

บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ในการเลี้ยงกุ้งเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก เนื่องจากความต้องการบริโภคกุ้งที่มากขึ้น แต่ในการเลี้ยงกุ้งมีปัญหาที่เกิดขึ้นตามมามากมาย เช่น การสะสมของยา สารเคมี การสะสมของโรคในดินตะกอนและในน้ำ รวมทั้งมีการปล่อยน้ำทิ้งภายหลังการเลี้ยงกุ้งทั้งนี้ยังพบว่าหลังจากการปล่อยน้ำทิ้งยังคงมีดินเลนตะกอนที่อยู่บริเวณพื้นที่ก้นบ่อเลี้ยงกุ้งซึ่งดินเลนในบ่อเลี้ยงกุ้งนี้หากมียังมีปริมาณมากและสะสมอยู่ที่เดิมเป็นเวลานานก็จะก่อให้เกิดปัญหาความเสื่อมโทรมของทรัพยากรดิน หากไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ก็จะเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะสิ่งแวดล้อมทางน้ำและสัตว์น้ำได้ ปัจจุบันดินเลนตะกอนในบ่อเลี้ยงกุ้งเมื่อผ่านกระบวนการตากแสงแดดจนแห้งแล้วมีการนำมาใช้ประโยชน์เป็นสารปรับปรุงดินเพื่อการเจริญเติบโตของต้นพืช เนื่องจากดินเลนตะกอนเหล่านี้มีปริมาณของสารอาหารสูงเช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและปริมาณอินทรีย์วัตถุซึ่งนำมาใช้ทดแทนสำหรับสาหร่ายพมนาง (*Gracilaria fisheri*) เป็นสาหร่ายทะเล ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มสาหร่ายแดง สาหร่ายชนิดนี้สามารถนำมาบริโภคโดยตรง ยังสามารถนำมาสกัดวุ้นซึ่งเป็นสารพอลิโคลลอยด์ที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เครื่องดื่ม เครื่องสำอาง สิ่งทอ ยารักษาโรค, สี, ภาพถ่าย, ไม้อัดและตลอดจนในวงการแพทย์และเกษตรกรรม เป็นต้น การเพาะเลี้ยงสาหร่ายพมนางนอกจากอาศัยดินกึ่งพันธุ์ที่รวบรวมได้จากแหล่งน้ำธรรมชาติแล้ว ยังสามารถเพาะเลี้ยงได้จากสปอร์จนงอกเป็นสาหร่ายอ่อนและอนุบาลจนแข็งแรงเพื่อนำไปเลี้ยงต่อไปในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายพมนางยังมีปัจจัยทางกายภาพและเคมี เช่น แสง อุณหภูมิ ความเค็มและธาตุอาหารที่สาหร่ายพมนางสามารถใช้ในการเจริญเติบโตได้ดีคือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสแอมโมเนียม ฟอสเฟต มีการศึกษาโดย สุวัฒน์, (2534) ซึ่งสารอาหารดังกล่าวมีอยู่ในดินเลนตะกอนในบ่อเลี้ยงกุ้งในปริมาณเพียงพอที่จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย

การศึกษาและวิจัยครั้งนี้มีเป้าหมายเพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของสาหร่ายพมนางโดยใช้ดินเลนในบ่อเลี้ยงกุ้ง โดยมีปัจจัยสภาพแวดล้อมและคุณภาพน้ำที่ใช้เลี้ยงที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ข้อมูลพื้นฐานเหล่านี้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพัฒนาการเลี้ยงสาหร่าย และส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากดินเลนจากการเลี้ยงกุ้งเพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ให้เป็นวัตถุดิบที่ได้จากธรรมชาติโดยมุ่งให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุด

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของสาหร่ายผสมนาง (*Gracilaria fisheri*) ที่เลี้ยงด้วยดินเลนจากบ่อเลี้ยงกุ้ง
2. เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำและดินที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายผสมนางที่เลี้ยงด้วยดินเลนจากบ่อเลี้ยงกุ้ง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ใช้ประโยชน์จากดินเลนจากการเลี้ยงกุ้งเพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ในการเลี้ยงสาหร่ายผสมนาง



บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

ลักษณะทางอนุกรมวิธาน

สาหร่ายพม nang มีการจัดจำแนกทางอนุกรมวิธาน ดังนี้

Kingdom Plantae

Phylum Rhodophyta

Class Florideophyceae

Order Gracilariales

Family Gracilariaceae

Genus *Gracilaria*



ภาพที่ 1 สาหร่ายพม nang (*Gracilaria fisheri*)

1. ลักษณะรูปร่างของสาหร่ายพม nang

ทลลัสกลม หรือ แบน อวบน้ำ แตกแขนงมากน้อยแล้วแต่ชนิด บางชนิดแตกแขนงมากจนเป็นพุ่มใหญ่ชนิดที่มีลักษณะยาว เรียกว่าสาหร่ายพม nang บางชนิดอวบน้ำและแตกแขนงคล้ายเขากวาง เรียกว่าสาหร่ายเขากวาง บางชนิดเป็นข้อๆต่อกัน เรียกว่าสาหร่ายข้อ เกือบทุกชนิดรับประทานได้ หรือนำมาสกัดวุ้น จึงรวมเรียกว่าสาหร่ายวุ้น (กาญจนภาชน์, 2521)

การเจริญเติบโตเกิดได้ 2 ทาง คือ การเจริญเติบโตที่เซลล์ปลายยอดและการแตกแขนง ด้านข้าง เนื่องจากสาหร่ายพม nang เป็นสาหร่ายสีแดงที่มีการแพร่กระจายอย่างกว้างขวางทั่วโลก ดังกล่าว ดังนั้นจึงมีขนาดรูปร่างที่แตกต่างกันไป มีตั้งแต่สีแดง-ดำ แดง น้ำตาล แดง-น้ำตาล, ชมพู, ม่วงเข้ม แดง-ม่วง เทาเขียว เหลืองหรือใส เมื่อตากแห้งจะเป็นสีน้ำตาลไหม้ คำ เทา หรือน้ำตาล ความยาวของทลัสตั้งแต่ 4 เซนติเมตรถึง 3.5 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 0.5 ถึง 4.0 มิลลิเมตรสารสีของสาหร่ายพม nang ประกอบด้วยคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ ดี ไฟโคบิลิน เช่น อาร์-ไฟโคอิทริน, อาร์-ไฟโคไซยานิน, ซี-อัลโลไฟโคไซยานิน คาโรทีนอยด์ เช่น เบต้า-คาโรทีน แอนโทราแซนดิน เป็นต้น(สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, 2544)

โครงสร้างของเซลล์ประกอบด้วย เซลล์ซูโดพารานไคมา(pseudoparenchyma) เซลล์ชั้นผิวมีขนาดเล็ก และ ในชั้นถัดไปเซลล์จะมีขนาดใหญ่ขึ้นตามลำดับ

2. นิเวศวิทยาและการแพร่กระจาย

สาหร่ายสกุลกราซิลารียามีแพร่กระจายอยู่ทั่วโลก ทั้งในเขตร้อนและเขตอบอุ่น มีประมาณไม่น้อยกว่า 160 ชนิด ในธรรมชาติสาหร่ายสกุลกราซิลารีย จะปรากฏอยู่บริเวณน้ำขึ้น-น้ำลง และบริเวณที่อยู่ใต้น้ำตลอดเวลา โดยจะพบเกาะอยู่กับวัตถุในน้ำ เช่น เปลือกหอย กรวดทราย หรืออยู่เป็นอิสระไม่เกาะกับวัตถุใดๆ สาหร่ายพม nang บางชนิด เช่น *Gracilaria fisheri* จะเจริญอยู่บริเวณป่าชายเลน ซึ่งเป็นน้ำกร่อยและน้ำเค็ม มักพบเกาะกับรากไม้ หรือบางส่วนจมอยู่ในโคลนเลน สกุลกราซิลารียสามารถอยู่ในน้ำลึกถึง 110 เมตร

ในประเทศไทยพบแพร่กระจายอยู่ตามชายฝั่งของอ่าวไทยและฝั่งมหาสมุทรอินเดีย เช่น จังหวัดตราด จันทบุรี ระยอง ชลบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี พัทลุง สงขลา ระนอง ปัตตานี และ นราธิวาส (สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, 2544)

3. วงจรชีวิต

สาหร่ายสกุลกราซิลารียามีวงจรชีวิตแบบสลับระหว่างต้นมีเพศ (gametophyte plant) กับต้นไม่มีเพศ (sporophyte plant) ต้นมีเพศแยกกันเป็นต้นตัวผู้และต้นเพศเมีย ดังนั้นจึงมีต้น 3 ชนิดด้วยกัน ต้นทั้ง 3 ชนิดมีรูปร่างลักษณะเหมือนกันทุกประการวงจรชีวิตมี 3 ช่วง (triphasic type) ได้แก่

1. ระยะแกมีโตไฟต์(gametophyte phase) คือช่วงชีวิตที่เป็นต้นเพศผู้และต้นเพศเมีย ต้นเพศผู้สร้างเซลล์สืบพันธุ์ที่เรียกว่า สเปอิร์มาเทียม(spermatium) และต้นเพศเมียสร้างเซลล์สืบพันธุ์ที่เรียกว่าคาร์โปโกเนียม(carpogonium) การผสมเกิดบนต้นเพศเมีย

2. ระยะคาร์โปสปอโรไฟต์ (carposporophyte phase) คือช่วงหลังการผสมของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้กับเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย และมีการพัฒนาจนเป็นกระเปาะสปอร์ (cystocarp) มีลักษณะเป็นปมกลมๆ ขนาดหัวเข็มหมุด เกิดทั่วไปตามผิวของต้นเพศเมีย ภายในกระเปาะสปอร์มีคาร์โปสปอร์ (carpospore)

3. ระยะเตตราสปอโรไฟต์ (tetrasporophyte phase) คือช่วงที่คาร์โปสปอร์สปอร์งอกเป็นต้นไม่มีเพศ หรือต้นเตตราสปอโรไฟต์ (tetrasporophyte plant) ต้นนี้จะสร้างเตตราสปอร์ (tetraspore) ซึ่งจะงอกเป็นต้นเพศผู้และเพศเมียอย่างละเท่าๆกัน (ระพีพร, 2537)

วิธีการเพาะเลี้ยงสาหร่ายผสมนาง

1. การเพาะเลี้ยงจากสปอร์

สามารถทำได้โดยการใช้วัสดุรองรับสปอร์จากแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีสาหร่ายชนิดนี้อยู่ หรือทำการรองรับสปอร์ในภาชนะ เช่น ถัง หรือ อ่าง ซึ่งถ้าเป็นตามธรรมชาติแล้วสปอร์ของสาหร่ายชนิดนี้มักจะลงเกาะเจริญบนเปลือกหอย เช่น หอยจั่นก ไม่ว่าจะเป็นหอยที่ยังมีชีวิตหรือเปลือกหอย แต่ ในการเพาะพันธุ์ได้มีการใช้วัสดุต่างๆในการรองรับสปอร์ ที่มีการทดลองในประเทศไทยแล้วได้ผลดี ได้แก่ แกลบ, เปลือกหอย, อวนโพลี และ เชือก การเพาะเลี้ยงสาหร่ายผสมนางด้วยสปอร์ สามารถแก้ปัญหาคาหลุดร่วงของท่อนพันธุ์เมื่อนำไปทำการเลี้ยงได้ จึงเป็นวิธีที่ดีกว่าการวิธีอื่น เนื่องจากสาหร่ายที่งอกจากสปอร์จะมีโฮสต์ฟาสต์ยึดเกาะบนวัสดุที่สปอร์ลงเกาะ ซึ่งเป็นสภาพเดียวกับในธรรมชาติ จึงทนทานต่อการหลุดร่วงได้ดีกว่า โดยเฉพาะเมื่อนำไปเลี้ยงในบริเวณที่น้ำมีการเคลื่อนไหวสูง และหากมีการเลี้ยงเพื่อการพาณิชย์วิธีนี้จะทำให้ได้ต้นพันธุ์ครั้งละหลายๆอย่างเพียงพอ สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการรองรับสปอร์ คือ น้ำที่มีความเค็ม 30 ppt และในการอนุบาลสาหร่ายอ่อน ใช้ความเค็มที่ 10-15 ppt อุณหภูมิ 27-30 °C, pH 7.2-8.1 ในความเข้มของแสง 800-2,000 Lux.(สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, 2544)

1.1 การรองรับสปอร์จากแหล่งน้ำธรรมชาติ

สามารถทำได้จากการวางวัสดุรองรับสปอร์ในแหล่งน้ำที่มีสาหร่ายชุกชุม โดยวางวัสดุรองรับสปอร์ภายใต้ต้นพันธุ์ซึ่งต้องใช้เวลานาน 2-3 วัน เพื่อให้สปอร์เริ่มเจริญพันธุ์และเกาะบนวัสดุได้อย่างมั่นคงแล้วจึงเคลื่อนย้ายไปยังถังอนุบาลและ/หรือแหล่งเลี้ยงสาหร่ายต่อไป วัสดุรองรับที่ได้มีการศึกษามาแล้วและประสบความสำเร็จ ได้แก่ อวนโพลีหรืออวนดำ และ เชือกไนล่อน

จากการศึกษาเพื่อหาวิธีเพาะเลี้ยงสาหร่ายผสมนางเมื่อปี 2538 โดยได้ทำการรอสปอร์โดยใช้วนดำ และ เส้นเชือกในล่อน บริเวณทะเลสาบสงขลาและอ่าวปัตตานีจากผลการศึกษาปรากฏว่า ความเค็มมีส่วนในการเกิดสปอร์ เพราะทั้งที่ทะเลสาบสงขลาและอ่าวปัตตานีในช่วงที่ความเค็มลดลง(ในเดือน มกราคม กุมภาพันธ์ พฤษภาคม และ ธันวาคม) จะไม่พบหัลลัสของสาหร่ายผสมนางบนวัสดุ และเมื่อความเค็มของน้ำเพิ่มขึ้นในเดือน มีนาคม-ตุลาคม จะพบมีสปอร์เกาะบนวัสดุ ซึ่งที่ความเค็ม 9.0-22.5 ppt จะไม่พบการเกาะของหัลลัสทั้งในบริเวณ 2 แหล่ง ดังนั้นการรอสปอร์จึงควรทำในเดือน กุมภาพันธ์-กันยายน วัสดุที่ใช้พบว่ามีความสะดวกในการลำเลียงขนวิ้งไปยังแปลงเลี้ยงเมื่อมีสาหร่ายอ่อนขึ้น แล้วยังง่ายต่อการเก็บเกี่ยวด้วย ต่อมา (ไพโรจน์และคณิต, 2541) ได้ทำการศึกษาศาหร่ายผสมนาง *G. fisheri* โดยใช้วนโพลีเป็นวัสดุคัดลอสปอร์จากแหล่งน้ำธรรมชาติ ในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก ท้องที่บ้านเขาบ่อ ตำบลเกาะยอ กิ่งอำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา ได้ดำเนินการในช่วงเดือนมิถุนายนถึงตุลาคม วนที่ใช้มีขนาดตาเหยียด 25 เซนติเมตร จากผลการศึกษาพบว่า เมื่อวางวัสดุในแหล่งศึกษาไปแล้วเป็นเวลานาน 1 เดือน ตรวจพบสาหร่ายอ่อนยึดเกาะกระจายอยู่บนผืนวนมีความหนาแน่นสูง โดยเจริญจากการโปสปอร์หรือเตตราสปอร์ ซึ่งสปอร์ที่เกิดในแหล่งน้ำธรรมชาติจะพัฒนาและเจริญเติบโตเร็วกว่าการทดลองในห้องปฏิบัติการ เมื่อปล่อยให้เจริญต่อไปในที่เดิม จนเป็นสาหร่ายขนาดใหญ่ภายใน 4 เดือน ผลผลิตที่ได้อยู่ในระดับที่สูงพอสมควร ซึ่งกล่าวได้ว่าการเพาะเลี้ยงสาหร่ายผสมนางแบบใช้วนโพลีรอสปอร์จากแหล่งน้ำธรรมชาติ เป็นวิธีที่ง่าย สะดวกและอุปสรรคน้อยกว่าการเลี้ยงสาหร่ายแบบอื่นๆกับทั้งยังให้ผลผลิตที่ค่อนข้างสูงกว่าเดิมอีกด้วย หากต้องการผลผลิตที่สูงกว่านี้ก็สามารถทำได้โดยการตัดวัสดุวนที่มีสาหร่ายอ่อนออกเป็น ชิ้นเล็กๆ จำนวน 3-5 ตา/ชิ้น แล้วนำไปเลี้ยงด้วยวิธีต่างๆเช่น การเลี้ยงแบบสอดพันธุ์สาหร่ายใน เส้นเชือก แบบสอดพันธุ์สาหร่ายบนแผงวน การหว่านพันธุ์สาหร่ายเลี้ยงในบ่อ และเลี้ยงในคอกบริเวณชายฝั่งทะเล ตลอดจนทำการเคลื่อนย้ายสาหร่ายอ่อนไปแพร่ขยายพันธุ์ในแหล่งน้ำที่มีสภาพเหมาะสม เนื่องจากการที่สปอร์มีความหนาแน่นมาก ซึ่งต่อมาเมื่อเจริญเป็นต้นจะมีอัตราการตายสูงมาก จึงควรแยกสาหร่ายออกไป

1.2 การรอสปอร์ในภาชนะ ขึ้นตอนต่างๆมีดังนี้

1.2.1 การเตรียมวัสดุรอสปอร์และการเกาะของสปอร์ แยกตามวัสดุที่ใช้ได้ดังนี้

เปลือกหอย ใช้เปลือกหอยตะไกร (Crassostrea belcheri) ที่ผ่านการชำระล้างด้วยน้ำจนสะอาด แล้วนำมาทุบให้แตกออกเป็นชิ้นขนาดเล็กกลง เปลือกหอยที่ได้จึงมีรูปร่างและขนาดไม่แน่นอน เลือกเอาชิ้นที่ไม่โดนักจำนวน ซึ่งมีส่วนกว้างในระดับ 2.30-3.80 เซนติเมตร ส่วนยาว

3.20-5.50 เซนติเมตร จากนั้นก็ทำความสะอาดอีกครั้งหนึ่งโดยแช่ไว้ในน้ำ และขัดถูด้วยแปรงล้างด้วยน้ำสะอาดหลายๆครั้ง สุดท้ายนำวัสดุดังกล่าวผึ่งแดดจนแห้งเก็บไว้สำหรับดำเนินการต่อไป (ไพโรจน์, 2541)

แกลบ ใช้แกลบข้าวเจ้าที่ยังใหม่และสะอาด ผ่านการแยกเอาเศษเล็กเศษน้อยของเปลือกข้าว ฟันละอองและสิ่งแปลกปลอมอื่นๆออก พร้อมทั้งคัดเอาเฉพาะส่วนที่เป็นแกลบแท้ๆ ปราศจากชิ้นส่วนของปลายข้าวที่หักตกค้างอยู่ภายใน เพราะจะเป็นสาเหตุให้เกิดเชื้อราและน้ำเสียในภาชนะ นำแกลบที่ได้มาต้มในน้ำผงซักฟอกจนเดือดนานประมาณ 10-15 นาที แล้วแยกเอาแกลบไปล้างด้วยน้ำ 3-4 ครั้ง จนสังเกตเห็นว่าน้ำที่ใช้ล้างนั้นใสไม่มีสีเหลืองคล้ายสีชา ทั้งนี้เพื่อให้วัสดุที่ใช้รองรับการเกาะของสปอร์สะอาดปราศจากสีและไขมันจากรำข้าว รวมทั้งช่วยให้วัสดุดังกล่าวมีฤทธิ์เป็นด่างอย่างอ่อน ซึ่งเหมาะสมแก่การเจริญพันธุ์ของสาหร่าย สุดท้ายก็นำแกลบไปผึ่งแดดจนแห้งสนิทและเก็บไว้ดำเนินการต่อไป (ไพโรจน์และสมิง, 2533)

นอกจากวัสดุเหล่านี้ก็จะมี อวนโพลี และ เชือก ส่วนในต่างประเทศก็จะมีการใช้วัสดุอื่นๆ ด้วย เช่น ก้อนหิน, ก้อนกรวดและเศษปะการัง (2-5 เซนติเมตร)

1.2.2 การเลือกต้นพันธุ์

ใช้ต้นพันธุ์ที่เป็นต้นแก่(aged thallus) ที่มีลักษณะกิ่งหรือแขนงอวบโต สีค่อนข้างเข้ม ส่วนมากเป็นสีน้ำตาลไหม้หรือสีม่วงอมดำสภาพสดดังกล่าวคือ เมื่อสัมผัสจะรู้สึกลื่นมือและยืดหยุ่นได้ดี กับต้องมีกระเปาะสปอร์(cystocarp) ซึ่งมีลักษณะเป็นเม็ดหรือเป็นปุ่มค่อนข้างกลมปรากฏอยู่บนแขนงสาหร่ายจำนวนมาก ทั้งนี้ต้องสังเกตเห็นว่าส่วนยอดของกระเปาะสปอร์ที่เป็นช่องเปิด(ostiole) เป็นสีค่อนข้างเข้มทึบแสง ไม่เป็นสีขาวค่อนข้างใสซึ่งแสดงว่าสปอร์ได้ถูกปล่อยออกไปเรียบร้อยแล้ว (ไพโรจน์, 2541) กล่าวได้ว่า ควรเลือกทาลัสที่มีกระเปาะสปอร์เพราะสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ส่วนเตตราสปอร์ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ต้องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ซึ่งจะยากสำหรับการเลี้ยงจากสปอร์ในปริมาณมาก และควรที่จะเก็บต้นพันธุ์ในช่วงเดือนที่สาหร่ายมีเซลล์สืบพันธุ์มาก โดยเฉพาะต้นเพศเมีย (ระพีพร, 2537)

1.2.3 การทำความสะอาดและกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ต้นพันธุ์สาหร่าย

สาหร่ายที่รวบรวมได้จากแหล่งน้ำ มักมีตะกอนโคลนทรายรวมทั้งสิ่งมีชีวิต ได้แก่ กุ้ง ปู หอยขนาดเล็ก และ จุลินทรีย์พวกโปรโตซัว (ciliated protozoa) ตลอดจนพืชชั้นต่ำที่เป็นปรสิต (epiphyte) ติดมากับสาหร่ายด้วยเสมอ จำเป็นต้องขจัดออกโดยการล้างสาหร่ายหลายๆครั้ง พร้อมกับใช้ปากคืบและแปรงขนอ่อน ช่วยในการคัดแยกเอาสิ่งที่ไม่ต้องการออกจนหมดสิ้น จากนั้นนำต้นพันธุ์สาหร่ายไปผ่านการฆ่าเชื้อโดยแช่ในสารละลายด่างทับทิม

เป็นเวลา 30 นาที แล้วพักไว้ในน้ำทะเลที่สะอาดเพื่อดำเนินการต่อไป(ไพโรจน์และสมิง, 2533 และ ไพโรจน์, 2541)

1.2.4 การเตรียมกระเปาะเพาะสปอร์

นำต้นพันธุ์สาหร่ายที่สะอาดและกำจัดเชื้อแล้ว ล้างด้วยน้ำทะเลเป็นครั้งสุดท้าย สรงให้สะอาดในตระกร้าพลาสติกนานประมาณ 10 นาที แล้วนำไปวางให้แผ่กระจายกันอยู่บนกระดาษฟาง เพื่อดูดซับความชื้นออกและผึ่งให้แห้งภายใต้สภาพอุณหภูมิห้อง เป็นเวลานาน 20 นาที ทั้งนี้เพื่อกระตุ้นให้กระเปาะสปอร์ปล่อยคาร์โปสปอร์เป็นอิสระเร็วขึ้น จากนั้นจึงตัดออกเป็นท่อนๆ ด้วยมีดคม ขนาดความยาว 8-10 ซม. (ไพโรจน์, 2541)

1.2.5 การเพาะพันธุ์

อุปกรณ์ที่ใช้เพาะพันธุ์สาหร่ายสำหรับเพาะเชิงปริมาณ ควรจะใช้เป็นอ่างหรือถังพลาสติกใส ซึ่งควรจัดให้มีระบบน้ำไหล (running system) โดยมีท่อน้ำไหลเข้าสู่ถังทางประตูน้ำขนาดเล็ก (inlet) ซึ่งสามารถควบคุมปริมาตรการไหลเข้าของน้ำกับมีท่อน้ำล้น (overflow) สำหรับน้ำไหลออกได้ตามต้องการ โดยระบบน้ำไหลนี้จะเริ่มใช้เมื่อคาร์โปสปอร์ลงเกาะแล้ว 2-3 วัน น้ำทะเลที่ใช้จะผ่านการตกตะกอนและกรองด้วยถุงผ้ากรองตาละเอียดขนาด 1 ไมครอน ความสูงของน้ำประมาณ 6-20 ซม. จากนั้นนำวัสดุรองรับการเกาะของคาร์โปสปอร์ที่เตรียมไว้มาวาง ให้กระจายกันอยู่ทั่วไปในถาดพลาสติกอย่างสม่ำเสมอจนเต็มจากนั้นวางบนพื้นภาชนะ หากเป็นเปลือกหอยต้องให้ผิวเปลือกด้านในที่ลิ้นเรียบของฝาหอยอยู่ด้านบน เพื่อรองรับการเกาะของสปอร์ นำแถบเนื้อวุ้นโพลีขนาดตาเหยียด 2 ซม. คลุมบนภาชนะแล้วจัดให้ผืนวุ้นภายในขอบภาชนะจมอยู่ใต้ผิวน้ำประมาณ 2-5 ซม. พร้อมกับผูกยึดขอบวุ้นโดยรอบไม่ให้ขยับเขยื้อน แล้วนำต้นพันธุ์สาหร่ายสภาพแห้งที่เตรียมไว้ลงบนผืนวุ้นให้กระจายกันอยู่ในปริมาณที่สม่ำเสมอและจมอยู่ใต้ผิวน้ำอย่างทั่วถึง แล้วใช้ผ้าสีดำคลุมถังไว้เพื่อให้สภาพภายในมืดสนิท ช่วยกระตุ้นให้กระเปาะสปอร์ปล่อยคาร์โปสปอร์ออกมาเป็นอิสระเร็วขึ้น(ไพโรจน์และสมิง, 2533; ไพโรจน์, 2541)

1.2.6 การอนุบาลคาร์โปสปอร์ให้เจริญเป็นสาหร่ายต้นอ่อน

เมื่อดำเนินการให้กระเปาะสปอร์ปล่อยคาร์โปสปอร์ไปแล้วเป็นเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง ขึ้นต่อมาก็ควรพิจารณาว่าคาร์โปสปอร์ได้ถูกปล่อยออกเป็นอิสระแล้วหรือไม่ โดยสังเกตจากกระเปาะสปอร์ส่วนที่เป็นช่องเปิดด้านบน ซึ่งแต่เดิมเป็นสีเข้มและทึบแสงหากเปลี่ยนเป็นสีจางลงค่อนข้างขาวและใส ก็แสดงว่าคาร์โปสปอร์ออกมาเป็นอิสระแล้ว จากนั้นก็แยกต้นพันธุ์สาหร่ายออกพร้อมกับผืนวุ้นโดยไม่เคลื่อนย้ายวัสดุอื่นๆแต่อย่างใดเพื่อให้สปอร์ได้รับแสงสว่างจึงไม่จำเป็นต้องปิดภาชนะด้วยผ้าสีดำอีกต่อไป

ในการเพาะพันธุ์และอนุบาลคาร์โปสเปอร์ให้เจริญเติบโตเป็นสาหร่ายด้นอ่อนหากดำเนินการแบบไม่มีระบบน้ำไหลจะต้องทำการเปลี่ยนน้ำในภาชนะ โดยเริ่มเปลี่ยนครั้งแรกเมื่อสเปอร์มีอายุประมาณ 2-3 วันหลังจากนั้นเปลี่ยนน้ำใหม่ตามความเหมาะสมทุก 4-8 วันต่อครั้ง ปริมาณครั้งละ 80% หากใช้ภาชนะน้ำไหลจะเริ่มใช้ในช่วงนี้โดยให้อัตราการไหลเป็น 5-8 ลิตร/นาที่ สำหรับคุณสมบัติน้ำที่เปลี่ยนโดยเฉพาะค่าความเค็มกำหนดให้อยู่ในระดับเดียวกับน้ำที่เริ่มใช้เพาะ เมื่อสเปอร์อายุประมาณ 2 สัปดาห์ก็เริ่มลดความเค็มลง พร้อมกันนั้นก็เริ่มควบคุมแสงสว่าง ให้ความเข้มแสงอยู่ในระดับ 1,000-1,400 Lux โดยใช้หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ แสงสีขาว (Cool white fluorescent) มีอัตราการให้แสงสว่าง 24 ชม. จนกระทั่งสเปอร์อายุประมาณ 34 วัน ซึ่งได้เจริญเป็นสาหร่ายด้นอ่อนเรียบร้อยแล้ว หากอนุบาลแบบไม่มีน้ำไหลให้เคลื่อนย้ายสาหร่ายด้นอ่อนที่เกาะบนวัสดุ ไปอนุบาลในถังพลาสติกความจุ 250 ลิตร แต่หากอนุบาลแบบมีน้ำไหล จะหยุดการให้น้ำไหลแล้วเพิ่มการให้อากาศเบาๆ ลงไปแทน นำถังไว้ภายนอกอาคาร และจัดวางให้ได้รับแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ในแนวเฉียง กับให้ฟองอากาศเบาๆ ตลอดเวลา (ไพโรจน์ และ สมิง, 2533 และ ไพโรจน์, 2541)

จากที่ได้ทดลองเพาะพันธุ์สาหร่าย *G. fisheri* โดยใช้เกลบรอร์บคาร์โปสเปอร์ พบว่า การใช้อุปกรณ์ขนาดเล็กและวัสดุจำนวนน้อย (เกลบ 60 กรัม) กับต้นพันธุ์ 170 กรัม สามารถผลิตพันธุ์สาหร่ายได้จำนวนมากประมาณ 127,000 ต้น โดยใช้เวลาประมาณ 8 สัปดาห์ มีปัญหาที่พบคือ จำนวนเกลบที่ใช้มีทั้งสิ้น 32,760 ชิ้นผลสุดท้ายจะมีพันธุ์สาหร่ายเกาะอยู่เพียง 12,776 ชิ้นเท่านั้น คิดเป็นอัตราสูญเสียได้ 60.39% แต่วัสดุที่ใช้ก็ไม่ได้มีการลงทุนมากมายนัก จึงนับได้ว่าเพียงเท่านี้ก็ประสบความสำเร็จในการเพาะสเปอร์แล้ว

การทดลองครั้งต่อมาของ (ไพโรจน์, 2541) ได้กระทำโดยใช้เปลือกหอยตะไกรตามวิธีการที่กล่าวมาแล้ว จากผลการทดลองได้ชี้ให้เห็นว่า การใช้เปลือกหอยจำนวนเพียง 100 ชิ้นกับต้นพันธุ์ที่มีกระเปาะสเปอร์น้ำหนักร้อยละ 100 กรัม ใช้เวลาในการเพาะและอนุบาล 6 สัปดาห์ สามารถผลิตสาหร่ายด้นอ่อนได้มากกว่าหอยหมื่นต้น แต่อุปสรรคที่เกิดขึ้นคือ มีความหนาแน่นด้นอ่อนค่อนข้างสูง ประมาณ 800 ต้นบนวัสดุ 1 ชิ้น เป็นจำนวนที่เกิน

ความต้องการอยู่มาก เมื่อนำไปเลี้ยงในบ่อหรือตามแหล่งน้ำกร่อยจนเจริญเติบโตเป็นสาหร่ายขนาดใหญ่จะทำให้เหลือรอดเพียงเล็กน้อย อาจจะเหลือเพียง 1-2 พุ่มเท่านั้น จึงต้องรอให้มีการคิดค้นวิธีช่วยให้คาร์โปสเปอร์แพร่กระจายในมวลน้ำและจมลงเกาะบนวัสดุในปริมาณที่เหมาะสม ไม่กระจุกตัวอยู่บนวัสดุแต่ละชิ้นมากเกินไป ควรจะให้มี 15-20 ต้นบน

วัสดุ 1 ขึ้นก็เพียงพอ และอีกอย่างคือ สปอร์ที่เกาะบนผิวด้านล่างของวัสดุจะได้รับแสงสว่างไม่เพียงพอต่อการสังเคราะห์แสง ทำให้มีอัตราการตายสูง

จากศึกษาเกี่ยวกับ *G. fisheri* โดยใช้สาหร่ายที่สร้างซิสโตคาร์พและเตตราสปอร์แอนเจียมมากระตุ้นให้ปล่อยคาร์โปสปอร์และเตตราสปอร์ลงบนอวนเขียวขนาดตา 1 นิ้ว ผลคือ ไม่พบการปล่อยเตตราสปอร์ออกมา ซึ่งอาจเป็นเพราะ วิธีการกระตุ้นไม่ได้ผล หรือเตตราสปอร์ยังไม่แก่เต็มที่ แต่ สามารถผลิตเตตราสปอร์ได้โดยใช้ก้อนหินเป็นวัสดุรองรับการเกาะของสปอร์ภายในถังเพาะ โดยใช้ต้นพันธุ์ชนิด *G. parvispora* ที่มีลักษณะผิวเรียบเป็นแหล่งเตตราสปอร์ แต่ไม่ได้ระบุถึงวิธีการกระตุ้นและเวลาที่ใช้ในการเพาะแต่อย่างใด ในส่วนผลของคาร์โปสปอร์ของคาร์โปสปอร์มีการเกาะเป็นกลุ่มๆอยู่บนอวน เนื่องจากวางสาหร่ายลงบนอวนเลยเมื่อคาร์โปสปอร์ปล่อยออกมาจึงถูกเมือกยึดจมตัวลงเกาะกับอวนและเจริญเติบโต ทำให้การปล่อยสปอร์อยู่เป็นกลุ่มไม่กระจาย (ระพีพรและมณูญ, 2536)

ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเก็บต้นพี มาทำการเพาะสปอร์ เคยมีการศึกษาซึ่งทำการศึกษาในสาหร่าย 2 ชนิดคือ *G. fisheri* และ *G. tenuistipitata* ในอ่าวปัตตานี พบว่า *G. fisheri* มีการสร้างเตตราสปอร์ในช่วงเดือน กรกฎาคม - กุมภาพันธ์ ส่วนต้นเพศเมียพบมากในเดือนมีนาคมและเมษายน และต้นเพศผู้พบมากในเดือน พฤษภาคม และ มิถุนายน ส่วน *G. tenuistipitata* พบว่ามีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์มากในช่วงเดือนกุมภาพันธ์และมีนาคม ซึ่งช่วงดังกล่าวเป็นฤดูร้อน พบต้นเพศเมียเป็นส่วนใหญ่ จึงควรเลือกช่วงเวลาตามที่พบเซลล์สืบพันธุ์เพื่อให้ได้ผลผลิตเป็นต้นสาหร่ายอ่อนในปริมาณที่ต้องการ (ระพีพร, 2537)

1.3 การรอร์รับสปอร์ในบ่อดิน

ได้ทำการทดลองเลี้ยงในบ่อดินในบริเวณอ่าวปัตตานีโดยนำทลล์สมาจิกแล้วไปขุดบ่อที่ระดับน้ำลงต่ำสุด มีน้ำลึก 35 ซม. ใช้การเปลี่ยนถ่ายน้ำด้วยท่อน้ำล้นรับน้ำจากอ่าวปัตตานีโดยตรง แล้วจึงวางวัสดุรอร์รับสปอร์ได้แก่ อวนดำ และ เชือกไนล่อนไว้ที่ระดับ 20 เซนติเมตรจากผิวน้ำดินจากการศึกษาพบว่ามิตะกอนเกาะอยู่ค่อนข้างมาก และพบทลล์สของสาหร่ายหลังทำการเลี้ยง 2-3 เดือน มีความหนาแน่นสูงสุดที่เดือนตุลาคม และพบบนอวนดำมากกว่าเชือก และได้เสนอแนะว่าหากวางวัสดุรอร์รับสปอร์แล้วไม่พบทลล์ส ต้องทำความสะอาดวัสดุให้ปราศจากตะกอนดินหรือสาหร่ายชนิดอื่นก่อนที่จะนำไปใช้รอร์รับอีก (สุวัฒน์และสรรัฐ, 2541)

2. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสาหร่ายผมนาง อาจจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการขยายพันธุ์ ได้เริ่มมีการศึกษาโดย (รัตนกรณ์และคณะ, 2541) ได้ทดลองกับ *Gracilaria fishii* ซึ่งข้อนี้ไม่สามารถ

สืบค้นได้ว่าเป็นสาหร่ายชนิดใด คาดว่าน่าจะเป็น *G. fisheri* แต่คงจะต้องใช้ชื่อตามต้นฉบับเดิมไปก่อน ในการศึกษาได้นำ *G. fishii* มาตัดเป็นท่อน ๆ ขนาดประมาณ 1 เซนติเมตร แล้วนำมาเลี้ยงในอาหาร PES ในสภาพปลอดเชื้อ (axenic culture) โดยให้แสงสว่าง : มีด เป็น 16 : 8 ชั่วโมง ความเข้มแสง 25-27.6 UE. m⁻².s⁻¹ ที่อุณหภูมิ 28-30 °C เพื่อศึกษาสัณยภาพของการเจริญ (regeneration) และสภาพทั่วไปของท่อนสาหร่ายรวมทั้งการศึกษาความเป็นไปได้ของการเติม N6-benzyladenine (BA) และ naphthylacetic acid (NAA) ต่อการเพิ่มสัณยภาพของการงอก (regeneration) ภายใต้สภาพปลอดเชื้อด้วยการเติมสารละลายผสมของสารแอนติไบโอติก (สเตรปโตมัยซินซัลเฟต) 0.02% คานามัยซิน 0.01% และอีริโทรมัยซิน 0.02% เมื่อนำท่อนสาหร่ายไปเพาะเลี้ยงในอาหาร PES ที่มีความเข้มข้น 3 เท่าจากสูตรปกติ และมีการเติม BA 0.1% ท่อนสาหร่ายสามารถแตกหน่อภายในสามวัน และสามารถสร้างแขนงเล็กๆจำนวนมาก ภายใน 14-18 วัน และภายใต้การเพาะเลี้ยงในสภาพนี้ท่อนสาหร่ายมีเปอร์เซ็นต์การงอก มากถึง 97% ในขณะที่การเพาะเลี้ยงในอาหาร PES ที่มีความเข้มข้น 2 เท่า และมี BA 0.1% ให้เปอร์เซ็นต์การงอก 89% อย่างไรก็ตามท่อนสาหร่ายที่เพาะเลี้ยงในอาหาร PES สูตรความเข้มข้น 2 เท่า และ 3 เท่า ที่ไม่มีการเติม BA ยังคงให้เปอร์เซ็นต์การงอกที่ค่อนข้างสูง คือ 72% ในขณะที่การเติม BA ในเปอร์เซ็นต์ที่ต่ำ และการเติม NAA ไม่มีผลต่อการงอกและการเจริญของกิ่งแขนงในการเพาะเลี้ยงด้วยอาหาร PES สูตรปกติ แต่การจะนำไปเลี้ยงด้วยวิธีการและสภาพแวดล้อมแบบใด คงต้องรอให้มีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

3. การเลี้ยงสาหร่ายผสมนางโดยใช้ดินพันธุ

การเลี้ยงสาหร่ายผสมนางโดยใช้ดินพันธุ จะใช้เป็น ดินพันธุทั้งต้น, ท่อนพันธุที่หักหรือนีกออกมาเป็นส่วนๆ, ดินพันธุที่ได้จากการเก็บวัสดุที่มีสาหร่ายอ่อนขึ้นอยู่ หรือได้มาจากการเพาะสปอร์ โดยนำดินพันธุที่ได้ไปทำการเลี้ยงในรูปแบบต่างๆ เช่น นำไปหว่านลงบ่อดินหรือคอก, สอดดินพันธุในเส้นเชือก หรือทำการเลี้ยงในกระชัง แหล่งน้ำที่ควรเลือกเป็นที่เลี้ยงสาหร่ายสกุลนี้ ควรมีความเค็ม 10-25 ppt, อุณหภูมิ 25-30 °C, pH 6-8 และความโปร่งใส 30 เซนติเมตรขึ้นไป ควรระมัดระวังเรื่องตะกอนมากๆ หากมีการทับถมจะทำให้สาหร่ายเจริญเติบโตได้ไม่ดี และสาหร่ายอ่อนอาจมีอัตราการตายสูง การเลี้ยงสาหร่ายนี้จะขอแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบใหญ่ๆตามแหล่งเลี้ยง คือ (ไพโรจน์และคณิต, 2541)

3.1 การเลี้ยงในบ่อดิน

จากการรายงานพบว่า เริ่มมีการเพาะเลี้ยงสาหร่ายผสมนางในบ่อดินมาตั้งแต่ปี 2527 โดยชาวประมง ที่บ้านคาใต้ บริเวณอ่าวปัตตานี โดยใช้บ่อขนาดพื้นที่ 17 x 21 เมตร ลึก 1 เมตร ดินพันธุจะใช้เป็นสาหร่ายอ่อนที่ขึ้นอยู่บนหอยขึ้นกซึ่งหาได้ง่ายในละแวกนั้น นำไปหว่านลงบ่อดิน

ซึ่งมีการถ่ายเทน้ำบ้างแต่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย โดยจะเก็บผลผลิตปีละ 2 ครั้ง มีผลผลิตประมาณ 6,442.5 กิโลกรัม/ปี คิดเป็นเงินมูลค่า 14,000 บาท ประเมินผลผลิตได้ 1,030 กิโลกรัม/ไร่/ปี ทำการเลี้ยงสาหร่ายพมนาง *G. fisheri* ในบ่อดินที่มีความลึก 40 เซนติเมตร โดยการหว่าน พบว่าสาหร่ายจะถูกกระแสน้ำพัดไปกองอยู่ริมตลิ่งบริเวณท้ายบ่อ และทับถมตายภายใน 10 วัน ดังนั้นการใช้ดินพันธุ์ในการหว่านควรจะใช้สาหร่ายที่ขึ้นเกาะอยู่บนวัสดุซึ่งจะมีส่วนช่วยถ่วงให้สาหร่ายอยู่กับพื้นบ่อ ไม่เคลื่อนที่เมื่อมีกระแสน้ำเคลื่อนไหวมาก และบริเวณที่ตั้งควรจะมีกระแสน้ำที่ไม่รุนแรงนัก

วิธีการเลี้ยงสาหร่ายพมนางในบ่อดิน

1. การเลือกสถานที่ การเลี้ยงสาหร่ายพมนาง สามารถนำบ่อเก่าที่ใช้เลี้ยงกุ้งทะเลเดิม หรือ บ่อพักน้ำ นำมาดัดแปลงเป็นบ่อเลี้ยงสาหร่ายได้ สภาพพื้นบ่อควรมีลักษณะเป็นดินเหนียวปนทราย มีขนาดเนื้อที่บ่อตั้งแต่ขนาด 0.5 ไร่จนถึง 4 ไร่ มีความลึกประมาณ 1.2 เมตร มีประตูระบายน้ำเข้า-ออก สภาพคันบ่อไม่รั่วซึมสามารถเก็บกักน้ำได้ลึก 0.8 - 1.5 เมตร การเตรียมบ่อ ต้องทำให้พื้นบ่อสะอาด พื้นที่ที่ดำเนินการเลี้ยง ควรอยู่ใกล้แหล่งน้ำเค็มเนื่องจากสาหร่ายพมนางสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่ระดับความเค็มต่ำสุด - สูงสุดที่ 8 - 35 ppt

นอกจากนี้แล้วองค์ประกอบทางนิเวศน์ที่เป็นปัจจัยสำคัญในการเจริญเติบโตของสาหร่ายก็คือ อุณหภูมิและแสงแดด เป็นสถานที่โล่งมีอากาศถ่ายเทตลอดเวลา ระบบประตูน้ำของบ่อดินสามารถนำน้ำเข้าหรือถ่ายเทออกได้สะดวก โดยเฉพาะประตูน้ำออกต้องสามารถควบคุมระดับน้ำให้คงที่ได้ตลอดเพื่อให้ น้ำในบ่อไหลล้นออกจากบ่อได้ในช่วงฤดูฝน เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำอย่างเฉียบพลัน และต้องมีตะแกรงป้องกันการหลบหนีของสัตว์น้ำที่เลี้ยงในบ่อ

2. ระบบการให้อากาศ ทำการติดตั้งระบบให้อากาศแบบ Rotary blower ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ขนาด 2- 3 แรงม้า โดยใช้ท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว เป็นท่อส่งอากาศไปยังระบบยกน้ำ (Air Lift) ซึ่งทำด้วยท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว ยาว 0.5 - 1.0 เมตร ขึ้นอยู่กับความลึกของบ่อ ด้านบนมีข้อพร้อมท่อนลอยเจาะรูด้านล่างต่อด้วยท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 หุน เชื่อมต่อท่อส่งด้วยท่อเกลียวขนาด 4 หุน บ่อดินขนาด 2 ไร่ ใช้ระบบยกน้ำ 4 - 6 ชุด การติดตั้งระบบให้อากาศ ควรให้น้ำมีการหมุนเวียนไปในทิศทางเดียวกันรอบๆบ่อ เพื่อให้การหมุนเวียนสารอาหารในบ่อเลี้ยงเกิดการหมุนเวียนอยู่ตลอดเวลา เนื่องจากสาหร่ายกาซิวาเลีย มักจะเจริญเติบโตได้ดีในน้ำที่มีการเคลื่อนไหว อีกทั้งการเติมอากาศยังช่วยให้การหายใจของสาหร่ายในเวลากลางคืนมีปริมาณแก๊สออกซิเจนเพียงพออีกด้วย หากในขณะที่มีฝนตกหนัก

การเติมอากาศด้วยวิธีนี้สามารถป้องกันการเกิดสภาวะเรือนกระจก (Green House Effect) ที่จะทำให้ค่าของอุณหภูมิผิวน้ำกับท้องน้ำต่างกันอันจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้สาหร่ายเกิดการตายได้

3. การเตรียมน้ำ ทำการสูบน้ำทะเลเข้าบ่อเลี้ยง โดยเติมน้ำจนถึงระดับความลึกเฉลี่ยประมาณ 1.0 - 1.2 เมตร เปิดเครื่องให้อากาศ เพื่อทำการยกน้ำจากก้นบ่อขึ้นผิวน้ำ น้ำในบ่อจะใสเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับความขุ่นในของตะกอน โดยปกติเมื่อทำการยกน้ำด้วยระบบ (Air Lift) ความใสของน้ำจะใช้เวลาประมาณ 5 - 7 วัน จากนั้นก็สามารถหว่านสาหร่ายลงบ่อเลี้ยงได้ ความเค็มที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 15 - 24 ppt ความเป็นกรด - ด่าง อยู่ในช่วง 7.3 ถึง 8.5 ความขุ่นในประมาณ 80 เซนติเมตร ปริมาณออกซิเจน 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นด่างทั้งหมด (Total alkalinity) ประมาณ 70 มิลลิกรัมต่อลิตร สาเหตุที่จะต้องมีการทำให้น้ำใสก่อนทำการหว่านสาหร่าย เนื่องจากหากมีจำนวนปริมาณตะกอนอินทรีย์สารมากเกินไป จะทำให้ตะกอนเหล่านี้เข้าไปจับกับผิวเซลล์ของสาหร่าย ซึ่งตัวสาหร่ายเองไม่สามารถกำจัดออกเองได้ จะส่งผลให้อัตรการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายพมนางลดลงทำให้การเจริญเติบโตช้าลง

4. การเตรียมพันธุ์สาหร่าย พันธุ์สาหร่ายพมนางที่ใช้เลี้ยงในบ่อดิน ได้มาจากการรวบรวมมาจากอ่าวปัตตานีหรือจากแหล่งน้ำอื่น อัตราการหว่านประมาณ 150 - 200 กิโลกรัมต่อไร่ โดยนำมาหว่านให้รอบบ่อ ห่างจากคันบ่อประมาณ 1.0 - 3.0 เมตร กระจายทั่วบ่อ รอบคันบ่อ หากเป็นการเตรียมสาหร่ายเพื่อนำไปเลี้ยงในพื้นที่ห่างไกล ควรรวบรวมพันธุ์สาหร่ายพมนาง (*Gacilaria* sp.) บรรจุสาหร่ายลงในกล่องโฟมและใส่น้ำแข็งลงไป เพื่อลดอุณหภูมิในกล่อง เมื่อลำเลียงสาหร่ายถึงที่หมายแล้วควรนำออกมาพักไว้ในบ่อดินหรือบ่อซีเมนต์ โดยเตรียมน้ำทะเลสะอาด และให้อากาศจากหัวทราย ตลอดเวลานาน 1 สัปดาห์ จึงนำสาหร่ายไปทำการเลี้ยงต่อไป

5. การจัดการระหว่างการเลี้ยงสาหร่าย การจัดการระหว่างการเลี้ยงสาหร่ายสามารถประยุกต์ใช้ร่วมกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งได้ โดยสามารถนำสาหร่ายพมนางมาใช้เลี้ยงร่วมกับ ปลากระพงขาว กุ้งกุลาดำ ปลากระรัง ปลากระพงแดง ปลาหมอเทศ ปลากะบอก หรือสัตว์น้ำชนิดอื่นๆได้ โดยมีการติดตั้งกระชังปลาและมีการปล่อยปลาลงในบ่อเลี้ยงโดยตรง เพื่อสร้างวงจรห่วงโซ่อาหารให้เกิดความสมดุลในบ่อเลี้ยง และง่ายต่อการจัดการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ทำการเลี้ยงร่วมกับสาหร่ายพมนาง

5.1 การจัดการติดตั้งกระชังเลี้ยงปลาลงในบ่อ กระชังที่ใช้เลี้ยงปลา มีขนาด 4 x 6 x 1.5 เมตร บ่อขนาด 2 ไร่ สามารถติดตั้งได้ 2 - 4 กระชัง ชนิดพันธุ์ปลาที่ใช้เลี้ยงเป็นปลาน้ำกร่อย เช่น ปลากระพงขาว ปลากระรัง ปลากระพงแดง เป็นต้น ส่วนในบ่อเลี้ยงสาหร่ายสามารถปล่อยปลาหมอ

เทศ ปลากระบอก หรือปลาน้ำกร่อยชนิดอื่นๆ ได้ การให้อาหารขึ้นอยู่กับขนาดของตัวปลา ถ้าปลามีขนาดเล็ก การให้อาหารควรให้ทุกวันๆละ 2 มื้อ ถ้าปลามีขนาดที่โตขึ้น จึงให้อาหารลักษณะวันเว้นวัน โดยสิ่งขับถ่ายของปลาและเศษอาหารจะเป็นปุ๋ยของสาหร่ายพม nang ได้เป็นอย่างดี

5.2 การเปลี่ยนถ่ายน้ำ ให้เปลี่ยนถ่ายน้ำอย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ครั้งละประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณน้ำทั้งหมด ข้อควรระวังในเลี้ยงสาหร่ายในช่วงฤดูฝน ควรเติมอากาศตลอด 24 ชั่วโมง เพื่อป้องกันการแบ่งชั้นของน้ำ ซึ่งจะทำให้เกิดสภาวะเรือนกระจก (Green House Effect) อันจะทำให้ค่าของอุณหภูมิผิวน้ำกับท้องน้ำเกิดความแตกต่างกันได้ จะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการตายของสาหร่ายได้ ส่วนในช่วงฤดูร้อน สภาพอากาศที่ร้อนจัดอาจส่งผลให้เกิดปัญหาเชื้อแคดลอยตามผิวน้ำและบางส่วนจะตกลงสู่พื้นบ่อเข้าไปเกาะกับท่ลัสของสาหร่าย ทำให้สาหร่ายมีปัญหาในการสังเคราะห์แสง ส่งผลให้การเจริญเติบโตของสาหร่ายมีอัตราที่ช้าลง จึงควรหมั่นดูแลเชื้อแคดโดยการตักออกจากบ่อ หากพบว่ามีเชื้อแคดเกิดขึ้นในบ่อเลี้ยงจำนวนมากขึ้นเพื่อป้องกันปัญหาการแย่งแสงแคด

5.3 การรักษาสมดุลระบบนิเวศน์ของสาหร่ายพม nang ในบ่อ ถ้าหากมีสาหร่ายชนิดอื่นเกิดขึ้นให้เก็บเกี่ยวออกให้มากที่สุด หรือหากมีทากทะเลที่กินสาหร่ายก็ให้ตักออก โดยพยายามควบคุมความสมดุลระหว่างปลากินพืช และปลากินเนื้อให้อยู่ในระดับปกติ ในระหว่างการเลี้ยงสาหร่ายพยายามคำนึงลงไปสำรวจพื้นก้นบ่อและสังเกตการเจริญเติบโตของสาหร่าย และสภาพแวดล้อมพื้นบ่อด้วย เพื่อป้องกันปัญหาต่างๆที่อาจเกิดขึ้นได้ระหว่างการเลี้ยงเป็นระยะๆ

6. การเก็บเกี่ยวผลผลิต การเลี้ยงสาหร่ายพม nang (*Gacilaria fisheri*) ที่ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจันทบุรีในบ่อดินขนาด 0.5 ไร่ โดยเลี้ยงในแพงด้ายพลาสติก ขนาด 3 ตารางเมตร ที่ความหนาแน่น 500 กรัม ต่อตารางเมตร จำนวน 60 แผง แบ่งเป็น 4 แถวๆละ 15 แผง เก็บเกี่ยวผลผลิตที่เพิ่มขึ้นทุกๆ 2 สัปดาห์ ปรากฏว่า สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้น้ำหนักเพิ่มขึ้น 141,445 กรัม โดยระหว่างการเลี้ยง ได้ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 จำนวน 300 กรัมทุกสัปดาห์ตลอดการเลี้ยง (วิวรรณและคณะ, 2538) ส่วนการเก็บเกี่ยวผลผลิตสาหร่ายพม nang ที่ได้จากการศึกษาการเลี้ยงปลากระพงขาวร่วมกับสาหร่ายพม nang จำนวน 75 แผง แบ่งเป็น 5 แถวๆละ 15 แผง มีผลผลิตสาหร่ายจำนวน 223,880 กรัม ผลผลิตของสาหร่ายที่เก็บเกี่ยวได้ในแต่ละแถว ใช้ระยะเวลา 28 สัปดาห์ ซึ่งรูปแบบการเก็บเกี่ยวนี้จะเก็บเกี่ยวสาหร่ายที่เพิ่มขึ้นทุกๆ 2 สัปดาห์ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ(วิวรรณและจิตติมา,2543) ที่ได้ทำการศึกษาทดลองเลี้ยงสาหร่ายร่วมกับกุ้งกุลาดำในบ่อดินพบว่า สาหร่ายพม nang จำนวน 60 แผง ทั้ง 4 บ่อ มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในสัปดาห์ที่ 4 - 12

และหลังจากสัปดาห์ที่ 14 เป็นต้นมาน้ำหนักของสาหร่ายผมนางมีน้ำหนักลดลงเมื่อสิ้นสุดการทดลอง สาเหตุเนื่องมาจากในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ เมื่อทำการเลี้ยงกุ้งผ่านไประยะหนึ่ง ปริมาณตะกอนอินทรีย์สารต่างๆจะมีปริมาณมากขึ้น และตะกอนดังกล่าวจะเข้าเกาะกับท่ลัสของสาหร่ายผมนาง ส่งผลให้สาหร่ายผมนางไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้สะดวก ส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่ายช้าลงในช่วงท้าย เนื่องจากสาหร่ายไม่สามารถสลัดตะกอนออกจากตัวมันเองได้ และจากข้อมูลของสถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดปัตตานีที่ได้ทำการศึกษากการเจริญเติบโตของสาหร่ายผมนางที่ทำการทดลองเลี้ยงในถังไฟเบอร์ขนาด 1000 ลิตรเป็นเวลา 15 วัน พบว่า สาหร่ายผมนางมีอัตราการเพิ่มน้ำหนัก ประมาณ 20 - 25 เปอร์เซ็นต์ โดยขึ้นอยู่กับความเค็มและปุ๋ยที่ใช้และการเลี้ยงสาหร่ายผมนางในบ่อดินของทางสถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดปัตตานีขนาดพื้นที่ 2 ไร่ สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เป็นระยะๆประมาณ 80 - 150 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ ซึ่งสามารถนำมาใช้เลี้ยงหอยเป่าฮือได้ประมาณ 20,000 ตัว อัตราการการให้สาหร่ายผมนางในการเลี้ยงหอยเป่าฮืออยู่ที่ 10 - 20 % ของน้ำหนักตัว การเก็บเกี่ยวสาหร่ายควรเก็บทุกๆ 2 สัปดาห์เพื่อลดอัตราความหนาแน่นของสาหร่ายลง อีกทั้งเป็นการลดปัญหาการแย่งแสงแดด

7. ต้นทุนการผลิต การผลิตสาหร่ายผมนางในบ่อดิน ต้องมีต้นทุนการผลิตเฉลี่ยกิโลกรัมละ 2 - 3 บาท โดยหากมีการลดต้นทุนค่าไฟฟ้า ค่าน้ำมัน ค่าปุ๋ย ค่าแรงงาน ตลอดจนมีขนาดพื้นที่และจำนวนบ่อที่ใช้เลี้ยงที่มีความเหมาะสมก็สามารถมีผลผลิตอย่างเพียงพอสำหรับการจำหน่าย ดังนั้นการลดต้นทุนการผลิตจึง มีการประยุกต์นำสาหร่ายผมนางมาเลี้ยงร่วมกับปลากะพงขาว หรือสัตว์น้ำอื่นๆอันจะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเสริมรายได้จากการเลี้ยงสาหร่ายผมนางได้ อันเป็นการลดต้นทุนในการผลิตสาหร่ายผมนางอีกทางหนึ่ง ตลอดจนสามารถใช้ประโยชน์จากการใช้สาหร่ายผมนางในบ่อดินในการบำบัดน้ำทะเลก่อนนำมาใช้อุบลาลูกพันธุ์สัตว์น้ำในบ่ออนุบาลได้อีกด้วย เช่น การใช้น้ำในการอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ ลูกปลากะพงขาว ลูกปลากะรัง เป็นต้น ประโยชน์ของการเลี้ยงสาหร่ายในบ่อดินยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในบ่อพัก ห้ บ่อบำบัดน้ำในฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งได้ ซึ่งสามารถช่วยลดต้นทุนในการเสียค่าใช้จ่ายด้านสารเคมีต่างๆที่ใช้บำบัดน้ำลงไปได้มาก เนื่องจากสาหร่ายผมนางสามารถตรึงสารอินทรีย์ที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบมาใช้ในการเจริญเติบโตได้นั่นเอง อีกทั้งยังช่วยเพิ่มปริมาณแก๊สออกซิเจนในน้ำให้มีปริมาณมากขึ้น ทำให้ระบบบำบัดน้ำในบ่อมีประสิทธิภาพเหมาะสมพร้อมที่จะนำไปใช้ได้ทันที

8. การเพาะเลี้ยงสาหร่ายผมนางโดยวิธีอื่นๆ

8.1 การเลี้ยงสาหร่ายผมนางในถังไฟเบอร์คลาส ด้วยระบบน้ำหมุนเวียน

8.2 การเลี้ยงสาหร่ายผมนางบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำขังป่าชายเลน

การเลี้ยงสาหร่ายผสมนางในบ่อดินโดยใช้เส้นเชือก ในฟิลิปปินส์ มีการใช้วิธีการนี้กับสาหร่ายกราซิลารียซึ่งเป็นวิธีพื้นฐาน เชือกที่ใช้เป็นโพลีเอทิลีนลักษณะเกลียว 2 เส้น ขนาด 2.5 มิลลิเมตร ลักษณะการปฏิบัติ (การวางแนวปักหลัก, การสอดทลัส) มีในภาพที่ 3, 4 และ 5 ในประเทศไทยได้มีการศึกษาโดย (ระพีพร, 2536) ซึ่งทำการทดลองเลี้ยงสาหร่ายผสมนาง 2 ชนิดที่พบในอ่าวปัตตานีคือ *G. tenuistipitata* กับ *G. fisheri* ในบ่อดินขนาด 20 x 20 ตารางเมตร โดยไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ แต่จะสูบน้ำเข้าบ่อเพื่อเพิ่มระดับสัลไฟด์ละ 10-15 เซนติเมตร พบว่าได้ผลผลิตน้อยและมีอัตราการเจริญเติบโตต่ำ เนื่องจากไม่มีการหมุนเวียนน้ำเข้าออก และน้ำมีตะกอนมากทำให้ตะกอนไปจับบนทลัสตลอดเวลา ดังนั้นการเลี้ยงในบ่อดินจึงควรจะได้มีการทำระบบหมุนเวียนน้ำเข้าออกด้วย แต่ปัญหาที่พบ ซึ่งทำการเลี้ยงแบบใช้เชือกเช่นกัน โดยใช้สาหร่ายผสมนาง *G. fisheri* เลี้ยงในบ่อพักน้ำ แตกต่างออกไปจากที่กล่าวมา คือ พบว่ามีการร่วงของทลัสหมดภายใน 10 วัน เนื่องจากทลัสมีความบอบบาง เมื่อนำสอดเข้าไปในเกลียวเชือกจะทำให้บอบช้ำและเกิดการตายตรงจุดที่บีบรัด ทำให้ทลัสหลุดร่วง ประกอบกับบริเวณที่ตั้งบ่อพักน้ำมีคลื่นลมทำให้สาหร่ายเกิดการแกว่งจึงหลุดออกจากเส้นเชือก ซึ่ง ในรายงานของ (ระพีพร, 2536) ไม่ได้กล่าวถึงเรื่องนี้ จึงคาดว่าไม่เกิดปัญหาการหลุดร่วงของทลัส

ในเรื่องการใส่ปุ๋ยให้กับสาหร่ายผสมนางในบ่อ สามารถทำได้โดยการเติมปุ๋ยแอมโมเนียมฟอสเฟต ซึ่งมีการศึกษาโดย (สุวัฒน์, 2534) ทำการเลี้ยงสาหร่ายผสมนางในบ่อดินขนาด 5 x 20 เมตร ลึก 80 เซนติเมตร ผลที่ได้คือ การเติมปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตที่ความเข้มข้น 20 ppm ทุก 14 วัน จะช่วยเพิ่มผลผลิตสาหร่ายได้มากขึ้น จากปริมาณสาหร่ายเริ่มต้น 750 กรัม/ตารางเมตร เมื่อผ่านไป 98 วันได้เป็น 10,698 กรัม/ตารางเมตร คิดเป็นน้ำหนักสาหร่ายสด 62,880 กิโลกรัม/ปี

3.2 การเลี้ยงในแหล่งน้ำธรรมชาติ

เริ่มทำการศึกษาในปีพ.ศ. 2534 โดย (คณิตและดุสิต, 2535) ดำเนินการเลี้ยงสาหร่ายผสมนางบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก ต.เกาะยอ อ.เมือง จ.สงขลา โดยรวบรวมพันธุ์สาหร่ายใส่แพงอวนประเภทหนัก 2 กก. ต่อแพงโดยใช้กรรไกรตัดบริเวณตาข่ายด้านบนขนาด 20 ค 20 ซม. แล้วนำสาหร่ายใส่ในช่องตาข่ายประเภท ใช้เชือกเย็บรอยกริดให้แน่น แล้วนำอวนสาหร่ายไปแขวนลอยบริเวณแหล่งเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังที่ระดับความลึก 50-70 ซม. จากระดับผิวน้ำ ซึ่งแพงอวนแต่ละชุดถูกตรึงด้วยไม้หลักทั้ง 4 ด้าน จำนวน 40 ชุดเมื่อการเลี้ยงดำเนินไปได้ 1 เดือนปรากฏว่าไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เนื่องจาก ปลาสลิดหินจุดขาว *Siganus canaliculatus* กินยอดอ่อนของสาหร่ายเหลือต้นต่อมีความยาวประมาณ 3-5 ซม. จึงมีการเปลี่ยนแปลงการทดลองคือ

นำแพลงสาหร่ายที่พลาสติกห็นกิน นำมาจัดเรียงใส่แพลงอวนประคบใหม่ในซีลซึ่งมีระบบการทำฟาร์มเลี้ยงสาหร่าย *G. chilensis* เชิงพานิชย์ จะใช้วิธีการเลี้ยงสาหร่ายในทะเลชายฝั่ง สำหรับการเลี้ยงโดยใช้ต้นพันธุ์ แบบแรกเรียกว่า Direct Method หรือวิธีตรง โดยการฝังทลัสลงไปนทราย วิธีที่ 2 เรียกว่า Plastic Tube Method หรือวิธีหลอดพลาสติก โดยการมัดทลัสเข้าด้วยกันแล้วเสียบเข้าไปในท่อพร้อมอัดทรายเข้าไปช่วยถ่วงลงบนพื้นทะเล ซึ่งวิธีทั้ง 2 นี้เป็นวิธีดั้งเดิมแต่ยังคงมีการใช้กันอยู่

4. การเลี้ยงสาหร่ายผสมนางแบบผสมผสานกับการเลี้ยงสัตว์น้ำ

การเลี้ยงแบบผสมผสานกับสัตว์น้ำนี้มีเป้าหมายเพื่อที่ใช้สาหร่ายเป็นตัวรักษาคุณภาพน้ำ โดยการย่อยสลายสารประกอบไนโตรเจนที่เกิดจากอาหารเหลือ หรือจากของเสียของสัตว์น้ำ ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้สัตว์น้ำมีการเจริญเติบโตที่ดีขึ้นได้ และยังได้สาหร่ายเป็นผลผลิตเสริมด้วย แต่ในการเลี้ยงร่วมกันจริงๆแล้วจะต้องมีการคำนึงถึงองค์ประกอบอื่นๆด้วย อย่างเช่น ทำการทดลองเลี้ยงกุ้งกุลาดำร่วมกับสาหร่ายผสมนางในบ่อดินจำนวน 2 บ่อ โดยบ่อที่หนึ่งจะเลี้ยงกุ้งอย่างเดียว ส่วนบ่อที่สองจะปล่อยกุ้งลงเลี้ยงร่วมกับสาหร่ายผสมนาง โดยนำสาหร่ายผสมนางใส่ในกระเบ ผลปรากฏว่าการเจริญเติบโตของกุ้งจากทั้ง 2 แบบ ได้ผลใกล้เคียงกัน แต่อัตราการรอดและเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อให้ผลแตกต่างกันคือ ในบ่อที่เลี้ยงสาหร่ายจะมีน้อยกว่า เนื่องจากเมื่อทำการเลี้ยงไปได้ 3 เดือน กุ้งที่เลี้ยงร่วมกับสาหร่ายมีการตายนับพัน ซึ่งเขาได้สันนิษฐานไว้ว่าเป็นเพราะการขาดออกซิเจน การศึกษาครั้งนี้จึงถือว่าไม่ประสบความสำเร็จนักในการเลี้ยงร่วมกัน เนื่องจากมีข้อจำกัดอีกมาก หากคิดในเรื่องต้นทุนและราคาสาหร่ายเข้าไปด้วยก็จะยังไม่มี ความเหมาะสม ส่วนรายงานอื่นๆที่มีการเลี้ยงสาหร่ายร่วมกับกุ้งกุลาดำก็มีอีกเช่น (บุญส่งและวิวรรณ, 2531) ทำการทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่ายวุ้น *Polysiphonia fastigata* (ปัจจุบันคือ *G. edulis*) และ สาหร่ายผสมนาง *G. tenuistipitata* ในบ่อเลี้ยงกุ้งโดยการสอดทลัสในเส้นเชือก น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 12.25 กรัม และ 12.2 กรัม ตามลำดับ เมื่อเลี้ยงไปได้ 3 เดือน เก็บเกี่ยวผลผลิตได้น้ำหนักเฉลี่ย 341.15 กรัม และ 47.0 กรัม ตามลำดับ อัตราการเจริญของสาหร่ายผสมนางเป็น 3.66 กรัม/วัน และ 0.3867 กรัม/วัน ตามลำดับ (วิวรรณและจิตติมา, 2540) ทำการเลี้ยงสาหร่ายผสมนาง, *G. fisheri* ในแพลงดาข่ายพลาสติกขนาด 3 ตารางเมตร ที่อัตราความหนาแน่น 500 กรัม/ตารางเมตร จำนวน 60 แพลงรวม 90 กิโลกรัม ร่วมกับกุ้งกุลาดำ, (*Penaeus monodon*) ความยาวเฉลี่ย 1.01 ซม. น้ำหนักเฉลี่ย 0.0021 กรัม จำนวน 25,000 ตัว ในบ่อดินขนาด 800 ตารางเมตร จำนวน 4 บ่อ ที่ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจันทบุรี เป็นเวลา 22 สัปดาห์ เมื่อสิ้นสุดการทดลองปรากฏว่า สาหร่ายผสมนางทั้ง 4 บ่อ มีน้ำหนักลดลงเหลือ 69.17, 10.25, 83.66 และ 40.70 กิโลกรัมตามลำดับ ส่วนกุ้งกุลาดำที่เลี้ยง

เจริญเติบโตมีความยาวเฉลี่ย 18.15, 13.89 14.00 และ 11.58 เซนติเมตร มีน้ำหนักเฉลี่ย 44.67, 17.96, 18.63 และ 10.83 กรัม ได้ผลผลิตกุ้งทั้งหมด 137.0 179.4 42.3 และ 32.6 กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนการเลี้ยงสาหร่ายผสมนางร่วมกับปลาในประเทศไทยที่พบรายงานเช่น การเลี้ยงร่วมกับปลากะพงขาว และ การเลี้ยงร่วมกับปลานิลแดง ในการเลี้ยงร่วมกับปลากะพงขาวพบมีในรายงานกล่าวว่า เกษตรกรผู้เลี้ยงปลากะพงขาวมีการเก็บเกี่ยวสาหร่ายผสมนางซึ่งเก็บรวบรวมจากธรรมชาติมาเลี้ยงไว้ในกระชัง สาหร่ายจะเจริญที่อวนของกระชังและบริเวณพื้นของกระชัง ผลผลิตที่ได้อยู่ในช่วง 50-100 กิโลกรัม/100 ตารางเมตร/ปี ต่อมา (วิวรรณและทรงสิทธิ์, 2542) ทำการเลี้ยงสาหร่ายผสมนาง *G. fisheri* ในแพงด้ายพลาสติกสีดำขนาด 1.5 x 2.0 ตร.ม. ที่ความหนาแน่น 500 กรัม/ตารางเมตร จำนวน 75 แพ่ง แบ่งเป็น 5 แถวๆละ 15 แพ่ง ร่วมกับปลากะพงขาว *Lates calcarifer* เป็นเวลา 28 สัปดาห์ ทำการชั่งน้ำหนักและเก็บเกี่ยวผลผลิตสาหร่ายผสมนางที่เพิ่มขึ้นทุกๆ 2 สัปดาห์ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปรากฏว่าเก็บเกี่ยวสาหร่ายผสมนางทั้ง 75 แพ่ง ได้ผลผลิตสาหร่ายทั้งสิ้น 161,195 กรัม ผลผลิตของสาหร่ายผสมนางที่เก็บเกี่ยวได้ทั้ง 5 แถว และ น้ำหนักเพิ่มของสาหร่ายผสมนางที่เก็บเกี่ยวในเวลา 7 เดือน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ปลากะพงขาวที่เลี้ยงในบ่อดินเป็นเวลา 28 สัปดาห์ มีความยาวเฉลี่ย 29.15 ± 4.09 ซม. น้ำหนักเฉลี่ย 293 ± 64.34 กรัม อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย อัตรารอด 52.14% และได้ผลผลิตปลา 138 ก.ก. 10.40 กรัม/สัปดาห์ เหลือปลาจำนวน 730 ตัว มีส่วน วิวรรณร่วมกับปลานิลแดง *Oreochromis niloticus* ในบ่อได้ทำการทดลองเลี้ยงสาหร่ายผสมนาง *G. fisheri* ซึ่เมนต์ ผลปรากฏว่า สาหร่ายผสมนางที่เลี้ยงร่วมกับปลานิลแดง มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงกว่าในบ่อควบคุมที่ไม่มีปลานิลแดง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทดลอง พบว่า การเลี้ยงสาหร่ายผสมนางที่ความหนาแน่น ($P < 0.01$) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า การเลี้ยงสาหร่ายผสมนางที่ความหนาแน่น 0.75 กิโลกรัมต่อตารางเมตร มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงกว่าที่ความหนาแน่น 1.5 กิโลกรัมต่อตารางเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

เมื่อคำนึงถึงผลของปัจจัยร่วม ระหว่างความหนาแน่นของสาหร่ายผสมนาง กับ การเลี้ยงร่วมกับปลานิลแดง ตลอดการทดลองเป็นอิสระต่อกัน และมีความ แตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ปลานิลแดงที่เลี้ยงร่วมกับสาหร่ายผสมนางทั้ง 2 อัตราความหนาแน่น มีอัตราการเจริญเติบโตเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มต่อวัน และอัตราการรอดตาย เมื่อสิ้นสุดการทดลองสูงกว่าในบ่อควบคุม อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในบ่อทดลอง พบว่า การเลี้ยงสาหร่ายผสมนาง, ปลานิลแดง และสาหร่ายผสมนางร่วมกันมีผลต่อการลดลงของปริมาณไนไตรท์, ไนเตรท, แอมโมเนียและฟอสเฟต ทุกสัปดาห์ และน้ำในบ่อที่มีสาหร่ายผสมนาง มี

สารอาหารลดลงมากกว่าบ่อที่เลี้ยงปลานิลแดงในบ่อควบคุม แต่การลดลงของสารอาหารต่าง ๆ มีความแตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ในต่างประเทศก็มีการเลี้ยงแบบผสมผสานเช่นกัน เช่น การทดลองเลี้ยง *G. tenuistipitata* แบบผสมผสานร่วมกับ *M. etapenaeus ensis*, *M. intermentdius* และ *Scylla serrata* ในบ่อน้ำกร่อยของ Zhelang District, Haifeng County, Guangdong Province ของประเทศจีน ผลการทดลองปรากฏว่าสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของสัตว์และสาหร่าย ที่อยู่ในบ่อได้เป็นอย่างดี ช่วยลดต้นทุน และสร้างผลผลิตรวมทั้งรายได้ที่ดีขึ้น ส่วนในประเทศไทยผู้ป็นได้มีการศึกษาถึงการเลี้ยง *G. verrucosa* แบบเชือกในทะเลบริเวณที่มีหอยนางรม *Zostera japonica* ผลปรากฏว่าการนำสาหร่ายมาเลี้ยงมีผลเล็กน้อยต่อโครงสร้างของประชาคมหอยนางรม แต่อัตราการเจริญเติบโตของหอยมีการลดลง และความหลากหลายและการแพร่กระจายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังบนเส้นเชือกที่ใช้เลี้ยงสาหร่ายมีจำนวนเพิ่มขึ้น

ปัจจัยของคุณภาพน้ำที่มีความสัมพันธ์ต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายพมนาง

การเพาะเลี้ยงสาหร่ายพมนางเพื่อให้ได้คุณภาพที่ดินนั้นจะต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆหลายอย่าง ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายพมนางประกอบด้วย

1. ความเค็ม (Salinity)
2. ความเป็นกรด - ด่าง (pH)
3. ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen, DO)
4. ความเป็นด่าง (Alkalinity)
5. ความกระด้าง (Hardness)
6. ปริมาณแคลเซียมไอออน (Calcium ion)
7. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbondioxide)
8. ความขุ่นใสของน้ำ (Transparency)
9. ความเข้มของแสง (Light Intensity)
10. แอมโมเนีย (Ammonia)
11. ไนไตรท์ (Nitrite)
12. ไนเตรท (Nitrate)
13. ฟอสเฟต (Phosphate)

ไนโตรเจน

เป็นสารตัวกลางที่ได้จากขบวนการ Nitrification ของแอมโมเนียชนิด *Nitrosomonas* sp. เป็นสารที่มีพิษต่อสัตว์น้ำความเป็นพิษของไนโตรเจน *Penaeus monodon* ระยะ zoea ที่ 24 ชั่วโมง Lethal Concentration (LC-50) เท่ากับ 13.20 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร ในบ่อเลี้ยงกุ้งทะเล ไนโตรเจนไม่ควรเกิน 0.1 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร (ชัชวาล, 2551:ระบบออนไลน์)

สำหรับการเกิดไนโตรเจนในบ่อเลี้ยงกุ้ง เกิดจากกระบวนการไนตริฟิเคชัน (Nitrification) มีการสะสมในสถานะที่ไนโตรเจนไม่สามารถย่อยต่อไปเป็นไนเตรตได้ จะเกิดการสะสมของไนโตรเจนได้ นอกจากนี้ไนโตรเจนยังเกิดได้จากกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน (Dinitrification) โดยในกระบวนการจะเปลี่ยนไนโตรเจนไปเป็นไนเตรตดังสมการต่อไปนี้



ไนโตรเจนจะเป็นพิษต่อกุ้งสูงขึ้นในสถานะที่มีพิษต่ำ ดังนั้นในสถานะที่บ่อเลี้ยงมีไนโตรเจนและพิษต่ำด้วย ตัวกุ้งจะมีอันตรายมากขึ้น บ่อเลี้ยงกุ้งที่เกิดปัญหามีไนโตรเจนเป็นเวลานานจะส่งผลให้กุ้งเครียด ไม่กินอาหาร และจะอ่อนแรงเรื่อยๆจนอาจมีการตายเกิดขึ้น หากมีการจับดังกล่าวนี้ น้ำหนักกุ้งจะไม่ดีและคุณภาพกุ้งก็จะต่ำมาก (เบญจมินทร์, 2547)

คุณสมบัติของไนโตรเจนและฟอสฟอรัส

ไนโตรเจน

ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสำคัญของกรดอะมิโนซึ่งเป็นองค์ประกอบของโปรตีนทุกชนิดในสิ่งมีชีวิต พืชใช้ไนโตรเจนได้ใน 2 รูป คือ แอมโมเนียม (ammonium หรือ NH_4^+) และไนเตรต (nitrate หรือ NO_3^-) และแม้ว่าในบรรยากาศจะประกอบด้วยไนโตรเจนถึง 80% แต่อยู่ในรูปก๊าซไนโตรเจน (N_2) ซึ่งพืชไม่สามารถนำมาใช้ได้ ไนโตรเจนสามารถเข้าสู่วัฏจักรไนโตรเจนของระบบนิเวศได้ 2 ทางคือ

1. ฝนชะล้างไนโตรเจนกลายเป็นแอมโมเนียมและไนเตรต ไหลลงสู่ดิน และพืชใช้เป็นธาตุอาหาร เพื่อการเจริญเติบโตโดยปฏิกิริยาแอสซิมิเลชัน (assimilation)
2. การตรึงไนโตรเจน (nitrogen fixation) ซึ่งมีเพียงแบคทีเรียบางชนิดเท่านั้นที่สามารถใช้ก๊าซไนโตรเจนในบรรยากาศ เปลี่ยนเป็นไนโตรเจนในรูปที่พืชสามารถนำมาใช้ได้แบคทีเรียพวกนี้มีทั้งที่อยู่ในดินและที่อยู่ในสิ่งมีชีวิต เช่น ไรโซเบียมในปมรากถั่ว และแบคทีเรียในเฟินน้ำพวกแห่นาง (Azolla) นอกจากนี้ยังมีแบคทีเรียสีเขียวแกมน้ำเงินในน้ำบางชนิด

ในปัจจุบันการผลิตปุ๋ยไนโตรเจนใช้เกล็ดกรรมก็เป็นแหล่งไนโตรเจนสำคัญที่เติมไนโตรเจนสู่ระบบนิเวศ

ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารสำคัญที่พืชใช้ในโครงสร้างและเมแทบอลิซึม สัตว์กินพืชและผู้บริโภคลำดับถัดมาได้ใช้ไนโตรเจนจากพืชนี้เองเป็นแหล่งสร้างโปรตีนและสารพันธุกรรม เมื่อพืชและสัตว์ตายลง ผู้ย่อยสลายพวกราและแบคทีเรียสามารถย่อยสลายไนโตรเจนในสิ่งมีชีวิตให้กลับ เป็นแอมโมเนียมซึ่งพืชสามารถนำมาใช้ได้ผ่านกระบวนการที่เรียกว่า แอมโมนิฟิเคชัน (ammonification) ไนโตรเจนในสารอินทรีย์สามารถเปลี่ยนกลับไปเป็นก๊าซไนโตรเจนโดยผ่าน

2 กระบวนการ คือ

1. ไนตริฟิเคชัน (nitrification) แบคทีเรียบางชนิดใช้แอมโมเนียมในดินเป็นแหล่งพลังงาน และทำให้เกิด ไนไตรท์ (NO_2^-) ซึ่งเปลี่ยนเป็นไนเตรตซึ่งพืชใช้ได้ด้วย

2. ดีไนตริฟิเคชัน (denitrification) ในสภาพไร้ออกซิเจน แบคทีเรียบางชนิดสามารถสร้างออกซิเจนได้เองจากไนเตรต และได้ผลผลิตเป็นก๊าซไนโตรเจนกลับคืนสู่บรรยากาศ

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าปริมาณไนโตรเจนที่หมุนเวียนในระบบนิเวศที่กล่าวถึงทั้งหมดนี้จะมีปริมาณน้อยมาก แต่วัฏจักรไนโตรเจนในธรรมชาติก็สมดุลด้วยปฏิกิริยาซึ่งเกิดโดยพืชและการย่อยสลายของแบคทีเรีย

ธาตุไนโตรเจนปกติจะมีอยู่ในอากาศในรูปของก๊าซไนโตรเจนเป็นจำนวนมากแต่ไนโตรเจนในอากาศในรูปของก๊าซนั้น พืชนำเอาไปใช้ประโยชน์ไม่ได้ (ยกเว้นพืชตระกูลถั่วเท่านั้นที่มีระบบรากพิเศษสามารถแปรรูปก๊าซไนโตรเจนจากอากาศไปใช้ประโยชน์ได้) ธาตุไนโตรเจนที่พืชทั่วไปดึงดูดขึ้นมาใช้นั้นจะต้องอยู่ในรูปของอนุมูลของสารประกอบ เช่น แอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) และไนเตรตไอออน (NO_3^-) (พุ่มพวง, 2542) แหล่งที่มาของไนโตรเจนในดิน มี 4 แหล่งใหญ่ ๆ คือ จากการตรึงก๊าซไนโตรเจน (nitrogen fixation) จากอากาศโดยแบคทีเรีย จากการตรึงก๊าซไนโตรเจนจากอากาศโดยพวกจุลินทรีย์ที่อยู่อย่างอิสระในดิน จากการเกิดฟ้าแลบฟ้าร้องและจากปุ๋ย (จิณัฐตาและปวีณา, 2540) ไนโตรเจนที่มีอยู่ในน้ำจะอยู่ในรูปของ แอมโมเนีย ไนไตรท์และไนเตรต โดยไนโตรเจนทั้งหมดจะประกอบด้วยสารไนโตรเจนที่มีอยู่ในรูปของสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์โดยจะแยกอธิบายแยกเป็นรูปต่าง ๆ ดังนี้ กิจกรรมประปา ระบุไว้ว่าน้ำประปาควรจะมีปริมาณของคลอรีนอิสระตกค้าง (Free chlorine residual) ประมาณ 0.5 มิลลิกรัม ต่อลิตร แต่ถ้ามมีการระบาดของโรคทางน้ำเกิดขึ้น ควรเพิ่มคลอรีนอิสระ

ตกค้างให้มีประมาณ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับน้ำประปาจะมีค่าการนำไฟฟ้าไม่มากกว่า 300 ไมโครซีเมน/เซนติเมตร (สุกัญญา, 2549)

ฟอสฟอรัส

ธาตุฟอสฟอรัสในดินมีกำเนิดมาจากการสลายตัวของแร่บางชนิดในดิน การสลายตัวของสารอินทรีย์วัตถุในดินก็จะสามารถปลดปล่อยฟอสฟอรัสออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชที่ปลูก การใช้ปุ๋ยคอกนอกจากจะได้ธาตุไนโตรเจนแล้วยังได้ฟอสฟอรัสอีกด้วย ธาตุฟอสฟอรัสในดินที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้จะต้องอยู่ในรูปของอนุผลของสารประกอบที่เรียกว่า ฟอสเฟตไอออน (H_2PO_4) และ (HPO_4) ซึ่งจะต้องละลายอยู่ในน้ำในดิน สารประกอบของฟอสฟอรัสในดินมีอยู่เป็นจำนวนมาก แต่ส่วนใหญ่ละลายน้ำยาก (พุ่มพวง, 2542)

ฟอสฟอรัสในพืชและในดินเป็นพวกออร์โทฟอสเฟต หรือพวกที่แปลงมาจากฟอสฟอริก (H_3PO_4) ซึ่งฟอสเฟตในดินแบ่งออกเป็น 2 พวกใหญ่ ๆ คือ อินทรีย์ฟอสเฟตกับอนินทรีย์ฟอสเฟต พวกอินทรีย์ฟอสเฟตมีแนวโน้มที่มากหรือน้อยตามปริมาณของอินทรีย์วัตถุในดิน ดังนั้นในดินชั้นล่างจึงมีอินทรีย์ฟอสเฟตน้อยและมีมากในดินชั้นบน จากผลการวิเคราะห์ในดินทั่วไป พบว่า ดินบนมีอินทรีย์ฟอสเฟตอยู่ระหว่าง 0.3-95 % ของฟอสเฟตทั้งหมดในดิน แต่ในดินที่ใช้ในเขตกรรมทั่วไป มีอนินทรีย์ฟอสเฟตมากกว่า 90 % ของฟอสเฟตในดินลึกกว่า 1 เมตร

ความสามารถในการละลายหรือการปลดปล่อยไอออนฟอสเฟตสู่สารละลายดินจะต่างกันตามชนิดของสารฟอสเฟตและปฏิกิริยาของดิน ในดินที่มี pH สูงหรือมีความเป็นด่างเพิ่มขึ้น เหล็กฟอสเฟตหรืออลูมิเนียมฟอสเฟต สามารถปลดปล่อยไอออนฟอสเฟตออกมาสู่การละลายดินได้ ถ้าลด pH หรือเพิ่มความเป็นกรด เหล็กออกไซด์ หรืออลูมิเนียมไฮดรอกไซด์จะทำปฏิกิริยาจับกับไอออนฟอสเฟต หรือ อลูมิเนียมฟอสเฟตละลายยากขึ้น ดินที่มี pH อยู่ระหว่าง 6 - 7 (เป็นกลาง) จะมีฟอสเฟตที่อยู่ในรูปที่พืชจะใช้ประโยชน์ได้มากที่สุด (จิณัฐตา และปวีณา, 2540)

ฟอสฟอรัสในน้ำ

ฟอสฟอรัสในน้ำธรรมชาติและน้ำเสียจะอยู่ในรูปต่างๆ ซึ่งอาจอยู่ในรูปที่ละลายน้ำหรือในรูปของซากพืชซากสัตว์ ฟอสฟอรัสที่พบในธรรมชาติมีแหล่งกำเนิดได้หลายทาง

- เติมน้ำลงในน้ำประปา (ในรูป polyphosphate) เพื่อป้องกันการตกตะกอนภายหลังของ $CaCO_3$ และเพื่อหลีกเลี่ยงการทำ recarbonation
- ผงซักฟอกจะมี phosphate และ polyphosphate เป็นองค์ประกอบ
- ปุ๋ยซึ่งใช้ในการเกษตรถูกน้ำฝนชะล้างจากดินลงสู่แหล่งน้ำ

ฟอสฟอรัสจัดเป็น growth limiting nutrient ของพืชน้ำ ดังนั้นการปล่อยน้ำทิ้งที่มีฟอสฟอรัสลงในแหล่งน้ำอาจกระตุ้นให้เกิดการเจริญเติบโตของพืชอย่างรวดเร็วก่อให้เกิดปัญหา Eutrophication ในแหล่งน้ำได้

สารประกอบฟอสฟอรัสที่พบในน้ำมี 3 ประเภท

(1) orthophosphate ได้แก่ ฟอสเฟตที่ละลายน้ำแล้วให้ PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^-

(2) polyphosphate ได้แก่ สารที่มีฟอสเฟตในโมเลกุลหลายๆหมู่ เช่น $\text{Na}_3(\text{PO}_4)_6$, $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$, $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ สารเหล่านี้เป็น dehydrated phosphate จึงถูกไฮโดรไลส์ในน้ำกลั่นเป็น orthophosphate ได้

(3) organic phosphates ได้แก่ สารอินทรีย์ต่างๆที่มีฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบ เช่น nucleic acid, phospholipids, sugar phosphate

ความสำคัญของฟอสฟอรัส

1. ในด้านการปรับปรุงคุณภาพน้ำ ใช้เป็นตัวควบคุมการกักกร่อน ในระบบประปาบางแห่งเป็นตัวควบคุม pH ช่วยลดความเข้มข้นของอามอนิโอะ ช่วยลดความเป็นด่าง เร่งการเจริญของ phytoplankton

2. ในด้านน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนมีฟอสเฟตซึ่งส่วนใหญ่มาจากอาหารและผงซักฟอก นอกจากนี้ K_2HPO_4 และ KH_2PO_4 ยังเป็น buffer ที่ใช้กันแพร่หลายทั้งในระบบบำบัดและการหาค่า BOD

3. ในทางอุตสาหกรรมมีการใช้ฟอสเฟตเป็น “builder” ในผงซักฟอก คิดเป็นฟอสฟอรัสประมาณ 12-13% และมากกว่า 50% อยู่ในรูป polyphosphate

4. ฟอสเฟตที่พบในกากตะกอนจากระบบบำบัด aerobio และ anaerobio จะอยู่ในรูปตะกอนอินทรีย์และอนินทรีย์ฟอสเฟต

5. เสริมสร้างความแข็งแรงและระบบการทำงานต่างๆ ในร่างกาย เช่น การลอกคราบ สร้างเปลือก การเจริญเติบโต ใช้พลังงาน ฮอร์โมน และเลือด

ปริมาณธาตุอาหารที่พบในดิน

- พบว่ามีไนโตรเจนในชั้นไทรพวอน อยู่ประมาณ 0.02 – 0.4% โดยน้ำหนัก
- ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินนั้นค่อนข้างน้อย พบว่าดินส่วนใหญ่มีฟอสฟอรัสอยู่ระหว่าง 0.022 – 0.083 % ในดินชั้นบน อย่างไรก็ตามปริมาณที่พบจะแตกต่างกันไปตามสถานที่
- ปริมาณโพแทสเซียมที่มีอยู่ในดินจะมีมากน้อยต่างกันแล้วแต่ว่าขนาดของเม็ดดิน (ปริมาณลดลงเมื่อเม็ดดินใหญ่ขึ้น) และชนิดของหินและแร่ที่ให้กำเนิดดิน ปริมาณของโพแทสเซียมที่มีอยู่

ในดินโดยทั่วไปจะมีมากกว่าไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ทั้งนี้เพราะโพแทสเซียมองค์ประกอบของแร่ธาตุหลายชนิด พื้นผิวโลกโดยเฉลี่ยจะมีโพแทสเซียมประมาณ 2.54% ในน้ำทะเลมีประมาณ 0.04% ในประเทศสหรัฐอเมริกาจะมีโพแทสเซียมในดินชั้นบน ประมาณ 0.83% (เท่ากับ 5.8 เท่าของไนโตรเจนและ 13.4 เท่าของฟอสฟอรัส) (บุปผา, 2526)

ตารางที่ 1 ระดับธาตุไนโตรเจนในดิน (N) (มงคลและสัมฤทธิ์, 2539)

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (N)		ระดับการประเมิน	ข้อเสนอแนะ
(%)	(mg / 100 g)		
< 0.025	< 25	ต่ำมาก	ขาดแคลนมาก
0.025 – 0.050	25 – 50	ต่ำ	ขาดแคลน
0.050 – 0.075	50 – 75	ค่อนข้างต่ำ	ควรใส่ธาตุเพิ่มเติม
0.075 – 0.125	75 – 125	ปานกลาง	เพียงพอบางพืช
0.125 – 0.175	125 – 175	ค่อนข้างสูง	เพียงพอ
0.175 – 0.225	175 – 225	สูง	เพียงพอ
> 0.225	> 225	สูงมาก	เพียงพอ

ตารางที่ 2 ระดับธาตุฟอสฟอรัสในดิน (P) (มกคลและสัมฤทธิ์, 2539)

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P)		ระดับการประเมิน	ข้อเสนอแนะ
(ppm)	(mg / 100 g)		
< 3	< 0.3	ต่ำมาก	ต้องปรับปรุงอย่างมาก
3 – 6	0.3 – 0.6	ต่ำ	ต้องปรับปรุง
6 – 10	0.6 – 1.0	ค่อนข้างต่ำ	ควรปรับปรุง
10 – 15	1.0 – 1.5	ปานกลาง	เหมาะสมสำหรับบางพืช
15 – 25	1.5 – 2.5	ค่อนข้างสูง	เพียงพอสำหรับพืชทั่วไป
25 – 45	2.5 – 4.5	สูง	เพียงพอสำหรับบางพืช
> 45	> 4.5	สูงมาก	เพียงพอ

ดินโคลนจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำและสามารถเจริญเติบโตได้ดีเมื่อเลี้ยงในน้ำทะเลที่เค็มปึกที่มีอัตราส่วนของไนโตรเจน : ฟอสฟอรัส ที่ 8 : 1 โดยมีไนเตรทเป็นแหล่งไนโตรเจน เข้มข้น 4 มิลลิกรัม/ลิตร พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นมีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าชุดการทดลองที่มีหนาน้ำ 5 และ 10 กรัม/ลิตร อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) การศึกษาประสิทธิภาพของสาหร่ายพวงองุ่นในการบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในห้องปฏิบัติการ พบว่าสาหร่ายพวงองุ่นที่มีความหนาแน่น 1 กรัม/ลิตร มีประสิทธิภาพในการบำบัดคุณภาพน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งได้ดีกว่าสาหร่ายที่มีความหนาแน่น 5 และ 10 กรัม/ลิตร ตามลำดับ ประสิทธิภาพในการบำบัดคุณภาพน้ำทิ้งของสาหร่ายพวงองุ่นมีความสัมพันธ์กับระดับความเค็มของน้ำทิ้งที่นำมาเลี้ยงสาหร่ายอย่างมีนัยสำคัญ โดยในวันแรกสาหร่ายพวงองุ่นที่มีความหนาแน่น 1 กรัม/ลิตร ที่เลี้ยงในน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งที่มีความเค็มเฉลี่ย 27.8 ± 4.1 ส่วนในพัน มีประสิทธิภาพในการบำบัดแอมโมเนียรวม, ไนเตรท, ไนโตรเจนรวม (แอมโมเนียรวม+ไนเตรท) และฟอสเฟตได้ 1.78 , 2.50, 1.50 , 2.40, 3.28 , 3.98 และ 0.24 ± 0.31 มิลลิกรัม/กิโลกรัม/วัน สาหร่ายพวงองุ่นที่มีความหนาแน่น 1 กรัม/ลิตร มีอัตราการใช้อาหารในน้ำทิ้งได้ดีในวันแรกแล้วลดลงในวันถัดมา การเปลี่ยนถ่ายน้ำทิ้งให้สาหร่าย

พวงอุ้งน้ําเสมอเพื่อเพิ่มธาตุอาหารจะทำให้ประสิทธิภาพในการบำบัดธาตุอาหารในน้ำทิ้งดีกว่า การเว้นระยะการเปลี่ยนถ่ายน้ำ สาหร่ายทะเลบำบัดนี้ได้ทุกชนิด แต่ถ้าดูดซับไนโตรเจนในน้ำได้ คิมักอยู่ในกลุ่มสาหร่ายสีเขียว เช่นสาหร่ายผักกาดทะเล พวงอุ้งน้ํา สาหร่ายไส้ไก่ ฯลฯ ถ้าเป็นสีอื่น เช่นสีน้ำตาล หรือสีแดง

ผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้งทะเล ก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำธรรมชาติ ปัญหาสิ่งแวดล้อม มลภาวะต่อสัตว์น้ำ เมื่อแหล่งน้ำขาดความอุดมสมบูรณ์ สัตว์น้ำก็มีการอพยพย้ายถิ่นฐาน ปริมาณสัตว์น้ำก็ลดน้อยถอยลงไป ด้วยสาเหตุเนื่องจากการถ่ายเทน้ำทิ้ง ซึ่งเป็นน้ำเสียจากการเลี้ยงกุ้งทะเล ที่ไม่ได้บำบัดน้ำก่อนทิ้ง ให้มีคุณภาพดีได้มาตรฐานตามค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (กรมควบคุมมลพิษ, 2544) การเปลี่ยนถ่ายน้ำในระหว่างการเลี้ยง และการสูบน้ำเมื่อจับกุ้ง ในปริมาณมากๆลงในแหล่งน้ำธรรมชาติ (ดุสิตและคณะ, 2536) ทำให้แหล่งน้ำรองรับน้ำที่มีธาตุอาหารมากเกินไป รายงานธาตุอาหารทั้งหมดที่เกิดจากการเลี้ยงกุ้ง เช่น ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส จะละลายและแขวนลอยอยู่ในน้ำประมาณ 45 เปอร์เซ็นต์ และ 26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไนโตรเจนละลายส่วนใหญ่มาจาก 3 แหล่ง คือ แอมโมเนีย ที่กุ้งขับออกมาจากเหงือก, อาหารส่วนที่เหลือจากการกินของกุ้ง และสิ่งขับถ่าย เมื่อปล่อยสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ส่งผลต่อคุณภาพน้ำและดิน ทำให้เกิดยูโทรฟิเคชัน ออกซิเจนละลายในน้ำต่ำ (เอกมัยและคณะ, 2555)

การบำบัดน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งเพื่อให้มีคุณภาพดี ก่อนปล่อยทิ้งลงสู่แหล่งน้ำหรือเพื่อหมุนเวียนกลับมาใช้ในการเลี้ยงใหม่ได้ สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้หน่วยบำบัดทางชีวภาพ ได้แก่ สัตว์น้ำหรือพืชน้ำต่างๆ ระบบกรองทางชีวภาพ (biofilter) ลดปริมาณไนโตรเจนในน้ำได้ และระบบกรองกายภาพ หรือการใช้ร่วมกันระหว่างหน่วยบำบัดชีวภาพและระบบกรองกายภาพ (พิษณุและมานพ, 2543 ; พุทธและคณะ, 2543)

การทดลองนี้เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ ในการบำบัดน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งแซบวีย โดยใช้หน่วยบำบัดชีวภาพสาหร่ายพมนาง เปรียบเทียบกับการใช้หน่วยบำบัดชีวภาพสาหร่ายพมนาง ร่วมกับระบบกรองกายภาพโดยใช้ทรายละเอียดจะมีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในระบบฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งในอนาคตต่อไป

ไนโตรเจนเป็นหนึ่งในสามของสารอาหารสำคัญที่พืชต้องการ พืชส่วนใหญ่ไม่สามารถใช้ไนโตรเจนที่อยู่ในรูปที่เป็นโมเลกุล (N_2) ได้ ในระบบนิเวศที่เป็นน้ำ พบว่า สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำ

เงินสามารถเปลี่ยนแก๊สไนโตรเจนให้กลายเป็นแอมโมเนีย (NH_3) และไนเตรต ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ได้ สัตว์ที่กินพืชเหล่านี้ในไนโตรเจนที่ได้ไปสร้างโปรตีน เมื่อพืชและสัตว์ตายลง โมเลกุลของโปรตีนจะถูกย่อยให้เล็กลงโดยแบคทีเรียกลายเป็นแอมโมเนีย จากนั้นแบคทีเรียชนิดอื่นๆ จะออกซิไดซ์แอมโมเนียให้กลายเป็นไนไตรต์ และไนเตรต แต่ในสภาวะที่ขาดออกซิเจนหรือมีออกซิเจนในปริมาณน้อย พบว่าไนเตรตจะเปลี่ยนรูปโดยแบคทีเรียชนิดอื่นๆ กลายเป็นแอมโมเนีย (NH_3) และนั่นคือ การเริ่มต้นวัฏจักรของไนโตรเจนอีกครั้งหนึ่ง ดังนั้นไนโตรเจนที่พบในแหล่งน้ำที่สำคัญมีอยู่ 2 รูป คือ ไนเตรต (NO^-) และไนไตรต์ (NO^-) ไนโตรเจนในรูปไนเตรตจัดว่ามีความสำคัญมากที่สุดในน้ำ

ไนโตรเจนในรูปไนเตรต มักพบในน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนละลายอยู่ในน้ำค่อนข้างต่ำ ไนเตรตเป็นสารอาหารที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายและพืชน้ำทั้งหลายและสามารถตรวจพบในน้ำได้ในปริมาณที่สูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับปริมาณการรับไนเตรตจากแหล่งต่างๆ สู่แหล่งน้ำ โดยปกติ ระดับของไนโตรเจนที่พบในแหล่งน้ำธรรมชาติจะค่อนข้างต่ำ (น้อยกว่า 1 มิลลิกรัม ของไนโตรเจนในรูปของไนเตรต) เกิดจากกระบวนการย่อยสลายของเสียจากสัตว์และซากพืชซากสัตว์ที่ตายแล้ว ซึ่งพืชจะนำไปใช้ได้อย่างรวดเร็ว ในแหล่งน้ำที่มีระดับไนโตรเจนค่อนข้างสูง อาจจะทำให้เกิดกระบวนการยูโทรฟิเคชันได้ ระดับไนโตรเจนอาจจะสูงขึ้นเนื่องจากผลตามธรรมชาติหรือเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ หรือเปิดและทำนทำให้ปริมาณไนโตรเจนในแหล่งน้ำที่พวกมันอาศัยอยู่มีปริมาณสูงขึ้นได้จากการถ่ายมูลลงน้ำ ไนโตรเจนที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่ การทิ้งขยะหรือของเสียลงแม่น้ำ ปุ๋ยเคมีที่ถูกชะล้างลงสู่ลำน้ำต่างๆ ซึ่งอาจปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำได้ดินได้ตลอดจนน้ำไหลชะจากการเลี้ยงสัตว์บางชนิด และคอกสัตว์ เป็นต้น

การตรวจวัดไนโตรเจนในแหล่งน้ำ จะวัดไนโตรเจนในรูปไนเตรตและไนไตรต์ แต่การตรวจวัดไนเตรตโดยตรงนั้นทำได้ค่อนข้างยากเพราะไนเตรตสามารถถูกรีดิวซ์ให้กลายเป็นไนไตรต์ได้ง่าย ดังนั้นจึงเป็นการตรวจวัดปริมาณไนไตรต์แทนที่จะตรวจวัดปริมาณไนเตรต ผลการตรวจวัดจึงมักจะเป็นความเข้มข้นของไนไตรต์ (ถ้ามีอยู่ในแหล่งน้ำ) รวมกับไนเตรต แต่เนื่องจากเราสนใจจะตรวจวัดปริมาณไนเตรต ดังนั้นจึงจำเป็นต้องตรวจวัดปริมาณไนไตรต์ควบคู่ไปด้วย

ตรวจวัดไนเตรตจะรายงานเป็นปริมาณไนโตรเจนในรูปไนเตรต (มิลลิกรัม/ลิตร: mg/l) และไนไตรต์จะรายงานเป็นปริมาณไนโตรเจนในรูปไนไตรต์ (มิลลิกรัม/ลิตร)

ความสำคัญตะกอนและดินเลนพื้นบ่อเลี้ยงกุ้ง

ตะกอนและดินเลนพื้นบ่อเลี้ยงกุ้งมีความสำคัญต่อการเลี้ยงกุ้ง เนื่องจากกุ้งใช้เวลาส่วนใหญ่อาศัยบริเวณพื้นบ่อเพื่อการดำรงชีพและหากินอาหารตะกอนดินและดินเลนก้นบ่อเกิดจากเศษอาหาร ซากแพลงก์ตอนพืชและสิ่งมีชีวิตที่ตายทับถมกันตลอดระยะเวลาเลี้ยง ซึ่งจากการศึกษาคุณภาพตะกอนดินของ คุณิตและคณะ, (2536) พบว่า อัตราการตกตะกอน ปริมาณแอมโมเนียในตะกอนดิน ฟอสฟอรัสรวม ไนโตรเจนรวมและไฮโดรเจนซัลไฟด์เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยง และตะกอนดินสามารถปล่อยแอมโมเนียออกมาสู่มวลน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งได้ บริเวณพื้นบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ตะกอนเกิดขึ้นจากอนุภาคของแข็งต่างๆ ได้แก่ หิน (rock) ทราย (sand) ทรายแป้ง (silt) ดินเหนียว (clay) เศษสารอินทรีย์และซากพืชซากสัตว์ต่างๆซึ่งอาจจะมาจากภายนอกและที่เกิดขึ้นภายในบ่อ แหล่งที่มาที่สำคัญของตะกอนในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้แก่ อนุภาคดินที่แขวนลอยอยู่ในแหล่งน้ำก่อนที่จะถูกเข้าไปในบ่อปุ๋ยและอาหารที่ใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตสัตว์น้ำและตะกอนที่เกิดขึ้นภายในบ่อจากกิจกรรมทางชีวภาพในระหว่างการเลี้ยง

การให้อากาศเป็นปัจจัยสำคัญในการก่อให้เกิดตะกอนภายในบ่อเลี้ยงกุ้งที่เป็นบ่อเลี้ยงกุ้งเครื่องให้อากาศทำให้เกิดการไหลวนของน้ำ ซึ่งจะไปกักเซาะขอบบ่อด้านในและบริเวณพื้นบ่อในบริเวณที่กระแสน้ำมีความเร็วสูงและอนุภาคแขวนลอยที่เกิดขึ้นจะไปตกตะกอนอีกครั้งหนึ่งในบริเวณอื่นของบ่อที่มีความเร็วของกระแสน้ำต่ำกว่า ซึ่งพบว่าในบ่อที่มีการเติมอากาศอย่างต่อเนื่องนั้นมีความเข้มข้นของสารแขวนลอยสูงกว่าบ่อที่มีการให้อากาศเป็นครั้งคราว บ่อเลี้ยงกุ้งในประเทศไทยมักจะมีเครื่องให้อากาศขนาด 0.75 กิโลวัตต์ จำนวนมากถึง 8 ชุดต่อบ่อหรือมากกว่านี้ ซึ่งกระแสน้ำที่เกิดจากเครื่องให้อากาศจะไปกักเซาะดินก้นบ่อเป็นแถบกว้างประมาณ 10 - 15 เมตรรอบๆ บ่อรวมทั้งจะกัดเซาะคันดินด้านใน โดยอนุภาคแขวนลอยที่เกิดขึ้นจากการกัดเซาะจะไปตกตะกอนในบริเวณพื้นที่ตรงกลางของก้นบ่อซึ่งมีความเร็วของกระแสน้ำต่ำกว่าตะกอนที่เกิดขึ้นหนาประมาณ 30-45 เซนติเมตร ซึ่งครอบคลุม 30-50 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ก้นบ่อ ดังนั้นนอกจากจะทำให้เกิดการกัดเซาะแล้วยังเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตอีกด้วย เพราะพลังงานที่ใช้ในการเลี้ยงกุ้งคิดเป็นประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของต้นทุนการผลิตขณะที่ค่าอาหารประมาณ 45-50 เปอร์เซ็นต์ และค่าพันธุ์กุ้ง 15 เปอร์เซ็นต์ ได้ศึกษาระบบการจัดการตะกอนที่อยู่ในบ่อโดยเฉพาะเศษอาหารและสิ่งขับถ่ายของสัตว์น้ำเองโดยอาศัยเครื่องให้อากาศเพื่อทำให้ตะกอนไปรวมกันที่กลางบ่อโดยปรับระดับพื้นก้นบ่อมีความลาดเอียงเข้าหาตรงกลางบ่อเพื่อความสะดวกในการจัดการพื้นก้นบ่อ

การเตรียมบ่อการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

ศึกษาเกี่ยวกับการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมได้กล่าวไว้ว่าลักษณะบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับความนิยมกันมากเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า แนวบ่อทางด้านยาวเป็นแนวรับลมเป็นส่วนใหญ่ ขนาดพื้นที่ 1 – 5 ไร่ กว้าง 25 – 50 เมตร เพราะจะสะดวกต่อการจัดการและจับกุ้งพื้นที่บ่อจำเป็นต้องอัดเรียบให้แน่น และควรราบลาดเอียงสู่ประตูระบายน้ำ เพื่อสะดวกในการจับกุ้งและระบายน้ำ การตากบ่อจะช่วยให้แก๊สพิษบางตัวระเหยและถูกทำลายด้วยแสงแดดและความร้อน อีกทั้งยังช่วยฆ่าเชื้อโรคบริเวณก้นบ่อและช่วยกำจัดศัตรูของกุ้งอีกด้วย สำหรับบริเวณที่เคยเป็นนาข้าวเก่าส่วนใหญ่ดินจะมีสภาพเป็นกรดหรือที่เรียกว่าดินเปรี้ยวเนื่องจากพื้นที่ที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีมากติดต่อกันเป็นเวลานานโดยเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจนในสภาพพื้นที่แบบนี้ควรใส่ปูนให้มากขึ้นเพื่อลดความเป็นกรดของดิน ควรใช้ปูนในการเตรียมบ่อครั้งแรก เพราะทำให้การทำสีน้ำง่ายและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในระหว่างวันน้อย แต่ในช่วงต้นของการเลี้ยงนั้น การใช้ปูนในขณะมีกุ้งในบ่อจะต้องใช้ความระมัดระวังอย่างมากเพราะจะส่งผลกระทบต่อกุ้งได้ สำหรับบ่อที่มีสีน้ำเข้มอยู่แล้ว การใส่ปูนอาจจะต้องหลีกเลี่ยงมาใส่ในช่วงบ่าย เพราะการใส่ปูนในช่วงเช้าอาจทำให้ค่าความเป็นกรด – ด่างเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และไม่ควรใส่ปูนพร้อมกับปุ๋ย เนื่องจากจะทำให้ปูนและปุ๋ยจับตัวกันตกตะกอนได้ การใส่ปุ๋ยควรทำหลังจากการใส่ปูนแล้วประมาณ 3 – 5 วันในช่วงฤดูฝนควรใช้ปูนโรยที่คันขอบบ่อจะช่วยลดปัญหาความเป็นกรดในบ่อกุ้งที่เกิดจากน้ำฝน (บรรจง, 2521)

กุ้งขาวแวนนาไมกินอาหารเกือบทุกชนิดทั้งพืชและสัตว์ ทั้งที่มีชีวิตและที่ตายแล้ว ในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมอาหารที่ใช้เลี้ยงมีทั้งอาหารสด อาหารผสมอาหารสด และอาหารสำเร็จรูป อาหารสดที่นิยมใช้ได้แก่ เนื้อปลาสดหรือสับ แต่โดยทั่วไปมักใช้อาหารสำเร็จรูปเป็นหลักแล้วมีการเสริมอาหารสด หรืออาหารผสมอาหารสดเป็นอาหารเสริมเป็นบางครั้ง ทั้งนี้เนื่องจากอาหารสำเร็จรูปมีความสะดวกในการใช้และการเก็บรักษา นอกจากนี้อาหารสำเร็จรูปยังมีคุณค่าทางอาหารครบถ้วนเหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของกุ้ง ทำให้มีประสิทธิภาพการใช้อาหารเปลี่ยนเป็นน้ำหนักตัวแน่นอน และยังง่ายต่อการควบคุมคุณภาพน้ำไม่ทำให้น้ำเน่าเสีย (ชูศักดิ์, 2542)

วัตถุดิบหลักได้แก่ ปลาป่น หมึกป่น/ตับหมึกป่น หัวกุ้งป่น กากถั่วเหลือง รำข้าว ปลาขี้ขาว แป้งสาลี น้ำมันพืช น้ำมันปลาทะเล/หมึก วิตามินแร่ธาตุรวม และวิตามินซีเป็นต้น (บรรจง, 2521) กุ้งขาวแวนนาไมเป็นสัตว์ที่กินอาหารเกือบทุกชนิด แต่ที่ชอบคืออาหารจำพวกเนื้อสัตว์ เช่น ปลาสดหอย อาหารกุ้งขาวแวนนาไมควรมีโปรตีนไม่ต่ำกว่า 30% หรืออาจใช้อาหารกุ้งกุลาดำก็ได้ เนื่องจากกุ้งมีทางเดินอาหารคือ กระเพาะและลำไส้สั้น ดังนั้นควรให้อาหารในปริมาณน้อยแต่ให้

บ่อยครั้งอย่างน้อยวันละ 2 – 4 ครั้ง โดยแบ่งให้ทีละส่วนจนครบปริมาณที่ให้ต่อวัน วิธีการให้อาหารกุ้งขาวแวนนาไมควรใช้วิธีหว่านกระจายให้ทั่วบ่อตามเวลาที่กำหนด เนื่องจากกุ้งขาวแวนนาไมมีนิสัยการกินอาหารที่พื้นบ่อและชอบยึดครองพื้นที่ขณะกินอาหาร ในช่วงอากาศเย็นถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าปกติ 2 องศาเซลเซียสควรให้อาหารในตอนเช้าและควรหมั่นตรวจสอบการเหลือตกค้างของอาหารที่พื้นบ่อเพื่อปรับปริมาณอาหารที่ให้กุ้งกินในรอบวันให้เหมาะสมยิ่งขึ้น กล่าวถึงสาเหตุที่เกิดการเน่าเสียและสะสมของอาหารกุ้งที่พื้นบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมไว้ดังนี้

1. เกิดจากขนาดของอาหารกุ้งขาวแวนนาไมที่มีขนาดเล็กมาก (เป็นผง) ในช่วงการอนุบาลลูกกุ้งขาวแวนนาไมระยะแรกซึ่งมีขนาดเล็กมากจึงต้องให้อาหารที่มีขนาดเล็กด้วย และอาจเกิดจากตัวของอาหารเองที่เป็นฝุ่นผงเพราะเกิดการแตกหักของอาหารทั้งจากกระบวนการผลิต การขนส่ง วิธีการเก็บรักษาอาหาร

2. เกิดจากอาหารที่กุ้งกินเหลืออาจมีสาเหตุมาจาก การให้อาหารมากเกินไป กุ้งไม่กินอาหารซึ่งอาจเป็นเพราะสภาพแวดล้อมเกิดการเปลี่ยนแปลงเช่น เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำกุ้งอ่อนแอป่วยเป็นโรค

3. เกิดจากของเสียที่กุ้งขับถ่ายออกมา

4. อาหารจมลงไปในการเล่น เมื่อเลี้ยงกุ้งเป็นเวลานานจะเกิดการสะสมของตะกอนเลนที่พื้นบ่อ เมื่อกุ้งมีขนาดใหญ่อาหารที่ให้ก็ขนาดใหญ่และน้ำหนักมากตามไปด้วย ทำให้อาหารมีโอกาสจมลงในตะกอนเลนมากเช่นกัน เกษตรกรให้อาหารสดเสริมลงไป เช่น ปลาสด และหอยแมลงภู่ เป็นต้น (ชูศักดิ์, 2542)

การศึกษาเกี่ยวกับตะกอนดินเลนในบ่อเลี้ยงกุ้ง

ศึกษาปริมาณตะกอนดิน อัตราการตกตะกอนและคุณภาพตะกอนดินในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ซึ่งมีอัตราการปล่อยต่างกันผลการศึกษาพบว่าหลังการจับกุ้งมีปริมาณตะกอนดินเกิดในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำและอัตราการตกตะกอน NH_4^{++}N , TP และ H_2S มีความสัมพันธ์โดยตรงกับระยะเวลาของการเลี้ยง (ดุสิตและพุทธ, 2546)

พบว่าน้ำทิ้งบ่อเพาะเลี้ยงกุ้งแบบพัฒนา มีน้ำทิ้งประมาณ 10,784 ตัน/ไร่/รุ่น และมีค่าสารอินทรีย์ (Total organic carbon) ประมาณ 171.20 ตัน/ไร่/รุ่น ตะกอนเลนในบ่อที่เหลือทิ้งหลังจากจับกุ้งจะประกอบด้วยสารอินทรีย์ที่เกิดจากเศษอาหารกุ้งที่เหลือและสิ่งขับถ่ายจากตัวกุ้ง และได้ทดลองนำตะกอนเลนในบ่อมาทำปุ๋ยหมัก โดยผสมรวมกับฟางข้าวอัตราส่วน 1:5 และรด

ด้วยน้ำจืดประมาณ 3 เดือน ปรากฏว่าสามารถเป็นปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้กับพืชได้หลายชนิด (ศิริ, 2539)

ติดตามตรวจคุณภาพน้ำและดินในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนาจากฟาร์มเลี้ยงกุ้งจำนวน 4 ฟาร์ม ใน 4 อำเภอ ของจังหวัดระนอง พบว่าคุณภาพดินพื้นบ่อหลังการเลี้ยงกุ้งพบว่ามีเนื้อดินละเอียดมากขึ้น และมีค่าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.8 ปริมาณประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ (EC) เพิ่มขึ้น ปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.97% ปริมาณฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 370 ส่วนในล้านส่วน ปริมาณแคลเซียม ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) และปริมาณแมกนีเซียมเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 12.56, 0.89 และ 1.64 meq/ดิน 100 กรัม ตามลำดับ แต่ปริมาณโพแทสเซียมและโซเดียมลดลงเฉลี่ย 0.44 และ 8.64 meq/ดิน 100 กรัม ตามลำดับ (ประดิษฐ์, 2540)

ศึกษาคุณภาพตะกอนดินในคลองราม คลองท่าทอง และอ่าวบ้านดอนจังหวัดสุราษฎร์ธานี ชี้ให้เห็นว่าการเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนาทำให้เกิดสะสมของไนโตรเจนและไฮโดรเจนซัลไฟด์ในตะกอนดิน นอกจากนี้ยังพบว่าคุณภาพตะกอนดินในแหล่งน้ำทั้ง 3 แหล่งมีการเปลี่ยนแปลงในรอบปีชัดเจนและมีรูปแบบคล้ายคลึงกันโดยเฉพาะความเข้มข้นของไนโตรเจนรูปต่าง ๆ (นิคมและยังยุทธ, 2542)

ศึกษาผลของสัดส่วนคาร์บอนและไนโตรเจนในตะกอนดินต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำและตะกอนดินโดยเก็บตัวอย่าง อาหาร น้ำ ตะกอนดินและข้อมูลการจัดการเลี้ยงทุก 2 สัปดาห์นำมาวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบไนโตรเจน คาร์บอนละลายน้ำ และสะสมในตะกอนดินผลการวิเคราะห์ธาตุอาหาร พบว่า อาหารกุ้งมีปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนอินทรีย์ เท่ากับ 39.12% และ 6.45% ตามลำดับคิดเป็นสัดส่วน คาร์บอน : ไนโตรเจน 6:1 ส่วนปริมาณคาร์บอนอินทรีย์และไนโตรเจนเฉลี่ยในตะกอนดินช่วงเริ่มต้นและสิ้นสุดการเลี้ยงเพิ่มขึ้นจาก 0.61 เป็น 0.85% และ 0.08 เป็น 0.17% (พุทธ และวลีรัตน์, 2549)

บทที่ 3 วิธีการศึกษาวิจัย

เวลาและสถานที่

เวลาที่ใช้ในการวิจัย เดือน ตุลาคม 2555

เดือน สิงหาคม 2556

เวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและเขียนรายงาน

ตารางที่ 3 แผนการดำเนินงาน

การดำเนินงาน	พ.ศ. 2555			พ.ศ. 2556							
	ต.ค	พ.ย	ธ.ค	ม.ค	ก.พ	มี.ค	เม.ย	พ.ค	มิ.ย	ก.ค	ส.ค
1. เสนอชื่อเรื่อง	↔										
2. เขียนโครงร่าง	↔	↔									
3. เตรียมอุปกรณ์				↔	↔						
4. ทำการศึกษา						↔	↔				
5. วิเคราะห์ข้อมูล								↔	↔		
6. สรุปผลและวิจารณ์									↔	↔	
7. เขียนรายงาน										↔	↔

สถานที่ทำการทดลอง

1. วิทยาลัยประมงชุมพรเขตรอุดมศักดิ์
2. ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร

อุปกรณ์และสารเคมี

- 1 สาหร่ายพมมานง (*Gracilaria fisheri*)
- 2 ดินเลนจากบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมและดินจากธรรมชาติ
- 3 ถังพลาสติกกลม ความจุขนาด 500 ลิตร จำนวน 6 ใบ
- 4 ตะกร้าพลาสติกสำหรับเลี้ยงสาหร่ายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 เซนติเมตร ขนาด
ช่องตา 0.3 x 0.3 เซนติเมตร จำนวน 18 ใบ
- 5 เหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร 2 อัน
- 6 เครื่องวัดค่าความเค็ม (Salinity Refractometers/Meters)
- 7 เครื่องวัดค่า pH meter
- 8 เครื่องวัดค่าปริมาณออกซิเจน (Dissolved Oxygen: DO) ยี่ห้อ Eutech (Thermo) รุ่น 110
- 9 เครื่องแก้วสำหรับวิเคราะห์คุณภาพน้ำ
- 10 อุปกรณ์และเครื่องมือการวิเคราะห์ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส
 - 10.1 เครื่อง Specto photometer ยี่ห้อ Spectronic Instrument รุ่น 20 GENESTS TM
 - 10.2 เครื่องชั่งไฟฟ้า ทศนิยม 2 ตำแหน่งยี่ห้อ Sartorius รุ่น BHP 3100 S
 - 10.3 เครื่องชั่งไฟฟ้า ทศนิยม 4 ตำแหน่งยี่ห้อ (BALANCE) ADAM รุ่น AAA 250L
 - 10.4 หม้อนึ่งความดัน ยี่ห้อ Tomy รุ่น ES-315

วิธีการดำเนินงาน

1. การดำเนินการทดลอง

วางแผนการทดลองการเลี้ยงสาหร่ายพมมานง (*Gracilaria fisheri*) ด้วยดินเลนจากบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ดังนี้
ชุดการทดลองที่ 1 เลี้ยงสาหร่ายด้วยดินปลูกพืช
ชุดการทดลองที่ 2 เลี้ยงสาหร่ายด้วยดินเลนในบ่อเลี้ยงกุ้ง

2. วิธีการเตรียมบ่อเลี้ยงสาหร่าย

- ถังพลาสติกกลม ความจุขนาด 500 ลิตร จำนวน 6 ใบ
- เตรียมน้ำโดยใช้น้ำเค็ม 8-35 ส่วนในพัน ผสม เติมน้ำลงในบ่อทดลองให้ได้ความสูง 120 เซนติเมตร ปริมาตรน้ำบ่อละ 500 ลิตร

3. วิธีการเตรียมดิน

- เตรียมดินดินจากธรรมชาติและดินเลนในบ่อเลี้ยงกุ้งในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม โดยชุดการทดลองที่ 1 เตรียมดินจากธรรมชาติใส่ถังถังพลาสติกกลม ความจุขนาด 500 ลิตร ปริมาตรใน

แต่ละถัง ถึงละ 30 กิโลกรัมชุดการทดลองที่ 2 เตรียมดินเลนในบ่อเลี้ยงกุ้งในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมใส่ถังถึงพลาสติกกลม ความจุขนาด 500 ลิตร ปริมาตรในแต่ละถัง ถึงละ 30 กิโลกรัม

- เลี้ยงสาหร่ายเพื่อหาการเจริญเติบโตในตะกร้าพลาสติกสำหรับเลี้ยงสาหร่ายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 เซนติเมตรขนาดช่องตา 0.3 x 0.3 เซนติเมตร โดยเลี้ยงจำนวน 3 ใบต่อถังในแต่ละใบมีน้ำหนักเริ่มต้น 100 กรัม จากนั้นแขวนตะกร้าไว้กับแท่งเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร) ซึ่งวางบนขอบถังพลาสติก 2 ด้าน ตะกร้าพลาสติกจะอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำประมาณ 15- 30 เซนติเมตรเพื่อให้สาหร่ายสามารถสังเคราะห์แสงได้ ชั่งน้ำหนักสาหร่ายเพื่อหาการเจริญเติบโตครั้งแรกที่เลี้ยงและเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

4. การเก็บข้อมูล

เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของ สาหร่ายผมนาง (*Gracilaria fisheri*) โดยเก็บข้อมูลก่อนและหลังการทดลองชั่งน้ำหนักโดยสาหร่ายแช่ไว้ในน้ำทะเลตลอดเวลาเพื่อป้องกันไม่ให้เซลล์สาหร่ายตายโดยชั่งสาหร่ายทุกๆ 7 วัน และทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำถึงละ 50 เปอร์เซ็นต์

การวิเคราะห์คุณสมบัติน้ำเก็บตัวอย่างน้ำทุก 7 วันจนสิ้นสุดการทดลองโดยเก็บตัวอย่างน้ำที่เวลา 9.00น.- 11.00น. เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติน้ำดังนี้

- ออกซิเจนที่ละลายน้ำ ด้วยเครื่อง DO meter
- ความเป็นกรดเป็นด่าง ด้วยเครื่อง pH meter
- วิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน (mg/l) ด้วยวิธี Spectrophotometric method
- วิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัส (mg/l) ด้วยวิธี Ascorbic acid method

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากทำการทดลองเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ นำข้อมูลมาคำนวณผลของอัตราการเจริญเติบโตของ สาหร่ายผมนาง (*Gracilaria fisheri*) ที่ใช้ดินเลนในบ่อเลี้ยงกุ้ง

นำข้อมูลที่ได้อิงแต่ละชุดการทดลองมาหาความแปรปรวนและหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของน้ำและดินในการเลี้ยงสาหร่าย ด้วยวิธีวิเคราะห์วาเรียนซ์ (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Independence Samples T-test