

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญภาพ	ฐ
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
<b>บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	
2.1 ข้าว	4
2.2 โครงสร้างของเมล็ดข้าว	5
2.3 ประเภทของข้าว	6
2.4 สายพันธุ์ข้าวที่นิยมเพาะปลูกและบริโภคในประเทศไทย	8
2.5 ข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง	9
2.6 กระบวนการสีข้าว	10
2.7 รำข้าว	13
2.8 โปรีตีน	14
2.9 การผลิตโปรีตีนสกัด	18
2.10 โปรีตีนไฮโดรไลเสต	20
2.11 การสกัดโปรีตีนจากรำข้าว	21

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.12 การผลิตโปรตีนไฮโดรไลเสตจากรำข้าว	22
2.13 สมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีนไฮโดรไลเสตจากรำข้าว	23
2.14 การใช้ประโยชน์โปรตีนไฮโดรไลเสต	24
2.15 อนุโมลอิสระ	25
2.16 สารต้านอนุมูลอิสระ	26
2.17 การประยุกต์ใช้วิธี โครงร่างพื้นผิวดอบนองในงานวิจัย	29
2.18 รูปแบบการวางแผนการทดลองสำหรับวิธี โครงร่างพื้นผิวดอบนอง	31
2.19 ลำไย	32
2.20 กระบวนการผลิตลำไยอบแห้ง	33
2.21 การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลแบบออกซิเอนไซม์ในลำไยอบแห้ง	35
2.20 การใช้สารเคมีในการลดการเกิดสีน้ำตาลในลำไยอบแห้ง	35
<b>บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง</b>	
3.1 วัสดุ อุปกรณ์	37
3.2 วิธีการทดลอง	
การทดลองที่ 1 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการสกัดโปรตีนจากรำข้าว	39
การทดลองที่ 2 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตโปรตีน ไฮโดรไลเสต	43
ดฤทธิทางชีวภาพจากโปรตีนรำข้าวด้วยเอนไซม์ย่อยโปรตีน	
การทดลองที่ 3 การศึกษาแนวทางการประยุกต์ใช้โปรตีนไฮโดรไลเสตจากรำ	47
ข้าวเพื่อลดการเกิดสีน้ำตาลและเพิ่มกิจกรรมการต่อต้านอนุมูล	
อิสระในผลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้ง	
<b>บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง</b>	
4.1 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการสกัดโปรตีนจากรำข้าวสังข์หยดเมือง	50
พัทลุง	

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตโปรตีนไฮโดรไลเสตที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพจากโปรตีนรำข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุงด้วยเอนไซม์ย่อยโปรตีน	64
4.3 การประยุกต์ใช้โปรตีนไฮโดรไลเสตจากรำข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุงในผลิตภัณฑ์ลำไยเพื่อป้องกันการเกิดสีน้ำตาลระหว่างการอบแห้ง	78
<b>บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ</b>	
5.1 สรุปผลการทดลอง	86
5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ	87
<b>เอกสารอ้างอิง</b>	88
<b>ภาคผนวก</b>	96
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพเคมี	97
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์สมบัติเชิงหน้าที่	110
ภาคผนวก ค ขั้นตอนการสกัดโปรตีนและการผลิตโปรตีนไฮโดรไลเสต	114
<b>ประวัติผู้เขียน</b>	117

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า	
2.1	คุณค่าทางโภชนาการข้าวพันธุ์สังข์หยดเมืองพัทลุง	10
2.2	ตำแหน่งของการทดลองแบบ CCD	32
2.3	ส่วนประกอบทางเคมีของลำไยสดและลำไยอบแห้ง	34
3.1	ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ อุณหภูมิและเวลาในการสกัดโปรตีนจากรำข้าวในระดับต่างๆ	40
3.2	แผนการทดลอง rotatable central composite design ของสภาวะในการทดลองการสกัดโปรตีนจากรำข้าว	41
3.3	ปริมาณของเอนไซม์และเวลาที่ใช้ในการย่อยโปรตีนรำข้าวในระดับต่างๆ	44
3.4	แผนการทดลอง $2^2$ factorial experimental in central composite design ของสภาวะในการทดลองการย่อยโปรตีนรำข้าวด้วยเอนไซม์ด้วยฟลาโวไซม์	44
3.5	สารละลายที่ใช้ในการแช่ลำไยก่อนการนำไปอบแห้ง	48
4.1	องค์ประกอบทางเคมีของรำข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง	50
4.2	ผลของความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ อุณหภูมิและเวลาการสกัด ซึ่งวางแผนการทดลองแบบ rotatable central composite design ต่อปริมาณ โปรตีนที่สกัดได้จากรำข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง	51
4.3	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานและค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการทำงานผลของปัจจัยสภาวะที่สกัด และปริมาณ โปรตีนที่สกัดได้จากรำข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง	53
4.4	ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระในการสกัดโปรตีนในสภาวะต่างๆ	54
4.5	ผลการวิเคราะห์ปริมาณ โปรตีนที่สกัดได้เปรียบเทียบกับปริมาณโปรตีนจากการทำนาย	56
4.6	องค์ประกอบทางเคมีของโปรตีนไฮโดรไลเสตจากรำข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง	64
4.7	ผลของปริมาณเอนไซม์และเวลาการย่อยต่อระดับการย่อยสลายของโปรตีนไฮโดรไลเสตจากรำข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง	65

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.8 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานและค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจของแบบจำลองคณิตศาสตร์สำหรับการทำนายผลของปัจจัยสภาวะการย่อยและระดับการย่อยสลายของโปรตีนไฮโครไลสเสตจากรำข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง	66
4.9 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระในการย่อยโปรตีนไฮโครไลสเสตในสถานะต่างๆ	67
4.10 ผลการวิเคราะห์ระดับการย่อยสลายของโปรตีนไฮโครไลสเสตที่ผลิตได้เปรียบเทียบกับระดับการย่อยสลายของโปรตีนไฮโครไลสเสตจากการทำนาย	69
4.11 ค่าสีของรำข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง สารสกัดโปรตีนจากรำข้าวและโปรตีนไฮโครไลสเสตจากรำข้าว	71
4.12 กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของโปรตีนไฮโครไลสเสตจากรำข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง	78
4.13 ผลของการแช่สารป้องกันการเกิดสีน้ำตาลต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของผลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้ง	79
4.14 กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของลำไยอบแห้ง	83
4.15 ค่าการทดสอบด้านประสาทสัมผัสของลำไยอบแห้ง	85

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
2.1 โครงสร้างของเมล็ดข้าว	4
2.2 ข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง	9
2.3 กระบวนการสีข้าว	12
2.4 โครงสร้างของรำข้าว	13
2.5 โครงสร้างกรดอะมิโน	15
2.6 ปฏิกริยาระหว่างอนุมูล DPPH และสารต้านอนุมูลอิสระ	29
2.7 ตำแหน่งการทดลอง	32
2.8 ลำไย	32
2.9 การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลแบบออกซิเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสของสารประกอบ ฟีนอลิก	35
3.1 รำข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุงที่ผ่านการสกัดน้ำมัน	37
3.2 กระบวนการสกัดโปรตีนจากรำข้าวสกัดน้ำมัน	39
3.3 การผลิตโปรตีนไฮโดรไลเสตแห้ง	45
3.4 กระบวนการอบแห้งลำไย	47
4.1 โครงร่างพื้นผิวตอบสนองแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรความเข้มข้นของโซเดียมไฮ ดรอกไซด์ อุณหภูมิและเวลาการสกัดต่อปริมาณโปรตีนที่สกัดได้	57
4.2 ระดับความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์อุณหภูมิและเวลาการสกัดที่เหมาะสม สำหรับการสกัดโปรตีนจากรำข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง	58
4.3 ความสามารถในการละลาย (protein solubility, %) ของโปรตีนที่สกัดได้จากรำข้าวสังข์ หยดเมืองพัทลุงในสารละลายที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่างๆ	59
4.4 ความสามารถในการเกิดโฟม (foaming activity, %volume) ของสารละลายโปรตีนที่ สกัดได้จากรำข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุงในสารละลายที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่างๆ	60
4.5 ความสามารถในการเกิดโฟม (foaming stability, min) ของสารละลายโปรตีนที่สกัดได้ จากรำข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุงในสารละลายที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่างๆ	61

### สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
4.6 ความสามารถในการเกิดอิมัลชัน (emulsifying activity index, Abs <sub>500nm</sub> ) ของสารละลายโปรตีนที่สกัดได้จากรำข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุงในสารละลายที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่างๆ	62
4.7 ความสามารถด้านความคงตัวของอิมัลชัน (emulsifying stability index, min) ของสารละลายโปรตีนที่สกัดได้จากรำข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุงในสารละลายที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่างๆ	63
4.8 โครงร่างพื้นผิวตอบสนองแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเอนไซม์และเวลาการย่อยต่อระดับการย่อยสลายของโปรตีนไฮโดรไลสได้จากรำข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง	69
4.9 ปริมาณเอนไซม์และเวลาการย่อยที่เหมาะสมสำหรับการผลิตโปรตีนไฮโดรไลสได้จากรำข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง	70
4.10 รำข้าว (Rice bran) สารสกัดโปรตีนจากรำข้าว (Protein extract) และโปรตีนไฮโดรไลสจากรำข้าว (Protein hydrolysate)	71
4.11 ความสามารถในการละลาย (protein solubility, %) ของสารละลายโปรตีนไฮโดรไลสจากรำข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุงในสารละลายที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่างๆ	72
4.12 ความสามารถในการเกิดโฟม (foaming activity, %volume) ของสารละลายโปรตีนไฮโดรไลสจากรำข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุงในสารละลายที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่างๆ	73
4.13 ความคงตัวของโฟม (foam stability, min) ของสารละลายโปรตีนไฮโดรไลสจากรำข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุงในสารละลายที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่างๆ	75
4.14 ความสามารถในการเกิดอิมัลชัน (emulsion activity, Abs <sub>500nm</sub> ) ของสารละลายโปรตีนไฮโดรไลสจากรำข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุงในสารละลายที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่างๆ	76
4.15 ความสามารถด้านความคงตัวของอิมัลชัน (emulsion stability, min) ของสารละลายโปรตีนไฮโดรไลสจากรำข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุงในสารละลายที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่างๆ	76
4.16 ลำไยอบแห้งที่ผ่านการแช่สารป้องกันการเกิดสีน้ำตาล	81