

ผลกระทบของปริมาณตะกอนแขวนลอยต่ออัตราการรอด ของหญ้าทะเลฝอย *Halodule pinifolia* (Miki) den Hartog

สุวลักษณ์ สารุมนัสพันธ์¹ และ วิบูลย์วรรณ แสนวงศ์²

Abstract

Satumanatpan, S. and Saenwong, W.

Impact of suspended sediments on the survival of seagrass:

Halodule pinifolia (Miki) den Hartog

Songklanakarini J. Sci. Technol., 2006, 28(4) : 877-885

The research aimed to study the level of suspended sediments on the survival of *Halodule pinifolia* (Miki) den Hartog. Three experiments were conducted. Broad concentration of suspended sediments covering the level found in nature were employed in the first experiment. The impact concentration of suspended sediments on the survival of *H. pinifolia* was extended in more detail in the second and third experiments. *H. pinifolia* was planted by washing off the mud and holding it with a grating. An air pump was used to stir the sediment in suspension during the experiments and necessary water parameters were strictly control. The suspended sediment was spread by siphon and conducted in a period of 30 days for the first and second experiments, and 45 days for the third experiment.

The result indicated that suspended sediments with a concentration of 1-64 mg/l had no impact on the survival of *H. pinifolia* within 30 days. Initially, suspended sediments of 66 mg/l lowered *H. pinifolia*'s

Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University, Salaya, Phutthamonthon, Nakhon Pathom 73170 Thailand.

¹Ph.D.(Coastal Zone Management) รองศาสตราจารย์ ²นักศึกษาระดับปริญญาโท วท.ม. สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170

Corresponding e-mail: ensnt@mahidol.ac.th

รับต้นฉบับ 19 กันยายน 2548 รับลงพิมพ์ 2 ธันวาคม 2548

survival to 95% at day 30. Concentration of suspended sediments higher than 66 mg/l affected the survival of *H. pinifolia*. The decreasing survival was noticed during days 20 -25 of the experiment and all died during days 40-45. However, the life span of *H. pinifolia*, would be very important and might also affect the survival of *H. pinifolia* after 30 days.

Key words : seagrass, *Halodule pinifolia*, survival, suspended sediments

บทคัดย่อ

สุวลักษณ์ สารมณีสัพันธ์ และ วิบูลย์วรรณ แสนวงศ์
ผลกระทบของปริมาณตะกอนแขวนลอยต่ออัตราการรอดของหญ้าทะเล
Halodule pinifolia (Miki) den Hartog
ว. สงขลานครินทร์ วทท. 2549 28(4) : 877-885

ศึกษาผลกระทบของระดับปริมาณตะกอนแขวนลอยที่มีต่ออัตราการรอดของหญ้าทะเล *Halodule pinifolia* (Miki) den Hartog โดยการทดลองที่ 1 ทดสอบตะกอนแขวนลอยที่ส่งผลกระทบต่ออัตราการรอดของหญ้าทะเลในเบื้องต้นโดยกำหนดระดับตะกอนแขวนลอยให้ครอบคลุมปริมาณในธรรมชาติ การทดลองที่ 2 ขยายความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยในส่วนที่ส่งผลกระทบต่อให้ละเอียดยิ่งขึ้น และขั้นที่ 3 เพิ่มปริมาณตะกอนที่เดิมในส่วนที่มีผลกระทบสูงสุดจากการทดลองที่ 2 ให้มากขึ้นอีกและเพิ่มระยะเวลาการทดลอง วิธีการศึกษาคือ ปลูกหญ้าทะเลในถังทดลองโดยล้างดินออกและยึดไว้กับตะแกรง ติดตั้งเครื่องให้อากาศและควบคุมคุณภาพน้ำด้านต่าง ๆ เดิมตะกอนด้วยอัตราคงที่ด้วยวิธีกลไกในการทดลองที่ 1 และ 2 เป็นเวลา 30 วัน และการทดลองที่ 3 เป็นเวลา 45 วัน

ปริมาณตะกอนแขวนลอย 1-64 มก./ลิตร ไม่มีผลกระทบต่ออัตราการรอดของหญ้าทะเลจากการทดลองภายในเวลา 30 วัน ในขณะที่ปริมาณตะกอนแขวนลอยที่ระดับความเข้มข้น 66 มก./ลิตร ส่งผลให้หญ้าทะเลมีอัตราการรอดเท่ากับ 95% ในช่วงเวลา 30 วัน ปริมาณตะกอนแขวนลอยที่ความเข้มข้นมากกว่า 66 มก./ลิตร ส่งผลต่ออัตราการรอดของหญ้าทะเลอย่างเด่นชัด โดยหญ้าทะเลเริ่มมีอัตราการรอดลดลงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่วันที่ 20-25 วันของการศึกษา และตายทั้งหมดในช่วงเวลา 40 ถึง 45 วัน อย่างไรก็ตาม อัตราการรอดที่ลดลงของหญ้าทะเลหลังจากวันที่ 30 ควรพิจารณาถึงช่วงเวลาของการผลัดใบของหญ้าทะเลด้วย

หญ้าทะเลเป็นแหล่งทรัพยากรที่มีความสำคัญอย่างมากต่อระบบนิเวศชายฝั่ง โดยเป็นทั้งแหล่งอาหาร แหล่งที่อยู่อาศัย วางไข่ และแหล่งหลบภัยของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ซึ่งหญ้าทะเลในเขตร้อนเป็นระบบนิเวศที่มีอัตราการผลิตที่สูงมาก (Spalding *et al.*, 2003) ปัจจัยสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น ความเค็ม ความลึก ความเข้มแสง ความขุ่น อุณหภูมิ ออกซิเจนละลายน้ำ และความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ ล้วนมีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าทะเล โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณตะกอนที่ไหลลงสู่แหล่งหญ้าทะเลซึ่งทำให้เกิดความขุ่น และเมื่อมีปริมาณมากขึ้นจะส่งผลกระทบต่อหญ้าทะเล ทำให้ลดปริมาณแสงที่ส่องลงไปส่งผลต่อการสังเคราะห์แสงของหญ้าทะเล ดังจะเห็นได้

จากบริเวณต่างๆ ที่แนวหญ้าทะเลมีความเสื่อมโทรม อันเป็นผลมาจากปริมาณตะกอนที่ไหลลงสู่แนวหญ้าทะเล (Satumanatpan, 2002; Satumanatpan *et al.*, 2000; Walker *et al.*, 1999; Shepherd *et al.*, 1989) ยิ่งไปกว่านั้นปริมาณตะกอนที่เพิ่มมากขึ้นอาจส่งผลให้สภาพดินเปลี่ยนแปลงไปจนอาจไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหญ้าทะเลอีกต่อไป

ในประเทศไทยมีการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของตะกอนดินต่ออัตราการเจริญเติบโตและการรอดของปะการังอยู่บ้าง (สุพิศตรา, 2528; พรศรี, 2527) แต่การศึกษาวิจัยในลักษณะดังกล่าวกับระบบนิเวศหญ้าทะเลมีค่อนข้างจำกัด ดังเช่น Gacia and Duarte (2001) ทำ

การศึกษาการสะสมของตะกอนภายในแหล่งหญ้าทะเล *Posidonia oceanica* ในทะเลเมดิเตอร์เรเนียน ประเทศสเปน โดยดูระดับที่สมดุลของตะกอนที่ทับถม (sediment) กับตะกอนที่กลับแขวนลอยอีกครั้ง (Resuspension) ที่ความลึกถึงระดับ 15 เมตร และวัดระดับตะกอนที่ทับถมกันโดยใช้ Small sediment traps ทำการวัดทุกๆ 1 เดือน เป็นระยะเวลา 1 ปี เพื่อหารูปแบบ (model) ของขนาดและฤดูกาลในการตกตะกอนใน 1 ปี พบว่าตะกอนที่ทับถมทั้งหมดบริเวณที่ไม่มีหญ้าทะเล (unvegetated) และบริเวณที่มีหญ้าทะเล (vegetated) มีความแตกต่างกันโดยในรอบ 1 ปี พบว่า 95% ของตะกอนที่ทับถมในบริเวณที่ไม่มีหญ้าทะเลมีการลอยตัวขึ้นมา ขณะที่บริเวณที่มีหญ้าทะเลพบปริมาณตะกอนแขวนลอยน้อยกว่า คือประมาณ 85% ของตะกอนที่ตกทับถมในบริเวณดังกล่าว การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า *Posidonia oceanica* ช่วยเพิ่มการตกตะกอนและช่วยลดการลอยตัวของตะกอนที่ได้ตกลงมาที่ผิวดินแล้ว

หญ้าทะเล *Halodule pinifolia* (Miki) den Hartog จัดอยู่ในวงศ์ Cymodoceaceae มีลักษณะต้นตรงเกิดจากเหง้าพอมยาวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.4-1.0 มม. ช่วงของปล้อง (internode) ยาว 0.5-5.2 ซม. แต่ละต้นมีใบ 1-4 ใบ ส่วนใหญ่มี 2-3 ใบและมีราก 2-5 เส้น ใบพอมยาว ส่วนล่างเป็นกาบใบยาว 1.0-5.2 ซม. ส่วนบนเป็นหัวใบความยาว 3.6-19.5 ซม. (-23) ความกว้าง 0.2-1.7 มม. (-2.4) ปลายใบมน (obtuse) และมีรอยหยักเป็นฟันเลื่อย (serration) บางใบมี lateral tooth ที่ขอบสองข้างของใบ ขอบใบเรียบ เส้นกลางใบ (mid rib) เห็นได้ชัดเจนบริเวณปลายใบ โดยจะแผ่กว้างหรือแยกเป็นสองแฉก ส่วนเส้นขอบใบ (intermarginal vein) เห็นไม่ชัดหรือไม่เห็นเลย บนใบมี tannin cell ขนาดใหญ่ มีมากบริเวณปลายใบและขอบใบ (กาญจนภาชน์ และคณะ, 2534)

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงระดับความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยที่ส่งผลต่ออัตราการรอดของหญ้าทะเล ซึ่งยังไม่มีการศึกษาในประเทศไทยมาก่อน โดยเป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการ ทั้งนี้ได้ทำการควบคุมคุณภาพน้ำด้านต่างๆ ได้แก่ ปริมาณน้ำ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ อุณหภูมิ ความเค็ม ความเข้มแสง และความเป็นกรดต่างของน้ำตลอดการทดลอง

วิธีการศึกษา

เก็บตัวอย่างหญ้าทะเล *H. pinifolia* จากอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี โดยบรรจุใส่กล่องโฟมพร้อมกับน้ำทะเลและให้มีดินหุ้มรากไว้ด้วย ลำเลียงมายังห้องปฏิบัติการอย่างระมัดระวัง โดยให้หญ้าทะเลได้รับการกระทบกระเทือนน้อยที่สุด เก็บตะกอนดินจากบริเวณเดียวกัน นำไปร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.045 มม. นำดินที่ผ่านตะแกรงร่อนไปใช้ในการทดลอง

น้ำทะเลที่ใช้ในการทดลองจะใส่ฟองปูนคลอรีนเพื่อควบคุมตะกอนและแพลงก์ตอนที่ติดมากับน้ำทะเล โดยพักให้เกิดการตกตะกอน 24 ชม. ในการเตรียมสภาวะทดลอง จะทำการเติมอากาศด้วยเครื่องให้อากาศ ตั้งถังให้มีความเข้มของแสงที่ผิวน้ำ 700-1000 lux โดยเปิดไฟเฉพาะช่วงกลางวัน 9.00 น. - 15.00 น. เพื่อให้มีสภาพแดดจ้า, แสงแดดปกติ และช่วงมืด (6 : 6 : 12)

ขั้นตอนการทดลองเริ่มจากนำหญ้าทะเลที่มีสภาพสมบูรณ์ (หลังจากพักฟื้นแล้วประมาณ 7 วัน) มาเพาะเลี้ยงในถังทดลองความจุ 5 ลิตร ซึ่งเติมน้ำทะเลที่ได้เตรียมไว้แล้วให้ได้ปริมาตร 4 ลิตร ติดตั้งเครื่องให้อากาศและปรับให้มีแรงดันเท่ากัน ล้างดินที่ติดมากับหญ้าทะเลออกให้หมด แล้วยัดหญ้าทะเลใส่กับตะแกรงขนาด 0.12x0.12 ตร.เมตร ตะแกรงละ 10 ต้น จากนั้นเตรียมน้ำตะกอนให้ได้ความเข้มข้นตามที่กำหนด ปล่อยน้ำตะกอนไหลลงสู่ถังทดลองทางสายยางด้วยวิธีการกักน้ำ ทำการวัดปริมาณตะกอนแขวนลอยแล้วบันทึกน้ำหนักของตะกอนที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ 1 ลิตร และวัดอัตราการตกตะกอนในถังทดลองต่อวันต่อหน่วยพื้นที่ ระหว่างทดลองจะควบคุมปัจจัยผันแปร โดยวัดคุณสมบัติทางกายภาพด้านต่างๆ ของน้ำ ได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม ปริมาณแสง pH และ DO เติมตะกอนด้วยอัตราคงที่ตามลำดับความเข้มข้นของตะกอนที่ได้กำหนดไว้ ทุกความเข้มข้นของการทดลองดำเนินการ 3 ซ้ำ โดยเติมด้วยวิธีการกักน้ำให้เท่ากับน้ำตะกอนที่ดูต่อไปเพื่อหาปริมาณตะกอนแขวนลอยเพื่อรักษาระดับน้ำให้คงที่ ทำการเก็บข้อมูลอัตราการรอดโดยนับจำนวนต้นหญ้าทะเลที่รอดทุกๆ 5 วัน จนครบ 30 วัน ในการทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2 ส่วนในการทดลองที่ 3 ทำการศึกษาเป็นเวลา 45 วัน

การทดลองที่ 1 เป็นการทดสอบปริมาณของตะกอนแขวนลอยที่ส่งผลกระทบต่อหญ้าชะเงาฝอยในเบื้องต้น โดยกำหนดความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยให้ครอบคลุมปริมาณที่พบในธรรมชาติ โดยเติมตะกอนอยู่ในช่วง 0, 10, 20, 100, 200, 500, 1000 มก./ลิตร ซึ่งทำให้เกิดตะกอนแขวนลอย 1.66 ± 0.25 , 6.68 ± 0.61 , 10.90 ± 0.39 , 23.58 ± 0.71 , 38.19 ± 1.28 , 66.18 ± 1.17 และ 94.64 ± 1.15 มก./ลิตร ตามลำดับ

การทดลองที่ 2 คือ การทดสอบปริมาณของตะกอนแขวนลอยที่ส่งผลกระทบต่อหญ้าชะเงาฝอย ซึ่งทราบจากการศึกษาในขั้นที่ 1 โดยขยายปริมาณตะกอนที่เติมในส่วนที่มีผลกระทบต่อหญ้าชะเงาฝอยเพิ่มขึ้น เมื่อเติมตะกอน 0, 200, 330, 460, 590, 720, 850 และ 1000 มก./ลิตร ทำให้เกิดตะกอนแขวนลอย 1.44 ± 0.20 , 36.11 ± 2.13 , 43.66 ± 2.59 , 54.27 ± 1.95 , 64.02 ± 2.47 , 74.30 ± 2.18 , 83.43 ± 3.44 และ 95.25 ± 2.84 มก./ลิตร ตามลำดับ

และการทดลองที่ 3 เป็นการเพิ่มปริมาณตะกอนที่เติมในส่วนที่มีผลกระทบต่อหญ้าชะเงาฝอยให้มากขึ้นอีก โดยเติมตะกอน 0, 720, 850, 1000 และ 1150 มก./ลิตร ทำให้เกิดตะกอนแขวนลอย 1.18 ± 0.06 , 72.49 ± 0.46 , 81.87 ± 0.24 , 94.95 ± 0.32 และ 101.35 ± 0.50 มก./ลิตร ตามลำดับ และขยายระยะเวลาการศึกษาเพิ่มมากขึ้นเพื่อให้เห็นแนวโน้มอัตราการรอดของหญ้าชะเงาฝอยที่ลดลงอย่างชัดเจน

การประมวลผลข้อมูลใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของปริมาณตะกอนแขวนลอยที่มีต่ออัตราการรอดของหญ้าชะเงาฝอย

ผลการศึกษา

การทดลองที่ 1

เมื่อเติมตะกอนลงในถังทดลองจะเหลือตะกอนแขวนลอยเพียงบางส่วน โดยตะกอนอีกส่วนหนึ่งจะตกลงสู่พื้นถังทดลองด้วยอัตราการตกตะกอนต่างๆ เมื่อเติมตะกอน 0, 10, 20, 100, 200, 500 และ 1000 มก./ลิตร ทำให้เกิดตะกอนแขวนลอย 1.66 ± 0.25 , 6.68 ± 0.61 , 10.90 ± 0.39 , 23.58 ± 0.71 , 38.19 ± 1.28 , 66.18 ± 1.17 และ $94.64 \pm$

1.15 มก./ลิตร ตามลำดับ พบว่าปริมาณตะกอนที่เติมในระดับที่แตกต่างกัน ส่งผลให้หญ้าชะเงาฝอยมีอัตราการรอดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) อย่างไรก็ตามพบว่าหญ้าชะเงาฝอยมีอัตราการรอด $95.0 \pm 7.07\%$ ในช่วงสามสัปดาห์ เมื่อเติมปริมาณตะกอนดินเท่ากับ 500 มก./ลิตร (ปริมาณตะกอนแขวนลอย 66.18 ± 1.17 มก./ลิตร) และอัตราการรอดลดลงเป็น $86.7 \pm 5.78\%$ เมื่อปริมาณตะกอนเพิ่มมากขึ้นเป็น 1000 มก./ลิตร (ปริมาณตะกอนแขวนลอย 94.64 ± 1.15 มก./ลิตร) ในขณะที่ปริมาณตะกอนที่เติม 0-200 มก./ลิตร ไม่ส่งผลต่ออัตราการรอดของหญ้าชะเงาฝอยตลอดการทดลอง (Figure 1, Table 1)

จากการทดลองที่ 1 พบว่าอัตราการรอดของหญ้าชะเงาฝอยเริ่มลดลงในการทดลอง 30 วัน ที่ระดับการเติมตะกอน 500 มก./ลิตร ซึ่งที่ระดับนี้ทำให้เกิดปริมาณตะกอนแขวนลอย 66.18 ± 1.17 มก./ลิตร ในการทดลองที่ 2 จึงขยายระดับตะกอนแขวนลอยที่ส่งผลกระทบต่อหญ้าชะเงาฝอยเพิ่มขึ้น โดยกำหนดช่วงความเข้มข้นของตะกอนที่เติม 8 ค่า คือ 0, 200, 330, 460, 590, 720, 850 และ 1000 มก./ลิตร

การทดลองที่ 2

เมื่อเติมตะกอน 0, 200, 330, 460, 590, 720, 850 และ 1000 มก./ลิตร ทำให้เกิดตะกอนแขวนลอย 1.44 ± 0.20 , 36.11 ± 2.13 , 43.66 ± 2.59 , 54.27 ± 1.95 , 64.02 ± 2.47 , 74.30 ± 2.18 , 83.43 ± 3.44 และ 95.25 ± 2.84 มก./ลิตร ตามลำดับ ซึ่งพบว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยที่แตกต่างกันส่งผลให้หญ้าชะเงาฝอยมีอัตราการรอดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ทั้งนี้เมื่อพิจารณาอัตราการรอดของหญ้าชะเงาฝอยอย่างละเอียด พบว่าปริมาณตะกอนที่เติมในช่วง 0-590 มก./ลิตร ไม่ส่งผลกระทบต่ออัตราการรอดในช่วง 30 วัน แต่เมื่อตะกอนเพิ่มขึ้นเป็น 720 มก./ลิตร (ปริมาณตะกอนแขวนลอย 74.30 ± 2.18 มก./ลิตร) หญ้าชะเงาฝอยมีอัตราการรอดลดลงเหลือ $93.3 \pm 5.77\%$ ณ วันที่ 30 ของการทดลอง และเมื่อตะกอนเพิ่มมากขึ้นเป็น 850 มก./ลิตร (ปริมาณตะกอนแขวนลอย 83.43 ± 3.44 มก./ลิตร) หญ้าชะเงาฝอยเริ่มมีอัตราการรอดลดลงเหลือ $96.7 \pm 5.77\%$ และ $93.3 \pm 5.77\%$

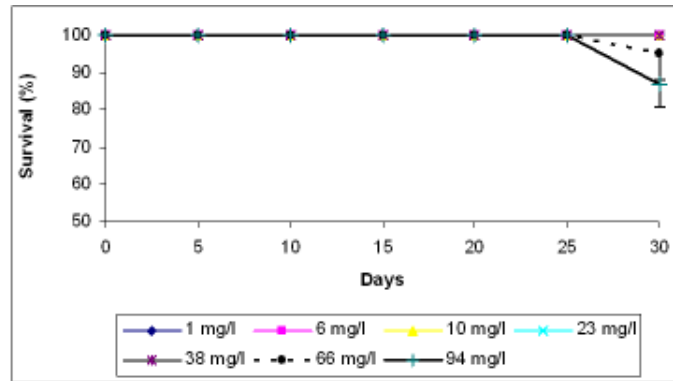


Figure 1. Survival \pm SE of *H. pinifolia* at different concentration of suspended sediments (Experiment 1)

Table 1. Different concentration of suspended sediments impact to the survival of *H. pinifolia* for experiment 1 (30 days)

Sediments Additive (mg/l)	Suspended Sediments (mg/l)	Survival Rate (%) \pm SE						
		Day						
		0	5	10	15	20	25	30
0	1.66 \pm 0.25	100	100	100	100	100	100	100
10	6.68 \pm 0.61	100	100	100	100	100	100	100
20	10.90 \pm 0.39	100	100	100	100	100	100	100
100	23.58 \pm 0.71	100	100	100	100	100	100	100
200	38.19 \pm 1.28	100	100	100	100	100	100	100
500	66.18 \pm 1.17	100	100	100	100	100	100	95 \pm 7
1000	94.64 \pm 1.15	100	100	100	100	100	100	86.7 \pm 6

ณ วันที่ 25 และ 30 ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณตะกอน 1,000 มก./ลิตร (ปริมาณตะกอนแขวนลอย 95.25 \pm 2.84 มก./ลิตร) ส่งผลต่ออัตราการรอดของหอยเชอรี่มากที่สุดโดยในวันที่ 20 มีอัตราการรอด 90% ในวันที่ 25 และ 30 หอยเชอรี่มีอัตราการรอด 76.7 \pm 5.77% และ 63.3 \pm 5.77% ตามลำดับ (Figure 2, Table 2)

จากการทดลองที่ 2 พบว่า อัตราการรอดของหอยเชอรี่ลดลงมากเมื่อเติมตะกอนในช่วงความเข้มข้น 720 และ 1,000 มก./ลิตร ซึ่งทำให้เกิดปริมาณตะกอนแขวนลอย 74.30 \pm 2.18 และ 95.25 \pm 2.84 มก./ลิตร ในการทดลองที่ 3 จึงขยายระดับตะกอนแขวนลอยที่ส่งผลกระทบต่อหอยเชอรี่ให้ละเอียดขึ้น โดยกำหนดช่วงความเข้มข้นของตะกอนที่เติม 5 ระดับ คือ 0, 720, 850, 1,000 และ 1,150 มก./ลิตร

การทดลองที่ 3

เมื่อเติมตะกอน 0, 720, 850, 1,000 และ 1,150 มก./ลิตร ทำให้เกิดตะกอนแขวนลอย 1.18 \pm 0.06, 72.49 \pm 0.46, 81.87 \pm 0.24, 94.95 \pm 0.32 และ 101.35 \pm 0.50 มก./ลิตร ตามลำดับ ซึ่งพบว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยที่แตกต่างกันส่งผลให้หอยเชอรี่มีอัตราการรอดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยปริมาณตะกอนที่เติมในทุกๆระดับความเข้มข้นไม่ส่งผลกระทบต่ออัตราการรอดในช่วง 15 วันแรก เป็นที่น่าสังเกตว่าแม้ในหน่วยการทดลองที่ไม่ได้เติมตะกอน (ปริมาณตะกอนแขวนลอย 1.18 \pm 0.06 มก./ลิตร) หอยเชอรี่ก็มีอัตราการรอดลดลงเหลือ 96.7% \pm 1, 83.5% \pm 1.5, 80% \pm 2 และ 30.7% \pm 3 ณ วันที่ 30, 35, 40 และ 45 ตามลำดับ ที่ระดับการเติมตะกอน 720 มก./ลิตร (ปริมาณตะกอนแขวนลอย

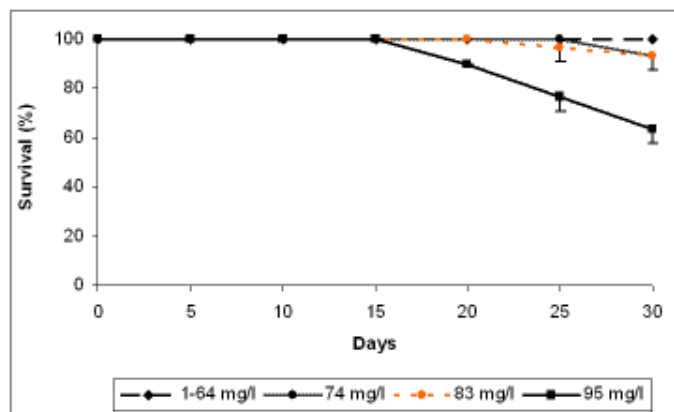


Figure 2. Survival \pm SE of *H. pinifolia* at different concentration of suspended sediments (Experiment 2)

Table 2. Different concentration of suspended sediments impact to the survival of *H. pinifolia* for experiment 2 (30 days)

Sediments Additive (mg/l)	Suspended Sediments (mg/l)	Survival Rate (%) \pm SE						
		Day						
		0	5	10	15	20	25	30
0	1.44 \pm 0.20	100	100	100	100	100	100	100
200	36.11 \pm 2.13	100	100	100	100	100	100	100
330	43.66 \pm 2.59	100	100	100	100	100	100	100
460	54.27 \pm 1.95	100	100	100	100	100	100	100
590	64.02 \pm 2.47	100	100	100	100	100	100	100
720	74.30 \pm 2.18	100	100	100	100	100	100	93.3 \pm 5.7
850	83.43 \pm 3.44	100	100	100	100	100	96.7 \pm 5.7	93.3 \pm 5.7
1000	95.25 \pm 2.84	100	100	100	100	90	76.7 \pm 5.7	63.3 \pm 5.7

72.49 \pm 0.46 มก./ลิตร) ภูเขาชะเงาฝอยมีอัตราการรอดลดลงเหลือ 96.7% \pm 3.5, 90% \pm 4, 73.3% \pm 4.5, 56.6% \pm 4.5 และ 3.3% \pm 1 ณ วันที่ 25, 30, 35, 40 และ 45 ตามลำดับ เมื่อเติมตะกอนเพิ่มมากขึ้นเป็น 850 มก./ลิตร (ปริมาณตะกอนแขวนลอย 81.87 \pm 0.24 มก./ลิตร) ภูเขาชะเงาฝอยมีอัตราการรอดเท่ากับ 90% \pm 3, 73.3% \pm 4, 56.7% \pm 4.5, 53.3% \pm 4.5 และ 33.3% \pm 4.5 ณ วันที่ 20, 25, 30, 35 และ 40 ตามลำดับ และตายทั้งหมดในวันที่ 45 ของการทดลอง และเมื่อเติมตะกอนเพิ่มขึ้นเป็น 1,000 มก./ลิตร (ปริมาณตะกอนแขวนลอย 94.95 \pm 0.32 มก./ลิตร) อัตราการรอดลดลงเหลือ 73.3% \pm 3.5, 50% \pm 3.6, 36.7% \pm 4, 23.3% \pm 4.2 และ 13.3%

\pm 4.5 ณ วันที่ 20, 25, 30, 35 และ 40 ตามลำดับ และตายทั้งหมดในวันที่ 45 ของการทดลอง ในขณะที่การเติมตะกอนในปริมาณ 1,150 มก./ลิตร (ปริมาณตะกอนแขวนลอย 101.35 \pm 0.50 มก./ลิตร) มีผลต่ออัตราการรอดของภูเขาชะเงาฝอยมากที่สุด คือมีอัตราการรอดเท่ากับ 73.3% \pm 4, 53.3% \pm 4.3, 33.3% \pm 4.5 และ 16.7% \pm 5 ณ วันที่ 20, 25, 30 และ 35 ตามลำดับ และตายทั้งหมดในวันที่ 40 ของการทดลอง (Figure 3, Table 3)

สรุปและวิจารณ์

จากการทดลองที่ 1 และ 2 ชี้ให้เห็นว่าปริมาณ

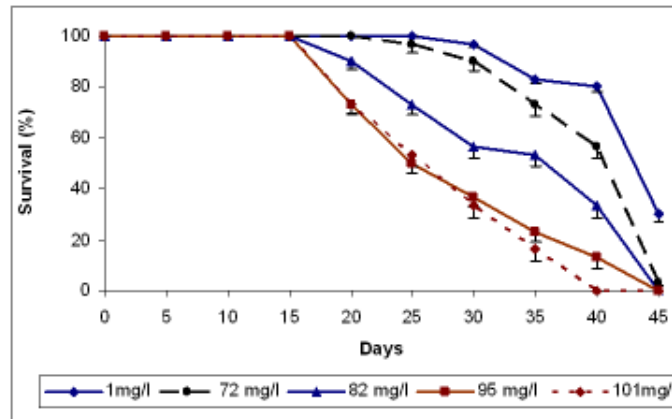


Figure 3. Survival \pm SE of *H. pinifolia* at different concentration of suspended sediments (Experiment 3)

Table 3. Different concentration of suspended sediments impact to the survival of *H. pinifolia* for experiment 3 (45 days)

Sediments Additive (mg/l)	Suspended Sediments (mg/l)	Survival Rate (%) \pm SE									
		Day									
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
0	1.18 \pm 0.06	100	100	100	100	100	100	96.7 \pm 1	83 \pm 1.5	80 \pm 2	30 \pm 3
720	72.49 \pm 0.46	100	100	100	100	100	96.7 \pm 3.5	90 \pm 4	73.3 \pm 4.5	56.6 \pm 4.5	3.3 \pm 1
850	81.87 \pm 0.24	100	100	100	100	90 \pm 3	73.3 \pm 4	56.7 \pm 4.5	53.3 \pm 4.5	33.3 \pm 4.5	0
1000	94.95 \pm 0.32	100	100	100	100	73.3 \pm 3.5	50 \pm 3.6	36.7 \pm 4	23.3 \pm 4.2	13.3 \pm 4.5	0
1150	101.35 \pm 0.50	100	100	100	100	73.3 \pm 4	53.3 \pm 4.3	33.3 \pm 4.5	16.7 \pm 5	0	0

ตะกอนแขวนลอยที่ระดับความเข้มข้น 66 มก./ลิตร ทำให้หอยเชอรี่รอดเหลือ 95% ในช่วงเวลา 30 วันของการศึกษา เมื่อปริมาณตะกอนแขวนลอยเพิ่มมากขึ้นเป็น 74 มก./ลิตร หอยเชอรี่รอดเท่ากับ 93% ณ วันที่ 30 เมื่อปริมาณตะกอนแขวนลอยเพิ่มมากขึ้นเป็น 83 และ 95 มก./ลิตร ส่งผลให้หอยเชอรี่รอดลดลงโดยสังเกตได้ตั้งแต่วันที่ 25 ของการศึกษา ทั้งนี้ที่ระดับตะกอนแขวนลอยมากที่สุดคือ 95 มก./ลิตร หอยเชอรี่รอดเพียง 63% และ 86% ในการทดลองที่ 2 และการทดลองที่ 1 ณ วันที่ 30 ของการ

ศึกษา

ในการทดลองที่ 3 ทำการศึกษาในระยะเวลา 45 วัน หอยเชอรี่รอดบ้าง แม้ในหน่วยการทดลองควบคุมที่ไม่มีการเติมตะกอน โดยมีอัตราการรอด 97% ณ วันที่ 30 จากนั้นอัตราการรอดของหอยเชอรี่ลดลงเรื่อยๆ เมื่อเวลาผ่านไปคือ 83%, 80% และ 30% ณ วันที่ 35, 40 และ 45 ตามลำดับ ในทำนองเดียวกันกับการทดลองที่ 1 และ 2 เมื่อความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยเพิ่มมากขึ้นเป็น 72, 82, 95 และ 101 มก./ลิตร ในการทดลองที่สามส่งผลให้หอยเชอรี่รอด

อัตราการรอดลดลงอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่วันที่ 20 และตายทั้งหมดในช่วง 40-45 วัน ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าหญ้าชะเงาฝอยมีอัตราการตายเพิ่มมากขึ้นหลังจาก 30 วันไปแล้ว ซึ่งนอกจากจะเกี่ยวข้องกับช่วงเวลาของการผลัดใบของหญ้าชะเงาฝอยด้วยแล้ว (สังเกตได้จากในหน่วยการทดลองควบคุมหญ้าชะเงาฝอยมีอัตราการรอดลดลงหลังจากวันที่ 30) ปริมาณตะกอนแขวนลอยในมวลน้ำยังส่งผลให้หญ้าชะเงาฝอยมีอัตราการรอดลดลงอย่างต่อเนื่องด้วย (หญ้าทะเลสกุล *Halodule* sp. มีช่วงเวลาการผลัดใบประมาณ 34 วัน (Borowitzka & Lethbridge 1989))

สรุปได้ว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยที่ระดับความเข้มข้น 1-64 มก./ลิตร ไม่ส่งผลกระทบต่ออัตราการรอดของหญ้าชะเงาฝอยในช่วงเวลา 30 วัน ปริมาณตะกอนแขวนลอยที่ระดับความเข้มข้น 66 มก./ลิตร ขึ้นไปมีผลต่ออัตราการรอดของหญ้าชะเงาฝอย ซึ่งอธิบายได้ว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยทำให้เกิดความขุ่น และลดความเข้มของแสงในน้ำ ส่งผลให้หญ้าทะเลสังเคราะห์แสงได้น้อยลง หรืออาจส่งผลกระทบต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยา การออกดอก ผล และการเจริญเติบโตของหญ้าทะเลได้ (Walker *et al.*, 1999)

Shepherd และคณะ (1989) ได้รวบรวมงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการลดลงของหญ้าทะเลที่เกิดจากสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป ทั้งที่เกิดจากธรรมชาติและกิจกรรมมนุษย์ ได้รายงานว่ หญ้าทะเลที่ Cockburn Sound ฝั่งตะวันตกของประเทศออสเตรเลีย ได้รับผลกระทบจากปริมาณแพลงก์ตอนพืชและความขุ่นที่เพิ่มมากขึ้นในน้ำทะเล จนมีผลทำให้การสังเคราะห์แสงของหญ้าทะเลลดลง ส่งผลกระทบต่อเจริญเติบโตและอัตราการรอดของหญ้าทะเล Shepherd และคณะ (1989) ยังได้รายงานผลกระทบของตะกอนแขวนลอยที่เพิ่มขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์รอบๆ อ่าวเวสเทินพอร์ต วิกตอเรีย จนทำให้หญ้าทะเลลดจำนวนลง และมีผลกระทบเพิ่มขึ้นเมื่อความขุ่นแพร่ขยายมากขึ้นเรื่อยๆ

ในการศึกษานี้ยังได้มีการสังเกตลักษณะการเปลี่ยนแปลงของใบหญ้าชะเงาฝอยด้วย ทั้งนี้พบว่าในสภาวะที่ไม่มีการเติมตะกอน หญ้าชะเงาฝอยมีขอบใบดำบ้าง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นต้นที่มีใบยาว แต่ก็ยังมีจำนวนน้อยกว่าหน่วยการทดลองที่เติมตะกอนอย่างเห็นได้ชัด และมีการแตกใบใหม่

ในบางส่วน ในหน่วยการทดลองที่มีปริมาณตะกอนแขวนลอย 36, 43 และ 54 มก./ลิตร หญ้าชะเงาฝอยมีปลายใบที่เปลี่ยนเป็นสีดำมากขึ้น และในหน่วยการทดลองที่มีปริมาณตะกอนแขวนลอย 64, 74, 83, 95 และ 101 มก./ลิตร พบว่าขอบใบของหญ้าชะเงาฝอยเป็นสีดำแทบทุกใบ และเมื่อผ่านไปประมาณ 15 วัน มีบางใบหลุดขาดลอยขึ้นมาเหนือผิวน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อสิ้นสุดการทดลองในหน่วยการทดลองที่มีปริมาณตะกอนแขวนลอยสูง 95 และ 101 มก./ลิตร เหลือใบในแต่ละต้นของหญ้าชะเงาฝอยเพียง 1-2 ใบ ดังนั้นจึงสันนิษฐานได้ว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลกระทบต่อเจริญเติบโตของหญ้าชะเงาฝอย อย่างไรก็ตาม การหลุดร่วงของใบหญ้าทะเลอาจเกี่ยวข้องกับช่วงระยะเวลาของการผลัดใบด้วย สำหรับการทดลองที่ 1 และ 2 ช่วงเวลาของการผลัดใบไม่น่าจะส่งผลกระทบต่ออัตราการรอด ยกเว้นในส่วนของใบที่เจริญเติบโตเต็มที่ ซึ่งหญ้าทะเลสกุล *Halodule* sp. มีช่วงเวลาการผลัดใบประมาณ 34 วัน (Borowitzka & Lethbridge, 1989) ในการทดลองที่ 3 ซึ่งมีระยะเวลาทดลอง 45 วัน การหลุดร่วงของใบมีมากหลังจากระยะเวลา 30 วันไปแล้ว น่าจะเป็นผลร่วมกันระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยและช่วงเวลาของการผลัดใบ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.จำลอง อรุณเลิศอารีย์ คุณชนินทร์ แสงรุ่งเรือง และดร. ธรรมศักดิ์ ยี่มิน ที่กรุณาให้ข้อคิดเห็นและคำแนะนำต่อการดำเนินงานวิจัย ผศ. ชัชวีร์ แก้วสุรลิขิต กรุณาให้คำแนะนำและเอกสารที่เป็นประโยชน์อย่างมากในการศึกษาหญ้าทะเล ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนได้ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการเก็บตัวอย่าง

เอกสารอ้างอิง

กาญจนาภรณ์ ลีวโนมนต์ สุจินต์ ดีแท้ และวิทยา ศรีมโนภาษ. 2534. รายงานการวิจัย เรื่อง อนุกรมวิธานและนิเวศวิทยาของหญ้าทะเลในประเทศไทย. คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- พรศรี สุทธนารักษ์. 2527. การศึกษาผลกระทบของการตกตะกอนต่ออัตราการเจริญเติบโตของปะการังบางชนิดบริเวณเกาะค้างคาว จังหวัดชลบุรี. รายงานปัญหาพิเศษภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.
- สุพัตรา ปานรงค์. 2528. ผลกระทบของตะกอนดินจากเหมืองแร่ดีบุกที่มีความเข้มข้นต่างๆ กันต่อปะการังบางชนิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การประมง บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- Borowitzka, M.A. and Lethbridge, R.C. 1989. Seagrass epiphytes. **In** "Biology of seagrasses: A treatise on the biology of seagrasses with special reference to the Australian region". (Eds. A.W.D.Larkum, A.J. McComb and S.A. Shepherd.). Elsevier. New York.
- Gacia, E and Duarte, C.M. 2001. Sediment retention by a Mediterranean *Posidonia oceanica* meadow: The Balance between deposition and resuspension. *Est. Coast Shelf Sci.*, 52: 505-514.
- Satumanatpan, S. 2002. Status and management on seagrass resources in Thailand. Paper submitted at Coastal Zone Asia-Pacific Conference "Improving the State of the Coastal Areas" 12-16 May, 2002. Bangkok, Thailand.
- Satumanatpan, S., Sudara, S. and Navanugraha, C. 2000. State of the seagrass beds in Thailand. *Biol. Mar. Medit.*, 7(2): 417-420.
- Spalding, M., Taylor M., Rayilious C., Short, F.T. and Green, E.P. 2003. Global overview the distribution and status of seagrasses. **In**: World atlas of seagrasses. (Eds. By E.P. Green and F.T. Short). Prepared by the UNEP World Conservation Monitoring Centre. Berkeley: University of California Press.
- Shepherd, S.A., McComb, A.J., Bulthuis, D.A., Neverauskas, V., Steffensen, D.A. and West, R. 1989. Decline of seagrasses. **In** "Biology of seagrasses: A treatise on the biology of seagrasses with special reference to the Australian region". (Eds. A.W.D.Larkum, A.J. McComb and S.A. Shepherd.). Elsevier. New York.
- Walker, D. I., Dennison, W. C., and Edgar, G. J. 1999. Status of Australian seagrass research and knowledge. **In** "Seagrass in Australia: Strategic review and development of an R&D plan". (Eds. by A.J. Butler and P. Jernakoff). CSIRO Publishing. Australia.