

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(3)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญตาราง	(7)
สารบัญภาพ	(11)
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	20
บทที่ 4 ผลการทดลอง	28
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	83
สรุปผลการวิจัย	
อภิปรายผล	
ข้อเสนอแนะ	
บรรณานุกรม	88
ภาคผนวก	90

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	ส่วนประกอบของอาหารสูตร Zarrouk	8
2-2	คุณค่าทางอาหารของสาหร่ายสไปรูลไนา	11
2-3	คุณค่าทางอาหารของสาหร่ายสไปรูลไนา	12
2-4	แร่ธาตุที่พบในสาหร่ายสไปรูลไนา	13
2-5	สารสีที่พบในสาหร่ายสไปรูลไนา	13
2-6	กรดอะมิโนชนิด Essential	14
2-7	กรดอะมิโนชนิด Non- Essential	15
2-8	ปริมาณโปรตีนจากสาหร่ายสไปรูลไนาที่เลี้ยงในน้ำทิ้งจาก โรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทและน้ำหมักพืชผักบางชนิด	15
2-9	มาตรฐานทางอาหารของสาหร่ายสไปรูลไนาที่กำหนดในแต่ละประเทศ	16
2-10	เปรียบเทียบผลการตรวจสอบโลหะหนักในสไปรูลไนา กับ สัตว์ทะเล Single Cell Protein และ Chlorella	17
2-11	มาตรฐานทางอาหารของ <i>Spirulina</i> ที่ใช้ใน สหรัฐอเมริกา และ ญี่ปุ่น	17
2-12	ปริมาณสารอาหารต่ำสุดในสาหร่ายสไปรูลไนาที่ทำแห้ง	18
4-1	สภาพทั่วไปในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลไนาที่บริเวณ จำนวน 10 แห่ง	29
4-2	ลักษณะของโรงเรือนเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลไนาที่บริเวณ จากการศึกษาจำนวน 10 แห่ง	30
4-3	ลักษณะภาชนะที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลไนาสดที่ศึกษา จำนวน 10 แห่ง	31
4-4	ลักษณะการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลไนาที่เพาะเลี้ยงบริเวณ จำนวน 10 แห่ง	32
4-5	ลักษณะทั่วไปในการเก็บเกี่ยวสาหร่ายสไปรูลไนาที่เพาะเลี้ยงบริเวณ จำนวน 10 แห่ง	34
4-6	ลักษณะทั่วไปในการล้างสาหร่ายสไปรูลไนาที่บริเวณ จำนวน 10 แห่ง	35
4-7	เปรียบเทียบผลผลิตสาหร่ายสดที่ได้จากการเพาะเลี้ยงสาหร่าย จำนวน 10 แห่ง	37

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4-8	เปรียบเทียบลักษณะที่ดี-ไม่ดี และวิธีการแก้ปัญหาในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลีนาเพื่อบริโภคสด	38
4-9	ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนของวัสดุต่างๆในสาหร่ายที่ได้จากแหล่งเพาะเลี้ยง โดยการใช้กล้องจุลทรรศน์	47
4-10	เปรียบเทียบขนาดของสาหร่ายที่ได้จากแหล่งเพาะเลี้ยง	52
4-11	ผลการตรวจสอบทางจุลชีววิทยาของสาหร่ายสดจำนวน 8 แหล่ง	52
4-12	เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของสาหร่ายที่ได้จากแหล่งสำรวจ	53
4-13	ผลการวิเคราะห์ปริมาณของคลอโรฟิลล์ ไฟโคไซยานิน และเบต้าแคโรทีน ในสาหร่ายที่ได้จากแหล่งเพาะเลี้ยง จำนวน 6 แห่ง	54
4-14	เปรียบเทียบปริมาณของแร่ธาตุและโลหะหนักในสาหร่ายที่ได้จากแหล่งเพาะเลี้ยง	54
4-15	ผลการตรวจสอบ สี กลิ่น รสและเนื้อสัมผัสของสาหร่ายที่ได้จากแหล่งเพาะเลี้ยง 6 แห่ง	55
4-16	เปรียบเทียบน้ำหนักสดของสาหร่ายที่เลี้ยงในโรงเรือนเพาะเลี้ยง 5 ดำรับการทดลอง โดยใช้สูตรอาหารแตกต่างกัน เป็นเวลา 10 วัน	56
4-17	เปรียบเทียบ ค่าความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิ และความเข้มข้นของแสง ที่เพาะเลี้ยงสาหร่ายในดำรับการทดลอง 5 ดำรับการทดลอง เป็นเวลา 10 วัน	56
4-18	เปรียบเทียบองค์ประกอบเคมีของสาหร่ายสไปรูลีนาที่เลี้ยงในอาหารที่แตกต่างกัน 5 ดำรับการทดลอง เป็นเวลา 10 วัน	57
4-19	เปรียบเทียบปริมาณของ คลอโรฟิลล์รวม คลอโรฟิลล์เอ ไฟโคไซยานิน และเบต้าแคโรทีน ที่พบในสาหร่ายสด เมื่อเพาะเลี้ยงในสูตรอาหารแตกต่างกัน 5 ดำรับการทดลอง	57
4-20	เปรียบเทียบแร่ธาตุและโลหะหนักในสาหร่ายที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร 5 ดำรับการทดลอง	58
4-21	การตรวจสอบทางจุลชีววิทยาของสาหร่ายสดจากดำรับการทดลอง 5 ดำรับการทดลอง	58

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4-22	เปรียบเทียบขนาดของเซลล์ เมื่อเลี้ยงในอาหารแตกต่างกัน 5 ตำรับการทดลอง เป็นเวลา 10 วัน	59
4-23	เปรียบเทียบคุณภาพของน้ำที่ผ่านการล้างสาหร่ายโดยใช้น้ำสาหร่ายจำนวน 5 ลิตร ให้น้ำไหลผ่าน ใช้เวลานาน 15 30 60 และ 120 นาที ค่าความเป็น กรด-ด่างของน้ำที่ใช้ล้าง 6.90 ปริมาณน้ำที่ไหลผ่าน 5.5 ลิตร/นาที	61
4-24	เปรียบเทียบปริมาณของสารที่ได้จากน้ำล้างสาหร่าย โดยใช้น้ำสาหร่าย จำนวน 5 ลิตร ให้น้ำไหลผ่าน ใช้เวลา นาน 15 30 60 และ 120 นาที นำน้ำ ที่ผ่านการล้างครั้งสุดท้าย มาวิเคราะห์ ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำที่ใช้ใน การล้าง ค่า ความเป็นกรด-ด่างของน้ำที่ใช้ล้าง 6.90 ปริมาณน้ำที่ไหลผ่าน 5.5 ลิตร/นาที	62
4-25	เปรียบเทียบคุณภาพของน้ำที่ผ่านการล้างสาหร่ายโดยใช้น้ำสาหร่ายจำนวน 5 ลิตร ให้น้ำไหลผ่าน ใช้เวลา นาน 20 30 40 และ 50 นาที ค่า ความ เป็นกรด-ด่างของน้ำที่ใช้ล้าง 6.90 ปริมาณน้ำที่ไหลผ่าน 5.5 ลิตร/นาที	62
4-26	เปรียบเทียบปริมาณของสารที่ได้จากน้ำล้างสาหร่าย โดยใช้น้ำสาหร่าย จำนวน 5 ลิตร ให้น้ำไหลผ่าน ใช้เวลา นาน 20 30 40 และ 50 นาที นำ น้ำที่ผ่านการล้างครั้งสุดท้าย มาวิเคราะห์ ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำที่ใช้ ในการล้าง ค่า ความเป็นกรด-ด่างของน้ำที่ใช้ล้าง 6.90 ปริมาณน้ำที่ไหล ผ่าน 5.5 ลิตร/นาที	63
4-27	เปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่างและอุณหภูมิ ของน้ำล้างที่ผ่านสาหร่าย หลังจากแช่ เป็นเวลาแตกต่างกัน โดยมี ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำ ก่อน แช่ 6.90 อุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส	64
4-28	เปรียบเทียบ ค่า TKN แอมโมเนีย และ ฟอสเฟต ในน้ำล้างที่ผ่านสาหร่าย หลังจากแช่ เป็นเวลาแตกต่างกัน โดยมี ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำ ก่อนแช่ 6.90 อุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส	65
4-29	สาหร่ายที่เลี้ยงในบ่อเพาะใหญ่ 4 ตัน วันที่ 30 มิถุนายน 2549- 17 กรกฎาคม 2549 เป็นเวลา 17 วัน จำนวน อาหาร/สาหร่าย = 3 ตัน/ 1.5 กิโลกรัม ความเร็วรอบใบพัด 600 รอบ/นาที อาหารสูตรใหม่ ดัดแปลง จากสูตร ธิดา (2546)	71

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4-30	ผลการเก็บตัวอย่างสาหร่ายจากบ่อเลี้ยงสาหร่าย ในเรือนเพาะเลี้ยง เริ่มเลี้ยง 30 มิถุนายน 2549 เก็บสาหร่าย 10 กรกฎาคม 2549	74
4-31	ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของสาหร่ายสไปรูลินาที่เพาะเลี้ยงในบ่อเพาะเลี้ยง	76
4-32	เปรียบเทียบการเก็บและการล้างสาหร่ายจำนวน 1 กิโลกรัม โดยใช้แรงคนเก็บด้วยสวิงและล้างด้วยแรงคน กับใช้เครื่องล้างที่ได้ทำการผลิตขึ้น	77
4-33	ผลการวิเคราะห์หาปริมาณ TKN แอมโมเนีย และฟอสเฟต ในน้ำที่ผ่านการล้างสาหร่ายจำนวน 1 กิโลกรัม โดยใช้เครื่องมือล้างสาหร่าย ค่าความเป็นกรดต่างของน้ำที่ใช้ล้าง คือ 6.9	77
4-34	ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนของสาหร่ายจากเชื้อจุลินทรีย์	78
4-35	ผลผลิตสาหร่ายสดจากแหล่งสำรวจต่างๆ กับบ่อทดลองที่สร้างขึ้น	79
4-36	การวิเคราะห์คุณค่าทางจุลชีววิทยาของสาหร่ายสด จากแหล่งเพาะเลี้ยงต่างๆ	80
4-37	ผลวิเคราะห์องค์ประกอบเคมีของสาหร่ายสไปรูลินาสด จากแหล่งสำรวจต่างๆ กับบ่อเพาะเลี้ยงของมหาวิทยาลัยราชภัฏ	80
4-38	ค่าเฉลี่ยผลการประเมินคุณภาพของสาหร่ายสไปรูลินาสดที่เก็บในอุณหภูมิแตกต่างกัน 3 ตำรับการทดลอง เป็นเวลา 7 วัน โดยใช้ผู้ตรวจสอบ 7 คน กำหนดระดับคะแนน คุณภาพที่ดีที่สุด จนต่ำสุด คือ 5 4 3 2 และ 1 ตามลำดับ	81

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
3-1	ขั้นตอนการตรวจสอบหาเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด	21
3-2	ขั้นตอนการตรวจสอบหาเชื้อรา	21
3-3	ขั้นตอนการตรวจสอบ <i>Escherichia coli</i>	22
3-4	ขั้นตอนการตรวจสอบ <i>S. aureus</i>	23
3-5	ขั้นตอนการตรวจสอบ <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	24
4-1	เทคนิคการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลีนาเพื่อการบริโภคสด ที่เลี้ยงในจังหวัด ต่างๆ	40
4-2	การปนเปื้อนของวัสดุต่างๆ ในสาหร่ายสไปรูลีนา ที่ได้จากแหล่งเพาะเลี้ยง	48
4-3	สาหร่ายที่เพาะเลี้ยงในสูตรอาหารที่แตกต่างกัน 5 ตำรับการทดลอง	60
4-4	ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาเก็บปริมาณสารที่อยู่ในน้ำที่ผ่านการล้างสาหร่ายครั้ง สุดท้าย	63
4-5	ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาเก็บปริมาณน้ำที่มีผลต่อคุณภาพของน้ำที่ผ่าน สาหร่ายหลังการแช่	65
4-6	โรงเรือนเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลีนา	67
4-7	บ่อเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลีนา	68
4-8	ใบพัดเติมอากาศในบ่อเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลีนา	69
4-9	ภาพถ่ายชุดเก็บสาหร่ายสไปรูลีนา	69
4-10	เครื่องล้างสาหร่ายสไปรูลีนา	70
4-11	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดต่างของอาหารเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลีนา ที่เลี้ยงในบ่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 17 วัน	72
4-12	ความเข้มข้นของสาหร่ายสไปรูลีนาที่เลี้ยงในบ่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 17 วัน	73
4-13	อุณหภูมิในน้ำ อากาศ ในแต่ละวัน	73
4-14	ปริมาณน้ำสาหร่ายที่เพาะเลี้ยงซึ่งสามารถเก็บ สาหร่ายได้หนัก 1 กิโลกรัม จาก บ่อเพาะเลี้ยง โดยเก็บติดต่อกันทุกวัน เป็นเวลา 10 วัน	74
4-15	ขั้นตอนการเพาะเลี้ยงสาหร่ายในบ่อเพาะเลี้ยงที่มีขนาด 4 ตัน เพื่อเก็บผลผลิต จำนวน 1 กิโลกรัมทุกวัน	75
4-16	สาหร่ายที่เลี้ยงในบ่อเพาะเลี้ยงที่ผ่านการล้างด้วยเครื่องล้างสาหร่าย	77

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-17	ไดอะแกรมและวัสดุที่ปนเปื้อนในสารร้ายสไปรูไลนาที่ผ่านการล้างด้วยเครื่องล้าง	77
4-18	สารร้ายสไปรูไลนาที่เลี้ยงในบ่อเพาะเลี้ยง มีรูปร่าง 2 แบบ	78
4-19	สารที่ปนเปื้อนในสารร้ายที่ผ่านการล้างโดยใช้เครื่องล้างสารร้าย	78
4-20	เปรียบเทียบผลผลิตสารร้ายสดจากแหล่งสำรวจต่างๆ กับบ่อทดลองที่สร้างขึ้น	79

