

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช การประชุมการป่าไม้ 2560 ประจำปี พ.ศ.

5 - 7 กันยายน พ.ศ. 2560
ณ มิราเคิล แกรนด์ คอนเวนชั่น

รวมพลังรักษป่า
ด้วยศาสตร์พระราชา

เล่ม 2



การประชุมวิชาการป่าไม้ ประจำปี พ.ศ. 2560

"รวมพลังรักไม้ป่า ด้วยศาสตร์พระราชา"

เล่ม 2

วันที่ 5-7 กันยายน พ.ศ. 2560
ณ มิราเคิล แกรนด์ คอนเวนชั่น, กรุงเทพฯ



การประชุมวิชาการป่าไม้ ประจำปี พ.ศ. 2560

วันที่ 5-7 กันยายน พ.ศ. 2560

ณ มิราเคิล แกรนด์ คอนเวนชั่น, กรุงเทพฯ

เอกสารประกอบการนำเสนอผลงาน เล่ม 2

จัดพิมพ์โดย สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
61 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

พิมพ์ครั้งที่ 1 สิงหาคม 2560

จำนวน จำนวน 400 เล่ม

คำนำ

ป่าไม้เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีคุณค่าอย่างยิ่งต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม และยังเป็นฐานของการพัฒนาประเทศในทุกด้าน ได้แก่ ด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมของประเทศ รวมทั้งทรัพยากรป่าไม้ยังมีความสัมพันธ์กับวิถีชีวิต วัฒนธรรม และความเป็นอยู่ของคนในสังคมอีกประการหนึ่ง แต่ปัจจุบันปัญหาการบุกรุกพื้นที่ของรัฐพื้นที่ป่าไม้ และตัดไม้ทำลายป่า ยังเพิ่มจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลกระทบทั้งต่อความหลากหลายทางชีวภาพของพืช และสัตว์ป่า ผลกระทบต่อสภาพเศรษฐกิจและสังคม รวมถึงความมั่นคงของประเทศตามมา ทั้งนี้ปัญหาทางด้านทรัพยากรป่าไม้เป็นปัญหาสำคัญที่ทุกรัฐบาลให้ความสำคัญมาโดยตลอด โดยรัฐบาลปัจจุบัน ยังได้ตระหนักถึงการรักษาความมั่นคงของฐานทรัพยากรและการสร้างสมดุลระหว่างการอนุรักษ์กับการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน โดยอยู่ภายใต้การดูแลของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรมป่าไม้ กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ เป็นหน่วยงานภาคปฏิบัติของรัฐที่มีหน้าที่ในการดูแลรักษา จัดการ ปันพื ส่งเสริมการจัดการทรัพยากรป่าไม้ให้เกิดความยั่งยืน รวมถึงสถาบันการศึกษา ได้แก่ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งเป็นหน่วยงานภาควิชาการที่ให้การสนับสนุนข้อมูลทางวิชาการป่าไม้เพื่อเสนอแนะประกอบการตัดสินใจในการดำเนินนโยบายป่าไม้ ผ่านการประชุมวิชาการ การสัมมนา การเสวนา และการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นผ่านในเวทีต่าง ๆ

การประชุมการป่าไม้ มีการดำเนินการมาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี พ.ศ. 2517 เป็นต้นมา จนปัจจุบันมีการจัดประชุมการป่าไม้ไปแล้วจำนวน 20 ครั้ง ซึ่งเป็นการนำเสนอผลงานทางวิชาการ รับฟังความคิดเห็นจากทั้งหน่วยงานภาครัฐ เอกชน นักวิชาการ การจัดนิทรรศการแสดงความก้าวหน้าทางด้านนวัตกรรมที่เกี่ยวข้องกับการป่าไม้ของประเทศ รวมทั้งการจัดแสดงนิทรรศการจากหน่วยงานภาคเอกชนที่เกี่ยวข้องกับการปลูกป่าเศรษฐกิจ และความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งถือเป็นหัวใจหลักของงานป่าไม้ที่สำคัญในอนาคต

ในปี พ.ศ. 2560 กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ได้รับเป็นเจ้าภาพหลักในการจัดการประชุมการป่าไม้ ครั้งที่ 21 ร่วมกับ กรมป่าไม้ กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ และคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำหนดให้มีการจัดการประชุมการป่าไม้ประจำปี 2560 ขึ้น ระหว่างวันที่ 5-7 กันยายน ณ โรงแรมมิราเคิล แกรนด์ โดยรูปแบบการประชุมประกอบด้วย การประชุมเสวนา อภิปราย นำเสนอผลงานทางวิชาการ และการจัดนิทรรศการด้าน เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้จากนักคิด นักวิชาการ ผู้ปฏิบัติงาน ประชาชน เอกชน การรวบรวมองค์ความรู้ และสร้างเครือข่ายการจัดการทรัพยากรป่าไม้ เพื่อนำไปสู่การบริหารจัดการทรัพยากรป่าไม้ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อความมั่นคงทางทรัพยากรธรรมชาติของประเทศ และความเป็นอยู่ของประชาชนในภาพรวม

สำหรับเล่มบทความและรายงานการประชุม (proceedings) ฉบับนี้ได้ผ่านการตรวจอ่านและปรับปรุงคุณภาพด้วยระบบการตรวจอ่านจากนักวิชาการ (peer reviewed) ซึ่งประกอบด้วยสาขาวิชาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาด้านการป่าไม้ ได้แก่ 1) การอนุรักษ์และการจัดการทรัพยากรป่าไม้ ลุ่มน้ำ อุทยานและพื้นที่คุ้มครอง 2) นิเวศวิทยาป่าไม้ สัตว์ป่า และความหลากหลายทางชีวภาพ 3) วนวัฒนวิทยาเพื่อการพัฒนาป่าไม้ 4) เทคโนโลยีวนผลิตภัณฑ์ 5) การมีส่วนร่วมของชุมชนเพื่อการจัดการป่าไม้และสังคม 6) การท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติ 7) วิศวกรรมป่าไม้และนวัตกรรมเพื่อสนับสนุนการจัดการทรัพยากรป่าไม้ และ 8) การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เป็นผลงานวิชาการจากคณาจารย์ นักวิชาการ หน่วยงานต่าง ๆ และนิสิต นักศึกษาจากหลายสถาบัน

คณะกรรมการจัดการประชุมใคร่ขอขอบพระคุณกรรมการจัดประชุมทุกฝ่าย ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน หน่วยงานและบุคลากรภาครัฐและเอกชนที่สนับสนุน ช่วยเหลือให้การประชุมการป่าไม้ ครั้งที่ 21 นี้ ประสบความสำเร็จ ลุล่วงไปด้วยดีทุกประการ

สารบัญ

เรื่อง

หน้า

วนวัฒนวิทยาเพื่อการพัฒนาป่าไม้

บรรยาย

พลวัตในพื้นที่ที่ฟื้นฟูตามธรรมชาติ และพื้นที่ด้วยไม้ต่างถิ่น บนพื้นที่สูง ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

1

รติรัตน์ ชั่งจันทร์ วาทีนี สวนผกา และ สมพร แม่ลัม

ความแปรผันของการเติบโต รูปทรง และแก่นของพะยูนอายุ 29 ปี ในแปลงทดสอบแม่ไม้ ณ สถานีวนวัฒนวิทยาห้วยผึ้ง จังหวัดนครราชสีมา

7

พรชชล หนูเทพ สมพร แม่ลัม วาทีนี สวนผกา และ สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ

การแปรผันของการเติบโต และลักษณะรูปทรงของยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา อายุ 3 ปี ในแปลงทดสอบแม่ไม้รุ่นที่สอง ที่สวนป่าลาดกระโทง จังหวัดฉะเชิงเทรา

16

วัชรภรณ์ พลศรี สมพร แม่ลัม และ วาทีนี สวนผกา

ผลของการตัดขยายระยะครั้งแรกต่อการเติบโตและรูปทรงของสักในสวนป่า

26

วรพรรณ หิมพานต์ และ ทศพร วัชรามูร

การร่วงหล่นและการย่อยสลายของกระถินเทพาในพื้นที่ฟื้นฟูเหมืองแร่

ณ สถานีวิจัยวนศาสตร์พังงา จังหวัดพังงา

37

สมिता ต้นสกุล รุ่งเรือง พูลศิริ สันต์ เกตุปราณีต และ เจษฎา วงศ์พรหม

การทดสอบสายต้นอะเคเซียลูกผสม

46

นรินทร์ เทศสร ประพาย แก่นนาค บรรดิษฐ์ หงษ์ทอง สุชาติ นัมพิลา สุทัศน์ เล้าสกุล และ วิฑูรย์ เหลืองวิริยะแสง

สมบัติดิน การเติบโต และผลผลิตของสวนป่าอะเคเซีย ภายหลังการใส่ปุ๋ย

ณ สถานีวนวัฒนวิทยาสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา

55

ณภัทรชนน สีนวนดำ รุ่งเรือง พูลศิริ และ สันต์ เกตุปราณีต

การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพและในดินของการปลูกป่าบนพื้นที่สูง

ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

64

สุปราณี คงแรม สาพิศ ดิลกสัมพันธ์ รุ่งเรือง พูลศิริ และ นรินทร์ จำวงษ์

การศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้เต่า ในพื้นที่โครงการศูนย์ภูฟ้าพัฒนา จังหวัดน่าน

74

วินัย แก้วดีเลิศ ชิงชัย วิริยะบัญชา และ วิโรจน์ รัตนพรเจริญ

มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของยูคาลิปตัสจัดทะเบียนสายพันธุ์ใหม่

86

อังสุมา พิณทอง ชุติกานต์ หุตะแสงชัย สิริลักษณ์ ตาตะยานนท์ เบญจรัตน์ พรหมเพ็ญ และ ธิติ วิสารรัตน์

โปสเตอร์

ผลของระยะปลูกต่อสมบัติดินบางประการของสวนป่ากระถินณรงค์ ณ สถานีวนวัฒนวิทยาสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา

95

สุชาย ด้วงชนะ และ รุ่งเรือง พูลศิริ

การทดสอบถิ่นกำเนิดไม้ยางนาที่สถานีวนวัฒนวิทยาสุราษฎร์ธานี

105

อภิชาติ รสิดานนท์ และ วรญาณ ราษฎร์เจริญ

การทดสอบถิ่นกำเนิดไม้รักที่สถานีวนวัฒนวิทยาสุราษฎร์ธานี

113

อภิชาติ รสิดานนท์ และ วรญาณ ราษฎร์เจริญ

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง

หน้า

การจัดการทรัพยากรสัตว์ป่า

บรรยาย

การศึกษาจุดเชื่อมต่อที่เหมาะสมสำหรับการเชื่อมต่อป่าอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ และอุทยานแห่งชาติทับลาน
บริเวณถนนเส้น 304 119

กลุ่มงานวิจัยสัตว์ป่า, สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า, กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

การสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพของป่าไม้และสัตว์ป่า พื้นที่ห้วยลำสะโตน อุทยานแห่งชาติตาพระยา
ชัยยงค์ บัวบาน ทรงธรรม สุขสว่าง และณัฐนรี เชื้อเทียม 130

ประชากรและการใช้พื้นที่อาศัยของช้างป่าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่
มนันยา พลาอาด รองलग สุขมาสรวง และ วิจักขณ์ ฉิมโฉม 142

ปัจจัยที่มีผลต่อการปรากฏของช้างป่าที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่
จุฑามาศ ไม้สุข สมมิตร พุกงาม และ รองलग สุขมาสรวง 151

ความมากมาย และการกระจายของสัตว์ในอันดับสัตว์กีบคู่ (Artiodactyla) บางชนิด
ในอุทยานแห่งชาติคลองลาน จังหวัดกำแพงเพชร 160
ฐานวุฒิ พลอยสังข์ และ รองलग สุขมาสรวง

สัณฐานวิทยา การเจริญเติบโตและพฤติกรรมบางประการของไก่ฟ้าหางลายขวางในสภาพกรงเลี้ยง
ศุภรัตน์ รัตนจักร กลิ่นศักดิ์ ปิณฑะ อัคริน บุญรอด และ รองलग สุขมาสรวง 169

พฤติกรรมการฟักไข่และเลี้ยงดูลูกอ่อนของนกแสก (*Tyto alba*) ในรังเทียมบริเวณสวนปาล์มน้ำมัน
อำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี 178
จิราภรณ์ เกิดรัตนชีวิน เกรียงศักดิ์ หามะฤทธิ์ และ ประทีป ด่วงแค

ความหลากหลายชนิดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในพื้นที่อุทยานแห่งชาติสาละวิน จังหวัดแม่ฮ่องสอน
ลิขิต ไหวพรม ประทีป ด่วงแค ยอดชาย ช่วยเงิน ยุทธนา ศรีเงินงาม จันทฤทธิ์ ช่วยเงิน สุธีร์ ดวงใจ 188

การเปลี่ยนแปลงของสังคมสัตว์ขาปล้องในดินบริเวณพื้นที่ฟื้นฟู ฤๅณ เหมืองหินปูน จังหวัดสระบุรี
สุพินโญ จรุงกลาง วัฒนชัย ตาเสน และ เดชา วิวัฒน์วิทยา 198

โครงสร้างและองค์ประกอบของรังมดแดงในประเทศไทย
ทิพากร ภูสาคร และ เดชา วิวัฒน์วิทยา 205

โปสเตอร์

ผลของช่องว่างป่าต่อความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดินบริเวณป่าดิบเขา เขตสงวนชีวมณฑลห้วยคอกม้า
จังหวัดเชียงใหม่ 214
ชนิษฐา ลิปวน เดชา วิวัฒน์วิทยา และ วัฒนชัย ตาเสน

ความหลากหลายของชนิดปลวกในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ
จังหวัดสกลนคร 224
กฤษณา ขายกวอด และ จิตติมา อยู่หาญ

ความหลากหลายของราทำลายแมลงในป่าอนุรักษ์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย
วันันดา หิมะมาน ปานรดา แจ่มสันติยะ บารมี สกลรักษ์ สุชาติ มงคลสัมฤทธิ์ กิตติมา ด่วงแค 229
และ กฤษณา พงษ์พานิช

ความหลากหลายชนิดและเขตการแพร่กระจายของด้วงคีมวงศ์ Lucanidae ในพื้นที่ป่าอนุรักษ์
นงพงา ปาเฉย แก้ววิภา รัตนจันทร์ อิศราพงษ์ วรมาบ และ มรุต เครือหงษ์ 236

คุณภาพน้ำของลำธารเขาพระบาทในอุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ ระหว่างงานประเพณีนมัสการรอยพระบาท
แก้ววิภา รัตนจันทร์ นงพงา ปาเฉย อิศราพงษ์ วรมาบ มรุต เครือหงษ์ และนิพนธ์ ภิญโญ 243

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
นิเวศวิทยาป่าไม้ และความหลากหลายทางชีวภาพ	
บรรยาย	
พรรณไม้ต้นที่มีการกระจายพันธุ์อย่างต่อเนื่องในป่าดิบชื้นภาคใต้ของประเทศไทย พรสวรรค์ เฉลิมวงศ์	251
กระถิ่นทางกระรอก พันธุ์ไม้ต่างถิ่นรุกรานชนิดใหม่ในประเทศไทย พนิดา รุ่งรัตนกุล สิริพันธ์ ตียนานท์ และ กิตติยา สิงห์ทอง	261
ศักยภาพของกล้าไม้แสมขาว (<i>Avicennia alba</i> BL.) และโกงกางใบเล็ก (<i>Rhizophora apiculata</i> BL.) ในการดูดซับสังกะสีและตะกั่ว รัตนา ศรีเพ็ชร รุ่งเรือง พูลศิริ และ สันต์ เกตุปราณีต	270
การตรวจติดตามความหลากหลายชนิดพันธุ์ การสะสมคาร์บอน และความชื้นในดินใน ป่าเต็งรังที่มีไฟป่าและไม่มีไฟป่า บริเวณสถานีวิจัยวนวัฒนวิทยา จังหัดเชียงใหม่ อำไพ พรสิแสงสุวรรณ สมชาย นองเนื่อง และ วรพจน์ คำใบ	275
การประมาณผลผลิตสุทธิของระบบนิเวศในป่าชายเลนรุ่มสอง จังหัดตราด สุชาติพย์ อำนวยสิน หนูวงศ์ แสงเทียน และ ศศิธร พ่วงปาน	287
ชีพลักษณะและความสำเร็จการสืบพันธุ์ของต้นลาน ลักขณา แสงอุไรเพ็ญ และ พัชรกิติ เฟื่องสกุล	298
ชีพลักษณะของไม้ใหญ่ต่อการฟื้นฟูระบบนิเวศป่าในเมืองคั้งบางกะเจ้า จังหัดสมุทรปราการ รัตติกาล ปานเจริญ มณฑาทิพย์ โสมมีชัย สมพร แม่ลัม และ วาทีนี สอนผกา	306
แหล่งพันธุ์กรรมของกลุ่มชนิดรักใหญ่ เพื่อการคัดเลือกแม่ไม้พันธุ์ดีในการผลิตยางรักของไทย์ สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ วิชาญ เอียดทอง และ แก้วนภา กิตติบรรพชา	318
การเติบโตและลักษณะสัณคัมพืชของป่าที่เกิดจากการปลูกฟื้นฟูและการทดแทนตามธรรมชาติ บริเวณพื้นที่ศูนย์ภูฟ้าพัฒนา จังหัดน่าน สคาร ทีจันทิก รัชณุ เกิดเชิดชู และ ชัยอนันต์ ขมจันทร์คำ	330
รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในการพิจารณางาน	337

พลวัตในพื้นที่ฟื้นฟูตามธรรมชาติ และฟื้นฟูด้วยไม้ต่างถิ่น บนพื้นที่สูง
ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

Seedling dynamic in Natural Restoration and Exotic Tree Species Restoration
in Highland at AngKhangRoyal Agricultural Station, Chiang Mai Province

รติรัตน์ ชั่งจันทร์ วาทีนี สวนพกา* และ สมพร แม่ลิ้ม

RatiratChanagjan Wathinee Ssuanpaga* and Somporn Maelim

¹ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

¹Department of Silviculture, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

* Corresponding Author; E-mail: wathinee.s@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษากล้าไม้ในพื้นที่ฟื้นฟูตามธรรมชาติ และฟื้นฟูด้วยไม้ต่างถิ่น บนพื้นที่สูงเพื่อทราบถึงลักษณะโครงสร้างสังคมพืชของกล้าไม้ และองค์ประกอบชนิดพันธุ์กล้าไม้ในพื้นที่ฟื้นฟูที่แตกต่างกัน โดยศึกษา 2 พื้นที่คือ แปลงป่าฟื้นฟูตามธรรมชาติ และแปลงป่าฟื้นฟูด้วยไม้ต่างถิ่น วางแปลงทดลองขนาด 40x40 ตารางเมตรอย่างละ 3 แปลง และวางแปลงขนาด 1x1 ตารางเมตร จำนวน 4 แปลง ภายในแปลง 40x40 ตารางเมตร บันทึกข้อมูลความสูงและติดหมายเลขกล้าไม้ทุกต้นภายในแปลง 1x1 ตารางเมตรทำการเก็บข้อมูลตั้ง พ.ศ. 2555 -2558 ปีละ 1 ครั้ง โดยทำการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสำคัญของพรรณไม้ (importance value index, IVI) ความหนาแน่น (density, D) ดัชนีความหลากหลายชนิดของพรรณไม้โดยใช้สมการของ Shannon-Wiener Index

จากการศึกษาพบว่ากล้าไม้ที่สำรวจพบในพื้นที่ที่มีการฟื้นฟูตามธรรมชาติ มีจำนวน 18 สกุล 15 วงศ์ และพื้นที่ฟื้นฟูด้วยไม้ต่างถิ่นมีจำนวน 10 สกุล 9 วงศ์ ความหนาแน่นของกล้าไม้ในปี 2555 -2558 ในแปลงฟื้นฟูตามธรรมชาติเท่ากับ 625, 1,063, 1,229 และ 1,271 ต้นต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ และแปลงฟื้นฟูด้วยไม้ต่างถิ่นเท่ากับ 13,625, 6,479, 4,417 และ 3,271 ต้นต่อเฮกแตร์ตามลำดับ

คำสำคัญ: การฟื้นฟูป่า การเจริญทดแทน การเติบโต

ABSTRACT

Seedling in natural restoration and exotic tree species restoration in highland was studied. This study aimed at structure characteristics of seedling, the seedling species composition in different restorations and seedling database. Forest natural restoration and exotic tree species restoration were investigated. In each site, three sample plots (40mx40m) and four sample plots (1mx1m) were carried out. Furthermore, tree height (H) was measured and also marked all trees in 1mx1m plots. The measurements were conducted once per year during 2012 to 2015. The importance value index (IVI), density (D) and the Shannon-Wiener index were analyzed.

The results showed that seedling in natural restoration had 18 species 15 families and seedling in exotic tree species restoration had 10 species 9 families. The seedling density in natural restoration were 625, 1,063, 1,229 and 1,271 tree/ha, respectively. Meanwhile, exotic tree species restoration were 13,625, 6,479, 4,417 and 3,271 tree/ha, accordingly.

Keywords: forest restoration, regeneration, growth

คำนำ

พื้นที่ป่าไม้บริเวณดอยอ่างขางในอดีตนั้นถูกบุกรุก มีการตัดไม้ทำลายป่าเพื่อทำไร่เลื่อนลอยซึ่งทำให้ป่าไม้บนภูเขาเหลือน้อย ดินไม่สามารถอุ้มน้ำเอาไว้ได้ ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ ส่งผลให้ดอยอ่างขางมีสภาพเป็นดอยหัวโล้นเป็นระยะเวลานานจากอดีต พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดชทรงมีพระราชดำริให้ชาวไทยภูเขาที่อาศัยอยู่ตามดอยต่าง ๆ ทางภาคเหนือเลิกการปลูกฝิ่นและทำไร่เลื่อนลอย และในปี พ.ศ. ได้มีพระราชดำริให้โครงการหลวงได้ดำเนินการศึกษาวิจัยไม้โตเร็วที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ศึกษาพันธุ์ไม้โตเร็วจากต่างประเทศเพื่อใช้ในการฟื้นฟูพื้นที่เสื่อมโทรมจากการทำไร่เลื่อนลอย โดยเริ่มนำพรรณไม้ต่างถิ่นมาปลูกในปี 2525 เป็นต้นมา โดยทำการเลือกพรรณไม้ที่มีความสำคัญและเติบโตได้ดี ได้แก่ เพราลิเณีย กระถินดอย เมเปิลหอม การบูร สนหนาม และจันทร์ทองเทศ (มูลนิธิโครงการหลวง, 2554)

ซึ่งปัจจุบันมีสวนป่าสาธิตที่ปลูกเพื่อการทดลองวิจัยที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางรวม 800 ไร่ และพบว่าไม้โตเร็วต่างถิ่นและไม้หลายชนิดที่สามารถขึ้นได้ดีบนที่สูงและสามารถกระจายไปปลูกทดแทนป่าไม้ในพื้นที่สูงอื่นได้ดี สามารถพัฒนางานป่าไม้ และยังช่วยการฟื้นฟูสภาพป่า ป่าไม้มีความสามารถที่จะฟื้นตัวกลับมาเป็นสังคมดั้งเดิมได้ด้วยตัวของมันเอง ซึ่งการทดแทนทางธรรมชาติต้องใช้ระยะเวลาที่ค่อนข้างยาวนานกว่าที่ปัจจัยต่าง ๆ จะมีความเหมาะสมต่อการสืบต่อพันธุ์ของไม้ดั้งเดิม สำหรับพื้นที่ที่มีการทำลายอย่างหนักจะมีโอกาสในการทดแทนเข้าสู่ป่าถาวร ค่อนข้างเป็นไปได้ยากและต้องใช้ระยะเวลานานมากขึ้นหลายเท่า วิธีที่จะช่วยร่นระยะเวลาและขั้นตอนต่าง ๆ ได้นั้นอาจทำได้โดยการใช้พืชเบิกนำ หรือไม้โตเร็ว ปลูกลงในพื้นที่ป่าที่ถูกทำลายหลังจากนั้นจึงปล่อยให้เกิดการทดแทนตามธรรมชาติในช่วงเวลาถัดไป การศึกษาครั้งนี้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงลักษณะและโครงสร้างสังคมพืชของกล้าไม้ และองค์ประกอบชนิดพันธุ์กล้าไม้ในพื้นที่ฟื้นฟูที่แตกต่างกัน

อุปกรณ์และวิธีการ

สถานที่ทำการศึกษา

สถานีเกษตรหลวงอ่างขางตั้งอยู่ในเขตหมู่บ้านคุ้มหมู่ที่ 5 ต.แม่งอน อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 1,400 เมตร มีพื้นที่ที่ใช้ทำการเกษตรในงานวิจัยประมาณ 1,989 ไร่ (อิทธิพงศ์, 2557) มีสภาพภูมิอากาศอบอุ่นและแห้งแล้งในฤดูหนาว อุณหภูมิเฉลี่ย 9.1 – 25.9 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 17.5 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2,152 มิลลิเมตรต่อปีมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 65.9 พื้นที่บริเวณดอยอ่างขางมีลักษณะเป็นแอ่งคล้ายกระทะ ประกอบด้วยเขาหินปูนและเขาหินดินดาน (มูลนิธิโครงการหลวง, 2555) สภาพป่าโดยทั่วไปถูกทำลายเป็นป่าเสื่อมโทรม ในปัจจุบันเป็นขั้นของการทดแทน ซึ่งเห็นได้จากการที่มีไม้เบิกนำ เช่น สาบหมา (*Eupatorium adenophorum* Spreng.) และพรรณไม้ในวงศ์ทานตะวัน (*Asteraceae*) อีกหลายชนิด ในอีกหลายพื้นที่ได้มีการปลูกป่าทดแทน และในพื้นที่ดั้งเดิมที่ไม่ค่อยถูกบุกรุกมาก สภาพป่าจะเป็นป่าดิบเขา (ภุชญา, 2550)

การเก็บข้อมูลการเติบโต

การศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาในพื้นที่ฟื้นฟูตามธรรมชาติและพื้นที่ปลูกฟื้นฟูด้วยไม้ต่างถิ่น จำนวนพื้นที่ละ 3 แปลง วางแปลงขนาด 1x1 ตารางเมตร จำนวน 4 แปลง ภายในแปลง 40x40 ตารางเมตร ทั้ง 6 แปลงใหญ่ เพื่อทำการเก็บข้อมูลกล้าไม้ (seedling) วัดความสูงด้วยเทปวัดระยะทางของกล้าไม้ทุกต้นที่อยู่ในแปลงทำการเก็บข้อมูลกล้าไม้ 4 ครั้ง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555-พ.ศ.2558 ปีละ 1 ครั้ง เพื่อนำมาวิเคราะห์ ค่าดัชนีความสำคัญของพรรณไม้ (importance value index, IVI) ผลรวมของค่าความสัมพันธ์ของความถี่ ความหนาแน่น ดัชนีความหลากหลายชนิดของพรรณไม้โดยใช้สมการของ Shanon-Wiener Index (สมบุญ, 2556)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลความแตกต่างทางสถิติของความสูง จำนวนชนิด ในรูปแบบการฟื้นฟูที่แตกต่างกัน โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน (independent samples)

ผลและวิจารณ์

จากการศึกษาลักษณะสังคมพืชในแปลงฟื้นฟูตามธรรมชาติในปี 2555 - 2558 มีจำนวนชนิดที่พบเท่ากับ 9, 11, 13 และ 14 ตามลำดับ โดยชนิดที่สำรวจพบมีจำนวน 18 ชนิด ได้แก่ การบูร (*Cinnamomum camphora*) กางหลวง (*Albizia chinensis*) คำหุด (*Engelhardtia spicata*) กล้วยฤาษี (*Diospyros glandulosa*) ไข่ปู (*Maesa indica*) ต้างหลวง (*Trevesia palmata*) กำลึงเสือโคร่ง (*Strychnos axillaris*) จันทน์ทองเทศ (*Fraxinus griffithii*) แห้วพันจันทร์ (*Dumasia villosa*) ไม้ป่า (*Ficus subpisocarpa*) (Table1) และแปลงฟื้นฟูด้วยไม้ต่างถิ่น ในปี 2555 - 2558 มีจำนวนชนิดที่พบเท่ากับ 8, 8, 5 และ 6 ตามลำดับ โดยชนิดที่สำรวจพบมีจำนวน 10 ชนิด ได้แก่ จันทน์ทองเทศ (*Fraxinus griffithii*) กางหลวง (*Albizia chinensis*) คำหุด (*Engelhardtia spicata*) กระถินดอย (*Acacia confusa*) นางพญาเสือโคร่ง (*Prunus cerasoides*) ต้างหลวง (*Trevesia palmata*) สีวละที (*Bridelia glauca*) เหมือดคนตัวผู้ (*Helicia nilagirica*) การบูร (*Cinnamomum camphora*) ขี้บั้ง (*Litsea monopetala*) (Table2)

ซึ่งกล้าไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญมากที่สุด 3 อันดับแรกในแปลงป่าฟื้นฟูตามธรรมชาติ ได้แก่ ไม้ป่า (*Ficus subpisocarpa*) การบูร (*Cinnamomum camphora*) คำหุด (*Engelhardtia spicata*) และแปลงป่าฟื้นฟูด้วยไม้ต่างถิ่น ได้แก่ จันทน์ทองเทศ (*Fraxinus griffithii*) การบูร (*Cinnamomum camphora*) ขี้บั้ง (*Litsea monopetala*) (Table2)

Table 1 Importance value index (IVI) of natural restoration in 2012 – 2015.

Species names	Family	2012	2013	2014	2015
<i>Cinnamomum camphora</i>	LAURACEAE	46.67	49.19	50.85	29.33
<i>Albizia chinensis</i>	FABACEAE	31.67	31.12	13.56	13.70
<i>Engelhardtia spicata</i>	JUGLANDACEAE	31.67	12.62	13.56	15.63
<i>Diospyros glandulosa</i>	EBENACEAE	25.00	14.58	3.39	5.21
<i>Maesa indica</i>	PRIMULACEAE	20.00	40.49	10.17	10.42
<i>Trevesia palmata</i>	ARALIACEAE	20.00	14.58	10.17	12.06
<i>Strychnos axillaris</i>	LOGANIACEAE	8.33	6.31		
<i>Fraxinus griffithii</i>	OLEACEAE	8.33	6.31	3.39	5.21
<i>Dumasia villosa</i>	PAPILIONOIDEAE	8.33	6.31	13.56	5.21
<i>Ficus subpisocarpa</i>	MORACEAE		12.19		70.32
<i>Litsea monopetala</i>	LAURACEAE				10.42
<i>Litsea cubeba</i>	LAURACEAE			6.78	
<i>Prunus cerasoides</i>	ROSACEAE		6.31	3.39	5.21
<i>Zanthoxylum limonella</i>	RUTACEAE			30.51	5.21
<i>Chukrasia velutina</i>	MELIACEAE			3.39	
<i>Melicope pteleifolia</i>	RUTACEAE				6.85
<i>Litsea glutinosa</i>	LAURACEAE			37.29	
<i>Lannea coromandelica</i>	ANACARDIACEAE				5.21

Table 2 Importance value index (IVI) of exotic tree species restoration in 2012 – 2015.

Species names	Family	2012	2013	2014	2015
<i>Fraxinus griffithii</i>	OLEACEAE	194.50	138.01	163.84	150.77
<i>Albizia chinensis</i>	FABACEAE	2.14	5.88	8.81	7.78
<i>Engelhardtia spicata</i>	JUGLANDACEAE	1.53	7.16	9.75	7.78
<i>Acacia confusa</i>	LEGUMINOSAE	0.61	5.88		
<i>Prunus cerasoides</i>	ROSACEAE	0.31	5.88		
<i>Trevesia palmata</i>	ARALIACEAE	0.31	5.88		
<i>Bridelia glauca</i>	EUPHORBIACEAE	0.31	5.88	8.81	7.78
<i>Helicia nilagirica</i>	PROTEACEAE	0.31			
<i>Cinnamomum camphora</i>	LAURACEAE		25.44	8.81	16.20
<i>Litsea monopetala</i>	LAURACEAE				9.69

ความหนาแน่นของกล้าในแปลงฟื้นฟูตามธรรมชาติปี พ.ศ. 2555 -2558 เท่ากับ 625, 1,063, 1,229 และ 1,271 ต้นต่อเฮกเตอร์ ตามลำดับ และแปลงฟื้นฟูด้วยไม้ต่างถิ่นปี พ.ศ. 2555 -2558 เท่ากับ 13,625, 6,479, 4,417 และ 3,271 ต้นต่อเฮกเตอร์ตามลำดับ ความสูงเฉลี่ยของกล้าไม้ในแปลงฟื้นฟูตามธรรมชาติปี พ.ศ. 2555 -2558 เท่ากับ 33.9, 25.26, 30.51 และ 36.31 เซนติเมตร ตามลำดับ และแปลงฟื้นฟูด้วยไม้ต่างถิ่นปี พ.ศ. 2555 -2558 เท่ากับ 5.35, 8.03, 13.08 และ 14.89 เซนติเมตร ตามลำดับ ดัชนีความหลากหลายของกล้าไม้ในแปลงฟื้นฟูตามธรรมชาติปี 2555 - 2558 เท่ากับ 1.98, 1.95, 2.19 และ 1.80 ตามลำดับ ดัชนีความหลากหลายของกล้าไม้ในแปลงฟื้นฟูด้วยไม้ต่างถิ่นปี 2555 - 2558 เท่ากับ 0.17, 0.33, 0.16 และ 0.33 ตามลำดับ (Table 3)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า จำนวนชนิดของกล้าไม้ในปี 2554 และ ปี 2555 พบว่า แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (>0.05) (Table 6) การเปลี่ยนแปลงของกล้าไม้ในการทดแทนในแปลงฟื้นฟูตามธรรมชาติ จะเห็นได้ว่าความหนาแน่นของกล้าไม้เพิ่มมากขึ้นในทุกปี และในปี 2558 มีจำนวนชนิดเพิ่มขึ้นจากปี 2555 เท่ากับ 5 ชนิด และมีแนวโน้มที่ความสูงเฉลี่ยของกล้าไม้เพิ่มขึ้นทุกปีและในปี 2557 กล้ายาชิ (*Diospyros glandulosa*) ได้มีการเติบโตไปเป็นไม้รุ่น (Table 4) และในแปลงฟื้นฟูด้วยไม้ต่างถิ่น จะเห็นว่าความหนาแน่นและจำนวนชนิดของกล้าไม้มีจำนวนลดลง ในขณะที่ความสูงเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในทุกปี กางหลวง (*Albizia chinensis*) แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการตั้งตัวของกล้าไม้ แหลมไทย และคณะ (2555) พบว่าการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติในระดับลูกไม้และกล้าไม้ในพื้นที่ปลูกป่าเสริมมีความหนาแน่นของลูกไม้และกล้าไม้ สูงกว่าพื้นที่ทดแทนตามธรรมชาติ อาจเป็นไปได้ว่าการปลูกป่าเสริมช่วยกระตุ้นให้ป่ามีการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติได้ดีขึ้น พัฒนพงษ์ (2530) ได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสังคมพืชของป่าดิบเขาบริเวณสถานีต้นน้ำห้วยน้ำดัง จังหวัดเชียงใหม่กล้าไม้ 27 ชนิด มีความหนาแน่น 7,000 ต้น/ไร่ จะเห็นได้ว่าพื้นที่ฟื้นฟูตามธรรมชาติและการฟื้นฟูด้วยไม้ต่างถิ่นที่อ่างขาง ยังมีจำนวนชนิด และ ความหนาแน่นที่น้อยกว่า และส่วนใหญ่จะเป็นพันธุ์ไม้ที่นำมาปลูก และยังไม่มีพันธุ์ไม้สำคัญของป่าดิบเขาปรากฏให้เห็น

Table 3 species richness, density, mean height, Shannon-Wiener Index in 2012 – 2015.

	Natural Restoration				exotic tree species restoration			
	2012	2013	2014	2015	2012	2013	2014	2015
Species richness (species ha ⁻¹)	9	11	13	14	8	8	5	6
Increase Species(species ha ⁻¹)		2	4	4		1		1
Decrease Species(speciesha ⁻¹)			2	3		1	3	
Density (treeha ⁻¹)	625	1,063	1,229	1,271	13,625	6,479	4,417	3,271
Mean Height (cm)	33.9	25.26	30.51	36.31	5.35	8.03	13.08	14.89
Shannon-Wiener Index	1.98	1.95	2.19	1.80	0.17	0.33	0.16	0.33

Table 4 mean height (cm) of natural restoration in 2012 – 2015.

Species names	2012	2013	2014	2015
<i>Diospyros glandulosa</i>	55.45±6.45	85.80±13.66	153.50±0	170±0
<i>Albizia chinensis</i>	43.83±33.07	49.93±33.54	69.85±8.31	74.2±29.34
<i>Cinnamomum camphora</i>	23.65±24.82	20.69±20.91	26.2±26.42	35.91±58.19
<i>Strychnos axillaris</i>	30.3±0	41±0		
<i>Ficus subpisocarpa</i>		7.63±1.45		13.93±1.56
<i>Litsea monopetala</i>				9.56±3.89
<i>Maesa indica</i>	32.94±25.13	24.51±30.72	103.37±29.12	96.84±50.20
<i>Engelhardtia spicata</i>	14.92±8.59	30.30±2.55	34.42±23.59	54.13±23.48
<i>Fraxinus griffithii</i>	29.50±0	32.2±0	35.4±0	51.50±0
<i>Litsea cubeba</i>			16.05±0.64	
<i>Prunus cerasoides</i>			28.2±0	48.3±0
<i>Zanthoxylum limonella</i>			15.96±6.42	46.3±0
<i>Trevesia palmata</i>	48.24±10.41	50.30±13.86	60.77±20.07	65.84±26.38
<i>Chukrasia velutina</i>			7.3±0	
<i>Melicope pteleifolia</i>				18.15±5.16
<i>Litsea glutinosa</i>			9.53±3.17	
<i>Dumasia villosaaker</i>	3.8±0	5.5±0	21.13±7.22	30.3±0
<i>Lannea coromandelica</i>				11.5±0

Table 5 mean height (cm) of exotic tree species restoration in 2012 – 2015.

Species names	2012	2013	2014	2015
<i>Acacia confusa</i>		4.1±0		
<i>Albizia chinensis</i>	89.1±43.70	95.1±45.82	49.75±44.90	52.45±45.89
<i>Cinnamomum camphora</i>	8.26±5.76	9.51±9.32	7.1±0	12.17±5.53
<i>Litsea monopetala</i>				5.28±1.40
<i>Engelhardtia spicata</i>	8.08±2.62	8.28±2.20	8.8±1.25	4.5±0
<i>Fraxinus griffithii</i>	4.91±9.84	7.25±14.93	12.55±21.87	14.39±24.08
<i>Prunus cerasoides</i>	2.6±0	5.1±0		
<i>Trevesia palmata.</i>	41.5±0	41.5±0		
<i>Bridelia glauca</i>		60.1±0	67.6±0	71±0
<i>Helicia nilagirica</i>	16.5±0			

Table 6 mean height, species richness in 2012 – 2015.

		Natural Restoration	Exotic tree species	T-test
			restoration	
Mean Height (cm)	2012	46.37±16.80	22.79±17.71	0.97 ^{ns}
	2013	28.83±2.19	25.83±18.44	0.16 ^{ns}
	2014	27.14±5.25	34.83±23.37	0.32 ^{ns}
	2015	32.08±5.46	37.13±23.93	0.21 ^{ns}
	F-test	0.89 ^{ns}	0.11 ^{ns}	
Species richness (species ha ⁻¹)	2012	5.33±1.76	3.67±1.76	0.68 ^{ns}
	2013	7.33±1.33	3.67±1.45	1.86 ^{ns}
	2014	2.33±0.88	8.33±1.45	3.53 [*]
	2015	3.00±1.15	9.00±1.53	3.13 [*]
	F-test	1.10 ^{ns}	0.22 ^{ns}	

Remarks: * Significant difference at $p < 0.05$; ns Non-significant difference at $p \geq 0.05$

สรุป

จากการศึกษากล้าไม้ในพื้นที่ฟื้นฟูตามธรรมชาติ และฟื้นฟูด้วยไม้ต่างถิ่นพบว่ากล้าไม้ที่สำรวจพบในพื้นที่ที่มีการฟื้นฟูตามธรรมชาติ มีจำนวน 18 ชนิด 15 วงศ์ และกล้าไม้ที่ฟื้นฟูด้วยไม้ต่างถิ่นมีจำนวน 10 ชนิด 9 วงศ์ พรรณไม้ที่มีดัชนีความสำคัญมากที่สุดในการปลูกฟื้นฟูตามธรรมชาติ ได้แก่ ไม้ป่า (*Ficus subpisocarpa*) การบูร (*Cinnamomum camphora*) คำหุด (*Engelhardtia spicata*) และแปลงป่าฟื้นฟูด้วยไม้ต่างถิ่น ได้แก่ จันทน์ทองเทศ (*Fraxinus griffithii*) การบูร (*Cinnamomum camphora*) ขี้ผึ้ง (*Litsea monopetala*) จะเห็นได้ว่าแปลงฟื้นฟูด้วยไม้ต่างถิ่นความหนาแน่นจำนวนมีมากกว่า แต่ความสูงเฉลี่ยนั้นแปลงฟื้นฟูตามธรรมชาติมีมากกว่า จำนวนชนิด ในแปลงป่าฟื้นฟูตามธรรมชาติ และแปลงป่าฟื้นฟูด้วยไม้ต่างถิ่นมีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากทั้งสองพื้นที่นั้นมีความแตกต่างกันด้านพื้นที่ไม่มากนักการเจริญทดแทนนั้นจึงเป็นไปคล้าย ๆ กัน พันธุ์ไม้ที่เกิดขึ้นทดแทนนั้นส่วนใหญ่จะเป็นชนิดเดียวกัน

เอกสารอ้างอิง

- พัฒนพงษ์ สุขสมอรธ. 2530. การเปลี่ยนแปลงสังคมพืชของป่าดิบเขา บริเวณต้นน้ำห้วยน้ำดัง จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ภูษณาณู แสงอ่อน. 2550. ปริมาณการร่วงหล่นและการสลายตัวของซากพืชในสวนป่าไม้ต่างถิ่น ณ ดอยอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มูลนิธิโครงการหลวง 2554. งานป่าไม้บนดอยอ่างขาง. วารสารสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง 3 (3): 1-28.
- _____. 2555. สถานีเกษตรหลวงอ่างขางอำเภอฝางจังหวัดเชียงใหม่.
- แหล่งที่มา: <http://www.royalprojectthailand.com/station-angkhong>, 10 พฤษภาคม 2558.
- สมบูรณ์ กิริติประยูร. 2556. นิเวศวิทยาป่าไม้: การได้มาของข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น.
- ใน เอกสารประกอบการอบรม แนวทางการเก็บข้อมูลการเก็บคาร์บอนและวิเคราะห์ความหลากหลายทางชีวภาพในชุมชน 11-15 ธันวาคม 2556. สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช, นครราชสีมา.
- แหลมไทย อาษานอก, ดอกกรีก มารอด และ อัมพร ปานมงคล. 2555. การฟื้นฟูป่าดิบเขาในประเทศไทย: กรณีศึกษาพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.
- อิทธิพงศ์ วรรณลังกา. 2557. มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และปริมาณสารอาหารในสวนไม้ที่มีอายุต่างกัน ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ความแปรผันของการเติบโต รูปทรง และแก่นของพะยู่อายุ 29 ปี ในแปลงทดสอบแม่ไม้
ณ สถานีวนวัฒนวิจัยหมู่สี่ จังหวัดนครราชสีมา

Variation in Growth, Stem Form and Heartwood of *Dalbergia cochinchinensis* Pierre
at 29-years-old in a Progeny Trials at Mu Si Silvicultural Research Station,
Nakhon Ratchasima Province

พรชชช หนุเทพ^{1*} สมพร แม่ลิ้ม¹ วาทีนี สวนผกา¹ และ สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ²
Patsachon Nhutep^{1*} Somporn Maelim¹ Wathinee Suanpaga¹ and Suwan Tangmitcharoen²

¹คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

¹Faculty of Forestry, Kasetsart University

²สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ

²Research and Forest Development's Office, Royal Forest Department, Bangkok

*Corresponding Author; E-mail: patsachonnhutep@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาการเติบโต รูปทรง และแก่นของพะยู่อายุ 29 ปี ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ แต่ละซ้ำประกอบด้วย พะยู่จำนวน 85 แม่พันธุ์ (families) จาก 7 ถิ่นกำเนิด ทำการวัด DBH ความสูง และประเมินลักษณะรูปทรงของพะยู่ทุกต้นในแปลง ตลอดจนศึกษาอัตราการรอดตายของพะยู่ในแปลง คัดเลือกแม่พันธุ์ที่อยู่ในเกณฑ์ดี 20 แม่พันธุ์แรก ที่มีการเติบโต และรูปทรงดี เพื่อทำการศึกษปริมาณแก่น วิเคราะห์ ข้อมูลด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ผลการศึกษาพบว่า พะยู่มีอัตราการรอดตายเฉลี่ยร้อยละ 57.53 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 20.89 เซนติเมตร และ 16.95 เมตร ตามลำดับ ส่วนใหญ่พะยู่มีลำต้นเกือบตรง เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่า ทุกลักษณะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ทางสถิติ ($p < 0.01$) ทั้งระหว่างถิ่นกำเนิด และระหว่าง families ร้อยละของแก่นเมื่อเทียบกับพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ย เท่ากับ 23.60 เมื่อทดสอบสถิติพบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.039$) ส่วนสภาวะถ่ายทอด พันธุกรรม (h^2) พบว่า มีค่าค่อนข้างต่ำ หากต้องการนำพะยู่ไปปลูกควรเลือกปลูกพะยู่ที่มาจาก family 19, family 77, family 1, family 10 และ family 11 เนื่องจากเป็น 5 families แรก ที่มีการเติบโต และลักษณะรูปทรงดี ตลอดจนมีปริมาณแก่นมาก

คำสำคัญ: การเติบโต รูปทรง แก่น พะยู่ แปลงทดสอบแม่ไม้

ABSTRACT

The study on growth, stem form and heartwood of *Dalbergia cochinchinensis* Pierre at 29-year-old using Randomized Complete Block Design (RCBD) with 4 replications. Each replication had 85 families from 7 provenances. Data collection were measured Diameter at Breast Height (DBH), height and stem form of every tree as well as study on survival rate in plots. Selected top 20 families with good growth and stem form to study quantity of heartwood. Data analysis were using Analysis of Variance (ANOVA). The results found that mean survival rate was 57.53%, mean DBH and height were 20.89 cm and 16.95 m, respectively. The results of statistics test showed that all traits were highly significant differences ($p < 0.01$) among provenances and families, average heartwood found at 23.60%. Significant different ($p = 0.039$) was found in heartwood trait and heritability (h^2) were relatively low all traits. If wish to plant should select from the top 5 families, There are family 19, family 77, family 1, family 10 and family 11 because they show high performances growth and heartwood.

Keywords: growth, stem form, heartwood, *Dalbergia cochinchinensis* Pierre, progeny trials

คำนำ

ปัจจุบันพบว่า พื้นที่ป่าของประเทศไทยเหลืออยู่ประมาณ 102 ล้านไร่ หรือประมาณร้อยละ 31.57 ของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศไทย ซึ่งเมื่อเทียบกับเนื้อที่ป่าเมื่อ 50 ปีที่ผ่านมาพบว่า ป่ามีเนื้อที่ลดลงไปถึงร้อยละ 50 ของที่เคยมี (กรมป่าไม้, 2559) การลดลงของพื้นที่ป่าส่งผลให้แหล่งพันธุกรรมของไม้ป่าธรรมชาติหลายชนิดได้รับความเสียหาย และหนึ่งในนั้น คือ พะยุง แต่การที่ป่าถูกทำลายกลับเป็นเพียงสาเหตุหนึ่งของการสูญเสียแหล่งพันธุกรรมของพะยุงเท่านั้น เนื่องจากเหตุผลหลักของการสูญเสียแหล่งพันธุกรรมของพะยุง คือ การลักลอบตัดพะยุง โดยในห้วงเวลา 5 ปีที่ผ่านมา การลักลอบตัดพะยุงในประเทศไทยได้ทวีความรุนแรงขึ้นจนอยู่ในขั้นวิกฤต โดยพบว่า ในปี พ.ศ. 2557 มีคดีการลักลอบตัดพะยุงถึง 3,252 คดี รวมมูลค่าความเสียหายได้ถึง 1,436 ล้านบาท (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2559) ฉะนั้นพะยุงจึงจัดเป็นไม้ที่อยู่ในขั้นวิกฤตที่กำลังอยู่ในสภาพเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ หรือสูญสิ้นในความหลากหลายทางพันธุกรรม การอนุรักษ์พันธุกรรม และการส่งเสริมให้มีการปลูกพะยุงในรูปแบบสวนป่าเพื่อลดการลักลอบตัดพะยุงในป่าธรรมชาติ จึงเป็นเรื่องที่เร่งด่วนสำหรับไม้ชนิดนี้

อย่างไรก็ตามการอนุรักษ์พะยุงแบบนอกถิ่นกำเนิดอาจช่วยลดสถานะวิกฤตที่เกิดกับพะยุงได้ในระดับหนึ่งแต่อาจจะไม่ยั่งยืนเท่ากับการส่งเสริมให้มีการปลูกพะยุงในรูปแบบสวนป่า เพื่อลดการลักลอบตัดพะยุงในป่าธรรมชาติ แต่ด้วยพะยุงเป็นไม้ที่มีอัตราการเติบโตปานกลาง (ชัยสิทธิ์ และคณะ, 2536) และใช้ระยะเวลาในการปลูกลาน ตลอดจนมีความแปรผันทางด้านขนาดสาย ปริมาณ และสีของแก่นไปตามท้องที่ปลูก และพันธุกรรม ซึ่งมีผลต่อราคาขาย ส่งผลให้เกษตรกรไม่มีความสนใจในการปลูกพะยุงมากนัก เนื่องจากไม่กล้ารับความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้น ดังนั้นการปลูกสร้างสวนป่าพะยุงจึงจำเป็นต้องมีการคัดเลือกแม่พันธุ์ (family) ที่ดี ฉะนั้นสมควรอย่างยิ่งที่จะมีการศึกษาความแปรผันของการเติบโต รูปทรง และแก่นของพะยุง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกแม่พันธุ์พะยุง (family) ที่มีการเติบโต และลักษณะรูปทรงดี ตลอดจนมีปริมาณแก่นมาก สำหรับใช้ในการส่งเสริมการปลูกสร้างสวนป่าพะยุงให้แก่เกษตรกรต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. แม่พันธุ์พะยุง

พะยุงที่ใช้ในการศึกษามีจำนวนทั้งหมด 85 แม่พันธุ์ (families) จาก 7 ถิ่นกำเนิด ประกอบด้วย ถิ่นกำเนิดดงลาน จำนวน 20 families ถิ่นกำเนิดเขาใหญ่ จำนวน 9 families ถิ่นกำเนิดมวกเหล็กใน จำนวน 15 families ถิ่นกำเนิดมหาสารคาม จำนวน 19 families ถิ่นกำเนิดศรีสะเกษ (อำเภอขุขันธ์) จำนวน 12 families ถิ่นกำเนิดศรีสะเกษ (อำเภอขุนหาญ) จำนวน 5 families และถิ่นกำเนิดศรีสะเกษ (อำเภอเมือง) จำนวน 5 families ดัง Table 1

Table 1 Details of families of *Dalbergia cochinchinensis* Pierre in a progeny trials at Mu Si Silvicultural Research Station, Nakhon Ratchasima Province.

Provenance	Family code
Dong Lan, Khon Kaen (DL)	1-20
Khao Yai , Nakhon Ratchasima (KH)	21-29
Muak Lek Nai, Saraburi (ML)	30-44
Maha Sarakham (MS)	45-63
Khukhan, Si Sa Ket (SRK)	64-75
Khun Han, Si Sa Ket (SRKH)	76-80
Mueang, Si Sa Ket (SRM)	81-85

2. การวางแผนการทดลอง

ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design: RCBD) ใช้พะยุง จำนวน 85 แม่พันธุ์ (families) จาก 7 ถิ่นกำเนิด เป็นสิ่งทดลอง (treatments) แบ่งแปลงทดลองออกเป็น

4 ซ้ำ แต่ละซ้ำ จะประกอบด้วย พะยุงจำนวน 85 แม่พันธุ์ (families) ในแต่ละ family ประกอบด้วยพะยุง จำนวน 25 ต้น ใช้ระยะปลูก 4x4 ตารางเมตร

3. การศึกษาการเติบโตของพะยุง

วัดความสูงด้วย Haga altimeter และวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) ด้วย diameter tape

4. การประเมินลักษณะรูปทรงของพะยุง

ทำการประเมินลักษณะรูปทรงของพะยุงทุกต้นในแปลง ด้วยการประยุกต์เกณฑ์การประเมินของ Pinyopusarerk (1990) โดยศึกษาใน 2 ลักษณะ และให้คะแนนสูงสุดในลักษณะที่ดีที่สุด ได้แก่

1. ความยาวของช่วงแกนลำต้น (axis persistence) มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-6 คะแนน ดังนี้
 - 1.1 มีลำต้นคู้ หรือหลายลำต้นจากพื้นดินให้ 1 คะแนน
 - 1.2 มีการแตกกิ่งแรกที่มีความยาวไม่เกิน $\frac{1}{4}$ ของความยาวลำต้น ให้ 2 คะแนน
 - 1.3 มีการแตกกิ่งแรกที่มีความยาวไม่เกิน $\frac{1}{2}$ ของความยาวลำต้น ให้ 3 คะแนน
 - 1.4 มีการแตกกิ่งแรกที่มีความยาวไม่เกิน $\frac{3}{4}$ ของความยาวลำต้น ให้ 4 คะแนน
 - 1.5 มีการแตกกิ่งแรกที่มีความยาวมากกว่า $\frac{3}{4}$ ของความยาวลำต้น ให้ 5 คะแนน
 - 1.6 มีลำต้นเดียวตลอดลำต้น ให้ 6 คะแนน
2. ความตรงของลำต้น (stem straightness) มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-4 คะแนน ดังนี้
 - 2.1 ลำต้นมีความโค้งงอมาก และมีจำนวนมากกว่า 2 ช่วง ให้ 1 คะแนน
 - 2.2 ลำต้นมีความโค้งงอเล็กน้อย 2 ช่วง และรุนแรงมาก 2 ช่วง ให้ 2 คะแนน
 - 2.3 ลำต้นเกือบตรง แต่มีความโค้งงอเล็กน้อย 1-2 ช่วง ให้ 3 คะแนน
 - 2.4 ลำต้นตรงอย่างสมบูรณ์ ให้ 4 คะแนน

5. การศึกษาปริมาณแก่นของพะยุง

5.1 ทำการศึกษาปริมาณแก่นของพะยุงทั้งหมด 20 families ซึ่งเป็น families ที่มีการเติบโต และลักษณะรูปทรงที่ดี 20 อันดับแรก จากการใช้ระบบการให้คะแนนของลักษณะต่างๆ คือ DBH ความสูง ความยาวของช่วงแกนลำต้น และความตรงของลำต้น ทั้งนี้จะทำการศึกษา family ละ 20 ต้น ซึ่งมาจากซ้ำละ 5 ต้น จำนวน 4 ซ้ำ

5.2 เจาะตัวอย่างไม้ตัวแทนที่ได้เลือกไว้ที่ระดับความสูง 1.30 เมตร จากพื้นดิน โดยเจาะต้นละ 2 ตัวอย่าง ในทิศตรงกันข้ามกัน คือ ทิศเหนือ และทิศใต้ โดยใช้ increment borer จนถึงแก่นไม้ในแนวตั้งฉากกับลำต้น

5.3 เก็บตัวอย่างแก่น และกระพี้ไว้ในหลอดพลาสติก เพื่อนำกลับมาวัดขนาดความกว้างของเปลือก และกระพี้ และบันทึกข้อมูล

5.4 คำนวณหาขนาดแก่นจากตัวอย่างไม้ที่เจาะ ดังนี้

$$\text{ขนาดแก่น} = \text{DBH} - (\text{ความหนาของเปลือกกับกระพี้}_1 + \text{ความหนาของเปลือกกับกระพี้}_2)$$

5.5 คำนวณร้อยละของแก่นจากสูตร

$$\text{ร้อยละของแก่น} = \left(\frac{\text{ขนาดแก่น}}{\text{DBH}} \right)^2 \times 100$$

6. การประเมินค่าสถานะถ่ายทอดพันธุกรรม (heritability)

ค่าสถานะถ่ายทอดพันธุกรรมของพะยุง อายุ 29 ปี ในแปลงทดสอบแม่ไม้เป็นสัดส่วนระหว่างความแปรผันของพันธุกรรมต่อความแปรผันของลักษณะที่ปรากฏ ซึ่งใช้สัญลักษณ์ h^2 โดยคำนวณได้จากสูตร (Sebbenn *et al.*, 2003)

$$h^2 = \frac{4\sigma_{F(P)}^2}{\sigma_w^2 + \sigma_{F(P)B}^2 + \sigma_{F(P)}^2}$$

$$\begin{aligned}
 \text{เมื่อ } h_I^2 &= \text{ค่าการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของแต่ละต้น} \\
 \sigma_w^2 &= \text{ความแปรผันของข้อผิดพลาดจากการสุ่ม} \\
 \sigma_{F(P)}^2 &= \text{ความแปรผันภายใน family} \\
 \sigma_{F(P)}^2 &= \text{ความแปรผันระหว่าง family}
 \end{aligned}$$

7. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลการเติบโต รูปทรง รวมถึงปริมาณแก่น โดยใช้วิธี Analysis of Variance (ANOVA) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ผลและวิจารณ์

1. อัตราการรอดตายของพะยูน

จากการทดสอบแม่ไม้พะยูน ณ สถานีวนวัฒนวิจัยหุสิจังหวัดนครราชสีมา พบว่า อัตราการรอดตายเมื่ออายุ 29 ปี มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ทั้งระหว่างถิ่นกำเนิด และระหว่าง families (Table 2) โดยทั้ง 7 ถิ่นกำเนิด มีอัตราการรอดตายเฉลี่ยอยู่ในช่วงร้อยละ 33.89-70.85 ทั้งนี้ถิ่นกำเนิดที่มีอัตราการรอดตายเฉลี่ยสูงที่สุด 3 อันดับแรก คือ ถิ่นกำเนิดดงลาน ถิ่นกำเนิดศรีสะเกษ (อำเภอบัวชุม) และถิ่นกำเนิดมวกเหล็กใน โดยมีอัตราการรอดตายเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 70.85, 68.00 และ 64.73 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาระหว่าง families พบว่า มีอัตราการรอดตายเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 57.53 โดย family 1 (DL1) เป็น family ที่มีอัตราการรอดตายเฉลี่ยสูงสุด คือ ร้อยละ 87.00 ขณะที่ family 63 (MS27) มีอัตราการรอดตายเฉลี่ยต่ำสุด ซึ่งมีค่าร้อยละ 11.00 (Table 3) อย่างไรก็ตามจากการศึกษาอัตราการรอดตายของพะยูนในแปลงเดียวกันขณะที่พะยูนมีอายุ 24 ปี ของ นวพงษ์ และ พรเทพ (2558) พบว่า พะยูนมีอัตราการรอดตายเฉลี่ยร้อยละ 68 นั้นแสดงให้เห็นว่าเมื่อพะยูนมีอายุเพิ่มขึ้น แนวโน้มการตายของพะยูนก็เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ฉะนั้นการดูแลรักษาและการมีระบบการจัดการที่ดีจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งสำหรับพะยูนแปลงนี้

Table 2 ANOVA for survival rate of *Dalbergia cochinchinensis* Pierre in a progeny trials at Mu Si Silvicultural Research Station, Nakhon Ratchasima Province.

Source	Df	SS	MS	F-Value
Block	3	3588.36	1196.12	43.05**
Provenances	6	31086.05	5181.01	186.49**
Provenances × Block	18	3603.37	200.19	7.21**
Family	84	46897.49	558.30	20.10**
Error	213	5917.44	27.78	

Table 3 Survival rate of *Dalbergia cochinchinensis* Pierre in a progeny trials at Mu Si Silvicultural Research Station, Nakhon Ratchasima Province. (best 3 and worst 3 families).

Ranking	Provenance	Family no.	Survival Rate (%)
1	Dong Lan, Khon Kaen (DL)	1	87.00
2	Khukhan, Si Sa Ket (SRK)	68	86.00
3	Khun Han, Si Sa Ket (SRKH)	79	85.00
83	Maha Sarakham (MS)	47	17.00
84	Maha Sarakham (MS)	51	16.00
85	Maha Sarakham (MS)	63	11.00

2. การเติบโตของพะยูน

ผลการศึกษา พบว่า พะยูนทั้ง 7 ถิ่นกำเนิด มี DBH เฉลี่ยอยู่ในช่วง 19.30-22.45 เซนติเมตร ถิ่นกำเนิดที่มี DBH เฉลี่ยสูงสุด 3 อันดับแรก คือ ถิ่นกำเนิดดงลาน ถิ่นกำเนิดศรีสะเกษ (อำเภอเมือง) และถิ่นกำเนิดมหาสารคาม โดยมี DBH เฉลี่ยเท่ากับ 22.45, 22.06 และ 21.10 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อพิจารณาระหว่าง families พบว่า มี DBH เฉลี่ยเท่ากับ 20.89 เซนติเมตร โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 24.60 เซนติเมตร (family 50, MS7) และค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 15.82 เซนติเมตร (family 57, MS21) (Table 4) ซึ่งน้อยกว่าพะยูนอายุ 26 ปี ณ สถานีวนวัฒนวิจัยทองผาภูมิที่มี DBH เฉลี่ยเท่ากับ 24.55 เซนติเมตร (ชูรินทร์ และ พรเทพ, 2559) แต่มี DBH เฉลี่ยมากกว่าพะยูนอายุ 27 ปี ที่ Namsouang ซึ่งมีค่าเท่ากับ 20.60 เซนติเมตร (Phongoudome *et al.*, 2012)

ด้านความสูง พบว่า พะยูนทั้ง 7 ถิ่นกำเนิด มีความสูงเฉลี่ยอยู่ในช่วง 16.16-18.03 เมตร ทั้งนี้ถิ่นกำเนิดที่มีความสูงเฉลี่ยสูงสุด 3 อันดับแรก คือ ถิ่นกำเนิดดงลาน ถิ่นกำเนิดศรีสะเกษ (อำเภอเมือง) และถิ่นกำเนิดศรีสะเกษ (อำเภอขุนหาญ) โดยมีความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 18.03, 17.56 และ 17.09 เมตร ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาระหว่าง families พบว่า พะยูนทั้ง 85 families มีความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 16.95 เมตร ซึ่ง family 14 (DL14) มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 19.49 เมตร และ family 33 (ML6) มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 14.04 เมตร (Table 5) ซึ่งมีความสูงน้อยกว่าพะยูนอายุ 27 ปี ที่ Savanhnakheth ที่มีความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 19.00 เมตร (Phongoudome *et al.*, 2012) และน้อยกว่าพะยูนอายุ 32 ปี ที่สวนป่าท่ากุ่มโนโบรุเมตะ ที่มีความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 23.64 เมตร (วาทีณี, 2559) และจากการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า DBH และความสูงของพะยูนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ทั้งระหว่างถิ่นกำเนิด และระหว่าง families (Table 6)

Table 4 Diameter at breast height (DBH) of *Dalbergia cochinchinensis* Pierre in a progeny trials at Mu Si Silvicultural Research Station, Nakhon Ratchasima Province. (best 3 and worst 3 families).

Ranking	Provenance	Family no.	DBH (cm)
1	Maha Sarakham (MS)	50	24.60
2	Dong Lan, Khon Kaen (DL)	19	24.42
3	Dong Lan, Khon Kaen (DL)	7	24.18
83	Khao Yai, Nakhon Ratchasima (KH)	25	17.64
84	Muak Lek Nai, Saraburi (ML)	33	16.61
85	Maha Sarakham (MS)	57	15.82

Table 5 Height (H) of *Dalbergia cochinchinensis* Pierre in a progeny trials at Mu Si Silvicultural Research Station, Nakhon Ratchasima Province. (best 3 and worst 3 families).

Ranking	Provenance	Family no.	H (m)
1	Dong Lan, Khon Kaen (DL)	14	19.49
2	Khao Yai, Nakhon Ratchasima (KH)	28	19.38
3	Maha Sarakham (MS) and (DL)	54,18	18.95
83	Maha Sarakham (MS)	52	14.66
84	Maha Sarakham (MS)	57	14.48
85	Muak Lek Nai, Saraburi (ML)	33	14.04

Table 6 ANOVA for diameter at breast height (DBH) and height (H) of *Dalbergia cochinchinensis* Pierre in a progeny trials at Mu Si Silvicultural Research Station, Nakhon Ratchasima Province.

Traits	Source	Df	SS	MS	F-Value
DBH	Block	3	12360.73	4120.24	101.04**
	Provenances	6	7437.79	1239.63	30.40**
	Provenances × Block	18	1852.68	102.93	2.52**
	Family	84	17740.42	211.19	5.18**
	Family × Block	232	17816.57	76.79	1.88**
	Error	4546	185380.72	40.78	
H	Block	3	4958.99	1652.99	119.88**
	Provenances	6	2324.56	387.43	28.10**
	Provenances × Block	18	1012.72	56.26	4.08**
	Family	84	6530.10	77.74	5.64**
	Family × Block	232	9112.69	39.28	2.85**
	Error	4546	62681.22	13.79	

3. ลักษณะรูปทรงของพะยูน

ความยาวของช่วงแกนลำต้น (axis persistence) มีระดับคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.72 คะแนน ซึ่ง family 17 (DL17) มีระดับคะแนนเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3.44 คะแนน และ family 63 (MS27) มีระดับคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 1.83 คะแนน ขณะที่ความตรงของลำต้น (stem straightness) มีระดับคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.91 คะแนน ซึ่ง family 13 (DL13) มีระดับคะแนนเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3.63 คะแนน และ family 49 (MS6) มีระดับคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 1.77 คะแนน พะยูนมีลักษณะลำต้นเกือบตรง แต่มีความโค้งงอเล็กน้อย 1-2 ช่วง และมีการแตกกิ่งแรกที่มีความยาวไม่เกิน ½ ของความยาวลำต้น ซึ่งเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับลักษณะรูปทรงลำต้นของสักที่มีลักษณะลำต้นเกือบตรงแต่มีความโค้งงอขนาดเล็กมากกว่า 2 จุด (สุพัตรา, 2556) อย่างไรก็ตามพะยูนที่มีลักษณะรูปทรงดี 10 อันดับแรก เป็นพะยูนที่มาจากถิ่นกำเนิดดงลานถึงร้อยละ 50 และเมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของความยาวของช่วงแกนลำต้น และความตรงของลำต้น พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) ทั้งระหว่างถิ่นกำเนิด และระหว่าง families (Table 7)

Table 7 ANOVA for axis persistence and stem straightness of *Dalbergia cochinchinensis* Pierre in a progeny trials at Mu Si Silvicultural Research Station, Nakhon Ratchasima Province.

Traits	Source	Df	SS	MS	F-Value
Axis Persistence	Block	3	552.27	184.09	87.17**
	Provenances	6	69.44	11.57	5.48**
	Provenances × Block	18	127.44	7.08	3.35**
	Family	84	633.66	7.54	3.57**
	Family × Block	232	1012.55	4.36	2.07**
	Error	4546	9600.97	2.11	
Stem Straightness	Block	3	393.18	131.06	182.10**
	Provenances	6	237.45	39.58	54.99**
	Provenances × Block	18	19.04	1.06	1.47 ^{ns}
	Family	84	559.96	6.67	9.26**
	Family × Block	232	311.94	1.34	1.87**
	Error	4546	3271.81	0.72	

การจัดลำดับคะแนน (ranking) ของพะยุง 20 families แรก ซึ่งเป็น families ที่มีการเติบโต และลักษณะรูปทรงที่ดีจากการใช้ระบบการให้คะแนนของลักษณะต่างๆ เพื่อนำมาศึกษาปริมาณแก่นของพะยุง พบว่าเป็น families ที่มาจากถิ่นกำเนิดดงลานถึง 14 families โดย family 9 (DL9) มีระดับคะแนนสูงสุดเท่ากับ 31.59 คะแนน และ family 46 (MS2) มีระดับคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 29.26 คะแนน (Table 8)

Table 8 Average diameter at breast height (DBH), height (H), axis persistence and stem straightness of top 20 families of *Dalbergia cochinchinensis* Pierre in a progeny trials at Mu Si Silvicultural Research Station, Nakhon Ratchasima Province.

Family	DBH (cm)	H (m)	Axis Persistence	Stem straight	Total Score	Ranking
9	22.14±5.37	18.91±4.21	2.81±1.63	3.57±0.78	31.59	1
77	23.53±7.28	17.68±3.95	3.02±1.69	3.11±0.85	31.48	2
14	23.80±7.95	19.49±3.77	2.35±1.23	3.24±0.86	30.95	3
17	22.12±5.50	18.75±3.40	3.44±1.62	3.29±0.80	30.79	4
1	23.43 ±6.09	18.83±3.33	2.81±1.36	3.41±0.66	30.76	5
54	23.38±7.56	18.95±3.85	2.34±1.36	2.93±0.87	30.55	6
20	23.76±6.31	18.86±3.08	2.69±1.50	3.05±0.85	30.36	7
7	24.18±6.69	18.17±3.92	2.47±1.40	3.00±0.87	30.33	8
19	24.42±8.05	18.00±4.23	2.78±1.48	3.05±0.86	30.29	9
10	22.30±7.45	18.20±3.64	2.91±1.34	3.38±0.83	30.23	10
12	22.28±6.92	18.27±3.18	3.13±1.60	3.23±0.70	30.11	11
5	22.57±6.15	18.09±3.78	3.18±1.29	3.39±0.72	29.98	12
83	22.53±6.65	18.64±3.19	2.91±1.50	2.76±0.90	29.95	13
6	22.43±6.17	18.66±3.74	2.87±1.45	2.97±0.33	29.90	14
28	21.66±6.25	19.38±4.26	2.68±1.50	3.26±0.85	29.65	15
58	22.92±11.15	15.82±3.70	2.63±0.83	2.81±0.72	29.56	16
11	22.06±6.39	17.94±3.12	2.92±1.53	3.41±0.82	29.42	17
16	23.19±8.21	16.68±5.31	2.77±1.38	3.17±0.71	29.40	18
18	23.22±6.28	18.95±3.81	2.40±1.35	2.96±0.80	29.38	19
46	22.15±8.16	17.73±3.97	2.88±1.39	3.10±0.95	29.26	20

4. ปริมาณแก่นของพะยุง

จากการศึกษาปริมาณแก่นของพะยุง ซึ่งคิดจากอัตราส่วนระหว่างแก่นกับพื้นที่หน้าตัดที่ความสูง 1.30 เมตร จากระดับพื้นดิน พบว่า ในระหว่าง families มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.0391$) (Table 9) พะยุงที่มีปริมาณแก่นมากที่สุด 10 อันดับแรก เป็นพะยุงที่มาจากถิ่นกำเนิดดงลานถึงร้อยละ 70 และเมื่อพิจารณาระหว่าง families พบว่าปริมาณแก่นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 23.60 โดย family 1 (DL1) เป็น family ที่มีปริมาณแก่นเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 30.34 และ family 9 (DL9) เป็น family ที่มีปริมาณแก่นเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับร้อยละ 15.27 (Table 10) ซึ่งมากกว่าแก่นพะยุงอายุ 29 ปี ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่มีแก่นเพียงร้อยละ 22.00 (กรมป่าไม้, 2557)

5. ค่าสภาวะถ่ายทอดพันธุกรรม (heritability) ของพะยุง

จากการศึกษาพบว่า ค่าสภาวะถ่ายทอดพันธุกรรมของการเติบโตทางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก ความสูง ความยาวของช่วงแกนลำต้น ความตรงของลำต้น และปริมาณแก่นของพะยุงมีค่าเท่ากับ 0.059, 0.046, 0.052, 0.186 และ 0.188 ตามลำดับ ค่าสภาวะถ่ายทอดพันธุกรรมที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้มีค่าค่อนข้างต่ำ ซึ่งโดยทั่วไปค่าสภาวะถ่ายทอดพันธุกรรมของไม้ป่าจะอยู่ในช่วง 0.2-0.4 (Holland *et al.*, 2003) นั้นหมายความว่า ลักษณะทุกลักษณะที่พะยุงแปลงนี้แสดงออกมา ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อม หรือการจัดการมากกว่าอิทธิพลจากพันธุกรรม ฉะนั้นหากต้องการปลูกสร้างสวนป่าพะยุง โดยใช้พะยุงแปลงนี้เป็นแหล่งพันธุกรรม ก็ควรให้ความสำคัญกับทั้งแม่พันธุ์ และการมีระบบการจัดการสวนป่าที่ดี

Table 9 ANOVA for heartwood ratio of *Dalbergia cochinchinensis* Pierre in a progeny trials at Mu Si Silvicultural Research Station, Nakhon Ratchasima Province.

Source	Df	SS	MS	F-Value
Block	3	5698.37	1899.46	7.46**
Provenances	4	747.53	186.88	0.73 ^{ns}
Provenances × Block	11	2424.31	220.39	0.87 ^{ns}
Family	18	7790.75	432.82	1.70*
Family × Block	51	12011.96	235.53	0.92 ^{ns}
Error	277	70568.74	254.76	

Table 10 Heartwood ratio (%) of *Dalbergia cochinchinensis* Pierre in a progeny trials at Mu Si Silvicultural Research Station, Nakhon Ratchasima Province. (best 3 and worst 3 families).

Ranking	Provenance	Family no.	Heartwood (%)
1	Dong Lan, Khon Kaen (DL)	1	30.34
2	Dong Lan, Khon Kaen (DL)	19	30.19
3	Dong Lan, Khon Kaen (DL)	11	29.40
17	Dong Lan, Khon Kaen (DL)	16	16.82
18	Dong Lan, Khon Kaen (DL)	18	16.14
19	Dong Lan, Khon Kaen (DL)	9	15.27

เมื่อนำลักษณะของการเติบโตทางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก ความสูง ความยาวของช่วงแกนลำต้น ความตรงของลำต้น และปริมาณแก่นของพะยูนมาจัดลำดับคะแนน (ranking) เพื่อคัดเลือกแม่พันธุ์ของพะยูนสำหรับส่งเสริมการปลูก พบว่า พะยูน 10 แม่พันธุ์แรก ที่มีลักษณะดีเป็นพะยูนที่มีถิ่นกำเนิดมาจากดงลานถึง 6 แม่พันธุ์ โดย family 19 (DL19) มีระดับคะแนนสูงสุดเท่ากับ 48.80 คะแนน และ family 83 (SRM3) มีระดับคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 43.80 คะแนน (Table 11)

Table 11 Average heartwood ratio of top 10 families of *Dalbergia cochinchinensis* Pierre in a progeny trials at Mu Si Silvicultural Research Station, Nakhon Ratchasima Province.

Family	Heartwood (%)	Total Score	Ranking
19	30.19±20.04	48.80	1
77	28.42±19.79	48.53	2
1	30.34±13.30	48.50	3
10	27.77±17.61	47.75	4
11	29.40±17.89	47.35	5
46	28.42±13.15	46.35	6
14	23.31±18.27	45.15	7
54	23.88±12.63	44.35	8
20	25.21±16.12	43.80	9
83	23.36±11.20	43.80	10

สรุป

จากการจัดลำดับคะแนน (ranking) ของพะยูนที่มีการเติบโต และรูปทรงดี ตลอดจนมีปริมาณแก่นมาก 10 families แรก พบว่า มีถิ่นกำเนิดมาจากดงลานถึง 6 families โดย family 19 (DL19) มีลักษณะโดยรวมดีที่สุดในส่วนของลักษณะลำต้นนั้น พบว่า ลำต้นเกือบตรง แต่มีความโค้งงอเล็กน้อย 1-2 ช่วง และมีการแตกกิ่งแรกที่มีความ

ยาวไม่เกิน 1/2 ของความยาวลำต้น ทั้งนี้พะยุงมี DBH ความสูง และปริมาณแก่นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 15.82-24.60 เซนติเมตร 14.04-19.49 เมตร และร้อยละ 15.27-30.34 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามพบว่า เมื่อพะยุงมีอายุมากขึ้นมีแนวโน้มการตายเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน นั้นแสดงให้เห็นว่าการดูแลรักษา และการมีระบบการจัดการที่ดีเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับพะยุงแปลงนี้ ส่วนค่าสภาวะถ่ายทอดพันธุกรรมในด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก ความสูง ความยาวของช่วงแกนลำต้น ความตรงของลำต้น และปริมาณแก่นของพะยุงนั้น พบว่า มีค่าค่อนข้างต่ำ

กิตติกรรมประกาศ

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปี 2560

เอกสารอ้างอิง

- กรมป่าไม้. 2557. การทดสอบสายพันธุ์และถิ่นกำเนิดไม้พะยุงเพื่อการปลูกป่าเชิงเศรษฐกิจ. แหล่งที่มา: http://forprod.forest.go.th/forprod/Project_research57/PDF_new/1%20, 25 มีนาคม 2560.
- _____. 2559. พื้นที่ป่าของประเทศไทย. แหล่งที่มา: <http://psdg.mnre.go.th/images/260957/6.1%20%E0%B8%9B%E0%B8%A1%20, 26 กุมภาพันธ์ 2559>.
- กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. 2559. สรุปการรายงานสถิติคดีเกี่ยวกับการป่าไม้. แหล่งที่มา: <http://www.dnp.go.th/Lawsuit/2556-09302556.pdf, 26 กุมภาพันธ์ 2559>.
- ชัชรินทร์ เป็นบุญ และพรเทพ เหมือนพงษ์. 2559. ความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตและขนาดแก่นของไม้พะยุง อายุ 26 ปี ณ สถานีวนวัฒนวิจัยทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี. แหล่งที่มา: http://www.conference.forest.ku.ac.th/iDocument/edit_20150405_233200.pdf, 30 มีนาคม 2559.
- ชัยสิทธิ์ เลี้ยงศิริ, ประเสริฐ ตียนานนท์, อารมณ์ สืบคำ และ สันติ กิตติบรรพชา. 2536. ไม้พะยุง, น. 125-130. ใน การปลูกไม้ป่า. สำนักส่งเสริมการปลูกป่า กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- นพพงษ์ เกื้อสกุล และพรเทพ เหมือนพงษ์. 2558. ความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปี และสมการเพื่อประเมินอัตราส่วนแก่นของไม้พะยุงในประเทศไทย, น. 150-154. ใน การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิชาการเครือข่ายงานวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย ครั้งที่ 5. 16-17 ธันวาคม 2558, กรุงเทพฯ.
- วาทีณี สวนผกา. 2559. การเติบโตและผลผลิตของไม้พะยุงที่ปลูกแบบเชิงเดี่ยวและเชิงผสม ในสวนป่าท่ากุ่มโนโบรูเมตะ จังหวัดตราด. แหล่งที่มา: http://www.conference.forest.ku.ac.th/iDocument/edit_20150408_120339.pdf, 29 กุมภาพันธ์ 2559.
- สุพัตรา ผาคำ. 2556. การเติบโตของไม้สักอายุ 18 ปี ในแปลงทดสอบถิ่นกำเนิด ณ สถานีวนวัฒนวิจัยประจวบคีรีขันธ์ อำเภอกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. โครงการงานปริญญาตรี ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Holland, B.J., W.E. Nyquist and C.T. Cervantes-Martinez. 2003. Estimating and interpreting heritability for plant breeding: An update. **Plant Breeding Review** 22: 9-112.
- Phongoudome, C., D.K. Lee, S. Sawathvong, M.S. Combalicer and W.M. Ho. 2012. Biomass and carbon content allocation of six-year-old *Anisoptera costata* Korth. and *Dalbergia cochinchinensis* Pierre plantations in Lao PDR. **Science Journal of Agricultural Research&Management** 2012: 14-16.
- Pinyopusarerk, K. 1990. *Acacia auriculiformis: An Annotated Bibliography*. Winrock International-F/FRED and ACIAR, Bangkok, Thailand.
- Sebbenn, A.M., A.A.S. Pontinha, E. Giannotti and P.Y. Kageyama. 2003. Genetic variation in provenance-progeny test of *Araucari angustifolia* (Bert.) O. Ktze. in Sao Paulo, Brazil. **Silvae Genetica** 52: 181-184.

การแปรผันของการเติบโต และลักษณะรูปทรงของยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา อายุ 3 ปี
ในแปลงทดสอบแม่ไม้รุ่นที่สอง ที่สวนป่าลาดกระทิง จังหวัดฉะเชิงเทรา
Variation in Growth and Stem Form of 3 years old *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake
in a Second Generation of Progeny Test at Lad Krating Plantation,
Chachoengsao Province

วัชรารณ พลศรี* สมพร แม่ลิ้ม และ วาทีนี สวนผกา
Watcharaporn Polsri* Somporn Maelim and Wathinee Suanpaga

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900

*Corresponding Author; E-mail: watcharapornponsri@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาการแปรผันของการเติบโต และลักษณะรูปทรงของยูคาลิปตัสยูโรฟิลลา อายุ 3 ปี ในแปลงทดสอบแม่ไม้รุ่นที่สอง ที่สวนป่าลาดกระทิง จังหวัดฉะเชิงเทรา ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) จำนวน 9 บล็อก แต่ละบล็อกมี 45 แปลงย่อย ใช้แม่พันธุ์ (family) 45 แม่พันธุ์ จาก 15 ถิ่นกำเนิด แต่ละแม่พันธุ์ปลูก 16 ต้น ระยะปลูก 1 x 2 ตารางเมตร ทำการตัดขยายระยะ 50 เปอร์เซ็นต์ทุกปี ทำการวัดความโต ความสูง ประเมินลักษณะรูปทรง และตัดไม้ตัวอย่างจำนวน 8 ต้น เพื่อสร้างสมการมวลชีวภาพ ผลการศึกษาพบว่า แม่พันธุ์ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) มากที่สุดคือ แม่พันธุ์ 78 จากถิ่นกำเนิด Flores Kalabahi แม่พันธุ์ที่มีการเติบโตทางความสูงที่สุดคือ แม่พันธุ์ 29 จากถิ่นกำเนิด Flores Mt.Egon และเมื่อทดสอบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งระหว่างถิ่นกำเนิด และระหว่างแม่พันธุ์ เมื่อพิจารณาทั้งการเติบโตและรูปทรงแล้วแม่พันธุ์ที่มีการจัดอันดับที่ดีที่สุดคือ แม่พันธุ์ 9 จากถิ่นกำเนิด Flores Mt.Egon แม่พันธุ์ 10 จากถิ่นกำเนิด Flores Mt.Egon และแม่พันธุ์ 14 จากถิ่นกำเนิด Pantar Mt.Wasbilla สมการมวลชีวภาพที่ใช้ DBH เป็นตัวแปรอิสระมีค่า R^2 สูงเหมาะที่จะใช้ในการประเมินผลผลิตของไม้ยูคาลิปตัสยูโรฟิลลา ที่สวนป่าลาดกระทิง

คำสำคัญ: ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา การเติบโต ลักษณะรูปทรง สมการมวลชีวภาพ

ABSTRACT

The study of variation in growth and stem form of *Eucalyptus urophylla* 3 years old in a second generation of progeny test at Lad Krating Plantation Chachoengsao province were using a Randomized Complete Block Design (RCBD) with 9 blocks, each block consisted of 45 half-sib families from 15 provenances each families planted 16 trees at 1 x 2 m² cutting 50 percent every year. Data collection were measure DBH, height and stem form eight sample trees were selected for made an allometric equations for biomass. The result showed that progeny no 78 from Flores Kalabahi was the best in DBH while a progeny no. 29 from Flores Mt.Egon did the best in height trait. Statistical analysis showed that highly significant ($p < 0.01$) difference were found among provenances and families in both traits. Most of families presents high score of stem form. The best ranking for recommended families were family no. 9 (Flores Mt.Egon), family no. 10 (Flores Mt.Egon) and family no. 14 (Pantar Mt.Wasbilla). Allometric equations for biomass using DBH as independent variable showed high R^2 that can be used for estimate biomass of *Eucalyptus urophylla* at Lad Krating Plantation.

Keywords: *Eucalyptus urophylla*, Growth, Stem Form, Biomass

คำนำ

ปัจจุบันประชากรในประเทศไทยมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้มีความต้องการใช้ทรัพยากรธรรมชาติมากขึ้น จึงทำให้พื้นที่ป่าไม้ลดลงอย่างต่อเนื่องซึ่งมีปัจจัยมาจากหลายสาเหตุทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น การบุกรุกของนายทุน การขยายพื้นที่เกษตรกรรม การขาดที่ดินทำกิน ความยากจน การเพิ่มขึ้นของประชากร นโยบายของรัฐ และการลักลอบตัดไม้ ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและชีวภาพของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในระบบนิเวศการปลูกสร้างสวนป่าเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มพื้นที่ป่าให้ประเทศไทย สามารถนำเนื้อไม้ไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เกิดการจ้างงานในชุมชน และยังช่วยลดภาวะโลกร้อน เพราะต้นไม้เปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศให้เป็นสารประกอบที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ และเก็บอยู่ในเนื้อไม้ทำให้คาร์บอนในบรรยากาศลดลง การปลูกสร้างสวนป่าจึงเป็นแนวทางที่ส่งผลดีทั้งในด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม และด้านสิ่งแวดล้อม

ประเทศไทยมีการนำยูคาลิปตัสยูโรปาลา ซึ่งเป็นยูคาลิปตัสจากหนึ่งในสองชนิดที่มีถิ่นกำเนิดในธรรมชาติอยู่ในประเทศอินโดนีเซีย เข้ามาทดลองปลูกในปี พ.ศ. 2529 ในท้องที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ นครราชสีมา และจันทบุรี ซึ่งพบว่ายูคาลิปตัสยูโรปาลาจากประเทศอินโดนีเซียมีการเจริญเติบโตดีมาก และมีรูปร่างดี (วีระยุทธ และ รัตนะ, 2546) จากการทดลองดังกล่าวยูคาลิปตัสยูโรปาลาจึงถือเป็นไม้โตเร็วชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพในการปลูกสร้างสวนป่าในประเทศไทยโดยการปลูกสร้างสวนป่าจะประสบผลสำเร็จได้นั้นจะต้องใช้พันธุ์ยูคาลิปตัสยูโรปาลาที่มีคุณภาพดี การเติบโตดี ให้ผลผลิตในรูปของเนื้อไม้ดี ดังนั้นการประเมินการเติบโต ลักษณะรูปทรง และสร้างสมการมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสยูโรปาลาในแปลงทดสอบแม่ไม้รุ่นที่สอง ทำให้ทราบว่ายูคาลิปตัสยูโรปาลา แม่พันธุ์ได้มีการการเติบโต และลักษณะรูปทรงภายนอกดี และสมการน้ำหนักสดและสมการของมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสยูโรปาลา รุ่นที่สอง ซึ่งสามารถนำไปคำนวณหาปริมาตรไม้ได้

อุปกรณ์และวิธีการ

1. แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) โดยทำการปลูกยูคาลิปตัสยูโรปาลา ในปี พ.ศ. 2555 ทั้งหมด 9 ซ้ำ (replication) แต่ละซ้ำประกอบด้วย 45 แม่พันธุ์จาก 15 ถิ่นกำเนิด ต่อ 1 แปลงย่อย (plot) ในแต่ละแปลงย่อย ปลูก 16 ต้น ระยะปลูก 1x2 ตารางเมตร (Table 1) เมื่ออายุครบทุก 1 ปี ทำการเลือกตัด 50 เปอร์เซ็นต์ โดยเลือกตัดต้นที่มีการเติบโตไม่ดีเมื่อเทียบกับต้นที่มาจากแม่ไม้เดียวกันออก เพื่อคัดเลือกยูคาลิปตัสยูโรปาลาที่มีการเติบโตและลักษณะดีที่สุดในแปลงย่อย 1 ต้นต่อ 1 แปลงย่อย

2. การเก็บข้อมูลภาคสนาม

2.1 วัด เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูง ของยูคาลิปตัส ยูโรปาลาทุกต้นในแปลง

2.2 ประเมินลักษณะรูปทรงของต้นไม้ 3 ลักษณะ โดยให้คะแนนสูงสุดในลักษณะที่ดีที่สุดตามเกณฑ์ของวีระยุทธ และรัตนะ (2546) ดังนี้

1) การแตกง่ามของลำต้น (Axis persistence) ใช้วิธีการให้คะแนนตามลักษณะการแตกง่ามของลำต้น โดยแบ่งออกเป็น 1 ถึง 6 คะแนน คือ

คะแนน 1 ลำต้นแตกง่ามที่ระดับพื้นดิน

คะแนน 2 ลำต้นนางสูงไม่เกินหนึ่งในสี่ของความสูงลำต้น

คะแนน 3 ลำต้นแตกง่ามสูงระหว่างหนึ่งในสี่ถึงสองในสี่ของความสูงของลำต้น

คะแนน 4 ลำต้นแตกง่ามสูงระหว่างสองในสี่ถึงสามในสี่ของความสูงลำต้น

คะแนน 5 ลำต้นแตกง่ามสูงกว่าสามในสี่ของความสูงลำต้น

คะแนน 6 ไม่มีการแตกง่ามของลำต้นเลย

2) ความตรงของลำต้น (Stem straightness) เป็นการให้คะแนนระหว่าง 1 ถึง 4 โดยจะมีการให้คะแนนความสูงเฉพาะต้นไม้ที่แกนลำต้นสูงกว่าสองในสี่ของความสูงลำต้นขึ้นไป โดยให้คะแนนดังนี้ คือ

คะแนน 1 ลำต้นคดงอมาก หรือลำต้นมีความโค้งงอมากกว่า 2 แห่ง

คะแนน 2 ลำต้นคดงอเล็กน้อย หรือมีลำต้นโค้งงอ น้อยกว่า 2 แห่ง

คะแนน 3 ลำต้นค่อนข้างตรง โดยมีลำต้นโค้งงอเล็กน้อย

คะแนน 4 ลำต้นเปลาตรง

3) ขนาดของกิ่ง (Branch thickness) โดยการให้คะแนนระหว่าง 1 ถึง 4

คะแนน 1 มีกิ่งขนาดใหญ่มากกว่า 2 กิ่งที่มีขนาดความโตมากกว่าหนึ่งในสามของขนาดลำต้น

คะแนน 2 โดยมีกิ่งขนาดใหญ่ 2 กิ่งที่มีขนาดความโตมากกว่าหนึ่งในสามของขนาดลำต้น

คะแนน 3 มีกิ่งขนาดเล็ก โดยมีกิ่งขนาดใหญ่ 1 กิ่งที่มีขนาดความโตมากกว่าหนึ่งในสามของขนาดลำต้น

คะแนน 4 มีกิ่งขนาดเล็กมาก โดยมีกิ่งทั่วไปมีขนาดความโตน้อยกว่าหนึ่งในสามของขนาดลำต้น

3. การสร้างสมการมวลชีวภาพ

3.1 นำข้อมูล DBH และความสูงมาทำการกระจายของความถี่ตามขนาดชั้นความโตแบ่งเป็น 8 อันตรภาคชั้น และเลือกไม้ตัวอย่าง โดยนำข้อมูล DBH ที่ได้จากแปลงตัวอย่างมาจัดเรียงข้อมูล กำหนดขนาดของต้นไม้ที่ใช้เป็นไม้ตัวอย่าง เมื่อได้ขนาดไม้ตัวอย่างที่ต้องการแล้วทำการตัดต้นไม้ และวัดขนาดความโตที่ตำแหน่งต่าง ๆ และบันทึกข้อมูล

3.2 ทำการตัดทอนไม้ โดยแยกเป็นส่วนของลำต้น กิ่ง และใบ หลังการแยกลำต้น กิ่ง และใบ ในแต่ละกอง เรียบร้อยแล้ว ทำการชั่งน้ำหนักสดที่ละท่อน แล้วทำการเก็บตัวอย่าง โดยสุ่มเลือกตัวอย่างให้กระจายและครอบคลุมทุกชั้นมากที่สุด นำตัวอย่างที่ได้ไปอบในตู้อบเพื่อหาน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง และบันทึกข้อมูล (จึงชัย, 2546)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การเดบิต

1) หาค่าเฉลี่ยของความโตและความสูงของแต่ละแม่พันธุ์

2) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA)

4.2 สมการมวลชีวภาพ

1) คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นส่วนต่าง ๆ ของไม้ตัวอย่าง โดยแยกคำนวณเป็นส่วนของ ลำต้น กิ่ง และใบ โดยการนำน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง มาคำนวณเปอร์เซ็นต์ความชื้นจากสมการที่ 1

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักสด} - \text{น้ำหนักแห้ง}}{\text{น้ำหนักแห้ง}} \times 100 \quad (1)$$

2) คำนวณหาน้ำหนักแห้ง โดยแยกคำนวณเป็นส่วนของลำต้น กิ่ง และใบ จากเปอร์เซ็นต์ความชื้นของส่วนต่าง ๆ ที่คำนวณได้ นำไปเปลี่ยนน้ำหนักสดของ ลำต้น กิ่ง และใบ ให้เป็นมวลชีวภาพหรือน้ำหนักแห้ง ดังสมการที่ 2 (จึงชัย และกิตตินันท์, 2554)

$$\text{น้ำหนักแห้ง} = \frac{100 \times \text{น้ำหนักสด}}{100 + \text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น}} \quad (2)$$

3) เมื่อทำการแปลงค่าข้อมูลภาคสนามเป็นน้ำหนักแห้งของต้นไม้ตัวอย่างทุกต้นแล้วให้นำค่าข้อมูลที่ได้มาจัดเรียงข้อมูลโดยจับคู่มิติของค่าตัวแปรอิสระคือ D_0 , DBH, DBH^2 , H^2 หรือ DBH^2H กับตัวแปรตาม คือ น้ำหนักสดของลำต้น (f_s) มวลชีวภาพของลำต้น (W_s) กิ่ง (W_b) ใบ (W_l) และส่วนที่อยู่เหนือพื้นดิน ($AGB = W_s + W_b + W_l$)

4) ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง DBH^2H_i กับ W_s , W_l , W_b และ AGB ($AGB = W_s + W_l + W_b$) ในรูปของ power equation (ชนิตา, 2555) ดังสมการที่ 3

$$Y = aX^b \quad (3)$$

โดยที่ Y = ปริมาณมวลชีวภาพของส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้หรือน้ำหนักสดลำต้น (กิโลกรัมต่อต้น)

X = ตัวแปรอิสระ

a, b = ค่าคงที่

Table 1 Information of family and provenance of *Eucalyptus urophylla* 3 years old in a progeny trials at Lad Krating Plantation, Chachoengsao Province.

Number	Family No.	Code of Provenances	Plus Tree Registration No	Provenances
1	18	1	TK0114 Eu 0049	Flores Mt.Lewotobi
2	24	1	TK0114 Eu 0056	Flores Mt.Lewotobi
3	40	9	TK0114 Eu 0093	Pantar Mt.Sirung
4	55	2	TK0114 Eu 0119	Flores Mt.Wokoh
5	60	3	TK0114 Eu 0129	Flores Mt.Mandiri
6	71	12	TK0114 Eu 0151	Timor Ermera
7	9	4	TK0114 Eu 0021	Flores Mt.Egon
8	11	9	TK0114 Eu 0024	Pantar Mt.Sirung
9	23	10	TK0114 Eu 0055	Pantar Mt.Wasbilla
10	26	4	TK0114 Eu 0062	Flores Mt.Egon
11	58	11	TK0114 Eu 0127	Lomblem Mt.Kerbau
12	8	12	TK0114 Eu 0020	Timor Ermera
13	10	4	TK0114 Eu 0023	Flores Mt.Egon
14	60	3	TK0114 Eu 0129	Flores Mt.Mandiri
15	74	4	TK0114 Eu 0163	Flores Mt.Egon
16	8	12	TK0114 Eu 0020	Timor Ermera
17	10	4	TK0114 Eu 0023	Flores Mt.Egon
18	29	4	TK0114 Eu 0067	Flores Mt.Egon
19	50	15	TK0114 Eu 0111	Wetar Hatuloi
20	60	3	TK0114 Eu 0129	Flores Mt.Mandiri
21	31	12	TK0114 Eu 0072	Timor Ermera
22	39	13	TK0114 Eu 0086	Timor Remexio
23	75	4	TK0114 Eu 0167	Flores Mt.Egon
24	2	7	TK0114 Eu 0004	Alor Ampui
25	14	10	TK0114 Eu 0030	Pantar Mt.Wasbilla
26	31	12	TK0114 Eu 0072	Timor Ermera
27	66	14	TK0114 Eu 0140	Timor Lelogama
28	78	8	TK0114 Eu 0175	Alor Kalabahi
29	2	7	TK0114 Eu 0004	Alor Ampui
30	12	9	TK0114 Eu 0026	Pantar Mt.Sirung
31	16	8	TK0114 Eu 0041	Alor Kalabahi
32	23	10	TK0114 Eu 0055	Pantar Mt.Wasbilla
33	32	12	TK0114 Eu 0074	Timor Ermera
34	33	2	TK0114 Eu 0075	Flores Mt.Wokoh
35	3	7	TK0114 Eu 0005	Alor Ampui
36	18	1	TK0114 Eu 0049	Flores Mt.Lewotobi
37	75	4	TK0114 Eu 0167	Flores Mt.Egon
38	6	5	TK0114 Eu 0014	Flores Mt.Lewerok
39	11	9	TK0114 Eu 0024	Pantar Mt.Sirung
40	24	1	TK0114 Eu 0056	Flores Mt.Lewotobi
41	29	4	TK0114 Eu 0067	Flores Mt.Egon
42	37	6	TK0114 Eu 0083	Flores Mt.Wulogai
43	43	1	TK0114 Eu 0097	Flores Mt.Lewotobi
44	49	6	TK0114 Eu 0110	Flores Mt.Wulogai
45	28	11	TK0114 Eu 0066	Lomblem Mt.Kerbau

ผลและวิจารณ์

การศึกษาการเติบโต ลักษณะรูปทรง และสร้างสมการมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสโรฟิลลาในแปลงทดสอบแม่ไม้รุ่นที่สองอายุ 3 ปี จำนวน 45 แม่พันธุ์ ในแปลงทดสอบแม่ไม้ที่สวนป่าลาดกระทิง ปรากฏผลดังนี้

1. การเติบโต

ค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) ของยูคาลิปตัสโรฟิลลา ในแปลงทดสอบแม่ไม้รุ่นที่สอง อายุ 3 ปี พบว่าถิ่นกำเนิดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกมากที่สุดสามอันดับแรก ได้แก่ Weter Hatuloi, Flores Mt.Wakoh, Alor Kalabahi โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.77, 9.63 และ 9.62 เซนติเมตรตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาการเติบโตของ Mandy (2006) ที่พบว่า ถิ่นกำเนิดที่มีค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางสูงที่สุดของยูคาลิปตัสโรฟิลลา รุ่นที่ 1 อายุ 6, 8, 10 และ 16 ปี คือ Flores Mt.Lewotobi

เมื่อพิจารณาเฉพาะแม่พันธุ์ยูคาลิปตัสโรฟิลลา ในแปลงทดสอบแม่ไม้รุ่นที่สอง อายุ 3 ปี ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกมากที่สุดสามอันดับแรก ได้แก่ แม่พันธุ์ 78 (Alor Kalabahi) 55 (Flores Mt.Wokoh) และ 29 (Flores Mt.Egon) (Table 3) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.03, 10.01 และ 9.98 เซนติเมตร ตามลำดับ และเมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) ของยูคาลิปตัสโรฟิลลา รุ่นที่สอง อายุ 3 ปี ที่มีถิ่นกำเนิดและแม่พันธุ์ที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ทั้งระหว่างถิ่นกำเนิดและระหว่างแม่พันธุ์ (Table 2)

ค่าเฉลี่ยของความสูงของยูคาลิปตัสโรฟิลลา ในแปลงทดสอบแม่ไม้รุ่นที่สอง อายุ 3 ปี พบว่า ถิ่นกำเนิดที่มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดสามอันดับแรก ได้แก่ Timor Lelogama, Weter Hatuloi และ Alor Kalabahi มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.89, 14.50 และ 14.47 เมตร ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาเฉพาะแม่พันธุ์ยูคาลิปตัสโรฟิลลาในแปลงทดสอบแม่ไม้รุ่นที่สอง อายุ 3 ปี ที่มีการเติบโตทางด้านความสูงมากที่สุดสามอันดับแรก ได้แก่ แม่พันธุ์ 29 (Flores Mt.Egon), 14 (Pantar Mt.Wasbilla) และ 66 (Timor Lelogama) (Table 3) และเมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ค่าเฉลี่ยความสูงของยูคาลิปตัสโรฟิลลา ในแปลงทดสอบแม่ไม้รุ่นที่สอง ที่มีถิ่นกำเนิดและแม่พันธุ์ที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งระหว่างถิ่นกำเนิด และระหว่างแม่พันธุ์ (Table 2)

ค่าเฉลี่ยของความสูงของยูคาลิปตัสโรฟิลลา ในแปลงทดสอบแม่ไม้รุ่นที่สอง อายุ 3 ปีของถิ่นกำเนิด Timor Lelogama มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด และถิ่นกำเนิด Flores Mt.Lewerok มีค่าเฉลี่ยน้อยสุด ซึ่งมีแนวโน้มคล้ายกับการศึกษาการเติบโตของ Mandy (2006) ที่พบว่า ถิ่นกำเนิดที่มีค่าเฉลี่ยของความสูงมากที่สุดของยูคาลิปตัสโรฟิลลา รุ่นที่ 1 อายุ 6, 8, 10 และ 16 ปี คือ แม่พันธุ์ที่มีถิ่นกำเนิดจาก Timor Lelogama และ Alor Ampui

Table 2 ANOVA of average DBH and height of *Eucalyptus urophylla* 3 years old in progeny trials at Lad Krating Plantation, Chachoengsao Province.

	Source	DF	SS	MS	F Value
DBH	Block	8	39.37475	4.921843	1.87 ^{ns}
	Provenance	14	403.7607	28.84005	10.97 ^{**}
	Block x Provenance	105	444.3013	4.231441	1.61 ^{**}
	Family	44	1042.553	23.69438	9.01 ^{**}
	Family x Block	328	1421.381	4.333477	1.65 ^{**}
	Error	995	2616.952	2.630102	
Height	Block	8	1300.661	162.583	56.6 ^{**}
	Provenance	14	243.875	17.420	6.06 ^{**}
	Block x Provenance	105	582.981	5.552	1.93 ^{**}
	Family	44	886.310	20.143	7.01 ^{**}
	Family x Block	328	1850.678	5.642	1.96 ^{**}
	Error	995	2858.295	2.873	

Remark : ^{ns} Non-significant ($p > 0.05$); * Significant differences at $p < 0.05$; ** Highly significant differences at $p < 0.01$

Table 3 Averages of DBH and height of *Eucalyptus urophylla* in second generation of progeny test at Lad Krathing Plantation, Chachoengsao province.

No	Progeny	Provenances	Average		Progeny	Provenances	Average
			DBH (cm)				Height (m)
1	78	Alor Kalabahi	10.03		29	Flores Mt.Egon	15.09
2	55	Flores Mt.Wokoh	10.01		14	Pantar Mt.Wasbilla	14.91
3	29	Flores Mt.Egon	9.98		66	Timor Lelogama	14.89
4	49	Flores Mt.Wulogai	9.85		75	Flores Mt.Egon	14.77
5	50	Wetar Hatuloi	9.77		49	Flores Mt.Wulogai	14.73
6	14	Pantar Mt.Wasbilla	9.76		2	Alor Ampui	14.72
7	8	Timor Ermera	9.67		43	Flores Mt.Lewotobi	14.64
8	2	Alor Ampui	9.45		78	Alor Kalabahi	14.62
9	75	Flores Mt.Egon	9.41		50	Wetar Hatuloi	14.50
10	31	Timor Ermera	9.37		33	Flores Mt.Wokoh	14.45

2. ลักษณะรูปทรง

ค่าเฉลี่ยคะแนนการแตกง่ามลำต้น (axis persistence) ของยูคาลิปตัสยูโรฟิลลา รุ่นที่สอง อายุ 3 ปี ทั้งหมด 15 ถิ่นกำเนิด พบว่า ถิ่นกำเนิดที่มีการแตกง่ามมากที่สุด ได้แก่ Flores Mt.Wokoh เมื่อวิเคราะห์เฉพาะแม่พันธุ์ พบว่า แม่พันธุ์ 60 (Flores Mt.Mandiri) มีค่าเฉลี่ยคะแนนการแตกง่ามมากที่สุด (การแตกง่ามน้อยที่สุด) และเมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ทั้งระหว่างถิ่นกำเนิด และระหว่างแม่พันธุ์ (Table 4)

ค่าเฉลี่ยคะแนนของความตรงของลำต้น (stem straightness) พบว่า ถิ่นกำเนิดที่มีค่าเฉลี่ยคะแนนความตรงของลำต้นมากที่สุด ได้แก่ Flores Mt.Lewerok เมื่อวิเคราะห์เฉพาะแม่พันธุ์ พบว่า แม่พันธุ์ 8 (Timor Ermera) มีความตรงของลำต้นมากที่สุด และเมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ทั้งระหว่างถิ่นกำเนิด และระหว่างแม่พันธุ์ (Table 4)

ค่าเฉลี่ยคะแนนขนาดของกิ่ง (branch thickness) ของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา รุ่นที่สองอายุ 3 ปี ทั้งหมด 15 ถิ่นกำเนิด พบว่าถิ่นกำเนิดที่มีค่าเฉลี่ยคะแนนของขนาดของกิ่งมากที่สุด ได้แก่ Flores Mt.Mandiri เมื่อวิเคราะห์เฉพาะแม่พันธุ์ พบว่าแม่พันธุ์ 8 (Timor Ermera) มีค่าเฉลี่ยคะแนนของขนาดของกิ่งมากที่สุด (ขนาดกิ่งเล็กที่สุด) และเมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ทั้งระหว่างถิ่นกำเนิด และระหว่างแม่พันธุ์ (Table 4)

เมื่อจัดอันดับแม่พันธุ์โดยพิจารณาจากความสูง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง คะแนนการแตกง่ามของลำต้น คะแนนความตรงของลำต้น และขนาดของกิ่ง พบว่า แม่พันธุ์ที่มีคะแนนรวมสูงที่สุดสามอันดับแรก คือ แม่พันธุ์ 9 (Flores Mt.Egon), 10 (Flores Mt.Egon) และ 14 (Pantar Mt.Wasbilla) ตามลำดับ (Table 5)

Table 4 ANOVA of axis persistence, stem straightness and branch thickness of *Eucalyptus urophylla* 3 years old in a progeny trials at Lad Krating Plantation, Chachoengsao Province.

	Source	DF	SS	Mean Square	F Value
Axis Persistence	Block	8	14.139	1.767	4.43 ^{**}
	Provenance	14	13.008	0.929	2.33 ^{**}
	Block x Provenance	105	56.862	0.542	1.36 [*]
	Family	30	33.180	1.106	2.77 ^{**}
	Family x Block	223	123.759	0.555	1.39 ^{**}
	Error	1110	442.700	0.399	
Stem Straightness	Block	8	53.472	6.684	22.44 ^{**}
	Provenance	14	5.401	0.386	1.29 ^{ns}
	Block x Provenance	105	51.381	0.489	1.64 ^{**}
	Family	30	19.010	0.634	2.13 ^{**}
	Family x Block	223	92.395	0.414	1.39 ^{**}
	Error	1110	330.683	0.298	
Branch Thickness	Block	8	15.316	1.915	5.23 ^{**}
	Provenance	14	5.247	0.375	1.02 ^{ns}
	Block x Provenance	105	64.186	0.611	1.67 ^{**}
	Family	30	27.543	0.918	2.51 ^{**}
	Family x Block	223	120.957	0.542	1.48 ^{**}
	Error	1110	406.083	0.366	

Remarks: ^{ns} Non-significant ($p>0.05$); ^{*} Significant differences at $p<0.05$; ^{**} Highly significant differences at $p<0.01$

Table 5 Top ten ranking of *Eucalyptus urophylla* 3 years old in a progeny trials at Lad Krating Plantation, Chachoengsao Province.

Rank	H	DBH	Axis persistence	Stem straightness	Branch thickness	Total Score	Family No.
1	17.1	13.60	6	4	4	44.70	9
2	15.2	14.33	6	4	4	43.53	10
3	16.5	12.90	6	4	4	43.40	14
4	15.8	13.54	6	4	4	43.34	71
5	15.2	13.69	6	4	4	42.89	33
6	17.2	11.59	6	4	4	42.79	23
7	15.7	13.09	6	4	4	42.79	60
8	15.4	13.38	6	4	4	42.78	50
9	16.0	12.77	6	4	4	42.77	32
10	15.0	13.69	6	4	4	42.69	78

3. สมการมวลชีวภาพ

จากการศึกษาการหาค่ามวลชีวภาพของยูคาลิปตัสยุโรปฟิลลาพบว่า ร้อยละความชื้นของแต่ละต้นมีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละส่วนคือ ลำต้นมีความชื้นเฉลี่ย 124.80 เปอร์เซ็นต์ กิ่งมีความชื้นเฉลี่ย 87.30 เปอร์เซ็นต์ ใบมีความชื้นเฉลี่ย 127.74 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมาคำนวณหาน้ำหนักแห้งของต้นยูคาลิปตัสยุโรปฟิลลา รุ่นที่ 2 ทั้ง 8 ต้นพบว่า มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของลำต้น กิ่ง และใบดังนี้ ต้นที่ 1 มีน้ำหนักแห้งของลำต้น กิ่ง และใบ เป็น 0.25, 0.08 และ 0.05 กิโลกรัม ตามลำดับ ต้นที่ 2 มีน้ำหนักแห้งของลำต้น กิ่ง และใบ เป็น 0.96, 0.27 และ 0.06 กิโลกรัม ตามลำดับ ต้นที่ 3 มีน้ำหนักแห้งของลำต้น กิ่ง และใบ เป็น 2.83, 0.53 และ 0.27 กิโลกรัมตามลำดับ ต้นที่ 4 มีน้ำหนักแห้งของลำต้น กิ่ง และใบ เป็น 4.87, 0.33 และ 0.29 กิโลกรัม ตามลำดับ ต้นที่ 5 มีน้ำหนักแห้งของลำต้น กิ่ง และใบ เป็น 7.47, 1.00 และ 0.83 กิโลกรัม ตามลำดับ ต้นที่ 6 มีน้ำหนักแห้งของลำต้น กิ่ง และใบ เป็น 23.86, 4.32 และ 2.61 กิโลกรัม ตามลำดับ ต้นที่ 7 มีน้ำหนักแห้งของลำต้น กิ่ง และใบ เป็น 18.34, 2.11 และ 1.54 กิโลกรัม ตามลำดับ ต้นที่ 8 มีน้ำหนักแห้งของลำต้น กิ่ง และใบ เป็น 24.37, 10.44 และ 2.65 กิโลกรัม ตามลำดับ (Table 5)

Table 5 Fresh weight, dry weight and moisture content of *Eucalyptus urophylla* 3 years old in a second generation progeny test at Lad Krating Plantation, Chachoengsao Province.

Tree No.	DBH (cm)	Fresh Weight (kg)			Dry Weight (kg)			Moisture Content		
		Stem	Branch	Leaf	Stem	Branch	Leaf	Stem	Branch	Leaf
1	5.6	0.53	0.12	0.11	0.25	0.08	0.05	112.22	51.66	113.04
2	9.8	2.15	0.37	0.13	0.96	0.27	0.06	124.45	40.45	123.78
3	14.0	6.65	1.06	0.70	2.83	0.53	0.27	135.21	98.16	157.08
4	18.2	11.08	0.65	0.64	4.87	0.33	0.29	127.41	99.35	121.26
5	22.4	16.87	2.11	1.68	7.47	1.00	0.83	125.87	110.74	102.31
6	26.7	48.33	8.34	6.31	23.86	4.32	2.61	102.56	93.24	141.68
7	30.9	44.19	4.56	3.53	18.34	2.11	1.54	140.90	116.06	128.36
8	35.1	56.00	19.71	6.20	24.37	10.44	2.65	129.76	88.74	134.38

สร้างสมการมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสยุโรปฟิลลา อายุ 3 ปี ที่สวนป่าลาดกระทิง โดยใช้ D_0 , DBH, H, DBH^2 และ DBH^2H เป็นตัวแปรอิสระ และใช้ค่า W_s , W_b , W_l และ AGB เป็นตัวแปรตามนั้น พบว่าการวิเคราะห์โดยใช้ DBH เป็นตัวแปรอิสระเพียงตัวเดียว มีค่าความสัมพันธ์ (R^2) ใกล้เคียงกับ DBH^2H (Table 6) ซึ่งไปในทิศทางเดียวกันกับการศึกษามวลชีวภาพยูคาลิปตัส ยุโรปฟิลลา บริเวณสถานีวนวัฒนวิจัยสระแกราช ของชลธิดา (2550) การประมาณปริมาตรไม้และมวลชีวภาพของสวนป่าไม้สักอายุ 10 ปี จังหวัดกำแพงเพชร ของประพาย (2558) และการประมาณปริมาตรไม้และมวลชีวภาพสวนป่าไม้สนเทศุนานีอายุ 29 ปี ที่สถานีวนวัฒนวิจัยอินทิล จังหวัดเชียงใหม่ ของสมชาย (2558) โดยพบว่าการเลือกสมการที่ใช้ DBH เป็นตัวแปรอิสระในการประเมินมวลชีวภาพเพราะมีค่าความสัมพันธ์ (R^2) สูง ดังนั้นในการประเมินผลผลิตไม้ในสวนป่าอาจเลือกสมการที่ใช้ DBH เป็นตัวแปรอิสระตัวเดียวไปประเมินผลผลิตได้โดยไม่ต้องใช้ความสูง หรือสมการที่ใช้ DBH^2H ไปใช้ในการประเมินมวลชีวภาพ เพราะสมการที่ใช้ค่าทั้งสอง มีค่า R^2 ไม่แตกต่างกัน

Table 6 Allometric Equations of *Eucalyptus urophylla* 3 years old in a progeny trials at Lad Krating Plantation, Chachoengsao Province.

Productions	Equations	R ²
Stem	$fs = 0.015(D_0)^{3.146}$	0.980
	$fs = 0.087(DBH)^{2.613}$	0.974
	$fs = 0.039(H)^{2.775}$	0.957
	$fs = 0.087(DBH^2)^{1.306}$	0.974
	$fs = 0.065(DBH^2 H)^{0.894}$	0.975
	$Ws = 0.007(D_0)^{3.116}$	0.974
	$Ws = 0.040 (DBH)^{2.587}$	0.967
	$Ws = 0.018(H)^{2.751}$	0.954
	$Ws = 0.040(DBH^2)^{1.293}$	0.967
	$Ws = 0.004 (DBH^2 H)^{0.885}$	0.970
Branch	$Wb = 0.01 (D_0)^{2.223}$	0.71
	$Wb = 0.034 (DBH)^{1.851}$	0.71
	$Wb = 0.021 (H)^{1.912}$	0.66
	$Wb = 0.034 (DBH^2)^{0.925}$	0.71
	$Wb = 0.028 (DBH^2 H)^{0.628}$	0.70
Leaf	$Wl = 0.000 (D_0)^{2.964}$	0.808
	$Wl = 0.003 (DBH)^{2.526}$	0.846
	$Wl = 0.001 (H)^{2.652}$	0.813
	$Wl = 0.003 (DBH^2)^{1.263}$	0.846
	$Wl = 0.002 (DBH^2 H)^{0.861}$	0.841

Remarks: fs = fresh stem, Ws = weight stem, Wb = weight branch, Wl = weight leaf

สรุป

ผลการศึกษาการเติบโตของยูคาลิปตัสยูโรฟิลลา ในแปลงทดสอบแม่ไม้รุ่นที่สอง อายุ 3 ปี ที่สวนป่าลาดกระทิง จังหวัดฉะเชิงเทรา สรุปผลการศึกษาดังนี้

แม่พันธุ์ที่มีการเติบโตทางความสูงมากที่สุด แม่พันธุ์ 29 แม่พันธุ์ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกมากที่สุด คือแม่พันธุ์ 78 และ ไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา ที่มีแม่พันธุ์และถิ่นกำเนิดที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ทั้งระหว่างสายพันธุ์ และระหว่างถิ่นกำเนิด เมื่อพิจารณาทั้งการเติบโตและรูปร่างแม่พันธุ์ที่มีการเติบโตลักษณะรูปทรงดีที่สุด คือแม่พันธุ์ 9, 10 และ 14 ตามลำดับ สมการแอลโลเมตริกที่สร้างขึ้นนั้น พบว่าความสัมพันธ์ทางแอลโลเมตริกของ Ws กับ DBH^2 และ $DBH^2 H$ มีความสัมพันธ์ (R^2) ใกล้เคียงกันดังนั้นการประเมินน้ำหนักสดของลำต้นและผลผลิตมวลชีวภาพของส่วนต่าง ๆ ของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลลา อายุ 3 ปี ที่สวนป่าลาดกระทิง จังหวัดฉะเชิงเทรา สามารถนำสมการที่ใช้ $DBH^2 H$ หรือ DBH เป็นตัวแปรอิสระตัวเดียวไปใช้ในการประเมินผลผลิตได้

เอกสารอ้างอิง

- ชิงชัย วิริยะบัญชา. 2546. **คู่มือการประมาณมวลชีวภาพของหมุ่ไม้**. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.
- _____ . และ กิตตินันท์ ผิวสะอาด. 2554. **การปรับสมการเพื่อประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของสวนป่าสักในประเทศไทย**. สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.
- ชนิตา ทองฝาก. 2555. **มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของไม้สัก ณ สวนป่าทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชลธิดา เชิญขุนทด. 2550. **การเก็บกักคาร์บอนเหนือพื้นดินในสวนป่ายูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า บริเวณสถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จังหวัดนครราชสีมา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ประพาย แก่นนาค. 2558. การประมาณปริมาตรไม้และมวลชีวภาพของสวนป่าไม้สักอายุ 10 ปี จังหวัดกำแพงเพชร, น. 356-364. ใน **รายงานการประชุมผลงานวิชาการป่าไม้การประชุมป่าไม้ประจำปี พ.ศ. 2558: ป่าไม้ไทย...ใครกำหนด**. ระหว่างวันที่ 22-26 เมษายน 2558 ณ ห้องประชุม จรุงรักปรีชานนท์ ตึกวิทยาศาสตร์ 72 ปี คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วีระยุทธ กุลพรพันธ์ และ รัตนะ ไทงาม. 2546. **การทดสอบสายพันธุ์และถิ่นกำเนิดของไม้ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า ที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมการปลูกสร้างสวนป่า จังหวัดนครราชสีมา**. เอกสารผลงานวิจัย. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.
- สมชาย นองเนื่อง. 2558. **การประมาณปริมาตรไม้และมวลชีวภาพสวนป่าไม้สนเทकुมนานี้อายุ 29 ปี ที่สถานีวนวัฒนวิจัยอินทขิล จังหวัดเชียงใหม่**, น. 376-385. ใน **รายงานการประชุมผลงานวิชาการป่าไม้การประชุมป่าไม้ประจำปี พ.ศ. 2558: ป่าไม้ไทย...ใครกำหนด**. ระหว่างวันที่ 22-26 เมษายน 2558 ณ ห้องประชุม จรุงรักปรีชานนท์ ตึกวนศาสตร์ 72 ปี คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Mandy, M. 2006. **Provenance Variation and Progeny Testing of *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake Grown at Ladkrating Plantation Chachoengsao Province**. M.S. Thesis, Kasetsart University.

ผลของการตัดขยายระยะครั้งแรกต่อการเติบโตและรูปทรงของสักร์ในสวนป่า Effects of First Thinning on Growth and Stem Form of Teak Plantation

วรพรรณ หิมพานต์* และ ทศพร วัชรางกูร

Woraphun Himmapan* and Tosporn Vacharangkura

ส่วนงานวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900

Silvicultural Research Division, Forest Research and Development Bureau, The Royal Forest Department, Bangkok, 10900

* Corresponding Author; E-mail: woraphun0901@gmail.com

บทคัดย่อ

ผลของการตัดขยายระยะครั้งแรกต่อการเติบโตและรูปทรงของหมู่ไม้สักได้ดำเนินการโดยวางแผนทดลองที่สวนป่าสักในจังหวัดอุดรธานี วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ จำนวน 3 ซ้ำ และใช้วิธีการตัดขยายระยะไม้ชั้นล่าง หน่วยทดลอง คือการตัดไม้ออกตามร้อยละของพื้นที่หน้าตัด ประกอบด้วย แปลงควบคุม (ร้อยละ 0) ตัดขยายระยะแบบปานกลาง (ร้อยละ 30) และตัดขยายระยะแบบหนัก (ร้อยละ 50) เก็บข้อมูลภายหลังการตัดขยายระยะเป็นเวลา 5 ปี ผลของการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การตัดขยายระยะและความหนักเบาของการตัดขยายระยะมีผลต่อการปรับปรุงการเติบโตและผลผลิตของหมู่ไม้ โดยทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกในแปลงที่ตัดขยายระยะมีค่ามากกว่าในแปลงที่ไม่ตัดขยายระยะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยทางด้านปริมาตรของต้นไม้ในแปลงที่ตัดขยายระยะมีค่ามากกว่าในแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะ และความเพิ่มพูนทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ยของต้นไม้ทั้งหมดและของต้นไม้ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความหนักเบาของการตัดขยายระยะเพิ่มขึ้น การตัดขยายระยะแบบปานกลางมีผลทำให้การเติบโตของหมู่ไม้ภายหลังการตัดขยายระยะมีค่ามากกว่าการตัดขยายระยะแบบหนักและการไม่ตัดขยายระยะ นอกจากนี้การตัดขยายระยะมีแนวโน้มที่จะปรับปรุงรูปทรงของต้นไม้อีกด้วย

คำสำคัญ: สัก ความหนักเบาของการตัดขยายระยะ ความเพิ่มพูนทางปริมาตรเฉลี่ย ความเพิ่มพูนทางปริมาตรของหมู่ไม้

ABSTRACT

The effects of first thinning on growth and stem form of teak stands were examined in Uttaradit province, northern Thailand. In this study, a randomized complete block design with 3 replications was used, and thinning from below (low thinning) was applied. The treatments were levels of basal area removal as follows unthinned (0%), moderate (30%), and heavy (50%). The measurement period after thinning was 5 years. The results of the study revealed that thinning and thinning intensity effected to growth and yield improvement. Thinning plots provided the significant larger diameter at breast height (DBH), bigger mean stem volume of individual trees in the stands than unthinned plot. The mean DBH increment of all trees as well as the mean DBH increment of the dominant trees was enhanced with increasing thinning intensity. Moderate thinning plots provided higher growth of stand after thinning than heavy thinning plots and unthinned plots. Moreover, thinning tended to have positive effects on stem form.

Keywords: teak, thinning intensity, mean volume increment, stand volume increment

คำนำ

สักเป็นไม้พื้นเมืองที่มีค่าสำคัญของประเทศไทย รวมทั้งยังนับว่าเป็นไม้ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจสูงในวงการด้านป่าไม้อีกด้วย การเติบโตของสักจะดีมากเมื่อสักเติบโตในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนรายปีประมาณ 1,250-3,750 มิลลิเมตร และมีช่วงแล้งประมาณ 3-5 เดือน อุณหภูมิต่ำสุด 13-17°C และสูงสุด 39-43°C (Pandey and Brown, 2000)

การตัดขยายระยะเป็นเครื่องมือหลักในการควบคุมความหนาแน่นของหมู่ไม้เพื่อที่จะช่วยเพิ่มการเติบโตและปรับปรุงคุณภาพของไม้ท่อน แม้ว่าการตัดขยายระยะจะเพิ่มปริมาตรส่วนที่เป็นสินค้าของหมู่ไม้ได้แต่โดยทั่วไปจะไม่เพิ่มปริมาตรทั้งหมดต่อหน่วยพื้นที่ (Hasenauer *et al.*, 1997; Zeide, 2001) มีการศึกษาจำนวนมากพบว่า การเพิ่มปริมาตรของหมู่ไม้ในต้นไม้อายุหลายชนิดไม่เกี่ยวข้องกับการลดความหนาแน่นของหมู่ไม้ (Hamilton, 1981; Horne *et al.*, 1986) แสดงให้เห็นว่าการตัดขยายระยะไม้ชั้นล่างจะทำให้ต้นไม้อายุแต่ละต้นที่เหลืออยู่ภายหลังการตัดขยายระยะมีขนาดใหญ่ขึ้นและจำนวนต้นไม้อายุที่มีขนาดเล็กสามารถเพิ่มปริมาตรต่อหน่วยพื้นที่ การตัดขยายระยะจะมีผลต่อคุณภาพของเนื้อไม้ เช่น การเพิ่มสัดส่วนของแก่นไม้ ความหนาแน่นของเนื้อไม้ และรูปทรงของลำต้นในด้านความเรียบ ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงรูปทรงของต้นไม้อายุที่เกิดขึ้นจากการตัดขยายระยะจะมีความสำคัญต่อปริมาตรและการคาดการณ์การฟื้นกลับคืน รูปทรงของลำต้นส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงขนาดและการกระจายของเรือนยอดและความยาวของลำต้นส่วนที่ไม่มีกิ่ง (branch-free bole) (Larson, 1963)

การศึกษาค้นคว้านี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของความหนักเบา (ความเข้ม) ของการตัดขยายระยะครั้งแรกที่กระทำต่อหมู่ไม้โดยวิธีการตัดไม้ชั้นล่าง (low thinning) ที่มีต่อขนาดของต้นไม้อายุ ความเพิ่มพูนทางด้านปริมาตรรายต้น ปริมาตรรวมของหมู่ไม้ อัตราการตาย ตลอดจนรูปทรงของต้นไม้อายุ ภายหลังการตัดขยายระยะเพื่อที่จะได้ทราบถึงความหนักเบาของการตัดขยายระยะที่เหมาะสมสำหรับนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการสวนป่าสักในประเทศไทย

อุปกรณ์และวิธีการ

วางแผนตัวอย่างเพื่อศึกษาการตัดขยายระยะครั้งแรก (first thinning) ที่สวนสักเด่นด่าน จังหวัดอุดรธานี ปลูกเมื่อปี พ.ศ. 2549 ระยะปลูก 2x4 เมตร² อายุเมื่อทำการทดลองคือ 6 ปี ซึ่งนับว่าเป็นระยะเวลาที่หมู่ไม้เริ่มมีการแก่งแย่ง สวนป่ายังไม่ได้มีการดำเนินการด้านวนวัฒนวิธี เช่น การลิดกิ่ง ก่อนการทดลองตัดขยายระยะ วางแผนการทดลองใช้แบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ จำนวน 3 ซ้ำ ทำการตัดต้นไม้ออกตามขนาดพื้นที่หน้าตัดของหมู่ไม้ โดยมีหน่วยทดลอง 3 หน่วย ได้แก่ ตัดขยายระยะแบบปานกลาง (ร้อยละ 30) ตัดขยายระยะแบบหนัก (ร้อยละ 50) และแปลงควบคุม (ร้อยละ 0)

ทำการวัดขนาดต้นไม้อายุในแปลงทุกต้น บันทึกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) ความสูงทั้งหมด (H) ความสูงถึงฐานเรือนยอด (Hb) และให้คะแนนคุณภาพของเรือนยอดของต้นไม้อายุในแปลงตัวอย่าง นำมาคำนวณหาปริมาตรและพื้นที่หน้าตัดของหมู่ไม้เพื่อคัดเลือกต้นไม้อายุที่จะดำเนินการตัดขยายระยะ ตัดขยายระยะแบบ low thinning คือการเลือกตัดต้นไม้อายุที่มีเรือนยอดระดับล่างออก ตัดขยายระยะตามแผนการทดลอง การคัดเลือกต้นไม้อายุพิจารณาถึงลักษณะรูปทรงและคุณภาพของต้นไม้อายุ ทำการวัดขนาดต้นไม้อายุโดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก ความสูงทั้งหมด และความสูงถึงฐานเรือนยอด ภายหลังการตัดขยายระยะทันที (just after thinning) และหลังการตัดทุกปี เป็นเวลา 5 ปี

คำนวณค่าพื้นที่หน้าตัดและปริมาตรทั้งรายต้นและทั้งหมู่ไม้ การประมาณปริมาตรรายต้น (tree volume estimation) โดยใช้สมการรีเกรสชันที่มีอยู่แล้วและที่สร้างขึ้นใหม่ประมาณปริมาตรรายต้นของไม้สักในแปลงตัวอย่าง สำหรับการหาปริมาตรรายต้นก่อนตัด หลังตัดทันที และหลังตัด 1 ปี (รวมเปลือก) ใช้สมการของ ทศพร และคณะ (2553) ได้แก่ $V = 0.00009734 \text{ DBH}^{1.99583} H^{0.64695}$

เมื่อ V = ปริมาตรไม้ (m³), DBH = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (cm), H = ความสูงทั้งหมด (m)

และเนื่องจากการตัดขยายระยะและไม่มีการตัดขยายระยะจะมีผลต่อรูปทรงของต้นไม้อายุเมื่อเวลาผ่านไป ดังนั้นจึงทำการหาสมการสำหรับประมาณปริมาตรภายหลังการตัดขยายระยะ โดยการตัดตัวอย่างต้นไม้อายุในแต่ละ treatment โดยใช้ nonlinear regression (allometric equation) คือ $V = a (\text{DBH}^2 \cdot H)^b$

เมื่อ a และ b คือค่าคงที่

คำนวณหาความเพิ่มพูนรายปีของทั้งภาพรวมของหมู่ไม้ (Total stand volume production) และรายต้น (Average stem volume) คำนวณต้นที่มีชั้นเรือนยอดเด่น (Dominant tree height : DTH) โดยความเพิ่มพูนทาง DBH ใช้ต้นที่มีความโตสูงสุด จำนวน 32 ต้นต่อไร่ (200 ต้นต่อเฮกตาร์) ส่วนความเพิ่มพูนทางความสูงใช้ต้นที่มีความโตสูงสุดจำนวน 16 ต้นต่อไร่ (100 ต้นต่อเฮกตาร์) สำหรับการศึกษาผลของการตัดขยายระยะต่อรูปทรงของต้นไม้อายุ

พิจารณาจาก 3 ค่า ได้แก่ Live-crown ratio (อัตราส่วนของความสูงของเรือนยอดและความสูงทั้งหมด) Slenderness ratio (อัตราส่วนของความสูงต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก) และ Artificial form factor (อัตราส่วนของปริมาตรจริงของต้นไม้ต่อปริมาตรรูปทรงกระบอกที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพื้นที่หน้าตัดเท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของต้นไม้และมีความสูงเท่ากับความสูงของต้นไม้ของต้นไม้นั้น) วิเคราะห์สถิติเพื่อเปรียบเทียบผลของความหนักเบาของการตัดขยายระยะต่อการเติบโตและรูปทรงของต้นสักโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ผลและวิจารณ์

1. ผลของการตัดขยายระยะต่อขนาดของต้นสัก

ผลการศึกษาพบว่า หลังทำการตัดขยายระยะทันที แปลงที่ตัดขยายระยะมีจำนวนต้นไม้อลดลงทำให้ค่าความหนาแน่นของหมู่ไม้ไม่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากแปลงที่ไม่ได้ทำการตัดขยายระยะ ในขณะที่ค่าการเติบโต ได้แก่ DBH และความสูงยังไม่แสดงค่าความแตกต่างกันระหว่าง 3 แผนการทดลอง ส่วนค่าปริมาตรของหมู่ไม้ในแปลงที่ไม่ได้ทำการตัดขยายระยะมีค่าสูงกว่าแปลงที่ทำการตัดขยายระยะทั้งสองระดับ

หลังการตัดขยายระยะ 4 ปี พบว่าค่าการเติบโตทางด้านความสูงในแปลงตัดขยายระยะแบบหนัก มีค่าสูงกว่าในแปลงอื่น ๆ ถึงแม้ว่าจะไม่แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ DBH แสดงค่าสูงกว่าแปลงอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนแปลงที่ตัดขยายระยะแบบปานกลาง มีค่าสูงกว่าในแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะเช่นกัน จากการคำนวณพื้นที่หน้าตัดของหมู่ไม้และปริมาตรของหมู่ไม้พบว่าในแปลงตัดขยายระยะแบบหนักจะมีค่าต่ำกว่าในแปลงอื่น ๆ ทั้งนี้เนื่องจากจำนวนต้นไม้อในแปลงมีน้อยกว่า แต่ในแปลงตัดขยายระยะปานกลางแม้ว่าจะมีจำนวนต้นไม้น้อยกว่าในแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะแต่ปริมาตรของหมู่ไม้มีค่าสูงที่สุด (Vacharangkura *et al.*, 2017)

ในปีที่ 5 (พ.ศ.2558-2559) มีสภาพอากาศที่แห้งแล้งยาวนาน ทำให้ต้นไม้อในแปลงทดลองตายลงจำนวนมาก เมื่อทำการตรวจวัดข้อมูลหลังการตัดขยายระยะพบว่า ในแปลงที่ไม่ได้ทำการตัดขยายระยะมีจำนวนต้นไม้อตายสูงที่สุดคือ 58 ต้นต่อไร่ ในขณะที่แปลงตัดขยายระยะแบบปานกลางและแบบหนักมีจำนวนต้นไม้อที่ตายเฉลี่ยในพื้นที่ 1 ไร่เท่ากับ 27 และ 8 ต้น ตามลำดับ จากการตายของต้นไม้อในแปลงที่ไม่ได้ทำการตัดขยายระยะ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นต้นที่มีขนาดเล็กและอ่อนแอ ทำให้ค่าการเติบโตของต้นสักในแปลงทดลองทั้ง 3 แผนการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นค่า DBH ที่พบว่าในแปลงตัดขยายระยะแบบหนักยังคงมีค่า DBH สูงกว่าในแปลงทดลองอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1)

Table 1 Stand characteristics of Den Dan plantation before, just after 4-year and 5-year after thinning (mean $\pm$ S.D.).

	Treatment											
	Unthinned				Moderate				Heavy			
Before thinning												
Stand density (tree rai ⁻¹)	196	±	0.58	b	195	±	1.00	ab	193	±	1.00	a
Mean DBH (cm)	9.99	±	1.00	a	10.15	±	1.06	a	10.33	±	0.81	a
Mean Height (m)	10.44	±	1.44	a	10.94	±	1.31	a	11.01	±	1.00	a
Stand Basal Area (m ² rai ⁻¹)	1.60	±	0.30	a	1.63	±	0.30	a	1.68	±	0.23	a
Stand Volume (m ³ rai ⁻¹)	9.25	±	2.35	a	9.64	±	2.38	a	9.94	±	1.79	a
Just after thinning												
Stand density (tree rai ⁻¹)	196	±	0.58	c	123	±	8.98	b	81	±	4.04	a
Mean DBH (cm)	10.82	±	0.87	a	11.58	±	0.58	a	12.17	±	0.34	a
Mean Height (m)	11.17	±	1.32	a	12.45	±	0.48	a	12.54	±	0.24	a
Stand Basal Area (m ² rai ⁻¹)	1.88	±	0.28	b	1.33	±	0.21	a	0.93	±	0.12	a
Stand Volume (m ³ rai ⁻¹)	11.30	±	2.40	b	8.40	±	1.49	ab	5.95	±	0.78	a

Table 1 (Continued)

		Treatment											
		Unthinned				Moderate				Heavy			
5-year after thinning													
Stand density (tree rai ⁻¹)		116	±	21.20	b	93	±	19.60	ab	71	±	3.61	a
Mean DBH (cm)		13.09	±	0.22	a	13.60	±	0.46	a	14.88	±	0.12	b
Mean Height (m)		13.39	±	0.15	a	13.58	±	0.83	a	14.32	±	0.17	a
Stand Basal Area (m ² rai ⁻¹)		1.61	±	0.35	a	1.40	±	0.38	a	1.26	±	0.08	a
Stand Volume (m ³ rai ⁻¹)		8.39	±	1.80	a	10.8	±	3.42	a	8.37	±	0.48	a
Thinning ratio	No. of tree (%)	0.00				36.91				58.20			
	Basal area (%)	0.00				30.18				51.73			

Remarks: Letters signify individual statistical differences among treatments in each measurement time, based on the ANOVA test. The treatments marked with the different letters are significantly different ($p < 0.05$)

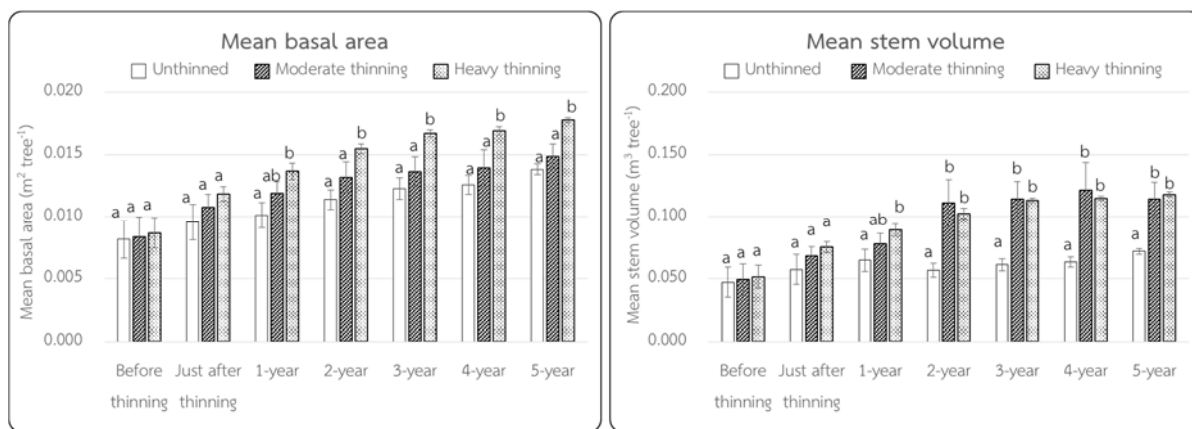
ค่าเฉลี่ยของพื้นที่หน้าตัดรายต้นในแปลงตัดขยายระยะหนักรวมมีค่าสูงที่สุดตั้งแต่ 1 ปี หลังการตัดขยายระยะ และแสดงค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อหลังการตัดขยายระยะ 2 ปี พบว่าค่าพื้นที่หน้าตัดรายต้นในแปลงที่ตัดขยายระยะปานกลางแม้ว่าจะมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าในแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะแต่ไม่แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าเฉลี่ยปริมาตรรายต้นพบว่าแสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังตัดขยายระยะ 1 ปี และเด่นชัดมากขึ้นในปีที่ 2 หลังการตัดขยายระยะ โดยในแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะจะมีค่าต่ำที่สุด ส่วนในแปลงทดลองตัดขยายระยะปานกลางและแบบหนักมีค่าใกล้เคียงกันและไม่แสดงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในปีที่ 5 หรือปีสุดท้ายของการศึกษาพบว่าในแปลงที่ทำการตัดขยายระยะแบบหนักมีแนวโน้มที่จะมีค่าปริมาตรเฉลี่ยรายต้นสูงกว่าในแปลงตัดขยายระยะปานกลาง (Figure 1) จากผลการศึกษาทำให้สรุปได้ว่าการตัดขยายระยะทำให้ต้นไม้มีขนาดความโตเพิ่มมากขึ้น การตัดขยายระยะด้วยความหนักเบาที่สูงกว่าจะส่งเสริมให้ต้นไม้มีขนาดความโตเพิ่มมากขึ้นด้วย

2. ผลของการตัดขยายระยะต่อการเติบโตของต้นสัก

จากการคำนวณความเพิ่มพูนรายปีด้าน DBH เฉลี่ยต่อต้นของต้นสักทั้งหมดในพื้นที่หลังตัดขยายระยะ 5 ปี พบว่าสักในแปลงที่ตัดขยายระยะแบบหนักมีค่าสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ แปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะและแปลงตัดขยายระยะปานกลาง แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อพิจารณาความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยของ DBH เฉพาะในต้นที่มีชั้นเรือนยอดเด่นในพื้นที่ พบว่าในแปลงตัดขยายระยะแบบหนักยังมีค่าสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ แปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะและแปลงตัดขยายระยะแบบปานกลาง ตามลำดับ และไม่พบค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกับความเพิ่มพูนรายปีในต้นไม้อื่นทั้งหมด (Figure 2) ผลการศึกษานี้แสดงว่าการตัดขยายระยะและความหนักเบาของการตัดขยายระยะยังไม่ได้มีผลต่อความเพิ่มพูนรายปีในด้าน DBH อย่างชัดเจน และเมื่อพิจารณาความเพิ่มพูนรายปีด้านความสูงเฉลี่ยต่อต้นในต้นสักทั้งหมดในพื้นที่พบว่าในแปลงไม่ตัดขยายระยะมีค่าสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ แปลงตัดขยายระยะแบบหนัก และแปลงตัดขยายระยะแบบปานกลาง ตามลำดับ ในขณะที่เมื่อพิจารณาเฉพาะต้นที่มีชั้นเรือนยอดเด่นพบว่าความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยด้านความสูงมีค่ามากกว่าในแปลงตัดขยายระยะแบบหนัก แปลงไม่ตัดขยายระยะ และแปลงที่ตัดขยายระยะแบบปานกลาง ตามลำดับ อย่างไรก็ตามความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยของสักทั้งหมดและเฉพาะในต้นที่มีชั้นเรือนยอดเด่นในแปลงทดลองทั้งสาม ไม่พบค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แม้ว่าความเพิ่มพูนรายปีทั้งด้าน DBH และความสูงในต้นที่มีชั้นเรือนยอดเด่นในแปลงตัดขยายระยะแบบหนักมีแนวโน้มว่าจะเพิ่มสูงกว่าในแปลงอื่นก็ตาม (Figure 3) ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการตัดขยายระยะและระดับความหนักเบาของการตัดขยายระยะยังไม่มีผลกระทบที่ชัดเจนต่อความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยทางด้าน DBH และความสูงของหมู่ไม้

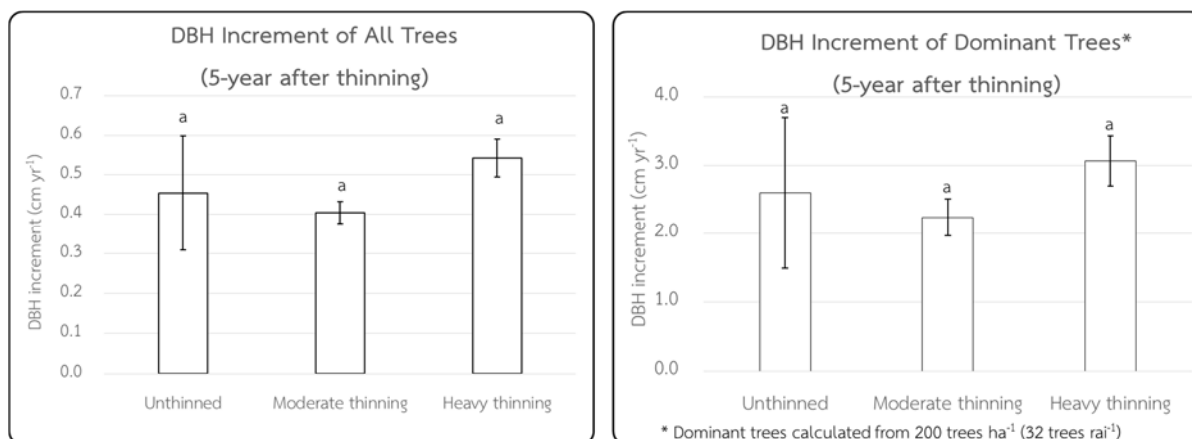
3. ผลของการตัดขยายระยะต่อการเติบโตของหญ้าไม้สัก

ผลผลิตด้านปริมาตรของสีกทั้งหมดในแปลง ประกอบด้วย ปริมาตรของสีกที่ถูกตัดขยายระยะออกจากพื้นที่ ปริมาตรของต้นสีกที่ตาย และปริมาตรที่มีอยู่ในปัจจุบัน ใน Table 2 แสดงผลผลิตด้านปริมาตรของสีกเมื่ออายุ 5 ปี หลังการตัดขยายระยะ การศึกษาพบว่าปริมาตรทั้งหมดมีค่าสูงสุดในแปลงตัดขยายระยะแบบปานกลาง รองลงมา ได้แก่ แปลงตัดขยายระยะแบบหนักและแปลงที่ไม่ตัดขยายระยะ ตามลำดับ ในช่วงระยะเวลาระหว่างปีที่ 4-5 มีสภาพอากาศที่แห้งแล้งรุนแรงและมีระยะเวลายาวนาน ทำให้มีต้นไม้ในแปลงทดลองตายจำนวนมาก โดยจำนวน ต้นไม้ที่ตายมากที่สุดพบในแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะ คือ 87 ต้น เนื่องมาจากการแก่งแย่งอย่างรุนแรง ซึ่งตรงกันข้ามกับในแปลงตัดขยายระยะแบบหนักซึ่งมีจำนวนต้นไม้ที่ตายน้อยที่สุด คือ 11 ต้น จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ปริมาตรรวมในแปลงตัดขยายระยะแบบหนักมีค่าแตกต่างจากแปลงตัดขยายระยะปานกลางเล็กน้อย และแปลงตัดขยายระยะทั้งสองแบบมีปริมาตรรวมมากกว่าแปลงที่ไม่ตัดขยายระยะ สรุปได้ว่าการตัดขยายระยะเป็นการป้องกันการตายของต้นไม้จากการแก่งแย่งเมื่อหม้อไม้มีอายุมากขึ้น



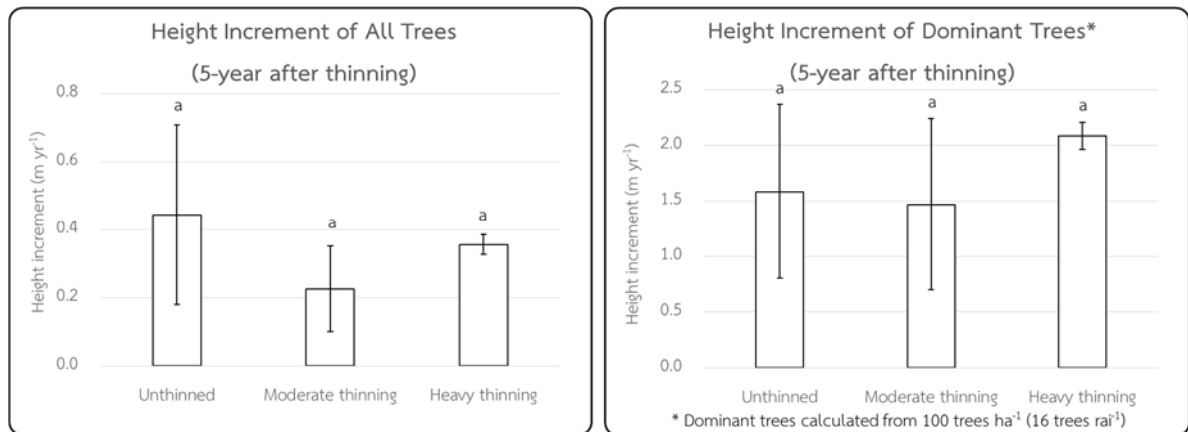
Remark: Letters signify individual statistical differences among treatments in each measurement time, based on the ANOVA test. The treatments marked with the different letters are significantly different.

Figure 1 Mean basal area and mean stem volume of Den Dan plantation before, just after and since 5-year after thinning.



Remark: Letters signify individual statistical differences among treatments in each measurement time, based on the ANOVA test. The treatments marked with the different letters are significantly different.

Figure 2 Mean annual DBH increment of all trees and dominant trees of Den Dan plantation.



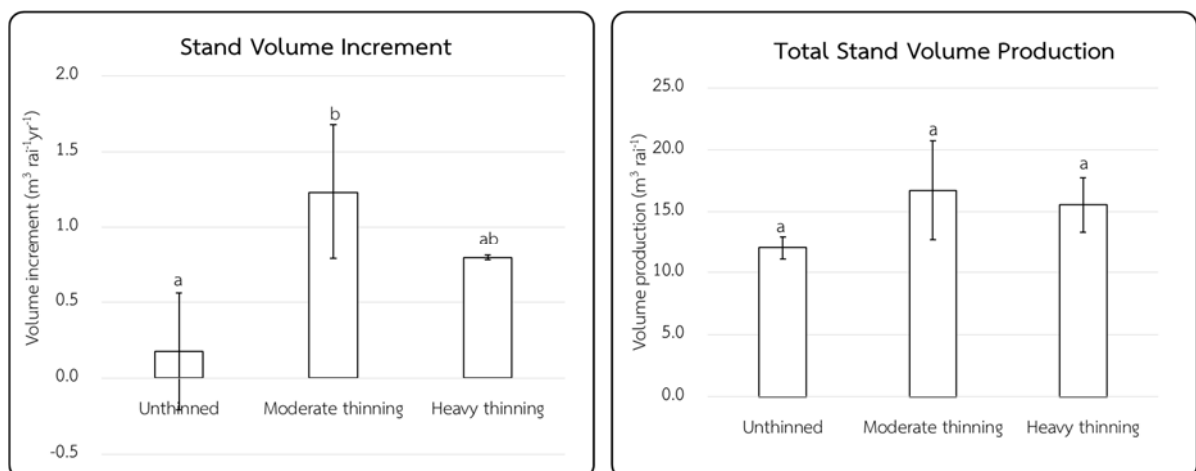
Remark: Letters signify individual statistical differences among treatments in each measurement time, based on the ANOVA test. The treatments marked with the different letters are significantly different.

Figure 3 Mean annual height increment of all trees and dominant trees of Den Dan plantation.

Table 2 Stand volume production (m³) in stands with different thinning intensities of Den Dan plantation.

Treatment	Volume of thinned trees	Volume of dead trees	Current volume production	Total volume production	No. of dead trees (tree)
Unthinned	0.00	3.61	8.39	12.00	87
Moderate	3.41	2.49	10.83	16.73	33
Heavy	6.43	0.74	8.37	15.55	11

การเพิ่มพูนรายปีของปริมาตรหมู่ไม้พบมากที่สุดในการแปลงตัดขยายระยะแบบปานกลาง รองลงมาคือ แปลงตัดขยายระยะแบบหนัก และแปลงที่ไม่ได้ทำการตัดขยายระยะ ตามลำดับ โดยในการแปลงที่ทำการตัดขยายระยะทั้งสองระดับมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างแปลงตัดขยายระยะแบบปานกลางกับแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะเท่านั้น ส่วนความเพิ่มพูนของปริมาตรรวมของหมู่ไม้พบสูงที่สุดในแปลงตัดขยายระยะแบบปานกลาง รองลงมาได้แก่ แปลงที่ทำการตัดขยายระยะแบบหนัก และแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะ ตามลำดับ แต่ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องมาจากต้นไม้ในแปลงที่ไม่ได้ทำการตัดขยายระยะและแปลงที่ตัดขยายระยะปานกลางมีการตายมาก ทำให้ค่ารวมของปริมาตรลดลง (Figure 4)



Remark: Letters signify individual statistical differences among treatments in each measurement time, based on the ANOVA test. The treatments marked with the different letters are significantly different.

Figure 4 Mean stand volume increment and total stand volume production of Den Dan plantation.

ความเพิ่มพูนรายปีของปริมาตรหมู่ไม้ในแปลงตัดขยายระยะและแปลงไม่ตัดขยายระยะในเวลา 5 ปี หลังการตัดขยายระยะได้ถูกคำนวณโดยใช้ฐานของความเพิ่มพูนรายปีของปริมาตรของหมู่ไม้ในแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะ โดยคาดว่าความเพิ่มพูนรายปีจะมีค่าลดลงเมื่อความหนาแน่นของการตัดขยายระยะเพิ่มขึ้น ซึ่งผลปรากฏว่าเมื่อเปรียบเทียบกับความเพิ่มพูนรายปีของปริมาตรหมู่ไม้ในแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะแล้ว การตัดขยายระยะแบบหนัก การตัดขยายระยะแบบปานกลางจะทำให้ความเพิ่มพูนรายปีของปริมาตรหมู่ไม้ลดลงร้อยละ 67.48 และร้อยละ 39.15 ตามลำดับ และการไม่ตัดขยายระยะเลยจะทำให้ความเพิ่มพูนรายปีของปริมาตรหมู่ไม้ลดลงร้อยละ 90.66 (Table 3)

Table 3 Decrease of annual stand volume increment of Den Dan plantation.

Treatment	Annual stand volume increment ($\text{m}^3\text{rai}^{-1}\text{year}^{-1}$)		
	Just after thinning	5-year after thinning	Decrease of volume increment (%)
Unthinned	1.883	0.176	-90.656
Moderate thinning	1.968	1.231	-39.145
Heavy thinning	2.063	0.793	-67.476

4. ผลของการตัดขยายระยะต่อรูปทรงลำต้นของสัก

รูปทรงของลำต้นที่ทำการศึกษา ได้แก่ ค่า Live crown ratio และ ค่า Slenderness ratio ซึ่งแสดงถึงเสถียรภาพ (stability) ของต้นไม้ ค่า Slenderness สูง หมายความว่าต้นไม้มีความโตน้อยแต่มีความสูงมาก ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการโค่นล้มหรือถูกทำลายได้ง่าย โดยเฉพาะในบริเวณที่มีพายุโดยทั่วไปในไม้ใบแคบ พวกสน มีการศึกษาพบว่าหากค่า Slenderness สูงเกินกว่า ร้อยละ 100 ต้นไม้จะมีอัตราความเสี่ยงสูง ในสัทยังไม่มีการศึกษาค่า Slenderness ที่เหมาะสม แต่กรณีที่มีค่า Slenderness ร้อยละ 100 หรือมากกว่าจะมีความเสี่ยงสูงในการโค่นล้มเช่นกัน ค่า Live crown ratio เป็นค่าที่แสดงถึงลักษณะของต้นไม้ โดยทั่วไปเรือนยอดของต้นไม้ใบแคบจะมีค่าไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 40 เพื่อให้ต้นไม้มีเรือนยอดที่แข็งแรงและสามารถผลิตอาหารและเติบโตได้เต็มที่ และค่าอัตราส่วนระหว่างปริมาตรที่แท้จริงของต้นไม้กับปริมาตรของรูปทรงกระบอกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางของพื้นที่หน้าตัดเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นที่ระดับความสูงเพียงอก หรือ ที่ระดับความสูง 1.30 เมตรของต้นไม้ (Artificial form factor)

ผลการศึกษาพบว่า หลังการตัดขยายระยะ ค่า Live crown ratio ในแปลงตัดขยายระยะแบบหนักมีค่าสูงกว่าในแปลงตัดขยายระยะปานกลางและแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะ และพบว่ามีค่าสูงกว่าอย่างเด่นชัดในปีที่ 2 หลังการตัดขยายระยะ แปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะแสดงค่าต่ำสุดซึ่งจะมีผลต่อการเติบโตของต้นไม้ต่อไป ในปีที่ 5 หลังการตัดขยายระยะพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเฉพาะระหว่างแปลงตัดขยายระยะแบบหนักกับแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะ ในทางกลับกันจะพบว่าค่า Slenderness ในแปลงตัดขยายระยะแบบหนักจะมีค่าต่ำกว่าในแปลงอื่น ๆ อย่างเห็นได้ชัดตั้งแต่ปีที่ 1 หลังจากการตัดขยายระยะ และในแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะจะมีค่าสูงกว่าในแปลงอื่น ๆ เนื่องจากในแปลงที่ไม่มีการจัดการต้นไม้ที่ขึ้นกันอย่างหนาแน่นจะมีความสามารถในการเติบโตทางด้านความโตได้น้อยลง แต่อย่างไรก็ตามในปีที่ 5 หลังการตัดขยายระยะ แม้ว่าค่าในแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะจะมีค่ามากกว่าร้อยละ 100 แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างทุกการทดลอง (Table 4) ส่วนผลของการตัดขยายระยะต่อค่า Artificial form factor พบว่าหลังการตัดขยายระยะปีที่ 3 ค่า ในแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะจะมีค่าลดลงและมีค่าต่ำกว่าแปลงที่ตัดขยายระยะ และในแปลงที่ตัดขยายระยะปานกลางมีค่าสูงสุดและสูงกว่าแปลงที่ตัดขยายระยะแบบหนัก ค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในปีที่ 5 แสดงได้ว่าการตัดขยายระยะและความหนาแน่นของการตัดขยายระยะมีผลต่อค่า Artificial form factor (Table 4)

Table 4 Parameters of tree attributes associated with quality of stem form of Den Dan plantation.

Treatment	Live-crown ratio (%)			Slenderness ratio (%)			Artificial form factor			
Unthinned	48.15	± 3.95	a	102.13	± 0.85	a	0.38	± 0.002	a	
Moderate thinning	56.28	± 2.56	ab	99.90	± 2.60	a	0.55	± 0.009	c	
Heavy thinning	63.23	± 4.93	b	96.74	± 1.69	a	0.46	± 0.001	b	

Remark: Letters signify individual statistical differences among treatments in each measurement time, based on the ANOVA test. The treatments marked with the different letters are significantly different.

จากการทดลองตัดขยายระยะครั้งแรกส่งผลต่อไม้สักในสวนป่า โดยต้นไม้ในแปลงที่ตัดขยายระยะจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเพิ่มมากที่สุด โดยเฉพาะในแปลงตัดขยายระยะแบบหนัก ผลจากการศึกษาครั้งนี้คล้ายกับอีกหลายการศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษาในสวนป่าไม้ใบกว้าง (เช่น Hibbs *et al.*, 1995; Rytter, 1995; Kerr, 1996; Clatterbuck, 2002; Meadows and Goelz, 2002) การเพิ่มขึ้นของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ตอบสนองต่อการตัดขยายระยะเกี่ยวเนื่องกับการเพิ่มขึ้นของอัตราการสังเคราะห์แสงและประสิทธิภาพการใช้น้ำและไนโตรเจน (Wang *et al.*, 1995) การเพิ่มพูนทางด้านความสูงไม่ได้รับผลกระทบจากการตัดขยายระยะทั้งแบบหนักหรือปานกลาง ความเพิ่มพูนรายปีทางด้านความสูงในแปลงที่ตัดขยายระยะอาจมากกว่าหรือน้อยกว่าแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะก็ได้ ผลการศึกษาครั้งนี้ปรากฏเช่นเดียวกับการศึกษาผลของการตัดขยายระยะครั้งแรกในหมู่ไม้สักอายุน้อยใน Costa Rica หลังตัดขยายระยะ 4 ปี (Kanninen *et al.*, 2004) ซึ่งพบว่าความหนาแน่นของหมู่ไม้จะมีผลชัดเจนต่อการเติบโตด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแต่จะไม่ส่งผลต่อการเติบโตด้านความสูง ยกเว้นในหมู่ไม้ที่ความหนาแน่นสูงมากหรือต่ำมาก

ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงผลอย่างชัดเจนว่าต้นไม้ที่เหลืออยู่สามารถครอบครองพื้นที่การเติบโตแทนต้นไม้ที่ถูกตัดขยายระยะออก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแปลงตัดขยายระยะแบบปานกลาง ที่กระทำต่อหมู่ไม้ที่เริ่มมีการแก่งแย่งการเพิ่มพูนของค่า DBH และความสูงของต้นไม้ทั้งหมดและต้นไม้ที่มีชั้นเรือนยอดเด่นจะเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน (Hamilton, 1976) แต่ยังไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะ ผลของการตัดขยายระยะต่อค่าความแตกต่างของการเพิ่มพูนด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง พื้นที่หน้าตัด และปริมาตร ขึ้นกับชนิดต้นไม้ พื้นที่ อายุหมู่ไม้ การจัดการสวนป่า รวมทั้งชนิดและความหนักเบาของการตัดขยายระยะ ผลการศึกษาครั้งนี้สนับสนุนข้อมูลในเรื่องผลของการตัดขยายระยะต่อผลผลิตของหมู่ไม้ที่มีอยู่แล้ว

การเพิ่มพูนของปริมาตรหมู่ไม้รวมต่อหน่วยพื้นที่ (ต่อไร่) ไม่แตกต่างกันมากนักระหว่างการตัดขยายระยะแบบหนักกับแบบปานกลาง แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างหมู่ไม้ที่มีการตัดขยายระยะกับหมู่ไม้ที่ไม่ได้ตัดขยายระยะ สาเหตุหลักคือความหนาแน่นของหมู่ไม้ที่ไม่มีการตัดขยายระยะจะทำให้หมู่ไม้มีการใช้ปริมาณคาร์บอนสำหรับการหายใจมากกว่าในหมู่ไม้ที่มีการตัดขยายระยะ ดังนั้นผลผลิตสุทธิจะลดลงในหมู่ไม้ที่ความหนาแน่นสูง (Savill *et al.*, 1997) อย่างไรก็ตามความเพิ่มพูนปริมาตรในหมู่ไม้ที่มีการตัดขยายระยะแบบหนักจะไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากหมู่ไม้ที่ไม่มีการตัดขยายระยะ เนื่องจากจำนวนต้นไม้จำนวนมากถูกตัดออกจากพื้นที่ ปริมาตรรวมของหมู่ไม้ในแปลงที่ไม่ได้ทำการตัดขยายระยะจะมีค่าต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่ทำการตัดขยายระยะเนื่องจากต้นไม้มีการแก่งแย่งแข่งขันกันอย่างรุนแรง ดังนั้นการตัดขยายระยะจะเป็นการลดการตายตามธรรมชาติของหมู่ไม้ ผลจากการศึกษาที่สวนป่าเด่นด้านยังแสดงว่าการตัดขยายระยะที่มีความหนักเบามากกว่าจะลดปริมาตรรวมของหมู่ไม้ลงเล็กน้อย จาก 16.73 m³ ในแปลงตัดขยายระยะปานกลาง เป็น 15.55 m³ ในแปลงตัดขยายระยะแบบหนัก อย่างไรก็ตาม ค่า DBH ในแปลงที่ทำการตัดขยายระยะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในแปลงที่ทำการตัดขยายระยะ

ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการตัดขยายระยะมีผลทางบวกต่อรูปทรงของต้นไม้ โดยเฉพาะการตัดขยายระยะที่กระทำต่อหมู่ไม้ที่เริ่มมีการแก่งแย่ง ค่า Live crown ratio ในแปลงที่ตัดขยายระยะจะมีค่าสูงกว่าในแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะ ในขณะที่แปลงที่ทำการตัดขยายระยะแบบหนักมีค่าสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากการตัดขยายระยะแบบหนักช่วยเพิ่มขนาดของเรือนยอดของต้นไม้ ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าเรือนยอด

เป็นแหล่งของใบซึ่งทำหน้าที่สังเคราะห์แสงและผลิตคาร์โบไฮเดรตสำหรับการเติบโตและการพัฒนาทุกส่วนของต้นไม้ (Larson, 1963; Leites and Robinson, 2004) ลำต้นของต้นไม้ได้รับอิทธิพลอย่างมากจากขนาดและตำแหน่งของเรือนยอด (ความยาวของเรือนยอด อัตราส่วนของเรือนยอด และความสูงของเรือนยอด) ผลของการศึกษาค้นคว้านี้ยืนยันข้อมูลดังกล่าวเนื่องจากปริมาตรลำต้นเฉลี่ยรายต้นในแปลงที่ไม่ได้ทำการตัดขยายระยะมีค่าต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่ทำการตัดขยายระยะ

ค่า Slenderness ratio ของต้นไม้ในแปลงที่ทำการตัดขยายระยะมีค่าต่ำกว่าในแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะ โดยแปลงที่ตัดขยายระยะแบบหนักรามีค่าสูงที่สุด แม้ว่าจะไม่แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติก็ตาม ค่า Slenderness ratio ใช้กันอย่างกว้างขวางสำหรับเป็นตัวชี้วัดเสถียรภาพของต้นไม้ โดยเฉพาะความทนทานต่อลมพายุ ค่า Slenderness ratio ที่เหมาะสมควรมีค่าต่ำกว่าร้อยละ 100 ในการศึกษาครั้งนี้ในแปลงที่ทำการตัดขยายระยะจะมีค่าต่ำกว่าร้อยละ 100 ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าการตัดขยายระยะจะช่วยลดความเสี่ยงต่อการโค่นล้มจากลมได้ดีกว่าแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะ Pérez and Kanninan (2005) รายงานว่าการศึกษาสวนป่าสักอายุอ่อนพบว่าความหนักเบาของการตัดขยายระยะมีผลทางบวกต่อรูปทรงของต้นไม้ รวมทั้งการพัฒนาของต้นไม้ในด้านสัดส่วนของเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูงที่เหมาะสม ต้นไม้ที่มีการแก่งแย่งกันสูงในแปลงที่ตัดขยายระยะแบบปานกลางและแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะทำให้ค่าอัตราส่วนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงมากกว่า 1:1 อย่างไรก็ตามไม่มีการศึกษาที่คล้ายคลึงกันนี้ในสวนป่าสักเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลการศึกษาค้นคว้านี้

ค่า Artificial form factor ที่สูงแสดงว่าต้นไม้มีปริมาตรลำต้นใกล้เคียงกับรูปทรงกระบอกมาก ผลจากการศึกษาในแปลงทดลองที่สวนป่าเด่นด้านยืนยันทันกับข้อมูลดังกล่าว โดยในแปลงตัดขยายระยะปานกลางมีค่าสูงสุดและมีค่าแตกต่างจากแปลงอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่แปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะมีค่าต่ำที่สุด Pérez and Kanninan (2005) รายงานว่าสวนป่าสักอายุอ่อนใน Costa Rica ว่าการตัดขยายระยะช่วงเวลาที่เหมาะสมจะให้ผลผลิตที่มีรูปทรงใกล้เคียงกับทรงกระบอกมาก (โดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.46) ในขณะที่การตัดขยายระยะช่วงเวลาที่ยาวเกินไปและไม่ตัดขยายระยะจะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.43 และ 0.44 ตามลำดับ ผลจากการศึกษาค้นคว้านี้พบว่าในแปลงตัดขยายระยะแบบหนักรามีค่าอยู่ในระดับเดียวกับการตัดขยายระยะในเวลาที่เหมาะสม (0.46)

สรุป

การตัดขยายระยะมีผลทำให้ DBH ความสูงเฉลี่ย พื้นที่หน้าตัดเฉลี่ย และปริมาตรรายต้นเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากกว่า โดยในแปลงตัดขยายระยะแบบหนักจะมีค่าสูงที่สุด และในแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะมีค่าต่ำสุด ความเพิ่มพูนของค่าเฉลี่ย DBH ของต้นไม้ทั้งหมดและในต้นที่มีชั้นเรือนยอดเด่นในแปลงที่ทำการตัดขยายระยะสูงกว่าในแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะ แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างแปลงที่ทำการตัดขยายระยะแบบหนักและแบบปานกลาง แต่การตัดขยายระยะและความหนักเบาของการตัดขยายระยะไม่ส่งผลต่อความเพิ่มพูนด้านความสูงเฉลี่ยทั้งของต้นไม้ทั้งหมดและต้นที่มีชั้นเรือนยอดเด่น ความเพิ่มพูนของปริมาตรรายต้นเฉลี่ยในสวนป่าเด่นด้าน ซึ่งเป็นสวนป่าอายุอ่อนและทำการตัดขยายระยะเมื่อหมู่ไม้เริ่มมีการแก่งแย่ง พบว่าในแปลงที่ทำการตัดขยายระยะแบบปานกลางมีค่าสูงที่สุด ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่ทำการตัดขยายระยะแบบหนักแต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะ ในขณะที่ความเพิ่มพูนปริมาตรรวมของหมู่ไม้ในแปลงที่ตัดขยายระยะแบบปานกลางมีค่าสูงกว่าแปลงที่ตัดขยายระยะแบบหนักและแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะตามลำดับ แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การตัดขยายระยะทำให้ความเพิ่มพูนปริมาตรรวมของหมู่ไม้ภายหลังการตัดขยายระยะเพิ่มขึ้นมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับความเพิ่มพูนปริมาตรหมู่ไม้ในแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะ ความเพิ่มพูนปริมาตรรวมของหมู่ไม้ในแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะมีค่าน้อยกว่าเนื่องมาจากการแก่งแย่งในหมู่ไม้ที่มีความหนาแน่นสูงมีมากกว่า ทำให้ความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีน้อยกว่าในแปลงที่มีการตัดขยายระยะ

การตัดขยายระยะและความหนักเบาของการตัดขยายระยะส่งผลต่อรูปทรงของต้นไม้ โดยทำให้ต้นไม้มีค่า Live crown ratio เพิ่มขึ้น แต่การตัดขยายระยะที่กระทำต่อหมู่ไม้ซ้ำเกินไปจะไม่ทำให้ค่า Live crown ratio ภายหลังการตัดขยายระยะแตกต่างจากหมู่ไม้ที่ไม่ได้ตัดขยายระยะ ในทางตรงกันข้ามทำให้ค่า Slenderness ratio

ลดลง ผลของค่า Form factor แสดงผลของการตัดขยายระยะอย่างชัดเจน โดยแปลงที่ไม่ได้ตัดขยายระยะให้ค่าต่ำที่สุด กล่าวได้ว่าการตัดขยายระยะส่งผลทางบวกต่อรูปทรงของต้นไม้ โดยเฉพาะการตัดขยายระยะที่กระทำต่อหมู่ไม้เมื่อเริ่มมีการแก่งแย่งกัน

การศึกษาผลของการตัดขยายระยะในสวนป่าสักมีการศึกษากันไม่มากนัก การศึกษาค้นคว้าแสดงให้เห็นว่าการตัดขยายระยะมีแนวโน้มจะทำให้ต้นไม้มีการเติบโตที่ดีขึ้น และมีรูปทรงที่ดีขึ้น ซึ่งส่งผลต่อมูลค่าของต้นไม้ในอนาคต การตัดขยายระยะควรกระทำเมื่อหมู่ไม้เริ่มมีการแก่งแย่ง ในการศึกษาการตัดขยายระยะแบบปานกลางทำให้การเติบโตของต้นไม้รายต้นและของหมู่ไม้ รวมถึงรูปทรงของต้นไม้ดีกว่าการตัดขยายระยะแบบหนัก ดังนั้นการวางแผนตัดขยายระยะหมู่ไม้โดยมีจำนวนครั้งของการตัดขยายระยะมากกว่าแต่มีความหนักเบาของการตัดขยายระยะปานกลาง น่าจะให้ผลดีต่ออัตราการเติบโตของต้นไม้และหมู่ไม้มากกว่าการตัดขยายระยะแบบหนักแต่กระทำน้อยครั้งกว่า อย่างไรก็ตามคงต้องพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายในการตัดขยายระยะและรายได้จากการขายไม้จากการตัดขยายระยะประกอบด้วย จากการที่รอบตัดฟันปัจจุบันของสักคือที่อายุ 30 ปี ดังนั้นการเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องในระยะยาวจึงมีความจำเป็น รวมทั้งควรเพิ่มการศึกษาเรื่องการตัดขยายระยะครั้งที่สอง และครั้งต่อไป เพื่อให้ทราบถึงผลของการตัดขยายระยะ รวมทั้งผลตอบแทนที่เจ้าของสวนป่าจะได้รับ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการสนับสนุนการใช้วนวัฒนวิธีในการจัดการสวนป่าเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของสวนป่าสักให้แก่เจ้าของสวนป่าสักต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณทางหุ้นส่วนจำกัด โรงเลื่อยจักรท่าเสา จังหวัดอุตรดิตถ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์พื้นที่ศึกษาและให้การสนับสนุนการเก็บข้อมูล การศึกษาค้นคว้านี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยร่วมระหว่างกรมป่าไม้และ Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS)

เอกสารอ้างอิง

- ทศพร วัชรานุกร, จตุพร มังคลารัตน์, ประพาย แก่นนาค, วิโรจน์ ครองกิจศิริ และ สาโรจน์ วัฒนสุขสกุล. 2553. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัย การคาดคะเนการเจริญเติบโตและผลผลิตของสวนป่าไม้เศรษฐกิจ. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- Clatterbuck, W.K. 2002. Growth of a 30-year cherrybark oak plantation 6 years after thinning. pp. 189-192. In Outcalt, K.W. (ed.), **Proceedings of the Eleventh Biennial Southern Silvicultural Research Conference**. USDA Forest Service, Gen. Tech. Rep, SRS-48, Asheville, NC, USA.
- Hamilton, G.J. 1976. The Bowmont Norway Spruce Thinning Experiment 1930-1974. **J. For.** 49 (2): 109-121.
- _____. 1981. The effects of high intensity thinning on yield. **J. For.** 54 (1): 1-15.
- Hasenauer, H., H.E. Burkhart and R.L. Amateis. 1997. Basal area Development in thinned and unthinned loblolly pine plantation. **Can. J. For. Res.** 27: 265-271.
- Hibbs, D.E., W.H. Emmingham and M.C. Bondi. 1995. Response of red alder to thinning. West. **J. Appl. For.** 10:17-23.
- Horne, R., G. Robinson and J. Gwalter. 1986. Response increment: a method to analyze thinning response in even-aged forest. **For. Sci.** 32: 243-253.
- Kanninen, M., D. Pérez, M. Montero and E. Viquez. 2004. Intensity and timing of the first thinning of *Tectona grandis* plantations in Costa Rica: results of a thinning trial. **Forest. Ecol. Manage.** 203: 89-99.

- Kerr, G. 1996. The effect of heavy on 'free growth' thinning on Oak (*Quercus petraea* and *Q. robur*). **Forestry** 69: 303-317.
- Larson, P.R. 1963. **Stem form development of forest trees**. Forest Science Monograph 5. Society of American Foresters, Bethesda, MD, USA.
- Leites, L.P. and A.P. Robinson. 2004. Improving taper equations of loblolly pine with crown dimensions in mixed effects modelling framework. **For. Sci.** 50: 204-212.
- Meadows, J.S. and J.C.G. Goelz. 2002. Fourth years effects of thinning on growth and epicormics branching in a red oak-sweetgum stand on a minor stream bottom site in west-central Alabama. pp. 201-208. *In* Outcalt, K.W. (ed.). **Proceedings of the Eleventh Biennial Southern Silvicultural Research Conference**. USDA Forest Service, Gen Tech SRS-48 Asheville NC, USA.
- Pandey, D. and C. Brown. 2000. Teak: a global overview. **Unasylva** 51: 3-13.
- Pérez, D. and M. Kanninen. 2005. Effect of thinning on stem form and wood characteristics of teak (*Tectona grandis*) in a humid tropical site in Costa Rica. **Silva Fenn.** 39: 217-225.
- Rytter, L. 1995. Effects of thinning on the obtainable biomass, stand density, and tree diameters of intensity grown grey alder plantations **For. Ecol. Manage.** 73: 135-143.
- Savill, P., J. Evans, D. Auclair and J. Falck. 1997. **Plantation Silviculture in Europe** Oxford University Press. New York, USA.
- Vacharangkura, T., W.Himmapan, I. Noda and R.Yoneda. 2017. **Effects of First Thinning on Growth and Stem Form of Teak Plantations in Thailand**. In JIRCAS Working Report No. 85, JIRCAS, Tsukuba, Japan
- Wang, J.R., S.W. Simard and J.P. Kimmins. 1995. Physiological responses of paper birch to thinning in British Columbia. **For. Ecol. Manage.** 73: 177-184.
- Zeide, B. 2001. Thinning and growth: a full turnaround. **J. For.** 99: 20-25.

การร่วงหล่นและการย่อยสลายของกระถินเทพาในพื้นที่ฟื้นฟูเหมืองแร่
ณ สถานีวิจัยวนศาสตร์พังงา จังหวัดพังงา

Litterfall and Litter Decomposition of *Acacia mangium* in Mining Rehabilitation Area
at Phangnga Forestry Research Station, Phangnga Province

สมिता ตันสกุล* รุ่งเรือง พูลศิริ สันต์ เกตุปราณีต และ เจษฎา วงศ์พรหม
Samita Tansakul* Roongreang Poolsiri San Katpraneet and Jessada Wongprom
ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
Department of Silviculture, Faculty of forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900
* Corresponding Author; E-mail: samita.t@ku.th

บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณการร่วงหล่นและการสลายตัวของซากพืช ณ สถานีวิจัยวนศาสตร์พังงา จังหวัดพังงา เพื่อศึกษาปริมาณการร่วงหล่น การสลายตัว และการปลดปล่อยสารอาหาร โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) ทำการวางแผนทั้งหมด 4 แปลง (ทรีตเมนต์) คือ แปลงกระถินเทพา อายุ 14 ปี ปลูกลงดินทราย (S14) แปลงกระถินเทพาอายุ 27 ปี ปลูกลงดินทราย (S27) แปลงกระถินเทพา อายุ 14 ปี ปลูกลงดินเหนียว (C14) และ แปลงกระถินเทพาอายุ 27 ปี ปลูกลงดินเหนียว (C27) จากการศึกษาพบว่า ปริมาณการร่วงหล่นของซากพืชมากที่สุด เท่ากับ 11.10 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี อัตราการคืนกลับของสารอาหารมีแนวโน้มดังนี้ คือ $N > Ca > Mg > K > P$ ตามลำดับ ส่วนการสลายตัวของซากพืชในแปลง C14 มีการย่อยสลายเร็วที่สุด มีค่าคงที่ของการย่อยสลาย (k) เท่ากับ 2.85 ความเข้มข้นของ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และแคลเซียมจะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาในระยะเวลาที่ศึกษา ซึ่งจะลดลงในช่วงแรก และเพิ่มขึ้นในระยะหลัง ส่วนโพแทสเซียมจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงแรก และเพิ่มขึ้นในช่วงหลัง แมกนีเซียมจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อมีการย่อยสลายที่นานขึ้น

คำสำคัญ: การร่วงหล่น การย่อยสลาย ปริมาณสารอาหาร

ABSTRACT

Litterfall and litter decomposition at Phangnga Forestry Research Station, Phangnga province. The objective of this study was litterfall, litter decomposition and nutrient. The experiment design was using completely randomized design (CRD) with four treatments. Each treatments consisted of 1) *Acacia mangium* 14 years were planted in sandy (S14) 2) *A. mangium* 27 years were planted in sandy (S27) 3) *A. mangium* 14 years were planted in clay (C14) 4) *A. mangium* 27 years were planted in clay (C27). The results revealed that highest annual litterfall production was 11.10 t ha⁻¹ yr.⁻¹ Return rate of nutrient is highest in nitrogen calcium magnesium potassium and phosphorus respectively. The decomposition k constant was 2.85. The nitrogen, phosphorus and calcium concentrations decreased initially and increased slightly in the later part of the measurement period. Initially, the potassium concentration decreased dramatically, but then increased subsequently. The magnesium concentration decreased as the measurement period progressed.

Keywords: Litterfall, Litter decomposition, Nutrient

คำนำ

การทำเหมืองแร่เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ระบบนิเวศเสื่อมโทรม ซึ่งภายหลังการทำเหมืองจะทำให้สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินเปลี่ยนไป ซึ่งสถานีวิจัยวนศาสตร์พังงา เป็นอีกพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการทำเหมือง ซึ่งวิธีการทำเหมืองเป็นการทำเหมืองแร่ชุด จะมีการนำดินจากชั้นล่างขึ้นมา มาก หลังจากการทำเหมืองแร่แล้ว ดินจะอัดแน่น การอุ้มน้ำต่ำ ทำให้น้ำและสารอาหารไม่เพียงพอต่อการเติบโตของพืช (เพลินจิตร, 2541) ดังนั้นการฟื้นฟูพื้นที่เหมืองแร่ด้วยการปลูกสร้างสวนป่าไม้กระถินเทพา จึงมีบทบาทสำคัญต่อการปรับปรุงดิน เนื่องจากกระถินเทพาเป็นพืชตระกูลถั่วที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ นอกจากนี้ยังเป็นไม้ที่เติบโตได้ดีในบริเวณที่ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีอัตราการรอดตายสูงและมีผลผลิตมวลชีวภาพมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับไม้ชนิดอื่น ๆ ในพื้นที่เหมืองแร่ร้าง (มาโนชญ์, 2533)

การปลดปล่อยสารอาหารจากการร่วงหล่นและการย่อยสลายของซากพืช มีความสำคัญในด้านการเพิ่มสารอาหารและปรับปรุงดิน เนื่องจากซากพืชเหล่านี้จะเป็นตัวกักเก็บสารอาหารที่สำคัญ เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เป็นต้น (Jordan, 1985) นอกจากนี้กระบวนการย่อยสลายของซากพืช หรือกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน แม้กระทั่งการหายใจของสัตว์ในดิน ยังมีบทบาทสำคัญต่อการหมุนเวียนสารอาหารในป่าให้เกิดขึ้นตามธรรมชาติ จากการที่ใบ กิ่ง ดอก ผล และส่วนอื่น ๆ ร่วงหล่นลงสู่พื้นป่า แล้วค่อย ๆ สลายตัวเป็นอนุภาคขนาดเล็ก โดยกระบวนการทางฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา ซึ่งกระบวนการสลายตัวจะเร็วหรือช้า ขึ้นกับอยู่สภาพสิ่งแวดล้อม กิจกรรมของจุลินทรีย์ และปริมาณผลผลิตของซากพืช

การศึกษาถึงปริมาณการร่วงหล่นและการสลายตัวของซากพืชในพื้นที่เหมืองแร่ร้าง ณ สถานีวิจัยวนศาสตร์พังงา จึงเกิดขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทราบถึงปริมาณของซากพืชที่ร่วงหล่นรายเดือนและรายปี และปริมาณของสารอาหารพืชที่จะกลับลงสู่พื้นดินในรูปของซากพืช อันจะเป็นแนวทางที่จะศึกษาถึงการหมุนเวียนของสารอาหารพืชในระบบนิเวศนี้ และเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนการฟื้นฟูพื้นที่เหมืองแร่ร้างต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้ได้ทำการศึกษาในพื้นที่ฟื้นฟูเหมืองแร่ร้าง ณ สถานีวิจัยวนศาสตร์พังงา จังหวัดพังงา โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) ทำการวางแผนทั้งหมด 4 แปลง (ทรีตเมนต์) คือ แปลงปลูกกระถินเทพา อายุ 14 ปี ปลูกบนดินทราย (S14) แปลงกระถินเทพาอายุ 27 ปี ปลูกบนดินทราย (S27) แปลงกระถินเทพาอายุ 14 ปี ปลูกบนดินเหนียว (C14) และแปลงกระถินเทพาอายุ 27 ปี ปลูกบนดินเหนียว (C27) โดยมีขนาดแปลงตัวอย่าง 40x40 ตารางเมตร

1. การศึกษาปริมาณการร่วงหล่นของกระถินเทพา

เตรียมกระบะรองรับซากพืช (litter trap) โดยใช้ไม้เป็นกรอบขนาด 1x1 เมตร นำตาข่ายพันรอบกรอบ โดยให้ตาข่ายมีความลึก 50 เซนติเมตร จากนั้นนำไปวางในแปลง S14, S27, C14 และ C27 โดยแต่ละแปลงมีจำนวน 3 ซ้ำ วางกระบะรองรับซากพืช จำนวน 5 กระบะต่อ 1 ซ้ำ การวางกระบะรองรับซากพืชให้วางกระจายทั่วทั้งแปลงโดยวัดจากขอบแปลงเป็นระยะ 10x10 ตารางเมตร วางตรงมุมทั้งหมด 4 กระบะ และอีก 1 กระบะวางบริเวณตรงกลางแปลง โดยให้กระบะรองรับซากพืชทั้ง 5 กระบะมีความสูงจากพื้นดิน 1 เมตร เพื่อป้องกันซากพืชที่อยู่ด้านล่างตาข่ายเกิดการย่อยสลายหากสัมผัสกับดิน ทำเก็บซากพืชจากกระบะรองรับทุก ๆ สัปดาห์ เริ่มเก็บซากพืชตั้งแต่วันที่ 1 มีนาคม พ.ศ. 2558 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 ซึ่งซากพืชที่ได้มาจะนำมาแยกประเภทเป็นใบ กิ่ง และส่วนสืบพันธุ์ แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมงหรือจนกว่าน้ำหนักจะคงที่ แล้วนำมาชั่งเพื่อหาน้ำหนักแห้ง จากนั้นนำไปบดให้ละเอียด แล้วนำมารวมกันตามประเภทและแปลงที่แยกไว้ สุ่มตัวอย่างที่บดละเอียด ไปวิเคราะห์ปริมาณสารอาหาร

2. การศึกษาการย่อยสลายของซากพืช (litter decomposition)

เตรียมถุงตาข่ายไนลอน ขนาด 50x50 เซนติเมตร จากนั้นเลือกเก็บซากใบที่มีลักษณะสมบูรณ์ที่เพิ่งร่วงหล่นอยู่ในแปลง นำมาชั่งน้ำหนักให้ได้ 30 กรัม นำใส่ถุงตาข่าย (litter bag) แล้วทำการเย็บปิดปากถุง จากนั้นนำไปวางในแปลง S14, S27, C14 และ C27 โดยแต่ละแปลงมีจำนวน 3 ซ้ำ แล้ววางถุงตาข่ายที่ใส่ซากใบ จำนวน 12 ถุง

ต่อ 1 ชั่วโมง โดยวางให้ถุงตาข่ายชิดติดดินมากที่สุด ก่อนการวางถุงตาข่าย ต้องนำซากพืชที่ทับถมหน้าดินในบริเวณที่ต้องการวางออกก่อน จากนั้นใช้เส้นลวดยึดตาข่ายไว้กับพื้นดินเพื่อป้องกันการเลื่อนไหลในช่วงฤดูฝนที่มีน้ำไหลบ่าหน้าดิน ในการศึกษาครั้งแรกต้องทำการสุ่มเก็บซากใบให้ได้น้ำหนักเท่าที่กำหนด คือ 30 กรัม ใส่ถุงกระดาษ แล้วนำกลับมาอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมงหรือจนกว่าน้ำหนักคงที่ เพื่อบำบัดน้ำหนักแห้งเริ่มต้นของการทดลอง

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ปริมาณสารอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) สำหรับการวิเคราะห์ไนโตรเจนใช้วิธีของ Dumas หรือ dry combustion (Jackson, 1965) ด้วยเครื่อง CHNS analyzer ยี่ห้อ PerkinElmer รุ่น 2400 Series II CHNS/O Elemental Analyzer ส่วนฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม จะทำการสกัดด้วยวิธี wet ashing ด้วยกรด $\text{HNO}_3\text{-HClO}_4$ acid mixture ในอัตราส่วน $\text{HNO}_3\text{:HClO}_4$ เท่ากับ 5:2 โดยทำการวิเคราะห์ฟอสฟอรัส (vanadomolybdate yellow color) ด้วยเครื่อง spectrometer รุ่น UV mini 1240 ที่ wavelength 440 นาโนเมตร วิเคราะห์โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม โดยใช้เครื่อง atomic absorption spectrometer ยี่ห้อ PerkinElmer รุ่น PinAAcle 900F (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542)

การศึกษ้อัตราการสลายตัวของซากพืชในแต่ละเดือน คิดเป็นร้อยละโดยคำนวณจากน้ำหนักแห้งของซากพืชแต่ละถุงเมื่อเริ่มวางทิ้งไว้ ลบด้วยน้ำหนักแห้งของซากพืชแต่ละถุงที่เก็บในแต่ละเดือน หาดด้วยน้ำหนักของซากพืชแต่ละถุงเมื่อเริ่มวางทิ้งไว้ คูณด้วย 100 ส่วนค่าคงที่ของการย่อยสลาย (k) สามารถคำนวณได้จากสมการของ Olson (1963)

$$x/x_0 = e^{-kt}$$

$$k = -[\ln(x/x_0)]/t$$

เมื่อ x_0 คือ น้ำหนักแห้งของซากใบพืชเมื่อเริ่มสลายตัว
 x คือ น้ำหนักแห้งของซากที่เวลา t
 t คือ เวลาที่ใช้ในการสลายซึ่งนิยมใช้เป็นปี

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณการร่วงหล่นและการสลายตัวของซากพืชในส่วนต่าง ๆ ของกระถินเทพาของแต่ละแปลง ตามวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance; ANOVA) หากพบความแตกต่างทางสถิติ จึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

ผลและวิจารณ์

1. ปริมาณการร่วงหล่นของซากพืช

1.1 อัตราการร่วงหล่นของซากพืช

ปริมาณการร่วงหล่นของซากพืชรายปีในกระถินเทพาทั้ง 4 แปลง พบว่า แปลง S14 มีปริมาณการร่วงหล่นของซากพืชรายปีมากที่สุด รองลงมาคือ แปลง S27, C14 และ C27 ตามลำดับ (Table 1) เนื่องจากในแปลงดินทราย (S14 และ S27) มีการระบายน้ำได้ดีกว่าในดินเหนียว (C14 และ C27) จึงทำให้เกิดการทิ้งใบเพื่อลดการคายน้ำของพืช และปริมาณการร่วงหล่นในส่วนต่าง ๆ ของกระถินเทพาทั้ง 4 แปลง พบว่า ซากใบมีการร่วงหล่นมากที่สุด รองลงมาคือ ส่วนสปีพันธุ์ และกิ่ง ตามลำดับ (Table 1) สอดคล้องกับ ศิริวัฒน์ (2519) ที่ศึกษาปริมาณการร่วงหล่นในป่าเต็งรังสะแกราช พบว่า มีการร่วงหล่นของใบมากที่สุดเช่นเดียวกัน ซึ่งจากการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติระหว่างปริมาณการร่วงหล่นของส่วนประกอบต่าง ๆ ของทั้ง 4 แปลง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$)

Table 1 Dry weight of annual litterfall of *Acacia mangium*.

Plot	Dry weight of annual litterfall (t ha ⁻¹ yr ⁻¹)			
	Leaf	Branch	Reproductive	Total
S14	6.88±0.31 ^a	1.39±0.58 ^a	2.82±0.50 ^a	11.10±0.26 ^a
C14	5.67±0.13 ^b	0.90±0.10 ^{ab}	5.28±0.25 ^a	9.16±0.19 ^b
S27	8.59±0.52 ^b	0.73±0.14 ^b	2.85±0.12 ^a	9.49±0.51 ^b
C27	2.31±0.37 ^c	0.56±0.14 ^b	0.56±0.14 ^b	4.48±0.89 ^c
F-value	90.59**	4.09*	5.07*	84.39**

Remarks: * = significantly different (p≤0.05) ** = High significantly different p≤0.01)

1.2 ความเข้มข้นของสารอาหารในซากพืชที่ร่วงหล่น

ความเข้มข้นของสารอาหารในกระถินเทพาที่ร่วงหล่นของทั้ง 4 แปลง พบว่า มีร้อยละความเข้มข้นของสารอาหารทั้ง 5 สารอาหาร ได้แก่ N, P, K, Ca และ Mg ในซากพืชความแตกต่างกัน ดังแสดงใน Figure 1 คือ แปลง S14 เปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส สูงสุดในส่วนใบ โพแทสเซียม สูงสุดในส่วนกิ่ง ส่วนแคลเซียมและแมกนีเซียมสูงสุดในส่วนสปีพันธุ์ แปลง C14 เปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของไนโตรเจนและแคลเซียมสูงสุดในส่วนใบ ส่วนฟอสฟอรัส โพแทสเซียมและแมกนีเซียมสูงสุดในส่วนสปีพันธุ์แปลง S27 และ C27 เปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมและแมกนีเซียม สูงสุดในส่วนสปีพันธุ์ แคลเซียมจะสูงที่สุดในส่วนกิ่ง

เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของสารอาหารในส่วนต่าง ๆ โดยรวม พบว่า ทั้ง 4 จะเปอร์เซ็นต์ร้อยละความเข้มข้นที่แตกต่างกันไป โดยเฉพาะซากพืชในแปลง S14 มีความเข้มข้นของ N>K>Ca>Mg>P และในเศษซากพืชของแปลง S27, C14 และ C27 มีความเข้มข้นของ N>Ca>K>Mg>P ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าในส่วนประกอบของซากพืชจะมีปริมาณไนโตรเจนสูงที่สุด เนื่องจากกระถินเทพาเป็นพืชตระกูลถั่ว และรากของพืชตระกูลถั่วจะมีไรโซเบียมบริเวณราก ที่ช่วยตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ดี ส่วนฟอสฟอรัสจะมีน้อยที่สุดในส่วนประกอบของซากพืช เพราะในดินจะมีปริมาณฟอสฟอรัสที่น้อย ทั้งที่อยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์ คือ phytin และ lecithin ฟอสเฟตอินทรีย์เหล่านี้เกิดจากการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุในดิน แต่มีในปริมาณที่น้อยทำให้สารประกอบไม่เสถียรและจะสลายตัวไปโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน ส่วนอินทรีย์ฟอสเฟตจะอยู่ในรูปของแคลเซียมฟอสเฟต แมกนีเซียส อลูมินัม เป็นต้น และสารประกอบอนินทรีย์ คือ primary orthophosphate (H₂PO₄⁻) และ secondary orthophosphate (HPO₄²⁻) โอกาสที่ฟอสฟอรัสจะอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์นั้นน้อย ถ้า pH หรือความไม่เหมาะสมของดินจะทำให้ฟอสฟอรัสถูกตรึงได้ง่าย ทำให้พืชนั้นดูดฟอสฟอรัสไปใช้ได้น้อย

1.3 อัตราการคืนกลับ (return) ของสารอาหารในซากพืชที่ร่วงหล่น

อัตราการคืนกลับสารอาหารในกระถินเทพาทั้ง 4 แปลง มีแนวโน้มที่เป็นไปในทิศทางเดียวกันเพียง 2 แปลงเท่านั้น คือ แปลง S14 และแปลง C27 ซึ่งมีอัตราการคืนกลับของ N>Ca>K>Mg>P ตามลำดับ ส่วนแปลง C14 มีอัตราการคืนกลับของ N>K>Ca>Mg>P ตามลำดับ และแปลง S27 มีอัตราการคืนกลับของ N>Ca>Mg>K>P ตามลำดับ เมื่อพิจารณาอัตราการคืนกลับของ N และ Mg มีมากที่สุดแปลง S14 รองลงมาคือ แปลง S27, C14 และ C27 ตามลำดับ ขณะที่ P มีมากที่สุดแปลง S14 รองลงมาคือ แปลง C14, S27 และ C27 ตามลำดับ ส่วน K และ Ca มีค่ามากที่สุดแปลง C14 รองลงมาคือ แปลง S14, S27 และ C27 อัตราการคืนกลับของสารอาหารในแต่ละส่วนประกอบของซากพืชของกระถินเทพาทั้ง 4 แปลง พบว่า ส่วนของใบมีอัตราการคืนกลับของสารอาหารมากที่สุด รองลงมาคือ ส่วนสปีพันธุ์ และกิ่ง ตามลำดับ (Table 2) จะเห็นได้ว่าโดยส่วนใหญ่ อัตราการคืนกลับของไนโตรเจนจะสูงที่สุด และฟอสจะน้อยที่สุดเช่นเดียวกับเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของสารอาหาร เมื่อพิจารณาการคืนกลับของสารอาหารในแต่ละองค์ประกอบของทั้ง 4 แปลง พบว่า ปริมาณสารอาหารในซากพืชที่คืนกลับในส่วนใบมีการคืนกลับที่มากที่สุด และน้อยที่สุดในส่วนของกิ่ง กล่าวคือ ถ้ามีการร่วงหล่นในซากพืชมาก อัตราการคืนกลับของสารอาหารก็จะมากขึ้นเช่นเดียวกัน (ฤชนาฏ, 2550) จากการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างอัตราการคืนกลับของสารอาหารในกระถินเทพาทั้ง 4 แปลง พบว่า อัตราการคืนกลับของ N, P, K, Ca และ Mg ใน S14, S27, C14 และ C27 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.01)

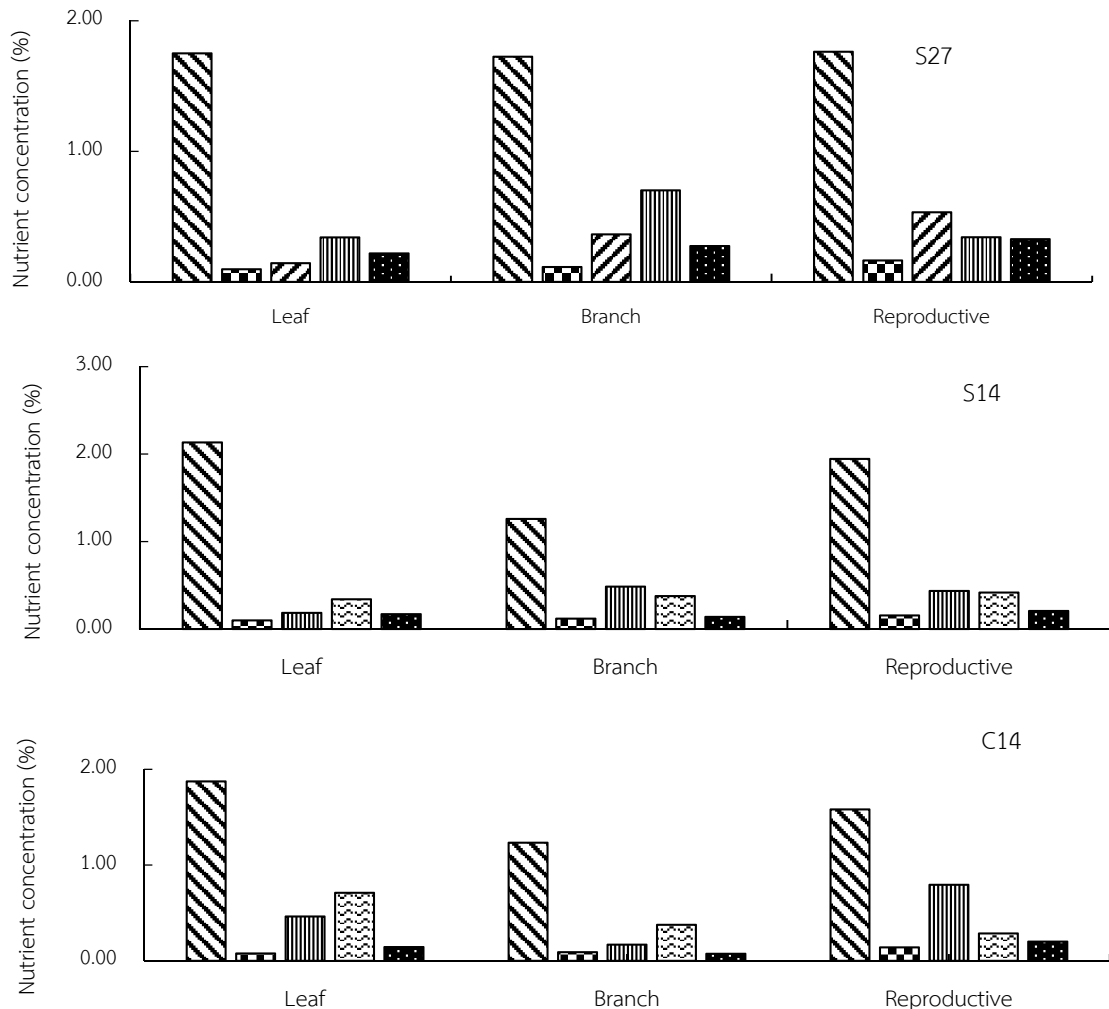


Figure 1 Leaf branch and reproductive nutrient concentration of *Acacia mangium*.

Table 2 Return rate of annual litterfall of *Acacia mangium*.

Plot	Litter production (t ha ⁻¹ yr ⁻¹)	Return rate (kg ha ⁻¹ yr ⁻¹)				
		N	P	K	Ca	Mg
S14	11.10	218.01±1.71 ^a	12.49±0.28 ^a	32.48±0.97 ^a	40.33±0.92 ^a	20.13±0.15 ^a
C14	9.16	154.25±2.81 ^b	10.54±0.45 ^b	53.97±2.05 ^b	48.66±0.35 ^b	14.75±0.45 ^b
S27	9.49	194±10.38 ^c	9.27±0.51 ^c	18.43±6.68 ^c	29.28±1.66 ^c	19.39±0.83 ^a
C27	4.48	78.52±16.09 ^d	5.55±1.24 ^d	13.89±4.46 ^c	17.63±3.83 ^d	19.92±2.64 ^c
F-value		119.06 ^{**}	48.66 ^{**}	55.81 ^{**}	118.09 ^{**}	22.95 ^{**}

Remark: ** = High significantly different (p<0.01)

2. การสลายตัวของซากพืช

2.1 อัตราการสลายตัวของซากพืช

น้ำหนักแห้งเฉลี่ย (ร้อยละ) ของซากใบกระถินเทพาที่เหลือในแต่ละเดือนภายหลังการย่อยสลายตลอด 12 เดือน พบว่า แปลง S14 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 70.43 น้ำหนัก/ปี ของ C14, S27 และ C27 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 92.21, 77.70 และ 83.54 โดยน้ำหนัก/ปีตามลำดับ ค่าคงที่ของการย่อยสลาย (k) จากสมการของ Olson (1963) มีค่า 1.22, 2.55, 1.50 และ 1.80 ต่อปี ตามลำดับ ซึ่งแสดงอัตราการสลายตัวของซากใบแปลง C14 สูงที่สุด รองลงมาคือ

C27, S27, S14 ตามลำดับ (Figure 2) ทั้งนี้ แปลง C14 และ C27 จะมีอัตราการย่อยสลายที่ดีกว่าแปลง S14 และ S27 เนื่องจาก คุณสมบัติของดินเหนียวที่มีช่องว่างในเนื้อดินน้อยกว่าทำให้น้ำซึมผ่านได้ยากกว่าในดินทราย จึงทำให้ดินเหนียวสามารถอุ้มน้ำและเก็บความชื้นได้ดีกว่า ซึ่งจากการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของน้ำหนักแห้งที่สูญเสียไปในแต่ละเดือน ของซากใบทั้ง 4 แปลง พบว่า การสลายตัวของซากใบทั้ง 4 แปลง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($F=1.69$) แสดงว่า ซากใบของทั้ง 4 แปลง มีการสลายตัวที่ไม่แตกต่างกันตลอดระยะเวลา 12 เดือน

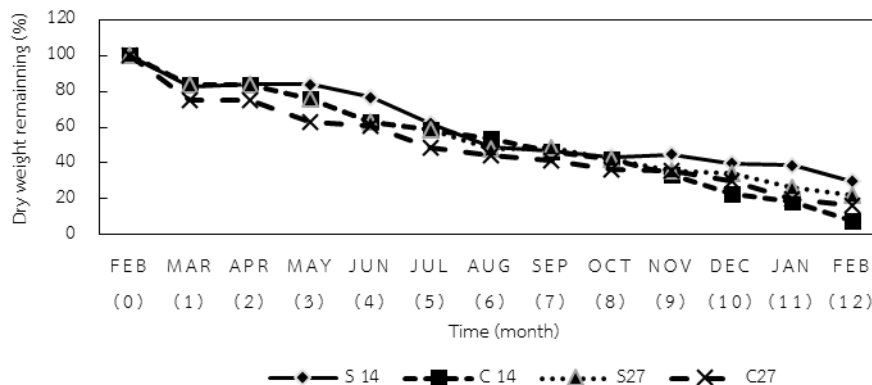


Figure 2 Dry weight remaining of *Acacia mangium* leaf litter 12 month.

2.2 ความเข้มข้นของสารอาหารในซากพืชที่ย่อยสลาย

ความเข้มข้นของ ไนโตรเจน ในแปลง S14, C14, S27 และ C27 พบว่า ในช่วงแรกของการย่อยสลายจะมีค่าน้อย และจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการย่อยสลาย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ MacLean and Wein (1978) พบว่า ปริมาณไนโตรเจนจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีการย่อยสลายนานขึ้น เนื่องจากการตรึงไนโตรเจนของจุลินทรีย์ที่มีเพิ่มขึ้นและสะสมเป็นแหล่งพลังงานและสร้างเซลล์ใหม่ ทำให้การสูญเสียของไนโตรเจนน้อยกว่าน้ำหนักแห้งที่สูญเสียไป (Berg and McClaugherty, 1989) ส่วนความเข้มข้นของฟอสฟอรัส พบว่า มีแนวโน้มเช่นเดียวกับไนโตรเจน เนื่องจากความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบช่วงเริ่มต้นของการย่อยสลายมีค่าสูง จึงเกิดการตรึงสารอาหารระหว่างการย่อยสลายส่งผลให้สารอาหารนั้นเพิ่มสูงขึ้น (Upadhyay and Singh, 1989) และความเข้มข้นของโพแทสเซียม พบว่า มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาของการย่อยสลาย เนื่องจากสารอาหารทั้งสามสามารถละลายน้ำได้ ส่งผลให้สารอาหารถูกชะล้างออกไปจากพืชได้อย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ความเข้มข้นที่อยู่ในซากพืชลดลงอย่างรวดเร็ว (Attiwill, 1968; MacLean and Wein, 1978) ความเข้มข้นของแคลเซียม จะสูงขึ้นในระยะแรก แต่ยังมีการศึกษาอีกจำนวนมากที่พบว่า การเปลี่ยนแปลงของแคลเซียมยังมีการย่อยสลายของซากพืชที่ไม่แน่นอน (MacLean and Wein, 1978) และเกิดจากสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในดินกัดกินซากพืชส่วนเนื้อเยื่อเป็นอาหารซึ่งมีแคลเซียมต่ำ ทำให้เหลือแต่ส่วนที่มีแคลเซียมสูง (Wood, 1987) นอกจากนี้ Lousier and Parkinson (1976) ยังพิจารณาถึงแหล่งที่มาของแคลเซียมจากภายนอกด้วย ได้แก่ จากการฟุ้งของวัตถุต้นกำเนิดดินในบริเวณที่ทำการศึกษา โดยเฉพาะพื้นที่ที่มีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นหินปูน ซึ่งจะสลายตัวให้แคลเซียมออกมาเป็นจำนวนมาก ซึ่งปัจจัยเหล่านี้อาจร่วมกันและอิทธิพลต่อการเพิ่มความเข้มข้นของแคลเซียมในซากพืชที่กำลังสลายตัว และความเข้มข้นของแมกนีเซียมมีแนวโน้มลดลงอย่างช้า ๆ เนื่องจากแมกนีเซียมเป็นสารอาหารที่ถูกชะล้างให้ออกจากซากพืชที่กำลังสลายตัวได้ง่ายเช่นเดียวกับโพแทสเซียมและแคลเซียม (Attiwill, 1968; MacLean and Wein, 1978) (Figure 3)

Brinson (1977) กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารอาหารตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษานั้นเกิดขึ้นได้หลายกรณี เช่น การที่สารอาหารลดลงอาจเกิดจากการสูญเสียสารอาหารออกไปมากกว่าส่วนประกอบอื่น ๆ ของซากพืช แต่การที่สารอาหารเพิ่มขึ้นอาจมาจากมีสารอาหารเข้าไปสะสมในซากพืช ดังนั้นปริมาณสารอาหารอาจเพิ่มขึ้นหรือลดลงก็ได้ ทำให้การศึกษาเปลี่ยนความเข้มข้นของสารอาหารที่อยู่ในรูปเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งไปเป็นปริมาณสารอาหาร (nutrient content) ของซากพืชที่อยู่ในถุงทดลองตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา

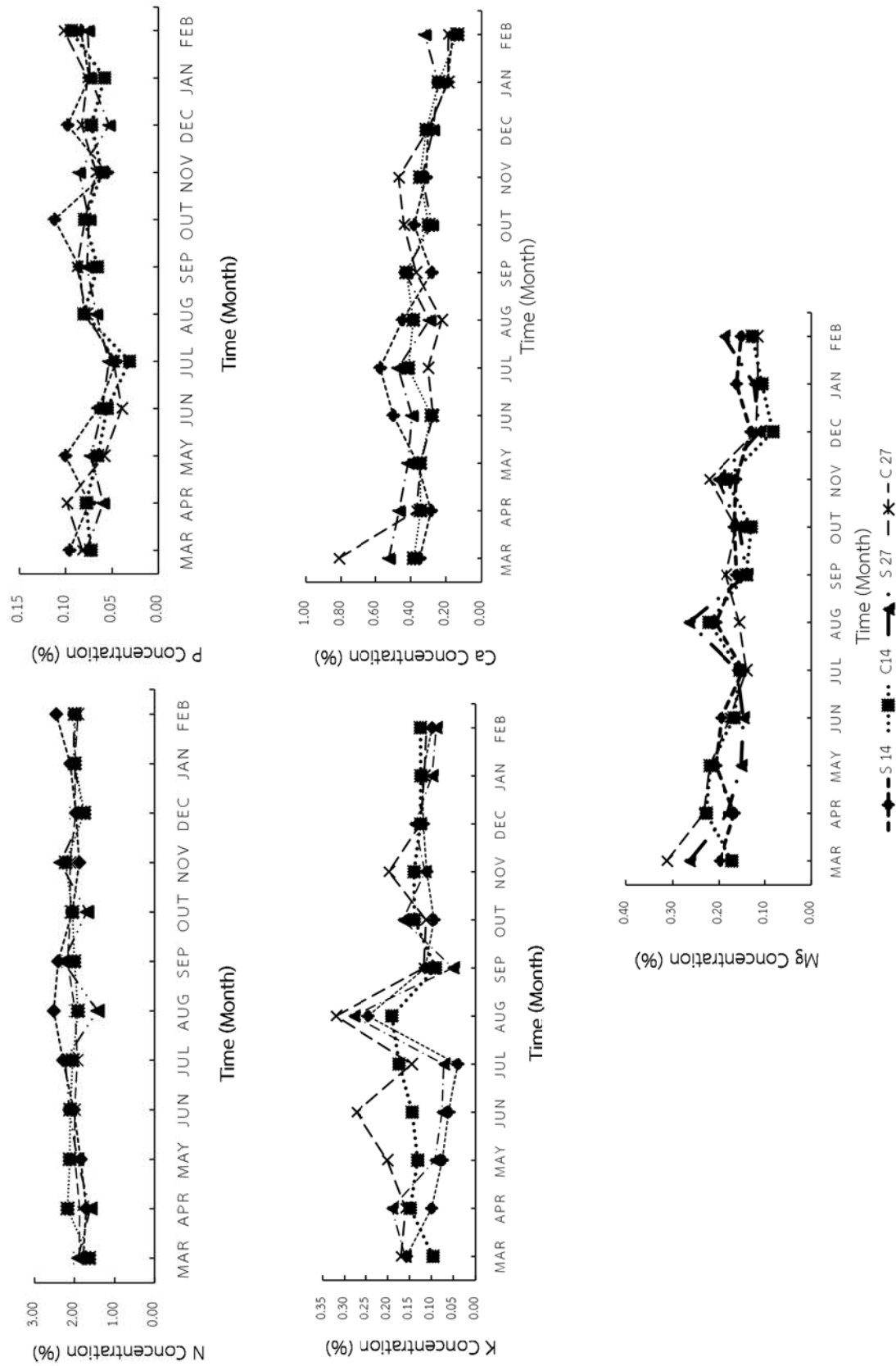


Figure 3 Changes in concentration of nitrogen, phosphorus, calcium and magnesium in *Acacia mangium* leaf litter 12 month.

สรุป

1. ปริมาณการร่วงหล่นของซากพืชรายปีในกระถินเทพา แปลงปลูกบนดินทราย (S14 และ S27) มีการร่วงหล่นที่มากที่สุด เพราะดินทรายระบายน้ำได้ดีทำให้กระบวนการคายน้ำเกิดได้มากกว่าบนแปลงปลูกดินเหนียว การทิ้งใบของกระถินเทพาในแปลงปลูกบนดินทรายจึงมีการร่วงหล่นมากกว่าเพื่อลดการคายน้ำ
2. ความเข้มข้นของสารอาหารในกระถินเทพาที่ร่วงหล่นของแปลง S14, C14, S27, C27 พบว่า ร้อยละความเข้มข้นของสารอาหารในซากพืชของกระถินเทพามีแนวโน้มที่ความแตกต่างกัน
3. อัตราการคืนกลับสารอาหารในกระถินเทพาทั้ง 4 แปลง มีแนวโน้มที่เป็นไปในทิศทางเดียวกันเพียง 2 แปลงเท่านั้น คือ S14 และ C27
4. อัตราการย่อยสลายของซากใบกระถินเทพาที่ปลูกบนดินเหนียว (C14 และ C27) มีการย่อยสลายที่ดีกว่า เพราะดินเหนียวมีคุณสมบัติในการระบายน้ำได้ช้าและเก็บความชื้นไว้ได้มากกว่าในดินทราย
5. ความเข้มข้นของ N และ P ในช่วงแรกของการย่อยสลายจะมีค่าน้อย และจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการย่อยสลาย ส่วนความเข้มข้นของ K, Ca และ Mg มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาของการย่อยสลาย

การศึกษามีข้อเสนอแนะ คือ ควรมีการเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่อง เพราะความเข้มข้นของสารอาหารจะผันแปรต่อเนื่อง ถ้าศึกษาอย่างต่อเนื่องจะทำให้ได้ข้อมูลอย่างถูกต้อง และการศึกษาเรื่องนี้ไปประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงพื้นที่ที่มีสภาพใกล้เคียงกับการศึกษานี้ นอกจากนี้ยังใช้ข้อมูลในการประกอบกับการกำจัดเชื้อเพลิงในพื้นที่ได้อีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่สนับสนุนทุนในการทำวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณสถานีวิจัยวนศาสตร์พังงา จังหวัดพังงา ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการเก็บข้อมูล รวมถึงเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ช่วยเหลือการเก็บข้อมูลในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- ทัศนีย์ อัตตะนันท์ และ จงรัช จันท์เจริญสุข. 2542. แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการการวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ภุชญา แสงอ่อน. 2550. ปริมาณการร่วงหล่นและการสลายตัวของซากพืชในสวนป่าไม้ต่างถิ่น ณ ดอยอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เพลินจิตร ชุมเรียง. 2541. การทดสอบถิ่นกำเนิดไม้สนทะเลซึ่งปลูกบนพื้นที่เหมืองแร่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มานิชญ์ มาตรพลากร. 2533. การทดสอบชนิดพันธุ์ไม้ที่เหมาะสมสำหรับปลูกบนที่ดินเหมืองแร่เก่าทิ้งที่ตะกั่วป่า จังหวัดพังงา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศิริวัฒน์ เผ่าวงศา. 2519. การร่วงหล่นและปริมาณธาตุอาหารของซากพืชในป่าเต็งรัง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Attiwill, P.M. 1968. The loss of elements from decomposing litter. *Ecol.* 49 (1): 142-145.
- Berg, B. and C. McClaugherty. 1989. Nitrogen and phosphorus release from decomposing litter in relation to the disappearance of lignin. *Can. J. Bot.* 67 (4): 1148-1156.
- Brinson, M.M. 1977. Decomposition and Nutrient Exchange of Litter in an Alluvial Swamp Forest. *Ecol.* 58 (3): 601-609.
- Jackson, M.L. 1965. **Soil Chemical Analysis-Advance Course**. Department of soil, University of Wisconsin, USA.
- Jordan, C.F. 1985. **Nutrient Cycling in Tropical Forest Ecosystems**. John Wiley, Chichester.

- Lousier, J.D. and D. Parkinson. 1976. Litter Decomposition in a Cool Temperate Deciduous Forest. **Can. J. Bot.** 54: 419-436.
- MacLean, D.A. and R.W. Wein. 1978. Weight loss and nutrient changes in decomposing litter and forest floor material in New Brunswick forest stands. **Can. J. Bot.** 56: 2730-2749.
- Olson, J.S. 1963. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological system. **Ecol.** 44 (2): 322-331.
- Upadhyay, V.P. and J.S. Singh. 1989. Patterns of nutrient immobilization and release in decomposing forest litter in Central Himalaya. **Indian J. Ecol.** 77: 127-146.
- Wood, T.G. 1974. Field investigations on the decomposition of leaves of *Eucalyptus delegatensis* in relation to environment factors. Cited J.D. Lousier and Parkinson. Chemical element dynamics in decomposition leaf litter. **Can. J. Bot.** 56: 2795-2812.

การทดสอบสายต้นอะเคเซียลูกผสม

Clonal trials of intra-specific hybrids and inter-specific hybrids of *Acacia* species

นรินทร์ เทศธร* ประพาย แก่นนาค บรรดิษฐ์ หงษ์ทอง สุชาติ นิมพิลา สุทัศน์ เล้าสกุล และ วิฑูรย์ เหลืองวิริยะแสง

Narin Tedsorn* Prapai Kannak Bundit Hongthong Suchart Nimpila Suthat Laosakul and

Vitoon Luangviriyasaeng¹

¹ส่วนงานวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900

¹ Silvicultural Research Division, Forest Research and Development Bureau Royal Forest Department, Bangkok, 10900

* Corresponding Author; E-mail: narin67@gmail.com

บทคัดย่อ

ผลการทดสอบและคัดเลือกสายต้นของไม้เศรษฐกิจโตเร็วของในท้องที่ต่าง ๆ ที่ประกอบด้วย สายต้นอะเคเซียลูกผสม จำนวน 18 สายต้น และสายพันธุ์จากเมล็ดอีก 2 สายพันธุ์ โดยดำเนินการในพื้นที่ 4 จังหวัด ได้แก่ กาญจนบุรี กำแพงเพชร ขอนแก่น และสุราษฎร์ธานี ซึ่งพบว่าสายต้นอะเคเซียลูกผสมที่แสดงความแตกต่างของการเติบโต รูปทรงลำต้นและกิ่งก้านไปในแนวทางเดียวกันทุกท้องที่ปลูกทดสอบสายต้น คือกระถินลูกผสมจากเวียดนามมีการเติบโตได้ดีในทุกท้องที่ที่ปลูกทดลอง โดยมีค่าเฉลี่ยของความสูงอยู่ระหว่าง 9-17 เมตร และมีค่าเฉลี่ยของ DBH อยู่ระหว่าง 11-15 เซนติเมตร รองลงมาเป็นสายต้นอะเคเซียลูกผสมจากชุมพร มีค่าเฉลี่ยของความสูง อยู่ระหว่าง 8-15 เมตร และมีค่าเฉลี่ยของ DBH อยู่ระหว่าง 9-12 เซนติเมตร และสายต้นจากการผสมเกสรระหว่างกระถินเทพากับกระถินณรงค์มีค่าเฉลี่ยของความสูง อยู่ระหว่าง 8-15 เมตร และมีค่าเฉลี่ยของ DBH อยู่ระหว่าง 10-12 เซนติเมตร และลำดับสุดท้ายกระถินณรงค์ลูกผสม มีค่าเฉลี่ยของความสูง อยู่ระหว่าง 7-15 เมตร และมีค่าเฉลี่ยของ DBH อยู่ระหว่าง 7-11 เซนติเมตร

คำสำคัญ: การทดสอบสายต้น อะเคเซียลูกผสม ไม้โตเร็ว

ABSTRACT

The results of selection and testing of early economic tree lines in the areas containing 18 acacia hybrids and two seed varieties were conducted in four provinces: Kanchanaburi, Kamphaeng Phet, Khon Kaen and Surat Thani. It was found that the hybrid acacia plant showed the difference in growth. Trunks, stalks and branches in the same way. The *Acacia* hybrids from Vietnam are growing well in all areas where they are grown. The average height is between 9 - 17 meters and the average DBH is between 11-15 centimeters, followed by the acacia hybrids from Chumphon. The average height is between 8-15 meters and the DBH average is between 9-12 centimeters and the *Acacia* hybrids (Inter-specific hybrids of *Acacia mangium* and *A. auriculiformis*). an average height of 8-15 meters and The average DBH is between 10-12 cm. And the last *Acacia* hybrids (Intra-specific hybrids of *A. auriculiformis*). The average height is between 7-15 meters and the average DBH is between 7-11 cm..

Keywords: Clonal trials, *Acacia* hybrids, Fast-growing tree

คำนำ

การทดสอบและคัดเลือกสายต้น เป็นกิจกรรมส่วนหนึ่งของการปรับปรุงพันธุ์ไม้ ซึ่งเริ่มด้วยการสร้างฐานพันธุ์กรรม การทดสอบถิ่นกำเนิด การทดสอบสายพันธุ์ การผสมพันธุ์ และการทดสอบแม่ไม้หรือสายต้น เพื่อคัดเลือกพันธุ์ที่มีคุณภาพและนำไปใช้ในการปลูกป่าเศรษฐกิจต่อไป โดยการทดสอบสายต้นนั้น ต้องมีการปลูกทดสอบในท้องที่แบบต่าง ๆ ที่หลากหลาย เพื่อศึกษาคุณสมบัติของแม่ไม่ว่ามีความแปรปรวนจากการปลูกในท้องที่แบบต่าง ๆ มากน้อยเพียงใด เพื่อนำสายต้นไปใช้ปลูกในสภาพพื้นที่ที่เหมาะสมได้อย่างถูกต้อง และให้ผลผลิตสูง

การทดสอบและคัดเลือกแม่ไม้หรือสายต้นไม้เศรษฐกิจโตเร็ว ได้มีการทดลองในหลายท้องที่ทั้งในหน่วยในภาครัฐ เอกชนและพื้นที่เกษตรกร เพื่อเป็นข้อมูลในการสนับสนุนการปลูกไม้เศรษฐกิจโตเร็วในท้องที่แบบต่าง ๆ รูปแบบการปลูกทดสอบแม่ไม้จะมีความหลากหลายแตกต่างกันไปตามสภาพท้องที่ ความรู้ความเข้าใจของผู้รับผิดชอบในพื้นที่

กรมป่าไม้ได้รับสายต้นอะเคเซียระหว่างกระถิ่นเทพากับกระถิ่นณรงค์จากเวียดนาม จำนวน 6 สายต้น และศูนย์เพาะชำกล้าไม้ชุมพร จำนวน 5 สายต้น จึงได้มีการปลูกทดสอบสายต้นร่วมกับอะเคเซียที่ได้จากการผสมเกสรระหว่างกระถิ่นณรงค์กับกระถิ่นเทพา 1 สายต้น และอะเคเซียอีก 6 สายต้นและสายพันธุ์ไม้จากเมล็ดของกระถิ่นณรงค์และกระถิ่นเทพาอีกอย่างละ 1 สายพันธุ์ รวมเป็น 20 สายต้น/สายพันธุ์ โดยทดลองปลูกใน 4 ท้องที่ จังหวัดในแต่ละภาคคือ กาญจนบุรี (ภาคกลาง) กำแพงเพชร (ภาคเหนือตอนล่าง) ขอนแก่น (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) และสุราษฎร์ธานี (ภาคใต้)

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดสอบสายต้นได้ดำเนินการจัดเตรียมสายต้นจำนวน 18 สายต้น และสายพันธุ์จากเมล็ด จำนวน 2 สายพันธุ์ เพื่อปลูกการทดสอบใน 4 ท้องที่ คือ จังหวัดกำแพงเพชร มีสภาพพื้นที่แห้งแล้ง ความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ จังหวัดกาญจนบุรี และสุราษฎร์ธานี พื้นที่ขึ้น ดินมีความอุดมสมบูรณ์ และจังหวัดขอนแก่น พื้นที่ลักษณะเป็นดินทราย (Table 2)

1. สายต้นที่ใช้ในการทดลอง

สายต้น/สายพันธุ์ที่ใช้ในการทดลองแบ่งเป็นกลุ่มได้ดังนี้

1) กลุ่มสายต้นอะเคเซียระหว่างกระถิ่นเทพา (แม่พันธุ์) และกระถิ่นณรงค์ (พ่อพันธุ์) (Inter-specific hybrids of *Acacia mangium* and *A. auriculiformis*) จำนวน 12 สายต้น คือ สายต้นอะเคเซียจากเวียดนาม 6 สายต้น (ลำดับที่ 8-13) สายต้นอะเคเซียลูกผสมจากศูนย์เพาะชำชุมพร 5 สายต้น (ลำดับที่ 14-18) สายต้นอะเคเซียลูกผสมจากการผสมเกสรแบบสลับพ่อและแม่พันธุ์ (Reciprocal) โดยมีกระถิ่นณรงค์เป็นแม่พันธุ์และกระถิ่นเทพาเป็นพ่อพันธุ์ 1 สายต้น (ลำดับที่ 1)

2) กลุ่มสายต้นกระถิ่นณรงค์ลูกผสม (Intra-specific hybrids of *A. auriculiformis*) อีกจำนวน 6 สายต้น (ลำดับที่ 2-7)

3) กลุ่มสายพันธุ์เพื่อใช้เปรียบเทียบ คือ สายพันธุ์กระถิ่นเทพา (*A. mangium*) และกระถิ่นณรงค์ (*A. auriculiformis*) จากเมล็ดอีกชนิดละ 1 สายพันธุ์ (ลำดับที่ 19 และ 20 ตามลำดับ)

รวมสายต้น/สายพันธุ์ทั้งหมด จำนวน 20 สายต้น/สายพันธุ์ รายละเอียดดังแสดงใน Table 1

Table 1 Clone and seed sources of *Acacia* hybrids

NO	CLONE	Mother	Father
1	A103	AA(NT2)	AM
2	A113(Intra hybrids)	PNG1	QLD1
3	A113(Intra hybrids)	PNG1	QLD1
4	A127(Intra hybrids)	QLD1	QLD3
5	A127(Intra hybrids)	QLD2	NT3
6	A127(Intra hybrids)	QLD2	NT3
7	A131(Intra hybrids)	QLD2	PNG1
8	SR5	AM	AA
9	SR10	AM	AA
10	SR16	AM	AA
11	SR29	AM	AA
12	SR32	AM	AA
13	SR75	AM	AA
14	Chum2	AM	AA
15	Chum4	AM	AA
16	Chum6	AM	AA
17	Chum8	AM	AA
18	Chum10	AM	AA
19	AM Seed	AM	AM
20	AA Seed	AA	AA

Remark: AA = *Acacia auriculiformis*, AM = *Acacia mangium*, PNG = Papua New Guinea,
QLD = Queensland, NT = Northern Territory, SR = Surat Thani, Chum = Chumphon

Table 2 Trial plot information

No.	Name	District	Province	Code	Lat. (N)	Long. (E)	Alt. (m)	Rain (mm)	Max. temp (°C)	Min. temp (°C)	Soil type
1	Central silviculture research center	Saiyok	Kanchana buri	SY	14°22.847'	98°56.434'	550	1,300	32	21	Clay loam
2	Kamphenphet silviculture research station	Muang	Kamphengphet	KP	16°33.997'	99°30.303'	100	1,216	34	22	Sandy
3	North-eastern seed center	Muang	Khon Kean	KK	16°14.978'	102°46.963'	189	926	35	21	Sandy loam
4	Surat Thani silviculture research station	Muang	Surat Thani	ST	9°6.110'	99°21.803'	50	1,784	32	22	Sandy loam

2. การวางแผนการทดลองและการเก็บข้อมูล

การวางแผนการทดลองแบบบล็อกสมบูรณ์ (Randomised Complete Block Design) ประกอบด้วย 4 ซ้ำ (Replication) แต่ละซ้ำประกอบด้วยแปลงย่อย (Experimental plot/unit) จำนวน 20 แปลงย่อย ซึ่งแต่ละแปลงย่อยสุ่มด้วยโปรแกรม CycDesigN (Whitaker *et al.*, 2002) เพื่อปลูกกระถินณรงค์ลูกผสมจำนวน 6 ต้น แถวคู่ (2X3 ต้น) โดยใช้ระยะปลูก 2X3 ตารางเมตร ซึ่งเริ่มปลูกในปี 2550 และเก็บข้อมูลทุกปี ๆ ละ 2 ครั้ง

การเก็บข้อมูลการเติบโตทางความสูงจากโคนต้นที่พื้นดินถึงปลายยอดสูงสุด และความโตที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระดับ 1.30 เมตร ที่อายุ 4 ปี

การเก็บข้อมูลรูปร่างลำต้น (Stem forms) โดยการให้คะแนนในลักษณะต่าง ๆ คือ

- 1) ระดับความยาวแกนลำต้น (Axis persistence-AP) แบ่งออกเป็น 6 ระดับ (คะแนน 1 ถึง 6)

คะแนน 6 คือ แกนลำต้นยาวตลอดจากโคนต้นจนถึงปลายยอด

คะแนน 5 คือ แกนลำต้นยาวจากโคนต้นจนถึงจุดแตกง่ามที่ระดับมากกว่า 3 ใน 4 ส่วนของลำต้น

คะแนน 4 คือ แกนลำต้นยาวจากโคนต้นจนถึงจุดแตกง่ามที่ระดับระหว่าง 2 ใน 4 ส่วนถึง 3 ใน 4 ส่วน

ของลำต้น

คะแนน 3 คือ แกนลำต้นยาวจากโคนต้นจนถึงจุดแตกง่ามที่ระดับระหว่าง 1 ใน 4 ส่วนถึง 2 ใน 4 ส่วน

ของลำต้น

คะแนน 2 คือ แกนลำต้นยาวจากโคนต้นจนถึงจุดแตกง่ามที่ระดับเหนือพื้นดินจนถึง 1 ใน 4 ส่วนของ

ลำต้น

คะแนน 1 คือ ไม่มีแกนลำต้น (แตกง่ามจากระดับพื้นดิน)

- 2) ความตรงของลำต้น (Stem Straightness-SS) แบ่งออกเป็น 4 ระดับ (คะแนน 1 ถึง 4)

คะแนน 4 คือ ลำต้นเปลาตรงตลอด

คะแนน 3 คือ ลำต้นมีการโค้งงอเล็กน้อยหนึ่งจุดของลำต้น

คะแนน 2 คือ ลำต้นมีการโค้งงอเล็กน้อยสองจุด หรือมีลำต้นโค้งขนาดใหญ่หนึ่งจุดของลำต้น

คะแนน 1 คือ ลำต้นโค้งขนาดใหญ่กว่าหนึ่งจุดขึ้นไปของลำต้น

การเก็บข้อมูลลักษณะกิ่งก้าน (Branch characteristics)

- 1) ขนาดของกิ่งที่แตกจากลำต้นโดยเฉลี่ยทั้งต้น (Branch Thickness-BT) แบ่งออกเป็น 4 ระดับ (คะแนน 1 ถึง 4)

คะแนน 4 คือ ขนาดกิ่งที่แตกจากลำต้นหลักโดยเฉลี่ยทั้งต้นน้อยกว่า 1 ใน 3 ของลำต้น

คะแนน 3 คือ ขนาดกิ่งที่แตกจากลำต้นหลักโดยเฉลี่ยทั้งต้นมากกว่า 1 ใน 3 ของลำต้นจำนวน 1 กิ่ง

คะแนน 2 คือ ขนาดกิ่งที่แตกจากลำต้นหลักโดยเฉลี่ยทั้งต้นมากกว่า 1 ใน 3 ของลำต้นจำนวน 2 กิ่ง

คะแนน 1 คือ ขนาดกิ่งที่แตกจากลำต้นหลักโดยเฉลี่ยทั้งต้นมากกว่า 1 ใน 3 ของลำต้นจำนวนมากกว่า

2 กิ่ง

- 2) มุมกิ่งที่แตกจากลำต้นโดยเฉลี่ย (Branch Angle- BA) ซึ่งจะแยกเป็นมุมแหลม (กิ่งทำมุมกับลำต้นน้อยกว่า 60 องศา) และมุมป้าน (กิ่งทำมุมกับลำต้นมากกว่า 60 องศา)

คะแนน 2 มุมแหลม (กิ่งทำมุมกับลำต้นน้อยกว่า 60 องศา)

คะแนน 1 มุมป้าน (กิ่งทำมุมกับลำต้นมากกว่า 60 องศา)

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (Analysis of variance) จะใช้เทคนิค Complete two-way tables (Williams and Matheson, 2002) เพื่อพิจารณาหาความแตกต่างของตัวแปรต่าง ๆ ระหว่างสายต้น และระหว่างพื้นที่แปลงทดลอง โดยใช้วิธีการ Lest significant difference method (LS) ในการเปรียบเทียบ

วิเคราะห์อิทธิพลของพื้นที่ปลูกต่อการเติบโตของสายต้นอะเคเซียลูกผสม ในการศึกษาอิทธิพลของพื้นที่ปลูก (Site effect) ที่มีผลต่อการเติบโตของสายต้นกระถินเทพาลูกผสม โดยมีวิธีวิเคราะห์แบบถดถอยร่วม (Joint regression analysis) (Williams and Matheson, 2002) เพื่อศึกษาอิทธิพลของแปลงทดลองต่อ สายต้น (Clone) ต่าง ๆ (Site-by-clone interaction) และสามารถอธิบายปฏิสัมพันธ์ของสายต้นต่าง ๆ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย (Regression coefficient)

ผลและวิจารณ์

1. การเติบโต

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) ค่าเฉลี่ยการเติบโตของสายต้นอะเคเซียลูกผสม และกระถินณรงค์ลูกผสม 20 สายต้น/สายพันธุ์ใน Table 1 แสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (Significant of overall) ของการเติบโตทางความสูงและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับ 1.30 เซนติเมตร (DBH) ระหว่างสายต้นทั้ง 20 สายต้น/สายพันธุ์ ของทุกท้องที่ที่ปลูกทดลอง โดยแต่ละท้องที่ที่มีการเติบโตไปในทางเดียว คือ มีความแตกต่างของกลุ่มสายต้น/สายพันธุ์ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (Significant level of between group) โดยกลุ่มของสายต้นอะเคเซียลูกผสมจากเวียดนามเติบโตดีที่สุด มีค่าเฉลี่ยของความสูงเท่ากับ 11.92 (KK), 13.58 (SR), 17.49 (SY) และ 9.02 (KP) เมตร ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยของ DBH เท่ากับ 11.72 (KK), 14.62 (SR), 15.14 (SY) และ 12.08 (KP) เซนติเมตร ตามลำดับ

ลำดับรองลงมาคือ กลุ่มสายต้นอะเคเซียลูกผสมจากชุมพร มีค่าเฉลี่ยของความสูง เท่ากับ 10.78 (KK), 13.11 (SR), 15.86 (SY) และ 8.31 (KP) เมตร ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยของ DBH เท่ากับ 9.91 (KK), 12.83 (SR), 12.07 (SY) และ 9.44 (KP) เซนติเมตร ตามลำดับ

ลำดับต่อมาสายต้นจากการผสมเกสรมีค่าเฉลี่ยของความสูง เท่ากับ 10.38 (KK), 13.18 (SR), 15.60 (SY) และ 8.25 (KP) เมตร ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยของ DBH เท่ากับ 10.16 (KK), 12.44 (SR), 12.57 (SY) และ 10.32 (KP) เซนติเมตร ตามลำดับ

ตามมาด้วยกระถินณรงค์ลูกผสม (Intra-specific hybrids of *A. auriculiformis*) มีค่าเฉลี่ยของความสูง เท่ากับ 9.72 (KK), 12.38 (SR), 15.97 (SY) และ 7.82 (KP) เมตร ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยของ DBH เท่ากับ 8.78 (KK), 9.45 (SR), 11.46 (SY) และ 7.77 (KP) เซนติเมตร ตามลำดับ

สายพันธุ์จากเมล็ดที่ใช้ในการเปรียบเทียบมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดทั้งกระถินเทพาและกระถินณรงค์ ในท้องที่ขอนแก่น (KK) กำแพงเพชร (KP) และไทรโยค (SY) ยกเว้นในท้องที่สถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี (SR) ที่มีการเติบโตดีกว่ากลุ่มกระถินณรงค์ลูกผสมเท่านั้น (Table 3)

สำหรับความแตกต่างของการเติบโตทางความสูงและ DBH ระหว่างสายต้น/สายพันธุ์ภายในกลุ่มเดียวกัน (Significant level of with group) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างชัดเจนมากนัก ในทุกท้องที่ที่ปลูกทดลองทั้งความสูงและ DBH ยกเว้นความสูงที่ศูนย์เมล็ดไม้ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (KK) กับที่แปลงทดลองไทรโยค (SY) และ DBH ที่สถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี (SR)

Table 3 The results of analysis of variance and mean in growth.

NO	CLONE	KK		SR		SY		KP	
		HT	DBH	HT	DBH	HT	DBH	HT	DBH
1	A103 (Reciprocal)	10.38	10.16	13.18	12.44	15.60	12.57	8.25	10.32
2	A113 (Intra hybrids)	8.80	7.34	12.72	9.64	16.00	12.09	7.99	8.51
3	A113 (Intra hybrids)	9.86	8.75	12.47	9.73	15.71	12.15	8.17	8.40
4	A127 (Intra hybrids)	10.68	9.75	11.55	9.13	15.94	11.12	7.73	8.33
5	A127 (Intra hybrids)	10.78	9.99	12.45	9.22	16.31	11.44	7.74	6.98
6	A127 (Intra hybrids)	10.42	9.46	12.74	9.87	16.59	11.43	7.54	7.29
7	A131 (Intra hybrids)	7.79	7.41	12.36	9.12	15.26	10.51	7.76	7.12
8	SR5	12.13	11.60	13.71	15.21	17.18	14.93	9.62	11.99
9	SR10	11.48	12.14	13.16	13.69	16.99	14.26	8.25	11.50
10	SR16	12.54	12.78	14.58	15.79	18.99	15.21	9.55	12.87
11	SR29	11.75	10.68	13.38	13.46	17.11	15.21	9.15	12.40
12	SR32	12.22	11.28	13.38	14.49	18.21	16.18	8.59	11.07
13	SR75	11.43	11.82	13.25	15.09	16.49	15.04	8.94	12.68
14	Chum2	10.96	9.45	13.27	11.80	15.66	12.22	7.94	9.34
15	Chum4	10.15	9.77	12.56	11.30	15.20	11.26	8.41	9.20
16	Chum6	10.70	10.94	13.51	14.93	16.13	12.03	8.41	9.67
17	Chum8	11.34	9.62	13.27	13.28	16.04	12.62	8.10	9.33
18	Chum10	10.76	9.79	12.95	12.86	16.27	12.22	8.71	9.66
19	AM Seed	6.97	6.25	12.28	11.95	13.70	11.92	6.71	6.10
20	AA Seed	7.48	6.87	13.16	10.89	15.14	12.04	6.20	5.48
Mean (SR)		11.92	11.72	13.58	14.62	17.49	15.14	9.02	12.08
Mean (Chum)		10.78	9.91	13.11	12.83	15.86	12.07	8.31	9.44
Reciprocal		10.38	10.16	13.18	12.44	15.60	12.57	8.25	10.32
Mean (<i>A. auriculiformis</i> intra-hybrids)		9.72	8.78	12.38	9.45	15.97	11.46	7.82	7.77
Mean (Local seed)		7.23	6.56	12.72	11.42	14.42	11.98	6.45	5.79
Grand mean		10.43	9.79	12.98	12.29	16.23	12.82	8.19	9.41
Significant level (between group)		***	***	***	***	***	***	***	***
Significant level (within group)		**	ns	ns	*	***	ns	ns	ns
Significant level(over all)		***	***	**	***	***	***	***	***
LSD 0.05 (over all)		1.39	2.02	1.12	1.85	1.04	1.37	0.90	1.60
% CV (over all)		9.40	14.60	6.10	10.70	4.50	7.50	7.80	12.00

Remarks: ns non significant at P=0.05, *** significant at P<0.001, ** significant at P<0.01, * significant at P<0.05

2. ลักษณะรูปทรงลำต้นและกิ่งก้าน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) ค่าเฉลี่ยลักษณะรูปทรงลำต้นและกิ่งก้านของสายต้นอะเคเซียลูกผสม และกระถินณรงค์ลูกผสม 20 สายต้น/สายพันธุ์ใน Table 4 มีแตกต่างกันทางสถิติของลักษณะความยาวแกนต้น (AP) ความตรงของลำต้น (SS) ความหนากิ่ง (BT) และลักษณะของมุมกิ่ง (BA) โดยสายต้น/สายพันธุ์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของลักษณะความหนากิ่ง (BT) ในท้องที่ศูนย์เมล็ดพันธุ์ไม้ป่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (KK) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของลักษณะความยาวแกนลำต้น (AP) ในท้องที่สถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี (SR) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของลักษณะความตรงของลำต้น (SS) ความหนากิ่ง (BT) และลักษณะของมุมกิ่ง (BA) ในท้องที่แปลงทดลองที่ไทรโยค (SY) และไม่มีความแตกต่างทางสถิติของลักษณะความหนากิ่ง (BT) ในท้องที่สถานีวนวัฒนวิจัยกำแพงเพชร (KP)

มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มของสายต้น/สายพันธุ์ (between group) มากในเกือบทุกลักษณะและท้องที่ที่ปลูกทดลอง ยกเว้นลักษณะของมุมกิ่ง (BA) ที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในท้องที่ศูนย์เมล็ดพันธุ์ไม้ป่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (KK) สถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี (SR) และแปลงทดลองที่ไทรโยค (SY)

ไม่แสดงความแตกต่างภายในกลุ่มของสายต้น/สายพันธุ์ (within group) มากนักโดยในท้องที่สถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี (SR) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติภายในกลุ่มของสายต้น/สายพันธุ์ของทั้ง 4 ลักษณะ (AP, SS, BT และ BA)

แสดงให้เห็นลักษณะของลำต้นและกิ่งก้านมีลักษณะของแต่ละกลุ่มที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยลักษณะความยาวของแกนต้น (AP) มีค่าเฉลี่ยของกลุ่มสายต้นจากเวียดนามสูงทั้ง 4 ท้องที่คือมีคะแนนเท่ากับ 4.99, 5.63, 5.41, 4.68 ในท้องที่ศูนย์เมล็ดพันธุ์ไม้ป่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (KK) สถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี (SR) แปลงทดลองที่ไทรโยค (SY) และสถานีวนวัฒนวิจัยกำแพงเพชร (KP) ตามลำดับ ส่วนลักษณะอื่นมีความแตกต่างกันไปในแต่ละท้องที่

จากผลการศึกษาครั้งนี้ จะเห็นได้ว่ากลุ่มสายต้นอะเคเซียลูกผสมระหว่างกระถินเทพา (แม่พันธุ์) และกระถินณรงค์ (พ่อพันธุ์) (Inter-specific hybrids of *Acacia mangium* and *A. auriculiformis*) เติบโตได้ดีกว่ากลุ่มสายต้นกระถินณรงค์ลูกผสม (Intra-specific hybrids of *A. auriculiformis*) และกลุ่มสายพันธุ์ที่ใช้เปรียบเทียบ คือสายพันธุ์กระถินเทพา (*A. mangium*) และกระถินณรงค์ (*A. auriculiformis*) ในทุกสภาพพื้นที่แปลงทดลอง นั่นคือสายต้นลูกผสมจะเติบโตเร็วให้ผลผลิตสูงและคุณภาพที่ดีกว่าพ่อ-แม่พันธุ์ที่เป็นสายพันธุ์ดั้งเดิม ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของวิฑูรย์ และคณะ(2555) ดังนั้น สายต้นลูกผสมระหว่างกระถินเทพาและกระถินณรงค์ สามารถคัดเลือกสายต้นที่เติบโตเร็วและมีเสถียรภาพทางพันธุ์ เติบโตได้ดีในทุกสภาพพื้นที่นำไปขยายพันธุ์สำหรับปลูกป่าเศรษฐกิจต่อไปได้

Table 4 The results of analysis of variance and mean in stem form and branches characteristics.

NO.	CLONE	KK				SR				SY				KP			
		AP	ST	BT	BA	AP	ST	BT	BA	AP	ST	BT	BA	AP	ST	BT	BA
1	A103	4.96	3.13	2.75	2.00	5.54	3.04	2.00	2.00	5.18	2.92	2.56	2.00	4.39	3.00	2.83	2.00
2	A113	4.34	3.05	2.95	1.92	5.38	2.92	2.79	1.79	4.02	3.00	2.90	2.00	4.99	3.00	3.00	2.00
3	A113	4.58	3.00	2.92	1.67	5.32	3.06	2.72	1.71	4.66	3.12	3.08	2.00	5.31	3.00	3.00	2.00
4	A127	4.46	3.00	2.92	2.00	5.39	2.88	2.58	1.96	5.13	3.15	3.08	2.00	4.81	3.00	3.00	2.00
5	A127	4.42	3.03	2.96	2.00	5.67	3.00	2.78	1.74	4.63	3.12	3.08	1.92	4.89	3.00	3.00	2.00
6	A127	4.63	3.00	2.92	2.00	5.65	2.96	2.78	2.00	4.71	3.15	3.00	1.92	4.80	3.00	3.00	2.00
7	A131	4.13	3.00	2.96	2.00	5.09	3.00	2.65	1.95	4.29	3.00	3.13	1.79	4.58	3.00	3.00	2.00
8	SR5	5.12	3.00	2.92	2.00	5.25	2.92	2.58	2.00	5.46	2.96	2.79	1.92	5.14	3.00	3.00	2.00
9	SR10	5.01	2.96	2.57	2.00	5.54	2.88	2.46	2.00	5.43	2.85	2.90	1.88	3.83	3.00	3.00	2.00
10	SR16	5.26	3.00	2.53	2.00	6.00	3.04	2.63	2.00	5.54	2.92	2.96	1.83	4.02	3.00	2.81	2.00
11	SR29	5.03	3.04	2.96	2.00	6.00	3.00	2.58	1.87	5.52	3.00	2.92	1.81	5.28	3.00	3.00	2.00
12	SR32	5.02	3.00	2.88	2.00	5.83	3.00	2.83	2.00	5.48	2.81	2.73	1.75	5.16	3.00	3.00	2.00
13	SR75	4.53	2.83	2.73	2.00	5.13	2.78	2.04	2.00	5.04	2.69	2.79	1.75	4.68	3.00	3.00	2.00
14	Chum2	4.58	2.95	2.91	2.00	5.79	2.96	1.94	1.92	5.34	2.79	2.79	1.92	4.53	3.00	3.00	2.00
15	Chum4	4.85	3.00	2.91	1.95	5.04	2.72	1.74	1.80	5.04	2.92	2.75	2.00	3.98	3.00	3.00	2.00
16	Chum6	4.83	2.96	2.75	2.00	5.55	2.64	2.27	1.71	4.83	2.78	2.65	1.96	4.07	3.00	3.00	2.00
17	Chum8	4.79	2.95	2.75	2.00	5.21	2.83	2.13	1.96	5.05	2.75	2.81	1.94	3.69	3.00	2.95	2.00
18	Chum10	4.88	2.76	2.58	2.00	5.75	2.75	2.13	1.96	4.63	2.78	2.78	1.96	4.09	3.00	3.00	2.00
19	AM Seed	5.49	3.00	3.00	2.00	4.83	2.82	1.92	1.83	5.29	2.79	2.46	2.00	5.54	3.00	3.00	2.00
20	AA Seed	4.46	3.40	2.88	2.00	4.60	2.71	2.27	1.83	4.33	2.94	2.92	1.83	3.20	3.00	3.00	2.00
Mean (SR)		4.99	2.97	2.76	2.00	5.63	2.94	2.52	1.99	5.41	2.87	2.85	1.82	4.68	3.00	2.97	2.00
Mean(Chum)		4.79	2.92	2.75	1.99	5.47	2.78	2.04	1.87	4.98	2.81	2.76	1.95	4.07	3.00	2.99	2.00
Reciprocal		4.96	3.13	2.75	2.00	5.54	3.04	2.00	2.00	5.18	2.92	2.56	2.00	4.39	3.00	2.83	2.00
Mean (AA intra-hybrids)		4.23	3.01	2.94	1.93	5.42	2.97	2.72	1.86	4.57	2.92	3.05	2.00	4.90	3.00	3.00	2.00
Mean (Local seed)		4.98	3.20	2.94	2.00	4.72	2.77	2.09	1.83	4.81	2.86	2.68	1.92	4.55	3.00	3.00	2.00
Grand mean		4.77	3.00	2.84	1.98	5.43	2.89	2.39	1.90	4.98	2.92	2.85	1.91	4.55	3.00	2.98	2.00
Sig. level (Between group)		**	***	**	ns	**	***	***	ns	***	***	*	ns	**	-	***	-
Sig. level (Within group)		ns	*	**	**	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	**	-	*	-
Sig, level (overall)		*	**	ns	*	ns	*	***	ns	***	ns	ns	ns	**	***	ns	***
LSD 0.05 (over all)		0.59	0.22	0.30	0.14	0.73	0.26	0.57	0.25	0.52	0.36	0.50	0.26	0.57	0.00	0.07	0.00
% CV (over all)		8.3	5.2	7.5	5.1	9.3	6.3	16.9	9.3	7.0	8.8	12.3	9.8	7.1	0.0	1.6	.00

Remarks: ns non significant at P=0.05, *** significant at P<0.001, ** significant at P<0.01, * significant at P<0.05

สรุป

สายต้นอะเคเซียลูกผสมระหว่างกระถินเทพาและกระถินณรงค์ (Inter-specific hybrids) เติบโตได้ดีกว่ากระถินณรงค์ลูกผสม (Intra-specific hybrids) และกระถินเทพา กระถินณรงค์สายพันธุ์ดั้งเดิมทั่วไป โดย กลุ่มของสายต้นอะเคเซียลูกผสมจากเวียดนาม ได้แก่ สายต้น SR5, SR10, SR16, SR29, SR32 และ SR75 เติบโตได้ดีที่สุด รองลงมาเป็นกลุ่มสายต้นอะเคเซียลูกผสมจากชุมพร ได้แก่ สายต้น Chum2, Chum4, Chum6, Chum8 และ Chum10 และสำหรับลักษณะรูปทรงลำต้น โดยเฉพาะลักษณะความยาวของแกนต้น (AP) ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของสายต้นอะเคเซียลูกผสมมีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุดในทุกสภาพพื้นที่แปลงทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- วิฑูรย์ เหลืองวิริยะแสง อิติ วิสารัตน์ บรรดิษฐ์ หงษ์ทอง ดุริยะ สถาพร และ พรชัย กันท์อุไร. 2555. ผลการทดสอบสายต้นกระถินณรงค์ลูกผสมและกระถินลูกผสม น.282-299. ใน รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2555. สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้, กรมป่าไม้
- Whitaker, D., E. R. Williams, and J. A. John, 2002. **CycDesigN: A Package for the Computer Generation of Experimental Designs**. CSIRO, Canberra.
- Williams, E.R. A.C. Matheson and C.E. Harwood. 2002. **Experimental Design and Analysis for Tree Improvement**. Second Edition. CSIRO, Melbourne, Australia.

สมบัติดิน การเติบโต และผลผลิตของสวนป่าอะเคเซีย ภายหลังการใส่ปุ๋ย
ณ สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จังหวัดนครราชสีมา
Soil Properties, Growth and Yield in Acacia Plantation after Fertilization
at Sakaerat Silvicultural Research Station, Nakhon Ratchasima Province

ณภัทรชนน สีนวนคำ* รุ่งเรือง พูลศิริ และ สันต์ เกตุปราณีต
Napatchanon Srinuandam* Roongreang Poolsiri and San Katpraneet
ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
Department of Silviculture, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900
* Corresponding Author; E-mail: napatchanon.sri@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เพื่อเปรียบเทียบสมบัติดิน การเติบโต และผลผลิตในแต่ละวิธีการปรับปรุงดินและในกระถินแต่ละชนิด โดยวางแผนการทดลองแบบ split plot design ใน randomized complete block design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ แต่ละซ้ำมีแปลงทดลองหลักจำนวน 4 แปลง ซึ่งเป็นตัวแทนของวิธีการปรับปรุงดินรูปแบบต่าง ๆ ที่ผ่านมาแล้ว 10 ปี ได้แก่ 1) ควบคุม 2) โดโลไมต์ 3) โดโลไมต์ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ และ 4) โดโลไมต์ร่วมกับปุ๋ยเคมี โดยในแต่ละแปลงทดลองหลักมีตัวแทนของ กระถินณรงค์ กระถินลูกผสม และกระถินคราสสิคาร์ป่า โดยจากการศึกษาพบว่า ดินส่วนใหญ่ในแปลงเป็นดินทรายร่วน มีสภาพเป็นกรดจัดมาก โดยที่ความหนาแน่นรวม ความหนาแน่นอนุภาค และความพรุนไม่มีความแตกต่างกัน แปลงที่ได้รับสารปรับปรุงดินมีปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าแปลงควบคุม ส่วนในแปลงควบคุมมีปริมาณอินทรีย์วัตถุและปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด ในขณะที่เมื่อทำการเปรียบเทียบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก ความสูงทั้งหมด มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในการใช้สารปรับปรุงดินที่แตกต่างกัน ระหว่างชนิดพันธุ์ พบว่ากระถินลูกผสมมีค่ามากที่สุด

คำสำคัญ: สมบัติดิน การเติบโต กระถินณรงค์ กระถินคราสสิคาร์ป่า กระถินลูกผสม

ABSTRACT

The soil properties, growth and yield of acacia plantation were investigated after fertilization. A split plot design in randomized complete block design (RCBD) with four replications was used. Each replications consisted of four main plots. The treatments comprised of 4 treatments which fertilizer added pass 10 years; 1) control (T1) 2) dolomite (T2) 3) dolomite and manure (T3) 4) dolomite and chemical fertilizer (T4). The *Acacia auriculiformis*, *A. hybrid* and *A. crassicaarpa* were planted in each main plots. The result showed the soil texture was a sandy loam. pH with strongly acidic soil. The bulk density, particle density and porosity were no significant difference. Exchange potassium, exchange calcium and magnesium of T2, T3 and T4 were higher than T1. While, organic matter and available phosphorus were greatest in T1. In addition to the comparison between diameter at breast height over bark (DBH), height and above ground biomass and fertilization methods and between species showed that greatest in *Acacia hybrid*.

Keywords: Soil properties, Growth Yield, *Acacia auriculiformis*, *A. crassicaarpa*, *A. hybrid*

คำนำ

ในหลายปีที่ผ่านมาได้มีการนำเข้าไม้ท่อนและไม้แปรรูปในปริมาณที่สูงมาก เนื่องจากภายในประเทศมีการใช้สอยไม้ในปริมาณมากและมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น จึงก่อให้เกิดปัญหาในการบุกรุกพื้นที่ป่าธรรมชาติเพื่อตัดไม้ ซึ่งหากในประเทศมีการส่งเสริมการปลูกสร้างสวนป่า จะสามารถช่วยบรรเทาปัญหาการบุกรุกป่าได้ และการปลูกสร้างสวนป่านี้นี้ยังสามารถฟื้นฟูป่าเสื่อมโทรม และลดปัญหาภัยแล้งได้อีกด้วย การปลูกสร้างสวนป่าให้ประสบความสำเร็จได้นั้น

ต้องประกอบด้วยวิธีการคัดเลือกชนิดพันธุ์ไม้ให้เหมาะสมกับพื้นที่ปลูก เพื่อให้ต้นไม้มีการเติบโตที่ดี มีผลผลิตสูง โดยปัจจุบันไม้โตเร็วสกุลหนึ่งที่นำเข้ามาปลูกสร้างสวนป่า คือ ไม้สกุลอะเคเซีย (*Acacia* spp.) ไม้สกุลนี้เป็นไม้ที่สามารถปรับตัวและเติบโตได้ดีในสภาพพื้นที่หลายแบบและยังสามารถปรับปรุงดินได้เนื่องจากรากของมันสามารถตรึงไนโตรเจนได้ โดยไม้กระถินที่ปลูกทั่วไปในประเทศไทย เช่น กระถินเทพา (*Acacia mangium*) กระถินณรงค์ (*A. auriculiformis*) และยังมีกระถินลูกผสม (*A. hybrid*) ที่เกิดจากการปรับปรุงพันธุ์ ซึ่งให้ผลผลิตเนื้อไม้และปริมาณเยื่อกระดาษสูง มีความทนทานต่อโรค และมีความเปลาตรงมากขึ้น เป็นต้น และการที่จะทำให้ผลผลิตของสวนป่าเพิ่มมากขึ้นนั้นก็ต้องมีการใช้การปฏิบัติทางวนวัฒนด้วย นั่นก็คือ การใส่ปุ๋ย เพื่อปรับปรุงดินให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์สามารถช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดินให้ดีขึ้น เช่น สามารถทำให้ดินมีความชุ่มชื้นมากขึ้น โดยความชุ่มชื้นในดินนี้จะช่วยให้ต้นไม้สามารถดูดซึมสารอาหารในดินไปใช้ได้ง่าย หรือหากสารอาหารที่ต้นไม้ได้รับมีไม่เพียงพอจะต้องมีการเพิ่มสารอาหารที่จำเป็นด้วยปุ๋ยเคมีเพราะในปุ๋ยเคมีมีสารอาหารหลักที่ต้นไม้ต้องการแต่ในดินมักจะขาดแคลน โดยการใส่ปุ๋ยจะต้องทราบถึงวิธีการใส่ปุ๋ยและระยะเวลาในการให้ปุ๋ยอย่างถูกต้องด้วย เพื่อให้ต้นไม้สามารถใช้ปุ๋ยได้มีประสิทธิภาพสูงสุด

โดยการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบสมบัติดิน การเติบโตและผลผลิตของกระถินณรงค์ กระถินคราสสิคาร์ปา และกระถินลูกผสมในพื้นที่ภายหลังการใส่ปุ๋ย ซึ่งคาดว่าผลการศึกษาจะสามารถนำไปเป็นแนวทางในการประมาณผลผลิตของไม้กระถินแต่ละชนิดในพื้นที่ และยังเป็นแนวทางให้กับการจัดการสวนป่าได้ในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การวางแผนการทดลอง

ทำการศึกษาในพื้นที่สถานีวนวัฒนวิจัยสระแกราช อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ย 28.06 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อเดือนมากกว่า 100 มิลลิเมตร ลักษณะพื้นที่ส่วนใหญ่ประกอบด้วยภูเขาที่มีระดับความลาดชันเล็กน้อยถึงปานกลาง พื้นที่ที่มีความลาดชันไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ประมาณ 2-30 เปอร์เซ็นต์ มีความสูงจากระดับน้ำทะเลเฉลี่ย 392-700 เมตร ลักษณะสังคมพืชส่วนใหญ่เป็นสังคมพืชป่าดิบแล้ง และมีบางส่วนทางทิศเหนือของพื้นที่เป็นสังคมป่าเต็งรัง (สำนักงานวิจัยและพัฒนาการป่าไม้, ม.ป.ป.) ได้ทำการศึกษาโดยวางแผนการทดลองแบบ split plot design ใน randomized complete block design (RCBD) มีจำนวนซ้ำ 4 ซ้ำ แต่ละซ้ำประกอบด้วยแปลงทดลองหลัก (main plots) จำนวน 4 แปลง ซึ่งเป็นตัวแทนของวิธีการปรับปรุงดินแบบต่าง ๆ ซึ่งผ่านมาแล้ว 10 ปี ได้แก่ 1) แปลงควบคุม (T1) 2) แปลงที่ปรับปรุงดินโดยใช้โดโลไมต์ อัตรา 400 กิโลกรัม/ไร่ (T2) 3) แปลงปรับปรุงดินโดยใช้โดโลไมต์ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมัก) 1 กิโลกรัม/ตัน (T3) และ 4) แปลงที่ปรับปรุงดินโดยใช้โดโลไมต์ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 16:16:16 อัตรา 100 กรัม/ตัน (T4) โดยในแต่ละแปลงทดลองหลัก (main plots) มีตัวแทนของชนิดไม้จำนวน 3 ชนิด คือ กระถินณรงค์ (*Acacia auriculiformis*: A) กระถินลูกผสม (กระถินเทพาและกระถินณรงค์) (*A. hybrid*: Ah) และกระถินคราสสิคาร์ปา (*A. crassicaarpa*: C)

2. การเก็บข้อมูลภาคสนาม

2.1 การเก็บตัวอย่างดิน โดยเก็บตัวอย่างดินแบบไม่รบกวนโครงสร้าง (undisturbed sample) ด้วย split tube soil sampler ในแปลงทดลองรอง (subplots) แปลงละ 3 จุด ที่ 3 ระดับความลึก ได้แก่ ที่ระดับความลึก 0-10, 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน

2.2 การเก็บข้อมูลมวลชีวภาพ โดยทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) ของกระถินณรงค์ กระถินคราสสิคาร์ปา และกระถินลูกผสม จากนั้นนำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกที่ได้ในไม้แต่ละชนิดมาแจกแจงความถี่ จำนวน 8 อันตรภาคชั้น แล้วกำหนดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ยในแต่ละอันตรภาคชั้นเพื่อเป็นตัวแทนของไม้กระถินทั้ง 3 ชนิดที่จะตัด จำนวนชั้นละ 1 ต้น ทำการตัดไม้ที่เลือกไว้ให้ชิดดินมากที่สุด บันทึกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับชิดดิน (D_0) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) ความสูงทั้งหมด (H) รวมถึงน้ำหนักสดของลำต้น กิ่ง และใบ จากนั้นทำการสุ่มเก็บตัวอย่างแต่ละส่วนของต้นไม้ใส่ถุงกระดาษ บันทึกน้ำหนักสด นำตัวอย่าง

ส่วนต่าง ๆ ที่ได้จากการสุ่มไปหาปริมาณความชื้นและน้ำหนักแห้งในห้องปฏิบัติการปฐพีวิทยาป่าไม้ ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การวิเคราะห์ข้อมูลในห้องปฏิบัติการ

3.1 การวิเคราะห์สมบัติดิน

วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความหนาแน่นรวม วิเคราะห์โดยวิธี core method ความหนาแน่นอนุภาค วิเคราะห์โดย pycnometer method (Jalota *et al.*, 1998) ด้วยเครื่อง air comparison pycnometer และเนื้อดิน วิเคราะห์โดย hydrometer method (Soil Survey Staff, 2011) และวิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่ พีเอช (pH) ของดิน วัดโดยใช้ pH meter ใช้อัตราส่วนของดิน:น้ำ เท่ากับ 1:1 โดยน้ำหนัก (Soil Survey Staff, 2011) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ วิเคราะห์โดยวิธี Walkley and Black's rapid titration method (Walkley and Black, 1934) ส่วนปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ใช้วิธี Dumas (Jackson, 1965) และวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง CHNS analyzer ยี่ห้อ PerkinElmer รุ่น 2400 Series II CHNS/O Elemental Analyzer ขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ วิเคราะห์โดยวิธี Bray II (Bray and Kurtz, 1945) แล้ววิเคราะห์ด้วยเครื่อง spectrometer รุ่น UV mini 1240 และปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยการนำตัวอย่างดินมาสกัดด้วย ammonium acetate (NH_4OAc) 1 N pH 7.0 จากนั้นนำสารละลายที่สกัดได้ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง atomic absorption spectrometer ยี่ห้อ PerkinElmer รุ่น PinAAcle 900 F (Tan, 1996)

3.2 การวิเคราะห์มวลชีวภาพ

นำตัวอย่างส่วนต่าง ๆ (ลำต้น กิ่ง และใบ) ของกระถินแต่ละชนิดอบในตูบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักของตัวอย่างนั้นคงที่ แล้วบันทึกน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง เพื่อคำนวณมวลชีวภาพตามสมการแอลโลเมตริก (allometric equation) (Kira and Shidei, 1967)

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของสมบัติของดิน การเติบโต และผลผลิตโดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

ผลและวิจารณ์

1. สมบัติทางกายภาพของดิน

สมบัติดินทางกายภาพของดินภายหลังจากการได้รับวิธีการปรับปรุงดินทั้ง 4 รูปแบบ พบว่า ในดินระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร ดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) และในดินระดับความลึก 20-30 เซนติเมตร ส่วนใหญ่เป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) โดยอนุภาคทราย (sand) และทรายแป้ง (silt) ของดินทั้ง 3 ระดับความลึกมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ยกเว้น ทรายแป้งในดินระดับความลึก 20-30 เซนติเมตร ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ส่วนอนุภาคดินเหนียว (clay) ในดินระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) และในระดับความลึก 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.01$) (Table 1) โดยภายในหน้าตัดดิน อนุภาคทรายมีแนวโน้มลดลง ในขณะที่อนุภาคทรายแป้งและดินเหนียวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในดินชั้นล่าง (วรรณท์, 2554) ส่วนความหนาแน่นรวม ความหนาแน่นอนุภาค และความพรุน ในทุกพื้นที่ที่ทุกระดับความลึกของดินมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยความพรุนนั้นจะมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นรวมและความหนาแน่นอนุภาคของดิน (Buckman and Brady, 1962) ซึ่งจากผลการศึกษาความพรุนจะมีค่าลดลงตามความลึกของหน้าตัดดิน เนื่องจากอนุภาคดินเหนียวถูกชะล้างลงมาอยู่ที่ดินชั้นล่างทำให้เกิดการสะสมตัวของอนุภาคดินเหนียวเพิ่มขึ้นจึงทำให้ช่องว่างของดินมีขนาดเล็กลง ดินจึงอัดตัวแน่นขึ้น ส่งผลให้ความพรุนลดลงตามความความลึกของดินไปด้วย (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2554) ขณะที่ความหนาแน่นอนุภาคนั้นมีสมบัติที่มีเสถียรภาพจึงยากที่จะมี

การเปลี่ยนแปลงโดยค่าความหนาแน่นอนุภาคขึ้นอยู่กับวัตถุดิบกำเนิดดินในพื้นที่และส่วนที่เป็นของแข็งของดิน จึงทำให้ค่าความหนาแน่นอนุภาคมีค่าไม่แตกต่างกัน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

2. สมบัติทางเคมีของดิน

สมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ที่มีการใช้วิธีการปรับปรุงดินที่ต่างกัน พบว่า ค่า pH ในทุกพื้นที่ที่มีความเป็นกรดรุนแรงมากถึงกรดจัดมาก (USDA, 1967) โดยในดินระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) ส่วนในดินระดับความลึก 10-20 และ 20-30 เซนติเมตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ตามลำดับ ซึ่งในแปลงที่ได้รับการปรับปรุงดินทุกรูปแบบจะมีค่า pH เพิ่มขึ้น ซึ่งมีค่าสูงกว่าแปลงควบคุมในทุกระดับความลึกของดิน เนื่องจากการปรับปรุงดินด้วยโดโลไมต์สามารถช่วยลดความเป็นกรดของดินได้ (เจริญ และ รสมาลิน, 2542) ส่วนปริมาณอินทรีย์วัตถุ พบว่า ในแปลงควบคุมมีปริมาณอินทรีย์วัตถุมากที่สุด มีค่าในช่วงร้อยละ 3.32-4.77 โดยจัดอยู่ในระดับค่อนข้างสูงถึงสูงมาก (USDA, 1967) รองลงมาคือ แปลงที่ปรับปรุงด้วยโดโลไมต์ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ แปลงที่ปรับปรุงด้วยโดโลไมต์ และแปลงที่ปรับปรุงด้วยโดโลไมต์ร่วมกับปุ๋ยเคมี จะเห็นว่าในแปลงที่ได้รับการปรับปรุงดินด้วยโดโลไมต์ร่วมกับปุ๋ยเคมีจะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำที่สุดเนื่องจากปุ๋ยเคมีบางชนิดทำให้ดินไม่เหมาะสมต่อการอาศัยอยู่ของจุลินทรีย์ ซึ่งจุลินทรีย์นี้เป็นทั้งแหล่งอินทรีย์วัตถุเองและทั้งยังเป็นตัวย่อยสลายสลายซากพืชซากสัตว์ให้กลายเป็นอินทรีย์วัตถุ (Alexander, 1977) ส่วนปริมาณไนโตรเจนในทุกแปลงทุกระดับความลึกของดินมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) โดยจากผลการศึกษาแปลงที่ได้รับการปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยโดโลไมต์ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์มีปริมาณไนโตรเจนสูงที่สุดในดินทั้ง 3 ระดับความลึก เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์เป็นปุ๋ยประเภทปุ๋ยหมักซึ่งมาจากซากพืชซากสัตว์ โดยปุ๋ยหมักสามารถเพิ่มธาตุอาหารโดยตรงให้แก่ดินได้ ทำให้กิจกรรมต่าง ๆ ในดินดีขึ้น ทำให้ดินอุดมสมบูรณ์ และยังสามารถให้ประโยชน์แก่พืชได้ในระยะยาว (ธงชัย, 2535) ปริมาณฟอสฟอรัสในทุกแปลงศึกษาทุกระดับความลึกของดินมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) โดยแปลงควบคุม มีปริมาณมากที่สุดมีค่าอยู่ในช่วง 2.57-7.65 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดอยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำ (USDA, 1967) รองลงมาคือแปลงที่ปรับปรุงด้วยโดโลไมต์ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ แปลงที่ปรับปรุงด้วยโดโลไมต์ร่วมกับปุ๋ยเคมี และแปลงที่ปรับปรุงด้วยโดโลไมต์ ตามลำดับ โดยปริมาณฟอสฟอรัสมีปริมาณมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณของอินทรีย์วัตถุ (วันชัย, 2525) โดยจากผลการศึกษา จะเห็นว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันกับปริมาณอินทรีย์วัตถุ ส่วนปริมาณโพแทสเซียมในทุกแปลงทุกระดับความลึกของดินมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) มีค่าอยู่ในช่วง 35.54-91.48 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในช่วงต่ำถึงสูง (USDA, 1967) ส่วนปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมทุกแปลงที่ศึกษาในดินระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร ส่วนใหญ่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) ส่วนที่ดินระดับความลึก 20-30 เซนติเมตร ทั้งปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (Table 2) จากผลการศึกษาในแปลงที่ได้รับการปรับปรุงดินจากการใส่ปุ๋ยโดโลไมต์ จะมีปริมาณแคลเซียมและปริมาณแมกนีเซียมเพิ่มขึ้น (ปฏิภาณ, 2555) เนื่องจากโดโลไมต์ที่ใส่ลงไปนั้น เป็นแร่ที่เกิดจากตะกอนของธาตุแคลเซียมและธาตุแมกนีเซียมทับถมกัน สูตรเคมี คือ $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ซึ่งจะเห็นว่าโดโลไมต์มีส่วนประกอบของแคลเซียมและแมกนีเซียมนี้เป็นสำคัญ จึงทำให้ดินที่ได้รับโดโลไมต์มีธาตุ 2 ตัวนี้เพิ่มขึ้น (เจริญ และ รสมาลิน, 2542) โดยจากผลการศึกษานี้ปริมาณสารอาหารในดิน ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม จะมีค่าลดลงตามระดับความลึกของดิน เนื่องจากปริมาณอินทรีย์วัตถุจะลดลงตามระดับความลึกของดินเช่นกัน เพราะอินทรีย์วัตถุนอกจากจะเป็นแหล่งของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสแล้วยังมีความสามารถในการดูดซับแคตไอออนได้อีกด้วย

Table 1 Soil physical properties of *Acacia* spp. plantation after fertilization at Sakaerat Silvicultural Research Station, Nakhon Ratchasima province.

Depth (cm)	Treatment	Bulk density (g cm ⁻³)	Particle density (g cm ⁻³)	Porosity (%)	Particle Percentage			Texture
					Sand	Silt	Clay	
0-10	T1	1.10±0.10	2.51±0.01	56.33±4.24	65.60±1.00	17.25±2.22	17.15±2.45 ^b	Sandy Loam
	T2	1.09±0.17	2.52±0.01	56.76±6.68	64.83±1.19	17.67±0.98	17.50±1.67 ^b	Sandy Loam
	T3	1.10±0.10	2.52±0.01	56.25±4.09	65.25±1.36	17.17±1.64	17.58±1.50 ^b	Sandy Loam
	T4	1.12±0.90	2.51±0.01	55.41±3.62	64.75±1.71	16.42±1.78	18.83±1.47 ^a	Sandy Loam
F-value		0.13 ^{ns}	1.80 ^{ns}	0.16 ^{ns}	1.39 ^{ns}	1.43 ^{ns}	3.53 [*]	
10-20	T1	1.25±0.04	2.55±0.02	51.06±1.46	64.75±1.54	16.75±1.66	18.50±1.62 ^b	Sandy Loam
	T2	1.23±0.11	2.54±0.01	51.42±4.39	63.67±1.56	17.00±1.71	19.33±0.77 ^b	Sandy Loam
	T3	1.28±0.10	2.54±0.01	49.43±3.88	64.33±2.46	16.17±2.17	19.5±1.38 ^{ab}	Sandy Loam
	T4	1.25±0.81	2.54±0.01	50.83±3.13	63.67±1.97	15.89±1.34	20.44±1.68 ^a	Sandy Clay Loam
F-value		0.65 ^{ns}	2.30 ^{ns}	0.90 ^{ns}	1.13 ^{ns}	1.29 ^{ns}	4.80 ^{**}	
20-30	T1	1.24±0.12	2.59±0.03	52.25±4.50	63.58±1.00	16.58±1.73 ^a	19.84±1.64 ^c	Sandy Loam
	T2	1.30±0.82	2.60±0.01	49.92±2.45	62.42±1.50	16.58±1.16 ^a	21.00±1.28 ^{bc}	Sandy Clay Loam
	T3	1.24±0.16	2.61±0.01	52.58±5.96	63.58±1.98	15.08±2.27 ^b	21.34±2.34 ^b	Sandy Clay Loam
	T4	1.34±0.09	2.60±0.01	48.57±3.33	63.58±1.56	14.58±1.24 ^b	21.84±2.26 ^a	Sandy Clay Loam
F-value		2.30 ^{ns}	2.05 ^{ns}	2.31 ^{ns}	2.36 ^{ns}	4.76 [*]	6.72 ^{**}	

Remarks: ^{ns} = No significantly different (p>0.05) * = Significantly different (p<0.05) ** = High significantly different (p<0.01)

Table 2 Soil chemical properties of *Acacia* spp. plantation after fertilization at Sakaerat Silvicultural Research Station, Nakhon Ratchasima province.

Depth (cm)	Treatment	pH	Organic matter (%)	N (%)	Available P (mg kg ⁻¹)	Exchangeable bases (mg kg ⁻¹)		
						K	Ca	Mg
0-10	T1	4.16±0.09 ^b	4.77±1.20	0.15±0.02 ^c	7.65±2.31 ^a	79.72±23.14	103.9±52.10 ^b	76.43±30.13 ^b
	T2	4.46±0.12 ^a	4.20±1.17	0.22±0.03 ^a	2.41±0.81 ^c	91.48±16.51	255.55±84.61 ^a	145.04±43.17 ^a
	T3	4.46±0.15 ^a	4.24±1.38	0.24±0.03 ^a	3.91±1.43 ^b	88.47±16.80	269.31±101.42 ^a	142.76±26.85 ^a
	T4	4.46±0.15 ^a	3.85±1.09	0.19±0.04 ^b	3.23±1.31 ^{bc}	88.15±22.50	264.75±117.73 ^a	154.92±46.80 ^a
	F-value	16.19 ^{**}	1.38 ^{ns}	23.94 ^{**}	26.07 ^{**}	0.75 ^{ns}	9.96 ^{**}	15.07 ^{**}
10-20	T1	4.24±0.10 ^b	4.13±1.03 ^a	0.12±0.01 ^c	5.46±2.23 ^a	51.49±9.92	48.07±31.90 ^b	48.47±17.71 ^b
	T2	4.41±0.13 ^a	2.87±0.73 ^b	0.19±0.03 ^a	1.91±0.67 ^c	58.26±13.14	97.85±57.69 ^{ab}	79.67±33.50 ^a
	T3	4.42±0.22 ^a	3.53±0.93 ^{ab}	0.21±0.03 ^a	3.40±1.97 ^b	61.93±14.49	153.87±104.59 ^a	84.63±24.93 ^a
	T4	4.36±0.13 ^{ab}	2.87±1.12 ^b	0.15±0.04 ^b	2.97±1.21 ^{bc}	61.00±11.09	117.71±94.94 ^a	83.22±32.43 ^a
	F-value	3.44 [*]	4.60 ^{**}	30.54 ^{**}	9.45 ^{**}	1.66 ^{ns}	3.92 [*]	5.00 ^{**}
20-30	T1	4.34±0.06	3.32±1.82	0.10±0.02 ^c	2.57±1.35 ^a	35.54±7.42	32.35±20.26	31.03±13.58
	T2	4.45±0.14	2.31±1.23	0.15±0.02 ^b	1.00±0.38 ^c	42.68±10.70	72.28±61.62	46.06±25.04
	T3	4.45±0.19	2.37±1.19	0.18±0.03 ^a	1.92±1.02 ^{ab}	42.79±6.43	95.25±69.20	46.51±14.23
	T4	4.45±0.09	1.86±0.75	0.10±0.05 ^c	1.57±0.77 ^{bc}	45.58±10.57	78.31±84.09	48.70±28.09
	F-value	1.75 ^{ns}	2.75 ^{ns}	29.48 ^{**}	5.50 ^{**}	2.66 ^{ns}	2.36 ^{ns}	2.00 ^{ns}

Remarks: ^{ns} = No significantly different (p>0.05) * = Significantly different (p<0.05) ** = High significantly different (p<0.01)

3. การเติบโต

ผลการศึกษาการเติบโตของกระถินณรงค์ กระถินลูกผสม และกระถินคราสสิคาร์ปา เมื่อเปรียบเทียบในแปลงที่ได้รับการปรับปรุงดินทั้ง 4 รูปแบบ พบว่า เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และความสูง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยจากผลการศึกษา พบว่า เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของกระถินณรงค์ และกระถินคราสสิคาร์ปา จะมีค่าสูงสุดเมื่อมีการใส่ปุ๋ยโดโลไมต์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ในขณะที่กระถินลูกผสมมีค่าสูงสุดเมื่อมีการใช้ปุ๋ยโดโลไมต์ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ ส่วนความสูง พบว่ากระถินณรงค์มีค่ามากที่สุดเมื่อมีการใส่ปุ๋ยโดโลไมต์เพียงอย่างเดียว โดยที่กระถินลูกผสมมีค่ามากที่สุดเมื่อมีการใส่ปุ๋ยโดโลไมต์ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ และกระถินคราสสิคาร์ปามีค่ามากที่สุดเมื่อมีการใส่ปุ๋ยโดโลไมต์ร่วมกับปุ๋ยเคมี (Table 4)

4. ผลผลิต

4.1 มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

เมื่อแทนค่าในสมการแอลโลเมตริก (Table 3) เพื่อศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของกระถินณรงค์ กระถินลูกผสม และกระถินคราสสิคาร์ปา โดยเมื่อเปรียบเทียบในแปลงที่ได้รับการปรับปรุงดินทั้ง 4 รูปแบบ พบว่า มวลชีวภาพของกระถินลูกผสมมีค่ามากที่สุดเมื่อมีการใส่ปุ๋ยโดโลไมต์ร่วมกับปุ๋ยเคมี มวลชีวภาพของกระถินคราสสิคาร์ปามีค่ามากที่สุดเมื่อมีการใช้ปุ๋ยโดโลไมต์ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ และมวลชีวภาพของกระถินณรงค์มีค่ามากที่สุดเมื่อมีการใช้ปุ๋ยโดโลไมต์เพียงอย่างเดียว โดยมวลชีวภาพเหนือพื้นดินรวมของกระถินแต่ละชนิด เมื่อนำมาเปรียบเทียบกัน พบว่า กระถินลูกผสมมีค่ามากที่สุด คือ 145.54 ตันต่อเฮกตาร์ (Table 4)

Table 3 Allometric equation of *Acacia auriculiformis*, *A. hybrid* and *A. crassicaarpa* at Sakaerat Silvicultural Research Station, Nakhon Ratchasima province.

Species	Dependent variable	Equation	R ²
<i>A. auriculiformis</i>	Stem	$0.0317(\text{DBH}^2\text{H})^{0.9384}$	0.9860
	Branch	$0.0001(\text{DBH}^2\text{H})^{1.3825}$	0.8403
	Leaves	$0.0048(\text{DBH}^2\text{H})^{0.7506}$	0.8719
<i>A. hybrid</i>	Stem	$0.0706(\text{DBH}^2\text{H})^{0.8453}$	0.9698
	Branch	$0.00001(\text{DBH}^2\text{H})^{1.6595}$	0.9543
	Leaves	$0.0006(\text{DBH}^2\text{H})^{0.9874}$	0.9350
<i>A. crassicaarpa</i>	Stem	$0.0358(\text{DBH}^2\text{H})^{0.8855}$	0.9906
	Branch	$0.00009(\text{DBH}^2\text{H})^{1.2734}$	0.8844
	Leaves	$0.0003(\text{DBH}^2\text{H})^{1.0562}$	0.9211

Table 4 Growth and yield of *Acacia* spp. plantation after fertilization at Sakaerat Silvicultural Research Station, Nakhon Ratchasima province.

Species	Treatment	DBH (cm)	H (m)	Survival rate (%)	Above ground biomass (ton ha ⁻¹)			
					Stem	Branches	Leaves	Total
<i>A. auriculiformis</i>	T1	15.85±0.80	19.14±1.53	82.64±13.30	20.02±2.51	3.11±0.30	1.70±0.22	24.82±3.03
	T2	16.26±0.46	20.60±0.78	86.11±15.88	21.81±2.39	3.51±0.22	1.84±0.21	27.16±2.80
	T3	16.53±0.65	20.56±0.84	81.25±13.49	20.73±4.72	3.33±0.85	1.75±0.39	25.80±5.94
	T4	15.15±0.91	20.56±1.44	90.28±10.27	20.21±2.07	3.10±0.30	1.72±0.18	25.03±2.53
	F-value	2.78ns	1.44ns	0.36ns	0.27ns	0.67ns	0.49ns	0.31ns
	Total				82.77	13.05	7.01	102.81
<i>A. hybrid</i>	T1	18.12±2.17	21.72±1.77	85.41±10.97	27.77±2.12	6.83±2.44	0.85±0.10	35.45±4.49
	T2	18.50±1.09	19.58±2.18	86.81±7.98	26.51±4.66	6.48±2.09	0.82±0.16	33.80±6.87
	T3	18.24±2.47	22.10±3.09	84.03±9.99	26.52±2.22	7.05±2.61	1.00±0.09	34.39±4.91
	T4	19.61±0.56	21.10±1.55	85.42±3.49	31.99±3.68	8.90±0.86	0.88±0.11	41.90±4.52
	F-value	0.97ns	0.99ns	0.07ns	2.42ns	1.04ns	2.29ns	1.99ns
	Total				112.79	29.26	3.55	145.54
<i>A. crassipapa</i>	T1	14.90±2.41	19.67±1.47	85.42±16.41	11.22±5.30	0.87±0.49	0.46±0.20	12.55±5.98
	T2	15.27±1.76	19.70±0.98	86.81±14.34	8.94±2.27	0.67±0.23	0.37±0.09	9.98±2.57
	T3	16.90±2.41	19.55±1.33	84.03±9.72	13.41±2.40	1.08±0.29	0.54±0.08	15.04±2.77
	T4	15.88±0.65	19.71±2.11	85.42±12.63	10.69±3.27	0.86±0.29	0.43±0.13	11.98±3.69
	F-value	0.81 ^{ns}	0.34 ^{ns}	0.07 ^{ns}	1.10 ^{ns}	1.00 ^{ns}	1.13 ^{ns}	1.09 ^{ns}
	Total				44.26	3.48	1.80	49.55

Remark: ^{ns} = No significantly different (p>0.05)

สรุป

สมบัติทางกายภาพของดินในแปลงที่ได้รับการปรับปรุงดินทุกรูปแบบ มีอนุภาคดินเหนียวเพิ่มมากขึ้น ความหนาแน่นรวม ความหนาแน่นอนุภาค และความพรุน ไม่แตกต่างกัน ส่วนสมบัติทางเคมีของดินในแปลงที่ศึกษา มีความเป็นกรดจัดมาก ซึ่งในแปลงที่ได้รับการปรับปรุงดินมีความเป็นกรดลดลง สารอาหารในดินแปลงที่ปรับปรุงดินด้วยโดโลไมต์ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์มีปริมาณไนโตรเจน และปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากที่สุด แปลงควบคุมมีปริมาณอินทรีย์วัตถุและปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด ส่วนแปลงที่ปรับปรุงด้วยโดโลไมต์ร่วมกับปุ๋ยเคมีมีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากที่สุด โดยการใส่สารปรับปรุงดินไม่มีผลต่อสมบัติทางกายภาพของดิน แต่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมี ได้แก่ pH ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ร้อยละไนโตรเจน ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และแคลเซียม แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เมื่อเปรียบเทียบในกระถินชนิดเดียวกันระหว่างวิธีการปรับปรุงดินที่ต่างกััน พบว่า การปรับปรุงดินไม่มีผลต่อการเติบโตของกระถินทั้ง 3 ชนิด แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกระถิน 3 ชนิด พบว่ามีความแตกต่างกันทั้งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งก้านและความสูง โดยกระถินลูกผสมมีค่าสูงสุด และยังพบว่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินรวมของกระถินลูกผสมมีมากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ คุณวิลาวัลย์ วิเชียรนพรัตน์ ที่ให้คำปรึกษาในการเก็บข้อมูลทำวิจัย และขอขอบพระคุณ สถาบันวนวัฒนวิจัยสระเกล้า จังหวัดนครราชสีมา รวมไปถึงเจ้าหน้าที่ทุกท่าน ที่เอื้อเฟื้อพื้นที่ในการเก็บข้อมูล และช่วยเหลือในการเก็บข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 10. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- _____. 2554. **คู่มือปฏิบัติการปฐพีวิทยาเบื้องต้น และวิทยาศาสตร์ทางดิน**. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- เจริญ เจริญจำรัสชีพ และ รสมาลิน ณ ระนอง. 2542. **คู่มือการใช้วัสดุปูนเพื่อการเกษตรเพื่อปรับปรุงดินเปรี้ยวจัด**. กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ.
- ธงชัย มาลา. 2535. **ปุ๋ยชีวภาพเพื่อการเกษตร**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- ปฐกาน สุทธิกุลบุตร. 2555. **รายงานการวิจัยการพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการจัดการธาตุอาหารลำไยอินทรีย์**. มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.
- วันชัย วิจารณ์ต์. 2525. **การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในดินจากการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ ในบริเวณป่าดิบเขา จังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วรนนท์ สนกันหา. 2554. **สมบัติดินและการกักเก็บคาร์บอนภายใต้สภาพป่าต่างชนิดในพื้นที่ต่างชนิดในพื้นที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักงานวิจัยและพัฒนาการป่าไม้. ม.ป.ป. **ปัจจัยลักษณะภูมิประเทศ**. แหล่งที่มา: <http://www.sakaeratsilvic.com/index.php/2014-02-26-03-56-14>, 7 สิงหาคม 2560.
- Alexander, M. 1977. **Introduction to Soil Microbiology**. 2nd ed. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Buckman, H.O. and N.C. Brady. 1962. **Nature and Properties of Soils College Text of Edaphology**. Macmillan Publishing Co., New York.
- Bray, R.H. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available form of phosphorus in soil. **Soil Sci.** 59: 39-45.
- Jackson, M.L. 1965. **Soil Chemical Analysis-Advance Course**. Department of Soils, University of Wisconsin, USA.
- Jalota, S.K., R. Khera and B.S. Ghuman. 1998. **Methods in Soil Physics**. Narosa Publishing House, New Delhi.
- Kira, T. and T. Shidei. 1967. Primary production and turnover of organic matter in difference forest ecosystems of the Western Pacific. **Jap. J. Ecol.** 17(2): 70-87.
- Soil Survey Staff. 2011. Soil survey laboratory information manual. In R. Burt, ed. **Soil Survey Investigations Report No. 45, Version 2.0**. U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.
- Tan, K.H. 1996. **Soil Sampling, Preparation and Analysis**. Marcel Dekker, Inc., New York.
- USDA. 1967. **Soil Laboratory Methods and Procedures for Collecting Soil Sample**. Soil Cons. Serv. Invest. Rep. No 1. 63 p.
- Walkley, A. and I.A. Black. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Sci.** 37: 29-38.

การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพและในดินของการปลูกป่าบนพื้นที่สูง ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

Carbon Storage in Biomass and Soil of the Highland Reforestation at the Royal Agricultural Station Angkhang, Chiang Mai Province

สุปราณี คงแรม สาทิศ ดิลกสัมพันธ รุ่งเรือง พูลศิริ และ นรินธร จำวงษ์*

Supranee Kongram Sapit Diloksumpun Roongreang Poolsiri and Narinthorn Jumwong*

ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Silviculture, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

* Corresponding Author; E-mail: supranee398@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพและในดิน ได้ดำเนินการในพื้นที่ปลูกป่าบนพื้นที่สูง ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ตั้งแต่ พ.ศ. 2525 มีการปลูกป่า 3 รูปแบบ ได้แก่ การปลูกป่าเชิงเดี่ยว การปลูกป่าแบบผสม โครงการป่าชาวบ้าน และมีเนื้อที่ปลูกป่า 734.78 ไร่ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพและในดิน และเปรียบเทียบความแตกต่างของการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพและในดินระหว่างรูปแบบการปลูกและระหว่างชนิดของพรรณไม้ในการปลูกเชิงเดี่ยว ทำการวางแผนตัวอย่างจำนวน 64 แปลงให้ครอบคลุมพื้นที่การปลูกป่า 3 รูปแบบ เก็บข้อมูลการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลาง และความสูง เพื่อประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินและใต้พื้นดิน และการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพ และทำการเก็บข้อมูลตัวอย่างดิน ที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร เพื่อคำนวณหาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินจากการปลูกป่า

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การปลูกป่าบนพื้นที่สูง ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ในปี พ.ศ. 2559 สามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทั้งสิ้น 67,830.90 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ จำแนกเป็นในมวลชีวภาพและในดิน เท่ากับ 43,205.18 และ 24,625.72 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ ตามลำดับ ศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของการปลูกทั้ง 3 รูปแบบ มีความแตกต่างกัน โดยการปลูกป่าเชิงเดี่ยวมีอัตราการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพสูงสุด (14.16 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกตาร์ต่อปี) โครงการป่าชาวบ้านมีอัตราการกักเก็บคาร์บอนในดินสูงสุด (9.66 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกตาร์ต่อปี) แต่การปลูกป่าแบบผสมมีอัตราการกักเก็บคาร์บอนในภาพรวมสูงที่สุด (22.81 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกตาร์ต่อปี) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชนิดในการปลูกป่าเชิงเดี่ยว 5 ชนิด พบว่า เมเปิลหอมมีอัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในมวลชีวภาพสูงสุด (19.20 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกตาร์ต่อปี) แต่จันทร์ทองเทศ มีค่าต่ำสุด (10.70 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกตาร์ต่อปี) ในขณะที่อัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในดินมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: อัตราการดูดซับ คาร์บอนในมวลชีวภาพ คาร์บอนในดิน การปลูกป่าบนพื้นที่สูง ไม้โตเร็วต่างถิ่น

ABSTRACT

A study on carbon storage in tree biomass and soil was undertaken in highland reforestation at the Royal Agricultural Station Angkhang established in 1983 and composed of three planting schemes (monoculture, mixed stand and Village Forest Project) in the total area of 117.56 ha. The objectives of the study were to assess the carbon storage in tree biomass and soil and compare the differences among planting schemes and tree species within the monoculture. Sixty four sampling plots were laid out throughout the area covering all three planting schemes. Diameter at breast height and total height were measured to estimate above ground and below ground biomass as well as the carbon storage in tree biomass. Soil samples were also collected at the 0-30 cm depth to calculate carbon storage in soil.

The result shows that the total carbon sequestration in highland reforestation at the Royal Agricultural Station Angkhang undertaken in 2016 was 67,830.90 MgCO₂, 43,205.18 and 24,625.72 MgCO₂ in biomass and soil, respectively. The carbon sequestration potential varied depending on the planting schemes. The monoculture had the greatest CO₂ sequestration in biomass, the Village Forest Project had the highest carbon accumulation in soil and the mixed stand had the greatest overall carbon sequestration. In comparison of five tree species within the monoculture, *Liquidambar formosana* (19.20 MgCO₂ha⁻¹yr⁻¹) had the highest CO₂ sequestration in tree biomass, while significant difference in carbon sequestration in soil was not observed.

Keywords: Carbon storage in biomass, Soil carbon, Highland, Reforestation, Exotic trees

คำนำ

ป่าไม้เป็นแหล่งสะสมคาร์บอนขนาดใหญ่ของโลกที่ช่วยดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไว้ในระหว่างการเติบโตโดยกระบวนการสังเคราะห์แสง (photosynthesis) ของพืช นำมาสะสมไว้ในมวลชีวภาพ (biomass) ส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ นอกจากนี้กระบวนการย่อยสลายซากพืช (decomposition) ที่ร่วงหล่นช่วยคืนกลับคาร์บอนเพื่อสะสมในดิน (สาพิศ, 2550) ดังนั้นการทำลายป่าไม้ (deforestation) เพื่อเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากป่าไม้เป็นพื้นที่ประเภทอื่นๆ นอกจากจะเป็นการทำลายแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่สำคัญแล้วยังเป็นการทำลายแหล่งที่ช่วยดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศอีกด้วย ที่ผ่านมามีปัญหาการทำลายป่าไม้เป็นสาเหตุสำคัญสาเหตุหนึ่งของปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำลายป่าในพื้นที่สูงทางภาคเหนือซึ่งเป็นแหล่งต้นน้ำลำธารที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศ บริเวณดอยอ่างขางประสบปัญหาการบุกรุกทำลายป่าเพื่อปลูกฝิ่นและทำไร่เลื่อนลอย เช่นเดียวกับพื้นที่สูงในพื้นที่อื่น ๆ พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดชทรงมีพระราชดำริในการแก้ปัญหาบนพื้นที่สูงจึงได้จัดตั้งสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ เป็นสถานีวิจัยแห่งแรกของโครงการหลวง เมื่อ พ.ศ. 2512 เพื่อแก้ปัญหาการปลูกฝิ่น โดยใช้เป็นสถานีวิจัยและทดลองปลูกพืชเมืองหนาวชนิดต่าง ๆ และเริ่มดำเนินโครงการปลูกป่าบนที่สูง หรือที่รู้จักกันดีในนาม "โครงการป่าไม้ได้หวน" ในปี พ.ศ. 2524 ได้มีการปลูกไม้โตเร็วต่างถิ่นเพื่อทำการฟื้นฟูป่าพื้นที่เดิม อนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้และแหล่งต้นน้ำลำธาร ตลอดจนการสร้างแปลงทดลองกึ่งสาธิตด้านการปลูกสร้างสวนป่า พรรณไม้สำคัญที่นำมาปลูก และมีการเติบโตได้ดี ได้แก่ เพาว์โลเนีย (*Paulownia taiwaniana*) กระถินดอย (*Acacia confusa*) เมเปิลหอม (*Liquidambar formosana*) การบูร (*Cinnamomum camphora*) สนหนาม (*Cunninghamia lanceolata*) และจันทน์ทองเทศ (*Fraxinus griffithii*) (Thaiutsa, 2003) ตลอดระยะเวลากว่า 30 ปี ของการปลูกป่าบนพื้นที่สูง ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขางก่อให้เกิดประโยชน์ทั้งทางเศรษฐกิจ ทางสังคม และประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ นอกจากนี้ป่าปลูกที่เกิดขึ้นยังมีบทบาทสำคัญในการบรรเทาปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่สำคัญ อย่างไรก็ตาม ผ่านมาถึงแม้ว่ามีการวิจัยด้านต่าง ๆ ที่ดำเนินงานในพื้นที่ปลูกสร้างสวนป่าของสถานีเกษตรหลวงอ่างขางเพื่อพัฒนาการปลูก การจัดการ และการจัดใช้ประโยชน์มาเป็นระยะ (ลดาวัลย์, 2556) แต่ยังไม่มีการวิจัยที่แสดงให้เห็นถึงผลสัมฤทธิ์ในการปลูกป่าบนพื้นที่สูง ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เพื่อช่วยลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ ที่เป็นรูปธรรมแต่อย่างใด

ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการกักเก็บคาร์บอนในชีวภาพและในดินของการปลูกป่าบนพื้นที่สูง ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขางตั้งแต่ปี พ.ศ. 2525-2559 และเพื่อวิเคราะห์การแปรผันของอัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในมวลชีวภาพและในดิน ระหว่างชนิด และรูปแบบของการปลูก เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการตัดสินใจปลูกและจัดการป่าปลูกเพื่อลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศของพื้นที่สูงแห่งอื่น ๆ ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

สถานที่ทำการศึกษา

สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง มีที่ตั้งอยู่บริเวณดอยอ่างขางอยู่ในเขตตำบลม่อนปิ่น และตำบลแม่งอน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ พื้นที่บริเวณดอยอ่างขาง มีลักษณะเป็นแอ่งรูปรีคล้ายกระทะประกอบด้วยเขาหินปูน และเขาหินดินดาน (บุญยงค์, 2523) มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 9.10-25.90 องศาเซลเซียส และมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี 2,075 มิลลิเมตรต่อปี (มูลนิธิโครงการหลวง, 2555) โดยการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาในพื้นที่การปลูกป่าบนพื้นที่สูงภายใต้ “โครงการป่าไม้ได้วัน” ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง โดยมีการปลูกไม้ต่างถิ่นทุกปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2525-2542 มีเนื้อที่ในการปลูกป่าทั้งสิ้น 820.05 ไร่ โดยมีการปลูกป่า 4 รูปแบบ ได้แก่ 1) การปลูกป่าเชิงเดี่ยว มีการปลูกไม้โตเร็วต่างถิ่นแบ่งเป็นแปลงย่อยตามชนิดไม้ คือ กระถินดอย จันทน์ทองเทศ เมเปิลหอม การบูร และสนหนาม 2) การปลูกป่าแบบผสม มีการปลูกไม้โตเร็วต่างถิ่นแต่ละชนิดเป็นหย่อม ๆ คละกันเป็นกลุ่มกระจายทั่วพื้นที่ มีขนาดไม่แน่นอน 3) โครงการป่าชาวบ้าน มีการปลูกไม้โตเร็วต่างถิ่นผสมผสานกับไม้พื้นเมือง เช่น นางพญาเสือโคร่ง (*Prunus cerasoides*) มะแขว่น (*Zanthoxylum rhetsa*) และอบเชย (*Cinnamomum iners*) เป็นต้น ตลอดจนไม้ไผ่ต่างถิ่นและไม้พื้นเมือง เป็นต้น โดยให้ชาวบ้านเป็นผู้ดูแลและสามารถนำไม้ไปใช้ประโยชน์ได้ และ 4) การปลูกไผ่ มีการปลูกไผ่ชนิดต่าง ๆ เช่น ไผ่หวานอ่างขาง (*Dendrocalamus latiflorus*) ไผ่หยก (*Bambusa oldhamii*) และไผ่บงใหญ่ (*Dendrocalamus brandisii*) เป็นต้น เพื่อประโยชน์สำหรับใช้สอยลำ และหน่อสำหรับเป็นอาหาร แต่ในการประเมินการกักเก็บคาร์บอนครั้งนี้ไม่ได้รวมถึงพื้นที่ปลูกไผ่ รวมพื้นที่ที่ประเมินการกักเก็บคาร์บอนทั้งสิ้น 734.78 ไร่

การวางแผนตัวอย่าง

การศึกษาค้นคว้านี้ได้ทำการศึกษาคัดกลุ่มพื้นที่ศึกษาได้จำนวน 3 กลุ่ม ตามรูปแบบการปลูกป่า ดังนี้ 1) การปลูกป่าเชิงเดี่ยว วางแปลงขนาด 20×20 ตารางเมตร เนื่องจากพื้นที่ที่มีความสม่ำเสมอ ทั้งชนิด และระยะการปลูก โดยมีระยะปลูก 2.0 เมตร × 2.0 เมตร และ 2.5 เมตร × 2.0 เมตร วางแปลงตัวอย่างในพรรณไม้ 3 ชนิดที่ปลูกเป็นพื้นที่ส่วนใหญ่ ได้แก่ กระถินดอย จันทน์ทองเทศ และเมเปิลหอม ใน 4 ชั้นอายุ จำนวน 29 แปลง และ วางแปลงตัวอย่างในพรรณไม้อีก 2 ชนิด ที่มีพื้นที่ปลูกไม่มาก ได้แก่ การบูร และสนหนาม สำหรับบางชั้นอายุ จำนวน 10 แปลง รวมแปลงตัวอย่าง 39 แปลง รวมเป็นพื้นที่แปลงตัวอย่าง 9.75 ไร่ 2) การปลูกป่าแบบผสม มีการวางแผนแปลงตัวอย่างให้กระจายครอบคลุมในแต่ละชั้นอายุ โดยวางแผนขนาด 40×40 ตารางเมตร เนื่องจากพื้นที่มีต้นไม้มากที่ปลูกคละกันเป็นกลุ่ม ๆ ไม่สม่ำเสมอ จำนวน 9 แปลง แต่ในบางชั้นอายุลักษณะพื้นที่มีขนาดแคบไม่สามารถวางแผนได้ จึงได้วางแผนขนาด 20×20 ตารางเมตร จำนวน 4 แปลง รวมเป็นพื้นที่แปลงตัวอย่าง 10 ไร่ 3) โครงการป่าชาวบ้าน มีการวางแผนขนาด 40×40 ตารางเมตร เนื่องจากพื้นที่มีความหลากหลายชนิดของพรรณไม้ทั้งไม้ต่างถิ่น และไม้พื้นเมือง จำนวน 12 แปลง รวมเป็นพื้นที่แปลงตัวอย่าง 12 ไร่

การเก็บข้อมูลการเติบโต

ในแปลงตัวอย่างแต่ละแปลงแบ่งเป็นแปลงตัวอย่างย่อยขนาด 10×10 ตารางเมตร เพื่อเก็บข้อมูลไม้ต้น (trees) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (diameter at breast height, DBH) มากกว่าหรือเท่ากับ 4.5 เซนติเมตร และวางแผนตัวอย่างย่อยขนาด 4×4 ตารางเมตร เพื่อข้อมูลไม้รุ่น (trees) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกน้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร และความสูงมากกว่า 1.3 เมตร (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2558ก) ทำการเก็บข้อมูลโดยจำแนกชนิดของไม้ต้นและไม้รุ่นทุกต้นในแปลงตัวอย่าง วัดความสูงทั้งหมดโดยใช้เครื่องมือวัดความสูงต้นไม้ Vertex hypsometer และวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก โดยใช้ diameter tape

การประเมินมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพ

การประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดินในปีที่ศึกษาจากสมการที่มีตีพิมพ์ในบทความทางวิชาการ ได้แก่ ไม้ต่างถิ่น 4 ชนิด คือ กระถินดอย จันทน์ทองเทศ เมเปิลหอม สนหนาม (ประทักษ์, 2556) ไม้พื้นเมืองใช้สมการของป่าดิบเขา (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2558ข) ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส (Ounban *et al.*, 2016) สนสามใบ (พงษ์ศักดิ์, 2524) และ การบูร (นรินทร์ และพรเทพ, 2560) และประเมินมวลชีวภาพใต้ดินจากค่าสัดส่วนน้ำหนัก

แห่งของรากต่อลำต้นของต้นไม้ (root/shoot ration) มีค่าเท่ากับ 0.27 (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006) ตลอดจนคำนวณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพจากค่าสัดส่วนคาร์บอน (carbon fraction, CF) เท่ากับ 0.47 IPCC (2006) เพื่อประเมินการกักเก็บคาร์บอนในปีที่ศึกษา เปรียบเทียบกับกรณีฐานซึ่งพื้นที่ปลูกป่าเป็นพื้นที่ที่ถูกทำลายไม่มีต้นไม้ใหญ่ขึ้นอยู่ ทำให้กรณีฐานมีการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและใต้ดิน มีค่าเท่ากับศูนย์ (IPCC, 2006)

การเก็บข้อมูลตัวอย่างดิน

ทำการเก็บตัวอย่างดินในแปลงตัวอย่างที่ทำการศึกษาทุก ๆ แปลงที่มีการเก็บข้อมูลต้นไม้ ในแต่ละแปลงเก็บตัวอย่างดิน 3 จุด โดยเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร ด้วย split tube soil sampler

การประเมินการกักเก็บในดิน

นำตัวอย่างดินมาวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอน (carbon content) ตามวิธีการ Dumas method หรือ dry combustion ด้วยเครื่อง CHNS/O Elemental และวิเคราะห์ความหนาแน่นรวม (bulk density) โดย core method (Jalota *et al.*, 1998) ในห้องปฏิบัติการ เพื่อคำนวณหาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดิน และคำนวณการสะสมคาร์บอนในดินในช่วงเวลาที่ศึกษา และคำนวณการกักเก็บคาร์บอนในดินของกรณีฐานตามค่ามาตรฐานของ IPCC (2006) โดยที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง มีการกักเก็บคาร์บอนในดินของกรณีฐานก่อนการปลูกป่าเท่ากับ 56.80 ตันต่อเฮกตาร์

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อปี ระหว่างรูปแบบการปลูก และชนิดไม้ในการปลูกป่าเชิงเดี่ยวด้วย Analysis of Variance (ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's new multiple range test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ผลและวิจารณ์

พรรณไม้และการเติบโต

จากการศึกษารูปแบบการปลูกป่า 3 รูปแบบ ได้แก่ การปลูกป่าเชิงเดี่ยว (พรรณไม้ต่างถิ่น) การปลูกป่าแบบผสม (พรรณไม้ต่างถิ่น) และโครงการป่าชาวบ้าน (พรรณไม้ต่างถิ่นผสมพรรณไม้พื้นเมือง) พบว่า มีพรรณไม้ต้นพื้นเมืองทั้งสิ้น 38, 40 และ 49 ชนิด และพบว่าไม้รุ่นพื้นเมืองที่ขึ้นเจริญทดแทนตามธรรมชาติ 24, 26 และ 33 ชนิด ตามลำดับ โครงการป่าชาวบ้านมีจำนวนพรรณไม้ต้นพื้นเมืองที่พบมากที่สุด เฉลี่ยเท่ากับ 548 ตันต่อเฮกตาร์ ในขณะที่การปลูกป่าเชิงเดี่ยวพบไม้รุ่นพื้นเมืองมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 119 ตันต่อเฮกตาร์ ทั้งนี้ การปลูกป่าเชิงเดี่ยวพบว่ามีพรรณไม้ต่างถิ่นมากที่สุด ทั้งไม้ต้น (907 ตันต่อเฮกตาร์) และไม้รุ่น (267 ตันต่อเฮกตาร์) ดังแสดงใน Table 1 จะเห็นได้ว่าโครงการป่าชาวบ้าน ซึ่งเป็นการปลูกป่าด้วยพรรณไม้โตเร็วต่างถิ่นร่วมกับพรรณไม้พื้นเมืองทำให้มีการสำรวจพบความหลากหลายของพรรณไม้ยืนต้น และไม้รุ่น มากที่สุด ซึ่งบางส่วนอาจมาจากการปลูก แต่บางส่วนมาจากการเจริญทดแทนตามธรรมชาติ แต่ที่น่าสนใจคือการปลูกป่าเชิงเดี่ยว และแปลงปลูกป่าแบบผสม ซึ่งเริ่มต้นการปลูกเฉพาะพรรณไม้ต่างถิ่น แต่เมื่อเวลาผ่านไป 34 ปี พบว่ามีไม้พื้นเมืองทั้งที่เติบโตเต็มที่เป็นไม้ต้น และไม้รุ่น มากถึง 40 และ 26 ชนิด ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบการเติบโตของไม้ต้น พบว่า การปลูกป่าเชิงเดี่ยวมีการเติบโตทางด้านความโตและความสูงทั้งพรรณไม้ต่างถิ่นและพรรณไม้พื้นเมืองสูงสุด รองลงมา การปลูกป่าแบบผสม และโครงการป่าชาวบ้าน ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าถ้าหากมีความหนาแน่นของต้นไม้ในพื้นที่น้อย จะทำให้การเติบโตมากขึ้น (Table 1)

การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพ และในดิน

จากการประเมินมวลชีวภาพรวมของต้นไม้ (มวลชีวภาพเหนือพื้นดินและใต้ดิน) และการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพในการปลูกป่ารูปแบบต่าง ๆ ในปีที่ทำศึกษา พบว่า การปลูกป่าเชิงเดี่ยวมีมวลชีวภาพรวมและการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเฉลี่ยสูงสุด รองลงมา ได้แก่ การปลูกป่าแบบผสม และโครงการป่าชาวบ้าน ตามลำดับ โดยมีมวลชีวภาพเฉลี่ย 246.22, 215.81 และ 95.77 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ ในขณะที่มีการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย

115.73, 101.43 และ 45.01 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ คิดเป็นปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 424.33, 371.90 และ 165.04 ตันต่อเฮกตาร์ตามลำดับ (Table 1) สำหรับการประเมินการกักเก็บคาร์บอนในดิน พบว่า การกักเก็บคาร์บอนในดินของกรณีฐานก่อนการปลูกป่าเท่ากับ 56.80 ตันต่อเฮกตาร์ และการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนในดินจนถึงปีที่ศึกษาแตกต่างกันไปตามรูปแบบการปลูก และอายุของต้นไม้ โดยการปลูกป่าแบบผสม มีการกักเก็บคาร์บอนในดินเฉลี่ยสูงสุด รองลงมา ได้แก่ โครงการป่าชาวบ้าน และ การปลูกป่าเชิงเดี่ยว ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 66.48, 59.13, 34.93 ตันต่อเฮกตาร์ คิดเป็นปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 243.75, 217.01, 128.06 ตันต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ (Table 1)

อัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

จากผลการศึกษาอัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในมวลชีวภาพ และในดินในรูปแบบของความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปี (mean annual increment) ของการปลูกป่า 3 รูปแบบ คือ การปลูกป่าเชิงเดี่ยว การปลูกป่าแบบผสม และโครงการป่าชาวบ้าน พบว่า รูปแบบการปลูกป่า 3 รูปแบบ มีอัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในมวลชีวภาพ และในดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยรูปแบบที่มีอัตราการดูดซับในมวลชีวภาพสูงสุด คือ การปลูกป่าเชิงเดี่ยว รองลงมา การปลูกป่าแบบผสม และโครงการป่าชาวบ้าน มีค่าเท่ากับ 14.16, 13.40 และ 7.64 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกตาร์ต่อปี ตามลำดับ (Table 2) เนื่องจากรูปแบบการปลูกป่าเชิงเดี่ยวมีต้นไม้ต่างถิ่นซึ่งมีอัตราการเติบโตเร็วจำนวนมาก และการเติบโตของพรรณไม้ต่างถิ่นที่ดีว่ารูปแบบการปลูกอื่น ๆ (Table 1 และ Table 2) และจากการเปรียบเทียบความแตกต่างของอัตราการเติบโตทางสถิติ พบว่าความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) แต่ความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีทางความสูงของไม้โตเร็วต่างถิ่นมีความสูงที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยรูปแบบที่มีการเติบโตสูงสุด คือ การปลูกป่าเชิงเดี่ยว รองลงมา การปลูกป่าแบบผสม และโครงการป่าชาวบ้าน มีค่า 0.58, 0.56 และ 0.46 เมตรต่อปี สอดคล้องกับ คณะวนศาสตร์ (2554) ที่กล่าวว่า สวนป่าที่มีมวลชีวภาพหรือการเติบโตมากจะมีการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพมากด้วยเช่นกัน โดยมวลชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพหรือการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพรรณไม้มีการแปรผันระหว่างชนิด/กลุ่มของพรรณไม้สูง และจากการศึกษาของพรเทพ และคณะ (2555) ในการประเมินชนิดไม้ที่เหมาะสมเพื่อการฟื้นฟูป่าในพื้นที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ของพรรณไม้ต่างถิ่นและไม้พื้นเมือง แสดงให้เห็นว่าไม้ต่างถิ่นสามารถให้ผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินสูงกว่าไม้พื้นเมืองถึง 5-7 เท่า และเสริมพงษ์ และจรงค์ (2545) ยังกล่าวอีกว่า การปลูกต้นไม้เพื่อกักเก็บคาร์บอนควรปลูกไม้ที่มีการเติบโตเร็ว เพราะไม้โตเร็วสามารถสร้างมวลชีวภาพได้เร็วกว่าไม้โตช้า และจากการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของอัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรูปแบบการปลูกป่าเชิงเดี่ยวของไม้ 5 ชนิด คือ กระจินดอย จันทน์ทองเทศ เมเปิลหอม การบูร และสนหนาม พบว่าอัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในมวลชีวภาพแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติถึง ($p < 0.01$) โดยชนิดไม้ที่มีอัตราการดูดซับสูงสุด คือ เมเปิลหอม รองลงมา สนหนาม การบูร กระจินดอย และจันทน์ทองเทศ มีค่าเท่ากับ 19.20, 16.45, 15.20, 11.29 และ 10.70 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกตาร์ต่อปี ตามลำดับ ต่างจากการศึกษาของ ประทักษ์ (2556) ได้ทำการศึกษาในปี พ.ศ. 2554 โดยการศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดินในแปลงปลูกป่าเชิงเดี่ยว ปีปลูก พ.ศ. 2525 พบว่า สนหนามมีปริมาณมวลชีวภาพสูงสุด รองลงมา กระจินดอย เมเปิลหอม และจันทน์ทองเทศ ตามลำดับ มีค่าเท่ากับ 5.87, 5.03, 4.55 และ 4.26 ตันต่อเฮกตาร์ต่อปี อย่างไรก็ตาม ในรูปแบบของการปลูกป่าเชิงเดี่ยวซึ่งเมเปิลหอมมีอัตราการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพสูงกว่าพรรณไม้ชนิดอื่น ๆ แต่ยังมีค่าค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับไม้ต่างถิ่นโตเร็วชนิดอื่น ๆ เช่น ยูคาลิปตัส acacia และกระถินยักษ์ เป็นต้น ซึ่งมีอัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงสุดถึง 38.06 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกตาร์ต่อปี แต่พรรณไม้พื้นเมืองของไทยมีอัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยเฉลี่ยเพียง 5.94 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกตาร์ต่อปี (คณะวนศาสตร์, 2554) ซึ่งต่ำกว่าอัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของโครงการป่าชาวบ้าน

สำหรับอัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในดินพบว่า โครงการป่าชาวบ้าน (9.66 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกตาร์ต่อปี) และการปลูกป่าแบบผสม (9.41 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกตาร์ต่อปี) มีอัตราการดูดซับสูงกว่า

การปลูกป่าเชิงเดี่ยว (4.17 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อเฮกตาร์ต่อปี) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ดังแสดงใน Table 2 จะเห็นได้ว่าการปลูกป่าผสม ทั้งที่เป็นการปลูกป่าผสมทั้งพรรณไม้ต่างถิ่น และพรรณไม้พื้นเมือง (โครงการป่าชาวบ้าน) หรือการปลูกป่าผสมเฉพาะพรรณไม้ต่างถิ่น มีอัตราการสะสมคาร์บอนในดินมากกว่าการปลูกป่าเชิงเดี่ยว แต่เมื่อเปรียบเทียบอัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในดินระหว่างชนิดในการปลูกป่าเชิงเดี่ยวพบว่า แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) สอดคล้องกับการศึกษาปริมาณคาร์บอนในดินของกระถินดอย จันทรวงเทศ และเมเปิ้ลหอม ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ของสุรเดช และคณะ (2559) อย่างไรก็ตาม การสะสมคาร์บอนในดินของพื้นที่ป่าไม้ทั้งป่าธรรมชาติและป่าปลูกขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ โดยวรรณท์ (2554) กล่าวว่า สำหรับพื้นที่ป่าไม้การกักเก็บคาร์บอนในดินมีความผันแปรไปตามชนิดป่า ลักษณะของพื้นที่ และโครงสร้างของดิน สอดคล้องกับอำนาจ และณัฐพล (2548) พบว่าปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดินที่ความลึก 0-50 เซนติเมตร ในดินป่าธรรมชาติ (ป่าดิบแล้ง) มีปริมาณสูงสุด คือ 118 ตันต่อเฮกตาร์ รองลงมาคือดินในพื้นที่ป่าปลูก (กระถินเทพา) และที่ดินทำการเกษตร มีค่า 66 และ 60 ตันต่อเฮกตาร์ และแหล่งที่มาของคาร์บอนในดินที่สำคัญมาจากเศษซากพืช ที่ร่วงหล่นสู่ดิน และชั้นอนุภาคดินที่มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวจะมีปริมาณคาร์บอนอินทรีย์สูงสุด รองลงมาคือดินที่มีเนื้อดินปานกลาง และดินที่มีเนื้อดินเป็นทรายจะมีปริมาณต่ำสุด (พจน์ย์ และทวีศักดิ์, 2541) และสิริภานดา (2551) คาร์บอนในดินส่วนใหญ่อยู่ในรูปของสารอินทรีย์ ได้แก่ สารประกอบฮิวมัส เมื่อมีอินทรีย์วัตถุมากก็จะมี การกักเก็บคาร์บอนก็จะมากขึ้นเช่นกัน

ภาพรวมการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

จากการประเมินปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของการปลูกป่าทั้ง 3 รูปแบบ รวมพื้นที่ทั้งสิ้น 734.78 ไร่ ตามคู่มืออ้างอิงการพัฒนาโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย: สาขาป่าไม้และการเกษตร (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2558ก) พบว่ามีการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในมวลชีวภาพและในดินหลังจากการดำเนินโครงการปลูกป่าไม้โตเร็วต่างถิ่น ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2525-2559 เป็นเวลา 34 ปี มีการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รวมทั้งสิ้น 67,830.90 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ โดยในมวลชีวภาพ มีค่าเท่ากับ 43,205.18 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่า การปลูกป่าแบบผสมมีการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงสุด รองลงมา การปลูกป่าเชิงเดี่ยว และโครงการป่าชาวบ้าน มีค่าเท่ากับ 24,993.41, 13,402.93 และ 4,808.83 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ ในดิน มีค่าเท่ากับ 24,625.72 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่า การปลูกป่าแบบผสมมีการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในดินสูงสุด รองลงมา โครงการป่าชาวบ้าน และการปลูกป่าเชิงเดี่ยว มีค่าเท่ากับ 16,568.73, 4,647.52 และ 3,409.47 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในภาพรวมทั้งในมวลชีวภาพ และในดิน ทั้ง 3 รูปแบบการปลูกพบว่ารูปแบบการปลูกป่าแบบผสม (มีพื้นที่มากที่สุด 383.76 ไร่) สามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้สูงที่สุด รองลงมาคือการปลูกป่าเชิงเดี่ยว (มีพื้นที่ 177.69 ไร่) และโครงการป่าชาวบ้าน (มีพื้นที่น้อยที่สุด 173.33 ไร่) โดยมีค่าเท่ากับ 41,562.14, 16,812.41 และ 9,456.35 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ ตามลำดับ (Figure 1)

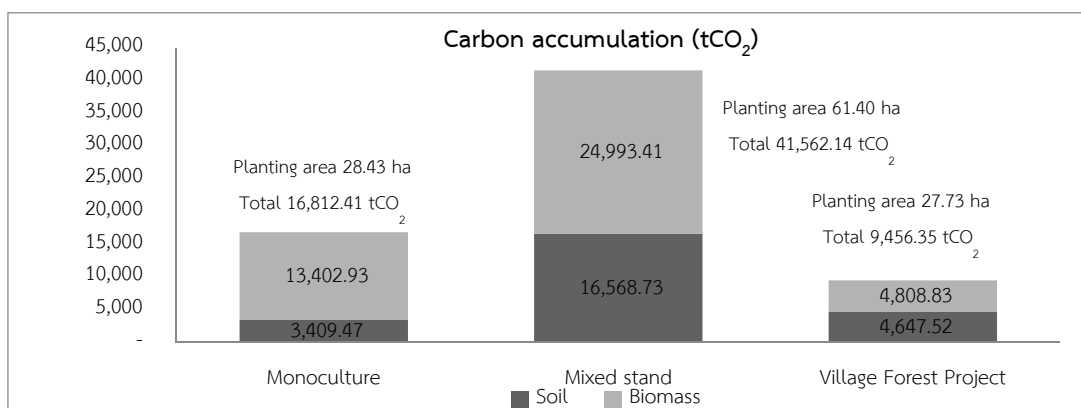


Figure 1 Carbon accumulation in biomass and soil of different planting schemes of the highland rehabilitation at the Royal Agricultural Station Angkhang, Chiang Mai province.

Table 1 Stand characteristics and carbon accumulation in different planting schemes at the Royal Agricultural Station Angkhang, Chiang Mai province.

Planting scheme	Stand No.	Density (No./ha)				Mean tree DBH (cm)				Mean tree height (m)				Biomass (t/ha)	Carbon storage			
		Tree		Sapling		Native		Exotic		Native		Exotic			(tC/ha)		(tCO ₂ /ha)	
		Native	Exotic	Native	Exotic	Native	Exotic	Native	Exotic	Native	Exotic	Biomass	Soil		Biomass	Soil		
Monoculture	1	105	630	66	1,194	13.75	23.27	12.28	19.34	301.07	141.50	34.42	518.85	126.19				
	3/2	62	837	62	100	13.09	25.53	15.19	23.55	265.21	124.65	71.02	457.04	260.39				
	4/1	72	931	70	338	20.88	16.51	14.86	15.45	198.90	93.48	48.96	342.78	179.53				
	5/1	18	1,256	37	12	28.03	18.23	15.91	17.81	272.45	128.05	36.17	469.53	132.63				
	6/1	12	954	16	33	17.29	24.59	13.63	22.87	338.16	158.94	15.32	582.77	56.17				
	6/2	391	533	108	54	8.55	20.00	8.38	14.92	206.55	97.08	28.06	355.95	102.87				
	7/3	108	1,141	200	141	5.86	16.79	6.83	15.08	213.14	100.18	20.16	367.32	73.91				
	8/1	25	975	400	0	7.60	20.05	8.00	17.44	174.31	81.92	25.30	300.39	92.78				
Average	99	907	119	267	14.38	20.62	11.89	18.31	246.22	115.73	34.93	424.33	128.06					
Mixed stand	2	68	1,400	18	6	10.11	16.17	12.13	17.64	390.68	183.62	139.59	673.28	511.85				
	3/2	281	1,131	56	6	9.01	16.67	8.79	16.22	290.67	136.62	58.80	500.92	215.60				
	4/3	56	781	43	93	12.23	21.17	10.49	20.13	302.58	142.21	2.10	521.44	7.69				
	7/2	106	1,012	112	18	13.47	16.46	8.45	14.88	198.83	93.45	29.61	342.66	108.55				
	8/1	200	900	25	0	6.67	19.26	7.75	17.08	244.00	114.68	64.38	420.49	236.05				
	9/1	475	375	118	12	8.46	14.78	8.26	12.79	75.33	35.40	17.59	129.81	64.48				
	9/2	256	706	62	6	12.21	14.03	10.24	13.54	165.42	77.75	87.19	285.07	319.69				
	11/2	181	731	31	6	9.27	14.34	9.42	14.65	145.26	68.27	112.22	250.32	411.47				
Village forest project	12	225	187	18	0	24.70	16.08	12.89	11.58	303.37	142.58	106.93	522.81	392.06				
	18	1,243	231	162	12	7.14	6.63	7.22	7.81	41.91	19.70	46.39	72.22	170.09				
	Average	309	745	64	19	11.33	15.56	9.56	14.63	215.81	101.43	66.48	371.90	243.75				
	10	720	1,218	114	62	8.20	8.18	8.51	9.40	74.64	35.08	107.82	128.62	395.35				
	13	485	587	72	106	8.46	13.21	8.75	11.00	106.80	50.20	21.49	184.05	78.80				
Average	14	883	581	87	4	8.89	9.93	8.75	9.71	82.92	38.97	51.99	142.90	190.62				
	15	106	702	29	143	7.63	16.57	7.25	13.13	118.71	55.80	55.44	204.58	203.29				
	Average	548	772	75	78	8.30	11.97	8.32	10.81	95.77	45.01	59.19	165.04	217.02				

Table 2 Mean annual increment in tree growth and biomass and carbon sequestration in different planting schemes at the Royal Agricultural Station Angkhang, Chiang Mai province.

Planting scheme/Species	Mean Annual Increment					Carbon sequestration			
	Exotic tree		Native tree			biomass		(tC/ha/yr)	
	DBH (cm/yr)	Height (m/yr)	DBH (cm/yr)	Height (m/yr)		(t/ha/yr)		Biomass	Soil
Comparison among planting schemes									
Monoculture	0.66±0.17 ^a	0.58±0.14 ^b	0.38±0.38 ^a	0.30±0.23 ^a		8.22±3.53 ^b		3.86±1.66 ^b	1.14±0.69 ^a
Mixed stand	0.61±0.15 ^a	0.56±0.06 ^{ab}	0.40±0.14 ^a	0.35±0.05 ^a		7.78±3.50 ^b		3.66±1.65 ^b	2.57±1.66 ^b
Village Forest	0.52±0.26 ^a	0.46±0.19 ^a	0.37±0.06 ^a	0.38±0.05 ^a		4.43±1.34 ^a		2.08±0.63 ^a	2.64±1.48 ^b
Project									
F-value	2.85 ^{ns}	3.57 [*]	0.03 ^{ns}	0.73 ^{ns}		6.44 ^{**}		6.43 ^{**}	13.86 ^{**}
								6.44 ^{**}	13.86 ^{**}
Comparison within monoculture planting scheme									
<i>Acacia confusa</i>	0.65±0.22 ^{ab}	0.47±0.09 ^{ab}	0.44±0.26 ^a	0.34±0.10 ^{ab}		6.55±2.69 ^a		3.08±1.26 ^a	1.17±0.76 ^a
<i>Fraxinus griffithii</i>	0.51±0.09 ^a	0.49±0.08 ^a	0.27±0.12 ^a	0.29±0.13 ^a		6.21±2.39 ^a		2.92±1.12 ^a	1.19±0.60 ^a
<i>Liquidambar formosana</i>	0.71±0.08 ^b	0.70±0.09 ^b	0.75±0.31 ^a	0.56±0.15 ^c		11.14±4.53 ^b		5.24±2.13 ^b	0.91±0.32 ^a
<i>Cinnamomum camphora</i>	0.68±0.12 ^b	0.57±0.09 ^{ab}	0.47±0.22 ^a	0.36±0.12 ^{abc}		8.82±1.88 ^{ab}		4.15±0.89 ^{ab}	1.40±0.70 ^a
<i>Cunninghamia lanceolata</i>	0.88±0.11 ^c	0.77±0.06 ^{ab}	0.54±0.44 ^a	0.50±0.29 ^{bc}		9.55±2.62 ^{ab}		4.49±1.23 ^{ab}	1.13±1.35 ^a
F-Value	6.81 ^{**}	18.24 ^{**}	2.55 ^{ns}	2.99 [*]		4.17 ^{**}		4.17 ^{**}	0.46 ^{ns}
								4.17 ^{**}	0.46 ^{ns}

Remarks: * Significant difference at $p<0.05$; ** Significant difference at $p<0.01$; ns Non-significant difference at $p\geq0.05$

สรุป

การกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของการปลูกป่าบนพื้นที่สูง ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง มีค่าเท่ากับ 67,830.90 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ โดยการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในมวลชีวภาพมีค่าเท่ากับ 43,205.18 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ และการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในดินมีค่าเท่ากับ 24,625.72 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ โดยรูปแบบการปลูก 3 รูปแบบมีอัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในมวลชีวภาพ และในดินที่ต่างกัน และเมื่อเปรียบเทียบรูปแบบการปลูกป่าเชิงเดี่ยวในไม้ 5 ชนิด พบว่าในมวลชีวภาพมีความแตกต่างกัน แต่ในดินไม่มีความแตกต่างกันเลย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของชุดโครงการวิจัย การกักเก็บคาร์บอนของการปลูกป่าบนพื้นที่สูง ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ (องค์การมหาชน) และขอขอบพระคุณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ ที่เอื้อเฟื้อพื้นที่ในการเก็บข้อมูลและขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่สถานีที่ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

- คณะวนศาสตร์. 2554. **คู่มือศักยภาพของพรรณไม้สำหรับส่งเสริม ภายใต้โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดภาคป่าไม้**. อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- นรินทร์ จำวงษ์ และ พรเทพ เหมือนพงษ์. 2560. ผลผลิตมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของการปลูกป่าบนพื้นที่สูง, น. 1-65. ใน **สาพิศ ดิลกสัมพันธ์. รายงานการวิจัย การกักเก็บคาร์บอนของการปลูกป่าบนพื้นที่สูง ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่**. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. (อัดสำเนา)
- บุญยงค์ ภูผาเรือง. 2523. การสำรวจจำแนกดินและการกำหนดศักยภาพของที่ดินบริเวณเทือกเขาดอยอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ประทักษ์ พาโคทหม. 2556. **ผลของการตัดสางขยายระยะต่อสมบัติของดิน มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และองค์ประกอบของไม้พื้นล่างในสวนป่าไม้ต่างถิ่น บริเวณดอยอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พงษ์ศักดิ์ สหุณาฬ. 2524. **ผลผลิตขั้นปฐมภูมิของสวนป่าไม้สนสามใบ : 1. ผลผลิต ขั้นปฐมภูมิสุทธิของสวนป่าสนสามใบอายุต่าง ๆ ที่ ฮอด เชียงใหม่**. รายงาน วนศาสตร์วิจัย เล่มที่ 77. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 39 น.
- พจนีย์ มอญเจริญ และ ทวีศักดิ์ เวียรศิลป์. 2541. **คาร์บอนในดินของประเทศไทย**. กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ.
- พรเทพ เหมือนพงษ์, จงรัก วชิรินทร์รัตน์, บุญวงศ์ ไทยอุดสาธา, มาโมรุ คันซากิ และ คงศักดิ์ มีแก้ว. 2555. การประเมินชนิดไม้ที่เหมาะสมเพื่อการฟื้นฟูป่าในพื้นที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์, น. 9-21 ใน **การสัมมนาทางวนวัฒนวิทยา ครั้งที่ 9: วนวัฒนวิทยา การฟื้นฟูป่าตามแนวพระราชดำริฝ่าวิกฤตสิ่งแวดล้อม**. 21-22 มิถุนายน 2555. อาคารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พิมพ์ครั้งที่ 9 อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- มูลนิธิโครงการหลวง. 2555. **สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่**. แหล่งที่มา: <http://www.royalprojectthailand.com/station-angkhang>, 19 มีนาคม 2559
- ลดาวีลย์ พวงจิตร. 2556. **รายงานฉบับสมบูรณ์ องค์ความรู้และแนวทางการวิจัย ด้านทรัพยากรป่าไม้บนพื้นที่สูง**. สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน), เชียงใหม่.
- วรนนท์ สกนันทา. 2554. **สมบัติดินและการกักเก็บคาร์บอนภายใต้สภาพป่าต่างชนิดในพื้นที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สาพิศ ดิลกสัมพันธ์. 2550. การกักเก็บคาร์บอนของป่าไม้กับสภาวะโลกร้อน. **วารสารอนุรักษ์ดิน และน้ำ** 22 (3): 40-49

- สิริกานดา วัชรไทย์. 2551. การศึกษาสมมูลคาร์บอนและการกักเก็บคาร์บอนในดินของสบู่ดำที่ปลูกในดินเหนียวและดินร่วนปนทราย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุรเดช ชีรสวรรณ์, รุ่งเรือง พูลศิริ และ สาทิศ ดิลกสัมพันธ์. 2559. ปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนในดินของสวนป่าไม้โตเร็วต่างถิ่น ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่. ใน การประชุมการป่าไม้ ประจำปี 2559 เศรษฐกิจนิเวศบนฐานการป่าไม้. 1-4 พฤษภาคม 2559, คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เสริมพงษ์ นวลงาม และ จงรัก วัชรินทร์รัตน์. 2545. บทบาทของการปลูกสร้างสวนป่าต่อการกักเก็บคาร์บอนที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมการปลูกสร้างสวนป่า จังหวัดนครราชสีมา. วารสารวนศาสตร์ 19-21: 96-103.
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. 2558ก. คู่มืออ้างอิงการพัฒนาโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย: สาขาป่าไม้และการเกษตร. ครั้งที่พิมพ์ 2
- _____. 2558ข. คู่มืออ้างอิงการพัฒนาโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย: สาขาป่าไม้และการเกษตร. ครั้งที่พิมพ์ 2. อ้างถึง Tsutsumi, T., K. Yoda, P. Sahunlu, P. Dhammanonda and B. Prachaiyo. 1983. Forest: Felling, Burning and Regeneration, Experiment at Nam Phrom, Northeast Thailand, and Its Implications for Upland Farming in the Monsoon Tropics. Kyoto University, Japan.
- อำนาจ ชิดไธสง และ ณัฐพล ลิไชยกุล. 2548. การกักเก็บคาร์บอนในดินป่าดิบแล้งดินป่าปลูก และดินทำการเกษตร. น. 95-105. ใน รายงานการประชุม การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทางด้านป่าไม้: ศักยภาพของป่าไม้ในการสนับสนุนพิธีสารเกียวโต. 4-5 มกราคม 256, โรงแรมมารวยการ์เด็น. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Chapter 4 Forestland. National Greenhouse Gas Inventories Programme. IGES, Japan.
- Jalota, S.K., R. Khera and B.S. Ghuman. 1998. Methods in Soil Physics. Narosa Publishing House, New Delhi.
- Thaiutsa, B. 2003. Highland Reforestation Project : A Forestry Project of the Royal Project Foundation, pp. 1-15. In B. Thaiutsa and L. Puangchit., Proceedings of 20th Anniversary Taiwan/Angkhang Forestry Project. 22-24 December 2002.
- Ounban, W., L. Puangchit and S. Diloksumpun. 2016. Development of general biomass allometric equations for Tectona grandis Linn.f. and Eucalyptus camaldulensis Dehnh. plantations in Thailand. Agriculture and Natural Resources 50 (1): 48-53.

การศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ตาว ในพื้นที่โครงการศูนย์ภูฟ้าพัฒนา จังหวัดน่าน

Above-ground Biomass of *Arenga pinnata* (Wurmb) Merr.

At Phufa Development Center, Nan Provinces

วินัย แก้วดีเลิศ^{1*} ชิงชัย วิริยะบัญชา² และ วิโรจน์ รัตนพรเจริญ²

Winai Kaewdeeleert^{1*} Chingchai Viriyabuncha² and Wiroj Ratanapornvharoen²

¹สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 5 (นครศรีธรรมราช), กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

¹Protected Area Regional Office 5 (Nakhon Si Thammarat), Department of National Park Wildlife and Plant Conservation

²สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช, กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

²Forest and Plant Conservation Research Office, Department of National Park Wildlife and Plant Conservation

*Corresponding Author; E-mail man72na@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ตาว เป็นผลสืบเนื่องมาจากการอบรมเชิงปฏิบัติการ การหาผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ป่าบางชนิด ระหว่างวันที่ 12-17 มีนาคม 2560 ณ โครงการศูนย์ภูฟ้าพัฒนา อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน โดยมีผู้เข้าร่วมประชุมทั้งสิ้น 35 คน

ทำการตัดไม้ตาว จำนวนทั้งหมด 6 ต้น ที่ระดับความสูงของต้นระหว่าง 1.10 – 6.82 เมตร โดยวัดความสูงจากพื้นดินถึงบริเวณแตกง่ามระหว่างยอดอ่อนของก้านใบที่แยกจากก้านใบคู่บนสุด

พบว่าที่ระดับความสูงของต้นไม้ดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับมวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด ที่เป็นผลรวมของส่วน ลำต้น ก้านใบ ก้านใบ และ ใบย่อย โดยมีรูปสมการ ดังนี้

$$AGB = 12.0478 (H)^{1.6896} \quad N = 6 \quad R^2 = 0.9732$$

โดยที่ AGB = มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (กิโลกรัม)

H = ระดับความสูงจากพื้นดินถึงบริเวณที่แตกง่าม (เมตร)

นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของโคนก้านใบกับน้ำหนักใบทั้งหมด (ส่วนของใบย่อยรวมกับก้านใบ) โดยมีรูปสมการ ดังนี้

$$Wb = 0.0524 (D_0)^{2.1341} \quad N = 59 \quad R^2 = 0.7947$$

โดยที่ Wb = มวลชีวภาพของใบทั้งหมด (กิโลกรัม)

D_0 = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่โคนก้านใบ (เซนติเมตร)

และพบว่ามิติของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่อยู่เหนือโคนก้านใบขึ้นมา 20 เซนติเมตร จะใช้ในการประเมินน้ำหนักใบทั้งหมดได้ดีกว่า เนื่องจากสามารถลดค่าคลาดเคลื่อนบริเวณโคนก้านใบได้มากกว่า โดยมีรูปสมการ ดังนี้

$$Wb = 0.0785 (D_{20})^{2.1632} \quad N = 37 \quad R^2 = 0.9454$$

โดยที่ Wb = มวลชีวภาพของใบ (กิโลกรัม)

D_{20} = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางสูงกว่าโคนก้านใบ 20 เซนติเมตร (เซนติเมตร)

สมการมวลชีวภาพของใบดังกล่าว สามารถนำไปใช้ประมาณน้ำหนักของใบทั้งหมด โดยคำนวณจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่โคนก้านใบที่เหลือติดลำต้นอยู่ภายหลังจากถูกตัดเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ

คำสำคัญ: ไม้ตาว มวลชีวภาพ สมการแอลโลเมตริก

ABSTRACT

The study on above-ground biomass of Sugar Palm (*Arenga pinnata*) is sequel to the workshop on “Production of the above ground-biomass of some forest tree species” that was held during 12-17 March 2017 at Phufa Development Center, Boklua district, Nan province where 35 participants were attended.

The number of 6 Sugar Palms were cut with the height varies from 1.10 – 6.82 m. The cutting lengths were measured from the ground level up to the top part between new rachis and petiole.

It was found that there was a correlation between the curtailed height and above-ground biomass (stem, petiole, rachis and pinnae). The equation is as follows.

$$AGB = 12.0478 (H)^{1.6896} \quad N = 6 \quad R^2 = 0.9732$$

While AGB = above-ground biomass (kg)

H = height measured from the ground level up to the top part between new rachis and petiole (m)

Moreover, the relationship between the size of petiole and the weight of whole leaf (rachis and pinnae) was also found. The equation is as follows.

$$Wb = 0.0524 (D_0)^{2.1341} \quad N = 59 \quad R^2 = 0.7947$$

While Wb = total biomass of leaf (kg)

D_0 = diameter of petiole (cm)

It was found that the diameter at 20 cm above the base of petiole can be used to better estimate the total leaf weight due to it can reduce the error occurred at the base of the petiole. The equation is as follows;

$$Wb = 0.0785 (D_{20})^{2.1632} \quad N = 37 \quad R^2 = 0.9454$$

While Wb = leaf biomass (kg)

D_{20} = diameter at 20 cm above the base of petiole (cm)

The biomass equation of such leaf can be able to use to estimate the weight of whole leaves by calculating from the diameter at the base of petiole of the remaining petiole attached to the stem after the leaf was being cut for various purposes of utilization.

Keywords: Sugar palm, Biomass, Allometric equation

คำนำ

จากการศึกษาปริมาณการสะสมคาร์บอน (Carbon Stock) ในพื้นที่ป่าธรรมชาติ โดยปกติจะทำการวางแผนตัวอย่างเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสโดยมีขนาดของแปลง 40X40 ตารางเมตร หรือ 1 ไร่ ส่วนในกรณีต้นไม้ในแปลงตัวอย่างมีความสูงมากกว่า 40 เมตร ก็จะทำให้การวางแผนขนาด 50X50 ตารางเมตร เพื่อให้แปลงมีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อชดเชยการบิดบังเรือนยอดของต้นไม้ที่มีขนาดใหญ่และสูง (ชิงชัย, 2556) จากนั้นทำการเก็บข้อมูลต้นไม้ทุกชนิดที่มีอยู่ในแปลงตัวอย่างนั้น โดยในกลุ่มของต้นไม้หรือไม้ยืนต้น จะทำการเก็บข้อมูลด้านเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก คือ ตำแหน่งที่สูงจากพื้นดิน 1.30 เมตร (Diameter at Breast Height, DBH) ที่มีขนาด $DBH \geq 4.5$ เซนติเมตร และเก็บข้อมูลความสูงถึงปลายยอดของต้นไม้ จากนั้นนำค่า DBH มายกกำลังสองคูณกับความสูง ($DBH^2 \cdot Ht$) เป็นตัวแปรอิสระส่วนน้ำหนักแห้งเป็นตัวแปรตาม โดยแทนค่าในสมการแอลโลเมตริกของ Ogawa *et al.* (1965) หรือ Tsutsumi *et al.* (1983) เพื่อหาค่ามวลชีวภาพเป็นรายต้นจากนั้นจึงคำนวณเป็นต่อหน่วยพื้นที่ ส่วนในกลุ่มของไม้ไผ่ จะใช้เพียงค่า DBH หรือ DBH^2 เป็นตัวแปรอิสระในการหาค่ามวลชีวภาพ เนื่องจากความสูงของไม้ไผ่จะวัดค่อนข้างยากเพราะบางลำจะมีลักษณะโค้งงอมาก ในกรณีของไม้รวกจะเป็นไม้ที่มีขนาดลำค่อนข้างเล็กจึงนิยมวัดขนาด $DBH \geq 2.0$ เซนติเมตร ส่วนไม้ชนิดอื่น ๆ ที่ส่วนมากมีลักษณะลำค่อนข้างใหญ่ก็จะวัด $DBH \geq 4.5$ เซนติเมตร หรือจะวัดขนาดเล็กกว่านี้ก็ได้ตามความเหมาะสมของหมู่ไม้และสภาพพื้นที่นั้น ๆ สมการแอลโลเมตริกของไม้ไผ่แยกเป็นชนิด ๆ ไป ได้แก่ ไม้รวก ใช้สมการของ วิสุทธิ์ และคณะ (2526) ที่ศึกษาในท้องที่อำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี ส่วน ไม้ไร่ ไม้บงดำ ไม้ข้าวหลาม และไม้ผาก ใช้สมการของ Kutintara *et al.* (1995) ที่ศึกษาในท้องที่อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ส่วน ไม้บงป่า ไม้บงใหญ่ ไม้หก และไม้หวานอ่างช้าง ใช้สมการของ อิทธิพงศ์ และคณะ (2558) ขณะที่ ไม้ป่า ใช้สมการของ สาทิศ (2533) ที่ศึกษาในท้องที่อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ และ ไม้หอม ไม้ซาง ไม้ไล่ล่อ ใช้สมการของ Chan *et al.* (2013) ที่ศึกษาใน Bago Mountains ประเทศเมียนมาร์ ขณะที่

ไผ่ผาก ที่ศึกษาในท้องที่จังหวัดตากโดย ชิงชัย และคณะ (2560) พบว่าได้ค่าใกล้เคียงกับการศึกษาไผ่ผาก ของ Kutintara *et al.* (1995) จึงเลือกใช้สมการไผ่ผากได้ก็ ได้ ส่วนในกลุ่มของเถาว์วัลย์ที่มีเนื้อไม้ (Woody Lianas) จะใช้ ขนาด DBH ที่ตำแหน่ง 1.30 เมตร สูงจากพื้นดินที่ลำต้นของเถาว์วัลย์พินขึ้นต้นไม้แล้ว (จะไม่วัดจากตำแหน่งที่ออก แล้วเลื้อยไปตามพื้นดิน เพราะทำให้เก็บข้อมูลลำบากและบางครั้งเลื้อยไปตามพื้นดินยาวถึง 3-4 เมตร ก่อนที่จะไต่ ขึ้นต้นไม้) ในการคำนวณหามวลชีวภาพของเถาว์วัลย์ จะใช้ DBH เป็นตัวแปรอิสระ โดยวัดเถาว์วัลย์ที่มีขนาด DBH $\geq$ 2.0 เซนติเมตร ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาเถาว์วัลย์ที่แคว้นสิบสองปันนา ประเทศจีน ของ Xiao *et al.* (2009) เนื่องจากเถาว์วัลย์ขนาดนี้มีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินใกล้เคียงกับต้นไม้ที่มี DBH $\geq$ 4.5 เซนติเมตร และสมการที่ใช้ ประเมินมวลชีวภาพของเถาว์วัลย์ในป่าธรรมชาติใช้ของ ชิงชัย และคณะ (2554) ที่ศึกษาในอุทยานแห่งชาติ แก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี ส่วนกล้วยป่าจะใช้ขนาด DBH $\geq$ 4.5 เซนติเมตร เป็นตัวแปรอิสระ และใช้สมการที่ศึกษา ในพื้นที่อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ของ ชิงชัย และคณะ (2560) ในการประมาณมวลชีวภาพของกล้วยป่า

จากสมการแอลโลเมตริกดังกล่าวมาแล้วข้างต้น ที่นิยมใช้คำนวณมวลชีวภาพของไม้ในกลุ่มต่าง ๆ แล้ว ยังมี ไม้รองบางกลุ่มในประเทศไทย เมื่อตรวจเอกสารแล้วพบว่าไม่มีสมการใดเหมาะสมที่จะนำมาใช้ประเมินมวลชีวภาพ เช่น กลุ่มของหวาย และกลุ่มของไม้ตระกูลปาล์มบางชนิดที่มีลักษณะของลำต้น กิ่ง และใบ ที่แตกต่างจากกลุ่มของไม้ ต้นค่อนข้างมาก เช่น ต้นตาว และต้นสาคุ เป็นต้น ซึ่งต้นไมกลุ่มนี้ก็เป็นกลุ่มไม้ที่มีศักยภาพในกระสมคาร์บอนในพื้นที่ ป่าไม้ของประเทศไทย ที่ควรมีสมการแอลโลเมตริกที่เหมาะสมในการประเมินมวลชีวภาพ

ต้นตาว ชื่อวิทยาศาสตร์ *Arenga pinnata* (Wurmb) Merr. วงศ์ ARECACEAE ซึ่งแต่เดิมใช้ชื่อวงศ์ว่า PALMAE หรือ PALMACEAE ชื่อสามัญ Sugar palm, Aren, Arenga palm, Areng palm, Black-fiber palm, Gomuti palm, Kaong, Irok โดยมีชื่อท้องถิ่นอื่น ๆ ว่า ตาว ขิด (ภาคกลาง), ตาว ตาว มะตาว (ภาคเหนือ), ฉก ชก ต้นชก (ภาคใต้), เต่าเกียด เต่าเกียด (กาญจนบุรี), โทะ (ตราด), กาซก (ชุมพร), ฉก (พังงา, ภูเก็ต), ลังค้าย หลังก้าย (ปัตตานี), โยก (สตูล), เนา (ตรัง), ตาว (เมียน, ขมุ, ไทลื้อ, คนเมือง), ต่งล่าง (ม้ง), วั (กะเหรี่ยง), ต๊ะดี (กะเหรี่ยง เชียงใหม่), หมักล่าง (ลัวะ) เป็นต้น ส่วนผลของชิดอาจเรียกว่า ลูกชิด (กาญจนบุรี), ลูกตาว (อุตรดิตถ์), ลูกตาว (น่าน), ลูกเหนา (ภาคใต้), ลูกชก เป็นต้น

ลักษณะของต้นตาว จัดเป็นไม้ยืนต้นแบบต้นเดี่ยวที่มีอายุยืน เป็นพืชขนาดใหญ่ที่อยู่ในตระกูลปาล์ม ลักษณะลำต้นตรงสูงชะลูด มีหลายขนาด มีความสูงประมาณ 6-15 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางต้นราว 30-65 เซนติเมตร ลำต้นมีขนาดใหญ่กว่าต้นตาล ลำต้นมีสีน้ำตาลเข้มจนเกือบดำ ขยายพันธุ์ด้วยวิธีการใช้เมล็ด มักพบขึ้น ตามป่าที่มีความชื้นสูง หรือตามริมแม่น้ำลำธาร หรือตามโคกหิน ส่วนอีกข้อมูลระบุว่าต้นตาวมักขึ้นตามเชิงเขาใน บริเวณที่มีดินร่วนและมีอากาศชุ่มชื้น ส่วนรากตาว มีระบบรากเป็นแบบรากฝอย รากจะเจริญออกจากใต้ดิน

ใบตาว ใบเป็นใบประกอบแบบขนนกออกเรียงสลับกัน ก้านใบยาวประมาณ 6-10 เมตร มีใบย่อยประมาณ 30-130 ใบ ใบมีลักษณะเช่นเดียวกับใบมะพร้าว แต่จะใหญ่และแข็งกว่า โดยใบเป็นรูปขอบขนาน ปลายใบมนและ แหลม ส่วนโคนใบเป็นรูปเรียวใบหอก ขอบเรียบ ผิวหนา หลังใบเป็นสีเขียวเข้มมันวาว ส่วนใต้ใบมีสีขาวนวล เมื่อใบ แก่จะห้อยจนปิดคลุมลำต้น

ดอกตาว ออกดอกเป็นช่อ เป็นช่อดอกเชิงลดขนาดใหญ่ โดยดอกของต้นตาวจะเป็นดอกชนิด Polygamous คือมีทั้งดอกตัวผู้และดอกสมบูรณ์เพศอยู่บนต้นเดียวกันแต่อยู่คนละช่อดอก และสามารถออกดอกได้เพียงครั้งเดียวใน ชีวิต (ซึ่งจะใช้เวลาตั้งแต่เริ่มปลูกลงออกดอกประมาณ 15-20 ปี) โดยช่อดอกตัวผู้จะยาวประมาณ 1-2 เมตร ส่วนช่อดอกสมบูรณ์เพศจะยาวกว่าดอกตัวผู้ โดยออกดอกตามซอกใบ ห้อยยาวลงได้มากกว่า 2 เมตร ตั้งแต่ดอกจน เป็นผลสุกแก่จนร่วงหล่น อาจจะใช้เวลาประมาณ 3-4 ปี

ผลตาว ออกผลเป็นกลุ่มเป็นทะลาย ลักษณะของผลเป็นรูปไข่สีเขียว มีขนาดประมาณ 3-4 เซนติเมตร ผลอ่อนมีสีเขียวอ่อน ส่วนผลแก่มีสีเหลืองและสีดำ หรือมีสีม่วงเข้มจนถึงสีดำ ในแต่ละผลจะมี 2-3 เมล็ด เมล็ดอ่อนมีสี ขาว มีลักษณะนิ่มและอ่อน ส่วนเมล็ดแก่มีสีดำ เปลือกของเมล็ดจะกลายเป็นกะลาบาง ๆ แข็ง ๆ มีสีดำ ส่วนเนื้อใน ของเมล็ดจะเรียกว่า “ลูกชิด” โดยต้นตาวจะให้ผลในช่วงอายุ 15-20 ปี แต่ส่วนมากแล้วจะให้ผลครั้งเดียว และจะให้ มากที่สุดไม่เกิน 4 ครั้ง

ถิ่นกำเนิดและการกระจายพันธุ์ ต้นตัวจัดเป็นปาล์มชนิดหนึ่ง ที่มีถิ่นกำเนิดและการกระจายพันธุ์อยู่ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ ประเทศไทย มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ พม่า ลาว อินโดนีเซีย และอินเดีย สำหรับในประเทศไทยนั้นจะพบขึ้นตามป่าในเขตจังหวัดน่าน พะเยา โขงคาย อุดรดิตถ์ แพร่ ตาก และนครศรีธรรมราช และในปัจจุบันมีจำนวน ลดน้อยลงอย่างมาก สาเหตุมาจากการที่ป่าถูกทำลายและไม่มีการปลูกเพื่อทดแทน

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา

ได้ทำการศึกษาในพื้นที่ โครงการศูนย์ภูฟ้าพัฒนา ตำบลบ่อเกลือ จังหวัดน่าน จากการประชุมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง “การหาผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ป่าบางชนิด” ที่ดำเนินการโดยส่วนพัฒนาและเผยแพร่องค์ความรู้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช ระหว่างวันที่ 13-17 มีนาคม 2560 มีวัตถุประสงค์เพื่อเสริมสร้างความรู้และเพิ่มประสบการณ์ให้แก่ักวิจัยทั้งในส่วนกลางและส่วนภูมิภาค สามารถดำเนินการหาผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินได้ด้วยตัวเอง และนำผลลัพธ์ข้อมูลจากการประชุมไปใช้ในกิจกรรมเรดด์พลัส โดยมีผู้เข้าร่วมประชุมจำนวนทั้งสิ้น 35 คน ประกอบด้วยข้าราชการ ลูกจ้างประจำ และพนักงานราชการของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช โดยมี ผศ.ดร. สมบูรณ์ กิตติประยูร ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ นายชิงชัย วิริยะบัญชา และนายวิโรจน์ รัตนพรเจริญ นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช เป็นวิทยากรควบคุมการดำเนินงานอย่างใกล้ชิด

2. การเก็บข้อมูลภาคสนาม

จากการตรวจสอบเอกสารขณะนี้ยังไม่พบว่ามีการศึกษามวลชีวภาพของไม้ตัวในประเทศไทยมาก่อน ดังนั้น มิติของการเก็บข้อมูลไม้ตัวจากภาคสนามเพื่อนำไปคำนวณหาผลผลิตมวลชีวภาพ จำเป็นต้องสอดคล้องกับการคัดเลือกไม้ตัวอย่างเพื่อนำไปคำนวณเป็นสมการแอลโลเมตริก ซึ่งปกติต้นไม้อื่นมักจะใช้ค่า DBH เป็นตัวแปรอิสระเนื่องจากสามารถวัดง่ายและมีความคลาดเคลื่อนน้อย แต่มิตินี้ไม่น่าจะใช้กับไม้ตัวได้ เนื่องจากตำแหน่งของ DBH อาจจะติดโคนของก้านใบที่ออกมารอบ ๆ หุ้มลำต้น โดยเฉพาะส่วนช่ของก้านใบแห้งตายจะมีการแตกแยกออกเป็นเส้น ๆ คล้ายไม้กวาดก้านมะพร้าวที่หุ้มรอบ ๆ ลำต้น ที่มีลักษณะแข็งและเหนียวและติดแน่นอยู่กับส่วนของลำต้น ทำให้วัดขนาด DBH คลาดเคลื่อนได้มาก ไม่เหมาะสมที่จะใช้เป็นตัวแปรอิสระ (independent variable) ในการคำนวณมวลชีวภาพ ดังแสดงใน Figure 1



Figure 1 Diameter measurement of *Arenga pinnata* cannot use this dimension for estimated above-ground biomass.

ในการศึกษารั้งนี้ ได้ใช้มิติด้านความสูงของไม้ตัว เป็นตัวแปรอิสระเพิ่มเติม โดยทำการคัดเลือกต้นไม้ตัวอย่างตามความสูงของต้นไม้จากน้อยไปหามากที่สุดที่มีอยู่ในพื้นที่ ก่อนทำการตัดโค่นต้องทำการวัดความสูงของต้นไม้ในพื้นที่เสียก่อน โดยใช้เครื่องวัดความสูงแบบอัตโนมัติ (Vertex) ร่วมกับไม้วัดความสูง (Measuring Pole) ทำการวัดความสูงของต้นไม้จำนวน 3 ตำแหน่ง คือ 1) ความสูงจากพื้นดินถึงปลายก้านใบที่อยู่สูงที่สุด (H_1) 2) ความสูง

จากพื้นดินถึงปลายยอดอ่อนของก้านใบขณะที่ใบย้อยยังไม่คลี่ออกมา (H_2) และ 3) ความสูงจากพื้นดินถึงบริเวณง่ามยอดอ่อนของก้านใบที่แยกจากกาบใบของคู่บนสุด (H_3) ดังแสดงใน Figure 2 เพื่อใช้คัดเลือกตำแหน่งความสูงที่เหมาะสมในการสมการแอลโลเมตริกของไม้ตัวต่อไป

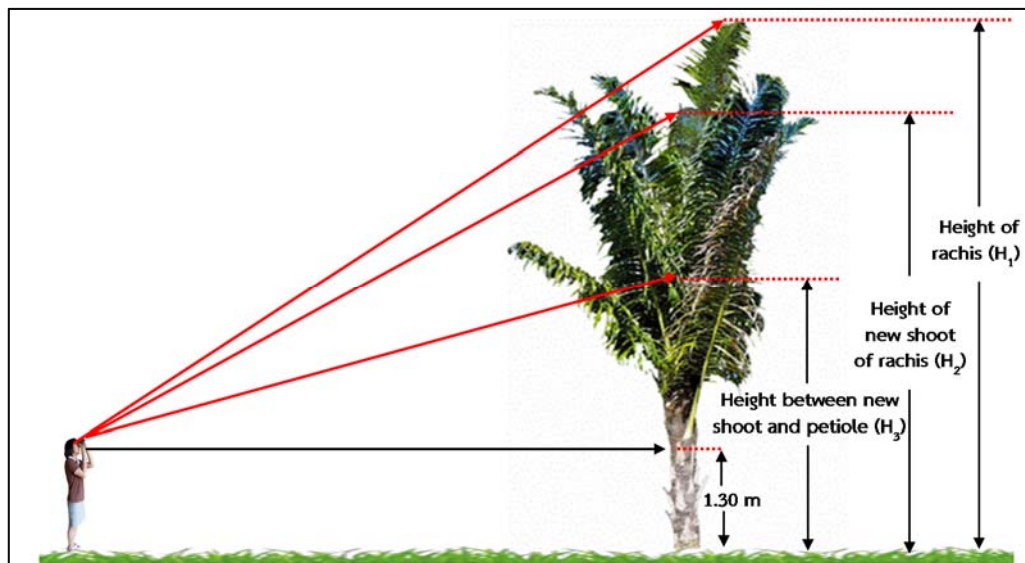


Figure 2 Height measurement of *A. pinnata* in each level to used dependence variable for estimated above-ground biomass.

เมื่อได้ต้นไม้ตัวอย่างที่ต้องการแล้ว จะทำการตัดต้นไม้ให้ชิดดินที่สุด จากนั้นบันทึกข้อมูลทางด้านความสูงทั้ง 3 ตำแหน่ง ซ้ำอีกครั้งภายหลังการตัดโค่น เพื่อใช้เปรียบเทียบกับข้อมูลตอนยืนต้นอยู่ จากนั้นทำการแยกเป็น ลำต้น (Stem) กาบใบ (Petiole) ก้านใบ (Rachis) และใบย่อย (Pinnae) ตามแบบการศึกษาของ Kiyono *et al.* (2015) ให้หมายเลขเรียงของกาบใบรวมกับก้านใบ โดยกำหนดให้หมายเลขศูนย์นำหน้าเป็นกาบใบหรือก้านใบที่ตายหรือถูกตัด ส่วนกาบใบหรือก้านใบที่มีชีวิตจะไม่มีหมายเลขศูนย์นำหน้า โดยให้หมายเลขเรียงของกาบใบรวมกับก้านใบ จากด้านล่างสุดไปสู่ส่วนยอดพร้อมกับวัดตำแหน่งความสูงเหนือพื้นดินของก้านใบทุกใบที่ติดอยู่กับลำต้น

ใช้ vernier caliper วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของโคนก้านใบ 2 ตำแหน่ง คือ 1) ที่ระหว่างรอยต่อของกาบใบกับก้านใบ (D_0) และ 2) ที่อยู่สูงกว่ารอยต่อของกาบใบและก้านใบ 20 เซนติเมตร (D_{20}) จากนั้นวัดมิติด้านความกว้างของใบย่อย และความยาวจากโคนก้านใบไปถึงปลายก้านใบ

ทำการแยกส่วนของกาบใบ ก้านใบ และใบย่อย เพื่อนำไปชั่งน้ำหนักสดของแต่ละหมายเลข พร้อมสุ่มตัวอย่างใส่ลงในถุงกระดาษเพื่อนำไปหาค่าหนักแห้งในห้องปฏิบัติการ

ส่วนของลำต้น ทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ตำแหน่ง 0.00 m, 0.30 m, 1.00 m, 1.30 m, 2.00 m, 3.00 m... และทุก ๆ 1 เมตร จนถึงปลายยอดพร้อมกับใช้ปากกาเคมีขีดตำแหน่งที่วัด ทำการแบ่งลำต้นของไม้ตัวอย่างออกเป็นชั้น ๆ ทุก 1 เมตร ตั้งแต่โคนถึงปลายยอด พร้อมทั้งแยกขุยของกาบใบที่หุ้มรอบลำต้นออกมา แล้วนำไปชั่งน้ำหนักสด พร้อมทั้งสุ่มตัวอย่างใส่ลงในถุงกระดาษเพื่อนำไปหาค่าหนักแห้งในห้องปฏิบัติการ ขั้นตอนในการศึกษามวลชีวภาพแสดงใน Figure 3

3. การวิเคราะห์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ

นำตัวอย่างที่ได้จากภาคสนามมาอบในตู้อบความร้อนที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลาต่อเนื่องกันไม่น้อยกว่า 48 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักจะคงที่ ในกรณีที่อบได้เฉพาะเวลาราชการคือวันละ 8-9 ชั่วโมง อาจจะต้องใช้เวลาในการอบตัวอย่างเพิ่มขึ้นเป็น 7 วัน การที่อบที่อุณหภูมิ 80°C นั้น น้ำที่อยู่ในเซลล์พืช (water in bound) จะระเหยออกมาหมด แต่น้ำที่อยู่ระหว่างผนังเซลล์ยังไม่ระเหยออกมาจำเป็นต้องให้อุณหภูมิมากกว่า 105°C น้ำในระหว่างผนังเซลล์ถึงจะระเหยออกมาหมด แต่ถ้าต้องการนำตัวอย่างไปวิเคราะห์ธาตุอาหารต่อเนื่อง ก็จำเป็นต้องอบที่อุณหภูมิ 80°C เพราะถ้าอุณหภูมิสูงกว่านี้จะทำให้ธาตุอาหารบางตัวในซากพืชระเหิดออกมาโดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน

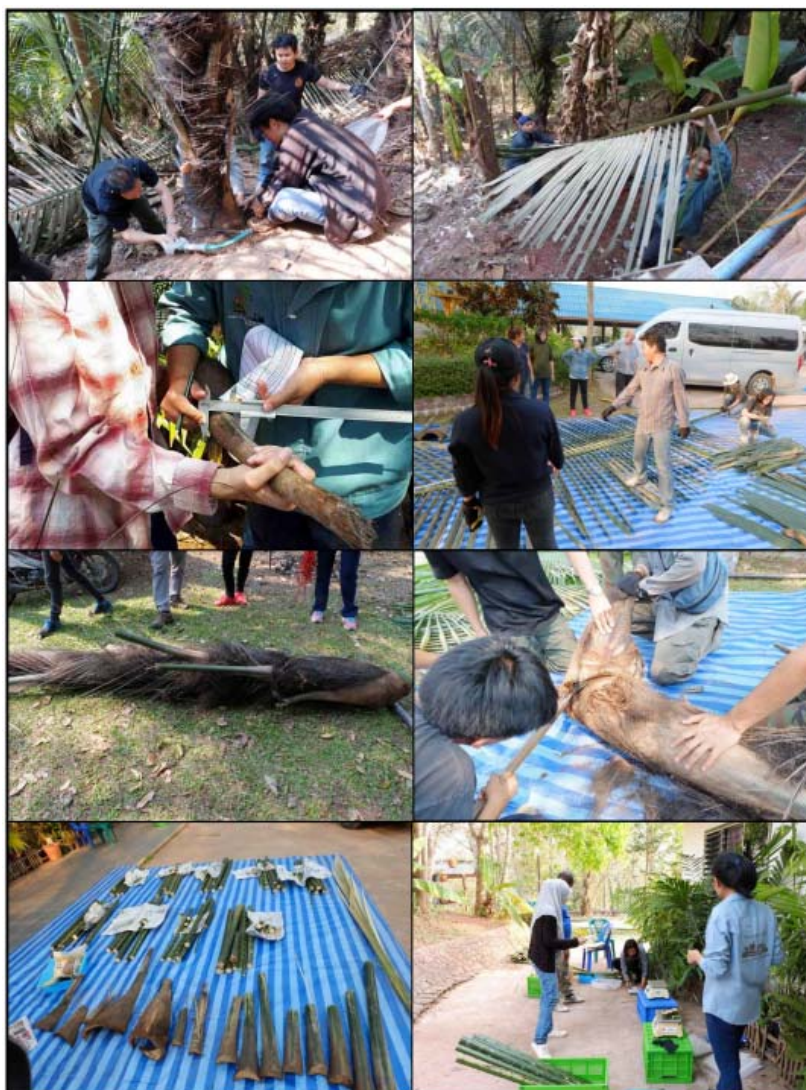


Figure 3 Some activity process to above-ground biomass study of *A. pinnata* at Phufa Development Center, Nan Provinces.

หลังจากดำเนินการรอบตัวอย่างเป็นที่เรียบร้อยแล้วก็นำข้อมูลจากส่วนต่าง ๆ มาคำนวณหา

1. เปอร์เซ็นต์ความชื้น (เทียบกับน้ำหนักอบแห้ง) ของตัวอย่าง จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักสด} - \text{น้ำหนักอบแห้ง} \times 100}{\text{น้ำหนักอบแห้ง}}$$

2. เปลี่ยนน้ำหนักสดของตัวอย่างแต่ละต้น ให้เป็นน้ำหนักอบแห้งจากสูตร

$$\text{น้ำหนักอบแห้ง} = \frac{100 \times \text{น้ำหนักสด}}{100 + \text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น}}$$

3. หาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของลำต้นกับมวลชีวภาพของส่วนต่าง ๆ โดยใช้สมการแอลโลเมตริก ในรูป

$$Y = a \times X^b$$

โดยที่ Y = น้ำหนักอบแห้งของส่วนต่าง ๆ รายต้น
(เช่น W_s , W_b และ AGB : kg)

X = ตัวแปรอิสระ เช่น DBH (cm), H_1 , H_2 และ H_3 (m)

a , b = ค่าคงที่

ผลและวิจารณ์

การศึกษามวลชีวภาพของไม้ตัวครั้งนี้ ใช้ต้นไม้ตัวอย่างเพียง 6 ต้น ที่มีความสูงแตกต่างกัน และผลการเก็บข้อมูลภาคสนามในมิติต่าง ๆ แสดงใน Table 1 โดยพบว่าข้อมูล DBH ก่อนและหลังการตัดต้นไม้มีค่าแตกต่างกันระหว่าง 2.1-10.3 เซนติเมตร เพราะหลังการตัดต้นไม้จะมีการลอกเอากาบใบออกมาบางส่วน โดยเฉพาะส่วนที่เป็นขุยซึ่งเป็นส่วนของกาบใบที่แห้งตายแล้วมีการแตกแยกออกเป็นเส้น ๆ คล้ายไม้กวาดก้านมะพร้าวที่หุ้มรอบ ๆ ลำต้น ที่มีลักษณะแข็งและเหนียว บางต้นก็พันแบบหลวม ๆ รวมถึงตำแหน่งที่วัดอาจจะติดก้านใบที่แยกออกมาจากลำต้น ทำให้การวัด DBH มีความแตกต่างกันมาก ส่วนความสูงจะมีความแตกต่างกันน้อยกว่าการวัด DBH แต่ความแตกต่างของการวัดความสูงนั้น เป็นผลจากสภาพของพื้นที่ที่มีความลาดชันค่อนข้างสูงมากทำให้การวัดความสูงคลาดเคลื่อนได้ ในกรณีของ H₁ พบว่าปลายก้านที่สูงที่สุดภายหลังการตัดโคนลงจะมีความสูงมากกว่าบางต้น เพราะวัดข้อมูลขณะที่ล้มลงเป็นผลจากแรงโน้มถ่วงโลกทำให้ได้ค่ามากขึ้น ส่วนของ H₂ เป็นความสูงถึงปลายยอดอ่อนของก้านใบที่ยังไม่เคลื่อนมาที่มีลักษณะเป็นแท่งนั้นบางต้นจะไม่มีเนื่องจากใบได้เคลื่อนมาแล้ว หรืออาจมองไม่เห็นเนื่องจากมีการบังของก้านใบอื่น ๆ ในกรณีของ H₃ เป็นความสูงจากพื้นดินถึงบริเวณง่ามยอดอ่อนของก้านใบที่แยกจากกาบใบของโคนสุด นั้นพบว่าสังเกตได้ง่ายเมื่อทำการสำรวจจริงในภาคสนาม และมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการวัดความสูงที่ตำแหน่งอื่น เมื่อนำข้อมูลภาคสนามจาก Table 1 มาคำนวณหาสมการแอลโลเมตริกได้แสดงใน Figure 4

Table 1 Field data measurement of *A. pinnata* before and after cut a tree for study above-ground biomass at Phufa Development Center, Nan Provinces.

No.	Before Cut				After Cut				Dry Weight						
	DBH	H ₁	H ₂	H ₃	DBH	H ₁	H ₂	H ₃	Stem	Petiole	Rachis	Pinnae	Fruit	Dead Petiole	AGB
	(cm)	(m)	(m)	(m)	(cm)	(m)	(m)	(m)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)
1	39.8	12.10	9.60	5.90	28.5	12.96	9.07	6.82	190.508	29.614	78.638	60.821	4.778	13.735	378.094
2	29.4	9.00	-	2.50	27.3	10.37	5.40	3.00	22.099	6.163	25.334	23.634	-	3.278	80.508
3	20.0	8.20	8.11	4.41	10.6	7.81	7.81	3.28	22.118	9.149	21.248	14.891	-	3.494	70.900
4	27.7	7.30	5.69	2.32	23.5	8.54	6.07	2.97	19.002	3.526	24.661	16.671	-	2.685	66.545
5	18.5	8.47	6.82	2.31	10.6	8.36	6.89	1.85	12.407	1.529	9.130	7.423	-	1.863	32.352
6	8.8	7.00	-	1.30	-	7.00	-	1.10	2.439	2.221	6.774	4.161	-	1.197	16.792

Remarks: H₁ : Height of rachis from ground
H₂ : Height of a new shoot of rachis from ground
H₃ : Height between of rachis and petiole from ground
- : No data to record

จากการศึกษาพบว่าภายหลังจากการโค่นล้มต้นไม้แล้ว และใช้ความสูงที่ตำแหน่ง H₃ เป็นตัวแปรอิสระจะให้ค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ (Coefficient of Determination, R²) สูงที่สุด เนื่องจากสามารถวัดข้อมูลได้ง่ายกว่า และมีความถูกต้องมากกว่า เมื่อต้นไม้ล้มลงแล้ว ขณะที่ค่า R² ก่อนตัด ที่ตำแหน่ง H₃ มีค่าน้อยกว่า เนื่องจากต้นไม้ยังยืนต้นอยู่ ประกอบกับพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง การบดบังของก้านใบบริเวณเรือนยอด ทำให้มองตำแหน่งที่ทำการวัดไม่ชัดเจน ทำให้ข้อมูลความสูงของ H₃ มีความคลาดเคลื่อนเพิ่มขึ้น

จากต้นไม้ตัวอย่างจำนวน 6 ต้น พบว่ามีต้นไม้ที่มีขนาดใกล้เคียงกันอยู่จำนวน 3 ต้น ถ้าเพิ่มไม้ตัวอย่างที่มีขนาดความสูงประมาณ 4, 5 และ 6 เมตร เข้ามาในสมการ จะช่วยทำให้สมการมีความสมบูรณ์มากขึ้น ส่วนการนำสมการนี้ไปใช้คำนวณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินโดยใช้ความสูงของ H₃ นั้น ต้องให้ความระมัดระวังในการวัดความสูงในพื้นที่จริงด้วย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่คลาดเคลื่อนน้อยที่สุด เพื่อใช้แทนค่าในสมการ

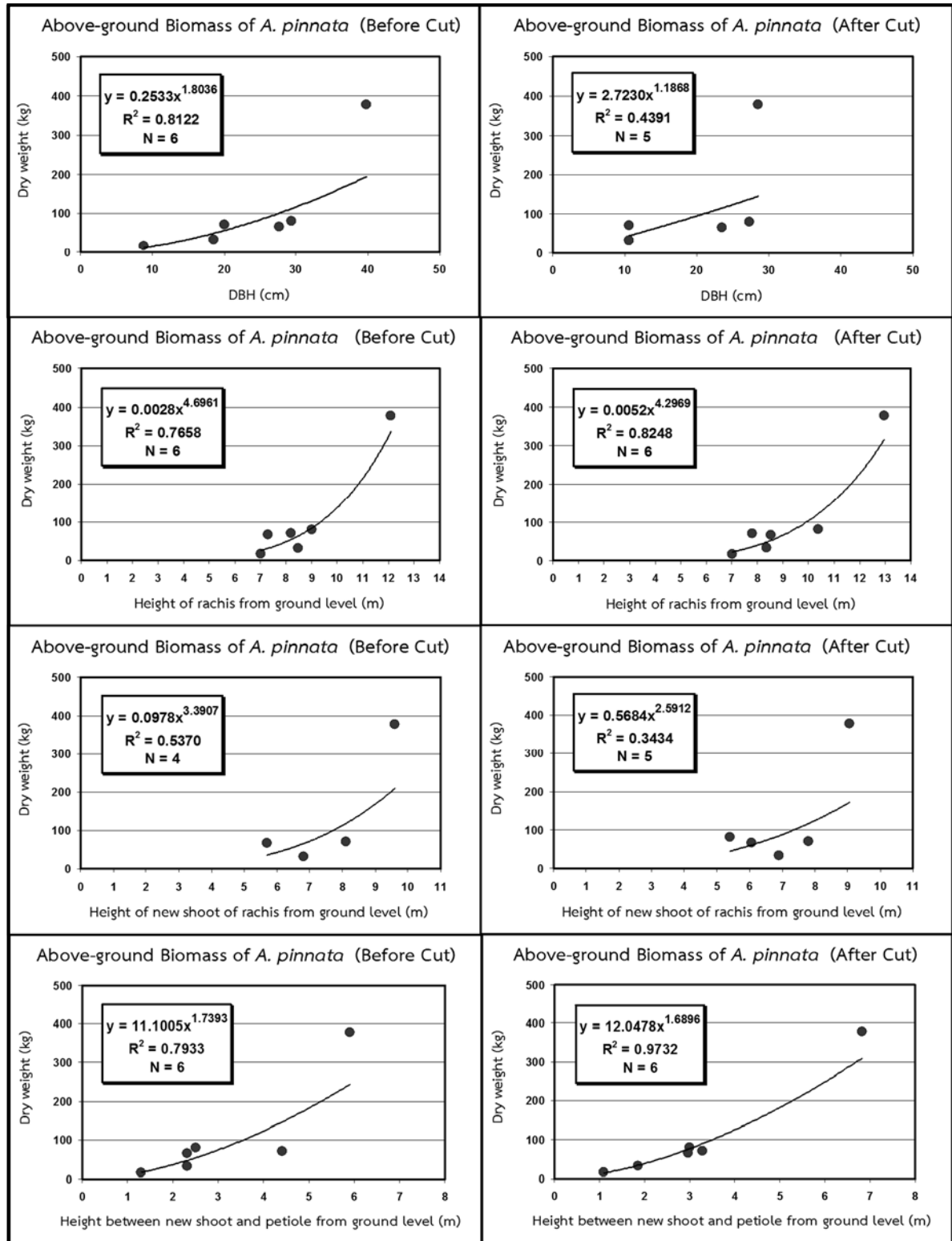


Figure 4 Allometric equation of *A. pinnata* in various independent variable such as DBH, height of rachis from ground level (H_1), height of new shoot of rachis from ground level (H_2) and Height between new shoot and petiole from ground level (H_3) before and after cut a tree at Phufa Development Center, Nan Provinces.

ในธรรมชาติพบว่าก้านใบของไม้เต่าที่อยู่ระดับล่าง ๆ มักถูกตัดให้เหลือโคนก้านใบติดกับลำต้น ยาวประมาณ 30-40 เซนติเมตร มีวัตถุประสงค์ใช้เป็นที่ยึดขึ้นลำต้นเพื่อเก็บเมล็ดตัว หรือทำการตัดใบบางส่วนออกไปเพื่อไม่ให้ขวางทางเดินในป่า หรือนำใบไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ในการประเมินมวลชีวภาพของใบทั้งหมดที่เกิดจากการถูกตัดออกไป สามารถประเมินได้จากความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของโคนก้านใบกับน้ำหนักใบทั้งหมด

ข้อมูลภาคสนามในมิติต่าง ๆ ของกาบใบ ก้านใบ และใบย่อย รายใบ และรายต้น แสดงใน Table 2 และพบว่าก้านใบที่ยาวที่สุดเป็นของต้นที่ 4 ใบที่ 15 มีความยาวทั้งสิ้น 9.57 เมตร มีความกว้างของใบ 2.93 เมตร และมีน้ำหนักแห้งรวมทั้งสิ้น 5.971 กิโลกรัม ส่วนต้นที่ 1 ใบที่ 18 จะมีขนาดความกว้างของใบมากที่สุดคือ 3.59 เมตร แต่มีความยาวของก้านใบ 8.00 เมตร และมีน้ำหนักแห้งรวมทั้งสิ้น 10.780 กิโลกรัม ส่วนใบที่ 17 จะมีน้ำหนักแห้งของใบที่มากที่สุดคือ 11.297 กิโลกรัม

เมื่อนำข้อมูลจาก Table 2 มาหาความสัมพันธ์ในรูปแบบสมการแอลโลเมตริก แสดงใน Figure 5 พบว่าเมื่อใช้ค่า D_0 เป็นตัวแปรอิสระและให้น้ำหนักของใบเป็นตัวแปรตาม จะให้ค่า R^2 ที่ต่ำกว่าการใช้ค่า D_{20} เนื่องจากตำแหน่งบริเวณ D_0 เป็นตำแหน่งที่อยู่ใกล้และติดต่อกับส่วนของกาบใบที่ติดอยู่กับลำต้น ทำให้ขนาดรูปทรงมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับการขยายตัวของกาบใบ ขณะที่ตำแหน่งที่สูงขึ้นมา 20 เซนติเมตร จะช่วยลดอิทธิพลของกาบใบได้ค่อนข้างมาก ทำให้ได้ค่า R^2 สูงกว่า การที่สมการมีจำนวน N ไม่เท่ากัน เพราะการเก็บข้อมูลในวันแรก ๆ ไม่ได้ทำการวัดข้อมูล D_{20} จึงเปลี่ยนวิธีการเก็บข้อมูลใหม่เพิ่มเติมในวันถัดมา

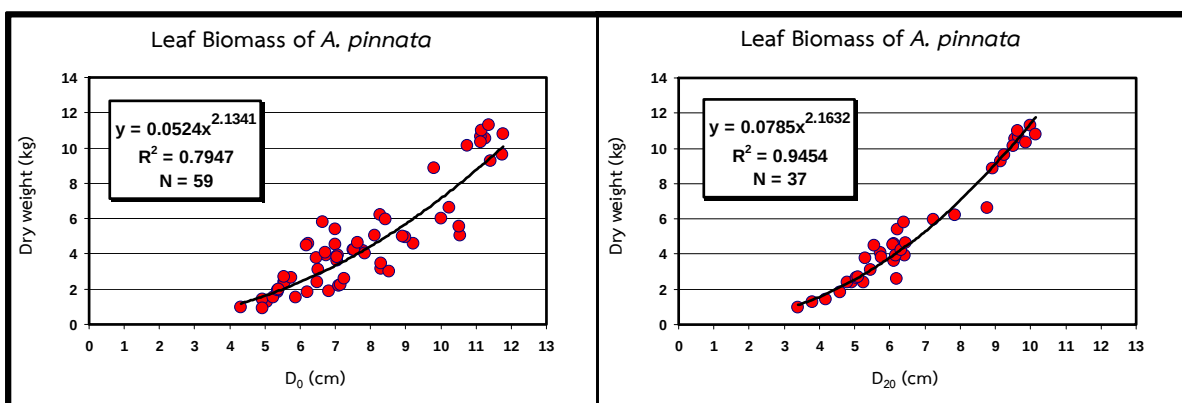


Figure 5 Allometric equation for estimated leaf biomass of *A. pinnata* by using D_0 and D_{20} as independent variable.

สรุป

การประเมินมวลชีวภาพของไม้เต่าเพื่อสนับสนุนการศึกษา “การสะสมคาร์บอนในพื้นที่ป่าธรรมชาติ” ควรใช้ข้อมูลความสูง ที่วัดจากพื้นดินถึงบริเวณแตกง่ามระหว่างยอดอ่อนของก้านใบที่แยกจากกาบใบคู่บนสุด เป็นตัวแปรอิสระ ในการเก็บข้อมูลด้านความสูงของไม้เต่าในพื้นที่อื่น ๆ จะต้องทำด้วยความรอบครอบเพื่อให้ได้ผลการคำนวณที่ถูกต้อง ควรเพิ่มไม้ตัวอย่างที่มีขนาดความสูงประมาณ 4, 5 และ 6 เมตร เข้ามาในสมการ จะช่วยทำให้สมการมีความสมบูรณ์มากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ข้าราชการ พนักงานราชการ และลูกจ้างประจำ ผู้เข้าร่วมประชุมเชิงปฏิบัติการเรื่อง “การหาผลผลิตมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้ป่าบางชนิด” จำนวน 35 ท่าน ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือด้านต่าง ๆ ในการศึกษาครั้งนี้ ขอขอบคุณ ผศ.ดร.สมบูรณ์ กิตติประยูร ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ และพัฒนาเทคนิคในการเก็บข้อมูลภาคสนาม และขอขอบคุณ คุณฤทธิ ลือไธสง หัวหน้าโครงการศูนย์ภูฟ้าพัฒนา ที่อำนวยความสะดวกด้านสถานที่

Table 2 Field data of rachis dimension and dry weight of petiole rachis and pinnae of *A. pinnata* Phufa Development Center, Nan Provinces.

Tree No. 1															Tree No. 2										Tree No. 3										
Rachis & Pinnae Dimension					Dry Weight (kg)					Rachis & Pinnae Dimension					Dry Weight (kg)					Rachis & Pinnae Dimension					Dry Weight (kg)										
No	Length (m)	Width (m)	Φ ₀ (cm)	Φ ₂₀ (cm)	Petiole	Rachis	Pinnae	Rachis+	No	Length (m)	Width (m)	Φ ₀ (cm)	Φ ₂₀ (cm)	Petiole	Rachis	Pinnae	Rachis+	No	Length (m)	Width (m)	Φ ₀ (cm)	Φ ₂₀ (cm)	Petiole	Rachis	Pinnae	Rachis+	No	Length (m)	Width (m)	Φ ₀ (cm)	Φ ₂₀ (cm)	Petiole	Rachis	Pinnae	Rachis+
01	-	-	-	-	-	-	-	-	01	0.29	-	5.55	-	0.309	0.414	-	0.414	-	01	-	-	-	-	-	0.023	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02	-	-	-	-	0.102	0.067	-	0.067	02	0.36	-	6.42	-	-	-	-	-	-	02	-	-	4.70	-	0.107	0.014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.014
03	-	-	-	-	0.289	0.077	-	0.077	03	0.28	-	4.95	-	-	-	-	-	-	03	-	-	3.09	-	0.029	0.007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.007
04	0.34	-	8.10	4.50	0.513	0.113	-	0.113	04	0.36	-	5.62	-	-	-	-	-	-	04	-	-	4.42	2.97	0.212	0.059	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.059
05	0.42	-	8.44	*	-	0.272	-	0.272	5	5.74	2.10	6.81	*	5.854	0.966	0.933	1.899	05	-	-	4.22	-	0.405	0.039	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.039	
06	0.16	-	9.47	6.19	4.350	0.357	-	0.357	6	5.64	2.22	7.11	*	-	1.106	1.093	2.199	06	0.16	-	4.82	-	0.533	0.047	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.047	
07	5.95	2.33	9.49	6.47	0.799	1.311	0.403	1.714	7	6.12	2.33	7.15	*	-	0.907	1.316	2.223	07	0.24	-	4.95	3.96	0.461	0.072	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.072	
8	6.79	2.95	10.54	*	1.655	2.870	2.154	5.024	8	6.23	2.53	8.30	*	-	1.589	1.543	3.132	08	4.24	2.35	5.31	4.10	0.496	0.547	0.911	1.458	-	-	-	-	-	-	-	1.458	
9	7.71	2.90	10.52	*	0.871	3.253	2.313	5.566	9	6.00	2.44	8.53	*	-	1.424	1.560	2.984	09	4.65	2.27	5.66	-	0.708	0.710	1.000	1.710	-	-	-	-	-	-	-	1.710	
10	8.28	2.43	10.00	*	1.524	3.740	2.247	5.987	10	6.96	2.68	8.30	*	-	1.786	1.693	3.479	10	5.36	2.60	6.48	5.26	0.921	1.057	1.332	2.389	-	-	-	-	-	-	-	2.389	
11	8.30	3.12	11.41	9.14	0.598	5.153	4.104	9.257	11	7.26	2.82	9.21	*	-	2.496	2.090	4.586	11	6.26	2.80	6.52	5.45	0.915	1.464	1.642	3.106	-	-	-	-	-	-	-	3.106	
12	8.76	3.20	10.24	8.76	3.486	3.556	3.067	6.623	12	7.62	2.80	7.51	*	-	2.085	2.128	4.213	12	6.85	2.74	6.45	5.31	0.603	1.987	1.799	3.786	-	-	-	-	-	-	-	3.786	
13	8.74	3.35	11.76	9.25	1.997	6.032	3.606	9.638	13	6.81	2.75	7.80	*	-	2.076	2.095	4.171	13	7.25	2.80	6.71	5.74	1.583	2.186	1.891	4.077	-	-	-	-	-	-	-	4.077	
14	8.40	3.51	11.26	9.55	4.343	6.048	4.515	10.563	14	7.75	2.98	8.13	*	-	2.711	2.350	5.061	14	7.54	3.06	6.24	6.13	1.516	2.438	2.157	4.595	-	-	-	-	-	-	-	4.595	
15	8.05	3.20	11.14	9.65	0.798	5.889	4.733	10.622	15	7.84	3.18	9.00	*	-	2.609	2.352	4.961	15	7.34	2.65	6.17	5.56	0.467	2.383	2.106	4.489	-	-	-	-	-	-	-	4.489	
16	8.29	3.18	11.16	9.63	2.791	6.139	4.867	11.006	16	7.36	3.00	8.92	*	-	2.455	2.526	4.981	16	7.71	2.80	7.00	6.10	0.170	2.476	2.053	4.529	-	-	-	-	-	-	-	4.529	
17	8.45	3.49	11.36	10.00	0.807	6.396	4.901	11.297	17	7.36	2.58	7.83	*	-	2.079	1.955	4.034	17	7.55	-	6.95	6.30	-	3.916	-	3.916	-	-	-	-	-	-	-	3.916	
18	8.00	3.59	11.77	10.14	2.065	5.945	4.835	10.780	18	2.40	-	-	-	-	0.631	-	0.631	18	4.54	-	5.10	-	-	1.846	-	1.846	-	-	-	-	-	-	-	1.846	
19	7.37	3.28	11.13	9.86	-	5.667	4.690	10.357																											
20	7.35	3.07	10.74	9.52	1.560	5.500	4.654	10.154																											
21	6.80	3.20	9.82	8.91	-	4.760	4.121	8.881																											
22	5.83	3.70	8.27	7.85	0.919	3.198	3.000	6.198																											
23	4.47	3.10	6.74	6.43	-	1.880	2.045	3.925																											
24	1.98	1.72	4.31	3.40	0.147	0.415	0.566	0.981																											
Summary					29.614	78.638	60.821	139.459	Summary					6.163	25.334	23.634	48.96	Summary					9.149	21.248	14.891	36.139	Summary								

Table 2 (Continued)

Tree No. 4										Tree No. 5										Tree No. 6										
Rachis & Pinnae Dimension					Dry Weight (kg)					Rachis & Pinnae Dimension					Dry Weight (kg)					Rachis & Pinnae Dimension					Dry Weight (kg)					
No	Length (m)	Width (m)	Φ ₀ (cm)	Φ ₂₀ (cm)	Petiole	Rachis	Pinnae	Rachis+ Pinnae	No	Length (m)	Width (m)	Φ ₀ (cm)	Φ ₂₀ (cm)	Petiole	Rachis	Pinnae	Rachis+ Pinnae	No	Length (m)	Width (m)	Φ ₀ (cm)	Φ ₂₀ (cm)	Petiole	Rachis	Pinnae	Rachis+ Pinnae				
01	0.25	-	5.78	-	0.206	-	-	-	01	-	-	-	-	0.020	-	-	-	-	01	0.97	-	3.83	-	1.080	-	-	-			
02	-	-	7.26	-	0.248	-	-	-	02	-	-	-	-	0.051	-	-	-	-	02	0.45	-	5.20	-	-	-	-	-			
03	0.22	-	5.83	-	0.044	0.036	-	0.036	03	0.14	-	3.82	-	0.089	0.018	-	0.018	03	3.62	-	4.22	-	-	-	-	-				
04	0.35	-	5.89	-	0.579	0.087	-	0.087	04	0.40	-	4.09	-	0.202	0.047	-	0.047	04	4.40	-	4.24	-	-	-	-	-				
05	0.03	-	6.50	-	0.759	0.024	-	0.024	05	0.17	-	4.95	-	0.365	0.031	-	0.031	05	4.00	-	5.43	-	-	-	-	-				
06	0.17	-	5.83	-	0.051	0.055	-	0.055	06	0.13	-	4.20	-	0.100	0.033	-	0.033	06	4.42	-	5.41	-	-	-	-	-				
07	-	-	-	-	0.083	-	-	-	07	0.10	-	4.48	-	0.075	0.030	-	0.030	7	4.78	1.89	4.93	*	1.141	0.480	0.438	0.918				
8	6.92	2.65	7.26	6.19	0.184	1.507	1.096	2.603	8	4.05	1.99	5.05	3.80	0.083	0.505	0.773	1.278	8	5.94	2.21	5.24	*	-	0.869	0.668	1.537				
9	7.18	2.70	7.06	6.13	0.250	1.989	1.617	3.606	9	4.55	2.20	4.92	4.19	0.089	0.656	0.787	1.443	9	5.99	2.27	5.87	*	-	0.885	0.650	1.535				
10	7.70	2.67	7.07	6.16	0.253	2.308	1.635	3.943	10	5.15	2.19	5.36	4.60	0.112	0.901	0.953	1.854	10	6.69	2.35	5.37	*	-	1.107	0.809	1.916				
11	8.29	2.80	7.05	5.76	0.210	2.209	1.598	3.807	11	5.81	2.22	5.55	4.92	0.122	1.247	1.151	2.398	11	6.95	2.30	6.20	*	-	1.126	0.724	1.850				
12	8.46	2.87	7.53	6.32	0.137	2.464	1.746	4.210	12	5.54	2.35	5.56	4.79	0.165	1.141	1.234	2.375	12	6.81	2.36	5.38	*	-	1.130	0.872	2.002				
13	8.28	2.93	7.64	6.44	0.243	2.635	2.014	4.649	13	6.19	2.55	5.75	5.05	0.056	1.376	1.264	2.640	13	6.06	-	-	-	-	1.177	-	1.177				
14	8.80	2.80	7.00	6.23	0.137	3.139	2.266	5.405	14	6.51	2.64	5.53	5.10	-	1.462	1.261	2.723	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
15	9.57	2.93	8.44	7.23	0.142	3.710	2.261	5.971	15	5.05	-	5.19	-	-	1.683	-	1.683	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
16	9.31	2.88	6.64	6.39	-	3.378	2.438	5.816	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
17	3.71	-	-	-	-	1.120	-	1.120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
Summary					3.526	24.661	16.671	41.332	Summary					1.529	9.130	7.423	16.553	Summary					2.221	6.774	4.161	Summary				

Remarks: 01, 02... : Rachis dead or cut

8, 9.... : Rachis alive

- : No data to record

* : Data not measurement

■ : Data used for allometric equation

เอกสารอ้างอิง

- ชิงชัย วิริยะบัญชา. 2556. **เทคนิคการวางแผนตัวอย่างถาวรและการวัดต้นไม้ อย่างมีอาชีพ**. ส่วนวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้. สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช, กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.
- _____, ภาณุมาศ ลาตปาละ และ วัฒนา ศักดิ์ชูวงศ์. 2554. **การสะสมคาร์บอนของเถาว์วัลย์ในป่าธรรมชาติ ณ อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน**. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการระดับชาติ เรื่อง ประเทศไทยกับภูมิอากาศโลก ครั้งที่ 2 : การเปลี่ยนกระบวนทัศน์สู่เศรษฐกิจสีเขียว วันที่ 18 - 19 สิงหาคม 2554 ณ ศูนย์ประชุมอิมแพ็ค อารีนา เมืองทองธานี ปากเกร็ด นนทบุรี. องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน).
- _____, วิโรจน์ รัตนพรเจริญ และ ภาณุมาศ ลาตปาละ. 2560. **สมการประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของพันธุ์ไม้รองบางชนิดในพื้นที่ป่าธรรมชาติ**. น. 148-159 ใน **การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิชาการ การประชุมเครือข่ายวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทยครั้งที่ 6**. ระหว่างวันที่ 19-20 มกราคม พ.ศ. 2560 ณ คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- วิสุทธิ สุวรรณภินันท์, พงษ์ศักดิ์ สหุณาฬ, ปรีชา ธรรมานนท์ และ อนันต์ชัย เชื้อนธรรม. 2526. ผลผลิตของป่าไผ่รวก หินลับ กาญจนบุรี. **วารสารวนศาสตร์** 2 (2): 114-134.
- สาพิศ ร้อยอำแพง. 2533. **ผลผลิตมวลชีวภาพของไม้ไผ่พื้นเมือง 4 ชนิด**. ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อิทธิพงศ์ วรรณลังกา, รุ่งเรือง พูลศิริ และ ลดาวัลย์ พวงจิตร. 2558. **มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในสวนไผ่ 4 ชนิดที่มีอายุลำต่างกัน ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่**. **วารสารวนศาสตร์** 34 (1): 67-75.
- Chan N., S. Takeda, R. Suzuki and S. Yamamoto. 2013. Establishment of allometric models and estimation of biomass recovery of swidden cultivation fallows in mixed deciduous forests of the Bogo Mountains, Myanmar. **Forest Ecology and Management** 304:427 -436.
- Kiyono Y., Y. Monda, J. Toriyama, A. Chaddy, K. J. GOH and L. Melling. 2015. Destructive sampling method for estimating the biomasses of African oil palm (*Elaeis guineensis*) plantations on tropical peatland. **Bulletin of FFPRI** 14 (3): 147-158.
- Kutintara, U., D. Marod, M. Takahashi and T. Nakashizuka. 1995. Growth and dynamics of bamboos in a tropical seasonal forest. pp. 125-139. In **Proceedings of the International Workshop on "The Changes of Tropical Forest Ecosystems by EL Nino and Others"**. Bangkok, Japan Science & Technology Agency+National Research Council of Thailand+Japan International Science & Technology Exchange Center.
- Ogawa, H., K. Yoda, K. Ogino and T. Kira. 1965. Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand. II. Plant Biomass. **Nature and Life in Southeast Asia** :449-80.
- Tsutsumi T., K. Yoda, P. Sahunalu, P. Dhanmanonda and B. Prachaiyo. 1983. Forest: Felling, Burning and Regeneration. pp. 13-62. In **Shifting cultivation**. An experiment at Nam Phrom, Thailand and its implications for upland farming in the monsoon Tropics. Edited by K. kyuma and C. Pairintra.
- Xiao, T.L., W.T. Jian, L.F. Zhi and H.L. Mai. 2009. Diversity and aboveground biomass of lianas in the tropical seasonal rain forests of Xishuangbanna, SW China. **Rev. Biol. Trop.** 57 (1-2): 211-222.

มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของยูคาลิปตัสจดทะเบียนสายพันธุ์ใหม่ Biomass and Carbon Storage of New Registered *Eucalyptus*

อังสุมา พิณฑอง* ชุติกานต์ หุตางสงชัย สิริลักษณ์ ตาตะยานนท์ เบญจรัตน์ พรหมเพ็ญ และ ธิติ วิสาร์ตน์

Angsuma Pinthong* Chutikan Hutasangchai Siriluk Tatayanon Benjarat Prompen
and Thiti Visaratana

สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพมหานคร 10900

Forestry Research and Development Bureau, Royal Forest Department, Bangkok 10900

*Corresponding Author; Email: angsuma.paw@hotmail.com

บทคัดย่อ

กรมป่าไม้ประสบความสำเร็จในการปรับปรุงพันธุ์ไม้สกุลยูคาลิปตัส ซึ่งเป็นไม้เศรษฐกิจที่สำคัญในปัจจุบัน เพื่อให้มีผลผลิตสูง และเมื่อปี พ.ศ. 2552 มีการจดทะเบียนพันธุ์พืชที่ได้ปรับปรุงพันธุ์ใหม่ จำนวน 6 สายพันธุ์ ประกอบด้วย ปม 2-1, ปม 2-2, ปม 2-3, ปม 2-4, ปม 2-5 และ ปม 2-6 ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาการเติบโตเพื่อประเมินผลผลิต และประสิทธิภาพในการกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพันธุ์ไม้เหล่านี้จากแปลงปลูกอายุ 7 ปี ที่ปลูกด้วยระยะปลูก 2×3 ตารางเมตร ผลการศึกษาพบว่า ยูคาลิปตัสสายพันธุ์ใหม่ ปม 2-1, ปม 2-2, ปม 2-3, ปม 2-4, ปม 2-5 และ ปม 2-6 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ยเท่ากับ 12.49, 13.61, 12.35, 12.83, 11.73 และ 11.07 เซนติเมตร ตามลำดับ มีความสูงทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 18.81, 19.33, 18.76, 17.91, 17.85 และ 18.23 เมตร ตามลำดับ มีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินเท่ากับ 22.11, 22.22, 20.46, 20.59, 20.19 และ 16.15 ตันต่อไร่ ตามลำดับ มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินเท่ากับ 10.39, 10.44, 9.62, 9.68, 9.83 และ 7.59 ตันคาร์บอนต่อไร่ ตามลำดับ คิดเป็นศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้เท่ากับ 38.14, 38.33, 35.29, 35.51, 36.07 และ 27.86 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไร่ ตามลำดับ โดยมีมูลค่าการชดเชยรายได้ เท่ากับ 7,627.61, 7,665.97, 7,057.48, 7,102.37, 7,214.59 และ 5,572.77 บาทต่อไร่ ตามลำดับ

คำสำคัญ: กรมป่าไม้ มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน การกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ABSTRACT

The Royal Forest Department has been successful in breeding and improvement of some *Eucalyptus* species for high yield because they are currently important commercial timber species. Six new breeds of *Eucalyptus* species have been registered in 2009. They include RFD 2-1, RFD 2-2, RFD 2-3, RFD 2-4, RFD 2-5 and RFD 2-6. This study was therefore carried to determine growth, productivity and carbon sequestration and carbon dioxide assimilation efficiency of seven years old new breed *Eucalyptus* plantation with 2x3 square meters spacing. The results revealed that these six new breeds of *Eucalyptus* species, namely, RFD 2-1, RFD 2-2, RFD 2-3, RFD 2-4, RFD 2-5 and RFD 2-6, had average diameters at breast height of 12.49, 13.61, 12.35, 12.83, 11.73 and 11.07 cm, respectively, average total heights of 18.81, 19.33, 18.76, 17.91, 17.85 and 18.23 m, respectively, and aboveground biomass of 22.11, 22.22, 20.46, 20.59, 20.19 and 16.15 tons per rai, respectively. The aboveground carbon sequestration of these six new breed *Eucalyptus* species was 10.39, 10.44, 9.62, 9.68, 9.83 and 7.59 tons carbon per rai, respectively, from which they were equivalent to carbon dioxide assimilation efficiency of 38.14, 38.33, 35.29, 35.51, 36.07 and 27.86 tons CO₂ per rai, respectively. This implied the compensation benefits of 7,627.61, 7,665.97, 7,057.48, 7,102.37, 7,214.59 and 5,572.77 baht per rai, respectively.

Keywords: Royal Forest Department, Aboveground biomass, Carbon sequestration, Carbon dioxide assimilation

คำนำ

ยูคาลิปตัสเป็นไม้เศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญมากในปัจจุบัน มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปออสเตรเลีย ซึ่งประเทศไทยมียูคาลิปตัสหลายชนิดมาปลูก โดยการปลูกครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2493 ที่จังหวัดเชียงใหม่ การศึกษา ยูคาลิปตัสภายใต้ความร่วมมือกับรัฐบาลเดนมาร์กและรัฐบาลออสเตรเลีย พบว่า ยูคาลิปตัส คามาลดูลินซิส (*Eucalyptus camaldulensis*) มีอัตราการเติบโตดี สามารถเติบโตได้ในแทบทุกสภาพพื้นที่ โดยเฉพาะในพื้นที่ปริมาณน้ำฝนน้อยจนถึงปานกลาง จึงเป็นที่นิยมปลูกอย่างมาก และยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า (*Eucalyptus urophylla*) ที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศอินโดนีเซีย มีการเติบโตได้ดีในพื้นที่ที่มีความชื้นสูง (วิฑูรย์ และคณะ, 2553)

ปัจจุบันกรมป่าไม้มีการพัฒนาพันธุ์ยูคาลิปตัสเป็นสายพันธุ์ใหม่ เพื่อเพิ่มผลผลิตที่ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่ดี สร้างมูลค่าเพิ่มขึ้น ในรูปของการเติบโต ปริมาตร มวลชีวภาพ ความหนาแน่นของเนื้อไม้ ปริมาณเยื่อกระดาษ รูปทรงลำต้น เป็นต้น ในการปรับปรุงพันธุ์นั้น ทำการคัดเลือกพันธุ์ที่มีการเติบโตเร็ว ให้ผลผลิตเนื้อไม้สูง มีรูปทรงเปลาตรง มีความหนาแน่นเนื้อไม้สูง ด้านทานโรคและแมลง โดยการปรับปรุงพันธุ์ยูคาลิปตัสทำให้เกิดยูคาลิปตัสสายพันธุ์ใหม่ ที่กรมป่าไม้ได้จดทะเบียนคุ้มครองพันธุ์พืชไว้เมื่อปี พ.ศ. 2552 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อคุ้มครองพันธุ์พืชที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์จากนักวิจัย และรักษาลิทธิประโยชน์ของกรมป่าไม้ (งานทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา, 2559) ตลอดจนสนับสนุนให้เกษตรกรได้สายพันธุ์ที่ดีสำหรับการปลูกสร้างสวนป่าไม้ยูคาลิปตัส (สิริลักษณ์ และเบญจรัตน์, 2556) สำหรับยูคาลิปตัสสายพันธุ์ใหม่ที่ได้จดทะเบียนมีการปลูกทดสอบเพื่อเปรียบเทียบกับลักษณะสำคัญประจำพันธุ์ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ของกรมวิชาการเกษตร จำนวน 6 สายพันธุ์ ได้แก่ ยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า สายพันธุ์ ปม 2-1 หรือ RFD 2-1 สายพันธุ์ ปม 2-2 หรือ RFD 2-2 สายพันธุ์ ปม 2-3 หรือ RFD 2-3 สายพันธุ์ ปม 2-4 หรือ RFD 2-4 และสายพันธุ์ ปม 2-6 หรือ RFD 2-6 มีพันธุ์พ่อและพันธุ์แม่เป็นยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า ซึ่งมีลักษณะเด่น คือ มีการเติบโตดี รูปทรงลำต้นเปลาตรง ด้านทานแมลง แตนฝอยปม สำหรับสายพันธุ์ ปม 2-5 หรือ RFD 2-5 เป็นยูคาลิปตัสลูกผสม มีพันธุ์พ่อเป็นยูคาลิปตัส คามาลดูลินซิส และพันธุ์แม่เป็นยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า ซึ่งมีลักษณะเด่น คือ มีการเติบโตดี รูปทรงลำต้นเปลาตรง ด้านทานแมลง แตนฝอยปม

นอกจากความสำคัญในส่วนของการใช้ประโยชน์เนื้อไม้ในเชิงเศรษฐกิจ สำหรับด้านสิ่งแวดล้อม การปลูกสร้างสวนป่ายูคาลิปตัส ยังสามารถช่วยในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากชั้นบรรยากาศมาเก็บไว้ในรูปของคาร์บอนในเนื้อไม้ผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งค่ามวลชีวภาพและศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนของยูคาลิปตัสสายพันธุ์ใหม่ เป็นข้อมูลในการนำไปใช้ประโยชน์ในการประเมินศักยภาพในการผลิต ตลอดจนการกักเก็บคาร์บอนเพื่อประโยชน์ในเชิงเศรษฐกิจและนิเวศวิทยาให้แก่เกษตรกรที่นิยมปลูกยูคาลิปตัสต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการศึกษาในช่วงเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน 2560 ในแปลงปลูกทดสอบเปรียบเทียบยูคาลิปตัสสายพันธุ์ใหม่ ที่สถานีวนวัฒนวิจัยสระแกรราช อำเภอน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา โดยปลูกเป็นแปลงย่อยของแต่ละสายพันธุ์ แปลงละ 16 ต้น เรียงแบบ 4x4 ต้น ด้วยระยะปลูก 2x3 ตารางเมตร สายพันธุ์ละ 3 ซ้ำ รวมพื้นที่ปลูกทดสอบ 3 ไร่ 88 ตารางวา ประกอบด้วยยูคาลิปตัสสายพันธุ์ใหม่ จำนวน 6 สายพันธุ์ ได้แก่ ปม 2-1, ปม 2-2, ปม 2-3, ปม 2-4, ปม 2-5 และ ปม 2-6 โดยได้ดำเนินการศึกษาดังนี้

1. เก็บข้อมูลการเติบโตของไม้ยูคาลิปตัสทั้ง 6 สายพันธุ์ โดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูงทั้งหมดของต้นไม้ทุกต้น คำนวณอัตราการรอดตาย คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ดังนี้

$$\text{อัตราการรอดตาย} = \frac{\text{จำนวนต้นไม้ที่เหลือ}}{\text{จำนวนต้นไม้ทั้งหมด}} \times 100$$

2. จัดชั้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของต้นไม้ เพื่อสุ่มตัวแทนต้นไม้ที่มีขนาดต่างกัน ได้แก่ 10-12, 12-14, 14-16, 16-18 และ 18-20 เซนติเมตร สุ่มเลือกจำนวน 5 ต้นต่อสายพันธุ์ เก็บข้อมูลต้นไม้ตัวอย่างโดยวัดมิติต่าง ๆ ได้แก่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับขีดดิน (D_0) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเหนือพื้นดิน 10

เซนติเมตร ($D_{0.10}$) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 30 เซนติเมตร ($D_{0.30}$) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) ความสูงระดับกิ่งสัดกิ่งแรก (H_b) และความสูงทั้งหมด (H_t)

3. เก็บข้อมูลต้นไม้ตัวอย่างโดยการตัดทอนลำต้นออกเป็นท่อน ๆ โดยแยกเป็นส่วนที่เป็นเปลือก เนื้อไม้ กิ่ง และใบ จากนั้นชั่งน้ำหนักสดของทุกส่วน และเก็บตัวอย่างของส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ตัวอย่างแต่ละต้น นำมาอบแห้งด้วยตู้อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48-72 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักคงที่ เพื่อที่จะนำไปคำนวณค่าความชื้น จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักสดตัวอย่าง} - \text{น้ำหนักแห้งตัวอย่าง}}{\text{น้ำหนักแห้งตัวอย่าง}} \times 100$$

คำนวณน้ำหนักแห้งของต้นไม้ตัวอย่างแต่ละส่วน ซึ่งใช้เป็นตัวแทนในการสร้างสมการมวลชีวภาพความสัมพันธ์แบบ Allometric equation ในรูปของสมการยกกำลัง (Power equation: $Y=aX^b$) เพื่อนำไปประมาณหาค่ามวลชีวภาพยูคาลิปตัส 6 สายพันธุ์ ในแปลงทดลองต่อไป

4. คำนวณประสิทธิภาพในการกักเก็บคาร์บอนของยูคาลิปตัสสายพันธุ์ใหม่โดยใช้ค่าเปอร์เซ็นต์คาร์บอนเท่ากับ 47 เปอร์เซ็นต์ (IPCC, 2006) คำนวณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยคูณค่าน้ำหนักอะตอมเท่ากับ 3.67 ซึ่งเป็นค่าการเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีน้ำหนัก 1 โมเลกุล เท่ากับ 44.01 กรัมอะตอม ไปเป็นธาตุคาร์บอน 1 กรัม (McPherson, 1998) และคำนวณการซื้อขายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากข้อมูลโดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก ที่เป็นของบริษัทที่ปรึกษาภายในประเทศ มีค่าเท่ากับ 200 บาท ต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์ ข้อมูลเมื่อวันที่ 24 พฤษภาคม 2558

ผลและวิจารณ์

1. การเติบโตของยูคาลิปตัสจดทะเบียนสายพันธุ์ใหม่

จากการวัดข้อมูลการเติบโตของยูคาลิปตัสสายพันธุ์ใหม่ทั้ง 6 สายพันธุ์ ได้แก่ ปม 2-1, ปม 2-2, ปม 2-3, ปม 2-4, ปม 2-5 และ ปม 2-6 อายุ 7 ปี พบว่า สายพันธุ์ ปม 2-2 และ ปม 2-3 มีอัตราการรอดตายสูงสุด เท่ากับ 95.83 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ สายพันธุ์ ปม 2-4 และ ปม 2-6 เท่ากับ 87.50 และ 85.42 เปอร์เซ็นต์ และสายพันธุ์ ปม 2-1 และ 2-5 มีอัตราการรอดตายน้อยสุด เท่ากับ 81.25 เปอร์เซ็นต์ (Table 1) สำหรับการเติบโตทางด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ยของยูคาลิปตัสสายพันธุ์ ปม 2-1, ปม 2-2, ปม 2-3, ปม 2-4, ปม 2-5 และ ปม 2-6 เท่ากับ 12.49, 13.61, 12.35, 12.83, 11.73 และ 11.07 เซนติเมตร ตามลำดับ คิดเป็นความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปี เท่ากับ 1.78, 1.94, 1.76, 1.73, 1.68 และ 1.58 เซนติเมตรต่อปี ตามลำดับ สายพันธุ์ ปม 2-2 เป็นสายพันธุ์ที่มีการเติบโตดีที่สุด โดยการเติบโตของยูคาลิปตัสสายพันธุ์ใหม่ทั้ง 6 สายพันธุ์ มีค่ามากกว่ายูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อายุ 6 ปี ที่ปลูกด้วยระยะปลูก 1.5×3 ตารางเมตร ที่สถานีวนวัฒนวิจัยกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 7.90 ± 3.35 เซนติเมตร คิดเป็นความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 1.32 เซนติเมตรต่อปี (บพิตร และคณะ, 2559) สำหรับความสูงทั้งหมดเฉลี่ยของยูคาลิปตัสสายพันธุ์ ปม 2-1, ปม 2-2, ปม 2-3, ปม 2-4, ปม 2-5 และ ปม 2-6 เท่ากับ 18.81, 19.33, 18.76, 17.91, 17.85 และ 18.23 เมตร ตามลำดับ โดยคิดเป็นความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปี เท่ากับ 2.69, 2.76, 2.68, 2.56, 2.55 และ 2.60 เมตรต่อปี ตามลำดับ (Table 1) สายพันธุ์ ปม 2-2 มีการเติบโตทางด้านความสูงทั้งหมดเฉลี่ยดีที่สุด และการเติบโตของยูคาลิปตัสสายพันธุ์ใหม่ทั้ง 6 สายพันธุ์ มีค่ามากกว่ายูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อายุ 6 ปี ที่ปลูกด้วยระยะปลูก 1.5×3 ตารางเมตร ที่สถานีวนวัฒนวิจัยกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร ที่มีความสูงเฉลี่ย 9.94 ± 2.75 เมตร คิดเป็นความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 1.66 เมตรต่อปี (บพิตร และคณะ, 2559) จะเห็นได้ว่ายูคาลิปตัสสายพันธุ์ใหม่ที่มีการปรับปรุงพันธุ์แล้ว มีการเติบโตที่ดีมากกว่ายูคาลิปตัสทั่วไป

Table 1 Mean diameter at breast height, total height and mean annual increment of new registered *Eucalyptus*.

Clone number	Density (tree)	Survival rate (%)	Diameter at breast height		Total height	
			Mean (cm)	Mean annual increment (m yr ⁻¹)	Mean (cm)	Mean annual increment (m yr ⁻¹)
RFD 2-1	39	81.25	12.49±4.16	1.78	18.81±5.03	2.69
RFD 2-2	46	95.83	13.61±2.55	1.94	19.33±2.10	2.76
RFD 2-3	46	95.83	12.35±3.21	1.76	18.76±1.85	2.68
RFD 2-4	42	87.50	12.83±2.40	1.83	17.91±2.55	2.56
RFD 2-5	39	81.25	11.73±3.27	1.68	17.85±3.62	2.55
RFD 2-6	41	85.42	11.07±2.12	1.58	18.23±2.52	2.60

2. การประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของยูคาลิปตัสจดทะเบียนสายพันธุ์ใหม่

จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพของส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ตัวอย่างกับมิติของต้นไม้ ได้สมการที่เหมาะสมในการประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของยูคาลิปตัสสายพันธุ์ใหม่ทั้ง 6 สายพันธุ์ (Table 2)

จากการศึกษามวลชีวภาพของยูคาลิปตัสสายพันธุ์ใหม่ทั้ง 6 สายพันธุ์ ที่อายุ 7 ปี ปลุกด้วยระยะปลูก 2×3 เมตร พบว่า สายพันธุ์ ปม 2-2 มีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินสูงสุด เท่ากับ 22.22 ต้นต่อไร่ รองลงมาได้แก่ ปม 2-1, ปม 2-5, ปม 2-4, ปม 2-3 และ ปม 2-6 เท่ากับ 22.11, 20.91, 20.59, 20.46 และ 16.15 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ (Table 3) ซึ่งมีปริมาณมากกว่ายูคาลิปตัส ความลาดูเลนซิส อายุ 6 ปี มีค่าเพียง 4.27 ต้นต่อไร่ (บพิตร และคณะ, 2559) และมีค่ามากกว่ายูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า ถิ่นกำเนิด Jawagahar อายุ 6 ปี ปลุกด้วยระยะปลูก 3×3 ตารางเมตร ที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมการปลูกสร้างสวนป่า จังหวัดนครราชสีมา ที่มีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินเฉลี่ยเท่ากับ 14.47 ต้นต่อไร่ (อิติ และคณะ, 2546) ซึ่งมีมวลชีวภาพของยูคาลิปตัสสายพันธุ์ปม 2-3, ปม 2-4 และ ปม 2-5 มีค่าใกล้เคียงกัน ขณะที่สายพันธุ์ ปม 2-6 มีค่าแตกต่างจากสายพันธุ์อื่นอย่างเห็นได้ชัด (Table 3) สำหรับความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีของการสะสมมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของยูคาลิปตัสสายพันธุ์ ปม 2-1, ปม 2-2, ปม 2-3, ปม 2-4, ปม 2-5 และ ปม 2-6 เท่ากับ 3.16, 3.17, 2.92, 2.94, 2.99 และ 2.31 ต้นต่อไร่ต่อปี (Table 4) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยมากกว่าจากการศึกษาของบพิตร และคณะ (2559) ถึง 3.25-4.46 เท่า โดยสายพันธุ์ ปม 2-2 มีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินสูงสุด ซึ่งมากกว่าสายพันธุ์ ปม 2-6 ถึง 6.07 ต้นต่อไร่ ปริมาณมวลชีวภาพที่แตกต่างกัน อาจมีสาเหตุมาจากการศึกษาสภาพในการสร้างมวลชีวภาพของแต่ละสายพันธุ์ การเติบโตของต้นไม้ทั้งทางด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ยและความสูงทั้งหมดเฉลี่ยของแต่ละสายพันธุ์ ตลอดจนความหนาแน่นของหมู่ไม้ ซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญที่ใช้ในการหาปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

เมื่อพิจารณาแยกเป็นส่วนที่เป็นเปลือก เนื้อไม้ กิ่ง และใบ พบว่า มวลชีวภาพส่วนที่เป็นเปลือก สายพันธุ์ ปม 2-1 มีค่าสูงสุด เท่ากับ 2.18 ต้นต่อไร่ รองลงมาได้แก่ สายพันธุ์ ปม 2-5, ปม 2-4, ปม 2-2 เท่ากับ 2.08, 1.81, 1.78 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ โดย ปม 2-3 และ ปม 2-6 มีค่าต่ำสุด เท่ากับ 1.47 ต้นต่อไร่ คิดเป็นความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีในการสะสมมวลชีวภาพในส่วนเปลือกเท่ากับ 0.31, 0.30, 0.26, 0.25, 0.21 และ 0.21 ต้นต่อไร่ต่อปี โดย ปม 2-1 มีการสะสมมวลชีวภาพส่วนที่เป็นเปลือกมากกว่าปม 2-6 ประมาณ 0.71 ต้นต่อไร่ สำหรับมวลชีวภาพในส่วนที่เป็นเนื้อไม้ สายพันธุ์ ปม 2-1 มีมวลชีวภาพสูงสุด เท่ากับ 17.96 ต้นต่อไร่ รองลงมาได้แก่ ปม 2-2, ปม 2-5, ปม 2-3, ปม 2-4 และ ปม 2-6 เท่ากับ 17.83, 15.89, 14.62, 14.44 และ 12.80 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ โดยสายพันธุ์ ปม 2-1 ที่มีมวลชีวภาพสูงที่สุดนั้น มีค่ามากกว่าสายพันธุ์ ปม 2-6 ที่มีมวลชีวภาพต่ำสุดถึง 5.16 ต้นต่อไร่ สำหรับความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีมีค่าเท่ากับ 2.57, 2.55, 2.27, 2.09, 2.06 และ 1.83 ต้นต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ (Table 4) โดยรวมมวลชีวภาพในส่วนที่เป็นลำต้นนั้น ปม 2-1 มีการสะสมมวลชีวภาพสูงสุด เท่ากับ 20.14 ต้นต่อไร่ รองลงมาได้แก่ ปม 2-2, ปม 2-5, ปม 2-4, ปม 2-3 และ ปม 2-6 เท่ากับ 19.61, 17.97, 16.25, 16.08 และ 14.26 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ (Table 3)

Table 2 Allometric equation for biomass estimation of new registered *Eucalyptus*.

Clone number	Biomass of each part	Allometric equation	R ²
RFD 2-1	W _S	$0.0331(\text{DBH}^2\text{H})^{0.9467}$	0.9972
	W _{Bk}	$0.0021(\text{DBH}^2\text{H})^{1.0094}$	0.9668
	W _W	$0.0316(\text{DBH}^2\text{H})^{0.9383}$	0.9971
	W _B	$0.0198(\text{W}_S)^{1.2383}$	0.9436
	W _L	$0.000067(\text{DBH}^2\text{H})^{1.291545}$	0.9941
	W _T	$0.0298(\text{DBH}^2\text{H})^{0.9702}$	0.9958
RFD 2-2	W _S	$0.0370(\text{DBH}^2\text{H})^{0.9263}$	0.9736
	W _{Bk}	$0.1858(\text{DBH}^2\text{H})^{0.4407}$	0.9120
	W _W	$0.0220(\text{DBH}^2\text{H})^{0.9773}$	0.9730
	W _B	$0.0005(\text{DBH}^2\text{H})^{1.1310}$	0.9417
	W _L	$0.0005(\text{DBH}^2\text{H})^{1.1030}$	0.9177
	W _T	$0.0343(\text{DBH}^2\text{H})^{0.9505}$	0.9805
RFD 2-3	W _S	$0.0172(\text{DBH}^2\text{H})^{1.0179}$	0.9884
	W _{Bk}	$0.1634(\text{W}_W)^{0.8827}$	0.9967
	W _W	$0.0142(\text{DBH}^2\text{H})^{1.0294}$	0.9889
	W _B	$0.000057(\text{DBH}^2\text{H})^{1.520693}$	0.9550
	W _L	$0.0006(\text{DBH}^2\text{H})^{1.0961}$	0.9400
	W _T	$0.0194(\text{DBH}^2\text{H})^{1.0365}$	0.9906
RFD 2-4	W _S	$0.0393(\text{DBH}^2\text{H})^{0.9169}$	0.9866
	W _{Bk}	$0.1327(\text{W}_W)^{0.9858}$	0.9776
	W _W	$0.0343(\text{DBH}^2\text{H})^{0.9191}$	0.9890
	W _B	$0.000017(\text{W}_S)^{3.179502}$	0.9997
	W _L	$0.0137(\text{W}_S)^{1.3687}$	0.9626
	W _T	$0.00930(\text{DBH}^2\text{H})^{1.12554}$	0.9548
RFD 2-5	W _S	$0.0245(\text{DBH}^2\text{H})^{0.9970}$	0.9982
	W _{Bk}	$0.0057(\text{DBH}^2\text{H})^{0.9114}$	0.8485
	W _W	$0.0202(\text{DBH}^2\text{H})^{1.0054}$	0.9993
	W _B	$0.0167(\text{W}_S)^{1.4333}$	0.9944
	W _L	$0.0100(\text{W}_S)^{1.3302}$	0.9893
	W _T	$0.0185(\text{DBH}^2\text{H})^{1.0500}$	0.9973
RFD 2-6	W _S	$0.0449(\text{DBH}^2\text{H})^{0.9145}$	0.9638
	W _{Bk}	$0.0079(\text{DBH}^2\text{H})^{0.8466}$	0.9901
	W _W	$0.0361(\text{DBH}^2\text{H})^{0.9290}$	0.9414
	W _B	$0.0143(\text{DBH}^2\text{H})^{0.7540}$	0.9994
	W _L	$0.0052(\text{DBH}^2\text{H})^{0.7870}$	0.9106
	W _T	$0.0553(\text{DBH}^2\text{H})^{0.9052}$	0.9793

Remarks: W_S = Stem biomass (kilogram)W_W = Wood biomass (kilogram)W_L = Leaf biomass (kilogram)

DBH = Diameter at breast height (centimeter)

W_{Bk} = Bark biomass (kilogram)W_B = Branch biomass (kilogram)W_T = Aboveground biomass (kilogram)

H = Total height (meter)

สำหรับมวลชีวภาพส่วนที่เป็นกิ่ง ปม 2-3 มีค่าสูงสุด เท่ากับ 3.31 ตันต่อไร่ รองลงมาได้แก่ ปม 2-4, ปม 2-5, ปม 2-2, ปม 2-6 และ ปม 2-1 เท่ากับ 3.28, 2.15, 1.46, 1.29 และ 1.20 ตันต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งสายพันธุ์ ปม 2-3 มีค่าสูงมากกว่าสายพันธุ์ปม 2-1 ถึง 2.11 ตันต่อไร่ ทั้งนี้ความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีในการสะสมมวลชีวภาพส่วนที่เป็นกิ่ง ปม 2-3 และ ปม 2-4 มีค่าสูงสุด เท่ากับ 0.47 ตันต่อไร่ต่อปี รองลงมาได้แก่ ปม 2-5, ปม 2-2, ปม 2-6 และ ปม 2-1 เท่ากับ 0.31, 0.21, 0.18 และ 0.17 ตันต่อไร่ต่อปี และมวลชีวภาพส่วนที่เป็นใบ ปม 2-2 มีมวลชีวภาพสูงสุด เท่ากับ 1.15 ตันต่อไร่ รองลงมาได้แก่ ปม 2-3, ปม 2-4, ปม 2-5, ปม 2-1 และ ปม 2-6 เท่ากับ 1.07, 1.06, 0.80, 0.77 และ 0.61 ตันต่อไร่ ตามลำดับ โดย ปม 2-2 มีค่ามากกว่า ปม 2-6 ประมาณ 0.54 ตันต่อไร่ สำหรับความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปี เท่ากับ 0.16, 0.15, 0.15, 0.11, 0.11 และ 0.09 ตันต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ (Table 4) โดยในภาพรวมของการสะสมมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของยูคาลิปตัสสายพันธุ์ใหม่ ปม 2-2 มีการสะสมมวลชีวภาพเหนือพื้นดินสูงสุด ในขณะที่ปม 2-6 มีการสะสมมวลชีวภาพเหนือพื้นดินต่ำสุด (Table 3)

Table 3 Aboveground biomass of new registered *Eucalyptus*.

Clone number	Biomass (ton rai ⁻¹)					
	Stem	Bark	Wood	Branch	Leaf	Total
RFD 2-1	20.14	2.18	17.96	1.20	0.77	22.11
RFD 2-2	19.61	1.78	17.83	1.46	1.15	22.22
RFD 2-3	16.08	1.47	14.62	3.31	1.07	20.46
RFD 2-4	16.25	1.81	14.44	3.28	1.06	20.59
RFD 2-5	17.97	2.08	15.89	2.15	0.80	20.91
RFD 2-6	14.26	1.47	12.80	1.29	0.61	16.15

Table 4 Mean annual increment aboveground biomass of new registered *Eucalyptus*.

Clone Number	Biomass (ton rai ⁻¹ yr ⁻¹)					
	Stem	Bark	Wood	Branch	Leaf	Total
RFD 2-1	2.88	0.31	2.57	0.17	0.11	3.16
RFD 2-2	2.80	0.25	2.55	0.21	0.16	3.17
RFD 2-3	2.30	0.21	2.09	0.47	0.15	2.92
RFD 2-4	2.32	0.26	2.06	0.47	0.15	2.94
RFD 2-5	2.57	0.30	2.27	0.31	0.11	2.99
RFD 2-6	2.04	0.21	1.83	0.18	0.09	2.31

3. การกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของยูคาลิปตัสจดทะเบียนสายพันธุ์ใหม่

ยูคาลิปตัสสายพันธุ์ ปม 2-2 มีการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินสูงสุด เท่ากับ 10.44 ตันคาร์บอนต่อไร่ รองลงมาได้แก่ ปม 2-1, ปม 2-5, ปม 2-4, ปม 2-3 และ ปม 2-6 เท่ากับ 10.39, 9.83, 9.68, 9.62 และ 7.59 ตันคาร์บอนต่อไร่ ตามลำดับ (Table 5) โดยสายพันธุ์ปม 2-2 ที่มีการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินสูงสุด มากกว่าสายพันธุ์ ปม 2-6 ที่มีการกักเก็บคาร์บอนต่ำสุด ยูคาลิปตัสทั้ง 6 สายพันธุ์ มีค่ามากกว่ายูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส อายุ 6 ปี ที่มีการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินเพียง 2.65 ตันคาร์บอนต่อไร่ (บพิตร และคณะ, 2559) ความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีของการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของยูคาลิปตัสสายพันธุ์ ปม 2-1, ปม 2-2, ปม 2-3, ปม 2-4, ปม 2-5 และ ปม 2-6 เท่ากับ 1.49, 1.50, 1.38, 1.39, 1.41 และ 1.09 ตันคาร์บอนต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ (Table 6) ซึ่งมีปริมาณมากกว่าความเพิ่มพูนของการกักเก็บคาร์บอนของยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ที่มีค่าเพียง 0.44 ตันคาร์บอนต่อไร่ต่อปี (บพิตร และคณะ, 2559) ความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีของการกักเก็บคาร์บอนของยูคาลิปตัสสายพันธุ์ปม 2-1, ปม 2-2, ปม 2-3, ปม 2-4 และ ปม 2-5 อายุ 7 ปี มีค่ามากกว่าอัตราการกักเก็บคาร์บอนในสวนยางพาราในช่วงอายุ 6-10 ปี ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.34 ตันคาร์บอนต่อไร่ต่อปี (ระวี และคณะ, 2555)

เมื่อพิจารณาแยกเป็นส่วนที่เป็นลำต้น กิ่ง และใบ พบว่า ส่วนที่เป็นลำต้น ปม 2-1 มีการกักเก็บคาร์บอนสูงสุด เท่ากับ 9.47 ตันคาร์บอนต่อไร่ รองลงมาได้แก่ ปม 2-2, ปม 2-5, ปม 2-4, ปม 2-3 และ ปม 2-6 เท่ากับ 9.22, 8.44, 7.64, 7.56 และ 6.70 ตันคาร์บอนต่อไร่ ตามลำดับ (Table 5) โดย ปม 2-1 มีการกักเก็บคาร์บอนในส่วนของลำต้นมากกว่า ปม 2-6 ถึง 2.77 ตันคาร์บอนต่อไร่ ความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีของการกักเก็บคาร์บอนในส่วนของลำต้น เท่ากับ 1.36, 1.32, 1.21, 1.10, 1.09 และ 0.96 ตันคาร์บอนต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ (Table 6) สำหรับส่วนที่เป็นกิ่ง พบว่า ปม 2-3 และ ปม 2-4 มีค่าสูงสุด เท่ากับ 1.56 ตันคาร์บอนต่อไร่ รองลงมาได้แก่ ปม 2-5, ปม 2-2, ปม 2-1 และ ปม 2-6 เท่ากับ 1.01, 0.68, 0.56 และ 0.60 ตันคาร์บอนต่อไร่ ตามลำดับ (Table 5) ทั้งนี้ ปม 2-4 มีค่ามากกว่า ปม 2-6 อยู่ประมาณ 0.96 ตันคาร์บอนต่อไร่ โดยความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปี ปม 2-3 และ ปม 2-4 มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.21 ตันคาร์บอนต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ รองลงมาได้แก่ ปม 2-5, ปม 2-2 เท่ากับ 0.14, 0.09 ตันคาร์บอนต่อไร่ต่อปี และ ปม 2-1 กับ ปม 2-6 มีค่าต่ำสุด เท่ากับ 0.08 ตันคาร์บอนต่อไร่ต่อปี (Table 6) และการกักเก็บคาร์บอนส่วนที่เป็นใบ พบว่า ปม 2-2 มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.54 ตันคาร์บอนต่อไร่ รองลงมาได้แก่ ปม 2-3 และ ปม 2-4 มีค่าเท่ากัน เท่ากับ 0.50 ตันคาร์บอนต่อไร่ ปม 2-5, ปม 2-1 และ ปม 2-6 เท่ากับ 0.38, 0.36 และ 0.28 ตันคาร์บอนต่อไร่ ตามลำดับ (Table 5) คิดเป็นความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปี เท่ากับ 0.09, 0.08, 0.08, 0.06, 0.06 และ 0.05 ตันคาร์บอนต่อไร่ต่อปี (Table 6) โดย ปม 2-2 มีการสะสมมวลชีวภาพส่วนที่เป็นใบมากกว่า ปม 2-6 อยู่ประมาณ 0.26 ตันคาร์บอนต่อไร่

4. การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของยูคาลิปตัสจดทะเบียนสายพันธุ์ใหม่

ศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของยูคาลิปตัสสายพันธุ์ใหม่ทั้ง 6 สายพันธุ์ พบว่า ปม 2-2 มีศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงสุด เท่ากับ 38.14 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไร่ รองลงมาได้แก่ ปม 2-1, ปม 2-5, ปม 2-4, ปม 2-3 และ ปม 2-6 เท่ากับ 38.14, 36.07, 35.51, 35.29 และ 27.86 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไร่ ตามลำดับ (Table 5) โดยปม 2-2 มีค่ามากกว่า ปม 2-6 ถึง 10.47 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไร่ ยูคาลิปตัสสายพันธุ์ใหม่ทั้ง 6 สายพันธุ์ มีประสิทธิภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดี เมื่อเทียบกับความสามารถในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของยางพาราอายุ 2-26 ปี ที่มีค่าเท่ากับ 26.68-118.36 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไร่ (ระวี และคณะ, 2555) นอกจากนี้ยังพบว่าความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 5.48, 5.45, 5.15, 5.07, 5.04 และ 3.98 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ (Table 6)

การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ในส่วนที่เป็นลำต้น กิ่ง และใบ พบว่า ส่วนที่เป็นลำต้น ปม 2-1 มีการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์สูงสุด เท่ากับ 34.74 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไร่ รองลงมาได้แก่ ปม 2-2, ปม 2-5, ปม 2-4, ปม 2-3 และ ปม 2-6 เท่ากับ 33.83, 30.99, 28.03, 27.74 และ 24.60 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไร่ ตามลำดับ (Table 5) โดยปม 2-1 มีค่ามากกว่า ปม 2-6 ถึง 10.14 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไร่ เมื่อคิดเป็นความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปีในการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ของลำต้น เท่ากับ 4.96, 4.83, 4.43, 4.00, 3.96 และ 3.51 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไร่ต่อปี (Table 6) สำหรับส่วนที่เป็นกิ่ง พบว่า ปม 2-3 มีค่าสูงสุด เท่ากับ 5.71 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไร่ รองลงมาได้แก่ ปม 2-4, ปม 2-5, ปม 2-2, ปม 2-6 และ ปม 2-1 เท่ากับ 5.66, 3.70, 2.51, 2.22 และ 2.07 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไร่ ตามลำดับ (Table 5) ปม 2-3 มีค่าสูงมากกว่า ปม 2-1 ถึง 3.64 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไร่ นอกจากนี้ยังมีความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปี เท่ากับ 0.82, 0.81, 0.53, 0.36, 0.32 และ 0.30 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ (Table 6) และใบของยูคาลิปตัสมีการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แตกต่างกัน โดยปม 2-2 มีค่าสูงสุด เท่ากับ 1.99 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไร่ รองลงมาได้แก่ ปม 2-3, ปม 2-4, ปม 2-5, ปม 2-1 และ ปม 2-6 เท่ากับ 1.84, 1.83, 1.38, 1.32 และ 1.04 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไร่ ตามลำดับ (Table 5) เมื่อคำนวณความเพิ่มพูนเฉลี่ยรายปี มีค่าเท่ากับ 0.28, 0.26, 0.26, 0.20, 0.19 และ 0.15 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไร่ต่อปี ตามลำดับ (Table 6)

5. การชดเชยรายได้จากการประเมินการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของยูคาลิปตัสจดทะเบียนสายพันธุ์ใหม่

จากการศึกษามูลค่าการชดเชยรายได้จากการประเมินการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ของยูคาลิปตัสจดทะเบียนสายพันธุ์ใหม่ของกรมป่าไม้ พบว่า ปม 2-2 มีค่าสูงถึง 7,665.97 บาท รองลงมาได้แก่ ปม 2-1, 2-5, 2-4, 2-3 และ 2-6 เท่ากับ 7,627.61, 7,214.59, 7,102.37, 7,057.48 และ 5,572.77 บาทต่อไร่ ตามลำดับ (Table 5) โดยรายได้จาก ปม 2-5, ปม 2-4 และ ปม 2-3 มีค่าแตกต่างกันไม่มากนัก แต่แตกต่างกับปม 2-6 ค่อนข้างชัดเจน หากเกษตรกรปลูกยูคาลิปตัสจดทะเบียนสายพันธุ์ใหม่ของกรมป่าไม้ ที่เป็น ปม 2-1, ปม 2-2, ปม 2-3, ปม 2-4, ปม 2-5 และ ปม 2-6 อายุ 7 ปี จะได้รับรายได้จากการประเมินการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าตั้งแต่ 5,572.77-7,665.97 บาทต่อไร่ ซึ่งมีรายได้มากกว่ายางพารา อายุ 25 ปี ที่มีมูลค่าเท่ากับ 3,063.27 บาทต่อไร่ จากการประเมินรายได้ของการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมด 22.23 ตันคาร์บอนต่อไร่ (ระวี และคณะ, 2555)

Table 5 Aboveground carbon and carbon dioxide storage of new register *Eucalyptus*

Clone number	Carbon storage (tonCrai ⁻¹)				Carbon dioxide storage (tonCO ₂ rai ⁻¹)*				Related benefit (baht/rai)
	Stem	Branch	Leaf	Total	Stem	Branch	Leaf	Total	
RFD 2-1	9.47	0.56	0.36	10.39	34.74	2.07	1.32	38.14	7,627.61
RFD 2-2	9.22	0.68	0.54	10.44	33.83	2.51	1.99	38.33	7,665.97
RFD 2-3	7.56	1.56	0.50	9.62	27.74	5.71	1.84	35.29	7,057.48
RFD 2-4	7.64	1.56	0.50	9.68	28.03	5.66	1.83	35.51	7,102.37
RFD 2-5	8.44	1.01	0.38	9.83	30.99	3.70	1.38	36.07	7,214.59
RFD 2-6	6.70	0.60	0.28	7.59	24.60	2.22	1.04	27.86	5,572.77

Remarks: Rate for benefit carbon dioxide storage of Thailand greenhouse gas management organization (Public organization) equal 200 baht tonC⁻¹ (TGO, 2558)

Table 6 Mean annual increment aboveground carbon storage of New register *Eucalyptus*

Clone number	Carbon storage (tonCrai ⁻¹ yr ⁻¹)				Carbon dioxide storage (tonCO ₂ rai ⁻¹ yr ⁻¹)			
	Stem	Branch	Leaf	Total	Stem	Branch	Leaf	Total
RFD 2-1	1.36	0.08	0.06	1.49	4.96	0.30	0.19	5.45
RFD 2-2	1.32	0.09	0.09	1.50	4.83	0.36	0.28	5.48
RFD 2-3	1.09	0.21	0.08	1.38	3.96	0.82	0.26	5.04
RFD 2-4	1.10	0.21	0.08	1.39	4.00	0.81	0.26	5.07
RFD 2-5	1.21	0.14	0.06	1.41	4.43	0.53	0.20	5.15
RFD 2-6	0.96	0.08	0.05	1.09	3.51	0.32	0.15	3.98

สรุป

ยูคาลิปตัสจดทะเบียนสายพันธุ์ใหม่ของกรมป่าไม้ จำนวน 6 สายพันธุ์ ได้แก่ ปม 2-1, ปม 2-2, ปม 2-3, ปม 2-4, ปม 2-5 และ ปม 2-6 ปลูกทดสอบเปรียบเทียบด้วยระยะปลูก 2×3 ตารางเมตร อายุ 7 ปี ที่สถานีวนวัฒนวิจัย สะแกราช จังหวัดนครราชสีมา มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย เท่ากับ 12.49, 13.61, 12.35, 12.83, 11.73 และ 11.07 เซนติเมตร ตามลำดับ มีความสูงทั้งหมดเฉลี่ย เท่ากับ 18.81, 19.33, 18.76, 17.91, 17.85 และ 18.23 เมตร ตามลำดับ โดยสายพันธุ์ ปม 2-2 มีการเติบโตดีที่สุด และ ปม 2-6 มีการเติบโตได้น้อยกว่าทั้ง 5 สายพันธุ์ สำหรับมวลชีวภาพเหนือพื้นดินมีค่าเท่ากับ 22.11, 22.22, 20.46, 20.59, 20.19 และ 16.15 ตันต่อไร่ ตามลำดับ การกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินมีค่าเท่ากับ 10.39, 10.44, 9.62, 9.68, 9.83 และ 7.59 ตันคาร์บอนต่อไร่ ตามลำดับ คิดเป็นศักยภาพในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้เท่ากับ 38.14, 38.33, 35.29, 35.51, 36.07 และ 27.86 ตัน

คาร์บอนไดออกไซด์ต่อไร่ ตามลำดับ โดยปม 2-2 มีการสะสมมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินตลอดจนการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงสุด ในขณะที่ปม 2-6 มีค่าต่ำสุด และมูลค่าการชดเชยรายได้จากการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของยูคาลิปตัสสายพันธุ์ปม 2-1, ปม 2-2, ปม 2-3, ปม 2-4, ปม 2-5 และ ปม 2-6 เท่ากับ 7,627.61, 7,665.97, 7,057.48, 7,102.37, 7,214.59 และ 5,572.77 บาทต่อไร่ ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

- งานทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา. 2559. **ยูคาลิปตัสสายพันธุ์ใหม่ของกรมป่าไม้**. กลุ่มงานพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยี สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- บพิตร เกียรติคุณันท์, ประพาย แก่นาค และ อำไพ พรสิริแสงสุวรรณ. 2559. การประมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของสวนป่ายูคาลิปตัส อายุ 6 ปี, น. 286-296 ใน **การสัมมนาทางวนวัฒนวิทยา ครั้งที่ 10 “ป่าปลูก...นำไทยสู่เศรษฐกิจเชิงนิเวศ”**. 1-4 พฤษภาคม 2559. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อติ วิสารัตน์, ชลธิดา เชิญขุนทด, รัตนะ ไทงาม และ วิฑูรย์ เหลืองวิริยะแสง. 2546. **ยูคาลิปตัสทางเลือก**. เอกสารวิชาการป่าไม้, สถานีวิจัยและฝึกอบรมการปลูกสร้างสวนป่า, จังหวัดนครราชสีมา.
- ระวี เจียรวิภา, สุรชาติ เพชรแก้ว, มนต์รี แก้วดวง และ วิทยา พรหมมี. 2555. การประเมินการเก็บกักคาร์บอนและรายได้จากการชดเชยคาร์บอนในสวนยางพารา. **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา** 17(2): 91.102.
- วิฑูรย์ เหลืองวิริยะแสง, บรรดิษฐ์ หงษ์ทอง และ ดุริยะ สถาพร. 2553. **รายงานผลงานวิจัย ประจำปี พ.ศ. 2553 การพัฒนาพันธุ์ไม้ยูคาลิปตัสเพื่อการปลูกป่าเศรษฐกิจ**. สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- สิริลักษณ์ ตาตะยานนท์ และเบญจรัตน์ พรหมเพ็ญ. 2556. การจดทะเบียนยูคาลิปตัสสายพันธุ์ใหม่ของกรมป่าไม้ น. 360-373 ใน **ผลงานวิชาการป่าไม้ การประชุมการป่าไม้ประจำปี พ.ศ. 2556 “ผลผลิตและงานวิจัยป่าไม้ สู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน”**. 5-9 สิงหาคม 2556. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- IPCC. 2006. **IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. International Panel on Climate Change. IGES, Hayama, Japan.
- McPherson, E.G. 1998. Atmospheric carbon dioxide reduction by Sacramento's urban forest. **Journal of Arboriculture** 24 (4): 11-18.

ผลของระยะปลูกต่อสมบัติดินบางประการของสวนป่ากระถินณรงค์
ณ สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จังหวัดนครราชสีมา

Effects of spacings on some soil properties of *Acacia auriculiformis* A. Cunn. ex Benth.
Plantation at Sakaerat Silvicultural Research Station, Nakhon Ratchasima Province

สุชาย ด้วงชนะ* และ รุ่งเรือง พูลศิริ

Suchai Doungchana* and Roongreang Poolsiri

ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Silviculture, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

* Corresponding Author; E-mail: chaikungza999@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของระยะปลูกต่อสมบัติดินบางประการของสวนป่ากระถินณรงค์ ณ สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design; RCBD) จำนวน 3 บล็อก บล็อกละ 12 ระยะปลูก โดยแบ่งระดับความลึกออกเป็น 0-10 และ 10-20 เซนติเมตร พบว่า ลักษณะเนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนเหนียว ความหนาแน่นรวมและความพรุนในแต่ละระยะปลูกมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยความหนาแน่นรวมของดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับความลึกของดิน ความหนาแน่นอนุภาคเฉลี่ยมีค่าค่อนข้างคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงและความพรุนมีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึกของดิน ดินเป็นกรดจัดมาก ส่วนปริมาณอินทรีย์วัตถุมีค่าสูงสุดในระดับผิวดิน และมีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึกของดิน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดจะมีค่าแปรผันตามปริมาณอินทรีย์วัตถุ ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในระดับต่ำ และมีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึกของดิน และปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ พบว่าในดินบริเวณพื้นที่ทำการศึกษามีอยู่ในปริมาณน้อย โดยในแต่ละระยะปลูกมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: ระยะปลูก สมบัติดิน กระถินณรงค์

ABSTRACT

The study on effects of spacings on some soil properties of *Acacia auriculiformis* A. Cunn. ex Benth. Plantation at Sakaerat Silvicultural Research Station, Nakhon Ratchasima province. By using on a randomized complete block design; RCBD 3 blocks Each block has 12 spacing and breaks down into the depths of 0-10 and 10-20 cm. It was found that the texture of the soil was clay loam. Bulk density and porosity in each spacing were not significantly different. The bulk density of the soil tends to increase as the depth of the soil. The average particle density is relatively stable and Porosity tends to decrease as the depth of the soil. The soil is very acidic. The organic matter content was highest at the surface level and it tends to decrease with depth of soil. Total nitrogen will be proportional to the amount of organic matter. Phosphorus is low and decreased depth of soil and the amount of potassium, calcium and magnesium exchanged found that in the soil in the study area is low. There were no statistically significant differences at each planting stage. **Keywords:** spacings, soil properties, *Acacia auriculiformis* A. Cunn. ex Benth.

คำนำ

กระถินณรงค์เป็นไม้เศรษฐกิจที่สำคัญและเป็นไม้โตเร็วที่นิยมปลูกกันมากในสวนป่า ซึ่งสามารถเติบโตได้ภายในระยะเวลา 4-5 ปี ก็สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ นอกจากนี้เนื้อไม้ที่เป็นประโยชน์แล้ว กระถินณรงค์สามารถช่วยกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ อันก่อให้เกิดปัญหาโลกร้อนในปัจจุบัน ในการปลูกสร้างสวนป่านั้น นอกจากจะคำนึงถึงสภาพพื้นที่ สภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ ชนิดไม้ที่ปลูก ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว ระยะปลูกก็เป็นสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึง เนื่องจากไม้แต่ละชนิดเติบโตได้ดีในระยะปลูกที่ต่างกัน

ในการศึกษาครั้งนี้จะทำการศึกษาสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของดินในแปลงปลูกกระถินณรงค์ ซึ่ง Kargas *et al.* (2016) กล่าวว่า การรบกวนใด ๆ ต่อผิวดินไม่ว่าจะโดยมนุษย์หรือโดยธรรมชาติ จะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสมบัติดินและชั้นของดินเป็นแหล่งข้อมูลสำคัญของดิน มีบทบาทสำคัญต่อปัจจัยต่าง ๆ ในระบบนิเวศ เมื่อสมบัติดินเปลี่ยนแปลงไปทั้งสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมี ก็มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสารอาหาร และต้นไม้อาจได้รับสารอาหารที่ไม่เพียงพอหรืออาจจะมีมากเกินไป อันก่อให้เกิดผลเสียต่อต้นไม้ได้เช่นกัน การปลูกต้นไม้เป็นจำนวนมากโดยไม่คำนึงถึงระยะปลูก เมื่อต้นไม้โตขึ้นก็เริ่มมีการแข่งขันกันมากขึ้น ส่งผลให้ต้นไม้ที่ปลูกมีขนาดและรูปร่างไม่สวยงาม และเนื้อไม้อาจไม่มีคุณภาพ อันส่งผลกระทบต่อผลผลิตของหมูไม้

ดังนั้นการศึกษาระยะปลูกที่ต่างกันและสมบัติดินทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของกระถินณรงค์ที่สถานีวนวัฒนวิจัยสระแกราช จังหวัดนครราชสีมา จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งเพื่อที่จะได้ทราบถึงข้อมูลของดินในพื้นที่อันเป็นประโยชน์แก่ผู้ลงทุนทำการปลูกสร้างสวนป่า และใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการประยุกต์และจัดการสวนป่าแก่ผู้ที่สนใจศึกษา เป็นลำดับต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การวางแผนการทดลอง

พื้นที่ทำการศึกษา สถานีวนวัฒนวิจัยสระแกราช ตั้งอยู่ระหว่างละติจูดที่ $14^{\circ} 27' - 14^{\circ} 33'$ เหนือ และลองจิจูดที่ $101^{\circ} 53' - 101^{\circ} 56'$ ตะวันออก อยู่ในเขตพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าเขาภูหลวง บ้านห้วยน้ำเค็ม ตำบลอุดมทรัพย์ อำเภอน้ำหนาว จังหวัดนครราชสีมา อยู่ทางด้านขวามือของทางหลวงหมายเลข 304 จากอำเภอบึงสามพัน จังหวัดนครราชสีมา กับอำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี ระยะทางห่างจาก กรุงเทพมหานครประมาณ 280 กิโลเมตร (ชลธิตา, 2550) โดยจะศึกษาในแปลงกระถินณรงค์อายุ 10 ปี ที่มีขนาดพื้นที่ 832×672 ตารางเมตร และทำการแบ่งเป็น 3 แปลงขนาดแปลงละ 276×224 ตารางเมตร ในแต่ละแปลงจะมีแปลงย่อย 12 แปลง ที่มีขนาดต่างกันตามระยะปลูกได้แก่ 0.5×0.5 , 0.5×1.0 , 0.5×1.0 , 0.5×2.0 , 1.0×1.0 , 1.0×2.0 , 2.0×0.5 , 2.0×1.0 , 2.0×2.0 , 3.0×0.5 , 3.0×1.0 และ 3.0×2.0 ตารางเมตร มีความหนาแน่นของต้นไม้ในแต่ละแปลงย่อย คือ 8x8 ต้น และมีความลาดชันและทิศด้านลาดเดียวกันรวมถึงความสูงจากระดับทะเลปานกลางไม่แตกต่างกัน

การศึกษาในครั้งนี้ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design (RCBD) จำนวน 3 บล็อก บล็อกละ 12 ระยะปลูก ได้แก่ 0.5×0.5 , 0.5×1.0 , 0.5×1.0 , 0.5×2.0 , 1.0×1.0 , 1.0×2.0 , 2.0×0.5 , 2.0×1.0 , 2.0×2.0 , 3.0×0.5 , 3.0×1.0 และ 3.0×2.0 ตารางเมตร รวมแปลงทดลองทั้งสิ้น 36 แปลง ระยะปลูกละ 3 แปลง ทำการเก็บตัวอย่างดินแปลงละ 3 จุด โดยใช้ soil core แบบ split tube soil sampler

2. การวิเคราะห์ข้อมูลในห้องปฏิบัติการ

นำดินตัวอย่างที่ได้จากการเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์หาสมบัติทางกายภาพและทางเคมี ที่ห้องปฏิบัติการปฐพีวิทยาป่าไม้ ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ โดยตากดินจนแห้ง แล้วนำดินตัวอย่างไปบดแล้วร่อนด้วยตะแกรงขนาด 0.5 และ 2.0 มิลลิเมตร สมบัติของดินที่ทำการวิเคราะห์มีดังนี้

2.1 สมบัติทางกายภาพ

ทำการวิเคราะห์ความหนาแน่นรวม (bulk density, Db) จากสูตร $Db = W_{ods}/V_t$, การวิเคราะห์ความหนาแน่นอนุภาค (particle density, Dp) โดยใช้เครื่อง air comparison pycnometer (Jalota *et al.*, 1998), การวิเคราะห์ความพรุน (porosity, Pt) นำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์หาความหนาแน่นรวม และความ

หนาแน่นอนุภาคดิน มาคำนวณหาร้อยละความพรุนของดิน จากสูตร $P_t = (1 - (D_b/D_p)) \times 100$, 2.1.3), เนื้อดิน (texture) วิเคราะห์โดยวิธีไฮโดรมิเตอร์ (hydrometer method) (Kilmer and Alexander, 1949)

2.2 สมบัติทางเคมี

พีเอช (pH) ทำการวิเคราะห์โดยใช้ pH meter ซึ่งใช้อัตราส่วนของดินหนึ่งส่วนต่อน้ำหนึ่งส่วนโดยน้ำหนักเป็นองค์ประกอบในการวัด (Jackson, 1967) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (organic matter) โดย Walkley and Black rapid's titration method (Walkley and Black, 1934) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen) โดยอินทรีย์วัตถุในดินมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 5 (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2549) ดังนั้น ปริมาณไนโตรเจนสามารถคำนวณได้จากสูตร ร้อยละของไนโตรเจนในดิน = ร้อยละของอินทรีย์วัตถุในดิน $\times 0.05$ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus) โดยวิธี Bray II (Bray and Kurtz, 1945) แล้ววัดปริมาณด้วยเครื่อง spectrometer ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable potassium, calcium and magnesium) สกัดด้วย 1 N NH_4OAc ค่า $\text{pH} 7 \pm 0.2$ แล้ววัดปริมาณด้วยเครื่อง atomic absorption spectrometer (Pratt, 1965)

3. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของสมบัติดินทั้งทางกายภาพและทางเคมีระหว่างระยะปลูก ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance; ANOVA)

ผลและวิจารณ์

จากการศึกษาผลของระยะปลูกที่มีต่อสมบัติดินบางประการในแปลงปลูกกระถินณรงค์ ณ สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งประกอบไปด้วยระยะปลูก 0.5x0.5, 0.5x1.0, 0.5x1.0, 0.5x2.0, 1.0x1.0, 1.0x2.0, 2.0x0.5, 2.0x1.0, 2.0x2.0, 3.0x0.5, 3.0x1.0 และ 3.0x2.0 ตารางเมตร โดยในแต่ละระยะปลูกทำการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-10 และ 10-20 เซนติเมตร Evert (1971) ได้สรุปผลเกี่ยวกับระยะปลูกว่า เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของหมุ่ไม้จะเพิ่มขึ้นจนถึงขีดจำกัดเมื่อปลูกต้นไม้ให้ระยะปลูกเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะเป็นกับพันธุ์ไม้ทุกชนิดและทุกสภาพท้องที่ นอกจากนี้ความสัมพันธ์ระหว่างระยะปลูกกับผลผลิตในรูปปริมาตรของต้นไม้จะเป็นในรูปที่ผลผลิตลดลงเมื่อระยะปลูกเพิ่มขึ้น โดยทั่วไปต้นไม้ที่ปลูกด้วยความหนาแน่นสูงจะมีขนาดเล็ก มีความเร็วช้า (Braathe, 1952) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Kiersgard (1964); Marsh (1975) เมื่อระยะห่างระหว่างต้นไม้เพิ่มขึ้น คุณภาพของไม้ซุงจะลดลง เนื่องจากมีปุ่มบวมที่เกิดจากกิ่งก้านมากนั่นเอง เพื่อนำมาวิเคราะห์สมบัติดินทางกายภาพและทางเคมี ได้ผลการศึกษาดังต่อไปนี้

1. สมบัติทางกายภาพ

สมบัติทางกายภาพของดินที่ได้ทำการศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ ความหนาแน่นรวม ความหนาแน่นอนุภาค ความพรุน และเนื้อดิน ซึ่งได้ผลการศึกษาดังนี้

1.1 ความหนาแน่นรวม

ผลการศึกษาความหนาแน่นรวมเฉลี่ยของดินทั้ง 12 ระยะปลูก ที่ระดับความลึก 0-10 และ 10-20 เซนติเมตร พบว่า ระยะปลูก 0.5x0.5 ตารางเมตร มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 1.29 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (Table 1) ระยะปลูก 2.0x1.0 ตารางเมตร มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 1.28 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (Table 2) ตามลำดับ จะเห็นว่า ความหนาแน่นรวมของดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับความลึกของดิน เนื่องจากดินชั้นบนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าดินชั้นล่าง อนุภาคขนาดเล็กจะแทรกตัวในช่องว่างจากชั้นบนลงชั้นล่างทับถมกันทำให้ดินมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2549) จากการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติระหว่างความหนาแน่นรวมกับระยะปลูกของสวนป่ากระถินณรงค์ พบว่า ทั้ง 2 ระดับความลึก ได้แก่ 0-10, และ 10-20 เซนติเมตร มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

1.2 ความหนาแน่นอนุภาค

ผลการศึกษาความหนาแน่นอนุภาคเฉลี่ยของดินทั้ง 12 ระยะปลูก ที่ระดับความลึก 0-10 และ 10-20 เซนติเมตร พบว่า ระยะปลูก 0.5x0.5 ตารางเมตร มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 2.73 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (Table 1) และ ระยะปลูก 0.5x0.5 ตารางเมตร มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 2.69 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (Table 2) ตามลำดับ เห็นได้ว่า ค่าความหนาแน่นเฉลี่ยของอนุภาคดิน ทั้ง 2 ระดับความลึกมีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 2.60-2.69 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2549) กล่าวว่า ความหนาแน่นอนุภาคเป็นสมบัติที่เปลี่ยนแปลงได้ยาก และขึ้นอยู่กับวัตถุดิบกำเนิดดินจึงส่งผลให้ดินมีค่าความหนาแน่นอนุภาคที่คงที่และเปลี่ยนแปลงได้ยาก สอดคล้องกับ รุ่งเรือง และคณะ (2552) ที่พบว่า จากการศึกษาผลของระยะห่างระหว่างต้นยูคาลิปตัสสายต้น K51 ที่ปลูกบนคันนาเป็นแถวจำนวน 1 แถว ในพื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทรา เปรียบเทียบระหว่างก่อนปลูกยูคาลิปตัสและหลังปลูกเมื่อต้นไม่มีอายุ 3 ปี ในดินระดับความลึก 70 เซนติเมตร พบว่า ความหนาแน่นอนุภาคดินในระยะห่าง 1.5 และ 2.5 เมตร มีค่าเท่ากันระหว่างก่อนปลูกยูคาลิปตัสและหลังจากปลูก 3 ปี ส่วนระยะห่าง 1.0, 2.0 และ 0.5 เมตร มีความหนาแน่นอนุภาคดินเพิ่มขึ้น ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติระหว่างความหนาแน่นอนุภาคกับระยะปลูก ของสวนป่ากระถิ่นณรงค์ พบว่า ที่ระดับความลึก 0-10 และ 10-20 เซนติเมตร มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

1.3 ความพรุน

ผลการศึกษาร้อยละความพรุนเฉลี่ยของดินทั้ง 12 ระยะปลูก ที่ระดับความลึก 0-10 และ 10-20 เซนติเมตร พบว่า ระยะปลูก 0.5x0.5 ตารางเมตร มีค่ามากที่สุด เท่ากับร้อยละ 63.05 (Table 1) และระยะปลูก 0.5x1.0 ตารางเมตร มีค่ามากที่สุด เท่ากับร้อยละ 55.76 (Table 2) กล่าวได้ว่า ความพรุนของดินที่ระยะปลูก 0.5x0.5 ตารางเมตร มีค่าความพรุนมากที่สุด ซึ่งดินชั้นบนมีค่าความพรุนมากที่สุดและมีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึกดินที่เพิ่มขึ้น เป็นผลมาจากการสะสมของอินทรีย์วัตถุในดิน ในขณะที่ดินชั้นล่างมีปริมาณร้อยละของอินทรีย์วัตถุน้อยกว่าดินชั้นบน และยังรับน้ำหนักมากกว่า จึงส่งผลให้ร้อยละความพรุนของดินชั้นบนมีค่ามากกว่าดินชั้นล่าง (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2549) สอดคล้องกับ รุ่งเรือง และคณะ (2552) ที่สรุปผลว่า จากการศึกษาผลของระยะห่างระหว่างต้นยูคาลิปตัสสายต้น K51 ที่ปลูกบนคันนาเป็นแถวจำนวน 1 แถว ในพื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทรา เปรียบเทียบระหว่างก่อนปลูกยูคาลิปตัสและหลังปลูกเมื่อต้นไม่มีอายุ 3 ปี ในดินระดับความลึก 70 เซนติเมตร พบว่า ความพรุนของดินทุกระยะปลูกมีค่าลดลงโดยระยะปลูก 1.0 เมตร มีความพรุนลดลงมากที่สุด คือ ร้อยละ 10.26 รองลงมาคือ ระยะห่าง 0.5, 2.5, 1.5 และ 2.0 เมตร เท่ากับร้อยละ 8.93, 5.89, 4.14 และ 3.37 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องมาจากความหนาแน่นรวมที่เพิ่มขึ้น จากการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติระหว่างร้อยละความพรุนกับระยะปลูกของสวนป่ากระถิ่นณรงค์ พบว่า ที่ระดับความลึก 0-10 และ 10-20 เซนติเมตร มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

1.4 การกระจายของขนาดอนุภาคและเนื้อดิน

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของเนื้อดินในสวนป่ากระถิ่นณรงค์ พบว่า ที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร อนุภาคทรายมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.01$) อนุภาคดินเหนียวมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนที่ระดับความลึก 10-20 เซนติเมตร อนุภาคทรายมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) อนุภาคดินเหนียวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.01$) ส่วนอนุภาคทรายแบ่งทั้ง 2 ระดับความลึกมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) สอดคล้องกับ ทิพย์ลดา (2551) ที่ได้ทำการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อดินในแปลงศึกษา พบว่า ในแปลงเอเซีย เอลาโคคาร์ปา และยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า ที่ระดับความลึกตั้งแต่ 0-10 จนถึง 40-50 เซนติเมตร มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) ทั้งหมด ซึ่งเป็นดินที่มีปริมาณอนุภาคทรายสูง และอยู่ในกลุ่มดินเนื้อหยาบ (coarse-textured soils) ซึ่งวัตถุดิบกำเนิดดินจัดว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในการเกิดดิน

Table 1 Physical properties (average) of soils in the *Acacia auriculiformis* A. Cunn. ex Benth. Plantation at different spacing at a depth of 0-10 cm at Sakaerat Silvicultural Research Station, Nakhon Ratchasima province.

Soil depth (cm)	Spacing (m)	Db (g/cm ³)	Dp (g/cm ³)	Pt (%)	Particle Percentage			Texture
					Sand	Silt	Clay	
0-10	0.5x0.5	1.29	2.73	63.05	41.06	28.66	30.28	Clay Loam
	0.5x1.0	1.03	2.71	57.15	41.73	23.51	34.76	Clay Loam
	0.5x1.0	1.08	2.71	57.53	39.73	23.34	36.93	Clay Loam
	0.5x2.0	1.18	2.70	54.33	37.06	24.42	38.52	Clay Loam
	1.0x1.0	1.15	2.74	58.63	38.73	27.33	33.94	Clay Loam
	1.0x2.0	1.14	2.70	57.85	36.49	28.00	38.30	Clay Loam
	2.0x0.5	1.19	2.68	52.37	41.73	24.67	33.60	Clay Loam
	2.0x1.0	1.14	2.60	60.64	42.16	24.98	32.86	Clay Loam
	2.0x2.0	1.22	2.71	55.31	41.49	23.11	35.40	Clay Loam
	3.0x0.5	1.13	2.70	55.17	37.73	25.34	33.93	Clay Loam
	3.0x1.0	1.07	2.65	56.28	36.73	27.33	35.94	Clay Loam
	3.0x2.0	1.06	2.71	52.10	35.73	26.83	37.44	Clay Loam
F-value		2.10 ^{ns}	0.65 ^{ns}	2.03 ^{ns}	3.03 ^{**}	2.35 ^{ns}	1.74 ^{ns}	

Remarks: ^{ns} There were no significant differences. (p>0.05) ^{**} There is a statistically significant difference. (p ≤0.01)

Table 2 Physical properties (average) of soils in the *Acacia auriculiformis* A. Cunn. ex Benth. Plantation at different spacing at a depth of 10-20 cm at Sakaerat Silvicultural Research Station, Nakhon Ratchasima province.

Soil depth (cm)	Spacing (m)	Db (g/cm ³)	Dp (g/cm ³)	Pt (%)	Particle Percentage			Texture
					Sand	Silt	Clay	
10-20	0.5x0.5	1.14	2.69	53.20	39.73	28.66	31.61	Clay Loam
	0.5x1.0	1.26	2.66	52.51	31.06	26.07	42.87	Clay
	0.5x1.0	1.26	2.68	55.76	30.40	25.21	44.39	Clay
	0.5x2.0	1.27	2.68	54.28	39.73	24.43	35.84	Clay Loam
	1.0x1.0	1.23	2.67	54.82	39.06	24.00	36.94	Clay Loam
	1.0x2.0	1.20	2.63	53.48	30.16	24.97	44.87	Clay
	2.0x0.5	1.11	2.67	52.96	30.40	23.33	46.27	Clay
	2.0x1.0	1.28	2.66	52.41	40.16	26.31	33.53	Clay Loam
	2.0x2.0	1.18	2.64	54.39	30.82	23.76	45.42	Clay
	3.0x0.5	1.16	2.64	51.74	30.40	24.67	44.93	Clay
	3.0x1.0	1.19	2.68	52.07	30.40	24.55	45.05	Clay
	3.0x2.0	0.80	2.67	59.61	39.73	24.61	35.66	Clay Loam
F-value		0.52 ^{ns}	2.03 ^{ns}	0.43 ^{ns}	1.67 ^{ns}	0.45 ^{ns}	3.70 ^{**}	

Remarks: ^{ns} There were no significant differences. (p>0.05) ^{**} There is a statistically significant difference. (p ≤0.01)

2. สมบัติทางเคมี

สมบัติทางเคมีของดินที่ได้ทำการศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ พีเอช อินทรีย์วัตถุ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ซึ่งได้ผลการศึกษาดังนี้

2.1 พีเอช (pH)

ผลการวิเคราะห์ค่าพีเอชเฉลี่ยของดินทั้ง 12 ระยะปลูก ในสวนป่ากระถินณรงค์ ที่ระดับความลึก 0-10 และ 10-20 เซนติเมตร พบว่ามีค่าพีเอชมากที่สุด ที่ระยะปลูก 0.5x2.0 ตารางเมตร เท่ากับ 4.09 (Table 3) และ ระยะปลูก 0.5x2.0 ตารางเมตร เท่ากับ 4.42 (Table 4) ตามลำดับ โดยสรุปได้ว่า ดินทั้งหมดมีค่าพีเอชของดินเป็นกรดจัดมาก เนื่องจากดินในแปลงปลูกกระถินณรงค์มีระยะปลูกที่แคบ ทำให้มีจำนวนต้นไม้จำนวนมากจึงมีการร่วนหล่นของซากพืช เป็นเหตุให้มีปริมาณอินทรีย์วัตถุมาก ซึ่งจะเชื่อมโยงกับปฏิกิริยาดิน โดยอินทรีย์วัตถุจะแสดงค่าความเป็นกรดสอดคล้องกับการศึกษาของ จักรกฤษณ์ และคณะ (2532) โดยพบว่า สารสกัดจากใบของกระถินณรงค์เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ค่าความเป็นกรดต่างของดินลดลง ทำให้ดินเป็นกรดมากขึ้น และสารเหนินที่สะสมที่ผิวดินยังไปยับยั้งการเคลื่อนที่ของสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช และยังส่งผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์ขนาดเล็กที่อาศัยอยู่ในดิน รวมถึงกระบวนการของจุลินทรีย์ดิน จากผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าพีเอชในแต่ละระยะปลูกของสวนป่ากระถินณรงค์ พบว่า ที่ระดับความลึก 0-10 และ 10-20 เซนติเมตร มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

2.2 อินทรีย์วัตถุ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยในดินของสวนป่ากระถินณรงค์ที่มีระยะปลูกต่างกัน ที่ระดับความลึก 0-10 และ 10-20 เซนติเมตร พบว่า ระยะปลูก 3.0x2.0 ตารางเมตร มีค่ามากที่สุด คือ ร้อยละ 3.86 (Table 3) และ ระยะปลูก 0.5x1.0 ตารางเมตร มีค่ามากที่สุด คือ ร้อยละ 2.88 (Table 4) ตามลำดับ ซึ่ง มานะ (2557) ได้กล่าวเกี่ยวกับอินทรีย์วัตถุในดินว่า สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กต้องการสารอาหารจากซากพืช จึงมีการย่อยสลายซากพืชและซากสัตว์โดยจุลินทรีย์ดิน โดยซากพืชซากสัตว์ที่พบ จะพบในดินชั้นบนมากกว่าดินชั้นล่างอีกทั้งดินชั้นบนมีความพรุนมาก จึงเหมาะแก่การเป็นที่อาศัยและเป็นแหล่งอาหารให้จุลินทรีย์ดินและ วัณรพี (2530) กล่าวว่า อินทรีย์วัตถุมีบทบาทต่อการสร้างตัวของเม็ดดินและความเป็นประโยชน์ต่อสารอาหารพืชบางชนิด และยังเป็นสารเชื่อมอนุภาคดินทำให้ดินมีความคงทนต่อแรงกระแทก เช่น เม็ดฝน ช่วยลดการกร่อนของหน้าดิน จากการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณอินทรีย์วัตถุของสวนป่ากระถินณรงค์ที่มีระยะปลูกต่างกัน พบว่า ทั้ง 2 ระดับความลึก ได้แก่ 0-10 และ 10-20 เซนติเมตร มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

2.3 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

ผลการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยในดินของสวนป่ากระถินณรงค์ที่มีระยะปลูกต่างกัน ที่ระดับความลึก 0-10 และ 10-20 เซนติเมตร พบว่า มีปริมาณไนโตรเจนมากที่สุด ที่ระยะปลูก 3.0x2.0 ตารางเมตร คือ 1.92 กรัมต่อกิโลกรัม (Table 3) และ ระยะปลูก 0.5x1.0 ตารางเมตร คือ 1.44 กรัมต่อกิโลกรัม (Table 4) ตามลำดับ กล่าวได้ว่า ดินชั้นบนมีปริมาณไนโตรเจนสูง เนื่องจากในสวนป่ากระถินณรงค์ที่ทำการศึกษามีระยะปลูกที่แคบและมีจำนวนต้นไม้ทำให้มีปริมาณอินทรีย์วัตถุที่มาก ส่งผลให้ปริมาณไนโตรเจนมากตามไปด้วย เพราะไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของอินทรีย์วัตถุ และปริมาณไนโตรเจนมีแนวโน้มลดลงอยู่ในระดับปานกลางและต่ำตามระดับความลึกของดิน เนื่องจากปริมาณไนโตรเจนแปรผันตามอินทรีย์วัตถุในแต่ละระดับความลึกของดินเช่นกัน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2549) จากการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของสวนป่ากระถินณรงค์ที่มีระยะปลูกต่างกัน พบว่า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเฉลี่ยในดินทั้ง 2 ระดับความลึก ได้แก่ 0-10 และ 10-20 เซนติเมตร มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

2.4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เฉลี่ยของดินในสวนป่ากระถินณรงค์ที่มีระยะปลูกต่างกัน ที่ระดับความลึก 0-10 และ 10-20 เซนติเมตร พบว่ามีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มากที่สุด ที่ระยะปลูก 1.0x1.0 ตารางเมตร คือ 6.45 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 3) และ ระยะปลูก 2.0x2.0 ตารางเมตร คือ 5.15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 4) ตามลำดับ กล่าวได้ว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินในสวนป่ากระถิน

ณรงค์ ที่มีระยะปลูกต่างกัน พบว่า ระยะปลูก 1.0x1.0 เมตร มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มากที่สุด และมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินอยู่ในเกณฑ์ต่ำ สอดคล้องกับ รุ่งเรือง และคณะ (2552) ที่ได้ทำการศึกษาผลของระยะห่างระหว่างต้นยูคาลิปตัสสายต้น K51 ที่ปลูกบนคันนาเป็นแถวจำนวน 1 แถว ในพื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทรา เปรียบเทียบระหว่างก่อนปลูกยูคาลิปตัสและหลังปลูกเมื่อต้นไม้มีอายุ 3 ปี ในดินระดับความลึก 70 เซนติเมตร พบว่า ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นที่ระยะห่าง 1.0 และ 2.0 เมตร ในทุก ๆ แปลงทดลอง แต่ระยะห่าง 0.5, 1.5 และ 2.5 เมตร มีค่าลดลง จากการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินของสวนป่า กระถินณรงค์ที่มีระยะปลูกต่างกัน ที่ระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนที่ระดับความลึก 10-20 เซนติเมตร พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

2.5 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

ผลการวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยในดินของสวนป่ากระถินณรงค์ที่มีระยะปลูกต่างกัน ที่ระดับความลึก 0-10 และ 10-20 เซนติเมตร พบว่า มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากที่สุด ที่ระยะปลูก 0.5x0.5 ตารางเมตร คือ 83.62 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 3) และ ระยะปลูก 0.5x0.5 ตารางเมตร คือ 81.04 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 4) ตามลำดับ กล่าวได้ว่า ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินชั้นบนสุดอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ส่วนดินที่ระดับความลึก 10-20 อยู่ในเกณฑ์ต่ำ ซึ่งปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ลดลงตามระดับความลึกของดิน เนื่องจากดินชั้นบนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุมาก ซึ่งอินทรีย์วัตถุมีความสามารถในการดูดซับแคตไอออนได้สูงและสลายตัวให้โพแทสเซียมเป็นบางส่วน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2549) จากการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินของแปลงปลูกกระถินณรงค์ที่มีระยะปลูกต่างกัน พบว่า ดินทั้ง 2 ระดับความลึก ได้แก่ 0-10 และ 10-20 เซนติเมตร ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

2.6 ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

ผลการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยของดินในสวนป่ากระถินณรงค์ที่มีระยะปลูกต่างกัน ที่ระดับความลึก 0-10 และ 10-20 เซนติเมตร พบว่า มีปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากที่สุด ที่ระยะปลูก 1.0x1.0 ตารางเมตร คือ 98.56 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 3) และ ระยะปลูก 0.5x1.0 ตารางเมตร คือ 98.98 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 4) ตามลำดับ ซึ่งปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในเกณฑ์ต่ำ เชื่อมโยงกับ พงศ์ (2529) ซึ่งได้ทำการศึกษาค้นคว้าของการปลูกกระถินณรงค์ต่อสมบัติของดิน พบว่า การปลูกกระถินณรงค์นั้นมีผลให้อัตราการคืนกลับของแคลเซียมสู่ดินสูงกว่าสัก และ สาละ 2.6 และ 4.4 เท่า ตามลำดับ จึงทำให้สมบัติบางประการของดินดีขึ้นเมื่อเทียบกับดินนอกพื้นที่สวนป่า จากการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินของสวนป่ากระถินณรงค์ที่มีระยะปลูกต่างกัน พบว่า ดินทั้ง 2 ระดับความลึก ได้แก่ 0-10 และ 10-20 เซนติเมตร ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

2.7 ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

ผลการวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียมแลกเปลี่ยนได้เฉลี่ยของดินในสวนป่ากระถินณรงค์ ที่มีระยะปลูกต่างกัน ที่ระดับความลึก 0-10 และ 10-20 เซนติเมตร พบว่าแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากที่สุด คือ ระยะปลูก 0.5x1.0 ตารางเมตร คือ 83.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 3) และ ระยะปลูก 1.0x1.0 ตารางเมตร คือ 57.92 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 4) ตามลำดับ กล่าวได้ว่า ปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ อยู่ในเกณฑ์ต่ำ และลดลงตามระดับความลึกของดิน การที่ดินในแปลงทดลองมีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำและต่ำมาก เป็นผลมาจากการที่ดินในพื้นที่มีความเป็นกรดสูง จึงส่งผลต่อระดับความเป็นประโยชน์ของสารอาหารในดิน (สรสิทธิ์, 2518) จากการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินของสวนป่ากระถินณรงค์ ที่มีระยะปลูกต่างกัน พบว่า ดินทั้ง 2 ระดับความลึก ได้แก่ 0-10 และ 10-20 เซนติเมตร ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

Table 3 Chemical properties (average) of soils in the *Acacia auriculiformis* A. Cunn. ex Benth. Plantation at different spacing at a depth of 0-10 cm at Sakaerat Silvicultural Research Station, Nakhon Ratchasima province.

Soil depth (cm)	Spacing (m ²)	pH	OM (%)	Total N (g/kg)	Available P (mg/kg)	Exchangeable bases (mg/kg)		
						K	Ca	Mg
0-10	0.5x0.5	3.88	3.59	1.79	5.74	83.62	76.51	44.04
	0.5x1.0	3.95	3.18	1.58	5.37	61.20	31.44	34.92
	0.5x1.0	3.94	3.34	1.67	6.14	48.25	26.26	83.25
	0.5x2.0	4.09	2.64	1.32	5.49	52.78	64.16	43.87
	1.0x1.0	3.89	2.79	1.39	6.45	42.78	98.56	42.08
	1.0x2.0	3.79	2.51	1.25	5.86	59.39	31.02	29.20
	2.0x0.5	3.85	2.16	1.08	5.84	56.94	24.78	29.23
	2.0x1.0	3.81	2.56	1.28	6.00	60.14	39.10	38.90
	2.0x2.0	3.81	3.14	1.57	6.09	43.88	86.13	41.36
	3.0x0.5	3.92	3.01	1.50	6.07	55.68	16.08	34.94
	3.0x1.0	3.74	2.70	1.34	6.27	59.85	36.82	43.02
	3.0x2.0	3.49	3.86	1.92	5.91	68.93	28.13	42.50
F-value		3.29**	1.28 ^{ns}	1.28 ^{ns}	2.47*	0.60 ^{ns}	2.24 ^{ns}	1.66 ^{ns}

Remarks: ^{ns} There were no significant differences. (p>0.05) * There were statistically significant differences. (p≤0.05)

** There is a statistically significant difference. (p≤0.01)

Table 4 Chemical properties (average) of soils in the *Acacia auriculiformis* A. Cunn. ex Benth. Plantation at different spacing at a depth of 10-20 cm at Sakaerat Silvicultural Research Station, Nakhon Ratchasima province.

Soil depth (cm)	Spacing (m ²)	pH	OM (%)	Total N (g/kg)	Available P (mg/kg)	Exchangeable bases (mg/kg)		
						K	Ca	Mg
10-20	0.5x0.5	4.05	1.85	0.92	3.71	81.04	67.26	41.59
	0.5x1.0	3.95	2.75	1.37	3.93	52.94	41.82	34.59
	0.5x1.0	4.14	2.88	1.44	4.23	79.58	98.98	33.94
	0.5x2.0	4.42	2.74	1.36	4.82	64.90	66.92	49.21
	1.0x1.0	4.01	2.34	1.17	4.56	62.87	68.28	57.92
	1.0x2.0	3.93	1.90	0.94	4.25	54.62	37.40	26.28
	2.0x0.5	3.97	1.49	0.74	4.30	62.32	31.50	26.46
	2.0x1.0	4.09	2.25	1.12	4.21	56.15	38.58	34.10
	2.0x2.0	3.86	2.01	1.00	5.15	48.96	50.68	44.81
	3.0x0.5	3.88	2.36	1.17	4.67	43.85	61.23	31.42
	3.0x1.0	3.83	2.23	1.11	4.64	58.88	51.06	34.68
	3.0x2.0	3.79	2.11	1.05	4.58	54.54	77.84	33.40
F-value		0.67 ^{ns}	1.83 ^{ns}	1.83 ^{ns}	0.91 ^{ns}	0.94 ^{ns}	1.54 ^{ns}	2.26*

Remarks: ^{ns} There were no significant differences. (p>0.05) * There were statistically significant differences. (p≤0.05)

สรุป

จากการศึกษาผลของระยะปลูก ต่อสมบัติดินบางประการของสวนป่ากระถินณรงค์ ณ สถานีวนวัฒนวิจัย สะแกราช จังหวัดนครราชสีมา ในระยะปลูกต่าง ๆ ได้แก่ 0.5x0.5, 0.5x1.0, 0.5x1.0, 0.5x2.0, 1.0x1.0, 1.0x2.0, 2.0x0.5, 2.0x1.0, 2.0x2.0, 3.0x0.5, 3.0x1.0 และ 3.0x2.0 ตารางเมตร สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. สมบัติทางกายภาพของดิน พบว่า ลักษณะเนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนเหนียว ความหนาแน่นรวมและความพรุนในแต่ละระยะปลูกมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยความหนาแน่นรวมของดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับความลึกของดิน และความพรุนมีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึกของดิน ส่วนความหนาแน่นอนุภาคเฉลี่ยมีค่าค่อนข้างคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง แสดงให้เห็นว่าดินชั้น 0-10 เซนติเมตร มีความพรุนมากและมีความหนาแน่นรวมน้อยกว่าดินชั้นที่ 10-20 เซนติเมตร และความหนาแน่นอนุภาคไม่แตกต่างกันมาก

2. สมบัติทางเคมีของดิน พบว่า ดินเป็นกรดจัดมาก ส่วนปริมาณอินทรีย์วัตถุมีค่าสูงสุดในระดับผิวดิน และมีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึกของดิน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดจะมีค่าแปรผันตามปริมาณอินทรีย์วัตถุ ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในระดับต่ำ และมีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึกของดิน และปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ในดินบริเวณพื้นที่ที่ทำการศึกษามีอยู่ในปริมาณน้อย โดยในแต่ละระยะปลูกมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าดินชั้น 0-10 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมากกว่าดินชั้น 10-20 เซนติเมตร ส่วน โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมมีน้อยจึงไม่แตกต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2549. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น**. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- จักรกฤษณ์ หอมจันทร์, ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์ และ เทพฤทธิ์ ตูลาพิทักษ์. 2532. รายงานการวิจัยเรื่อง ผลกระทบของการปลูกยูคาลิปตัสต่อคุณสมบัติดินและการปลูกพืชในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- ชลธิดา เชิญขุนทด. 2550. การเก็บกักคาร์บอนเหนือพื้นดินในสวนป่ายูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า บริเวณสถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ทิพย์ลดา ทองตะเภา. 2551. สมบัติบางประการของดิน และการกระจายของรากในสวนป่าอะเคเชีย อาลาโคคาร์ปา (*Acacia aulacocarpa*) และยูคาลิปตัส ยูโรฟิลล่า (*Eucalyptus urophylla*) อายุ 16 ปี ณ สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ทรายทอง อำเภอบางสะพานน้อยจังหวัดประจวบคีรีขันธ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พงศ์ โสโน. 2529. ปัญหาข้อพิจารณาเกี่ยวกับไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูลเลนซิสในประเทศไทย. สำนักส่งเสริมการปลูกป่าภาคเอกชน กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- มานะ หนูแก้ว. 2557. สมบัติดิน ผลผลิต และปริมาณสารอาหารของยูคาลิปตัสสายต้นต่าง ๆ อายุ 5 ปี ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- รุ่งเรือง พูลศิริ, พิธีกร สุภาวงศ์ และ นิติกร กวนคอนสาร. 2552. ผลของระยะปลูกต่อสมบัติของดินที่ปลูกไม้ยูคาลิปตัสบนคันนา ในท้องที่จังหวัดฉะเชิงเทรา. วารสารวนศาสตร์ 28 (3):60-71.
- วันรพี สุวรรณประภา. 2530. ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติดินและคาร์บอนอินทรีย์กับเม็ดดินเสถียรน้ำในดินป่าไม้สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สรสิทธิ์ วัชรวิทยาน. 2518. คู่มือประกอบคำบรรยายความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Bray, R.H. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available form of phosphorus in soil. *Soil Sci.* 59: 39-45.

- Braathe, P. 1952. The effect of different spacing upon stand development and yield in forest of Norway Spruce. **Medd Fra Det Norske Skogforoksesvesen. Bind XI:** 425-469. (English summary)
- Evert, F. 1971. Spacing study-a review. **Information Report FMRX-37.** 3rd. ed. Can. For. Serv., Canberra.
- Jackson, M.L. 1967. **Soil Chemical Analysis.** Prentice-Hall of India private Ltd., New Deli.
- Jalota, S.K., R. Khera and B.S. Ghuman. 1998. **Method in Soil Physics.** Narosa Publishing House, New Delhi.
- Kargas, G., P. Kerkides, K. Sotirakoglou and A. Poulouvassilis. 2016. Temporal variability of surface soil hydraulic properties under various tillage systems. **Soil Tillage Res.** 158: 22-31.
- Kilmer, V.J. and L. Alexander. 1949. Method of making mechanical analysis of soil. **Soil Sci.** 68: 15-24.
- Kjersgard, O. 1964. A Norway Spruce Spacing Trial. **Forstl. Forskogsu. Danm.** 29 (1): 55-68. (English summary)
- Marsh, E.K. 1975. **Some Preliminary Results from O Connors C.C.T. and Espacements and Their Practical Significant.** Conm. For. Cont.
- Pratt, P.F. 1965. Potassium, pp. 1022-1030. *In* C.A. Black, ed. **Method of Soil Analysis. Part II.** Agronomy No. 9. American Society of Agronomy Inc., Madison.
- Walkley, A. and L.A. Black. 1934. An examination of degtijareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Sci.** 37: 29-38.

การทดสอบถิ่นกำเนิดไม้ยางนาที่สถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี
Provenance Trial of *Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G. Don
at Surat Thani Silvicultural Research Station

อภิวดี รสิตานนท์* และ วรัญญ ราชฤทธิ์เจริญ

Apiwadee Rasitanont* and Waranyu Ratcharoen

สถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900

Surat Thani Silvicultural Research Station Royal Forest Department Department of Royal Forest Saving Cooperative Royal Forest Department Bangkok 10900

*Corresponding Author E-mail: waranyurat@yahoo.com

บทคัดย่อ

การศึกษาการทดสอบถิ่นกำเนิดไม้ยางนาได้ดำเนินการที่สถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี อ.เมืองฯ จ.สุราษฎร์ธานี เพื่อศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของไม้ยางนาแต่ละจากถิ่นกำเนิดต่าง ๆ กัน และศึกษาถิ่นกำเนิดของแหล่งพันธุ์ไม้ยางนาที่เหมาะสมสำหรับจังหวัดสุราษฎร์ธานีและพื้นที่ใกล้เคียง สำหรับจัดสร้างสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้ยางนาที่มีคุณภาพจากถิ่นที่ดีและเหมาะสมสำหรับการปลูกสร้างสวนป่าต่อไป เป็นการสงวนและอนุรักษ์พันธุ์ไม้ยางนาจากแหล่งที่ดีและเหมาะสมไว้ตลอดไป โดยได้นำไม้ยางนาจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ จำนวน 10 แหล่ง เพื่อนำมาปลูกทดสอบ คือ แหล่งจากจังหวัดชุมพร ได้แก่ แหล่งอำเภอสวี แหล่งจากจังหวัดสุราษฎร์ธานี ได้แก่ แหล่งอำเภอท่าชนะ ไชยา ท่าฉาง พุนพิน เมืองฯ บ้านนาเดิม บ้านนาสาร เคียนซา และแหล่งจากจังหวัดนครศรีธรรมราช ได้แก่ แหล่งอำเภอฉวาง มีแผนการทดสอบแบบ Randomized complete block design จำนวน 3 ซ้ำ (Replications) แต่ละซ้ำปลูกครบทุกถิ่นกำเนิด กำหนดใช้แปลงย่อย ขนาด 20 x 20 ตารางเมตร ปลูก 6 แถว x 11 ต้น ระยะปลูก 4 x 2 ตารางเมตร การศึกษาผลการปลูกทดสอบนี้ดำเนินการประเมินผลถิ่นกำเนิดในปี พ.ศ. 2558 เมื่อไม้ยางนาที่ปลูกทดลองไว้มีอายุ 16 ปี ผลปรากฏว่า ในด้านความโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางถิ่นกำเนิดจาก อ. ท่าชนะ อ. พุนพิน และ อ. เคียนซา จ. สุราษฎร์ธานี มีการเติบโตด้านเส้นผ่านศูนย์กลางสูงที่สุด คือ 20.66, 18.78 และ 18.54 เซนติเมตร ตามลำดับ และไม้ยางนาถิ่นกำเนิด อ. ฉวาง จ. นครศรีธรรมราช มีการเติบโตด้านเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยที่สุด คือ 15.86 เซนติเมตร ด้านความสูง ไม้ยางนาอายุ 16 ปีจากถิ่นกำเนิด อ. ท่าชนะ อ. เคียนซา และ อ. พุนพิน จ. สุราษฎร์ธานี มีการเติบโตด้านความสูงมากที่สุด คือ 14.13, 13.60 และ 13.54 เมตร ตามลำดับ และไม้ยางนาถิ่นกำเนิด อ. เมืองจ. สุราษฎร์ธานีมีการเติบโตด้านความสูงน้อยที่สุด คือ 12.03 เมตร ไม้ยางนาจากแหล่ง จ. ชุมพร และ จ.นครศรีธรรมราช เมื่อนำมาปลูกที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีการเจริญเติบโตทั้งทางด้านความโตและความสูงเฉลี่ยน้อยกว่าไม้จากแหล่งกำเนิดในจ. สุราษฎร์ธานี ไม้จากแหล่งอำเภอท่าชนะ พุนพิน และเคียนซามีการเจริญเติบโตทั้งทางด้านความโตและความสูงเฉลี่ยสูงที่สุด จึงเป็นแหล่งถิ่นกำเนิดที่เหมาะสมที่สุดที่ควรนำมาส่งเสริมการปลูกสวนป่าไม้ยางนาในจังหวัดสุราษฎร์ธานีต่อไป

คำสำคัญ: การทดสอบถิ่นกำเนิด ยางนา สุราษฎร์ธานี สถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี

ABSTRACT

The provenance trial of *Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G. Don was established at Surat Thani Silvicultural Research Station in Muang, Surat Thani in order to study the growth rate of different provenances of *Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G. Don and to find the suitable provenance of *Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G. Don for Surat Thani province and nearby for setting a quality seed orchard for plantation, and to preserve and conserve the good genetic of *Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G. Don from good provenance. The seeds of plus trees from 10 provenances of *Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G. Don which were Sawi (Chumporn), Thachana, Chaiya, Thachang, Phunphin, Muang Surat Thani, Ban Na Doem, Ban Na San and Khian Sa (Surat Thani) and Chawang

(Nakorn Sri Thammarat) were collected, implanted and planted 3 replications by Randomized complete block design in each 20x20 m subplot, which contained 6 rowsx11 trees in 4x2 m² spacing. The results compiled in year 2015 when the trees were 16 years old revealed that the *Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G. Don from Thachana, Phunphin and Khiansa (Surat Thani) provenances showed highest DBH that were 20.66, 18.78 and 18.54 cm, respectively. The Chawang (Nakorn Sri Thammarat) provenance showed the least DBH that was 15.86 cm. The 16 years old *Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G. Don from Thachana, Khiansa and Phunphin (Surat Thani) provenances showed highest H that were 14.13, 13.60 and 13.54 m, respectively. The Muang Surat Thani (Surat Thani) provenance showed the least H that was 12.03 m. The *Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G. Don from Chumporn and Nakorn Sri Thammarat provinces had lesser growth rate both in DBH and H. The *Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G. Don from Thachana, Phunphin and Khiansa (Surat Thani) provenances were the most suitable provenances for plantation extension in Surat Thani.

Keywords: Provenance Trial, *Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G. Don, Surat Thani, Surat Thani Silvicultural Research Station

คำนำ

ถิ่นกำเนิด (provenance) หมายถึง ท้องที่หรือถิ่นกำเนิดที่หมู่ไม้ซึ่งใช้เก็บเมล็ดพันธุ์ขึ้นอยู่ หมู่ไม้ดังกล่าวอาจเป็นป่าธรรมชาติหรือสวนป่า หรือไม้ต่างถิ่นที่นำมาปลูกจนมีการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติดั้งเดิมหรือสวนป่า หรือไม้ต่างถิ่นที่นำมาปลูกจนมีการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติเกิดเป็นหมู่ไม้ต่อไป โดยทั่วไปแล้วพบกระจายตามธรรมชาติอย่างกว้างขวาง หรือพบกระจายหลายพื้นที่ อาจมีความแปรผันในด้านลักษณะรูปร่างภายนอกและการเจริญเติบโต อีกทั้งด้านสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องมาจากการปรับตัว และการตอบสนองของต้นไม้ชนิดนั้น ๆ ต่อสภาพภูมิศาสตร์ที่มันขึ้นอยู่จนสามารถแพร่พันธุ์ต่อไปได้ สภาพภูมิศาสตร์ดั้งเดิมหรือถิ่นกำเนิดของเมล็ดไม้จึงมีอิทธิพลต่อลักษณะการเจริญเติบโต ความทนทานต่อสภาพแวดล้อมในการอยู่รอด โรค แมลง ตลอดจนความหนาแน่นและองค์ประกอบทางเคมีในเนื้อไม้ (บุญวงศ์ และ พรศักดิ์, 2542)

ไม้ยางนา (*Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G. Don) เป็นไม้ในวงศ์ DIPTEROCARPACEAE ชื่อพื้นเมืองแตกต่างกันไปในแต่ละท้องถิ่น ได้แก่ ยางนา ยางขาว ยาง ยางแม่น้ำ ยางหยวก (ทั่วไป) การสืบพันธุ์ตามธรรมชาติปกติไม่ติดนัก จึงทำให้พบแต่ไม้ยางนาที่มีขนาดใหญ่ ยางนาเป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ ไม้ผลัดใบ มีความสูง 30–40 เมตร เป็นไม้ที่ชอบขึ้นอยู่ในพื้นที่ที่มีความชุ่มชื้นโดยเฉพาะในที่ราบริมน้ำทั่วไปในประเทศไทย เมล็ดไม้ยางนา มักเสื่อมสภาพเร็ว ผลผลิตเมล็ดในแต่ละปีไม่สม่ำเสมอและในบางปีอาจมีผลกระทบต่อปลูกสร้างสวนป่าขนาดใหญ่ได้ และโตช้า ขาดแคลนกล้าไม้ที่มีคุณภาพ ตลอดจนเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ทำเป็นแหล่งแม่ไม้พันธุ์ดีมีจำกัด (บรรดิษฐ์, 2551)

เนื่องจากไม้ยางนาเป็นไม้เศรษฐกิจที่มีคุณค่าต่อประเทศทั้งด้านการใช้ประโยชน์จากเนื้อไม้ ด้านเวชสำอาง และการนำมาใช้เป็นพลังงานทางเลือก ในปัจจุบันไม้ยางนามีเหลืออยู่ในป่าธรรมชาติน้อยลงทุกที พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชได้มีพระราชปรารภเมื่อปี พ.ศ. 2504 ด้วยทรงห่วงใยในสถานการณ์ของไม้ยางนาเมื่อกว่า 50 ปีที่แล้วว่า “ไม้ยางนาในประเทศไทยได้ถูกตัดไปใช้สอยและทำเป็นสินค้ากันเป็นจำนวนมากขึ้นทุกปี เป็นที่น่าวิตกว่าหากมิได้ทำการบำรุงส่งเสริมและดำเนินการปลูกไม้ยางนาขึ้นแล้ว ปริมาณยางนาก็จะลดน้อยลงไปทุกที จึงควรจะได้มีการดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับการปลูกไม้ยางนาเพื่อจะได้นำความรู้ไปใช้ในการปฏิบัติ” การศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับไม้ยางนาจึงเป็นเรื่องสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง กรมป่าไม้ได้ทำการคัดเลือกแม่ไม้ที่มีลักษณะดี แล้วเก็บเมล็ดมาเพาะและปลูกไว้ที่สถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี เพื่อทำการปลูกสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้ยางนา และเพื่อหาแนวทางเพิ่มปริมาณการผลิตกล้าไม้ยางนาที่มีคุณภาพดีให้เพียงพอกับความต้องการในอนาคตและเป็นการอนุรักษ์ไม้ยางนาไม่ให้สูญพันธุ์

โดยการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของไม้ยางนาแต่ละจากถิ่นกำเนิดต่าง ๆ กัน 2) ศึกษาถิ่นกำเนิดของแหล่งพันธุ์แม่ไม้ยางนาที่เหมาะสมสำหรับจังหวัดสุราษฎร์ธานีและพื้นที่ใกล้เคียง และ 3) เพื่อเป็นการสงวนและอนุรักษ์พันธุ์ไม้ยางนาจากแหล่งที่ดีและเหมาะสมไว้ตลอดไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดสอบถิ่นกำเนิดไม้ยางนาได้ทำการปลูกทดลองเมื่อปี พ.ศ. 2542 ที่สถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี หมู่ที่ 5 ตำบลมะขามเตี้ย อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี

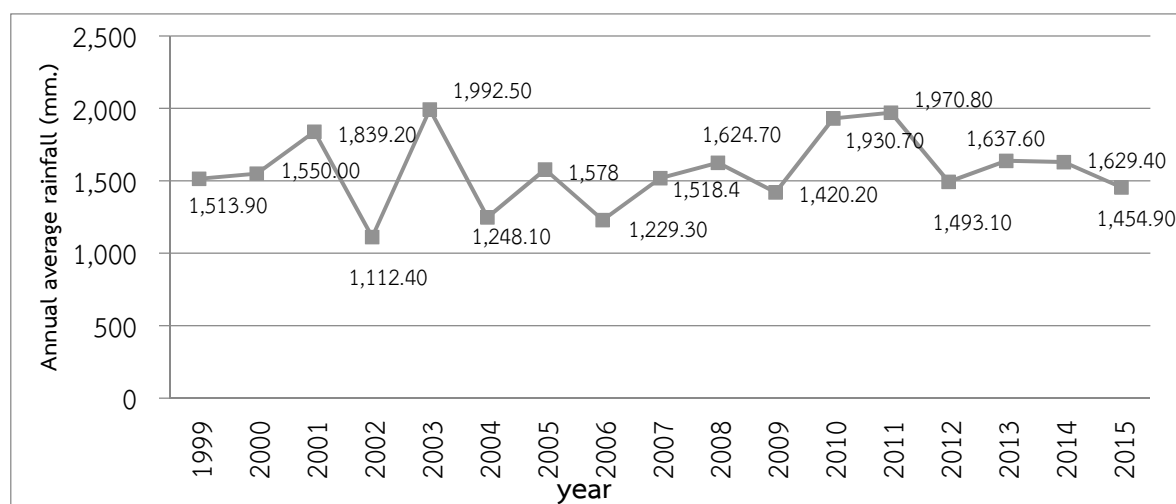


Figure 1 Annual average rainfall of years 1999-2015 at Surat Thani (source: National Statistical Office).

การเตรียมพื้นที่

การทดลองถิ่นกำเนิดไม้ยางนาที่จังหวัดสุราษฎร์ธานีนี้ ศึกษาโดยใช้เมล็ดจากแม่ไม้ในถิ่นกำเนิดต่าง ๆ แต่ละอำเภอในภาคใต้ตอนบน 10 ถิ่นกำเนิดเพื่อคัดเลือกแหล่งทางพันธุกรรมที่ดีที่สุดของไม้ยางนาในภาคใต้ตอนบน ดังนี้

เบอร์	ถิ่นกำเนิด	เบอร์	ถิ่นกำเนิด
1.	อำเภอสวี จังหวัดชุมพร	6.	อำเภอ เมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี
2.	อำเภอ ท่าชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี	7.	อำเภอ บ้านนาเดิม จังหวัดสุราษฎร์ธานี
3.	อำเภอ ไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี	8.	อำเภอ บ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี
4.	อำเภอ ท่าฉาง จังหวัดสุราษฎร์ธานี	9.	อำเภอ เคียนซา จังหวัดสุราษฎร์ธานี
5.	อำเภอ พุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี	10.	อำเภอ ผนว จังหวัดนครศรีธรรมราช

โดยทำการปลูก 3 replications x 10 plots ระยะปลูก 4x2 ตารางเมตร ทำการวัดการเจริญเติบโต ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และความสูงของต้นไม้ (Figure 2-4)

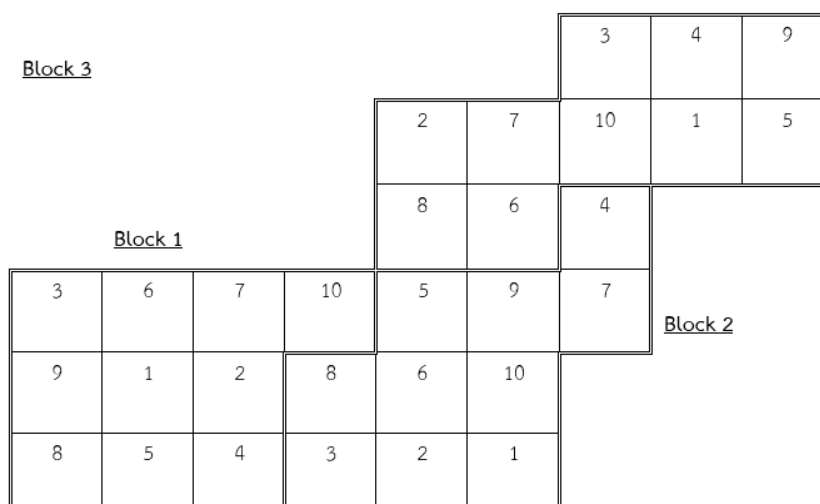


Figure 2 Plot charts of *Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G. Don provenance trial.

		row 1	row 2	row 3	row 4	row 5	row 6
each plot Plant Da from each provenance Plot size : 20 x 20 m ² Plant Da 6 rows x 11 Trees (spacing 4 x 2 m ²)	Tree 1	0	0	0	0	0	0
	Tree 2	0	0	0	0	0	0
	Tree 3	0	0	0	0	0	0
	Tree 4	0	0	0	0	0	0
	Tree 5	0	0	0	0	0	0
	Tree 6	0	0	0	0	0	0
	Tree 7	0	0	0	0	0	0
	Tree 8	0	0	0	0	0	0
	Tree 9	0	0	0	0	0	0
	Tree 10	0	0	0	0	0	0
	Tree 11	0	0	0	0	0	0

Figure 3 Subplot chart of *Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G. Don provenance trial.



Figure 4 Provenance trial of *Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G. Don at Surat Thani Silvicultural Research Station.

วิธีการ

- วัดความโตเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้ที่ความสูงระดับชิดดิน (Diameter at Ground Level: DGL) เมื่อไม้อายุน้อย และความสูงต่ำกว่า 1.30 ม. และวัดความโตเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (Diameter at Breast Height: DBH) เมื่อไม้มีขนาดความสูงมากกว่า 1.30 ม.
- วัดความสูงของต้นไม้ความสูงระดับเรือนยอด (Total Height :TH)
- นำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบกับศึกษาการเจริญเติบโตและหาแหล่งกำเนิดของไม้ยางนาที่เหมาะสมที่สุดสำหรับปลูกในจังหวัดสุราษฎร์ธานีและบริเวณที่มีลักษณะภูมิประเทศและภูมิอากาศใกล้เคียงกัน

ผลและวิจารณ์ผล

การศึกษาการทดสอบถิ่นกำเนิดไม้ยางนาซึ่งได้ดำเนินการปลูกทดสอบถิ่นกำเนิดในปี 2542 ที่สถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี อ. เมืองฯ จ. สุราษฎร์ธานี โดยใช้กล้าไม้จากแม่ไม้ยางนาที่มีลักษณะดี 10 แหล่ง ได้แก่ แหล่งจากจังหวัดชุมพร คือ แหล่งอำเภอสวี แหล่งจากจังหวัดสุราษฎร์ธานี คือ แหล่งอำเภอท่าชนะ ไชยา ท่าฉาง พุนพิน เมืองฯ บ้านนาเดิม บ้านนาสาร เคียนซา และแหล่งจากจังหวัดนครศรีธรรมราช คือ แหล่งอำเภอฉวาง เกือบบันทึกข้อมูลและทำการประมวลผลการศึกษาเมื่อปี 2558 เมื่อไม้ยางนาอายุ 16 ปี พบว่า ไม้ยางนาจากแหล่งอำเภอสวี จังหวัดชุมพร มีการเติบโตทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลางสูงที่สุดเมื่ออายุ 2 และ 6 ปี คือ 3.51 และ 10.63 เซนติเมตรตามลำดับ แต่ค่าเฉลี่ยการเติบโตของไม้ยางนาจากแหล่งนี้จัดว่าต่ำเมื่อเทียบกับอีก 9 แหล่ง

ไม้ยางนาจากแหล่งจังหวัดสุราษฎร์ธานี 8 อำเภอ คือ อำเภอท่าชนะ ไชยา ท่าฉาง พุนพิน เมืองฯ บ้านนาเดิม บ้านนาสาร เคียนซา พบว่า ไม้ยางนาจากแหล่งอำเภอท่าฉางมีการเจริญเติบโตปีที่ 1-5 สูงที่สุดคือ 3.06, 3.50, 5.52, 8.65 และ 9.28 เซนติเมตรตามลำดับ ปีที่ 6 ไม้ยางนาจากแหล่งอำเภอบ้านนาเดิมมีการเจริญเติบโตสูงที่สุดคือ 10.63 เซนติเมตร ปีที่ 7-8 ไม้ยางนาจากแหล่งอำเภอเคียนซามีการเจริญเติบโตสูงที่สุดคือ 14.06, 14.32 เซนติเมตรตามลำดับ ปีที่ 9 ไม้ยางนาจากแหล่งอำเภอบ้านนาเดิมมีการเจริญเติบโตสูงที่สุดคือ 15.83 เซนติเมตร และเมื่อไม้ยางนาอายุ 16 ปี แหล่งที่มีการเจริญเติบโตดีที่สุดคือแหล่งจากอำเภอท่าชนะคือ 20.66 เซนติเมตร

ไม้ยางนาจากแหล่งอำเภอฉวาง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในปีแรกพบว่าการเจริญเติบโตดีที่สุดเป็นอันดับ 1 คือมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.22 เซนติเมตร แต่เมื่ออายุมากขึ้นคือตั้งแต่ปีที่ 7 เป็นต้นไปมีความโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับแหล่งอื่น ๆ (Table 1) (Figure 6)

Table 1 Diameter of different provenances *Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G. Don.

Age (yr)	D (cm)									
	Sawi	Thachana	Chaiya	Thachang	Phunphin	Muang Surat Thani	Ban Na San	Ban Na Doem	Khian Sa	Chawang
1	2.54	2.45	2.99	3.06	2.66	2.41	2.36	2.31	2.45	3.22
2	3.51	2.58	3.36	3.50	2.63	2.33	2.20	2.69	2.64	2.98
3	4.72	4.32	5.31	5.52	4.85	5.05	5.05	4.81	5.11	4.74
4	6.94	7.25	6.23	8.65	8.20	7.88	7.54	7.96	8.60	7.88
5	7.79	7.93	8.12	9.28	8.54	8.43	8.21	8.55	9.22	8.55
6	10.29	9.19	8.35	9.70	9.97	10.29	9.80	10.63	9.61	9.90
7	12.62	13.72	13.49	12.59	12.66	12.81	13.00	13.25	14.06	12.02
8	12.55	13.50	14.00	13.28	13.10	12.71	12.50	13.80	14.32	12.40
9	14.48	14.95	15.51	14.96	14.36	14.50	14.26	15.83	15.76	14.07
16	17.35	20.66	18.07	18.25	18.78	16.43	16.72	16.87	18.54	15.86

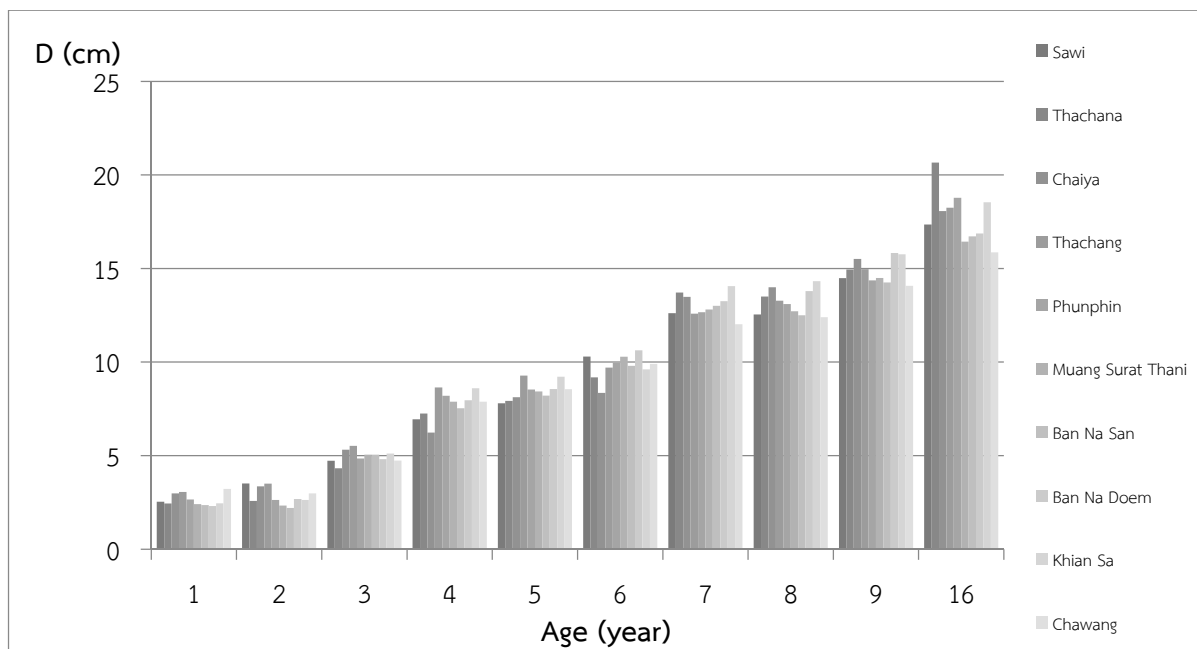


Figure 6 Growth of different provenances *Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G. Don at Surat Thani Silvicultural Research Station.

พรศักดิ์ และบพิตร (2544) ได้ทำการทดลองถักกิ่งกำเนิดไม้ยางนา โดยทดลองปลูกไม้ยางนาจากแหล่งเมล็ดจำนวน 12 ถักกิ่งกำเนิด คือ สุราษฎร์ธานี ระนอง ประจวบคีรีขันธ์ เพชรบุรี ตรัง เชียงใหม่ นครราชสีมา สระบุรี อุตรดิตถ์ สงขลา พัทลุง และกระบี่ ที่สถานีบำรุงพันธุ์ไม้ป่าจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ อ. กุยบุรี จ. ประจวบคีรีขันธ์ ผลปรากฏว่า ไม้ยางนาอายุ 5 ปี มีเส้นผ่านศูนย์กลางที่โคนต้นเฉลี่ยเท่ากับ 8.24 เซนติเมตร ความสูงเฉลี่ย 3.13 เมตร ซึ่งแหล่งเมล็ดไม้ที่มีการเจริญเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้นและทางความสูงมากที่สุดคือแหล่งเมล็ดจาก จ. สุราษฎร์ธานี (11.14 เซนติเมตร และ 4.25 เมตร ตามลำดับ) ซึ่งพรศักดิ์ และบพิตร (2544) ได้สรุปว่า การปลูกสวนป่าไม้ยางนาในท้องที่ จ. ประจวบคีรีขันธ์ ในพื้นที่ที่เป็นดินร่วนปนดินเหนียว ควรเลือกแหล่งเมล็ดจาก จ. สุราษฎร์ธานี เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาไม้ยางนาอายุ 5 ปีครั้งนี้ ไม้ยางนาจากแหล่ง อ. ท่าฉาง เคียนซา บ้านนาเดิม จ. สุราษฎร์ธานี และ อ. ฉวาง จ. นครศรีธรรมราช มีการเจริญเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอกมากที่สุด (9.28, 9.22, 8.55 และ 8.55 เซนติเมตร ตามลำดับ) ในขณะที่ไม้ยางนาจากแหล่ง อ.สวี จ.ชุมพร มีความโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอกน้อยที่สุดคือ 7.79 เซนติเมตร ซึ่งสูงกว่าผลการทดสอบถักกิ่งกำเนิดไม้ยางนาที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

พรศักดิ์ และบพิตร (2544) ยังได้สรุปไว้อีกว่า การปลูกสวนป่าไม้ยางนาในท้องที่ จ. ประจวบคีรีขันธ์ ในพื้นที่ที่เป็นดินร่วนปนดินเหนียว ไม่ควรเลือกแหล่งเมล็ดจากจังหวัดระนอง เมื่อประกอบกับผลการศึกษากิ่งกำเนิดไม้ยางนาในท้องที่จังหวัดสุราษฎร์ธานีในครั้งนี้จากกล่าวได้ว่าไม้ยางนาจากถักกิ่งกำเนิดจังหวัดสุราษฎร์ธานีน่าจะเป็นแหล่งถักกิ่งกำเนิดของแม่ไม้ที่มีลักษณะดี มีการเจริญเติบโตดี และมีอัตราการรอดตายสูงกว่าแหล่งถักกิ่งกำเนิดอื่น ๆ

เมื่อคำนวณหาความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ย (Mean annual increment: MAI) พบว่า ไม้ยางนาจากแหล่งอำเภอกาญจน จ. สุราษฎร์ธานีมีความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ยสูงสุด คือ 1.29 เซนติเมตร/ปี รองลงมาคือ ไม้ยางนาจากแหล่งอำเภอกุพูนพิน และอำเภอกาญจน จ. สุราษฎร์ธานี มีความเพิ่มพูนรายปีเฉลี่ย 1.17 และ 1.16 เซนติเมตร/ปี ตามลำดับ (Table 2)

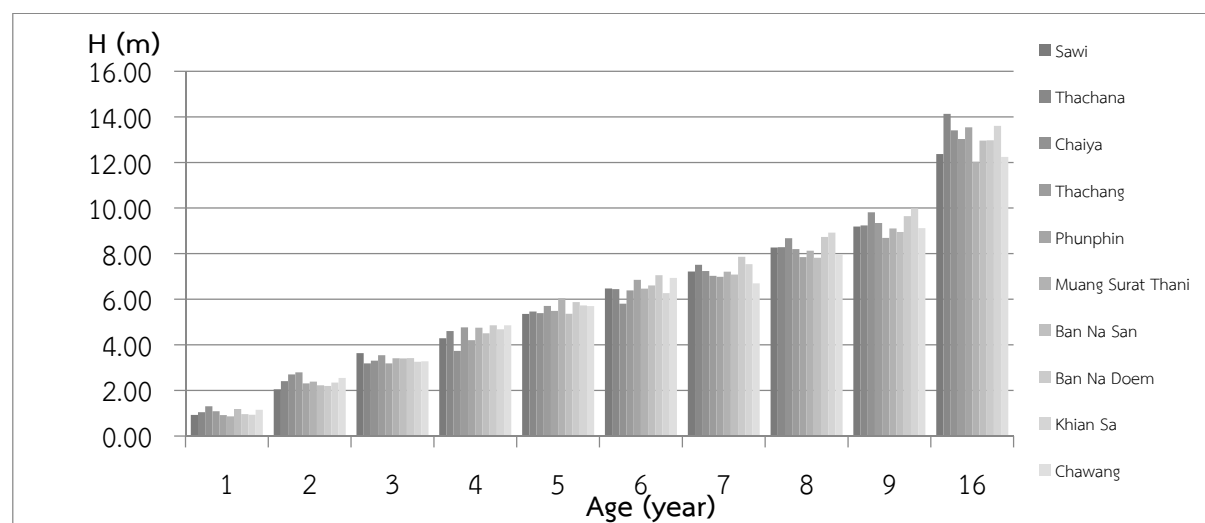
Table 2 Mean annual increment (MAI) of different provenances *Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G. Don.

Provenance	Sawi	Thachana	Chaiya	Thachang	Phunphin	Muang Surat Thani	Ban Na San	Ban Na Doem	Khian Sa	Cha wang
MAI (cm)	1.08	1.29	1.13	1.14	1.17	1.03	1.04	1.05	1.16	0.99

ด้านความสูงพบว่า ในปีแรก ไม้ยางนาจากแหล่งอำเภอยะยามีการเจริญเติบโตทางความสูงมากที่สุด คือ 1.31 เมตร รองลงมาคือไม้ยางนาจากแหล่งอำเภอบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี และอำเภอนางวาง จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยมีความสูง 1.19 และ 1.15 เมตร ตามลำดับ และไม้ยางนาจากแหล่งอำเภอเมืองสุราษฎร์ธานีมีการเจริญเติบโตทางความสูงน้อยที่สุด คือ 0.86 เมตร ปีที่ 6-7 ไม้ยางนาจากแหล่งอำเภอบ้านนาเดิมมีการเจริญเติบโตทางความสูงมากที่สุด คือ 7.05 และ 7.86 เมตร ปีที่ 8-9 ไม้ยางนาจากแหล่งอำเภอกะฉะมีการเจริญเติบโตทางความสูงมากที่สุด คือ 8.92 และ 9.98 เมตร และในปีที่ 16 ไม้ยางนาจากแหล่งอำเภอท่าชนะมีการเจริญเติบโตทางความสูงมากที่สุด คือ 14.13 เมตร (Table 3) (Figure 7)

Table 3 Height of different provenances *Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G. Don.

	H (m)									
1	0.93	1.04	1.31	1.09	0.92	0.86	1.19	0.96	0.93	1.15
2	2.05	2.41	2.70	2.80	2.31	2.38	2.23	2.19	2.34	2.55
3	3.64	3.19	3.31	3.55	3.19	3.41	3.40	3.42	3.25	3.28
4	4.29	4.60	3.74	4.77	4.20	4.75	4.51	4.86	4.68	4.85
5	5.36	5.46	5.39	5.70	5.49	6.05	5.36	5.87	5.72	5.70
6	6.47	6.44	5.81	6.39	6.85	6.47	6.60	7.05	6.27	6.93
7	7.22	7.51	7.24	7.03	6.99	7.21	7.09	7.86	7.54	6.70
8	8.27	8.29	8.68	8.20	7.85	8.13	7.82	8.73	8.92	7.98
9	9.19	9.24	9.81	9.34	8.69	9.10	8.95	9.64	9.98	9.12
16	12.37	14.13	13.41	13.03	13.54	12.03	12.96	12.97	13.60	12.24

**Figure 7** Height of different provenances *Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G. Don at Surat Thani Silvicultural Research Station.

เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของไม้ยางนาที่ปลูกทดสอบถิ่นกำเนิดที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี กับไม้ยางนาที่ปลูกในบริเวณพระตำหนักจิตรลดารโหฐานอายุ 2 ปี 4 เดือน โดยปลูกกล้วยเป็นพืชควบ มีการเจริญเติบโตทางความสูงปีละ 0.67 เมตร ไม้ยางนาอายุ 2 ปี 6 เดือนที่ปลูกบนที่ดินทำเหมืองแร่ดิบที่ อ. ตะกั่วป่า จ. พังงา มีอัตราการเจริญเติบโตทางความสูงเพียงปีละ 0.24 เมตร ไม้ยางนาที่ปลูกในสถานีฝึกนิสิตวนศาสตร์ห้วยยาง อายุ 4 ปี ซึ่งมีความสูงเฉลี่ย 2.12 เมตร หรือประมาณปีละ 0.53 เมตร (บุญวงศ์ และพรศักดิ์, 2542 อ้างตาม พรศักดิ์ และบพิตร, 2544) และไม้ยางนาที่ปลูกในพื้นที่สถานีบำรุงพันธุ์ไม้ป่าจังหวัดประจวบคีรีขันธ์อายุ 5 ปี มีอัตราการเจริญเติบโตทางความสูงเฉลี่ยปีละประมาณ 0.63 เมตร (พรศักดิ์ และบพิตร, 2544) พบว่า การเจริญเติบโตทางความสูงเฉลี่ยของไม้ยางนาอายุ 2 ปี, 4 ปี และ 5 ปี ที่จังหวัดสุราษฎร์ธานีเท่ากับ 2.40, 4.52 และ 5.61 เมตร หรือประมาณปีละ 1.2, 1.13 และ 1.12 เมตร ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าผลการปลูกในทุกพื้นที่

สรุป

ไม้ยางนาจากแหล่งจังหวัดชุมพรและจังหวัดนครศรีธรรมราช เมื่อนำมาปลูกที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีการเจริญเติบโตทั้งทางด้านความโตและความสูงเฉลี่ยน้อยกว่าไม้จากแหล่งกำเนิดในจังหวัดสุราษฎร์ธานี

ไม้จากแหล่งอำเภอท่าชนะ พุนพิน และเคียนซา มีการเจริญเติบโตทั้งทางด้านความโตและความสูงเฉลี่ยสูงที่สุด จึงเป็นแหล่งถิ่นกำเนิดที่เหมาะสมที่สุดที่ควรนำมาส่งเสริมการปลูกสวนป่าไม้ยางนาในจังหวัดสุราษฎร์ธานีต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- บรรดิษฐ์ หงษ์ทอง. 2551. ยางนา. สถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี กลุ่มงานวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้, กรมป่าไม้.
- บุญวงศ์ ไทยอุตสาห และ พรศักดิ์ มีแก้ว. 2542. ไม้ยางนาและไม้ในวงศ์ไม้ยาง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. น. 94-106.
- พรศักดิ์ มีแก้ว และ บพิตร เกียรติคุณนันท. 2544. การทดลองถิ่นกำเนิดไม้ยางนา. ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ. 15 น.

การทดสอบถิ่นกำเนิดไม้รักที่สถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี
Provenance Trial of *Gluta usitatat*, *G. glabra* *G. laccifera* Ding Hou
at Surat Thani Silvicultural Research Station

อภิวดี รสิตานนท์* และ วรัญญะ ราชฤทธิ์เจริญ

Apiwadee Rasitanont* and Waranyu Ratcharoen

สถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900

Surat Thani Silvicultural Research Station Royal Forest Department Department of Royal Forest Saving Cooperative Royal Forest Department Bangkok 10900

* Corresponding Author; E-mail: waranyurat@yahoo.com

บทคัดย่อ

การศึกษาการทดสอบถิ่นกำเนิดไม้รัก (*Gluta usitatat*, *Gluta glabra* และ *Gluta laccifera*) ได้ดำเนินการที่สถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี อ.เมืองฯ จ.สุราษฎร์ธานี เพื่อศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของไม้รักใหญ่ และศึกษาถิ่นกำเนิดของแม่ไม้รักใหญ่ที่เหมาะสมสำหรับจังหวัดสุราษฎร์ธานีและพื้นที่ใกล้เคียง สำหรับจัดสร้างสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้รักใหญ่ที่มีคุณภาพจากถิ่นที่ดีและเหมาะสมสำหรับการปลูกสร้างสวนป่าต่อไป เป็นการสงวนและอนุรักษ์พันธุ์ไม้รักใหญ่จากแหล่งที่ดีและเหมาะสมไว้ตลอดไป โดยได้นำไม้รักใหญ่จากถิ่นกำเนิดต่าง ๆ 5 แหล่ง คือ *Gluta usitatat*, *Gluta glabra* และ *Gluta laccifera* ณ อ.เมืองกำแพงเพชร, อ.ท่าล้อ จ.กาญจนบุรี, อ.งาว จ.ลำปาง, จ.ขอนแก่น และ จ.สุราษฎร์ธานี ดำเนินการปลูกลงแปลงทดลอง ระยะปลูก 3x3 ตารางเมตร ใช้การวางผังการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RBD) 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำประกอบด้วย 96 แปลงย่อย คือ ไม้รักใหญ่จาก 96 แม่ไม้ เก็บข้อมูลวัดการเจริญเติบโตและความสูงตั้งแต่อายุ 2 เดือน ถึง 7 ปี

ผลปรากฏว่า ไม้รักจากแต่ละชนิดมีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันไป ปัจจัยหลักที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและความสูง คือ สภาพดิน ปริมาณน้ำฝน สภาพภูมิอากาศ ภูมิประเทศ เนื่องจากพื้นที่ปลูกทดสอบมีปัจจัยสิ่งแวดล้อมใกล้เคียงกับสภาพพื้นที่แหล่งกำเนิดเดิม จึงส่งผลต่อการเจริญเติบโตของไม้ ดังนั้น การปลูกสวนป่าไม้รักใหญ่ในท้องที่จังหวัดสุราษฎร์ธานีควรนำเมล็ดพันธุ์ไม้จากแหล่งสุราษฎร์ธานีมาใช้ในการปลูก นอกจากนี้ การดูแลเอาใจใส่แปลงทดลองทางวนวัฒนวิธีในระยะ 2-3 ปีแรก จะช่วยให้มีอัตราการรอดตายสูงขึ้นและมีอัตราการเจริญเติบโตไปสม่ำเสมอทั่วทั้งแปลง

คำสำคัญ: การทดสอบถิ่นกำเนิด รัก สุราษฎร์ธานี สถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี

ABSTRACT

The provenance trial of *Gluta usitatat*, *Gluta glabra* and *Gluta laccifera* Ding Hou was established at Surat Thani Silvicultural Research Station in Muang, Surat Thani in order to study the growth rate of different provenances of *Gluta usitata* Ding Hou and to find the suitable provenance of *Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou for Surat Thani province and nearby for setting a quality seed orchard for plantation, and to preserve and conserve the good genetic of *Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou from good provenance. The seeds of plus trees 5 source is *Gluta usitatat*, *Gluta glabra* and *Gluta laccifera* Ding Hou which were Muang (Kampaeangpech), Talor (Kanchanaburi), Ngao (Lampang), Khonkaen and Surat Thani were collected, implanted and planted 3 replications by Randomized complete block design, 3x3 m² spacing, 96 subplots for 96 plus trees. Measure data on growth and height since age 2 Month - 7 years. The result is that the love of each species grows differently. The main factors affecting growth and height are soil condition, rainfall, climatic conditions, terrain. Because the test area has environmental factors close to the original source area. It affects the growth of wood. Therefore, the planting of large forest gardens in the province

of Surat Thani should be used to plant seeds from Surat Thani. In addition, care was taken during the first 2-3 years of experimental work. It will allow for a higher survival rate and a consistent growth rate throughout the plot.

Keywords: Provenance Trial *Gluta usitata*, Surat Thani Surat Thani Silvicultural Research Station

คำนำ

ต้นรักใหญ่ (*Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou) เป็นไม้ในวงศ์มะม่วง ANACARDIACEAE ชื่อพื้นเมืองแตกต่างกันไปในแต่ละท้องถิ่น ได้แก่ รักเทศ มะเริยะ (เขมร) น้ำเกลี้ยง (สุรินทร์) อักหลวง (ภาคเหนือ) รัก (ภาคกลาง) รัก ชู ชู (กะเหรี่ยง-กาญจนบุรี) อัก รักหลวง มีถิ่นกำเนิดในประเทศอินเดีย บังกลาเทศ พม่า ลาว กัมพูชา จีน และไทย จัดเป็นไม้ต้นผลัดใบขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ มีความสูงของต้นประมาณ 15-20 เมตร และอาจสูงได้ถึง 25 เมตร เรือนยอดเป็นพุ่มค่อนข้างกลม เปลือกต้นเป็นสีน้ำตาลปนสีเทา เปลือกแตกเป็นร่องตามยาว ส่วนเปลือกชั้นในเป็นสีชมพูอ่อน กิ่งอ่อนและยอดปกคลุมไปด้วยขนยาวสีขาว ส่วนกิ่งแก่เกลี้ยงหรือมีขนสั้น ๆ ออกดอกและติดผลในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ พบขึ้นกระจายพันธุ์ในแหล่งนิเวศป่าผลัดใบเบญจพรรณ ป่าผลัดใบ ป่าเต็งรัง ป่าดิบเขา หุบเขา ทุ่งหญ้าโล่ง เขาหินปูน ที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 100-1,000 เมตร ในประเทศไทยพบได้ที่ จังหวัดอุทัยธานี ชัยภูมิ กำแพงเพชร และหนองบัวลำภู

ไม้รักใหญ่เป็นที่มีสรรพคุณทางยาสมุนไพรมากมายหลายด้าน ได้แก่ เปลือกต้นใช้เข้ายาบำรุงกำลัง ยางช่วยแก้มะเร็ง เมล็ดใช้เป็นยาแก้ปากคอเปื่อย เมล็ดและยางมีสรรพคุณช่วยแก้ปวดฟัน และยางยังใช้ผสมกับน้ำผึ้ง เป็นยารักษาโรคที่ปาก เอาสารสีขูดฟันที่เป็นรูช่วยแก้ปวดได้ เมล็ดช่วยแก้โรคในฟัน ต้นช่วยแก้ไข้เรื้อรัง เปลือกกรากมีรสเบื่อเมา มีสรรพคุณช่วยแก้โรคไอ เปลือกต้นมีสรรพคุณช่วยขับเหื่อ ทำให้อาเจียน ตำรับยาพื้นบ้านอีสานจะใช้ลำต้นหรือรากรักใหญ่ ผสมกับลำต้นหรือรากมะค่าโมง นำมาต้มกับน้ำดื่มเป็นยาแก้อาเจียนเป็นเลือด เปลือกต้นใช้ต้มกับน้ำดื่มเป็นยาแก้บิด ท้องร่วง เมล็ดช่วยในการย่อยอาหาร น้ำยางมีรสขมเฝื่อน มีฤทธิ์เป็นยาถ่ายอย่างแรง เปลือกกรากช่วยแก้โรคท้องมาน ยางใช้ทำเป็นยาแก้พยาธิ เปลือกกรากใช้แก้พยาธิลำไส้ บ้างว่ารากเป็นยาขับพยาธิ ใช้รากเป็นยาพอกแก้พยาธิลำไส้ เมล็ดช่วยแก้อาการปวดไล่เลื่อน แก้ไล่เลื่อนในกระเพาะปัสสาวะ ช่วยแก้ริดสีดวง ยางแก้ริดสีดวง ทวาร เปลือกต้นมีรสเมา ใช้ต้มกับน้ำดื่มเป็นยาแก้กามโรค ยางใช้ทำเป็นยารักษาโรคตับ เปลือกกรากมีสรรพคุณเป็นยาแก้โรคตับ ใบและรากใช้เป็นยาพอกแผล เมล็ดช่วยแก้कुศหระาด ช่วยแก้ไอเสบ เปลือกกรากใช้รักษาโรคผิวหนัง แก้คันใช้ต้มกับน้ำอาบรักษาโรคผิวหนัง ผื่นคัน ส่วนยางใช้ผสมกับยางสลัดไดเป็นยารักษาโรคผิวหนัง ขี้กลาก และกัดเนื้องอก เปลือกต้นและยางใช้เป็นยารักษาโรคเรื้อน เปลือกต้นหรือใบรักใหญ่ ใช้ผสมกับรากสะอ้านหรือรากหนวดหม่อน แก่นฝาง เปลือกต้นหรือใบแฉะ เปลือกต้นกันแสง และต้นสังวาลย์พระอินทร์ทั้งต้น นำมาต้มกับน้ำดื่มเป็นยาแก้หืดหอบ มีผลเปื่อยตามตัวของผู้ป่วยเอดส์ ช่วยแก้อาการปวดข้อเรื้อรัง ใบช่วยแก้คันเท้าแตก ประโยชน์ของรักใหญ่ น้ำยางสามารถนำมาใช้ทำน้ำมันเคลือบเงาได้ โดยน้ำยางใสเมื่อถูกอากาศจะเปลี่ยนเป็นสีดำและเป็นมัน การใช้อย่างรักจากต้นรักใหญ่ทางภาคเหนือรู้จักกันมาช้านานแล้ว โดยนำมาใช้เป็นวัสดุสำคัญในงานศิลปกรรมเพื่อผลิตเครื่องรักประเภทต่าง ๆ ซึ่งเป็นงานประณีตศิลป์ที่เป็นมรดกทางวัฒนธรรมของไทย เช่น การนำใช้ทำไม้เครื่องเขินเพื่อลงลวดลาย หากกระดากันน้ำซึม หากไม้รองพื้นสำหรับปิดทอง ที่เรียกว่า “ลงรัก ปิดทอง” งานประดับมุก งานเขียนลายรดน้ำ ฯลฯ นอกจากนี้ยังใช้ทำงานฝีมือที่เรียกว่า เครื่องเขินและทอผ้า หรือเครื่องจักสานกันน้ำซึมได้ด้วย เนื้อไม้ของต้นรักใหญ่มีเนื้อไม้เป็นสีแดงเข้ม มีริ้วสีแก่แทรก เป็นมันเลื่อม แต่เสี้ยนสน เนื้อไม้ค่อนข้างเหนียวละเอียด มีความแข็งแรงทนทาน โสภคตบแต่งยาก แต่ชักเงาได้ดี สามารถใช้ทำบัวประกอบฝาเครื่องเรือน เฟอร์นิเจอร์ เครื่องกลึง เครื่องมือทางการเกษตร เสาคาน ไม้อัด กระสวย รางปิ่น รางรถไฟ ฯลฯ พืชของรักใหญ่ น้ำยางมีสารพิษ Phenolic Compounds ซึ่งออกฤทธิ์ระคายเคืองต่อผิวหนัง ทำให้ผิวหนังอักเสบและมีอาการคันมาก ทำให้เกิดอาการบวมแดง พองเป็นตุ่มน้ำใส และอาจลุกลามรุนแรงจนเป็นโรคผิวหนังเรื้อรังได้ ขนจากใบแก่เป็นพิษต่อผิวหนัง เมื่อถูกผิวหนังจะทำให้เกิดอาการคันทั่วตัว และอาจทำให้คันอยู่นานนับเดือน ผิวหนังอาจบวม ซึ่งชาวบ้านจะแก้โดยวิธีการใช้เปลือกและใบสีกมาต้มกับน้ำอาบ (เมตไทย, 2560)

พ.ศ. 2539 เป็นปีมหามงคลที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ เสด็จถวัลย์ราชสมบัติครบ 50 ปี ทางราชการและประชาชนได้ทำโครงการต่าง ๆ เพื่อเฉลิมฉลอง เช่น การบูรณะโบราณสถาน โบราณวัตถุ รวมถึงการสร้างเรือพระที่นั่งนารายณ์ทรงสุบรรณ เป็นต้น กิจกรรมหลายอย่างต้องมีการประดับตกแต่งด้วยการลงรักปิดทอง ติดกระจก จึงต้องใช้ยางรัก แต่เนื่องจากหายางรักที่มีคุณภาพดีสำหรับใช้งานได้ยาก สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงห่วงว่าภูมิปัญญาไทยเรื่องเครื่องรักของไทยจะสูญสิ้นไป จึงมีพระราชดำริให้หาแนวทางในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาสาขานี้ ตั้งแต่การปลูกต้นรัก พัฒนาสายพันธุ์ต้นรักให้ได้ผลผลิตสูงมีคุณภาพดี เพื่อนำมาใช้ในการประณีตศิลป์ของไทย พร้อมทั้งส่งเสริมและพัฒนาผลิตภัณฑ์หัตถกรรมเครื่องรักเพื่อการส่งออกจำหน่ายยังต่างประเทศ เพิ่มรายได้ให้แก่ชุมชนและประเทศชาติ กรมศิลปากร กระทรวงวัฒนธรรม กรมป่าไม้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม จึงได้น้อมรับแนวพระราชดำริในการศึกษายางรักเพื่ออนุรักษ์ภูมิปัญญาไทยจัดทำโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 กรมป่าไม้ได้ทำการคัดเลือกแม่ไม้ที่มีลักษณะดีจากถิ่นกำเนิดต่าง ๆ แล้วเก็บเมล็ดมาเพาะและปลูกไว้ที่สถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี เพื่อทำการปลูกสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้รัก และเพื่อหาแนวทางเพิ่มปริมาณการผลิตกล้าไม้รักใหญ่ที่มีคุณภาพดีให้เพียงพอความต้องการในอนาคตและเป็นการอนุรักษ์ไม้รักใหญ่ไม่ให้สูญพันธุ์

โดยการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของไม้รักแต่ละจากถิ่นกำเนิดต่าง ๆ กัน 2) เพื่อศึกษาถิ่นกำเนิดของแหล่งพันธุ์ไม้รักใหญ่ที่เหมาะสมสำหรับจังหวัดสุราษฎร์ธานีและพื้นที่ใกล้เคียง 3) เพื่อจัดสร้างสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้รักใหญ่ที่มีคุณภาพจากถิ่นที่ดีและเหมาะสมสำหรับการปลูกสร้างสวนป่าต่อไป 4) เพื่อเป็นการสงวนและอนุรักษ์พันธุ์ไม้รักใหญ่จากแหล่งที่ดีและเหมาะสมไว้ตลอดไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดสอบถิ่นกำเนิดไม้รักได้ทำการปลูกทดลองเมื่อปี พ.ศ. 2552 ที่สถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี หมู่ที่ 5 ตำบลมะขามเตี้ย อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี

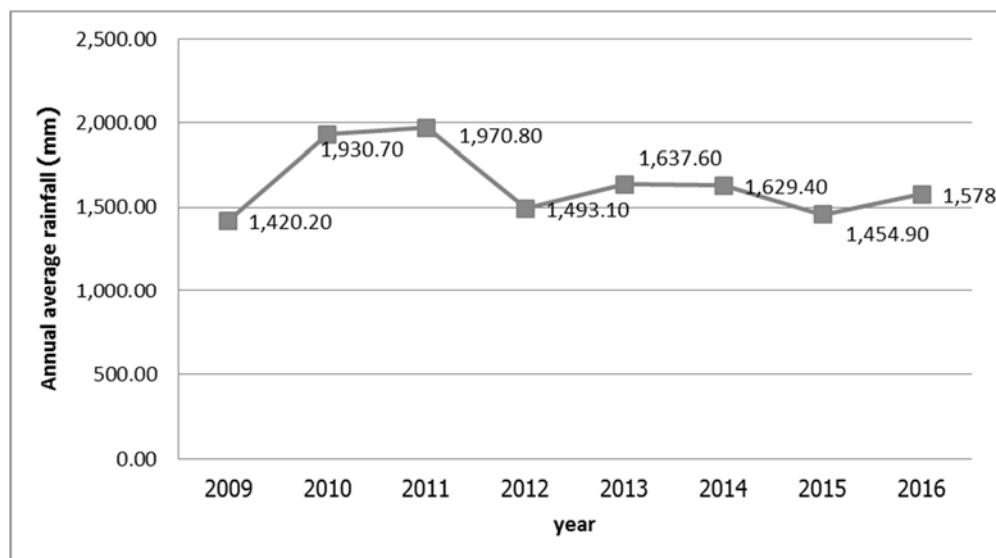


Figure 1 Annual average rainfall of years 2009-2016 at Surat Thani (source: National Statistical Office)

การเตรียมพื้นที่

ใช้เมล็ดพันธุ์ที่ได้จากการคัดเลือกแม่ไม้จากแหล่งต่างชนิดกัน คือจังหวัดลำปาง ขอนแก่น กำแพงเพชร กาญจนบุรี และสุราษฎร์ธานี ดำเนินการในปี 2551 โดยคัดเลือกแม่ไม้ เก็บเมล็ดไม้ และเตรียมกล้าไม้ ปลูกลงแปลงทดลองประมาณ 10 ไร่ จากแหล่งต่าง ๆ 5 แหล่ง ดังต่อไปนี้

Table 1 Provenances of *Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou.

No.	Provenance
1-19	Muang, Kampaengpech (KP)
20-28	Talor, Kanchanaburi (TL)
29-47	Ngao, Lampang (LP)
48-71	Khonkaen (KK)
72-96	Surat Thani (SR)

โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RBD) ประกอบด้วย 3 Replications แต่ละ Replication ประกอบด้วย 96 Plots คือ ไม้รักใหญ่จาก 96 แม่ไม้ ทำการปลูกแม่ไม้ละ 1 แถว แต่ละแถวมี 3 ต้น ใช้ระยะปลูก 3x3 ตารางเมตร ทำการวัดการเจริญเติบโต ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และความสูงของต้นไม้ (Figure 2-5)

Rep. 1												
	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9	c10	c11	c12
r1	44	59	12	93	96	33	61	5	49	60	80	10
r2	1	72	78	26	14	65	22	91	83	56	79	39
r3	74	77	25	28	24	85	32	42	70	75	8	64
r4	38	82	87	35	6	90	47	15	88	31	86	67
r5	68	4	9	29	3	71	23	51	73	89	54	7
r6	57	34	76	53	84	36	13	43	11	63	20	92
r7	18	45	95	58	21	16	50	30	55	52	2	48
r8	46	69	19	66	94	41	17	27	62	81	40	37
Rep. 2												
r1	13	43	18	8	1	9	53	88	33	10	89	94
r2	28	56	61	72	41	70	80	37	51	24	38	95
r3	12	66	6	67	59	30	73	75	22	57	20	36
r4	83	54	76	21	32	60	39	44	35	71	69	15
r5	3	50	7	11	86	65	19	5	77	31	58	68
r6	74	96	81	42	55	45	90	23	92	26	78	40
r7	82	85	79	93	63	84	47	87	46	62	91	64
r8	16	25	34	52	48	17	27	29	14	2	49	4
Rep. 3												
r1	44	20	87	32	50	81	53	42	70	94	33	73
r2	59	82	8	27	83	91	18	58	71	76	37	96
r3	14	23	16	62	72	36	5	39	25	63	66	38
r4	11	48	51	56	9	10	84	4	40	74	79	35
r5	26	24	69	68	75	86	54	88	22	30	49	52

Figure 2 Plot chart of *Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou.**Figure 3** Provenance trial of *Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou at Surat Thani Silvicultural Research Station.

วิธีการ

1. วัดความโตเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้ที่ความสูงระดับชดดิน (Diameter at Ground Level: DGL) เมื่อไม้อายุน้อย และวัดความโตเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (Diameter at Breast Height: DBH) เมื่อไม้มีขนาดความสูงมากกว่า 1.30 ม.
2. วัดความสูงของต้นไม้ความสูงระดับเรือนยอด (Total Height: TH)
3. นำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบศึกษาการเจริญเติบโตและหาแหล่งกำเนิดของไม้รักใหญ่ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับปลูกในจังหวัดสุราษฎร์ธานีและบริเวณที่มีลักษณะภูมิประเทศและภูมิอากาศใกล้เคียงกัน

ผลและวิจารณ์

การศึกษาการทดสอบถิ่นกำเนิดไม้รักใหญ่ซึ่งได้ดำเนินการปลูกทดสอบถิ่นกำเนิดในปี 2552 ที่สถานีวนวัฒนวิจัยสุราษฎร์ธานี อ. เมืองฯ จ. สุราษฎร์ธานี โดยใช้กล้าไม้จากแม่ไม้รักใหญ่ที่มีลักษณะดี 5 แหล่ง ได้แก่ แหล่งจากจังหวัดกำแพงเพชร กาญจนบุรี ลำปาง ขอนแก่น และสุราษฎร์ธานี เก็บบันทึกข้อมูลและทำการประมวลผลการศึกษาเมื่อปี 2559 เมื่อไม้รักใหญ่อายุ 7 ปี พบว่า การเจริญเติบโตของไม้รักถิ่นกำเนิดจากจังหวัดสุราษฎร์ธานี มีการเจริญเติบโตสูงสุดทั้งทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูง คือ 7.05 เซนติเมตร และ 8.33 เมตร ตามลำดับ รองลงมาคือถิ่นกำเนิดจากจังหวัดขอนแก่น มีการเจริญเติบโตสูงสุดทั้งทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.16 เซนติเมตร และถิ่นกำเนิดจากจังหวัดกำแพงเพชรมีการเจริญเติบโตน้อยสุดคือ 4.81 เซนติเมตร

แก้วภา และคณะ (2556) ได้ทำการศึกษาคัดเลือกแม่ไม้รักใหญ่ตามโครงการศึกษาเทคนิคการกรีดยางไม้รักในแปลงอนุรักษ์พันธุ์ในถิ่นกำเนิดเพื่อหาแม่ไม้พันธุ์ดีของสถานีวนวัฒนวิจัยแม่หวด จังหวัดลำปาง เมล็ดพันธุ์จากจังหวัดพะเยา ประเทศเวียดนาม จำนวน 26 แม่ไม้ (family) เนื้อที่ 4 ไร่ ระยะปลูก 2 X 3 ตารางเมตร รวมทั้งหมด 11 ซ้ำ (replication) แต่ละซ้ำปลูก 3 ต้นเรียงเป็นแถว แบบ 3-line plot รวมต้นรักแกนมทั้งหมด 891 ต้นตายไปจำนวน 74 ต้น เหลือต้นมีชีวิตอยู่ 817 ต้น

จากการทดสอบปลูกไม้รักใหญ่จากแหล่งถิ่นกำเนิด พบว่า แหล่งถิ่นกำเนิดจังหวัดสุราษฎร์ธานีมีการเจริญเติบโตที่ดี คือ 7.1 เซนติเมตร รองลงมาคือไม้รักใหญ่จากแหล่งอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น อำเภอท่าล้อ จังหวัดกาญจนบุรี และอำเภองาว จังหวัดลำปาง โดยมีการเจริญเติบโต คือ 6.2, 6.0, และ 5.3 เซนติเมตร และไม้รักใหญ่จากแหล่งอำเภองาว จังหวัดกำแพงเพชรมีการเจริญเติบโตน้อยที่สุด คือ 4.8 เซนติเมตร (Figure 4)

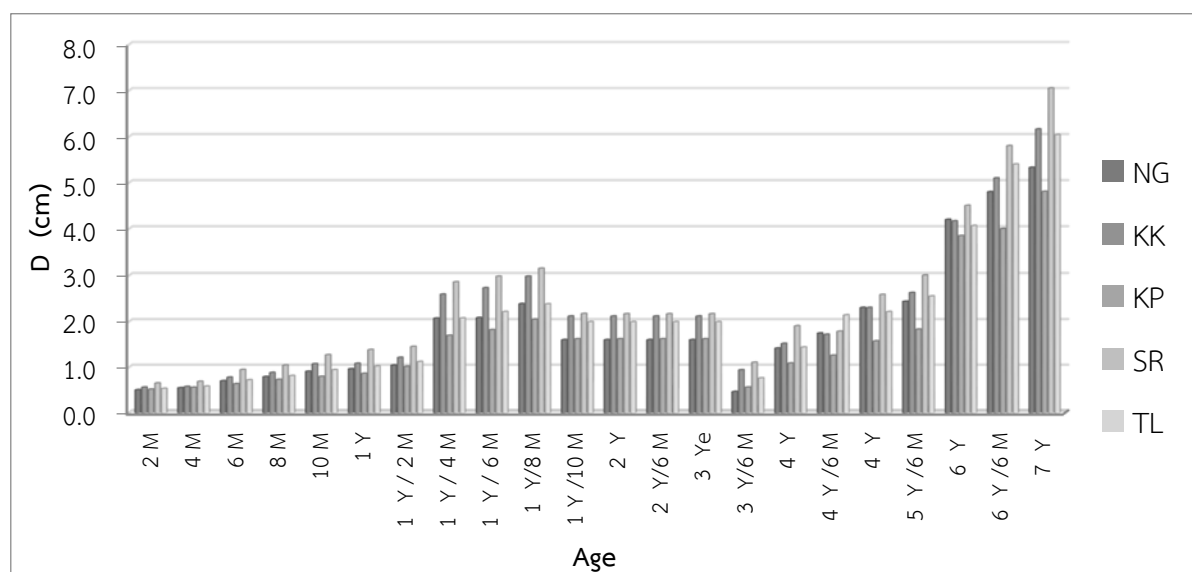


Figure 4 Growth of different provenances *Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou at Surat Thani Silvicultural Research Station.

จากการทดสอบปลูกไม้รักใหญ่จากแหล่งถิ่นกำเนิด พบว่า แหล่งถิ่นกำเนิดจังหวัดสุราษฎร์ธานี มีความสูงที่สุด คือ 8.3 เมตร รองลงมาคือไม้รักใหญ่จากแหล่งอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น อำเภอท่าล้อ จังหวัดกาญจนบุรี และอำเภองาว จังหวัดลำปาง โดยมีความสูงคือ 7.9, 7.5, และ 7.2 เมตร และไม้รักใหญ่จากแหล่งอำเภองาว จังหวัดกำแพงเพชรมีความสูงน้อยที่สุด คือ 5.6 เมตร (Figure 5)

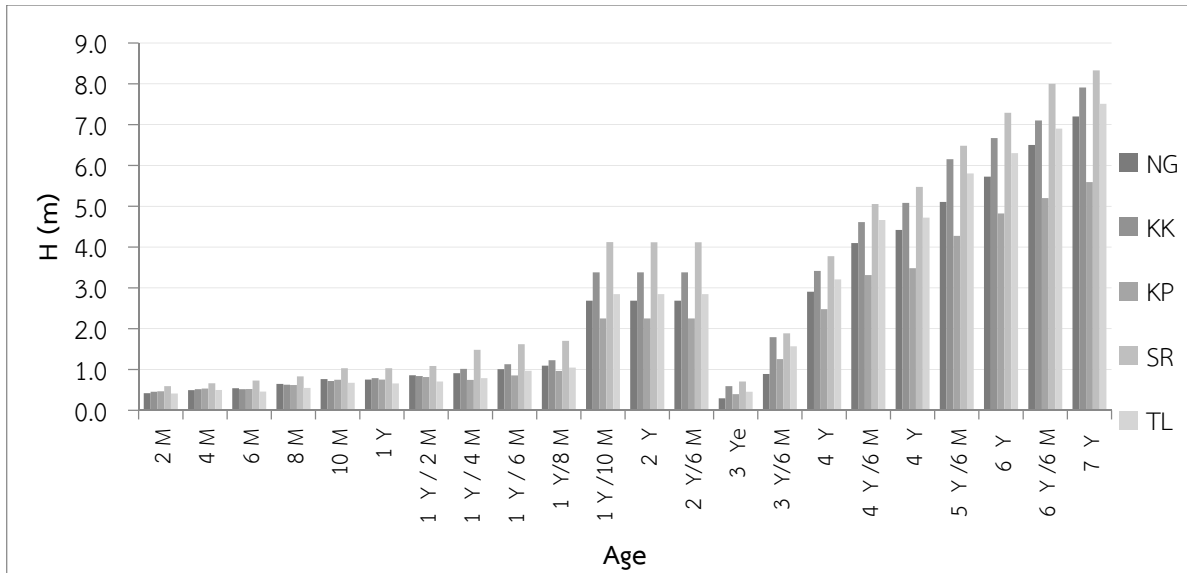


Figure 5 Height of different provenances *Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou at Surat Thani Silvicultural Research Station.

สรุป

ไม้รักใหญ่จากแหล่งถิ่นกำเนิดสุราษฎร์ธานีมีการเจริญเติบโตทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงมากที่สุด ปัจจัยหลักที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและความสูง คือ สภาพดิน ปริมาณน้ำฝน สภาพภูมิอากาศ ภูมิประเทศ เนื่องจากพื้นที่ปลูกทดสอบมีปัจจัยสิ่งแวดล้อมใกล้เคียงกับสภาพพื้นที่แหล่งกำเนิดเดิม จึงส่งผลต่อการเจริญเติบโตของไม้ ดังนั้น การปลูกสวนป่าไม้รักใหญ่ในท้องที่จังหวัดสุราษฎร์ธานีควรนำเมล็ดพันธุ์ไม้จากแหล่งสุราษฎร์ธานีมาใช้ในการปลูก นอกจากนี้ การดูแลเอาใจใส่แปลงทดลองทางวนวัฒนวิธีในระยะ 2-3 ปีแรก จะช่วยให้มีอัตราการรอดตายสูงขึ้น และมีอัตราการเจริญเติบโตไปสม่ำเสมอทั่วทั้งแปลง

เอกสารอ้างอิง

เมตไทย. 2560. รักใหญ่ สรรพคุณและประโยชน์ของต้นรักใหญ่ 29 ข้อ !. แหล่งที่มา : <https://medthai.com/.รักใหญ่>, 14 กรกฎาคม 60.

การศึกษาจุดเชื่อมต่อที่เหมาะสมสำหรับการเชื่อมต่อป่าอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่
และอุทยานแห่งชาติทับลาน บริเวณถนนเส้น 304
Suitable area for wildlife corridors between Khao Yai National Park
and Thap Lan National Park

กลุ่มงานวิจัยสัตว์ป่า, สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า, กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
Wildlife Research Division, Wildlife Conservation Office, Department of National Park Wildlife
and Plant Conservation
Corresponding Author; E-mail: somyingphuluang@hotmail.com

บทคัดย่อ

กลุ่มงานวิจัยสัตว์ป่า ทำการสำรวจเก็บข้อมูลสัตว์ป่าในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่และอุทยานแห่งชาติทับลานบนถนนหมายเลข 304 บริเวณกิโลเมตรที่ 27-29 กิโลเมตรที่ 42-48 และกิโลเมตรที่ 69-70 ได้เก็บข้อมูลสัตว์มีกระดูกสันหลัง 4 กลุ่ม โดยเฉพาะสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ซึ่งได้รับผลกระทบจากการแบ่งแยกของพื้นที่ศึกษามากที่สุด ในช่วงปี 2554 – 2555 ได้ทำการเดินสำรวจการปรากฏของสัตว์ป่าในพื้นที่ตามแนวเส้นสำรวจ (line transect) และวิเคราะห์ความเหมาะสมของถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า เพื่อนำมาเปรียบเทียบกำหนดพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุดในการทำแนวเชื่อมต่อป่าระหว่างอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่และอุทยานแห่งชาติทับลาน โดยการกำหนดจุดเชื่อมต่อพื้นที่ถิ่นที่เหมาะสมของสัตว์ป่าที่มีความสำคัญทางนิเวศ เป็นสัตว์ที่มีขนาดใหญ่และเป็นร่มเงา (Umbrella Species) ให้แก่สัตว์ป่าชนิดอื่นสามารถเข้ามาใช้ประโยชน์ด้วย เป็นตัวแทนในการกำหนดพื้นที่ จากข้อมูลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ที่พบในพื้นที่ทั้ง 5 ชนิด พบว่า กระต๊อ เป็นสัตว์ป่าที่เหมาะสมต่อการกำหนดเป็นตัวแทนในการกำหนดจุดเชื่อมต่อ จากการวิเคราะห์พื้นที่อาศัยที่เหมาะสมกระต๊อเลือกใช้พื้นที่ป่าที่บริเวณยอดปกคลุมหนาแน่น มีความลาดชันต่ำ อยู่ห่างหมู่บ้าน พื้นที่ที่เหมาะสมของกระต๊อมีทั้งในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่และอุทยานแห่งชาติทับลาน บริเวณกิโลเมตรที่ 27-29 พื้นที่ที่เหมาะสมในฝั่งอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่มีมากและสัตว์ป่ามีแนวโน้มที่จะข้ามไปยังฝั่งอุทยานแห่งชาติทับลานบริเวณช่วงกิโลเมตรที่ 28-29 เพราะเป็นพื้นที่ป่าที่ทั้งสองฝั่ง มีแหล่งน้ำเป็นห้วยลำพระยาธารและอ่างเก็บน้ำทับลาน อีกทั้งแหล่งอาหารเป็นทุ่งหญ้าที่อุดมสมบูรณ์ พื้นที่ที่เหมาะสมแก่การทำแนวเชื่อมต่อป่าบริเวณที่เหมาะสมที่สุด คือ พื้นที่ศึกษาช่วงกิโลเมตรที่ 27-29 ซึ่งพื้นที่บริเวณนี้เป็นแนวแบ่งแยกป่าที่แคบและมีปัจจัยแวดล้อมที่สำคัญต่อการดำรงชีพของสัตว์ป่า ยังคงความอุดมสมบูรณ์ สภาพป่ามีพืชพันธุ์ปกคลุมหนาแน่นมีแหล่งอาหารและแหล่งน้ำที่สำคัญ เช่น ป่าทุ่งหญ้า ห้วยลำพระยาธาร อ่างเก็บน้ำทับลาน เป็นต้น พื้นที่ดังกล่าวยังใกล้กับหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ที่ 7 (ลำพระยาธาร) สามารถควบคุมดูแลปัจจัยคุกคามที่จะเกิดขึ้นหลังการสร้างทางเชื่อมป่าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: แนวเชื่อมต่อป่า อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ อุทยานแห่งชาติทับลาน

ABSTRACT

This study was conducted in Khao Yai National Park and Thup Lan National Park on KM. 27 -29, KM 42 – 48 and KM 69 – 70 of 304 main road during 2011 – 2012. Here, we used line transect to survey mammal species and analyzed habitat suitability map of main mammal species by using logistic regression model, to assess which area is the most appropriate for wildlife corridor between Khao Yai National Park and Thup Lan National Park. The result showed that Guar was a suitable wildlife species to consider the appropriate area for the wildlife corridor. Guar habitat is specific in the primary forest, low slope, and distance from village. The habitat suitability of Guar is in both Khao yai National Park and Thup Lan National Park at KM 27 – 29 and wildlife species is likely to cross to Thup Lan National Park at KM 28 – 29, because it is a primary forest on both sides, which

water source, and food source for wildlife welfare. And this area is a narrow zone to connect the forest habitat of both sides. In addition, the area is close to Khao Yai National Park substation 7 (Lam Phraya Than), which is able to control the threat that will occur after the effective wildlife corridor.

Keywords: wildlife corridors, Khao Yai National Park, Thap Lan National Park

คำนำ

แนวเชื่อมต่อป่า (Ecological Corridor หรือ Wildlife Corridor) มีบทบาทสำคัญที่สามารถรักษาความเชื่อมโยงทางธรรมชาติของระบบนิเวศ เอื้อให้กลุ่มประชากรสัตว์ป่าสามารถเคลื่อนย้ายกระจายพันธุ์ เกิดการถ่ายเทพันธุกรรม ลดการผสมเลือดชิด (Inbreeding) และสร้างความมั่นคงและแข็งแรงให้สังคมสัตว์ป่าโดยรวม ในการออกแบบทางเชื่อมผืนป่านั้น จำเป็นต้องคำนึงถึงชนิดพันธุ์ของสัตว์ป่าเป้าหมายในพื้นที่ รวมทั้งความต้องการทางนิเวศของสัตว์ป่าเหล่านั้น ความชุกชุมของสัตว์ป่าและตำแหน่งที่มีความสำคัญที่สัตว์ป่าจะใช้ทางเดินข้าม รวมทั้งรูปแบบของทางเดินข้ามที่จะต้องมีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและสอดคล้องกับความต้องการในด้านถิ่นอาศัยของสัตว์ป่า (Habitat Requirement)

1. ความหมายของทางเชื่อมต่อป่าทางเชื่อมต่อป่าหรือแนวเชื่อมต่อป่า (Corridor) หมายถึง พื้นที่ขนาดเล็กโดยมากมีรูปแบบเป็นแถบยาวช่วยทำหน้าที่ตอบสนองความต้องการของชนิดเฉพาะนั้นๆ ที่ต้องการเคลื่อนที่ระหว่างหย่อมป่าที่แตกต่างกันได้ โดยแนวเชื่อมต้อมักมีพืชพรรณใกล้เคียงกับถิ่นที่อาศัยหลักที่อยู่ใกล้เคียง (คณะวนศาสตร์, 2553)

2. หน้าที่ทางด้านระบบนิเวศของแนวเชื่อมต่อป่า บทบาทของแนวเชื่อมต่อป่าที่เห็นได้ชัดเจนที่สุดคือ การส่งเสริมให้สิ่งมีชีวิตสามารถกระจายและเคลื่อนตัวไปตามหย่อมที่อาศัยที่อยู่ห่างออกไปได้ (คณะวนศาสตร์, 2553) นอกจากนั้นแนวเชื่อมตอยังช่วยเหลือชนิดพันธุ์ในแง่ของการเป็นแหล่งอาหารและแหล่งสืบพันธุ์ด้วย (Hess and Fischer, 2001) เป็นปัจจัยที่สำคัญที่ช่วยให้สิ่งมีชีวิตสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป (สมาคมอนุรักษ์สัตว์ป่า, 2552)

3. ผลกระทบจากการแบ่งแยกผืนป่า (Fragmentation) และความสำคัญของการจัดการสร้างทางเชื่อมตอระบบนิเวศ (Ecological Corridor) การแบ่งแยกของผืนป่า (Fragmentation) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของถิ่นที่อาศัยที่อดีตเคยเป็นผืนป่าเดียวกัน กลายเป็นหย่อมป่าที่มีความผันแปรทั้งทางด้านขนาดและรูปลักษณ์ทางภูมิประเทศ ปัจจุบันพบว่าพื้นที่คุ้มครองของประเทศเหลือพื้นที่อยู่เป็นหย่อมเล็กหย่อมน้อยกระจายอยู่ทั่วประเทศ การอนุรักษ์พื้นที่ขนาดเล็กจึงเป็นปัญหาต่อการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ จากการศึกษาผลกระทบต่อระบบนิเวศจากการสร้างถนนของ Trombulak and Frissell (2000) พบว่ามีความสูญเสียจากการสร้างถนนทำให้สัตว์ป่าถูกรถชนและเกิดความสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สินจากอุบัติเหตุบนท้องถนน รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของสัตว์ป่าทำให้สัตว์ป่าไม่สามารถเคลื่อนย้ายประชากรหรือแพร่กระจายพันธุกรรมได้ ทำให้เกิดการผสมเลือดชิด (Inbreeding) ทำให้สิ่งมีชีวิตเหล่านี้อ่อนแอลงและอาจสูญพันธุ์ได้ในอนาคต อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มโอกาสให้ปัจจัยคุกคามจากมนุษย์สามารถเข้าถึงพื้นที่ป่าอนุรักษ์ได้ง่ายขึ้น เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของสิ่งแวดล้อม เช่น ความหนาแน่นของดิน น้ำในดิน อุณหภูมิ แสงแดดฝุ่นละออง น้ำไหลบ่าหน้าดิน การเกิดตะกอนทับถม หรือเสียงดังรบกวนทำให้สัตว์เกิดความเครียดรวมทั้งการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของสิ่งแวดล้อม เช่น การเกิดมลพิษจากโลหะหนักจากควันทรายนต์และการสูญเสียธาตุอาหาร เป็นต้น อีกทั้งการที่มีผืนป่าขนาดใหญ่ซึ่งมีระบบนิเวศที่หลากหลายและต่อเนื่อง ถ้าพื้นที่ส่วนใดส่วนหนึ่งใกล้เคียงกันถูกทำลายจะต้องมีผลกระทบต่อเนื่องถึงระบบนิเวศข้างเคียงอย่างเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพด้านป่าไม้ โดยการจัดการอนุรักษ์พื้นที่เชิงระบบนิเวศให้มีความต่อเนื่องด้วยวิธีการสร้างแนวเชื่อมต่อเพื่อให้สัตว์ป่าและพันธุ์พืชสามารถกระจายพันธุ์ระหว่างกันได้ เมื่อพื้นที่ดังกล่าวมีความหลากหลายทางชีวภาพที่สมบูรณ์มั่นคง จะส่งผลต่อการดำรงชีวิตของประชาชนรอบผืนป่าและเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศต่อไป โดยการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการกระจายพันธุ์และพื้นที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมของสัตว์ป่าในพื้นที่ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำแนวเชื่อมต่อป่า

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

โครงการศึกษาแนวทางการจัดทำแนวเชื่อมต่อป่าอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่และอุทยานแห่งชาติทับลานได้ดำเนินการในพื้นที่ระหว่างอุทยานแห่งชาติทั้งสองแห่งที่ถูกตัดผ่านโดยทางหลวงหมายเลข 304 ซึ่งส่งผลกระทบต่อ การเคลื่อนย้ายของสัตว์ป่า โดยพื้นที่ที่มีแผนในการเชื่อมต่อป่า เป็นบริเวณ กม.27-29 ของทางหลวงหมายเลข 304 ซึ่งฝั่งตะวันตกอยู่ในเขตของอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ใกล้ห้วยลำพระยาธาร และฝั่งตะวันออกอยู่ในเขตอุทยาน แห่งชาติทับลานใกล้ห้วยหินดาช และบริเวณ กม.42-48 บนทางหลวงหมายเลข 304 โดยฝั่งตะวันตกอยู่ในเขตของ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ใกล้หน่วยพิทักษ์อุทยานบุพพารามณีน และฝั่งตะวันออกอยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติทับลาน บริเวณสำนักสงฆ์เขาทราย และเขาสวนท่อม รวมทั้งพื้นที่บริเวณ กม. 69-70 ซึ่งฝั่งตะวันตกเป็นพื้นที่สงวนชีวมณฑล สะแกราชและด้านตะวันออกเป็นบริเวณบ้านห้วยน้ำเค็มในเขตอุทยานแห่งชาติทับลาน

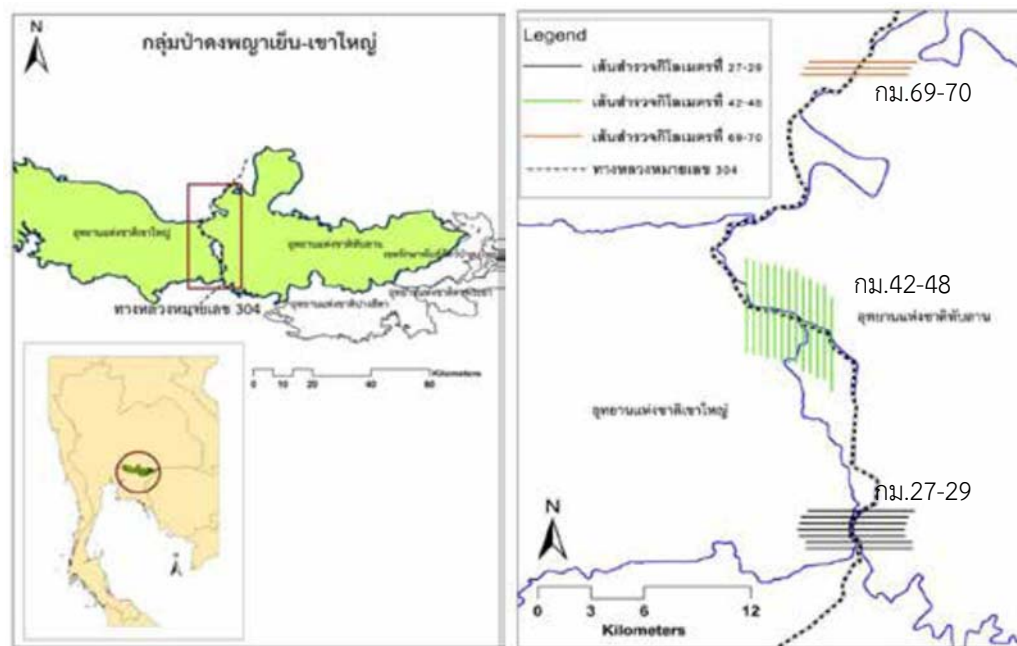


Figure 1 Study area and line transects at wildlife corridors between Khao Yai National Park and Thup Lan National Park.

วิธีการศึกษา

1. วางเส้นสำรวจยาว 3 กิโลเมตร แต่ละเส้นห่างกัน 400 เมตร ตั้งฉากกับแนวถนนเข้าไปในพื้นที่ป่าทั้ง 2 ฝั่ง (รูปที่ 6) คือ บริเวณกิโลเมตรที่ 27-29 บริเวณห้วยหินดาชจนถึงบริเวณอ่างเก็บน้ำทับลาน บริเวณกิโลเมตรที่ 42-48 บริเวณสวนป่าเขาพลูทึบ-บ้านผางาม และบริเวณกิโลเมตรที่ 69-70 บริเวณบ้านห้วยน้ำเค็ม และพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช

2. ดำเนินการเก็บข้อมูลการปรากฏของสัตว์ป่าชนิดต่าง ๆ โดยหาค่าพิกัดในจุดที่พบสัตว์ป่าและปัจจัยคุกคามในบริเวณเส้นสำรวจทั้ง 3 พื้นที่ โดยแบ่งการเก็บข้อมูลเป็น 3 ฤดูกาล คือ ฤดูฝน ฤดูร้อน และฤดูหนาว ในแต่ละฤดูกาลดำเนินการเก็บข้อมูล 2 ครั้ง

3. นำข้อมูลพื้นฐานของสภาพภูมิประเทศของอุทยานเขาใหญ่ อุทยานแห่งชาติทับลาน และป่าสะแกราชจากแผนที่การแปลภาพถ่ายดาวเทียมการใช้ประโยชน์ที่ พ.ศ. 2543 เป็นข้อมูลในการวางแผนสำรวจเก็บข้อมูลตามสภาพพื้นที่ป่า และการวิเคราะห์การกระจายของสัตว์ป่า โดยนำค่าพิกัดที่พบเห็นสัตว์ป่าหรือร่องรอยของสัตว์ป่ามาจัดทำแผนที่การกระจายของสัตว์ป่าเป้าหมาย

4. ความเหมาะสมของถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า โดยพิจารณาจากปัจจัยที่มีผลต่อการดำรงชีวิตและสืบต่อพันธุ์ของชนิดพันธุ์สัตว์ป่าแต่ละชนิด ได้แก่ ประเภทป่า (Forest type) ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (DEM)

ความลาดชันของพื้นที่ (Slope) แหล่งน้ำ (Stream) ระยะห่างจากถนน (Road) ระยะห่างจากหมู่บ้าน (Village) ระยะห่างจากหน่วยพิทักษ์ป่า (Ranger St.) ปัจจัยคุกคาม (Threat) การเก็บหาของป่า (NTP) การบุกรุกพื้นที่ (Disturb) การทำไม้ (Logging) การล่าสัตว์ (Hunting) การปศุสัตว์ (Livestock) และนำข้อมูล ตำแหน่งพิกัดของสัตว์ป่าที่ได้จากการสำรวจ รวมทั้งปัจจัยสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการกระจายมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ โดยการใช้หลักวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธี Logistic Regression Analysis ในการเลือกสมการที่จะนำมาใช้กำหนดพื้นที่การกระจายของสัตว์ป่า ดังสมการที่ 1 (Quinn and Keough, 2002)

$$f(x) = f(x_1, x_2, x_3, \dots)$$

$$x = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + \dots \quad (1)$$

ใช้หลักการของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์กำหนดพื้นที่การกระจายของสัตว์ป่าแต่ละชนิด ในระดับมาก ปานกลาง น้อย-ไม่พบ โดยวิธีการซ้อนทับชั้นข้อมูล (Overlaying) ระหว่างข้อมูลปัจจัยพื้นฐานต่างๆ ที่อยู่ในรูปแบบของแบบจำลองเชิงภาพที่มีความสำคัญตามสมการที่ได้จากการวิเคราะห์ และผลที่ได้จะเป็นการสร้างชั้นข้อมูลใหม่ด้วยกัน เป็นการกำหนดพื้นที่ซึ่งมีโอกาสที่พบการกระจายของสัตว์ป่าใน 3 ระดับ คือ มาก ปานกลาง น้อย-ไม่พบ โดยการใช้สมการทางสถิติ Logistic Regression Model ดังสมการที่ 2 ซึ่งจะเป็นการนำค่าของปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ตามสมการที่คำนวณได้มาวิเคราะห์หาโมเดลทางสถิติที่จะใช้ในการจัดชั้นข้อมูล (Quinn and Keough, 2002)

$$P(X) = \frac{e^x}{1 + e^x} \quad (2)$$

$P(X)$ = ความน่าจะเป็นหรือค่าคาดหวังแบบมีเงื่อนไข

$e = \ln e$

x = ความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตาม

$B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + \dots$

ผลที่ได้จะแสดงสถานภาพของถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าเป้าหมาย โดยผลที่ได้จะถูกนำมาแบ่งระดับของการกระจายของสัตว์ป่าเป้าหมายเป็น 3 ระดับ คือ

มากมีค่า $P(X) = 0.64-1.0$

ปานกลาง $P(X) = 0.34-0.63$

น้อยหรือไม่พบมีค่า $P(X) = 0-0.33$

ผลและวิจารณ์

การประเมินความเหมาะสมของถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าที่มีพื้นที่กินขนาดใหญ่และเป็นตัวชี้วัดของระบบนิเวศในพื้นที่ เช่น กระตัง กวางป่า หมี ในกรณีสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ชนิดอื่น เช่น ช้างป่า เลียงผา หมาไน และหมาจิ้งจอก ไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ความเหมาะสมของถิ่นที่อยู่อาศัยได้ เนื่องจากข้อมูลตัวอย่างทางสถิติมีน้อยกว่า 30 ตัวอย่าง และในกลุ่มข้อมูลของกึ่งและหนูป่า ซึ่งสามารถพบกระจายได้ทั่วไป มีความชุกชุมมาก เพราะเป็นสัตว์ที่สามารถปรับตัวได้ดีในสภาพปัจจัยแวดล้อมรูปแบบต่าง ๆ ทำให้ความเหมาะสมของถิ่นที่อยู่อาศัยไม่ค่อยแตกต่างกัน อาจนำมาใช้เป็นตัวชี้วัดได้ไม่ถี่นัก

1. การประเมินสถานภาพของถิ่นที่อยู่อาศัยของกระตัง

จากการสำรวจ พบร่องรอยของกระตังได้ในบริเวณที่เป็นป่าดิบเรือนยอดปกคลุมหนาแน่น ได้แก่ ป่าดิบแล้ง ป่าไผ่ และยังพบบริเวณชายขอบทุ่งหญ้าบ้าง กระตังใช้พื้นที่ที่มีความลาดชันไม่มากนักประมาณ 0-10 องศา ใช้ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 100 - 300 เมตร อยู่ห่างจากหมู่บ้านประมาณ 2-4 กิโลเมตร พื้นที่ที่เหมาะสมของกระตังมีทั้งในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่และอุทยานแห่งชาติทับลาน บริเวณกิโลเมตรที่ 27-29 พื้นที่เหมาะสมในฝั่ง

อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่มีมาก (รูปที่ 2) และสัตว์ป่ามีแนวโน้มที่จะเข้าไปยังผืนอุทยานแห่งชาติทับลานบริเวณช่วง กิโลเมตรที่ 28-29 เพราะเป็นพื้นที่ป่าที่ทั้งสองฝั่ง มีแหล่งน้ำเป็นห้วยลำพระยาธารและอ่างเก็บน้ำทับลาน อีกทั้ง แหล่งอาหารเป็นทุ่งหญ้าที่อุดมสมบูรณ์ ในช่วงกิโลเมตรที่ 42-48 พื้นที่อาศัยที่เหมาะสมของกระทิงมีมากในผืนของ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่อีกเช่นกัน ส่วนทางฝั่งของอุทยานแห่งชาติทับลานมีพื้นที่อาศัยที่เหมาะสมต่ำโดยเฉพาะ ในช่วงที่ห่างจากถนนทางหลวงในกิโลเมตรแรก อาจเป็นเพราะว่ามีหมู่บ้าน และพื้นที่มีกิจกรรมของมนุษย์มากเกินไป จึงทำให้กระทิงไม่สามารถเข้ามาใช้ประโยชน์ในพื้นที่บริเวณดังกล่าว ในช่วงกิโลเมตร ที่ 69-70 พบร่องรอยกระทิง เฉพาะผืนอุทยานแห่งชาติทับลาน ซึ่งบริเวณนี้มีความเหมาะสมของถิ่นที่อยู่อาศัยมาก เนื่องจากมีสภาพป่าเป็นป่าดิบ แล้งและทุ่งหญ้าเป็นส่วนใหญ่ ส่วนทางฝั่งพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราชไม่พบร่องรอยของกระทิง ทั้งนี้เป็นเพราะ พื้นที่ช่วงนี้ได้ขยายถนนทางหลวง เป็น 4 ช่องทางจราจรแล้ว (Figure 2)

แบบจำลองความสัมพันธ์ของกระทิง

$$Y = 5.245 - 5.485(\text{Forest123}) - 0.006(\text{DEM}) + 0.002(\text{Stream}) + 0.001(\text{Village}) - 0.001(\text{RangerSt.}) - 0.002(\text{NTP}) - 0.002(\text{Hunting}) \quad (R^2=0.759)$$

2. การประเมินสถานภาพของถิ่นที่อยู่อาศัยของกวางป่า

จากการสำรวจพบร่องรอยของกวางป่าได้ทั่วไป ส่วนใหญ่จะพบร่องรอยในสภาพป่าที่เป็นทุ่งหญ้า โดยเฉพาะผืนอุทยานแห่งชาติทับลานบริเวณกิโลเมตรที่ 27-29 กวางป่าเป็นสัตว์ที่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพพื้นที่ ต่างๆได้เป็นอย่างดี จึงมีพื้นที่อาศัยที่เหมาะสมทั่วทั้งพื้นที่ศึกษาจากแบบจำลองความสัมพันธ์การปรากฏของกวางป่า กับปัจจัยแวดล้อมแสดงให้เห็นว่า กวางป่าเลือกใช้พื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำ สอดคล้องกับการศึกษาของ บุขงและ คณะ (2553) และพบร่องรอยอยู่ใกล้ถนนและหน่วยพิทักษ์ป่า ในบริเวณกิโลเมตรที่ 27-29 พบร่องรอยในผืนของ อุทยานแห่งชาติทับลานมากกว่าผืนเขาใหญ่ เนื่องจากลักษณะพื้นที่เป็นทุ่งหญ้า อีกทั้งช่วงที่สำรวจเกิดเหตุระบัดขึ้น เนื่องจากมีไฟป่า จึงเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญและทำให้มีค่าความชุกชุมของกวางป่าสูงในบริเวณดังกล่าว ส่วนบริเวณ กิโลเมตรที่ 42-48 พบร่องรอยของกวางป่ามากในช่วง 1 กิโลเมตรแรกจากถนนทางฝั่งของอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ซึ่งมีแนวโน้มที่สัตว์จะใช้พื้นที่ในการเข้าไปอีกฝั่งของถนน ส่วนทางอุทยานแห่งชาติทับลานพบน้อยเพราะเป็นบริเวณ ที่มีกิจกรรมของมนุษย์มากเกินไปจึงทำให้มีพื้นที่อาศัยที่เหมาะสมน้อย บริเวณที่มีพื้นที่อาศัยเหมาะสมที่เชื่อมต่อกัน ทั้งสองอุทยานแห่งชาติอยู่ในช่วงกิโลเมตรที่ 42-43 ซึ่งมีบริเวณที่เป็นป่าทั้ง 2 ฝั่ง สำหรับบริเวณกิโลเมตรที่ 69-70 ปรากฏพบร่องรอยของกวางป่ามากในผืนของอุทยานแห่งชาติทับลานเพราะพื้นที่มีสภาพเป็นสวนป่าสลับป่าดิบแล้ง และมีสภาพเป็นทุ่งหญ้า ส่วนทางฝั่งพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราชพบร่องรอยของกวางป่าน้อยมาก (Figure 3)

แบบจำลองความสัมพันธ์ของกวางป่า

$$Y = 6.951 + 0.172(\text{Slope}) - 0.010(\text{DEM}) + 0.001(\text{Stream}) - 0.002(\text{Road}) - 0.001(\text{RangerSt.}) + 0.0002(\text{Livestock}) \quad (R^2=0.657)$$

3. การประเมินสถานภาพของถิ่นที่อยู่อาศัยของหมิ

ร่องรอยที่พบจากการสำรวจส่วนใหญ่พบเป็นรอยเล็บ และรอยฉีกต้นไม้จึงไม่สามารถจำแนกชนิดได้ว่าเป็น หมิควายหรือหมิหมา ดังนั้นการประเมินสถานภาพจึงเป็นการประเมินสถานภาพของหมิโดยรวม พบในบริเวณที่เป็น ป่าดิบแล้ง บางครั้งพบร่องรอยในพื้นที่เกษตรกรรมและมีรายงานจากเจ้าหน้าที่พิทักษ์ป่าว่าพบเห็นหมิหมาออกมาถึง หน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ด้วย จากแบบจำลองความสัมพันธ์การปรากฏของหมิกับปัจจัยแวดล้อมพบว่า หมิใช้พื้นที่ที่อยู่ห่างไกลจากถนนและหมู่บ้าน รวมทั้งปัจจัยด้านอื่นเช่น ความลาดชัน แหล่งน้ำ และอิทธิพลของปัจจัย คุกคามเป็นต้น บริเวณกิโลเมตรที่ 27-29 พบร่องรอยของหมิมากในผืนอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ แต่จากการวิเคราะห์ พบพื้นที่อาศัยที่เหมาะสมมากทั้ง 2 ฝั่งของอุทยานแห่งชาติแต่บริเวณที่อยู่ใกล้กับถนนจะเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมน้อย บริเวณกิโลเมตรที่ 42-48 พบร่องรอยของหมิกระจายเป็นหย่อมพื้นที่ในผืนของอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จากการ ประเมินสภาพพื้นที่อาศัยมีความเหมาะสมมาก เพราะสภาพป่าส่วนใหญ่เป็นป่าดิบแล้ง ส่วนทางฝั่งอุทยานแห่งชาติ ทับลาน พื้นที่ที่มีความเหมาะสมกับหมิน้อยกว่า โดยเฉพาะในช่วงที่เป็นหมู่บ้าน และเป็นแหล่งรีสอร์ท ทำให้โอกาสที่ หมิจะมีการเคลื่อนย้ายประชากรนั้นเป็นไปได้ยาก เพราะพื้นที่ป่าถูกตัดขาด ส่วนบริเวณกิโลเมตรที่ 69-70 พบ

ร่องรอยของหมีเฉพาะฝั่งอุทยานแห่งชาติทับลานเท่านั้น จากการประเมินพื้นที่อาศัยที่เหมาะสมมากจะอยู่ในช่วงที่ห่างจากถนนประมาณ 1 กิโลเมตร (Figure 4)

แบบจำลองความสัมพันธ์ของหมี

$$Y = -8.1157 + 0.2165(\text{Slope}) + 0.0073(\text{Stream}) + 0.0034(\text{Road}) + 0.002(\text{Village}) - 0.0043(\text{Logging}) - 0.0037(\text{Disturb}) \quad (R^2=0.862)$$

4. การประเมินสถานภาพของถิ่นที่อยู่อาศัยของแก้ง

จากการสำรวจพบร่องรอยของแก้งได้ทั่วไป แก้งเลือกใช้พื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 100-300 เมตร และใช้พื้นที่ที่มีความลาดชันได้หลายระดับ พบตั้งแต่ 0-20 องศา ซึ่งเห็นว่าแก้งสามารถปรับตัวได้ในสภาพภูมิประเทศที่มีความหลากหลาย จึงสามารถพบร่องรอยของแก้งกระจายอยู่ทั่วไปในพื้นที่ศึกษา ถิ่นที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมของแก้งมีความสัมพันธ์กับปัจจัยอื่น ๆ เช่น ระยะห่างจากหมู่บ้าน การทำไม้ และการทำปศุสัตว์ แก้งหลีกเลี่ยงที่จะเข้าใกล้หมู่บ้าน โดยพบร่องรอยส่วนใหญ่อยู่ห่างจากหมู่บ้านประมาณ 1-2.5 กิโลเมตร พื้นที่ศึกษามีความเหมาะสมมากต่อการใช้ประโยชน์ของแก้ง โดยพบร่องรอยของแก้งได้ทั่วพื้นที่ศึกษาทั้งฝั่งอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่และอุทยานแห่งชาติทับลาน พื้นที่ศึกษามีบริเวณกิโลเมตรที่ 27-29 พบร่องรอยของแก้งมากในช่วงกิโลเมตรที่ 28-29 ในทั้งสองฝั่ง ซึ่งบริเวณนี้มีความเหมาะสมมากในการเป็นพื้นที่ที่จะทำแนวเชื่อมต่อป่า เพราะสภาพป่ามีความอุดมสมบูรณ์ทั้งสองฝั่ง และยังมีปัจจัยที่สำคัญ เช่น พืชอาหารแหล่งน้ำ เป็นต้น พื้นที่ศึกษามีบริเวณกิโลเมตรที่ 42-48 พบร่องรอยของแก้งได้ทั่วไปแต่ในช่วงบริเวณสำนักสงฆ์เขาทราย มีหมู่บ้านอยู่จึงไม่พบร่องรอยแก้งในบริเวณนี้ และบริเวณกิโลเมตรที่ 69-70 มีความเหมาะสมมากสำหรับแก้ง เพราะพื้นที่นี้มีสภาพป่าที่สมบูรณ์และมีการรบกวนของมนุษย์น้อย (Figure 5)

แบบจำลองความสัมพันธ์ของแก้ง

$$Y = 24.129 - 0.0015(\text{Village}) - 0.004(\text{NTP}) - 0.0018(\text{Logging}) + 0.0002(\text{Livestock}) \quad (R^2=0.793)$$

5. การประเมินสถานภาพของถิ่นที่อยู่อาศัยของหมูป่า

จากการสำรวจพบร่องรอยของหมูป่าได้ในทุกพื้นที่ศึกษา หมูป่าเลือกใช้พื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 100-200 เมตร และใช้พื้นที่ที่มีความลาดชันได้หลายระดับพบตั้งแต่ 0-20 องศา จากข้อมูลภาคสนามสำรวจพบว่าหมูป่าสามารถใช้พื้นที่ป่าได้หลากหลาย เช่น ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ ท่งหญ้า และพบร่องรอยในพื้นที่การเกษตร แสดงให้เห็นว่าหมูป่าเป็นสัตว์ที่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ จึงทำให้พื้นที่ที่เหมาะสมของหมูป่ามีค่อนข้างมาก ปัจจัยแวดล้อมที่มีความสัมพันธ์กับถิ่นที่อยู่อาศัยของหมูป่า คือ ความลาดชัน ความสูงจากระดับน้ำทะเล ถนน และปัจจัยคุกคามต่าง ๆ จากข้อมูลการกระจายของหมูป่า ไม่พบร่องรอยในบริเวณกิโลเมตรที่ 44-45 ทางฝั่งอุทยานแห่งชาติทับลานเพราะบริเวณนั้นเป็นหมู่บ้านโดยในช่วงห่างจากถนน 1 กิโลเมตรจะไม่พบร่องรอยของหมูป่า (Figure 6)

แบบจำลองความสัมพันธ์ของหมูป่า

$$Y = 25.895 + 0.313(\text{Slope}) - 0.0101(\text{DEM}) - 0.0011(\text{Road}) - 0.0033(\text{NTP}) - 0.0055(\text{Hunting}) + 0.002(\text{Disturb}) + 0.001(\text{Livestock}) \quad (R^2=0.707)$$

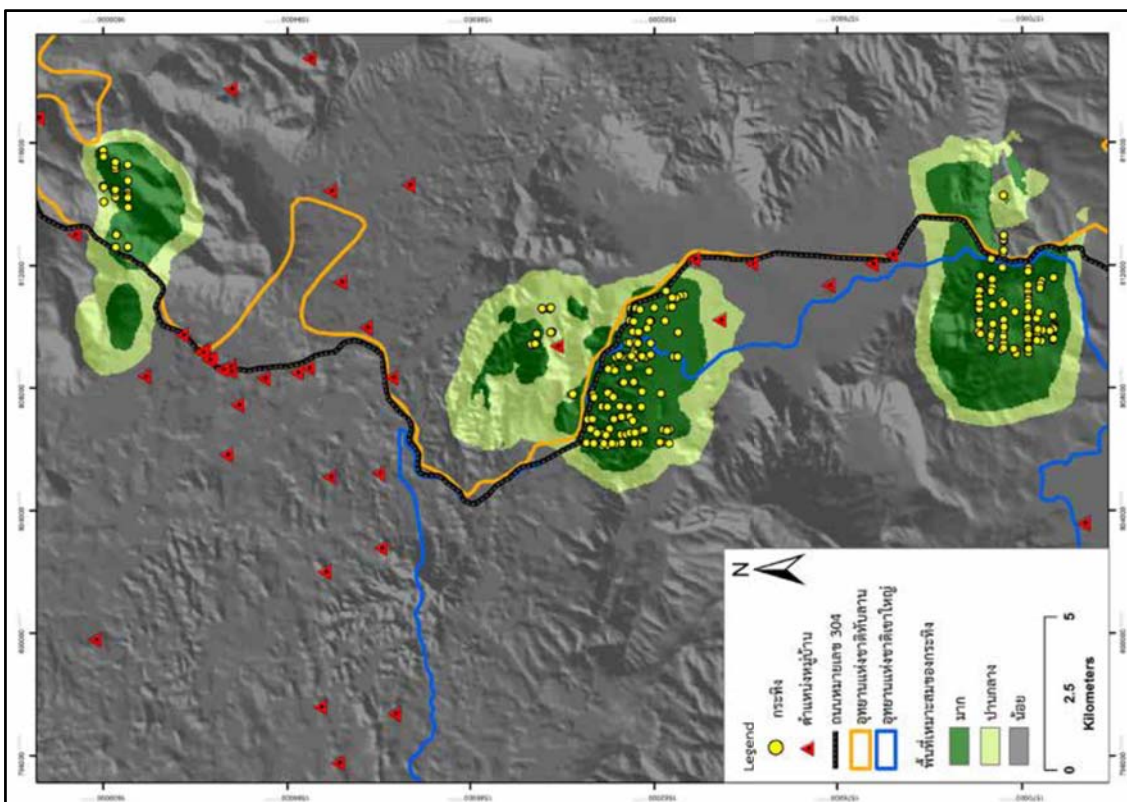


Figure 2 Guar's habitat suitability map.

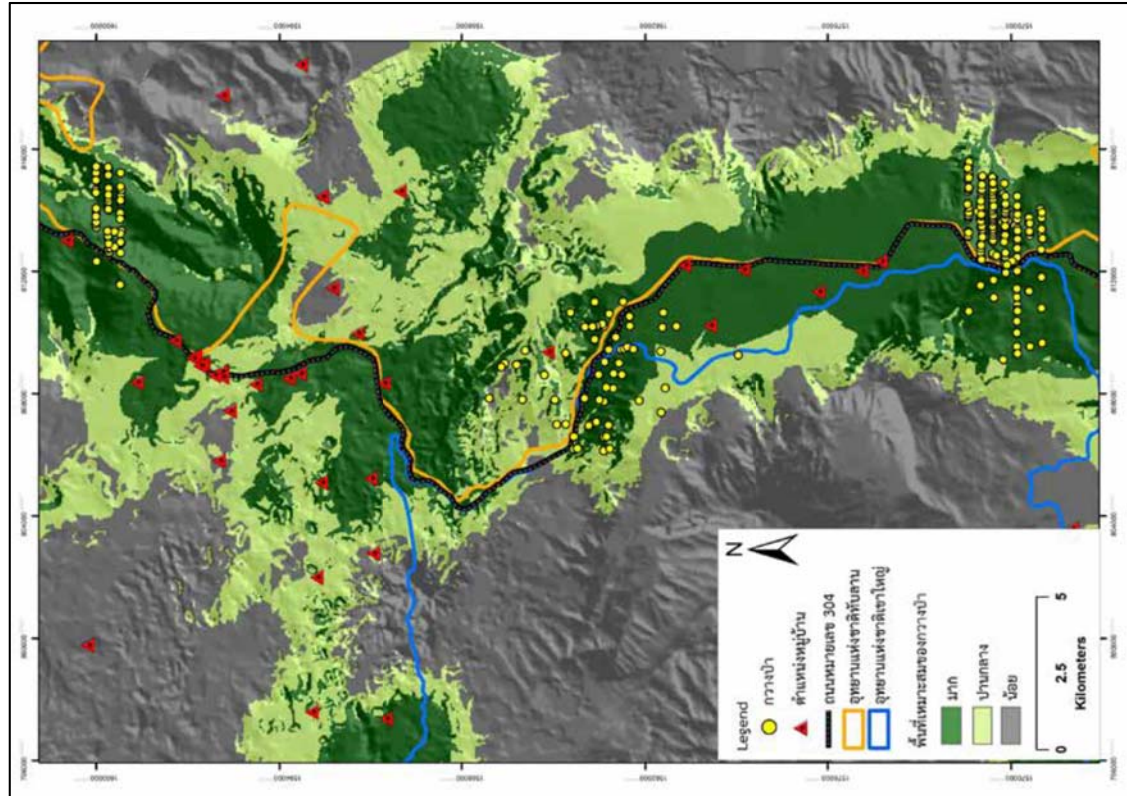


Figure 3 Sambar deer's habitat suitability map.

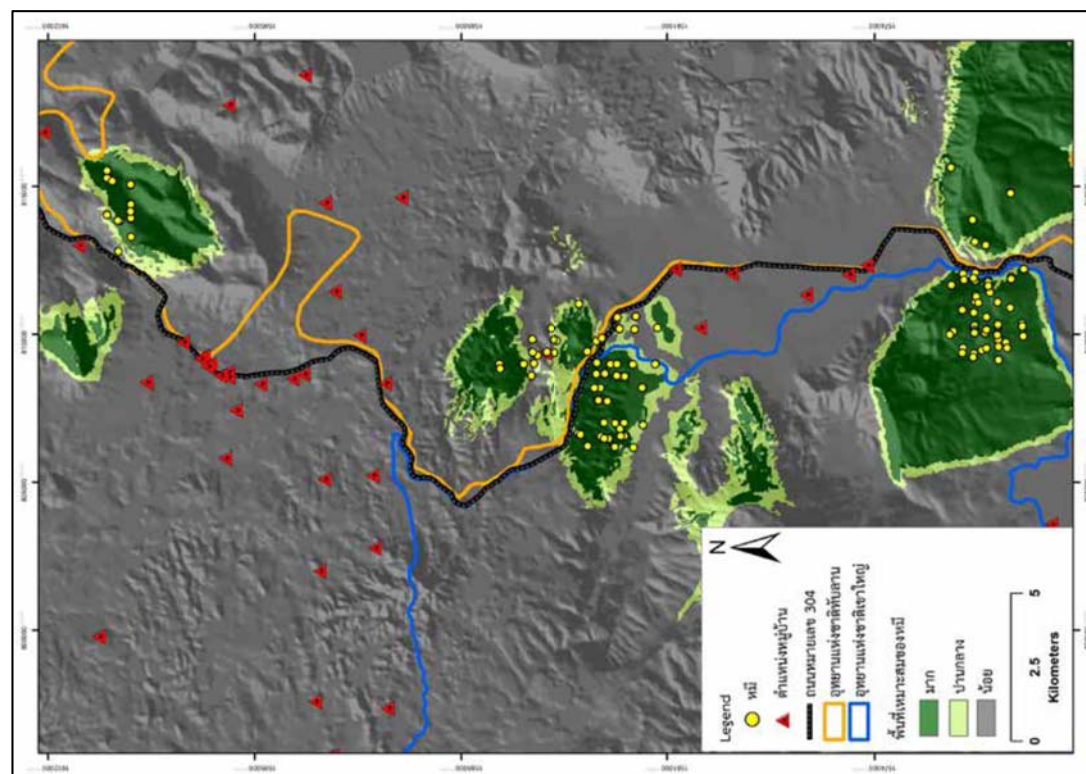


Figure 4 Bear's habitat suitability map.

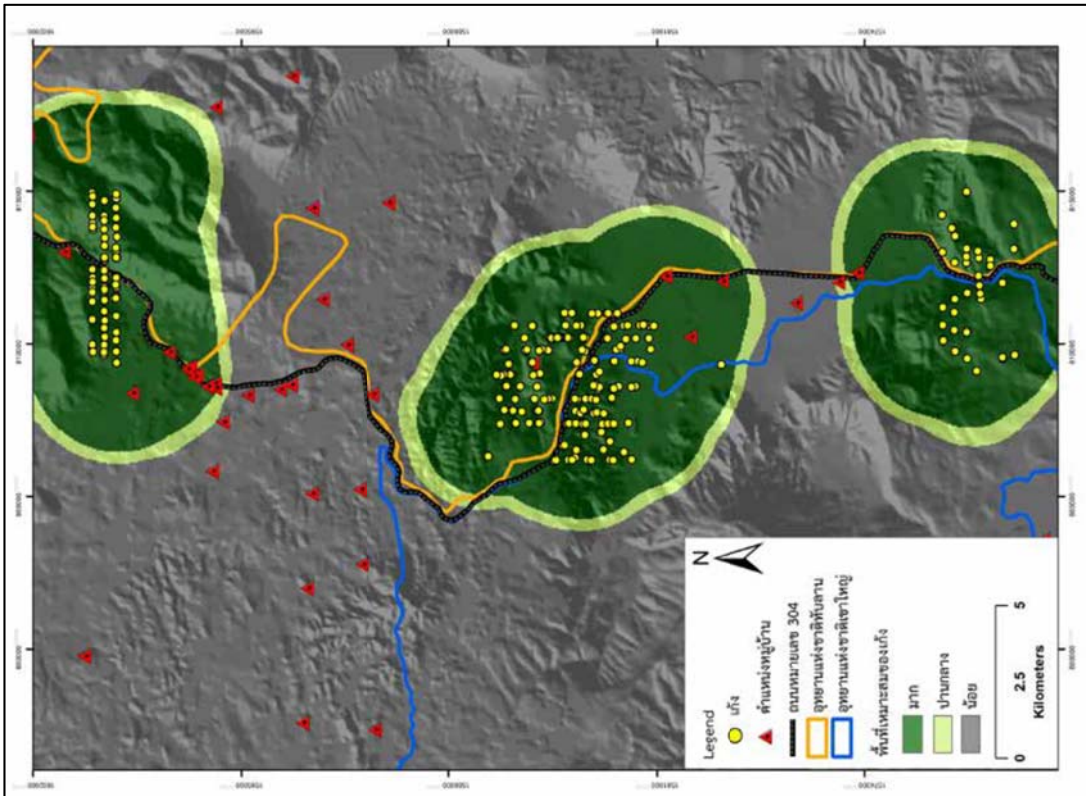


Figure 5 Barking deer's habitat suitability map.

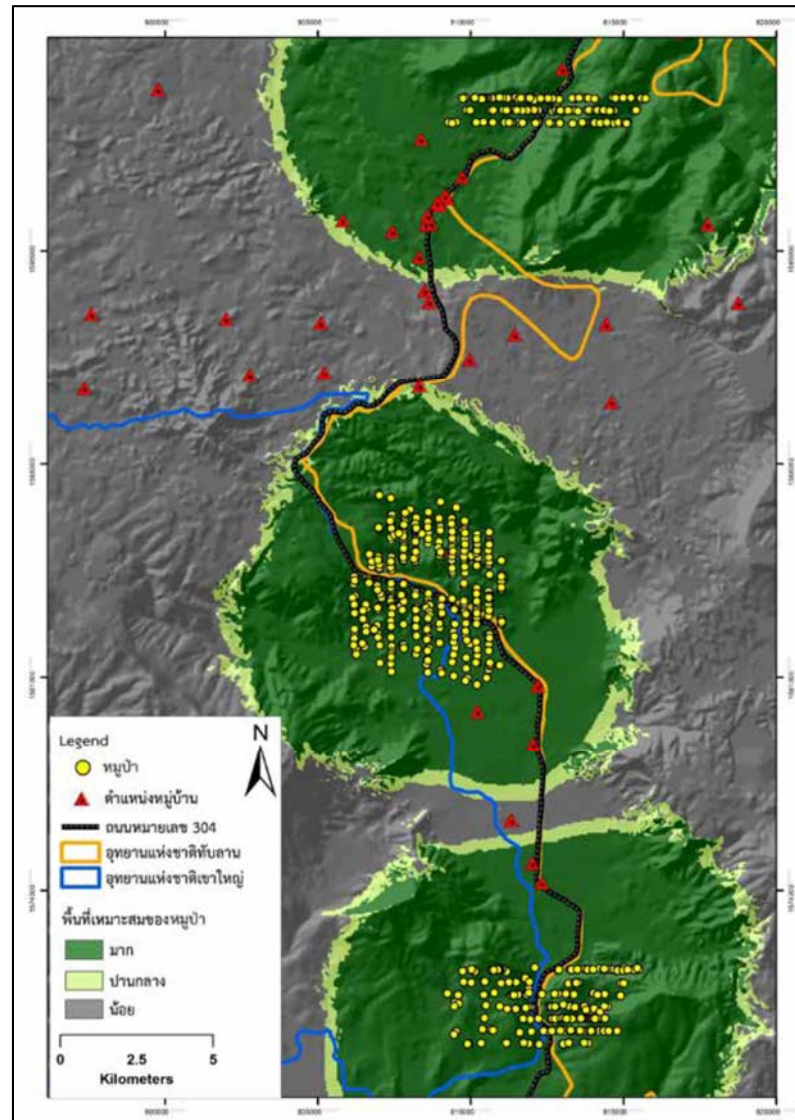


Figure 6 Wild boar's habitat suitability map.

แนวคิดเกี่ยวกับพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการสร้างทางเชื่อมป่าระหว่างอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่และอุทยานแห่งชาติทับลาน

การสร้างทางเชื่อมต่อป่าระหว่างสองผืนป่าทั้งสองที่มีถนนทางหลวงเป็นสิ่งกีดขวางการเคลื่อนย้ายของสัตว์ป่า มีความสำคัญต่อการอนุรักษ์ประชากรของสัตว์ป่าและการรักษาความสมบูรณ์ของระบบนิเวศเป็นอย่างยิ่ง การพิจารณาเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับกำหนดจุดที่ก่อสร้างจะพิจารณาจากลักษณะของพื้นที่ สภาพสังคมพืชที่เหมาะสมสำหรับสัตว์ป่า ปัจจัยคุกคามต่าง ๆ ที่มีผลต่อสัตว์ป่า ตำแหน่งหน่วยพิทักษ์ป่า ปัจจัยทางด้านภูมิศาสตร์ ตำแหน่งของหมู่บ้าน และการกระจายของสัตว์ป่า รวมทั้งพื้นที่ที่เหมาะสมของสัตว์ป่าบางชนิดที่ได้จากการวิเคราะห์ โดยเฉพาะการกระจายของสัตว์ป่า ซึ่งจะมีผลต่อความสำเร็จของทางเชื่อมป่าเพราะจะเป็นการกำหนดจุดที่เหมาะสมสำหรับสัตว์ป่าที่จะใช้ข้ามสิ่งกีดขวาง ในการพิจารณาจะเลือกใช้พื้นที่ของสัตว์ป่าที่มีความสำคัญทางนิเวศ เป็นสัตว์ที่มีขนาดใหญ่และเป็นร่มเงา (Umbrella Species) ให้แก่สัตว์ป่าชนิดอื่นสามารถเข้ามาใช้ประโยชน์ด้วย เป็นตัวแทนในการกำหนดพื้นที่ จากข้อมูลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ที่พบในพื้นที่ พบว่ากระทิง เป็นสัตว์ป่าที่มีความอ่อนไหวต่อสภาพ แวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปและมีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมของถิ่นอาศัยได้รวดเร็ว ดังนั้นสถานภาพของกระทิงจึงขึ้นอยู่กับคุณภาพของปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ ของถิ่นอาศัย อีกทั้งยังมีแนวโน้มการกระจายเข้ามาใกล้ถนน โดยมีการกระจายหนาแน่นในฝั่งอุทยานแห่งชาติเขา

ใหญ่ ขณะที่ฝั่งอุทยานแห่งชาติทับลานพบการกระจายน้อยกว่า หากสามารถสร้างทางเชื่อมต่อป่าสำหรับกระติงได้ แล้ว สัตว์ป่าชนิดอื่น ๆ ก็จะสามารถใช้ทางเชื่อมป่าได้เช่นกัน

จากภาพที่ 3, 7 ความเหมาะสมของพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับกระติง พบว่าพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับสร้างทางเชื่อมป่าโดยใช้กระติงเป็นตัวแทนพบว่า

พื้นที่ช่วงกิโลเมตรที่ 27 – 29 ที่เหมาะสมมากที่สุดโดยเฉพาะช่วงกิโลที่ 28 ถึงกิโลเมตรที่ 29 ซึ่งบริเวณนี้มีปัจจัยแวดล้อมที่สำคัญต่อการดำรงชีพของสัตว์ป่า ยังคงความอุดมสมบูรณ์ สภาพป่ามีพืชพันธุ์ปกคลุมหนาแน่น มีแหล่งอาหารและแหล่งน้ำที่สำคัญ เช่น ป่าทุ่งหญ้า ห้วยลาพระยาธาร อ่างเก็บน้ำทับลาน เป็นต้น พื้นที่ดังกล่าวยังใกล้กับหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ที่ ๗ (ลำพระยาธาร) ทำให้สามารถควบคุมปัจจัยคุกคามที่เกิดขึ้นหลังจากสร้างแนวเชื่อมต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ

พื้นที่กิโลเมตรที่ 42-48 จากการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับสัตว์ป่าพบว่ามีความเหมาะสมน้อย เนื่องจากพื้นที่ช่วงนี้มีปัจจัยคุกคามสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางฝั่งอุทยานแห่งชาติทับลาน พื้นที่ถูกบุกรุกกลายเป็นหมู่บ้านและรีสอร์ท ทำให้พื้นที่ป่าบริเวณนี้ลดลงความเหมาะสมในการทำทางเชื่อมป่าจึงเป็นไปได้ยาก อย่างไรก็ตาม ก็ยังมีโอกาสที่จะทำทางเชื่อมต่อป่าได้เช่นกัน คือช่วงกิโลเมตรที่ 42-44 เนื่องจากเป็นจุดเชื่อมต่อที่แคบ เพราะแนวป่าเชื่อมต่อกันอยู่แล้วเพียงแต่มีถนนมาคั่นเท่านั้น และบริเวณกิโลเมตรดังกล่าวไม่มีบ้านเรือนของชาวบ้านด้วย

พื้นที่บริเวณกิโลเมตรที่ 69-70 เป็นพื้นที่ที่มีสภาพป่าสมบูรณ์ทั้ง 2 ฝั่งอุทยานแห่งชาติ โดยเฉพาะทางฝั่งอุทยานแห่งชาติทับลาน ซึ่งพบสัตว์ป่าหลากหลายชนิดมากกว่าพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช พื้นที่อาศัยบริเวณนี้มีความเหมาะสมมาก และไม่มีบ้านเรือนของชาวบ้าน แต่ถนนที่ตัดผ่านบริเวณนี้ได้ขยายเป็น 4 ช่องทางจราจรแล้ว ซึ่งการจัดทำแนวเชื่อมต่อนับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการกระจายของสัตว์ป่าขนาดใหญ่เหล่านี้ ถ้ามีงบประมาณลักษณะทางเชื่อมควรทำทางเชื่อมแบบสะพานยกระดับ (Viaduct) ที่มีความกว้างเหมาะสมกับการที่สัตว์ป่าขนาดใหญ่จะเลือกใช้เส้นทางข้ามเพื่อใช้ประโยชน์จากพื้นที่ป่าสะแกราชและอุทยานแห่งชาติทับลานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

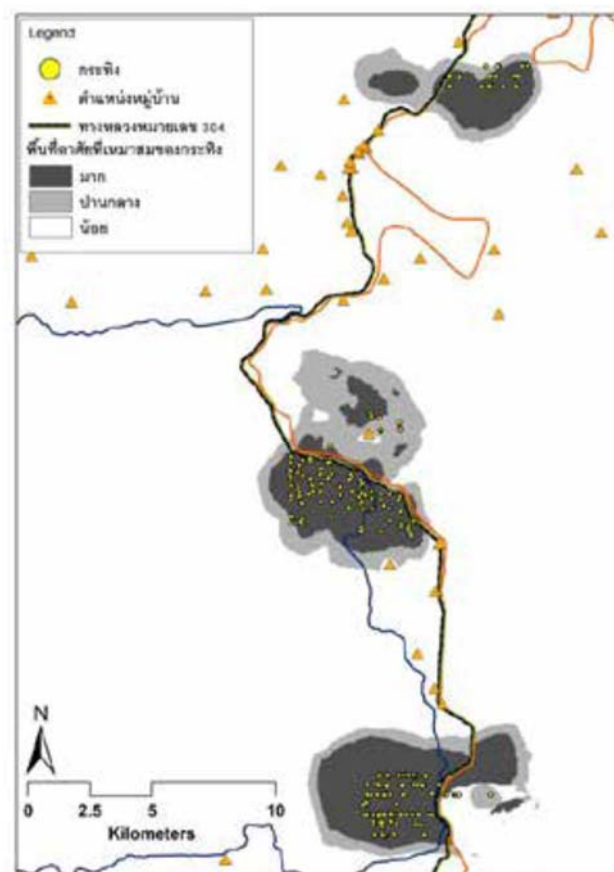


Figure 7 Conception of appropriate area for wildlife corridors by using Guar's habitat suitability map.

สรุป

การเลือกบริเวณที่จัดทำแนวเชื่อมต่อระหว่างผืนป่าอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่- ทับลาน บริเวณถนน 304 เลือกพื้นที่ที่เหมาะสมคือ บริเวณ กม. 26 – 29 โดยพิจารณาจากการใช้ประโยชน์พื้นที่อาศัยของกระทิง ซึ่งเป็นสัตว์เสี่ยงสูญพันธุ์ขนาดใหญ่ที่ได้รับผลกระทบและอ่อนไหวมากที่สุด มีความสำคัญทางนิเวศ เป็นสัตว์ที่มีขนาดใหญ่ และเป็นร่มเงา (Umbrella Species) ให้แก่สัตว์ป่าชนิดอื่นสามารถเข้ามาใช้ประโยชน์ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- คณะวนศาสตร์. 2553. โครงการศึกษาความเหมาะสมในการจัดทำแนวเชื่อมต่อทางนิเวศวิทยาของผืนป่าในกลุ่มป่าที่สำคัญของประเทศไทย. รายงานความก้าวหน้า ครั้งที่ 2 เล่มที่ 1 คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
- สมาคมอนุรักษ์สัตว์ป่า . 2552. สถานภาพสัตว์ป่าและแนวทางการฟื้นฟูแนวเชื่อมต่อป่าเทือกเขาตะนาวศรี. สมาคมอนุรักษ์สัตว์ป่า-ประเทศไทย, นนทบุรี
- Hess, G. R. and R. A. Fischer. 2001. Communicating clearly about conservation corridors. **Landscape and Urban Planning** 55: 195-208.
- Quinn, G.P. and M.J. Keough. 2002. **Experimental Design and Data Analysis for Biologists**. Cambridge: Cambridge University Press.
- Trombulak S. C. and C. A. Frissell. 2000. Review of Ecological Effect of Roads on Terrestrial and Aquatic Communities. **Conservation Biology** 14 (1): 18-30

การสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพของป่าไม้และสัตว์ป่า พื้นที่ห้วยลำสะโตน
อุทยานแห่งชาติตาพระยา
Study on Biodiversity of Forestry and Wildlife at Lumsatone Stream in
Ta-Phraya National Park

ชัยยงค์ บัวบาน^{1*} ทรงธรรม สุขสว่าง² และ ณัฐนรี เชื้อเหม¹
Chaiyong Buaban^{1*} Songtam Suksawang² and Nutnaree Chuaherm¹

¹ศูนย์วิจัยและพัฒนาวัตกรรมการอุทยานแห่งชาติ จังหวัดนครราชสีมา

¹National Parks Research and Innovation Development Center

²สำนักอุทยานแห่งชาติ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

²National Park office, Department of National Park, Wildlife and Plant Conservation

*Corresponding Author, E-mail: nprckorat@gmail.com

บทคัดย่อ

กรมชลประทานเสนอโครงการพัฒนาแหล่งน้ำห้วยลำสะโตน จังหวัดสระแก้ว อยู่ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติตาพระยาซึ่งเป็นพื้นที่มรดกโลก ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาโครงสร้างทางด้านนิเวศวิทยาป่าไม้ ความหลากหลายชนิดของสัตว์ป่า และประเมินผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรป่าไม้และสัตว์ป่า โดยการศึกษาด้านพันธุ์พืช ทำการวางแผนวงกลม ขนาด 0.1 เฮกตาร์ จำนวน 143 แปลง พบพันธุ์ไม้ทั้งหมด 136 ชนิด อยู่ในสถานภาพใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง (Critically endangered) 1 ชนิด ได้แก่ ยางเสียน (*Dipterocarpus gracilis*) พันธุ์ไม้ที่อยู่ในสถานภาพใกล้สูญพันธุ์ (Endangered) 2 ชนิด ได้แก่ ตะเคียนหิน (*Hopea ferrea*) และมะค่าโมง (*Azelia xylocarpa*) พันธุ์ไม้ที่อยู่ในสถานภาพมีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ (Vulnerable) 2 ชนิด ได้แก่ พะยุง (*Dalbergia cochinchinensis*) และมังคุดป่า (*Garcinia costata*) ด้านทรัพยากรสัตว์ป่าทำการวางแผนสำรวจ จำนวน 13 เส้น สำรวจใน 2 ฤดู ได้แก่ ฤดูฝนและฤดูแล้ง พบกระทิง (*Bos gaurus*) มีความชุกชุมมากทั้งสองฤดูกาล โดยพบสัตว์ป่าที่อยู่ในสถานภาพใกล้สูญพันธุ์ (Endangered) 1 ชนิด ได้แก่ วัวแดง (*Bos javanicus*) คิดเป็นร้อยละ 7 ของจำนวนชนิดทั้งหมดและอยู่ในสถานภาพมีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ (Vulnerable) 3 ชนิด ได้แก่ กระทิง (*Bos gaurus*) หมีควาย (*Ursus thibetanus*) และเลียงผา (*Capricornis sumatraensis*) คิดเป็นร้อยละ 21 ของจำนวนชนิดทั้งหมด นอกจากนี้หากมีการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำ จะเกิดการสูญเสียพื้นที่ป่าไม้ เท่ากับ 3,168.05 ไร่ หรือ 506.89 เฮกตาร์ จะทำให้สูญเสีย พืชพันธุ์และถิ่นอาศัยสัตว์ป่าดังกล่าว และทำให้สูญเสียการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน เท่ากับ 112.35 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ปริมาตรไม้เท่ากับ 117.021 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกตาร์ ซึ่งคิดเป็นมูลค่าไม้เท่ากับ 84,253,142 บาท ดังนั้นพื้นที่ห้วยลำสะโตน อุทยานแห่งชาติตาพระยา จึงไม่เหมาะสมที่จะทำการสร้างอ่างเก็บน้ำ

คำสำคัญ: ความหลากหลายทางชีวภาพ ห้วยลำสะโตน อุทยานแห่งชาติตาพระยา

ABSTRACT

The Department of Irrigation proposes the water source development project at Lumsatone Stream, Sra Kaew province in the area of Ta-Phraya National Park which is one of world heritages. This project aims to study the forestry ecosystem structure, the diversity of wildlife and assess the impact on forest and wildlife. The study of plants species process is measuring the 0.1 hectare circle-sized bed for 143 beds. In this area, it can be found 136 trees. The status of the endangered species (Critically endangered) 1 specie is *Dipterocarpus gracilis*. Endangered statuses 2 species are *Hopea ferrea* and *Azelia xylocarpa*. Vulnerable statuses include 2 species *Dalbergia cochinchinensis* and *Garcinia costata*. The survey of wildlife is set for 13 survey lines were surveyed in two seasons: rainy and dry season, Gaurs (*Bos gaurus*) were the most abundant in both seasons. In addition, most of the wildlife in Endangered status this one is Bantengs (*Bos javanicus*), accounting for 7% of total

species. And status Vulnerable 3 species are Gaurs (*Bos gaurus*), Asiatic black bear (*Ursus thibetanus*) and Serow (*Capricornis sumatraensis*) represent 21 percent of all species. In addition, If the reservoir construction. Loss of forest area of 3,168.05 rai or 506.89 hectares will result in loss of plants and wildlife habitat. In addition, the loss of carbon capture above the ground was 112.35 tons of carbon per hectare. The volume of wood was 117,021 cubic meters per hectare. And the value of wood is 84,253,142 baht. So the area of Lumsatone Stream, Ta-Phraya National Park. It is not appropriate to build a reservoir.

Keywords: biodiversity, Lumsatone Stream, Ta-Phraya National Park

คำนำ

อุทยานแห่งชาติตาพระยา จังหวัดสระแก้ว ได้รับการขึ้นทะเบียนเป็นพื้นที่มรดกโลกทางธรรมชาติของประเทศไทย เมื่อวันที่ 14 กรกฎาคม 2548 ร่วมกับพื้นที่คุ้มครองอีก 4 แห่ง ได้แก่ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ อุทยานแห่งชาติทับลาน อุทยานแห่งชาติปางสีดา และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าดงใหญ่ เรียกว่าพื้นที่มรดกโลกกลุ่มป่าดงพญาเย็น-เขาใหญ่ มีลักษณะพืชพรรณและสัตว์ป่า ยังคงความอุดมสมบูรณ์ โดยทั่วไปเป็นป่าเบญจพรรณ ป่าดิบแล้ง และป่าเต็งรัง เป็นแหล่งต้นลำธารที่สำคัญหลายสาย เช่น ห้วยลำสะโตน ห้วยซักระโดน และลำนางรอง เป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าหลายชนิด เช่น กระต๊อ (*Bos gaurus*) วัวแดง (*Bos javanicus*) หมูป่า (*Sus scrofa*) เก้ง (*Muntiacus vaginalis*) กวาง (*Cervus unicolor*) กระเจิง (*Tragulus javanicus*) หมีควาย (*Ursus thibetanus*) เสือปลา (*Prionailurus viverrinus*) เสือไฟ (*Pardofelis temminckii*) หมาไน (*Cuon alpinus*) แมวป่า (*Felis chaus*) ช้าง (*Elephas maximus*) เม่น (*Hystrix brachyura*) พังพอน (*Herpestes javanicus*) เป็นต้น และยังมี นก สัตว์เลื้อยคลาน สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกอีกหลายชนิด (ศูนย์นวัตกรรมอุทยานแห่งชาติและพื้นที่คุ้มครอง จังหวัดนครราชสีมา, 2558)

ในปลายปี 2556 กรมชลประทานได้เสนอขออนุญาต กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช เข้าทำการสำรวจตามโครงการทบทวนผลการศึกษาอ่างเก็บน้ำห้วยลำสะโตน จังหวัดสระแก้ว แต่ยังไม่ได้รับอนุญาต เนื่องจากคณะกรรมการมรดกโลกมีมติขอให้รัฐบาลให้คำมั่นว่าจะไม่อนุญาตให้มีการก่อสร้างเขื่อน ที่จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อแหล่งมรดกโลกเพิ่มเติมอีก ประกอบกับตามรายงานของอุทยานแห่งชาติตาพระยา แจ้งว่าบริเวณที่จะทำการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำห้วยลำสะโตน เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าที่หายาก หลายชนิด เช่น กระต๊อ (*Bos gaurus*) และวัวแดง (*Bos javanicus*) เป็นต้น ดังนั้นเพื่อให้ทราบข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพของป่าไม้และสัตว์ป่า ในพื้นที่ดังกล่าวโดยละเอียด เห็นสมควรดำเนินโครงการศึกษาและสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพของป่าไม้และสัตว์ป่า บริเวณห้วยลำสะโตน อุทยานแห่งชาติตาพระยา จังหวัดสระแก้ว ซึ่งฐานข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจะสามารถชี้แจงต่อกรมชลประทาน และคณะกรรมการมรดกโลก ให้เข้าใจถึงความสำคัญของพื้นที่ดังกล่าว

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาโครงสร้างด้านนิเวศวิทยาของป่าไม้ ความหลากหลายของชนิดพืชพันธุ์ และสำรวจความหลากหลายชนิดของสัตว์ป่า โดยเฉพาะในกลุ่มของสัตว์ป่าขนาดใหญ่ เช่น ช้าง (*Elephas maximus*) กระต๊อ (*Bos gaurus*) วัวแดง (*Bos javanicus*) กวางป่า (*Cervus unicolor*) และเก้ง (*Muntiacus vaginalis*) เป็นต้น รวมถึงสัตว์ป่ามีกระดูกสันหลัง จำนวน 4 กลุ่ม คือ นก สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และสัตว์เลื้อยคลาน เพื่อประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับทรัพยากรป่าไม้และสัตว์ป่าดังกล่าว หากมีการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำ บริเวณห้วยลำสะโตน อุทยานแห่งชาติตาพระยา

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการศึกษาริเวณพื้นที่เตรียมการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำห้วยลำสะโตน จังหวัดสระแก้ว ขนาดพื้นที่เท่ากับ 3,168.05 ไร่ Figure 1

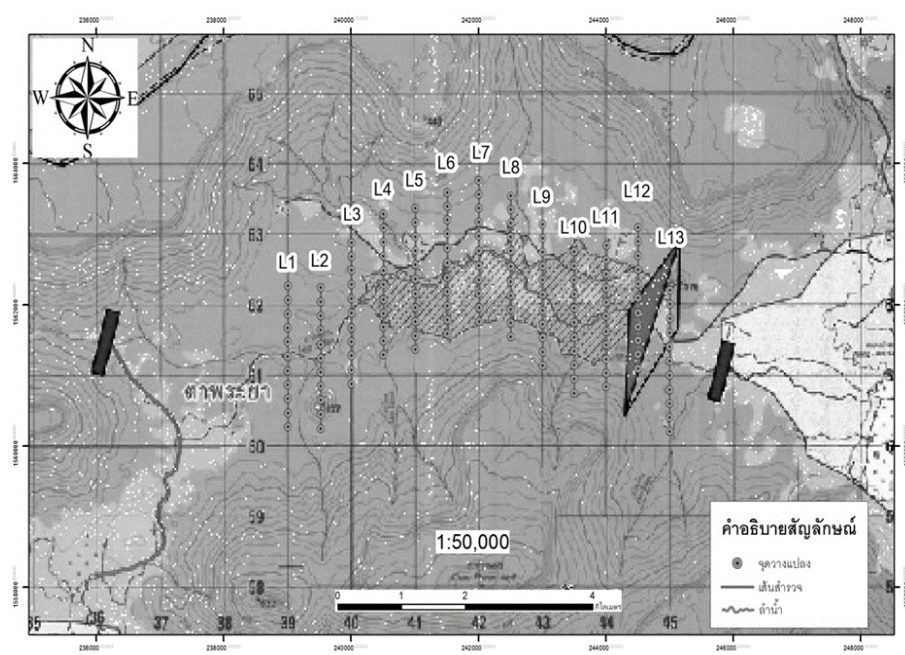


Figure 1 Lumsatone Stream Area in Ta-Phraya National Park.

1. อุปกรณ์ในการสำรวจทรัพยากรป่าไม้และสัตว์ป่า

- | | |
|--|-----------------------------------|
| 1.1 แผนที่แสดงภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 | 1.7 เครื่องมือวัดความสูงต้นไม้ม |
| 1.2 แผนที่แสดงสภาพป่า ที่ได้จากการแปลภาพถ่ายดาวเทียม | 1.8 เชือกสำหรับวางแปลงตัวอย่าง |
| 1.3 เข็มทิศ | 1.9 สีสเปรย์ |
| 1.4 เครื่องวัดหาค่าพิกัดด้วยดาวเทียม (GPS) | 1.10 กล้องถ่ายรูป |
| 1.5 เทปวัดระยะทาง ความยาว 20 เมตร | 1.11 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างพันธุ์ไม้ |
| 1.6 เทปวัดขนาดความโต | 1.12 แบบบันทึกข้อมูล |

2. วิธีการศึกษา

การสำรวจทรัพยากรป่าไม้และสัตว์ป่า ใช้วิธีการแบบแนวสำรวจเส้นตรง (Line Transect) โดยให้จุดกึ่งกลางของพื้นที่เตรียมการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำลำสะโตน เป็น Base Line และวางแนวสำรวจออกไปทางฝั่งซ้ายและขวา ฝั่งละ 1 กิโลเมตร จะได้เส้นสำรวจยาวเส้นละ 2 กิโลเมตร แต่ละเส้นสำรวจวางห่างกัน 500 เมตร จนครอบคลุมพื้นที่เตรียมการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำลำสะโตนและพื้นที่ข้างเคียงทั้งหมด ได้เส้นสำรวจ จำนวน 13 เส้น ในแต่ละเส้นสำรวจวางแปลงตัวอย่างวงกลมขนาด 0.1 เฮกตาร์ ห่างกันทุกระยะ 200 เมตร จนครบทุกเส้นสำรวจ จะได้แปลงตัวอย่างวงกลม จำนวน 143 แปลง ดัง Figure 2

2.1. การศึกษาด้านทรัพยากรป่าไม้

ทำการศึกษาโครงสร้างด้านนิเวศวิทยาของป่าไม้และความหลากหลายของชนิดพืชพันธุ์ ใน 3 สังคมป่า ได้แก่ ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ และป่ารุ่มสอง โดยแปลงตัวอย่างวงกลมขนาด 0.1 เฮกตาร์ จำนวน 143 แปลง เพื่อเป็นตัวแทนของสภาพป่าทั้งหมด ทำการศึกษาลักษณะของพันธุ์ไม้ 3 ขนาด ดัง Figure 3

- วงกลมใน มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.64 เมตร สำหรับเก็บข้อมูลกล้าไม้ (Seedling)
- วงกลมกลาง มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 12.62 เมตร สำหรับเก็บข้อมูลไม้หนุ่ม (Sapling)
- วงกลมนอก เส้นผ่านศูนย์กลาง 17.84 เมตร สำหรับเก็บข้อมูลไม้ยืนต้น (Tree)

บันทึกข้อมูลพันธุ์ไม้ วัดขนาดเส้นรอบวง ความสูง การปกคลุมเรือนยอด เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์หาความสำคัญต่าง ๆ ได้แก่ พื้นที่หน้าตัด ปริมาตรไม้ ดัชนีความสำคัญ ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน การกักเก็บคาร์บอน และมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์

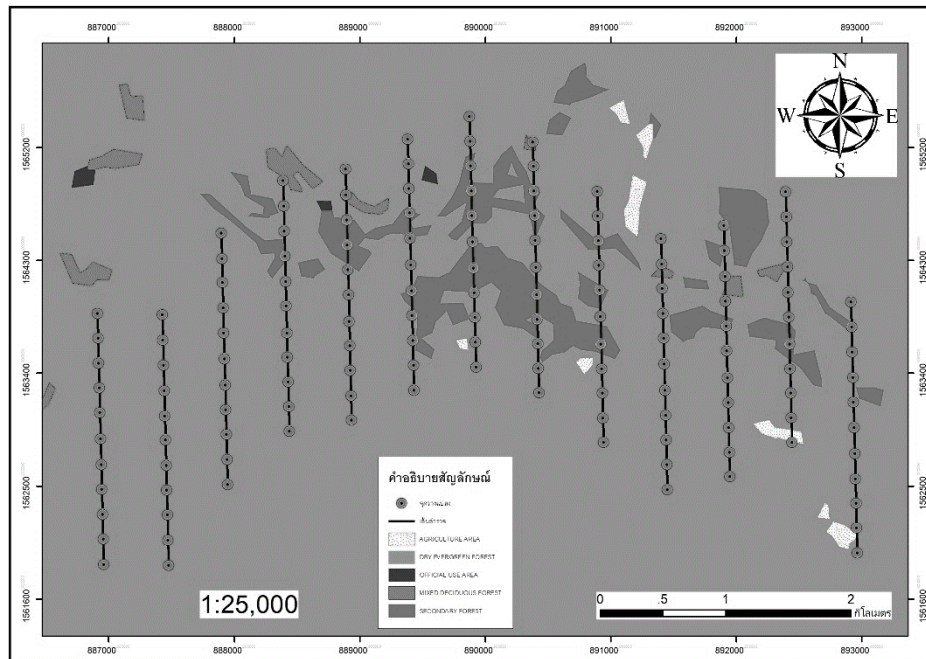


Figure 2 Sample Plot and line at Lumsatone Stream Area in Ta-Phraya National Park.

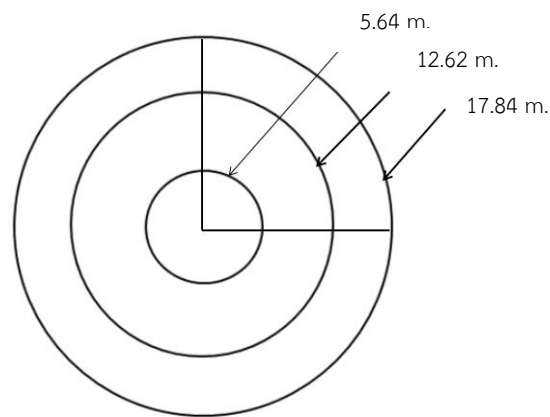


Figure 3 Circular Plot.

2.2 การศึกษาด้านทรัพยากรสัตว์ป่า

- ใช้วิธีการสำรวจแนวเส้นตรง (Line Transect) จำนวน 13 เส้นสำรวจ ร่วมกับการสำรวจในแปลงตัวอย่างแบบวงกลมจำนวน 143 แปลง

- บันทึกร่องรอยสัตว์ป่าที่พบ ได้แก่ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม สัตว์เลื้อยคลาน สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและนก ใน 2 ฤดู คือฤดูแล้ง (เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม) และฤดูฝน (เดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคม)

- ติดตั้งกล้องดักถ่ายภาพสัตว์ป่าในพื้นที่ศึกษา บริเวณเส้นทางเดินของสัตว์ป่า แหล่งน้ำ โป่ง และ ลำห้วย

- นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาความหลากหลายชนิดของสัตว์ป่าที่พบและคำนวณค่าความชุกชุมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (เจริญชัย และสมหญิง, 2554) จัดทำบัญชีรายชื่อสัตว์ป่า พร้อมทั้งแสดงสถานภาพของสัตว์ป่า

ผลและวิจารณ์

1.ด้านทรัพยากรป่าไม้

1.1 ป่าดิบแล้ง

การสำรวจไม้ยืนต้น พบพันธุ์ไม้จำนวน 15,386 ต้น 47 วงศ์ 95 สกุล 129 ชนิด ไม่สามารถจำแนกได้ 14 ชนิด โดยชนิดที่พบมากที่สุด ได้แก่ พลองก้านขาว (*Memecylon miniflorum*) ไม้หนุ่มพบพันธุ์ไม้ จำนวน

12,583 ต้น 42 วงศ์ 71 สกุล 90 ชนิด ไม่สามารถจำแนกได้ 5 ชนิด โดยพลองใบเล็ก (*Memecylon geddeasianum* Graib) เป็นชนิดพันธุ์ที่พบมากที่สุด และกล้าไม้พบ จำนวน 2,629 ต้น 38 วงศ์ 66 สกุล 92 ชนิด ไม่สามารถจำแนกได้ 7 ชนิด ซึ่งพลองใบเล็ก (*Memecylon geddeasianum* Graib) เป็นชนิดพันธุ์ที่พบมากที่สุด ไม้ยืนต้นมีความสูงเฉลี่ย 8.621 เมตร มีความโตที่ระดับเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 10.134 เซนติเมตร

ค่าดัชนีความสำคัญมากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ พลองก้านขาว (*Memecylon miniflorum*) ตะแบกเปลือกบาง (*Lagerstroemia duperreana* Pierre) และพลองใบใหญ่ (*Memecylon floribundum* (Blume) Kurz) มีค่า 48.26 , 30.92 และ 22.94 ตามลำดับ

ความหลากหลายของไม้ยืนต้นในแปลงตัวอย่างวงกลม พบว่า มีค่าดัชนีความหลากหลายของไม้ยืนต้นตามสมการของ Shannon- Weiner Index , Simpson's Index และ Fisher's Index มีค่า 3.036 , 0.991 และ 19.305 ตามลำดับ ซึ่งถือว่ามีค่าความหลากหลายสูง เนื่องจากการกระจายของแต่ละชนิดพันธุ์อย่างเท่าเทียมกันทั่วพื้นที่ พื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 75.110 ตารางเมตรต่อเฮกตาร์ และมีปริมาตรไม้เท่ากับ 86.246 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกตาร์

ผลการคำนวณร้อยละการปกคลุมของเรือนยอดต้นไม้ในแปลงตัวอย่างวงกลม บริเวณป่าดิบแล้ง จำนวน 99 แปลง พบว่ามีพื้นที่การปกคลุมของเรือนยอดต้นไม้ร้อยละ 87.93 ของพื้นที่ แสดงดังตัวอย่างแปลงที่ 51 (Figure 4)

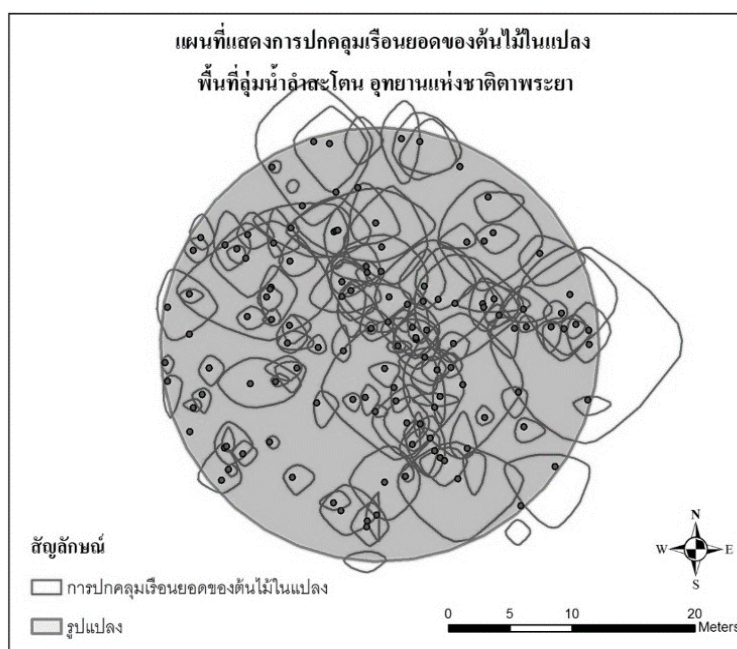


Figure 4 Plot sample 51 of crown cover in dry evergreen forest at Lumsatone stream area in Ta-Phraya National Park.

1.2 ป่าเบญจพรรณ

การสำรวจไม้ยืนต้น พบพันธุ์ไม้จำนวน 2,037 ต้น 36 วงศ์ 60 สกุล 75 ชนิด ไม่สามารถจำแนกได้ 6 ชนิด โดยชนิดที่พบมากที่สุด ได้แก่ พลองก้านขาว (*Memecylon miniflorum*) ไม้หนุ่มพบพันธุ์ไม้ จำนวน 251 ต้น 27 วงศ์ 38 สกุล 47 ชนิด โดยพลองใบใหญ่ (*Memecylon cyaneum* de Willd) เป็นชนิดพันธุ์ที่พบมากที่สุด กล้าไม้พบ จำนวน 210 ต้น 23 วงศ์ 31 สกุล 38 ชนิด ซึ่งพลองใบเล็ก (*Memecylon geddeasianum* Graib) เป็นชนิดพันธุ์ที่พบมากที่สุด ไม้ยืนต้นมีความสูงเฉลี่ย 8.360 เมตร มีความโตที่ระดับเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 11.003 เซนติเมตร

ค่าดัชนีความสำคัญ 3 อันดับแรก คือ พลองก้านขาว (*Memecylon miniflorum*) ตะเคียนหิน (*Hopea Ferrea* Pierre) และพลองใบใหญ่ (*Memecylon floribundum* (Blume) Kurz) มีค่า 41.56 , 31.06 และ 24.65 ตามลำดับ พื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 12.595 ตารางเมตรต่อเฮกตาร์ และมีปริมาตรไม้เท่ากับ 15.142 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกตาร์

ความหลากหลายของไม้ยืนต้นในแปลงตัวอย่างวงกลม พบว่า มีค่าดัชนีความหลากหลายของไม้ยืนต้นตามสมการของ Shannon- Weiner Index, Simpson's Index และ Fisher's Index มีค่า 2.969, 0.896 และ 15.312 ตามลำดับ

ผลการคำนวณร้อยละการปกคลุมของเรือนยอดต้นไม้ในแปลงตัวอย่างวงกลม บริเวณป่าเบญจพรรณ จำนวน 16 แปลง พบว่ามีพื้นที่การปกคลุมของเรือนยอดต้นไม้ร้อยละ 70.951 ของพื้นที่ แสดงดังตัวอย่างแปลงที่ 138 (Figure 5)

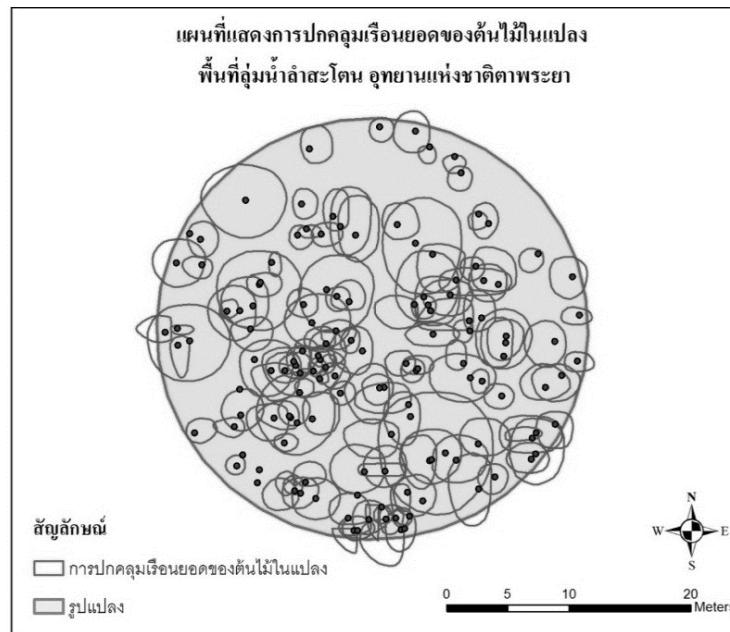


Figure 5 Plot sample 138 of crown cover in mixed deciduous forest at Lumsatone stream area in Ta-Phraya National Park.

1.3 ป่ารุ่นสอง

การสำรวจไม้ยืนต้น พบพันธุ์ไม้จำนวน 3,656 ต้น 38 วงศ์ 66 สกุล 89 ชนิด ไม่สามารถจำแนกได้ 10 ชนิด โดยชนิดที่พบมากที่สุด ได้แก่ ตัวเกลี้ยง (*Cratoxylum cochinchinense* (Lour.) Blume) ไม้หนุ่มพบพันธุ์ไม้จำนวน 457 ต้น 32 วงศ์ 49 สกุล 62 ชนิด ไม่สามารถจำแนกได้ 2 ชนิด ชนิดพันธุ์ที่พบมากที่สุด คือ พลองใบเล็ก (*Memecylon geddeasianum* Graib) กล้าไม้พบพันธุ์ไม้ จำนวน 405 ต้น 36 วงศ์ 43 สกุล 56 ชนิด ซึ่งพลองใบเล็ก (*Memecylon geddeasianum* Graib) เป็นชนิดพันธุ์ที่พบมากที่สุด ไม้ยืนต้นมีความสูงเฉลี่ย 7.722 เมตร มีความโตที่ระดับเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 9.481 เซนติเมตร

ค่าดัชนีความสำคัญ 3 อันดับแรก คือ ตะแบกเปลือกบาง (*Lagerstroemia duperreana* Pierre) ตัวเกลี้ยง (*Cratoxylum cochinchinense* (Lour.) Blume) และพลองก้านขาว (*Memecylon miniflorum*) มีค่า 31.74 , 29.04 และ 24.79 ตามลำดับ พื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 14.66 ตารางเมตรต่อเฮกตาร์ และมีปริมาตรไม้เท่ากับ 15.633 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกตาร์

ความหลากหลายของไม้ยืนต้นในแปลงตัวอย่างวงกลม พบว่า มีค่าดัชนีความหลากหลายของไม้ยืนต้นตามสมการของ Shannon- Weiner Index , Simpson's Index และ Fisher's Index มีค่า 3.196 , 0.925 และ 16.457 ตามลำดับ

ผลการคำนวณร้อยละการปกคลุมของเรือนยอดต้นไม้ในแปลงตัวอย่างวงกลม บริเวณป่ารุ่นสอง จำนวน 28 แปลง พบว่ามีพื้นที่การปกคลุมของเรือนยอดต้นไม้ ร้อยละ 52.25 ของพื้นที่ แสดงดังตัวอย่างแปลงที่ 82 (Figure 6)

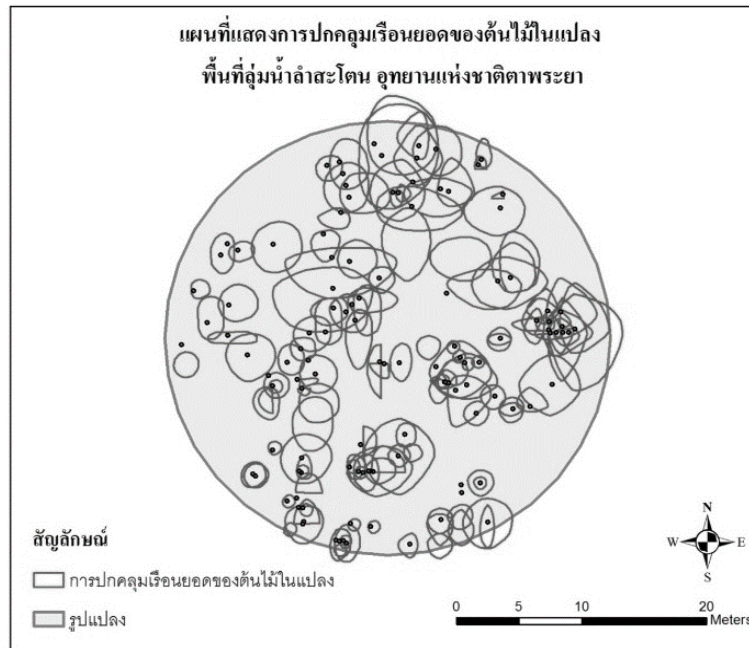


Figure 6 Plot sample 82 of Crown cover in Secondary forest at Lumsatone stream area in Ta- Phraya National Park.

หากมีการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำห้วยลำสะโตน ในอุทยานแห่งชาติตาพระยา จะเกิดการสูญเสียพื้นที่ป่าไม้ เท่ากับ 3,168.05 ไร่ หรือ 506.89 เฮกตาร์ ทำให้สูญเสียการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน เท่ากับ 112.35 ตัน คาร์บอนต่อเฮกตาร์ ปริมาตรไม้ เท่ากับ 117.021 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกตาร์ และคิดเป็นมูลค่าไม้ เท่ากับ 84,253,142 บาท โดยแยกตามชนิดป่า ได้แก่ ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณและป่ารุ่มสอง ดัง Table 1 Table 2 และ Table 3 ตามลำดับ

ความหลากหลายทางชีวภาพ เป็นตัวบ่งชี้ของประสิทธิภาพของความหลากหลายของชนิดพันธุ์นั้น โดยทั่วไป มีการใช้อยู่ 3 ดัชนี คือ Simpson's Index และ Shannon- Weiner ดัง Table 4

Table 1 Carbon storage and above-ground biomass at Lumsatone stream area in Ta-Phraya National Park.

Forest types	Carbon storage (tonCa/ha)	above-ground biomass (ton/ha)
Dry evergreen forest	45.23	96.24
Mixed deciduous forest	42.10	89.58
Secondary forest	25.02	53.23
total	112.35	239.05

Table 2 Basal area and tree volume at Lumsatone stream area in Ta-Phraya National Park.

Forest types	Basal area (m ² /ha)	Tree volume (m ³ /ha)
Dry evergreen forest	75.110	86.246
Mixed deciduous forest	12.595	15.142
Secondary forest	14.660	15.633
total	102.365	117.021

Table 3 Economic value at Lumsatone stream area in Ta-Phraya National Park.

Forest types	Economic value (bath)		
	Dry evergreen forest	Mixed deciduous forest	Secondary forest
seedling	7,334.91	700.29	1,275.03
sapling	92,781.2	1,554	2,997
Trees	61,462,500	8,134,000	14,550,000
total	61,562,616.11	8,136,254.29	14,554,272.03

Remarks: 1. seedling (Perennial, the height is less than 130 centimeters.) Price 2.79 bath per tree
 2. sapling (perennial , the height of ranges from 130 cm. and girth less than 15 cm.) Price 2.79 bath per tree
 3. tree (perennial, the height of ranges from 130 cm. or more and girth from 15 cm. or more.) Price, the market price of type wood.

ที่มา : กลุ่มสำรวจทรัพยากรป่าไม้ ส่วนสำรวจและวิเคราะห์ทรัพยากรป่าไม้ สำนักฟื้นฟูและพัฒนาพื้นที่อนุรักษ์ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช (2557)

Table 4 Species diversity at Lumsatone stream area in Ta-Phraya National Park.

Species diversity	Forest types		
	Dry evergreen forest	Mixed deciduous forest	Secondary forest
Shannon- Weiner	3.036	2.969	3.196
Simpson's Index	0.991	0.896	0.925

จากการสำรวจพบพันธุ์ไม้ในแปลงสำรวจ พบพันธุ์ไม้ทั้งหมด 136 ชนิด อยู่ในสถานภาพใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง (Critically endangered) 1 ชนิด ได้แก่ ยางเลี่ยน (*Dipterocarpus gracilis*) พันธุ์ไม้ที่อยู่ในสถานภาพใกล้สูญพันธุ์ (Endangered) มีจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ ตะเคียนหิน (*Hopea ferrea*) และมะค่าโมง (*Afzelia xylocarpa*) พันธุ์ไม้ที่อยู่ในสถานภาพมีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ (Vulnerable) มี 2 ชนิด ได้แก่ พะยุง (*Dalbergia cochinchinensis*) และ มังคุดป่า (*Garcinia costata*) ในขณะที่สถานภาพอื่น ๆ ก็สามารถพบได้ในพื้นที่เช่นกัน ดัง Table 5

Table 5 The list of trees at Lumsatone stream area in Ta-Phraya National Park

Thai name	Scientific name	Family	Status
			IUCN
ยางเลี่ยน	<i>Dipterocarpus gracilis</i>	Dipterocarpaceae	CR
ตะเคียนหิน	<i>Hopea ferrea</i>	Dipterocarpaceae	EN
มะค่าโมง	<i>Afzelia xylocarpa</i>	Fabaceae	EN
มังคุดป่า	<i>Garcinia costata</i>	Guttiferae	VU
พะยุง	<i>Dalbergia cochinchinensis</i>	Fabaceae	VU
เขลง	<i>Dialium cochinchinense</i>	Fabaceae	NT
ค่างควายยาง	<i>Aglaia edulis</i>	Meliaceae	NT
กระบก	<i>Irvingia malayana</i>	Irvingiaceae	LC
ตาเสือ	<i>Aphanamixis polystachya</i>	Meliaceae	LC
ตัวเกลี้ยง	<i>Cratoxylum Cochinchinense</i>	Hypericaceae	LC
เต็ง	<i>Shorea Obtusa</i>	Dipterocarpaceae	LC
มะค่าแต้	<i>Sindora siamensis</i>	Leguminosae	LC
มะดุก	<i>Siphonodon celastrineus</i>	Celastraceae	LC

2. ด้านทรัพยากรสัตว์ป่า

จากการสำรวจร่องรอยสัตว์ป่าในฤดูแล้ง (พฤศจิกายน-มกราคม) พบสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมทั้งหมด 11 วงศ์ 13 ชนิด นก 15 วงศ์ 23 ชนิด สัตว์เลื้อยคลาน 2 วงศ์ 2 ชนิด ไม่พบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในแปลงตัวอย่างและเส้นสำรวจดัง Table 6 ซึ่งกระทิง (*Bos gaurus*) วัวแดง (*Bos javanicus*) หมูป่า (*Sus scrofa*) และแก้ง (*Muntiacus muntjak*) พบชุกชุมมากที่สุด ดัง Table 7 Figure 8 และในช่วงฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม) พบสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมทั้งหมด 12 วงศ์ 16 ชนิด นก 12 วงศ์ 19 ชนิด สัตว์เลื้อยคลาน 4 วงศ์ 5 ชนิด ไม่พบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในแปลงตัวอย่างและเส้นสำรวจ สัตว์ที่ชุกชุมมากที่สุดในฤดูฝน ได้แก่ กระทิง (*Bos gaurus*) และหมูป่า (*Sus scrofa*) ดัง Figure 9 Table 7

Table 6 Types of animals in the season.

season	Types of animals		
	mammals	birds	reptiles
Dry season	13	23	2
Rainy season	16	19	5

Table 7 Relative Abundance of animals in dry season.

Relative abundance	animals	Relative abundance
Very common (91-100%)	-	-
Common (66-90%)	-	-
Moderate common (31-65%)	Gaur (<i>Bos gaurus</i>)	53.85
	Banteng (<i>Bos javanicus</i>)	46.15
	Wild pig (<i>Sus scrofa</i>)	38.46
	Barking deer (<i>Muntiacus muntjak</i>)	38.46
Uncommon (11-30%)	Mouse deer (<i>Tragulus sp.</i>)	15.38
	Banxrings (<i>Tupaia glis</i>)	15.38
Rare (1-10%)	Small indian civet (<i>Viverricula indica</i>)	7.69
	Asian wild dog (<i>Cuon alpinus</i>)	7.69

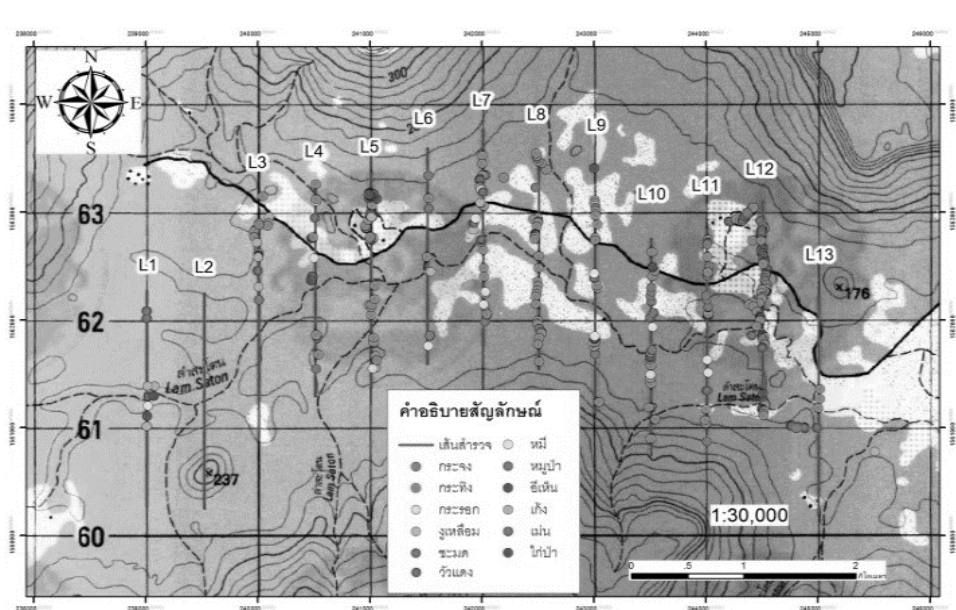
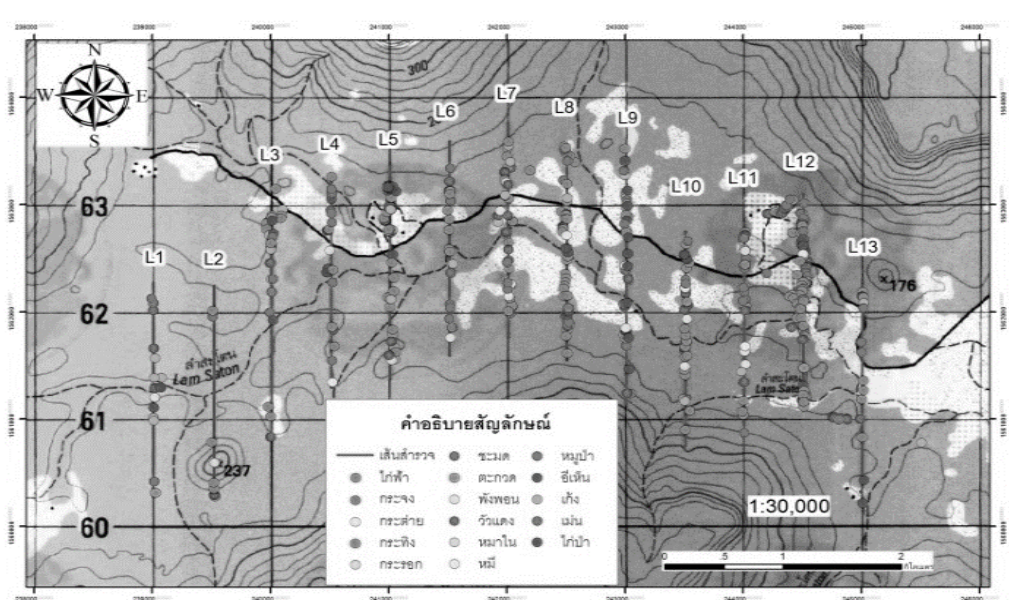


Figure 8 Traces of wildlife in baseline at Lumsatone stream area in dry season.

Table 8 Relative Abundance of animals in rainy season.

Relative abundance	animals	Relative abundance (%)
Very common (91-100%)	-	-
Common (66-90%)	Gaur (<i>Bos gaurus</i>)	84.62
Moderate common (31-65%)	Wild pig (<i>Sus scrofa</i>)	53.85
	Banteng (<i>Bos javanicus</i>)	46.15
	Barking deer (<i>Muntiacus muntjak</i>)	53.85
	Malayan porcupine (<i>Hystrix brachyuran</i>)	38.46
Uncommon (11-30%)	Asiatic black bear (<i>Ursus thibetanus</i>)	23.08
	Palm civet (<i>Paradoxurus hermaphroditus</i>)	23.08
	Small indian civet (<i>Viverricula indica</i>)	15.38
Rare (1-10%)	Asian wild dog (<i>Cuon alpinus</i>)	7.69
	Serow (<i>Capricornis sumatraensis</i>)	7.69

**Figure 9** Traces of wildlife in baseline at Lumsatone stream area in rainy season.

2.1 ดัชนีความหลากหลายและความคล้ายคลึงของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความคล้ายคลึงของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม พบว่าทั้งสองฤดู คือ ฤดูแล้งและฤดูฝน มีค่าความคล้ายคลึงเท่ากับ 0.6897 หรือคิดเป็นร้อยละ 68.97 ซึ่งมีค่าปานกลาง การสำรวจสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่พบได้ทั้งสองฤดู 10 ชนิด ได้แก่ เก้ง (*Muntiacus muntjak*) เม่น (*Hystrix brachyuran*) วัวแดง (*Bos javanicus*) หนูนา (*Rattus losea*) หมีควาย (*Ursus thibetanus*) หมูป่า (*Sus scrofa*) กระต๊อง (*Bos gaurus*) ชะมดเซ็ด (*Viverricula indica*) อีเห็นธรรมดา (*Paradoxurus hermaphroditus*) และหมาไน (*Cuon alpinus*) ดัง Table 9

Table 9 Species diversity of compare the mammals in dry season and rainy season.

Species diversity	Dry season	Rainy season
Shannon-Wiener Index	1.656	1.220
Simpson's Diversity Index	0.689	0.986
Similarity Index	0.6897 = 68.97%	

จากข้อมูลสัตว์ป่าที่ได้จากการสำรวจ พบว่าสัตว์ป่าที่อยู่ในสถานภาพใกล้สูญพันธุ์ (Endangered) มี 1 ชนิด ได้แก่ วัวแดง (*Bos javanicus*) คิดเป็นร้อยละ 7 ของจำนวนชนิดทั้งหมด สัตว์ป่าที่อยู่ในสถานภาพมีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ (Vulnerable) มีจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ กระตัง (*Bos gaurus*) หมีควาย (*Ursus thibetanus*) และเลียงผา (*Capricornis sumatraensis*) คิดเป็นร้อยละ 21 ของจำนวนชนิดทั้งหมด ในขณะที่สถานภาพอื่น ๆ ก็สามารถพบได้ในพื้นที่เช่นกัน ดัง Table 10

Table 10 The list of mammals at Lumsatone stream area in Ta-Phraya National Park.

Thai name	Scientific name	Family	Status	
			IUCN	CITES
วัวแดง	<i>Bos javanicus</i>	Bovidae	EN	-
หมาไน	<i>Cuon alpinus</i>	Canidae	EN	Appendix II
กระตัง	<i>Bos gaurus</i>	Bovidae	VU	Appendix I
เลียงผา	<i>Capricornis sumatraensis</i>	Bovidae	VU	Appendix I
หมีควาย	<i>Ursus thibetanus</i>	Ursidae	VU	Appendix I
เก้ง	<i>Muntiacus muntjak</i>	Cervidae	LC	-
ชะมด	<i>Viverricula indica</i>	Viverridae	LC	Appendix III
หมูป่า	<i>Sus scrofa</i>	Suidae	LC	-

นอกจากนี้ยังพบว่า ในพื้นที่ศึกษามีปัจจัยคุกคามที่เกิดกับทรัพยากรป่าไม้และสัตว์ป่า เช่น การล่าสัตว์ การตัดไม้และเก็บหาของป่า กระจายทั่วไป เนื่องจากพื้นที่อุทยานแห่งชาติตาพระยา มีถนนตัดผ่านกลางผืนป่าและมีชุมชนโดยรอบ ทำให้ยากต่อการป้องกัน หากให้มีการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำเพิ่มขึ้นอีก จะส่งผลกระทบต่อ การป้องกันดูแลรักษาป่ามากยิ่งขึ้น



วัวแดง (*Bos javanicus*)



กระตัง (*Bos gaurus*)



เลียงผา (*Capricornis sumatraensis*)

Figure 10 The found of animals at Lumsatone stream area in Ta-Phraya National Park.

สรุป

หากมีการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำห้วยลำสะโตน ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติตาพระยา จังหวัดสระแก้ว ซึ่งเป็นพื้นที่มรดกโลก จะส่งผลกระทบต่อทรัพยากรป่าไม้และสัตว์ป่า ซึ่งข้อมูลจากการสำรวจพันธุ์ไม้ไม่เปลี่ยนแปลงตัวอย่างกลม พบพันธุ์ไม้ทั้งหมด 136 ชนิด อยู่ในสถานภาพใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง (Critically endangered) จำนวน 1 ชนิด ได้แก่ ยางเสียน (*Dipterocarpus gracilis*) พันธุ์ไม้ที่อยู่ในสถานภาพใกล้สูญพันธุ์ (Endangered) จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ ตะเคียนหิน (*Hopea ferrea*) และมะค่าโมง (*Azelia xylocarpa*) พันธุ์ไม้ที่อยู่ในสถานภาพมีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ (Vulnerable) จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ พะยุง (*Dalbergia cochinchinensis*) และมังคุดป่า (*Garcinia costata*) สำหรับด้านทรัพยากรสัตว์ป่า จะทำให้สูญเสียถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าจำนวนมาก ซึ่งเป็นสัตว์ป่าที่อยู่ในสถานภาพใกล้สูญพันธุ์ (Endangered) จำนวน 1 ชนิด ได้แก่ วัวแดง (*Bos javanicus*) คิดเป็นร้อยละ 7 ของจำนวนชนิดทั้งหมด สัตว์ป่าที่อยู่ในสถานภาพมีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ (Vulnerable) จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ กระตัง (*Bos gaurus*) หมีควาย (*Ursus thibetanus*) และเลียงผา (*Capricornis sumatraensis*) คิดเป็นร้อยละ 21 ของจำนวนชนิดทั้งหมด นอกจากนี้จะเกิดการสูญเสียพื้นที่ป่าไม้ เท่ากับ 3,168.05 ไร่ หรือ 506.89 เฮกตาร์ ทำให้สูญเสียการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน เท่ากับ 112.35 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ปริมาตรไม้เท่ากับ 117.021 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกตาร์ และคิดเป็นมูลค่าไม้ เท่ากับ 84,253,142 บาท และหากต้องการฟื้นฟูสภาพป่าใหม่ จำเป็นต้องใช้งบประมาณ

จำนวนมากในระยะเวลาหลายปี เพื่อให้มีระบบนิเวศเหมือนเดิม สำหรับพืชพันธุ์และสัตว์ป่าใกล้สูญพันธุ์บางชนิด อาจไม่สามารถฟื้นฟูกลับมาเหมือนเดิม ดังนั้นพื้นที่ห้วยลำสะโตน อุทยานแห่งชาติตาพระยา จึงไม่เหมาะสมที่จะทำการสร้างอ่างเก็บน้ำ

เอกสารอ้างอิง

- เจริญชัย โตไธสง และสมหญิง ทัททิกรณ์. 2554. ความหลากหลายชนิดและการใช้ประโยชน์พื้นที่ของนกป่า ในป่าดิบเขา เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จังหวัดเลย. น. 51-67. ใน ผลงานวิจัยและรายงานความก้าวหน้างานวิจัยประจำปี 2553. กลุ่มงานวิจัยสัตว์ป่า สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.
- ศูนย์นวัตกรรมอุทยานแห่งชาติและพื้นที่คุ้มครอง จังหวัดนครราชสีมา. 2558. โครงการศึกษาและสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพของป่าไม้และสัตว์ป่า บริเวณแนวเชื่อมต่อระบบนิเวศระหว่างอุทยานแห่งชาติตาพระยา-อุทยานแห่งชาติตาพระยา ในกลุ่มป่าดงพญาเย็น-เขาใหญ๋. สถาบันนวัตกรรมอุทยานแห่งชาติและพื้นที่คุ้มครอง สำนักอุทยานแห่งชาติ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.
- กลุ่มสำรวจทรัพยากรป่าไม้ ส่วนสำรวจและวิเคราะห์ทรัพยากรป่าไม้ สำนักฟื้นฟูและพัฒนาพื้นที่อนุรักษ์ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. 2557. รายงานโครงการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ ในบริเวณโครงการเขื่อนแม่วงก์ ปี พ.ศ.2555. 34 หน้า

ประชากรและการใช้พื้นที่อาศัยของช้างป่าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ Population and Habitat Use of Wild Elephant in Khao Yai National Park

มนันยา พลาอาด รองลาภ สุขมาสรวง* และ วิจักขณ์ ฉิมโฉม

Mananya Para-ard Ronglarp Sukmasuang* and Vijak Chimchom

ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

* Corresponding Author; E-mail: mronglarp@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาประชากร และการใช้พื้นที่ของช้างป่าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ดำเนินการระหว่างเดือน มกราคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 เพื่อศึกษาความหนาแน่นของมูล ความหนาแน่นประชากรโดยใช้เส้นทางศึกษา ศึกษาอัตราการสลายตัวของมูลช้างป่าเพื่อนำมาใช้ในการคำนวณประชากร ศึกษาโครงสร้างชั้นอายุ และสัดส่วนเพศในประชากรโดยการสังเกตโดยตรง โครงสร้างประชากรยังใช้การวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของกองมูลด้วย ผลการศึกษาจากเส้นทางศึกษาที่ได้วางเป็นระบบ จำนวน 115 เส้น แต่ละเส้นยาว 2 กม. แต่ละเส้นห่างกัน 500 ม. รวมระยะทางที่ใช้ศึกษาทั้งหมด 213.20 กม. พบกองมูลรวม 1,209 กอง ผลการคำนวณความหนาแน่นของมูล 531.49 กอง/กม.² เมื่อวิเคราะห์โดยรวมข้อมูล ในช่วงฤดูแล้งความหนาแน่นของมูลมีค่า 841.85 กอง/กม.² ขณะที่ในช่วงฤดูฝนมีความหนาแน่น 468.56 กอง/กม.² อัตราการสลายตัวของมูลจากกองมูลช้างใหม่ จำนวน 56 กอง ตรวจเช็คทุก 7 วัน มีค่า 0.0039 กอง/วัน ความหนาแน่นประชากรเท่ากับ 0.15 ตัว/กม.² ความหนาแน่นประชากร ในช่วงฤดูแล้ง มีค่า 0.23 ตัว/กม.² ขณะที่ช่วงฤดูฝน 0.13 ตัว/กม.² โครงสร้างชั้นอายุพบประกอบด้วย ลูกช้าง: ช้างวัยรุ่น: ช้างก่อนเต็มวัย: ช้างตัวเต็มวัย 1: 9.97: 17.07: 12.04 ตามลำดับ สัดส่วนเพศผู้เต็มวัย: เพศเมียเต็มวัย 1:1.09 ปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการปรากฏของช้างป่าเมื่อพิจารณาโดยรวมข้อมูลในรอบปี คือ โป่ง แหล่งท่องเที่ยว และความสูงจากระดับน้ำทะเล ในช่วงฤดูแล้งปัจจัยแวดล้อมสำคัญ ได้แก่ โป่ง ความสูงจากระดับน้ำทะเล และระยะห่างจากลำน้ำถาวร ในช่วงฤดูฝนปัจจัยแวดล้อมสำคัญ ได้แก่ โป่ง ถนน แหล่งท่องเที่ยว อาศัยข้อมูลพื้นฐานเต็มเวลาพบการปรากฏของช้างป่าบนถนน และแหล่งพื้นที่ท่องเที่ยว 421 ครั้ง ที่พบโดยตรงพบว่าช้างป่าปรากฏตัวมากที่สุดในบริเวณเส้นทางหมายเลข 3077 ช่วงเวลาที่ช้างมีการปรากฏมากที่สุด ได้แก่ ช่วงเวลา 18.00 น.- 20.00 น. และช่วงเวลา 16.00 น. - 18.00 น. ตามลำดับ ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดการช้างป่าในพื้นที่ต่อไป ได้แก่ การเพิ่มความระมัดระวังช้างป่าของเจ้าหน้าที่ โดยการเพิ่มกิจกรรมของเจ้าหน้าที่โดยเฉพาะในพื้นที่ และช่วงเวลาที่ช้างป่าปรากฏตัวที่เป็นผลจากการศึกษานี้ นอกจากนี้การสร้างแหล่งโป่ง แหล่งน้ำ และการปรับปรุงแหล่งอาศัย ควรได้รับการสนับสนุนให้ดำเนินการในพื้นที่ห่างจากแนวเขตอุทยานแห่งชาติไกลเข้ามาในพื้นที่ ให้ห่างจากเส้นทางคมนาคม และแหล่งกิจกรรมมนุษย์

คำสำคัญ: ช้างป่า อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ประชากร การใช้ถิ่นอาศัย

ABSTRACT

Population and habitat use of wild elephant in Khao Yai National Park was studied during January 2016 and February 2017. The objectives were to investigate the dung and the population densities using line transect method. The decay rate of the dung for the population calculation was studied. The population structure and age class was also studied by directed observation. The dung diameter was also used to estimate the population structure. The results based on 115 systematic transect lines, 2 km length each line, 500 m interval, 213.20 km totally found 1,209 elephant dung piles. The result reflected that the dung density was 531.49 dung piles/km² analyzed by data combined. During the dry season the dung density was 841.85 dung piles/km² whereas that of the wet season was 468.56 dung piles/km². The decay rate based on 56 fresh dung piles, every 7 days

checked was 0.0039 dung piles/day. The population density was 0.15 individuals/km². The density during the dry season was 0.23 individuals/km² whereas the density during the wet season was 0.13 individuals/km² the population structure comprised of calves: juvenile: sub adult: adult was 1: 9.97: 17.07: 12.04 respectively. The sex ratio between adult male: adult female was 1: 1.09. The environmental factors affecting the appearance of the animal when determined by data combined all year round were saltlick sites, tourist recreation area and altitude classes. During the dry season the important environmental factors were salt lick, altitude classes and distance from permanent stream. During the wet season the important environmental factors were saltlick, road and tourist recreation area. Based on fulltime basic data showed 421 times of the elephant appearance on road and tourist recreational area that obtained by directed observation. The most of the elephant appearance were area around the road number 3077. Most of the period that elephant were recorded was 18.00 – 20.00 hour and the period of 16.00-18.00 hour respectively. Recommendation for further elephant management in the area was increasing caution elephant by increasing the park ranger's activities especially in the area and durations that the animal appearance resulted by this study. Moreover saltlick sites, water sources and habitat improvement should be promoted in the area that far from the boundary of the park, road and human activities.

Keywords: Wild elephant, Khao Yai National Park, Population, Habitat use

คำนำ

ช้างป่า (Asian elephant) มีถิ่นการกระจายตามธรรมชาติจากประเทศอินเดียโดยเฉพาะพื้นที่ทางตอนใต้และทางด้านตะวันออก ตลอดจนในพื้นที่บางแห่งของประเทศตามแนวเทือกเขาหิมาลัยบางประเทศ นอกจากนี้ประชากรช้างป่าพบมากในประเทศศรีลังกา พม่า จีนตอนใต้ ประเทศลาว เวียดนาม กัมพูชา ไทย มาเลเซีย เกาะสุมาตรา และเกาะบอร์เนียว ของประเทศอินโดนีเซีย นอกจากนี้ยังพบประชากรช้างป่าที่อาศัยอยู่บนหมู่เกาะอันดามันของประเทศอินเดียที่พบอาศัยบนเกาะบางเกาะโดยสืบเชื้อสายมาจากช้างเลี้ยง โดยถิ่นอาศัยทุกแหล่งมีลักษณะการจัดกระจายเป็นหย่อมเล็กหย่อมน้อยไม่ต่อเนื่องกัน มีประชากรรวมประมาณ 41,410–52,345 ตัว แนวโน้มประชากรลดลง ได้รับการจัดสถานภาพทางการอนุรักษ์ว่าอยู่ในภาวะใกล้สูญพันธุ์ (endangered species) (Choudhury *et al.*, 2008)

ปกติช้างป่าอาศัยหากินอยู่รวมกันมีเพศเมียเป็นผู้นำโขลง สมาชิกภายในโขลงประกอบด้วยลูกและตัวที่ยังไม่โตเต็มที่ หรือเพศเมียตัวเต็มวัยตัวอื่น มีการหากินตลอดทั้งวัน ปกติช้างป่าใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าหลายประเภทตั้งแต่ระดับต่ำใกล้ระดับน้ำทะเลจนถึงเทือกเขาสูง การเลือกใช้พื้นที่อยู่อาศัยและหากินพืชอาหารของช้างป่ามีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของพืชอาหาร พรรณพืชคลุมดินและแหล่งน้ำที่ผันแปรไปตามฤดูกาล (รองลาภ, 2536)

ช้างป่าที่อาศัยอยู่ตามธรรมชาติในประเทศไทยมีประมาณ 3,000-4,000 ตัว อาศัยในพื้นที่อนุรักษ์ 60 แห่ง จากจำนวนพื้นที่อนุรักษ์รวมประมาณ 200 แห่ง โดยแต่ละแห่งมีลักษณะเป็นพื้นที่สูงชันที่ไม่เหมาะสมเป็นส่วนใหญ่ไม่ต่อเนื่องกัน เมื่อพิจารณาตามพื้นที่ที่เป็นลักษณะของพื้นที่อนุรักษ์ของกลุ่มป่าที่พบว่ามีช้างป่าอาศัยอยู่ สามารถกำหนดออกได้ 8 กลุ่มป่า ได้แก่ กลุ่มป่าภูเขียว-น้ำหนาว กลุ่มป่าดงพญาเย็น-เขาใหญ่ กลุ่มป่าตะวันตก กลุ่มป่าแก่งกระจาน กลุ่มป่าคลองแสง-เขาสกก กลุ่มป่าเขาหลวง และกลุ่มป่าฮาลาบาลา (สมหญิง และสุธีร์, 2552) ซึ่งแม้ว่าสามารถพิจารณาในระดับกลุ่มป่าที่ครอบคลุมพื้นที่กว้างขวางแต่ในความเป็นจริงภายในพื้นที่กลุ่มป่าเกือบทุกแห่งได้ถูกตัดขาดออกจากกัน ทั้งจากถนน การตั้งถิ่นฐาน การสร้างอ่างเก็บน้ำ หรือสาธารณูปโภคพื้นฐานอย่างอื่น นอกเหนือจากความไม่เหมาะสมภายในพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่สูงชัน ขาดความสมบูรณ์ ในปัจจุบันมีประชากรช้างป่าบางกลุ่มอาศัยอยู่นอกพื้นที่อนุรักษ์ที่อาจเกิดขึ้นเพราะมีการบุกรุกทำลายพื้นที่ป่าเดิม หรือการขาดออกจากกันของผืนป่าเป็นหย่อมหย่อมน้อยไม่เชื่อมต่อกัน ทำให้ความสามารถในการรองรับการของพื้นที่ลดน้อยลง ช้างป่าที่มีพื้นที่หากินกว้างจึงเดินทางออกนอกพื้นที่ไปหาในกินในพื้นที่เกษตรกรรมสิ่งที่เกิดตามคือความขัดแย้ง

ระหว่างคนกับช้างป่า และด้วยขนาดพื้นที่ที่มีขนาดเล็กการเข้าถึงของภัยคุกคามจากมนุษย์จึงเกิดได้ง่ายขึ้นปัญหาความขัดแย้งจึงเพิ่มความรุนแรงมากขึ้น

อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ได้รับการประกาศให้เป็นพื้นที่มรดกทางธรรมชาติของโลกใน ปี พ.ศ. 2548 รวมกับพื้นที่อนุรักษ์ที่อยู่ข้างเคียงในชื่อผืนป่าดงพญาเย็นเขาใหญ่ มีพื้นที่ขนาดใหญ่เป็นความหวังในการอนุรักษ์ช้างป่าตลอดจนสัตว์ป่าสำคัญชนิดอื่นอีกจำนวนมาก แต่การศึกษาช้างป่า ด้วยการวางเส้นทางศึกษาเพื่อเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ ตลอดจนการติดตามศึกษาอัตราการสลายตัวของกองมูลเพื่อนำมาใช้ในการคำนวณจำนวนประชากรยังไม่เคยมีการศึกษามาก่อน แม้ว่าในระยะแรกอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ได้ถูกคาดหวังให้เป็นสถานที่ศึกษาและฝึกอบรมเกี่ยวกับช้างป่าเป็นครั้งแรกของประเทศไทย (Storer, 1981) อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ยังเป็นสถานที่ที่ประชาชนนิยมเดินทางเข้ามาพักผ่อนหย่อนใจอย่างต่อเนื่องนับตั้งแต่ประกาศให้เป็นอุทยานแห่งชาติใน ปี พ.ศ. 2505 มีจำนวนนักท่องเที่ยวเดินทางเข้ามามากกว่าหนึ่งล้านคนต่อปี ในช่วง 5 ปี ที่ผ่านมามีการพัฒนาพื้นที่ บางส่วน เส้นทางคมนาคม ตามความต้องการ ขณะที่ช้างป่าที่ยังคงต้องการปัจจัยในการดำรงชีวิตจากพื้นที่นั้นบางครั้งจึงเกิดความขัดแย้งขึ้น

การศึกษาจำนวนประชากรอย่างเป็นระบบ ลักษณะโครงสร้างอายุ สัดส่วนเพศ ตลอดจนปัจจัยสำคัญ และการใช้ประโยชน์พื้นที่อาศัย การปรากฏบนถนนและพื้นที่กิจกรรมในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ สามารถนำไปใช้ในการจัดการพื้นที่ให้เหมาะสมทั้งเพื่อการท่องเที่ยวตามวัตถุประสงค์ของอุทยานแห่งชาติตลอดจนเพื่อการอนุรักษ์ประชากรช้างป่าต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ความหนาแน่นประชากร

1. ศึกษาความหนาแน่นของกองมูล เลือกพื้นที่ศึกษา 2 พื้นที่ คือ บริเวณหอส่องสัตว์หนองผักขี้และเส้นทางหลวงหมายเลข 3077 โดยในแต่ละพื้นที่ได้สร้างเส้นทางศึกษาเพื่อสำรวจกองมูลช้างป่า ซึ่งเป็นไปตามวิธีสำรวจประชากรของป่าตาม Dawson and Dekker (1992); Dekker *et al.* (1991) โดยแต่ละเส้นมีความยาว 2 กม. ห่างกันเส้นทางระยะ 500 เมตรวางขนานกัน จำนวน 115 เส้นทาง รวมระยะทาง 213.20 กม.

2. เดินบนเส้นทางตรงที่สร้างขึ้นในพื้นที่เมื่อพบกองมูลบันทึกพิกัดทางภูมิศาสตร์ ระยะการย่อยสลายกองมูล ระยะตั้งฉากจากกองมูลถึงเส้นทางศึกษา นำผลจากการดำเนินงานภาคสนามคำนวณหาความหนาแน่นกองมูลด้วยโปรแกรม DISTANCE 6.2 (Thomas *et al.*, 2010) ทั้งโดยรวมข้อมูลและจำแนกตามฤดูกาล ได้แก่ ฤดูแล้งระหว่างเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนเมษายน และฤดูฝนระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม จากสูตร (Thomas *et al.*, 2010)

$$D = n f(0)/2L$$

เมื่อ	D	= ความหนาแน่นกองมูล
	n	= จำนวนกองมูลที่พบทั้งหมด
	L	= ความยาวของเส้นสำรวจ
	F (0)	= ฟังก์ชันความน่าจะเป็นความหนาแน่นของกองมูลช้างป่าที่ระยะ $x = 0$

3. ศึกษาอัตราการย่อยสลายกองมูล (decay rate) ศึกษาจากกองมูลสดใหม่จำนวน 56 กอง ทำการตรวจเช็คระยะการย่อยสลายกองมูลโดยดัดแปลงจากการศึกษาของ Ramakrishnan *et al.*, 1991 ที่ทำการตรวจเช็คทุก ๆ 10 วันเป็นทุก ๆ 7 วันหรือ 1 สัปดาห์จนกว่ากองมูลย่อยสลายหมดจากพื้นที่ ระยะการย่อยสลายศึกษาตาม Barnes and Jensen, 1987

ระยะ A	หมายถึง กองมูลใหม่สดมีกลิ่นไม่แตกออกจากกัน
ระยะ B	หมายถึง กองมูลใหม่ แต่ไม่สดไม่มีกลิ่น แต่ยังคงไม่แตกออกจากกัน
ระยะ C1	หมายถึง กองมูลแตกออกจากกัน แต่ยังน้อยกว่า 50%
ระยะ C2	หมายถึง กองมูลแตกออกจากกัน แต่ยังมากกว่า 50%

ระยะ D	หมายถึง กองมูลเริ่มย่อยสลาย ราบไปกับพื้นดิน
ระยะ E	หมายถึง มองไม่เห็นในระยะ 2 เมตร

4. คำนวณอัตราการย่อยสลายจากสูตร (Barnes and Jensen, 1987)

$$N_t = N_0 e^{-rt}$$

$$\text{ดังนั้น} \quad r = (\ln(N_0) - \ln(N_t))/t$$

เมื่อ	N_t	= จำนวนกองมูลเมื่อเวลาผ่านไป t
	N_0	= จำนวนกองมูลเมื่อเวลาเริ่มต้น
	r	= อัตราการสลายตัวของกองมูล
	t	= เวลา
	e	= ค่าคงที่

5. ความหนาแน่นของประชากรคำนวณจากสูตรสูตร (Dekker *et al.*, 1991; Dawson and Dekker, 1992)

$$E = (D \times R)/Y$$

เมื่อ	E	= ความหนาแน่นประชากร (ตัว/กม. ²)
	D	= ความหนาแน่นกองมูล (กอง/กม. ²)
	R	= ค่าเฉลี่ยอัตราการสลายตัวของกองมูล (กอง/วัน)
	Y	= ค่าเฉลี่ยอัตราการถ่ายมูลต่อตัวต่อวันของช้างป่า (กอง/ตัว/วัน)

โครงสร้างชั้นอายุและสัดส่วนเพศ

1. การศึกษาโครงสร้างชั้นอายุ (population structure) และสัดส่วนเพศจากการพบตัวโดยตรงและกองมูล โดยจำแนกชั้นอายุของช้างออกเป็น 4 กลุ่มคือกลุ่มลูกช้างเล็กอายุต่ำกว่า 1 ปี กลุ่มลูกช้างโตอายุ 1-5 ปี กลุ่มช้างก่อนเต็มวัยอายุ 5-15 ปี และกลุ่มช้างเต็มวัยอายุมากกว่า 15 ปี โดยใช้เกณฑ์ในการจำแนกโครงสร้างชั้นอายุตาม Sukumar (1989)

2. จำแนกโครงสร้างอายุใช้การสังเกตเปรียบเทียบขนาดของช้างป่าในฝูง ตามวิธีของ อลงกลด และคณะ (2542) และไสว (2547) การศึกษาโครงสร้างอายุของช้างป่ายังใช้การศึกษาจากเส้นผ่านศูนย์กลางกองมูลตามวิธีของ Sukumar (1989) โดยดำเนินการในรอบปีระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 โดยวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของกองมูลที่พบทุกก้อนแล้วหาค่าเฉลี่ย คำนวณโครงสร้างอายุของช้างป่า โดยทำให้เป็นอัตราภาคชั้นที่เท่ากันจากค่าเฉลี่ย ตามวิธีการของ ไสว (2547)

3. ศึกษาสัดส่วนเพศในประชากร (sex ratio) จากการพบตัวโดยตรง จำแนกเพศของช้างจากงา อวัยวะเพศ สังเกตลักษณะทางสรีระวิทยา ทั้งบริเวณหัวหน้าผาก และด้านท้าย (Sukumar, 1989) สังเกตบริเวณก้นในตัวผู้เต็มวัยปรากฏสันนูนอันเป็นลักษณะของลิงค์ที่นูนขึ้นมา ในขณะที่ตัวเมียเต็มวัยที่ก้นแบนราบ (ไสว และกัลยาณี, 2547)

การใช้พื้นที่อาศัย

1. การเตรียมข้อมูล

1.1 รวบรวมข้อมูลการปรากฏ (present data) ของช้างป่าจากการลาดตระเวนเชิงคุณภาพในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ตลอดระยะเวลา 1 ปีที่มีการลาดตระเวนในทุกเดือนเดือนละ 4 ครั้ง/ชุดลาดตระเวน เมื่อพบร่องรอยการใช้ประโยชน์ ร่องรอยการปรากฏตัว และการปรากฏตัวโดยตรง ทำการบันทึกพิกัดทางภูมิศาสตร์ จำแนกข้อมูลตามฤดูกาล คือฤดูแล้ง (เดือนพฤศจิกายน ถึง เมษายน) ฤดูฝน (พฤษภาคม ถึง ตุลาคม) เพื่อวิเคราะห์การใช้พื้นที่อาศัยตามฤดูกาลและโดยรวม

จัดเตรียมข้อมูลโดยแบ่งออกเป็น 2 ชุดด้วยวิธีการสุ่มเลือก ข้อมูลชุดแรกคือการข้อมูลจุดการปรากฏร้อยละ 75 ของข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์แบบจำลองการกระจายของช้างป่า ชุดที่สองคือข้อมูลร้อยละ 25 ของการปรากฏเพื่อใช้เป็นแบบทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองร่วมกับร้อยละ 25 ของการไม่ปรากฏที่ถูกจัดเตรียมไว้

1.2 รวบรวมปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลต่อการปรากฏของช้างป่า คือ

1.2.1. ปัจจัยแวดล้อมทางกายภาพ ได้แก่ ความสูงจากระดับน้ำทะเล ความลาดชัน แหล่งโป่ง ถนน เส้นลำน้ำ

1.2.2. ปัจจัยแวดล้อมทางชีวภาพ ได้แก่ ชนิดป่า แหล่งโป่ง เส้นลำน้ำ

1.2.3. ปัจจัยที่เกิดจากกิจกรรมมนุษย์คือ พื้นที่กิจกรรมหรือแหล่งท่องเที่ยวหน่วยพิทักษ์อุทยาน จัดเตรียมให้อยู่ในรูปข้อมูลเชิงพื้นที่ (raster data) ด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (arc GIS) ที่มีขนาดกริดเท่ากับ 50×50 ม.²

2. การจัดทำแบบจำลองการใช้พื้นที่อาศัยของช้างป่าด้วย Maximum Entropy MaxEnt software version 3.3.2 แบบจำลองจากการวิเคราะห์ด้วย Maximum Entropy MaxEnt software version 3.3.2 แสดงผลการวิเคราะห์ที่มีความน่าจะเป็นอยู่ระหว่าง 0.00-1.00 จำนวน 6 ค่า ประกอบด้วย minimum training presence, 10 percentile training presence, equal training sensitivity plus specificity, maximum training sensitivity plus specificity, equal test sensitivity plus specificity และ maximum test sensitivity plus specificity ที่ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องและคาดการณ์เพื่อหารูปแบบจำลองที่เหมาะสม (Trisurat *et al.*, 2014) จากค่าพื้นที่ใต้เส้นโค้ง หรือ area under curve (AUC) หากค่า AUC ที่ได้ยิ่งมีค่าเข้าใกล้ 1 มากเท่าใด แสดงว่าแบบจำลองนั้นมีความถูกต้องสูง (Fawcett, 2006)

3. นำค่า logistic threshold มาจำแนกข้อมูลหากมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่า logistic thresh กำหนดเป็นการปรากฏ ถ้าน้อยกว่าหรือเท่ากับกำหนดเป็นไม่ปรากฏ ทำการทดสอบความถูกต้องแบบจำลองที่ได้จากการจำแนกข้อมูลของแต่ละ logistic threshold โดยใช้พื้นที่ใต้กราฟ (AUC)

การปรากฏของช้างป่าบนถนน

ดำเนินการรวบรวมข้อมูลการปรากฏของช้างป่าบนเส้นทางสัญจรในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ แหล่งนันทนาการ พื้นที่กิจกรรมมนุษย์ บริเวณบ้านพัก ตลอดระยะเวลา 1 ปี จากการลาดตระเวน ตรวจตราของเจ้าหน้าที่ตลอด 24 ชั่วโมง คือ เดือนมกราคม ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 จำแนกข้อมูลการปรากฏของช้างป่าตามฤดูกาลและโดยรวม

ผลและวิจารณ์

ความหนาแน่นประชากร

ผลการศึกษาความหนาแน่นของมูลด้วยเส้นทางศึกษาทั้งหมด 115 เส้นรวมระยะทาง 213.20 กม. พบกองมูล 1,209 กอง คิดเป็นความหนาแน่นของมูล 531.49 กอง/กม.² ในรอบปี กองมูลมีความหนาแน่นระหว่าง 433.69 - 651.36 กอง/กม.² ที่ความเชื่อมั่น 95% ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปร (coefficient of variation: %CV) 10.30% ซึ่งแสดงถึงความเที่ยงตรงของการศึกษาที่ดี ขณะที่ช่วงฤดูแล้งระหว่างเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนเมษายน ใช้เส้นทางศึกษา 36 เส้น รวมระยะทาง 73.29 กม. พบกองมูล 511 กอง คิดเป็นความหนาแน่น 841.85 กอง/กม.² ค่าความหนาแน่นของมูล 608.00 -1165.70 กอง/กม.² ที่ความเชื่อมั่น 95% มีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรเท่ากับ 16.22% ฤดูฝนระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ใช้เส้นทางศึกษา 78 เส้น รวมระยะทาง 139.70 กม. พบกองมูล 699 กอง คิดเป็นความหนาแน่น 468.56 กอง/กม.² ความหนาแน่นของมูลมีค่า 359.50 - 610.71 กอง/กม.² ที่ความเชื่อมั่น 95% มีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรเท่ากับ 13.37%

อัตราการย่อยสลายของมูล (decay rate) จากการศึกษาระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ถึง เดือนมกราคม พ.ศ. 2560 จำนวน 56 กองใช้เวลา 371 วันในการติดตามโดยมีค่าเฉลี่ย 189 (SE=14.85) มีอัตราการย่อยสลายเท่ากับ 0.0039 กอง/วัน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤๅไนพบว่าอัตราการย่อยสลายน้อยกว่าเนื่องจากในฤดูแล้งเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤๅไนมีอัตราการย่อยสลายเท่ากับ 0.0059 กอง/วัน และในฤดูฝนเท่ากับ 0.0126 กอง/วัน เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งพบว่าอัตราการย่อยสลายมากกว่าคือมีอัตราการย่อยสลายของมูล 0.0078 กอง/วัน แต่มากกว่าเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูวัวที่มีอัตราการย่อยสลายเท่ากับ 0.0030

กอง/วัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันเพราะการศึกษาที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ได้ทำการศึกษากองมูลที่พบบริเวณถนนหรือพื้นที่ที่มีกิจกรรมของมนุษย์ด้วย

ความหนาแน่นของประชากรจากการคำนวณโดยใช้ความหนาแน่นกองมูล และอัตราการย่อยสลายจากผลการศึกษาที่ได้ รวมถึงอัตราการถ่ายมูลเฉลี่ยจากการศึกษาข้างเลี้ยงมีค่า 14.00 กอง/ตัว/วัน (Sukmasuang, 2009) ได้ผลความหนาแน่นประชากรในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ 0.15 ตัว/กม.² คิดเป็นจำนวนประชากรข้างป่าในพื้นที่ 300 ตัว ในฤดูแล้งมีความหนาแน่นประชากร 0.23 ตัว/กม.² และฤดูฝน 0.13 ตัว/กม.² ช่วงฤดูแล้งประชากรในพื้นที่ศึกษามีมากกว่าในช่วงฤดูฝน เนื่องจากช่วงฤดูแล้งข้างป่าเข้ามาใช้แหล่งน้ำบริเวณลำตะคอง และอ่างเก็บน้ำใกล้บริเวณพื้นที่ศึกษา ที่ปัจจุบันที่การใช้พื้นที่เป็นสถานที่พัก สำนักงาน ศูนย์บริการนักท่องเที่ยว ขณะที่ฤดูฝนข้างป่ากระจายตัวออกไปอาศัยในพื้นที่ที่ห่างไกลจากลำห้วย แหล่งน้ำ

เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาความหนาแน่นของประชากรด้วยวิธีใช้เส้นทางศึกษาพบว่าได้ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง มีค่า 0.30 ตัว/กม.² เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤๅไน 0.71 ตัว/กม.² และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูวัวมีความหนาแน่นประชากร 0.10 ตัว/กม.² ตามลำดับ ความหนาแน่นประชากรในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่มีต่ำกว่าพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤๅไน แต่สูงกว่าเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูวัวเพียงเล็กน้อย เป็นเพราะในพื้นที่ศึกษาเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูวัว มีลักษณะเป็นป่าเต็งรัง สลับกับลานหินมีแหล่งน้ำ แหล่งอาหารน้อยจึงมีความเหมาะสมต่อการอยู่อาศัยน้อย (รัชนิ และรองลาภ, 2555) ในทำนองเดียวกันความหนาแน่นของประชากรข้างป่าในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่มีค่าใกล้เคียงกับเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูวัวมากกว่า เป็นเพราะอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่เป็นพื้นที่อนุรักษ์ที่มีความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับข้างมากกว่า แต่สภาพป่าที่ส่วนใหญ่เป็นป่าดิบแล้ง จึงมีประชากรน้อยกว่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งที่ส่วนใหญ่เป็นป่าเบญจพรรณ และมีพื้นที่ราบรองรับประชากรมากกว่า ขณะที่การศึกษาในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤๅไน ดำเนินการในพื้นที่ที่เป็นที่อาศัยของข้างป่าที่มีการเพิ่มประชากรอย่างรวดเร็ว พบว่าข้างป่าชอบอาศัยตามชายป่า และออกไปหากินในพื้นที่เกษตรกรรม การวางเส้นทางศึกษาอาจมีผลต่อค่าจำนวนประชากรที่มีค่าสูง

โครงสร้างชั้นอายุ

ผลการจำแนกจากการพบตัวโดยตรงจำนวน 71 ครั้งระหว่างวันเดือนมกราคม พ.ศ. 2558 ถึง เดือน มีนาคม พ.ศ. 2560 พบข้างป่าทั้งสิ้น 112 ตัวจำแนกเป็นลูกข้างเล็ก 21 ตัว ลูกข้างโต 23 ตัว ข้างวัยรุ่น 24 ตัว และข้างวัยเจริญพันธุ์ 44 ตัว ซึ่งมีสัดส่วนที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% ($X^2=12.35, p<0.005$) คิดเป็นอัตราส่วนลูกข้างเล็ก: ลูกข้างโต: ข้างวัยรุ่น: ข้างวัยเจริญพันธุ์ได้เท่ากับ 1: 1.09: 1.14: 2.10 เห็นได้ว่าการจำแนกด้วยการพบตัวโดยตรงข้างที่พบส่วนมากเป็นข้างวัยเจริญพันธุ์ รองลงมาคือ ข้างวัยรุ่น ลูกข้างโต และลูกข้างเล็กตามลำดับ

ผลการศึกษาจากเส้นผ่านศูนย์กลางกองมูลเพื่อศึกษาโครงสร้างอายุของข้างป่าตามวิธีของ Sukumar (1989) จากจำนวนกองมูลตัวอย่าง 74 กอง ที่พบในรอบปีระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของกองมูลที่พบทุกก้อนแล้วหาค่าเฉลี่ย สามารถจำแนกเป็นลูกข้างเล็ก 1 ตัว ลูกข้างวัยรุ่น 18 ตัว ข้างก่อนตัวเต็มวัย 33 ตัว ข้างตัวเต็มวัย 22 ตัว หรือสัดส่วน ลูกข้างเล็ก: ข้างวัยรุ่น: ข้างก่อนตัวเต็มวัย: ข้างตัวเต็มวัย 1: 18: 33: 22 ผลการศึกษาจากเส้นผ่านศูนย์กลางกองมูลพบว่าส่วนใหญ่เป็นข้างก่อนตัวเต็มวัยรองลงมาคือ ข้างวัยเจริญพันธุ์ ลูกข้างโต ลูกข้างเล็ก ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($X^2=28.594, p<0.005$) ที่ความเชื่อมั่น 95% ไสว และกัลยาณี (2547) กล่าวว่า การศึกษาโครงสร้างประชากรของข้างป่าหากดำเนินการเพียงวิธีใดวิธีหนึ่งอาจเกิดความผิดพลาดในรูปร่างประชากรได้ เช่น หากใช้วิธีการศึกษาจากกองมูลและรอยพบว่าข้างวัยรุ่นเป็นข้างกลุ่มใหญ่ในพื้นที่ แต่ถ้าใช้การพบตัวโดยตรงพบว่าข้างวัยเจริญพันธุ์เป็นข้างที่พบมากที่สุด เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวการหาค่าเฉลี่ย เป็นวิธีการที่ดีที่สุดในการศึกษา ดังนั้นการศึกษาโครงสร้างชั้นอายุในประชากรข้างป่าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่จึงเลือกใช้วิธีการศึกษาจากการพบตัวโดยตรงและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกองมูลเนื่องจากในพื้นที่มีความถี่ในการปรากฏตัวและทั้งร่องรอยการปรากฏตัวเป็นกองมูล (ไสว, 2547) โดยพบว่าสัดส่วนโครงสร้างอายุจากทั้งสองวิธีมีค่า 1: 9.97: 17.07: 12.04 ในลูกข้างเล็ก: ข้างวัยรุ่น: ข้างก่อนตัวเต็มวัย: ข้างตัวเต็มวัย ตามลำดับ

สัดส่วนเพศ

สัดส่วนเพศจากการศึกษาจากอัตราส่วนระหว่างเพศผู้เต็มวัยต่อเพศเมียเต็มวัยมีค่าเท่ากับ 1:1.09 ซึ่งมีสัดส่วนที่ใกล้เคียงกับประเทศมาเลเซียที่มีสัดส่วน 0.77: 1 (Khan, 1977) ที่ถือว่าสัดส่วนเพศผู้และเพศเมียใกล้เคียง 1:1 โดยที่ประเทศมาเลเซียช้างเพศผู้วัยเจริญพันธุ์มีพฤติกรรมก้าวร้าวอย่างรุนแรงซึ่งถือว่าเป็นกระบวนการทางธรรมชาติในการคัดเลือกพันธุ์และปรับจำนวนช้างเพศผู้ให้อยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสมกับประชากร (Prusty and Singh, 1995)

การใช้พื้นที่อาศัย

จากการศึกษาพบร่องรอยการปรากฏของช้างป่า 852 ตำแหน่ง ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแวดล้อมกับการปรากฏของช้างป่าพบว่าค่า Receiver operating characteristic (ROC) ที่บอกถึงความถูกต้องของแบบจำลองในรอบปี ฤดูแล้ง และฤดูฝนมีค่า 0.88 0.89 0.88 ตามลำดับ

ปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการปรากฏต่อช้างป่ามากที่สุดตลอดทั้งปีคือ โป่ง มีค่าความสัมพันธ์มากถึง 48.10% ปัจจัยที่มีผลรองลงมาคือ แหล่งท่องเที่ยว ความสูงจากระดับน้ำทะเล มีค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 13.70% 9.30% ตามลำดับ และปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการปรากฏ ได้แก่ ลำน้ำถาวร ลำน้ำที่ไหลเฉพาะฤดูกาล ความชัน หน่วยพิทักษ์อุทยาน ถนน และประเพณีปาโดยมีค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 6.10% 5.30% 4.70% 4.70% 3.90% ตามลำดับ

ฤดูแล้งพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการปรากฏมากที่สุดคือ โป่ง ความสูงจากระดับน้ำทะเล ระยะห่างจากลำน้ำถาวร มีค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 49.70% 10.50% 9.00% ตามลำดับ ขณะที่ปัจจัยแวดล้อมอื่น ๆ ล้อมที่มีผลต่อการปรากฏในลำดับถัดมาคือ แหล่งท่องเที่ยว ถนน ลำน้ำที่ไหลเฉพาะฤดูกาล ความชัน ประเพณีปา และหน่วยพิทักษ์อุทยานซึ่งมีค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 8.30% 7.60% 7.30% 3.60% 2.90% 1.20% ตามลำดับ

ฤดูฝนพบว่าปัจจัยแวดล้อมที่มีความสัมพันธ์ต่อการปรากฏของช้างป่ามากที่สุดคือ โป่ง ถนน แหล่งท่องเที่ยว โดยมีค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 37.80% 29.10% 10.50% ตามลำดับ ปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการปรากฏในลำดับต่อมาคือ ความชัน ประเพณีปา ความสูงจากระดับน้ำทะเล ลำน้ำถาวร ลำน้ำที่ไหลเฉพาะฤดูกาล และหน่วยพิทักษ์อุทยาน ซึ่งมีค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 10.00% 4.80% 3.60% 3.00% 1.10% 0.20% ตามลำดับ

การพบว่าโป่ง มีผลต่อการปรากฏของช้างป่าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ เนื่องจากบริเวณที่ตั้งของโป่งอยู่ใกล้กับแหล่งน้ำ ทั้งลำห้วยสายใหญ่ และแหล่งน้ำที่ทำขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่แหล่งน้ำและโป่งเหล่านี้อยู่ในพื้นที่กิจกรรมมนุษย์ ทั้งที่ตั้งที่พักแรม สำนักงาน บ้านพัก ศูนย์บริการนักท่องเที่ยว มาอย่างยาวนาน นอกจากนี้ยังมีการสร้างโป่งตามเส้นทางรถยนต์เพื่อดึงดูดสัตว์ป่าเพิ่ม มีผลให้ช้างป่ารวมถึงสัตว์ป่าชนิดอื่นเข้ามาให้ประโยชน์โป่ง ซึ่งอยู่ใกล้กับพื้นที่ท่องเที่ยว ซึ่งมีลักษณะเป็นพื้นที่ต่ำ มากขึ้นด้วย ผลการวิเคราะห์พื้นที่อาศัยจึงพบว่าทั้งสามปัจจัยมีผลต่อการปรากฏของช้างป่า ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะประวัติการใช้พื้นที่เพื่อการนันทนาการมาอย่างยาวนาน

ผลการศึกษาพื้นที่อาศัยที่เหมาะสมพบว่าในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่มีพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของช้างป่ามีขนาดพื้นที่เท่ากับ 220.59 กม.² ขณะที่ฤดูแล้งมีขนาดพื้นที่ 258.64 กม.² และฤดูฝนมีขนาดพื้นที่ 517.45 กม.²

การปรากฏบนถนน

ผลการศึกษาการปรากฏของช้างป่าบนถนนและพื้นที่กิจกรรมจำนวน 421 ครั้งโดยแบ่งเป็น 3 พื้นที่คือ เส้นทางหลวงหมายเลข 2090 (ปากช่อง-น้ำตกเหวสุวัต) เส้นทางหลวงหมายเลข 3077 (ตั้งแต่บริเวณสามแยกศูนย์ฝึกอบรมที่ 2 ถึงด่านตรวจอุทยานแห่งชาติเนินหอม จังหวัดปราจีนบุรี) และพื้นที่กิจกรรม พบว่าตลอดทั้งช้างป่าปรากฏบนเส้นทางหลวงหมายเลข 2090 จำนวน 175 ครั้ง เส้นทางหลวงหมายเลข 3077 จำนวน 205 ครั้งและพื้นที่กิจกรรมจำนวน 41 ครั้ง โดยช่วงเวลาที่พบช้างป่าปรากฏมากที่สุดคือช่วงเวลา 18.00 น. - 20.00 น. และ 16.00 น. - 18.00 น.

ฤดูแล้งพบการปรากฏ 282 ครั้งพบบนเส้นทางหลวงหมายเลข 2090 จำนวน 58 ครั้ง เส้นทางหลวงหมายเลข 3077 จำนวน 67 ครั้งและพื้นที่กิจกรรมจำนวน 13 ครั้งช่วงเวลาที่พบการปรากฏมากที่สุดคือ 18.00 น. - 20.00 น. และ 16.00 น. - 18.00 น.

ฤดูฝนพบการปรากฏ 138 ครั้งฤดูแล้งพบการปรากฏ 282 ครั้งพบบนเส้นทางหลวงหมายเลข 2090 จำนวน 117 ครั้ง เส้นทางหลวงหมายเลข 3077 จำนวน 138 ครั้งและพื้นที่กิจกรรมจำนวน 27 ครั้งช่วงเวลาที่พบการปรากฏมากที่สุดคือ 18.00 น. - 20.00 น. และ 16.00 น. - 18.00 น.

สรุป

1. ผลการศึกษาประชากรช้างป่าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ด้วยเส้นทางศึกษาทั้งหมด 116 เส้นรวมระยะทาง 213.20 กม. พบกองมูล 1,209 กอง คิดเป็นความหนาแน่นกองมูลตลอดปี 531.44 กอง/กม.² ฤดูแล้ง 841.85 กอง/กม.² และฤดูฝน 468.56 กอง/กม.² อัตราการย่อยสลายกองมูล 0.0039 กอง/วัน ความหนาแน่นประชากรเมื่อวิเคราะห์โดยรวมมีค่า 0.15 ตัว/กม.² คิดเป็นจำนวนประชากรช้างป่าเป็นจำนวนประชากรช้างป่าในพื้นที่ 300 ตัว ในฤดูแล้งมีความหนาแน่นประชากรเท่ากับ 0.23 ตัว/กม.² และฤดูฝนเท่ากับ 0.13 ตัว/กม.²
2. โครงสร้างชั้นอายุ จากการพบตัวโดยตรงและวัดจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกองมูลพบว่าโครงสร้างชั้นอายุมีค่าเฉลี่ย 1: 9.97: 17.07: 12.04 ในลูกช้างเล็ก: ช้างวัยรุ่น: ช้างก่อนเต็มวัย: ช้างเต็มวัย ตามลำดับ ตามลำดับ มีสัดส่วนเพศผู้เต็มวัย ต่อเพศเมียเต็มวัยในประชากร 1:1.09
3. ถิ่นที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมมีขนาด 220.59 กม.² เมื่อวิเคราะห์โดยรวมข้อมูล โดยในช่วงฤดูแล้งมีขนาด 258.64 กม.² และในช่วงฤดูฝนมีขนาด 517.45 กม.² ปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการปรากฏมากที่สุดคือ โป่ง แหล่งท่องเที่ยว ความสูงจากระดับน้ำทะเล ฤดูแล้งปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการปรากฏมากที่สุดคือโป่ง ความสูงจากระดับน้ำทะเล ระยะห่างจากลำน้ำถาวร และฤดูฝนคือโป่ง ถนน แหล่งท่องเที่ยว
4. การปรากฏของช้างป่าบนถนนและพื้นที่กิจกรรมจำนวน 421 ครั้งพบการปรากฏบนเส้นทางหลวงหมายเลข 3077 มากที่สุดทั้งฤดูแล้ง และฤดูฝน เวลาที่พบการปรากฏมากที่สุดคือช่วงเวลา 16.00 น. - 20.00 น. ดังนั้นเวลาและพื้นที่ดังกล่าวควรมีการและดูแลที่เข้มข้นมากขึ้น
5. ผลการศึกษาพบว่าโป่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการปรากฏของช้างป่ามากที่สุด ดังนั้นจึงควรจัดการให้แหล่งโป่งห่างจากเส้นทางหลวง และแหล่งนั้นหนาแน่นการเข้าไปภายในป่าที่ห่างไกล เพื่อดึงดูดให้ช้างป่าเข้าไปใช้ นอกจากนี้ควรมีการจัดการเรื่องแหล่งกิจกรรมมนุษย์ การระมัดระวังการใช้เส้นทางในช่วงที่ช้างป่าออกมามาก การจัดการเรื่องอาหารที่มนุษย์นำเข้าไป การจัดการขยะเพื่อลดการดึงดูดช้างป่า

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นายครรชิต ศรีนพวรรณ หัวหน้าอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ที่คอยช่วยเหลือในการทำงานในพื้นที่เจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ช่วยเก็บข้อมูล สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ให้ทุนสนับสนุนการศึกษาประเภทบัณฑิตศึกษา ประจำปี พ.ศ. 2560

เอกสารอ้างอิง

- รองลาภ สุขมาสรวง. 2536. นิเวศวิทยาของช้างป่า (*Elephas maximus* Linnaeus, 1758) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานีและตาก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- รัชนิ ไชคเจริญ และ รองลาภ สุขมาสรวง. 2555. นิเวศวิทยาของช้างป่า (*Elephas maximus* Linnaeus, 1758) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูวัว จังหวัดบึงกาฬ. วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย 19 (1): 13 - 22.
- สมหญิง ทัพพิกรณ์ และ สุธีร์ ลอยมา. 2552. การใช้ประโยชน์พื้นที่อาศัยของสัตว์ป่า (*Elephas maximus* Linnaeus, 1758) ในเขตพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จังหวัดเลย, น. 125-153. ใน ผลงานวิจัยและรายงานความก้าวหน้างานวิจัย ประจำปี 2551. กลุ่มงานวิจัยสัตว์ป่า สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า, กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

- ไสว วังหงษา. 2547. การสำรวจประชากรช้างป่าในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤๅไน ด้วยวิธีการนับตัวโดยตรง
น. 71-95 ใน **ผลงานวิจัย และรายงานความก้าวหน้างานวิจัยประจำปี 2545**. ฝ่ายการพิมพ์ ส่วนผลิต
สื่อ, กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.
- _____. และ กัลยาณี บุญเกิด. 2547. เทคนิคการศึกษาช้างป่า: ส่วนที่ 1 โครงสร้างประชากร, น. 164-172. ใน
ผลงานวิจัย และรายงานความก้าวหน้างานวิจัยประจำปี 2547. กลุ่มงานวิจัยสัตว์ป่า สำนักอนุรักษ์สัตว์
ป่า, กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.
- อลงกลด แทนอมทอง, นพรัฐ แซ่จิ่ง, พีรพงษ์ แสงโพธิ์ และ เอก วัฒนา. 2542. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง
ความสูงเส้นรอบวงเท้าหน้าและอายุของช้างไทย. **วนสาร** 57: 61-66.
- Barnes, R.F.W. and K.L. Jensen. 1987. **How to count elephants in forests**. IUCN African
Elephants and Rhino Specialist Group: Technical Bulletin number 1. Available source:
<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/Rep-1987-046.pdf>. May,8 2017.
- Choudhury, A., D.K.L. Choudhury, A. Desai, J.W. Duckworth, P.S. Easa, A.J.T. Johnsingh, P. Fernando,
S. Hedges, M. Gunawardena, F. Kurt, U. Karanth, A. Lister, V. Menon, H. Riddle, A. Rübel and
E. Wikramanayake 2008. ***Elephas maximus***. IUCN SSC Asian Elephant Specialist Group,
The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T7140A12828813. Available Source:
<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T7140A12828813.en>. May,8 2017.
- Dawson, S. and A.J.F.M. Dekker. 1992. **Counting Asian elephant in forests**. FAO, Bangkok.
- Dekker, A.J.F. M., S. Dawson and A.A. Desai. 1991. An indirect method for counting Asian elephant
in forests, pp. 54-64. In **Censusing Elephant in Forests Proceedings of an International
Workshop, Southern India**. 2-10 January, 1991. Asian Elephant Conservation Center,
Bangalore, India.
- Fawcett, T. 2006. An introduction to ROC analysis. **Pattern Recognition Letters**. 27: 861-874.
- Khan, M.M.K. 1977. Studied of Malayan elephant (*Elephas maximus*). **The Malayan Nature
Journal** 30: 1-38.
- Prusty, B.C. and L.A.K. Singh. 1995. Male-male aggression in Asian observed in Similipal Tiger
Reserve, Orissa. **Indian Forester** 121: 902-908.
- Ramakrishnan, U., J.A. Santosh and R. Sukumar. 1991. **Censusing Elephants in Forests**. Asian
Elephant Conservation Centre of IUCN/SSG Asian Elephant Specialist Group, Bangalore,
India.
- Storer, P.J. 1981. Elephant population in Thailand. **Natural History Bulletin of Siam Society** 29:
1-30.
- Sukmasuang, R. 2009. Population density of Asian elephants in Huai Kha Khaeng Wildlife
Sanctuary. **Thai Journal of Forestry** 28 (1): 40-50.
- Sukumar, R. 1989. **The Asian Elephant: Ecology and Management**. Cambridge University, New
York.
- Thomas, L., S.T. Buckland, E.A. Rexstad, J.L. Laake, S. Strindberg, S.L. Hedley, J.R.B. Bishop, T.A.
Marques and K.P. Burnham. 2010. Distance software: design and analysis of distance
sampling surveys for estimating population size. **Journal of Applied Ecology** 47: 5-14.
DOI: 10.1111/j.1365- 2664.2009.01737.x.
- Trisurat, Y., B. Kanchanasaka and H. Kreft. 2014. Assessing potential effects of land use and climate
change on mammal distribution in northern Thailand. **Wildlife research** 41: 522-536.

ปัจจัยที่มีผลต่อการปรากฏของช้างป่าที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ Factors Affecting Wild Elephant Appearance at Khao Yai National Park

จุฑามาศ ไม้สุข สมณมิตร พุกงาม และ รonglarp สุขมาสรวง*

Juthamard Maisuk Somnimirt Pukngam and Ronglarp Sukmasuang*

สาขาวิชาการบริหารทรัพยากรป่าไม้และสิ่งแวดล้อม คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Forest Resource and Environmental Administration, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

*Corresponding Author; E-mail: mronglarp@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการปรากฏของช้างป่าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ดำเนินการระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2559 รวม 1 ปี โดยอาศัยการเก็บข้อมูลการปรากฏของช้างป่าได้จากการลาดตระเวนจำนวน 16 ชุด ๆ ละ 5-6 คน ดำเนินการเป็นประจำทุกเดือน เดือนละ 4 ครั้ง ลาดตระเวนทั้งหมด 748 ครั้ง รวมระยะทาง 15,176.58 กิโลเมตร พบช้างป่าทั้งทางตรงและทางอ้อมรวม 1,120 ครั้ง เป็นการพบเห็นตัวโดยตรง พบร่องรอย และ กองมูล จำนวน 371, 588 และ 161 ครั้ง ตามลำดับ ข้อมูลตำแหน่งดังกล่าวถูกถ่ายทอดลงในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เมื่อจำแนกการพบตามระยะห่างจากถนน และแหล่งนันทนาการออกเป็นระยะห่าง 5 ชั้น พบว่าการปรากฏของช้างป่าในระยะห่างแต่ละชั้นจากถนน และแหล่งนันทนาการ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ $X^2 = 228.35$; $df = 10$, $P = 0.05$ และ $X^2 = 22.39$; $df = 10$, $P = 0.05$ ตามลำดับ ระยะห่างจากถนนระหว่าง 0 - 1,000 เมตร เป็นช่วงระยะที่พบช้างป่ามากกว่าช่วงอื่น การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการปรากฏของช้างป่าโดยใช้ Maximum Entropy Species Distribution Model พบว่า ปัจจัยแวดล้อมที่มีผลที่สุดต่อการปรากฏของช้างป่าในรอบปี ฤดูแล้งและฤดูฝน ได้แก่ แหล่งโป่ง มีอิทธิพลต่อการปรากฏของช้างป่ามากที่สุด เมื่อพิจารณาจากค่าเปอร์เซ็นต์ร่วมของปัจจัยแวดล้อม คิดเป็นร้อยละ 59.7, 55.6 และ 47.2 ตามลำดับ รองลงมาคือ ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางมีผลต่อการปรากฏของช้างป่าเฉพาะในรอบปี และฤดูแล้ง คิดเป็นร้อยละ 10.2 และ 13.3 ตามลำดับ ผลการศึกษายังพบว่า แบบจำลองการกระจายที่ได้มีค่าความถูกต้องสูงเมื่อพิจารณาจากค่า AUC ทั้งในรอบปี ฤดูแล้งและฤดูฝน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.88, 0.86, 0.86 ตามลำดับ

คำสำคัญ: ช้างป่า ปัจจัยที่มีผล อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

ABSTRACT

The study of factors affecting wild elephant appearance at Khao Yai National Park. Was studied during November 2015 to October 2016, 1 year totally, based on the appearance of the animal gained from data collecting during patrol by the 16 groups of the park ranger, 5-6 persons/group that procedured 4 times per month regularly all year round, 748 times and 15,176.58 km length totally. One thousand, one hundred and twenty times of wild elephant seen both directly and indirectly were recorded. The number of directly seen, track and signed and the animal's dung were 371, 588 and 161 times respectively. All data were transferred into the geographical information system. Determined the found of all animal data from the road and the recreational areas within the 5 distance class categories found that the appearance of elephant in each the distance classes were significant differences ($X^2 = 228.35$; $df = 10$, $P = 0.05$) and $X^2 = 22.39$; $df = 10$, $P = 0.05$ respectively. The result also found that the appearance of elephant. The wild elephant's appearance in the area distance between 0-1,000 meters from the road more than other distance classes. The analysis of the factors that affected the appearance of wild elephants by using maximum entropy species distribution model found that the most important environmental factors

that affected the appearance of wild elephants all year round, the dry and the wet seasons were salt earth that was 59.7, 55.6 and 47.2 percent contribution respectively followed by the altitude above mean sea level determined by combined data and dry season were 10.2 and 13.3 percent respectively. The study result found that the distribution model was high accurate when considered from AUC throughout the year, dry season and rainy season which equaled 0.88, 0.86, 0.86 respectively.

Keywords: Wild Elephant, factors affecting, Khao Yai National Park

คำนำ

ช้างป่า (*Elephas maximus*) เป็นสัตว์ป่าคุ้มครองตามพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2535 นอกจากนี้ International Union for Conservation of Nature and Natural Resources [IUCN], (2016) จัดสถานภาพทางการอนุรักษ์ของช้างป่าว่าอยู่ในภาวะใกล้สูญพันธุ์ (endangered species) นับตั้งแต่ปี ค.ศ. 1986 เป็นต้นมา สาเหตุหลักที่ทำให้ช้างป่าอยู่ในภาวะใกล้สูญพันธุ์เนื่องจากการทำลายพื้นที่อาศัยตามธรรมชาติ การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าเป็นพื้นที่เกษตร การรบกวนถิ่นอาศัย และการล่า จากความต้องการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ เพื่อตอบสนองความต้องการของประชากรมนุษย์ที่เพิ่มมากขึ้น แนวโน้มโดยรวมของประชากรของช้างป่าลดลงในทุกแหล่งการกระจาย ปัจจุบันในประเทศไทยมีช้างป่าอาศัยอยู่ตามธรรมชาติอยู่ระหว่าง 3,000-3,500 ตัว (Srikrachang, 2003) โดยจำนวนพื้นที่อนุรักษ์ในรูปของอุทยานแห่งชาติ และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าของประเทศไทยที่คาดว่าจะเป็นที่อาศัยของช้างป่ามี 69 แห่ง (สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า, 2546) ในพื้นที่ 8 กลุ่มป่า ได้แก่ กลุ่มป่าภูเขียว-น้ำหนาว กลุ่มป่าดงพญาเย็น-เขาใหญ่ กลุ่มป่าตะวันออก กลุ่มป่าตะวันตก กลุ่มป่าแก่งกระจาน กลุ่มป่าคลองแสง-เขาสก กลุ่มป่าเขาหลวง และกลุ่มป่าฮาลาบาลา (สมหญิง, 2551)

การใช้พื้นที่อยู่อาศัยและการเคลื่อนย้ายของโขลงช้างมีความสัมพันธ์กับค่าปริมาณธาตุอาหารในพืช และปริมาณน้ำในดินที่อยู่อาศัยในแต่ละช่วงเวลา (Sukumar, 1989) ช้างป่ามีการใช้ประโยชน์ในพื้นที่อยู่อาศัยได้ในป่าหลายชนิด แต่ช้างป่าใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าเบญจพรรณมากที่สุด โดยเฉพาะในฤดูแล้งช้างป่าหากินวนเวียนอยู่บริเวณริมลำห้วย (รองลาก, 2536) ซึ่งปัจจัยแวดล้อมที่มีความสัมพันธ์ต่อการเลือกใช้พื้นที่ถิ่นอาศัยของช่วงฤดูแล้งพบว่า ปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการเลือกใช้พื้นที่ของช้างป่า 2 ปัจจัยคือ ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง และชนิดป่า ส่วนในฤดูฝนปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้พื้นที่มี 3 ปัจจัย คือ ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ระยะห่างจากหมู่บ้าน และชนิดป่า (สมหญิง และสุธีร์, 2552)

อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ เป็นอุทยานแห่งชาติแห่งแรกของประเทศไทยก่อตั้งเมื่อปี พ.ศ. 2505 ถูกประกาศให้เป็นพื้นที่แหล่งมรดกทางธรรมชาติของโลกเมื่อรวมกับพื้นที่อนุรักษ์โดยรอบ มีชื่อว่า ป่าดงพญาเย็น เขาใหญ่ เมื่อปี พ.ศ. 2548 เป็นความหวังของการอนุรักษ์ช้างป่า และสัตว์ป่าชนิดอื่นในภูมิภาคนี้ของประเทศ นอกจากนี้อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ยังเป็นแหล่งนันทนาการที่มีคนนิยมเดินทางเข้ามาท่องเที่ยว จากสถิติที่ผ่านมานักท่องเที่ยวมีจำนวนมากกว่าหนึ่งล้านคนต่อปี (อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่, 2560) โดยมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นทุกปี ทำให้พื้นที่ของอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่บางส่วนถูกใช้เพื่อการบริการของนักท่องเที่ยว เช่น ค่ายพัก ศูนย์บริการนักท่องเที่ยว ศูนย์อาหาร ลานกางเต็นท์ เป็นต้น นอกจากนี้ ยังมีถนนเชื่อมต่อระหว่าง อำเภอเมืองจังหวัดปราจีนบุรี และอำเภอบางช่อง จังหวัดนครราชสีมา ความยาวประมาณ 42 กิโลเมตร ตลอดถนนภายในพื้นที่ ซึ่งมีประชาชนใช้เดินทางสัญจรมาก

พื้นที่กิจกรรมสำหรับนักท่องเที่ยวและเส้นทางหลวงดังกล่าวพบว่า มีช้างป่าเข้ามาอยู่เป็นประจำมีผลต่อกิจกรรมนันทนาการในพื้นที่โดยตรง การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการปรากฏของช้างป่าในรอบปี ร่วมกับการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ยังไม่เคยมีการศึกษามาก่อนในพื้นที่นี้ การวิเคราะห์ให้ทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อการปรากฏของช้างป่าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่จึงทำให้เข้าใจการปรากฏช้างป่า สามารถนำไปใช้ในการจัดการอุทยานแห่งชาติทั้งกรณีเร่งด่วน ได้แก่ การใช้เส้นทาง และแหล่งนันทนาการ ตลอดจนแนวทางการจัดการช้างป่าของอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ เพื่อการอนุรักษ์และการจัดการช้างป่าควบคู่ไปกับการท่องเที่ยวได้อย่างเหมาะสมสามารถใช้เป็นต้นแบบในการจัดการอุทยานแห่งชาติทั้งในพื้นที่นี้และพื้นที่อื่นต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เก็บรวบรวมข้อมูลการปรากฏของช้างป่าในพื้นที่บันทึกตำแหน่งภูมิศาสตร์ วันที่ เวลา สภาพป่าที่พบ ข้อมูลช้างป่าทั้งการพบเห็นตัวโดยตรง การพบร่องรอย และกองมูล จากการลาดตระเวนของเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ตลอดทั้งปีระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2559 และจัดการข้อมูลลงในโปรแกรม Microsoft excel

2. จัดเตรียมข้อมูลเชิงพื้นที่ ได้แก่ ตำแหน่ง (location) และลักษณะรูปร่าง (shape) ของปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลต่อการปรากฏของช้างป่า ได้แก่ ถนน แหล่งพื้นที่กิจกรรมนันทนาการ ชนิดป่า แหล่งน้ำ แหล่งโป่ง ระดับความลาดชัน และความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง จากนั้นทำการจัดเก็บและนำเข้าข้อมูลในฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ของอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำข้อมูลการปรากฏของช้างป่าที่พบตัวโดยตรงนำมาคำนวณร้อยละความถี่ของการปรากฏในแต่ละเดือนในรอบปี และตามเวลาต่าง ๆ ในรอบวัน

2. นำตำแหน่งการปรากฏของช้างป่าทั้งตามเส้นทางหลวง และแหล่งนันทนาการ วิเคราะห์การปรากฏตามระยะห่างจากถนน และแหล่งนันทนาการ ตามระยะห่าง 0-1,000, >1,000-2,000, >2,000-3,000, >3,000-4,000, >4,000-5,000 และ >5,000 เมตร ตามลำดับ คำนวณหาพื้นที่ในแต่ละชั้นระยะห่างดังกล่าว และนับจำนวนตำแหน่งที่พบช้างป่าในแต่ละชั้นระยะห่าง ทดสอบความแตกต่างในแต่ละชั้นพื้นที่อาศัยโดยใช้ Chi square พิจารณาระดับนัยสำคัญที่ 0.05

3. นำข้อมูลการพบช้างป่าทั้งบนเส้นทางและที่ได้จากการลาดตระเวน ทั้งทางตรงทางอ้อม เข้าสู่ฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ เลือกปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลต่อการปรากฏของช้างป่า ได้แก่ ถนน พื้นที่แหล่งนันทนาการ ชนิดป่า แหล่งน้ำ แหล่งโป่ง ระดับความลาดชัน และความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ที่ได้มาลงไว้ในแผนที่แล้วสร้างแบบจำลองการกระจาย ตามโอกาสการปรากฏในการใช้พื้นที่ตามปัจจัยแวดล้อมของสัตว์ป่าโดยวิธี Maximum Entropy (MaxEnt) เพื่อวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัย ใน 6 ระดับ ตามความสัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเลือกถิ่นอาศัย ด้วยโปรแกรม Arc GIS 10.1

4. ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง จากการพิจารณาค่า Receiver operating characteristic (ROC) ซึ่งเป็นวิธีการแสดงค่า threshold independent การวิเคราะห์ค่าเส้นโค้ง ROC คือ การแสดงค่าพื้นที่ใต้เส้นโค้ง ROC หรือ area under curve (AUC) ซึ่งค่า AUC ที่วิเคราะห์ได้ยิ่งมีค่าเข้าใกล้ 1 มากเท่าใด แสดงว่าแบบจำลองมีความน่าเชื่อถือมากขึ้นเท่านั้น (Fawcett, 2006)

5. พิจารณาความสัมพันธ์ของการปรากฏของช้างป่ากับปัจจัยแวดล้อม จากค่า percent contribution ที่ได้ ซึ่งบอกความสำคัญต่อการปรากฏของช้างป่าเป็นร้อยละ (Phillips, 2008)

6. พิจารณารูปโอกาสในการใช้พื้นที่ของช้างป่าให้แกน x แทนระยะทางจากสภาพแวดล้อมหลักถึงจุดที่พบการปรากฏของช้างป่าชนิดนั้น ๆ ส่วนแกน y แทนค่าโอกาสในการใช้พื้นที่หรือโอกาสในการปรากฏของช้างป่าชนิดนั้น ๆ โดยพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างการปรากฏของช้างป่ากับปัจจัยแวดล้อม (Phillips and Dudik, 2008)

ผลและวิจารณ์

การพบช้างป่าในรอบปี

ผลจากการเก็บข้อมูลระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2559 จากจำนวนชุดลาดตระเวนทั้งหมด 16 ชุด มีการลาดตระเวนทั้งหมด 748 ครั้ง รวมระยะทางในการลาดตระเวน 15,176.58 กิโลเมตร พบตัวของช้างป่า จำนวน 371 ครั้ง หรือตำแหน่ง พบร่องรอยช้างป่าทั้งรอยเดินและร่องรอยอย่างอื่นที่ช้างป่าทำทิ้งไว้ เช่น การกินพืชอาหาร การหักต้นไม้ การใช้างแท่ง พบจำนวน 588 ครั้ง ขณะที่ข้อมูลกองมูลช้างป่าพบ 161 ครั้ง รวมการพบในรอบปี 1,120 ครั้ง (Table 1)

Table 1 Number of location that found wild elephant in Khao Yai National Park during November 2015 to October 2016.

Period	Period	#Direct observation	#Indirect observation		Total
			Track and sign	Dung	
The dry season	Nov1-Apr 30	231	214	58	503
The wet season	May1-Oct 31	140	374	103	617
All Year	Nov1-Oct 31	371	588	161	1,120

การปรากฏของช้างป่าตามระยะห่างจากถนน และแหล่งนันทนาการ

ผลการศึกษาการปรากฏของช้างป่าตามปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกพื้นที่อาศัยของช้างป่า ทั้งปัจจัยแวดล้อมโดยการนำตำแหน่งที่พบเห็นตัวช้างป่า ตามเส้นทางสัญจรลงในฐานะข้อมูลสารสนเทศ ตามประเภทของปัจจัยแวดล้อม ที่คาดว่าจะมีผลต่อการปรากฏตัวของช้างป่าได้ ถนนและแหล่งพื้นที่กิจกรรมนันทนาการ พบว่าการปรากฏตัวของช้างป่ามีในแต่ละชั้นระยะห่างจากถนนมีความแตกต่างกันในแต่ละชั้นอย่างมีนัยสำคัญ ($X^2 = 228.35$; $df = 10$, $P = 0.05$) และการปรากฏของช้างป่ามีในแต่ละชั้นระยะห่างจากพื้นที่กิจกรรมนันทนาการมีความแตกต่างกันในแต่ละชั้นอย่างมีนัยสำคัญ ($X^2 = 22.39$; $df = 10$, $P = 0.05$) โดยชั้นระยะห่างที่ช้างป่าปรากฏมากที่สุดอยู่ในช่วง 0-1,000 เมตร จากถนน หรือคิดเป็นร้อยละ 98.11 ของจำนวนที่พบในช่วงระยะห่างจากถนนทั้งหมด และ แหล่งนันทนาการ หรือคิดเป็นร้อยละ 91.84 ของจำนวนที่พบในช่วงระยะห่างจากแหล่งนันทนาการทั้งหมด โดยรวมข้อมูลตลอดทั้งปี ซึ่งหมายความว่าช้างป่าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ อยู่ในพื้นที่ที่มีกิจกรรมของมนุษย์ทั้งบนถนน และแหล่งนันทนาการมาก

เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาการเลือกใช้พื้นที่อาศัยของช้างป่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ตามระยะห่างจากถนนและพื้นที่กิจกรรมของเจ้าหน้าที่พบว่าช้างป่าชอบใช้พื้นที่ในระยะห่างจากเส้นทางรถยนต์ในป่า 501-750 เมตร ในช่วงฤดูแล้ง และในระยะ 250-500 เมตร ช่วงฤดูฝน ขณะที่ช้างป่าชอบอาศัยในพื้นที่ห่างจากกิจกรรมของเจ้าหน้าที่ในระยะ 2,001-3,000 เมตรในช่วงฤดูฝน และในระยะ 1,000-2,000 เมตร ในช่วงฤดูแล้ง (รองลาภ, 2545) ผลการศึกษานี้พบว่าช้างป่าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่อาศัยอยู่ในพื้นที่ในช่วงระยะห่างระหว่าง 0-1,000 เมตร จากเส้นทางถนน และแหล่งกิจกรรมนันทนาการ ความแตกต่างดังกล่าวอาจเกิดจากการเปิดพื้นที่ป่าที่ช้างป่าเคยอาศัยเพื่อกิจกรรมมนุษย์ จึงทำให้พบช้างป่าในพื้นที่ระยะห่างจากกิจกรรมที่แตกต่างไปจากในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ที่ไม่มีการรบกวนพื้นที่จากการพัฒนาการท่องเที่ยวมาอย่างต่อเนื่องยาวนาน นอกจากนี้อาจเป็นเพราะช้างป่าต้องการใช้แหล่งน้ำ ในบริเวณที่เป็นแหล่งกิจกรรมมนุษย์ นอกจากนี้อาจเป็นผลมาจากความต้องการอาหารที่มนุษย์นำเข้าไป

ปัจจัยที่มีผลต่อการปรากฏของช้างป่า

ผลการศึกษาพบว่าค่าสัดส่วนความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแวดล้อมกับการปรากฏของช้างป่าโดยรวมข้อมูลในรอบปีที่พบว่า AUC มีค่า 0.88 ปัจจัยแวดล้อมมีค่าสัดส่วนความสัมพันธ์ต่อการปรากฏของช้างป่าสูงที่สุด ได้แก่ แหล่งโป่ง รองลงมาคือ ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ระยะห่างจากแหล่งน้ำ ระยะห่างจากถนน ระยะห่างแหล่งพื้นที่กิจกรรมนันทนาการ ชนิดป่า และระดับความลาดชัน คิดเป็นร้อยละ 59.7, 10.2, 9.2, 7.3, 6, 5.4 และ 2.1 ตามลำดับ ในช่วงฤดูแล้ง AUC มีค่า 0.86 พบว่า ปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการปรากฏของช้างป่ามากที่สุด ได้แก่ แหล่งโป่ง รองลงมาคือ ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ระยะห่างจากแหล่งน้ำ ระยะห่างจากถนน ระยะห่างแหล่งพื้นที่กิจกรรมนันทนาการ ระดับความลาดชัน และชนิดป่า คิดเป็นร้อยละ 55.6, 13.3, 12.7, 9.7, 4.6, 3 และ 1 ตามลำดับ ขณะที่ในช่วงฤดูฝนค่า AUC มีค่า 0.86 พบว่า ปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการปรากฏของช้างป่ามากที่สุด ได้แก่ แหล่งโป่ง ระยะห่างจากถนน ชนิดป่า ระยะห่าง แหล่งพื้นที่กิจกรรมนันทนาการ ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ระยะห่างจากแหล่งน้ำ และระดับความลาดชันคิดเป็นร้อยละ 47.2, 19.6, 12.3, 7.8, 6.8, 3.1, 3.1 ตามลำดับ (Table 2)

Table 2 Percent contribution shows the environmental factors that affecting the wild elephant appearance in Khao Yai National Park analyzed by seasons and data combined during November 2015 to October 2016.

No.	Environmental Factors	Percent contribution		
		The dry	The wet	All year
1	saltlick	55.6	47.2	59.7
2	Height above mean sea level	13.3	6.8	10.2
3	Distance from permanent water sources	12.7	3.1	9.2
4	Distance from the road	9.7	19.6	7.3
5	Slope class	4.6	3.1	2.1
6	Forest type	3	12.3	5.4
7	Distance from the recreation zone	1	7.8	6
total		100	100	100

ผลการศึกษาที่พบว่าแหล่งโป่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการปรากฏของช้างป่าคล้ายกับผลการศึกษาการเลือกใช้พื้นที่อาศัยของช้างป่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ที่พบว่าช้างป่าชอบอาศัยในพื้นที่ที่ใกล้แหล่งโป่งในระยะ 0-1,000 เมตร มากกว่าระยะอื่นอย่างมีนัยสำคัญทั้งในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน (รองลาก, 2545)

พิจารณาความสัมพันธ์ของปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการปรากฏของช้างป่าโดยรวมที่พบว่าแหล่งโป่งเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของช้างป่ามากที่สุดถึงร้อยละ 59.7 และเมื่อพิจารณาจากเส้นกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของช้างป่ากับระยะห่างจากแหล่งโป่ง เมื่ออยู่ใกล้บริเวณแหล่งโป่งมีโอกาสพบช้างป่า ร้อยละ 0.95 แต่เมื่อออกห่างจากแหล่งโป่งมีโอกาสในการพบช้างป่าลดลง โดยเมื่อระยะห่างจากแหล่งโป่ง ประมาณ 500 เมตร พบว่า โอกาสการพบช้างป่ามีค่า 0.22 และเมื่อระยะห่างจากแหล่งโป่งประมาณ 1,000 เมตร โอกาสที่พบช้างป่ามีค่า 0.11 (Table 3)

Table 3 The seven main factors that affected the likelihood of the wild elephant appearance in Khao Yai National Park.

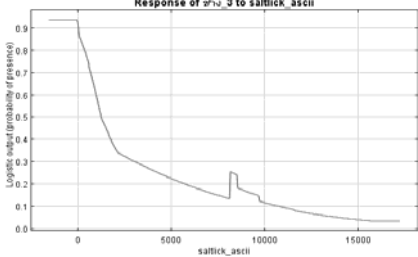
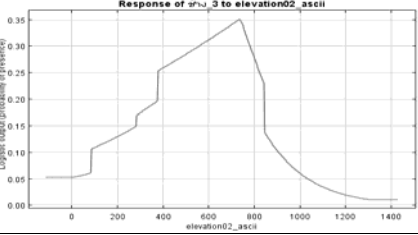
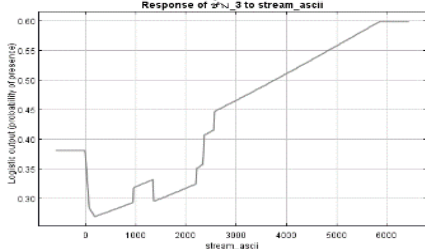
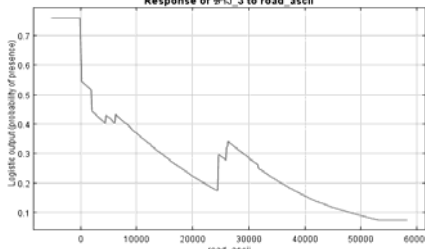
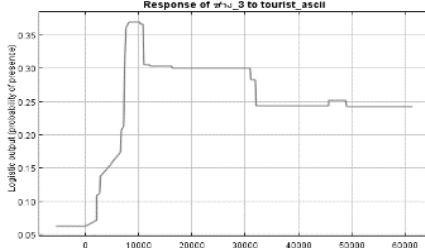
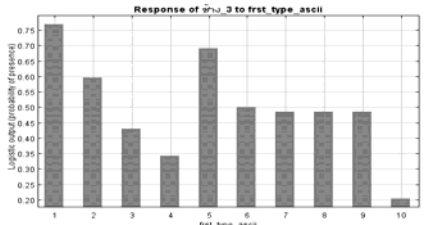
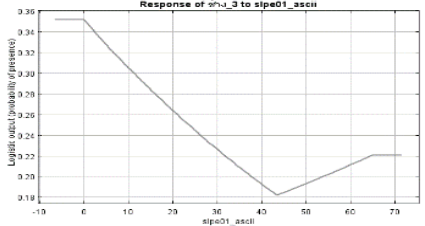
Environmental factors	The presence of wild elephant on the distance from the environment.	Meaning
saltlick		The presence of wild elephant decreased with distance from the saltlick
Height above mean sea level		The presence of wild elephant increased with increasing of altitude until 750 m approximately, after that the presence decreased.

Table 3 (Continued)

Environmental factors	The presence of wild elephant on the distance from the environment.	Meaning
Distance from permanent water sources		The presence of wild elephant increased with distance from the permanent water sources
Distance from the road		The presence of wild elephant decreases with distance from the road.
Distance from the recreation zone		The presence of wild elephant increases with distance from the recreation zone
Forest type		Wild elephant responded with many types of forest habitat especially
Slope class		The presence of wild elephant decrease when slope increasing.

ความสูงจากระดับน้ำทะเลเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของช้างป่ามากที่สุดถึงร้อยละ 10.2 และเมื่อพิจารณารูปจากเส้นกราฟแสดงโอกาสในการปรากฏของช้างป่ากับความสูงระดับน้ำทะเล พบว่าเมื่ออยู่ในที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 200 เมตร มีโอกาสพบช้างป่ามีค่า 0.13 แต่เมื่อระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลมากขึ้นประมาณ 700 เมตร มีโอกาสในการพบช้างป่าสูงขึ้นมีค่า 0.35 และเมื่อระดับความสูงมากกว่า 1,000 เมตรขึ้นไป โอกาสในการพบช้างป่ามีค่าลดลงโดยมีค่า 0.05 ระยะห่างจากแหล่งน้ำเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของช้างป่า ร้อยละ 9.2 เมื่ออยู่ใกล้แหล่งน้ำมีโอกาสพบการปรากฏของช้างป่ามีค่า 0.38 แต่โอกาสพบการปรากฏของช้างป่าลดลงเมื่อออกห่างจากแหล่งน้ำประมาณ 1000 เมตร โดยมีโอกาสในการปรากฏของช้างป่ามีค่า 0.32 และเมื่อระยะห่างจากแหล่งน้ำตั้งแต่ 2,500 เมตรขึ้นไป โอกาสในการปรากฏของช้างป่าสูงขึ้นมีค่า 0.45 (see Table 3)

ระยะห่างจากถนนเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของช้างป่าร้อยละ 7.3 เมื่อพิจารณาจากกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของช้างป่ากับระยะทาง พบว่า เมื่ออยู่ใกล้ถนนมีโอกาสในการพบการปรากฏของช้างป่า 0.78 แต่เมื่อห่างจากถนนมีโอกาสในการพบการปรากฏของช้างป่าลดลงโดยห่างจากถนนระยะ 1,000 เมตร มีโอกาสพบช้างป่า 0.39 และเมื่อออกห่างจากถนนมากกว่า 2,000 เมตร มีโอกาสในการพบการปรากฏของช้างป่ามีค่าเข้าใกล้ 0 (see Table 3)

ระยะห่างจากแหล่งพื้นที่กิจกรรมนันทนาการเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของช้างป่า ร้อยละ 6 เมื่อพิจารณาจากกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของช้างป่ากับแหล่งพื้นที่กิจกรรมนันทนาการ พบว่า เมื่ออยู่ใกล้แหล่งพื้นที่กิจกรรมนันทนาการมีโอกาสในการพบช้างป้าน้อย มีค่า 0.06 เมื่อระยะห่างจากแหล่งพื้นที่กิจกรรมนันทนาการมากขึ้นที่ระยะ 1,000 เมตร โอกาสในการปรากฏของช้างป่ามีมากขึ้น มีค่า 0.38 แต่เมื่อออกห่างจากแหล่งพื้นที่กิจกรรมนันทนาการโอกาสในการพบช้างป่าลดลง โดยถ้าห่างจากแหล่งพื้นที่กิจกรรมนันทนาการมากกว่า 1,000 เมตรขึ้นไป มีโอกาสในการพบช้างป่า มีค่า 0.3 (Table 3)

ชนิดป่าเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของช้างป่า ร้อยละ 5.4 เมื่อพิจารณาจากกราฟแสดงค่าโอกาสในการปรากฏของช้างป่ากับชนิดป่า ช้างป่าสามารถอาศัยอยู่ในป่าทุกชนิดคือ พืชหญ้า ป่าดิบแล้ง ป่าพื้นฟูตามธรรมชาติ ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ ป่าไผ่ พื้นที่เกษตรกรรม ป่าดิบชื้น ป่ารุ่มสอง และไร่ร้าง โอกาสในการปรากฏของช้างป่าเมื่ออยู่ในบริเวณพื้นที่ทุ่งหญ้าโอกาสพบช้างป่ามากที่สุดมีค่า 0.77 รองลงมาคือ ป่าเบญจพรรณ โอกาสพบช้างป่ามีค่า 0.69 ป่าดิบแล้งโอกาสพบช้างป่ามีค่า 0.6 ตามลำดับ (Table 3)

ความลาดชันเป็นปัจจัยแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการปรากฏของช้างป่า ร้อยละ 2.1 เมื่อพิจารณาจากกราฟค่าโอกาสการปรากฏของช้างป่ากับความลาดชันของพื้นที่ พบว่า เมื่ออยู่ในบริเวณที่มีความลาดชันน้อยโอกาสพบช้างป่ามีค่า 0.35 แต่เมื่อพื้นที่มีความลาดชันเพิ่มขึ้นที่ร้อยละ 10 โอกาสในการพบการปรากฏของช้างป่าลดลงมีค่า 0.31 และเมื่อพื้นที่มีความลาดชันเพิ่มขึ้นที่ ร้อยละ 43 โอกาสในการพบช้างป่าจะลดลงมีค่า 0.1 (Table 3)

พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับช้างป่า

ผลจากการสร้างแบบจำลองโอกาสการปรากฏของช้างป่า เพื่อสร้างพื้นที่อาศัยที่เหมาะสม ตามปัจจัยแวดล้อม 7 ประการ ได้แก่ ถนน แหล่งกิจกรรมนันทนาการ ชนิดป่า แหล่งน้ำ แหล่งโป่ง ระดับความลาดชัน ความสูงจากระดับน้ำทะเล พบว่าช้างป่ามีโอกาสในการใช้พื้นที่ทางด้านตอนบนและกระจายลงมาจนถึงบริเวณพื้นที่ทำการอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ โดยค่าความเหมาะสมของแบบจำลองเมื่อพิจารณาจากค่า AUC ในรอบปี มีค่า 0.88 ซึ่งหมายความว่าแบบจำลองดังกล่าวมีความน่าเชื่อถือ เมื่อพิจารณาค่าที่ได้จากเส้นโค้ง ROC ของแบบจำลองปัจจัยแวดล้อมที่มีความสัมพันธ์กับช้างป่า โดยรวมทุกปัจจัยในฤดูแล้ง AUC มีค่า 0.86

ผลการวิเคราะห์พื้นที่อาศัยที่เหมาะสมสามารถแสดงเป็นแผนที่พื้นที่อาศัยที่เหมาะสมของช้างป่าทั้งในรอบปี ในช่วงฤดูแล้งและช่วงฤดูฝน (Figure 4) ใน 2 ระดับ โดยพื้นที่สีน้ำตาลแสดงถึงพื้นที่อาศัยที่เหมาะสมมากที่สุด ส่วนพื้นที่สีเขียวแสดงถึงพื้นที่อาศัยที่เหมาะสมน้อย

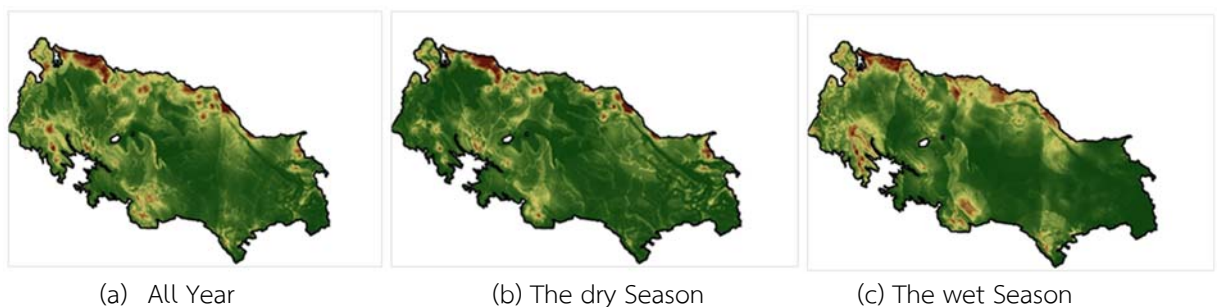


Figure 4 Habitat suitability maps of the wild elephant in Khao Yai National Park analyzed by seasons and data combined.

สรุป

1. ช้างป่าปรากฏมากในระยะห่างจากเส้นทางหลวง และแหล่งนันทนาการภายในรัศมี 1 กิโลเมตรมากที่สุด ทั้งในช่วงฤดูแล้งฤดูฝน และโดยรวมข้อมูล โดยปรากฏตามเส้นทางตลอดปี เดือนที่ปรากฏบนเส้นทางมากที่สุดเริ่มจากเดือนมกราคม จนถึงเดือนพฤษภาคม แล้วลดน้อยลง แล้วปรากฏอีกครั้งในช่วงเดือนพฤศจิกายน ช้างป่าปรากฏบนเส้นทางตลอดทั้งวันที่ปรากฏมากระหว่างเวลา 14.00-20.00 น.

2. ปัจจัยแวดล้อมต่อการปรากฏของช้างป่าโดยรวมในรอบปีมากที่สุด ได้แก่ แหล่งโป่ง รองลงมาคือ ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ระยะห่างจากแหล่งน้ำ ระยะห่างจากถนน ระยะห่างแหล่งนันทนาการ ชนิดป่า และระดับความลาดชัน คิดเป็นร้อยละ 59.7, 10.2, 9.2, 7.3, 6, 5.4 และ 2.1 ตามลำดับ

3. ปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการปรากฏของช้างป่าในช่วงฤดูแล้งมากที่สุด ได้แก่ แหล่งโป่ง รองลงมาคือ ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ระยะห่างจากแหล่งน้ำ ระยะห่างจากถนน ระยะห่างแหล่งนันทนาการ ระดับความลาดชัน และชนิดป่า คิดเป็นร้อยละ 55.6, 13.3, 12.7, 9.7, 4.6, 3 และ 1 ตามลำดับ

4. ปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการปรากฏของช้างป่าช่วงฤดูฝนมากที่สุด ได้แก่ แหล่งโป่ง รองลงมาคือ ระยะห่างจากถนน ชนิดป่า ระยะห่างแหล่งนันทนาการ ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ระยะห่างจากแหล่งน้ำ และระดับความลาดชัน คิดเป็นร้อยละ 47.2, 19.6, 12.3, 7.8, 6.8, 3.1 และ 3.1 ตามลำดับ

5. ผลจากวิเคราะห์พื้นที่อาศัยที่เหมาะสมของช้างป่าตามปัจจัยแวดล้อม 7 ประเภท พบว่าพื้นที่อาศัยที่เหมาะสมของช้างอยู่บริเวณตอนบนของพื้นที่ จนถึงบริเวณพื้นที่ทำการอุทยานแห่งชาติ โดยมีค่าความเหมาะสมของแบบจำลองซึ่งพิจารณาจากค่า AUC ในรอบปี มีค่า 0.88 ซึ่งหมายความว่าแบบจำลองมีความน่าเชื่อถือ โดยแหล่งโป่ง มีอิทธิพลต่อการปรากฏของช้างป่าสูงที่สุด ทั้งในรอบปี และในช่วงฤดูแล้ง และช่วงฤดูฝน

6. ผลการวิเคราะห์พบว่าพื้นที่ที่เหมาะสมของช้างป่าปรากฏตามแนวขอบเขตพื้นที่โดยเฉพาะทางตอนเหนือของพื้นที่ นอกเหนือการปรากฏตามแนวเส้นทางหลวงภายในพื้นที่ และแหล่งนันทนาการ การจัดการที่สำคัญ ได้แก่ การจัดการแหล่งโป่ง และทุ่งหญ้า ที่ทั้งสองปัจจัยมีผลต่อการปรากฏของช้างป่ามากที่สุด โดยดำเนินการเข้ามาในพื้นที่ตอนกลางที่มีความลาดชันน้อย ห่างจากเส้นทางสัญจร เป็นการเพิ่มความสามารถในการรองรับของพื้นที่ให้มากขึ้น

7. ผลการศึกษาพบว่าช้างป่าชอบอาศัยในพื้นที่ในระยะห่างจากถนน และแหล่งนันทนาการในช่วงระยะ 0-1,000 เมตร มากกว่าระยะอื่น จึงควรมีการเพิ่มกิจกรรมของเจ้าหน้าที่ในการป้องกันช้างป่า ออกจากแหล่งนันทนาการ และกิจกรรมมนุษย์ ร่วมกับการเน้นการทำกิจกรรมการท่องเที่ยวที่ต้องคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของช้างป่าตลอดจนสัตว์ป่าชนิดอื่น ที่ชอบเข้ามาหากินอาหารที่เกิดจากกิจกรรมมนุษย์ จึงควรต้องมีการดำเนินการจัดการเศษเหลืออาหาร หรือขยะ สิ่งปฏิกูลที่เกิดจากการท่องเที่ยวอย่างเข้มงวด รวมถึงหาแนวทางในการลดผลกระทบ

เอกสารอ้างอิง

- รองลาภ สุขมาสรวง. 2536. นิเวศวิทยาของช้างป่า (*Elephas maximus* Linnaeus, 1758) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานีและตาก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- _____. 2545. นิเวศวิทยาและประชากรของช้างป่าในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง, น. 113-144. ใน **ผลงานวิจัยและรายงานความก้าวหน้าของงานวิจัยประจำปี 2545**. กลุ่มงานวิจัยสัตว์ป่า กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.
- สมหญิง ทัพธิกรณ์. 2551. การจัดการช้างป่าในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวงจังหวัดเลย, น. 33-57. ใน **ผลงานวิจัยและรายงานความก้าวหน้างานวิจัยประจำปี 2550**. กลุ่มงานวิจัยสัตว์ป่า สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.
- _____. และ สุธีร์ ลอยมา. 2552. การใช้ประโยชน์พื้นที่อาศัยของสัตว์ป่า (*Elephas maximus* Linnaeus, 1758) ในเขตพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จังหวัดเลย, น. 125-153. ใน **ผลงานวิจัย และรายงานความก้าวหน้างานวิจัย ประจำปี 2551**. กลุ่มงานวิจัยสัตว์ป่า สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

- สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า. 2546. แผนแม่บทการอนุรักษ์ช้างแห่งชาติ 2546-2555. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.
- อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่. 2560. **งานฐานข้อมูลฝ่ายวิชาการ**. สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 1 (ปราจีนบุรี) กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.
- Fawcett, T. 2006. An introduction to ROC analysis. **Pattern Recognition Letters** 27: 861-874.
- International Union for Conservation of Nature and Natural Resources [IUCN]. 2016. **Red List of the Threaten Species**. Available source: <http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/7140/0>, March 29, 2016.
- Phillips, S.J. 2008. **A Brief Tutorial on Maxent**. Available Source: <http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent/tutorial.doc>, January 2, 2008.
- _____. and M. Dudik. 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. **Ecography** 31 (2): 161-175.
- Srikrachang, M. 2003. **Conservation and Management of Elephants in Thailand**. Ph.D. Thesis, Mahidol University.
- Sukumar, R. 1989. **The Asian Elephant: Ecology and Management**. Cambridge University Press, UK.

ความมากมาย และการกระจายของสัตว์ในอันดับสัตว์กีบคู่ (Artiodactyla) บางชนิด
ในอุทยานแห่งชาติคลองลาน จังหวัดกำแพงเพชร
Abundance and Distribution of Some Even-toe Ungulates (Artiodactyla)
in Khlong Lan National Park, Kamphaengpet Province

ฐานวุฒิ พลายสังข์ และ รonglarp สุขมาสรวง*

Thannawut Praisang and Ronglarp Sukmasuang*

ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

* Corresponding Author; E-mail: mronglarp@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาความมากมาย และการกระจายของสัตว์กีบคู่บางชนิด ในอันดับ Artiodactyla ในอุทยานแห่งชาติคลองลาน จังหวัดกำแพงเพชร ดำเนินการระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2559 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความมากมาย การกระจาย และการใช้ประโยชน์พื้นที่ของสัตว์กีบคู่บางชนิดที่พบภายในพื้นที่ด้วยวิธีการเดินสำรวจตามวิธี Patch Occupancy โดยแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็นตารางกริด ๆ ละ 1 กม.² ครอบคลุมพื้นที่ 54 กม.² ภายในตารางกริดทำการเดินสำรวจตามเส้นทางด้านหรือเส้นทางที่ทำขึ้น เป็นระยะทางกริดละ 1 กม. โดยในระยะ 1 กม. แบ่งออกเป็น 10 ส่วน ส่วนละ 100 เมตร เท่า ๆ กัน เมื่อทำการเดินในแต่ละส่วนบันทึกการพบร่องรอยของสัตว์กีบ รวมถึงการพบเห็นตัวทุก ๆ ส่วนให้ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด และนำมาคำนวณหาค่าโอกาสของการครอบครองพื้นที่ ความหนาแน่นและจำนวน ความถี่ของการพบ และการปรากฏในพื้นที่ป่าประเภทต่าง ๆ โดยโปรแกรม ArcMap ผลการศึกษาพบสัตว์กีบ 4 ชนิด ได้แก่ กระตัง กวางป่า เก้งธรรมดา หมูป่า ผลการศึกษาพบว่าความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่ของกระตัง กวางป่า เก้ง และหมูป่า 0.29 (SE=0.06), 0.53 (SE=0.19), 0.33 (SE=0.06) และ 0.75 (SE=0.16) ตามลำดับ ความหนาแน่นประชากรมีค่า 0.35, 0.76, 1.40 และ 0.41 ตัว/กม.² ตามลำดับ ค่าความมากมายของประชากรภายในพื้นที่ศึกษาขนาด 54 กม.² มีค่า 18.92, 41.40, 22.40 และ 76.03 ตัว ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่ากระตังมีการกระจายในพื้นที่อุทยานแห่งชาติคลองลาน มากที่สุด รองลงมาได้แก่ เก้ง หมูป่า และกวางป่า ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากความถี่การปรากฏของการพบในแต่ละกริด คิดเป็น 12.72%, 10.92%, 8.72% และ 4.02% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับ จำนวน 540 ส่วน ที่คิดเป็น 100% ของการศึกษา ผลการศึกษายังพบว่า กระตัง และหมูป่าพบในป่าดิบแล้งเป็นส่วนใหญ่ ขณะที่เก้ง และกวางป่าพบในป่าเต็งรังเป็นส่วนใหญ่ ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาและการจัดการพื้นที่ได้เสนอไว้ในผลการศึกษาแล้ว

คำสำคัญ: สัตว์กีบคู่ ความมากมาย การกระจาย อุทยานแห่งชาติคลองลาน

ABSTRACT

The study of abundance and distribution of some ungulate species, Order Artiodactyla in Khlong Lan National Park, Kamphaengphet Province was proceeded during January and October 2016. The objectives were to investigate abundance, distribution and habitat used of some ungulates species, Order Artiodactyla within the study area. Patch occupancy was used to collect the data. Within the study site, 54 km² was divided into 54 square grids equally, within the 1 km² square grid, 1 km transect, divided into 10 segments, 100 m length equally, was used to survey the wildlife species in each grid. Global positioning system was used all of the survey. During walking on transects, track and sign of the species including direct sighting were identified and recorded throughout the study area. Probabilities of occupancy of each the species, the densities and abundance were calculate, Presence Program version 7.2 was used. Habitat used of the animals

estimated be the frequency of found in each forest categories analyzed by Arc map program. Four ungulate species were found. There were gaur, sambar deer, barking deer and wild boar. Occupancy probabilities of gaur, sambar deer, barking deer and wild boar were 0.29 (SE=0.06), 0.53 (SE=0.19), 0.33 (SE=0.06) and 0.75 (SE=0.16) respectively, with the densities of 0.35, 0.76, 1.40 and 0.41 individuals/km² respectively, and the abundance of the species within the 54 km² study site were 18.92, 41.40, 22.40 and 76.03 individuals for gaur, sambar deer, barking deer and wild boar respectively. This study found that gaur was the most distributed followed by barking deer, wild boar and sambar deer respectively determined by frequency occurrence in each grid that found 12.72%, 10.92%, 8.72% and 4.02% compared with 100% of 540 segments respectively. The result also reflected that gaur and wild boar mostly found in the dry evergreen forest, whereas barking deer and sambar deer mostly found in the dry dipterocarp forest. Recommendation for further studies and management were proposed in this study.

Keywords: even toe-ungulate species, abundance, distribution, Khlong Lan National Park

คำนำ

สัตว์กีบคู่ ที่อาศัยตามธรรมชาติเป็นพื้นฐานของขบวนการทางนิเวศ มีบทบาทในการกระจายเมล็ดพืช มีผลต่อโครงสร้างของสังคมพืชในระบบนิเวศ มีส่วนสำคัญในการกำหนดชนิดและปริมาณของสัตว์ป่ากินเนื้อ สัตว์กีบคู่ปกติมีการเพิ่มจำนวนประชากรในธรรมชาติอย่างรวดเร็ว สามารถใช้เป็นตัวชี้ของการจัดการพื้นที่ธรรมชาติได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามการศึกษาเกี่ยวกับสัตว์ป่ากีบคู่ (even toe ungulate) มีการดำเนินการในประเทศไทยน้อยมาก จึงทำให้ไม่มีข้อมูลประชากรเกี่ยวกับสัตว์ป่ากลุ่มนี้ในธรรมชาติมากนัก แม้ว่าประเทศไทยเป็นที่อาศัยของสัตว์ป่ากีบคู่ 15 ชนิด จาก 180 ชนิดที่ปรากฏในโลกเคยมีจำนวนประชากรทุกชนิดตามธรรมชาติมาก แต่ปัจจุบันมีประชากรลดลงในทุกแห่งการกระจาย บางชนิดสูญพันธุ์ไปอย่างถาวร เช่น เนื้อสมัน บางชนิดสูญหายไปจากธรรมชาติ เช่น ละมั่ง หรือมีประชากรในธรรมชาติน้อยมากจนยากที่จะประเมินสถานภาพ เช่น เก้งหม้อ โดยส่วนใหญ่ถูกจัดอยู่ในสถานภาพใกล้สูญพันธุ์

อุทยานแห่งชาติคลองลาน จังหวัดกำแพงเพชร ได้รับการประกาศให้เป็นอุทยานแห่งชาติในปี พ.ศ. 2525 (สำนักอุทยานแห่งชาติ, 2553) เป็นพื้นที่อนุรักษ์ 1 ใน 17 แห่ง ในผืนป่าอนุรักษ์ทางภาคตะวันตกของประเทศไทย มีพื้นที่ประมาณ 300 กม.² แม้มีการประกาศเป็นพื้นที่อนุรักษ์เป็นเวลานานกว่า 35 ปี แต่ยังไม่เคยมีการศึกษาเกี่ยวกับสัตว์ป่ากีบคู่ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่มาก่อน การศึกษานี้เลือกใช้การศึกษาการครอบครองในเชิงพื้นที่ เนื่องจากสามารถดำเนินการได้อย่างทั่วถึงกว้างขวางสอดคล้องกับการเคลื่อนที่ของสัตว์กีบคู่ขนาดใหญ่ที่ยังมีรายงานในพื้นที่ โดยเฉพาะกระทั่ง การดำเนินการดังกล่าวยังคล้ายกับที่สมาคมอนุรักษ์สัตว์ป่าได้ดำเนินการติดตามศึกษาสัตว์ป่าที่เป็นเหยื่อของเสือในพื้นที่อุทยานแห่งชาติ และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าที่อยู่ข้างเคียง ผลการศึกษาที่ได้นอกเหนือจากเป็นการพัฒนาการติดตามศึกษาประชากรสัตว์กีบคู่ในพื้นที่ ผลที่ได้สามารถใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนการปรับปรุงถิ่นอาศัย ในการจัดการเพื่อเพิ่มจำนวนประชากร ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติคลองลาน ตลอดจนพื้นที่แห่งอื่นซึ่งมีความหวังของการอนุรักษ์ฟื้นฟูเพิ่มจำนวนประชากรสัตว์ป่าสัตว์กีบคู่เนื่องจากเป็นพื้นที่อนุรักษ์ขนาดใหญ่เมื่อพิจารณาทั้งผืนป่าให้อำนวยประโยชน์ต่อไป การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความมากมาย และความน่าจะเป็นของการครอบครองเชิงพื้นที่ของสัตว์ในอันดับสัตว์กีบคู่ ในอุทยานแห่งชาติคลองลาน และเพื่อศึกษาการกระจายและการใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าของสัตว์ในอันดับสัตว์กีบคู่ ในอุทยานแห่งชาติคลองลาน

อุปกรณ์และวิธีการ

การเก็บข้อมูล

1. สำรวจสภาพพื้นที่เบื้องต้นโดยการเดินเท้าประกอบกับใช้แผนที่แสดงสภาพภูมิประเทศอุทยานแห่งชาติคลองลานของกรมแผนที่ทหารมาตราส่วน 1:50,000 ช่วยในการเดินสำรวจและวางแผนเพื่อกำหนดพื้นที่ศึกษาทั้งนี้ได้กำหนดพื้นที่ศึกษาบริเวณทางทิศใต้ของอุทยานแห่งชาติคลองลาน และหน่วยพิทักษ์ป่าแม่พิซ (Figure 1)
2. กำหนดขนาดกริดในการศึกษาการกระจายของสัตว์ในอันดับสัตว์กบคู่ตามหลัก Patch Occupancy เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ในโปรแกรม Presence (Makenzie *et al.*, 2006) การศึกษาในครั้งนี้ทำการศึกษาการกระจายอย่างละเอียดโดยศึกษาในกริดขนาด 1 x 1 กม. เท่าขนาดกริดในแผนที่ภูมิศาสตร์ ซึ่งในการศึกษาทำการเดินเก็บข้อมูลได้ทั้งหมด 54 กริด

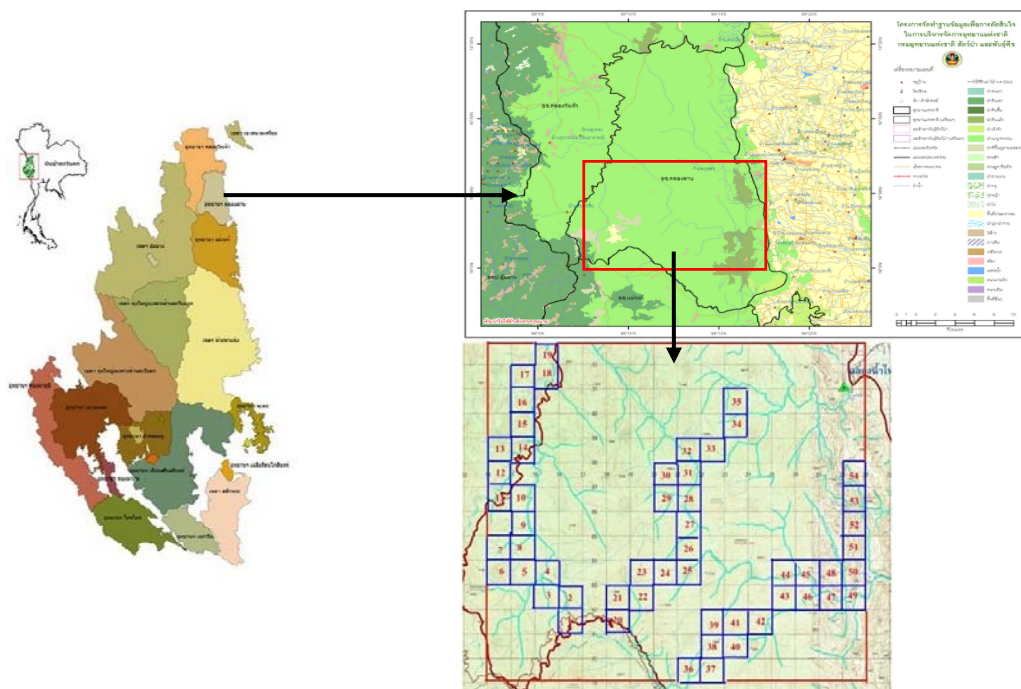


Figure 1 Location of Khlong Lan National Park and the study site and also showed 54 of 1 square km² grids.

3. กำหนดการเดินเก็บข้อมูลภาคสนามโดยเดินให้ได้ระยะทาง 1 กิโลเมตรหรือ 1 Replicate ในทุกกริดแบ่ง 1 Replicate ออกเป็น 10 Segments โดย 1 Segment = 100 ม.
4. ทำการเดินเก็บข้อมูลทุกกริด แต่ละกริดเดินเป็นระยะทาง 1 กม. คือ 1 Replicate โดยแบ่งออกเป็น 10 Segments
5. เมื่อพบข้อมูลของสัตว์ป่าเช่นพบเห็นตัวโดยตรงพบร่องรอย ทำการจำแนกชนิดและบันทึกลงในตารางบันทึก
6. ทำการ mark waypoint ณ จุดที่พบร่องรอยเพื่อนำไปวิเคราะห์แผนภาพการกระจายในโปรแกรม Arc Map 10.2
7. จัดบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ลงในแบบฟอร์มการเก็บข้อมูล ได้แก่ ชื่อ waypoint พิกัดชนิดสัตว์ วันเวลา และประเภทป่า
8. ทำการบันทึกข้อมูลสัตว์ป่าในแต่ละ Segment โดยไม่ให้ซ้ำ เช่น ใน Segment นี้พบร่องรอยของกวางป่าแล้วเมื่อพบอีกก็ไม่ต้องทำการบันทึกซ้ำอีกแต่หากเปลี่ยน Segment แล้วก็ให้ทำการบันทึกอีก

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำข้อมูลทั้งหมดที่ทำการเก็บบันทึกในแบบฟอร์มการเก็บข้อมูลมากรอกลงใน Excel เพื่อง่ายต่อการนำไปวิเคราะห์

2. ทำการเตรียมข้อมูลพิกัด UTM ที่ได้จาก GPS กรอกลงในตาราง Excel เพื่อวิเคราะห์แผนภาพการกระจายในโปรแกรม Arc Map 10.2

3. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลในโปรแกรม Arc Map 10.2 โดยผลจากการวิเคราะห์แสดงให้เห็นแผนภาพการกระจายของสัตว์ในอันดับสัตว์กีบคู่

4. ทำการเตรียมข้อมูลการพบเห็นสัตว์ป่าแต่ละชนิดโดยให้ 1 แทนการพบเห็นและ 0 แทนการไม่พบเห็นใน Segment และแยกข้อมูลปัจจัยที่มีผลต่อการพบเห็น (Covariate) เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์แบบฤดูกาลเดียว (single season) ในโปรแกรม Presence ซึ่งนำออกมากรอกลงใน Excel

5. ความหนาแน่น และการครอบครองพื้นที่ (occupancy)

5.1 คำนวณค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่ (occupancy: Ψ) สร้างตารางกริดบนแผนที่พื้นที่ที่สำรวจ นำผลที่ได้มาทำการคำนวณหาค่าพารามิเตอร์และค่าตัวแปรนำค่าที่ได้มาประมาณความน่าจะเป็นของการปรากฏเชิงพื้นที่ ช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% สัดส่วนของพื้นที่ที่ปรากฏในโปรแกรม Presence (Makenzie *et al.*, 2006) ซึ่งมีสูตรพื้นฐานคือ

$$\widehat{\Psi} = \frac{S_d}{S \times P}$$

เมื่อ $\widehat{\Psi}$ คือ การปรากฏในเชิงพื้นที่ของชนิดสัตว์ (occupancy) ของสัตว์ที่สนใจ

S_d

คือ จำนวนพื้นที่ (จำนวนกริด) ที่ปรากฏสัตว์ชนิดที่สนใจ

S คือ จำนวนพื้นที่ทั้งหมด (จำนวนกริดทั้งหมด)

p คือ ความน่าจะเป็นในการปรากฏของสัตว์ที่สนใจในพื้นที่

5.2 คำนวณหาความหนาแน่น หรือความมากมาย (abundance) ของสัตว์ที่สนใจ

จากสูตร (Makenzie *et al.*, 2006)

$$\widehat{\Psi} = 1 - e^{-\lambda}$$

เมื่อ λ = จำนวนตัวของสัตว์โดยเฉลี่ยในแต่ละพื้นที่

e = ค่าคงที่ (2.718)

6. วิเคราะห์ข้อมูลการพบเห็นสัตว์ป่าและปัจจัยแวดล้อม ในที่นี้คือประเภทของป่าที่มีผลต่อการพบสัตว์ป่าที่พบในโปรแกรม Presence ด้วยวิธีวิเคราะห์แบบฤดูกาลเดียว (single season) เลือกรูปแบบที่เหมาะสมที่สุดโดยพิจารณาจาก AIC (Akaike's Information Criterion) จากสมการที่มีค่าน้อยที่สุด (Akaike, 1973)

ผลและวิจารณ์

ผลการศึกษาบนระยะทางรวม 54 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 54 กม² พบเห็นสัตว์ป่า ร่องรอยของสัตว์ป่าในระหว่างการศึกษาโดยไม่นับซ้ำ ในแต่ละ Segment พบว่าตำแหน่งที่พบสัตว์ป่าในแต่ละ Segment แบ่งประเภทป่า ออกได้ 3 ประเภท ได้แก่ ป่าเบญจพรรณ ป่าดิบแล้ง และป่าเต็งรัง โดยมีจำนวน Segment ดังรายละเอียดตาม Table 1

Table 1 Number of segments that found the ungulate species separated by forest types.

Forest type	# Segment found	# Total segment	%
1. Mixed deciduous	220	540	40.7
2. Dry evergreen	190	540	35.2
3. Dry Dipterocarp	130	540	24.1
Total	540		100

ป่าแต่ละประเภทมีจำนวนไม่เท่ากันคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ แสดงให้เห็นว่าการเก็บข้อมูลภาคสนามในการศึกษาการกระจายของสัตว์ในอันดับสัตว์กับคู่พบว่าป่าเบญจพรรณมีสัดส่วนที่มากกว่าป่าดิบแล้ง และป่าเต็งรังตามลำดับ

ความมากมาย

สามารถทำการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่และความมากมายของสัตว์ในอันดับสัตว์กับคู่ทั้ง 4 ชนิดในอุทยานแห่งชาติคลองลานเมื่อคำนวณมีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่พบว่ากระต๊อมีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่ 0.29 (SE=0.06) ความหนาแน่นประชากร 0.35 ตัว/กม² (SE=0.08) คิดเป็นจำนวนประชากรภายในพื้นที่ศึกษาจำนวน 18.92 ตัว กวางปามีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่ 0.53 (SE=0.19) ความหนาแน่นประชากร 0.76 ตัว/กม² (SE=0.14) คิดเป็นจำนวนประชากรภายในพื้นที่ศึกษาจำนวน 41.4 ตัว เก้งมีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่ 0.33 (SE=0.06) ความหนาแน่นประชากร 0.41 ตัว/กม² (SE=0.09) คิดเป็นจำนวนประชากรภายในพื้นที่ศึกษาจำนวน 22.4 ตัว หมูปามีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่ 0.75 (SE=0.16) ความหนาแน่นประชากร 1.40 ตัว/กม² (SE=0.69) คิดเป็นจำนวนประชากรภายในพื้นที่ศึกษาจำนวน 76.03 ตัว Table 2 เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของกิตติวรา (2557) ที่ศึกษาความมากมายของสัตว์ป่าและคำนวณค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่เช่นเดียวกับการศึกษานี้ที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระ พบว่ากระต๊อมีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่ 0.11 (SE=0.09) มีความหนาแน่นประชากร 0.12 ตัว/กม² (SE=0.11) คิดเป็นจำนวนประชากรภายในพื้นที่ศึกษาชนิดละ 3.24 ตัว

Table 2 The occupancy probability and abundance of the ungulate species, analyzed by Presence Program in Khlong Lan National Park, Kampeangphet Province.

No.	Species	Naïve Occupancy	P ± SE	ψ ± SE	λ ± SE	N
1	Gaur	0.29	0.36±0.05	0.29±0.06	0.35±0.08	18.92±4.83
2	Sambar deer	0.27	0.05±0.03	0.53±0.19	0.76±0.14	41.4±22.6
3	Barking deer	0.35	0.26±0.04	0.33±0.06	0.41±0.09	22.4±5.38
4	Wild boar	0.51	0.06±0.03	0.75±0.16	1.40±0.69	76.03±37.3

Notes: Naïve Occupancy : n detected/n sampled
P : Detection probability
 ψ : Occupancy probability
 λ : Number of the animal within each grid (individual/km²)
N : Number of individual with in the study area 54 km²

กวางปามีมีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่พื้นที่ 0.39 (SE=0.16) มีความหนาแน่นประชากร 0.58 ตัว/กม² (SE=0.39) คิดเป็นจำนวนประชากรภายในพื้นที่ศึกษาจำนวน 26.43 ตัว

เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของกิตติวรา (2557) ที่ศึกษาความมากมายของสัตว์ป่าและคำนวณค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่เช่นเดียวกับการศึกษานี้ที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระ พบว่ากระต๊อมีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่ 0.11 (SE=0.09) มีความหนาแน่นประชากร 0.12 ตัว/กม² (SE=0.11) คิดเป็นจำนวนประชากรภายในพื้นที่ศึกษาชนิดละ 3.24 ตัว กวางปามีมีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่พื้นที่ 0.39 (SE=0.16) มีความหนาแน่นประชากร 0.58 ตัว/กม² (SE=0.39) คิดเป็นจำนวนประชากรภายในพื้นที่ศึกษาจำนวน 26.43 ตัว เก้งมีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่ 0.35 (SE=0.30) ความหนาแน่นประชากร 0.50 ตัว/กม² (SE=0.65) คิดเป็นจำนวนประชากรภายในพื้นที่ศึกษาจำนวน 13.10 ตัว หมูปามีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่ 0.26 (SE=0.12) มีความหนาแน่นประชากร 0.32 ตัว/กม² (SE=0.20) คิดเป็น จำนวนประชากรภายในพื้นที่ศึกษาจำนวน 14.50 ตัวนับว่าการศึกษาความมากมายของสัตว์ป่าในอุทยานแห่งชาติคลองลานและคำนวณความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่ของสัตว์ในอันดับสัตว์กับคู่ทั้ง 4 ชนิดพบว่ามีความน่าจะเป็นของ

การครอบครองพื้นที่ของสัตว์ป่ามากกว่าการศึกษานี้ อาจเนื่องมาจากกิจกรรมการรบกวนในพื้นที่ที่มีต่อถิ่นอาศัยของสัตว์ป่ามีน้อยกว่าหรือพืชอาหารและที่หลบภัยหลบซ่อนของสัตว์ทั้ง 4 ชนิดนี้มีมากกว่า

การกระจายของกระทิง

เก็บข้อมูลการกระจายของกระทิง 540 Segment ซึ่งเก็บข้อมูลโดยการสังเกตรอยตีนเป็นส่วนใหญ่พบกระทิงทั้งหมด 69 Segment จาก 540 Segment โดยแบ่งการพบตามประเภทป่าต่าง ๆ และมีการกระจายโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เทียบกับในแต่ละประเภทป่าดัง Table 3

Table 3 Number of segments that found gaur separated by forest types.

Forest type	#Segment found	# Total segment	% Segment found
1. Mixed deciduous	28	220	12.73
2. Dry evergreen	37	190	19.47
3. Dry Dipterocarp	4	130	3.08
Total	69	540	12.78

จากการศึกษาพบว่ากระทิงมีการกระจาย 12.78% ของพื้นที่ศึกษาและมีการกระจายในป่าดิบแล้งมากที่สุด 19.47% คือบริเวณกริดที่ 3 ถึงกริดที่ 19 รองลงมาคือป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง ตามลำดับเช่นเดียวกับการศึกษาของธนู และกิตติ (2540) พบว่ากระทิงชอบหากินในป่าดิบเขาป่าดิบแล้ง ป่าเต็งรัง และป่าผสมผลัดใบ ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกับการศึกษาของ สุพร (2552) พบว่ากระทิงสามารถอาศัยและปรับตัวให้เข้ากับพื้นที่อาศัยได้หลายลักษณะ เนื่องจากพื้นที่บริเวณการศึกษานี้ส่วนใหญ่เป็นป่าดิบแล้งผสมเบญจพรรณ และมีภูมิประเทศเป็นภูเขาสลับซับซ้อน และยังพบว่ากระทิงหลีกเลี่ยงการใช้พื้นที่บริเวณที่มีการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ กระทิงหลีกเลี่ยงการเข้าใช้พื้นที่ที่มีการรบกวน คือบริเวณกริดที่ 47 ถึง 54 ซึ่งเป็นบริเวณพื้นที่สำนักงานเขตอุทยานแห่งชาติคลองลานและบริเวณหน่วยพิทักษ์ป่าคลองแม่พิช

ผลการวิเคราะห์ค่าความน่าจะเป็นของการปรากฏโดยสัมพันธ์กับประเภทป่า $p(.)$ พบว่ารูปแบบที่ดีที่สุดของการปรากฏกระทิงคือ $\psi(.)$, p (DDF) เพราะมีค่า AIC น้อยที่สุด (272.75) หมายความว่าความน่าจะเป็นของการพบเห็นกระทิงได้มากที่สุดที่ป่าเต็งรัง ไม่แตกต่างกับการศึกษาของสุพร (2555) พบว่าการกระจายของกระทิงในช่วงฤดูฝนประเภทป่าที่กระทิงเลือกใช้พื้นที่คือป่าดิบแล้ง ป่าปลูก และทุ่งหญ้า ธนู และกิตติ (2540) พบว่ากระทิงชอบหากินในป่าดิบเขา ป่าดิบแล้ง ป่าเต็งรัง และป่าผสมผลัดใบ อติศักดิ์ (2557) กระทิงอาศัยอยู่ในป่าผสมผลัดใบมากกว่าทุ่งหญ้าและป่าดิบตามลำดับแต่ไม่ได้มีความแตกต่างในพื้นที่มากนักเนื่องจากกระทิงเป็นสัตว์ที่ปรับตัวได้ดีสามารถเข้าใช้พื้นที่ป่าได้ในทุกประเภท

การกระจายของกวางป่า

เก็บข้อมูลการกระจายของกวางป่า 540 Segments ซึ่งเก็บข้อมูลโดยการสังเกตรอยตีนเป็นส่วนใหญ่ พบกวางป่าทั้งหมด 22 Segments จาก 540 Segments โดยแบ่งการพบตามประเภทป่าต่าง ๆ และมีการกระจายโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เทียบกับในแต่ละประเภทป่าดัง Table 4

จากการศึกษาพบว่ากวางป่ามีการกระจาย 4.08% ของพื้นที่ศึกษาและมีการกระจายในป่าเต็งรังมากที่สุด คือ 9.24% รองลงมาคือป่าเบญจพรรณ และป่าดิบแล้ง ตามลำดับ กวางป่าหลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงและมีความรกทึบ เช่น บริเวณกริดที่ 6 ถึงกริดที่ 17 กวางป่ามีการใช้พื้นที่ที่มีมนุษย์เนื่องจากหลีกเลี่ยงการล่าจากสัตว์ผู้ล่า เช่น บริเวณรอบสำนักงานเขตอุทยานแห่งชาติคลองลานบริเวณกริดที่ 45 ถึงกริดที่ 50 เช่นเดียวกับการศึกษาของรองลาภ และอุทิศ (2544) พบว่ากวางป่าหลบหนีเสือโคร่งเสือดาวและหมาในเข้ามาอาศัยบริเวณหน่วยพิทักษ์ป่าที่มีกิจกรรมการท่องเที่ยวค่อนข้างน้อย

Table 4 Number of segments that found sambar deer separated by forest types.

Forest type	#Segment found	# Total segment	% Segment found
1. Mixed deciduous	6	220	2.72
2. Dry evergreen	4	190	2.12
3. Dry Dipterocarp	12	130	9.24
Total	22	540	4.08

วิเคราะห์โดยโปรแกรม PRESENCE ผลการวิเคราะห์ค่า ψ พบว่ารูปแบบที่ดีที่สุดคือ $\psi(\text{MDF}+\text{DDF})$, $p(\text{MDF}+\text{DDF})$ เพราะมีค่า AIC น้อยที่สุดคือ 218.28 หมายความว่าความน่าจะเป็นของการใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าของ กวางป่าขึ้นอยู่กับป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง จะเห็นได้ว่ากวางป่ามีความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่ขึ้นอยู่กับ ป่า 2 ประเภท ซึ่งไม่แตกต่างกับการศึกษาของรองลาก และอุทิศ (2544) พบว่ากวางป่าอาศัยอยู่ในป่าเต็งรังมากกว่า ป่าประเภทอื่นทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน กวางป่าหลีกเลี่ยงการหากินในพื้นที่ป่าดิบแล้งในขณะที่สามารถเข้าใช้ ประโยชน์ป่าเบญจพรรณได้แต่ไม่ได้ใช้อย่างเฉพาะเจาะจงเหมือนกับป่าเต็งรัง และการศึกษาของธนู และกิตติ (2540) พบว่ากวางป่าชอบหากินในป่าเต็งรังและป่าผสมผลัดใบและใช้ป่าดิบเป็นที่หลบภัยและหลบนอน ซึ่งแตกต่างกับ การศึกษาของนนท์ (2551) พบว่าพื้นที่แหล่งอาหารที่สำคัญต่อของกวางป่า ได้แก่ ป่าดิบ ป่าถูกรบกวน ป่าผสมผลัด ใบ และพื้นที่เกษตรกรรม

การกระจายของกวาง

เก็บข้อมูลการกระจายของกวางจาก 540 Segments ซึ่งเก็บข้อมูลโดยการสังเกตรอยตีนเป็นส่วนใหญ่ พบ กวางทั้งหมด 59 Segments จาก 540 Segments โดยแบ่งการพบตามประเภทป่าต่าง ๆ และมีการกระจายโดยคิด เป็นเปอร์เซ็นต์เทียบกับในแต่ละประเภทป่า ดัง Table 5 พบว่ากวางมีการกระจาย 10.92% ของพื้นที่ศึกษาและมีการ กระจายในป่าเต็งรังมากที่สุดคือ 21.51% รองลงมาคือป่าเบญจพรรณและป่าดิบแล้ง ตามลำดับ (Table 5) กวาง หลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงและความรกทึบเช่น บริเวณกริตที่ 3 ถึงกริตที่ 17 กวางมีการใช้พื้นที่ที่มีมนุษย์ เนื่องจากหลีกเลี่ยงการล่าจากสัตว์ผู้ล่า เช่น บริเวณรอบสำนักงานเขตอุทยานแห่งชาติคลองลาน บริเวณกริตที่ 45 ถึงกริตที่ 5 เช่นเดียวกับการศึกษาของอดิศักดิ์ (2557) พบว่ากวางมีการใช้พื้นที่ที่มีมนุษย์เนื่องจากหลีกเลี่ยงการล่าจาก สัตว์ผู้ล่ากวางมีการหลีกเลี่ยงการเข้าใช้พื้นที่ที่มีการรบกวนจากสัตว์เลี้ยงของชาวบ้าน ซึ่งแตกต่างกับการศึกษาของสุพร (2552) พบว่ากวางหลีกเลี่ยงการใช้พื้นที่ซึ่งมีการใช้ประโยชน์เข้มข้นจากมนุษย์

Table 5 Number of segments that found barking deer separated by forest types.

Forest type	#Segment found	# Total segment	% Segment found
1. Mixed deciduous	17	220	7.74
2. Dry evergreen	14	190	7.37
3. Dry Dipterocarp	28	130	21.53
Total	59	540	10.92

ผลการวิเคราะห์ค่า ψ โดยโปรแกรม PRESENCE พบว่ารูปแบบที่ดีที่สุด คือ $\psi(\text{MDF}+\text{DEF}+\text{DDF})$, $p(\text{MDF}+\text{DDF})$ เพราะมีค่า AIC น้อยที่สุด คือ 322.73 หมายความว่า ความน่าจะเป็นของการใช้ประโยชน์พื้นที่ป่า ของกวางขึ้นอยู่กับป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ และป่าเต็งรัง สอดคล้องกับรองลาก และอุทิศ (2544) ที่พบว่ากวางมีความ ต้องการใช้พื้นที่หลายประเภทในพื้นที่อาศัย ซึ่งมักครอบคลุมป่าเต็งรังมาก ผสมกับป่าเบญจพรรณและป่าดิบแล้ง คล้ายกับผลการศึกษาของธนู และกิตติ (2540) ที่พบว่ากวางใช้ประโยชน์ได้หลายพื้นที่ชอบหากินในป่าดิบเขาป่าดิบ แล้ง ป่าเต็งรัง และป่าผสมผลัดใบ ตลอดจนผลการศึกษาของนนท์ (2551) ที่พบว่ากวางใช้ประโยชน์พื้นที่ได้ครอบคลุม พื้นที่ป่าหลายประเภทมากกว่าสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่

การกระจายของหมีป่า

เก็บข้อมูลการกระจายของหมีป่า 540 Segments ซึ่งเก็บข้อมูลโดยการสังเกตรอยตีนเป็นส่วนใหญ่ พบหมีป่าทั้งหมด 47 Segments จาก 540 Segments โดยแบ่งการพบตามประเภทป่าต่าง ๆ และมีการกระจายโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เทียบกับในแต่ละประเภทป่า ดัง Table 6

Table 6 Number of segments that found wild boar separated by forest types.

Forest type	#Segment found	# Total segment	% Segment found
1. Mixed deciduous	17	220	7.74
2. Dry evergreen	19	190	10.02
3. Dry Dipterocarp	11	130	8.46
total	47	540	8.72

จากการศึกษาพบว่าหมีป่ามีการกระจาย 8.72% ของพื้นที่ศึกษา และมีการกระจายในป่าดิบแล้ง มากที่สุดคือ 10.02% รองลงมาเป็นป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกันมากนัก หมีป่าหลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีความสูงชัน เช่น บริเวณกริตที่ 6, 7, 8, 11 และ 12 หมีป่าหลีกเลี่ยงการใช้พื้นที่ที่มีมนุษย์ เช่น บริเวณรอบสำนักงานเขตอุทยานแห่งชาติคลองลานบริเวณกริตที่ 45 ถึงกริตที่ 52 เช่นเดียวกับการศึกษาของอดิศักดิ์ (2557) พบว่าหมีป่ามีการหลีกเลี่ยงการเข้าใช้พื้นที่ที่มีการรบกวนจากสัตว์เลี้ยงของชาวบ้านและหมีป่าหลีกเลี่ยงการใช้พื้นที่บริเวณที่มีมนุษย์ และการศึกษาของสุพร (2552) พบว่าหมีป่าเลือกใช้พื้นที่บริเวณที่มีการใช้ประโยชน์เบาบางจากมนุษย์

ผลการวิเคราะห์ค่า $p(.)$ โดยโปรแกรม PRESENCE พบว่ารูปแบบที่ดีที่สุดคือ $psi(.)$, $p(MDF+DDF)$ เพราะมีค่า AIC น้อยที่สุดคือ 355.12 หมายความว่า ความน่าจะเป็นของการพบเห็นหมีป่าหรือพบเห็นหมีป่าได้มากที่สุดในพื้นที่ป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง ไม่แตกต่างกับการศึกษาของสุพร (2552) พบว่าหมีป่าสามารถอาศัยอยู่ได้ในสภาพป่าที่หลากหลาย การศึกษาของนนท์ (2551) พบว่าหมีป่าเป็นสัตว์ที่สามารถพบได้ทุกพื้นที่ที่ทำการศึกษา และการศึกษาของธนู และกิตติ (2540) พบว่าแก้งใช้ประโยชน์ได้หลายพื้นที่ที่ขอบหากินในป่าดิบเขาป่าดิบแล้ง ป่าเต็งรัง และป่าผสมผลัดใบ

สรุป

1. กระทั่งมีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่ 0.29 (SE=0.06) ความหนาแน่นประชากร 0.35 ตัว/กม.² (SE=0.08) คิดเป็นจำนวนประชากรภายในพื้นที่ศึกษาจำนวน 18.92 ตัว กวางป่ามีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่ 0.53 (SE=0.19) ความหนาแน่นประชากร 0.76 ตัว/กม.² (SE=0.14) คิดเป็นจำนวนประชากรภายในพื้นที่ศึกษาจำนวน 41.4 ตัว แก้งมีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่ 0.33 (SE=0.06) ความหนาแน่นประชากร 0.41 ตัว/กม.² (SE=0.09) คิดเป็นจำนวนประชากรภายในพื้นที่ศึกษาจำนวน 22.4 ตัว หมีป่ามีค่าความน่าจะเป็นของการครอบครองพื้นที่ 0.75 (SE=0.16) ความหนาแน่นประชากร 1.40 ตัว/กม.² (SE=0.69) คิดเป็นจำนวนประชากรภายในพื้นที่ศึกษาจำนวน 76.03 ตัว

2. กระทั่งมีการกระจาย 12.78% ของพื้นที่ศึกษา และมีการกระจายในป่าดิบแล้งมากกว่า ป่าเบญจพรรณ และป่าเต็งรัง ตามลำดับ แก้งมีการกระจาย 10.92% ของพื้นที่ศึกษา และมีการกระจายในป่าเต็งรังมากกว่า ป่าเบญจพรรณ และป่าดิบแล้ง ตามลำดับ หมีป่ามีการกระจาย 8.72% ของพื้นที่ศึกษา และมีการกระจายในป่าดิบแล้งมากกว่า ป่าเต็งรัง และป่าเบญจพรรณ ตามลำดับ กวางป่ามีการกระจาย 4.08% ของพื้นที่ศึกษา และมีการกระจายในป่าเต็งรังมากกว่า ป่าเบญจพรรณ และป่าดิบแล้ง ตามลำดับ

3. กระทั่งมีความน่าจะเป็นของการพบเห็นในป่าเต็งรังมากที่สุด และความน่าจะเป็นของการใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าไม่ขึ้นอยู่กัป่าประเภทใด กวางป่ามีความน่าจะเป็นของการพบเห็นในป่าเต็งรังกับป่าเบญจพรรณมากที่สุด และความน่าจะเป็นของการใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าขึ้นอยู่กัป่าเต็งรัง และป่าเบญจพรรณ แก้งมีความน่าจะเป็นของการพบเห็นในป่าเต็งรังกับป่าเบญจพรรณมากที่สุด และความน่าจะเป็นของการใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าขึ้นอยู่กัป่าเต็งรัง

ป่าเบญจพรรณ และป่าดิบแล้ง หมูป่า มีความน่าจะเป็นของการพบเห็นในป่าเต็งรังกับป่าเบญจพรรณมากที่สุด และ ความน่าจะเป็นของการใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าไม่ขึ้นอยู่กับป่าประเภทใด

4. ข้อเสนอแนะในการศึกษาต่อไปได้แก่ การศึกษาเปรียบเทียบระหว่างฤดูกาลให้ครอบคลุมทั้งพื้นที่อุทยานแห่งชาติ การศึกษาชนิดและประชากรของสัตว์ผู้ล่าขนาดใหญ่ที่มีอยู่ในพื้นที่ และควรจัดการให้มีแหล่งน้ำ แหล่งอาหารทุ่งหญ้าของสัตว์ป่าให้เหมาะสม เพื่อเป็นแหล่งอาหารสัตว์ป่า ให้กระจายในพื้นที่และช่วงเวลาต่าง ๆ ในรอบปี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นายศรัทธา กุนทอง อดีตหัวหน้าอุทยานแห่งชาติคลองลาน ที่สนับสนุนการเดินทางเข้าไปเก็บข้อมูลร่วมกับเจ้าหน้าที่ประจำอุทยานแห่งชาติ ขอขอบคุณอาจารย์ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนการศึกษา

เอกสารอ้างอิง

- กิตติวรา ศิริภักทรกุล. 2557. ความหลากหลาย ความมากมาย และการใช้ถิ่นที่อาศัยของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมกินเนื้อในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสลักพระ จังหวัดกาญจนบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธนู หอระตะ และ กิตติ กริதியุทธานนท์. 2540. ความหลากหลาย แหล่งที่อยู่อาศัย และสถานภาพของสัตว์ป่าเลี้ยงลูกด้วยนมในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ. เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว ส่วนอนุรักษ์สัตว์ป่า สำนักอนุรักษ์ธรรมชาติ, กรมป่าไม้, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- นนท์ เขียวหวาน. 2551. การประเมินความหนาแน่น และการกระจายของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่บริเวณลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- รองลาภ สุขมาสรวง และ อุทิศ ภูอินทร์. 2544. นิเวศวิทยาของแก้ง (*Muntiacus* spp.) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง. วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย 9 (1): 64-74.
- สุพร พลพันธ์. 2552. ผลกระทบจากการใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าของชุมชนท้องถิ่นต่อการใช้พื้นที่อาศัยของสัตว์ป่า: กรณีศึกษาอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุภัทร ประสพศิลป์. 2555. นิเวศวิทยาบางประการและการกระจายของกระทิง (*Bos gaurus* H. Smith, (1827) บริเวณคลองปลากั้งอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักอุทยานแห่งชาติ. 2553. อุทยานแห่งชาติคลองลานกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. แหล่งที่มา: http://park.dnp.go.th/visitor/nationparkshow.php?PTA_CODE=1044, 15 สิงหาคม 2559.
- อดิศักดิ์ เจริญมระน้อย. 2557. การกระจายของสัตว์ในอันดับสัตว์กีบคู่ (*Artiodactyla*) บางชนิดบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรด้านตะวันออก จังหวัดตาก. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Akaike, H. 1973. Information theory and an extension of the maximum likelihood principle, pp. 267-281. In *Proceedings of the second International Symposium on Information Theory*. B. N. Petrov and F. Csaki (eds), Budapest: Akademiai Kiado.
- MacKenzie, D.I., J.D. Nichols, J.A. Royle, K.H. Pollock, L.L. Bailey and J.E. Hines. 2006. *Occupancy estimation and modeling: inferring patterns and dynamics of species occurrence*. Academic Press, Burlington, Massachusetts.

สัณฐานวิทยา การเจริญเติบโตและพฤติกรรมบางประการของไก่ฟ้าหางลายขวางในสภาพกรงเลี้ยง Morphology, Growth and Some Behavior Aspects of the Mrs. Hume's Pheasant (*Syrnaticus humiae*) in Captive Conditions

ศุภรัตน์ รัตนจักร¹ กลิ่นศักดิ์ ปิติวงษ์² อัศวิน บุญรอด² และ รonglarp Sukmasuang^{1*}
Supparat Rattanajak¹ Klinsak Pitiwong² Asawin Boonrawd² and Ronglarp Sukmasuang^{1*}

¹ ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

¹ Department of Forest Biology, Faculty of Forestry Kasetsart University, Bangkok 10900

² สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์ป่าดอยตุง จังหวัดเชียงราย

² Doi Tung Wildlife Breeding Station, Chiang Rai Province

* Corresponding author; E-mail: mronglarp@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาสัณฐานวิทยา การเจริญเติบโต และพฤติกรรมบางประการของไก่ฟ้าหางลายขวางในสภาพกรงเลี้ยง ดำเนินการที่สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์ป่าดอยตุง จังหวัดเชียงราย ระหว่างเดือนเมษายน 2559 ถึงเดือนพฤษภาคม 2560 รวม 13 เดือน ศึกษาตั้งแต่เริ่มฟักออกจากไข่ 1 วัน จนถึงอายุ 360 วัน รวมถึงพฤติกรรมบางประการของตัวเต็มวัยในสภาพกรงเลี้ยงที่แตกต่างกัน ผลการศึกษาพบว่าเมื่อแรกเกิดทั้งเพศผู้และเพศเมียมีลักษณะคล้ายกัน เมื่ออายุ 21 – 56 วัน สามารถจำแนกเพศเมื่อพิจารณาที่ขนหาง พบว่าลูกไก่ฟ้าเพศผู้และเพศเมียมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนเมื่ออายุ 91 วันขึ้นไป ครั้นเมื่ออายุ 180 วันขึ้นไปทั้งเพศผู้และเพศเมียมีลักษณะคล้ายตัวเต็มวัย ผลการศึกษาทางสัณฐานวิทยาพบว่า น้ำหนักมีความแตกต่างกันระหว่างเพศตั้งแต่อายุ 28 วัน ขึ้นไป โดยความยาวจะงอยปาก มีความแตกต่างกันตั้งแต่อายุ 49 วัน ขึ้นไป ความยาวจะงอยปากถึงท้ายทอย มีความแตกต่างกันตั้งแต่อายุ 42 วัน ขึ้นไป ความกว้างหัว มีความแตกต่างกันตั้งแต่อายุ 105 วัน ขึ้นไป ความยาวปีก มีความแตกต่างกันตั้งแต่อายุ 119 วัน ขึ้นไป ความยาวปีกมีความแตกต่างกันตั้งแต่อายุ 49 วัน ขึ้นไป ความยาวแข้ง มีความแตกต่างกันตั้งแต่อายุ 42 วันขึ้นไป ลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่มีความสัมพันธ์กับอายุมากที่สุดคือค่าความยาวจะงอยปาก เมื่อพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ของตัวกำหนดที่มีค่าสูงสุด ผลการศึกษาการเจริญเติบโตพบว่าเมื่ออายุ 1 – 14 วัน พบว่ามีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วโดยมีการเพิ่มสูงสุดในช่วง 14 วัน หลังจากวันที่ 21 การเจริญเติบโตมีลักษณะไม่สม่ำเสมอ จนถึงวันที่ 84 และเมื่ออายุ 180 วัน ขึ้นไปการเจริญเติบโตมีลักษณะคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ไก่ฟ้าหางลายขวางเพศผู้มีการเจริญเติบโตมากกว่าเพศเมีย และมีขนาดร่างกายใหญ่กว่าไก่ฟ้าหางลายขวางเพศเมีย ผลการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมพบว่า เพศผู้และเพศเมียมีการทำกิจกรรมการเกี่ยวพาราสี ความก้าวร้าว และพฤติกรรมตื่นตัวและระวังภัย แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เพศผู้ในกรงติดกับกรงไก่ฟ้าตัวอื่นมีพฤติกรรมก้าวร้าว และพฤติกรรมตื่นตัวและระวังภัย มากกว่าเพศผู้กรงเดี่ยวจัดกรงเลียนแบบธรรมชาติอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่าไก่ฟ้าเพศผู้ที่เลี้ยงในกรงเดี่ยวจัดกรงเลียนแบบ มีกิจกรรมพฤติกรรมเกี่ยวพาราสีมากกว่ากรงติดกับกรงไก่ฟ้าตัวอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ข้อเสนอแนะที่สำคัญ ได้แก่ การศึกษาเรื่องของการอาหารที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของลูกไก่ฟ้า การปรับปรุงกรง การศึกษาเรื่องพันธุกรรมเพื่อการจัดการ ตลอดจนการวางแผนการเลี้ยงเพื่อการฟื้นฟูประชากรด้วยการปล่อยคืนสู่ธรรมชาติต่อไป

คำสำคัญ: ไก่ฟ้าหางลายขวาง สรีระวิทยา อัตราการเจริญเติบโต สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์ป่าดอยตุง

ABSTRACT

The morphological, growth rate and some behavior of the Mrs. Hume's Pheasant in captive conditions were studied at Doi Tung Wildlife Breeding Station, Chiang Rai Province during April 2016 and May 2017, 13 months totally. The objectives were to investigate morphological characteristics, growth rate from 1 day hatching period to 360 days of age. These studies include some behavioral investigation compared between the difference types of cage. The results showed same characteristics between sexes when hatching at age of 21 to 56 days, gender can be classified when

considering the tail feathers. It was found that chicks, the males and females were significantly different at the age of 91 days. At the age of 180 days, both males and females look like adults. Morphological studies indicated that weight differences were between 28 and over. By the beak length there were different ages from 49 days. The length of the beak to the occipital there were different ages from 42 days. Head width varies from 105 days and above. Wing length varies from 119 days and above. Wing length varies from 49 days up. The length of the shin was different from the age of 42 days. Age and the beak length were the most age-morphological relationship out of the 7 characteristics. Growth studies showed that at 1 to 14 days, it has a rapid growth rate with a maximum increase in 14 days. After 21 days, the growth rate was irregular until the 84th and at the age of 180 days, the growth rate remained constant. Mrs. Hume's Pheasant male rate of growth than females and a body larger than female Mrs. Hume's Pheasant. Behavioral studies revealed that males and females were active in courtship, aggression, and alert and alert behavior significant difference. The male in cages that attached to other pheasant cages were aggressive and awake and alert behavior more than those of male in single cage significantly. It was found that male pheasant cage holding a natural imitation cage were more courtship behavior than that of the male in cage attached to another cage. Important suggestions included increasing the study of food suitable for the growth of the chicks, improving the cage to make the pheasant reduce stress, genetic studies for management between stations, including the planning of the species reintroduction program of the population by release into the wild in future.

Keywords: Mrs. Hume's Pheasant, morphology, growth rate, Doi Tung Wildlife Breeding Station

คำนำ

ไก่ฟ้าหางลายขวาง (Mrs. Hume's Pheasant) ชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Symaticus humiae* อยู่ในวงศ์ (Family) นกกระทาและไก่ฟ้า Phasianidae อันดับ (Order) Galliforme เป็นไก่ฟ้าที่มีสีสันสวยงามโดยเฉพาะเพศผู้ การกระจายพันธุ์ค่อนข้างแคบเนื่องจากถิ่นอาศัยเฉพาะ แพร่กระจายในป่าเขตร้อนที่ความสูง 1,200 - 3,000 เมตร พบกระจายตั้งแต่ทางตะวันออกของอินเดีย ตะวันตกเฉียงใต้ของมณฑลยูนนาน ประเทศจีน พม่าตอนกลางและทางด้านเหนือ ตลอดจนพื้นที่บริเวณด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศไทยในจังหวัดเชียงใหม่และแม่ฮ่องสอน แต่ปัจจุบันเนื่องจากป่าความเสื่อมโทรมของถิ่นอาศัย และการคุกคาม ทำให้ไก่ฟ้าหางลายขวางในธรรมชาติลดจำนวนลงอย่างรวดเร็ว

ความสวยงามของไก่ฟ้าหางลายขวางทำให้ประชาชนมีความสนใจเพาะเลี้ยงทั้งเลี้ยงเพื่อการนันทนาการ และเพื่อเศรษฐกิจ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจึงได้ออกกฎกระทรวงกำหนดชนิดสัตว์ป่าคุ้มครองให้เป็นสัตว์ป่าคุ้มครองประเภทที่สามารถเพาะพันธุ์ได้ พ.ศ. 2546 โดยมีไก่ฟ้าหางลายขวางรวมอยู่ด้วย อย่างไรก็ตาม ไก่ฟ้าหางลายขวางในประเทศไทยเป็นไก่ฟ้าชนิดที่มีประชากรในธรรมชาติน้อยมาก พบในพื้นที่อนุรักษ์ทางภาคเหนือบนเทือกเขาสูง ประชากรส่วนใหญ่ของไก่ฟ้าชนิดนี้ในประเทศไทยอาศัยอยู่ในสภาพกรงเลี้ยงในสถานเพาะเลี้ยงสัตว์ป่า

สถานเพาะเลี้ยงสัตว์ป่าดอยตุง จังหวัดเชียงราย เป็นสถานที่เพาะเลี้ยงไก่ฟ้าหางลายขวางที่สำคัญที่สุดของประเทศไทย แต่มีการศึกษาไก่ฟ้าหางลายขวางน้อยมาก ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะทางสรีระวิทยา การเจริญเติบโตของลูกไก่ฟ้าหางลายขวาง ตลอดจนพฤติกรรมบางประการนอกจากสามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดการสถานที่เลี้ยง จัดการประชากร การเลี้ยงดูการให้อาหาร การจัดการสภาพที่เลี้ยง ในการเพาะเลี้ยงในสภาพที่เลี้ยงในพื้นที่ต่างๆแล้ว ยังใช้เป็นข้อมูลเพื่อการพัฒนาการเพาะเลี้ยงไก่ฟ้าหางลายขวางสำหรับการเผยแพร่สู่สาธารณะ ก่อประโยชน์ทั้งทางด้านการอนุรักษ์ไก่ฟ้าหางลายขวาง การศึกษาประชากร การเพิ่มจำนวนประชากร ตลอดจนการฟื้นฟูด้วยการปล่อยคืนสู่ธรรมชาติและเพื่อประโยชน์ทั้งทางด้านเศรษฐกิจอย่างไม่สิ้นสุดต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. กล้องถ่ายรูป
2. ชุดกล้องวงจรปิด (CCTV: close – circuit television)
3. จอคอมพิวเตอร์
4. อุปกรณ์การวัดขนาด (เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ เครื่องชั่งดิจิตอล สายวัด)
5. อุปกรณ์จับบันทึก
6. ไก่ฟ้าหางลายขวางอายุแรกเกิด จำนวน 20 ตัว แบ่งเป็น เพศผู้ 10 ตัว เพศเมีย 10 ตัว ระบุเครื่องหมายและใส่ห่วงขา
7. พ่อพันธุ์ – แม่พันธุ์ ไก่ฟ้าหางลายขวาง จำนวน 4 คู่

วิธีการ

1. การศึกษาสัณฐานวิทยา ตั้งแต่อายุ 1 วัน จนถึง 365 วัน (1 ปี)
 - 1.1 ศึกษาลักษณะเฉพาะทางสัณฐานวิทยาเชิงบรรยาย (descriptive morphological characteristics) โดยศึกษาลักษณะและสีของส่วนต่างๆ โดยถ่ายรูปแยกเป็นส่วนๆ ตามลักษณะ เช่น แข้ง (tarsus) ปีก (wing) หาง (tail) เป็นต้น เปรียบเทียบระหว่างเพศ
 - 1.2 การศึกษาลักษณะทางสรีระภายนอกที่สามารถวัดได้ (morphometry) 7 ลักษณะ โดยอ้างอิงจาก ธนพล (2555) เก็บข้อมูลตาม พุทธพร (2554) ได้แก่ น้ำหนัก (weight) ความยาวปาก (bill length) ความยาวปากถึงท้ายทอย (bill - nape length) ความกว้างหัว (head width) ความยาวปีก (wing length) ความยาวปีกขณะกาง (half- wing span length) และความยาวแข้ง (tarsi length) วัดค่าสัณฐานต่างๆ ทุก 3 วัน
 - 1.3 บรรยายลักษณะสัณฐานวิทยาตามข้อมูล และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสัณฐานวิทยา ระหว่างเพศโดย t-test พิจารณาความแตกต่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.05
2. ศึกษาอัตราการเจริญเติบโตตั้งแต่อายุ 1 วัน จนถึง 365 วัน (1 ปี) จากลูกไก่ฟ้าหางลายขวางรวม 20 ตัว เป็นเพศผู้ 10 ตัว และเพศเมีย 10 ตัว โดยการศึกษาอัตราการเจริญเติบโตใช้การพิจารณาค่าน้ำหนัก มีการดำเนินการดังนี้
 - 2.1 ชั่งน้ำหนักไก่ฟ้าหางลายขวางทุกตัวตามเพศ เก็บข้อมูลอ้างอิงตาม พุทธพร (2554), รักธิณา (2552), วราภรณ์ (2544), ฐาปนา (2552)
 - 2.2 คำนวณอัตราการเจริญเติบโตจากข้อมูลน้ำหนักที่ได้ตามข้อ 2.1 ตามสูตร (พัชรพิมล, 2552)

$$GR(\text{GrowthRate}) = \frac{w2 - w1}{\frac{1}{2}(w2 + w1)} \times 100$$
 โดย GR = อัตราการเจริญเติบโต (%) W1 = น้ำหนักเมื่อต้นระยะ (กรัม) W2 = น้ำหนักเมื่อปลายระยะ (กรัม)
3. ศึกษาความสัมพันธ์ของอายุและลักษณะทางสรีระวิทยา 7 ลักษณะของไก่ฟ้าหางลายขวางตั้งแต่แรกฟัก จนถึงอายุ 1 ปี ด้วยการสร้างสมการความสัมพันธ์ โดยใช้สมการ logarithm ระหว่างอายุของไก่ฟ้าหางลายขวาง เป็นวัน กับขนาดของสรีระต่างๆ ทั้ง 7 ลักษณะ ได้แก่ น้ำหนัก (weight) ความยาวปาก (bill length) ความยาวปากถึงท้ายทอย (bill nape length) ความกว้างหัว (head width) ความยาวปีก (wing length) ความยาวปีกขณะกาง (half wing span length) และความยาวแข้ง (tarsi length) ที่มีการเปลี่ยนแปลงตามวัน โดยประยุกต์จาก Ricklefs (1979) และ ธนพล (2555)
4. ศึกษาพฤติกรรมของไก่ฟ้าหางลายขวางในสภาพกรงเลี้ยง
 - 4.1 ติดตั้งกล้องวงจรปิดจำนวน 4 ตัว โดยติดกรงละตัว ภายในกรงแต่ละแบบมีไก่ฟ้าหางลายขวางตัวเต็มวัย 1 คู่ รวมไก่ฟ้าหางลายขวางที่ศึกษาจำนวน 8 ตัว เป็นเพศผู้ 4 ตัว และเพศเมีย 4 ตัว

4.2 ทำการบันทึกข้อมูลเดือนละ 2 วัน วันละ 24 ชั่วโมง ตลอดระยะเวลา 1 ปี

4.3 บันทึกการแสดงพฤติกรรมจากกล้องวงจรปิด ในแต่ละกรงโดยวิธี scan sampling จำแนกข้อมูลตามเพศ ใน 2 ลักษณะ กรงลักษณะที่ 1 เป็นกรงเดี่ยวจัดกรงเลียนแบบธรรมชาติ กรงลักษณะที่ 2 เป็นกรงติดกับกรงไฟฟ้าทางลายขวางตัวอื่น

4.4 เก็บข้อมูลพฤติกรรม 3 แบบหลัก ได้แก่ (1) พฤติกรรมการตื่นตัวและระวังภัย (2) พฤติกรรมก้าวร้าว และ (3) พฤติกรรมเกี่ยวพาราสี

4.5 ทดสอบความแตกต่างแสดงพฤติกรรมทั้ง 3 แบบตามข้อ 4.4 ของไฟฟ้าทางลายขวางระหว่างเพศผู้และเพศเมียในกรงแบบที่ 1 และกรงแบบที่ 2 ด้วยการทดสอบแบบ t – test โดยใช้โปรแกรม R

ผลและวิจารณ์

สัณฐานวิทยาของไฟฟ้าทางลายขวางตั้งแต่อายุ 1 วัน จนถึง 365 วัน (1 ปี)

1. ลักษณะเฉพาะทางสัณฐานวิทยาเชิงบรรยาย (descriptive morphological characteristics) ของไฟฟ้าทางลายขวางอายุ 1 วัน จนถึงอายุ 365 วัน มีการเปลี่ยนแปลงของลักษณะภายนอก มีดังนี้

1.1 อายุแรกเกิด แรกเกิดลูกไฟฟ้าทางลายขวางเพศผู้ ที่เพิ่งฟักออกมาจากไข่ใหม่ๆ แรกเกิดมีขนอุยปกคลุมทั่วตัว ขนที่ปกคลุมตามลำตัวมีลักษณะเปียกมาก แต่จะแห้งภายใน 5 – 6 ชั่วโมง ขนตามลำตัวมีสีน้ำตาลสลับสีดำ จะงอยปากมีสีน้ำตาลครีม ปลายจะงอยปากบนมีลักษณะเป็นปลายตัดแหลมมีปลอกหุ้มเป็นปุ่มสีเหลืองมีไว้สำหรับเจาะเปลือกไข่และดันตัวออกจากไข่ พบว่าเพศผู้ ขนอุยบริเวณใบหน้ามีสีน้ำตาลอ่อน มีขนสีดำเป็นแถบเล็กๆ พาดผ่านตั้งแต่บริเวณหางตาไปจนถึงกกหู ขนบริเวณกลางหัวมีสีน้ำตาลเข้มเป็นแถบพาดตั้งแต่บริเวณโคนปากไปจนถึงบริเวณท้ายทอย ขนบริเวณอก ท้อง และก้นมีสีน้ำตาลอ่อนโดยทั่ว แข็งและนิ้วตีนมีสีเนื้อ เพศเมีย มีลักษณะเหมือนเพศผู้

1.2 อายุ 3 – 6 สัปดาห์ เริ่มแยกเพศได้โดยดูที่ขนหางเห็นอย่างชัดเจนเมื่ออายุ 3 สัปดาห์ขึ้นไป พบว่าเพศผู้ ขนหัวด้านบนมีแถบขนสีน้ำตาลเข้ม ขนคิ้วเป็นแถบขนาดเล็กสีน้ำตาล ขนบริเวณใบหน้ามีสีน้ำตาล มีแถบขนสีดำพาดผ่านตั้งแต่หางตาไปจนถึงกกหู ปากมีสีน้ำตาลดำ ขนบริเวณอกสีน้ำตาล ขนส่วนท้องและก้นมีสีน้ำตาลอ่อน ขนปีกตรงกลางสีน้ำตาลดำบริเวณขอบๆขนปีกมีสีน้ำตาลเข้ม ขนหางมีสีน้ำตาล ก้านขนสีดำ ขนหางคู่กลางมีสีน้ำตาล มีปุ่มเดียวที่มีลักษณะเป็นตุ่ม ๆ โผล่ออกมาให้เห็นเล็กน้อย ขณะที่เพศเมีย มีขนหัวด้านบนมีแถบขนสีน้ำตาลเข้ม ขนคิ้วเป็นแถบขนาดเล็กสีน้ำตาล ขนบริเวณใบหน้ามีสีน้ำตาล มีแถบขนสีดำพาดผ่านตั้งแต่หางตาไปจนถึงกกหู ปากมีสีน้ำตาลดำ ขนบริเวณอกสีน้ำตาล ขนส่วนท้องและก้นมีสีน้ำตาลอ่อน ขนปีกตรงกลางสีน้ำตาลดำบริเวณขอบๆขนปีกมีสีน้ำตาลเข้ม ขนหางมีสีน้ำตาล ก้านขนสีดำ ขนหางมีสีน้ำตาล ขนหางคู่กลางมีสีเทาสลับกับสีขาวและ สีดำเล็กน้อย

1.3 อายุ 7 – 8 สัปดาห์ พบว่าเพศผู้ หัวมีสีน้ำตาลดำ ปากสีเทาดำ ขนคิ้วมีแถบสีน้ำตาล มีการผลิตขนจากขนอุยเป็นขนนก ขนคลุมใบหน้าหลุดร่วงเกือบหมด ขนเริ่มมีสีส้มมากขึ้น มีหนังสีส้มบริเวณรอบดวงตาเป็นรูปตัววี ขนบริเวณคอและหลังมีสีน้ำตาลดำ ขนบริเวณท้องสีน้ำตาล ขนบริเวณก้นสีน้ำตาลอ่อน ขนตรงกลางหลังเริ่มมีแถบขนสีดำสลับกับสีขาว ปีกมีสีน้ำตาลดำ ขนบริเวณปลายปีกสีขาวเล็กน้อย ขนหางสีน้ำตาลเข้มมีแถบสีดำอยู่ตรงกลางขน ขนหางคู่กลางมีสีน้ำตาลเข้มบริเวณแผ่นขนตรงกลางและมีแถบสีเทาตรงบริเวณแผ่นขนด้านนอก ทั้ง 2 เส้น แข็งสีเทามีปุ่มเดียวยาวเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ขณะที่ลักษณะของเพศเมีย พบว่าขนบริเวณรอบใบหน้ามีสีน้ำตาล ขนอุยบริเวณใต้คางมีขนสีครีม ขนบริเวณคอ หน้าอกมีสีน้ำตาลอ่อน ขนบริเวณหลังและรอบคอมีสีน้ำตาลสลับกับสีดำ มีขนสีขาวแซมรอบลำคอ ขนคลุมปีก ขนกลางปีก ขนปลายปีกมีสีดำตรงช่วงโคนและมีสีน้ำตาลอ่อนตรงช่วงปลาย ขนบริเวณใต้ท้องมีสีน้ำตาลอ่อน ขนหางมีสีน้ำตาลเข้ม ขนหางคู่กลางมีสีเทาเข้มทอดเป็นแนวยาวและมีสีน้ำตาลและสีดำบริเวณแผ่นขนด้านใน แข็งสีเทา และไม่มีเดือย

1.4 อายุ 13 – 17 สัปดาห์ พบว่าเพศผู้ ขนบริเวณหัวมีสีน้ำตาลเข้ม ขนคิ้วสีน้ำตาลอ่อน หนังบริเวณใบหน้าสีแดงส้ม ปากสีเทาดำ ขนบริเวณคอมีสีน้ำตาลแดงสลับกับสีดำ และมีขนสีน้ำตาลเงินแซมบ้างเล็กน้อยบริเวณคอและอก ท้องมีสีน้ำตาลแดง ขนบริเวณก้นสีน้ำตาลอ่อน มีขนสีน้ำตาลเงินประด้วยขนสีขาวเล็กน้อยบริเวณหัวปีก มีแถบ

ขนสีขาพาดผ่านตั้งแต่หัวไหล่จนถึงปีกทั้ง 2 ข้าง คล้าย ๆ รูปตัววี ขนบริเวณกลางหลังมีขนสีดำสลับสีขาว ขนหางมีสีดำแซมด้วยสีขาว ส่วนขนหางคู่กลางเป็นสีเทาและมีแถบสีดำคาดบริเวณโคนหาง แข้งสีเทาเดียวมีความยาวเพิ่มขึ้น ขณะที่เพศเมีย ขนหัวมีสีน้ำตาลเข้ม ขนคิ้วสีน้ำตาลอ่อน หน้บริเวณใบหน้าสีครีมเข้ม ปากสีเทาดำ ขนบริเวณคอสีดำ สลับกับสีน้ำตาลแซมด้วยขนสีขาวรอบคอ ปีกมีสีดำสลับกับสีน้ำตาลขนปลายปีกมีแถบสีขาวเล็ก ๆ 1 แถบ บริเวณปีกทั้ง 2 ข้าง ขนบริเวณกลางหลังสีน้ำตาลแต้มด้วยสีดำเป็นจุด ๆ ขนบริเวณหางมีสีน้ำตาลเข้มตรงโคนถึงกลางหางมีแถบขนสีดำพาดขวาง ปลายหางมีขนสีขาว แข้งสีเทา ไม่มีเดือย

1.5 อายุ 19 – 20 สัปดาห์ พบว่าเพศผู้ ขนหัวมีสีน้ำตาลเข้ม ขนคิ้วมีสีน้ำตาลปลายหางคิ้วแซมขนสีขาว หน้บริเวณใบหน้ามีสีแดงอมส้ม ปากสีเนื้อ ขนบริเวณคอและหน้าอกเป็นสีน้ำตาลเงินเหลืองมัน ขนบริเวณหลังมีเป็นสีน้ำตาลแดงออกส้ม ๆ ขนโคนปีกสีน้ำตาลแดงขนปลายปีกสีขาว ที่กลางปีกมีขนสีน้ำตาลเงินเป็นแถบพาดผ่าน มีแถบขนสีขาวพาดผ่านตั้งแต่หัวไหล่จนถึงปีกทั้ง 2 ข้าง คล้าย ๆ รูปตัววี ขนบริเวณกลางหลังมีสี ลักษณะขนนกดำสลับกับสีขาว ขนบริเวณสีเทามีแถบสลับกัน หางมีความยาวเพิ่มขึ้น ขนหางคู่กลางสีเทามีสีน้ำตาลและดำพาดกลางขน แข้งสีเทา เดือยยาวมากขึ้น ส่วนเพศเมียพบขนหัวมีสีน้ำตาล ขนบริเวณคิ้วมีสีน้ำตาลอ่อน หน้บริเวณใบหน้าสีครีมออกส้ม ๆ ปากสีเทาดำ ขนคอมีสีน้ำตาล ขนบริเวณอก ท้อง และก้นมีสีน้ำตาลอ่อน ปีกและหลังมีสีดำแซมด้วยสีน้ำตาลมีแถบสีน้ำตาลอ่อนพาดตรงโคนปีก ขนหางมีสีน้ำตาลมีแถบสีดำพาด ปลายขนหางสีขาว ขนหางคู่กลางเป็นลายกระสีน้ำตาลแซมด้วยสีดำเล็กน้อย แข้งสีเทา ไม่มีเดือย

1.6 อายุ 6 – 12 เดือน เมื่ออายุตั้งแต่ 6 เดือนขึ้นไปเพศผู้และเพศเมียเหมือนตัวเต็มวัย (12 เดือน) ทุกประการ แต่สีขนไม่สดใสเท่า โดยเพศผู้ ขนหัวมีสีน้ำตาลเข้ม ขนคิ้วมีสีน้ำตาลปลายหางคิ้วแซมขนสีขาว หน้บริเวณใบหน้ามีสีแดงอมส้ม ปากสีเนื้อ ขนบริเวณคอและหน้าอกเป็นสีน้ำตาลเงินเหลืองมัน ขนบริเวณหลังมีเป็นสีน้ำตาลแดงออกส้ม ๆ ขนโคนปีกสีน้ำตาลแดงขนปลายปีกสีขาว ที่กลางปีกมีขนสีน้ำตาลเงินเป็นแถบพาดผ่าน มีแถบขนสีขาวพาดผ่านตั้งแต่หัวไหล่จนถึงปีกทั้ง 2 ข้าง คล้าย ๆ รูปตัววี ขนบริเวณกลางหลังมีสี ลักษณะขนนกดำสลับกับสีขาว ขนบริเวณสีเทามีแถบสลับกัน หางมีความยาวเพิ่มขึ้น ขนหางคู่กลางสีเทามีสีน้ำตาลและดำพาดกลางขน แข้งสีเทา มีเดือยข้างละ 1 อัน เพศเมีย มีลักษณะเหมือนตัวเต็มวัย คือมีใบหน้าสีแดงแต่ไม่สดใสและใหญ่เท่าเพศผู้ ปากมีสีเทาดำ หัวมีสีน้ำตาล คิ้วมีสีน้ำตาลอ่อน บริเวณคอมีสีน้ำตาล บริเวณอก ท้อง และก้นมีสีน้ำตาลอ่อน ส่วนปีกและหลังมีสีดำเป็นลายประด้วยสีน้ำตาล ส่วนขนหางมีสีน้ำตาลมีแถบสีดำคาดที่ปลายขนหางเป็นสีขาว ส่วนขนหางคู่กลางเป็นลายกระสีน้ำตาลประด้วยสีดำบ้างเล็กน้อย

2 การศึกษาลักษณะทางสรีระภายนอก ทั้ง 7 ลักษณะของไก่ฟ้าหางลายขวาง จำแนกตามเพศผู้และเพศเมีย แล้วนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของสัญญาณวิทยาระหว่างเพศผู้เพศเมียในแต่ละช่วงอายุ โดย t-test พิจารณาผลที่ระดับนัยสำคัญ $P \leq 0.05$ ในกรณีของน้ำหนักพบว่ามีความแตกต่างตั้งแต่อายุ 28 วัน ความยาวจะงอยปาก มีความแตกต่างตั้งแต่อายุ 49 วัน ความยาวจะงอยปาก – ท้ายทอย มีความแตกต่างตั้งแต่อายุ 42 วัน ความกว้างหัว มีความแตกต่างตั้งแต่อายุ 105 วัน ความยาวปีก มีความแตกต่างตั้งแต่อายุ 119 วัน ความยาวปีกขณะกาง มีความแตกต่างตั้งแต่อายุ 49 วัน ความยาวแข้ง มีความแตกต่างตั้งแต่อายุ 42 วันโดยเพศผู้มีน้ำหนักและสัดส่วนทุกลักษณะมากกว่าเพศเมีย

การเจริญเติบโต ตั้งแต่อายุ 1 วัน จนถึง 365 วัน (1 ปี)

อัตราการเจริญเติบโตของไก่ฟ้าทั้งสองเพศมีลักษณะคล้ายกันเมื่อนำมาสร้างกราฟความสัมพันธ์ โดยมีอัตราการเจริญสูงสุด หลังจากฟักออกจากไข่ ในวันที่ 14 ทั้งสองเพศ และพบว่าอัตราการเจริญเติบโตไม่มีความแตกต่างกัน ($t = 1.67$, $P = 0.82$) โดยมีลักษณะของการเจริญเติบโตตั้งแต่แรกเกิดจนถึงวันที่ 365 หรือ 1 ปี ดังภาพอัตราการเจริญเติบโตเปรียบเทียบระหว่างเพศตาม Figure 1

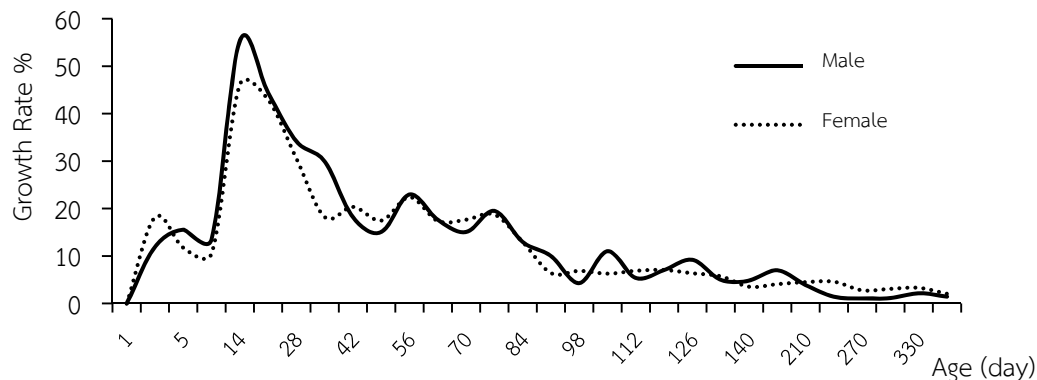


Figure 1 Growth rate of the Mrs. Hume's Pheasant compared between male and female from 1day hatching period to 360 days of age at Doi Tung Wildlife Breeding Station, Chiang Rai Province.

เมื่อนำค่าเฉลี่ยของลักษณะทางสรีระภายนอกที่สามารถวัดได้ ทั้ง 7 ลักษณะ มาสร้างสมการความสัมพันธ์กับอายุ พบว่า ทั้งน้ำหนัก และสัดส่วนทั้ง 7 ลักษณะ ของไก่ฟ้าหางลายขวางเพศผู้มีการเจริญเติบโตที่มากกว่าเพศเมีย ทำให้ทราบว่าไก่ฟ้าหางลายขวางเพศผู้มีขนาดร่างกายที่ใหญ่กว่าไก่ฟ้าหางลายขวางเพศเมีย ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการรายงานของจารุจินต์ และคณะ (2550) และการเจริญเติบโต ทั้งน้ำหนักและสัดส่วนทั้ง 7 ลักษณะ เริ่มคงที่เมื่ออายุ 180 วัน เป็นต้นไป ดัง Table 1

Table 1 The equations between age (day) and morphological characteristics of the Mrs. Hume's Pheasant compared between male and female in captive condition at Doi Tung Wildlife Breeding Station, Chiang rai Province.

Morphological characteristics	Male		Female	
	Equation	R ²	Equation	R ²
1. Weight (g)	$y = 10.679e^{0.0032x}$	0.7727	$y = 9.984e^{0.0043x}$	0.7846
2. Bill length (mm)	$y = 0.1397e^{0.3833x}$	0.9737	$y = 0.2266e^{0.3801x}$	0.9418
3. Bill - nape length (mm.)	$y = 0.3895e^{0.0774x}$	0.9293	$y = 0.3642e^{0.0838x}$	0.9315
4. Head width (mm)	$y = 0.1264e^{0.1932x}$	0.9075	$y = 0.1217e^{0.2225x}$	0.9405
5. Wing length (mm.)	$y = 1.6591e^{0.0222x}$	0.9445	$y = 1.2684e^{0.0252x}$	0.9510
6. Half- wing span length (mm.)	$y = 1.7652e^{0.014x}$	0.9300	$y = 1.7826e^{0.0148x}$	0.9306
7. Tarsi length (mm.)	$y = 0.6904e^{0.0741x}$	0.8877	$y = 0.4412e^{0.0912x}$	0.9000

พฤติกรรมในกรงเลี้ยงของไก่ฟ้าหางลายขวาง

1. พฤติกรรมการตื่นตัวและระวังภัย เมื่อได้ยินเสียงผิดปกติ ส่วนใหญ่ไก่ฟ้าหางลายขวางมักนิ่งหยุดยืนอยู่กับที่และยึดคอมองไปยังต้นเสียง ในบางครั้งหากได้ยินเสียงผิดปกติที่ดังมาก ๆ วิ่งวนไปมารอบ ๆ กรง ทำให้บางครั้งไก่ฟ้าหางลายขวางบาดเจ็บเนื่องจากบินชนกรง ไก่ฟ้าหางลายขวางตื่นตกใจง่ายหากได้ยินเสียงร้องที่ดังผิดปกติหรือเสียงร้องเตือนภัยจากไก่ฟ้าชนิดอื่น ความถี่ของพฤติกรรมการตื่นตัวและระวังภัยเป็นพฤติกรรมที่พบมากที่สุดจากพฤติกรรมที่ทำการศึกษา พบว่ากรงที่แบบที่ 1 (กรงเดี่ยวจัดกรงเลียนแบบธรรมชาติ) และกรงแบบที่ 2 (กรงดับติดกับกรงไก่ฟ้าตัวอื่น) พฤติกรรมการตื่นตัวและระวังภัย มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งระหว่างเพศผู้ ($P = 3.218e-07$) และเพศเมีย ($P = 3.028e-0$) (Figure 2)

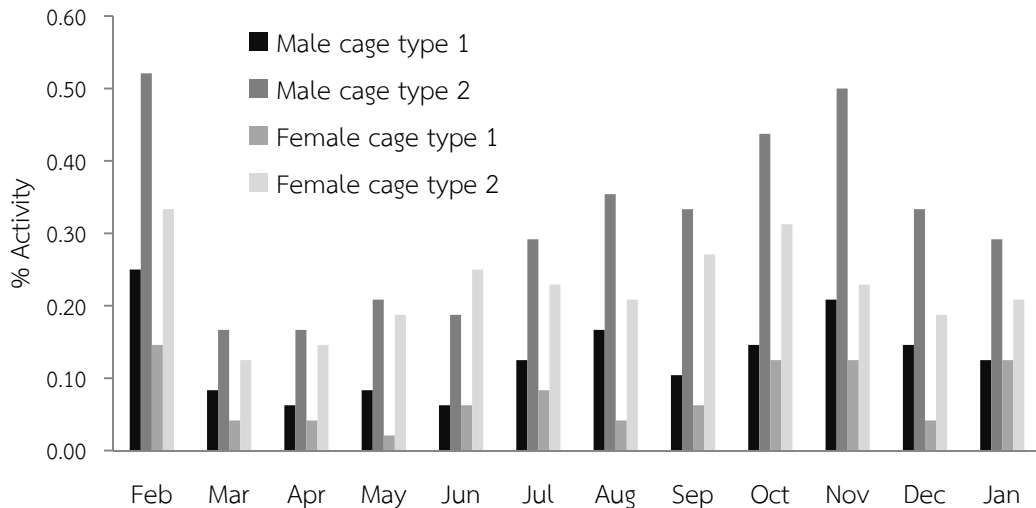


Figure 2 % awake and alert active times of the Mrs. Hume's Pheasant compared between the cage type 1 (like natural condition) and the cage type 2 (attached to other pheasant cages)

2. พฤติกรรมก้าวร้าวของไก่ฟ้าหางลายขวาง ส่วนใหญ่เกิดขึ้นเมื่อเพศเมียเข้ามาใกล้เวลากำลังกินอาหาร โดยเพศผู้มักวิ่งไล่และจิกบริเวณหัวของเพศเมีย นอกจากนี้อาจพบพฤติกรรมก้าวร้าวในขณะที่ไก่ฟ้าหางลายขวางเห็นไก่ฟ้าอีกกรงหนึ่งซึ่งอยู่ติดกันมาเดินเลียบกรง กระโดดเตะและจิกตรงบริเวณดังกล่าว สำหรับในกรงแบบที่ 2 พฤติกรรมก้าวร้าวที่แสดงออกเพิ่มเติมจากกรงแบบที่ 1 คือ เมื่อไก่ฟ้าหางลายขวางเกาะคอน และเห็นไก่ฟ้าอีกกรงหนึ่งซึ่งอยู่ติดกันเกาะอยู่บนคอนเหมือนกัน จิกกรงตรงส่วนที่มองเห็นซึ่งกันและกัน พร้อมทั้งส่งเสียงร้องจนกว่าฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งลงจากคอนลงไป พบว่าพฤติกรรมก้าวร้าว ของกรงแบบที่ 2 มีความถี่เฉลี่ยสูงกว่ากรงแบบ 1 พบว่ากรงที่แบบที่ 1 และกรงแบบที่ 2 พฤติกรรมก้าวร้าว มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรงที่แบบที่ 1 และกรงแบบที่ 2 มีค่า P เพศผู้ $P = 0.001845$ และเพศเมีย $P = 0.00667$ (Figure 3)

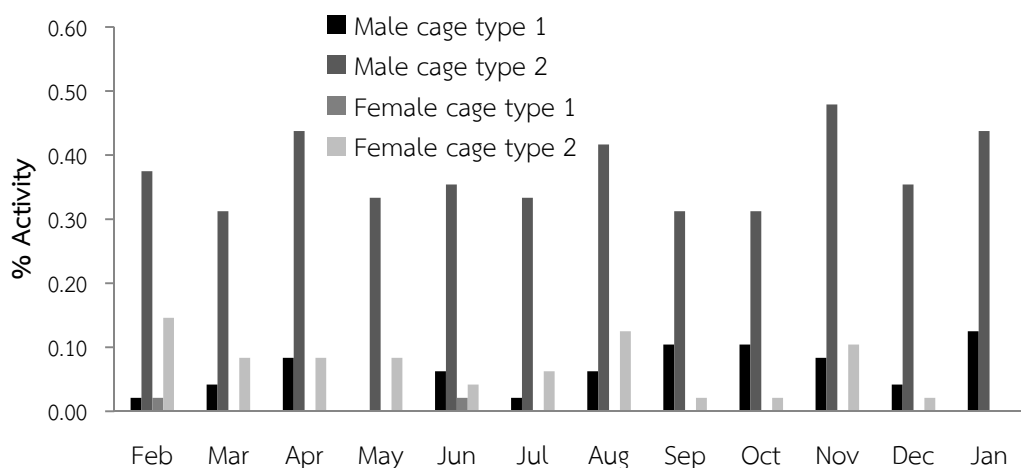


Figure 3 % aggressive active times of the Mrs. Hume's Pheasant compared between the cage type 1 (like natural condition) and the cage type 2 (attached to other pheasant cages).

3. พฤติกรรมเกี่ยวพาราสี ไก่ฟ้าหางลายขวางเริ่มแสดงพฤติกรรมเกี่ยวพาราสีตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงเดือนพฤษภาคม พฤติกรรมการเกี่ยวพาราสีของไก่ฟ้าหางลายขวางแสดงออกโดยการเดินชอยเท้าเป็นวงกลมรอบ ๆ ขณะเอี้ยวตัวเล็กน้อยจะเดินชอยเท้าถี่ ๆ ตะแคงปีกและลำตัว บางครั้งมีการเกี่ยวที่มีลักษณะคล้ายการรำแพนโดยย่อขาลงพร้อมกับยกหางตั้งขึ้น กระพือปีกถี่ ๆ การเกี่ยวพบบ่อยในช่วงเช้า พบว่าพฤติกรรมการผสมพันธุ์ของไก่ฟ้าหางลายขวาง ของกรงแบบที่ 1 มีความถี่เฉลี่ยสูงกว่ากรงแบบ 2 พบว่ากรงที่แบบที่ 1 และกรงแบบที่ 2 พฤติกรรมเกี่ยวพาราสีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรงที่แบบที่ 1 และกรงแบบที่ 2 มีค่า P เพศผู้ $P = 0.001845$ และเพศเมีย $P = 0.00667$

นำค่าความถี่ของการแสดงพฤติกรรมมาสร้างแผนภูมิแสดงความถี่ของพฤติกรรมทั้ง 3 แบบ และผลจากการทดสอบ t-test พบว่า เพศผู้และเพศเมียมีการทำกิจกรรมทั้ง 3 แบบ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ พฤติกรรมทั้ง 3 แบบของเพศผู้กรงที่แบบ 1 หรือกรงเดี่ยวจัดกรงเลียนแบบธรรมชาติ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ กับเพศผู้กรงแบบที่ 2 หรือกรงดับติดกับกรงไก่ฟ้าตัวอื่น พฤติกรรมทั้ง 2 แบบของเพศเมียกรงที่แบบ 1 หรือกรงเดี่ยวจัดกรงเลียนแบบธรรมชาติ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ กับเพศเมียกรงแบบที่ 2 หรือกรงดับติดกับกรงไก่ฟ้าตัวอื่น กรงที่มีพฤติกรรมเกี่ยวพาราสีมาก มีพฤติกรรมก้าวร้าว และพฤติกรรมตื่นตัวและระวังภัยน้อยคือกรงที่เหมาะสมที่จะใช้เป็นกรงพ้อพันธุ์แม่พันธุ์มากที่สุด (Figure 4)

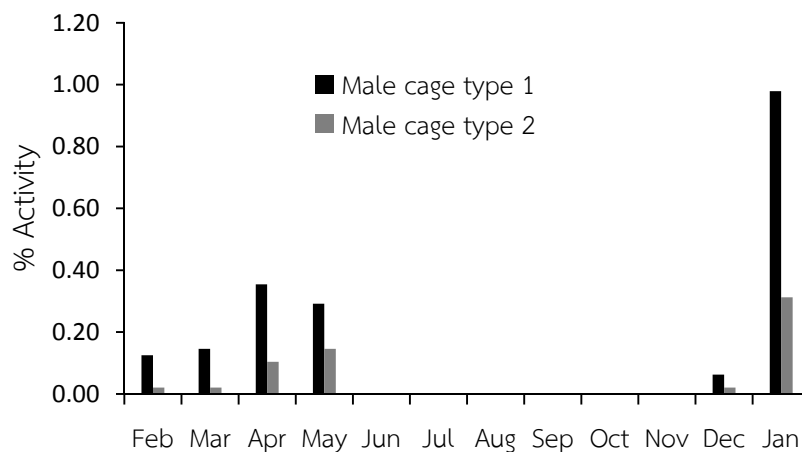


Figure 4 % courtship active times of the males Mrs. Hume's Pheasant compared between the cage type 1 (like natural condition) and the cage type 2 (attached to other pheasant cages).

สรุป

เมื่อแรกเกิดไก่ฟ้าหางลายขวางทั้งเพศผู้และเพศเมียมีรูปร่างลักษณะภายนอกคล้ายกัน อายุระหว่าง 1 – 14 วัน มีอัตราการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว มีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดเมื่ออายุ 14 วัน เมื่ออายุ 21 – 56 วัน (3 – 8 สัปดาห์) สามารถจำแนกเพศเมื่อพิจารณาจากลักษณะของขนหาง เพศผู้และเพศเมียมีลักษณะภายนอกต่างกันชัดเจนเมื่ออายุ 91 วัน (13 สัปดาห์) ขึ้นไป อายุ 180 วัน (6 เดือน) ขึ้นไป ทั้งเพศผู้และเพศเมียมีลักษณะภายนอกเหมือนตัวเต็มวัยตั้งแต่สี่สัปดาห์ไม่สัดใส่เท่ากับตัวเต็มวัย อัตราการเจริญเติบโตและสัดส่วนต่างๆ ค่อยๆคงที่ เพศผู้มีอัตราการเจริญเติบโต และมีขนาดของสัดส่วนต่างๆใหญ่กว่าเพศเมีย เมื่อโตเต็มที่ไก่ฟ้าหางลายขวางเพศผู้มีขนาดร่างกายที่ใหญ่กว่าไก่ฟ้าหางลายขวางเพศเมีย สมการที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดสำหรับการทำนายอายุจากลักษณะทางสรีระ ได้แก่ สมการความสัมพันธ์ระหว่าง อายุและความยาวของปาก เมื่อพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ของตัวกำหนดที่มีความมากที่สุด จากทั้ง 7 ลักษณะ

เพศผู้และเพศเมียมีการทำกิจกรรมทั้ง 3 แบบ ได้แก่ พฤติกรรมการตื่นตัวและระวังภัย พฤติกรรมความก้าวร้าว และพฤติกรรมการเกี่ยวพาราสีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ พฤติกรรมทั้ง 3 แบบของเพศผู้เมื่อเลี้ยงในกรงที่แบบ 1 หรือกรงเดี่ยวจัดกรงเลียนแบบธรรมชาติ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ กับเพศผู้กรงแบบที่ 2 หรือกรงดับ

ที่เลี้ยงติดกับกรงไก่ฟ้าตัวอื่น พฤติกรรมทั้ง 2 แบบของเพศเมีย ได้แก่ พฤติกรรมการตื่นตัวและระวังภัย พฤติกรรมความก้าวร้าว กรงที่แบบ 1 หรือกรงเดี่ยวจัดกรงเลียนแบบธรรมชาติ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ กับเพศเมียกรงแบบที่ 2 หรือกรงติดกับกรงไก่ฟ้าตัวอื่น กรงที่มีพฤติกรรมเกี่ยวพาราสีมาก มีพฤติกรรมก้าวร้าว และพฤติกรรมการตื่นตัวและระวังภัยน้อยคือกรงที่เหมาะสมที่จะใช้เป็นกรงพ่อแม่พันธุ์แม่พันธุ์มากที่สุด

แนวทางการศึกษาต่อไปในอนาคต ได้แก่ การศึกษาเรื่องของอาหารที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของลูกไก่ฟ้าหางลายขวางเพื่อให้ลูกไก่มีการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด และช่วยลดต้นทุนในเรื่องอาหาร การศึกษาเรื่องพันธุกรรมของไก่ฟ้าหางลายขวาง เพื่อการจัดการระหว่างสถานที่เพาะเลี้ยง ตลอดจนการจัดการวางแผนการเลี้ยงเพื่อการฟื้นฟูประชากรในธรรมชาติต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกลุ่มงานเพาะเลี้ยงสัตว์ป่า และเจ้าหน้าที่สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์ป่าดอยตุง ที่ช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูล การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนทุนการศึกษาจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประเภททุนบัณฑิตศึกษา ปี พ.ศ. 2560

เอกสารอ้างอิง

- จารุจินต์ นกิตะภักดิ์, กานต์ เลขะกุล, วัชร สวงสมบัติ. 2550. คู่มือดูนกหมอบุญสง เลขะกุล นกเมืองไทย. กรุงเทพมหานคร. บริษัท ด้านสุทธาการพิมพ์ จำกัด, กรุงเทพฯ.
- ฐาปนา จ้อยเจริญ. 2552. การเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาที่สัมพันธ์กับการเติบโตของไก่ป่าตุ้มหูแดง *Gallus gallus spadiceus* ในสภาพกรงเลี้ยงที่สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์ป่าห้วยขาแข้ง. โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ปริญญาบัณฑิต, สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธนพล วงษ์สวัสดิ์. 2555. ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและพฤติกรรมการผสมพันธุ์ของนกแก้วสีเทา *Polyplectron bicalcaratum* Linnaeus, 1758 ในสภาพกรงเลี้ยง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พัชรพิมล อรุณสวัสดิ์. 2552. สัณฐานวิทยาเปรียบเทียบของขนไก่ฟ้าหลังเทา 2 ชนิดย่อย *Lophura leucomelana lineate* Vigors, 1831 และ *Lophura leucomelana crawfordii* Gray, 1829 ในกรงเลี้ยง. โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ปริญญาบัณฑิต, สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พุทธร ผ่องกาย. 2554. เปรียบเทียบลักษณะเฉพาะทางสัณฐานของไก่ฟ้าหลังขาวธรรมดา *Lophura nycthemera jonesi* และไก่ฟ้าหลังขาวจันทบูร *Lophura nycthemera lewisi*. โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์, ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รักธิมา ศรีวัชรกาญจน์. 2552. เปรียบเทียบสัณฐานวิทยาของนกยูงไทย *Pavo muticus* และนกยูงอินเดีย *Pavo cristatus*. โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ปริญญาบัณฑิต สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรารณ ยังทรัพย์. 2544. ลักษณะสัณฐานวิทยาของไก่ฟ้าบางชนิดในประเทศไทยที่สัมพันธ์กับการเติบโต. โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ปริญญาบัณฑิต สาขาชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Ricklefs, R. E. 1979. Patterns of growing birds. V. A comparative study of development in the starling, common tern, and Japanese quail. *The Auk* 96: 10 – 30.

**พฤติกรรมการฟักไข่และเลี้ยงดูลูกอ่อนของนกแสก (*Tyto alba*)
ในรังเทียมบริเวณสวนปาล์มน้ำมันอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี
Incubation Behavior and Parental Care of Barn Owl (*Tyto alba*)
in Artificial Nests at Palm Oil Plantation Phrasaeng District, Surat Thani Province**

จิราภรณ์ เกิดรัตนชีวิน¹ เกรียงศักดิ์ หามะฤทธิ์² และ ประทีป ดั่งแค้น^{1*}
Jiraporn Kerdrattanachiwin¹ Kriangsak Hamarit² and Prateep Duengkae^{1*}

¹ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

¹Department of forest biology, Faculty of forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

²กลุ่มกฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

²Plant protection research and development office, Department of agriculture, Bangkok 10900

* Corresponding Author; E-mail: Prateep.du@ku.ac.th

บทคัดย่อ

ศึกษาพฤติกรรมการฟักไข่และเลี้ยงดูลูกอ่อนของนกแสก (*Tyto alba*) ในรังเทียมบริเวณสวนปาล์มน้ำมันอำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี ได้ดำเนินการระหว่างเดือนตุลาคม-ธันวาคม พ.ศ. 2559 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการฟักไข่และเลี้ยงดูลูกอ่อนของพ่อแม่นกแสก พฤติกรรมของพ่อแม่นกแสกในรังเทียม และพฤติกรรมของลูกนกแสกในรังเทียม โดยใช้ข้อมูลจากการติดตั้งกล้องบันทึกภาพในรังเทียมระหว่างเดือนตุลาคม-ธันวาคม พ.ศ. 2546

ผลการศึกษาพบว่า ช่วงฟักไข่เพศผู้แสดงพฤติกรรมเด่น 3 พฤติกรรม ได้แก่ ตกแต่งขนให้เพศเมีย ออกนอกรังและเข้ารังอย่างละ 25.9% ส่วนเพศเมียแสดงพฤติกรรมมากไปมากที่สุด 29.4% ในช่วงระยะเลี้ยงดูลูกอ่อนเพศเมียแสดงพฤติกรรมไชร่ขนทำความสะอาดร่างกายมากที่สุด 21.5% รองลงมาคือเคลื่อนที่ 18.8% และกกลูก 13.3% โดยพบว่าเพศเมียในช่วงเวลากลางวันแสดงพฤติกรรมไชร่ขนทำความสะอาดร่างกายมากที่สุด 29.9% และในช่วงเวลากลางคืนแสดงพฤติกรรมกินอาหารมากที่สุด 21.3% จากการติดตามศึกษาพฤติกรรมลูกนกแสกพบว่าลูกนกทั้ง 3 ตัวแสดงพฤติกรรมโดดเด่น 3 พฤติกรรมโดยเรียงจากมากไปน้อยดังนี้ พฤติกรรมพักผ่อนแสดงมากที่สุด 30.0%, 34.5% และ 35.8% ตามลำดับ พฤติกรรมเคลื่อนที่รองลงมา 22.1%, 20.2% และ 21.5% ตามลำดับ และพฤติกรรมไชร่ขนทำความสะอาดร่างกายแสดง 20.8%, 17.8% และ 18.9% ตามลำดับ เมื่อลูกนกแสกอายุมากขึ้น พฤติกรรมที่พบมากขึ้นตามคือ พักผ่อน และตกแต่งขนระหว่างกัน พฤติกรรมที่พบน้อยลงเมื่ออายุมากขึ้นคือกินอาหาร และพบว่าเวลากลางวันลูกนกแสกแสดงการพักผ่อนมากขึ้น ในขณะที่เวลากลางคืนแสดงพฤติกรรมเคลื่อนที่และไชร่ขนทำความสะอาดร่างกายมากขึ้น

คำสำคัญ: นกแสก พฤติกรรมฟักไข่ พฤติกรรมเลี้ยงดูลูกอ่อน

ABSTRACT

Study on incubation and parenting behavior of barn owl (*Tyto alba*) in wood artificial nests at palm oil plantation Phrasaeng district, Surat Thani province, between of October to December 2016.

In order to study on incubation and parental behavior of adult barn owls. Study on behavior of adult barn owls in the artificial nest. And study on behavior of young barn owls in the artificial nest. Using data from Infrared camera have recorded October to December 2003.

The study indicated that incubation period for males showed 3 dominant behaviors i.e., grooming (decorative feathers to the female), exiting the nest and entering the nest 25.9% in each. During incubation period, female spent a lot of brooding 29.4%. In Parental care period, female comfortable the most, 21.5%, moving 18.8% and brooding 13.3%. During daytime, females spent a

lot of comfortable 29.9% and nighttime spent a lot of feeding behavior 21.3%. Young barn owl showed remarkable 3 behaviors resting most 30.0%, 34.5% and 35.8%, respectively, Moving behavior, followed by 22.1%, 20.2% and 21.5%, respectively, and Comfortable behavior 20.8%, 17.8% and 18.9% respectively. The older the chicks are, the more common behavior is resting and grooming (decorate the feather between each other). The less common behavior at an older age is feeding. And it was found that during the day birds show more resting. While during the night, showed more Moving and Comfortable behavior.

Keywords: barn owl, incubation behavior, parental behavior

คำนำ

นกแสก (*Tyto alba*) มีถิ่นการกระจายเกือบทั่วโลก ซึ่งในประเทศไทยจัดเป็นนกประจำถิ่น และสามารถพบทั่วทุกภูมิภาค นกแสกอาศัยอยู่ตามทุ่งโล่ง พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ชุมชน ไปจนถึงระดับความสูง 1,200 เมตร ส่วนลักษณะนิสัยของนกแสกพบว่า ในเวลากลางวันเกาะนอนบนต้นไม้หรือหลบอยู่ตามซอกมุมของสิ่งปลูกสร้างที่อยู่ห่างไกลจากสิ่งรบกวน และออกหากินในเวลากลางคืน ด้วยการล่าหนู สัตว์ขนาดเล็ก และแมลงเป็นอาหาร ทำรังตามโพรงไม้หรือตามสิ่งก่อสร้างใกล้กับแหล่งชุมชน นกแสกเป็นนกที่ปรับตัวเก่ง สามารถอาศัยอยู่ได้ทั่วไปเนื่องจากอาหารหลักของนกแสกคือ หนูชนิดต่าง ๆ ซึ่งสามารถหาและล่าได้ง่ายตามแหล่งชุมชน ไร่นา พื้นที่เกษตรกรรม และสวนปาล์มน้ำมัน ดังนั้นจึงมักพบเห็นนกแสกอยู่ตามแหล่งหากินและแหล่งที่อยู่อาศัยดังกล่าว (โอภาส, 2545; รุ่งโรจน์, 2549; สุธี, 2557)

ปัจจุบัน กรมวิชาการเกษตรได้นำต้นแบบการใช้นกแสก ในสวนปาล์มน้ำมันทางตอนใต้ของมาเลเซียมาช่วยในการควบคุมประชากรหนูในประเทศไทย โดยการสร้างรังเทียมในสวนปาล์มน้ำมันเพื่อชักนำนกแสกให้เข้ามาอาศัย และใช้พื้นที่ในสวนปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งหากินและขยายพันธุ์เพื่อเพิ่มจำนวนประชากรนกแสกจนสามารถกำจัดหนูไม่ให้มีมากจนก่อความเสียหายต่อผลผลิตปาล์มน้ำมัน โดยที่นกแสกหนึ่งตัวกินหนูเฉลี่ยวันละ 1-2 ตัว หรือประมาณ 350-700 ตัว/ปี (เกรียงศักดิ์, 2557)

แต่เนื่องจากพฤติกรรมภายในโพรงรังของนกแสกยังไม่เคยมีการศึกษามาก่อน จึงเป็นที่มาของการศึกษาในครั้งนี้ ซึ่งจากผลที่ได้ได้นำไปสู่การจัดการและดูแลนกแสกที่อาศัยภายในรังเทียมบริเวณสวนปาล์มน้ำมันได้ และอาจเป็นประโยชน์สำหรับการอนุรักษ์และเพิ่มจำนวนของประชากรนกแสกในอนาคตได้

อุปกรณ์และวิธีการ

การเก็บและรวบรวมข้อมูล

นำเอาข้อมูลจากเทศบาลเซห์ที่ตำบลทิกภาพนกแสกในเดือนตุลาคม ถึง เดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2546 จากการติดตั้งกล้องบันทึกภาพโดยใช้แสงอินฟราเรดบันทึกพฤติกรรมนกแสกจำนวน 1 รัง

การแปลงเทป

นำเทปที่บันทึกได้จำนวนทั้งหมด 7 ม้วน นำเทปมาแปลงไฟล์ให้เป็นไฟล์ดิจิทัล ตั้งแต่วันที่ 14 มีนาคม 2559 ถึง 5 พฤษภาคม 2559 เมื่อทำการแปลงเสร็จแล้วได้จำนวนชั่วโมงทั้งสิ้น 34 ชั่วโมง แบ่งจำนวนชั่วโมงออกเป็น 2 ระยะ ได้แก่ ระยะพักไข่ 6 ชั่วโมง และระยะเลี้ยงดูลูกอ่อน 28 ชั่วโมง

การบันทึกข้อมูล

1. ทำการบันทึกความถี่ของพฤติกรรมนกแสกด้วยวิธี Focal Animal Sampling Method ซึ่งเป็นวิธีสังเกตพฤติกรรมสัตว์ครั้งละ 1 ตัว (นริทธิ์, 2547; รัตนวัฒน์ และคณะ, 2551) บันทึกพฤติกรรมแบบละเอียด ไม่กำหนดเวลาสังเกตและเวลาพัก บันทึกพฤติกรรมใหม่ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเดิม ภายในรังประกอบไปด้วยเพศผู้ตัวเต็มวัย 1 ตัว และเพศเมียตัวเต็มวัย 1 ตัว ในระยะเลี้ยงดูลูกอ่อนพบลูกนกแสกจำนวน 3 ตัว ทำการบันทึกแยกทีละตัว

2. ทำการบันทึกพฤติกรรมของนกแสกเพศผู้และเพศเมียตัวเต็มวัย แยกเพศจากพฤติกรรมการผสมพันธุ์ โดยบันทึกพฤติกรรมทั้งหมด 15 พฤติกรรม ได้แก่ พักผ่อน (resting) กินอาหาร (eating) ไซร์ขนทำความสะอาดร่างกาย (comfortable) กระพือปีก (stretching) เคลื่อนที่ (moving) ตกแต่งขนให้กัน (grooming) ป้อนอาหาร (feeding) ผสมพันธุ์ (mating) ก้าวร้าว (aggressive) การกก (brooding) พลิกไข่ (turning eggs) คู้ยเชื้อ (nesting) เข้ารัง (entering) ออกนอกรัง (exiting) และอื่น ๆ (other) โดยดัดแปลงมาจากการศึกษาของ อุฬาริกา และคณะ (2549); รัตนวัฒน์ และคณะ (2551)

3. บันทึกพฤติกรรมของลูกนกแสกแต่ละตัว แยกตัวโดยการสังเกตขนาดตัว ให้ลูกตัวที่มีขนาดใหญ่ที่สุดเป็นลูกตัวที่ 1 ลูกที่ขนาดตัวรองลงมาเป็นลูกตัวที่ 2 และลูกที่มีขนาดเล็กที่สุดเป็นลูกตัวที่ 3 บันทึกทั้งหมด 15 พฤติกรรม ได้แก่ พักผ่อน (resting) กินอาหาร (eating) ไซร์ขนทำความสะอาดร่างกาย (comfortable) กระพือปีก (stretching) เคลื่อนที่ (moving) ตกแต่งขนให้กัน (grooming) แบ่งปันอาหาร (feeding) ผสมพันธุ์ (mating) ก้าวร้าว (aggressive) คู้ยเชื้อ (nesting) บิน (Flying) ขยุ้ม (Hunting) เข้ารัง (entering) ออกนอกรัง (exiting) และอื่น ๆ (other) โดยดัดแปลงมาจากการศึกษาของอุฬาริกา และคณะ (2549); รัตนวัฒน์ และคณะ (2551)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำผลรวมความถี่การแสดงพฤติกรรมในแต่ละพฤติกรรม และผลรวมความถี่การแสดงพฤติกรรมทุกพฤติกรรม มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของการแสดงพฤติกรรม (รัตนวัฒน์ และคณะ, 2551) ใน 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงฟักไข่และช่วงเลี้ยงดูลูกอ่อน

$$\text{เปอร์เซ็นต์ของการแสดงออกของแต่ละพฤติกรรม} = \frac{\text{ผลรวมของพฤติกรรม}}{\text{ผลรวมของพฤติกรรมทั้งหมด}} \times 100$$

2. พฤติกรรมของนกแสกเพศผู้และเพศเมียตัวเต็มวัยในช่วงระยะฟักไข่จำนวน 6 ชั่วโมง

2.1 เปรียบเทียบพฤติกรรมของนกแสกเพศผู้และเพศเมียในระยะฟักไข่

3. พฤติกรรมของนกแสกตัวเต็มวัยในช่วงเลี้ยงดูลูกอ่อน พบเฉพาะนกแสกเพศเมียเลี้ยงดูลูกอ่อน 7 ชั่วโมง ทำการเปรียบเทียบช่วงเวลากลางวันและกลางคืน เพื่อคำนวณหา

3.1 ร้อยละการแสดงพฤติกรรมของเพศเมียในระยะเลี้ยงดูลูกอ่อน

3.2 ร้อยละการแสดงพฤติกรรมของเพศเมียช่วงเวลากลางวันและกลางคืนในระยะเลี้ยงดูลูก

4. พฤติกรรมลูกนกแสกระยะลูกอ่อนพบลูกนกแสกจำนวน 3 ตัว เปรียบเทียบกลางวันและกลางคืนคำนวณหา

4.1 ร้อยละการแสดงพฤติกรรมของลูกนกแสกในระยะลูกอ่อน

4.2 ร้อยละการแสดงพฤติกรรมของลูกนกแสกช่วงเวลากลางวันและกลางคืน

จำแนกอายุของลูกนกแสกออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ อายุต้น อายุกลาง และอายุปลาย ทำการเปรียบเทียบกลางวันและกลางคืนในแต่ละช่วงอายุคำนวณหา

4.3 สัดส่วนร้อยละการแสดงพฤติกรรมของลูกนกแสกในแต่ละช่วงอายุ

4.4 สัดส่วนร้อยละการแสดงพฤติกรรมของลูกนกแสกช่วงเวลากลางวันและกลางคืนในแต่ละช่วงอายุ

ผลและวิจารณ์

1. พฤติกรรมของนกแสกในช่วงระยะฟักไข่

1.1 พฤติกรรมของนกแสกเพศผู้และเพศเมียในช่วงระยะฟักไข่

จากการศึกษาพฤติกรรมของนกแสกพบว่านกแสกเพศผู้แสดงพฤติกรรมตกแต่งขนให้เพศเมีย 25.9% (พฤติกรรมที่เพศผู้ไซร์ขนหรือไซร์ปากให้เพศเมีย) พฤติกรรมออกนอกรัง 25.9% และพฤติกรรมเข้ารัง 25.9% มากที่สุด (Figure 1) ส่วนเพศเมียแสดงพฤติกรรมมากไปมากที่สุด 29.4% รองลงมาคือ พฤติกรรมไซร์ขนทำความสะอาดร่างกาย 21.9% และพฤติกรรมเคลื่อนที่ 13.7% (Figure 1)

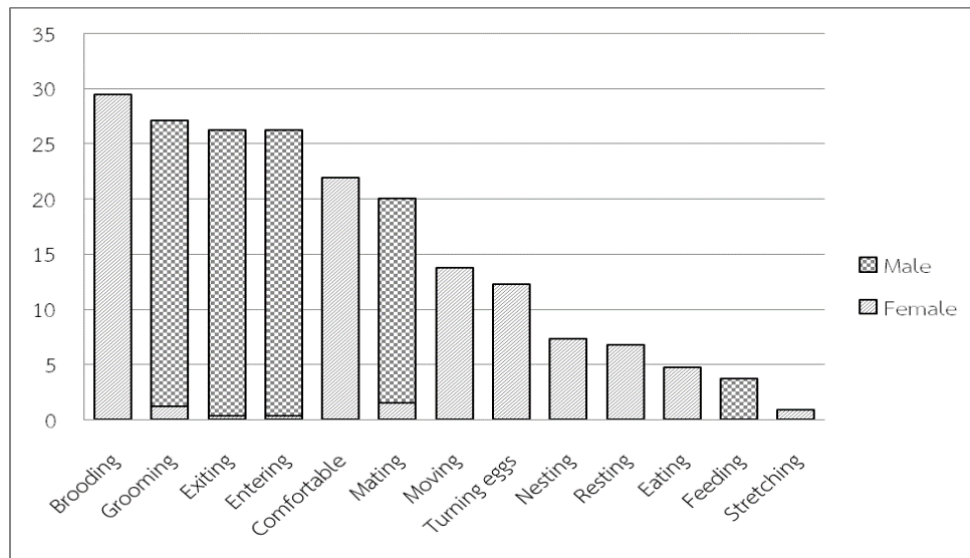


Figure 1 Incubation behavior of adult barn owls.

จาก Figure 1 พบว่า มีเพียงเพศเมียที่แสดงพฤติกรรมการกกไข่ ในขณะที่เพศผู้แสดงพฤติกรรมเข้าและออกนอกรัง และนำหนูกจากนอกรังมาป้อนให้เพศเมียที่อยู่ภายในรัง สอดคล้องกับการศึกษาของ Hall (2005) และ Taylor (2009) ที่พบว่า ในฤดูทำรังวางไข่ นกแสกเพศผู้ทำหน้าที่หาอาหารมาป้อนให้เพศเมียที่ทำหน้าที่กกไข่ภายในรัง

2. พฤติกรรมของนกแสกตัวเต็มวัยในระยะเลี้ยงดูลูกอ่อน

2.1 พฤติกรรมของนกแสกเพศเมียในระยะเลี้ยงดูลูกอ่อน

จากการศึกษาพฤติกรรมนกแสกในช่วงระยะเลี้ยงดูลูกอ่อนพบเฉพาะนกแสกเพศเมีย พบว่า พฤติกรรมที่แสดงมากที่สุด คือ พฤติกรรมใช้ร่อนทำความสะอาดร่างกาย 21.5% รองลงมา คือ พฤติกรรมเคลื่อนที่ 18.8% และพฤติกรรมกกลูก 13.3% (Figure 2)

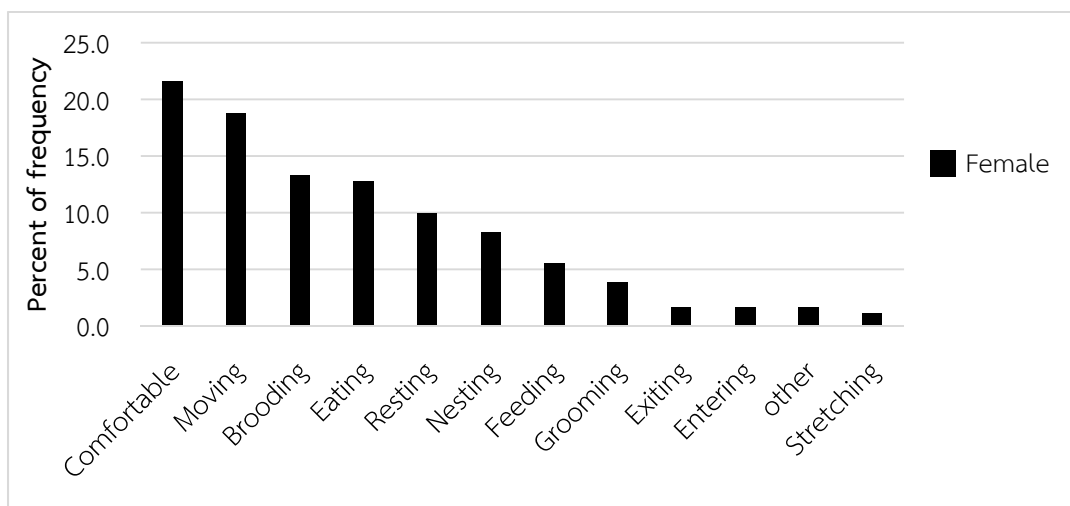


Figure 2 Parental care of adult barn owls.

จาก Figure 2 พบว่าระยะเลี้ยงดูลูกอ่อน นกแสกเพศเมียแสดงพฤติกรรมใช้ร่อนทำความสะอาดร่างกายมากที่สุด และแสดงพฤติกรรมการกกน้อยลงกว่าในระยะฟักไข่ นอกจากนี้ยังพบพฤติกรรมเข้าออกนอกรัง และนำหนูกจากนอกรังมาป้อนให้ลูกที่อยู่ภายในรังมากขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ โอภาส (2542) ที่พบว่าเมื่อลูกนกฟักออกจากไข่ พ่อและแม่จะช่วยกันกกและหาอาหารมาป้อนให้ลูกนก

2.2 พฤติกรรมของนกแสกเพศเมียระยะเลี้ยงดูลูกอ่อนในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน

จากการศึกษาพบว่า พฤติกรรมที่นกแสกเพศเมียแสดงมากที่สุดในเวลากลางวัน คือ พฤติกรรมไชร่ขนทำความสะอาดร่างกาย 30.2% รองลงมาคือ พฤติกรรมเคลื่อนที่ 18.9% และพฤติกรรมกกลูก 15.1% ส่วนในช่วงเวลากลางคืนแสดง 11 พฤติกรรม ซึ่งพฤติกรรมที่แสดงมากที่สุด คือ พฤติกรรมกินอาหาร 21.3% รองลงมาคือ พฤติกรรมเคลื่อนที่ 18.7% และพฤติกรรมป้อนอาหาร 13.3% (Figure 3)

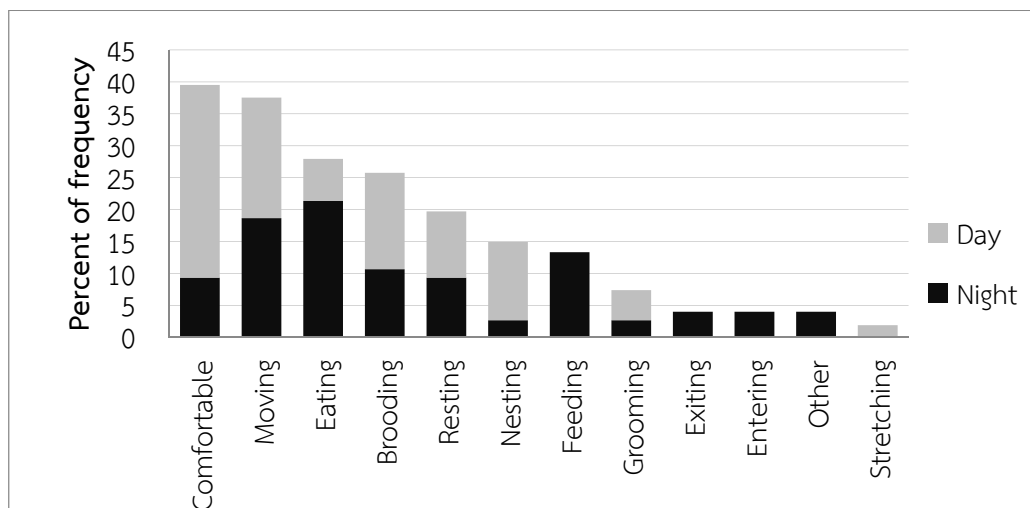


Figure 3 Comparison of parental care of adult female barn owls between day and night.

จาก Figure 3 พบว่านกแสกเพศเมียแสดงพฤติกรรมตกแต่งขนมากที่สุดในเวลากลางวัน ส่วนในช่วงเวลากลางคืนแสดงพฤติกรรมกินอาหารมากที่สุด 21.3% นอกจากนี้ยังพบพฤติกรรมการป้อนอาหารให้ลูกนกแสก และพฤติกรรมเข้าและออกนอกรังในช่วงกลางคืนเท่านั้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่านกแสกเพศเมียตัวเต็มวัยมีกิจกรรมในช่วงกลางคืนสอดคล้องกับการศึกษาของ โอภาส (2542)

3. พฤติกรรมลูกนกแสกในระยะลูกอ่อน

3.1 พฤติกรรมในระยะลูกอ่อน

ลูกนกทั้ง 3 ตัวแสดงพฤติกรรมที่โดดเด่น 3 พฤติกรรมโดยเรียงจากมากไปหาน้อยดังนี้ คือ พฤติกรรมพักผ่อนมากที่สุด รองลงมาคือ พฤติกรรมเคลื่อนที่ และพฤติกรรมไชร่ขนทำความสะอาดร่างกาย โดยมีรายละเอียดแต่ละตัวดังนี้

ลูกนกแสกตัวที่ 1 แสดงพฤติกรรมพักผ่อนมากที่สุด 30.0% รองลงมาคือ พฤติกรรมเคลื่อนที่ 22.1% และพฤติกรรมไชร่ขนทำความสะอาดร่างกาย 20.8% (Figure 4)

ลูกนกแสกตัวที่ 2 แสดงพฤติกรรมพักผ่อนมากที่สุด 34.5% รองลงมาคือ พฤติกรรมเคลื่อนที่ 20.2% และพฤติกรรมไชร่ขนทำความสะอาดร่างกาย 17.8% (Figure 4)

ลูกนกแสกตัวที่ 3 แสดงพฤติกรรมพักผ่อนมากที่สุด 35.8% รองลงมาคือ พฤติกรรมเคลื่อนที่ 21.5% และพฤติกรรมไชร่ขนทำความสะอาดร่างกาย 18.9% (Figure 4)

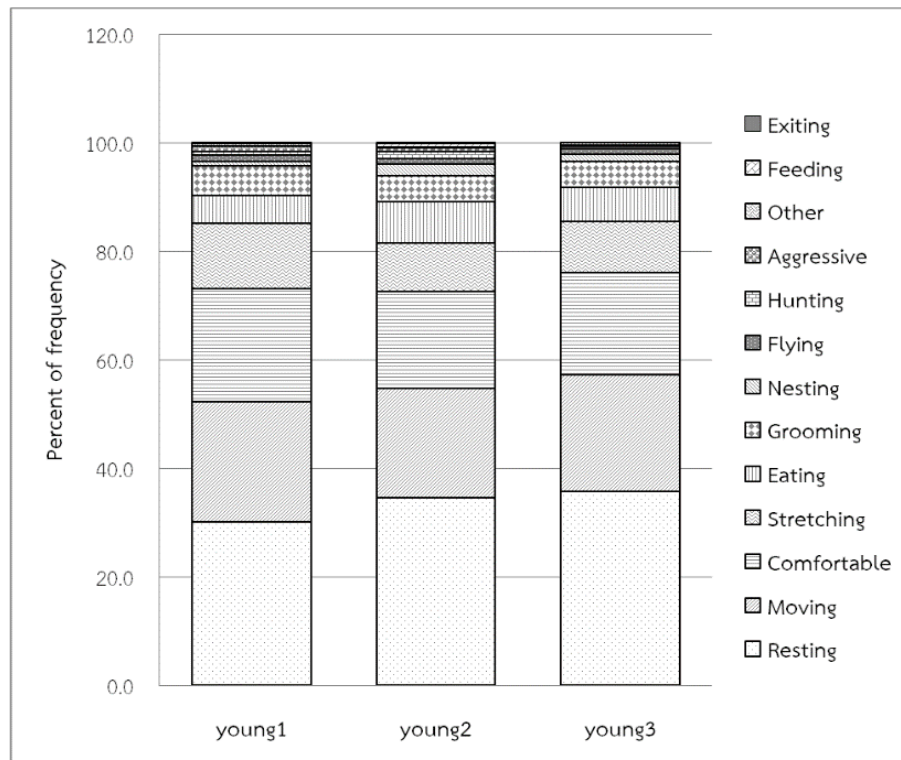


Figure 4 Behavior of young barn owls in the wood artificial nest.

จาก Figure 4 แสดงให้เห็นว่าในช่วงระยะลูกอ่อนลูกนกแสกทั้งสามตัวมีส่วนของการแสดงพฤติกรรมใกล้เคียงกัน โดยลูกนกแสกทั้งสามตัวต่างแสดงพฤติกรรมพักผ่อนมากที่สุด รองลงมาคือ พฤติกรรมเคลื่อนที่ และพฤติกรรมใช้ร่อนทำความสะอาดร่างกาย นอกจากนี้ยังพบว่า ลูกนกแสกที่อายุมากที่สุดเป็นอันดับสองในรังเมื่อได้รับหนูจากนกแสกเพศเมียแล้วจะนำหนูมาป้อนให้กับลูกนกแสกที่มีอายุน้อยที่สุดในรัง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Bunn and Warburton (1977) ที่พบว่า ในนกแสกครอกเดียวกันมีการป้อนและแบ่งปันอาหารระหว่างกัน

3.2 เปรียบเทียบพฤติกรรมลูกอ่อนในช่วงกลางวันและกลางคืน

กลางวัน ลูกนกแสกทั้งสามแสดงพฤติกรรมที่โดดเด่น 3 พฤติกรรมเหมือนกัน โดยเรียงจากมากไปหาน้อยคือ พฤติกรรมพักผ่อน พฤติกรรมเคลื่อนที่ และพฤติกรรมตกแต่งขน โดยมีรายละเอียดแต่ละตัวดังนี้ ลูกนกแสกตัวที่ 1 แสดงพฤติกรรมพักผ่อน 31.4% เคลื่อนที่ 25.7% และ ใช้ร่อนทำความสะอาดร่างกาย 18.6% ลูกนกแสกตัวที่ 2 แสดงพฤติกรรมพักผ่อน 38.6% เคลื่อนที่ 22.3% และใช้ร่อนทำความสะอาดร่างกาย 18.8% ลูกนกแสกตัวที่ 3 แสดงพฤติกรรมพักผ่อน 38.4% เคลื่อนที่ 26.4% และใช้ร่อนทำความสะอาดร่างกาย 16.1% (Figure 5)

กลางคืนลูกนกแสกทั้งสามแสดงพฤติกรรมพักผ่อนเด่นมากที่สุด โดยแต่ละตัวแสดง 27.2% 28.6% และ 32.2% ตามลำดับ แต่พฤติกรรมที่พบรองลงมามีความแตกต่างกัน โดยมีรายละเอียดแต่ละตัวดังนี้ ลูกนกแสกตัวที่ 1 พฤติกรรมรองลงมาคือ ใช้ร่อนทำความสะอาดร่างกาย 25.3% และเคลื่อนที่ 15.2% ลูกนกแสกตัวที่ 2 พฤติกรรมรองลงมาคือ เคลื่อนที่ 17.2% และใช้ร่อนทำความสะอาดร่างกาย 16.4% และลูกนกแสกตัวที่ 3 พฤติกรรมรองลงมาคือ ใช้ร่อนทำความสะอาดร่างกาย 22.5% และเคลื่อนที่ 15.0% (Figure 5)

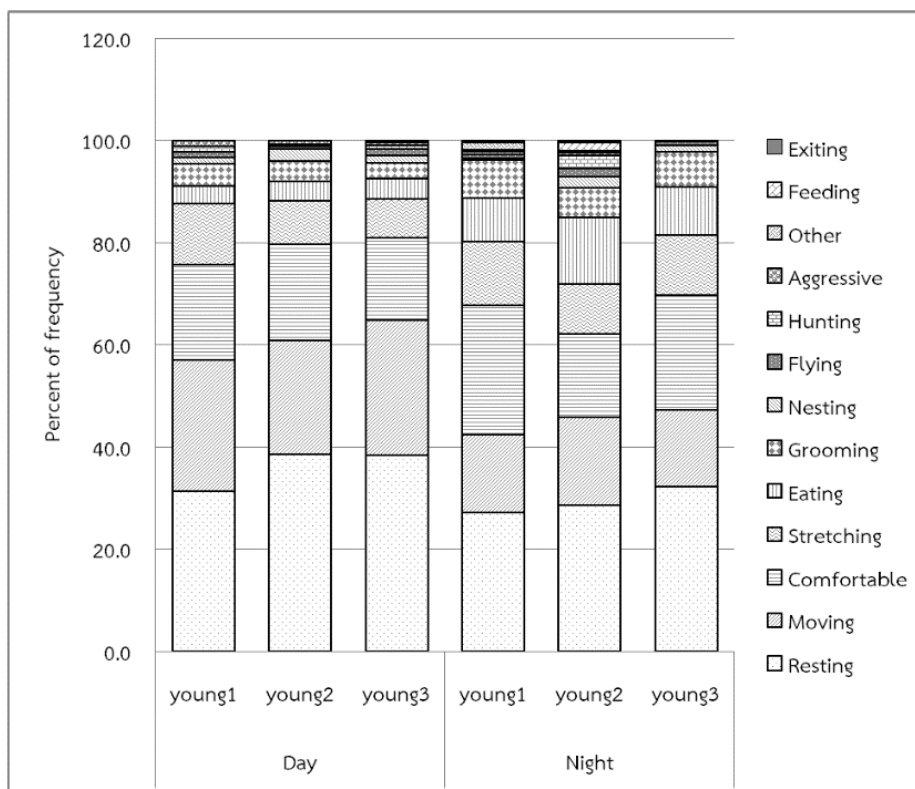


Figure 5 Comparison of behavior of young barn owls in wood the artificial nest between day and night.

จาก Figure 5 อธิบายได้ว่าลูกนกแสกมีพฤติกรรมพักผ่อนในเวลากลางวันมากกว่ากลางคืน และแสดงพฤติกรรมการกินในเวลากลางคืนมากกว่าเวลากลางวัน และพบพฤติกรรมป้อนอาหารระหว่างลูกนกแสกในเวลากลางคืนเท่านั้น สอดคล้องกับ Bunn and Warburton (1977) ที่พบว่าลูกนกแสกในรังมีการแบ่งปันและป้อนอาหารระหว่างกัน

3.3 พฤติกรรมลูกนกแสกตามช่วงอายุ

พบว่า อายุช่วงต้นลูกนกแสกตัวที่ 1 และ 2 แสดงพฤติกรรมใช้ขนทำความสะอาดร่างกายมากที่สุด พบ 28.1% และ 23.7% ตามลำดับ ลูกนกแสกตัวที่ 3 พบพฤติกรรมพักผ่อนมากที่สุด 31.5% พฤติกรรมรองลงมาในลูกตัวที่ 1 คือ พฤติกรรมพักผ่อน 23.1% พฤติกรรมรองลงมาในลูกตัวที่ 2 และลูกตัวที่ 3 คือ พฤติกรรมเคลื่อนที่ 23.2% และ 25.0% ตามลำดับ (Figure 6)

อายุช่วงกลางของลูกนกแสกทั้งสามตัวแสดงพฤติกรรมพักผ่อนเด่นมากที่สุด แต่ละตัวแสดง 26.5% 28.7% และ 40.0% ตามลำดับ ส่วนพฤติกรรมรองแตกต่างกันไป รายละเอียดดังนี้ พฤติกรรมรองของลูกนกแสกตัวที่ 1 คือ พฤติกรรมเคลื่อนที่ 22.4% ลูกนกแสกตัวที่ 2 และ 3 คือ พฤติกรรมใช้ขนทำความสะอาดร่างกาย 17.6% และ 24.0% ตามลำดับ (Figure 6)

อายุช่วงปลายของลูกนกแสกทั้งสามแสดงพฤติกรรมโดดเด่น 3 พฤติกรรม เรียงจากมากไปหาน้อย ดังนี้คือ พฤติกรรมพักผ่อนมากที่สุด 40.5% 51.7% และ 40.0% ตามลำดับ พฤติกรรมรองลงมาคือ พฤติกรรมเคลื่อนที่ 26.9% 20.5% และ 22.5% ตามลำดับ และพฤติกรรมใช้ขนทำความสะอาดร่างกาย 12.1% 12.7% และ 16.8% ตามลำดับ (Figure 6)

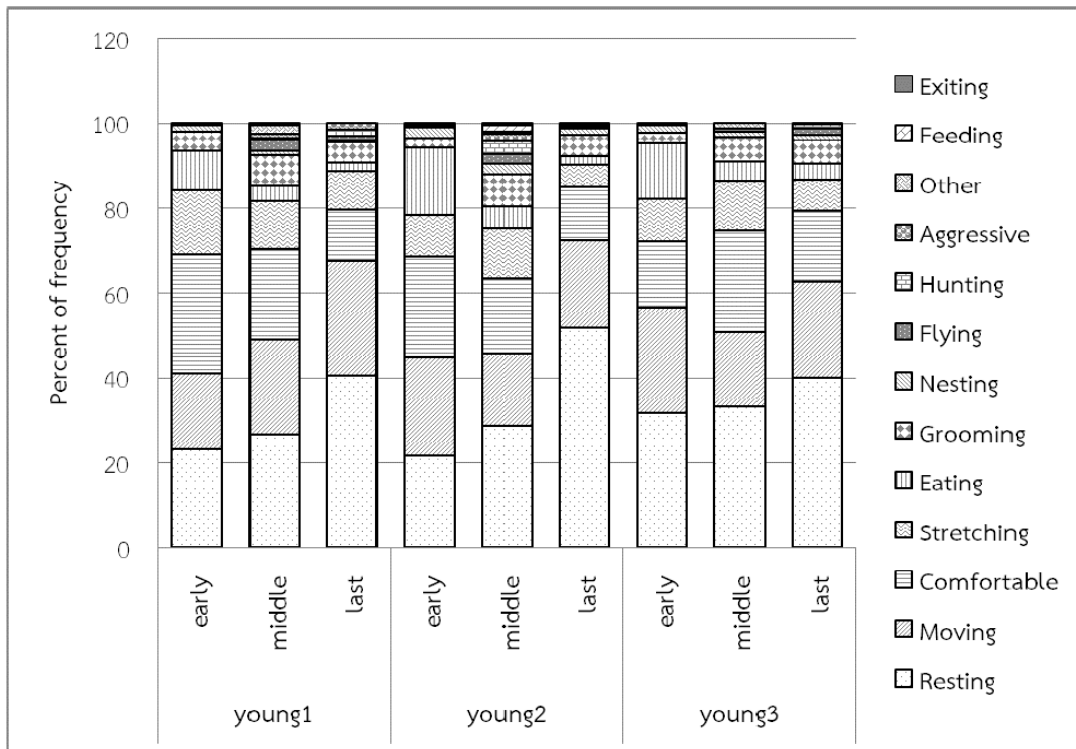


Figure 6 Comparison of behavior of young barn owls between age classes.

จาก Figure 6 พบว่าเมื่ออายุมากขึ้นพฤติกรรมที่พบมากขึ้นคือพฤติกรรมพักผ่อน และพฤติกรรมตกแต่งขน ให้กันระหว่างลูกนกแสง สอดคล้องกับการศึกษาของ Bunn and Warburton (1997) ที่อธิบายว่า ลูกนกแสงเมื่ออายุมากขึ้นจะแสดงพฤติกรรมตกแต่งขนให้กันเพื่อลดความก้าวร้าวระหว่างสมาชิกในรัง ส่วนพฤติกรรมที่พบน้อยลงเมื่ออายุมากขึ้น คือ พฤติกรรมใช้ร่อนทำความสะอาดร่างกาย และพฤติกรรมกินอาหาร นอกจากนี้พบว่าซากหนูในรังลดน้อยลงเมื่อลูกนกแสงอายุมากขึ้น สอดคล้องกับ วีรยุทธ์ (2528) และ Taylor (1994) ซึ่งอธิบายว่า เมื่อลูกนกมีอายุใกล้ออกจากรัง พ่อแม่จะนำอาหารมาให้น้อยครั้งลง อาจเป็นเพราะพ่อแม่มีความเหนื่อยล้ามากขึ้นหรือกระตุ้นให้ลูกนกออกจากรัง

3.4 พฤติกรรมลูกนกแสงแต่ละช่วงอายุในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน

จากการศึกษาพบว่า ช่วงอายุต้น ในเวลากลางวัน ลูกนกแสงตัวที่ 1 และ 2 แสดงพฤติกรรมใช้ร่อนทำความสะอาดร่างกายมากที่สุด พบ 29.3% และ 27.1% ตามลำดับ ในขณะที่ลูกตัวที่ 3 แสดงพฤติกรรมเคลื่อนไหวที่มากที่สุด 33.3% ในช่วงเวลากลางคืน ในลูกตัวที่ 1 และ 3 แสดงพฤติกรรมการพักผ่อนมากที่สุด พบ 30.8% และ 35.4% ตามลำดับ ในขณะที่ลูกตัวที่ 2 แสดงพฤติกรรมกินอาหารมากที่สุด 41.3% (Figure 7)

ช่วงอายุกลาง เวลากลางวัน พฤติกรรมที่แสดงมากที่สุดของลูกตัวที่ 1 คือ พฤติกรรมพักผ่อน และพฤติกรรมเคลื่อนไหวที่ พบอย่างละ 30.2% ในลูกนกตัวที่ 2 พบพฤติกรรมใช้ร่อนทำความสะอาดร่างกายมากที่สุด 32.1% และลูกตัวที่ 3 แสดงพฤติกรรมการพักผ่อนมากที่สุด 39.3% ช่วงเวลากลางคืน พฤติกรรมที่พบมากที่สุดของลูกตัวที่ 1 คือ ตกแต่งขน พบ 26.1% ในขณะที่ลูกตัวที่ 2 และ 3 คือ พฤติกรรมพักผ่อน พบ 28.8% และ 32.2% ตามลำดับ (Figure 7)

ช่วงอายุปลายนกแสงทั้งสามตัวมีพฤติกรรมใกล้เคียงกัน ในเวลากลางวันพฤติกรรมที่แสดงมากที่สุดของลูกนกทั้ง 3 ตัว คือ พฤติกรรมพักผ่อน โดยลูกนกตัวที่ 1, ตัวที่ 2 และตัวที่ 3 แสดง 42.0% 54.3% และ 42.1% ตามลำดับ ในเวลากลางคืนพฤติกรรมที่แสดงมากที่สุดของลูก นกทั้ง 3 ตัว คือ พฤติกรรมพักผ่อน โดยลูกนกตัวที่ 1, ตัวที่ 2 และตัวที่ 3 แสดง 26.9% 37.5% และ 29.6% ตามลำดับ พฤติกรรมรองลงมาคือ พฤติกรรมตกแต่งขน โดยลูกนกตัวที่ 1, ตัวที่ 2 และตัวที่ 3 แสดง 23.1% 28.1% และ 27.8% ตามลำดับ (Figure 7)

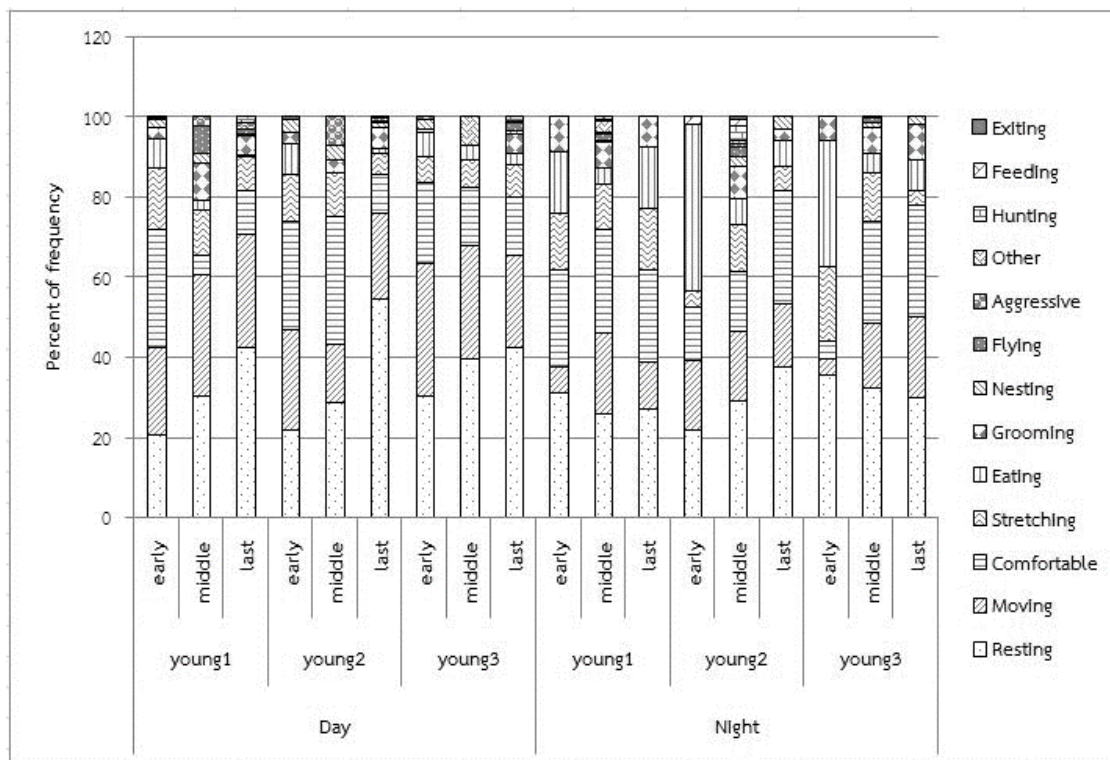


Figure 7 Behavior of young barn owls in ages compare day time and nighttime.

จาก Figure 7 แสดงให้เห็นว่า เมื่อลูกนกแสกอายุมากขึ้น พฤติกรรมที่แสดงมากขึ้นในช่วงเวลากลางวันคือ พฤติกรรมพักผ่อน พฤติกรรมที่แสดงมากขึ้นในเวลากลางคืนคือ พฤติกรรมเคลื่อนที่และพฤติกรรมไชร้ขนทำความสะอาดร่างกาย เมื่อลูกนกแสกอายุมากขึ้น พฤติกรรมที่แสดงน้อยลงในเวลากลางวันและเวลากลางคืนคือ พฤติกรรมกินอาหาร

จากการศึกษาจะเห็นได้ว่า พฤติกรรมการแบ่งปันอาหารของลูกนกแสกพบในเวลากลางคืนไม่พบในเวลากลางวัน และเมื่ออายุมากขึ้นลูกนกแสกจะกินอาหารน้อยลงในทุกช่วงเวลา นอกจากนี้พบว่าจำนวนซากหนูในรังลดลง เนื่องจากนกแสกตัวเต็มวัยนำหนูมาให้น้อยลง สอดคล้องกับรายงานของ วีรยุทธ์ (2528) และ Taylor (1994) ที่อธิบายว่า เมื่อลูกนกมีอายุใกล้ออกจากรัง พ่อแม่นกนำอาหารมาให้น้อยครั้งลง

สรุป

จากการศึกษา ได้ผลโดยสรุปดังนี้

1. พฤติกรรมการพักผ่อนและเลี้ยงดูลูกอ่อนของพ่อแม่แสก

ระยะพักไข่ เพศผู้จะอยู่บนกรังและนำหนูมาบ่อนให้ตัวเมียซึ่งทำหน้าที่กกไข่อยู่ภายในรัง

ระยะเลี้ยงดูลูกอ่อน เพศเมียแสดงพฤติกรรมตักแต่งขนมากที่สุด และยังพบพฤติกรรมการกกลูกแต่น้อยลงกว่าในระยะพักไข่

2. พฤติกรรมของพ่อแม่แสกในรังเทียม

เวลากลางวัน เพศเมียแสดงพฤติกรรมไชร้ขนทำความสะอาดร่างกายมากที่สุด

เวลากลางคืน เพศเมียแสดงพฤติกรรมกินอาหารมากที่สุด

3. พฤติกรรมของลูกนกแสกในรังเทียม

ลูกนกทั้ง 3 ตัวแสดงพฤติกรรมที่โดดเด่น 3 อันดับแรก คือ พฤติกรรมพักผ่อนมากที่สุด รองลงมาคือ พฤติกรรมเคลื่อนที่และพฤติกรรมไชร้ขนทำความสะอาดร่างกาย โดยแสดงพฤติกรรมพักผ่อนในเวลากลางวันมากกว่าเวลากลางคืน และแสดงพฤติกรรมการกินอาหารในเวลากลางคืนมากกว่าเวลากลางวัน

เมื่อลูกนกแรกอายุมากขึ้นพฤติกรรมที่พบมากขึ้นคือพฤติกรรมพักผ่อน และตกแต่งขนระหว่างกันมากขึ้น พฤติกรรมที่พบน้อยลงเมื่ออายุมากขึ้นคือ ไช้ร่อนทำความสะอาดร่างกาย และพฤติกรรมกินอาหาร พฤติกรรมที่แสดงมากขึ้นในช่วงเวลากลางวันเมื่ออายุมากขึ้นคือพักผ่อน พฤติกรรมที่แสดงมากขึ้นในเวลากลางคืนคือเคลื่อนที่และไชร่อนทำความสะอาดร่างกาย เมื่อลูกนกแรกอายุมากขึ้น พฤติกรรมที่แสดงน้อยลงในเวลากลางวันและกลางคืนคือพฤติกรรมกินอาหาร

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ห้องโสตทัศนศึกษา คณะวนศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เข้าใช้อุปกรณ์เพื่อแปลงสัญญาณเทปจากอะนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล

เอกสารอ้างอิง

- เกรียงศักดิ์ หามะฤทธิ์. 2557. แบบรายงานผลงานวิจัยของกรมวิชาการเกษตรที่กลุ่มเป้าหมายนำไปใช้ประโยชน์เพื่อพัฒนาการเกษตร ประจำปีงบประมาณ 2557. 35 หน้า
- นริทธิ์ สีตะสุวรรณ. 2547. พฤติกรรมวิทยา. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- รัตนวัฒน์ ไชยรัตน์, สุนันท์ แหวนประดับ, เสถียร สง่าแรง, ธนะชัย เสี่ยงดี, สมศักดิ์ ดอกไม้ และ อุฬาริกา กองพรหม. 2551. โครงการศึกษาการเพาะเลี้ยงและการปล่อยนกเงือก (Family Bucerotidae) บางชนิดคืนสู่ธรรมชาติ ในสวนสัตว์เปิดเขาเขียว จังหวัดชลบุรี. วารสารวิจัย 1 (2): 51-57
- รุ่งโรจน์ จุกมงคล. 2549. คู่มือดูนก. พิมพ์ครั้งที่ 6. สำนักพิมพ์สารคดี, กรุงเทพฯ.
- วีรยุทธ์ เลาหะจินดา. 2528. ปักษีวิทยา เล่ม 1. สำนักพิมพ์บุรพาสาน, กรุงเทพฯ.
- สุธี ศุภรัฐวิกร. 2557. นกไทยในบันทึกและความทรงจำ เล่ม 5. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์wana, กรุงเทพฯ.
- อุฬาริกา กองพรหม, ชัยณรงค์ ปั่นคง, สุทธิลักษณ์ มีวีระสม, ทรงกลด ภูทอง และ รัฐพันธ์ พัฒนรังสรรค์. 2549. โครงการศึกษาพฤติกรรมและการเพาะขยายพันธุ์นกตะกรุม (*Leptoptilos javanicus*) และนกตะกราม (*Leptoptilos dubius*) ในกรงเลี้ยง สวนสัตว์เปิดเขาเขียว จังหวัดชลบุรี. วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย 13 (1): 149-161
- โอภาส ขอบเขตต์. 2542. นกในเมืองไทย เล่ม 2. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์สารคดี, กรุงเทพฯ.
- _____. 2545. นกในกรุงเทพมหานคร. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.
- Bunn, D.S. and A.B. Warburton. 1977. Observations on breeding Barn Owls. *Brit. Birds* 70: 246-256.
- Hall, D. 2005. *Encyclopedia of Birds*. Grange Books, Singapore.
- Taylor, I.R. 1994. *Barn Owls: Predator prey relationships and conservation*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Taylor, I.R. 2009. How Owls Select Their Prey: A Study of Barn Owls *Tyto alba* and Their Small Mammal Prey. *Ardea* 97 (4): 635-644.

ความหลากหลายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในพื้นที่อุทยานแห่งชาติสาละวิน จังหวัดแม่ฮ่องสอน Species Diversity of Amphibians in Salawin National Park, Mae Hong Son Province

ลิขิต ไหวพรม^{1,2*} ประทีป ดั่งแคว¹ ยอดชาย ช่วยเงิน³ ยุทธนา ศรีเงินงาม² จันทร์ทิพย์ ช่วยเงิน³ และ สุธีร์ ดวงใจ¹
Likhit Waiprom^{1,2*} Prateep Duengkae¹ Yodchaiy Chuaynkern³ Yuthana Sringerngam²
Chantip Chuaynkern³ and Sutee Duangjai¹

¹ภาควิชาวิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

¹Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

²อุทยานแห่งชาติสาละวิน กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรุงเทพฯ 58110

²Salawin National Park, Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation 58110

³คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

³Faculty of Science, Khon Kaen University 40002.

* Corresponding Author; E-mail: Likhit73@hotmail.com

บทคัดย่อ

ความหลากหลายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในพื้นที่อุทยานแห่งชาติสาละวิน จังหวัดแม่ฮ่องสอน ระหว่างเดือนสิงหาคม 2559 ถึงเดือนเมษายน 2560 โดยวางเส้นสำรวจตามความยาวลำห้วยจำนวน 90 เส้น ความยาวเส้นละ 100 เมตร พบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกทั้งสิ้น จำนวน 28 ชนิด ใน 6 วงศ์ 20 สกุล วงศ์ที่พบมากที่สุด ได้แก่ วงศ์ กบทูต จำนวน 8 ชนิด (ร้อยละ 29) รองลงมาคือวงศ์อึ่งอ่าง จำนวน 6 ชนิด (ร้อยละ 21) วงศ์อึ่งกราย จำนวน 5 ชนิด (ร้อยละ 18) วงศ์ปาด จำนวน 4 ชนิด (ร้อยละ 14) วงศ์เขียด จำนวน 3 ชนิด (ร้อยละ 11) และวงศ์ที่พบชนิดน้อยที่สุด คือวงศ์คางคก จำนวน 2 ชนิด (ร้อยละ 7) ตามลำดับ ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ (H') เท่ากับ 2.308 และค่าดัชนีความสม่ำเสมอ (E) เท่ากับ 0.693 โดยสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่พบมากที่สุด คือ กบดอร์เรีย (*Limnonectes doriae*) จำนวน 363 ตัว และสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่มีค่าความชุกชุมสัมพัทธ์มากที่สุด คือ กบหนอง (*Fejervarya limnocharis*) เท่ากับ 65.4 และการศึกษาครั้งนี้เป็นรายงานการศึกษาชนิดครั้งแรก (first report) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติสาละวิน จังหวัดแม่ฮ่องสอน นอกจากนี้ยังพบกบสกุล *Hoplobatrachus* sp. เป็นกบที่มีลักษณะลำตัวสีเหลืองทอง พบกระจายตามลำห้วยขนาดใหญ่หลายแห่ง แต่ยังไม่สามารถระบุชนิดได้ เนื่องจากว่าไม่มีลักษณะที่สอดคล้องกับกบที่เคยมีในรายงานของประเทศไทยมาก่อนหน้านี้

คำสำคัญ: สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ความหลากหลาย อุทยานแห่งชาติสาละวิน *Hoplobatrachus* sp.

ABSTRACT

Species diversity of Amphibian in Salawin National Park, Mae Hong Son Province was investigated from August 2016 to April 2017. We surveyed ninety 100 m stream transects. We found that there were 27 Amphibians species, in 6 families, 19 genera. The most common species 8 (29%) were in Family Dicroglossidae, 6 (21%) Microhylidae, 5 (18%) were in Family Megophryidae 4 (14%) were in Family Rhacophoridae, 3 (11%) were in Family Ranidae and 2 (7%) were in Family Bufonidae respectively. Shannon-Wiener Diversity Index (H') was 2.308, and Pielou's evenness index (E) was 0.693. The most common species was Doria's frogs. (*Limnonectes doriae*) 363. The most relative abundance was Rice field frog (*Fajervarya limnocharis*), 65.4. This study is the first report of amphibians in Salawin National Park, Mae Hong Son Province. In addition, along the large stream, unknown species of *Hoplobatrachus*, a large yellowish-golden male frog in breeding season were found. This is the frist recorded in this part of Thailand

Keywords: Amphibian, diversity, Salawin National Park, *Hoplobatrachus* sp.

คำนำ

การสูญเสียถิ่นอาศัย เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต มีการคาดการณ์ว่าจำนวนชนิดพันธุ์ในป่าเขตร้อน จะมีการสูญพันธุ์ประมาณร้อยละ 2-25 ขึ้นอยู่กับประเภทของสิ่งมีชีวิต ภายในระยะเวลา 25 ปี ข้างหน้า (Lovejoy, 1980) สิ่งมีชีวิต ถูกคุกคามจำนวนมาก โดยเฉพาะภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ รวมถึงประเทศไทย จากข้อมูลของ IUCN ปี 2017 พบว่าจำนวนสัตว์มีกระดูกสันหลังที่ถูกคุกคามในระดับโลกมีสูงถึง 6,108 ชนิด โดยสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกพบจำนวนที่ถูกคุกคามมากที่สุด 2,103 ชนิด หรือคิดเป็นร้อยละ 41 ของสัตว์มีกระดูกสันหลังทั้งหมด (Haffmann *et al.*, 2010)

ในระยะเวลา 50 ปีที่ผ่านมาป่าไม้ของประเทศไทยถูกทำลายลงอย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันเหลือพื้นที่ 102,240,981.88 ไร่ หรือร้อยละ 31.60 ของพื้นที่ประเทศ สถานการณ์ป่าไม้ในพื้นที่ป่าแม่ฮ่องสอน พบว่าระยะเวลา 14 ปี พื้นที่ป่าจังหวัดแม่ฮ่องสอนถูกทำลายไปกว่า 3% หรือ 205,926 ไร่ และมีพื้นที่ป่าอนุรักษ์ถูกบุกรุก จำนวน 345,293 ไร่ หรือ 10.24% ของพื้นที่ป่าอนุรักษ์ โดยพื้นที่อุทยานแห่งชาติสาละวิน พบพื้นที่ป่าถูกบุกรุก จำนวน 15,026 ไร่ หรือร้อยละ 3.33 ของพื้นที่ (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2559) ซึ่งพื้นที่ป่าที่ลดลงเป็นสาเหตุหลักต่อการสูญเสยถิ่นอาศัยของสัตว์ป่า และเร่งให้สัตว์ป่าหลายชนิดสูญพันธุ์อย่างรวดเร็ว

อย่างไรก็ตาม แม้สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกจะถูกคุกคาม จากการทำลาย และเปลี่ยนแปลงสภาพถิ่นอาศัย แต่ยังคงค้นพบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกชนิดใหม่ เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี ยกตัวอย่าง ระหว่างปี พ.ศ. 2528-2535 พบกบชนิดใหม่ 484 ชนิด หรือ 60 ชนิด/ปี ในเขตร้อน (Duellman, 1993) เนื่องจากกลุ่มของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ยังไม่ได้รับการสำรวจและการศึกษาวิจัย ให้ครอบคลุมทุกพื้นที่ป่า โดยเฉพาะพื้นที่ป่าอนุรักษ์ของประเทศไทย ตัวอย่างเช่น อุทยานแห่งชาติสาละวิน นับตั้งแต่ประกาศจัดตั้งเป็นอุทยานแห่งชาติ เมื่อ ปี 2537 เป็นเวลา 23 ปี มาแล้ว ยังไม่มีรายงานการงานสำรวจและวิจัยเกี่ยวกับทรัพยากรสัตว์ป่าในพื้นที่ โดยเฉพาะสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ซึ่งเป็นสัตว์ที่มีความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพพื้นที่ป่า หรือถิ่นอาศัย (วีรยุทธ์, 2552) ยังไม่ได้มีการศึกษาในพื้นที่มาก่อน ถือได้ว่าเป็นพื้นที่ป่าอนุรักษ์ที่ยังตกสำรวจ และรอการศึกษาค้นพบ

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ จึงขอเสนอพื้นที่อุทยานแห่งชาติสาละวิน ซึ่งมีเนื้อที่ครอบคลุมพื้นที่ 721.52 ตารางกิโลเมตร หรือ 450,950 ไร่ เป็นพื้นที่อนุรักษ์ในกลุ่มป่าปาย-สาละวิน เป็นพื้นที่ป่าตะวันตกตอนบนสุดของประเทศไทย (อุทิศ และคณะ, 2534) ซึ่งเป็นกลุ่มป่าหรือผืนป่าที่มีความสำคัญของพื้นที่ภาคเหนือ มีความหลากหลายทางชีวภาพและลักษณะภูมิประเทศ มีแม่น้ำสาละวิน เป็นลักษณะภูมิทัศน์ที่โดดเด่น อุทยานแห่งชาติสาละวิน มีลักษณะพื้นที่ที่หลากหลายทั้งพื้นที่ป่าสมบูรณ์ พื้นที่เกษตรกรรม(ไร่นาวนเวียน) หรือป่ารุ่นสอง และที่ตั้งชุมชนถาวรของชาวเผ่าปะกาเกอญอที่กระจายอยู่โดยรอบพื้นที่อุทยานแห่งชาติสาละวิน อีกทั้งพื้นที่อุทยานแห่งชาติสาละวินนี้ยัง ไม่ได้รับการสำรวจ และศึกษาวิจัยมาก่อน การศึกษาครั้งนี้จึงได้มุ่งเน้นไปที่การศึกษาความหลากหลายชนิดสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่ปรากฏในพื้นที่อุทยานแห่งชาติสาละวิน

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เทปวัดระยะทาง และแถบผ้าสีสำหรับหมายระยะทาง
2. เครื่องมือในการสำรวจ ได้แก่ เครื่องระบุตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (GPS), กล้องถ่ายภาพ, ไฟฉาย
3. คู่มือจำแนกสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก
4. ตารางบันทึกข้อมูล สมุดจดบันทึกข้อมูล พร้อมเครื่องเขียน
5. ชุดอุปกรณ์ผ้าตัด หลอดเก็บตัวอย่าง
6. สารเคมีสำหรับดองตัวอย่าง ได้แก่ แอลกอฮอล์ 95% และ แอลกอฮอล์ 70% ฟอร์มาลิน 10%
7. คลอโรฟอร์ม (Chloroform)

วิธีการ

1. ขออนุญาตเข้าทำการศึกษาหรือวิจัยทางวิชาการในพื้นที่อุทยานแห่งชาติสาละวิน

ดำเนินการขออนุญาตเข้าไปศึกษาหรือทำการวิจัยทางวิชาการในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ และการขออนุญาตเก็บตัวอย่างสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

- ผ่านการพิจารณาอนุญาตของกรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่า และพันธุ์พืช ตามหนังสือกรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่า และพันธุ์พืชที่ ทส 0907.4/25571 ลงวันที่ 2 ธันวาคม 2559

- ผ่านการอบรมตามหลักสูตร “ผู้ขออนุญาตใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์” ครั้งที่ 1/2560 ของสถาบันพัฒนาการดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ (สพสว.) สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

2. การเก็บข้อมูล

2.1 การเลือกพื้นที่ศึกษา

ศึกษาสภาพพื้นที่เบื้องต้น โดยใช้แผนที่แสดงสภาพภูมิประเทศอุทยานแห่งชาติสาละวิน ของกรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1: 50,000 พร้อมทั้งออกสำรวจภูมิประเทศจริง เพื่อกำหนดพื้นที่ศึกษา โดยทำการเลือกพื้นที่ศึกษาตามลำห้วย กระจายทั่วพื้นที่อุทยานแห่งชาติสาละวิน จำนวน 90 เส้นสำรวจ ระยะทางเส้นสำรวจ เส้นละ 100 เมตร (Figure 1) แต่ละเส้นสำรวจใช้เทปวัดระยะทำเครื่องหมายด้วยแถบผ้า และบันทึกค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ของแต่ละเส้นสำรวจไว้ โดยเริ่มสำรวจตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2559 ถึงเดือนเมษายน 2560

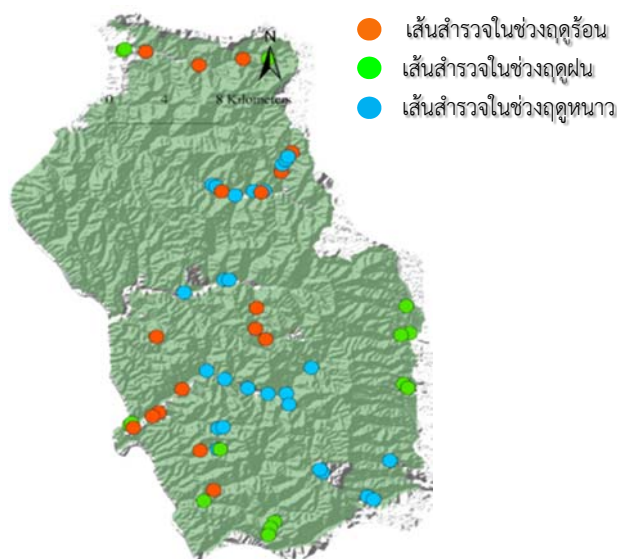


Figure 1 A map of Salawin national park showing ninety 100 m stream transects

2.2 การสำรวจชนิดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก

2.2.1 ทำการสำรวจสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในเวลากลางคืน ช่วงเวลาตั้งแต่ 20.00 น. – 22.00 น. โดยเฉลี่ยใช้เวลาในการสำรวจ 30-60 นาที/เส้นสำรวจ เมื่อพบตัวทำการจำแนกชนิดเบื้องต้น โดยการเปรียบเทียบคำบรรยายลักษณะและภาพถ่าย กับรายงานของ Taylor (1962) และ คู่มือสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในประเทศไทย (ธัญญา, 2546) ถ่ายภาพ บันทึกลักษณะและพฤติกรรมที่สำคัญ และทำการเก็บตัวอย่างชนิดเพื่อใช้ในการจำแนกตามหลักอนุกรมวิธานในห้องปฏิบัติการ

2.2.2 ทำการบันทึกข้อมูลประเภทของถิ่นอาศัย ชนิดป่า ความสูงจากระดับน้ำทะเล ข้อมูลลักษณะลำห้วย ความลึกและความกว้างของลำห้วย ลักษณะท้องลำห้วย

2.2.3 ตัวอย่างสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกทำการน็อค ด้วยสารคลอโรฟอร์ม (Chloroform) จากนั้นใช้อุปกรณ์ผ้าตัด ผ้าเอาชิ้นส่วนของตับเก็บไว้ในแอลกอฮอล์ 95% บันทึกข้อมูลของตัวอย่างแต่ละชนิด นำมาเก็บรักษาสภาพในแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 70% ในขวดโหล ตัวอย่างทั้งหมดจะถูกจัดเก็บไว้ในพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 วิเคราะห์ความหลากหลายทางชีวภาพโดยใช้ค่าดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Wiener (Krebs, 1999) ซึ่งคำนวณจากสมการดังต่อไปนี้

$$H' = \sum_{i=1}^s - (p_i) (\ln p_i)$$

เมื่อ H' คือ ค่าดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Weiners

S คือ จำนวนชนิด

p_i คือ สัดส่วนจำนวนตัวของสัตว์แต่ละชนิดต่อจำนวนตัวทุกชนิดรวมกัน

3.2 วิเคราะห์ความสม่ำเสมอของชนิดสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก โดยใช้ค่าดัชนีสม่ำเสมอตามวิธีของ Pielou's evenness index (Sheldon, 1969; Ludwig and Reynolds, 1986) ซึ่งคำนวณจากสมการดังต่อไปนี้

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

เมื่อ E = ค่าดัชนีสม่ำเสมอของ Pielou's evenness index

H' = ค่าดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Weiners

S = จำนวนชนิดที่พบทั้งหมด

3.2 วิเคราะห์ความชุกชุมสัมพัทธ์ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก เป็นการวิเคราะห์ถึงความมากน้อยของชนิดสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ตามวิธีการของยอตชาย (2544) โดยคำนวณหาร้อยละความชุกชุมจากสูตร

$$\text{ความชุกชุม} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่พบเห็นตัวสัตว์}}{\text{จำนวนครั้งที่สำรวจ}} \times 100$$

ผลและวิจารณ์

1. การศึกษาความหลากหลายชนิดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในพื้นที่อุทยานแห่งชาติสาละวิน

การศึกษาความหลากหลายชนิดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในพื้นที่อุทยานแห่งชาติสาละวิน จังหวัดแม่ฮ่องสอน สิงหาคม 2559 ถึงเดือนกรกฎาคม 2560 พบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกจำนวนทั้งสิ้น จำนวน 6 วงศ์ 20 สกุล 28 ชนิด (Table 1 และ Pate 1) โดยวงศ์ที่พบชนิดมากที่สุดคือ วงศ์ Dicroglossidae จำนวน 4 สกุล 8 ชนิด รองลงมาคือ วงศ์ Microhylidae จำนวน 2 สกุล 6 ชนิด วงศ์ Megophryidae จำนวน 4 สกุล 5 ชนิด วงศ์ Rhacophoridae จำนวน 3 สกุล 4 ชนิด วงศ์ Ranidae จำนวน 2 สกุล 3 ชนิด และวงศ์ Bufonidae จำนวน 2 สกุล 2 ชนิด ตามลำดับ (Figure 2) มีสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่ถูกจัดสถานภาพตาม IUCN Redlist ให้มีสถานภาพใกล้ถูกคุกคาม (Near Threatened) จำนวน 1 ชนิด คือ กบทูต (*Limnonectes blythii*) และถูกจัดสถานะตามพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า 2535 ให้เป็นสัตว์ป่าคุ้มครอง จำนวน 2 ชนิด คือ กบทูต (*Limnonectes blythii*) และคางคกเล็ก (*Ingerophrynus parvus*) สำหรับการศึกษาครั้งนี้ถือเป็นรายงานการสำรวจ และศึกษาครั้งแรกในพื้นที่อุทยานแห่งชาติสาละวิน จังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งพบชนิดสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก คิดเป็นร้อยละ 16.3 ของที่มีรายงานพบในประเทศไทย ซึ่งมีรายงานการพบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกทั้งสิ้น 172 ชนิด ตามรายงานของยอตชาย และ จันทรทิพย์ (2555) และการศึกษาครั้งนี้ยังเป็นรายงานสำรวจชนิดสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกครั้งแรกในพื้นที่อุทยานแห่งชาติสาละวิน นับตั้งแต่มีการจัดตั้งเป็นอุทยานแห่งชาติมาแล้วกว่า 23 ปี

การสำรวจครั้งนี้ได้พบกับ *Hoplobatrachus* sp. วงศ์กบทูต (Dicroglossidae) เป็นกบที่มีขนาดใหญ่ ตัวผู้ช่วงฤดูผสมพันธุ์ มีลำตัวสีเหลืองทอง จากการจำแนกชนิดเบื้องต้น ยังไม่สามารถระบุชนิดได้ ว่าเป็นกบที่มีรายงานการแพร่กระจายหรือการปรากฏในประเทศไทย ทั้งหมด จำนวน 10 ตัว พบกระจายในพื้นที่อุทยานแห่งชาติสาละวิน ใน 4 พื้นที่ คือ บ้านท่าตาฝั่ง บ้านห้วยกองแป บ้านโพซอ และบ้านแม่กอน ส่วนใหญ่พบกบป่าชนิดนี้ อาศัยอยู่ตามลำห้วยใกล้ที่ตั้งชุมชนถาวร และพบตามพื้นที่ราบและลำห้วยขนาดใหญ่ ใกล้แม่น้ำสาละวิน (Figure 3) โดยกบชนิดนี้อยู่ระหว่างการจำแนกชนิดตามหลักอนุกรมวิธาน โดยการวิเคราะห์ DNA จากตัวอย่างตัว

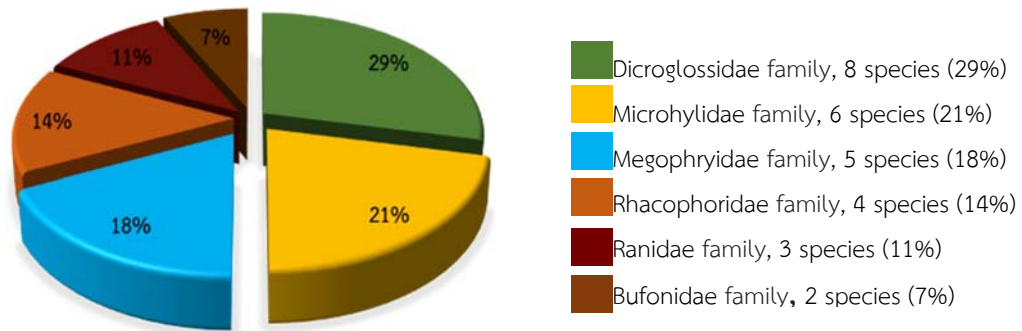


Figure 2 Pie chart Show the number of amphibians in each family.



Figure 3 Amphibians recorded in Salawin National Park.

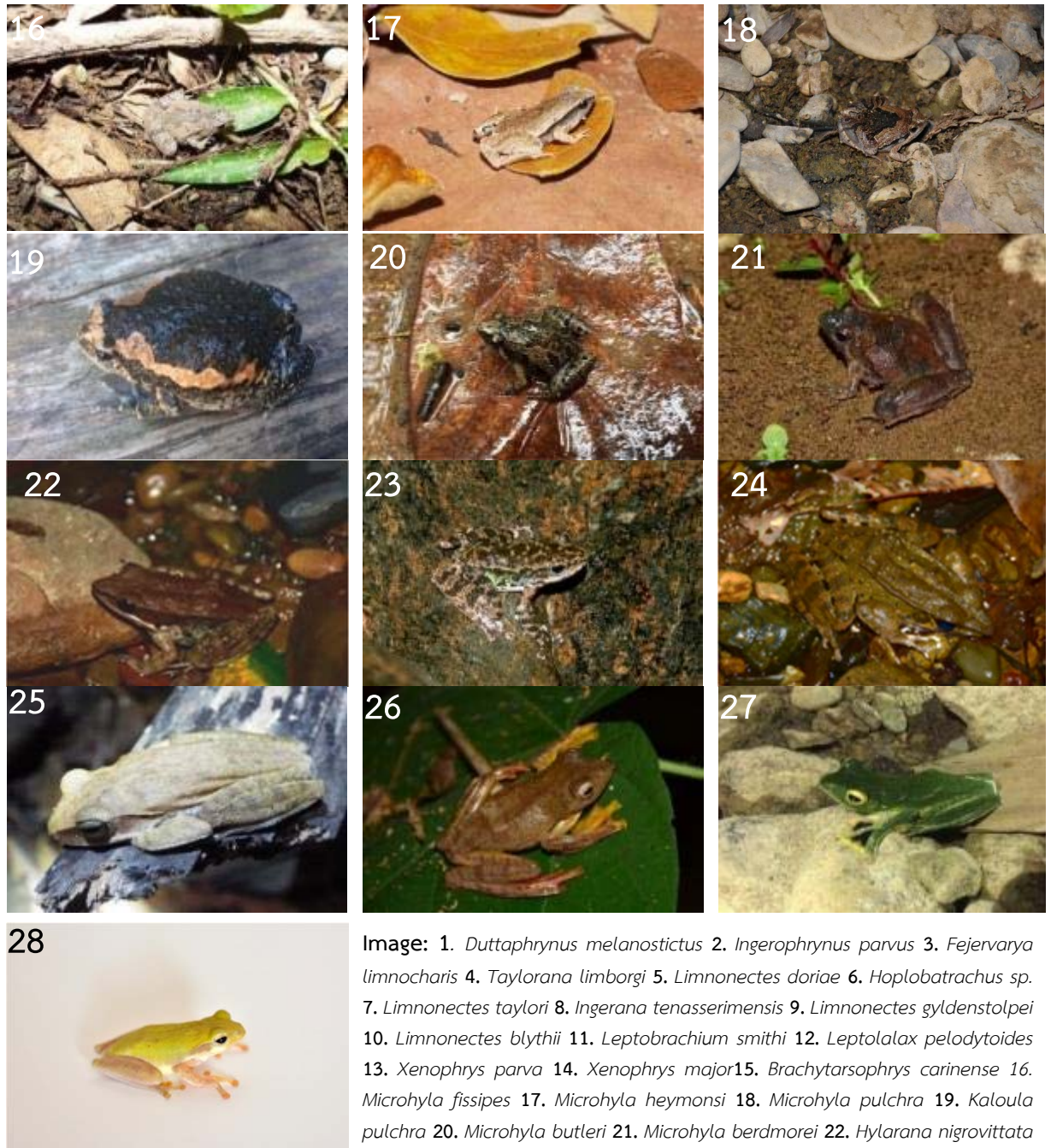


Image: 1. *Duttaphrynus melanostictus* 2. *Ingerophrynus parvus* 3. *Fejervarya limnocharis* 4. *Taylorana limborgi* 5. *Limnonectes doriae* 6. *Hoplobatrachus* sp. 7. *Limnonectes taylori* 8. *Ingerana tenasserimensis* 9. *Limnonectes gyldenstolpei* 10. *Limnonectes blythii* 11. *Leptobrachium smithi* 12. *Leptolalax pelodytoides* 13. *Xenophrys parva* 14. *Xenophrys major* 15. *Brachytarsophrys carinense* 16. *Microhyla fissipes* 17. *Microhyla heymonsi* 18. *Microhyla pulchra* 19. *Kaloula pulchra* 20. *Microhyla butleri* 21. *Microhyla berdmorei* 22. *Hylarana nigrovittata* 23. *Amolops marmoratus* 24. *Hylarana cubitalis* 25. *Polypedates leucomystax* 26. *Rhacophorus bipunctatus* 27. *Rhacophorus kio* 28. *Chiromantis doriae*

Figure 3 (continued)

Table 1 List of Amphibian species recorded by this study. Classification based on taxonomy and scientific name was cited by Frost (2017).

Family	Image No	Science Name	Individious No	Percentage of abundance	IUCN Status	Wildlife Conservation under Wildlife Preservation and Protection Act, BE 2535 (1992)
Bufonidae	1	<i>Duttaphrynus melanostictus</i>	17	16.7	Least Concern	Not listed
	2	<i>Ingerophrynus parvus</i>	25	5.1	Least Concern	Wildlife Conservation listed
	3	<i>Fejervarya limnocharis</i>	296*	65.4**	Least Concern	Not listed
	4	<i>Taylorana limborgi</i>	120*	29.5**	Not listed	Not listed
	5	<i>Limnonectes doriae</i>	363*	43.6**	Data Deficient	Not listed
Dicroglossidae	6	<i>Hoplobatrachus sp.</i>	7	5.1	Least Concern	Not listed
	7	<i>Limnonectes taylori</i>	65	28.2	Not listed	Not listed
	8	<i>Ingerana tenasserimensis</i>	118*	21.8	Least Concern	Not listed
	9	<i>Limnonectes gyldestolpei</i>	8	9.0	Least Concern	Not listed
	10	<i>Limnonectes blythii</i>	19	5.1	Near Threatened	Wildlife Conservation listed
Megophryidae	11	<i>Leptobrachium smithi</i>	43	17.9	Least Concern	Not listed
	12	<i>Leptolalax pelodytoides</i>	68	29.5**	Least Concern	Not listed
	13	<i>Xenophrys parva</i>	6	5.1	Least Concern	Not listed
	14	<i>Xenophrys major</i>	4	2.6	Least Concern	Not listed
	15	<i>Brachytarsophrys carinense</i>	1	1.3	Least Concern	Not listed

Table 1 List of Amphibian species recorded during the study. Classification based on taxonomy and scientific name was cited by Frost (2017). Continue

Family	Image No	Science Name	Individious No	Percentage of abundance	IUCN Status	Wildlife Conservation under Wildlife Preservation and Protection Act, BE 2535 (1992)
Microhylidae	16	<i>Microhyla fissipes</i>	33	15.4	Least Concern	Not listed
	17	<i>Microhyla heymonsi</i>	20	12.8	Least Concern	Not listed
	18	<i>Microhyla pulchra</i>	11	10.3	Least Concern	Not listed
	19	<i>Kaloula pulchra</i>	1	1.3	Least Concern	Not listed
	20	<i>Microhyla butleri</i>	1	1.3	Least Concern	Not listed
	21	<i>Microhyla berdmorei</i>	9	3.8	Least Concern	Not listed
Ranidae	22	<i>Hylarana nigrovittata</i>	113*	46.2**	Least Concern	Not listed
	23	<i>Amolops marmoratus</i>	1	1.3	Least Concern	Not listed
	24	<i>Hylarana cubitalis</i>	4	1.3	Least Concern	Not listed
Rhacophoridae	25	<i>Polypedates leucomystax</i>	3	3.8	Least Concern	Not listed
	26	<i>Rhacophorus bipunctatus</i>	1	1.3	Least Concern	Not listed
	27	<i>Rhacophorus kio</i>	1	1.3	Least Concern	Not listed
	28	<i>Chiromantis doriae</i>	3	1.28	Least Concern	Not listed

* Top five score of individious of amphibians species in Salawin National Park, Mae Hong Son Province.

** Top five score of relative abundance of amphibians in Salawin National Park, Mae Hong Son Province.

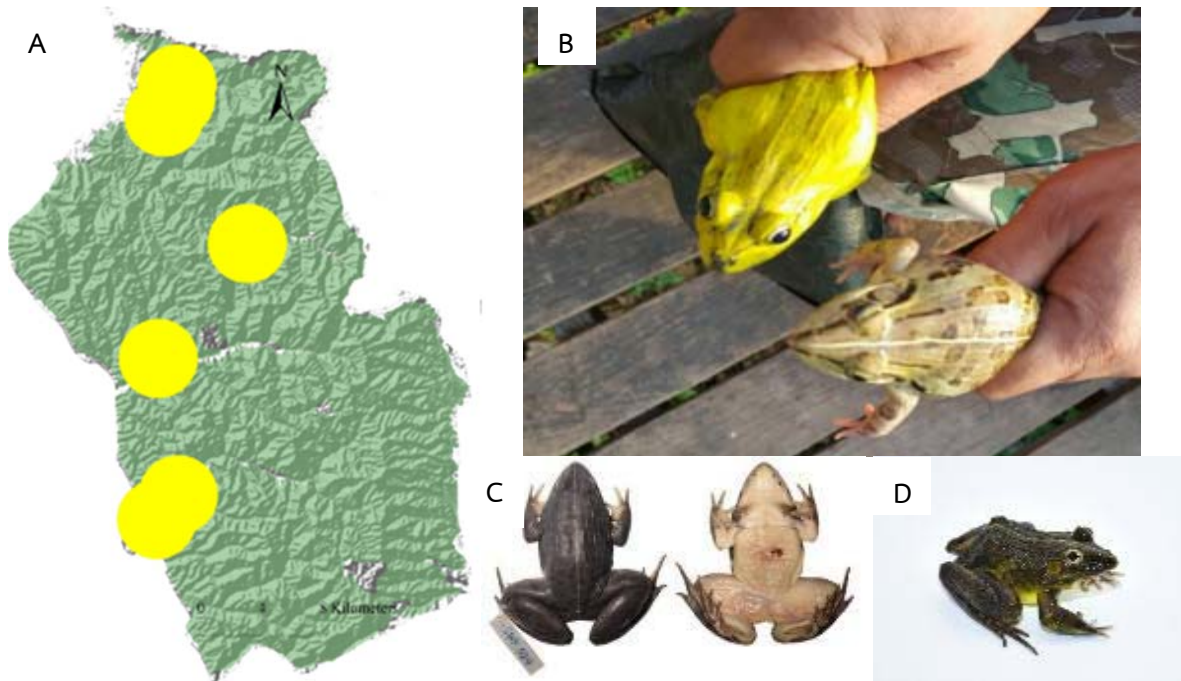


Figure 4 A Map show, *Hoplobatrachus* sp. were survey in Salawin National Park. B, C and D show, characteristics of *Hoplobatrachus* sp.

2. ความหลากหลายชนิด ความสม่ำเสมอ และความชุกชุมของชนิดสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในพื้นที่อุทยานแห่งชาติสาละวิน

จากการสำรวจชนิด และจำนวนตัวของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในพื้นที่อุทยานแห่งชาติสาละวิน พบชนิดสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก จำนวน 27 ชนิด จำนวนตัวของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกพบ 1,361 ตัว ชนิดที่พบจำนวนมากที่สุด 5 อันดับแรก คือ กบดอร์เรีย (*Limnonectes doriae*) พบ 363 ตัว กบหนอง (*Fejervarya limnocharis*) พบ 296 ตัว กบกา (*Taylorana limborgi*) พบ 120 ตัว กบตะนาวศรี (*Ingerana tenasserimensis*) พบ 118 ตัว และกบอ่อง (*Hylarana nigrovittata*) พบ 113 ตัว ตามลำดับ สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่พบจำนวนมากที่สุด เป็นกบใน วงศ์กบทูต ซึ่งมักอาศัยอยู่ตามลำห้วยในพื้นที่ที่มีสภาพทั้งเป็นลำห้วยน้ำไหลเย็นตลอดปี พบอาศัยทั้งลำห้วยขนาดใหญ่ค่อนข้างเปิดโล่ง และลำห้วยขนาดเล็กในพื้นที่ที่มีเรือนยอดต้นไม้ปกคลุมทึบ ตามพื้นที่ต้นน้ำที่มีลักษณะลำห้วยค่อนข้างชันมีโขดหิน มีน้ำไหลเป็นน้ำตกขนาดเล็ก สอดคล้องกับการศึกษาของวุฒิ (2546) และวรรณวิภา (2550) ชนิดสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่มีค่าความชุกชุมสัมพัทธ์มากที่สุด 5 อันดับแรก คือกบหนอง (*Fejervarya limnocharis*) เท่ากับ 65.4 กบอ่อง (*Hylarana nigrovittata*) เท่ากับ 46.2 กบดอร์เรีย (*Limnonectes doriae*) เท่ากับ 43.6 กบกา (*Taylorana limborgi*) เท่ากับ 29.5 และอึ่งกรายหนังปุ่มเหนือ (*Leptolalax pelodytoides*) เท่ากับ 29.5 เนื่องจากสภาพลำห้วยสายต่างๆ ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติสาละวิน มีลักษณะคล้ายกัน ดังนั้นการแพร่กระจายจึงมีความสัมพันธ์กับจำนวนตัวที่พบ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นชนิดสัตว์ในวงศ์กบทูต และอึ่งกรายหนังปุ่มเหนือที่พบในสภาพนิเวศเช่นเดียวกับสัตว์ในวงศ์กบทูต ส่วนกบอ่อง ที่พบชุกชุมมาก เพราะลำห้วยส่วนใหญ่ มักมีแอ่งน้ำนิ่งตามลำห้วย ที่กบอ่องจะผสมพันธุ์วางไข่ โดยพบกบอ่องหลายตัวในแอ่งน้ำ มีพฤติกรรมส่งเสียงร้องในแอ่งน้ำ ในช่วงฤดูผสมพันธุ์ (Table 1) เมื่อคำนวณค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ (H') และค่าดัชนีความสม่ำเสมอ (E) ของชนิดสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในพื้นที่อุทยานแห่งชาติสาละวิน มีค่าเท่ากับ 2.308 และ 0.693 ตามลำดับ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าความหลากหลายตามรายงานของ Warren (1971) และ Mason (1991) ที่กำหนดค่าดัชนีความหลากหลายที่มีค่าสูงกว่า 2 แสดงว่าคุณภาพของแหล่งน้ำดีเหมาะสมต่อการดำรงชีวิต ดัชนีความหลากหลายระหว่าง 1-2 แสดงว่าคุณภาพของแหล่งน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้ สิ่งมีชีวิตพออาศัยอยู่ได้ และ ดัชนีความหลากหลาย ต่ำกว่า 1 แสดงว่าคุณภาพของแหล่งน้ำอยู่ในเกณฑ์ต่ำไม่เหมาะต่อการอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต ดังนั้นค่าดัชนีความหลากหลายที่

ได้จากการคำนวณ แสดงให้เห็นว่า สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในพื้นที่อุทยานแห่งชาติสาละวิน มีคุณภาพของแหล่งน้ำดีเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก

สรุป

ความหลากหลายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติสาละวิน จังหวัดแม่ฮ่องสอน พบจำนวนทั้งสิ้น 6 วงศ์ 20 สกุล 28 ชนิด จำนวนตัวพบ 1,358 ตัว โดยวงศ์ที่พบชนิดมากที่สุดคือ วงศ์ Dicroglossidae ชนิดที่พบจำนวนตัวมากที่สุดคือ กบดอร์เรีย (*Limnonectes doriae*) ชนิดที่มีค่าความชุกชุมสัมพัทธ์มากที่สุด คือ กบหนอง (*Fejervarya limnocharis*) ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ (H') มีค่าเท่ากับ 2.308 และค่าดัชนีความสม่ำเสมอ (E) เท่ากับ 0.693 การสำรวจครั้งนี้ได้พบกบ *Hoplobatrachus* sp. ที่ยังไม่สามารถระบุชนิดได้ ว่าเป็นกบที่มีรายงานการแพร่กระจายหรือการปรากฏในประเทศไทย มาก่อน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติสาละวิน และกรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่า และพันธุ์พืช ที่ได้ช่วยเก็บข้อมูลภาคสนามและอนุญาตให้ทำการศึกษาวิจัยครั้งนี้จนการศึกษายิจสำเร็จลุล่วงอย่างเรียบร้อยด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. 2559. ข้อมูลสถิติ 2559. สำนักแผนงานและสารสนเทศ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.
- ธัญญา จันอาจ. 2546. คู่มือสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในเมืองไทย. บริษัทซีเอ็ดดูเคชั่น, กรุงเทพฯ.
- ยอดชาย ช่วยเงิน. 2544. ความหลากหลายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานที่อุทยานแห่งชาติปางสีดาจังหวัดสระแก้ว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- _____ และ จันทฤทธิ์ ช่วยเงิน. 2555. บัญชีรายชื่อสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในประเทศไทย. วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย 19(1): 163-211.
- วุฒิ ทักชินธรรม 2546. ความหลากหลายของกบตัวเต็มวัย และลูกอ๊อดในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองแสง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วรรณวิภา คงเจริญ และจารุจินต์ นกิตะภัก. 2550. ความหลากหลายและการแพร่กระจายระดับความสูงของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก บริเวณห้วยลำตะคองในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่. วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย ปีที่ 14 (1): 113-136
- วีรยุทธ์ เลาหะจินดา. 2552. วิทยาสัตว์เลื้อยคลานและสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อุทิศ ภูอินทร์, สราวุธ บุญยะเวชชีวิน, นริศ ภูมิภาคพันธ์, วุฒิพล หัวเมืองแก้ว และประสงค์ สงวนธรรมอุทิศ. 2534. การจัดทำแผนแม่บทการจัดการพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า สาละวิน จังหวัดแม่ฮ่องสอน: แผนการดำเนินงานปี 2535-2539. กรมป่าไม้ ศูนย์วิจัยป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- Duellman, W. E. 1993. *Amphibian Species of the World: Additions and Corrections*. Special Publication. Natural History Museum, University of Kansas.
- Krebs, C.J. 1999. *Ecological methodology*. Addison Wesley Longman, Menlo Park, CA.
- Lovejoy, T. E. 1980. *Change in Biological Diversity*. In M.J. Jefferies (ed). Biodiversity and Conservation. Rutledge, London.
- Ludwig, A.J. and J.F. Reynolds. 1986. *Statistical Ecology*. John Wiley and Sons Inc., New York.
- Mason, C.F. 1991. *Biology of Freshwater Pollution*. John Wiley and Sons Inc., New York.
- Sheldon, A.L. 1969. Equitability Indices: Dependence on the Species Count. *Ecology*. 50:466-467.
- Taylor, E.H. 1962. The Amphibians Fauna of Thailand. *The University of Kansas Sci. Bull.* 43 (8): 312-456.
- Warren, C.E. 1971. *Biology and Pollution Control*. W.B. Saunders Company, Philadelphia.

การเปลี่ยนแปลงของสังคมสัตว์ขาปล้องในดินบริเวณพื้นที่ฟื้นฟู ณ เหมืองหินปูน จังหวัดสระบุรี

Change of Soil Arthropod Communities in Restoration area at limestone mine, Saraburi province

สุพินโญ จงคุณกลาง วัตถนชัย ตาเสน* และ เดชา วิวัฒน์วิทยา

Supinyo Jongkoonklang Wattanachai Tasen* and Decha Wiwatwitaya

ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Forest science biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

* Corresponding Author; E-mail: fforwct@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสังคมสัตว์ขาปล้องในดินบริเวณพื้นที่เหมืองหินปูนจังหวัดสระบุรี ได้ทำการแบ่งพื้นที่เป็น 3 ประเภทคือ พื้นที่ป่าธรรมชาติ พื้นที่ฟื้นฟูหลังจากการทำเหมืองมาแล้ว 10 ปี และพื้นที่ที่มีกิจกรรมการทำเหมืองหินปูน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความมากมาย การกระจายของสัตว์ขาปล้องในดิน รวมทั้งศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสังคมสัตว์ขาปล้องในดินในแต่ละช่วงฤดูกาลของพื้นที่การศึกษา โดยใช้ soil cores ขนาดพื้นที่หน้าตัด 25 ตารางเซนติเมตร นำมาแยกตัวอย่างสัตว์ขาปล้องในดินด้วยกรวยแยก Modified Tullgren Funnel เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ดำเนินการระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ. 2558 - เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2559 จากการศึกษาสัตว์ขาปล้องในดิน ซึ่งได้จำแนกตามลักษณะสัณฐานวิทยาภายนอกพบจำนวนทั้งหมด 21 กลุ่ม โดยพบกลุ่มที่มีค่าความมากมายมากที่สุด ได้แก่ Acari, Collembola, Coleoptera larva และ Psocoptera มีค่าเฉลี่ย $2,273.89 \pm 1,481.93$, 715 ± 650.17 , 303.33 ± 215.77 และ 136.67 ± 56.69 ตัวต่อตารางเมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบแต่ละพื้นที่พบว่า ในพื้นที่ป่าธรรมชาติพบมากที่สุด 20 กลุ่ม มีค่าความมากมายเฉลี่ย $5,276.67 \pm 728.33$ ตัวต่อตารางเมตร รองลงมาเป็นพื้นที่ฟื้นฟูพบ 19 กลุ่ม มีค่าความมากมายเฉลี่ย $5,638.33 \pm 1,554.17$ ตัวต่อตารางเมตร และพื้นที่ทำเหมืองพบ 13 กลุ่ม มีความมากมายเฉลี่ย 505 ± 135.83 ตัวต่อตารางเมตร ส่วนความมากมายในแต่ละฤดูกาลพบว่า ในฤดูฝนมีความมากมายเฉลี่ยมากกว่าฤดูแล้ง โดยฤดูแล้งพบความมากมายเฉลี่ย $7,999.72 \pm 2,683.16$ ตัวต่อตารางเมตร และฤดูแล้งพบความมากมายเฉลี่ย $5,240.59 \pm 2,006.98$ ตัวต่อตารางเมตร นั้นแสดงว่าการฟื้นฟูหลังการทำเหมืองหินปูนและฤดูกาลส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความมากมายของสังคมสัตว์ขาปล้องในดิน

คำสำคัญ: สังคมของสัตว์ขาปล้องในดิน เหมืองหินปูน

ABSTRACT

The effect of land use on soil arthropod communities at Limestone Mine in Saraburi province. The area was divided into three types of natural forest, Restoration areas after mining for 10 years and areas with limestone mining activities. The aim was to investigate the abundance and distribution of soil arthropods including seasonal change in the soil arthropod communities. Soil cores were used to collect soil arthropods, with a cross section area of 25 cm². The specimen of the soil arthropods was separated by Modified Tullgren Funnel for 72 hours. We were carry out during September 2015 to August 2016. The results showed that soil arthropods in this area consisted of 21 groups. The average abundant of Acari, Collembola, Coleoptera larva and Psocoptera were $2,273.89 \pm 1,481.93$, 715 ± 650.17 , 303.33 ± 215.77 and 136.67 ± 56.69 per m², respectively. We found 20 groups of soil arthropods in dry evergreen forest. The average abundance was $5,276.67 \pm 728.33$ per m². Secondly, 19 groups of rehabilitation areas were found average abundance of $5,638.33 \pm 1,554.17$ per m² and the mining area found 13 groups with average abundance of 505 ± 135.83 per m². The abundance of seasons in each season showed that the rainy season was

more abundant than the dry season. The dry season, the average abundance. $7,999.72 \pm 2,683.16$ per m^2 and the drought found abundant abundance. $5,240.59 \pm 2,006.98$ per m^2 . This indicates that, in addition to land-use change, seasons also affect the soil arthropod communities.

Keywords: soil arthropod communities, limestone mines

คำนำ

สัตว์ขาปล้องเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตอีกกลุ่มหนึ่งที่มีปริมาณและจำนวนชนิดมากที่สุดในโลก โดยมีความหลากหลายทางชีวภาพค่อนข้างสูง ประกอบด้วยความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายทางชนิด และความหลากหลายทางระบบนิเวศ (ศานิช, 2546; ธริณี, 2548) สัตว์ขาปล้องที่อาศัยอยู่ในดินสามารถพบกระจายได้ทั่วทุกมุมโลก ทั้งในพื้นที่เขตนานหรือพื้นที่เขตร้อนอย่างประเทศไทย ซึ่งปริมาณและจำนวนชนิดจะมากหรือน้อยแตกต่างกันแต่ละพื้นที่ บางชนิดพบได้ทุกที่ บางชนิดพบได้เฉพาะที่ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่และองค์ประกอบดิน รวมไปถึงสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ ด้วย ทั่วโลกเริ่มมีความสนใจสัตว์ขาปล้องในดินมากขึ้น (Nakamura *et al.*, 2003; Kumssa *et al.*, 2004; Kardol *et al.*, 2011) แต่ในประเทศไทยกลับได้รับความสนใจค่อนข้างน้อย (Ogino *et al.*, 1965; Wiwatwittaya and Takeda, 2005) อาจเป็นเพราะสัตว์ขาปล้องในดินเหล่านี้ไม่ค่อยมีความสำคัญทางเศรษฐกิจเท่าที่ควร แต่สัตว์ขาปล้องในดินนั้นน่าจะมีประโยชน์ต่อระบบนิเวศเป็นอย่างยิ่ง โดยแต่ละชนิดมีบทบาททั้งทางด้านห่วงโซ่อาหารและการหมุนเวียนธาตุอาหาร (Wallwork, 1976) นอกจากนี้ยังมีบทบาทสำคัญในการควบคุมกันเองไม่ให้มีประชากรใดประชากรหนึ่งมากเกินไป จึงทำให้กระบวนการย่อยสลายเป็นไปได้เร็ว ส่งผลให้การหมุนเวียนธาตุอาหารเกิดขึ้นเร็วตามไปด้วย (Wiwatwittaya and Takeda, 2005) นั่นหมายถึงความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ป่าดีด้วยเช่นกัน

อุตสาหกรรมการทำเหมืองหินปูนมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ เช่น การก่อสร้างบ้านเรือน ถนน หรือเชื่อมกักเก็บน้ำ ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติบางประการของดิน เช่น โครงสร้างดิน ปริมาณช่องว่างในดิน การถ่ายเทอากาศในดิน และการดูดซึมน้ำในดิน ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในดินเช่นกัน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลทางตรงและทางอ้อมต่อประชาสัตว์ขาปล้องที่อาศัยอยู่ในดิน ส่งผลให้ความหลากหลายชนิดและจำนวนตัวของสัตว์ขาปล้องในดินเปลี่ยนแปลงไปบางชนิดอาจสูญพันธุ์ (ณัฐกานต์, 2554) นอกจากนั้นยังมีผลต่อกิจกรรมของสัตว์ขาปล้องในดิน ที่ช่วยเร่งการย่อยสลายซากพืชซากสัตว์ให้มีขนาดเล็กลง (Eisenbeis and Wichard, 1987) ช่วยปรับปรุงโครงสร้างดินเปลี่ยนแปลงไปดังนั้นจึงต้องมีมาตรการแก้ไขผลกระทบและการฟื้นฟูสภาพแวดล้อมภายหลังการทำเหมือง เพื่อสร้างความสมดุลในการพัฒนาสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคม การวางแผนในการฟื้นฟูหลังการทำเหมืองหินปูนจำเป็นต้องมีการประเมินตรวจสอบว่าพื้นที่นั้น ๆ มีการกลับคืนเป็นป่าดั้งเดิมมากน้อยเพียงใด (Andre and Mateos, 2006) ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากการเข้ามาทำกิจกรรมของสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะสัตว์ขาปล้องในดินซึ่งสามารถเป็นดัชนีชี้วัดถึงความอุดมสมบูรณ์ของป่าได้ (Coleman *et al.*, 2004) เนื่องจากสัตว์ขาปล้องในดินค่อนข้างอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม หากเกิดการเปลี่ยนแปลงสัตว์ขาปล้องในดินเหล่านี้จะได้รับผลกระทบด้วย (ณัฐกานต์, 2554) โดยในการศึกษานี้เพื่อให้ทราบความมากมายของสังคมสัตว์ขาปล้องในดินบริเวณพื้นที่เหมืองหินปูน และการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดการพื้นที่ฟื้นฟูบริเวณเหมืองหินปูนอย่างมีประสิทธิภาพ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเลือกพื้นที่การศึกษา

ในการศึกษานี้ได้ดำเนินการศึกษาบริเวณเหมืองหินปูน จังหวัดสระบุรี โดยแบ่งพื้นที่ศึกษาเป็น 3 ประเภท ได้แก่ พื้นที่ป่าธรรมชาติมีลักษณะเป็นป่าดิบแล้ง (Dry Evergreen Forest) พื้นที่ฟื้นฟูที่มีการฟื้นฟูหลังจากการทำเหมืองมาแล้ว 10 ปี (Restoration Forest) และพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพื้นที่ที่มีกิจกรรมการทำเหมืองหินปูน (Limestone Mine) โดยทำการสุ่มเลือกพื้นที่ในแต่ละประเภท ประเภทละ 2 แปลง ทำการวางแปลงขนาด 25×10 ตารางเมตร แต่ละแปลงย่อยมีขนาด 5×5 ตารางเมตร จำนวน 10 แปลง

2. การเก็บข้อมูลภาคสนาม

การศึกษานี้ทำการเก็บตัวอย่างในพื้นที่แปลงย่อย 10 แปลง แต่ละแปลงทำการสุ่มเก็บตัวอย่างสัตว์ขาปล้องในดิน โดยใช้ Soil cores ขนาดพื้นที่หน้าตัด 25 ตารางเซนติเมตร ลึก 4 เซนติเมตร ซึ่งครอบคลุมชั้นดินอินทรีย์ (A_0) เนื่องจากในเขตร่อนดินชั้น A เป็นชั้นที่มีสัตว์ขาปล้องในดินอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก (Wiwatwittaya and Takeda, 2005) แต่ละแปลงสุ่มเก็บ 10 ตัวอย่างต่อครั้งพร้อมทั้งบันทึกข้อมูลโดยบันทึกชื่อแปลงตัวอย่างที่ทำการเก็บวัน เดือน ปีที่เก็บ ทำการเก็บตัวอย่างทุก ๆ เดือน โดยเริ่มตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2558 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2559 หลังจากเก็บตัวอย่างของสัตว์ขาปล้องในดิน นำมาแยกตัวอย่างด้วยกรวยแยก Modified Tullgren Funnel ทิ้งไว้เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นทำการจำแนกในห้องปฏิบัติการต่อไป

3. การจัดจำแนกตัวอย่างสัตว์ขาปล้องในดิน

นำสัตว์ขาปล้องในดินที่แยกไว้จากเครื่องแยก Modified Tullgren Funnel มาทำการจำแนกในห้องปฏิบัติการทางกีฏวิทยาป่าไม้ ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยจำแนกออกเป็น อันดับ (Order) หรือวงศ์ (Family) หรือสกุล (Genus) หรือชนิด (Species) โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ Stereo microscope และใช้เอกสาร Atlas on the Biology of Soil Arthropods (Eisenbeis and Wichard, 1987) และ Pictorial Keys to Soil Animals of Japan (Aoki, 1999) เป็นคู่มือประกอบในการจัดจำแนก

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

จากข้อมูลสัตว์ขาปล้องในดินที่ได้จากการจำแนกในแต่ละพื้นที่การศึกษา คำนวณหาค่าความมากมาย ความมากมายสัมพัทธ์ ทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยจำนวนประชากรของ arthropod ในดินระหว่างพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 พื้นที่ในแต่ละฤดูกาล

ผลและวิจารณ์

1. ความหลากหลายและความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดิน

จากการศึกษากลุ่มของสัตว์ขาปล้องในดินบริเวณพื้นที่เหมืองหินปูน จังหวัดสระบุรี พบกลุ่มของสัตว์ขาปล้องในดินทั้งหมด 21 กลุ่ม (Table 1) โดยกลุ่มที่พบมากที่สุดทั้งป่าธรรมชาติ พื้นที่ฟื้นฟู และพื้นที่ทำเหมืองคือกลุ่ม Acari รองลงมาคือ Collembola เมื่อพิจารณาจากกลุ่มของสัตว์ขาปล้องในดินพบว่า Acari, Araneae, Coleoptera, Coleoptera larva, Collembola, Hemiptera, Hymenoptera, Isoptera, Lepidoptera larva, Psocoptera, Symphyla และ Thysanoptera ครอบคลุมทุกพื้นที่ทั้งป่าธรรมชาติ พื้นที่ฟื้นฟู และพื้นที่ทำเหมืองสอดคล้องกับการศึกษาของ Kumssa *et al.* (2004) ซึ่งได้ทำการศึกษากิจกรรมการฟื้นฟูของสังคมสัตว์ขาปล้องในดินขนาดเล็กในดิน บริเวณป่าชายฝั่งที่มีการฟื้นฟูในทวีปแอฟริกาใต้ พบว่า ไรเป็นกลุ่มที่มีการพบมากที่สุดคิดเป็น 83 เปอร์เซ็นต์ของทั้งหมดพื้นที่ สามารถจำแนกได้ 20 วงศ์ และความมากมายของแมลงในพื้นที่คิดเป็น 17 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วน Nakamura *et al.* (2003) ได้ศึกษาการใช้ประโยชน์ของดินและสัตว์ขาปล้องในการประเมินสถานการณ์ของพื้นที่ฟื้นฟูป่าฝนในเหมืองแร่ ประเทศออสเตรเลีย โดยศึกษาสัตว์ขาปล้องทั้งหมด 7 กลุ่ม ได้แก่ มด กิ้งกือ ตะขาบ ไร Oribatid ไรกลุ่มอื่น Isopods และ Amphipods พบจำนวนทั้งหมด 14,699 ตัว พบกลุ่มไรมากถึง 12,856 ตัว สัตว์ขาปล้องในดินที่พบนั้น เมื่อนำมาจำแนกแล้ว พบว่าสามารถแยกออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่คือ ผู้บริโภคและผู้ช่วยย่อยสลาย แต่สัตว์ขาปล้องที่พบในพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มผู้ช่วยย่อยสลาย เช่น ปลวก แมลงหางดีด ไร ซึ่งถือว่ามีความสำคัญต่อโครงสร้างดินเป็นอย่างมาก

เมื่อวิเคราะห์ค่าความมากมายพบว่า มีความมากมายของสังคมสัตว์ขาปล้องในดินเฉลี่ย $11,48.33 \pm 2,338.95$ ตัวต่อตารางเมตร (Table 1) เมื่อแบ่งตามพื้นที่พบว่า ป่าธรรมชาติพบกลุ่มของสัตว์ขาปล้องในดินมากที่สุด 20 กลุ่ม (ความมากมายเฉลี่ย $5,275 \pm 324.46$ ตัวต่อตารางเมตร) รองลงมาคือพื้นที่ฟื้นฟูพบกลุ่มของสัตว์ขาปล้องในดิน 19 กลุ่ม (ความมากมายเฉลี่ย $5,638.33 \pm 336.21$ ตัวต่อตารางเมตร) และพื้นที่ทำเหมืองพบกลุ่มของสัตว์ขาปล้องในดินน้อยที่สุด 13 กลุ่ม (ความมากมายเฉลี่ย 505 ± 28.77 ตัวต่อตารางเมตร) อาจเนื่องมาจาก

สภาพแวดล้อมของป่าแต่ละประเภทนั้นมีปัจจัยที่ความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตแตกต่างกัน (สิริมาตร, 2559) ซึ่งบริเวณพื้นที่ป่าธรรมชาติเป็นพื้นที่ที่ไม่มีการถูกรบกวนจากปัจจัยภายนอกมีแหล่งอาหารและเหมาะแก่การซ่อนตัว ทำให้สัตว์ขาปล้องในดินสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ (เดชา, 2534) ส่วน Okwakol and Sekamatte (2007) ได้ศึกษาสัตว์ในดินขนาดใหญ่ในประเทศยูกันดา พบสัตว์ขาปล้องในดินขนาดใหญ่ทั้งหมด 14 อันดับ มีความหนาแน่น 683 ตัวต่อตารางเมตร เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดินกับพื้นที่การศึกษาพบว่าความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดินในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

เมื่อพิจารณาความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดินระหว่างฤดูแล้ง (เดือนธันวาคม-พฤษภาคม) กับฤดูฝน (เดือนมิถุนายน-พฤศจิกายน) พบว่า ในฤดูฝนมีความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดินมากกว่าฤดูแล้ง ช่วงฤดูฝนมีความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดินเฉลี่ย $13,355.23 \pm 7,999.72$ ตัวต่อตารางเมตร (Figure 1) เมื่อแบ่งตามพื้นที่ป่าธรรมชาติมีความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดินเฉลี่ย $5,671.90 \pm 2,827.64$ ตัวต่อตารางเมตร พื้นที่พื้นที่ป่ามีความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดินเฉลี่ย $6,953.33 \pm 4,810.20$ ตัวต่อตารางเมตร และพื้นที่ทำเหมืองมีความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดินเฉลี่ย 730 ± 361.80 ตัวต่อตารางเมตร ส่วนช่วงฤดูแล้งมีความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดินเฉลี่ย $9,326.66 \pm 5,240.59$ ตัวต่อตารางเมตร เมื่อแบ่งตามพื้นที่ป่าธรรมชาติมีความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดินเฉลี่ย $4,723.33 \pm 2,686$ ตัวต่อตารางเมตร พื้นที่พื้นที่ป่ามีความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดินเฉลี่ย $4,323.33 \pm 2,440.83$ ตัวต่อตารางเมตรและพื้นที่ทำเหมืองมีความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดินเฉลี่ย 280 ± 110.75 ตัวต่อตารางเมตร การศึกษาของ Ogino *et al.* (1965) ได้ศึกษาในพื้นที่สวนพฤกษศาสตร์พุดแก้ว จังหวัดสระบุรี ในช่วงเดือนธันวาคมมีสภาพค่อนข้างแห้งแล้ง จำนวนของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กมีจำนวนตัวลดลง ส่วนช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคมซึ่งเป็นช่วงฤดูฝนมีจำนวนรวมของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กมากกว่าช่วงฤดูแล้ง และมีแนวโน้มเป็นไปในทางเดียวกับการศึกษาของ Lister and Garcia-Aguayo (1992) พบว่าในเขตร้อนฤดูกาลมีผลต่อจำนวนของสัตว์ขาปล้องในดิน ซึ่งความมากมายในฤดูฝนมีค่ามากกว่าช่วงฤดูแล้ง เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดินกับฤดูกาลที่ทำการศึกษพบว่าความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดินในแต่ละฤดูกาลมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.01$)

2. ความมากมายสัมพัทธ์ของกลุ่มสัตว์ขาปล้องในดิน

ความมากมายสัมพัทธ์ (Relative Abundance) ใช้เกณฑ์ของ Wiwatwittaya and Takeda (2005) สามารถจัดกลุ่มออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีความเด่น (ค่าความมากมายสัมพัทธ์ > 5 เปอร์เซ็นต์ ของประชากรทั้งหมด) กลุ่มที่พบบ่อย (ค่าความมากมายสัมพัทธ์ 1- 5 เปอร์เซ็นต์ ของประชากรทั้งหมด) และกลุ่มที่พบบ่อยมาก (ค่าความมากมายสัมพัทธ์ < 1 เปอร์เซ็นต์ ของประชากรทั้งหมด)

จากการศึกษาโครงสร้างทางสังคมของสัตว์ขาปล้องในดินบริเวณพื้นที่เหมืองหินปูน จังหวัดสระบุรี (Table 2) พบว่า กลุ่มที่มีความเด่น 4 กลุ่ม ได้แก่ Acari, Collembola, Coleoptera larva และ Psocoptera คิดเป็น 57.87, 17.54, 8.10 และ 6.92 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ กลุ่มที่พบบ่อย 4 กลุ่ม ได้แก่ Hymenoptera, Araneae, Symphyla และ Coleoptera คิดเป็น 2.16, 1.31, 1.13 และ 1.03 ตามลำดับ และกลุ่มที่พบบ่อยมาก 13 กลุ่ม โดย Acari เป็นกลุ่มที่สามารถครอบครองพื้นที่ได้ดีที่สุด อาจเนื่องมาจากกลุ่มของ Acari นั้นไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างความมากมาย ความชุกชุมและความชื้นในดิน (Kardol, 2011) เมื่อพิจารณาแต่ละพื้นที่พบว่าในพื้นที่ป่าธรรมชาติ พบกลุ่มที่มีความเด่น 3 กลุ่ม ได้แก่ Acari, Collembola และ Coleoptera larva กลุ่มที่พบบ่อย 4 กลุ่ม ได้แก่ Hymenoptera, Psocoptera, Symphyla และ Coleoptera และกลุ่มที่พบบ่อยมาก 14 กลุ่ม พื้นที่พื้นที่ป่าพบกลุ่มที่มีความเด่น 3 กลุ่ม ได้แก่ Acari, Collembola และ Coleoptera larva กลุ่มที่พบบ่อย 7 กลุ่ม ได้แก่ Araneae, Dipula, Hymenoptera, Isoptera, Pseudoscorpiones, Psocoptera และ Symphyla และกลุ่มที่พบบ่อยมาก 9 กลุ่ม ส่วนในพื้นที่ทำเหมืองพบกลุ่มที่มีความเด่น 4 กลุ่ม ได้แก่ Acari, Collembola, Coleoptera larva และ Psocoptera กลุ่มที่พบบ่อย 3 กลุ่ม ได้แก่ Hymenoptera, Araneae และ Coleoptera และกลุ่มที่พบบ่อยมาก 6 กลุ่ม

Table 1 Abundance of soil arthropods at limestone mines, Saraburi province ($m^2/\pm$ S.E.)

Group	Dry Evergreen forest	Restoration Forest	Limestone Mine	Average	character
Acari	2,733.33 $\pm$ 133.01	3,815 $\pm$ 281.16	273.33 $\pm$ 19.48	2,273.89 $\pm$ 1,481.93	a,b
Araneae	26.67 $\pm$ 2.19	63.33 $\pm$ 5.26	11.67 $\pm$ 1.44	33.89 $\pm$ 21.70	a
Blattodea	3.33 $\pm$ 0.62	5 $\pm$ 0.72	-	2.78 $\pm$ 2.08	b
Chilopoda	23.33 $\pm$ 2.62	25 $\pm$ 2.06	-	16.11 $\pm$ 11.41	a
Coleoptera	78.33 $\pm$ 3.37	16.67 $\pm$ 1.50	6.67 $\pm$ 1.42	33.89 $\pm$ 31.69	a,b
Coleoptera Larva	295 $\pm$ 17.71	571.67 $\pm$ 40.86	43.33 $\pm$ 10.52	303.33 $\pm$ 215.77	a,b
Collembola	1,605 $\pm$ 115.71	470 $\pm$ 43.92	70 $\pm$ 6.58	715 $\pm$ 650.17	b
Diplopoda	13.33 $\pm$ 2.83	3.33 $\pm$ 0.92	-	5.56 $\pm$ 5.67	b
Diptera Larva	1.67 $\pm$ 0.46	-	3.33 $\pm$ 0	1.67 $\pm$ 1.36	a,b
Dipula	30 $\pm$ 2.31	61.67 $\pm$ 4.43	-	30.56 $\pm$ 25.18	b
Hemiptera	6.67 $\pm$ 1.04	1.67 $\pm$ 0.46	1.67 $\pm$ 0.46	3.33 $\pm$ 2.36	a
Hymenoptera	81.67 $\pm$ 10.10	148.33 $\pm$ 24.14	11.67 $\pm$ 1.86	80.56 $\pm$ 55.80	a
Pseudoscorpiones	48.33 $\pm$ 3.63	88.33 $\pm$ 6.03	-	45.56 $\pm$ 36.12	a
Isopoda	-	25 $\pm$ 3.73	-	8.33 $\pm$ 11.79	b
Isoptera	25 $\pm$ 4.20	68.33 $\pm$ 6.40	1.67 $\pm$ 0.46	31.67 $\pm$ 27.62	b
Lepidoptera Larva	11.67 $\pm$ 1.98	3.33 $\pm$ 0.62	3.33 $\pm$ 0.92	6.11 $\pm$ 3.93	a,b
Orthoptera	1.67 $\pm$ 0.46	13.33 $\pm$ 3.22	-	5 $\pm$ 5.93	a
Psocoptera	216.67 $\pm$ 14.37	120 $\pm$ 6.16	73.33 $\pm$ 5.67	136.67 $\pm$ 59.69	b
Symphyla	53.33 $\pm$ 4.73	96.67 $\pm$ 11.20	3.33 $\pm$ 0.92	51.11 $\pm$ 38.14	b
Thysanura	8.33 $\pm$ 1.27	-	-	2.78 $\pm$ 3.93	b
Thysanoptera	11.67 $\pm$ 1.86	41.67 $\pm$ 4.22	1.67 $\pm$ 0.46	18.33 $\pm$ 17	a,b
Total	5,275 $\pm$ 324.46	5,638.33 $\pm$ 336.21	505 $\pm$ 28.77	11,418.33 $\pm$ 2,338.95	

Remarks: *a = Customer, b = Decomposer

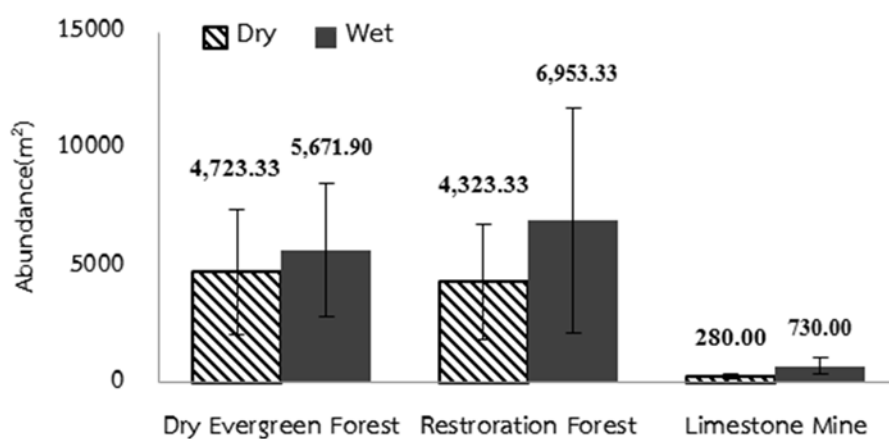


Figure 1 Abundance of soil arthropods between wet and dry season at Limestone mines, Saraburi province.

Table 2 Community structure of soil arthropods at limestone mines, Saraburi province.

Group	Dry Evergreen forest	Restoration Forest	Limestone Mine	Average
Acari	51.82	67.66	54.13	57.87
Araneae	0.51	1.12	2.31	1.31
Blattodea	0.06	0.09	-	0.05
Chilopoda	0.44	0.44	-	0.30
Coleoptera	1.48	0.30	1.32	1.03
Coleoptera Larva	5.59	10.14	8.58	8.10
Diplopoda	0.25	0.06	-	0.10
Diplopoda	0.25	0.06	-	0.10
Collembola	30.43	8.34	13.86	17.54
Dipula	0.57	1.09	0.00	0.55
Hemiptera	0.13	0.03	0.33	0.16
Hymenoptera	1.55	2.63	2.31	2.16
Isopoda	-	0.44	-	0.15
Isoptera	0.47	1.21	0.33	0.67
Lepidoptera Larva	0.22	0.06	0.66	0.31
Orthoptera	0.03	0.24	-	0.09
Pseudoscorpiones	0.92	1.57	-	0.83
Psocoptera	4.11	2.13	14.52	6.92
Symphyla	1.01	1.71	0.66	1.13
Thysanura	0.16	-	-	0.05
Thysanoptera	0.22	0.74	0.33	0.43
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

สรุป

การศึกษาสัตว์ขาปล้องในดินบริเวณเหมืองหินปูน จังหวัดสระบุรี พบจำนวนกลุ่มของสัตว์ขาปล้องในดินทั้งหมด 21 กลุ่ม ในพื้นที่ป่าธรรมชาติพบมากที่สุด 20 กลุ่ม พื้นที่ฟื้นฟูพบ 19 กลุ่ม และพื้นที่ทำเหมืองพบ 13 กลุ่ม มีความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดินทุกพื้นที่เฉลี่ย $11,420 \pm 2,418.33$ ตัวต่อตารางเมตร โดยพบกลุ่ม Acari, Collembola, Coleoptera larva และ Psocoptera เป็นกลุ่มที่มีความเด่นในพื้นที่ มีความมากมายเฉลี่ย $2,273.89 \pm 1,481.93$, 715 ± 650.17 , 303.33 ± 215.77 และ 136.67 ± 56.69 ตัวต่อตารางเมตร ตามลำดับ ความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดินพบในฤดูฝนมากกว่าฤดูแล้ง จากสภาพพื้นที่ที่มีการทำเหมืองหินปูนจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อสัตว์ขาปล้องในดิน เนื่องจากการทำลายดินซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ขาปล้องในดิน แต่เมื่อมีการฟื้นฟูพื้นที่หลังการทำเหมืองพบการกลับคืนของสัตว์ขาปล้องในดินมากขึ้น เนื่องจากบริเวณพื้นที่ที่มีการฟื้นฟูจะทำการปลูกไม้ต้นและบริเวณผิวดินก็มีพืชพื้นล่างปกคลุม ทำให้อุณหภูมิดินและความชื้นดินมีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์ขาปล้องในดิน นั้นแสดงว่าการฟื้นฟูหลังการทำเหมืองหินปูนและฤดูกาลส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความมากมายของสังคมสัตว์ขาปล้องในดิน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณผู้มอบทุนสนับสนุนทุนนิสิตระดับบัณฑิตศึกษาให้กับอาจารย์เพื่อช่วยงานโครงการวิจัย (OPORA) ปี 2559

เอกสารอ้างอิง

- เดชา วิวัฒน์วิทยา. 2534. ผลกระทบของไฟป่าต่อแมลงในดิน ณ ดอยอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จริณี มัชฌิมกะ. 2548. สังคมอาร์โธพอดในดินในป่าไม้ถูกรบกวนและป่าถูกรบกวน อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ณัฐกานต์ วิชัยคำ. 2554. ผลการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อแมลงในดิน บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สิริมาตร จิตปาโล. 2559. ความมากมายของสัตว์ขาปล้องขนาดเล็กในดินและการย่อยสลายของซากพืช บริเวณอุทยานแห่งชาติ ดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศานิช รัตนภูมิ. 2546. **กัญญาวิทยาแม่บท**. ภาควิชาชีววิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.
- Andre. P. and E. Mateos. 2006. Soil mesofaunal responses to post-mining restoration treatments. **Applied Soil Ecology** 33: 67–78.
- Aoki. J. 1999. **Pictorial Keys to Soil Animals of Japan**. Tokai University Press, Tokyo.
- Coleman, C.D., D.A. Crossley and P.F. Hendrix. 2004. **Fundamentals of Soil Ecology**. Academic Press, Amsterdam.
- Eisenbeis, G. and W. Wichard. 1987. **Atlas on the Biology of Soil Arthropods**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York. 1-20 p.
- Kardol, P., W.N. Reynolds, R.J. Norby and A.T. Classen. 2011. Climate change effects on soil microarthropod abundance and community structure. **Applied Soil Ecology** 47: 37-44.
- Kumssa, D.B., Van Aarde.R.J. and T.D. Wassenaar. 2004. The regeneration of soil microarthropod assemblages in a rehabilitating coastal dune forest at Richards Bay, South Africa. **African Journal of Ecology** 42: 346-354.
- Lister, B. and A. Garcia-Aguayo. 1992. Seasonality, Predation, and the behavior of tropical mainland anole. **Journal of Animal Ecology** 61: 717-733.
- Nakamura, A., H. Proctor and C.P. Catterall. 2003. Using soil and litter arthropods to assess the state of rainforest restoration. **Ecological Management & Restoration** 4: 20-28.
- Ogino, K., P. Saichuae and G. Imadate. 1965. Seasonal changes of soil microarthropod populations in central Thailand. **Nature and Life in Southeast Asia**. 4: 303-3015.
- Okwakol, M.J.N. and M.B. Sekamatte. 2007. Soil microfauna research in ecosystems in Uganda. **African Journal of Ecology** 45: 2-8.
- Wallwork, J.A. 1976. **Ecology of Soil Animals**. Spottiswoode, Ballantyne and Co Ltd, New York.
- Wiwatwittaya, D. and H. Takeda. 2005. Seasonal changes in soil arthropod abundance in the dry evergreen forest of north-east Thailand, with special reference to collembolan communities. **Ecol Res** 20: 59-70.

โครงสร้างและองค์ประกอบของรังมดแดงในประเทศไทย
Structure and composition of weaver ant nest
(*Oecophylla smaragdina* F. Formicidae) in Thailand

ทิพากร ภูสาคร และ เดชา วิวัฒน์วิทยา*

Tipakhon Phusakhon and Decha Wiwatwitaya*

ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Forest Biodiversity, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

*Corresponding Author; E-mail: ffordew@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาโครงสร้างและองค์ประกอบของรังมดแดงในประเทศไทย ดำเนินการบริเวณภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน พ.ศ. 2559 เพื่อต้องการทราบลักษณะภายนอก และองค์ประกอบภายในรังของมดแดงในธรรมชาติ เพื่อเป็นต้นแบบในการทำรังเทียม เก็บข้อมูลขนาดของรัง รูปทรง รัง ขนาดของห้องภายในรัง ระยะของตัวอ่อน วรรณะที่พบในรัง และน้ำหนักตัวอ่อนแต่ละรัง ผลการศึกษาพบขนาด รัง 130.23 ถึง 19760 ลูกบาศก์เซนติเมตร รูปร่างของรังพบทั้งหมด 5 แบบ ได้แก่ รูปรี รูปเรียวยาว ทรงกลม ครึ่ง วงกลม และรูปหยดน้ำ โดยรังทรงกลมพบมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 30 ใบไม้แต่ละชนิดพบปริมาณเส้นใยสีขาวที่ แตกต่างกันชัดเจน ระยะห่างของใบ การเรียงตัวของใบ และขนาดของใบมีผลต่อการใช้เส้นใย ภายในรังของมดแดงมี การแบ่งเป็นห้องที่ไม่มีรูปแบบแน่นอน มีขนาดอยู่ระหว่าง 0.7x1.9 - 2.2x11.8 เซนติเมตร ห้องขนาดเล็กเป็นที่อาศัย ของตัวอ่อนของมดงาน มดเพศผู้และตัวอ่อนขนาดเล็กของมดเพศเมีย ห้องใหญ่เป็นที่อาศัยของตัวอ่อนขนาดใหญ่ของ มดเพศเมีย อุณหภูมิภายในรังอยู่ระหว่าง 27-29 องศาเซลเซียส ภายในรังพบมดงาน มดเพศเมีย และมดเพศผู้ และ พบตัวอ่อนทุกระยะการเจริญเติบโต การกระจายของตัวอ่อนในแต่ละรังเหมือนกันทั้งรังขนาดเล็ก รังขนาดกลาง และ รังขนาดใหญ่ คือ ขนาดเล็กสุดอยู่ตรงกลางรังและขนาดใหญ่อยู่ด้านนอก พบสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นอาศัย 2 กลุ่ม คือ เพลี้ย หอย วงศ์ Coccidae และหนอนผีเสื้อมรกด วงศ์ Lycaenidae ขนาดรังและน้ำหนักของตัวอ่อนเป็นไปในทิศทาง เดียวกันคือขนาดรังเพิ่มขึ้นพบน้ำหนักตัวอ่อนมากขึ้น มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r=0.413$; $P<0.05$) การศึกษานี้สามารถพัฒนาไปสู่การเลี้ยงมดแดงในระบบปิดและไม่ใช้ต้นไม้ และส่งเสริมให้ชาวบ้านหรือ เกษตรกรได้เพาะเลี้ยงมดแดงเป็นอาชีพเสริมและสร้างรายได้

คำสำคัญ: โครงสร้างรัง มดแดง องค์ประกอบภายในรัง การเลี้ยงมดแดง

ABSTRACTS

Structure and composition of weaver ant nest (*Oecophylla smaragdina* F. Formicidae) in the central, northern and northeastern of Thailand during February to April in 2016 were studied. The purposes of this research is to observe the structure and composition of weaver ant nest in nature for artificial nest design. Size of nest, shape of nest, size of chamber in nest, stage of broods, caste in nest and weight of broods each nest were collected. It is found that the size of nest ranged from 130.23 to 19760 cubic centimeters. The shape of nest are classified five types are oval, slender, sphere, semicircle and droplets shape. The most abundance was the sphere at 30 percentage. The amount of white silk are obviously different for each leave species. Spacing of leaves, arrangement of leaves, and size of leaves have an effect on silk used. Weaver ant nest chamber has indefinite form and size ranged between 0.7x1.9 - 2.2x11.8 centimeters. Small chambers are abode for broods of workers, Males and small female. Large chamber is abode for large broods of female. The temperature in the nest was 27-29 degree Celsius, found workers females and male and all larva stage. There are only one position pattern in small nest, medium nest and large nest are small

broods in middle and large broods in brink. It is also found other 2 living groups which are family Coccidae and Lycaenidae. Nest size related with weight of larvae. When the nest size increased, the amount of larvae increased accordingly. Were statistically significantly correlated ($r = 0.413$; $P < 0.05$). This study could be developed to weaver ant farming in closed system and without trees. It will encourage local people or farmer to create weaver ant farm as supplementary occupation and generate income.

Keywords: Nest structure, Weaver ant, Composition in nest, Weaver ant farm

คำนำ

ปัจจุบันทั้งหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนให้ความสนใจเรื่อง ความมั่นคงทางอาหาร โดยเฉพาะอาหาร ต้องมีความปลอดภัยไร้สารปนเปื้อนและมีการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนในอนาคต แมลงกินได้เป็นหนึ่งในเป้าหมายของความมั่นคงทางอาหารขององค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) (Van Huis *et al.*, 2013) สำหรับประเทศไทยแมลงกินได้มีมากมายหลายชนิด เช่น ดักแด้นอนไหม ตั๊กแตน จิ้งหรีด หนอนรด่วน แมลงมัน และมดแดง สำหรับมดแดงเป็นแมลงกินได้ที่ได้รับความนิยมทั่วประเทศ โดยการนำตัวอ่อนของมดแดงไปประกอบอาหาร เช่น ลาบไข่มดแดง แกงไข่มดแดง และไข่เจียวไข่มดแดง (วิชญ์รักษ์, 2550; เดชา, 2552) ตัวอ่อนที่เหลือจากการบริโภคมีการนำไปขายจึงทำให้มดแดงมีราคาสูงขึ้นเกิดการเก็บหาจากธรรมชาติจำนวนมากโดยชาวบ้าน แต่ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการ จึงทำให้มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับมดแดงเกิดขึ้น ทั้งทางด้านนิเวศ การตลาด และการเพิ่มผลผลิต เพื่อการเพาะเลี้ยงมดแดงในเชิงธุรกิจ นอกจากประโยชน์ในการบริโภคแล้ว มดแดงยังมีศักยภาพควบคุมกำจัดศัตรูพืช เนื่องจากมดแดงเป็นตัวห้ำในธรรมชาติ จึงมีการใช้มดแดงในการควบคุมแมลงศัตรูพืชมากกว่า 50 ชนิด ในสวนผลไม้ (Offenberg, 2014; Ouagousounon, 2015) ได้แก่ สานส้ม มะม่วง เงาะ ส้มโอ มะม่วงหิมพานต์และโกโก้ ในหลายประเทศ เช่น ไทย จีน ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย มาเลเซียและแอฟริกา (Barzman *et al.*, 1996; Gassa, 2014) โดยต้องมีมดแดงในปริมาณมากพอและมีการควบคุมมดแดงต่างครอบครัว (สายพันธ์, 2548; Lokker, 1990;) และยังพบว่ามดแดงในป่าชายเลนช่วยลดการกินพืชของแมลง (Offenberg, 2014) มีมดเพียง 2 ชนิด ที่อาศัยและสร้างรังบนต้นไม้ (arboreal ant) คือ มดแดงเอเชีย (*O. smaragdina*) และมดแดงแอฟริกา (*O. longinoda*) (Shattuck, 1999) ซึ่งชอบอาศัยบนเรือนยอดที่เปิดโล่ง ได้รับแสงแดด (วิชญ์รักษ์, 2550) มดแดงปรับตัวให้มีรูปร่างเรียวยาวเพื่อให้สามารถใช้ชีวิตบนเรือนยอดในป่าเขตร้อนได้ (Holldobler and Wilson, 1977) มดแดงสร้างรังโดยใช้ปากกัดใบและดึงเข้าหากัน แต่ถ้าใบอยู่ห่างไกลกันมาก ๆ มดงานใช้ปากคาบเอวมดงานตัวอื่นเพื่อต่อตัวคล้ายโซ่ดึงใบไม้ที่อยู่ห่างกันจนใบไม้ชิดกัน จากนั้นมดงานจะคาบตัวหนอนระยะสุดท้ายที่มีต่อมให้เส้นใยอยู่บริเวณหัวโดยพันออกจากปากของตัวหนอนเพื่อใช้ยึดใบไม้ แล้วค่อยๆ ถักเส้นใยที่ละเส้นยึดเกี่ยวใบไว้จนเกิดเป็นรังขนาดต่าง ๆ และเส้นใยมีสีขาว (Van Itterbeeck, 2014) เหมือนกับมดแดงในแอฟริกา (*Oecophylla longinoda*) มดแดงสร้างรังขนาดใหญ่และขนาดกลางในบริเวณที่ใบไม้ค่อยๆ ข้างหนาแน่น เช่น ต้นส้ม ต้นกานพลูและต้นมะม่วง และบางครั้งมดแดงสร้างรังขนาดใหญ่ที่มีความยาวถึง 0.3 และ 0.5 เมตร (Way and Khoo, 1991) รังของมดแดงมีการแบ่งเป็นห้องต่าง ๆ (chamber) สำหรับเป็นที่อาศัยของมดงานและตัวอ่อนรวมทั้งราชินีด้วย (Shattuck, 1999) ดังนั้นต้นไม้จึงเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการเพาะเลี้ยงมดแดง อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่ชาวบ้านอยากเลี้ยงมดแดงในพื้นที่จำกัดและไม่มีทั้งมดแดงและต้นไม้ ยังเป็นเรื่องที่น่าสนใจและยังไม่ได้มีการศึกษาวิจัย โดยเฉพาะเรื่องของการรังเทียม เพื่อที่จะต่อยอดทำรังเทียมดังกล่าวยังมีความจำเป็นในเรื่องของข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับลักษณะและองค์ประกอบภายในของรังมดแดงในธรรมชาติเพื่อเป็นต้นแบบในการทำรังเทียม จึงเกิดการศึกษาโครงสร้างและองค์ประกอบภายในของรังมดแดงในประเทศไทยขึ้นมา ซึ่งจะสามารถพัฒนาไปสู่การเลี้ยงมดแดงในระบบปิดและไม่ใช้ต้นไม้ และสามารถพัฒนาการเพาะเลี้ยงมดแดงเชิงเศรษฐกิจได้ และส่งเสริมให้ชาวบ้านหรือเกษตรกรได้เพาะเลี้ยงมดแดงเป็นอาชีพเสริมและหารายได้

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษาและการเก็บข้อมูล

การศึกษาโครงสร้างรังและองค์ประกอบของรังมดแดงได้ทำการศึกษาโดยการเก็บข้อมูลบริเวณพื้นที่ภาคกลางจำนวน 5 รัง ภาคเหนือจำนวน 3 รัง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำนวน 22 รัง ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน พ.ศ. 2559 โดยการเก็บรังของมดแดงจากต้นไม้ริมถนน ในป่าละเมาะและสวนมะม่วง เลือกต้นไม้ที่สูงไม่เกิน 6 เมตร จากนั้นตัดรังมดแดงจากต้นไม้ที่เลือกด้วยความระมัดระวังและรักษาให้รังอยู่ในสภาพสมบูรณ์ใบไม้ไม่ฉีกขาดหรือรังแตกเกิดความเสียหาย บรรจุใส่ถุงพลาสติกและรัดปากถุงด้วยหนังยางให้เรียบร้อยแล้วนำไปทำให้สลับโดยใช้หลักความเย็นในที่นี้ใช้น้ำแข็ง นำรังมดแดงในถุงพลาสติกลงในกล่องโฟมที่เตรียมน้ำแข็งไว้ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1.5-2 ชั่วโมง

การศึกษาลักษณะรูปร่างของรังมดแดง แบ่งรังออกเป็น 3 ขนาด ขนาดละ 10 รัง รวม 30 รัง โดยใช้ปริมาตรรวมของขนาดรังและมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร คือรังขนาดเล็ก (S) มีขนาดตั้งแต่ 1-2000 ลูกบาศก์เซนติเมตร รังขนาดกลาง (M) มีขนาดตั้งแต่ 2001-4000 ลูกบาศก์เซนติเมตร และรังขนาดใหญ่ (L) มีขนาดตั้งแต่ 4001 ลูกบาศก์เซนติเมตรขึ้นไป (Table 1) จากนั้นทำการตัดตามขวางตรงกลางรังเพื่อดูโครงสร้างและลักษณะของห้องที่มดแดงอาศัย ทำการแยกตัวอ่อนจากมดงานโดยใช้น้ำ คือ การเติมน้ำสะอาดลงในซามจากนั้นเทมดแดงทั้งหมดลงในน้ำ แล้วใช้ผ้าขาวบางหมุนในน้ำเป็นวงกลมเพื่อนำมดงานออกจากตัวอ่อน และนำตัวอ่อนทั้งหมดที่ปราศจากมดงานมาผึ่งให้แห้ง บันทึกขนาดของรัง ขนาดของห้องโดยวัดความกว้างและความยาว ขนาดของใบ บันทึกระยะของตัวอ่อนโดยใช้หลักการแบ่งระยะตัวอ่อนของทิพากร (2559) และวรรณะใดที่พบในรัง ทำการชั่งและบันทึกน้ำหนักตัวอ่อนของมดแดงแต่ละรัง พร้อมทั้งสังเกตการอาศัยของมดแดงในแต่ละห้องภายในรัง และการเรียงตัวของใบไม้ในรังโดยสังเกตจากรูปแบบการเรียงตัวของใบไม่ว่าชิดกันหรือห่างกัน

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของรังและน้ำหนักของตัวอ่อน โดยใช้ SPSS V.18

การคำนวณหาปริมาตรของรังโดยใช้สูตร กว้าง x สูง x ยาว

ผลและวิจารณ์ผล

1. ลักษณะภายนอกรัง

การศึกษารังนี้พบว่ารังขนาดเล็ก (S) พบความกว้างตั้งแต่ 5.5-19 เซนติเมตร ความยาวตั้งแต่ 13-25 และความสูงตั้งแต่ 3.5-8 เซนติเมตร พบขนาดตั้งแต่ 130.24-1872.00 ลูกบาศก์เซนติเมตร รังขนาดกลาง (M) พบความกว้างตั้งแต่ 14-26 เซนติเมตร ความยาวตั้งแต่ 14-29 และความสูงตั้งแต่ 5.5-16 เซนติเมตร พบขนาดตั้งแต่ 2204.40-3960.00 ลูกบาศก์เซนติเมตร และรังขนาดใหญ่ (L) พบความกว้างตั้งแต่ 14-32 เซนติเมตร ความยาวตั้งแต่ 19-49 และความสูงตั้งแต่ 8.5-21 เซนติเมตร พบขนาดตั้งแต่ 4375.38-19760.00 ลูกบาศก์เซนติเมตร (Table 1) และพบรูปร่างของรังมดแดงมีทั้งหมด 5 แบบ ได้แก่ รูปรี รูปรียาว รูปทรงกลม ครึ่งวงกลม และรูปหยดน้ำ (Figure 1) ขนาดของรังกับรูปร่างพบว่ารังขนาดเล็ก (S) พบได้ทุกแบบยกเว้นรูปทรงครึ่งวงกลม รังขนาดกลาง (M) พบได้ทุกแบบยกเว้นรูปรี รังขนาดใหญ่ (L) พบได้ทุกแบบยกเว้นรูปทรงครึ่งวงกลม จากการสังเกตในภาคสนามรูปร่างของรังมดแดงนั้นขึ้นอยู่กับขนาดของใบ ความอ่อน-ความแก่ของใบ ชนิดของใบ สอดคล้องกับรายงานของ Lokkers (1990) ที่กล่าวถึงรูปร่างและขนาดของรังขึ้นอยู่กับจำนวนใบ ขนาดของใบ โครงสร้างและความหนาแน่นของใบ เมื่อพิจารณารูปร่างรังทั้ง 5 แบบปรากฏว่ารังทรงกลมพบมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 30 รองลงมาคือ รูปรียาว คิดเป็นร้อยละ 26.67 รูปรีและรูปหยดน้ำเท่ากันคิดเป็นร้อยละ 16.67 และครึ่งวงกลมคิดเป็นร้อยละ 10 (Table 2)

Table 1 Nest size of weaver ant.

	width	long	high	Volume (cubic cm.)		width	long	high	Volume (cubic cm.)
Small									
Nest 1	6.1	13.1	3.5	130.235	Nest 6	12.3	14.2	5.5	960.63
Nest 2	5.5	13	5.5	393.25	Nest 7	10.3	25	4.2	1081.5
Nest 3	11.5	15.5	5	661.25	Nest 8	7.5	20.5	5	1125
Nest 4	11	16	5	880	Nest 9	19	13	7	1729
Nest 5	14.9	15.4	3.9	894.894	Nest 10	13	18	8	1872
Medium									
Nest 1	16.7	24	5.5	2204.4	Nest 6	16	21.5	10	3440
Nest 2	14.4	22	12	2488.32	Nest 7	26	14	10	3640
Nest 3	14	20	10.5	2940	Nest 8	16.5	25	9	3712.5
Nest 4	15.5	21.5	10	3332.5	Nest 9	15.5	23	11	3921.5
Nest 5	17	29	6.8	3352.4	Nest 10	15	16	16.5	3960
Large									
Nest 1	14.5	35.5	8.5	4375.375	Nest 6	21	43	11	9933
Nest 2	18	24.5	11.5	5071.5	Nest 7	22.1	36.5	15	12099.75
Nest 3	20.5	30	9	5535	Nest 8	28	30.2	15	12684
Nest 4	17	28.2	12	5752.8	Nest 9	24	49	15	17640
Nest 5	18.5	19	21	7381.5	Nest 10	32	32.5	19	19760

Table 2 Size shape and percentage of weaver ant nest.

Size/Shape	oval	slender	sphere	semicircle	droplets shape
Small	3	3	3	0	1
Medium	0	2	3	3	2
Large	2	3	3	0	2
Percentage	16.67	26.67	30	10	16.67

ลักษณะของใบไม้ที่มดแดงใช้สร้างรัง จากการศึกษใบของพืช 10 ชนิด ได้แก่ มะม่วง หว้า คุณ สะเดา ขี้เหล็ก พะยูง ตะแบกนา กระถินณรงค์ ศรียะลา และรำตาควาย ที่มดแดงใช้สร้างรังมีขนาดตั้งแต่ 2.3x3.5 - 5.5x26 เซนติเมตร ใบมีรูปร่างหลายแบบ ได้แก่ รูปไข่ รูปขอบขนาน รูปใบหอกกลับ และรูปรียาว ใบขนาดใหญ่จะมีการพับม้วนของใบสำหรับสร้างรัง ใบของพืชทั้ง 10 ชนิดผิวเรียบไม่มีสิ่งปกคลุม (Table 3) สอดคล้องกับการศึกษาของ วิษณุรักษ์ (2550) รัตนาวดี และเดชา (2559) ซึ่งกล่าวถึงลักษณะของใบที่ไม่มีสิ่งปกคลุมช่วยในการวางไข่และการอาศัยของตัวอ่อนมดแดง

ปริมาณเส้นใยสีขาวที่พบในรังมดแดง พบว่าใบไม้แต่ละชนิดพบปริมาณเส้นใยสีขาวที่แตกต่างกันชัดเจน ประเมินจากเปอร์เซ็นต์ของเส้นใยสีขาวที่พบ ปริมาณเส้นใยสีขาวมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณใบให้ค่าเป็นมาก และปริมาณเส้นใยสีขาวน้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณใบให้ค่าเป็นน้อย ซึ่งระยะห่างของใบ การเรียงตัวของใบ และขนาดของใบมีผลต่อการใช้เส้นใย ในการศึกษาครั้งนี้จากพืชทั้งหมด 10 ชนิดพบว่ามีการใช้เส้นใยสีขาวในการสร้างรังและสร้างผนังห้องในปริมาณมากในใบพืช 6 ชนิด ได้แก่ มะม่วง หว้า คุณ ตะแบกนา ศรียะลา และรำตาควาย และใช้ปริมาณเส้นใยสีขาวน้อยในใบพืช 4 ชนิด ได้แก่ สะเดา ขี้เหล็ก พะยูง กระถินณรงค์ (Table 3)

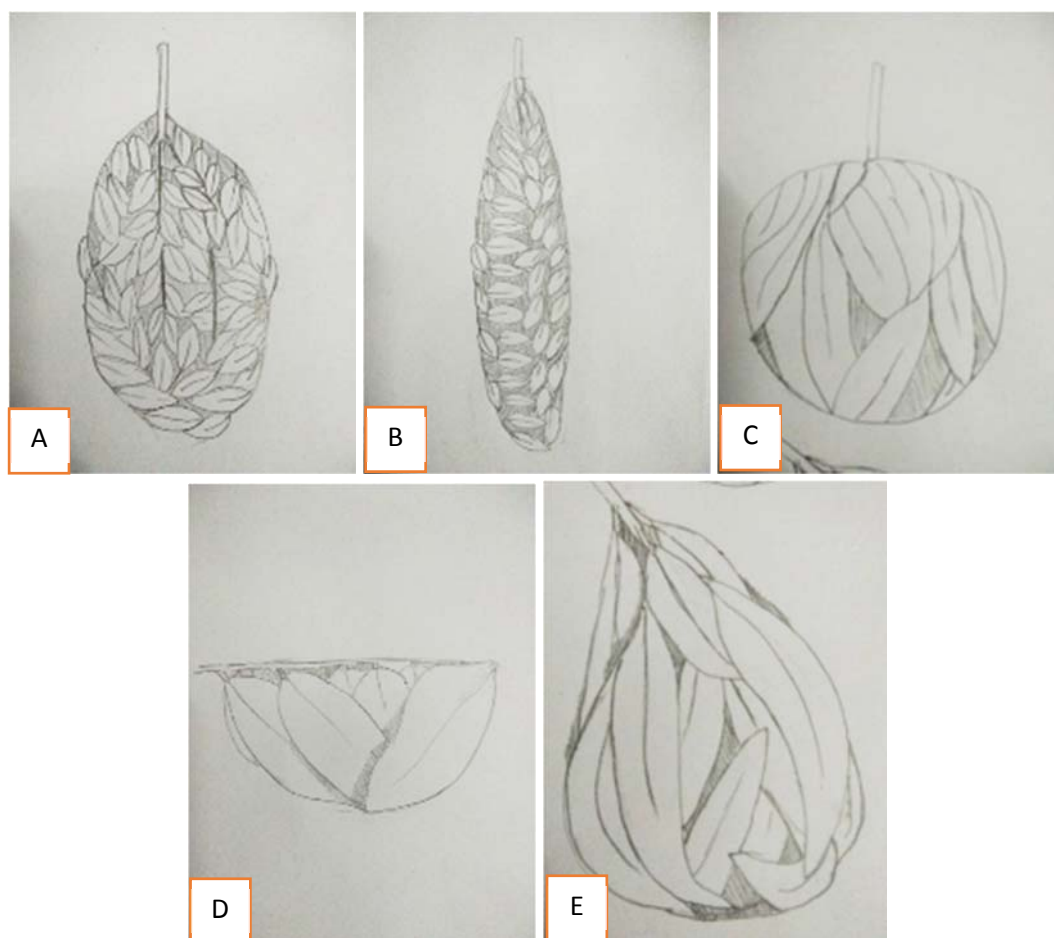


Figure 1 Shape of nest A. oval B slender C sphere D semicircle and E droplets shape.

Table 3 Species character of leaves and volume of silk.

Species	Leaves smooth and uncovered	Leaves smooth and covered	Volume of silk	
			more	A few
1. มะม่วง <i>Mangifera</i> sp.	1	0	1	0
2. หว้า <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	1	0	1	0
3. คุณ <i>Cassia fistula</i> L.	1	0	1	0
4. สะเดา <i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	1	0	0	1
5. ขี้เหล็ก	1	0	0	1
<i>Senna siamea</i> (Lam.) Irwin & Barneby.				
6. พะยุง	1	0	0	1
<i>Dalbergia cochinchinensis</i> Pierre.				
7. ตะแบกนา	1	0	1	0
<i>Lagerstroemia floribunda</i> Jack				
8. กระถินณรงค์	1	0	0	1
<i>Acacia auriculiformis</i> A. Cunn. ex Benth.				
9. ศรียชะลา	1	0	1	0
<i>Saraca thaipingensis</i> Cantley ex Prain				
10. ร้าตาควาย	1	0	1	0
<i>Diospyros coetanea</i> H. R. Fletcher.				

2. โครงสร้างภายในรัง

โครงสร้างภายในรังของมดแดงมีการแบ่งเป็นห้องที่ไม่มีรูปแบบแน่นอน ภายในรังมีห้องขนาดต่าง ๆ ที่เชื่อมต่อกันด้วยช่องว่างเล็ก ๆ ขนาด 0.6x1.2-0.9x1.9 ตารางเซนติเมตร ห้องขนาดเล็กที่สุดคือ 0.7x1.9 ไปจนถึงขนาดใหญ่สุด 2.2x11.8 ตารางเซนติเมตร (Table 4) ซึ่งในรังมดแดงมีการแบ่งเป็นห้องต่าง ๆ แต่รังมดแดงไม่มีห้องสำหรับมดราชินี เพราะมดราชินีมีรังสำหรับอาศัยโดยเฉพาะ (Van Itterbeeck, 2014) ใบไม้ที่ถูกดึงมาประกอบเป็นรังถูกเชื่อมโดยใช้เส้นใยจากตัวหนอนและใบไม้เหล่านั้นกลายเป็นผนังห้อง สอดคล้องกับทฤษฎีของ Holldobler and Wilson (1977) ในใบไม้ที่มีขนาดปานกลางค่อนข้างไปทางใบเล็ก เช่น ขี้เหล็ก พะยูน ผนังของรังมดแดงใช้ใบไม้สองใบซ้อนกัน และพบว่าในใบไม้ขนาดใหญ่ เช่น ใบหว่า ใบคูณ ใบมะม่วง ผนังของรังมดแดงใช้ใบไม้เพียงชั้นเดียว เมื่อใบไม้มีขนาดปานกลางค่อนข้างไปทางใบใหญ่ ใบที่ประกบกันทำให้เกิดห้องขนาดใหญ่มดแดงจะใช้เส้นใยถักจนเป็นแผ่นเพื่อแบ่งห้องขนาดใหญ่ออกเป็นสองห้องเพื่อเพิ่มที่อยู่อาศัยของตัวอ่อนและมดงาน จากการสังเกตภายในรังบริเวณที่ตัวหนอนอาศัยหนาแน่นปริมาณเส้นใยจะหนาแน่นไปด้วย ในหนึ่งรังอาจมีบริเวณที่มีเส้นใยจำนวนมากและบริเวณที่มีเส้นใยเล็กน้อย ลักษณะของห้องมีความยาวแต่แคบ รูปแบบของห้องในแต่ละรังจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับรูปร่างและขนาดใบ และพบว่าอุณหภูมิภายในรังอยู่ระหว่าง 27-29 องศาเซลเซียส

Table 4 Chamber in nest.

Volume (cubic cm.)	Chamber		Volume (cubic cm.)	Chamber		Volume (cubic cm.)	Chamber		Volume (cubic cm.)	Chamber	
	width	long		width	long		width	long		width	long
7381.5	1.9	4.1	5535	1.2	4.4	661.25	0.9	5.4	2940	1	1.7
	1.4	4.5		2.4	8.7		1.6	3.8		2.1	2.9
	1.2	2.7		1.6	2.4		1.9	7.7		1	1.9
	1.5	7.2		-	-		1.9	3.7		1.4	3.3
	1.3	9		-	-		1.6	5.6		1.4	4
9933	1.7	5.6	1125	1	5.7	2488.32	1	5.3	3921.5	1	4
	2.2	4.1		1.2	4		1.6	5.8		1.5	2.7
	1.7	6.3		2	3		1.9	4.2		1.8	2.6
	-	-		1.2	5.6		1.9	5.1		1.8	2.2
	-	-		2.2	2.8		2	8.5		1.7	5
1872	1.2	2.7	393.25	2	7	960.63	2.4	5	894.894	2.4	3.7
	1.5	7.2		5.2	6.3		2.6	9.2		1.5	6
	1.3	9		1.2	5.5		2.6	7.1		1.2	6.3
	-	-		1.3	3.1		-	-		1.3	3.5
	-	-		-	-		-	-		2	4.3
880	1.2	2.7	3352.4	1.8	8.1	17640	2.5	2.7	3640	1.2	7.3
	1.5	7.2		1.4	7.1		1.9	4.6		2	7.4
	1.3	9		1.1	5		2.5	2.6		-	-
	-	-		2.3	3.8		2.4	4.2		-	-
	-	-		2.6	5		1.4	2		-	-
4375.375	1.2	4.4	3440	1.2	4.4	12099.75	1.5	7.7	5071.5	1.8	5
	1.6	4.5		1.6	6.5		2.1	9.5		2	2.6
	1.3	2.6		1.8	6.3		1.5	8.5		2.1	7.3
	2.3	2.3		0.8	5.7		1.7	5.5		1.7	5.7
	0.7	1.9*		2.1	4.2		2.2	11.8**		-	-

3. องค์ประกอบภายในรัง

การอาศัยของตัวอ่อนภายในรังจากการศึกษาพบว่าภายในรังตัวอ่อนของมดแดงอาศัยตามห้องต่าง ๆ มีรูปแบบการกระจายตัวในรังเพียงรูปแบบเดียวทั้งในรังขนาดเล็ก รังขนาดกลางและรังขนาดใหญ่ ในรังของมดแดงสามารถพบมดแดงได้ทุกระยะยกเว้นมดราชินีและพบตัวอ่อนได้ทุกระยะการเจริญเติบโต แต่การอาศัยในห้องภายในรังมีการแบ่งขนาดของตัวอ่อนมดแดงชัดเจน บริเวณหมายเลขหนึ่งเป็นห้องสำหรับไข่ หนอนระยะที่หนึ่งและระยะที่สอง จะรวมกันอยู่ในห้องตรงกลางของรัง พบตั้งแต่หนึ่งห้องในรังขนาดเล็ก ไปจนถึงหลายสิบห้องในรังขนาดใหญ่และในห้องเหล่านั้นจะมีมดงานขนาดเล็กหรือที่เรียกว่ามดพยาบาล ทำหน้าที่ดูแลตัวอ่อน บริเวณหมายเลขสองเป็นห้องถัดจากที่อยู่ตรงกลางสุดทุกด้านอาจมี 2-5 ห้องหรือมากกว่านั้นกรณีที่รังมีขนาดใหญ่ จะเป็นที่อยู่ของตัวอ่อนอื่น ๆ ที่มีร่างกายใหญ่ขึ้น นั่นคือหนอนระยะที่สาม ระยะที่สี่ และดักแด้ บริเวณหมายเลขสามเป็นห้องของดักแด้ ที่มีอายุมากคือมีสีส้มและสีส้มเข้ม รวมทั้งวรรณะสืบพันธุ์และมดงานเกิดใหม่ที่ยังไม่แข็งแรง สุดท้ายคือบริเวณหมายเลขสี่เป็นห้องที่ติดผนังรังเป็นห้องของมดงานและวรรณะสืบพันธุ์ที่เจริญเติบโตเต็มที่และพร้อมที่จะออกจากรังเพื่อไปผสมพันธุ์สำหรับสร้างอาณาจักรใหม่ (Figure 2)

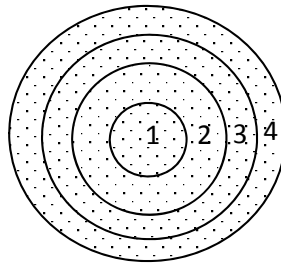


Figure 2 Arrangement pattern of ant broods in weaver ant nest.

ในการศึกษารังนี้พบสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นอาศัยในรังของมดแดงมี 2 กลุ่ม คือ เพี้ยหอย (Coccidae) ซึ่งพบในพืช 3 ชนิด ได้แก่ สะเดา หว่า และคูณ และหนอนผีเสื้อมกรด (Lycaenidae) (Figure 4) โดยอยู่ในภาวะประโยชน์ร่วมกัน (Protocooperation) คือแมลงเหล่านี้ได้รับการปกป้องจากศัตรูทางธรรมชาติโดยมดแดง และมดแดงจะได้น้ำหวาน (honey dew) Van Mele, P. and Cuc, N.T.T. (2007)

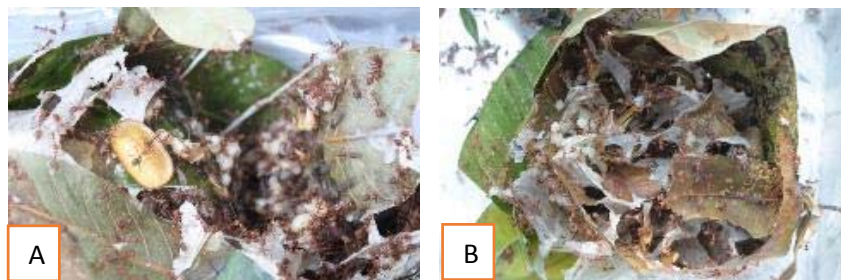


Figure 3 A Larva of Lycaenidae B. Coccidae.

4. ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดรังและน้ำหนักของตัวอ่อน

รังของมดแดงสามารถพบตัวอ่อน (ไข่ ตัวหนอน ดักแด้ แม่เป้งหรือวรรณะสืบพันธุ์เพศเมีย) ได้ทุกระยะการเจริญเติบโตและพบมดงาน มดเพศเมีย และมดเพศผู้ สอดคล้องกับการศึกษาของ Van Itterbeeck (2014) และ Marcela *et al.* (2012) เมื่อนำรังขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ จำนวน 30 รัง มาจำแนกออกเป็นรังที่พบตัวอ่อนและรังที่ไม่พบตัวอ่อน พบว่ารังที่พบตัวอ่อนมี 15 รัง รังที่ไม่พบตัวอ่อนมี 15 รัง ตัวอ่อนของวรรณะสืบพันธุ์ (ไข่ หนอน ดักแด้ แม่เป้งหรือวรรณะสืบพันธุ์เพศเมีย) ถูที่ปรากฏคือตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงมิถุนายน (วิชญลักษณ์, 2550; Van Itterbeeck, 2014) ซึ่งแต่ละอาณาจักรมีช่วงเวลาปรากฏของตัวอ่อนแตกต่างกัน สำหรับตัวอ่อนที่นำมาบริโภคหรือที่นิยมเรียกกันโดยทั่วไปว่า ไข่มดแดง ดักแด้ และแม่เป้ง พบว่าขนาดรังและน้ำหนักของตัวอ่อนมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r=0.413$; $P<0.05$) ซึ่งมีแนวโน้มว่ารังขนาดใหญ่มีโอกาสพบปริมาณตัวอ่อนมากกว่ารังขนาดเล็ก และปริมาณของตัวอ่อนมดแดงที่ศึกษาพบตั้งแต่ 12-346 กรัม (Table 5)

Table 5 Nest size and weight of ant broods.

Volume (cubic cm.)	Weight of ant broods (gram)	Volume (cubic cm.)	Weight of ant broods (gram)
130.24	0	3440.00	0
393.25	12	3640.00	0
661.25	0	3712.50	73
880.00	16	3921.50	20
894.89	0	3960.00	80
960.63	0	4375.38	0
1081.50	0	5071.50	0
1125.00	38	5535.00	0
1729.00	0	5752.80	0
1872.00	28	7381.50	9
2204.40	39	9933.00	6
2488.32	0	12099.75	150
2940.00	0	12684.00	346
3332.50	42	17640.00	110
3352.40	0	19760.00	90

สรุป

การศึกษาครั้งนี้พบว่ารังขนาดเล็ก (S) มีขนาดตั้งแต่ 130.24-1872.00 ลูกบาศก์เซนติเมตร รังขนาดกลาง (M) มีขนาดตั้งแต่ 2204.40-3960.00 ลูกบาศก์เซนติเมตร และรังขนาดใหญ่ (L) มีขนาดตั้งแต่ 4375.38-19760.00 ลูกบาศก์เซนติเมตร รูปทรงของรังมดแดงมีทั้งหมด 5 แบบ ได้แก่ รูปรี รูปเรียวยาว ทรงกลม ครึ่งวงกลม และรูปหยดน้ำ รังขนาดเล็ก (S) พบได้ทุกแบบยกเว้นรูปทรงครึ่งวงกลม รังขนาดกลาง (M) พบได้ทุกแบบยกเว้นรูปรี รังขนาดใหญ่ (L) พบได้ทุกแบบยกเว้นรูปทรงครึ่งวงกลม เมื่อพิจารณารูปทรงรังทั้ง 5 แบบปรากฏว่ารังทรงกลมพบมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 30 และครึ่งวงกลมพบน้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 10 จากการศึกษาใบของพืช 10 ชนิด ได้แก่ มะม่วง หว่า คุณ สะเดา ชี้เหล็ก พะยูง ตะแบกนา กระถินณรงค์ ศรียะลา และรำตาควาย ใบที่มดแดงใช้สร้างรังมีขนาดตั้งแต่ 2.3x3.5 - 5.5x26 ตารางเซนติเมตร ใบของพืชทั้ง 10 ชนิดผิวเรียบไม่มีสิ่งปกคลุม ปริมาณเส้นใยสีขาวที่พบในรังมดแดงพบว่าใบไม้แต่ละชนิดพบปริมาณเส้นใยสีขาวที่แตกต่างกันชัดเจน โครงสร้างภายในรังของมดแดงมีการแบ่งเป็นห้องที่ไม่มีรูปแบบแน่นอน ภายในรังมีห้องขนาดต่าง ๆ ที่เชื่อมต่อกันด้วยช่องว่างเล็ก ๆ ขนาด 0.6x1.2-0.9x1.9 ตารางเซนติเมตร ห้องขนาดเล็กที่สุดคือ 0.7x1.9 ไปจนถึงขนาดใหญ่สุด 2.2x11.8 ตารางเซนติเมตร ลักษณะของห้องมีความยาวแต่แคบ อุณหภูมิภายในรังอยู่ระหว่าง 27-29 องศาเซลเซียส ภายในรังสามารถพบมดงาน มดเพศเมีย และมดเพศผู้ และพบตัวอ่อนได้ทุกระยะการเจริญเติบโต รูปแบบการกระจายของตัวอ่อนในแต่ละรังเหมือนกันทั้งรังขนาดเล็ก รังขนาดกลาง และรังขนาดใหญ่ แต่มีการแบ่งขนาดของตัวอ่อนชัดเจน โดยตัวอ่อนอายุน้อยสุดและตัวเล็กสุดอยู่ตรงกลาง และพบสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นอาศัย ได้แก่ เพลี้ยหอย (Coccidae) และหนอนผีเสื้อมรกต (Lycaenidae) ขนาดรังและน้ำหนักของตัวอ่อนมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r=0.413$; $P<0.05$) ซึ่งมีแนวโน้มว่ารังขนาดใหญ่มีโอกาสพบปริมาณตัวอ่อนมากกว่ารังขนาดเล็ก และปริมาณของตัวอ่อนที่ศึกษาพบตั้งแต่ 12-346 กรัม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่สนับสนุนงบประมาณสำหรับการวิจัยซึ่งอยู่ภายใต้โครงการ “โครงสร้างรังและการสร้างอาณาจักรใหม่อย่างรวดเร็วของมดแดง”

เอกสารอ้างอิง

- เดชา วิวัฒน์วิทยา. 2552. **ชีวิตมดแดง**. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- ทิพากร ภูสาคร. 2557. **การเจริญเติบโตของตัวอ่อนของมดแดง**. โครงการระดับปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- รัตนาวดี ชาริwar และ เดชา วิวัฒน์วิทยา. 2559 ตำแหน่งรังราชินีมดแดงในประเทศไทย. **วารสารวนศาสตร์**. 35 (1): 1-10
- วิชณรักษ์ ศรีบัณฑิต. 2550. **นิเวศวิทยาบางประการและการตลาดของมดแดง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Barzman, M.S., N.J. Mills and N.T.T. Cuc. 1996. Traditional knowledge and rationale for weaver ant husbandry in the Mekong Delta of Vietnam. **Agriculture and Human** 13 (4): 2-9.
- Gassa, A., A. Abdullah, Fatahuddin and M. Junaid. 2014. Formulation of artificial diet to increase population distribution and aggressive behavior of Weaver Ant (*Oecophylla smaragdina* F.) for controlling Cocoa Pod Borer (*Conopomorpha Cramerella* Sn.). **Academic Research International** 5 (5): 1-10.
- Holldobler, B. and E.D. Wilson. 1977. These social insect use their own larvae as shuttles to weave leaves into large nest in the rain forests of Africa and Asia. Their behavior is coordinated by complex chemical stimuli. **Scientific American** 1: 146-154.
- Lokkers, C. 1990. **Colony Dynamics of the Green Tree Ant (*Oecophylla smaragdina* Fab.) in a Seasonal Tropical Climate**. Ph.D. Thesis, James Cook University.
- Marcela, P., A.A. Hassan, A.T. Nurit and K. Thevan. 2012. Colony structure of the weaver ant, *Oecophylla smaragdina* (Fabricius) (Hymenoptera: Formicidae). **Sociaobiology** 59: 1-10.
- Offenberg, J. 2014. The use of artificial nests by weaver ants: a preliminary field observation. **Asian Myrmecology** 6: 119-128.
- Ouagoussounon, I., J. Offenberg, A. Sinzogan, A. Adandonon, D. Kossou and J.F. Vayssières. 2015. Founding weaver ant queens (*Oecophylla longinoda*) increase production and nanitic worker size when adopting non-nestmate pupae. **Springer Plus** 4: 6
- Shattuck, S.O. 1999. **Australian ants**. CSIRO Publishing, Collingwood, Australia.
- Van Itterbeeck, J. 2014. **Prospects of Semi-Cultivating the Edible Weaver Ant *Oecophylla smaragdina***. Ph.D. Thesis, Wageningen University.
- Van Mele, P. and Cuc, N.T.T. 2007. **Ants as Friends: Improving your Tree Crops with Weaver Ants** (2nd Edition). Africa Rice Center (WARDA), Cotonou, Benin, and CABI, Egham, UK.
- Van Huis, A., j. Van Itterbeeck, H. Klunder, E. Mertens, A. Halloran, G. Muir and P. Vantomme. 2013. **Edible insects Future prospects for food and feed security**. Food and agriculture organization of the united nations, Rome, Italy.
- Way, M.J. and K.C. Khoo. 1991. Colony dispersion and nesting habits of the ants, *Dolichoderus thoracicus* and *Oecophylla smaragdina* (Hymenoptera: Formicidae), in relative to their success as biology control agents on cocoa. **Bulletin of Entomological Research** 81: 341-350.

ผลของช่องว่างป่าต่อความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดินบริเวณป่าดิบเขา
เขตสงวนชีวมณฑลห้วยคอกม้า จังหวัดเชียงใหม่
Effects of Forest Gaps on Soil Arthropod Abundance in Hill Evergreen Forest
at HuaiKog Ma Biosphere Reserve, Chiang Mai Province

ขนิษฐา ลิปวน เดชา วิวัฒน์วิทยา และ วัฒนชัย ตาเสน*

Khanittha Lipuan Decha Wiwatwitaya and Wattanachai Tasen*

ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

* Corresponding Author; E-mail: ffortrk@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของช่องว่างป่าต่อความมากมายสัตว์ขาปล้องในดินบริเวณป่าดิบเขา เขตสงวนชีวมณฑลห้วยคอกม้า จังหวัดเชียงใหม่ ในพื้นที่ป่าดิบเขาระดับต่ำ ระดับปานกลาง และระดับสูง ซึ่งศึกษาในพื้นที่ช่องว่างป่า และพื้นที่ภายใต้เรือนยอดไม้ เพื่อให้ทราบเกี่ยวกับผลกระทบของสัตว์ขาปล้องในดินบริเวณพื้นที่ป่าที่ถูกกรบกรวนหรือพื้นที่เปิดโล่งในป่าดิบเขา พบว่าบริเวณป่าดิบเขามีความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดินเฉลี่ย $100,009.38 \pm 29,973.46$ ตัวต่อตารางเมตร ในพื้นที่ใต้เรือนยอดไม้มีความมากมายสูงทุกระดับชั้น ซึ่งพื้นที่ใต้เรือนยอดไม้บริเวณป่าดิบเขา ระดับสูงมีความมากมายสูงที่สุดเฉลี่ย $24,248.89 \pm 8,009.15$ ตัวต่อตารางเมตร เมื่อพิจารณาพื้นที่ช่องว่างป่าแล้วพบว่า พื้นที่ป่าดิบเขาระดับสูงที่เป็นช่องว่างป่านั้นมีความแตกต่างของความมากมายเด่นชัดมากซึ่งในอีกสองระดับนั้นมีความแตกต่างที่ใกล้เคียงกัน ในพื้นที่ทำการศึกษาพบกลุ่มสัตว์ขาปล้องในดินทั้งหมด 23 กลุ่ม กระจายอยู่ทั่วทุกพื้นที่ ประกอบไปด้วย Acari และ Collembola เป็นส่วนมาก คิดเป็นร้อยละ 86.41 ของพื้นที่ และพบว่าความชื้นดิน ความเข้มแสงและอุณหภูมิในบริเวณป่าดิบเขาไม่มีผลต่อความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดิน เนื่องจากช่องว่างป่านั้นมีขนาดเล็ก หากพื้นที่ช่องว่างป่ามีขนาดใหญ่จะส่งผลไปสู่การเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมและการดำรงชีวิตของสัตว์ขาปล้องในดิน

คำสำคัญ: ช่องว่างป่า ความมากมาย สัตว์ขาปล้องในดิน ป่าดิบเขา

ABSTRACT

The study effects of forest gaps on soil arthropod abundance in hill evergreen at HuaiKog Ma biosphere reserve, Chiang Mai province in low hill evergreen, medium hill evergreen and high hill evergreen. Studied in the forest gaps and under crown cover. To know about effects of variety of arthropods in soil on forest gaps area. It was found that the abundance of arthropods in the soil averaged $100,009.38 \pm 29,973.46$ per square meter in hill evergreen. Under crown cover have most abundance of arthropods in soil is averaged $24,248.89 \pm 8,009.15$ per square meter. When considering the forest gaps, it appears that the forest gap area in hill evergreen have a very distinct differences of arthropods in soil, but in the other two layers, there are similar differences of arthropod in soil. In this study area found soil arthropods group total 23 groups include Acari and Collembola it accounted for 86.41% of the total area. Soil moisture, light and temperature no effect on the abundance of soil arthropods. Because space forest gaps is small, no change in the environment and livelihood of soil arthropods. But if the most forest gaps, it will result in changes in the environment and living of arthropods in the soil.

Keywords: Forest Gaps, Abundance, Soil Arthropods, Hill Evergreen

คำนำ

สัตว์ขาปล้องในดิน (soil Arthropod) เป็นสิ่งมีชีวิตในดินที่มีความหลากหลายกระจายอยู่ตามพื้นที่ต่าง ๆ ซึ่งมีบทบาทต่อกระบวนการที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศของดิน (Lavelle *et al.*, 1994) และเนื่องจากดินแต่ละชั้นมีสภาพโครงสร้าง และแร่ธาตุ ตลอดจนอินทรีย์วัตถุที่แตกต่างกัน จึงทำให้จำนวนชนิดของสัตว์ขาปล้องในดินนั้นแตกต่างกันออกไป (Giller, 1996) เช่น Formicidae, Coleoptera และ Scorpion จะอาศัยอยู่บริเวณชั้นหน้าดิน และชั้นฮิวมัส เพื่อกินสิ่งมีชีวิตที่อาศัยบนผิวดินเป็นอาหาร ส่วนพวก Acari, Symphyla และสัตว์ขาปล้องบางชนิดจะอาศัยอยู่ในชั้นดินแร่ (Keven, 1962) ในบรรดาสัตว์มีชีวิตในดิน สัตว์ขาปล้องในดินนับว่ามีความสัมพันธ์กับระบบนิเวศในระดับหนึ่ง เนื่องจากกิจกรรมในการหาอาหาร การกัดกินอาหาร ทำให้เศษซากพืชและวัตถุต่าง ๆ นั้นมีขนาดเล็กลง เพื่อให้พวกแบคทีเรีย เห็ดรา จุลินทรีย์ และสภาพอากาศ ได้ทำการย่อยสลายกลายเป็นธาตุอาหารได้เร็วยิ่งขึ้น (Kormondy, 1996) และยังช่วยในการแปรสภาพอาหารพืช หมุนเวียนธาตุอาหาร ช่วยปรับโครงสร้างดิน (เล็ก, 2550) และคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน ให้เกิดการหมุนเวียนของดิน จากกิจกรรมการเคลื่อนที่ และการสร้างแหล่งที่อยู่อาศัยทำให้ดินมีความพรุน มีการแทรกซึมของน้ำที่ดีขึ้น (Lavelle, 1997) สัตว์ขาปล้องในดินบางชนิดเป็นตัวห้ำ (Predator) ช่วยในการกำจัดศัตรูพืช (Tillman *et al.*, 2004) อีกทั้งเป็นตัวชี้วัดทางอ้อม ในเรื่องความอุดมสมบูรณ์ของดินป่าไม้ หรือความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศวิทยาป่าไม้ คือป่าที่อุดมสมบูรณ์นั้นจะมีความหลากหลายของสัตว์ขาปล้องในดินสูงกว่าป่าที่ถูกกรบกรวน (Wiwatwitaya, 2005) เนื่องจากสัตว์ขาปล้องในดิน มีความอ่อนไหวต่อความเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม ในสภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นโดยธรรมชาติ จากอิทธิพลของลม พายุ ทำให้เกิดการโค่นล้มของต้นไม้ และการยืนต้นตายเมื่อต้นไม้หมดอายุขัย หรือโดยการกระทำของมนุษย์ ทำให้เกิดช่องว่างระหว่างเรือนยอดไม้หรือช่องว่างป่า (Forest Gaps) ย่อมส่งผลต่อสภาพภูมิอากาศท้องถิ่น (Microclimate) ทั้งในด้านความชื้น อุณหภูมิ และปริมาณแสง หากมีการเพิ่มขนาดของพื้นที่ช่องว่างป่าบริเวณกว้าง ความเข้มแสงที่ส่องลงมาจะมีค่ามากขึ้น ทำให้อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น (Whitmore, 1975) เกิดการสูญเสียความชื้นดินในบริเวณพื้นที่นั้น ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในดิน โดยเฉพาะสัตว์ขาปล้องในดิน ซึ่งสัตว์จำพวกนี้ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้หากมีความชื้นที่ไม่เหมาะสม ทำให้เกิดการอพยพในชั้นดินที่ลึกลงไปหรือตายเพราะไม่สามารถอพยพลงไปในชั้นดินที่ลึกนั้นได้ เช่น Diptera larvae (Maria Jesus Iglesias *et al.*, 1996) ในปัจจุบันได้มีการศึกษา และพัฒนานำสัตว์ขาปล้องในดินไปใช้เป็นเครื่องมือทางชีววิทยา ในการติดตามคุณภาพ และประเมินผลกระทบของสิ่งแวดล้อม (Behan-Pelletier, 1999) เพื่อเป็นประโยชน์ในการเป็นเครื่องมือพื้นฐาน ที่บ่งบอกสถานภาพของทรัพยากรธรรมชาติ ปัญหาระบบนิเวศถูกทำลายและเป็นแนวทางในการจัดการให้ระบบนิเวศกลับคืนสู่สภาพที่ใกล้เคียงระบบนิเวศที่แท้จริง (สดใส และชลีมาศ, 2547) และยังสามารถใช้ในการประเมินคุณภาพของดินทั้งการเปลี่ยนแปลงและการเสื่อมคุณภาพของดิน (Fountain and Hopkin, 2001; Nahmani and Lavelle, 2002; Parisi *et al.*, 2005; Mentaet *et al.*, 2006)

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบต่อความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดินในพื้นที่ช่องว่างป่าที่เกิดจากการโค่นล้มของต้นไม้บริเวณป่าดิบเขา เขตสงวนชีวมณฑลห้วยคอกม้า จังหวัดเชียงใหม่ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงและถูกรบกวนจากภัยธรรมชาติอยู่บ่อยครั้ง ทำให้พื้นที่ที่มีการเปิดโล่งจากไม้ที่ล้มกลายเป็นช่องว่างป่ามีขนาดแตกต่างกันไป ช่องว่างป่าที่เกิดขึ้น มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางปัจจัยแวดล้อมและการดำรงชีวิตของสัตว์ขาปล้องในดิน ทำให้ขาดกิจกรรมทางระบบนิเวศที่สัตว์ขาปล้องในดินนั้นมีส่วนร่วม ทั้งในเรื่องการเร่งอัตราการย่อยสลายซากใบไม้ให้ได้มายังธาตุอาหาร เพื่อให้พรรณไม้ได้ใช้ในการเจริญเติบโต และเกิดการทดแทนพรรณพืชตามธรรมชาติที่เป็นทั้งไม้ดั้งเดิมและไม้เบิกนำที่เร็วขึ้นซึ่งก็ขึ้นอยู่กับสภาพดินที่มีความอุดมสมบูรณ์และเหมาะสมแก่การเจริญเติบโตด้วยสัตว์ขาปล้องในดินเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความเกี่ยวข้องในการย่อยสลายที่ส่งผลต่อการกลับคืนของป่า ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปวางแผนการจัดการหรือการติดตามผลกระทบของช่องว่างป่าที่เกิดขึ้น และความสำคัญของสัตว์ขาปล้องในดิน ที่มีส่วนช่วยเร่งการย่อยสลาย การฟื้นฟูพื้นที่ป่าให้กลับคืนสู่สภาพระบบนิเวศป่าไม้ดั้งเดิมต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การวางแผนพื้นที่ทำการศึกษา

ศึกษาบริเวณป่าดิบเขา เขตสงวนชีวมณฑลห้วยคอกม้า อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ประกอบด้วยป่าดิบเขา 3 ระดับชั้น กำหนดเป็นป่าดิบเขาระดับต่ำ (ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,308 เมตร) ป่าดิบเขาระดับปานกลาง (ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,357 เมตร) และป่าดิบเขาระดับสูง (ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,408 เมตร) ทำการวางแผนขนาด 25x10 ตารางเมตร บริเวณที่เป็นช่องว่างป่าและภายใต้เรือนยอดไม้ทั้ง 3 ระดับชั้น จะได้แปลงขนาด 25x10 ตารางเมตร จำนวน 6 แปลงภายในแต่ละแปลงทำการแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 5x5 ตารางเมตร เมตร จะได้ 10 แปลงย่อยในแต่ละพื้นที่ การเก็บข้อมูลเริ่มเก็บตั้งแต่เดือน กรกฎาคม กันยายน พฤศจิกายน พ.ศ. 2555 และเดือน มกราคม มีนาคม พฤษภาคม กรกฎาคม กันยายน และพฤศจิกายน พ.ศ. 2556 รวมทั้งหมด 9 ครั้ง

2. การเก็บตัวอย่างสัตว์ขาปล้องในดิน

เก็บตัวอย่างโดยใช้ soil core ที่มีพื้นที่หน้าตัด 25 ตารางเซนติเมตร สูง 4 เซนติเมตร โดยทำการเก็บภายในแปลงขนาด 5x5 ตารางเมตร จำนวน 2 ตัวอย่าง ในแต่ละพื้นที่จะได้ตัวอย่างดินทั้งหมด 20 ตัวอย่าง ซึ่งในการเก็บข้อมูลแต่ละครั้งนั้นจะได้ตัวอย่างดินรวมทั้งสิ้น 120 ตัวอย่าง โดย 90 ตัวอย่าง จะนำไปหาชนิดและความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดิน โดยใช้เครื่องมือ Modified Tullgren funnel แยกสัตว์ขาปล้องในดินออกจาก soil core เป็นระยะเวลา 3 วัน สัตว์เหล่านี้จะถูกเก็บไว้ในแอลกอฮอล์ 99 เปอร์เซ็นต์ และนำไปจำแนกกลุ่มภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ซึ่งจำแนกเป็น ชั้น อันดับ วงศ์ สกุล หรือชนิด ขึ้นอยู่กับกลุ่มของสัตว์ขาปล้องในดิน โดยใช้เอกสารของ Eisenbeis and Wicherd (1987) และ Aoki (1999) เป็นคู่มือในการช่วยจัดจำแนก ทำการวิเคราะห์หาความหนาแน่น (มากมาย) ของสัตว์ขาปล้องในดิน โดยหาจากจำนวนตัวต่อพื้นที่ ซึ่งสัตว์ขาปล้องทุกกลุ่มจะถูกนับเป็นจำนวนตัว และวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดินกับปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ ได้แก่ ความชื้น อุณหภูมิ และความเข้มแสง โดยใช้การวิเคราะห์แบบ Spearman rank correlation (1956) ตัวอย่างที่เหลือ 30 ตัวอย่าง นำไปหาความชื้นในดินโดยนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 2 วัน และนำไปหาร้อยละความชื้นในดินจากสูตร ดังนี้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2526)

$$\text{ร้อยละความชื้นในดิน} = \frac{(\text{น้ำหนักเปียก} - \text{น้ำหนักแห้ง})}{\text{น้ำหนักแห้ง}} \times 100$$

ผลและวิจารณ์

1. ความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์ขาปล้องกับปัจจัยแวดล้อม

จากการศึกษาความชื้นดินในพื้นที่ป่าดิบเขา พบว่า ความชื้นดินภายใต้เรือนยอดไม้ในป่าดิบเขาระดับต่ำอยู่ระหว่างร้อยละ 20.86-50.60 ระดับปานกลางอยู่ระหว่างร้อยละ 24.90-76.10 ระดับสูงอยู่ระหว่างร้อยละ 22.40-87.06 และความชื้นดินในบริเวณช่องว่างของป่าระดับต่ำอยู่ระหว่างร้อยละ 13.45-49.71 ระดับปานกลางอยู่ระหว่างร้อยละ 25.78-69.95 ระดับสูงอยู่ระหว่างร้อยละ 22.83-66.66 เมื่อพิจารณา พบว่า พื้นที่ใต้เรือนยอดไม้มีความชื้นสูงกว่าพื้นที่ช่องว่างป่า และมีความชื้นสูงที่สุดในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน (Figure 1) เนื่องจากเป็นช่วงฤดูฝนซึ่งปริมาณน้ำฝนนั้นมีความเกี่ยวข้องกับความชื้นดินโดยตรงเพราะความชื้นจะผันแปรไปในแต่ละฤดูตามอุณหภูมิ และแสงความชื้น และอาจมีอิทธิพลกับโครงสร้างทางสังคมของสัตว์ขาปล้องในดิน (Fuamptson *et al.*, 2000a; Swift *et al.*, 1979) ความชื้นเป็นปัจจัยสำคัญต่อการแพร่กระจายของสัตว์ขาปล้องในดินในแนวราบที่ไม่เป็นระเบียบ และไม่พบการเคลื่อนที่แนวตั้งในระดับความลึก 21 เซนติเมตร (จิรภรณ์ และพูลสุข, 2519) และหากมีความชื้นมากเกินไปจะทำให้มีผลทำให้ไข่ และตัวอ่อนในดินนั้นตายได้ (Folsom, 1960)

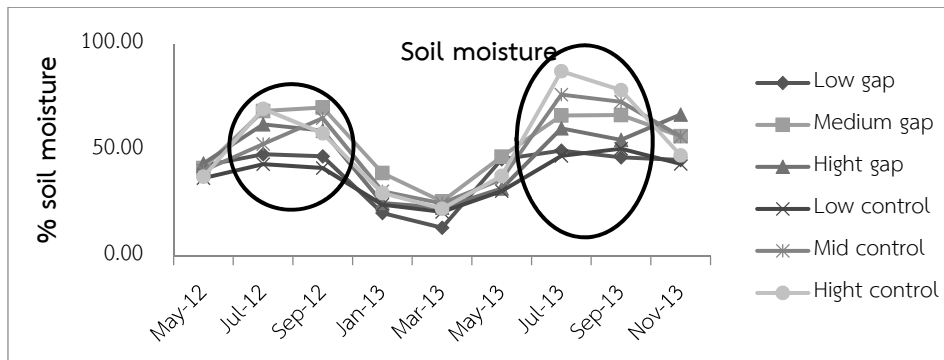


Figure 1 Soil Moisture in Hill Evergreen Forest at HuaiKog Ma Biosphere Reserve, Chiang Mai Province.

เมื่อวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดินกับความชื้นในดิน อุณหภูมิ และความเข้มแสง บริเวณป่าดิบเขา โดยใช้การวิเคราะห์แบบ Spearman rang correlation พบว่า สัตว์ขาปล้องในดินบริเวณป่าดิบเขา มีความสัมพันธ์ในทิศทางผกผันกับความชื้นดิน และไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ ($r=-0.4$, $P=0.286$) สัตว์ขาปล้องในดินที่ป่าดิบเขา ระดับต่ำ มีความสัมพันธ์ผกผันกับความชื้นดิน และไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ ($r=-0.35$, $P=0.356$) สัตว์ขาปล้องในดินที่ป่าดิบเขา ระดับกลาง มีความสัมพันธ์ผกผันกับความชื้นดิน และไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ ($r=-0.63$, $P=0.067$) สัตว์ขาปล้องในดินที่ป่าดิบเขา ระดับสูง มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับความชื้นดิน ซึ่งไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ ($r=0.15$, $P=0.7$) เช่นกัน เมื่อพิจารณาระหว่างพื้นที่เกิดเป็นช่องว่างป่ากับพื้นที่ใต้เรือนยอดไม้ พบว่า ความมากมายสัตว์ขาปล้องในดินในพื้นที่ช่องว่างป่ามีความสัมพันธ์ในทิศทางผกผันกับความชื้นดิน ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ ($r=-0.238$, $P=0.46$) ซึ่งความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดินในพื้นที่ใต้เรือนยอดไม้ก็มีความสัมพันธ์ในทิศทางผกผันกับความชื้นดิน และไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ ($r=-0.117$, $P=0.765$) ด้วยเช่นกัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าความชื้นดินในบริเวณป่าดิบเขา 3 ระดับชั้น ทั้งในพื้นที่ใต้เรือนยอดไม้ และช่องว่างป่า ไม่มีความสัมพันธ์กันกับความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดิน

ค่าความสัมพันธ์ระหว่างความมากมายสัตว์ขาปล้องในดินกับอุณหภูมิ พบว่า พื้นที่ป่าดิบเขา สัตว์ขาปล้องในดินมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับอุณหภูมิ ซึ่งไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ ($r=0.2$, $P=0.747$) ในป่าดิบเขา ระดับต่ำ ความมากมายสัตว์ขาปล้องในดินมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับอุณหภูมิ ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ ($r=0.6$, $P=0.285$) และป่าดิบเขา ระดับปานกลาง สัตว์ขาปล้องในดินมีความสัมพันธ์ในทิศทางผกผันกับอุณหภูมิ ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ ($r=-0.6$, $P=0.285$) ในป่าดิบเขา ในระดับสูง มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับอุณหภูมิ ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ ($r=0.3$, $P=0.624$) และเมื่อพิจารณาระหว่างพื้นที่ช่องว่างป่ากับพื้นที่ใต้เรือนยอดไม้ พบว่า ค่าความสัมพันธ์ของความมากมายสัตว์ขาปล้องในดินพื้นที่ช่องว่างป่า มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับอุณหภูมิ ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ ($r=0.086$, $P=0.876$) และพื้นที่ใต้เรือนยอดไม้ ความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดินก็มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับอุณหภูมิ ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ ($r=0.543$, $P=0.266$) พบว่า ในพื้นที่บริเวณป่าดิบเขานั้น ความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดิน ไม่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยด้านอุณหภูมิ

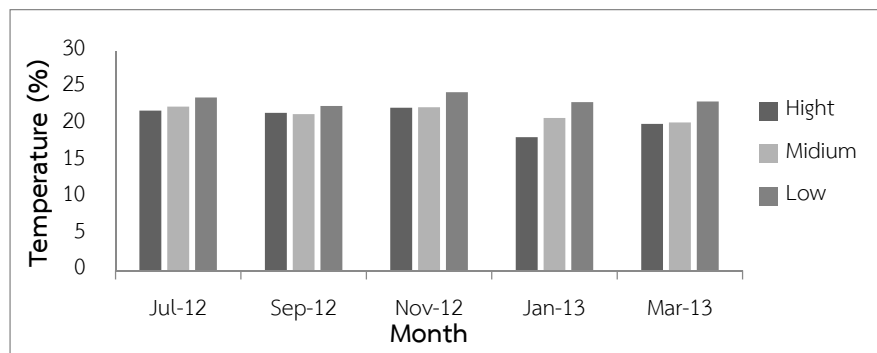


Figure 2 Temperature in Hill Evergreen Forest at HuaiKog Ma Biosphere Reserve, Chiang Mai Province.

จากภาพ (Figure 2) อุณหภูมิพื้นที่ป่าดิบเขามีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างน้อยอยู่ในช่วง 18-24 องศาเซลเซียส เป็นช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมแก่การดำรงชีวิตของสัตว์ขาปล้องในดินซึ่ง Graham (1992) สรุปว่าช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่คือระหว่าง 15-26 องศาเซลเซียส

ค่าความสัมพันธ์ระหว่างความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดินกับความชื้นแสง พบว่า ค่าความสัมพันธ์ของสัตว์ขาปล้องในดินกับความชื้นแสง บริเวณป่าดิบเขา มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปัจจัยแสง ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ ($r=0.5$, $P=0.391$) ในป่าดิบเขาในระดับต่ำสัตว์ขาปล้องในดินมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปัจจัยแสง ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ ($r=0.3$, $P=0.624$) ป่าดิบเขาในระดับปานกลางความมากมายสัตว์ขาปล้องในดินมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันสูงมากกับปัจจัยแสง ($r=1$) และในป่าดิบเขาในระดับสูงความมากมายสัตว์ขาปล้องในดินมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับปัจจัยแสง ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ ($r=0.6$, $P=0.285$) เมื่อพิจารณาแล้ว พบว่า ปัจจัยความชื้นแสงไม่มีความสัมพันธ์กันกับความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดิน

จากการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์ขาปล้องในดินกับปัจจัยทางด้านความชื้น อุณหภูมิ และความชื้นแสงแสดงให้เห็นว่าในพื้นที่ทำการศึกษปัจจัยทางกายภาพทั้ง 3 ปัจจัย ไม่มีความสัมพันธ์กับความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดิน อาจเนื่องมาจากพื้นที่ป่าดิบเขาที่มีความอุดมสมบูรณ์ (อุทิศ, 2542) และการถูกรบกวนในพื้นที่นั้นมีขนาดเล็กที่เกิดจากการโค่นล้มของไม้ ทำให้ไม่มีการเปลี่ยนทางด้านสภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่อความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดิน

2. ความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดิน

จากการศึกษา พบว่า ป่าดิบเขาที่มีความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดินเฉลี่ย $100,005.17 \pm 29,973.44$ ตัวต่อตารางเมตร ป่าดิบเขาในระดับสูงมีความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดินมากที่สุดเฉลี่ย $37,067.00 \pm 11,974.66$ ตัวต่อตารางเมตร รองลงมาคือ ป่าดิบเขาในระดับต่ำ $34,048.90 \pm 9,186.76$ ตัวต่อตารางเมตรและป่าดิบเขาในระดับกลาง $28,893.11 \pm 8,812.03$ ตัวต่อตารางเมตร ตามลำดับ ในบริเวณช่องว่างป่าและพื้นที่ใต้เรือนยอดไม้ แต่ละระดับชั้นของป่าดิบเขานั้น พบว่า ความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดิน ภายใต้เรือนยอดไม้บริเวณป่าดิบเขาในระดับสูงมากที่สุดเฉลี่ย $24,248.87 \pm 8,009.15$ ตัวต่อตารางเมตร รองลงมา ภายใต้เรือนยอดไม้บริเวณป่าดิบเขาในระดับต่ำเฉลี่ย $20,071.12 \pm 4,729.37$ ตัวต่อตารางเมตร ภายใต้เรือนยอดไม้ป่าดิบเขาในระดับกลาง $17,248.89 \pm 4,682.52$ ตัวต่อตารางเมตร พื้นที่ช่องว่างป่าระดับต่ำเฉลี่ย $13,977.78 \pm 4,457.39$ ตัวต่อตารางเมตร พื้นที่ช่องว่างป่าระดับสูงเฉลี่ย $12,818.49 \pm 3,965.51$ ตัวต่อตารางเมตร และช่องว่างป่าระดับปานกลาง $11,644.22 \pm 4,129.51$ ตัวต่อตารางเมตร ตามลำดับ จะเห็นว่าภายใต้เรือนยอดไม้มีความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดินมากกว่าช่องว่างป่าในทุกพื้นที่ เพราะพื้นที่ที่ไม่มีการถูกรบกวนนั้น จะมีปริมาณความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดินสูง และมีการดำเนินกิจกรรมของสัตว์ที่เป็นไปตามปกติ มีแหล่งซ่อนตัว มีอาหารที่อุดมสมบูรณ์ (Wiwatwitaya, 1991) และมีความซับซ้อนความสมบูรณ์ของโครงสร้าง และองค์ประกอบของระบบที่มีความสัมพันธ์เกื้อกูลกันระหว่างสิ่งมีชีวิต และสิ่งไม่มีชีวิตอีกทั้งกลไกการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนของธาตุอาหารเป็นไปด้วยดีกว่าพื้นที่ป่าถูกรบกวน (Kuhnelt, 1976; Freckman, 1994) และสอดคล้องกับการศึกษาของ นงคราญ (2549) รายงานว่าในภูมิประเทศสถานีเกษตรหลวงอ่างขางที่มีความสูงมากกว่า 1,000 เมตร ความลาดชันของพื้นที่ร้อยละ 20 ทำให้ลักษณะดินมีความแตกต่างกันไปตามวัตถุต้นกำเนิดที่เป็นโครงสร้างของภูเขา และพื้นที่พืชที่ปกคลุม ส่งผลให้แมลงในดินอาศัยอยู่จำนวนมาก

เมื่อเทียบช่วงความแตกต่างของความมากมาย ระหว่างพื้นที่ช่องว่างป่ากับพื้นที่ภายใต้เรือนยอดไม้ในระดับชั้นความสูงเดียวกัน จะเห็นว่าพื้นที่ช่องว่างป่าและพื้นที่ภายใต้เรือนยอดไม้ในป่าดิบเขาในระดับต่ำ และระดับปานกลางมีช่วงสูญเสียความมากมายไม่แตกต่างกันมากเมื่อเทียบกับป่าดิบเขาในระดับสูงที่มีช่วงความแตกต่างของความมากมายอย่างเห็นได้ชัดอาจเกิดจากสภาพพื้นที่ที่ slop เมื่อเกิดการโค่นล้มหรือความเสียหายก็จะรุนแรงไปตามระดับความชัน ทำให้ความมากมายของสัตว์ขาปล้องนั้นลดลง จำนวนความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดินจะขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ และปัจจัยทางชีวภาพ เนื่องจากสัตว์ขาปล้องในดินมีความอ่อนไหวต่อสภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลง (Wallwork, 1976) การศึกษาของ จิราภรณ์ (2521) รายงานว่า สภาพภูมิอากาศมีอิทธิพลต่อการกระจายของสิ่งมีชีวิตในดิน เมื่ออุณหภูมิแปรผันไปตามฤดูกาล กล่าวคือ ในฤดูแล้งบริเวณพื้นที่ทุ่งหญ้าจะมีอุณหภูมิสูงมาก

เนื่องจากบริเวณทุ่งหญ้าเป็นพื้นที่โล่งและเมื่อพิจารณาทั้ง 6 พื้นที่ จะเห็นว่า พื้นที่ช่องว่างป่าในระดับปานกลางมีความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดินน้อยที่สุดนั้น อาจจะมีสาเหตุมาจากปัจจัยด้านความชื้นดินที่มีปริมาณสูง (ร้อยละ 51.99) ทำให้สัตว์ขาปล้องบางชนิดลดจำนวนหรือตาย (Folsom, 1960) ซึ่งสอดคล้องกับ Matchika (2005) ที่ได้กล่าวไว้ว่า เมื่อดินมีความชื้นสูง ความหนาแน่นของสัตว์ขาปล้องในดินบางชนิดจะลดลง (Figure 3)

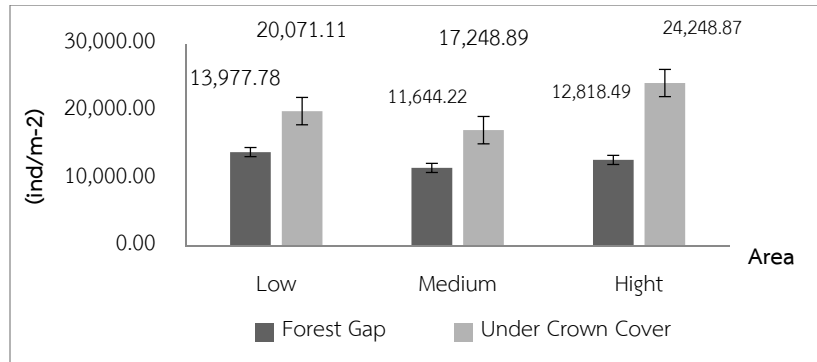


Figure 3 Abundance of soil arthropod between forest gaps and under crown cover in hill evergreen forest at Huai Kog Ma Biosphere Reserve, Chiang Mai Province.

3. การจำแนกกลุ่มและโครงสร้างของกลุ่มสัตว์ขาปล้องในดิน

จากการศึกษาพบกลุ่มสัตว์ขาปล้องในดิน ทั้งหมด 23 กลุ่ม บริเวณป่าดิบเขาในระดับต่ำพบจำนวน 21 กลุ่ม ป่าดิบเขาในระดับปานกลางพบจำนวน 20 กลุ่ม และป่าดิบเขาในระดับสูงจำนวน 18 กลุ่ม ตามลำดับ สัตว์ขาปล้องในดินกลุ่มที่พบมากที่สุดก็คือ Acari (เฉลี่ย $67,675.56 \pm 16,847.46$ ตัวต่อตารางเมตร) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Richards (1976); Takeda (1995); Rajagopel and Bhat (1995); Wiwatwitaya and Takeda (2005); Matchika (2005) ที่ว่าในบรรดาสัตว์ขาปล้องในดิน Acari มีปริมาณมากที่สุด Petersen (1982) กล่าวว่า โดยทั่วไปในดิน 1 ตารางเมตร ลึกลงไป 10 เซนติเมตร มักพบ Acari ประมาณ 50,000-250,000 ตัว และ Ander *et al.*, (1994) พบว่า ใน humus จำนวน 1 กำมือของป่าฝนเขตร้อนมี Acari 1,000 ตัว 12 ชนิดปัจจุบัน Acari มีการทราบชื่อแล้ว 45,000 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 5 ของ Acari ที่อาศัยอยู่ในดินทั่วโลก (Walter and Proctor, 1999) กลุ่มที่พบรองลงมาคือ Collembola (เฉลี่ย $18,280.00 \pm 5,457.29$ ตัวต่อตารางเมตร) ซึ่ง Collembola ก็เป็นแมลงกลุ่มเด่นกลุ่มหนึ่งที่มีการกระจายตัวในดินตั้งแต่ซากพืชจนถึงดินชั้นบน (Takeda, 1996; Wiwatwitaya and Takeda, 2005) และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ นงคราญ (2549) ที่พบว่า พื้นที่ป่าดิบเขาธรรมชาติพบ อันดับ Collembola มากที่สุดและสอดคล้องกับผลการศึกษาของ เกลน (2543) ที่ศึกษาผลกระทบของรูปแบบการใช้ที่ดิน ได้แก่ ป่าดิบเขา สวนป่ายูคาลิปตัส และสวนสนต่อสัตว์ขาปล้องในดิน รายงานว่าจากการเก็บตัวอย่างในป่าดิบเขาพบ Collembola มากที่สุดสัตว์ขาปล้องในดิน ทั้ง 2 กลุ่มมีการครอบครองในทุกระดับชั้นของพื้นที่ป่าดิบเขา คิดเป็นร้อยละ 85.95 ของการครอบครองพื้นที่

โครงสร้างความมากมายของกลุ่มสัตว์ขาปล้องในดิน เมื่อพิจารณาจากค่าความมากมายสัมพัทธ์ (Relative Abundance) (Table 1) โดยใช้เกณฑ์ของ Wiwatwitaya (2005) ซึ่งสามารถจัดกลุ่มออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีความเด่น (ค่าความมากมายสัมพัทธ์ > ร้อยละ 5 ของประชากรทั้งหมด) กลุ่มที่พบบ่อย (ค่าความมากมายสัมพัทธ์ ร้อยละ 1-5 ของประชากรทั้งหมด) และ กลุ่มที่พบบ่อยมาก (ค่าความมากมายสัมพัทธ์ < ร้อยละ 1 ของประชากรทั้งหมด) จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า พื้นที่ป่าดิบเขา พบกลุ่มที่มีความเด่น 2 กลุ่ม ได้แก่ Acari และ Collembola คิดเป็นร้อยละ 86.41 กลุ่มที่พบบ่อย 4 กลุ่ม ได้แก่ Formicidae, Symphyla, Coleoptera และ Coleoptera larvae คิดเป็นร้อยละ 9.74 และมีกลุ่มที่พบบ่อยมาก 17 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 3.76

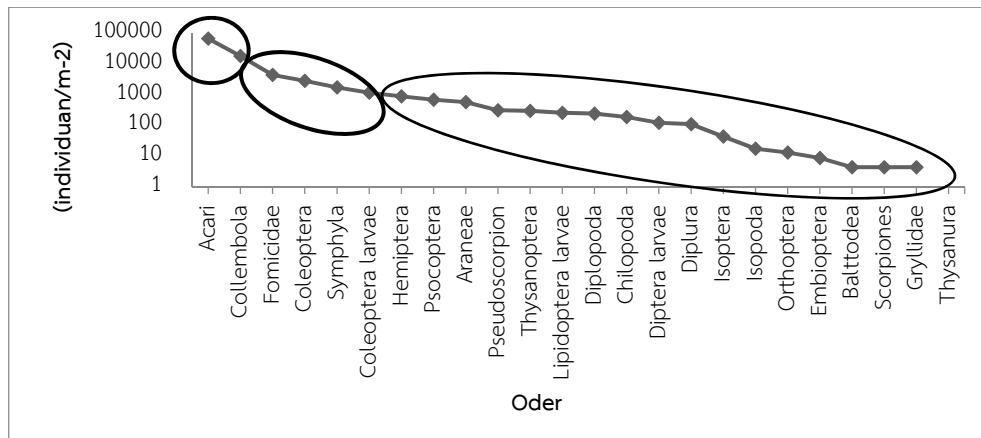


Figure 4 Structure of soil arthropods in hill evergreen forest at HuaiKog Ma biosphere reserve, Chiang Mai province.

พื้นที่ช่องว่างป่าในระดับต่ำ พบกลุ่มที่มีความเด่นจำนวน 2 กลุ่ม ได้แก่ Acari และ Collembola คิดเป็นร้อยละ 86.96 กลุ่มที่พบยากจำนวน 4 กลุ่ม ได้แก่ Formicidae, Symphyla, Coleoptera และ Araneae คิดเป็นร้อยละ 9.41 กลุ่มที่พบยากมากจำนวน 17 กลุ่มคิดเป็นร้อยละ 3.62 พื้นที่ช่องว่างป่าในระดับปานกลาง พบกลุ่มที่มีความเด่นจำนวน 2 กลุ่ม ได้แก่ Acari และ Collembola คิดเป็นร้อยละ 88.77 กลุ่มที่พบยากจำนวน 3 กลุ่ม ได้แก่ Formicidae, Coleoptera และ Coleoptera larvae คิดเป็นร้อยละ 7.14 กลุ่มที่พบยากมากจำนวน 18 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 4.09 และพื้นที่ช่องว่างป่าในระดับสูงพบกลุ่มที่มีความเด่นจำนวน 2 กลุ่ม ได้แก่ Acari และ Collembola คิดเป็นร้อยละ 86.65 กลุ่มที่พบยากจำนวน 6 กลุ่ม ได้แก่ Formicidae, Coleoptera, Coleoptera larvae, Psocoptera, Symphyla และ Hemiptera คิดเป็นร้อยละ 11.51 กลุ่มที่พบยากมากจำนวน 15 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 1.84 ในส่วนของพื้นที่ไต้เรือนยอดไม้ พบว่า ในป่าดิบเขาในระดับต่ำ พบกลุ่มที่มีความเด่นจำนวน 2 กลุ่ม ได้แก่ Acari และ Collembola คิดเป็นร้อยละ 84.74 กลุ่มที่พบยากจำนวน 5 กลุ่ม ได้แก่ Formicidae, Coleoptera, Coleoptera larvae, Symphyla และ Hemiptera คิดเป็นร้อยละ 12.47 กลุ่มที่พบยากมากจำนวน 16 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 2.79 พื้นที่ไต้เรือนยอดไม้ระดับปานกลาง พบกลุ่มที่มีความเด่นจำนวน 2 กลุ่ม ได้แก่ Acari และ Collembola คิดเป็นร้อยละ 88.46 กลุ่มที่พบยากจำนวน 4 กลุ่ม ได้แก่ Formicidae, Coleoptera, Coleoptera larvae และ Symphyla คิดเป็นร้อยละ 6.13 กลุ่มที่พบยากมากจำนวน 17 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 5.41 และพื้นที่ไต้เรือนยอดไม้ในป่าดิบเขาในระดับสูง พบกลุ่มที่มีความเด่นจำนวน 3 กลุ่ม ได้แก่ Acari, Collembola และ Formicidae กลุ่มที่พบยากจำนวน 2 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 92.19 ได้แก่ Coleoptera และ Symphyla คิดเป็นร้อยละ 3.7 กลุ่มที่พบยากมากจำนวน 18 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 4.11 (Table 1)

สรุป

จากการศึกษาผลของช่องว่างป่าต่อความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดิน บริเวณพื้นที่ป่าดิบเขา เขตสงวนชีวมณฑลห้วยคอกม้า พบว่า บริเวณป่าดิบเขามีความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดินเฉลี่ย $100,005.17 \pm 29,973.44$ ตัวต่อตารางเมตร พื้นที่ช่องว่างป่ามีความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดินน้อยกว่าพื้นที่ไต้เรือนยอดไม้ทั้ง 3 ระดับชั้น โดยเฉพาะพื้นที่ป่าดิบเขาในระดับสูง จะเห็นความแตกต่างของความมากมายสัตว์ขาปล้องในดินระหว่างพื้นที่ช่องว่างป่า ($12,818.49 \pm 3965.51$ ตัวต่อตารางเมตร) กับพื้นที่ไต้เรือนยอดไม้อย่างชัดเจน ($37,067.00 \pm 11,974.66$ ตัวต่อตารางเมตร) ในพื้นที่ศึกษานี้ พบกลุ่มสัตว์ขาปล้องในดินทั้งหมด 23 กลุ่ม Acari และ Collembola ที่เป็นกลุ่มเด่นที่พบมากที่สุดในทุกระดับชั้น คิดเป็นร้อยละ 86.41 ของพื้นที่ในส่วนของความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแวดล้อมกับความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดิน พบว่า ปัจจัยความชื้นดินอุณหภูมิและความเข้มแสง ไม่มีความสัมพันธ์กับความมากมายของสัตว์ขาปล้องในดิน

Table 1 Relative abundance of soil arthropod in hill evergreen forest at HuaiKog Ma biosphere reserve, Chiang Mai province.

Orders	Low Gap	Medium Gap	Hight Gap	Low Control	Medium Control	Hight Control
Acari	67.09	65.94	70.45	70.33	72.71	61.58
Collembola	19.87	22.83	16.19	14.42	15.74	21.28
Fomicidae	3.24	3.78	2.67	2.35	2.78	9.33
Symphyla	2.67	0.88	1.63	2.88	1.34	1.04
Coleoptera	2.23	2.33	2.53	3.39	3.68	2.66
Araneae	1.27	0.76	0.70	0.35	0.21	0.48
Psocoptera	0.76	0.34	1.77	0.38	0.23	0.84
Pseudoscorpion	0.70	0.11	0.28	0.53	0.13	0.16
Diplopoda	0.38	0.42	0.07	0.16	0.41	0.13
Diplura	0.35	0	0	0.20	0.08	0.04
Lipidoptera larvae	0.35	0.19	0.42	0.24	0.28	0.16
Coleoptera larvae	0.25	1.03	1.91	1.77	1.11	0.93
Hemiptera	0.25	0.23	1.01	2.08	0.46	0.84
Thysanoptera	0.16	0.38	0.07	0.64	0.33	0.16
Diptera larvae	0.13	0.23	0.10	0.11	0.10	0.11
Chilopoda	0.10	0.27	0.17	0.11	0.28	0.22
Isopoda	0.10	0	0	0	0.03	0
Balttodea	0.03	0	0	0	0	0
Isoptera	0.03	0.19	0	0.04	0.026	0.02
Scorpiones	0.03	0	0	0	0	0
Embiopoda	0	0	0	0.02	0.03	0
Gryllidae	0	0	0.03	0	0	0
Total	100	100	100	100	100	100

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.เดชา วิวัฒน์วิทยา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ชัย ตาเสน ผู้ให้คำปรึกษา และชี้แนะแนวทางในการทำงานวิจัย และสมาชิกห้องวิจัยกีฏวิทยาป่าไม้ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูล และขอขอบพระคุณ อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ที่ให้ใช้ในการเก็บข้อมูลทำการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

เกล็น โอราทิง โซฟโซพ. 2543. ผลของรูปแบบการใช้ที่ดินที่มีต่ออาร์โทรพอดในบริเวณอุทยานแห่งชาติ

ดอยสุเทพ-ปุย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2526. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 673 น.

จิราภรณ์ คชเสนี และ พูลสุข รัตนภูมิ. 2519. นิเวศวิทยาของสัตว์ในดินขนาดเล็ก ด้านจำนวน น้ำหนัก และ ชนิดในป่าดิบแล้ง สะแกราช นครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- _____. 2521. การแพร่กระจายของสัตว์ในดินขนาดเล็ก. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์เสนอสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- นงคราญ กาญจนประเสริฐ. 2549. **ทรัพยากรดิน**. สำนักพิมพ์แม็ค, กรุงเทพฯ.
- ดอกรัก มารอด และ อุทิศ ภูอินทร์. 2555. **นิเวศวิทยาป่าไม้**. โรงพิมพ์อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- เล็ก มอญเจริญ. 2550. สิ่งมีชีวิตและความหลากหลายทางชีวภาพในดิน. **วารสารอนุรักษ์ดินและน้ำ** 23 (1): 9-15.
- สดี ไพฑูริย์ และ ชลิตา บัญไทยอวายุ. 2547. โครงสร้างชุมชนของสัตว์ขาปล้องในดินและอัตราการย่อยสลายซากใบไม้ในป่าเต็งรัง จังหวัดขอนแก่น. ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42**. สาขาวิทยาศาสตร์ สาขาการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.
- อุทิศ ภูอินทร์. 2541. **นิเวศวิทยาพื้นฐานเพื่อการป่าไม้**. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Aoki, J. (ed.). 1999. **Pictorial keys to soil animals of Japan**. Tokai University Press, Japan.
- André, H.M., M.I. Noti and P. Lebrun. 1994. The soil fauna: the other last biotic frontier. **Biodiversity and Conservation** 3: 45-56.
- Behan-Pelletier, V.M. 1999. Oribid Mite biodiversity in agroecosystem: role for bioindicator. **Agriculture, Ecosystems and Environment** 74: 411-423.
- Eisenbeis, G. and W. Wichard. 1987. **Atlas on the Biology of Soil Arthropods**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York.
- Folsom, J.W. 1960. **Entomology**. Philadelphia P. B lakiston's Son & Co, New York.
- Fountain, M.T. and S.P. Hopkin. 2001. Continuous monitoring of Folsomia candida (Insecta: Collembola) in a metal exposure test. **Ecotoxicology and Environmental Safety** 48 (3): 275-296.
- Frampton, G.K., P.J. van den Brink and P.J.L. Gould. (2000a). Effects of spring drought and irrigation on armland arthropods in southern Britain. **Journal of applied Ecology** 37: 865-883.
- Freckman, D.W. 1994. Soil biodiversity: its importance to ecosystem processes. **Life in the Soil**. Available source: <http://www.nrel.colostate.edu/soil.lifeinthesoil.html>, September 11, 2016.
- Giller, P.S. 1996. The diversity of soil communities, the "poorman's tropical rainforest". **Biodiversity and Conservation** 5: 135 - 168.
- Graham, S.A. 1922. Factors influencing the sub cortical temperature of logs. **Minn. State Entomol. Dept** 18: 26-42.
- Kevan, D. K. McE. 1962. **"Soil Animals"**. H. F. and G. Witherby Ltd, London, 237.
- Kormondy, E.J. 1996. **Concepts of Ecology**. 4th ed. Prentice - Hall, New Jersey, USA.
- Kuhnelt, W. 1976. **Soil Biology with Special Reference to the Animal Kingdom**. Western Printing Services Limited, London.
- Lavelle, P., M. Dangerfield, C. Fragoso, V. Eschenbrenner, D. Lopez-Hernandez, B. Pashanasi and L. Brussaard. 1994. The relationship between soil macrofauna and Tropical soil fertility In **The Biological Management of Tropical Soil Fertility**. (P.L. Woome & M. J. Swifteds). In **Tropical Soil Biology and Fertility programme and Wiley - Sayce**, London 137-169.
- _____, 1997. Fauna activities and soil processes: adaptive strategies that determine ecosystem function. **Advances in Ecological Research** 21: 93-132.

- Maria Jesus Iglesias, B.I. Philip and G.P. Trevor. 1979. Effects of climate change on soil fauna: responses of enchytraeids, Dipteralavae and tardigrades in a transplant experiment. **Applied Soil Ecology** 6: 117-134.
- Matchika, T. 2005. **Soil Arthropod Community in the Undisturbed and Disturbed Forests At Amphoe Thong PhaPhum, Kanchanaburi Province.** M.S. Thesis, Kasetsart University.
- Menta, C., A. Maggiani and Z. Vattuone. 2006. Effects of Cd and Pd on the survival and juvenile production of *Sinellacoeca* and *Folsumia candida*. **European Journal of Soil Biology** 42 (3): 181-189.
- Nahmani, J. and P. Lavelle. 2002. Effects of heavy metal pollution on soil macrofauna in a grassland of Northern France. **European Journal of soil Biology** 38: 297-300.
- Parisi, V., C. Menta, C. Gardi, C. Jacomini and E. Mozzanica. 2005. Microarthropods communities as a tool to assess soil quality and biodiversity: a new approach in Italy. **Hgriculture Ecosystems and Environment** 105: 323-333.
- Petersen, H. 1982. Structure and size of soil animal populations. **Oikos** 39: 306-329.
- Rajagopal, D. and U.G. Bhat. 1995. Distribution and abundance of different soil microarthropod communities in different habitats. **Structure and Function of Soil Communities.** Kyoto University Press, Japan 34-41.
- Richards, B.N. 1976. **Introduction to the Soil Ecosystem.** Longman Inc., New York.
- Swift, M.J., O.W. Heal and J.M. Anderson. 1979. **Decomposition in Terrestrial Ecosystems.** Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Takeda, H. 1995. Templates for the organization of collembolan communities. **Structure and Function of Soil Communities.** Kyoto University Press, Japan 5-20.
- _____, 1996. Templates for the organization of soil animal communities in tropical forest. **Biodiversity and the Dynamics of Ecosystems** 217-226.
- Tillman, G., H. Schomberg, S. Phatak, B. Mullinix, S. Lachnicht, P. Timper and D. Olson. 2004). Influence of cover ceops on insect pests and predators in conservation tillage cotton. **Journal of Economic Entomology** 97: 1217-1232.
- Wallwork, J.A. 1976. **Ecology of Soil Animals.** Spottiswoode, Ballantyne and Co Ltd, New York.
- Walter, D.E. and H.C. Proctor. 1999. **Mites: Ecology Evolution and Behaviour.** New York. CABI Publishing. 352 p.
- Whitmore, T.C. 1975. **Tropical Rain Forest of the Far East.** Oxford: Clarendon Press.
- Wiwatwitaya, D. 1991. **The Effects of Forest Fire on Soil Insects at DoiAngkhang, Changwat Chiang Mai.** M.S. Thesis, Kasetsart University.
- _____, 2005. **Community Structure of Collembola in the Dry Deciduous Forest of Thailand.** Kyoto University Press, Kyoto.
- _____, and H. Takeda. 2005. Seasonal changes in soil arthropod abundance in the dry evergreen forest of north-east Thailand, with special reference to collembolan communities. **Ecological Research** 20 (1): 59-70.

ความหลากหลายของชนิดปลวกในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ
จังหวัดสกลนคร

Species Diversity of Termites in Phuphan Royal Development Centre,
Sakon Nakhon Province

กฤษฎา ชัยกวัด* และ จิตติมา อยู่หาญ

Krisana Chaikwad* and Jittima Yuharn

ฝ่ายวิจัยแมลงป่าไม้ ส่วนแมลงและจุลชีววิทยาป่าไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900

Forest Insect Subdivision, Forest Entomology and Microbiology Division, Forest Research and Development Bureau,
Royal Forest Department Bangkok 10900

*Corresponding Author; E-mail: kchaikwad@hotmail.com

บทคัดย่อ

ความหลากหลายของชนิดปลวกในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดสกลนคร ได้ทำการศึกษาในแปลงถาวรขนาด 100 เมตร x 100 เมตร ซึ่งเป็นป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณชนิดป่าละ 2 แปลง โดยทำการสำรวจ 4 ครั้ง ในเดือนสิงหาคมและกันยายน พ.ศ. 2555 และในเดือนมกราคมและมิถุนายน พ.ศ. 2556 สามารถจัดจำแนกชนิดปลวกออกได้เป็น 30 ชนิด จัดอยู่ใน 2 วงศ์ (Rhinotermitidae และ Termitidae) 7 วงศ์ย่อย (Rhinotermitinae, Protermitinae, Coptotermitinae, Macrotermitinae, Termitinae, Nasutitermitinae, Apicotermitinae) และ 18 สกุล (*Schedorhinotermes*, *Protermitermes*, *Coptotermes*, *Macrotermes*, *Ancistrotermes*, *Microtermes*, *Hypotermes*, *Odontotermes*, *Microcerotermes*, *Globitermes*, *Termes*, *Procapritermes*, *Dicuspitermes*, *Angulitermes*, *Speculitermes*, *Hospitalitermes*, *Laccositermes*, *Nasutitermes*) โดยพบว่า ปลวกเพาะเลี้ยงเชื้อราเป็นปลวกกลุ่มเด่นที่พบในพื้นที่ ชนิดที่พบบ่อย ได้แก่ *Microtermes obesi* *Microtermes makhamensis* และ *Macrotermes annandalei* นอกจากนี้ ยังพบปลวกกลุ่มกินดินและอินทรีย์วัตถุซึ่งเป็นปลวกที่ค่อนข้างหายากในพื้นที่ ได้แก่ *Procapritermes* sp. *Angulitermes* sp. และ *Speculitermes* sp.

คำสำคัญ: ชนิดปลวก ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ

ABSTRACT

Species diversity of termites in Phuphan Royal Development Centre, Sakon Nakhon province was studied in 4 permanent plots (100 metres x 100 metres) of 2 different forest types, dry dipterocarps forest and mixed deciduous forest. Four times of random survey were conducted in August and September, 2012 and January and June, 2013. The termite specimens were identified into 30 species which comprised of 2 families (Rhinotermitidae and Termitidae) 7 subfamilies (Rhinotermitinae, Protermitinae, Coptotermitinae, Macrotermitinae, Termitinae, Nasutitermitinae and Apicotermitinae) and 18 genera (*Schedorhinotermes*, *Protermitermes*, *Coptotermes*, *Macrotermes*, *Ancistrotermes*, *Microtermes*, *Hypotermes*, *Odontotermes*, *Microcerotermes*, *Globitermes*, *Termes*, *Procapritermes*, *Dicuspitermes*, *Angulitermes*, *Speculitermes*, *Hospitalitermes*, *Laccositermes* and *Nasutitermes*). The Wood and leave or fungus feeding termite was the major functional group in this study. *Microtermes obesi* *Microtermes makhamensis* and *Macrotermes annandalei* were the dominant species in this group. Moreover, some rare species of the soil and humus feeding termite which comprised *Procapritermes* sp. *Angulitermes* sp. and *Speculitermes* sp. were found in this area.

Keywords: termite species, dry dipterocarps forest, mixed deciduous forest

คำนำ

ปลวก เป็นแมลงกลุ่มหนึ่งที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศป่าไม้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบนิเวศป่าไม้เขตร้อนชื้น โดยปลวกทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยเศษซากพืช เศษไม้ ใบไม้ ท่อนไม้ที่หักล้มทับถมอยู่ในป่า เกิดการย่อยสลายไปเป็นอินทรีย์วัตถุในดิน สร้างความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดินซึ่งจะส่งผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของป่าไม้ และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ที่อาศัยอยู่ในระบบนิเวศป่าไม้ (Collin, 1981; Wood, 1988; Jones, 1990; Higashi et.al 1992) ปลวกยังเป็นผู้ย่อยสลายให้แก่ สัตว์อื่นๆ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในห่วงโซ่อาหาร ทำให้เกิดการกินต่อกันเป็นทอด ๆ ถ่ายทอดพลังงานไปสู่ผู้บริโภคลำดับต่างๆ จนทำให้ระบบนิเวศมีความสมบูรณ์ (Deligue *et al.* 1981; Wood and Sands, 1978; Pearce, 1999) นอกจากนี้ ปลวกยังมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นในระบบนิเวศอีกมากมาย เช่น ปลวกบางชนิดกินไลเคนที่เกาะอยู่ตามต้นไม้เป็นอาหาร ปลวกบางกลุ่มมีการดำรงชีวิตอยู่ร่วมกับเชื้อราหลายชนิด มีการเพาะเลี้ยงเชื้อราไว้ในรังเพื่อเป็นอาหารสำหรับสมาชิกปลวกและที่ทำให้เกิดเห็ดโคนซึ่งเป็นเห็ดป่าที่มีคุณค่าทางอาหารและรสชาติอร่อย เป็นต้น (ยุพาพร, 2546)

ความหลากหลายของชนิดปลวกในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดสกลนคร เป็นผลการศึกษาจากโครงการสำรวจแมลงป่าไม้ในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดสกลนคร ซึ่งดำเนินงานร่วมกันระหว่างงานศึกษาและพัฒนากาป่าไม้ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดสกลนคร และสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงชนิดของปลวกในแปลงถาวรศึกษาตัวชี้วัดด้านป่าไม้ภายใต้โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เพื่อรวบรวมเป็นข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับทรัพยากรชีวภาพป่าไม้ของศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริจังหวัดสกลนคร ที่จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการอนุรักษ์ทรัพยากรชีวภาพป่าไม้ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. สำรวจปลวกในแปลงถาวรศึกษาตัวชี้วัดด้านป่าไม้ขนาด 100 เมตร x 100 เมตร ซึ่งประกอบด้วยแปลงป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ (Figure 1) ชนิดป่าละ 2 แปลง โดยทำการสำรวจ 4 ครั้ง คือ ในเดือนสิงหาคมและกันยายน พ.ศ. 2555 และในเดือนมกราคมและมิถุนายน พ.ศ.2556
2. สุ่มหาตัวอย่างปลวกตามแหล่งที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหาร เช่น รังบนดิน รังใต้ดิน รังบนต้นไม้ ท่อนไม้ กิ่งไม้ และใบไม้ที่หักร่วงหล่นทับถมกันอยู่ตามพื้นดิน และเก็บตัวอย่างปลวกวรรณะทหารและวรรณะปลวกงานจำนวน 10-30 ตัวลงในขวดบรรจุแอลกอฮอล์ 80% พร้อมบันทึกวันเดือนปี (Figure 2)
3. นำตัวอย่างปลวกมาทำสะอาดและเก็บรักษาตัวอย่างไว้ในขวดบรรจุแอลกอฮอล์ 80% ก่อนทำการจำแนกชนิด
4. จำแนกชนิดปลวกภายใต้กล้องสเตอริโอไมโครสโคปโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของปลวกวรรณะทหาร โดยจำแนกชนิดตามคู่มือการจำแนกปลวกของยุพาพรและจารุณี (2547) และคู่มือการจำแนกชนิดปลวกของ Ahmad (1965); Morimoto (1973); Tho (1992)



Figure 1 The studied sites were 2 different forest types, dry dipterocarps forest (A) and mixed deciduous forest (B)



Figure 2 Searching and collecting for termites from mounds or nests and all types of microhabitats

ผลและวิจารณ์

จากการสำรวจชนิดปลวกในแปลงถาวรศึกษาตัวชีวิตด้านป่าไม้ ซึ่งประกอบด้วยป่าเต็งรัง และป่าเบญจพรรณ ภายใต้โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ของศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดสกลนคร พบปลวกทั้งหมด 30 ชนิด 18 สกุล จัดอยู่ใน 2 วงศ์ 7 วงศ์ย่อย ดังแสดงตาม Table 1

จากการศึกษาครั้งนี้ พบปลวกทั้งหมด 30 ชนิด 18 สกุล จัดอยู่ใน 2 วงศ์ 7 วงศ์ย่อย ได้แก่ วงศ์ย่อย Rhinotermitinae 2 ชนิด (*Schedorhinotermes medioobscurus* และ *Schedorhinotermes rectangularis*) วงศ์ย่อย Prorhinotermitinae 1 ชนิด (*Prorhinotermes* sp.) วงศ์ย่อย Coptotermitinae 1 ชนิด (*Coptotermes* sp.) วงศ์ย่อย Macrotermiteinae 11 ชนิด (*Macrotermes gilvus* *Macrotermes annandalei* *Macrotermes carbonarius* *Macrotermes maesodensis* *Ancistrotermes pakistanicus* *Microtermes obesi* *Hypotermes makhamsensis* *Odontotermes proformosanus* *Odontotermes maesodensis* *Odontotermes* sp 1. และ *Odontotermes* sp 2.) วงศ์ย่อย Termitinae 11 ชนิด (*Microcerotermes crassus*, *Microcerotermes minutes* *Microcerotermes annandalei* *Microcerotermes* sp. *Globitermes sulphureus* *Termes propinquus* *Termes cosmis* *Procapritermes* sp. *Dicuspiditermes* sp. *Angulitermes* sp.1 และ *Angulitermes* sp.2) วงศ์ย่อย Apicotermiteinae 1 ชนิด (*Speculitermes* sp.) และวงศ์ย่อย Nasutitermitinae 3 ชนิด (*Hospitalitermes ataramensis* *Laccessititermes* sp. และ *Nasutitermes* sp.) (Table1)

นอกจากการจำแนกปลวกตามลักษณะทางสัณฐานวิทยาแล้ว หากใช้แหล่งอาหารหรือลักษณะการกินอาหารของปลวกแต่ละชนิดมาเป็นเกณฑ์ในการจัดแบ่งกลุ่มปลวก สามารถจำแนกปลวกเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้เป็น 4 กลุ่ม (ยุพาพร, 2546; จารุณี และคณะ, 2548) ดังนี้ คือ กลุ่มกินเนื้อไม้ (Wood feeder) กลุ่มกินเศษไม้ใบไม้และเห็ดเหี้ยงเชื้อรา (Wood and leave or fungus feeder) กลุ่มกินดินและอินทรีย์วัตถุ (Soil and humus feeder) และกลุ่มกินไลเคน (Lichen feeder) ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าในพื้นที่แปลงถาวรศึกษาตัวชีวิตด้านป่าไม้ที่เป็นป่าเต็งรัง และป่าเบญจพรรณของศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดสกลนคร มีปลวกครบทั้ง 4 กลุ่ม โดยปลวกกลุ่มกินเนื้อไม้ และกลุ่มกินเศษไม้ใบไม้และเห็ดเหี้ยงเชื้อรา พบได้มากที่สุด คือ 11 ชนิด รองลงไปตามลำดับคือ ปลวกกลุ่มกินดินและอินทรีย์วัตถุ 7 ชนิด และกลุ่มกินไลเคน 1 ชนิด

กลุ่มปลวกเด่นที่พบในพื้นที่ศึกษา คือ ปลวกกินเศษไม้ใบไม้และเห็ดเหี้ยงเชื้อรา พบทั้งหมด 5 สกุล ได้แก่ *Macrotermes* *Microtermes* *Hypotermes* *Ancistrotermes* และ *Odontotermes* ชนิดที่สามารถพบได้บ่อย ได้แก่ *Microtermes obesi* *Hypotermes makhamsensis* และ *Macrotermes annandalei* ปลวกกลุ่มนี้เป็นปลวกที่สามารถกินอาหารได้หลายประเภท ทั้งเนื้อไม้ ใบไม้ เศษซากพืช และสามารถเห็ดเหี้ยงเชื้อราได้ มีความชอบและสามารถอยู่รอดได้ดีในสภาพป่าที่มีความสมบูรณ์ (ยุพาพร, 2546) มีความสัมพันธ์และดำรงชีวิตอยู่ร่วมกับเชื้อรา

Table 1 Termite species in dry dipterocarps forest and mixed deciduous forest at Phuphan Royal Development Centre, Sakon Nakhon province

Family/Subfamily/Species	Functional groups of termite ¹
Family Rhinotermitidae	
Subfamily Rhinotermitinae	
1. <i>Schedorhinotermes medioobscurus</i>	Wood feeder
2. <i>Schedorhinotermes rectangularis</i>	Wood feeder
Subfamily Prorhinotermitinae	
3. <i>Prorhinotermes</i> sp.	Wood feeder
Subfamily Coptotermitinae	
4. <i>Coptotermes</i> sp.	Wood feeder
Family. Termitidae	
Subfamily Macrotermitinae	
5. <i>Macrotermes gilvus</i>	Wood and leave or fungus feeder
6. <i>Macrotermes annandalei</i>	Wood and leave or fungus feeder
7. <i>Macrotermes carbonarius</i>	Wood and leave or fungus feeder
8. <i>Macrotermes maesodensis</i>	Wood and leave or fungus feeder
9. <i>Ancistrotermes pakistanicus</i>	Wood and leave or fungus feeder
10. <i>Microtermes obesi</i>	Wood and leave or fungus feeder
11. <i>Hypotermes makhamensis</i>	Wood and leave or fungus feeder
12. <i>Odontotermes proformosanus</i>	Wood and leave or fungus feeder
13. <i>Odontotermes maesodensis</i>	Wood and leave or fungus feeder
14. <i>Odontotermes</i> sp 1.	Wood and leave or fungus feeder
15. <i>Odontotermes</i> sp 2.	Wood and leave or fungus feeder
SF. Termitinae	
16. <i>Microcerotermes crassus</i>	Wood feeder
17. <i>Microcerotermes minutes</i>	Wood feeder
18. <i>Microcerotermes annandalei</i>	Wood feeder
19. <i>Microcerotermes</i> sp.	Wood feeder
20. <i>Globitermes sulphureus</i>	Wood feeder
21. <i>Termes propinquus</i>	Soil and humus feeder
22. <i>Termes cosmis</i>	Soil and humus feeder
23. <i>Procapritermes</i> sp.	Soil and humus feeder
24. <i>Dicuspiditermes</i> sp.	Soil and humus feeder
25. <i>Angulitermes</i> sp.1	Soil and humus feeder
26. <i>Angulitermes</i> sp.2	Soil and humus feeder
Subfamily Apicotermitinae	
27. <i>Speculitermes</i> sp.	Soil and humus feeder
Subfamily Nasutitermitinae	
28. <i>Hospitalitermes ataramensis</i>	Lichen feeder
29. <i>Laccessititermes</i> sp.	Wood feeder
30. <i>Nasutitermes</i> sp.	Wood feeder

Remark: ¹ Termites were classified into four functional groups, wood feeder, wood and leave or fungus feeder, soil and humus feeder and lichen feeder.

หลายชนิดภายในรัง รวมทั้งเพาะเลียงเชื้อ *Termitomyces* ไว้ภายในรังเพื่อเป็นอาหารสำหรับสมาชิกปลวก จึงเป็นปลวกที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศป่าไม้อีกกลุ่มหนึ่ง นอกจากนี้ ยังพบปลวกกลุ่มกินดินและอินทรีย์วัตถุซึ่งเป็นปลวกที่ค่อนข้างหายาก ได้แก่ *Procapritermes* sp. *Angulitermes* sp. และ *Speculitermes* sp. ปลวกกลุ่มนี้ เป็นปลวกที่ไม่ทำลายไม้หรือไม้กินเนื้อไม้ แต่จะกินดิน เศษซากพืช และอินทรีย์วัตถุเป็นอาหารเท่านั้น จึงมีประโยชน์ต่อระบบนิเวศป่าไม้ในการช่วยทำให้เกิดการหมุนเวียนของธาตุอาหารในดิน และปรับปรุงโครงสร้างของดินในป่าให้สามารถอุ้มน้ำได้ดี (ยุพาพร, 2546)

สรุป

การศึกษาครั้งนี้ พบปลวกทั้งหมด 30 ชนิด 18 สกุล จัดอยู่ใน 2 วงศ์ 7 วงศ์ย่อย ได้แก่ วงศ์ย่อย Rhinotermitinae 2 ชนิด วงศ์ย่อย Prorhinotermitinae 1 ชนิด วงศ์ย่อย Coptotermitinae 1 ชนิด วงศ์ย่อย Macrotermitinae 11 ชนิด วงศ์ย่อย Termitinae 11 ชนิด วงศ์ย่อย Nasutitermitinae 3 ชนิด และวงศ์ย่อย Apicotermitinae 1 ชนิด

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัย ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ เป็นอย่างสูงที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัย และขอขอบคุณศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัด สกลนคร ที่ให้โอกาสให้คณะผู้วิจัยได้ทำการสำรวจปลวกในพื้นที่ความรับผิดชอบ รวมทั้งข้าราชการและเจ้าหน้าที่ จากงานศึกษาและพัฒนาการป่าไม้ทุกท่าน ที่ช่วยกรุณาอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้วิจัยในด้านต่างๆ จนสามารถ ดำเนินงานสำเร็จ และสุดท้ายคณะผู้วิจัยขอขอบคุณกรมป่าไม้ ที่ให้การสนับสนุนเครื่องมือ และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ที่ใช้สำหรับการศึกษานี้

เอกสารอ้างอิง

- ยุพาพร สรนิวัตร. 2546. **ปลวกและบทบาทในระบบนิเวศน์**. พิมพ์ครั้งที่ 1. อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- _____ และจารุณี วงศ์ข้าหลวง. 2547. **คู่มือการจำแนกปลวกในประเทศไทย**. พิมพ์ครั้งที่ 1. อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- จารุณี วงศ์ข้าหลวง ยุพาพร สรนิวัตร ขวัญชัย เจริญกรุง และศศิษฐ์ ชูติภาพกรณ์. 2548. **ความหลากหลายของปลวกในประเทศไทย**. พิมพ์ครั้งที่ 1. อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- Ahmad, M. 1965. Termites (Isoptera) of Thailand. **Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.** 131: 3-113.
- Collins, N. M. 1981. The role of termites in the decomposition of wood and leaf litter in the southern guinea savanna of nigeria. **Oecologia** 51: 389-399.
- Deligue. J.A., A.C. Quennedey and M.S. Blum. 1981. **Social Insects Vol. 2**. Academic Press, New York.
- Higashi, M., T. Abe and T. P. Burns. 1992. Carbon-nitrogen Balance and Termites **Ecology In Proceeding of the Royal Society of London Series B**. Biological Science.
- Jones, J. A. 1990. Termites Soil Fertility and Carbon Cycle in Dry Tropical Africa a Hypothesis. **J. Trop. Ecol.** 6: 291-306.
- Morimoto, K. 1973. Termites from Thailand. **Bull. Gov. For. Exp. Sta.** 257: 57-80.
- Pearce, M.T. 1999. **Termites: Biology and Pest Management**. CAB International, London.
- Tho, Y. P. 1992. **Termites of Peninsular Malaysia**. Malayan Forest Record. No.36. Forest Research Institute, Malaysia.
- Wood, T. G and W. A. Sand. 1978. **The Role of Termites in Ecosystems in Production Ecology of Ants and Termite**. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- _____, T. G. 1988. Termites and Soil Environment. **Biology and Fertility of Soils** 6: 228-236.

ความหลากหลายของราทำลายแมลงในป่าอนุรักษ์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

Biodiversity of Entomopathogenic Fungi in Protected Areas in Northeastern of Thailand

วินันดา หิมะมาน^{1*} ปานรดา แจ้งสันเทียะ¹ บารมี สกัลรักษ์² สุชาดา มงคลสัมฤทธิ์³ กิตติมา ดั่งแค้น¹
และ กฤษณา พงษ์พานิช¹

Winanda Himaman^{1*} Panrada Jangsantear¹ Baramee Sakolruk² Suchada Mongkolsamrit³
Kittima Duengkae¹ and Krisna Pongpanich¹

¹ส่วนวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรุงเทพฯ 10900

¹Forest Conservation Research Division, Forest and Plant Conservation Research Office,
Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok 10900

²สำนักงานหอพรรณไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรุงเทพฯ 10900

²Office of the forest herbarium, Forest and Plant Conservation Research Office,
Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok 10900

³ห้องปฏิบัติการปฏิสัมพันธ์ของจุลินทรีย์และนิเวศวิทยา ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ปทุมธานี 12120

³Microbe Interaction and Ecology Laboratory, National Center for Genetic Engineering and Biotechnology (BIOTEC)
Science Park, Pathumthani 12120

* Corresponding Author; E-mail: winandah@gmail.com

บทคัดย่อ

การสำรวจความหลากหลายของราทำลายแมลงในป่าอนุรักษ์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ได้ดำเนินการที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว อุทยานแห่งชาติภูเรือ อุทยานแห่งชาติน้ำพอง อุทยานแห่งชาติภูเวียง อุทยานแห่งชาติตาบดหมอก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียวและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง ตั้งแต่ กรกฎาคม พ.ศ. 2556 - มิถุนายน พ.ศ. 2560 พบราทำลายแมลง 435 ตัวอย่าง จำแนกโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาได้ 38 ชนิดจาก 271 ตัวอย่าง โดยราทั้งหมดจัดอยู่ในอันดับ Hypocreales ประกอบด้วย 3 วงศ์ คือ Clavicipitaceae, Cordycipitaceae และ Ophiocordycipitaceae และอันดับ Eurotiales วงศ์ Trichocomaceae โดยพบราเข้าทำลายแมลง 9 อันดับ ได้แก่ Blattodea, Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Isoptera, Lepidoptera, Neuroptera, Orthoptera และทำลายแมงมุมอันดับ Araneae ซึ่งอันดับ Hemiptera เป็นแมลงที่ร่าเข้าทำลายมากที่สุด 33.6 เปอร์เซ็นต์ ราทำลายแมลงเหล่านี้จัดว่ามีศักยภาพในการนำมาใช้ประโยชน์ เช่น ใช้ควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี นอกจากนี้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของราในกลุ่มนี้ยังสามารถพัฒนาเป็นยา อาหาร เครื่องสำอางรวมถึงผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ต่อไป

คำสำคัญ: ราทำลายแมลง ความหลากหลาย ป่าอนุรักษ์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ABSTRACT

The diversity survey of entomopathogenic fungi was carried out in the protected areas of Northeastern Thailand which were KhaoYai National Park, Nam Phong National Park, Nam Nao National Park, Phu Ruea National Park, Phu Wiang National Park, Tat Mok National Park, Phu Khiao Wildlife Sanctuary and Phu Luang Wildlife Sanctuary during July 2013 to June 2017. There were 435 samples found. Two hundred and seventy one samples were revealed into 38 species based on morphological character study. They were classified to 3 families; Clavicipitaceae, Cordycipitaceae and Ophiocordycipitaceae in the order Hypocreales and a family Trichocomaceae in the order Eurotiales. The infected insects were in nine major orders including Blattodea, Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Isoptera, Lepidoptera, Neuroptera, Orthoptera and spider in Araneae order of class Arachnida. The most infected insectes were in Hemiptera order (33.6 percentage).

These entomopathogenic fungi have the potential to be used as biocontrol agents. Moreover, the bioactive compounds from these fungi can be developed to produce medicines, functional foods, cosmetics and medicinal products.

Keywords: invertebrate-pathogenic fungi, diversity, protected area, Northeastern

คำนำ

ป่าเป็นแหล่งรวบรวมทรัพยากรที่สำคัญของประเทศทั้งทางด้านพรรณไม้ สัตว์ป่า แมลง รวมถึงจุลินทรีย์กลุ่มต่าง ๆ ซึ่งปัจจุบันประเทศไทยยังขาดข้อมูลพื้นฐานในเรื่องชนิดพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตที่มีอยู่ในประเทศเป็นอย่างมาก ดังนั้นการศึกษาความหลากหลายชนิดของสิ่งมีชีวิตที่กล่าวมาเหล่านี้ย่อมมีความสำคัญเป็นลำดับต้น ๆ ที่จะต้องเร่งดำเนินการ เพื่อให้ได้ข้อมูลว่าประเทศไทยมีทรัพยากรธรรมชาติอยู่มากน้อยเพียงใด และจะสามารถไปศึกษาต่อยอดพัฒนาให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อประเทศชาติได้อย่างไร

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ป่าไม้ 14.94 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด (สำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้, 2559) มีสภาพเป็นพื้นที่คุ้มครองขนาดเล็ก ๆ หลาย ๆ พื้นที่ และมีแนวเขตเชื่อมต่อกับผืนป่าทั้งในประเทศลาว และกัมพูชา จัดว่าเป็นแหล่งรวมระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพที่สำคัญของทั้งพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ ซึ่งจุลินทรีย์นั้นมีบทบาทสำคัญต่อการวิจัยและพัฒนาเพื่อใช้ประโยชน์ทั้งทางการแพทย์ เกษตรกรรม และอุตสาหกรรม ในสถานการณ์ปัจจุบันที่ยังไม่มีการศึกษาสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศป่าไม้อีกเป็นจำนวนมาก และในขณะเดียวกันพื้นที่ป่าไม้ในประเทศไทยก็ถูกบุกรุกทำลายอย่างรวดเร็ว ทำให้สิ่งมีชีวิตเหล่านี้ถูกทำลายไปด้วย ซึ่งหากไม่มีการศึกษาอย่างเร่งด่วนและเก็บรวบรวมพันธุ์กรรมเหล่านี้ไว้เพื่อการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ต่อไปก็จะทำให้เกิดการสูญเสียพันธุ์กรรมของสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ไปอย่างน่าเสียดาย

"ราทำลายแมลง" เป็นคำเรียกรวมของรากลุ่มหนึ่งที่เข้าทำลายและก่อโรคในแมลงและแมงมุม สำหรับประเทศไทยพบว่ามีหลากหลายของราทำลายแมลงสูงมาก มีรายงานราทำลายแมลงมากกว่า 400 สปีชีส์ ซึ่งหลายชนิดจัดเป็นชนิดใหม่ของโลก (new species) และยังมีราทำลายแมลงอีกจำนวนมากที่เป็นชนิดใหม่และกำลังอยู่ระหว่างการตีพิมพ์อย่างเป็นทางการต่อไป (Mongkolsamrit *et al.*, 2010) ที่ผ่านมานั้นข้อมูลของความหลากหลายของราทำลายแมลงในป่าอนุรักษ์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือยังมีจำกัด ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าจึงมีความสำคัญ ทั้งในแง่ของความหลากหลายของราในพื้นที่อนุรักษ์ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานของประเทศ เพื่อประโยชน์ต่อการอนุรักษ์และการจัดเก็บเชื้อพันธุ์ราเพื่อศึกษาต่อยอดและใช้ประโยชน์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การสำรวจราทำลายแมลง

ได้ทำการสำรวจตัวอย่างราทำลายแมลงในพื้นที่ป่าอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว อุทยานแห่งชาติภูเรือ อุทยานแห่งชาติน้ำพอง อุทยานแห่งชาติภูเวียง อุทยานแห่งชาติตาหมอก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียวและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง โดยการเดินค้นหาตามพื้นดิน เศษซากใบไม้ทับถม ขอนไม้ผุ และส่วนต่าง ๆ ของต้นพืช เช่น ลำต้น กิ่ง และใบ สืบสวนตามเส้นทางศึกษาธรรมชาติ ช่วงฤดูกาลที่เหมาะสมต่อการสำรวจคือระหว่างฤดูฝนถึงต้นฤดูหนาว

2. การเก็บตัวอย่างราทำลายแมลง

เก็บตัวอย่างใส่กล่องพลาสติกสีเหลือง ขึ้นอยู่กับขนาดของตัวอย่าง ก่อนเก็บตัวอย่างให้บันทึกภาพตัวอย่างราที่พบในสภาพธรรมชาติและข้อมูลของตัวอย่างที่เก็บ ได้แก่ สีของรา ลักษณะการพบ (บนส่วนของต้นพืช หรือบนพื้นดิน) รวมทั้งวัน เดือน ปี และรายละเอียดอื่น ๆ เช่น พืชอาศัยของแมลง ชนิดของป่า

3. การจำแนกเชื้อรา

ศึกษาตัวอย่างเชื้อราทำลายแมลงพร้อมทั้งบันทึกภาพภายใต้กล้องสเตอริโอ จำแนกในระดับชนิด (species) หรืออย่างน้อยในระดับสกุล (genus) ในห้องปฏิบัติการ โดยส่วนใหญ่จัดจำแนกด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยา เปรียบเทียบกับ Atlas of Invertebrate-Pathogenic Fungi of Thailand Volume 1-4 (Luangsa-ard *et al.*, 2007; 2008; 2010; 2012) และ Invertebrate-pathogenic fungi of Thailand (Mongkolsamrit *et al.*, 2010)

4. การแยกเชื้อรา

แยกเฉพาะเชื้อราที่น่าสนใจ ชนิดใหม่ หรือยังไม่เคยค้นพบมาก่อน ซึ่งวิธีแยกเชื้อราแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับลักษณะการสร้างสปอร์ของรา ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA) ที่เติมสารปฏิชีวนะ penicillin (50 มิลลิกรัมต่อลิตร) และ streptomycin (50 มิลลิกรัมต่อลิตร) เพื่อยับยั้งการเจริญของรา และแบคทีเรียตามลำดับ (Kuephadungphan *et al.*, 2014) บ่มไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส ตรวจสอบการงอกของราเป้าหมายที่ต้องการแยกและการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ชนิดอื่นทุกวัน เชื้อเส้นใยราเป้าหมายนำมาทำให้บริสุทธิ์บนอาหาร PDA ที่ไม่เติมสารปฏิชีวนะ เลี้ยงเชื้อนาน 6-8 สัปดาห์ เมื่อเพาะเลี้ยงได้เชื้อราที่บริสุทธิ์แล้วจะเก็บรักษาเชื้อระยะยาวโดยชุบสปอร์และเส้นใยใส่ลงในหลอดไมโครพิพิจที่มีสารละลายกลีเซอรอล 20 เปอร์เซ็นต์ (w/v) และนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

5. การจำแนกแมลงที่ถูกราเข้าทำลาย

นำตัวอย่างราแมลงมาจำแนกภายใต้กล้องสเตอริโอสโคป จำแนกอย่างน้อยในระดับอันดับ

6. การเก็บรักษาตัวอย่างรา

ตัวอย่างที่ได้ศึกษาเสร็จสิ้นแล้วทำให้แห้งโดยใช้เครื่องอบลมร้อนอุณหภูมิ 50-60 องศาเซลเซียส หรือโถดูดความชื้น หรือทำให้แห้งโดยตากแดดจัด ๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดและชนิดของตัวอย่าง บันทึกข้อมูลประจำตัวอย่าง เมื่อตัวอย่างแห้งแล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่พิพิธภัณฑ์เห็ดรา สำนักงานหอพรรณไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช

ผลและวิจารณ์

จากการสำรวจและรวบรวมตัวอย่างราทำลายแมลงและแมลงมูในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว อุทยานแห่งชาติภูเรือ อุทยานแห่งชาติน้ำพอง อุทยานแห่งชาติภูเวียง อุทยานแห่งชาติตาบดหมอก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียวและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง ตั้งแต่ กรกฎาคม พ.ศ.2556 - มิถุนายน พ.ศ. 2560 พบราทำลายแมลง 435 ตัวอย่าง จำแนกรได้ในระดับชนิด 38 ชนิดจาก 271 ตัวอย่าง และจำแนกได้เพียงในระดับสกุล 13 สกุล จาก 112 ตัวอย่าง โดยราทั้งหมดสามารถจัดอยู่ในอันดับ Hypocreales ประกอบด้วย 3 วงศ์ คือ Clavicipitaceae, Cordycipitaceae และ Ophiocordycipitaceae และอันดับ Eurotiales วงศ์ Trichocomaceae และยังไม่สามารถจำแนกได้อีก 52 ตัวอย่าง

ราเข้าทำลายแมลง (ลำดับชั้น Insecta) จำแนกได้ 10 อันดับ จากจำนวน 392 ตัวอย่าง ได้แก่ ราทำลายด้วง (อันดับ Coleoptera) *Beauveria* sp., *Beauveria bassiana*, *Ophiocordyceps brunneipunctata*, *Isaria farinosa*, *Cordyceps* sp., *Hirsutella* sp. ราทำลายแมลงวัน (อันดับ Diptera) *Hymenostilbe dipterigena*, *Ophiocordyceps dipterigena* ราทำลายมวน (อันดับ Hemiptera) *Beauveria* sp., *Beauveria bassiana*, *Hymenostilbe nutans*, *Isaria* sp., *Purpureocillium takamizusanense*, *Ophiocordyceps nutans* ราทำลายเพลี้ยจักจั่น (อันดับ Hemiptera) *Hirsutella nivea*, *Ophiocordyceps pruinosa*, *Torrubiella* sp., *Verticillium hemipterigenum* ราทำลายจักจั่น (อันดับ Hemiptera) *Purpureocillium takamizusanense* ราทำลายเพลี้ยหอย (อันดับ Hemiptera) *Aschersonia* sp., *Aschersonia confluens*, *Aschersonia luteola*, *Aschersonia placenta*, *Aschersonia samoensis*, *Hypocrella discoidea*, *Hypocrella luteola*, *Hypocrella* sp., *Moelleriella mollii*, *Moelleriella raciborskii*, *Orbiocrella petchii*, *Conoideocrella luteorostrata*

ราทำลายต่อ แตน (อันดับ Hymenoptera) *Hirsutella saussurei*, *Hymenostilbe* sp., *Ophiocordyceps sphecocephala* ราทำลายมด (อันดับ Hymenoptera) *Hymenostilbe* sp., *Hirsutella formicarum*, *Hymenostilbe aurantiaca*, *Ophiocordyceps irangiensis*, *Ophiocordyceps myrmecophila*, *Ophiocordyceps pseudolloydii*, *Ophiocordyceps unilateralis* ราทำลายแมลงเม่า (อันดับ Isoptera) *Hirsutella/Hymenostilbe* like, *Ophiocordyceps communis* ราทำลายผีเสื้อ (อันดับ Lepidoptera) *Akanthomyces* sp., *Cordyceps ninchukispora*, *Cordyceps tuberculata*, *Cordyceps* sp., *Isaria tenuipes*, *Ophiocordyceps* sp. ราทำลายแมลงช้าง (อันดับ Neuroptera) *Polycephalomyces nipponicus*, *Ophiocordyceps* sp. ราทำลายตั๊กแตน (อันดับ Orthoptera) *Metarhizium anisopliae* ราทำลายจิ้งหรีด (อันดับ Orthoptera) *Beauveria* sp. และราทำลายแมลงสาบ (อันดับ Blattodea) ยังไม่สามารถจำแนกชนิดราได้ นอกจากนี้แมลงแล้วยังพบราทำลายแมงมุม (ลำดับชั้น Arachnida อันดับ Araneae) ทั้งหมด 43 ตัวอย่าง จำแนกราคได้ 4 ชนิดจาก 4 ตัวอย่าง ได้แก่ *Akanthomyces novoguineensis*, *Gibellula mirabilis*, *Isaria javanica*, *Purpureocillium atypicola* และจำแนกราคได้ 5 สกุล จาก 30 ตัวอย่าง ได้แก่ *Akanthomyces* sp., *Cordyceps* sp., *Engyodontium* sp., *Gibellula* sp., *Isaria* sp., *Torrubiella* sp. และยังไม่สามารถจำแนกได้อีก 9 ตัวอย่าง ชนิดและจำนวนของราทำลายแมลงที่พบในแต่ละพื้นที่อนุรักษ์ดังแสดงใน Table 1 การสำรวจและเก็บตัวอย่างราทำลายแมลงในแหล่งใหม่ๆ อย่างสม่ำเสมอประกอบกับฤดูกาลที่เหมาะสม จะทำให้มีโอกาสพบราทำลายแมลงชนิดใหม่ หรือที่น่าสนใจมากขึ้น เช่น การสำรวจพบราทำลายเพลี้ยหอย *Samuelsia mundiveteris* sp. nov. ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสอยดาวและอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ (Mongkolsamrit *et al.*, 2011) รวมถึงการค้นพบราทำลายเพลี้ยหอย *Conoideocrella krungchingensis* sp. nov. จากอุทยานแห่งชาติเขาหลวง (Mongkolsamrit *et al.*, 2016) ซึ่งการสำรวจราทำลายแมลงในอุทยานแห่งชาติภูเวียง จังหวัดขอนแก่น เมื่อมิถุนายน พ.ศ. 2560 พบราทำลายหนอนผีเสื้อ *Ophiocordyceps* sp. มีลักษณะที่แตกต่างจากราทำลายแมลงที่เคยมีรายงานในประเทศไทย ขณะนี้อยู่ในระหว่างการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและความสัมพันธ์ด้านวงศ์วานวิวัฒนาการระดับโมเลกุลเพิ่มเติม

Table 1 Diversity of invertebrate-pathogenic fungi in protected areas in Northeastern Thailand. (July 2013 to June 2017); KY, KhaoYai National Park; NP, Nam Phong National Park; NN, Nam Nao National Park; PR, Phu Ruea National Park; PW, Phu Wiang National Park; TM, Tat Mok National Park; PK, Phu Khiao Wildlife Sanctuary and PL, Phu Luang Wildlife Sanctuary.

Genus/species	KY	NP	NN	PR	PW	TM	PK	PL
<i>Akanthomyces novoguineensis</i>	1							
<i>Akanthomyces</i> sp.	7		4				2	3
<i>Aschersonia confluens</i>	1				7			
<i>Aschersonia luteola</i>					11			
<i>Aschersonia placenta</i>	6			2	5			
<i>Aschersonia samoensis</i>	3			1	1			
<i>Aschersonia</i> sp.	3		2	1	3			1
<i>Beauveria bassiana</i>	3		1		15			
<i>Beauveria</i> sp.	2		1		13			
<i>Conoideocrella luteorostrata</i>	4	1		2	6		1	1
<i>Cordyceps ninchukispora</i>	1							
<i>Cordyceps tuberculata</i>	1							
<i>Cordyceps</i> sp.	2		5	1	6			
<i>Engyodontium</i> sp.								1
<i>Gibellula mirabilis</i>					1			

Table 1 (Continued)

Genus/species	KY	NP	NN	PR	PW	TM	PK	PL
<i>Gibellula</i> sp.	9		1	4				2
<i>Hirsutella formicarum</i>	5		2	14				9
<i>Hirsutella nivea</i>	1							
<i>Hirsutella saussurei</i>			1					
<i>Hirsutella</i> sp.	2				1		2	
<i>Hymenostilbe aurantiaca</i>	2							
<i>Hirsutella/Hymenostilbe</i> like	2				7			
<i>Hymenostilbe dipterigena</i>	1							
<i>Hymenostilbe nutans</i>					3		1	
<i>Hymenostilbe</i> sp.			1				1	
<i>Hyperdermium</i> sp.	6							
<i>Hypocrella discoidea</i>				1				
<i>Hypocrella luteola</i>					9			
<i>Hypocrella</i> sp.	1				3			
<i>Isaria tenuipes</i>	5		1		6		2	
<i>Isaria farinose</i>					1			
<i>Isaria javanica</i>			1					
<i>Isaria</i> sp.	1		1					
<i>Metarhizium anisopliae</i>					4			
<i>Moelleriella mollii</i>	1				3			
<i>Moelleriella raciborskii</i>	7		1	1	2			3
<i>Ophiocordyceps brunneipunctata</i>	1							
<i>Ophiocordyceps communis</i>	4							
<i>Ophiocordyceps dipterigena</i>								1
<i>Ophiocordyceps irangiensis/</i> <i>myrmecophila</i>	8		8			2	3	
<i>Ophiocordyceps nutans</i>	1				6		1	
<i>Ophiocordyceps pruinosa</i>			1		1			
<i>Ophiocordyceps pseudolloydii</i>	3			11				
<i>Ophiocordyceps sphecocephala</i>	1				8			
<i>Ophiocordyceps unilateralis</i>	2		5	9			1	2
<i>Ophiocordyceps</i> sp.					6			
<i>Orbiocrella petchii</i>				1				
<i>Polycephalomyces nipponicus</i>					2			
<i>Purpureocillium atypicola</i>					1			
<i>Purpureocillium takamizusanense</i>		1			21	1		
<i>Torrubiella</i> sp.	2		1				1	
<i>Verticillium hemipterigenum</i>	3		1					
Unidentified	23	3	6	3	14		2	1

ในการสำรวจราทำลายแมลงครั้งนี้สามารถแบ่งราได้ 2 กลุ่มตามลักษณะการพบ คือ 1) บนส่วนต้นพืช ซึ่งราที่พบส่วนใหญ่มีขนาดเล็ก ต้องการความชื้นในการเติบโตน้อย สามารถพบได้ตลอดทั้งปี และมักพบราอยู่ตามใต้ใบพืช ทั้งพืชใบเลี้ยงคู่และใบเลี้ยงเดี่ยว เนื่องจากแมลงจะอาศัยใต้ใบ เพื่อการพรางตัวจากศัตรูและจากสภาพแวดล้อม เช่น แสงแดด และฝน ได้แก่ ราสกุล *Aschersonia*, *Hypocrella* เข้าทำลายเปลือกหอย ราสกุล *Gibellula* เข้าทำลายแมงมุม และ 2) พบบนพื้นดิน เป็นราที่เจริญเติบโตได้ดีในสถานะที่มีความชื้นสูง การเก็บตัวอย่างราในกลุ่มนี้ต้องเลือกออกเก็บตัวอย่างในช่วงฤดูฝนหรือช่วงที่มีความชื้นในอากาศสูง ได้แก่ ราสกุล *Cordyceps*, *Ophiocordyceps* แม้ว่าราทำลายแมลงส่วนใหญ่จะมีขนาดเล็ก แต่รากลุ่มนี้จะสังเกตเห็นได้ง่าย จากการมีสีที่โดดเด่น ทั้งสีเหลือง สีขาว สีส้ม หรือสีชมพู โดยเห็นเป็นก้อนที่ผลิตสปอร์ (stroma) ชูขึ้นมาเหนือพื้นดิน ก้านที่ชูขึ้นมามีลักษณะที่แตกต่างกัน อาจเห็นลักษณะคล้ายกระบอง ดอกไม้ หรือกิ่งไม้ ซึ่งหากเป็นผู้ที่เริ่มศึกษารากลุ่มนี้อาจสับสนกับตัวอย่างของราในสกุล *Xylaria* ซึ่งมีลักษณะภายนอกที่เป็นก้านชูขึ้นมาบนเศษซากพืชหรือตอไม้

จากการศึกษาครั้งนี้สามารถจำแนกแมลงที่ถูกราเข้าทำลายได้ 10 อันดับ ซึ่งอันดับของแมลงที่ถูกราเข้าทำลายมากที่สุด คือ อันดับ Hemiptera จำนวน 146 ตัวอย่าง (33.6 เปอร์เซ็นต์) ส่วนใหญ่เป็นราในสกุล *Aschersonia*, *Hypocrella* และ *Conoideocrella luteorostrata* ที่สามารถพบได้ทั่วไปในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ Hywel-Jones (2001) รายงานว่า จากการสำรวจในพื้นที่อุทยานแห่งชาติ 12 แห่งในประเทศไทย พบเชื้อราทำให้เกิดโรคกับแมลงได้ถึง 12 อันดับ ส่วนใหญ่ทำลายแมลงอันดับ Hemiptera, Homoptera, Lepidoptera และแมงมุมและไร ในการศึกษาครั้งนี้พบราทำลายแมลงส่วนใหญ่มีความจำเพาะเจาะจงต่อแมลงที่ทำลาย ได้แก่ รา *Hirsutella formicarum* และ *Ophiocordyceps unilateralis* ส่วนใหญ่เข้าทำลายมด *Camponotus leonardi* และรา *Ophiocordyceps pseudolloydii* มีความเฉพาะเจาะจงกับการเข้าทำลายมด *Dolichoderus* sp. เช่นเดียวกับรา *Gibellula* sp. ที่พบเข้าทำลายเฉพาะแมงมุม ในการศึกษาเบื้องต้นการจำแนกราดำลายแมงมุมสกุล *Gibellula* ด้วยลักษณะสัณฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์เพียงอย่างเดียวอาจไม่พอเพียง เนื่องจากลักษณะสปอร์ของเชื้อราที่มีความใกล้เคียงกันมาก จำเป็นต้องใช้ข้อมูลด้านวงศาวิวัฒนาการระดับโมเลกุล แต่อย่างไรก็ตามการแยกและการเพาะเลี้ยงเชื้อ *Gibellula* sp. ทำได้ยาก รามีการเจริญเข้า ราดำลายแมงมุมส่วนใหญ่จึงไม่สามารถจำแนกชนิดได้

ในการศึกษาครั้งนี้มีราหลายชนิดสามารถเข้าทำลายแมลงได้หลากหลายชนิด ได้แก่ *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* ซึ่งจากบทบาทและความสามารถดังกล่าว ทำให้มีการศึกษาและคัดเลือกหาสายพันธุ์ราที่มีประสิทธิภาพสูงรวมทั้งศึกษาด้านนิเวศวิทยาของราเพื่อใช้กำจัดแมลงศัตรูพืชทางการเกษตรแบบชีววิธี (Meyling and Eilenberg, 2007) จากคุณสมบัติของราดำลายแมลงในการเป็นแหล่งผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญสามารถพัฒนาเป็นยารักษาโรค รวมทั้งมีการนำราในกลุ่มนี้ไปใช้ประโยชน์ด้านการควบคุมศัตรูพืช แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของราในกลุ่มนี้ในการพัฒนาต่อยอดการแยกเชื้อราเพื่อเป็นแหล่งพันธุ์กรรมที่สำคัญสำหรับการศึกษาในอนาคตนั้นจึงเป็นเรื่องที่จำเป็นอย่างยิ่ง แต่อย่างไรก็ตามการแยกราดำลายแมลงและแมงมุมหลายชนิดไม่ประสบความสำเร็จ เนื่องจากตัวอย่างที่เก็บนั้นอยู่ในระยะที่ไม่เหมาะสม มีการปนเปื้อนของแบคทีเรีย หรือราชนิดอื่นสูงมาก และราดำลายแมลงบางชนิดไม่เจริญหรือเจริญได้ยากมากบนอาหารเลี้ยงเชื้อรา PDA ดังนั้นการแยกราดำลายแมลงและแมงมุมชนิดใหม่หรือที่น่าสนใจจึงต้องการเทคนิคและวิธีการที่เหมาะสม ควบคู่ไปกับตัวอย่างราที่อยู่ในสภาพสมบูรณ์อยู่ในระยะที่เหมาะสมต่อการแยกเชื้อ นอกจากนี้การเก็บรักษาตัวอย่างราดำลายแมลงจัดว่ามีความสำคัญอย่างมาก โดยเฉพาะตัวอย่างราที่คาดว่าจะเป็ราชนิดใหม่ ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการศึกษาเพิ่มเติม เปรียบเทียบตรวจสอบ อ้างอิงจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการเก็บรวบรวมตัวอย่างราดำลายแมลงอย่างต่อเนื่อง รวมถึงมีการดูแลรักษาอย่างถูกวิธี เพื่อให้ตัวอย่างที่เก็บรวบรวมนั้นมีความสมบูรณ์ทั้งรูปร่างลักษณะและรายละเอียดของข้อมูล

สรุป

ราดำลายแมลง 435 ตัวอย่าง ในเบื้องต้นจำแนกราได้ 38 ชนิดสามารถจัดอยู่ในอันดับ Hypocreales ประกอบด้วย 3 วงศ์ คือ Clavicipitaceae, Cordycipitaceae และ Ophiocordycipitaceae และอันดับ Eurotiales วงศ์ Trichocomaceae โดยราทั้งหมดเข้าทำลายแมลงและแมงมุม 11 อันดับ จากการสำรวจพบว่าสภาพแวดล้อม

เช่น อุณหภูมิ ความชื้น มีผลต่อการเจริญของราทำลายแมลง จากผลการศึกษาพบว่าป่าอนุรักษ์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีความหลากหลายของราทำลายแมลงเป็นอย่างมาก และราทำลายแมลงหลายชนิดมีศักยภาพที่สามารถวิจัยและพัฒนาไปสู่การใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณหัวหน้าและเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุกท่านที่อำนวยความสะดวกในระหว่างการทำสำรวจและเก็บตัวอย่างราทำลายแมลง และ ดร. ศศิธร หาสิน ที่ช่วยในการจำแนกชนิดมด

เอกสารอ้างอิง

- สำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้. 2559. ข้อมูลสารสนเทศกรมป่าไม้. แหล่งที่มา: <http://forestinfo.forest.go.th/Content.aspx?id=72>, 25 มิถุนายน 2560.
- Hywel-Jones, N.L. 2001. A review of invertebrate pathogenic Clavicipitaceae of Thailand, pp. 34–41. In B. Visut and K. Rungsima, eds. **BRT Research reports 2001**. Jirawat Express Co., Bangkok.
- Kuephadungphan, W., S. Phongpaichit, J.J. Luangsa-ard and V. Rukachaisirikul. 2014. Antimicrobial activity of invertebrate-pathogenic fungi in the genera *Akanthomyces* and *Gibellula*. **Mycoscience** 55: 127–133.
- Luangsa-ard, J.J., K. Tasanathai, S. Mongkolsamrit and N.L. Hywel-Jones. 2007. **Atlas of Invertebrate-Pathogenic Fungi of Thailand Volume 1**. National Center for Genetic Engineering and Biotechnology National Science and Technology Development Agency. Bangkok.
- _____, 2008. **Atlas of Invertebrate-Pathogenic Fungi of Thailand Volume 2**. National Center for Genetic Engineering and Biotechnology National Science and Technology Development Agency. Bangkok.
- _____, 2010. **Atlas of Invertebrate-Pathogenic Fungi of Thailand Volume 3**. National Center for Genetic Engineering and Biotechnology National Science and Technology Development Agency. Bangkok.
- _____, 2012. **Atlas of Invertebrate-Pathogenic Fungi of Thailand Volume 4**. National Center for Genetic Engineering and Biotechnology National Science and Technology Development Agency. Bangkok.
- Meyling, N.V. and J. Eilenberg. 2007. Ecology of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in temperate agroecosystems: potential for conservation biological control. **Biol. Control**. 43: 145–155.
- Mongkolsamrit, S., J.J. Luangsa-ard, K. Tasanathai and S. Sivichai. 2010. **Invertebrate-Pathogenic Fungi Of Thailand**. National Center for Genetic Engineering and Biotechnology National Science and Technology Development Agency. Bangkok.
- Mongkolsamrit, S., J.J. Luangsa-ard and N.L. Hywel-Jones. 2011. *Samuelsia mundiveteris* sp. nov. from Thailand. **Mycologia** 103: 921–927.
- Mongkolsamrit, S., D. Thanakitpipattana, A. Khonsanit, R. Promharn and J.J. Luangsa-ard. 2016. *Conoideocrella krungchingensis* sp. nov., an entomopathogenic fungus from Thailand. **Mycoscience** 57: 264–270.

ความหลากหลายชนิดและเขตการแพร่กระจายของด้วงคีมวงศ์ Lucanidae ในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ Diversity and Distribution of Lucanidae in Protected Forests

นงพงา ปาเฉย* แก้วภวิกา รัตนจันทร์ อิศราพงษ์ วรพาบ และ มรุต เครือหงษ์
Nongpanga Pachey* Kaewpawika Rattanachan Itsarapong Voraparb and Marut Khrueahong
สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรุงเทพฯ 10900
Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation
* Corresponding Author; E-mail: 99chey@gmail.com

บทคัดย่อ

การสำรวจความหลากหลายชนิดและเขตการแพร่กระจายของด้วงคีมวงศ์ Lucanidae ในประเทศไทย ดำเนินการในพื้นที่อนุรักษ์ 5 ภูมิภาค ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ภาคตะวันตก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างเดือนมกราคม 2559 ถึงเดือนมิถุนายน 2560 ใช้วิธีการสำรวจโดยติดตั้งกับดักแสงไฟและการเดินสำรวจ พบด้วงคีมจำนวนทั้งสิ้น 16 สกุล 35 ชนิด 217 ตัว โดยพบที่ภาคเหนือ 14 สกุล 28 ชนิด 182 ตัว ภาคกลาง พบ 6 สกุล 7 ชนิด 15 ตัว ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน พบ 2 สกุล 2 ชนิด 16 ตัว ภาคตะวันตกและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบจำนวนเท่ากันคือ 2 สกุล 2 ชนิด 2 ตัว ซึ่งแต่ละภูมิภาคจะพบชนิดของด้วงคีมที่แตกต่างกัน โดยชนิดที่พบมากที่สุดคือ ด้วงคีมร่องเกา ด้วงคีมบูดา และด้วงคีมฟันเลื่อยธรรมดา ตามลำดับ การศึกษาเขตการแพร่กระจายพบด้วงคีมส่วนใหญ่อยู่บริเวณภาคเหนือ ผลการวิเคราะห์ระดับการปรากฏของด้วงคีมพบการปรากฏ 4 ระดับ คือ กลุ่มที่หายากมาก 15 ชนิด กลุ่มที่หายาก 15 ชนิด กลุ่มที่พบน้อย 4 ชนิด และกลุ่มที่พบค่อนข้างน้อย 1 ชนิด

คำสำคัญ: ด้วงคีม ความหลากหลายชนิด เขตการแพร่กระจาย

ABSTRACT

Diversity and distribution of Lucanidae (The wild animal reservation and protection Act. B.E. 2535) in Thailand was done at 5 regions in protected forests of Thailand during January 2016 to June 2017. The method of light trap and surveying methods were used. A total of 217 specimens of 35 stag beetle species in 16 genera were found in the present study. The highest species were found that *Aegus cselifer*, *Prosopocoilus Buddha* and *Serrognathus platymelus*, respectively. Moreover, stag beetles were mostly distributed in North. The result showed level of relative abundance 4 levels for Lucanidae including of very rare 15 species, rare 15 species, uncommon 4 species, and moderate common 1 specie.

Keywords: stag beetles, diversity, distribution

คำนำ

ด้วงคีมเป็นแมลงปีกแข็งที่พบได้ทั่วโลกมีประมาณ 800 ถึง 1,250 species พบมากในแถบทวีปเอเชีย (Fremlin, 2004) ด้วงคีมหรือด้วงเขี้ยวทาง (Stag beetle) เป็นแมลงที่อยู่ในอันดับ Coleoptera วงศ์ Lucanidae ลำตัวมีความยาวประมาณ 1 - 6 เซนติเมตร ไม่มีเขาบนหัว และมีหนวดตอนปลายเป็นแผ่นแต่ไม่ประกบกันแน่นเหมือนด้วงส่วน Mentum ของปากจะเรียบเป็นปกติ โดยทั่วไปตัวผู้จะมีกรามยื่นยาวออกมาและมีขนาดใหญ่ประมาณ 0.5 - 8 เซนติเมตร บางครั้งอาจพบยาวกว่าหรือเกินครึ่งหนึ่งของลำตัว ในขณะที่กรามของตัวเมียมักจะสั้นตัวผู้ ด้วงคีม มีปีกคู่หน้าเป็นแบบแข็งปกคลุมตลอดส่วนท้อง ส่วนใหญ่มีปีกเรียบเป็นมัน หลายชนิดมีร่องลึกตามความยาวปีก (ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2538) ด้วงคีมตัวเต็มวัยมักชอบบินมาเล่นไฟในเวลากลางคืน ส่วนเวลากลางวันจะอาศัยอยู่บริเวณต้นไม้ที่มียาง เพื่อกัดกินน้ำยางจากเปลือกไม้ และตัวเต็มวัยเพศเมียจะมีการวางไข่ในขอนไม้ (Angels, 1995)

ด้วงคีมทุกชนิดเป็นแมลงที่อยู่ภายใต้การควบคุมห้ามนำเข้าหรือส่งออก เว้นแต่ได้รับอนุญาตจากอธิบดีกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช และ ด้วงคีมยีราฟ (*Prosopocoilus giraffa*) เป็นแมลงคุ้มครองตามพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2535 (ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2554) ด้วงคีมเป็นแมลงที่มีค่า หายาก มีความสัมพันธ์กับระบบนิเวศโดยตรง ในระยะตัวหนอนจะอาศัยอยู่ในบริเวณพื้นที่ขึ้นและไม้ผุ กัดกินซากไม้เป็นอาหารและขับถ่ายมูลออกมาเป็นปุ๋ย ให้แก่พืช ในระยะตัวเต็มวัย ด้วงคีมจะมีถิ่นอาศัยอยู่ในป่าที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง ด้วยลักษณะคีมที่สวยงามและมีความโดดเด่น จึงเป็นที่ต้องการของตลาดนักค้าแมลง มีการสะสมเพื่อเพาะเลี้ยงทำของที่ระลึก และเครื่องประดับ (กอบศักดิ์, 2544) ทำให้ด้วงคีมที่มีลักษณะสวยงามมักเป็นที่นิยมเพาะเลี้ยงในกลุ่มผู้สนใจ แต่การเพาะเลี้ยงด้วงคีมต้องใช้เวลาหลายปีเนื่องจากมีวงจรชีวิตที่ยาวนาน เพาะเลี้ยงยาก ต้องอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ด้วงคีมในธรรมชาติจึงถูกลักลอบจับเพื่อเป็นการค้าจำนวนมาก จนบางชนิดอาจสูญพันธุ์ไปจากธรรมชาติแล้ว อีกทั้งการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมจากการคุกคามแหล่งที่อยู่ของด้วงคีมจากมนุษย์ ก็อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ ด้วงคีม มีปริมาณลดลง ซึ่งในแต่ละปีจะมีผู้ประกอบการเพาะเลี้ยงแมลงเพื่อการค้า มายื่นคำขออนุญาต ส่งออกด้วงคีมปีละกว่าพันตัวโดยส่วนใหญ่จะเป็นด้วงคีมขนาดใหญ่ที่มีความสวยงาม หายาก ซึ่งคาดว่าเป็นด้วงที่ถูกลักลอบจับจากป่าธรรมชาติ

จากรายงานที่ได้เคยมีผู้ศึกษาวิจัยรวบรวมชนิดพันธุ์ด้วงคีมที่พบในพื้นที่ต่าง ๆ เช่น ความหลากหลายของด้วงคีมวงศ์ Lucanidae ในเขตอุทยานแห่งชาติขุนน่าน พบด้วงคีมจำนวน 9 ชนิด (เผด็จศิลป์ และคณะ, 2557) และได้มีผู้รวบรวมชนิดพันธุ์ด้วงคีมจัดพิมพ์เป็นหนังสือ ได้แก่ Beetles of Thailand ได้มีการรวบรวมรายชื่อ รูปภาพลักษณะทั่วไปของชนิดพันธุ์ด้วงคีมไว้ทั้งสิ้น 73 ชนิด (Ek-amnuay, 2002) หนังสือ Lucanidae of Thailand รวบรวมรายชื่อและลักษณะประจำตัว เขตการแพร่กระจาย ของด้วงคีมจำนวน 112 ชนิด (Pinratana and Maes, 2003) หนังสือ The Lucanid Beetles of the World ได้รวบรวมรายชื่อชนิดพันธุ์ด้วงคีมทั่วโลกทั้งหมดจำนวน 696 ชนิด (Mizunuma and Nagai, 1994) และจากการรวบรวมข้อมูลในฐานข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพด้านแมลงป่าไม้ของกรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่า และพันธุ์พืช พบด้วงคีมที่มีการจำแนกชนิดไว้แล้วจำนวน 48 ชนิด แต่การศึกษาทางด้านความหลากหลายชนิดของด้วงคีมในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ยังมีไม่มากนัก และไม่ได้มีการติดตามสถานภาพอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน ซึ่งทำให้ไม่สามารถบอกถึงจำนวนชนิดและเขตการแพร่กระจายในป่าธรรมชาติได้ว่าสถานภาพของแมลงหายากเหล่านี้ปัจจุบันเป็นอย่างไร การวิจัยในครั้งนี้ จะทำให้ทราบข้อมูลเบื้องต้นความหลากหลายชนิดของด้วงคีม ซึ่งจะเป็ข้อมูลพื้นฐานสำคัญในการบ่งชี้ถึงสถานภาพของด้วงคีม เพื่อใช้เป็นข้อมูล ประกอบในการใช้มาตรการทางกฎหมายเข้ามาร่วมอนุรักษ์ โดยการปรับปรุงบัญชีรายชื่อ การกำหนดชนิดพันธุ์แมลงคุ้มครอง และการกำหนดปริมาณในการขออนุญาตนำเข้า-ส่งออก แมลงบางชนิดที่มีความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. สถานที่ศึกษา

ดำเนินการสำรวจและเก็บตัวอย่างในพื้นที่อนุรักษ์ 19 แห่ง ใน 5 ภูมิภาค ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ภาคตะวันตก และภาคตะวันออก (Table 1)

2. วิธีการศึกษา

ทำการสำรวจระหว่างเดือนมกราคม 2559 – มิถุนายน 2560 รวมระยะเวลา 18 เดือน โดยใช้วิธีการสำรวจ 2 วิธี คือ

2.1 ติดตั้งกับดักแสงไฟ (Light trap)

ใช้กับดักแสงไฟชนิดแสงจันทร์ขนาด 500 วัตต์ พร้อมเต็นท์โคมสำเร็จรูปขนาดกว้าง 1 เมตร x ยาว 1 เมตร x สูง 2 เมตร (Figure 1 (A)) ดำเนินการเก็บตัวอย่างพื้นที่ละ 1 ครั้ง/คืน โดยติดตั้งกับดัก 2 คืนต่อเนื่องกัน ตั้งแต่เวลา 19.00 - 05.00 น. เก็บตัวเต็มวัยของด้วงคีม จากผ้ากับดัก กรณีมีชนิดที่พบมาก จะเก็บตัวอย่างเพียงชนิดละไม่เกิน 5 ตัว บันทึกจำนวนที่พบ บันทึกข้อมูลประจำตัวแมลง นำมาจัดรูปร่างและวิเคราะห์ชนิดพันธุ์ ที่ห้องปฏิบัติการกีฏวิทยาป่าไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

Table 1 Sampling sites were study during January 2016 – June 2017.

Stations	Regions	National Park	Province
1	North	Doi Inthanon	Chiang Mai
2		Doi Pha Hom Pok	Chiang Mai
3		Op Khan	Chiang Mai
4		Khun Khan	Chiang Mai
5		Samoeng Forest Sanctuary	Chiang Mai
6		Huai Nam Dang	Mae Hong Son
7		Mae Ta Krai	Chiang Mai
8		Khun Chae	Chiang Rai
9		Khun Tan	Lampang
10	Central	Taksin Maharaj	Tak
11		Khun Pa Wo	Tak
12		Mae Moei	Tak
13		Mae Wa	Tak
14		Phu Hin Rong Kla	Phitsanulok
15	North East	Tat Mok	Petchaboon
16		Phu Ruea	Loei
17		Nam Nao	Khon Kaen
18	East	Khao Kitchakhut	Chanthaburi
19	West	Thong Pha Phum	Kanchanaburi

2.2 การเดินสำรวจ (Surveying)

ใช้วิธีการเดินสำรวจในเส้นทางศึกษาธรรมชาติ โดยสังเกตบริเวณที่เป็นแหล่งอาศัยและถิ่นที่อยู่ของค้างคิม ได้แก่ บริเวณริมลำธาร พื้นที่ขึ้นแฉะ และซากไม้ผุ (Figure 1(B)) เพื่อหาตัวหนอนที่ซ่อนไขกักกินเนื้อไม้ผุอยู่ในท่อนไม้ และตัวเต็มวัยของค้างคิม สำรวจและเก็บตัวอย่างทุกเดือน เดือนละ 1 ครั้ง เก็บตัวเต็มวัยและตัวหนอนมาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ วิเคราะห์ชนิดพันธุ์ เมื่อถึงระยะตัวเต็มวัย ทำการบันทึกข้อมูลประจำตัวแมลง



(A)



(B)

Figure 1 Methodology from left to right on light trap (A) and surveying (B).

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ค่าการปรากฏ โดยใช้สูตร

$$\text{การปรากฏ} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่พบแมลงชนิดนั้น} \times 100}{\text{จำนวนครั้งที่สำรวจทั้งหมด}}$$

เนื่องจากแมลงในกลุ่มด้วงคีมวงศ์ Lucanidae เป็นแมลงที่หายาก พบได้น้อยอยู่แล้วธรรมชาติ จึงใช้การวิเคราะห์ระดับการปรากฏออกเป็น 6 ระดับ ตามวิธีการของ Pettingill (1950) ดังนี้

ค่าการปรากฏ	1-10	=	หายากมาก (Very Rare, VR)
	10-30	=	หายาก (Rare, RA)
	31-50	=	พบได้น้อย (UnCommon, UC)
	51-70	=	พบค่อนข้างน้อย (Moderate Common, MC)
	71-90	=	พบบ่อย (Common, CM)
	91-100	=	พบบ่อยมาก (Very Common, VC)

ผลและวิจารณ์

จากการสำรวจโดยใช้กับดักแสงไฟและการเดินสำรวจในเส้นทางศึกษาธรรมชาติ พบด้วงคีมวงศ์ Lucanidae ทั้งสิ้นรวม 16 สกุล 35 ชนิด 217 ตัว ด้วงคีมที่พบมากที่สุด 5 อันดับแรก คือ ด้วงคีมร่องเกา (*Aegus chelifer*) ด้วงคีมบูด้า (*Prosopocoilus buddha*) ด้วงคีมฟันเลื่อยธรรมดา (*Serrogathus platymelus*) ด้วงคีมแดงธรรมดา (*Prosopocoilus astacoides*) และด้วงคีมสองแถบ (*Prosopocoilus inquinatus*) โดยพบจำนวน 30, 22, 20, 18 และ 13 ตัว ตามลำดับ ด้วงคีมชนิดที่พบน้อยที่สุด พบเพียงชนิดละ 1 ตัว มีจำนวน 10 ชนิด คือ ด้วงคีมทองกาญจน์ (*Allotopus moellenkampii*) ด้วงคีมเคอร์วิเดน (*Dynodorcus curvidens*) ด้วงคีมฟิกลัสหัวเหลี่ยม (*Figulus cavicep*) ด้วงคีมละมั่งเหลือง (*Hexarthrius parryi*) ด้วงคีมละมั่งเขาราบ (*Hexarthrius vitalisi*) ด้วงคีมกำมูปูน (*Lucanus sericeus*) ด้วงคีมนีโอตาลักซ์ (*Neolucanus giganteus*) ด้วงคีมนีโอ (*Neolucanus perarmatus*) ด้วงคีมแคระเขี้ยวพอง (*Nigidius dawnae*) และด้วงคีมสมันทองเหนือ (*Rhaetulus speciosus*) (Figure 2) จากการศึกษาครั้งนี้พบชนิดด้วงคีมคิดเป็น 31.25% ของชนิดด้วงคีมที่พบในประเทศไทย โดย Pinratana and Maes (2003) ได้รายงานการพบด้วงคีมในประเทศไทยจำนวน 112 ชนิด

จากผลการศึกษาเขตการแพร่กระจายพบว่า ด้วงคีมมีเขตการแพร่กระจายในพื้นที่ภาคเหนือมากที่สุด โดยพบจำนวน 28 ชนิด 180 ตัว รองลงมาคือ ภาคกลาง 9 ชนิด 17 ตัว ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน 2 ชนิด 16 ตัว ภาคตะวันออกและภาคตะวันตก พบภาคละ 2 ชนิด 2 ตัว โดยการแพร่กระจายของด้วงคีมมากที่สุดอยู่ที่จังหวัดเชียงใหม่ 21 ชนิด จังหวัดแม่ฮ่องสอนและเชียงราย 15 ชนิด จังหวัดตาก 6 ชนิด จังหวัดลำปาง 4 ชนิด จังหวัดพิษณุโลก 3 ชนิด จังหวัดเพชรบูรณ์ จันทบุรีและกาญจนบุรี จังหวัดละ 2 ชนิด จังหวัดเลยและขอนแก่น จังหวัดละ 1 ชนิด (Figure 3)

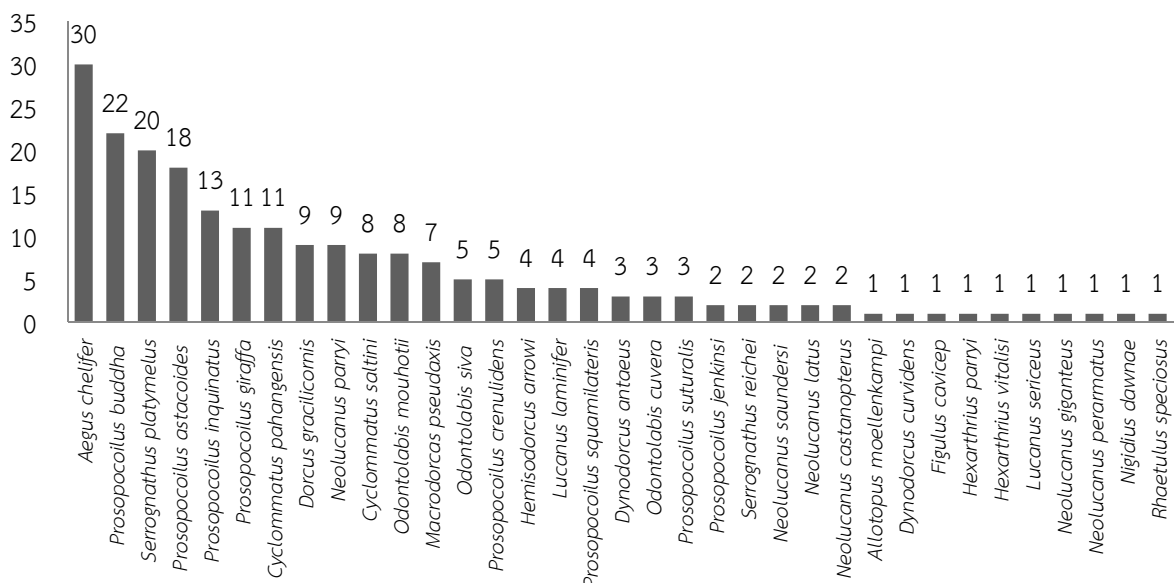


Figure 2 Amount of Lucanidae since January 2016 – June 2017.



Figure 3 Map showing study sites. ■

ผลการสำรวจด้วงคีมวงศ์ Lucanidae ระหว่างเดือนมกราคม 2559 – มิถุนายน 2560 สามารถแบ่งกลุ่มด้วงคีมได้ 4 กลุ่ม ดังนี้

1) กลุ่มที่หายากมาก มีจำนวน 15 ชนิด ได้แก่ ด้วงคีมทองกาญจน์ (*Allotopus moellenkampii*) ด้วงคีมเคอร์วีเดน (*Dynodorcus curvidens*) ด้วงคีมฟิกลัสหัวเหลี่ยม (*Figulus cavicep*) ด้วงคีมละมั่งเหลือง (*Hexarthrius parryi*) ด้วงคีมละมั่งเขาราบ (*Hexarthrius vitalisi*) ด้วงคีมก้ามปูชน (*Lucanus sericeus*) ด้วงคีม นีโอแดงเล็ก (*Neolucanus castanopterus*) ด้วงคีมนีโอตาลักษ์ (*Neolucanus giganteus*) ด้วงคีมนีโอสองสี (*Neolucanus latus*) ด้วงคีมนีโอ (*Neolucanus perarmatus*) ด้วงคีมแคะเขี้ยวพอง (*Nigidius dawnae*) ด้วงคีมกวางขอบเหลือง (*Odontolabis cuvera*) ด้วงคีมแดงฟันเหลี่ยม (*Prosopocoilus jenkinsi*) ด้วงคีมสมันทองเหนือ (*Rhaetulus speciosus*) และด้วงคีมไรค์ (*Serrogathus reichei*)

2) กลุ่มที่หายาก มีจำนวน 15 ชนิด ได้แก่ ด้วงคีมเนื้อทรายเชียงใหม่ (*Cyclommatus pahangensis*) ด้วงคีมเนื้อทรายฟาง (*Cyclommatus saltini*) ด้วงคีมกระตังดำเล็ก (*Dorcus gracilicornis*) ด้วงคีมกระตังดำใหญ่ (*Dynodorcus antaeus*) ด้วงคีมแดงเขาวง (*Hemisodorcus arrowi*) ด้วงคีมก้ามปูโค้ง (*Lucanus laminifer*) ด้วงคีมมาโครแดง (*Macrodercas pseudaxis*) ด้วงคีมนีโอแพร์ (*Neolucanus parryi*) ด้วงคีมนีโอดำยักษ์ (*Neolucanus saundersi*) ด้วงคีมกวางทองเหลือง (*Odontolabis mouhotii*) ด้วงคีมชีวา (*Odontolabis siva*)

ด้วงคีมบูด้า (*Prosopocoilus buddha*) ด้วงคีมตาลฟันเลื่อย (*Prosopocoilus crenulidens*) ด้วงคีมเขี้ยวเย็นหัวเหลี่ยม (*Prosopocoilus squamilateris*) และด้วงคีมเหลืองซีตวาย (*Prosopocoilus suturalis*)

3) กลุ่มที่พบได้น้อย มีจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ ด้วงคีมร่องเก๋า ด้วงคีมแดงธรรมดา (*Prosopocoilus astacoides*) ด้วงคีมยีราฟ (*Prosopocoilus giraffa*) และด้วงคีมสองแถบ (*Prosopocoilus inquinatus*)

4) กลุ่มที่พบค่อนข้างน้อย มีจำนวน 1 ชนิด คือ ด้วงคีมฟันเลื่อยธรรมดา (*Serrognathus platymelus*)

อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ยังไม่ครอบคลุมทุกพื้นที่ของประเทศไทย ทำให้ไม่สามารถรวบรวมข้อมูลชนิดพันธุ์ด้วงคีมที่มีในพื้นที่อนุรักษ์ทั้งหมดได้ ต้องมีการดำเนินโครงการสำรวจความหลากหลายของด้วงคีมต่อไปให้ครบทุกภูมิภาคของประเทศไทย เพื่อจะได้เป็นการรวบรวมข้อมูลให้ครบถ้วนสมบูรณ์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการสนับสนุนการประเมินสถานภาพของแมลงหายาก ในบัญชีรายชื่อแมลงหายากตามอนุสัญญา CITES และควรมีการศึกษาวงจรชีวิต นิเวศวิทยา ชีววิทยาของด้วงคีมบางชนิด เพื่อการเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณในธรรมชาติต่อไป

Table 1 Relative abundance of Lucanidae since January – June 2016.

Scientific Name	No. of Individuals	Relative Abundance	Level					
			VR	RA	UC	MC	CM	VC
<i>Aegus chelifer</i>	30	38.89			X			
<i>Allotopus moellenkampii</i>	1	5.56	X					
<i>Cyclommatus pahangensis</i>	11	27.78		X				
<i>Cyclommatus saltini</i>	8	16.67		X				
<i>Dynodorcus curvidens</i>	1	5.56	X					
<i>Dorcus gracilicornis</i>	9	22.22		X				
<i>Dynodorcus antaeus</i>	3	16.67		X				
<i>Figulus cavicep</i>	1	5.56	X					
<i>Hemisodorcus arrowi</i>	4	11.11		X				
<i>Hexarthrus parryi</i>	1	5.56	X					
<i>Hexarthrus vitalisi</i>	1	5.56	X					
<i>Lucanus laminifer</i>	4	11.11		X				
<i>Lucanus sericeus</i>	1	5.56	X					
<i>Macrodercas pseudaxis</i>	7	16.67		X				
<i>Neolucanus castanopterus</i>	2	5.56	X					
<i>Neolucanus giganteus</i>	1	5.56	X					
<i>Neolucanus latus</i>	2	5.56	X					
<i>Neolucanus parryi</i>	9	16.67		X				
<i>Neolucanus perarmatus</i>	1	5.56	X					
<i>Neolucanus saundersi</i>	2	11.11		X				
<i>Nigidius dawnae</i>	1	5.56	X					
<i>Odontolabis cuvera</i>	3	5.56	X					
<i>Odontolabis mouhotii</i>	8	16.67		X				
<i>Odontolabis siva</i>	5	22.22		X				
<i>Prosopocoilus astacoides</i>	18	33.33			X			
<i>Prosopocoilus buddha</i>	22	22.22		X				
<i>Prosopocoilus crenulidens</i>	5	11.11		X				
<i>Prosopocoilus giraffa</i>	11	38.89			X			
<i>Prosopocoilus inquinatus</i>	13	33.33			X			
<i>Prosopocoilus jenkinsi</i>	2	5.56	X					
<i>Prosopocoilus squamilateris</i>	4	11.11		X				
<i>Prosopocoilus suturalis</i>	3	11.11		X				
<i>Rhaetulus speciosus</i>	1	5.56	X					
<i>Serrognathus platymelus</i>	20	55.56				X		
<i>Serrognathus reichei</i>	2	5.56	X					

สรุป

การสำรวจความหลากหลายชนิดและเขตการแพร่กระจายของด้วงคีมวงศ์ Lucanidae ที่มีการขออนุญาตนำเข้า - ส่งออก ในประเทศไทย ในพื้นที่อนุรักษ์ 19 แห่งของประเทศไทย พบด้วงคีมในวงศ์ Lucanidae จำนวน 16 สกุล 35 ชนิด 217 ตัว โดยพบเขตการแพร่กระจายส่วนใหญ่อยู่ทางภาคเหนือ การวิเคราะห์ระดับการปรากฏของด้วงคีมพบการปรากฏ 4 ระดับ คือ กลุ่มที่หายากมาก 15 ชนิด กลุ่มที่หายาก 15 ชนิด กลุ่มที่พบได้น้อย 4 ชนิด และกลุ่มที่พบค่อนข้างน้อย 1 ชนิด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้อำนวยการสำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช และผู้อำนวยการส่วนวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้ ที่ให้การสนับสนุนในการดำเนินโครงการ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติทั้ง 19 แห่ง ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการช่วยเก็บตัวอย่าง และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่งานกีฏวิทยาป่าไม้ทุกท่าน ที่ช่วยจัดการตัวอย่างวิเคราะห์ตัวอย่างและช่วยหาข้อมูลสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กอบศักดิ์ วันธงไชย. 2544. ความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงป่าไม้ในประเทศไทย. ศูนย์วิจัยและควบคุมศัตรูพืชป่าไม้ที่ 1. สำนักวิชาการป่าไม้, กรมป่าไม้.
- ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2538. บทปฏิบัติการกีฏวิทยาเบื้องต้น. 2538. กรุงเทพฯ.
- ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2554. ราชกิจจานุเบกษา. หน้า 42 เล่ม 128 ตอนพิเศษ 22 ง. เติมศิริ รามศิริ วิสุทธิ์ หาแก้ว และ วิสุทธิ์ ไสสะอาด. 2557. ความหลากหลายของด้วงคีมวงศ์ Lucanidae ในเขตอุทยานแห่งชาติขุนน่าน. น. 207-213. ใน รายงานการประชุมวิชาการการบริหารจัดการความหลากหลายทางชีวภาพแห่งชาติ ครั้งที่ 3.
- Angels, J. and M.A. Julivert. 1995. *A Fascinating world of Beetles*. 1st ed. Barrons Juveniles.
- Pettingill, O.S. 1970. *A laboratory and field manual of Omithology*. Buress Publishing Company, Minesota.
- Ek-amnuay, P. 2002. *Beetles of Thailand*. Amarin Printing and Publishing Public Co., Ltd. Bangkok.
- Fremlin, 2004. Stag beetles-All they need is love and wood. *Mummy's homepage*. Available source: <http://www.maria.fremlin.de/stagbeetles/>, July 1, 2017.
- Pinratana, B.A. and J.M. Maes. 2003. *Lucanidae of Thailand*. Sunprinting. Bangkok.
- Mizunuma, T. and S. Nagai. 1994. *The Lucanid beetles of the world*. Shizawa Printing Co. Ltd. Tokyo.

คุณภาพน้ำของลำธารเขาพระบาทในอุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ
ระหว่างงานประเพณีมัสการรอยพระบาท

Water Quality of Khao Phrabaht Stream in Khao Khitchakhut National Park During
the Sacred Buddha Footprint Festival

แก้ววิภา รัตนจันทร์^{1*} นงพงา ปาเฉย¹ อิศรพงษ์ วรผาบ¹ มรุต เครือหงษ์¹ และนิพนธ์ ภิญโญ²
Kaewpawika Rattanachan^{1*} Nongpanga Pachey¹ Itsarapong Voraphab¹ Marut Khrueahong¹
and Nipon Pinyo²

¹สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรุงเทพฯ 10900

¹Forest and Plant Conservation Research Office, Department of National Parks, Wildlife, and Plant Conservation, Bangkok 10900

²อุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ จันทบุรี 22210

²Khao Khitchakhut National Park, Chanthaburi 22210

* Corresponding Author; E-mail: chnantiya@yahoo.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำในลำธารเขาพระบาท อุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี โดยทำการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำช่วงก่อนเปิดและระหว่างงานประเพณีมัสการรอยพระบาท ทำการศึกษาคุณภาพน้ำโดยใช้วิธีทางเคมีและกายภาพ ซึ่งประยุกต์ตามเกณฑ์การประเมินของกรมควบคุมมลพิษ ร่วมกับวิธีชีวภาพโดยใช้สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน พบว่าการประเมินทั้งสองวิธีดังกล่าวสอดคล้องกัน คือสถานศึกษาส่วนใหญ่มีคุณภาพของน้ำอยู่ในระดับดี ยกเว้นผลการประเมินคุณภาพน้ำโดยวิธีทางชีวภาพ ในเดือนธันวาคม 2559 และเดือนมีนาคม 2560 สถานีที่ 1 มีคุณภาพน้ำอยู่ในระดับพอใช้ เมื่อพิจารณาคุณภาพลำธารในช่วงก่อนและหลังการจัดงานประเพณีมัสการรอยพระบาท พบว่าคุณภาพน้ำในลำธารไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)
คำสำคัญ: คุณภาพน้ำ การประเมินคุณภาพน้ำโดยวิธีทางชีวภาพ สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน ลำธารเขาพระบาท

ABSTRACT

This study was aimed to assess water quality in Khao Phrabaht Stream, Khao Kitchakut National Park, Chantaburi Province. The comparing of water quality using chemical with physical and biological approaches before and during Buddha Footprint festival. Two assessment methods were showed parallel results. Mostly of study sites were indicated good level of water quality, except station 1 site was showed fair quality in biological properties during December 2016 and March 2017. When considering the assessing stream quality during before and after the festival found that water quality were not significantly different ($P>0.05$).

Keywords: water quality, bioassessment, benthic macroinvertebrate, Khao Phrabaht stream

คำนำ

อุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี มียอดเขาสูงสุดอยู่ในระดับความสูง 1,000 เมตร มีเนื้อที่ประมาณ 58.31 ตารางกิโลเมตร หรือ 36,444.05 ไร่ มีสภาพธรรมชาติที่สวยงามและมีปรากฏการณ์ทางธรณีวิทยาที่เกี่ยวข้องกับตำนานทางพุทธศาสนา โดยเฉพาะในด้านความเชื่อถือทางศาสนาเกี่ยวกับรอยพระพุทธรูปบาทบนยอดเขาคิชฌกูฏ เป็นแหล่งต้นน้ำลำธารของแม่น้ำจันทบุรี (กรมป่าไม้, 2544) ในช่วงเดือนมกราคมถึงมีนาคมของทุกปีจะมีงานประเพณีมัสการพระบาทพลวง โดยระยะเวลาจัดงานประเพณีนี้จะยาวนานประมาณ 2 เดือนซึ่งในช่วงเวลานี้จะมีจำนวนนักท่องเที่ยวเข้าไปในพื้นที่เพื่อไปสักการะรอยพระพุทธรูปบาทเป็นจำนวนมาก โดยในปี พ.ศ. 2559 มีจำนวนนักท่องเที่ยวในช่วง 2 เดือนถึงประมาณ 1.2 ล้านคน (อุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ, 2560) ผลจากการที่มีจำนวน

นักท่องเที่ยวเข้าไปในพื้นที่ในแต่ละวันเป็นจำนวนมากทำให้เกิดปัญหาขยะมูลฝอย การจัดการของเสีย รวมถึงน้ำทิ้งจากห้องน้ำและโรงครัว ซึ่งตั้งอยู่ใกล้กับลำธารเขาพระบาท

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2543) ได้แบ่งคุณภาพน้ำออกเป็นลักษณะใหญ่ๆ ได้ 3 ลักษณะ คือ คุณภาพน้ำทางกายภาพ คุณภาพน้ำทางเคมี และคุณภาพน้ำทางชีวภาพ การติดตามคุณภาพแหล่งน้ำโดยทั่วไปนิยมใช้ตัวชี้วัดทางกายภาพและเคมีซึ่งอาจมีประสิทธิภาพสำหรับการนำไปใช้ในการกำหนดมาตรฐานน้ำทิ้งและป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ แต่อาจจะไม่สามารถนำไปใช้ในการดูแลระบบนิเวศแหล่งน้ำหรือนำไปใช้ในการจัดการพื้นที่ได้ (Norris and Thoms, 1999) การใช้ดัชนีทางชีวภาพร่วมกับดัชนีทางกายภาพและเคมีจะทำให้ผลการประเมินคุณภาพของลำธารมีความถูกต้องมากขึ้น การประเมินคุณภาพน้ำทางชีวภาพคือ การประเมินค่าสถานะของแหล่งน้ำโดยใช้วิธีสำรวจสิ่งมีชีวิตประจำถิ่นที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้น หรือเป็นการประเมินผลกระทบที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่มีต่อทรัพยากรชีวภาพในแหล่งน้ำ เพื่อการปกป้อง การจัดการ และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรชีวภาพในแหล่งน้ำเหล่านั้น (ไพบูลย์, 2553) สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน หมายถึง สัตว์กลุ่มที่ไม่มีกระดูกสันหลังที่อาศัยหรือหากินตามพื้นผิวหน้าดินบริเวณพื้นที่ท้องน้ำในแหล่งน้ำ พบได้ตั้งแต่แนวชายฝั่งน้ำจนถึงระดับน้ำลึกที่สุด นอกจากนี้ยังรวมถึงสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังกลุ่มที่เกาะหรืออาศัยอยู่ตามพืชน้ำ ก้อนหิน หรือขอนไม้ในแหล่งน้ำด้วย โดยสัตว์กลุ่มนี้จะมีขนาดใหญ่กว่า 500 ไมโครเมตร ประกอบด้วยสัตว์ในหลายไฟลัม ได้แก่ กลุ่ม Arthropod (แมลง กุ้ง ปู) หนอนตัวแบน หอยฝาเดียว และหอยสองฝา (Hussain and Pandit, 2012) เป็นสัตว์กลุ่มที่ได้รับความนิยมในการนำมาประเมินคุณภาพแหล่งน้ำเนื่องจาก 1) มีการแพร่กระจายกว้าง สามารถพบได้ในทุกแหล่งน้ำ และได้รับผลกระทบจากมลพิษทั้งหมดจากแหล่งน้ำในบริเวณนั้น 2) หลายชนิดมีช่วงการตอบสนองต่อมลพิษที่กว้าง 3) ส่วนใหญ่เคลื่อนที่ได้น้อย มีแนวโน้มอาศัยอยู่ในสถานที่เดียว ซึ่งจะช่วยในการวิเคราะห์การรบกวนในเชิงพื้นที่ 4) มีวงจรชีวิตยาวนาน จึงสะท้อนผลกระทบได้ตลอดปีหรือทุกช่วงเวลาของการเก็บตัวอย่าง 5) วิธีการสุ่มตัวอย่างและการวิเคราะห์เชิงคุณภาพได้รับการพัฒนาอย่างดี และสามารถดำเนินการได้ง่ายด้วยอุปกรณ์ราคาไม่แพง 6) ข้อมูลอนุกรมวิธานเป็นที่รู้จักกันดีและถูกใช้สำหรับการจำแนกได้อย่างกว้างขวาง 7) การวิเคราะห์ข้อมูลมีการพัฒนาแล้วหลายวิธี 8) การตอบสนองของแมลงน้ำหลายชนิดจะแตกต่างกันตามชนิด ของมลพิษ 9) การตรวจวัดการตอบสนองทางชีวเคมีและสรีรวิทยาของสิ่งมีชีวิตได้รับการพัฒนา (Wright, 2010)

การศึกษาครั้งนี้จะประเมินคุณภาพน้ำของลำธารเขาพระบาทเพื่อศึกษาผลกระทบของการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงที่มีการจัดงานประเพณีประจำปีต่อคุณภาพน้ำ โดยใช้ข้อมูลสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินเป็นดัชนีทางนิเวศวิทยาซึ่งใช้หลักการตอบสนองของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป (Rosenberg and Resh, 1993) ร่วมกับข้อมูลทางเคมีและกายภาพของน้ำ

อุปกรณ์ และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา

คัดเลือกพื้นที่ศึกษาในลำธารเขาพระบาท อุทยานแห่งชาติเขาคิซมภูฏ อำเภอกาฬสินธุ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ (Figure 1) โดยกำหนดจุดสำรวจและเก็บตัวอย่างจำนวน 4 สถานี คือ 1) สถานีอ้างอิง (Upstream) คือสถานีที่ตั้งอยู่ก่อนที่จะมีกิจกรรมการจัดงานประเพณีไหว้พระบาท เป็นสถานีที่ไม่มีการรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์ 2) สถานีที่มีกิจกรรมของมนุษย์ (Stressed site) คือสถานีที่มีการเริ่มจัดกิจกรรมการจัดงานประเพณี โดยสถานีสืบศึกษาอยู่ใกล้โรงปั่นไฟฟ้า และลานจอดรถพระสัตรี 3) สถานีที่อยู่ถัดจากสถานีที่มีกิจกรรมของมนุษย์ (Downstream) อยู่ห่างจากสถานีที่ 2 ประมาณ 300 เมตร และ 4) สถานีที่อยู่ถัดจากสถานีที่มีกิจกรรมของมนุษย์ (Downstream) โดยเป็นจุดที่อยู่ใกล้สถานีสัก/ตอรถ ของนักท่องเที่ยวในอดีต (เจตีย์) (Figure 2)

ดำเนินการเก็บข้อมูล 3 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 เก็บตัวอย่างก่อนมีการจัดกิจกรรมงานประเพณีไหว้พระบาท (เดือนธันวาคม 2559) และเก็บตัวอย่างระหว่างการจัดกิจกรรมงานประเพณีไหว้พระบาทซึ่งเป็นช่วงที่มีการใช้ประโยชน์จากลำธาร โดยครั้งที่ 2 เก็บในช่วงหลังจากเปิดงานประเพณีแล้ว 1 เดือน (เดือนกุมภาพันธ์ 2560) และครั้งที่ 3 เก็บในเป็นช่วงหลังจากเปิดงานประเพณีแล้ว 2 เดือน (เดือนมีนาคม 2560)

หมายเหตุ: ในปีที่ทำการศึกษา (พ.ศ. 2560) กิจกรรมงานประเพณีไหว้พระบาทเปิดให้นักท่องเที่ยวเข้าร่วมงานดังกล่าวระหว่างวันที่ 28 มกราคม – 28 มีนาคม 2560

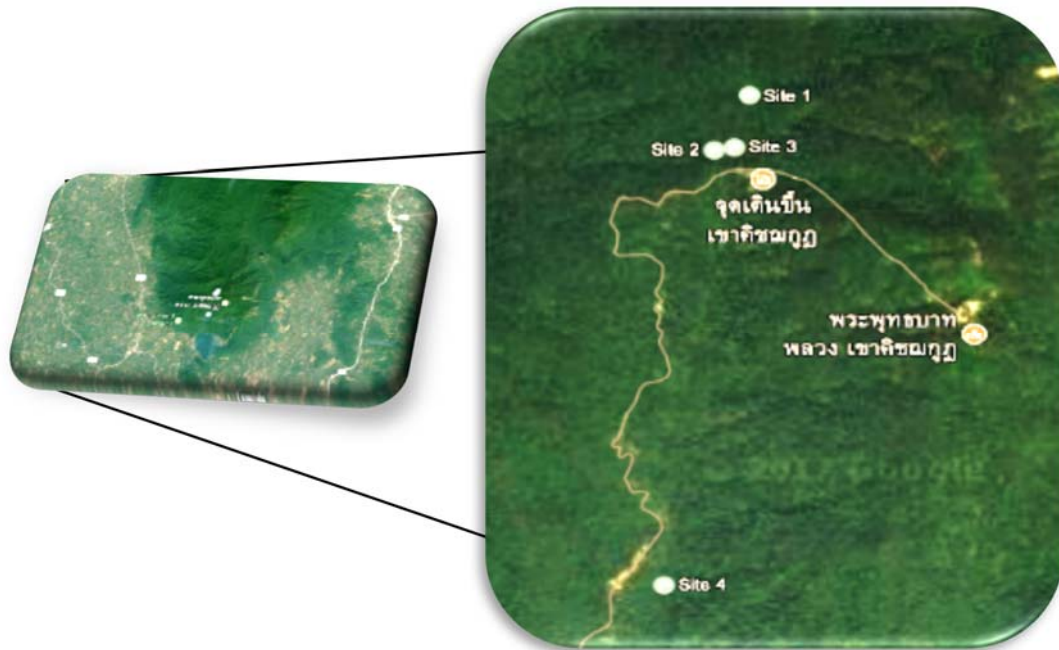


Figure 1 Map showing study sites



(A)



(B)



(C)



(D)

Figure 2 Study sites of Khao Phrabaht stream

Station 1 (A), Station 2 (B), Station 3 (C), and Station 4 (D).

2. การเก็บตัวอย่าง

2.1 การเก็บข้อมูลพารามิเตอร์ทางเคมีและกายภาพของน้ำ

ตรวจวัดพารามิเตอร์น้ำทางเคมีและกายภาพบางประการ จำนวน 7 พารามิเตอร์ จำนวน 3 ซ้ำ ได้แก่ ปริมาณไนเตรท (NO_3N) (mg/l) ปริมาณฟอสเฟต (PPO_4^{3-}) (mg/l) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า ($\mu\text{s/cm}$) ค่าของแข็งละลายน้ำ (ppm) ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO) (mg/l) ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD5) (mg/l)

2.2 การเก็บตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน

เก็บสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินโดยใช้สวิงรูปตัวดี (D-frame net) ขนาดตาข่าย 450 ไมโครเมตร จากแหล่งอาศัยหลายแบบ (Multiple habitats) ซึ่งแต่ละแหล่งอาศัยให้มีสัตว์ส่วนรวมกันเป็น 20 สวิง (Barbour *et al.*, 1999) เก็บรักษาสภาพตัวอย่างในเอธานอลความเข้มข้นที่ 95% ทันที

คัดแยกสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน เก็บรักษาในเอทิลแอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 70% ตรวจสอบเอกลักษณ์สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินจนถึงลำดับอนุกรมวิธานขั้นต่ำที่สุดเท่าที่สามารถจะทำได้

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำโดยใช้ค่าพารามิเตอร์ทางเคมีและกายภาพจำนวน 7 ตัวแปร โดยประยุกต์ใช้วิธีการตรวจวัดตามเกณฑ์มาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ (2540) ร่วมกับวิธีการตรวจวัดคุณภาพน้ำด้วยวิธีทางชีวภาพซึ่งใช้สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินตามวิธีการศึกษาของ Rattanachan *et al.* (2016) โดยบันทึกข้อมูลสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินลงในโปรแกรมจัดการฐานข้อมูล EDAS Version 3.3 (Ecological Data Application System, Tetera Tech, Inc., 2000) วิเคราะห์ข้อมูลจากเมทริกสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน 12 ตัวแปรจากฐานข้อมูลดังกล่าว ได้แก่ Total taxa, EPT taxa, Ephemeroptera taxa, Coleoptera taxa, %Ephemeroptera Plecoptera Trichoptera (EPT), %Chironomidae, %Tolerant individuals, %Intolerant individuals, Beck's index, Hilsenhoff Biotic Index (HBI), Predator taxa และ Clinger taxa

ผลและวิจารณ์

1. ผลการศึกษาการตรวจวัดคุณภาพน้ำด้วยพารามิเตอร์ทางเคมี

จากการวิเคราะห์ผลคุณภาพน้ำด้วยค่าพารามิเตอร์ทางเคมีและกายภาพของตัวอย่างน้ำจากทั้ง 4 สถานี ศึกษา พบว่า ก่อนการจัดงานประเพณีไหว้พระบาท (เดือนธันวาคม 2559) คุณภาพน้ำสถานีที่ 1 และ 3 มีคุณภาพระดับดี ส่วนสถานีที่ 2 และ 4 มีคุณภาพน้ำระดับดีมาก หลังจากรวมการจัดกิจกรรมงานประเพณีไหว้พระบาท ได้ดำเนินการตรวจวัดคุณภาพน้ำ 2 ครั้ง คือเดือนกุมภาพันธ์ และเดือนมีนาคม 2560 พบว่าคุณภาพน้ำของลำธารจากทั้ง 4 สถานีศึกษามีคุณภาพน้ำระดับดี และดีมากตามลำดับ (Table 1) ซึ่งผลการประเมินครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Rattanachan (2017) ที่ได้รายงานผลการประเมินคุณภาพน้ำช่วงก่อนจัดงานประเพณีประจำปี พ.ศ. 2556 (เดือนมกราคม 2556) ว่าคุณภาพน้ำในสถานีที่ 2 อยู่ในระดับดีมาก จากผลการศึกษาครั้งนี้จะเห็นว่าคุณภาพน้ำในลำธารส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ดี-ดีมาก โดยจะเห็นว่าในเดือนธันวาคม 2559 และกุมภาพันธ์ 2560 มีผลการประเมินคุณภาพน้ำส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ดีซึ่งต่ำกว่าผลการประเมินของเดือนมีนาคม 2560 ซึ่งมีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก ทั้งนี้เนื่องจากในเดือนธันวาคม 2559 และกุมภาพันธ์ 2560 เป็นช่วงฤดูแล้ง ลำธารมีการลดลงของปริมาณน้ำ ส่วนในเดือนมีนาคม 2560 ก่อนดำเนินการตรวจคุณภาพน้ำ 1 วัน มีฝนตกในบริเวณที่ทำการศึกษ จึงทำให้ปริมาณน้ำในลำธารเพิ่มขึ้นและไหลเร็ว ส่งผลให้สิ่งเจือปนในน้ำเจือจางลง ดังนั้นการตรวจวัดคุณภาพน้ำด้วยพารามิเตอร์ทางเคมีเพียงอย่างเดียวจึงมีข้อจำกัดในช่วงฤดูกาลและอาจให้ผลที่คลาดเคลื่อนได้ ในการตรวจวัดคุณภาพน้ำจึงควรทำร่วมกับวิธีอื่นมากกว่า 1 วิธีขึ้นไป ซึ่งในการศึกษานี้ได้ทำการตรวจวัดร่วมกับการวิธีทางชีวภาพโดยใช้สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินร่วมด้วย

2. ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำด้วยวิธีทางชีวภาพโดยใช้สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน

การใช้สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำตามวิธีการและเกณฑ์การประเมินของ Rattanachan *et al.* (2016) โดยใช้เมทริกสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน 12 ตัวแปร (Table 2) พบว่าก่อนการเปิดงานประเพณีไหว้พระบาทในเดือนธันวาคม 2559 ค่า Index score ของสถานศึกษาทั้ง 4 สถานีได้ผลดังนี้ สถานีที่ 1 มีคุณภาพน้ำในระดับปานกลาง ส่วนสถานีที่ 2 3 และ 4 มีคุณภาพน้ำในระดับดี ส่วนผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำในช่วงเปิดเทศกาลงานไหว้พระบาท 2 ครั้ง คือ เดือนกุมภาพันธ์ 2560 พบว่าผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำของทั้ง 4 สถานีอยู่ในระดับดี และในเดือนมีนาคม 2560 สถานีศึกษาส่วนใหญ่มีคุณภาพน้ำดี ยกเว้นสถานีที่ 1 เท่านั้นที่มีผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำในระดับปานกลาง ซึ่งเหมือนกับผลการตรวจวัดก่อนการจัดงานเทศกาลงานไหว้พระบาท ผลการศึกษาครั้งนี้แตกต่างจากผลการประเมินคุณภาพลำธารในปี พ.ศ. 2556 โดย Rattanachan (2017) ที่ได้รายงานผลการประเมินคุณภาพน้ำช่วงก่อนจัดงานประเพณีประจำปี พ.ศ. 2556 (เดือนมกราคม 2556) ว่าคุณภาพน้ำในสถานีที่ 2 อยู่ในระดับปานกลาง เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพลำธารเขาพระบาทกับลำธารสายอื่นในอุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏโดยใช้วิธีการประเมินโดยการประยุกต์ใช้สัตว์หน้าดินเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำ (ฉัตรชัย และ ทิพย์, 2557) พบว่าลำธารเขาพระบาทมีคุณภาพน้ำดีกว่าค่อนข้างมาก

จากผลการประเมินคุณภาพน้ำด้วยวิธีทางชีวภาพโดยการประยุกต์ใช้เมทริกสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในระบบนิเวศลำธารเพื่อสะท้อนความอุดมสมบูรณ์ของสิ่งแวดล้อมในบริเวณดังกล่าว จะเห็นว่าคุณภาพน้ำในลำธารส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ดี ยกเว้นสถานีที่ 1 มีคุณภาพน้ำปานกลางในเดือนธันวาคม 2559 และเดือนมีนาคม 2560 ซึ่งสถานีนี้เป็นสถานีต้นน้ำตั้งอยู่ก่อนจุดที่จะมีฝายกักเก็บน้ำสำหรับใช้ระหว่างงานประเพณี และได้รับผลกระทบเล็กน้อยจากการสร้างฝาย เนื่องจากเป็นจุดที่น้ำไหลช้าจากการเก็บกักน้ำ เมื่อพิจารณาช่วงเวลาก่อนและหลังการจัดงานประเพณีไหว้พระบาทจะเห็นว่าคุณภาพน้ำของสถานศึกษาส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากปีที่ผ่านมาการศึกษา (พ.ศ. 2560) ทางจังหวัดจันทบุรี มีนโยบายต่อการจัดงานประเพณีหลายประการ ได้แก่ ห้ามไม่ให้มีการขายของทุกประเภทบนเขาพระบาท ห้ามพักแรมบนเขาพระบาท มีการกำหนดจุดเพื่อนำดอกไม้ธูปเทียนขึ้นไปมัสการบนเขาพระบาท ห้ามไม่ให้มีการประกอบอาหารบนเขาพระบาททุกกรณี (อุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ, 2560) ซึ่งนโยบายเหล่านี้ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ลดของเสีย และมลพิษต่าง ๆ ที่จะชะล้างลงสู่แหล่งน้ำ จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเปรียบเทียบในแต่ละสถานศึกษาและแต่ละครั้งที่เข้าทำการศึกษา โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองปัจจัย (Two-way ANOVA) พบว่าคุณภาพน้ำแต่ละสถานศึกษาทั้งก่อนและหลังการจัดงานประเพณีมีผลการรอยพระบาทไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P = 0.070$ และ $P = 0.422$ ตามลำดับ) ที่ $P > 0.05$ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าผลการประเมินคุณภาพน้ำช่วงก่อนและหลังการจัดงานประเพณีมีผลการรอยพระบาทในแต่ละสถานีไม่แตกต่างกัน

สรุป

จากผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการของลำธารเขาพระบาท ในอุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ พบว่าน้ำในลำธารมีคุณภาพดี-ดีมาก และเมื่อนำผลการประเมินด้วยค่าพารามิเตอร์ทางเคมีตามเกณฑ์มาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษมาพิจารณาร่วมกับวิธีการประเมินทางชีวภาพเพื่อความแม่นยำและลดความคลาดเคลื่อนจากปัจจัยแวดล้อม เช่น ปริมาณน้ำฝน พบว่าผลการประเมินคุณภาพน้ำมีความสอดคล้องกันคือ มีคุณภาพดี-ดีมาก และในด้านของนโยบายการจัดการพื้นที่ในปีที่ผ่านมาการศึกษา (พ.ศ. 2560) ช่วยลดผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสภาพแวดล้อมได้ โดยพบว่าการจัดงานประเพณีไหว้พระบาทลำธารมีคุณภาพไม่แตกต่างกัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ ที่ช่วยอำนวยความสะดวกขณะเข้าพื้นที่เพื่อดำเนินการเก็บตัวอย่าง และขอขอบคุณกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ที่สนับสนุนงบประมาณในการศึกษาวิจัย

Table 1 Stream quality by using THAI Water Quality Index (WQI) approach of Pollution Control Department.

Months		Before				After			
		December 2016				February 2017			
Parameters	Stations	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4
		Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4
Dissolved Oxygen (mg/l)		7.86	8.2	8.13	8.57	6.66	8.33	8.27	8.7
pH		6.25	6.6	6.52	6.8	6.37	6.83	6.87	6.6
Nitrate (mg/l)		0	0	0	0	0	0	0	0
Phosphate (mg/l)		0	0	0	0	0.34	0.26	0.69	0.31
Biological Oxygen Deman (mg/l)		2.26	1.82	2.5	1.75	1.03	1.84	1.73	2.13
Total Dissolved Solid (ppm)		6.88	8.35	8.12	16.27	11.65	8.35	8.63	16.43
Water quality Index		Good	Very Good	Good	Very Good	Good	Good	Good	Good
						Very Good	Very Good	Very Good	Very Good

Table 2 Stream quality by using benthic macroinvertebrate multimetric index

Months		Before				After			
		December 2016				February 2017			
Metric	Stations	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4
		Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4
Total taxa		3	5	3	3	3	3	5	3
EPT taxa		5	5	5	5	3	5	5	3
Ephemeroptera taxa		3	5	3	3	3	3	5	3
Coleoptera taxa		1	3	1	3	1	1	1	3
% EPT ¹		3	5	5	5	5	5	3	3
% Chironomidae		1	1	5	5	5	5	1	5
% Tolerant individuals		3	3	5	5	5	5	3	5
% Intolerant individuals		3	3	3	3	3	3	3	3
Beck's index		5	5	5	5	5	5	5	5
Hilsenhoff Biotic Index		3	5	5	5	5	5	5	5
Predator taxa		5	5	5	3	5	5	5	5
Clinger taxa		5	5	5	5	5	5	5	5
TotalScore		40	50	50	50	50	50	48	48
Biotic Index score		3	4	4	4	4	4	4	4
Water Quality		Fair	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good

Remark: ¹ Ephemeroptera Plecoptera Tricoptera

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. 2540. **เกณฑ์การประเมินและมาตรฐานคุณภาพน้ำของประเทศไทย**. กรมควบคุมมลพิษ, กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ
- กรมป่าไม้. 2544. **แผนแม่บทการจัดการอุทยานแห่งชาติเขาคิซมัญญ จังหวัดจันทบุรี (พ.ศ. 2544 – 2548)**. ข้อมูลพื้นฐานและการจัดการ จัดทำโดย บริษัท ซีเทค อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด.
- ฉัตรชัย ทองเครือมา และ ทิพย์วัลย์ เลิศธัญญา. 2557. **การศึกษาชนิดและปริมาณสัตว์หน้าดินเพื่อเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำบริเวณลำธารน้ำตกกระทิง อุทยานแห่งชาติเขาคิซมัญญ จังหวัดจันทบุรี**. สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.
- ไพบูลย์ เกตุวงษา. 2553. **การพัฒนาดัชนีชีวภาพสำหรับการประเมินคุณภาพลำธารแบบเร็วในลุ่มน้ำแม่โขง 2**. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2543. **ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 20 (พ.ศ. 2543) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535**. ใน สำนักนายกรัฐมนตรี. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 117 ตอนพิเศษ 95 ง ลงวันที่ 15 กันยายน 2543.
- อุทยานแห่งชาติเขาคิซมัญญ. 2560. **รายงานสรุปผลงานประเพณีนมัสการรอยพระพุทธรูปหลวง (เขาคิซมัญญ) ประจำปี 2560**.
- Barbour M.T., J. Gerritsen, B.D. Snyder and J.B. Stribling. 1999. **Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish**. 2nd ed. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington, D.C., USA.
- Hussain Q. A., and A. K. Pandit 2012. Macroinvertebrates in streams: a review of some ecological factors. **International Journal of Fisheries and Aquaculture**. 4(7): 114-123.
- Norris, R. H. and M. C. Thoms. 1999. What is river health? **Freshwater Biology**. 41: 197-209.
- Rattanachan, K. 2017. **Benthic Macroinvertebrate Multimetric Index for Rapid Bioassessment of Streams in Thailand**. Ph.D. Thesis, Khon Kaen University.
- Rattanachan, N., B. Boonsoong, P. Getwongsa, Y. Uttaruk and N. Sangpradub. 2016. **A Benthic Macroinvertebrate Multimetric Index for Assessment of the Ecological Integrity of Northeast Streams, Thailand**. **EnvironmentAsia**. 9(2): 186-194.
- Rosenberg D. M. and V. H. Resh 1993. Introduction to freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates, pp. 1-10. In Rosenberg D. M. and V. H. Resh, eds. **Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrate**. Chapman and Hall, New York.
- Tetra Tech. 2000. **Ecological Data Application System (EDAS): A User's Manual**. Prepared by Tetra Tech, Inc., Owings Mill, Maryland.
- Wright J. 2010. **Biomonitoring with aquatic benthic macroinvertebrates in Southern Costa Rica in support of community based watershed monitoring**. M.S. thesis. York University, Ontario, Canada.

พรรณไม้ต้นที่มีการกระจายพันธุ์อย่างต่อเนื่องในป่าดิบชื้นภาคใต้ของประเทศไทย

The Continuous Distributable Tree Species of Moist Evergreen Forest in Peninsular Thailand

พรวิทย์ เฉลิมวงศ์*

Pornthawat Chalermwong*

ศูนย์วิจัยและพัฒนานวัตกรรมอุทยานแห่งชาติ จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84000

National Park Research and Innovation Development Center, Suratthani Province 84000

* Corresponding Author; E-mail: chalermwong_p58@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาถึงชนิดไม้ต้นที่มีการกระจายพันธุ์อย่างต่อเนื่องในป่าดิบชื้นภาคใต้ของไทยมีวัตถุประสงค์หลักที่จะจัดทำบัญชีรายชื่อชนิดไม้พื้นเมืองที่สามารถใช้ปลูกฟื้นฟูในพื้นที่ป่าที่เสื่อมโทรมให้มีโครงสร้างและองค์ประกอบใกล้เคียงป่าธรรมชาติ การศึกษาใช้ข้อมูลไม้ต้น (tree) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 4.5 ซม. ขึ้นไป ในแปลงถาวรขนาด 120 x 120 ม.² จำนวน 8 แปลง ใน 8 อุทยานแห่งชาติ ใน 8 จังหวัด ตั้งแต่อุทยานแห่งชาติน้ำตกหงาว จังหวัดระนอง จนถึงอุทยานแห่งชาติเขาน้ำค้าง จังหวัดสงขลา รวมระยะขจัดตามเส้นละติจูด 360 กม. ผลการศึกษาได้เปรียบเทียบให้เห็นถึงดัชนีความหลากหลายของแต่ละแปลง ตามวิธีของ Shannon-Wiener อยู่ในช่วง 4.29-4.91 ตามวิธีของ Simpson อยู่ในช่วง 0.97-0.99 และตามวิธีของ Fisher อยู่ในช่วง 60.40-92.18 และใช้ดัชนีความคล้ายคลึงระหว่างสังคม (Sorensen, 1948) มาเปรียบเทียบกัน โดยใช้ค่าดัชนีความสำคัญของชนิดไม้ในแต่ละแปลง มาคำนวณหาร้อยละความคล้ายคลึง ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 24.53-52.21% รวมทั้งดัดแปลงหาความคล้ายคลึงรวมของทั้ง 8 แปลงตัวอย่าง ผลการศึกษาพบว่า ชนิดไม้ทั้ง 8 แปลง มีร้อยละความคล้ายคลึงรวม 5.93 มีจำนวนชนิดที่พบกระจายได้ต่อเนื่องทั้งภาคใต้ 14 ชนิด จากทั้งหมด 752 ชนิด มีวิสัยเป็นไม้ต้น 9 ชนิด ได้แก่ จันทน์แดง ชุมแพรก ชุมแสงงามใบหนาม แซะ พุดป่า มะปริง ทั้งใบเล็ก หันช้าง และเหมือดแห้ง ไม้ต้นขนาดเล็ก 3 ชนิด ได้แก่ กระดุกค่าง ชะมวงเล็ก และหนั่งหนาผลดิ่ง ไม้พุ่มกึ่งยืนต้น 2 ชนิด ได้แก่ ย่านควาย และสลอดป่า

คำสำคัญ: ป่าดิบชื้น แปลงตัวอย่างถาวร การกระจายพันธุ์ต่อเนื่อง ภาคใต้ของไทย

ABSTRACT

This study aimed to compile the native tree species list that used for forest restoration to imitated the natural forest structure and composition. The study used eight of 120 x 120 m² permanent plots (base on a census of all trees ≥ 4.5 cm dbh.) where started upper part from Nam Tok Ngao national park (Ranong province) to Khao Nam Kang national park (Songkhla province). The latitude displacement between top and bottom plot approximately 360 km. The results showed comparison of tree species diversity indices of each plot, values were in the range of 4.29-4.91 for Shannon-Wiener method, 0.97-0.99 for Simpson method and 60.40-92.18 for Fisher method. The similarity indices between each couple plots using the IV of each species for calculation, values were in range of 24.53-52.21%, also modified formula to calculate the total similar of eight plots, value was 5.93%. 14 species of 752 species in total were found in all plots which consisting of 9 tree species, including *Myristica iners*, *Heritiera javanica*, *Xanthophyllum vitellinum*, *Callerya atropurpurea*, *Rothmannia schoemanii*, *Bouea oppositifolia*, *Cryptocarya ferrea*, *Knema laurina* and *Aporosa nervosa*, 3 of shrubby species, including *Aporosa aurea*, *Garcinia parvifolia* and *Monoon fuscum*, and 2 of shrub species, including *Diplospora malaccensis* and *Microdesmis caseariifolia*.

Keywords: Moist evergreen forest, Permanent sample plot, Continuous species, Peninsular Thailand

คำนำ

ภาคใต้ของประเทศไทย ตั้งอยู่บนคาบสมุทรมาลายู ระหว่างละติจูดที่ 5 ถึง 12 องศาเหนือ และลองจิจูดที่ 98 ถึง 103 องศาตะวันออก ขนาบด้วยทะเลอ่าวไทยทางฝั่งตะวันออก และทะเลอันดามันทางฝั่งตะวันตก ชายหาดฝั่งอ่าวไทยเกิดจากการยกตัวสูง มีที่ราบชายฝั่งทะเลยาว เรียบ กว้าง และน้ำตื้น ฝั่งทะเลอันดามันมีชายฝั่งยุบต่ำลง มีที่ราบน้อย ชายหาดเว้าแหว่ง เป็นโขดหิน มีหน้าผาสูงชัน มีความยาวจากเหนือจดใต้ประมาณ 750 กิโลเมตร มีพื้นที่รวมประมาณ 70,715 ตารางกิโลเมตร หรือ 44,196,992 ไร่ พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบ แต่จะมีทิวเขาน้อยใหญ่กั้นกลางระหว่างฝั่งตะวันออกและตะวันตก ตลอดแนวความยาวของภาค ทิวเขาที่สำคัญ ได้แก่ ทิวเขาภูเก็ต ทิวเขานครศรีธรรมราชและทิวเขาสันกาลาศีรี

ทิวเขาภูเก็ตหรือทิวเขาระนอง เป็นทิวเขาที่แยกออกจากทิวเขาตะนาวศรีเริ่มจาก จังหวัดชุมพร นับจากแม่น้ำปากจั่นลงไปทางใต้เป็นแนวเชื่อมต่อกับทิวเขานครศรีธรรมราช และทิวเขาสันกาลาศีรีในจังหวัดสตูล นอกนั้นเป็นทิวเขาที่ลาดลงไปในทะเลเกิดเป็นเกาะภูเก็ตขึ้น จึงมีชื่อว่าทิวเขาภูเก็ต และเนื่องจากว่าทิวเขานี้ผ่านจังหวัดระนอง จึงมีชื่อว่าทิวเขาระนอง ทิวเขานี้เป็นเขาหินแกรนิต ได้ปันน้ำลงสองฟาก คือ ด้านอ่าวไทย และด้านมหาสมุทรอินเดีย ทางด้านอ่าวไทย มีคลองสวี ลำน้ำหลังสวน และลำน้ำคีรีรัฐ (ไหลลงอ่าวบ้านดอน) ทางด้านมหาสมุทรอินเดีย มีลำน้ำกระ (มีคลองปากจั่น และคลองละอุ่นไหลมาบรรจบ) และลำน้ำตะกั่วป่า ทิวเขานี้มียอดเขาสูงที่สำคัญคือ เขากะทะคว่า สูง 1,092 เมตร เขาปลายบางโต๊ะ สูง 1,047 เมตร เขาทั้งสองลูกนี้อยู่ตอนเหนือของจังหวัดพังงา เขาพระหมี่ สูง 1,106 เมตร อยู่ในเขตอำเภอตะกั่วป่า จังหวัดพังงา เขาหลังคาตึก สูง 1,272 เมตร อยู่ในเขตอำเภอกะเปอร์ จังหวัดระนอง และยังมียอดเขาที่สูงเกิน 1,000 เมตร อีกหลายยอด ทิวเขาภูเก็ตกั้นเขตแดน ระหว่างฝั่งตะวันออกกับฝั่งตะวันตก คือ กั้นจังหวัดชุมพร กับจังหวัดระนอง และจังหวัดสุราษฎร์ธานี กับจังหวัดพังงา

ทิวเขานครศรีธรรมราช เป็นทิวเขาที่อยู่ทางตะวันออกของทิวเขาภูเก็ต และเป็นแกนของแหลมต่อเนื่องไปอีกแนวหนึ่ง ทิวเขานี้กั้นที่ราบสุราษฎร์ไว้ตอนกลาง โดยมีภูเขาลูกโดด ๆ แทรกอยู่เป็นช่วง ๆ มีความสูง 200-300 เมตร มี เขาพนมเบญจา สูง 1,404 เมตร เป็นยอดสูงสุด เป็นเขาหินแกรนิต ที่มีทิศทางทอดตัวจากเหนือไปใต้ จากริมฝั่งทะเลด้านอ่าวไทยไปสุดยังฝั่งทะเลด้านตะวันตก เริ่มจากทางใต้ของลำน้ำตาปี ทางใต้จดทิวเขาสันกาลาศีรี ตอนเหนือของทิวเขานี้มียอดสูงหลายยอด ส่วนตอนกลาง และตอนใต้ยอดไม่สูงนัก ส่วนที่ยื่นลงไปในทะเลของทิวเขานี้ ได้แก่ เกาะสมุยและเกาะพะงัน ส่วนทางตอนใต้ในจังหวัดต่าง ๆ แบ่งเป็นสองส่วน คือ ทางด้านตะวันออกมีจังหวัดนครศรีธรรมราช พัทลุง และสงขลา ทางด้านตะวันตกมี จังหวัดกระบี่ ตรัง และสตูล เป็นสันปันน้ำของฝั่งอ่าวไทย และฝั่งอันดามัน ด้านอ่าวไทย มีลำน้ำตาปี และลำคลองต่าง ๆ ที่ไหลลงทะเลสาบสงขลา ด้านทะเลอันดามัน มีลำน้ำตรัง ยอดเขาสูงที่สำคัญได้แก่ เขาหลวง สูง 1,786 เมตร เขาเหมน สูง 1,309 เมตร เขาซอยดาว สูง 993 เมตร

ทิวเขาสันกาลาศีรี เป็นทิวเขาที่ต่อเนื่องกับทิวเขานครศรีธรรมราช เป็นทิวเขาหินแกรนิต และแยกออกเป็นหลายแนว วางตัวขนานกันจากเหนือลงใต้ ตอนกลางมีความสูงประมาณ 1,500 เมตร ตอนริมทั้งด้านตะวันตก และตะวันออก มีความสูงประมาณ 400 เมตร ทิวเขานี้เริ่มตั้งแต่จังหวัดสตูล ไปสุดเขตจังหวัดนราธิวาส มีลักษณะลดหลั่นเป็นขั้นบันได ไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ กั้นเขตแดนประเทศไทยกับมาเลเซียในเขตจังหวัดสตูล สงขลา ยะลา และนราธิวาส ยอดเขาสูงเกิน 1,000 เมตร มีอยู่ 14 ยอด สูงสุดคือ กุหลาบสุลูติติบาซาร์ สูง 1,535 เมตร

ลักษณะภูมิอากาศของภาคใต้ตอนบนและตอนกลางเป็นแบบร้อนชื้นแถบมรสุม (tropical monsoon climate : Am) คือมีฝนตกชุกสลับกับฤดูแล้งสั้น ๆ ภาคใต้ไม่มีฤดูหนาว และตอนล่างเป็นแบบป่าดิบชื้น (tropical rain forest climate: Af) เนื่องจากอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร และได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง ตุลาคม และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ช่วงระหว่างเดือนพฤศจิกายน ถึง กุมภาพันธ์ จากลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นคาบสมุทรและมีทิวเขาสูงวางตัวในแนวเหนือใต้อยู่ตอนกลางซึ่งจะทำหน้าที่เป็นแนวปะทะลม ทำให้สภาพภูมิอากาศอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนืออย่างเต็มที่ ทำให้ฝนตกชุกตลอดทั้งปี

ทรัพยากรป่าไม้ของพื้นที่ภาคใต้ เมื่อพิจารณาตามปัจจัยแวดล้อม สามารถจำแนกออกเป็นหลายชนิดป่า ได้แก่ ป่าดิบชื้น ป่าชายหาด ป่าพรุ และป่าละเมาะ โดยระบบนิเวศป่าดิบชื้นถือว่าเป็นระบบนิเวศที่ใหญ่และมีความหลากหลายสูงที่สุด พบกระจายอยู่ทั่วพื้นที่และเป็นระบบนิเวศที่มีบทบาทสำคัญต่อชีวิตและความเป็นอยู่ของประชาชนทั้ง

ทางตรงและทางอ้อม เช่น เป็นแหล่งที่มาของปัจจัยสี่ เป็นแหล่งนันทนาการ เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า และเอื้อประโยชน์ในแง่ของการอนุรักษ์ดินและน้ำรวมทั้งสภาพแวดล้อมให้อยู่ในภาวะสมดุล ดังนั้น การศึกษาลักษณะโครงสร้าง องค์ประกอบ และชนิดพรรณไม้ที่มีการกระจายพันธุ์อย่างต่อเนื่องได้ทั้งภูมิภาคจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะใช้ในการพิจารณาเป็นแนวทางในการเลือกเป็นชนิดพันธุ์ที่จะใช้ปลูกฟื้นฟูระบบนิเวศป่าดิบชื้นต่อไป

ปัจจัยหลักที่ทำให้สังคมพืชป่าดิบชื้นเกิดขึ้นและคงอยู่ได้ คือ ความชื้นในดินและในอากาศ โดยต้องมีปริมาณน้ำฝนเกินกว่า 1,600 มิลลิเมตรต่อปีขึ้นไป มีการกระจายของปริมาณน้ำฝนต่อเนื่องมากกว่า 8 เดือนในรอบปี สภาพดินลึกและเก็บความชื้นได้ดี ที่สำคัญคือมีความชื้นสูง และมีอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนไม่ต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส ส่วนความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางนั้นเข้ามาเกี่ยวข้องกับทางอ้อมคือ ในระดับที่สูงมากอากาศค่อนข้างเย็นยาวนานทำให้พรรณไม้ของสังคมนี้หลายชนิดไม่อาจปรากฏอยู่ได้ สังคมพืชจึงเปลี่ยนไปเป็นป่าชนิดอื่น (อุทิศ, 2541)

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษานี้ใช้ข้อมูลโครงสร้างทางชีววิทยาของต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ความสูงเพียงอก (DBH) ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตร ของแปลงตัวอย่างถาวรสังคมพืชป่าดิบชื้น ขนาด 120 X 120 ตารางเมตร (แบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 10 X 10 ตารางเมตร จำนวน 144 แปลง) ในพื้นที่ภาคใต้ จำนวน 8 อุทยานแห่งชาติ ใน 8 จังหวัดภาคใต้ ได้แก่ น้ำตกหงาว (NG) จ.ระนอง แก่งกรุง (KK) จ.สุราษฎร์ธานี ศรีพังงา (SP) จ.พังงา เขาหลวง (KL) จ.นครศรีธรรมราชเขาพนมเบญจา (KPB) จ.กระบี่ เขาปู่-เขาย่า (KPKY) จ.ตรัง ทะเลบัน (TB) จ.สตูล และเขาน้ำค้าง (KNK) จ.สงขลา (Table 1 และ Figure 1) โดยข้อมูลที่เก็บรวบรวมในแต่ละแปลงตัวอย่างประกอบด้วยรายชื่อชนิดพันธุ์ไม้ จำนวนต้น เส้นผ่าศูนย์กลางที่ความสูงเพียงอก ความสูงถึงกิ่งแรก ความสูงทั้งหมด ความกว้างเรือนยอด และพิกัดที่ตั้งของต้นไม้ในแปลงตัวอย่าง ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้เปรียบเทียบประกอบด้วย

Table 1 The location, topography and climate characteristics of permanent sample plots.

Plot name/ Province	Center coordinates UTM (WGS1984)	Altitude/ Slope/Aspect	Average annual rainfall (mm/year; 2011-2015)	Number of Rainy Day
NG	0459485 E	110	4,479.78	195
Ranong	1089626 N	14° / SW		
KK	0489497 E	441	1,637.16	153
Suratthani	1064298 N	30° / W		
SP	0441165 E	130	4,050.24	195
Phang-nga	0994185 N	24° / SE		
KL	0575925 E	295	2,794.46	166
Nakornsri.	0962985 N	9° / SE		
KPB	0490845 E	190	2,387.88	170
Krabi	0910755 N	32° / SW		
KPKY	0577965 E	220	2,260.40	175
Trang	0864915 N	34° / S		
TB	0627225 E	189	2,400.14	179
Satun	0739845 N	13° / NE		
KNK	0675855 E	193	1,714.62	162
Songkhla	0729765 N	28° / NE		

ที่มา : สำนักงานสถิติแห่งชาติ (2560)

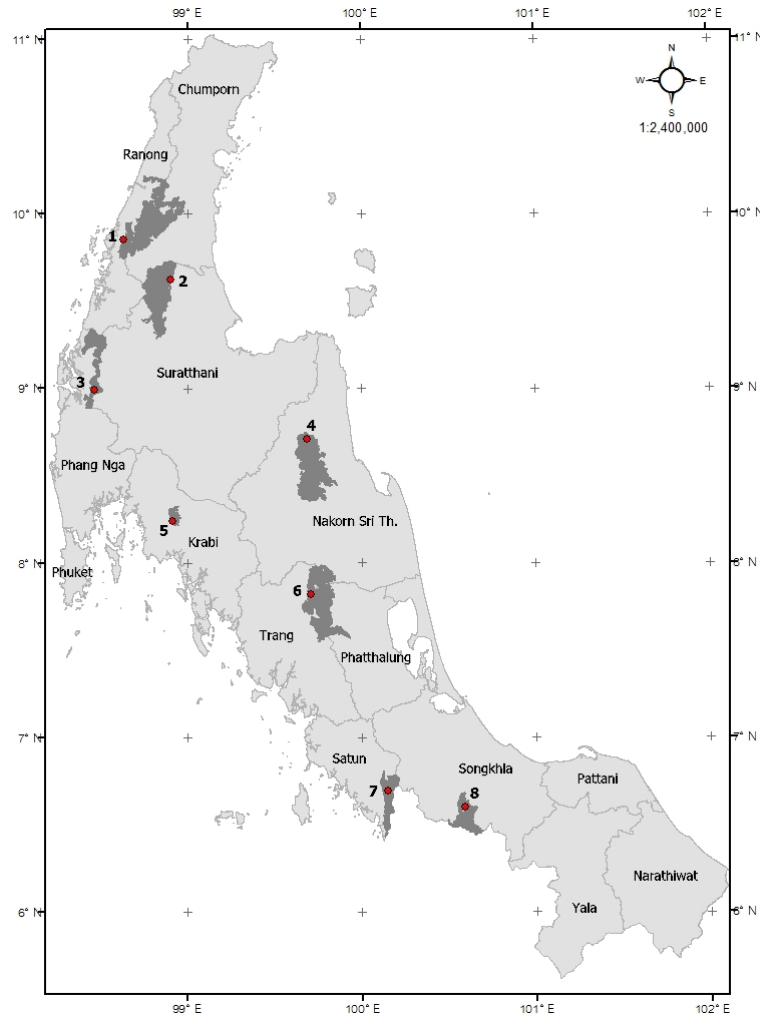


Figure 1 The location of permanent sample plots.

1. การวิเคราะห์สังคมพืช เพื่อศึกษาลักษณะโครงสร้างของสังคมพืชและองค์ประกอบพันธุ์ไม้คำนวณหาค่าความหนาแน่น ความถี่ และความเด่นของชนิดพันธุ์ไม้ในแต่ละแปลงตัวอย่างเพื่อนำไปสู่การคำนวณหาค่า Important Value (IV) โดยวิธีของ Whittaker (1970) อ้างตาม ดอกกรัก และอุทิศ (2552) มาเปรียบเทียบกับ

2. การวิเคราะห์ดัชนีความหลากหลายชนิด (species diversity index) เป็นการประเมินความหลากหลายชนิดในเขตพื้นที่หนึ่งๆ บนสมมติฐานที่ว่าพื้นที่นั้นๆมีความเป็นเนื้อเดียวกัน โดยค่าดัชนีจะสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับปัจจัย จำนวนชนิดและความสม่ำเสมอของจำนวนต้นในแต่ละชนิด ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ ใช้ 3 สูตร เปรียบเทียบกัน ได้แก่ Shannon-Wiener's Index of diversity (H') (Magurran, 1988) (ใช้ค่า $\ln$ หรือ $\log_e$ ในการคำนวณ), Simpson's index of diversity (D) (Simpson, 1949) และ Fisher's index of diversity (α) (Fisher *et al.*, 1943) ดัชนีความสม่ำเสมอ (evenness indices) ตามวิธีของ Pielou (1975)

3. ค่าดัชนีความคล้ายคลึงระหว่างสังคม (index of similarity; ISs) โดยใช้สมการของ Sorensen (1948) แต่จะใช้ค่า Important Value (IV) มาใช้ในการคำนวณแทนการใช้เพียงจำนวนชนิด ซึ่งจะทำให้ค่าดัชนีความคล้ายคลึงที่ได้ มีความละเอียดมากยิ่งขึ้น เนื่องจากค่า IV เป็นค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ผ่านมิติต่างๆในด้านความหนาแน่น ความถี่และความเด่นมาแล้วนั่นเอง (สมบุญ, 2556)

4. การคัดกรองชนิดไม้ที่พบอยู่ในรายชื่อชนิดที่มีความคล้ายคลึงกันระหว่างแปลงตัวอย่างว่ามีชนิดใดบ้างที่สามารถพบได้ในทุกแปลงตัวอย่าง

ผลและวิจารณ์

องค์ประกอบพรรณไม้

1. แปลงตัวอย่างอุทยานแห่งชาติน้ำตกหงาว จ.ระนอง สํารวจพบชนิดไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป จำนวน 1,592 ต้น 47 วงศ์ 139 สกุล 212 ชนิด
2. แปลงตัวอย่างอุทยานแห่งชาติแก่งกรุง จ.สุราษฎร์ธานี สํารวจพบชนิดไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป จำนวน 1,447 ต้น 54 วงศ์ 138 สกุล 200 ชนิด
3. แปลงตัวอย่างอุทยานแห่งชาติศรีพังงา จ.พังงา สํารวจพบชนิดไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป จำนวน 2,310 ต้น 50 วงศ์ 134 สกุล 248 ชนิด
4. แปลงตัวอย่างอุทยานแห่งชาติเขาหลวง จ.นครศรีธรรมราช สํารวจพบชนิดไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป จำนวน 2,210 ต้น 58 วงศ์ 132 สกุล 228 ชนิด
5. แปลงตัวอย่างอุทยานแห่งชาติเขาพนมเบญจา จ.กระบี่ สํารวจพบชนิดไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป จำนวน 1,594 ต้น 47 วงศ์ 127 สกุล 200 ชนิด
6. แปลงตัวอย่างอุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า จ.ตรัง สํารวจพบชนิดไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป จำนวน 1,829 ต้น 61 วงศ์ 164 สกุล 280 ชนิด
7. แปลงตัวอย่างอุทยานแห่งชาติทะเลบัน จ.สตูล สํารวจพบชนิดไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป จำนวน 1,914 ต้น 57 วงศ์ 150 สกุล 240 ชนิด
8. แปลงตัวอย่างอุทยานแห่งชาติเขาน้ำค้าง จ.สงขลา สํารวจพบชนิดไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป จำนวน 1,875 ต้น 57 วงศ์ 156 สกุล 281 ชนิด

การวิเคราะห์เชิงปริมาณ

1. แปลงตัวอย่างอุทยานแห่งชาติน้ำตกหงาว จ.ระนอง มีค่าความหนาแน่นของพรรณไม้ 1,106 ต้น/เฮกตาร์ มีขนาดพื้นที่หน้าตัดต้นไม้ 40.26 ตารางเมตร/เฮกตาร์ มีปริมาตรไม้ 372.60 ลูกบาศก์เมตร/เฮกตาร์ มีความสำคัญของชนิดพันธุ์ 10 อันดับแรก ได้แก่ ยางมันหมู (*Dipterocarpus kerrii*) เปรี๊ยะ (*Swintonia floribunda*) จิกตง (*Barringtonia pauciflora*) พิกุลป่า (*Palaquium impressionerium*) อีกริม (*Rinorea anguifera*) ลักเคยลักเกลื่อ (*Diospyros sumatrana*) คำตะโก (*Diospyros wallichii*) กรายดำ (*Hopea oblongifolia*) พิกุลนก (*Payena lanceolata*) และพิกุลตง (*Madhuca laurifolia*) มีค่าความสำคัญ 49.23, 14.60, 13.40, 12.57, 8.34, 8.18, 7.15, 7.06, 6.67 และ 5.20 ตามลำดับ
2. แปลงตัวอย่างอุทยานแห่งชาติแก่งกรุง จ.สุราษฎร์ธานี มีค่าความหนาแน่นของชนิดพันธุ์ไม้ 1,005 ต้น/เฮกตาร์ มีขนาดพื้นที่หน้าตัดต้นไม้ 39.93 ตารางเมตร/เฮกตาร์ มีปริมาตรไม้ 341.51 ลูกบาศก์เมตร/เฮกตาร์ มีความสำคัญของชนิดพันธุ์ 10 อันดับแรก ได้แก่ เคียนทรา (*Shorea gratissima*) ทังใบยาว (*Litsea grandis*) ไข่เขียว (*Parashorea stellata*) ตะขบนก (*Aporosa penangensis*) กอกเขา (*Dacryodes rostrata*) พลับกล้วย (*Diospyros frutescens*) เปล้าเถื่อน (*Ptychpyxis javanica*) มูกเขา (*Hunteria zeylanica*) เม่าเหล็ก (*Diospyros racemosa*) และสังเคียดทองแดง (*Aglaia forbesii*) มีค่าความสำคัญ 13.85, 12.85, 11.09, 8.96, 7.87, 6.53, 6.09, 5.72, 5.50 และ 5.46 ตามลำดับ
3. แปลงตัวอย่างอุทยานแห่งชาติศรีพังงา จ.พังงา มีค่าความหนาแน่นของชนิดพันธุ์ไม้ 1,604 ต้น/เฮกตาร์ มีขนาดพื้นที่หน้าตัดต้นไม้ 29.37 ตารางเมตร/เฮกตาร์ มีปริมาตรไม้ 233.13 ลูกบาศก์เมตร/เฮกตาร์ ค่าความสำคัญของชนิดพันธุ์ 10 อันดับแรก ได้แก่ ยางมันหมู (*Dipterocarpus kerrii*) ตับลามใบเล็ก (*Xanthophyllum eurhynchum*) พิกุลป่า (*Palaquium impressionerium*) คำตะโก (*Diospyros wallichii*) กรายดำ (*Hopea oblongifolia*) ตะเคียนราก (*Hopea griffithii*) จิกตง (*Barringtonia pauciflora*) เปรี๊ยะ (*Swintonia floribunda*) เม่าเขา (*Syzygium craibii*) และพวมพร้าว (*Lophopetalum floribundum*) มีค่าความสำคัญ 35.64, 16.20, 13.36, 12.00, 9.97, 8.00, 7.78, 7.24, 5.20 และ 4.89 ตามลำดับ

4. แปลงตัวอย่างอุทยานแห่งชาติเขาหลวง จ.นครศรีธรรมราช มีค่าความหนาแน่นของชนิดพันธุ์ไม้ 1,535 ต้น/เฮกตาร์ มีขนาดพื้นที่หน้าตัดต้นไม้ 26.66 ตารางเมตร/เฮกตาร์ มีปริมาตรไม้ 205.14 ลูกบาศก์เมตร/เฮกตาร์ ค่าความสำคัญของชนิดพันธุ์ 10 อันดับแรก ได้แก่ ประ (Elateriospermum tapos) ผักหวานช้างโหลง (Rinorea sclerocarpa) อีกริม (Rinorea anguifera) ปลิง (Macaranga lowii) ไข่เขียว (Parashorea stellata) ก่อหิน (Lithocarpus encleisocarpus) เปล้าเถื่อน (Ptychopyxis javanica) เงาะป่า (Nephelium lappaceum) แซะ (Callerya atropurpurea) และนูด (Hancea stipularis) มีค่าความสำคัญ 30.84, 18.39, 16.23, 9.43, 7.70, 7.17, 6.01, 5.83, 5.69 และ 5.33 ตามลำดับ

5. แปลงตัวอย่างอุทยานแห่งชาติเขาพนมเบญจา จ.กระบี่ มีค่าความหนาแน่นของชนิดพันธุ์ไม้ 1,107 ต้น/เฮกตาร์ มีขนาดพื้นที่หน้าตัดต้นไม้ 33.15 ตารางเมตร/เฮกตาร์ มีปริมาตรไม้ 268.16 ลูกบาศก์เมตร/เฮกตาร์ ค่าความสำคัญของชนิดพันธุ์ 10 อันดับแรก ได้แก่ หมากพน (Orania sylvicola) เปรี๊ยะ (Swintonia floribunda) ตะเคียนราก (Hopea griffithii) ยางมันหมู (Dipterocarpus kerrii) ลักเคยลักเกลื้อ (Diospyros sumatrana) ตำโค (Diospyros wallichii) เคียนทราย (Shorea gratisima) คอแลนเขา (Xerospermum laevigatum) ไข่เขียว (Parashorea stellata) และมังคาก (Cynometra malaccensis) มีค่าความสำคัญ 27.43, 17.85, 15.26, 14.64, 10.89, 10.18, 7.93, 7.49, 7.15 และ 6.91 ตามลำดับ

6. แปลงตัวอย่างอุทยานแห่งชาติเขาปู่-เขาย่า จ.ตรัง มีค่าความหนาแน่นของชนิดพันธุ์ไม้ 1,270 ต้น/เฮกตาร์ มีขนาดพื้นที่หน้าตัดต้นไม้ 33.22 ตารางเมตร/เฮกตาร์ มีปริมาตรไม้ 257.65 ลูกบาศก์เมตร/เฮกตาร์ ค่าความสำคัญของชนิดพันธุ์ 10 อันดับแรก ได้แก่ ยางยูง (Dipterocarpus grandiflorus) พิกุลป่า (Palaquium impressionervium) ไข่เขียว (Parashorea stellata) กอกแดง (Dacryodes kingii) กาแร้งหิน (Koilodepas longifolium) กอกเขา (Dacryodes rostrata) ปลิง (Macaranga lowii) มังคาก (Cynometra malaccensis) แซะ (Callerya atropurpurea) และรัก (Gluta elegans) มีค่าความสำคัญ 11.63, 9.39, 8.50, 8.32, 7.63, 7.46, 7.03, 6.79, 6.59 และ 6.55 ตามลำดับ

7. แปลงตัวอย่างอุทยานแห่งชาติทะเลบัน จ.สตูล มีค่าความหนาแน่นของชนิดพันธุ์ไม้ 1,329 ต้น/เฮกตาร์ มีขนาดพื้นที่หน้าตัดต้นไม้ 38.90 ตารางเมตร/เฮกตาร์ มีปริมาตรไม้ 332.60 ลูกบาศก์เมตร/เฮกตาร์ ค่าความสำคัญของชนิดพันธุ์ 10 อันดับแรก ได้แก่ ตะเคียนราก (Hopea griffithii) ไข่เขียว (Parashorea stellata) เปรี๊ยะ (Swintonia floribunda) อีกริม (Rinorea anguifera) ปลิง (Macaranga lowii) ยางยูง (Dipterocarpus grandiflorus) พนอง (Shorea hypochra) กาแร้งหิน (Koilodepas longifolium) หมากพน (Orania sylvicola) และยางมันหมู (Dipterocarpus kerrii) มีค่าความสำคัญ 17.91, 14.05, 12.10, 10.13, 9.35, 9.03, 8.83, 7.84, 6.78 และ 6.40 ตามลำดับ

8. แปลงตัวอย่างอุทยานแห่งชาติเขาน้ำค้าง จ.สงขลา มีค่าความหนาแน่นของชนิดพันธุ์ไม้ 1,302 ต้น/เฮกตาร์ มีขนาดพื้นที่หน้าตัดต้นไม้ 34.94 ตารางเมตร/เฮกตาร์ มีปริมาตรไม้ 280.32 ลูกบาศก์เมตร/เฮกตาร์ ค่าความสำคัญของชนิดพันธุ์ 10 อันดับแรก ได้แก่ มะพร้าวหนู (Arenga obtusifolia) ปลิง (Macaranga lowii) หนอนซี่ควาย (Gironniera subaequalis) หลาวชะโอนเขา (Oncosperma horridum) แกงเลียงลูกแดง (Aidia densiflora) เนียงนก (Archidendron bubalinum) ตะขบนก (Aporosa penangensis) มาลีใบหนา (Teijsmanniodendron coriaceum) นูด (Hancea stipularis) และไ้อักรก (Gynotroches axillaris) มีค่าความสำคัญ 8.78, 7.92, 7.76, 7.66, 7.64, 7.10, 6.69, 6.23, 6.13 และ 5.62 ตามลำดับ

ค่าดัชนีความหลากหลายชนิดและค่าดัชนีความคล้ายคลึงระหว่างสังคม

ค่าดัชนีความหลากหลายชนิด (species diversity index) ในพื้นที่หนึ่งพื้นที่ใด เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนของชนิดพันธุ์และจำนวนที่พบของแต่ละชนิด (Figure 2) โดยวิธีการของ Shannon-Wiener (H') และ วิธีการของ Simpson (D) จะมีค่าสูงถ้าจำนวนที่พบของแต่ละชนิด แตกต่างกันไปมากหรือมีความสม่ำเสมอในการปรากฏหรือกระจายเข้าครอบครองพื้นที่ได้เท่าเทียมกัน (สามารถพิจารณาความสม่ำเสมอเปรียบเทียบกันได้จาก ดัชนีความสม่ำเสมอ (evenness index) ซึ่งคำนวณตามวิธีของ Pielou (1975) จึงพบว่าค่าดัชนีความหลากหลายชนิดของ

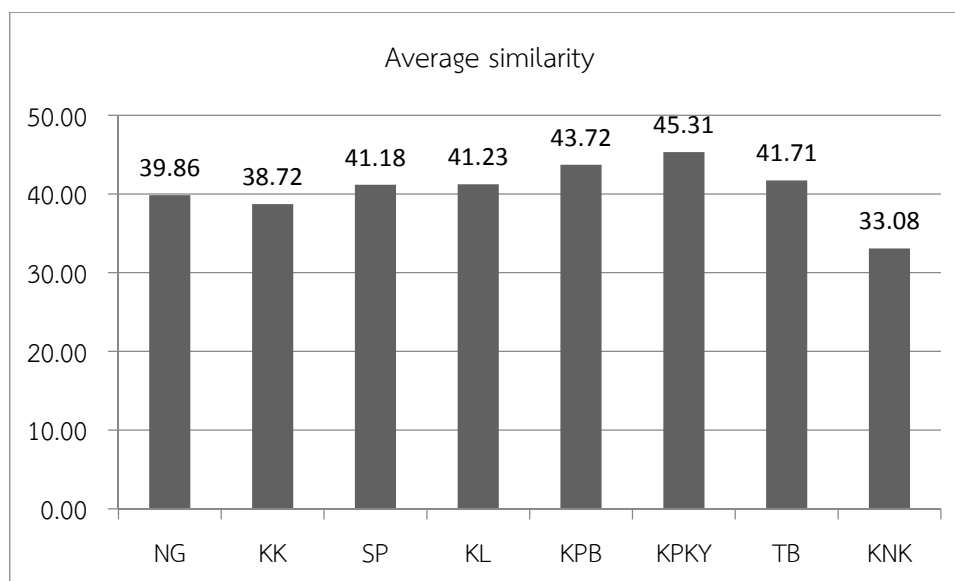


Figure 3 The comparison of each average similarity indices

จาก Table 3 และ Figure 3 จะพบว่าค่าดัชนีความคล้ายคลึงระหว่างสังคมพืช มีแนวโน้มจะลดลงเมื่อแปลงตัวอย่างมีระยะขจัดตามเส้นละติจูดเพิ่มมากขึ้น โดยแปลงตัวอย่างที่มีค่าเฉลี่ยของความคล้ายคลึงกับแปลงตัวอย่างอื่นสูงที่สุด ได้แก่ แปลงตัวอย่างเขาปู่-เขาย่า (KPKY) เนื่องจากว่ามีลักษณะที่ตั้งอยู่ศูนย์กลางของภูมิภาค อยู่บริเวณรอยต่อระหว่างจังหวัดพัทลุง ตรัง กระบี่ และนครศรีธรรมราช โดยแม้แต่เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงเขาน้ำค้าง (KNK) ซึ่งเป็นแปลงที่อยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตรที่สุด และเป็นแปลงตัวอย่างที่เริ่มมีไม้จากมาเลเซียหรือไม้ป่าดิบแบบมลายันกระจายเข้ามา ก็ยังคงมีค่าความคล้ายคลึงสูงถึง 40.29% ที่ระยะขจัดตามเส้นละติจูด 135.2 กิโลเมตร ส่วนแปลงตัวอย่างที่มีค่าเฉลี่ยของความคล้ายคลึงกับแปลงตัวอย่างอื่นต่ำที่สุด ได้แก่ แปลงตัวอย่างเขาน้ำค้าง (KNK) มีค่าเฉลี่ย 33.08% ซึ่งเป็นตามเหตุผลดังกล่าวข้างต้น

พรรณไม้ที่มีการกระจายพันธุ์อย่างต่อเนื่อง

จากแปลงตัวอย่างทั้ง 8 แปลง สามารถนำรายชื่อพันธุ์ไม้ที่พบในแต่ละพื้นที่มาคัดกรองหาชนิดที่มีความสามารถในการกระจายเขยื้อนครองพื้นที่ได้ทั้งภูมิภาค โดยทดลองตัดแปลงวิธีการหาดัชนีความคล้ายคลึงระหว่างสังคมของ Sorensen (1948) ที่ปกติใช้เปรียบเทียบครั้งละคู่ มาเป็นหาดัชนีความคล้ายคลึงของทั้ง 8 แปลงตัวอย่างในคราวเดียว โดยใช้จำนวนชนิดที่พบเป็นข้อมูลในการคำนวณ ปรากฏว่า จากจำนวนผลรวมชนิดทุกแปลงรวมกัน 1,889 ชนิด มีจำนวนชนิดที่พบในทั้ง 8 แปลง จำนวน 14 ชนิด (จาก 752 ชนิด) คิดเป็นค่าความคล้ายคลึงรวม 5.93% ที่มีวิสัยเป็นไม้ต้น 9 ชนิด ได้แก่ จันทน์แดง ชุมแพรก ชุมแสงง่ามใบหนาม แซะ พุดป่า มะปริง ทั้งใบเล็ก หันช้าง และเหมือดแข็ง ไม้ต้นขนาดเล็ก 3 ชนิด ได้แก่ กระดุกค้าง ชะมวงเล็ก และหนั่งหนาผลตึง ไม้พุ่มกึ่งยืนต้น 2 ชนิด ได้แก่ ยามควาย และสลอดป่า (Table 4) อย่างไรก็ตามรายชื่อพันธุ์ไม้ที่ได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติดังกล่าวเป็นเพียงจำนวนที่ชี้ให้เห็นถึงความสามารถของชนิดพันธุ์ไม้บางชนิดที่สามารถปรับตัวให้ขึ้นอยู่ในป่าดิบชื้นได้ทั่วทั้งภาคใต้ ที่ใช้ฐานการหาความสัมพันธ์จากพื้นที่เพียง 9 ไร่ (1.44 ha) ถึงแม้ว่าถ้าพิจารณาถึงวิสัยของพรรณไม้แต่ละชนิดดังกล่าวแล้ว สามารถนำไปปลูกสร้างเลียนแบบโครงสร้างป่าธรรมชาติได้ก็ตาม แต่เนื่องจากความหลากหลายของไม้ป่าดิบชื้นนั้นมีสูงมาก หากมีการวางแผนตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่กว่านี้ ย่อมพบชนิดเพิ่มขึ้นและย่อมส่งผลให้จำนวนชนิดที่พบอยู่ในส่วนที่คล้ายคลึงเพิ่มขึ้นด้วย โดยอ้างอิงได้จากจำนวนชนิดไม้ที่พบว่าอยู่ในดัชนีความคล้ายคลึงระหว่างแปลงตัวอย่างด้านบนสุดของภาค ได้แก่ อุทยานแห่งชาติน้ำตกงาว จ.ระนอง กับแปลงที่อยู่ใต้สุดที่มีฐานข้อมูลอยู่ขณะนี้ ซึ่งได้แก่ อุทยานแห่งชาติเขาน้ำค้าง จ.สงขลา ซึ่งถึงแม้จะมีระยะขจัดตามเส้นละติจูดห่างกันถึง 360 กิโลเมตร ก็ยังคงพบว่ามีชนิดที่สามารถพบได้อยู่ทั้งสองแปลง จำนวน 67 ชนิด จากทั้งหมด 426 ชนิด

Table 4 The continuous distributable tree species of moist evergreen forest in peninsular Thailand

Thai name	Botanical name	Family name	Form
กระตูด่าง	<i>Aporosa aurea</i> Hook.f.	PHYLLANTHACEAE	ST
จันทน์แดง	<i>Myristica iners</i> Blume	MYRISTICACEAE	T
ชะมวงเล็ก	<i>Garcinia parvifolia</i> (Miq.) Miq.	CLUSIACEAE	ST/T
ชุมแพรง	<i>Heritiera javanica</i> (Blume) Kosterm.	MALVACEAE	T
ชุมแสงง่ามใบหนาม	<i>Xanthophyllum vitellinum</i> D.Dietr.	POLYGALACEAE	T
แซะ	<i>Callerya atropurpurea</i> (Wall.) Schot	FABACEAE	T
พุดป่า	<i>Rothmannia schoemanii</i> (Teijsm. & Binn.) Tirveng.	RUBIACEAE	T
มะปริง	<i>Bouea oppositifolia</i> (Roxb.) Adelb.	ANACARDIACEAE	T
ย่ามควาย	<i>Diplospora malaccensis</i> Hook.f.	RUBIACEAE	S/ST
สลอดป่า	<i>Microdesmis caseariifolia</i> Planch. ex Hook.	PANDACEAE	S/ST
หนังหนาผลตั้ง	<i>Monoon fuscum</i> (King) B. Xue & R. M. K. Saunders	ANNONACEAE	ST
ทังใบเล็ก	<i>Cryptocarya ferrea</i> Blume	LAURACEAE	T
หันช้าง	<i>Knema laurina</i> (Blume) Warb.	MYRISTICACEAE	T
เหมือดแข้ง	<i>Aporosa nervosa</i> Hook.f.	PHYLLANTHACEAE	T

สรุป

การวางแผนตัวอย่างถาวรเพื่อศึกษาสังคมป่าดิบชื้นภาคใต้ ให้ครอบคลุมในทุกอุทยานแห่งชาตินั้น สามารถเลือกหยิบยกมิติต่าง ๆ มาตอบโจทย์หรือปัญหาสิ่งแวดล้อมได้หลากหลาย โดยขึ้นอยู่กับว่าช่วงเวลานั้นนโยบายผู้บริหาร หรือแม้แต่กระแสกดดันของสังคมในภายในและนอกประเทศเป็นเช่นไร ยกตัวอย่าง 4-5 ปีที่ผ่านมา มีการตื่นตัวในเรื่องคาร์บอนเครดิต หรือเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเป็นที่มาของการวางแผนตัวอย่างถาวรเพื่อตอบโจทย์ดังกล่าว ส่วนในบทความวิจัยฉบับนี้ก็พยายามที่จะนำเสนอ ชนิดไม้ป่าดิบชื้นที่มีความเหมาะสมที่จะใช้ในการปลูกฟื้นฟูพื้นที่ป่าไม้ที่ได้จากการทวงคืนผืนป่าตามนโยบายรัฐบาลปัจจุบัน โดยมุ่งเน้นปลูกป่าเชิงโครงสร้างให้เลียนแบบโครงสร้างป่าธรรมชาติให้มากที่สุด ซึ่งการศึกษาหรือวิเคราะห์ข้อมูลจำเป็นต้องใช้ข้อมูลจากแปลงตัวอย่างถาวรที่มีทั้งหมด ซึ่งยังขาดข้อมูลในส่วนของสามจังหวัดชายแดนใต้ที่ดำเนินการยังไม่แล้วเสร็จ แต่ยังสามารถวิเคราะห์เป็นภาพรวมไปก่อนได้ กล่าวคือ จากแปลงตัวอย่างขนาด 9 ไร่ ทั้งหมด 8 แปลง มีค่าความสูงจากระดับน้ำทะเล ระหว่าง 110-441 เมตร พบจำนวนชนิดไม้ที่มีความโตตั้งแต่ 13.5 ซม.ขึ้นไป น้อยสุด 200 ชนิด มากสุด 281 ชนิด รวมทุกแปลง 752 ชนิด มีค่าความหลากหลายตามวิธีของ Shannon-Wiener อยู่ในช่วง 4.29-4.91 ตามวิธีของ Simpson อยู่ในช่วง 0.97-0.99 และตามวิธีของ Fisher อยู่ในช่วง 60.40-92.18 ค่าดัชนีความคล้ายคลึงมีค่าอยู่ในช่วง 24.53 – 52.21% โดยมีค่าความคล้ายคลึงรวม 5.93% ประกอบด้วยพรรณไม้ 14 ชนิด จำแนกตามวิสัยได้เป็น ไม้ต้น (Tree) 9 ชนิด ได้แก่ จันทน์แดง ชุมแพรง ชุมแสงง่ามใบหนาม แซะ พุดป่า มะปริง ทังใบเล็ก หันช้าง และเหมือดแข้ง ไม้ต้นขนาดเล็ก (Shrubby tree) 3 ชนิด ได้แก่ กระตูด่าง ชะมวงเล็ก และหนังหนาผลตั้ง ไม้พุ่มกึ่งยืนต้น (Shrub) 2 ชนิด ได้แก่ ย่ามควาย และสลอดป่า ซึ่งรายชื่อชนิดไม้เหล่านี้ แสดงถึงความสามารถในการเข้ายึดครองพื้นที่ในภาพรวมของภูมิภาค การพิจารณารายชื่อพันธุ์ไม้ที่จะปลูกฟื้นฟูป่า จึงควรเลือกพิจารณาจากความคล้ายคลึงแบบจับคู่เปรียบเทียบกับกัน เช่น พื้นที่ฟื้นฟูอยู่ระหว่างจังหวัดระนองและสุราษฎร์ธานี ควรเลือกชนิดที่อยู่ในบัญชีรายชื่อที่อยู่ในความคล้ายคลึงกันระหว่างแปลงอุทยานแห่งชาติน้ำตกหงาวและแปลงอุทยานแห่งชาติแก่งกรุง ซึ่งมีอยู่ 95 ชนิด จากจำนวนชนิดรวม 317 ชนิด จะทำให้มีตัวเลือกชนิดพันธุ์ไม้ได้หลากหลายชนิด สะดวกในการติดตามเก็บเมล็ดพันธุ์และตอบโจทย์ความต้องการใช้ประโยชน์จากผลผลิตจากป่าที่มีใช้เนื้อไม้ (NTEP ; Non Timber Forest Product) ได้มากกว่าในอนาคต แต่ไม่สามารถนำบัญชีรายชื่อมาแสดงได้ทั้งหมด จึงขอแนะนำชนิดไม้ในวงศ์ยางซึ่งเป็นไม้เด่นในชั้นเรือนยอดบน ที่ปรากฏในบัญชีรายชื่อของความคล้ายคลึงระหว่างจังหวัด (Table 5)

Table 5 The suitable tree species of Dipterocarpaceae will be planted between provinces.

Between Province	no. of sp. (similarity)	no. of sp. (total)	Recommended Dipterocarps
Ranong & Surathani	95	317	<i>Shorea gratissima</i> , <i>Anisoptera costata</i>
Ranong & Phang Nga	107	353	<i>Dipterocarpus kerrii</i> , <i>Shorea gratissima</i>
Suratthani & Phang Nga	89	359	<i>Parashorea stellata</i> , <i>Shorea gratissima</i>
Suratthani & Krabi	87	313	<i>Parashorea stellata</i> , <i>Shorea gratissima</i>
Suratthani & Nakorn Sri T.	78	350	<i>Parashorea stellata</i> , <i>D. chartaceus</i>
Phang Nga & Krabi	102	346	<i>Hopea griffithii</i> , <i>Hopea oblongifolia</i>
Krabi & Nakorn Sri T.	96	332	<i>Parashorea stellata</i> , <i>D. grandiflorus</i>
Krabi & Trang or Phatthalung	118	364	<i>Dipterocarpus costatus</i> , <i>D. grandiflorus</i>
Trang or Phatthalung & Nakorn Sri	130	378	<i>Parashorea stellata</i> , <i>D. dyeri</i>
Trang or Phatthalung & Satun	136	384	<i>Dipterocarpus dyeri</i> , <i>D. grandiflorus</i>
Trang or Phatthalung & Songkhla	113	448	<i>Shorea hypochra</i> , <i>Vatica odorata</i>
Satun & Songkhla	96	425	<i>Vatica odorata</i> , <i>Shorea guiso</i>

เอกสารอ้างอิง

- ดอกกรัก มารอด และ อุทิศ ภูอินทร์. 2552. **นิเวศวิทยาป่าไม้**. อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- สมบุญ ธีรติประยูร. 2556. แนวทางการเก็บข้อมูลการกักเก็บคาร์บอน และวิเคราะห์ความหลากหลายทางชีวภาพ
ในชุมชน. ใน **เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ** ระหว่างวันที่ 11-15 ธันวาคม 2556, ณ สถานี
วนวัฒน วิจัยสะแกกราช, จังหวัดนครราชสีมา. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต, ปทุมธานี.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2560. **อุณหภูมิ-น้ำฝน**. แหล่งที่มา:
<http://service.nso.go.th/nso/web/statseries/statseries27.html>, 1 กรกฎาคม 2560.
- อุทิศ ภูอินทร์. 2541. **นิเวศวิทยาพื้นฐานเพื่อการป่าไม้**. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้, คณะวนศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Fisher, R.A., A.S. Corbet and C.B. Williams. 1943. The relative between the number of species
and the number of individuals in a random sample of an animal population. **J. Anim.
Eco.** 12: 42-58.
- Magurran, A.E. 1988. **Ecology diversity and Its Measurement**. Croom Helm, London.
- Pielou, E.C. 1975. **Ecological Diversity**. John Wiley, New York.
- Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity. **Nature** 163: 688.
- Sorensen T. 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based
on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on
Danish commons. **Videnski Selskab Biologiske Skrifter** 5: 1-34.

กระถินทางกระรอก พันธุ์ไม้ต่างถิ่นรุกรานชนิดใหม่ในประเทศไทย New Invasive Alien Plant Species (*Prosopis juliflora*) in Thailand

พนิดา รุ่งรัตนกุล^{1*} สิริพันธ์ ตียานนท์¹ และ กิตติยา สิงห์ทอง¹

Panida Roongrattanakul^{1*}, Sirin Tiyanon¹ and Kittiya Singthong¹

¹ส่วนวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช

¹Forest conservation division Forest and plant conservation research office

* Corresponding Author; E-mail: Panidha@gmail.com

บทคัดย่อ

ในประเทศไทย พบการรุกรานของ กระถินทางกระรอก (*Prosopis juliflora* หรือ Mesquite) ไม้ต่างถิ่นชนิดรุกราน ซึ่งมีถิ่นกำเนิดมาจากประเทศแถบอเมริกากลาง และตอนเหนือของอเมริกาใต้ ประเทศโคลัมเบีย เอกวาดอร์ เม็กซิโก เปรู เวเนซุเอล่า ปี 2557 สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช ได้สำรวจ พบกระถินทางกระรอกบริเวณสถานที่สำคัญหลายจุด ตั้งแต่ตำบลแหลมผักเบี้ย บริเวณตำบลหาดเจ้าสำราญ จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของกระถินทางกระรอกมากที่สุด โดยเฉพาะบริเวณที่ชายหาดมีพื้นที่รกร้างว่างเปล่าขนาดใหญ่ การศึกษาชนิดไม้ต่างถิ่นรุกรานที่กระจายอยู่ดำเนินการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 7 ตัวอย่าง โดยการสุ่มเก็บตลอดเส้นทางดังกล่าว นำมาวิเคราะห์ลำดับเบสของดีเอ็นเอในคลอโรพลาสต์ บริเวณ *maturase K* แล้วเปรียบเทียบกับข้อมูลยีนตำแหน่งเดียวกันในฐานข้อมูล Gene bank เพื่อค้นหาข้อมูลชนิด พบว่าเป็นชนิด *Prosopis juliflora* ทุกตัวอย่าง การศึกษาเบื้องต้นด้านความสามารถแพร่คลุมพื้นที่ชายหาดของไม้ชนิดนี้ โดยใช้แผนที่ประวัติศาสตร์ของโปรแกรมกูเกิลเอิร์ธ ช่วงเวลา ปี พ.ศ. 2549 - 2560 พบว่าพื้นที่ระหว่างคลองหัวช้างกับคลองบางกุ่มมีแผนที่ที่ใช้เปรียบเทียบศึกษาการแพร่พันธุ์กระถินทางกระรอกได้ คือ ปี พ.ศ. 2553, 2557, 2559 และ 2560 กำหนดแปลงเพื่อวัดขนาดพื้นที่แพร่พันธุ์จำนวน 68 แปลง บนแนวชายหาดเจ้าสำราญเป็นระยะทางยาว 0.984 กิโลเมตร วัดพื้นที่ปกคลุมได้ 0.0, 24.3, 47.9 และ 55.8 ไร่ ตามลำดับ คิดเป็นอัตราการครอบครองพื้นที่ตามช่วงเวลา 2553 – 2557

คำสำคัญ: กระถินทางกระรอก หนามปีศาจ ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นรุกราน

ABSTRACT

New invasive species, *Prosopis juliflora* were found in Thailand along the seashore gulf of Thailand at Petchaburi province. 7 samples were collected along seashore from Ban laem district to Cha um district randomly. Species classification were done by using nucleotides sequences analysis on *maturase K* gene in cpDNA and the comparison were done by using Gen Bank database. The results reveal that all of 7 samples were *Prosopis juliflora*. For distribution investigation, study site of 0.984 kilometer long between Hua chang canal outlet and Bang kula canal outlet at Had Chaosamran beach was used as a sample plot. The quantitative assesment of invade *P. juliflora* was based on a comparison of history map data of Google earth program (2006, 2014, 2016 and 2017). Number of 68 several sized experiment units of *P. juliflora* field were measured and calculated. The coverage area results were shown 0.0, 24.3, 47.9, and 55.8 Rai respectively. For eradication of invasive *P. juliflora*, Integrated management of devil tree are mechanical and chemical control techniques. The appropriate ways for *P. juliflora* eradication at communities and tourist attraction area are mechanical control as follwing remove stems, branches and root system by ranging from blade ploughing to grubbing chaining before burning. Biomass estimation should be done soon. Mangrove forest adjacent to *P.julifloria* fields should be investigated thoroughly and eradication control

Keywords: *Prosopis juliflora*, devil tree, invasive species.

คำนำ

Prosopis juliflora มีชื่อทั่วไปว่า mesquite เป็นไม้ต่างถิ่นชนิดรุกราน ซึ่งมีถิ่นกำเนิดมาจากประเทศแถบอเมริกากลาง และตอนเหนือของอเมริกาใต้ ประเทศโคลัมเบีย เอกวาดอร์ เม็กซิโก เปรู เวเนซุเอล่า เป็นไม้พุ่ม หรือยืนต้นขนาดเล็กสูง 5 เมตร มีระยะการพักตัวของเมล็ดยาวนาน เนื้อแข็ง มีหนามยาวกว่า 2 นิ้ว แพร่กระจายเป็นกลุ่มแผ่ยึดครอง ปกคลุมพื้นที่บริเวณกว้าง และทดแทนชนิดพืชพื้นถิ่นเดิม รากแผ่ขยายในดินลึก 40 เซนติเมตร ได้ในเวลาเพียง 8 สัปดาห์ (Yoda et al., 2012) สถานการณ์รุกรานของ *Prosopis juliflora* พบในหลายประเทศ ได้แก่ ชูตาน เอธิโอเปีย เคนยา อิรัก ปากีสถาน อินเดีย ออสเตรเลีย แอฟริกาใต้ หมู่เกาะคาริเบียน เกาะแถบแอตแลนติก โบลิเวีย บราซิล สาธารณรัฐโดมินิกัน เอล ซัลวาดอร์ อเมริกา และอุรุกวัย สำหรับต่างประเทศที่มีภูมิประเทศแห้งแล้ง และกึ่งแห้งแล้ง มีการนำเข้าไม้ *Prosopis juliflora* ไปปลูกเพื่อเป็นไม้พืชน้ำใน ใช้น้ำไม่เป็นเฟอร์นิเจอร์ และไม้ป่าเก็ด อุตสาหกรรมขึ้นไม้สับ พืชอาหารสัตว์และแหล่งพลังงานทางเลือก แต่กลับก่อให้เกิดปัญหาต่อการใช้ประโยชน์พื้นที่ทำกิน รบกวนระบบนิเวศดั้งเดิม จากความเป็นประโยชน์ และการรุกรานพันธุ์พืชดั้งเดิมที่ยากแก่การควบคุมและกำจัด ทำให้หลายประเทศมีการประเมินผลกระทบทางเศรษฐกิจสังคม และระบบนิเวศน์ไปพร้อมกันเพื่อการตัดสินใจกำจัด (Ilukor et al., 2016) ประเทศไทยพบการรุกรานของพืชชนิดนี้ในจังหวัดเพชรบุรี บริเวณชายหาดอ่าวไทย ปี 2557 ธรรมนูญ และทรงธรรม รายงานการรุกรานและสันนิษฐานที่มีของไม้ชนิดนี้ว่าอาจมาจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเมื่อ 20 ปีก่อนพัดพาเข้ามาสู่ชายฝั่งอ่าวไทย โดยการนับวงปีต้นไม้ใหญ่ที่สุดเปรียบเทียบกับข้อมูลการเกิดลมมรสุมในคาบ 60 ปีของประเทศไทย และเรียก *Prosopis juliflora* ว่า “หนามปีศาจ” หรือ devil tree สำหรับชื่อที่สำนักงานหอพรรณไม้กำหนดไว้คือ “กระถินหางกระรอก”

เพื่อวัตถุประสงค์ของการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพของทรัพยากรชีวภาพ จึงไม่อาจละเลยการศึกษาในหลายด้านเพื่อควบคุมและกำจัดพืชต่างถิ่นรุกรานชนิดนี้ จึงได้ทำการศึกษานวนชนิดพันธุ์พืชรุกรานที่กระจายอยู่ในแถบชายหาดอำเภอชะอำ และบ้านแหลม การจำแนกชนิดโดยการถอดรหัสพันธุกรรม ดำเนินการศึกษาลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน *mat-K* ในคลอโรพลาสต์ แล้วเปรียบเทียบกับฐานข้อมูล Genbank และประเมินขนาดพื้นที่การกระจายพันธุ์ปกคลุมชายหาด ตามระยะเวลาที่มีข้อมูลแผนที่บริเวณที่ปรากฏ *P. Juliflora* ปกคลุมอยู่ที่เป็นปัจจุบันเปรียบเทียบกับบริเวณเดียวกันในอดีตย้อนหลังโดยอาศัยข้อมูลประวัติศาสตร์ในแผนที่ที่ถูกละ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การสำรวจและบันทึกการแพร่พันธุ์ตามเส้นทางสำรวจ

การแพร่พันธุ์ตามเส้นทางเลียบชายทะเลบ้านแหลม ตามเส้นทางหลวงหมายเลข 4012 และ 3178 เข้าสู่ สาย 4028 พบได้ตามถนนเลียบหาดซอยเทศบาล 2 นับตั้งแต่สะพานข้ามคลองหัวช้างเลียบหาดมาบรรจบถนนสาย 4028 ข้ามคลองบางกุกา บันทึกข้อมูลตำแหน่ง ลักษณะทางนิเวศน์ของพื้นที่ และถ่ายภาพการกระจายพันธุ์ สังเกต และบันทึกวิธีการกำจัดที่พบมากที่สุดตามเส้นทางดังกล่าว

2. การจำแนกชนิดโดยการถอดรหัสพันธุกรรม

สำรวจ เก็บตัวอย่างจากพื้นที่อำเภอบ้านแหลมถึงอำเภอชะอำ ตามเส้นทางเลียบชายหาด สกัดดีเอ็นเอจากตัวอย่างด้วยวิธี Doyle and Doyle (1990) และวัดปริมาณและคุณภาพดีเอ็นเอ ด้วยวิธีอิเล็กโตรโฟรีซิส แล้วนำดีเอ็นเอที่สกัดได้มาเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยใช้ เทคนิค Polymerase Chain Reaction(PCR) ที่ตำแหน่งยีน *maturase K* ขนาด 650 bp นำดีเอ็นเอที่เพิ่มปริมาณเรียบร้อยแล้วมาวิเคราะห์รหัสพันธุกรรมจากเครื่อง ABI PRISM® 3100-Avant Genetic Analyzer (Applied) Biosystem, USA และนำมาวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ โดยการเปรียบเทียบความแตกต่างของลำดับ นิวคลีโอไทด์ กับฐานข้อมูล Genbank

3. ประเมินขนาดพื้นที่การกระจายพันธุ์

การศึกษาเบื้องต้นเพื่อประเมินความสามารถแพร่พันธุ์ปกคลุมพื้นที่ชายหาดของไม้ชนิดนี้ ดำเนินการโดยใช้แผนที่ประวัติศาสตร์ของโปรแกรมกูเกิ้ลเอิร์ธ ช่วงเวลา ปี พ.ศ. 2549 - 2560 กำหนดจุดสำรวจแล้วลงพื้นที่สำรวจ

บริเวณที่กำหนดเพื่อยืนยันตำแหน่งที่คัดเลือกให้ถูกต้องตรงกับวัตถุประสงค์ และบันทึกภาพ พื้นที่กำหนดเป็นตัวแทนตั้งอยู่ระหว่างคลองหัวช้างกับคลองบางกุฬา ในบริเวณหาดเจ้าสำราญ นำพิกัดมายึดโยงในแผนที่กูเกิ้ล โดยใช้โปรแกรม กูเกิ้ลเอิร์ธ โปร กำหนดขอบเขตแปลง *P. juliflora* และวาดเส้นรอบรูปให้ครอบคลุมขอบเขตการกระจาย ใช้โปรแกรมคำนวณขนาดพื้นที่ มีหน่วยเป็นตารางเมตร แล้วเปรียบเทียบหน่วย เป็นหน่วยไร่ คำนวณอัตราการเพิ่มพื้นที่ต่อปี สร้างแผนผังแสดงการกระจายพันธุ์

ผลและวิจารณ์

การสำรวจการแพร่กระจายพันธุ์ตามเส้นทางเลียบชายทะเลบ้านแหลม ตามเส้นทางหลวงหมายเลข 4012 และ 3178 เข้าสู่ สาย 4028 พบกระถิ่นทางกระรอกบริเวณสถานที่สำคัญหลายจุด ตั้งแต่ตำบลแหลมผักเบี้ย บริเวณตำบลหาดเจ้าสำราญ จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของกระถิ่นทางกระรอกมากที่สุด พบได้ตามถนนเลียบหาดซอยเทศบาล 2 นับตั้งแต่สะพานข้ามคลองหัวช้างเลียบหาดมาบรรจบถนนสาย 4028 ข้ามคลองบางกุฬา บริเวณชายหาดไปจรดถนนเลียบชายหาด ตำบลหนองขนาน อำเภอเมืองเพชรบุรี และพบเป็นกลุ่มๆ จนถึงบริเวณหาดปึกเตียน ตำบลปึกเตียน อำเภอท่ายาง (Figure 1)

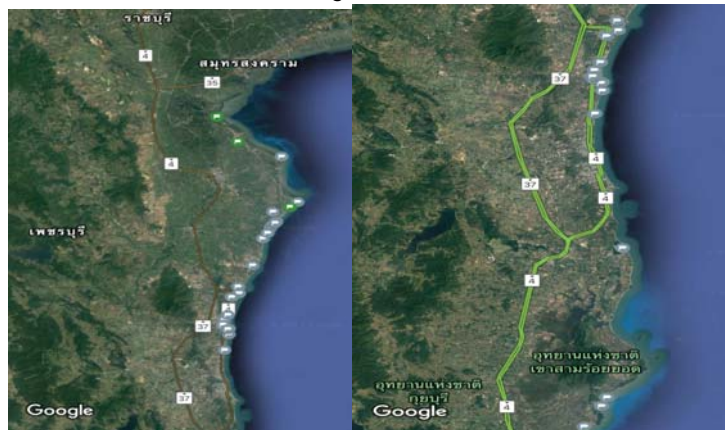


Figure 1 Positions of *Prosopis juliflora* along the beach of Petchaburi province.

1. การป้องกันกำจัดที่พบจากการสำรวจ คือ การตัดถางและเผา การขุดถอนต่อให้หมดแล้วเผาจนมอดเป็นถ่าน แต่บางพื้นที่มีการเผาไม่ทั่วถึง ยังเหลือส่วนที่ไม่เป็นถ่าน พบว่าสามารถแตกยอดอ่อนขึ้นเป็นต้นใหม่ได้ หลายยอดทำให้เป็นการเพิ่มโอกาสในการเกิดตาดอกแล้วติดฝักมากขึ้นกว่าเดิม นอกจากนี้ยังพบว่าเมล็ดที่สัตว์กินแล้วถ่ายออกมาสามารถงอกขึ้นเป็นต้นใหม่ได้ ทำให้สัตว์ที่กินฝักกระถิ่นทางกระรอกทำหน้าที่กระจายพันธุ์ไม่ชนิดนี้ได้อีกทางหนึ่ง ดังนั้น หากจำเป็นใช้ฝักเป็นอาหารสัตว์ควรมีการทำลายการงอกของเมล็ดโดยการบดก่อนแล้วจึงนำไปใช้ประโยชน์เป็นอาหารสัตว์

Elfadl and Luukkanen (2006) ศึกษาด้านนิเวศสรีรวิทยา (ecophysiology) ของกระถิ่นทางกระรอก เพื่อพัฒนาวิธีการจัดการ โดยศึกษารูปแบบของการแลกเปลี่ยนแก๊สในพื้นที่แห้งแล้งของประเทศซูดาน ผลพบว่าไม้ชนิดนี้มีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงที่สุดในช่วงเช้ามืดและค่อยๆ ลดลงในเวลากลางวันเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำในสภาวะแห้งแล้ง และพบว่าค่าการนำไหลของปากใบมากกว่าการปิดปากใบ โดยที่การหยุดการสังเคราะห์ด้วยแสงคือการปิดปากใบ ทำให้พืชชนิดนี้สามารถรุกรานอย่างรุนแรงในพื้นที่ ที่มีแหล่งน้ำและบริเวณใกล้เคียง สอดคล้องกับการพบการรุกรานในประเทศไทยที่พบหนาแน่นบริเวณชายหาดปากคลองหัวช้าง ต.หาดเจ้าสำราญ อ.เมืองเพชรบุรี จ. เพชรบุรี และ สอดคล้องกับเอกสารเผยแพร่ของ Spate Irrigation Network ฉบับที่ 25 เป็นคู่มือการควบคุม และการใช้ประโยชน์ *Prosopis juliflora* ที่ขึ้นรุกรานทั้งพื้นที่เขตชลประทาน ว่าไม้ชนิดนี้ชอบขึ้นในพื้นที่ชื้น มีน้ำขัง ขึ้นได้ทั้งน้ำจืดไปถึงป่าชายเลนและป่าชายหาด จึงพบปัญหาขวางทางแหล่งน้ำและคลองชลประทาน

สำหรับรูปแบบการป้องกันกำจัดที่พบในพื้นที่ศึกษา พบว่ามีการเผาและขุดถอน ตรงตามการป้องกันกำจัดของสถาบัน CRC Weed management (2003) วิธีที่พบว่าเหมาะสม มีดังนี้

วิธีเชิงกล

ขณะต้นยังอ่อนหนายังไม่แข็ง สามารถตัด ถอนออกได้ด้วยมือ (สังเกตว่าปลายหนายังไม่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล)

ต้นแก่ใช้ชุดตอออกมา ถอนราก ถอนโคนออกให้หมด เพราะหากยังมีส่วนทิ้งอกได้ เช่น รากและลำต้น เหลืออยู่จะสามารถแตกเป็นต้นใหม่ได้ทุกส่วน การเผาหลังจากตัดทำให้ดีเผาให้ไหม้ทั้งหมด *Prosopis juliflora* ตัดไฟได้ดี หากเผาได้ไม่หมดก็สามารถแตกตอออกเป็นต้นใหม่ได้อีกหลายต้น ทำให้หนาแน่นมากกว่าเดิม

วิธีใช้สารเคมี

ต้น *Prosopis juliflora* ที่มีขนาดต้นใหญ่ต้องตัดลำต้นให้ชิดดิน ขณะที่ต้นยังสด ใช้น้ำมันดีเซล 60 ลิตร ผสมกับส่วนผสม tricopyr กับ Picloram Access[®] ปริมาณ 1 ลิตร และหากต้นมี Ø เกิน 5 เซนติเมตร ให้ราดโคนสูง 30 เซนติเมตร จากพื้นดินหรือฉีดพ่นด้วย Round up, 2-4, Glenside Kerosene

การกำจัด *Prosopis juliflora* แตกต่างกันไปตามลักษณะการยึดครองพื้นที่ของมันไม่ว่าจะเป็น ขนาด อายุ ความหนาแน่น และถิ่นที่อยู่

2. การศึกษาตัวอย่างใบหนามปีศาจจำนวน 7 ตัวอย่าง จากจังหวัดเพชรบุรี และ 1 ตัวอย่างจากจังหวัดพิษณุโลก ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์โดยการถอดรหัสพันธุกรรมยีนในส่วนของคลอโรพลาสต์จีโนม คือ *Maturase K* พบว่า ตัวอย่างจากจังหวัดเพชรบุรีเมื่อเปรียบเทียบกับ genbank เป็นไม้ชนิดเดียวกัน (*Prosopis juliflora*) เดียวกัน และ อีก 1 ตัวอย่างจังหวัดพิษณุโลกมีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมใกล้เคียงกับกระถินพิมาน (Figure 2)

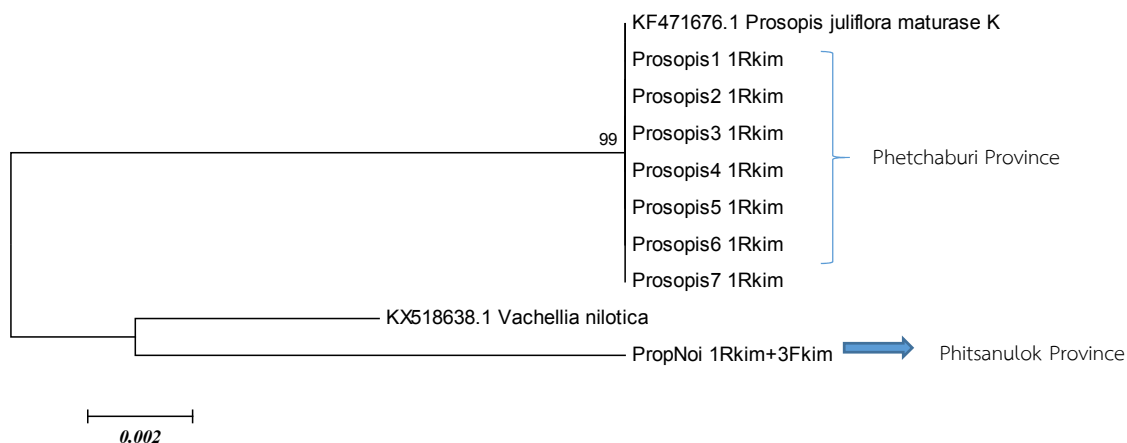


Figure 2 Phylogenetic relationship of *Prosopis* spp. at *Maturase K* gene

3. แผนที่ที่นำมาใช้เปรียบเทียบศึกษาการแพร่พันธุ์กระถินทางกระรอกได้ คือ ปี พ.ศ. 2553, 2557, 2559 และ 2560 กำหนดแปลงเพื่อวัดขนาดพื้นที่แพร่พันธุ์ได้ทั้งสิ้น จำนวน 68 แปลง บนแนวชายหาดเจ้าสำราญเป็นระยะทางยาว 0.984 กิโลเมตร วัดพื้นที่ปกคลุมได้ดังนี้

จากภาพประวัติศาสตร์ Google earth บริเวณชายหาดปากคลองหัวช้าง ต.หาดเจ้าสำราญ อ.เมืองเพชรบุรี จ.เพชรบุรี พบว่า ภาพถ่ายปี คศ 2006 แสดงวันที่บันทึก 18 มกราคม 2006 และ ปี 2010 แสดงวันที่บันทึก 22 พฤษภาคม 2010 แสดงให้เห็นว่าบริเวณชายหาดปากคลองหัวช้าง ไม่มีการแพร่พันธุ์ของกระถินทางกระรอก แต่เนื่องจากความไม่สมบูรณ์ของภาพถ่ายจึงปรากฏเพียงบางส่วนของพื้นที่ศึกษาเปรียบเทียบ อย่างไรก็ตามพื้นที่ๆ ปรากฏเพียงพอที่จะใช้อ้างอิงเนื่องจากในภาพเวลาต่อมามีความหนาแน่นของกระถินทางกระรอกมากที่สุดบริเวณที่ศึกษา (Figure 3)

ปี 2016 (Figure 5) ภาพบันทึกวันที่ 26 เดือนธันวาคม 2015 นับเป็นเวลาประมาณ 22 เดือน หรือ 1 ปี 10 เดือน จาก Figure 4 พบว่ามีการแพร่พันธุ์กระจายหนาแน่น เพิ่มขึ้นทั่วพื้นที่ชายหาด นับโดยใช้เครื่องมือวัดพื้นที่โปรแกรมกูเกิ้ลเอิร์ธ รวม 19 แปลงย่อย คิดเป็นพื้นที่ปกคลุมทั้งสิ้น 76,647.9 ตารางเมตร หรือ 47.9 ไร่ คิดเป็นอัตราการครอบครองพื้นที่ ในระยะเวลา 22 เดือน เท่ากับ 10.027 ไร่ต่อเดือน

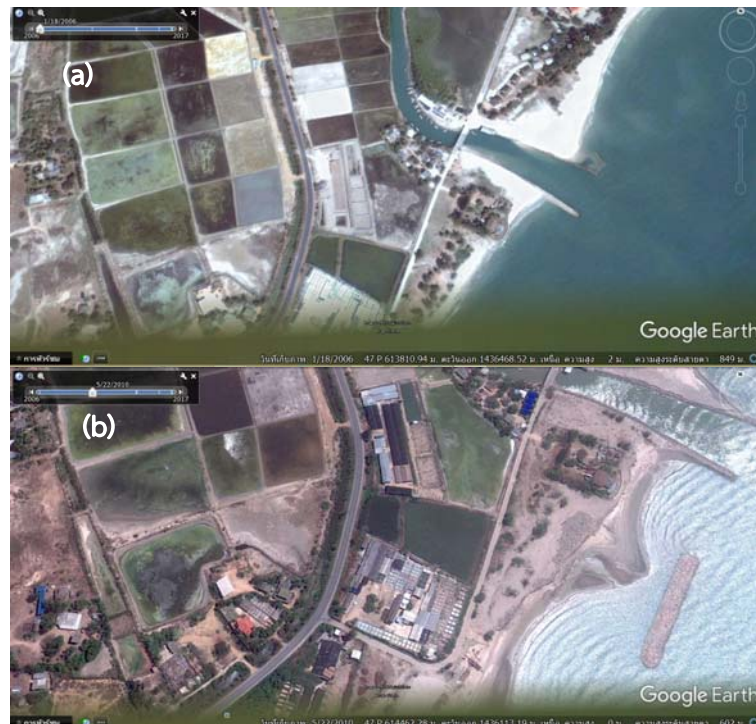


Figure 3 Map of 2006 (a) and 2010 (b).

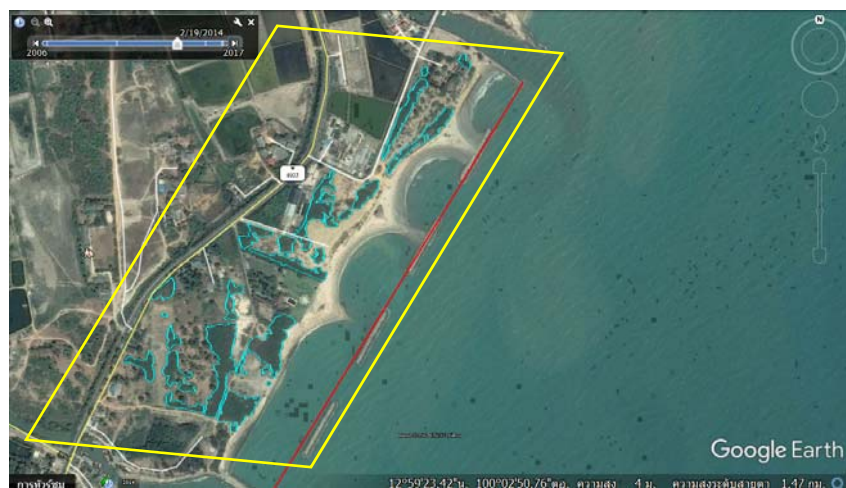


Figure 4 Map of 2014.

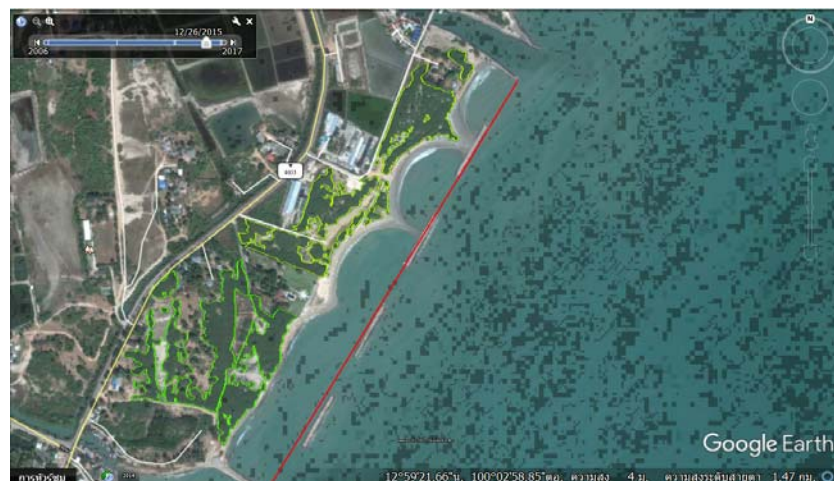


Figure 5 Map of 2016.

ปี 2017 (Figure 6) ภาพบันทึกวันที่ 24 เดือนมกราคม 2017 นับเป็นเวลา 1 ปี 1 เดือนจากภาพที่ 5 พบว่ามีการแพร่พันธุ์กระจายหนาแน่นทั่วพื้นที่ชายหาด ตามภาพที่ 7 นับโดยใช้เครื่องมือวัดพื้นที่โปรแกรมกูเกิ้ลเอิร์ธ รวม 12 แปลงย่อย คิดเป็นพื้นที่ปกคลุมทั้งสิ้น 89,252.3 ตารางเมตร หรือ 55.8 ไร่ คิดเป็นอัตราการครอบครองพื้นที่ในระยะเวลา 13 เดือน เท่ากับ 0.606 ไร่ต่อเดือน



Figure 6 Map of 2017

Table 1 Area of 68 plots of *P.juliflora* distribution (sq.m.)

AREA (sqm)	Jan2017	Dec2015	Feb2014	May2010	Jan2006
plot1	1671	1428	397	0	
plot11			214	0	
sum			611	0	
Expansion rate (%)	117.02	233.72			
plot2	16782	15006	169	0	
plot22			2412		
plot222			2541		
sum			5122	0	
Expansion rate (%)	111.84	292.97			
plot3	223	57.3		0	
Expansion rate (%)	38.17				
plot4	12639	8887	3607		
plot44			244		
plot4441			303		
plot4442			1418		
sum			5572	0	
Expansion rate (%)	142.22	159.49			
plot5	1332	111		0	
plot55		371			
plot555		436			
sum		918		0	

Table 1 (continued)

AREA (sqm)	Jan2017	Dec2015	Feb2014	2010	2006
Expansion rate (%)	145.10				
plot6	2111	1333		0	
plot66		91.3			
sum		1424.3		0	
Expansion rate (%)	148.21				
plot7	10624	1562	1374	0	
plot771		6041	942		
plot772			2008		
plot777		1178	451		
sum		8781.00	4775.00	0	
Expansion rate (%)	120.99	183.90			
plot8	9608.00	8122.00	4896	0	
plot88			284		
plot881			39.30		
plot8881			116.00		
plot8882			52.20		
plot8.1	153.00				
sum	9761.00	8122.00	5387.50	0	
Expansion rate (%)	120.18	150.76			
plot9	3574.00	6008.00	3379.00	0	
plot99	1606.00		138.00		
sum	5180.00	6008.00	3517.00	0	
Expansion rate (%)	86.22	170.83			
plot10	22965.00	19829.00	6192.00	0	
plot10.1			1016.00		
plot10.2			2322.00		
plot10.3			665.00		
plot10.4			1222.00		
sum	22965.00	19829.00	11417.00	0	
Expansion rate (%)	115.82	173.68			
plot11	7434.00	4470.00	1345.00	0	
plot11.1		1652.00	1085.00		
plot11.3		38.00			
sum	7434.00	6160.00	2430.00	0	
Expansion rate (%)	120.68	253.50			
plot inside8	-278				
plot inside 9		-108			
plot inside 10	-155				
plot inside 11	-165				
plot inside2	-335				

Table 1 (continued)

AREA (sqm)	Jan2017	Dec2015	Feb2014	2010	2006
plot inside22	-19.7	-57.5			
plot inside222		-83.3			
plot inside4	-584				
plot inside7	-115				
SUM (sq.m.)	89,252.30	76,647.86	38,900.80		
SUM (rai)	55.78	47.90	24.31		

ตาม Table 1 แสดงผลการคำนวณพื้นที่การกระจายพันธุ์ของ *P. juliflora* ในปี 2549 และ 2553 คือ 0.0 ตั้งแต่ปี 2557, 2559 และ 2560 มีค่าเท่ากับ 38,900 ตร.ม. 76,647 ตร.ม. และ 89,252 ตร.ม. ตามลำดับ หรือคิดเป็น 24.3 ไร่, 47.9 ไร่ และ 55.8 ไร่ ตามลำดับ เมื่อคำนวณค่า อัตราการขยายพื้นที่ระหว่างปี 2557 กับปี 2559 (ช่วงเวลา 22 เดือน) พบว่ามีค่าเท่ากับ 1.07 ไร่ต่อเดือน หรือคิดเป็นร้อยละ 201 ± 51 และ ระหว่างปี 2559 กับปี 2560 (ช่วงเวลา 13 เดือน) พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.606 ไร่ต่อเดือน หรือคิดเป็นร้อยละ 122 ± 18 เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของ Ilukor และคณะ (2016) ตรวจวัดพื้นที่กระจายพันธุ์ *P. juliflora* ในพื้นที่แห่งแห่งของทวีปแอฟริกาตะวันออก พบว่า ช่วงเวลา 5 ปี สามารถแผ่กว้างจาก 3,600 ha เป็น 8,000 ha (จาก 8% เป็น 18%).

สรุป

การแพร่กระจายพันธุ์ของกระถินหางกระรอกไม้ต่างถิ่นรุกรานเป็นไปอย่างรวดเร็วและน่าวิตกกังวล เนื่องจาก ความสามารถในการแพร่พันธุ์ด้วยการออกฝักจำนวนมากตลอดทั้งปีที่ยากต่อการควบคุมกำจัด รูปแบบการกำจัดสามารถดำเนินการได้ตามแนวทางวิธีเชิงกลจะเหมาะสมกับพื้นที่ชายหาดและป่าชายเลน และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมของแหล่งท่องเที่ยวที่ควรคำนึงถึงอย่างยิ่ง สำหรับคุณสมบัติของไม้ชนิดนี้มีมากก็จริงแต่สำหรับประเทศไทยเรามีพันธุ์พืชจำนวนมากที่ให้ประโยชน์ตอบแทนได้มากกว่าหรือเท่ากับไม้มีลักษณะนิสัยรุกรานและขึ้นทดแทนพืชพื้นเมือง โดยเฉพาะขนาดหนามที่มีความยาวและแข็ง จะก่อให้เกิดปัญหาต่อการใช้ประโยชน์พื้นที่ดินที่นับวันจะยากที่จะป้องกันกำจัด จึงต้องร่วมกันทุกภาคส่วนฯ ในการเฝ้าระวังและกำจัดโดยเร็วที่สุด ในอนาคตควรศึกษามวลชีวภาพ อัตราการกระจายพันธุ์ไปยังพื้นที่อื่น เนื่องจากมีข้อมูลว่าพบการแพร่กระจายไปถึงชายหาดอุทยานแห่งชาติเขาสามร้อยยอด อำเภอกุยบุรี และอุทยานแห่งชาติหาดวนกร อ.ทับสะแก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ นอกจากนี้การเฝ้าระวังป่าชายเลนก็ควรมีมาตรการเฝ้าระวังและกำจัดด้วยโดยเฉพาะสถานที่สำคัญที่พบการรุกรานของไม้ชนิดนี้คือบริเวณเส้นทางศึกษาธรรมชาติ สวนป่าชายเลนทุลกระหม่อมฯ บริเวณใกล้กับป้ายต้นโปรงแดงในแปลงโกงกางทรงปลูก สำหรับมาตรการที่แนะนำให้ใช้ปฏิบัติมี ดังนี้

การควบคุมและเฝ้าระวัง เพื่อการควบคุมความเสี่ยงและการกระจายพันธุ์

1. กำจัดทุกพื้นที่ที่มีการแพร่พันธุ์ตามแนวสองข้างทางหลวงสายหลักและรองของจังหวัดเพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ริมแหล่งน้ำคลองชลประทาน พื้นที่ชายหาด ป่าชายเลน และป่าชายหาดตลอดแนว อ่าวไทย
2. การตรวจสอบสินค้านำเข้าที่ผ่านการรับรองว่ามีตราอนุญาต ผ่านด่านตรวจพืช
3. ป้องกันบริเวณแพร่กระจายไม่ให้มีสัตว์ไปกินเมล็ดเป็นอาหาร เพราะมูลของมันจะแพร่กระจายพันธุ์ได้
4. เมล็ดมีความเหนียวและแข็ง อายุการพักตัวยาวนาน ทำให้ติดไปกับรองเท้า หรือล้อยานพาหนะไปได้ไกล เบื้องต้นจึงควรตัดกิ่งจำกัดการออกดอก เพื่อลดโอกาสที่จะผสมกลายเป็นฝักที่แพร่เมล็ดจำนวนมากตลอดปี การบดฝักและเมล็ดให้ละเอียดจึงจำเป็นต้องทำก่อนให้สัตว์กินเป็นอาหาร ในกรณีใช้เลี้ยงสัตว์
5. ที่ดินรกร้างว่างเปล่าเป็นเป้าหมายที่ *Prosopis juliflora* จะเข้ายึดครองได้อย่างรวดเร็ว ควรควบคุมพื้นที่ดังกล่าวไม่ให้แหล่งแพร่กระจายเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะพื้นที่ว่างเปล่าใกล้แหล่งน้ำ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช ที่สนับสนุนเครื่องมือ เจ้าหน้าที่ และงบประมาณ
ทำงานวิจัยนี้เป็นกรณีเร่งด่วน

เอกสารอ้างอิง

- Ilukor, J., S. Rettberg, A. Treydte and R. Birner. 2016. To eradicate or not to eradicate?
Recommendations on *Prosopis juliflora* management in Afar, Ethiopia, from an
interdisciplinary perspective. **Pastoralism**.6:22p.
- The CRC for Australian Weed Management, the commonwealth Department of the Environment
and Heritage and the Queensland Department of Natural Resources and Mines. 2003.
Weed Management Guide: Mesquite (*Prosopis* species) 8 pp.
- Yoda, K., M. A. Elbasit, B. Hoshino, H. Nawata and H. Yasuda. 2012. Root System Development of
Prosopis Seedlings under Different Soil Moisture Conditions. **Journal of Arid Land
Studies**. 22(1):13-16.
- Elfadl, M.A. and O. Lukkanen. 2006. Field studied on the ecological strategies of *Prosopis juliflora*
indry land ecosystem: 1.A leaf gas exchange approach. **Journal of Arid Environments**.
66(1):1-15.

ศักยภาพของกล้าไม้แสมขาว (*Avicennia alba* Bl.) และโกงกางใบเล็ก
(*Rhizophora apiculata* Bl.) ในการดูดซับสังกะสีและตะกั่ว
Potential of *Avicennia alba* Bl. and *Rhizophora apiculata* Bl. Seedlings
in Zinc and Lead Absorptions

รัตนา ศรีเพ็ชร รุ่งเรือง พูลศิริ* และ สันต์ เกตุปราณีต

Rattana Sripetch Roongreang Poolsiri* and San Kaitpraneet

สาขาวิชาการบริหารจัดการทรัพยากรป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10210

Forest Resources and Environmental Administration, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

* Corresponding Author; E-mail: fforrrp@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาและเปรียบเทียบการดูดซับสังกะสีและตะกั่วในกล้าไม้แสมขาวและโกงกางใบเล็กที่มีอายุตั้งแต่ 1 - 6 เดือน ที่ระดับความเข้มข้นของสังกะสีและตะกั่วที่ 0 , 10, 20 และ 40 ppm โดยแต่ละระดับความเข้มข้นทำการทดลอง 3 ซ้ำ ทำการทดลองบริเวณพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ระหว่างเดือนตุลาคม 2559 – มีนาคม 2560 โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

ผลการศึกษาพบว่า กล้าไม้แสมขาวมีความสามารถในการดูดซับสังกะสีและตะกั่วได้มากกว่ากล้าไม้โกงกางใบเล็ก ในทุกส่วนของเนื้อเยื่อพืช และกล้าไม้ทั้ง 2 ชนิด สามารถดูดซับสังกะสีได้มากกว่าตะกั่ว โดยพบการดูดซับสังกะสีและตะกั่วในส่วนจากรากมากที่สุด รองลงมาคือสะสมอยู่ที่ส่วนของใบและลำต้นตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์ค่าสถิติ พบว่ากล้าไม้แสมขาวและโกงกางใบเล็กมีการดูดซับสังกะสีและตะกั่วแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: ศักยภาพ การดูดซับ แสมขาว โกงกางใบเล็ก

ABSTRACT

The study and comparison of absorption of zinc and lead in *Avicennia alba* Bl. and *Rhizophora apiculata* Bl. seedlings aged 1 – 6 months at zinc and lead concentration at 0, 10, 20 and 40 ppm each concentration was repeated 3 times experiment at Muang district, Samut Sakhon province between October 2016 – March 2017. The data was Analysis of variance (ANOVA) and compare the mean difference using the method of Duncan's multiple range test (DMRT) at statistically significant level 0.05. The study indicated that *Avicennia alba* Bl. has ability to absorb zinc and lead more than *Rhizophora apiculata* Bl. In all parts of plant tissue both seedlings can absorb more zinc than lead. The zinc and lead absorption of the roots were highest, followed by the accumulation of leaves and stems respectively. Comparison of mean difference *Avicennia alba* Bl. and *Rhizophora apiculata* Bl. seedlings on zinc and lead absorption It was found that both seedlings absorb zinc and lead differed significantly.

Keywords: potential, absorption, *Avicennia alba* Bl., *Rhizophora apiculata* Bl.

คำนำ

ภาคอุตสาหกรรมมีบทบาทและความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทยเป็นอย่างมาก เห็นได้จากผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคอุตสาหกรรมภายในประเทศ ปี พ.ศ. 2558 มีมูลค่าสูงถึง 3,642,196 ล้านบาท (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2558) ประเทศไทยมีจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมที่จดทะเบียนไว้กับกระทรวงอุตสาหกรรมและได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการตามพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 ข้อมูล ณ สิ้นปี พ.ศ. 2559 จำนวนทั้งสิ้น 138,083 แห่ง โดยจังหวัดสมุทรสาครมีจำนวนโรงงานอุตสาหกรรม

จำนวน 1,979 แห่ง (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2559) มีการทำอุตสาหกรรมหลายประเภท ซึ่งมีการนำเอาโลหะหนักมาใช้ในการกระบวนการผลิต เช่น ทองแดง โปรท ตะกั่ว สังกะสี เป็นต้น ซึ่งโลหะหนักเหล่านี้เมื่อถูกใช้แล้วหากไม่มีมาตรการควบคุมและการกำจัดที่ดี ก็จะมีโอกาสเจือปนในธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้

นอกจากจังหวัดสมุทรสาครเป็นแหล่งอุตสาหกรรมของประเทศแล้ว ยังเป็นแหล่งรองรับน้ำเสียและสารมลพิษต่าง ๆ จากกรุงเทพมหานครที่เคลื่อนตัวผ่านแม่น้ำเจ้าพระยาและคลองสายสำคัญต่าง ๆ เช่น คลองภาษีเจริญ และคลองทวีวัฒนา ลงสู่แม่น้ำท่าจีนและอ่าวไทย ซึ่งทำให้แม่น้ำท่าจีนมีค่า BOD (Biochemical Oxygen Demand) และสารปนเปื้อนของสารตะกั่วสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (สรชัย, 2552) โลหะหนักและสารมลพิษเหล่านี้เคลื่อนย้ายลงสู่ท้องทะเลตามกระแสน้ำ ก่อให้เกิดปัญหาน้ำเสีย ความสกปรก ทำลายสิ่งแวดล้อม แหล่งท่องเที่ยว เป็นสาเหตุของปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี และที่สำคัญที่ส่งผลกระทบต่อประชาชนโดยตรง คือ สารพิษและโลหะหนักทำให้อาหารทะเลไม่ปลอดภัยต่อการบริโภค ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาการกักเก็บสารมลพิษริมฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนบน ซึ่งพบการสะสมสารโลหะหนักสังกะสีมากที่สุดในสัตว์น้ำในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2557) และการศึกษาดังกล่าวยังพบการสะสมของสารโลหะหนัก เช่น ตะกั่ว สังกะสี และโปรท สะสมอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนในส่วนของราก กิ่ง และใบ อีกทั้งยังพบการสะสมของสังกะสีในพันธุ์ไม้ป่าชายเลนชนิดต่าง ๆ เช่น แสมขาว โกงกางใบเล็ก โกงกางใบใหญ่ ตะบูนขาว พังกาหัวสุมดอกขาว เป็นต้น นอกจากนี้ไม้ป่าชายเลนยังมีความสามารถในการดูดซับและกักเก็บสารมลพิษที่เกิดจากกิจกรรมด้านเกษตรและอุตสาหกรรมอีกทางหนึ่งด้วย โดยพืชแต่ละชนิดมีความสามารถในการดูดซับสารโลหะหนัก สารมลพิษที่แตกต่างกัน

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบศักยภาพของกล้าไม้แสมขาวและโกงกางใบเล็กในการดูดซับสังกะสีและตะกั่ว โดยพันธุ์ไม้ทั้ง 2 ชนิดนี้เป็นพันธุ์ไม้เด่นในจังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งผลที่ได้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการเลือกใช้ชนิดพันธุ์ไม้ป่าชายเลนจาก 2 ชนิดนี้ เพื่อใช้ในการบำบัดสังกะสีและตะกั่วในพื้นที่ที่เกิดประสิทธิภาพสูงสุดสำหรับพื้นที่ที่ประสบปัญหาการปนเปื้อนของสารดังกล่าว รวมทั้งยังช่วยสร้างกลไกทำความสะอาดชายฝั่งทะเล ซึ่งเป็นทางเลือกที่น่าสนใจในปัจจุบันในการใช้กระบวนการทางธรรมชาติบำบัดของเสีย และยังเป็นการสร้างจิตสำนึกให้ประชาชนร่วมกันอนุรักษ์ป่าชายเลนอีกทางหนึ่งด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การวางแผนการทดลอง

การวางแผนการทดลองเป็นแบบ 2x2x4 factorial ที่ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) จำนวน 3 ซ้ำ โดยมีปัจจัย ดังนี้

ปัจจัยแรกประกอบด้วย กล้าไม้ป่าชายเลน 2 ชนิด คือ กล้าไม้แสมขาวและกล้าไม้โกงกางใบเล็ก

ปัจจัยที่สอง คือ ชนิดของสารละลายสังกะสีและตะกั่ว

ปัจจัยที่สาม คือ ความเข้มข้นของสารละลายสังกะสีและตะกั่วที่ระดับความเข้มข้น 4 ระดับ คือ ระดับความเข้มข้นของสารละลายที่ 0 (ควบคุม), 10, 20 และ 40 ppm

2. การดำเนินการทดลอง

2.1 เตรียมโรงเรือนสำหรับเป็นแปลงเพาะชำชั่วคราว รวมทั้งดินและกระถางกันปิดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร

2.2 เก็บเมล็ดแสมขาวและฝักโกงกางใบเล็ก มาทำความสะอาดเพื่อเตรียมสำหรับเพาะชำ

2.3 เพาะชำกล้าไม้แสมขาวและโกงกางใบเล็กในกระถางที่เตรียมไว้ และจัดเรียงไว้ในแปลงทดลองในโรงเรือนเพาะชำชั่วคราว สำหรับการทดลอง 6 เดือน จำนวน 258 ต้น เพื่อทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ต้น

2.4 เมื่อกล้าไม้อายุประมาณ 1 เดือนหลังเพาะชำ เก็บตัวอย่างกล้าไม้ทั้ง 2 ชนิด ชนิดละ 3 ต้น โดยแยกเป็นใบ ลำต้น และราก นำมาวิเคราะห์ตรวจหาปริมาณสังกะสีและตะกั่วก่อนที่จะทำการทดลอง

2.5 เตรียมน้ำสำหรับรดกล้าไม้ โดยการนำน้ำกลั่นผสมเกลือทะเลที่มีการควบคุมคุณภาพ เพื่อให้น้ำมีระดับความเค็มเดียวกับน้ำทะเลในพื้นที่ แล้วนำมาเตรียมไว้ในภาชนะที่มีฝาปิดมิดชิด (ถังน้ำ) ให้เพียงพอสำหรับการรดกล้าไม้ 6 เดือน ซึ่งการรดน้ำกล้าไม้ให้ใช้น้ำที่เตรียมไว้ในถังน้ำ โดยรดทุก ๆ 3 วัน ในปริมาณครั้งละ 200 มิลลิลิตร

2.6 เติมสารละลายสังกะสีและตะกั่วที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน (0, 10, 20 และ 40 ppm) ที่เตรียมได้ลงในกระถางเพาะกล้าไม้แสมขาวและโกงกางใบเล็ก ทุก 15 วัน ปริมาณครั้งละ 50 มิลลิลิตร จนกล้าไม้อายุครบ 6 เดือน

2.7 เก็บตัวอย่างกล้าไม้แสมขาวและโกงกางใบเล็ก ชนิดละ 21 ต้น/เดือน โดยแยกตัวอย่างออกเป็นส่วนที่อยู่ใต้พื้นดิน (ราก) และส่วนที่อยู่บนพื้นดิน (ลำต้น และใบ) นับจากวันที่เติมสารละลายครบ 1 เดือนจนครบ 6 เดือน

2.8 นำตัวอย่างกล้าไม้ที่เก็บได้มาอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำตัวอย่างมาวิเคราะห์หาปริมาณสังกะสีและตะกั่วด้วยเครื่อง atomic absorption spectrometer

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์หาปริมาณสังกะสีและตะกั่วในกล้าไม้แสมขาวและโกงกางใบเล็ก จากเครื่อง atomic absorption spectrometer นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน analysis of variance (ANOVA) หากพบความแตกต่างทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยใช้ Duncan's multiple range test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ กำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติไว้ที่ระดับ 0.05

ผลและวิจารณ์

1. การสะสมสังกะสีและตะกั่วของกล้าไม้แสมขาวและโกงกางใบเล็ก ก่อนเติมสารละลาย

จากการศึกษาพบว่ากล้าไม้แสมขาวมีปริมาณสังกะสีและตะกั่วมากกว่ากล้าไม้โกงกางใบเล็กในทุกส่วนของกล้าไม้ที่ทำการศึกษา โดยกล้าไม้ทั้งสองชนิดมีปริมาณสังกะสีมากกว่าตะกั่ว และเมื่อพิจารณาแต่ละชนิดพบว่า กล้าไม้แสมขาวมีปริมาณสังกะสีและตะกั่วมากที่สุดในส่วนราก รองลงมาคือใบ และลำต้นตามลำดับ และในกล้าไม้โกงกางใบเล็กมีปริมาณสังกะสีและตะกั่วในส่วนต่าง ๆ ให้ผลเช่นเดียวกับแสมขาว (Table 1) และเมื่อทำการวิเคราะห์ค่าสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (Table 2)

Table 1 Accumulations of zinc and lead of *Avicennia alba* Bl. and *Rhizophora apiculata* Bl. seedlings in leaves, stems and roots before adding solutions.

Unit: mg/kg

heavy metal absorptions		<i>Avicennia alba</i> Bl.	<i>Rhizophora apiculata</i> Bl.
Pb	leaves	0.054±0.025	0.003±0.002
	stems	0.019±0.001	0.004±0.120
	roots	0.103±0.035	0.089±0.013
Zn	leaves	0.075±0.032	0.100±0.016
	stems	0.051±0.025	0.015±0.013
	roots	0.207±0.089	0.660±0.713

Table 2 Accumulations of zinc and lead of *Avicennia alba* Bl. and *Rhizophora apiculata* Bl. seedlings in leaves, stems and roots.

Source	leaves				stems				roots			
	df	MS	F	P-value	df	MS	F	P-value	df	MS	F	P-value
before adding solutions species	1	0	0.594	0.047	1	0.002	12.145	0.001	1	0.145	7.959	0.022

Remark: The average and the vertical difference values were statistical significant.

2. การดูดซับสังกะสีและตะกั่วของกล้าไม้แสมขาวและโกงกางใบเล็ก

กล้าไม้แสมขาวมีปริมาณสังกะสีและตะกั่วเพิ่มขึ้นจากเดือนที่ 1 ถึงเดือนที่ 5 และลดลงในเดือนที่ 6 เนื่องจากมีการร่วงของใบ โดยการร่วงหล่นของใบทำให้โลหะหนักถูกกำจัดออกไปด้วย (มาลียา, 2553) และพบปริมาณสังกะสีมากที่สุดในส่วนของราก รองลงมาคือส่วนของใบ และลำต้นตามลำดับ (Table 3 และ Table 4) นอกจากนี้ปริมาณตะกั่วและสังกะสียังเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้นของสารละลายที่เพิ่มขึ้นอีกด้วย ส่วนผล

การศึกษาในกล้าไม้โกงกางใบเล็กมีลักษณะเช่นเดียวกัน แต่มีปริมาณสังกะสีและตะกั่วเพิ่มขึ้นตั้งแต่เดือนที่ 1 ถึงเดือนที่ 6 เมื่อทำการเมื่อทำการวิเคราะห์ค่าสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (Table 5)

จากการศึกษากล้าไม้ทั้ง 2 ชนิด มีปริมาณสังกะสีมากกว่าตะกั่ว เนื่องจากธาตุสังกะสีเป็นจุลธาตุ (micronutrient) ที่จำเป็นสำหรับพืชชนิดหนึ่ง โดยสังกะสีเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเซลล์เมมเบรนและเอนไซม์บางชนิดที่พืชต้องการเพื่อการเติบโต สำหรับการสะสมของตะกั่วที่น้อยกว่าสังกะสีเนื่องมาจากตะกั่วเป็นแร่ธาตุที่ไม่จำเป็นสำหรับพืชและไม่มีประโยชน์ต่อการเติบโตของพืชเลย โดยกล้าไม้สามารถดูดตะกั่วได้แต่ก็มักสะสมอยู่ในราก โดยมีการลำเลียงขึ้นไปส่วนต้นน้อยมาก (มาลียา, 2553) และเมื่อพิจารณาการสะสมในส่วนต่าง ๆ ของกล้าไม้ทั้งสองชนิดพบปริมาณสังกะสีและตะกั่วมากที่สุดบริเวณราก รองลงมาคือใบ และลำต้น เนื่องจากรากเป็นส่วนแรกสัมผัสกับโลหะหนักทั้ง 2 ชนิดนี้ โดยกล้าไม้ดูดสังกะสีและตะกั่วพร้อมสารอาหารที่จำเป็นได้จากดินโดยผ่านทางราก และได้จากอากาศ โดยผ่านทางใบ

การทดลองนี้ให้ผลการศึกษาเช่นเดียวกับการศึกษาความเป็นพิษ การเติบโต และความสัมพันธ์ของทองแดง ตะกั่ว และสังกะสีในแสมทะเล ซึ่งพบการสะสมของตะกั่วในเนื้อเยื่อรากต่ำกว่าสังกะสี (MacFarland and Burcheff, 2002) และผลการศึกษาสอดคล้องกับ กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง (2557) ที่ได้ทำการศึกษ ปริมาณโลหะหนักในเนื้อเยื่อพืชป่าชายเลนในไม้รุ่ม ซึ่งพบว่ารากมีการดูดซับสังกะสีมากที่สุด และผลที่ได้แตกต่างกับการศึกษาของกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง (2557) ที่ได้ทำการศึกษาปริมาณโลหะหนักในเนื้อเยื่อพืชป่าชายเลนในไม้รุ่ม ซึ่งโกงกางใบเล็กมีการสะสมตะกั่วมากที่สุด และการศึกษาของ MacFarland (2002) ที่ได้ศึกษาการสะสมของตะกั่วในแสมทะเลโดยพบการสะสมในเนื้อเยื่อใบมากที่สุด อย่างไรก็ตามผลที่แตกต่างกันนั้น เนื่องจากการศึกษาในไม้ที่มีขนาดแตกต่างกัน รวมทั้งชนิดพันธุ์ไม้ที่แตกต่างกันด้วย

Table 3 Accumulations of zinc and lead in leaves, stems and roots of *Avicennia alba* Bl. seedlings.

Unit: mg/kg

heavy metal	2 mouths				4 mouths				6 months			
absorptions	0	10 ppm	20 ppm	40 ppm	0	10 ppm	20 ppm	40 ppm	0	10 ppm	20 ppm	40 ppm
Pb leaves	5.01	8.49	15.77	46.35	83.05	24.02	26.12	107.77	24.18	58.08	62.81	80
stems	2.24	13.9	23.75	31.28	62.46	35.18	16.53	66.31	10.19	51.45	80.74	65.51
roots	8.05	15.32	26.36	68.4	67.11	89.11	95.83	85.71	23.13	81.13	82.28	60.02
Zn leaves	18.08	77.69	57.25	51.84	36.35	136.82	542.18	663.91	45.98	72.91	121.19	182.77
stems	14.14	53.25	52.55	49.78	21.49	92.46	133.97	225.27	36.71	45.41	90.74	157.38
roots	28.05	76.04	63.98	127.79	40.76	280.85	297.53	313.23	60.97	55.94	161.37	196.21

Table 4 Accumulations of zinc and lead in leaves, stems and roots of *Rhizophora apiculata* Bl. seedlings.

Unit: mg/kg

heavy metal	2 mouths				4 mouths				6 months			
absorptions	0	10 ppm	20 ppm	40 ppm	0	10 ppm	20 ppm	40 ppm	0	10 ppm	20 ppm	40 ppm
Pb leaves	16.03	21.04	22.52	30.13	28.87	37.58	52.68	33.7	6.64	45.35	47.01	44.97
stems	5.68	16.44	11.76	28.82	31.83	22.98	20.07	10.75	105.58	52.66	63.53	39.44
roots	21.35	28.69	47.95	43.66	22.05	55.31	58.02	34.08	10.52	61.88	53.42	60.96
Zn leaves	20.49	57.7	50.28	40.56	99.38	55.74	17.6	25.86	297.39	53.7	105.45	119.69
stems	7.72	36.28	23.62	16.24	159.78	3.42	14.23	35.22	31.69	34.75	67.26	108
roots	53.2	85.41	105.42	80.56	21.17	57.71	36.43	145.22	203.68	240.07	243.04	259.76

Table 5 Absorptions of zinc and lead of *Avicennia alba* Bl. and *Rhizophora apiculata* Bl. seedlings in leaves stems and roots 2, 4 and 6 months.

Source	leaves				stems				roots			
	df	MS	F	P-value	df	MS	F	P-value	df	MS	F	P-value
2 months												
species	1	5129.674	6.586	0.015	1	20280.39	33.448	0	1	0.145	7.959	0.022
4 months												
species	1	851.768	0.461	0.002	1	418.605	0.335	0.029	1	11266.94	4.868	0.035
6 months												
species	1	33.467	0.004	0.039	1	636.636	0.211	0.004	1	49579.16	7.231	0.011

Remark: The average and the vertical difference values were statistical significant.

สรุป

กล้าไม้แสมขาวมีความสามารถในการดูดซับสังกะสีและตะกั่วได้มากกว่ากล้าไม้โกงกางใบเล็ก และกล้าไม้ทั้ง 2 ชนิดสะสมสังกะสีได้มากกว่าตะกั่วในทุกส่วนของพืช โดยพบว่าการดูดซับโลหะหนักทั้ง 2 ชนิดมากที่สุดในส่วนราก รองลงมาคือใบ และลำต้น ตามลำดับ โดยปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับสังกะสีและตะกั่วในกล้าไม้มีหลายประการ ทั้งปัจจัยทั้งภายนอกและปัจจัยภายในที่มาจากชนิดของพืชเอง กล้าไม้หรือพืชจึงมีการปรับตัวเพื่อให้อยู่รอดในสภาวะการปนเปื้อนของสารโลหะหนักดังกล่าวแตกต่างกัน บางชนิดมีการสะสมไว้ส่วนต่าง ๆ ของพืช บางชนิดมีการกำจัดออกด้วยวิธีการต่าง ๆ ดังนั้นการวางแผนเลือกใช้พันธุ์ไม้ในการดูดซับหรือบำบัดสารโลหะหนักต่าง ๆ ในพื้นที่ชายฝั่งและป่าชายเลน ต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสภาพปัญหาของพื้นที่นั้น ๆ ให้เกิดประสิทธิภาพการดูดซับโลหะหนักมากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. 2557. ป่าชายเลนและการกักเก็บมลพิษริมฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนบน. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.
- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2559. สถิติสะสมจำนวนโรงงานที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการ ตาม พ.ร.บ. โรงงาน พ.ศ. 2535 จำแนกตามจังหวัด รายจำพวก ณ สิ้นปี พ.ศ. 2559. แหล่งที่มา: <http://www.diw.go.th/hawk/content.php?mode=spss60>, 27 มีนาคม 2560.
- มาลีญา เครือตราชู. 2553. การบำบัดดินและน้ำที่ปนเปื้อนด้วยสารตะกั่วโดยใช้พืช. แหล่งที่มา: <http://www.eht.sc.mahidol.ac.th/article/509>, 27 มีนาคม 2560.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2558. รายได้ประชาชาติของประเทศไทย พ.ศ. 2558 แบบปริมาณลูกโซ่. สำนักนายกรัฐมนตรี, กรุงเทพฯ.
- สุรัชย์ สาร. 2552. ปัญหาสิ่งแวดล้อมสมุทรสาคร. แหล่งที่มา: http://surachai708.blogspot.com/2009/09/blog-post_3123.html, 27 มีนาคม 2560.
- MacFarlane, G.R. 2002. Leaf biochemical parameters in *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh as potential biomarkers of heavy metal stress in estuarine ecosystems. **Marine Pollution Bulletin** 44: 244-258.
- MacFarlane, G.R. and M.D. Burchett. 2002. Toxicity, growth and accumulation relationships of copper, lead and zinc in the grey mangrove *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. **Marine Environmental Research** 54 (1): 65-84.

การตรวจติดตามความหลากหลายชนิดพันธุ์ การสะสมคาร์บอน และความชื้นในดินใน
ป่าเต็งรังที่มีไฟป่าและไม่มีไฟป่า บริเวณสถานีวนวัฒนวิจัยอินทิล จังหวัดเชียงใหม่
Monitoring Plant Species Diversity, Carbon Storages and Soil Moisture in Dry
Dipterocarp Forest With and Without Fires at Intakin Silvicultural Research Station,
Chiang Mai Province

อำไพ พรลีแสงสุวรรณ์* สมชาย นองเนื่อง และ วรพจน์ คำใบ

Ampai Pornleesangsuwan* Somchai Nongnuang and Worapoj Chambai

ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900

Silvicultural Research Group, Forest Research and Development Bureau, Royal Forest Department, Bangkok 10900

*Corresponding Author, E-mail: p.ampai44@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจติดตามความหลากหลายชนิดพันธุ์ การสะสมคาร์บอน และความชื้นในดินป่าเต็งรังที่มีไฟป่าเกิดขึ้นเป็นประจำและป่าเต็งรังที่ไม่มีไฟป่าเกิดขึ้นไม่น้อยกว่า 16 ปี ที่สถานีวนวัฒนวิจัยอินทิล อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ โดยวางแผนสุ่มตัวอย่างขนาด 100×100 ม.² จำนวน 2 แปลงต่อพื้นที่ วัดเส้นรอบวงลำต้นเพื่อย่างอกและความสูงของพันธุ์ไม้ทุกชนิดที่สูง 1.50 เมตรขึ้นไป ทำการประเมินดัชนีความสำคัญของชนิดพันธุ์ไม้ ดัชนีความหลากหลายชนิดพันธุ์ ปริมาณการสะสมมวลชีวภาพและคาร์บอน และหาความชื้นในดินที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตรทุกเดือน ตั้งแต่ พ.ศ. 2553-2559 ผลการศึกษาพบว่า ในช่วง 6 ปี พบการเปลี่ยนแปลงของป่าเต็งรังที่มีไฟป่ามีความหนาแน่นของต้นไม้และพื้นที่หน้าตัดลดลง แต่ป่าเต็งรังที่ไม่มีไฟป่ามีความหนาแน่นของต้นไม้และพื้นที่หน้าตัดเพิ่มขึ้น ส่วนความหลากหลายชนิดพันธุ์ การสะสมมวลชีวภาพและคาร์บอน อัตราความเพิ่มพูนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของพันธุ์ไม้ และความชื้นในดินที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตรในรอบปี ของป่าเต็งรังที่ไม่มีไฟป่ามีค่ามากกว่าป่าเต็งรังที่มีไฟป่า ความเพิ่มพูนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของพันธุ์ไม้ 7 ชนิด ได้แก่ แข้งกางพลวง สารภีป่า สมอไทย เหมือดหลวง มะกั้ม และรัง ระหว่างป่าเต็งรังที่มีไฟป่าและไม่มีไฟป่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) นอกจากนี้ ความชื้นในดินแต่ละเดือนในรอบปีระหว่างป่าเต็งรังที่มีไฟป่าและไม่มีไฟป่าก็มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยความชื้นในดินบริเวณป่าเต็งรังที่ไม่มีไฟป่ามีค่าสูงกว่าบริเวณที่มีไฟป่าเฉลี่ยร้อยละ 2.6-4.3 ความชื้นในดินจะช่วยละลายธาตุอาหารออกมาให้พืชดูดไปใช้ประโยชน์ได้ ทำให้ต้นไม้ในป่าเต็งรังบริเวณที่ไม่มีไฟป่ามีการเติบโตดีกว่าต้นไม้ที่ถูกไฟป่าเป็นประจำ

คำสำคัญ: ความหลากหลายชนิด มวลชีวภาพ คาร์บอน ความชื้นในดิน ป่าเต็งรัง

ABSTRACT

Monitoring plant species diversity, carbon storages and soil moisture in dry dipterocarp forest (DDF) with and without fires for 16 years were investigated at Intakin Silvicultural Research Station, Chiang Mai province. Plant species composition, species diversity index, amounts of forest biomass and carbon storage and seasonal change of soil moisture contents in the depth of 0-5 cm in DDF with and without fires were monitored during 2010 to 2016. In six years, tree density and basal area in DDF with fire were decreased while both of them were increased in DDF without fire. Species diversity, forest biomass, carbon storage mean annual increment of girth at breast height and soil moisture content in 0-5 cm depth monthly throughout a year in DDF without fire were higher value than DDF with fire. Mean annual increment of girth at breast height of 7 species, including *Wendlandia tinctoria*, *Dipterocarpus tuberculatus*, *Anneslea fragrans*, *Terminalia chebula*, *Aporosa villosa*, *Canarium subulatum* and *Shorea siamensis*, showed significant difference ($p < 0.05$) between DDF with and without fires. Furthermore, soil moisture content in 0-5 cm depth monthly

throughout a year also showed significant difference. Soil moisture content in DDF without fire was higher than DDF with fire of 2.6-4.3, so it caused more dissolved nutrient elements from soil which contributed to serve growth of trees.

Keywords: plant species diversity, biomass, carbon, soil moisture, dry dipterocarp forest

คำนำ

ป่าเต็งรัง (dry dipterocarp forest) เป็นสังคมพืชป่าผลัดใบ (deciduous forest) มักจะเกิดขึ้นในที่ราบต่ำ และตามภูเขาที่มีความสูงอยู่ในช่วงตั้งแต่ 130-1,070 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ความสูงจากระดับน้ำทะเลเป็นปัจจัยสำคัญที่ควบคุมการกระจายของสังคมพืชในป่าเต็งรัง สภาพพื้นดินทั่วไปไม่ค่อยอุดมสมบูรณ์ ดินตื้นและมีหิน ลูกรังปะปนอยู่ทั่วไป ป่าเต็งรังเป็นป่าโปร่ง เรือนยอดชั้นบนประกอบด้วยพันธุ์ไม้วงศ์ยาง (Dipterocarpaceae) สกุล *Dipterocarpus* 3 ชนิด คือยางเหียง (*D. obtusifolius*) ยางพลวง (*D. tuberculatus*) และยางกราด (*D. intricatus*) ซึ่งเป็นชนิดพันธุ์ไม้ในสกุล *Dipterocarpus* ที่ผลัดใบเพียง 3 ชนิดในโลก ส่วนอีกสองชนิดเป็นพันธุ์ไม้สกุล *Shorea* คือ เต็ง (*Shorea obtusa*) และรัง (*S. siamensis*) ซึ่งเป็นสองในสามชนิดพันธุ์ไม้ของสกุล *Shorea* ที่ผลัดใบ (สรายุทธ, 2555) ป่าเต็งรังในลุ่มน้ำพองในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ภูมิไม้ทั่วไปมีลักษณะโปร่ง มีเรือนยอดปกคลุมประมาณร้อยละ 60 มีความหนาแน่นเฉลี่ยของต้นประมาณ 79.4 ต้นต่อไร่ (496 ต้นต่อเฮกเตอร์) มีพื้นที่หน้าตัดประมาณ 0.4-2.5 ตารางเมตรต่อไร่ (2.5-15.8 ตารางเมตรต่อเฮกเตอร์) ส่วนป่าเต็งรังที่กระจายอยู่ในทางภาคเหนือของประเทศไทยในสังคมย่อยต่างๆ มีความหนาแน่นตั้งแต่ 65.6-96.4 ต้นต่อไร่ (410-603 ต้นต่อเฮกเตอร์) พื้นที่หน้าตัดตั้งแต่ 1.6-3.8 ตารางเมตรต่อไร่ (10-23.9 ตารางเมตรต่อเฮกเตอร์) ค่าที่ประเมินได้จากต้นไม้ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกเกินกว่า 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป ซึ่งถือว่าผ่านพ้นการทำลายของไฟป่า (สมเกียรติ, 2551)

ป่าเต็งรังจัดเป็นสังคมป่าถาวรที่มีไฟป่าเป็นตัวกำหนด (pyric climax community) การเกิดไฟป่าเป็นประจำมีผลทำให้การสืบพันธุ์ตามธรรมชาติของป่าเต็งรังไม่สู้จะดีนัก ถ้าไฟป่าในป่าเต็งรังส่วนใหญ่จะสร้างรากให้แข็งแรงในดินก่อนการสร้างลำต้น ไฟมีผลต่อการเติบโตและการตายของไม้ยืนต้นในป่าเต็งรังน้อยมาก แต่จะมีผลต่อต้นไม้อ่อนและกล้าไม้ทั้งด้านการเติบโตและการตาย (วรพรรณ และ สันต์, 2551) ป่าเต็งรังที่ถูกไฟไหม้ทุกปีจะกลายเป็นป่าโปร่ง ความหนาแน่นของต้นไม้และลูกไม้ลดลง (Sukwong and Dhamanitayakul, 1977; สุกัญญา, 2532) การเติบโตช้าลง ขาดการเจริญทดแทนตามธรรมชาติ เพราะมีแต่กล้าไม้และพวกเครือเถาและหญ้า ทำให้ดินบริเวณที่ถูกไฟไหม้ขาดความชุ่มชื้น พื้นป่าขาดพืชต่างๆ ปกคลุมดิน อินทรีย์วัตถุและความชื้นในดินลดลง ทำให้ดินแห้งแล้งและเสื่อมโทรมลง ถ้าป้องกันไฟเป็นเวลาหลายปีติดต่อกัน สภาพป่าจะเปลี่ยนไปเป็นสังคมพืชที่มีความชื้นมากขึ้น คือ สังคมป่าผสมผลัดใบหรือต่อไปถึงป่าดิบแล้ง

ความชื้นในดิน เป็นสัดส่วนระหว่างมวลของน้ำในดินกับมวลของดินแห้ง ความชื้นหรือน้ำในดินเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีพของพืช และพืชยังใช้ดินเป็นตัวกลางของการเติบโต โดยน้ำในดินจะละลายธาตุอาหารของพืชออกมาให้พืชดูดไปใช้ประโยชน์ ถ้าพืชขาดน้ำจะทำให้การเติบโตลดลง ป่าแต่ละชนิดจะมีความสามารถในการเก็บกักน้ำแตกต่างกันในแต่ละท้องถิ่นขึ้นอยู่กับความลึกของชั้นดิน ความพรุนของดิน และความชื้นที่มีอยู่ก่อนในดิน การเติบโตและการสืบพันธุ์ของไม้ส่วนใหญ่ในสังคมพืชป่าเต็งรังขึ้นอยู่กับความชื้นและคุณภาพของดิน ป่าชนิดนี้จะมีสมบูรณ์ที่สุดเมื่อขึ้นอยู่บนดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) ลักษณะค่อนข้างเป็นกรด

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจติดตามการเปลี่ยนแปลงของความหลากหลายชนิดพันธุ์ การสะสมคาร์บอน และความชื้นในดินในป่าเต็งรังที่มีไฟป่าเกิดขึ้นเป็นประจำ และป่าเต็งรังที่ไม่มีไฟป่าเกิดขึ้นเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 16 ปี ในระหว่างปี พ.ศ. 2553-2559 ที่สถานีวนวัฒนวิจัยอินทิล ตำบลอินทิล อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการฟื้นฟูระบบนิเวศป่าเต็งรังต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยดำเนินการที่สถานีวนวัฒนวิจัยอินทิล ตำบลอินทิล อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งอยู่ที่ กม. 45 ถนนเชียงใหม่-ฝาง ณ พิกัด 47Q 0495421 UTM 2117377 พื้นที่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลเฉลี่ยปานกลาง 400

เมตร สภาพป่าโดยทั่วไปเป็นป่าเต็งรัง ทำการสุ่มวางแปลงตัวอย่างถาวรขนาด 100×100 ม.² ในป่าเต็งรังธรรมชาติ บริเวณที่ไม่มีไฟป่าเกิดขึ้นเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 16 ปี จำนวน 2 แปลง และบริเวณที่มีไฟป่าเกิดขึ้นประจำปีจำนวน 2 แปลง ซึ่งทั้งสองบริเวณอยู่ห่างกันประมาณ 500 เมตร บันทึกตำแหน่งแปลงตัวอย่างทุกแปลงด้วย GPS แต่ละแปลงตัวอย่างแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 10×10 ม.² การวิจัยนี้ประกอบด้วยการศึกษาเก็บข้อมูล 2 ช่วงเวลา คือ ในปี พ.ศ. 2553 และ 2559 โดยเก็บข้อมูล ดังนี้

1. เก็บข้อมูลเส้นรอบวงลำต้นเพียงอก (GBH) และความสูงของต้นไม้ทุกชนิดที่พบในแปลงตัวอย่างที่มีความสูง ≥ 1.50 เมตร เพื่อศึกษา

11. ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ในป่าเต็งรังบริเวณที่ไม่เกิดไฟป่าและบริเวณที่เกิดไฟป่าเป็นประจำ โดยวิธีการวิเคราะห์สัณฐานพืชเพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ ค่าความเด่น ความหนาแน่น ดัชนีความสำคัญทางนิเวศ (Important value index. IVI) และความหลากหลายชนิดพันธุ์ไม้ (Species diversity index) โดยใช้ Shannon-Wiener function (Krebs, 1985)

1.2. ศึกษามวลชีวภาพป่าไม้ ตามสมการ allometry ของ Ogino *et al.* (1967) ดังนี้

$$W_s (\text{ลำต้น}) = 189 (D^2H)^{0.902}$$

$$W_B (\text{กิ่ง}) = 0.125 W_s^{1.204}$$

$$1/W_L (\text{ใบ}) = (11.4/W_s^{0.9}) + 0.172$$

เมื่อ W = มวลชีวภาพ (หน่วยเป็น กิโลกรัมต่อเฮกแตร์)

D = เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (หน่วยเป็นเมตร)

H = ความสูงของต้นไม้ (หน่วยเป็นเมตร)

สำหรับการคำนวณหามวลชีวภาพของส่วนที่เป็นราก ใช้สมการ allometry ของ Ogawa *et al.* (1965) ดังนี้

$$W_R (\text{ราก}) = 0.0264 (D^2H)^{0.775}$$

เมื่อ W = มวลชีวภาพ (หน่วยเป็น กิโลกรัมต่อเฮกแตร์)

D = เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (หน่วยเป็นเซนติเมตร)

H = ความสูงของต้นไม้ (หน่วยเป็นเมตร)

1.3. ศึกษาการสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพป่าไม้ โดยวิเคราะห์จากความเข้มข้นเฉลี่ยของคาร์บอนในเนื้อเยื่อพืชส่วนที่เป็นลำต้น กิ่ง ใบ และราก มีค่าเท่ากับร้อยละ 49.9, 48.7, 48.3 และ 48.2 ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการศึกษาของ Tsutsumi *et al.* (1983)

2. ศึกษาการทดแทนตามธรรมชาติของกล้าไม้ในป่าเต็งรังบริเวณที่ไม่เกิดไฟป่าและบริเวณที่เกิดไฟป่าเป็นประจำ โดยใช้วิธีการนับจำนวนกล้าไม้ของพืชแต่ละชนิดในแปลงขนาด 2×2 ม.² ซึ่งวางตรงมุมแปลงขนาด 10×10 ม.² ในแปลงตัวอย่างทุกแปลง

3. ศึกษาความชื้นในดิน ในป่าเต็งรังบริเวณที่ไม่เกิดไฟป่าและบริเวณที่เกิดไฟป่าเป็นประจำ โดยสุ่มเก็บดินที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร จำนวน 16 แปลงย่อยในแต่ละแปลงตัวอย่างถาวรขนาด 100×100 ม.² รวมทั้งหมด 64 แปลงย่อย โดยใช้กระบอกลูกเต๋าดิน (soil cores) ทุกเดือน แล้วนำดินไปอบในอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อหาปริมาณความชื้นในดิน (moisture content in soil)

ผลและวิจารณ์

1. ลักษณะของสังคมพืชในป่าเต็งรัง

การติดตามการเปลี่ยนแปลงของสังคมพืชในป่าเต็งรังที่มีไฟป่าเกิดขึ้นเป็นประจำ กับป่าเต็งรังบริเวณที่ไม่มีไฟป่าเกิดขึ้นไม่น้อยกว่า 16 ปี ในช่วง 6 ปี คือ ปี พ.ศ. 2553 และ พ.ศ. 2559 พบการเปลี่ยนแปลงดังนี้ (Table 1 และ 2)

1.1 ป่าเต็งรังที่มีไฟป่า

1.1.1 ชนิดพันธุ์ไม้ ปี พ.ศ. 2553 พบพันธุ์ไม้ 41 ชนิด (35 สกุล 23 วงศ์) และปี พ.ศ. 2559 พบพันธุ์ไม้ 47 ชนิด (41 สกุล 27 วงศ์) ในช่วง 6 ปี พบพันธุ์ไม้เพิ่มขึ้น 9 ชนิด ได้แก่ เพกา เม้าขาว เหมือดหอม มะค่าโมง ตะขบป่า หมี่เหี้ยน จั่ว ไก่ และกระทุ่ม แต่มีพันธุ์ไม้หายไป 3 ชนิด ได้แก่ มะขามป้อม กางเขมอด และเครือขี้

1.1.2 ความหนาแน่นและพื้นที่หน้าตัด ปี พ.ศ. 2553 ความหนาแน่นของต้นไม้ 1,827 ต้นต่อเฮกแตร์ แต่ในปี พ.ศ. 2559 เหลือ 1,595 ต้นต่อเฮกแตร์ ลดลง 233 ต้นต่อเฮกแตร์ ต้นไม้ที่หายไปมีขนาดเส้นรอบวงเพียงอกต่ำกว่า 50 เซนติเมตร ทำให้พื้นที่หน้าตัดจาก 20.83 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกแตร์ ลดลงเหลือ 20.17 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกแตร์ คิดเป็น 0.66 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกแตร์

1.1.3 จำนวนกล้าไม้ ปี พ.ศ. 2553 มีกล้าไม้ 27,738 ต้นต่อเฮกแตร์ และปี พ.ศ. 2559 พบ 30,788 ต้นต่อเฮกแตร์ เพิ่มขึ้น 3,050 ต้นต่อเฮกแตร์

1.1.4 ความหลากหลายชนิดพันธุ์ โดยใช้ Shannon-Wiener Index พบปี พ.ศ. 2553 และปี พ.ศ. 2559 มีค่า 3.24 และ 3.75 เพิ่มขึ้น 0.51

1.2 ป่าเต็งรังที่ไม่มีไฟป่า

1.2.1 ชนิดพันธุ์ไม้ ปี พ.ศ. 2553 พบพันธุ์ไม้ 45 ชนิด (38 สกุล 26 วงศ์) และปี พ.ศ. 2559 พบพันธุ์ไม้ 51 ชนิด (44 สกุล 28 วงศ์) ในช่วง 6 ปี พบพันธุ์ไม้เพิ่มขึ้น 8 ชนิด ได้แก่ มะตังดำ เพกา ปิบ เสลาขาว จำปาป่า คำมอกหลวง กระทุ่ม และลำไยป่า แต่มีพันธุ์ไม้หายไป 2 ชนิด ได้แก่ มะเค็ด และมะคังแดง

1.2.2 ความหนาแน่นและพื้นที่หน้าตัด ปี พ.ศ. 2553 ความหนาแน่นของต้นไม้ 1,808 ต้นต่อเฮกแตร์ และในปี พ.ศ. 2559 พบ 2,096 ต้นต่อเฮกแตร์ เพิ่มขึ้น 288 ต้นต่อเฮกแตร์ ต้นไม้ที่เพิ่มขึ้นมีขนาดเส้นรอบวงเพียงอกต่ำกว่า 30 เซนติเมตร ทำให้พื้นที่หน้าตัดจาก 23.34 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกแตร์ เพิ่มขึ้นเป็น 24.20 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกแตร์ คิดเป็น 0.86 ลูกบาศก์เมตรต่อเฮกแตร์

1.2.3 จำนวนกล้าไม้ ปี พ.ศ. 2553 มีกล้าไม้ 28,038 ต้นต่อเฮกแตร์ และในปี พ.ศ. 2559 พบ 21,738 ต้นต่อเฮกแตร์ ลดลง 6,300 ต้นต่อเฮกแตร์ กล้าไม้ที่หายไปส่วนหนึ่งมีการเติบโตเป็นไม้หนุ่ม

1.2.4 ความหลากหลายชนิดพันธุ์ โดยใช้ Shannon-Wiener Index พบปี พ.ศ. 2553 และปี พ.ศ. 2559 มีค่า 3.20 และ 3.98 เพิ่มขึ้น 0.78

จำนวนชนิดพันธุ์ไม้ ความหนาแน่นและพื้นที่หน้าตัด และความหลากหลายชนิดพันธุ์ ในป่าเต็งรังที่ไม่มีไฟป่ามีค่ามากกว่าป่าเต็งรังที่มีไฟป่าเกิดขึ้นเป็นประจำ เนื่องจากไฟป่าจะเผาทำลายทำให้ต้นไม้ขนาดเล็กตาย ส่วนต้นไม้ใหญ่จะถูกทำลายเยื่อเจริญทำให้การเติบโตชะงักงัน ป่าเต็งรังที่ถูกไฟไหม้ทุกปีจะกลายเป็นป่าโปร่ง ความหนาแน่นของต้นไม้ลดลง การเติบโตช้าลง ในการศึกษาพบจำนวนกล้าไม้ในป่าเต็งรังที่ไม่มีไฟป่ามีค่าน้อยกว่าป่าเต็งรังที่มีไฟป่าเกิดขึ้นเป็นประจำ ทั้งนี้เป็นเพราะสังคมป่าเต็งรังที่ไม่มีไฟป่ารบกวนเป็นเวลานานจะเริ่มเสถียรขึ้น ซึ่งต่างจากป่าเต็งรังที่มีไฟป่าเกิดขึ้นเป็นประจำ ไฟจะเผาทำลายกล้าไม้และต้นไม้ขนาดเล็กทำให้ตายและเกิดที่โล่ง พันธุ์ไม้ต่างๆ จึงเข้ามาทดแทนเพื่อสืบทอดพันธุ์จำนวนมาก ซึ่งเป็นไปตามขบวนการทดแทนของสังคมพืช

2. การสะสมมวลชีวภาพและคาร์บอนในมวลชีวภาพป่าไม้

การติดตามการเปลี่ยนแปลงของมวลชีวภาพและการสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพป่าไม้ในป่าเต็งรังที่มีไฟป่าเกิดขึ้นเป็นประจำ กับป่าเต็งรังบริเวณที่ไม่มีไฟป่าเกิดขึ้นไม่น้อยกว่า 16 ปี ในช่วง 6 ปี คือ ปี พ.ศ. 2553 และ พ.ศ. 2559 พบการเปลี่ยนแปลงดังนี้ (Table 2)

2.1 ป่าเต็งรังที่มีไฟป่า

2.1.1 มวลชีวภาพ ปี พ.ศ. 2553 มีการสะสมมวลชีวภาพป่าไม้ 106.56 ต้นต่อเฮกแตร์ และปี พ.ศ. 2559 มีการสะสมมวลชีวภาพป่าไม้ 111.38 ต้นต่อเฮกแตร์ ในช่วง 6 ปี มีการสะสมมวลชีวภาพเพิ่มขึ้น 4.82 ต้นต่อเฮกแตร์ คิดเป็น 0.80 ต้นต่อเฮกแตร์ต่อปี

2.1.2 คาร์บอนในมวลชีวภาพ ปี พ.ศ. 2553 มีการสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพ 52.64 ตันต่อเฮกแตร์ และปี พ.ศ. 2559 มีการสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพ 55.03 ตันต่อเฮกแตร์ ในช่วง 6 ปี มีการสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพเพิ่มขึ้น 2.38 ตันต่อเฮกแตร์ คิดเป็น 0.40 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี

2.2 ป่าเต็งรังที่ไม่มีไฟป่า

2.2.1 มวลชีวภาพ ปี พ.ศ. 2553 มีการสะสมมวลชีวภาพป่าไม้ 128.30 ตันต่อเฮกแตร์ และปี พ.ศ. 2559 มีการสะสมมวลชีวภาพป่าไม้ 140.63 ตันต่อเฮกแตร์ ในช่วง 6 ปี มีการสะสมมวลชีวภาพเพิ่มขึ้น 12.33 ตันต่อเฮกแตร์ คิดเป็น 2.06 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี

2.2.2 คาร์บอนในมวลชีวภาพ ปี พ.ศ. 2553 มีการสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพ 63.38 ตันต่อเฮกแตร์ และปี พ.ศ. 2559 มีการสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพ 69.48 ตันต่อเฮกแตร์ ในช่วง 6 ปี มีการสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพเพิ่มขึ้น 6.09 ตันต่อเฮกแตร์ คิดเป็น 1.02 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี

การสะสมมวลชีวภาพและคาร์บอนในมวลชีวภาพเพิ่มขึ้นตามจำนวนและขนาดของต้นไม้ ในการศึกษาพบจำนวนต้นไม้ลดลงในป่าเต็งรังที่มีไฟป่า แต่ต้นไม้มีขนาดใหญ่ขึ้นทำให้มวลชีวภาพและการสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพเพิ่มขึ้น ส่วนป่าเต็งรังที่ไม่มีไฟป่า มีจำนวนต้นไม้เพิ่มขึ้นและต้นไม้มีขนาดใหญ่ขึ้นตามอายุ ทำให้มวลชีวภาพและการสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพเพิ่มขึ้นมากกว่าบริเวณที่เกิดไฟป่าเกือบ 3 เท่า

3. อัตราการเติบโตของต้นไม้

การศึกษ้อัตราการเติบโตของพันธุ์ไม้ในป่าเต็งรัง โดยเปรียบเทียบความเพิ่มพูนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของพันธุ์ไม้ 16 ชนิด ในช่วง 6 ปี พบพันธุ์ไม้ 9 ชนิด ที่ขึ้นในป่าเต็งรังที่ไม่มีไฟป่าเกิดขึ้นไม่น้อยกว่า 16 ปี มีความเพิ่มพูนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกมากกว่าบริเวณที่มีไฟป่าเกิดขึ้นประจำ ได้แก่ แข้งกวาง กระบก เปาหนาม พลวง สารภีป่า หนามแท่ง สมอไทย รกฟ้า และรัง และพันธุ์ไม้ 3 ชนิด มีความเพิ่มพูนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกน้อยกว่า ได้แก่ เหยียง เหมือดหลวง และมะกึ่ม นอกนั้นมีความเพิ่มพูนใกล้เคียงกัน อัตราความเพิ่มพูนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของพันธุ์ไม้ในป่าเต็งรังที่ไม่มีไฟป่าเฉลี่ย 0.4-1.5 เซนติเมตรต่อปี และป่าเต็งรังที่มีไฟป่าเกิดขึ้นประจำเฉลี่ย 0.1-1.0 เซนติเมตรต่อปี ทั้งนี้ อัตราความเพิ่มพูนแตกต่างกันไปตามชนิดพันธุ์ไม้ โดย แข้งกวาง มีอัตราความเพิ่มพูนมากที่สุด รองลงมา คือ กระบก เปาหนาม พลวง และสารภีป่า (Table 3) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของประคอง (2506); สมศักดิ์ (2523) ที่พบว่า ในพื้นที่ที่เกิดไฟเป็นประจำต้นไม้จะเจริญเติบโตช้าลง และสุกัญญา (2532) พบว่าป่าเต็งรังที่มีการป้องกันไม่ให้ถูกไฟไหม้เป็นเวลาติดต่อกัน 4 ปี ต้นไม้มีการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 0.44 เซนติเมตรต่อปี ในขณะที่แปลงที่ไฟไหม้ทุกปีติดต่อกันเป็นเวลา 4 ปี ต้นไม้มีการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 0.24 เซนติเมตรต่อปี

จากการเปรียบเทียบความเพิ่มพูนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของพันธุ์ไม้ 16 ชนิด ในช่วง 6 ปี ระหว่างป่าเต็งรังที่มีไฟป่าเกิดขึ้นเป็นประจำกับป่าเต็งรังที่ไม่มีไฟป่าเกิดขึ้นไม่น้อยกว่า 16 ปี พบว่าความเพิ่มพูนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของพันธุ์ไม้ 7 ชนิด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ได้แก่ แข้งกวาง พลวง สารภีป่า สมอไทย เหมือดหลวง มะกึ่ม และรัง ส่วนพันธุ์ไม้อีก 9 ชนิด ความเพิ่มพูนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกในป่าเต็งรังที่มีไฟป่าและไม่มีไฟป่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 4)

4. ความชื้นในดิน

การติดตามการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในดินที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร ในป่าเต็งรังที่มีไฟป่าเกิดขึ้นเป็นประจำ กับป่าเต็งรังบริเวณที่ไม่มีไฟป่าเกิดขึ้นไม่น้อยกว่า 16 ปี ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2553 ถึง พ.ศ. 2559 พบว่าในช่วง 6 ปี ป่าเต็งรังที่มีไฟป่าเกิดขึ้นเป็นประจำมีความชื้นในดินในรอบปีเฉลี่ยร้อยละ 4.5-19.0 ส่วนป่าเต็งรังบริเวณที่ไม่มีไฟป่ามีความชื้นในดินในรอบปีเฉลี่ยร้อยละ 7.5-22.5 โดยพบความชื้นในดินที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร มีค่าต่ำสุดในช่วงเดือนมกราคมถึงเมษายน (Table 5 และ Figure 1)

จากการเปรียบเทียบความชื้นในดินระหว่างป่าเต็งรังที่มีไฟป่าเกิดขึ้นทุกปี และป่าเต็งรังที่ไม่มีไฟป่าเกิดขึ้นไม่น้อยกว่า 16 ปี แต่ละเดือนในรอบปี พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยความชื้นในดินบริเวณป่าเต็งรังที่ไม่มีไฟป่ามีค่าสูงกว่าบริเวณที่มีไฟป่าเกิดขึ้นเป็นประจำเฉลี่ยร้อยละ 2.6-4.3

การเติบโตและการสืบพันธุ์ของไม้ส่วนใหญ่ในสังคมพืชป่าเต็งรังขึ้นอยู่กับความชื้นและคุณภาพของดิน (เตือนใจ, 2558) โดยน้ำในดินจะละลายธาตุอาหารออกมาให้พืชดูดไปใช้ประโยชน์ ถ้าพืชขาดน้ำจะทำให้การเติบโตลดลง ดังนั้น ป่าเต็งรังที่ไม่มีไฟป่าซึ่งมีความชื้นในดินสูงกว่าป่าเต็งรังที่มีไฟป่าเกิดขึ้นเป็นประจำ จะมีโอกาสละลายธาตุอาหารออกมาให้พืชดูดไปใช้ประโยชน์ได้มากกว่า ทำให้ต้นไม้ในป่าเต็งรังบริเวณที่ไม่มีไฟป่ามีการเติบโตดีกว่าต้นไม้ที่ถูกไฟป่าเป็นประจำ

Table 1 Species list and tree density in dry dipterocarp forest with and without fires during 2010 and 2016

No.	Family	Common name	Scientific name	Density (individuals ha ⁻¹)			
				With fire		Without fire	
				2010	2016	2010	2016
1	Alangiaceae	1 ผีเสื้อป่า	<i>Alangium chinense</i> Rehder			1	1
2	Anacardiaceae	2 รักใหญ่	<i>Gluta usitata</i> (Wall.) Ding Hou	197	169	127	136
		3 รักขี้หนู	<i>Semecarpus albescens</i> Kurz	4	2	2	13
3	Annonaceae	4 มะคงคำ	<i>Alphonsea glabrifolia</i> Craib				1
4	Arareaceae	5 อ้อยช้าง	<i>Heteropanax fragrans</i> (Roxb. ex DC.) Seem.			1	3
5	Bignoniaceae	6 เพกา	<i>Oroxylum indicum</i> (L.) Benth. ex Kurz		1		2
		7 แคฝอย	<i>Stereospermum neuranthum</i> Kurz	4	4	9	5
		8 ปีบ	<i>Millingtonia hortensis</i> L. f.				3
6	Burseraceae	9 มะกั้ม	<i>Canarium subulatum</i> Guill.	67	63	153	153
7	Combretaceae	10 รกฟ้า	<i>Terminalia alata</i> Heyne ex Roth	9	9	16	22
		11 สมอไทย	<i>Terminalia chebula</i> Retz. var. <i>chebula</i>	6	7	16	19
8	Dilleniaceae	12 ส้าน	<i>Dillenia oborata</i> (Blume) Hooglaud	4	3	6	19
9	Dipterocarpaceae	13 เหยียง	<i>Dipterocarpus obtusifolius</i> Teijsm. ex. Miq.	110	99	25	28
		14 พลวง	<i>Dipterocarpus tuberculatus</i> Roxb.	510	266	573	431
		15 เต็ง	<i>Shorea obtusa</i> Wall.	394	313	414	359
		16 รัง	<i>Shorea siamensis</i> Miq.	6	3	8	6
10	Ebenaceae	17 ตับเต่าตัน	<i>Diospyros ehretioides</i> Wall. ex G. Don	2	1	1	1
11	Euphorbiaceae	18 เม้าขาว	<i>Antidesma acidum</i> Retz.		5	1	3
		19 เหมือดหลวง	<i>Aporosa villosa</i> (Wall. ex Lindl.) Baill.	235	231	191	210
		20 เต็งหนาม	<i>Bridelia pierrei</i> Gagnep.	5	19	7	23
		21 เหมือดหอม	<i>Symplocos racemosa</i> Roxb.		1		
		22 อ้น, รักน้ำ	<i>Glochidion velutinum</i> Wight			1	3
		23 มะขามป้อม	<i>Phyllanthus emblica</i> Linn.	1		1	5
		24 มะค่าโมง	<i>Azelia xylocarpa</i> (Kurz) Craib		16		
12	Fabaceae	25 ก่อแพะ	<i>Quercus kerrii</i> Craib	2	2	5	11
13	Fagaceae	26 ตะขบป่า	<i>Flacourtia indica</i> (Burm.f.) Merr.		1	8	12
14	Flacourtiaceae	27 ชะมวง	<i>Garcinia cowa</i> Roxb. ex DC.	6	21	1	72
15	Guttiferae	28 กระบก	<i>Irvingia malayana</i> Oliv. Ex A. Benn.	37	41	35	48
16	Irvingiaceae	29 ตีนนก	<i>Vitex pinnata</i> Linn.	1			
17	Labiatae	30 หมี่หมื่น	<i>Litsea glutinosa</i> (Lour.) C.B. Rob.		1		
18	Lauraceae	31 กางขี้มอด	<i>Albizia odoratissima</i> (L.f.) Benth.	2	1	4	2
19	Leguminosae	32 เก็ดแดง	<i>Dalbergia dongnaiensis</i> Pierre			4	2
		33 ป้าง	<i>Dalbergia cana</i> Graham ex Kurz			2	1
		34 พะยูง	<i>Dalbergia cochinchinensis</i> Pierre			1	4
		35 กระพี้เขาควาย	<i>Millettia leucantha</i> Kurz var. <i>leucantha</i>	22	38	46	75
		36 เครือกวาว	<i>Millettia extensa</i> Benth.	2	2		
		37 เครือปี้	<i>Dalbergia velutina</i> Benth.	1			
		38 ประดู่	<i>Pterocarpus macrocarpus</i> Kurz	2	17	2	1
		39 แดง	<i>Xylia xylocarpa</i> (Roxb.) Taub. var. <i>kerrii</i> (Graib).	1	1		

Table 1 (Continued)

No.	Family	Common name	Scientific name	Density (individuals ha ⁻¹)			
				With fire		Without fire	
				2010	2016	2010	2016
20	Lythraceae	40 เสลาขาว	<i>Lagerstroemia tomentosa</i> C. Presl				2
		41 อินทนิลบก	<i>Lagerstroemia macrocarpa</i> Wall.			4	7
		42 อินทนิลน้ำ	<i>Lagerstroemia speciosa</i> (L.) Pers.			1	2
21	Magnoliaceae	43 จำปาป่า	<i>Magnolia champaca</i> (L.) Baill. ex Pierre				1
22	Malvaceae	44 จั้ว	<i>Bombax anceps</i> Pierre		1		
23	Melastomataceae	45 เหมือดพอง	<i>Memecylon plebejum</i> Kurz.var. <i>ellipsoideum</i>	9	32	1	42
24	Myrtaceae	46 มะห้ำ	<i>Syzygium oblatum</i> (Roxb.) Wall. ex A.M. Cowan	1	1	2	2
25	Pentaphylaceae	47 ไก่อ	<i>Temstroemia gymnanthera</i> (Wight & Am.) Bedd.		1		
26	Rhizophoraceae	48 ส้มป่อย, เฉียงพ้านางแอ	<i>Carallia brachiata</i> Merr.	7	10	4	5
27	Rubiaceae	49 หนามแท่ง	<i>Catunaregam spathulifolia</i> Tirveng.	16	22	7	102
		50 มะเค็ด	<i>Catunaregam tomentosa</i> (Blume ex DC) Tirveng.	3	2	2	
		51 มะคังแดง	<i>Dioecrescis erythroclada</i> (Kurz) Tirveng.	6	2	11	
		52 คำมอกน้อย	<i>Gardenia obtusifolia</i> Roxb. ex Kurz	2	2		
		53 คำมอกหลวง	<i>Gardenia sootepensis</i> Hutch.	1	11		7
		54 กว้าว	<i>Mitragyna rotundifolia</i> (Roxb.) Kuntze			4	2
		55 แข็งกวาง	<i>Wendlandia tinctoria</i> A. DC.	54	81	30	65
		56 กระทุ่ม	<i>Neolamarckia cadamba</i> (Roxb.) Bosser		5		56
28	Sapindaceae	57 ลำไยป่า	<i>Dimocarpus longan</i> Lour. subsp. <i>longan</i>	2	3		2
		58 ตะคร้อ	<i>Schleichera oleosa</i> (Lour.) Oken.	1	1	3	4
29	Sapotaceae	59 ละมุดป่า	<i>Manilkara littoralis</i> (Kurz) Dubard	28	20	1	1
30	Strychnaceae	60 แสลงใจ	<i>Strychnos nux-vomica</i> L.	68	71	66	75
31	Theaceae	61 สารภีป่า	<i>Anneslea fragrans</i> Wall.	7	3	14	31
32	Tiliaceae	62 ปอຍาย	<i>Colona floribunda</i> (Kurz) Craib	1	2	8	24
33	Ulmaceae	63 เนื้อเหลือง	<i>Ulmus lancaefolia</i> Roxb. ex Wall.	2	2	3	7

Table 2 Variation of plant communities in dry dipterocarp forest with and without fires during 2010 and 2016

Status	2010		2016		Variation	
	With fire	Without fire	With fire	Without fire	With fire	Without fire
1 Number of species	41	45	47	51	6	6
2 Number of genus	35	38	41	44	6	6
3 Number of families	23	26	27	28	4	2
4 Basal area (m ² /ha)	20.83	23.34	20.17	24.20	-0.66	0.86
5 Density (individual/ha)	1,827.0	1,808.0	1,594.5	2,095.5	-232.5	287.5
(1) gbh < 30 cm	1,099.5	1,117.5	929.0	1,440.0	-170.5	322.5
(2) gbh 30-50 cm	429.5	382.5	367.0	332.0	-62.5	-50.5
(3) gbh 50-100 cm	277.5	270.0	270.5	269.5	-7.0	-0.5
(4) gbh 100-150 cm	18.5	33.0	26.5	49.0	8.0	16.0
(5) gbh 150-200 cm	1.5	5.0	1.5	5.0	0.0	0.0
6 Dominance (%)						
(1) <i>Dipterocarpus tuberculatus</i>	44.95	58.64	39.13	57.98	-5.82	-0.66
(2) <i>Shorea obtusa</i>	13.19	13.82	13.34	13.41	0.15	-0.41
(3) <i>Gluta usitata</i>	12.48	10.72	13.22	10.01	0.74	-0.71
(4) <i>Aporosa villosa</i>	5.45	4.21	6.85	3.28	1.40	-0.93
(5) <i>Canarium subulatum</i>	3.43	4.5	3.58	4.41	0.15	-0.09
(6) <i>Dipterocarpus obtusifolius</i>	13.59	2.38	15.82	2.74	2.23	0.36

Table 2 (Continued)

Status	2010		2016		Variation	
	With fire	Without fire	With fire	Without fire	With fire	Without fire
7 IVI (%)						
(1) <i>Dipterocarpus tuberculatus</i>	36.44	45.15	27.89	39.28	-8.55	-5.87
(2) <i>Shorea obtusa</i>	17.38	18.36	16.47	15.26	-0.91	-3.10
(3) <i>Gluta usitata</i>	11.62	8.86	11.91	8.25	0.29	-0.61
(4) <i>Aporusa villosa</i>	9.14	7.37	10.67	6.65	1.53	-0.72
(5) <i>Canarium subulatum</i>	3.53	6.47	3.75	5.85	0.22	-0.62
(6) <i>Dipterocarpus obtusifolius</i>	9.8	1.88	11.02	2.03	1.22	0.15
8 Seedlings (individual/ha)	27,738	28,038	30,788	21,738	3,050	-6,300
9 Species diversity (SWI)	3.24	3.20	3.75	3.98	0.51	0.78
10 Forest biomass (kg ha ⁻¹)	106,556	128,297	111,380	140,631	4,824	12,334
(1) WS	68,642	82,078	71,446	89,647	2,804	7,569
(2) WB	22,889	29,257	24,975	32,960	2,087	3,704
(3) WL	1,948	1,997	1,805	2,014	-142	17
(4) WR	13,078	14,965	13,154	16,009	76	1,044
11 Biomass carbon stocks (kg ha ⁻¹)	52,644	63,383	55,027	69,475	2,383	6,092
(1) CS	34,252	40,957	35,652	44,734	1,399	3,777
(2) CB	11,147	14,248	12,163	16,052	1,016	1,804
(3) CL	941	965	872	973	-69	8
(4) CR	6,304	7,213	6,340	7,716	37	503

Table 3 GBH increments of 16 tree species in dry dipterocarp forest with and without fires during 2010 and 2016

No	Species	DDF with fire				DDF without fire			
		No. of tree	Increment of GBH (cm)	StDev	MAI (cm)	No. of tree	Increment of GBH (cm)	StDev	MAI (cm)
1	<i>Wendlandia tinctoria</i>	67	6.2	2.8	1.0	45	8.8	3.3	1.5
2	<i>Irvingia malayana</i>	52	5.4	3.8	0.9	60	6.4	3.6	1.1
3	<i>Bridelia pierreii</i>	8	4.4	1.9	0.7	17	5.1	2.5	0.8
4	<i>D. obtusifolius</i>	161	4.9	3.5	0.8	34	4.4	3.8	0.7
5	<i>D. tuberculatus</i>	392	3.8	2.8	0.6	564	4.6	3.7	0.8
6	<i>Anneslea fragrans</i>	5	2.5	1.0	0.4	10	4.8	3.0	0.8
7	<i>Catunaregam spathulifolia</i>	12	3.4	2.0	0.6	12	4.1	2.1	0.7
8	<i>Terminalia chebula</i>	10	2.8	1.6	0.5	21	4.2	2.3	0.7
9	<i>Millettia leucantha</i>	34	3.4	3.5	0.6	63	3.9	2.6	0.6
10	<i>Aporusa villosa</i>	357	3.7	2.1	0.6	194	2.1	2.0	0.4
11	<i>Terminalia alata</i>	12	2.7	1.4	0.4	25	3.0	2.6	0.5
12	<i>Canarium subulatum</i>	63	3.1	2.1	0.5	165	2.4	2.2	0.4
13	<i>Shorea obtusa</i>	367	2.4	2.2	0.4	410	2.4	2.6	0.4
14	<i>Strychnos nux-vomica</i>	83	2.6	2.1	0.4	87	2.2	2.0	0.4
15	<i>Gluta usitata</i>	221	2.2	2.0	0.4	148	2.1	1.9	0.4
16	<i>Shorea siamensis</i>	3	0.7	0.5	0.1	11	2.5	2.0	0.4

Table 4 T Test of GBH increments of 16 tree species in dry dipterocarp forest with and without fires during 2010 and 2016

No.	Species	Status	N	Mean	StDev	T-Value	P-Value
1	<i>Wendlandia tinctoria</i>	DDF with fire	67	6.19	2.77	4.38*	0.000
		DDF without fire	45	8.82	3.31		
2	<i>Irvingia malayana</i>	DDF with fire	52	5.37	3.77	1.53	0.130
		DDF without fire	60	6.44	3.57		
3	<i>Bridelia pierrei</i>	DDF with fire	8	4.44	1.88	0.70	0.493
		DDF without fire	17	5.06	2.47		
4	<i>D. obtusifolius</i>	DDF with fire	161	4.93	3.53	0.79	0.431
		DDF without fire	34	4.36	3.83		
5	<i>D. tuberculatus</i>	DDF with fire	392	3.84	2.79	3.47*	0.001
		DDF without fire	564	4.57	3.66		
6	<i>Anneslea fragrans</i>	DDF with fire	5	2.52	0.96	2.25*	0.044
		DDF without fire	10	4.83	2.95		
7	<i>Catunaregam spathulifolia</i>	DDF with fire	12	3.43	2.03	0.84	0.410
		DDF without fire	12	4.13	2.10		
8	<i>Terminalia chebula</i>	DDF with fire	10	2.75	1.57	2.13*	0.044
		DDF without fire	21	4.24	2.28		
9	<i>Millettia leucantha</i>	DDF with fire	34	3.44	3.45	0.63	0.531
		DDF without fire	63	3.87	2.59		
10	<i>Aporosa villosa</i>	DDF with fire	357	3.71	2.15	8.65*	0.000
		DDF without fire	194	2.13	1.98		
11	<i>Terminalia alata</i>	DDF with fire	12	2.68	1.40	0.44	0.664
		DDF without fire	25	2.97	2.60		
12	<i>Canarium subulatum</i>	DDF with fire	63	3.08	2.09	2.25*	0.026
		DDF without fire	165	2.37	2.22		
13	<i>Shorea obtusa</i>	DDF with fire	367	2.41	2.22	0.07	0.941
		DDF without fire	410	2.40	2.58		
14	<i>Strychnos nux-vomica</i>	DDF with fire	83	2.56	2.05	1.13	0.259
		DDF without fire	87	2.20	2.04		
15	<i>Gluta usitata</i>	DDF with fire	221	2.23	1.98	0.62	0.537
		DDF without fire	148	2.11	1.88		
16	<i>Shorea siamensis</i>	DDF with fire	3	0.70	0.50	2.81*	0.017
		DDF without fire	11	2.54	1.95		

* Significant difference at $p < 0.05$

Table 5 Soil moisture content monthly throughout a year in dry dipterocarp forest with and without fires during 2010 and 2016

Status	Year	Soil moisture content (%)												
		Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Ave
DDF with fire	2010									20.9	16.8	18.6	6.9	
	2011	6.0	5.4	4.7	5.8	19.9	15.4	20.6	21.0	19.3	22.6	19.8	7.9	
	2012	6.1	6.1	3.7	4.3	9.0	8.8	17.0	11.9	21.9	15.5	18.8	13.2	
	2013	5.3	10.7	8.9	3.2	2.5	18.4	19.1	19.5	19.7	17.4	19.2	12.1	
	2014	9.2	4.9	3.7	6.4	15.0	6.6	17.6	16.3	21.6	19.7	16.9	7.2	
	2015	5.6	5.7	3.4	8.9	8.6	6.6	7.5	9.9	12.3	6.4	6.4	3.8	
	2016	4.0	2.0	2.9	1.2	7.0	12.9	12.0	19.8	17.3	18.4			
	Mean	6.1	5.8	4.5	5.7	11.0	11.4	15.6	17.7	19.0	16.7	16.6	8.5	
	SD	2.5	3.4	2.8	2.8	6.4	5.2	5.3	4.2	4.2	5.4	5.3	3.9	
DDF without fire	2010									25.9	20.4	22.4	9.7	
	2011	8.6	7.8	6.3	8.9	22.4	17.6	23.8	24.5	21.6	24.8	21.5	9.9	
	2012	8.1	8.6	5.4	6.4	7.4	14.6	21.1	15.2	25.3	23.2	22.7	16.9	
	2013	9.1	16.4	12.8	6.2	6.4	20.1	22.4	23.6	23.7	22.6	23.0	16.2	
	2014	13.3	9.5	7.1	9.6	17.3	11.1	21.9	19.0	24.6	22.3	20.4	10.3	
	2015	8.4	8.8	5.7	10.4	10.0	8.5	10.1	13.1	16.0	10.6	9.1	5.5	
	2016	7.5	3.6	7.9	4.7	11.1	17.6	15.6	22.7	20.4	20.8			
	Mean	9.2	9.1	7.5	8.3	12.7	14.9	19.1	21.0	22.5	20.7	19.8	11.4	
	SD	3.3	4.1	2.9	2.5	6.5	5.0	5.4	4.1	4.1	5.0	5.5	4.4	
Variation		3.1	3.3	3.0	2.7	2.6	3.5	3.5	3.3	3.5	4.3	3.2	2.9	3.3
SD		0.8	1.5	1.4	0.8	1.1	1.7	0.6	0.5	0.8	2.0	0.9	0.9	1.2

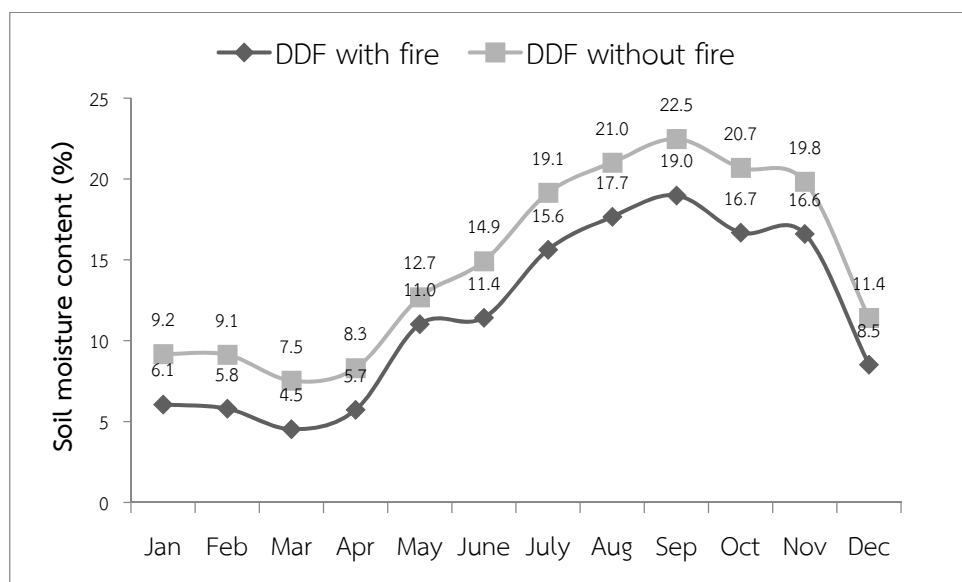
**Figure 1** The average of soil moisture content monthly throughout a year in dry dipterocarp forest with and without fires during 2010 to 2016

Table 6 T Test of soil moisture content monthly throughout a year in dry dipterocarp forest with and without fires during 2010 to 2016

Month	Treatment	N	Mean	StDev	T-Value	P-Value
January	DDF with fire	192	6.1	2.5	10.29*	0.000
	DDF without fire	192	9.2	3.3		
February	DDF with fire	191	5.8	3.4	8.57*	0.000
	DDF without fire	192	9.1	4.1		
March	DDF with fire	191	4.5	2.8	10.21*	0.000
	DDF without fire	192	7.5	2.9		
April	DDF with fire	160	5.7	2.8	8.76*	0.000
	DDF without fire	160	8.3	2.5		
May	DDF with fire	160	11.0	6.4	2.29*	0.023
	DDF without fire	160	12.7	6.5		
June	DDF with fire	192	11.4	5.2	6.76*	0.000
	DDF without fire	192	14.9	5.0		
July	DDF with fire	192	15.6	5.3	6.43*	0.000
	DDF without fire	192	19.1	5.4		
August	DDF with fire	159	17.7	4.2	7.21*	0.000
	DDF without fire	160	21.0	4.1		
September	DDF with fire	222	19.0	4.2	8.93*	0.000
	DDF without fire	222	22.5	4.1		
October	DDF with fire	224	16.7	5.4	8.14*	0.000
	DDF without fire	224	20.7	5.0		
November	DDF with fire	192	16.6	5.3	5.86*	0.000
	DDF without fire	192	19.8	5.5		
December	DDF with fire	192	8.5	3.9	6.79*	0.000
	DDF without fire	192	11.4	4.4		

* Significant difference at $p < 0.05$

สรุป

การตรวจติดตามการเปลี่ยนแปลงของความหลากหลายชนิดพันธุ์ การสะสมคาร์บอน และความชื้นในดินในป่าเต็งรังที่มีไฟป่าเกิดขึ้นเป็นประจำ และป่าเต็งรังที่ไม่มีไฟป่าเกิดขึ้นเป็นเวลานานกว่า 16 ปี ระหว่างปี พ.ศ. 2553-2559 ที่สถานีวนวัฒนวิจัยอินทิล ตำบลอินทิล อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ในช่วง 6 ปี จำนวนชนิดพันธุ์ไม้ ความหนาแน่นและพื้นที่หน้าตัด ความหลากหลายชนิดพันธุ์ การสะสมมวลชีวภาพและคาร์บอนในป่าเต็งรังที่มีการป้องกันไฟป่ามีค่าเพิ่มขึ้น แต่จำนวนกล้าไม้ลดลงเนื่องจากบางส่วนเติบโตเป็นไม้ใหญ่และบางส่วนตายไป ส่วนป่าเต็งรังที่มีไฟป่าเกิดขึ้นประจำพบจำนวนชนิดพันธุ์ไม้ จำนวนกล้าไม้ ความหลากหลายชนิดพันธุ์ การสะสมมวลชีวภาพและคาร์บอนเพิ่มขึ้น แต่ความหนาแน่นของต้นไม้และพื้นที่หน้าตัดลดลง เนื่องจากต้นไม้ขนาดเล็กตายไป อัตราการเติบโตของพันธุ์ไม้ในป่าเต็งรังที่ไม่มีไฟป่าส่วนใหญ่มีความเพิ่มพูนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงออกมากกว่าบริเวณที่มีไฟป่าเกิดขึ้นเป็นประจำ นอกจากนี้ ความชื้นในดินที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร บริเวณป่าเต็งรังที่ไม่มีไฟป่ายังมีค่าสูงกว่าบริเวณที่มีไฟป่าเกิดขึ้นเป็นประจำเฉลี่ยร้อยละ 2.6-4.3

ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งนี้ ควรมีการตรวจติดตามความหลากหลายชนิดพันธุ์ การสะสมคาร์บอน และความชื้นในดินป่าเต็งรังที่มีไฟป่าและป่าเต็งรังที่ไม่มีไฟป่าอย่างต่อเนื่องเพื่อดูการเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ ควรมีการศึกษาด้านอื่นๆ เช่น เห็ด แมลง และสัตว์ต่างๆ ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- เตือนใจ พงศ์คำพันธ์. 2558. ความหลากหลายชนิดพันธุ์พืชและศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนและน้ำในป่าชุมชนชนิดต่างๆ ของตำบลแม่ทา อำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- ประคอง อินทร์จันทร์. 2506. การศึกษาความเจริญเติบโตของไม้ในป่าเต็งรังในป่าที่มีการป้องกันไฟและไม่มีการป้องกันไฟ, น. 326. ใน รายงานการประชุมทางวิชาการเกษตรศาสตร์และชีววิทยา ครั้งที่ 2. สมาวิจัยแห่งชาติ และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
- วรพรรณ หิมพานต์ และสันต์ เกตุประณีต. 2551. ผลของไฟต่อพืชพรรณในป่าเต็งรังในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี. *วารสารวนศาสตร์* 27:43-55.
- สมเกียรติ กลั่นกลิ่น. 2551. แนวทางการควบคุมไฟป่าในป่าเต็งรัง. สำนักจัดการและควบคุมป่าไม้, กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- สมศักดิ์ สุขวงศ์. 2523. การเจริญเติบโตของพรรณไม้ในป่าเต็งรัง, น. 1-13. ใน เอกสารทางวิชาการประชุมกรมป่าไม้ ประจำปี 2523. สาขานวนศาสตร์ทั่วไป. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- สรายุทธ บุญญะเวชชิน. 2555. โครงสร้างและพลวัตของป่าเต็งรัง. ส่วนวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.
- สุกัญญา สุทธิวานิช. 2532. ผลของความถี่ไฟต่อพรรณพืชในป่าเต็งรังสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Krebs, C.J. 1985. "Chapter 23. Species diversity I: Theory", pp 513-542. *In Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Third edition, Harper & Row Publishers, New York.
- Ogawa, H., K. Yoda, K. Ogino, and T. Kira. 1965. Comparative ecological study on three main types of forest vegetation in Thailand. II. Plant biomass. *Nature and Life in Southeast Asia* 4: 49-80.
- Ogino, K., D. Ratanawongs, T. Tsutsumi and T. Shidei. 1967. The primary production of tropical forest in Thailand. *The Southeast Asian Studies* Vol. 5 (1): 122-154, Kyoto, Japan.
- Sukwong, S. and P. Dhamanitayakul. 1977. Fire ecology investigations in dry dipterocarp forest, pp. 41-56. *In Proc. 1977 National Forestry Conference*. Royal Forest Department, Bangkok.
- Tsutsumi, T., K. Yoda, P. Sahunaru, P. Dhanmanonda and B. Prachaiyo. 1983. Forest: burning and regeneration. *In* K. Kyuma and C. Pairintra, eds. *Shifting cultivation, an experiment at Nam Phrom, Northeast Thailand, and its implications for upland farming in the monsoon tropics*. A report of a Cooperative Research Between Thai-Japanese Universities.

การประมาณผลผลิตสุทธิของระบบนิเวศในป่าชายเลนรุ่นสอง จังหวัดตราด Estimation of Net Ecosystem Production in Secondary Mangrove Forest, Trat Province

สุธาธิพย์ อำนวยสิน^{1*}, ทนวงศ์ แสงเทียน² และ ศศิธร พ่วงปาน¹
Suthathip Umnouysin^{1*}, Tanuwong Sangtiewan² and Sasitorn Pongpan¹

¹ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

²Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok 10330

²กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กรุงเทพฯ 10210

²Department of Marine and Coastal Resources, Bangkok 10210

*Corresponding Author; E-mail: s.umnouysin@hotmail.com

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนของระบบนิเวศป่าชายเลน จึงจำเป็นต้องศึกษาการกักเก็บคาร์บอนทั้งหมดของระบบนิเวศป่าชายเลน เพื่อให้เข้าใจถึงพลวัตของคาร์บอน (carbon dynamics) ที่เกิดขึ้นในป่าชายเลน ประสิทธิภาพการกักเก็บคาร์บอนสามารถประมาณได้จากผลผลิตสุทธิของระบบนิเวศ (net ecosystem production; NEP) ซึ่งโดยทั่วไปมักใช้วิธี summation method โดยการดุลคาร์บอนระหว่างผลผลิตสุทธิขั้นปฐมภูมิ (net primary production; NPP) และการหายใจของสิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารเองไม่ได้ (heterotrophic respiration; HR) ซึ่ง NPP ประกอบด้วยมวลชีวภาพของต้นไม้ที่เพิ่มพูน (biomass increment; ΔB) และผลผลิตของซากพืชที่ร่วงหล่น (litter production; L) อย่างไรก็ตามการประมาณ NEP ของป่าชายเลนโดยวิธี summation method ในอดีตไม่ได้รวมซากเนื้อไม้หยาบ (coarse woody debris; CWD) ซึ่งถือเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญในการกักเก็บคาร์บอน เนื่องจากถูกย่อยสลายช้า ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประมาณงบประมาณคาร์บอน (carbon budget) ของ CWD เพื่อใช้ร่วมในการประมาณ NEP ของป่าชายเลนรุ่นสอง บริเวณปากแม่น้ำตราด จังหวัดตราด โดยศึกษา ΔB , L และ CWD ที่เพิ่มพูน (CWD input; ΔCWD) ในรอบปี พบว่า ΔB มีค่ามากที่สุดที่เขตไม้แสม ส่วนเขตไม้โกงกางพบว่ามี ΔCWD สูงที่สุด NPP ซึ่งเป็นผลรวมของ ΔB , L และ ΔCWD มีค่าอยู่ในช่วง 5.97–11.9 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์/ปี โดยเขตไม้โกงกางมีส่วนของ CWD ต่อ NPP มากที่สุด (37%) นอกจากนี้ยังวัดอัตราการหายใจของ CWD ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งของ HR พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.22, 0.52 และ 0.28 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์/ปี สำหรับเขตไม้แสม เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูนตามลำดับ เมื่อนำอัตราการหายใจของ CWD ไปรวมกับการหายใจของดินที่ประมาณโดยใช้สมการของ Pongpan *et al.* (2009) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.30, 2.20 และ 2.12 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์/ปี สำหรับเขตไม้แสม เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูนตามลำดับ HR จึงมีค่าเท่ากับ 2.52, 2.72 และ 2.40 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์/ปี สำหรับเขตไม้แสม เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูนตามลำดับ หลังจากดุล NEP พบว่า NEP มีค่าเท่ากับ 8.88, 9.18 และ 3.57 ตันคาร์บอน/เฮกแตร์/ปี สำหรับเขตไม้แสม เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูนตามลำดับ ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า CWD มีความสำคัญสำหรับการประมาณ NEP ในป่าชายเลน ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้จะเพิ่มความแม่นยำในการประมาณ NEP ในป่าชายเลนโดยวิธี summation method

คำสำคัญ: ซากเนื้อไม้หยาบ การกักเก็บคาร์บอน การหายใจ ป่าชายเลน

ABSTRACT

Climate change has resulted in efficiency of carbon sequestration in mangrove ecosystem. To understand carbon dynamics in mangrove ecosystem, it is necessary to study net ecosystem production (NEP) which is a key to clarify carbon-sink efficiency. A common method of NEP estimation is summation method by balancing between net primary production (NPP) and heterotrophic respiration (HR). NPP is a summation of biomass increment (ΔB) and litter production (L). However, previous NEP estimations by this method in the mangrove forests excluded coarse

woody debris (CWD) which has been mentioned as an important carbon pool because of low decomposition rate. Therefore, the aim of this study is to estimate carbon budget of CWD for estimation of NEP in a secondary mangrove forest at the Trat River estuary. Annual ΔB , L and CWD input were recorded, and showed that the *Avicennia* zone had the highest ΔB , while the *Rhizophora* zone had the highest CWD input. Given by the summation of ΔB , L and CWD, the NPP ranged from 5.97 to 11.9 tC/ha/y. The highest contribution of CWD to NPP was in the *Rhizophora* zone (37%). Moreover, the rates of CWD respiration which is a component of HR was also measured. They were 0.22, 0.52 and 0.28 tC/ha/y for the *Avicennia*, *Rhizophora* and *Xylocarpus* zones, respectively. The Soil respiration was calculated by using an equation of Pongparn *et al.* (2009). It was 2.30, 2.20 and 2.12 tC/ha/y for the *Avicennia*, *Rhizophora* and *Xylocarpus* zones, respectively. The total HR was calculated as 2.52, 2.72, and 2.40 tC/ha/y for the *Avicennia*, *Rhizophora* and *Xylocarpus* zones, respectively. Finally, the NEP was balanced as 8.88, 9.18, and 3.57 tC/ha/y for the *Avicennia*, *Rhizophora* and *Xylocarpus* zones, respectively. The results indicated a significant role of the CWD for the NEP estimation in the mangrove forest. The data obtained by this study is a merit for enhancing the accuracy of NEP estimation in the mangrove forest.

Keywords: coarse woody debris, carbon sequestration, respiration, mangrove

คำนำ

ป่าชายเลนเป็นระบบนิเวศที่มีประสิทธิภาพสูงในการเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอน (Twilley *et al.*, 1992; Donato *et al.*, 2011) แต่จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในปัจจุบันส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล ความรุนแรงของพายุที่มากขึ้น และการเปลี่ยนแปลงการไหลเวียนของกระแสน้ำ (Kathiresan and Bingham, 2001; Murdiyarso *et al.*, 2009) ทำให้พื้นที่ป่าชายเลนลดลง และส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอน การศึกษาสมดุลคาร์บอนของระบบนิเวศป่าชายเลนในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้จึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้เข้าใจถึงพลวัตของคาร์บอน (carbon dynamics) ที่เกิดขึ้นในป่าชายเลน

สมดุลคาร์บอน (carbon balance) ของระบบนิเวศป่าไม้ประมาณได้จากผลผลิตสุทธิของระบบนิเวศ (net ecosystem production; NEP) โดยวิธีทั่วไปสำหรับใช้ในการประมาณ NEP ของระบบนิเวศคือวิธี summation method ซึ่งเป็นการดุลคาร์บอนที่สะสมอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของระบบนิเวศ NEP จึงประมาณได้จากผลต่างระหว่างผลผลิตสุทธิขั้นปฐมภูมิ (net primary production; NPP) และการหายใจของสิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารเองไม่ได้ (heterotrophic respiration; HR) NPP ประกอบไปด้วยมวลชีวภาพที่เพิ่มพูน (biomass increment; ΔB) ผลผลิตของซากพืชที่ร่วงหล่น (litter production; L) และผลผลิตของพืชที่ถูกกัดกินโดยสัตว์กินพืช (grazed amount by herbivores; G) แต่ค่า G ในป่าชายเลนนั้นมีน้อย เนื่องจากพืชป่าชายเลนมีปริมาณแทนนินสูง และการติดตาม G ในเชิงปริมาณทำได้ยาก ค่า G จึงไม่ถูกรวมในการประมาณ NPP ของป่าชายเลน (McNaughton *et al.*, 1996; Pongparn and Komiyama, 2013) ดังนั้น NEP จึงเป็นผลผลิตที่ได้จากผลรวมของ ΔB และ L หักออกด้วย HR (Kira and Shidei, 1967; Clark *et al.*, 2001)

อย่างไรก็ตามยังคงมีองค์ประกอบอื่นที่ไม่ถูกรวมในการประมาณ NEP โดยวิธี summation method ของป่าชายเลนคือ ซากเนื้อไม้หยาบ (coarse woody debris; CWD) ซึ่งเป็นไม้ตายขนาดใหญ่ที่อยู่เหนือดิน ได้แก่ ต้นหรือกิ่งที่ร่วงอยู่บนพื้นดิน (downed wood) ตอไม้ (stump) และต้นไม้ที่ยืนต้นตาย (standing dead tree) (Jiabing *et al.*, 2005; Enrong *et al.*, 2006) สำหรับระบบนิเวศป่าบก CWD ถือเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญในการกักเก็บคาร์บอน เนื่องจากเป็นเนื้อไม้ขนาดใหญ่และมีการย่อยสลายช้า คาร์บอนจึงสะสมอยู่ใน CWD เป็นเวลานานในรูปของซากเนื้อไม้ (Harmon *et al.*, 1986; Stevens, 1997; Brais *et al.*, 2005) เช่นการศึกษาของ Ohtsuka *et al.* (2007) ที่พบว่าป่าเขตอบอุ่นเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอน เมื่อรวมงบประมาณคาร์บอนของ CWD

ระหว่าง CWD ที่เพิ่มพูน (CWD input) และที่สูญเสียไปโดยการหายใจของจุลินทรีย์ระหว่างการย่อยสลาย (CWD respiration) ในการประมาณ NEP โดยวิธี summation method การศึกษา CWD ในป่าชายเลนที่ผ่านมาพบว่าการกระจายของปริมาณ CWD มีค่าอยู่ในช่วงกว้าง คือ 4 ถึง 42 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์ หรือประมาณ 5 ถึง 69% ของมวลชีวภาพเหนือดิน (Murdiyarso *et al.*, 2009; Kauffman and Cole, 2010; Kauffman *et al.*, 2011) อย่างไรก็ตามการศึกษา CWD ในป่าชายเลนยังมีอยู่น้อย และไม่เคยถูกรวมในการประมาณ NEP ของป่าชายเลน จึงอาจทำให้การประมาณ NEP โดยวิธี summation method มีค่าต่ำกว่าความเป็นจริง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาปริมาณคาร์บอนของ CWD ทั้งใน CWD ที่เพิ่มพูน และคาร์บอนที่สูญเสียไปโดยการหายใจของสิ่งมีชีวิตที่เป็นผู้ย่อยสลายในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)

นอกจากนี้ป่าชายเลนยังได้รับอิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำทะเลซึ่งสัมพันธ์กับความสูงของพื้นที่ ทำให้เกิดการแบ่งเขตพันธุ์ไม้อย่างชัดเจนตั้งแต่ริมแม่น้ำจนถึงด้านในของป่า (Poungparn *et al.*, 2009) ส่งผลให้ในแต่ละเขตพันธุ์ไม้มีโครงสร้างป่าและปัจจัยสิ่งแวดล้อมโดยรวมที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อกระจายของ CWD ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประมาณปริมาณคาร์บอนทั้งคาร์บอนที่กักเก็บใน CWD และคาร์บอนที่สูญเสียไประหว่างการย่อยสลายของ CWD ในแต่ละเขตพันธุ์ไม้เพื่อใช้ร่วมในการประมาณ NEP โดยวิธี summation method ของป่าชายเลนรุ่นสอง บริเวณปากแม่น้ำตราด จังหวัดตราด ผลจากการศึกษานี้จะทำให้ค่า NEP ที่ได้จากการประมาณโดยวิธี summation method มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาเป็นแปลงศึกษาถาวรขนาด 1 เฮกตาร์ ตั้งอยู่ในป่าชายเลนรุ่นสอง บริเวณปากแม่น้ำตราด จังหวัดตราด (12° 12' N, 102° 33' E) ซึ่งอยู่ภายใต้การดูแลของศูนย์วิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีทรัพยากรป่าชายเลนที่ 1 (ตราด) กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ลักษณะภูมิอากาศในช่วงที่ทำการศึกษา (พ.ศ.2557–2558) ที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีมีค่าเท่ากับ 4529±863 มิลลิเมตร โดยค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูฝน (พฤษภาคม-ตุลาคม) มีค่าเท่ากับ 4078±884 มิลลิเมตร หรือคิดเป็น 90% ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด ขณะที่ปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูแล้ง (พฤศจิกายน-เมษายน) มีค่าเท่ากับ 451±21 มิลลิเมตร หรือคิดเป็น 10% ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยคือ 28.1±0.9 องศาเซลเซียส ความเร็วลมสูงสุดเฉลี่ยในช่วงฤดูฝนมีค่าสูงกว่าฤดูแล้ง เนื่องจากฤดูฝนมีลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้กำลังแรงพัดผ่านอ่าวไทย โดยฤดูฝนมีความเร็วลมสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 20±1 น็อต ขณะที่ฤดูแล้งมีความเร็วลมสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 18±6 น็อต

ป่าชายเลนในแปลงศึกษามีการแบ่งเขตพันธุ์ไม้อย่างชัดเจน 3 เขตพันธุ์ไม้จากริมแม่น้ำเข้าไปด้านในแผ่นดิน ได้แก่ เขตไม้แสม (*Avicennia* zone) เขตไม้โกงกาง (*Rhizophora* zone) และเขตไม้ตะบูน (*Xylocarpus* zone) ตามลำดับ เขตพันธุ์ไม้ที่อยู่ติดแม่น้ำคือ เขตไม้แสม มีแสมขาว (*Avicennia alba* Blume) เป็นพันธุ์ไม้เด่น และยังพบโกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata* Blume) และโกงกางใบใหญ่ (*R. mucronata* Poir.) ขึ้นกระจายทั่วไป ถัดไปคือเขตไม้โกงกาง ซึ่งมีไม้โกงกางใบเล็ก และโกงกางใบใหญ่เป็นพันธุ์ไม้เด่น นอกจากนี้ยังพบแสมขาว โปรงแดง (*Ceriops tagal* (Perr.) C. B. Rob) พังกาหัวสุมดอกแดง (*Bruguiera gymnorrhiza* (L.) Savigny) พังกาหัวสุมดอกขาว (*B. sexangula* (Lour.) Poir.) ฝาดดอกแดง (*Lumnitzera littorea* (Jack) Voigt) และตะบูนขาว (*Xylocarpus granatum* Koenig) ขึ้นกระจายอยู่ทั่วไปในเขตพันธุ์ไม้นี้ สุดท้ายคือเขตไม้ตะบูน มีตะบูนขาวเป็นพันธุ์ไม้เด่น และยังมีโกงกางใบเล็ก โปรงแดง พังกาหัวสุมดอกแดง และฝาดดอกแดงขึ้นกระจายทั่วไปในเขตนี้ด้วย

ความสูงของพื้นที่ที่แตกต่างกันจากริมแม่น้ำเข้าไปด้านในแผ่นดิน ส่งผลให้การท่วมของน้ำทะเลในแต่ละเขตพันธุ์ไม้แตกต่างกัน โดยการท่วมของน้ำทะเลลดลงตามระยะห่างจากแม่น้ำ เขตไม้แสมซึ่งอยู่ติดแม่น้ำจึงมีระยะเวลาการท่วมของน้ำทะเลนานที่สุดคือประมาณ 12 ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งนานกว่าในเขตไม้โกงกางและเขตไม้ตะบูนที่อยู่ลึกเข้าไปด้านในแผ่นดิน ที่มีระยะเวลาการท่วมของน้ำทะเลประมาณ 8 และ 3 ชั่วโมงต่อวัน ตามลำดับ

วิธีการศึกษา

1. มวลชีวภาพที่เพิ่มพูน (Biomass increment; ΔB)

วัดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่ระดับความสูง 1.3 เมตร (diameter at breast height; DBH) ยกเว้นพันธุ์ไม้สกุลโกก้าง ที่วัดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเหนือคอรากค้ำยันที่สูงที่สุดที่ยังลงพื้นดิน 30 เซนติเมตร ($D_{R0.3}$) โดยวัดขนาดในเดือนสิงหาคม พ.ศ.2556, 2557 และ 2558 คำนวณมวลชีวภาพของต้นไม้โดยใช้สมการแอลโลเมตรีทั่วไปสำหรับพืชป่าชายเลนของ Komiyama *et al.* (2005)

มวลชีวภาพที่เพิ่มพูน คือมวลชีวภาพของต้นไม้ที่มีชีวิตที่เพิ่มพูนในรอบปี โดยคำนวณจากผลต่างของ มวลชีวภาพทั้งหมดของต้นไม้ที่มีชีวิต (รวมต้นไม้ใหม่ที่เพิ่งถูกนับเข้ามาในปีที่วัด) ในปี พ.ศ.2557 และ 2558 สำหรับมวลชีวภาพที่เพิ่มพูนของต้นไม้ที่นับเข้ามาใหม่จะคำนวณจากผลต่างของมวลชีวภาพขณะนั้นและมวลชีวภาพของต้นไม้ขณะที่มีขนาด 4.5 เซนติเมตร ตามวิธีของ Clark *et al.* (2001)

2. ผลผลิตซากพืชที่ร่วงหล่น (Litter production; L)

วางกระบะรองรับซากพืช (litter trap) ซึ่งมีขนาดพื้นที่หน้าตัด 1×1 ตารางเมตร จำนวน 20 กระบะ ให้ครอบคลุมทุกเขตพันธุ์ไม้ เก็บซากพืชที่อยู่ในกระบะทุกเดือน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ.2556 ถึงกรกฎาคม พ.ศ.2558 จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ แยกซากพืชออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ใบ กิ่งขนาดเล็ก และส่วนสืบพันธุ์ ซึ่งประกอบด้วยดอก ผล และ viviparous seed ของโกก้าง ชั่งและบันทึกน้ำหนักแห้ง จากนั้นคำนวณผลผลิตซากพืชที่ร่วงหล่นในแต่ละเขตพันธุ์ไม้จากผลรวมของปริมาณซากพืชรายเดือน

3. มวลของ CWD ที่เพิ่มพูน (CWD input; ΔCWD)

วางแผนแนวตั้งฉากกับแม่น้ำจำนวน 5 แนว จากระดับน้ำจนถึงด้านในแผ่นดินตลอดความยาวของแปลงศึกษา จากนั้นวางแผนศึกษาย่อยขนาด 5×5 ตารางเมตร ห่างกัน 5 เมตร ตลอดแนวดังกล่าว รวมทั้งหมด 56 แปลงย่อย เก็บไม้ที่ร่วงหล่น (downed wood) ที่มีอยู่ก่อนทั้งหมดออกจากแปลงย่อย เมื่อเวลาผ่านไป 1 เดือนจึงบันทึกข้อมูลของ downed wood ทั้งหมดที่เข้ามาในแปลงศึกษาย่อย ทำการบันทึกทุกเดือนตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2556 ถึงตุลาคม พ.ศ.2558 โดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ปลายทั้งสองด้าน (D_1 และ D_2) และความยาว (length; L) จากนั้นใช้สูตรของ Smalian (Baker *et al.*, 2007) เพื่อคำนวณปริมาตรของ downed wood และคำนวณมวลของ downed wood จากปริมาตรที่ได้คูณกับความหนาแน่นเนื้อไม้ของ CWD

ความหนาแน่นเนื้อไม้คำนวณได้จากอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักแห้งกับปริมาตรของ CWD โดยสุ่มตัด CWD ของไม้ทุกชนิดที่พบในแปลงศึกษาออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ ให้มีความยาวประมาณ 5–10 เซนติเมตร ประเมินปริมาตรของ CWD โดยใช้วิธีการแทนที่น้ำ (Chao *et al.*, 2008) จากนั้นนำ CWD ไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักแห้ง และคำนวณความหนาแน่นเนื้อไม้

วัด DBH ของไม้ที่ยืนต้นตาย (standing dead tree) ในแปลงศึกษาขนาด 1 เฮกตาร์ ที่เกิดขึ้นระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2556 ถึงตุลาคม พ.ศ.2558 คำนวณน้ำหนักของ standing dead tree โดยใช้สมการแอลโลเมตรีทั่วไปสำหรับพืชป่าชายเลนของ Komiyama *et al.* (2005)

คำนวณมวลของ CWD ที่เพิ่มพูนจากผลรวมของน้ำหนัก downed wood และ standing dead tree ที่พบระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2556 ถึงตุลาคม พ.ศ.2558

4. การหายใจของ CWD (CWD respiration; R_{CWD})

เก็บ CWD ให้ครอบคลุมทั้งขนาดและระดับการย่อยสลายของ CWD ที่พบในแปลงศึกษา ซึ่ง CWD ส่วนใหญ่ที่พบเป็น CWD ของชนิดไม้ที่เป็นพันธุ์ไม้เด่นของแต่ละเขตพันธุ์ไม้ และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ในช่วง 4.5–17.6 เซนติเมตร จึงเก็บตัวอย่าง CWD ของชนิดพันธุ์ไม้เด่นทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ไม้แสม ไม้โกก้าง และไม้ตะบูน ให้ครอบคลุมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่พบในแปลงศึกษา และเก็บให้ครอบคลุมทุกระดับการย่อยสลาย (ผุน้อยจนถึงผุมาก) นำตัวอย่าง CWD มาตัดให้มีขนาดยาวประมาณ 20 เซนติเมตร เพื่อวัดการปลดปล่อย CO_2 จาก CWD ด้วยวิธี soda-lime (SL) โดยชั่ง soda-lime ปริมาณ 20 กรัม ใส่ขวดแก้วที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5 เซนติเมตร

นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำมาชั่งน้ำหนักทั้งขวดที่ใส่ soda-lime หลังจากนั้นปิดฝาขวดและพันด้วยพาราฟิล์มเก็บไว้ในโถดูดความชื้น

วัดการหายใจของ CWD ในกล่องวัดการหายใจ (respiration chamber) โดยนำขวดใส่ soda-lime จากโถดูดความชื้นมาสเปรย์ด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 5 มิลลิลิตร วางในกล่องวัดการหายใจที่มีตัวอย่าง CWD อยู่ภายใน ปิดกล่องปล่อยไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เมื่อครบ 24 ชั่วโมง นำขวดที่บรรจุ soda-lime ไปอบอีกครั้งจนกว่าน้ำหนักจะคงที่ และนำมาชั่งน้ำหนัก วัดจำนวน 3 ซ้ำต่อตัวอย่าง นอกจากนี้ยังวัด CO₂ ภายในกล่องวัดการหายใจที่ไม่มีตัวอย่าง CWD จำนวน 3 กล่อง ในเวลาเดียวกันกับการวัดการหายใจของ CWD คำนวณอัตราการปลดปล่อย CO₂ จากการหายใจของ CWD จากความแตกต่างของน้ำหนัก soda-lime ระหว่างกล่องที่มีตัวอย่าง CWD และไม่มี CWD (blank) ตามวิธีของ Ohtsuka *et al.* (2014)

คำนวณ CO₂ ในหน่วยกรัม/กก.CWD/ปี

$$= \frac{(\text{น้ำหนัก soda-lime ในกล่องที่มี CWD} - \text{น้ำหนัก soda-lime ในกล่องที่ไม่มี CWD}) \times (1 - V_{\text{CWD}}/V_{\text{chamber}}) \times 1.69 \times 365 \text{ (วัน)}}{\text{น้ำหนักของ CWD (กิโลกรัม)}}$$

โดย น้ำหนัก soda-lime ในกล่องที่มี CWD คือ ความแตกต่างระหว่างน้ำหนักแห้งของ soda-lime จากกล่องที่มี CWD ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง (กรัม)

น้ำหนัก soda-lime ในกล่องที่ไม่มี CWD คือ ความแตกต่างระหว่างน้ำหนักแห้งของ soda-lime จากกล่องที่ไม่มี CWD ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง (กรัม)

V_{CWD} คือ ปริมาตรของ CWD (ลูกบาศก์เมตร)

V_{chamber} คือ ปริมาตรของกล่องวัดการหายใจ (0.016 ลูกบาศก์เมตร)

1.69 คือ correction factor

เนื่องจาก CWD ทุกชิ้นในแปลงศึกษามีการหายใจตลอดเวลา การประมาณการปลดปล่อย CO₂ จากการหายใจของ CWD รายปี จึงคำนวณจากอัตราการปลดปล่อย CO₂ จากการหายใจของ CWD คูณกับมวลทั้งหมดของ CWD ที่พบในแปลงศึกษา

5. การหายใจของดิน (Soil respiration; SR)

ประมาณปริมาณ CO₂ ที่ได้จากการหายใจของดินด้วยสมการของ Pongpan *et al.* (2009) คือ $Y = 0.0004X^{2.204}$ โดย Y คือ CO₂ ที่ได้จากการหายใจของดิน X คือ อุณหภูมิของดินที่ได้จาก temperature sensors และ data loggers (Tidbit v2 Temp logger, Onset Computer Co., Ltd., USA) โดยฝัง sensors ที่ระดับความลึก 10 ซม. จากผิวดินในทุกเขตพันธุ์ไม้ กำหนดให้บันทึกอุณหภูมิของดินทุก ๆ 30 นาที ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ.2556 ถึงสิงหาคม พ.ศ.2558

6. ผลผลิตสุทธิของระบบนิเวศ (Net ecosystem production; NEP)

NEP ในแต่ละเขตพันธุ์ไม้คำนวณจากผลต่างของผลผลิตสุทธิขั้นปฐมภูมิ (net primary production; NPP) และการหายใจของสิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารเองไม่ได้ (heterotrophic respiration; HR) ซึ่ง NPP ประกอบด้วยมวลชีวภาพที่เพิ่มพูน (ΔB) ผลผลิตซากพืชที่ร่วงหล่น (L) และมวลของ CWD ที่เพิ่มพูน (ΔCWD) ขณะที่ HR ประกอบด้วย การหายใจของดิน (SR) และการหายใจของ CWD (R_{CWD}) ดังสมการที่ 3

$$\text{NEP} = \text{NPP} - \text{HR}$$

$$\text{NEP} = (\Delta B + L + \Delta \text{CWD}) - (\text{SR} + R_{\text{CWD}}) \quad (3)$$

ประมาณปริมาณคาร์บอนที่สะสมอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของป่า ได้แก่ มวลชีวภาพที่เพิ่มพูน ผลผลิตซากพืชที่ร่วงหล่น และมวลของ CWD ที่เพิ่มพูน โดยอ้างอิงว่าปริมาณคาร์บอนที่สะสมในเนื้อเยื่อพืชคิดเป็น 50% ของน้ำหนักแห้งโดยประมาณ (Dixon *et al.*, 1994; Losi *et al.*, 2003) เพื่อแปลงปริมาณน้ำหนักแห้งเป็นปริมาณคาร์บอน

ผลและวิจารณ์

มวลชีวภาพที่เพิ่มพูน (Biomass increment; ΔB)

มวลชีวภาพของต้นไม้ในแต่ละเขตพันธุ์ไม้แปรผันตามความหนาแน่นของต้นไม้ เขตไม้ตะบูนซึ่งมีความหนาแน่นของต้นไม้มากที่สุดจึงมีมวลชีวภาพของต้นไม้ทั้งหมดสูงที่สุดคือ 163.2 ± 1.0 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์ รองลงมาคือเขตไม้โกกง (157.1 $\pm$ 4.9 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์) และเขตไม้แสม (129.9 $\pm$ 7.2 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์) ตามลำดับ แม้ว่าเขตไม้แสมมีมวลชีวภาพของต้นไม้ที่น้อยที่สุด แต่กลับมีมวลชีวภาพที่เพิ่มพูนมากที่สุดคือ 5.25 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์/ปี เนื่องจากการเติบโตอย่างรวดเร็วของไม้เบิกนำ ได้แก่ ไม้แสม และลำพู เขตไม้โกกงมีมวลชีวภาพที่เพิ่มพูนเท่ากับ 2.58 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์/ปี ขณะที่เขตไม้ตะบูนมีมวลชีวภาพที่เพิ่มพูนน้อยที่สุดคือ 1.30 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์/ปี เนื่องจากมีความหนาแน่นของต้นไม้สูง ต้นไม้จึงเติบโตได้ช้า (Table 1 และ 2)

Table 1 Average tree density, diameter at breast height (DBH) or diameter at 30 cm above the highest prop root ($D_{R0.3}$), and height (H) in each zone during 2014–2015 (average $\pm$ 1SD).

zone	<i>Avicennia</i>	<i>Rhizophora</i>	<i>Xylocarpus</i>
Tree density (stems/ha)	1283 $\pm$ 4	2066 $\pm$ 4	3580 $\pm$ 184
DBH or $D_{R0.3}$ (cm)	12.9 $\pm$ 0.1	10.9 $\pm$ 0.1	9.5 $\pm$ 0.0
H (m)	11.8 $\pm$ 0.2	11.7 $\pm$ 0.1	9.6 $\pm$ 0.1

ผลผลิตซากพืชที่ร่วงหล่น (Litter production; L)

ค่าเฉลี่ยของผลผลิตซากพืชที่ร่วงหล่นในเขตไม้แสมและไม้โกกงมีค่าใกล้เคียงกันคือ 4.89 และ 4.94 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์/ปี ตามลำดับ ขณะที่เขตไม้ตะบูนมีผลผลิตซากพืชที่ร่วงหล่นน้อยที่สุดคือ 3.87 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์/ปี ตามลำดับ (Table 2) ความผันแปรของผลผลิตซากพืชที่ร่วงหล่นในแต่ละเขตพันธุ์ไม้เกิดจากความแตกต่างของปริมาณซากใบ เนื่องจากปริมาณซากใบคิดเป็นสัดส่วนที่สูงที่สุดของผลผลิตซากพืชที่ร่วงหล่นในทุกเขตพันธุ์ไม้ (69–74%) ปัจจัยที่อาจส่งผลต่อปริมาณซากใบในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ ได้แก่ อายุขัยของใบ (leaf longevity) ความหนาแน่นของต้นไม้ และที่ตั้งของแต่ละเขตพันธุ์ไม้ โดยเขตไม้แสมมีปริมาณซากใบมาก เนื่องจากไม้แสมมีอายุขัยของใบน้อยประมาณ 8–13 เดือน (Wium-Andersen and Christensen, 1978; Ochieng and Erftemeijer, 2002; Imai *et al.*, 2009) ประกอบกับเขตนี้ยังติดแม่น้ำจึงอาจได้รับแรงปะทะจากลมมากกว่าเขตพันธุ์ไม้อื่น ๆ สำหรับเขตไม้โกกงที่แม้ว่าอายุขัยของใบโกกงจะยืนยาวกว่าใบแสมคือประมาณ 13–17 เดือน (Wium-Andersen, 1981; Imai *et al.*, 2009) แต่ด้วยลักษณะของใบโกกงที่มีขนาดใหญ่และหนากว่าใบแสม อีกทั้งเขตไม้โกกงยังมีความหนาแน่นมากกว่าเขตไม้แสม จึงทำให้ปริมาณซากใบในเขตไม้โกกงมีค่าสูงใกล้เคียงกับเขตไม้แสม ขณะที่เขตไม้ตะบูนมีปริมาณซากใบน้อยที่สุด เนื่องจากใบตะบูนมีอายุขัยยืนยาวถึงประมาณ 30 เดือน (Imai *et al.*, 2009) ประกอบกับเขตพันธุ์ไม้นี้ยังอยู่ด้านในจึงได้รับแรงปะทะจากลมน้อย

มวลของ CWD ที่เพิ่มพูน (CWD input; ΔCWD)

มวลของ CWD ที่เพิ่มพูนมีค่ามากที่สุดในเขตไม้โกกงคือ 4.33 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์/ปี (Table 2) โดยเป็นมวลของ downed wood 2.23 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์/ปี และมวลของ standing dead tree 2.11 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์/ปี โดย downed wood ในเขตนี้พบมากบริเวณที่มีช่องว่างระหว่างเรือนยอดกว้าง ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อการร่วงหล่นและการคงอยู่ของ downed wood ในเขตนี้ประกอบด้วยความเร็วลม และระบบรากค้ำยันที่เอื้อต่อการกักเก็บซากเนื้อไม้ โดยพบว่ามวลของ downed wood มีความสอดคล้องกับความเร็วลมสูงสุดเฉลี่ยที่มีค่าสูงในเดือนเมษายน มิถุนายน และพฤศจิกายน (Fig. 1) สำหรับเดือนกันยายน แม้จะมีความเร็วลมสูงสุดใกล้เคียงกับเดือนเมษายน แต่ไม่พบการร่วงหล่นของ downed wood อาจเนื่องมาจาก downed wood ได้ร่วงหล่นในเดือนมิถุนายนซึ่งมีความเร็วลมสูงไปหมดแล้ว นอกจากนี้ยังพบว่า การคงอยู่ของ downed wood ในเขตไม้โกกงเป็นเพราะมีระบบรากค้ำยันที่ช่วยกีดขวางไม่ให้ถูกพัดพาไปกับกระแสน้ำ ขณะที่ standing dead tree พบบริเวณที่มีกลุ่มของ

ไม้โกงกางค่อนข้างหนาแน่นซึ่งเกิดจากความหนาแน่นของเรือนยอดบดบังแสงทำให้เกิดการแก่งแย่งแสง (light competition) ต้นไม้ที่ถูกบดบังแสงจะอ่อนแอและตายลงในที่สุด

เขตไม้แสมมีมวลของ CWD ที่เพิ่มพูน 1.21 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์/ปี ประกอบด้วยมวลของ standing dead tree มากกว่ามวลของ downed wood ซึ่งปริมาณ standing dead tree ในเขตไม้แสมเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงแทนที่ (succession) เนื่องจากพบการตายของกลุ่มไม้เบิกนำขนาดใหญ่จำนวนมาก และหลังจากนั้นพบไม้โกงกางเจริญขึ้นมาแทนที่ ส่วนมวลของ downed wood ที่มีค่าน้อย เนื่องมาจากเขตไม้แสมอยู่ติดแม่น้ำ downed wood จึงอาจถูกพัดพาออกไปโดยการขึ้นลงของน้ำทะเล

สำหรับมวลของ CWD ที่เพิ่มพูนในเขตไม้ตะบูนมีค่าเท่ากับ 0.80 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์/ปี โดยพบเพียง standing dead tree เท่านั้น ซึ่งเกิดจากการแก่งแย่งแสงเนื่องจากมีความหนาแน่นของต้นไม้สูง นอกจากนี้การที่ไม่พบ downed wood ในเขตไม้ตะบูนอาจเนื่องมาจากเป็นเขตพันธุ์ไม้ที่อยู่ด้านในสุด จึงได้รับแรงปะทะจากลมน้อยกว่าเขตพันธุ์ไม้ที่อยู่ใกล้แม่น้ำ

เมื่อเปรียบเทียบมวลของ CWD ที่เพิ่มพูนกับซากไม้ที่ได้จากกระบะรองรับซากพืช จะเห็นว่าซากไม้ที่ได้จากกระบะรองรับซากพืช (0.35–0.64 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์/ปี) มีค่าน้อยกว่ามวลของ CWD ที่เพิ่มพูนที่มีค่าสูงถึง 4.33 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์/ปี ในเขตไม้โกงกาง ซึ่งผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นความจำเป็นในการศึกษา CWD ในป่าชายเลนควบคู่ไปกับการประมาณค่าผลผลิตซากพืชโดยใช้กระบะรองรับซากพืช

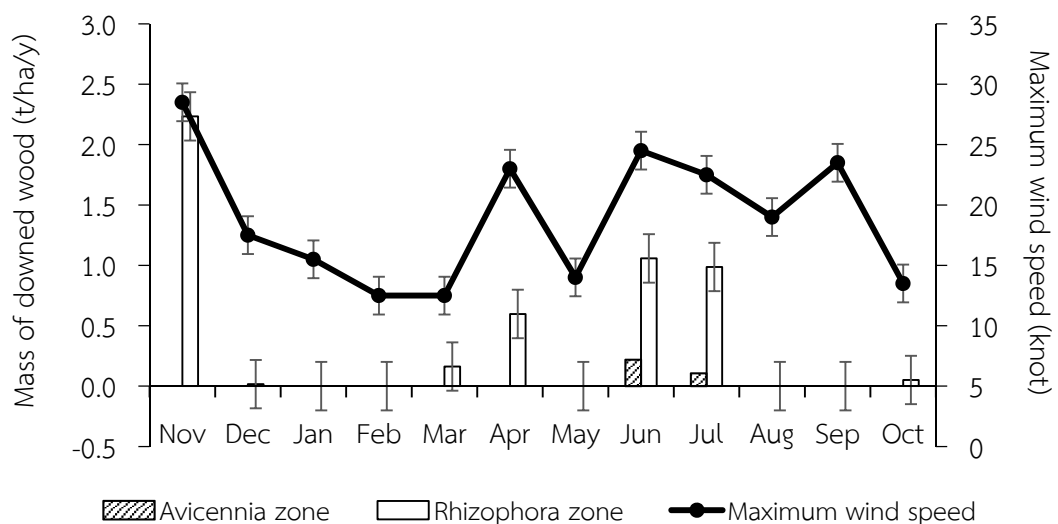


Figure 1 The variation of downed wood input in the *Avicennia* and *Rhizophora* zones, and maximum wind speed.

การหายใจของ CWD (CWD respiration; R_{CWD})

อัตราการปลดปล่อย CO_2 จากการหายใจของ CWD ไม้แสมมีค่าสูงที่สุด ขณะที่อัตราการปลดปล่อย CO_2 จากการหายใจของ CWD ไม้โกงกางและไม้ตะบูนมีค่าใกล้เคียงกัน (Table 2) ขณะที่มวลของ CWD ที่พบในแปลงศึกษาในปี พ.ศ.2557 และ 2558 มีค่ามากที่สุดในเขตไม้โกงกางคือ 4.95 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์ สำหรับเขตไม้แสมและไม้ตะบูนมีมวลของ CWD เท่ากับ 1.52 และ 3.53 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์ เมื่อนำค่าอัตราการปลดปล่อย CO_2 จากการหายใจของ CWD ของไม้แต่ละชนิดและระดับการย่อยสลายมาคูณกับมวลของ CWD แต่ละชนิดและระดับการย่อยสลาย พบว่าอัตราการปลดปล่อย CO_2 จากการหายใจของ CWD รายปี มีค่ามากที่สุดในเขตไม้โกงกางคือ 0.52 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์/ปี เนื่องจากมีมวลของ CWD มากที่สุด รองลงมาคือเขตไม้ตะบูนมีค่าการปลดปล่อย CO_2 จากการหายใจของ CWD เท่ากับ 0.28 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์/ปี และเขตไม้แสมมีค่าการปลดปล่อย CO_2 จากการหายใจของ CWD เท่ากับ 0.22 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์/ปี (Table 2)

การหายใจของดิน (Soil respiration; SR)

อุณหภูมิดินเฉลี่ยในเขตไม้แสม เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน มีค่าเท่ากับ 27.84, 27.38 และ 26.89 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อใช้อุณหภูมิดินประมาณการหายใจของดินพบว่าอัตราการหายใจของดินในเขตไม้แสม เขตไม้โกงกาง และเขตไม้ตะบูน มีค่าเท่ากับ 2.30, 2.20 และ 2.12 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์/ปี ตามลำดับ

การหายใจของดินในแต่ละเขตพันธุ์ไม้ที่ได้จากการศึกษานี้มีแนวโน้มเช่นเดียวกับการศึกษาของ Pongparn *et al.* (2009) ที่ทำการศึกษาในพื้นที่เดียวกัน และพบว่าอัตราการหายใจของดินมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะห่างจากแม่น้ำเพิ่มขึ้น โดยค่าการหายใจของดินขึ้นกับอุณหภูมิดิน ในเขตไม้แสมซึ่งมีอุณหภูมิดินสูงที่สุด จึงพบว่ามีอัตราการหายใจของดินสูงที่สุดเช่นกัน Pongparn *et al.* (2009) ได้อธิบายไว้ว่าอุณหภูมิดินที่มีค่าสูงในเขตไม้แสม เกิดจากเขตไม้แสมถูกน้ำท่วมเป็นระยะเวลานานกว่าเขตพันธุ์ไม้อื่น ๆ น้ำซึ่งมีคุณสมบัติเป็นตัวพาความร้อนจึงเป็นตัวชักนำให้อุณหภูมิดินในเขตนี้มีค่าเพิ่มขึ้น อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นนี้จะกระตุ้นกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน ทำให้การหายใจของดินมีค่าสูง

การหายใจของดินเฉลี่ยจากทุกเขตพันธุ์ไม้ในการศึกษานี้มีค่าเท่ากับ 2.21 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์/ปี ส่วนการหายใจของ CWD เฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.34 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์/ปี ซึ่งคิดเป็น 15% ของการหายใจของดิน ขณะที่การศึกษาของ Troxler *et al.* (2015) รายงานว่าการหายใจของ CWD มีค่าเท่ากับ 1.6 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์/ปี คิดเป็น 33% ของการหายใจของดิน (4.8 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์/ปี) จากทั้งสองการศึกษาที่กล่าวมาแสดงให้เห็นว่าสัดส่วนการหายใจของ CWD ต่อการหายใจของดินมีค่าค่อนข้างสูง ดังนั้นการหายใจของ CWD จึงควรถูกรวมในการประมาณ NEP ของป่าชายเลน

ผลผลิตสุทธิของระบบนิเวศ (Net ecosystem production; NEP)

แม้ว่ามวลชีวภาพที่เพิ่มพูนในเขตไม้แสมมีค่าสูงที่สุด แต่เขตไม้โกงกางมีมวลของ CWD ที่เพิ่มพูนสูงกว่าเขตไม้แสมมากกว่า 3 เท่า จึงทำให้ NPP ของเขตไม้โกงกางมีค่าสูงที่สุด ส่วนเขตไม้ตะบูนมีมวลชีวภาพที่เพิ่มพูน ผลผลิตซากพืชที่ร่วงหล่น และมวลของ CWD ที่เพิ่มพูนน้อยกว่าเขตพันธุ์ไม้อื่น ๆ ดังนั้น NPP ของเขตไม้ตะบูนจึงมีค่าน้อย เมื่อพิจารณา HR ของป่าชายเลน พบว่ามีค่าใกล้เคียงกันทั้งสามเขตพันธุ์ไม้ (2.40–2.72 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์/ปี) โดยองค์ประกอบของ HR ส่วนใหญ่มาจากการหายใจของดิน ขณะที่การหายใจของ CWD มีค่าน้อยกว่าการหายใจของดิน ซึ่งคิดเป็น 10–24% ของการหายใจของดิน

ดังนั้นเมื่อคูณคาร์บอนระหว่าง NPP และ HR จึงพบว่าเขตไม้โกงกางมีค่า NEP สูงที่สุดคือ 9.18 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์/ปี รองลงมาคือเขตไม้แสม (8.87 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์/ปี) และเขตไม้ตะบูน (3.57 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์/ปี) ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของ NEP จากทั้งสามเขตพันธุ์ไม้ที่ได้จากการศึกษานี้คือ 7.21 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์/ปี มีค่าสูงกว่าซึ่ง NEP ของระบบนิเวศป่าอื่น ๆ ที่ศึกษาโดยวิธีเดียวกัน เช่น NEP ในป่าเขตอบอุ่นที่รัฐมิชิแกน ประเทศสหรัฐอเมริกา มีค่าเท่ากับ 1.53 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์/ปี (Gough *et al.*, 2007) ขณะที่ NEP ของป่าเขตอบอุ่นที่ประเทศญี่ปุ่นมีค่าเพียง 1.0 ตันคาร์บอน/เฮกตาร์/ปี (Ohtsuka *et al.*, 2007) ซึ่งความแตกต่างของ NEP ระหว่างระบบนิเวศป่าชายเลนกับป่าเขตอบอุ่นอาจเป็นผลมาจากหลายปัจจัยทั้งลักษณะโครงสร้างป่า และปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน รวมถึงความสมบูรณ์ของธาตุอาหารในป่าชายเลนที่ทำให้ต้นไม้ในป่าชายเลนเจริญเติบโตได้ดี (Onuf *et al.*, 1977; Duarte *et al.*, 1998)

นอกจากนี้จากการศึกษาของ Yoneda *et al.* (2016) ที่ศึกษา NEP ของป่าเขตร้อนในประเทศมาเลเซียซึ่งมีไม้สกุล *Shorea* และ *Dipterocarp* เป็นพันธุ์ไม้เด่น พบว่า CWD เป็นแหล่งปลดปล่อยคาร์บอนที่สำคัญของระบบนิเวศป่านี้โดยเฉพาะเมื่อป่าถูกรบกวน เนื่องจากมีอัตราการย่อยสลายเร็ว ทำให้ระบบนิเวศป่าเป็นแหล่งปลดปล่อยคาร์บอน (NEP มีค่าลบ) แต่จากการศึกษานี้จะเห็นว่า CWD ในป่าชายเลนมีการย่อยสลายช้า คาร์บอนจึงยังคงกักเก็บอยู่ใน CWD ของป่าชายเลนมากกว่าคาร์บอนที่ถูกปลดปล่อยสู่บรรยากาศ อีกทั้ง NEP ของป่าชายเลนก็ยังคงมีค่าสูง

Table 2 Carbon budget in each component of mangrove ecosystem namely biomass increment, litter production, CWD input, net primary production (NPP), soil respiration, CWD respiration, heterotrophic respiration (HR) and net ecosystem production (NEP) in each zone during 2014 – 2015.

Carbon budget (tC/ha/y)	<i>Avicennia</i> zone	<i>Rhizophora</i> zone	<i>Xylocarpus</i> zone
Biomass increment (ΔB)	5.25	2.58	1.30
Litter production (L)	4.89	4.94	3.87
CWD input (ΔCWD)	1.21	4.33	0.80
NPP ($\Delta B + L + \Delta CWD$)	11.4	11.9	5.97
Soil respiration (SR)	2.30	2.20	2.12
CWD respiration (R_{CWD})	0.22	0.52	0.28
HR ($SR + R_{CWD}$)	2.52	2.72	2.40
NEP ($NPP - HR$)	8.88	9.18	3.57

สรุป

การศึกษานี้สรุปได้ว่า CWD เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการศึกษาการประมาณ NEP โดยวิธี summation method ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปริมาณคาร์บอนยังคงกักเก็บอยู่ใน CWD มากกว่าถูกปลดปล่อยสู่บรรยากาศ ป่าชายเลนจึงเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่สำคัญของระบบนิเวศป่าเขตร้อน การศึกษาวิธีการประมาณ NEP จึงไม่เพียงพอต่อการประมาณ NEP ได้แม่นยำขึ้นเท่านั้น แต่ยังไม่ไปสู่การประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อระบบนิเวศป่าชายเลนได้ดีขึ้นในอนาคตอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนพัฒนานักวิจัย (รหัสโครงการ RSA5680017) สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์วิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีทรัพยากรป่าชายเลนที่ 1 (ตราด) กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยภาคสนาม

เอกสารอ้างอิง

- Baker, T.R., E.N.H. Coronado, O.L. Phillips, J. Martin, G.M.F. Heijden, M. Garcia and J.S. Espejo. 2007. Low stocks of coarse woody debris in a southwest Amazonian forest. *Oecologia* 152: 495–504.
- Barker, J. 2008. Decomposition of Douglas-fir coarse woody debris in response to differing moisture content and initial heterotrophic colonization. *Forest Ecol. Manag.* 255: 598–604.
- Brais, S., F. Sadi, Y. Bergeron and Y. Grenier. 2005. Coarse woody debris dynamics in a post-fire jack pine chronosequence and its relation with site productivity. *Forest Ecol. Manag.* 220: 216–226.
- Chao, K., O.L. Phillips and T.R. Baker. 2008. Wood density and stocks of coarse woody debris in a Northwestern Amazonian landscape. *Can. J. Res.* 38: 795–805.
- Clark, D.A., S. Brown, D.W. Kicklighter, J.Q. Chambers, J.R. Thomlinson and J. Ni. 2001. Measuring net primary production in forest: concepts and field methods. *J. Appl. Ecol.* 11: 356–370.
- Dixon, R.K., S. Brown, R.A. Houghton, A.M. Solomon, M.C. Trexler and J. Wisniewski. 1994. Carbon pools and flux of global forest ecosystems. *Science* 263: 185–189.
- Donato, D.C., J.B. Kauffman, D. Murdiyarso, S. Kurnianto, M. Stidham and M. Kanninen. 2011. Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. *Nat. Geosci.* 4: 293–297.

- Duarte, C.M., O. Geertz-Hansen, U. Thampanya, J. Terrados, M.D. Fortes, L. Kamp-Nielsen, J. Borum and S. Boromthanarath. 1998. Relationship between sediment conditions and mangrove *Rhizophora apiculata* seedling growth and nutrient status. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 175: 277–283.
- Enrong, Y., W. Xihua and H. Jianjun. 2006. Concept and Classification of Coarse Woody Debris in Forest Ecosystems. **Front. Biol. Chi.** 1: 76–84.
- Gough, C.M., C.S. Vogel, C. Kazanski, L. Nagel, C.E. Flower and P.S. Curtis. 2007. Coarse woody debris and the carbon balance of a north temperate forest. **Forest Ecol. Manag.** 244: 60–67.
- Harmon, M.E., J.F. Franklin, F.J. Swanson, P. Sollins, S.V. Gregory, J.D. Lattin, N.H. Anderson, S.P. Cline, N.G. Aumen, J.R. Sedell, G.W. Lienkaemper, K. Cromack and K.W. Cummins. 1986. Ecology of Coarse Woody Debris in Temperate Ecosystems. **Adv. Ecol. Res.** 15: 133–302.
- Imai, N., T. Masaaki and N. Yukito. 2009. Growth, crown architecture and leaf dynamics of saplings of five mangrove tree species in Ranong, Thailand. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 377: 139–148.
- Jia-bing, W., G. De-xin, H. Shi-jie, Z. Mi and J. Chang-jie. 2005. Ecological functions of coarse woody debris in forest ecosystem. **J. Forestry Res.** 16: 247–252.
- Kathiresan, K. and B.L. Bingham. 2001. Biology of mangrove and mangrove ecosystems. **Adv. Mar. Biol.** 40: 81–251.
- Kauffman, J.B. and T.G. Cole. 2010. Micronesian mangrove forest structure and tree responses to a severe typhoon. **Wetlands** 30: 1077–1084.
- Kauffman, J.B., C. Heider, T.G. Cole, K.A. Dwire and D.C. Donato 2011. Ecosystem carbon stocks of micronesia mangrove forests. **Wetlands** 31: 343–352.
- Kira, T. and T. Shidei. 1967. Primary production and turnover of organic matter in different forest ecosystems of the western pacific. **Jan. J Ecol.** 17: 70–87.
- Komiyama, A., S. Pongparn and S. Kato. 2005. Common allometric equations for estimating the tree weight of mangroves. **J. Trop. Ecol.** 21: 471–477.
- Losi, C.J., T.G. Siccamo, R. Condit and J.E. Morales 2003. Analysis of alternative methods for estimating carbon stock in young tropical plantations. **Forest Ecol. Manag.** 184: 355–368.
- McNaughton, S.J., D.G. Milchunas and D.A. Frank. 1996. How can net primary productivity be measured in grazing ecosystem? **Ecology** 77: 974–977.
- Murdiyarso, D., D. Donato, J.B. Kauffman, S. Kurnianto, M. Stidham and M. Kanninen. 2009. **Carbon storage in mangrove and peatland ecosystems**. Working Paper 48, CIFOR, Bogor, Indonesia.
- Ochieng, C.A. and P.L.A. Erftemeijer. 2002. Phenology, litterfall and nutrient resorption in *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh in Gazi Bay, Kenya. **Trees** 16: 167–171.
- Ohtsuka, T., W. Mo, T. Satomura, M. Inatomi and H. Koizumi. 2007. Biometric based carbon flux measurements and net ecosystem production (NEP) in a temperate deciduous broad-leaved forest beneath a flux tower. **Ecosystems** 10: 324–334.
- Onuf, C.P., J.M. Teal and I. Valiela. 1977. Interactions of nutrients, plant growth and herbivory in a mangrove ecosystem. **Ecology** 58: 514–526.
- Pongparn, S. and A. Komiyama. 2013. Net ecosystem productivity studies in mangrove forests. **Rev. Agr. Sci.** 1: 61–64.
- Pongparn, S., A. Komiyama, A. Tanaka, T. Sangtjean, C. Maknual, S. Kato, P. Tanapermpool and P. Patanaponpaiboon. 2009. Carbon dioxide emission through soil respiration in a secondary mangrove forest of eastern Thailand. **J. Trop. Ecol.** 25: 393–400.

- Stevens, V. 1997. **The ecological role of coarse woody debris: An overview of the ecological importance of CWD in British Columbia forests.** Research Branch, B.C. Ministry of Forests, Victoria, B.C. Working Paper 30, Victoria, British Columbia.
- Troxler, T.G., J.G. Barr, J.D. Fuentes, V. Engel, G. Anderson, C. Sanchez, D. Lagomasino, R. Price and S.E. Davis. 2015. Component-specific dynamics of riverine mangrove CO₂ efflux in the Florida coastal Everglades. **Agri. Forest Meteorol.** 213: 273–282.
- Twilley, R.R., R.H. Chen and T. Hargris. 1992. Carbon sinks in mangrove and their implications to carbon budget of tropical coastal ecosystems. **Water Air Soil Poll.** 64: 265–288.
- Wium-Anderson, S. 1981. Seasonal growth of mangrove trees in Southern Thailand, III: Phenology of *Rhizophora mucronata* Lamk. and *Scyphiphora hydrophyllacea* Gaertn. **Aquat. Bot.** 10: 371–376.
- Wium-Anderson, S. and B. Christensen. 1978. Seasonal growth of mangrove trees in Southern Thailand, II: Phenology of *Bruguiera cylindrica*, *Ceriops tagal*, *Lumnitzera littorea* and *Avicennia marina*. **Aquat. Bot.** 5: 383–390.

ชีพลักษณ์และความสำเร็จการสืบพันธุ์ของต้นลาน Phenology and Reproductive Success of *Corypha* spp.

ลักขณา แสงอุไรเพ็ญ* และ พัชรกิติ เฟื่องสกุล

Lakkhana Saenguraipen* and Patcharakiti Phengsakul

กลุ่มงานวิจัยพันธุ์พืชป่ามีค่า หายาก และใกล้สูญพันธุ์ กองคุ้มครองพันธุ์สัตว์ป่าและพืชป่าตามอนุสัญญา กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

Sub Division of Wild Flora Research, Division of Wild Fauna and Flora Protection,

Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation.

* Corresponding Author; E-mail: prite-70@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาชีพลักษณ์และความสำเร็จการสืบพันธุ์ของต้นลาน เพื่อต้องการทราบชีพลักษณ์การออกดอกและติดผล ประสิทธิภาพการติดผล และความสำเร็จในการสืบพันธุ์ของต้นลาน 2 ชนิด คือ ลานป่าและลานพรุ โดยมีพื้นที่ศึกษาลานป่าในอำเภอนาดี จังหวัดปราจีนบุรี และลานพรุในอำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา ผลการศึกษาพบว่า ลานป่าออกดอกในช่วงเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม และเป็นผลสุกในช่วงเดือนมีนาคมปีถัดไป ส่วนลานพรุออกดอกในช่วงเดือนมกราคมถึงมีนาคม และเป็นผลสุกในช่วงเดือนธันวาคม ดอกของต้นลานทั้งสองชนิดสมบูรณ์เพศ ผลเป็นแบบผลสดเมล็ดเดี่ยว (drupe) ประสิทธิภาพการติดผลตามธรรมชาติของลานทั้งสองชนิดมีค่าค่อนข้างต่ำ (ลานป่าร้อยละ 18.71 ± 1.32 , ลานพรุร้อยละ 7.75 ± 0.77) ความสำเร็จของการสืบพันธุ์ของลานทั้งสองชนิดมีค่าต่ำมาก (ลานป่าร้อยละ 0.013, ลานพรุร้อยละ 0.016) ผลการศึกษานี้สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนการจัดการเมล็ดลาน การกำหนดแนวทางการอนุรักษ์ และใช้ประโยชน์จากลานอย่างยั่งยืนต่อไป

คำสำคัญ: ลาน ชีพลักษณ์ ความสำเร็จการสืบพันธุ์

ABSTRACT

The purposes of this study were to study flowering and fruiting phenology, fruit set efficiency and reproductive success of *Corypha lecomtei* Becc. (Lan pa) and *C. utan* Lam. (Lan pru). Study site of *C. lecomtei* Becc. was located in Na Di District, Prachin Buri province and study site of *C. utan* Lam. was located in Dan Khun Thot district, Nakorn Ratchasima province. The flowering period of *C. lecomtei* Becc was occurred during April to May. Fruiting period was taken for nearly one year then ripened in March of the following year. For *C. utan* Lam., the flowering period was occurred during January to March. Fruiting period was taken for nine months then ripened in December. Flowers of both species were the perfect type and fruits were the drupe type. The fruit set efficiencies of both species were quite low (*C. lecomtei* Becc: $18.71\% \pm 1.32$; *C. utan* Lam.: $7.75\% \pm 0.77$) The reproductive success of the two species were very low (*C. lecomtei* Becc: 0.013; *C. utan* Lam.: 0.016) The results of this study can be used as a basis for seed orchard management, conservation, and sustainable utilization.

Keywords: *Corypha* spp., phenology, reproductive success

คำนำ

ประเทศไทยพบต้นลาน 3 ชนิด เป็นลานพื้นเมือง 2 ชนิด คือ ลานป่าหรือลานกบินทร์ (*Corypha lecomtei* Becc.) และลานพรุ (*Corypha utan* Lam.) และอีกชนิดที่พบคือ ลานวัด (*Corypha umbraculifera* L.) มีถิ่นกำเนิดในศรีลังกา และอินเดีย (พูนศักดิ์, 2548) ลานเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว อยู่ในวงศ์ ARECACEAE เมื่ออายุประมาณ 30 ปี ขึ้นไป จะออกดอกและผลเพียงครั้งเดียวแล้วตาย (สายสุตใจ, 2547) ลานจะเพิ่มโอกาสในการสืบพันธุ์โดยออกดอกเป็นจำนวนมาก บางต้นออกดอกแต่ไม่ติดผล บางต้นติดผลแต่เมล็ดไม่สมบูรณ์ไม่สามารถงอกได้ ขึ้นอยู่กับ

สภาพแวดล้อมและความสมบูรณ์ของต้น ประกอบกับผลมีขนาดใหญ่มักจะตกไม่ไกลต้นแม่ จึงพบกล้าลานกระจายเป็นกลุ่ม ๆ อยู่ใกล้กัน

ในอดีตมีการใช้ใบลานในการบันทึกเรื่องราวต่าง ๆ หรือที่เรียกว่า คัมภีร์ใบลาน ใช้มัดข้าว ทำหัตถกรรมจักสาน มุงหลังคา กันแดดฝน ส่วนของก้านใช้ทำรั้ว คันเบ็ด ใช้เป็นยารักษาโรค ที่เรียกว่า ยามหานิล เป็นต้น (ปิฎกธะ, 2535) ปัจจุบันมีการใช้ประโยชน์จากต้นลานไม่มากนัก โดยส่วนใหญ่ใช้ใบในงานหัตถกรรม เช่น กลุ่มจักสานลานทอง บ้านทับลาน จังหวัดปราจีนบุรี ศูนย์ส่งเสริมหัตถกรรมหมู่บ้านลานทอง บ้านท่าฤทธิ จังหวัดสระบุรี กลุ่มผู้ผลิตไม้กวาดก้านลาน บ้านกระทุ่มโพรง จังหวัดนครราชสีมา เป็นต้น เนื้อในเมล็ด (endosperm) ของผลอ่อนที่มีลักษณะเป็นเนื้อนิ่มนิยมนำมารับประทาน โดยต้องนำมาล้างและทำให้สุกก่อน เนื่องจากผลลานมียางสีขาว ในบางคนอาจแพ้เมื่อรับประทานจะมีอาการคัน และเกิดอาการแพ้มาได้ ซึ่งในอดีตมีการนำผลลานทุบโยนลงน้ำเพื่อเบื่อปลา ทำให้ปลาเมา สะดวกแก่การจับได้ง่าย การใช้ประโยชน์ใบและผลมากเกินไปก่อให้เกิดกระทบต่อการเจริญเติบโตและการอยู่รอดของต้นลาน นอกจากนี้ต้นลานยังถูกคุกคามจากการทำลายถิ่นอาศัยซึ่งมักเป็นที่ราบที่ราบลุ่มต่ำใกล้แหล่งน้ำ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากพื้นที่ป่าเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ชุมชน ถนน และอ่างเก็บน้ำ เป็นต้น ทำให้มีความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์

การศึกษาทางด้านชีววิทยาในการสืบพันธุ์ของต้นลาน จะเป็นข้อมูลอีกส่วนหนึ่งที่ช่วยสนับสนุนการกำหนดแนวทางในการอนุรักษ์ต้นลาน ส่งเสริมการปลูก และการใช้ประโยชน์จากต้นลานอย่างยั่งยืน การศึกษาดังนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชีวลักษณะ และความสำเร็จในการสืบพันธุ์ของต้นลาน ข้อมูลที่ได้รับจากการศึกษาดังนี้สามารถนำไปใช้สำหรับการวางแผนการจัดการเมล็ดลานหรือการปรับปรุงพันธุ์ในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

สถานที่ศึกษาและการคัดเลือกต้น

การคัดเลือกต้นลานเพื่อทำการศึกษาในครั้งนี้ โดยคัดเลือกต้นลานที่ขึ้นเองตามธรรมชาติ พร้อมออกดอก มีสภาพสมบูรณ์ พื้นที่ศึกษาลานป่าอยู่ในบริเวณอุทยานแห่งชาติทับลาน อำเภอนาดี จังหวัดปราจีนบุรี พื้นที่ศึกษาลานพรุอยู่บริเวณอำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา

ระยะเวลาการศึกษา

ทำการศึกษาระหว่างเดือนมกราคม 2559 ถึงเดือนกรกฎาคม 2560

การศึกษาชีวลักษณะการออกดอกและติดผล (flowering and fruiting phenology)

การศึกษาชีวลักษณะการออกดอกและติดผล คัดเลือกต้นลานชนิดละ 10 ต้น เพื่อติดตามและเก็บข้อมูลช่วงเวลาการพัฒนาของดอก โดยเริ่มตั้งแต่ช่วงที่มีการสร้างใบรองช่อดอก (ใบใหม่หรือยอดอ่อนมีขนาดสั้นและเล็ก) เริ่มแทงช่อดอกจนกระทั่งผลสุกแก่ โดยการสังเกตและจดบันทึกทุกสัปดาห์

การประเมินประสิทธิภาพการติดผลตามธรรมชาติ (Fruit set efficiency)

การประเมินประสิทธิภาพการติดผลตามธรรมชาติ และการประเมินความสำเร็จของการสืบพันธุ์คัดเลือกต้นลานชนิดละ 3 ต้น โดยลานป่าเลือกต้นที่อยู่ในอุทยานแห่งชาติทับลาน อำเภอนาดี จังหวัดปราจีนบุรี จำนวน 2 ต้น และอยู่ในพื้นที่ทำการเกษตรบริเวณใกล้เคียง จำนวน 1 ต้น ส่วนลานพรุศึกษาอยู่ในพื้นที่ทำการเกษตร (ทำนา) อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 3 ต้น ตั้งนั่งร้านเพื่อหามายช่อดอกด้วยริบบิ้น จำนวน 30 ช่อต่อต้น ช่อดอกที่เลือกไม่มีร่องรอยการร่วงหล่นของดอก บันทึกจำนวนดอกในแต่ละช่อดอก และจำนวนดอกที่พัฒนาเป็นผล ในระยะ 2 สัปดาห์หลังจากดอกบาน นำมาคำนวณหาร้อยละประสิทธิภาพการติดผล โดยใช้สูตร

$$\text{ประสิทธิภาพการติดผล} = (\text{จำนวนผลที่ติดต่อช่อดอก} / \text{จำนวนดอกทั้งหมดต่อช่อดอก}) \times 100$$

การประเมินความสำเร็จของการสืบพันธุ์ (Reproductive success)

การประเมินความสำเร็จของการสืบพันธุ์ ทำโดยหมายช่อดอกด้วยริบบิ้น จำนวน 30 ช่อดอกต่อต้น นับจำนวนดอกย่อยต่อช่อดอก (FI) และสุมดอกย่อยมานับจำนวนไข่อ่อนต่อดอก (O) เมื่อผลสุกแก่เต็มที่ ตรวจนับผลแก่ต่อช่อผล (Fr) สุมเลือกผลที่สุกแก่แล้วนับจำนวนเมล็ดต่อผล (S) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาประเมินค่าความสำเร็จของการสืบพันธุ์ ซึ่งเป็นดัชนีที่บ่งบอกถึงศักยภาพของดอกและไข่อ่อน (Ovule) ของพืชที่จะพัฒนาไปเป็นผลและเมล็ดที่สมบูรณ์ (Weins *et al.*, 1987) โดยใช้สูตร

$$RS = (Fr/FI) \times (S/O)$$

โดยค่าดัชนี RS = 1 (หรือร้อยละ 100) หมายถึง ดอกทุกดอกภายในช่อดอกพัฒนาไปเป็นผลทั้งหมดและไข่อ่อนทุกใบของทุกดอกพัฒนาไปเป็นเมล็ดที่สมบูรณ์ ในขณะที่ RS = 0 (ร้อยละ 0) บ่งบอกถึงดอกไม่มีการพัฒนาไปเป็นผลและเมล็ดที่สมบูรณ์

ผลและวิจารณ์

การศึกษาชีพลักษณ์การออกดอกและผล

ต้นลานออกดอกเป็นช่อ (inflorescence) ขนาดใหญ่ที่ปลายยอดของลำต้นเหนือใบ (suprafoliar) ลักษณะทรงพุ่มมิด แบบช่อแยกแขนง (panicle) ดอกลานเป็นดอกสมบูรณ์เพศ (perfect flower) มีกลีบเลี้ยง 3 กลีบ กลีบดอก 3 กลีบ และรังไข่ 3 ช่อ รังไข่อยู่เหนือวงกลีบ มีเกสรเพศผู้ 6 อัน ในแต่ละช่อย่อยดาดอกจะพัฒนาได้ไม่หมดโดยเฉพาะส่วนปลายของช่อจะเป็นตุ่มตาไม่มีการพัฒนาเป็นดอก ผลเป็นแบบผลมีเนื้อสด มีเมล็ดเดี่ยว (drupe) เนื้อเยื่อชั้นในสุดของเปลือก (endocarp) แข็ง ขณะผลอ่อนส่วนของเนื้อในเมล็ด (endosperm) จะมีลักษณะเป็นน้ำใส และพัฒนาเป็นเนื้อนิ่ม และแข็งเมื่อผลแก่ ผลสุกแก่จะมีสีออกเหลือง เมื่อผลร่วงหมดต้นแม่จะตายและค่อย ๆ ผุพังลง ขณะเดียวกันผลที่ร่วงอยู่ใต้ต้นแม่ก็จะออกเป็นกล้าขึ้นมา

ชีพลักษณ์การออกดอกและผลของลานป่า

จากการศึกษารั้วนี้สามารถแบ่งระยะการพัฒนาของดอกและผลลานป่าออกได้เป็น 5 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 เริ่มมีการแตกใบขนาดเล็ก ก้านใบสั้น เป็นใบรองช่อดอกในช่วงเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม หลังจากสังเกตเห็นใบรองฐานช่อดอกประมาณ 1-4 สัปดาห์ จะเข้าสู่ระยะที่ 2 ช่อดอกแทงขึ้นมามาตรงส่วนยอดและแตกแขนงออก มีลักษณะคล้ายปลีกล้วย ใช้เวลาประมาณ 1-4 สัปดาห์ ประมาณช่วงเดือนพฤษภาคมถึงมิถุนายน หากมีฝนตกจะเร่งให้ช่อดอกพัฒนาเร็วขึ้น ระยะที่ 3 ดอกบาน ดอกจะเริ่มบานเต็มที่ช่วงเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคม ระยะที่ 4 หลังจากดอกบานเต็มที่ประมาณ 1-2 สัปดาห์ ดอกที่ได้รับการผสมเกสรโดยสมบูรณ์จะพัฒนาเป็นผลอ่อน และระยะที่ 5 ผลจะเริ่มสุกแก่และร่วงหล่น ช่วงเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคมในปีถัดไป (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาการเจริญของช่อดอกลานป่า ของพงศ์เทพ (2556) ที่ทำการศึกษาในพื้นที่อุทยานแห่งชาติทับลาน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงสิงหาคม 2552 พบว่า ลานป่าเริ่มออกดอกในเดือนพฤษภาคม จะติดผลในช่วงเดือนกรกฎาคม และผลจะร่วงหล่นในเดือนพฤษภาคมปีถัดไป

ชีพลักษณ์การออกดอกและผลของลานพรุ

สำหรับลานพรุสามารถแบ่งระยะการพัฒนาของดอกและผลออกได้เป็น 5 ระยะ เช่นกัน คือ ระยะที่ 1 เริ่มมีการแตกใบขนาดเล็ก ก้านใบสั้น เป็นใบรองช่อดอกในช่วงเดือนมกราคมถึงมีนาคม หลังจากสังเกตเห็นใบรองฐานช่อดอกประมาณ 1-4 สัปดาห์ จะเข้าสู่ระยะที่ 2 ช่อดอกแทงขึ้นมามาตรงส่วนยอดและแตกแขนงออก มีลักษณะคล้ายปลีกล้วย ใช้เวลาประมาณ 1-4 สัปดาห์ ประมาณช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน ระยะที่ 3 ดอกบาน ดอกจะเริ่มบานช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายน ระยะที่ 4 หลังจากดอกบานเต็มที่ประมาณ 1-2 สัปดาห์ ดอกที่ได้รับการผสมเกสรโดยสมบูรณ์จะพัฒนาเป็นผลอ่อน และระยะที่ 5 ผลจะเริ่มสุกแก่และร่วงหล่น ช่วงเดือนธันวาคมถึงมีนาคมในปีถัดไป (Table 2)

Table 1 Flowering and fruiting phenology of *C. lecomtei*. Becc.) at Na Di District, Prachin Buri Province.

Stage of development	Apr	May	Jun	Jul		Feb	Mar	Apr	May
1. Few small leaves at the base of the panicle	————								
2. Inflorescence development		————							
3. Flower blooming and flower wilting			————						
4. Fruit development				————					
5. Fruit maturing and fruit falling								————	

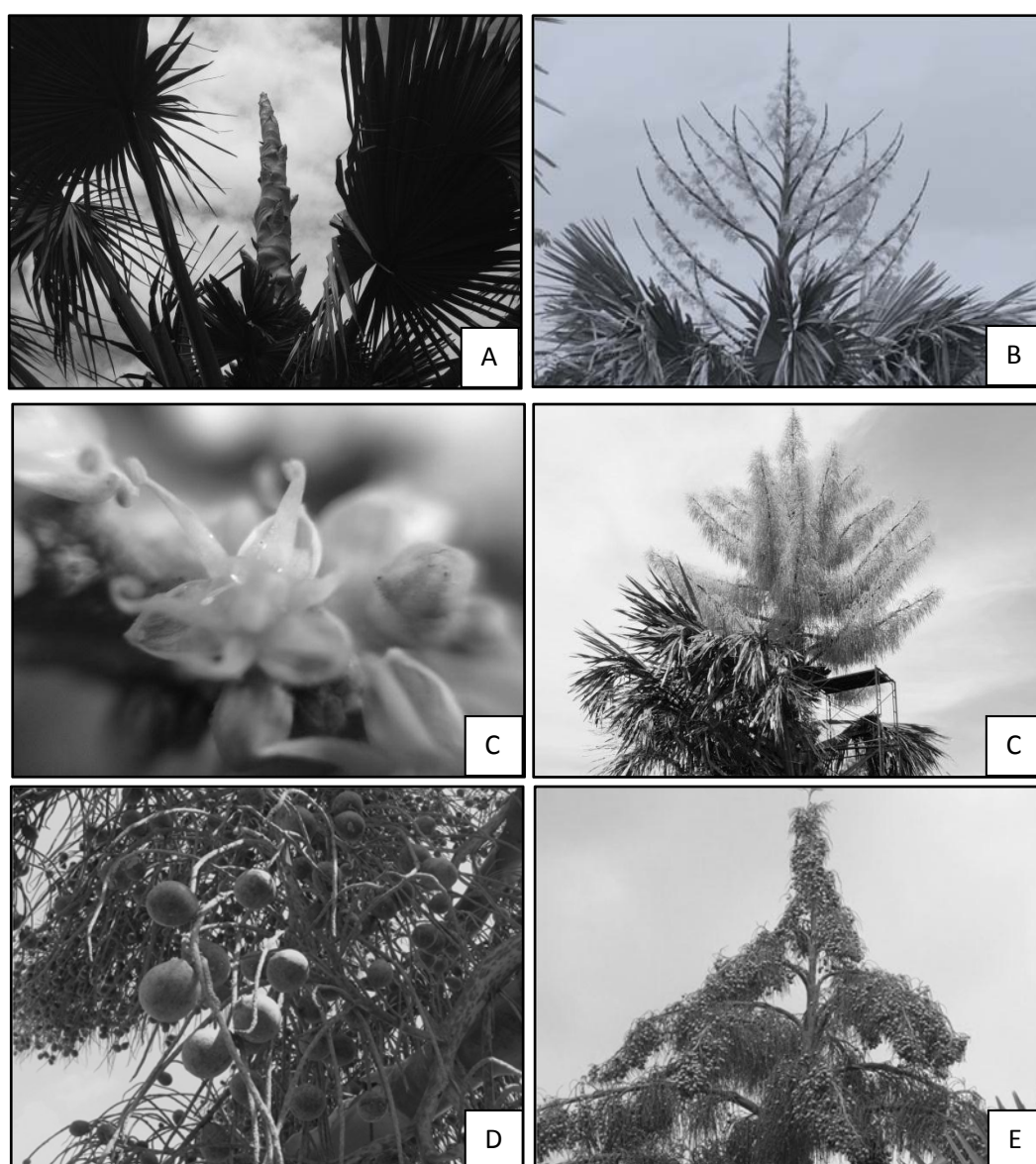


Figure 1 Stage of flower and fruit development of *C. lecomtei* Becc. (A) Few small leaves at the base of the panicle and first panicle initiation. (B) Inflorescence development. (C) Flower blooming. (D) Fruit development. (E) Fruit maturing and fruit falling.

Table 2 Flowering and fruiting phenology of *C. utan* Lam. at Dan Khun Thot Distirct, Nakorn Ratchasima Province.

Stage of development	Jan	Feb	Mar	Apr	May		Dec	Jan	Feb	Mar
1. Few small leaves at the base of the panicle	—————									
2. Inflorescence development		—————								
3. Flower blooming and flower wilting			—————							
4. Fruit development				—————						
5. Fruit maturing and fruit falling							—————			

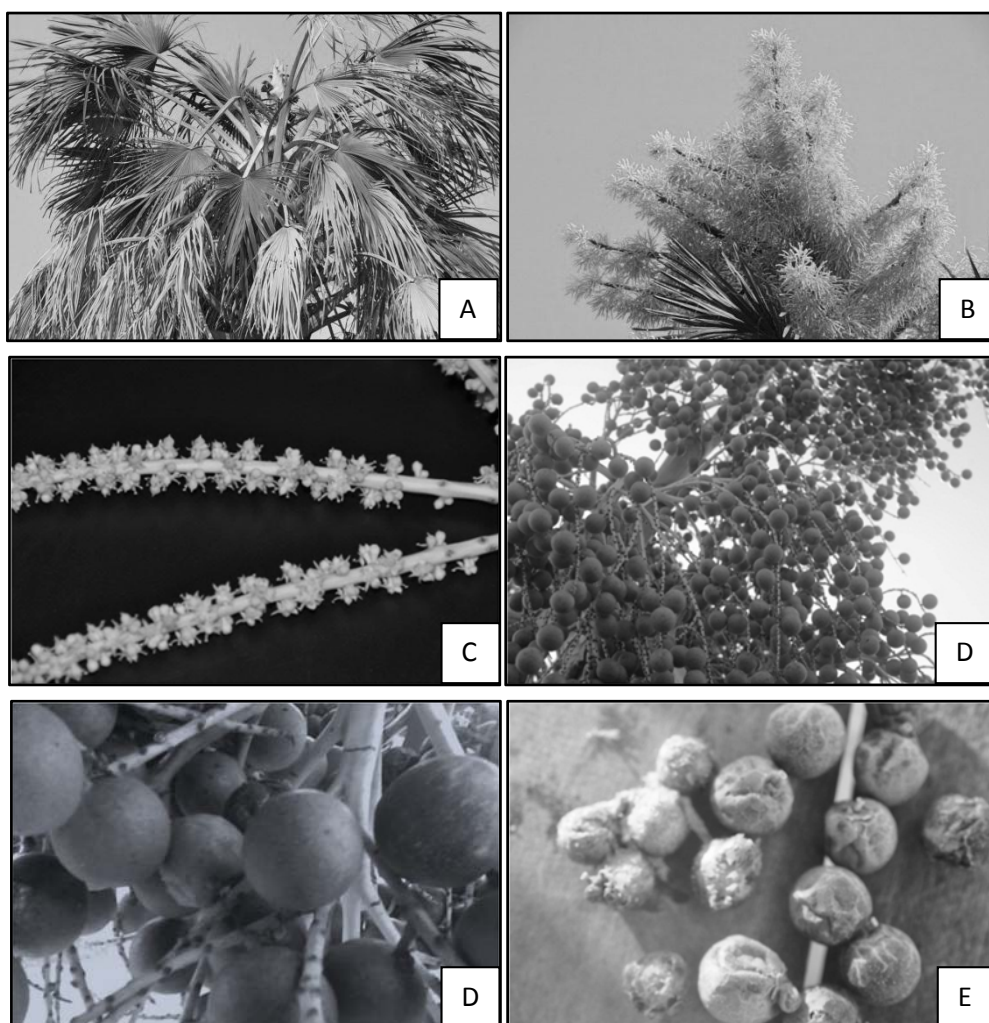


Figure 2 Stage of flower and fruit development of *C. utan* Lam.

- (A) Few small leaves at the base of the panicle and first panicle initiation.
 (B) Inflorescence development. (C) Flower blooming. (D) Fruit development.
 (E) Fruit maturing.

การประเมินประสิทธิภาพการติดผลตามธรรมชาติ (Fruit set efficiency)

การศึกษาการประเมินประสิทธิภาพการติดผลตามธรรมชาติของต้นลานครั้งนี้ พบว่า ดอกที่ได้รับการผสมจนเป็นผลมีอายุ 2 สัปดาห์ ของลานป่ามีความผันแปรค่อนข้างมาก มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 3.85 ± 0.40 ถึง 28.69 ± 1.51 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 18.71 ± 1.32 และเมื่อทำการศึกษาต่อไปจนกระทั่งผลสุกพบว่า ลานป่ามีประสิทธิภาพการติดผลค่อนข้างต่ำ โดยมีค่าผันแปรอยู่ระหว่างร้อยละ 1.33 ± 0.13 ถึง 5.99 ± 0.98 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 3.98 ± 0.50 (Table 3)

ส่วนการประเมินประสิทธิภาพการติดผลตามธรรมชาติของลานพรุ มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 6.54 ± 0.74 ถึง 8.97 ± 1.33 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 7.75 ± 0.77 และเมื่อทำการศึกษาต่อไปจนกระทั่งผลสุก พบว่า ลานพรุมีประสิทธิภาพการติดผลค่อนข้างต่ำ โดยมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 4.13 ± 0.49 ถึง 5.71 ± 0.82 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 4.92 ± 0.48 (Table 3)

Table 3 Fruit set efficiency of *C. lecomtei* Becc. and *C. utan* Lam.

Species	Tree No.	Fl : Infl	Fr : Infl	Fr : Infl	% Fruit set efficiency	
			After 14 days	Ripening stage	After 14 days	Ripening stage
<i>C. lecomtei</i> Becc.	1	41.00 ± 2.76	9.20 ± 0.64	1.90 ± 0.40	23.60 ± 1.29	4.61 ± 0.97
	2	28.23 ± 2.01	7.67 ± 0.54	1.57 ± 0.27	28.69 ± 1.51	5.99 ± 0.98
	3	80.13 ± 5.12	2.93 ± 0.30	0.97 ± 0.09	3.85 ± 0.40	1.33 ± 0.13
	Average $\pm$ S.E.	49.79 ± 3.10	6.60 ± 0.41	1.48 ± 0.16	18.71 ± 1.32	3.98 ± 0.50
<i>C. utan</i> Lam.*	1	50.00 ± 4.04	3.63 ± 0.38	2.40 ± 0.26	8.97 ± 1.33	5.71 ± 0.82
	2	54.23 ± 5.94	3.03 ± 0.32	1.67 ± 0.13	6.54 ± 0.74	4.13 ± 0.49
	Average $\pm$ S.E.	52.12 ± 3.57	3.33 ± 0.25	2.03 ± 0.15	7.75 ± 0.77	4.92 ± 0.48

Remarks: Fl : Infl = Number of flowers per inflorescence

Fr : Infl = Number of fruits per inflorescence after 14 days of pollination and at ripening stage

* Data of *C. utan* no. 3 is incomplete.

การประเมินประสิทธิภาพการติดผลตามธรรมชาติของต้นลาน ทั้ง 2 ชนิด คือ ลานป่าและลานพรุ มีค่าค่อนข้างต่ำ เนื่องจากการสืบต่อพันธุ์ของพืชมีดอกแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ระยะก่อนการปฏิสนธิ (prezygotic period) และระยะหลังการปฏิสนธิ (postzygotic period) (Owens, 1994) โดยในระยะแรกเกิดจากการพัฒนาของดอกที่ไม่สมบูรณ์ การร่วงหล่นของดอกที่ไม่ได้รับการผสมเกสร (Rathcke, 1989) ส่วนในช่วงระยะหลังที่มีการร่วงของดอกที่ได้รับการปฏิสนธิแล้ว หรือผลที่กำลังพัฒนาอาจมีสาเหตุมาจากปริมาณธาตุอาหารสะสมภายในต้นไม้ที่จำกัด การควบคุมทางพันธุกรรม โดยผลที่เกิดจากดอกที่ผสมภายในต้นเดียวกันมีแนวโน้มที่จะมีลักษณะทางพันธุกรรมด้อย จึงอาจเกิดการร่วงหล่นไปในช่วงการพัฒนาของผล (Stephenson, 1981) จากการสังเกตพบว่า ปัจจัยสิ่งแวดล้อมภายนอกบางประการก็มีผลต่อการร่วงหล่นของดอกและผลเช่นเดียวกัน เช่น ปัจจัยเกี่ยวกับลมมีผลต่อการร่วงหล่นของดอกและผลโดยเฉพาะต้นที่ขึ้นอยู่ในบริเวณที่โล่ง เมื่อมีลมพายุมาปะทะจะมีปริมาณการร่วงหล่นมากกว่าต้นที่ขึ้นอยู่ในบริเวณที่มีต้นไม้ขึ้นร่วมอยู่ด้วย ดังเช่น ลานป่าต้นที่ 1 และต้นที่ 2 อยู่ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติทับลาน ซึ่งในบริเวณนั้นมีต้นลานและต้นไม้อื่นแวดล้อมช่วยลดแรงลมที่มาปะทะ เป็นส่วนช่วยให้ดอกและผลหลุดร่วงน้อยกว่า มีประสิทธิภาพการติดผลตามธรรมชาติสูงกว่าต้นที่ 3 ซึ่งขึ้นอยู่กลางทุ่งนาในที่โล่ง

การประเมินความสำเร็จของการสืบพันธุ์ (Reproductive success)

จากการศึกษาพบว่า ค่าความสำเร็จของการสืบพันธุ์ของต้นลาน (RS) มีความผันแปรกันในแต่ละต้นและ มีค่าค่อนข้างต่ำ โดยค่าความสำเร็จของการสืบพันธุ์ (RS) ของลานป่า อยู่ระหว่าง 0.004 - 0.020 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.013 ส่วนลานพรุมีค่าความสำเร็จของการสืบพันธุ์ (RS) อยู่ระหว่าง 0.014 - 0.019 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.016 (Table 4) แสดงให้เห็นว่ามีจำนวนดอกและไข่อ่อนเพียงเล็กน้อยที่มีการพัฒนาไปเป็นผลและเมล็ดที่สมบูรณ์ จากค่า

ความสำเร็จของการสืบพันธุ์ของต้นลานพบว่า ค่าอัตราส่วนระหว่างจำนวนผลและดอกต่อช่อ (Fr : Fl) มีค่าค่อนข้างต่ำ เช่นเดียวกับลูกผสมระหว่างกระถินเทพา (*Acacia mangium*) และกระถินณรงค์ (*A. auriculiformis*) ซึ่งมีค่า RS = 0.0054 (ประเสริฐ, 2542) ผักหวานป่า มีค่า RS = 0.01 (แก้วนภา และจำนรรจ์, 2550) และหวายตง ซึ่งมีค่า RS = 0.033 (วลัยพร และประเสริฐ, 2544) กล้วยนา มีค่า RS = 0.048 (สุชาติ, 2551) และทพธำโร มีค่า RS = 0.115 (สุวิมล และดำรง, 2555) แต่อย่างไรก็ตามสำหรับลานป่าและลานพรุนี้ค่า RS เพียงอย่างเดียวไม่สามารถสะท้อนถึงความสำเร็จการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติได้ เนื่องจากมีปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น การทำลายของมนุษย์ สภาพอากาศ และศัตรูอื่น ๆ ตามธรรมชาติ ส่งผลให้ความสำเร็จของการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติยิ่งน้อยลงไปอีก

Table 4 Average number of flowers per inflorescence, fruits per inflorescence, ovules per flower, seeds per fruit, and reproductive success of *C. lecomtei* Becc. and *C. utan* Lam.

Species	Tree No.	Fl	Fr	Fr : Fl ratio	O	S	S:O ratio	RS
<i>C. lecomtei</i> Becc.	1	41.00±2.76	1.90±0.40	0.046	3	1	0.33	0.015
	2	28.23±2.01	1.57±0.27	0.060	3	1	0.33	0.020
	3	80.13±5.12	0.97±0.09	0.013	3	1	0.33	0.004
	Average±S.E.	49.79±3.10	1.48±0.16	0.040	3	1	0.33	0.013
<i>C. utan</i> Lam.*	1	50.00±4.04	2.40±0.26	0.057	3	1	0.33	0.019
	2	54.23±5.94	1.67±0.13	0.041	3	1	0.33	0.014
	Average±S.E.	52.12±3.57	2.03±0.15	0.049	3	1	0.33	0.016

Remarks: FL = Number of flowers per inflorescence; Fr = Number of fruits per inflorescence
O = Number of ovules per flower; S = Number of seeds per fruit; RS = Reproductive success

* Data of *C. utan* no. 3 is incomplete.

การศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์ของไม้ลานทำให้ได้ทราบถึงข้อมูลการออกดอกและติดผล ระบบผสมพันธุ์ ประสิทธิภาพการติดผล และความสำเร็จของการสืบพันธุ์ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งต่อการวางแผนการจัดการเมล็ด การขยายพันธุ์ การใช้ประโยชน์ทางเศรษฐกิจ รวมถึงการปรับปรุงพันธุ์ในอนาคต นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาวิจัยในด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ต่อไป

สรุป

ต้นลานมีดอกสมบูรณ์เพศ กลีบดอก กลีบเลี้ยง อย่างละ 3 กลีบ รังไข่ มี 3 ช่อง เกสรเพศผู้แยกเป็น 6 อัน ลักษณะผลเป็นแบบ drupe ซีพลักษณะของต้นลานป่าจะเริ่มสร้างใบรองช่อดอกในช่วงเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม จากนั้นจะแทงช่อดอกขึ้นมาตรงส่วนยอดและแตกแขนงออก มีลักษณะคล้ายปลีกล้วย หากมีฝนตกจะเร่งให้ช่อดอกพัฒนาเร็วขึ้น ดอกจะเริ่มบานเต็มที่ช่วงเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคม ดอกที่ได้รับการผสมเกสรโดยสมบูรณ์จะพัฒนาเป็นผลอ่อน และผลจะเริ่มสุกแก่และร่วงหล่น ช่วงเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคมในปีถัดไป ส่วนลานพรุจะเริ่มสร้างใบรองช่อดอกในช่วงเดือนมกราคมถึงมีนาคม จากนั้นช่อดอกจะแทงขึ้นมาตรงส่วนยอดและแตกแขนงออก มีลักษณะคล้ายปลีกล้วย ประมาณช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน ดอกจะเริ่มบานช่วงเดือนมีนาคมถึง ดอกที่ได้รับการผสมเกสรโดยสมบูรณ์จะพัฒนาเป็นผลอ่อน ใน 1-2 สัปดาห์ และผลจะเริ่มสุกแก่และร่วงหล่น ช่วงเดือนธันวาคมถึงมีนาคมในปีถัดไป ลานป่ามีประสิทธิภาพการติดผลตามธรรมชาติและค่าความสำเร็จของการสืบพันธุ์ค่อนข้างต่ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 18.71 ± 1.32 และ 0.013 ตามลำดับ ส่วนลานพรุมีประสิทธิภาพการติดผลตามธรรมชาติและค่าความสำเร็จของการสืบพันธุ์ค่อนข้างต่ำเช่นกัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 7.75 ± 0.77 และ 0.016 ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กลุ่มงานวิจัยพันธุ์พืชป่ามีค่า หายาก และใกล้สูญพันธุ์ ผู้ช่วยนักวิจัย ได้แก่ นายมลฑา รัตนธรรม ผู้ใหญ่บ้านหมู่ที่ 9 ตำบลหนองกรด อำเภอตาบึงชุมพร จังหวัดนครราชสีมา นายอำคา หอมคำผัด นายประมวล มาหาร และเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติทับลาน ที่ช่วยเก็บรวบรวมข้อมูลงานวิจัยในภาคสนาม

เอกสารอ้างอิง

- แก้วนภา กิตติบรรพชา และ จันรรจ์ เพียรอรุณรักษ์. 2550. ชีพลักษณะ ลักษณะดอกและผล และความสำเร็จในการสืบต่อพันธุ์ของฝักหวานป่า. น. 145-154. ใน การสัมมนาทางวนวัฒนวิทยา ครั้งที่ 8 เทคโนโลยีวนวัฒนเพื่อจัดการความยากจน. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พงศ์เทพ สุวรรณวารี. 2556. การศึกษาลักษณะทางนิเวศวิทยาและการใช้ประโยชน์ในท้องถิ่นของต้นลานป่า (*Corypha lecomtei* Becc.) ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติทับลาน. สาขาวิชาชีววิทยา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- พูนศักดิ์ วัชรกร. 2548. ปาล์มและปรงในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์บ้านและสวน, กรุงเทพฯ.
- ประเสริฐ สอนสถาพรกุล. 2542. ศักยภาพการสืบต่อพันธุ์โดยอาศัยเพศของไม้ลูกผสมระหว่างกระถินเทพาและกระถินณรงค์. เอกสารทางวิชาการ ส่วนวนวัฒนวิจัย, สำนักวิชาการป่าไม้, กรมป่าไม้.
- ปิณฑะ บุนนาค. 2535 ก. ปาล์ม. ฉบับปรับปรุงใหม่. สำนักพิมพ์บรรณกิจเทรดดิ้ง, กรุงเทพฯ.
- วลัยพร สถิตวิบูลย์ และ ประเสริฐ สอนสถาพรกุล. 2544. ชีพลักษณะการพัฒนาของผลและความสำเร็จการสืบต่อพันธุ์ของหวายแดง. ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- สุชาติ แสงทับทิม. 2551. การพัฒนาของดอกและผลของไม้กฤษณา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุวิมล อุทัยรัมย์ และ ดำรง พิพัฒน์วัฒนากุล. 2555. ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของไม้เทพทาโร. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50 สาขาวิทยาศาสตร์, สาขาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สายสุดใจ ชุนเชาวฤทธิ์. 2547. ต้นลานในประเทศไทย. กลุ่มงานวิจัยพันธุ์พืชป่ามีค่า หายาก และใกล้สูญพันธุ์ กองคุ้มครองพันธุ์สัตว์ป่าและพืชป่าตามอนุสัญญา, กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.
- Owens, J.N. 1994. Constraints to seed production in tropical forest trees, pp. 40-51. In *Proceeding of the International Symposium on Genetic Conservation and Production of Tropical Forest Tree Seed*. Chiangmai, Thailand.
- Rathcke, B.J. 1989. Competition and facilitation among plants for pollination, pp. 305-329. In L. Real, ed. *Pollination Biology*. Academic Press, New York.
- Stephenson, A.G. 1981. Flower and fruit abortion: proximate causes and ultimate functions. *Annual Review of Ecology and Systematic* 12: 253-279.
- Weins, D., C.L. Calvin, C.A. Wilson, C.I. Davern, D. Frank and S.R. Seavey. 1987. Reproductive success, spontaneous embryo abortion, and genetic load in flowering plants. *Oecologia* 71: 501-509

ชีพลักษณ์ของไม้ใหญ่ต่อการฟื้นฟูระบบนิเวศป่าในเมืองคุ้งบางกะเจ้า จังหวัดสมุทรปราการ Phenology of Big Trees for Urban Forest Restoration at Khung Bang Kachao Samut Prakan Province

รัตติกาล ปานเจริญ* มณฑาทิพย์ โสมมีชัย สมพร แม่ลิ้ม และ วาทีนี สวนผกา

Rattikan Pancharoen* Montathip Sommeechai Somporn Maelim and Watinee Suanpaka

ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Silviculture, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

* Corresponding Author; E-mail: izeicce@gmail.com

บทคัดย่อ

คุ้งบางกะเจ้าเป็นพื้นที่สีเขียวในเมืองขนาดใหญ่อยู่บริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง มีบทบาทสำคัญต่อการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ ไม้ใหญ่ที่คงเหลืออยู่ในคุ้งบางกะเจ้าจึงมีความสำคัญต่อการเป็นแหล่งอนุรักษ์พันธุกรรมพืช และบ่งบอกถึงการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมเมืองที่เปลี่ยนแปลง โดยการศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาการติดดอกและผลของไม้ใหญ่ 25 ชนิด ในพื้นที่คุ้งบางกะเจ้า ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2558 ถึงเดือนธันวาคม 2559 ทำการเก็บข้อมูลทุกเดือน เดือนละ 1 ครั้ง พร้อมทั้งประเมินความหนาแน่นของการติดดอกและผลจากทรงพุ่ม โดยจากการศึกษาพบว่า ไม้ใหญ่ในกลุ่มป่าชายเลนส่วนใหญ่จะติดดอกในเดือนกุมภาพันธ์ เดือนกรกฎาคม และเดือนกันยายน ติดผลในเดือนพฤษภาคม เดือนสิงหาคม และเดือนตุลาคม ส่วนไม้ใหญ่ในกลุ่มป่าดิบชื้นส่วนใหญ่จะมีการติดดอกในเดือนเมษายน และเดือนกันยายน ติดผลในเดือนพฤษภาคมและเดือนตุลาคม และไม้ใหญ่ในกลุ่มป่าดิบชื้นส่วนใหญ่จะมีรูปแบบการติดดอกและผล 1 ครั้งในรอบปี ส่วนไม้ใหญ่ในกลุ่มป่าชายเลนจะมีรูปแบบการติดดอกและผล 2 ครั้ง และ 3 ครั้งในรอบปี ข้อมูลการศึกษานี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางการฟื้นฟูระบบนิเวศในพื้นที่คุ้งบางกะเจ้า เพื่อการวางแผนเก็บเมล็ดและงานเพาะชำกล้าไม้ต่อไป

คำสำคัญ: ชีพลักษณ์ ไม้ใหญ่ การฟื้นฟูระบบนิเวศ คุ้งบางกะเจ้า

ABSTRACT

The large green area of Khung Bang Kachao is located in low land Chao Phraya Basin. This area plays a role for biodiversity conservation and multifunctional use. Big tree species remaining in this area are important for plant genetic resources and indicated it can adapt to the change on the urban environment. Thereby the study was focused on timing of flowering and fruiting of 25 tree species in Khung Bang Kachao and the observation were monthly conducted during July 2015 – December 2016. A flowering and fruiting density was estimated by Crown density method. The result showed the most of Mangrove tree species was flowering in February, July and September, fruiting in May, August and October. A tropical lowland forest tree species are mostly flowering in April and September, fruiting in May and October. The peak flowering and fruiting periods of Mangrove tree species have occurred two and three times a year. In the other hand, the tropical lowland forest tree species showed one peak time a year. This knowledge could be useful for a maker on urban forest restoration project to plan a seed collection and management in forest nursery work programs at Khung Bang Kachao.

Keywords: phenology, big tree, forest restoration, Khung Bang Kachao

คำนำ

ชีพลักษณ์ (phenology) คือลักษณะชีวิตของต้นไม้ อาทิ การออกดอก ติดผล และช่วงเวลาการเกิดใบ การศึกษาชีพลักษณ์ทำให้เราสามารถเข้าใจถึงลักษณะต่าง ๆ ของต้นไม้ที่เปลี่ยนไปตามกาลเวลา การศึกษาชีพลักษณ์ไม้ในเขตเมืองถือว่ามีสำคัญต่อการจัดการไม้ขนาดใหญ่ที่ขึ้นในเขตเมือง เนื่องจากต้นไม้ในเขตเมืองจำเป็นต้องได้รับการดูแลและจัดการอย่างสม่ำเสมอ เพื่อลดผลกระทบต่าง ๆ เช่น เมื่อเวลาต้นไม้ทิ้งใบ กิ่งไม้จะเปราะและหักตกลงมาเป็นอันตรายได้ ซึ่งถ้าทราบการเกิดชีพลักษณ์ดังกล่าวจะทำให้สะดวกต่อการจัดการ และชีพลักษณ์ยังเป็นตัวบ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ จากการศึกษาของ Huang *et al.*, (2009); Liang *et al.*, (2015) เกี่ยวกับชีพลักษณ์ของต้นไม้ในเขตเมืองและพื้นที่โดยรอบเขตเมืองพบว่า ชีพลักษณ์มีการตอบสนองต่ออุณหภูมิที่แตกต่างกันโดยที่อุณหภูมิในเขตเมืองจะสูงกว่าพื้นที่โดยรอบ ทำให้ลักษณะชีพลักษณ์ของต้นไม้ในเขตเมืองเกิดขึ้นไวกว่าพื้นที่โดยรอบที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า แสดงให้เห็นว่าชีพลักษณ์มีปัจจัยหลายอย่างควบคุม และลักษณะความเป็นเมืองก็มีผลกระทบโดยตรงกับชีพลักษณ์เช่นกัน นอกจากนี้งานวิจัยหลายชิ้นยังพบว่าต้นไม้ในพื้นที่เขตเมืองจะมีลักษณะของชีพลักษณ์แตกต่างกับต้นไม้ในพื้นที่โดยรอบ เนื่องจากลักษณะความเป็นเมืองจะส่งผลกระทบต่อการศึกษาชีพลักษณ์ของต้นไม้ (White *et al.*, 2002; Han and Xu, 2013) กิจกรรมของมนุษย์และการพัฒนาต่าง ๆ ที่ส่งผลทำให้อุณหภูมิในเขตเมืองมีการเปลี่ยนแปลงไปก็มีผลกระทบต่อชีพลักษณ์ของพืชเช่นกัน (Dallimer *et al.*, 2016; Dhami *et al.*, 2011; Huang *et al.*, 2009)

นอกจากนั้นชีพลักษณ์ของต้นไม้มีความจำเป็นสำหรับการฟื้นฟูป่า โดยเฉพาะระยะการพัฒนาของผลและเมล็ด ระยะเวลาที่ผลสุกร่วมเก็บเมล็ด ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสามารถนำไปใช้จัดการวางแผนงานในการเก็บเมล็ดไม้ตลอดทั้งปี และระยะที่เหมาะสมสำหรับการเก็บเมล็ดไม้แต่ละชนิดและยังสามารถใช้เพื่อประมาณระยะการพักตัวของเมล็ดแต่ละชนิด และหาวิธีการจัดการที่เหมาะสมในการเพาะหรือทำลายการพักตัวของเมล็ดหรือการทำให้ระยะพักตัวยาวนานขึ้น (Forest Restoration Research Unit, 2008) การฟื้นฟูระบบนิเวศจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลทางด้านชีพลักษณ์ของต้นไม้ เพราะจะทำให้ทราบช่วงเวลาในการติดดอก และผลของต้นไม้ เพราะฉะนั้นข้อมูลนี้จึงควรนำมาใช้ในการวางแผนการเก็บเมล็ดไม้ และงานในเรือนเพาะชำ เพื่องานทางด้านการฟื้นฟูต่อไป (Elliott *et al.*, 1994)

คุ้งบางกะเจ้า เป็นพื้นที่สีเขียวขนาดใหญ่อยู่ใกล้กรุงเทพมหานคร อยู่ในที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง ได้รับอิทธิพลน้ำเค็มจากน้ำทะเล ทำให้เกิดระบบนิเวศพื้นที่สีเขียวที่สัมพันธ์กับน้ำจืด น้ำเค็ม และน้ำกร่อย เช่น ป่าชายเลน ป่าดิบลุ่มต่ำ ป่าบึงน้ำกร่อย และวนเกษตรแบบสวนบ้าน จึงมีความหลากหลายทางชีวภาพสูง ลักษณะพันธุ์ไม้ที่ขึ้นในพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นจึงเป็นพันธุ์ไม้ในป่าชายเลน ป่าดิบลุ่มต่ำ และป่าบึงน้ำกร่อย โดยมีฉัตรชัย (2560) ได้ทำการศึกษาระบบนิเวศและจำแนกประเภทพื้นที่สีเขียวหลัก ๆ ในคุ้งบางกะเจ้าออกเป็น 3 กลุ่ม คือ ป่าชายเลน (251 ไร่) วนเกษตรแบบสวนบ้าน (2,730 ไร่) และสวนสาธารณะหรือพื้นที่นันทนาการ (185 ไร่) ซึ่งฉัตรชัย (2560) ได้ทำการสำรวจชนิดพืชพรรณที่มีท่อลำเลียงในคุ้งบางกะเจ้าพบว่า มีทั้งสิ้น 179 ชนิด โดยมีไม้ต้นพื้นเมืองของไทยที่เป็นพรรณไม้ท้องถิ่นของคุ้งบางกะเจ้า 30 ชนิดที่มีศักยภาพในการนำมาขยายพันธุ์เพื่อการฟื้นฟูและอนุรักษ์พื้นที่สีเขียว นอกจากนี้ ฉัตรชัย และคณะ (2558) ยังได้ทำการสำรวจไม้ใหญ่และประเมินสุขภาพของไม้ใหญ่ในคุ้งบางกะเจ้า ซึ่งพบว่า มีไม้ใหญ่ทั้งหมด 179 ต้น จาก 21 วงศ์ 33 สกุล 37 ชนิด มีไม้ใหญ่ที่มีสุขภาพดี 52 ต้น สุขภาพปานกลาง 103 ต้น และสุขภาพไม่ดี 24 ต้น ซึ่งการคัดเลือกไม้ใหญ่ในการพิจารณาเพื่อคัดเลือกเป็นแม่ไม้นั้นต้องนำการประเมินผลเกี่ยวกับเรื่องสุขภาพของต้นไม้เป็นองค์ประกอบด้วย

ดังนั้นการศึกษาชีพลักษณ์ของไม้ใหญ่ในพื้นที่คุ้งบางกะเจ้าซึ่งเป็นพื้นที่สีเขียวในเมืองขนาดใหญ่จึงเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญต่อการเป็นแหล่งอนุรักษ์พันธุ์กรรมพืช และบ่งบอกถึงการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมเมืองที่เปลี่ยนแปลง อีกทั้งยังสามารถนำข้อมูลมาประยุกต์ใช้ทางด้านการฟื้นฟูป่าในเมืองในอนาคต การศึกษาดังนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชีพลักษณ์ของไม้ใหญ่ 25 ชนิด ในคุ้งบางกะเจ้า และใช้เป็นแนวทางในการกำหนดเกณฑ์และประเมินศักยภาพของไม้ใหญ่โดยพิจารณาจากช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการเก็บเมล็ดไม้แต่ละชนิด ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการฟื้นฟูพื้นที่สีเขียวคุ้งบางกะเจ้าต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา

คังบางกะเจ้าเป็นพื้นที่สีเขียวอยู่ใกล้กรุงเทพมหานคร ทางด้านทิศใต้ของที่ราบภาคกลางตอนล่าง ลักษณะของพื้นที่ถูกล้อมด้วยแม่น้ำเจ้าพระยา ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์อยู่ระหว่างเส้นละติจูดที่ $13^{\circ} 39' 16''$ ถึง $13^{\circ} 42' 5''$ เหนือ และเส้นลองจิจูดอยู่ที่ $100^{\circ} 33' 36''$ ถึง $100^{\circ} 35' 28''$ ตะวันออก ประกอบด้วย 6 ตำบล ได้แก่ ตำบลทรงคนอง ตำบลบางยอ ตำบลบางกะเจ้า ตำบลบางกระสอบ ตำบลบางน้ำผึ้ง และตำบลบางกอบัว ในอำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ รวมเนื้อที่ทั้งสิ้น 18.91 ตารางกิโลเมตร หรือ 11,818 ไร่ และได้รับอิทธิพลจากลมทะเลพัดผ่านตลอดเวลา ความชื้นในอากาศสูง เนื่องจากได้รับอิทธิพลของลมทะเลจากอ่าวไทย และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ สภาพอากาศเป็นไปตามฤดูกาล โดย ฤดูร้อน เดือนมีนาคม ถึง เดือนพฤษภาคม ฤดูฝน เดือนมิถุนายน ถึง เดือนตุลาคม และฤดูหนาว เดือนพฤศจิกายน ถึง เดือนกุมภาพันธ์ ตลอดระยะเวลาการศึกษาจะมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดและสูงสุดอยู่ที่ 27.4 และ 31.9 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่ำสุดและสูงสุดอยู่ที่ 1.8 และ 480.9 มิลลิเมตร ตามลำดับ (Figure 1)

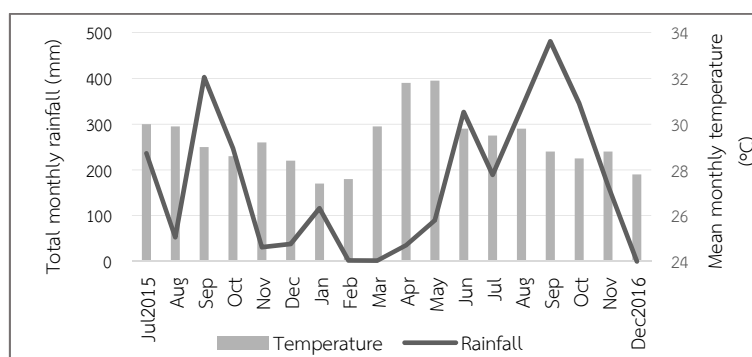


Figure 1 Total monthly rainfall (mm) and mean monthly temperature of Bang Na weather station, Samut Prakarn province over the study period (July 2015 – December 2016).

2. ไม้ใหญ่ 25 ชนิด ที่ทำการศึกษา

ไม้ใหญ่ที่ทำการศึกษารวม 25 ชนิด และเนื่องจากคังบางกะเจ้าเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่ได้รับอิทธิพลน้ำเค็มจากทะเล ทำให้ระบบนิเวศน้ำในพื้นที่มีทั้งน้ำจืด น้ำเค็ม และน้ำกร่อย ดังนั้นพื้นที่บริเวณรอบนอกของคังบางกะเจ้าที่เป็นพื้นที่ที่น้ำท่วมถึงพันธุ์ไม้ส่วนใหญ่จึงเป็นพันธุ์ไม้ที่มีการกระจายพันธุ์ของระบบนิเวศในป่าชายเลนหรือชอบขึ้นในพื้นที่น้ำท่วมถึง ส่วนพื้นที่ด้านในของคังบางกะเจ้าพันธุ์ไม้ส่วนใหญ่จะมีลักษณะการกระจายพันธุ์ของระบบนิเวศในป่าดิบกลุ่มต่ำ ดังนั้นจึงสามารถจัดกลุ่มของพันธุ์ไม้ที่ทำการศึกษาลักษณะการกระจายพันธุ์ตามระบบนิเวศได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ พันธุ์ไม้ป่าชายเลน และพันธุ์ไม้ป่าดิบกลุ่มต่ำ (Table 1)

2.1 กลุ่มของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลน 7 ชนิด ได้แก่ แดงน้ำ (*Amoora cucullata* Roxb.) ตะบูนขาว (*Xylocarpus granatum* Koenig) ตีนเป็ดทะเล (*Cerbera odollam* Gaertn.) พังกาหัวสุมดอกขาว (*Bruguiera sexangula* (Lour.) Poir.) ลำพู (*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.) หลุมพอทะเล (*Intsia bijuga* (Colebr.) Kuntze) และหูกวาง (*Terminalia catappa* L.)

2.2 กลุ่มของพันธุ์ไม้ในป่าดิบกลุ่มต่ำ 18 ชนิด โดยเป็นไม้พื้นถิ่น 15 ชนิด ได้แก่ กรวยน้ำ (*Horsfieldia irya* (Gaertn.) Warb.) ตะเคียนทอง (*Hopea odorata* Roxb.) ไทรย้อยใบทู่ (*Ficus microcarpa*) มะกอกน้ำ (*Spondia spinnata*) มะเกลือ (*Diospyros mollis* Griff.) มะตาด (*Dillenia indica*) มะพลับ (*Diospyros malabarica* (Desr.) Kostel. Var. *siamensis* (Hochr.) Phengklai) มะปูด (*Garcinia dulcis*) ละมุดสีดา (*Madhuca esculenta* H.R. Fletcher) สารภี (*Millettia leucantha*) ลำโรง (*Sterculia foetida* L.) อินจัน (*Diospyros decandra* Lour.) ทิ้งถ่อน (*Albizia procera* (Roxb.) Benth.) ทองหลางน้ำ (*Erythrina fusca* Lour.) สกุณี (*Terminalia calamansanai*) และเป็นไม้ต่างถิ่น 3 ชนิด ได้แก่ โพธิ์ (*Ficus religiosa* Linn.) สตาร์แอปเปิ้ล (*Chrysophyllum cainito* L.) สาเก (*Terminalia calamansanai* (Blanco))

3. วิธีการการศึกษาพืชลักษณะ

ทำการติดตามการติดดอกและผลของไม้ใหญ่ 25 ชนิด ชนิดละ 3 ต้น (Figure 2) พร้อมทั้งประเมินความหนาแน่นของดอก และผล ด้วยวิธีการสำรวจความหนาแน่นของดอกและผลต่อทรงพุ่ม (Crown density) (Koelmeyer, 1959) โดยใช้หลักการ linear scale ด้วยการให้คะแนน 0 – 4 คะแนน ซึ่ง 4 คะแนน หมายถึง ผลรวมของปริมาณที่มากที่สุดของดอก และผล ทั้งทรงพุ่ม ส่วน 3, 2 และ 1 คะแนน หมายถึง ค่าประมาณสามในสี่ส่วน สองในสี่ส่วน และหนึ่งส่วนของทั้งทรงพุ่ม ตามลำดับ และ 0.5 คะแนน หมายถึง การให้ดอก และผลน้อยกว่าหนึ่งในสี่ส่วนของทั้งทรงพุ่ม หลังจากนั้นนำค่าคะแนนมาคำนวณเป็นค่าร้อยละของการติดดอกและผลต่อทรงพุ่มซึ่งจะทำให้ทราบว่าไม้แต่ละชนิดมีการติดดอกและผลในปริมาณเท่าไร แสดงให้เห็นถึงร้อยละการติดดอกและผลของไม้แต่ละชนิด โดยทำการเก็บข้อมูลทุกเดือน เดือนละ 1 ครั้ง ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 และจากข้อมูลจะพบว่าช่วงเวลาระหว่างที่การติดผลลดต่ำลงในแต่ละชนิดจะเป็นจุดที่จะบอกถึงระยะหรือเดือนที่เหมาะสมในการเก็บเมล็ดเมื่อระยะการกระจายของเมล็ดโดยธรรมชาติปรากฏให้เห็น (Forest Restoration Research Unit, 2008)

Table 1 Main habitat and 25-big tree species of this research in Khung Bang Kachao

No.	Thai name	Scientific name	Family	Main habitat	
				MG ¹	TL ²
1	Daeng nam	<i>Amoora cucullata</i>	MELIACEAE	/	
2	Tabun khao	<i>Xylocarpus granatum</i>	MELIACEAE	/	
3	Tin pet thale	<i>Cerbera odollam</i>	APOCYNACEAE	/	
4	Phang ka hua sum dok khao	<i>Bruguiera sexangula</i>	RHIZOPHORACEAE	/	
5	Lam phu	<i>Sonneratia caseolaris</i>	SONNERATIACEAE	/	
6	Lum pho thale	<i>Intsia bijuga</i>	LEGUMINOSAE	/	
7	Hu kwang	<i>Terminalia catappa</i>	COMBRETACEAE	/	
8	Kruai nam	<i>Horsfieldia irya</i>	MYRISTICACEAE		/
9	Ta khian thong	<i>Hopea odorata</i>	DIPTEROCARPACEAE		/
10	Sai yoi bai too	<i>Ficus microcarpa</i>	MORACEAE		/
11	Pho	<i>Ficus religiosa</i>	MORACEAE		/
12	Ma kok nam	<i>Spondia spinnata</i>	ANARCARDIACEAE		/
13	Ma kluea	<i>Diospyros mollis</i>	EBENACEAE		/
14	Ma tat	<i>Dillenia indica</i>	DILLENACEAE		/
15	Ma phalp	<i>Diospyros malabarica</i>	EBENACEAE		/
16	Ma phut	<i>Garcinia dulcis</i>	GUTTIFERAE		/
17	Lamut sida	<i>Madhuca esculenta</i>	SAPOTACEAE		/
18	Sata aeppoen	<i>Chrysophyllum cainito</i>	SAPOTACEAE		/
19	Sa thon	<i>Millettia leucantha</i>	LEGUMINOSAE		/
20	Samrong	<i>Sterculia foetida</i>	STERCULIACEAE		/
21	In chan	<i>Diospyros decandra</i>	EBENACEAE		/
22	Thing thon	<i>Albizia procera</i>	LEGUMINOSAE		/
23	Thonglangnam	<i>Erythrina fusca</i>	LEGUMINOSAE		/
24	Sa ke	<i>Artocarpus altilis</i>	MORACEAE		/
25	Sakuni	<i>Terminalia calamansanay</i>	COMBRETACEAE		/

Remarks: ¹ MG = Mangrove forest ² TL = Tropical Lowland forest

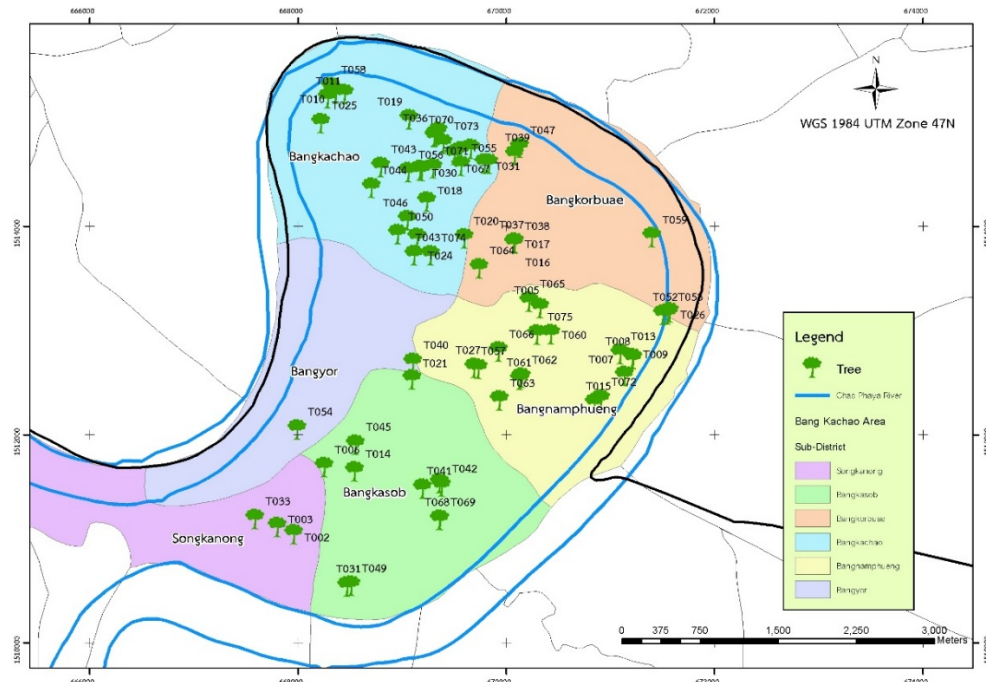


Figure 2 Tree ID and distribution of 75-big trees for phenology study in Khung Bang Kachao.

ผลและวิจารณ์

1. ซีฟลักษณะของไม้ใหญ่ในพื้นที่คุ้งบางกะเจ้า

1) การติดดอกและผลของไม้ใหญ่ในกลุ่มป่าชายเลน

การติดดอกของไม้ใหญ่ในกลุ่มป่าชายเลนพบว่าเดือนที่มีจำนวนชนิดการติดดอกมากที่สุด ได้แก่ เดือนกุมภาพันธ์ 6 ชนิด (ตะบูนขาว ตีนเป็ดทะเล พังกาหัวสุมดอกขาว ลำพู หลุมพอทะเล และหูกวาง) เดือนกรกฎาคม 7 ชนิด (แดงน้ำ ตะบูนขาว ตีนเป็ดทะเล พังกาหัวสุมดอกขาว ลำพู หลุมพอทะเล และหูกวาง) และเดือนกันยายน 7 ชนิด (แดงน้ำ ตะบูนขาว ตีนเป็ดทะเล พังกาหัวสุมดอกขาว ลำพู หลุมพอทะเล และหูกวาง) โดยในเดือนดังกล่าวมีค่าเฉลี่ยการติดดอกเท่ากับร้อยละ 45.24 48.21 และ 48.81 ตามลำดับ และจากการศึกษาพบว่าช่วงเวลาที่ไม้ใหญ่กลุ่มนี้มีการติดดอกมีความสอดคล้องกับปีก่อนหน้าที่มีการติดดอกมากที่สุดในช่วงเดือนกรกฎาคม และเดือนตุลาคมเช่นกัน (Figure 3)

ช่วงเวลาการติดผลของไม้ใหญ่ในกลุ่มป่าชายเลน พบว่าเดือนที่มีจำนวนชนิดติดผลมากที่สุด ได้แก่ เดือนพฤษภาคม 7 ชนิด (แดงน้ำ ตะบูนขาว ตีนเป็ดทะเล พังกาหัวสุมดอกขาว ลำพู หลุมพอทะเล และหูกวาง) เดือนสิงหาคม 6 ชนิด (ตะบูนขาว ตีนเป็ดทะเล พังกาหัวสุมดอกขาว ลำพู หลุมพอทะเล และหูกวาง) และเดือนตุลาคม 6 ชนิด (ตะบูนขาว ตีนเป็ดทะเล พังกาหัวสุมดอกขาว ลำพู หลุมพอทะเล และหูกวาง) โดยในแต่ละเดือนจะมีค่าเฉลี่ยร้อยละการติดผลเท่ากับร้อยละ 15.48 20.02 และ 23.45 ตามลำดับ (Figure 4)

2) การติดดอกและผลของไม้ใหญ่ในกลุ่มป่าดิบชื้น

ไม้ใหญ่ในกลุ่มป่าดิบชื้นเดือนที่มีจำนวนชนิดติดดอกมากที่สุด ได้แก่ เดือนเมษายน 9 ชนิด (กรวยน้ำ ตะเคียนทอง ไทรย้อยใบตื้น มะเกลือ มะพูด สาเก สารโรง ลำไย และอินจัน) และเดือนกันยายน 8 ชนิด (กรวยน้ำ ติ่งถ่อน มะกอกน้ำ มะพูด สกุณี สดาร์แอปเปิ้ล สาเก และลำไย) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 20.25 และ 13.26 ตามลำดับ (Figure 5) และในเดือนกรกฎาคมมีการติดดอกของไม้ใหญ่ 7 ชนิด ซึ่งมีการติดดอกน้อยกว่าปีก่อนหน้าที่มีการติดดอกถึง 12 ชนิดในเดือนเดียวกัน การเปลี่ยนแปลงของซีฟลักษณะดังกล่าวเกิดขึ้นอาจเนื่องจากมีปัจจัยบางอย่างควบคุม อาทิเช่น ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ความชื้น (Anderson *et al.*, 2005) ซึ่งอุณหภูมิที่สูงขึ้นก็มีผลทำให้ซีฟลักษณะของพืชเกิดขึ้นเร็วกว่าปกติได้เช่นกัน (Han, 2012) ในแต่ละปีจะมีการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ถือเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อการเกิดซีฟลักษณะของพืช (Chang *et al.*, 2011; Hartel, 2010; Osborne, 2012) แสดงให้เห็นว่าไม้บางชนิดในบางปีก็มีการเกิดดอก หรือในบางปีพบว่ามียอดดอกมากกว่าปกติ

ส่วนการติดผลของไม้ใหญ่ในกลุ่มป่าดิบกลุ่มต่ำจากการศึกษาพบว่า มีจำนวนชนิดที่มีการติดผลมากสุดในเดือนพฤษภาคม (ตะเคียนทอง ติ่งถ่อน ไทรย้อยใบตื้น โพธิ์ มะตาด มะพลับ มะพูด ละมุดสีดา สกุณี สตาร์แอปเปิ้ล สาเก สาร และลำโรง) และเดือนตุลาคม (กรวยน้ำ ติ่งถ่อน ไทรย้อยใบตื้น โพธิ์ มะกอกน้ำ มะตาด มะพลับ ละมุดสีดา สาร ลำโรง และอินจัน) คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 26.60 และ 17.71 ตามลำดับ แต่การติดผลในปีก่อนหน้าจะมีการติดผลมากสุดอยู่ในช่วงเดือนกรกฎาคม และเดือนพฤศจิกายน แสดงให้เห็นว่าการติดผลในแต่ละปีอาจมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นได้ (Figure 6)

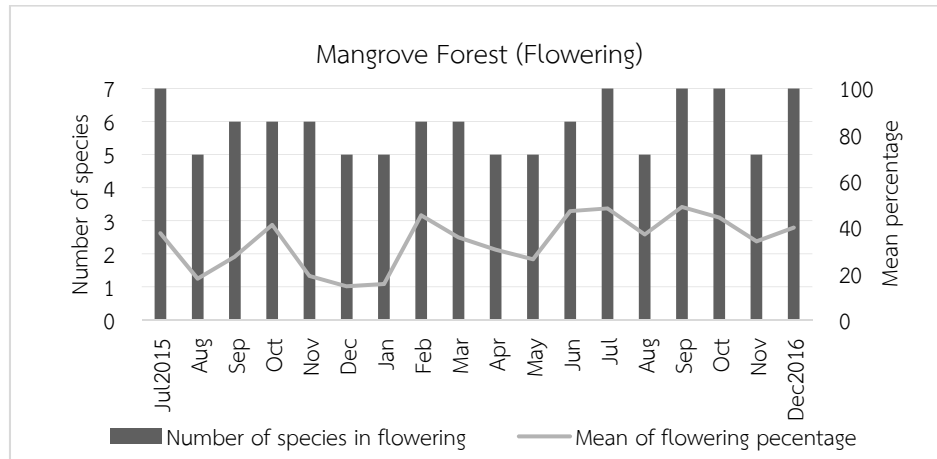


Figure 3 A number of Mangrove tree species in flowering and mean of flowering percentage in each month during a study period of July 2015 – December 2016.

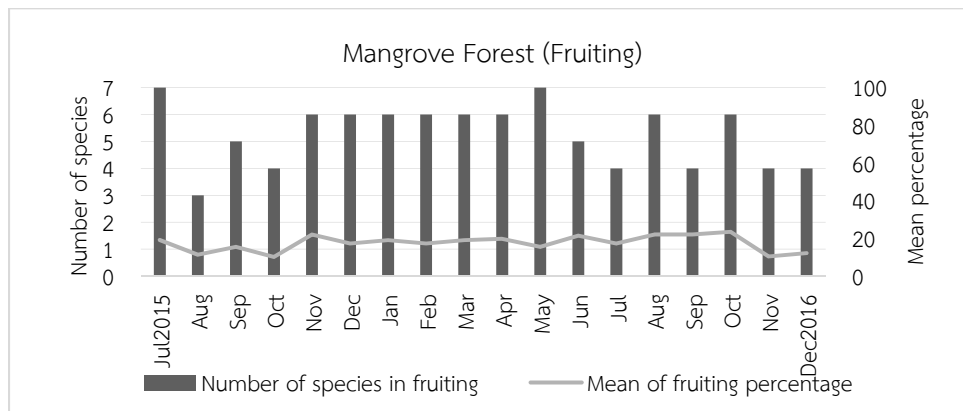


Figure 4 A number of Mangrove tree species in fruiting and mean of fruiting percentage in each month during a study period of July 2015 – December 2016.

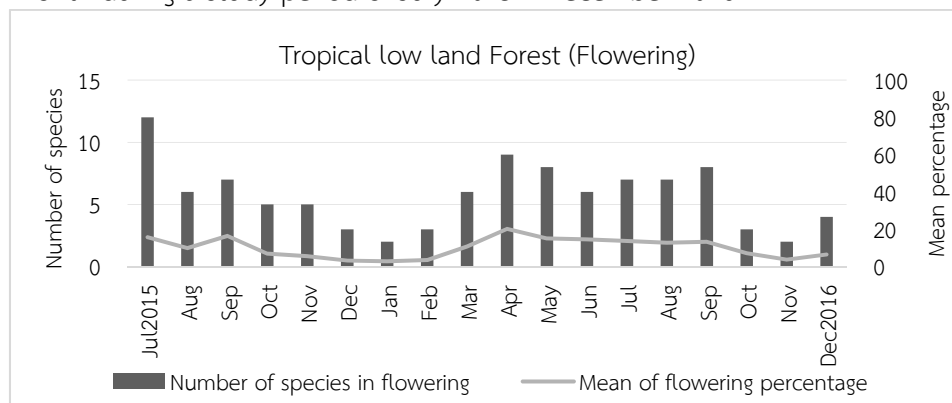


Figure 5 A number of Tropical lowland tree species in flowering and mean of flowering percentage in each month during a study period of July 2015 – December 2016

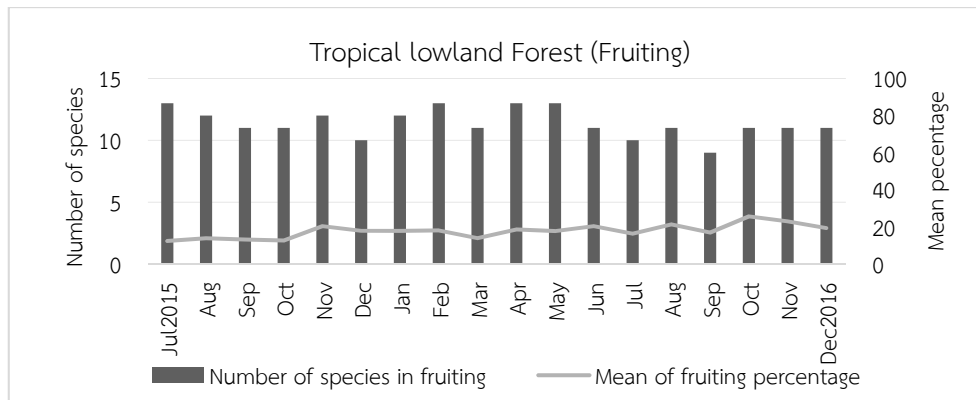


Figure 6 A number of Tropical lowland tree species in fruiting and mean of fruiting percentage in each month during a study of period July 2015 – December 2016

2. ชีพลักษณะต่องานฟื้นฟูในพื้นที่คู้บางกะเจ้า

จากการศึกษาพบว่าไม้ใหญ่ 25 ชนิด มีรูปแบบการติดดอกและผล 3 รูปแบบ ได้แก่ มีการติดดอกและผล 1 ครั้ง 2 ครั้ง และ 3 ครั้ง ในรอบ 1 ปี โดยพบว่าไม้ใหญ่ 18 ชนิด มีการติดดอกและผล 1 ครั้งในรอบปี ซึ่งเป็นไม้ใหญ่ในกลุ่มป่าดิบชื้น 17 ชนิด ได้แก่ กรวยน้ำ (ดอก ม.ย. และผล ก.ย.) ตะเคียนทอง (ดอก เม.ย. และผล พ.ค.) ทั้งถ่อน (ดอก ส.ค. และผล ต.ค.) ไทรย้อยใบทู่ (ดอก เม.ย. และผล มิ.ย.) มะกอกน้ำ (ดอก ต.ค. และผล ธ.ค.) มะเกลือ ดอก (เม.ย. และผล ก.ย.) มะตาด (ดอก ส.ค. และผล ก.ย.) มะพลับ (ดอก มิ.ย. และผล ก.ย.) มะพูด (ดอก และผล มิ.ย.) ละมุดสีดา (ดอก ก.ค. และผล ต.ค.) สกุณี (ดอก ต.ค. และผล ม.ค.) สตาร์แอปเปิ้ล (ดอก ส.ค. และผล ส.ค.) สาเก (ดอก ม.ค. และผล ก.พ.) สาธร (ดอก เม.ย. และผล พ.ค.) ลำโพง (ดอก พ.ค. และผล มิ.ย.) และอินจัน (ดอก เม.ย. ถึง มิ.ย. และผล ก.ค.) และไม้ใหญ่ในกลุ่มป่าชายหาด 1 ชนิด คือ แดงน้ำ โดยมีช่วงการติดดอกและผลมากที่สุดอยู่ในช่วงเดือนสิงหาคมถึงกันยายน และไม้ใหญ่ที่มีรูปแบบการติดดอกและผลแบบ 2 ครั้งในรอบปี ได้แก่ ตีนเป็ดทะเล พังกาหัวสุมดอกขาว และหลุมพอทะเล ส่วนไม้ใหญ่ที่มีรูปแบบการติดดอกและผลแบบ 3 ครั้งในรอบปี ได้แก่ ตะบูนขาว ลำพู และหูกวาง จะเห็นว่าไม้ใหญ่ที่มีรูปแบบการติดดอกและผล 2 และ 3 ครั้งในรอบปี จะเป็นพันธุ์ไม้ในกลุ่มป่าชายหาดทั้งหมด (Figure 7 - 8) และพบว่าทองหลางน้ำไม่มีการติดดอกและผลตลอดระยะเวลาการศึกษาซึ่งโดยปกติแล้วทองหลางน้ำจะมีการติดดอกในช่วงเดือนมกราคม ถึง เดือนกุมภาพันธ์ (สำนักพิมพ์บ้านและสวน, 2558) จากการศึกษการติดดอกและผลของต้นไม้ทำให้ทราบถึงช่วงเวลาที่พืชมีการให้เมล็ด โดยข้อมูลดังกล่าวจะสามารถนำมาเป็นแนวทางในการวางแผนการเก็บเมล็ดต่อไป (Kuaraksa *et al.*, 2011)

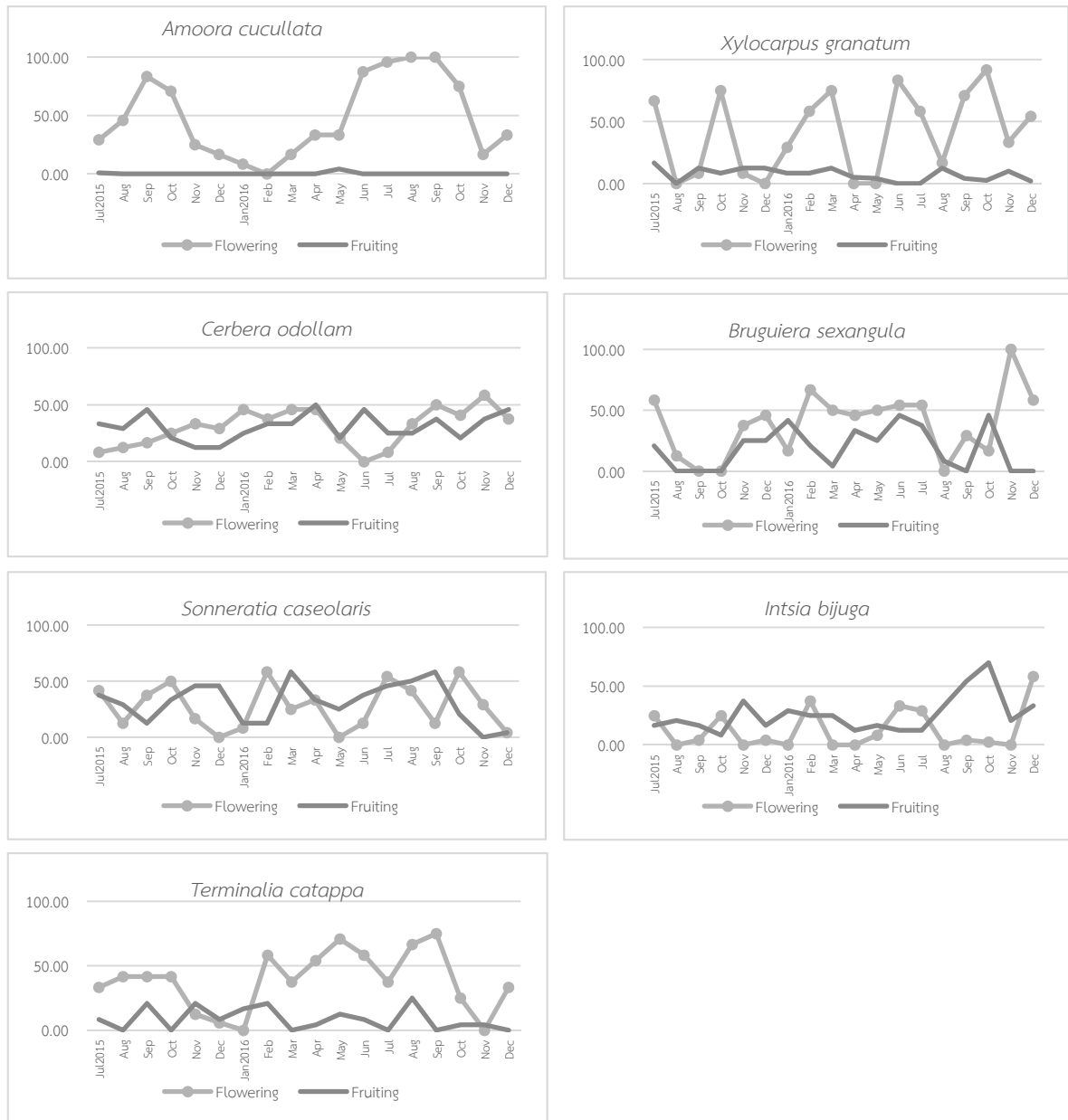


Figure 7 Timing and percentage of flowering and fruiting of Mangrove tree species during a study period of July 2015 – December 2016.



Figure 8 Timing and percentage of flowering and fruiting of tropical tree species during a study period of July 2015 – December 2016.

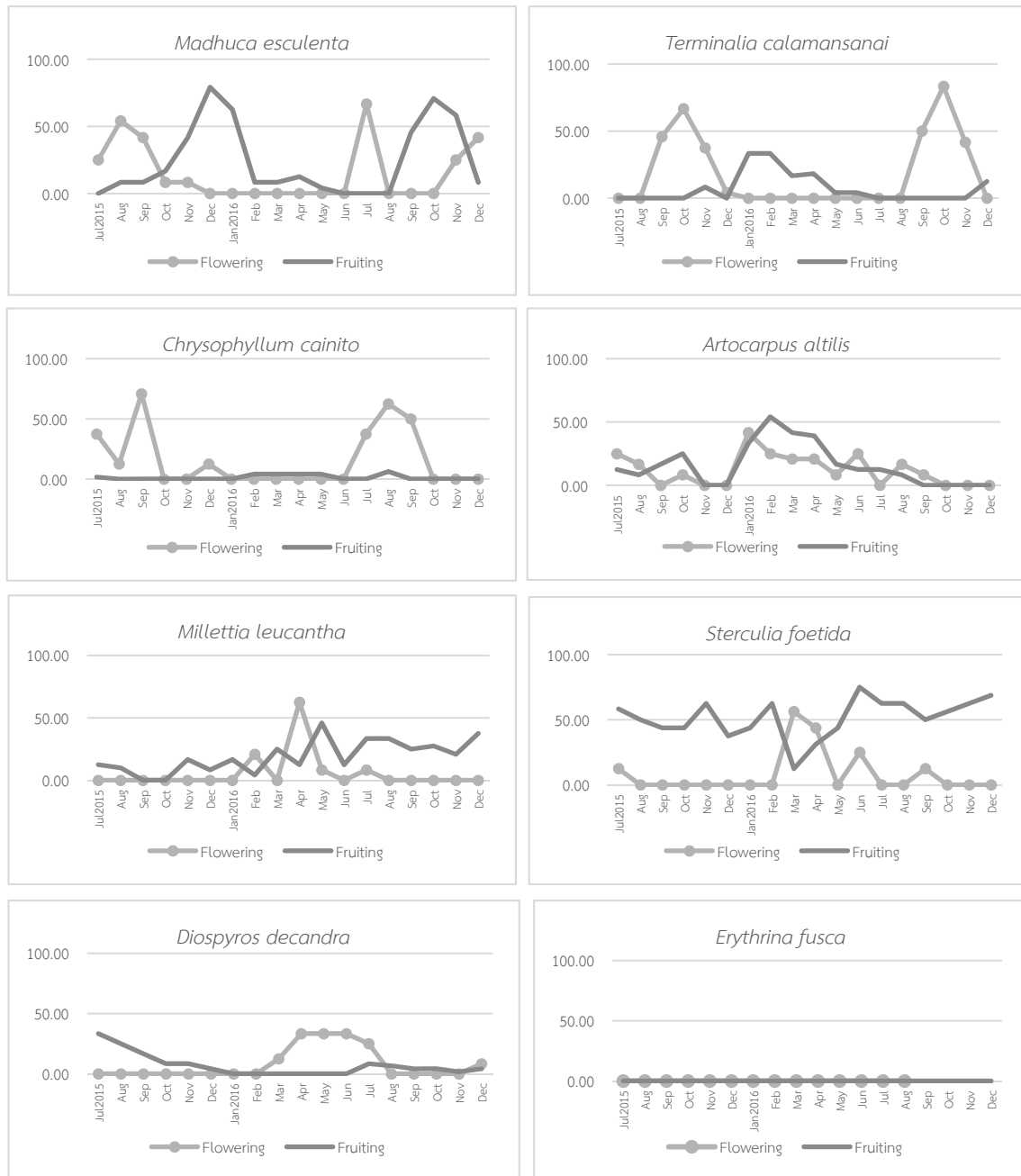


Figure 8 (Continued)

สรุป

ไม้ใหญ่ในกลุ่มป่าชายเลนส่วนใหญ่จะมีการติดดอกในเดือนกุมภาพันธ์ เดือนกรกฎาคม และเดือนกันยายน มีการติดผลในเดือนพฤษภาคม เดือนสิงหาคม และเดือนตุลาคม ส่วนไม้ใหญ่ในกลุ่มป่าดิบลุ่มต่ำส่วนใหญ่จะมีการติดดอกในเดือนเมษายนและเดือนกันยายน ติดผลในเดือนพฤษภาคมและเดือนตุลาคม ไม้ใหญ่ที่ทำการศึกษามีรูปแบบการติดดอกและผล 3 รูปแบบ ได้แก่ การติดดอกและผล 1 ครั้งในรอบปี 2 ครั้งในรอบปี และ 3 ครั้งในรอบปี โดยไม้ใหญ่ในกลุ่มป่าดิบลุ่มต่ำจะมีการติดดอกและผล 1 ครั้งในรอบปี เพราะฉะนั้นควรมีการจัดการและวางแผนในการเก็บเมล็ดไม้ในกลุ่มนี้เนื่องจากจะมีช่วงเวลาที่สามารถเก็บเมล็ดไม้แต่ละชนิดได้แค่หนึ่งครั้ง ส่วนไม้ใหญ่ในกลุ่มป่าชายเลนจะมีรูปแบบการติดดอกและผลแบบ 2 ครั้งในรอบปี และ 3 ครั้งในรอบปี และนอกจากนี้ยังมีไม้บางชนิดที่มีการติดดอกจำนวนมากแต่มีการติดผลในปริมาณที่น้อย และไม่พบการติดดอกและผลตลอดระยะเวลาการศึกษา คือ แดงน้ำ และทองหลางน้ำ จากการศึกษาจะเห็นว่าในพื้นที่ที่คุ้งบางกะเจ้าจะสามารถเก็บเมล็ดไม้ได้ตลอดทั้งปี และเนื่องด้วยข้อมูลการติดดอกและผลของการศึกษาในครั้งนี้ค่อนข้างมีการผันแปรและเปลี่ยนแปลงเพราะเป็น

การศึกษาในระยะสั้น ซึ่งถ้าระยะเวลาในการศึกษานานกว่านี้อาจจะทำให้เห็นแนวโน้มของการติดดอกและผลได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น และควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการติดดอกและผลของต้นไม้อีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของสวนศรีนครเขื่อนขันธ์ และชาวบ้านในพื้นที่คู้บางกะเจ้าที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับไม้ใหญ่ในพื้นที่ พร้อมทั้งอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูล และขอขอบคุณเพื่อนนิสิตปริญญาโทภาควิชาวนวัฒนวิทยาที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลตลอดระยะเวลาการศึกษาวิจัย โดยได้รับงบประมาณสนับสนุนการวิจัยภายใต้โครงการวิจัย “โครงการย่อย 4.1: โครงสร้างของระบบนิเวศและศักยภาพของพืชพันธุ์ต่อการพัฒนาเชิงนิเวศพื้นที่สีเขียวคู้บางกะเจ้าสู่ความยั่งยืน” ซึ่งได้รับงบประมาณสนับสนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (ปี 2558-2560)

เอกสารอ้างอิง

- ฉัตรชัย เงินแสงสรวย. 2560. การสำรวจและศึกษาความหลากหลายของพรรณพืชมีท่อลำเลียงในคู้บางกะเจ้า ใน **ข้อมูลพื้นฐาน: แผนแม่บทเพื่อการอนุรักษ์และพัฒนาพื้นที่สีเขียวคู้บางกะเจ้าสู่ความยั่งยืน**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- มณฑาทิพย์ โสมมีชัย, รัตติกาล ปานเจริญ, สมพร แม่ลุ่ม และ ณัฐพนธ์ พุ่มพวง. 2558. ไม้ใหญ่ในพื้นที่สีเขียวคู้บางกะเจ้า อำเภอลำลูกเกด จังหวัดสมุทรปราการ, ใน **รายงานการประชุมทางวิชาการเครือข่ายวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย ครั้งที่ 5**. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- มณฑาทิพย์ โสมมีชัย. 2560. ระบบนิเวศและการให้บริการของระบบนิเวศพื้นที่สีเขียวคู้บางกะเจ้า ใน **ข้อมูลพื้นฐาน: แผนแม่บทเพื่อการอนุรักษ์และพัฒนาพื้นที่สีเขียวคู้บางกะเจ้าสู่ความยั่งยืน**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สำนักพิมพ์บ้านและสวน. 2558. **ทองหลางน้ำ**. แหล่งที่มา: <http://book.baanlaesuan.com/plant-library/coral-tree/>. 3 กรกฎาคม 2560.
- Anderson, D. P., E. V. Nordheim, T. C. Moermond, Z. B. Gone Bi and C. Boesch. 2005. Factors Influencing Tree Phenology in Ta'i National Park, Cote d'Ivoire. **Biotropica** 37 (4): 631- 640
- Chang, C. T., T. C. Lin, S. F. Wang and M. A. Vadeboncoeur. 2011. Assessing growing season beginning and end dates and their relation to climate in Taiwan using satellite data. **International Journal of Remote Sensing** 32 (18): 5035–5058.
- Dhami, I., K. G. Arano, T. A. Warner, R. M. Gazal and S. Joshi. 2011. Phenology of trees and urbanization: a comparative study between New York City and Ithaca, New York. **Geocarto International** 26 (7): 507–526.
- Dallimer, M., Z. Tang, K. J. Gaston and Z. G. Davies. 2016. The extent of shifts in vegetation phenology between rural and urban areas within a human-dominated region. **Ecology and Evolution** 6 (7): 1942–1953.
- Elliott, S., S. Promkutkaew and J. F. Maxwell. 1994. Flowering and seed production phenology of dry tropical forest trees in Northern Thailand pp. 52-62. In **Proceedings of International Symposium on Genetic Conservation and Production of Tropical Forest tree seed**. 14-16 June 1994, Chiang Mai, Thailand.
- Forest Restoration Research Unit., 2008. **Research for Restoring Tropical Forest Ecosystems: A Practical Guide**. Biology Department, Science Faculty, Chiang Mai University
- Han, Q. 2012. **Remote Sensing-Based Quantification of Spatial and Temporal Variation in Canopy Phenology of Four Dominant Tree Species Remote Sensing-Based**

- Quantification of Spatial and Temporal Variation in Canopy Phenology of Four Dominant Tree Species.** M.S. Thesis, University of Twente.
- Han, G. and J. Xu. 2013. Land surface phenology and land surface temperature changes along an urban-rural gradient in yangtze River Delta, China. **Environmental Management** 52 (1): 234–249.
- Hartel, R. D. 2010. **Urban tree phenology observation and data collection.** Urban Forestry South, Georgia. (Mimeographed)
- Huang, Q., H. Xu, X. Yang and P. Shi. 2009. Study of Impacts of Urbanization Process on Phenology Using Multisource Satellite Data pp. 300-305. *In Proceedings of ASPRS Annual Conference.* 9-13 March 2009, Baltimore, Maryland.
- Koelmeyer, K.O., 1959. The periodicity of leaf change and flowering in the principal forest communities of Ceylon. **The Ceylon Forester** 4: 157-189.
- Kuaraksa, C., S. Elliott and M. H. Mckey. 2011. The phenology of dioecious *Ficus* spp. Tree species and its importance for forest restoration projects. **Forest Ecosystem and Management** 265: 82-93.
- Liang, S., P. Shi and H. Li. 2015. Urban spring phenology in the middle temperate zone of China: dynamics and influence factors. **International Journal of Biometeorology** 60 (4): 531–544.
- Osborne, P. K. 2012. **Tropical Ecosystems and Ecological Concepts.** Cambridge University Press, New York.
- White, M. A., R. R. Nemani, P. E. Thornton and S. W. Running. 2002. Satellite evidence of phenological differences between urbanized and rural areas of the eastern United States deciduous broadleaf forest. **Ecosystems** 5: 0260–0273.

แหล่งพันธุกรรมของกลุ่มชนิดรักใหญ่ เพื่อการคัดเลือกแม่ไม้พันธุ์ดีในการผลิตยางรักของไทย
Genetic Resources of Burmese Lacquer Species Complex for Elite Trees Selection
in Thai Lacquer Production

สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ^{1*} วิชาญ เอียดทอง² และ แก้วนาภา กิตติบรรพชา¹

Suwan Tangmitcharoen^{1*} Wichan Eiadthong² and Kaewnapa Kittibanpacha¹

¹ส่วนงานวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900

¹Forest Research and Development Bureau, Royal Forest Department, Bangkok 10900

²ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

²Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

* Corresponding Author; E-mail: suwantang@hotmail.com

บทคัดย่อ

ประเทศไทยมีความหลากหลายชนิดของพรรณไม้สกุล *Gluta* ถึง 11 ชนิดจากทั่วโลกที่มีอยู่ 34 ชนิด และชนิดที่สำคัญทั้งหมดที่ใช้น้ำยางในงานหัตถกรรมเครื่องรักพบในไทยโดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มชนิดรักใหญ่ที่ประกอบไปด้วย 3 ชนิด ได้แก่ รักใหญ่ น้ำเกลี้ยง และรัก (ในที่นี้เรียก รักปีกใบพาย) การศึกษาวิจัยครั้งนี้เก็บข้อมูลภาคสนามตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 – 2559 จากป่าธรรมชาติในทุกภูมิภาค ครอบคลุมพื้นที่ 23 จังหวัด และได้วิเคราะห์สารเคมีในยางรักที่ห้องปฏิบัติการเคมีประยุกต์ มหาวิทยาลัยเมจิ เมืองโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อต้องการจำแนกชนิด สำรวจพื้นที่กระจายพันธุ์ และวิเคราะห์หาสารเคมีที่พบในน้ำยางของไม้รักทั้งสามชนิด และการคัดเลือกสายต้นพันธุ์ดีที่ให้น้ำยางมาก ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่กระจายพันธุ์ของต้นรักใหญ่ทั้งหมดอยู่ในภาคเหนือ ครอบคลุม 10 จังหวัด ต้นน้ำเกลี้ยงกระจายพันธุ์ครอบคลุม 11 จังหวัด พบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ภาคตะวันออกและภาคใต้ตอนบน และรักปีกใบพายเป็นชนิดที่มีพื้นที่กระจายพันธุ์กว้างที่สุดพบถึง 33 จังหวัดพบได้ทุกภาค การจำแนกชนิดภายในกลุ่มชนิดรักใหญ่พบว่า รักใหญ่และรักปีกใบพายใช้ลักษณะสัณฐานของฐานรองดอก และก้านชูอับเรณูเกลี้ยงเหมือนกันซึ่งลักษณะที่ใช้แยกสองชนิดนี้คือ ก้านผลของรักใหญ่สั้นกว่ารักปีกใบพาย และรูปร่างปีกของปีกผลต้นรักใหญ่รูปขอบขนานขณะที่รักปีกใบพายรูปช้อน ขณะที่ต้นน้ำเกลี้ยงมีขนปกคลุมแบบ villous ความต่างของสารเคมีในน้ำยางเมื่อวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC/MS พบว่า น้ำยางต้นน้ำเกลี้ยงมี peak4 ของสาร C₁₂-PH ขณะที่รักใหญ่ไม่พบสารดังกล่าว ผลการคัดเลือกสายต้นที่ให้น้ำยางมาก ผลการคัดเลือกสายต้นของไม้รักพันธุ์ดี โดยใช้หลักเกณฑ์ปริมาณน้ำยางที่ได้ภายหลังการกรีด 14 วัน ปริมาตรตั้งแต่ 15 มิลลิลิตร ขึ้นไปต่อ 1 รอยแผล ในพื้นที่ 23 จังหวัด ครอบคลุม 88 แหล่งประชากร พบว่า มีต้นที่ให้น้ำยางมาก จำนวน 4,468 ต้น จากทั้งหมด 87,836 ต้น คิดเป็น 5.09% การให้ปริมาณน้ำยางมากเป็นรายชนิดตามเปอร์เซ็นต์ของจำนวนต้นพันธุ์ดีสูงสุดคือ น้ำเกลี้ยง (9.82%) รักใหญ่ (7.07%) และต่ำสุดคือรักปีกใบพาย (5.13%)

คำสำคัญ: กลุ่มชนิดรักใหญ่ พื้นที่กระจายพันธุ์ จำแนกชนิด สารเคมี ยางรัก แม่ไม้พันธุ์ดี

ABSTRACT

The species diversity the member of the genus *Gluta* in Thailand reported 11 species, from totally 34 species of the world record and 3 important lacquer species are occurred in Thailand that are used resin as a raw material for lacquer ware handicrafts, especially of Burmese lacquer species complex consisting of 3 species; Burmese lacquer (*Gluta usitata*), laccifera lacquer (*G. laccifera*) and spatulate wing lacquer (*G. glabra*). The field work of this research conducted in 23 provinces throughout Thailand during 2010 - 2016 and lacquer sap chemicals were analyzed at applied chemistry laboratory, Meiji University, Japan. The objectives of this research are species identification, distribution area inventory and lacquer sap chemicals analysis to be clearer and lead the selection of elite clone of 3 lacquer species. The result showed 10 provinces for Burmese

lacquer's distribution, were located only in northern Thailand, 11 provinces for laccifera lacquer's distribution, they occurred lower part of northeastern, eastern and upper part of peninsular Thailand and 33 provinces for spatulate wing lacquer's distribution where cover all regions of Thailand. Species identification within Burmese lacquer species complex used the flower disc and filament covering, both species are glabrous and different characters were used to classify between species by Burmese lacquer having longer fruit stalk than spatulate wing lacquer and fruit wing shape of Burmese lacquer is oblong and spatulate fruit wing for spatulate wing lacquer. While laccifera lacquer shows villous for the flower disc and filament covering. The chemical disparity from lacquer sap between Burmese lacquer and laccifera lacquer when analyzed by GC/MS, we found peak4 of C₁₂-PH in lacquer sap of laccifera lacquer, but absent in Burmese lacquer. The elite clone were selected using a criterion to determine the lacquer sap amount by considering a volume of started 15 ml or more per wound after tapped 14 days, from 23 provinces of 88 populations. Of among 87,836 trees, 4,468 trees (5.09%) were classified as elite clone. Laccifera lacquer showed the highest lacquer sap percentage (9.82%) followed by Burmese lacquer (7.07%) and spatulate wing lacquer (5.13%).

Keywords: Burmese lacquer species complex, distribution area, species identification, chemical, natural lacquer, elite clone

คำนำ

ยางรักเป็นวัสดุที่สำคัญที่สุดของกรรมวิธีประดิษฐ์งานหัตถกรรมเครื่องรัก ที่ช่าง (หัตถกรรม) รักไทยใช้ในการสร้างสรรค์คือชิ้นงานออกมาหลาย ๆ ลักษณะ ไม่ว่าจะเป็น การเขียนลายรดน้ำ การประดับมุก การประดับกระจก และการลงรักเขียนลายกัมมะลอ เป็นต้น ซึ่งงานหัตถกรรมเครื่องรักดังกล่าวนี้ว่าเป็นงานประณีตศิลป์ที่ล้วนมีเอกลักษณ์ทางศิลปกรรมที่มีคุณค่ายิ่งในวัฒนธรรมของไทย ยางรักเป็นยางธรรมชาติที่ได้รับการคัดสรรของพรรณไม้ต้นสกุล *Gluta* (มีชื่อพ้องว่า *Melanorrhoea*) *Rhus* และ *Toxicodendron* (บางชนิดของสกุล *Rhus* เดิมถูกจำแนกอยู่ในสกุลนี้) สมาชิกของวงศ์มะม่วง (Anacardiaceae) สำหรับความหลากหลายชนิดของพรรณไม้สกุล *Gluta* ในประเทศไทยมีผู้รายงานไว้ 11 ชนิด (วิชาญ, 2554a; 2557; Chayamarit, 1994; 2010) ไม้รักสกุล *Rhus* 2 ชนิด คือ มะเหลียมหิน (*Rhus chinensis* Mill.) และแกนมอ (*Rhus succedanea* L.) และไม้รักสกุล *Toxicodendron* 3 ชนิด คือ ส้มผดขน (*Toxicodendron fulvum* (W. G. Craib) C.Y. Wu & T.L. Ming) รักกินใบ (*T. griffithii* (Hook. f.) Kuntze) และ มักกักเขา (*T. wallichii* (Hook. f.) Kuntze) (<http://www.theplantlist.org>)

สำหรับชนิดไม้รักในประเทศไทยที่ช่างรักนำน้ำยางมาใช้ประโยชน์พบ 3 ชนิดเท่านั้นคือ รักใหญ่ (*Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou) น้ำเกลี้ยง (*G. laccifera* (Pierre) Ding Hou) และรัก (หรือในที่นี้เรียก รักปีกใบพาย; *G. glabra* (Wall.) Ding Hou) ด้วยทั้งสามชนิดมีลักษณะสัณฐานที่คล้ายคลึงกันมากที่มีผลสดเมล็ดเดี่ยว และกลีบเลี้ยงพัฒนาเป็นปีกอยู่เหนือก้านผล และจำนวนเกสรเพศผู้มีจำนวน 30 อันเท่ากันทั้งสามชนิด ทำให้ช่างรักเข้าใจผิดว่าทั้งสามชนิดเป็นชนิดเดียวกันดังนั้นก็จึงเรียกไม้รักในกลุ่มนี้ว่า “กลุ่มชนิดรักใหญ่” (*Gluta usitata* species complex) ส่วนไม้รักที่เหลือพบสมาชิกสกุล *Gluta* อีก 8 ชนิดทั้งหมดผลไม่มีปีก และจำนวนเกสรเพศผู้มีจำนวน 5 อัน (หลัก) เท่ากันทุกชนิด ซึ่งในกลุ่มนี้ช่างรักไม่ได้นำยางมาทำเครื่องรักแต่อย่างใด ขณะที่สกุล *Rhus* และ *Toxicodendron* แม้ว่าพบถิ่นกระจายพันธุ์ในประเทศไทย แต่ไม่พบรายงานการใช้ประโยชน์ยางรักโดยช่างรักไทย ขณะที่ในประเทศเวียดนามและหมู่เกาะริวกิว ของประเทศญี่ปุ่น ได้นำยางรักจากต้นแกนมอมาใช้ในหัตถกรรมเครื่องรักได้เช่นกัน (Takata, 2014; Lu *et al.*, 2015)

สารเคมีหลักที่วิเคราะห์พบในน้ำยาง ของตัวอย่างพืชในวงศ์มะม่วงพบว่าเป็นกลุ่มสาร catechols, phenyl catechols, phenols, phenyl phenols, alkyl benzenes, และ hydrocarbons สารเคมีสำคัญในยางรักที่ได้จากต้นรักจีน หรือ รักญี่ปุ่น เรียกว่า อูรุชิโอล (urushiol) ยางรักของต้นแกนมอเรียกว่า แลคคอลล (laccoll) และในยางรักจากต้นรักใหญ่ว่า ทิตชิโอล (thitsiol) (Takei *et al.*, 2013; Schilling *et al.*, 2016; Tamburini *et al.*,

2017) (Figure 1) จากองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกันในยางรักที่ได้จากไม้รักต่างชนิดกันนั้นส่งผลให้มีข้อดีและข้อด้อยต่างกันหลายประเด็น อาทิเช่น ในการใช้ยางรักที่ได้จากต้นรักใหญ่มาเคลือบผิววัสดุในการประดิษฐ์ชิ้นงานหัตถกรรมทำให้สียางรักเกิดขบวนการโพลีเมอไรเซชัน (polymerization) เมื่อสัมผัสอากาศจะมีสีดำสนิทหรือเข้ม เนื้อฟิล์มหนาทนทานต่อแสง UV กรดและด่างได้ดีกว่ายางรักที่ได้จากต้นรักชนิดอื่น แต่ยางรักที่ได้จากต้นรักใหญ่เมื่อนำไปเคลือบผิววัสดุแล้วทำให้แข็งตัวช้า ซึ่งอาจจะต้องใช้ระยะเวลาไม่น้อยกว่า 24 วันต่อการทาเคลือบหนึ่งครั้ง จากสมบัติดังกล่าวส่งผลดีตามมาคือพื้นผิววัสดุที่ผ่านการเคลือบรักแล้วมีความสะท้อนแสงได้ดีและทำให้วัสดุดูใหม่อยู่เสมอ ขณะที่ยางรักที่ได้จากต้นรักจีนและแแกนมอ เมื่อนำมาเคลือบผิววัสดุแล้วทำให้แข็งตัวเร็วกว่ายางรักของต้นรักใหญ่ คือ แแกนมอสามารถแข็งตัวต่อการทาเคลือบหนึ่งครั้งใช้ระยะเวลา 5-7 วัน และรักจีนใช้ระยะเวลาเพียง 2-3 วันเท่านั้นเนื่องจากในแต่ละชนิดมีเนื้อฟิล์มเนื้อรักบางยางรักของต้นรักใหญ่ แต่ยางรักที่ได้จากสองชนิดไม่ทนทานต่อแสง UV

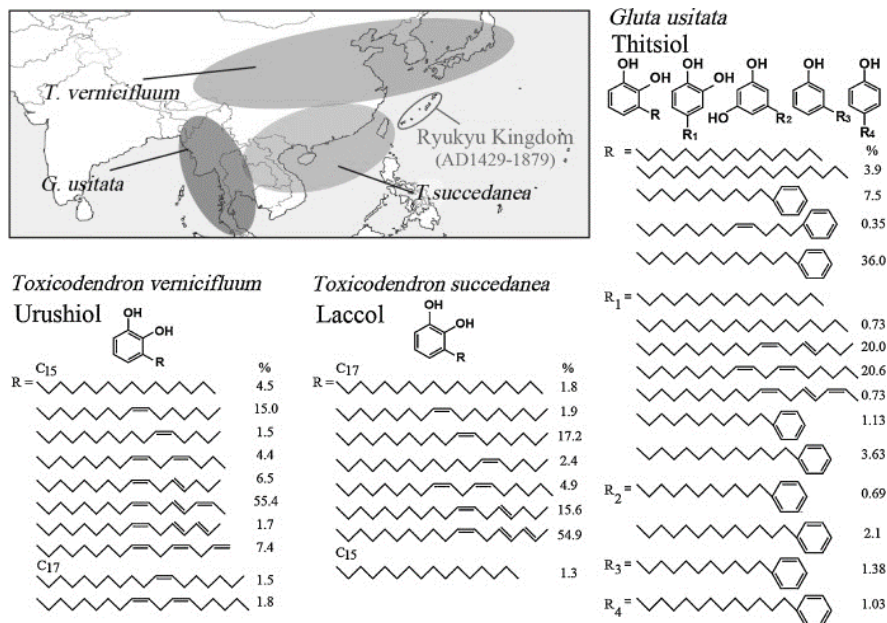


Figure 1 Important lacquer species distribution areas and structure of urushiol, laccol, and thitsiol (Igo et al., 2015)

ประเทศไทยเป็นแหล่งพันธุกรรมของพรรณไม้สกุล *Gluta* ที่สำคัญในระดับโลกที่มีชนิดไม้รักที่สามารถนำยางไปใช้ในงานหัตถกรรมเครื่องรักได้ถึง 3 ชนิด (Figure 1) ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น แต่ยางรักทั้งในประเทศและต่างประเทศกลับรู้จักเพียงรักใหญ่ชนิดเดียว ซึ่งในความจริงแล้วยางรักที่มีคุณภาพที่ดีเป็นที่รู้จักของช่างรักในอดีต หากอ้างอิงตามแหล่งกริดพบว่า เป็นแหล่งกริดที่ไชยา หรือ รักไชยา และที่จังหวัดอุบลราชธานี หรือรักอุบล โดยที่ทั้งสองแห่งนี้เป็นที่กระจายพันธุ์ของรักน้ำเกลี้ยงทั้งสิ้น ส่วนรักเป็นชนิดที่พบถิ่นกระจายพันธุ์กว้างกว่าชนิดอื่นในประเทศไทยให้น้ำยางรักน้อยมาก จะเห็นได้ว่าทั้งรักน้ำเกลี้ยงและรักปีกโบพายกลับไม่เคยมีช่างรักผู้ใดกล่าวถึงรักทั้งสองชนิดนี้มาก่อนเลย จนเป็นที่มาของการวิจัยในครั้งนี้

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติและสถานภาพของกลุ่มชนิดไม้รักใหญ่

สำรวจเก็บข้อมูลจากป่าธรรมชาติ ในพื้นที่ 23 จังหวัด ทุกภูมิภาคของประเทศไทย คือ ภาคเหนือ ได้แก่ แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ เชียงราย ลำปาง พะเยา แพร่ พิชญโลก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ สกลนคร อุตรธานี สุรินทร์ อุบลราชธานี นครราชสีมา ชัยภูมิ กาฬสินธุ์ ขอนแก่น ภาคกลาง ได้แก่ กำแพงเพชร อุทัยธานี ราชบุรี กาญจนบุรี ภาคตะวันออก ได้แก่ จันทบุรี และภาคใต้ ได้แก่ ตรัง ระนอง ชุมพร และตรวจสอบตัวอย่างพรรณไม้แห้งของพรรณไม้สกุล *Gluta* ในหอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช

2. ศึกษาความผันแปรลักษณะสัณฐานและองค์ประกอบทางเคมีของกลุ่มชนิดไม้รักใหญ่

ศึกษาความผันแปรลักษณะสัณฐานใบและดอกของกลุ่มชนิดไม้รักใหญ่จากตัวอย่างที่เก็บได้จากภาคสนามที่ได้จากพื้นที่ต่างกัน และแปลงปลูกทดสอบถิ่นกำเนิด (provenance trials) ของสถานีวิจัยอนุรักษ์จากถิ่นกำเนิด 4 จังหวัด คือ ขอนแก่น กำแพงเพชร ลำปาง และสุราษฎร์ธานี การศึกษาความผันแปรองค์ประกอบทางเคมีของกลุ่มชนิดไม้รักใหญ่นำตัวอย่างยางรักจำนวน 2 ชนิดคือ รักใหญ่ (มาจาก 1 แหล่งกรีดหนึ่งตัวอย่างคือ แม่ฮ่องสอน) และน้ำเกลี้ยง (มาจาก 1 แหล่งกรีด 6 ตัวอย่างคือ อำเภอบูรี จังหวัดนครราชสีมา) นำยางรักมาละลายใน acetone แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS) ใช้ปริมาณน้ำยางรัก 0.01 – 1.0 มิลลิลิตร ต่อการวิเคราะห์หนึ่งตัวอย่างซึ่งตัวอย่างยางรักดังกล่าวนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการทางเคมีประยุกต์ มหาวิทยาลัยเมจิ เมืองโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น

3. คัดเลือกแม่ไม้สายต้นที่ให้ยางรักดีในเชิงปริมาณของกลุ่มชนิดไม้รักใหญ่

การสำรวจหาแม่ไม้รักในแต่ละชนิดที่เป็นสายต้นดีที่ให้ปริมาณน้ำยางจากแหล่งกรีดจากป่าธรรมชาติของแต่ละจังหวัด ตามเกณฑ์การพิจารณาดังนี้ ให้ปริมาณน้ำยางดี ตั้งแต่ 15 มิลลิลิตร ขึ้นไปต่อหนึ่งแผลกรีดปล่อยนาน 14 วันแสดงว่าเป็นต้นที่มีน้ำยางไหลดี หากน้อยกว่าปริมาณดังกล่าวแสดงว่าต้นดังกล่าวให้ยางรักไม่ดี โดยใช้เทคนิคการกรีดดำเนินการตามวิชาญ (2557) ด้วยการใช้มีดกรีดยาวพารากัดต้นที่มีขนาดเส้นรอบวงที่ระดับความสูงเพียงอก 30 เซนติเมตร ขึ้นไป ประยุกต์วิธีการสร้างรอยแผลกรีดแบบชาวกะเหรี่ยง เป็นเส้นตรงตามแนวตั้ง (I) ยาว 30 เซนติเมตร ทางด้านทิศตะวันตก จำนวน 1 รอยแผล กรีดให้รอยแผลอยู่สูงจากโคนต้น 130 เซนติเมตร ตอกลิ้นรองน้ำยางที่ด้านล่างสุดของรอยแผล ติดหลอดพลาสติกที่ปลายลิ้นรองน้ำยาง ติดหมายเลขต้น ทิ้งไว้ประมาณ 14 วัน บันทึกข้อมูลความโต ความสูง และตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ของต้นที่พบ พร้อมวัดปริมาณน้ำยาง

ผลและวิจารณ์

1. การกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติและสถานภาพของกลุ่มชนิดไม้รักใหญ่

สถานภาพทางประชากรของพรรณไม้รักทั้งสามชนิดถูกคุกคามจากการถูกทำลายพื้นที่กระจายพันธุ์ตามธรรมชาติเพื่อนำไปทำเป็นพื้นที่เกษตรกรรมจนทำให้ขนาดประชากรลดน้อยจนถึงเป็นชนิดที่พบเห็นได้หายากในแหล่งกระจายพันธุ์เดิม สาเหตุถัดมาของการถูกคุกคามเนื่องจากการลักลอบตัดไม้เพื่อนำแปรรูปผลิตภัณฑ์ใช้สอยและส่งไปขายในประเทศจีนเนื่องจากทั้งสามชนิดมีแก่นสีแดง ชนิดที่หายากมากที่สุดในกลุ่มชนิดไม้รักใหญ่คือน้ำเกลี้ยง รองลงมาคือ รักใหญ่และรักปีกใบพาย ตามลำดับ

ผลการศึกษาพบว่า ต้นรักใหญ่ มีพื้นที่กระจายพันธุ์ตามธรรมชาติครอบคลุมเฉพาะภาคเหนือ ซึ่งพบทั้งหมด 10 จังหวัด (แพร่ น่าน ตาก (ท่าสองยาง) อุตรดิตถ์ ลำปาง ลำพูน เชียงใหม่ เชียงราย พะเยา และแม่ฮ่องสอน)

ต้นรักปีกใบพายมีพื้นที่กระจายพันธุ์ทั่วทุกภาครวม 33 จังหวัด โดยพบในภาคเหนือ (7 จังหวัด; แพร่ อุตรดิตถ์ ลำปาง ตาก สุโขทัย กำแพงเพชร พิจิตร) ตะวันออกเฉียงเหนือ (14 จังหวัด; หนองคาย หนองบัวลำภู อุดรธานี บึงกาฬ นครพนม สกลนคร ยโสธร ขอนแก่น กาฬสินธุ์ ร้อยเอ็ด มหาสารคาม ชัยภูมิ บุรีรัมย์ เลย) ภาคกลาง (5 จังหวัด; ชัยนาท อุทัยธานี สุพรรณบุรี กาญจนบุรี (ท่าลั่ว) ราชบุรี (สวนผึ้ง) และภาคใต้ (7 จังหวัด; ชุมพร สุราษฎร์ธานี ระนอง (น้ำตกหงาว) นครศรีธรรมราช ตรัง (สิเกา, วังวิเศษ) กระบี่ (คลองท่อม, เกาะไหง) สตูล (ทุ่งหว้า))

สำหรับต้นน้ำเกลี้ยงมีพื้นที่กระจายพันธุ์ทั้งหมด 11 จังหวัด โดยพบอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (5 จังหวัด; นครราชสีมา (ครบุรี) บุรีรัมย์ ศรีสะเกษ สุรินทร์ อุบลราชธานี) ภาคกลาง (1 จังหวัด; ราชบุรี) ภาคตะวันออก (3 จังหวัด; จันทบุรี สระแก้วและ ตราด) ภาคใต้ (2 จังหวัด; สุราษฎร์ธานี (ไชยา) และ ชุมพร) ขณะที่จากการตรวจสอบตัวอย่างพรรณไม้แห้งของหอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช พบจำนวนตัวอย่างของพรรณไม้สกุล *Gluta* ทั้งหมดจำนวน 63 หมายเลข (voucher specimen number) เป็นชนิดน้ำเกลี้ยงเพียง 12 หมายเลขจาก 9 จังหวัดจังหวัดในประเทศไทยที่พบต้นน้ำเกลี้ยงถึง 25 จังหวัด (วิชาญ, 2554b) แต่การศึกษครั้งนี้พบเพียง 11 จังหวัด เพราะผลการศึกษาของวิชาญ (2554b) จำแนกชนิดระหว่างรักปีกใบพายกับน้ำเกลี้ยงเป็นปัญหายากต่อการจำแนกระหว่างชนิดทั้งสอง

ในบางจังหวัดพบว่า มีทั้งต้นรักใหญ่และรักปีกใบพายขึ้นอยู่ทั้งในผืนป่าเดียวกัน อาทิเช่น ลำปาง ในท้องที่อำเภอเกาะว พบททั้งรักใหญ่และรักปีกใบพายขึ้นอยู่ปะปนกันในธรรมชาติในป่าสงวนแห่งชาติแม่หวด (แต่ส่วนมากเป็นรักใหญ่) หรือบางพื้นที่พบทั้งรักปีกใบพายกับน้ำเกลี้ยงดังเช่น ในจังหวัดอุบลราชธานี สุราษฎร์ธานี นครราชสีมา เป็นต้น

2.ความผันแปรของลักษณะสัณฐานและองค์ประกอบทางเคมีของกลุ่มชนิดไม้รักใหญ่

2.1 ความผันแปรของลักษณะสัณฐาน: ลักษณะสัณฐานร่วมที่สำคัญของกลุ่มชนิดไม้รักใหญ่ก็คือ ผลสดเมล็ดเดี่ยวและวงกลีบเลี้ยงพัฒนามาเป็นปีกเมื่อผลแก่ อีกทั้งในกลุ่มดอกสมบูรณ์มีจำนวนเกสรเพศผู้เท่ากันคือ 30 อัน ในการจำแนกในระดับชนิดของกลุ่มชนิดไม้รักใหญ่โดย Chayamarit (2010) ใช้สิ่งปกคลุมแผ่นใบ แต่เมื่อพิจารณาในช่วงที่ใบยังอ่อนกลับพบว่าทุกชนิดมีขนปกคลุมทั้งหมดจนเป็นปัญหาในการจำแนกชนิด หรืออีกด้านหนึ่งทั้งสามชนิดอาจจะเป็นชนิดเดียวที่ความผันแปรของลักษณะสัณฐานสูงจึงจำแนกชนิดยาก ในส่วนผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ยังคงระบบการจำแนกตาม Chayamarit (2010) เพราะคณะผู้วิจัยไม่เห็นตัวอย่างต้นแบบ (type of specimen) ของการบัญญัติชื่อพฤกษศาสตร์มาก่อน และพยายามหาความแตกต่างของลักษณะสัณฐานดัง Figure 2

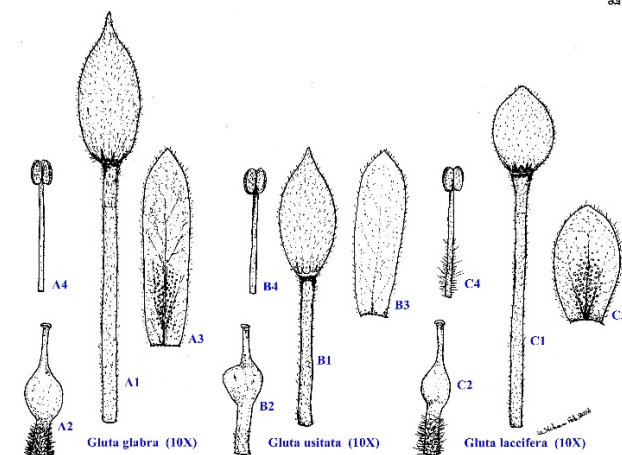


Figure 2 Flower morphological characteristics of *Gluta usitata* species complex; A) *Gluta glabra*, B) *G.usitata*, C) *G.laccifera*. Drawn by Wichan Eiadthong.

คณะผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลการจำแนกชนิดตามลักษณะสัณฐานระหว่าง *G. laccifera*, *G. glabra* และ *G. usitata* ตาม Chayamarit (2010) โดยนำมาเปรียบเทียบกันแต่ละส่วนของพืชและปรับปรุงข้อมูลลักษณะเฉพาะบางประการให้สมบูรณ์ ตาม Table1

Table 1. Comparison for different morphological characteristics between species of *Gluta usitata* species complex

Parts of Plant	<i>G.usitata</i>	<i>G. laccifera</i>	<i>G. glabra</i>
Fruit Sizes (diameter)	1-3 cm	3-5 cm	0.5-1.5 cm
Corolla Color	pinkish to white	white	white
Mature leaf covering	pubescent to glabrous	puberulous to glabrous	puberulous to glabrous
Wing-like petal length	6-10 cm	1.5-3.5 cm	4-8 cm
Wing-like petal shape	oblong	elliptic-oblong	spathulate or linear-oblong
Fruit stalk length	1.5-2 cm	1-1.5 cm	2.5-3.5 cm
Filament covering	glabrous	lanate to villous	glabrous
Disc covering	glabrous	villous	glabrous
Gynophore covering	puberulous to glabrous	villous to tomentose	villous
Ovary covering	glabrous	glabrous	glabrous to villous
Petal shape	oblong	ovate-oblong	oblong
Flower bud shape	oblong-ovate	oval to ovate	oblong-ovate

Modified from Chayamarit (2010)

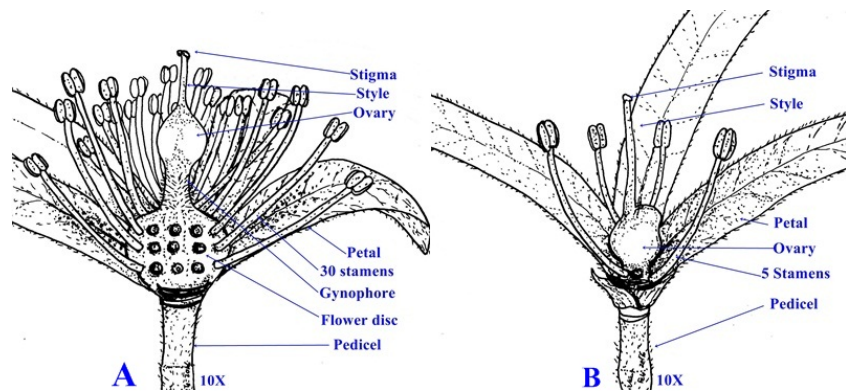


Figure 3 Flower morphology between 2 *Gluta* groups ; *G. usitata* species complex (A) and *Gluta* group with fruit without wing species (B). Drawn by Wichan Eiadthong.

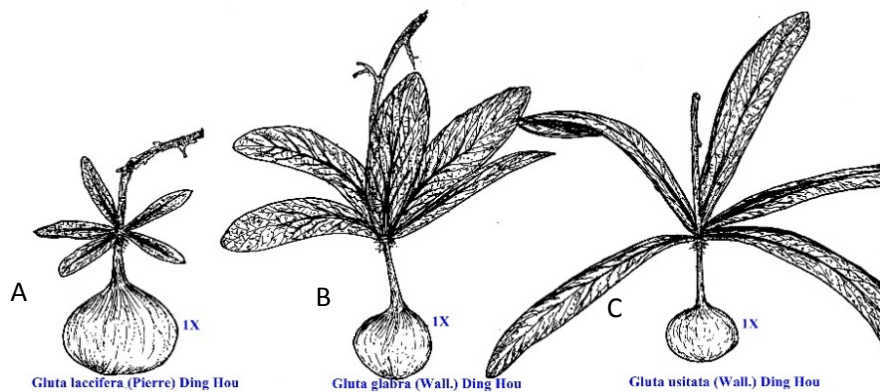


Figure 4 Fruit morphology between *Gluta usitata* species complex; A) *G. laccifera*, B) *G. glabra* and C) *G. usitata*. Drawn by Wichan Eiadthong.

ดังนั้นตามข้อมูลที่ปรับเปลี่ยนเพิ่มเติม ตามตามหัวข้อ 2.1 และ Table 1 คณะผู้วิจัยเห็นควรปรับปรุงแก้ปัญหานำแนกชนิดในกลุ่มชนิดไม้รักใหญ่จาก Chayamarit (2010) เป็นดังนี้

Key to the species *Gluta usitata* species complex

- 1a. Fruit with wing-like petal. Flower has 30 stamens, calyx calyptriform (Figure 4:A)
 - 2a. Flower disc and filament covering glabrous, petal oblong, bud shape oblong-ovate. Fruit 0.5-3.0 cm in diameter
 - 3a. Fruit stalk length 2.5-3.5 cm; wing-like petal shape spatulate or linear-oblong, 4-8 cm long.....*G. glabra* (Figure 5)
 - 3b. Fruit stalk length 1.5-2.0 cm; wing-like petal shape oblong, 6-10 cm long.....*G. usitata* (Figure 5)
 - 2b. Flower disc and filament covering villous, petal ovate-oblong, bud shape oval to ovate. Fruit 3-5cm in diameter, stalk length 1-1.5 cm...*G. laccifera* (Figure 5)
- 1b. Fruit without wing-like petal or small if any. Flower has 5 stamens, calyx irregularly spitting in to side at anthesis (containing 8 species in this group (Chayamarit, 2010)) (Figure 4:B)

2.2 ความผันแปรสารเคมีของกลุ่มชนิดไม้รักใหญ่

ผลการวิเคราะห์สารเคมีของน้ำยางรักด้วยเทคนิค GC/MS โดยการใช้ยางรักจากรักใหญ่ 1 ตัวอย่าง และตัวอย่างรักจากต้นรักน้ำเกลี้ยง 6 ตัวอย่างในจำนวนดังกล่าวถูกกระตุ้นการไหลด้วย 10% ethrel 2 ตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์พบว่า ในยางรักใหญ่มีสารเคมีหลักทั้งหมด 10 สารด้วยกัน แต่สามารถจำแนกได้เพียง 7 สาร โดยที่สารที่มีอัตราส่วนพบมากที่สุดคือสาร e พบมากถึง 41.07% รองลงมาเป็นสาร f (33.36%) (Figure 5)

และสารหลักของน้ำเกลี้ยง มีองค์ประกอบทางเคมีเหมือนกับยางของรักใหญ่ และสาร e และ f มีอัตราส่วนสูงรูปแบบเดียวกับรักใหญ่ (Figure 6) อีกทั้งเมื่อกระตุ้นการกรีดด้วย 10% ethrel ตามรายงานของวิชาญ และคณะ (2556) ไม่ผลต่อองค์ประกอบทางเคมีของน้ำยางและไม่พบสาร ethrel อีกด้วย (Figure 7) องค์ประกอบทางเคมีหลักของรักใหญ่และน้ำเกลี้ยงสอดคล้องกับการผลการศึกษาของ Lu *et al.* (2012) (Figure 9)

TLC Gluta usitata (Thailand)

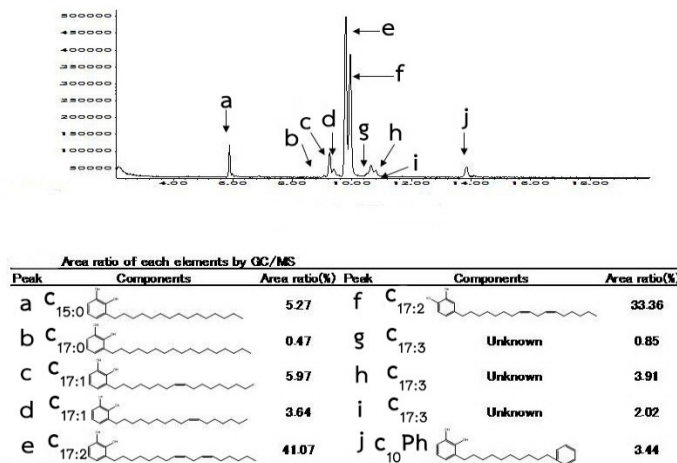


Figure 5 Total ion chromatogram (TIC) of 1 lacquer sap sample from *Gluta usitata*
Gluta laccifera -10%Ethrel (Nakhon Ratchasima-Thailand)

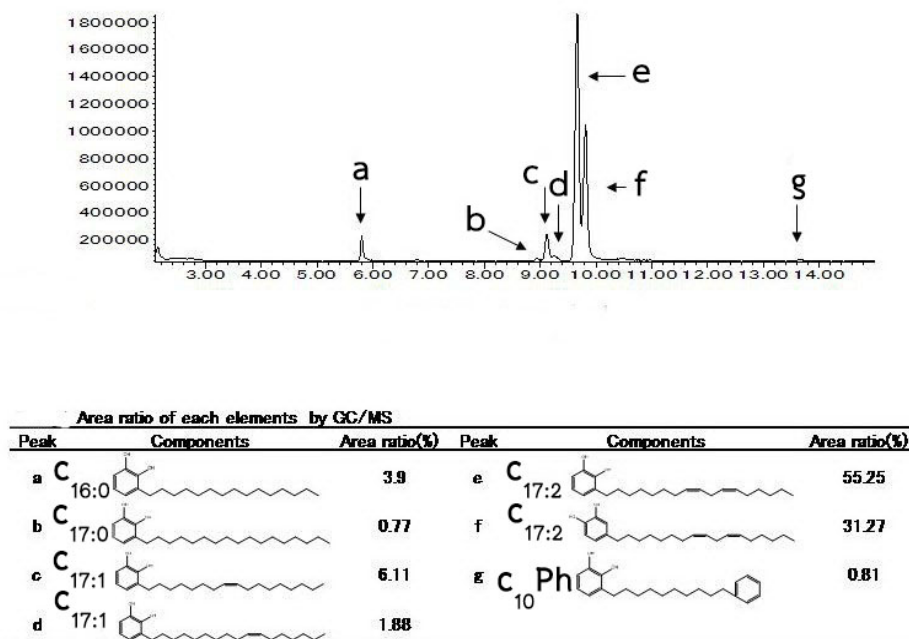


Figure 6 Total ion chromatogram (TIC) of 1 lacquer sap sample from *G. laccifera* with 10% ethrel stimulated.

TLC Gluta laccifera 4 samples (Nakhon ratchasima-Thailand)

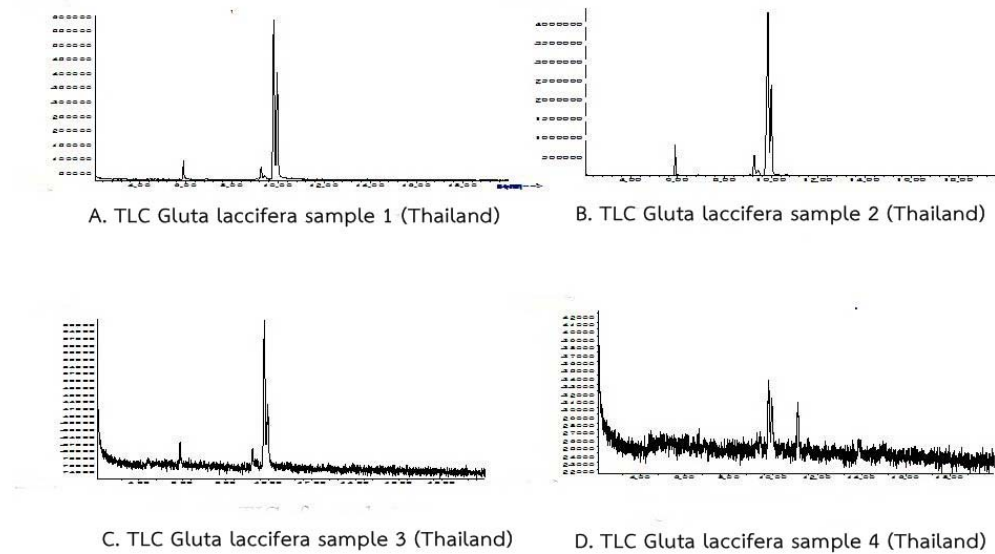


Figure 7 Total ion chromatogram (TLC) of 4 lacquer sap samples from *G. laccifera* without ethrel.

องค์ประกอบทางเคมีที่ต่างกันระหว่างยางของต้นน้ำเกลี้ยงกับรักใหญ่พบว่า ในยางรักของต้นน้ำเกลี้ยงมี peak 4 -C₁₂:Ph เป็นองค์ประกอบ แต่ในยางรักของต้นรักใหญ่ไม่พบ peak ดังกล่าว (Figure 8)

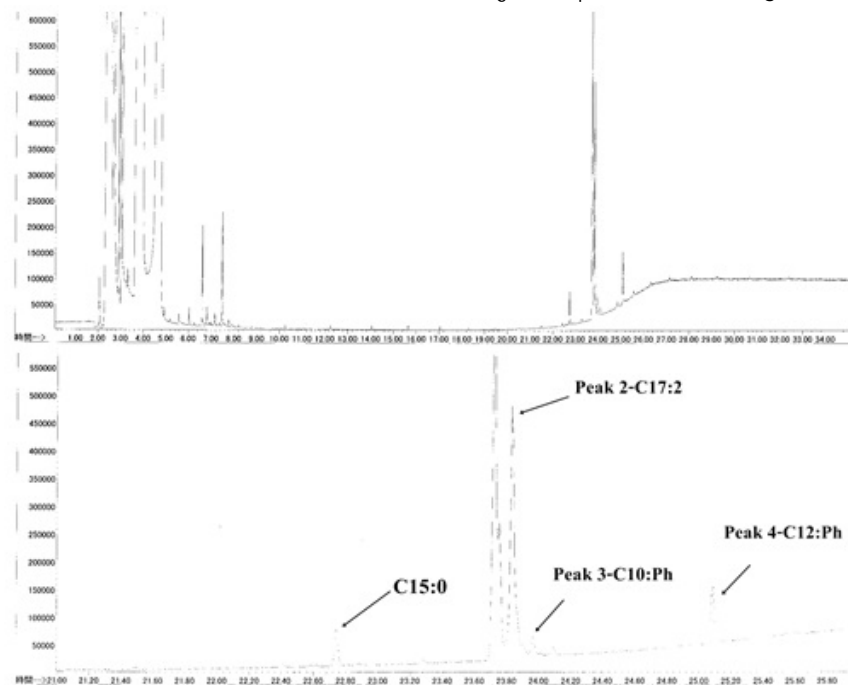


Figure 8 Total ion chromatogram (TLC) from lacquer sap of *G. laccifera* (P7214-Kornburi; Nakhonratchasima).

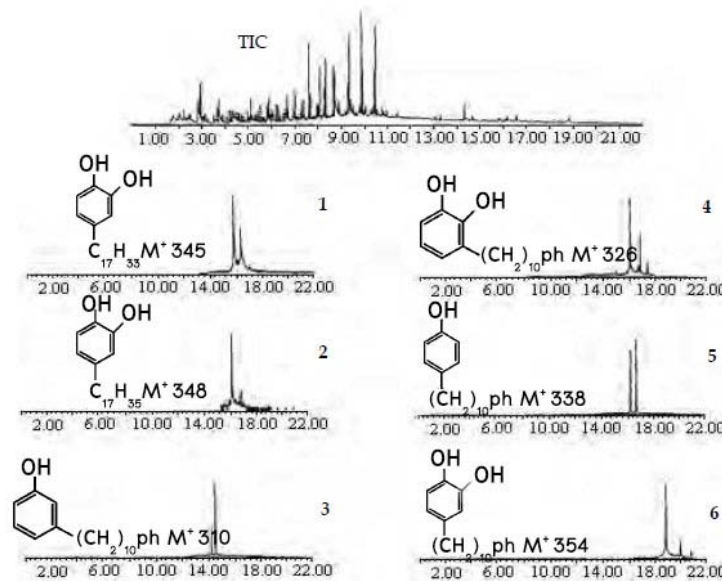


Figure 9 Total ion chromatogram and mass chromatograms from lacquer sap of *G. usitata* (Lu *et al.*, 2012)

3. การคัดเลือกแม่ไม้สายต้นที่ให้ยางรักดีในเชิงปริมาณของกลุ่มชนิดไม้รักใหญ่

สุวรรณ และคณะ (2558); Tangmitcharoen *et al.* (2015); แก้วนภา และคณะ 2556 รายงานผล การศึกษาการคัดเลือกแม่ไม้ของกลุ่มชนิดไม้รักและแกนมอ แต่การศึกษาดังนี้ยังมีข้อมูลเพิ่มเติมอีกมาก ดังนี้

ผลการดำเนินงานในการคัดเลือกสายต้นของไม้รักพันธุ์ดีที่ให้ปริมาณน้ำยางมาก โดยใช้หลักเกณฑ์พิจารณา ปริมาณน้ำยาง ตั้งแต่ 15 มิลลิลิตร ขึ้นไปต่อรอยแผล ในกลุ่มชนิดไม้รักใหญ่ทั้งสามชนิดในพื้นที่จากแหล่งกริด 88 แหล่งประชากร จำนวนต้นไม้รักที่ผ่านการคัดเลือกโดยการกริดเพื่อพิจารณาการให้น้ำยางจำนวนรวมทั้งหมด 87,836 ต้น มีจำนวนต้นของพันธุ์ดี 4,468 คิดเป็น 5.09% รายละเอียดของรายชนิดมีดังนี้

รักใหญ่: จากพื้นที่กระจายพันธุ์พบ 10 จังหวัด แต่ในการคัดเลือกสายต้นของต้นรักใหญ่พันธุ์ดีนั้น ดำเนินการได้เพียง 6 จังหวัดทั้งหมดพบในภาคเหนือ ในจำนวนดังกล่าวมีบางจังหวัดมีต้นรักปีกใบพายขึ้นปะปนอยู่ กับต้นรักใหญ่ ส่งผลให้การคัดเลือกชนิดไม้รักทั้งสองในภาคสนามไม่สามารถจำแนกชนิดได้ และผนวกรวมเป็นพื้นที่ ที่พบทั้งต้นรักใหญ่และต้นรักปีกใบพายมีจำนวน 4 จังหวัด (33 แหล่งประชากร) และมี 2 จังหวัด (22 แหล่ง ประชากร) ที่เป็นต้นรักใหญ่อย่างเดียว รวมแล้วมีพื้นที่ป่าที่ได้เข้าไปสำรวจรวมทั้งสิ้น 55 แหล่งประชากร สำหรับ จำนวนต้นของต้นรักใหญ่อย่างเดียวที่ผ่านการกริดคัดเลือกรวมทั้งสิ้น 26,170 ต้น มีต้นรักที่ให้น้ำยางไหลดี จำนวน 1,851 ต้นคิดเป็น 7.07% จังหวัดที่ขนาดแหล่งประชากรของต้นรักใหญ่มากที่สุดคือ แม่ฮ่องสอน ขณะที่ แหล่งประชากรที่ขึ้นปะปนกันระหว่างต้นรักใหญ่และต้นรักปีกใบพายจาก 33 แหล่งประชากร สำหรับจำนวนต้น รวมกันทั้งต้นรักใหญ่และต้นรักปีกใบพายที่ผ่านการกริดคัดเลือกรวมทั้งสิ้น 56,428 ต้น มีต้นรักที่ให้น้ำยางไหลดี จำนวน 2,357 ต้นคิดเป็น 4.18% จังหวัดที่มีแหล่งประชากรมากที่สุดในการศึกษาในครั้งนี้คือ ลำปาง (Table 2)

รักปีกใบพาย: จากพื้นที่กระจายพันธุ์พบ 33 จังหวัด แต่ในการคัดเลือกสายต้นของต้นรักปีกใบพายพันธุ์ดีนั้น ดำเนินการได้เพียง 18 จังหวัดพบได้ทั่วประเทศ ในจำนวนดังกล่าวมีบางจังหวัดมีต้นรักใหญ่และต้นน้ำเกลี้ยงขึ้นปะปน อยู่ส่งผลให้การคัดเลือกชนิดไม้รักในภาคสนามไม่สามารถจำแนกชนิดได้ และผนวกรวมเป็นพื้นที่ที่พบทั้งต้นรักใหญ่ และต้นรักปีกใบพายมีจำนวน 4 จังหวัด (33 แหล่งประชากร) และมี 1 จังหวัดที่พบทั้งต้นน้ำเกลี้ยงและต้นรัก ปีกใบพาย (1 แหล่งประชากร; สุรินทร์) แหล่งประชากรที่เป็นต้นรักปีกใบพายอย่างเดียว รวมแล้วมีพื้นที่ป่าที่ได้เข้าไป สำรวจรวมทั้งสิ้น 13 จังหวัด 25 แหล่งประชากร จังหวัดที่เป็นแหล่งขนาดประชากรใหญ่ที่สุดคือ อุดรธานี รองลงมา คืออุทัยธานี สำหรับจำนวนต้นของต้นรักปีกใบพายอย่างเดียวที่ผ่านการกริดคัดเลือกรวมทั้งสิ้น 4,106 ต้น มีต้นรัก ที่ให้น้ำยางไหลดีจำนวน 211 ต้นคิดเป็น 5.13% ขณะที่แหล่งประชากรที่ขึ้นปะปนกับต้นรักใหญ่มี 33 แหล่ง ประชากรดังที่กล่าวมาแล้ว สำหรับแหล่งประชากรของต้นรักปีกใบพายที่ขึ้นปะปนกับต้นน้ำเกลี้ยงมี 1 แหล่งในจังหวัด สุรินทร์ ซึ่งได้ทำการกริดคัดเลือกรวมทั้งสิ้น 1,020 ต้น มีต้นรักที่ให้น้ำยางไหลดีจำนวน 38 ต้นคิดเป็น 3.7% (Table 2)

น้ำเกลี้ยง: จากพื้นที่กระจายพันธุ์พบ 11 จังหวัดแต่ในการคัดเลือกสายต้นของต้นน้ำเกลี้ยงพันธุ์นั้นดำเนินการได้เพียง 4 จังหวัดพบได้ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างและภาคตะวันออก ในจำนวนดังกล่าวมีจังหวัดที่พบต้นรักปีกใบพายขึ้นปะปนอยู่ส่งผลให้การคัดเลือกชนิดไม้รักในภาคสนามไม่สามารถจำแนกชนิดได้ มี 1 แหล่งประชากรในจังหวัดสุรินทร์ได้กล่าวไว้ข้างต้น สำหรับแหล่งประชากรที่เป็นต้นน้ำเกลี้ยงอย่างเดียว รวมแล้วมีพื้นที่ป่าที่ได้เข้าไปสำรวจรวมทั้งสิ้น 3 จังหวัด 7 แหล่งประชากร สำหรับจำนวนต้นของต้นน้ำเกลี้ยงอย่างเดียว ที่ผ่านการกรีดคัดเลือกรวมกันทั้งสิ้น 112 ต้น มีต้นรักที่ให้น้ำยางไหลดีจำนวน 11 ต้นคิดเป็น 9.82% จังหวัดที่มีแหล่งประชากรมากที่สุดในการศึกษาในครั้งนี้คือ นครราชสีมา (ครบุรี) (Table 2)

Table 2 Tapped lacquer tree number and elite clone percentage of *Gluta usitata* species complex.

Region	Province	Total tapped lacquer tree number	Total elite lacquer tree number	% Elite clone	Indicated species	Total tappe d sites
Northern	MAE HONG SON	26,027	1,842	7.08	<i>G. usitata</i>	21
	CHIANG MAI	143	9	6.3	<i>G. usitata</i>	1
	CHIANG RAI	239	34	14.2	<i>G. usitata</i> + <i>G. glabra</i> ¹⁾	1
	LAMPANG	55,722	2,292	4.1	<i>G. usitata</i> + <i>G. glabra</i>	30
	PHAYAO	356	23	6.4	<i>G. usitata</i> + <i>G. glabra</i>	1
	PHRAE	111	8	7.2	<i>G. usitata</i> + <i>G. glabra</i>	1
	PHITSANULOK	17	1	5.9	<i>G. glabra</i>	1
Northeastern	SAKONNAKHON	234	31	13.2	<i>G. glabra</i>	5
	UDONTHANI	2,058	128	6.2	<i>G. glabra</i>	5
	SURIN	1,020	38	3.7	<i>G. laccifera</i> + <i>G. glabra</i>	1
	UBONRATCHATHANI	27	3	11.1	<i>G. laccifera</i>	2
Central	NAKHONRATCHASIM	78	6	7.7	<i>G. laccifera</i>	4
	CHAIYAPHUM	54	3	5.6	<i>G. glabra</i>	2
	KALASIN	37	3	8.1	<i>G. glabra</i>	3
	KHONKAEN	24	1	4.1	<i>G. glabra</i>	2
	KAMPHAENG PHET	651	41	6.3	<i>G. glabra</i>	1
	UTHAITHANI	946	2	0.2	<i>G. glabra</i>	1
	RATCHABURI	24	0	0	<i>G. glabra</i>	1
	KANCHANABURI	20	0	0	<i>G. glabra</i>	1
	TRANG	18	0	0	<i>G. glabra</i>	1
	RANONG	7	0	0	<i>G. glabra</i>	1
Southern	CHUMPHON	16	1	6.3	<i>G. glabra</i>	1
	CHANTHABURI	7	2	28.6	<i>G. laccifera</i>	1
Eastern	CHANTHABURI	7	2	28.6	<i>G. laccifera</i>	1
Total	-	87,836	4,468	5.09	-	88

Remark: 1) both species were tapped, but they were not identified with correctly botanical name.

เมื่อพิจารณาการไหลของน้ำยางเป็นรายชนิดพบว่า ชนิดที่ไหลดีให้ปริมาณน้ำมากคิดเป็นเปอร์เซ็นต์สูงสุดคือ น้ำเกลี้ยง (9.82%) รักใหญ่ (7.07%) และต่ำสุดคือรักปีกใบพาย (5.13%) แต่ทั้งนี้จำนวนต้นที่ผ่านการกรีดในแต่ละชนิดต่างกัน

เมื่อพิจารณาการไหลของน้ำยางเป็นรายต้นในแต่ละชนิดพบว่า แหล่งประชากรของต้นรักใหญ่ที่ให้ปริมาณน้ำยางดีที่สุดจากจำนวนต้นที่ผ่านการกรีดมาทั้งหมด 82,598 ต้น (ในจำนวนนี้มีต้นรักปีกใบพายปนอยู่ด้วย แต่ต้นที่ให้น้ำยางดีนั้นตรวจสอบแล้วว่าต้นที่ให้น้ำยางมากที่สุด 10 อันดับแรกเป็นต้นรักใหญ่ทั้งหมด ต้นรักใหญ่ที่ให้

ปริมาณน้ำมากที่สุด ใน 3 อันดับแรก คือ ต้นหมายเลข 926 จากป่าสงวนแห่งชาติแม่ยาวฝั่งขวา จังหวัดลำปาง ให้ปริมาณน้ำยาง 34 มิลลิลิตร/หนึ่งผลกรีด รองลงเป็นต้นหมายเลข 256 จากป่าแม่ยาวฝั่งขวา-ห้วยชมพู จังหวัดแม่ฮ่องสอน และต้นหมายเลข 189 จากป่าแม่ปายฝั่งซ้าย (ห้วยโป่ง) จังหวัดแม่ฮ่องสอน ให้ปริมาณน้ำยาง 28 มิลลิลิตร/หนึ่งผลกรีดเท่านั้น ในส่วนประชากรของต้นน้ำเกลี้ยงที่ให้ปริมาณน้ำยางดีที่สุดจากจำนวนต้นที่ผ่านการกรีดมาทั้งหมด 112 ต้น (ไม่นับรวมจำนวนต้นจากแหล่งประชากรจากจังหวัดสุรินทร์) ต้นรักใหญ่ที่ให้ปริมาณน้ำมากที่สุด ใน 3 อันดับแรก คือ ต้นหมายเลข 28 ให้ปริมาณน้ำยาง 32 มิลลิลิตร/หนึ่งผลกรีด รองลงเป็นต้นหมายเลข 56 จากป่าจากบ้านหนองส้มป่อย อำเภอวังสามสี จังหวัดอุบลราชธานีเช่นเดียวกัน และอันดับสามจากต้นหมายเลข 7166 ให้ปริมาณน้ำยาง 12 มิลลิลิตร/ หนึ่งผลกรีด จากบ้านใหม่มูลบน ตำบลจระเข้มัน อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดนครราชสีมา

สรุป

การศึกษานี้ได้สร้างองค์ความรู้ของไม้ในกลุ่มชนิดไม้รักใหญ่เพิ่มเติม ทั้งทางด้านอนุกรมวิธาน ความแตกต่างทางสัณฐานวิทยา การกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติ และสารเคมีในยางรักทั้ง 3 ชนิด และที่สำคัญข้อมูลจากการคัดเลือกสายต้นที่ผลิตน้ำยางมากในท้องที่จังหวัดต่าง ๆ ทำให้เห็นศักยภาพของชนิดไม้ทั้งสาม ในการผลิตน้ำยางเพื่อการใช้ประโยชน์ในอนาคต กล่าวคือ ต้นรักใหญ่และน้ำเกลี้ยงมีศักยภาพสูง ตามด้วยรักปีกใบพาย โดยพิจารณาจากปริมาณน้ำยางต่อต้น และจำนวนต้นรักในกลุ่มประชากร กล่าวคือ รักใหญ่และน้ำเกลี้ยง ให้ปริมาณน้ำยางมาก (7.07% และ 9.82% ตามลำดับ และต่ำสุดคือรักปีกใบพาย (5.13%) และแม้ว่ารักใหญ่จะมีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำยางต่อต้นน้อยกว่าน้ำเกลี้ยง แต่จำนวนต้นรักใหญ่ในแต่ละกลุ่มประชากรมีจำนวนมากกว่าน้ำเกลี้ยงมาก เนื่องจากพื้นที่การกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติที่ในหลายพื้นที่ที่น้ำเกลี้ยงขึ้นอยู่ได้ถูกทำลายลงไปมาก โดยเฉพาะบริเวณที่ราบทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ขณะที่รักใหญ่ยังคงมีการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติสูงในกลุ่มประชากรขนาดใหญ่ ใน 10 จังหวัดของภาคเหนือ สำหรับผลการคัดเลือกสายต้นของไม้รักพันธุ์ดีทั้ง 3 ชนิด ที่พบว่ากลุ่มชนิดไม้รัก ทั้ง 3 ชนิด มีอัตราส่วนของต้นที่ให้ปริมาณน้ำยางมากอยู่ในเกณฑ์ต่ำ (น้อยกว่า 10%) ส่อให้เห็นถึงว่า การคัดเลือกสายต้น และขยายพันธุ์ที่เหมาะสมมีความสำคัญ หากมีความต้องการปลูกไม้ชนิดนี้เพื่อการผลิตน้ำยางในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รหัส พ-ท (ด) 22.55 ทุนวิจัยจากกรมป่าไม้ และทุนโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมและส่งเสริมพัฒนาไม้รักใหญ่ อันเนื่องมาจากพระราชดำริที่ทำให้การดำเนินงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ และขอขอบคุณ Prof. Tetsuo Miyakoshi ศาสตราจารย์แห่งมหาวิทยาลัยเมจิ เมืองโตเกียว ประเทศญี่ปุ่นที่สนับสนุนทุนวิจัยและการเดินทางไปมหาวิทยาลัยเมจิ พร้อมอนุเคราะห์การใช้ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์สารเคมียางรัก

ขอขอบคุณหัวหน้าสถานีวนวัฒนวิจัยในจังหวัดต่าง ๆ และเจ้าหน้าที่ทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุนการเก็บตัวอย่างกลุ่มชนิดไม้รักใหญ่ คุณทศพร วัชรางกูร คุณวิฑูรย์ เหลืองวิริยะแสง ที่ให้ปรึกษา แนะนำในการศึกษาครั้งนี้ และเจ้าหน้าที่สถานีวนวัฒนวิจัยแม่หวด จังหวัดลำปางที่ร่วมกันปฏิบัติงานจนประสบความสำเร็จด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

แก้วนภา กิตติบรรพชา, ทศพร วัชรางกูร และชญาภา เจตะภัย. 2556. รายงานความก้าวหน้าเรื่อง การศึกษาเทคนิคการกรีดยางไม้รักในแปลงอนุรักษ์พันธุ์ในถิ่นกำเนิดเพื่อหาแม่ไม้สายพันธุ์ดีของสถานีวนวัฒนวิจัยแม่หวด จังหวัดลำปาง. สถานีวนวัฒนวิจัยแม่หวด อำเภอวัง จังหวัดลำปาง, กรมป่าไม้

วิชาญ เอียดทอง. 2554a. ความหลากหลายของพรรณไม้ให้ยางรักและศักยภาพของการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. ใน นิทรรศการงานวิจัย “บนเส้นทางงานวิจัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปี 2554”. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- _____. 2554b. ลักษณะนิเวศเขตกระจายพันธุ์และสถานภาพของประชากรต้นน้ำเกลี้ยงในประเทศไทย. **วารสารวนศาสตร์** 30 (2) : 69-79.
- _____. ปรียากร ล้วนโค และสตีพร พรรณบัวตูม. 2556. การใช้เอทีฟอนและพาราควอตกระตุ้นรากน้ำเกลี้ยงเพื่อเพิ่มปริมาณการไหลของน้ำยาง . ใน **การประชุมวิชาการวนศาสตร์ระดับชาติ “การป่าไม้เพื่อสังคม”**. 6 – 8 มีนาคม 2556. คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- _____. 2557. ที่มาของยางรักดิบต่อการนำไปสืบสานงานหัตถกรรมเครื่องรักในเอเชียตะวันออกเฉียง, น. 23-42. ใน: **วัฒนธรรมรักในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้**, พิเชฐ สายพันธ์ (บรรณาธิการ). พิพิธภัณฑ์ธรรมชาติเฉลิมพระเกียรติ, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ, วิชาญ เอียดทอง, ทศพร วัชรานุกร, แก้วนภา กิตติบรรพชา และ พวงพรรณ ยงรัตน. 2558. การอนุรักษ์และพัฒนาพันธุ์ของพรรณไม้ให้ยางรักในประเทศไทย น.233-242. ใน **เอกสารประกอบการประชุมการป่าไม้ ประจำปี พ.ศ.2558**. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Chayamarit, K. 1994. Preliminary Checklist of the Family Anacardiaceae in Thailand. **Thai For. Bull. (Bot.)** 22: 1-25.
- _____. 2010. Anacardiaceae. **Flora of Thailand** 10 (3): 265-329.
- Igo, S., Honda, T., Lu, R., Kamiya, Y., Miyakoshi, T. 2015. Application of derivatization pyrolysis gas chromatography/mass spectrometry to analysis of archaeological lacquerwares. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis** 114:302–307.
- Lu, R. Honda T and Miyakoshi T. 2012. **Application of pyrolysis-gas chromatography/mass spectrometry to the analysis of lacquer film** Available Source: <https://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/32824.pdf>. July 2, 2017
- _____. Anzai K., Phuc, T.B., Miyakoshi T. 2015. Characterization of Vietnamese lacquer collected in different seasons. **International Journal of Polymer Science** 2015: 1-6.
- Schilling, M.R., Heginbotham, A., Keulen, H. V., Szelewski, M. 2016. Beyond the basics: A systematic approach for comprehensive analysis of organic materials in Asian lacquers, **Studies in Conservation**, 61: 3-27, DOI: 10.1080/00393630.2016.1230978.
- Takata, T. 2014. Title Ryukyu Lacquerware : Its history and technique to create. **Journal of Cultural approach**. 15 (27): 65-76.
- Takei, R., Lu, R., Miyakoshi, T. 2013. Dimer structures and laccase-catalyzed polymerization mechanism of laccol in fresh *Rhus succedanea* lacquer sap. **International Journal of Polymer Analysis and Characterization**, 18 (3) :,199-210, DOI: 10.1080/ 1023666X. 2013.755655.
- Tamburini, D., Pescitelli G., Colombini, M.P., Bonaduce, I. 2017. The degradation of Burmese lacquer (thitsi) as observed in samples from two cultural artefacts. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis** 124: 51–62.
- Tangmitcharoen, S., Eiadthong W., Vacharangkura T., Kittibanpacha K., Yongrattana P. 2015. **Germplasm Collection and Tree Improvement of Lacquer Trees in Thailand**. In The Second International Conference on study on oriental lacquer initiated by H.R.H. Princess Maha Chakri Sirindhorn for the revitalization of Thai wisdom. 22-25 July. Bangkok

การเติบโตและลักษณะสังคมพืชของป่าที่เกิดจากการปลูกฟื้นฟูและการทดแทนตามธรรมชาติ
บริเวณพื้นที่ศูนย์ภูฟ้าพัฒนา จังหวัดน่าน

Growth and Stand Characteristics of Forest Rehabilitation and Natural Succession
at Phufa Development Center, Nan Province

ศคาร ทิจันทร์* รัชชู เกิดเชิดชู และ ชัยอนันต์ ชมจันทร์คำ

Sakhan Teejuntuk* Ratchanu Kerdcherdchoo and Chaianan Chomjankham

ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Silviculture, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900

* Corresponding Author; E-mail: fforskt@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การเติบโตและลักษณะสังคมพืชของป่าที่เกิดจากการปลูกฟื้นฟูและการทดแทนตามธรรมชาติ บริเวณพื้นที่ศูนย์ภูฟ้าพัฒนา จังหวัดน่าน ได้ดำเนินการศึกษาเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของลักษณะสังคมพืชที่เกิดการฟื้นฟูในลักษณะที่แตกต่างกัน โดยการวางแปลงตัวอย่างขนาด 50 เมตร x 100 เมตร จำนวน 2 แปลงในพื้นที่ปลูกฟื้นฟูและพื้นที่ทดแทนตามธรรมชาติ ทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ความสูงเพียงอก และความสูงทั้งหมด ศึกษาการเติบโต ลักษณะสังคมพืช ความหลากหลายทางชนิดพันธุ์ไม้ และปริมาณมวลชีวภาพในปี พ.ศ. 2548, 2549, 2550, 2551 และ 2560 ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่า ในปี พ.ศ. 2560 ลักษณะสังคมพืชของป่าปลูกฟื้นฟูมีจำนวนชนิดมากกว่าป่าทดแทนตามธรรมชาติเท่ากับ 52 และ 45 ชนิด ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาจำนวนต้นพบว่าป่าทดแทนตามธรรมชาติมีจำนวนต้นมากกว่าป่าปลูกฟื้นฟูเท่ากับ 1,256 และ 996 ต้นต่อเฮกตาร์ โดยชนิดที่พบของทั้งสองแปลงมีการซ้อนทับกัน 29 ชนิด และมีค่าดัชนีความคล้ายคลึงกัน 59.79 ในขณะที่การเติบโตและมวลชีวภาพเหนือพื้นดินนั้นพบว่า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 ถึง 2560 การเติบโตและมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยเมื่อเวลาผ่านไป 12 ปี ในปี พ.ศ. 2560 การเติบโตทางด้านความโตและความสูงของป่าปลูกฟื้นฟูและป่าทดแทนตามธรรมชาติมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ป่าทดแทนตามธรรมชาติมีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินมากกว่าป่าปลูกฟื้นฟูเท่ากับ 48.741 และ 42.896 ต้นต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงลักษณะของหมู่ไม้ทั้งสองมีแนวโน้มพัฒนาไปคล้ายคลึงกันในอนาคตแม้ว่าจะเริ่มต้นด้วยการฟื้นฟูหมู่ไม้ด้วยกระบวนการที่แตกต่างกันก็ตาม

คำสำคัญ: การเติบโตและลักษณะสังคมพืช ป่าปลูกฟื้นฟู ป่าทดแทนตามธรรมชาติ

ABSTRACT

The study on growth and stand characteristics of forest rehabilitation and natural succession at Phufa Development Center, Nan province was carried out to determine the changing of forest communities that restored in different method. Two sample plots of 50 m. x 100 m. were set up in forest rehabilitation area and natural succession area. Diameter at breast height and total height were measured. Growth, stand characteristics, plant species diversity and biomass were investigated. in years 2005, 2006, 2007, 2008 and 2017. The study was found that in 2017, numbers of species in natural succession were more than forest rehabilitation as 52 and 45 species, respectively. Overlapped species among two sample plots was 29 species and similarity index was 59.79. From 2005 to 2017, growth and aboveground biomass trend were increase. Recently, (2017), 12 years, diameter at breast height and height of forest rehabilitation and natural succession were not different but aboveground biomass of natural succession more than forest rehabilitation were 48.741 and 42.896 ton ha⁻¹, respectively. The changes in two forest stands were likely to develop to be similarly in the future, although beginning of the restoration processes were different.

Keywords: growth and stand characteristics, forest rehabilitation, natural succession

คำนำ

ประเทศไทยในอดีตปกคลุมไปด้วยพื้นที่ป่าไม้เกือบทั้งหมดของพื้นที่ประเทศ ปัจจุบันพื้นที่ป่าไม้ลดลงอย่างมาก ไม่เพียงพอต่อการสร้างสมดุลทางนิเวศและต่อความต้องการของประชาชน จนทำให้เกิดภัยพิบัติที่เกิดจากการขาดสมดุลทางธรรมชาติและมีทรัพยากรทางธรรมชาติให้บริการต่อการดำรงชีวิตของประชาชนไม่เพียงพอเนื่องมาจากการใช้ทรัพยากรในอดีตกระทำอย่างเกินขอบเขต ทั้งที่เกิดจากการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้อย่างไม่ถูกวิธี รวมถึงการเพิ่มขึ้นของประชากรอย่างต่อเนื่องมีผลทำให้ความต้องการการใช้ทรัพยากรมีมากขึ้นตามไปด้วย

ในปี พ.ศ. 2559 พบพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 31.58 ของพื้นที่ประเทศไทย (กรมป่าไม้, 2559) สาเหตุใหญ่ของการสูญเสียพื้นที่ป่าไม้ในปัจจุบันคือการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้และเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากป่าไม้เป็นการเกษตรแบบต่าง ๆ ทั้งการไร่เลื่อนลอย การสร้างที่อยู่อาศัย ทำให้พื้นที่ป่าไม้ของประเทศลดลงอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นการฟื้นฟูพื้นที่ที่ถูกบุกรุกและเสื่อมโทรมเหล่านี้จึงจำเป็น โดยปัจจุบันสังคมได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในการฟื้นฟูพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมเป็นอย่างมาก ซึ่งวิธีการฟื้นฟูพื้นที่เสื่อมโทรมให้กลับมาเป็นป่าที่สมบูรณ์ดังเดิมโดยกระบวนการปลูกป่าเพื่อฟื้นฟูระบบนิเวศป่าไม้เป็นเรื่องที่น่าสนใจอย่างยิ่งเนื่องจากโครงสร้างของระบบนิเวศดั้งเดิมในแต่ละพื้นที่นั้นมีความซับซ้อน ต้องอาศัยระยะเวลาในการฟื้นฟูและต้องติดตามตรวจสอบผลของการฟื้นฟูพื้นที่นั้น ๆ พื้นที่บริเวณศูนย์ภูฟ้าพัฒนา อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน ก็เช่นกัน ถือเป็นพื้นที่ที่เคยมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่ป่าไม้ต้นน้ำไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม และได้รับการปลูกฟื้นฟูและปล่อยให้มีการทดแทนตามธรรมชาติมาเป็นระยะเวลาหนึ่ง

การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงลักษณะสังคมพืชที่เปลี่ยนแปลงไปหลังจากการปล่อยให้มีการทดแทนตามธรรมชาติ กับอีกพื้นที่หนึ่งเริ่มต้นด้วยการปลูกพันธุ์ไม้แล้วปล่อยให้มีการเติบโตตามลำดับ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการเพิ่มสมรรถภาพในการฟื้นฟูพื้นที่ป่าต้นน้ำเสื่อมโทรม และหาแนวทางการจัดการที่เหมาะสมต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา

ดำเนินการบริเวณพื้นที่ศูนย์ภูฟ้าพัฒนา อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน มีระดับความสูง 700 เมตรจากระดับน้ำทะเล โดยพื้นที่มีสภาพเป็นภูเขาสูง พื้นที่บางส่วนได้มีการดำเนินการปลูกฟื้นฟู (forest rehabilitation) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 และบางส่วนปล่อยให้มีการทดแทนตามธรรมชาติ (natural succession) การศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลการเติบโตของต้นไม้ ในปี พ.ศ. 2548, 2549, 2550, 2551 และ 2560 มารวบรวมเพื่อนำเสนอการเปลี่ยนแปลงด้านการเติบโตของลักษณะสังคมพืชช่วงเวลาต่าง ๆ ที่ผ่านมาให้เห็น

2. การวางแผนตัวอย่างและเก็บข้อมูลภาคสนาม

ทำการสุ่มเลือกวางแผนตัวอย่างขนาด 50 เมตร x 100 เมตร ในพื้นที่ที่มีการปลูกฟื้นฟู และพื้นที่ที่ปล่อยให้ทดแทนตามธรรมชาติ บันทึกชื่อพรรณไม้ วัดการเติบโตโดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับขีดดิน (diameter above ground level) วัดเส้นผ่านศูนย์กลางระดับความสูงเพียงอก (diameter at breast height) และวัดความสูงทั้งหมด (total height) ของไม้ต้น (tree)

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 คำนวณค่าเฉลี่ย (mean) ทางการเติบโตของต้นไม้ การเติบโตสัมพัทธ์ (relative growth rate) ค่าดัชนีที่สำคัญต่าง ๆ ของหมู่ไม้ ประกอบด้วย ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิด (species diversity index) โดยใช้ Shannon-Wiener index (H) คำนวณตามวิธีการของ Krebs (1972) และค่าดัชนีความคล้ายคลึง (similarity index, SI) คำนวณตามวิธีการของ Sorensen (1948)

3.2 คำนวณหามวลชีวภาพของต้นไม้ในแปลงตัวอย่าง โดยใช้สมการแอลโลเมตรีที่เหมาะสมกับชนิดป่าดั้งเดิมของพื้นที่ โดยพื้นที่เป็นป่าดิบแล้งใช้สมการแอลโลเมตรีของ Tsutsumi *et al.* (1983)

3.3 คำนวณหาอัตราการเติบโตสัมพัทธ์ (relative growth rate; RGR) ตามสมการ

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } RGR &= (\ln W_2 - \ln W_1) / (T_2 - T_1) \\ W &= \text{ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับขีดดิน (หน่วย: เซนติเมตร) หรือ} \\ &\quad \text{ความสูง (หน่วย: เมตร) หรือ มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (หน่วย: ต้นต่อไร่)} \\ T &= \text{เวลา (หน่วย: ปี)} \end{aligned}$$

ผลและวิจารณ์

1. ลักษณะสังคมพืช ความหลากหลาย และความคล้ายคลึง

จากการวางแผนแปลงตัวอย่างศึกษาการเติบโตและลักษณะสังคมพืชของป่าที่เกิดจากการปลูกฟื้นฟูและการทดแทนตามธรรมชาติ บริเวณพื้นที่ศูนย์ภูฟ้าพัฒนา จังหวัดน่าน ในปี พ.ศ. 2548, 2549, 2550, 2551 และ 2560 พบว่า ชนิดไม้ที่มีความหนาแน่น 20 อันดับแรก ในแปลงป่าที่เกิดจากการทดแทนตามธรรมชาติ (Natural succession) และแปลงป่าที่เกิดจากการปลูกฟื้นฟู (Forest rehabilitation) ในทุกปีที่ทำการศึกษาเป็นชนิดไม้เดิมหรือมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย เมื่อพิจารณาในปีปัจจุบัน (พ.ศ. 2560) พบว่า ป่าที่เกิดจากการทดแทนตามธรรมชาติ ชนิดไม้ที่มีความหนาแน่นมากที่สุด คือ น้ำผึ้งขาว มีค่าเท่ากับ 174 ต้นต่อเฮกตาร์ รองลงมา 4 อันดับแรกคือ ตัวเกลี้ยง ประดู่ป่า กายาน และทะเล่ (Table 1) ที่มีลักษณะเป็นป่าที่มีชนิดไม้ผสมผสานกันระหว่างป่าดิบแล้งกับป่าดิบเขาปนกันอยู่พรรณไม้เด่นทั้ง 5 จัดเป็นไม้ต้องการแสงมากของทั้งป่าดิบแล้ง คือ ตัวเกลี้ยง และประดู่ป่า ไม้ต้องการแสงมากในป่าดิบเขา ระดับต่ำ คือ น้ำผึ้งขาว กายาน และทะเล่สอดคล้องกับการศึกษาของ ฐปรัญญ์ และคณะ (2556) ได้ศึกษาศักยภาพ

Table 1 The tops 20 density in 2017 at forest rehabilitation and natural succession plots.

Local name	Species	Family	number of trees (tree ha ⁻¹)	
			Natural succession	Forest rehabilitation
			(…) number of arrange by largest to smallest	
Krabao klak	<i>Hydnocarpus ilicifolia</i>	ACHARIACEAE	18 (18)	
Khao lam dong	<i>Goniothalamus laoticus</i>	ANNONACEAE	30 (13)	
Ma kok kluean	<i>Canarium subulatum</i>	BURSERACEAE	26 (17)	16 (15)
Song salueng	<i>Lophopetalum duperreanum</i>	CELASTRACEAE	32 (12)	
San hing	<i>Dillenia parviflora</i>	DILLENIACEAE	12 (20)	14 (17)
Yang na	<i>Dipterocarpus alatus</i>	DIPTEROCARPACEAE		14 (17)
Phan cham	<i>Vatica odorata</i>	DIPTEROCARPACEAE	58 (6)	
Nam phueng khao	<i>Claoxylon indicum</i>	EUPHORBIACEAE	174 (1)	100 (2)
Plao yai	<i>Croton persimilis</i>	EUPHORBIACEAE	40 (9)	42 (8)
Yang phara	<i>Hevea brasiliensis</i>	EUPHORBIACEAE		64 (5)
Tong taep	<i>Macaranga denticulata</i>	EUPHORBIACEAE		100 (2)
Kra thin the pha	<i>Acacia mangium</i>	FABACEAE		46 (7)
Ket khao	<i>Dalbergia glomeriflora</i>	FABACEAE	36 (11)	
Pradu pa	<i>Pterocarpus macrocarpus</i>	FABACEAE	106 (3)	26 (9)
Ko nok	<i>Lithocarpus polystachyus</i>	FAGACEAE	56 (7)	52 (6)
Ko talap	<i>Quercus ramsbottomii</i>	FAGACEAE	16 (19)	
Kan krao	<i>Fagraea fragrans</i>	GENTIANACEAE		14 (17)
Tio klang	<i>Cratoxylum cochinchinense</i>	HYPERICACEAE	146 (2)	134 (1)
Kan lueang	<i>Gonocaryum lobbianum</i>	ICACINACEAE	30 (13)	
Yap bai yao	<i>Colona flagrocarpa</i>	MALVACEAE	50 (8)	16 (15)
Ma dua plong	<i>Ficus hispida</i>	MORACEAE		18 (14)
Ma mao	<i>Antidesma ghaesembilla</i>	PHYLLANTHACEAE		24 (10)
Pradu som	<i>Bischofia javanica</i>	PHYLLANTHACEAE	40 (9)	14 (17)
Ma kham pom	<i>Phyllanthus emblica</i>	PHYLLANTHACEAE		24 (10)
Kho laen	<i>Nephelium hypoleucum</i>	SAPINDACEAE	28 (15)	22 (12)
Kom khom	<i>Picrasma javanica</i>	SIMAROUBACEAE	28 (15)	
Kam yan	<i>Styrax benzoides</i>	STYRACACEAE	102 (4)	20 (13)
Thalo	<i>Schima wallichii</i>	THEACEAE	62 (5)	94 (4)

การสะสมไนโตรเจนในระบบนิเวศป่าชุมชนบ้านหนองเต่า อำเภอแม่วง จังหวัดเชียงใหม่พบว่า ชนิดไม้ที่มีความหนาแน่นมากที่สุด คือ แข็งกวาง ก่อขาว ก้ายาน และทะเล่ ตามลำดับ หลังจากผ่านช่วงเวลาความหนาแน่นของชนิดพรรณไม้ในแปลงตัวอย่างได้ปรับตัวเองภายใต้กระบวนการฟื้นฟูโครงสร้างหมู่ไม้ซึ่งอาศัยระยะเวลายาวนานกว่าจะทำให้โครงสร้างของป่าก็เริ่มคล้ายคลึงกับป่าดั้งเดิมส่วนป่าที่เกิดจากการปลูกฟื้นฟูนั้น ชนิดไม้ที่มีความหนาแน่นมากที่สุดคือ ตัวเกลี้ยง มีค่าเท่ากับ 134 ต้นต่อเฮกตาร์ รองลงมา 4 อันดับแรกคือ น้ำผึ้งขาว ทองแตบ ทะเล่ และยางพารา (Table 1) โดยสามารถสังเกตได้ว่า ไม้เด่น 4 ชนิดแรกเป็นไม้เบิกนำที่ขึ้นกระจายเองตามธรรมชาติ มีเพียงยางพาราที่เป็นชนิดไม้ที่ปลูกขึ้นมาและยังคงเป็นไม้เด่น 5 ลำดับแรกสอดคล้องกับการศึกษาของ ณัฐวัฒน์ และคณะ (2556) ได้ทำการศึกษาความหลากหลายของพืชพรรณป่าดิบแล้งภายหลังการสัมปทานทำไม้ พบว่าภายหลังการปลูกทดแทน 35 ปี ชนิดต้นไม้ขนาดใหญ่ที่มีความสำคัญยังเป็นชนิดไม้ที่ได้มีการนำเข้ามาปลูกทดแทนตามเงื่อนไขของการสัมปทานและไม้เบิกนำมากที่สุด ส่วนชนิดพรรณไม้ในป่าดั้งเดิมยังพบขึ้นอยู่ค่อนข้างน้อย

จำนวนชนิดไม้ที่ปรากฏในแปลงป่าที่เกิดจากการทดแทนตามธรรมชาติมีค่าน้อยกว่าแปลงป่าที่เกิดจากการปลูกฟื้นฟู โดยป่าที่เกิดจากการทดแทนตามธรรมชาติดีจำนวนชนิดระหว่าง 45-47 ชนิด ส่วนป่าที่เกิดจากการปลูกฟื้นฟูมีจำนวนชนิดระหว่าง 52-103 ชนิด ซึ่งเมื่อผ่านช่วงเวลาจำนวนชนิดจะลดลง ตรงข้ามกับจำนวนต้นที่ปรากฏโดยป่าที่เกิดจากการทดแทนตามธรรมชาติดีจำนวนต้นต่อเฮกตาร์มากกว่าป่าที่เกิดจากการปลูกฟื้นฟูในทุกปี เมื่อเวลาผ่านไป 12 ปี จำนวนต้นมีความแตกต่างกันน้อยลงมีค่าระหว่าง 996 ถึง 1,256 ต้นต่อเฮกตาร์ (Table 2)

Table 2 Number of species, trees, Shannon-Wiener's index, overlapped species and similarity index of forest rehabilitation and natural succession plots.

Plot	Year				
	2005	2006	2007	2008	2017
number of species					
Natural Succession	47	47	47	46	45
Forest Rehabilitation	103	82	75	81	52
number of trees (tree ha ⁻¹)					
Natural Succession	2,558	2,496	2,452	2,406	1,256
Forest Rehabilitation	819	825	603	570	996
Shannon-Wiener's Index					
Natural Succession	2.797	2.793	2.788	2.775	3.132
Forest Rehabilitation	3.882	3.718	3.554	3.584	3.180
overlapped species					
Natural Succession	32	23	21	23	29
Forest Rehabilitation					
Similarity Index; SI					
Natural Succession	42.67	35.66	34.43	36.22	59.79
Forest Rehabilitation					

เมื่อนำมาหาค่าดัชนีความหลากหลาย (Shannon-Wiener's Index) พบว่า ป่าที่เกิดจากการทดแทนตามธรรมชาติและป่าที่เกิดจากการปลูกฟื้นฟู มีค่าดัชนีความหลากหลายค่อนข้างคงที่ในช่วง 4 ปีแรกที่ทำการศึกษาอยู่ระหว่าง 2.775 ถึง 2.797 และ 3.554 ถึง 3.882 ตามลำดับแต่เมื่อเวลาผ่านไป ในปี พ.ศ. 2560 ป่าที่เกิดจากการทดแทนตามธรรมชาติดีค่าดัชนีความหลากหลายเพิ่มขึ้นเท่ากับ 3.132 ขณะที่ป่าที่เกิดจากการปลูกฟื้นฟูมีค่าดัชนีความหลากหลายลดลงเท่ากับ 3.180 จากการเพิ่มขึ้นและลดลงของป่าที่เกิดขึ้นทั้งสองรูปแบบเมื่อเวลาผ่านไปอาจ

แสดงให้เห็นถึงการปรับตัวของลักษณะสังคมพืชเพื่อให้สามารถเติบโตและอยู่รอดในสภาพปัจจัยสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ เนื่องจากมีค่าที่ใกล้เคียงกัน (Table 2)

เมื่อพิจารณาชนิดไม้ที่ปรากฏในป่าที่เกิดจากการทดแทนตามธรรมชาติและป่าที่เกิดจากการปลูกฟื้นฟู พบว่ามีการซ้อนทับกันของชนิดไม้ในทุกปี มีค่าอยู่ระหว่าง 21 ถึง 32 ชนิด ในปี พ.ศ. 2548 มีการซ้อนทับกันของชนิดไม้มากที่สุดคือ 32 ชนิด รองลงมาคือ ปี พ.ศ. 2560 มีจำนวนชนิดที่ซ้อนทับกัน 29 ชนิด เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าดัชนีความคล้ายคลึงของป่าทั้งสองรูปแบบ พบว่า ในปีปัจจุบัน (พ.ศ. 2560) ค่าดัชนีความคล้ายคลึงมีค่าเท่ากับ 59.79 ซึ่งเป็นค่าที่มากที่สุด (Table 2) แสดงให้เห็นว่าหลังจากปล่อยให้พื้นที่ป่าทั้งสองชนิดฟื้นฟูและปรับโครงสร้างตัวเองผ่านช่วงเวลา ป่าทั้งสองพื้นที่เริ่มมีความคล้ายคลึงกันมากขึ้น โดยป่าที่เกิดจากการทดแทนตามธรรมชาตินั้นชนิดไม้ที่ปรากฏล้วนเป็นชนิดไม้ดั้งเดิมของพื้นที่ ในขณะที่ป่าปลูกฟื้นฟูชนิดไม้ยังคงมีการเปลี่ยนแปลงของชนิดไม้อยู่ในช่วง 10 ปีแรก โดยในช่วงแรกชนิดไม้ที่ปรากฏเป็นพรรณไม้ที่นำมาปลูกที่บางชนิดที่มีความต้องการทางด้านนิเวศวิทยาที่สอดคล้องกับพื้นที่นั้นยังคงดำรงชีพอยู่ได้ แต่ชนิดไม้ใดที่ไม่สอดคล้องกับระบบนิเวศจะเริ่มตายและหายไปจากพื้นที่ปลูกฟื้นฟู ในขณะที่ชนิดไม้ดั้งเดิมของป่าเริ่มกระจายเข้ามาผสมผสานมากขึ้นจึงทำให้เห็นแนวโน้มความคล้ายคลึงของป่าทั้งสองรูปแบบจะเพิ่มขึ้นภายหลังเวลาผ่านไปมีการปล่อยให้ป่าปรับโครงสร้างและเติบโตได้อย่างอิสระปราศจากการรบกวนของมนุษย์

2. การเติบโตและมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

จากข้อมูลของการเติบโตและมวลชีวภาพ พบว่าแปลงป่าที่เกิดจากการปลูกฟื้นฟูมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับเพิงอก (1.30 เมตร) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง การเติบโตทางด้านความสูง และปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินก็แปรผันตามเช่นกัน (Table 3) ส่วนแปลงป่าที่เกิดจากการทดแทนตามธรรมชาตินั้น การเติบโตทางด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับเพิงอก (1.30 เมตร) ความสูง และปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมีเพียงในปี พ.ศ. 2550 ที่มีค่าลดลง (Figure 1) อาจเนื่องมาจากการตายของต้นไม้ใหญ่ในแปลง เมื่อนำข้อมูลจากป่าทั้งสองรูปแบบมาเปรียบเทียบกัน พบว่า ในปี พ.ศ. 2548, 2549, 2550 และ 2551 การเติบโตทางด้านความสูง และปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของป่าที่เกิดจากการทดแทนตามธรรมชาติมีค่ามากกว่าป่าที่เกิดจากการปลูกฟื้นฟูอย่างเด่นชัด (Table 3) อาจสืบเนื่องมาจากไม้ที่เกิดเองตามธรรมชาติมีจำนวนต้นมาก และเป็นชนิดที่ใกล้เคียงกับป่าดั้งเดิม จึงทำให้มีศักยภาพในการเติบโตได้ดี แต่เมื่อระยะเวลาผ่านไป ปี พ.ศ. 2560 ค่าการเติบโตและมวลชีวภาพเหนือพื้นดินล้วนมีค่าใกล้เคียงกัน

เมื่อนำค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับเพิงอก ความสูง และมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ในปี พ.ศ. 2548, 2549, 2550, 2551 และ 2560 มาหาค่าอัตราการเติบโตสัมพัทธ์ (RGR) พบว่า ในภาพรวมค่าการเติบโตสัมพัทธ์มีแนวโน้มลดลงตามลำดับ (Table 3) แต่จากข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของการเติบโตสัมพัทธ์ในพื้นที่แปลงตัวอย่างการทดแทนตามธรรมชาติในปี พ.ศ. 2549 ถึง 2550 มีการเปลี่ยนแปลงลดลงมากนั้นคาดว่าเกิดจากสภาพที่มีการแข่งขันของต้นไม้ที่สูงมากทำให้มีต้นไม้บางส่วนตายลงไป จึงเป็นผลให้ค่าการเติบโตเฉลี่ยทั้งทางด้านโตทางเส้นผ่าศูนย์กลาง ความสูง และมวลชีวภาพลดลงอย่างเห็นได้ชัด แต่เมื่อมีการปรับโครงสร้างของหมู่ไม้ในสังคมพืชแล้ว ต้นไม้ที่คงเหลือจึงสามารถเติบโตขึ้นต่อไปได้

Table 3 Diameter, height and biomass of trees in forest rehabilitation and natural succession plots.

Plot	Year					Year				
	2005	2006	2007	2008	2017	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2017	2005-2017
diameter at breast height (cm)						RGR				
Nat Suc	2.43	3.77	3.08	3.62	8.38	0.441	-0.204	0.161	0.093	0.103
For Reh	1.52	2.53	2.81	4.43	8.90	0.510	0.104	0.456	0.077	0.147
height (m)						RGR				
Nat Suc	4.01	5.13	4.22	4.71	7.32	0.246	-0.195	0.109	0.049	0.050
For Reh	1.63	2.66	3.17	3.65	7.39	0.487	0.175	0.140	0.079	0.126
biomass (ton ha ⁻¹)						RGR				
Nat Suc	11.518	14.765	8.169	10.782	48.741	0.248	-0.592	0.277	0.168	0.120
For Reh	1.118	1.536	1.955	3.755	42.896	0.318	0.241	0.653	0.271	0.304

Remarks: Nat Suc = Natural Succession

For Reh = Forest Rehabilitation

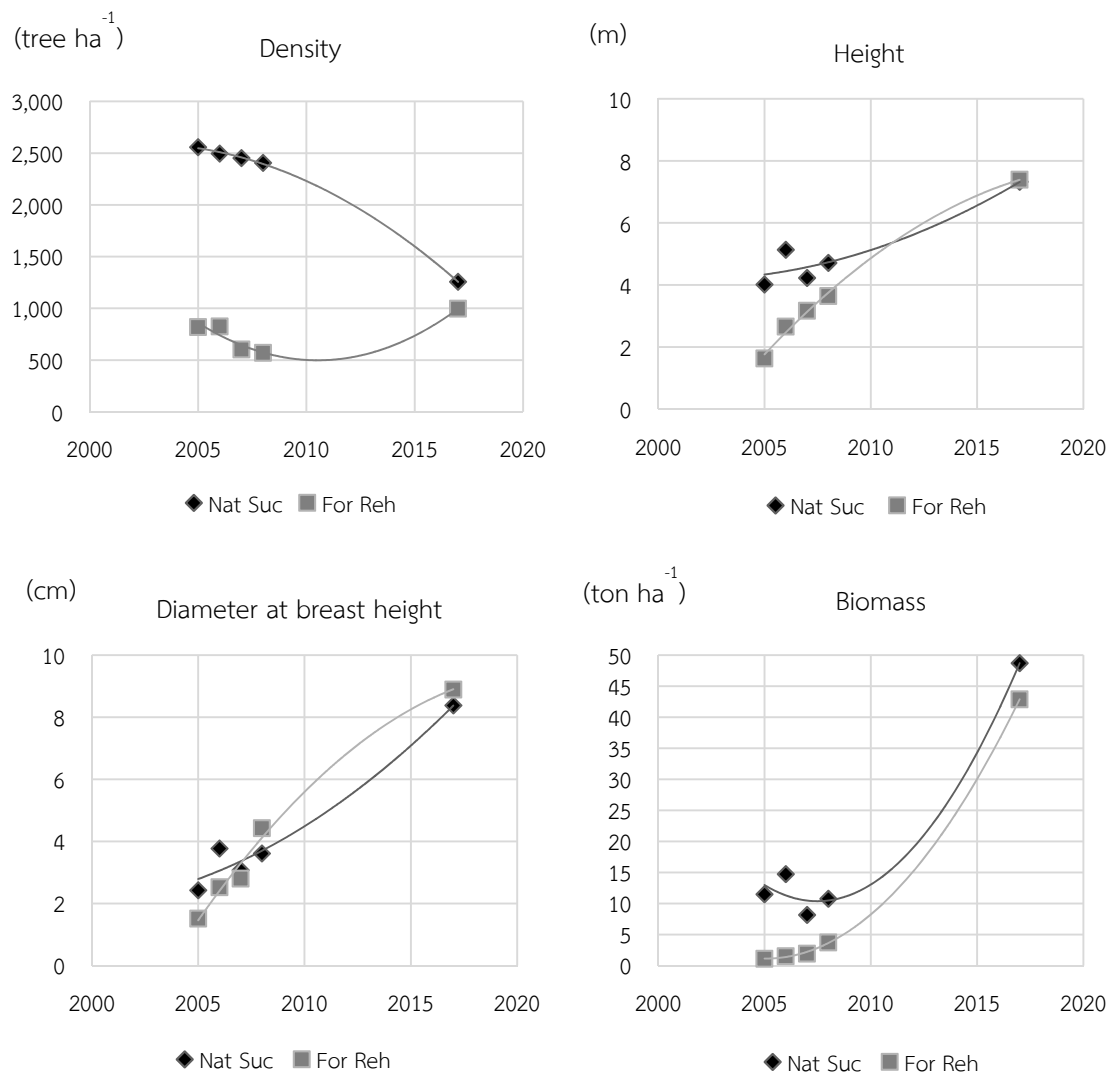


Figure 1 Growth and biomass in forest rehabilitation and natural succession plots.

สรุป

การเติบโตและลักษณะสังคมพืชของป่าที่เกิดจากการปลูกฟื้นฟูและการทดแทนตามธรรมชาติ บริเวณพื้นที่ศูนย์ภูฟ้าพัฒนา จังหวัดน่าน สามารถสรุปได้ว่าการฟื้นฟูป่าใน 2 ลักษณะที่เริ่มต้นด้วยวิธีการที่ต่างกัน ทำให้ได้ลักษณะสังคมที่ต่างกันไปในระยะแรก แต่เมื่อเริ่มปล่อยให้ให้ไม้พัฒนาไปตามสภาพธรรมชาติปรากฏว่าลักษณะของสังคมพืชมีแนวโน้มที่จะมีลักษณะคล้ายคลึงกันเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ ทั้งทางด้านองค์ประกอบชนิดพรรณไม้ ความหลากหลายทางชนิดพรรณไม้ จำนวนต้นไม้ ขนาดการเติบโตของต้นไม้ และปริมาณมวลชีวภาพของหมู่ไม้ ซึ่งมีแนวโน้มที่สามารถฟื้นฟูสภาพทางนิเวศวิทยาให้ดีขึ้นและยังประโยชน์ด้านการเป็นพื้นที่ต้นน้ำลำธารเช่นเดียวกัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนวิจัย มก. ประจำปี 2546-2550 ภายใต้โครงการวิจัยเรื่อง “การฟื้นฟูพื้นที่ต้นน้ำเสื่อมโทรมอย่างยั่งยืนโดยใช้ป่าไม้เป็นฐาน”

เอกสารอ้างอิง

- กรมป่าไม้. 2559. **ข้อมูลสถิติกรมป่าไม้ ปี 2559**. สำนักแผนงานและสารสนเทศ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- ฐปรีชญ์ สีสอยอ่อนแก้ว, สุนทร คำยอง และ นิวัติ อนุวงศ์รักษ์. 2556. ศักยภาพการสะสมไนโตรเจนในระบบนิเวศป่าชุมชนบ้านหนองเต่า อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่. น. 127-135. ใน **รายงานการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิชาการเครือข่ายงานวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย ครั้งที่ 2: ความรู้นิเวศวิทยาเพื่อการฟื้นฟู**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ณัฐวัฒน์ คลังทรัพย์, อนุชา ทะรา, จงรัก วชิรินทร์รัตน์, ดอกกรก มารอด และ มณฑล จำเริญพฤกษ์. 2556. ความหลากหลายของพืชพรรณป่าดิบแล้งภายหลังการสัมปทานป่าไม้ ในพื้นที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมวนเกษตรตราด จังหวัดตราด. น. 180-188. ใน **รายงานการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิชาการเครือข่ายงานวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย ครั้งที่ 2: ความรู้นิเวศวิทยาเพื่อการฟื้นฟู**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Krebs, C.J. 1972. **Ecology: The Experiment Analysis of Distribution and Abundance**. Harper & Row, New York.
- Tsutsumi, T., K. Yoda, P. Sahunalu, P. Dhammanonda and B. Prachaiyo. 1983. **Forest: felling, burning and regeneration, an experiment at Nam Phrom, northeast Thailand, and its implications for upland farming in the monsoon tropics**. Chapter 3. Kyoto University, Japan.
- Sorensen, T. 1948. **A Method of establishing- groups of equal- amplitude in plant society basrd- on similarity of species- content**, Cited in U. Kutintara. **Structure of the Dry Dipterocarp- Forest**. Ph.D.Dissertation, Cclo.State Unicer, Fort Collin, Colorado.

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในการพิจารณาผลงาน

ศ.ดร. อภิชาติ ภัทรธรรม	ผศ.ดร. ภาสินี วรชนะนันท์	ดร. พงษ์ศักดิ์ เสงนิรันดร์
รศ.ดร. จรินทร์ บุญญาณภาพ	ผศ.ดร. รุ่งเรือง พูลศิริ	ดร. พรเทพ เหมือนพงษ์
รศ.ดร. ดอกกรักร มารอด	ผศ.ดร. วัฒนชัย ตาเสน	ดร. มัทนา ศรีกระจ่าง
รศ.ดร. ดุสิต เวชกิจ	ผศ.ดร. วันชัย อรุณประภารัตน์	ดร. ลัดดาวรรณ เจริญตระกูล
รศ.ดร. นววรรณ ฐานะกาญจน์	ผศ.ดร. วิจักขณ์ นิยม	ดร. วาทีณี สวนผกา
พงษ์เขียว	ผศ.ดร. วิชาญ เอียดทอง	ดร. วิสุทธิพันธ์ มหาอาษา
รศ.ดร. รongลาภ สุขมาสรวง	ผศ.ดร. วิวัฒน์ หาญวงศ์จิรวัดน์	ดร. วินัส ส่วนเครือ
รศ.ดร. ชีระ วิณิน	ผศ.ดร. วีระภาส คุณรัตนศิริ	ดร. วิยะวัฒน์ ใจตรง
รศ.ดร. สันต์ เกตุปราณีต	ผศ.ดร. สคาร ที่จันทิก	ดร. ศศิธร หาลิน
รศ.ดร. สันติ สุขสอาด	ผศ.ดร. สาวิตรี พิสุทธิพิเชฐ	ดร. ศาสลักษณ์ พรรณศิริ
รศ.ดร. สิทธิชัย ต้นณะสุชัยดี	ผศ.ดร. สมบัติมิตร พุกงาม	ดร. ศุภกิจ วินิตพรสวรรค์
รศ.ดร. เสรีวัฒน์ สมินทร์ปัญญา	ผศ.ดร. สราวุธ สังข์แก้ว	ดร. สมพร แม่ลิ้ม
รศ.ดร. สมหวัง ขันตยานวงศ์	ผศ.ดร. สุขาย วรชนะนันท์	ดร. สุขสวัสดิ์ พลพินิจ
ผศ. ชัชชัย ตันตสิรินทร์	ผศ.ดร. แสงสรรค์ ภูมิสถาน	ดร. สุภัทรา ถักสถิตย์
ผศ. ดร. อุทัยวรรณ แสงวนิช	ดร. โกมล แพรกทอง	ดร. สุรินทร์ อ้นพรม
ผศ. สารัฐ รัตนะ	ดร. ขรรค์ชัย ประสานัย	ดร. สุวิมล อุทัยรัมย์
ผศ.ดร. กอบศักดิ์ วันธงไชย	ดร. จิราภรณ์ เทียมพันธ์วงศ์	ดร. แผลมไทย อาษานอก
ผศ.ดร. กาญจน์เขจร ชูชีพ	ดร. ธนากร ลัทธิตระสุวรรณ	ดร. อนรรฆ พัฒนวิบูลย์
ผศ.ดร. ดรรชนี เอมพันธุ์	ดร. ธรรมรัตน์ พุทธิไทย	ดร. ออ พรานไชย
ผศ.ดร. ดำรง พัฒนาวัฒนากุล	ดร. ธารรัตน์ แก้วกระจ่าง	คุณชิงชัย วิริยะบัญชา
ผศ.ดร. ไตรรัตน์ เนียมสุวรรณ	ดร. นงนพพร คุณากร	คุณภาณุมาศ ลาตปลาละ
ผศ.ดร. บุญวงศ์ ไทยอุตสาห์	ดร. นฤมล แก้วจำปา	คุณวาทีณี คุ่มเจริญ
ผศ.ดร. ประทีป ดัวงแค	ดร. นิตยา เมี้ยนมิตร	คุณวิฑูรย์ เหลืองวิริยะแสง
ผศ.ดร. ประเทือง พุฒซ้อน	ดร. นิสา เหล็กสูงเนิน	คุณสุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ
ผศ.ดร. พงศ์เชษฐ พิชิตกุล	ดร. ปิยพงษ์ ทองดินนอก	อ.พฤทธิ ราชรักษ์
ผศ.ดร. พยัตติพล ณรงค์ชวณะ	ดร. ปิยวัฒน์ ดิลกสัมพันธ์	อ.ยุทธพงษ์ ศิริมงคละ
ผศ.ดร. พสุธา สุนทรห้าว	ดร. พงษ์ศักดิ์ วิทวัสสุติกุล	



ศาสตร์พระราช...จากนภา ผ่านภูผา สู่มหานที

ความหมายของภาพ :
ผืนป่า - ถูกทำลาย เนื่องจากใช้เป็นที่อยู่อาศัย ทำมาหากิน พื้นที่ป่าจึงถูกกรุกล้ำ และเหลือป่าน้อยลง
ภูเขาที่สูงชัน - ทำให้มองเห็นทัศนียภาพของป่าและลักษณะของป่าที่เป็นปัจจุบัน
แสงแดดส่อง - เป็นแสงสุดท้าย เปรียบเสมือนสายตาของผู้ที่มองเห็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับป่า
และเป็นผู้อนุรักษ์ป่า เพื่อให้ป่ายังคงอยู่