

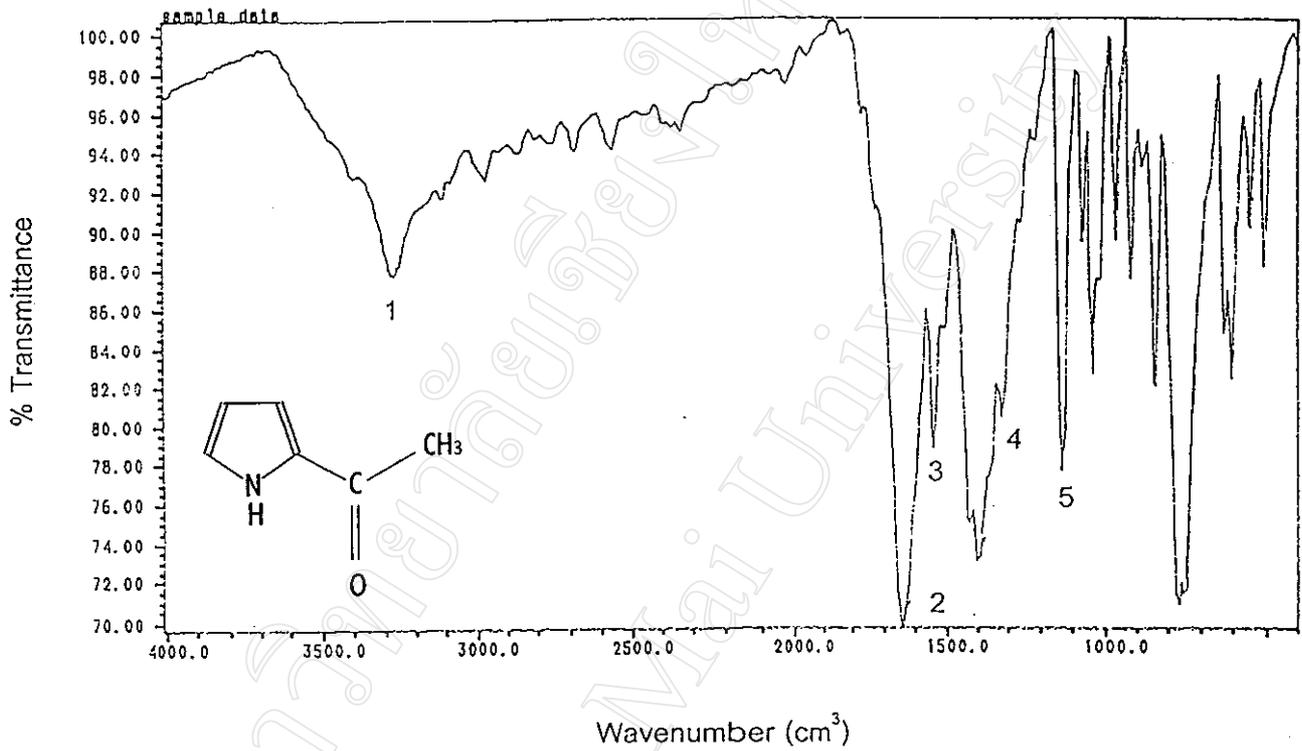
### บทที่ 3 ผลการทดลอง

#### 3.1 ผลการสังเคราะห์สารหอม 2-acetyl-1-pyrroline

ในการสังเคราะห์สารหอม 2-acetyl-1-pyrroline เพื่อให้เป็นสารมาตรฐานในการบอกชนิดและปริมาณของสารหอมในตัวอย่างข้าวนั้น สามารถเตรียมโดยนำ 2-acetyl-1-pyrrole ซึ่งเป็นสารตั้งต้นมาทำปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชัน โดยมี 5% rhodium on alumina เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา แล้วนำผลผลิตที่ได้มาทำปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยมี silver carbonate on celite เป็นตัวออกซิไดซ์ ในตัวทำละลาย benzene จะได้สารหอม 2-acetyl-1-pyrroline เป็นผลผลิตหลัก แล้วนำสาร 2-acetyl-1-pyrrole และผลผลิตที่ได้จากทั้งสองปฏิกิริยา ไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิคอินฟราเรดสเปคโตรสโคปี และก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี

##### 3.1.1 ผลการวิเคราะห์สารตั้งต้น 2-acetyl-1-pyrrole ด้วยเทคนิคอินฟราเรดสเปคโตรสโคปี

เมื่อนำสารตั้งต้น 2-acetyl-1-pyrrole ซึ่งมีลักษณะเป็นผลึกเป็นสีขาว มาผสมกับ KBr ที่เป็นของแข็ง บดให้เข้ากันแล้วนำไปอัดภายใต้ความดันจะได้สารเป็นแผ่นบางใส แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิคอินฟราเรดสเปคโตรสโคปี ได้ผลอินฟราเรดสเปคตรัม แสดงดังรูป 3.1 และรายละเอียดการวิเคราะห์อินฟราเรดสเปคตรัมของสาร 2-acetyl-1-pyrrole แสดงในตาราง 3.1 ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับหมู่ฟังก์ชันของ 2-acetyl-1-pyrrole



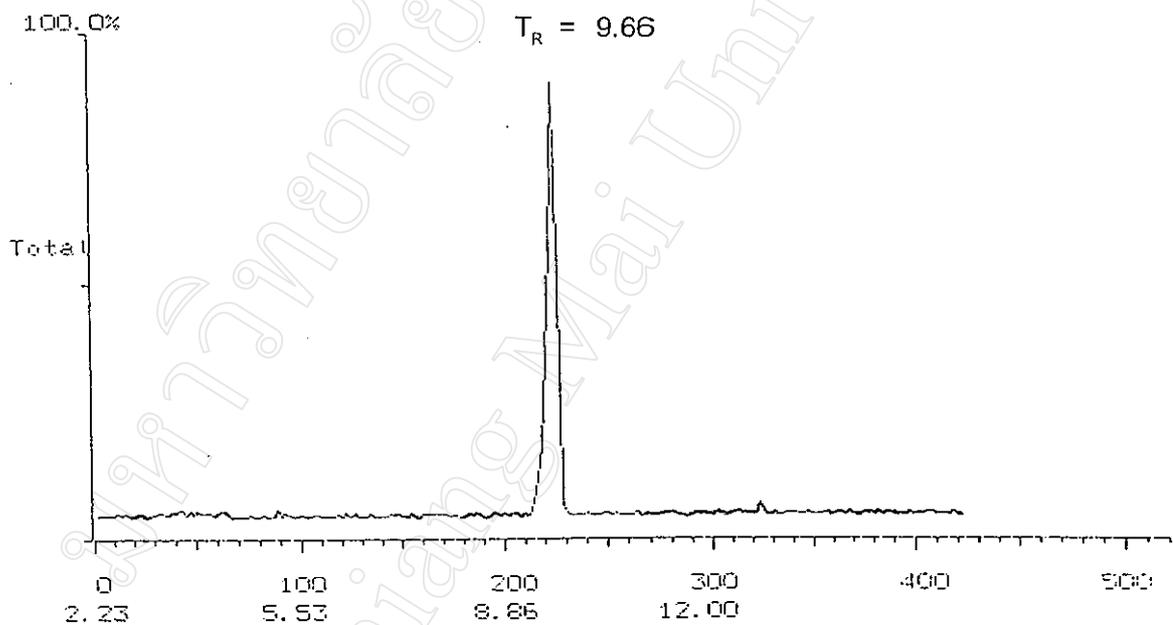
รูป 3.1 อินฟราเรดสเปกตรัมของ 2-acetyl-1-pyrrole

ตาราง 3.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของสาร 2-acetyl-1-pyrrole ด้วยเทคนิคอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี

ลำดับที่	ความถี่ (cm <sup>-1</sup> )	หมู่ฟังก์ชัน (การสั่น)
1	3270	N-H (stretching)
2	1640	C=O (stretching)
3	1550	C=C (stretching)
4	1375	C-H (bending ของ CH <sub>3</sub> )
5	1120	C-N (stretching)

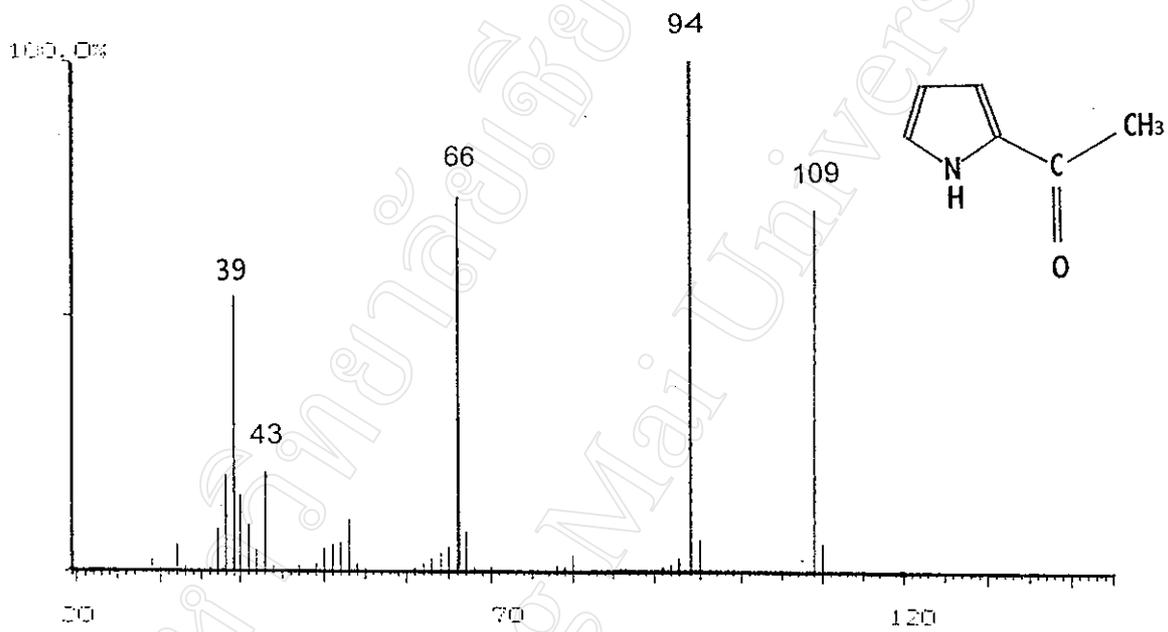
### 3.1.2 การวิเคราะห์สารตั้งต้น 2-acetyl-1-pyrrole ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี

เมื่อนำสารตั้งต้นคือสาร 2-acetyl-1-pyrrole ในสารละลาย methanol มาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี ซึ่งมีสภาวะการทดลองดังหัวข้อ 2.2.2 (หน้า 31) จะให้โครมาโทแกรมที่วิเคราะห์ แสดงในรูป 3.2



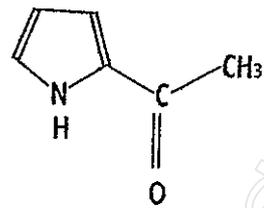
รูป 3.2 โครมาโทแกรมแสดงองค์ประกอบของ 2-acetyl-1-pyrrole

จากรูป 3.2 โคจรมาโทแกรมของสาร 2-acetyl-1-pyrrole พบว่า สาร 2-acetyl-1-pyrrole มีเวลาริเทนชัน (retention time,  $T_R$ ) เท่ากับ 9.66 นาที และให้แมสสเปคตรัม ดังรูป 3.3

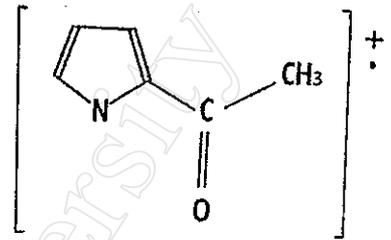


รูป 3.3 แมสสเปคตรัมของสาร 2-acetyl-1-pyrrole ที่เวลาริเทนชัน เท่ากับ 9.66 นาที

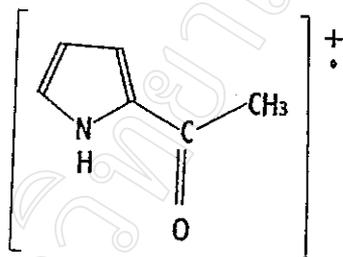
จากแมสสเปคตรัมรูป 3.3 ลำดับการแตกตัวของ 2-acetyl-1-pyrrole น่าจะแสดงได้ดังนี้



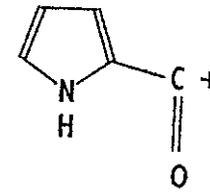
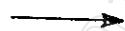
2-acetyl-1-pyrrole  
MW = 109



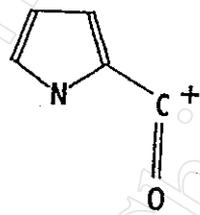
m/e = 109



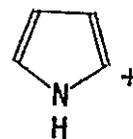
m/e = 109



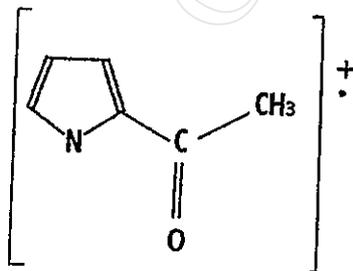
m/e = 94



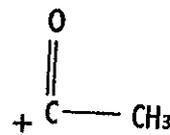
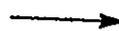
m/e = 94



m/e = 66



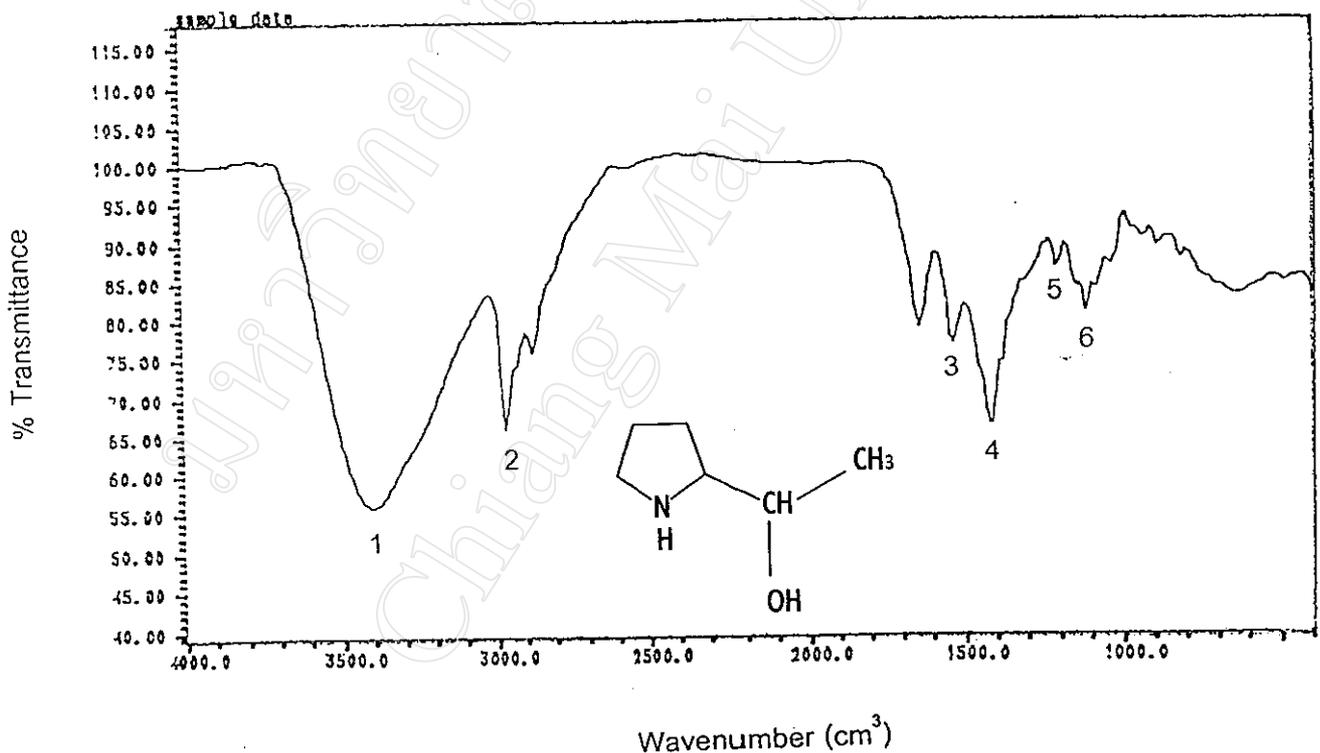
m/e = 109



m/e = 43

### 3.1.2 ผลการวิเคราะห์ผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาไฮโดรจิเนชันของสาร 2-acetyl-1-pyrrole ด้วยเทคนิคอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี

เมื่อนำสารตั้งต้น 2-acetyl-1-pyrrole มาทำปฏิกิริยาไฮโดรจิเนชัน โดยมี 5% rhodium on alumina เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จะได้ผลผลิตคือ 2-(1-hydroxyethyl)pyrrolidine เมื่อระเหยตัวทำละลายออก จะได้สารที่มีลักษณะเป็นของเหลวสีเหลืองใส-ค่อนข้างหนืด หยดลงบนเซลลูลอสาร์ แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี ได้ผลอินฟราเรดสเปกตรัมแสดงผลดังรูป 3.4



รูป 3.4 อินฟราเรดสเปกตรัมของ 2-(1-hydroxyethyl)pyrrolidine ซึ่งเป็นผลผลิตที่ได้จากการทำปฏิกิริยาไฮโดรจิเนชันของสาร 2-acetyl-1-pyrrole

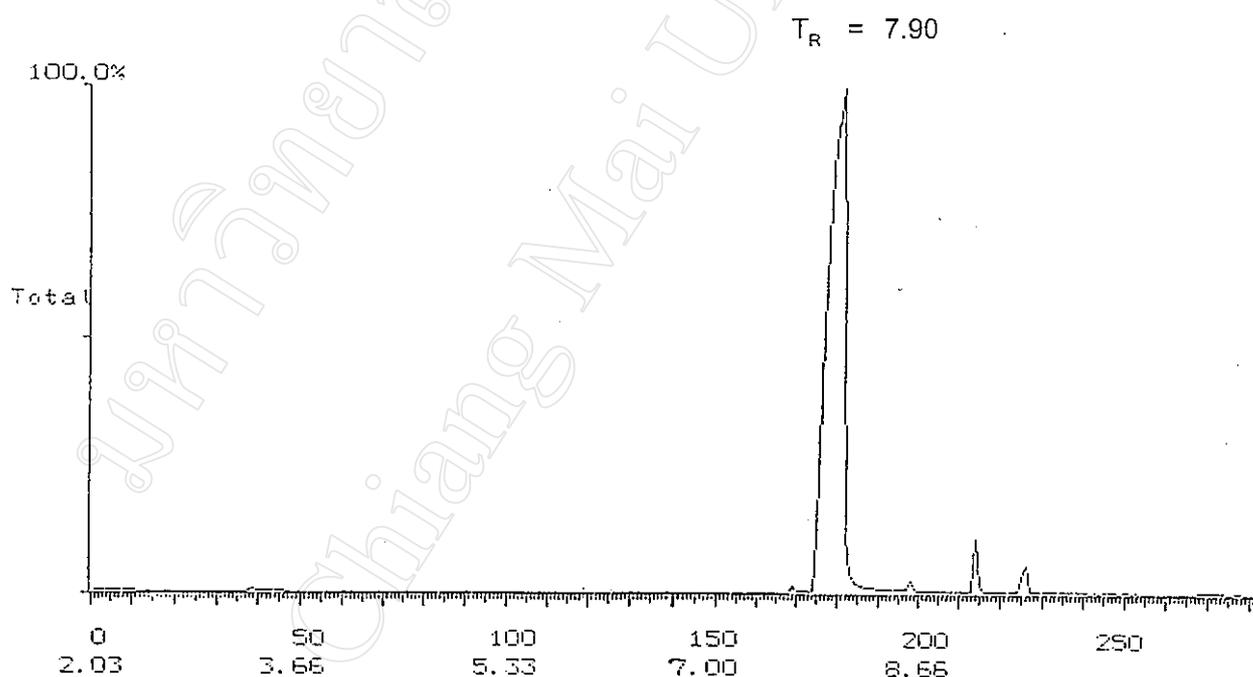
รายละเอียดการวิเคราะห์อินฟราเรดสเปกตรัมของผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาไฮโดรจิเนชันของสาร 2-acetyl-1-pyrrole ที่มี 5% rhodium on alumina เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาจะแสดงผลดังตาราง 3.2 ซึ่งให้ผลที่สอดคล้องกับหมู่ฟังก์ชันของ 2-(1-hydroxyethyl)pyrrolidine

ตาราง 3.2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของ 2-(1-hydroxyethyl)pyrrolidine ซึ่งเป็นผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาไฮโดรจิเนชันของสาร 2-acetyl-1-pyrrole ด้วยเทคนิคอินฟราเรดสเปกโตรสโกปี

ลำดับที่	ความถี่ (cm <sup>-1</sup> )	หมู่ฟังก์ชัน (การสั่น)
1	3400 – 3300	O-H (stretching) N-H (stretching ของ 2 <sup>o</sup> amine)
2	2970	C-H (stretching ของ C-CH <sub>3</sub> )
3	1540 -1570	N-H (bending)
4	1375	O-H (bending)
5	1250	C-H (bending)
6	1050	C-O (stretching ของ 2 <sup>o</sup> alcohol) C-N (stretching ของ 2 <sup>o</sup> amine)

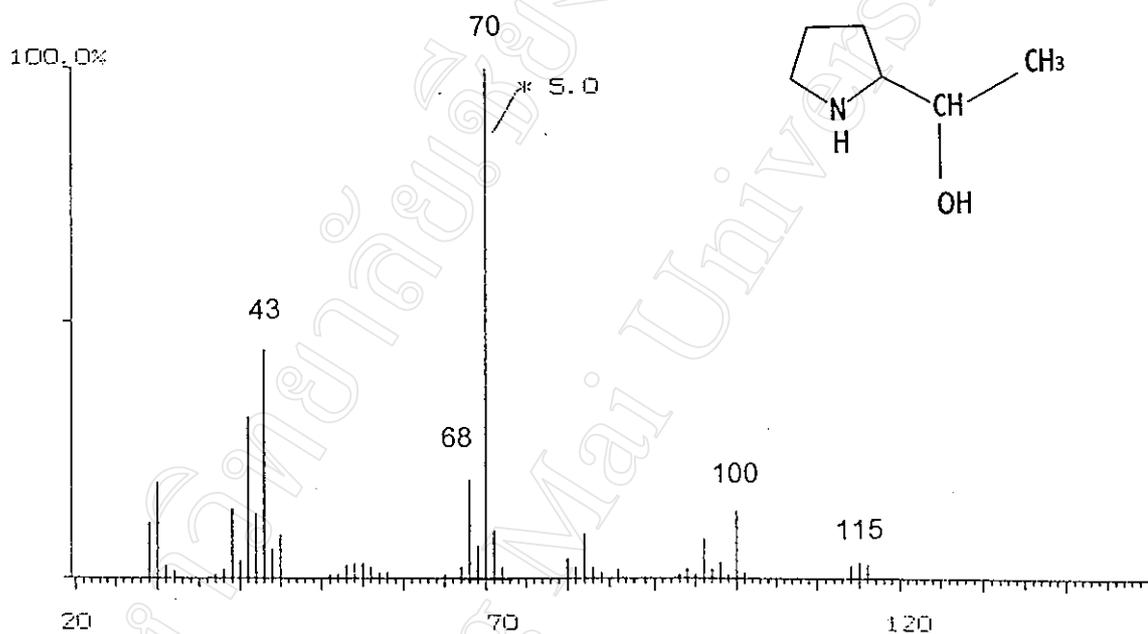
3.1.3 ผลการวิเคราะห์ผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาไฮโดรจิเนชันของสาร 2-acetyl-1-pyrrole ที่มี 5% rhodium on alumina เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา โดยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี

เมื่อนำสาร 2-acetyl-1-pyrrole ที่เป็นสารตั้งต้นมาทำปฏิกิริยาไฮโดรจิเนชัน โดยมี 5% rhodium on alumina เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จะได้ 2-(1-hydroxyethyl)pyrrolidine เป็นผลผลิต เมื่อนำผลผลิตมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี ตามสภาวะการทดลองดังหัวข้อ 2.2.2 (หน้า 31) จะให้โครมาโทแกรมที่วิเคราะห์ แสดงในรูป 3.5



รูป 3.5 โครมาโทแกรมแสดงองค์ประกอบของผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาไฮโดรจิเนชันของสาร 2-acetyl-1-pyrrole ที่มี 5% rhodium on alumina เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

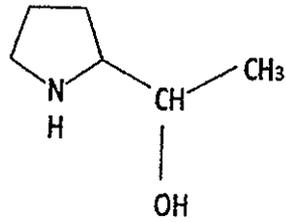
จากรูป 3.5 โครมาโทแกรมของผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาไฮโดรจิเนชัน พบว่า พีค  
ของผลผลิตหลัก ที่เวลารีเทนชัน เท่ากับ 7.90 นาที ให้แมสสเปคตรัม ดังรูป 3.6



รูป 3.6 แมสสเปคตรัมของผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาไฮโดรจิเนชันของ 2-acetyl-1-pyrrole  
ที่เวลารีเทนชัน เท่ากับ 7.90 นาที

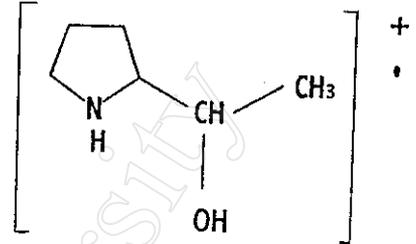
แมสสเปคตรัมที่ได้เทียบกับ แมสสเปคตรัมของสาร 2-(1-hydroxyethyl)  
pyrrolidine ที่ Buttery และคณะ<sup>20</sup> ได้รายงานไว้ ว่ามี m/e ที่ 115, 100, 70, 68, 82, 43 ดังนั้นพีค  
ของสารที่เวลารีเทนชันเท่ากับ 7.90 นาที คือสาร 2-(1-hydroxyethyl)pyrrolidine

จากรูป 3.6 แมสสเปคตรัมที่ได้ พบว่าลำดับการแตกตัวของสาร 2-(1-hydroxyethyl)pyrrolidine น่าจะแสดงได้ดังนี้

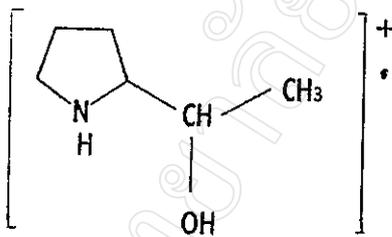


2-(1-hydroxyethyl)pyrrolidine

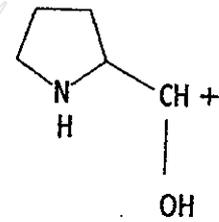
MW = 115



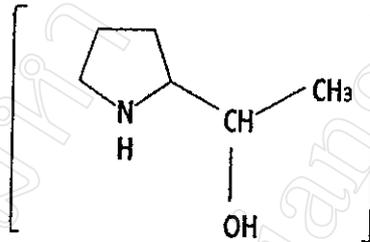
m/e = 115



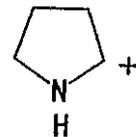
m/e = 115



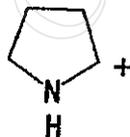
m/e = 100



m/e = 115



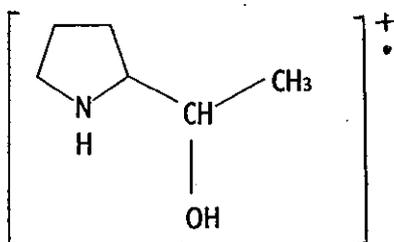
m/e = 70



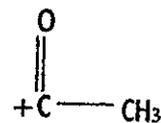
m/e = 70



m/e = 68



m/e = 115

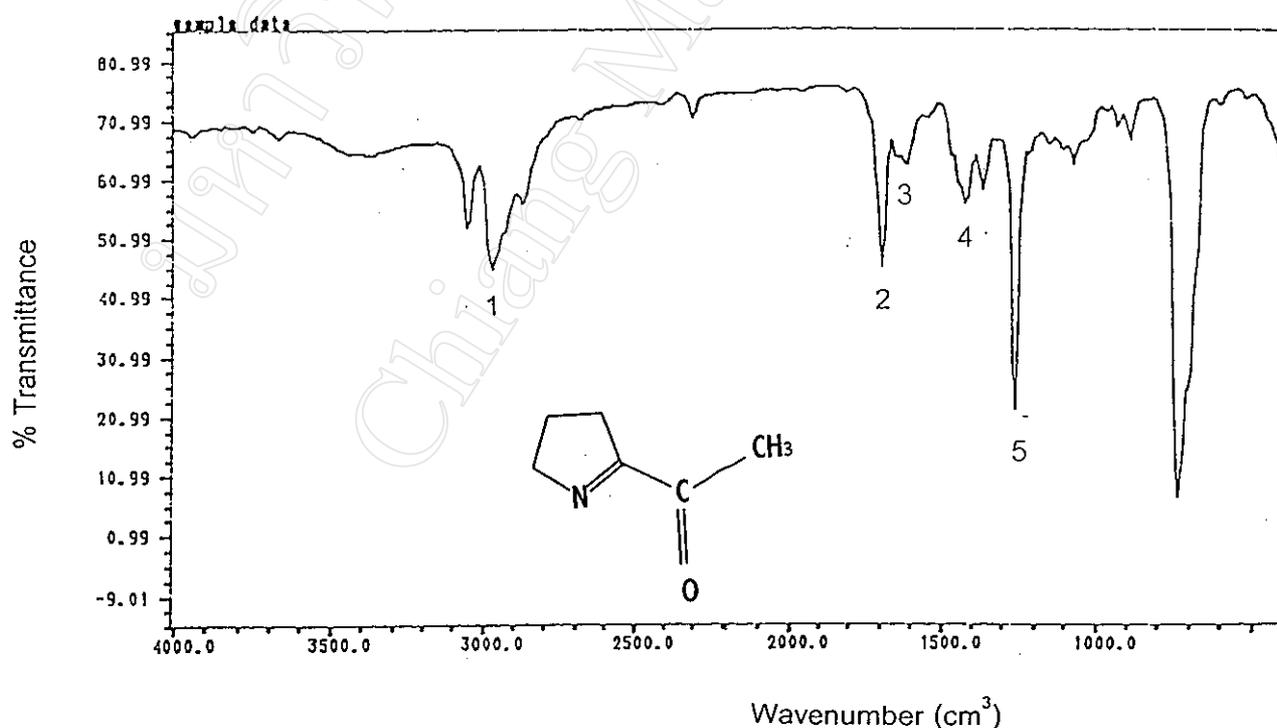


m/e = 43

ดังนั้นในการวิเคราะห์ผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาไฮโดรจิเนชันของสาร 2-acetyl-1-pyrrole ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/ แมสสเปคโทรมetrie สันนิษฐานโครงสร้างของ 2-(1-hydroxyethyl)pyrrolidine เพราะมีลำดับการแตกตัวของแมสสเปคตรัมที่สอดคล้องกัน

### 3.1.4 ผลการวิเคราะห์ผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชันของสาร 2-(1-hydroxyethyl)pyrrolidine ด้วยเทคนิคอินฟราเรดสเปคโตรสโคปี

เมื่อนำ 2-(1-hydroxyethyl)pyrrolidine มาทำปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยมี silver carbonate on celite เป็นตัวออกซิไดซ์ น่าจะได้สารหอม 2-acetyl-1-pyrroline เป็นผลผลิต เมื่อนำผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชันมาระเหยตัวทำละลายจนเหลือสารละลายชั้นเหลว นำมาหยดลงบนเซลล์ใส่สาร แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิคอินฟราเรดสเปคโตรสโคปี ได้ผลอินฟราเรดสเปคตรัม แสดงผลดังรูป 3.7 และรายละเอียดการวิเคราะห์อินฟราเรดสเปคตรัมของผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชันแสดงในตาราง 3.3 ซึ่งสอดคล้องกับหมู่ฟังก์ชันของสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline



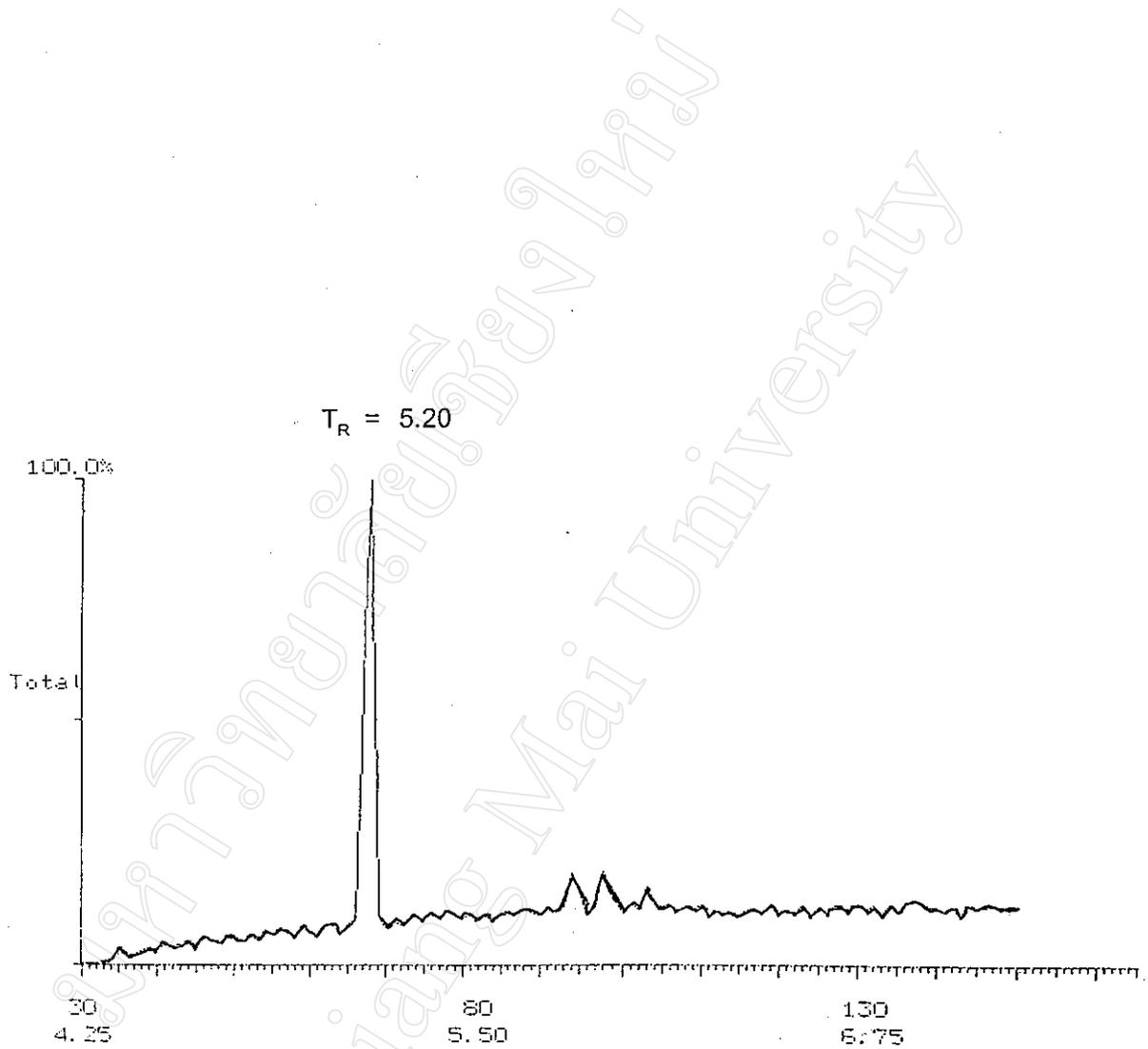
รูป 3.7 อินฟราเรดสเปคตรัมของผลผลิตที่ได้จากการทำปฏิกิริยาออกซิเดชันของสาร 2-(1-hydroxyethyl)pyrrolidine

ตาราง 3.3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของผลผลิตที่ได้จากการทำปฏิกิริยาออกซิเดชันของสาร 2-(1-hydroxyethyl)pyrrolidine ด้วยเทคนิคอินฟราเรดสเปกโทรสโคปี

ลำดับที่	ความถี่ ( $\text{cm}^{-1}$ )	หมู่ฟังก์ชัน (การสั่น)
1	2970	C-H (stretching)
2	1725	C=O (stretching)
3	1625	C=N (stretching)
4	1450	C-H (bending ของ $\text{CH}_2/\text{CH}_3$ )
5	1250	C-N (stretching)

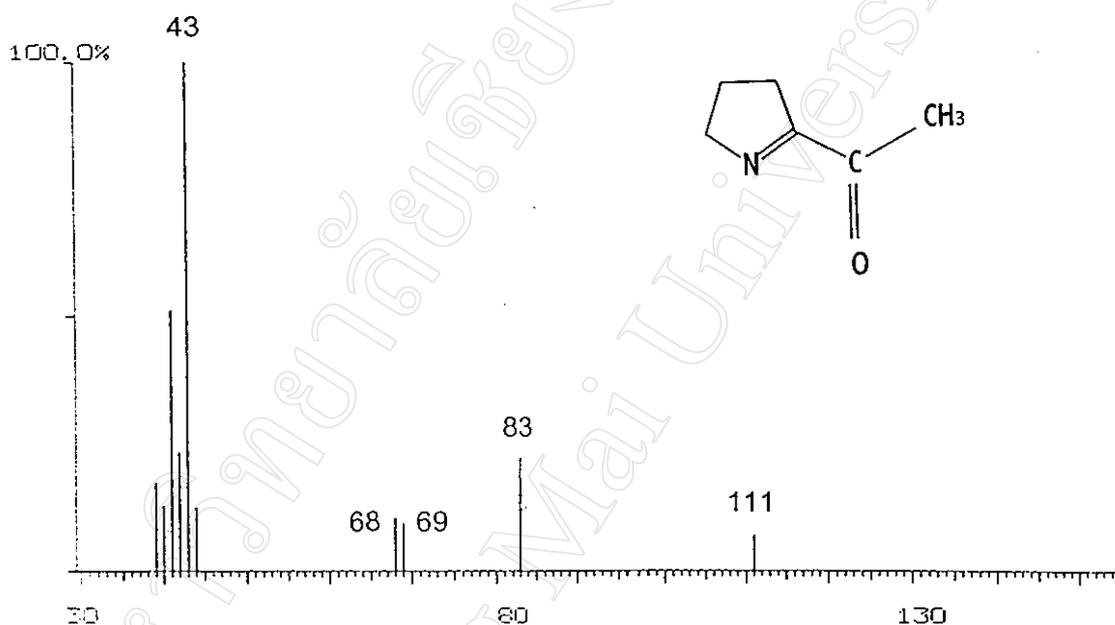
3.1.5 ผลการวิเคราะห์ผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชันของสาร 2-(1-hydroxyethyl)pyrrolidine วิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโตรเมตรี

เมื่อนำสาร 2-(1-hydroxyethyl)pyrrolidine มาทำปฏิกิริยาออกซิเดชัน ในตัวทำละลาย benzene โดยมี silver carbonate on celite เป็นตัวออกซิไดซ์ จะได้สารหอม 2-acetyl-1-pyrroline เป็นผลผลิตหลัก เมื่อนำสารผลผลิตที่ได้มาทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโตรเมตรี ตามสภาวะการทดลองในหัวข้อ 2.2.2 (หน้า 31) จะให้โครมาโทแกรมที่วิเคราะห์ ดังแสดงในรูป 3.8



รูป 3.8 โครมาโทแกรมแสดงองค์ประกอบของผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยออกซิเดชันของ 2-(1-hydroxyethyl)pyrrolidine โดยมี silver carbonate on celite เป็นตัวออกซิไดซ์

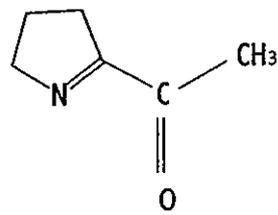
จากรูป 3.8 โคโรมาโทแกรมของผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชันของ 2-(1-hydroxyethyl)pyrrolidine พบว่าพีคผลผลิตหลักที่เวลารีเทนชันเท่ากับ 5.20 นาที ให้แมสสเปคตรัมดังรูป 3.9



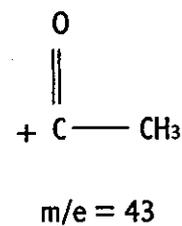
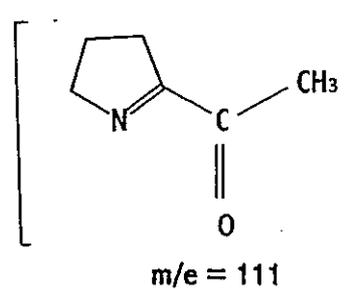
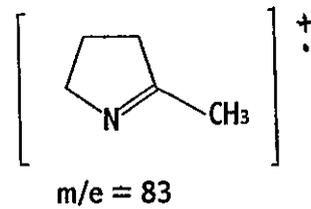
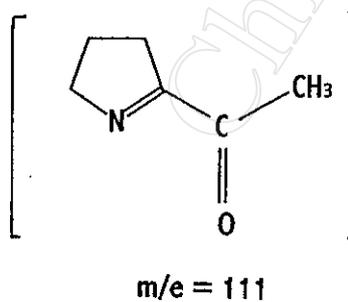
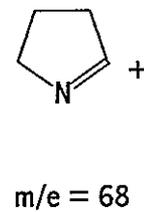
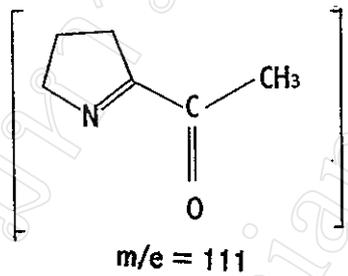
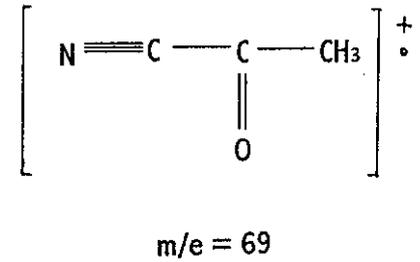
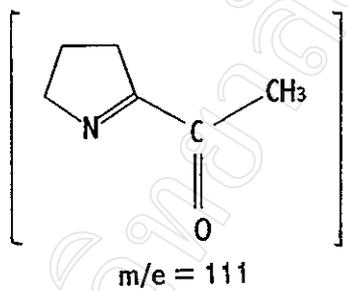
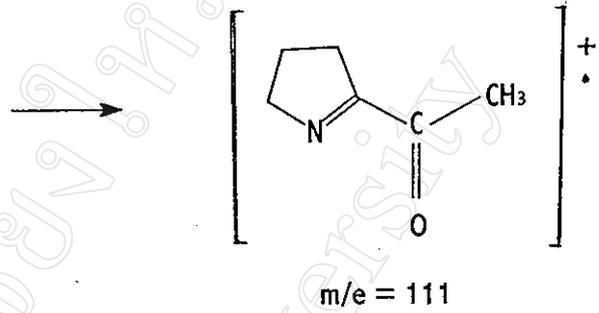
รูป 3.9 แมสสเปคตรัมของผลผลิตหลักที่ได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชันของ 2-(1-hydroxyethyl)pyrrolidine ที่มีเวลารีเทนชัน เท่ากับ 5.20 นาที

แมสสเปคตรัมที่ได้เทียบได้กับแมสสเปคตรัมของสาร 2-acetyl-1-pyrroline ที่ Buttery และคณะ<sup>20</sup> ได้รายงานไว้ ว่ามี m/e ที่ 43(100), 83(11), 69(11), 68(8), 111(5) ดังนั้นพีคของสารที่เวลารีเทนชันเท่ากับ 5.20 นาที คือสาร 2-acetyl-1-pyrroline

จากรูป 3.9 แมสสเปกตรัม พบว่าลำดับการแตกตัวของสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline น่าจะแสดงได้ดังนี้



2-acetyl-1-pyrroline  
MW = 111



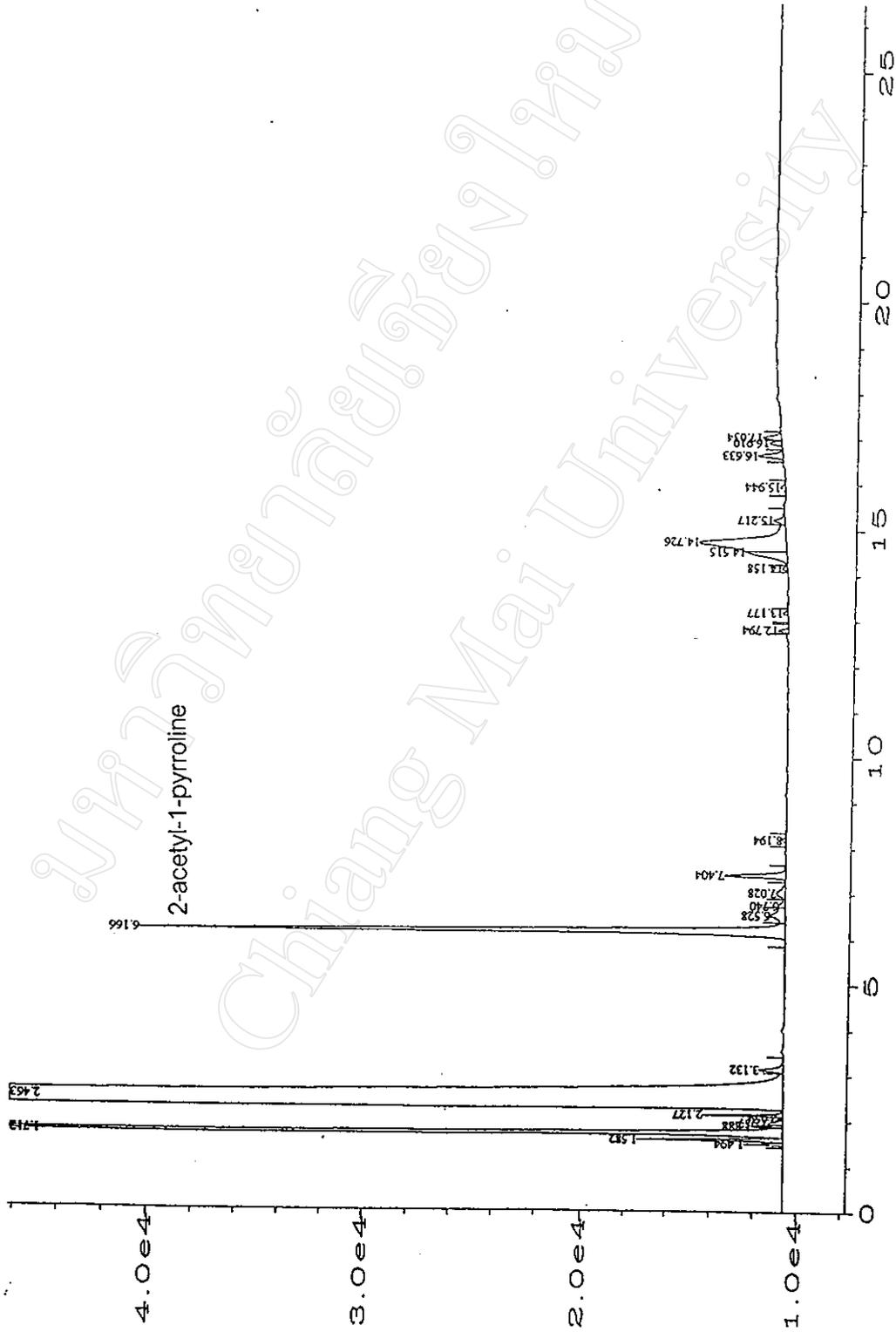
ในการวิเคราะห์ผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชันของสาร 2-(1-hydroxyethyl)pyrrolidine โดยมี silver carbonate on celite เป็นตัวออกซิไดซ์ ด้วยเทคนิค ก๊าซโครมาโทกราฟี/ แมสสเปคโตรเมตรี สัมพันธโคจรสร้างของสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline เพราะมีลำดับการแตกตัวของแมสสเปคตรัมที่สอดคล้องกัน

### 3.1.7 การวิเคราะห์ปริมาณสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline ในผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยา การสังเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี

ในการสังเคราะห์สารหอม 2-acetyl-1-pyrroline เพื่อใช้เป็นสารมาตรฐานในการ บอกลักษณะและปริมาณของสารหอมในตัวอย่างข้าว้นั้น มีข้อเสียคือ ตัวทำละลาย benzene มีความ เป็นพิษสูงเนื่องจากเป็นสารก่อมะเร็ง ทำให้ไม่สะดวกต่อการนำไปใช้งานและยากต่อการกำจัด จึง ทำการสกัดสารหอมที่สังเคราะห์ได้มาอยู่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ปรับพีเอชสารละลายให้ เป็นเบส แล้วสกัดสารหอมนี้ไปอยู่ในชั้นตัวทำละลาย dichloromethane ซึ่งเป็นตัวทำละลายที่มี จุดเดือดต่ำและกำจัดง่าย และคาดว่าเมื่อทำการสกัดสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline มาอยู่ในชั้น ตัวทำละลาย dichloromethane จะมีความบริสุทธิ์มากขึ้น

ในการทดลองเมื่อนำสารสังเคราะห์ 2-acetyl-1-pyrroline ในตัวทำละลาย benzene และในตัวทำละลาย dichloromethane มาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี ใช้ คอลัมน์ CP-WAX 51 ซึ่งมีสภาวะที่ใช้ในการทดลองดังหัวข้อ 2.2.2 (หน้า 32) จะได้โครมาโทแกรม ดังรูป 3.10 และ 3.11 ตามลำดับ

จากโครมาโทแกรมที่ได้ พบว่าผลผลิตจากการสังเคราะห์ 2-acetyl-1-pyrroline ในชั้นตัวทำละลาย benzene มีจำนวนองค์ประกอบมากกว่าในตัวทำละลาย dichloromethane การหาเปอร์เซ็นต์ของ 2-acetyl-1-pyrroline ต่อผลผลิตทั้งหมด แสดงในหัวข้อ 3.1.7 (ก) และ 3.1.7 (ข) (หน้า 61) จะพบว่า เปอร์เซ็นต์ของสาร 2-acetyl-1-pyrroline ต่อผลผลิต ทั้งหมดในชั้นตัวทำละลาย benzene จะมีค่าเท่ากับ 55 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้อยกว่าในตัวทำละลาย dichloromethane ที่มีค่าเท่ากับ 66 เปอร์เซ็นต์ และการคำนวณหาปริมาณสารสังเคราะห์ 2-acetyl-1-pyrroline เพื่อใช้ในการเตรียมสารละลายมาตรฐาน แสดงดังหัวข้อ 3.1.7 (ค) (หน้า 62)



รูป 3.10 แสดงโครมาโทแกรมของสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline สังเคราะห์ในตู้ทำ  
ละลาย benzene ที่วิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี



ก. การคำนวณเปอร์เซ็นต์ของสารสังเคราะห์ 2-acetyl-1-pyrroline ต่อผลผลิตทั้งหมดในตัวทำละลาย benzene

จากรูป 3.1 จะได้เปอร์เซ็นต์พื้นที่ผลผลิตทั้งหมดเท่ากับ 0.2936 และเปอร์เซ็นต์พื้นที่ที่ได้พืชของสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline เท่ากับ 0.1611 (จากการเครื่องก๊าซโครมาโทกราฟ) ดังนั้นคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของสารสังเคราะห์ 2-acetyl-1-pyrroline ต่อผลผลิตทั้งหมดในตัวทำละลาย benzene ได้ดังนี้

เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ที่ได้พืชของผลผลิตทั้งหมด	0.2936	คิดเป็น	100	ส่วน
เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ที่ได้พืชของสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline	0.1611	คิดเป็น	$100 \times 0.1611$	
			<hr/>	
			0.2936	
			=	55 %

ดังนั้นเปอร์เซ็นต์ของสาร 2-acetyl-1-pyrroline ต่อผลผลิตทั้งหมดในตัวทำละลาย benzene มีค่าเท่ากับ 55 %

ข. การคำนวณเปอร์เซ็นต์ของสารสังเคราะห์ 2-acetyl-1-pyrroline ต่อผลผลิตทั้งหมดในตัวทำละลาย dichloromethane

จากรูป 3.2 จะได้เปอร์เซ็นต์พื้นที่ผลผลิตทั้งหมดเท่ากับ 0.2310 และเปอร์เซ็นต์พื้นที่ที่ได้พืชของสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline เท่ากับ 0.1515 (เครื่องก๊าซโครมาโทกราฟ) ดังนั้นคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของสารสังเคราะห์ 2-acetyl-1-pyrroline ต่อผลผลิตทั้งหมดในตัวทำละลาย dichloromethane ได้ดังนี้

เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ที่ได้พืชของผลผลิตทั้งหมด	0.2310	คิดเป็น	100	ส่วน
เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ที่ได้พืชของสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline	0.1515	คิดเป็น	$100 \times 0.1515$	
			<hr/>	
			0.2310	
			=	66 %

ดังนั้นเปอร์เซ็นต์ผลผลิตของ 2-acetyl-1-pyrroline สังเคราะห์ในตัวทำละลาย dichloromethane เท่ากับ 66 %

- ค. การคำนวณหาความเข้มข้นของสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline ที่สังเคราะห์ในตัวทำละลาย benzene

มวลโมเลกุลของ 2-(1-hydroxyethyl)pyrrolidine เท่ากับ 115  
 เริ่มต้นปฏิกิริยาใช้ปริมาณ 2-(1-hydroxyethyl)pyrrolidine เท่ากับ 0.9724 กรัม

$$\text{คิดเป็น } \frac{0.9724}{115} = 8.46 \times 10^{-3} \text{ โมล}$$

$$= 8.46 \text{ มิลลิโมล}$$

จากการคำนวณเปอร์เซ็นต์ของสารสังเคราะห์ 2-acetyl-1-pyrroline ต่อผลผลิตทั้งหมดในตัวทำละลาย benzene มีค่าเท่ากับ 55 %

จะได้ว่า สาร 100 มิลลิโมล จะมี 2-acetyl-1-pyrroline 55 มิลลิโมล  
 ถ้าใช้สาร 8.46 มิลลิโมล จะมี 2-acetyl-1-pyrroline  $\frac{8.46 \times 55}{100}$  มิลลิโมล

$$= 4.65 \text{ มิลลิโมล}$$

มวลโมเลกุลของ 2-acetyl-1-pyrroline มีค่าเท่ากับ 111

ดังนั้น จะมี 2-acetyl-1-pyrroline เท่ากับ  $4.65 \times 111 = 516.16$  มิลลิกรัม

และในการสังเคราะห์สารหอม 2-acetyl-1-pyrroline จะอยู่ในสารละลาย benzene ทั้งหมด 23.0 มิลลิลิตร จะได้ว่าในการสังเคราะห์สารหอมจะมีปริมาณ 2-acetyl-1-pyrroline 516.16 มิลลิกรัม ในสารละลาย benzene 23.0 มิลลิลิตร หรือ 22.4 มิลลิกรัมต่อ มิลลิลิตร

### 3.1.8 ผลการทดสอบความหอมของสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline ที่สังเคราะห์

เมื่อนำสารตัวอย่าง ก, ข และ ค โดยที่

สาร ก คือ 2-(1-hydroxyethyl)pyrrolidine ละลายในน้ำกลั่น

สาร ข คือ 2-acetyl-1-pyrroline ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร

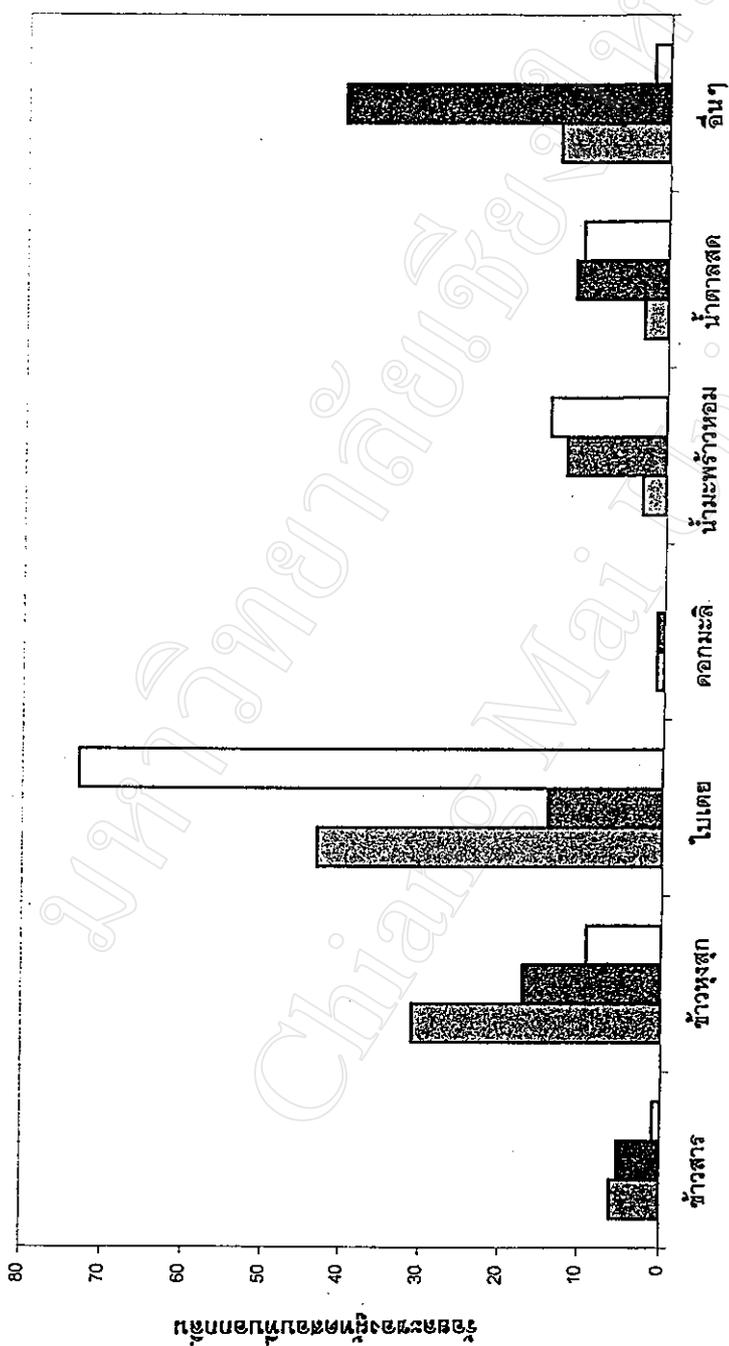
สาร ค คือ 2-acetyl-1-pyrroline ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกแล้วปรับพีเอชเป็นเบส

นำสารตัวอย่างทั้ง 3 ใส่ในขวดแก้วที่มีฝาปิด แล้วนำมาทดสอบกลิ่น โดยการดมจากนักเรียนและนักศึกษา จำนวน 122 คน และให้ผู้ทดสอบตอบว่า สารตัวอย่างในขวดแก้วมีกลิ่นเหมือนหรือใกล้เคียงกับกลิ่นอะไรมากที่สุด โดยมีตัวเลือกให้ ผลการทดสอบกลิ่นแสดงในตาราง 3.4 และรูป 3.12 แสดงแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบผลการทดสอบกลิ่น

ในการทดสอบกลิ่นหอมของสารสังเคราะห์ 2-acetyl-1-pyrroline จะทำการสกัดสารออกมาจากตัวทำละลาย benzene มาอยู่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (สารตัวอย่าง ข ) ผลการทดสอบกลิ่นพบว่า ร้อยละ 40 ของผู้ทดสอบกลิ่นจะไม่สามารถบอกได้ว่ามีกลิ่นเหมือนหรือใกล้เคียงกับกลิ่นอะไรเลย และมีเพียงร้อยละ 14 ของผู้ทดสอบกลิ่นที่ผู้ทดสอบบอกว่ามีกลิ่นเหมือนใบเตย และร้อยละ 17 ของผู้ทดสอบกลิ่นที่ผู้ทดสอบบอกว่ามีกลิ่นเหมือนข้าวหุงสุก แต่เมื่อทำการปรับพีเอชของสารละลายกรดให้เป็นเบสเล็กน้อย (สารตัวอย่าง ค ) พบว่าร้อยละ 73 ของผู้ทดสอบที่บอกว่ามีกลิ่นเหมือนใบเตย และร้อยละ 9 ของผู้ทดสอบกลิ่นที่บอกว่ามีกลิ่นเหมือนข้าวหุงสุก ดังแสดงในตาราง 3.4 และเมื่อนำสาร 2-(1-hydroxyethyl)pyrrolidine ละลายในน้ำกลั่นมาทดสอบกลิ่นพบว่าร้อยละ 43 ของผู้ทดสอบกลิ่นบอกว่ามีกลิ่นหอมเหมือนใบเตย และร้อยละ 31 ของผู้ทดสอบบอกว่ามีกลิ่นหอมเหมือนข้าวหุงสุก ดังแสดงในตาราง 3.4

ตาราง 3.4 ผลการทดสอบกลิ่น

ตัวอย่าง	ร้อยละของผู้ทดสอบที่บอกกลิ่น						
	ข้าวสาร	ข้าวหุงสุก	ใบเตย	ดอกมะลิ	น้ำมะพร้าว หอม	น้ำตาล สด	อื่นๆ
สาร ก	6	31	43	1	3	3	13
สาร ข	5	17	14	1	12	11	40
สาร ค	1	9	73	-	14	10	2



โดยที่ คือ 2-(1-hydroxyethyl)pyrrolidine ละลายในน้ำกลั่น  
 คือ 2-acetyl-1-pyrroline ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร  
 คือ 2-acetyl-1-pyrroline ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกแล้วปรับพีเอชเป็นเบส

รูป 3.12 แสดงแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบผลการทดสอบกลิ่น

### 3.2 ผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพขององค์ประกอบในสารสกัดจากเมล็ดข้าว

#### 3.2.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบสารระเหยในสารสกัดจากข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และข้าวพันธุ์หอมคลองหลวงที่สกัดด้วยไอน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์แบบต่อเนื่อง โดยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี และใช้คอลัมน์ DB-1

เมื่อนำสารสกัดจากข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่สกัดโดยวิธีการสกัดด้วยไอน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์แบบต่อเนื่อง โดยใช้ตัวอย่างข้าว 200 กรัม และเมื่อนำสารสกัดที่ได้มาทำให้เข้มข้นจนเหลือปริมาตร 0.25 มิลลิลิตร มาทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี คอลัมน์แบบคาปิลลารีชนิด DB-1 มีสภาวะที่ใช้ในการทดลองดังหัวข้อ 2.2.2 (หน้า 31) ได้ผลการแยกองค์ประกอบสารระเหยในสารสกัด แสดงโครมาโทแกรมดังรูป 3.13 และตาราง 3.5 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับแมสสเปคตรัมและโครงสร้างทางเคมีของสารระเหยที่เป็นองค์ประกอบในสารสกัด

ส่วนการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี ของสารสกัดจากข้าวพันธุ์หอมคลองหลวงที่สกัดด้วยไอน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์แบบต่อเนื่อง ใช้คอลัมน์ DB-1 มีสภาวะการทดลองเหมือนการวิเคราะห์สารสกัดจากข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่สกัดโดยวิธีการสกัดด้วยไอน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์แบบต่อเนื่อง ได้ผลการแยกองค์ประกอบสารระเหยในสารสกัดจากข้าวพันธุ์หอมคลองหลวง แสดงโครมาโทแกรมดังรูป 3.14 และตาราง 3.6 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับแมสสเปคตรัมและโครงสร้างทางเคมีของสารระเหยที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัด

ในการวิเคราะห์หาสารประกอบในสารสกัดทำได้โดยนำแมสสเปคตรัมของสารที่ได้เทียบกับแมสสเปคตรัมของสารมาตรฐานที่เก็บไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ เรียก Library search software จะมี 2 แบบ ได้แก่

Public library : NBS/ NIH/ EPA MASS SPECTRAL DATA BASE. Edition and publication by national bureau of standards, U.S. Department of commerce, washington D.C. 20234, U.S.A.

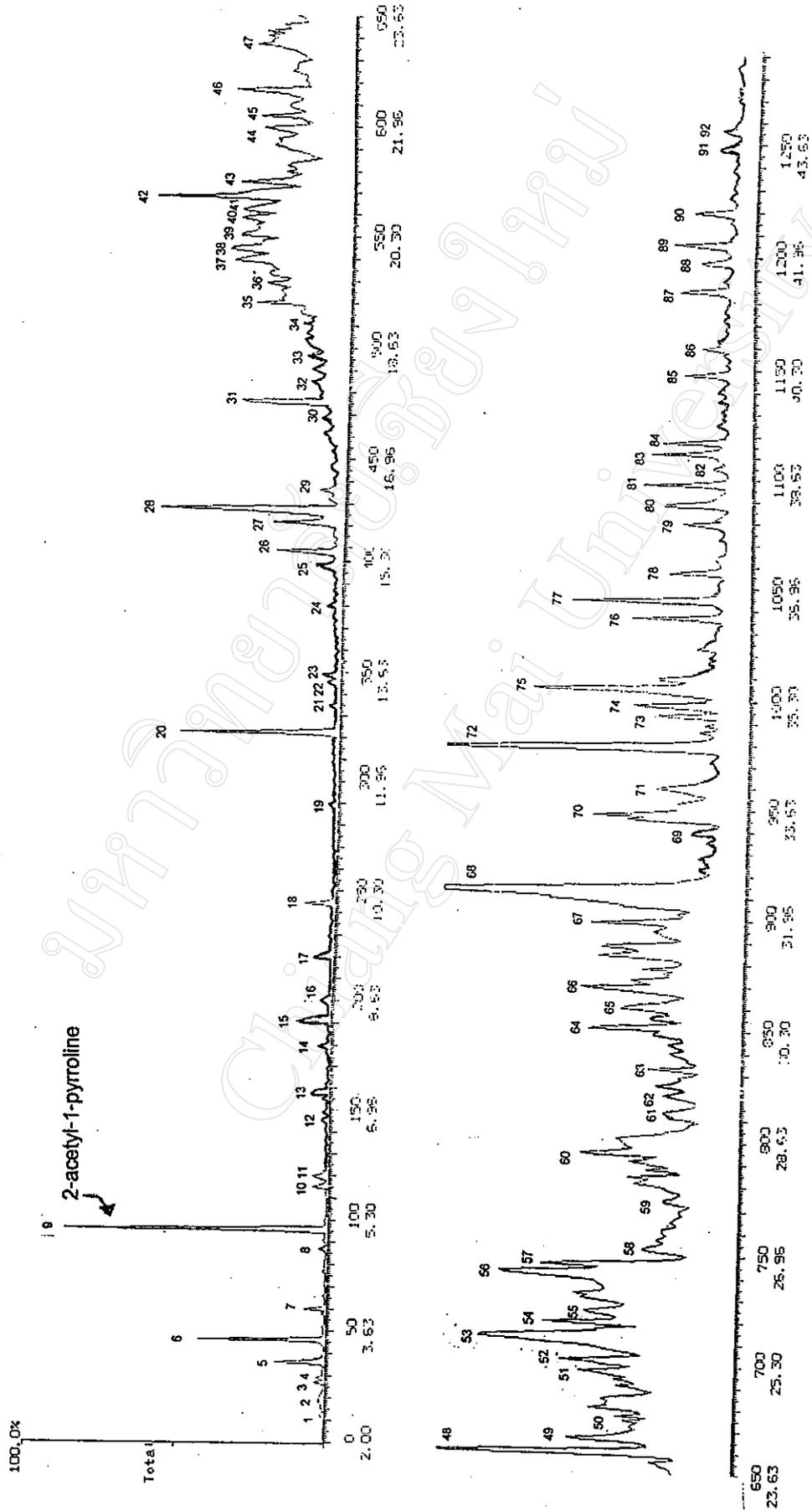
Public library : National Institute of Standards and Technology, NIST. Version 1.5 software by S. Stein, A. Levitsky, O. Fateev and G. Mallard. Copyright 1987, 1988, 1990, 1992, 1994, 1996, by U.S. Secretary of commerce on behalf of the United states.

ในการเปรียบเทียบแมสสเปคตรัมของสารที่ได้กับแมสสเปคตรัมของสารมาตรฐาน จะให้ผลการเปรียบเทียบออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ความเหมือน

ถ้าเปอร์เซ็นต์ความเหมือนมากกว่า 90 % จะถือว่าสารที่ได้เป็นสารตัวเดียวกันกับสารมาตรฐาน

ถ้าเปอร์เซ็นต์ความเหมือนอยู่ระหว่าง 70-89 % แทนด้วยสัญลักษณ์ ? คือ ไม่แน่ใจว่าสารที่ได้เป็นตัวเดียวกันกับสารมาตรฐาน

ถ้าเปอร์เซ็นต์ความเหมือนน้อยกว่า 70 % แทนด้วย Unknown คือ สารที่ได้ไม่มีในแมสสเปคตรัมของสารมาตรฐานที่เก็บไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์



รูป 3.13 แสดงองค์ประกอบสารระเหยในสารสกัดจากข้าวพันธุ์ชาตอมงละลี 105 ที่สกัดด้วยไฮโอน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์แบบต่อเนื่อง และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ DB-1

ตาราง 3.5 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับแมสสเปคตรัมและโครงสร้างทางเคมีของสารระเหยที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดจากข้าวพันธุชาวดอกมะลิ 105 ที่สกัดด้วยไอน้ำและตัวทำละลายอิมพัลส์แบบต่อเนื่อง และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ DB-1

องค์ประกอบที่	โครงสร้าง	m/z (% relative abundance)
1	Methane, oxybis/chloro, $C_2H_4Cl_2O$	79(100), 49(70), 81(40), 51(25), 59(15)
2	Pyridine, $C_4H_5N$	79(100), 52(85), 44(57), 51(50)
3	Unknown	42(100), 55(55), 70(30), 98(5)
4	Toluene, $C_7H_8$	91(100), 92(55), 39(25), 65(15), 51(12), 63(10)
5	Hexanal	44(100), 56(75), 41(75), 43(60), 57(60), 72(17), 82(15), 67(10), 71(10)
6	2-Furancarboxaldehyde, $C_5H_4O_2$	96(100), 95(95), 39(90), 38(40), 37(30), 67(20)
7	2-Furanmethanol, $C_5H_6O_2$	98(100), 41(95), 53(55), 81(48), 69(35), 70(30)
8	Unknown	44(100), 55(30), 70(30), 95(20), 110(10)
9	2-Acetyl-1-pyrroline, $C_6H_9ON$	43(100), 83(17), 68(10), 69(8), 111(8)
10	Unknown	42(100), 55(85), 85(25), 111(25)
11	? 2-Furancarboxaldehyde, 5-methyl, $C_6H_7O_2$	41(100), 55(65), 83(50), 70(30), 111(30)
12	? 7-Octen-4-ol, $C_8H_{16}O$	57(100), 43(45), 41(25), 72(15), 85(10), 70(10)
13	Furan, 2-pentyl-, $C_9H_{14}O$	81(100), 82(23), 138(15), 53(15), 39(10), 41(10)
14	Unknown	281(100), 44(35), 133(15), 73(15)

องค์ประกอบที่	โครงสร้าง	m/z (% relative abundance)
15	Limonene, C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	68(100), 67(70), 93(55), 79(30), 39(30), 53(25), 136(20), 107(20)
16	2-Octenal, C <sub>8</sub> H <sub>14</sub> O	41(100), 55(73), 70(65), 83(37), 97(10)
17	1-Octanol, C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> O	41(100), 56(90), 43(70), 69(51), 84(40), 83(35), 97(5)
18	Unknown	57(100), 41(80), 70(30), 82(25), 98(20), 207(10)
19	Unknown	44(100), 55(58), 70(43), 83(32), 96(12)
20	Unknown	73(100), 267(45)
21	Unknown	44(100), 81(95), 57(60), 55(45), 67(27), 95(15)
22	Unknown	120(100), 44(50), 91(45), 65(25)
23	Unknown	57(100), 43(96), 71(45), 85(25)
24	Unknown	43(100), 55(68), 57(65), 70(55), 73(50), 83(35), 147(20), 207(15), 221(25), 281(10), 295(15)
25	Decane, 3-chloro-, C <sub>10</sub> H <sub>21</sub> Cl	43(100), 41(98), 55(97), 56(78), 70(65), 69(64), 83(45), 97(20), 111(10), 112(10)
26	Unknown	81(100), 41(53), 55(28), 67(20), 95(12)
27	? Ethanone, 1-(2-hydroxy-5-methylphenyl), C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub>	135(100), 150(95), 77(40), 107(35), 43(35), 51(20)
28	? 2,4-Nonadienal, C <sub>9</sub> H <sub>14</sub> O	81(100), 41(48), 55(15), 67(15), 95(10), 53(10)

องค์ประกอบที่	โครงสร้าง	m/z (% relative abundance)
29	Tridecane, 4,8-dimethyl-, C <sub>15</sub> H <sub>32</sub>	57(100), 43(93), 71(45), 85(25), 98(8), 127(3)
30	Unknown	41(100), 57(95), 69(65), 83(45), 97(20), 101(10)
31	Unknown	73(100), 147(15), 45(12), 57(8), 59(7)
32	Unknown	57(100), 43(67), 69(78), 83(40), 97(20), 111(10)
33	Unknown	57(100), 43(98), 69(78), 83(40), 97(20), 111(10)
34	? 2-Methyl-7-nonadecene, C <sub>20</sub> H <sub>40</sub>	43(100), 57(95), 69(80), 83(50), 97(25), 111(12), 127(7)
35	Unknown	57(100), 43(90), 71(50), 85(27), 97(12), 111(5)
36	Unknown	57(100), 69(94), 43(82), 83(40), 97(22), 111(12)
37	Unknown	57(100), 43(70), 69(70), 83(38), 97(20), 111(10)
38	Unknown	57(100), 43(93), 69(83), 83(35), 97(30), 111(15)
39	Unknown	57(100), 43(75), 69(70), 83(45), 97(25), 111(10)
40	Unknown	43(100), 55(87), 69(87), 83(43), 97(25), 111(10)
41	Unknown	43(100), 69(95), 55(90), 83(52), 97(25), 111(13)
42	Unknown	43(100), 95(93), 69(80), 83(50), 97(30), 111(13)
43	Unknown	69(100), 43(98), 55(97), 83(55), 97(25), 111(10), 125(10)
44	Unknown	57(100), 43(93), 71(50), 85(25), 97(14), 111(8)
45	Unknown	57(100), 43(95), 69(70), 83(40), 97(30), 111(13)

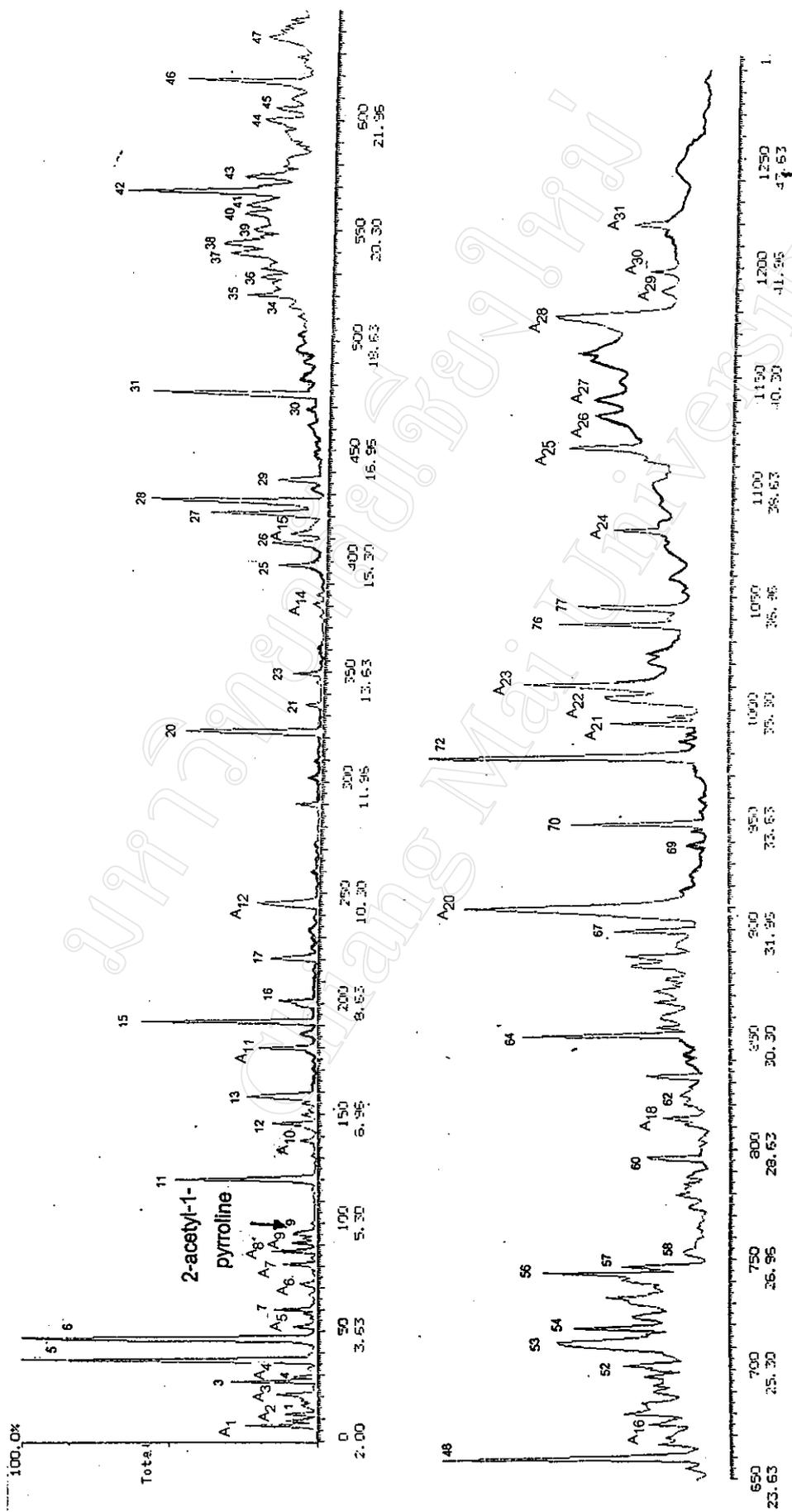
องค์ประกอบที่	โครงสร้าง	m/z (% relative abundance)
46	Unknown	73(100), 281(40), 147(32), 57(22), 43(22)
47	1-Decanol, 2-hexyl, C <sub>16</sub> H <sub>34</sub> O	57(100), 43(70), 69(53), 83(39), 97(24), 111(15), 125(5)
48	? Methane, bis(neopenthyloxy), C <sub>11</sub> H <sub>24</sub> O	71(100), 43(67), 57(13), 56(12), 55(11), 101(8)
49	Unknown	73(100), 57(78), 43(68), 69(57), 83(30), 147(25), 97(20), 111(20)
50	? Oxirane((dodecyloxy)methyl, C <sub>15</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub>	57(100), 43(62), 69(52), 83(25), 97(23), 111(15), 125(10)
51	Unknown	43(100), 57(57), 69(65), 83(45), 97(35), 111(18)
52	1-Dodecanol, 3,7,11-trimethyl-, C <sub>15</sub> H <sub>32</sub> O	57(100), 89(85), 43(78), 83(47), 97(29), 111(18), 125(14)
53	Unknown	57(100), 43(90), 69(77), 83(45), 97(32), 111(12)
54	Unknown	57(100), 43(84), 69(78), 83(48), 97(32), 111(20)
55	Unknown	57(100), 43(98), 69(93), 83(40), 97(29), 111(31)
56	Unknown	73(100), 43(51), 57(49), 149(32), 221(20), 281(15)
57	Unknown	57(100), 43(92), 71(67), 83(32), 97(20), 111(12), 149(18)
58	2-Ethyl-1-dodecanol, C <sub>14</sub> H <sub>30</sub> O	57(100), 43(84), 71(65), 83(29), 97(25), 111(13)

องค์ประกอบ	โครงสร้าง	m/z (% relative abundance)
59	Unknown	57(100), 43(93), 41(91), 69(65), 71(65), 83(37), 97(24), 107(19)
60	Unknown	73(100), 221(53), 147(37), 43(47), 57(36), 281(18), 295(17), 197(18)
61	Unknown	57(100), 43(83), 71(54), 85(30), 97(15)
62	Unknown	57(100), 43(83), 45(81), 71(46), 83(27), 97(20), 107(15), 111(17)
63	Unknown	45(100), 43(88), 57(92), 69(55), 85(32), 97(24), 107(22)
64	Unknown	57(100), 43(94), 71(53), 83(32), 97(23), 107(23)
65	Unknown	43(100), 57(83), 69(50), 71(50), 83(27), 84(27), 85(27), 97(21),
66	Unknown	73(100), 147(30), 281(24), 45(28), 43(25), 221(18)
67	Unknown	73(100), 221(72), 43(65), 57(54), 147(43), 69(39), 281(27), 295(26), 207(24)
68	Unknown	43(100), 55(82), 57(81), 69(68), 83(84), 107(20)
69	Unknown	57(100), 43(93), 71(45), 85(30), 97(27), 111(10), 125(5)
70	Unknown	73(100), 147(33), 281(30), 221(22), 43(13)
71	? 15-Tetracosenoic acid-methyl ester, $C_{25}H_{48}O_2$	55(100), 41(83), 69(61), 83(43), 97(34), 111(18), 125(9)
72	1-Octadecene, $C_{18}H_{36}$	43(100), 55(86), 83(63), 97(50), 111(23), 125(11)
73	Unknown	43(100), 57(62), 50(47), 71(49), 83(23), 85(22), 97(20), 111(12)

องค์ประกอบที่	โครงสร้าง	m/z (% relative abundance)
74	Unknown	73(100), 147(33), 221(22), 281(20), 207(8), 43(11), 125(11)
75	Unknown	57(100), 43(83), 71(53), 83(32), 85(32), 97(30), 111(17)
76	Unknown	73(100), 147(33), 221(24), 281(22), 43(10), 57(10), 207(10)
77	? 2-Hexyl-1-octanol, C <sub>14</sub> H <sub>30</sub> O	57(100), 43(75), 85(32), 83(11), 97(28), 111(17), 125(7)
78	Unknown	73(100), 221(83), 295(40), 281(28), 207(27), 43(26), 57(28)
79	Unknown	73(100), 221(60), 147(43), 43(26), 57(28), 295(25), 281(27), 207(21)
80	Ethanol, 2-(octadecyloxy)-, C <sub>20</sub> H <sub>42</sub> O	57(100), 43(83), 71(63), 85(40), 97(28), 111(15)
81	Unknown	73(100), 147(35), 221(28), 281(20), 207(12), 43(12), 57(14)
82	? Heptacosane, C <sub>27</sub> H <sub>56</sub>	57(100), 43(78), 71(58), 85(40), 97(15), 99(14), 113(10), 127(4)
83	Ethanol, 2-(dodecyloxy), C <sub>14</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub>	57(100), 43(77), 71(60), 85(36), 63(35), 97(27), 111(14)
84	Dotriacontane, C <sub>32</sub> H <sub>66</sub>	57(100), 43(82), 71(68), 85(38), 97(20), 111(10), 125(6)
85	Tetracosane, 12-decyl-12-nonyl, C <sub>43</sub> H <sub>88</sub>	57(100), 43(88), 71(67), 85(38), 97(18), 111(11)
86	Unknown	73(100), 221(69), 147(47), 57(43), 44(39), 207(24), 295(26)
87	Unknown	73(100), 147(37), 221(33), 281(29), 57(35), 43(310), 207(13)
88	Unknown	73(100), 147(34), 221(27), 57(27), 43(25), 281(20), 207(12)

องค์ประกอบที่	โครงสร้าง	m/z (% relative abundance)
89	Unknown	149(100), 57(60), 43(49), 71(38), 167(33), 83(15), 113(12)
90	Unknown	73(100), 221(85), 57(63), 43(55), 147(49), 295(40), 207(28), 281(23), 85(23)
91	Unknown	149(100), 57(60), 43(48), 71(38), 167(34), 83(23), 107(12), 280(6), 279(7)
92	Unknown	73(100), 221(77), 57(60), 43(57), 43(57), 147(50), 295(36), 207(27), 281(22)

รวมแล้วมีองค์ประกอบทั้งหมด 92 องค์ประกอบ



รูป 3.14 แสดงองค์ประกอบสารระเหยในสารสกัดจากข้าวพันธุ์หอมคลองหลวง ที่สกัดด้วยไอน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์แบบต่อเนื่อง และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ DB-1

ตาราง 3.6 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับแมสสเปคตรัมและโครงสร้างทางเคมีของสารระเหยที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดจากข้าวที่หมักแบบลดอุณหภูมิ ที่สกัดด้วยไอน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์แบบต่อเนื่อง และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ DB-1

องค์ประกอบที่	โครงสร้าง	m/z (% relative abundance)
A <sub>1</sub>	Pentanol, C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O	44(100), 41(40), 58(40), 57(30), 71(5)
A <sub>2</sub>	2-Pentanol, C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O	45(100), 43(25), 55(25), 59(10)
1	Methane, oxybis/chloro, C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub> O	79(100), 81(45), 49(60), 51(30)
A <sub>3</sub>	1H-Pyrrole, C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	67(100), 39(75), 41(70), 40(65), 52(5)
3	Unknown	42(100), 55(60), 70(40), 57(30)
4	Toluene, C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	91(100), 92(55), 39(28), 65(18), 51(15), 63(10)
A <sub>4</sub>	2-Hexanone, C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O	43(100), 58(40), 47(20), 61(17), 85(7), 100(5)
5	Hexanal, C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O	44(100), 41(80), 42(60), 56(60), 57(50), 77(18), 82(8)
6	2-Furancarboxaldehyde, C <sub>5</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	96(100), 95(98), 39(93), 67(10), 50(5), 33(5)
A <sub>5</sub>	2-Pentanone, 4-hydroxyaldehyde	43(100), 59(35), 80(15), 101(15), 58(15), 81(10)
7	2-Furanmethanol, C <sub>5</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	98(100), 41(95), 53(57), 81(53), 69(35), 70(25)
A <sub>6</sub>	1-Hexanol	56(100), 55(55), 42(60), 41(60), 55(55), 69(27), 84(5)
A <sub>7</sub>	2-Heptanone	43(100), 58(50), 71(10), 41(10), 59(10), 114(5), 55(5)
A <sub>8</sub>	Unknown	44(100), 67(36), 104(30), 96(29), 55(23), 78(18)
A <sub>9</sub>	Unknown	44(100), 70(51), 55(42), 57(37), 81(23), 95(17)

องค์ประกอบที่	โครงสร้าง	m/z (% relative abundance)
9	2-Acetyl-1-pyrroline, C <sub>6</sub> H <sub>9</sub> ON	43(100), 83(15), 68(10), 69(9), 111(5)
11	? 2-Furancarboxaldehyde, 5-methyl-, C <sub>5</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	110(100), 53(68), 39(23), 81(12), 77(12)
A <sub>10</sub>	? 1-octanol	41(100), 56(98), 43(90), 70(77), 55(60), 69(50), 68(25)
12	? 7-octen-4-ol, C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O	57(100), 43(40), 41(20), 72(15), 85(10), 95(10)
13	Furan, 2-pentyl-, C <sub>9</sub> H <sub>14</sub> O	81(100), 82(20), 53(18), 39(13), 41(13), 138(10),
A <sub>11</sub>	Unknown	81(100), 282(68), 281(66), 65(22), 39(16), 120(17)
15	Limonene, C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	68(100), 67(75), 93(50), 79(27), 39(33), 53(25), 107(14), 121(14), 136(10)
16	2-Octenal, C <sub>8</sub> H <sub>14</sub> O	41(100), 55(69), 70(55), 83(32), 97(7)
17	? 1-Octanol, C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> O	44(100), 58(95), 69(56), 84(32), 83(31)
A <sub>12</sub>	Unknown	41(100), 57(97), 70(30), 82(20), 98(16)
A <sub>13</sub>	Unknown	41(100), 44(98), 70(60), 57(50), 83(36), 96(13), 107(5), 115(5)
20	Unknown	73(100), 267(52)
21	Unknown	41(100), 81(92), 57(61), 55(40), 67(33), 95(15)
23	Unknown	43(100), 57(98), 71(43), 85(23)
A <sub>14</sub>	? Dodecanoic acid, 1,3-hydroxy, C <sub>12</sub> H <sub>24</sub> O <sub>3</sub>	43(100), 55(65), 70(55), 83(30), 98(12), 107(9)

องค์ประกอบที่	โครงสร้าง	m/z (% relative abundance)
25	Decane,3-cholo-, C <sub>10</sub> H <sub>21</sub> Cl	43(100), 41(90), 55(93), 56(83), 69(58), 83(39), 111(20), 112(20), 97(17)
26	Unknown	81(100), 41(53), 55(27), 67(20), 95(10)
A <sub>15</sub>	Unknown	44(100), 135(47), 92(15), 179(15), 180(14)
27	Ethanone, 1-(2-hydroxy-5-methylphenyl), C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub>	135(100), 150(93), 77(39), 107(33), 44(30)
28	? 2,4-Nonadienal, C <sub>9</sub> H <sub>14</sub> O	81(100), 41(42), 55(17), 67(15), 95(8), 53(6)
29	Tridecane, 4,8-dimethyl-, C <sub>15</sub> H <sub>32</sub>	57(100), 43(98), 71(53), 85(24), 98(7), 127(3)
30	Unknown	41(100), 55(89), 69(65), 83(53), 97(19), 101(8)
31	Unknown	73(100), 147(13)
34	2-Methyl-7-nonadecene, C <sub>20</sub> H <sub>40</sub>	43(100), 55(88), 69(80), 83(53), 97(26), 111(12), 125(5), 126(5)
35	Unknown	57(100), 43(96), 71(53), 85(24), 98(12), 111(5)
36	Unknown	57(100), 69(89), 43(82), 83(42), 97(19), 111(12)
37	Unknown	57(100), 43(69), 69(69), 83(33), 97(23), 111(8)
38	Unknown	57(100), 43(83), 69(77), 83(42), 97(30), 111(8)
39	Unknown	43(100), 57(93), 69(80), 83(33), 97(27), 111(12)

องค์ประกอบที่เป็น	โครงสร้าง	m/z (% relative abundance)
40	Unknown	43(100), 69(94), 55(94), 83(45), 97(27), 111(13)
41	Unknown	43(100), 55(93), 69(92), 83(52), 97(24), 111(12)
42	Unknown	43(100), 55(95), 69(70), 83(53), 97(33), 111(14)
43	Unknown	43(100), 55(87), 69(88), 83(52), 97(24), 111(9), 125(7)
44	Unknown	57(100), 43(96), 71(53), 85(28), 97(13)
45	Unknown	43(100), 57(95), 69(58), 74(36), 97(28), 111(12)
46	Unknown	73(100), 282(42), 147(34)
47	1-Decanol, 2-hexyl, C <sub>16</sub> H <sub>34</sub> O	57(100), 43(75), 69(52), 83(32), 97(28), 111(17), 125(5)
48	? Methane, bis(neopentyloxy), C <sub>11</sub> H <sub>24</sub> O	71(100), 43(63), 57(10), 56(11), 55(9), 101(3)
A <sub>16</sub>	2-Hexyl-1-octanol, C <sub>14</sub> H <sub>30</sub> O	57(100), 43(85), 71(53), 85(30)
52	1-Dodecanol, 3,7,11-trimethyl, C <sub>15</sub> H <sub>32</sub> O	57(100), 69(90), 43(68), 83(47), 97(34), 111(20), 125(15)
53	Unknown	57(100), 43(95), 69(78), 83(54), 97(32), 111(8)
54	Unknown	57(100), 43(90), 69(82), 83(50), 97(36), 111(20)
56	Unknown	73(100), 149(25), 221(20), 281(14)
57	Unknown	57(100), 43(850), 71(68), 85(32)

องค์ประกอบที่	โครงสร้าง	m/z (% relative abundance)
58	2-Ethyl-1-dodecanol, C <sub>14</sub> H <sub>30</sub> O	57(100), 43(87), 71(60), 85(26), 97(19), 111(10), 125(5)
60	Unknown	73(100), 147(34), 221(42), 207(20), 43(34), 57(34)
62	Unknown	57(100), 43(75), 71(45), 83(25), 97(20), 111(15)
A <sub>18</sub>	Unknown	43(100), 57(93), 69(67), 83(35), 97(23), 107(25)
64	Unknown	57(100), 43(90), 71(68), 83(33), 97(20), 107(22)
67	Unknown	73(100), 221(76), 147(48), 43(27), 57(27), 282(27), 207(27), 295(26)
A <sub>20</sub>	Nonadecanoic acid, C <sub>19</sub> H <sub>38</sub> O <sub>2</sub>	73(100), 57(70), 73(75), 85(22), 97(15), 129(23)
69	Unknown	57(100), 43(97), 71(53), 85(34), 97(23), 111(10), 125(5)
70	Unknown	73(100), 147(33), 282(30), 221(22)
72	1-Octadecene, C <sub>18</sub> H <sub>36</sub>	43(100), 55(85), 83(67), 69(65), 97(50), 111(25), 125(10)
A <sub>21</sub>	Unknown	106(100), 43(78), 55(80), 69(47), 83(73), 91(52)
A <sub>22</sub>	Unknown	41(100), 67(99), 55(96), 81(72), 91(47)
A <sub>23</sub>	Unknown	55(100), 41(86), 69(54), 83(38), 97(28), 111(8)
76	Unknown	73(100), 106(30), 147(33), 222(25), 282(23)
77	2-Hexyl-1-octanol, C <sub>14</sub> H <sub>30</sub> O	57(100), 43(80), 71(50), 83(30), 97(27), 111(15), 125(5)

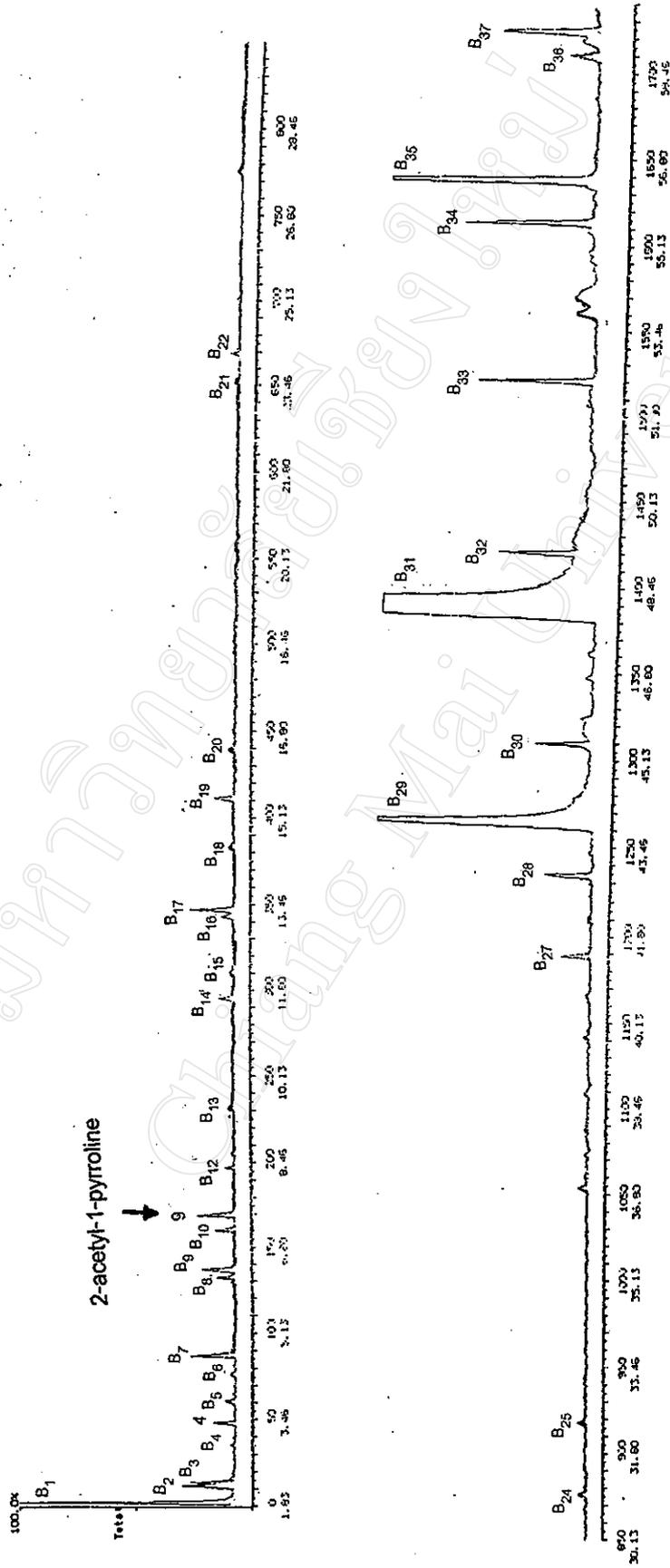
องค์ประกอบที่	โครงสร้าง	m/z (% relative abundance)
A <sub>24</sub>	Unknown	106(100), 73(69), 91(43), 147(30), 221(43), 43(37), 55(24)
A <sub>25</sub>	Unknown	106(100), 91(45), 73(34), 43(18), 55(18)
A <sub>26</sub>	Unknown	106(100), 91(43), 55(20), 43(19)
A <sub>27</sub>	Unknown	106(100), 91(40), 95(20), 43(17)
A <sub>28</sub>	Unknown	106(100), 91(44), 69(35), 55(22), 41(25)
A <sub>29</sub>	Unknown	106(100), 91(43), 55(29), 44(43)
A <sub>30</sub>	Unknown	106(100), 43(30), 55(28), 73(46), 91(40), 147(18)
A <sub>31</sub>	Unknown	106(100), 149(69), 91(43), 43(29), 57(51), 71(30), 167(23)

รวมแล้วมีองค์ประกอบทั้งหมด 82 องค์ประกอบ

3.2.2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบในสารสกัดจากการสกัดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และข้าวพันธุ์หอมคลองหลวงที่สกัดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร โดยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/ แมสสเปคโตรเมตรี และใช้คอลัมน์ DB-1

สารสกัดจากข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ปริมาณ 200 กรัม ที่สกัดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร แล้วสกัดมาอยู่ในตัวทำละลาย dichloromethane เมื่อนำสารสกัดที่ได้มาทำให้เข้มข้นจนเหลือปริมาตร 0.25 มิลลิลิตร มาทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/ แมสสเปคโตรเมตรี โดยใช้คอลัมน์ DB-1 และมีสภาวะการทดลองดังหัวข้อ 2.3.2 (หน้า 35) ผลการแยกองค์ประกอบของสารในสารสกัด แสดงโครมาโทแกรมดังรูป 3.15 และตาราง 3.7 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับแมสสเปคตรัมและโครงสร้างทางเคมีของสารที่เป็นองค์ประกอบในสารสกัด

ส่วนสารสกัดจากข้าวพันธุ์หอมคลองหลวงที่สกัดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/ แมสสเปคโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ DB-1 และมีสภาวะการทดลองเหมือนกับการวิเคราะห์สารสกัดจากข้าวกล้องพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่สกัดโดยวิธีการสกัดด้วยสารละลายกรด ได้ผลการแยกองค์ประกอบของสารในสารสกัดจากข้าวพันธุ์หอมคลองหลวง ดังแสดงโครมาโทแกรมในรูป 3.16 และตาราง 3.8 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับแมสสเปคตรัมและโครงสร้างทางเคมีของสารที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัด



รูป 3.15 แสดงองค์ประกอบของสารในสารสกัดจากข้าวฟ่างที่ขาดอะซิติล 105 ที่สกัดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก  
เข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ DB-1

ตาราง 3.7 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับแมสสเปคตรัมและโครงสร้างทางเคมีของสารที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดจากข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่สกัดด้วยสารละลายยากรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/ แมสสเปคโตรเมตรี ใช้คอลัมน์

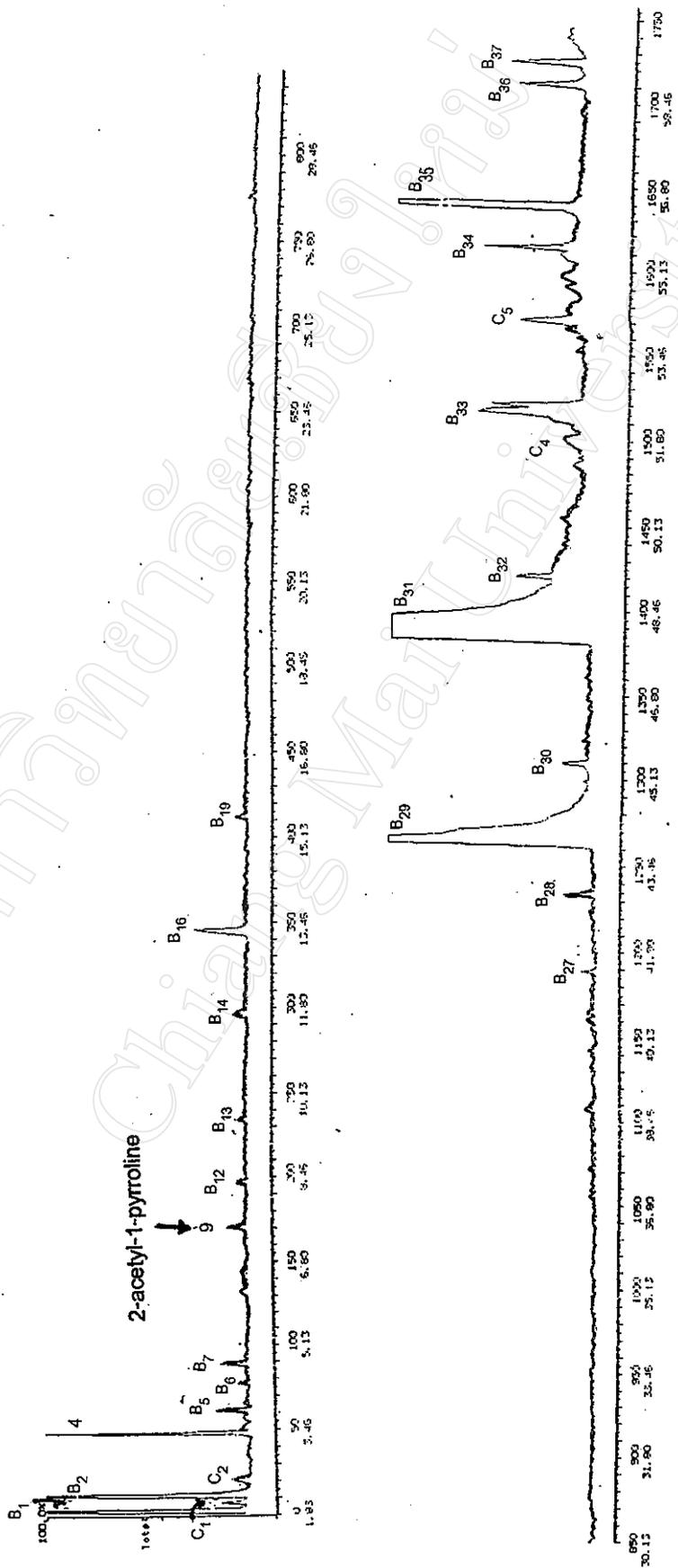
DB-1

องค์ประกอบที่	โครงสร้าง	m/z (% relative abundance)
B <sub>1</sub>	Acetic acid, methyl ester, C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	43(100), 45(27), 61(14), 70(9), 88(3), 73(3)
B <sub>2</sub>	Benzene, C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	78(100), 51(39), 39(35), 50(35), 52(35), 77(25), 63(7)
B <sub>3</sub>	Unknown	56(100), 41(98), 84(44), 69(24)
B <sub>4</sub>	Unknown	44(100), 40(57), 58(30)
4	Toluene, C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	91(100), 92(57), 39(34), 65(18), 51(14), 63(12)
B <sub>5</sub>	Unknown	44(100), 41(55), 56(30), 57(24)
B <sub>6</sub>	Unknown	44(100), 41(58), 40(53), 57(28)
B <sub>7</sub>	Unknown	43(100), 59(40), 101(12), 83(3)
B <sub>8</sub>	Cyclohexanone, C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	55(100), 42(94), 98(28), 69(26), 70(20)
B <sub>9</sub>	Cyclohexanol, C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O	57(100), 44(53), 41(37), 82(36), 71(13)
B <sub>10</sub>	Unknown	75(100), 39(48), 49(42), 77(39), 44(38), 61(30), 110(29), 97(24), 112(19)
9	2-Acetyl-1-pyrroline, C <sub>6</sub> H <sub>9</sub> ON	43(100), 83(22), 68(10), 69(8), 111(7)

องค์ประกอบที่	โครงสร้าง	m/z (% relative abundance)
B <sub>12</sub>	Unknown	44(100), 41(76), 84(67), 57(65), 55(62), 69(58)
B <sub>13</sub>	Unknown	44(100), 40(59), 55(34), 71(47), 70(41)
B <sub>14</sub>	Unknown	57(100), 44(52), 41(31), 80(23), 81(15), 71(14), 88(10)
B <sub>15</sub>	Unknown	44(100), 40(74), 55(74)
B <sub>16</sub>	2-Acetyl-1-pyrrole, C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> NO	94(100), 109(71), 66(70), 39(62)
B <sub>17</sub>	Unknown	81(100), 39(37), 41(30), 55(18)
B <sub>18</sub>	Unknown	43(100), 44(95), 57(57), 40(58), 71(48)
B <sub>19</sub>	Unknown	44(100), 57(90), 55(77), 69(20), 70(23), 81(15)
B <sub>20</sub>	Unknown	44(100), 40(63), 57(33)
B <sub>21</sub>	Unknown	44(100), 40(63), 57(63), 71(53), 85(33)
B <sub>22</sub>	Undecane, C <sub>11</sub> H <sub>24</sub>	43(100), 57(83), 71(41), 55(27), 85(23),
B <sub>24</sub>	? Undecane, 4,7-dimethyl, C <sub>13</sub> H <sub>28</sub>	43(100), 57(80), 71(55), 85(35)
B <sub>25</sub>	Unknown	44(100), 71(55), 40(54), 57(52), 85(32)
B <sub>27</sub>	Unknown	73(100), 147(21), 44(15)
B <sub>28</sub>	Unknown	73(100), 147(21), 44(15)

องค์ประกอบที่	โครงสร้าง	m/z (% relative abundance)
B <sub>29</sub>	? Heptadecanoic acid, C <sub>17</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>	43(100), 60(76), 73(74), 55(61), 57(60), 69(26), 71(27), 129(21), 83(18), 85(17), 97(13), 115(8)
B <sub>30</sub>	Unknown	73(100), 147(29)
B <sub>31</sub>	? 9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)- C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	67(100), 41(93), 55(75), 81(69), 95(43), 109(15), 123(5)
B <sub>32</sub>	Unknown	73(100), 147(27), 41(11), 55(10)
B <sub>33</sub>	Unknown	73(100), 147(30)
B <sub>34</sub>	Unknown	73(100), 147(33)
B <sub>35</sub>	Unknown	149(100), 57(48), 43(40), 71(28), 73(8)
B <sub>36</sub>	Unknown	43(100), 57(78), 71(42), 69(41), 133(40), 149(28), 83(22), 95(21), 97 (18), 117(15), 55(12)
B <sub>37</sub>	Unknown	73(100), 149(35)

รวมแล้วมีองค์ประกอบทั้งหมด 36 องค์ประกอบ



รูป 3.6 แสดงองค์ประกอบของสารในสารสกัดจากข้าวพันธุ์หอมคลองหลวง ที่สกัดด้วยสารละลายเฮกไซตรคลอริก

เข้มข้น 0.1 มิลลิกรัม และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ DB-1

ตาราง 3.8 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับแมสสเปคตรัมและโครงสร้างทางเคมีของสารที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดจากข้าวพันธุ์หอมคลองหลวง ที่สกัดด้วยสารละลายยากรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ DB-1

องค์ประกอบที่	โครงสร้าง	m/z (% relative abundance)
B <sub>1</sub>	Acetic acid, methyl ester, C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	43(100), 45(14), 61(12), 70(9), 88(5), 73(5)
C <sub>1</sub>	Unknown	59(100), 43(87), 41(57), 73(52), 55(52), 49(24)
B <sub>2</sub>	Benzene, C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	78(100), 51(30), 50(30), 52(28), 39(23), 77(22), 63(5)
C <sub>2</sub>	Unknown	45(100), 40(21), 55(18)
4	Toluene, C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	91(100), 92(58), 39(24), 65(18), 63(15), 51(12),
B <sub>5</sub>	Unknown	44(100), 41(55), 56(30), 57(24)
B <sub>6</sub>	Unknown	44(100), 41(58), 40(53), 57(28),
B <sub>7</sub>	Unknown	43(100), 59(34), 101(18), 83(3)
9	2-Acetyl-1-pyrroline, C <sub>6</sub> H <sub>9</sub> ON	43(100), 83(19), 68(12), 69(10), 111(5)
B <sub>12</sub>	Unknown	44(100), 41(87), 57(80), 69(67), 55(63), 84(48),
B <sub>13</sub>	Unknown	43(100), 40(50), 70(45), 71(42),
B <sub>14</sub>	Unknown	71(100), 44(68), 45(68), 41(45), 57(26)

องค์ประกอบที่	โครงสร้าง	m/z (% relative abundance)
B <sub>16</sub>	2-Acetyl-1-pyrrole, C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> NO	94(100), 109(70), 66(75), 39(59)
B <sub>19</sub>	Unknown	44(100), 41(57), 57(40), 55(25)
B <sub>27</sub>	Unknown	73(100), 147(24), 44(24)
B <sub>28</sub>	Unknown	149(100), 41(24)
B <sub>29</sub>	? Heptadecanoic acid, C <sub>17</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>	43(100), 73(73), 60(71), 55(59), 57(59), 69(30), 71(30), 83(28), 85(25), 129(18), 97(12), 115(7)
B <sub>30</sub>	Unknown	73(100), 147(24)
B <sub>31</sub>	? 9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)- C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	67(100), 41(93), 55(75), 81(69), 95(43), 109(15), 123(5)
B <sub>32</sub>	Unknown	73(100), 41(36), 55(35), 147(28)
C <sub>4</sub>	Unknown	73(100), 147(38), 55(20), 41(16)
B <sub>33</sub>	Unknown	73(100), 147(28)
C <sub>5</sub>	Unknown	69(100), 41(52), 81(52), 55(25), 95(15)
B <sub>34</sub>	Unknown	73(100), 147(33)

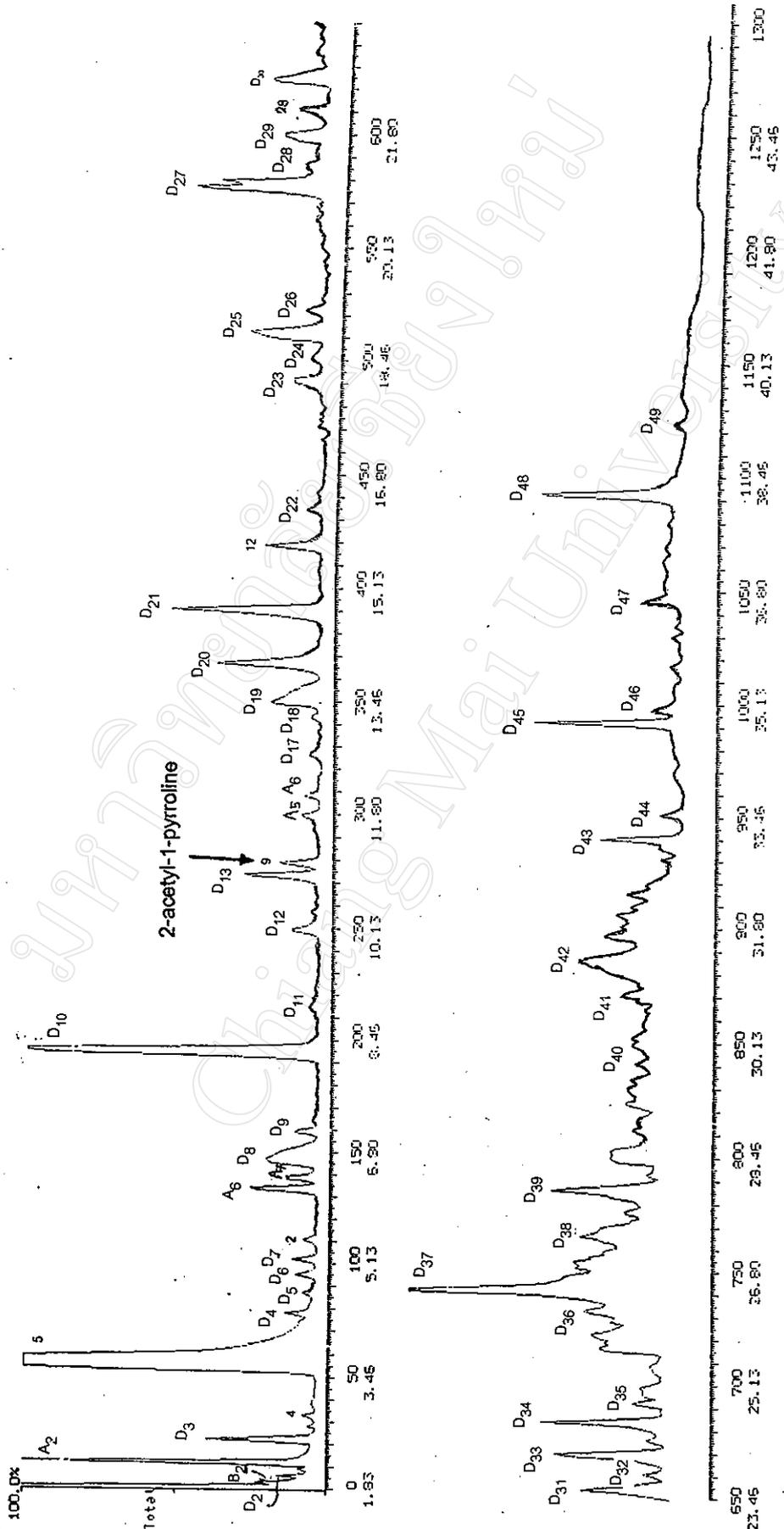
องค์ประกอบที่	โครงสร้าง	m/z (% relative abundance)
B <sub>35</sub>	Unknown	149(100), 57(48), 43(41), 71(29), 83(19)
B <sub>36</sub>	Unknown	73(100), 147(35), 43(19), 57(16), 55(14)
B <sub>37</sub>	Unknown	43(100), 57(72), 55(70), 133(44), 71(33), 69(33), 149(32), 83(22), 95(18), 97(18), 117(18),

รวมแล้วมีองค์ประกอบทั้งหมด 32 องค์ประกอบ

**3.2.3 ผลการวิเคราะห์สารสกัดที่ได้จากการสกัดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และข้าวพันธุ์หอมคลองหลวงที่สกัดด้วยไอน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์แบบต่อเนื่อง โดยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี และใช้คอลัมน์ CP-WAX 51**

เมื่อนำสารสกัดจากข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่สกัดด้วยไอน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์แบบต่อเนื่อง โดยใช้ตัวอย่างข้าว 100 กรัม และเมื่อนำสารสกัดที่ได้มาทำให้เข้มข้นจนเหลือปริมาตร 0.25 มิลลิลิตร มาทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี ส่วนคอลัมน์เป็น CP-WAX 51 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.25 มิลลิเมตร ยาว 25 เมตร มีสถานะที่ใช้ในการทดลองดังหัวข้อ 2.3.3 (หน้า 37) ให้ผลการแยกองค์ประกอบสารระเหยในสารสกัด ดังแสดงโครมาโทแกรมในรูป 3.17 และตาราง 3.9 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับแมสสเปคตรัมและโครงสร้างทางเคมีของสารระเหยที่เป็นองค์ประกอบในสารสกัด

ส่วนการวิเคราะห์ทางเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี ของสารสกัดจากข้าวพันธุ์หอมคลองหลวงที่สกัดด้วยไอน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์แบบต่อเนื่อง โดยใช้คอลัมน์ CP-WAX 51 และมีสถานะการทดลองเหมือนการวิเคราะห์สารสกัดจากข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่สกัดโดยวิธีการสกัดด้วยไอน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์แบบต่อเนื่อง ให้ผลการแยกองค์ประกอบสารระเหยในสารสกัดจากข้าวพันธุ์หอมคลองหลวง แสดงโครมาโทแกรมในรูป 3.18 และตาราง 3.10 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับแมสสเปคตรัมและโครงสร้างทางเคมีของสารระเหยที่เป็นองค์ประกอบในสารสกัด



รูป 3.17 แสดงองค์ประกอบสารระเหยในสารสกัดจากข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่สกัดด้วยไอน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์แบบต่อเนื่อง และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ CP-WAX 51

ตาราง 3.9 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับแมสสเปคตรัมและโครงสร้างทางเคมีของสารระเหยที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดจากข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่สกัดด้วยไอน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์แบบต่อเนื่อง และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี ใช้คอลัมน์

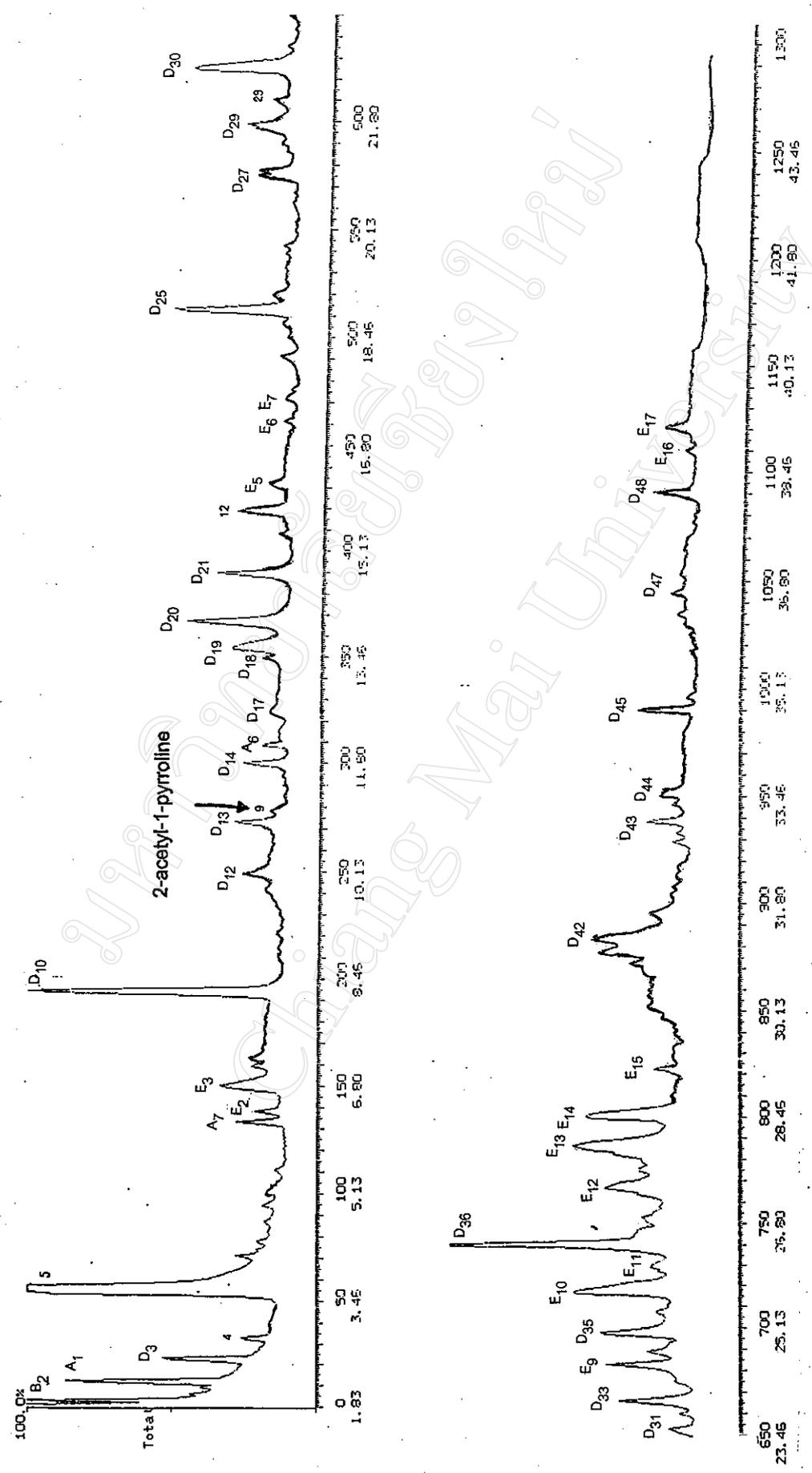
CP-WAX 51

องค์ประกอบที่	โครงสร้าง	m/z (% relative abundance)
B <sub>2</sub>	Benzene, C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	78(100), 39(28), 84(36), 86(23)
D <sub>2</sub>	Furan, 2-ethyl, C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O	81(100), 39(33), 41(32), 53(39), 96(34), 67(13), 65(13)
A <sub>2</sub>	? Pentanol, C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O	44(100), 41(43), 58(30), 57(22)
D <sub>3</sub>	Methane, trichloro, CHCl <sub>3</sub>	83(100), 85(60), 43(39), 47(43), 55(20), 50(18)
4	Toluene, C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	91(100), 92(55), 39(260), 65(16)
5	Hexanal, C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O	44(100), 41(80), 56(65), 57(60), 72(15), 82(9), 67(8)
D <sub>4</sub>	? 2-Pentanal, C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> O	55(100), 39(90), 41(86), 83(45), 84(40), 69(19), 65(100)
D <sub>5</sub>	? 1-Butanol, C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	41(100), 43(90), 56(95), 72(8)
D <sub>6</sub>	Unknown	81(100), 41(22), 53(21), 124(14)
D <sub>7</sub>	Unknown	57(100), 41(69), 71(48), 81(12), 95(7), 109(4)
2	? Pyridine	79(100), 52(93), 51(45), 50(40), 43(30), 80(10)
A <sub>8</sub>	Unknown	43(100), 58(58), 71(12), 41(12), 109(8), 114(8)
13	2-Heptanone	44(100), 55(60), 57(50), 70(50), 81(23), 96(10)

องค์ประกอบที่	โครงสร้าง	m/z (% relative abundance)
D <sub>8</sub>	? Butane, 2,3-dimethoxy-2-methyl, C <sub>7</sub> H <sub>16</sub> O <sub>2</sub>	73(100), 45(10)
D <sub>9</sub>	2-Hexanal, C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O	41(100), 55(73), 69(50), 83(34), 97(12), 98(120)
D <sub>10</sub>	Unknown	81(100), 43(60), 55(39), 70(15), 138(12)
D <sub>11</sub>	Unknown	43(100), 57(80), 71(37), 81(18), 85(17), 95(13)
D <sub>12</sub>	Octanal, C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O	43(100), 41(98), 56(71), 55(69), 57(72), 69(350), 68(36), 67(35), 81(27), 84(27), 81(28), 95(14), 100(13), 110(10)
D <sub>13</sub>	2-Heptenal, C <sub>7</sub> H <sub>12</sub> O	41(100), 55(60), 56(60), 57(65), 83(43), 64(30), 63(30), 94(10), 97(10), 112(7)
9	2-acetyl-1-pyrroline	43(100), 68(110), 69(13), 83(18), 111(7)
D <sub>14</sub>	2-Pentanone, 4-hydroxy-4-methyl, C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	43(100), 58(15), 57(5), 101(15)
A <sub>6</sub>	1-Hexanol, C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> O	56(100), 43(750), 42(71), 55(45), 69(40), 84(14)
D <sub>17</sub>	Unknown	43(100), 57(87), 71(40), 85(23), 95(10)
D <sub>18</sub>	Unknown	73(100), 43(34), 5375, 69(22), 81(15), 83(15), 95(12)
D <sub>19</sub>	Unknown	73(100), 147(130), 57(15)
D <sub>20</sub>	Unknown	41(1000), 55(900), 67(690), 95(37), 81(20), 109(11), 111(12), 129(13)

องค์ประกอบที่เป็น	โครงสร้าง	m/z (% relative abundance)
D <sub>21</sub>	Unknown	41(100), 55(75), 70(53), 83(34), 97(7)
12	7-Octen-4-ol, C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O	57(100), 43(34), 41(30), 70(10), 72(10), 55(10), 81(9), 85(8), 99(5)
D <sub>22</sub>	Unknown	57(100), 43(98), 71(47), 85(26), 95(7)
D <sub>23</sub>	Unknown	43(100), 55(98), 69(40), 81(28), 83(27), 95(23), 109(9), 125(7)
D <sub>24</sub>	Unknown	41(100), 57(89), 69(43), 83(31), 85(28), 95(13), 97(15)
D <sub>25</sub>	Unknown	73(100), 147(35), 41(43), 55(35), 69(22)
D <sub>26</sub>	Unknown	43(100), 55(58), 69(40), 83(22), 109(9)
D <sub>27</sub>	Unknown	43(100), 99(29), 71(24), 55(16)
D <sub>28</sub>	Unknown	43(100), 55(51), 70(38), 83(23), 97(12)
D <sub>29</sub>	Unknown	43(100), 57(90), 71(45), 73(28), 85(27)
28	2,4-Nonadienal, C <sub>9</sub> H <sub>14</sub> O	81(100), 41(60), 53(30), 55(28), 67(22), 95(120)
D <sub>30</sub>	Unknown	73(100), 147(25), 43(15), 55(10)
D <sub>31</sub>	Unknown	41(100), 57(74), 70(60), 83(37), 97(14), 111(7), 121(5)
D <sub>32</sub>	Unknown	41(100), 55(98), 69(68), 83(42), 97(20), 111(10)
D <sub>33</sub>	Tridecane, 2-methyl, C <sub>17</sub> H <sub>32</sub> O <sub>3</sub>	57(100), 43(88), 71(54), 85(29), 99(10)
D <sub>34</sub>	? Hexadecanoic acid, 2-oxo-methyl ester, C <sub>17</sub> H <sub>32</sub> O <sub>3</sub>	57(100), 41(62), 43(60), 69(47), 83(25), 97(17), 101(6)

องค์ประกอบที่	โครงสร้าง	m/z (% relative abundance)
D <sub>35</sub>	1-Dosanol, C <sub>22</sub> H <sub>46</sub> O	43(100), 57(80), 69(56), 83(38), 97(23), 111(11), 125(5)
D <sub>36</sub>	? Butanolic acid, 1-methylactyl ester, C <sub>13</sub> H <sub>26</sub> O <sub>2</sub>	71(100), 47(43), 55(14), 56(12), 57(10), 83(7), 111(5)
D <sub>37</sub>	Unknown	57(100), 43(87), 69(75), 83(40), 97(27), 111(10)
D <sub>38</sub>	Unknown	97(100), 41(67), 55(62), 69(64), 83(27), 111(8)
D <sub>39</sub>	Unknown	43(100), 55(93), 69(72), 73(50), 83(45), 97(28), 147(20), 111(12),
D <sub>40</sub>	Unknown	57(100), 43(74), 69(60), 83(35), 97(28), 111(15), 125(8)
D <sub>41</sub>	Unknown	57(100), 43(98), 69(73), 73(68), 83(47), 97(36), 111(18), 125(8), 147(29)
D <sub>42</sub>	Unknown	43(100), 57(97), 69(65), 83(41), 97(125), 111(15), 125(7), 138(7)
D <sub>43</sub>	Octadecanal	43(100), 57(88), 69(48), 83(43), 96(25), 97(24), 109(8), 111(11)
D <sub>44</sub>	Unknown	73(100), 43(64), 57(55), 69(42), 147(38), 83(24), 97(18)
D <sub>45</sub>	Unknown	43(100), 57(86), 69(37), 71(33), 82(48), 96(28)
D <sub>46</sub>	Unknown	43(100), 57(84), 55(82), 69(64), 83(47), 97(34), 111(17), 125(7)
D <sub>47</sub>	1-Hexadecanol, C <sub>16</sub> H <sub>34</sub> O	43(100), 57(97), 69(63), 83(42), 97(32), 111(17), 125(8)
D <sub>48</sub>	1-Octadecanol, C <sub>18</sub> H <sub>38</sub> O	43(100), 55(87), 57(80), 69(62), 83(60), 97(43), 111(21), 125(10)
D <sub>49</sub>	Unknown	41(100), 57(95), 69(55), 83(43), 97(34), 111(18), 125(8), 145(10)



รูป 3.18 แสดงองค์ประกอบสารระเหยในสารสกัดจากข้าวพันธุ์หอมกลองหลวง ที่สกัดด้วยไอน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์แบบต่อเนื่อง และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ CP-WAX 51

ตาราง 3.10 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับแมสสเปคตรัมและโครงสร้างทางเคมีของสารระเหยที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดจากข้าวพันธุ์หอมคลองหลวง ที่สกัดด้วยไอน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์แบบต่อเนื่อง และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ CP-WAX 51

องค์ประกอบที่	โครงสร้าง	m/z (% relative abundance)
B <sub>2</sub>	Benzene, C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	78(100), 39(19), 51(27), 50(23), 52(25)
A <sub>1</sub>	Pentanol, C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O	44(100), 58(29), 57(30), 41(43), 55(10)
D <sub>3</sub>	Methane, trichloro, CHCl <sub>3</sub>	83(100), 85(63), 43(39), 47(40), 55(22), 50(20)
4	Toluene, C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	91(100), 92(55), 39(26), 65(16)
5	Hexanal, C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O	44(100), 56(65), 72(15), 82(9)
A <sub>7</sub>	? 2-Heptanone, C <sub>7</sub> H <sub>14</sub> O	43(100), 58(40), 57(30), 41(30), 71(12), 85(7), 71(7), 109(5), 114(5)
E <sub>2</sub>	Heptanol, C <sub>7</sub> H <sub>14</sub> O	43(100), 55(78), 70(40), 69(37), 57(31), 81(36), 95(21), 109(10)
E <sub>3</sub>	Unknown	73(100), 55(22), 43(18), 81(12), 83(10)
D <sub>10</sub>	Unknown	81(100), 42(57), 55(40), 70(14), 138(10), 95(7)
D <sub>12</sub>	1-Octanal, C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O	43(100), 41(90), 55(70), 56(80), 57(70), 69(50), 68(40), 67(40), 95(20), 100(20), 81(20), 99(10), 109(10)
D <sub>13</sub>	2-Heptenal, C <sub>7</sub> H <sub>12</sub> O	41(100), 55(76), 57(50), 56(45), 69(40), 85(20), 84(14), 94(10), 97(10)
9	2-Acetyl-1-pyrroline, C <sub>6</sub> H <sub>9</sub> ON	43(100), 83(20), 69(15), 68(11), 111(8)
D <sub>14</sub>	Unknown	43(100), 59(50), 58(20), 101(15), 98(5)

องค์ประกอบ	โครงสร้าง	m/z (% relative abundance)
A <sub>6</sub>	1-Hexanol, C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> O	56(100), 43(80), 41(70), 55(50), 69(48), 71(10), 84(10)
D <sub>17</sub>	Unknown	43(100), 57(83), 69(47), 81(33), 95(28), 109(13), 121(8), 135(8)
D <sub>18</sub>	Unknown	43(100), 57(78), 71(42), 69(41), 133(40), 149(28)
D <sub>19</sub>	Unknown	73(100), 55(20), 43(19), 81(12), 147(11)
D <sub>20</sub>	Unknown	41(100), 55(89), 67(45), 81(23), 95(26), 101(11)
D <sub>21</sub>	Unknown	41(100), 55(75), 70(45), 83(33), 97(12)
12	7-Octanol-4-ol, C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O	57(100), 43(47), 41(30), 72(30), 85(15), 81(10), 71(5), 79(5)
E <sub>5</sub>	Unknown	43(100), 57(95), 71(43), 69(37), 67(30), 81(25), 83(25), 85(24), 95(21), 109(10)
E <sub>6</sub>	Unknown	55(100), 43(94), 69(52), 81(35), 95(28), 109(14)
E <sub>7</sub>	Unknown	43(100), 55(87), 69(52), 83(38), 95(24), 109(12)
D <sub>25</sub>	Unknown	73(100), 147(34), 41(50), 55(45), 69(28)
D <sub>27</sub>	Unknown	43(100), 55(30), 71(25), 99(24), 83(10)
D <sub>29</sub>	Unknown	43(100), 81(92), 57(88), 71(47), 147(28), 81(24), 85(24), 83(22), 95(18)
28	2,4-Nonadienal, C <sub>9</sub> H <sub>14</sub> O	81(100), 41(48), 55(15), 67(15), 95(10), 53(8)
D <sub>30</sub>	Unknown	73(100), 147(23), 43(12), 55(11)

องค์ประกอบที่	โครงสร้าง	m/z (% relative abundance)
D <sub>31</sub>	Unknown	41(100), 57(88), 69(53), 83(37), 95(17), 97(18), 109(7)
D <sub>33</sub>	Tridecane, 2-methyl, C <sub>14</sub> H <sub>30</sub>	57(100), 43(98), 71(52), 85(28)
E <sub>9</sub>	Unknown	81(100), 41(64), 55(43), 69(24), 95(13)
D <sub>35</sub>	1-Docosanal, C <sub>22</sub> H <sub>46</sub> O	43(100), 57(83), 69(63), 83(40), 97(27), 111(12)
E <sub>10</sub>	Unknown	73(100), 147(24), 43(25), 57(25), 69(22)
E <sub>11</sub>	Unknown	43(100), 57(95), 69(60), 83(32), 97(20), 101(10)
D <sub>36</sub>	? Butanoic acid, 1-methyloctyl ester, C <sub>13</sub> H <sub>26</sub> O <sub>2</sub>	71(100), 43(82), 55(13), 56(12), 57(11)
E <sub>12</sub>	Unknown	55(100), 43(98), 69(92), 83(43), 97(86), 101(13)
E <sub>13</sub>	Unknown	43(100), 73(98), 55(92), 57(90), 69(68), 83(40), 97(26), 147(42)
E <sub>14</sub>	Unknown	73(100), 43(32), 57(30), 55(28), 147(28), 69(24), 83(12)
E <sub>15</sub>	Unknown	43(100), 57(63), 69(44), 71(35), 83(25), 97(17)
D <sub>42</sub>	Unknown	43(100), 57(58), 69(47), 83(28), 97(18), 111(10)
D <sub>43</sub>	? Octadecanal, C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O	43(100), 57(85), 69(51), 83(33), 97(24), 109(8), 111(10)
D <sub>44</sub>	Unknown	73(100), 43(83), 55(75), 57(71), 69(53), 83(34), 147(30), 97(22), 111(10)
D <sub>45</sub>	Unknown	43(100), 57(80), 69(44), 82(37), 96(23), 109(10), 111(10)

องค์ประกอบที่	โครงสร้าง	m/z (% relative abundance)
D <sub>47</sub>	1-hexadecanol, C <sub>16</sub> H <sub>34</sub> O	43(100), 55(85), 57(83), 69(59), 83(41), 97(28), 111(14)
D <sub>48</sub>	? 1-octadecanol, C <sub>18</sub> H <sub>38</sub> O	43(100), 55(86), 69(57), 83(47), 97(33), 115(15), 125(6)
E <sub>16</sub>	Unknown	55(100), 41(93), 43(93), 69(57), 81(42), 83(36), 95(33), 109(15)
E <sub>17</sub>	Unknown	149(100), 41(83), 43(83), 55(79), 57(77), 69(45), 83(30), 97(23), 111(12)

รวมแล้วมีองค์ประกอบทั้งหมด 47 องค์ประกอบ

- 3.2.4 ผลการวิเคราะห์สารสกัดที่ได้จากการสกัดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และข้าวพันธุ์หอมคลองหลวงที่สกัดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร โดยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/ แมสสเปคโตรเมตรี และใช้คอลัมน์ CP-WAX 51

สารสกัดจากข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่สกัดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร และสกัดมาอยู่ในตัวทำละลาย dichloromethane โดยใช้ตัวอย่างข้าว 100 กรัม เมื่อนำสารสกัดที่ได้มาทำให้เข้มข้นจนเหลือปริมาตร 0.25 มิลลิลิตร มาทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/ แมสสเปคโตรเมตรี โดยใช้คอลัมน์ CP-WAX 51 และมีสภาวะการทดลองเหมือนข้อ 2.3.3 (หน้า 37) ให้ผลการแยกองค์ประกอบสารระเหยในสารสกัด แสดงโครมาโทแกรมในรูป 3.19 และตาราง 3.11 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับแมสสเปคตรัมและโครงสร้างทางเคมีของสารระเหยที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัด

ส่วนสารสกัดจากข้าวพันธุ์หอมคลองหลวงที่สกัดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร นำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/ แมสสเปคโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ CP-WAX 51 และมีสภาวะการทดลองเหมือนกับข้อ 2.3.7 (หน้า 37) ให้ผลการแยกองค์ประกอบสารระเหยในสารสกัดจากข้าวพันธุ์หอมคลองหลวง แสดงโครมาโทแกรมในรูป 3.20 และตาราง 3.12 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับแมสสเปคตรัมและโครงสร้างทางเคมีของสารระเหยที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัด



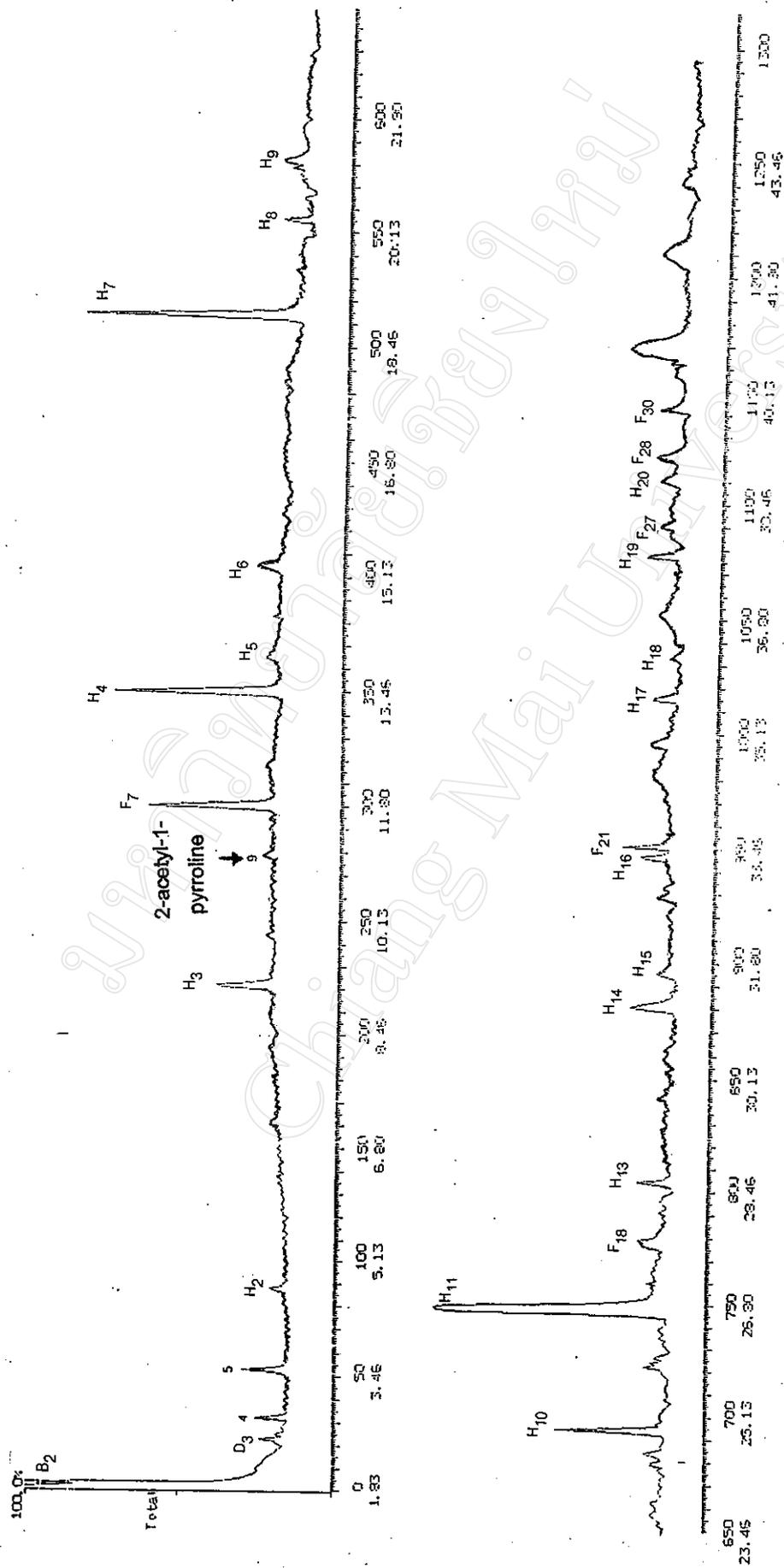
ตาราง 3.11 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับแมสสเปคตรัมและโครงสร้างทางเคมีของสารที่เป็นองค์ประกอบในสารสกัดจากข้าวพอร์ซิวาตคอมมูนิตี้ 105 ที่สกัดด้วยสารละลายภายใต้โครมาตอริกเพิ่มขึ้น 0.1 ไมลิต่อลิตอร์ และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ CP-WAX 51

องค์ประกอบที่	โครงสร้าง	m/z (% relative abundance)
B <sub>2</sub>	Benzene, C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	78(100), 51(42), 52(40), 50(40), 39(30), 63(5)
F <sub>1</sub>	Unknown	41(100), 69(41), 55(17), 83(8), 95(7)
D <sub>3</sub>	Methane, trichloro, CHCl <sub>3</sub>	83(100), 85(58), 47(36), 35(20), 55(21), 69(14), 95(8)
4	Toluene, C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	91(100), 92(57), 39(25), 65(18), 51(10)
5	? Hexanal	43(100), 41(90), 55(80), 67(47), 69(47), 81(41), 83(35), 95(33), 109(15), 135(8)
F <sub>2</sub>	Unknown	55(100), 43(83), 67(69), 81(47), 95(38), 109(19), 111(13), 135(9)
F <sub>3</sub>	Unknown	55(100), 43(96), 69(64), 81(75), 95(38), 109(19), 111(12)
F <sub>4</sub>	Unknown	43(100), 57(83), 69(58), 81(40), 95(33), 109(15), 111(8)
F <sub>5</sub>	Unknown	55(100), 43(79), 69(60), 81(45), 95(38), 109(107), 111(9)
9	2-Acetyl-1-pyrroline	43(100), 83(18), 69(13), 68(11), 111(7)
F <sub>6</sub>	Unknown	55(100), 43(64), 83(58), 69(52), 95(29), 109(14), 111(8)
F <sub>7</sub>	Unknown	43(100), 59(35), 101(100), 83(7)
F <sub>8</sub>	Unknown	43(100), 57(85), 69(48), 81(38), 95(30), 109(13), 111(10)

องค์ประกอบที่เป็นที่	โครงสร้าง	m/z (% relative abundance)
F <sub>9</sub>	Unknown	55(100), 42(65), 41(64), 69(37), 83(36), 95(22), 109(12), 111(13), 135(5)
F <sub>10</sub>	Unknown	43(100), 55(92), 69(60), 81(43), 95(33), 109(16), 111(12), 121(10)
F <sub>11</sub>	Unknown	41(100), 55(92), 69(60), 81(43), 95(33), 109(16), 111(12), 121(10)
F <sub>12</sub>	Unknown	55(100), 43(90), 78(70), 69(63), 106(63), 95(35), 137(35)
F <sub>13</sub>	Unknown	43(100), 55(97), 69(65), 81(48), 95(35), 109(16), 111(13), 121(10)
F <sub>14</sub>	Unknown	43(100), 55(90), 69(57), 81(40), 95(31), 109(15), 121(7)
F <sub>15</sub>	Unknown	43(100), 55(98), 69(62), 81(43), 95(36), 109(17), 121(9)
F <sub>16</sub>	Unknown	55(100), 43(92), 73(89), 69(63), 83(45), 95(35), 147(22), 109(17), 111(12), 121(10)
F <sub>17</sub>	Unknown	55(100), 43(98), 69(63), 81(45), 95(36), 109(15), 111(12)
B <sub>16</sub>	2-Acetyl-1-pyrrole	94(100), 109(82), 66(82), 39(72), 55(30)
F <sub>18</sub>	Unknown	41(100), 55(75), 69(47), 85(46), 95(25), 109(12)
F <sub>19</sub>	Unknown	73(100), 55(95), 43(94), 69(67), 81(43), 83(43), 95(35), 147(25), 109(17), 111(12), 121(8)
F <sub>20</sub>	Unknown	43(100), 55(90), 73(85), 69(60), 81(41), 83(37), 147(27), 95(25), 109(18), 111(13), 121(10)
F <sub>21</sub>	Unknown	73(100), 43(65), 55(67), 69(43), 81(30), 147(27), 95(22), 109(10), 111(7)

องค์ประกอบที่	โครงสร้าง	m/z (% relative abundance)
F <sub>22</sub>	Unknown	43(100), 55(88), 69(54), 81(36), 95(27), 109(13), 111(10), 123(7)
F <sub>23</sub>	Unknown	43(100), 55(87), 69(55), 73(60), 81(40), 83(38), 95(32), 109(15), 111(11), 121(9)
F <sub>24</sub>	Unknown	43(100), 57(80), 55(78), 69(44), 71(40), 83(30), 95(26), 109(11), 121(9)
F <sub>25</sub>	Unknown	73(100), 43(87), 55(82), 69(50), 81(35), 83(33), 95(26), 109(12)
F <sub>26</sub>	Unknown	43(100), 57(84), 69(43), 71(42), 83(28), 81(24), 95(23), 109(10), 111(8), 135(5)
F <sub>27</sub>	Unknown	43(100), 55(96), 71(53), 69(50), 81(37), 83(34), 95(27), 109(13), 111(9), 129(8)
F <sub>28</sub>	Unknown	41(100), 43(98), 55(97), 57(79), 69(57), 149(57), 81(37), 83(36), 95(27), 109(14), 111(10), 123(7), 129(7)
F <sub>29</sub>	Unknown	43(100), 57(82), 55(80), 69(45), 83(31), 95(22)
F <sub>30</sub>	Unknown	43(100), 73(93), 55(92), 69(50), 81(34), 83(34), 147(33), 95(26), 109(13), 121(10), 121(7), 129(7)
F <sub>31</sub>	Unknown	43(100), 55(94), 69(54), 73(53), 81(37), 83(32), 95(27), 147(18), 109(13), 111(10), 129(9)
F <sub>32</sub>	Unknown	43(100), 55(58), 69(47), 81(33), 83(32), 95(28), 109(12), 111(9), 123(7)

รวมแล้วมีองค์ประกอบทั้งหมด 38 องค์ประกอบ



รูป 3.20 แสดงองค์ประกอบของสารในสารสกัดจากข้าวพันธุ์หอมคลองหลวง ที่สกัดด้วยสารละลายภายใต้แรงดันสุญญากาศที่อุณหภูมิ 0.1 มิลลิเมตร และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ CP-WAX 51

ตาราง 3.12 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับแมสสเปคตรัมและโครงสร้างทางเคมีของสารที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดจากข้าวพันธุ์หอมคดองหลวง ที่สกัด  
 สกัดด้วยสารละลายยากราดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 0.1 โมลต์อลิตร และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี ใช้  
 คอลัมน์ CP-WAX 51

องค์ประกอบที่	โครงสร้าง	m/z (% relative abundance)
B <sub>2</sub>	Benzene, C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	78(100), 49(46), 39(23), 51(39), 50(27), 52(25), 83(22)
D <sub>3</sub>	Methane, trichloro, CHCl <sub>3</sub>	43(100), 83(98), 55(72), 69(42), 95(20)
4	Toluene, C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	91(100), 92(57), 41(50), 43(48), 55(48), 69(25), 83(17), 95(15)
5	Hexanal,	41(100), 44(98), 50(49), 51(48), 53(53), 67(28), 83(18), 95(15)
H <sub>2</sub>	Unknown	41(100), 55(97), 67(84), 81(37), 83(34), 95(25)
H <sub>3</sub>	Unknown	55(100), 43(94), 41(92), 69(64), 81(42), 95(37)
9	2-acetyl-1-pyrroline, C <sub>6</sub> H <sub>9</sub> ON	43(100), 83(20), 69(15), 68(12), 111(7)
F <sub>7</sub>	Unknown	43(100), 59(32), 101(7), 83(5)
H <sub>4</sub>	? 4-Pentan-2-one, 3-mwthyl, C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O	57(100), 41(43), 67(28), 82(29)
H <sub>5</sub>	Unknown	55(100), 43(95), 69(60), 81(42), 95(32)
H <sub>6</sub>	Unknown	81(100), 41(92), 55(82), 67(49), 95(23)
H <sub>7</sub>	Unknown	55(100), 42(64), 69(20), 87(15), 97(16), 132(12)
H <sub>8</sub>	Cyclohexanol,3-methyl, C <sub>7</sub> H <sub>14</sub> O	55(100), 43(97), 71(58), 81(52), 95(45), 109(15)

องค์ประกอบที่	โครงสร้าง	m/z (% relative abundance)
H <sub>9</sub>	Unknown	43(100), 55(98), 71(65), 81(60), 95(46), 109(13), 123(13)
H <sub>10</sub>	? 2H-pyran-2-one,tetrahydro-4-methyl, C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	55(100), 42(98), 84(17), 69(15), 95(10), 124(7)
H <sub>11</sub>	? 1,5-Pentanediol	41(100), 56(83), 67(40), 101(15)
F <sub>18</sub>	Unknown	41(100), 55(73), 69(43), 85(37), 95(20)
H <sub>13</sub>	Unknown	73(100), 43(63), 55(50), 69(35), 81(24), 95(18), 147(30)
H <sub>14</sub>	Unknown	73(100), 43(48), 55(47), 69(30), 147(25), 83(20), 95(15)
H <sub>15</sub>	Unknown	43(100), 57(83), 69(50), 83(32), 97(25)
H <sub>16</sub>	Unknown	43(100), 57(67), 69(37), 83(24), 95(17), 109(8), 111(8)
F <sub>21</sub>	Unknown	73(100), 43(42), 55(38), 69(25), 81(18), 95(12), 147(28)
H <sub>17</sub>	Unknown	55(100), 43(98), 73(74), 69(62), 81(45), 95(35), 147(27), 109(18)
H <sub>18</sub>	Unknown	55(100), 43(95), 69(58), 81(40), 95(30), 109(13), 123(10)
H <sub>19</sub>	Unknown	55(100), 73(99), 43(98), 69(53), 147(34), 81(35), 83(33), 95(28), 109(12)
F <sub>27</sub>	Unknown	43(100), 55(87), 69(48), 81(33), 83(33), 97(23), 109(12), 111(11)
H <sub>20</sub>	Unknown	55(100), 43(98), 67(57), 69(55), 81(42), 95(33), 109(13), 147(13)
F <sub>28</sub>	Unknown	41(100), 55(98), 149(80), 69(50), 83(36), 95(26), 109(12)
F <sub>30</sub>	Unknown	43(100), 55(97), 73(84), 69(52), 81(36), 83(37), 147(32), 95(30), 109(15)

รวมแล้วมีองค์ประกอบทั้งหมด 29 องค์ประกอบ

ผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพขององค์ประกอบในสารสกัดจากเมล็ดข้าว โดยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี สามารถสรุปสารประกอบที่พบในสารสกัดตัวอย่างต่างๆ ได้ดังตารางที่ 3.13 โดยที่

- ตัวอย่าง I คือ โครงสร้างของสารที่พบในสารสกัดจากข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่สกัดด้วยไอน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์แบบต่อเนื่อง และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ DB-1
- ตัวอย่าง II คือ โครงสร้างของสารที่พบในสารสกัดจากข้าวพันธุ์หอมคลองหลวงที่สกัดด้วยไอน้ำ และตัวทำละลายอินทรีย์แบบต่อเนื่อง และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ DB-1
- ตัวอย่าง III คือ โครงสร้างของที่พบในสารสกัดจากข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่สกัดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ DB-1
- ตัวอย่าง IV คือ โครงสร้างของสารที่พบในสารสกัดจากข้าวพันธุ์หอมคลองหลวง ที่สกัดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ DB-1
- ตัวอย่าง V คือ โครงสร้างของสารที่พบในสารสกัดจากข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่สกัดด้วยไอน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์แบบต่อเนื่อง และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ CP-WAX 51
- ตัวอย่าง VI คือ โครงสร้างของสารที่พบในสารสกัดจากข้าวพันธุ์หอมคลองหลวง ที่สกัดด้วยไอน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์แบบต่อเนื่อง และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ CP-WAX 51
- ตัวอย่าง VII คือ โครงสร้างที่พบสารในสารสกัดจากข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่สกัดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ CP-WAX 51
- ตัวอย่าง VIII คือ โครงสร้างของสารที่พบในสารสกัดจากข้าวพันธุ์หอมคลองหลวงที่สกัดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ CP-WAX 51

ตาราง 3.13 สารประกอบที่พบในสารสกัดในตัวอย่างต่างๆ

องค์ประกอบที่	โครงสร้าง	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
	Hydrocarbons								
1	Methane, oxybis/chloro	*	*						
15	Limoene	*	*						
25	Decane, 3-chloro	*	*						
29	Tridecane, 4,8-dimethyl	*	*						
34	2-methyl-7-nonadecane	*	*						
50	oxiran[(dodecyloxy)methyl	*							
82	Heptacosane	*							
84	Dotriacontane	*							
85	Tetracosane, 12-decyl-12-nonyl	*							
72	1-octadecene		*						
B <sub>22</sub>	Undecane			*					
B <sub>27</sub>	Undecane, 4,7-dimethyl			*					

องค์ประกอบที่	โครงสร้าง	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
D <sub>3</sub>	Methane, trichloro	*				*	*	*	
48	Methne, bis(neopethyloxy)		*						
D <sub>8</sub>	Butane, 2,3-dimethoxy-2-methyl					*			
D <sub>33</sub>	Tridecane, 2-methyl					*	*		
	Alcohols								
7	2-Furanmethanol	*	*			*			
12	7-octen-4-ol	*	*					*	
17	1-Octanol	*	*						
47	1-Decanol-2-hexyl	*	*						
52	1-Dodecanol, 3,7,11-trimethyl	*	*						
58	2-Ethyl-1-dodecanol	*	*						
77	2-Hexyl-1-dodecanol	*	*						
80	Ethanol, 2-(octadecyloxy)	*							
83	Ethanol, 2-(dodecyloxy)	*							
A <sub>1</sub>	Pentanol		*				*		
A <sub>2</sub>	2-Pentanol		*			*			

องค์ประกอบบัพที่	โครงสร้าง	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
A <sub>6</sub>	1-Hexanol		*			*	*		
A <sub>16</sub>	2-Hexyl-1-octanol			*					
B <sub>9</sub>	Cyclohexanol								
D <sub>5</sub>	Butanol					*			
D <sub>47</sub>	1-Hexadecanol					*	*		*
D <sub>48</sub>	1-Octadecanol					*	*		*
E <sub>2</sub>	Heptanol						*		
H <sub>8</sub>	Cyclohexanol, 3-methyl								*
H <sub>11</sub>	1,5-Pentadiol								*
	Aldehyde & ketone								
5	Hexanal	*	*				*		*
6	2-Furancarboxaldehyde	*	*						
11	2-Furancarboxaldehyde,5-methyl	*	*						
16	2-Octenal	*	*						
27	Ethanone, 1-(2-hydroxy-5-methylphenyl)	*	*						
28	2,4-Nonadienal	*	*						

องค์ประกอบที่	โครงสร้าง	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
A <sub>4</sub>	2-Hexanone		*						
A <sub>5</sub>	2-Pentanone,4-hydroxy-4-methyl		*			*			
A <sub>7</sub>	2-Heptanone		*			*	*		
B <sub>8</sub>	Cyclohexanone			*					
D <sub>4</sub>	2-Pental					*			
D <sub>9</sub>	2-Hexanal					*			
D <sub>12</sub>	Octanal					*	*		
D <sub>13</sub>	2-Heptenal					*	*		
H <sub>4</sub>	4-Penten-2-one,3-methyl								*
H <sub>10</sub>	2H-Pyran-2-one,tetrahydro-4-methyl								*
D <sub>43</sub>	Octadecanal					*	*		
D <sub>35</sub>	1-Docosanal					*	*		
	Acid & ester								
71	15-tetracosenic acid, methyl ester	*							
A <sub>14</sub>	Dodecanoic acid,1,3-hydroxy		*						

องค์ประกอบ	โครงสร้าง	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
A <sub>20</sub>	Nonadecanoic acid		*						
B <sub>1</sub>	Acetic acid, ethyl ester			*	*				
B <sub>29</sub>	Heptadecanoic acid			*	*				
B <sub>31</sub>	9,12-Octadecadienoic acid			*	*				
D <sub>34</sub>	Hexadecanoic acid, 2-oxo-methyl ester					*			
D <sub>36</sub>	Butanolic acid, 1-methylacetyl ester					*	*		
	<b>Nitrogen-containing compound</b>								
2	Pyridine	*				*			
9	2-Acetyl-1-pyrroline	*	*	*	*	*	*	*	*
B <sub>16</sub>	2-Acetyl-1-pyrrolo			*	*			*	

องค์ประกอบที่	โครงสร้าง	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Aromatics									
4	Toluene	*	*	*	*	*	*	*	*
13	Furan, 2-pentyl	*	*						
A <sub>3</sub>	1H-Pyrrole		*						
B <sub>2</sub>	Benzene			*	*	*	*	*	*
D <sub>2</sub>	Furan, 2-ethyl					*			
	รวมโครงสร้างของสารประกอบที่พบ	30	32	11	7	26	19	8	9

จากผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพขององค์ประกอบในสารสกัดจากเมล็ดข้าว โดยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรีนั้น จะใช้ 2 คอลัมน์เปรียบเทียบกัน คือ คอลัมน์ DB-1 และ คอลัมน์ CP-WAX 51 และในการทดลองนี้จะใช้ข้าว 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และพันธุ์หอมคลองหลวง ที่สกัดด้วย 2 วิธีที่แตกต่างกัน คือวิธีการสกัดด้วยไอน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์แบบต่อเนื่อง และวิธีการสกัดด้วยสารละลายกรด

ในการสกัดข้าวขาวดอกมะลิ 105 และหอมคลองหลวง ด้วยไอน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์แบบต่อเนื่อง ให้องค์ประกอบในสารสกัดส่วนใหญ่ที่คล้ายกัน และในการสกัดข้าวทั้งสองพันธุ์ด้วยสารละลายกรด ให้องค์ประกอบในสารสกัดส่วนใหญ่ที่คล้ายกัน ดังนั้นข้าวทั้งสองพันธุ์มีองค์ประกอบที่คล้ายกัน

การวิเคราะห์สารสกัดข้าวทั้ง 2 พันธุ์ด้วยคอลัมน์ DB-1 หรือ CP-WAX 51 พบว่าการสกัดด้วยไอน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์แบบต่อเนื่องจะให้องค์ประกอบในสารสกัดมากกว่าการสกัดด้วยกรด อาจจะเป็นเนื่องมาจากในการสกัดด้วยไอน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์แบบต่อเนื่องนั้น ใช้ความร้อนเพื่อให้สารระเหยซึ่งความร้อนนี้อาจทำให้สารบางตัวเกิดการสลายตัว หรือเปลี่ยนโครงสร้าง วิธีนี้ได้สารประเภทสารระเหยและสารโมเลกุลเล็กๆ เป็นส่วนใหญ่ แต่การสกัดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก จะอาศัยคุณสมบัติการละลาย โดยที่สารที่มีความเป็นเบสน่าจะละลายได้ดีในสารละลายกรด วิธีนี้ได้สารประเภทระเหยบางตัวและสารที่มีโมเลกุลใหญ่ ดังนั้นองค์ประกอบที่พบในสารสกัดด้วยไอน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์แบบต่อเนื่องมีมากกว่าการสกัดด้วยสารละลายกรด

เมื่อนำสารสกัดจากข้าวทั้ง 2 พันธุ์ ที่สกัดด้วยวิธีไอน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์แบบต่อเนื่องหรือสกัดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก พบว่าในการวิเคราะห์ด้วยคอลัมน์ CP-WAX 51 ให้องค์ประกอบในสารสกัดน้อยกว่าวิเคราะห์ด้วยคอลัมน์ DB-1 อธิบายได้ว่า คอลัมน์ DB-1 มีเฟสคงที่เป็นสารไม่มีขั้ว จึงเหมาะกับการวิเคราะห์สารที่ไม่มีขั้วหรือมีขั้วอ่อนๆ แต่คอลัมน์ CP-WAX 51 เหมาะที่จะวิเคราะห์สารที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ ดังนั้นการวิเคราะห์ด้วยคอลัมน์ DB-1 ให้องค์ประกอบที่พบในสารสกัดมากกว่า คอลัมน์ CP-WAX 51 ดังนั้นในการวิเคราะห์เชิงคุณภาพของสารสกัดควรใช้ทั้งสองคอลัมน์ร่วมกันเพื่อให้ได้สารหลายประเภทเพราะสารประกอบบางตัวที่พบในคอลัมน์ DB-1 อาจไม่พบในคอลัมน์ CP-WAX 51 หรือสารประกอบบางตัวที่พบในคอลัมน์ CP-WAX อาจไม่พบในคอลัมน์ DB-1

### 3.3 ผลการวิเคราะห์เชิงปริมาณของสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline ในสารสกัดจากเมล็ดข้าว โดยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี

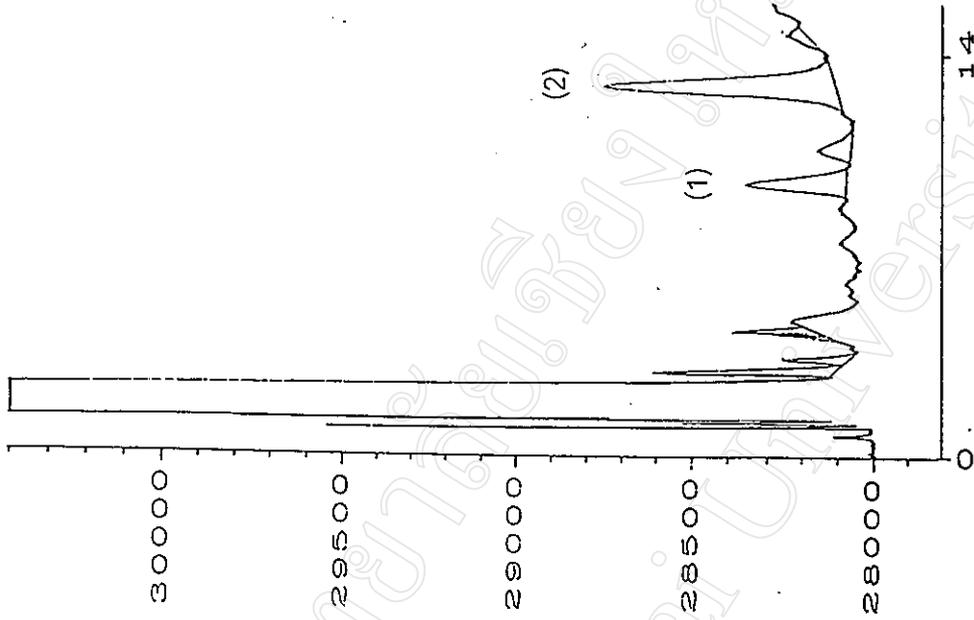
#### 3.3.1 ผลการทำกราฟสารละลายมาตรฐาน

ในการทดลองนี้จะวิเคราะห์เชิงปริมาณด้วยวิธี internal standardization ซึ่งมีการสังเคราะห์สารหอมมาตรฐาน 2-acetyl-1-pyrroline ขึ้น และใช้ 2,4,6-trimethylpyridine สารมาตรฐานภายใน เมื่อนำสารละลายผสมมาตรฐานซึ่งเตรียมในหัวข้อ 2.4.1 (ค) (หน้า 39) ที่ความเข้มข้นต่างๆ มาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี ใช้คอลัมน์ CP-WAX 51 ซึ่งมีสภาวะในการทดลองเหมือนกับหัวข้อ 2.4.1 (หน้า 40) จะให้โครมาโทแกรม ดังรูป 3.21 ถึง 3.24

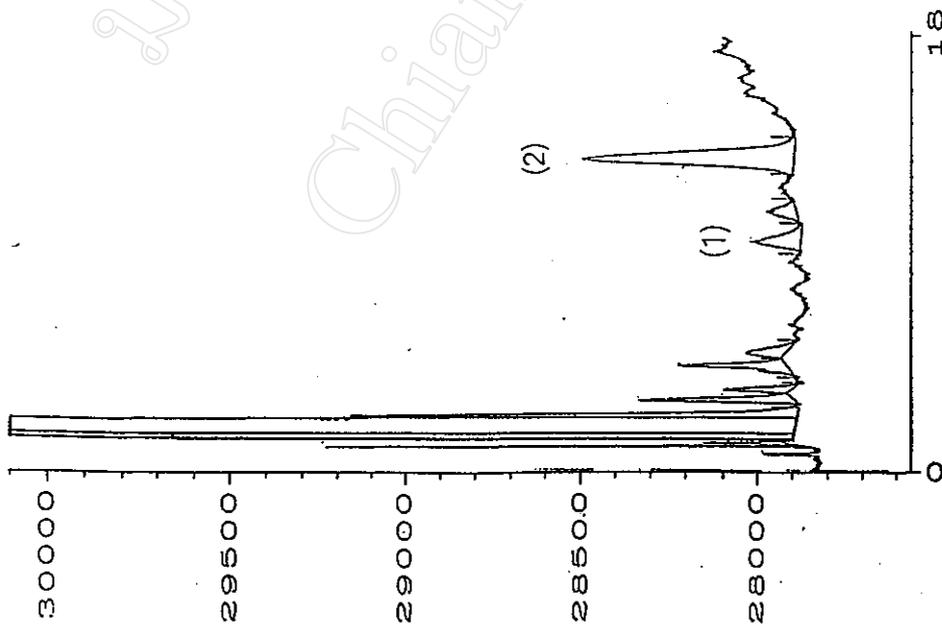
คำนวณหาอัตราส่วนพื้นที่ใต้พีคและอัตราส่วนน้ำหนักของสารมาตรฐาน 2-acetyl-1-pyrroline และสารมาตรฐานภายใน 2,4,6-trimethylpyridine (วิธีการคำนวณดูในภาคผนวกหน้า 151-153) จะแสดงผลดังตารางที่ 3.14

ตาราง 3.14 การหาอัตราส่วนน้ำหนักและอัตราส่วนพื้นที่ใต้พีคของสารมาตรฐาน 2-acetyl-1-pyrroline และสารมาตรฐานภายใน 2,4,6-trimethylpyridine

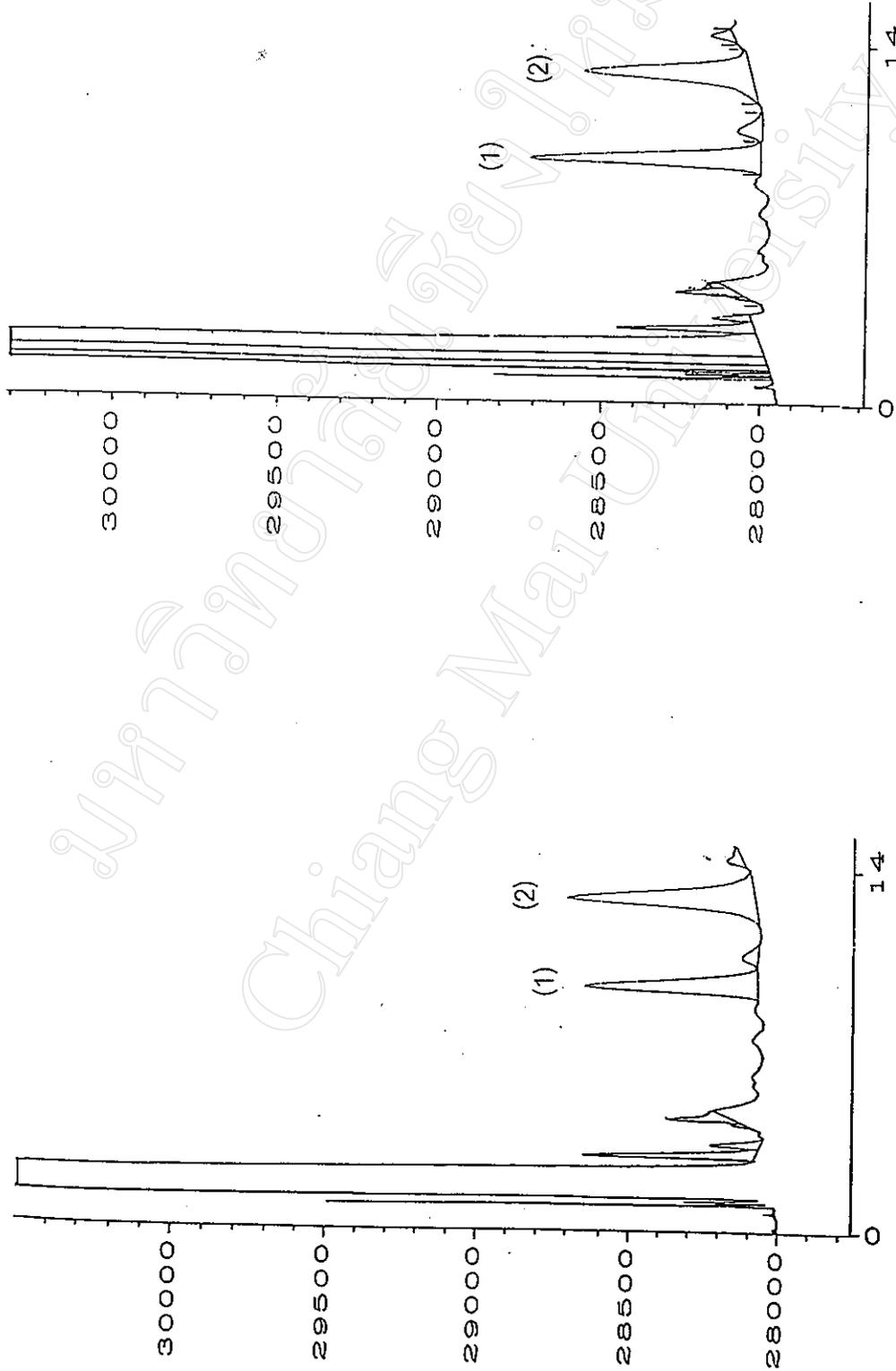
สารละลายมาตรฐาน ชนิดที่	อัตราส่วน น้ำหนัก	อัตราส่วนพื้นที่ใต้พีค			
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
1	0.20	0.181	0.152	0.165	0.166
2	0.40	0.311	0.311	0.423	0.360
3	0.80	0.745	0.745	0.697	0.719
4	1.20	1.152	1.152	1.008	1.067



รูป 3.22 โคโรมาโทแกรมของสารละลายผสมมาตรฐานชนิดที่ 2  
 (1) = สารมาตรฐาน 2-acetyl-1-pyrroline  
 (2) = สารมาตรฐานภายใน 2,4,6-trimethylpyridine



รูป 3.21 โคโรมาโทแกรมของสารละลายผสมมาตรฐานชนิดที่ 1  
 (1) = สารมาตรฐาน 2-acetyl-1-pyrroline  
 (2) = สารมาตรฐานภายใน 2,4,6-trimethylpyridine



รูป 3.23 โคจรมาไทแกกรมของสารละลายผสมมาตรฐานชนิดที่ 3

(1) = สารมาตรฐาน 2-acetyl-1-pyrroline

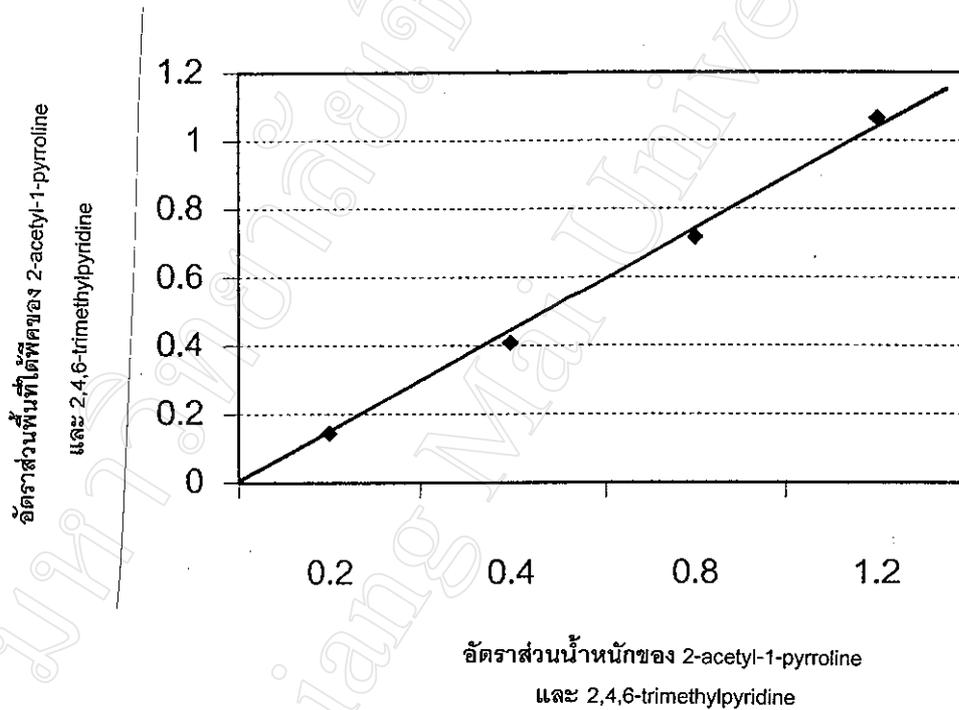
(2) = สารมาตรฐานภายใน 2,4,6-trimethylpyridine

รูป 3.24 โคจรมาไทแกกรมของสารละลายผสมมาตรฐานชนิดที่ 4

(1) = สารมาตรฐาน 2-acetyl-1-pyrroline

(2) = สารมาตรฐานภายใน 2,4,6-trimethylpyridine

สร้างกราฟสารละลายมาตรฐานโดยการพล็อตระหว่างอัตราส่วนพื้นที่ที่ได้พีคและอัตราส่วนน้ำหนักของสารมาตรฐาน 2-acetyl-1-pyrroline และสารมาตรฐานภายใน 2,4,6-trimethylpyridine จะได้กราฟดังรูป 3.25



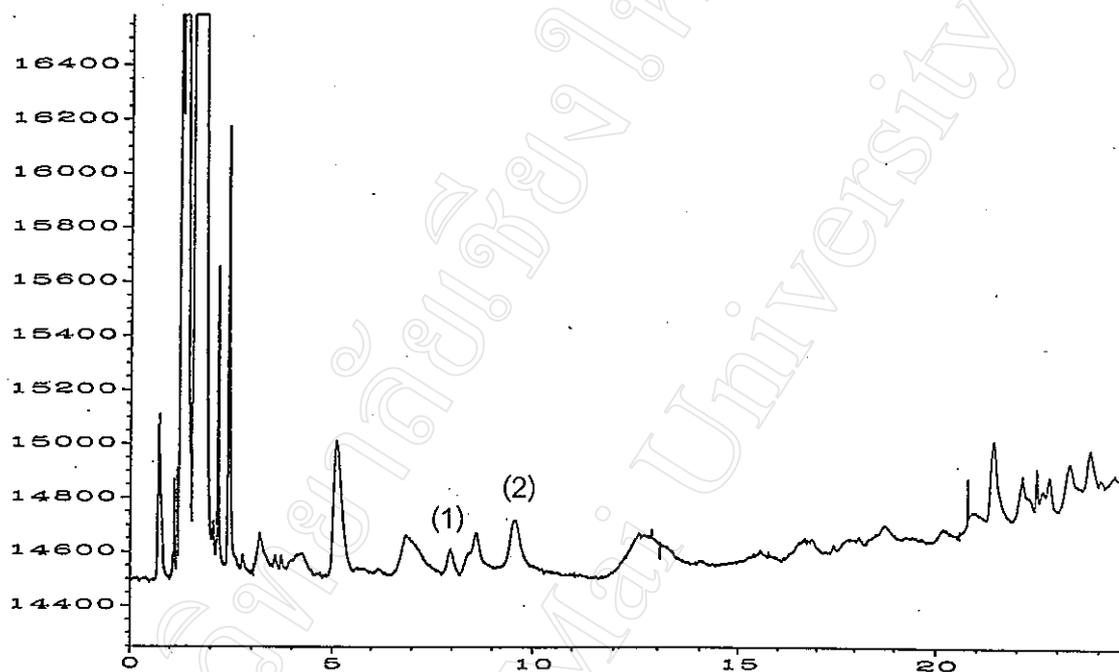
รูป 3.25 แสดงกราฟสารละลายมาตรฐานพล็อตระหว่างอัตราส่วนพื้นที่ที่ได้พีคและอัตราส่วนน้ำหนักของสารมาตรฐาน 2-acetyl-1-pyrroline และสารมาตรฐานภายใน 2,4,6-trimethylpyridine

### 3.3.2 การศึกษาเปรียบเทียบเพื่อหาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการสกัดสารหอมจากเมล็ดข้าวกล้อง โดยวิธีการสกัดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก

ในการศึกษาเวลาที่ใช้ในการสกัด คือ 5, 15, 30 และ 45 นาที โดยใช้ตัวอย่างข้าวขาวดอกมะลิ 105 น้ำหนัก 10 กรัม และทำการสกัดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร ที่มีสารมาตรฐานภายใน 2,4,6-trimethylpyridine 0.25 พีพีเอ็ม ใช้ปริมาณในการสกัด 40 มิลลิลิตร เมื่อนำสารสกัดเข้มข้นปริมาตร 0.25 มิลลิลิตร มาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี ซึ่งมีสภาวะการทดลองเหมือนข้อ 2.4.1 (หน้า 40) ได้ผลดังโครมาโทแกรมดังรูปที่ 3.26 ถึง 3.29 ตามลำดับ และทำการหาอัตราส่วนพื้นที่ใต้พีคของสาร 2-acetyl-1-pyrroline และสารมาตรฐานภายใน 2,4,6-trimethylpyridine จะสรุปได้ดังตารางที่ 3.15

ตาราง 3.15 แสดงอัตราส่วนพื้นที่ใต้พีคของสาร 2-acetyl-1-pyrroline และสารมาตรฐานภายใน 2,4,6-trimethylpyridine ที่เวลาในการสกัดต่างๆ

เวลาที่ใช้สกัด (นาที)	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3	
	ปริมาณข้าวที่ใช้ (กรัม)	อัตราส่วนพื้นที่ใต้พีค	ปริมาณข้าวที่ใช้ (กรัม)	อัตราส่วนพื้นที่ใต้พีค	ปริมาณข้าวที่ใช้ (กรัม)	อัตราส่วนพื้นที่ใต้พีค
5	10.435	0.231	10.398	0.257	10.541	0.222
15	10.765	0.294	10.477	0.348	10.583	0.336
30	10.662	0.404	10.452	0.399	10.411	0.456
45	10.541	0.546	10.636	0.570	10.344	0.582

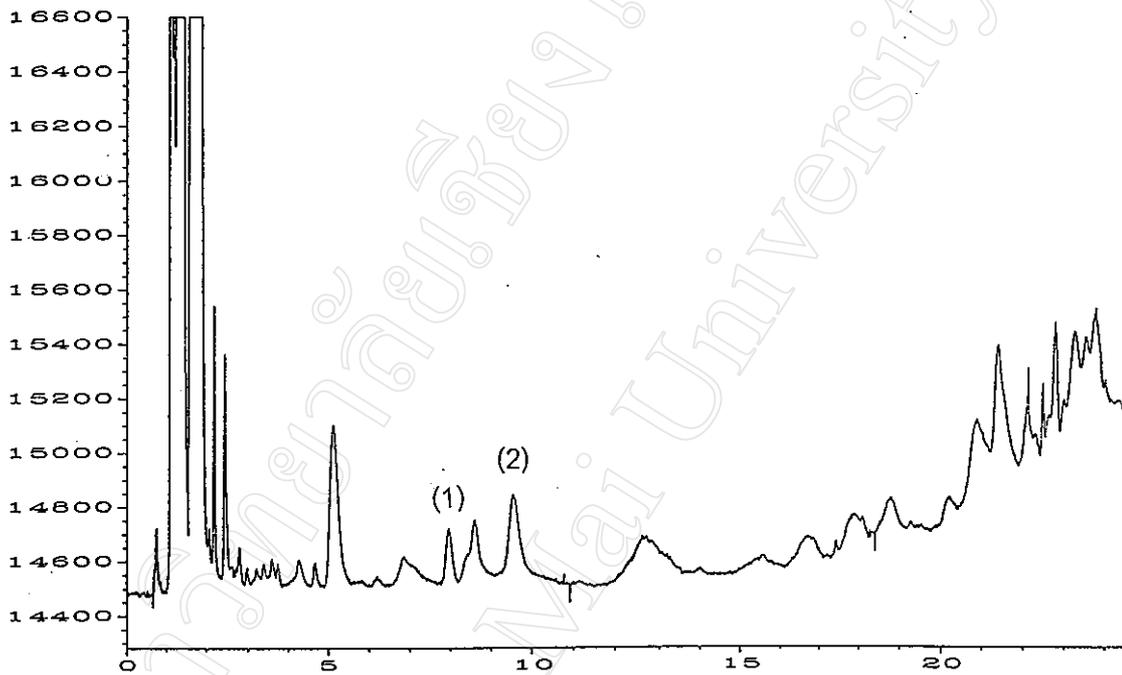


รูป 3.26 โครมาโทแกรมของการสกัดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ด้วย

สารละลายกรดไฮโดรคลอริก เป็นเวลา 5 นาที

(1) = สาร 2-acetyl-1-pyrroline

(2) = สารมาตรฐานภายใน 2,4,6-trimethylpyridine

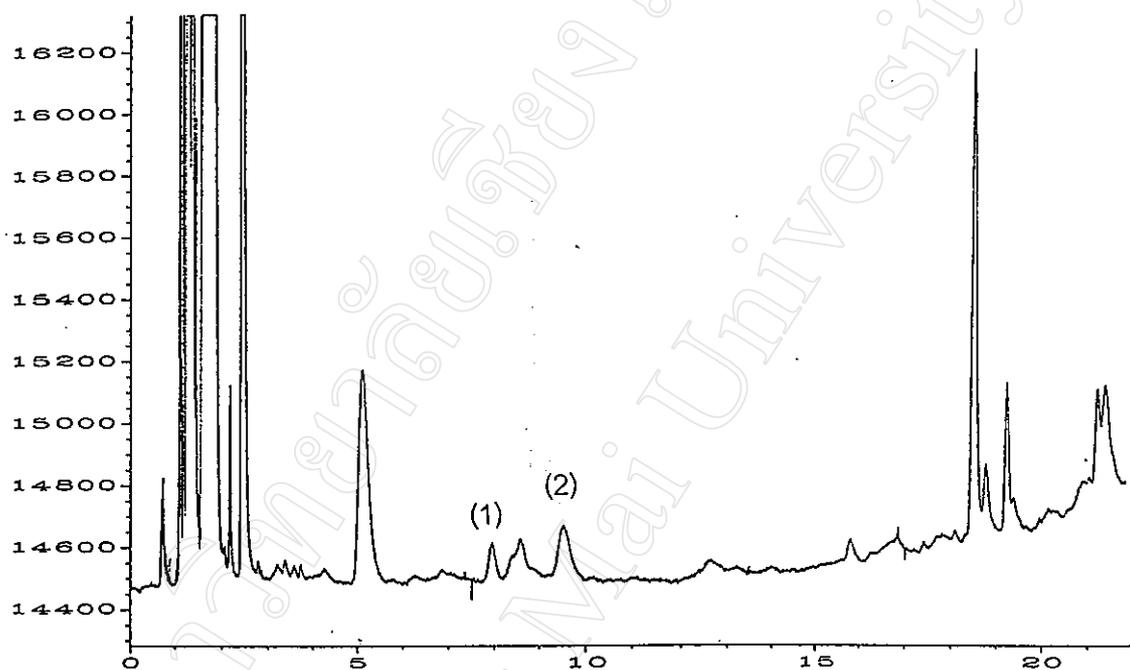


รูป 3.27 โครมาโทแกรมของการสกัดข้าวดอกมะลิ 105 ด้วย

สารละลายกรดไฮโดรคลอริก เป็นเวลา 15 นาที

(1) = สาร 2-acetyl-1-pyrroline

(2) = สารมาตรฐานภายใน 2,4,6-trimethylpyridine

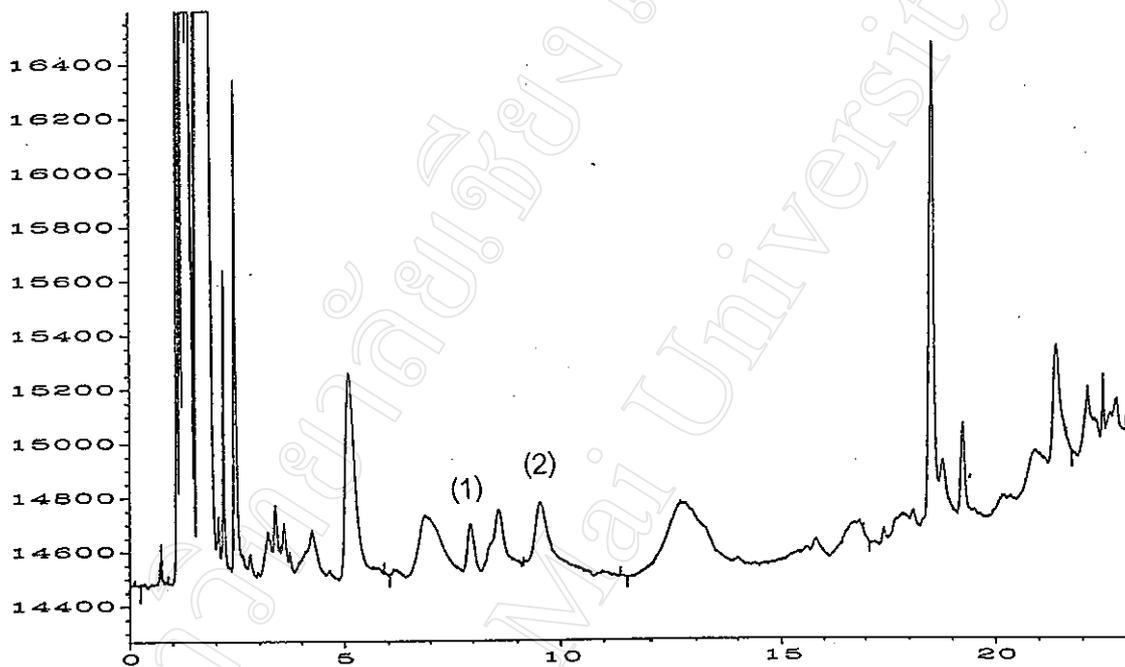


รูป 3.28 โครมาโทแกรมของการสกัดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ด้วย

สารละลายกรดไฮโดรคลอริก เป็นเวลา 30 นาที

(1) = สาร 2-acetyl-1-pyrroline

(2) = สารมาตรฐานภายใน 2,4,6-trimethylpyridine



รูป 3.29 โครมาโทแกรมของการสกัดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ด้วย

สารละลายกรดไฮโดรคลอริก เป็นเวลา 45 นาที

(1) = สารมาตรฐาน 2-acetyl-1-pyrroline

(2) = สารมาตรฐานภายใน 2,4,6-trimethylpyridine

เมื่อดำเนินการหาอัตราส่วนพื้นที่ใต้พีคของสาร 2-acetyl-1-pyrroline และสารมาตรฐานภายใน 2,4,6-trimethylpyridine แล้วนำไปเทียบกับกราฟสารละลายมาตรฐานในรูป 3.25 (หน้า 121) ก็สามารถคำนวณหาปริมาณสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline ในสารสกัดได้

ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณของสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline ในสารสกัด ที่ใช้เวลาในการสกัด 5 นาที

ครั้งที่ 1

จากรูป 3.26 อัตราส่วนพื้นที่ใต้พีคของสาร 2-acetyl-1-pyrroline และสารมาตรฐานภายใน 2,4,6-trimethylpyridine มีค่าเท่ากับ 0.231 (หน้า 122)

เมื่อนำไปเทียบกับกราฟสารละลายมาตรฐาน (หน้า 121) จะได้อัตราส่วนน้ำหนักสาร 2-acetyl-1-pyrroline และสารมาตรฐานภายใน 2,4,6-trimethylpyridine เท่ากับ 0.26 และในการเตรียมสารละลายมาตรฐานภายใน (ดูการคำนวณในภาคผนวกหน้า 152-153) ใช้ปริมาณสารมาตรฐานภายใน 2,4,6-trimethylpyridine เท่ากับ 6.25 ไมโครกรัม

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น ปริมาณ 2-acetyl-1-pyrroline} &= \frac{0.26 \times 6.25}{10.435} \text{ ไมโครกรัม/ กรัม} \\ &= 0.156 \text{ พีพีเอ็ม} \end{aligned}$$

ครั้งที่ 2 ก็คำนวณในทำนองเดียวกัน

$$\begin{aligned} \text{จะได้ปริมาณ 2-acetyl-1-pyrroline} &= \frac{0.28 \times 6.25}{10.398} \text{ ไมโครกรัม/ กรัม} \\ &= 0.168 \text{ พีพีเอ็ม} \end{aligned}$$

ครั้งที่ 3 ก็คำนวณในทำนองเดียวกัน

$$\begin{aligned} \text{จะได้ปริมาณ 2-acetyl-1-pyrroline} &= \frac{0.25 \times 6.25}{10.541} \text{ ไมโครกรัม/ กรัม} \\ &= 0.148 \text{ พีพีเอ็ม} \end{aligned}$$

ปริมาณ 2-acetyl-1-pyrroline เฉลี่ย

$$= \frac{0.156 + 0.168 + 0.148}{3} = 0.157 \text{ พีพีเอ็ม}$$

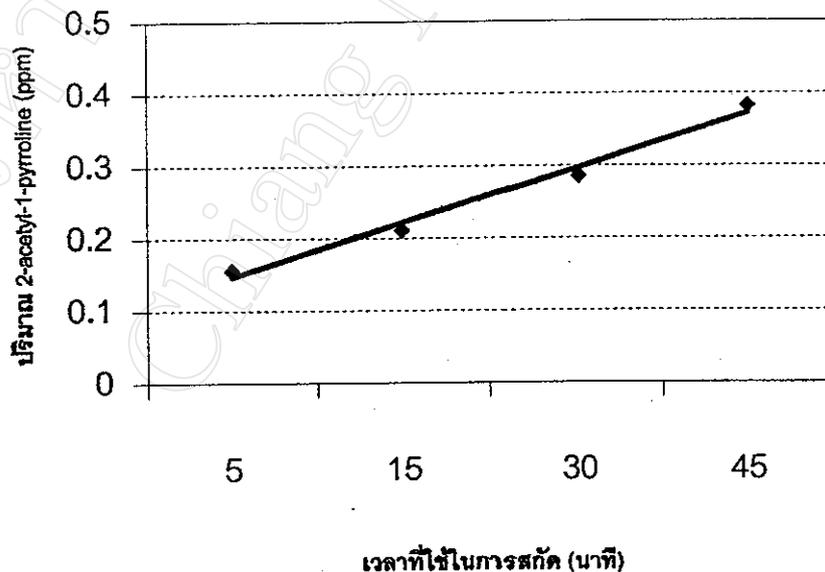
ดังนั้น ในการสกัดข้าวโดยใช้เวลาในการสกัด 5 นาที จะได้ปริมาณสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline เฉลี่ยเท่ากับ 0.157 พีพีเอ็ม

การคำนวณหาปริมาณสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline เมื่อใช้เวลาสกัด 15, 30 และ 45 นาที ก็คำนวณในทำนองเดียวกัน จะสรุปได้ดังตารางที่ 3.16

ตาราง 3.16 ปริมาณสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline ในการสกัดที่เวลาต่างๆ

เวลาที่ใช้สกัด (นาที)	ปริมาณสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline (พีพีเอ็ม)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
5	0.156	0.168	0.148	0.157
15	0.173	0.239	0.224	0.212
30	0.267	0.275	0.312	0.286
45	0.364	0.382	0.399	0.383

จากตาราง 3.16 ทำการพล็อตกราฟระหว่างเวลาที่ใช้ในการสกัด เทียบกับ ปริมาณสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline จะได้ดังรูป 3.30



รูป 3.30 ปริมาณสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline ในการสกัดที่เวลาต่างๆ

### 3.3.3 ผลการหาปริมาณสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline ในสารสกัดจากเมล็ดข้าวพันธุ์ต่างๆ ที่สกัดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก

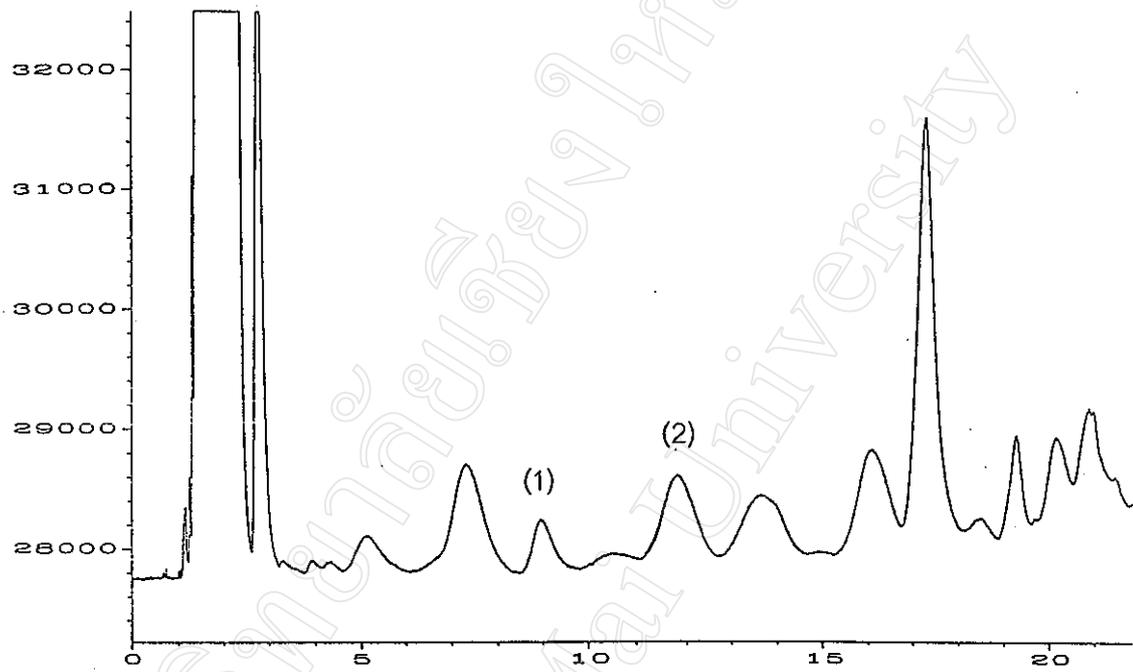
ในการศึกษาหาปริมาณสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline ในสารสกัดจากเมล็ดข้าวพันธุ์ต่างๆ จะใช้ข้าว 4 พันธุ์ คือ

- ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105
- ข้าวพันธุ์หอมคลองหลวง
- ข้าวพันธุ์หอมปทุม
- ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (ก.พ.ส.)

จะใช้ตัวอย่างข้าวในการทดลองประมาณ 10 กรัม ทำการสกัดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก เหมือนการทดลองหัวข้อ 2.4.2 (หน้า 41) แต่ใช้เวลาในการสกัด 45 นาที จะให้โครมาโทแกรม ดังรูป 3.31 ถึง 3.34 และเมื่อคำนวณหาอัตราส่วนพื้นที่ใต้พีคของสาร 2-acetyl-1-pyrroline และสารมาตรฐานภายใน 2,4,6-trimethylpyridine จะสรุปดังตาราง 3.17

ตาราง 3.17 ผลการหาอัตราส่วนพื้นที่ใต้พีคของ 2-acetyl-1-pyrroline และสารมาตรฐานภายใน 2,4,6-trimethylpyridine ในสารสกัดจากข้าวพันธุ์ต่างๆ

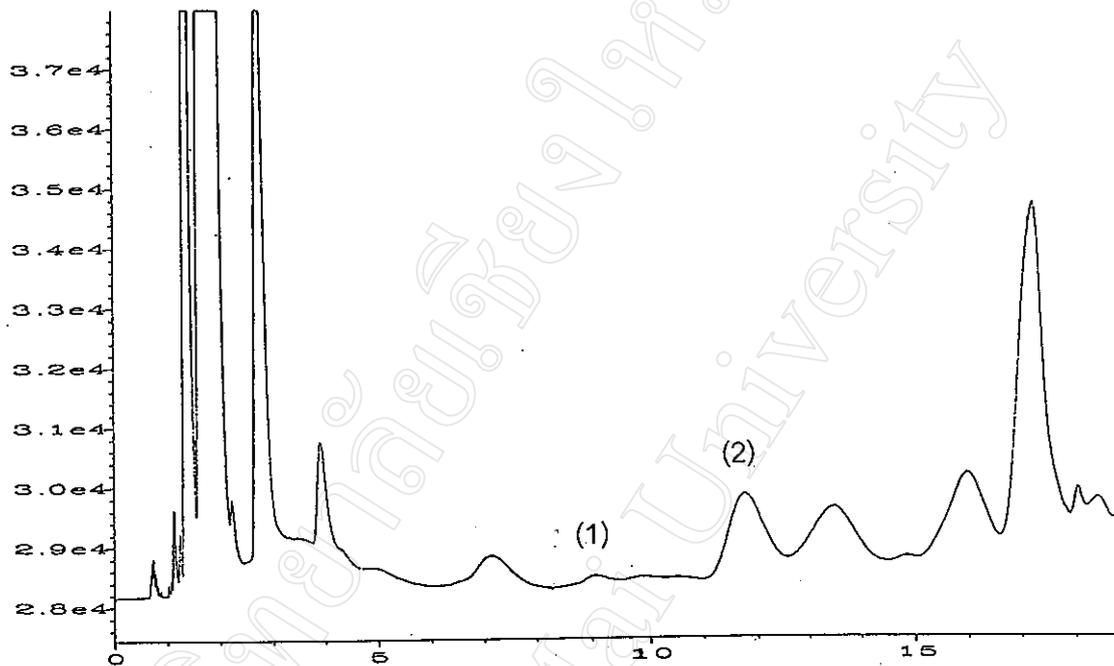
พันธุ์ข้าวที่ใช้	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3	
	ปริมาณข้าวที่ใช้ (กรัม)	อัตราส่วนพื้นที่ใต้พีค	ปริมาณข้าวที่ใช้ (กรัม)	อัตราส่วนพื้นที่ใต้พีค	ปริมาณข้าวที่ใช้ (กรัม)	อัตราส่วนพื้นที่ใต้พีค
-พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105	10.381	0.522	10.425	0.545	10.437	0.482
- พันธุ์หอมคลองหลวง	10.398	0.030	10.423	0.038	10.267	0.044
- พันธุ์หอมปทุม	10.474	0.396	10.536	0.455	10.442	0.416
- พันธุ์ขาวมะลิ 105 (ก.พ.ส.)	10.474	0.558	10.383	0.635	10.412	0.560



รูป 3.31 โครมาโทแกรมของสารสกัดจากข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

(1) = สาร 2-acetyl-1-pyrroline

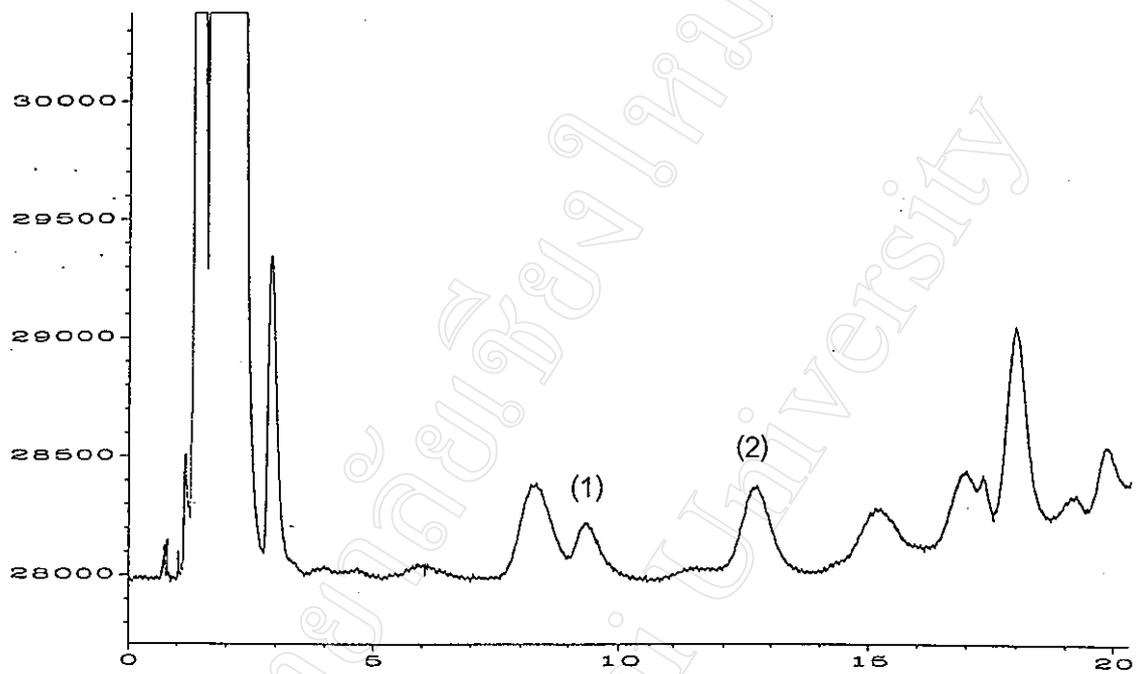
(2) = สารมาตรฐานภายใน 2,4,6-trimethylpyridine



รูป 3.32 โคโรมาโทแกรมของสารสกัดจากข้าวพันธุ์หอมคลองหลวง

(1) = สาร 2-acetyl-1-pyrroline

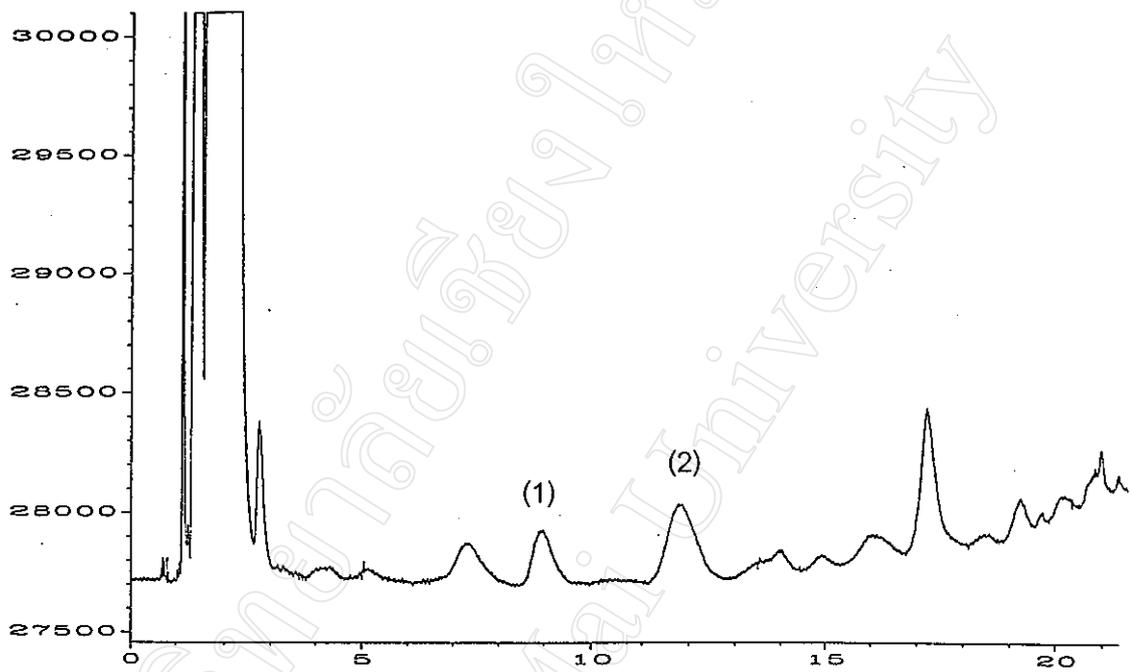
(2) = สารมาตรฐานภายใน 2,4,6-trimethylpyridine



รูป 3.33 โครมาโทแกรมของสารสกัดจากข้าวพันธุ์หอมพม่า

(1) = สาร 2-acetyl-1-pyrroline

(2) = สารมาตรฐานภายใน 2,4,6-trimethylpyridine



รูป 3.34 โคโรมาโทแกรมของสารสกัดจากข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (ก.พ.ส.)

(1) = สาร 2-acetyl-1-pyrroline

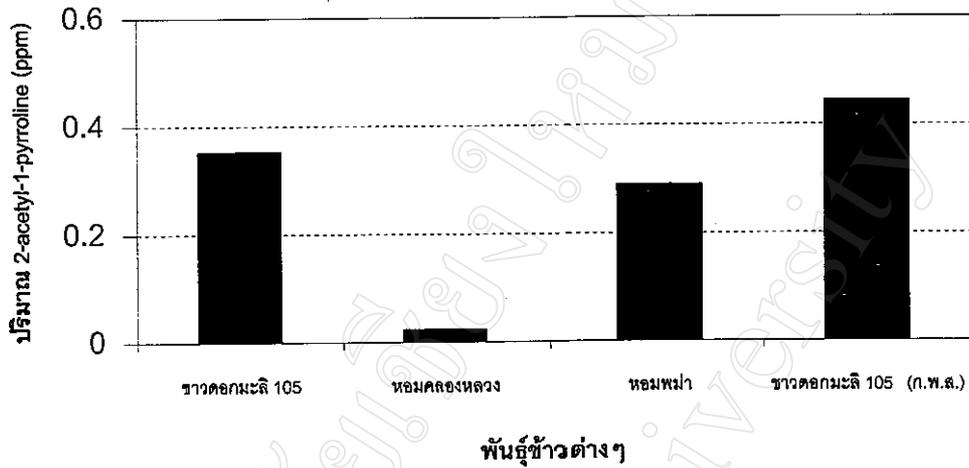
(2) = สารมาตรฐานภายใน 2,4,6-trimethylpyridine

เมื่อนำอัตราส่วนพื้นที่ใต้พีคของของ 2-acetyl-1-pyrroline และสารมาตรฐาน ภายใน 2,4,6-trimethylpyridine ไปเทียบกับกราฟสารละลายมาตรฐานในรูป 3.25 (หน้า 121) สามารถคำนวณหาปริมาณ 2-acetyl-1-pyrroline ได้ โดยคำนวณเหมือนกับหัวข้อ 3.3.2 (หน้า 127) จะสรุปผลได้ดังตารางที่ 3.18

ตาราง 3.18 ปริมาณ 2-acetyl-1-pyrroline ที่ได้จากข้าวพันธุ์ต่างๆ

พันธุ์ข้าวที่ใช้	ปริมาณ 2-acetyl-1-pyrroline (พีพีเอ็ม)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
- พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105	0.361	0.372	0.323	0.352
- พันธุ์หอมคลองหลวง	0.018	0.024	0.024	0.022
- พันธุ์หอมพม่า	0.280	0.303	0.281	0.288
- พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (ก.พ.ส.)	0.513	0.433	0.384	0.443

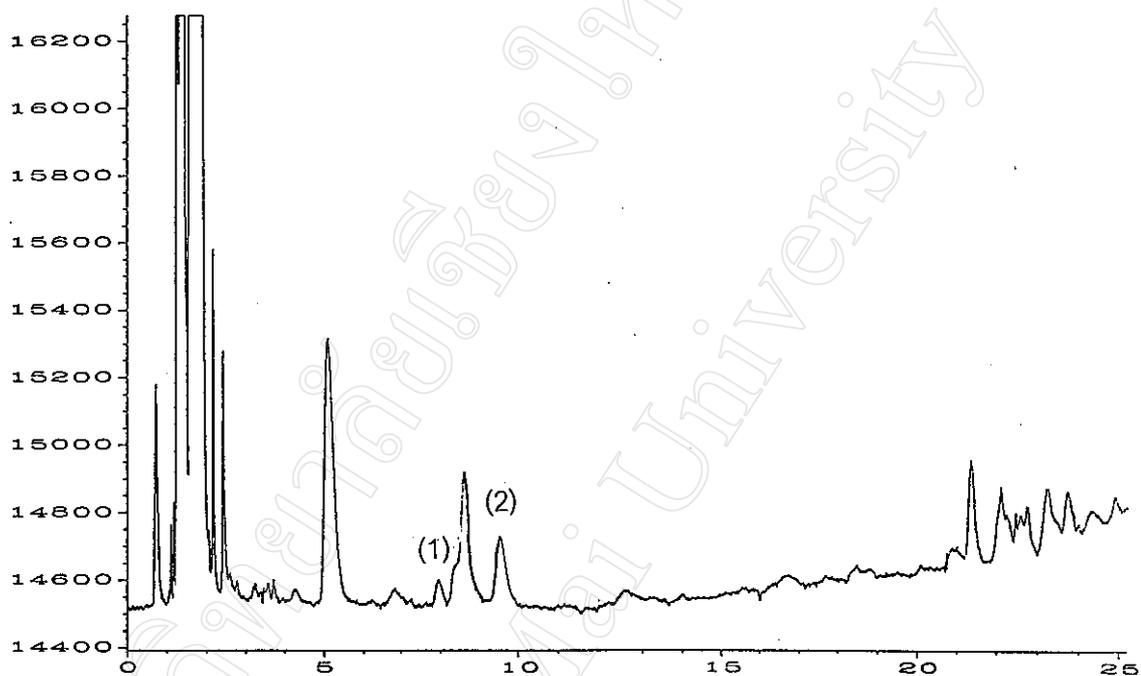
และเมื่อนำข้อมูลในตาราง 3.18 มาทำกราฟแผนภูมิแท่งระหว่างปริมาณ 2-acetyl-1-pyrroline ที่ได้เทียบกับข้าวพันธุ์ต่างๆ จะแสดงดังรูป 3.35 พบว่า พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (ก.พ.ส.) จะมีปริมาณ 2-acetyl-1-pyrroline มากที่สุด คือ 0.443 พีพีเอ็ม รองลงมาจะเป็น พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จะมีปริมาณเท่ากับ 0.352 พีพีเอ็ม และพันธุ์หอมพม่าจะมีปริมาณเท่ากับ 0.288 พีพีเอ็ม และพันธุ์หอมคลองหลวงจะมีปริมาณเท่ากับ 0.022 พีพีเอ็ม ตามลำดับ



รูป 3.35 แผนภูมิแท่งแสดงปริมาณ 2-acetyl-1-pyrroline ที่ได้จากข้าวพันธุ์ต่างๆ

### 3.3.4 ผลการหาปริมาณข้าวน้อยที่สุดที่สามารถสกัดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก และให้สัญญาณเมื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี

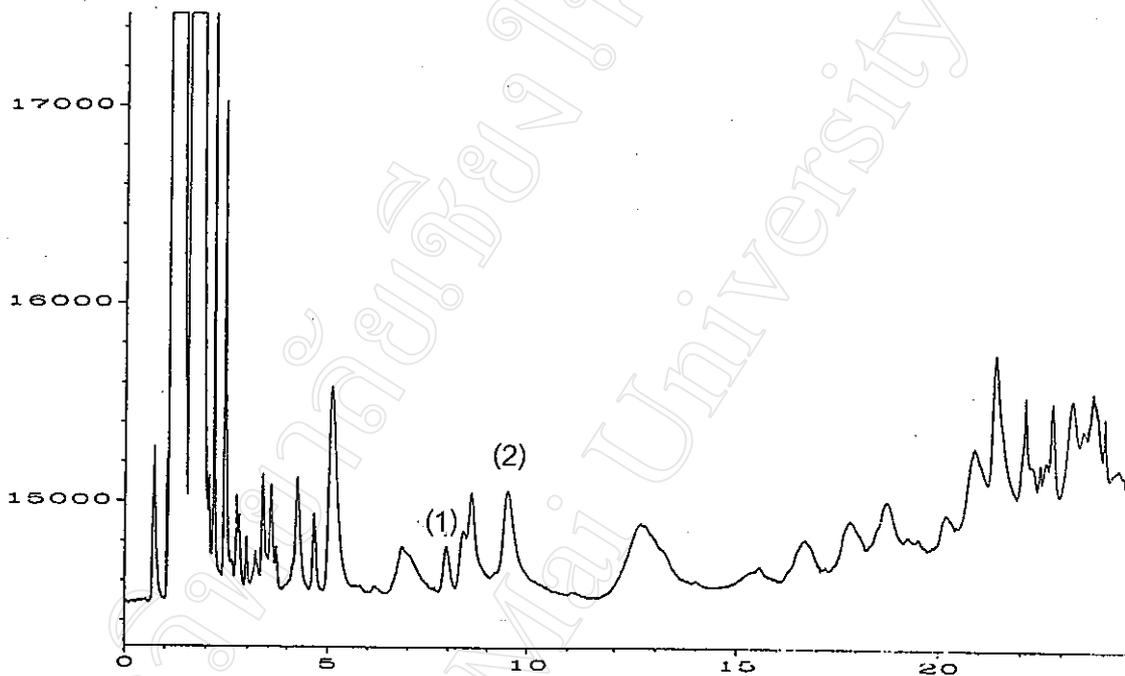
ในการศึกษาจะหาใช้ปริมาณข้าว 0.5, 1 และ 3 กรัม มาสกัดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเหมือนการทดลองในหัวข้อ 2.4.1 (หน้า 40) แต่ใช้เวลาในการสกัด 45 นาที จะให้โครมาโทแกรม ดังรูป 3.36 ถึง 3.38



รูป 3.36 การสกัดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปริมาณ 0.5 กรัม ด้วยสารละลายกรด เป็นเวลา 45 นาที

(1) = สาร 2-acetyl-1-pyrroline

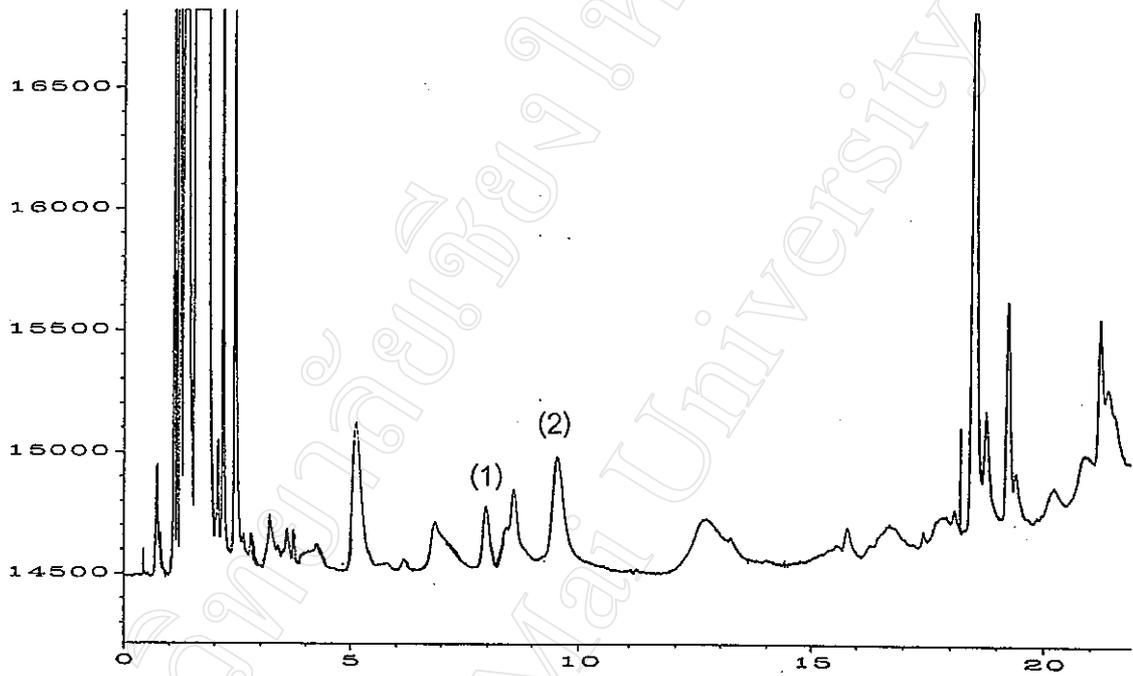
(2) = สารมาตรฐานภายใน 2,4,6-trimethylpyridine



รูป 3.37 การสกัดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปริมาณ 1 กรัม ด้วยสารละลายกรด เป็นเวลา 45 นาที

(1) = สาร 2-acetyl-1-pyrroline

(2) = สารมาตรฐานภายใน 2,4,6-trimethylpyridine



รูป 3.38 การสกัดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปริมาณ 3 กรัม ด้วยสารละลายกรด เป็นเวลา 45 นาที

(1) = สาร 2-acetyl-1-pyrroline

(2) = สารมาตรฐานภายใน 2,4,6-trimethylpyridine

จากรูป 3.36 จะเห็นได้ว่าในการใช้ข้าวปริมาณน้อยเพียง 0.5 กรัม สกัดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก สามารถที่จะตรวจวัดสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline ได้เมื่อวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี ใช้คอลัมน์ CP-WAX 51 และจากโครมาโทแกรม รูป 3.36 ถึง 3.38 เมื่อนำมาหาอัตราส่วนพื้นที่ใต้พีคของสารของ 2-acetyl-1-pyrroline และสารมาตรฐานภายใน 2,4,6-trimethylpyridine จะสรุปได้ในตารางที่ 3.19

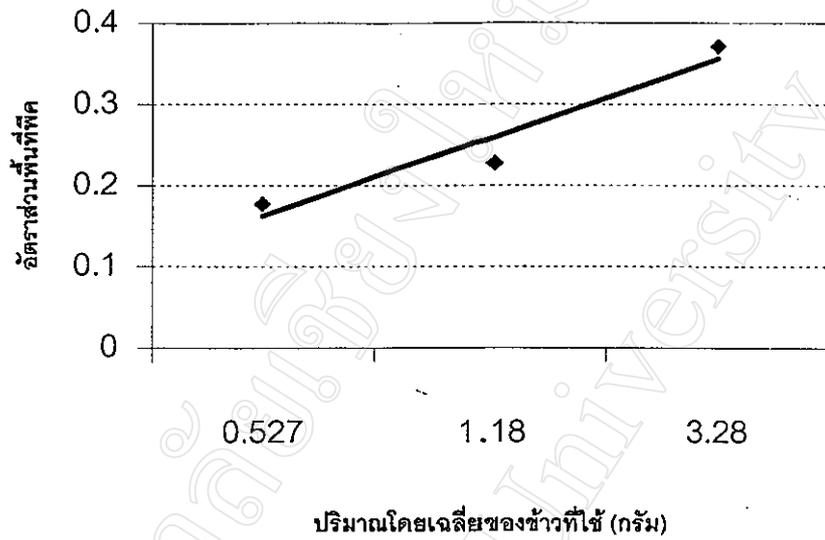
ตาราง 3.19 ผลการหาอัตราส่วนพื้นที่ใต้พีคของสารของ 2-acetyl-1-pyrroline และสารมาตรฐานภายใน 2,4,6-trimethylpyridine เทียบกับปริมาณข้าวที่ใช้

ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3	
ปริมาณข้าวที่ใช้ (กรัม)	อัตราส่วนพื้นที่ใต้พีค	ปริมาณข้าวที่ใช้ (กรัม)	อัตราส่วนพื้นที่ใต้พีค	ปริมาณข้าวที่ใช้ (กรัม)	อัตราส่วนพื้นที่ใต้พีค
0.541	0.165	0.525	0.183	0.516	0.185
1.212	0.239	1.186	0.228	1.143	0.217
3.411	0.370	3.242	0.382	3.189	0.363

ค่าเฉลี่ยของปริมาณข้าวที่ใช้และค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนพื้นที่ใต้พีคแสดงได้ในตาราง 3.20 และเมื่อนำค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใต้พีคมาพล็อตเทียบกับปริมาณข้าวเฉลี่ยที่ใช้ จะได้กราฟดังรูป 3.39

ตาราง 3.20 ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใต้พีคที่ได้เทียบกับปริมาณข้าวเฉลี่ยที่ใช้

ปริมาณข้าวที่ใช้เฉลี่ย (กรัม)	อัตราส่วนพื้นที่ใต้พีคเฉลี่ย
0.527	0.178
1.180	0.228
3.280	0.372



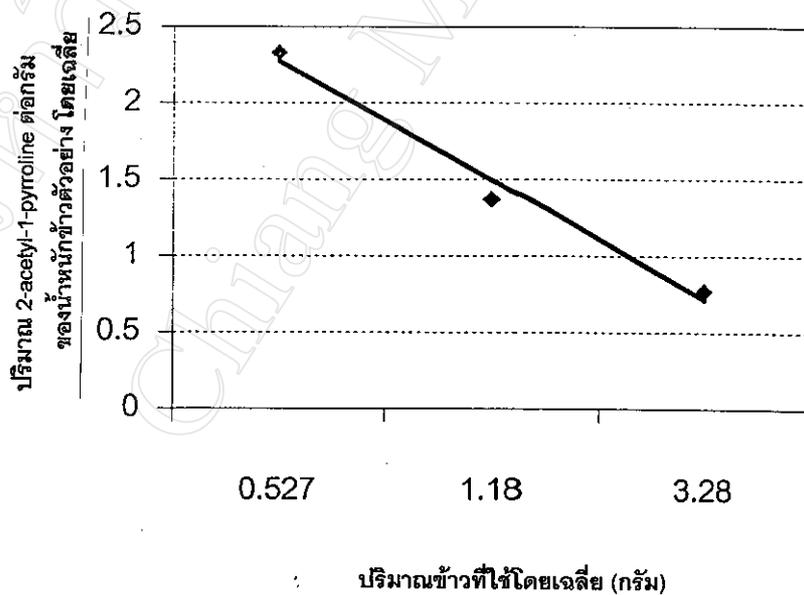
รูป 3.39 อัตราส่วนพื้นที่ที่ได้พิกัดเฉลี่ยของสาร 2-acetyl-1-pyrroline และสารมาตรฐานภายใน 2,4,6-trimethylpyridine เทียบกับปริมาณข้าวเฉลี่ยที่ใช้ในการสกัด

การหาปริมาณสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline ในสารสกัด ทำโดยนำอัตราส่วนพื้นที่ที่ได้พิกัดของ 2-acetyl-1-pyrroline และสารมาตรฐานภายใน 2,4,6-trimethylpyridine ไปเทียบกับกราฟสารละลายมาตรฐานในรูป 3.25 (หน้า 121) ก็จะสามารถคำนวณหาปริมาณ 2-acetyl-1-pyrroline ได้ โดยจะคำนวณเหมือนกับหัวข้อ 3.3.2 (หน้า 127) จะสรุปผลได้ดังตารางที่ 3.21

ตาราง 3.21 ปริมาณ 2-acetyl-1-pyrroline ที่ได้ในการใช้ข้าวปริมาณต่างๆ

ปริมาณข้าว ที่ใช้ (กรัม)	ปริมาณ 2-acetyl-1-pyrroline ต่อกรัมของน้ำหนักข้าวตัวอย่าง			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
0.527	2.174	2.358	2.399	2.310
1.180	1.379	1.357	1.354	1.363
3.280	0.729	0.802	0.776	0.769

จากข้อมูลในตาราง 3.21 พล็อตกราฟระหว่างปริมาณ 2-acetyl-1-pyrroline เทียบกับปริมาณข้าวที่ใช้ จะได้กราฟดังรูป 3.40 จะเห็นว่าปริมาณ 2-acetyl-1-pyrroline ที่ได้มีค่ามากเมื่อใช้ปริมาณข้าวน้อย ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าประสิทธิภาพของการสกัดจะดีขึ้น เมื่อสัดส่วนของปริมาณตัวอย่างข้าวต่อสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้สกัดมีค่าน้อย



รูป 3.40 ปริมาณ 2-acetyl-1-pyrroline ต่อกรัมของน้ำหนักข้าวตัวอย่างโดยเฉลี่ย เทียบกับปริมาณข้าวที่ใช้โดยเฉลี่ย