

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ข้าว	4
2.1.1 ลักษณะโครงสร้างของเมล็ดข้าว	5
2.1.2 ข้าวกล้อง	6
2.1.3 องค์ประกอบทางเคมีของข้าว	7
2.1.4 การเสื่อมคุณภาพของข้าวในระหว่างการเก็บรักษา	13
2.1.5 ปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาข้าวกล้อง	17
2.2 การแปรรูปและคุณภาพของข้าวกล้อง	21
2.2.1 เทคโนโลยีการผลิตข้าวหุงสุกเร็ว	23
2.2.2 การใช้ไมโครเวฟในการแปรรูปอาหาร	24
2.2.3 เซลลูโลสและเอนไซม์เซลลูเลส	25
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการวิจัย	27
3.1 วัสดุดิบ	27
3.2 สารเคมี	27

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์	28
3.4 วิธีการวิจัย	29
บทที่ 4 ผลและการวิจารณ์ผลการทดลอง	34
4.1 คุณภาพข้าวกล้องตัวอย่างควบคุม	34
4.2 สภาวะที่เหมาะสมในการย่อยเส้นใยข้าวกล้องด้วยเอนไซม์	37
4.3 สภาวะการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟที่เหมาะสม	52
4.4 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องก่อนและหลังตัดแปร	67
4.5 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าวกล้องตัดแปรเนื้อสัมผัสในระหว่างการเก็บรักษา	69
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	113
5.1 สรุปผลการทดลอง	113
5.2 ข้อเสนอแนะ	114
5.3 ประโยชน์ในทางประยุกต์	114
เอกสารอ้างอิง	115
ภาคผนวก	122
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ เคมี และคุณภาพการหุง	123
ภาคผนวก ข แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส	153
ภาคผนวก ค รูปภาพ	155

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 ประเทศผู้ผลิตข้าวที่มีผลผลิตรวมเป็น 10 อันดับแรกของโลก ปี พ.ศ. 2552-2553	4
2.2 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องและข้าวขัดขาว	7
2.3 การจำแนกลักษณะข้าวสุกตามปริมาณอะไมโลส	8
2.4 ปริมาณวิตามินและเกลือแร่ของข้าวกล้อง ที่ความชื้นร้อยละ 14	12
2.5 ชนิดและความหนาแน่นของฟิล์มโพลีเอทิลีน	19
2.6 วัตถุประสงค์ในการใช้ถุงฟิล์มลามิเนต และชนิดของวัสดุที่ใช้ผลิต	20
2.7 เปรียบเทียบคุณสมบัติของอลูมิเนียมและฟิล์มชนิดต่างๆ	21
4.1 สมบัติทางเคมี กายภาพ และ คุณภาพการหุงของข้าวกล้อง	36
4.2 ค่าสี ของข้าวกล้องที่ผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์เซลลูโลส	37
4.3 คุณภาพการหุง ของข้าวกล้องที่ผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์เซลลูโลส	41
4.4 อุณหภูมิการเกิดเจลลิตีในเซชันของข้าวกล้อง ที่ผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์เซลลูโลส	42
4.5 สมบัติทางด้านเนื้อสัมผัส ของข้าวกล้องที่ผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์เซลลูโลส	44
4.6 สมบัติทางเคมี ของข้าวกล้องที่ผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์เซลลูโลส	46
4.7 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของข้าวกล้อง ที่ผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์เซลลูโลส	48
4.8 ค่า Pearson's correlation ของสมบัติด้านต่างๆต่อผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของข้าวกล้องหุงสุก ที่ผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์	50
4.9 ค่าสี ของข้าวกล้องที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ	53
4.10 คุณภาพการหุง ของข้าวกล้องที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ	54
4.11 อุณหภูมิการเกิดเจลลิตีในเซชันของข้าวกล้อง ที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ	57
4.12 สมบัติทางด้านเนื้อสัมผัส ของข้าวกล้อง ที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ	58
4.13 สมบัติทางเคมี ของข้าวกล้องที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ	60
4.14 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้อง ที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ	63

4.15 ค่า Pearson's correlation ของสมบัติด้านต่างๆต่อผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของข้าวกล้องหุงสุก ที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ	64
4.16 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องก่อนและหลังตัดแปรเนื้อสัมผัส	67
4.17 ปริมาณแร่ธาตุและวิตามิน ของข้าวกล้องก่อนและหลังตัดแปรเนื้อสัมผัส	68
4.18 ค่า L ของข้าวกล้องที่ไม่ผ่านการตัดแปรเนื้อสัมผัส ระหว่างการเก็บรักษา	72
4.19 ค่า L ของข้าวกล้องที่ผ่านการตัดแปรเนื้อสัมผัส ระหว่างการเก็บรักษา	73
4.20 ค่าสี a ของข้าวกล้องที่ไม่ผ่านการตัดแปรเนื้อสัมผัส ระหว่างการเก็บรักษา	74
4.21 ค่าสี a ของข้าวกล้องที่ผ่านการตัดแปรเนื้อสัมผัส ระหว่างการเก็บรักษา	75
4.22 ค่าสี b ของข้าวกล้องที่ไม่ผ่านการตัดแปรเนื้อสัมผัส ระหว่างการเก็บรักษา	76
4.23 ค่าสี b ของข้าวกล้องที่ผ่านการตัดแปรเนื้อสัมผัส ระหว่างการเก็บรักษา	77
4.24 ค่า optimum cooking time ของข้าวกล้องที่ไม่ผ่านการตัดแปรเนื้อสัมผัส ระหว่างการเก็บรักษา	78
4.25 ค่า optimum cooking time ของข้าวกล้องที่ผ่านการตัดแปรเนื้อสัมผัส ระหว่างการเก็บรักษา	79
4.26 ค่า water uptake ratio ของข้าวกล้องที่ไม่ผ่านการตัดแปรเนื้อสัมผัส ระหว่างการเก็บรักษา	80
4.27 ค่า water uptake ratio ของข้าวกล้องที่ผ่านการตัดแปรเนื้อสัมผัส ระหว่างการเก็บรักษา	81
4.28 ค่า length expansion ratio ของข้าวกล้องที่ไม่ผ่านการตัดแปรเนื้อสัมผัส ระหว่างการเก็บรักษา	83
4.29 ค่า length expansion ratio ของข้าวกล้องที่ผ่านการตัดแปรเนื้อสัมผัส ระหว่างการเก็บรักษา	84
4.30 ค่า volume expansion ratio ของข้าวกล้องที่ไม่ผ่านการตัดแปรเนื้อสัมผัส ระหว่างการเก็บรักษา	85
4.31 ค่า volume expansion ratio ของข้าวกล้องที่ผ่านการตัดแปรเนื้อสัมผัส ระหว่างการเก็บรักษา	86
4.32 ค่า hardness ของข้าวกล้องที่ไม่ผ่านการตัดแปรเนื้อสัมผัส ระหว่างการเก็บรักษา	88
4.33 ค่า hardness ของข้าวกล้องที่ผ่านการตัดแปรเนื้อสัมผัส ระหว่างการเก็บรักษา	89

4.34 ค่า adhesiveness ของข้าวกล้องที่ไม่ผ่านการตัดแปรเนื้อสัมผัส ระหว่างการศึกษา	90
4.35 ค่า adhesiveness ของข้าวกล้องที่ผ่านการตัดแปรเนื้อสัมผัส ระหว่างการศึกษา	91
4.36 ค่า cohesiveness ของข้าวกล้องที่ไม่ผ่านการตัดแปรเนื้อสัมผัส ระหว่างการศึกษา	92
4.37 ค่า cohesiveness ของข้าวกล้องที่ผ่านการตัดแปรเนื้อสัมผัส ระหว่างการศึกษา	93
4.38 ปริมาณ lipase activity ของข้าวกล้องที่ไม่ผ่านการตัดแปรเนื้อสัมผัส ระหว่างการศึกษา	98
4.39 ปริมาณ lipase activity ของข้าวกล้องที่ผ่านการตัดแปรเนื้อสัมผัส ระหว่างการศึกษา	99
4.40 ปริมาณกรดไขมันอิสระ ของข้าวกล้องที่ไม่ผ่านการตัดแปรเนื้อสัมผัส ระหว่างการศึกษา	100
4.41 ปริมาณกรดไขมันอิสระ (ร้อยละ) ของข้าวกล้องที่ผ่านการตัดแปรเนื้อสัมผัส ระหว่างการศึกษา	101
4.42 อัตราการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของกล้องที่ไม่ผ่านการตัดแปรเนื้อสัมผัส ระหว่างการศึกษา	102
4.43 อัตราการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของกล้องที่ผ่านการตัดแปรเนื้อสัมผัส ระหว่างการศึกษา	103
4.44 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี ระหว่างการศึกษา	104
4.45 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรส ระหว่างการศึกษา	105
4.46 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความนุ่ม ระหว่างการศึกษา	106
4.47 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความเหนียว ระหว่างการศึกษา	107
4.48 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส ระหว่างการศึกษา	108
4.49 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวม ระหว่างการศึกษา	109

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
2.1 โครงสร้างของเมล็ดข้าว	6
2.2 โครงสร้างโมเลกุลของอะไมโลส	9
2.3 โครงสร้างโมเลกุลของอะไมโลเพกติน	10
2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเพอร์ออกไซด์ของไขมันกับเวลาที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส	17
2.5 การเกิดปฏิกิริยาสลายเซลลูโลสด้วยเซลลูเลส	26
3.1 กระบวนการผลิตข้าวกล้องคัดแปรเนื้อสัมผัสและทำให้คงตัวด้วยไมโครเวฟ	33
4.1 ลักษณะกราฟการเกิดเจลาคตินในซังของข้าวกล้อง	34
4.2 ลักษณะกราฟ Texture profile analysis ของข้าวกล้องหุงสุก	35
ก-1 ตัวอย่างกราฟ Texture profile analysis	131
ค-1 ข้าวกล้องหลังการกะเทาะเปลือก	158
ค-2 การย่อยข้าวกล้องด้วยเอนไซม์เซลลูเลส	158
ค-3 การทำให้ข้าวกล้องคัดแปรเนื้อสัมผัสคงตัวด้วยไมโครเวฟ	158
ค-4 ข้าวกล้องคัดแปรเนื้อสัมผัสและผ่านการทำให้คงตัวด้วยไมโครเวฟ	159
ค-5 ข้าวกล้องคัดแปรเนื้อสัมผัส บรรจุในถุงโพลีเอทิลีนไม่เคลือบออกซิเจน	159
ค-6 ข้าวกล้องคัดแปรเนื้อสัมผัส บรรจุในถุงโพลีเอทิลีนไม่เคลือบออกซิเจน	159