

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	(3)
ABSTRACT.....	(5)
กิตติกรรมประกาศ.....	(7)
สารบัญ.....	(8)
รายการตาราง.....	(12)
รายการตารางภาคผนวก.....	(14)
รายการรูป.....	(15)
รายการรูปภาคผนวก.....	(17)
บทที่	
1. บทนำ.....	1
บทนำต้นเรื่อง.....	1
วัตถุประสงค์.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย.....	2
ขอบเขตการศึกษา.....	2
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 วิวัฒนาการและการกระจายพันธุ์ของข้าว.....	3
2.1.1 ต้นกำเนิดของพันธุ์ข้าว.....	3
2.1.2 การสำรวจพันธุ์ข้าวในประเทศไทย.....	4
2.2 ข้าวมีสีและสมบัติของรวงควัดดูให้สี.....	4
2.3 คุณภาพของข้าว.....	6
2.3.1 สมบัติทางกายภาพ (Physical properties).....	6
2.3.2 คุณภาพในการขัดสี (Milling qualities).....	9
2.3.3 คุณค่าทางโภชนาการ.....	11
2.3.3.1 วิตามิน.....	11
2.3.3.2 แร่ธาตุ.....	13
2.3.4 คุณภาพทางเคมี.....	15

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.4.1 ไขมัน.....	15
2.3.4.2 โปรตีน.....	17
2.3.4.3 คาร์โบไฮเดรต.....	18
2.3.4.3.1 อะไมโลส.....	18
2.3.4.3.2 อะไมโลเพกติน.....	22
2.3.4.3.3 การจัดเรียงตัวของโมเลกุลในเม็ดสตาร์ช.....	23
และลักษณะโครงสร้างผลึก	
2.3.4.3.4 รูปร่างและขนาดของเม็ดสตาร์ชข้าว.....	25
2.3.5 คุณภาพการหุงต้มและคุณภาพการรับประทาน.....	26
(Cooking and processing qualities)	
2.3.5.1 คุณภาพการหุงต้ม (Cooking quality).....	26
2.3.5.2 คุณภาพการรับประทาน (Eating qualities).....	27
2.3.5.3 คุณสมบัติในการแปรรูป (Processing qualities).....	29
2.3.5.3.1 การเกิดเจลาทีไนซ์ (Gelatinization).....	29
2.3.5.3.2 การเกิดรีโทรกราเดชัน (Retrogradation).....	32
2.3.6 ความสัมพันธ์ของสมบัติทางกายภาพ และทางเคมี.....	33
ที่มีต่อคุณภาพในการหุงต้ม การแปรรูป และการรับประทาน	
3. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ.....	37
3.1 วัสดุ.....	37
3.2 เครื่องมือวิเคราะห์และอุปกรณ์.....	38
3.3 วิธีการทดลอง.....	40
4. ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	47
4.1 คุณภาพทางกายภาพของเมล็ดข้าว.....	48
4.1.1 สีของเมล็ดข้าวเปลือก ข้าวกล้องและข้าวขัดขาว.....	49
4.1.2 ขนาดและรูปร่างของเมล็ดข้าวเปลือก ข้าวกล้องและข้าวขัดขาว.....	52
4.1.3 น้ำหนักของเมล็ดข้าวเปลือก ข้าวกล้องและข้าวขัดขาว.....	55

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2 คุณภาพทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องและข้าวขัดขาว.....	58
4.2.1 คุณภาพทางเคมี.....	58
4.2.2 ปริมาณวิตามินในข้าวกล้องและข้าวขัดขาว.....	62
4.2.3 ปริมาณเหล็กในข้าวกล้องและข้าวขัดขาว.....	63
4.2.4 ปริมาณโพลีฟีนอลในข้าวกล้อง.....	65
4.2.5 ความสามารถในการขจัดอนุมูล DPPH ของสาร โพลีฟีนอลจากข้าวกล้อง.....	68
4.2.6 ความสามารถในการขจัดอนุมูล ABTS ของสาร โพลีฟีนอลจากข้าวกล้อง.....	69
4.3 สมบัติของสตาร์ชข้าว.....	72
4.3.1 สมบัติด้านโครงสร้างของสตาร์ชข้าว.....	72
4.3.1.1 ลักษณะรูปร่างของเม็ดสตาร์ชเมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์.....	72
4.3.1.2 การกระจายตัวและขนาดของเม็ดสตาร์ชข้าว.....	77
4.3.1.3 รูปแบบโครงสร้างผลึก.....	78
4.3.1.4 ความหนืดอินทรีนสิก.....	79
4.3.2 สมบัติทางเคมีของสตาร์ชข้าว.....	80
4.3.3 สมบัติเชิงหน้าที่ของสตาร์ชข้าว.....	83
4.3.3.1 กำลังการพองตัว.....	83
4.3.3.2 ความสามารถในการละลาย.....	84
4.3.3.3 สมบัติด้านความหนืดของสตาร์ชและแป้งข้าว.....	85
4.3.3.4 การเกิดเจลลาทีนเซชันของสตาร์ชข้าว.....	91
4.3.3.5 การเกิดรีโทรกราเดชันของสตาร์ชข้าว.....	92
4.4 การศึกษาคุณภาพในการหุงต้ม.....	95
4.4.1 การยืดตัวของเมล็ดข้าว.....	95
4.4.2 การขยายปริมาตรหลังการหุง.....	96
4.5 การศึกษาคุณภาพในการรับประทาน.....	97
4.6 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางกายภาพและเคมี.....	100
คุณภาพในการหุงต้ม การแปรรูป และการรับประทานของข้าวพื้นเมืองมีสี	

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5. สรุปผลการทดลอง.....	104
เอกสารอ้างอิง.....	109
ภาคผนวก ก วิธีการวิเคราะห์.....	118
ภาคผนวก ข กราฟแสดงผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งข้าวกล้อง แป้งข้าวขัดขาวและสตาร์ชด้วย RVA.....	147
ภาคผนวก ค กราฟแสดงผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของเจลจากสตาร์ชข้าวมีสี.....	149
ภาคผนวก ง กราฟแสดงผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของข้าวมีสีหุงสุก.....	150
ภาคผนวก จ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรด้วยโปรแกรม SPSS.....	151
ประวัติผู้เขียน.....	154

Prince of Songkhla University  
Pattani Campus

## รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
1	การจำแนกเมล็ดข้าวตามความยาวของเมล็ด..... 7
2	การจำแนกรูปร่างของเมล็ดข้าวตามเกณฑ์ค่าความยาวต่อความกว้างของเมล็ดข้าว..... 7
3	ความยาว รูปร่าง และน้ำหนักเมล็ดของข้าวไทยบางพันธุ์..... 8
4	องค์ประกอบทางเคมีของข้าวสังข์หยดพัทลุงเปรียบเทียบระหว่าง..... 11 ข้าวกล้องและข้าวขัดขาว
5	ปริมาณวิตามินบางชนิดของข้าวมีสีในรูปข้าวกล้องและข้าวขัดขาว..... 11
6	ปริมาณแร่ธาตุบางชนิดของข้าวมีสีเปรียบเทียบระหว่างข้าวกล้องและข้าวขัดขาว..... 13
7	ปริมาณธาตุเหล็กในข้าวบางชนิดเปรียบเทียบระหว่างข้าวกล้องและข้าวขัดขาว..... 14
8	ปริมาณไขมันประเภทต่างๆ ที่พบในส่วนต่างๆ ของเมล็ดข้าว..... 15
9	ปริมาณไขมันที่พบในข้าวกล้องเปรียบเทียบกับข้าวขัดขาวบางชนิด..... 16
10	ปริมาณโปรตีนที่พบในข้าวกล้องเปรียบเทียบกับข้าวขัดขาวบางชนิด..... 17
11	ปริมาณอะไมโลสในข้าวเจ้าไทยบางชนิด..... 20
12	ปริมาณอะไมโลสในข้าวเหนียวไทยบางชนิด..... 21
13	รูปร่างและขนาดของสตาρχข้าวจากอินเดียบางชนิด..... 25
14	อุณหภูมิในการเกิดเจลลิ่งในเซชันของสตาρχข้าวบางชนิด..... 31
15	ชื่อพันธุ์ข้าวและหน่วยงานที่อนุเคราะห์..... 37
16	แผนการทดลองและวิธีการวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ..... 45
17	Degree of milling of pigmented rice samples..... 48
18	Color parameter of rice grain..... 50
19	Length width length: wide ratio and shape of paddy rice grain..... 53
20	Length width length: wide ratio and shape of brown rice grain..... 53
21	Length width length: wide ratio and shape of milled rice grain..... 54
22	Weight of paddy rice grain..... 56
23	Weight of brown rice grain..... 56
24	Weight of milled rice grain..... 57

## รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
25	Chemical composition of brown rice.....	59
26	Chemical composition of milled rice .....	60
27	Vitamin B <sub>1</sub> and E content in pigmented brown and milled rice.....	63
28	Iron content in rice grain.....	64
29	Polyphenol content of rice sample.....	66
30	Comparison of polyphenol content in various reports.....	67
31	Granule size and size distribution of pigmented rice starches.....	77
32	Intrinsic viscosity of Southern Thailand pigmented rice.....	80
33	Chemical compositions of starches.....	82
34	Pasting properties of pigmented rice starch.....	88
35	Pasting properties of pigmented brown rice flour.....	89
36	Pasting properties of pigmented milled rice flour.....	90
37	Gelatinization temperature and enthalpy of pigmented rice starches.....	92
38	Retrogradation temperature and enthalpy of pigmented rice starches.....	93
39	Degree of retrogradation, syneresis and gel consistency.....	94
	of native pigmented rice starches	
40	Elongation of pigmented rice grain.....	96
41	Expansion value of pigmented rice.....	97
42	Hardness and chewiness of pigmented rice grain.....	99

## รายการตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
1	สัดส่วนของปริมาณอะมิโลสและอะมิโลเพกตินสำหรับทำกราฟมาตรฐาน.....127
2	สถานะในการฉีดวิตามินอี โดยเทคนิค HPLC.....130
3	สถานะในการฉีดวิตามินบี โดยเทคนิค HPLC..... 131
4	Correlation between rice grain color and iron content..... 151
5	Correlation between rice grain color and polyphenol content.....151
6	Correlation between rice grain color and ABTS <sup>+</sup> scavenging activity..... 151
7	Correlation between intrinsic viscosity and amylose content.....152
8	Correlation between pasting properties and protein, lipid, fiber and ash content..... 152
9	Correlation between elongation, lipid and protein content..... 153
10	Correlation between hardness, chewiness, lipid and protein content..... 153

Prince of Songkhla University  
Pattani Campus

## รายการรูป

รูปที่		หน้า
1	โครงสร้างของอะไมโลส.....	19
2	โครงสร้างอะมิโลเพกติน.....	22
3	แบบจำลองสายโซ่ของอะไมโลเพกติน.....	23
4	แบบจำลองโครงสร้างผลึกของสตาร์ชแบบ A และแบบ B .....	24
5	รูปแบบโครงสร้างผลึกของสตาร์ช 3 แบบจากการวิเคราะห์ด้วย XRD.....	25
6	Paddy rice, brown rice and milled rice of pigmented rice in southern Thailand.....	47
7	DPPH scavenging activity of pigmented brown rice .....	68
8	ABTS <sup>+</sup> scavenging activity of pigmented brown rice .....	70
9	Polarized light microscopic image of pigmented rice starch granule (x100).....	73
10	Light microscopic image of pigmented rice starch granule (x100).....	74
11	SEM micrograph of pigmented rice starch granule (x7500).....	76
12	Granule size distribution of pigmented rice starches .....	78
13	X-ray diffractogram of pigmented rice starches.....	79
14	Swelling power at different temperatures of pigmented rice starches.....	83
15	Solubility of various pigmented rice starches.....	85
16	The relationship between b* value and iron content of pigmented brown rices.....	100
17	The relationship between L* value and polyphenol content..... of pigmented brown rices	101
18	The relationship between a* value and polyphenol content..... of pigmented brown rices	101
19	The relationship between b* value and polyphenol content..... of pigmented brown rices	102
20	The relationship between b* value and polyphenol content..... of pigmented brown rices	102



- 21 The relationship between of amylose content and intrinsic viscosity..... 103  
of pigmented rices rice
- 22 The relationship between lipid content and elongation of pigmented rices ..... 103

Prince of Songkla University  
Pattani Campus

## รายการรูปภาพผนวก

รูปภาพผนวกที่	หน้า
1 กราฟมาตรฐานของปริมาณอะไมโลส.....	127
2 กราฟมาตรฐานของธาตุเหล็ก.....	129
3 กราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก.....	133
4 กราฟมาตรฐานของการกำจัดอนุมูล DPPH ของ Trolox.....	135
5 กราฟมาตรฐานของการกำจัดอนุมูล ABTS <sup>+</sup> ของ Trolox.....	137
6 กราฟการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งข้าวกล้อง.....	147
7 กราฟการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งข้าวขัดขาว.....	147
8 กราฟการเปลี่ยนแปลงความหนืดของสตาร์ชข้าวมีสี.....	148
9 กราฟเนื้อสัมผัสของเจลจากสตาร์ชข้าวเหนียวมีสี.....	149
10 กราฟเนื้อสัมผัสของเจลจากสตาร์ชข้าวเจ้ามีสี.....	149
11 กราฟการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของข้าวกล้องมีสีหุงสุก.....	150
12 กราฟการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของข้าวขัดขาวมีสีหุงสุก.....	150