

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	3
1.3 ขอบเขตงานวิจัย	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.5 สถานที่ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยและรวบรวมข้อมูล	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ข้าว	5
2.2 ไร่ข้าว	8
2.3 อนุมูลอิสระ	17
2.4 การคงสภาพไร่ข้าว	28
2.5 เอนไซม์	32
2.6 แนวทางการใช้ประโยชน์จากร้าข้าว	41

## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

### บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุคิบ	50
3.2 สารเคมีและโคพิกเมนต์	50
3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์	52
3.4 การทดลอง	53
3.5 ศึกษาเสถียรภาพของรำข้าวที่ผ่านการคงสภาพระหว่างการเก็บรักษา	56
3.6 ศึกษาแนวทางการใช้ประโยชน์จากรำข้าวที่ผ่านการคงสภาพเพื่อใช้เป็นวัสดุคิบในผลิตภัณฑ์มูลค่าสูง	56

### บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล

4.1 องค์ประกอบทางเคมีและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของรำข้าว กข 6 และรำข้าวเก่าดอยสะเก็ด	60
4.2 การศึกษาการใช้เอนไซม์โปรติเอสในการยับยั้งไลเปส และปรับปรุงสมบัติการละลายของรำข้าว	64
4.3 องค์ประกอบทางเคมีและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของรำข้าวที่ผ่านการคงสภาพด้วยเอนไซม์เปรียบเทียบกับรำข้าวคิบและรำข้าวที่ผ่านการคงสภาพด้วยความร้อน	79
4.4 ผลของการคงสภาพต่อปริมาณสารออกฤทธิ์สำคัญในรำข้าว และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ	82
4.5 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของรำข้าวในระหว่างการเก็บรักษานาน 2 เดือน	86
4.6 การศึกษาแนวทางการใช้ประโยชน์จากรำข้าวที่ผ่านการคงสภาพเพื่อใช้เป็นวัสดุคิบในผลิตภัณฑ์มูลค่าสูง	101
4.7 การทำโคพิเมนต์ต่อความคงตัวของแอนโทไซยานินในเครื่องดื่มแอนโทไซยานินสูงหลังกระบวนการพาสเจอร์ไรส์เซชัน	110

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.8 ผลของการทำโคพิเมนต์ต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่ม แอนโทไซยานินสูงกลิ่นสตรอเบอรี่	113
4.9 ผลของบรรจุภัณฑ์และการทำโคพิเมนต์ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ ของเครื่องดื่มแอนโทไซยานินสูงในระหว่างการเก็บรักษา	115
4.10 การทดสอบผลิตภัณฑ์สุดท้ายเครื่องดื่มแอนโทไซยานินสูงจากข้าวกล้องงอก	122
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	
สรุปผลการทดลอง	124
เอกสารอ้างอิง	126
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก รูปภาพประกอบงานวิจัย	143
ภาคผนวก ข วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี	149
ภาคผนวก ค โครมาโตแกรมของสารมาตรฐานและตัวอย่าง	181
ภาคผนวก ง ตารางผลการทดลองและข้อมูลดิบ	184
ภาคผนวก จ แบบสอบถามและประเมินทางประสาทสัมผัส	1998
ประวัติผู้เขียน	205

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 2.1 องค์ประกอบทางเคมีและวิตามินในส่วนประกอบของข้าว	9
ตาราง 2.2 องค์ประกอบของกรดอะมิโนในรำข้าว	11
ตาราง 2.3 องค์ประกอบของน้ำมันรำข้าวดิบ	12
ตาราง 3.1 สภาวะที่ใช้ในการย่อยโปรตีนจากรำข้าวโดยใช้เอนไซม์	55
ตาราง 4.1 องค์ประกอบทางเคมีของรำข้าวพันธุ์ กข6 และกำควยสะเก็ด	61
ตาราง 4.2 ปริมาณวิตามินบี 1 บี 2 และบี 6 ในรำข้าวพันธุ์ กข 6 และกำควยสะเก็ด	62
ตาราง 4.3 ปริมาณสารออกฤทธิ์ในรำข้าวพันธุ์ กข 6 และกำควยสะเก็ด	63
ตาราง 4.4 องค์ประกอบทางเคมี และวิตามินบี1 บี2 และบี6 ของรำข้าว	81
ตาราง 4.5 ปริมาณสารออกฤทธิ์สำคัญและความสามารถต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของรำข้าวที่ผ่านการคงสภาพด้วยกระบวนการเอนไซม์และความร้อน เทียบกับรำข้าวดิบ	83
ตาราง 4.6 แสดงค่าคงที่ของปฏิกิริยา (Reactions rate constants; k) ของสารออกฤทธิ์สำคัญในรำข้าวระหว่างการเก็บรักษา	101
ตาราง 4.7 แสดงค่าครึ่งชีวิตของสารออกฤทธิ์สำคัญในรำข้าวระหว่างการเก็บรักษา	101
ตาราง 4.8 ข้อมูลเกี่ยวกับผู้บริโภครีโกลเครื่องดื่มน้ำเพื่อสุขภาพ	103
ตาราง 4.9 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภครีโกลเครื่องดื่มน้ำเพื่อสุขภาพ	104
ตาราง 4.10 ข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาและทัศนคติต่อเครื่องดื่มน้ำไฮยานินสูง	105
ตาราง 4.11 สูตรเบื้องต้นเครื่องดื่มน้ำไฮยานินสูงกลิ่นสตอเบอร์รี่	106
ตาราง 4.12 ผลการทดสอบชิมแบบ Just about right เครื่องดื่มน้ำไฮยานินสูง กลิ่นสตอเบอร์รี่	107
ตาราง 4.13 เครื่องดื่มน้ำไฮยานินสูงกลิ่นสตอเบอร์รี่ ปรับด้วยวิธี Just about right	108
ตาราง 4.14 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเครื่องดื่มน้ำไฮยานินสูง กลิ่นสตอเบอร์รี่ โดยการให้คะแนนความชอบแบบ 9-Points Hedonic Scaling test	109

## สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า	
ตาราง 4.15	คุณภาพของเครื่องดื่มน้ำโทไซยานินสูงกลั่นสตรอเบอร์รี่	110
ตาราง 4.16	ผลของการทดสอบทางประสาทสัมผัสเครื่องดื่มน้ำโทไซยานิน กลั่นสตรอเบอร์รี่ผสมโคพิกเมนต์	114
ตาราง 4.17	การเปรียบเทียบคุณภาพของเครื่องดื่มน้ำโทไซยานินสูงกลั่นสตรอเบอร์รี่ผสม โคพิกเมนต์	115
ตาราง 4.18	สูตรเครื่องดื่มน้ำโทไซยานินสูงกลั่นสตรอเบอร์รี่ทำหรับศึกษาการเปลี่ยนแปลง ระหว่างทำการเก็บรักษา	116
ตาราง 4.19	ลักษณะทางกายภาพระหว่างการเก็บรักษาของเครื่องดื่มน้ำโทไซยานินสูง กลั่นสตรอเบอร์รี่	120
ตาราง 4.20	ลักษณะทางกายภาพระหว่างการเก็บรักษาของเครื่องดื่มน้ำโทไซยานินสูง กลั่นสตรอเบอร์รี่ผสมสารสกัดชาเขียว	121
ตาราง 4.21	ผลของการทดสอบทางประสาทสัมผัสเครื่องดื่มน้ำโทไซยานิน	122
ตาราง 4.22	ลักษณะทางกายภาพและเคมีของเครื่องดื่มน้ำโทไซยานิน	123
ตาราง ง-1	ผลการติดตามการไฮโดรไลซิสของเอนไซม์ 5 ชนิดที่ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ในรำข้าว กข 6	184
ตาราง ง-2	ผลการติดตามการไฮโดรไลซิสของเอนไซม์ 5 ชนิดที่ความเข้มข้น 8.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ในรำข้าว กข 6	185
ตาราง ง-3	ผลการติดตามการไฮโดรไลซิสของเอนไซม์ 5 ชนิดที่ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ในรำข้าวท่าคอยสะแก	185
ตาราง ง-4	ผลการติดตามการไฮโดรไลซิสของเอนไซม์ 5 ชนิดที่ความเข้มข้น 8.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ในรำข้าวท่าคอยสะแก	186
ตาราง ง-5	ผลการติดตามค่าการละลายของเอนไซม์ 5 ชนิดที่ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ในรำข้าว กข 6	186

## สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตาราง ง-6 ผลการติดตามค่าการละลายของเอนไซม์ 5 ชนิดที่ความเข้มข้น 8.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ในรำข้าว กข 6	187
ตาราง ง-7 ผลการติดตามค่าการละลายของเอนไซม์ 5 ชนิดที่ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ในรำข้าวท่าคอยสะเก็ด	187
ตาราง ง-8 ผลการติดตามค่าการละลายของเอนไซม์ 5 ชนิดที่ความเข้มข้น 8.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ในรำข้าวท่าคอยสะเก็ด	188
ตาราง ง-9 ผลการติดตามกิจกรรมของเอนไซม์ไลเปสโดยการไฮโรไลซิสของเอนไซม์ 5 ชนิดที่ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ในรำข้าว กข 6	188
ตาราง ง-10 ผลการติดตามกิจกรรมของเอนไซม์ไลเปสโดยการไฮโรไลซิสของเอนไซม์ 5 ชนิดที่ความเข้มข้น 8.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ในรำข้าว กข 6	189
ตาราง ง-11 ผลการติดตามกิจกรรมของเอนไซม์ไลเปสโดยการไฮโรไลซิสของเอนไซม์ 5 ชนิดที่ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ในรำข้าวท่าคอยสะเก็ด	189
ตาราง ง-12 ผลการติดตามกิจกรรมของเอนไซม์ไลเปสโดยการไฮโรไลซิสของเอนไซม์ 5 ชนิดที่ความเข้มข้น 8.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ในรำข้าว ท่าคอยสะเก็ด	190
ตาราง ง-13 การเปลี่ยนแปลงของวิตามินอีในรำข้าว กข 6 ระหว่างการเก็บรักษา	191
ตาราง ง-14 การเปลี่ยนแปลงของวิตามินอีในรำข้าวท่าคอยสะเก็ดระหว่างการเก็บรักษา	192
ตาราง ง-15 เครื่องดื่มแอนโทไซยานินสูง กลิ่นสตอเบอร์รี่ ปรับด้วยวิธี Just about right	194
ตาราง ง-16 สูตรเครื่องดื่มแอนโทไซยานินสูงกลิ่นสตอเบอร์รี่ผสมโคพิเมนท์	194
ตาราง ง-17 ผลของการทำโคพิกเมนท์ต่อปริมาณแอนโทไซยานินระหว่างการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนในเครื่องดื่มแอนโทไซยานินสูงกลิ่นสตอเบอร์รี่	195
ตาราง ง-18 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเครื่องดื่มแอนโทไซยานินสูงกลิ่นสตอเบอร์รี่ โดยการให้คะแนนความชอบแบบ 9-Points Hedonic Scaling test	196
ตาราง ง-19 การเปรียบเทียบคุณภาพของเครื่องดื่มแอนโทไซยานินสูงกลิ่นสตอเบอร์รี่	197

## สารบัญภาพ

	หน้า	
ภาพ 2.1	องค์ประกอบของเมล็ดข้าว	6
ภาพ 2.2	ข้าว กข 6	7
ภาพ 2.3	ข้าวท่าคอยสะเก็ด	8
ภาพ 2.4	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเพอร์ออกไซด์ของไขมันกับเวลาที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส	15
ภาพ 2.5	โครงสร้างทางเคมีของสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์	19
ภาพ 2.6	โครงสร้างของอนุพันธ์แกมมา-ออร์ซานอล	21
ภาพ 2.7	โครงสร้างของวิตามินอี	22
ภาพ 2.8	กลไกการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของสารประกอบฟีนอล	26
ภาพ 2.9	แอนโทไซยานิน	28
ภาพ 2.10	ความสัมพันธ์ระหว่างเอนไซม์ โคแฟกเตอร์ สารตั้งต้น และผลิตภัณฑ์	33
ภาพ 2.11	ลักษณะการเข้าไฮโดรไลซิสโมเลกุลโปรตีนโดยโปรทีโอไลติก	36
ภาพ 2.12	ปฏิกิริยาของ TNBS กับกลุ่มของอะมิโน	39
ภาพ 2.13	การเปลี่ยนรูปโครงสร้าง (Structural transformation) ของแอนโทไซยานิน	43
ภาพ 2.14	การกระจายของ AH <sup>+</sup> , A, B และ C ของ cyaniding 3,5-diglucoside ที่สภาวะสมดุล	44
ภาพ 2.15	สารประกอบระหว่างแอนโทไซยานินกับคาเทชิน	49
ภาพ 4.1	ผลของการไฮโดรไลซิสด้วยเอนไซม์โปรติเอสในรำข้าว กข 6 ที่ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	67
ภาพ 4.2	ผลของการไฮโดรไลซิสด้วยเอนไซม์โปรติเอสในรำข้าว กข 6 ที่ความเข้มข้น 8.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร	67
ภาพ 4.3	ผลของการไฮโดรไลซิสด้วยเอนไซม์โปรติเอสในรำข้าวท่าคอยสะเก็ดที่ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร	68

## สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพ 4.4 ผลของการไฮโดรไลซิสด้วยเอนไซม์ โปรติเอสในรำข้าวกำลังคอบยสะกัด ที่ความเข้มข้น 8.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร	68
ภาพ 4.5 ความแตกต่างของการไฮโดรไลซิสของเอนไซม์โปรติเอส ที่ความเข้มข้น 4.0 และ 8.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ที่เวลา 120 นาที ในรำข้าว กข 6	69
ภาพ 4.6 ความแตกต่างของการไฮโดรไลซิสของเอนไซม์โปรติเอส ที่ความเข้มข้น 4.0 และ 8.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ที่เวลา 120 นาที ในรำข้าวกำลังคอบยสะกัด	69
ภาพ 4.7 การละลายของโปรตีนในรำข้าว กข 6 ระหว่างการไฮโดรไลซิสที่ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร	72
ภาพ 4.8 การละลายของโปรตีนในรำข้าว กข 6 ระหว่างการไฮโดรไลซิส ที่ความเข้มข้น 8.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร	72
ภาพ 4.9 การละลายของโปรตีนในรำข้าวกำลังคอบยสะกัดระหว่างการไฮโดรไลซิสที่ ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร	73
ภาพ 4.10 การละลายของโปรตีนในรำข้าวกำลังคอบยสะกัดระหว่างการไฮโดรไลซิสที่ ความเข้มข้น 8.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร	73
ภาพ 4.11 ความแตกต่างของการละลายของโปรตีนที่ไฮโดรไลซิสที่ความเข้มข้น 4.0 และ 8.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ที่เวลา 120 นาที ในรำข้าว กข 6	74
ภาพ 4.12 ความแตกต่างของการละลายของโปรตีนที่ไฮโดรไลซิสที่ความเข้มข้น 4.0 และ 8.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ที่เวลา 120 นาที ในรำข้าวกำลังคอบยสะกัด	74
ภาพ 4.13 การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของไลเปสระหว่างการไฮโดรไลซิสของรำข้าว กข 6 ที่ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร	77
ภาพ 4.14 การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของไลเปสระหว่างการไฮโดรไลซิสของรำข้าว กข 6 ที่ความเข้มข้น 8.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร	77
ภาพ 4.15 การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของไลเปสระหว่างการไฮโดรไลซิสของรำข้าว กำลังคอบยสะกัดที่ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร	78



## สารบัญญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพ 4.16 การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของไลเปสระหว่างการใช้โคโรไลซิสของรำข้าว ก่ำดอยสะเก็ด ที่ความเข้มข้น 8.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร	78
ภาพ 4.17 เปรียบเทียบปริมาณวิตามินอีในรำข้าว กข 6 ที่ผ่านการคงสภาพด้วยกระบวนการ การเอนไซม์และความร้อนเทียบกับรำข้าววัตถุดิบ	85
ภาพ 4.18 เปรียบเทียบปริมาณวิตามินอีในรำข้าว ก่ำดอยสะเก็ด ผ่านการคงสภาพด้วย กระบวนการเอนไซม์และความร้อนเทียบกับรำข้าววัตถุดิบ	85
ภาพ 4.19 ความแตกต่างของปริมาณวิตามินอีของรำข้าว กข 6 และก่ำดอยสะเก็ด	86
ภาพ 4.20 การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ไลเปสในรำข้าว กข 6 ระหว่างการเก็บรักษา	88
ภาพ 4.21 การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์ไลเปสในรำข้าวก่ำดอยสะเก็ด ระหว่างการเก็บรักษา	88
ภาพ 4.22 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดไขมันอิสระ (free fatty acid) ของรำข้าว กข6 ระหว่างการเก็บรักษา	90
ภาพ 4.23 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดไขมันอิสระ (free fatty acid) ของรำข้าว ก่ำดอยสะเก็ดระหว่างการเก็บรักษา	90
ภาพ 4.24 การเปลี่ยนแปลงของค่าเปอร์ออกไซด์ของรำข้าว กข 6 ระหว่างการเก็บรักษา	92
ภาพ 4.25 การเปลี่ยนแปลงของค่าเปอร์ออกไซด์ของรำข้าวก่ำดอยสะเก็ดระหว่าง การเก็บรักษา	93
ภาพ 4.26 การเปลี่ยนแปลงของแกมมาออริซานอลในรำข้าว กข 6 และรำข้าว ก่ำดอยสะเก็ดระหว่างการเก็บรักษา	94
ภาพ 4.27 การเปลี่ยนแปลงของแกมมาออริซานอลในรำข้าว กข 6 และรำข้าวก่ำดอยสะเก็ด ระหว่างการเก็บรักษา	94
ภาพ 4.28 การเปลี่ยนแปลงของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในรำข้าว กข6 ระหว่าง การเก็บรักษา	95

## สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพ 4.29 การเปลี่ยนแปลงของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในรำข้าวท่าคอยสะเก็ดระหว่างการเก็บรักษา	96
ภาพ 4.30 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอนโทไซยานินในรำข้าวท่าคอยสะเก็ดระหว่างการเก็บรักษา	97
ภาพ 4.31 การเปลี่ยนแปลงความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH (EC <sub>50</sub> ) ในรำข้าว กข 6 ระหว่างการเก็บรักษา	98
ภาพ 4.32 การเปลี่ยนแปลงความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH (EC <sub>50</sub> ) ในรำข้าว กข 6 ระหว่างการเก็บรักษา	98
ภาพ 4.33 ผลของการทำโคพิกเมนต์ในเครื่องต้มแอนโทไซยานินสูงกลั่นสตรอเบอร์รี่ต่อการสูญเสียปริมาณแอนโทไซยานินระหว่างการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน	112
ภาพ 4.34 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอนโทไซยานินที่ผ่านพาสเจอร์ไรด์เปรียบเทียบระหว่างเครื่องต้มแอนโทไซยานินสูงกลั่นสตรอเบอร์รี่ที่ไม่เติมโคพิกเมนต์และเติมสารสกัดชาเขียว ระหว่างการเก็บรักษาภายใต้แสงฟลูออเรสเซนต์ นาน 15 วัน ณ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	117
ภาพ 4.35 การเปลี่ยนแปลงปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดที่ผ่านพาสเจอร์ไรด์เปรียบเทียบระหว่างเครื่องต้มแอนโทไซยานินสูงกลั่นสตรอเบอร์รี่ที่ไม่เติมโคพิกเมนต์และเติมสารสกัดชาเขียว ระหว่างการเก็บรักษาภายใต้แสงฟลูออเรสเซนต์ นาน 15 วัน ณ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	118
ภาพ 4.36 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH ที่ผ่านพาสเจอร์ไรด์เปรียบเทียบเครื่องต้มแอนโทไซยานินสูงกลั่นสตรอเบอร์รี่ที่ไม่เติมโคพิกเมนต์ และเติมสารสกัดชาเขียว ระหว่างการเก็บรักษาภายใต้แสงฟลูออเรสเซนต์ นาน 15 วัน ณ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	118

## สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า	
ภาพ ก-1	เครื่องกะเทาะข้าว	143
ภาพ ก-2	เครื่องขัดขาว	144
ภาพ ก-3	รำข้าวกำค้ายสะเก็ดที่ผ่านการคงสภาพระหว่างการเก็บรักษา	144
ภาพ ก-4	รำข้าวกำ กข 6 ที่ผ่านการคงสภาพระหว่างการเก็บรักษา	145
ภาพ ก-5	ความแตกต่างของสีของน้ำมันรำข้าวที่คงสภาพด้วยวิธีต่างกัน	145
ภาพ ก-6	เครื่องคั้มแอนโทไซยานินสูงรสตอเบอร์รี่	146
ภาพ ก-7	เครื่องคั้มแอนโทไซยานินสูงรสตอเบอร์รี่ผสมสารสกัดชาเขียว	146
ภาพ ก-8	การเก็บรักษาเครื่องคั้มแอนโทไซยานินสูงภายใต้แสงฟลูออเรสเซนซ์	147
ภาพ ก-9	Petifilm สำหรับตรวจเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในเครื่องคั้ม	147
ภาพ ก-10	Petifilm สำหรับตรวจเชื้อราในเครื่องคั้ม	148
ภาพ ก-11	Petifilm สำหรับตรวจเชื้อโคลิฟอร์มในเครื่องคั้ม	148
ภาพ ข-1	กราฟมาตรฐานสารประกอบลิวิซีน	156
ภาพ ข-2	กราฟมาตรฐานของสารประกอบ โบวินซีรั่มอะบลูมิน (BSA)	159
ภาพ ข-3	กราฟมาตรฐานสารประกอบพารา-ไนโตรฟีนอล บิวทิเรต ( <i>p</i> -NPB)	161
ภาพ ข-4	กราฟมาตรฐานสารประกอบฟีนอล	164
ภาพ ข-5	กราฟมาตรฐานแกมมา-ออริซานอล	168
ภาพ ข-6	กราฟมาตรฐาน $\delta$ -tocotrienol	169
ภาพ ข-7	กราฟมาตรฐาน $\beta$ -tocotrienol	169
ภาพ ข-8	กราฟมาตรฐาน $\gamma$ -tocotrienol	170
ภาพ ข-9	กราฟมาตรฐาน $\alpha$ -tocotrienol	170
ภาพ ข-10	กราฟมาตรฐาน $\delta$ -tocopherol	171
ภาพ ข-11	กราฟมาตรฐาน $\beta$ -tocopherol	171
ภาพ ข-12	กราฟมาตรฐาน $\gamma$ -tocopherol	172

## สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า	
ภาพ ข-13	กราฟมาตรฐาน $\alpha$ -tocopherol	172
ภาพ ข-14	กราฟมาตรฐานวิตามิน บี 1 (Thiamine)	175
ภาพ ข-15	กราฟมาตรฐานวิตามิน บี 2 (Riboflavin)	175
ภาพ ข-16	กราฟมาตรฐานวิตามิน บี 6 (Pyridoxine)	176
ภาพ ข-17	กราฟมาตรฐานกรดโอเลอิก (Oleic acid)	178
ภาพ ค-1	โครมาโตแกรมสารมาตรฐานแกมมาออริซานอล	181
ภาพ ค-2	โครมาโตแกรมแกมมาออริซานอลในรำข้าวท่าคอยสะเก็ด	181
ภาพ ค-3	โครมาโตแกรมแกมมาออริซานอลในรำข้าว กข 6	181
ภาพ ค-4	โครมาโตแกรมสารมาตรฐานของ Tocochromanol	182
ภาพ ค-5	โครมาโตแกรมของ Tocochromanol ในรำข้าวท่าคอยสะเก็ด	182
ภาพ ค-6	โครมาโตแกรมของ Tocochromanol ในรำข้าว กข 6	182
ภาพ ค-7	โครมาโตแกรมสารมาตรฐานของวิตามินบี 1(Thiamine), บี 2 (Riboflavin) และ บี 6 (Pyridoxine)	183
ภาพ ค-8	โครมาโตแกรมของวิตามินบี 1 (Thiamine), บี 2 (Riboflavin) และบี 6 (pyridoxine) ในรำข้าวท่าคอยสะเก็ด	183
ภาพ ค-9	โครมาโตแกรมของวิตามินบี 1 (Thiamine), บี 2 (Riboflavin) และบี 6 (pyridoxine) ในรำข้าว กข 6	183