

บทที่ 4

ผลการทดลอง

จากการศึกษาเทคนิคการเพาะเลี้ยง การเก็บเกี่ยว และการเก็บรักษา สาหร่ายสไปรูลีนาสด เพื่อเพิ่มผลผลิตและอาหารปลอดภัย ได้แบ่งออกเป็น 6 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาเทคนิคในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลีนาเพื่อใช้บริโภคสด ที่เลี้ยงในจังหวัดสงขลา นครศรีธรรมราช ตรัง พังงา พิจิตร และ กรุงเทพมหานคร จำนวน 10 แห่ง ได้แก่

1. สงขลา 1 - เจตสุภา วงศ์วินิจัย 3/77 ซอยเจริญสุข ถนนสงขลานาทวี ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา
2. สงขลา 2 - ละออ ชูศรีรัตน์ 1/9 หมู่ที่ 3 ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา
3. สงขลา 3 - ประสิทธิ์ หน้าสถาบันการวิจัยเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง เก้าเส็ง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา
4. สงขลา 4 - สรพล กาญจนสมิทธิ 105 หมู่ที่ 4 ควนหิน ตำบลพะวง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา
5. สงขลา 5 - อุดม ไชยบุบผา 55/1 หมู่ที่ 7 ตำบลเกาะยอ อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา
6. พังงา - ณัทกฤต กาญจนพจน์ 35/6 ม.7 ตำบลถ้ำ อำเภอตะกั่วทุ่ง จังหวัดพังงา 80120
7. นครศรีธรรมราช - มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช
8. ตรัง - สุธีรา พาณิชกุล 102 ถนนรัชฎา อำเภอเมือง จังหวัดตรัง
9. พิจิตร - ณัฐวุฒิ ดาวรงค์ 6/3 หมู่ที่ 2 ตำบลเนินมะกอก อำเภอบางมูลนาก จังหวัดพิจิตร
10. กรุงเทพฯ - กรุงเทพมหานคร พัฒนาการ หัวหมาก

ผลการทดลอง

เทคนิคการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลีนาเพื่อการบริโภคสด ที่เลี้ยงในจังหวัด ต่างๆ 5 จังหวัด จำนวน 10 แห่ง ได้แก่

1. สภาพทั่วไปของแหล่งเพาะเลี้ยง พบว่ามีการเพาะเลี้ยงสาหร่ายในบริเวณใกล้อาคาร จำนวน 7 แห่ง เลี้ยงแยกออกจากอาคาร 3 แห่ง โดยเลี้ยงในที่โล่ง ไม่มีต้นไม้ใหญ่ปกคลุมจำนวน 1 แห่ง คือ นครศรีธรรมราช เลี้ยงในอาคารมีผนังปิดทั้ง 4 ด้าน มีประตู หน้าต่าง มีมุ้งลวด จำนวน 1 แห่ง คือ พิจิตร จังหวัดพิจิตร และเลี้ยงในโรงเรือนที่มีหลังคา มีผนังกันล้อมรอบ โดยใช้มุ้งลวด 1 แห่ง ได้แก่ พังงา (ตารางที่ 4-1 และภาพที่ 4-1)

ตารางที่ 4-1 สภาพทั่วไปในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลินาที่บริเวณสด จำนวน 10 แห่ง

แหล่งสำรวจ	สภาพทั่วไป	ปัญหาที่พบ
1. สงขลา 1	เลี้ยงข้างบริเวณบ้าน มีต้นไม้ใหญ่ข้างบ่อเพาะเลี้ยง	มีเศษใบไม้ตกลงในบ่อ ได้รับแสงไม่ทั่วถึง
2. สงขลา 2	เลี้ยงหลังบ้าน โลง มีต้นไม้พุ่มขนาดเล็ก มีความสูงต่ำกว่าหลังคาโรงเรียน	อากาศร้อนทำให้สาหร่ายตาย ต้องใช้ผ้ากรองแสงเมื่อเลี้ยงในช่วงฤดูร้อน
3. สงขลา 3	บ่อเพาะเลี้ยงอยู่ติดกับบ้าน มีต้นไม้ใหญ่ปกคลุมหลังคา ข้างบ้านมีต้นไม้อยู่รอบๆ การระบายอากาศได้ไม่ดี อากาศร้อน	อากาศร้อน อบอ้าว การระบายอากาศได้ไม่ดี
4. สงขลา 4	ที่โล่ง แต่บางส่วนอยู่ติดอาคาร มีร่มเงาอาคารบังแสงบางเวลา	มีใบไม้และกิ่งไม้ปนเปื้อนในสาหร่าย และมีน้ำฝนปนเมื่อฝนตก ทำให้อาหารเจือจาง
5. สงขลา 5	เลี้ยงในที่โล่ง มีต้นไม้พุ่ม ไม่มีหลังคา	เมื่อฝนตกทำให้ปริมาณน้ำในบ่อเพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของอาหารลดน้อยลง ต้องใช้กระเบื้องปิดบ่อเมื่อฝนตก และมีเศษพืช สัตว์ปนลงในบ่อเพาะเลี้ยง
6. พังงา	เป็นที่โล่ง ข้างโรงเรียนมีต้นไม้ใหญ่ เล็กน้อย โรงเรียนแยกออกจากอาคารที่พัก	อากาศร้อน อุณหภูมิสูง มาก ในกลางวัน ประมาณ 42 องศาเซลเซียส และหนาวจัดในตอนกลางคืน มีหมอกในตอนเช้ามีด
7. นครศรีธรรมราช	บ่ออยู่ที่โล่ง ไม่มีต้นไม้ใหญ่ บ่อเพาะเลี้ยงมีหลังคาปิด	มีอากาศร้อนในตอนกลางวัน และลมพัดแรง ฝนตกจะมีน้ำฝนปนในบ่อทำให้ความเข้มข้นของอาหารลดน้อยลง
8. ตรัง	เลี้ยงข้างอาคาร มีต้นไม้ใหญ่	อาคารบังแสงในช่วงเช้า ช่วงบ่ายมีต้นไม้บังแสง
9. พิจิตร	เพาะเลี้ยงในโรงเรียนปิด มีหลังคา	การระบายอากาศไม่สะดวก อุณหภูมิสูง
10. กรุงเทพมหานคร	เลี้ยงบนดาดฟ้า บนชั้นสองของบ้าน มีเงา หลังคาบังในช่วงเช้า บ่ายมีต้นไม้บังในตอนเย็น	อุณหภูมิสูง 38 องศาเซลเซียส สาหร่ายตาย

2. ลักษณะโรงเรียน ลักษณะโรงเรียน พบว่า มีโรงเรียน 4 แบบ คือ แบบที่ 1 โรงเรียนปิด มีหลังคา ผนังปิดทั้ง 4 ด้าน มีมุ้งลวด ติด กันแมลง มีอยู่ 2 แห่ง ได้แก่ สงขลา 3 และ พิจิตร แบบที่ 2 มีหลังคา ผนังเป็นมุ้งลวด โปร่ง มีอยู่ 1 แห่ง คือ พังงา แบบที่ 3 มีหลังคาคลุมบ่อเพาะเลี้ยง มีอยู่ 4 แห่ง ได้แก่ สงขลา 1 สงขลา 2 นครศรีธรรมราช และ กรุงเทพมหานคร แบบที่ 4 บ่อเพาะเลี้ยงไม่มีหลังคา มีอยู่ 3 แห่ง คือ สงขลา 4 สงขลา 5 และ ตรัง (ตารางที่ 4-2 และภาพที่ 4-1)

ตารางที่ 4-2 ลักษณะของโรงเรือนเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลินาที่บริเวณสต จากการศึกษา
จำนวน 10 แห่ง

แหล่งสำรวจ	ลักษณะของโรงเรือน
1. สงขลา 1	โรงเรือนมีหลังคา หลังคาเป็นแผ่นใส ทำด้วยพลาสติก มีอวนไนรอนปิดทับ เพื่อ กันแสง ลม ใบไม้ แมลง ฝาผนังเป็นกระดานไม้ มีเพียง 2 ด้าน อีก 2 ด้านโปร่ง พื้น เป็นดิน ยกพื้นโดยใช้ไม้กระดาน และมีกระดานไม้รองรับถังเพาะเลี้ยง ถ้าอากาศร้อน มากจะใช้น้ำฉีดบนหลังคา
2. สงขลา 2	โรงเรือนเพาะเลี้ยงมีหลังคาพลาสติกใส มีซาแลนสีเขียวปิดทับบน ใบบังแสงเมื่ออากาศ ร้อน เมื่ออากาศไม่ร้อนจะม้วนซาแลนขึ้น มีผนังเพียงด้านเดียว พื้นเป็นดิน ถัง เพาะเลี้ยงตั้งอยู่บนกระดานไม้
3. สงขลา 3	เป็นโรงเรือนถาวร ขนาด 7x7 เมตร หลังคาเป็นกระเบื้องโหลขาวคลุม สลับกับกระเบื้อง ทึบ กันความร้อน กรองแสงได้ 50 เปอร์เซ็นต์ ผนังโรงเรือนกันด้วยไม้กระดาน เป็น ช่องๆโปร่ง มีมุ้งลวดตาถี่กันอีกหนึ่งชั้น กันแมลง พื้นลาดด้วยซีเมนต์ มีประตูเปิด 1 ด้าน
4. สงขลา 4	อยู่ในที่โล่งแจ้ง ไม่มีหลังคา พื้นเป็นดิน
5. สงขลา 5	เป็นที่โล่ง ไม่มีหลังคา พื้นเป็นดิน
6. พังงา	เป็นโรงเรือนถาวร ขนาด 50x10 เมตร หลังคาสูง 4 เมตร ปิดด้วยพลาสติกใส และปิด ด้วยผ้าซาแลนกรองแสง 30 เปอร์เซ็นต์ ทับอีกหนึ่งชั้น กันความร้อนและกรองแสง ด้านบนมีช่องระบายอากาศ รอบโรงเรือนปิดด้วยมุ้งลวดทำด้วยพลาสติกสีขาวเป็นตา เล็กๆ หลังคาบางส่วนเปิด เนื่องจากอากาศภายในโรงเรือนบางครั้งมีอุณหภูมิสูงมาก ทำให้สาหร่ายตาย อุณหภูมิ 42-43 องศาเซลเซียส พื้นลาดด้วยซีเมนต์
7. นครศรีธรรมราช	โรงเรือนมีหลังคาทำด้วยพลาสติกโพลีคาร์บอเนต สูง 6 เมตร ไม่มีผนังกัน อยู่ในที่โปร่ง พื้นเป็นดิน
8. ตรัง	แหล่งเพาะเลี้ยงอยู่ติดกับผนังด้านข้างของอาคาร อยู่ใต้หลังคาบ้าน พื้นลาดด้วยซีเมนต์
9. พิจิตร	โรงเรือนขนาดใหญ่ 15x10 เมตร แบ่งเป็นห้องๆ 3 ห้อง คือห้องปฏิบัติการ ใช้ในการ แยกและเลี้ยงสาหร่ายในสภาพปลอดเชื้อ เก็บสารเคมี อุปกรณ์ ในห้องมี เครื่องปรับอากาศ ห้องที่ 2 เป็นห้องเพาะเลี้ยงสาหร่าย ลักษณะของห้อง มีหลังคาปิด ด้วยกระเบื้องโหล สลับกับกระเบื้องทึบ 1 แผ่นโหลสลับกับ 1 แผ่นทึบ ผนังเป็นกระดาน มีประตู หน้าต่าง และมุ้งลวด พื้นลาดด้วยซีเมนต์ ไม่มีเครื่องปรับอากาศ เมื่ออากาศ ร้อนใช้น้ำราดพื้นห้อง
10. กรุงเทพมหานคร	แหล่งเพาะเลี้ยงอยู่บนคาน้ำฟ้า ของอาคาร มีหลังคาปิดด้วยพลาสติกใส ไม่มีผนังกัน ได้รับแสงตลอดวัน พื้นเป็นซีเมนต์

3. ภาชนะเพาะเลี้ยง ภาชนะเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลินาที่บริโภคสด จำนวน 10 แห่ง พบว่ามี 2 แบบ คือ แบบที่ 1 เพาะเลี้ยงโดยใช้ถังพลาสติก แบบที่ 2 บ่อเพาะเลี้ยงที่เป็นปูนซีเมนต์ แบบที่ 1 มีอยู่ 6 แห่ง ได้แก่ สงขลา 1 สงขลา 2 สงขลา 3 ตรัง พิจิตร และ กรุงเทพมหานคร แบบที่ 2 ใช้บ่อทำด้วยปูนซีเมนต์ มี 4 แห่ง วิธีการให้ออกซิเจน ใช้เครื่องเป่าอากาศ โดยต่อท่อใช้หัวทรายจำนวน 9 แห่ง ใช้ท่อเจาะรู จำนวน 1 แห่ง (ตารางที่ 4-3 และภาพที่ 4-1)

ตารางที่ 4-3 ลักษณะภาชนะที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลินาสดที่ศึกษาจำนวน 10 แห่ง

แหล่งสำรวจ	ลักษณะภาชนะเพาะเลี้ยง	
	ลักษณะภาชนะเพาะเลี้ยง	อุปกรณ์ให้ออกซิเจน
1. สงขลา 1	ถังพลาสติก ขนาด 300 ลิตร กว้าง 1 เมตร สูง 1 ½ เมตร	ใช้เครื่องเป่าอากาศ หัวทราย
2. สงขลา 2	ถังพลาสติก ขนาด 750 ลิตร กับ 1,500 ลิตร เลี้ยง 8 ถัง	ใช้เครื่องเป่าอากาศ หัวทราย
3. สงขลา 3	ถังพลาสติกขาว ขนาด 500 ลิตร สูง 11/2 เมตร	ใช้บีมลมต่อกับเครื่องเป่าอากาศด้วยท่อแอสลอน มีสายต่อลงบ่อ ใช้หัวทราย
4. สงขลา 4	บ่อซีเมนต์ขนาด 2x2x1 เมตร บรรจุน้ำได้ 2 ตัน มีทั้งหมด 24 บ่อ บางบ่อ ปลูกด้วยพลาสติกสีดำ	ใช้เครื่องเป่าอากาศ มีหัวทราย
5. สงขลา 5	บ่อซีเมนต์ สีเหลี่ยมผืนผ้า 6x1 1/2 x 1 1/2 เมตร จำนวน 9 บ่อ	ใช้เครื่องเป่าอากาศ หัวทราย
6. พังงา	เป็นบ่อซีเมนต์ สีเหลี่ยมผืนผ้า ขนาด กว้าง 3 1/2 ยาว 4 เมตร ลึก 1 เมตร บ่อทาสีแห้ง กลาส สีขาว จำนวน 40 บ่อ	ใช้เครื่องเป่าอากาศ หัวทราย
7. นครศรีธรรมราช	เป็นบ่อซีเมนต์ สีเหลี่ยมผืนผ้า มีการหลบมุมที่มุมบ่อ ขนาดบ่อ 3x5 เมตร ลึก 70 เซนติเมตร บรรจุน้ำได้ 2,000 ลิตร ใส่ น้ำเพาะเลี้ยง 50 เซนติเมตร จำนวน 4 บ่อ	ใช้เครื่องเป่าอากาศ ต่อเข้ากับท่อแอสลอนวางที่ ก้นบ่อ มีช่องปล่อยออกซิเจน เป็นจุดๆ
8. ตรัง	ถังพลาสติกขนาด 100 ลิตร ใส่อาหาร ¾ ของภาชนะ	ใช้เครื่องเป่าอากาศ หัวทราย
9. พิจิตร	ถังพลาสติกสีขาว ขนาด 800 ลิตร และ 1,500 ลิตร ถังกลมกว้าง 2 เมตร ลึก 60 เมตร	ใช้เครื่องเป่าอากาศ หัวทราย
10. กรุงเทพมหานคร	ถังพลาสติกขนาด 300 ลิตร และ 100 ลิตร	ใช้เครื่องเป่าอากาศ หัวทราย

4. **วิธีการเพาะเลี้ยง** จากการศึกษาการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลินาบริเวณสดจำนวน 10 แห่ง พบว่า สาหร่ายที่นำมาเพาะเลี้ยงเป็นสาหร่ายที่มีรูปร่างเป็นเกลียว และรูปร่างตรง สายยาว ปริมาณเชื้อที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงมีหลายลักษณะคือ ใช้ 50-60 ลิตร/การเพาะเลี้ยง 300 ลิตร โดยหัวเชื้อเข้มข้น 1-2 ช้อนกาแฟ/ลิตร ใช้หัวเชื้อ: อาหาร 60 ลิตร/300 ลิตร 40 ลิตร : 800 ลิตร หรือ 1:1 และ 1:3 สูตรอาหารที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงมี 3 สูตร คือ สูตร 9 ตัว จำนวน 8 แห่ง สูตร 9 ตัวที่ปรับปรุง โดยใช้ อาหาร 600 ลิตร ใส่ปุ๋ยเท่ากับสูตรอาหาร 1,000 ลิตร อยู่ 1 แห่ง คือ สงขลา 1 ปุ๋ยที่ใช้เป็นปุ๋ยเกรดการค้า ที่เพาะเลี้ยงโดยใช้อาหารสูตร 3 ตัว เพียง 1 แห่ง คือ สงขลา 5 ส่วน น้ำที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง มี 4 ลักษณะ คือ ใช้น้ำประปาที่ผ่านเครื่องกรอง ใช้น้ำประปาที่ตั้งทิ้งไว้ให้หมดกลิ่น คลอรีน 1-2 วัน ใช้น้ำบาดาล และใช้น้ำบ่อ อายุที่สามารถเก็บผลผลิตได้ เมื่อมีอายุได้ ระหว่าง 5-15 วัน (ตารางที่ 4-4)

ตารางที่ 4-4 ลักษณะการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลินาที่เพาะเลี้ยงบริเวณสดจำนวน 10 แห่ง

แหล่งสำรวจ	ลักษณะการเพาะเลี้ยง		
	ชนิดอาหารเพาะเลี้ยง	ชนิดและการใช้เชื้อเพาะเลี้ยง	ปัจจัยในการเพาะเลี้ยง
1. สงขลา 1	สูตร 9 ตัวที่ดัดแปลง โดยใช้เกลือกแกง 200 กิโลกรัม/300 ลิตร และอาหาร 600 ลิตรใส่ปุ๋ยเท่ากับสูตรอาหาร 1,000 ลิตร ปุ๋ยเกรดการค้า ใช้น้ำประปา ตั้งทิ้งให้คลอรีนสลายไป	สาหร่ายสายตรง ใช้หัวเชื้อ 50-60 ลิตร/การเพาะเลี้ยง 300 ลิตร โดยหัวเชื้อเข้มข้น 1-2 ช้อนชา/ลิตร	pH 10-11 ความเข้มแสงไม่ได้วัด อุณหภูมิ 28-35 องศาเซลเซียส
2. สงขลา 2	สูตร 9 ตัว ของ ธิดา ไม่ใช่อาหาร ปุ๋ยเกรดการค้า ใช้น้ำประปา ผ่านเครื่องกรอง และน้ำบาดาล ตั้งทิ้งให้คลอรีนสลายไป	สาหร่ายสายตรง ใช้หัวเชื้อ 60 ลิตร/การเพาะเลี้ยง 300 ลิตร	pH 10-11 อุณหภูมิ 28-35 องศาเซลเซียส
3. สงขลา 3	สูตร 9 ตัว ของ ธิดา ไม่ใช่อาหาร ปุ๋ยเกรดการค้า ใช้น้ำบาดาล	สาหร่ายสายตรง และมีเกลียวประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์	pH 9-11 อุณหภูมิ 30-35 องศาเซลเซียส
4. สงขลา 4	สูตร 9 ตัว ไม่ใช่อาหาร ปุ๋ยเกรดการค้า ใช้น้ำบาดาล	สาหร่ายเป็นเกลียว	pH 10-11 อุณหภูมิ 32-35 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4-4 (ต่อ) ลักษณะการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลินาที่เพาะเลี้ยงบริโภคสดจำนวน 10 แห่ง

แหล่งสำรวจ	ลักษณะการเพาะเลี้ยง		
	ชนิดอาหารเพาะเลี้ยง	ชนิดและการใช้เชื้อเพาะเลี้ยง	ปัจจัยในการเพาะเลี้ยง
5. สงขลา 5	สูตร 3 ตัว กับอามิอามี ใช้ไบคาร์บอเนต 20-24 กิโลกรัม /น้ำเพาะเลี้ยง 4-5 ตัน ปุ๋ยเกรดการค้า	สาหร่ายเส้นตรง เมื่อเลี้ยงนานๆจะเป็นเส้นเกลียวเล็กน้อย	pH 10-11 อุณหภูมิ 29-36 องศาเซลเซียส
6. พังงา	สูตร 9 ตัว ครบสูตร ปุ๋ยเกรดการค้า ใช้น้ำประปา ผ่านเครื่องกรอง	สาหร่ายเส้นตรง ใส่หัวเชื้อ 1:1 หัวเชื้อ: อาหารเพาะเลี้ยง การนำเชื้อจากขวดเพาะเลี้ยงลงเลี้ยงในบ่อเพาะจะใช้เชื้อ 50 ลิตร/อาหารเพาะเลี้ยง 500 ลิตร	pH 9-11 อุณหภูมิ 24-36 องศาเซลเซียส ช่วงอากาศร้อนมีอุณหภูมิ 42-43 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง 43300 - 54200 ลักซ์
7. นครศรีธรรมราช	สูตร 9 ตัว ของ ธิดา ปุ๋ยเกรดการค้า ใช้น้ำประปาดังตั้งไว้ 1-2 วัน	รูปร่างสาหร่ายเส้นตรง ล้น บางครั้งจะเป็นเกลียว ใส่หัวเชื้อประมาณ หัวเชื้อต่ออาหารเพาะเลี้ยงเท่ากับ 3 ต่อ 10 โดยมีความหนาแน่น 3 ชั้นชา/น้ำสาหร่าย 1 ลิตร	pH 9-11 อุณหภูมิ 30-32 องศาเซลเซียส
8. ตรัง	สูตร 9 ตัว ของ ธิดา ไม่ใช้อามิอามี ปุ๋ยเกรดการค้า ใช้น้ำบ่อ และน้ำกรอง	สาหร่ายเส้นตรง ใช้หัวเชื้อ 1/3 ของอาหารเพาะเลี้ยง	pH 8-10 อุณหภูมิ 28-32 องศาเซลเซียส
9. พิจิตร	สูตร 9 ตัว ของ ธิดา สารเคมีเกรดการค้า ใช้น้ำบาดาล ผ่านเครื่องกรองที่กรองด้วย หิน ททราย และเรซิน	สาหร่ายเส้นตรง ใส่หัวเชื้อ 40 ลิตร /อาหารเพาะเลี้ยง 800 ลิตร	pH 8-11 อุณหภูมิ 30-32 องศาเซลเซียส
10. กรุงเทพมหานคร	สูตร 9 ตัว ของ ธิดา ไม่ใช้อามิอามี ปุ๋ยเกรดการค้า ใช้น้ำประปา	สาหร่ายเส้นตรง ใส่หัวเชื้อ 1/3 ของอาหารเพาะเลี้ยง	pH 8-10 อุณหภูมิ 27-32 องศาเซลเซียส

5. การเก็บเกี่ยว การเก็บเกี่ยวสาหร่าย เก็บได้ 4 แบบ คือ แบบที่ 1 วิธีกัลกัน้ำ แบบที่ 2 ใช้เครื่องบีมน้ำ มีอยู่ 6 แห่ง แบบที่ 3 ใช้วิธีแอร์ลิป มีอยู่ 1 แห่ง แบบที่ 4 ใช้วิธีช้อนด้วยกระชอน ก่อนเก็บสาหร่ายจะหยุดเครื่องเป่าอากาศ เป็นเวลา 15-60 นาที วิธีการเก็บจะเก็บแบบทยอยเก็บ เก็บทุกวัน หรือเก็บหมดทั้งถัง เวลาที่ใช้ในการเก็บ เก็บในช่วงเช้า อากาศเย็น หรือเก็บตลอดวัน (ตารางที่ 4-5 และ ภาพที่ 4-1) ตารางที่ 4-5 ลักษณะทั่วไปในการเก็บเกี่ยวสาหร่ายสไปรูไลนาที่เพาะเลี้ยงปริมาณ 10 แห่ง

แหล่งสำรวจ	ลักษณะทั่วไปในการเก็บเกี่ยว		
	อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บเกี่ยว	วิธีการเก็บเกี่ยว	ช่วงเวลาการเก็บเกี่ยว
1. สงขลา 1	เครื่องบีมน้ำสายยาง และสวิงกรองหยาบและสวิงกรองละเอียด	การเก็บเกี่ยวสาหร่ายเมื่อสาหร่ายมีการเจริญเติบโตเต็มที่ อายุได้ 10 วัน โดยสาหร่ายจะลอยอยู่ที่ผิวน้ำ และรวมตัวกันเหมือนควันบุหรี่หรือปุ๋ยเมฆ จะไม่จับเป็นก้อน ก่อนเก็บจะหยุดเครื่องเป่าอากาศ 1 ชั่วโมง ใช้เครื่องบีมน้ำดูดน้ำสาหร่ายผ่านทางท่อสายยาง และใช้วิธีกัลกัน้ำ เก็บหมดทั้งถัง	05.00-06.00 นาฬิกา
2. สงขลา 2	เครื่องบีมน้ำ และสายยาง	ใช้วิธีกัลกัน้ำ และใช้เครื่องบีมน้ำดูดสาหร่าย เช่นเดียวกับสงขลา 1 แต่ก่อนเก็บจะหยุดเครื่องเป่าอากาศ 15 นาที เก็บทั้งถัง	04.00-05.00 นาฬิกา
3. สงขลา 3	เครื่องบีมน้ำ และสายยาง	ใช้วิธีกัลกัน้ำ และใช้เครื่องบีมน้ำดูดสาหร่าย เช่นเดียวกับสงขลา 1 แต่ก่อนเก็บจะหยุดเครื่องเป่าอากาศ 15 นาที เก็บทั้งถัง	04.00-05.00 นาฬิกา
4. สงขลา 4	เครื่องบีมน้ำ และสายยาง	ไม่หยุดเครื่องเป่าอากาศ ขณะเก็บสาหร่ายดูดสาหร่ายใส่ในถุงเก็บสาหร่าย การเก็บจะทยอยเก็บครั้งละ ½ ของบ่อ และเติมปุ๋ย เติมน้ำลงในบ่อ เพื่อเลี้ยงต่อไป	05.00-06.00 นาฬิกา
5. สงขลา 5	เครื่องบีมน้ำ และสายยาง	ใช้เครื่องบีมน้ำดูดสาหร่าย ไม่ได้หยุดเครื่องเป่าอากาศ ทยอยเก็บ ไม่ได้เก็บหมดบ่อ	05.00-06.00 นาฬิกา
6. พังงา	ใช้เครื่องดูด ที่เรียกว่าแอร์ลิป มีถุงเก็บ	ใช้เครื่องดูด ดูดสาหร่ายใส่ในถุงเก็บสาหร่าย ทยอยเก็บ ไม่ได้เก็บทั้งบ่อ	เก็บได้ ตลอดเวลา
7. นครศรีธรรมราช	ใช้กระชอนที่มีฝากรองขนาด 60 ไมครอน	ใช้คนช้อนสาหร่าย โดยใช้กระชอนกรอง ไม่หยุดเครื่องเป่าอากาศ เก็บทุกวัน ไม่เก็บทั้งบ่อ	เก็บตลอดวัน

ตารางที่ 4-5 (ต่อ) ลักษณะทั่วไปในการเก็บเกี่ยวสาหร่ายสไปรูไลนาที่เพาะเลี้ยงบริเวณสดจำนวน 10 แห่ง

แหล่งสำรวจ	ลักษณะทั่วไปในการเก็บเกี่ยว		
	อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บเกี่ยว	วิธีการเก็บเกี่ยว	ช่วงเวลาการเก็บเกี่ยว
8. ตรัง	ใช้กระชอน มีผ้ากรองที่มีขนาด 60 ไมครอน	ใช้คนช้อนสาหร่าย โดยใช้กระชอนกรอง หยุดเครื่องเป่าอากาศ เก็บทั้งบ่อ	ไม่กำหนดเวลา
9. พิจิตร	สายยาง และเครื่องปั้มน้ำ	หยุดเครื่องเป่าอากาศ 30 นาที ใช้วิธีกลักน้ำ และใช้เครื่องปั้มน้ำ ใช้ผ้ากรอง 2 ขนาด คือ ขนาด 500 และ 60 ไมครอน เก็บทั้งบ่อ	เก็บช่วงเช้า อากาศเย็น
10. กรุงเทพมหานคร	สายยาง	หยุดเครื่องเป่าอากาศ 30 นาที ใช้วิธีกลักน้ำ	ไม่กำหนดเวลา

6. การล้าง การล้างสาหร่าย มี 3 แบบ คือ แบบที่ 1 ล้างโดยให้น้ำไหลผ่านสวิงอย่างช้าๆ แบบที่ 2 ใช้น้ำจากท่อปล่อยเป็นฝอยละเอียด และฉีดแรงๆ แบบที่ 3 ใช้ทั้ง 2 แบบผสมกัน จากการสำรวจ 10 แห่ง พบการล้างแบบนี้ทั้ง 10 แห่ง สงขลา 4 ได้ผลิตเครื่องล้าง สาหร่าย โดยใช้วิธี แช่ ให้น้ำไหลผ่าน และฉีดน้ำอย่างแรงเป็นฝอยเล็กลงบนสาหร่าย ตามภาพที่ 4-1

ตารางที่ 4- 6 ลักษณะทั่วไปในการล้างสาหร่ายสไปรูไลนาที่บริเวณสด จำนวน 10 แห่ง

แหล่งสำรวจ	ลักษณะทั่วไปในการล้าง		
	อุปกรณ์ที่ใช้ในการล้าง	วิธีการล้าง	น้ำที่ใช้ในการล้าง
1. สงขลา 1	สวิงที่ทำด้วยผ้ากรอง ขนาด 60 ไมครอน มีที่รองสวิง	ใช้น้ำล้าง โดยการตักน้ำจากถังพัก น้ำเทลงล้างในสวิง ให้น้ำไหลผ่านอย่างช้าๆ ล้าง สาหร่าย 300 ลิตร ใช้เวลา 1 ชั่วโมง ล้างนานเซลล์จะแตก น้ำที่ผ่านการล้างจะเททิ้ง ล้างจนน้ำล้างไม่มีความเมือก	น้ำประปา ที่ผ่านการพัก 1-2 วัน ใช้น้ำ 100 ลิตร / สาหร่าย 300 ลิตร
2. สงขลา 2	ใช้ถุงผ้า และสวิงที่ทำด้วยผ้ากรอง ขนาด 60 ไมครอน ใช้ผ้ากรองชั้นเดียว มีขาตั้งกระชอน เพื่อความสะดวกในการล้าง	ล้างโดยปล่อยให้ น้ำไหลผ่าน กระชอนอย่างช้าๆ ล้างจนน้ำล้างไม่มีความเมือก	ใช้น้ำประปา ที่พักน้ำไว้ 1-2 วัน ใช้น้ำ 200 ลิตร ล้างน้ำได้ 2 กิโลกรัม

ตารางที่ 4- 6 (ต่อ) ลักษณะทั่วไปในการล้างสาหร่ายสไปรูลินาที่บริโภคสด จำนวน 10 แห่ง

แหล่งสำรวจ	ลักษณะทั่วไปในการล้าง		
	อุปกรณ์ที่ใช้ในการล้าง	วิธีการล้าง	น้ำที่ใช้ในการล้าง
3. สงขลา 3	ใช้ผ้ากรอง มีขนาด 60 ไมครอน	ล้างโดยให้น้ำไหลผ่านอย่างช้า ล้างจนน้ำล้างไม่มีความเมือก	ใช้น้ำบาดาล และน้ำดื่ม ล้างน้ำสุดท้าย
4. สงขลา 4	ถุงผ้าที่มีช่องขนาด 60 ไมครอน ใช้ผ้ากรองชั้นเดียว ไม่มีการกรองหยาบ	ล้างโดยให้น้ำไหลผ่านอย่างช้าๆ น้ำที่ผ่านการล้างหมุนเวียนกลับมาใช้เลี้ยงสาหร่ายได้อีกล้างจนน้ำล้างไม่มีความเมือก	สาหร่าย 20 กิโลกรัม ใช้น้ำจำนวน 5-5 ตัน เวลา 1 ชั่วโมง ล้างได้ 3 กิโลกรัม
5. สงขลา 5	ถุงผ้าที่มีช่องขนาด 60 ไมครอน ใช้ผ้ากรองชั้นเดียว ไม่มีการกรองหยาบ	ล้างแบบให้น้ำไหลผ่านอย่างช้าๆ ล้างจนน้ำล้างไม่มีความเมือก	ล้างด้วยน้ำประปา
6. พังงา	ถุงผ้าที่มีขนาดรูเล็ก 60 ไมครอน	ล้างโดยฉีดน้ำแรงๆ และการแช่สาหร่าย ปล่อยให้ให้น้ำไหลผ่านอย่างช้าๆ โดยมีภาชนะที่ใช้ล้างทำด้วยสแตนเลส แบ่งเป็นช่อง 5 ช่อง ตามภาพที่ 4-1	น้ำประปา ผ่านเครื่องกรอง ใช้น้ำล้างจำนวนมาก ใช้เวลา ประมาณ 15 -30 นาที ในการล้างสาหร่าย 5 ซีด น้ำที่ล้างปล่อยให้ลงในคูน้ำ
7. นครศรีธรรมราช	สวิงที่มีผ้ากรองมีรู 40 - 60 ไมครอน	ใช้แบบน้ำไหลผ่านช้าๆ	ใช้น้ำประปา น้ำมีปริมาณไม่แน่นอน ใช้เวลาประมาณ 15 นาที
8. ตรัง	สวิงมีผ้ากรองขนาด 60 ไมครอน	ใช้แบบน้ำไหลผ่าน	ใช้น้ำประปา ปริมาณน้ำไม่แน่นอน ใช้เวลาประมาณ 15-20 นาที
9. พิจิตร	ใช้สวิงกรอง	แบบน้ำไหลผ่าน อย่างช้าๆ ผ่านผ้ากรอง	น้ำบาดาล ผ่านเครื่องกรอง ล้างโดยใช้น้ำจำนวนมาก ไม่ได้คำนวณปริมาณล้าง เวลาประมาณ 20 นาที
10. กรุงเทพมหานคร	สวิงมีผ้ากรองขนาด 60 ไมครอน	ล้างแบบน้ำไหลผ่าน อย่างช้าๆ ผ่านผ้ากรอง	น้ำประปา ใช้น้ำจำนวนมาก ไม่ได้คำนวณปริมาณ

7. การเก็บรักษา การเก็บรักษาสาหร่าย ที่ศึกษาจำนวน 10 แห่ง พบว่า มีการเก็บรักษาได้ 3 แบบ คือ แบบที่ 1 แช่ใน น้ำแข็ง เก็บได้นาน 5-7 วัน แบบที่ 2 เก็บใน ตู้เย็น ช่องธรรมดาหรือได้ช่องแช่แข็ง มีอุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส เก็บได้นาน 7 วัน และแบบที่ 3 เก็บในช่องแช่แข็ง -4 องศาเซลเซียส สาหร่ายเก็บได้นาน แต่เซลล์สาหร่ายแตก

8. ผลผลิตที่ได้จากการเพาะเลี้ยง จากการศึกษาพบว่า แหล่งเพาะเลี้ยงที่ได้ผลผลิตสูงสุดคือ สงขลา 4 ได้ผลผลิต 3,333 กรัม/1000 ลิตร รองลงมาได้แก่ สงขลา 2 ได้ผลผลิต 2,333 กรัม/1000 ลิตร ที่ได้ผลผลิตน้อยที่สุด คือ นครศรีธรรมราช ได้ผลผลิต 500 กรัม/1000 ลิตร (ตารางที่ 4-7)

ตารางที่ 4-7 เปรียบเทียบผลผลิตสาหร่ายสดที่ได้จากการเพาะเลี้ยงสาหร่ายจำนวน 10 แห่ง

แหล่งสำรวจ	คุณลักษณะและผลผลิต ที่เพาะเลี้ยง			
	ปริมาณอาหารที่เพาะเลี้ยง (ลิตร)	เวลาที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง (วัน)	ปริมาณผลผลิต (กรัม)	น้ำหนักสาหร่าย (กรัม/1000 ลิตร)
1. สงขลา 1	300	10	500-600	2,000
2. สงขลา 2	300	7-10	700	2,333
3. สงขลา 3	500	7-10	700	1,400
4. สงขลา 4	6,000	14	20,000	3,333
5. สงขลา 5	4,000	14-28	5,000-7,000	1,750
6. พังงา	4,000	14	5,000	1,200
7. นครศรีธรรมราช	4,000	10-15	2,000	500
8. ตรัง	200	7-10	150	750
9. พิจิตร	800	10-15	1,000	1,250
10. กรุงเทพมหานคร	300	10	300	1,000

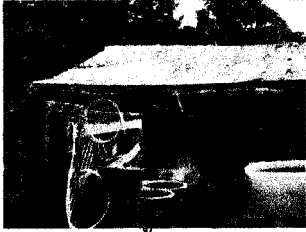
ตารางที่ 4-8 เปรียบเทียบลักษณะที่ดี-ไม่ดี และวิธีการแก้ปัญหาในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลินา เพื่อบริโภคสด

คุณลักษณะ	ลักษณะที่ดี	ลักษณะที่ไม่ดี	วิธีแก้ปัญหา
1. บ่อเพาะเลี้ยงอยู่ในที่โล่ง ไม่มีหลังคา	สาหร่ายได้รับแสงเพียงพอ การเจริญเติบโตดี	มีอุณหภูมิสูงในฤดูร้อน และตอนเที่ยงวัน ทำให้สาหร่ายตาย ผ่นตกร้าผ่นลงในบ่อ ทำให้อาหารเจือจาง น้ำระเหยเร็ว มีวัสดุเช่นแมลง ไบโม่ตกลงในบ่อเพาะ	เมื่ออากาศร้อนควรปิดบ่อด้วยกระเบื้อง หรือผ้ากรองแสง เมื่อฝนตก ควรปิดบ่อ และเติมปุ๋ยเพิ่ม ตักแมลงและไบโม่ ออกสม่ำเสมอ
2. เลี้ยงในอาคาร มีหลังคา ฝาผนัง และมุ้งลวด	ป้องกันแมลง น้ำฝน และไบโม่	อุณหภูมิสูง การระเหยอากาศไม่ดี แสงไม่เพียงพอ	หลังคาควรปิดด้วยกระเบื้องใส สลับกับกระเบื้องทึบ ภาคน้ำที่พื้นเมื่ออากาศร้อน
3. ภาชนะเพาะเลี้ยงที่เป็นพลาสติก	เคลื่อนย้ายได้ ทำความสะอาดได้สะดวก	อายุการใช้งานต่ำ แดงง่าย พลาสติกที่มีคุณภาพดีราคาสูง ที่มีคุณภาพต่ำราคาต่ำ แต่เสี่ยงกับสารพิษที่อยู่ในพลาสติก มีความร้อนสูง	ควรเลือกพลาสติกที่มีคุณภาพ และไม่ให้ถังเพาะได้รับแสงมากเกินไป
4. บ่อคอนกรีต	ราคาถูก ทนทาน อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงช้า	เคลื่อนย้ายไม่ได้ ทำความสะอาดยาก	ควรทำบ่อให้มีท่อระบายน้ำทิ้งที่สะดวก ผิวบ่อเรียบ
5. อาหารเพาะเลี้ยงสูตร 9 ตัว เกรดการค้า	ราคาต่ำ	เป็นสารไม่บริสุทธิ์ อาจมีโลหะหนัก	ควรตรวจสอบสารที่นำมาเพาะเลี้ยง และเลือกซื้อจากแหล่งที่เชื่อถือได้
6. น้ำประปา	สะอาดและสะดวก	ต้นทุนค่าน้ำสูงขึ้น บางครั้งมีคลอรีน	ควรพักน้ำไว้อย่างน้อย 2 วัน หรือมีเครื่องกรองน้ำ
7. การเพิ่มออกซิเจนโดยใช้เครื่องเป่าอากาศ	ราคาต่ำ สายสาหร่ายไม่หัก ทำให้สายยาว	ทำให้เกิดตะกอนฟุ้ง เมื่อเก็บสาหร่ายต้องหยุดให้ออกซิเจน มีการอุดตันของหัวทราย ต้องเปลี่ยนบ่อยๆ สาหร่ายได้รับออกซิเจนไม่ทั่วถึง	ไม่ควรให้เครื่องเป่าอากาศแรงเกินไป ล้างหัวทรายสม่ำเสมอ

ตารางที่ 4-8 (ต่อ) เปรียบเทียบลักษณะที่ดี-ไม่ดี และวิธีการแก้ปัญหาในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลีนาเพื่อบริโภคสด

คุณลักษณะ	ลักษณะที่ดี	ลักษณะที่ไม่ดี	วิธีแก้ปัญหา
8. การให้ออกซิเจนโดยใช้ใบพาย	ทนทาน สาหร่ายมีการเคลื่อนไหวได้ทั่วถึง	ราคาต้นทุนสูง เพิ่มค่าใช้จ่าย คือค่ากระแสไฟฟ้า สาหร่ายจะสั้นเมื่อใบพายหมุนเร็ว	ไม่ควรให้ใบพายหมุนแรงเกินไป
9. การเก็บสาหร่ายโดยวิธีการลั่นน้ำ	เสียค่าใช้จ่ายน้อย สาหร่ายไม่ซ้ำ สายสาหร่ายไม่หัก	ไม่สะดวก เก็บช้า เสียเวลา ต้องใช้แรงคนช่วย 2 คน	ควรสร้างอุปกรณ์เพื่อรองรับน้ำสาหร่าย จะได้สะดวก
10. การเก็บโดยใช้เครื่องบีมน้ำ	รวดเร็ว ไม่เสียเวลา	สาหร่ายซ้ำ มีตะกอนบูยพุ่ง เมื่อเก็บสาหร่าย เสียค่าไฟฟ้า	ไม่เก็บถึงก้นบ่อ ไม่ใช่เครื่องบีมแรงเกินไป
11. การเก็บสาหร่ายโดยใช้สวิงช้อน	ราคาต่ำ	เสียเวลามาก เก็บได้น้อย เก็บได้ไม่ทั่วถึง	ใช้คนเพิ่ม

การเพาะเลี้ยงสาหร่าย จังหวัดสงขลา 1



แหล่งเพาะเลี้ยงสาหร่าย



สภาพแวดล้อมในการเพาะเลี้ยง



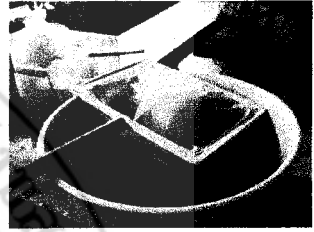
สภาพหลังคาโรงเรือน
และการให้ออกซิเจน



สภาพพื้นที่ด้วยกระดานถักเพาะ

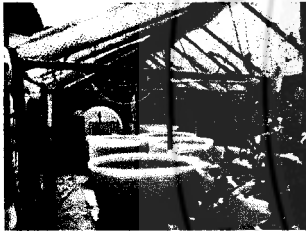


อุปกรณ์ในการล้าง



อุปกรณ์ในการล้าง

การเพาะเลี้ยงสาหร่าย จังหวัดสงขลา 2



สภาพโรงเรือน



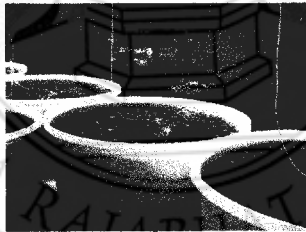
วิธีการให้เครื่องเป่าอากาศ



วิธีการให้เครื่องเป่าอากาศ



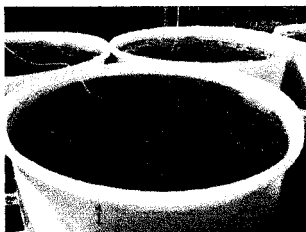
วิธีการให้เครื่องเป่าอากาศ



ผนังกันโรงเรือนกันด้วยตาข่ายสีฟ้า



พื้นโรงเรือนเป็นพื้นดิน
รองถักเพาะด้วยไม้



ถังเพาะเลี้ยงสาหร่าย ขนาด 300 ลิตร



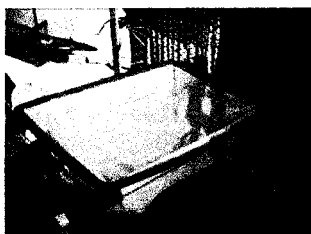
ถังพักน้ำเก็บไว้ล้าง



อุปกรณ์ในการเก็บและล้างสาหร่าย



อุปกรณ์เก็บและล้างสาหร่าย



อุปกรณ์เก็บและล้างสาหร่าย

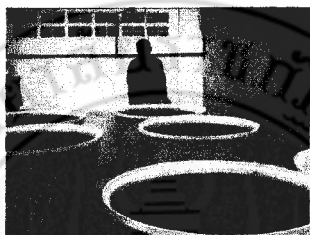


บ่มเลี้ยงสาหร่าย

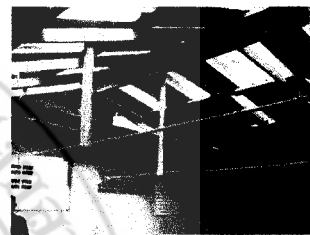
การเพาะเลี้ยงสาหร่าย จังหวัดสงขลา 3



สภาพโรงเรือนแหล่งเพาะเลี้ยง



สภาพโรงเรือนแหล่งเพาะเลี้ยง



หลังคาโรงเรือนเพาะเลี้ยง



ถังเพาะเลี้ยง 500 ลิตร

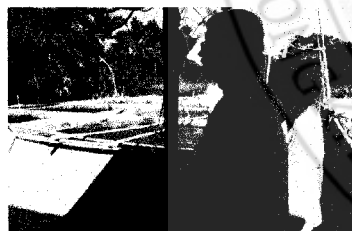


ถังเพาะเลี้ยง 500 ลิตร

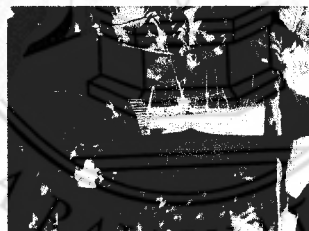


ผนังโรงเรือนปิดด้วยไม้กระดาน และมุ้งลวด

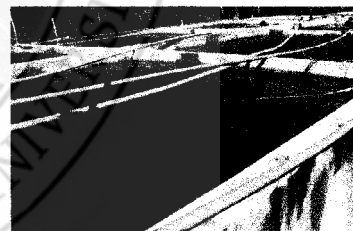
การเพาะเลี้ยงสาหร่าย จังหวัดสงขลา 4



สภาพทั่วไปของบ่อเพาะเลี้ยง



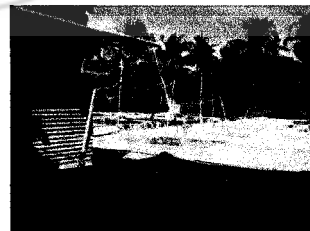
บ่อเพาะเลี้ยง



บ่อเพาะเลี้ยงทำด้วยคอนกรีต



บ่อเพาะเลี้ยงปูด้วยพลาสติกสีดำ

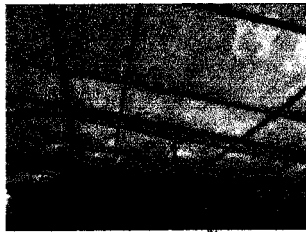


บ่อเพาะเลี้ยงปูด้วยพลาสติกสีดำ

การเพาะเลี้ยงสาหร่าย จังหวัดพังงา



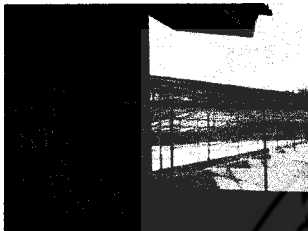
หลังคาโรงเรือนเพาะเลี้ยงสาหร่าย



หลังคาโรงเรือนเพาะเลี้ยงสาหร่าย



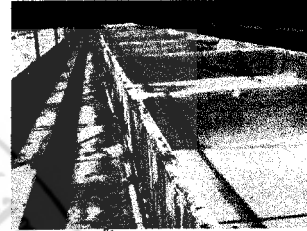
โรงเรือนเพาะเลี้ยงสาหร่าย



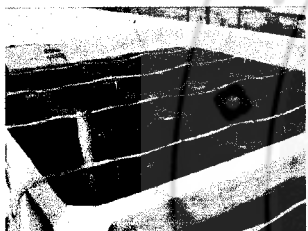
โรงเรือนเพาะเลี้ยงสาหร่าย



บ่อเพาะเลี้ยงสาหร่ายใช้หัวทราย



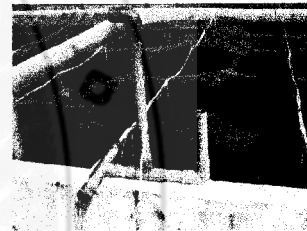
บ่อเพาะเลี้ยงสาหร่าย ท่ออากาศ และการระบายน้ำทิ้ง



บ่อเพาะเลี้ยงสาหร่าย



บ่อเพาะเลี้ยงสาหร่ายที่เริ่มตาย



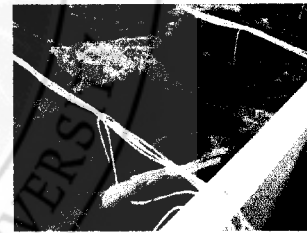
ระบบการเก็บสาหร่าย แอร์ลิป



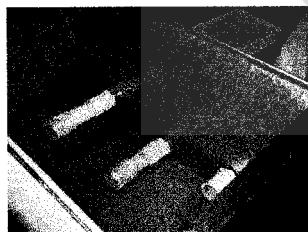
อุปกรณ์เก็บสาหร่าย แอร์ลิป



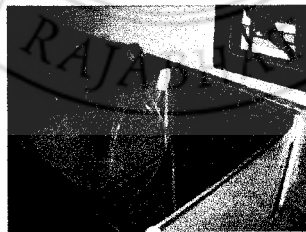
อุปกรณ์เก็บสาหร่าย แอร์ลิป



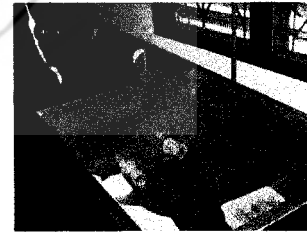
การเก็บสาหร่าย แอร์ลิป



ภาชนะล้างสาหร่าย



ภาชนะล้างสาหร่าย



ภาชนะล้างสาหร่าย



ภาชนะล้างสาหร่าย



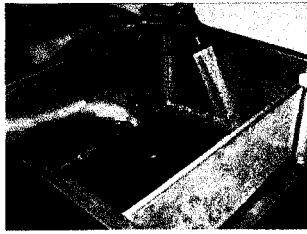
วิธีการประกอบเครื่องล้างสาหร่าย



ถุงเก็บสาหร่ายที่ล้าง



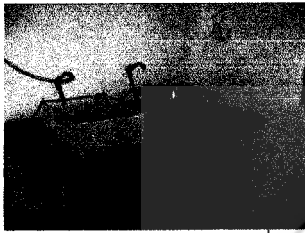
วิธีล้างสาหร่าย



วิธีล้างสาหร่าย



วิธีล้าง ขณะล้างให้ออกซิเจน



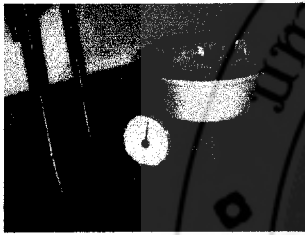
อุปกรณ์ล้างหลังจากผ่านเครื่องล้าง



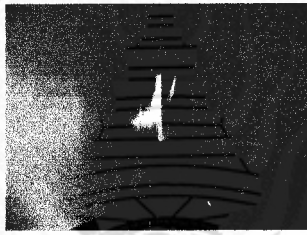
วิธีล้าง



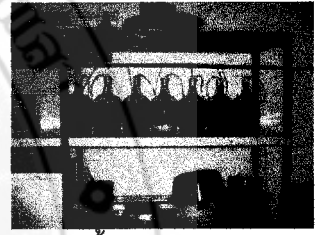
วิธีล้าง



วิธีการบรรจุสาหร่าย

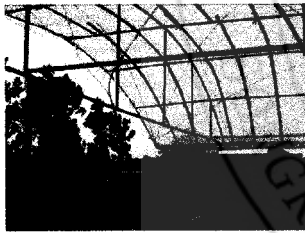


อุปกรณ์บรรจุสาหร่าย

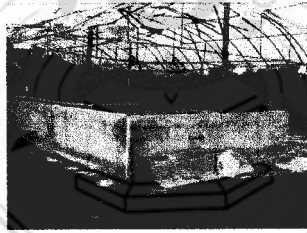


การเลี้ยงสาหร่ายในห้อง

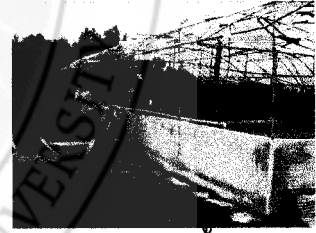
การเพาะเลี้ยงสาหร่าย จังหวัดนครศรีธรรมราช



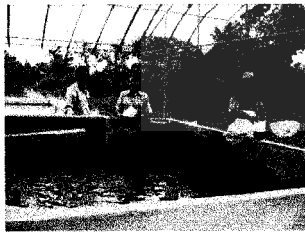
โรงเรือน



หลังคาโครงเหล็กคลุมด้วยพลาสติกใส



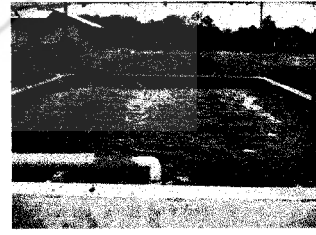
บ่อเพาะเลี้ยง



การเก็บด้วยการใช้สวิง



การให้ออกซิเจนในบ่อ



การให้ออกซิเจนในบ่อ



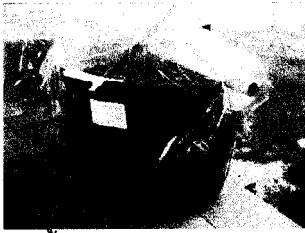
การให้ออกซิเจนในบ่อ



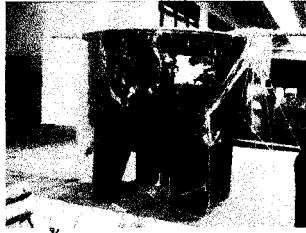
การให้ออกซิเจนในบ่อ



การให้ออกซิเจนในบ่อ



การเลี้ยงในถังคลุมด้วยพลาสติก

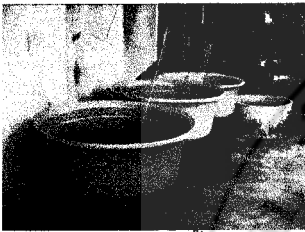


การเลี้ยงในถังคลุมด้วยพลาสติก



การเลี้ยงในถังคลุมด้วยพลาสติก

การเพาะเลี้ยงสาหร่าย จังหวัดตรัง



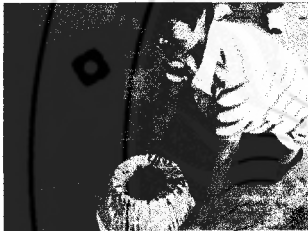
ภาชนะเพาะเลี้ยง



วิธีเก็บสาหร่าย



วิธีเก็บสาหร่าย



วิธีล้างทำให้สะอาดน้ำ



สภาพแวดล้อมในการเพาะเลี้ยง

การเพาะเลี้ยงสาหร่าย จังหวัดพิจิตร



โรงเรือนเพาะเลี้ยง



หลังคาโรงเรือนเป็นกระเบื้องใส



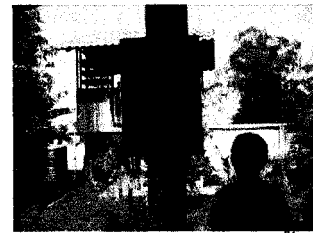
สภาพแวดล้อมของโรงเรือน



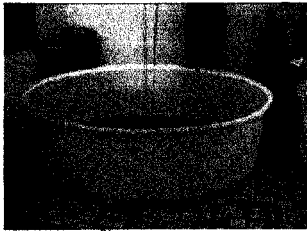
เครื่องกรองน้ำที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง



สภาพแวดล้อมในการเพาะเลี้ยง



สภาพแวดล้อมในการเพาะเลี้ยง



ถังเพาะเลี้ยง ขนาด 800 ลิตร



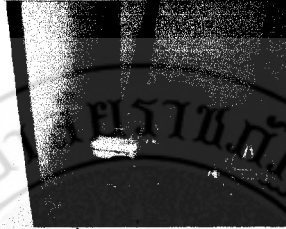
การให้ออกซิเจนโดยใช้
เครื่องเป่าอากาศหัวทราย



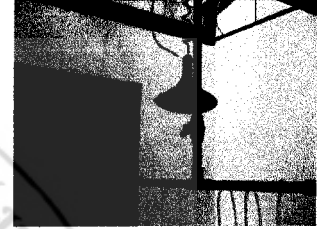
สาหร่ายในบ่อเพาะเลี้ยง



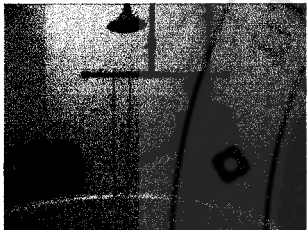
การวัดขนาดความลึกของบ่อ



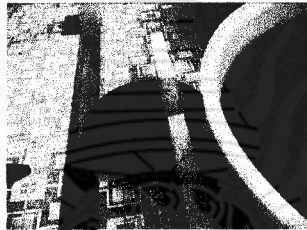
เครื่องเป่าอากาศ



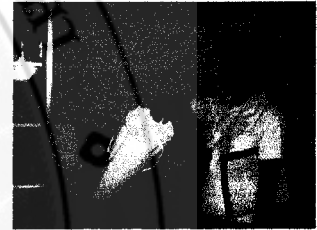
ไฟให้แสงสว่าง



ไฟให้แสงสว่างและสายออกซิเจน



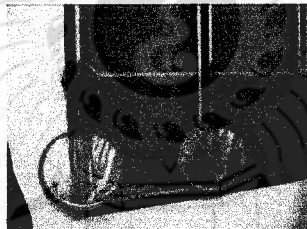
ชุดเก็บสาหร่าย



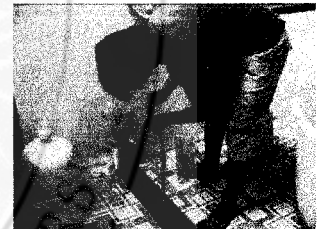
ถุงเก็บสาหร่าย



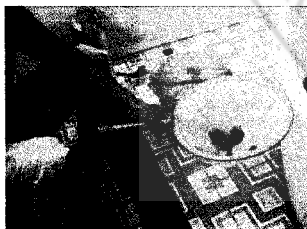
ชุดเก็บสาหร่าย



สวิงเก็บสาหร่าย



สารชีววิธีการล้างสายยาง



วิธีการเก็บสาหร่าย

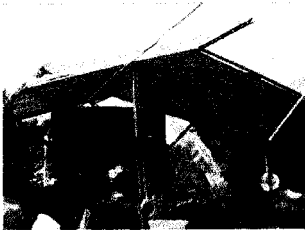


ห้องบรรจุสาหร่าย



ห้องเพาะเลี้ยงสาหร่ายในขวด

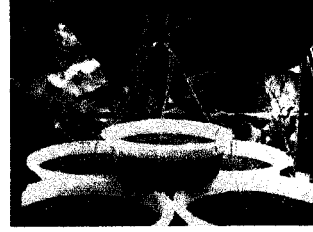
การเพาะเลี้ยงสาหร่าย จังหวัดกรุงเทพฯ



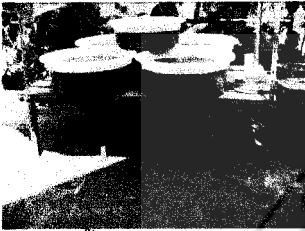
หลังคาโรงเรือนคลุมด้วยพลาสติก



สภาพแวดล้อมในการเพาะเลี้ยง



ถังเพาะสาหร่าย ขนาด 60-100 ลิตร



ถังเพาะเลี้ยงรองด้วยโครงเหล็ก
ปูด้วยไม้กระดาน



อุปกรณ์ในการเก็บสาหร่าย



ถังเก็บน้ำ

ภาพที่ 4-1 เทคนิคการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูไลนาเพื่อการบริโภคสด ที่เลี้ยงในจังหวัดต่างๆ



ตอนที่ 2 ศึกษาคุณภาพสาหร่ายสดที่ได้จากแหล่งสำรวจ โดยนำมาตรวจสอบวิเคราะห์ ผลปรากฏ ดังนี้

1. ตรวจการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ พบว่า สาหร่ายที่ได้จากแหล่งสำรวจมีการปนเปื้อน จาก วัสดุต่างๆ คือ ซากพืช ได้แก่ กิ่งไม้ ใบไม้ ที่เน่าเปื่อย ส่วนใหญ่เป็นเนื้อเยื่อไฟเบอร์ ซากสัตว์ที่พบ ได้แก่ ขาแมลง ชิ้นส่วนของแมลง และมีการปนเปื้อนจากสาหร่ายชนิดอื่น ได้แก่ ไดอะตอม และสาหร่ายสีเปลวไฟ (ภาพที่ 4-2 และตารางที่ 4-9)

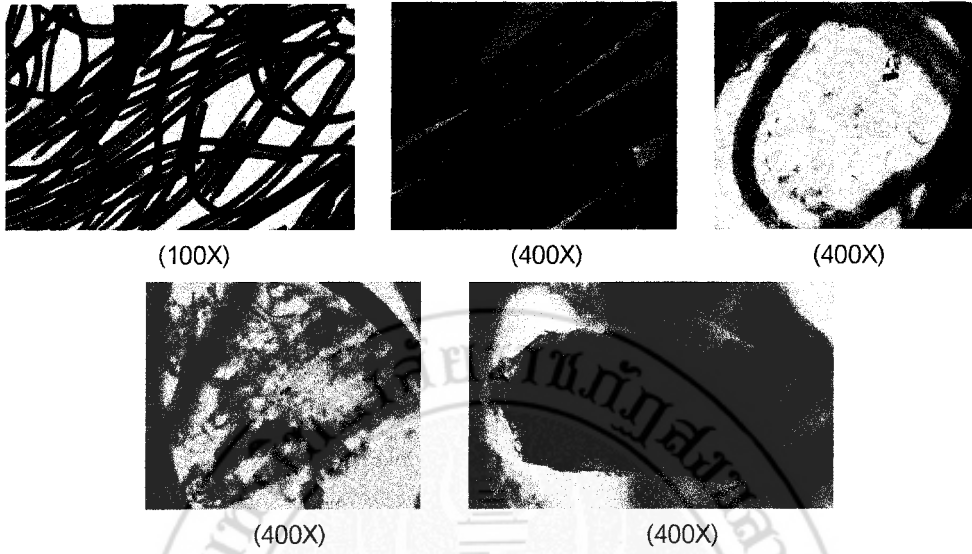
รูปร่างสาหร่ายที่พบมีแตกต่างกัน 4 แบบ คือ แบบที่ 1 มีลักษณะเป็นเส้นตรงยาว ได้แก่ สงขลา 1 สงขลา 2 และ สงขลา 3 แบบที่ 2 เป็นเส้นตรงสั้น ได้แก่ นครศรีธรรมราช แบบที่ 3 เป็นเกลียว สายสั้น ได้แก่ สงขลา 4 และ แบบที่ 4 เป็นเกลียว สายยาว จะกระจายอยู่เล็กน้อย ประมาณ ร้อยละ 0.1 ของ สงขลา 1 สงขลา 2 สงขลา 3 และพังงา (ภาพที่ 4-2)

การตรวจสอบทางจุลินทรีย์พบว่า สาหร่ายที่ได้จาก แหล่งเพาะเลี้ยงมีความแตกต่างกัน โดย จากแหล่งเพาะเลี้ยง สงขลา 1 มีความปนเปื้อนของจุลินทรีย์น้อยที่สุด ที่มีการปนเปื้อนมากที่สุด คือ สงขลา 4 ซึ่งมี จำนวนจุลินทรีย์รวม (CFU/g) เป็น 4.6×10^3 และพบเชื้อรา 1,560 (ตารางที่ 4-11)

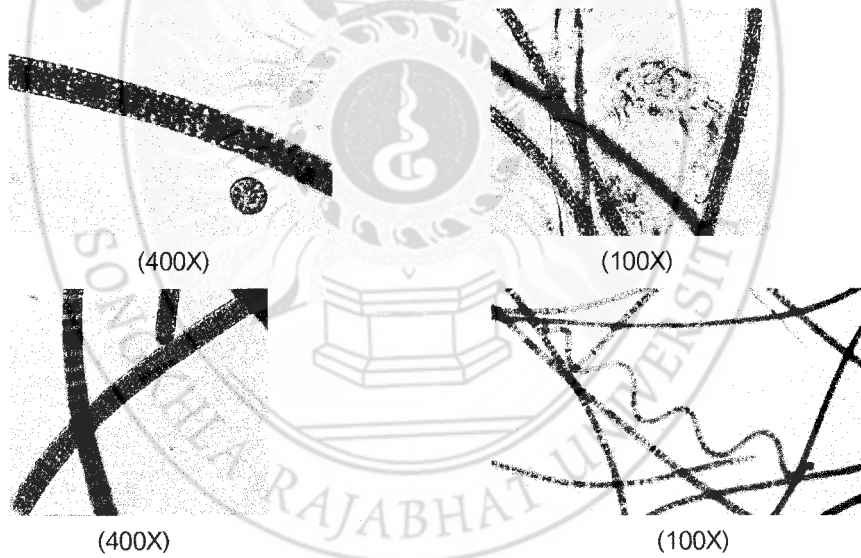
ตารางที่ 4-9 ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนของวัสดุต่างๆในสาหร่ายที่ได้จากแหล่งเพาะเลี้ยง โดยการ ใช้กล้องจุลทรรศน์

แหล่งสำรวจ	ลักษณะที่ปรากฏ			
	จำนวนของสาหร่าย (%)		ค่าเฉลี่ยปริมาณซากพืชและสัตว์ (ชิ้น/0.1กรัม)	ปริมาณของสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำ (ชิ้น/0.1กรัม)
	รูปร่างเกลียว	รูปร่างตรง		
1. สงขลา 1	0.16	99.84	7	9
2. สงขลา 2	0.25	99.75	8	6
3. สงขลา 3	0.45	99.55	31	67
4. สงขลา 4	99.40	0.60	46	82
5. พังงา	0.50	99.50	10	7
6. นครศรีธรรมราช	0.60	99.40	29	53

รูปร่างสาหร่ายสไปรูลินาและวัสดุที่ปนเปื้อน จากแหล่งเพาะเลี้ยง จังหวัดสงขลา 1



รูปร่างสาหร่ายสไปรูลินาและวัสดุที่ปนเปื้อน จากแหล่งเพาะเลี้ยง จังหวัดสงขลา 2

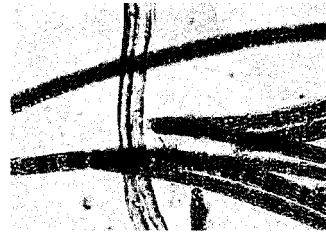


รูปร่างสาหร่ายสไปรูลินาและวัสดุที่ปนเปื้อน จากแหล่งเพาะเลี้ยง จังหวัดสงขลา 3



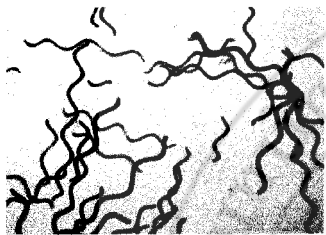


(400X)



(400X)

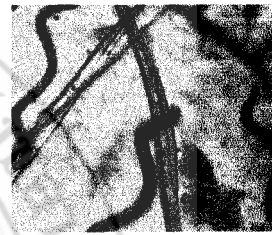
รูปร่างสาหร่ายสไปรูไลนาและวัสดุที่ปนเปื้อน จากแหล่งเพาะเลี้ยง จังหวัดสงขลา 4



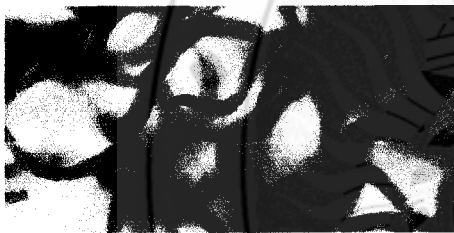
(100X)



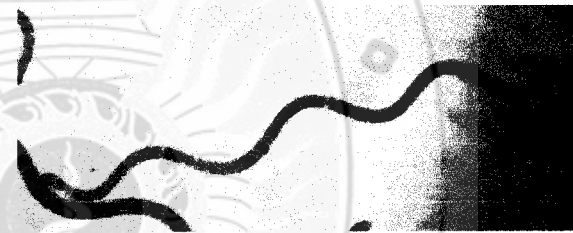
(400X)



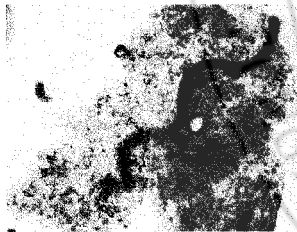
(400X)



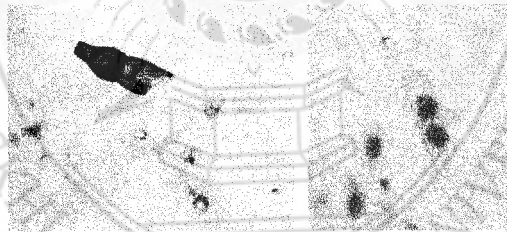
(400X)



(400X)



(400X)



(400X)



(400X)

รูปร่างสาหร่ายสไปรูไลนาและวัสดุที่ปนเปื้อน จากแหล่งเพาะเลี้ยง จังหวัดพังงา



(100X)



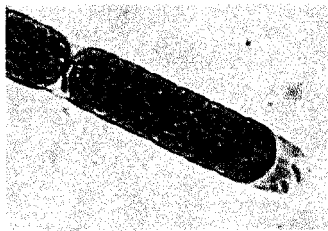
(400X)



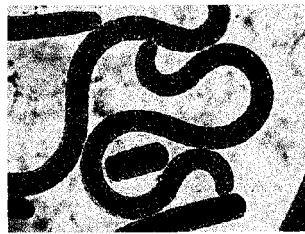
(400X)



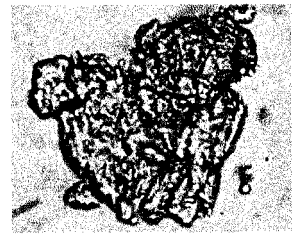
(400X)



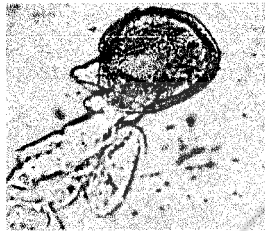
(400X)



(400X)



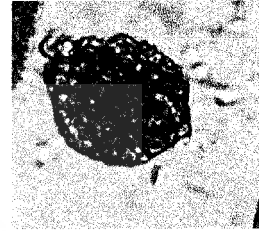
(400X)



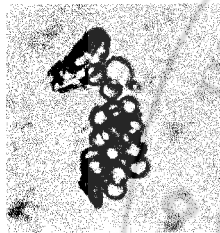
(400X)



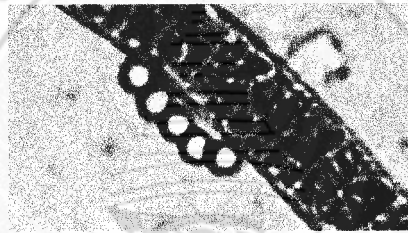
(400X)



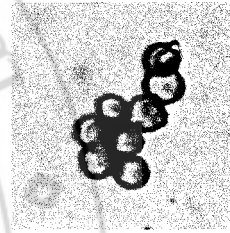
(400X)



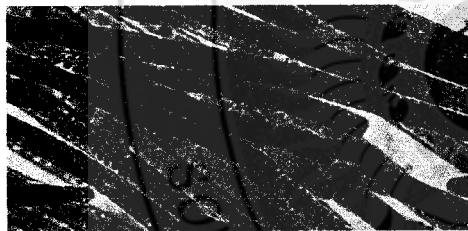
(400X)



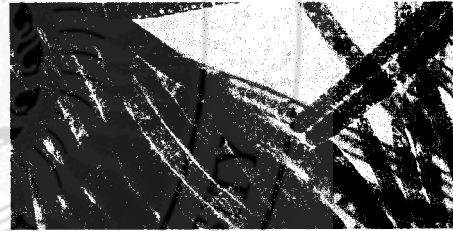
(400X)



(400X)



(400X)



(400X)

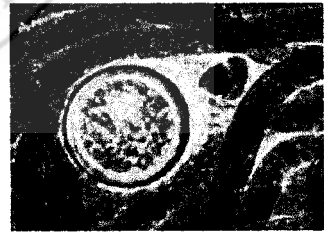
รูปร่างสายใยสไปรูไลนาและวัสดุที่ปนเปื้อน จากแหล่งเพาะเลี้ยง จังหวัดนครศรีธรรมราช



(100X)



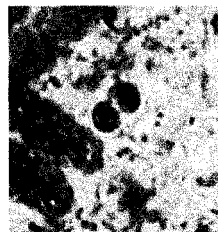
(400X)



(400X)



(400X)



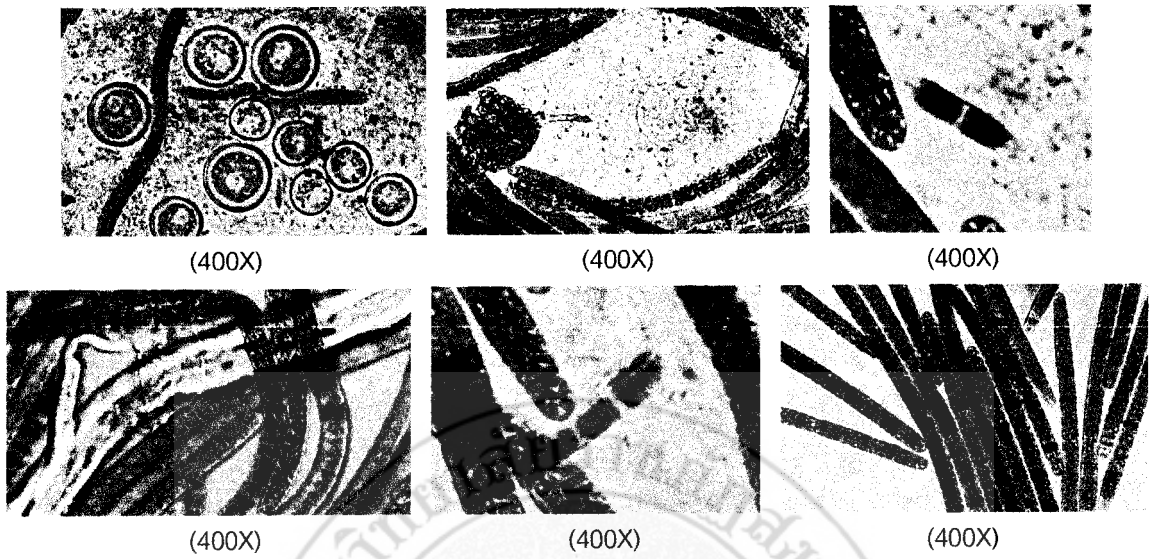
(400X)



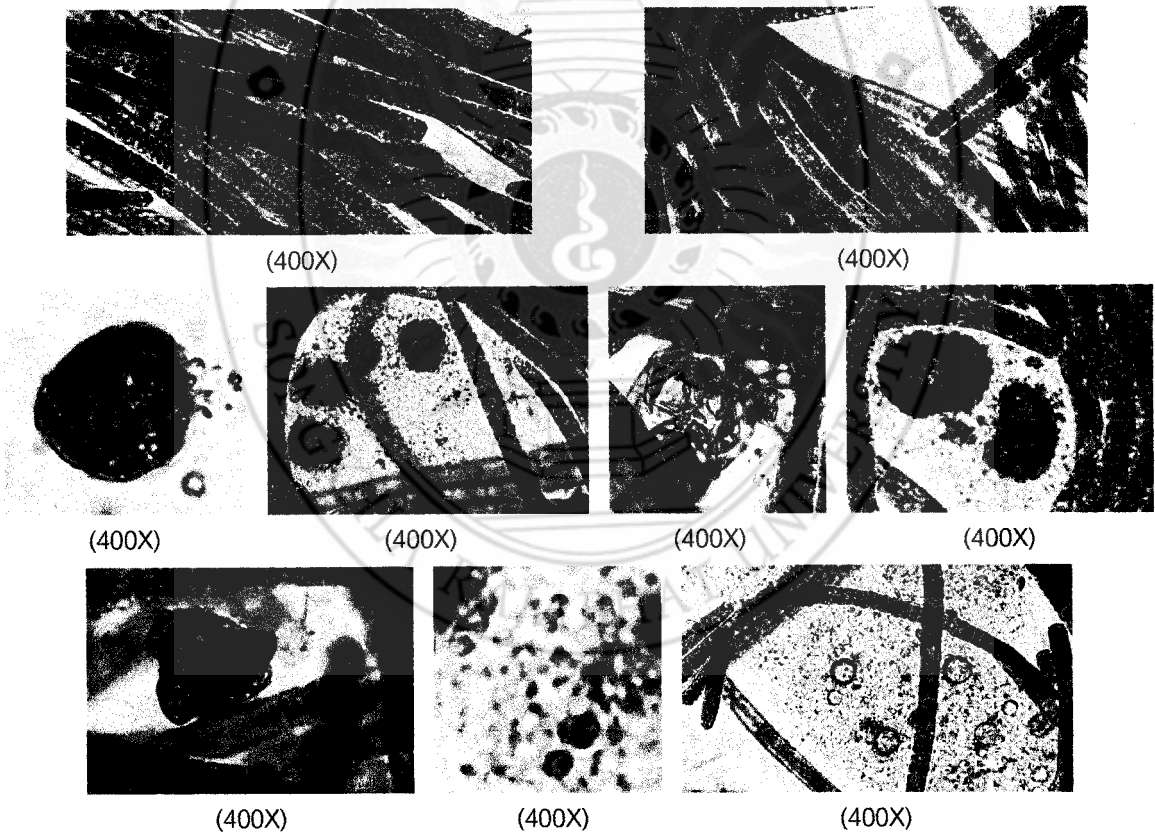
(400X)



(400X)



รูปร่างสหายสไปรูไลนาและวัสดุที่ปนเปื้อน จากแหล่งพะาะเลี้ยง จังหวัดตรัง



ภาพที่ 4-2 การปนเปื้อนของวัสดุต่างๆ ในสหายสไปรูไลนา ที่ได้จากแหล่งพะาะเลี้ยง

ตารางที่ 4-10 เปรียบเทียบขนาดของสาหร่ายที่ได้จากแหล่งเพาะเลี้ยง

แหล่งเพาะเลี้ยง	ค่าเฉลี่ยความกว้าง (ไมโครเมตร)	ค่าเฉลี่ยความยาว (ไมโครเมตร)	หมายเหตุ
1. สงขลา 1	10	560	สาหร่ายมีหลายขนาด ส่วนใหญ่จะมีสาหร่ายยาว สายสั้นมีน้อยมาก
2. สงขลา 2	10	450	สาหร่ายเป็นสาหร่ายยาวเช่นเดียวกับที่พบของสงขลา 1 แต่มีขนาดสั้นกว่าเล็กน้อยสายมีความยาวสม่ำเสมอ
3. สงขลา 3	10	155	สาหร่ายเป็นสาหร่ายมีขนาดสั้นมาก สามารถกรองได้บ้างเล็กน้อย ความยาวไม่สม่ำเสมอ มีขนาดยาวและสั้นแตกต่างกันหลายระดับ
4. สงขลา 4	5	79	เนื้อของสาหร่ายหยาบ ไม่แวววาว เป็นสายมีขนาดสั้นเป็นเกลียว ความยาวมีขนาดใกล้เคียงกัน
5. พังงา	10	190	สาหร่ายเป็นเกลียวมีประมาณ 0.5 เปอร์เซ็นต์ เป็นแบบเกลียวห่าง ส่วนใหญ่สาหร่ายเป็นเส้นตรง
6. นครศรีธรรมราช	10	60	เซลล์มีขนาดสั้นๆ จำนวนมาก กรองยาก เพราะเซลล์สั้น เป็นเส้นตรง

ตารางที่ 4-11 ผลการตรวจสอบทางจุลชีววิทยาของสาหร่ายสดจำนวน 6 แห่ง

รายการวิเคราะห์	แหล่งสำรวจ					
	1	2	3	4	5	6
1. จำนวนจุลินทรีย์รวม (CFU/g)	2.8×10^3	5.2×10^3	8.9×10^3	4.6×10^3	2.5×10^3	3.5×10^3
2. ภา(CFU/g)	37	10	10	1,560	330	20
3. โคลิฟอร์ม(MPN/g)	neg	neg	neg	neg	neg	neg
4. ฟีคัลโคลิฟอร์ม (MPN/g)	neg	neg	neg	neg	neg	neg
5. อี คอไล (MPN/g)	neg	neg	neg	neg	neg	neg
6. <i>Vibrio parahaemolyticus</i> /g	neg	neg	neg	neg	neg	neg
7. <i>Staphylococcus aureus</i> /g	neg	neg	neg	neg	neg	neg

neg = negative

- แหล่งสำรวจที่ 1 สงขลา 1
 แหล่งสำรวจที่ 2 สงขลา 2
 แหล่งสำรวจที่ 3 สงขลา 3
 แหล่งสำรวจที่ 4 สงขลา 4
 แหล่งสำรวจที่ 5 พังงา
 แหล่งสำรวจที่ 6 นครศรีธรรมราช

2. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเคมีพบว่า สาหร่ายในแต่ละแห่งมีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกัน โดยแหล่งที่พบว่ามีโปรตีนมากที่สุดได้แก่ สงขลา 1 มี ร้อยละ 67.52 รองลงมาคือ สงขลา 4 มี ร้อยละ 63.63 ลิปิดที่มีน้อยที่สุดคือ สงขลา 1 มี ร้อยละ 0.168 (ตารางที่ 4-12)

ผลการตรวจสอบสารคลอโรฟิลล์ ไฟโคไซยานิน เบต้าแคโรทีน พบว่า สาหร่ายที่ได้จากแหล่งเพาะเลี้ยง สงขลา 1 มีสารคลอโรฟิลล์รวม และ ไฟโคไซยานิน สูงสุด ที่พบน้อยที่สุดได้แก่ สาหร่ายจาก นครศรีธรรมราช เบต้า-แคโรทีนที่พบมากที่สุดได้แก่สาหร่ายจาก พังงา (ตารางที่ 4-13)

ผลจากการตรวจสอบปริมาณแร่ธาตุและโลหะหนักในสาหร่ายพบว่าธาตุเหล็กและแคลเซียมที่พบมากที่สุดได้แก่สาหร่ายจาก สงขลา 4 ซึ่งมีเหล็ก 25,990 และ 69,025 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ของน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ตะกั่วพบ 5 แห่ง ที่ไม่พบมี 1 แห่ง คือ นครศรีธรรมราช สาหร่ายจากทุกแห่งไม่พบแคดเมียม (ตารางที่ 4-14)

ตารางที่ 4-12 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของสาหร่ายที่ได้จากแหล่งสำรวจ

แหล่งสำรวจ	เถ้า (%)	โปรตีน (%)	ลิปิด (%)	ความชื้น (%)	เส้นใย (%)	คาร์โบไฮเดรต (%)
1. สงขลา 1	4.15	67.52	0.168	90.53	1.74	26.32
2. สงขลา 2	3.91	37.33	0.269	92.97	15.84	43.47
3. สงขลา 3	3.85	40.61	0.196	88.78	1.13	54.21
4. สงขลา 4	5.46	63.63	0.400	90.84	3.05	27.46
5. นครศรี	3.94	42.42	0.370	94.48	2.26	51.01
6. พังงา	1.25	58.73	0.780	90.49	13.25	35.92

ตารางที่ 4-13 ผลการวิเคราะห์ปริมาณของคลอโรฟิลล์ ไฟโคไซยานิน และเบต้าแคโรทีน ในสาหร่ายที่ได้จากแหล่งเพาะเลี้ยง จำนวน 6 แห่ง

แหล่งสำรวจ	คลอโรฟิลล์รวม (มิลลิกรัม/กรัม) น้ำหนักสด	คลอโรฟิลล์เอ (มิลลิกรัม/กรัม) น้ำหนักสด	ไฟโคไซยานิน (มิลลิกรัม/กรัม) น้ำหนักสด	β -carotene (มิลลิกรัม/100กรัม)
1. สงขลา 1	5.816	0.019	15.856	0.097
2. สงขลา 2	4.435	0.037	2.950	0.097
3. สงขลา 3	1.551	0.007	0.959	0.053
4. สงขลา 4	4.855	*	1.386	0.117
5. นครศรี	1.000	0.014	0.737	0.066
6. พังงา	3.536	0.009	1.970	0.150

* ตรวจสอบไม่ได้

ตารางที่ 4-14 เปรียบเทียบปริมาณของแร่ธาตุและโลหะหนักในสาหร่ายที่ได้จากแหล่งเพาะเลี้ยง

แหล่งสำรวจ	ตะกั่ว มิลลิกรัม/กิโลกรัม (น้ำหนักแห้ง)	แคดเมียม มิลลิกรัม/กิโลกรัม (น้ำหนักแห้ง)	เหล็ก มิลลิกรัม/กิโลกรัม (น้ำหนักแห้ง)	แคลเซียม มิลลิกรัม/กิโลกรัม (น้ำหนักแห้ง)
1. สงขลา 1	45.000	ไม่พบ	11,920	54,100
2. สงขลา 2	112.000	ไม่พบ	9,605	49,526
3. สงขลา 3	51.000	ไม่พบ	20,829	31,393
4. สงขลา 4	52.000	ไม่พบ	25,990	69,025
5. นครศรี	ไม่พบ	ไม่พบ	10,612	24,204
6. พังงา	74.000	ไม่พบ	6,857	26,057

3. การประเมินทางประสาทสัมผัส สี กลิ่น รส และ เนื้อสัมผัส ของสาหร่ายที่ได้จากแหล่งเพาะเลี้ยง 6 แห่ง พบว่า สาหร่ายที่ไม่มีกลิ่น รสจืด และมีลักษณะปรากฏมันวาว ได้แก่ สาหร่ายจาก สงขลา 1 ที่มีกลิ่นคาว สากคอ ไม่มีลักษณะปรากฏแบบมันวาว ได้แก่ สงขลา 4 (ตารางที่ 4-15)

ตารางที่ 4-15 ผลการตรวจสอบ สี กลิ่น รสและเนื้อสัมผัสของสาหร่ายที่ได้จากแหล่งเพาะเลี้ยง 6 แห่ง

แหล่งสำรวจ	สี	กลิ่น	รส	เนื้อสัมผัส
1. สงขลา 1	เขียวเข้ม เป็นมัน	ไม่มีกลิ่น	จืด	ลื่น
2. สงขลา 2	สีเขียวเข้ม มันใส	มีกลิ่นสาหร่ายเล็กน้อย ไม่มีกลิ่นคาว	ออกรสเปรี้ยว เล็กน้อย	ลื่น ไม่มีลักษณะคล้ายแป้ง
3. สงขลา 3	เขียวเข้ม มันใส	มีกลิ่นสาหร่ายเล็กน้อย ไม่มีกลิ่นคาว	มีความมัน ออก หวานเล็กน้อย	ลื่นมัน คล้ายแป้ง
4. สงขลา 4	สีเขียว น้ำเงินอ่อน ไม่มีลักษณะมันวาว	มีกลิ่นคาวเล็กน้อย	จืด	สากคอ
5. นครศรี	สีเขียว มันวาว	ไม่มีกลิ่น	รสจืด	ลื่นคอ
6. พังงา	สีเขียวเข้ม มันวาว	ไม่มีกลิ่น	รสจืด	ลื่นคอ

ตอนที่ 3 ศึกษาอาหารที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของสาหร่าย โดยใช้สูตรอาหารแตกต่างกัน 5 ตำรับการทดลอง ตำรับการทดลองละ 3 ซ้ำ ได้แก่

T1 ประกอบด้วย สารประกอบ 9 ชนิด ที่เป็นเกรดการค้า มีความเข้มข้นของสาร เป็นกรัม/ตัน ได้แก่ NaHCO_3 5,160 NaNO_3 835 K_2HPO_4 250 K_2SO_4 300 NaCl 3,335 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 100 CaCl_2 20 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 5 และ $\text{Na}_2\text{EDTA} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 40

T2 ประกอบด้วยสารประกอบ 9 ชนิด มีความเข้มข้นของสาร เป็นกรัม/ตัน เช่นเดียวกับ ตำรับการทดลอง T1 แต่เป็นสารเกรดเคมีวิเคราะห์

T3 ประกอบด้วยสารประกอบ 3 ชนิด เกรดการค้า มีความเข้มข้นของสารเป็นกรัม/ตัน ได้แก่ NaNO_3 835 K_2HPO_4 250, NaHCO_3 5,162 และ NaCl 3,335

T4 ประกอบด้วยสารอินทรีย์อัดเม็ด จำนวน 1,970 กรัม/ตัน เกลือแวงเม็ด 3,335 กรัม/ตัน และ NaHCO_3 5,162 กรัม/ตัน

T5 ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ทางการเกษตร ประกอบด้วย ทวินเฟอर्टี้ 21-21-21 1,970 กรัม/ตัน เกลือแวงเม็ด 3,335 กรัม/ตัน และ NaHCO_3 5,162 กรัม/ตัน

นำมาเลี้ยงสาหร่ายสไปรูไลนา โดยใช้อาหาร/สาหร่าย = 130 ลิตร/1.50 ลิตร เป็นเวลา 10 วัน ผลปรากฏดังนี้

ผลผลิตที่ได้จากการใช้อาหารสูตรแตกต่างกัน 5 ตำรับการทดลอง นำมาเลี้ยงเป็นเวลา 10 วัน เก็บผลโดยการชั่งน้ำหนักสดของสาหร่าย พบว่า สาหร่ายที่ได้จากการเพาะเลี้ยงใน อาหารแต่ละสูตรมีความแตกต่างทางสถิติ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับ 0.01 โดยสูตรอาหาร T1 และ T2 มี

ความแตกต่างจากสูตรอาหาร T3 T4 และ T5 ที่ระดับ 0.01 ส่วนสูตรอาหาร T1 และ T2 เป็นสูตรอาหารที่ให้ผลผลิตสูงสุด ทั้งสองสูตรนี้ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 4-16)

สภาพแวดล้อมของการเพาะเลี้ยง พบว่า ทั้ง 5 ตำรับการทดลอง มีค่าความเป็นกรดต่าง ความเข้มข้นของแสง และอุณหภูมิ มีค่าใกล้เคียงกัน โดยค่าความเป็นกรดต่าง อยู่ระหว่าง 7.71-8.96 แตกต่างกันเล็กน้อย ความเข้มแสงอยู่ระหว่าง 5,100-22,400 อุณหภูมิของน้ำ 27-29 องศาเซลเซียส (ดังตารางที่ 4-17)

ตารางที่ 4-16 เปรียบเทียบน้ำหนักสดของสาหร่ายที่เลี้ยงในโรงเรือนเพาะเลี้ยง 5 ตำรับการทดลอง โดยใช้สูตรอาหารแตกต่างกัน เป็นเวลา 10 วัน

ตำรับ	น้ำหนักสาหร่าย (กรัม/130ลิตร) ซ้ำ 1	น้ำหนักสาหร่าย (กรัม/130ลิตร) ซ้ำ 2	น้ำหนักสาหร่าย (กรัม/130ลิตร) ซ้ำ 3	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม/130ลิตร)
T1	180	185	160	175.00
T2	170	175	190	178.33
T3	150	130	74	118.00
T4	100	130	90	106.66
T5	50	55	60	55.00

$$C.V. = 16.92 \%$$

$$LSD_{0.01} \text{ ตำรับการทดลอง} = 55.41 \text{ กรัม}$$

$$LSD_{0.05} \text{ ตำรับการทดลอง} = 38.96 \text{ กรัม}$$

ตารางที่ 4-17 เปรียบเทียบ ค่าความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิ และความเข้มของแสง ที่เพาะเลี้ยงสาหร่ายในตำรับการทดลอง 5 ตำรับการทดลอง เป็นเวลา 10 วัน

ตำรับการทดลอง	pH	ความเข้มแสง (ลักซ์)	อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส)
T1	8.17-8.96	6,200-22,400	27-28	27-31
T2	7.71-8.72	6,000-16,800	27-29	27-31
T3	8.16-8.91	5,560-16,300	27-29	27-31
T4	7.71-8.66	5,300-14,200	27-29	27-30
T5	7.72-8.24	5,100-16,400	27-28	27-31

ตารางที่ 4-18 เปรียบเทียบองค์ประกอบเคมีของสาหร่ายสไปรูลินาที่เลี้ยงในอาหารที่แตกต่างกัน 5
 ดำรับการทดลอง เป็นเวลา 10 วัน

ดำรับ	ความชื้น%	เถ้า%	โปรตีน%	ไขมัน%	เส้นใย%	คาร์โบไฮเดรต%
T1	87.60	5.38	62.87	0.81	0.46	30.48
T2	88.88	5.73	62.86	0.21	0.57	30.63
T3	82.20	4.00	38.65	0.74	9.82	46.79
T4	79.39	2.72	28.97	0.38	7.81	60.12
T5	88.41	4.20	43.08	0.76	0.78	51.18

เมื่อเปรียบเทียบคลอโรฟิลล์ ไฟโคไซยานิน และ แบต้า-แคโรทีน พบว่า มีความแตกต่างกันเล็กน้อย (ตารางที่ 4-19)

ตารางที่ 4-19 เปรียบเทียบปริมาณของ คลอโรฟิลล์รวม คลอโรฟิลล์เอ ไฟโคไซยานิน และ
 แบต้า-แคโรทีน ที่พบในสาหร่ายสด เมื่อเพาะเลี้ยงในสูตรอาหารแตกต่างกัน 5 ดำรับการทดลอง

ดำรับการทดลอง	Chloro รวม (มิลลิกรัม/ กรัม) น้ำหนักสด	Chloro A (มิลลิกรัม/ กรัม) น้ำหนักสด	Phy (มิลลิกรัม/ กรัม) น้ำหนักสด	β -carotene (มิลลิกรัม/100กรัม)
T1	3.16	0.05	3.10	0.024
T2	4.03	0.06	2.45	0.015
T3	3.79	0.31	4.21	0.003
T4	2.49	0.03	4.94	0.017
T5	4.22	*	5.43	0.014

* = ตรวจสอบไม่ได้

ปริมาณแคลเซียมที่พบค่าสูงสุดคือสาหร่ายที่เลี้ยงในสูตรอาหาร T4 คือ สูตรที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ส่วนสูตร ทั้ง 4 สูตร มีค่าใกล้เคียงกัน ปริมาณธาตุเหล็กที่พบมากที่สุดคือ อาหาร T2 เป็นสูตร 9 ตัว ใช้สารเคมีวิเคราะห์ สำหรับโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว และ แคดเมียม ไม่พบในสาหร่ายที่เลี้ยงในอาหารทั้ง 5 ชนิด ยกเว้น สูตร T3 พบตะกั่ว 32 มิลลิกรัม/กิโลกรัมของน้ำหนักเถ้า ในสูตรอาหารที่ T1 ที่ใช้สารเคมีเกรดการค้า กับ สูตรอาหาร T2 ที่ใช้สารเคมีเกรดเคมี วิเคราะห์ ไม่มีโลหะหนักเช่นเดียวกัน (ตารางที่ 4-20)

ตารางที่ 4-20 เปรียบเทียบแร่ธาตุและโลหะหนักในสาหร่ายที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร 5 คำรับ การทดลอง

คำรับ	แคลเซียม (มิลลิกรัม/กิโลกรัม ของน้ำหนักแห้ง)	เหล็ก (มิลลิกรัม/กิโลกรัม ของน้ำหนักแห้ง)	ตะกั่ว (มิลลิกรัม/กิโลกรัม ของน้ำหนักแห้ง)	แคดเมียม (มิลลิกรัม/กิโลกรัม ของน้ำหนักแห้ง)
T1	40,214	9,925	ไม่พบ	ไม่พบ
T2	32,929	11,726	ไม่พบ	ไม่พบ
T3	26,738	2,600	32	ไม่พบ
T4	87,536	9,511	ไม่พบ	ไม่พบ
T5	44,018	3,559	ไม่พบ	ไม่พบ

ปริมาณของจุลินทรีย์ในสาหร่ายสดที่ได้จากการเพาะเลี้ยงพบว่า ปริมาณของจุลินทรีย์รวม รา มีปริมาณน้อย ส่วน *Vibrio parahaemolyticus* *Staphylococcus aureus* และอี คอไล ไม่พบ (ตารางที่ 4-21)

ตารางที่ 4-21 การตรวจสอบทางจุลชีววิทยาของสาหร่ายสดจากคำรับการทดลอง 5 คำรับการทดลอง

รายการวิเคราะห์	คำรับการทดลอง				
	T1	T2	T3	T4	T5
1. จุลินทรีย์รวม (CFU/g)	1,400	1,000	1,000	1,300	700
2. รา(CFU/g)	600	400	420	140	290
3. อี คอไล (MPN/g)	neg	neg	neg	neg	neg
4. <i>Vibrio parahaemolyticus</i> /g	neg	neg	neg	neg	neg
5. <i>Staphylococcus aureus</i> /g	neg	neg	neg	neg	neg

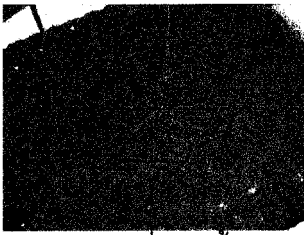
neg = negative

จากการศึกษาขนาดของสาหร่ายพบว่า สาหร่ายที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในอาหาร สูตร T1 T2 และ T3 เซลล์มีความสมบูรณ์ สายยาว ประมาณ 700 -750 ไมโครเมตร ส่วนสูตรอาหาร T5 พบว่า สาหร่ายเป็นสายสั้นๆ จำนวนมาก เจริญเติบโตได้ไม่ดี(ตารางที่ 4-22)

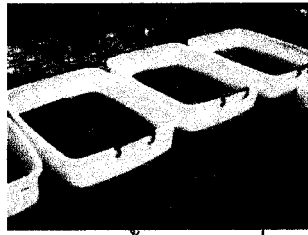
ตารางที่ 4- 22 เปรียบเทียบขนาดของเซลล์ เมื่อเลี้ยงในอาหารแตกต่างกัน 5 ตำรับการทดลอง เป็นเวลา 10 วัน

ตำรับ	ค่าเฉลี่ยความกว้างเซลล์ (µm)	ค่าเฉลี่ยความยาวเซลล์ (µm)	ลักษณะพิเศษ	หมายเหตุ
T1	10	750	สายสั้นๆมีน้อย ประมาณ 0.1 เปอร์เซ็นต์ มีขนาด สั้น 100 - 150 µm	สาหร่ายเป็นสายยาวมาก
T2	10	700	สายสั้นๆมีน้อย ประมาณ 0.2เปอร์เซ็นต์ มีขนาด 50-120 µm	สาหร่ายเป็นสายยาวมาก
T3	10	710	สายสั้นๆมีน้อย ประมาณ 0.04 เปอร์เซ็นต์ ยาว ประมาณ 60-130 µm	สาหร่ายเป็นสายยาวปานกลาง
T4	10	680	สายสั้นๆมีน้อย ประมาณ 0.03เปอร์เซ็นต์ ยาว ประมาณ 80-150 µm	สาหร่ายเป็นสายยาวปานกลาง
T5	10	500	สายสั้นๆ ยาวประมาณ 70-100 µm	สาหร่ายเป็นสายสั้น

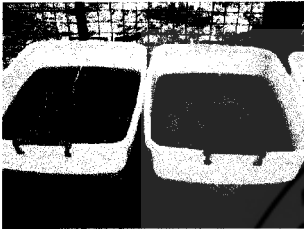
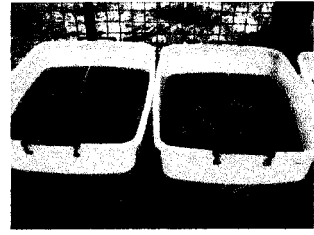
จากผลการทดลองพบว่า อาหารที่ใช้เพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลีนา สามารถใช้ได้ทั้ง 5 สูตร แต่สูตรที่ให้ผลผลิตสูง ได้แก่ สูตร T1 และ T2



สาหร่ายที่เพาะเลี้ยง



ถังเพาะเลี้ยงสาหร่ายที่มีอาหารแตกต่างกัน 5 ตัวรับการทดลอง



ถังเพาะเลี้ยง ตัวรับการทดลอง T1 และ T2



ตัวรับการทดลอง T1



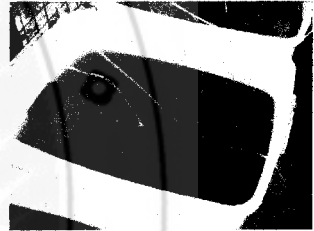
ตัวรับการทดลอง T2



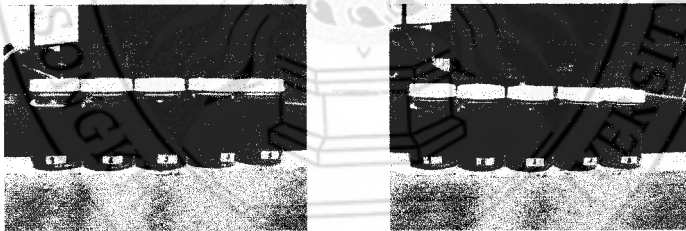
ตัวรับการทดลอง T3



ตัวรับการทดลอง T4



ตัวรับการทดลอง T5



ตัวรับการทดลอง T1-5 จากซ้ายไปขวา ตามลำดับ

ภาพที่ 4-3 สาหร่ายที่เพาะเลี้ยงในสูตรอาหารที่แตกต่างกัน 5 ตัวรับการทดลอง

ตอนที่ 4 ศึกษาทดลองการล้างสาหร่าย แบ่งออกดังนี้

1. การล้างสาหร่ายแบบให้น้ำไหลผ่าน โดยกำหนดออกเป็น เวลา 4 ตำรับการทดลอง คือ 15, 30, 60 และ 120 ชั่วโมง แล้วล้างด้วยน้ำ 1 ครั้ง ใช้น้ำที่ผ่านการล้างครั้งสุดท้ายไปวิเคราะห์ ค่า TKN (Total Kjeldahl Nitrogen) แอมโมเนีย และฟอสเฟต ผลปรากฏว่า เมื่อกรองน้ำสาหร่ายมาจำนวน 5 ลิตร ใช้น้ำล้างที่มีค่า ความเป็นกรด-ด่าง 6.90 พบว่า ปริมาณของน้ำที่ไหลผ่าน 5.5 ลิตร/นาทิต พบว่าสาหร่ายที่ให้น้ำไหลผ่านเป็นเวลา 120 นาที ใช้น้ำจำนวน 660 ลิตร ได้สาหร่ายจำนวน 10 กรัม น้ำที่ผ่านการล้างมีสีเขียวปนมากกับน้ำ คุณภาพของสาหร่ายได้สะอาดมาก แต่เซลล์แตก การล้างใช้เวลา 60 นาที สาหร่ายมีความสะอาด น้ำไม่มีเมือก ปริมาณสาหร่ายที่ได้ 15 กรัม น้ำที่ผ่านการล้างมีสีเขียวเล็กน้อย เซลล์แตกเล็กน้อย การล้างใช้เวลา 30 นาที สาหร่ายสะอาดแต่น้ำที่ผ่านการล้างมีเมือกเล็กน้อย ปริมาณสาหร่ายที่ได้ 25 กรัม เท่ากับ การล้างใช้เวลา 15 นาที เซลล์ไม่แตก น้ำที่ผ่านการล้างใส ไม่มีสีเขียว เมื่อนำน้ำที่ผ่านการล้างมาวิเคราะห์ ค่า TKN แอมโมเนีย และฟอสเฟต พบว่า ปริมาณของฟอสเฟตที่น้อยที่สุดคือ ใช้เวลา 60 นาที

ดังนั้นการล้างโดยให้น้ำไหลผ่านจำนวน 5.5 ลิตร/นาทิต และมีปริมาณสาหร่ายจำนวน 25 กรัม ควรใช้เวลานาน 30-60 นาที (ตารางที่ 4-23 และ 4-24)

ตารางที่ 4-23 เปรียบเทียบคุณภาพของน้ำที่ผ่านการล้างสาหร่ายโดยใช้น้ำสาหร่ายจำนวน 5 ลิตร ให้น้ำไหลผ่าน ใช้เวลานาน 15 30 60 และ 120 นาที ค่า ความเป็นกรด-ด่างของน้ำที่ใช้ล้าง 6.90 ปริมาณน้ำที่ไหลผ่าน 5.5 ลิตร/นาทิต

เวลาที่น้ำไหลผ่าน (นาทิต)	ลักษณะที่ปรากฏ			
	ความเป็นกรด ด่าง	ปริมาณน้ำที่ใช้ล้าง (ลิตร)	น้ำหนักสาหร่าย ที่ได้(กรัม)	ลักษณะของสาหร่าย ที่พบโดยการสังเกต
15	7.19	82.5	25	ไม่สะอาดมีเมือก
30	7.08	165	25	สะอาดขึ้น เมือกมี น้อยลง
60	7.13	330	15	สะอาดมาก ไม่มีเมือก สาหร่ายแตก หัก
120	7.21	660	10	สะอาดมากที่สุด เมือก ไม่มี สาหร่ายเซลล์แตก น้ำมีสีเขียวมาก

ตารางที่ 4-24 เปรียบเทียบปริมาณของสารที่ได้จากน้ำล้างสาหร่าย โดยใช้น้ำสาหร่ายจำนวน 5 ลิตร ให้น้ำไหลผ่าน ใช้เวลา นาน 15 30 60 และ 120 นาที นำน้ำที่ผ่านการล้างครั้งสุดท้าย มาวิเคราะห์ ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำที่ใช้ในการล้าง ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำที่ใช้ล้าง 6.90 ปริมาณน้ำที่ไหลผ่าน 5.5 ลิตร/นาที

เวลาที่น้ำไหลผ่าน (นาที)	ลักษณะที่ตรวจสอบ		
	TKN (mg/l)	แอมโมเนีย (mg/l)	ฟอสเฟต (µg/l)
15	0.0	0.0	1.58
30	0.0	0.0	0.77
60	0.56	0.0	0.85
120	1.12	0.0	1.45

จากผลการทดลองการล้างโดยปล่อยให้ น้ำไหลผ่าน เป็นเวลานาน 15 30 60 และ 120 นาที ไม่สามารถกำหนดเวลาที่แน่นอนได้ จึงได้ทำการทดลอง กำหนด เวลา การไหลผ่านของน้ำ เป็น 20 30 40 และ 50 นาที ปรากฏผลดังนี้

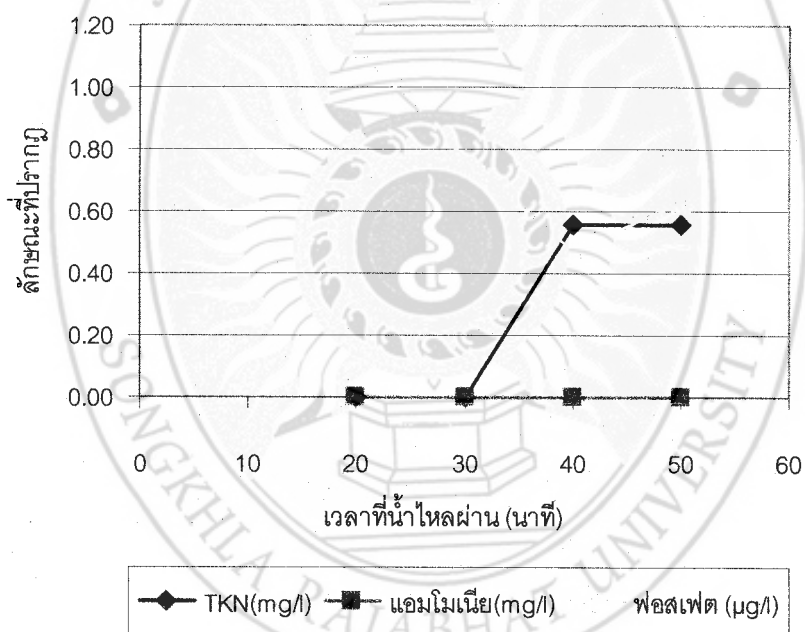
การล้างสาหร่ายเป็นเวลา 30 นาที สาหร่ายมีความสะอาด ค่าความเป็นกรด-ด่าง 7.08 ปริมาณของสาหร่าย 15 กรัม มีค่าเท่ากับ การล้างสาหร่ายใช้เวลา 20 นาที และเซลล์ไม่แตก เป็นเวลาที่เหมาะสม (ตารางที่ 4-25 และ 4-26)

ตารางที่ 4-25 เปรียบเทียบคุณภาพของน้ำที่ผ่านการล้างสาหร่ายโดยใช้น้ำสาหร่ายจำนวน 5 ลิตร ให้น้ำไหลผ่าน ใช้เวลา นาน 20 30 40 และ 50 นาที ค่า ความเป็นกรด-ด่างของน้ำที่ใช้ล้าง 6.90 ปริมาณน้ำที่ไหลผ่าน 5.5 ลิตร/นาที

เวลาที่น้ำ ไหลผ่าน (นาที)	ลักษณะที่ปรากฏ			
	ความเป็น กรดต่าง	ปริมาณน้ำที่ ใช้ล้าง (ลิตร)	น้ำหนักสาหร่าย ที่ได้(กรัม)	ลักษณะของสาหร่ายที่พบโดยการสังเกต
20	7.15	110	15	สะอาดมีเมือกเล็กน้อย
30	7.08	165	15	สะอาดขึ้น ไม่มีเมือก
40	7.11	220	10	สะอาดมาก ไม่มีเมือก สาหร่ายแตก หัก
50	7.19	275	10	สะอาดมากที่สุด ไม่มี เมือก สาหร่ายเซลล์แตก น้ำมีสีเขียวมาก

ตารางที่ 4-26 เปรียบเทียบปริมาณของสารที่ได้จากน้ำล้างสาหร่าย โดยใช้น้ำสาหร่ายจำนวน 5 ลิตร ให้น้ำไหลผ่าน ใช้เวลา นาน 20 30 40 และ 50 นาที นำน้ำที่ผ่านการล้างครั้งสุดท้าย มาวิเคราะห์ ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำที่ใช้ในการล้าง ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำที่ใช้ล้าง 6.90 ปริมาณน้ำ ที่ไหลผ่าน 5.5 ลิตร/นาที

เวลาที่น้ำไหลผ่าน (นาที)	ลักษณะที่ปรากฏ		
	TKN (mg/l)	แอมโมเนีย (mg/l)	ฟอสเฟต (µg/l)
20	0.0	0.0	1.13
30	0.0	0.0	0.77
40	0.56	0.0	0.47
50	0.56	0.0	0.63



ภาพที่ 4-4 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับปริมาณสารที่อยู่ในน้ำที่ผ่านการล้างสาหร่ายครั้งสุดท้าย

2. การล้างสารร่ายโดยให้อยู่ในน้ำปริมาณมาก มีวิธีการดังนี้

ใช้น้ำหนักสารร่าย 50 กรัม/ปริมาณน้ำ 2 4 6 และ 8 ลิตร เป็นเวลา 15 30 และ 60 นาที หลังจากแช่สารร่ายตามตำรับการทดลองที่กำหนด ทำการล้างสารร่ายอีกครั้ง นำน้ำที่ได้มาวิเคราะห์ค่า TKN แอมโมเนีย และฟอสเฟต ผลปรากฏว่า

น้ำที่ผ่านสารร่ายหลังจากแช่ น้ำ ที่มีปริมาณแตกต่างกัน พบว่า เวลา และ ปริมาณน้ำที่ใช้ในการแช่มีผลต่อค่าความเป็นกรดต่างของน้ำที่ผ่านการล้างสารร่าย โดย แช่นาน 60 นาที มีค่าน้อยที่สุด (ตารางที่ 4-27) ปริมาณของ TKN แอมโมเนีย และฟอสเฟต พบว่า ทุกตำรับ การทดลองไม่พบ แอมโมเนีย ส่วนค่า TKN และฟอสเฟต พบอยู่ในน้ำทุกตำรับการทดลอง (ตารางที่ 4-28 และภาพที่ 4-5) ดังนั้นการแช่น้ำโดยใช้ปริมาณน้ำและเวลาที่กำหนดไม่สามารถล้างสารร่ายให้ สะอาดได้

ตารางที่ 4-27 เปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ต่างและอุณหภูมิ ของน้ำล้างที่ผ่านสารร่ายหลังจากแช่ เป็นเวลาแตกต่างกัน โดยมี ค่าความเป็นกรด-ต่าง ของน้ำ ก่อนแช่ 6.90 อุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส

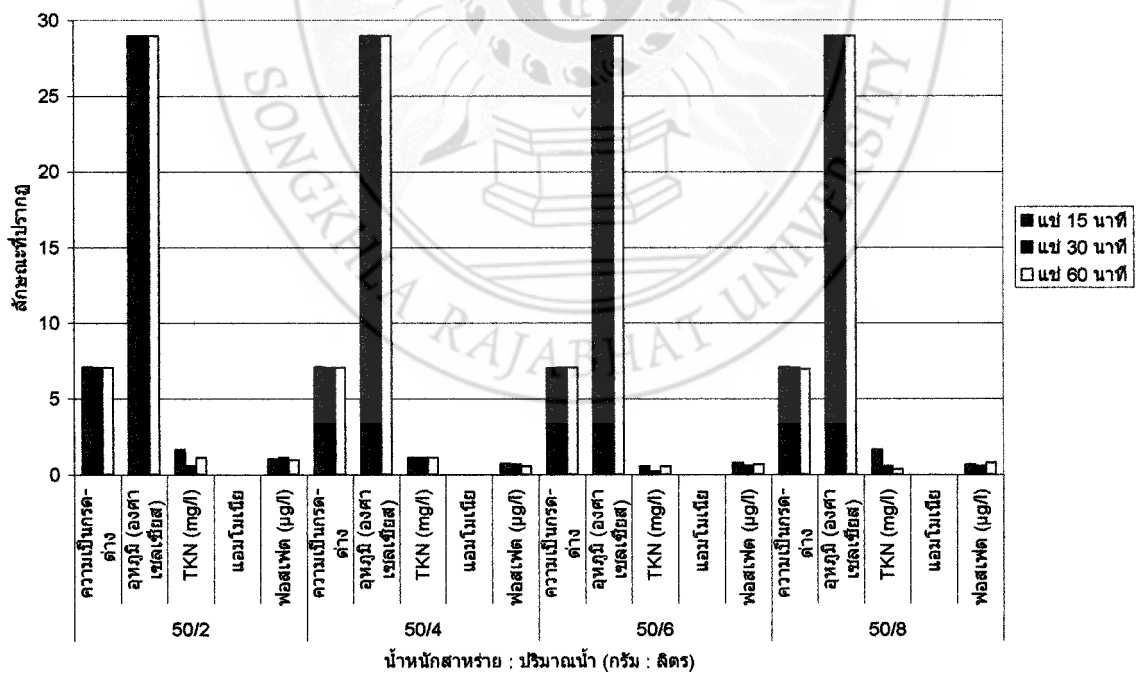
น้ำหนักสารร่าย:ปริมาณน้ำ กรัม : ลิตร	เวลาที่ใช้ในการแช่ (นาที)			
		15	30	60
50/2	pH	7.14	7.09	7.09
	T	29	29	29
50/4	pH	7.12	7.09	7.08
	T	29	29	29
50/6	pH	7.06	7.08	7.09
	T	29	29	29
50/8	pH	7.12	7.09	7.00
	T	29	29	29

pH = ค่าความเป็นกรดต่าง

T = อุณหภูมิ องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4-28 เปรียบเทียบ ค่า TKN แอมโมเนีย และ ฟอสเฟต ในน้ำล้างที่ผ่านสารห่ายหลังจากแช่ เป็นเวลาแตกต่างกัน โดยมี ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำ ก่อนแช่ 6.90 อุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส

น้ำหนักสารห่าย:ปริมาณน้ำ กรัม:ลิตร	เวลาที่ใช้ในการแช่ (นาท)			
		15	30	60
50/2	TKN	1.68 mg/l	0.56 mg/l	1.12 mg/l
	แอมโมเนีย	0.0	0.0	0.0
	ฟอสเฟต	1.02 $\mu\text{g/l}$	1.15 $\mu\text{g/l}$	0.95 $\mu\text{g/l}$
50/4	TKN	1.12 mg/l	1.12 mg/l	1.12 mg/l
	แอมโมเนีย	0.0	0.0	0.0
	ฟอสเฟต	0.75 $\mu\text{g/l}$	0.70 $\mu\text{g/l}$	0.58 $\mu\text{g/l}$
50/6	TKN	0.56 mg/l	0.24 mg/l	0.56 mg/l
	แอมโมเนีย	0.0	0.0	0.0
	ฟอสเฟต	0.80 ($\mu\text{g/l}$)	0.61 ($\mu\text{g/l}$)	0.68 ($\mu\text{g/l}$)
50/8	TKN	1.68 mg/l	0.56 mg/l	0.36 mg/l
	แอมโมเนีย	0.0	0.0	0.0
	ฟอสเฟต	0.68 ($\mu\text{g/l}$)	0.56 ($\mu\text{g/l}$)	0.79 ($\mu\text{g/l}$)



ภาพที่ 4-5 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับปริมาณน้ำที่มีผลต่อคุณภาพของน้ำที่ผ่านสารห่ายหลังการแช่

ตอนที่ 5 ผลจากการสำรวจ แหล่งเพาะเลี้ยงสาหร่าย จำนวน 10 แห่ง ได้นำมาวิเคราะห์ สรุปได้ดังนี้

1. สภาพทั่วไปในการเพาะเลี้ยงสาหร่าย ควรเป็นบริเวณที่โล่ง มีแสงสว่างทั่วถึง ทั้งช่วงเช้า เที่ยง และเย็น ไม่ควรมีต้นไม้ใหญ่อยู่ใกล้บริเวณเพาะเลี้ยง มีแหล่งน้ำที่สมบูรณ์ เป็นน้ำประปา หรือน้ำบ่อ หรือน้ำบาดาล น้ำที่ได้ผลดีควรเป็นน้ำบาดาล มีไฟฟ้าเชื่อมต่อได้สะดวก

2. ลักษณะของโรงเรือน ควรเป็นโรงเรือนที่โปร่ง มีการถ่ายเทอากาศได้ดี มีหลังคาที่ป้องกันน้ำฝน เศษใบไม้และการปนเปื้อนจากวัสดุอื่นๆ การระเหยของน้ำ แสงสามารถผ่านได้สะดวก มีการวางแสงบ้างเล็กน้อยเพื่อลดอุณหภูมิ ระบบไฟฟ้าควรมีอุปกรณ์ควบคุมความปลอดภัยอย่างดี พื้นควรสะอาด มีการระบายน้ำได้สะดวก

3. ภาชนะที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง ควรเป็นภาชนะที่แข็งแรง ไม่ถูกทำลายโดยแสงแดด บ่อมีขนาดแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ ขนาดความลึกของบ่อไม่ควรเกิน 1½ เมตร มีการระบายน้ำและทำความสะอาดได้ง่าย สะดวก การให้ออกซิเจน ต้องทั่วถึง ให้เซลล์ได้รับ ความร้อน ความเข้มของแสง และอาหาร อย่างสม่ำเสมอ ดังนั้นควรมีการกวนน้ำ ใช้เครื่องเป่าอากาศ หรือไม้พายกวน แต่ต้องไม่ทำให้ตะกอนก้นบ่อฟุ้งกระจาย ความแรงของเครื่องบีบหรือเครื่องควบคุมไม้พาย ต้องเป็นไปอย่างช้าๆ แรงมากทำให้สาหร่ายซ้ำ เส้นสาหร่ายขาด หักได้

4. วิธีการเพาะเลี้ยง สาหร่ายที่เหมาะสมในการบริโภคควรเป็นสาหร่ายที่เส้นตรง แข็งแรง สายยาว กลิ่นไม่คาว ไม่ระคายเคืองคอเมื่อรับประทาน สาหร่ายที่มีรูปร่างเป็นเกลียวมีเส้นสั้นเมื่อนำมา รับประทาน จะระคายเคืองคอ มีกลิ่นคาวเล็กน้อย ปริมาณหัวเชื้อที่ใช้เริ่มต้นใช้ได้หลายความเข้มข้น ตั้งแต่ ½ ถึง 1/40 โดยหัวเชื้อมีความเข้มข้น 1 ช้อนชา/1 ลิตร หัวเชื้อที่ดีต้องเป็นหัวเชื้อที่แยกมาจากสาหร่าย และเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ แล้วนำมาเลี้ยงในบ่อเพาะเลี้ยง ดีกว่าที่ได้มาจากการเลี้ยงในบ่อเพาะเลี้ยงติดต่อกัน อาหารเพาะเลี้ยงที่นิยมนำมาเลี้ยงได้ผลดีคือ อาหารที่ใช้สารเคมี 9 ชนิด เรียกว่าสูตร 9 ตัว ค่าความเป็นกรดต่างที่เพาะเลี้ยงอยู่ในช่วง 8-11 อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 28-35 องศาเซลเซียส

5. การเก็บเกี่ยวสาหร่าย สาหร่ายที่เจริญเต็มที่พร้อมเก็บเกี่ยว จะมีอายุได้ 7-15 วัน อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บสาหร่ายควรเป็นผ้ากรองที่มีขนาดของรูไม่เกิน 60 ไมครอน และผ้ากรองหยาบเพื่อกรองสิ่งปนเปื้อนที่มีขนาดใหญ่ มีวิธีการเก็บเกี่ยวได้หลายแบบ ได้แก่ใช้วิธีการช้อนตักสาหร่ายโดยตรง ใช้กาลักน้ำ ใช้เครื่องบีบน้ำดูดสาหร่าย การเก็บเกี่ยวควรระมัดระวัง ไม่ให้สาหร่ายซ้ำหรือ เซลล์แตก ควรรักษาระดับของอุณหภูมิไม่ให้ร้อน ควรเก็บในช่วงอากาศเย็น การเก็บสามารถทยอยเก็บทุกวัน หรือเก็บให้หมดถึง

6. การล้างสาหร่าย การล้างสาหร่ายควรมีหลักเกณฑ์ดังนี้คือ ล้างให้ปุ๋ยที่อยู่ในสาหร่ายหมด สาหร่ายสิ้น แว่ววาว ไหลกลิ้งได้ในถุงพลาสติก น้ำที่ผ่านครั้งสุดท้ายในการล้างจะไม่เมือก เชลล์ไม่แตกและซำ สาหร่ายไม่หักเป็นท่อน น้ำที่ฉีดล้างควรฉีดพ่นเป็นฝอยเบาๆ ให้ทั่วสาหร่าย น้ำที่ใช้ล้างควรเป็นน้ำที่สะอาด

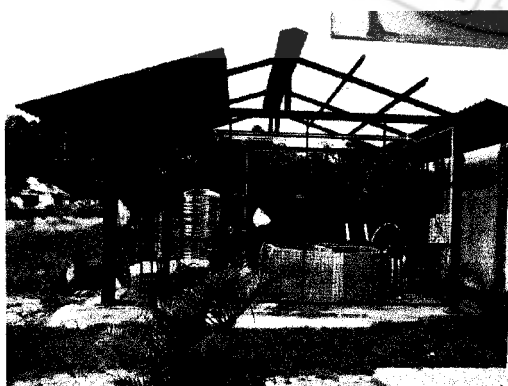
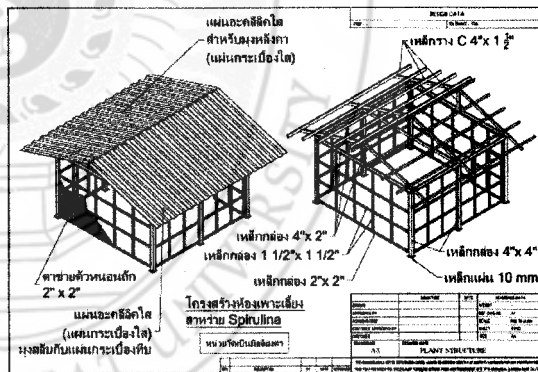
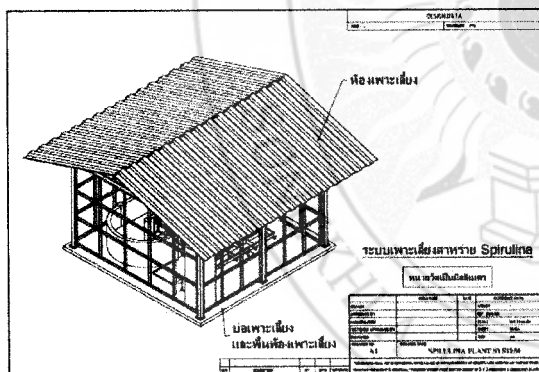
7. การเก็บรักษา การเก็บรักษาส่วนใหญ่เก็บรักษาในตู้เย็นใต้ช่องน้ำแข็ง หลักเกณฑ์ทั่วไปคือ ให้สาหร่ายได้รับความเย็นตลอดเวลา ไม่ให้เชลล์แตก ไม่ให้มีกลิ่นคาว สีไม่เปลี่ยน รสไม่เปรี้ยว

5.1 จากการประเมินผลดังกล่าวได้ออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงดังนี้

1. ที่ตั้งและลักษณะโรงเรือนที่ใช้เพาะเลี้ยง

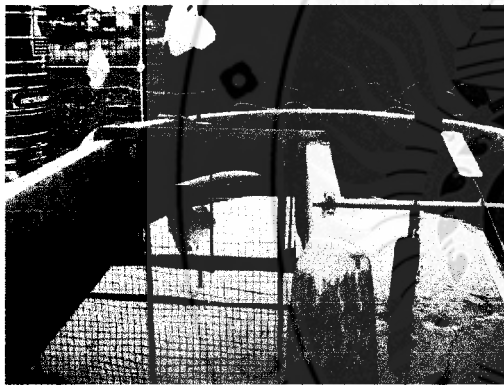
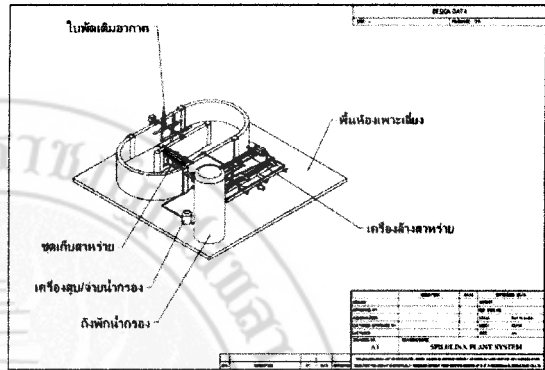
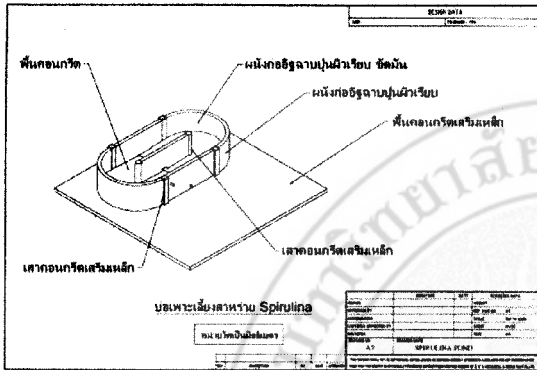
ที่ตั้งของโรงเรือน ได้กำหนดบริเวณอาคารเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา เป็นบริเวณที่โล่ง น้ำท่วมไม่ถึง ไม่มีต้นไม้ใหญ่บัง ช้างๆ โรงเรือนมีปอเลี้ยงปลา พื้นที่เดิมเป็นที่ลุ่ม ได้ทำการถมที่ให้สูงขึ้น

ลักษณะของโรงเรือน โรงเรือนมีขนาด 4,700x4,700 มิลลิเมตร สูง 2,850 มิลลิเมตร พื้นลาดด้วยซีเมนต์ หลังคาเป็นรูปจั่ว ปิดด้วยแผ่นอะคริลิก สำหรับมุงหลังคา (กระเบื้องใส) และมุงสลับกับแผ่นกระเบื้องทึบ ผนังทั้งสี่ด้านปิดด้วยเหล็กกล่อง ขนาด 4x4 นิ้ว และปิดทับด้วยตาข่ายตัวหนอนถัก 2x2 นิ้ว (ภาพที่ 4-6)

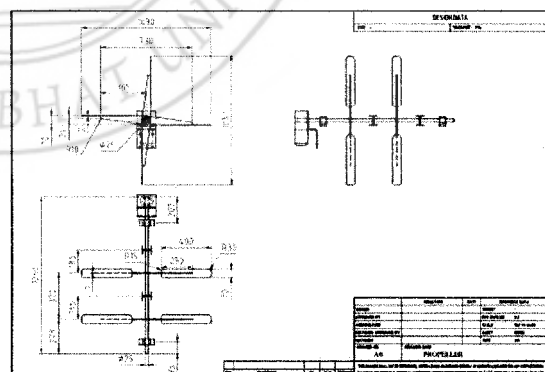
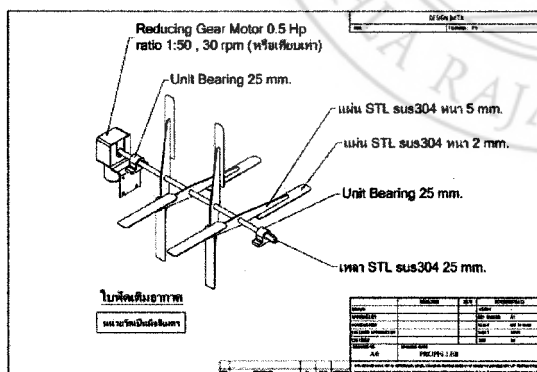


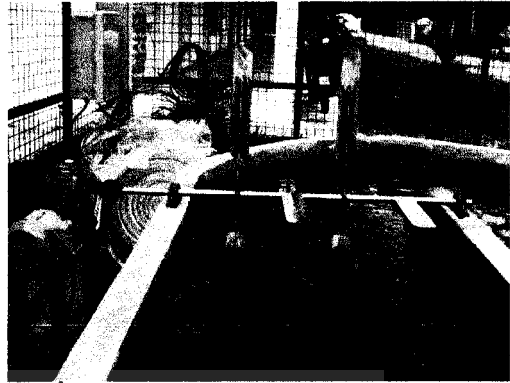
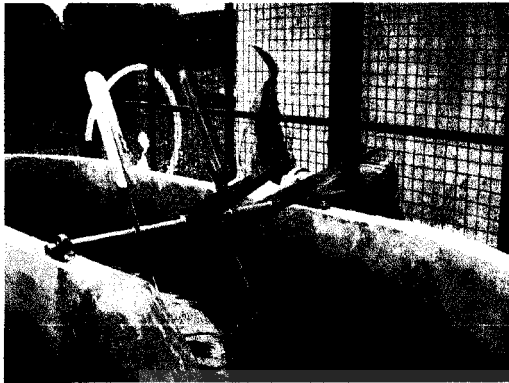
ภาพที่ 4-6 โรงเรือนเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูไลนา

2. บ่อเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลีนา เป็นบ่อคอนกรีต รูปไข่ ยาว 4,000 มิลลิเมตร กว้าง 2,000 มิลลิเมตร ลึก 800 มิลลิเมตร ตรงกลางบ่อมีแท่งคอนกรีตกั้นตามยาวของบ่อ พื้นเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก ผนังบ่อก่ออิฐฉาบปูนผิวเรียบ ชัดมัน (ภาพที่ 4-7) มีใบพัดเติมอากาศ 1 ชุด ประกอบด้วย Reducing Gear Motor 0.5 Hp ใบพัดเป็นแผ่น สเตลเลส จำนวน 4 ใบ (ภาพที่ 4-8)



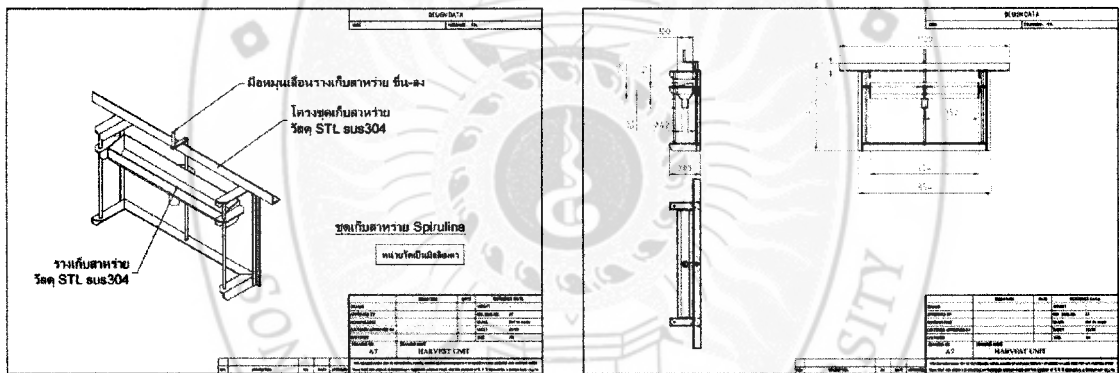
ภาพที่ 4-7 บ่อเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลีนา





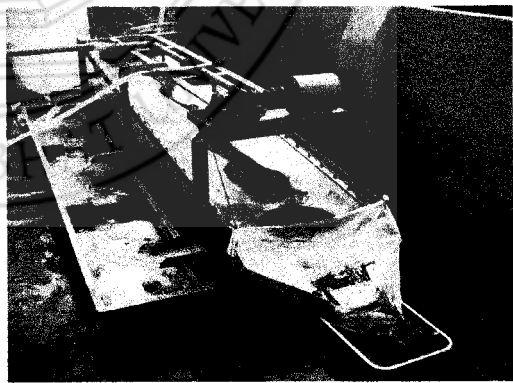
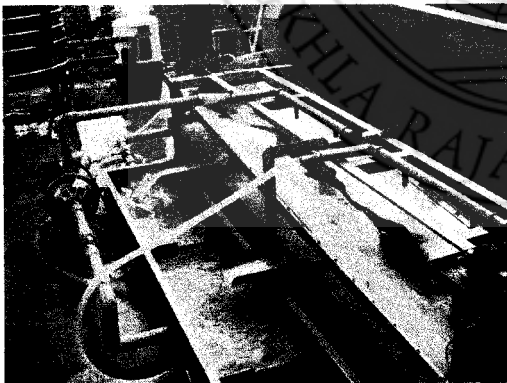
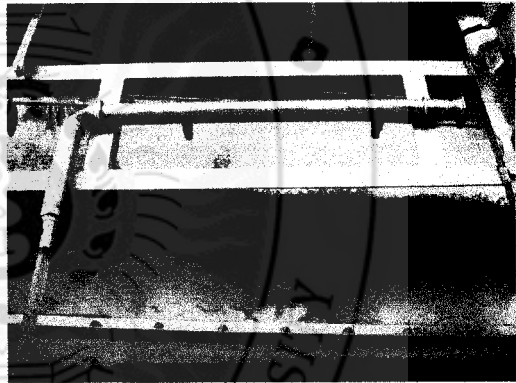
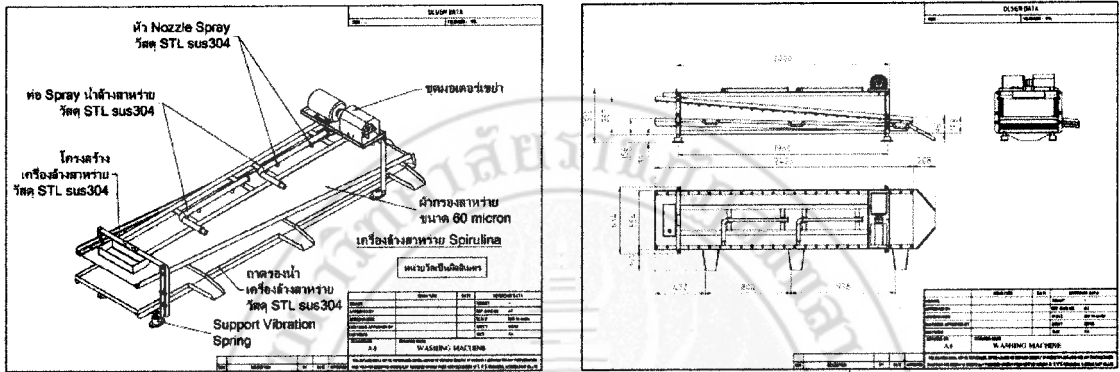
ภาพที่ 4-8 ใ้บ่พัดเติมอากาศในบ่พอะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูไลนา

3. ชุดเก็บสาหร่ายสไปรูไลนา ชุดเก็บสาหร่ายสไปรูไลนา ประกอบด้วย รางเก็บสาหร่าย ทำด้วยสแตนเลส มีมือหมุนเลื่อนรางเก็บสาหร่าย ขึ้น-ลง ใช้หลักให้น้ำไหลผ่าน มีสายยางต่อเจาะผ่านผนังบ่พอะเลี้ยง เพื่อปล่อยน้ำสาหร่ายไปยังเครื่องล้าง (ภาพที่ 4-9)



ภาพที่ 4-9 ภาพถ่ายชุดเก็บสาหร่ายสไปรูไลนา

4. เครื่องล้างสาหร่าย เครื่องล้างสาหร่ายอาศัยหลัก การฉีดพ่นน้ำบนสาหร่าย พ่นน้ำ เป็นฝอยเล็กลงบนสาหร่าย และให้สาหร่ายไหลลงมายังถุงเก็บสาหร่ายอย่างช้าๆ ประกอบด้วย ถาดรองน้ำ เครื่องล้างสาหร่าย ผ้ากรองสาหร่ายขนาด 60 ไมครอน ถาดรองรับน้ำสาหร่ายจากชุดเก็บสาหร่าย ท่อ Spray น้ำล้างสาหร่าย หัว Nozzle Spray และชุดมอเตอร์เขย่า (ภาพที่ 4-10)



ภาพที่ 4-10 เครื่องล้างสาหร่ายสไปรูไลนา

5.2 ทดสอบโรงเรือนและบ่อเพาะเลี้ยง โดยการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลีนา ในบ่อเพาะเลี้ยง ผลปรากฏดังนี้

จากผลการทดลองตอนที่ 3 พบว่าสาหร่ายให้ผลผลิตสูงเมื่อใช้สูตรอาหารที่ปรับปรุง ในดำรับ การทดลองที่ 1 จึงนำสูตรอาหารดังกล่าวมาเพาะเลี้ยงสาหร่ายในบ่อเพาะเลี้ยงที่สร้างขึ้น โดยใช้ น้ำ เเพาะเลี้ยง 3 ½ ตัน หัวเชื้อ 1 ½ กิโลกรัม เป็นเวลา 10 วัน นับตั้งแต่วันที่เพาะเลี้ยงได้ 10 วัน จะทำ การเก็บสาหร่ายทุกวัน วันละ 1 กิโลกรัม ผลปรากฏว่า ในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสามารถเก็บสาหร่าย ได้ติดต่อกันทุกวัน วันละ 1 กิโลกรัม เป็นเวลา 11 วัน หลังจากนั้นสาหร่ายจะมีขนาดเล็กลง บางส่วน ผ่านเครื่องกรองได้ ทำให้น้ำกรอมมีสีเขียว ได้ทำการล้างบ่อ และเพาะเลี้ยงใหม่เป็นเวลา 10 วัน ผล การทดลองเป็นดังนี้

ปัจจัยภายนอกที่ปรากฏ

ค่าความเป็นกรดต่างของอาหารเพาะเลี้ยง อยู่ระหว่าง 8.25-9.23 โดยเริ่มต้นเพาะเลี้ยง สาหร่ายสไปรูลีนา อาหารเพาะเลี้ยงมีค่าความเป็นกรดต่าง 8.25 เมื่อสาหร่ายมีอายุมากขึ้น ค่าความ เป็นกรดต่างจะเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 4-29 และ ภาพที่ 4-11)

ตารางที่ 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)

วันที่ เวลา	pH		ความเข้มข้น (ลิกซ์)		อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)		อุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส)	
	10.00	13.30	10.00	13.30	10.00	13.30	10.00	13.30
30 มิ.ย. 49 ¹		8.25		22700		30		31
1 ก.ค. 49	8.50	8.46	22500	38200	29	29	30	33
2 ก.ค. 49 ²	8.64	8.62	22100	36400	28	30	30	31
3 ก.ค. 49	8.68	8.70	97600	29600	28	29	31	32
4 ก.ค. 49	8.77	8.79	42200	35100	27	29	31	33
5 ก.ค. 49	8.83	8.80	37400	59400	27	29	29	31
6 ก.ค. 49	8.85	8.94	130800	10850	28	29	30	33
7 ก.ค. 49	8.96	8.99	98400	18400	29	29	31	30
8 ก.ค. 49	8.90	8.96	25300	90500	28	29	30	31
9 ก.ค. 49	8.97	8.99	53500	10320	28	29	30	32

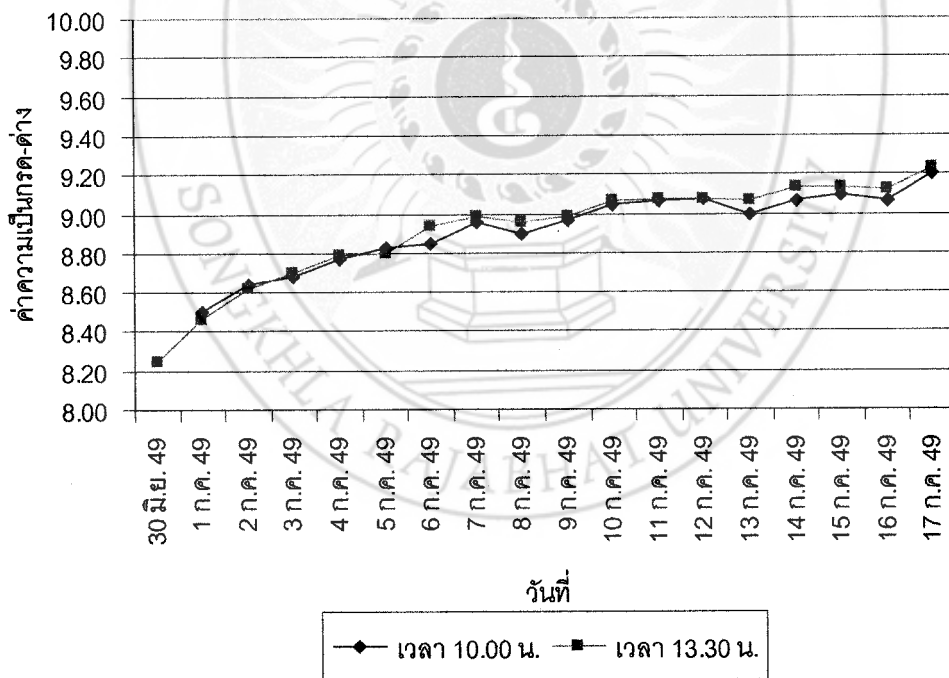
ตารางที่ 4-29 (ต่อ)

วันที่ เวลา	pH		ความเข้มข้น (ลักรี)		อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)		อุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส)	
	10.00	13.30	10.00	13.30	10.00	13.30	10.00	13.30
10 ก.ค. 49 ³	9.04	9.06	31500	34500	28	29	28	30
11 ก.ค. 49	9.06	9.07	25200	54300	27	28	28	31
12 ก.ค. 49	9.07	9.07	23200	19400	27	28	28	27
13 ก.ค. 49	9.00	9.06	41000	90600	28	29	31	32
14 ก.ค. 49	9.06	9.13	51900	7000	27	28	31	28
15 ก.ค. 49	9.09	9.13	54300	69300	28	29	31	32
16 ก.ค. 49	9.06	9.12	35400	15200	28	29	30	28
17 ก.ค. 49	9.20	9.23	15000	48700	28	29	30	31

1 = ความเร็วรอบ 600 รอบ/นาที

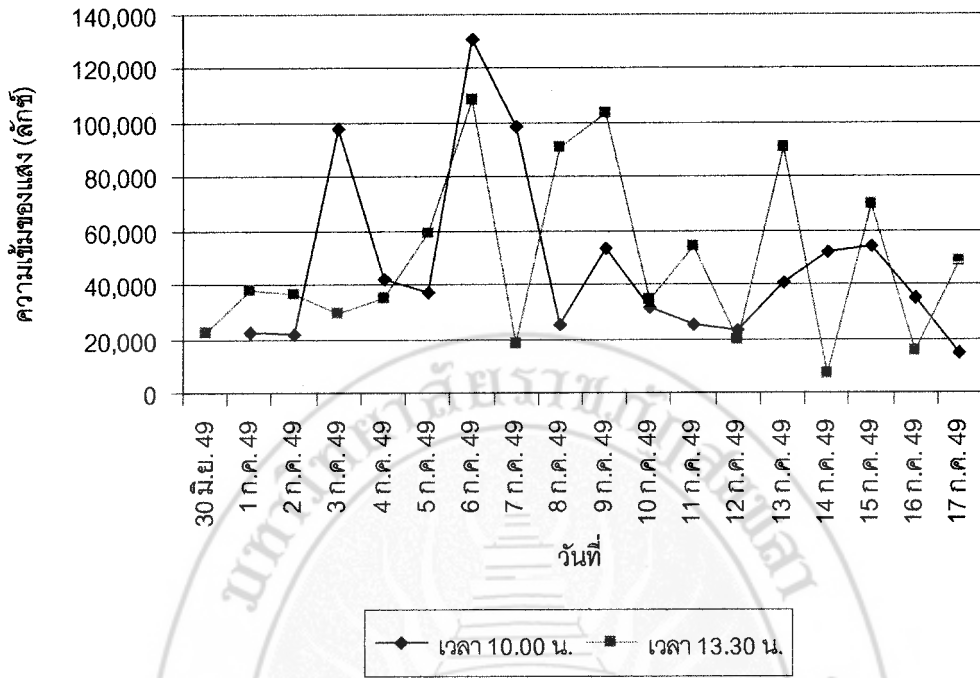
2 = ความเร็วรอบ 509 รอบ/นาที

3 = เริ่มเก็บสาหร่าย 1 กิโลกรัม

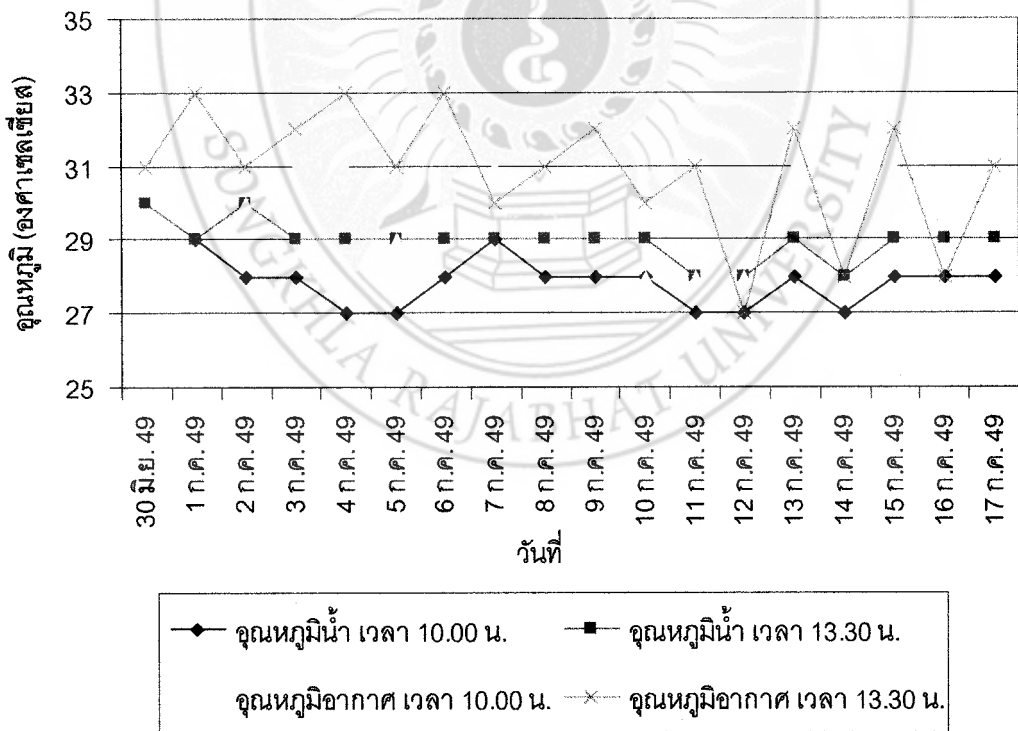


ภาพที่ 4-11 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดต่างของอาหารเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลินาที่เลี้ยงในบ่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 17 วัน

ความเข้มข้นของแสง อยู่ระหว่าง 7,000 ถึง 130,800 ลักรี อุณหภูมิน้ำ ระหว่าง 27-30 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของอากาศในโรงเรือน 27-33 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4-12 ความเข้มแสง ของสารฆ่าสปอร์ไลนาที่เลี้ยงในปอเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 17 วัน

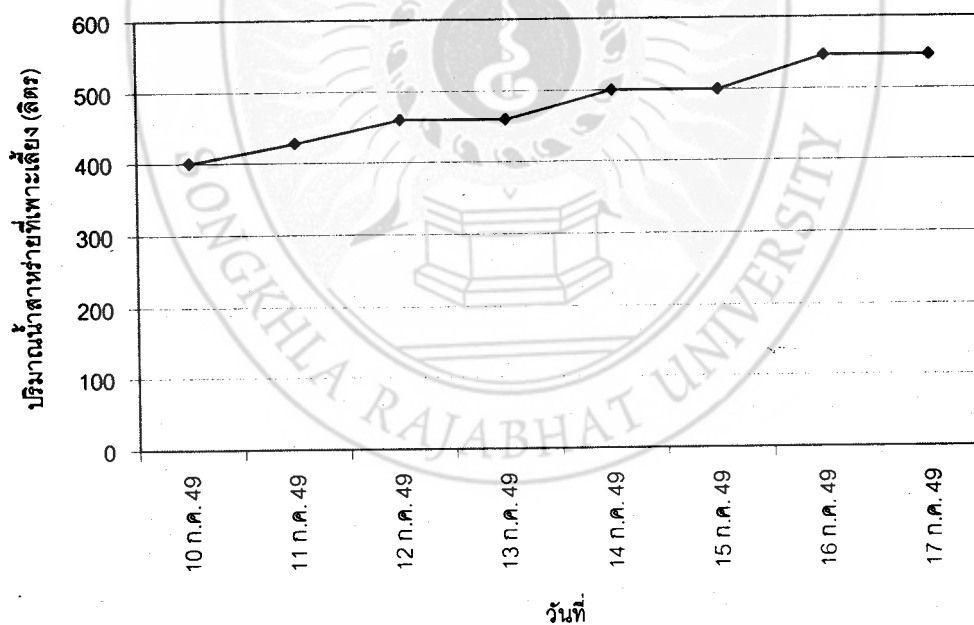


ภาพที่ 4-13 อุณหภูมิในน้ำ อากาศ ในแต่ละวัน

ผลผลิตที่ได้จากการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลีนาในเรือนเพาะเลี้ยง เมื่อวันที่ 30 มิถุนายน 2549 -17 กรกฎาคม 2549 ปรากฏดังตารางที่ 4-30

ตารางที่ 4-30 ผลการเก็บตัวอย่างสาหร่ายจากบ่อเลี้ยงสาหร่าย ในเรือนเพาะเลี้ยง เริ่มเลี้ยง 30 มิถุนายน 2549 เก็บสาหร่าย 10 กรกฎาคม 2549

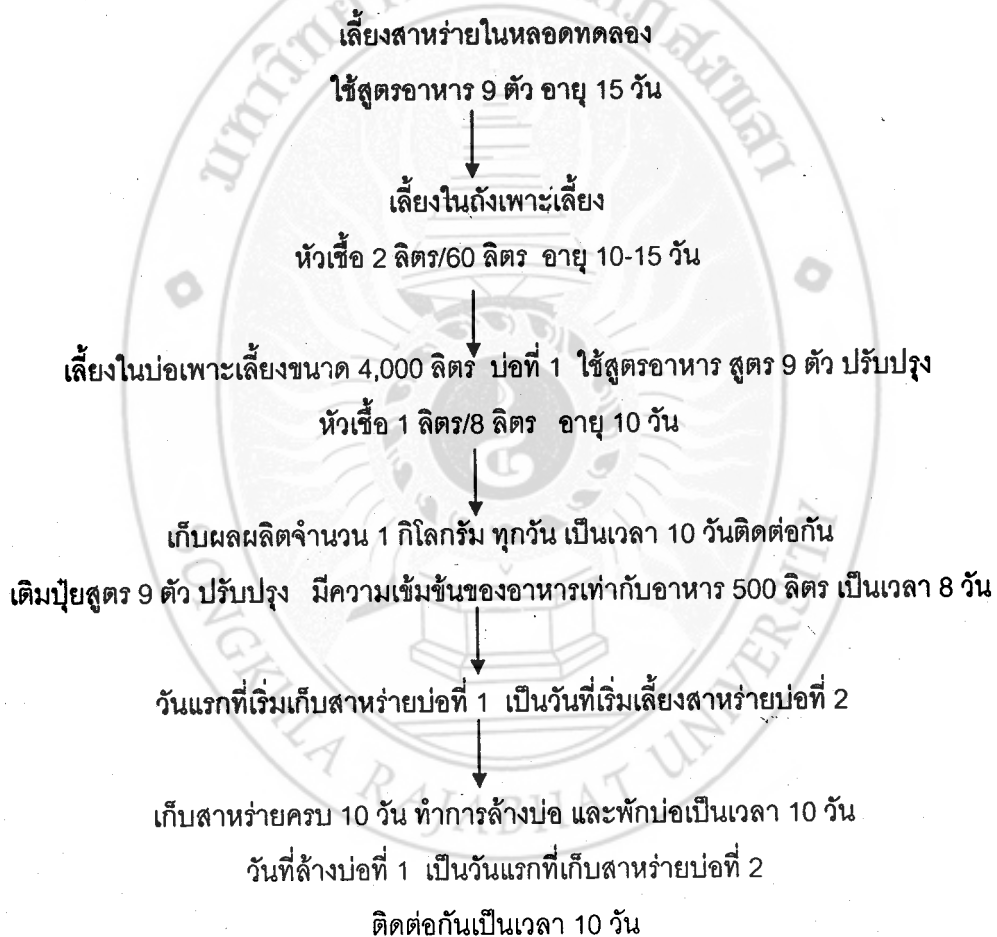
วัน เดือน ปี	เวลา	จำนวนน้ำสาหร่าย (ลิตร)	จำนวนสาหร่าย ที่ได้ (กรัม)
10/7/2549 (เลี้ยงได้ 10 วัน)	9.00-10.00	400	1,000
11/7/49	9.00-10.00	428	1,000
12/7/49	9.00-12.00	461	1,000
13/7/49	9.00-12.00	461	1,000
14/7/49	8.30-12.00	500	1,000
15/7/49	8.30-12.00	500	1,000
16/7/49	9.30-12.00	545	1,000
17/7/49	9.00-12.00	545	1,000



ภาพที่ 4-14 ปริมาณน้ำสาหร่ายที่เพาะเลี้ยงซึ่งสามารถเก็บ สาหร่ายได้หนัก 1 กิโลกรัม จากบ่อเพาะเลี้ยง โดยเก็บติดต่อกันทุกวัน เป็นเวลา 10 วัน

สาหร่ายที่เลี้ยงได้ 20 วัน สาหร่ายจะมีเซลล์เล็ก จึงต้องทำการเก็บและล้างบ่อ หลังจากวันที่ 17 กรกฎาคม 2549 ได้ทำการเพาะเลี้ยงสาหร่ายในบ่อเพาะเลี้ยงใหม่ โดยนำเชื้อพันธุ์สาหร่ายจากการแยกในห้องปฏิบัติการมาเพาะเลี้ยงในบ่อ เป็นเวลา 10 วัน เก็บและประเมินผลโดยการกรองสาหร่าย ซึ่งน้ำหนักสดสาหร่ายที่ได้ พบว่าได้สาหร่าย 4000 กรัม/1,000 ลิตร

ดังนั้นในการเลี้ยงสาหร่าย เพื่อเก็บผลผลิตติดต่อกันทุกวัน จะต้องสร้างบ่อเพาะเลี้ยงที่มีขนาด 4 ตัน จำนวน 2 บ่อ



ภาพที่ 4-15 ขั้นตอนการเพาะเลี้ยงสาหร่ายในบ่อเพาะเลี้ยงที่มีขนาด 4,000 ลิตร เพื่อเก็บผลผลิตจำนวน 1 กิโลกรัมทุกวัน

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสาหร่ายที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในบ่อเพาะเลี้ยงผลปรากฏดังนี้

ตารางที่ 4-31 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของสาหร่ายสไปรูไลนาที่เพาะเลี้ยงในบ่อเพาะเลี้ยง

คุณสมบัติ	ค่าเฉลี่ย
1. เด้า (%)	4.530
2. โปรตีน (%)	65.670
3. ลิปิด (%)	0.130
4. เส้นใย (%)	1.120
5. ความชื้น (%)	88.170
6. คาร์โบไฮเดรต (%)	28.550
7. เบต้า-แคโรทีน (มิลลิกรัม/100 กรัม)	0.163
8. คลอโรฟิลล์รวม (มิลลิกรัม/ กรัม น้ำหนักสด)	3.160
9. คลอโรฟิลล์เอ (มิลลิกรัม/ กรัม น้ำหนักสด)	0.060
10. ไฟโคไซยานิน (มิลลิกรัม/ กรัม น้ำหนักสด)	8.850
11. แคลเซียม (มิลลิกรัม/กิโลกรัมของน้ำหนักเด้า)	ไม่พบ
13. ตะกั่ว (มิลลิกรัม/กิโลกรัมของน้ำหนักเด้า)	ไม่พบ
14. เหล็ก (มิลลิกรัม/กิโลกรัมของน้ำหนักเด้า)	15,830.000
15. แคลเซียม (มิลลิกรัม/กิโลกรัมของน้ำหนักเด้า)	60,360.000

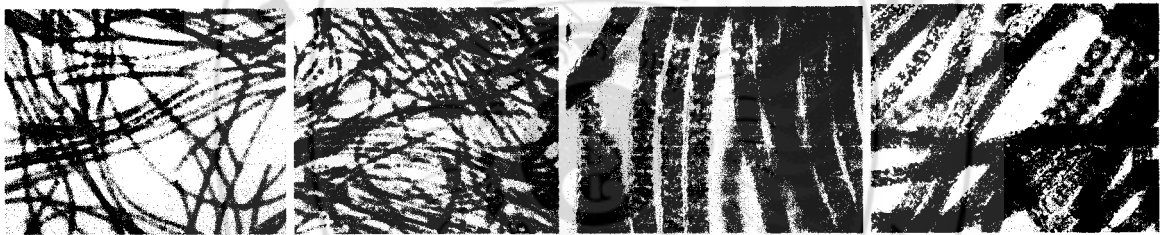
5.3 ทดสอบเครื่องมือล้างสาหร่าย โดยทำการเก็บสาหร่ายจำนวน 1 กิโลกรัม ผลปรากฏดังนี้ การล้างสาหร่ายโดยใช้เครื่องมือล้าง เก็บสาหร่ายจำนวน 1 กิโลกรัม ใช้เวลา 24 นาที แตกต่างจากการล้างโดยใช้คน ใช้เวลา 160 นาที ปริมาณน้ำที่ใช้มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 4-32) ความสะอาดของสาหร่ายเมื่อนำน้ำที่ผ่านการล้างครั้งสุดท้ายมาตรวจสอบ ผลปรากฏว่าไม่พบ ค่า TKN และ แอมโมเนีย พบค่าฟอสเฟต $0.74 \mu\text{g/l}$ ได้ตรวจสอบสิ่งปนเปื้อนด้วยกล้องจุลทรรศน์พบว่าไม่มีซากพืชอยู่ 6 ชิ้น / 0.1 กรัม มีจุลินทรีย์รวม $9.7 \times 10^2 \text{ CFU/g}$ น้อยกว่าแหล่งเพาะเลี้ยงอื่น ไม่พบโคลิฟอร์มและ *S.aureus* (ตารางที่ 4-36 ภาพที่ 4-16 และ 4-17) ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่าสาหร่ายที่เพาะเลี้ยงในบ่อเพาะของมหาวิทยาลัยราชภัฏมีปริมาณโปรตีน 65.67 ใกล้เคียงกับ สงขลา 1 ส่วนสารอื่นไม่มีความแตกต่างจากแหล่งเพาะเลี้ยงอื่น (ตารางที่ 4-36 และ 4-37)

ตารางที่ 4-32 เปรียบเทียบการเก็บและการล้างสาหร่ายจำนวน 1 กิโลกรัม โดยใช้แรงคน เก็บด้วยสวิงและล้างด้วยแรงคน กับใช้เครื่องล้างที่ได้ทำการผลิตขึ้น

ปัจจัยที่ตรวจสอบ	การใช้แรงคน (1 คน)		การใช้ชุดเก็บและเครื่องล้าง	
	การเก็บ	การล้าง	การเก็บ	การล้าง
เวลาที่ใช้ในการล้างสาหร่าย (นาที)	12	160	เก็บพร้อมกับล้าง	24
ปริมาณน้ำที่ใช้ล้าง (ลิตร)	-	562	-	380

ตารางที่ 4-33 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณ TKN แอมโมเนีย และฟอสเฟต ในน้ำที่ผ่านการล้างสาหร่ายจำนวน 1 กิโลกรัม โดยใช้เครื่องมือล้างสาหร่าย ค่าความเป็นกรดต่างของน้ำที่ใช้ล้าง คือ 6.9

ปริมาณน้ำที่ใช้ในการล้าง	ลักษณะที่ปรากฏ			
	TKN (mg/l)	แอมโมเนีย (mg/l)	ฟอสเฟต (µg/l)	ความเป็นกรด-ด่าง
ใช้น้ำ 380 ลิตร	0.00	0.0	0.74	7.0



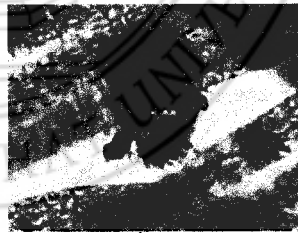
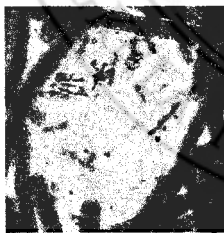
(100 X)

(100 X)

(400X)

(400 X)

ภาพที่ 4-16 สาหร่ายที่เลี้ยงในบ่อเพาะเลี้ยงที่ผ่านการล้างด้วยเครื่องล้างสาหร่าย



ภาพที่ 4-17 ไดอะตอมและวัสดุกที่ปนเปื้อนในสาหร่ายสไปรูลินาที่ผ่านการล้างด้วยเครื่องล้าง (400x)



(100X)



(400X)



(400X)

ภาพที่ 4-18 สาหร่ายสไปรูไลนาที่เลี้ยงในบ่อเพาะเลี้ยง มีรูปร่าง 2 แบบ คือ รูปร่างเส้นตรง และเป็นเกลียว



(400X)

(400X)

ภาพที่ 4-19 สารที่ปนเปื้อนในสาหร่ายที่ผ่านการล้างโดยใช้เครื่องล้างสาหร่าย

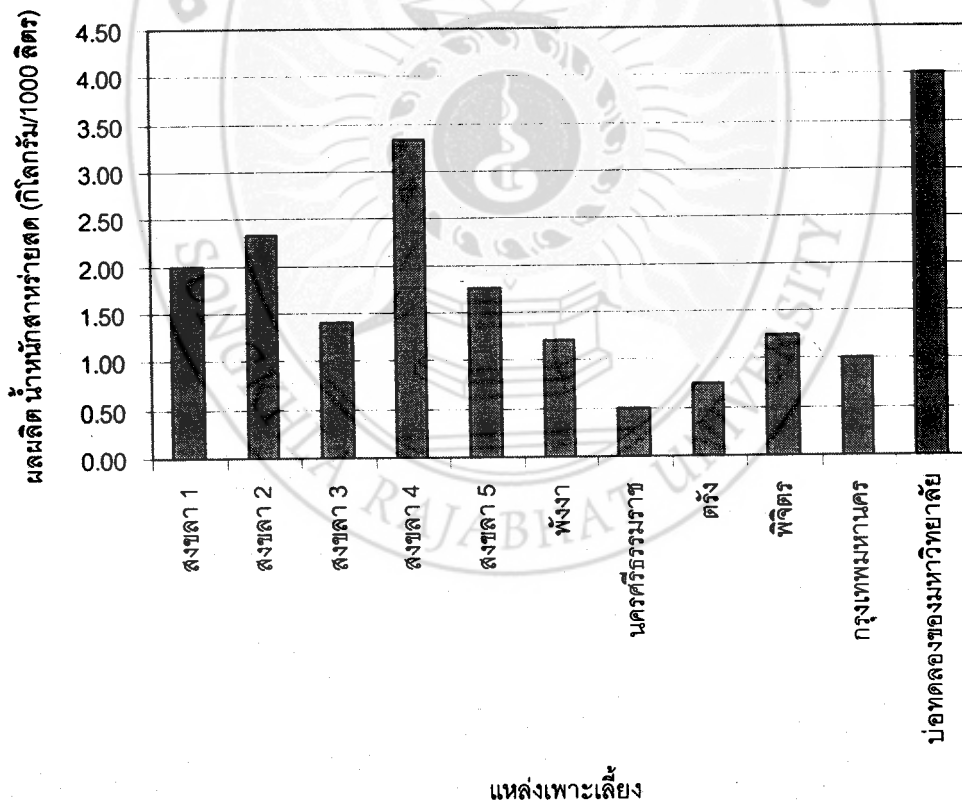
ตารางที่ 4-34 ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนของสาหร่ายจากเชื้อจุลินทรีย์

รายการวิเคราะห์	สาหร่ายที่เพาะเลี้ยงในโรงเรือน
1. จำนวนจุลินทรีย์รวม (CFU/g)	973
2. ทา(CFU/g)	40
3. โคลิฟอร์ม (MPN/g)	neg
4. ฟิคัลโคลิฟอร์ม (MPN/g)	neg
5. อี คอไล (MPN/g)	neg
6. <i>Vibrio parahaemolyticus</i> /g	neg
7. <i>Staphylococcus aureus</i> /g	neg

neg = negative

ตารางที่ 4-35 เปรียบเทียบผลผลิตสาหร่ายสดจากแหล่งสำรวจต่างๆ กับบ่อบำบัดที่สร้างขึ้น

แหล่งเพาะเลี้ยง	ผลผลิต น้ำหนักสาหร่ายสด (กิโลกรัม/1000 ลิตร)
สงขลา 1	2.00
สงขลา 2	2.33
สงขลา 3	1.40
สงขลา 4	3.33
สงขลา 5	1.75
พังงา	1.20
นครศรีธรรมราช	0.50
ตรัง	0.75
พิจิตร	1.25
กรุงเทพมหานคร	1.00
บ่อบำบัดของมหาวิทยาลัย	4.00



ภาพที่ 4-20 เปรียบเทียบผลผลิตสาหร่ายสดจากแหล่งสำรวจต่างๆ กับบ่อบำบัดที่สร้างขึ้น

ตารางที่ 4-36 การวิเคราะห์คุณค่าทางจุลชีววิทยาของสาหร่ายสด จากแหล่งเพาะเลี้ยงต่างๆ

แหล่งเพาะเลี้ยง	ปริมาณ ซากพืช, สัตว์ (ชิ้น/0.1 กรัม)	ปริมาณ สิ่งมีชีวิตชั้นต่ำ (ตัว/0.1 กรัม)	จุลินทรีย์ รวม (CFU/g)	รา	โคลิฟอร์ม E.coli	S.aureus
สงขลา 1	7	9	2.8×10^3	37	negative	negative
สงขลา 2	8	6	5.2×10^3	10	negative	negative
สงขลา 3	31	67	8.9×10^3	10	negative	negative
สงขลา 4	46	82	4.6×10^3	1.5×10^3	negative	negative
พังงา	10	7	2.5×10^3	330	negative	negative
นครศรีธรรมราช	29	53	3.5×10^3	20	negative	negative
บ่อทดลองของ มหาวิทยาลัย	6	2	9.7×10^2	40	negative	negative

ตารางที่ 4-37 ผลวิเคราะห์องค์ประกอบเคมีของสาหร่ายสไปรูไลนาสด จากแหล่งสำรวจต่างๆ กับบ่อ
เพาะเลี้ยงของมหาวิทยาลัยราชภัฏ

แหล่งเพาะเลี้ยง	ความชื้น (%)	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	เส้นใย (%)	คาร์โบไฮเดรต (%)	เถ้า (%)
สงขลา 1	90.53	67.52	0.168	1.74	26.32	4.15
สงขลา 2	92.97	37.33	0.269	15.12	43.47	3.91
สงขลา 3	88.78	40.61	0.196	1.13	54.21	3.85
สงขลา 4	90.84	63.63	0.400	3.05	27.46	5.46
นครศรีธรรมราช	94.48	42.42	0.370	2.26	51.01	3.94
พังงา	90.49	57.73	0.780	3.32	35.92	1.25
บ่อทดลองของ มหาวิทยาลัย	88.17	65.67	0.130	1.12	28.55	4.53

ตอนที่ 6 ศึกษาทดลองการเก็บรักษาสาหร่ายสดในสภาพแตกต่างกัน 3 วิธีคือ เก็บในน้ำแข็ง (0 องศาเซลเซียส) ได้ช่องแช่แข็งของตู้เย็น (7 องศาเซลเซียส) และช่องแช่แข็ง (0 องศาเซลเซียส) ที่เก็บไว้เป็นเวลา 7 วัน โดยใช้ประสาทสัมผัส ปรากฏผลดังนี้

เมื่อเก็บสาหร่ายสดเป็นเวลา 7 วัน พบว่า สาหร่ายที่เก็บไว้ได้ช่องน้ำแข็งของตู้เย็น มีรส และการยอมรับของผู้บริโภค มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ 3.0 และ 2.6 ส่วนสาหร่ายที่เก็บในช่องแช่แข็งมีค่าเฉลี่ยของคุณภาพสูงสุด คือ เฉลี่ย 3.0 ค่าเฉลี่ยของ กลิ่น รส ที่ต่ำสุดได้แก่สาหร่ายที่เก็บในช่องแช่แข็ง (ตารางที่ 4-38) เนื้อสัมผัสของสาหร่ายพบว่า สาหร่ายที่สดจะมีลักษณะเหนียว ลื่นเมื่อกิน สาหร่ายที่ไม่สดเนื้อสัมผัสจะละเอียด ไม่เหนียว เซลล์จะหักเป็นท่อนๆ มีน้ำเหลว สีของสาหร่ายที่ไม่สดจะสีน้ำตาลเงินเกือบดำ และมีกลิ่นคาว

ตารางที่ 4-38 ค่าเฉลี่ยผลการประเมินคุณภาพของสาหร่ายสไปรูไลนาสดที่เก็บในอุณหภูมิแตกต่างกัน 3 ตำรับการทดลอง เป็นเวลา 7 วัน โดยใช้ผู้ตรวจสอบ 7 คน กำหนดระดับคะแนน คุณภาพที่ดีที่สุด จนถึงต่ำสุด คือ 5 4 3 2 และ 1 ตามลำดับ

ลักษณะคุณภาพ	วิธีการเก็บรักษา	ค่าเฉลี่ย ผู้ตรวจสอบคุณภาพ จำนวน 7 คน					
		เวลา 1 วัน	เวลา 2 วัน	เวลา 3 วัน	เวลา 4 วัน	เวลา 5 วัน	เวลา 7 วัน
สี	เก็บในน้ำแข็ง (0 °C)	5	4.5	4.7	4.7	2.5	2.8
	ได้ช่องแช่แข็งของตู้เย็น (7 °C)	5	4.8	4.5	4.5	2.7	2.5
	ช่องแช่แข็ง (0 °C)	5	4.8	4.9	4.6	2.5	3.0
กลิ่น	เก็บในน้ำแข็ง (0 °C)	5	4.7	4.6	4.6	2.5	2.5
	ได้ช่องแช่แข็งของตู้เย็น (7 °C)	5	4.7	4.4	4.5	2.5	2.5
	ช่องแช่แข็ง (0 °C)	4.7	4.7	4.6	4.5	2.5	1.9
รส	เก็บในน้ำแข็ง (0 °C)	5	4.8	4.5	4.5	2.8	2.9
	ได้ช่องแช่แข็งของตู้เย็น (7 °C)	5	4.5	4.8	4.0	3.0	3.0
	ช่องแช่แข็ง (0 °C)	5	4.7	4.8	4.5	2.5	2.0
การยอมรับโดยรวม	เก็บในน้ำแข็ง (0 °C)	4.6	4.5	4.7	4.0	4.5	2.5
	ได้ช่องแช่แข็งของตู้เย็น (7 °C)	4.0	4.8	4.8	3.5	2.5	2.6
	ช่องแช่แข็ง (0 °C)	4.4	4.7	4.8	3.0	2.5	2.5

ข้อเสนอแนะ

1. ผู้ตรวจสอบบางคนยอมรับกลิ่นของสารร้ายได้บ้าง เมื่อเริ่มมีกลิ่นคาวสารร้าย จะให้คะแนนสูงขึ้น และให้ข้อมูลว่ามีกลิ่นหอม
2. การแยกแยะสารร้ายสดออกจากสารร้ายไม่สด สามารถแยกได้ง่ายโดยการใช้กลิ่น
3. ผู้ตรวจสอบบางคนให้ความเห็นว่าสารร้ายสดยังไม่ปลอดภัยเพียงพอต่อการบริโภค คิดว่าอาจทำให้ท้องเสีย
4. ผู้ตรวจสอบบางคนรายงานว่า มีความรู้สึกสดชื่นเมื่อได้ชิม และหายง่วง

