บทที่ 5

อภิปรายผลการศึกษา

5.1 อัตราการเจริญเติบโตของโกงกางใบเล็ก

5.1.1 การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของโกงกางใบเล็ก

จากการศึกษาการเจริญเติบโตด้านความสูงของโกงกางใบเล็กที่ได้รับน้ำทะเล น้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง และ Hoagland solution พบว่าโกงกางใบเล็กมีความสูงเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 8.9, 15.1 และ 52.2 เซนติเมตรต่อปี ตามลำดับ โกงกางใบเล็กที่ได้รับ Hoagland solution มีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากใน Hoagland solution มีปริมาณสารอาหารที่จำเป็นสำหรับพืชเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตอยู่มาก ทำให้โกงกางใบเล็กที่ได้รับ Hoagland solution มีการเจริญเติบโตด้านความสูงมากด้วย ส่วนการเจริญเติบโตด้านความสูงในโกงกางใบเล็กที่ได้รับน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งมากกว่าชุดทดลองที่ได้รับน้ำทะเล เนื่องจากปริมาณสารอาหารที่จำเป็นสำหรับพืชในน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งมีมากกว่าในน้ำทะเล

5.1.2 การเจริญเติบโตของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของโกงกางใบเล็ก

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของโกงกางใบเล็กที่ได้รับน้ำทะเล น้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง และ Hoagland solution พบว่าโกงกางใบเล็กมีเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.12 , 0.21 และ 0.41 เซนติเมตรต่อปี ตามลำดับ ซึ่งโกงกางใบเล็กที่ได้รับ Hoagland solution มีการเจริญเติบโตทางด้านเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นมากที่สุด รองลงมาคือโกงกางใบเล็กที่ได้รับน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง และน้ำทะเล ตามลำดับ โกงกางใบเล็กในแต่ละชุดทดลองมีความแตกต่างในการเจริญเติบโตทางด้านเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นน้อยกว่าทางด้านความสูง เนื่องจากพืชมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงมากกว่าการเจริญเติบโตทางด้านข้าง

5.1.3 มวลชีวภาพที่เพิ่มขึ้นของโกงกางใบเล็ก

จากการศึกษามวลชีวภาพที่เพิ่มขึ้นของโกงกางใบเล็กที่ได้รับน้ำทะเล น้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง และ Hoagland Solution พบว่าโกงกางใบเล็กมีมวลชีวภาพเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 621.2, 1115.7 และ 3279.6 กรัมต่อตารางเมตรต่อปีตามลำดับ ซึ่งชุดทดลองที่ได้รับ Hoagland Solution มีมวลชีวภาพเพิ่มขึ้นมากที่สุด สอดคล้องกับความสัมพันธ์แบบ allometric คือเมื่อความสูงและเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเพิ่มขึ้นมาก มวลชีวภาพจะเพิ่มขึ้นมากด้วย

5.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอาหารในระบบโกงกางใบเล็ก

5.2.1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในชุดทดลองต่างๆ

การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนในระบบโกงกางใบเล็กในชุดทดลองต่างๆเกิดจากการนำไปใช้ของโกงกางใบเล็ก และส่วนหนึ่งเกิดจากการถูกดูดซับโดยอนุภาคของดิน

Chen et al. (1995) กล่าวว่ากลไกหลักในการลดปริมาณสารอาหารในน้ำเสียของระบบป่าชายเลนประกอบด้วย

1. กระบวนการ purification
2. การนำไปใช้โดยพืช
3. การเปลี่ยนรูปโดยจุลินทรีย์

จากการศึกษาไม่สามารถจำแนกปริมาณสารอาหารที่พืชนำไปใช้ได้จริงแต่จะรวมถึงปริมาณทั้งหมดที่หายไปในระบบโดยเกิดจาก 3 กระบวนการข้างต้น โดยทั่วไปป่าชายเลนมักจะขาดสารอาหารไนโตรเจน และฟอสฟอรัส เมื่อได้รับสารอาหารเหล่านี้จากน้ำเสียจะทำให้เกิดผลทางบวกต่อพืชในป่าชายเลนคือจะกระตุ้นการเจริญเติบโตให้เพิ่มขึ้น (Clough et al., 1993) จากการศึกษาพบว่าโกงกางใบเล็กที่ได้รับ Hoagland solution มีปริมาณไนโตรเจนหายไปในระบบมากที่สุด เนื่องจากระบบโกงกางใบเล็กมีการใช้ไนโตรเจนจาก Hoagland solution มากกว่าในน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง เพราะอิออนอิสระของธาตุอาหารใน Hoagland solution ซึ่งอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันทีมีปริมาณมากกว่าในน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง ซึ่งการดูดซึมธาตุอาหารของพืชป่าชายเลนจะดูดซึมสารอาหารผ่าน nutritive root เมื่อมีปริมาณอิออนอิสระของธาตุอาหารมาก nutritive root จึงมีโอกาสที่จะดูดซับได้มากกว่าซึ่งส่งผลให้การเพิ่มผลผลิตมวลชีวภาพมากขึ้นด้วย จากการศึกษาของ Rogers et al. (1995) อ้างถึงใน Wong et al. (1995) พบว่าพืชสามารถดูดซับไนโตรเจนได้ 85%ของไนโตรเจนทั้งหมดที่ระบบพื้นที่ชุ่มน้ำที่ก่อสร้างขึ้น (constructed wetland) สามารถลดได้

5.2.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในชุดทดลองต่างๆ

พบว่าโกงกางใบเล็กที่ได้รับ Hoagland solution มีปริมาณฟอสฟอรัสหายไปในระบบมากที่สุด เนื่องจากระบบโกงกางใบเล็กมีการดูดซับฟอสฟอรัสใน Hoagland solution มากกว่าในน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง ซึ่งส่วนหนึ่งของฟอสฟอรัสจะถูกดูดซับไว้โดยอนุภาคของดิน จากการศึกษาของคณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2535) พบว่า เมื่อใส่ปุ๋ยฟอสเฟตที่ละลายได้ดีลงไปในดิน พืชจะสามารถดูดกินได้ประมาณ 10-25 % ของฟอสเฟตที่ละลายได้ในปุ๋ยส่วนอีก 75-90 % จะถูกตรึงอยู่ในดินในสภาพที่ไม่ละลายน้ำ พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ยาก ซึ่งปริมาณฟอสเฟตจะถูกตรึงมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอำนาจการตรึงของดิน ซึ่งอำนาจในการตรึงฟอสเฟตของดินขึ้นกับชนิดของส่วนประกอบและสภาพของดินนั้น ๆ เช่น ปริมาณอิออนบวกและสารประกอบของเหล็ก , อลูมิเนียม และแคลเซียม โดยเฉพาะดินเลนซึ่งส่วนใหญ่จะมีอนุภาคดินเหนียว และอนุภาคทรายแป้งซึ่งมี internal surface กว้างมาก โดยดินเลน 1 กรัม มี internal surface ถึง 2500 ลูกบาศก์-เซนติเมตร จึงทำให้ดินเลนสามารถดูดซับอินทรีย์สารและมลสารได้ปริมาณมาก (ประวีณ ลิมป-สายชล, 2522 อ้างถึงใน ชฎา ฉรงค์ฤทธิ์, 2535)

5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพกับการดูดซับไนโตรเจนของโกงกางใบเล็ก

5.3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพกับการดูดซับไนโตรเจนของโกงกางใบเล็กที่ได้รับน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง

การวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพกับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด โดยใช้สมการ Simple Linear Regression พบว่า ความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรงที่มีรูปแบบสมการถดถอยเป็นดังนี้

$$TN = 14.292\ Biomass - 590.39 \qquad (R^2 = 0.9846)$$

โดย Biomass คือ มวลชีวภาพที่เพิ่มขึ้นของโกงกางใบเล็ก (g/m^2)

TN คือ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่โกงกางใบเล็กดูดซับ (mg/m^2)

แสดงว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดจะแปรผันตรงกับมวลชีวภาพที่เพิ่มขึ้น กล่าวคือ ถ้ามวลชีวภาพเพิ่มขึ้นน้อย ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่โกงกางใบเล็กดูดซับได้จะน้อยด้วย ถ้ามวลชีวภาพเพิ่มขึ้นมาก ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่โกงกางใบเล็กดูดซับได้จะมากด้วย และเมื่อพิจารณาค่า R^2 จากตารางจะเห็นว่าค่า R^2 ของสมการ มีค่าประมาณ 0.98 ซึ่งมีค่าสูง แสดงให้เห็นว่าปริมาณ

ไนโตรเจนในน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งมีอิทธิพลอย่างสูงต่อมวลชีวภาพของโกงกางใบเล็กที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

5.3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพกับการดูดซับไนโตรเจนของโกงกางใบเล็กที่ได้รับ Hoagland solution

การวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพกับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด โดยใช้สมการ Simple Linear Regression พบว่า ความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรงที่มีรูปแบบสมการถดถอยเป็นดังนี้

$$TN = 29.563\ Biomass - 864.24 \qquad (R^2 = 0.9866)$$

โดย Biomass คือ มวลชีวภาพที่เพิ่มขึ้นของโกงกางใบเล็ก (g/m^2)

TN คือ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่โกงกางใบเล็กดูดซับ (mg/m^2)

เมื่อพิจารณาค่า R^2 จากตารางจะเห็นว่าค่า R^2 ของสมการ มีค่าประมาณ 0.98 ซึ่งมีค่าสูง แสดงให้เห็นว่าปริมาณไนโตรเจนใน Hoagland solution มีอิทธิพลอย่างสูงต่อมวลชีวภาพของโกงกางใบเล็กที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

5.4 ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพกับการดูดซับฟอสฟอรัสของโกงกางใบเล็ก

5.4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพกับการดูดซับฟอสฟอรัสของโกงกางใบเล็กที่ได้รับ Hoagland solution

การวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพกับปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด โดยใช้สมการ Simple Linear Regression พบว่า ความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรงที่มีรูปแบบสมการถดถอยเป็นดังนี้

$$TP = 1.549\ Biomass - 54.59 \qquad (R^2 = 0.9849)$$

โดย Biomass คือ มวลชีวภาพที่เพิ่มขึ้นของโกงกางใบเล็ก (g/m^2)

TP คือ ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดที่โกงกางใบเล็กดูดซับ (mg/m^2)

แสดงว่าปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดจะแปรผันตรงกับมวลชีวภาพที่เพิ่มขึ้น กล่าวคือ ถ้ามวลชีวภาพเพิ่มขึ้นน้อย ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดที่โกงกางใบเล็กดูดซับได้จะน้อยด้วย ถ้ามวลชีวภาพเพิ่มขึ้นมาก ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดที่โกงกางใบเล็กดูดซับได้จะมากด้วย และเมื่อพิจารณา

ค่า R^2 จากตารางจะเห็นว่าค่า R^2 ของสมการ มีค่าประมาณ 0.98 ซึ่งมีค่าสูง แสดงให้เห็นว่าปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งมีอิทธิพลอย่างสูงต่อมวลชีวภาพของโกงกางใบเล็กที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

5.4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพกับการดูดซับฟอสฟอรัสของโกงกางใบเล็กที่ได้รับ Hoagland solution

การวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพกับปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดโดยใช้สมการ Simple Linear Regression พบว่า ความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรงที่มีรูปแบบสมการถดถอยเป็นดังนี้

$$TP = 4.636\ Biomass - 142.65 \qquad (R^2 = 0.9833)$$

โดย Biomass คือ มวลชีวภาพที่เพิ่มขึ้นของโกงกางใบเล็ก (g/m^2)

TP คือ ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดที่โกงกางใบเล็กดูดซับ (mg/m^2)

เมื่อพิจารณาค่า R^2 จากตารางจะเห็นว่าค่า R^2 ของสมการ มีค่าประมาณ 0.98 ซึ่งมีค่าสูง แสดงให้เห็นว่าปริมาณฟอสฟอรัสใน Hoagland solution มีอิทธิพลอย่างสูงต่อมวลชีวภาพของโกงกางใบเล็กที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากการศึกษาพบว่า ในสภาพที่มีสารอาหารอยู่น้อย เช่นในน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง ระบบโกงกางใบเล็กจะมีการดูดซับสารอาหารได้ดังสมการในภาพที่ 4.21 และ 4.23 และในสภาพที่มีอาหารอยู่มาก เช่นในกรณี Hoagland Solution ระบบโกงกางใบเล็กจะมีการดูดซับสารอาหารได้ดังสมการในภาพที่ 4.22 และ 4.24 ซึ่งที่มวลชีวภาพเพิ่มขึ้นเท่ากัน ระบบโกงกางใบเล็กจะดูดซับสารอาหารในน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งน้อยกว่าใน Hoagland Solution สารอาหารที่ระบบดูดซับได้นั้นส่วนหนึ่งจะใช้ในการเจริญเติบโตของพืช และส่วนหนึ่งจะถูกดูดซับโดยอนุภาคดินซึ่งจะแตกต่างกันขึ้นกับชนิดของดิน จากการศึกษาของ Johnston (1991) อ้างถึงใน Tam และ Wong (1995) กล่าวว่าในระบบพื้นที่ชุ่มน้ำธรรมชาติที่สามารถลดปริมาณสารอาหารในน้ำเสียได้ ส่วนใหญ่สารอาหารเหล่านั้นจะถูกสะสมไว้ในดินของระบบ

Boto และ Wellington (1983) ได้เปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในใบของ ไม้โกงกางที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียและปุ๋ยฟอสเฟตปริมาณมากพอเป็นเวลา 1 ปี กับไม้โกงกางบริเวณใกล้กันที่ไม่ได้รับปุ๋ย พบว่าการเจริญเติบโตของพืช ปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในส่วนต่างๆ ของโกงกางใบเล็กที่ได้รับปุ๋ยเพิ่มขึ้นและแตกต่างจากโกงกางใบเล็กที่ไม่ได้รับปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญ และยังพบว่าเมื่อมีปริมาณสารอาหารมาก การสะสมสารอาหารในเนื้อเยื่อพืชก็จะมากด้วย

5.5 ประสิทธิภาพของโกงกางใบเล็กในการลดสารอาหาร

5.5.1 ประสิทธิภาพของโกงกางใบเล็กในการลดไนโตรเจน

ประสิทธิภาพในการลดไนโตรเจนของโกงกางใบเล็กที่ได้รับน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งที่มวลชีวภาพเริ่มต้น 160.3 , 122.4 และ 82.5 กรัมต่อต้น เท่ากับ 81%, 85% และ 80% ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน และประสิทธิภาพในการลดไนโตรเจนของโกงกางใบเล็กที่ได้รับ Hoagland solution ที่มวลชีวภาพเริ่มต้น 160.3 , 122.4 และ 82.5 กรัมต่อต้น เท่ากับ 89%, 90% และ 91% ตามลำดับ แสดงว่าประสิทธิภาพในการดูดซับไนโตรเจนของระบบโกงกางใบเล็กขึ้นกับปริมาณไนโตรเจนที่ได้รับคือถ้าปริมาณไนโตรเจนน้อยประสิทธิภาพในการดูดซับไนโตรเจนน้อยด้วย แต่ถ้าปริมาณไนโตรเจนมากประสิทธิภาพในการดูดซับก็จะมากด้วย ประสิทธิภาพของโกงกางใบเล็กในการดูดซับไนโตรเจนในน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งประมาณ 80% ส่วนประสิทธิภาพสูงสุดของโกงกางใบเล็กในการลดไนโตรเจนมีค่าเท่ากับประสิทธิภาพในการลดไนโตรเจนที่โกงกางใบเล็กได้รับ Hoagland Solution ซึ่งมีค่าประมาณ 90 %

5.5.2 ประสิทธิภาพของโกงกางใบเล็กในการลดฟอสฟอรัส

ประสิทธิภาพในการลดฟอสฟอรัสของโกงกางใบเล็กที่ได้รับน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งที่มวลชีวภาพเริ่มต้น 160.3, 122.4 และ 82.5 กรัมต่อต้น เท่ากับ 71%, 80% และ 84% ตามลำดับ ส่วนประสิทธิภาพในการลดฟอสฟอรัสของโกงกางใบเล็กที่ได้รับ Hoagland solution ที่มวลชีวภาพเริ่มต้น 160.3 , 122.4 และ 82.5 กรัมต่อต้น เท่ากับ 93%, 92% และ 92% ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน

แสดงว่าประสิทธิภาพในการดูดซับฟอสฟอรัสของโกงกางใบเล็กที่ได้รับน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง และ Hoagland Solution ขึ้นกับปริมาณฟอสฟอรัสที่ได้รับ ประสิทธิภาพของโกงกางใบเล็กในการดูดซับฟอสฟอรัสในน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งประมาณ 80% ส่วนประสิทธิภาพสูงสุดของโกงกางใบเล็กในการลดฟอสฟอรัสมีค่าเท่ากับประสิทธิภาพในการลดฟอสฟอรัสที่โกงกางใบเล็กได้รับ Hoagland Solution ซึ่งมีค่าประมาณ 90 %

ประสิทธิภาพในการลดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของโกงกางใบเล็กที่ได้รับ Hoagland solution มากกว่าโกงกางใบเล็กที่ได้รับน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง เนื่องจากใน Hoagland solution มีปริมาณสารอาหารมากกว่าในน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง การดูดซับสารอาหารโดยผ่าน nutritive root เกิดขึ้นสูงกว่าจึงทำให้ความสามารถในการดูดซับไนโตรเจน และฟอสฟอรัสของโกงกางใบเล็กที่ได้รับ Hoagland solution มากกว่าในน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง

จากการศึกษาของ Best (1987) ได้ศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของ Constructed Wetland System ประเภทต่างๆในรัฐฟลอริดา สหรัฐอเมริกา พบว่า มีความสามารถในการลด BOD มีค่าระหว่าง 70-90 % ไนโตรเจน 75-98 % และ ฟอสฟอรัส 87-99 %

Wood และ Hensman (1989) ได้ศึกษาการใช้พื้นที่ชุ่มน้ำในประเทศแอฟริกาใต้ในการบำบัดน้ำเสียร่วมกับการปลูกพืชบางชนิด และการบำบัดด้วยสาหร่ายอีกขั้นหนึ่ง พบว่าไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียลดลงร้อยละ 85 ฟอสฟอรัสในรูปฟอสเฟตลดลงร้อยละ 50 และค่า COD ลดลงร้อยละ 79

5.6 การประมาณหาปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่โกงกางใบเล็กนำไปใช้ต่อพื้นที่

จากตารางที่ 4.10 อัตราการเพิ่มพูนมวลชีวภาพของโกงกางใบเล็กที่ได้รับสารอาหารจากน้ำทะเลเฉลี่ยเท่ากับ 6.2 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี โดยชุดทดลองที่มีมวลชีวภาพเริ่มต้น 122.4 กรัมต่อต้น มีมวลชีวภาพเพิ่มขึ้นสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของโสภณ หะวานนท์, มงคล ไข่มุกด์ และ รักชาติ สุขสำราญ (2538) ซึ่งได้ประมาณค่าผลผลิตมวลชีวภาพของโกงกางใบเล็กอายุ 5-6 ปี บริเวณพื้นที่ที่ผ่านการทำเหมืองแร่ จ. ระนอง โดยใช้สมการความสัมพันธ์ในรูปแอลโลเมตรี พบว่ามีอัตราการเพิ่มพูนมวลชีวภาพ 5.44 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี และจากการศึกษาผลผลิตของสวนป่าไม้โกงกางใบเล็ก อายุ 5-6 ปี ที่ จ. ปัตตานี พบว่ามีอัตราการเพิ่มพูน 8.96 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี (ไพศาล ธนะเพิ่มพูล, 2532)

ส่วนอัตราการเพิ่มพูนมวลชีวภาพเฉลี่ยของโกงกางใบเล็กที่ได้รับสารอาหารจากน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งเท่ากับ 11.2 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี โดยชุดทดลองที่มีมวลชีวภาพเริ่มต้น 82.5 กรัมต่อต้น มีมวลชีวภาพเพิ่มขึ้นสูงสุด แต่ไม่มีรายงานการศึกษาอัตราการเพิ่มพูนของโกงกางใบเล็กที่เป็นผลจากการได้รับน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งในสภาพธรรมชาติ ศิริพร วรกุลดำรงชัย (2540) ได้ศึกษาการเจริญเติบโตของไม้ป่าชายเลนที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งพบว่า พันธุ์ไม้ส่วนใหญ่มีการเจริญเติบโตค่อนข้างดี โดยมีอัตราความสูงเพิ่มขึ้นมากกว่า 1 เมตรต่อปี และอัตราการเจริญทางเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกมีแนวโน้มเพิ่มในอัตราสูงขึ้น (0.4-0.8 เซนติเมตรต่อปี) และนพรัตน์ บำรุงรัตน์ (2534) พบว่าจากการทดลองปลูกป่าชายเลนที่บริเวณอ่าวปัตตานี เมื่อมีการถ่ายเทน้ำจากนากุ้งเข้าสู่แปลงปลูกป่าชายเลนเป็นครั้งคราว ทำให้กล้าไม้เจริญเติบโตงอกงามกว่าสภาพที่ปลูกธรรมชาติ Wong et al. (1995) ได้ศึกษาน้ำทิ้งชุมชนที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของป่าชายเลนในประเทศจีนเป็นเวลา 1 ปี พบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างชุดทดลองและชุดควบคุม ทั้งนี้เนื่องจาก

สารอาหารที่ให้กับระบบป่าชายเลนมีปริมาณน้อยเกินไป ส่วนโกงกางใบเล็กที่ได้รับสารอาหารจาก Hoagland solution มีอัตราการเพิ่มพูนมวลชีวภาพเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 32.8 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี

ระบบโกงกางใบเล็กที่ได้รับน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง และ Hogland Solution สามารถดูดซับไนโตรเจนได้ 148.1 และ 925.7 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ต่อปีตามลำดับ และสามารถดูดซับฟอสฟอรัสได้ 16.0 และ 143.4 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ต่อปี ตามลำดับ

การประมาณปริมาณธาตุอาหาร (ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส) ที่พรรณไม้ในป่าชายเลนสามารถนำไปใช้ ประมาณจากปริมาณธาตุอาหารที่พรรณไม้เหล่านั้นต้องการสำหรับการเจริญเติบโตโดยใช้ค่าผลผลิตขั้นปฐมภูมิคูณกับองค์ประกอบธาตุอาหารนั้นๆ ในพืช เช่นบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี Boonsong (1997) รายงานว่าพืชในป่าชายเลนซึ่งส่วนใหญ่เป็นโกงกางใบเล็กที่มีอัตราการเพิ่มพูนมวลชีวภาพ 24.85 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี สามารถนำไนโตรเจนและฟอสฟอรัสไปใช้ได้ 163.3 และ 22.8 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ต่อปีตามลำดับ และได้ประมาณสัดส่วนของพื้นที่นากุ้งต่อพื้นที่ป่าชายเลนเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศชายฝั่งไว้ 2 กรณี คือ

1. ถ้าของเสียทั้งหมดจากการเลี้ยงกุ้งทั้งในช่วงการเลี้ยงและช่วงทำความสะอาดบ่อถูกปล่อยลงสู่ระบบนิเวศชายฝั่งทั้งหมด จะต้องมีสัดส่วนของพื้นที่นากุ้งต่อป่าชายเลน เท่ากับ 1:5.4

2. ถ้าตะกอนที่สะสมก้นบ่อได้มีการจัดการอย่างดีและไม่มีการปล่อยตะกอนก้นบ่อลงสู่ระบบนิเวศชายฝั่ง จะต้องมีพื้นที่นากุ้งต่อป่าชายเลนเท่ากับ 1:1.6

และนอกจากนี้ Robertson และ Phillips (1995) ที่อาศัยหลักการเดียวกันในการประมาณค่าไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่ป่าชายเลนซึ่งมีโกงกางใบเล็กเป็นไม้เด่น พบว่าสามารถนำไนโตรเจนและฟอสฟอรัสไปใช้ได้ 219 และ 20 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ต่อปี ตามลำดับ และได้ประมาณสัดส่วนของพื้นที่นากุ้งต่อป่าชายเลน เพื่อใช้พืชป่าชายเลนดูดซับสารอาหารจากนากุ้งในการเจริญเติบโต โดยประมาณจากนากุ้งที่มีการเลี้ยงแบบกึ่งพัฒนา และแบบพัฒนา พบว่าต้องใช้พื้นที่ป่าชายเลน 2-22 เฮกแตร์ในการดูดซับสารอาหารไนโตรเจน และฟอสฟอรัสจากนากุ้ง 1 เฮกแตร์ ซึ่งทั้ง 2 กรณีเป็นการประมาณอย่างคร่าวๆที่พิจารณาเฉพาะบทบาทของพืชในการลดปริมาณธาตุอาหารไม่ได้รวมถึงองค์ประกอบอื่นๆในระบบนิเวศป่าชายเลนที่มีบทบาทร่วมซึ่งได้แก่ แบคทีเรีย ดิน และการหมุนเวียนของน้ำทะเล

การประมาณการดูดซับธาตุอาหาร (ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส)ในน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง และในน้ำทิ้งที่มีสารอาหารปริมาณมากของป่าชายเลนธรรมชาติที่มีโกงกางใบเล็กเป็นไม้เด่นแสดงไว้ในตารางที่ 5.10

ตารางที่ 5.10 แสดงการดูดซับไนโตรเจนและฟอสฟอรัสของโกงกางใบเล็กในป่าธรรมชาติ

โกงกางใบเล็กในป่าธรรมชาติ	อัตราการเพิ่มพูน (tons/ha/yr)	ปริมาณการดูดซับสารอาหารในน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง (kg/ha/yr)		ปริมาณการดูดซับสารอาหารในกรณีสารอาหารมาก (kg/ha/yr)	
		ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส
1.โกงกางใบเล็กอายุ 5-6 ปี บริเวณจังหวัดปัตตานี	8.96 (a)	122.2	13.3	256.2	40.1
2. โกงกางใบเล็กอายุ 5-6 ปี บริเวณจังหวัดระนอง	5.44 (b)	71.8	7.9	152.2	23.8
3. โกงกางใบเล็ก บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จ. จันทบุรี	24.85 (c)	349.3	37.9	726.0	113.8

ที่มา:(a) ไพศาล ธนะเพิ่มพูล (2532)

(b) โสภณ หะวานนท์ มงคล, ไข่มุกด์ และรักชาติ สุขสำราญ (2538)

(c) Boonsong (1997)

5.7 คุณสมบัติบางประการของน้ำเข้าและออกจากระบบ และคุณสมบัติบางประการของดิน

คุณสมบัติบางประการของน้ำเข้า

จากการศึกษาพบว่าคุณสมบัติบางประการของน้ำทะเล และ Hoagland solution มีค่า COD, pH และความเค็มใกล้เคียงกัน

ส่วนคุณสมบัติของน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งพบว่ามีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วงที่กุ้งสามารถเจริญเติบโตได้ดีซึ่งมีค่าประมาณ 6.7-8.5 (กรมประมง, 2532) ส่วนค่า COD จะแปรผันตามช่วงระยะเวลาการเลี้ยง จากการศึกษาพบว่ามีค่า COD 20-80 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของดุสิต ตันวิไลย และคณิต ไชยาคำ (2537) พบว่า COD ตลอดการเลี้ยงกุ้งในแต่ละรุ่นเท่ากับ 13.4-84.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

คุณสมบัติบางประการของน้ำออก

ในช่วงแรกของการทดลองมีปริมาณสารแขวนลอยสูงเนื่องจากน้ำที่ปล่อยออกมามีอนุภาคดินเหนียวปนออกมาด้วย ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำที่ออกมาจากระบบอยู่ในช่วง 6.4-7.2 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าน้ำในบริเวณป่าชายเลนจากการศึกษาของสุภาพร รักเขียว (2533) พบว่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำบริเวณป่าชายเลนอยู่ในช่วง 6.9-8.0 ส่วนปริมาณ COD มีค่าสูงกว่าน้ำทะเลทั่วไป บางครั้งมีค่ามากกว่า COD ในน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง ทั้งนี้เนื่องจากระบบของโกงกางใบเล็กมีการย่อยสลายของเศษใบไม้ทำให้ค่า COD สูง ส่วนความเค็มของน้ำที่ออกมาจากระบบมีค่าใกล้เคียงกับความเค็มตอนเริ่มต้น

คุณสมบัติบางประการของดิน

- ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของดินมีผลต่อการดูดซึมแร่ธาตุต่างๆจากดินเข้าไปภายในต้นพืช เนื่องจากที่ระดับความเป็นกรด-ด่างต่างกันมีปริมาณแร่ธาตุที่อยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ได้ไม่เท่ากัน จากการวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่างของดินในแปลงทดลอง พบว่าอยู่ระหว่าง 6.30-7.50 ซึ่งจากการศึกษาความเป็นกรด-ด่างของดินในป่าชายเลนมีค่า 6.6-6.9 โดยทั่วไปแล้วดินที่มีค่าความเป็นกรดด่างอยู่ระหว่าง 5.5-7.0 จะเป็นดินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช

- %อินทรีย์วัตถุในดิน จากการศึกษาพบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินในแปลงทดลองประมาณ 0.21-1.20 % ทั้งนี้เนื่องจากในแปลงทดลองเนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินทราย ส่วนปริมาณอินทรีย์วัตถุในป่าชายเลนมีค่าประมาณ 2.7-6.4% (กัลยา วัฒยากร, ปัญญาณีย์ พราพงษ์ และ สนิท