



การย่อยสลายใบโกงกางและใบแสมด้วยเชื้อราบริเวณพื้นที่นาุ้งร้าง อำเภอโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร สุกัญญา รัตนเลิศนุสรณ์

Decomposition of *Rhizophora* sp. and *Avicennia* sp. Leaves with Fungi in Abandoned Shrimp Pond at Kokum District, Samutsakorn Province Sukhan Rattanaloeadnusorn

สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110

Biological Program, Science and Technology Faculty, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathumthani 12110.

Corresponding Author. E-mail address: sukanratt@hotmail.co.th

Received 23 June 2011; accepted 25 May 2012

บทคัดย่อ

การย่อยสลายใบโกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata*) ใบโกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora macronata*) ใบแสมขาว (*Avicennia alba*) และใบแสมทะเล (*Avicennia macronata*) บริเวณแปลงที่ปลูกด้วยต้นกล้าที่เพาะและไม่เพาะด้วยหัวเชื้อราปฏิปักษ์ บริเวณนาุ้งร้าง ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร อายุ 8 เดือน ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ.2552 ถึงเดือนกรกฎาคม 2553 พบว่าใบโกงกางใบเล็ก และใบโกงกางใบใหญ่ สามารถย่อยสลายใบได้หมด (100%) ใช้เวลา 8 เดือน สำหรับใบแสมขาว และใบแสมทะเล สามารถย่อยสลายได้หมด (100%) ใช้เวลา 6 เดือน เมื่อศึกษาการย่อยสลายเชื้อราในใบโกงกางใบเล็ก ใบโกงกางใบใหญ่ ใบแสมขาว และใบแสมทะเล น้ำหนัก 0.1–0.3 กรัม ด้วยเชื้อรา จำนวน 3 สกุล ได้แก่ *Aspergillus niger* (Av21) *Trichoderma viride* (Ay8) และ *Penicillium* sp. (Dv19) ปริมาตร 5, 10 และ 15 มิลลิลิตร ให้กลายเป็นน้ำตาลกลูโคส พบว่าเชื้อรา *Penicillium* sp. 15 มิลลิลิตร สามารถย่อยสลายเชื้อราในใบโกงกางใบเล็กและโกงกางใบใหญ่ น้ำหนัก 0.1 กรัม ให้ปริมาณน้ำตาลดีที่สุดใน 50 กรัม/ลิตร รองลงมาได้แก่ เชื้อรา *Aspergillus niger* และ *Trichoderma viride* ให้ปริมาณน้ำตาล 48 และ 40 กรัม/ลิตร ตามลำดับ แต่เชื้อรา *Aspergillus niger* 15 มิลลิลิตรสามารถย่อยสลายเชื้อราในใบแสมขาวและใบแสมทะเล น้ำหนัก 0.3 กรัม สามารถย่อยสลายให้ปริมาณน้ำตาลดีที่สุดใน 49.5 กรัม/ลิตร รองลงมาได้แก่ เชื้อรา *Penicillium* sp. และ *Trichoderma viride* ให้ปริมาณน้ำตาล 48 และ 42 กรัม/ลิตร ตามลำดับ จากการฟื้นฟูนาุ้งร้างด้วยหัวเชื้อราปฏิปักษ์ทำให้ธาตุอาหาร ไปรแตสเซียม ไนโตรเจน และ ฟอสฟอรัสกลับคืนสู่ดินเลนมากที่สุดในฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาวตามลำดับ และพบความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราบริเวณแปลงที่ปลูกด้วยต้นกล้าที่เพาะด้วยหัวเชื้อราปฏิปักษ์ จำนวนทั้งหมด 27 ชนิด 4 สกุล ได้แก่ สกุล *Aspergillus* *Trichoderma* *Penicillium* และ sterile mycelium

คำสำคัญ: การย่อยสลายใบไม้ ไม้ป่าชายเลน เชื้อรา การฟื้นฟูนาุ้งร้างด้วยหัวเชื้อราปฏิปักษ์

Abstract

The Decomposed of *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora macronata*, *Avicennia alba* and *Avicennia macronata* leaves with antagonistic fungi seedling and without plot, at abandoned shrimp farms, Kokum district, Samutsakorn province 8 months age in October 2009 to July 2010. The results showed that the leaves of *R. apiculata* and *R. macronata* were degraded with 100% in 8 months and within 6 months for *A. alba* and *A. macronata*. The K, N and P return rates from high to low were in summer, rainy season and winter, respectively. The 0.1–0.3 gm. leaves degradation with *Aspergillus niger*, *Trichoderma viride* and *Penicillium* sp. at 5, 10 and 15 ml. showed that 15 ml. *Penicillium* sp., with 0.1 gm. *R. apiculata* and *R. macronata* leaves gave the highest glucose yield of 50 g/l, *Aspergillus niger* and *Trichoderma viride* gave glucose 48 and 40 g/l, respectively. However, 15 ml. *Aspergillus niger* degraded 0.3 gm. *A. alba* and *A. macronata* leaves and gave the highest glucose yield of 49.5 g/l, with *Penicillium* sp. and *Trichoderma viride* gave glucose of 48 and 42 g/l, respectively. The P, N and P were returned to mangrove soil by the restoration of shrimp farm with antagonistic fungi with highest rate in hot season, rainy season and cool season respectively. The biodiversity of fungi in the area of seeding plot with antagonistic fungi, 27 species in 4 genus: *Aspergillus* *Trichoderma* *Penicillium* and sterile mycelium were found.

Keywords: leaves Decomposition, Mangrove Plants, Fungi, Restoration of abandoned shrimp farms with the fungal antagonist

บทนำ

ในอดีตปี พ.ศ.2518 พื้นที่ป่าชายเลนบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน ฝั่งตะวันออกและฝั่งตะวันตก จังหวัดสมุทรสาคร มีประมาณ 115,625 ไร่ แต่ปัจจุบัน พ.ศ.2536 มีพื้นที่ป่าชายเลนเพียง 11,369 ไร่ (วัฒนา และคณะ, 2540) เนื่อง

จากการทำนาุ้ง หลังจากชาวบ้านเก็บผลผลิตกุ้งได้ลดน้อยลง ชาวบ้านจะปล่อยนาุ้งให้เกิดการกรังร้างเปล่า ส่งผลให้ชายฝั่งทะเล บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ถูกกัดเซาะอย่างรวดเร็ว ต่อมาชุมชนปากแม่น้ำท่าจีนฝั่งตะวันออก จังหวัดสมุทรสาคร จึงทำการฟื้นฟูพื้นที่นาุ้งร้างให้กลายเป็นป่าชายเลน โดยการปลูกไม้เบิกนำ

ได้แก่ ต้นโกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata*) ต้นโกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata* Poir) ต้นแสมขาว (*Avicennia alba*) ต้นแสมทะเล (*Avicennia marina*) ต้น โปรง (*Ceriops*) ต้นตาตุ่ม (*Xylocarpus*) และชนิดอื่น ๆ พบว่าอัตราการรอดของต้นกล้าหลังจากปลูกต้นกล้าในพื้นที่ที่ถูกทำลายจากการทำนาเกลือ มีค่าประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ (ประสาร, 2554; อรรณพ และคณะ, 2550; นพรัตน์, 2550) ประกอบกับพื้นที่นาเกลือปริมาณธาตุอาหารในโตรเจนและฟอสฟอรัสที่มีปริมาณค่อนข้างน้อย (ศรีจันทร์, 2536) ส่งผลต่ออัตราการรอดของต้นกล้า ทำให้ต้องทำการปลูกต้นกล้าซ่อมแซมต้นกล้าเดิม เนื่องจากต้นกล้าไม้ที่เพาะโดยไม่ใส่เชื้อราปฏิปักษ์มีประสิทธิภาพในการดูดธาตุอาหาร 2 ประเภท คือ อนินทรีย์สารและอินทรีย์สารได้น้อยในพื้นที่นาเกลือ (ศรีจันทร์, 2536) ซึ่งปกติบริเวณนาเกลือมีธาตุอาหารประเภทอนินทรีย์สาร ได้แก่ โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียมและโซเดียมปริมาณที่มากพอกเว้นในโตรเจนและฟอสฟอรัสที่มีปริมาณค่อนข้างน้อย ซึ่งแหล่งที่มาของธาตุอาหารอนินทรีย์สาร คือ น้ำฝน น้ำที่ไหลผ่านแผ่นดินดินตะกอน น้ำทะเล และจากการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุในป่าชายเลน ส่วนธาตุอาหารประเภทอินทรีย์สาร หมายถึง สารอาหารอินทรีย์ที่มีต้นกำเนิดมาจากสิ่งมีชีวิตที่ต้องผ่านขั้นตอนการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ ดังนั้น จึงศึกษาวิจัยเพื่อเปรียบเทียบการย่อยสลายใบไม้ 4 ชนิด ได้แก่ ใบโกงกางใบใหญ่ ใบโกงกางใบเล็ก ใบแสมขาวและใบแสมทะเล บริเวณนาเกลือที่ปลูกด้วยต้นกล้าที่เพาะด้วยเชื้อราปฏิปักษ์ (ทดลอง) กับบริเวณนาเกลือที่ปลูกด้วยต้นกล้าที่ไม่ใส่เชื้อราปฏิปักษ์ (ควบคุม) เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการตรวจติดตามระบบนิเวศป่าชายเลนบริเวณนาเกลือให้มีการฟื้นฟูในอัตราที่เร็วขึ้น (สนิท และคณะ, 2547; Aksornkoae & Khemnark, 1994) นอกจากนี้เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราที่พบบนซากใบโกงกางและแสมบริเวณป่าชายเลนที่ดำเนินการวิจัยในอดีต (สุกาญจน์, 2550; โสภนา, 2544; Sukhan, 2001) กับความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อรา

ที่พบบนซากใบโกงกางและแสมบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาครในครั้งนี้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการย่อยสลายใบโกงกางและใบแสม บริเวณนาเกลือที่ปลูกด้วยต้นกล้าที่เพาะและไม่เพาะด้วยเชื้อราปฏิปักษ์
2. เพื่อศึกษาปริมาณน้ำตาลกลูโคสที่ได้จากการย่อยสลายใบโกงกางและใบแสมขาวด้วยเชื้อรา
3. เพื่อเปรียบเทียบความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อรา บริเวณนาเกลือ

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

1. การย่อยสลายใบโกงกางใบใหญ่ ใบโกงกางใบเล็ก ใบแสมทะเล และใบแสมขาว บริเวณนาเกลือ ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร

วางแผนการทดลองแบบ Randomize Complete Block Design (RCBD) เพื่อศึกษาการย่อยสลายใบไม้ 4 ชนิด ได้แก่ ใบโกงกางใบใหญ่ ใบโกงกางใบเล็ก ใบแสมทะเล และใบแสมขาว แปลงที่ปลูกด้วยต้นกล้าที่เพาะด้วยเชื้อราปฏิปักษ์ และแปลงที่ปลูกด้วยต้นกล้าที่ไม่ใส่เชื้อราปฏิปักษ์ (ควบคุม) ระยะห่าง 0.5 x 0.5 เมตร บริเวณแปลงนาเกลือ ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร อายุ 8 เดือน ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ.2552 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2553 (ภาพที่ 1) ตรวจวัดเปอร์เซ็นต์ความชื้นใบไม้ที่ร่วงหล่น ดังสูตร โดยใส่ใบไม้ที่ร่วงหล่นน้ำหนักแห้ง 100 กรัม ในถุงไนลอนขนาด 30 x 30 เซนติเมตร ทุกเดือนสุ่มตรวจวัดน้ำหนักแห้งใบไม้ที่เหลือ (กรัม) แต่ละเดือน หลังจากนั้นนำเศษซากใบไม้ที่เหลืออบที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง วิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การย่อยสลายใบไม้แต่ละชนิด บันทึกผล

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้นใบไม้} = \frac{(\text{น้ำหนักสด} - \text{น้ำหนักแห้ง}) \times 100}{\text{น้ำหนักแห้ง}}$$

2. การศึกษาปริมาณน้ำตาลกลูโคสที่ได้จากการย่อยสลายใบโกงกางและใบแสมขาวด้วยเชื้อรา

การศึกษาประสิทธิภาพการย่อยสลายใบโกงกางใบใหญ่ ใบโกงกางใบเล็ก ใบแสมทะเล และใบแสมขาว น้ำหนักสด 0.1, 0.2 และ 0.3 กรัม โดยเชื้อรา 3 สกุล ได้แก่ *Aspergillus*, *Penicillium* และ *Trichoderma* ปริมาตร 5, 10 และ 15 มิลลิลิตร เพื่อวัดปริมาณน้ำตาลกลูโคสด้วยวิธีฟีนอล-ซัลฟูริก (Phenol-sulfuric method) บันทึกปริมาณน้ำตาลที่ได้จากการย่อยสลายด้วยเชื้อราที่ชักนำให้สร้างเอนไซม์ในอาหาร FB (Fahraeus Broth) อายุ 2, 4 และ 6 วันตามลำดับ

3. การวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักในเศษซากใบไม้และดินเลน

นำเศษซากของใบโกงกางใบใหญ่ ใบโกงกางใบเล็ก ใบแสมทะเล และใบแสมขาว ที่อบที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ไปบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบด คลุกเคล้าให้เข้ากัน นำตัวอย่างเศษซากใบไม้ และดินเลนที่ตากให้แห้งสนิทแล้ว 3 ฤดู ได้แก่ ฤดูร้อน (ก.พ.-พ.ค.) ฤดูฝน (มิ.ย.-ก.ย.) และฤดูหนาว (ต.ค.-ม.ค.) นำตัวอย่างที่เตรียมข้างต้นวิเคราะห์หาปริมาณธาตุไนโตรเจน (N) ทั้งหมดโดยวิธี Atomic absorption spectrophotometer (AAS) ธาตุโพแทสเซียม (K) โดยวิธี Wet digestion และ

absorption spectrophotometer สำหรับฟอสฟอรัส (P) วิเคราะห์ด้วยวิธี Vanadomolybdate yellow color method คำนวณหาปริมาณธาตุอาหารในเศษซากใบโก่งกางใบใหญ่ ใบโก่งกางใบเล็ก ใบแสมทะเล และใบแสมขาว และดินเลน 3 ถาด ได้แก่ ถาดร้อน ถาดฝน และถาดหนาว

4. การแยกเชื้อราบนเศษซากใบโก่งกางใบใหญ่ ใบโก่งกางใบเล็ก แสมทะเล และใบแสมขาว

สุมเก็บตัวอย่างเศษซากใบไม้ในถุงไนล่อน ทำการแยกเชื้อราจากเศษซากใบโก่งกางใบใหญ่ ใบโก่งกางใบเล็ก ใบ

แสมทะเล และใบแสมขาว ด้วยวิธี soil plate method และ dilution plate method นำเชื้อราที่แยกได้มาใส่ในขวดเก็บเชื้อบริสุทธิ์ ทำ wet slide ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเชื้อราแต่ละชนิด ถ่ายรูปลักษณะสปอร์ เส้นใยและโครงสร้างพิเศษ ทดสอบชนิดเชื้อรากลุ่ม White Rot และ Brown Rot ทดสอบ Antagonistic test กับเชื้อราชนิดต่างๆ และศึกษาการเจริญเติบโตของเชื้อราแต่ละชนิด

5. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

$$\% \text{การย่อยสลายใบไม้} = \frac{(\text{น้ำหนักแห้งเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักแห้งที่เหลือ}) \times 100}{\text{น้ำหนักแห้งเริ่มต้น}}$$

$$\% K_2O (w/w) = \frac{\%K \times 94}{78}$$

$$94 = \text{น้ำหนักโมเลกุลของ } K_2O$$

$$78 = \text{น้ำหนักอะตอมของ K}$$

$$\% N (w/w) = \frac{(A - B) \times C \times 0.014 \times 100}{D}$$

A = ปริมาตรของ 0.05 M H_2SO_4 ที่ใช้ในตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

B = ปริมาตรของ 0.05 M H_2SO_4 ที่ใช้ใน Blank (มิลลิลิตร)

C = ความเข้มข้นของ H_2SO_4 (N)
เมื่อ 0.05 M $H_2SO_4 = 0.1 H_2SO_4$

D = น้ำหนักของสารตัวอย่าง (กรัม)

$$\%(P_2O_5) (w/w) = \frac{\text{ค่าที่เทียบได้จากกราฟ}(mg/ml) \times 10^3}{5 \times \text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

ผลการทดลองและการวิเคราะห์

1. การย่อยสลายของใบโก่งกางใบใหญ่ ใบโก่งกางใบเล็ก ใบแสมขาวและใบแสมทะเล

การย่อยสลายใบไม้ ได้แก่ ใบโก่งกางใบเล็ก ใบโก่งกางใบใหญ่ ใบแสมขาว และใบแสมทะเล บริเวณนาทุ่งร้างในแปลงที่ปลูกด้วยต้นกล้าที่เพาะด้วยเชื้อราปฏิปักษ์และแปลงที่ปลูกด้วยต้นกล้าที่ไม่ใส่เชื้อราปฏิปักษ์ (ควบคุม) อายุ 8 เดือน ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ.2552 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2553 (รูปที่ 1) พบว่าการย่อยสลายใบไม้บริเวณแปลงที่ปลูกด้วยต้นกล้าที่เพาะด้วยเชื้อราปฏิปักษ์ ใบโก่งกางใบเล็กและโก่งกางใบใหญ่ถูกย่อยสลายหมดใช้เวลาประมาณ 7 เดือน ใบแสมขาวและใบแสมทะเลถูกย่อยสลายหมดประมาณ 5 เดือน ส่วนแปลงที่ปลูกด้วยต้นกล้าที่ไม่ใส่เชื้อราปฏิปักษ์ (ควบคุม) ใบโก่งกางใบเล็กและโก่งกางใบใหญ่ ถูกย่อยสลายหมดใช้เวลาประมาณ 8 เดือน ใบแสมขาวและใบแสมทะเล ถูกย่อยสลายหมดใช้เวลาประมาณ 6 เดือน ที่สถานีอนุภูมิภาคเฉลิย 31 องศาเซลเซียส ความเค็มเฉลิย 15.7 ppt. ความเป็นกรด - ด่างเฉลิย 7.4 ดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2



รูปที่ 1 แปลงที่ปลูกด้วยต้นกล้าที่เพาะด้วยเชื้อราปฏิปักษ์ (A) และแปลงที่ปลูกด้วยต้นกล้าที่ไม่ใส่เชื้อราปฏิปักษ์ (ควบคุม) (B) อายุ 8 เดือน ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ.2552 ถึง เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2553 ระยะทาง 0.5 x 0.5 เมตร บริเวณนาทุ่งร้าง ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร

ตารางที่ 1 น้ำหนักแห้งที่เหลือ (กรัม) ของเศษซากใบโก่งกางใบใหญ่ ใบโก่งกางใบเล็ก ใบแสมทะเล และใบแสมขาว ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ.2552 ถึงเดือนกรกฎาคม 2553 บริเวณนาทุ่งร้าง ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร

ชนิดของใบไม้	แปลง	เดือน 0	เดือน 1	เดือน 2	เดือน 3	เดือน 4	เดือน 5	เดือน 6	เดือน 7	เดือน 8	เดือน 9
ใบโก่งกางใบใหญ่ (%)	1	100	92.0	85.3	77.5	63.1	59.6	39.4	22.7	11.6	0
	2	100	92.6	83.34	82.4	60.9	46.0	32.4	21.6	13.6	0
	3	100	93.5	81.2	81.2	76.6	38.8	20.3	11.4	0	-
	เฉลี่ย	100	92.8	82.9	74.4	61.3	46.1	30.4	18.6	8.4	0
ใบโก่งกางใบเล็ก (%)	1	100	83.0	65.5	55.5	40.4	33.7	22.0	14.3	8.0	0
	2	100	87.8	73.7	61.1	53.4	40.2	34.9	24.6	16.5	0
	3	100	87.9	78.6	66.8	53.1	37.9	25.5	17.6	7.7	0
	เฉลี่ย	100	86.3	72.8	61.2	49.2	37.3	27.4	18.8	10.75	0
ใบแสมทะเล (%)	1	100	84.9	71.3	57.1	43.3	29.7	16.5	0	-	-
	2	100	74.2	62.0	42.6	28.0	17.2	0	-	-	-
	เฉลี่ย	100	79.8	66.9	48.1	35.5	23.8	17.6	0	-	-
ใบแสมขาว (%)	1	100	82.3	66.4	51.0	36.5	25.1	18.6	0	-	-
	2	100	82.5	71.3	57.9	41.5	28.3	17.9	0	-	-
	เฉลี่ย	100	82.2	69.0	54.6	39.2	26.7	18.2	0	-	-

หมายเหตุ: แปลงที่ 1 แปลงที่ปลูกต้นกล้วยใส่หัวเชื้อราปฏิปักษ์ (ควบคุม)
แปลงที่ 2 และ 3 แปลงที่ปลูกต้นกล้วยใส่หัวเชื้อราปฏิปักษ์ (ทดลอง)

ตารางที่ 2 ปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่ออัตราการย่อยสลายซากใบโก่งกางและใบแสม บริเวณนาทุ่งร้าง ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร พ.ศ.2552-2553

ฤดู	ปัจจัยทางกายภาพ			
	pH	DO	ความเค็มเฉลี่ย (ppt)	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)
ฤดูร้อน (ก.พ.-พ.ค.)	7.31	5	13.0	35
ฤดูฝน (มิ.ย.-ก.ย.)	7.10	6.1	15.0	30
ฤดูหนาว (ต.ค.-ม.ค.)	7.87	5	19.2	28
เฉลี่ย	7.4	5.36	15.7	31

2. การศึกษาปริมาณน้ำตาลกลูโคสที่ได้จากการย่อยสลายใบโก่งกางและใบแสมขาวด้วยเชื้อรา

การย่อยสลายใบโก่งกางใบเล็ก ใบโก่งกางใบใหญ่ ใบแสมขาว และใบแสมทะเล น้ำหนัก 0.1-0.3 กรัม ด้วยเชื้อรา จำนวน 3 สกุล ได้แก่ *Aspergillus niger* (Av21) *Trichoderma viride* (Ay8) และ *Penicillium* sp. (Dv19) ที่ถูกชักนำให้มีการสร้างเอนไซม์ cellulose, hemicellulas, laccase ในอาหาร FB ที่อายุ 4 วัน ด้วยปริมาตร 5, 10 และ 15 มิลลิลิตร พบว่าเชื้อรา *Penicillium* sp. 15 มิลลิลิตร สามารถย่อยสลายใบโก่งกางใบเล็กและใบโก่งกางใบใหญ่ น้ำหนัก 0.1 กรัม ให้ปริมาณน้ำตาลกลูโคสดีที่สุด เท่ากับ 50 กรัม/ลิตร รองลงมาได้แก่ เชื้อรา *Aspergillus niger* และ *Trichoderma viride* ให้ปริมาณน้ำตาล 48 และ 40 กรัม/ลิตร ตามลำดับ แต่เชื้อรา *Aspergillus niger* 15 มิลลิลิตรสามารถย่อยสลายใบแสมขาว และใบแสมทะเล น้ำหนัก 0.3 กรัม สามารถย่อยสลายให้ปริมาณน้ำตาลดีที่สุด เท่ากับ 49.5 กรัม/ลิตร รองลงมาได้แก่เชื้อรา *Penicillium*

sp. และ *Trichoderma viride* ให้ปริมาณน้ำตาล 48 และ 42 กรัม/ลิตร ตามลำดับ

3. ปริมาณธาตุไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) จากดินเลน ใบโก่งกางใบใหญ่ ใบโก่งกางใบเล็ก ใบแสมขาว และใบแสมทะเล บริเวณนาทุ่งร้าง ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร

เมื่อตรวจวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) จากเศษซากใบไม้ ได้แก่ ใบโก่งกางใบใหญ่ ใบโก่งกางใบเล็ก ใบแสมขาว ใบแสมทะเล และดินเลน จากการฟื้นฟูนาทุ่งร้างด้วยหัวเชื้อราปฏิปักษ์ ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร ในฤดู 3 ฤดู ได้แก่ ฤดูหนาว ฤดูฝน และฤดูร้อน ระหว่าง พ.ศ.2552-2553 พบว่า ใบโก่งกางใบใหญ่ ใบโก่งกางใบเล็ก ใบแสมทะเล และใบแสมขาวให้ธาตุโพแทสเซียมมีปริมาณมากที่สุด รองมา คือ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสตามลำดับ โดยในดินเลนมีปริมาณธาตุโพแทสเซียมมากกว่าใบไม้หลายเท่าตัว ตารางที่ 3-7

ตารางที่ 3 ปริมาณธาตุอาหารหลักในดินเลน

ฤดู	N(%) (w/w)	P(%) (w/w)	K(%) (w/w)
ฤดูฝน (ม.ย.-ก.ย.)	1.06	0.07	3.69
ฤดูหนาว (ต.ค.-ม.ค.)	0.94	0.09	4.86
ฤดูร้อน (ก.พ.-พ.ค.)	0.88	0.20	5.27

ตารางที่ 4 ปริมาณธาตุอาหารหลักในใบโงก่างใบเล็ก

ฤดู	N(%) (w/w)	P(%) (w/w)	K(%) (w/w)
ฤดูฝน (ม.ย.-ก.ย.)	1.01	0.33	1.11
ฤดูหนาว (ต.ค.-ม.ค.)	0.89	0.20	0.92
ฤดูร้อน (ก.พ.-พ.ค.)	0.74	0.07	0.85

ตารางที่ 5 ปริมาณธาตุอาหารหลักในใบโงก่างใบใหญ่

ฤดู	N(%) (w/w)	P(%) (w/w)	K(%) (w/w)
ฤดูฝน (ม.ย.-ก.ย.)	0.97	0.26	1.14
ฤดูหนาว (ต.ค.-ม.ค.)	0.86	0.20	0.90
ฤดูร้อน (ก.พ.-พ.ค.)	0.74	0.08	0.83

ตารางที่ 6 ปริมาณธาตุอาหารหลักในใบแสมทะเล

ฤดู	N(%) (w/w)	P(%) (w/w)	K(%) (w/w)
ฤดูฝน (ม.ย.-ก.ย.)	0.9	0.42	0.93
ฤดูหนาว (ต.ค.-ม.ค.)	0.62	0.12	0.87
ฤดูร้อน (ก.พ.-พ.ค.)	0.58	0.09	0.75

ตารางที่ 7 ปริมาณธาตุอาหารหลักในใบแสมทะเล

ฤดู	N(%) (w/w)	P(%) (w/w)	K(%) (w/w)
ฤดูฝน (ม.ย.-ก.ย.)	1.08	0.28	1.44
ฤดูหนาว (ต.ค.-ม.ค.)	0.83	0.16	0.90
ฤดูร้อน (ก.พ.-พ.ค.)	0.76	0.08	0.81

4. ความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราบนซากใบโงก่างใบใหญ่ ใบโงก่างใบเล็ก ใบแสมขาว และใบแสมทะเล บริเวณแปลงที่ปลูกด้วยต้นกล้าที่เพาะด้วยหัวเชื้อราปฏิปักษ์

ความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราบนเศษซากใบโงก่างใบใหญ่ ใบโงก่างใบเล็ก ใบแสมขาวและใบแสมทะเล แปลงที่ปลูกด้วยต้นกล้าที่เพาะด้วยหัวเชื้อราปฏิปักษ์ พ.ศ.2552-2553 เมื่อแยกเชื้อราด้วยวิธีการทางอ้อม 2 วิธี คือ dilution plate method และ soil plate method

พบเชื้อราบนซากใบโงก่างใบใหญ่ ใบโงก่างใบเล็ก ใบแสมขาว และใบแสมทะเล ทั้งหมด 27 ชนิด 4 สกุล ได้แก่ เชื้อราสกุล *Aspergillus* 19 ชนิด เชื้อราสกุล *Penicillium* 2 ชนิด เชื้อราสกุล *Trichoderma* 4 ชนิด เชื้อรา Sterile mycelium 2 ชนิด ได้แก่ *A. flavus*, *A. fumigatus*, *A. niger* group, *A. terreus*, *Penicillium* sp., *T. asperrillum*, *T. hazianum*, *T. viren*, *T. viride* และ Sterile mycelium

ความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราบนซากใบโงก่างใบใหญ่ พบเชื้อราทั้งหมด จำนวน 26 ชนิด ได้แก่ *A.*

fumigatus, *A.niger* group, *A. terreus*, *Penicillium* sp., *T. asperillum*, *T. hazianum*, *T. viren*, *T. viride* และ sterile mycelium

ความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราบนซากใบโงกทางใบเล็ก พบเชื้อราทั้งหมด จำนวน 21 ชนิด ได้แก่ *A. flavus*, *A. fumigatus*, *A.niger* group, *A. terreus*, *Penicillium* sp., *T. asperillum*, *T. hazianum*, *T. viren*, *T. viride* และ Sterile mycelium

ความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราบนซากใบแสมขาว พบเชื้อราทั้งหมด จำนวน 22 ชนิด ได้แก่ *A. flavus*, *A. fumigatus*, *A.niger* group, *A. terreus*, *Penicillium* sp., *T. asperillum*, *T. hazianum*, *T. viren*, *T. viride* และ Sterile mycelium

ความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราดินเลนบนซากใบแสมทะเล พบเชื้อราทั้งหมด จำนวน 20 ชนิด ได้แก่ *A. flavus*, *A. fumigatus*, *A.niger* group, *A. terreus*, *Penicillium* sp., *T. asperillum*, *T. hazianum*, *T. viren* และ sterile mycelium

สรุป อภิปรายผล

การศึกษาการย่อยสลายใบโงกทางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata*) ใบโงกทางใบใหญ่ (*Rhizophora macronata*) ใบแสมขาว (*Avicennia alba*) และใบแสมทะเล (*Avicennia macronata*) อายุ 8 เดือน ระหว่างพ.ศ.2552-2553 แปลงปลูกต้นกล้าที่เพาะด้วยเชื้อราปฏิปักษ์ (ทดลอง) และแปลงปลูกต้นกล้าที่ไม่ได้เพาะด้วยเชื้อราปฏิปักษ์ (ควบคุม) บริเวณนาทุ่งร้าง ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร พบว่าใบโงกทางใบเล็กและใบโงกทางใบใหญ่ แปลงปลูกต้นกล้าที่เพาะด้วยเชื้อราปฏิปักษ์ สามารถย่อยสลายใบได้หมด (100%) ใช้เวลาประมาณ 7 เดือน สำหรับใบแสมขาวและใบแสมทะเล สามารถย่อยสลายใบได้หมด (100%) ใช้เวลาประมาณ 5 เดือน โดยให้ธาตุอาหารโปรแตสเซียม ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส คืนสู่ดินในฤดูร้อนมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ ฤดูฝน และฤดูหนาว ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าการย่อยสลายใบไม้ บริเวณนาทุ่งร้าง ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร แปลงทดลองและแปลงควบคุม มีเปอร์เซ็นต์การย่อยสลายไม่แตกต่างกันมากนัก แต่ทั้งสองแปลงใช้เวลาสำหรับการย่อยสลายใบไม้ นานกว่าการย่อยสลายใบไม้ในบริเวณป่าชายเลนที่สมดุลธรรมชาติ บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร พ.ศ. 2540 ซึ่งใช้เวลาย่อยสลายใบไม้หมด (100%) ภายในเวลา 4-6 เดือน (สนิท, 2547; จิรศักดิ์, 2542; Sukhan, 2001) เนื่องจากปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ ความเค็ม น้ำขึ้นน้ำลง อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำบริเวณนาทุ่งร้าง ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร แตกต่างบริเวณป่าชายเลนที่สมดุลธรรมชาติบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร พ.ศ.2540 (จิรศักดิ์, 2542) นอกจากนี้ปัจจัยทางชีวภาพ เช่น จำนวนความหลากหลายทางชีวภาพชนิดพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ เช่น เชื้อรา อายุต้นไม้อายุ

บริเวณนาทุ่งร้าง ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร มีอายุน้อยกว่าบริเวณป่าชายเลนที่สมดุลธรรมชาติ บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร พ.ศ.2540 ที่มีอายุ 4-5 ปี (Sukhan, 2001) จึงส่งผลให้การย่อยสลายใบไม้บริเวณนาทุ่งร้าง ตำบลโคกขาม จังหวัด สมุทรสาคร ใช้เวลามากกว่าบริเวณป่าชายเลนที่สมดุลธรรมชาติ บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร

ปริมาณธาตุอาหารหลัก N P K จากใบไม้ ได้แก่ ใบโงกทางใบใหญ่ ใบโงกทางใบเล็ก ใบแสมทะเล และใบแสมขาวและดินเลน จากการฟื้นฟูนาทุ่งร้างด้วยต้นกล้าที่เพาะด้วยหัวเชื้อราปฏิปักษ์ 8 เดือน มีผลสอดคล้องจากการศึกษาของ วิจารย์, 2550 ศึกษาปริมาณธาตุอาหาร N P K ที่ได้จากใบโงกทางใบใหญ่ บริเวณนาทุ่งร้าง อำเภอดอนสัก จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่าให้ปริมาณธาตุอาหารแคลเซียมมากที่สุด รองลงมา คือ แมกนีเซียม โพแตสเซียม และไนโตรเจน ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกับธาตุอาหารหลักในแต่ละฤดูที่ได้จากใบไม้แต่ละชนิด พบว่าฤดูฝนให้ปริมาณธาตุอาหารหลักมากที่สุด รองมาคือฤดูหนาว และฤดูร้อน ตามลำดับ ส่วนในดินเลน พบว่ามีปริมาณและพบธาตุอาหารหลักมากที่สุดไนฤดูร้อน รองลงมา คือ ฤดูฝนและฤดูหนาว เนื่องจากดินเลนได้รับธาตุอาหารหลักจากการย่อยสลายของค้ประกอบของใบไม้ ได้แก่ lignocelluloses เช่น cellulose ในใบซึ่งมี cellulose ปริมาณสูงถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ของเศษซากทั้งหมด ส่วนที่เหลืออีก 20 เปอร์เซ็นต์ ได้จากการย่อยสลายส่วนอื่นๆ ของพืช ได้แก่ กิ่ง ก้าน ผล เมล็ด ของเศษซากทั้งหมด (Meepol, 2002) ประกอบกับในฤดูฝนพบความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อรามากที่สุดที่จะช่วยในการย่อยสลายใบไม้ให้กลายเป็นธาตุอาหารหลัก จึงทำให้ในฤดูร้อนมีธาตุอาหารในดินเลนมากที่สุด จากเหตุผลข้างต้น ดังนั้น เราควรฟื้นฟูบริเวณนาทุ่งร้าง ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร โดยการปลูกด้วยต้นกล้าที่เพาะด้วยหัวเชื้อราปฏิปักษ์โดยมีค่าใกล้เคียงกับแปลงที่เพาะด้วยต้นกล้าที่เพาะด้วยเชื้อราปฏิปักษ์ อายุ 8 เดือน ส่งผลให้เกิดการหมุนเวียนธาตุอาหารหลัก N P K คืนสู่ระบบนิเวศป่าชายเลนที่สมดุลธรรมชาติได้ดีและรวดเร็วกว่าป่าชายเลนที่สมดุลธรรมชาติ อายุ 4-5 ปี บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร พ.ศ.2540 เนื่องจากต้นไม้มที่ปลูกด้วยต้นกล้าที่ใส่เชื้อราปฏิปักษ์ สามารถชักนำการเจริญเติบโต ได้แก่ จำนวนใบไม้ ขนาดลำต้น ความสูง และอัตราการรอด บริเวณนาทุ่งร้าง ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร มีการเจริญเติบโตดีกว่าต้นไม้มที่ปลูกด้วยต้นกล้าที่ไม่ใส่เชื้อราปฏิปักษ์ (ควบคุม) ประมาณ 2-3 เท่า เนื่องจากเชื้อราปฏิปักษ์ที่เกาะบริเวณปลายรากต้นไม้ช่วยดูดธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในรูปที่ไม่เหมาะสมจากดินเลนและน้ำให้กลายเป็นรูปที่เหมาะสมได้ดีกว่าพืชที่ไม่มีเชื้อราเกาะอยู่ที่ปลายรากต้นไม้ (ควบคุม) มีปริมาณค่อนข้างน้อยบริเวณนาทุ่งร้างได้นั่นเอง (สุกาญจน์, 2554; จิระเดช, 2534; Frank, 2005)

เมื่อศึกษาปริมาณน้ำตาลที่ได้จากการย่อยสลายใบโงกทางใบเล็ก ใบโงกทางใบใหญ่ ใบแสมขาว และใบแสม

ทะเล น้ำหนัก 0.1-0.3 กรัม ด้วยเชื้อรา จำนวน 3 สกุล ได้แก่ *Aspergillus niger* (Av21) *Trichoderma viride* (Ay8) และ *Penicillium* sp. (Dv19) ที่ถูกชักนำให้มีการสร้างเอนไซม์ cellulose, hemicellulase, laccase ในอาหาร FB ที่อายุ 4 วัน อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ด้วยปริมาตร 5, 10 และ 15 มิลลิลิตร พบว่าเชื้อรา *Penicillium* sp. 15 มิลลิลิตร ที่มีโคโณนีเชื้อราเฉลี่ย 10^6 cfu/ml สามารถย่อยสลายเซลลูโลสในใบโกงกางใบเล็กและใบโกงกางใบใหญ่น้ำหนัก 0.1 กรัม ให้ปริมาณน้ำตาลดีที่สุดใน 50 กรัม/ลิตร รองลงมาได้แก่ เชื้อรา *Aspergillus niger* และ *Trichoderma viride* ให้ปริมาณน้ำตาล 48 และ 40 กรัม/ลิตร ตามลำดับ แต่เชื้อรา *Aspergillus niger* 15 มิลลิลิตร สามารถย่อยสลายเซลลูโลสในใบแสมขาว และใบแสมทะเล น้ำหนัก 0.3 กรัม สามารถย่อยสลายให้ปริมาณน้ำตาลดีที่สุดใน 49.5 กรัม/ลิตร รองลงมา ได้แก่ เชื้อรา *Penicillium* sp. และ *Trichoderma viride* ให้ปริมาณน้ำตาล 48 และ 42 กรัม/ลิตร ตามลำดับ เนื่องจากใบโกงกางใบเล็กและใบโกงกางใบใหญ่มีปริมาณเซลลูโลสมากกว่าใบแสมขาว (เสาวภา และสนธิ, 2536) ดังนั้น จึงต้องใช้ น้ำหนักใบแสมขาวและใบแสมทะเล น้ำหนักมากกว่านั้นเอง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้ เช่น ฟางข้าว ด้วยเชื้อรา *Lentinus* sp. (ยศนันต์, 2548) หรือเมื่อใช้เชื้อรา *Trichoderma viride* ย่อยสลายวัสดุเหลือใช้เปลือกเมล็ดสับดำให้น้ำตาลประมาณ 48 กรัม/ลิตร เช่นกัน (จันทิมา และคณะ, 2554)

ความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราที่พบบนบนซากใบโกงกางใบใหญ่ ใบโกงกางใบเล็ก ใบแสมขาวและใบแสมทะเล บริเวณนาทุ่งร้าง แปลงที่ปลูกด้วยต้นกล้วยที่เพาะด้วยหัวเชื้อราปฏิปักษ์ ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร พ.ศ.2552-2553 พบทั้งหมด 27 ชนิด 4 สกุล จัดอยู่ใน Subdivision Zygomycotina และ Subdivision Deuteromycotina เป็นส่วนใหญ่ เชื้อราชนิดที่พบมากที่สุด ได้แก่ *A. niger* group, *Trichoderma* sp. และ Sterile mycelium ตามลำดับ ในขณะที่ความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราบนซากใบโกงกางใบใหญ่ในอดีตบนใบโกงกางใบเล็ก ใบแสมขาว และใบแสมทะเล พบจำนวนชนิดเชื้อราน้อยกว่า โสภนา (2544) พบเชื้อรา 101 ชนิด การศึกษาของ Sukhan (2001) พบเชื้อรา 49 ชนิด สุกาญจน์ (2552) พบเชื้อรา 13 ชนิด เนื่องจากปัจจัยทางกายภาพ โดยเฉพาะอุณหภูมิ ความเป็นกรด ด่าง และปัจจัยทางชีวภาพ เช่น อายุต้นไม้ แตกต่างจากในอดีตนั่นเอง แต่เมื่อทำการฟื้นฟูนาทุ่งร้างด้วยต้นกล้วยที่เพาะด้วยหัวเชื้อราปฏิปักษ์ทำให้ความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราเพิ่มขึ้นตามลำดับดังข้อมูลข้างต้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิจัยข้างต้นสามารถนำเชื้อราปฏิปักษ์ไปใช้ประโยชน์แบบยั่งยืน ได้แก่ ด้านการจัดการระบบนิเวศป่าชายเลนในภาวะโลกร้อน เพื่อกำจัดคาร์บอนได

ออกไซด์ในบรรยากาศ (Aksomkoae & Khemnark, 1994) โดยนำเชื้อราปฏิปักษ์ไปผลิตเป็นหัวเชื้อราปฏิปักษ์สดและอัดเม็ด ผงและน้ำ ที่สะดวกต่อการนำไปใช้ประโยชน์แบบบูรณาการ ได้แก่ ด้านการจัดการป่าชายเลนและป่าบก โดยใช้หัวเชื้อราปฏิปักษ์เพาะต้นกล้าที่หายากบริเวณป่าชายเลนและไม้ยืนต้นป่าบก ให้คืนสู่สมดุลธรรมชาติใช้เวลาน้อยกว่าการจัดการฟื้นฟูป่าชายเลนและป่าบกด้วยวิธีการเดิม (ไม่ใส่หัวเชื้อราปฏิปักษ์) ให้มีการเจริญเติบโตของจำนวนใบ ความสูง ขนาดลำต้น และอัตราการรอดสูงกว่าปกติ 2-7 เท่า (Frank, 2005) ต้นกล้าไม้มีความทนทานจากเชื้อราที่ก่อเกิดโรคได้ (สุกาญจน์, 2554; สุกาญจน์, 2553; จิระเดช, 2534) ด้านอุตสาหกรรม สามารถใช้หัวเชื้อราปฏิปักษ์ ย่อยสลาย lignocellulose จากวัสดุเหลือใช้ เช่น เปลือกสับดำ ฟางข้าว เศษผัก ใบไม้ชนิดต่างๆ ให้กลายเป็นน้ำตาลกลูโคส สำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในการหมักเอทานอล (จันทิมา และคณะ, 2554) และการผลิตเยื่อกระดาษจากเปลือกต้นกล้วยน้ำหว้าด้วยเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma viride* (สุชา, 2554; Kirk et al, 1980; Kirk & Cullen, 1980) และด้านการเกษตร โดยใช้หัวเชื้อราปฏิปักษ์ ย่อยสลาย lignocellulose จากวัสดุเหลือใช้ เช่น เปลือกสับดำ ฟางข้าว หนังหมา ใบไม้ชนิดต่างๆ เช่น ปุ๋ยชีวภาพขี้เตตนาเกลือ เพื่อให้อาต N P K สำหรับการผลิตปุ๋ยชีวภาพขี้เตตนาเกลือด้วยเชื้อราปฏิปักษ์ทำให้ได้ปุ๋ยชีวภาพที่มีประสิทธิภาพดีกว่าปกติ ลดการใช้สารเคมีของเกษตรกร (Shama et al, 2009; บุญส่ง และคณะ, 2545) และใช้หัวเชื้อราปฏิปักษ์สำหรับช่วยในการยืดระยะเวลาการพักผักไม่ให้เกิดการเน่าเสียได้นานขึ้น (สุกาญจน์, 2553; สุกาญจน์, 2550; Yedidia et al, 2001)

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยดี ข้าพเจ้าขอขอบคุณ สภาวิจัยแห่งชาติที่ให้เงินสนับสนุนเงินงบประมาณแผ่นดินประจำปี 2553 ศาสตราจารย์ ดร.สนธิ อักษรแก้ว และรองศาสตราจารย์ ดร.เลขา มาโนช ที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้และขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งทะเล กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนที่ 7 (สมุทรสงคราม) และโครงการแก้ไขปัญหามลพิษและฟื้นฟูพื้นที่ชายฝั่งทะเล พื้นที่นาทุ่งร้าง อำเภอโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร โดยการมีส่วนร่วมของประชาชน ที่เอื้ออำนวยสถานที่วิจัย

เอกสารอ้างอิง

จิระเดช แจ่มสว่าง และวรรณวิไล เกษนรา. (2534). การผลิต การทดสอบคุณภาพของผงเชื้อรา *Trichoderma hazianum*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จันทิมา นิตยวิมล, ประภัสสร อยู่สุภาพ, เสาวรส กาญจนปัญญาพงศ์ และศิริพันธ์ ยศปัญญา. (2554). การใช้ประโยชน์จากกากเมล็ดสับดำ. โครงการงานนักศึกษาปี 4 ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

นพรัตน์ บำรุงรักษ์. (2550). การฟื้นฟูพื้นที่นาทุ่งต่างระดับโดยการคัดเลือกพันธุ์ไม้ชายเลนที่เหมาะสม. ประมวลผลงานวิจัยการประชุมวิชาการระบบนิเวศป่าชายเลนแห่งชาติ “ป่าชายเลน: รากฐานเศรษฐกิจพอเพียงของชุมชนชายฝั่ง” วันที่ 12-14 กันยายน 2550.

บุญส่ง ปันพานิช, ชัชวาล ยุทธชัยยางกุล, ศิมาลักษณ์ ดิถีสวัสดิ์เวทย์, ดาริวรรณ เศรษฐธรรม และวรรณ ชัยคำรงค์กุล. (2545). การกำจัดขยะมูลฝอยชุมชนโดยวิธีการทำปุ๋ยหมักแบบใช้สารเร่ง. ขอนแก่น: ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต 6 ขอนแก่น กรมอนามัยกระทรวงสาธารณสุข.

ประสาร เอี่ยมวิจารณ์. (2554). การขับเคลื่อนและการมีส่วนร่วมในการฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การกักตุนขยะมูลฝอยจากโรงเรียนสู่ชุมชนชายฝั่งมหาชัยฝั่งตะวันออก (หมู่ 3 ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร). ใน การสัมมนาป่าชายเลนแห่งชาติ ครั้งที่ 14 ระหว่างวันที่ 7-8 กันยายน 2554. โรงแรมมิราเคิล แกรนด์ คอนเวนชั่น กรุงเทพฯ.

วัฒนา พรประเสริฐ, สมใจ หวานนท์, สนิท อักษรแก้ว, อัครพร เปี่ยมสมบูรณ์ และพูลศรี เมืองสง. (2540). ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตการประมงกับการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลน.

วิจารณ์ มีผล. (2550). การเติบโตและผลผลิตซากพืชของใบโกงกางใบใหญ่ที่ปลูกในพื้นที่นาทุ่งร้าง อำเภอดอนสัก จังหวัดสุราษฎร์ธานี. ใน การประชุมวิชาการระบบนิเวศป่าชายเลนแห่งชาติ “ป่าชายเลน: รากฐานเศรษฐกิจพอเพียงของชุมชนชายฝั่ง” วันที่ 12-14 กันยายน 2550. เพชรบุรี: กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

ศรินทร์ ดันติพุกนันท. (2536). การเจริญเติบโตและอัตราการรอดของต้นอ่อนไม้ป่าชายเลน 3 ชนิดที่ปลูกบนพื้นที่นาทุ่งร้าง จังหวัดสมุทรสาคร. กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สนิท อักษรแก้ว, กนกพร บุญส่ง, สุนันทา สุวรรณม, วิโรจน์ ธีรนากร, ลดาวัลย์ พวงจิตร, นพรัตน์ บำรุงรักษ์ และคณะ. (2547). การจัดการสวนป่าชายเลนแบบผสมผสานเพื่อการพัฒนาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณชายฝั่งทะเลของประเทศไทย. สำนักงานสนับสนุนการวิจัย (สกว) กรุงเทพฯ.

สุกาญจน์ รัตนเลิศนุสรณ์. (2550). อัตราการย่อยสลายและการหมุนเวียนธาตุอาหารในป่าชายเลน จังหวัดสมุทรสาคร และความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราดินเลน. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

สุกาญจน์ รัตนเลิศนุสรณ์, อัจฉาณัท รัตนเลิศนุสรณ์ และวัชรพงศ์ วรเศรษฐพงษ์. (2550). ประสิทธิภาพเชื้อราปฏิชีวนะจากดินเลนในการควบคุมโรคเน่าในผักและผลไม้ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

สุกาญจน์ รัตนเลิศนุสรณ์. (2552). ความหลากหลายทางชีวภาพเชื้อราบนผักโก้งกางใบเล็กและแสมขาว: การใช้ประโยชน์เชื้อรา *Trichoderma viride*. วารสารการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน, 3(5).

สุกาญจน์ รัตนเลิศนุสรณ์. (2553). การใช้ประโยชน์เชื้อราปฏิชีวนะจากดินเลนในการควบคุมโรคเน่าบนโกงกางใบเล็กและแสมขาว. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

สุกาญจน์ รัตนเลิศนุสรณ์. (2554). การชักนำการเจริญเติบโตโกงกางใบเล็กด้วยเทคนิคทางชีวภาพ บริเวณนาทุ่งร้าง จังหวัดสมุทรสาคร. ใน การสัมมนาป่าชายเลนแห่งชาติ ครั้งที่ 14 “ชุมชนเข้มแข็ง ป้องกันภัยพิบัติ ขจัดโลกร้อน” วันที่ 8 กันยายน 2554. กรุงเทพฯ: กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

สุกาญจน์ รัตนเลิศนุสรณ์. (2554). การใช้เชื้อราปฏิชีวนะเพื่อปรับปรุงคุณภาพกล้าไม้. ใน การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49 วันที่ 1-4 กุมภาพันธ์ 2554. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน.

สุจิตา ฤทธิศร. (2554). การผลิตเชื้อโรคจากกากปาล์มน้ำมันด้วยวิธีทางชีวภาพโดยใช้ *Trichoderma viride*. วารสารขอนแก่น (รอตีพิมพ์).

เสาวภา อังสุพานิช และสนิม อักษรแก้ว. (2536). การผสมสลายของใบไม้ในป่าชายเลนที่อ่าวพังงา. ใน การสัมมนาระบบนิเวศป่าชายเลนแห่งชาติครั้งที่ 8 การจัดการทรัพยากรป่าชายเลนแบบยั่งยืน. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

โสภณา วงศ์ทอง. (2544). ความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราชั้นสูงในป่าชายเลน ณ สถานีวิจัยทรัพยากรชายฝั่งระนอง. กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อนิวัตร เจลิมพงษ์ และธีรวัฒน์ บุญทวีคุณ. (2533). เชื้อราที่เริ่มทํางานถึงในระบบนิเวศป่าชายเลนระนอง. *วารสารวนศาสตร์*, 9, 83-93.

อรวรรณ พรานไชย, สนิท อักษรแก้ว และลดาวัลย์ พวงจิตร. (2550). การฟื้นฟูป่าชายเลนบนพื้นที่นาถ้างร้างบริเวณอำเภอขนอม จังหวัดนครศรีธรรมราช. ใน *การประชุมวิชาการระบบนิเวศป่าชายเลนแห่งชาติ “ป่าชายเลน: รากฐานเศรษฐกิจพอเพียงของชุมชนชายฝั่ง” วันที่ 12-14 กันยายน 2550. เพชรบุรี: กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.*

Aksornkoae, S & C. Khemnark. (1994). Nutrient cycling in mangrove forest of Thailand. In *Asian Symposium on Mangrove Environment Research and management 25-29 August 1980*. Kuala Lumpur.

Frank, A.B. (2005). Mycorrhizae: the challenge to evolutionary and ecology theory. *Mycorrhiza*, 15(4): 277-281.

Kirk, T. K. & D. Cullen. (1980). Enzymology and molecular genetics of wood degradation by white-rot fungi, 273-307. In R. A. young & M. Akhtar (Eds.), *Environmentally Friendly Technologies for the Pulp and Paper Industry*. Canada: John Wiley & Sons.

Kirk, T. K. Higuchi & H.M. Chang. (1980). Lignin Biodegradation; Microbiology, Chemistry and Potential Applications. Boca Raton, Florida: CRC Press.

Kleifeld, O & Chet I. (1992). Trichoderma hazianum interaction with plants and effects on growth Response. *Plants and Soil*, 144(3), 267-272.

Meepol, W. (2002). *Litter production and site Characteristice in relation to structure and composition of mangrove forest in Raong provice southern Thailand*. Ph.D. Thesis University of the Phillppines Los Banos.