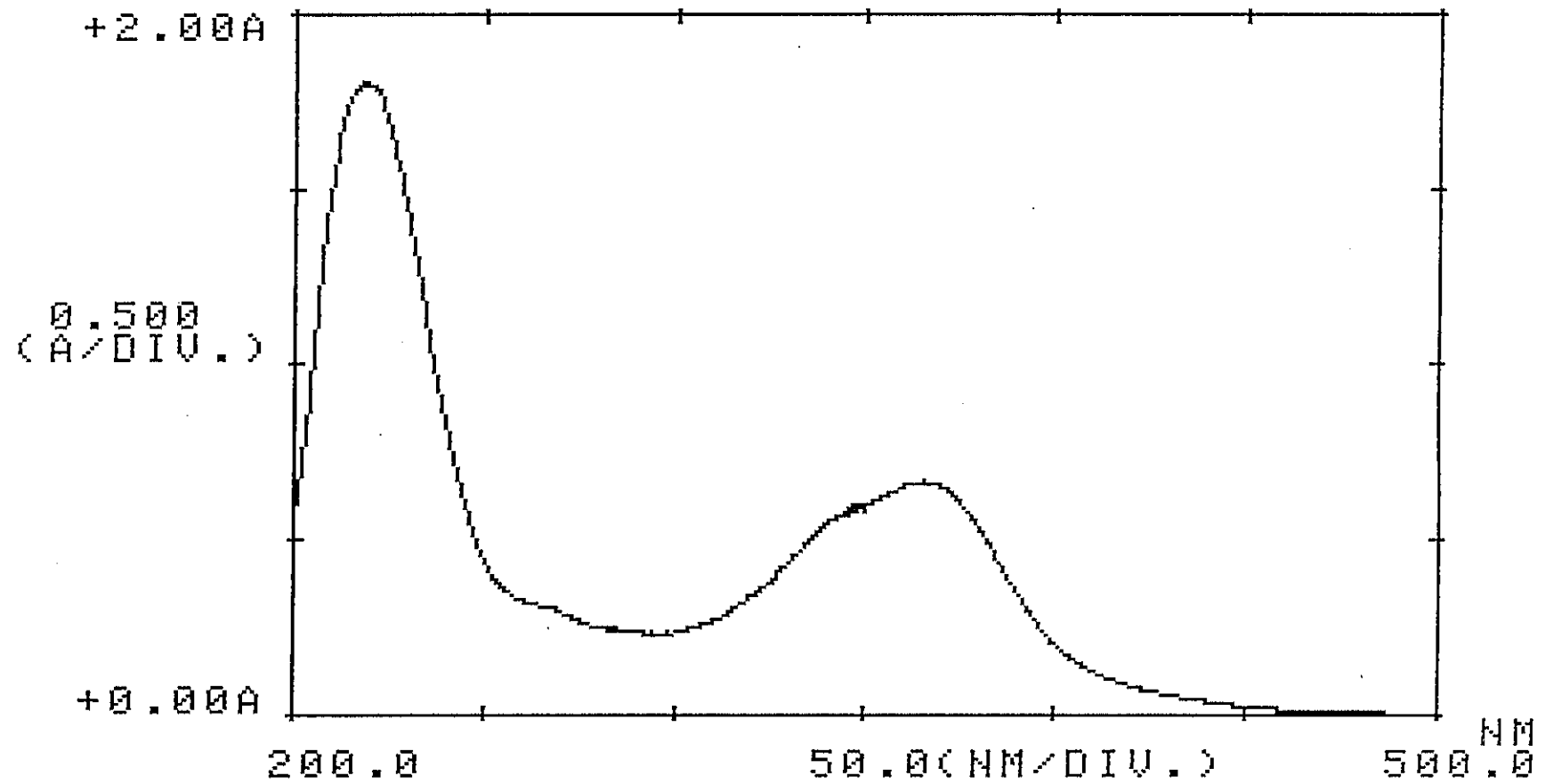
ภาพประกอบ 3.24 2D HMQC สเปกตรัมของ WK3



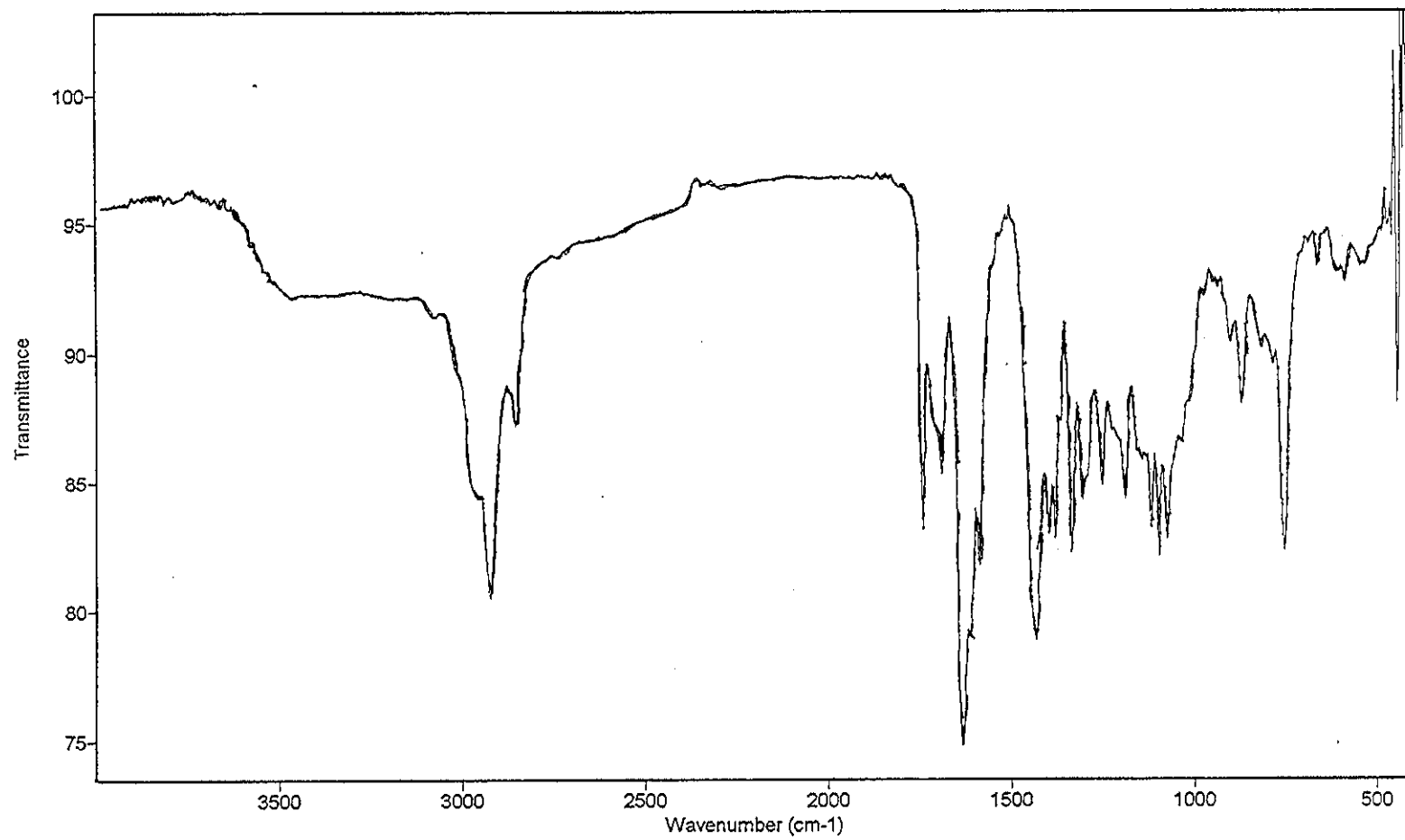
ภาพประกอบ 3.25 2D HMBC สเปกตรัมของ WK3



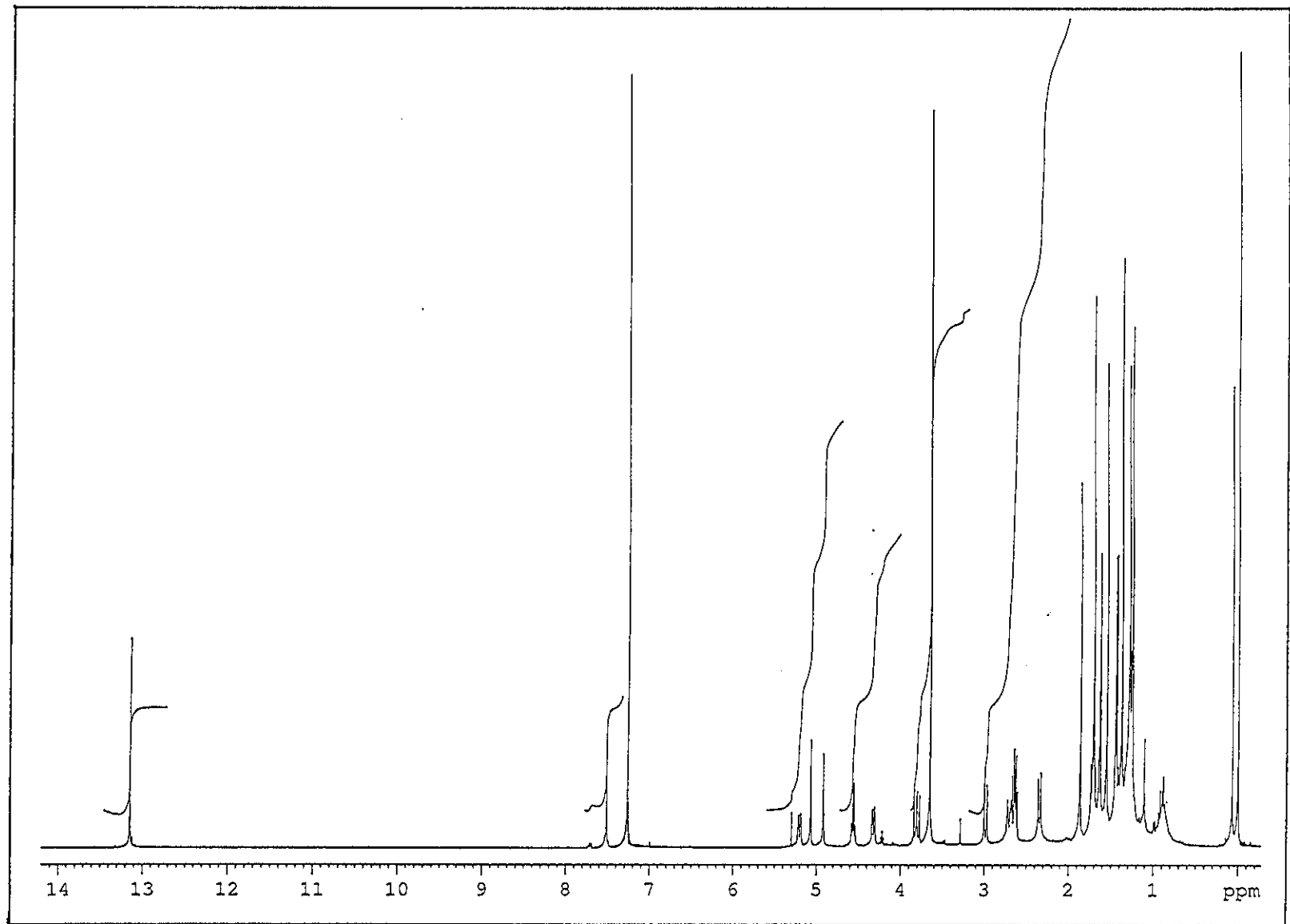
ภาพประกอบ 3.26 แมสสเปกตรัมของ WK5



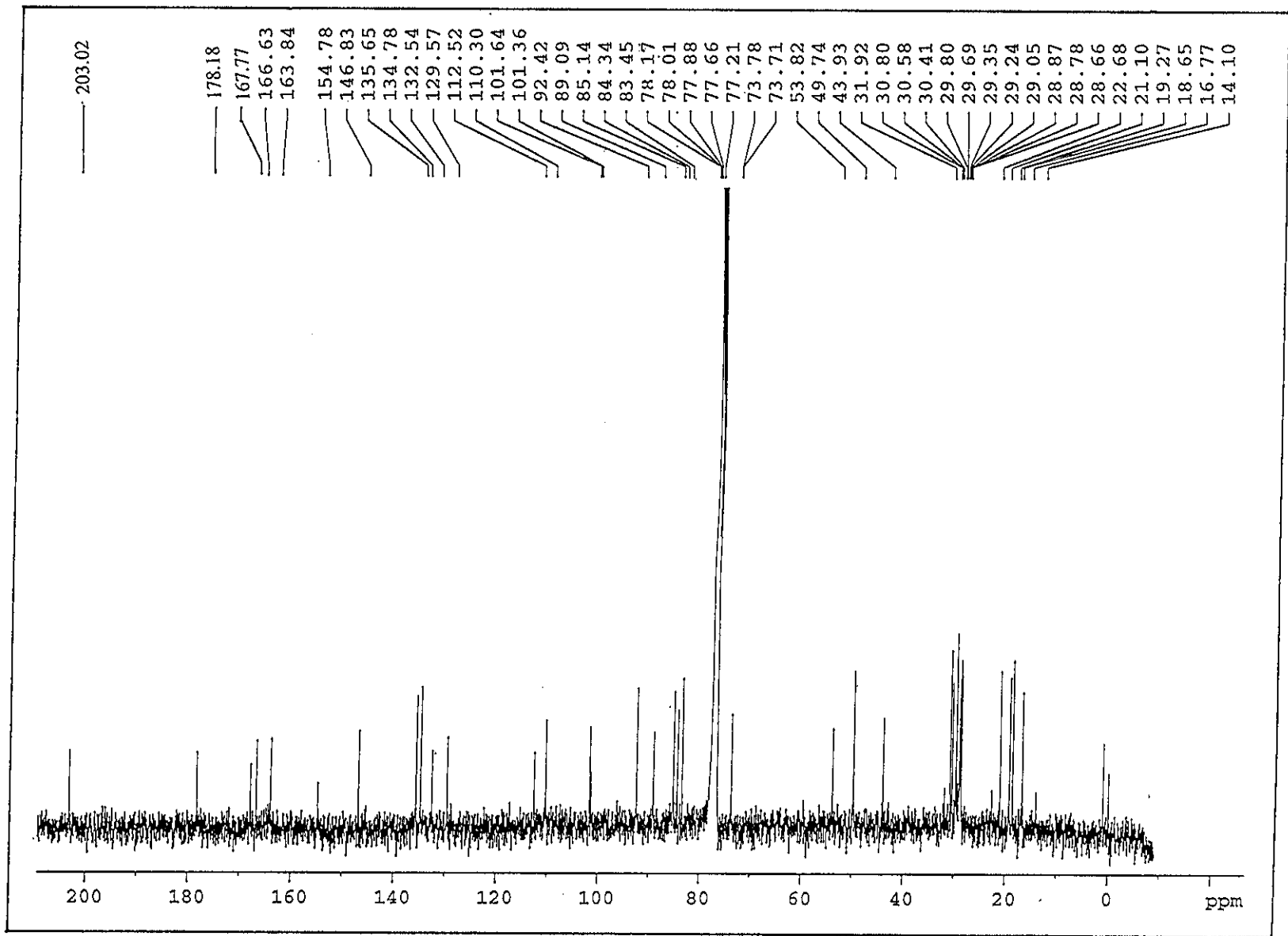
ภาพประกอบ 3.27 UV (MeOH) สเปกตรัมของ WK5



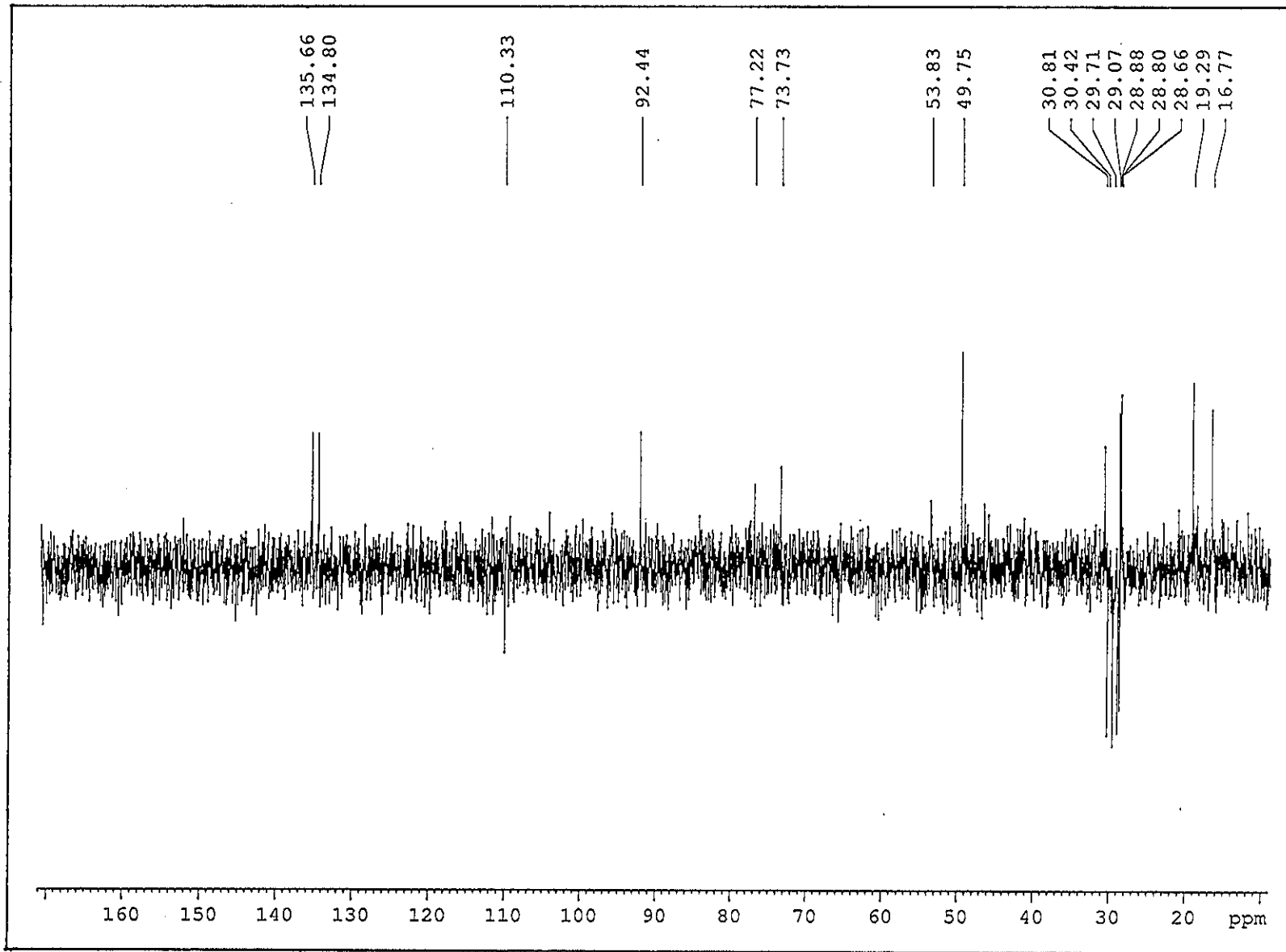
ภาพประกอบ 3.28 IR (neat) สเปกตรัมของ WK5



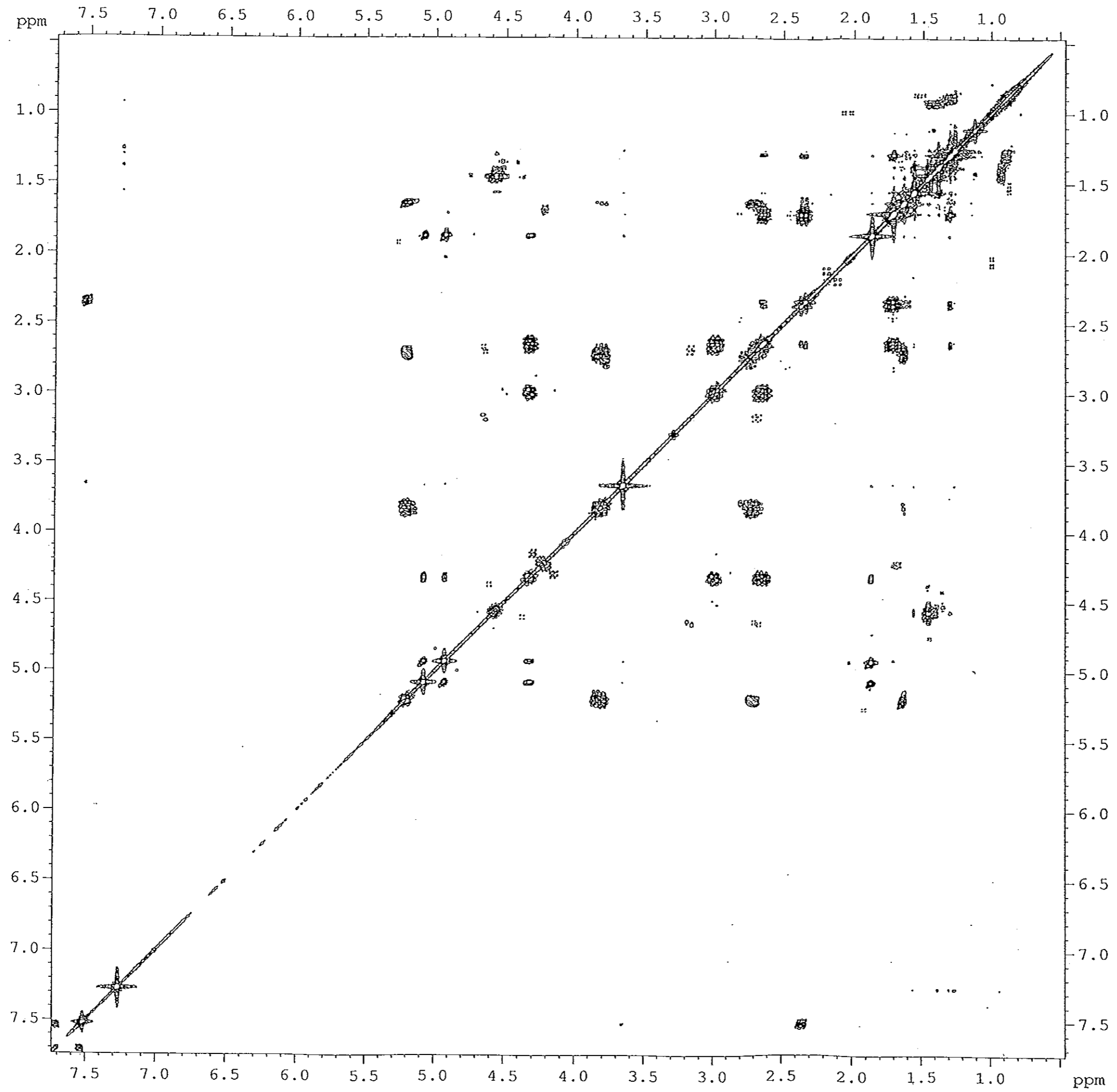
ภาพประกอบ 3.29 ^1H NMR (400 MHz) (CDCl_3) สเปกตรัมของ WK5



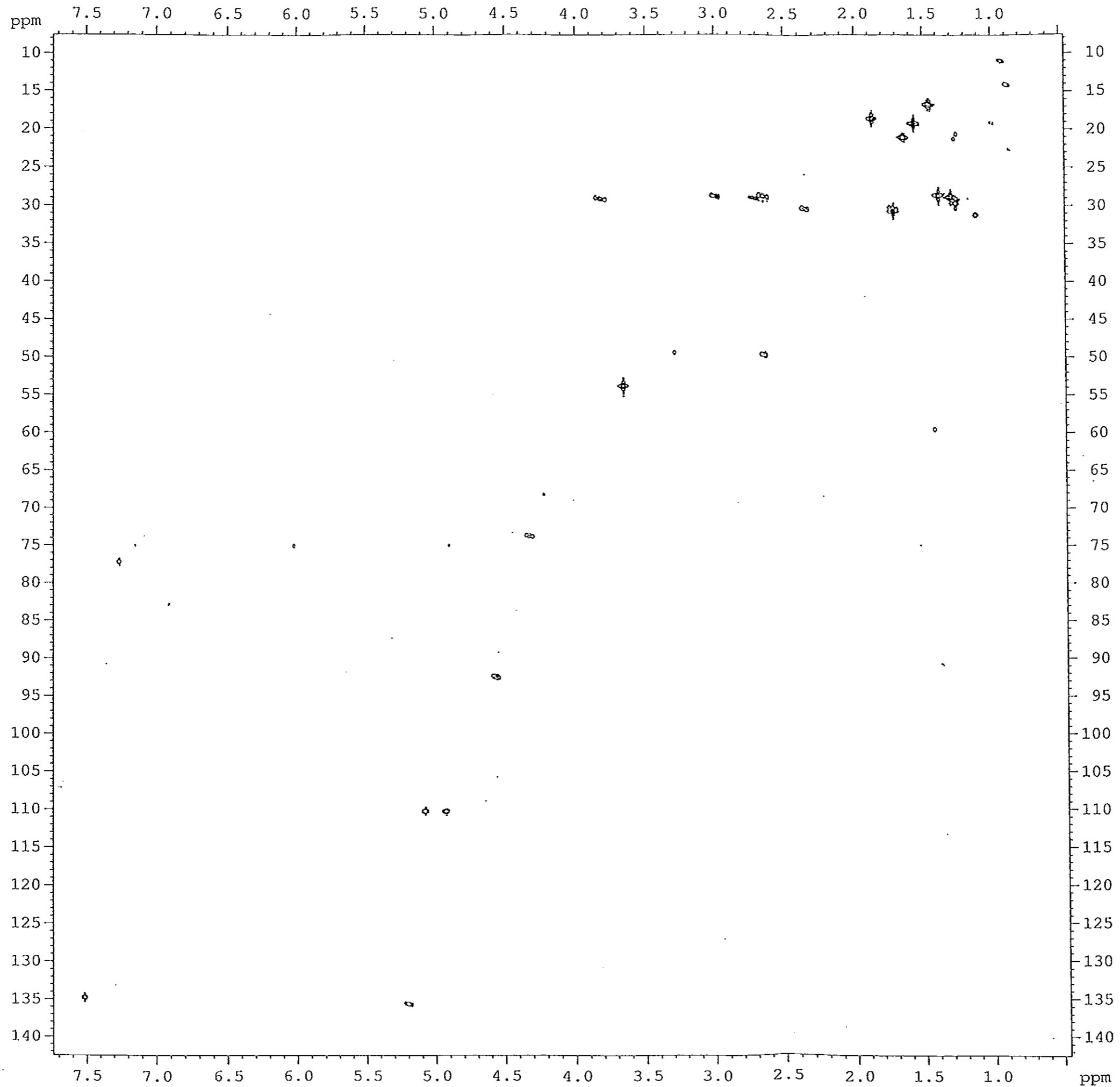
ภาพประกอบ 3.30 ^{13}C NMR (100 MHz) (CDCl_3) สเปกตรัมของ WK5



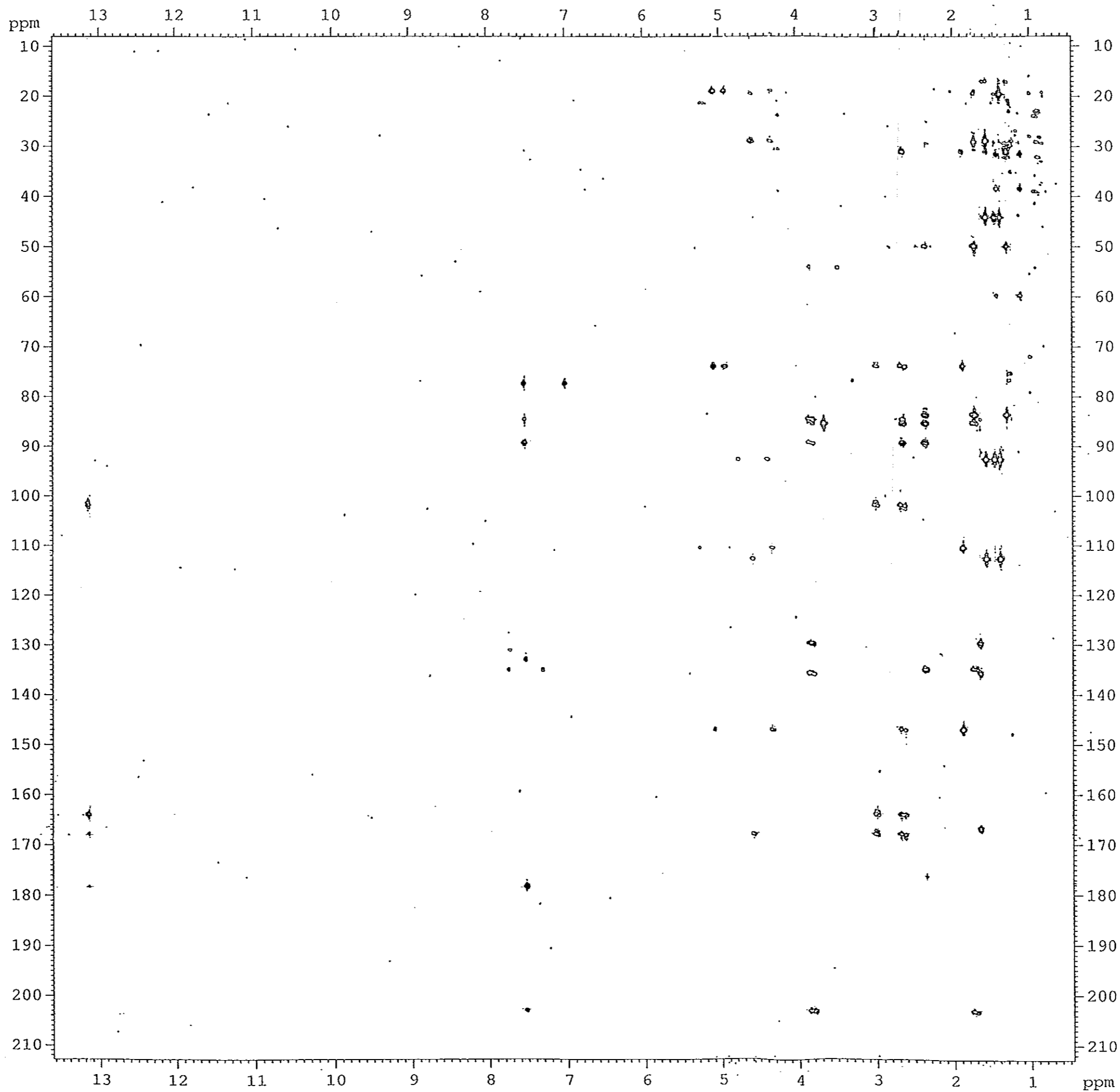
ภาพประกอบ 3.31 DEPT 135° (100 MHz) (CDCl₃) สเปกตรัมของ WK5



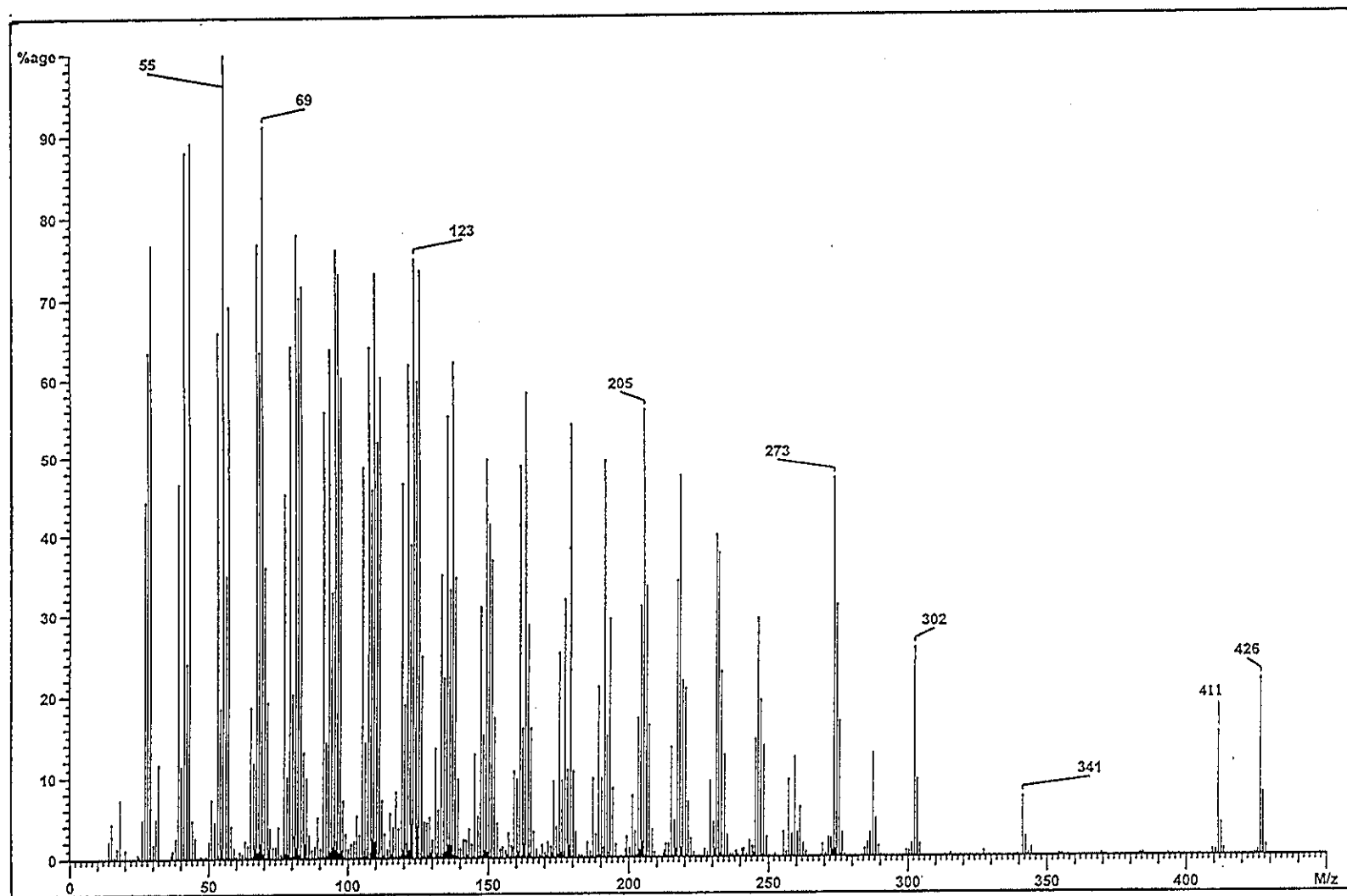
ภาพประกอบ 3.32 ^1H - ^1H COSY สเปกตรัมของ WK5



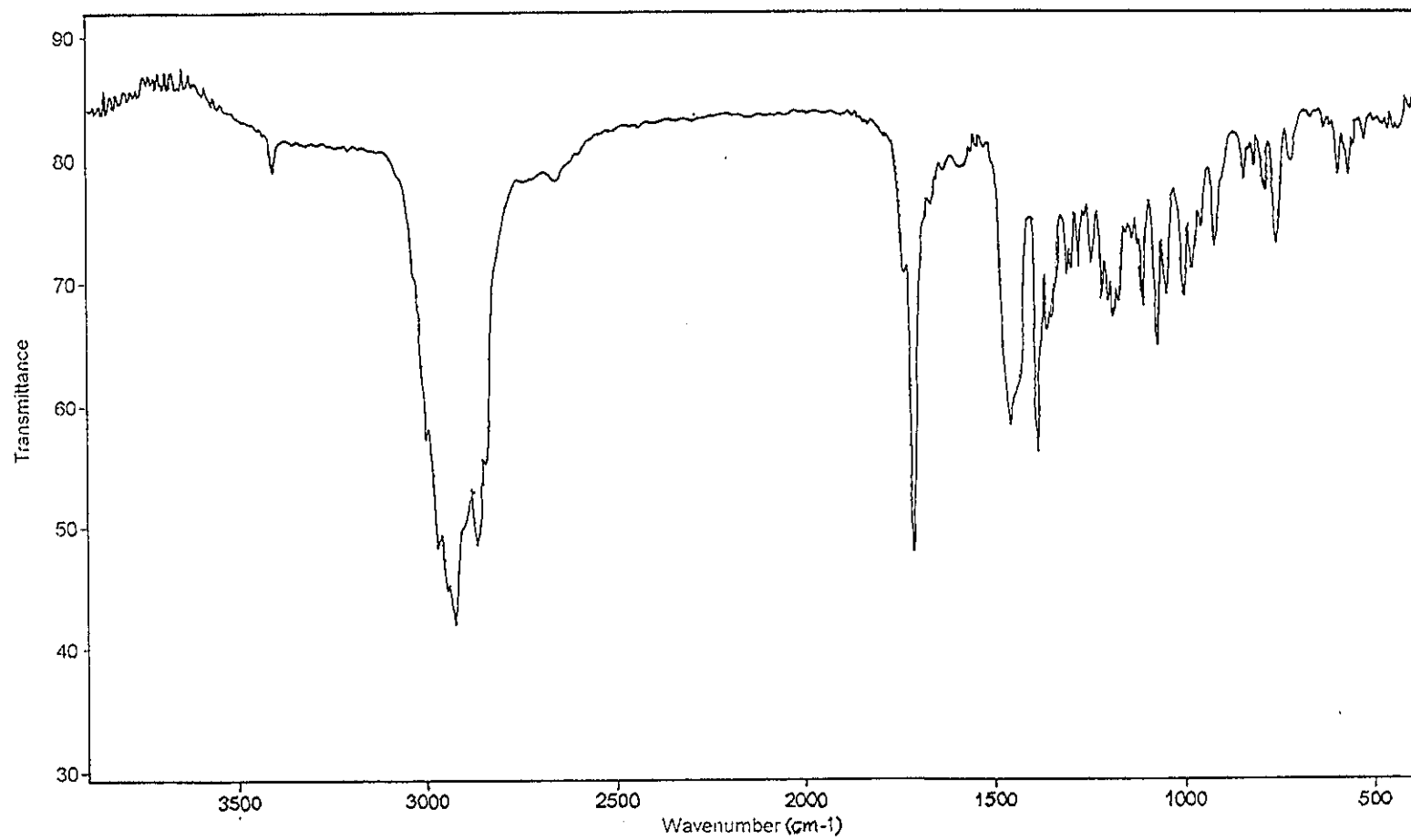
ภาพประกอบ 3.33 2D HMQC สเปกตรัมของ WK5



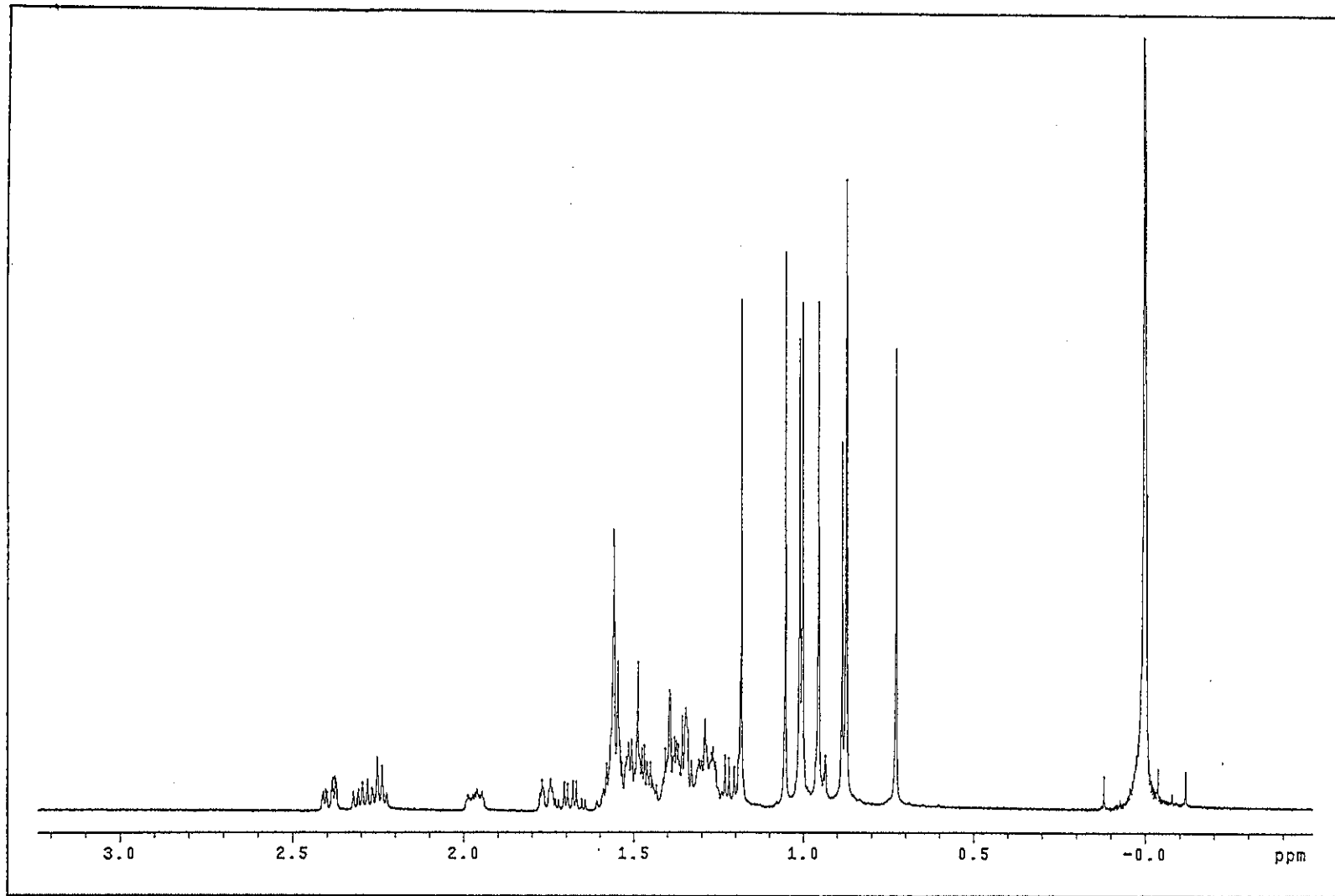
ภาพประกอบ 3.34 2D HMBC สเปกตรัมของ WK5



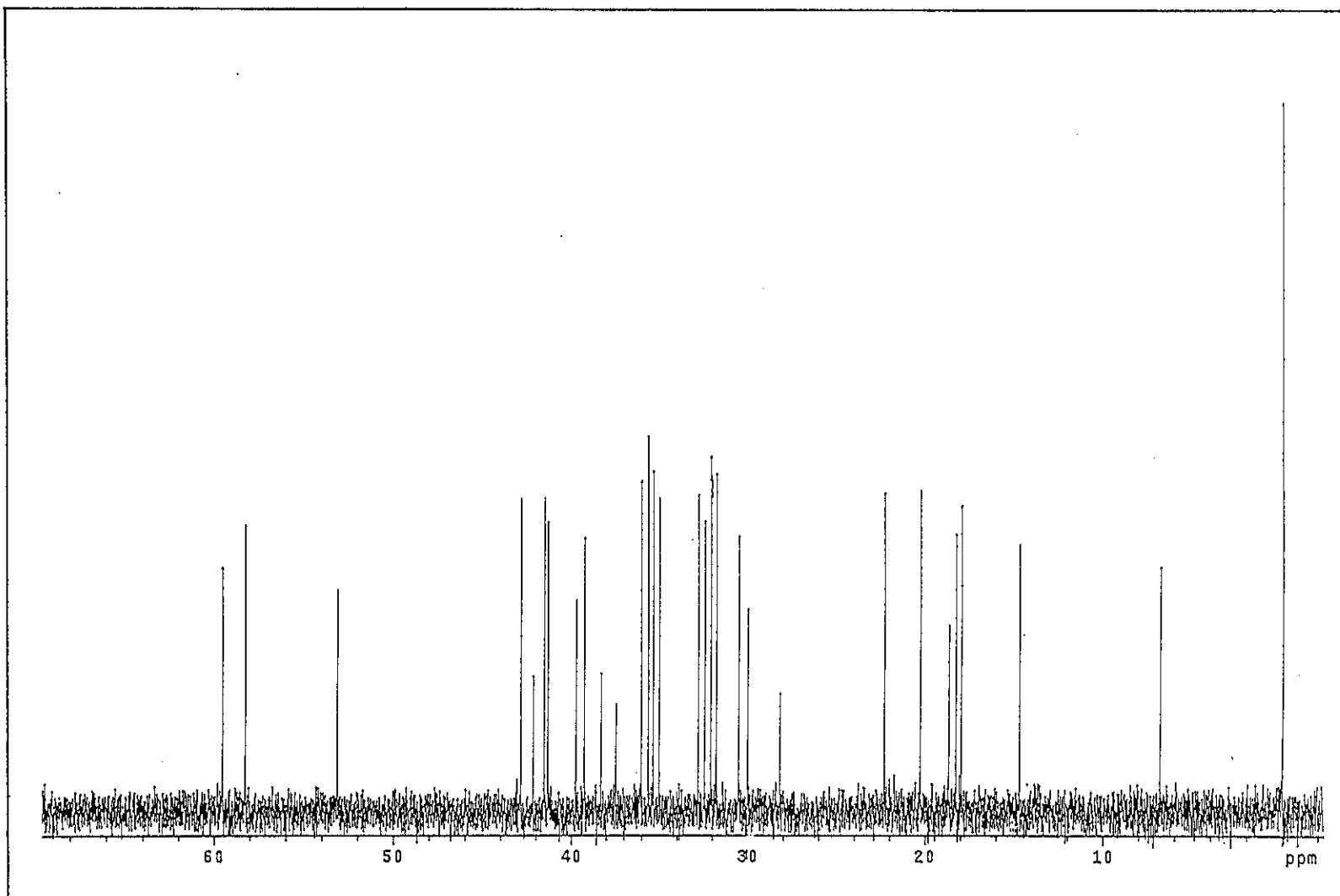
ภาพประกอบ 3.35 แมสสเปกตรัมของ WK2



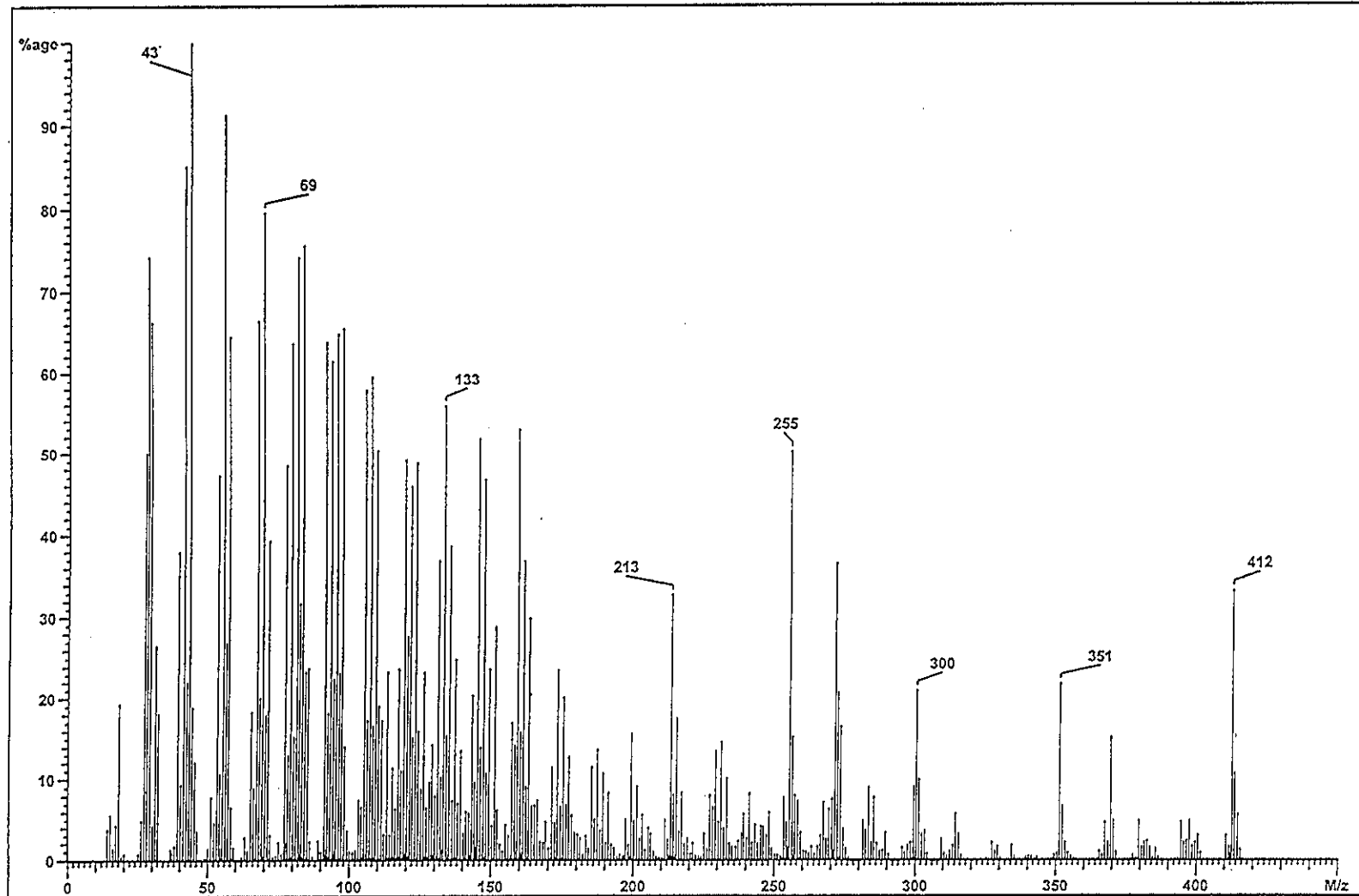
ภาพประกอบ 3.36 IR (KBr) สเปกตรัมของ WK2



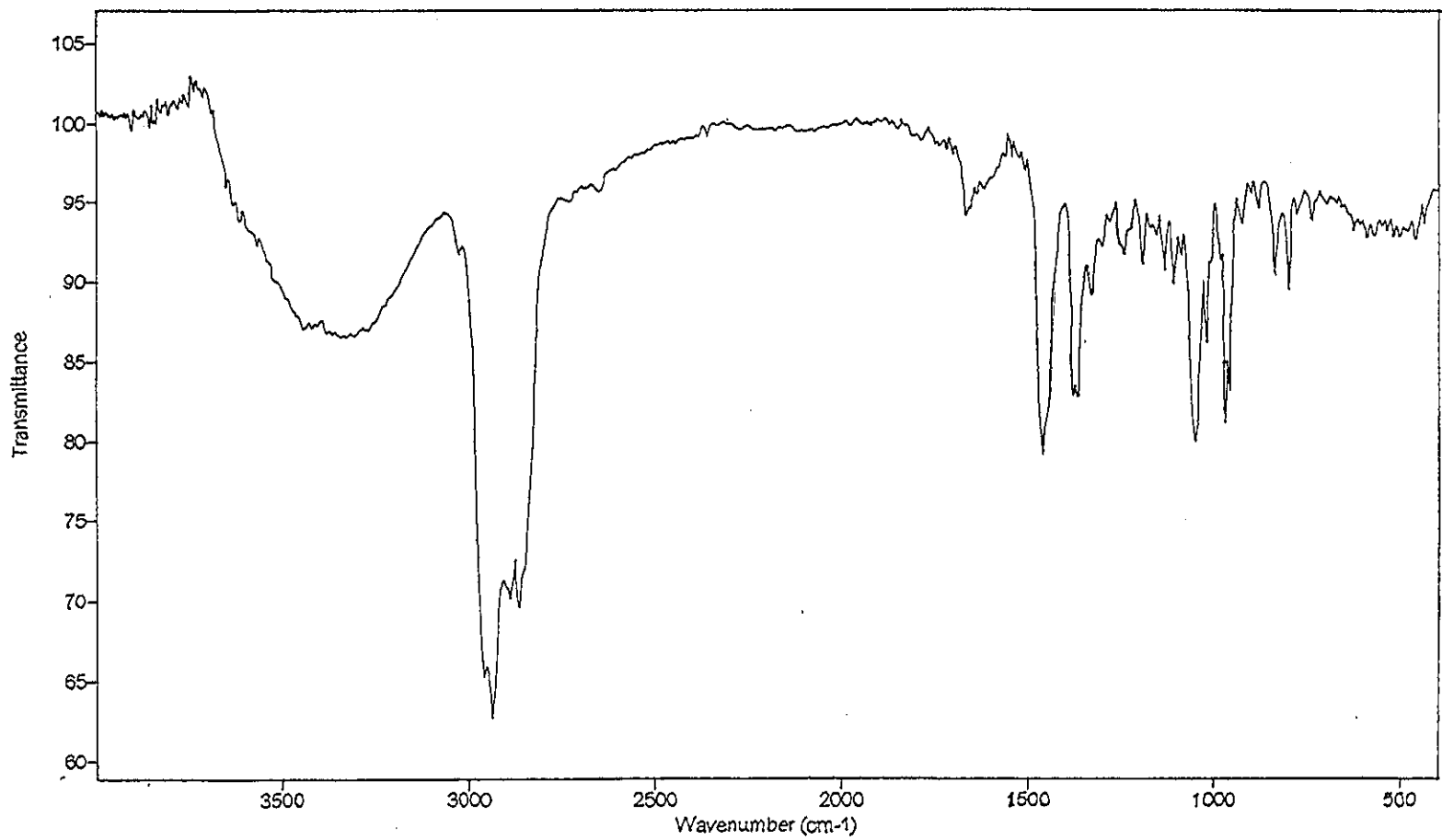
ภาพประกอบ 3.37 ^1H NMR (500 MHz) (CDCl_3) สเปกตรัมของ WK2



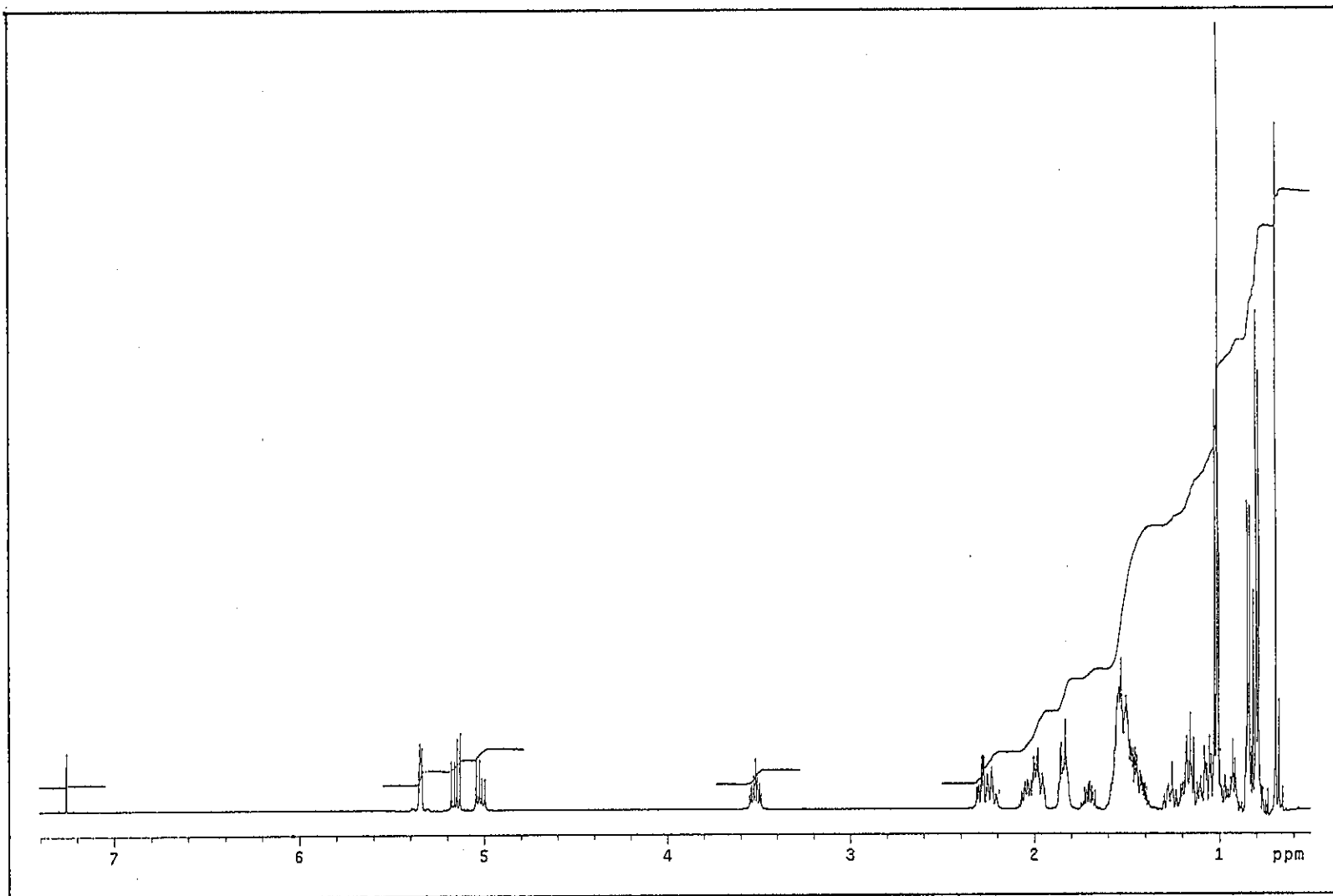
ภาพประกอบ 3.38 ^{13}C NMR (125 MHz) (CDCl_3) สเปกตรัมของ WK2



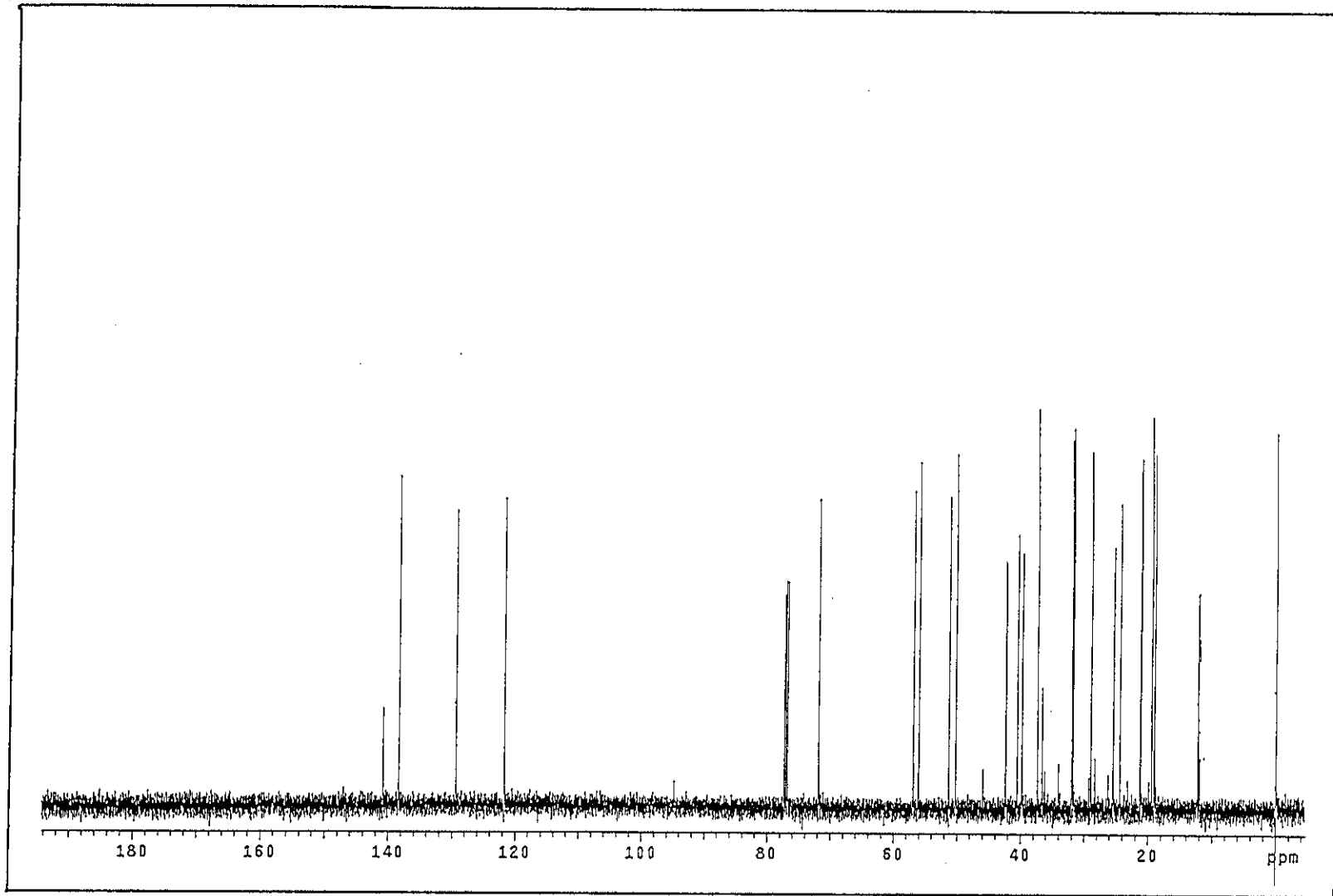
ภาพประกอบ 3.39 แมสสเปกตรัมของ WK4



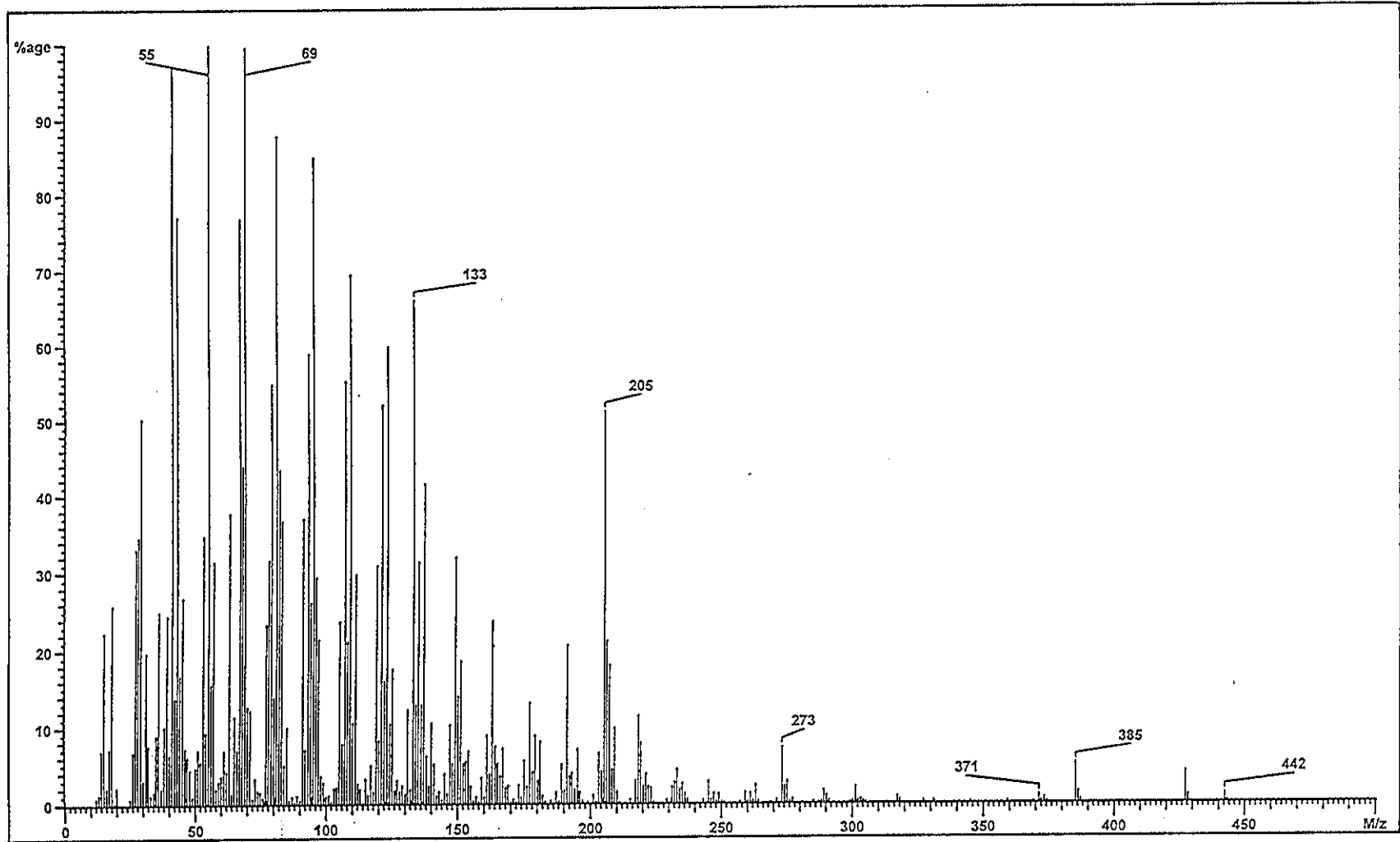
ภาพประกอบ 3.40 IR (KBr) สเปกตรัมของ WK4



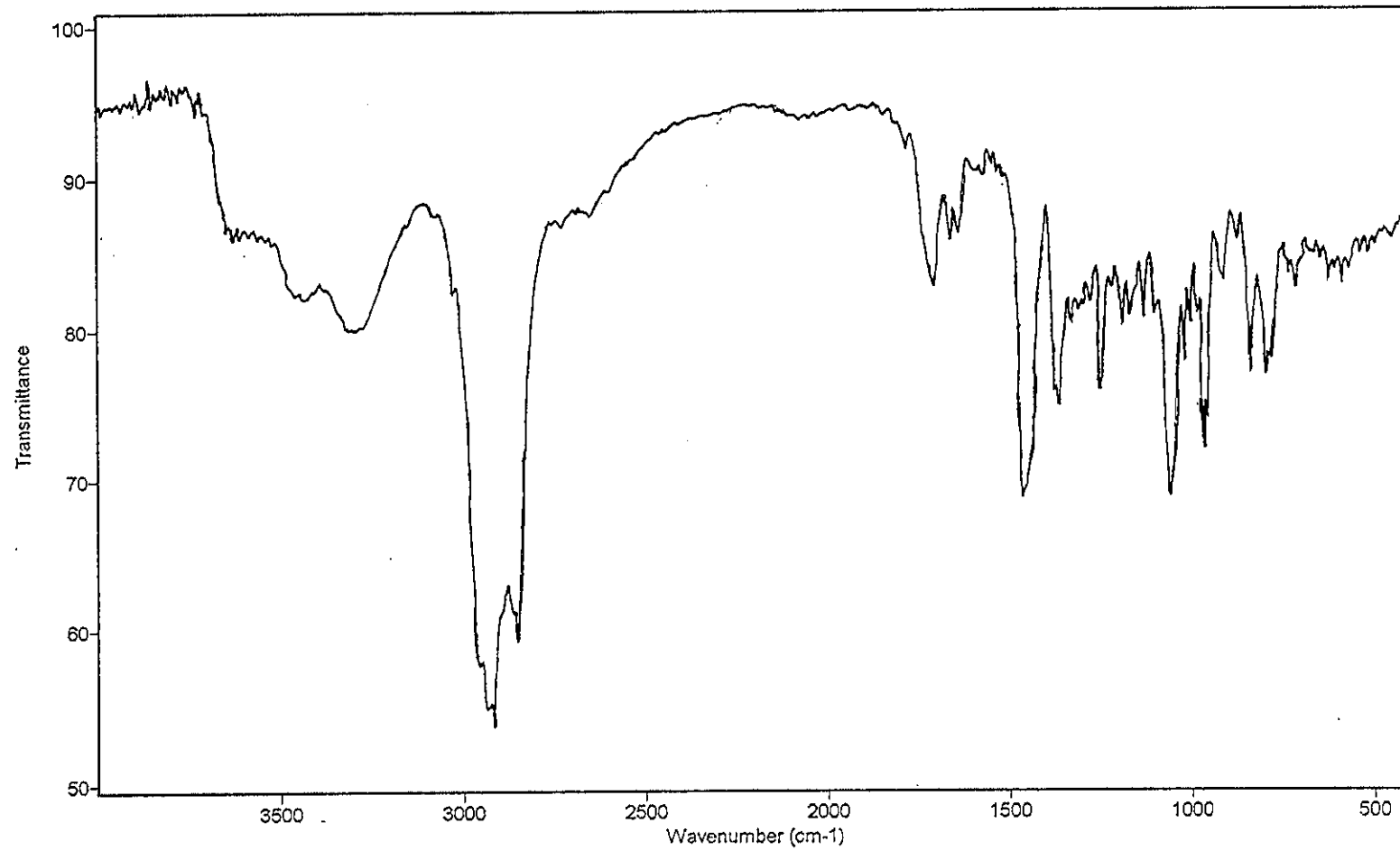
ภาพประกอบ 3.41 ^1H NMR (500 MHz) (CDCl_3) สเปกตรัมของ WK4



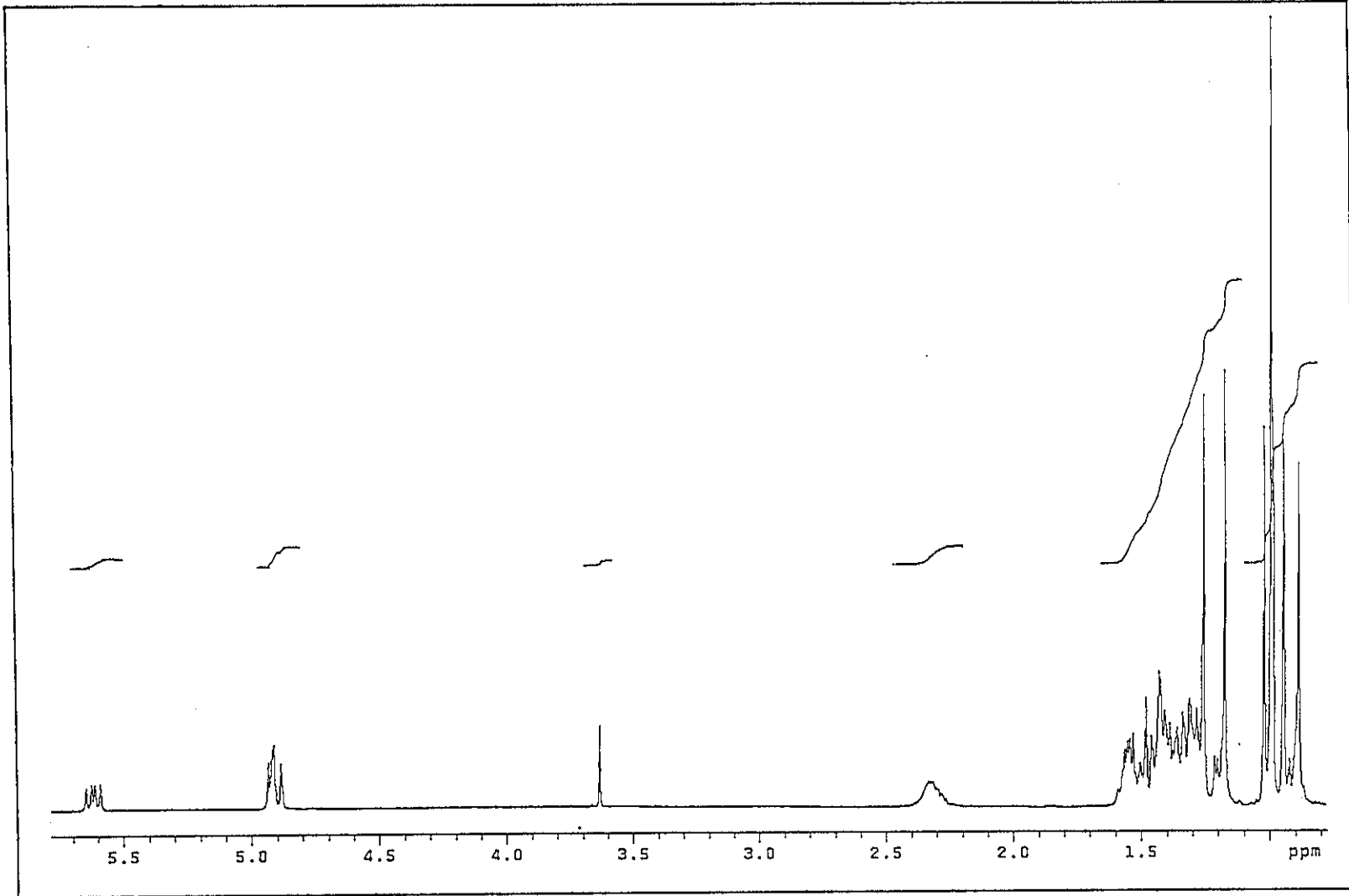
ภาพประกอบ 3.42 ^{13}C NMR (125 MHz) (CDCl_3) สเปกตรัมของ WK4



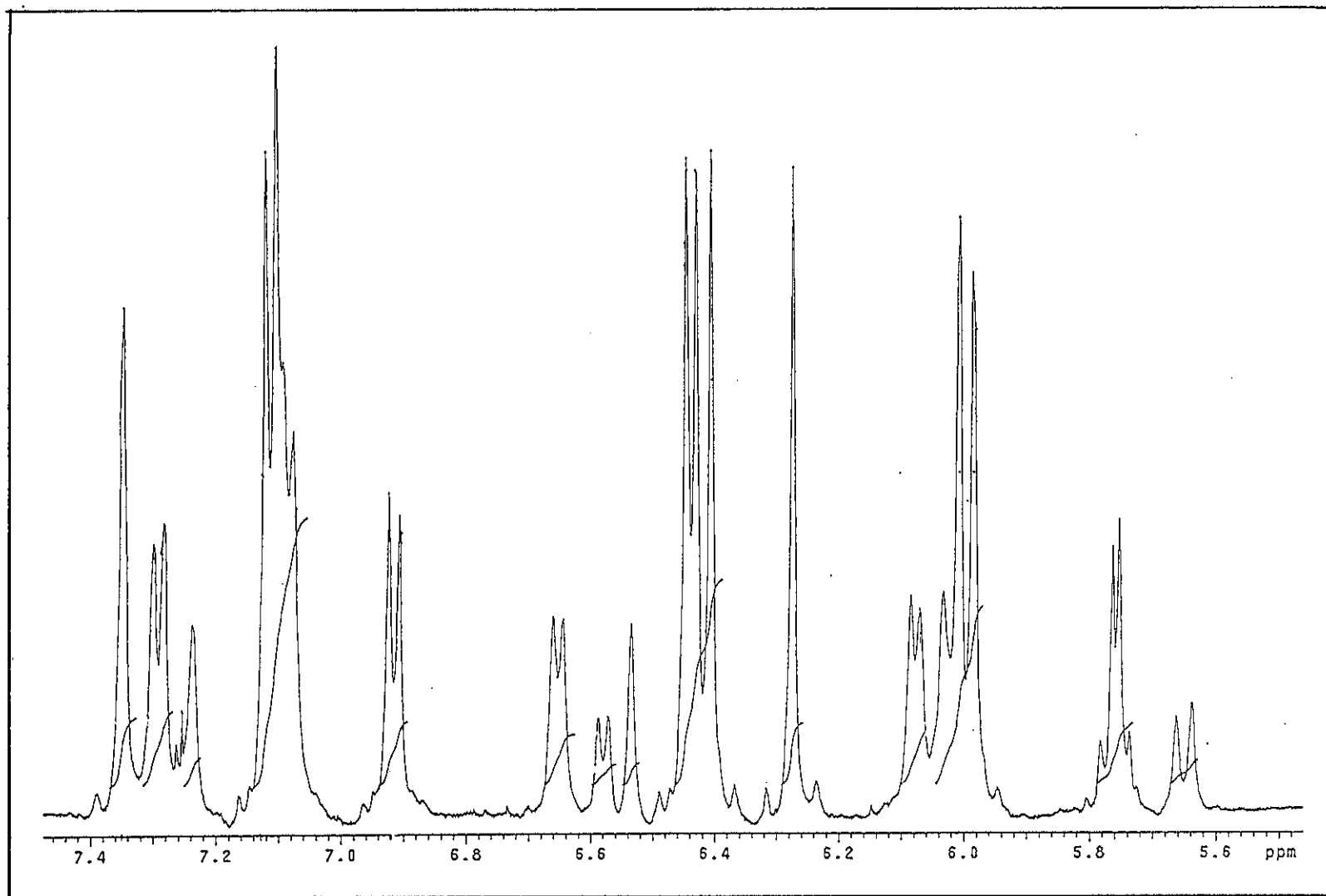
ภาพประกอบ 3.43 แมสสเปกตรัมของ WK6



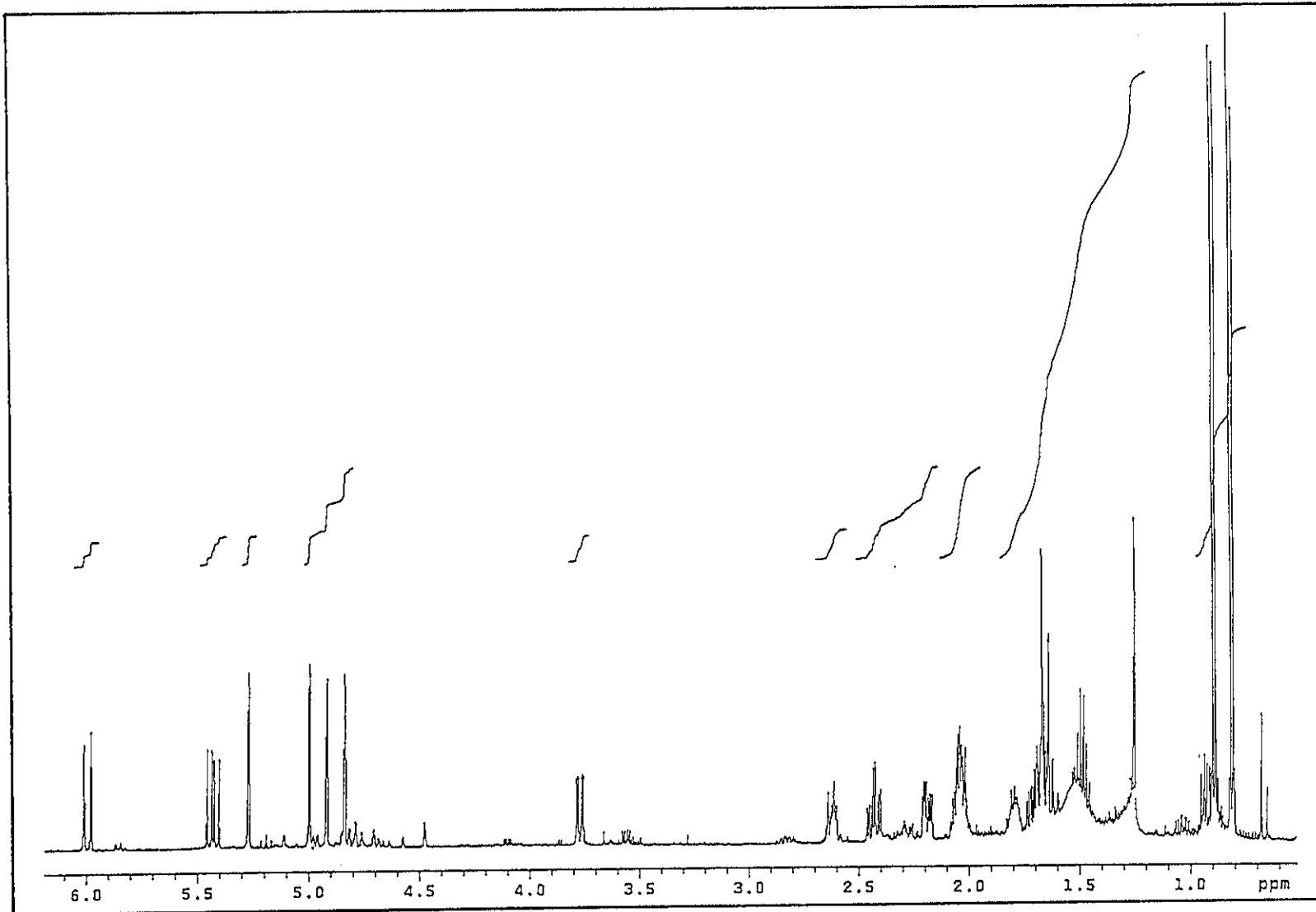
ภาพประกอบ 3.44 IR (KBr) สเปกตรัมของ WK6



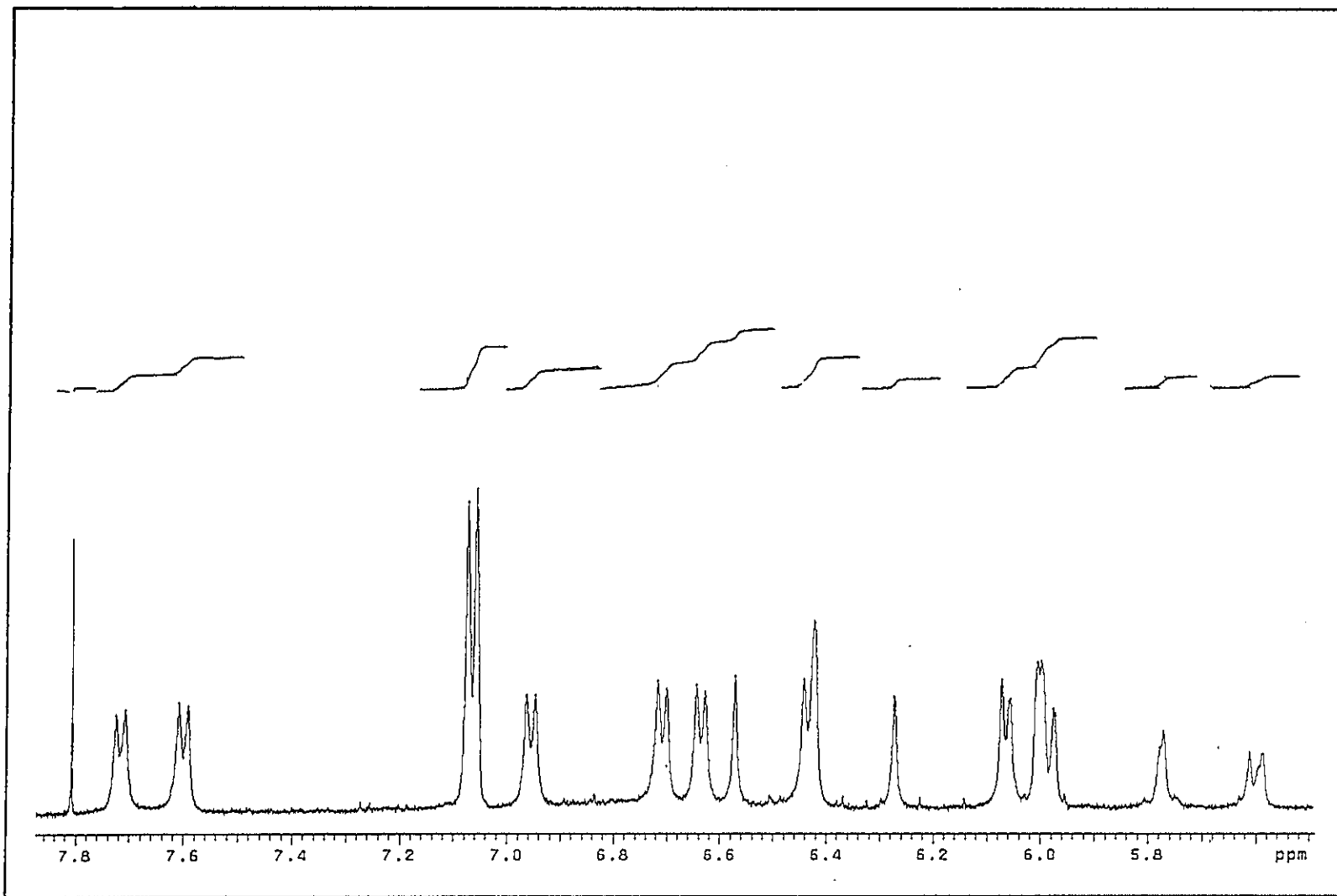
ภาพประกอบ 3.45 ^1H NMR (500 MHz) (CDCl_3) สเปกตรัมของ WK6



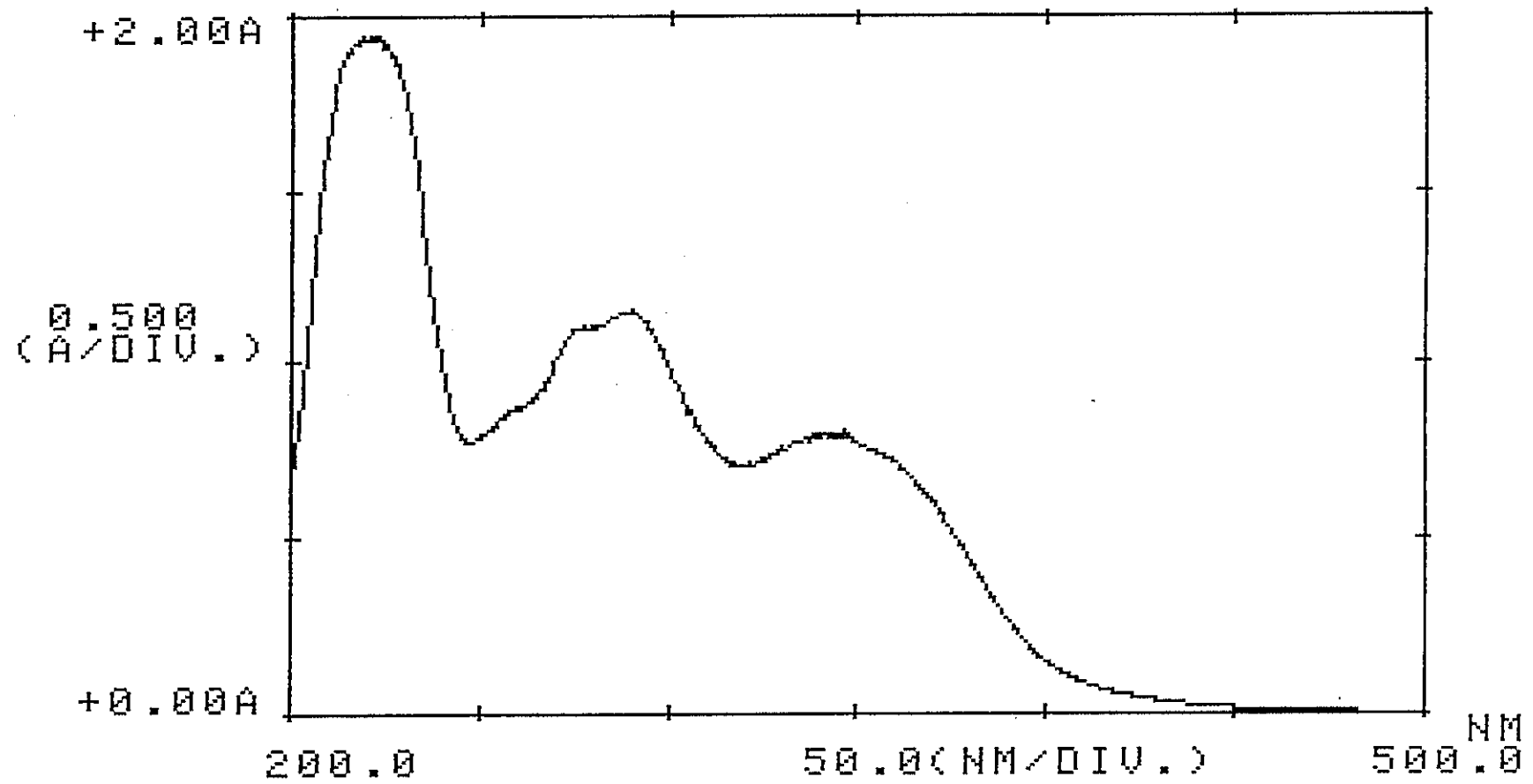
ภาพประกอบ 3.46 ^1H NMR (500 MHz) (CD_3OD) สเปกตรัมของ GS1



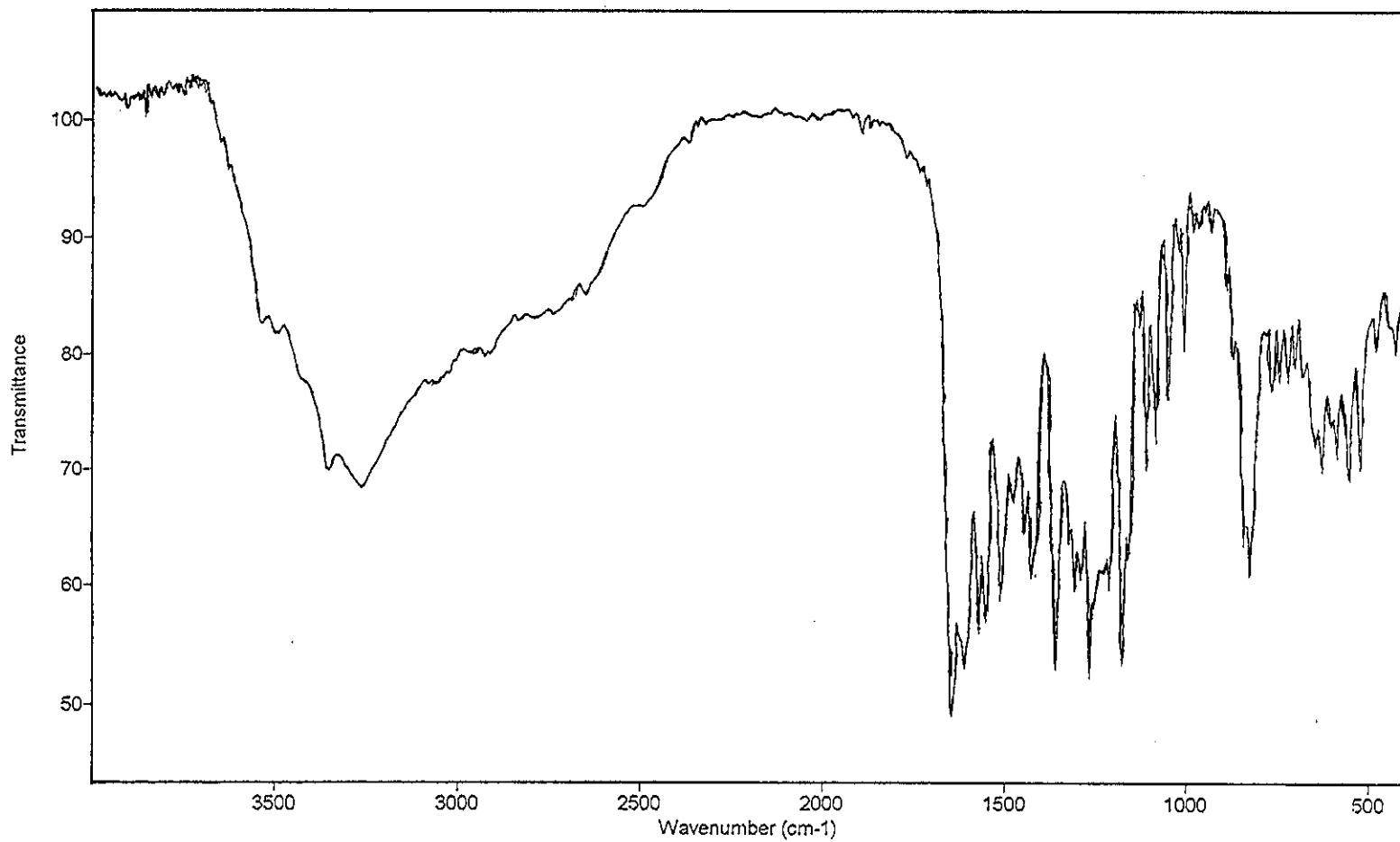
ภาพประกอบ 3.47 ^1H NMR (500 MHz) (CD_3OD) สเปกตรัมของ GS2



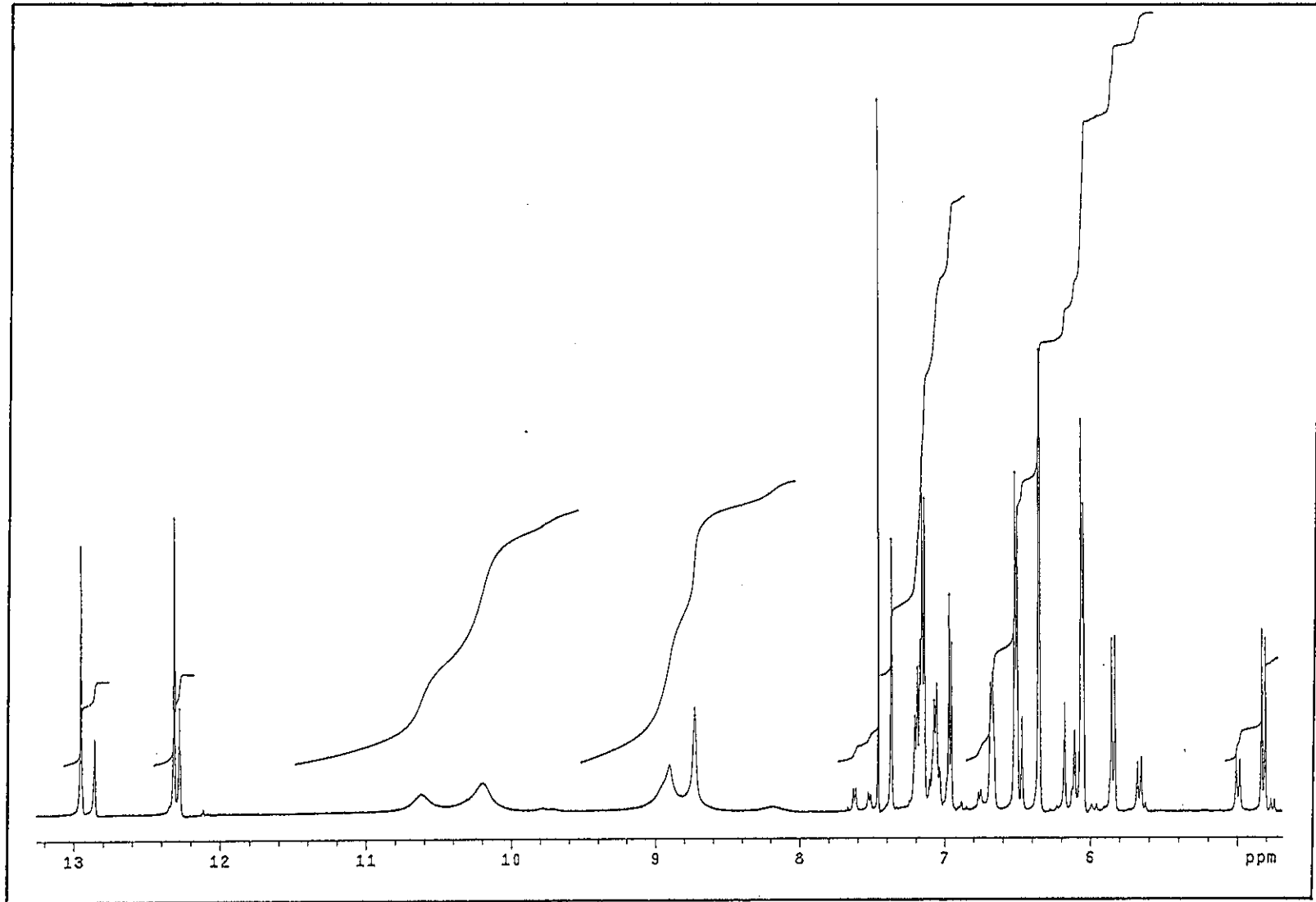
ภาพประกอบ 3.48 ^1H NMR (500 MHz) (CD_3OD) สเปกตรัมของ GS3



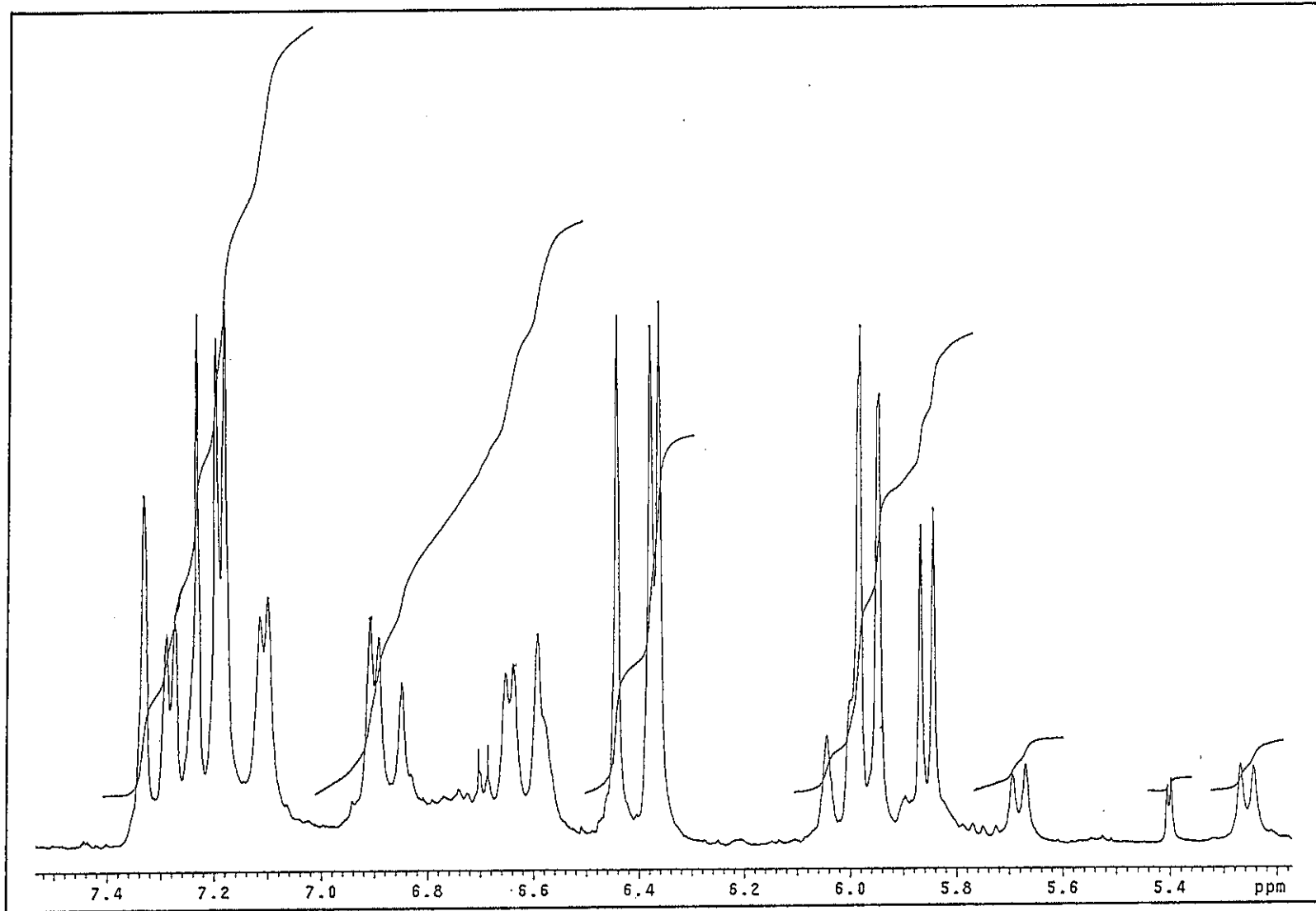
ภาพประกอบ 3.49 UV (MeOH) สเปกตรัมของ GS4



ภาพประกอบ 3.50 IR (KBr) สเปกตรัมของ GS4



ภาพประกอบ 3.51 ^1H NMR (500 MHz) ($\text{DMSO}-d_6 + \text{CDCl}_3$) สเปกตรัมของ GS4



ภาพประกอบ 3.52 ^1H NMR (500 MHz) (CD_3OD) สเปกตรัมของ GS5

บรรณานุกรม

- อึ้งมาน อาแด, 2541. “องค์ประกอบทางเคมีจากเปลือกผลวา (*Garcinia hombroniana* Pierre)”,
วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเคมีอินทรีย์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
(ลำเนา)
- Ampofo, S.A. and Waterman, P.G. 1986. “Xanthonenes from Three *Garcinia* Species”,
Phytochemistry. 25(10), 2351-2355.
- Ansari, W.H. ; Rahman, W. ; Barraclough, D. ; Maynard, R. and Scheinmann . 1976.
“Biflavonoids and Flavone-Chromone from the Leaves of *Garcinia dulcis* (Roxb.) Kurz”,
J.Chem.Soc.Perkin.Trans I. 13, 1458-1463.
- Asano, J. ; Chiba, K. ; Tada, M. and Yoshii, T. 1996. “Cytotoxic Xanthonenes from *Garcinia
hanburyi*”, *Phytochemistry*. 41(3), 815-820.
- Babu, V. ; Mashhood, S. ; Sultana, S. and Ilyas, M. 1988. “A Biflavonoid from *Garcinia
nervosa*”, *Phytochemistry*. 27(10), 3332-3335.
- Cao, G.S. ; Wu, H.X. ; Sim, Y.K. ; Tan, B.K.H. ; Perir, J.T. ; Wong, W.H. ; Hew, N.F. and Goh,
S.H. 1998. “Cytotoxic Caged Tetraprenylated Xanthonoids from *Garcinia gaudichaudii*
(Guttiferae)”, *Tetrahedron lett*. 39, 3353-3356.
- Chairungrilerd, N. ; Takeuchi, K. ; Ohizumi, Y. ; Nozoe, S. and Ohta, T. 1996. “Mangostanol, a
Prenyl Xanthone from *Garcinia mangostana*”, *Phytochemistry*. 43(5), 1099-1102.
- Crichton, E.G. and Waterman, P.G. 1979. “Manniflavanone, a New 3,8-Linked Flavanone Dimer
from the Stem Bark of *Garcinia manni*”, *Phytochemistry*. 18, 1553-1557.

- Diserens, I.S. ; Rogers, C. ; Sordat, B. and Hostettmann, K. 1992. "Prenylated Xanthenes from *Garcinia livingstonei*", *Phytochemistry*. 31(1), 313-316.
- Fukuyama, Y. ; Kamiyama, A. ; Mima, Y. and Kodama, M. 1991. "Prenylated Xanthenes from *Garcinia subelliptica*", *Phytochemistry*. 30(10), 3433-3436.
- Fukuyama, Y. ; Minami, H. and Kuwayama, A. 1998. "Garsubellins, Polyisoprenylated Phloroglucinol Derivatives from *Garcinia subelliptica*", *Phytochemistry*. 49(3), 853-857.
- Goh, S.H. ; Jantan, I. ; Gray, A.I. and Waterman, P.G. 1992. "Prenylated Xanthenes from *Garcinia opaca*", *Phytochemistry*. 31(4), 1383-1386.
- Gunatilaka, A.A.L. ; Jasmin De Silva, A.M.Y. ; Sotheeswaran, S. ; Balasubramaniam, S. and Wazeer, M.I.M. 1984. "Terpenoid and Biflavonoid Constituents of *Calophyllum calaba* and *Garcinia spicata* from Sri Lanka", *Phytochemistry*. 23(2), 323-328.
- Gunatilaka, A.A.L. ; Saryani, H.T.B. ; Sotheeswaran, S. and Waight, E.S. 1983. "2,5-Dihydroxy-1,6-Dimethoxyxanthone and Biflavonoids of *Garcinia thwaitesii*", *Phytochemistry*. 22 (1), 233-235.
- Gustafson, K. R. ; Blunt, J. W. ; Munro, M.H.G. ; Fuller, R. W. ; Mckee, T. C. ; Cardellina II, J.H. ; McMahon, J.B. ; Cragg, G.M. and Boyd, M.R. 1992. "The Guttiferones, HIV-Inhibitory Benzophenones from *Symphonia globulifera*, *Garcinia livingstonei*, *Garcinia ovalifolia* and *Clusia rosea*", *Tetrahedron lett.* 48(46), 10093-10102.
- Hussain, R.A. and Waterman, P.G. 1982. "Lactones, Flavonoids and Benzophenones from *Garcinia conrauana* and *Garcinia manni*", *Phytochemistry*. 21(6), 1393-1396.

- Iinuma, M. ; Tosa, H. ; Tanaka, T. and Riswan, S. 1996. "Three New Xanthenes from the Bark of *Garcinia dioica*", *Chem. Pharm. Bull.* 44(1), 232-234.
- Iinuma, M. ; Tosa, H. ; Tanaka, T. ; Tanamaru, S. ; Asai, F. ; Kobayashi, Y. ; Miyauchi, K.I. and Shimano, R. 1996. "Antibacterial Activity of some *Garcinia* Benzophenone Derivatives against Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*", *Biol. Pharm. Bull.* 19(2), 311-314.
- Ilyas, N. ; Kamil, M. ; Parveen, M. and Khan, M.S. 1994. "Isoflavones from *Garcinia nervosa*", *Phytochemistry.* 36(3), 807-809.
- Ito, C. ; Miyamoto, Y. ; Nakayama, M. ; Kawai, Y. ; Sundar Rao, K. and Furukawa, H. 1997. "A Novel Depsidone and some New Xanthenes from *Garcinia* species", *Chem. Pharm. Bull.* 45(9), 1403-1413.
- Kartha, G. ; Ramachandran, G.N. ; Bhat, H.B. ; Nair, M. ; Rahavan, V.K.V. and Venkataraman, K. 1963. "The Constitution of Morellin", *Tetrahedron Lett.* 7, 459-472.
- Kosela, S. ; Cao, G.S. ; Wu, H.X. ; Vittal, J.J. ; Sukri, T. ; Masdianto ; Goh, H.S. and Sim, Y.K. 1999. "Lateriflorone, a Cytotoxic Spiroxalactone with a Novel Skeleton, from *Garcinia lateriflora* Bl.", *Tetrahedron lett.* 40, 157-160.
- Kosin, J. ; Ruangrunsi, N. ; Ito, C. and Furukawa, H. 1998. "A Xanthone from *Garcinia atroviridis*", *Phytochemistry.* 47(6), 1167-1168.
- Krajewski, D. ; Toth, G. and Schreier, P. 1996. "2-Ethyl-3-Methylmaleimide-*N*- β -D-Glucopyranoside from the Leaves of Mangosteen (*Garcinia mangostana*)", *Phytochemistry.* 43(1), 141-143.
- Likhitwitayawuid, K. ; Phadungcharoen, T. and Krungkrai, J. 1998. "Antimalarial Xanthenes from *Garcinia cowa*", *Planta. Med.* 64, 70-72.

- Likhitwitayawuid, K. ; Chanmahasathien, W. ; Ruangrunsi, N. and Krungkrai, J. 1998. "Xanthone with Antimalarial Activity from *Garcinia dulcis*", *Planta. Med.* 64, 281-282.
- Maoleod, A.J. and Pieris, N.M. 1982. "Volatile Flavour Components of Mangosteen, *Garcinia mangostana*", *Phytochemistry.* 21(1), 117-119.
- Minami, H. ; Kinoshita, M. ; Fukuyama, Y. ; Kodama, M. ; Yoshizawa, T. ; Sugiura, M. ; Nakagawa, K. and Tago, H. 1994. "Antioxidant Xanthenes from *Garcinia subelliptica*", *Phytochemistry.* 36(2), 501-506.
- Minami, H. ; Kuwayama, A. ; Yoshizawa, T. and Fukuyama, Y. 1996. "Novel Prenylated Xanthenes with Antioxidant Property from the Wood of *Garcinia subelliptica*", *Chem. Pharm. Bull.* 44(11), 2103-2106.
- Minami, H. ; Takahashi, E. ; Kodama, M. and Fukuyama, Y. 1996. "Three Xanthenes from *Garcinia subelliptica*", *Phytochemistry.* 41(2), 629-633.
- Minami, H. ; Hamaguchi, K. ; Kubo, M. and Fukuyama, Y. 1998. "A Benzophenone and a Xanthone from *Garcinia subelliptica*", *Phytochemistry.* 49(6), 1783-1785.
- Nyemba, A.M. ; Mpomdo, T.N. ; Connolly, J. D. and Rycroft, D.S. 1990. "Cycloartane Derivatives from *Garcinia lucida*", *Phytochemistry.* 29(3), 994-997.
- Rama Rao, A.V. ; Venkatswamy, G. and Pendse, A.D. 1980. "Camboginol and Cambogin", *Tetrahedron Lett.* 21, 1975-1978.
- Sen, A.K. ; Sarkar, K.K. ; Majumder, P.C. and Banerji, M. 1981. "Minor Xanthenes of *Garcinia mangostana*", *Phytochemistry.* 20, 183-185.

- Terashima, K. ; Kondo, Y. ; Aqil, M. ; Waziri, M. and Niwa, M. 1999. "A Study of Biflavanones from the Stem of *Garcinia kola* (Guttiferae)", *Heterocycles*. 50(1), 283-290.
- Terashima, K. ; Shimamura, T. ; Tanabayashi, M. ; Aqil, M. ; Akinmiyi, J.A. and Niwa, M. 1997. "Constituents of the Seeds of *Garcinia kola*: Two New Antioxidants, Garcinoic Acid and Garcinol", *Heterocycles*. 45(8), 1559-1566.
- Waterman, P.G. and Crichton, E.G. 1980. "Xanthenes and Biflavanoids from *Garcinia densivenia* Stem Bark", *Phytochemistry*. 19, 2723-2726.
- Waterman, P.G. and Hussain, R.A. 1982. "Major Xanthenes from *Garcinia quadrifaria* and *Garcinia staudtii* Stem Barks", *Phytochemistry*. 21(8), 2099-2101.
- Whitmore, M.A. 1973. "*Tree Flora of Malaya*", Malaysia : Forest department ministry of primary industries.
- Xu, J.Y. ; Cao, G.S. ; Wu, H.X. ; Lai, H.Y. ; Tan, B.H.K. ; Pereira, J.T. ; Goh, S.H. ; Venkatraman, G. ; Harrison, L.J. and Sim, K.Y. 1998. "Griffipavixanthone, a Novel Cytotoxic Bixanthone from *Garcinia griffithii* and *G. pavifolia*", *Tetrahedron lett.* 39, 9103-9106.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาววรรณฤดี แก้ววนก

วัน เดือน ปีเกิด 17 กรกฎาคม 2517

วุฒิการศึกษา

วุฒิ

ชื่อสถาบัน

ปีที่สำเร็จการศึกษา

วิทยาศาสตรบัณฑิต

มหาวิทยาลัยทักษิณ

2540

สาขาวิชาเคมี

ทุนการศึกษา (ที่ได้รับในระหว่างการศึกษา)

ทุน โครงการผลิตและพัฒนาอาจารย์ของมหาวิทยาลัยทักษิณ