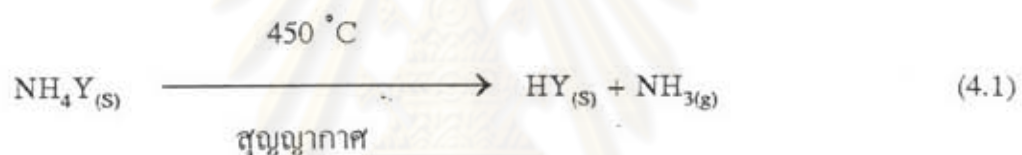


## บทที่ 4

### ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

#### 4.1 การตรวจสอบลักษณะเฉพาะของซีโอไลต์ HY

เมื่อนำซีโอไลต์ Y ที่มีแคตไอออนเป็นแอมโมเนียม ( $\text{NH}_4\text{Y}$ ) มาเผาที่อุณหภูมิ  $450^\circ\text{C}$  นานอย่างน้อย 10 ชั่วโมงภายใต้สุญญากาศ จะมีการสูญเสียแก๊สแอมโมเนีย ( $\text{NH}_3$ ) ออกไป ซีโอไลต์ Y ที่ได้จึงมีแคตไอออนเป็น  $\text{H}^+$  ดังสมการที่ 4.1



เมื่อเปรียบเทียบสเปกตรัมอินฟราเรดของซีโอไลต์  $\text{NH}_4\text{Y}$  ก่อน และหลังการเผาที่อุณหภูมิ  $450^\circ\text{C}$  ดังแสดงในรูปที่ 4.1 พบว่าสเปกตรัมอินฟราเรดของซีโอไลต์  $\text{NH}_4\text{Y}$  ก่อนการเผา มีแบนด์ชนิด stretching ของ N-H ที่  $3300\text{-}3000\text{ cm}^{-1}$  และแบนด์ชนิด bending ของ HNH ที่  $1400\text{ cm}^{-1}$  ในขณะที่สเปกตรัมของซีโอไลต์  $\text{NH}_4\text{Y}$  หลังการเผาไม่ปรากฏแบนด์ของ N-H แสดงว่าหลังจากการเผาซีโอไลต์  $\text{NH}_4\text{Y}$  แล้ว มีการสูญเสียแก๊สแอมโมเนียออกไปอย่างสมบูรณ์ ทำให้ซีโอไลต์  $\text{NH}_4\text{Y}$  กลายเป็นซีโอไลต์ HY ตามต้องการ

สำหรับแบนด์ชนิด bending ของ HOH พบที่ประมาณ  $1640\text{ cm}^{-1}$  เป็นแบนด์ที่เป็นลักษณะเฉพาะของการสั่นของโมเลกุลน้ำ ซึ่งถูกดูดซับเข้าไปในซีโอไลต์ขณะเตรียมตัวอย่างใน KBr pellet สำหรับการตรวจสอบสเปกตรัมอินฟราเรด ดังนั้นแบนด์ชนิด stretching ของ OH ในโมเลกุลน้ำ ( $3615$  และ  $3450\text{ cm}^{-1}$ ) และแบนด์ชนิด stretching ของ OH ในซีโอไลต์ HY ( $3640$  และ  $3540\text{ cm}^{-1}$ ) จึงซ้อนทับกัน (overlap) เป็นแบนด์กว้างอยู่ในช่วง  $3200\text{-}3700\text{ cm}^{-1}$  ทำให้ไม่สามารถแยกแบนด์ชนิด stretching ของ OH ในซีโอไลต์ HY ออกมาให้เห็นชัดได้

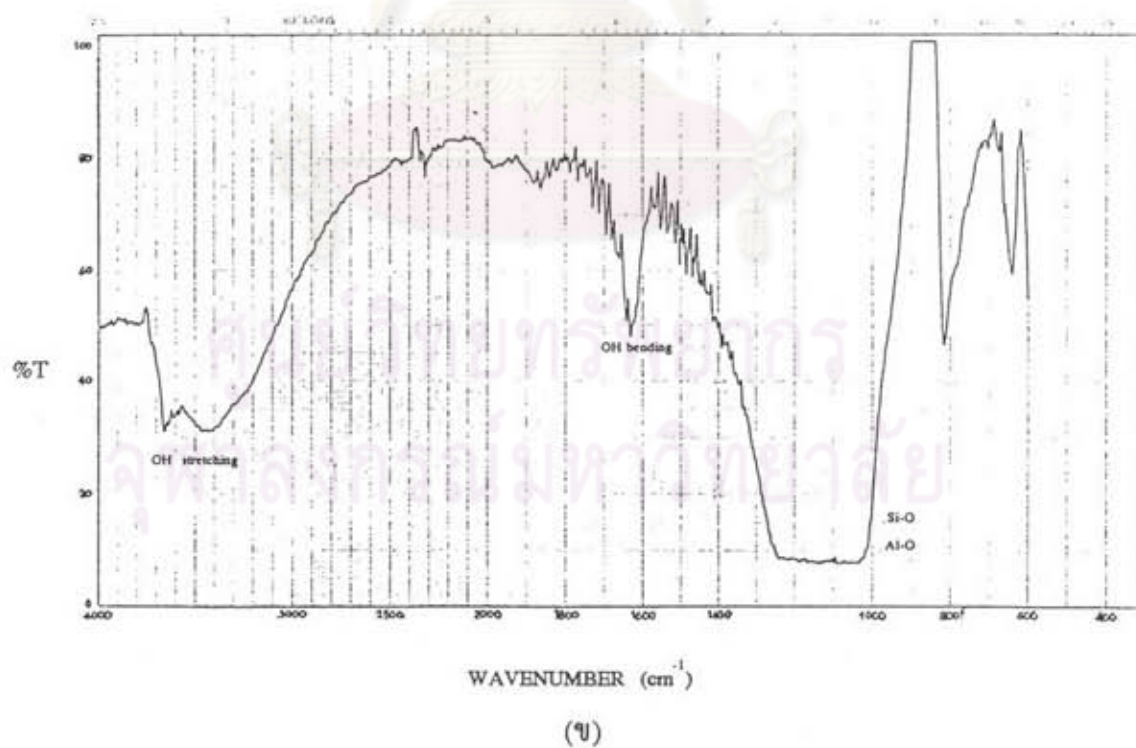
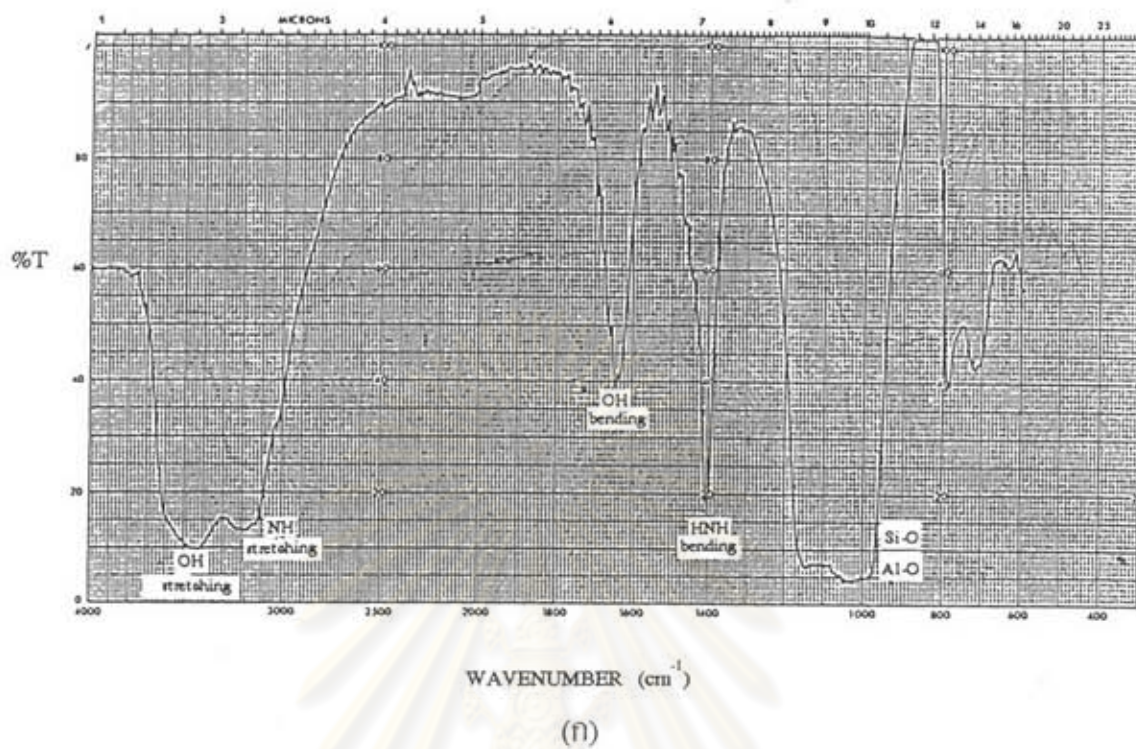
จากการตรวจสอบโครงสร้างของซีโอไลต์ Y ก่อนและหลังการเผาที่อุณหภูมิ  $450^{\circ}\text{C}$  พบว่า XRD pattern ของซีโอไลต์ไม่เปลี่ยนแปลงดังแสดงในรูปที่ 4.2 แสดงว่า หลังการเปลี่ยนแคตไอออนในซีโอไลต์ Y จาก  $\text{NH}_4^+$  ไปเป็น  $\text{H}^+$  ที่สภาวะดังกล่าว ไม่ทำให้โครงสร้างของซีโอไลต์ยุบตัว

#### 4.2 การตรวจสอบลักษณะเฉพาะของสารประกอบไตรเมทิลทินแมงกานีสเพนตะคาร์บอนิล

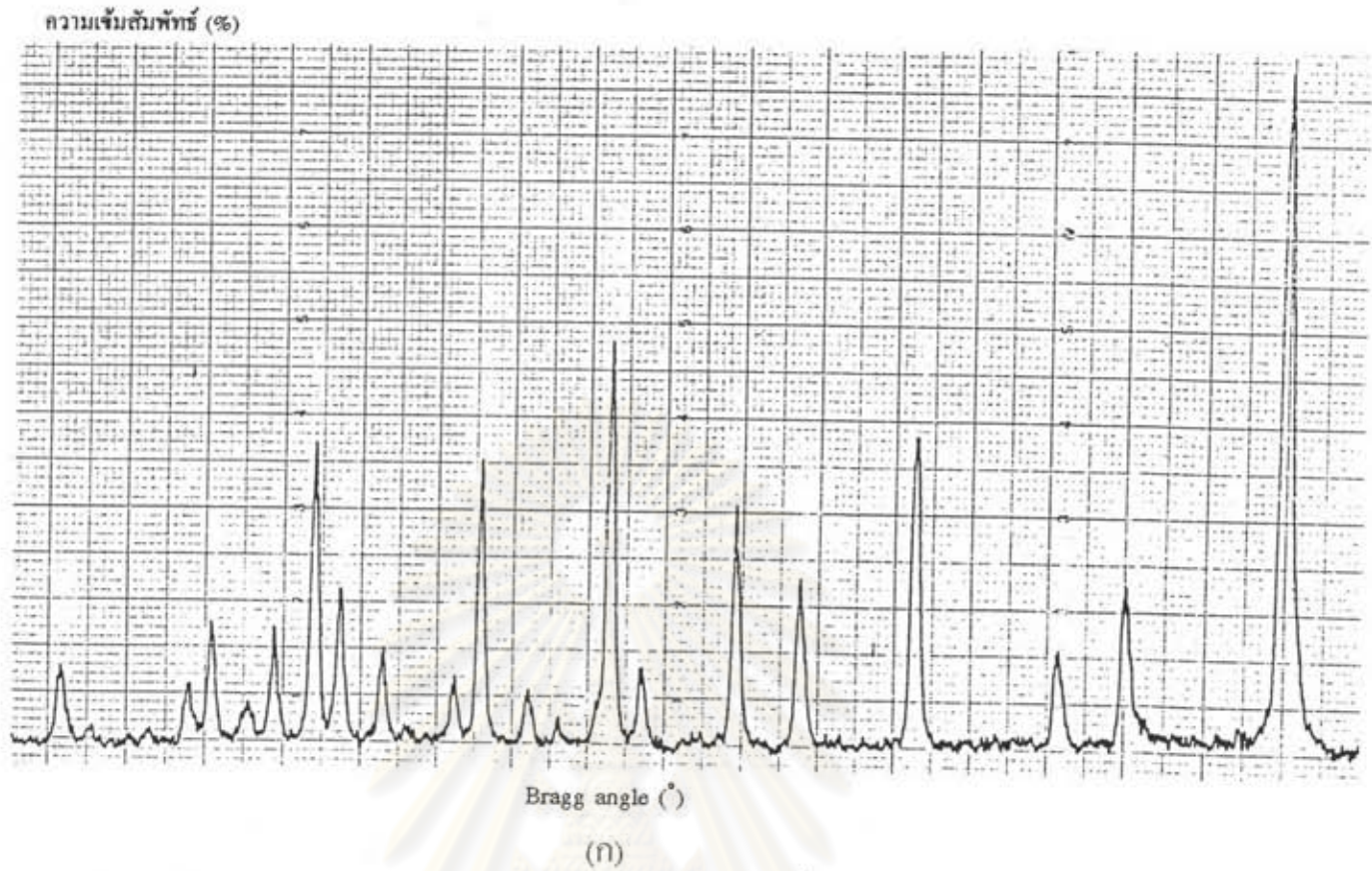
จากการสังเคราะห์สารประกอบ  $\text{Me}_3\text{SnMn}(\text{CO})_5$  โดยวิธีของ R. E. J. Bichler และคณะ<sup>(35)</sup> ซึ่งเป็นปฏิกิริยาระหว่าง  $\text{NaMn}(\text{CO})_5$  และ  $\text{Me}_3\text{SnCl}$  ในเทตระไฮโดรฟูราน พบว่าที่อุณหภูมิห้อง ( $30^{\circ}\text{C}$ ) ผลึกภัณฑ์ที่ได้เป็นของเหลวสีเหลืองอ่อน มี %yield เท่ากับ 43.34 % เมื่อทำให้เป็นของแข็ง พบว่าจุดหลอมเหลวอยู่ระหว่าง  $29-30.5^{\circ}\text{C}$  สำหรับค่าที่รายงานในเอกสารอ้างอิง<sup>(35)</sup> เท่ากับ  $29.5^{\circ}\text{C}$

สเปกตรัมอินฟราเรดของผลึกภัณฑ์ที่สังเคราะห์ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.3 พบว่าในช่วงการดูดกลืนแสงของหมู่คาร์บอนิลบนโลหะแทรนซิชันปรากฏแบนด์ 3 แบนด์ที่ตำแหน่ง 2092, 1992 และ  $1960\text{ cm}^{-1}$  ตามลำดับ สำหรับค่าที่รายงานในเอกสารอ้างอิง<sup>(36)</sup> เท่ากับ 2092, 1992 และ  $1960\text{ cm}^{-1}$  ตามลำดับ โดยใช้ไซโคลเฮกเซนเป็นตัวทำละลาย

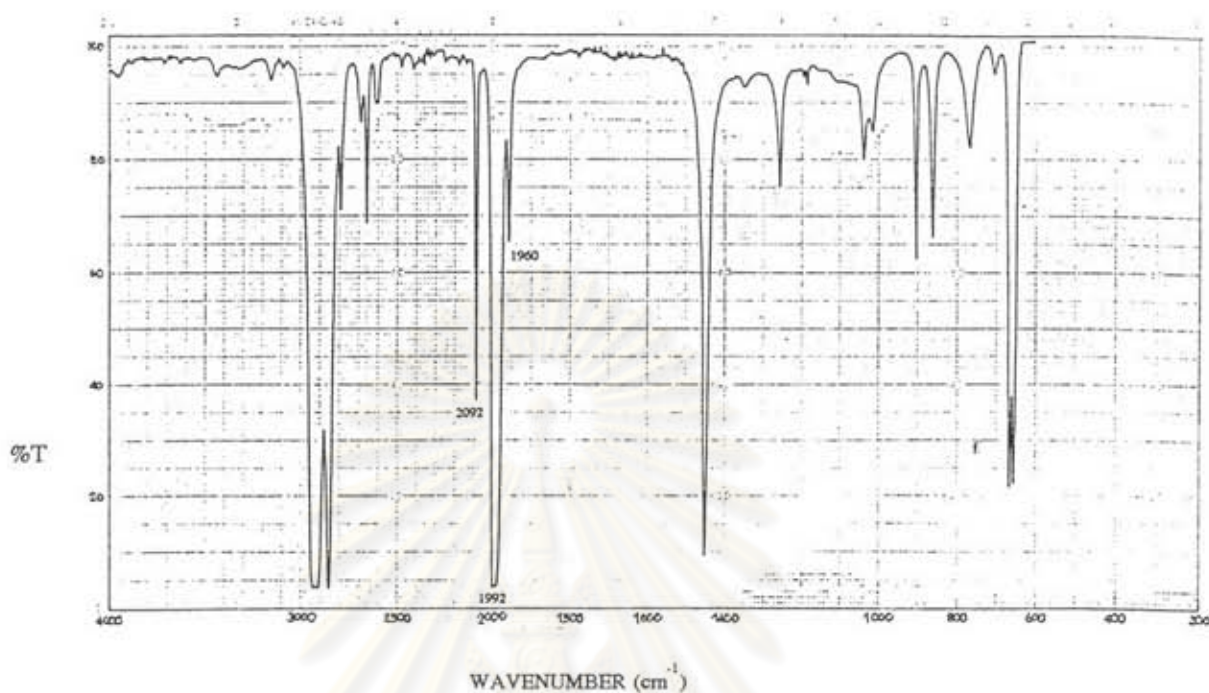
สำหรับ  $^1\text{H-NMR}$  สเปกตรัมของผลึกภัณฑ์ที่สังเคราะห์ได้ใน  $\text{CDCl}_3$  แสดงไว้ในรูปที่ 4.4 พบว่ามีเรโซแนนซ์พีก (resonance peak) ของหมู่  $\text{CH}_3$  ที่  $\delta_{\text{CH}_3} = 0.45\text{ ppm}$  (ค่าที่รายงานในเอกสารอ้างอิง<sup>(35)</sup> คือ  $\delta_{\text{CH}_3} = 0.46\text{ ppm}$ ) และยังพบแซตเทลไลท์พีก (sattellite peak) ของ Sn ด้วย ซึ่งมีค่า coupling constant  $^2J_{\text{Sn-H}} = 47.22\text{ Hz}$  สำหรับค่าที่รายงานไว้ในเอกสารอ้างอิง<sup>(35)</sup> พบ 2 ค่า คือ  $^2J_{^{117}\text{Sn-H}} = 46.3 \pm 0.2\text{ Hz}$  และ  $^2J_{^{119}\text{Sn-H}} = 48.8 \pm 0.2\text{ Hz}$  แต่ในการทดลองนี้พบค่า  $^2J_{\text{Sn-H}}$  เพียงค่าเดียว โดยใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของค่าที่รายงานไว้ในเอกสารอ้างอิงดังกล่าว ทั้งนี้อาจเนื่องจาก resolution ของเครื่อง NMR ที่ใช้ในการทดลองนี้ไม่สูงพอที่จะแยกแซตเทลไลท์พีกของ  $^{117}\text{Sn}$  และ  $^{119}\text{Sn}$  ออกจากกันได้



รูปที่ 4.1 แสดงสเปกตรัมอินฟราเรดของซีโอไลต์  $\text{NH}_4\text{Y}$  ใน KBr pellet (ก) ก่อนการเผา (ข) หลังการเผาที่  $450^\circ\text{C}$  โดยใช้อัตราส่วนของ KBr ต่อซีโอไลต์ใกล้เคียงกัน



รูปที่ 4.2 แสดง XRD pattern ของซีโอไลต์ Y (ก) ก่อนการเผา และ (ข) หลังการเผาที่ 450°C



รูปที่ 4.3 แสดงสเปกตรัมอินฟราเรดของสารประกอบ  $\text{Me}_3\text{SnMn}(\text{CO})_5$  ในไซโคลเฮกเซน

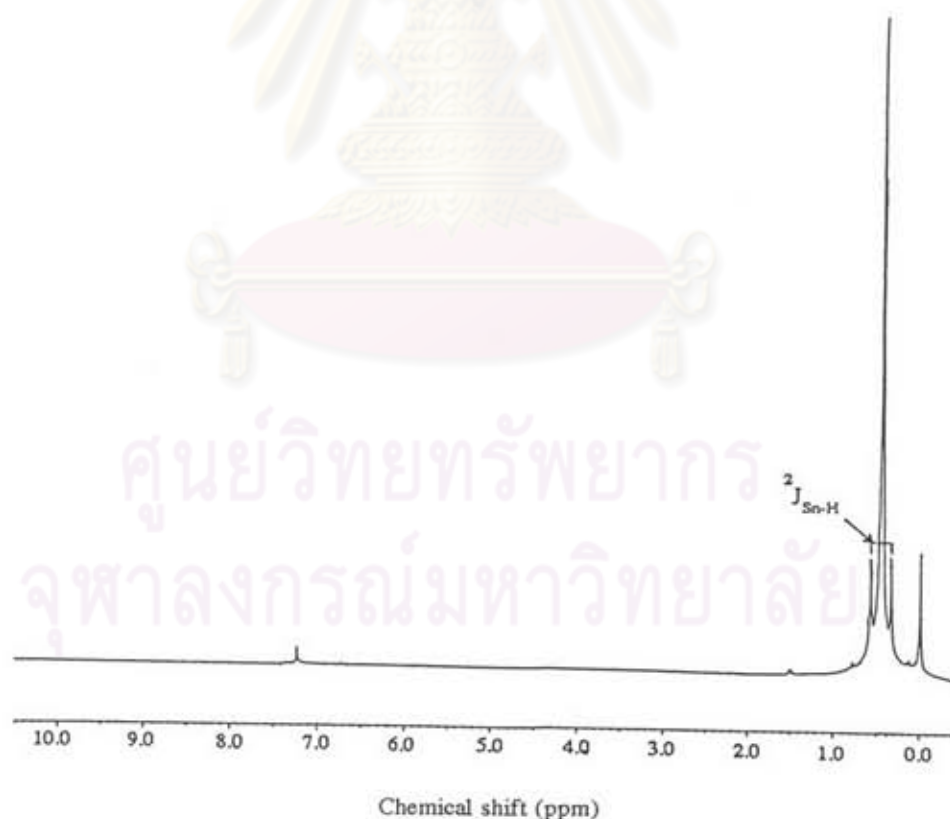
ผลการพิสูจน์เอกลักษณ์ดังกล่าวทั้งหมดแสดงว่าผลิตภัณฑ์ที่สังเคราะห์ได้ คือ สารประกอบ  $\text{Me}_3\text{SnMn}(\text{CO})_5$  เมื่อทำการทดลองให้สารประกอบ  $\text{Me}_3\text{SnMn}(\text{CO})_5$  สัมผัสกับ อากาศนาน 1 ชั่วโมง พบว่าสเปกตรัมอินฟราเรดในช่วงการดูดกลืนแสงของหมู่คาร์บอนิล ไม่เปลี่ยนแปลง แสดงว่าสารประกอบ  $\text{Me}_3\text{SnMn}(\text{CO})_5$  เสถียรต่ออากาศได้นานอย่างน้อย 1 ชั่วโมง

#### 4.3 การทดสอบตัวเร่งปฏิกิริยาที่เตรียมได้

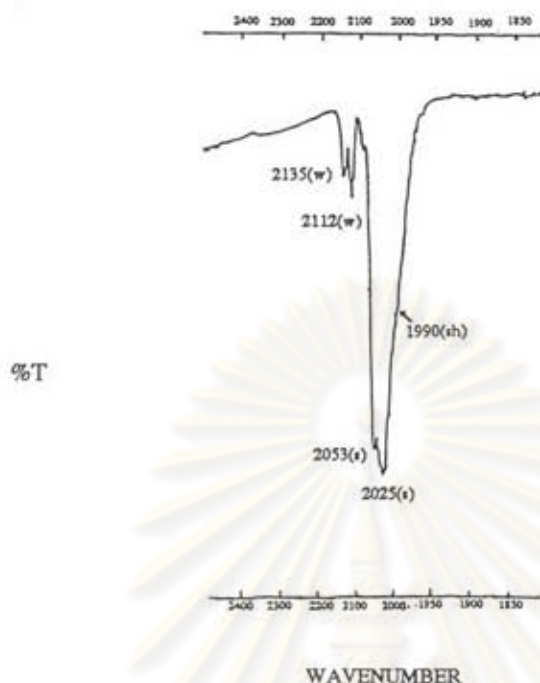
เมื่อนำสารประกอบ  $\text{Me}_3\text{SnMn}(\text{CO})_5$  มาทำปฏิกิริยากับซีโอไลต์ HY ที่ปราศจากน้ำ พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นของแข็งสีเนื้อ โดยมีสเปกตรัมอินฟราเรดดังแสดงในรูปที่ 4.5 จากสเปกตรัมพบว่าตำแหน่งแบนด์ในช่วงการดูดกลืนแสงของหมู่คาร์บอนิลเท่ากับ 2135, 2112, 2053, 2025 และ  $1990 \text{ cm}^{-1}$  ซึ่งสอดคล้องกับค่าที่มีผู้รายงานไว้<sup>(25)</sup> คือ 2136, 2115, 2055,

2024 และ 1992  $\text{cm}^{-1}$  ซึ่งในรายงานนั้นมีการพิสูจน์ว่าแบนด์ดังกล่าวเกิดจากการสั่นของสารประกอบ 2 ชนิดคือ  $(\text{O}_2)\text{Sn}(\text{Me})_2\text{Mn}(\text{CO})_5$  (อินฟราเรดแบนด์ที่ 2136, 2055 และ 2024  $\text{cm}^{-1}$ ) และ  $(\text{O}_2)_2\text{Sn}(\text{Me})\text{Mn}(\text{CO})_5$  (อินฟราเรดแบนด์ที่ 2115, 2024 และ 1992  $\text{cm}^{-1}$ ) โดยใช้ข้อมูลจากอินฟราเรดสเปกตรัมและ EXAFS (extended x-ray absorption fine structure) พบว่าหมู่เมทิลในสารตั้งต้นสามารถถูกแทนที่ด้วยอะตอมออกซิเจนบนผิวซีโอไลต์ ( $\text{O}_2$ ) เมื่อเวลาผ่านไปจำนวนหมู่เมทิลสามารถถูกแทนที่ได้มากขึ้น โดยเฉพาะถ้ามีการเพิ่มอุณหภูมิ ดังนั้นอินฟราเรดแบนด์ในรูปที่ 4.5 จึงสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 ได้แก่แบนด์ที่ตำแหน่ง 2135, 2053 และ 2025  $\text{cm}^{-1}$  เป็นแบนด์ของหมู่คาร์บอนิลในสารประกอบ  $(\text{O}_2)\text{Sn}(\text{Me})_2\text{Mn}(\text{CO})_5$  และกลุ่มที่ 2 ได้แก่แบนด์ที่ตำแหน่ง 2112, 2025 และ 1990  $\text{cm}^{-1}$  เป็นแบนด์ของหมู่คาร์บอนิลในสารประกอบ  $(\text{O}_2)_2\text{Sn}(\text{Me})\text{Mn}(\text{CO})_5$  ซึ่งสารประกอบทั้งสองชนิดนี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ถูกยึดไว้ในโพรงซีโอไลต์ Y ด้วยพันธะโคออร์ดิเนต  $\text{O}_2$ -Sn

ความเข้ม



รูปที่ 4.4 แสดงสเปกตรัม  $^1\text{H-NMR}$  ของสารประกอบ  $\text{Me}_3\text{SnMn}(\text{CO})_5$  ใน  $\text{CDCl}_3$



รูปที่ 4.5 แสดงสเปกตรัมอินฟราเรดของสารประกอบ  $(O_2)_nSn(Me)_{3-n}Mn(CO)_5$  เมื่อ  $n = 1-2$  ในนูกอล (nujol)

#### 4.4 การทดสอบความเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาของตัวเร่งปฏิกิริยาที่เตรียมได้

##### 4.4.1 ปฏิกิริยาออกโซของ 1-เฮกซีน

การทดสอบความเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาของตัวเร่งปฏิกิริยาที่เตรียมได้ในซีโอไลต์ Y สำหรับปฏิกิริยาออกโซของ 1-เฮกซีน โดยทำการทดลองที่สภาวะต่าง ๆ กันเพื่อศึกษาผลของเวลา อุณหภูมิ และอัตราส่วนของอัตราการใช้  $CO:H_2$  ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.1 จากการทดลองพบว่าระบบที่เตรียมได้ในซีโอไลต์คือ สารประกอบ  $(O_2)_nSn(Me)_{3-n}Mn(CO)_5$  เมื่อ  $n = 1-2$  ไม่มีความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาออกโซของ 1-เฮกซีนได้ ไม่ว่าจะใช้สภาวะใดในการทำปฏิกิริยา นั่นคือไม่พบแอลดีไฮด์ หรือแม้กระทั่งแอลกอฮอล์ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการรีดิวซ์แอลดีไฮด์ด้วยแก๊สไฮโดรเจนที่มีปริมาณมากพอ ทั้งนี้เนื่องจาก

ขีดจำกัดของอุปกรณ์ที่ใช้ ซึ่งเป็นระบบที่จำกัดปริมาณสารตั้งต้นที่เป็นของเหลว เมื่อมีการผ่านแก๊สชนิดต่าง ๆ เข้าไปในระบบ จึงไม่สามารถหลีกเลี่ยงการสูญเสีย 1-เฮกซีนซึ่งมีจุดเดือดเท่ากับ  $63^{\circ}\text{C}$  ออกจากระบบได้ แม้จะใช้คอนเดนเซอร์ที่มีน้ำผสมน้ำแข็งเป็นตัวหล่อเย็น นอกจากนี้การทดลองที่สภาวะรุนแรงแบบในระบบปิดทำได้ลำบาก

ตารางที่ 4.1 ผลของเวลา อุณหภูมิ และอัตราส่วนของอัตราการผลิตของแก๊สต่อความสามารถเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาของสารประกอบ  $(\text{O}_2)_n\text{Sn}(\text{Me})_{3-n}\text{Mn}(\text{CO})_5$  เมื่อ  $n = 1-2$  สำหรับปฏิกิริยาออกโซของ 1-เฮกซีน โดยใช้โทลูอินเป็นตัวทำละลาย

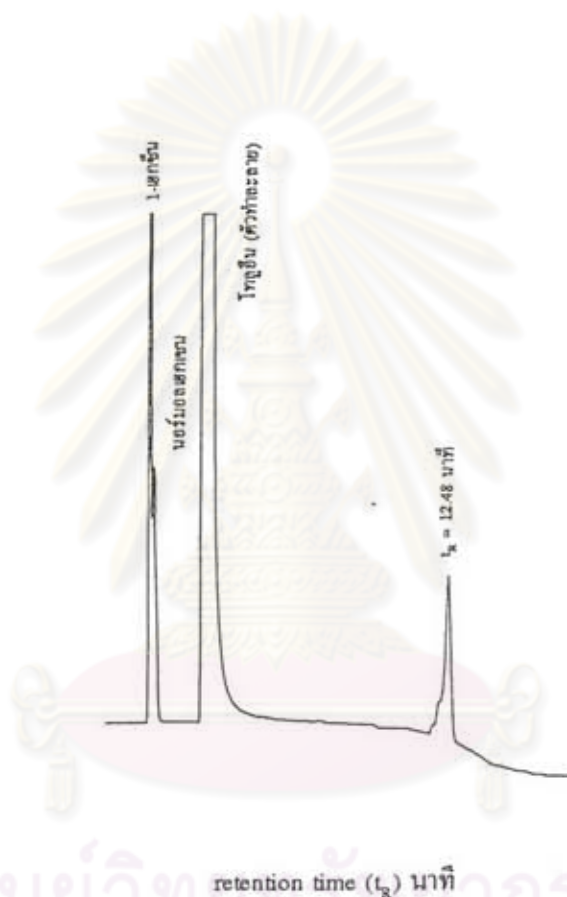
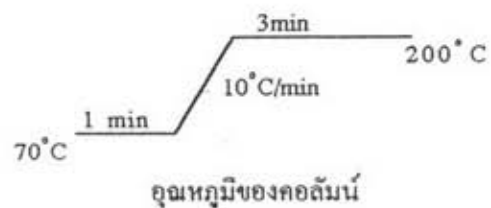
การทดลอง ชุดที่	อัตราการผลิตของแก๊ส			อุณหภูมิ ( $^{\circ}\text{C}$ )	เวลา (ชม.)	ผลการทดลอง
	$\text{N}_2$ (มล./นาท)	$\text{CO}$ (มล./นาท)	$\text{H}_2$ (มล./นาท)			
1	30	10	10	100	2	ไม่เกิดปฏิกิริยา
2	30	10	10	100	4	ไม่เกิดปฏิกิริยา
3	30	10	10	100	6	ไม่เกิดปฏิกิริยา
4	30	10	10	100	8	ไม่เกิดปฏิกิริยา
5	30	10	10	100	13	ไม่เกิดปฏิกิริยา
6	30	10	30	30	2	ไม่เกิดปฏิกิริยา
7	30	10	30	30	4	ไม่เกิดปฏิกิริยา
8	30	10	30	30	6	ไม่เกิดปฏิกิริยา
9	30	10	30	30	8	ไม่เกิดปฏิกิริยา
10	30	10	30	30	24	ไม่เกิดปฏิกิริยา
11	-	10	60	30	2	ไม่เกิดปฏิกิริยา
12	-	10	60	30	4	ไม่เกิดปฏิกิริยา
13	-	10	60	30	6	ไม่เกิดปฏิกิริยา
14	-	10	60	30	8	ไม่เกิดปฏิกิริยา
15	-	10	60	30	24	ไม่เกิดปฏิกิริยา



อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่ใช้อัตราส่วนของอัตราการใช้  $\text{CO}:\text{H}_2$  เท่ากับ 1:6 พบว่ามี 1-เฮกซีน บางส่วนเกิดปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชันกลายเป็นนอร์มอลเฮกเซน ซึ่งสามารถตรวจพบได้โดยใช้เทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี โดยมีแก๊สโครมาโทแกรมดังแสดงในรูปที่ 4.6 ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณแก๊ส  $\text{H}_2$  ที่ใช้มากเกินไป เมื่อเทียบกับปริมาณแก๊ส  $\text{CO}$  ซึ่งโดยปกติในการทำปฏิกิริยาออกโซของไอลีฟิน ต้องควบคุมปริมาณอัตราส่วนของอัตราการใช้  $\text{CO}:\text{H}_2$  ให้พอเหมาะ มิฉะนั้นอาจเกิดปฏิกิริยาข้างเคียงได้ เช่นปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชันของไอลีฟิน ไปเป็นสารประกอบแอลเคนหรือเกิดปฏิกิริยารีดักชันของแอลดีไฮด์ต่อไปกลายเป็นแอลกอฮอล์ นอกจากนี้ยังพบว่ามีสารประกอบอีกชนิดหนึ่งที่ตำแหน่ง retention time ( $t_R$ ) = 12.48 นาที ในแก๊สโครมาโทแกรม สารประกอบนี้ไม่ใช่แอลดีไฮด์และแอลกอฮอล์ แต่เป็นสารประกอบที่มีดีบุกเป็นองค์ประกอบ ทราบจากการตรวจสอบโดยใช้เทคนิค GC-MS พบว่าในการแตกตัวของสารประกอบดังกล่าวมี  $m/e = 119$  และ  $117$  ซึ่งเป็นไอโซโทปของอะตอมดีบุก ดังแสดงในรูปที่ 4.7 แสดงว่าสารประกอบดีบุกหลุดออกมาจากซีโอไลต์ได้สาเหตุหนึ่งอาจเนื่องจากการปล่อยให้สารประกอบ  $(\text{O}_2)_n\text{Sn}(\text{Me})_{3-n}\text{Mn}(\text{CO})_5$  อยู่ในตัวทำละลาย (โทลูอีน) นานหลายสัปดาห์ระหว่างการทดสอบประสิทธิภาพที่สภาวะต่าง ๆ โดยไม่ได้แยกสารประกอบ  $(\text{O}_2)_n\text{Sn}(\text{Me})_{3-n}\text{Mn}(\text{CO})_5$  ออกจากระบบ และเมื่อใช้สารประกอบ  $(\text{O}_2)_n\text{Sn}(\text{Me})_{3-n}\text{Mn}(\text{CO})_5$  ซ้ำหลาย ๆ ครั้งจึงอาจเกินขีดจำกัดอายุการใช้งาน ซึ่งปรากฏการณ์ดังกล่าวเป็นเรื่องปกติที่พบได้บ่อย เมื่อมีการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาระบบเนื้อผสมซ้ำหลายครั้ง

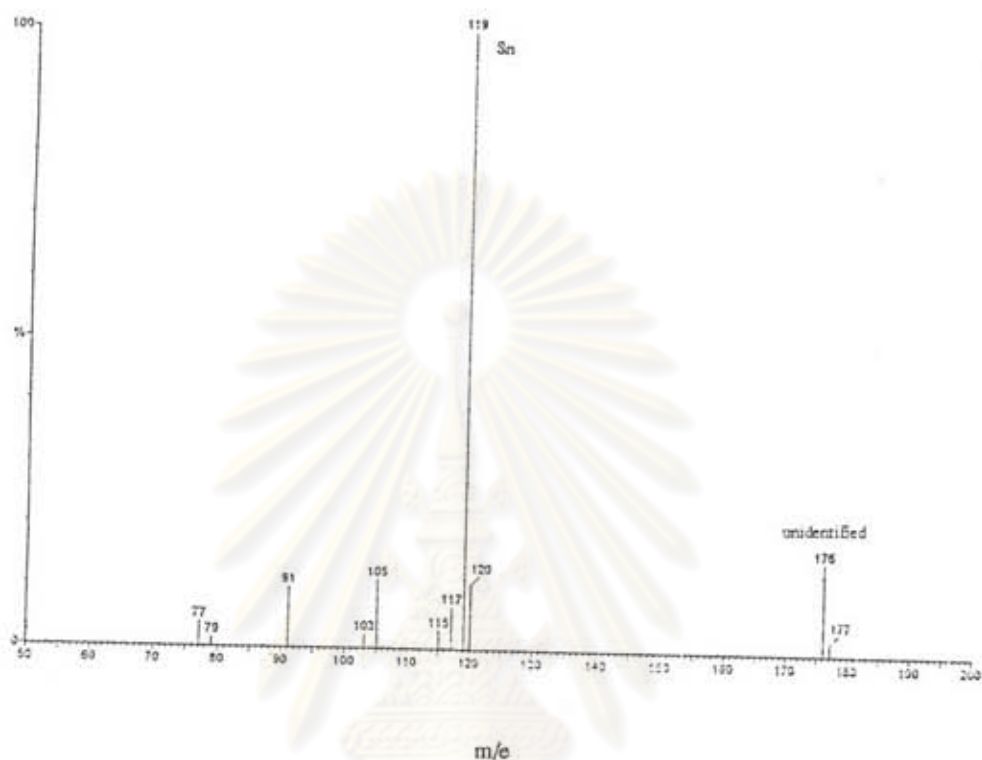
#### 4.4.2 ปฏิกิริยาออกโซของโพรพิลีน

เป็นที่ทราบกันดีว่าแก๊สโพรพิลีนมีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาออกโซได้ดีกว่า 1-เฮกซีน<sup>(5)</sup> จึงทำการทดสอบความเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาของสารประกอบ  $(\text{O}_2)_n\text{Sn}(\text{Me})_{3-n}\text{Mn}(\text{CO})_5$  โดยใช้โพรพิลีนเป็นสารตั้งต้นแทน 1-เฮกซีน ที่อุณหภูมิต่าง ๆ กันคือ 30, 80, 100 และ  $120^\circ\text{C}$  ตามลำดับ โดยใช้เวลาในการทำปฏิกิริยานาน 1 ชั่วโมง และใช้อัตราส่วนของอัตราการใช้  $\text{CO}:\text{H}_2$  เท่ากับ 1:3 เท่านั้นเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดปฏิกิริยาข้างเคียงอื่น ๆ ผลการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 4.2



ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.6 แสดงแก๊สโครมาโทแกรมของการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชันจาก 1-เฮกซีน ไปเป็น นอร์มอลเฮกเซน โดยใช้คอลัมน์ DC 200 ยาว 2 เมตร สภาวะอื่น ๆ ตามข้อ 3.6.1.2



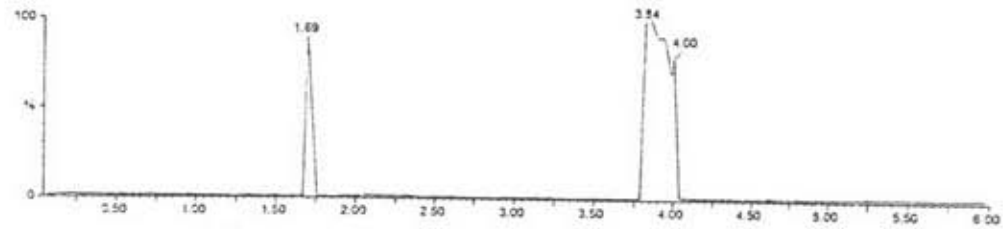
รูปที่ 4.7 แสดง mass pattern ของสารประกอบที่ตำแหน่ง  $t_R = 12.48$  นาที ในรูปที่ 4.6

จากการทดลองพบว่าสารประกอบ  $(O_2)_nSn(Me)_{3-n}Mn(CO)_5$  ไม่สามารถเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาออกซิของโพรพิลีนได้ เพราะจากการตรวจสอบโดยใช้เทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี ไม่พบผลิตภัณฑ์ใดที่บ่งบอกว่าเป็นแอลดีไฮด์ หรือผลิตภัณฑ์ข้างเคียงในแก๊สที่ผ่านออกมาจาก flow reactor และในส่วนที่ควบแน่นที่อุณหภูมิของไนโตรเจนเหลว ( $-196^\circ C$ ) โดยทำให้ส่วนนี้มีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้องภายใต้สุญญากาศ แล้วเติมแก๊สไนโตรเจนและตัวทำละลาย  $CH_2Cl_2$  ก่อนนำไปวิเคราะห์

ตารางที่ 4.2 ผลของอุณหภูมิ ต่อความสามารถเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาของ สารประกอบ  $(O_2)_nSn(Me)_{3-n}Mn(CO)_5$  เมื่อ  $n = 1-2$  สำหรับ ปฏิกิริยาออกซิของโพรพิลีน โดยทำปฏิกิริยาเป็นเวลา 1 ชม. และใช้อัตราส่วนของอัตราการใช้  $CO:H_2 = 1:3$

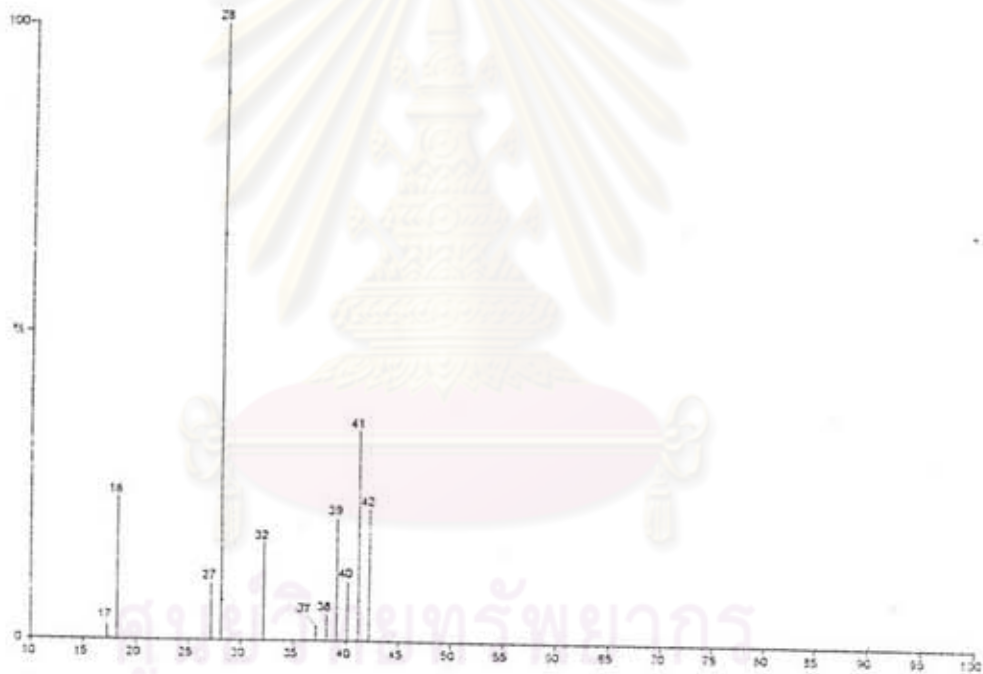
การทดลอง ชุดที่	อุณหภูมิ (°C)	ผลการทดลอง
1	30	ไม่เกิดปฏิกิริยา
2	80	ไม่เกิดปฏิกิริยา
3	100	ไม่เกิดปฏิกิริยา
4	120	ไม่เกิดปฏิกิริยา

เนื่องจากแก๊สโพรพิลีนและแก๊สโพรเพนมีสมบัติใกล้เคียงกันมาก ซึ่งไม่สามารถแยกจากกันได้ โดยใช้เทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟีที่ใช้ packed column ยาวเพียง 2 เมตรได้ ดังนั้นการพิสูจน์ว่าเกิดปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชันของโพรพิลีนหรือไม่ จึงต้องใช้เทคนิค GC-MS ที่ใช้ capillary column ยาว 45 เมตรในการแยก ผลการทดลองพบว่า ไม่เกิดโพรเพน หรือสารประกอบอื่นใดเป็นผลิตภัณฑ์ นอกจากโพรพิลีนซึ่งเป็นสารตั้งต้นเท่านั้น ดังข้อมูล GC-MS ที่แสดงในรูปที่ 4.8 และ 4.9 เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์สารตัวอย่าง และสารมาตรฐานโพรพิลีน พบว่าได้ GC peak ที่มี retention time เท่ากันคือ 1.69 นาที และมี mass pattern แบบเดียวกัน อีกทั้งไม่พบ  $m/e = 44$  ของโพรเพน แสดงว่าสถานะในการทดลองที่ใช้อัตราส่วนของอัตราการใช้  $CO:H_2$  เท่ากับ 1:3 มีปริมาณแก๊สไฮโดรเจนไม่สูงพอที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชันของโพรพิลีน



retention time ( $t_R$ ) นาที

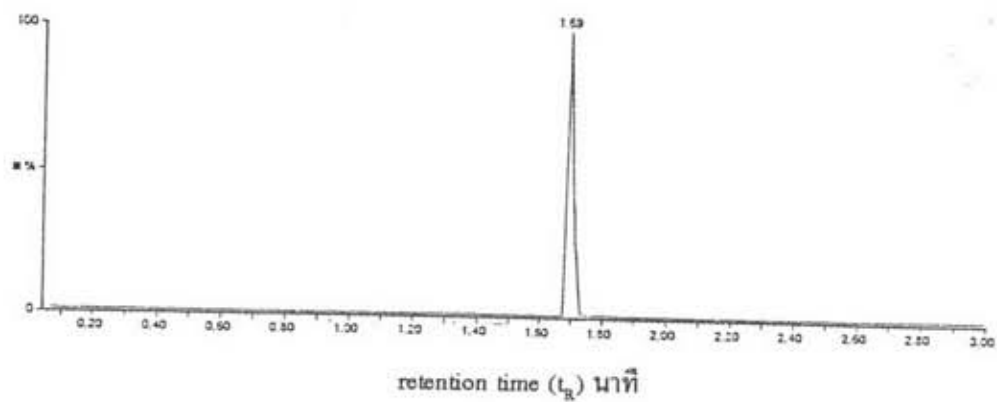
(ก)



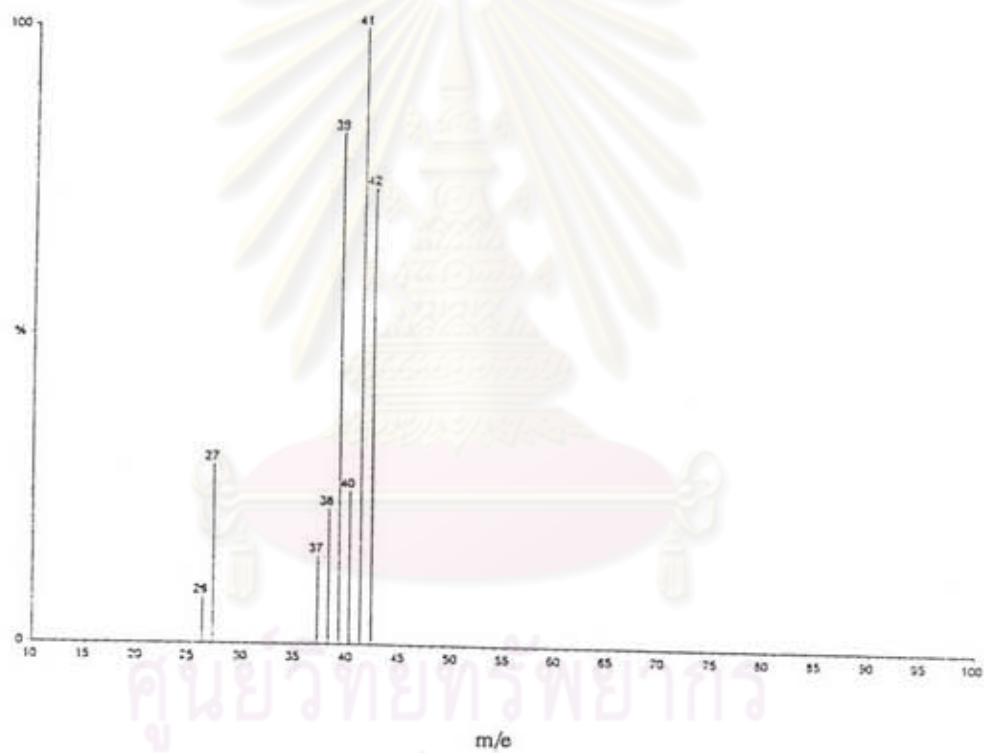
m/e

(ข)

รูปที่ 4.8 แสดงผลการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-MS ของส่วนที่ควบแน่นจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของโพรพิลีน ที่อุณหภูมิห้อง (ก) แก๊สโครมาโทแกรม (ข) mass pattern ของพีคที่  $t_R = 1.69$  นาที ในแก๊สโครมาโทแกรมรูป ก



(ก)



(ข)

รูปที่ 4.9 แสดงผลการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-MS ของสารมาตรฐานโพรพิลีน  
 (ก) แก๊สโครมาโทแกรม (ข) mass pattern ของพีคที่  $t_R = 1.69$  นาที  
 ในแก๊สโครมาโทแกรมรูป ก