นิเวศวิทยาของราทะเลในเขตอนุรักษ์พืชป่าชายเลน อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา

Ecology of Marine Fungi in Mangrove Conserved Area in Bangpakong District, Chachoengsao Province

จิราภรณ์ ธนากุลปกรณ์ และ อภิรดี ปิลันธนภาคย์*
ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
Jiraporn Tanakulpakorn and Apiradee Pilantanapak*
Department of Microbiology, Faculty of Science, Burapha University

บทคัดย่อ

การศึกษาราทะเลบนเศษไม้จากแหล่งตัวอย่าง 2 แหล่งในเขตอนุรักษ์พืชป่าชายเลน อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 100 ตัวอย่าง พบรา 29 ชนิด เป็นแอสโคไมซีส 14 ชนิด อะนามอร์ฟ 12 ชนิด และราที่โครงสร้างสืบพันธุ์ไม่สมบูรณ์ ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ 3 ชนิด ราที่พบความถี่สูง (ตั้งแต่ร้อยละ 30 ขึ้นไป) อันดับแรก ได้แก่ *Periconia prolifica* (ร้อยละ 38) รองลงมาเป็น *Verruculina enalia* (ร้อยละ 31) และ *Eutypa bathurstensis* (ร้อยละ 30) แหล่งตัวอย่างที่ 2 พบราสูงสุดถึง 22 ชนิดโดยราที่พบมีความถี่ ตั้งแต่ร้อยละ 30 ขึ้นไปมี 7 ชนิด ราที่พบมาก 3 อันดับแรก ได้แก่ *Verruculina enalia* (ร้อยละ 50) *Trichocladium nypae* (ร้อยละ 46) และ *Savoryella paucispora* (ร้อยละ 38) ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของราในแต่ละแหล่งตัวอย่าง พบว่ามีราเพียง 3 ชนิด ที่พบได้ทั้งสองแหล่งตัวอย่าง ได้แก่ *P. prolifica, V. enalia* และ *Epicoccum* sp. ค่า Sorensen's index แสดงค่าความคล้ายคลึงของประชากรราทั้งสองแหล่งตัวอย่าง มีค่าเท่ากับ 0.188

คำสำคัญ : ราทะเล ป่าชายเลน เศษไม้

Abstract

The marine fungi on mangrove driftwood from two sites in mangrove conserved area in Chachoengsao Province were investigated. By examining 100 driftwood, 29 fungi were recorded (14 Ascomycetes, 12 anamorphs and 3 ungrouping fungi). Three fungi were frequent fungi (≥30% occurrence); *Periconia prolifica* (38%), *Verruculina enalia* (31%) and *Eutypa bathurstensis* (30%). The species richness of the second site was found higher than that of the first site. A total of 22 taxa including 7 frequent fungi were recorded. Three highest frequently found fungi were *Verruculina enalia* (50%), *Trichocladium nypae* (46%) and *Savoryella paucispora* (38%). Comparative study recorded only three fungi for both sites; *P. prolifica, V. enalia* and *Epicoccum* sp. Sorensen's index of similarity between the fungal communities of both sites was 0.188.

Keywords : marine fungi, mangrove, driftwood

***Corresponding author.** E-mail : apiradee@buu.ac.th

บทนำ

ปัจจุบันราทะเลมีบทบาทสำคัญเพิ่มมากขึ้น มีการสำรวจพบราชนิดใหม่ๆ และนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ มากมาย ทั้งในด้านการแพทย์ สิ่งแวดล้อม เกษตรกรรม อุตสาหกรรม ตัวอย่างความสามารถของราทะเลที่มีผู้รายงานไว้ได้แก่ การผลิตเอนไซม์ เจลาติเนส (Pisano *et al*., 1964) เซลลูเลส และไซแลนเนส (Bucher *et al*., 2004) การสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพประเภทต่างๆ ทั้งที่เป็นสารยับยั้งแบคทีเรีย รา หรือมาลาเรียที่เกิดจาก *Plasmodium falciparum* (Bugni and Ireland, 2004) นอกจากนี้ยังมีรายงานสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพใหม่ๆ ที่ผลิตจากราทะเล โดยคณะผู้วิจัยไทยของศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (BIOTEC) เช่น การค้นพบ *Halorosellinia oceanicum* ซึ่งมีคุณสมบัติต้าน *Mycobacterium tuberculosis* และ *Aigialus parvus* ผลิตสารที่มีคุณสมบัติต้านเชื้อมาลาเรีย (จริยา สากยโรจน์, 2550) อย่างไรก็ตามการศึกษาราทะเลยังมีไม่มากนักเมื่อเทียบกับสิ่งมีชีวิตหรือจุลินทรีย์จากทะเลชนิดอื่นๆ

ราทะเลที่พบแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ obligate marine fungi เป็นราที่สามารถสร้างสปอร์และเจริญได้เฉพาะในน้ำทะเลและเขตน้ำกร่อยเท่านั้น และ facultative marine fungi เป็นราน้ำจืดหรือราในสิ่งแวดล้อมบนบกที่สามารถเจริญและอาจสร้างสปอร์ได้ในน้ำทะเล (Kohlemeyer, 1984) ราทะเลส่วนใหญ่เป็นราชั้นสูง ได้แก่ ราในไฟลัมแอสโคไมคอตา เบสิดิโอไมคอตา รวมทั้งรูปอะนามอร์ฟ (Kohlemeyer & Kohlemeyer, 1979) การศึกษาเกี่ยวกับราทะเลในป่าชายเลนเริ่มต้นขึ้นที่ประเทศออสเตรเลียมากว่า 50 ปี (Cribb & Cribb, 1956) ระยะที่ผ่านมามีการรายงานข้อมูลราทะเลในป่าชายเลนของประเทศเขตกึ่งอบอุ่น บริเวณมหาสมุทรแอตแลนติก จนถึงเขตร้อนของมหาสมุทรอินเดีย (Kohlemeyer & Kohlemeyer, 1979) ปัจจุบันมีการรายงานข้อมูลเพิ่มมากขึ้นทั้งทางด้านสรีรวิทยา นิเวศวิทยา และอนุกรมวิธานของราทะเล (Abdel - Wahab, 2005) อย่างไรก็ตามการศึกษาราทะเลในป่าชายเลนประเทศไทยยังมีไม่มากนัก

ราทะเลมักเจริญได้ดีในแถบเขตร้อนมากกว่าเขตอบอุ่น และเจริญบริเวณผิวน้ำได้ดีกว่าบริเวณทะเลลึกซึ่งมีปริมาณออกซิเจนจำกัด และมีอุณหภูมิต่ำ รวมถึงความเค็มค่อนข้างคงที่ (Kohlemeyer & Kohlemeyer, 1979) ป่าชายเลนและเขตน้ำกร่อยเป็นระบบนิเวศที่อุดมสมบูรณ์ เหมาะสำหรับการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์หลายชนิด รวมทั้งเป็นแหล่งที่อยู่ของราทะเลด้วย ราทะเลอาศัยส่วนต่างๆ ของพืชที่ขึ้นแถบป่าชายเลนเป็นซับสเตรตในการเจริญ เช่น รากพืช เนื้อไม้ เศษไม้ ใบไม้ รวมถึงหญ้าทะเล สาหร่ายทะเล ดิน ปะการัง สัตว์กระดองแข็งหรือสัตว์เปลือกแข็งหุ้มของสัตว์ (Kohlemeyer & Kohlemeyer, 1979; Hyde *et al*., 2000) พืชที่มีรายงานการพบราทะเล เช่น แสม โกงกาง พังกาหัวสุมดอกแดง ลำพู (Sarma & Vittal, 2000) เหงือกปลาหมอ (Maria & Sridhar, 2003) และต้นจาก (Pilantanapak *et al*., 2005) ไม้เป็นแหล่งที่พบราทะเลได้มาก มีรายงานการศึกษาราทะเลบนไม้และเศษไม้จำนวนมาก เนื่องจากสามารถพบได้ง่าย เศษไม้ตัวอย่างที่นำมาศึกษานั้นอาจลอยอยู่บริเวณน้ำขึ้น น้ำลง จมอยู่ในน้ำ หรือฝังตัวในหาดทราย

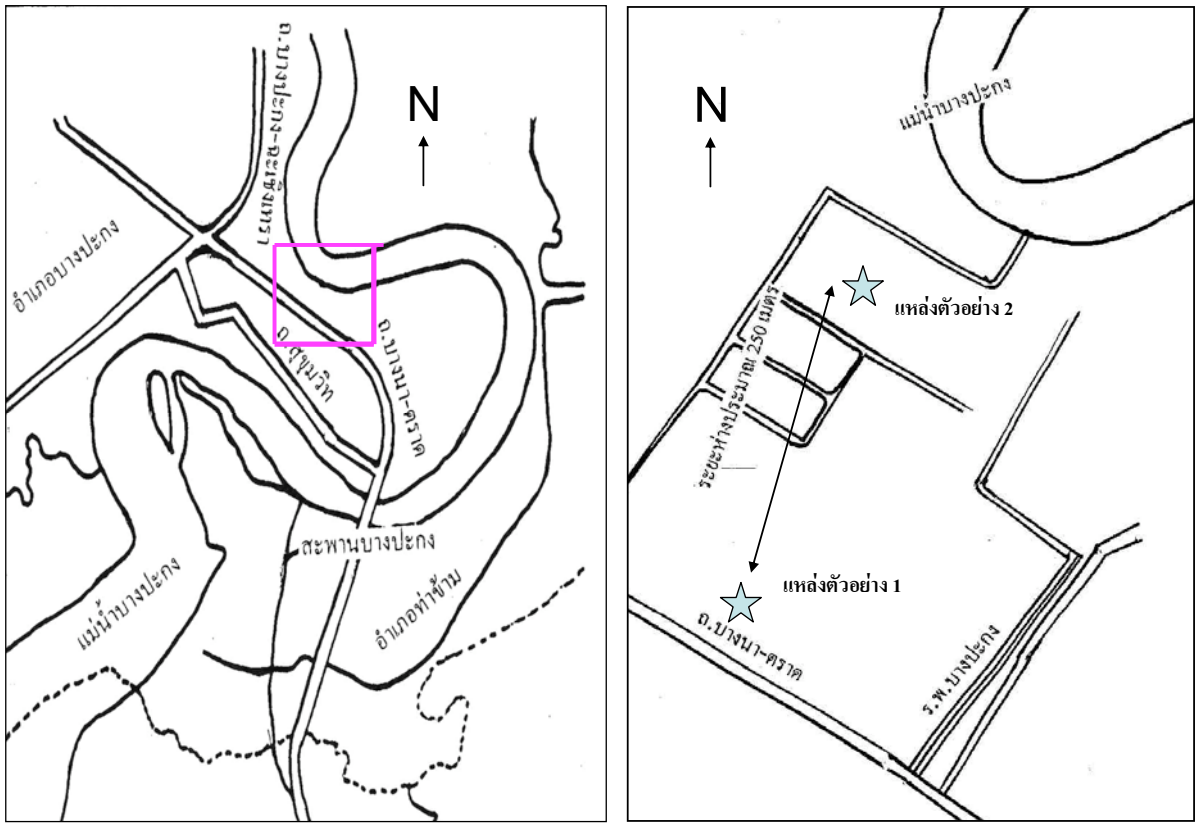
ป่าชายเลนในจังหวัดฉะเชิงเทรามีพื้นที่ไม่มากนัก การศึกษาจากภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ. ศ. 2540 พบว่ามีพื้นที่ประมาณ 12,720 ไร่ โดยมีพื้นที่เลี้ยงกุ้งกุลาดำแทรกอยู่ (ประจวบ ลีรักษาเกียรติ, 2549) และปัจจุบันพื้นที่ป่าชายเลนส่วนใหญ่แทรกอยู่กับแหล่งชุมชน และไม่อุดมสมบูรณ์มากนัก ประกอบกับได้มีการพัฒนาให้เป็นแหล่งท่องเที่ยว (ข่าวสดรายวัน, 2551) ทำให้ป่าชายเลนถูกทำลายลงมาก ข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพของราทะเลจึงมีความสำคัญ เพื่อเป็นแนวทางในการอนุรักษ์แหล่งที่อยู่ของราทะเลในอนาคต

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความชุกชุม (species richness) และความถี่ (species abundance) ของราทะเลที่พบบนเศษไม้ตัวอย่างในเขตอนุรักษ์พืชป่าชายเลนที่มีลักษณะต่างกันในจังหวัดฉะเชิงเทรา แล้วนำข้อมูลมาคำนวณค่าดัชนีทางนิเวศวิทยา เพื่อประเมินความหลากหลายทางชีวภาพของราทะเล และศึกษาความสามารถในการใช้ดัชนีทำนายความสมบูรณ์ของแหล่งตัวอย่าง

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

1. แหล่งตัวอย่างและรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ของแหล่งที่เก็บตัวอย่าง

แหล่งตัวอย่างที่ศึกษา เป็นเขตอนุรักษ์พืชป่าชายเลนที่มีน้ำทะเลท่วมถึง 2 แหล่ง บริเวณพิพิธภัณฑ์ป่าชายเลนโรงเรียนบางปะกงวิทยายน อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของแหล่งตัวอย่างแสดงในภาพที่ 1 รายละเอียดของแหล่งเก็บตัวอย่าง เช่น สถานที่เก็บตัวอย่าง ชนิดของพืชที่พบ ระยะห่างจากแหล่งชุมชน แสดงในตารางที่ 1 และภาพที่ 2



ก ข

ภาพที่ 1 แผนที่แสดงลักษณะทางภูมิศาสตร์ของแหล่งตัวอย่าง; ก: แผนที่แสดงที่ตั้งเขตอนุรักษ์พืชป่าชายเลน อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา (บริเวณสี่เหลี่ยมจตุรัส) และ ข: ภาพขยายบริเวณเขตอนุรักษ์พืชป่าชายเลน (สัญลักษณ์รูปดาว) และระยะห่างระหว่างแหล่งตัวอย่าง (ลูกศรสองทิศทาง)

ก ข

ภาพที่ 2 ลักษณะทั่วไปของแหล่งตัวอย่าง; ก: สภาพพื้นดินของป่าชายเลนที่มีน้ำท่วมขัง, ข: ลักษณะทั่วไปและพันธุ์ไม้ในแหล่งตัวอย่าง

ตารางที่ 1 ลักษณะของแหล่งตัวอย่างเขตอนุรักษ์พืชป่าชายเลน อ.บางปะกง จ.ฉะเชิงเทรา

แหล่งตัวอย่าง	รายละเอียด
แหล่งตัวอย่าง 1	มีพื้นที่ประมาณ 12 ไร่ สภาพของป่าชายเลนมีน้ำท่วมขัง อยู่ติดกับโรงพยาบาลบางปะกง ไม่ไกลจากบ้านเรือน สภาพดินเป็นดินร่วนปนดินเหนียว พืชที่พบส่วนใหญ่เป็นแสมทะเล
แหล่งตัวอย่าง 2	มีพื้นที่ประมาณ 17 ไร่ สภาพพื้นป่าชายเลนเป็นโคลนเลน อยู่ห่างจากบ้านเรือน ด้านหลังติดกับแม่น้ำบางปะกง และใช้เป็นแปลงปลูกไม้ป่าชายเลนในฤดูร้อน พืชส่วนใหญ่ที่พบเป็นฝาดดอกขาว โพธิ์ทะเล โกงกางใบใหญ่ และโปรงแดง ขึ้นปะปนกัน

2. ตัวอย่างและการเก็บตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ศึกษาเป็นเศษไม้ โดยเลือกเก็บตัวอย่างที่จมน้ำหรือส่วนที่มีน้ำท่วมถึง แหล่งละ 50 ตัวอย่าง รวม 100 ตัวอย่าง ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2550 วัดความเค็ม ความเป็นกรดด่าง อุณหภูมิของน้ำบริเวณที่เก็บตัวอย่างและนำตัวอย่างใส่ถุงพลาสติกกลับมาศึกษาในห้องปฏิบัติการ ล้างตัวอย่างด้วยน้ำประปาเพื่อกำจัดโคลนและอินทรีย์สารต่างๆ ที่ติดมา จากนั้นผึ่งจนหมาดแล้วเปลี่ยนใส่ถุงพลาสติกสะอาดและปิดสนิท รองด้วยกระดาษเพื่อซับน้ำส่วนเกิน บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พรมน้ำทะเลเป็นระยะเพื่อไม่ให้ไม้แห้ง

3. การศึกษาและจัดจำแนกสายพันธุ์รา

นำไม้มาตรวจสอบชนิดของราที่เจริญและทำการจัดจำแนกสายพันธุ์รา โดยดูจากลักษณะฟรุตบอดี แอสคัส แอสโคสปอร์ เบสิดิโอสปอร์ หรือโคนิเดีย ภายใต้กล้องสเตอริโอ Zeiss (Stemi SV6) และกล้องจุลทรรศน์ Nikon (Eclipse E600) หากยังไม่พบสปอร์หรือโครงสร้างสืบพันธุ์ของรา จะบ่มต่อที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 สัปดาห์ แล้วจึงนำกลับมาศึกษาต่ออีกครั้งหนึ่ง ถ่ายรูปและบันทึกข้อมูลของราแต่ละสายพันธุ์ที่พบอย่างละเอียดเพื่อจำแนกชนิดราที่พบ (Kohlmeyer & Kohlmeyer, 1979; 1991) เก็บสไลด์ที่ศึกษาเป็นสไลด์ถาวรโดยหยดแลคโตฟีนอลลงบนสไลด์ ทิ้งไว้ 2-3 คืน จึงปิดขอบให้สนิทด้วยน้ำยาเคลือบเล็บ

4. การคำนวณค่าความถี่ของการพบราแต่ละชนิด

ร้อยละของความถี่ของการพบราแต่ละชนิด คำนวณได้จากสูตร (จำนวนตัวอย่างไม้ที่พบรา / จำนวนตัวอย่างไม้ทั้งหมด) x 100

ในการศึกษานี้ผู้วิจัยแบ่งราที่พบเป็น 4 กลุ่ม ตามความถี่ของการพบ ราที่พบมีความถี่สูงสุด คือความถี่ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไป จัดเป็นราที่พบบ่อยมาก ราที่พบความถี่ตั้งแต่ร้อยละ 30 ขึ้นไป จัดเป็นราที่พบบ่อย ความถี่ร้อยละ 10 ขึ้นไปจัดเป็นราที่พบได้ปานกลาง และราที่พบน้อยเป็นราที่พบความถี่ต่ำกว่าร้อยละ 10

5. การศึกษาความสัมพันธ์ของดัชนีที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพ

หาค่าดัชนีที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพ 3 ดัชนี ได้แก่

Simpson's index (D) และ Simpson's index of Diversity (1-D) (Simpson, 1949) จากสูตร

$$D = \sum n\,(n-1) / N\,(N-1)$$

เมื่อ n คือ จำนวนของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดที่พบ

N คือ จำนวนของสิ่งมีชีวิตทั้งหมดรวมทุกชนิดที่พบ

Sorensen's index (S) (Sorensen, 1948) มีสูตรคำนวณดังนี้

$$S = 2j / (a+b)$$

เมื่อ a คือ จำนวนชนิดของสิ่งมีชีวิตที่พบในแหล่งตัวอย่างที่ 1

b คือ จำนวนชนิดของสิ่งมีชีวิตที่พบในแหล่งตัวอย่างที่ 2

j คือ จำนวนชนิดของสิ่งมีชีวิตที่พบทั้งสองแหล่งตัวอย่าง

ผลการทดลอง

1. คุณสมบัติทางกายภาพของแหล่งเก็บตัวอย่าง

จากการสังเกตสีกลิ่นของน้ำ วัดความเค็ม ความเป็นกรดด่าง และอุณหภูมิของน้ำในแหล่งตัวอย่าง พบว่าลักษณะทางกายภาพไม่แตกต่างกันมากคือ มีค่าความเค็ม 10 ส่วนในพันส่วน (10 ppt) ค่าความเป็นกรดด่าง เท่ากับ 7 ยกเว้นสีดำและกลิ่นเหม็นของน้ำในแหล่งตัวอย่าง 1 และอุณหภูมิของน้ำในแหล่งตัวอย่าง 1 และแหล่งตัวอย่าง 2 เท่ากับ 23 และ 25 องศาเซลเซียส ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ลักษณะทางกายภาพของแหล่งตัวอย่าง

แหล่งตัวอย่าง	ลักษณะทางกายภาพ			
	ความเค็ม (ppt)	ความเป็นกรดด่าง	อุณหภูมิ (°C)	สีและกลิ่น
แหล่งตัวอย่าง 1	10	7	23	น้ำมีสีดำและมีกลิ่นเหม็นคล้ายกลิ่นแก๊สไข่เน่า
แหล่งตัวอย่าง 2	10	7	25	สีและกลิ่นของน้ำปกติ

2. ความหลากหลายทางชีวภาพของราทะเลที่พบ

จากการสำรวจราทะเลบนเศษไม้จากแหล่งตัวอย่างทั้งสองแหล่ง รวม 100 ตัวอย่าง พบรา 29 ชนิด เป็นแอสโคไมซีส 14 ชนิด อะนามอร์พ 12 ชนิด และราที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ เนื่องจากโครงสร้างสืบพันธุ์ที่พบไม่สมบูรณ์ 3 ชนิด (ตารางที่ 3) ราที่พบมาก 5 อันดับแรกได้แก่ *Periconia prolifica* (ร้อยละ 38), *Verruculina enalia* (ร้อยละ 31), *Eutypa bathurstensis* (ร้อยละ 30), *Epicoccum* sp. (ร้อยละ 24) และ *Trichocladium nypae* (ร้อยละ 23) ตามลำดับ

3. ความหลากหลายของราทะเลในแหล่งตัวอย่าง

เมื่อสำรวจราทะเลบนเศษไม้ในแหล่งตัวอย่าง 1 จำนวน 50 ตัวอย่าง พบราทั้งหมด 10 ชนิด เป็นแอสโคไมซีส 3 ชนิด อะนามอร์พ 4 ชนิด และราที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ 3 ชนิด ราที่มีความถี่สูงสุด ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปมี 2 ชนิด คือ *P. prolifica* (ร้อยละ 70) และ *Eutypa bathurstensis* (ร้อยละ 60) ราที่พบเป็นอันดับสามและพบได้บ่อยคือ *Epicoccum* sp. (ร้อยละ 34) ส่วนราที่พบอันดับสี่จนถึงอันดับสุดท้ายมีความถี่ระหว่างร้อยละ 2 ถึงร้อยละ 12 (ตารางที่ 4)

จากการสำรวจราทะเลบนเศษไม้ในแหล่งตัวอย่าง 2 จำนวน 50 ตัวอย่าง พบราทะเลทั้งหมด 22 ชนิด เป็นแอสโคไมซีส 12 ชนิด อะนามอร์พ 10 ชนิด ราในสองอันดับแรกเป็นราที่พบบ่อยได้แก่ *V. enalia* (ร้อยละ50) และ *T. nypae* (ร้อยละ46) ราในอันดับที่สามถึงอันดับที่เจ็ดเป็นราที่พบบ่อยเช่นเดียวกัน มีความถี่ระหว่างร้อยละ 30 ถึงร้อยละ 40 (ตารางที่ 4)

4. ค่าดัชนีทางชีวภาพ

จากข้อมูลในตารางที่ 3 และตารางที่ 4 สามารถคำนวณความหลากหลายทางชีวภาพระดับชนิด คือค่า Simpson's index (D) ของแหล่งตัวอย่าง 1 มีค่าเท่ากับ 0.219 ส่วนในแหล่งตัวอย่าง 2 มีค่าเท่ากับ 0.067 ค่า Simpson's index of Diversity (1-D) ของแหล่งตัวอย่าง 1 และแหล่งตัวอย่าง 2 มีค่าเท่ากับ 0.781 และ 0.933 ตามลำดับ (ตารางที่ 5) ค่าดัชนีที่คำนวณได้ทั้ง 2 ค่า บ่งชี้ว่าแหล่งตัวอย่าง 2 มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงกว่าแหล่งตัวอย่าง 1 เมื่อศึกษาความแตกต่างของชนิดราที่พบจากสองแหล่งตัวอย่าง พบราเพียง 3 ชนิดเท่านั้นที่พบได้ทั้งสองแหล่งตัวอย่างคือ *V. enalia*, *Epicoccum* sp. และ *P. prolifica* นอกนั้นเป็นราที่พบเฉพาะแหล่งตัวอย่าง เมื่อทำการเปรียบเทียบความคล้ายคลึงของประชากรราทะเลทั้งสองแหล่งตัวอย่างโดยใช้ Sorensen's index (S) สามารถคำนวณค่าได้เท่ากับ 0.188

อภิปรายผลการทดลอง

การที่น้ำในแหล่งตัวอย่าง 1 ต่างจากน้ำในแหล่งตัวอย่าง 2 คือมีสีดำและกลิ่นเหม็นคล้ายกลิ่นแก๊สไข่เน่า น่าจะมาจากการที่น้ำมีปริมาณออกซิเจนลดลง จึงทำให้เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ในสภาวะไร้ออกซิเจน ปริมาณออกซิเจนและอินทรีย์สารที่ลดลงหรือเปลี่ยนแปลงไป ส่งผลให้ไม่เหมาะกับการเจริญของราทะเล (Jones, 2000) ทำให้พบราเพียง 10 ชนิด ปัจจัยทางกายภาพที่น่าจะมีผลต่อราในแหล่งตัวอย่างมากที่สุดน่าจะเป็นปริมาณออกซิเจนที่ลดน้อยลง นอกจากนี้อาจเกิดเนื่องจาก

ตารางที่ 3 ความถี่ของราทะเลที่พบในเขตอนุรักษ์พืชป่าชายเลน อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา จากเศษไม้ตัวอย่างจำนวน 100 ตัวอย่าง

ชนิดของราที่พบ	จำนวนชิ้นไม้ที่พบรา	ความถี่ของราทะเลที่พบ
Ascomycetes		
1 *Aniptodera chesapeakensis* Shearer and M.A. Mill.	17	17
2 *Aniptodera longispora* K.D. Hyde	15	15
3 *Aniptodera* sp.1	3	3
4 *Aniptodera* sp.2	3	3
5 *Anthostomella* sp.	10	10
6 *Eutypa bathurstensis* K.D Hyde and Rappaz	30	30
7 *Saagaromyces abonnis* Kohlm.	3	3
8 *Leptosphaeria avicennia* Kohlm. and E. Kohlm	8	8
9 *Lulworthia* sp.	5	3
10 *Savoryella lignicola* E.B.G. Jones and R.A. Eaton	7	7
11 *Savoryella paucispora* (Cribb and J.W.Cribb) JØrgen Koch	19	19
12 *Verruculina enalia* (Kohlm.) Kohlm. and Volkm.-Kohlm.	31	31
13 Ascomycete sp.1	5	5
14 Ascomycete sp.2	1	1
Anamorphic fungi		
1 *Epicoccum* sp.	24	24
2 *Helicorhoidion nypicola* K.D.Hyde and Goh	4	4
3 *Monodictis* sp.	18	18
4 *Periconia prolifica* Anastasiou	38	38
5 *Trichocladium achrasporum* (Meyers and R.T. Moore) Dixon	8	8
6 *Trichocladium alopallonellum* Meyers and R.T.Moore) Kohlm. and Volkm.-Kohlm.	8	8
7 *Trichocladium linderi* like	18	18
8 *Trichocladium nypae* K.D. Hyde and Goh	23	23
9 *Xylomyces* sp.	2	2
10 *Zalerion* sp.1	12	12
11 *Zalerion* sp.2	12	12
12 Ceolomycete 1	2	2
Ungrouping		
1 *Agialus* like	3	3
2 *Phaeosphaeria* like	3	3
3 *Savoryella* like	1	1

ตารางที่ 4 ความถี่ของราทะเลที่พบในแต่ละแหล่งตัวอย่าง

แหล่งตัวอย่าง 1		แหล่งตัวอย่าง 2	
ชนิดราที่พบ	**ความถี่ (ร้อยละ)**	**ชนิดราที่พบ**	**ความถี่ (ร้อยละ)**
Periconia prolifica	70	*Verruculina enalia*	50
Eutypa bathurstensis	60	*Trichocladium nypae*	46
Epicoccum sp.	34	*Savoryella paucispora*	38
Verruculina enalia	12	*Trichocladium linderi*	36
Leptosphaeria avicennia	8	*Monodictis* sp.	36
Helicorhoidion nypicola	8	*Aniptodera chesapeakensis*	34
Agialus like	6	*Aniptodera longispora*	30
Phaeosphaeria like	6	*Zalerion* sp.1	24
Xylomyces sp.	4	*Zalerion* sp.2	24
Savoryella like	2	*Anthostomella* sp.	20
		Trichocladium achrasporum	16
		Trichocladium alopallonellum	16
		Epicoccum sp.	14
		Savoryella lignicola	14
		Lulworthia sp.	10
		Ascomycete sp.1	10
		Aniptodera sp.1	6
		Aniptodera sp.2	6
		Periconia prolifica	6
		Saagaromyces abonnis	4
		Ceolomycete sp.1	4
		Ascomycete sp.2	2

ตารางที่ 5 ดัชนีที่เกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพ

แหล่งตัวอย่าง	D	1-D	S
แหล่งตัวอย่าง 1	0.219	0.781	0.188
แหล่งตัวอย่าง 2	0.067	0.933	

D: ค่า Simpson's index : $D = \sum n(n-1) / N(N-1)$

1-D: ค่า Simpson's of Diversity

S: ค่า Sorensen's index : $S = 2j / (a+b)$

การที่แหล่งตัวอย่าง 1 มีพันธุ์ไม้น้อยชนิดคือพบแสมทะเลเป็นส่วนใหญ่ ทำให้แหล่งอาหารถูกจำกัด แหล่งตัวอย่าง 2 พบรา 22 ชนิด ซึ่งมากกว่าแหล่งตัวอย่าง 1 ถึง 12 ชนิด การที่พบจำนวนชนิดของรามากกว่าแหล่งตัวอย่าง 1 น่าจะเนื่องจากแหล่งตัวอย่าง 2 มีพันธุ์ไม้หลายชนิดขึ้นปนกันจึงเป็นแหล่งของอาหารที่หลากหลาย ดังรายงานของ Kohlmeyer และ Kohlmeyer (1979) ที่กล่าวถึงความแตกต่างของซับสเตรต ซึ่งมีผลต่อจำนวนชนิดของราทะเลที่พบ เมื่อจำนวนชนิดของซับสเตรตเพิ่มมากขึ้น จำนวนชนิดราก็เพิ่มมากขึ้นด้วย และจากการรายงานของ Maria และ Sridhar (2003) ที่สำรวจราทะเลบนเศษไม้ในป่าชายเลนที่มีพันธุ์ไม้เป็นเหงือกปลาหมอ โกงกางใบใหญ่ แสมดำ พังกาหัวสุมดอกแดง และลำพูทะเลขึ้นปนกัน ทางชายฝั่งตะวันตกของประเทศอินเดีย พบราทะเลถึง 91 ชนิด จากเศษไม้จำนวน 1,007 ตัวอย่าง

ราที่มีความถี่การพบสูง ในการสำรวจครั้งนี้คือ *Periconia prolifica* มีความถี่ร้อยละ 38 คล้ายคลึงกับรายงานของ Prasannaria และ Sridhar (2001) ที่สำรวจราในเขตน้ำขึ้นน้ำลงตามแนวชายฝั่งตะวันตกของอินเดีย โดยศึกษาไม้ทั้งหมด 3,327 ตัวอย่าง พบราทั้งหมด 88 ชนิด ราที่พบได้บ่อยและมีความถี่มากกว่าร้อยละ 10 คือ *P. prolifica* Sundari และคณะ (1996) สำรวจราทะเลบนเศษไม้ของมาเลเซียและสิงคโปร์ก็พบว่า *P. prolifica* เป็นราที่มีความถี่สูงเช่นกัน Jones และ Abdel-Wahab (2005) พบ *Verruculina enalia* และ*Lulworthia grandispora* เป็นราชนิดเด่น จากการศึกษาราทะเลของเกาะบาฮามัส ในเขตมหาสมุทรแอตแลนติก และ Alias (1996) รายงานการพบ *V. enalia*, *Savoryella lignicola* และ *Trichocladium achrasporum* ได้บ่อย (ร้อยละ 1 - ร้อยละ 38) ในป่าชายเลนฝั่งตะวันตกของประเทศมาเลเซีย

การศึกษานี้พบ *Aniptodera chesapeakensis*, *Savoryella lignicola* และ *Savoryella paucispora* ซึ่งเป็นราที่ Koch (1986) รายงานไว้จากราทะเลทั้งหมด 16 ชนิด บนไม้ บริเวณชายหาดป่าตอง จังหวัดภูเก็ต ราที่พบใหม่และพบน้อยบนไม้ แต่เป็นราเด่นบนต้นจากคือ *T. nypae* ดังรายงานของ Hyde และ Alias (2000) ที่สำรวจราในป่าจากของประเทศมาเลเซีย และ Pilantanapak และคณะ (2005) ที่สำรวจราในป่าจากของจังหวัดสมุทรสงคราม ขณะที่ไม่พบ *T. nypae* บนเศษไม้ในป่าชายเลนของเกาะอันดามันและเกาะนิโคบาร์ (Chinnaraj, 1993) เขตน้ำขึ้นน้ำลงของประเทศฟิลิปปินส์ (Jones *et al*.,1988) ป่าชายเลนของประเทศบรูไน (Hyde, 1988) ป่าชายเลนของทะเลแดง ประเทศอิยิปต์ (Abdel-Wahab, 2005) และป่าชายเลนของเกาะบาฮามัส (Jones and Abdel-Wahab, 2005)

ดัชนีที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพระดับชนิด Simpson's index และ Simpson's index of Diversity มีความหมายในทำนองเดียวกัน ในที่นี่เลือกใช้ Simpson's index of Diversity เป็นตัวแทนในการเปรียบเทียบกับค่าที่ได้กับรายงานอื่นๆ โดยค่า Simpson's index of Diversity ของแหล่งตัวอย่าง 1 และแหล่งตัวอย่าง 2 มีค่าเท่ากับ 0.781 และ 0.933 ตามลำดับ (ตารางที่ 5) ค่าดัชนีที่คำนวณได้ทั้ง 2 ค่า บ่งชี้ว่าแหล่งตัวอย่าง 2 มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงกว่าแหล่งตัวอย่าง 1 ซึ่งค่า 0.933 นี้ใกล้เคียงกับรายงานของ Maria และ Sridhar (2003) ที่พบความหลากหลายทางชีวภาพระดับชนิด ของราสูงสุดบนต้นโกงกางใบใหญ่ในฤดูฝน เท่ากับ 0.948 และในฤดูร้อนเท่ากับ 0.903 แสดงให้เห็นถึงความหลากหลายทางชีวภาพที่มีค่าใกล้เคียงกับแหล่งตัวอย่าง 2 และบ่งชี้ถึงความสมบูรณ์ของแหล่งตัวอย่างที่ 2 ใกล้เคียงกับแหล่งตัวอย่างธรรมชาติที่ศึกษาโดย Maria และ Sridhar (2003)

เมื่อศึกษาความแตกต่างของชนิดราที่พบจากสองแหล่งตัวอย่าง พบว่าชนิดราที่พบมีความคล้ายคลึงกันน้อย ทั้งที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงกันมาก มีราเพียง 3 ชนิด ที่พบทั้งสองแหล่งตัวอย่าง นอกนั้นเป็นราที่พบเฉพาะแหล่ง เมื่อทำการเปรียบเทียบความคล้ายคลึงของประชากรราทะเลทั้งสองแหล่งตัวอย่างโดยใช้ Sorensen's index สามารถคำนวณค่า Sorensen's index ได้เท่ากับ 0.188 Sorensen's index เป็นดัชนีเปรียบเทียบความคล้ายคลึงทางชีวภาพอีกชนิดหนึ่งที่นิยมใช้มีค่าอยู่ระหว่าง 0-1 ถ้ามีค่ามากแสดงว่ามีความคล้ายคลึงของประชากรมาก ค่าที่ได้เท่ากับ 0.188 แสดงให้เห็นชัดเจนว่าประชากรที่พบทั้งสองแหล่งตัวอย่าง มีความคล้ายคลึงกันน้อย ค่านี้สอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพของแหล่งตัวอย่างที่ต่างกัน ทั้งที่เป็นป่าชายเลนเหมือนกัน เมื่อใช้ค่าดัชนีนี้เปรียบเทียบกับค่าที่คำนวณได้จากรายงานอื่นๆ พบว่าต่ำกว่าที่มีในรายงาน เช่น รายงานของ Figueira และ Barata (2007) ที่สำรวจราทะเลบนไม้บริเวณหาดทราย 2 แหล่ง ทางชายฝั่งตะวันตกของประเทศโปรตุเกส มีค่า Sorensen's index เท่ากับ 0.48 แสดงให้เห็นถึงความคล้ายคลึงทางชีวภาพของแหล่งตัวอย่าง ที่คล้ายคลึงกันค่อนข้างมาก เนื่องจากเป็นหาดทรายเหมือนกัน ในขณะที่การรายงานของ Tsui และ Hyde (2004) เปรียบเทียบความคล้ายคลึงทางชีวภาพของราที่พบในเขต Tai Ho ซึ่งเป็นบริเวณปากแม่น้ำกับบริเวณอื่น คือ เขต Bridge's Pool และ Tung Chung River พบ

ค่า Sorensen's index เท่ากับ 0.34 เมื่อเปรียบเทียบเขต Bridge's Pool กับเขต Tung Chung River เท่ากับ 0.23 ซึ่งค่าในรายงานเหล่านี้ก็ยังนับว่าสูงกว่าค่าที่ได้จากการศึกษานี้

สรุปผลการทดลอง

จากการเก็บตัวอย่างจาก 2 แหล่ง ในเขตอนุรักษ์พืชป่าชายเลน อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่สังเกตเห็นลักษณะแตกต่างกันของของน้ำในแหล่งตัวอย่าง และชนิดพันธุ์ไม้ มาศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของราทะเล และความสามารถในการใช้ดัชนีทำนายความสมบูรณ์ของแหล่งตัวอย่างเปรียบเทียบกับรายงานอื่นๆ โดยเก็บตัวอย่างเศษไม้ที่จมน้ำหรืออยู่ในเขตน้ำขึ้นน้ำลง จำนวน 100 ตัวอย่าง มาตรวจสอบชนิดของราที่เจริญ พบราทั้งหมด 29 ชนิด เป็นแอสโคไมซีส 14 ชนิด อะนามอร์ 12 ชนิด และราที่ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ 3 ชนิด ราที่พบมาก 3 อันดับแรกได้แก่ *Periconia prolifica* (ร้อยละ 38) ถัดมาเป็น *Eutypa bathurstensis* (ร้อยละ 30) และ *Epicoccum* sp. (ร้อยละ 24) ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบราในแต่ละแหล่งตัวอย่าง พบความแตกต่างทั้งจำนวนชนิดและความถี่ที่พบ ซึ่งแหล่งตัวอย่าง 2 มีชนิดของราและความถี่ที่พบสูงกว่าแหล่งตัวอย่างแรก

Simpson's index (D) และ Simpson's index of Diversity (D-1) แสดงให้เห็นว่าแหล่งตัวอย่าง 2 มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงกว่าแหล่งตัวอย่าง 1 ค่า D และ 1-D ของแหล่งตัวอย่าง 1 มีค่าเท่ากับ 0.219 และ 0.781 ขณะที่แหล่งตัวอย่าง 2 มีค่าเท่ากับ 0.067 และ 0.933 ตามลำดับ การที่ Sorensen's index มีค่าเท่ากับ 0.118 บ่งชี้ว่าแหล่งตัวอย่างทั้งสองแหล่งมีความหลากหลายทางชีวภาพแตกต่างกันจริง และแหล่งตัวอย่าง 2 มีความอุดมสมบูรณ์มากกว่า เมื่อพิจารณาว่าเป็นระบบนิเวศป่าชายเลนเหมือนกัน ค่าที่ได้นี้นับว่าแตกต่างกันมาก

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยส่วนหนึ่งจากทุนงบประมาณแผ่นดิน ปีการศึกษา 2551 และขอขอบคุณ คุณวีระชัย ตนานนท์ชัย ผู้อำนวยการโรงเรียนบางปะกงบวรวิทยายนเป็นอย่างสูงที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่เก็บตัวอย่างในการทำวิจัย และขอขอบพระคุณ คุณสมนึก เวศวงศ์ษาทิพย์ ครูชำนาญการพิเศษ หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลป่าชายเลนของโรงเรียนเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

ข่าวสดรายวัน. (2551). ทัพลิงแสมบุกและพังหมู่บ้าน. สืบค้นเมื่อ 17 มีนาคม 2552, เข้าถึงได้จาก http://www. mtichon. co.th/khaosod/veiw_news.php?newsid.

จริยา สากยโรจน์. (2550). ราทะเลผู้ย่อยสลายในความเค็ม. สืบค้นเมื่อ 12 มีนาคม 2551, เข้าถึงได้จาก http://www.biotec. or.th/ biotechnology-th/newsdetail.asp?id=3313.

ประจวบ ลีรักษาเกียรติ. (2549). การสำรวจและประเมินพื้นที่เลี้ยงกุ้งกุลาดำ ป่าชายเลนจังหวัดฉะเชิงเทรา และชลบุรีด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. สืบค้นเมื่อ 16 มีนาคม 2552, เข้าถึงได้จาก http://www. nicaonline.com/articles10/site/veiw_article.asp?idarticle=1874.

Abdel-Wahab, A. M. (2005). Diversity of marine fungi from Egyptian Red Sea mangrove. *Botanica Marina*, *48*, 348-355.

Alias, S. A. (1996). *Ecological and taxonomic studies of lignicolous marine fungi in Malaysian mangroves*. Doctorial dissertation. Department of Biological Science, Portsmouth University.

Bucher, V. V. C., Hyde, K. D., Pointing, S. B., & Reddy, C. A. (2004). Production of wood decay enzymes, mass loss and lignin solubilization in woody by marine ascomycetes and their anamorph. *Fungal Diversity, 15*, 1-14.

Bugni, T, & Ireland C.M. (2004). Marine-derived fungi :a chemically and biologically diverse group of microorganisms. *Natural Product Reports*, *2*, 143-163.

Chinnaraj, S. (1993). Higher marine fungi from mangrove of Andaman and Nicobar Islands. *Sydowia, 45*, 109-115.

Cribb, A. B., & Cribb, J. W. (1956). Marine fungi from Queensland - II. *Botanica Marina*, *3*, 97-105.

Fugueira, D., & Barata, M.(2007). Marine fungi from two sandy beaches in Protugal. *Mycologia, 99*, 20-23.

Hyde, K. D. (1988). Study on the tropical marine fungi on Brunei. *Linnean Society of London, 98*, 135-151.

Hyde, K. D., & Alias, S.A. (2000). Biodiversity and distribution of fungi associated with decomposing *Nypa fruticans*. *Biodiversity and Conservation, 9*, 393-402.

Hyde, K. D., & Lee, S. Y. (1995). Ecology of mangrove fungi and their role in nutrient cycling. *Hydrobiologia, 295*, 107-118.

Hyde, K. D., Sarma, V. V., & Jones, E. B. G. (2000). Morphology and taxonomy of higher marine fungi. *Fungal Diversity, 1*, 12-204.

Jones, E. B. G., Uyenco, F. R., & Follosco, M. P. (1988). Fungi on driftwood collected in the intertidal zone from the Philippines. *Asian Marine Biology, 5*, 103-106.

Jones, E. B. G., & Abdel-Wahab, A. M. (2005). Marine fungi from Bahamas Island. *Botanica Marina, 48*, 356-364.

Jones, E. B. G. (2000). Marine fungi: some factors influencing biodiversity. *Fungal Diversity, 4*, 57-73.

Koch, J. (1986). Some lignicolous fungi from Thailand including two new species. *Nordic Journal of Botany, 6*, 497-499.

Kohlmeyer, J. (1984). Tropical marine fungi. *Marine Ecology, 5*, 329-378.

Kohlmeyer, J., & Kohlmeyer, E. (1979). *Marine Mycology : The higher fungi*. Academic Press, New York.

Kohlmeyer, J., & Kohlmeyer, V. (1991). Illustrated key to the filamentous higher marine fungi. *Botanica Marina, 3*, 1-61.

Maria, G. L., & Sridhar, K. R. (2003). Diversity of filamentous fungi on woody litter of five mangrove plant species from the southwest coast of India. *Fungal Diversity, 14*, 109-126.

Pilantanapak, A., Jones, E. B. G., & Eaton, R. A. (2005). Marine fungi on *Nypa fruticans* in Thailand. *Botanica Marina, 48*, 365-373.

Pisano, A. M., Mihalik, A. J., & Catalano, R. G. (1964). Gelatinase activity by marine fungi. *Applied Microbiology, 12*, 470-474.

Prasannaria, K., & Sridhar, K. R. (2001). Diversity and abundance of higher marine fungi on woody sustrates along the west coast of India. *Current Science, 81*, 304-311.

Sarmar, V. V., & Vittal, B. P. R. (2000). Biodiversity of mangrove fungi on different substrata of *Rhizophora apiculata* and *Avicennia* spp. from Godavari and Krisha deltas, east coast of India. *Fungal Diversity, 5*, 23-41.

Simpson, E. H. (1949). Measurement of diversity. *Nature, 163*, 688.

Sorensen, T. (1948). A method of establishing groups of equal amplitude in plant socialogy based on similarity of species and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Biologiske Skrifter*, *5*, 1-34.

Sundari, R., Vikineswary, S., & Jones, E. B. G. (1996). Observations on tropical arenicolous marine fungi on driftwood from Malaysia and Singapore. *Botanica Marina, 39*, 327-333.

Tsui, K. M. C., & Hyde, D. K. (2004). Biodiversity of fungi on submerged wood in stream and estuary in the Tai Ho Bay Hong Kong. *Fungal Diversity, 15*, 205-220.