

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญภาพ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ข้าว	4
2.1.1 องค์ประกอบของเมล็ดข้าว	4
2.1.2 การจำแนกชนิดของข้าวตามลักษณะส่วนประกอบของเอมิโลส และเอมิโลเพคติน	5
2.2 ข้าวกล้องงอก	5
2.3 ข้าวเหนียวก่ำ	6
2.4 สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญในข้าวเหนียวก่ำกล้องงอก	7
2.5 กระบวนการเอ็กซ์ทรูชัน	12
2.5.1 ประเภทของเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์	13
2.5.2 ขั้นตอนกระบวนการผลิตโดยวิธีเอ็กซ์ทรูชัน	14
2.5.3 วัตถุดิบที่ใช้เป็นสูตรพื้นฐานในการผลิต	14
2.5.4 ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์โดยเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์	15
2.5.5 การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของแป้งในระหว่างกระบวนการเอ็กซ์ทรูชัน	18
2.6 เครื่องต้มผง	19

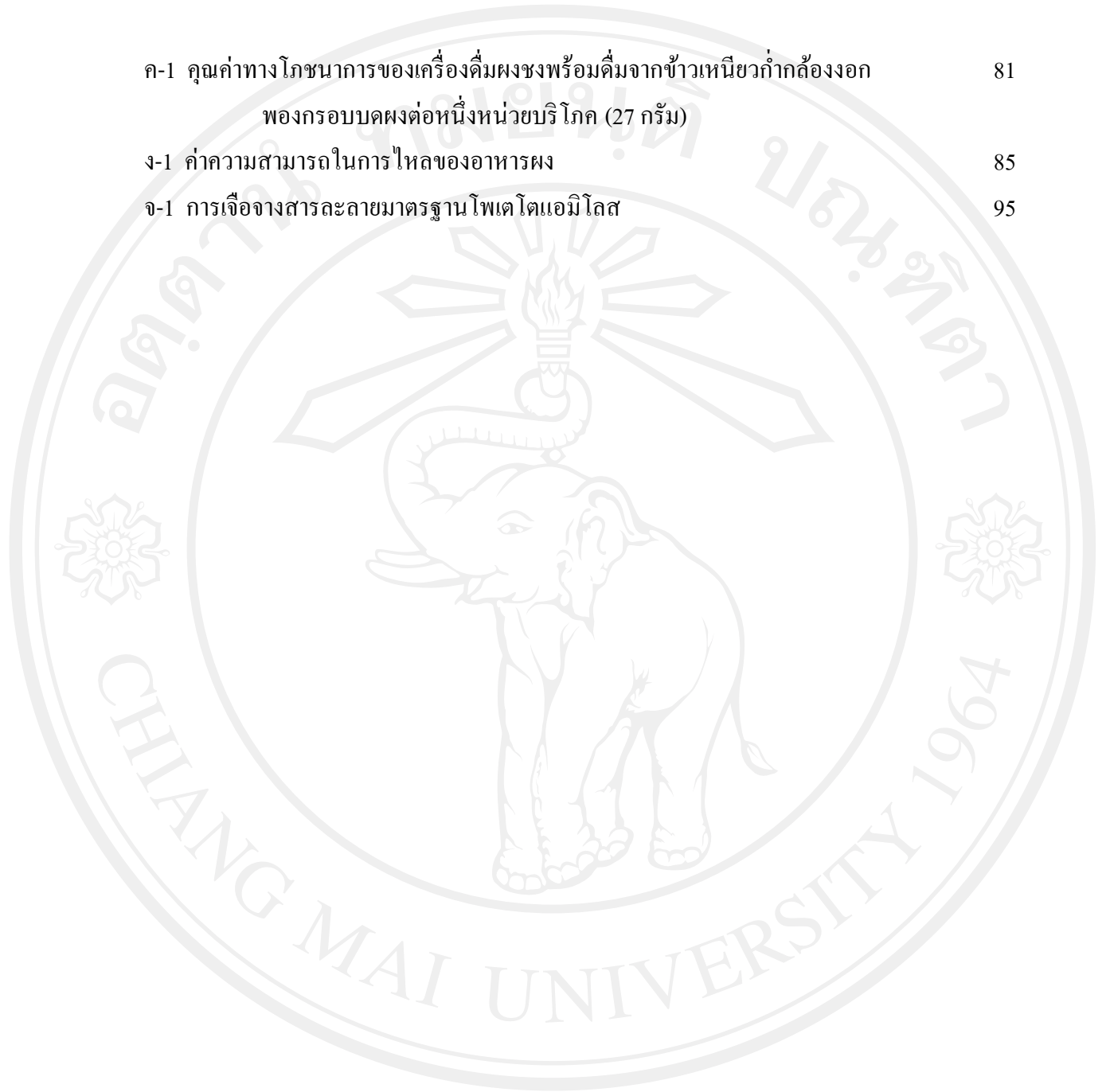
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.7.1 ข้าวกล้องงอก	20
2.7.2 ผลกระทบจากข้าวกล้องงอกที่ผลิตโดยกระบวนการเอ็กซ์ทรูเดอร์	21
2.7.3 ผลกระทบเครื่องดัดผงชงจากข้าวกล้องงอก	22
บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	25
3.1 วัตถุดิบ	25
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ	25
3.3 สารเคมี	26
3.4 วิธีการวิจัย	27
3.4.1 ศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมี ของวัตถุดิบหลักที่ใช้ผลิตข้าวเหนียว ก่ำกล้องงอกพองกรอบ	27
3.4.2 ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมของการเพาะข้าวเหนียวก่ำกล้องงอก	29
3.4.3 ศึกษาสภาวะการผลิตที่เหมาะสมของข้าวเหนียวก่ำกล้องงอกพองกรอบ โดยใช้เครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์	29
3.4.3.1 ศึกษาผลของสภาวะการผลิตต่อคุณภาพทางกายภาพของข้าว เหนียวก่ำกล้องงอกพองกรอบ	29
3.4.3.2 ศึกษาสภาวะการผลิตที่เหมาะสมของข้าวเหนียวก่ำกล้องงอก พองกรอบบดผง	30
3.4.4 ศึกษาการผลิตเครื่องดัดผงชงพร้อมดัดจากข้าวเหนียวก่ำกล้องงอก	31
3.4.4.1 ศึกษาสูตรที่เหมาะสมของเครื่องดัดผงชง	31
3.4.4.2 ศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สำเร็จที่ได้ เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ทางการค้า	33
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	34
4.1 คุณภาพทางกายภาพ และเคมี ของวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตข้าวเหนียวก่ำ กล้องงอกพองกรอบ	34
4.2 ระยะเวลาที่เหมาะสมของการเพาะข้าวเหนียวก่ำกล้องงอก	37
4.3 สภาวะการผลิตที่เหมาะสมของข้าวเหนียวก่ำกล้องงอกพองกรอบโดยใช้เครื่อง เอ็กซ์ทรูเดอร์	41
4.3.1 ผลของสภาวะการผลิตต่อคุณภาพทางกายภาพของข้าวเหนียวก่ำกล้อง งอกพองกรอบ	41

4.3.2	สภาวะการผลิตที่เหมาะสมของข้าวเหนียวก่ำกล็องงอกพองกรอบบดผง	44
4.4	การผลิตเครื่องดื่มนมผงพร้อมดื่มจากข้าวเหนียวก่ำกล็องงอก	55
4.4.1	สูตรที่เหมาะสมของเครื่องดื่มนมผง	55
4.4.2	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สำเร็จที่ได้เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ทางการค้า	56
บทที่ 5	สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	62
5.1	สรุปผลการทดลอง	62
5.2	ข้อเสนอแนะ	62
	เอกสารอ้างอิง	64
	ภาคผนวก	72
	ภาคผนวก ก รูปภาพประกอบการวิจัย	73
	ภาคผนวก ข กราฟพื้นที่การตอบสนองที่ได้จากการวิจัย	77
	ภาคผนวก ค ตารางโภชนาการของเครื่องดื่มนมผง	80
	ภาคผนวก ง วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ	82
	ภาคผนวก จ วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี	87
	ภาคผนวก ฉ แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส	99
	ประวัติผู้เขียน	102

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
4.1 คุณภาพทางกายภาพ และทางเคมีของ ข้าวเหนียวเก่าพันธุ์เก่าดอยสะเก็ด ข้าวเหนียวเก่าพันธุ์เก่าพะเยาปลายข้าวหอมมะลิบดหยาบ และข้าวโพลบดหยาบ	35
4.2 ค่าคุณภาพทางเคมีของข้าวเหนียวเก่ากล้องอกทั้ง 2 พันธุ์ที่ระยะเวลาการเพาะ 40 ชั่วโมง	40
4.3 ผลของสภาวะในการผลิตต่อคุณภาพทางกายภาพของข้าวเหนียวเก่ากล้องอกพองกรอบ	42
4.4 สมการถดถอยถดครหัสของคุณภาพข้าวเหนียวเก่ากล้องอกพองกรอบ	42
4.5 ผลของสภาวะในการผลิตต่อคุณภาพทางกายภาพ และเคมีของข้าวเหนียวเก่ากล้องอกพองกรอบบดผง	46
4.6 สมการถดถอยถดครหัสของคุณภาพข้าวเหนียวเก่ากล้องอกพองกรอบบดผง	47
4.7 ผลของสภาวะในการผลิตต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวเก่ากล้องอกพองกรอบบดผง	53
4.8 สมการถดถอยถดครหัสทางประสาทสัมผัส ของข้าวเหนียวเก่ากล้องอกพองกรอบบดผง	53
4.9 ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ และกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของสภาวะการผลิตที่เหมาะสมข้าวเหนียวเก่ากล้องพองกรอบบดผง	55
4.10 คะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีต่อเครื่องคั่วผงชงพร้อมคั่วทั้ง 10 สูตร	58
4.11 สมการถดถอยถดครหัสทางประสาทสัมผัส ของข้าวเหนียวเก่ากล้องอกพองกรอบบดผง	59
4.12 คุณภาพของเครื่องคั่วผงชงจากข้าวเหนียวเก่ากล้องอกพองกรอบบดผง	60
4.13 คุณภาพของเครื่องคั่วผงชงจากข้าวเหนียวเก่ากล้องอกพองกรอบบดผงผสมน้ำร้อน	60
4.14 คุณภาพของเครื่องคั่วผงชงจากข้าวเหนียวเก่ากล้องอกพองกรอบบดผงเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ทางการค้า	61
4.15 คุณค่าทางโภชนาการของเครื่องคั่วผงชงพร้อมคั่วจากจากข้าวเหนียวเก่ากล้องอกพองกรอบบดผงเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ทางการค้า	61

ค-1	คุณค่าทางโภชนาการของเครื่องดื่มผงชงพร้อมดื่มจากข้าวเหนียวกำลังงอก พองกรอบคดผงต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (27 กรัม)	81
ง-1	ค่าความสามารถในการไหลของอาหารผง	85
จ-1	การเจือจางสารละลายมาตรฐานโพเตโตแอมิไลส	95



สารบัญภาพ

รูป	หน้า
2.1 กลไกการเกิดกรดแกมมา-แอมิโนบิวทีริก	8
2.2 สูตรโครงสร้างของแกมมา-โอริซานอล	10
2.3 สูตรโครงสร้างของแอนโทไซยานิน	11
4.1 ปริมาณ GABA ของข้าวเหนียวกำลังทั้ง 2 พันธุ์ในระหว่างการงอก	38
4.2 ข้าวเหนียวกำลัง [(ก) และ (ข)] และข้าวเหนียวกำลังงอกที่ระยะเวลาการเพาะ 40 ชั่วโมง [(ค) และ (ง)] ของข้าวทั้ง 2 พันธุ์	38
4.3 การเปลี่ยนแปลงสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในข้าวเหนียวกำลังงอกแต่ละพันธุ์เปรียบเทียบกับข้าวเหนียวกำลังที่ไม่ผ่านการงอก	39
4.4 กราฟพื้นที่การตอบสนองของความหนาแน่นของข้าวเหนียวกำลังงอกพองกรอบ	42
4.5 กราฟพื้นที่การตอบสนองของอัตราการพองของข้าวเหนียวกำลังงอกพองกรอบ	42
4.6 กราฟพื้นที่การตอบสนองของค่าแรงกดแตกของข้าวเหนียวกำลังงอกพองกรอบ	43
4.7 กราฟพื้นที่การตอบสนองของค่าความสว่าง (L*) ของข้าวเหนียวกำลังงอกพองกรอบ	47
4.8 กราฟพื้นที่การตอบสนองของค่าสีแดง (a*) ของข้าวเหนียวกำลังงอกพองกรอบ	47
4.9 กราฟพื้นที่การตอบสนองของค่าสีเหลือง (b*) ของข้าวเหนียวกำลังงอกพองกรอบ	48
4.10 กราฟพื้นที่การตอบสนองของดัชนีการละลายน้ำ (WSI) ของข้าวเหนียวกำลังงอกพองกรอบ	48
4.11 กราฟพื้นที่การตอบสนองของดัชนีการดูดซับน้ำ (WSI) ของข้าวเหนียวกำลังงอกพองกรอบ	49
4.12 กราฟพื้นที่การตอบสนองของความสามารถในการไหลของข้าวเหนียวกำลังงอกพองกรอบ	49
4.13 กราฟพื้นที่การตอบสนองของความหนาแน่นของข้าวเหนียวกำลังงอกพองกรอบ	50
4.14 กราฟพื้นที่การตอบสนองด้านรสชาติของของข้าวเหนียวกำลังงอกพองกรอบ	53

4.15 กราฟพื้นที่การตอบสนองด้านความชอบโดยรวมของของข้าวเหนียวก่ำกล้องงอก พองกรอบ	53
ก-1 ลักษณะแป้งข้าวเหนียวก่ำกล้องงอกพันธุ์ก่ำดอยสะเก็ดที่ระยะเวลาการเพาะ 40 ชั่วโมง	74
ก-2 ลักษณะแป้งข้าวเหนียวก่ำกล้องงอกพันธุ์ก่ำพะเยาอกที่ระยะเวลาการเพาะ 40 ชั่วโมง	74
ก-3 เครื่องอิเล็กทรอนิกส์แบบสกรูเดี่ยว	74
ก-4 ลักษณะข้าวเหนียวก่ำกล้องงอกพองกรอบที่สภาวะการผลิต อุณหภูมิส่วนสุดท้ายของ เครื่องอิเล็กทรอนิกส์ 162 องศาเซลเซียส และปริมาณแป้งข้าวเหนียวก่ำกล้องงอกที่ ทดแทนร้อยละ 93	75
ก-8 ลักษณะข้าวเหนียวก่ำกล้องงอกพองกรอบบดผงที่สภาวะการผลิตอุณหภูมิส่วนสุดท้าย ของเครื่องอิเล็กทรอนิกส์ 162 องศาเซลเซียส และปริมาณแป้งข้าวเหนียวก่ำกล้องงอกที่ ทดแทนร้อยละ 93	75
ก-10 ลักษณะผงของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผงชง (ก) เปรียบเทียบกับเครื่องดื่มผงชงกับ ผลิตภัณฑ์ทางการค้า 2 ชนิด (ข และ ค)	76
ก-11 ลักษณะเครื่องผงชงจากข้าวเหนียวก่ำกล้องงอกเปรียบเทียบกับเครื่องดื่มผงชงกับ ผลิตภัณฑ์ทางการค้า 2 ชนิด	76
ค-1 พื้นที่การตอบสนองด้านความสามารถสีของเครื่องดื่มผงชงจากข้าวเหนียวก่ำกล้องงอก	78
ค-2 พื้นที่การตอบสนองด้านกลิ่นของเครื่องดื่มผงชงจากข้าวเหนียวก่ำกล้องงอก	78
ค-3 พื้นที่การตอบสนองด้านรสชาติของเครื่องดื่มผงชงจากข้าวเหนียวก่ำกล้องงอก	78
ค-4 พื้นที่การตอบสนองด้านความหนืดของเครื่องดื่มผงชงจากข้าวเหนียวก่ำกล้องงอก	79
ค-5 พื้นที่การตอบสนองด้านความชอบโดยรวมของเครื่องดื่มผงชงจากข้าวเหนียวก่ำ กล้องงอก	79