

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(7)
สารบัญรายการตาราง	(8)
สารบัญรายการตารางภาคผนวก	(10)
สารบัญรายการรูป	(12)
สารบัญรายการรูปภาคผนวก	(16)
บทที่	
1 บทนำ	1
2 ตรวจเอกสาร	3
3 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	29
4 ผลการวิจัยและวิจารณ์	35
5 สรุปผลการวิจัย	107
เอกสารอ้างอิง	112
ภาคผนวก	122
ก วิธีการวิเคราะห์	123
ข ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ	138

รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 สมบัติของแป้งบางชนิด	21
4.1 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาคู	36
4.2 ปริมาณอะมิโลสของแป้งดิบจากแป้งมันสำปะหลัง แป้งสาคู และแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาคูที่มีปริมาณแป้งสาคูเป็นส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 6, 12, 18 และ 24	37
4.3 การกระจายขนาดอนุภาคของเม็ดแป้งดิบจากแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาคู	40
4.4 การเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งดิบจากแป้งมันสำปะหลัง แป้งสาคู และแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาคูที่มีปริมาณแป้งสาคูเป็นส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 6, 12, 18 และ 24	50
4.5 อุณหภูมิการเกิดเจลลาติไนเซชันของแป้งดิบจากแป้งมันสำปะหลัง แป้งสาคู และแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาคูที่มีปริมาณแป้งสาคูเป็นส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 6, 12, 18 และ 24	52
4.6 ปริมาณความชื้นของแผ่นข้าวเกรียบที่ยังไม่ผ่านการทอดซึ่งเตรียมจากแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาคูที่มีปริมาณแป้งสาคูเป็นส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 0, 6, 12, 18 และ 24	56
4.7 อุณหภูมิการเกิดเจลลาติไนเซชันและพลังงานที่ใช้ในการเกิดเจลลาติไนเซชันของแผ่นข้าวเกรียบที่ยังไม่ผ่านการทอดซึ่งเตรียมจากแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาคูที่มีปริมาณแป้งสาคูเป็นส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 0, 6, 12, 18 และ 24	71
4.8 ระดับของการเกิดเจลลาติไนเซชันของข้าวเกรียบที่ยังไม่ผ่านการทอดซึ่งเตรียมจากแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาคูที่มีปริมาณแป้งสาคูเป็นส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 0, 6, 12, 18 และ 24	74
4.9 ความสามารถในการดูดซับน้ำของแผ่นข้าวเกรียบที่ยังไม่ผ่านการทอดซึ่งเตรียมจากแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาคูที่มีปริมาณแป้งสาคูเป็นส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 0, 6, 12, 18 และ 24	79

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.10 ความสามารถในการละลายน้ำของแผ่นข้าวเกรียบที่ยังไม่ผ่านการทอดซึ่งเตรียมจากแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาตุที่มีปริมาณแป้งสาตุเป็นส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 0, 6, 12, 18 และ 24	80
4.11 อัตราการพองตัวของข้าวเกรียบหลังทอดซึ่งเตรียมจากแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาตุที่มีปริมาณแป้งสาตุเป็นส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 0, 6, 12, 18 และ 24	85
4.12 จำนวนโพรงอากาศของข้าวเกรียบหลังทอดซึ่งเตรียมจากแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาตุที่มีปริมาณแป้งสาตุเป็นส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 0, 6, 12, 18 และ 24	91
4.13 ค่าแรงกดของเนื้อสัมผัสข้าวเกรียบหลังทอดซึ่งเตรียมจากแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาตุที่มีปริมาณแป้งสาตุเป็นส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 0, 6, 12, 18 และ 24	98

รายการตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณอะมิโลสของแป้งดิบจากแป้งมันสำปะหลัง แป้งสาकु และแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาकुที่มีปริมาณแป้งสาकुเป็นส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 6, 12, 18 และ 24	138
2	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของกำลังการพองตัวของแป้งดิบจากแป้งมันสำปะหลัง แป้งสาकु และแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาकुที่มีปริมาณแป้งสาकुเป็นส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 6, 12, 18 และ 24 ที่อุณหภูมิ 55-95 ^o ซ	138
3	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการละลายของแป้งดิบจากแป้งมันสำปะหลัง แป้งสาकु และแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาकुที่มีปริมาณแป้งสาकुเป็นส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 6, 12, 18 และ 24 ที่อุณหภูมิ 55-95 ^o ซ	139
4	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งดิบจากแป้งมันสำปะหลัง แป้งสาकु และแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาकुที่มีปริมาณแป้งสาकुเป็นส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 6, 12, 18 และ 24	140
5	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอุณหภูมิการเกิดเจลาคีโนเซชันของแป้งดิบจากแป้งมันสำปะหลัง แป้งสาकु และแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาकुที่มีปริมาณแป้งสาकुเป็นส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 6, 12, 18 และ 24	141
6	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของระดับของการเกิดเจลาคีโนเซชันของข้าวเกรียบที่ยังไม่ผ่านการทอดซึ่งเตรียมจากแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาकुที่มีปริมาณแป้งสาकुเป็นส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 0, 6, 12, 18 และ 24	142
7	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสามารถในการดูดซับน้ำของข้าวเกรียบที่ยังไม่ผ่านการทอดซึ่งเตรียมจากแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาकुที่มีปริมาณแป้งสาकुเป็นส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 0, 6, 12, 18 และ 24	143
8	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสามารถในการละลายน้ำของข้าวเกรียบที่ยังไม่ผ่านการทอดซึ่งเตรียมจากแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาकुที่มีปริมาณแป้งสาकुเป็นส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 0, 6, 12, 18 และ 24	144

รายการตารางภาคผนวก (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการพองตัวของข้าวเกรียบหลังทอดซึ่งเตรียมจากแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาคุที่มีปริมาณแป้งสาคุเป็นส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 0, 6, 12, 18 และ 24	145
10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนโพรงอากาศของข้าวเกรียบหลังทอดซึ่งเตรียมจากแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาคุที่มีปริมาณแป้งสาคุเป็นส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 0, 6, 12, 18 และ 24	146
11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าแรงกดของเนื้อสัมผัสข้าวเกรียบหลังทอดซึ่งเตรียมจากแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาคุที่มีปริมาณแป้งสาคุเป็นส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 0, 6, 12, 18 และ 24	147
12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของข้าวเกรียบหลังทอดซึ่งเตรียมจากแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาคุที่มีปริมาณแป้งสาคุเป็นส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 0 และ 24 ภายหลังจากการนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 ^o ซ ระยะเวลา 60 นาที ในถุงโพลีโพรพิลีนและถุงอะลูมิเนียมลามิเนต ระหว่างการเก็บรักษา 5 สัปดาห์	148
13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเปลี่ยนแปลงค่าแรงกดของเนื้อสัมผัสข้าวเกรียบหลังทอดซึ่งเตรียมจากแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาคุที่มีปริมาณแป้งสาคุเป็นส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 0 และ 24 ภายหลังจากการนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 ^o ซ ระยะเวลา 60 นาที ในถุงโพลีโพรพิลีนและถุงอะลูมิเนียมลามิเนต ระหว่างการเก็บรักษา 5 สัปดาห์	149
14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TBARS ของข้าวเกรียบหลังทอดซึ่งเตรียมจากแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาคุที่มีปริมาณแป้งสาคุเป็นส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 0 และ 24 ภายหลังจากการนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 ^o ซ ระยะเวลา 60 นาที ในถุงโพลีโพรพิลีนและถุงอะลูมิเนียมลามิเนต ระหว่างการเก็บรักษา 5 สัปดาห์	150

รายการรูป

รูปที่	หน้า	
2.1	โครงสร้างอะมิโลส	5
2.2	โครงสร้างอะมิโลเพคติน	6
2.3	ลักษณะมอลทีสโครตของเม็ดแป้งภายใต้กล้องจุลทรรศน์ระบบแสงโพลาไรซ์ และรูปแบบโครงสร้างผลึกของแป้ง แบบ A B และ แบบ C ที่วิเคราะห์ด้วยเครื่อง X-ray diffractometer	9
2.4	การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งด้วยเครื่อง RVA	16
2.5	การเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งชนิดต่างๆ ที่วิเคราะห์ด้วยเครื่อง RVA	18
4.1	ลักษณะรูปร่างของเม็ดแป้งดิบจากแป้งมันสำปะหลัง (a) และแป้งสาตุ (b) เมื่อส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ที่กำลังขยาย 1,000 เท่า	38
4.2	การกระจายขนาดอนุภาคของเม็ดแป้งดิบจากแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาตุ	39
4.3	รูปแบบโครงสร้างผลึกของแป้งดิบจากแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาตุ	40
4.4	ลักษณะมอลทีสโครตของแป้งดิบจากแป้งมันสำปะหลัง (a) แป้งสาตุ (b) และแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาตุที่มีปริมาณแป้งสาตุเป็นส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 6 (c), 12 (d), 18 (e) และ 24 (f) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์โพลาไรซ์ที่ กำลังขยาย 400 เท่า	42
4.5	กำลังการพองตัวของแป้งดิบจากแป้งมันสำปะหลัง แป้งสาตุ และแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาตุที่มีปริมาณแป้งสาตุเป็นส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 6, 12, 18 และ 24 ที่อุณหภูมิ 55-95 ^o ซ	45
4.6	การละลายของแป้งดิบจากแป้งมันสำปะหลัง แป้งสาตุ และแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาตุที่มีปริมาณแป้งสาตุเป็นส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 6, 12, 18 และ 24 ที่อุณหภูมิ 55-95 ^o ซ	46
4.7	การเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งดิบจากแป้งมันสำปะหลัง แป้งสาตุ และแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาตุที่มีปริมาณแป้งสาตุเป็นส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 6, 12, 18 และ 24	49
4.8	อุณหภูมิการเกิดเจลลิตีในเซชันของแป้งดิบจากแป้งมันสำปะหลัง แป้งสาตุ และแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาตุที่มีปริมาณแป้งสาตุเป็นส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 6, 12, 18 และ 24	54

รายการรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.9 ภาพตัดขวางของแผ่นข้าวเกรียบคิบซึ่งเตรียมจากแป้งมันสำปะหลัง (a) และแป้งผสมที่มีปริมาณแป้งสาตุเป็นส่วนผสมร้อยละ 24 (b) ภายหลังจากนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 ^o ซ ระยะเวลา 60 นาที	55
4.10 ลักษณะมอลดีสโครของโคข้าวเกรียบที่ยังไม่ผ่านการทอดซึ่งเตรียมจากแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาตุที่มีปริมาณแป้งสาตุเป็นส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 0, 6, 12, 18 และ 24 ภายหลังจากนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 ^o ซ ระยะเวลา 25 นาที (a), 35 นาที (b), 45 นาที (c), 60 นาที (d), 75 นาที (e), 90 นาที (f), 105 นาที (g) และ 120 นาที (h) ภายใต้อุณหภูมิการอบแห้งที่ 100 ^o ซ ระยะเวลา 400 นาที	59
4.11 รูปแบบโครงสร้างผลึกของแป้งคิบ (แป้งมันสำปะหลังและแป้งสาตุ) และข้าวเกรียบที่ยังไม่ผ่านการทอดซึ่งเตรียมจากแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาตุที่มีปริมาณแป้งสาตุเป็นส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 24	64
4.12 ลักษณะเทอร์โมแกรมจาก DSC ของข้าวเกรียบที่ยังไม่ผ่านการทอดซึ่งเตรียมจากแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาตุที่มีปริมาณแป้งสาตุเป็นส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 0, 6, 12, 18 และ 24 ภายหลังจากนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 ^o ซ ระยะเวลา 25 นาที (a), 35 นาที (b), 45 นาที (c), 60 นาที (d), 75 นาที (e), 90 นาที (f), 105 นาที (g) และ 120 นาที (h)	67
4.13 ระดับของการเกิดเจลลาตินเซชันของข้าวเกรียบที่ยังไม่ผ่านการทอดซึ่งเตรียมจากแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาตุที่มีปริมาณแป้งสาตุเป็นส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 0, 6, 12, 18 และ 24	73
4.14 ความสามารถในการดูดซับน้ำของข้าวเกรียบที่ยังไม่ผ่านการทอดซึ่งเตรียมจากแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาตุที่มีปริมาณแป้งสาตุเป็นส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 0, 6, 12, 18 และ 24	77
4.15 ความสามารถในการละลายน้ำของข้าวเกรียบที่ยังไม่ผ่านการทอดซึ่งเตรียมจากแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาตุที่มีปริมาณแป้งสาตุเป็นส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 0, 6, 12, 18 และ 24	78

รายการรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.16	84
4.17	86
4.18	90
4.19	92
4.20	97
4.21	101

รายการรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า	
4.22	การเปลี่ยนแปลงค่าแรงกดของเนื้อสัมผัสข้าวเกรียบหลังทอดซึ่งเตรียมจากแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาตุที่มีปริมาณแป้งสาตุเป็นส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 0 และ 24 ภายหลังจากการนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 ^o ซ ระยะเวลา 60 นาที ในถุงโพลีโพรพิลีนและถุงอะลูมิเนียมลามิเนต ระหว่างการเก็บรักษา 5 สัปดาห์	104
4.23	การเปลี่ยนแปลงปริมาณ TBARS ของข้าวเกรียบหลังทอดซึ่งเตรียมจากแป้งผสมระหว่างแป้งมันสำปะหลังและแป้งสาตุที่มีปริมาณแป้งสาตุเป็นส่วนผสมเท่ากับร้อยละ 0 และ 24 ภายหลังจากการนึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 ^o ซ ระยะเวลา 60 นาที ในถุงโพลีโพรพิลีนและถุงอะลูมิเนียมลามิเนต ระหว่างการเก็บรักษา 5 สัปดาห์	106

Prince of Songkla University
Pattani Campus

รายการรูปภาพผนวก

รูปภาพผนวกที่	หน้า
1 กราฟมาตรฐานระหว่างปริมาณอะมิโลสกับค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร	130
2 กราฟมาตรฐานระหว่างปริมาณมาโลนอัลดีไฮด์กับค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 532 นาโนเมตร	136
3 ค่าแรงกดสูงสุดของเนื้อสัมผัสข้าวเกรียบโดยใช้เครื่อง Texture analyzer	137

Prince of Songkla University
Pattani Campus