

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
ความเป็นมาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ขอบเขตการวิจัย	3
คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
สาหร่ายสไปรูลิน่า	5
การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลิน่า	15
ไฟโคบิลิโซม (Phycobilisomes: PBS)	19
ซี-ไฟโคไซยานิน (C-Phycocyanin)	21
เอนไซม์โปรตีเอส (Protease)	26
การออกแบบการทดลองด้วยวิธีการทากูจิ (Taguchi Method)	30
กรอบแนวคิดในการวิจัย	32

	หน้า
บทที่ 3	วิธีดำเนินการวิจัย
	สายพันธุ์สาหร่าย เอนไซม์ และวัตถุดิบ 33
	อุปกรณ์ที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงสาหร่าย 33
	อุปกรณ์ในการสกัดซี-ไฟโคไซยานิน 34
	อุปกรณ์ในการผลิตซูปสาหร่ายสไปรูลิน่า 34
	อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพซูปสาหร่ายสไปรูลิน่า 35
	อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ 35
	อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส 35
	วิธีดำเนินการวิจัย 36
บทที่ 4	ผลการวิจัย
	ผลการสกัดซี-ไฟโคไซยานินและการวิเคราะห์คุณภาพกากชีวมวลเหลือทิ้งของการ 43
	สกัดซี-ไฟโคไซยานินจากสาหร่ายสไปรูลิน่า
	ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมส่วนสกัดโปรตีนจากกากชีวมวลเหลือ 45
	ทิ้งของการสกัดซี-ไฟโคไซยานินด้วยวิธีหะกุจิ
	ผลการผลิตซูปสาหร่ายสไปรูลิน่าสกัดเข้มข้นจากส่วนสกัดโปรตีน 50
	ผลการผลิตซูปสาหร่ายสไปรูลิน่าสกัดพร้อมดื่มจากซูปสาหร่ายสไปรูลิน่าสกัด 51
	เข้มข้น
	ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ซูปสาหร่ายสไปรูลิน่าพร้อม 54
	ดื่มในระหว่างการเก็บรักษา
บทที่ 5	สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ
	สรุปผลการวิจัย 57
	ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ 57
	ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป 58

	หน้า
บรรณานุกรม	
บรรณานุกรมภาษาไทย	59
บรรณานุกรมภาษาต่างประเทศ	59
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก อาหารเลี้ยงเพาะสำหรับราย (Culture media)	65
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ	67
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี	69
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา	81
ภาคผนวก จ การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส	86
ประวัติผู้วิจัย	89

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของ <i>S. platensis</i> และ <i>S. maxima</i> (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)	8
2.2	ปริมาณโปรตีนของสาหร่ายสไปรูลิน่าและอาหารอื่น ๆ	9
2.3	กรดอะมิโนในสาหร่ายสไปรูลิน่า	10
2.4	องค์ประกอบกรดไขมันของ <i>Spirulina platensis</i>	12
2.5	องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์สาหร่ายสไปรูลิน่าอบแห้งของบริษัท Siam Algae Company (SAC) วิเคราะห์คุณภาพโดย Japan Food Research Laboratories	14
2.6	จำนวนพันธะคู่แบบคอนจูเกตบนโมเลกุลของไบลีนที่พบในไซยาโนแบคทีเรีย	21
2.7	$L_4 (2^3)$ Orthogonal array	30
3.1	ปัจจัยและระดับต่าง ๆ ของตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการ เตรียมส่วน สกัดโปรตีนจากกากชีวมวลเหลือทิ้งของการสกัดซี-ไฟโคไซยานิน	38
3.2	ปัจจัยและระดับของการทดลองแบบทะลุทะลวงเพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการ เตรียมส่วนสกัดโปรตีนจากชีวมวลเหลือทิ้งของการสกัดซี-ไฟโคไซยานิน	39
4.1	องค์ประกอบทางเคมีของชีวมวลสาหร่ายสไปรูลิน่าก่อนและหลังการสกัด ซี-ไฟโคไซยานิน	44
4.2	ปริมาณกรดอะมิโนรวมในแต่ละชุดการทดลองที่ออกแบบการทดลองด้วยวิธีทะลุทะลวง	47
4.3	ผลการวิเคราะห์อิทธิพลหลัก (main effect) ของปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาสภาวะที่ เหมาะสมในการเตรียมส่วนสกัดโปรตีนจากกากชีวมวลเหลือทิ้งของการสกัด ซี-ไฟโคไซยานินด้วยวิธีทะลุทะลวงโดยอาศัยค่า S/N ratio ในการวิเคราะห์	48
4.4	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) ของ S/N ratio ในการศึกษา สภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมส่วนสกัดโปรตีนจากกากชีวมวลเหลือทิ้งของการ สกัดซี-ไฟโคไซยานินด้วยวิธีทะลุทะลวง	49
4.5	ชนิดของกรดอะมิโนที่พบในซูปสาหร่ายสไปรูลิน่าสกัดเข้มข้นต่อปริมาณ 100 กรัม ค่าเฉลี่ยของคะแนนคุณลักษณะทางประสาทของผู้บริโภคกลุ่มทั่วไปที่มีต่อ	52

	หน้า
4.6	ค่าเฉลี่ยของคะแนนคุณลักษณะทางประสาทของผู้บริโภคกลุ่มทั่วไปที่มีต่อ ผลิตภัณฑ์ซูปสาหร่ายสไปรูลิน่าสกัดพร้อมดื่ม 53
4.7	องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ซูปสาหร่ายสไปรูลิน่าสกัดเข้มข้นเปรียบเทียบกับ ผลิตภัณฑ์ซูปสาหร่ายสไปรูลิน่าสกัดพร้อมดื่ม 54
4.8	การเปลี่ยนแปลงค่าสี ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ค่าพีเอช และค่าความเป็นกรด ของผลิตภัณฑ์ซูปสาหร่ายสไปรูลิน่าพร้อมดื่มรสโกโก้ในระหว่างการเก็บรักษาที่ อุณหภูมิต่ำ นาน 15 วัน 55
4.9	การเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์และราของผลิตภัณฑ์ซูปสาหร่าย สไปรูลิน่าพร้อมดื่มรสโกโก้ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ นาน 15 วัน 56

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ลักษณะของ <i>Arthrospira maxima</i> (เส้นตรงมีขนาดเท่ากับ 20 ไมโครเมตร)	6
2.2	ผนังเซลล์ของ <i>S. platensis</i>	6
2.3	ลักษณะของบ่อเปิดแบบรางคู่ (open raceway pond) สำหรับการเพาะเลี้ยงสาหร่าย	16
2.4	ระบบการเพาะเลี้ยงสไปรูลิน่าทางการค้า	16
2.5	ถังปฏิกรณ์แบบให้แสง (photobioreactor) สำหรับการเพาะเลี้ยงสาหร่าย	17
2.6	แบบจำลองการจัดเรียงตัวของไฟโคบิลิโซม บน: แสดงการเชื่อมต่อระหว่างไฟโคบิลิโซมกับเยื่อหุ้มไทลาคอยด์ ล่างซ้าย: แสดงการจัดเรียงตัวของ 3 องค์ประกอบหลักในไฟโคบิลิโซม และ ล่างขวา: แสดงตำแหน่งที่อยู่ของ linker polypeptide	20
2.7	(a) โครงสร้างไฟโคไซยานินโพลิน และ (b) การเชื่อมต่อของโพลินกับอะโพอโรตีน	20
2.8	โครงสร้างของซี-ไฟโคไซยานินจาก <i>S. platensis</i> .	22
2.9	ตำแหน่งการเกิดพันธะโควาเลนต์ระหว่างโพลินกับอะโพอโรตีนของซี-ไฟโคไซยานิน	22
2.10	ช่วงความยาวคลื่นในการดูดกลืนแสงและเรืองแสงของ ซี-ไฟโคไซยานิน	23
2.11	กลไกการเร่งปฏิกิริยาอย่างง่ายโดยเอนไซม์โปรตีเอส	27
4.1	ลักษณะปรากฏของ (ก) ชีวมวลของสาหร่ายสไปรูลิน่าอบแห้งบดละเอียด (ข) กากชีวมวลของสาหร่ายสไปรูลิน่าสดที่เหลือจากการสกัดซี-ไฟโคไซยานิน (ค) สารละลายซี-ไฟโคไซยานินที่สกัดได้ (ง) กากชีวมวลของสาหร่ายสไปรูลิน่าที่เหลือจากการสกัดซี-ไฟโคไซยานินซึ่งผ่านการอบแห้งและบดละเอียดแล้ว	43
4.2	ลักษณะปรากฏของส่วนสกัดโปรตีนที่ได้จากการทดลองทั้ง 9 ชุดการทดลอง	46
4.3	ความสัมพันธ์ของ S/N ratio ของแต่ละปัจจัยการทดลอง (A-D) ที่ระดับต่าง ๆ กัน	50
4.4	ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ซูปสาหร่ายสไปรูลิน่าสกัดเข้มข้นที่พัฒนาได้	51
4.5	ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ (ก) ซูปสาหร่ายสไปรูลิน่าสกัดผสมผักขาว (ข) ซูปสาหร่ายสไปรูลิน่าสกัดพร้อมดีมรสโกโก้ และ (ค) ซูปสาหร่ายสไปรูลิน่าสกัดพร้อมดีมรสาเขียว	53