บทที่ 5
อภิปรายและสรุปผล

ชนิดของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนและการเก็บตัวอย่างใบไม้เพื่อทำการคัดแยกทรอสโทไคตริดส์

จากการสำรวจพันธุ์ไม้บริเวณป่าชายเลนแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี พบพันธุ์ไม้หลักทั้งสิ้น 3 ชนิด คือโกงกางใบเล็ก แสมทะเล และแสมขาว จากรายงานของ สนิท อักษรแก้ว (2542) รายงานถึงพันธุ์ไม้ป่าชายเลนแหลมผักเบี้ย ประกอบด้วย ไม้แสม (*Avicennia* sp.) เป็นไม้เด่น นอกจากนี้ยังมีไม้โกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata*) ไม้ถั่ว (*Bruguiera* sp.) และไม้ตาตุ่มทะเล (*Excoecaria agallocha*) ขึ้นปะปนกันอยู่บ้าง ป่าชายเลนบริเวณนี้ส่วนใหญ่ประกอบด้วยไม้ขนาดเล็ก ความหนาแน่นค่อนข้างสูง และมีการสืบพันธุ์ที่ดี

จากการเก็บตัวอย่างใบไม้เพื่อทำการคัดแยกทรอสโทไคตริดส์ โดยทำการเลือกเก็บใบสีน้ำตาลลักษณะไม่เปื่อยยุ่ย เนื่องจากลักษณะใบเช่นนี้มีอัตราการพบทรอสโทไคตริดส์สูง โดยรายงานการศึกษาของ Jensen et al. (1998) กล่าวว่าทรอสโทไคตริดส์ที่คัดแยกจากหญ้าทะเล *Thalassia testudinun* ที่มีสีเขียวมีร้อยละการพบทรอสโทไคตริดส์ต่ำคือพบเพียงร้อยละ 60 แต่เมื่อทิ้งไว้ 15 วัน จนหญ้าทะเลเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองจะมีร้อยละการพบสูงขึ้นถึงร้อยละ 78 ซึ่งพบว่าหญ้าทะเลที่มีสีเขียวสร้างสารปฏิชีวนะ Flavone Glycoside ทำหน้าที่ยับยั้งการเจริญของทรอสโทไคตริดส์ Fan and Jones (2002) รายงานว่า ซูโอสปอร์มีการตอบสนองสารสกัดที่ได้จากใบไม้ป่าชายเลนมากที่สุดโดยเฉพาะใบพืชที่เริ่มแก่

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา และการจัดจำแนกทรอสโทไคตริดส์

ทรอสโทไคตริดส์ที่พบในการศึกษาครั้งนี้สามารถจำแนกตามลักษณะสัณฐานวิทยาอยู่ในสกุล *Schizochytrium* พบ 4 ชนิด คือ *S. limacinum*, *S. mangrovei*, *Schizochytrium* sp.1 และ *Schizochytrium* sp. 2 สกุล *Ulkenia* พบ 1 ชนิด คือ *Ulkenia visurgensis* และ Thraustochytrid 1

จากการศึกษาทางสัณฐานวิทยาของทรอสโทไคตริดส์ทั้ง 6 ชนิด พบว่า *S. limacinum* และ *S. mangrovei* เป็นชนิดที่มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาใกล้เคียงกันมาก โดยลักษณะของโคโลนีบนอาหารแข็ง GYP มีสีขาวขุ่น ทึบแสงเหมือนกัน แต่มีลักษณะที่ต่างกันคือ บริเวณขอบโคโลนีของ *S. limacinum* มีการแผ่กระจายของอะมิบอยด์เซลล์รอบ ๆ โคโลนี เป็นจำนวนมากเห็นได้

ชัดเจน ในขณะที่ *S. mangrovei* มีอะมิบอยด์เซลล์เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ทำให้เห็นลักษณะโคโลนีค่อนข้างกลม

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าเมื่อนำเซลล์ของ *S. limacinum* เลี้ยงในอาหารแข็ง GYP อาหารเหลว GYP และน้ำทะเลไม่เติมอาหารพบอะมิบอยด์เซลล์ทั้งหมด ในขณะที่ *S. mangrovei* พบอะมิบอยด์เซลล์เฉพาะในอาหารแข็ง GYP และอาหารเหลว GYP เท่านั้น แต่ไม่พบอะมิบอยด์เซลล์เมื่อเลี้ยงในน้ำทะเลไม่เติมอาหาร สอดคล้องกับรายงานของ Honda et al. (1998) ที่กล่าวว่า *S. limacinum* ที่คัดแยกได้จากน้ำทะเลบริเวณป่าชายเลน ประเทศญี่ปุ่น พบการผลิตอะมิบอยด์เซลล์ทั้งในอาหารแข็งและในน้ำทะเลที่ไม่เติมอาหาร ในขณะที่ *Schizochytrium* ชนิดอื่นไม่พบอะมิบอยด์เซลล์เมื่อเลี้ยงในน้ำทะเลที่ไม่เติมอาหาร Honda et al. (1998) จึงใช้ลักษณะนี้ในการจำแนก *S. limacinum* ออกจาก *Schizochytrium* ชนิดอื่น เช่นเดียวกับการศึกษาครั้งนี้ที่ใช้ลักษณะการพบอะมีบอยด์เซลล์ในน้ำทะเลไม่เติมอาหารแยก *S. limacinum* ออกจาก *S. mangrovei* ด้วย

จากการศึกษาครั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบถึงความหลากหลายของทรอสโทไคตริดส์ พบว่ามีความหลากหลายน้อยกว่าการศึกษาของศุภพิชญ์ บุญแต่ง (2548) ที่พบทรอสโทไคตริดส์ 10 ชนิด จากตัวอย่างใบไม้ป่าชายเลนบ้านเปร็ดใน จังหวัดตราด ซึ่งทรอสโทไคตริดส์ที่ ศุภพิชญ์ บุญแต่ง รายงานไว้ ได้แก่ *S. limacinum, S. mangrovei, Schizochytrium* sp.1, *Schizochytrium* sp.2, *Schizochytrium* sp.6, *Schizochytrium* sp.8, *Ulkenia* sp.1, *Ulkenia* sp.2, *Ulkenia* sp.3, และ Unknown 2 (หรือ Thraustochytrid 2) อย่างไรก็ตามความหลากหลายของทรอสโทไคตริดส์ที่พบในการศึกษานี้สูงกว่าการศึกษาของ มยุรา ประยูรพันธ์ (2548) ที่พบทรอสโทไคตริดส์เพียง 3 ชนิด จากตัวอย่างใบไม้ป่าชายเลนบริเวณ วัดอโศการาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ ทรอสโทไคตริดส์ที่พบ ได้แก่ *S. limacinum, S. mangrovei* และ *Schizochytrium* sp.4 ความหลากหลายของทรอสโทไคตริดส์ ที่แตกต่างกันในพื้นที่ป่าชายเลนแต่ละแห่ง อาจเนื่องมาจากความแตกต่างทางด้านกายภาพ ปัจจัยสิ่งแวดล้อมและคุณภาพป่าชายเลน กล่าวคือ ป่าชายเลนบ้านเปร็ด ในเป็นป่าชายเลนที่มีความอุดมสมบูรณ์และอยู่ห่างไกลจากแหล่งที่พักอาศัย คุณภาพน้ำบริเวณป่าชายเลนค่อนข้างดี ในขณะที่ป่าชายเลน วัดอโศการาม เป็นป่าชายเลนที่ตั้งอยู่ในบริเวณชุมชนและแหล่งอุตสาหกรรม น้ำในบริเวณป่าชายเลนนี้จึงได้รับอิทธิพลจากแหล่งชุมชนโดยตรง ทำให้น้ำบริเวณวัดอโศการามค่อนข้างเน่าเสีย ส่วนป่าชายเลนแหลมผักเบี้ยที่ทำการศึกษาในครั้งนี้เคยเป็นนาเกลือร้าง และเป็นป่าชายเลนที่เสื่อมโทรม แต่ในปัจจุบันได้จัดพื้นที่บางส่วนเป็นโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริในการค้นคว้าหาวิธีการบำบัดน้ำเสียโดยเน้นการใช้วิธีการทางธรรมชาติ น้ำเสียที่ใช้ในการทดลองบำบัดได้มาจาก

บ่อรวมน้ำเสียในตัวเมืองเพชรบุรี ทำให้น้ำบางบริเวณมีสภาพไม่เหมาะสม และการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 ช่วงเดือน พฤษภาคม การลงของน้ำทะเลค่อนข้างมาก ทำให้พื้นที่เก็บตัวอย่างบางบริเวณค่อนข้างแห้งไม่ชุ่มชื่น ซึ่งอาจไม่เหมาะสมต่อการเจริญ และสืบพันธุ์ของทรอสโทไคตริดส์ จึงน่าเป็นสาเหตุให้การศึกษาครั้งนี้พบความหลากหลายของทรอสโทไคตริดส์ต่ำกว่าบริเวณป่าชายเลนบ้านเปร็ดใน

จากการศึกษาความหลากหลายของทรอสโทไคตริดส์ทำให้ทราบว่าทั้ง 3 งานวิจัยข้างต้นและรายงานการวิจัยอื่น ๆ ที่ทำการคัดแยกทรอสโทไคตริดส์ พบทรอสโทไคตริดส์ สกุล *Schizochytrium* จำนวนมาก ซึ่ง *Schizochytrium* เป็นสกุลที่มีการเจริญเร็ว และมีความแข็งแรงต่อสภาวะสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้เห็นได้จากปัจจัยสิ่งแวดล้อมของ มยุรา ประยูรพันธ์ (2548) มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำมาก (3.56 มิลลิกรัม/ ลิตร) เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยครั้งนี้ พบว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าต่ำกว่าทั้งเดือนพฤษภาคม (10.24 มิลลิกรัม/ ลิตร) และเดือนกันยายน (15.20 มิลลิกรัม/ ลิตร) มากแสดงให้เห็นว่าสกุล *Schizochytrium* นี้มีความเหมาะสำหรับการนำไปพัฒนาด้านการผลิตกรดไขมันที่มีความจำเป็นต่อสิ่งมีชีวิตต่อไป

เปอร์เซ็นต์การพบทรอสโทไคตริดส์จากตัวอย่างใบไม้ป่าชายเลน

จากการศึกษาและคัดแยกทรอสโทไคตริดส์จากตัวอย่างใบไม้ป่าชายเลน 3 ชนิด ได้แก่ โกงกางใบเล็ก แสมทะเล และแสมขาว รวม 8 จุดเก็บตัวอย่าง เดือนพฤษภาคม และเดือนกันยายน ผลการศึกษาพบทรอสโทไคตริดส์ในเดือนพฤษภาคม 155 ไอโซเลท และเดือนกันยายน 289 ไอโซเลท โดยเปอร์เซ็นต์การพบทรอสโทไคตริดส์มีค่าอยู่ในช่วง 35-100 เปอร์เซ็นต์ (เดือนพฤษภาคม 35-100 เปอร์เซ็นต์ และเดือนกันยายน 90-100 เปอร์เซ็นต์) ผลการศึกษาพบว่าทั้งโกงกางใบเล็ก แสมทะเล และแสมขาว เป็นพันธุ์ไม้ที่มีเปอร์เซ็นต์การพบทรอสโทไคตริดส์ใกล้เคียงกันในเดือนเดียวกัน สอดคล้องกับ Leona (2001) ที่รายงานว่า ทรอสโทไคตริดส์ สามารถเจริญได้ดีบนใบไม้ป่าชายเลนหลากหลายชนิด และพบทรอสโทไคตริดส์ถึง 85-100 เปอร์เซ็นต์ จากตัวอย่างใบไม้ป่าชายเลนทั้งหมด 11 ชนิด บริเวณป่าชายเลน Panay ประเทศฟิลิปินส์ ศุภพิชญ์ บุญแต่ง (2548) ศึกษาความหลากหลายของทรอสโทไคตริดส์จากใบไม้ป่าชายเลนชนิดต่าง ๆ ที่พบในป่าชายเลนบ้านเปร็ดใน จังหวัดตราด พบทรอสโทไคตริดส์ 416 ไอโซเลท มีเปอร์เซ็นต์การพบทรอสโทไคตริดส์ 66.67-100 เปอร์เซ็นต์ และมยุรา ประยูรพันธ์ (2548) ศึกษาความหลากหลายของทรอสโทไคตริดส์จากใบไม้ป่าชายเลนชนิดต่าง ๆ บริเวณวัดอโศการาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ พบทรอสโทไคตริดส์ 184 ไอโซเลท (เปอร์เซ็นต์การพบทรอสโทไคตริดส์ 15-75 เปอร์เซ็นต์) นอกจากนี้ Chatdumrog, Yongmanitchai, Limtong, and Worawattanamateekul

(2004) พบทรอสโทไคตริดส์ 257 ไอโซเลท จากการเก็บตัวอย่างใบไม้ป่าชายเลนตลอดชายฝั่งทะเลประเทศไทย ประกอบด้วย 120 ไอโซเลท จากป่าชายเลนฝั่งอันดามัน 83 ไอโซเลท จากฝั่งอ่าวไทย และ 62 ไอโซเลท จากเขตภาคกลางและภาคตะวันออก

จากผลการศึกษาครั้งนี้เมื่อนำเปอร์เซ็นต์การพบทรอสโทไคตริดส์เปรียบเทียบกับการศึกษาของ ศุภพิชญ์ บุญแต่ง (2548) ที่คัดแยกทรอสโทไคตริดส์จากป่าชายเลนบ้านเปร็ดใน จังหวัดตราด และ Leano (2001) ที่คัดแยกทรอสโทไคตริดส์จากป่าชายเลน Panay ประเทศฟิลิปปินส์ พบว่าเปอร์เซ็นต์การพบทรอสโทไคตริดส์ในการศึกษาครั้งนี้ใกล้เคียงกับทั้ง 2 งานวิจัย มีเพียงจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 ในเดือนพฤษภาคม ที่มีความแตกต่างจากจุดเก็บตัวอย่างอื่น คือ มีเปอร์เซ็นต์การพบทรอสโทไคตริดส์ต่ำสุดเพียง 35 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากบริเวณนี้ไม่มีความชุ่มชื้นของน้ำทะเลเพียงพอ ประกอบกับพันธุ์ไม้ในกลุ่มเก็บตัวอย่างนี้ (แสมทะเล) มีขนาดเล็ก ไม่สามารถให้ร่มเงาและรักษาความชุ่มชื้นของพื้นที่เก็บตัวอย่างได้ ทำให้ใบไม้ที่ร่วงหล่นมีลักษณะแห้ง ไม่เหมาะสมกับการนำมาคัดแยกทรอสโทไคตริดส์ อย่างไรก็ตามเปอร์เซ็นต์การพบทรอสโทไคตริดส์จากการศึกษาครั้งนี้มีค่าสูงกว่า มยุรา ประยูรพันธ์ (2548) อาจเนื่องมาจาก พื้นที่ป่าชายเลนที่ทำการศึกษาครั้งนี้มีความเหมาะสมกว่าป่าชายเลนบริเวณวัดอโศการาม ที่ตั้งอยู่บริเวณชุมชน และแหล่งอุตสาหกรรมต่าง ๆ

ผลการศึกษาครั้งนี้พบทรอสโทไคตริดส์อยู่ในช่วง 35-100 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าใบไม้ป่าชายเลนมีความเหมาะสมในการนำมาคัดแยกทรอสโทไคตริดส์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Bremer (1995) ที่คัดแยกทรอสโทไคตริดส์จากตัวอย่างดิน น้ำทะเล และซากใบไม้ บริเวณป่าชายเลน Morib ประเทศมาเลเซีย ผลการศึกษาพบว่า ตัวอย่างใบไม้มีเปอร์เซ็นต์การพบทรอสโทไคตริดส์สูงสุด (53 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือดิน (46 เปอร์เซ็นต์) และน้ำทะเล (15 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Wong, Vrijmoed, and Au (2005) ที่คัดแยกทรอสโทไคตริดส์จากตัวอย่างใบไม้ มีเปอร์เซ็นต์การพบทรอสโทไคตริดส์สูงกว่าตัวอย่างดินทุกช่วงฤดูที่ทำการศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยเปอร์เซ็นต์การพบของตัวอย่างใบไม้อยู่ที่ช่วง 70-100 เปอร์เซ็นต์ และตัวอย่างดินตะกอนอยู่ในช่วง 40-100 เปอร์เซ็นต์

โกงกางใบเล็กเป็นพันธุ์ไม้ที่มีเปอร์เซ็นต์การพบสูงสุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ลักษณะใบโกงกาง โกงกางใบเล็กมีความหนา และมีการปนเปื้อนจากสิ่งมีชีวิตอื่นค่อนข้างน้อยกว่าทั้งแสมทะเลและแสมขาว และลักษณะใบโกงกางใบเล็กยังมีความเรียบ ทำให้มีการปนเปื้อนน้อยกว่าแสมที่มีลักษณะใบไม่เรียบ ไม่สะดวกต่อการคัดแยกทรอสโทไคตริดส์ เนื่องจากทรอสโทไคตริดส์เป็นจุลินทรีย์ที่เจริญช้ากว่าจุลินทรีย์กลุ่มที่ปนเปื้อน เมื่อทำการคัดแยกบางครั้งทำให้ทรอสโทไคตริดส์บางไอโซเลทตายก่อนที่จะนำมาศึกษาต่อ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

จากการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่าง 2 เดือน คือ เดือนพฤษภาคมและเดือนกันยายน ในเดือนพฤษภาคมและเดือนกันยายน พ.ศ.2549 ตามลำดับ พบว่า เดือนพฤษภาคมมีเปอร์เซ็นต์การพบทรอสโทไคตริดส์ต่ำกว่าเดือนกันยายนทุกจุดเก็บตัวอย่าง ยกเว้นจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 (โกงกางใบเล็ก) และ 3 (แสมทะเล) ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การพบทรอสโทไคตริดส์เท่ากัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 และ 3 เป็นจุดเก็บตัวอย่างที่มีทางน้ำไหลผ่าน ทำให้มีความชุ่มชื้นของพื้นที่เก็บตัวอย่างตลอดเวลา และพันธุ์ไม้ที่เจริญเต็มที่ช่วยให้ร่มเงากับพื้นที่ สอดคล้องกับการศึกษาของ Wong, Vrijmoed, and Au (2005) ที่ได้ศึกษาถึงความอุดมสมบูรณ์ของทรอสโทไคตริดส์จากตัวอย่างใบรังกะแท้ที่เน่าเปื่อย และในดินตะกอน บริเวณ Futian National Nature Reserve ประเทศจีน เป็นระยะเวลา 4 เดือน คือ เดือนเมษายน กรกฎาคม ตุลาคม และกุมภาพันธ์ ค.ศ. 2004 พบจำนวนทรอสโทไคริดส์สูงสุดในเดือนตุลาคม (5.6×10^5 CFU/ g) และพบทรอสโทไคตริดส์ ต่ำสุดในเดือนเมษายน (4.8×10^5 CFU/ g) ซึ่งตรงกับรายงานการวิจัยครั้งนี้ที่เดือนพฤษภาคม (เดือนพฤษภาคม) มีเปอร์เซ็นต์การพบทรอสโทไคตริดส์ต่ำ และจากรายงานการศึกษาของ Santangeto, Bongiorni and Pignataro (2000) ศึกษาความอุดมสมบูรณ์ของทรอสโทไคตริดส์จากตัวอย่างดินทรายบริเวณชายฝั่งทะเลเมดิเตอร์เรเนียน ในเดือนตุลาคม พฤศจิกายน และเดือนมกราคม พบว่า ปริมาณเฉลี่ยของทรอสโทไคตริดส์ในแต่ละเดือนที่ทำการศึกษามีความแตกต่างกันคือ 59.3±41.9, 45.0±26.1 และ 21.9±25.2 เซลล์/ มิลลิลิตร ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีรายงานการศึกษาของ Raghukumar, Ramaiah, and Raghukumar (2001) รายงานถึงจำนวนการพบทรอสโทไคตริดส์ในทะเล Arabian เดือนมิถุนายน-สิงหาคม (มรสุมฤดูร้อน) เป็นช่วงที่มีปรากฏการณ์น้ำผุด (Upwelling) และพบทรอสโทไคตริดส์ต่ำสุดในช่วงนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับฤดูอื่น ๆ คือพบเพียง 40×10^3 เซลล์/ ลิตร ในขณะที่จำนวนทรอสโทไคตริดส์พบสูงสุดเท่ากับ $1,313\times10^3$ เซลล์/ ลิตร ในช่วงปลายเดือนกันยายน จากรายงานการศึกษาดังกล่าว และผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่า เมื่อเก็บตัวอย่างในช่วงเวลาต่างกันทำให้การพบทรอสโทไคตริดส์มีปริมาณต่างกันด้วย

จากการศึกษาเมื่อนำตัวอย่างใบไม้จากป่าชายเลนในเดือนพฤษภาคมมาคัดแยกทรอสโทไคตริดส์ พบว่า อาหารเลี้ยงเชื้อมีการเจริญของจุลินทรีย์ทะเลเกิดขึ้นจำนวนมากทำให้ไม่สามารถคัดแยกทรอสโทไคตริดส์ได้ ซึ่งมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การพบทรอสโทไคตริดส์ในเดือนพฤษภาคม ต่ำกว่าเดือนกันยายน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากหลายปัจจัยในการเก็บตัวอย่างดังนี้ ในระหว่างเก็บตัวอย่างเดือนพฤษภาคม น้ำทะเลลงค่อนข้างมาก เมื่อเทียบกับเดือนกันยายน ซึ่งเก็บตัวอย่างในช่วงน้ำทะเลกำลังลด ส่งผลให้ความชื้นของดิน และใบไม้มีความแตกต่างกัน คือ เดือนกันยายนมีความชื้นมากกว่า ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้พบในบางจุดเก็บตัวอย่างเท่านั้น ทำให้

บริเวณนี้ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของทรอสโทไคตริดส์ อย่างไรก็ตามมีรายงานการวิจัยของ Ramaiah, Raghukumar, and Gauns (1996) รายงานว่าแพลงก์ตอนพืชมีผลต่อการเจริญของทรอสโทไคตริดส์ คือช่วงที่มีการเจริญของแพลงก์ตอนพืชมาก ๆ (เดือนมิถุนายน-สิงหาคม) พบการเจริญของทรอสโทไคตริดส์ต่ำ แต่แบคทีเรียในบริเวณเก็บตัวอย่างกลับมีอัตราการเจริญที่สูง ซึ่งสอดคล้องกับ Raghukumar (2002) พบว่า ในช่วงที่มีการเจริญของแพลงก์ตอนพืชมาก ๆ การเจริญของทรอสโทไคตริดส์มีจำนวนน้อย เนื่องจากทรอสโทไคตริดส์ถูกยับยั้งการเจริญโดยสารเคมีที่ผลิตจากแพลงก์ตอนพืชที่ยังมีชีวิตอยู่ จากรายงานการวิจัยทั้ง 2 ข้างต้น อาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่สนับสนุนการพบจุลินทรีย์ทะเลจำนวนมากในตัวอย่างใบไม้ที่เก็บในเดือนพฤษภาคม ทำให้เปอร์เซ็นต์การพบทรอสโทไคตริดส์ในเดือนพฤษภาคมต่ำกว่าเดือนกันยายน

จากการศึกษาครั้งนี้เปอร์เซ็นต์การพบทรอสโทไคตริดส์เดือนกันยายนสูงกว่าเดือนพฤษภาคม (ยกเว้นจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 และ 3) และเมื่อพิจารณาปัจจัยสิ่งแวดล้อม ทั้งเดือนพฤษภาคมและเดือนกันยายน (บทที่ 4 ตารางที่ 4) พบว่า ทั้งเดือนพฤษภาคมและเดือนกันยายนมีปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างกัน คือ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในเดือนกันยายน (15.20 มิลลิกรัม/ ลิตร) สูงกว่าเดือนพฤษภาคม (10.24 มิลลิกรัม/ ลิตร) ซึ่งรายงานการวิจัยของ Bowles (1997) พบว่า *Schizochytrium aggregatum* ไม่สามารถเจริญได้ในสภาวะที่ขาดออกซิเจน นอกจากนั้นยังใช้ทรอสโทไคตริดส์ เป็นตัวชี้วัดสภาวะขาดออกซิเจนที่เกิดการปนเปื้อนในน้ำได้ ดังนั้นเมื่อปริมาณออกซิเจนของเดือนกันยายนสูงกว่าเดือนพฤษภาคม จึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่สนับสนุนให้การเจริญของทรอสโทไคตริดส์ และเปอร์เซ็นต์การพบทรอสโทไคตริดส์ในเดือนกันยายนมีสูงกว่าเดือนพฤษภาคม ความเป็นกรด-เบสพบว่า ทั้ง 2 เดือนไม่แตกต่างกันมาก โดยความเป็นกรด-เบสที่เหมาะสมต่อการเจริญของทรอสโทไคตริดส์อยู่ในช่วง 6.0-8.9 (Behnweg, 1979) จึงไม่น่าเป็นปัจจัยที่สนับสนุนให้เปอร์เซ็นต์การพบทรอสโทไคตริดส์ของทั้ง 2 เดือน ต่างกัน อุณหภูมิน้ำ พบว่าเดือนพฤษภาคม (35 องศาเซลเซียส) มีอุณหภูมิสูงกว่าเดือนกันยายน (29.1 องศาเซลเซียส) จากรายงานของ Behnweg (1979) พบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของทรอสโทไคตริดส์อยู่ในช่วง 25-30 องศาเซลเซียส สมถวิล จริตควร และคณะ (2549) รายงานว่าอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เหมาะสมต่อการเจริญของทรอสโทไคตริดส์ (*S. mangrovei* BUCARA 021) รองลงมา คือ 15 องศาเซลเซียส และ 35 องศาเซลเซียส มีค่าต่ำสุด ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการวิจัยครั้งนี้ โดยเดือนกันยายนมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของทรอสโทไคตริดส์ จึงทำให้เดือนกันยายนพบทรอสโทไคตริดส์สูงกว่าเดือนพฤษภาคม ส่วนความเค็มพบว่าเดือนพฤษภาคม (29 ส่วนในพันส่วน) มีความเค็มสูงกว่าเดือนกันยายน (22 ส่วนในพันส่วน) การวิจัยของ สมถวิล จริตควร และคณะ (2549) พบว่า มีการเจริญของ

ทรอสโทไคตริดส์จากความเค็มสูงสุดถึงต่ำสุดที่ระดับความเค็ม 15, 25 และ 5 ส่วนในพันส่วน ตามลำดับ สอดคล้องกับรายงานการวิจัยในครั้งนี้ที่เดือนกันยายนมีความเค็มใกล้เคียงกับระดับความเค็มที่มีผลต่อการเจริญของทรอสโทไคตริดส์สูงสุดคือ 15 ส่วนในพันส่วน

จากการศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบว่าเก็บตัวอย่างในเดือนต่างกันมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การพบทรอสโทไคตริดส์ นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ซึ่งควรให้ความสำคัญในการทำการศึกษาครั้งต่อไป คือ การขึ้นลงของน้ำทะเลในช่วงเก็บตัวอย่าง เวลาเก็บตัวอย่าง ปัจจัยสิ่งแวดล้อมลักษณะทางกายภาพของพื้นที่เก็บตัวอย่าง เช่น มีร่องน้ำไหลผ่าน มีพันธุ์ไม้ที่เจริญให้ร่มเงาช่วยรักษาความชุ่มชื้นของพื้นที่เก็บตัวอย่าง กล่าวคือ พื้นที่เก็บตัวอย่างที่มีความชุ่มชื้นไม่เพียงพอ ทำให้ไม่เหมาะสมต่อการเจริญและสืบพันธุ์ของทรอสโทไคตริดส์ได้ดังเช่นจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 ในเดือนพฤษภาคมมีเปอร์เซ็นต์การพบทรอสโทไคตริดส์เพียง 35 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น

กรดไขมันในทรอสโทไคตริดส์

ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าปริมาณกรดไขมันของ *S. limacinum*, *S. mangrovei* มีปริมาณดีเอชเอสูง โดยมีอีพีเอ และเออาร์เอในปริมาณต่ำ สอดคล้องกับรายงานของ Kamlangdee and Fan (2003) ศึกษาปริมาณกรดไขมันจาก *Schizochytrium* 5 สายพันธุ์ เลี้ยงในอาหารเหลว GY (6: 1%) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 52 ชั่วโมง พบว่า ทรอสโทไคตริดส์ทั้ง 5 สายพันธุ์มีปริมาณดีเอชเอสูง (30.3-36.1 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด) และมีปริมาณอีพีเอ (0.5-1.11 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด) และเออาร์เอในปริมาณต่ำ (0.3-0.9 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด) และสอดคล้องกับรายงานของ มยุรา ประยูรพันธ์ (2548) ศึกษาปริมาณกรดไขมันของ *S. limacinum*, *S. mangrovei* และ *Schizochytrium* sp.4 ทั้ง 184 ไอโซเลท เลี้ยงในอาหารเหลว GY (6%: 1%) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 96 ชั่วโมง พบว่า ทรอสโทไคตริดส์ทั้ง 3 ชนิด มีปริมาณดีเอชเอสูง (8.79-48.60 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด) และมีปริมาณอีพีเอ (0.15-6.14 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด) และเออาร์เอปริมาณต่ำ (0.09-3.94 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันในทรอสโทไคตริดส์ทั้ง 149 ไอโซเลท จากการศึกษาครั้งนี้ ภายใต้สภาวะการเพาะเลี้ยงที่เหมือนกันพบว่าทรอสโทไคตริดส์แต่ละไอโซเลทมีปริมาณกรดไขมันที่แตกต่างกันทั้งในเดือนพฤษภาคม และเดือนกันยายน คือ ปริมาณดีเอชเอของทรอสโทไคตริดส์ที่คัดแยกได้ในช่วงเดือนพฤษภาคม มีค่าอยู่ในช่วง 13.20-243.19 มิลลิกรัม/ กรัม น้ำหนักแห้ง (9.21-49.47 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด) เดือนกันยายนมีค่าอยู่ในช่วง 0.98-222.85 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง (0.55-44.35 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด) ปริมาณอีพีเอใน เดือนพฤษภาคม มีค่าอยู่ในช่วง 0.18-4.07 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง (0.08-3.56

เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด) เดือนกันยายนค่าอยู่ในช่วง 1.31-6.47 มิลลิกรัม/ กรัมน้ำหนักแห้ง (0.37-5.65 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด) และปริมาณกรดไขมันเออาร์เอในเดือนพฤษภาคม มีค่าอยู่ในช่วง 0.20-3.26 มิลลิกรัม/ กรัมน้ำหนักแห้ง (0.10-2.29 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด) เดือนกันยายนค่าอยู่ในช่วง 0.79-9.88 มิลลิกรัม/ กรัมน้ำหนักแห้ง (0.29-14.23 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด) แสดงให้เห็นว่าทรอสโทไดตริดส์แต่ละสายพันธุ์มีปริมาณกรดไขมันที่แตกต่างกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Bowles (1997) ที่ศึกษาปริมาณดีเอชเอในทรอสโทไดตริดส์ 17 สายพันธุ์ ในอาหาร GYP (1: 1: 1 กรัม/ ลิตร) เขย่าที่ความเร็ว 120 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน ผลการศึกษาพบว่า ทรอสโทไดตริดส์ทั้ง 17 สายพันธุ์ มีปริมาณกรดไขมันดีเอชเอที่แตกต่างกัน คือ ดีเอชเอมีค่าอยู่ในช่วง 2.78-37.95 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด และจากรายงานของ Kamlangdee and Fan (2003) พบว่าปริมาณกรดไขมันจาก *Schizochytrium* 5 สายพันธุ์ (N-1, N-2, N-5, N-6 และ N-9) ที่เลี้ยงในอาหาร GY (6%: 1%) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 52 ชั่วโมง มีปริมาณดีเอชเอเท่ากับ 174.9, 203.6, 186.1, 171.3 และ 157.9 มิลลิกรัม/ กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ นอกจากนี้ มยุรา ประยูรพันธ์ (2548) ทำการศึกษาปริมาณดีเอชเอในทรอสโทไดตริดส์ 184 ไอโซเลทในอาหาร GY (6%: 1%) เขย่าที่ความเร็ว 200 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน ผลการศึกษาพบว่าทรอสโทไดตริดส์ทั้ง 184 ไอโซเลท มีปริมาณกรดไขมันดีเอชเอที่แตกต่างกัน คือดีเอชเอมีค่าอยู่ในช่วง 8.79-48.60 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด เมื่อเปรียบเทียบปริมาณดีเอชเอที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้พบว่ามีปริมาณดีเอชเอสูงกว่าการศึกษาของ Bowles (1997) Kamlangdee and Fan (2003) และมยุรา ประยูรพันธ์ (2548)

นอกจากสายพันธุ์ของทรอสโทไดตริดส์ที่มีผลต่อปริมาณกรดไขมัน แต่การผลิตกรดไขมันยังขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น อาหารเลี้ยงเชื้อและสภาวะของการเพาะเลี้ยง ดังรายงานของ Fan et al. (2001) ที่ศึกษาปริมาณดีเอชเอและอีพีเอจากทรอสโทไดตริดส์ 9 สายพันธุ์ ในอาหาร GY (6%: 1%) และ Okara Medium เขย่าที่ความเร็ว 200 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 52 ชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่า ทรอสโทไดตริดส์ ทั้ง 9 สายพันธุ์ ผลิตอีพีเอได้ 1.4-12.5 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด และดีเอชเอ 4.0-41.1 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมดในอาหาร GY แต่เมื่อนำทรอสโทไดตริดส์ดังกล่าวมาเพาะเลี้ยงใน Okara Medium กลับพบปริมาณกรดไขมันลดลง โดยพบอีพีเอ 0-1.8 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด และดีเอชเอ 0.5-4.9 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด นอกจากนี้การศึกษาของ Unagul, Assantachai, Phadungruengluij, Suphantharika, & Verduyn (2005) พบว่า ความเค็มและอุณหภูมิที่แตกต่างกันมีผลต่อปริมาณดีเอชเอ ใน *S. mamgrovei* SK-02 คือ ที่ความเค็ม 4 ระดับ 0, 10, 20 และ 30 กรัม/ ลิตร มีปริมาณดีเอชเอเท่ากับ 1.9, 2.9, 3.8 และ 4.2 กรัม/ ลิตร ตามลำดับ และที่อุณหภูมิ4 ระดับ คือ 25, 30, 37 และ

40 องศาเซลเซียส *S. mamgrovei* SK-02 มีปริมาณกรดไขมันดีเอชเอ เท่ากับ 3.5, 2.8, 1.6 และ 0.40 กรัม/ ลิตร ตามลำดับ

ปริมาณดีเอชเอสูงสุดที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้มาจาก *S. mangrovei* BULBRA 171 ซึ่งเป็นไอโซเลทที่ควรเลือกนำไปใช้งานต่อไป พบว่ามีค่าเท่ากับ 243.19 มิลลิกรัม/ กรัมน้ำหนักแห้ง ซึ่งผลผลิตของดีเอชเอที่ได้จากทรอสโทไคตริดส์ไอโซเลทนี้คิดเป็น 5332.67 มิลลิกรัม/ ลิตร เมื่อเปรียบเทียบปริมาณกรดไขมันและผลผลิตดีเอชเอที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้พบว่ามีปริมาณสูงกว่าการศึกษาของ Bowles et al. (1999) ที่เลี้ยง *S. mangrovei* G13 ในอาหาร GYP (30: 1: 1 กรัม/ ลิตร) เขย่าที่ความเร็ว 120 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน สามารถให้ผลผลิตดีเอชเอเท่ากับ 575 มิลลิกรัม/ลิตร Yokochi et al. (1998) ซึ่งเลี้ยง *S. limacinum* SR21 ในกลูโคส และ Corn Steep Liquor ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน สามารถให้ปริมาณเท่ากับดีเอชเอ 117 มิลลิกรัม/ กรัมน้ำหนักแห้ง และสูงกว่า Wu et al. (2005) ที่ศึกษาปริมาณดีเอชเอของ *S. mangrovei* S31 โดยเลี้ยงในอาหาร GY (5: 1 กรัม/ ลิตร) เขย่าที่ความเร็ว 150 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน สามารถให้ปริมาณดีเอชเอ 56 มิลลิกรัม/ กรัมน้ำหนักแห้ง อย่างไรก็ตามปริมาณดีเอชเอของ *S. mangrovei* BULBRA 171 มีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของ Kamlungdee and Fan (2003) ที่เลี้ยง *S. mangrovei* N-2 ในอาหาร GY (6: 1 กรัม/ลิตร) เขย่าที่ความเร็ว 200 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน ซึ่งสามารถให้ปริมาณดีเอชเอ 204 มิลลิกรัม/ กรัมน้ำหนักแห้ง การศึกษา Fan et al. (2000) ที่เลี้ยง *S. limacinum* SR21 ในอาหาร GY (6: 1 กรัม/ ลิตร) เขย่าที่ความเร็ว 120 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน สามารถให้ปริมาณดีเอชเอ 224 มิลลิกรัม/ กรัมน้ำหนักแห้ง การศึกษาของ Fan et al. (2001) ที่เลี้ยง *S. mangrovei* KF2 ในอาหาร GY (6: 1 กรัม/ลิตร) เขย่าที่ความเร็ว 200 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน สามารถให้ปริมาณดีเอชเอ 209 มิลลิกรัม/ กรัมน้ำหนักแห้ง และ Nakahara et al. (1996) ที่เลี้ยง *S. mangrovei* KF6 ในกลูโคส และ Corn Steep Liquor อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน 6 ชั่วโมง สามารถให้ปริมาณดีเอชเอ 203 มิลลิกรัม/ กรัมน้ำหนักแห้งดังแสดงในตารางที่ 10 และจากรายงานการวิจัยดังกล่าวจะเห็นได้ว่าปัจจัยที่ต่างกันในการเลี้ยงทรอสโทไคตริดส์ ส่งผลให้ปริมาณการผลิตกรดไขมันต่างกันด้วย

ตารางที่ 10 ปริมาณดีเอชในทรอสโทไคตริดส์

ทรอสโทไคตริดส์	ดีเอชเอ (มิลลิกรัม/ กรัมน้ำหนักแห้ง)	ผลผลิตดีเอชเอ (มิลลิกรัม/ลิตร)	อาหารและสภาวะการเลี้ยง	เอกสารอ้างอิง
S. mangrovei G13	-	575	GYP (30: 1: 1 กรัม/ ลิตร) 120 รอบ/ นาที 24 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน	Bowles et al. (1999)
S. limacinum SR21	117	4200	กลูโคสและ corn steep liquor 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน	Yokochi et al. (1998)
S. mangrovei S31	56	328	GY (5: 1 กรัม/ ลิตร) 150 รอบ/ นาที 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน	Wu et al. (2005)
S. mangrovei N-2	204	2688	GY (6: 1 กรัม/ลิตร) 200 รอบ/ นาที 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน	Kamlungdee and Fan (2003)
S. limacinum SR21	224	4700	GY (6: 1 กรัม/ ลิตร) 120 รอบ/ นาที 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน	Fan et al. (2000)
S. mangrovei KF2	209	2779	GY (6: 1 กรัม/ ลิตร) 200 รอบ/ นาที 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน	Fan et al. (2001)
S. mangrovei KF6	203	3094	กลูโคส และ Corn Steep Liquor 28 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน 6 ชั่วโมง	Nakahara et al. (1996)
S. mangrovei BULBRA 171	243.19	5332.67	GY (6: 1 กรัม/ ลิตร) 200 รอบ/ นาที 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน	การศึกษาครั้งนี้

สรุปผลการวิจัย

1. พันธุ์ไม้หลักจากป่าชายเลนแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี พบทั้งสิ้น 3 ชนิด คือ โกงกางใบเล็ก แสมทะเล และแสมขาว

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2. ทรอสโทไคตริดส์ในเดือนพฤษภาคมพบ 155 ไอโซเลท และเดือนกันยายนพบ 289 ไอโซเลท

3. เปอร์เซ็นต์การพบทรอสโทไคตริดส์จากตัวอย่างใบไม้ป่าชายเลนต่างชนิดกันมีความแตกต่างกัน ($p < 0.05$)

4. เปอร์เซ็นต์การพบทรอสโทไคตริดส์ในเดือนที่แตกต่างกัน (เดือนพฤษภาคม และเดือนกันยายน) มีความแตกต่างกัน ($p < 0.05$)

5. เดือนกันยายนมีเปอร์เซ็นต์การพบทรอสโทไคตริดส์ สูงกว่าเดือนพฤษภาคมทุกจุดเก็บตัวอย่าง ยกเว้นจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 (โคกกางใบเล็ก) และจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 (แสมทะเล) ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การพบทรอสโทไคตริดส์เท่ากันในทั้ง 2 เดือน

6. พบทรอสโทไคตริดส์ทั้งสิ้น 6 ชนิด คือ *S. limacinum, S. mangrovei, Schizochytrium* sp.1, *Schizochytrium* sp.2, *Ulkenia visurgensis* และ Thraustochytrid 1 โดยมีเปอร์เซ็นต์พบดังนี้

6.1 เดือนพฤษภาคมพบ *S. limacinum* สูงสุด (28.89%) รองลงมาคือ *S. mangrovei* (27.22%), *Schizochytrium* sp.1 (8.33%), Thraustochytrid 1 (1.67%) และ *Schizochytrium* sp.2 (0.56%)

6.2 เดือนกันยายนพบ *S.limacinum* สูงสุด (59.44%) รองลงมาคือ *S. mangrovei* (32.22%), *Schizochytrium* sp.2 (8.33%), *Ulkenia visurgensis* (1.67%) และ *Schizochytrium* sp.1 (0.56%)

7. ปริมาณกรดไขมันจากทรอสโทไคตริดส์ที่คัดแยกได้ดังนี้

7.1 ดีเอชเอ 0.98-243.19 มิลลิกรัม/ กรัมน้ำหนักแห้ง (0.55-49.47 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด) โดย *S. mangrovei* BULBRA 171 เป็นไอโซเลทที่มีดีเอชเอสูงสุด

7.2 อีพีเอ 0.18-6.47 มิลลิกรัม/ กรัมน้ำหนักแห้ง (0.08-5.65 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด) โดย *S. mangrovei* BULBRA 061 เป็นไอโซเลทที่มีอีพีเอสูงสุด

7.3 เออาร์เอ 0.20-9.88 มิลลิกรัม/ กรัมน้ำหนักแห้ง (0.10-14.23 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด) โดย S. *mangrovei* BULBRA 061 เป็นไอโซเลทที่มีเออาร์เอสูงสุด

ข้อเสนอแนะ

ควรทำการศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ที่มีผลต่อการพบทรอสโทไคตริดส์ เช่น ช่วงการขึ้นลงของน้ำทะเลบริเวณพื้นที่เก็บตัวอย่าง เวลาเก็บตัวอย่าง ปัจจัยสิ่งแวดล้อมลักษณะทางกายภาพของพื้นที่เก็บตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University