

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญภาพ	ท
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับข้าว	1
1.1.1 การจำแนกข้าวในโลก	1
1.1.2 การจำแนกข้าวในประเทศไทย	3
1.2 พันธุ์ข้าวหอม	5
1.3 การศึกษาสารหอมในข้าว	7
1.4 เทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี	13
1.4.1 องค์ประกอบของเครื่องก๊าซโครมาโทกราฟี	13
1.4.1.1 ก๊าซตัวพา	14
1.4.1.2 ส่วนที่ใช้ควบคุมการไหลของก๊าซต่างๆ	15
1.4.1.3 ระบบของการนำสารตัวอย่างเข้า	15
1.4.1.4 คอลัมน์	16
1.4.1.5 ดีเทคเตอร์	18
1.4.2 การวิเคราะห์เชิงคุณภาพและปริมาณด้วยเทคนิค ก๊าซโครมาโทกราฟี	18
1.5 เทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/ แมสสเปคโตรเมตรี	20
1.5.1 หลักการและทฤษฎีของแมสสเปคโตรเมตรี	20
1.5.2 เครื่องแมสสเปคโตรมิเตอร์และองค์ประกอบ	21
1.5.2.1 ระบบใส่สารตัวอย่าง เพื่อให้กลายเป็นไอ	21
1.5.2.2 แหล่งผลิตไอออน	21

	หน้า
1.5.2.3 การแยกไอออน	23
1.5.2.4 ดีเทคเตอร์	24
1.6 วัตถุประสงค์ในการศึกษา	25
บทที่ 2 วิธีการทดลอง	26
2.1 วัสดุอุปกรณ์ สารเคมี และวัตถุดิบที่ใช้	26
2.1.1 วัสดุอุปกรณ์	26
2.1.2 สารเคมี	27
2.1.3 วัตถุดิบที่ใช้	27
2.2 การสังเคราะห์สารมาตรฐาน 2-aethyl-1-pyrroline	28
2.2.1 ปฏิกริยาการสังเคราะห์สาร 2-aethyl-1-pyrroline	28
2.2.2 การวิเคราะห์ผลผลิตด้วยเทคนิคอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี ก๊าซโครมาโทกราฟี และก๊าซโครมาโทกราฟี/ แมสสเปคโตรเมตรี	31
2.2.3 การประเมินกลิ่นของสารสังเคราะห์ 2-aethyl-1-pyrroline	32
2.3 การวิเคราะห์เชิงคุณภาพขององค์ประกอบในการสกัดจากเมล็ดข้าว ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/ แมสสเปคโตรเมตรี	33
2.3.1 การสกัดสารระเหยจากเมล็ดข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และข้าว พันธุ์หอมคลองหลวง โดยวิธีการสกัดด้วยไอน้ำและตัวทำละลาย อินทรีย์แบบต่อเนื่อง และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/ แมสสเปคโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ DB-1	33
2.3.2 การสกัดสารอินทรีย์จากเมล็ดข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และข้าว พันธุ์หอมคลองหลวง โดยวิธีการสกัดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก และ วิเคราะห์สารสกัดด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/ แมสสเปคโตร เมตรี ใช้คอลัมน์ DB-1	35
2.3.3 การสกัดสารระเหยจากเมล็ดข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และ พันธุ์หอมคลองหลวง โดยวิธีการสกัดด้วยไอน้ำและตัวทำละลาย อินทรีย์แบบต่อเนื่อง และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/ แมสสเปคโตรโฟโตเมตรี ใช้คอลัมน์ CP-WAX 51	37

2.3.4	การสกัดสารอินทรีย์จากเมล็ดข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และข้าวพันธุ์หอมคลองหลวง โดยวิธีการสกัดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก และ วิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/ แมสสเปคโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ CP-WAX 51	38
2.4	การวิเคราะห์เชิงปริมาณของสารให้ความหอม 2-acetyl-1-pyrroline ในสารสกัดจากเมล็ดข้าว ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี	39
2.4.1	การทำกราฟสารละลายมาตรฐาน	39
2.4.2	การศึกษาเปรียบเทียบช่วงเวลาที่ใช้ในการสกัดสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline จากเมล็ดข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก	41
2.4.3	การหาปริมาณสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline ในสารสกัดจากเมล็ดข้าวพันธุ์ต่างๆ ที่สกัดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก	42
2.4.4	การหาปริมาณข้าวตัวอย่างที่น้อยที่สุด ที่สามารถสกัดด้วยสารละลายกรดและให้สัญญาณเมื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี	42
บทที่ 3 ผลการทดลอง		43
3.1	ผลการสังเคราะห์สารหอม 2-acetyl-1-pyrroline	43
3.1.1	ผลการวิเคราะห์สารตั้งต้น 2-acetyl-1-pyrrole ด้วยเทคนิคอินฟราเรดสเปคโตรสโกปี	43
3.1.2	ผลการวิเคราะห์สารตั้งต้น 2-acetyl-1-pyrrole ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/ แมสสเปคโตรเมตรี	45
3.1.3	ผลการวิเคราะห์ผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชันของสาร 2-acetyl-1-pyrrole ด้วยเทคนิคอินฟราเรดสเปคโตรสโกปี	48
3.1.4	ผลการวิเคราะห์ผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชันของสาร 2-acetyl-1-pyrrole ที่มี 5% rhodium on alumina เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา โดยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/ แมสสเปคโตรเมตรี	50

3.1.5	ผลการวิเคราะห์ผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชันของสาร 2-(1-hydroxyethyl)pyrrolidine ด้วยเทคนิคอินฟราเรดสเปกโตรสโคปี	53
3.1.6	ผลการวิเคราะห์ผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชันของสาร 2-acetyl-1-pyrrole ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโตรเมตรี	54
3.1.7	การวิเคราะห์ปริมาณสารหอม 2-acetyl-1-pyrrole ในผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาการสังเคราะห์ ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี	58
3.1.8	ผลการทดสอบความหอมของสาร 2-acetyl-1-pyrrole ที่สังเคราะห์	63
3.2	ผลการวิเคราะห์เชิงคุณภาพขององค์ประกอบในสารสกัดจากข้าว	65
3.2.1	ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบสารระเหยในสารสกัดจากข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และพันธุ์หอมคลองหลวง โดยวิธีการสกัดด้วยไอน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์แบบต่อเนื่อง โดยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโตรเมตรี และใช้คอลัมน์ DB-1	65
3.2.2	ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบในสารสกัดข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และพันธุ์หอมคลองหลวง โดยวิธีการสกัดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร โดยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโตรเมตรี และใช้คอลัมน์ DB-1	82
3.2.3	ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบสารระเหยในสารสกัดข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และพันธุ์หอมคลองหลวง โดยวิธีการสกัดด้วยไอน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์แบบต่อเนื่อง โดยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโตรเมตรี และใช้คอลัมน์ CP-WAX 51	91
3.2.4	ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบในสารสกัดในสารสกัดข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และพันธุ์หอมคลองหลวง ที่สกัดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร โดยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโตรเมตรี และใช้คอลัมน์ CP-WAX 51	102

	หน้า
3.3 ผลการวิเคราะห์เชิงปริมาณของสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline ในสารสกัดจากเมล็ดข้าว โดยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี	118
3.3.1 ผลการทำกราฟสารละลายมาตรฐาน	118
3.3.2 การศึกษาเปรียบเทียบเพื่อหาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการสกัดสารหอมจากเมล็ดข้าวกล้อง โดยวิธีการสกัดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก	122
3.3.3 การหาปริมาณสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline ในสารสกัดจากเมล็ดข้าวพันธุ์ต่างๆ ที่สกัดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก	129
3.3.4 ผลการหาปริมาณข้าวเหนียวที่สุดที่สามารถสกัดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกและให้สัญญาณเมื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี	135
บทที่ 4 สรุปและวิจารณ์	142
เอกสารอ้างอิง	146
ภาคผนวก	150
ประวัติผู้เขียน	154

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
3.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของสาร 2-acetyl-1-pyrroline ด้วยเทคนิคอินฟราเรดสเปคโตรสโคปี	44
3.2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของ 2-(1-hydroxyethyl)pyrrolidine ซึ่งเป็นผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาไฮโดรจิเนชันของ สาร 2-acetyl-1-pyrrole ด้วยเทคนิคอินฟราเรดสเปคโตรสโคปี	49
3.3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชันของสาร 2-(1-hydroxyethyl)pyrrolidine ด้วยเทคนิคอินฟราเรดสเปคโตรสโคปี	54
3.4 ผลการทดสอบกลิ่น	63
3.5 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับแมสสเปคตรัมและโครงสร้างทางเคมีของสารระเหยที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดจากข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่สกัดด้วยไอน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์แบบต่อเนื่อง และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ DB-1	68
3.6 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับแมสสเปคตรัมและโครงสร้างทางเคมีของสารระเหยที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดจากข้าวพันธุ์หอมคลองหลวง ที่สกัดด้วยไอน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์แบบต่อเนื่อง และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ DB-1	76
3.7 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับแมสสเปคตรัมและโครงสร้างทางเคมีของสารระเหยที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดจากข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่สกัดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ DB-1	84
3.8 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับแมสสเปคตรัมและโครงสร้างทางเคมีของสารระเหยที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดจากข้าวพันธุ์หอมคลองหลวง ที่สกัดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ DB-1	87

ตาราง	หน้า
3.9 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับแมสสเปคตรัมและโครงสร้างทางเคมีของสารระเหยที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดจากข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่สกัดด้วยไอน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์แบบต่อเนื่อง และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/ แมสสเปคโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ CP-WAX 51	93
3.10 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับแมสสเปคตรัมและโครงสร้างทางเคมีของสารระเหยที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดจากข้าวพันธุ์หอมคลองหลวง ที่สกัดด้วยไอน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์แบบต่อเนื่อง และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/ แมสสเปคโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ CP-WAX 51	98
3.11 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับแมสสเปคตรัมและโครงสร้างทางเคมีของสารระเหยที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดจากข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่สกัดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/ แมสสเปคโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ CP-WAX 51	104
3.12 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับแมสสเปคตรัมและโครงสร้างทางเคมีของสารระเหยที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดจากข้าวพันธุ์หอมคลองหลวง ที่สกัดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/ แมสสเปคโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ CP-WAX 51	108
3.13 สารประกอบที่พบในสารสกัดตัวอย่างต่างๆ	110
3.14 การหาอัตราส่วนน้ำหนักและอัตราส่วนพื้นที่ได้พีคของสารมาตรฐาน 2-acetyl-1-pyrroline และสารมาตรฐานภายใน 2,4,6-trimethylpyridine	118
3.15 แสดงอัตราส่วนพื้นที่ได้พีคของสาร 2-acetyl-1-pyrroline และสารมาตรฐานภายใน 2,4,6-trimethylpyridine ที่เวลาในการสกัดต่างๆ	122
3.16 ปริมาณสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline ในสารสกัดที่เวลาต่างๆ	128
3.17 ผลการหาอัตราส่วนพื้นที่ได้พีคของสาร 2-acetyl-1-pyrroline และสารมาตรฐานภายใน 2,4,6-trimethylpyridine ในสารสกัดจากข้าวพันธุ์ต่างๆ	129
3.18 ปริมาณ 2-acetyl-1-pyrroline ที่ได้ในข้าวพันธุ์ต่างๆ	134

ตาราง	หน้า
3.19 ผลการหาอัตราส่วนพื้นที่ใต้พีคของสาร 2-acetyl-1-pyrroline และสารมาตรฐาน ภายใน 2,4,6-trimethylpyridine เทียบกับปริมาณข้าวที่ใช้	139
3.20 ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใต้พีคที่ได้เทียบกับปริมาณข้าวเฉลี่ยที่ใช้	139
3.21 ปริมาณ 2-acetyl-1-pyrroline ที่ได้ในการใช้ข้าวปริมาณต่างๆ	141

สารบัญภาพ

รูป	หน้า	
1.1	ประเภทพันธุ์ข้าวในโลกและลักษณะของข้าวแต่ละชนิด	2
1.2	สารหอม 2-acetyl-1-pyrroline	9
1.3	แผนภาพการสังเคราะห์ 2-acetyl-1-pyrroline โดยย่อ	10
1.4	แสดงองค์ประกอบที่สำคัญของเครื่องก๊าซโครมาโทกราฟี	13
1.5	แสดงควอดรูโพล แมสสเปคโตรมิเตอร์	24
2.1	แผนภาพแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์สาร 2-acetyl-1-pyrroline	29
2.2	การจัดตั้งอุปกรณ์ในการทำปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชัน	30
2.3	ชุดสกัดด้วยไอน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์แบบต่อเนื่อง	33
2.4	แผนภาพการสกัดสารหอมจากเมล็ดข้าวโดยวิธีการสกัดด้วยสารละลายกรด	36
3.1	อินฟราเรดสเปคตรัมของ 2-acetyl-1-pyrrole	44
3.2	โครมาโทแกรมแสดงองค์ประกอบของ 2-acetyl-1-pyrrole	45
3.3	แมสสเปคตรัมของสาร 2-acetyl-1-pyrrole ของพีคที่เวลารีเทนชันเท่ากับ 9.66 นาที	46
3.4	อินฟราเรดสเปคตรัมของ 2-(1-hydroxyethyl) pyrrolidine ซึ่งเป็นผลผลิตที่ได้จากการทำปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชันของสาร 2-acetyl-1-pyrrole	48
3.5	โครมาโทแกรมแสดงองค์ประกอบของ 2-(1-hydroxyethyl)pyrrolidine ซึ่งเป็นผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชันของสาร 2-acetyl-1-pyrrole ที่มี 5% rhodium on alumina เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา	50
3.6	แมสสเปคตรัมผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชันของสาร 2-acetyl-1-pyrrole ของพีคที่เวลารีเทนชัน เท่ากับ 7.90 นาที	51
3.7	อินฟราเรดสเปคตรัมของผลผลิตที่ได้จากการทำปฏิกิริยาออกซิเดชันของสาร 2-(1-hydroxyethyl)pyrrolidine	53
3.8	โครมาโทแกรมแสดงองค์ประกอบของผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชันของสาร 2-(1-hydroxyethyl)pyrrolidine ที่มี silver carbonate เป็นตัวออกซิไดซ์	55

รูป	หน้า
3.9	56
แมสสเปคตรัมของผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชันของสาร 2-(1-hydroxyethyl)pyrrolidine ที่มีเวลารีเทนชัน เท่ากับ 5.20 นาที	
3.10	59
แสดงโครมาโทแกรมของสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline สังเคราะห์ในตัวทำละลาย benzene ที่วิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี	
3.11	60
แสดงโครมาโทแกรมของสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline สังเคราะห์ในตัวทำละลาย dichloromethane ที่วิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี	
3.12	64
แสดงแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบผลการทดสอบกลิ่น	
3.13	67
แสดงองค์ประกอบสารระเหยในสารสกัดจากข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่สกัดด้วยไอน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์แบบต่อเนื่อง และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/ แมสสเปคโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ DB-1	
3.14	75
แสดงองค์ประกอบสารระเหยในสารสกัดจากข้าวพันธุ์หอมคลองหลวง ที่สกัดด้วยไอน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์แบบต่อเนื่อง และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/ แมสสเปคโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ DB-1	
3.15	83
แสดงองค์ประกอบสารอินทรีย์ในสารสกัดจากข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่สกัดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/ แมสสเปคโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ DB-1	
3.16	87
แสดงองค์ประกอบสารอินทรีย์ในสารสกัดจากข้าวพันธุ์หอมคลองหลวง ที่สกัดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/ แมสสเปคโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ DB-1	
3.17	92
แสดงองค์ประกอบสารระเหยในสารสกัดจากข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่สกัดด้วยไอน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์แบบต่อเนื่อง และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/ แมสสเปคโตรโฟโตเมตรี ใช้คอลัมน์ CP-WAX 51	
3.18	97
แสดงองค์ประกอบสารระเหยในสารสกัดจากข้าวพันธุ์หอมคลองหลวง ที่สกัดด้วยไอน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์แบบต่อเนื่อง และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/ แมสสเปคโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ CP-WAX 51	

รูป	หน้า
3.19 แสดงองค์ประกอบสารอินทรีย์ในสารสกัดจากข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่สกัดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ CP-WAX 51	103
3.20 แสดงองค์ประกอบสารอินทรีย์ในสารสกัดจากข้าวพันธุ์หอมคลองหลวง ที่สกัดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมลต่อลิตร และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี/แมสสเปคโตรเมตรี ใช้คอลัมน์ CP-WAX 51	107
3.21 โครมาโทแกรมของสารละลายผสมมาตรฐาน ชนิดที่ 1	119
3.22 โครมาโทแกรมของสารละลายผสมมาตรฐาน ชนิดที่ 2	119
3.23 โครมาโทแกรมของสารละลายผสมมาตรฐาน ชนิดที่ 3	120
3.24 โครมาโทแกรมของสารละลายผสมมาตรฐาน ชนิดที่ 4	120
3.25 แสดงกราฟสารละลายมาตรฐานพล็อตระหว่างอัตราส่วนพื้นที่ใต้พีคและอัตราส่วนน้ำหนักของสารมาตรฐาน 2-acetyl-1-pyrroline และสารมาตรฐานภายใน 2,4,6-trimethylpyridine	121
3.26 โครมาโทแกรมของการสกัดข้าวข้าวดอกมะลิ 105 ด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก เป็นเวลา 5 นาที	123
3.27 โครมาโทแกรมของการสกัดข้าวข้าวดอกมะลิ 105 ด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก เป็นเวลา 15 นาที	124
3.28 โครมาโทแกรมของการสกัดข้าวข้าวดอกมะลิ 105 ด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก เป็นเวลา 30 นาที	125
3.29 โครมาโทแกรมของการสกัดข้าวข้าวดอกมะลิ 105 ด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก เป็นเวลา 45 นาที	126
3.30 ปริมาณสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline ในสารสกัดที่เวลาต่างๆ	128
3.31 โครมาโทแกรมของสารสกัดจากพันธุ์ข้าวข้าวดอกมะลิ 105	130
3.32 โครมาโทแกรมของสารสกัดจากพันธุ์ข้าวหอมคลองหลวง	131
3.33 โครมาโทแกรมของสารสกัดจากพันธุ์ข้าวหอมพม่า	132
3.34 โครมาโทแกรมของสารสกัดจากพันธุ์ข้าวข้าวดอกมะลิ 105 (ก.พ.ส.)	133

รูป	หน้า
3.35 แผนภูมิแท่งแสดงปริมาณ 2-acetyl-1-pyrroline ที่ได้จากข้าวพันธุ์ต่างๆ	135
3.36 การสกัดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปริมาณ 0.5 กรัม ด้วยสารละลายกรด เป็นเวลา 45 นาที	136
3.37 การสกัดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปริมาณ 1 กรัม ด้วยสารละลายกรด เป็นเวลา 45 นาที	137
3.38 การสกัดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปริมาณ 3 กรัม ด้วยสารละลายกรด เป็นเวลา 45 นาที	138
3.39 อัตราส่วนพื้นที่ที่ได้พีคเจ็ลลีย์ของสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline และสารมาตรฐานภายใน 2,4,6-trimethylpyridine เทียบกับปริมาณข้าวเจ็ลลีย์ที่ใช้ในการสกัด	140
3.40 ปริมาณสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline เจ็ลลีย์ที่ได้ เทียบกับปริมาณข้าวเจ็ลลีย์ที่ใช้	141