

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลของความร้อนร่วมกับ pH ต่อการเปลี่ยนแปลง
ของสารอโลเวโรสในว่านหางจระเข้
EFFECT OF HEAT AND pH ON THE CHANGE OF
ALOVEROSE IN ALOE VERA

โดย

นายธรรมรัตน์ คุ่มทวีวุฒิ
นางสาวภัทราพร พุกสวัสดิ์
นางสาววิวรรณ เอี่ยมอารีรัตน์

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.พิมเพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ (คณะวิศวกรรมศาสตร์)

ผศ.ดร.คณิตา ตั้งคนานุรักษ์ (คณะวิทยาศาสตร์)

รฟ.
ร 353 ล
9549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 72009
วัน,เดือน,ปี..... - 7 ส.ย. 2550

b. 11761763
i.

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโทปีการศึกษา 2549

ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ผลของความร้อนร่วมกับ pH ต่อการเปลี่ยนแปลงของสารอโลเวโรสในวุ้นหางจรเข้

EFFECT OF HEAT AND pH ON THE CHANGE OF ALOVEROSE IN ALOE VERA

ผู้จัดทำ

นายธรรมรัตน์ กุ่มทวีวุฒิ

นางสาวภัทรพร ทุกสวัสดิ์

นางสาวรวีวรรณ เอี่ยมอารีรัตน์

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์)

คณิตา ตั้งคณาภิรักษ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร.คณิตา ตั้งคณาภิรักษ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการ	ผลของความร้อนร่วมกับ pH ต่อการเปลี่ยนแปลงของสาร อโลเวโรสในวุ้นหางจระเข้
นักศึกษา	นายธรรมรัตน์ กุ่มทวีวุฒิ นางสาวภัทรพร พุกสวัสดิ์ นางสาวรวีวรรณ เอี่ยมอารีรัตน์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ ผศ.ดร.คณิตา ตั้งคณานุรักษ์
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมอาหาร
ปีการศึกษา	2549

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของสารอโลเวโรส (Aloeverose) ซึ่งเป็นโพลีแซคคาไรด์ที่มีสรรพคุณเด่นในวุ้นหางจระเข้ (*Aloe barbadensis*, Miller) นำสกัดจากเจลวุ้นหางจระเข้ถูกปรับ pH ให้มีค่าเท่ากับ 4 ด้วยกรดซิตริก แล้วนำไปให้ความร้อน 3 ระดับ อุณหภูมิ คือ 70, 90 และ 110 องศาเซลเซียส 3 ช่วงเวลา คือ 30, 60 และ 90 นาที ในหลอดคาปิลลารี จากนั้นทำแห้งด้วยการทำแห้งแบบระเหิด (freeze drying) ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Nuclear magnetic resonance (NMR) พบว่า ตัวอย่างวุ้นหางจระเข้ ที่ปรับกรด และผ่านให้ความร้อนทั้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส และ 90 องศาเซลเซียส ให้ค่าความเข้มของสเปกตรัม ที่ตำแหน่งสารอโลเวโรสสูงกว่าตัวอย่างจากน้ำวุ้นหางจระเข้ที่ไม่ได้ปรับกรด (pH =4.6) ในทุกช่วงเวลาของการให้ความร้อน การให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลานานขึ้นมีผลให้ค่าความเข้มของสเปกตรัมเพิ่มขึ้น แต่การเพิ่มอุณหภูมิการให้ความร้อนน้ำวุ้นหางจระเข้ เป็นอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส กลับมีผลทำให้มีค่าความเข้มสเปกตรัมของสารอโลเวโรสลดลงทุกช่วงเวลา ซึ่งอาจเนื่องจากความร้อนที่อุณหภูมิสูงเป็นสาเหตุของการสลายตัวของสารอโลเวโรส ผลที่ได้จากการวิจัยนี้นำมาเป็นแนวทางการออกแบบสภาวะที่เหมาะสมในการ นำเชื้อด้วยความร้อนของผลิตภัณฑ์จากวุ้นหางจระเข้เพื่อคงปริมาณสารอโลเวโรสให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

Project Title EFFECT OF HEATING AND pH ON THE CHANGE OF
ALOVEROSE IN ALOE VERA

Students Mr.Tammarat Kumtavewut
Miss Pattraporn Phuksawat
Miss Raweewan Aiemarreerat

Project Advisor Asst.prof.Dr.Pimpen Pornchaloempong
Asst.prof.Dr.Kanita Tungkananuruk

Degree Bachelor of Engineering

Program Food Engineering

Academic Year 2006

ABSTARCT

Aloeverose is polysaccharide, a major constituent of aloe vera leave (*Aloe barbadensis*, Miller). In this study the effect of heat and pH on changing of aloeverose in aloe vera were investigated. Aloe juice's pH was adjusted to 4.0 using citric acid and heat treated at different temperatures (70, 90 and 110°C) and different times (30, 60 and 90 minutes) in capillary tubes. The treated samples were then freeze dried before analyzed by nuclear magnetic resonance (NMR). The results illustrated that the Aloe juice with pH 4.0 after heated at 70 and 90°C had higher aloeverose spectrum intensity than the non adjusted pH (pH=4.6) samples at all time intervals. The samples heated at 70 °C had higher aloeverose spectrum intensity over time. While heating samples at 90 °C decreased aloeverose spectrum intensity when time increased. High temperature may cause destruction of aloeverose structure. The result of this studied lead to optimize the heat processing conditions for maintaining quantity of aloeverose to standard level.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ

ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการซึ่งเป็นผู้ที่มีความสำคัญที่สุดในการให้ความรู้ ความช่วยเหลือ และคำแนะนำตลอดจนติดตามผลงานด้วยความเอาใจใส่อย่างใกล้ชิด โดยตลอดจนงานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผศ.ดร.คณิตา ตั้งคณาบุรุษย์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ให้ความรู้ ความช่วยเหลือ ตลอดจนคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่างๆ เสมอมาจนงานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

นายเดโช ออมสินทวีโชค กรรมการผู้จัดการบริษัท บางกอก อโล ที่กรุณาอนุเคราะห์ว่านหางจระเข้สดให้แก่ผู้วิจัย

อาจารย์และเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาวิศวกรรมอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่านที่ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์รวมทั้งให้ความช่วยเหลือต่างๆ อย่างดี

นางสาวสุรชาติพิศ สันตจิตร และ พันธุ์ชิตา ชวรัฐรังสรรค์ นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาเคมีเครื่องมือ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ช่วยตรวจวิเคราะห์สารตัวอย่างในงานวิจัย

บิดา มารดา ญาติพี่น้อง ที่ดูแลช่วยเหลือในทุกๆ ด้านตลอดมา

เพื่อนๆ ในภาควิชาวิศวกรรมอาหารทุกคนที่เป็นกำลังใจ ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำแก่ผู้วิจัยโดยตลอด

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	III
สารบัญรูปภาพ	VI
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 สถานที่ทำการทดลอง	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับว่านหางจระเข้	3
2.2 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสารอโพลีโรส	4
2.3 เทคนิคในการตรวจวิเคราะห์	4
2.4 การแปรรูปแบบผสมผสาน (hurdle technology)	5
2.5 ผลของ pH ต่อการแปรรูปว่านหางจระเข้ด้วยความร้อน	6
บทที่ 3 วิธีการทดลอง	
3.1 วัตถุประสงค์ในการทดลอง	7
3.2 วิธีการทดลอง	7
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	
4.1 การทดลองเบื้องต้น	10
4.2 การทดลอง	16
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	20
เอกสารอ้างอิง	21

สารบัญ(ต่อ)

ภาคผนวก	หน้า
ภาคผนวก ก.	22
ภาคผนวก ข.	23
ภาคผนวก ค.	31
ภาคผนวก ง.	48
ภาคผนวก จ.	65
ภาคผนวก ฉ.	106
ภาคผนวก ช	109



สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
4.1 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงที่อุณหภูมิต่างๆของน้ำว่านหางจระเข้	11
4.2 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมของสารอโกลเวโรส กรดมาลิก และกรดแลคติก ที่อุณหภูมิ และเวลาต่าง ๆ	16
ค.1 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ไม่ปรับกรด ไม่ทำการให้ความร้อน ชั่วโมงที่ 1	33
ค.2 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ไม่ปรับกรด ไม่ทำการให้ความร้อน ชั่วโมงที่ 2	35
ค.3 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ไม่ปรับกรด ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ชั่วโมงที่ 1	37
ค.4 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ไม่ปรับกรด ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ชั่วโมงที่ 2	39
ค.5 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ปรับกรดไม่ทำการให้ความร้อน ชั่วโมงที่ 1	41
ค.6 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ปรับกรดไม่ทำการให้ความร้อน ชั่วโมงที่ 2	43
ค.7 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ปรับกรดให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ชั่วโมงที่ 1	45
ค.8 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ปรับกรดให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ชั่วโมงที่ 2	47
จ.1 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ไม่ปรับกรด ไม่ทำการให้ความร้อน ชั่วโมงที่ 1	50
จ.2 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ไม่ปรับกรด ไม่ทำการให้ความร้อน ชั่วโมงที่ 2	52
จ.3 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ไม่ปรับกรด ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ชั่วโมงที่ 1	54
จ.4 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ไม่ปรับกรด ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ชั่วโมงที่ 2	56

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตาราง	หน้า
จ.5 แสดงค่าความเข้มข้นสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ปรับกรดไม่ทำการให้ความร้อน ซ้ำที่ 1	58
จ.6 แสดงค่าความเข้มข้นสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ปรับกรดไม่ทำการให้ความร้อน ซ้ำที่ 2	60
จ.7 แสดงค่าความเข้มข้นสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ปรับกรดให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ซ้ำที่ 1	62
จ.8 แสดงค่าความเข้มข้นสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ปรับกรดให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ซ้ำที่ 2	64
จ.1 แสดงค่าความเข้มข้นสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ไม่ปรับกรด ไม่ทำการให้ความร้อน ซ้ำที่1	67
จ.2 แสดงค่าความเข้มข้นสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ไม่ปรับกรด ไม่ทำการให้ความร้อน ซ้ำที่2	69
จ.3 แสดงค่าความเข้มข้นสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ไม่ปรับกรดให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที	72
จ.4 แสดงค่าความเข้มข้นสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ไม่ปรับกรดให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที	75
จ.5 แสดงค่าความเข้มข้นสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ไม่ปรับกรดให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที	77
จ.6 แสดงค่าความเข้มข้นสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ไม่ปรับกรดให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที	79
จ.7 แสดงค่าความเข้มข้นสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ไม่ปรับกรดให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที	82
จ.8 แสดงค่าความเข้มข้นสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ไม่ปรับกรดให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที	85
จ.9 แสดงค่าความเข้มข้นสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ปรับกรดไม่ทำการให้ความร้อน ซ้ำที่1	88

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตาราง	หน้า
จ.10 แสดงค่าความเข้มข้นเปกโตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ปรับกรดไม่ทำการให้ความร้อน ซ้ำที่ 2	91
จ.11 แสดงค่าความเข้มข้นเปกโตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ปรับกรดให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที	94
จ.12 แสดงค่าความเข้มข้นเปกโตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ปรับกรดให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที	97
จ.13 แสดงค่าความเข้มข้นเปกโตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ปรับกรดให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที	99
จ.14 แสดงค่าความเข้มข้นเปกโตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ปรับกรด ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที	101
จ.15 แสดงค่าความเข้มข้นเปกโตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ปรับกรดให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที	103
จ.16 แสดงค่าความเข้มข้นเปกโตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ปรับกรดให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที	105
ฉ.1 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบทางสถิติความเข้มข้นเปกโตรัมของสารอโกลเวโรสใน น้ำว่านหางจระเข้ที่สถานะต่างๆ ครั้งที่ 1,2	107
ฉ.2 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบทางสถิติความเข้มข้นเปกโตรัมของกรควมาลิคิน น้ำว่านหางจระเข้ที่สถานะต่างๆ ครั้งที่ 1,2	108

สารบัญญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างของสารอ โลเวโรส	4
รูปที่ 2.2 แสดงสเปกตรัม จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค NMR ของ ผงเจลจาก ว่านหางจระเข้เข้มข้น (concentrated gel powder) ที่ผ่านการทำให้แห้ง ด้วยการทำแบบระเหิด	5
รูปที่ 3.1 ท่อสแตนเลสที่ใช้ในการทดลอง	8
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียในแต่ละช่วงอุณหภูมิของ น้ำว่านหางจระเข้ไม่ปรับกรด	10
รูปที่ 4.2 ตัวอย่างสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ไม่ปรับกรดไม่ทำการให้ความร้อน	13
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงผลของความร้อนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความเข้มสเปกตรัม ของสารอ โลเวโรส (อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 30 นาที)	14
รูปที่ 4.4 กราฟแสดงผลของความร้อนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความเข้มสเปกตรัม ของกรดมาลิก (อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 30 นาที)	15
รูปที่ 4.5 กราฟแสดงผลของความร้อนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความเข้มสเปกตรัม ของกรดแลคติก (อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 30 นาที)	15
รูปที่ 4.6 กราฟแสดงผลของความร้อนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มสเปกตรัม ของสารอ โลเวโรสหลังการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ และเวลาต่าง ๆ	17
รูปที่ 4.7 กราฟแสดงผลของความร้อนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มสเปกตรัม ของกรดมาลิกที่อุณหภูมิ และเวลาต่าง ๆ	18
รูปที่ 4.8 กราฟแสดงผลของความร้อนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความเข้มสเปกตรัม ของกรดแลคติกที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ	19
รูปที่ ก.1 สเปกตรัมของน้ำว่านหางจระเข้สด	22
รูปที่ ก.2 สเปกตรัมของผลิตภัณฑ์น้ำว่านหางจระเข้ของผู้ประกอบการ	22
รูปที่ ข.1 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียในแต่ละช่วงอุณหภูมิ ของน้ำว่านหางจระเข้ไม่ปรับกรดซ้ำที่1	24
รูปที่ ข.2 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียในแต่ละช่วงอุณหภูมิ ของน้ำว่านหางจระเข้ไม่ปรับกรดซ้ำที่2	25

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้า	
รูปที่ ข.3	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียในแต่ละช่วงอุณหภูมิของน้ำว่านหางจระเข้ปรับกรดค่า pH เท่ากับ 3 ซ้ำที่ 1	26
รูปที่ ข.4	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียในแต่ละช่วงอุณหภูมิของน้ำว่านหางจระเข้ปรับกรดค่า pH เท่ากับ 3 ซ้ำที่ 2	27
รูปที่ ข.5	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียในแต่ละช่วงอุณหภูมิของน้ำว่านหางจระเข้ปรับกรดค่า pH เท่ากับ 3 ซ้ำที่ 3	28
รูปที่ ข.6	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียในแต่ละช่วงอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์น้ำว่านหางจระเข้สดปรับกรดจากห้างหุ้นส่วนจำกัด บางกอกโกล	29
รูปที่ ข.7	กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียในแต่ละช่วงอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์น้ำว่านหางจระเข้ปรับกรดจากประเทศสหรัฐอเมริกา	30
รูปที่ ค.1	สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ไม่ปรับกรดไม่ทำการให้ความร้อนซ้ำที่ 1	32
รูปที่ ค.2	สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ไม่ปรับกรดไม่ทำการให้ความร้อนซ้ำที่ 2	34
รูปที่ ค.3	สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ไม่ปรับกรดให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ซ้ำที่ 1	36
รูปที่ ค.4	สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ไม่ปรับกรดให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ซ้ำที่ 2	38
รูปที่ ค.5	สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ปรับกรดไม่ทำการให้ความร้อน ซ้ำที่ 1	40
รูปที่ ค.6	สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ปรับกรดไม่ทำการให้ความร้อน ซ้ำที่ 2	42
รูปที่ ค.7	สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ปรับกรดให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ซ้ำที่ 1	44
รูปที่ ค.8	สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ปรับกรดให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ซ้ำที่ 2	46

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ ง.1 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ไม่ปรับกรด ไม่ทำการให้ความร้อน ซ้ำที่ 1	49
รูปที่ ง.2 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ไม่ปรับกรด ไม่ทำการให้ความร้อน ซ้ำที่ 2	51
รูปที่ ง.3 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ไม่ปรับกรด ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ซ้ำที่ 1	53
รูปที่ ง.4 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ไม่ปรับกรด ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ซ้ำที่ 2	55
รูปที่ ง.5 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ปรับกรด ไม่ทำการให้ความร้อน ซ้ำที่ 1	57
รูปที่ ง.6 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ปรับกรด ไม่ทำการให้ความร้อน ซ้ำที่ 2	59
รูปที่ ง.7 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ปรับกรด ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ซ้ำที่ 1	61
รูปที่ ง.8 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ปรับกรด ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ซ้ำที่ 2	63
รูปที่ จ.1 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ไม่ปรับกรด ไม่ทำการให้ความร้อน ซ้ำที่ 1	66
รูปที่ จ.2 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ไม่ปรับกรด ไม่ทำการให้ความร้อน ซ้ำที่ 2	68
รูปที่ จ.3 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ไม่ปรับกรด ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที	71
รูปที่ จ.4 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ไม่ปรับกรด ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที	74
รูปที่ จ.5 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ไม่ปรับกรด ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที	76
รูปที่ จ.6 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ไม่ปรับกรด ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที	78

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ จ.7 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ไม่ปรับกรด ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที	81
รูปที่ จ.8 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ไม่ปรับกรด ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที	84
รูปที่ จ.9 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ปรับกรด ไม่ทำการให้ความร้อน ซ้ำที่ 1	87
รูปที่ จ.10 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ปรับกรด ไม่ทำการให้ความร้อน ซ้ำที่ 2	90
รูปที่ จ.11 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ปรับกรด ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที	93
รูปที่ จ.12 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ปรับกรด ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที	96
รูปที่ จ.13 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ปรับกรด ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที	98
รูปที่ จ.14 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ปรับกรด ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที	100
รูปที่ จ.15 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ปรับกรด ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที	102
รูปที่ จ.16 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ปรับกรด ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที	104
รูปที่ ข.1 ตัวอย่างน้ำว่านหางจระเข้สด	109
รูปที่ ข.2 ตัวอย่างพร้อมกระป๋อง	109
รูปที่ ข.3 เครื่องปั่นอเนกประสงค์	110
รูปที่ ข.4 Water –oil baht (Memmert 854 Schwabach W-GERMANY,Germany)	110
รูปที่ ข.5 Freez dryer (รุ่น FT 33)	111
รูปที่ ข.6 เครื่อง pack สูญญากาศ (ยี่ห้อ Dako รุ่น SK – 210)	111
รูปที่ ข.7 เครื่อง NMR spectrometer (รุ่น Avance 300 BRUKER,Karlsruhe,D)	112
รูปที่ ข.8 หลอดบรรจุสารตัวอย่างของเครื่อง NMR	112
รูปที่ ข.9 น้ำว่านหางจระเข้จากประเทศสหรัฐอเมริกา	113

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

ว่านหางจระเข้ (*Aloe barbadensis* Miller) เป็นสมุนไพรที่มีสรรพคุณทางยา เป็นพืชเศรษฐกิจระดับท้องถิ่นของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกว่านหางจระเข้ประมาณ 8,500 ไร่ ประเทศที่นำเข้าที่สำคัญ ได้แก่ สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น ไต้หวัน จีน ฝรั่งเศส สิงคโปร์และแคนาดา ปัญหาส่วนใหญ่ในการปลูกว่านหางจระเข้ คือ ราคาและคุณภาพผลผลิต ส่วนที่นำมาใช้ประโยชน์ของว่านหางจระเข้ คือ รากที่เป็นเนื้อในของใบว่านหางจระเข้มีลักษณะใสค่อนข้างคงตัว มีส่วนประกอบคือ น้ำ 95% และสารอาหารต่างๆ ได้แก่ กรดอะมิโน น้ำตาล ไขมัน วิตามินและเกลือแร่ ประมาณ 0.5% รากมีสารอาหารที่เหมาะสมต่อการเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ทำให้น้ำเสียง่าย (McAnalley, et al., 1993) ดังนั้นจึงนำมาแปรรูปให้เหมาะสมกับการบริโภคโดยการให้ความร้อนซึ่งเป็นการยืดอายุการเก็บรักษา

ผลิตภัณฑ์ว่านหางจระเข้ในประเทศไทย ส่วนใหญ่เป็นเครื่องดื่ม อาจมีขึ้นเงลใส บรรจุในกระป๋องหรือขวด ที่ผ่านการแปรรูปด้วยความร้อน มีการใช้กรด ซิตริก เพื่อปรับ pH ให้ต่ำกว่า 4.6 เนื่องจากต้องการให้ผลิตภัณฑ์อยู่ในกลุ่มอาหารปรับกรด (acidified food) เนื่องจากกรดจะควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์และการออกของสปอร์แบคทีเรียที่เป็นอันตราย ผู้ประกอบการสามารถใช้อุณหภูมิในช่วง 100 °C ในการฆ่าเชื้อได้ แต่ผลของกรดร่วมกับความร้อนที่ใช้ในการแปรรูปต่อสารที่มีสรรพคุณสำคัญในผลิตภัณฑ์จากว่านหางจระเข้ดังกล่าว ยังไม่มีการศึกษา

ปัญหาของผู้ประกอบการพบว่าผลทดสอบด้วยเทคนิค Nuclear Magnetic Resonance (NMR) ที่ห้องปฏิบัติการประเทศเยอรมัน (รายละเอียดผลการทดสอบดูที่ภาคผนวก ก) ได้อธิบายถึงผลิตภัณฑ์ของผู้ประกอบการว่าเหลือสารอโลเวโรส อยู่ในปริมาณน้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐานในกลุ่มประเทศทางยุโรปซึ่งเป็นปัญหาในการส่งออกของผู้ประกอบการ

จากปัญหาดังกล่าวส่งผลให้ได้จัดทำโครงการนี้ขึ้น เพื่อหาวิธีการในการรักษาระดับสารอโลเวโรสในว่านหางจระเข้ให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานในกลุ่มประเทศทางยุโรป และเพื่อเป็นประโยชน์ในการขยายตลาดการส่งออกของผู้ประกอบการไทยให้กว้างขึ้น ซึ่งเป็นการนำรายได้เข้าสู่ประเทศได้อีกทางหนึ่ง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อศึกษาผลของความร้อนและ pH ซึ่งส่งผลกระทบต่ออัตราการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารอโลหะในวุ้นหางจระเข้

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

จากขั้นตอนในการทำโครงการจะศึกษาถึงผลของความร้อนที่อุณหภูมิ 70, 90 และ 110 องศาเซลเซียส (ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ใช้ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ในโรงงานอุตสาหกรรม) ร่วมกับ pH ที่ pH ปกติของวุ้นหางจระเข้ (pH เท่ากับ 4.6) และ ปรับ pH เท่ากับ 4.0

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิและ pH ที่ใช้ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์วุ้นหางจระเข้เพื่อกำหนดสภาวะที่เหมาะสมในอุตสาหกรรมการผลิต
2. สามารถขยายตลาดการส่งออกของผู้ประกอบการไทยให้กว้างขึ้น

1.5 สถานที่ทำการทดลอง

1. ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ห้องปฏิบัติการภาควิชาภาควิชาวิทยาศาสตร์เคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับว่านหางจระเข้

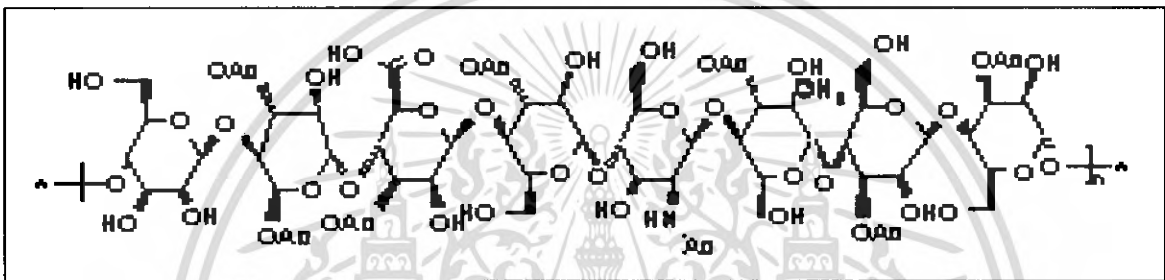
ว่านหางจระเข้ (*Aloe vera*, *Aloe barbadensis* Miller) เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ล้มลุกอยู่ในตระกูล Lily (Liliaceae) ลำต้นเป็นข้อและปล้องสั้น ใบเรียงรอบต้น มีลักษณะอวบน้ำปลายแหลม รอบใบหยาบและมีหนาม ผิวใบสีเขียวอ่อนหรือสีเขียวเข้ม ในถิ่นสของว่านหางจระเข้ มีมากกว่า 400 สปีชีส์ สปีชีส์ซึ่งเป็นที่นิยมได้แก่ *Aloe barbadensis* Miller, *Aloe aborescens* และ *Aloe chinensis* ซึ่ง *Aloe barbadensis* Miller เป็นสปีชีส์ซึ่งมี สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ สูงที่สุด (Joshi, 1997, WHO, 1999 and Yagi et al., 1998).

ผลิตภัณฑ์หลักที่ได้จากว่านหางจระเข้มี 2 ชนิด คือ ส่วนที่เป็นยาง (*Aloe latex* หรือ *Aloe juice*) และส่วนที่เป็นเจลใส (*Aloe gel*) ส่วนที่เป็นยางมีลักษณะเป็นของเหลวสีเหลือง มีรสขม ดินอยู่บริเวณผิวใบ มีองค์ประกอบหลักและสารออกฤทธิ์ เป็นอนุพันธ์ของ hydroxyanthracene (15-40%) เช่น anthraquinone, glycosides, aloin A และ B (Saccu, Bogoni, & Procida, 2001) ใช้เป็นส่วนผสมในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง มีฤทธิ์เป็นยาระบาย (laxative effect) ส่วนที่เป็นเจลใส (*Aloe gel*) อยู่ภายในใบเป็นส่วนสะสมอาหารที่อยู่ในโปรโตพลาสในเซลล์พารานโคมา เป็นเซลล์ผนังบาง มีลักษณะเป็นเจลใส องค์ประกอบส่วนใหญ่ของเจล เป็นน้ำถึง 98-99% ซึ่งมากกว่า 60% ของน้ำหนักแห้งจากเจลว่านหางจระเข้เป็นสารโพลีแซคคาไรด์ (polysaccharide) (McAnalley, 1993 and Femenia et al., 1999) ได้แก่ pectin, cellulose, hemicellulose, glucomanan, acemanan และแมนโนส นอกจากนี้ว่านหางจระเข้ยังประกอบด้วยสารอาหาร ได้แก่ วิตามิน (A, B1, B2, B3, B5, B6, B12, C, E) แร่ธาตุ (เหล็ก สังกะสี โพแทสเซียม) กรดอะมิโน (ไกลซีน เมทไธโอนีน กรดแอสพาทิก) น้ำตาล (กลูโคส ฟรุคโตส) และ biologically active compound เช่น เอ็นไซม์ ฮอร์โมน กรดซาลิไซลิก สเตอรอล ลิกนิน และ อินทราควิโนน (Intraquinones) (Teske, 2006)

สรรพคุณทางยาของส่วนเจลว่านหางจระเข้ คือใช้รักษาแผลภายนอก ได้แก่ แผลไฟไหม้ น้ำร้อนลวก รวมไปถึงแผลที่เกิดจากความร้อนทุกชนิด การระคายเคืองผิวหนัง และรับประทานเพื่อ รักษาอาการท้องผูก ไอ แผลพุพอง โรคเบาหวาน ปวดศีรษะ ภาวะโรคข้ออักเสบ และ ภูมิคุ้มกันบกพร่อง (Eshun and He, 2004; Vogler and Emst, 1999)

2.2 สารอโลเวโรส (Aloeverose)

สารอโลเวโรสหรืออะซีแมนแนน (Aloeverose or Acemannan) เป็นโพลีแซคคาไรด์ที่เป็นส่วนประกอบที่มีบทบาทหลักของวุ้นหางจรเข้ เป็นโพลีเมอร์สายยาวของ acetylated mannose (Djeraba and Quere, 2000, Femenia et al., 1999 and Lee et al., 2001) โมเลกุลของโพลีแซคคาไรด์มีหน้าที่ควบคุมการทำงานของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Chan, 2006) ช่วยทำให้บาดแผลหายเร็วขึ้น กระตุ้นการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน มีฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรียและไวรัส (Davis et al., 1987, Davis et al., 1988, Djeraba and Quere, 2000, Kaufman et al., 1989, Pugh et al., 2001, Tan and Vanitha, 2004 and Visuthikosol et al., 1995)



รูปที่ 2.1 โครงสร้างของสารอโลเวโรส

(ที่มา: <http://images.google.co.th/imgres?imgurl=http://chemdb2.niaid.nih.gov/struct,2006>)

2.3 เทคนิคในการตรวจวิเคราะห์

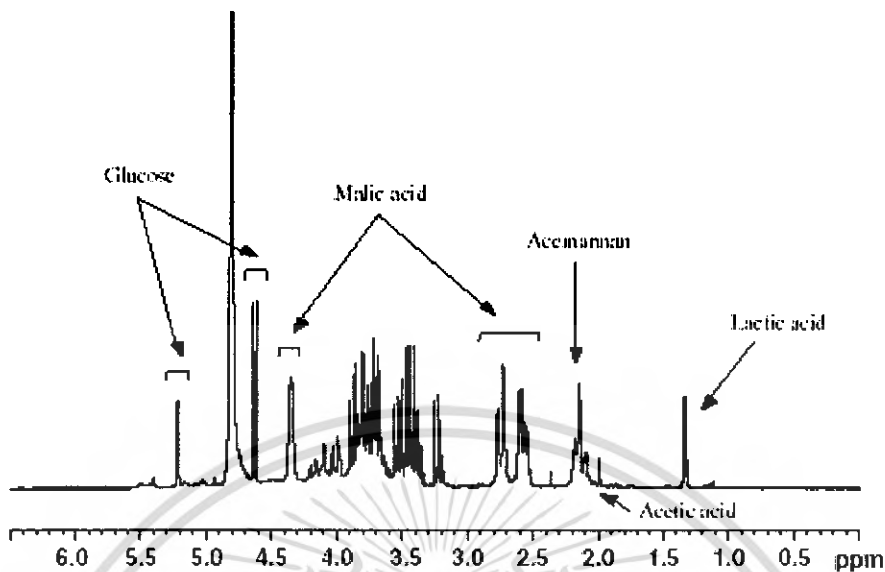
เทคนิค Nuclear Magnetic Resonance (NMR)

เทคนิค NMR เป็นการวิเคราะห์ที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างสาร ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ คือ สเปกตรัม โดยสเปกตรัมที่ได้เป็นผลจากการที่นิวเคลียสของอะตอมที่เสถียรแม่เหล็กไฟฟ้าในความถี่แถบคลื่นวิทยุ ซึ่งสามารถบอกได้ว่านิวเคลียสที่ดูดกลืนพลังงานนั้นมีสภาพแวดล้อมทางเคมีอย่างไร นิวเคลียสนั้นมีอยู่ที่นิวเคลียสและเกาะอยู่ ณ ตำแหน่งใดในโมเลกุล

ข้อมูลที่ได้จากเครื่อง NMR จะมีลักษณะคือ อยู่ในรูปของ NMR สเปกตรัม ซึ่งประกอบด้วย ความเข้มของสัญญาณ (แกน y) พล็อตเทียบกับความถี่ (แกน x) โดยความเข้มของสัญญาณจะไม่มีหน่วย (ใช้เป็นหน่วยสัมพัทธ์) และจะพล็อตเป็นพีคในลักษณะกลับหัวกับอินฟราเรดสเปกตรัม พีคที่สูงแสดงว่ามีการดูดกลืนคลื่นวิทยุที่ความถี่นั้นมาก

เทคนิค NMR ถูกนำมาใช้ร่วมกับการวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อหาสาร โพลีแซคคาไรด์ และสารอื่นที่เป็นส่วนประกอบสำคัญ ในวุ้นหางจรเข้ โดย International Aloe Science Council (Chan, 2006) และนักวิจัยอีกหลายกลุ่ม เช่น Diehl and Teichmuller (1998) Bozzi et al. (2006) Esua and Rauwald (2006)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 สเปกตรัม จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค NMR ของ ผงเจลจากว่านหางจระเข้เข้มข้น (concentrated gel powder) ที่ผ่านการทำให้แห้งด้วยการทำแบบระเหิด ที่มา: Bozzi et al. (2006)

จากงานวิจัยดังกล่าว Bozzi et al. (2006) ซึ่งให้เห็นว่าผลจากกราฟ NMR สามารถใช้เพื่อบ่งชี้คุณภาพ และการปลอมปนของผลิตภัณฑ์จากว่านหางจระเข้ได้ ตัวอย่างของกราฟที่ได้จากการตรวจสอบ ผงเจลเข้มข้นจากว่านหางจระเข้ (concentrated gel powder) ที่ผ่านการทำให้แห้งแบบระเหิด (Freeze dry) แสดงดังภาพที่ 2 ปรากฏในรูปของเส้นสเปกตรัมโดยที่พบว่า peak ของสารอโลเวโรส อยู่ที่ตำแหน่ง 2.00-2.06 ppm, peak ของกรดมาลิกอยู่ที่ตำแหน่ง 2.8 ppm และ 4.4 ppm , peak ของกรดแลกติกจะอยู่ที่ตำแหน่ง 1.3 ppm ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะตัวของว่านหางจระเข้สด และกรดมาลิกยังสามารถบ่งบอกถึงความสดของว่านหางจระเข้โดยที่ความสูงของเส้นสเปกตรัมจะอธิบายถึงแนวโน้มของปริมาณสาร ถ้ามีความสูงมาก (มีความเข้มข้นของเส้นสเปกตรัมมาก) หมายถึงมีปริมาณสารอยู่ในระดับสูง แต่ถ้ามี peak ของกรดแลกติกปรากฏอยู่จะแสดงถึงความไม่สดของว่านหางจระเข้ ซึ่งมีสาเหตุมาจากการปฏิบัติที่ไม่เหมาะสม เช่น การเก็บรักษาวัตถุดิบที่ไม่ถูกต้อง การให้ความร้อนที่ไม่เหมาะสม ตลอดจนการเติมสารบางชนิดเพื่อปรับปรุงกลิ่น รส อาจทำให้สารโพลีแซคคาไรด์ถูกไฮโดรไลซ์ด้วยจุลินทรีย์ เอนไซม์ หรือปฏิกิริยาทางเคมี

2.4 การแปรรูปแบบพสมผสาน (hurdle technology)

เป็นกรรมวิธีการแปรรูปที่ใช้วิธีการต่าง ๆ ที่ได้กล่าวถึงร่วมกัน เช่น การควบคุมอุณหภูมิ ปริมาณน้ำอิสระ ความเป็นกรด - ด่าง ความเข้มข้นของออกซิเจน ให้อยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของอาหารมากนัก ทั้งทางด้านคุณค่าทางโภชนาการและคุณภาพของอาหารทางด้านประสาทสัมผัส ดังนั้นอาหารจะมีคุณภาพใกล้เคียงกับอาหารสดหรืออาหารที่ปรุงสุกใหม่ การควบคุมปัจจัยเหล่านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหมือนเป็นการสร้างอุปสรรคหรือสิ่งกีดขวาง (hurdle) ร่วมกันจนทำให้สภาพแวดล้อมในการเจริญและเพิ่มจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์ไม่เหมาะสม ทำให้จุลินทรีย์หยุดชะงักการเจริญหรือไม่เพิ่มจำนวน จึงมีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในระดับที่ไม่ทำให้อาหารเสื่อมเสียหรือเป็นอันตรายต่อผู้ ดังนั้นอาหารจึงเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ช้ากว่าอาหารที่ไม่ได้ผ่านการแปรรูป

(<http://www.swu.ac.th/royal/book5/b5c4t8.html>, 2006)

2.5 ผลของ pH ต่อการแปรรูปว่านหางจระเข้ด้วยความร้อน

แบ่งกลุ่มอาหารตามความเป็นกรดต่างได้ดังนี้

2.5.1. อาหารที่มีสภาพเป็นกรดต่ำ (Low acid food) มี pH มากกว่า 4.6 และมีค่า a_w มากกว่า 0.85 แต่ไม่รวมถึงเครื่องดื่มน้ำผลไม้ ซึ่งว่านหางจระเข้จัดอยู่ในอาหารประเภทนี้ ในกระบวนการฆ่าเชื้อต้องใช้อุณหภูมิ มากกว่า 100 °C

2.5.2. อาหารที่มีสภาพเป็นกรด หรืออาหารปรับกรด (Acid food or Acidified food) มี pH 3.7-4.6 และมีค่า a_w น้อยกว่า 0.85 ซึ่งในการทดลองได้ทำการปรับ pH ว่านหางจระเข้ ให้มีค่าเท่ากับ 4.0 เพื่อให้การฆ่าเชื้ออยู่ในระดับพาสเจอร์ไรส์ ซึ่งจัดอยู่ในประเภทนี้ ในกระบวนการฆ่าเชื้อต้องใช้ อุณหภูมิ น้อยกว่า 100 °C

สำหรับอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ *Clostridium botulinum* เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่อันตรายที่สุดชนิดหนึ่งซึ่งสามารถสร้างสปอร์และมีความทนทานต่อความร้อนในสภาพอาหารดังกล่าว เชื้อสามารถเจริญเติบโตและผลิตสารพิษเอ็กโซทอกซิน (exotoxin) ภายใต้อุณหภูมิที่ไม่มีออกซิเจน ในบรรจุภัณฑ์ปิด สารพิษดังกล่าวอันตรายมากแม้จะมีปริมาณเพียงเล็กน้อย

โดยทั่วไปจะมีการให้ความร้อนแก่อาหารสูงกว่าความต้องการต่ำสุดนี้ เนื่องจากอาจมีจุลินทรีย์อื่นที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียและคงทนต่อความร้อนมากกว่าเชื้อดังกล่าวอยู่ในอาหาร (วิไล, 2546)

Xiu Lian Chang et al., 2006 ได้ทดสอบผลของความร้อนต่อการสลายตัวของ สาร โพลีแซคคาไรด์ ในน้ำสกัดจากว่านหางจระเข้ ในช่วงอุณหภูมิ 50, 60, 70, 80 และ 90 °C โดยสุ่มตัวอย่างมาตรวจวัดปริมาณสารหลังให้ความร้อนทุก 2 ชั่วโมงในช่วง 10 ชั่วโมงแรก และต่อจากนั้นตรวจสอบทุก 10 ชั่วโมงจนครบ 70 ชั่วโมง ได้ข้อสรุปว่า การสลายตัวของสารดังกล่าวแบ่งได้เป็น 2 กรณีคือ ที่อุณหภูมิสูง ในช่วง 80-90 °C ความร้อนเป็นสาเหตุหลักที่ทำลายโครงสร้างของ โพลีแซคคาไรด์ ส่วนที่อุณหภูมิ 50 และ 60 °C การสลายตัวเกิดจากการไฮโดรไลซ์ด้วยเอนไซม์ และอุณหภูมิที่ให้ความร้อนทำให้ โพลีแซคคาไรด์ คงตัวคือ 70 °C

บทที่ 3

วิธีการทดลอง

3.1 วัตถุประสงค์ในการทดลอง

ใช้वानหางจรเข้สดพันธุ์ *Barbadensis* (ปลูกที่จ.ราชบุรี ใบัว่นหางจรเข้ยาวระหว่าง 30 – 50 cm) ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จาก ห้างหุ้นส่วนจำกัด บางกอกโกลด์ (เลขที่ 23/1 ถ.มาลัยแมน ม.7 ทุ่งกระพังโหม กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140) ขนส่งจากปากคลองตลาด มายังภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยทางรถยนต์ และทำการทดลองวันที่ได้รับตัวอย่าง

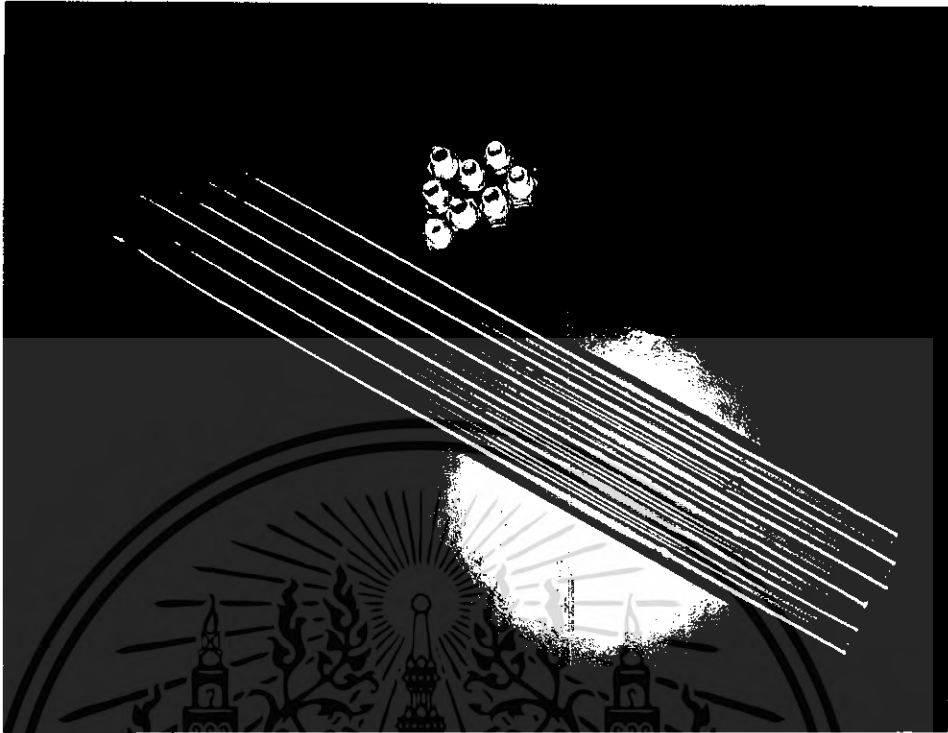
3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 การเตรียมตัวอย่างการทดลอง

นำใบัว่นหางจรเข้สดมาล้างน้ำให้สะอาด ปอกเปลือกและล้างน้ำอีกครั้งจนหมดเมือกแล้วป็นในเครื่องปั่นเอนกประสงค์จนเป็นน้ำวานหางจรเข้ กรองด้วยตะแกรงกรอง ขนาดรูตะแกรง 30 mesh แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนน้ำวานหางจรเข้สด และอีกส่วนหนึ่งคือส่วนที่ทำการปรับกรดน้ำวานหางจรเข้ โดยใช้สารละลายกรดซิตริก 30% จนมีค่า pH เท่ากับ 4 จากนั้นทำการวัดค่า pH ด้วยเครื่อง pH meter (Consort C830) นำน้ำวานหางจรเข้ทั้ง 2 ส่วน ใส่ภาชนะบรรจุ ปิดฝาสนิทด้วยพลาสติกเพื่อป้องกันการสัมผัสกับอากาศ แล้วนำไปแช่ในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียส จนกว่าจะทำการทำทดลอง หากเป็นตัวอย่างที่ไม่ได้ให้ความร้อนจะนำไปทำแห้งแบบระเหิดทันที

3.2.2 การให้ความร้อน

นำตัวอย่างน้ำวานหางจรเข้ใส่ลงในทออสแดนเลส(ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 mm ยาว 45 cm) ให้เต็มหลอดจากนั้นปิดท้ายด้วยน็อดที่พันเทปประปาป้องกันการรั่วซึมแล้วให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70, 90 และ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30, 60 และ 90 นาที(โดยที่อุณหภูมิ 70 และ 90 องศาเซลเซียส ควบคุมอุณหภูมิโดยอ้อมควบคุมอุณหภูมิชนิดใช้น้ำเป็นตัวกลางความร้อน(Memmert 854 Schwabach W-GERMANY,Germany) และที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ควบคุมอุณหภูมิโดยอ้อมควบคุมอุณหภูมิโดยใช้น้ำมันเป็นตัวกลางความร้อน(Memmert GmbH+Co.KG.model D-1126,Germany) จนครบเวลา เมื่อครบเวลาที่กำหนดนำหลอดทดลองใส่ในกระดิกที่มีน้ำแข็งเพื่อให้อุณหภูมิของน้ำวานหางจรเข้ลดลงอย่างรวดเร็ว จากนั้นเทใส่กระป๋องติดฉลาก แช่ในตู้แช่แข็ง เมื่อทุกตัวอย่างแข็งแล้ว นำตัวอย่างใส่เครื่อง Freeze dryer (รุ่น FT 33) เพื่อให้ตัวอย่างแห้ง (a_w น้อยกว่า 0.6) โดยใช้เวลาประมาณ 18 ชั่วโมง นำมาบรรจุใส่ถุงพลาสติกที่ติดฉลาก นำไปบรรจุสุญญากาศด้วยเครื่องปิดผนึกแบบสุญญากาศ (ยี่ห้อ Dako รุ่น SK - 210) แล้วบรรจุใส่ซองอลูมิเนียมฟลอยด์ เพื่อป้องกันการสัมผัสกับแสงแดดและอากาศ จัดเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปตรวจวิเคราะห์



รูปที่ 3.1 ท่อสแตนเลสที่ใช้ในการทดลอง

3.2.3 การตรวจวิเคราะห์ตัวอย่าง

3.2.3.1 วิเคราะห์ด้วยเทคนิค Thermo gravimetric/Differential Thermal Analysis System (TGA)

นำตัวอย่างน้ำว่านหางจระเข้ที่ต้องการ ไปทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค TGA (รุ่น perkin elner model pyres 1TGA ht) เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิต่างๆ ที่อุณหภูมิตั้งแต่ 35-130 °C และอัตราการให้ความร้อน 10 °C/min เครื่องจะทำการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักในการเปลี่ยนแปลงไปเมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นลักษณะของกราฟระหว่าง เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไป (แกน y) และ อุณหภูมิต่างๆที่ให้ความร้อน (แกน x) โดยตัวอย่างที่ นำมาวิเคราะห์ได้แก่

1. น้ำว่านหางจระเข้จากประเทศสหรัฐอเมริกา
2. น้ำว่านหางจระเข้จากผู้ประกอบการ
3. น้ำว่านหางจระเข้ไม่ปรับกรด
4. น้ำว่านหางจระเข้ปรับกรด (pH เท่ากับ 3)

3.2.3.2 วิเคราะห์ด้วยเทคนิค Nuclear Magnetic Resonance (NMR)

นำตัวอย่างว่านหางจระเข้ที่ได้จากการทดลองโดยผ่านการให้ความร้อน ณ สภาพต่างๆ ไปวิเคราะห์หาปริมาณสารอโกลเวโรสและสารอื่นๆด้วยเทคนิค Nuclear magnetic resonance (NMR spectrometer รุ่น Avance 300 BRUKER, Karlsruhe, D) เริ่มจากใช้สารตัวอย่างที่ผ่านการอบแห้งแบบระเหิดปริมาณ 50 mg ใส่สารตัวอย่างใส่ลงในขวด Vial จากนั้นใส่คิวเทอเรียมออกไซด์ (D_2O) ที่เป็นตัวทำละลายปริมาตร 1 ml แล้วทำการปิดด้วยแผ่นพลาสติก ตั้งทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง เมื่อครบเวลา ทำการนำสารละลายที่ได้บรรจุลงในหลอดบรรจุสารตัวอย่างของเครื่อง NMR spectrometer จากนั้นทำการวางหลอดบรรจุสารตัวอย่างให้อยู่ระหว่างขั้วแม่เหล็ก ทำการเดินเครื่อง หลังจากนั้นเครื่องจะทำการวิเคราะห์สเปกตรัมและแปลผลสเปกตรัมออกมาเป็นลักษณะของเส้นสเปกตรัม

นำค่าความเข้มของสัญญาณที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง NMR spectrometer มาพล็อตกราฟแท่งระหว่างค่าเข้มของสัญญาณ (แกน y) พล็อตเทียบกับประเภทตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง (แกน x) เพื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มของสัญญาณที่ได้ในสภาวะการทดลองต่างๆ



บทที่ 4

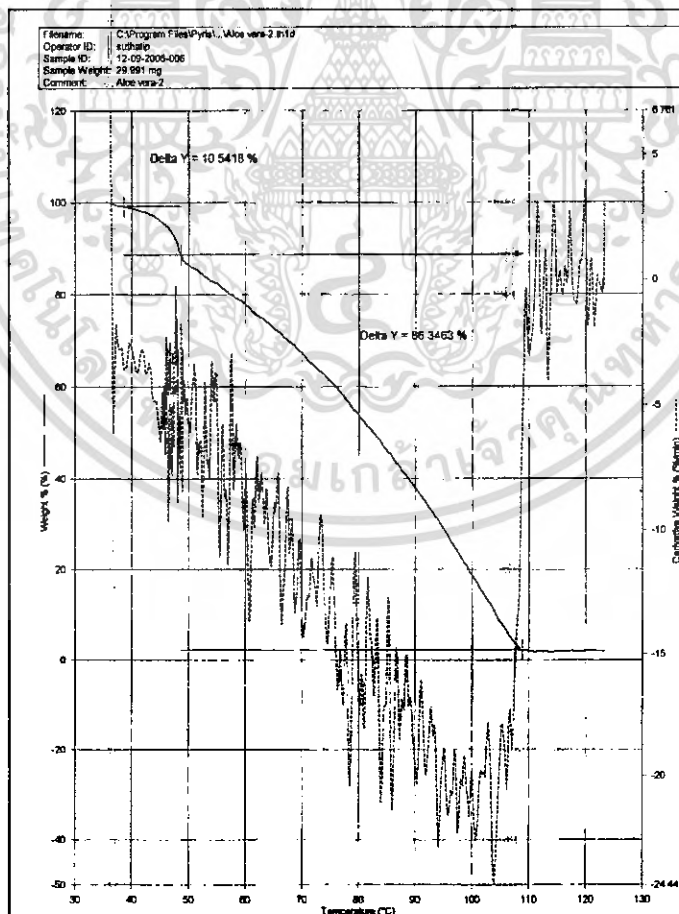
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 การทดลองเบื้องต้น

4.1.1 ผลการวิเคราะห์การสลายตัวด้วยความร้อนของสารนำน้ำสกัดจากเจลวุ้นหางจระเข้ด้วยเทคนิค

Thermo gravimetric/Differential Thermal Analysis System (TGA)

เทคนิค TGA ใช้เพื่อวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไป เมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิต่างๆ มีหลักการคือ สารต่างชนิดที่มีจุดเดือดต่างกันจะสลายตัวที่อุณหภูมิต่างกัน ตัวอย่างกราฟ TGA ของน้ำสกัดจากเจลวุ้นหางจระเข้ที่ไม่ได้ผ่านการให้ความร้อน แสดงในรูปที่ 4.1 ซึ่งแกน y เป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไป และ แกน x เป็นอุณหภูมิที่ให้ความร้อน การสลายตัวของสารในเจลวุ้นหางจระเข้ เห็นได้จากน้ำหนักที่ลดลง แบ่งออกเป็น 3 ช่วง ช่วงกลางของกราฟ เป็นช่วงที่มีการสลายตัวของสารมากที่สุดเกิดเป็นการสลายตัวของ โพลีแซคคาไรด์ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในวุ้นหางจระเข้ ช่วงอุณหภูมิที่สารเริ่มสลายตัว และอุณหภูมิสุดท้ายที่สารสลายตัว ของตัวอย่างน้ำหางจระเข้ที่ได้จากแหล่งต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 4.1



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียในแต่ละช่วงอุณหภูมิของน้ำวุ้นหางจระเข้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงที่อุณหภูมิต่างๆของน้ำว่านหางจระเข้
(ข้อมูลจากภาคผนวก ข)

ชนิดตัวอย่าง	ซ้ำที่	อุณหภูมิที่สารเริ่มสลายตัว (°C)	อุณหภูมิสุดท้ายที่สารสลายตัว (°C)
น้ำว่านหางจระเข้จาก ประเทศสหรัฐอเมริกา	1	57	90
น้ำว่านหางจระเข้จาก ผู้ประกอบการ	1	56	80
น้ำว่านหางจระเข้ ไม่ปรับกรด (pH เท่ากับ 4.6)	1	60	118
	2	49	109
น้ำว่านหางจระเข้ ปรับกรด (pH เท่ากับ 3)	1	54	110
	2	56	98
	3	47	90

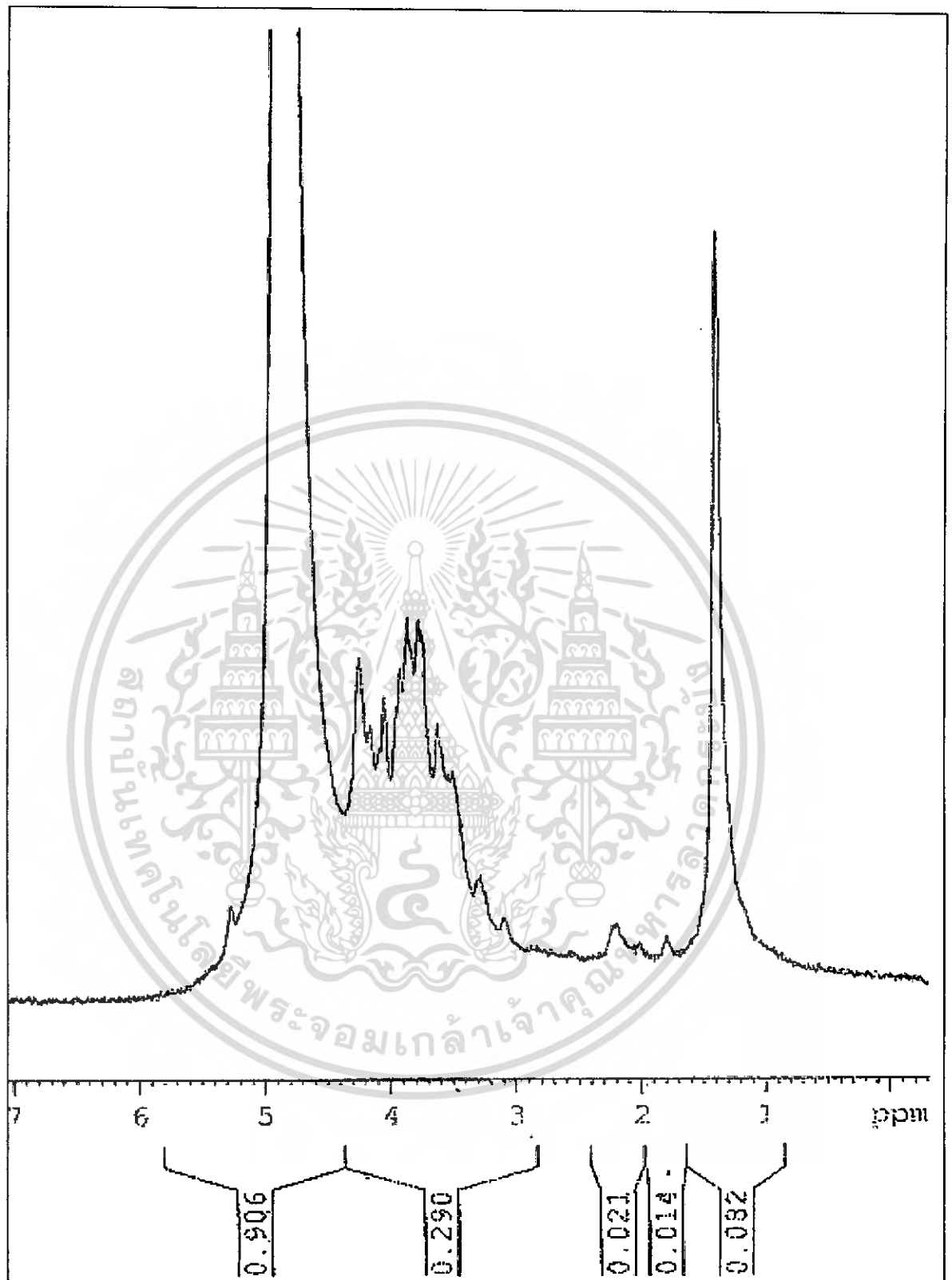
โดยอุณหภูมิที่สารเริ่มสลายตัวคือ สารจะเริ่มเกิดการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์น้ำหนักอย่างชัดเจน (ดูรูปที่ 4.1) เมื่อได้รับความร้อนและอุณหภูมิสุดท้ายที่สารสลายตัวคือ อุณหภูมิที่ไม่มีมวลของน้ำว่านหางจระเข้เหลืออยู่เลย

จากการทดลองสามารถสรุปช่วงการสลายตัวของน้ำว่านหางจระเข้โดยอุณหภูมิที่สารเริ่มสลายตัวตั้งแต่ 47 ถึง 60°C และอุณหภูมิสุดท้ายที่สารสลายตัวตั้งแต่ 80 ถึง 118°C และพบว่าน้ำว่านหางจระเข้ที่ไม่ปรับกรดจะมีแนวโน้มของอุณหภูมิสุดท้ายที่สารสลายตัวสูงที่สุด

4.1.2 การทดลองเบื้องต้นผล เพื่อศึกษาผลของความร้อนและการปรับกรดต่อสารต่างๆในว่านหางจระเข้ ด้วยเทคนิค Nuclear Magnetic Resonance (NMR)

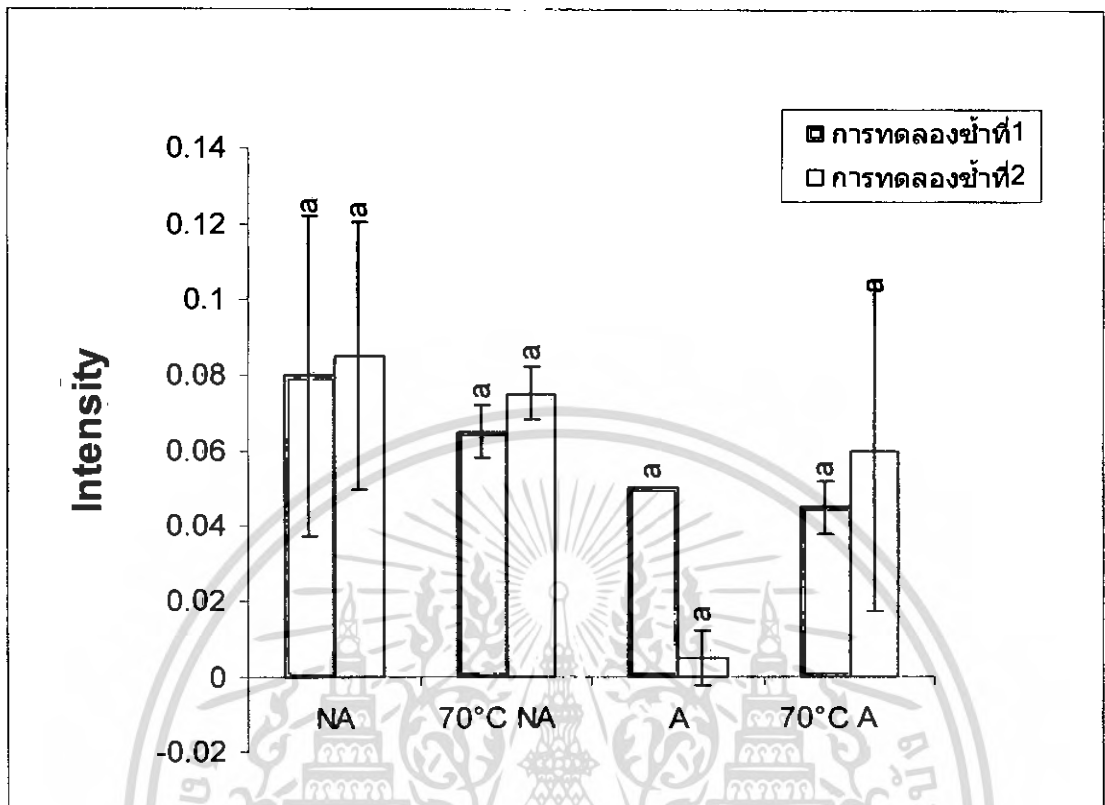
ตัวอย่างกราฟที่ได้จากเครื่อง NMR แสดง สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ไม่ปรับกรด และได้ผ่านความร้อน แสดงในรูปที่ 4.2 ลักษณะกราฟแสดงด้วยความเข้มของสเปกตรัม (แกน y) กับความถี่ (แกน x)

ผลการวิเคราะห์ความเข้มสเปกตรัมของสารอโลเวโรส เปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างน้ำว่านหางจระเข้ที่ไม่ปรับกรดและน้ำว่านหางจระเข้ปรับกรด (pH เท่ากับ 4) ที่ไม่ผ่านการให้ความร้อนและผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที แสดงในรูปที่ 4.3 พบว่าว่านหางจระเข้ที่ไม่ผ่านความร้อนมีความเข้มของสเปกตรัมสูงที่สุด ถึงแม้จะพบว่าการให้ความร้อนและกรดทำให้ความเข้มของสเปกตรัมที่ตำแหน่งสารอโลเวโรสลดต่ำลง แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจาก คุณภาพวัตถุดิบของการทดลองในซ้ำที่ 1 และซ้ำที่ 2 มีความแตกต่างกันมาก ส่งผลให้ ปริมาณสารอโลเวโรสเริ่มต้นในน้ำว่านหางจระเข้มีความแปรปรวนสูงตามไปด้วย นอกจากนี้ยังพบว่า ปริมาณกรดมาลิก ซึ่งเป็นกรดที่พบตามธรรมชาติในว่านหางจระเข้ และพบกรดแลกติกในตัวอย่างซ้ำที่ 1 ซึ่งเป็นกรดที่ไม่ได้พบตามธรรมชาติในว่านหางจระเข้สด แต่เกิดจากปฏิกิริยาของเอนไซม์และจุลินทรีย์ ที่ทำการย่อยสลายสารในว่านหางจระเข้ ซึ่งอาจเกิดจากการเก็บเกี่ยว ขนส่งและจัดเก็บรักษา ก่อนนำมา ทดลอง รวมทั้งการเตรียมตัวอย่างระหว่างการทดลอง ดังนั้นจากการทดลองเบื้องต้นจึงเป็นแนวทาง สำคัญในการกำหนดวิธีการจัดหา และจัดเตรียมตัวอย่าง เพื่อลดความแปรปรวนของคุณภาพวัตถุดิบ รวมทั้งต้องป้องกันและการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงการเตรียมตัวอย่างเพื่อให้ได้ น้ำว่านหางจระเข้ก่อนการให้ความร้อน



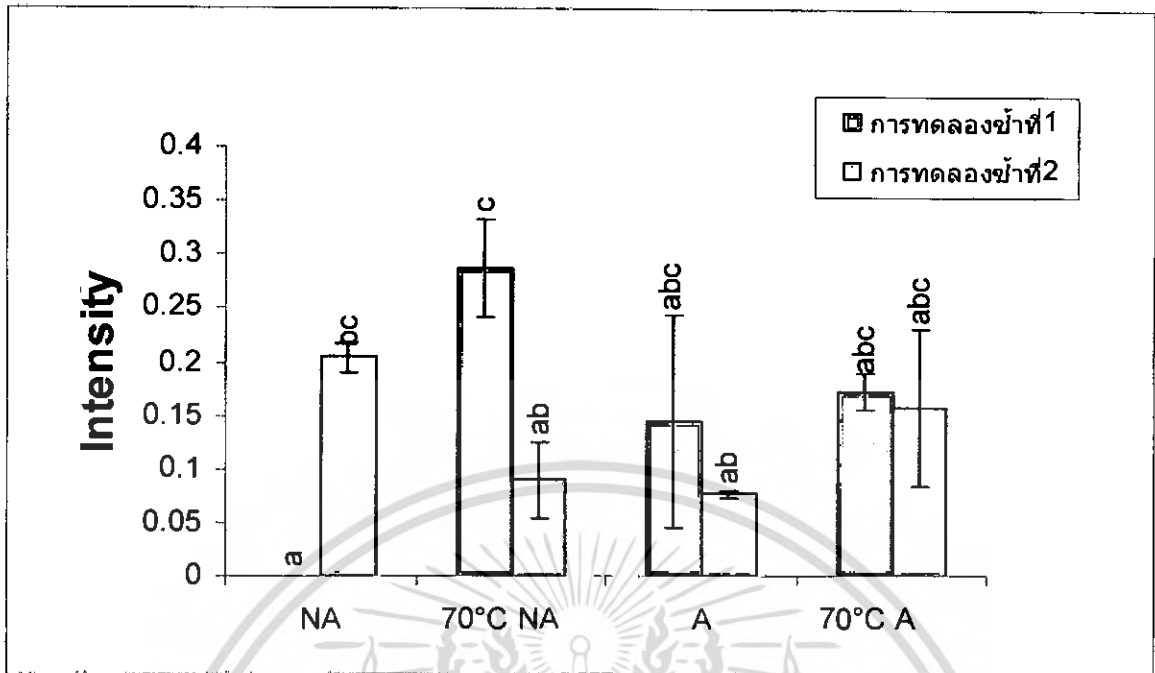
รูปที่ 4.2 ตัวอย่างสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านทางจระเข้ไม่ปรับกรด ไม่ทำการให้ความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

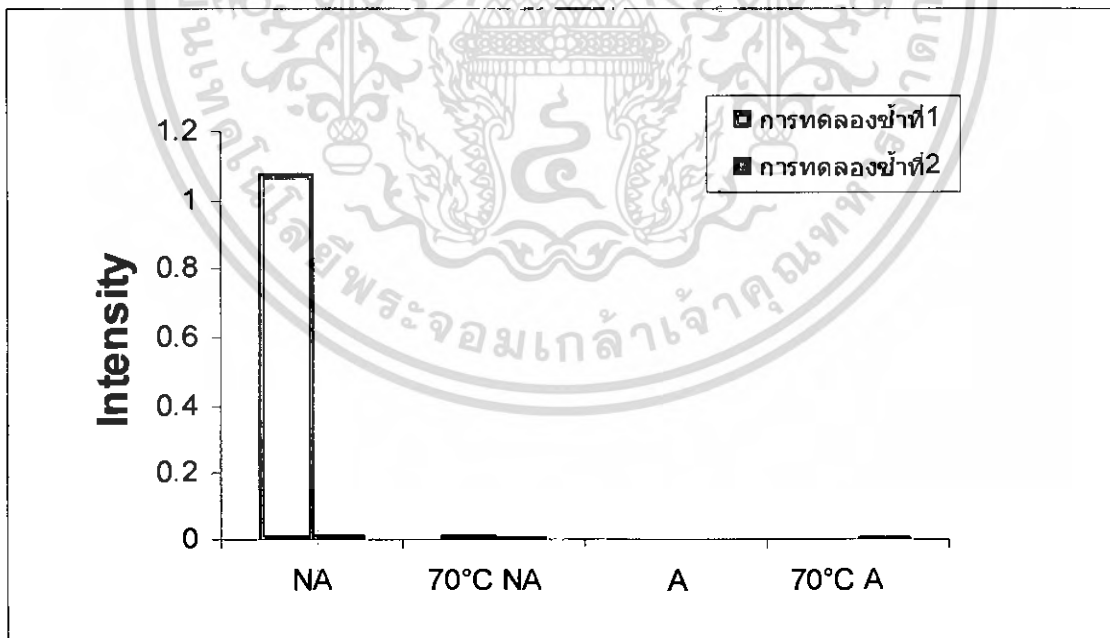


รูปที่ 4.3 กราฟแสดงผลของความร้อนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความเข้มข้นของสารอโพลีเมอร์ (อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 30 นาที)

- NA = ไม่ปรับกรด ไม่ทำการให้ความร้อน
- 70°C NA = ไม่ปรับกรด ให้ความร้อนที่ 70°C
- A = ปรับกรด (pH เท่ากับ 4) ไม่ทำการให้ความร้อน
- 70°C A = ปรับกรด (pH เท่ากับ 4) ให้ความร้อนที่ 70°C



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงผลของความร้อนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความเข้มข้นของ
กรดมาลิก (อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 30 นาที)



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงผลของความร้อนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความเข้มข้นของ
กรดแลคติก (อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 30 นาที)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลของอุณหภูมิและเวลาการให้ความร้อน ร่วมกับการปรับกรดต่อสารต่างๆใน

วุ้นหางจรเข้ ด้วยเทคนิค Nuclear Magnetic Resonance (NMR)

เมื่อนำตัวอย่างน้ำวุ้นหางจรเข้ที่ผ่านการให้ความร้อน ณ สภาพต่างๆ ไปวิเคราะห์หาปริมาณสารอโลเวโรสและสารอื่นๆ ไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค NMR พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มสเปกตรัมของสารอโลเวโรสและสารอื่นๆ ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมของสารอโลเวโรส กรดมาลิก และกรดแลคติกที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ (ข้อมูลจากภาคผนวก จ)

Temp/Type	Time	Intensity (ppm)				
		aloverose	malic acid (ที่ตำแหน่ง 2.8)	malic acid (ที่ตำแหน่ง 2.8)	malic acid (เจดีย์)	lactic acid
70°C NA	0	0.04	0.085	0.125	0.105	0
70°C NA	30	0.03	0.04	0.07	0.055	0
70°C NA	60	0.06	0.08	0.12	0.1	0
70°C NA	90	0.12	0.4	0.42	0.41	0.02
70°C A	0	0.035	0.135	0.13	0.1325	0
70°C A	30	0.07	0.25	0.22	0.235	0
70°C A	60	0.08	0.26	0.26	0.26	0
70°C A	90	0.09	0.28	0.24	0.26	0
90°C NA	0	0.04	0.085	0.125	0.105	0
90°C NA	30	0.02	0.07	0.1	0.085	0
90°C NA	60	0.01	0.06	0.09	0.075	0
90°C NA	90	0.02	0.05	0.07	0.06	0
90°C A	0	0.035	0.135	0.13	0.1325	0
90°C A	30	0.05	0.15	0.18	0.165	0
90°C A	60	0.04	0.17	0.15	0.16	0
90°C A	90	0.04	0.17	0.14	0.155	0

70°C NA = ไม่ปรับกรด ให้ความร้อนที่ 70°C

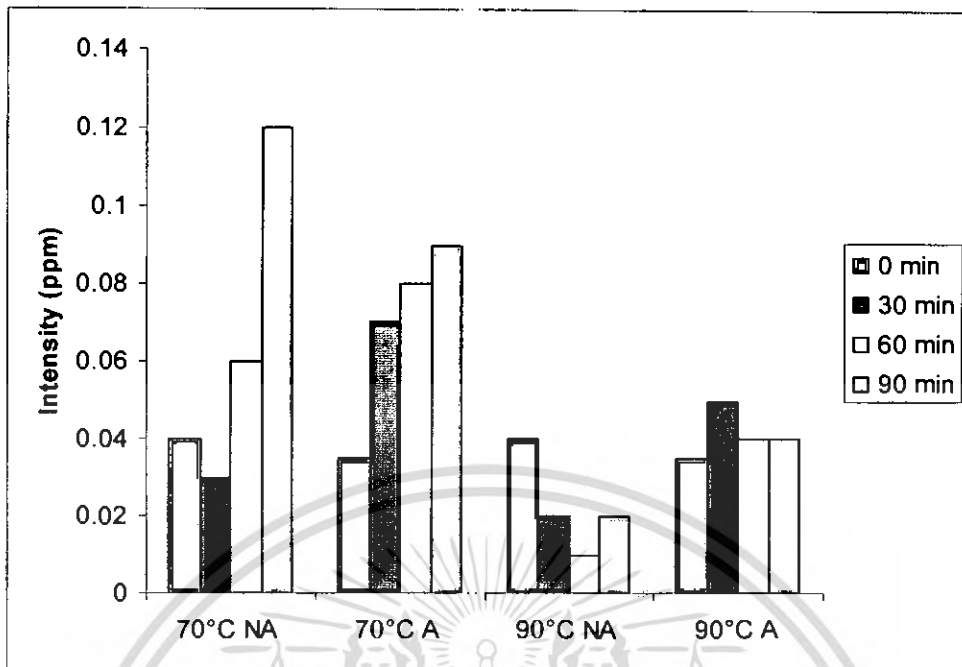
70°C A = ปรับกรด (pH เท่ากับ 4) ให้ความร้อนที่ 70°C

90°C NA = ไม่ปรับกรด ให้ความร้อนที่ 90°C

90°C A = ปรับกรด (pH เท่ากับ 4) ให้ความร้อนที่ 90°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงผลของความร้อนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มสเปกตรัมของสารอโพลีโรสหลังการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ และเวลาต่าง ๆ

อโพลีโรสเป็นสารที่มีสรรพคุณเด่นในว่านหางจระเข้ การมีปริมาณอโพลีโรสสูงเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพของผลิตภัณฑ์จากว่านหางจระเข้ เมื่อให้ความร้อนน้ำว่านหางจระเข้ไม่ปรับกรดและน้ำว่านหางจระเข้ปรับกรดให้มี pH เท่ากับ 4 ที่ระดับอุณหภูมิ 70 และ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30, 60 และ 90 นาที ค่าความเข้มสเปกตรัมของสารอโพลีโรส แสดงในรูปที่ 4.6 พบว่า น้ำว่านหางจระเข้ไม่ปรับกรดมีค่าความเข้มสเปกตรัมเริ่มต้นเท่ากับ 0.04 หลังจากทำการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ความเข้มสเปกตรัมของสารอโพลีโรสที่ตรวจพบจะลดลงเล็กน้อยที่เวลา 30 นาที(0.03) แต่เมื่อเพิ่มเวลาให้ความร้อนเป็น 60 นาทีค่าความเข้มเพิ่มขึ้นเป็น 0.06 และเพิ่มสูงขึ้นมาก ที่เวลา 90 นาที (0.12)

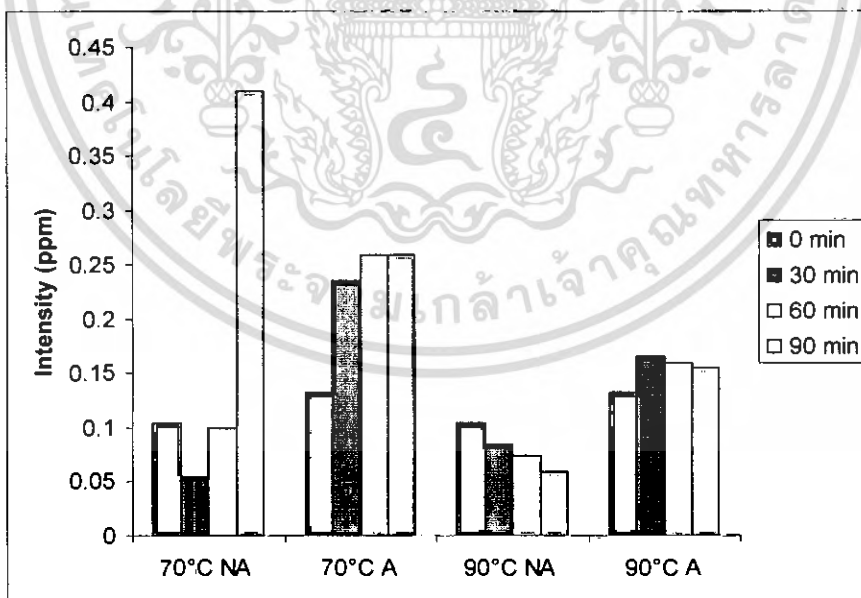
เมื่อทำการเพิ่มอุณหภูมิจาก 70 องศาเซลเซียสเป็น 90 องศาเซลเซียสพบว่า ค่าความเข้มสเปกตรัมของสารอโพลีโรสที่ตรวจพบจะมีค่าลดลงจากค่าเริ่มต้นและมีค่าใกล้เคียงกัน โดยที่เวลา 30 นาที (0.02) 60 นาที (0.01) และ 90 นาที (0.02)

สำหรับน้ำว่านหางจระเข้ปรับกรดที่ pH เท่ากับ 4 มีค่าความเข้มสเปกตรัมเริ่มต้นเท่ากับ 0.035 หลังจากทำการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ค่าความเข้มสเปกตรัมของสารอโพลีโรสที่ตรวจพบจะเพิ่มขึ้นที่เวลา 30 นาที (0.07) 60 นาที(0.08) และที่ 90 นาที (0.09) และที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ค่าความเข้มสเปกตรัมของสารอโพลีโรสที่ตรวจพบจะเพิ่มขึ้นที่เวลา 30 นาที(0.05) จากนั้นจะลดลงที่เวลา 60 นาที(0.04) และจะคงที่ที่เวลา 90 นาที(0.04)

จากรูปที่ 4.6 เมื่อเปรียบเทียบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส พบว่าน้ำว่านหางจระเข้ที่ทำการปรับกรด มีค่าความเข้มข้นสเปกตรัมของสารอโลหะโรสมากกว่าน้ำว่านหางจระเข้ที่ไม่ได้ปรับกรดในทุกช่วงเวลาของการให้ความร้อน ผลดังกล่าวก็ปรากฏให้เห็นเช่นเดียวกันในการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ซึ่งกรดอาจมีผลต่อการยับยั้งปฏิกิริยาของเอนไซม์และจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายสารอโลหะโรสมากกว่าทำให้สารอโลหะโรสสลายตัวที่เกิดจากการไฮโดรไลซ์

การที่ตัวอย่างน้ำว่านหางจระเข้ที่ไม่ได้ปรับกรดและไม่ได้ผ่านการให้ความร้อน มีค่าความเข้มข้นสเปกตรัมของสารอโลหะโรส ต่ำกว่าตัวอย่างเมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส อาจเนื่องมาจากการนำว่านหางจระเข้ดังกล่าวยังมีเอนไซม์และจุลินทรีย์เหลืออยู่มาก เมื่อนำไปทำแห้งแบบระเหิดโดยใช้เวลานานถึง 18 ชั่วโมง ช่วงเวลาดังกล่าวอาจทำให้เอนไซม์และจุลินทรีย์ย่อยสลายสารอโลหะโรส การเพิ่มเวลาการให้ความร้อนที่ 70 องศาเซลเซียส มีผลให้ตัวอย่างมีปริมาณความเข้มข้นสเปกตรัมที่วัดได้เพิ่มขึ้น เนื่องจากความร้อนในช่วงดังกล่าวเหมาะสมในการทำลายเอนไซม์ โดยที่ไม่ทำลายโครงสร้างของอโลหะโรส อโลหะโรสจึงไม่สลายตัวระหว่างการทำแห้ง

เมื่อเปรียบเทียบผลของการเพิ่มอุณหภูมิการให้ความร้อนน้ำว่านหางจระเข้จาก 70 องศาเซลเซียส เป็น อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ทำให้มีค่าความเข้มข้นสเปกตรัมของสารอโลหะโรสลดลงทุกช่วงเวลา อาจเนื่องจากความร้อนที่อุณหภูมิสูงเป็นสาเหตุของการสลายตัวของสารอโลหะโรส ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Xiu Lian Chang et al., 2006

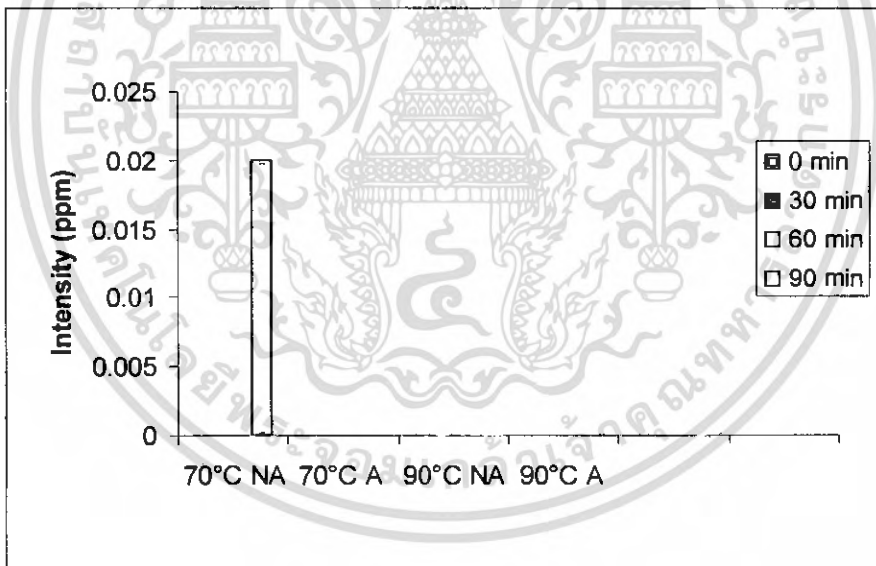


รูปที่ 4.7 กราฟแสดงผลของความร้อนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นสเปกตรัมของกรดมาลิกที่อุณหภูมิ และเวลาต่าง ๆ

กรดมาลิกเป็นกรดที่พบตามธรรมชาติในวุ้นหางจระเข้สด เมื่อให้ความร้อนวุ้นหางจระเข้และวุ้นหางจระเข้ปรับกรดให้มี pH เท่ากับ 4 ที่ระดับอุณหภูมิ 70 และ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30, 60 และ 90 นาที ค่าความเข้มข้นสเปกตรัมของกรดมาลิกดังแสดงในรูปที่ 4.7 พบว่าวุ้นหางจระเข้ไม่ปรับกรดมีค่าความเข้มข้นสเปกตรัมเริ่มต้นเท่ากับ 0.105 หลังจากทำการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ค่าความเข้มข้นสเปกตรัมของกรดมาลิกที่ตรวจพบจะลดลงที่เวลา 30 นาที(0.055) และเพิ่มขึ้นที่เวลา 60 (0.1) และมีค่าเพิ่มสูงขึ้นมากที่เวลา 90 นาที(0.41)

เมื่อทำการเพิ่มอุณหภูมิจาก 70 องศาเซลเซียสเป็น 90 องศาเซลเซียสพบว่า ค่าความเข้มข้นสเปกตรัมของกรดมาลิกที่ตรวจพบจะมีค่าลดลงเล็กน้อยจากค่าเริ่มต้นและมีค่าใกล้เคียงกันโดยที่เวลา 30 นาที(0.085) 60 นาที (0.075) และ 90 นาที (0.06)

สำหรับวุ้นหางจระเข้ปรับกรดที่ pH เท่ากับ 4 มีค่าความเข้มข้นสเปกตรัมเริ่มต้นเท่ากับ 0.1325 หลังจากทำการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส พบว่าค่าความเข้มข้นสเปกตรัมของกรดมาลิกที่ตรวจพบจะเพิ่มขึ้นที่เวลา 30 นาที (0.235) และ 60 นาที (0.26) หลังจากนั้นจะคงที่ที่เวลา 90 นาที (0.26) และที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ค่าความเข้มข้นสเปกตรัมของกรดมาลิกที่ตรวจพบจะลดลงเล็กน้อยเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น โดยที่เวลา 30 นาที(0.165) 60 นาที(0.16) และ 90 นาที(0.155)



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงผลของความร้อนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความเข้มข้นสเปกตรัมของกรดแลคติกที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ

จากผลการทดลองที่ได้พบว่ามีกรดแลคติกในวุ้นหางจระเข้ที่ไม่ได้ทำการปรับกรด ซึ่งบ่งชี้ถึงความไม่สดของวุ้นหางจระเข้ เนื่องจากกรดแลคติกเป็นกรดที่ไม่ได้พบตามธรรมชาติในวุ้นหางจระเข้สด แต่เกิดจากปฏิกิริยาของเอนไซม์และจุลินทรีย์ที่ทำให้การย่อยสลายสารในวุ้นหางจระเข้ ดังแสดงในรูปที่ 4.8

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาผลของความร้อนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความเข้มข้นของสารใน วุ้นหางจรเข้

จากการวิเคราะห์ช่วงการสลายตัวของน้ำวุ้นหางจรเข้ด้วยเทคนิค TGA พบว่าอุณหภูมิที่สารเริ่มสลายตัวอยู่ที่ประมาณ 47 ถึง 60°C และอุณหภูมิสุดท้ายที่สารสลายตัวอยู่ที่ประมาณ 80 ถึง 118°C ซึ่งน้ำวุ้นหางจรเข้ที่ไม่ปรับกรดจะมีแนวโน้มของอุณหภูมิสุดท้ายที่สารสลายตัวสูงที่สุด

เมื่อเปรียบเทียบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส พบว่าน้ำวุ้นหางจรเข้ที่ทำการปรับกรด มีค่าความเข้มข้นของสารอโพลีโรสมากกว่าน้ำวุ้นหางจรเข้ที่ไม่ได้ปรับกรดในทุกช่วงเวลาของการให้ความร้อน ผลดังกล่าวก็ปรากฏให้เห็นเช่นเดียวกันในการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ซึ่งกรดอาจมีผลต่อการยับยั้งปฏิกิริยาของเอนไซม์และจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายสารอโพลีโรส มากกว่าทำให้สารอโพลีโรสสลายตัวจากการไฮโดรไลซ์

เมื่อเปรียบเทียบผลของการเพิ่มอุณหภูมิการให้ความร้อนน้ำวุ้นหางจรเข้จาก 70 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ทำให้มีค่าความเข้มข้นของสารอโพลีโรสลดลงทุกช่วงเวลา อาจเนื่องจากความร้อนที่อุณหภูมิสูงเป็นสาเหตุของการสลายตัวของสารอโพลีโรส ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Xiu Lian Chang et al., 2006

เอกสารอ้างอิง

วิไล รังสาดทอง.2546.เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร.ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

เกษตรคณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

Bozzi A, Perrin C, Austin S. and Arce Vera F. (2006). Quality and authenticity of commercial aloe vera gel powders. *Journal of Food Chemistry* Volume 103, Issue 1 , 2007, Pages 22-30

Chan, et.al.,2006. Verifying Product Quality.Asia Food 2006

Femenía A, Simal S, Llull P. and Rosselló C. (1999). Dehydration of aloe vera: simulation of drying curves and evaluation of functional properties. *Journal of Food Engineering* Volume 43, Issue 2 , February 2000, Pages 109-114

McAnalley, (1993) . Process for preparation of aloe products, European Patent

Teske,.Adding Product Crunch .Asia Food 2006

Xiu Lian Chang, Changhai Wang, Yongmei Feng and Zhaopu Liu. (2006). Effect of heat treatments on the stabilities of polysaccharides substances and barbaloin in gel juice from Aloe vera Miller. *Journal of Food Engineering* Volume 75, Issue 2 , July 2006, Pages 245-251

นิตนาม1. (2549) “โครงสร้างของสารอโลเวโรส” [Online]. Available :

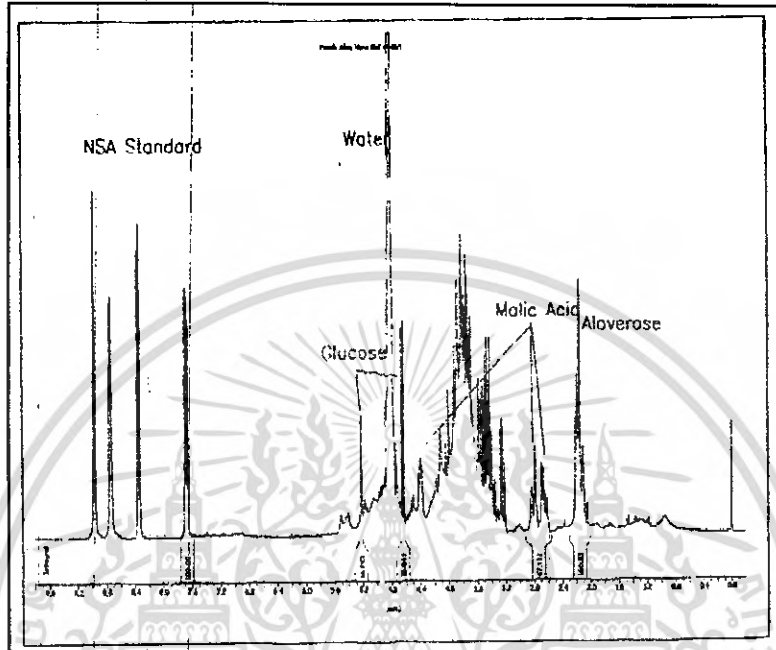
[http://images.google.co.th/imgres?imgurl=http://chemdb2.niaid.nih.gov/struct\(2006\)](http://images.google.co.th/imgres?imgurl=http://chemdb2.niaid.nih.gov/struct(2006))

นิตนาม2. (2549) “การใช้วิธีการแปรรูปแบบผสมผสาน” [Online]. Available :

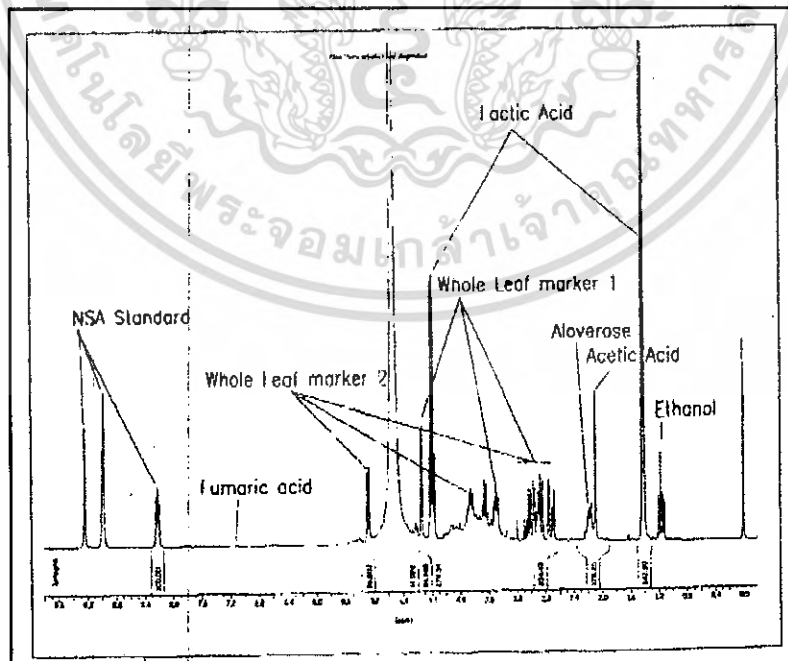
[http://www.swu.ac.th/royal/book5/b5c4t8.html\(2006\)](http://www.swu.ac.th/royal/book5/b5c4t8.html(2006))

ภาคผนวก ก

ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบด้วยเทคนิค Nuclear Magnetic Resonance (NMR) ที่ห้องปฏิบัติการ ประเทศเยอรมัน



รูปที่ ก.1 สเปกตรัมของน้ำว่านหางจระเข้สด



รูปที่ ก.2 สเปกตรัมของผลิตภัณฑ์น้ำว่านหางจระเข้ของผู้ประกอบการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

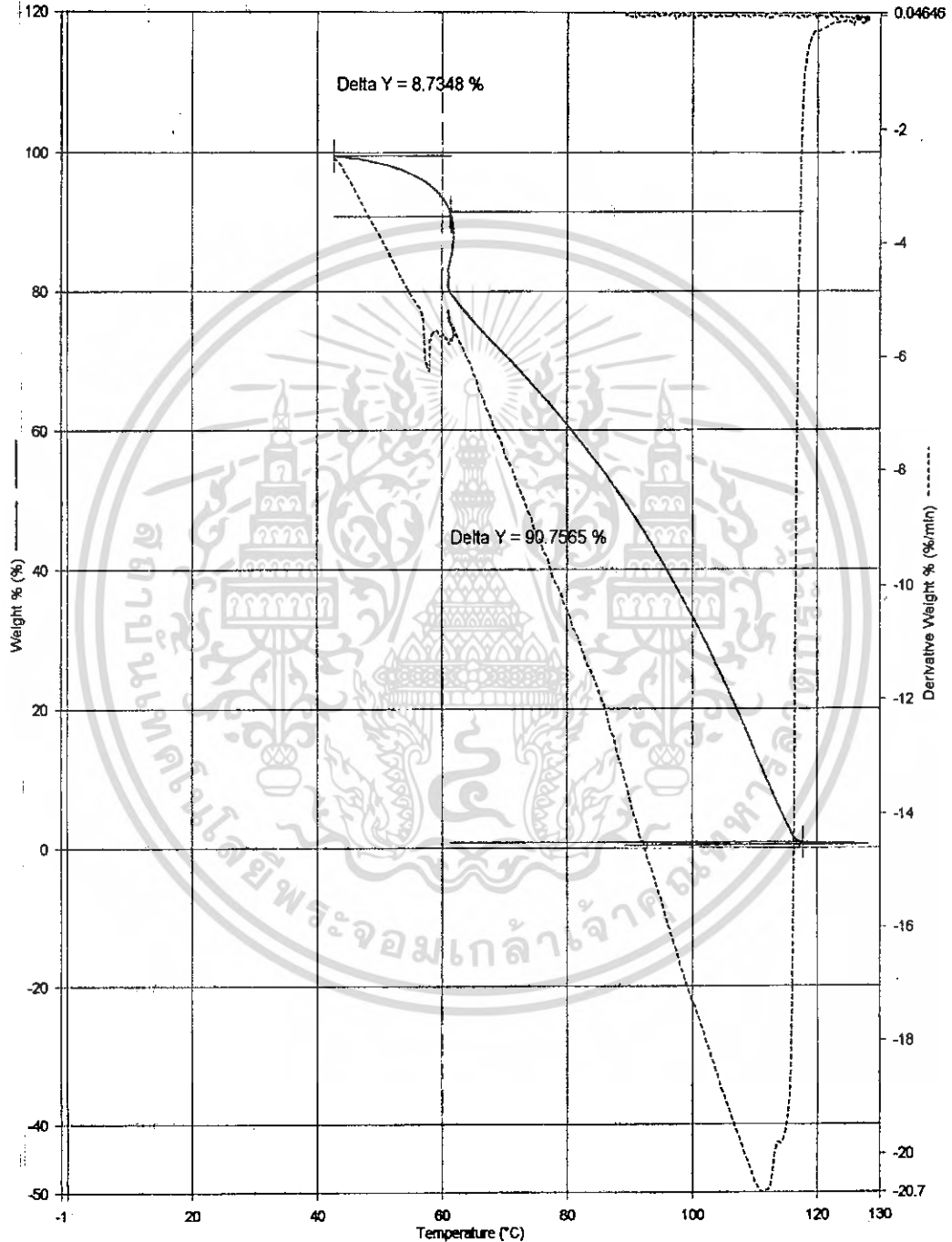
ข้อมูลที่ได้จากการทดลองเบื้องต้น

ทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Thermo gravimetric/Differential Thermal Analysis System (TGA)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

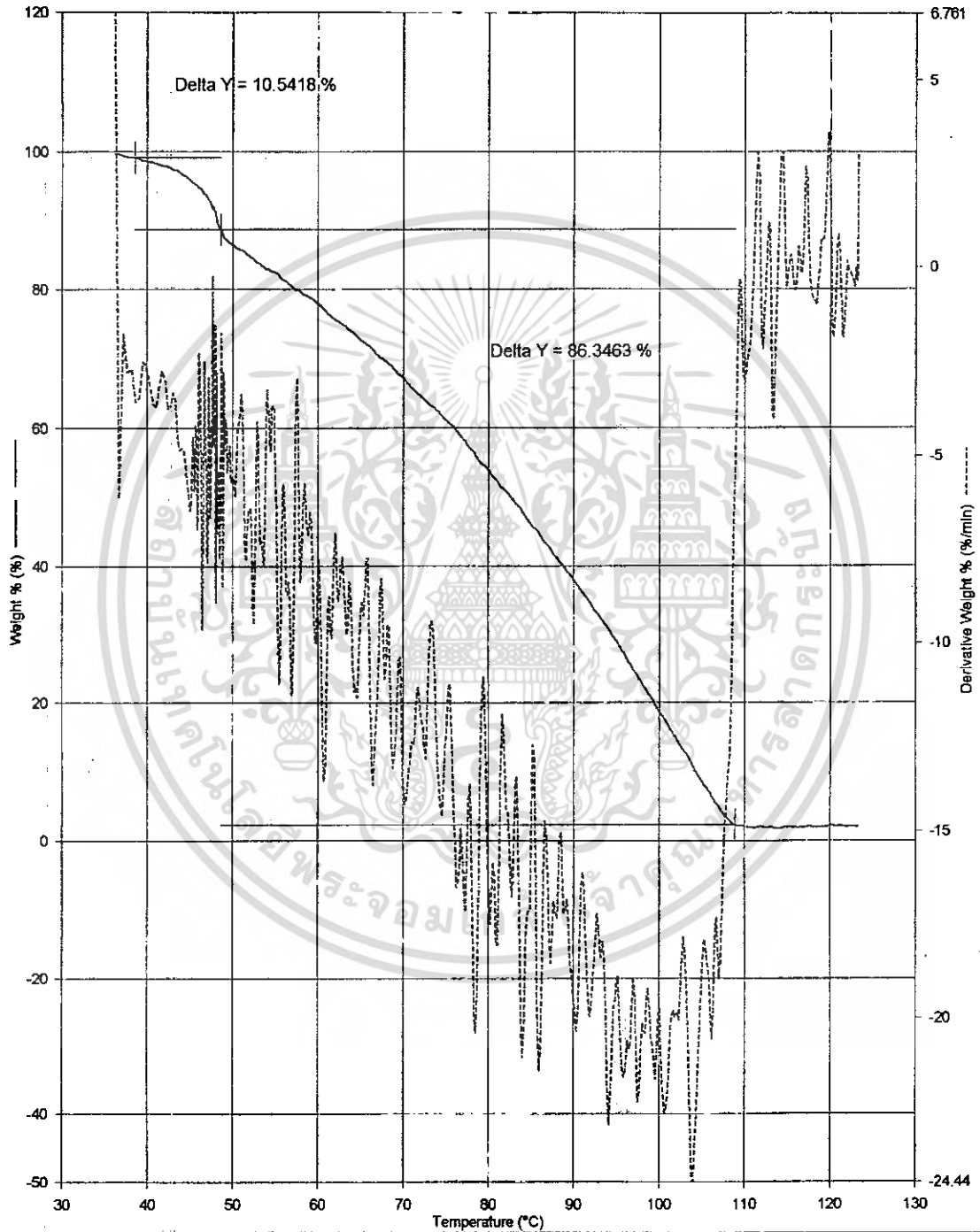
Filename: C:\Program Files\Pyris\Da...Aloe vera.th1d
 Operator ID: suthatip
 Sample ID: 12-09-2006
 Sample Weight: 40.048 mg
 Comment: Aloe vera



รูปที่ข.1 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียในแต่ละช่วงอุณหภูมิของน้ำว่านหางจระเข้ไม่ปรับกรด
 ช้ำที่1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

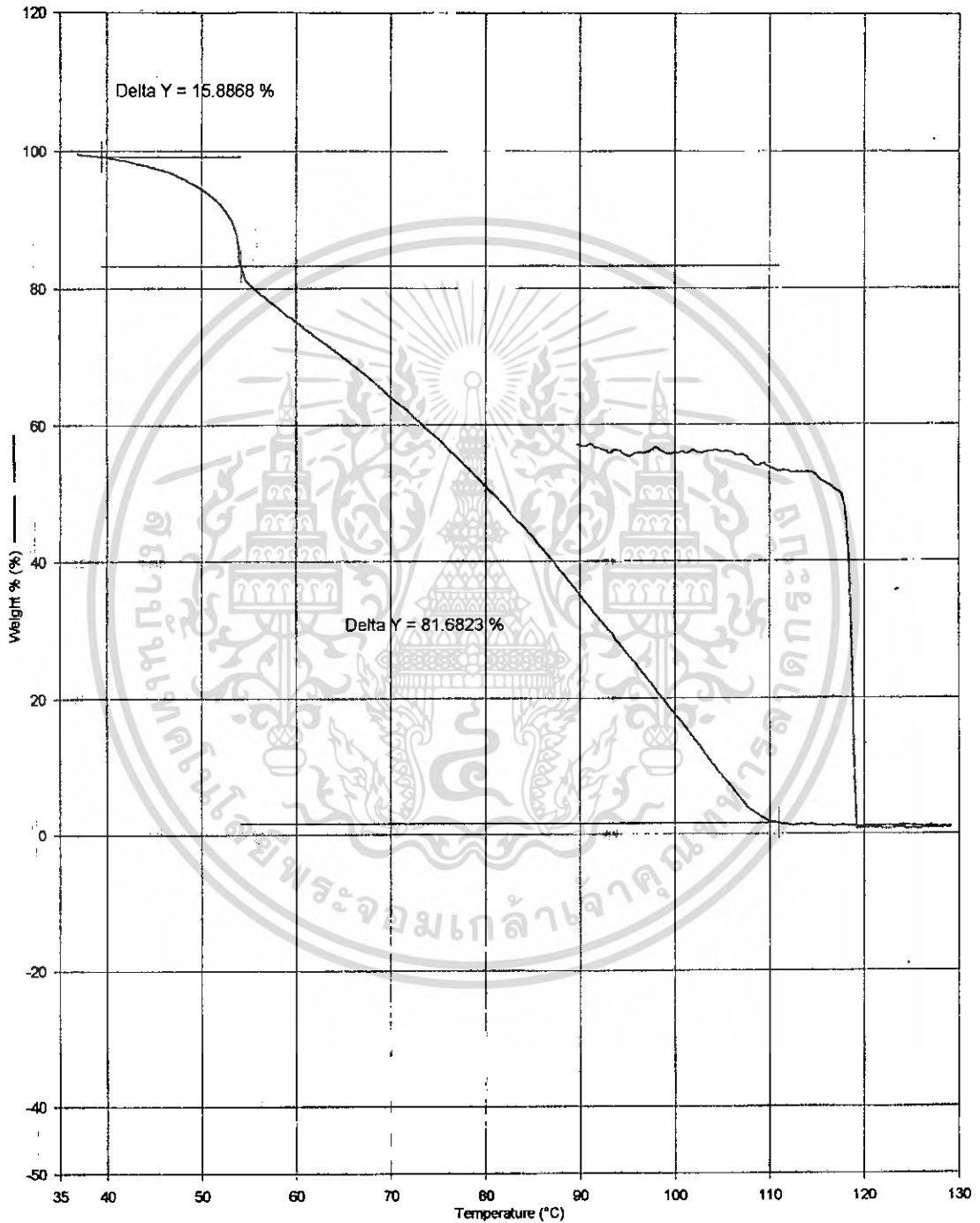
Filename: C:\Program Files\Pyris\...Aloe vera-2.th1d
 Operator ID: suthatip
 Sample ID: 12-09-2006-006
 Sample Weight: 29.9911mg
 Comment: Aloe vera-2



รูปที่ ข.2 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียในแต่ละช่วงอุณหภูมิของน้ำว่านหางจระเข้ไม่ปรับกรด
ซ้ำที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

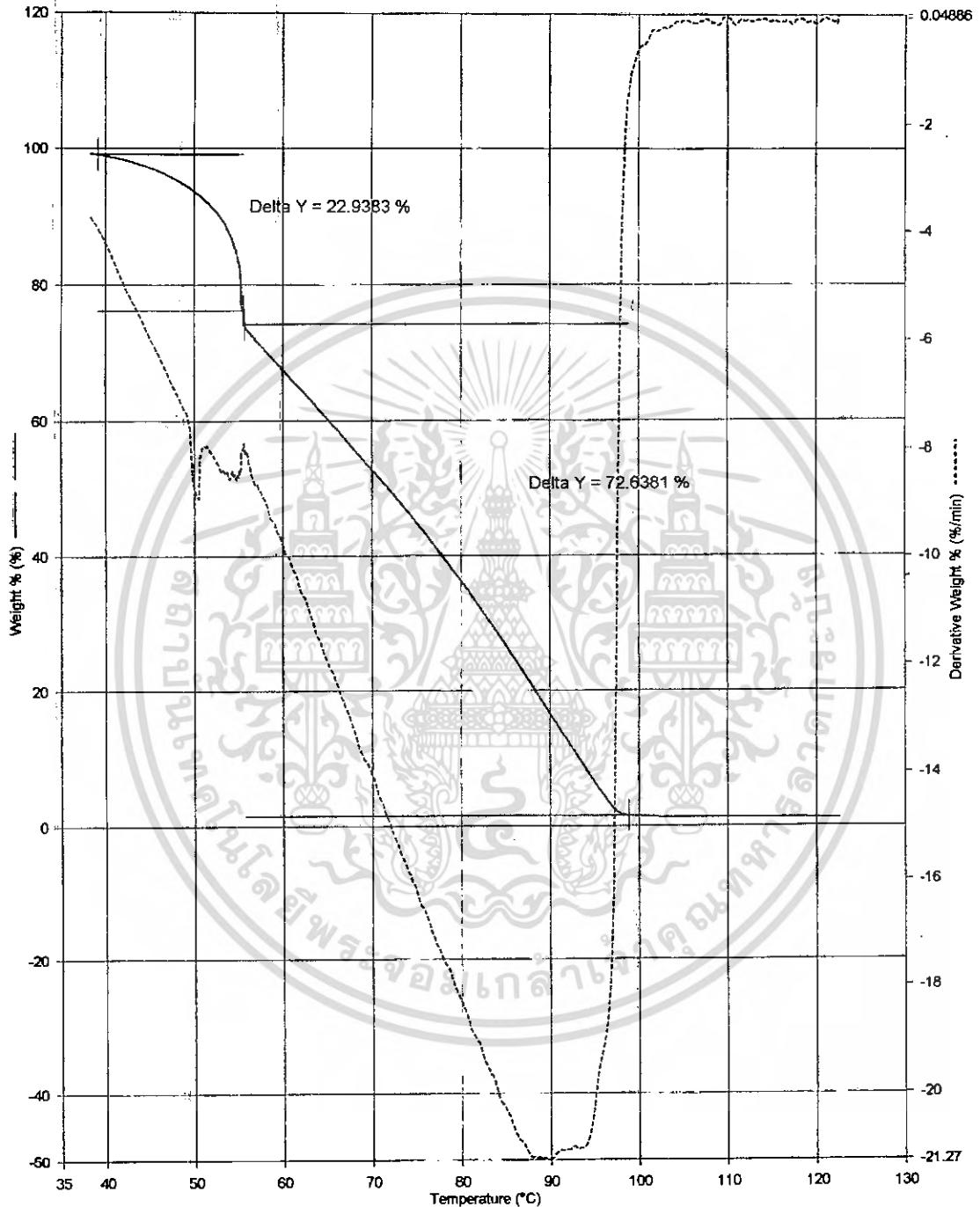
Filename: C:\Program Files\Pyris...Aloe vera-pH.th1d
Operator ID: sutthap
Sample ID: 12-09-2006-004
Sample Weight: 30.798 mg
Comment: Aloe vera-pH



รูปที่ ข.3 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียในแต่ละช่วงอุณหภูมิของน้ำว่านหางจระเข้ปรับกรด
ค่า pH เท่ากับ 3 ซ้ำที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

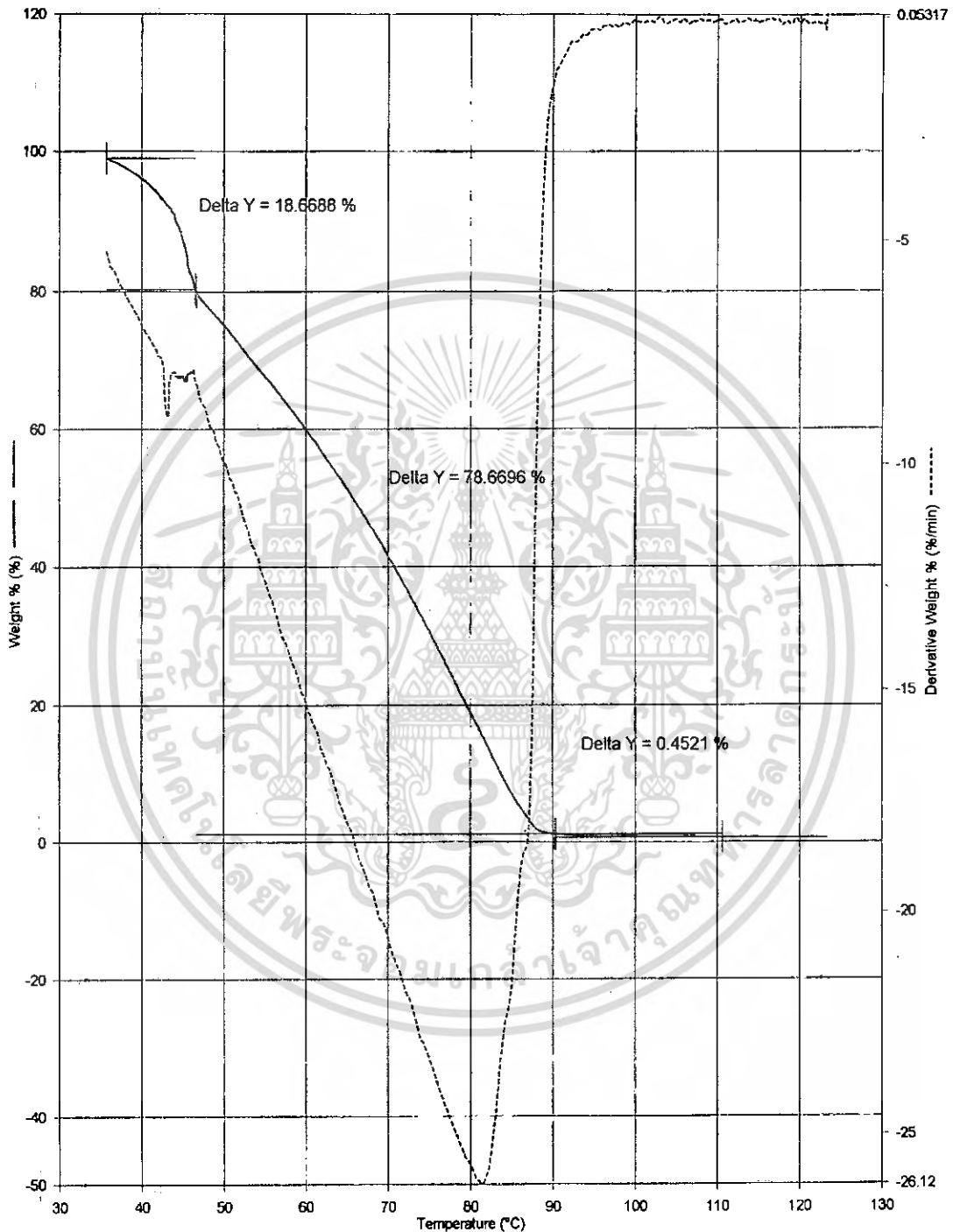
Filename: C:\Program Files\Pyr...\Aloe vera-pH-2.th1d
 Operator ID: sutthatip
 Sample ID: 12-09-2006-005
 Sample Weight: 23.668 mg
 Comment: Aloe vera-pH-2



รูปที่ ข.4 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียในแต่ละช่วงอุณหภูมิของน้ำว่านหางจระเข้ปรับกรด
 ค่า pH เท่ากับ 3 ซ้ำที่ 2

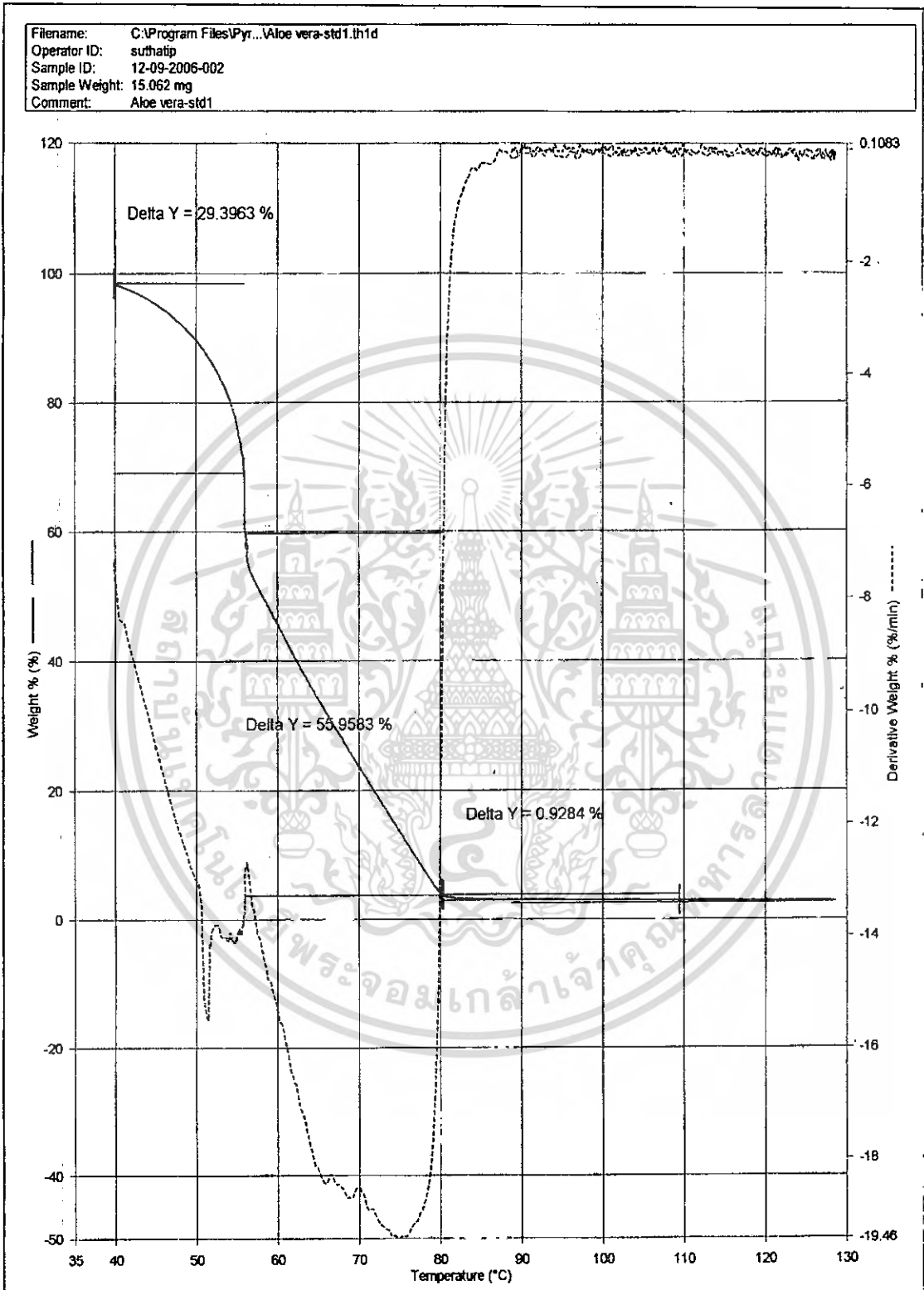
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Filename: C:\Program...Aloe vera-2@060912155749.th1d
 Operator ID: suthatip
 Sample ID: 12-09-2006-006
 Sample Weight: 17.306 mg
 Comment: Aloe vera-2



รูปที่ ข.5 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียในแต่ละช่วงอุณหภูมิของน้ำว่านหางจระเข้ปรับกรด
 ค่า pH เท่ากับ 3 ซ้ำที่3

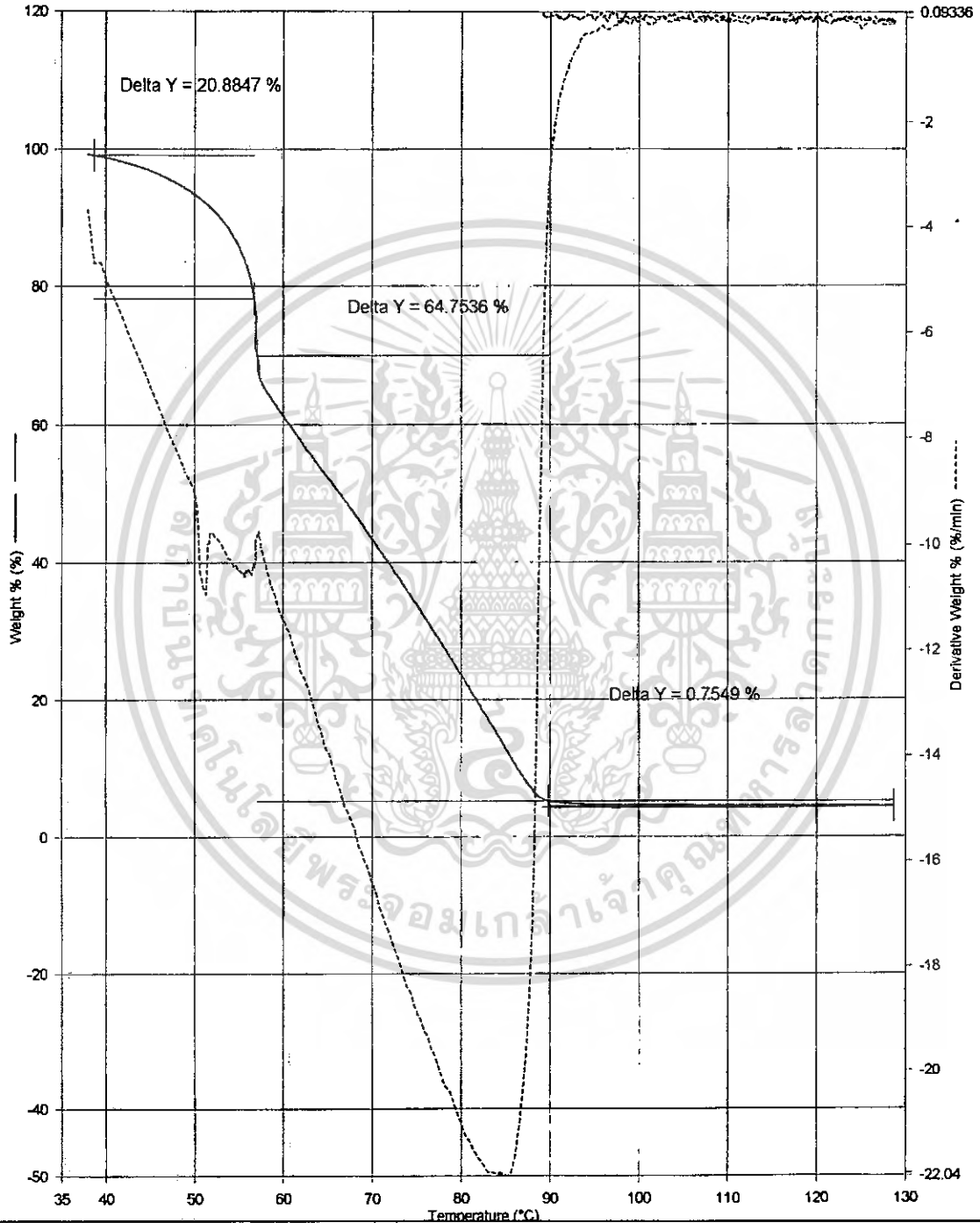
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.6 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียในแต่ละช่วงอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์น้ำว่านหางจระเข้ สดปรับกรดจากห้างหุ้นส่วนจำกัด บางกอกโอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Filename: C:\Program Files\Pyr...Aloe vera-std2.th1d
 Operator ID: suthatip
 Sample ID: 12-09-2006-003
 Sample Weight: 19.865 mg
 Comment: Aloe vera-std2



รูปที่ ข.7 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียในแต่ละช่วงอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์น้ำว่านหางจระเข้
 ปรับกรดจากประเทศสหรัฐอเมริกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

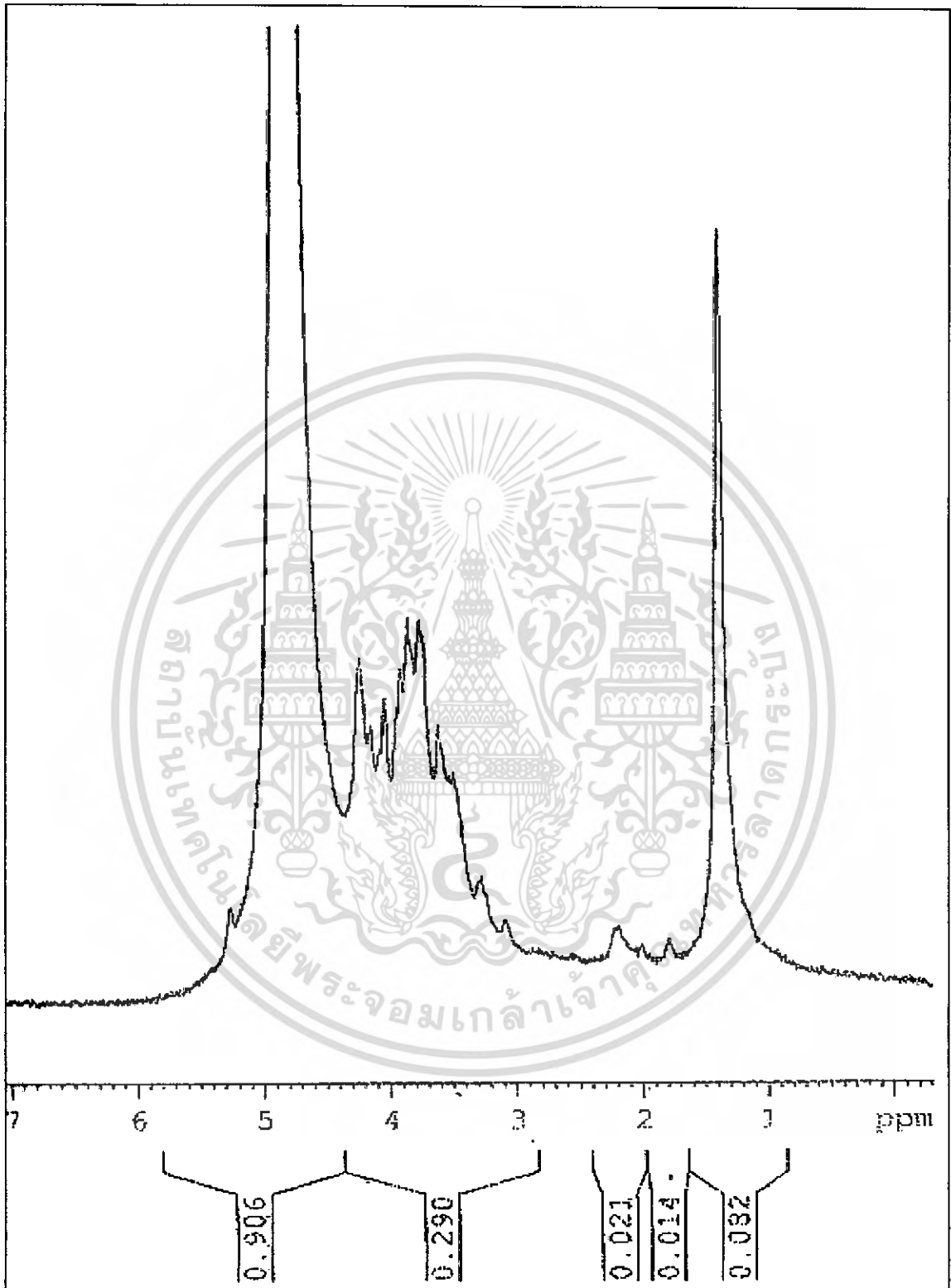
ภาคผนวก ก

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองเบื้องต้นซ้ำที่ 1,2 ครั้งที่ 1

ทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Nuclear Magnetic Resonance (NMR)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



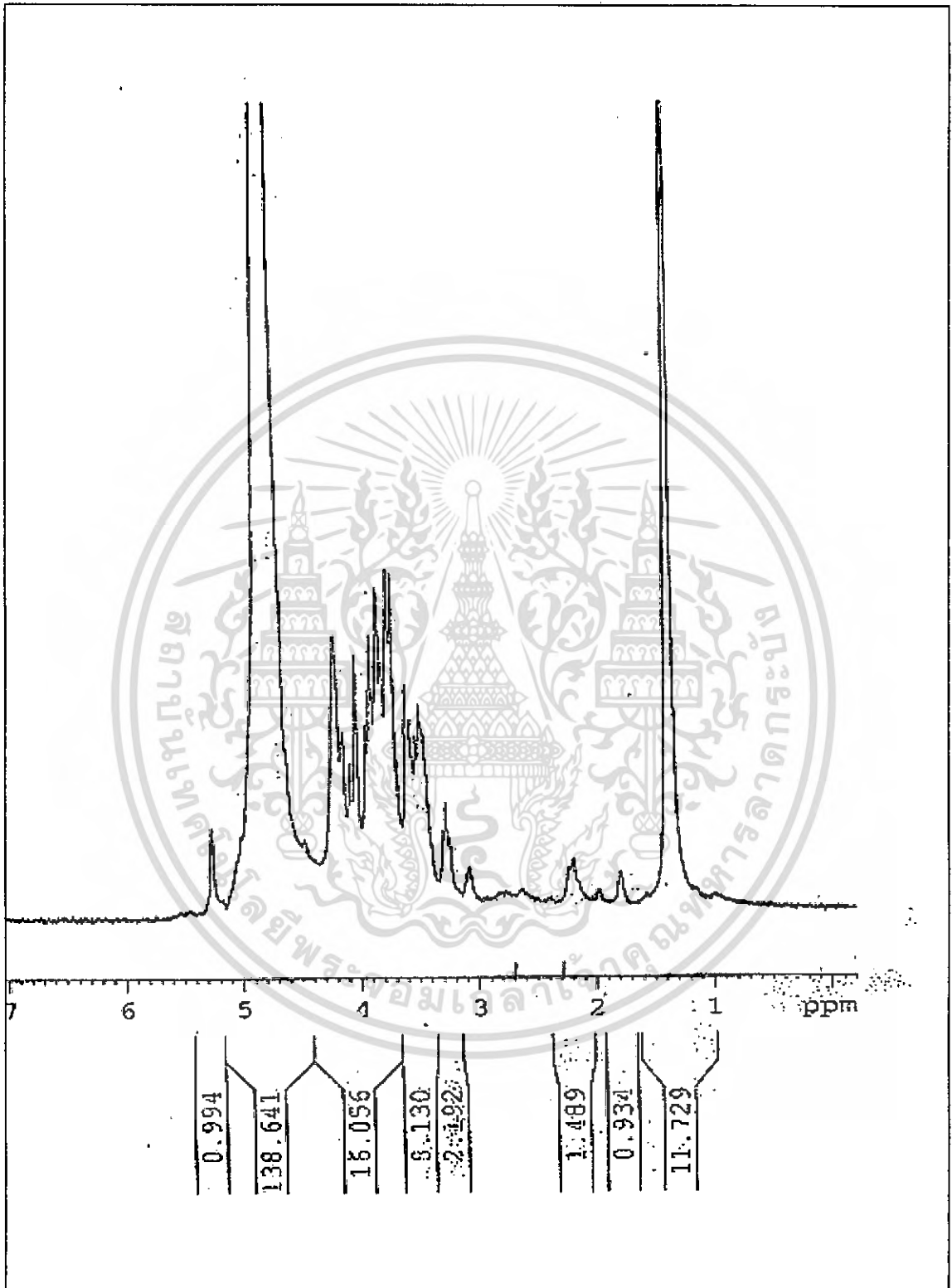
รูปที่ ค.1 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ไม่ปรับกรด ไม่ทำการให้ความร้อนซ้ำที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้
ไม่ปรับกรด ไม่ทำการให้ความร้อน ซ้ำที่ 1

Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
1	1579.944	5.2642	0.14
2	1441.996	4.8046	12.50
3	1269.172	4.2287	0.55
4	1243.810	4.1442	0.44
5	1210.227	4.0325	0.49
6	1173.303	3.9093	0.53
7	1153.723	3.8441	0.62
8	1127.021	3.7551	0.61
9	1119.006	3.7284	0.59
10	1084.062	3.6120	0.44
11	1048.199	3.4925	0.36
12	983.808	3.2779	0.19
13	929.448	3.0968	0.12
14	657.800	2.1917	0.11
15	606.384	2.0204	0.08
16	538.890	1.7955	0.09
17	412.581	1.3747	1.25
18	171.573	0.5717	0.04
19	33.638	0.1121	0.03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



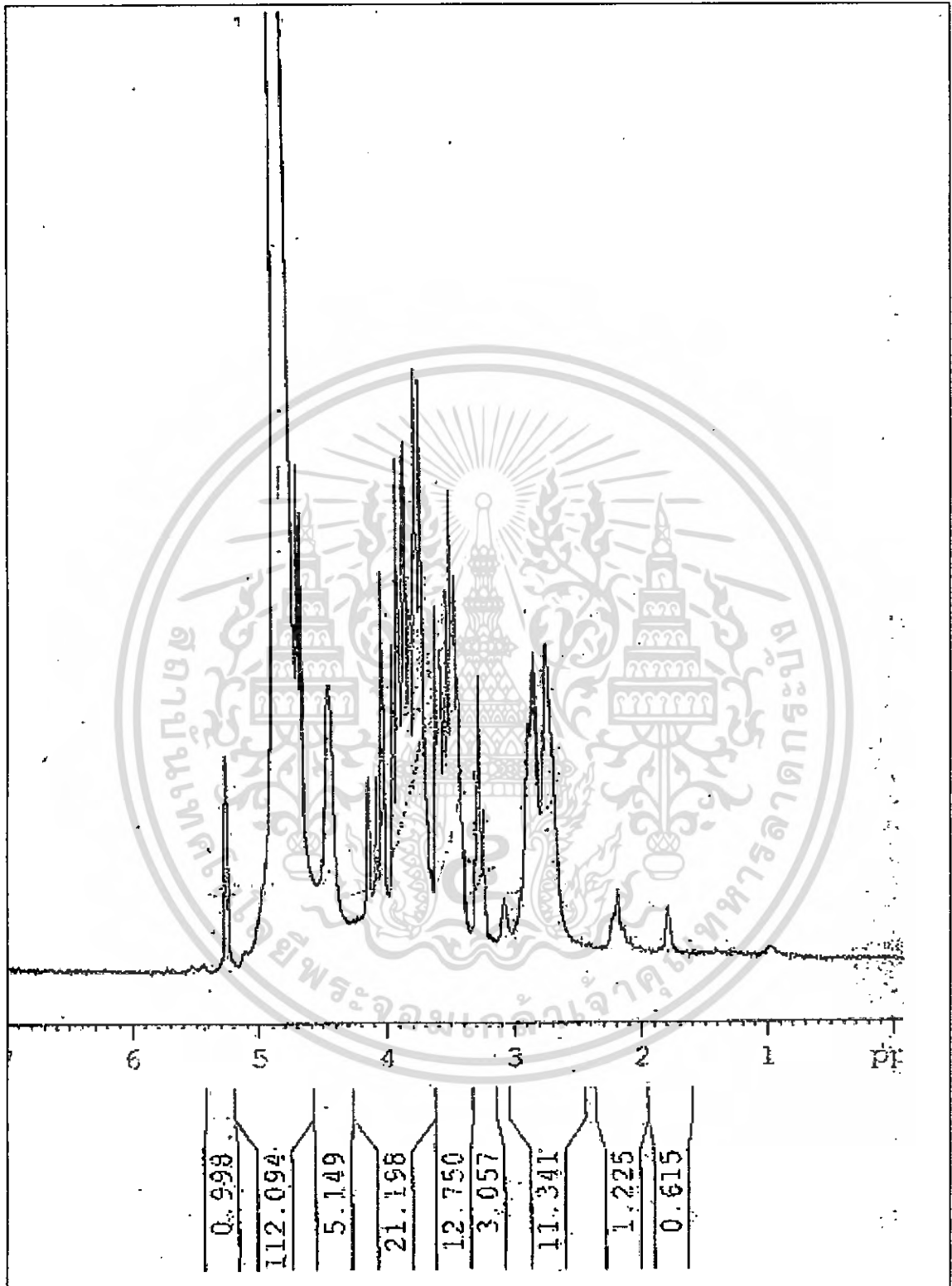
รูปที่ ค.2 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำวุ้นหางจรเข้ไม่ปรับกรด
ไม่ทำการให้ความร้อนซ้ำที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้
ไม่ปรับกรด ไม่ทำการให้ความร้อน ซ้ำที่ 2

Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
1	3127.658	10.4210	0.01
2	1579.097	5.2614	0.09
3	1442.367	4.8058	12.50
4	1264.375	4.2128	0.28
5	1244.302	4.1459	0.18
6	1224.969	4.0815	0.15
7	1211.294	4.0359	0.26
8	1185.741	3.9508	0.19
9	1173.730	3.9107	0.28
10	1154.321	3.8461	0.33
11	1145.270	3.8159	0.25
12	1128.999	3.7617	0.34
13	1117.374	3.7230	0.34
14	1084.210	3.6125	0.23
15	1073.468	3.5767	0.19
16	1057.885	3.5248	0.18
17	1048.705	3.4942	0.21
18	1038.325	3.4596	0.18
19	991.363	3.3031	0.08
20	983.499	3.2769	0.11
21	974.723	3.2477	0.08
22	924.855	3.0815	0.05
23	789.356	2.6300	0.02
24	657.304	2.1901	0.05
25	592.399	1.9738	0.02
26	538.666	1.7948	0.04
27	410.326	1.3672	0.90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



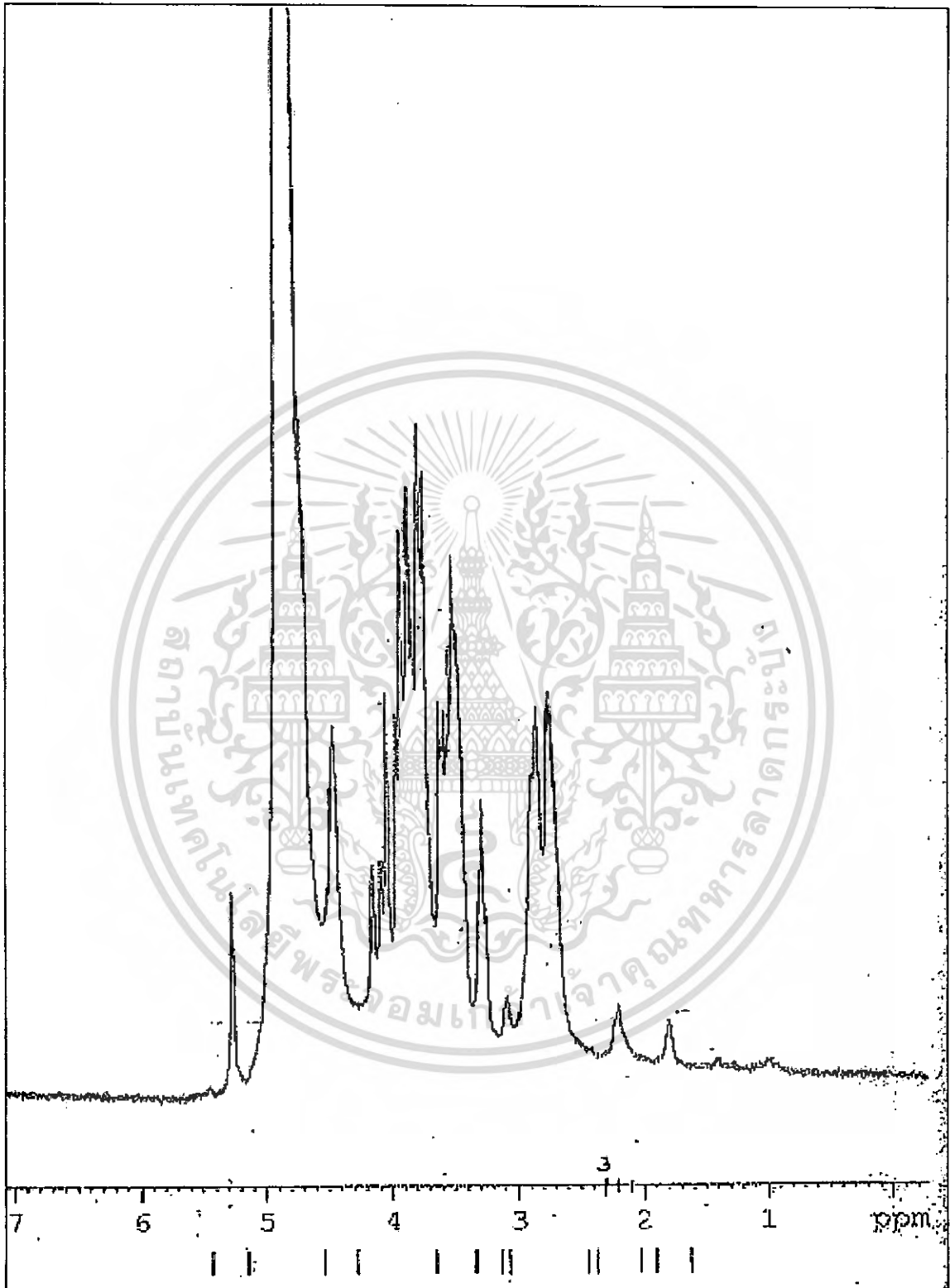
รูปที่ ค.3 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำวุ้นหางจรเข้ไม่ปรับกรด
ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ซ้ำที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ไม่ปรับกรด ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ซ้ำที่ 1

Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
1	2283.085	7.6070	0.01
2	1579.383	5.2620	0.18
3	1576.282	5.2521	0.17
4	1442.917	4.8076	12.50
5	1405.626	4.6834	0.43
6	1397.752	4.6572	0.39
7	1333.734	4.4439	0.24
8	1240.279	4.1325	0.16
9	1222.422	4.0730	0.16
10	1209.041	4.0284	0.34
11	1183.572	3.9435	0.27
12	1171.225	3.9024	0.44
13	1154.664	3.8472	0.44
14	1151.578	3.8369	0.45
15	1142.501	3.8067	0.31
16	1131.679	3.7706	0.37
17	1126.889	3.7547	0.52
18	1114.743	3.7142	0.50
19	1094.980	3.6484	0.08
20	1082.041	3.6052	0.31
21	1070.778	3.5677	0.27
22	1064.715	3.5475	0.23
23	1055.723	3.5176	0.32
24	1046.593	3.4871	0.41
25	1040.560	3.4670	0.32
26	1035.656	3.4507	0.33
27	1030.531	3.4336	0.25
28	989.176	3.2958	0.16
29	980.861	3.2681	0.25
30	972.220	3.2393	0.13
31	923.149	3.0758	0.06
32	863.605	2.8774	0.20
33	849.441	2.8302	0.27
34	820.074	2.7324	0.27
35	654.857	2.1819	0.06
36	536.299	1.7869	0.05
37	422.930	1.4092	0.01
38	381.649	1.2716	0.01
39	292.424	0.9743	0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



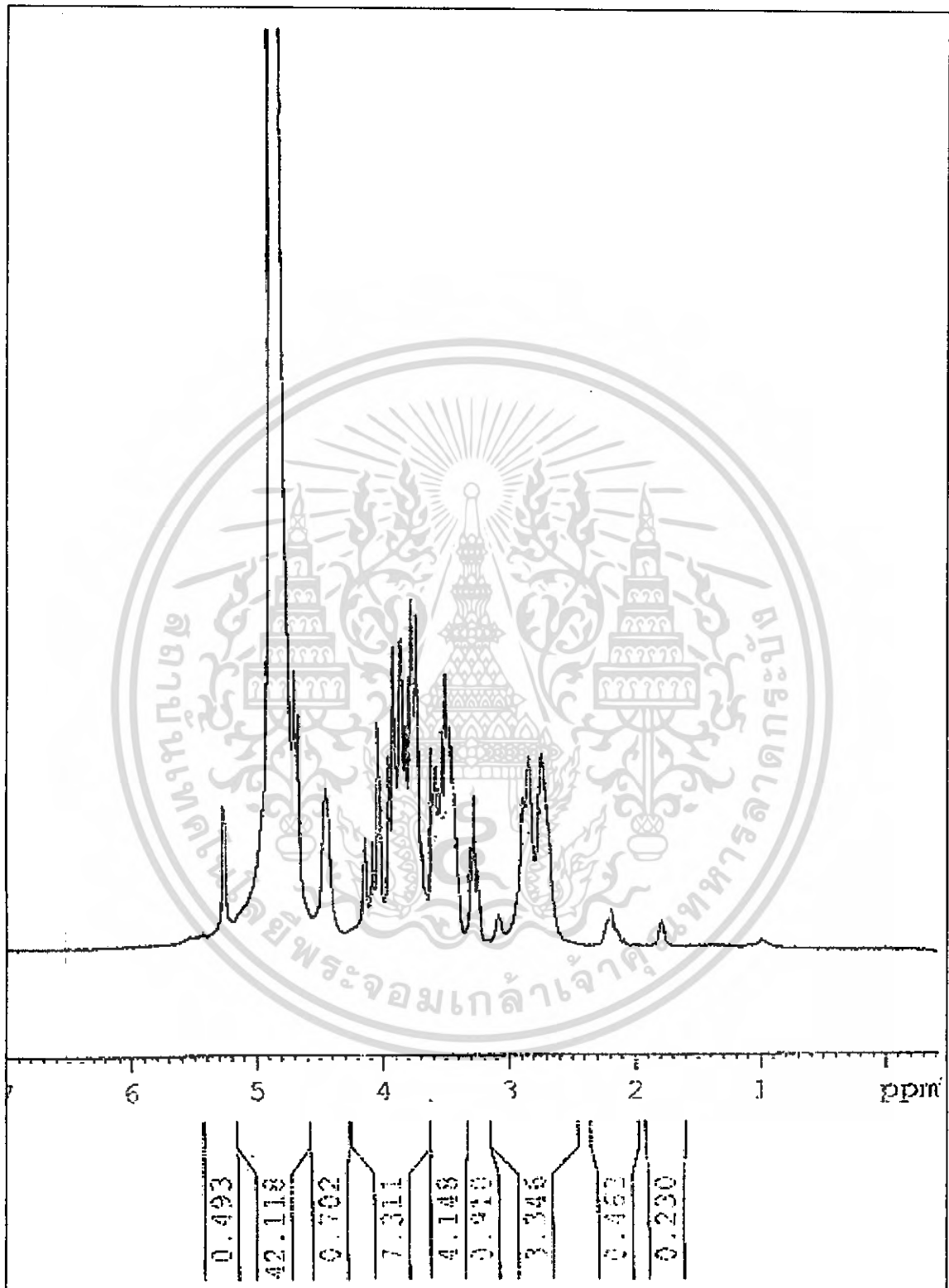
รูปที่ ค.4 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ไม่ปรับกรด
ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ซ้ำที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.4 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำวานหางจรเข้
ไม่ปรับกรด ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ซ้ำที่ 2

Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
1	1579.462	5.2626	0.17
2	1442.658	4.8068	12.50
3	1406.484	4.6863	0.58
4	1398.708	4.6603	0.49
5	1334.949	4.4479	0.31
6	1242.996	4.1415	0.19
7	1223.025	4.0750	0.19
8	1209.570	4.0302	0.34
9	1183.774	3.9442	0.32
10	1171.856	3.9045	0.49
11	1152.807	3.8410	0.52
12	1143.062	3.8086	0.41
13	1127.443	3.7565	0.58
14	1115.551	3.7169	0.54
15	1082.584	3.6071	0.33
16	1071.677	3.5707	0.33
17	1065.345	3.5496	0.30
18	1056.161	3.5190	0.38
19	1047.112	3.4889	0.46
20	1036.671	3.4541	0.40
21	989.626	3.2973	0.18
22	981.473	3.2702	0.25
23	973.149	3.2424	0.15
24	924.656	3.0805	0.07
25	850.005	2.8321	0.33
26	819.727	2.7312	0.34
27	655.624	2.1845	0.07
28	537.890	1.7919	0.05
29	423.330	1.4105	0.02
30	299.708	0.9986	0.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



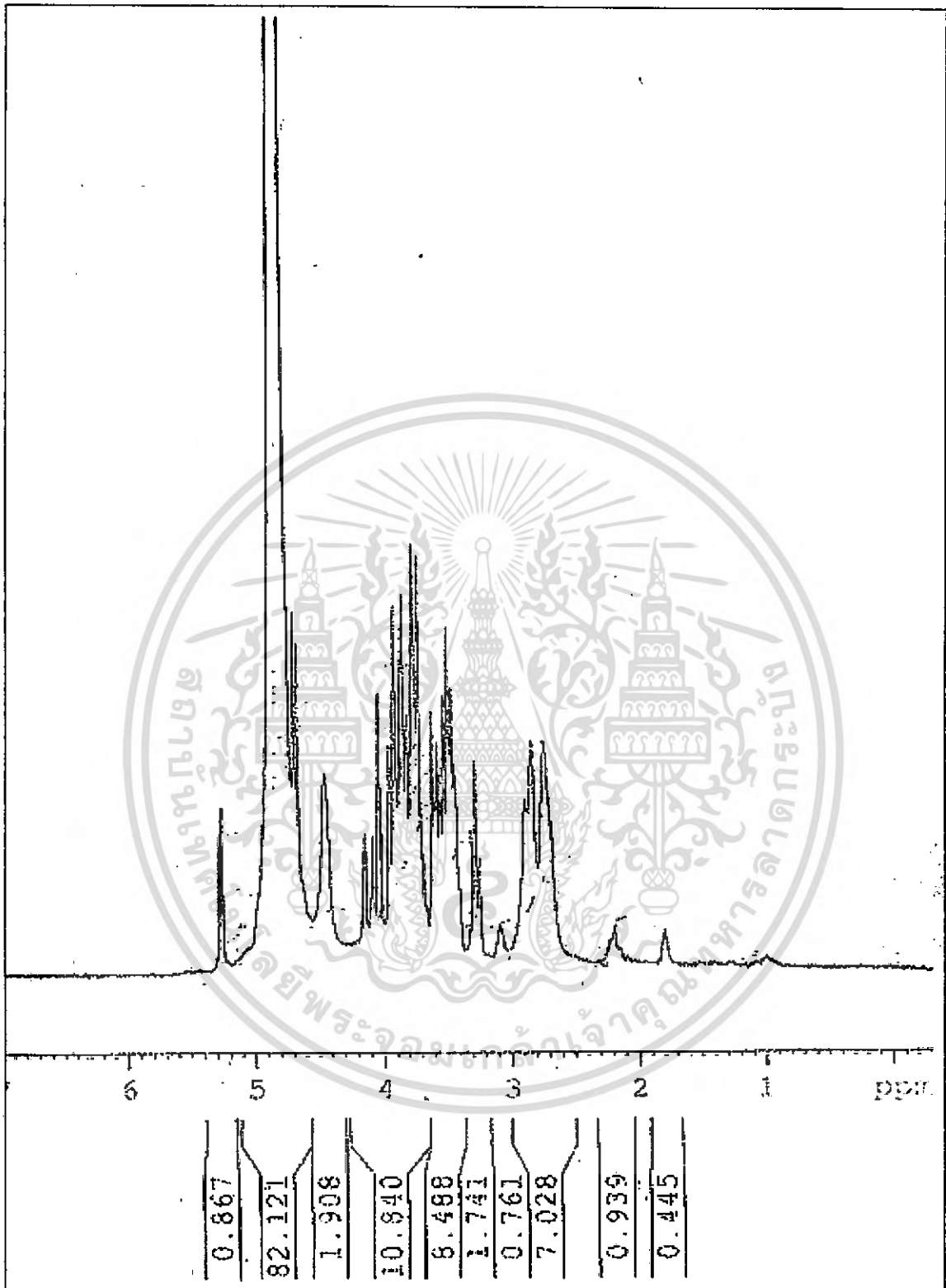
รูปที่ ๓.5 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ปรับกรด
ไม่ทำการให้ความร้อน ซ้ำที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.5 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำวานหางระเซ่
ปรับกรดไม่ทำการให้ความร้อน ซ้ำที่ 1

Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
1	3127.887	10.4218	0.01
2	1578.301	5.2587	0.19
3	1442.975	4.8078	12.50
4	1405.462	4.6828	0.37
5	1397.490	4.6563	0.31
6	1332.502	4.4397	0.21
7	1240.900	4.1345	0.15
8	1222.100	4.0719	0.14
9	1208.440	4.0264	0.30
10	1183.036	3.9417	0.25
11	1170.822	3.9011	0.40
12	1152.009	3.8384	0.41
13	1141.982	3.8050	0.29
14	1126.307	3.7527	0.46
15	1114.305	3.7127	0.44
16	1881.556	3.6036	0.27
17	1070.420	3.5665	0.24
18	1064.084	3.5454	0.21
19	1055.218	3.5159	0.29
20	1046.066	3.4854	0.36
21	1040.572	3.4671	0.29
22	1035.530	3.4503	0.29
23	988.653	3.2941	0.14
24	980.432	3.2667	0.20
25	974.935	3.2384	0.11
26	922.501	3.0737	0.05
27	862.322	2.8732	0.20
28	848.018	2.8255	0.25
29	818.153	2.7260	0.26
30	654.730	2.1815	0.05
31	535.715	1.7849	0.04
32	296.600	0.9882	0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



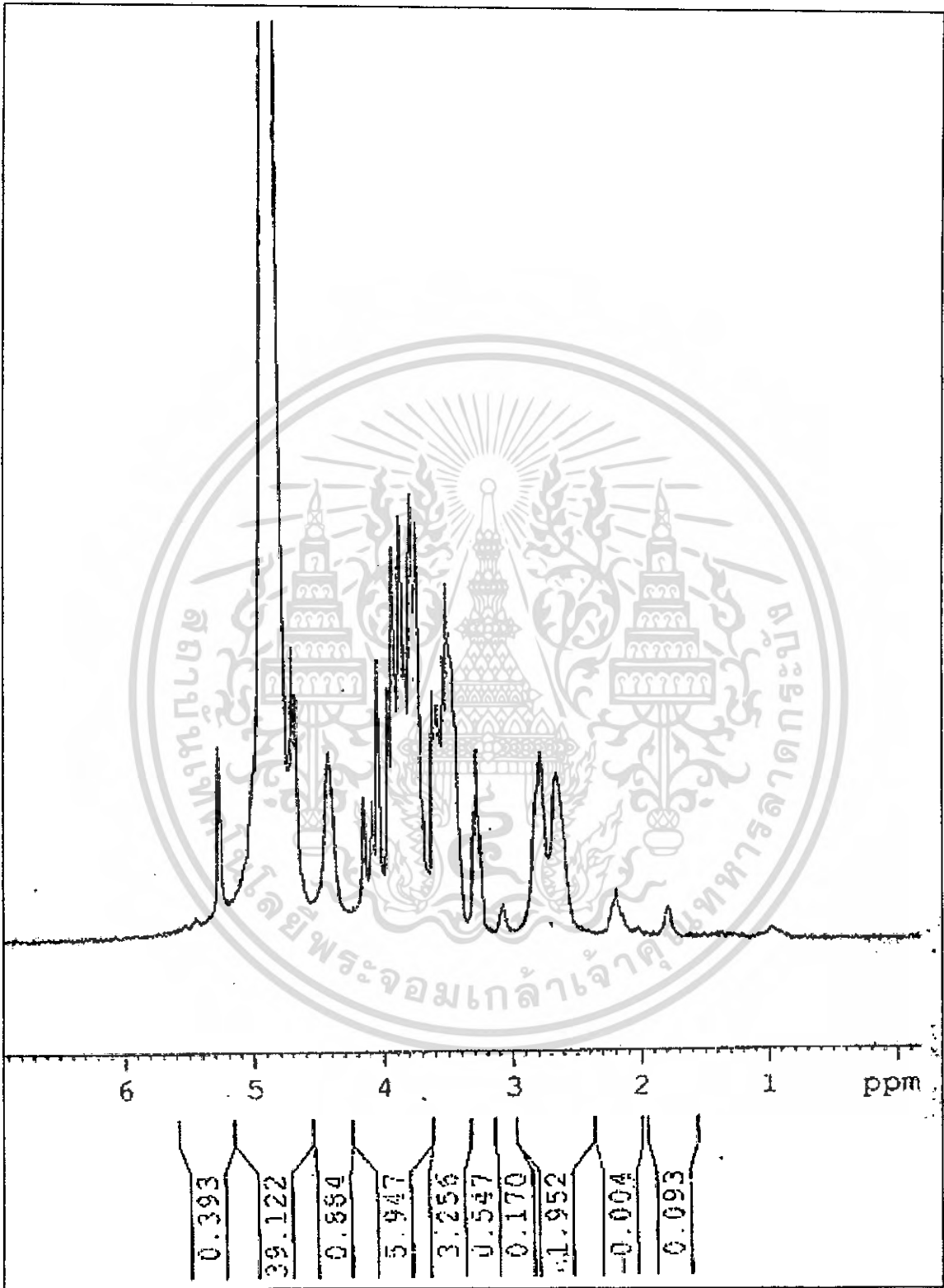
รูปที่ ๓.๖ สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านทางจระเข้ปรับกรด
ไม่ทำการให้ความร้อน ซ้ำที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.6 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำวานหางจรเข้
ปรับกรดไม่ทำการให้ความร้อน ครั้งที่ 2

Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
1	3130.638	10.4309	0.01
2	1583.199	5.2750	0.17
3	1580.069	5.2646	0.18
4	1448.669	4.8268	12.50
5	1409.423	4.6960	39.00
6	1401.552	4.6698	0.36
7	1337.117	4.4551	0.22
8	1244.193	4.1455	0.15
9	1225.955	4.0849	0.15
10	1212.737	4.0407	0.31
11	1187.228	3.9557	0.25
12	1174.878	3.9146	0.40
13	115.283	3.8493	0.42
14	1145.360	3.8162	0.28
15	1135.522	3.7834	0.33
16	1130.634	3.7671	0.47
17	1118.344	3.7262	0.46
18	1098.847	3.6612	0.07
19	1085.789	3.6177	0.29
20	1078.729	3.5942	0.19
21	1074.531	3.5802	0.25
22	1068.559	3.5603	0.21
23	1059.485	3.5301	0.30
24	1050.250	3.4993	0.38
25	1044.249	3.4793	29.00
26	1039.485	3.4634	0.31
27	1084.362	3.4464	0.23
28	1030.983	3.4351	0.22
29	992.948	3.3084	0.15
30	984.523	3.2803	0.23
31	976.015	3.2520	0.12
32	927.170	3.0892	0.05
33	866.422	2.8868	0.19
34	852.432	2.8402	0.25
35	823.803	2.7448	0.25
36	658.129	2.1928	0.05
37	539.444	1.7974	0.04
38	459.820	1.5321	0.01
39	300.305	1.0006	0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.7 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านทางจระเข้ปรับกรด

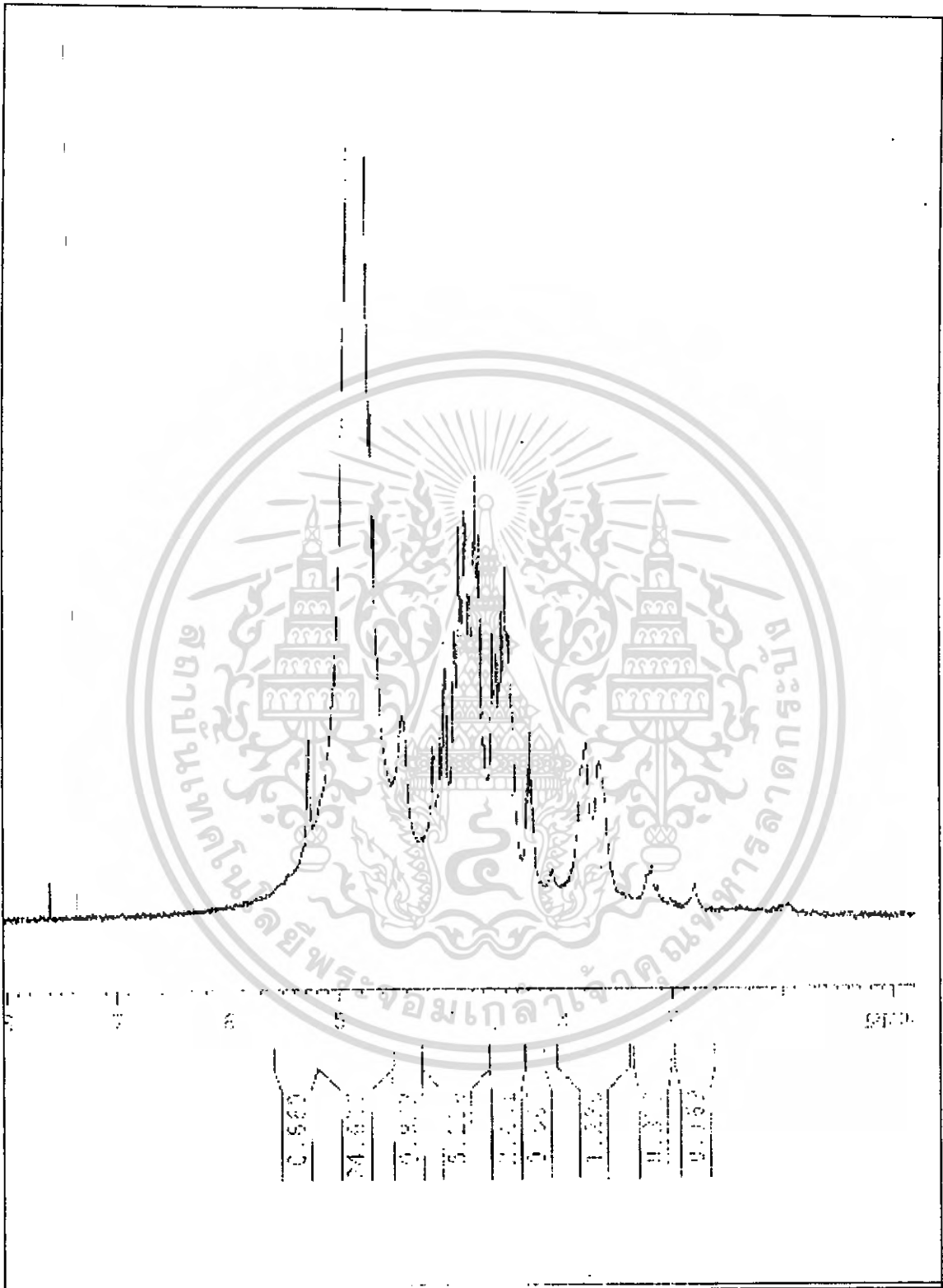
ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ซ้ำที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.7 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำวานหางจรเข้
 ปรับกรดให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ซ้ำที่ 1

Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
1	3132.284	10.4364	0.01
2	1576.944	5.2542	0.16
3	1447.904	4.8243	12.50
4	1404.260	4.6788	0.25
5	1396.472	4.6529	0.21
6	1321.266	4.4023	0.16
7	1240.583	4.1335	0.12
8	1221.208	4.0689	0.12
9	1207.507	4.0233	0.24
10	1182.035	3.9384	0.21
11	1169.992	3.8983	0.33
12	1152.323	3.8394	0.36
13	1141.668	3.8039	0.25
14	1125.267	3.7493	0.38
15	1113.463	3.7099	0.35
16	1079.818	3.5978	0.21
17	1069.451	3.5633	0.20
18	1062.824	3.5412	0.18
19	1053.822	3.5112	0.24
20	1044.705	3.4808	0.30
21	987.242	3.2894	0.11
22	979.259	3.2628	0.16
23	970.711	3.2343	0.09
24	919.747	3.0645	0.03
25	828.194	2.7594	0.16
26	792.160	2.6394	0.14
27	653.526	2.1775	0.04
28	533.838	1.7787	0.03
29	295.179	0.9835	0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.8 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ปรับกรด
ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ซ้ำที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.8 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้
 ปรับกรดให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ซ้ำที่ 2

Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
1	2282.127	7.6038	0.04
2	1580.355	5.2656	0.19
3	1440.658	4.8001	12.50
4	1406.667	4.6869	0.50
5	1398.837	4.6608	0.40
6	1326.738	4.4205	0.20
7	1244.240	4.1457	0.17
8	1223.562	4.0768	0.18
9	1210.442	4.0331	0.28
10	1184.421	3.9464	0.29
11	1172.370	3.9062	0.39
12	1156.053	3.8518	0.41
13	1144.735	3.8141	0.32
14	1132.809	3.7744	0.28
15	1127.970	3.7583	0.44
16	1116.020	3.7185	0.39
17	1083.008	3.6085	0.28
18	1071.510	3.5702	0.27
19	1065.369	3.5497	0.25
20	1056.411	3.5198	0.31
21	1047.500	3.4902	0.35
22	1036.655	3.4540	0.28
23	1031.512	3.4369	0.22
24	990.017	3.2986	0.15
25	981.902	3.2716	0.18
26	973.031	3.2420	0.11
27	925.019	3.0821	0.05
28	831.053	2.7690	0.17
29	796.114	2.6526	0.15
30	656.169	2.1863	0.05
31	538.391	1.7969	0.03
32	292.411	0.9743	0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

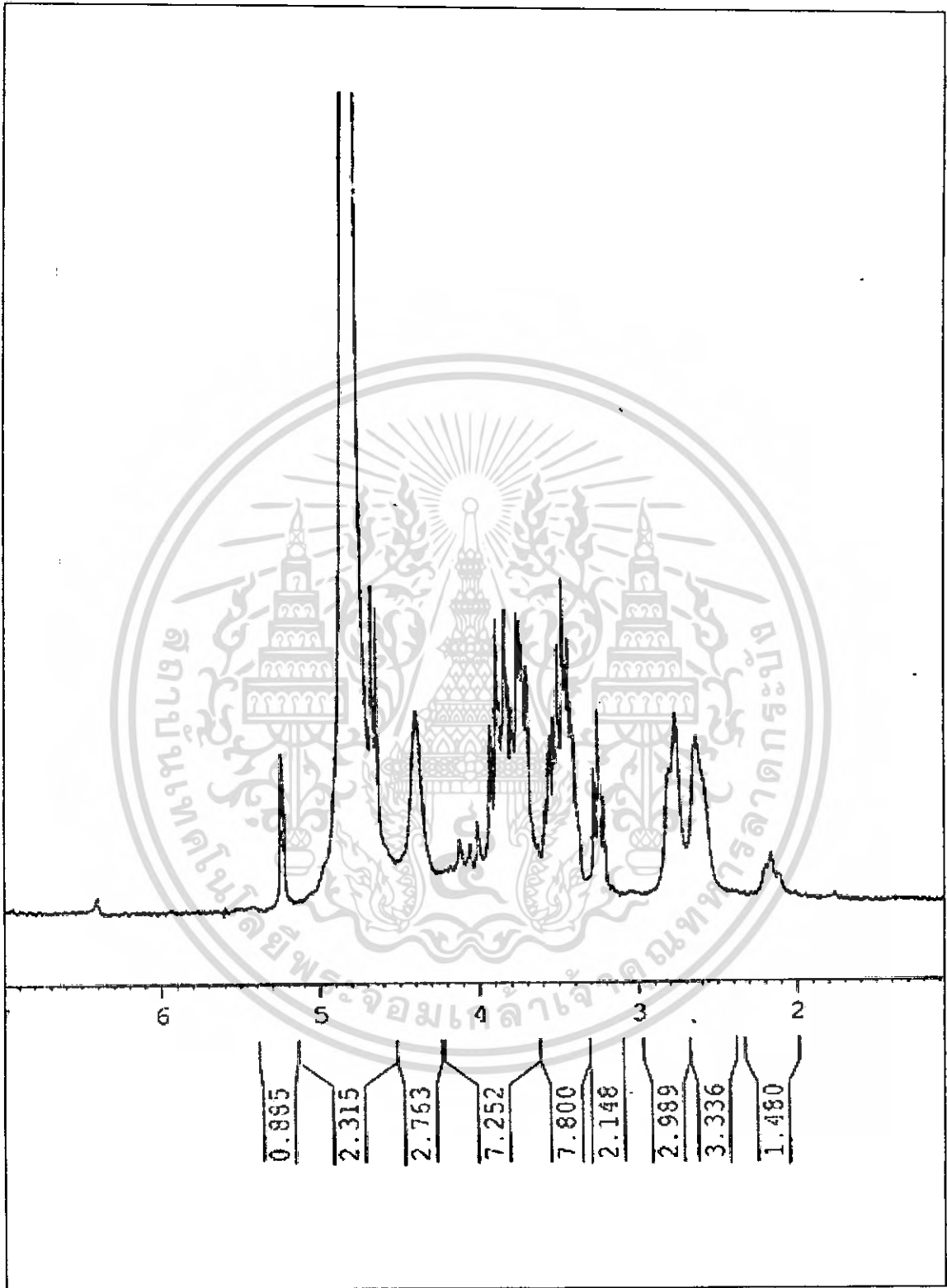
ภาคผนวก ง

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองเบื้องต้นซ้ำที่ 1,2 ครั้งที่ 2

ทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Nuclear Magnetic Resonance (NMR)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



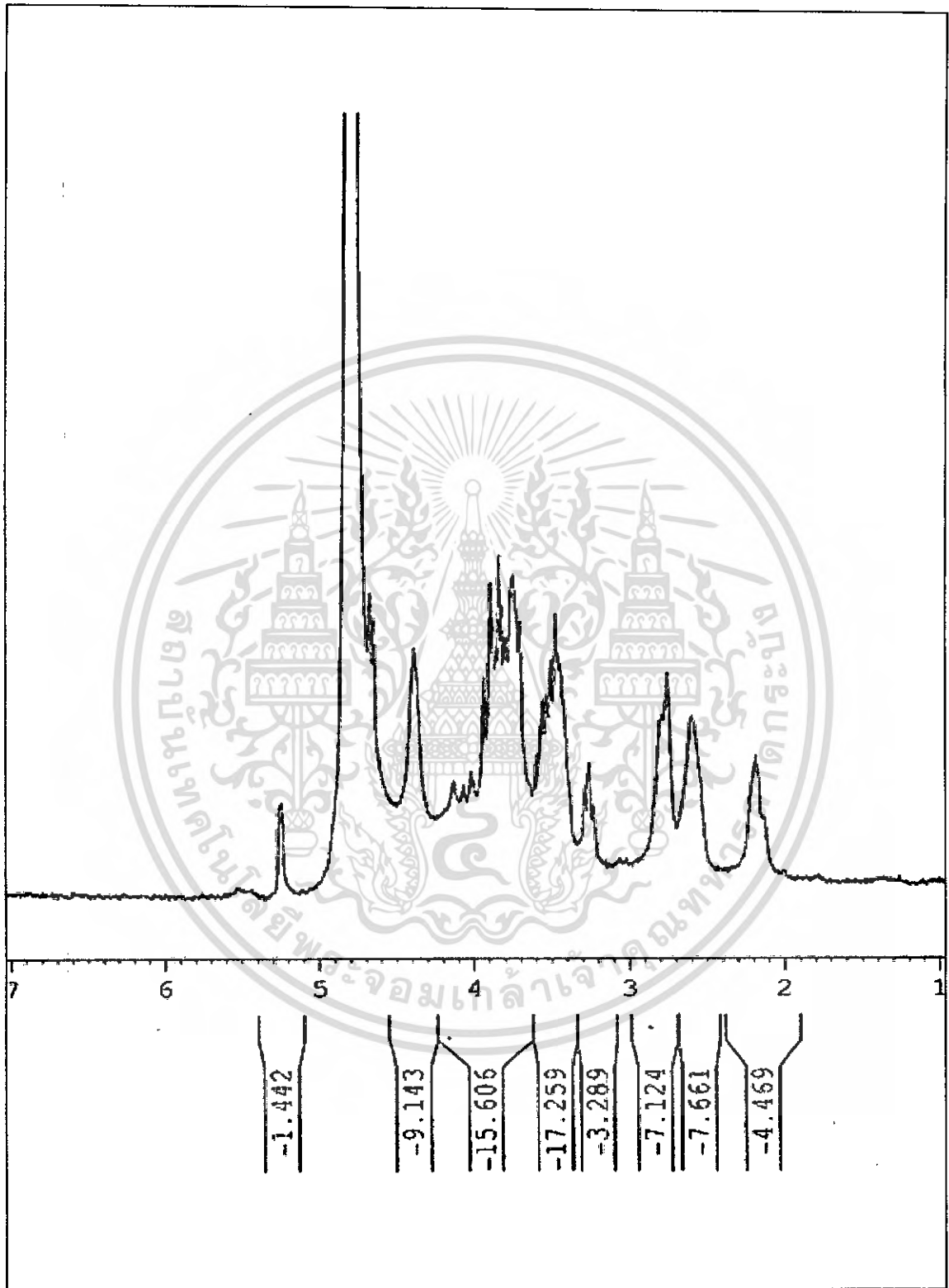
รูปที่ ง.1 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ไม่ปรับกรด ไม่ทำการให้ความร้อน ซ้ำที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ไม่ปรับกรด ไม่ทำการให้ความร้อน ชั่วที่ 1

Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
1	1922.072	6.4041	0.02
2	1572.099	5.2381	0.18
3	1568.716	5.2268	0.17
4	1438.578	4.7932	12.50
5	1398.451	4.6595	0.37
6	1390.576	4.6332	0.35
7	1315.706	4.3838	0.23
8	1254.302	4.1792	0.05
9	1236.252	4.1191	0.08
10	1215.616	4.0503	0.08
11	1202.055	4.0051	0.10
12	1175.964	3.9182	0.21
13	1163.637	3.8771	0.33
14	1148.005	3.8250	0.35
15	1136.658	3.7872	0.23
16	1130.871	3.7679	0.20
17	1124.625	3.7471	0.34
18	1119.747	3.7309	0.33
19	1114.786	3.7143	0.31
20	1106.938	3.6882	0.28
21	1087.993	3.6251	0.07
22	1074.445	3.5799	0.12
23	1067.172	3.5557	0.18
24	1063.474	3.5434	0.20
25	1057.122	3.5222	0.22
26	1053.895	3.5115	0.18
27	1048.199	3.4925	0.31
28	1039.004	3.4618	0.38
29	1033.103	3.4422	0.29
30	1028.161	3.4257	0.31
31	1023.043	3.4087	0.24
32	1019.514	3.3969	0.21
33	1014.147	3.3790	0.12
34	1010.343	3.3664	0.10
35	981.798	3.2712	0.16
36	973.335	3.2430	0.23
37	964.650	3.2141	0.13
38	949.722	3.1644	0.03
39	916.553	3.0539	0.02
40	840.688	2.8011	0.16
41	826.707	2.7545	0.22
42	7887.795	2.6480	0.20
43	648.061	2.1593	0.06
44	636.495	1.1207	0.04
45	528.177	1.7598	0.02
46	411.827	1.3722	0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



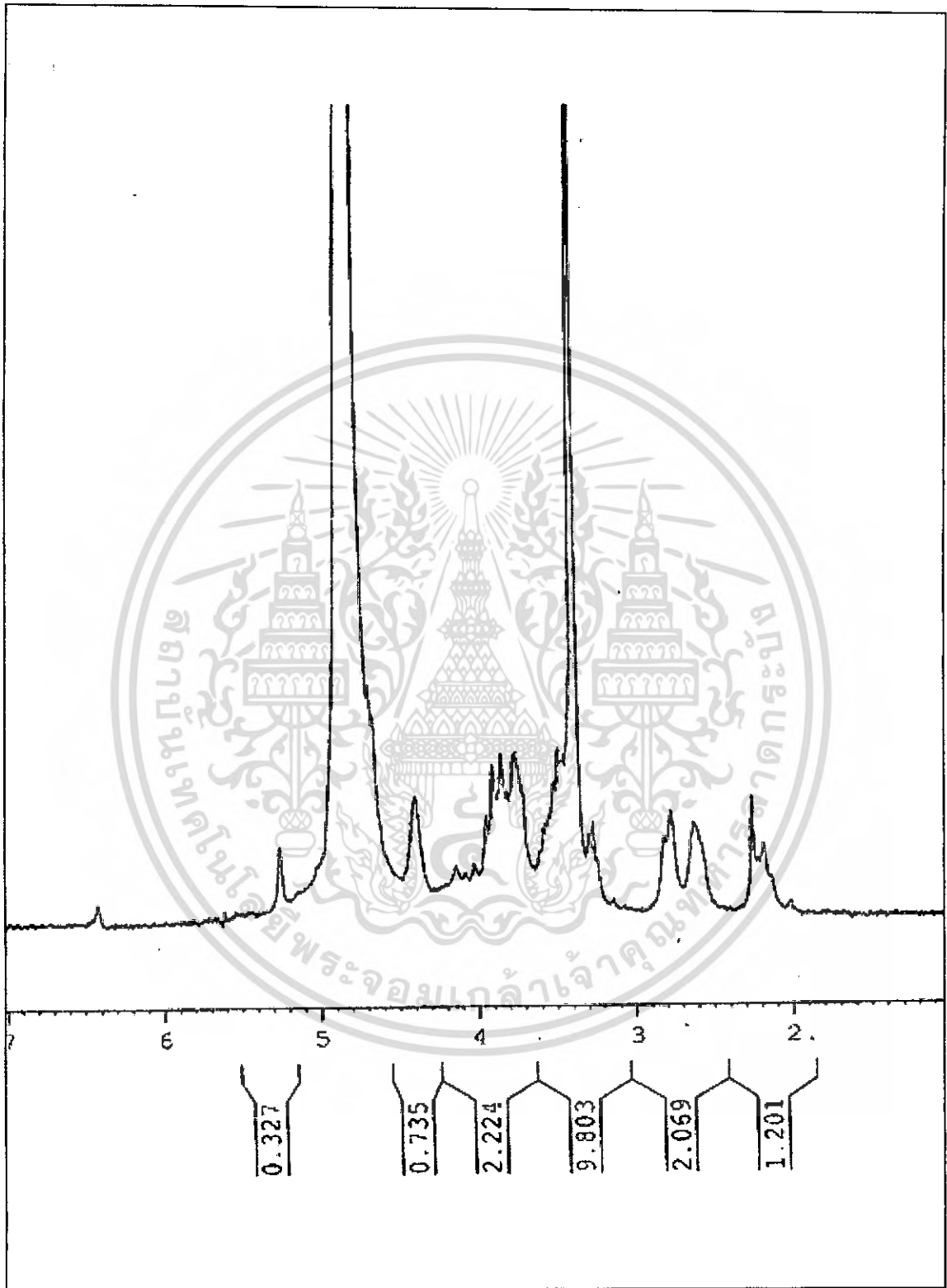
รูปที่ ๓.2 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านทางจระเข้ไม่ปรับกรด
ไม่ทำการให้ความร้อน ซ้ำที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.2 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้
ไม่ปรับกรด ไม่ทำการให้ความร้อน ซ้ำที่ 2

Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
1	1576.312	5.2521	0.09
2	1442.032	4.8047	12.50
3	1403.693	4.6770	0.29
4	1397.562	4.6565	0.27
5	1317.040	4.3882	0.23
6	1241.764	4.1374	0.10
7	1222.338	4.0246	0.09
8	1207.915	4.0246	0.11
9	1182.547	3.9401	0.20
10	1170.456	3.8998	0.31
11	1153.903	3.8447	0.33
12	1142.814	3.8077	0.25
13	1125.264	3.7493	0.31
14	1113.314	3.7094	0.26
15	1070.686	3.5674	0.18
16	1061.903	3.5381	0.18
17	1054.302	3.5128	0.22
18	1045.310	3.4829	0.27
19	987.527	3.2903	0.09
20	979.923	3.2650	0.12
21	971.271	3.2362	0.07
22	829.113	2.7625	0.20
23	781.172	2.6028	0.17
24	654.530	2.1808	0.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๓.3 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำวุ้นหางจรเข้ไม่ปรับกรด

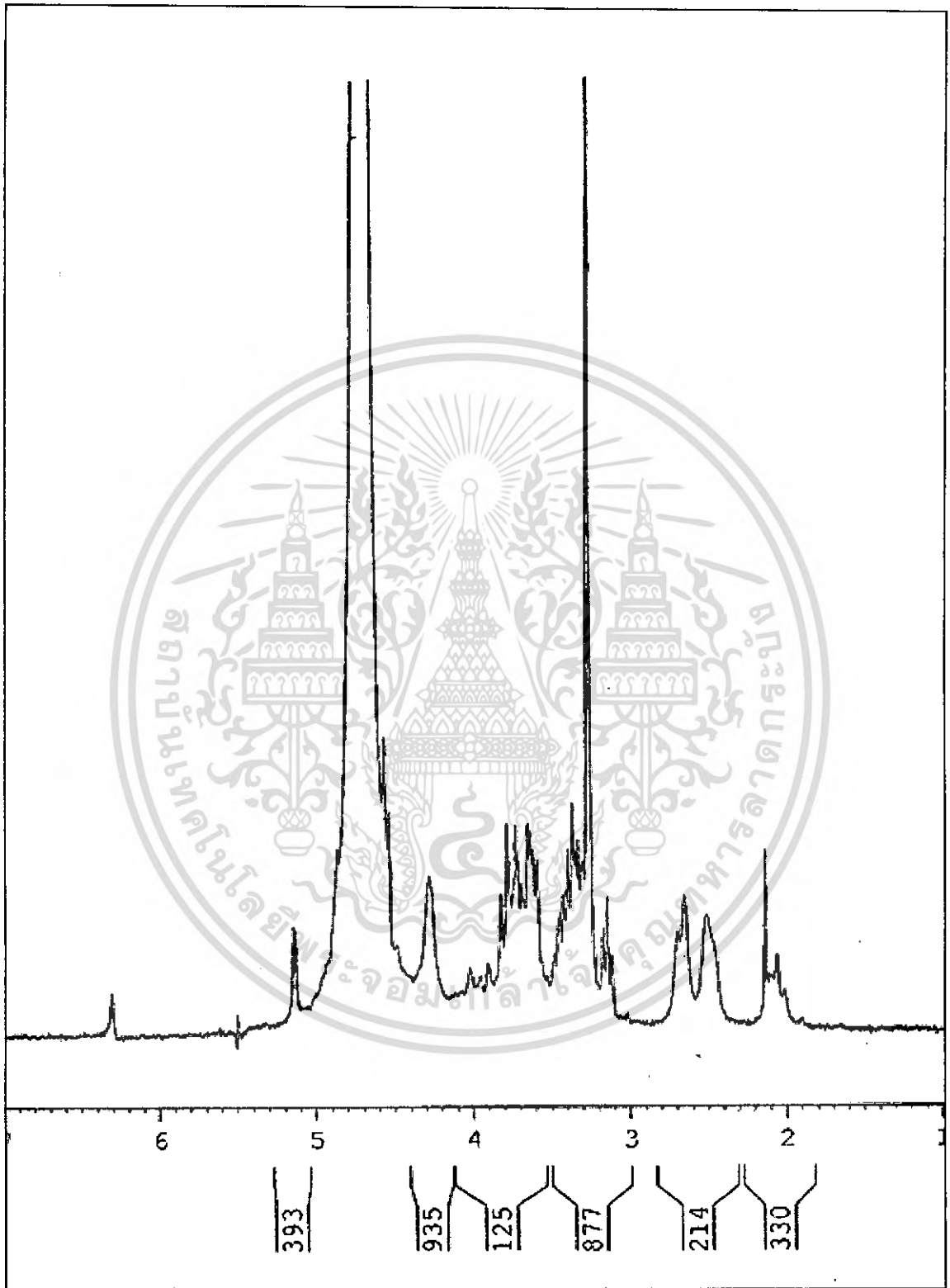
ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ซ้ำที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้
ไม่ปรับกรดให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จำนวนที่ 1

Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
1	1926.691	6.4195	0.02
2	1712.485	5.7058	0.01
3	1683.805	5.6103	0.01
4	1576.564	5.2529	0.07
5	1442.752	4.8071	12.50
6	1404.499	4.6796	0.23
7	1397.012	4.6547	0.20
8	1317.343	4.3892	0.12
9	1241.959	4.1381	0.06
10	1223.074	4.0751	0.05
11	1206.811	4.0210	0.06
12	1182.592	3.9403	0.10
13	1169.988	3.8983	0.15
14	1153.429	3.8431	0.16
15	1141.614	3.8037	0.13
16	1129.741	3.7642	0.16
17	1125.079	3.7486	0.16
18	1113.537	3.7102	0.13
19	1053.435	3.5099	0.14
20	1044.497	3.4801	0.17
21	1033.248	3.4427	0.16
22	1012.700	3.3742	0.33
23	987.337	3.2897	0.08
24	979.093	3.2622	0.10
25	940.819	3.1347	0.02
26	830.269	2.7664	0.11
27	786.312	2.6199	0.10
28	675.650	2.2512	0.12
29	654.452	2.1806	0.07
30	602.893	2.0880	0.02
31	432.252	1.4402	0.01
32	403.657	1.3449	0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.4 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ไม่ปรับกรด

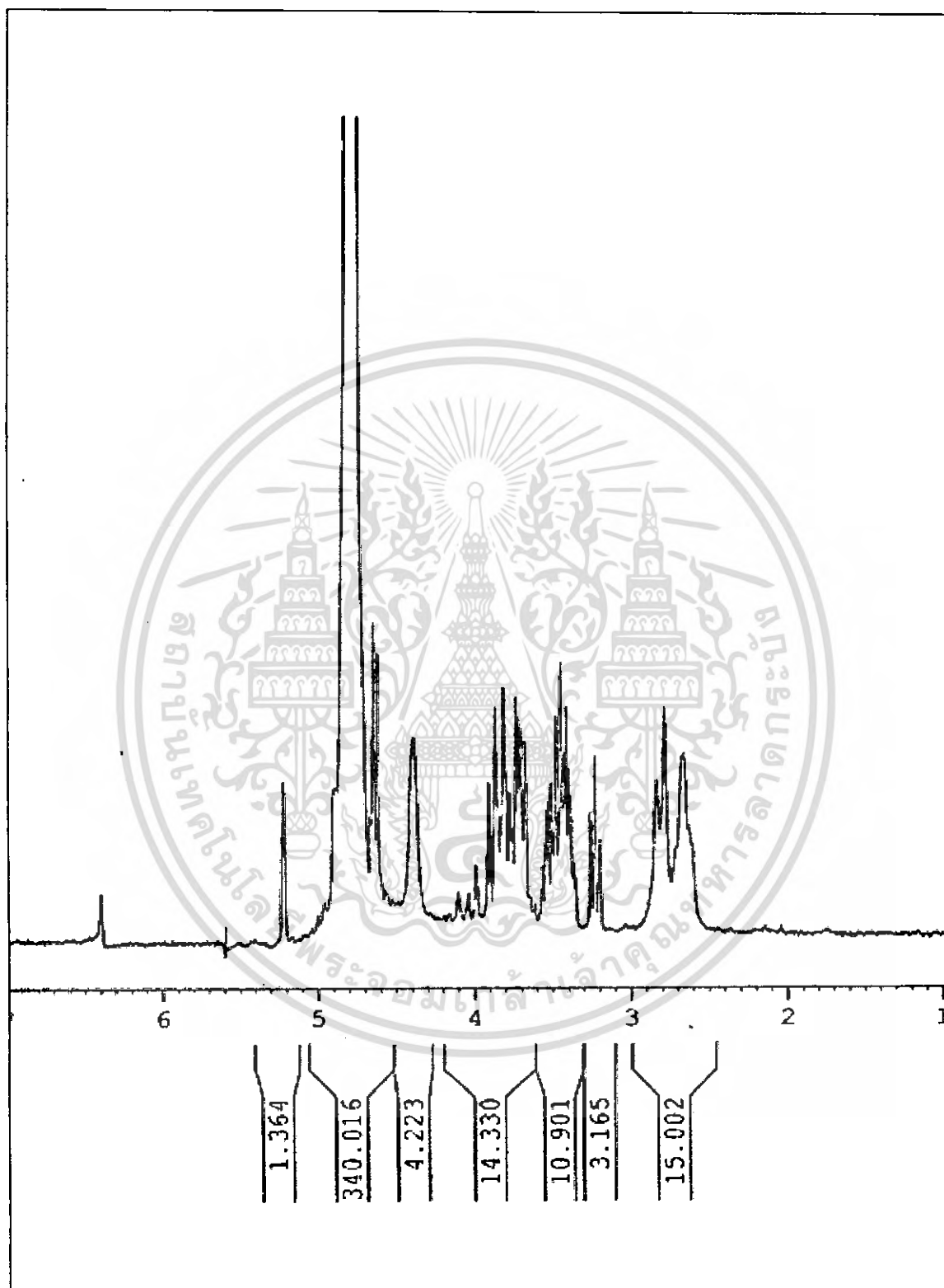
ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ซ้ำที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๓.4 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ไม่ปรับกรวดให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ชั้นที่ 2

Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
1	1893.129	6.3077	0.02
2	1650.341	5.4988	0.01
3	1542.773	5.1404	0.05
4	1458.679	4.8602	0.08
5	1409.558	4.6965	12.50
6	1369.286	4.5623	0.13
7	1361.626	4.5368	0.09
8	1284.373	4.2794	0.07
9	1206.577	4.0202	0.03
10	1186.056	3.9518	0.02
11	1172.718	3.9073	0.03
12	1147.689	3.8240	0.06
13	1134.845	3.7812	0.09
14	1119.152	3.7289	0.09
15	1107.808	3.6911	0.06
16	1107.808	3.6505	0.09
17	1095.638	3.6340	0.09
18	1090.677	3.6175	0.09
19	1085.719	3.5917	0.08
20	1045.582	3.4838	0.07
21	1034.319	3.4462	0.03
22	1027.660	3.4240	0.05
23	1019.005	3.3952	0.06
24	1009.752	3.3644	0.08
25	1003.997	3.3452	0.10
26	999.012	3.3286	0.08
27	989.938	3.2984	0.08
28	977.871	3.2582	0.07
29	952.571	3.1739	0.69
30	944.348	3.1465	0.06
31	935.599	3.1173	0.03
32	809.160	2.6960	0.04
33	795.525	2.6506	0.06
34	753.629	2.5110	0.05
35	640.841	2.1352	0.08
36	619.258	2.0633	0.03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๓.๕ สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านทางจระเข้ปรับกรด

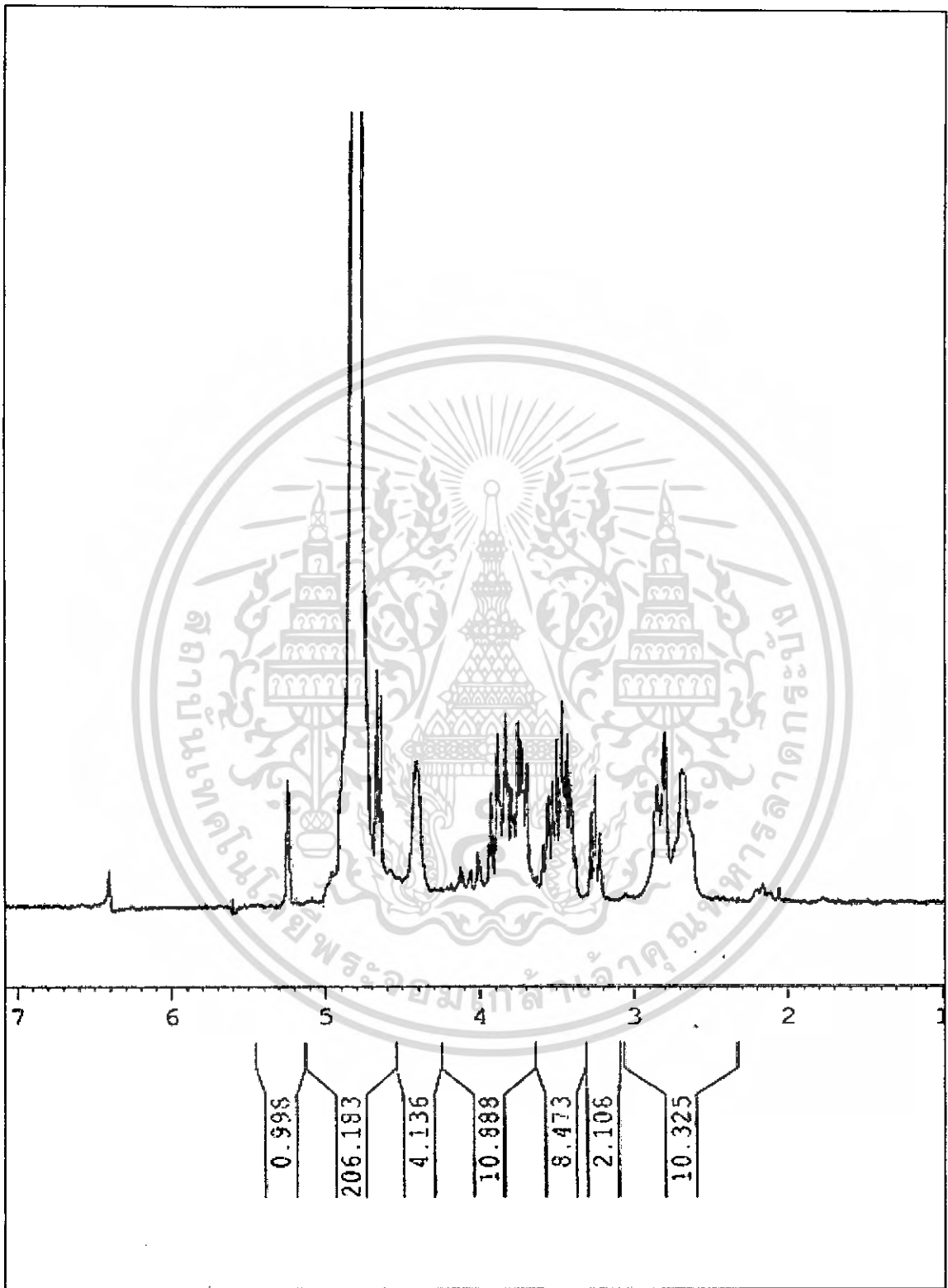
ไม่ทำการให้ความร้อน ซ้ำที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๓.5 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้
 ปรับกรดไม่ทำการให้ความร้อน ซ้ำที่ 1

Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
1	1921.435	6.4020	0.02
2	1568.512	5.2261	0.06
3	1564.994	5.2144	0.05
4	1501.539	5.0030	0.01
5	1487.820	4.9573	0.02
6	1438.551	4.7931	12.50
7	1394.907	4.6477	0.11
8	1386.995	4.6213	0.10
9	1372.609	4.5734	0.02
10	1358.608	4.5267	0.01
11	1308.314	4.3925	0.07
12	1251.348	4.1694	0.01
13	1232.553	4.0670	0.02
14	1211.917	4.0380	0.02
15	1198.750	3.9941	0.03
16	1173.636	3.9104	0.06
17	1160.882	3.8679	0.08
18	1144.795	3.8143	0.09
19	1133.334	3.7761	0.05
20	1130.001	3.7650	0.04
21	1127.622	3.7571	0.04
22	1121.146	3.7355	0.09
23	1116.252	3.7192	0.08
24	1111.264	3.7026	0.08
25	1103.830	3.6778	0.07
26	1084.275	3.6127	0.01
27	1070.713	3.5675	0.03
28	1063.423	3.5432	0.05
29	1059.771	3.5310	0.05
30	1053.508	3.5102	0.06
31	1049.987	3.4984	0.04
32	1044.594	3.4805	0.08
33	1035.341	3.4496	0.10
34	1029.332	3.4296	0.07
35	1024.501	3.4135	0.08
36	1019.433	3.3966	0.06
37	1015.779	3.3845	0.05
38	1010.296	3.3662	0.03
39	1006.411	3.3533	0.02
40	978.167	3.2591	0.04
41	969.850	3.2314	0.07
42	961.000	3.2019	0.03
43	852.478	2.8404	0.06
44	836.744	2.7879	0.08
45	799.273	2.6631	0.07
46	711.492	2.3706	0.00
47	643.891	2.1454	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๖.๖ สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ปรับกรด ไม่ทำการให้ความร้อน ชั่วที่ 2

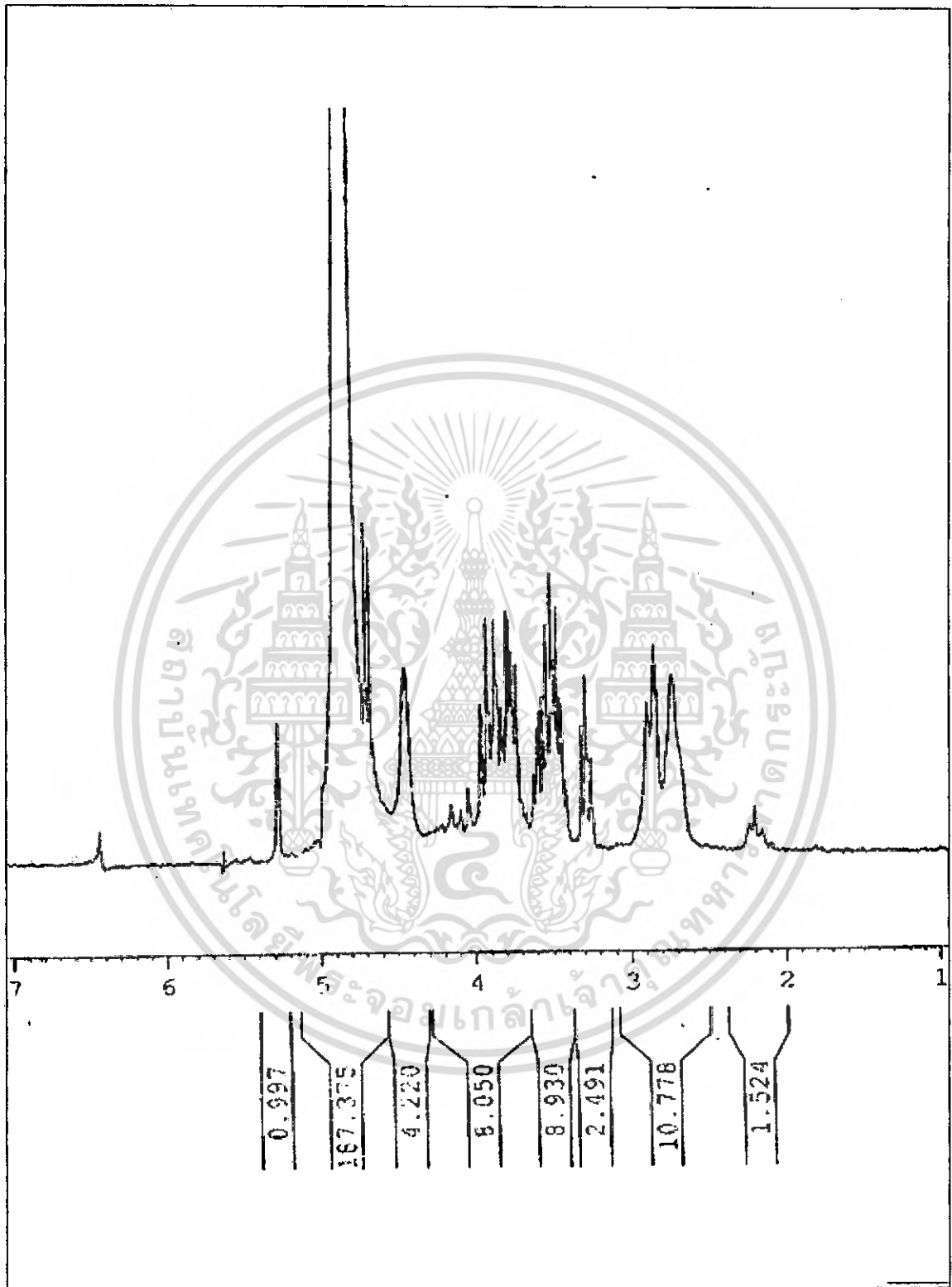
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๖.6 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้
ปรับกรดไม่ทำการให้ความร้อน ครั้งที่ 2

Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
1	1923.748	6.4097	0.02
2	1575.207	5.2484	0.06
3	1571.662	5.2366	0.06
4	1489.281	4.9621	0.02
5	1466.067	4.8848	0.08
6	1440.754	4.8004	12.50
7	1401.530	4.6697	0.12
8	1393.608	4.6433	0.10
9	1324.974	4.4147	0.07
10	1257.356	4.1894	0.01
11	1239.100	4.1285	0.02
12	1218.503	4.0599	0.02
13	1205.447	4.0164	0.03
14	1180.229	3.9324	0.06
15	1166.977	3.8882	0.08
16	1151.443	3.8365	0.10
17	1140.097	3.7987	0.06
18	1134.166	3.7789	0.04
19	1127.799	3.7577	0.09
20	1122.845	3.7412	0.08
21	1118.005	3.7251	0.08
22	1110.321	3.6995	0.07
23	1091.051	3.6353	0.01
24	1077.520	3.5902	0.03
25	1070.177	3.6657	0.05
26	1066.459	3.5533	0.05
27	1060.223	3.5325	0.06
28	1056.650	3.5206	0.04
29	1051.245	3.5026	0.08
30	1041.969	3.4717	0.10
31	1035.849	3.4513	0.07
32	1031.242	3.4360	0.09
33	1026.157	3.4190	0.07
34	1022.544	3.4070	0.50
35	1016.938	3.3883	0.03
36	1013.177	3.3758	0.20
37	984.882	3.2150	0.05
38	976.503	3.2536	0.06
39	967.803	3.2246	0.04
40	817.984	3.0586	0.01
41	858.155	2.8593	0.06
42	842.685	2.8077	0.09
43	808.794	2.6948	0.07
44	650.130	2.1662	0.01
45	619.031	2.0625	0.01
46	535.268	1.7835	0.00
47	446.658	1.4882	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานในหอสมุดวิทยาศาสตร์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



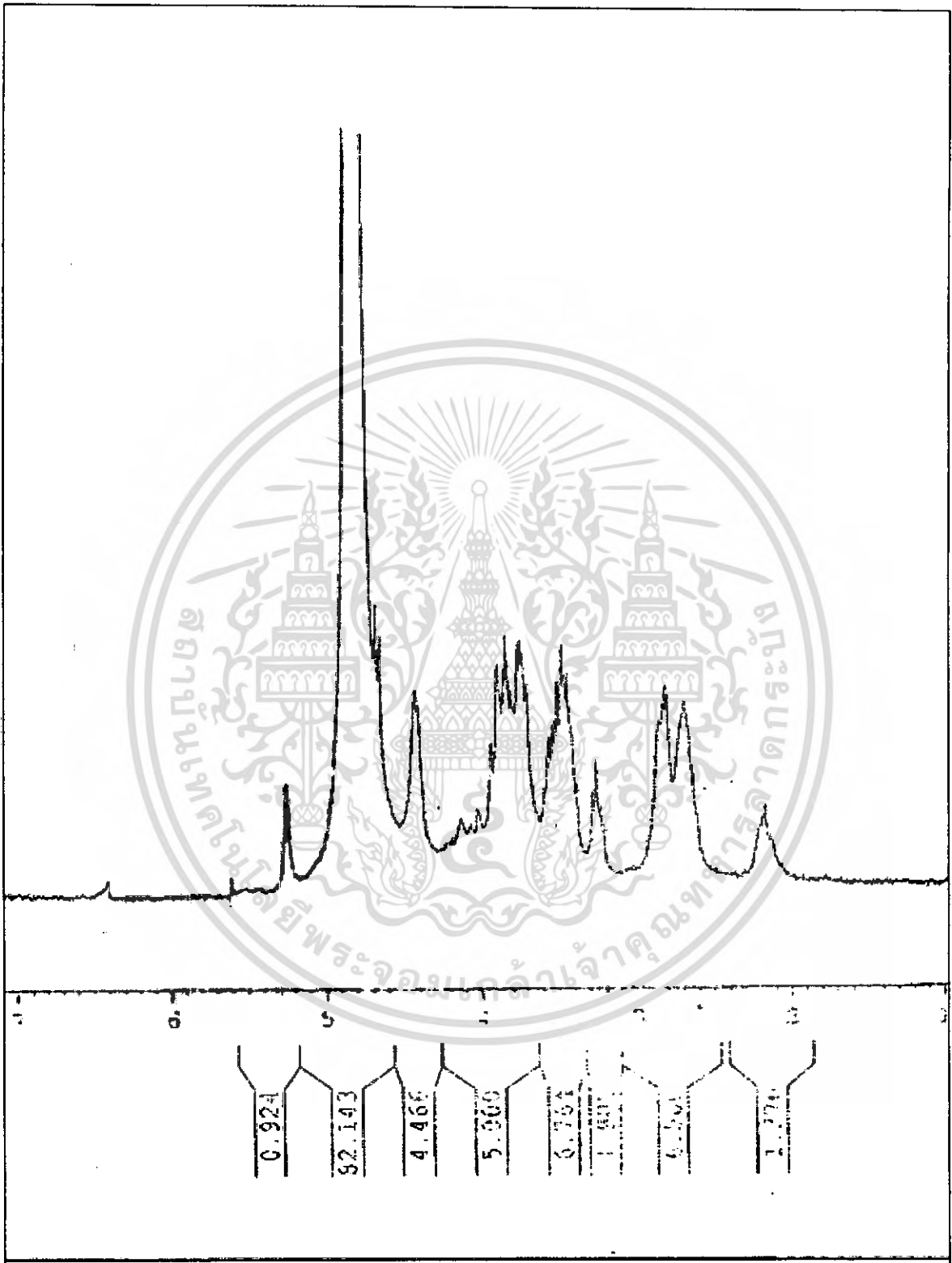
รูปที่ ง.7 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านทางจระเข้ปรับกรด
ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ซ้ำที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๗.7 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านทางจรเข้
 ปรับกรดให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ซ้ำที่ 1

Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
1	1930.038	6.4307	0.02
2	1688.377	5.6254	0.01
3	1583.928	5.3775	0.07
4	1580.269	5.2653	0.07
5	1512.449	2.0393	0.01
6	1505.056	2.0147	0.01
7	1447.720	4.2360	12.50
8	1421.880	4.7375	0.10
9	1410.008	4.6980	0.17
10	1402.123	4.6717	0.16
11	1396.740	4.6538	0.06
12	1334.793	4.4474	0.10
13	1265.679	4.2171	0.02
14	1244.745	4.1474	0.03
15	1227.612	4.0903	0.03
16	1213.980	4.0448	0.04
17	1188.815	3.9610	0.08
18	1175.204	3.9157	0.12
19	1159.950	3.8648	0.12
20	1148.510	3.8267	0.08
21	1142.702	3.8074	0.07
22	1136.502	3.7867	0.13
23	1131.531	3.7701	0.12
24	1126.631	3.7538	0.11
25	1118.763	3.7276	0.10
26	1099.905	3.6648	0.02
27	1086.292	3.6194	0.04
28	1078.871	3.5947	0.07
29	1075.080	3.5820	0.08
30	1068.901	3.5615	0.08
31	1065.373	3.5497	0.06
32	1059.928	3.5316	0.12
33	1050.673	3.5007	0.15
34	1044.518	3.4802	0.10
35	1039.916	3.4649	0.13
36	1034.885	3.4481	0.08
37	1031.102	3.4355	0.08
38	1025.719	3.4176	0.04
39	1021.785	3.4045	0.04
40	993.452	3.3101	0.07
41	985.210	3.2826	0.10
42	976.420	3.2534	0.05
43	867.018	2.8888	0.08
44	852.168	2.8393	0.11
45	818.362	2.7267	0.09
46	669.788	2.2317	0.02
47	659.486	2.1973	0.03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๓.๘ สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำวานหางจรเข้ปรับกรด
ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ซ้ำที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๓.๘ แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้
 ปรับกรดให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ซ้ำที่ 2

Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
1	1924.674	6.4128	0.01
2	1683.641	5.6097	0.02
3	1632.788	5.4403	0.01
4	1576.939	5.2542	0.11
5	1573.504	5.2427	0.11
6	1443.094	4.8082	12.50
7	1403.271	4.6755	29.00
8	1395.392	4.6493	0.26
9	1327.052	4.4216	0.21
10	1240.148	4.1320	0.08
11	1221.685	4.0705	0.07
12	1207.333	4.0227	0.08
13	1180.700	3.9340	0.15
14	1168.333	3.8928	0.23
15	1152.925	3.8414	0.26
16	1141.922	3.8048	0.20
17	1136.184	3.7856	0.19
18	1129.541	3.7635	0.25
19	1124.778	3.7476	0.26
20	1120.364	3.7329	0.24
21	1112.186	3.7057	0.21
22	1079.401	3.5964	0.11
23	1068.156	3.5590	0.16
24	1061.904	3.5810	0.17
25	1058.204	3.5258	0.16
26	1052.878	3.5081	0.21
27	1043.644	3.4773	0.25
28	1037.642	3.4573	0.22
29	1033.140	3.4423	0.22
30	1028.130	3.4256	0.19
31	986.630	3.2874	0.10
32	978.378	3.2598	0.14
33	969.884	3.2315	0.09
34	909.674	3.0309	0.03
35	903.935	3.0119	0.03
36	843.932	2.8119	0.21
37	807.468	2.6904	0.20
38	654.456	2.1739	0.09
39	534.310	1.7803	0.02
40	476.282	1.5869	0.01
41	430.069	1.4329	0.01
42	415.077	1.3830	0.01
43	382.907	1.2580	0.01

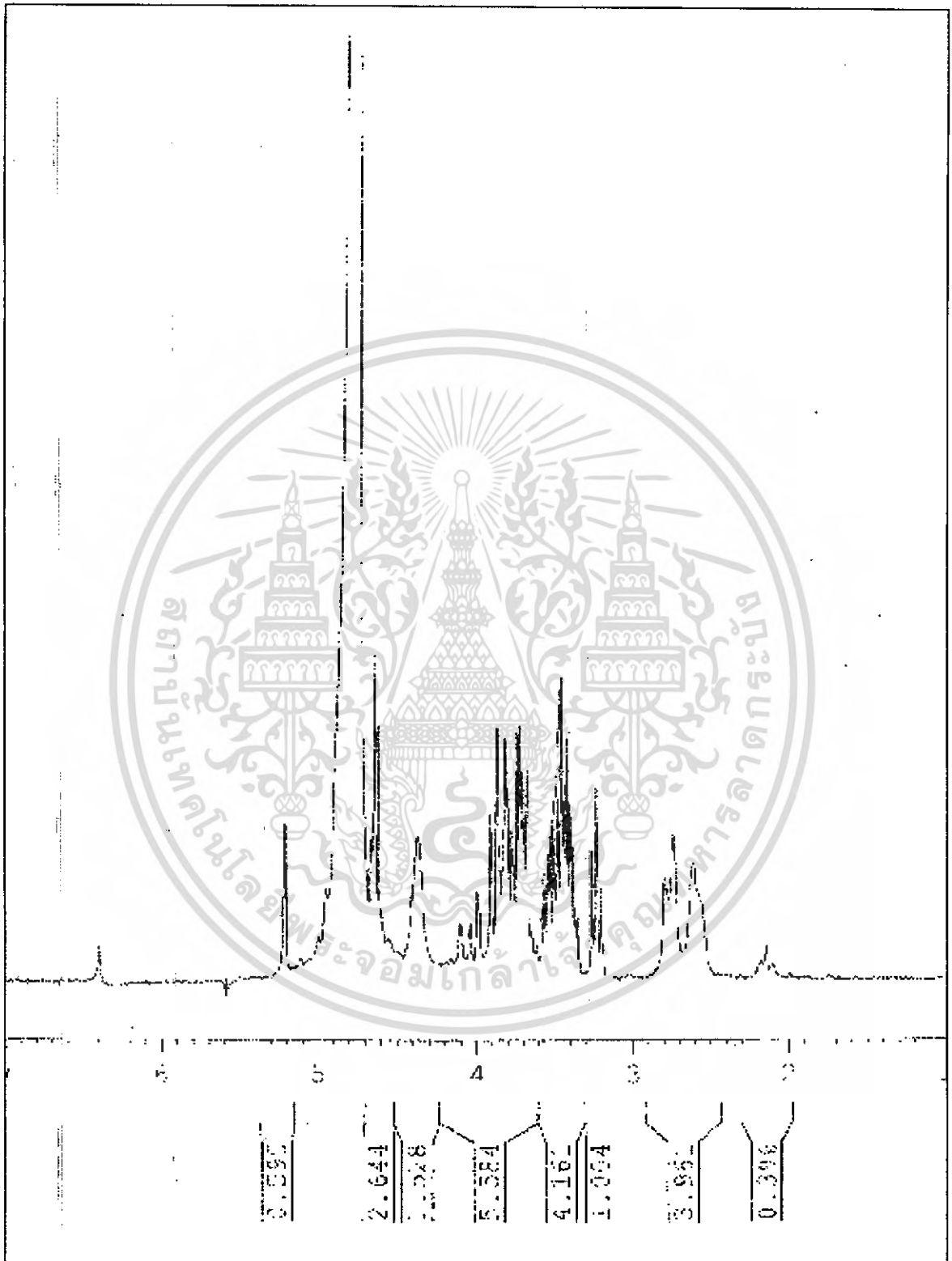
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ข้อมูลการทดลองที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Nuclear Magnetic Resonance (NMR)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



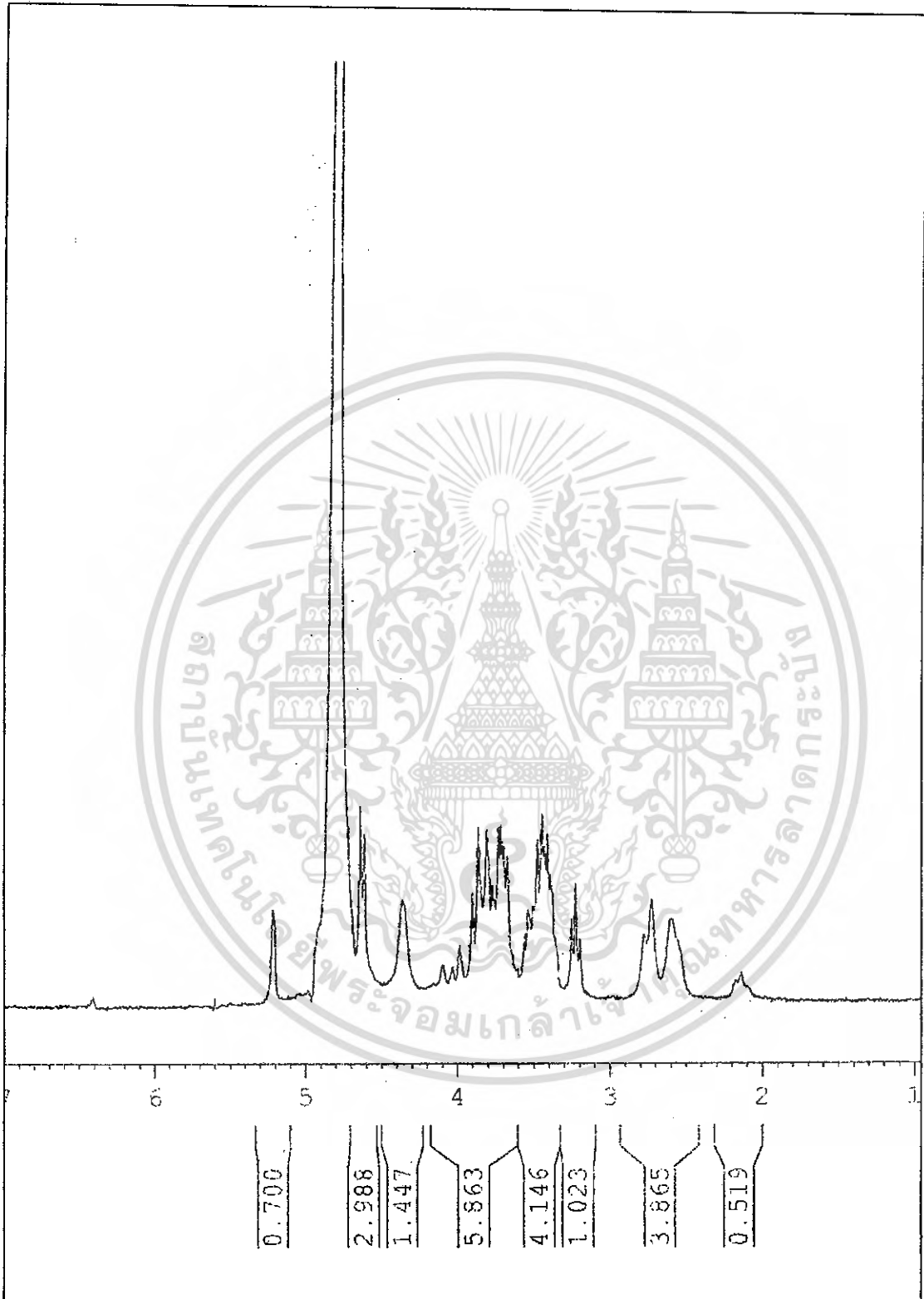
รูปที่ ๑.1 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำมันหางจระเข้ ไม่ปรับกรด ไม่ทำการให้ความร้อน ซ้ำที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.1 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้
ไม่ปรับกรด ไม่ทำการให้ความร้อน ซ้ำที่ 1

Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
1	1921.283	6.4015	0.02
2	1568.776	5.2270	0.08
3	1565.160	5.2149	0.08
4	1501.576	5.0031	0.02
5	1486.924	4.9543	0.05
6	1438.537	4.7930	12.50
7	1394.978	4.6479	0.02
8	1387.017	4.6214	0.15
9	1312.949	4.3746	0.07
10	1249.728	4.1640	0.01
11	1232.935	4.1080	0.03
12	1229.432	4.0963	0.03
13	1212.030	4.0384	0.03
14	1198.788	3.9942	0.05
15	1173.494	3.9100	0.08
16	1160.841	3.8678	0.13
17	1144.753	3.8142	0.12
18	1140.392	3.7997	0.01
19	1133.503	3.7767	0.08
20	1130.266	3.7659	0.06
21	1127.631	3.7571	0.06
22	1121.326	3.7361	0.12
23	1116.372	3.7196	0.13
24	1111.317	3.7028	0.10
25	1103.838	3.6779	0.11
26	1084.541	3.6136	0.02
27	1070.863	3.5680	0.06
28	1063.714	3.5442	0.06
29	1059.854	3.5313	0.07
30	1053.709	3.5108	0.08
31	1050.164	3.4990	0.05
32	1044.702	3.4808	0.12
33	1035.504	3.4502	0.15
34	1029.386	3.4298	0.10
35	1024.605	3.4139	0.13
36	1019.636	3.3973	0.08
37	1015.836	3.3847	0.08
38	1010.534	3.3670	0.04
39	1006.465	3.3534	0.03
40	978.227	3.2593	0.07
41	969.966	3.2318	0.10
42	961.155	3.2025	0.05
43	837.306	2.7898	0.05
44	822.671	2.7410	0.07
45	784.616	2.6143	0.06
46	643.937	2.1455	0.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.2 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้
ไม่ปรับกรด ไม่ทำการให้ความร้อน ซ้ำที่ 2

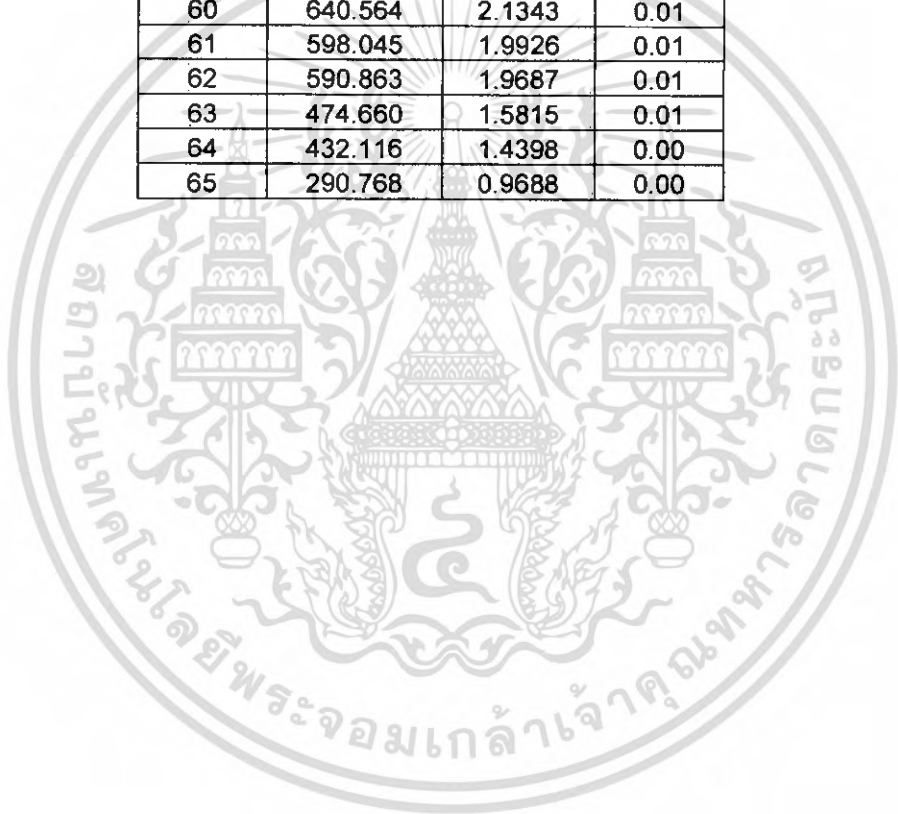
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.2 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำวานหางจรเข้
ไม่ปรับกรด ไม่ทำการให้ความร้อน ซ้ำที่2

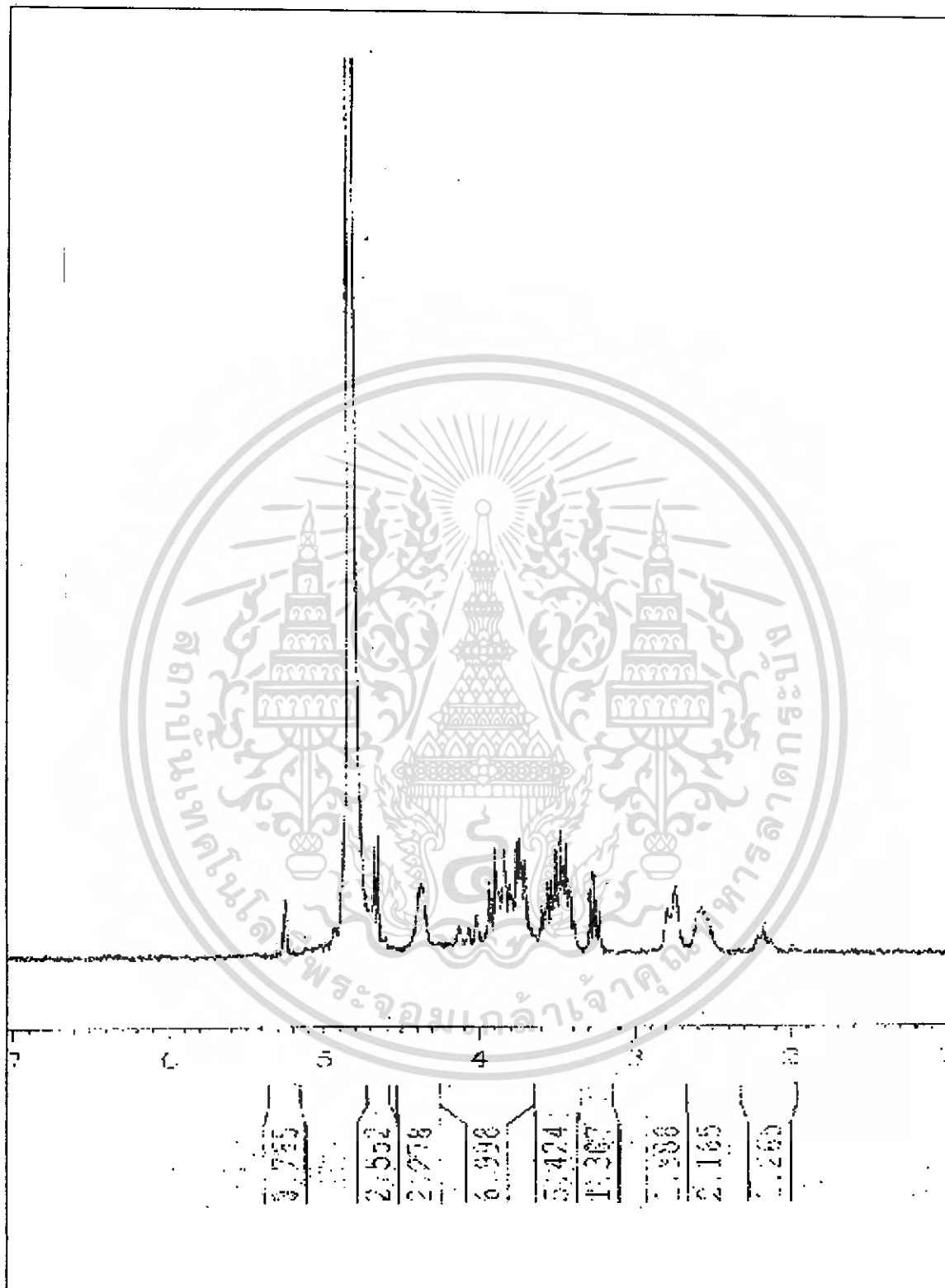
Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
1	3125.636	10.4143	0.01
2	2283.237	7.6075	0.01
3	1656.490	5.5192	0.00
4	1633.788	5.4434	0.00
5	1591.704	5.3034	0.00
6	1576.590	5.2530	0.06
7	1573.014	5.2411	0.05
8	1561.755	5.2036	0.01
9	1508.119	5.0249	0.01
10	1491.358	4.9690	0.01
11	1480.232	4.9320	0.03
12	1441.639	4.8034	12.50
13	1415.877	4.7175	0.05
14	1402.780	4.6739	0.10
15	1394.822	4.6474	0.11
16	1381.581	4.6033	0.02
17	1368.417	4.5594	0.01
18	1313.284	4.3757	0.07
19	1275.951	4.2513	0.01
20	1266.618	4.2202	0.01
21	1260.356	4.1994	0.01
22	1240.950	4.1347	0.03
23	1220.697	4.0672	0.03
24	1207.099	4.0219	0.04
25	1181.919	3.9380	0.07
26	1169.457	3.8965	0.10
27	1153.350	3.8428	0.10
28	1141.479	3.8033	0.07
29	1138.672	3.7939	0.06
30	1135.668	3.7839	0.05
31	1129.505	3.7634	0.10
32	1124.411	3.7464	0.11
33	1119.615	3.7304	0.09
34	1112.080	3.7053	0.09
35	1079.054	3.5953	0.05
36	1071.436	3.5699	0.05
37	1067.747	3.5576	0.07
38	1061.465	3.5367	0.07
39	1057.901	3.5248	0.05
40	1052.563	3.5070	0.09
41	1043.359	3.4764	0.12
42	1039.052	3.4620	0.08
43	1037.276	3.4561	0.08
44	1032.692	3.4408	0.10
45	1027.703	3.4242	0.07

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
47	1018.483	3.3935	0.03
48	1014.463	3.3801	0.03
49	986.222	3.2860	0.05
50	978.088	3.2589	0.07
51	969.225	3.2293	0.04
52	960.639	3.2007	0.01
53	889.793	2.9647	0.01
54	865.126	2.8825	0.01
55	837.870	2.7917	0.04
56	822.692	2.7411	0.06
57	775.314	2.5833	0.04
58	701.458	2.3372	0.00
59	652.576	2.1743	0.03
60	640.564	2.1343	0.01
61	598.045	1.9926	0.01
62	590.863	1.9687	0.01
63	474.660	1.5815	0.01
64	432.116	1.4398	0.00
65	290.768	0.9688	0.00



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๑.3 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ไม่ปรับกรด
ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

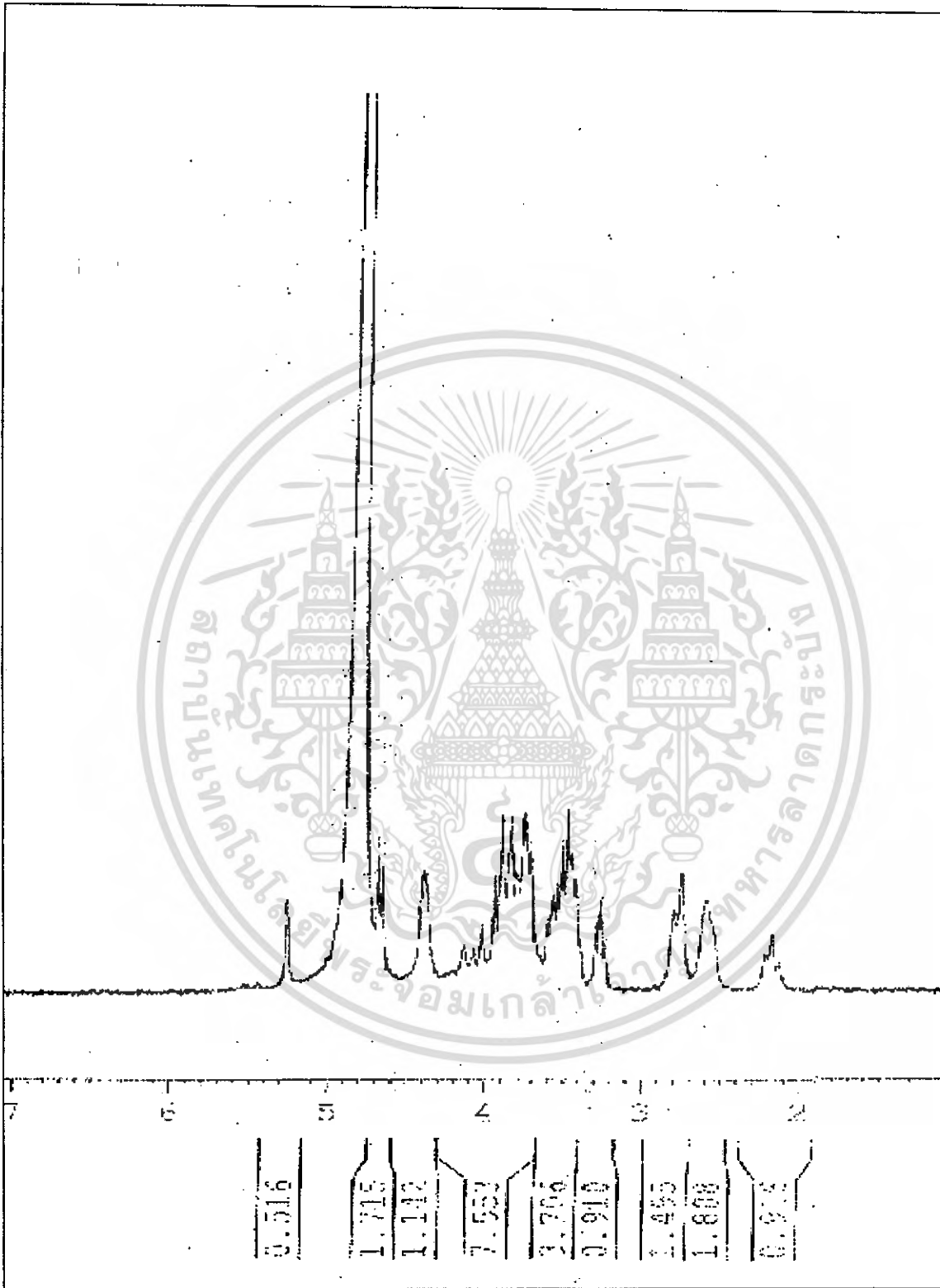
ตารางที่ จ.3 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้
ไม่ปรับกรดให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
1	3125.636	10.4143	0.01
2	2283.237	7.6075	0.01
3	1656.490	5.5192	0.00
4	1633.788	5.4434	0.00
5	1591.704	5.3034	0.00
6	1576.590	5.2530	0.06
7	1573.014	5.2411	0.05
8	1561.755	5.2036	0.01
9	1508.119	5.0249	0.01
10	1491.358	4.9690	0.01
11	1480.232	4.9320	0.03
12	1441.639	4.8034	12.50
13	1415.877	4.7175	0.05
14	1402.780	4.6739	0.10
15	1394.822	4.6474	0.11
16	1381.581	4.6033	0.02
17	1368.417	4.5594	0.01
18	1313.284	4.3757	0.07
19	1275.951	4.2513	0.01
20	1266.618	4.2202	0.01
21	1260.356	4.1994	0.01
22	1240.950	4.1347	0.03
23	1220.697	4.0672	0.03
24	1207.099	4.0219	0.04
25	1181.919	3.9380	0.07
26	1169.457	3.8965	0.10
27	1153.350	3.8428	0.10
28	1141.479	3.8033	0.07
29	1138.672	3.7939	0.06
30	1135.668	3.7839	0.05
31	1129.505	3.7634	0.10
32	1124.411	3.7464	0.11
33	1119.615	3.7304	0.09
34	1112.080	3.7053	0.09
35	1079.054	3.5953	0.05
36	1071.436	3.5699	0.05
37	1067.747	3.5576	0.07
38	1061.465	3.5367	0.07
39	1057.901	3.5248	0.05
40	1052.563	3.5070	0.09
41	1043.359	3.4764	0.12
42	1039.052	3.4620	0.08
43	1037.276	3.4561	0.08
44	1032.692	3.4408	0.10
45	1027.703	3.4242	0.07

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
46	1023.969	3.4118	0.06
47	1018.483	3.3935	0.03
48	1014.463	3.3801	0.03
49	986.222	3.2860	0.05
50	978.088	3.2589	0.07
51	969.225	3.2293	0.04
52	960.639	3.2007	0.01
53	889.793	2.9647	0.01
54	865.126	2.8825	0.01
55	837.870	2.7917	0.04
56	822.692	2.7411	0.06
57	775.314	2.5833	0.04
58	701.458	2.3372	0.00
59	652.576	2.1743	0.03
60	640.564	2.1343	0.01
61	598.045	1.9926	0.01
62	590.863	1.9687	0.01
63	474.660	1.5815	0.01
64	432.116	1.4398	0.00
65	290.768	0.9688	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๑.4 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำมันหางจระเข้ไม่ปรับกรด

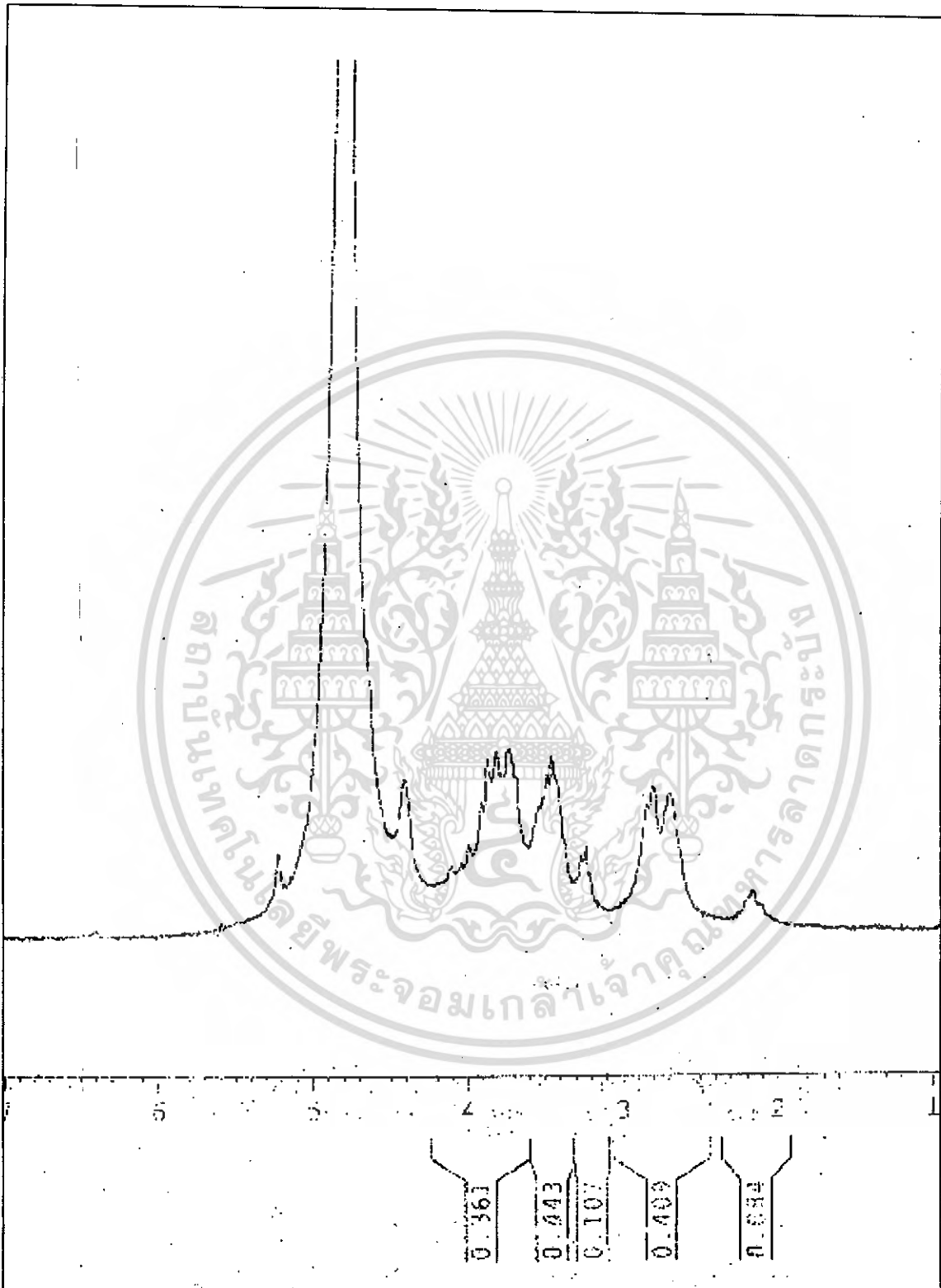
ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑.4 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ ไม่ปรับกรดให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที

Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
1	3132.162	10.4360	0.02
2	1635.932	5.4507	0.01
3	1580.050	5.2646	0.09
4	1447.265	4.8221	12.50
5	1406.479	4.6862	0.15
6	1398.461	4.6595	0.15
7	1318.221	4.3922	0.12
8	1244.362	4.1461	0.05
9	1224.273	4.0791	0.04
10	1210.703	4.0339	0.07
11	1185.553	3.9501	0.12
12	1173.219	3.9090	0.18
13	1156.923	3.8547	0.17
14	1145.104	3.8154	0.12
15	1133.004	3.7750	0.17
16	1128.014	3.7584	0.18
17	1123.195	3.7424	0.15
18	1116.064	3.7186	0.15
19	1082.550	3.6069	0.07
20	1074.837	3.5812	0.10
21	1071.313	3.5695	0.10
22	1064.979	3.5484	0.11
23	1056.173	3.5191	0.15
24	1046.883	3.4881	0.18
25	1042.907	3.4749	0.14
26	1036.294	3.4528	0.15
27	1031.093	3.4355	0.11
28	989.864	3.2981	0.07
29	981.718	3.2710	0.10
30	972.837	3.2414	0.05
31	923.148	3.0758	0.01
32	907.326	3.0231	0.01
33	877.201	2.9227	0.01
34	844.118	2.8125	0.08
35	830.108	2.7658	0.12
36	781.127	2.6026	0.09
37	656.126	2.1861	0.06
38	643.398	2.1437	0.03
39	604.498	2.0141	0.01
40	292.223	0.9737	0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๑.5 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำวุ้นหางจรเข้ไม่ปรับกรด

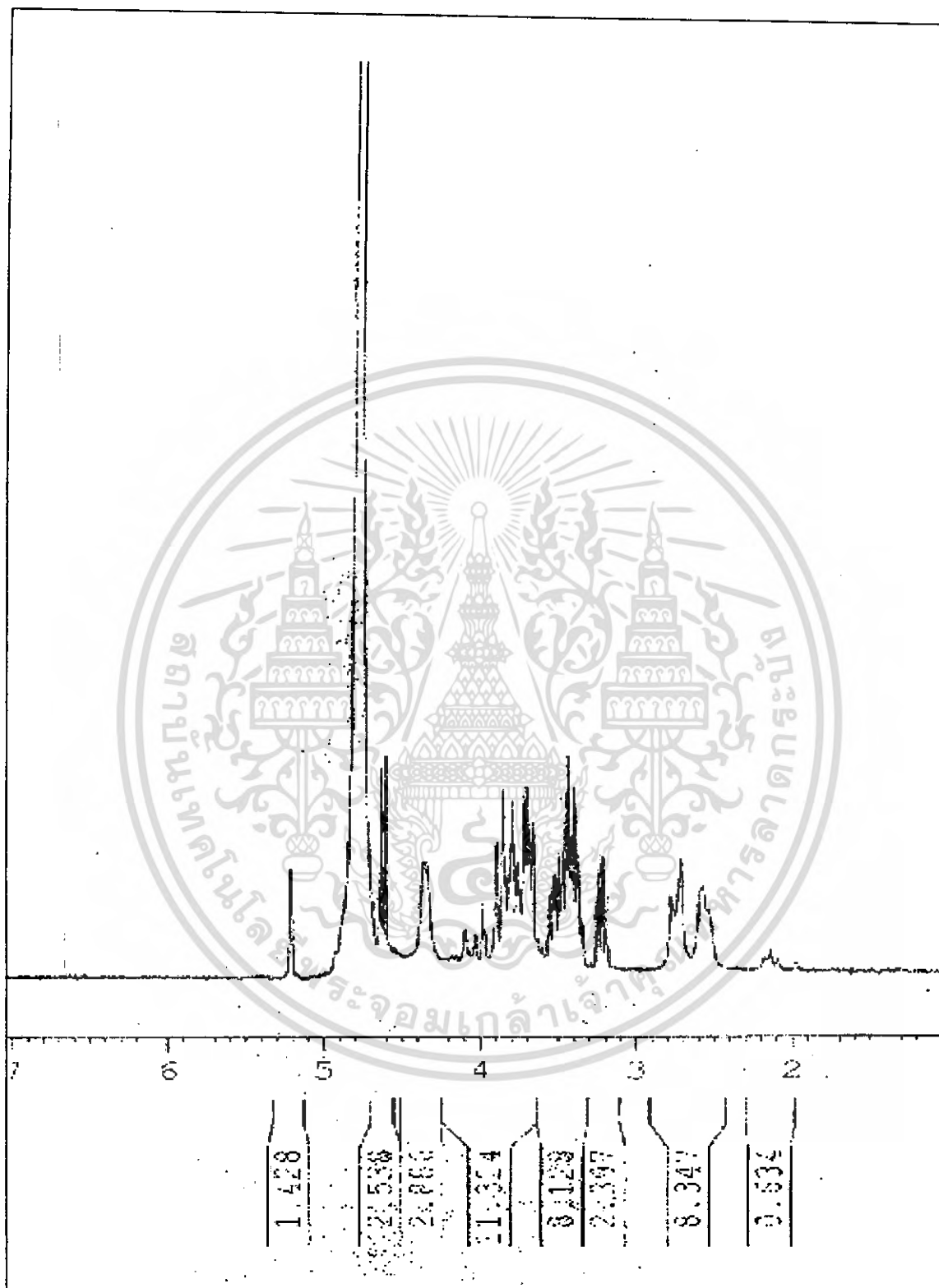
ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.5 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้
ไม่ปรับกรดให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที

Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
1	1932.668	6.4095	0.02
2	1691.029	5.6343	0.03
3	1682.307	5.6053	0.04
4	1568.739	5.2269	0.23
5	1440.491	4.7996	12.50
6	1322.648	4.4069	0.42
7	1233.258	4.1091	0.19
8	1212.755	4.0408	0.20
9	1198.956	3.9948	0.25
10	1174.540	3.9134	0.36
11	1161.443	3.8698	0.48
12	1145.019	3.8151	0.50
13	1133.877	3.7780	0.44
14	1117.868	3.7246	0.50
15	1060.548	3.5336	0.35
16	1045.311	3.4829	0.43
17	1036.431	3.4533	0.48
18	978.658	3.2608	0.22
19	970.670	3.2342	0.24
20	838.559	2.7940	0.40
21	806.833	2.6883	0.38
22	646.849	2.1552	0.12
23	401.046	1.3362	0.02
24	358.897	1.1958	0.02
25	285.438	0.9510	0.03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.6 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ไม่ปรับกรด

ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.6 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้
ไม่ปรับกรดให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

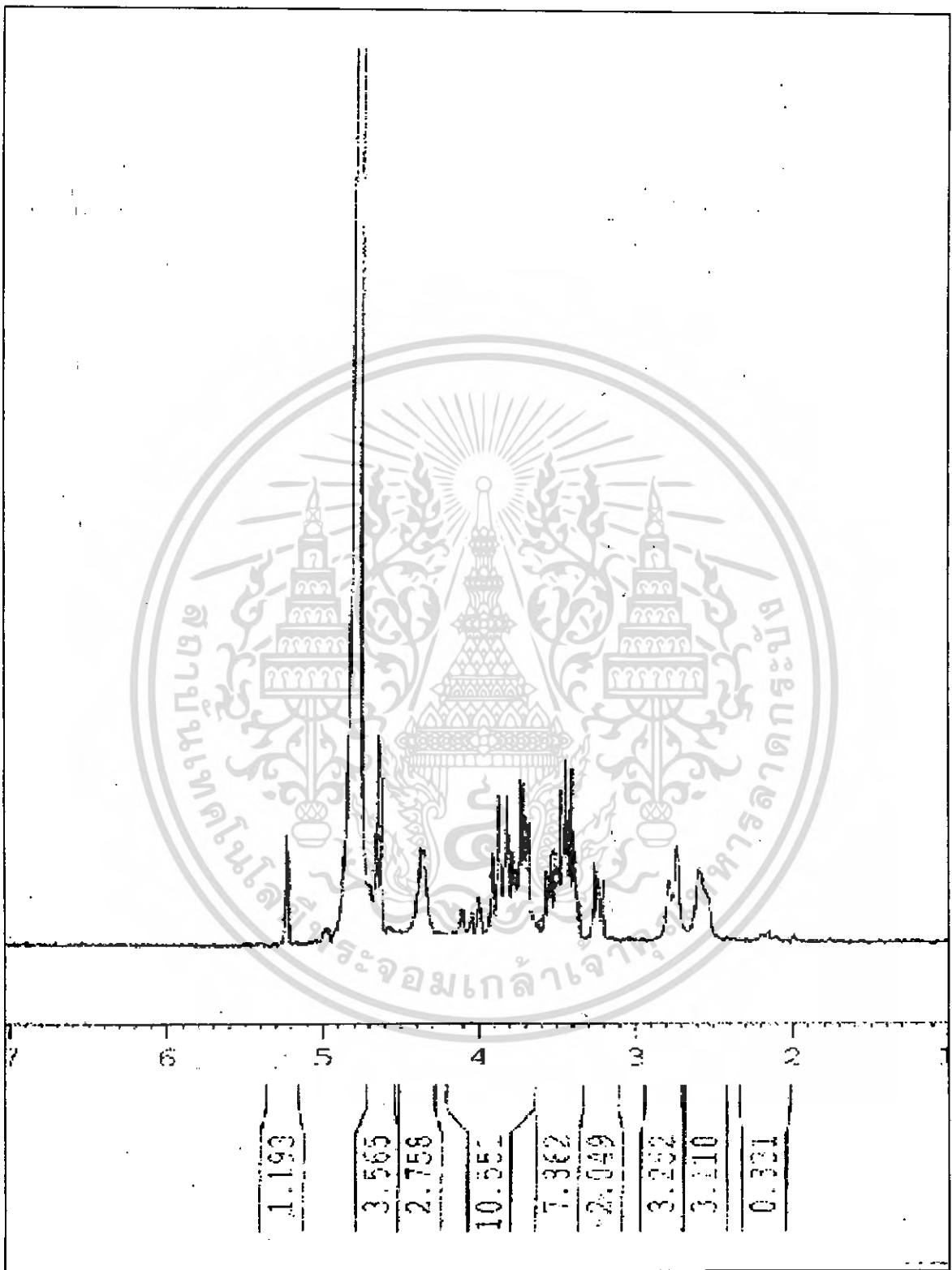
Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
1	1567.084	5.2214	0.10
2	1563.484	5.2094	0.09
3	1435.588	4.7832	12.50
4	1393.222	4.6421	0.19
5	1385.361	4.6159	0.19
6	1366.564	4.5532	0.02
7	1307.098	4.3551	0.10
8	1255.395	4.1828	0.02
9	1247.381	4.1561	0.02
10	1231.292	4.1025	0.04
11	1210.635	4.0337	0.03
12	1197.340	3.9894	0.06
13	1172.207	3.9057	0.11
14	1159.908	3.8647	0.16
15	1153.781	3.8443	0.09
16	1149.676	3.8306	0.07
17	1143.411	3.8097	0.16
18	1138.917	3.7947	0.11
19	1131.971	3.7716	0.10
20	1128.731	3.7608	0.08
21	1126.083	3.7520	0.08
22	1119.805	3.7311	0.16
23	1114.803	3.7144	0.16
24	1109.940	3.6982	0.13
25	1102.638	3.6739	0.13
26	1082.982	3.6084	0.03
27	1069.242	3.5626	0.07
28	1061.930	3.5382	0.09
29	1058.184	3.5258	0.09
30	1051.991	3.5051	0.11
31	1048.414	3.4932	0.07
32	1043.057	3.4754	0.16
33	1033.749	3.4443	0.19
34	1029.574	3.4304	0.12
35	1027.585	3.4238	0.12
36	1023.047	3.4087	0.17
37	1017.993	3.3918	0.11
38	1014.283	3.3795	0.10
39	1008.741	3.3610	0.05
40	1004.865	3.3481	0.04
41	976.664	3.2541	0.09
42	968.475	3.2269	0.13
43	959.625	3.1974	0.07
44	833.833	2.7782	0.07
45	818.168	2.7260	0.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
46	774.996	2.5822	0.08
47	652.294	2.1734	0.01
48	642.595	2.1411	0.02
49	628.113	2.0928	0.01
50	594.380	1.9804	0.01
51	395.230	1.3169	0.00



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๑.7 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านทางจระเข้ไม่ปรับกรด

ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.7 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้
ไม่ปรับกรคให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที

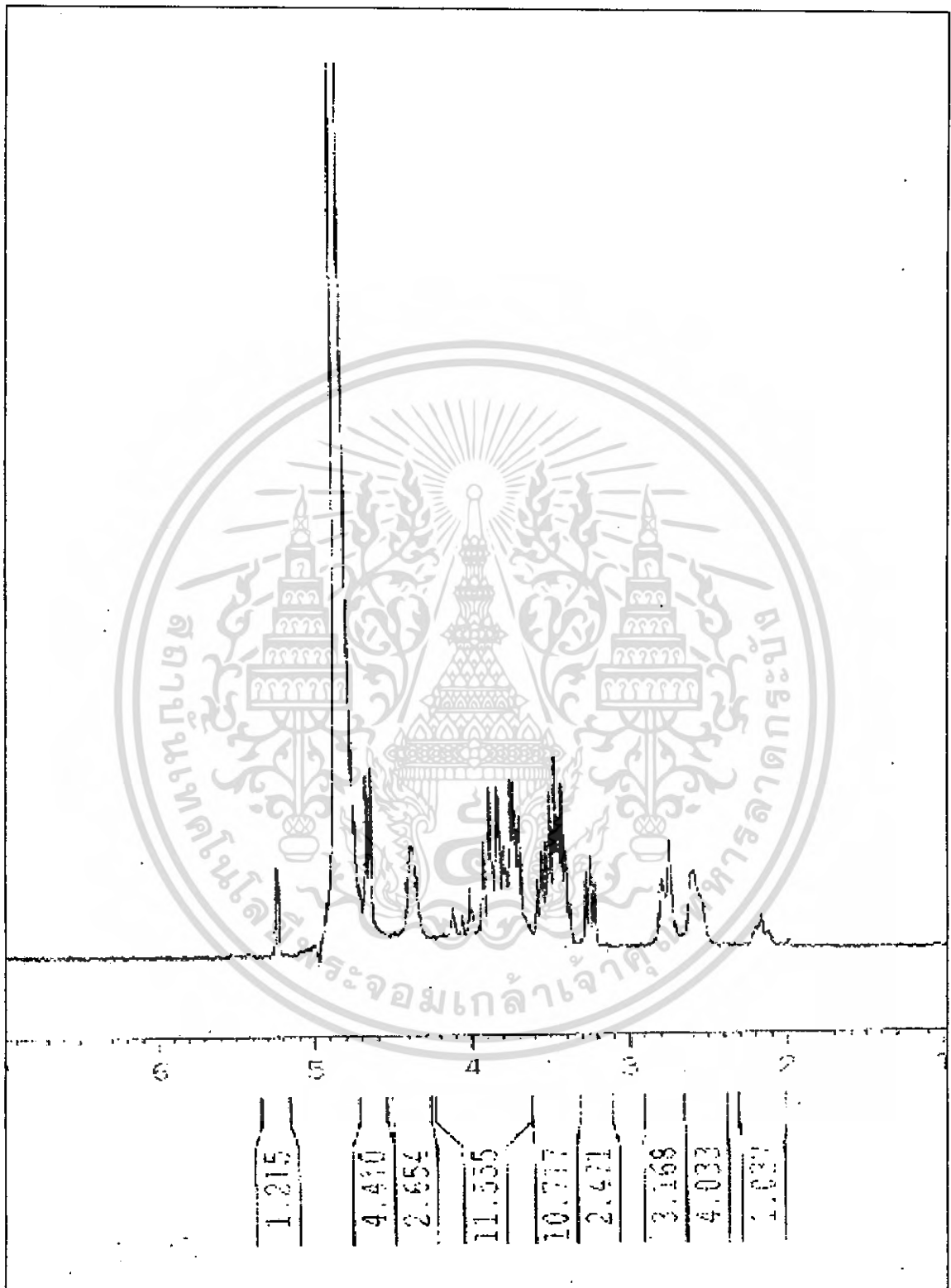
Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
1	3125.160	10.4127	0.02
2	1571.641	5.2365	0.10
3	1567.869	5.2240	0.08
4	1494.935	4.9810	0.01
5	1440.652	4.8001	12.50
6	1397.747	4.6571	0.20
7	1389.764	4.6305	0.16
8	1376.414	4.5861	0.02
9	1311.416	4.3695	0.09
10	1235.959	4.1181	0.03
11	1232.450	4.1064	0.03
12	1215.421	4.0496	0.03
13	1201.886	4.0046	0.06
14	1176.713	3.9207	0.09
15	1174.992	3.9149	0.08
16	1164.380	3.8796	0.14
17	1162.956	3.8748	0.14
18	1158.377	3.8596	0.07
19	1154.124	3.8454	0.06
20	1147.910	3.8247	0.14
21	1143.167	3.8089	0.10
22	1136.292	3.7860	0.09
23	1133.178	3.7756	0.07
24	1130.533	3.7668	0.07
25	1124.234	3.7458	0.15
26	1119.270	3.7293	0.15
27	114.311	3.7128	0.12
28	1106.802	3.6877	0.11
29	1105.067	3.6820	0.10
30	1096.621	3.6538	0.03
31	1087.301	3.6228	0.02
32	1073.735	3.5776	0.07
33	1068.948	3.5616	0.04
34	1066.514	3.5535	0.08
35	1062.535	3.5402	0.09
36	1056.529	3.5202	0.10
37	1052.805	3.5078	0.07
38	1047.383	3.4898	0.15
39	1038.090	3.4588	0.18
40	1034.174	3.4458	0.10
41	1032.085	3.4388	0.12
42	1027.413	3.4232	0.17
43	1022.542	3.4070	0.10
44	1018.695	3.3942	0.09
45	1013.305	3.3762	0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
46	1009.197	3.3625	0.04
47	981.028	3.2687	0.08
48	973.000	3.2419	0.11
49	963.956	3.2118	0.06
50	912.745	3.0412	0.00
51	837.839	2.7916	0.06
52	822.936	2.7419	0.09
53	778.515	2.5939	0.07
54	727.127	2.4227	0.01
55	657.942	2.1922	0.01
56	647.195	2.1564	0.01
57	598.585	1.9944	0.01



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๑.๘ สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำวนหางจระเข้ไม่ปรับกรด
ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.8 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้
ไม่ปรับกรคให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที

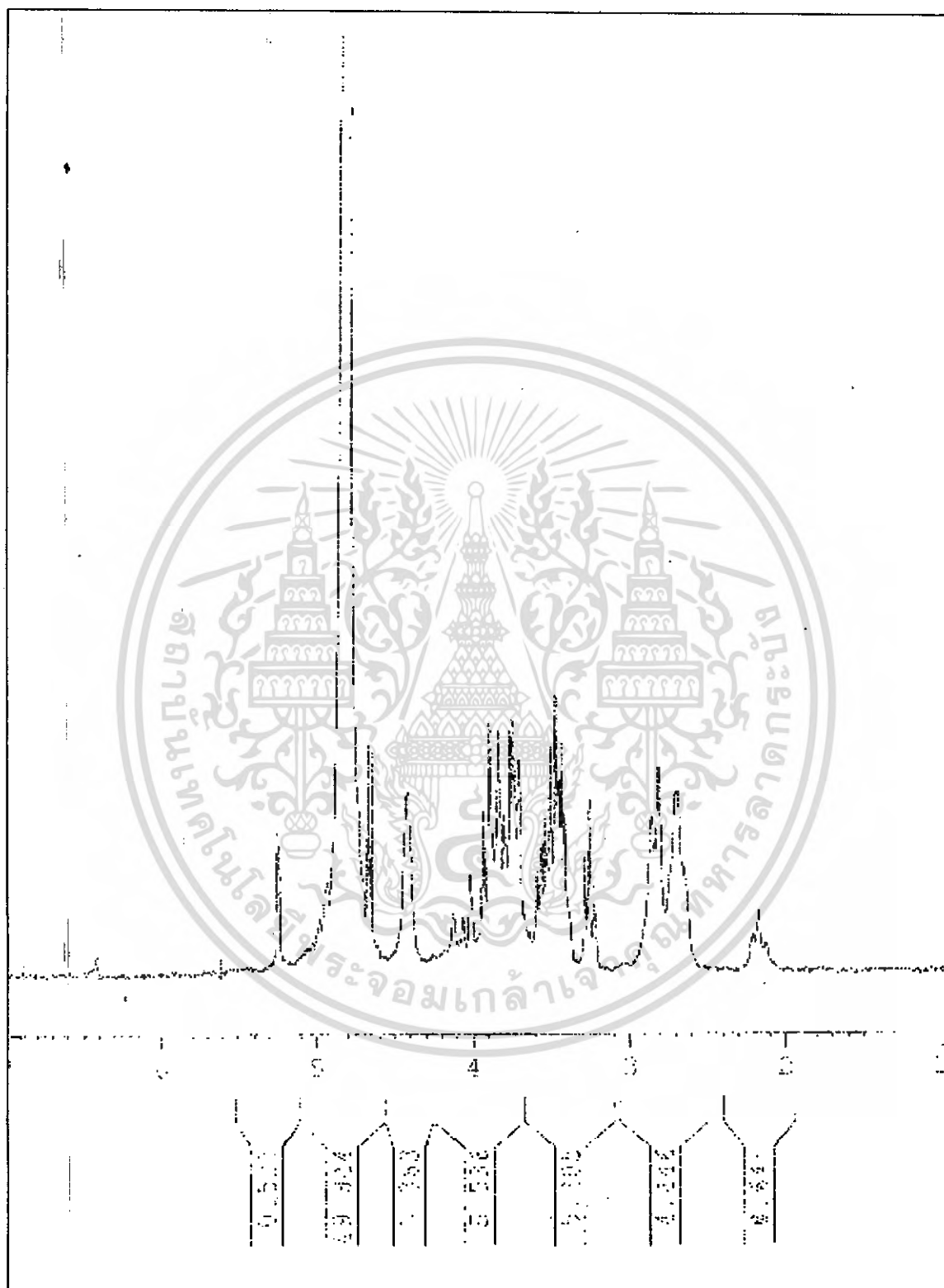
Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
1	3125.771	10.4147	0.02
2	1570.954	5.2342	0.07
3	1567.299	5.2221	0.06
4	1499.469	4.9961	0.01
5	1474.780	4.9138	0.03
6	1441.256	4.8021	12.50
7	1397.143	4.6551	0.14
8	1389.214	4.6287	0.13
9	1345.376	4.4826	0.01
10	1310.911	4.3678	0.07
11	1252.592	4.1735	0.01
12	1235.473	4.1165	0.03
13	1214.805	4.0476	0.03
14	1201.292	4.0026	0.04
15	1176.180	3.9189	0.07
16	1163.832	3.8778	0.11
17	1162.540	3.8735	0.11
18	1157.845	3.8578	0.06
19	1147.343	3.8228	0.11
20	1142.700	3.8074	0.08
21	1135.921	3.7848	0.07
22	1132.696	3.7740	0.06
23	1130.050	3.7652	0.05
24	1123.621	3.7438	0.12
25	1118.643	3.7272	0.12
26	1113.772	3.7110	0.09
27	1106.284	3.6860	0.09
28	1073.141	3.5756	0.05
29	1065.708	3.5508	0.06
30	1061.978	3.5384	0.07
31	1055.822	3.5179	0.07
32	1052.006	3.5052	0.05
33	1046.767	3.4877	0.11
34	1037.482	3.4568	0.13
35	1033.635	3.4440	0.08
36	1031.342	3.4363	0.09
37	1026.814	3.4212	0.11
38	1021.877	3.4048	0.08
39	1018.071	3.3921	0.07
40	1012.633	3.3740	0.04
41	1008.656	3.3607	0.03
42	980.434	3.2667	0.06
43	972.344	3.2397	0.08
44	963.373	3.2009	0.05
45	910.369	3.0333	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
46	836.696	2.7878	0.05
47	821.003	2.7355	0.07
48	775.744	2.5847	0.05
49	720.270	2.3999	0.00
50	657.284	2.1900	0.01
51	646.400	2.1537	0.02
52	634.827	2.1152	0.01
53	599.223	1.9965	0.01
54	279.302	0.9306	0.00



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๑.๑ สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ปรับกรด

ไม่ทำการให้ความร้อน ซ้ำที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑.๑ แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำมันหางจระเข้
 ปรับกรดไม่ทำการให้ความร้อน ซ้ำที่ 1

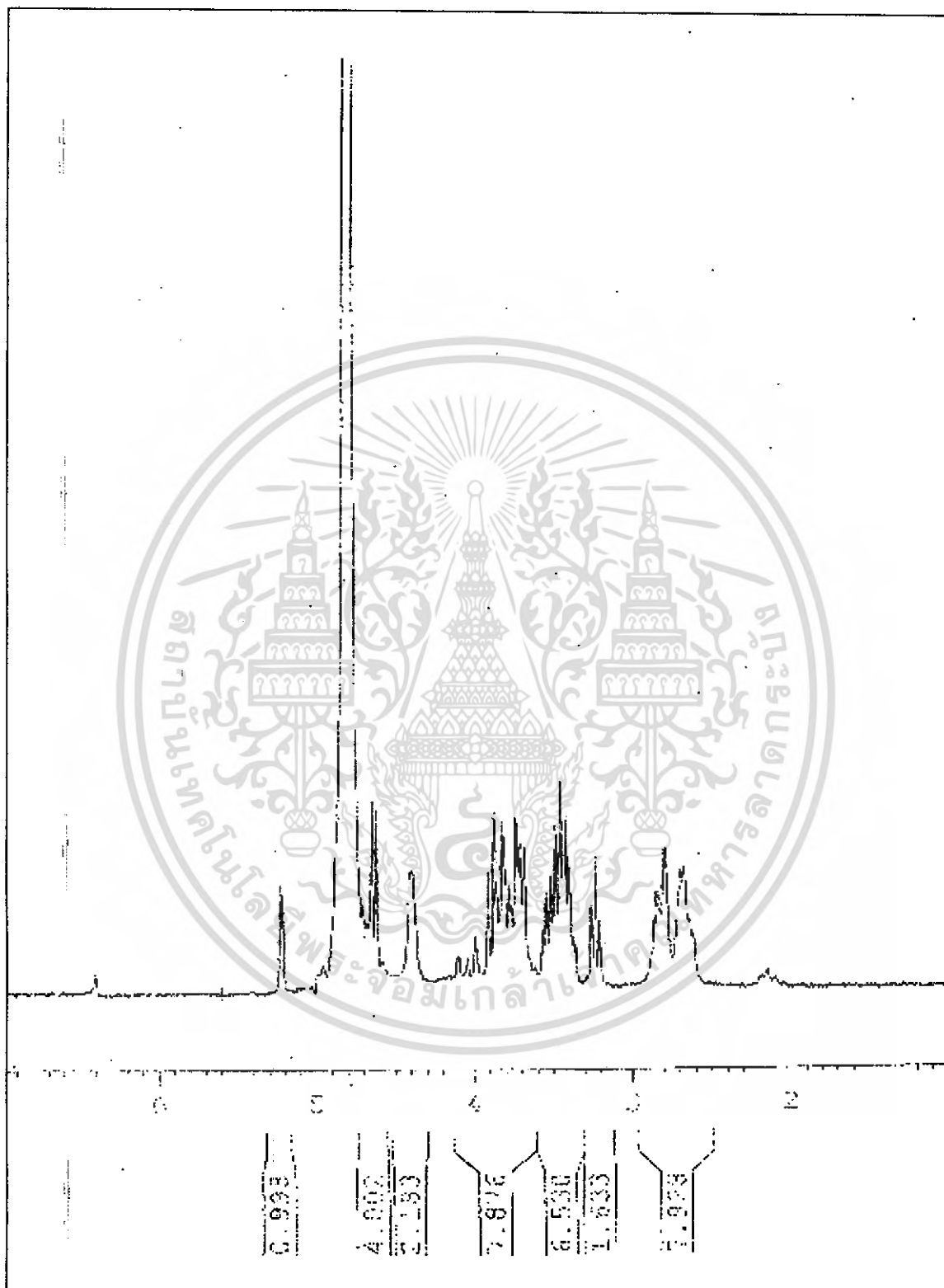
Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
1	1926.572	6.4191	0.02
2	1683.964	5.6108	0.02
3	1635.527	5.4494	0.01
4	1575.414	5.2491	0.12
5	1571.929	5.2375	0.11
6	1508.231	5.0253	0.03
7	1494.248	4.9787	0.05
8	1480.875	4.9641	0.08
9	1443.021	4.8080	12.50
10	1401.604	4.6700	0.20
11	1393.785	4.6439	0.20
12	1325.943	4.4179	0.16
13	1239.694	4.1305	0.05
14	1219.051	4.0617	0.05
15	1205.599	4.0169	0.09
16	1180.392	3.9329	0.14
17	1167.764	3.8909	0.22
18	1151.651	3.8372	0.21
19	1140.370	3.7996	0.14
20	1128.199	3.7590	0.21
21	1123.148	3.7422	0.22
22	1118.251	3.7259	0.19
23	1110.826	3.7012	0.19
24	1091.551	3.6369	0.04
25	1077.719	3.5908	0.09
26	1070.218	3.5658	0.11
27	1066.585	3.5537	0.12
28	1060.436	3.5333	0.14
29	1056.737	3.5209	0.10
30	1051.389	3.5031	0.20
31	1042.286	3.4728	0.24
32	1036.126	3.4523	0.17
33	1031.471	3.4367	0.20
34	1026.464	3.4201	0.14
35	1022.832	3.4080	0.13
36	1017.353	3.3897	0.07
37	1013.440	3.3767	0.05
38	985.082	3.2822	0.10
39	976.828	3.2547	0.15
40	968.008	3.2253	0.08
41	859.294	2.8631	0.14
42	843.744	2.8113	0.19
43	806.879	2.6884	0.16
44	660.753	2.2016	0.03
45	650.909	2.1688	0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
46	637.723	2.1248	0.03
47	535.613	1.7846	0.01
48	431.619	1.4381	0.01
49	278.317	0.9273	0.10



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.10 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านทางจรเข้ปรับกรด
ไม่ทำการให้ความร้อน ซ้ำที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.10 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านทางจรเข้
ปรับกรดไม่ทำการให้ความร้อน ซ้ำที่ 2

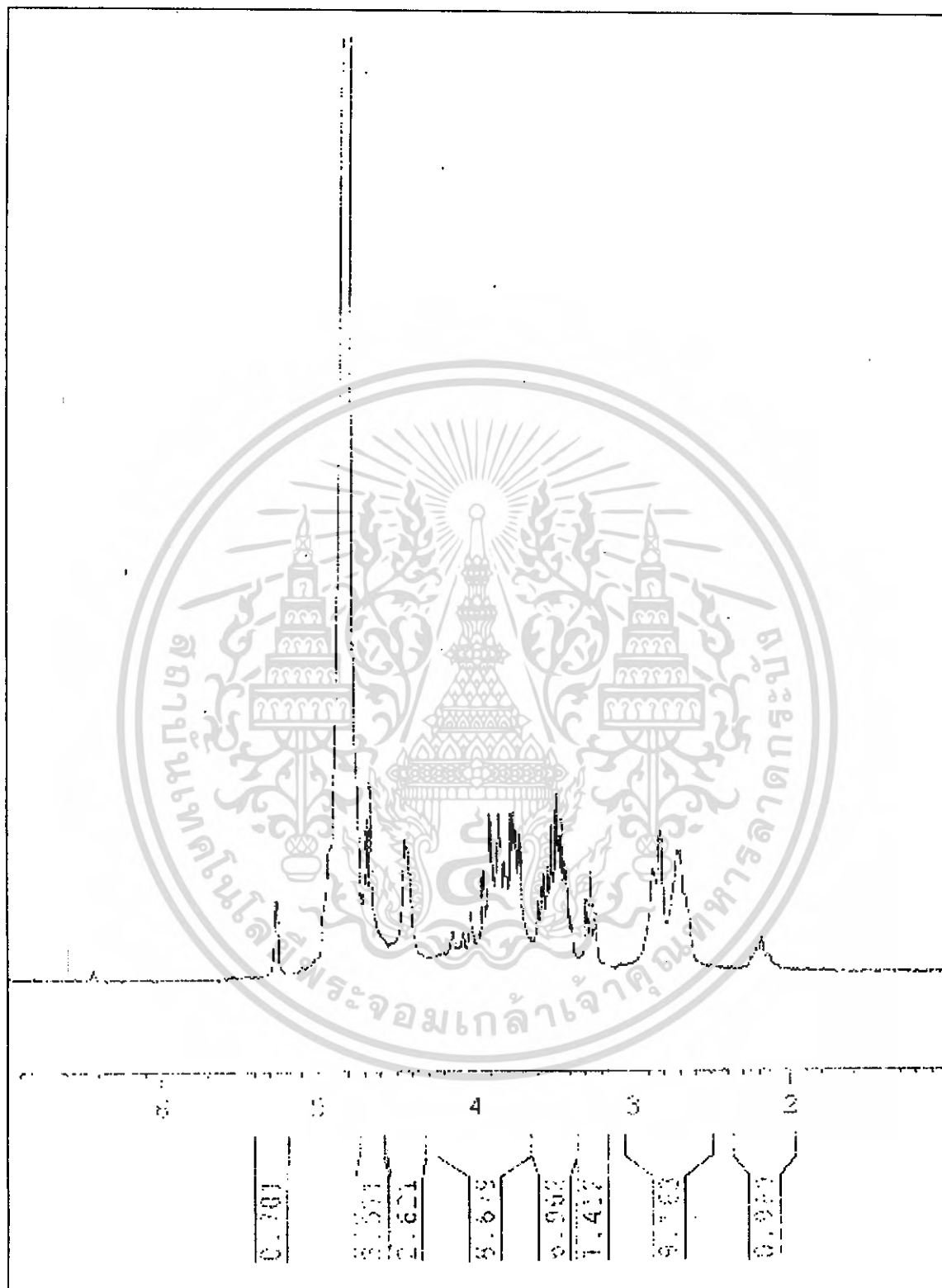
Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
1	1923.852	6.4101	0.02
2	1681.270	5.6018	0.01
3	1568.623	5.2265	0.09
4	1565.116	5.2148	0.08
5	1511.070	5.0347	0.00
6	1489.832	4.9640	0.02
7	1440.553	4.7998	12.50
8	1414.134	4.7117	0.07
9	1394.884	4.6476	0.16
10	1386.931	4.6211	0.16
11	1376.646	4.5868	0.03
12	1320.149	4.3986	0.10
13	1250.102	4.1652	0.01
14	1231.871	4.1078	0.03
15	1212.599	4.0402	0.03
16	1198.955	3.9948	0.05
17	1173.743	3.9108	0.10
18	1161.281	3.8693	0.15
19	1145.015	3.8151	0.15
20	1133.582	3.7770	0.09
21	1130.266	3.7659	0.07
22	1127.683	3.7573	0.07
23	1121.372	3.7363	0.15
24	1116.360	3.7196	0.14
25	1111.509	3.7034	0.13
26	1103.999	3.6784	0.12
27	1084.304	3.6128	0.02
28	1070.732	3.5676	0.05
29	1063.443	3.5433	0.08
30	1059.765	3.5310	0.08
31	1053.000	3.5102	0.10
32	1049.881	3.4981	0.07
33	1044.601	3.4805	0.14
34	1035.366	3.4497	0.18
35	1029.245	3.4293	0.12
36	1024.579	3.4138	0.15
37	1019.544	3.3970	0.11
38	1015.890	3.3848	0.09
39	1010.367	3.3664	0.05
40	1006.432	3.3533	0.04
41	978.220	3.2593	0.08
42	970.055	3.2321	0.12
43	962.171	3.2025	0.06
44	852.857	2.8416	0.08
45	837.749	2.7913	0.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
46	807.071	2.6891	0.10
47	800.532	2.6673	0.11
48	644.020	2.1458	0.02
49	630.241	2.0999	0.01
50	614.175	2.0464	0.01
51	290.973	0.9695	0.00



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.11 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้ปรับกรด
ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.11 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจรเข้
ปรับกรดให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
1	1930.017	6.4306	0.01
2	1580.309	5.2654	0.13
3	1576.764	5.2536	0.13
4	1529.852	5.0973	0.02
5	1447.503	4.8229	12.50
6	1406.502	4.6863	0.29
7	1398.624	4.6601	0.32
8	1330.153	4.4319	0.22
9	1270.365	4.2327	0.04
10	1244.253	4.1457	0.07
11	1223.743	4.0774	0.07
12	1210.395	4.0329	0.11
13	1184.939	3.9481	0.18
14	1171.978	3.9049	0.28
15	1156.383	3.8529	0.28
16	1145.036	3.8151	0.19
17	1139.320	3.7961	0.17
18	1132.919	3.7748	0.28
19	1127.971	3.7583	0.29
20	1123.113	3.7421	0.25
21	1115.323	3.7161	0.24
22	1082.526	3.6069	0.13
23	1075.270	3.5827	0.15
24	1071.439	3.5699	0.17
25	1065.242	3.5493	0.19
26	1061.805	3.5378	0.16
27	1056.288	3.5194	0.26
28	1047.053	3.4887	0.32
29	1041.084	3.4688	0.24
30	1036.332	3.4529	0.27
31	1031.283	3.4361	0.20
32	1027.661	3.4241	0.18
33	1022.319	3.4063	0.10
34	1018.203	3.3925	0.09
35	989.902	3.2982	0.13
36	981.566	3.2705	0.19
37	972.845	3.2414	0.11
38	921.945	3.0718	0.02
39	862.974	2.8753	0.18
40	848.400	2.8268	0.25
41	816.636	2.7209	0.21
42	811.070	2.7024	0.21
43	712.372	2.3735	0.01
44	677.845	2.2585	0.03
45	665.669	2.2179	0.04
46	655.434	2.1838	0.07
47	537.788	1.7919	0.01

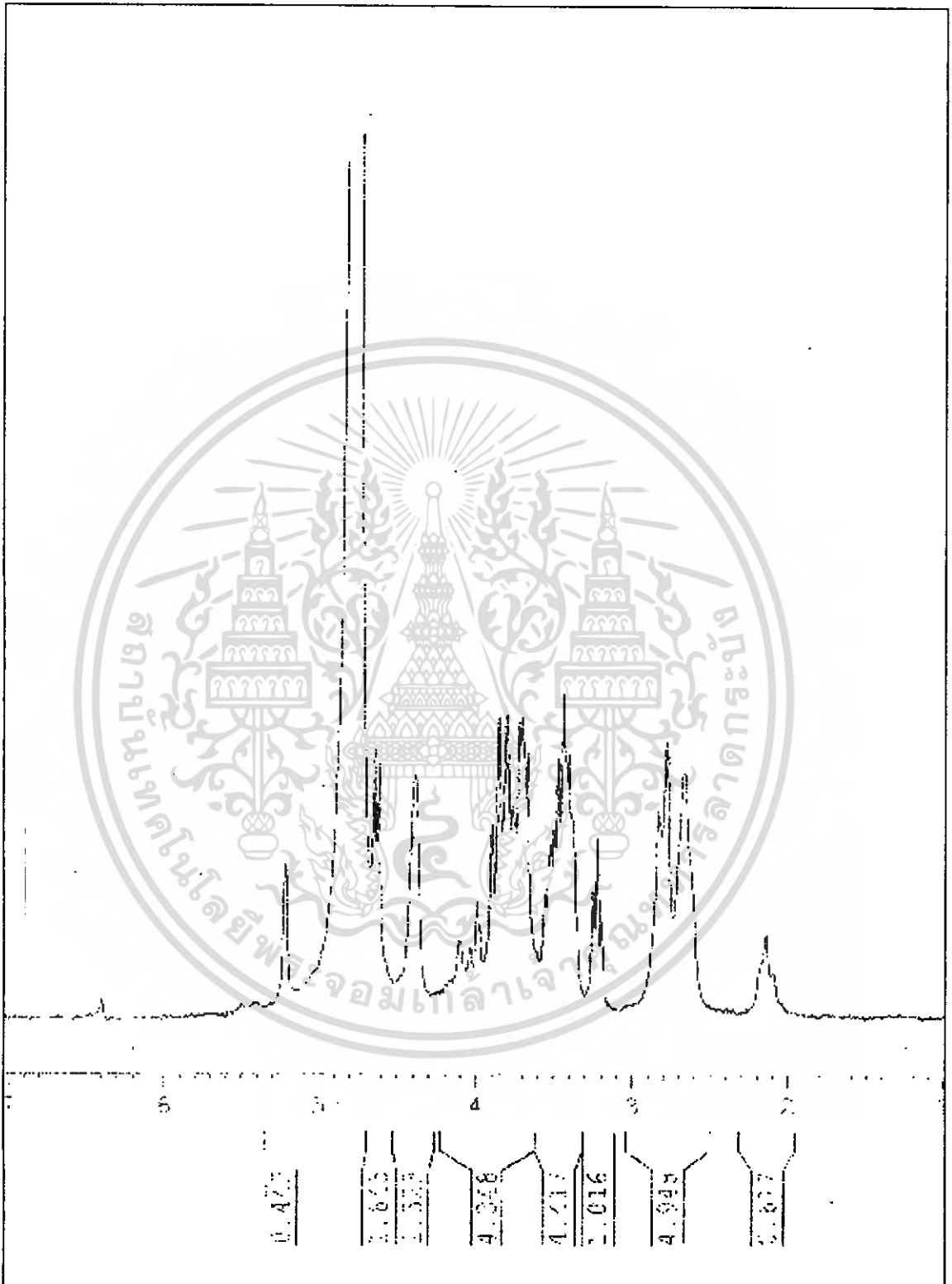
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
48	457.846	1.5255	0.01
49	423.814	1.4121	0.01
50	324.625	1.0816	0.01
51	272.316	0.9073	0.01



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



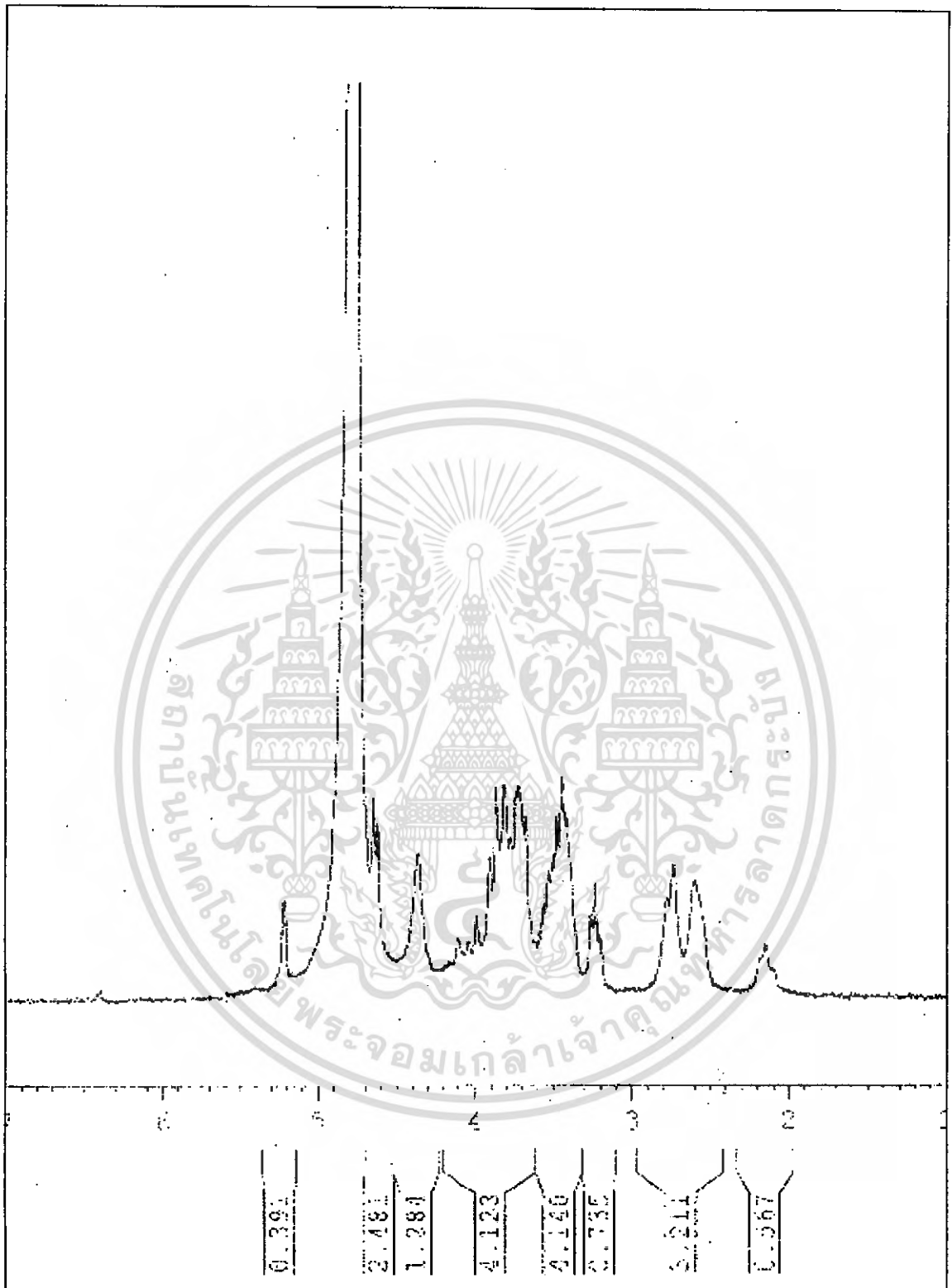
รูปที่ จ.12 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำวุ้นหางจรเข้ปรับกรด
ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.12 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านทางจระเข้
 ปรับกรดให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที

Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
1	1921.994	6.4039	0.02
2	1696.369	5.6521	0.01
3	1568.631	5.2265	0.14
4	1438.811	4.7940	12.50
5	1395.444	4.6495	0.25
6	1387.658	4.6235	0.24
7	1320.413	4.3995	0.23
8	1232.422	4.1063	0.07
9	1212.364	4.0395	0.07
10	1198.690	3.9939	0.11
11	1173.292	3.9093	0.18
12	1160.916	3.8680	0.28
13	1144.746	3.8142	0.28
14	1133.670	3.7773	0.20
15	1121.439	3.7365	0.27
16	1116.754	3.7209	0.29
17	1104.252	3.6792	0.25
18	1071.113	3.5688	0.12
19	1060.358	3.5330	0.16
20	1053.916	3.5115	0.18
21	1045.058	3.4220	0.24
22	1035.977	3.4518	0.30
23	1025.323	3.4163	0.25
24	978.637	3.2607	0.12
25	970.353	3.2331	0.17
26	961.819	3.2047	0.09
27	852.169	2.8393	0.19
28	837.809	2.7915	0.26
29	802.321	2.6732	0.23
30	644.815	2.1485	0.08
31	280.458	0.9345	0.01

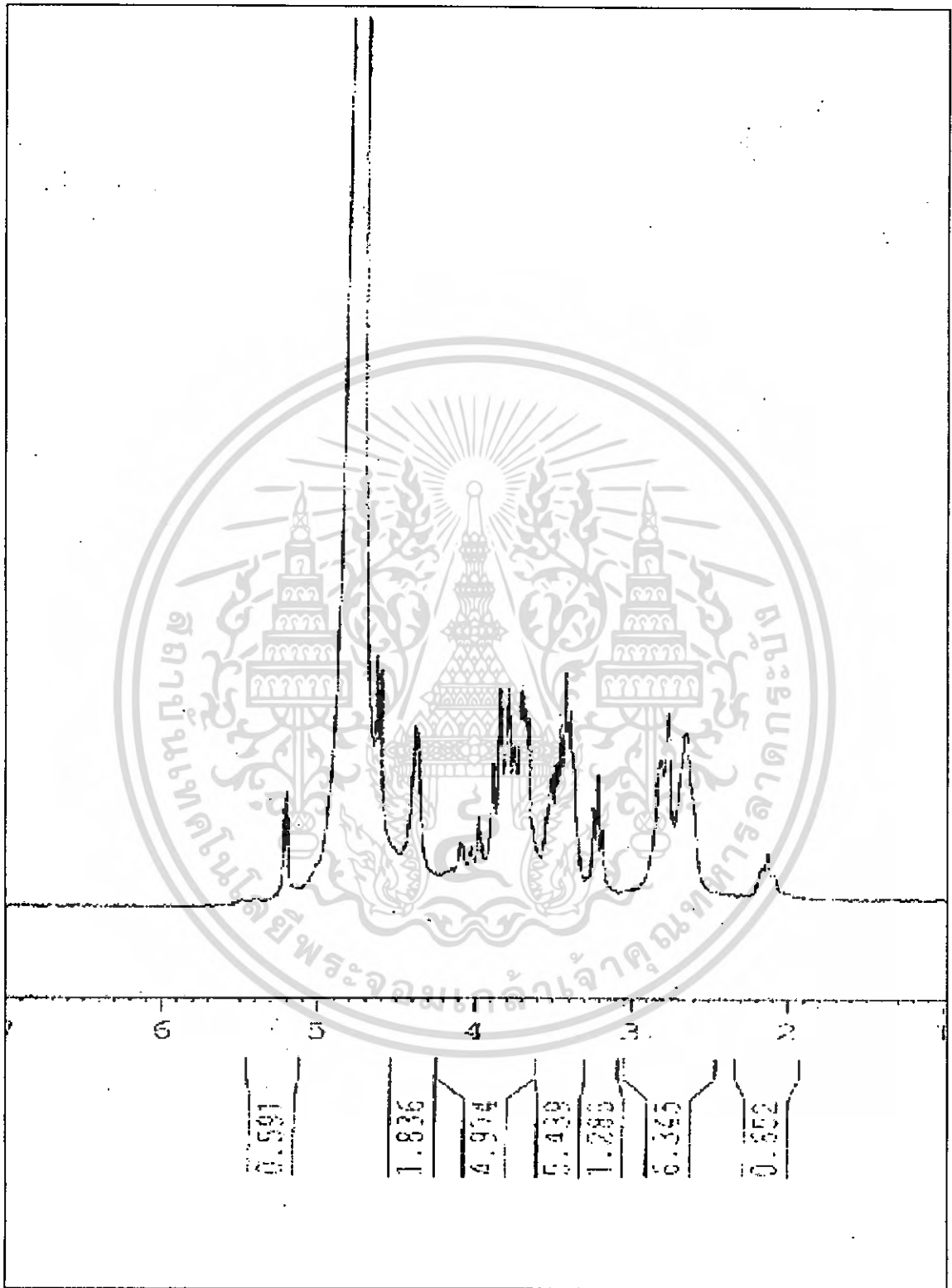
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๑.13 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านทางจรเข้ปรับกรด
ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที

ตารางที่ จ.13 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้
 ปรับกรดให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที

Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
1	2270.163	7.5639	0.01
2	2123.788	7.0762	0.01
3	2065.071	6.8806	0.01
4	1920.939	6.4004	0.03
5	1712.179	5.7048	0.02
6	1567.315	5.2221	0.19
7	1438.514	4.7930	12.50
8	1395.825	4.6507	0.31
9	1388.360	4.6259	0.27
10	1311.183	4.3687	0.24
11	1233.262	4.1091	0.10
12	1213.019	4.0416	0.10
13	1198.573	3.9935	0.14
14	1173.673	3.9105	0.25
15	1161.199	3.8690	0.36
16	1145.462	3.8166	0.37
17	1134.255	3.7791	0.27
18	1121.899	3.7380	0.35
19	1117.320	3.7228	0.37
20	1105.063	3.6819	0.30
21	1060.863	3.5347	0.22
22	1045.634	3.4839	0.31
23	1036.387	3.4531	0.38
24	1025.772	3.4178	0.30
25	978.996	3.2619	0.14
26	970.694	3.2342	0.19
27	962.494	3.2069	0.11
28	835.627	2.7842	0.18
29	821.923	2.7386	0.23
30	780.734	2.6013	0.20
31	644.834	2.1485	0.09



รูปที่ จ.14 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำวานหางจรเข้ ปรับกรด

ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

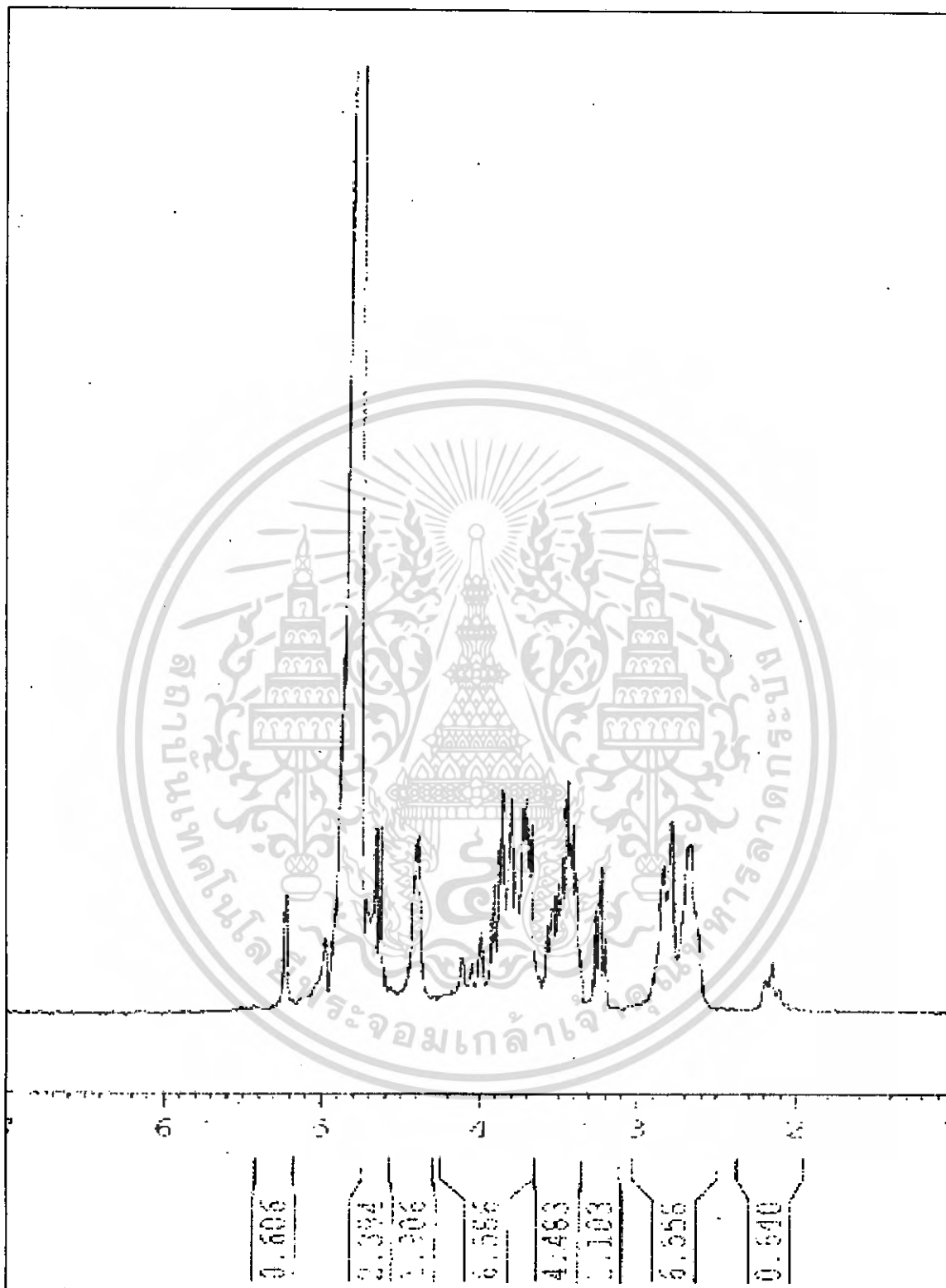
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.14 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านทางจระเข้
ปรับกรด ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
1	3125.294	10.4131	0.01
2	1566.800	5.2204	0.11
3	1563.581	5.2097	0.10
4	1440.679	4.8002	12.50
5	1393.178	4.6419	0.25
6	1385.377	4.6159	0.24
7	1318.329	4.3925	0.18
8	1230.744	4.1007	0.06
9	1210.467	4.0331	0.06
10	1196.889	3.9879	0.09
11	1171.478	3.9032	0.14
12	1158.895	3.8613	0.22
13	1142.834	3.8078	0.22
14	1131.750	3.7709	0.16
15	1119.405	3.7297	0.22
16	1114.534	3.7135	0.22
17	1109.620	3.6971	0.20
18	1102.238	3.6725	0.19
19	1068.835	3.5612	0.10
20	1061.683	3.5374	0.12
21	1057.999	3.5251	0.13
22	1051.741	3.5043	0.14
23	1042.833	3.4746	0.20
24	1033.722	3.4442	0.24
25	1028.078	3.4254	0.19
26	1022.802	3.4079	0.20
27	1017.834	3.3913	0.15
28	976.398	3.2532	0.10
29	968.183	3.2259	0.14
30	959.478	3.1969	0.08
31	850.235	2.8329	0.15
32	835.693	2.8784	0.20
33	802.204	2.6729	0.17
34	642.256	2.1403	0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



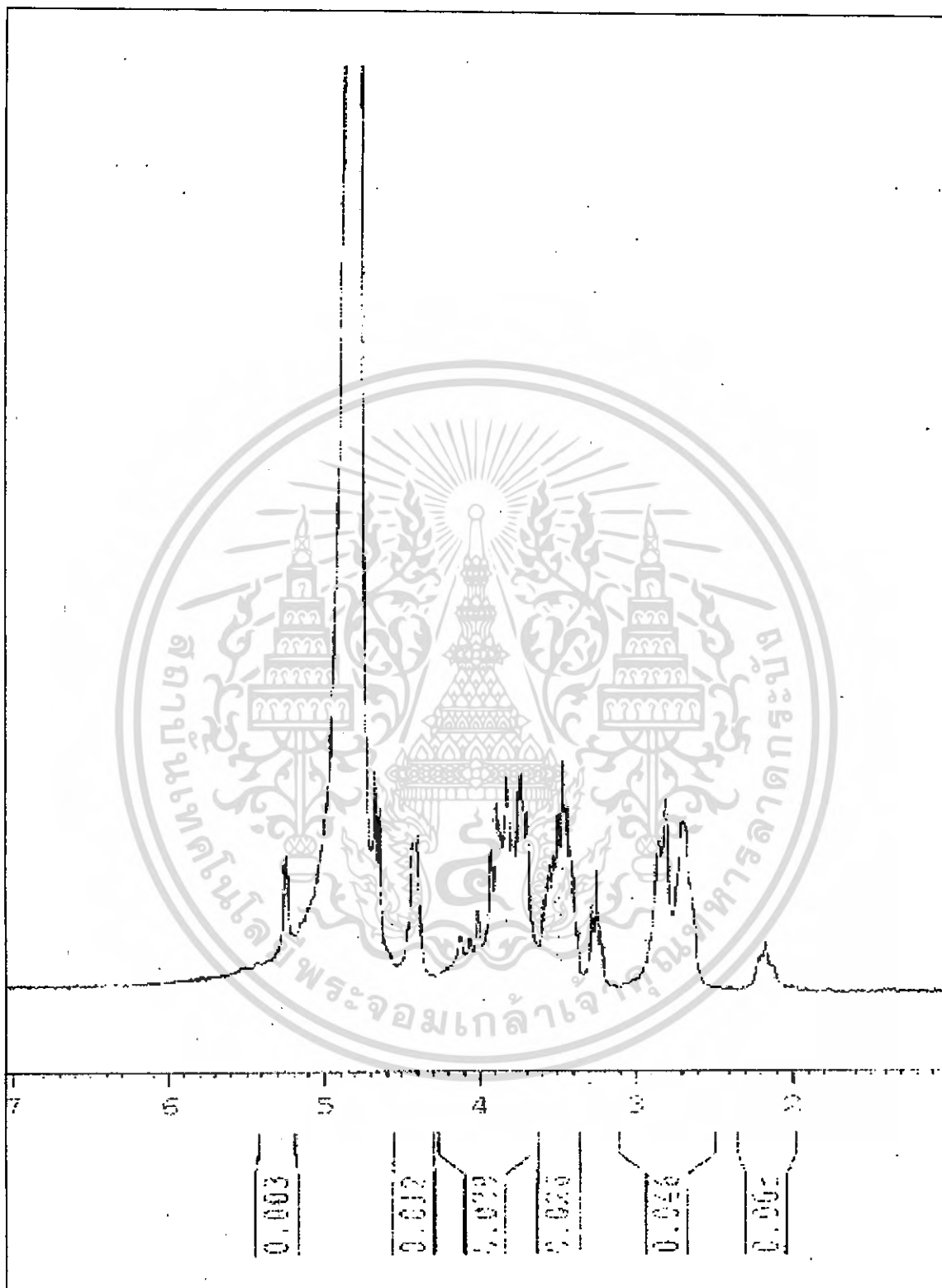
รูปที่ ๑.15 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านทางจรเข้ปรับกรด
ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.15 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านทางจระเข้
 ปรับกรดให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที

Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
1	3131.857	10.4350	0.01
2	2289.130	7.6271	0.01
3	1632.180	5.4382	0.01
4	1574.141	5.2449	0.10
5	1571.127	5.2348	0.09
6	1496.742	4.9870	0.06
7	1447.778	4.8238	12.50
8	1419.209	4.7286	0.10
9	1401.054	4.6682	0.16
10	1392.906	4.6410	0.16
11	1325.399	4.4161	0.15
12	1238.387	4.1262	0.05
13	1217.946	4.0581	0.04
14	1204.454	4.0131	0.07
15	1179.267	3.9292	0.12
16	1166.728	3.8874	0.19
17	1150.532	3.3340	0.19
18	1139.137	3.7955	0.12
19	1127.012	3.7551	0.17
20	1122.137	3.7388	0.18
21	1117.232	3.7225	0.16
22	1109.829	3.6978	0.16
23	1076.515	3.5868	0.07
24	1068.990	3.5618	0.09
25	1065.666	3.5507	0.10
26	1059.260	3.5293	0.11
27	1050.439	3.4999	0.16
28	1041.298	3.4695	0.20
29	1036.608	3.4539	0.14
30	1030.371	3.4331	0.16
31	1025.126	3.4156	0.12
32	984.053	3.2788	0.08
33	975.756	3.2511	0.12
34	966.914	3.2217	0.06
35	858.083	2.8590	0.12
36	842.997	2.8088	0.17
37	806.768	2.6881	0.14
38	660.488	2.2007	0.03
39	649.667	2.1646	0.14
40	636.233	2.1199	0.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๑.16 สเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำวานหางจรเข้ปรับกรด
ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.16 แสดงค่าความเข้มสเปกตรัมที่ตำแหน่ง chemical shift ต่าง ๆ ของน้ำว่านหางจระเข้
 ปรับกรดให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที

Order	Frequency		Intensity
	[Hz]	[PPM]	
1	3131.772	10.4347	0.01
2	1576.214	5.2518	0.11
3	1573.072	5.2413	12.00
4	1448.169	4.8251	12.50
5	1402.625	4.6734	0.19
6	1394.755	4.6472	0.16
7	1326.561	4.4200	0.14
8	1240.119	4.1219	0.05
9	1220.018	4.0650	0.01
10	1206.081	4.0185	0.07
11	1180.351	3.9328	0.12
12	1167.942	3.8915	0.18
13	1152.199	3.8390	0.18
14	1141.138	3.8021	0.13
15	1128.762	3.7609	0.18
16	1123.890	3.7447	0.19
17	1119.250	3.7292	0.17
18	1111.281	3.7027	0.15
19	1078.306	3.5928	0.08
20	1067.477	3.5567	0.11
21	1061.147	3.5356	0.12
22	1052.261	3.5060	0.16
23	1043.065	3.4754	0.20
24	1032.397	3.4398	0.16
25	1027.381	3.4321	0.12
26	985.873	3.2848	0.07
27	977.474	3.2568	0.10
28	968.998	3.2286	0.06
29	858.655	2.8609	0.13
30	844.523	2.8139	0.17
31	812.064	2.7057	0.15
32	651.708	2.1714	0.04

ข้อมูลที่ได้ทำการวิเคราะห์



ตารางที่ ๑.1 ข้อมูลเปรียบเทียบทางสถิติความเข้มข้นเปกโตรัมของสารอโลหะโรสในน้ำว่านหางจระเข้
ที่สภาวะต่างๆ ครั้งที่1,2

Tukey HSD

*ชนิด/ซ้ำที่	N	Subset
		a
3/2	2	.0050
4/1	2	.0450
3/1	2	.0500
4/2	2	.0600
2/1	2	.0650
2/2	2	.0750
1/1	2	.0800
1/2	2	.0850
Sig.		.134

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .001.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

b Alpha = .05.

*หมายเหตุ 1 = น้ำว่านหางจระเข้สดไม่ให้ความร้อน

2 = น้ำว่านหางจระเข้สดให้ความร้อนอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

3 = น้ำว่านหางจระเข้สดปรับ pH เท่ากับ 4.0 ไม่ให้ความร้อน

4 = น้ำว่านหางจระเข้สดปรับ pH เท่ากับ 4.0 ให้ความร้อนอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

ตารางที่ ๑.2 ข้อมูลเปรียบเทียบทางสถิติความเข้มสเปกตรัมของกรดมัลลิกในน้ำว่านหางจรเข้
ที่สภาวะต่างๆ ครั้งที่1,2

Tukey HSD

*ชนิด/ซ้ำที่	N	Subset		
		a	b	c
11	2	.0000		
32	2	.0775	.0775	
22	2	.0900	.0900	
31	2	.1450	.1450	.1450
42	2	.1575	.1575	.1575
41	2	.1725	.1725	.1725
12	2		.2050	.2050
21	2			.2875
Sig.		.087	.276	.190

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .002.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

b Alpha = .05.

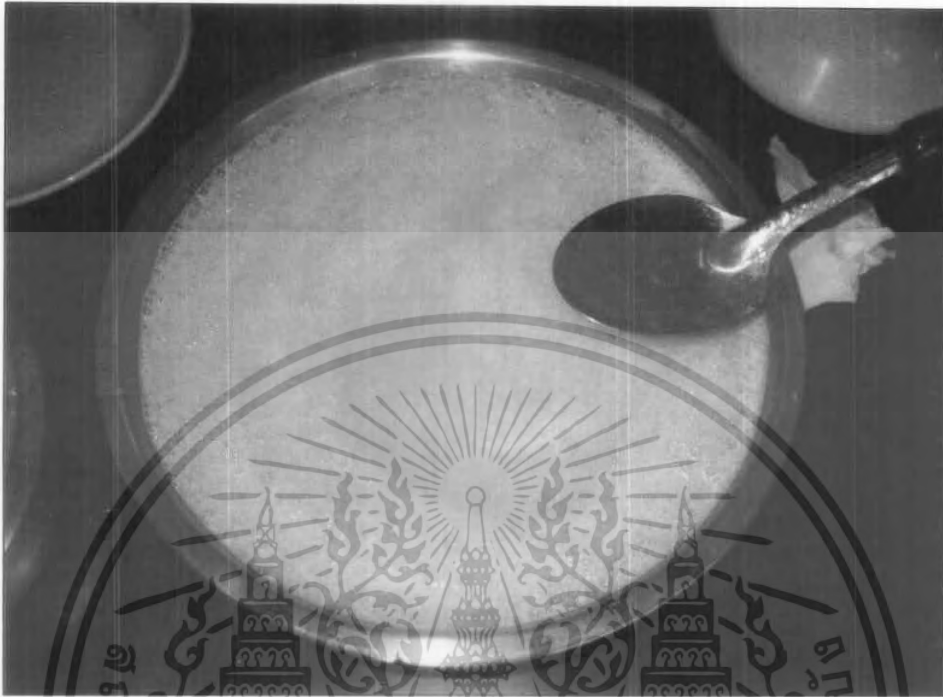
*หมายเหตุ 1 = น้ำว่านหางจรเข้สดไม่ให้ความร้อน

2 = น้ำว่านหางจรเข้สดให้ความร้อนอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

3 = น้ำว่านหางจรเข้สดปรับ pH เท่ากับ 4.0 ไม่ให้ความร้อน

4 = น้ำว่านหางจรเข้สดปรับ pH เท่ากับ 4.0 ให้ความร้อนอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

ภาพแสดงวัตถุดิบและเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง



รูปที่ ช.1 ตัวอย่างแก้วนหางจรเข้สด



รูปที่ ช.2 ตัวอย่างพร้อมกระป๋อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.3 เครื่องปั่นอเนกประสงค์

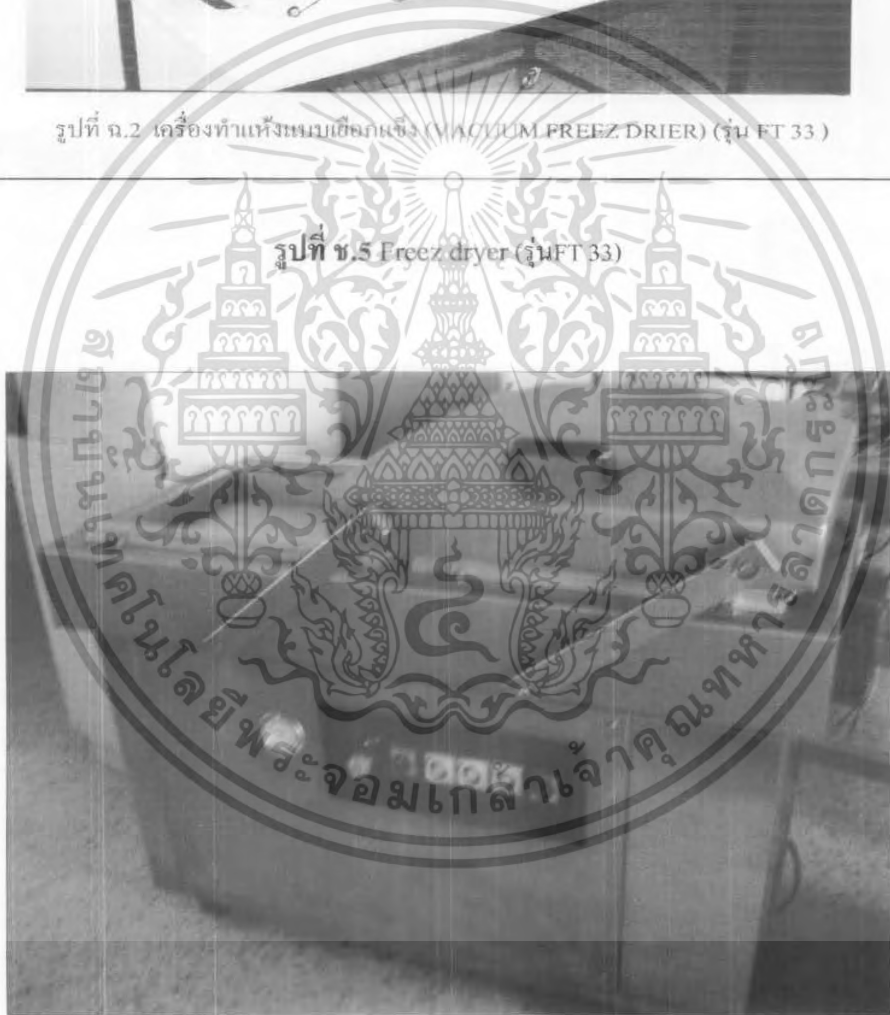


รูปที่ ข.4 Water –oil baht (Memmert 854 Schwabach W-GERMANY,Germany)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

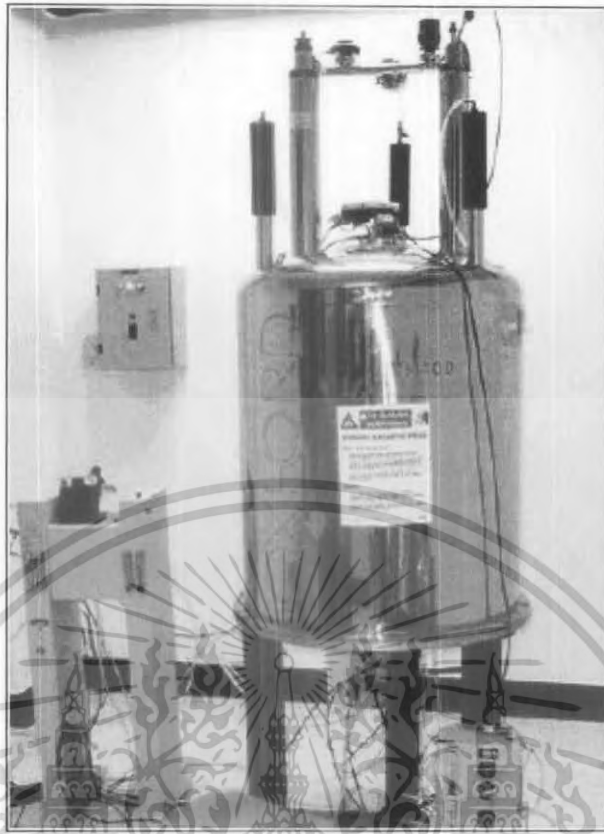


รูปที่ ฉ.2 เครื่องทำแห้งแบบเยือกแข็ง (VACUUM FREEZ DRIER) (รุ่น FT 33)



รูปที่ ข.5 Freez dryer (รุ่นFT 33)

รูปที่ ข.6 เครื่อง pack สูญญากาศ (ยี่ห้อ Dako รุ่น SK – 210)

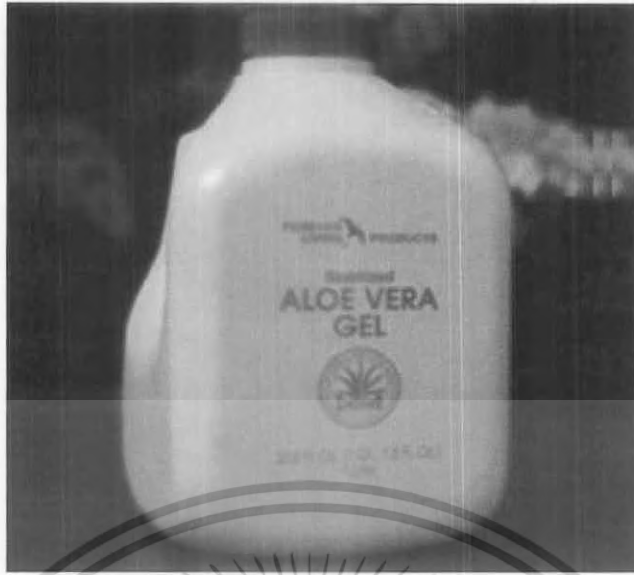


รูปที่ ข.7 เครื่อง NMR spectrometer (รุ่น Avance 300 BRUKER, Karlsruhe, D)



รูปที่ ข.8 หลอดบรรจุสารตัวอย่างของเครื่อง NMR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.9 น้ำว่านหางจระเข้จากประเทศสหรัฐอเมริกา

