ศึกษาเทคนิคการเพาะเลี้ยง การเก็บเกี่ยว และการเก็บรักษาสาหร่ายสไปรูไลนาสด (*Spirulina* sp.) เพื่อเพิ่มผลผลิตและอาหารปลอดภัย

A Study on Cultivating, Harvesting and Preserving Techniques for Increasing of *Spirulina* sp. Yield and Food Safety.

มานี เตื้อสกุล[1] และ จรรยา แสงวรรณลอย[2]

Manee Thurskul[1] and Janyar Saengwanloi[2]

Abstract

The purposes of this research were to study and develop cultivating, harvesting and preserving techniques in order to increase the production with food safety for consumers, to study the quality changes after harvesting and during storage, and to develop the instruments using in small scale farming of *Spirulina* sp. cultivation.

The investigation, the experimente and the analysis of samples by chemical, microbiological and sensory methods were carried out. Then the results were used to design the instruments for increasing the production of *Spirulina* sp. with food safety for consumers. The instruments were worked with the experiments.

The results of investigations showed that the most of *Spirulina* sp. cultivation was indoor –production with plastic containers and using air pump for water circulation, The fertilizer used were commercial grade, generally 9 components according to Tida (Tida,2003). There were $NaHCO_3$, K_2HPO_4 or Na_2HPO_4, K_2SO_4, NaCl, $MgSO_4$, $CaCl_2$, $FeSO_4$ and EDTA.

Keyword : Cultivating, Harvesting, *Spirulina* sp.

---

[1]โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000.

Agricultural Technology Program, Faculty of Agricultural Technology, Songkhla Rajabhat University, Muang, Songhkla 90000 Thailand.

[2]แผนกวิชาครุศาสตร์เกษตร วิทยาลัยประมงติณสูลานนท์ อำเภอพะวง จังหวัดสงขลา 90000.

Agricultural Education, Tinsulanonda Fisheries College, Muang , Songhkla 90000. Thailand.

The pH during growth was 8-11. And the temperature was 28 to 36 ^{0} C. The cultivation period was between 7-14 days. The highest production was 3.3 kg/1,000 L. The production of *Spirulina* sp. was harvested by siphon and washed thoroughly by much water. Then the fresh *Spirulina* sp. was kept on ice or put in refrigerator. The *Spirulina* sp. seed culture strain shapes were mostly straight. They were 80.78-94.48 % of moisture content and 37.33-67.52 of protein. The heavy metals and Cd were not found in every sample. But there was no Pb detected in only one sample from six places of investigation. However the quantity found was less than food standard. The microbiological results showed that all samples taken from every places of investigation were safe for eating fresh, compared to the food microbiological standard. The *Spirulina* sp. production obtained from the experimental pond of the Songkhla Rajabhat University was 4 kgs/1000 L, which was higher than those from investigation. And there were no contamination of Cd and Pb in every sample according to the chemical analysis.

The house with culture pond and the harvesting equipment with the washing instrument were designed and constructed. From the data observed, it was found that all constructed were highly production, less time with food safety.

บทคัดย่อ

จากการศึกษาเทคนิคการเพาะเลี้ยงการเก็บเกี่ยว และการเก็บรักษา สาหร่ายสไปรูไลนาสด เพื่อเพิ่มผลผลิตและอาหารปลอดภัย โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาเทคนิคการเพาะเลี้ยงและการเก็บรักษาสาหร่ายสไปรูไลนาสดใน 5 จังหวัด ปรับปรุงเทคนิคการเพาะเลี้ยงและการเก็บเกี่ยวให้มีคุณภาพและปลอดภัยต่อผู้บริโภค ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวจนถึงผู้บริโภค และเพื่อผลิตเครื่องมือที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงให้เหมาะสมกับอุตสาหกรรมขนาดย่อม

วิธีการทดลอง สำรวจโดยการสัมภาษณ์แหล่งเพาะเลี้ยง นำสาหร่ายจากแหล่งเพาะเลี้ยงมาวิเคราะห์ คุณสมบัติ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยา วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ นำมาออกแบบสร้างเครื่องมือ และทดลองเครื่องมือ โดยการเพาะเลี้ยงเก็บผลผลิต และสรุปผล

ผลการทดลอง พบว่าการเพาะเลี้ยงส่วนใหญ่ทำในโรงเรือน ใช้ถังพลาสติกในการเพาะเลี้ยง และใช้เครื่องเป่าอากาศ ช่วยการหมุนเวียนน้ำ อาหารที่เพาะเลี้ยงเป็นอาหารสูตร 9 ตัวของธิดา (ธิดา เพชรมณี, 2542) ประกอบด้วย $NaHCO_3$, K_2HPO_4 or Na_2HPO_4, K_2SO_4, NaCl, $MgSO_4$, $CaCl_2$, $FeSO_4$ and EDTA มีค่าความเป็นกรดด่าง 8-11 เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 7-14 วัน ผลผลิตสูงสุดของการเพาะเลี้ยงจากแหล่งสำรวจคือ 3.3 กิโลกรัม/1,000 ลิตร การเก็บเกี่ยวสาหร่ายใช้วิธีกาลักน้ำ การล้างใช้วิธีให้น้ำไหลผ่านโดยใช้น้ำจำนวนมาก เก็บสาหร่ายสดในน้ำแข็งหรือตู้เย็น พันธุ์

สาหร่ายส่วนใหญ่เป็นพันธุ์เส้นตรง ปริมาณความชื้นร้อยละ 80.78-94.48 โปรตีนร้อยละ 37.33-67.52 ในการวิเคราะห์ทางเคมีไม่พบโลหะหนัก แคดเมียม ทุกตัวอย่าง ไม่พบตะกั่วเพียง 1 ตัวอย่าง จาก 6 ตัวอย่างของแหล่งสำรวจ แต่ปริมาณที่พบน้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ด้านคุณภาพทางจุลชีววิทยา พบว่าสาหร่ายสดจากแหล่งผลิตทั้งหมด มีความปลอดภัยเพียงพอสำหรับการบริโภคสด เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพความปลอดภัยทางจุลชีววิทยา ผลผลิตสาหร่ายสดเก็บเกี่ยวจากบ่อทดลองของมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ได้ผลผลิต 4 กิโลกรัม/1,000 ลิตร ซึ่งสูงกว่าทุกแหล่งสำรวจ และการวิเคราะห์ทางเคมีไม่พบการปนเปื้อนของโลหะหนัก คือแคดเมียมและตะกั่วในตัวอย่างได้ออกแบบ โรงเรือน บ่อเพาะเลี้ยง ชุดเก็บสาหร่าย และเครื่องล้างสาหร่าย พบว่าสามารถเพาะเลี้ยงได้ผลผลิตสูง รวดเร็ว และอาหารปลอดภัย

คำสำคัญ : การเพาะเลี้ยง, การเก็บเกี่ยว, สไปรูไลนา

บทนำ

สไปรูไลนา หรือสาหร่ายเกลียวทอง เป็นสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว พบว่าเป็นแหล่งของโปรตีนที่สำคัญ มีสารอาหารอย่างสมดุลและปลอดภัย จัดเป็นอาหารเพื่อสุขภาพที่มีคุณค่าทางอาหารสูงอีกอย่างหนึ่ง (เจียมจิตต์ บุญสม, 2544) สไปรูไลนาที่มีเกรดไม่สูงมากจะนำมาทำเป็นอาหารสัตว์ เพื่อเพิ่มโปรตีนและสารให้สี ในประเทศไทยมีการผลิตในระดับอุตสาหกรรมหลายแห่ง และผลิตเป็นอาหารเพื่อสุขภาพในรูปสาหร่ายผงและอัดเม็ด หรือบรรจุแคปซูล (สรวิศ เผ่าทองสุข, 2543) แต่ราคาในการจำหน่ายสูง เม็ดละประมาณ 5- 10 บาท ผู้ที่มีรายได้น้อยไม่สามารถซื้อรับประทานได้ และเมื่อไม่นานมานี้สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง ได้ทำการส่งเสริมแนะนำการเพาะเลี้ยงสไปรูไลนาเพื่อบริโภคสด (ธิดา เพชรมณี, 2542) ทำให้การเพาะเลี้ยงขยายออกไป ในหลายจังหวัด เช่น สงขลา นครศรีธรรมราช พังงา และตราด เป็นต้น บางแหล่งเพาะเลี้ยงเป็นอาชีพ ผลิตออกมาในรูปของสาหร่ายสดเป็นเครื่องดื่ม อย่างเดียวกับน้ำผลไม้ จึงทำให้มีผู้สนใจรับประทานสดมากขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากสาหร่ายที่ยังไม่ผ่านการแปรมีคุณค่าทางอาหารสูง และมีความปลอดภัยเพียงพอกับการบริโภค แม้ว่าอายุการเก็บเกี่ยวจะน้อยกว่าการทำแห้ง และอัดเม็ดก็ตาม ด้วยเหตุนี้การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูไลนาเพื่อนำมาเป็นอาหารโปรตีนหรือเป็นธุรกิจในครัวเรือนเพื่อเป็นรายได้เสริมน่าจะเป็นทางเลือกหนึ่งของประชาชน อย่างไรก็ตามจากการรวบรวมรายงานการวิจัยพบว่า ถึงแม้ประเทศไทยจะมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสไปรูไลนาอยู่เป็นจำนวนมากถึง 132 เรื่อง แต่ยังไม่มีการศึกษาวิจัยในแง่การผลิตเพื่อบริโภคสด ในการบริโภคสดอาจทำให้เกิดปัญหาตามมาหลายประการ เช่น ท้องเสีย มีสารที่ไม่พึงประสงค์ปนเปื้อน ให้ผลผลิตน้อย เป็นต้น จึงได้ทำการวิจัยเรื่องนี้ขึ้นมา ผลที่ได้จากการวิจัยจะเป็นผลดีต่อ

ประชาชน ทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค คือทำให้เพิ่มผลผลิต อาหารมีคุณภาพ ราคาถูก ลดค่าใช้จ่าย และปลอดภัยต่อผู้บริโภค

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์สารอาหารที่สำคัญในสาหร่ายสไปรูไลนา
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างบ่อเพาะเลี้ยงสาหร่าย
3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างอุปกรณ์ในการเก็บและล้างสาหร่าย
4. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ และสร้างเครื่องมือ

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอนคือ

1. สำรวจเทคนิคในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูไลนา ในจังหวัด สงขลา นครศรีธรรมราช ตรัง พังงา และ พิจิตร ในลักษณะดังต่อไปนี้คือ ภาชนะที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง ขั้นตอนในการเลี้ยง อาหารที่ใช้ในการเพาะลี้ยง เทคนิคการเก็บเกี่ยว ผลผลิตที่ได้จากการเพาะเลี้ยง การเก็บรักษา โดยวิธีการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล จำนวน 10 ราย

2. ศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์สาหร่ายสดที่ผลิตจากแหล่งสำรวจ โดยนำมาตรวจสอบวิเคราะห์ดังนี้

2.1 วิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา ได้แก่

ตรวจการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ โดยกล้องจุลทรรศน์

Viable Count ของแบคทีเรีย

รา

Coliforms Fecal coliform และ *Escherichia coli*

Staphylococcus aureus

Vibrio parahaemolyticus

2.2 วิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่ เถ้า โปรตีน ลิปิด คาร์โบไฮเดรต ความชื้น คลอโรฟิลล์ ไฟโคไซยานิน วิตามิน โลหะหนักบางชนิด และแร่ธาตุ

2.3 การประเมินทางประสาทสัมผัส สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส

3. นำข้อมูลจากข้อ 1 และ 2 มาวิเคราะห์ ศึกษาเพื่อสร้างเครื่องมือในการเพาะเลี้ยงที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มผลผลิต และปลอดภัยต่อผู้บริโภค

4. สร้างเครื่องมือ และทำการเพาะเลี้ยง ใช้อาหารในการเพาะเลี้ยงแตกต่างกัน โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยอนินทรีย์เกรดการค้า และปุ๋ยอนินทรีย์เกรดวิเคราะห์ กำหนดเป็น 5 ตำรับการทดลอง แต่ละตำรับการทดลองมี 3 ซ้ำ

5. เก็บเกี่ยวผลผลิตที่ได้จากข้อ 4 เปรียบเทียบผลผลิตโดยใช้น้ำหนักสด ตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน ลิปิด คาร์โบไฮเดรต โลหะหนัก และวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา

6. ศึกษาทดลองการล้างสาหร่ายโดย

6.1 การล้างแบบน้ำไหลผ่าน โดยกำหนดเป็น 15 30 60 และ 120 นาที

6.2 แบบให้อยู่ในน้ำปริมาณมาก โดยปริมาณสาหร่าย : น้ำที่ใช้ล้าง คือ 1:1 1:2 1:3 และ 1:4 เป็นเวลา 15 30 และ 60 นาที นำน้ำที่ผ่านการล้างครั้งสุดท้ายมาวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง แอมโมเนีย ไนเตรท ไนไตรท์ และ ฟอสเฟต

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดลอง

ตอนที่ 1 ศึกษาเทคนิคการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูไลนาสดในจังหวัดสงขลา และจังหวัดอื่น รวม 10 แห่ง พบว่า สภาพทั่วไปของการเพาะเลี้ยง แบ่งได้ 3 ลักษณะ คือ บ่อกลางแจ้ง กึ่งโรงเรือน และโรงเรือนปิด ภาชนะในการเพาะเลี้ยงมี 2 แบบ คือ ใช้ถังพลาสติกและบ่อคอนกรีต ขนาดของบ่อคอนกรีต บ่อ กว้าง ยาว ลึก 2x2x1 - 3x5x0.7 เมตร ถังพลาสติกในการเพาะเลี้ยงมีตั้งแต่ 100 - 800 ลิตร อุปกรณ์ที่ให้ออกซิเจน คือ เครื่องเป่าลม พันธุ์สาหร่ายมี 2 พันธุ์ คือ เส้นตรงและเกลียว ปริมาณหัวเชื้อ ที่มีความเข้มข้น 1-2 ช้อนชาต่อลิตร ปริมาณที่ใช้ 1.7-5 ลิตร ต่อปริมาณอาหารเพาะเลี้ยง 100 ลิตร สูตรปุ๋ยเพาะเลี้ยง ใช้สูตร 9 ตัว (ธิดา เพชรมณี, 2542) ค่าความเป็นกรดด่างของอาหารเพาะเลี้ยง มีตั้งแต่ 8-11 อุณหภูมิ 28-36 องศาเซลเซียส การเก็บเกี่ยวและการล้าง เวลาเก็บเกี่ยวทำตอนเช้าตรู่ โดยเก็บหมดบ่อ หรือเก็บบางส่วน ใช้ผ้ากรองขนาด 60 ไมครอน ส่วนใหญ่ล้างสาหร่ายให้น้ำไหลผ่าน ปริมาณน้ำที่ใช้มาก ล้างจนสะอาด โดยการใช้มือสัมผัสน้ำล้าง ว่ามีเมือกหรือไม่ ผลผลิตการเลี้ยงต่อน้ำ 1 ตัน ได้ผลผลิตสูงสุด 0.5-3.3 กิโลกรัม ปัญหาที่ พบ ได้แก่ ผลผลิตที่ได้ไม่สม่ำเสมอ ใช้เวลาในการเก็บและล้างนาน ใช้น้ำในการล้างมาก อายุการใช้งานของวัสดุเพาะเลี้ยงสั้น มีการปนเปื้อนจากสิ่งมีชีวิตอื่นๆ สาหร่ายมีคุณภาพไม่แน่นอน มีการเน่าเสียง่าย

ตอนที่ 2 การศึกษาคุณภาพสาหร่ายสดจากแหล่งสำรวจ โดยการใช้กล้องจุลทรรศน์ พบว่ารูปร่างสาหร่ายที่นำมาเพาะเลี้ยงส่วนใหญ่เป็นสาหร่ายเส้นตรงยาว และมีสาหร่ายรูปร่างเกลียวปะปนบ้างเล็กน้อย ประมาณร้อยละ 0.1 แหล่งเพาะเลี้ยงที่เป็นสาหร่ายรูปร่างเกลียวเป็นส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 99.4 มีอยู่แห่งเดียวคือ สงขลา 4 การตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาพบว่าจำนวนจุลินทรีย์ รวมต่ำสุด $2.5x10^3$ และสูงสุด $8.9x10^3$ ส่วนเชื้อราพบจำนวน $10-1.5x10^3$ ค่า MPN/g ของ Coliform และ *E.coli* น้อยกว่า 3 ทุกตัวอย่าง ไม่พบ *Vibrio parahaemolyticus* และ *Staphylococcus aureus* ต่อกรัมตัวอย่าง จากทุกแหล่งสำรวจ

ผลการวิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่ เถ้า โปรตีน ไขมัน ลิปิด ความชื้น เส้นใย คาร์โบไฮเดรต สาหร่ายสดจากแหล่งสำรวจต่างๆ มีความชื้น ต่ำสุดร้อยละ 80.78 สูงสุดร้อยละ 94.48 ปริมาณโปรตีน แตกต่างกันมากตั้งแต่ร้อยละ 37.33-67.52 ปริมาณลิปิดของตัวอย่างสาหร่ายมีค่าร้อยละ 0.168-0.780 เถ้า ร้อยละ 1.25-5.46 ปริมาณเส้นใยร้อยละ 1.13-15.12 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 26.32-54.21 คลอโรฟิลล์รวมพบว่าแตกต่างกัน โดยมีค่าต่ำสุดและสูงสุด คือ 1,000 และ 5,816 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด และ คลอโรฟิลล์เอ มีค่าต่ำสุดและสูงสุด คือ 0.007 และ 0.037 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด สำหรับปริมาณไฟโคไซยานินจากแหล่งสำรวจมีค่าต่ำสุด และสูงสุด 0.737 และ 15.856 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักสด องค์ประกอบ เบต้าแคโรทีนมีค่าระหว่าง 0.053-0.150 มิลลิกรัม/100 กรัม

ปริมาณแร่ธาตุและโลหะหนัก พบว่าสาหร่ายมีเหล็กและแคลเซียมสูง ส่วนการวิเคราะห์โลหะหนัก ไม่พบแคดเมียมในตัวอย่างใดๆ พบตะกั่วในตัวอย่างสาหร่ายสดเพียง 1 แห่ง จากตัวอย่าง 6 แห่ง แต่ปริมาณที่พบน้อยกว่ามาตรฐาน

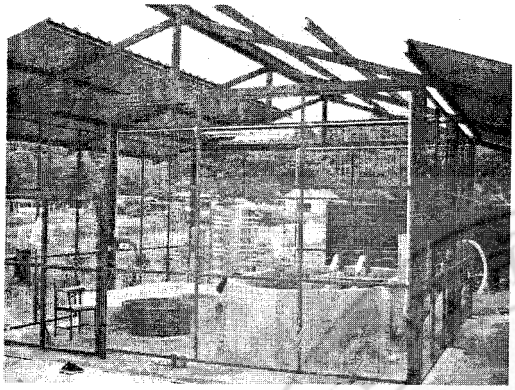
การตรวจประเมินทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างจำนวน 6 แห่ง พบว่า สาหร่ายส่วนใหญ่มีสีเขียวเข้มและเป็นมันวาว มีกลิ่นสาหร่ายเล็กน้อย

ตอนที่ 3 ศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย 5 ตำรับการทดลอง พบว่า สูตรอาหารที่ให้ผลผลิตสูงสุดคือ สูตรที่ปรับปรุงจากสูตร 9 ตัว (ธิดา เพชรมณี, 2542) การใช้สารเคมีเกรดการค้ากับการใช้สารเคมีวิเคราะห์ให้ผลผลิตไม่มีความแตกต่างกัน ทั้งปริมาณและคุณภาพ

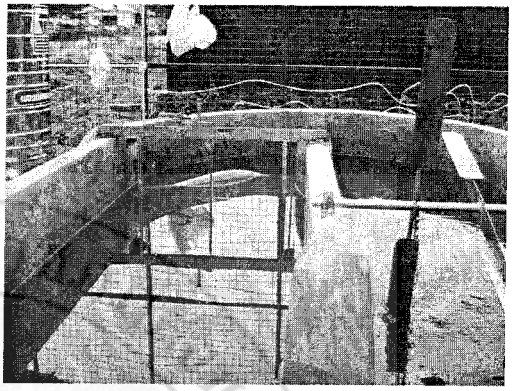
ตอนที่ 4 ศึกษาการล้างสาหร่าย 2 แบบ คือ แบบที่ 1 ให้น้ำไหลผ่านเป็นเวลาที่แตกต่างกัน และ แบบที่ 2 แช่สาหร่าย ในน้ำที่มีปริมาณและเวลาแตกต่างกัน พบว่า สาหร่ายที่ล้างโดยวิธีการให้น้ำไหลผ่าน เป็นเวลา 30-60 นาที ปริมาณน้ำ 5.5 ลิตร/นาที ทำให้สาหร่ายสะอาด ส่วนการใช้วิธีแช่ไม่สามารถล้างสาหร่ายให้สะอาดได้

ตอนที่ 5 การออกแบบและสร้างเครื่องมือในการเพาะเลี้ยง สามารถออกแบบและสร้างเครื่องมือในการเพาะเลี้ยง เป็นโรงเรือนถาวร มีหลังคาเป็นพลาสติกใส สลับกับกระเบื้องทึบ ผนังทั้งสีด้านกั้นด้วยตาข่ายเหล็ก พื้นเทคอนกรีต บ่อเพาะเลี้ยงเป็นบ่อคอนกรีตขนาด 4 ตัน จำนวน 1 บ่อ มีใบพัดกวนน้ำ 1 ชุด ชุดเก็บสาหร่าย 1 ชุด ใช้ระบบน้ำล้น เครื่องล้างสาหร่าย 1 เครื่อง ใช้ระบบให้น้ำไหลผ่านและเขย่า มีระบบน้ำวนนำน้ำกลับมาใช้งานได้อีก ทำการทดลองเครื่องมือโดยการเพาะเลี้ยงสาหร่ายและเก็บผลผลิต พบว่า โรงเรือนสามารถควบคุมอุณหภูมิ แสง ได้อย่างเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตอย่างรวดเร็ว โดยใช้เวลา 5-10 วัน สาหร่ายมีเส้นยาวสามารถเก็บผลผลิตได้ทุกวัน วันละ 1 กิโลกรัม ติดต่อกันเป็นเวลา 10 วัน/1 บ่อ ระบบการเก็บสาหร่าย สะดวก รวดเร็ว ลดแรงงานคน ลดค่าใช้จ่าย เครื่องล้าง ให้ผลผลิตที่สะอาดและรวดเร็ว สามารถผลิตเป็นอุตสาหกรรมขนาดย่อมได้

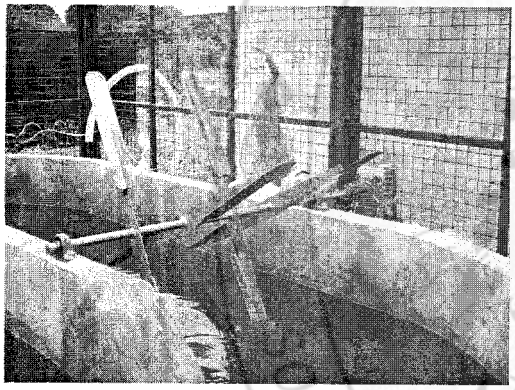
ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของสาหร่ายที่เก็บในตู้เย็นใต้ช่องแช่แข็ง ในน้ำแข็ง และในช่องแช่แข็ง พบว่า สาหร่ายในตู้เย็นใต้ช่องแช่แข็งมีการเปลี่ยนแปลงช้าที่สุด การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัส ที่ชัดเจน คือมีกลิ่นสาหร่ายมากขึ้น สีเป็นสีน้ำเงิน เนื้อยุ่ย เหลว ภายใน 7 วัน



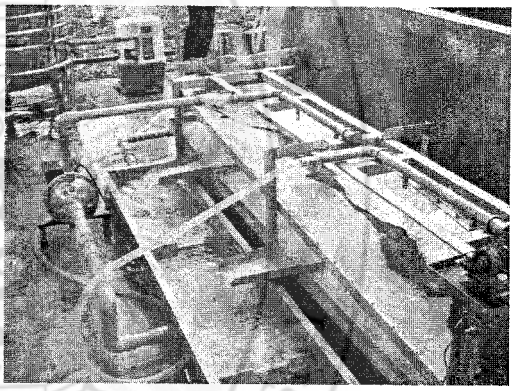
ภาพที่ 1 โรงเรือนเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูไลนา



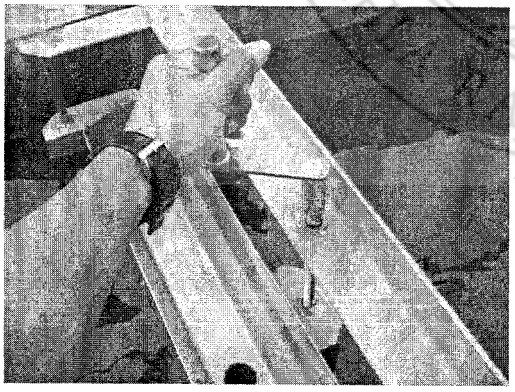
ภาพที่ 2 บ่อเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูไลนา



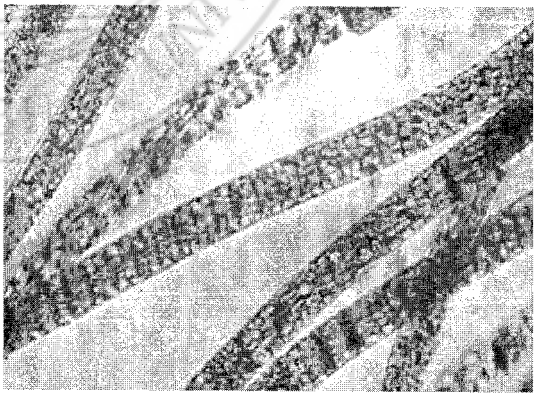
ภาพที่ 3 ใบพัดเติมอากาศในบ่อเพาะเลี้ยง



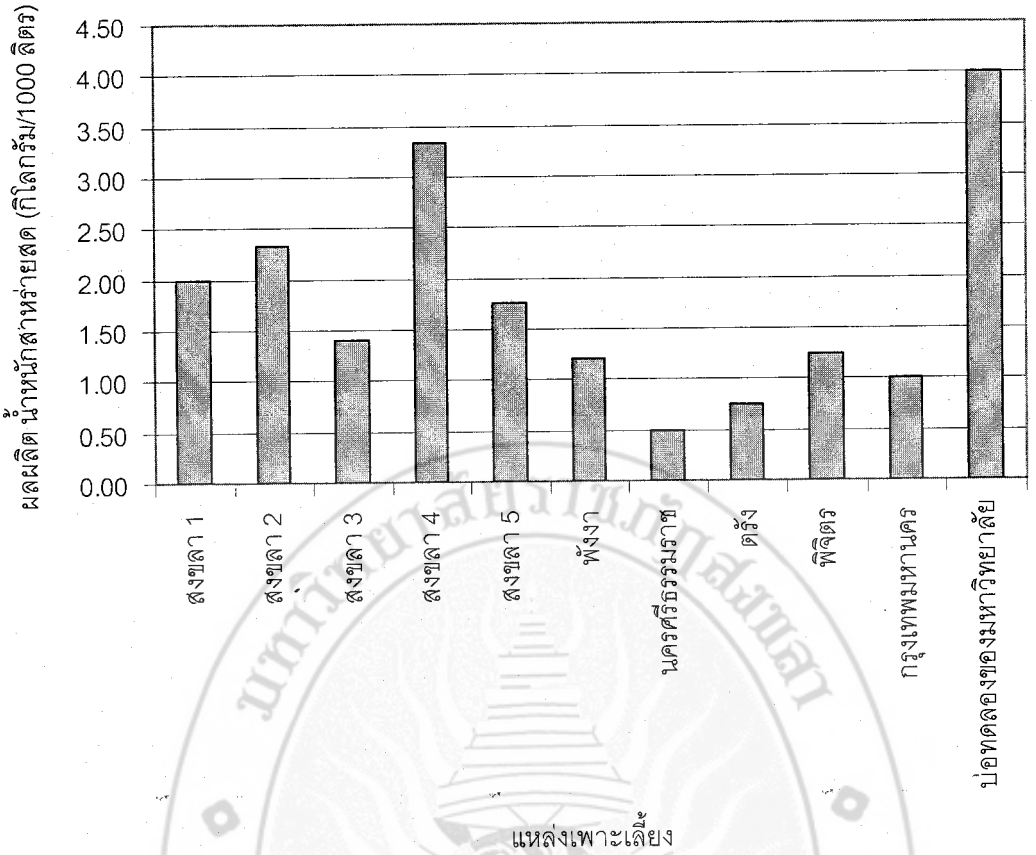
ภาพที่ 4 ชุดเก็บสาหร่าย



ภาพที่ 5 เครื่องล้างสาหร่ายสไปรูไลนา



ภาพที่ 6 สาหร่ายสไปรูไลนา



ภาพที่ 1 เปรียบเทียบผลผลิตสาหร่ายสดจากแหล่งสำรวจต่างๆ กับบ่อทดลองที่สร้างขึ้น

ตารางที่ 2 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	$2.8x10^3$	37	negative	negative
สงขลา 2	8	6	$5.2x10^3$	10	negative	negative
สงขลา 3	31	67	$8.9x10^3$	10	negative	negative
สงขลา 4	46	82	$4.6x10^3$	$1.5 x10^3$	negative	negative
พังงา	10	7	$2.5x10^3$	330	negative	negative
นครศรีธรรมราช	29	53	$3.5x10^3$	20	negative	negative
บ่อทดลองของ มหาวิทยาลัย	6	2	$9.7x10^2$	40	negative	negative

ตารางที่ 3 ผลวิเคราะห์องค์ประกอบเคมีของสาหร่ายสไปรูไลนาสด จากแหล่งสำรวจต่างๆ กับบ่อเพาะเลี้ยงของมหาวิทยาลัยราชภัฏ

แหล่งเพาะเลี้ยง	ความชื้น (%)	โปรตีน (%)	ลิปิด (%)	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
บ่อทดลองของมหาวิทยาลัย	88.17	65.67	0.130	1.12	28.55	4.53

วิจารณ์

การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูไลนาสดเพื่อเพิ่มผลผลิต ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการคือ

1. ปัจจัยภายนอก ได้แก่

อุณหภูมิ อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 27-32 องศาเซลเซียส อุณหภูมิ สูง 40-45 องศาเซลเซียส ทำให้สาหร่ายตาย จากการเพาะเลี้ยงของพังงา ที่มีอุณหภูมิสูงในตอนกลางวัน อากาศเย็นมีหมอกในตอนเช้า ทำให้สาหร่ายได้ผลผลิตต่ำ อุณหภูมิขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของโรงเรือน ลักษณะของโรงเรือน ถังและบ่อเพาะเลี้ยง

ความเข้มของแสง จากการเพาะเลี้ยง มีความเข้มแสงอยู่ระหว่าง 7,000-13,080 ลักซ์ ค่าความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 8.25-9.23 สอดคล้องกับรายงานการทดลอง ของ (ธิดา เพชรมณี, 2542) และ (ยุวดี พีรพรพิศาล, 2544)

2. อาหารในการเพาะเลี้ยง อาหารที่เพาะเลี้ยง เป็นอาหารที่มีสารอาหารครบ ได้แก่อาหารสูตร 9 ตัว ให้ผลผลิตสูงกว่าอาหารสูตร 3 ตัว ความเข้มข้นของอาหารมีผลต่อการเจริญเติบโต ความเป็นกรดด่างอยู่ระหว่าง 8.25-9.23 การเพาะเลี้ยงสาหร่ายเมื่อมีอายุมากขึ้นจะทำให้ค่าความเป็นกรดด่างสูงขึ้น

3. ชนิดของสาหร่าย ผลผลิตของสาหร่ายขึ้นอยู่กับชนิดของสาหร่าย จากการศึกษาพบว่าสาหร่ายที่มีรูปร่างเกลียวเส้นสั้น ให้ผลผลิตสูง เลี้ยง 14 วัน ให้ผลผลิต 3,333 กิโลกรัม/ตัน แต่

สาหร่ายเส้นตรงยาวให้ผลผลิต น้อยกว่า ดังนั้นควรคัดเลือกสายพันธุ์ที่เจริญเติบโตดีมาทำการเพาะเลี้ยง

คุณภาพของผลผลิต และความปลอดภัยต่อผู้บริโภค จากการศึกษาพบว่าคุณภาพของผลผลิตขึ้นอยู่กับ ปัจจัยหลายอย่าง เช่น

1. ชนิดของสาหร่าย สาหร่ายที่นำมาเพาะเลี้ยงเพื่อบริโภคสด มีรูปร่างอยู่ 2 แบบ คือ เป็นเส้นตรงสายยาว และเป็นเกลียวสายสั้น สาหร่ายเส้นตรงมีความยาวมาก ถึง 560 ไมโครเมตร ผลการศึกษาพบว่า สาหร่ายที่เป็นเกลียว สายสั้น ไม่เหมาะในการรับประทานสด เพราะระคายเคืองคอ มีกลิ่นคาว เนื้อสาหร่ายหยาบ ล้างให้สะอาดได้ยากกว่าพันธุ์เส้นตรง

2. อาหารเพาะเลี้ยง อาหารเพาะเลี้ยงที่เหมาะสมควรเป็นอาหารที่มีสารเคมีเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย ที่นิยมได้แก่ อาหารสูตร 9 ตัว ของธิดา แต่การเพาะเลี้ยงสาหร่ายติดต่อกันนานโดยไม่ได้ล้างบ่อ ทำให้สาหร่ายเจริญเติบโตช้า เส้นสั้นทั้งนี้เนื่องจาก สาหร่ายมีอายุเพียง 1-2 สัปดาห์ และสารอาหารหมด มีของเสียอยู่ในบ่อเลี้ยงมาก มีจุลินทรีย์ชนิดอื่นเจริญเพิ่มมากขึ้น เห็นได้จากการตรวจสอบผลผลิตของ สงขลา 4 และนครศรีธรรมราช ที่มีการเลี้ยงสาหร่ายในบ่อเพาะและเก็บอย่างต่อเนื่อง ไม่ได้เก็บหมดบ่อ ต่างจากการเก็บหมดบ่อ อาหารเพาะเลี้ยงสูตร 9 ตัว สามารถปรับปรุงโดยการเพิ่มปริมาณปุ๋ยให้มากขึ้นได้ในปริมาณที่พอเหมาะ ทำให้สาหร่ายเจริญและให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น การใช้ปุ๋ยที่เป็นสารเคมีเกรดการค้าสามารถนำมาเพาะเลี้ยงสาหร่ายได้ผลดีเช่นเดียวกับสารเคมีเกรดวิเคราะห์ เห็นได้จากผลการทดลอง ได้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน และไม่พบโลหะหนัก คือแคดเมียมและตะกั่ว ในสาหร่ายที่เพาะเลี้ยงในบ่อทดลองของมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

3. การเก็บสาหร่าย การเก็บสาหร่ายที่ใช้แรงคนเก็บ มีผลเสียหลายประการ คือ การปนเปื้อนจากวัสดุต่าง เสียเวลาในการเก็บ เพราะใช้สวิงเก็บ เก็บได้เพียงเล็กน้อย เก็บได้ไม่ทั่วทั้งบ่อ การใช้เครื่องดูดน้ำได้ผลดี เร็ว แต่ทำให้สาหร่ายส่วนหนึ่งช้ำ สายหัก เซลล์แตก ดังนั้นวิธีที่เหมาะคือการใช้กาลักน้ำ แต่การใช้กาลักน้ำเก็บช้า อาจเกิดตะกอนขึ้นมาพร้อมกับสาหร่าย การใช้แอร์ลิป สามารถเก็บสาหร่ายได้ง่ายไม่ต้องใช้แรงคน แต่ต้องใช้เวลานาน ดังนั้นการสร้างชุดเก็บสาหร่ายโดยวิธีใช้ระบบน้ำล้น ปรากฏว่าสามารถเก็บผลได้เร็ว ไม่ต้องใช้ไฟฟ้า ไม่ต้องใช้แรงคน สาหร่ายเก็บได้ทั่วทั้งบ่อ และไม่เกิดตะกอน ผ้ากรองที่ใช้ที่เหมาะสมคือผ้ากรองที่มีขนาดรู 60 ไมครอน และควรกรองหยาบด้วย โดยใช้ผ้ากรองขนาด 500-600 ไมครอน เพื่อกรองเศษวัสดุที่ไม่ต้องการ

4. การล้างสาหร่าย ที่เหมาะสมคือการปล่อยให้น้ำไหลผ่าน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำและเวลาที่ใช้ในการล้าง การใช้เวลาล้านนานเกิน 30นาที มีผลต่อคุณภาพของสาหร่าย ทำให้สาหร่ายช้ำและเซลล์แตก เป็นผลให้สารประกอบภายในเซลล์กระจายออกนอกเซลล์ น้ำที่ผ่านการ

ล้างจึงมีสีเขียว เมื่อนำมาวิเคราะห์ พบว่า น้ำที่ผ่านการล้างโดยใช้เวลานาน 120 นาที มีค่า TKN 1.12 มิลลิกรัม/ลิตร สูงกว่าการล้างที่ใช้เวลา 30 นาที

5. การเก็บรักษา สาหร่ายสดมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากในสาหร่ายมีสารอาหารจำนวนมาก โดยเฉพาะกรดอะมิโน เป็นผลให้สาหร่ายมีกลิ่นคาว การคาวของสาหร่ายเนื่องจากเซลล์สาหร่ายแตก ดังนั้นการนำสาหร่ายเก็บในช่องแช่แข็ง ทำให้น้ำในเซลล์เป็นน้ำแข็ง ทำให้ผนังเซลล์แตก สารอาหารภายในเซลล์จึงกระจายออกจากเซลล์ ส่วนการเก็บในตู้เย็นใต้ช่องแช่แข็ง มีการเปลี่ยนแปลงของสาหร่ายช้ากว่าเก็บในช่องแช่แข็ง ดังนั้นการเก็บสาหร่ายสดเพื่อการบริโภคที่เหมาะสมควรเก็บในตู้เย็นใต้ช่องแช่แข็ง อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

ข้อเสนอแนะ

1. ในการเพาะเลี้ยงเพื่อเก็บสาหร่ายทุกวัน วันละ 1 กิโลกรัม ควรสร้างบ่อขนาด 4 ตัน จำนวน 2 บ่อ เพื่อหมุนเวียนเก็บเกี่ยวและพักล้างบ่อ อาจมีถังพลาสติกที่เพาะเลี้ยงได้ 300 ลิตร (ได้ผลผลิต 1 กก.) ประมาณ 10 ถัง และเก็บเกี่ยวหมุนเวียน
2. มีถังสำรองหัวเชื้อ
3. ควรมีการแยก และเพาะเลี้ยงเชื้อในสารปลอดเชื้อ
4. การล้างบ่อนานๆ ครั้ง ทำให้เซลล์อ่อนแอ
5. ควรมีการศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่ายแต่ละสายพันธุ์
6. ควรทำการทดลองเกี่ยวกับการนำสาหร่ายมาทำแห้ง เพื่อให้คุณภาพไม่เปลี่ยนแปลง

บทสรุป

การเพิ่มผลผลิตสาหร่ายโดยการออกแบบโรงเรือนที่มีการกระจายแสงสว่างทั่วถึงเพียงพอ มีการระบายอากาศได้ดี เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว และการนำสูตรปุ๋ยที่ปรับปริมาณสารอาหารบางตัวให้สูงขึ้น มาทำการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูไลนาสด ทำให้ได้ผลผลิตสูงขึ้นเป็น 4 กิโลกรัมต่อตัน การวิเคราะห์ทางเคมีของธาตุโลหะหนัก ไม่พบทั้งแคดเมียมและตะกั่ว

เอกสารอ้างอิง

เจียมจิตต์ บุญสม. 2544. ความลับของสาหร่ายเกลียวทอง พิมพ์ครั้งที่ 4 สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ จัดแปลและพิมพ์ โรงพิมพ์คุรุสภา กรุงเทพฯ.

ธิดา เพชรมณี. มปพ. "การเพาะเลี้ยงสไปรูไลนา". สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงขลา กรมประมง แผ่นพับ 2 หน้า.

_____. 2542. คู่มือการเพาะเลี้ยงแพลงค์ตอน. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงขลา กรมประมง สนับสนุนการพิมพ์โดย สกว. 49 หน้า.

ยุวดี พีรพรพิศาล. 2544. การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูไลนา. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 66 หน้า.

เยาวดี คุปตะพันธุ์ และคณะ . 2534. "การประเมินคุณค่าทางโภชนาการ เคมี และโลหะหนักของสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว *Spirulina* เพื่อใช้เป็นอาหารเสริมของมนุษย์" รายงานการค้นคว้าวิจัย ประจำปี 2534. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ หน้า 1-11.

สรวิศ เผ่าทองสุข. 2543. "สาหร่าย;ศักยภาพการวิจัยและพัฒนาเพื่อการใช้ประโยชน์จากสาหร่ายในประเทศไทย" เอกสารเผยแพร่ชุดโครงการ " อุตสาหกรรมสัตว์น้ำ" สกว. ชุดที่ 2 สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ.

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY