

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	5
ABSTRACT	7
กิตติกรรมประกาศ	9
สารบัญ	10
รายการตาราง	13
รายการรูป	14
รายการรูปภาพผนวก	15
บทที่ 1 บทนำ	16
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	20
2.1 ถั่วหรั่ง	20
2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของถั่วหรั่ง	20
2.1.2 พันธุ์ที่นิยมปลูก	21
2.1.2.1 พันธุ์สงขลา 1	21
2.1.2.2 พันธุ์พื้นเมือง	21
2.1.3 คุณค่าทางอาหารของถั่วหรั่ง	21
2.2 โปรีตีนจากพืช	24
2.3 สารต้านโภชนาการในพืช	24
2.4 โปรีตีนไฮโดรไลเสต	26
2.4.1 การผลิตโปรีตีนไฮโดรไลเสต	26
2.4.2 เอนไซม์ที่ใช้ในการย่อยโปรีตีน	27
2.4.3 ระดับการย่อยโปรีตีน (Degree of hydrolysis, DH)	29
2.5 สมบัติเชิงหน้าที่ของโปรีตีนไฮโดรไลเสต	31
2.5.1 สมบัติการละลาย	31
2.5.2 สมบัติการเกิดฟอง	33
2.5.3 สมบัติการเป็นสารอิมัลซิไฟเออร์	34
2.6 การออกฤทธิ์ต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของโปรีตีนไฮโดรไลเสต	36
2.7 การประยุกต์ใช้โปรีตีนไฮโดรไลเสตในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม	38
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ	40

3.1	วัสดุ	40
3.1.1	วัตถุดิบ	40
3.1.2	เอนไซม์	40
3.1.3	สารเคมี	40
3.2	เครื่องมือวิเคราะห์และอุปกรณ์	41
3.2.1	อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์	41
3.2.2	เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์	42
3.3	วิธีการทดลอง	43
3.3.1	การเตรียมและองค์ประกอบโดยประมาณของแป้งถั่วหรั่ง	43
3.3.1.1	เตรียมแป้งถั่วหรั่ง	43
3.3.1.2	สกัดไขมันออกจากแป้งถั่วหรั่ง	43
3.3.1.3	ศึกษาองค์ประกอบโดยประมาณของแป้งถั่วหรั่ง	43
3.3.2	การผลิตโปรตีนถั่วหรั่งเข้มข้น	43
3.3.2.1	การสกัดโปรตีนจากแป้งถั่วหรั่งที่ผ่านการสกัดไขมันออก	43
3.3.3	การผลิตโปรตีนไฮโดรไลเสตจากโปรตีนถั่วหรั่ง	44
3.3.3.1	ศึกษาผลของระยะเวลาต่อระดับการย่อยสลายของโปรตีน	44
3.3.3.2	ศึกษาผลของความเข้มข้นเอนไซม์ต่อระดับการย่อยสลายของโปรตีน	44
3.3.3.3	การผลิตโปรตีนไฮโดรไลเสตที่ระดับการย่อยสลายต่างๆ	45
3.3.4	ศึกษาองค์ประกอบโดยประมาณและสมบัติของโปรตีนถั่วหรั่งไฮโดรไลเสต	45
3.3.4.1	วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของ BPCH-A และ BPCH-F	45
3.3.4.2	ศึกษาปริมาณสารต้านโภชนาการในโปรตีนถั่วหรั่งไฮโดรไลเสต	45
3.3.4.3	ศึกษาสมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีนถั่วหรั่งเข้มข้นและโปรตีนถั่วหรั่งไฮโดรไลเสต	46
3.3.4.4	ศึกษาการออกฤทธิ์ต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของโปรตีนถั่วหรั่งไฮโดรไลเสต	46
3.3.5	การประยุกต์ใช้	47
3.3.5.1	การใช้โปรตีนไฮโดรไลเสตจากถั่วหรั่งเป็นสารเสริมฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางผิวขาว	47
บทที่ 4	ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	49
4.1	การศึกษารายละเอียดโดยประมาณของแป้งถั่วหรั่งและแป้งถั่วหรั่งที่สกัดไขมันออก	49

4.2 การผลิตโปรตีนไฮโดรไลเสต	50
4.2.1 ผลของระยะเวลาต่อระดับการย่อยสลายของโปรตีน	50
4.2.2 ผลของปริมาณเอนไซม์ต่อระดับการย่อยสลายของโปรตีน	52
4.3 การศึกษาองค์ประกอบโดยประมาณและปริมาณสารต้านโภชนาการของโปรตีนถั่ว รังเข้มน้ำและโปรตีนถั่วหรั่งไฮโดรไลเสต	53
4.4 การศึกษาสมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีนถั่วหรั่งเข้มน้ำและโปรตีนไฮโดรไลเสต	58
4.4.1 สมบัติการละลาย	58
4.4.2 สมบัติการเกิดฟอง	60
4.4.2.1 ความสามารถในการเกิดฟอง	60
4.4.2.2 ความคงตัวของฟอง	63
4.4.3 สมบัติการเกิดอิมัลชัน	67
4.4.4 สมบัติการจับเรียงตัวภายใต้สภาวะการให้ความร้อน	72
4.5 ศึกษาสมบัติการต้านออกซิเดชันของ โปรตีนถั่วหรั่งเข้มน้ำ และ โปรตีนถั่วหรั่ง ไฮโดรไลเสต	75
4.6 ศึกษาการใช้โปรตีนไฮโดรไลเสตจากถั่วหรั่งเป็นสารเสริมฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ของผลิตภัณฑ์ชาเขียว	79
4.6.1 ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ	79
4.6.2 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ชาเขียวพร้อมดื่มเสริม โปรตีนไฮโดรไลเสต	82
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	86
ข้อเสนอแนะ	88
เอกสารอ้างอิง	89
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ทางเคมี	99
ภาคผนวก ข การตรวจสอบระดับการย่อยสลายของโปรตีน (DH)	104
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ปริมาณสารต้านโภชนาการในโปรตีนไฮโดรไลเสต	106
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์คุณสมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีนไฮโดรไลเสตจากถั่วหรั่ง	108
ภาคผนวก จ การวิเคราะห์การออกฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของโปรตีนไฮโดรไลเสตจากถั่วหรั่ง	113
ภาคผนวก ฉ การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส	116
ประวัติผู้เขียน	118

## รายการตาราง

	หน้า
1 องค์ประกอบทางเคมีของถั่วหรั่งสดและถั่วหรั่งแห้ง	22
2 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งและสตาρχจากถั่วหรั่ง	23
3 องค์ประกอบทางเคมีของโปรตีนถั่วหรั่งแบบ BNP, BSP และBAP	23
4 สารต้านโภชนาการในเมล็ดและใบจากพืชชนิดต่างๆ	25
5 ค่าความสามารถในการเกิดฟองและค่าความคงตัวของฟองของโปรตีนจากพืช โปรตีนผสมจากพืช และโปรตีนจากพืชไฮโดรไลเสต	34
6 องค์ประกอบโดยประมาณของแป้งถั่วหรั่ง และแป้งถั่วหรั่งที่สกัดไขมันออก	50
7 องค์ประกอบโดยประมาณของโปรตีนถั่วหรั่งเข้มข้น (BPC) และโปรตีนถั่วหรั่ง ไฮโดรไลเสตที่ผ่านการย่อยสลายด้วยเอนไซม์อัลคาเลส (BPCH-A) หรือเอนไซม์ ฟลาโวไซม์ (BPCH-F)	57
8 ดัชนีความสามารถในการเกิดอิมัลชัน (EAI) และดัชนีความคงตัวของอิมัลชัน (ESI) ของโปรตีนถั่วหรั่งเข้มข้น (BPC) และโปรตีนถั่วหรั่งไฮโดรไลเสตที่ผ่านการย่อย สลายด้วยเอนไซม์อัลคาเลส (BPCH-A) ที่ความเข้มข้นของโปรตีนที่ใช้ต่างๆ	68
9 ดัชนีความสามารถในการเกิดอิมัลชัน (EAI) และดัชนีความคงตัวของอิมัลชัน (ESI) ของโปรตีนถั่วหรั่งเข้มข้น (BPC) และโปรตีนถั่วหรั่งไฮโดรไลเสตที่ผ่านการย่อย สลายด้วยเอนไซม์ฟลาโวไซม์ (BPCH-F) ที่ระดับความเข้มข้นของโปรตีนที่ใช้ต่างๆ	71
10 กิจกรรมการเป็นสารต้านออกซิเดชันของโปรตีนถั่วหรั่งเข้มข้น (BPC) และโปรตีนที่ ผ่านการย่อยสลายด้วยเอนไซม์อัลคาเลส (BPCH-A) ที่ระดับการย่อยสลายต่างๆ	77
11 กิจกรรมการเป็นสารต้านออกซิเดชันของโปรตีนถั่วหรั่งเข้มข้น (BPC) และโปรตีนถั่ว หรั่งที่ย่อยสลายด้วยเอนไซม์ฟลาโวไซม์ (BPCH-F) ที่ระดับการย่อยสลายต่างๆ	79
12 กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของเครื่องคั้นชาเขียวพร้อมคั้นเสริมโปรตีนถั่วหรั่ง ไฮโดรไลเสต	81
13 การประเมินทางประสาทสัมผัสของเครื่องคั้นชาเขียวด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ แบบ 9-Point Hedonic Scale Sensory	83
14 การประเมินทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนแบบ Scoring test	85

## รายการรูป

รูป	หน้า
1 ค่าการละลายของโปรตีนจากถั่ว Chickpea	32
2 การเปลี่ยนแปลงระดับการย่อยสลาย (DH) ของโปรตีนถั่วหรั่งเข้มข้นที่ย่อยสลายด้วยเอนไซม์อัลคาเลสหรือเอนไซม์ฟลาโวไซม์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆของเอนไซม์	51
3 ความสัมพันธ์ระหว่าง $\log_{10}$ ความเข้มข้นของเอนไซม์และระดับการย่อยสลายของโปรตีนถั่วหรั่งที่ย่อยสลายด้วยเอนไซม์อัลคาเลสหรือเอนไซม์ฟลาโวไซม์	53
4 การละลายของโปรตีนถั่วหรั่งเข้มข้น (BPC) และโปรตีนถั่วหรั่งไฮโดรไลเสตที่ย่อยสลายด้วยเอนไซม์อัลคาเลส (BPCH-A) หรือเอนไซม์ฟลาโวไซม์ (BPCH-F) ที่พีเอชต่างๆ	59
5 ค่าความสามารถในการเกิดฟองของโปรตีนถั่วหรั่งเข้มข้น (BPC) และโปรตีนถั่วหรั่งไฮโดรไลเสตที่ผ่านการย่อยสลายด้วยเอนไซม์อัลคาเลส (BPCH-A) หรือเอนไซม์ฟลาโวไซม์ (BPCH-F)	62
6 ค่าความคงตัวของฟองของโปรตีนถั่วหรั่งเข้มข้น (BPC) และโปรตีนถั่วหรั่งไฮโดรไลเสตที่ย่อยสลายด้วยเอนไซม์อัลคาเลส (BPCH-A) ที่ความเข้มข้นของโปรตีนที่ใช้ต่างๆ	64
7 ค่าความคงตัวของฟองของโปรตีนถั่วหรั่งเข้มข้น (BPC) และโปรตีนถั่วหรั่งไฮโดรไลเสตที่ย่อยสลายด้วยเอนไซม์ฟลาโวไซม์ (BPCH-F) ที่ความเข้มข้นของโปรตีนที่ใช้ต่างๆ	66
8 ค่าความขุ่นของโปรตีนถั่วหรั่ง (BPC) และโปรตีนถั่วหรั่งไฮโดรไลเสตที่ย่อยสลายด้วยเอนไซม์อัลคาเลส (BPCH-A)	73
9 ค่าความขุ่นของโปรตีนถั่วหรั่ง (BPC) และโปรตีนถั่วหรั่งไฮโดรไลเสตที่ผ่านการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ฟลาโวไซม์ (BPCH-F)	74

## รายการรูปภาพผนวก

รูปภาพผนวกที่	หน้า
1 กราฟมาตรฐานปริมาณโปรตีน	110

Prince of Songkla University  
Pattani Campus