รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ความหลากหลาย พลวัตประชากร และรูปแบบการกระจายของมอดเอมโบรเซีย เผ่าพันธุ์ Xyleborini (Col.: Curculionidae, Scolytinae) ในพื้นที่ภาคใต้

Diversity Population Dynamic and Distribution Patterns of Ambrosia Beetles Tribe Xyleborini (Col.: Curculionidae, Scolytinae) in Southern Thailand

ตอนที่ II
Part

เทือกเขาภูเก็ต
Phuket Mountain Ranges

ผศ.ดร. วิสุทธิ์ สิทธิฉายา

ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช

คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

พฤศจิกายน 2561

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ความหลากหลาย พลวัตประชากร และรูปแบบการกระจายของมอดเอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini (Col.: Curculionidae, Scolytinae) ในพื้นที่ภาคใต้ ส่วนที่ 2: ป่าเทือกเขาภูเก็ต

Diversity Population Dynamic and Distribution Patterns of Ambrosia Beetles Tribe Xyleborini (Col.: Curculionidae, Scolytinae) in Southern Thailand Part II: Phuket Mountain Ranges.

ผศ.ดร. วิสุทธิ์ สิทธิฉายา

ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

พฤศจิกายน 2561

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ รหัสโครงการหมายเลข NAT570377S ผู้วิจัยขอขอบคุณหัวหน้าและเจ้าหน้าที่ของอุทยาน-แห่งชาติเขาหลัก-ลำรู่ อุทยานแห่งชาติเขาสก อุทยานแห่งชาติศรีพังงา และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองนาคาเป็นอย่างสูงที่อำนวยความสะดวกในการขออนุญาตเข้าศึกษาวิจัย ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้อำนวยการศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันตกผู้อำนวยการและเจ้าหน้าที่สถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดพังงาเป็นอย่างสูงที่อำนวนความสะดวกมอบข้อมูลสภาพอากาศของพื้นที่ศึกษาเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบในงานวิจัย

บทคัดย่อ

งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายทางชนิดและการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดเผ่าพันธุ์ Xyleborini ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดกลุ่มดังกล่าวในพื้นที่ป่าดิบชื้นเทือกเขาภูเก็ต บริเวณอุทยานแห่งชาติเขาหลัก-ลำรู่ จังหวัดพังงา อุทยานแห่งชาติเขาสก จังหวัดสุราษฎร์ธานี อุทยานแห่งชาติศรีพังงา จังหวัดพังงา และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองนาคา จังหวัดระนอง โดยใช้กับดักชนิด ethanol baited traps ผลการศึกษาพบมอดทั้งสิ้น 10,079 ตัว จำแนกเป็น 81 ชนิด ใน 27 สกุล มอด 4 ชนิดจัดเป็นชนิดเด่นในพื้นที่ศึกษาได้แก่ *Ambrosiodmus conspectus* (Schedl) (2,099 ตัว 20.83%) *Xyleborus perforans* (Wollaston) (1,766 ตัว 22.74%) *Cyclorhipidion pruinosum* (Blandford) (1,438 ตัว 22.74%) *Arixyleborus rugosipes* Hopkins (1,214 ตัว 10.96%) เมื่อคำนวณจำนวนชนิดที่คาดว่าจะพบทั้งหมดในพื้นที่ศึกษาด้วย Chao1 (abundance-based) และ Chao2- (incidence-based) species richness estimator พบว่าจำนวนชนิดที่คาดว่าจะพบทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 85.11±3.10 (±95% CI: 82.61-97.85) ชนิด และ 89.91±5.36 (±95% CI: 84.37-108.41) ชนิดตามลำดับ และค่าดัชนีความหลากหลาย (±SD) ของมอดกลุ่มดังกล่าวคำนวณด้วย Shannon-Wiener diversity index และ Fisher's alpha diversity index มีค่าเท่ากับ 2.83±0.13 และ 12.21±0.51 ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ป่าดิบชื้นในพื้นที่ศึกษามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลและมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศโดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณน้ำฝน (r^2=0.501, p=0.007) ในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์มีแนวโน้มมีผลต่อระดับประชากรของมอดแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (r^2=0.241, p=0.089) มอดมีระดับประชากรสูงสุดในฤดูแล้งช่วงเดือนธันวาคม ถึงเดือนกุมภาพันธ์และสูงกว่าระดับประชากรในฤดูฝนอย่างชัดเจน การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดกลุ่มดังกล่าวมีความสัมพันธ์ในลักษณะตรงกันข้ามกับความชื้นกล่าวคือเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ลดลงระดับประชากรของมอดแอมโบรเซียจะเพิ่มสูงขึ้น ค่าดัชนีความเหมือนคำนวนด้วย Chao-Sørensen similarity index ของของมอดเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ภาคใต้บริเวณเขตรักษาพันธ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา เทือกเขานครศรีธรรมราชและเทือกเขาภูเก็ตมีค่าเท่ากับ 0.780

Abstract

The objectives of present study are to study species diversity and population change of ambrosia beetles Tribe Xyleborini including interactions between their populations and environmental factors such as temperature and relative humidity in tropical rain forest of Phuket mountain range. The areas included Khao lak-Lamru National Park, Phang Nga Province; Khaosok National Park, Suratthani Province; Sri Phang Nga National Park, Phang Nga Province; Klong Naka Wildlife Sanctuary, Ranong Province. The ethanol baited traps were used in the study. In the total 10,079 individuals were identified into 81 species and 27 genera. The result of present study indicated four species as dominate species in the areas, there were *Ambrosiodmus conspectus* (Schedl) (2,099 individuals 20.83%) *Xyleborus perforans* (Wollaston) (1,766 individuals 22.74%) *Cyclorhipidion pruinosum* (Blandford) (1,438 individuals 22.74%) *Arixyleborus rugosipes* Hopkins (1,214 individuals 10.96%). The aspect species found in the areas, estimated using Chao1 (abundance-based) and Chao2- (incidence-based) species richness estimator, 85.11±3.10 (±95% CI: 82.61-97.85) species and 89.91±5.36 (±95% CI: 84.37-108.41) species respectively. The Shannon-Wiener diversity index and Fisher's alpha diversity index (±SD) of the areas were 2.83±0.13 and 12.21±0.51 respectively. The population change of ambrosia beetles Tribe Xyleborini in the tropical rainforest in the studied areas fluctuated seasonally and correlated with climatic factors. The correlation between rainfall and population of the beetles was statistically significant (r^2=0.501, p=0.007) whereas relative humidity tent to be effect population change of the beetles but no statistically significant were found (r^2=0.241, p=0.089). The populations were highest in dried period between December and Febuary and were clearly higher than that in rainy season. The population changes were negatively correlated with relative humidity. The species similar calculated with Chao-Sørensen similarity index of beetle Tribe Xylebirini in Phuket Thammarat mountain range compare with Nakhon Sri Thammarat mountain range and Hala-Bala Wildlive Sanctuary was 0.780.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ii
บทคัดย่อ	Iii
Abstract	iv
ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	3
วิธีการดำเนินการวิจัย	11
พื้นที่ศึกษา	11
เก็บตัวอย่างแมลง การวิเคราะห์ข้อมูล	13
ผลการทดลอง	15
ลักษณะภูมิอากาศในพื้นที่ศึกษา	15
ชนิดและองค์ประกอบของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ศึกษา	17
ความหลากหลายของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ศึกษา	22
พลวัติประชากรของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ศึกษา	24
ความสัมพันธ์ระหว่างระดับประชากรและปัจจัยสิ่งแวดล้อม	26
การกระจายของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ภาคใต้	27
อภิปรายผลการทดลอง	33
เอกสารอ้างอิง	37

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ประวัติการศึกษาความหลากหลายทางชนิดของมอดในวงศ์ย่อย Scolytinae และ วงศ์ย่อย Platypodinae วงศ์ Curculionidae ในประเทศไทย 10

ตารางที่ 2 จุดที่เลือกสำหรับวางกับดักชนิด กับดักขวดน้ำ (ethanol baited bottle traps) ในพื้นที่ศึกษา 12

ตารางที่ 3 ข้อมูลสภาพอากาศท้องถิ่น (สถานีอุตุนิยมวิทยา) และภายใต้เรือนยอดบริเวณพื้นที่ศึกษา 17

ตารางที่ 4 ชนิดและสัดสวนของมอดเอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ศึกษา 20

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบชนิดและจำนวนที่พบของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ภาคใต้ 29

ตารางที่ 6 ลำดับของชนิดมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธ์ Xyleborini ที่พบ 5 อันดับแรกในพื้นที่ภาคใต้ 34

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 แผนที่แสดงพื้นที่ศึกษาและจุดวางกับดัก 12

ภาพที่ 2 กับดักที่ใช้ในการศึกษา 13

ภาพที่ 3 ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในพื้นที่ศึกษา 16

ภาพที่ 4 จำนวนชนิด (species) ในแต่ละสกุลของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ที่พบในพื้นที่ศึกษา 18

ภาพที่ 5 มอดแอมโบรเซียชนิดที่พบมากที่สุด 5 ชนิดแรกในพื้นที่ศึกษา 19

ภาพที่ 6 กราฟจำนวนชนิดสะสมที่พบในพื้นที่ศึกษาเมื่อจำนวนการเก็บตัวอย่างเพิ่มขึ้น 23

ภาพที่ 7 จำนวนชนิดของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ xyleborini ที่คาดว่าจะพบในพื้นที่ศึกษา 23

ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ศึกษา 24

ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในบริเวณที่สำรวจจุดต่างๆ 25

ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรแอมโบรเซียชนิดที่พบมากที่สุด 8 ชนิดแรกในพื้นที่ศึกษา 26

ภาพที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini และการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในพื้นที่ศึกษา 27

ภาพที่ **12** กราฟความสัมพันธ์กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและพื้นที่เก็บตัวอย่างด้วย canonical correspondence analysis (CCA) 28

ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

มอดเอมโบรเซีย (Ambrosia beetles) จัดเป็นแมลงที่อยู่ร่วมกับราแบบพึ่งพาอาศัย มีศูนย์กลางการแพร่กระจายในเขตป่าดิบชื้นของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ในระบบนิเวศแมลงกลุ่มนี้ทำหน้าที่สำคัญยิ่งในกระบวนการย่อยสลายเนื้อไม้เนื่องจากเป็นสิ่งมีชีวิตกลุ่มแรกๆ ที่สามารถเจาะเข้าไปในเนื้อไม้ตั้งแต่ต้นไม้โทรมใกล้ตายหรือตายใหม่ๆ ซึ่งยากต่อการเข้าไปของผู้ย่อยสลายกลุ่มอื่นๆ ในปัจจุบันพบว่าแมลงในกลุ่มนี้เป็นศัตรูไม้ยืนต้นอุบัติใหม่ที่สร้างความเสียหายอย่างรุนแรงแก่ไม้ยืนต้น ทั้งไม้ป่า ไม้ในเมือง รวมทั้งไม้ผลเศรษฐกิจทั้งในพื้นที่กระจายเดิมของแมลง และพื้นที่แพร่กระจายใหม่ (พันธุ์ต่างถิ่น) การระบาดทวีความรุนแรงและกินพื้นที่กว้างขวางในบางพื้นที่ทำให้ต้นไม้ชนิดที่มอดเข้าทำลายล้มตายเกือบทั้งหมดจนทำให้สังคมพืชในบริเวณนั้นๆ เปลี่ยนไป หรือสร้างความเสียหายทางเศรษฐกิจอย่างรุนแรง การศึกษาแมลงกลุ่มนี้ส่วนใหญ่ทำในชนิดที่พบระบาดในพื้นที่กระจายใหม่โดยเฉพาะอย่างยิ่งในทวีปอเมริกาหรือชนิดที่เป็นศัตรูสำคัญบางชนิด ในถิ่นการแพร่กระจายตามธรรมชาติเดิมการศึกษาแมลงกลุ่มนี้มีน้อยมาก ส่วนใหญ่จะทำในแง่อนุกรมวิธานในประเทศอาณานิคมของอังกฤษเดิม การศึกษาในภาคพื้นทวีปของภูมิภาครวมทั้งประเทศไทยยังมีน้อยมาก ในการศึกษาทางด้านอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นนิเวศวิทยา ชีววิทยาหรือในแง่การเป็นศัตรูพืชยังมีน้อยมาก เป้าหมายของงานวิจัยครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งและมุ่งเน้นในการสร้างข้อมูลพื้นฐานความหลากหลายของมอดกลุ่มดังกล่าวในพื้นที่ภาคใต้เพื่อเป็นข้อมูลความหลากหลายของมอดกลุ่มนี้ที่แพร่กระจายในประเทศไทยและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ภาคพื้นทวีปที่จะดำเนินการวิจัยต่อเนื่องในอนาคต รวมทั้งการเก็บรวบรวมตัวอย่างที่ได้รับการยืนยันการจำแนกชนิดเพื่อใช้เป็นตัวอย่างอ้างอิงในภูมิภาคต่อไป รวมทั้งศึกษารูปแบบการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรในรอบปี (population dynamic) และรูปแบบการกระจายของมอดกลุ่มนี้ภายในเขตสัตว์ภูมิศาสตร์ Indo-Malayan zoological subregion ผลการการศึกษาจะนำมาซึ่งความรู้ใหม่ได้แก่ ทำให้ทราบรูปแบบการกระจายตามเขตสัตว์ภูมิศาสตร์ของแมลงกลุ่มดังกล่าว beta-diversity/species turnover rate พลวัติประชากรของมอดแอมโบรเซียในป่าดิบชื้นพื้นที่ภาคใต้ รวมทั้งมีความเป็นไปได้สูงในการค้นพบมอดชนิดใหม่ (new species)

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1 ศึกษาความหลากหลายทางชนิดของมอดเอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ภาคใต้ (ส่วนที่ 2 บริเวณป่าเทือกเขาภูเก็ต)

2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรในรอบปี (พลวัตประชากร) ของมอดกลุ่มดังกล่าวในพื้นที่ป่าดิบชื้นในพื้นที่ภาคใต้

การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

มอดเอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini จัดเป็นมอดเอมโบรเซียกลุ่มใหญ่ที่สุด และมีศูนย์กลางการแพร่กระจายในเขตป่าดิบชื้นของหมู่เกาะในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (SE-Asian Archipelago) ทั่วโลกการศึกษานิเวศวิทยาและรูปแบบการแพร่กระจายของมอดเอมโบรเซียในแหล่งแพร่กระจายเดิมมีน้อยมาก และในประเทศไทยการศึกษาความหลากหลายและอนุกรรมวิธานของแมลงกลุ่มนี้มีน้อยมากเช่นเดียวกัน การวิจัยในโครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของแผนงานวิจัยต่อเนื่องเพื่อศึกษานิเวศวิทยา อนุกรมวิธานและรูปแบบการกระจายของมอดเอมโบรเซียในพื้นที่ภาคใต้ของผู้วิจัย นอกจากนี้โครงการวิจัยยังมุ่งเน้นศึกษาความหลากหลายและรูปแบบการแพร่กระจายของมอดเอมโบรเซียกลุ่มดังกล่าวตามเขตสัตว์ภูมิศาสตร์ย่อย (เขตภูมิศาสตร์ของสัตว์) จากศูนย์กลางการแพร่กระจายในมาเลเซียและอินโดนีเซีย (โดยใช้ข้อมูลงานวิจัยในอดีต) เปรียบเทียบกับข้อมูลโครงการศึกษาความหลากหลายทางชนิดของมอดเอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ภาคใต้ ส่วนที่ 1 เทือกเขานครศรีธรรมราช (กำลังดำเนินการ) ข้อมูลจากโครงการปัจจุบัน (ส่วนที่ 2) และโครงการศึกษาความหลากหลายทางชนิดของมอดเอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ภาคใต้ ส่วนที่ 3 ป่าเทือกเขาสันกาลาคีรี เพื่อให้ครอบคลุมทั่วทั้งเขตสัตว์ภูมิศาสตร์ย่อย (indo-malayan subregion) ในพื้นที่ภาคใต้ซึ่งน่าจะมีความแตกต่างของความหลากชนิด (species richness) และรูปแบบการกระจายภายในกลุ่มย่อย (genus/species groups) ตามระยะทางจากจุดศูนย์กลางการแพร่กระจาย (geological gradience) (มาเลเซียสู่ภาคใต้ของไทย) ซึ่งมีความแตกต่างในลักษณะค่อยเป็นค่อยไป (gradience) ของสังคมพืชและลักษณะภูมิอากาศ

มอดเอมโบรเซีย (Ambrosia beetles) จัดเป็นด้วงขนาดเล็ก สมาชิกส่วนหนึ่งของ 2 วงศ์ย่อยในวงศ์ด้วงงวง (Curculionidae) ได้แก่ วงศ์ย่อย Scolytinae และวงศ์ย่อย Platypodinae (วงศ์ Scolytidae และ Platypodidae เดิม) มอดกลุ่มนี้จัดเป็นมอดเจาะไม้ (wood borers) แต่ไม่ได้กินเนื้อไม้เป็นอาหาร มอดอาศัยอยู่ร่วมกับราสาเหตุโรคเหี่ยวในพืชแบบพึ่งพาอาศัย (Farrell *et al*., 2001) มอดเอมโบรเซียส่วนใหญ่เป็นสมาชิกของเผ่าพันธุ์ (Tribe) Xyleborini ในวงศ์ย่อย Scolytinae (1,300 ชนิด) และสมาชิกทั้งหมดของวงศ์ย่อย Platypodinae (Kuschel *et al.*, 2000; Marvaldi, 2002) มอดกลุ่มนี้มีสมาชิกรวมกันประมาณ 3400 ชนิด (Farrell *et al.*, 2001) โดยมีศูนย์กลางการแพร่กระจายในเขตร้อนชื้นในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และแพร่กระจายไปยังเขตร้อนชื้นทั่วโลก (Wood and Bright, 1992; Jordal and Cognato, 2012) จัดเป็นแมลงในกลุ่ม Xylomycetophagy (Schedl, 1958) มอดตัวเต็มวัยเจาะเข้าไปในเนื้อไม้เพื่อสร้างรังและนำราในกลุ่ม Ophiostomatoid fungi (สกุล *Ophiostoma Ceratocystis Raffaelea* และสกุลอื่นๆ) ที่มีความสัมพันธ์แบบพึ่งพาอาศัยกับมอดไปเลี้ยงภายในผนังทางเดินของรังเพื่อใช้เป็นอาหารสำหรับตัวอ่อน และตัวเต็มวัย (Batra, 1966; Beaver, 1989; Farrell *et al*., 2001) มอดเอมโบรเซียส่วนใหญ่เจาะเข้าทำลายต้นไม้ที่โทรมใกล้ตาย ต้นไม้ที่ตายใหม่ๆ และต้นไม้ที่อยู่ภายใต้สภาวะเครียดจากสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม หรือถูกโรคและแมลงชนิดอื่นๆ เข้าทำลาย (secondary pests) อาจเข้าทำลายต้นไม้ที่สมบูรณ์แข็งแรงได้เป็นบางครั้งเมื่อมอดเหล่านี้เพิ่มปริมาณได้มากพอ (Furniss and Carolin, 1977; Kühnholz *et al*., 2001; Wood, 1982) มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่เจาะเข้าทำลายต้นไม้ที่สมบูรณ์แข็งแรง (primary pests)

อย่างไรก็ตามในรอบหลายปีที่ผ่านมาพบว่ามอดในกลุ่มนี้ที่จัดเป็น secondary pest กลับยกระดับการทำลายเป็น severe ระบาดเข้าทำลายต้นไม้ที่สมบูรณ์แข็งแรง และรุนแรงกินพื้นที่กว้างขวาง (Kühnholz *et al*.,

2003) เป็นสาเหตุการตายอย่างรุนแรงในพืชเศรษฐกิจทั้งไม้ผล ไม้ยืนต้นและไม้ป่าเศรษฐกิจทั้งจากแมลงชนิดต่างถิ่นและแมลงในแหล่งแพร่กระจายเดิม ยกตัวอย่างเช่น มอด Redbay ambrosia beetles *(Xyleborus glabratus* Eichhoff) ระบาดรุนแรงเป็นสาเหตุการตายของไม้ยืนต้นในวงศ์ อโวคาโด (Lauraceae) ในสหรัฐอเมริกา (Fraedrich *et al*., 2008; Grégoire *et al*., 2003; Mayfield *et al*., 2008) หรือมอด *Euplatypus parallelus* (Fabricius) (Platypodinae) ระบาดรุนแรงเป็นสาเหตุการตายของต้นประดู่บ้าน ในพื้นที่ภาคใต้ รวมทั้งประเทศสิงคโปร์ มาเลเซียและซีเชลล์ (Bamrungsi *et al*., 2008; Boa and Kirkendall, 2004; Sanderson *et al*., 1997; Philip, 1999) นอกจากนี้ในปัจจุบันสภาวะโลกร้อน (Global warming) ยังมีผลต่อการเพิ่มความรุนแรงในการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืช ในมอดเอมโบรเซียผลกระทบจากสภาวะโลกร้อนอาจส่งผลมากกว่าแมลงศัตรูพืชกลุ่มอื่นๆ เนื่องจากสภาวะโลกร้อนมีผลต่อการระบาดของแมลงกลุ่มนี้ถึงสามด้านด้วยกัน ได้แก่ เพิ่มความอ่อนแอของพืชอาศัย ส่งเสริมการเพิ่มประชากรของมอด และเพิ่มความสามารถในการก่อให้เกิดโรค (pathogenicity) ของราที่อาศัยร่วมกับมอด สภาพอุณหภูมิที่สูงขึ้นและความแปรปรวนของสภาวะอากาศทำให้ต้นไม้อ่อนแอต่อการเข้าทำลายของโรคและแมลง (Brasier and Scott, 1994) เมื่อต้นไม้อยู่ในสภาวะเครียดจากการเข้าทำลายของรามอดสามารถเข้าทำลายต้นไม้ได้ง่ายขึ้น ผลกระทบจากสภาวะโลกร้อนทำให้ราที่อยู่อาศัยร่วมกับมอดมีความสามารถในการก่อให้เกิดโรคมากขึ้น สามารถเข้าทำลายต้นไม้ปกติได้ และสามารถเข้าทำลายพืชชนิดอื่นๆ ที่ไม่ใช่พืชอาศัยได้ มอดสามารถค้นหาต้นไม้ที่เหมาะสมต่อการเข้าทำลายโดยใช้ Kairomones ที่ปล่อยจากพืชที่อ่อนแอ เช่น แอลกอฮอล์ และ Phenolic compounds มอดเอมโบรเซียสามารถรับรู้สารเหล่านี้ได้รวดเร็วถึงแม้ว่าต้นไม้จะอยู่ภายใต้สภาวะเครียดสั้นๆ ถึงแม้ว่าในปัจจุบันแมลงในกลุ่มนี้ทวีความสำคัญมากขึ้นในแง่การเป็นศัตรูพืช อย่างไรก็ตามในประเทศไทยมีข้อมูลพื้นฐาน รวมทั้งการศึกษาในแง่อื่นๆ มีน้อยมาก ดังนั้นการศึกษาข้อมูลพื้นฐานในแง่ความหลากหลายทางชนิดในท้องถิ่น พร้อมกับข้อมูลที่จำเป็นในด้านอื่นๆ ทั้งนิเวศวิทยา ชีววิทยาและการจัดการศัตรูพืชจึงมีความสำคัญยิ่ง

การศึกษาความหลากหลายของมอดเอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในอดีตส่วนใหญ่ทำในรูปแบบการเก็บตัวอย่างเพื่อใช้ในการศึกษาอนุกรรมวิธานของมอดวงศ์ Scolytidae การศึกษาความหลากหลายในแต่ละสังคมพืช (alpha diversity) หรือระดับท้องถิ่น (beta diversity) มีค่อนข้างน้อย การศึกษาความหลากหลายในระดับท้องถิ่นมีเพียงกรณีศึกษาเดียวเท่านั้นทำโดย Hulcr และคณะ (2008) โดยเปรียบเทียบความหลากหลายของมอดเอมโบรเซียในพื้นที่ป่าดิบชื้นในปาปัวนิวกินี 3 พื้นที่-ศึกษาที่มีลักษณะสังคมพืชและปัจจัยชีวภาพและกายภาพอื่นๆ ไม่แตกต่างกัน พบว่าชนิดของมอดเอมโบรเซียมีความแตกต่างกันน้อยมาก หรือมีค่า beta-diversity/species turnover rate ต่ำ การศึกษานิเวศวิทยาและความหลากหลายของมอดเอมโบรเซียในแต่ละสังคมพืชมีไม่มากนักเช่นเดียวกัน การศึกษาส่วนใหญ่นักวิจัยจะศึกษาชนิดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจเพียงหนึ่งหรือสองสามชนิด โดยเฉพาะชนิดที่กระจายในเขตอบอุ่น (Calnaido, 1965; Sivapalan, 1977; Oliver and Mannion, 2001; Koch and Smith, 2008) หรือศึกษาทั้งวงศ์ย่อยหรือทั้งสองวงศ์ย่อย (Platypodinae และ Scolytinae) โดยไม่ได้แยกระหว่างกลุ่มใหญ่ 2 กลุ่มได้แก่กลุ่ม bark beetles (มอดเจาะเปลือก จัดเป็นกลุ่มที่เข้าทำลายและกินเปลือกไม้เป็นอาหาร) และกลุ่ม ambrosia beetles (มอดที่อยู่ร่วมกับราแบบพึ่งพาอาศัยและกินราเป็นอาหาร) ซึ่งมีลักษณะทางชีววิทยาและนิเวศวิทยาที่แตกต่างกัน ในเขตโซนร้อนของทวีปอเมริกาและแอฟริกามีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดเจาะเปลือกและมอดเอมโบรเซียกับปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ (Beaver and Löyttyniemi, 1991; Madoffe and Bakke, 1995; Morales *et al*., 2000;

Flechtmann *et al.*, 2001) โดยในทวีปอเมริการะดับประชากรของมอดทั้งสองกลุ่มมีการเปลี่ยนแปลงสอดคล้องกับปริมาณน้ำฝน โดยมีระดับประชากรสูงสุดหลังผ่านช่วงที่มีฝนตกหนัก (Beaver and Löyttyniemi, 1991) และมีการศึกษาเปรียบเทียบความหลากหลายของมอดทั้งสองกลุ่มระหว่างสวนป่าสน สกุล *Pinus* และสวนป่ายูคาลิปตัส โดยมอดในกลุ่มดังกล่าวทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันน้อยมากระหว่างสองสังคมพืช (Flechtmann *et al.*, 2001; Dorval *et al.*, 2004) ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ Maeto และคณะ (1999) ได้ศึกษารูปแบบการกระจายของมอดเอมโบรเซียจากพื้นที่ใจกลางป่าสู่รอยต่อพื้นที่เกษตรและสวนปาล์มน้ำมัน โดยพบว่ามอดบางชนิดชอบพื้นที่รอยต่อหรือพื้นที่เกษตรมากกว่าพื้นที่ใจกลางป่า นอกจากนี้ Maeto และ Fukuyama (2003) ได้ศึกษาการกระจายของมอดทั้งสองกลุ่มตามชั้นเรือนยอดของป่าดิบชื้นในมาเลเซีย ในประเทศไทยมีการศึกษาความหลากหลายของมอดทั้งสองกลุ่มในป่าดิบแล้งและป่าเต็งรังพื้นที่ดอยสุเทพ โดย Hulcr และคณะ (2008) โดยพบมอดทั้งสิ้น 118 ชนิด มอดในพื้นที่ป่าดิบชื้นซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าและการแพร่รังสีโดยตรงจากดวงอาทิตย์สู่พื้นป่าและอุณหภูมิน้อยกว่ามีความหลากหลายของชนิดมากกว่าในพื้นที่ป่าเต็งรังซึ่งมีสภาพร้อนแล้ง ในพื้นที่ป่าดิบชื้นมีสัดส่วนของมอดเอมโบรเซียมากกว่าป่าเต็งรังและการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดรวมทั้งสองกลุ่มมีรูปแบบไม่แน่นอนและไม่เปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ในขณะที่ในพื้นที่เกษตร Sittichaya และคณะ (2012) ศึกษาความหลากหลายและรูปแบบการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดเอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในสวนทุเรียนที่ปลูกแบบเชิงเดี่ยวและเชิงผสมในพื้นที่จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราช ผลการศึกษาพบมอดเอมโบรเซียในเผ่าพันธุ์ดังกล่าวทั้งสิ้น 64 ชนิด ความหลากหลายของมอดในสวนทุเรียนที่ปลูกเชิงเดี่ยวและเชิงผสมและระหว่างพื้นที่ศึกษา 3 จังหวัดไม่มีความแตกต่างกัน ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดในรอบปีมีรูปแบบที่แน่นอนเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตามฤดูกาล มอดมีระดับประชากรสูงสุดในปลายฤดูฝนและลดลงต่อเนื่องจนถึงระดับต่ำสุดในช่วงปลายฤดูแล้งต่อเนื่องถึงต้นฤดูฝน โดยการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดเอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ศึกษา และอุณหภูมิ 1-2 เดือนก่อนหน้าการเก็บตัวอย่างจะเป็นปัจจัยที่กำหนดระดับประชากรของมอดมากกว่าปัจจัยสภาพอากาศในเดือนที่เก็บตัวอย่าง

ในขณะที่ผลการศึกษาความหลากหลายและรูปแบบการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดกลุ่มดังกล่าวของ วิสุทธิ์ สิทธิฉายา และคณะ (2554) ที่ดำเนินการในพื้นที่ป่าดิบชื้น อุทยานแห่งชาติเขา-หลวง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในช่วงระยะเวลาที่คาบเกี่ยวกันกับการศึกษาในสวนทุเรียน ผลการศึกษาพบมอดเอมโบรเซียในเผ่าพันธุ์ดังกล่าวมีความหลากหลาย [species diversity/species richness (74ชนิด)] มากกว่าในพื้นที่เกษตรบริเวณใกล้เคียงเล็กน้อย แต่มีลักษณะองค์ประกอบของชนิด (species composition) แตกต่างกัน โดยในพื้นที่ป่าดิบชื้นมอดเอมโบรเซียที่พบเป็นชนิดเด่นได้แก่ มอดในสกุล *Arixyleborus* (8 ชนิด) และชนิดอื่นๆ อีก 4 ชนิดได้แก่ *Xyleborus perforans* (Wollaston) *Xylosandrus crassiusculus* และ *Leptoxyleborus concisus* (Blandford) ในขณะที่ในพื้นที่เกษตรพบมอดในสกุล *Xyleborinus* (4 ชนิด) และ ชนิดอื่นอีก 4 ชนิดได้แก่ *Xylosandrus mancus* (Blandford) *Xyleborus perforans* (Wollaston) *Diuncus haberkorni* (Eggers) และ *Eccoptopterus spinosus* (Olivier) จัดเป็นชนิดเด่น

ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดในรอบปี (พลวัตประชากร) ในพื้นที่ป่าดิบชื้นมีรูปแบบที่แน่นอนเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตามฤดูกาลเช่นเดียวกัน แต่จะมีรูปแบบแตกต่างจากพื้นที่เกษตร โดยในพื้นที่ป่าดิบชื้นที่มีความชื้นสูงตลอดปี มอดมีระดับประชากรสูงสุดในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม) และมีระดับ

ประชากรต่ำสุดในกลางฤดูฝนต่อเนื่องถึงปลายฤดูแล้ง ในขณะที่ในพื้นที่เกษตรซึ่งมีลักษณะอากาศร้อนและแล้งมอดมีระดับประชากรสูงสุดในปลายฤดูฝนต่อเนื่องถึงต้นฤดูแล้ง (พฤศจิกายน-มีนาคม) และมีระดับประชากรต่ำตั้งแต่กลางฤดูร้อนถึงกลางฤดูฝน (เมษายน-ตุลาคม) ผลการศึกษาความหลากหลายของมอดเอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ xyleborini ในสวนทุเรียนพื้นที่ภาคใต้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Hulcr และคณะ (2008) มอดกลุ่มนี้มีความแตกต่างของชนิดที่พบในแต่ละพื้นที่ที่มีลักษณะสังคมพืชและลักษณะอากาศที่คล้ายคลึงกัน (species tune over rate) ต่ำมาก โดยในสวนทุเรียนทั้งสามจังหวัดมีดัชนีความคล้ายคลึงกันของชนิดที่พบ (similar index) สูงมาก (0.997)

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทั้งกายภาพและชีวภาพในแต่ละสังคมพืช มีผลอย่างยิ่งต่อความหลากหลายและการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของแมลงในสังคมพืชนั้นๆ ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อลักษณะทางนิเวศวิทยาของแมลงดังกล่าวได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณน้ำฝน ความหลากหลายของชนิดพืชในถิ่นที่อยู่อาศัย และโครงสร้างของสังคมพืช เป็นต้น

อุณหภูมิในเขตร้อนชื้น (Tropical zones) อาจจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงสูงสุดหรือต่ำสุดจนถึงระดับที่จำกัดการเจริญเติบโตของแมลง (lower/upper thermal limits) การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในเขตร้อนชื้นส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแมลง (Schowalter, 2006) อุณหภูมิลักษณะดังกล่าวทำให้วงจรชีวิตของแมลงสั้นลง ทำให้แมลงสามารถเพิ่มจำนวนวงจรชีวิตต่อปีได้สูงกว่าเขตอื่นๆ และส่งเสริมการระบาดของแมลงศัตรูพืช (Speight and Wylie, 2001) นอกจากอุณหภูมิในเขตโซนร้อนจะส่งผลต่อในแง่ส่งเสริมการเจริญเติบโต และเพิ่มจำนวนประชากรของมอดเอมโบรเซียเช่นเดียวกับแมลงชนิดอื่นๆ แล้ว อุณหภูมิยังเป็นปัจจัยจำกัดที่สำคัญต่อความสำเร็จในการสืบต่อพันธุ์ (reproductivity) ของมอดเอมโบรเซียด้วย เนื่องจากมอดเอมโบรเซียขยายพันธุ์ในเนื้อไม้และกินราที่เจริญเติบโตในเนื้อไม้เป็นอาหาร อุณหภูมิที่สูงเกินไปประกอบกับความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่ำในบางฤดูทำให้ช่วงเวลาดังกล่าวเช่น ฤดูร้อน และช่วงฝนทิ้งช่วงระหว่างกลางฤดูฝนในพื้นที่ภาคใต้ความชื้นในเนื้อไม้ที่มอดใช้ทำรังลดลงอย่างรวดเร็ว และอาจต่ำกว่าความชื้นที่ราอาหารของมอดเอมโบรเซียจะสามารถเจริญเติบโตได้ ส่งผลให้การสืบต่อพันธุ์ของมอดล้มเหลว (brood failure) มอดในรังตายทั้งหมดเนื่องจากขาดอาหารส่งผลทำให้ระดับประชากรของมอดในสังคมพืชนั้นๆ ลดลงในที่สุด อุณหภูมิที่สูงในบางฤดูจะส่งผลกระทบต่อระดับประชากรของมอดมากขึ้นหากมีปัจจัยอื่นๆ ส่งเสริม ปัจจัยเหล่านี้ได้แก่ ลักษณะเรือนยอดของสังคมพืช (เรือนยอดเปิด) การถ่ายเทความร้อนจากภายนอก ความชื้นสัมพัทธ์ (ต่ำ) หรือฝนทิ้งช่วงเป็นต้น (Hulcr *et al.*, 2008; Sittichaya *et al*., 2012) ผลการศึกษาของ Hulcr และคณะ (2008a) ในพื้นที่ดอยสุเทพ จังหวัดเชียงใหม่พบว่าความหลากหลายของแมลงในกลุ่มมอดเอมโบรเซียที่พบในป่าเต็งรังซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าป่าดิบผสม (Mixed evergreen forest) มีค่าน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ผลการวิจัยของ Sittichaya และคณะ (2012) พบว่าในสังคมพืชที่มีลักษณะร้อนแล้งระดับประชากรของมอดในฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าฤดูฝนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และลักษณะขององค์ประกอบทางชนิดมีความแตกต่างจากพื้นที่ป่าที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า โดยในพื้นที่เหล่านี้จะพบมอดชนิดที่สามารถปรับตัวให้อยู่ในพื้นที่ร้อนแล้งได้ดี และเป็นชนิดที่มีการกระจายทั่วโลก (cosmopolitan species) (Maeto and Fukuyama, 2003; Hulcr *et al.*, 2008a; sittichaya *et al*., 2012) ในเขตโซนร้อนอุณหภูมิในพื้นที่เกษตรโดยทั่วไปจะมีอุณหภูมิสูงกว่าในพื้นที่ป่า เนื่องจากพืชพรรณขนาดใหญ่ถูกเปลี่ยนแปลงไปเป็นพืชเกษตรที่มีเรือนยอดเปิดทำให้แสงสว่างสามารถส่องกระทบพื้นดินได้มากขึ้น ในพื้นที่ภาคใต้ของไทยอุณหภูมิบริเวณพื้นที่เกษตรเฉลี่ยสูงกว่าพื้นที่ป่าประมาณ 2 องศาเซลเซียส (วิสุทธิ์ และคณะ, 2554) การ

เปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในถิ่นที่อยู่อาศัยในลักษณะดังกล่าวส่งผลต่อความหลากหลายและการกระจายของแมลงในพื้นที่ แมลงที่ชอบลักษณะภูมิอากาศที่เย็นและชุ่มชื้นจะกระจายในบริเวณพื้นที่กลางป่าส่วนแมลงที่ชอบสภาพแวดล้อมที่ร้อนและแห้งจะกระจายในพื้นที่ขอบป่าและพื้นที่เกษตร (Didham *et al.*, 1998) การกระจายของมอดเอมโบรเซียมีแนวโน้มเช่นเดียวกัน โดยมอดเอมโบรเซียบางชนิดโดยเฉพาะอย่างยิ่งมอดที่กระจายทั่วโลกชอบถิ่นที่อยู่อาศัยในสภาพที่ร้อนและแห้งกว่ามอดเอมโบรเซียโดยทั่วไปมอดในกลุ่มนี้ได้แก่ *X. perforans, X. affinis, Xyleborinus andrewesi* (Blandford), *Xylosandrus crassiusculus* (Motchulsky) และ *Euplatypus parallelus* (Fabricius) เป็นต้น (Hulcr *et al.*, 2008; Maeto *at al*., 1999)

ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity) เป็นปัจจัยที่ส่งผลอย่างสำคัญยิ่งต่อความหลากหลายและการกระจายของแมลงในแต่ละสังคมพืช มอดเอมโบรเซียชอบเข้าทำลายหรือสร้างรังในไม้ที่มีความชื้นสูง (Batra, 1966; Beaver, 1989) เนื่องจากเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของราที่อยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัย มอดเอมโบรเซียส่วนใหญ่ไม่ชอบสร้างรังในไม้ที่มีความชื้นต่ำกว่า 60% (Sittichaya and Beaver, 2009) ความชื้นสัมพัทธ์ในถิ่นที่อยู่อาศัยเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นของเนื้อไม้จึงเป็นปัจจัยสำคัญและจำกัดต่อความหลากหลาย การกระจายและการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดเอมโบรเซีย ความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มแสงในพื้นที่เกษตรที่สูงกว่าจะทำให้อัตราการระเหยของไม้สูง และส่งผลโดยตรงต่อความล้มเหลวในการสร้างรังหรือสืบต่อพันธุ์ของมอดเอมโบรเซีย (Hulcr *et al.,* 2008a)

ฝนมีอิทธิพลต่อแมลงทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อความหลากหลายและประชากรของแมลง (Speight and Wylie, 2001) ฝนมีอิทธิพลทางตรงต่อสรีระวิทยาการสืบพันธุ์ พัฒนาการและ กิจกรรมของแมลง อิทธิพลทางอ้อมต่อสภาพภูมิอากาศเฉพาะถิ่น คุณภาพและปริมาณของอาหารในพื้นที่อยู่อาศัย การกระจายและปริมาณน้ำฝนที่เปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลส่งผลต่อสภาพแวดล้อมทางกายภาพ (Physical environment) (Richards, 1952) และส่งผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรที่จำเป็นของตัวแมลงเองและพืชอาหาร รวมทั้งแมลงศัตรูธรรมชาติอีกด้วย (Fogden, 1972) ในเขตร้อนชื้นระดับประชากรของแมลงส่วนใหญ่จะเพิ่มขึ้นสูงสุดในช่วงต้นฤดูฝน (Wolda *at al.,* 1998) เนื่องจากมีแหล่งอาหารรวมทั้งสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต อย่างไรก็ตามมีแมลงบางกลุ่มยกตัวอย่างเช่นแมลงในกลุ่ม secondary wood boring beetles (xylophagous insects) (Coleoptera: Cerambycidae, Burpestidae Curculionidae; Scolytinae, Platypodinae) ที่มีระดับประชากรสูงสุดเมื่อฝนทิ้งช่วงหรือปริมาณน้ำฝนน้อยกว่าปกติทำให้ต้นไม้อยู่ในสภาวะเครียด (drought stress) ง่ายต่อการเข้าทำลายของแมลงในกลุ่มดังกล่าว (Kühnholz *at al.,* 2003; Rouault *et al.,* 2006; Ueda and Shibata, 2005) ฝน (ปริมาณและการกระจาย) มีผลอย่างยิ่งต่อความหลากหลายและระดับประชากรของมอดเอมโบรเซีย เนื่องจากฝนจะมีผลโดยตรงต่อความชื้นของไม้ที่มอดใช้สร้างรัง และการเจริญเติบโตของราในรังของมอด ถ้าปริมาณน้ำฝนมากเกินไปจะทำให้ราเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วจนมอดไม่สามารถควบคุมได้ทำให้ราเจริญจนเต็มพื้นที่รังทำให้มอดไม่สามารถอยู่ได้มอดจะตายในที่สุด หากฝนตกน้อยจนเกินไปทำให้ความชื้นในไม้น้อยเกินไปทำให้ราไม่โตและมอดทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยขาดอาหารและตายในที่สุด (Furniss and Carolin, 1977)

ลักษณะของสังคมพืชในถิ่นที่อยู่อาศัยทั้งความหลากหลายทางชนิดและโครงสร้างของสังคมพืช เป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งต่อการกำหนดความหลากหลายของแมลงในถิ่นที่อาศัยนั้นๆ ทั้งจากปัจจัยที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและแหล่งทรัพยากร ครึ่งหนึ่งของแมลงจัดเป็นแมลงกินพืชและหนึ่งในสี่ที่เหลือกินซากพืชเป็นอาหาร (aprophagous insects) (Borror *at al.,* 1992; Elzinga, 1978; Lanham, 1964) พืชและสังคมพืชจึงมีบทบาท

สำคัญในการกำหนดความหลากหลายของแมลงในถิ่นที่อยู่อาศัยนั้น สังคมพืชสามารถมีอิทธิพลต่อความหลากหลายและองค์ประกอบของแมลงด้วยลักษณะของสังคมพืชสามองค์ประกอบด้วยกันได้แก่ ความหลากหลายของชนิดพืช (Hutchinson, 1959; Hunter and Price, 1992) ลักษณะรูปร่างของพืชที่ปรากฏในแต่ละสังคม (plant architectures) และความหลากหลายทางโครงสร้าง (structural heterogeneity) ของพืช (Bröse, 2003; Dennis *et al*., 1998; Lawton, 1983)

อิทธิพลของความหลากหลายของสังคมพืชต่อความหลากหลายของมอดเอมโบรเซียโดยตรงยังไม่มีการศึกษาอย่างจริงจัง Flechtmann และคณะ (2001) สรุปว่าความหลากหลายของมอดเอมโบรเซียในสวนป่ายูคาลิปตัส และสวนสนสกุล *Pinus* ในประเทศบราซิลซึ่งเป็นสังคมพืชเชิงเดี่ยวามีความหลากหลายใกล้เคียงกับความหลากหลายของแมลงกลุ่มดังกล่าวในท้องถิ่น ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้การศึกษาความหลากหลายของมอดเอมโบรเซียในแต่ลังคมพืชส่วนใหญ่ทำโดย Hulcr และคณะ (2007, 2008a) โดยคณะผู้วิจัยทำการศึกษาความหลากหลายของมอดเอมโบรเซียในสังคมป่าเต็งรัง (dry dipterocarp forest) และป่าดิบผสมไม่ผลัดใบ (mixed evergreen forest) ในพื้นที่ดอยสุเทพ จังหวัดเชียงใหม่ และ ป่าดิบชื้น (tropical rain forest) ในประเทศปาปัวนิวกินีพบว่า ความหลากหลายของมอดเอมโบรเซียมีค่าสูงขึ้นเมื่อความหลากหลายในสังคมพืชสูงขึ้น โดยความหลากหลายของมอดสูงสุดในป่าดิบชื้น (80 ชนิด) รองลงมาได้แก่ป่าดิบผสมไม่ผลัดใบ (48 ชนิด) และ ป่าเต็งรัง (30 ชนิด) ตามลำดับ

การศึกษาความหลากหลายและนิเวศวิทยามอดในวงศ์ย่อย Scolytinae และ Platypodinae ในประเทศไทย

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับมอดเอมโบรเซียในวงศ์ย่อย Scolytidae และ Platypodinae ในประเทศไทยมีไม่มากนัก ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาความหลากหลายทางชนิดมากกว่าการศึกษาในด้านอื่นๆ เช่น นิเวศวิทยา ชีววิทยา หรือการเป็นศัตรูพืช ชนิดของมอดเอมโบรเซียที่พบในประเทศไทยมีรายงานครั้งแรกในปีค.ศ. 1967 และ 1970 โดยนักกีฏวิทยาชาวออสเตรียชื่อ Karl E. Schedl รายงานมอดในวงศ์ย่อย Scolytinae 2 ชนิด ที่ติดไปกับไม้ซุงที่ส่งออกไปยังประเทศญี่ปุ่น และรายงานเพิ่มเติมอีก 5 ชนิดในลักษณะเดียวกัน (Scolytinae 3 ชนิด Platypodinae 2 ชนิด) ในปี ค.ศ. 1980 และ 1981 (Browne, 1980a,b,c) การศึกษาความหลากหลายของมอดในกลุ่มนี้ที่ดำเนินการในประเทศไทยจริงๆ ทำโดยนักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ 2 ท่านคือ F. G. Browne และ R. A. Beaver ในปีค.ศ. 1970-1975 การศึกษาดังกล่าวรายงานมอดในวงศ์ย่อย Scolytinae จำนวน 70 ชนิด [4 ชนิดจำแนกคลาดเคลื่อน (Beaver, 1990)] และวงศ์ย่อย Platypodinae 26 ชนิด รวมทั้งข้อมูลลักษณะทางชีววิทยาและนิเวศวิทยาบางประการของมอดกลุ่มดังกล่าวจากพื้นที่ดอยสุเทพ-ปุย และรอบๆ เมืองเชียงใหม่ ในระยะต่อมาการศึกษาส่วนใหญ่ทำโดย ดร. Roger A. Beaver หรือ นักวิจัยท่านอื่นๆ เป็นผู้สำรวจเก็บตัวอย่างแล้วส่งให้ R. A. Beaver (UK, เชียงใหม่) เป็นผู้จำแนกชนิด การเก็บข้อมูลในงานวิจัยที่เผยแพร่แล้วส่วนใหญ่ถูกจำกัดที่สถานที่หรือช่วงเวลาไม่ได้สำรวจกระจายทั้งประเทศหรือครบรอบปี

ในปีค.ศ. 1990 Beaver รายงานมอดชนิดใหม่ (new species) ที่พบในประเทศไทย 3 ชนิด (Scolytinae 2 ชนิด Platypodinae 1 ชนิด) และ มอดที่พบรายงานในประเทศไทยเป็นครั้งแรกจำนวน 12 ชนิด (Scolytinae 11 ชนิด Platypodinae 1 ชนิด) จากพื้นที่ดอยสุเทพ-ปุย และพื้นที่ใกล้เคียง จังหวัดแม่ฮ่องสอน

และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา ในปีเดียวกัน Murphy และ Meepol (1990) รายงานมอดในกลุ่มดังกล่าวเพิ่มเติมอีก 2 ชนิด ปี ค.ศ. 1999 Beaver รายงานมอด 21 ชนิดในวงศ์ย่อย Scolytinae และ 6 ชนิด ในวงศ์ย่อย Platypodinae จากตัวอย่างที่เก็บจากจังหวัดเชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน ตรัง และสงขลา ในปีค.ศ. 2006 วันนีย์ นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ศึกษาความหลากหลายของมอดในกลุ่มนี้ในพื้นที่ดอยสุเทพ-ปุย และรายงานมอดจำนวน 2 ชนิดในวงศ์ย่อย Platypodinae ที่เป็นชนิดที่ค้นพบใหม่ของโลก (new species) และรายงานมอดในวงศ์ย่อย Scolytinae จำนวน 9 ชนิด และ 4 ชนิดในวงศ์ย่อย Platypodinae ที่รายงานครั้งแรกในประเทศไทย (Puranasakul, 2006) ปี ค.ศ. 2008 Cognato พบมอดชนิดใหม่จากประเทศไทย 1 ชนิด ได้แก่ *Orthotomicus chaokhao* Cognato และปี พ.ศ. 2550-2552 ผู้วิจัยและคณะรายงานมอดในวงศ์ย่อย Scolytinae ที่เข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูปในพื้นที่ 8 จังหวัดภาคใต้ และ มอดที่เข้าทำลายต้นมะม่วงและอบเชยในพื้นที่จังหวัดสงขลา และมอดทำลายไม้สักจากจังหวัดกาญจนบุรีที่เป็นรายงานใหม่ของไทยเพิ่มอีก 6 ชนิด (Sittichaya and Beaver, 2009; ข้อมูลจากการสำรวจ)

จากผลการศึกษาของวันทนีย์แสดงให้เห็นว่ามอดในกลุ่มนี้มีการศึกษาน้อยมากเนื่องจากแม้แต่ในพื้นที่ดอยสุเทพ-ปุยซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการศึกษามอดในกลุ่มนี้มากที่สุดยังพบมอดชนิดใหม่ของโลกถึง 2 ชนิด และพบมอดรายงานครั้งแรกของประเทศถึง 13 ชนิด การศึกษาความหลากหลายทางชนิดของมอดเอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ xyleborini ในพื้นที่ภาคใต้ที่มีการเก็บตัวอย่างอย่างเป็นระบบและต่อเนื่องมีเพียงการศึกษาของผู้วิจัยสองโครงการ ได้แก่ การศึกษาในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาหลวง จังหวัดนครศรีธรรมราช และการศึกษาความหลากหลายในพื้นที่เกษตรที่มีสวนทุเรียนเป็นองค์ประกอบหลักในพื้นที่จังหวัด ชุมพร สุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราช โครงการแรกพบมอดในเผ่าพันธุ์ดังกล่าวทั้งสิ้น 74 ชนิด ในขณะที่ในพื้นที่สวนทุเรียนพบจำนวน 64 ชนิด โดยทั้งสองการศึกษาพบมอดที่รายงานครั้งแรกในประเทศไทยจำนวน 16 ชนิด (วิสุทธิ์ และคณะ, 2554, Sittichaya *et al.,* 2012) รวมรายงานมอดทั้งสองวงศ์ย่อยที่พบในประเทศไทยจำนวน 181 ชนิดแบ่งเป็น วงศ์ย่อย Scolytidae 137 ชนิด และ Platypodinae 44 ชนิด (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ประวัติการศึกษาความหลากหลายทางชนิดของมอดในวงศ์ย่อย Scolytinea และ วงศ์ย่อย Platypodinae วงศ์ Curculionidae ในประเทศไทย

ปีที่ศึกษา (ค.ศ.)	ผู้วิจัย	พื้นที่ศึกษา	จำนวนแมลงรายงานใหม่		หมายเหตุ
			Scolytinae	Platypodinae	
1967 และ 1970	Schedl K. E.	รายงานมอดที่ติดไปกับไม้ที่ส่งออกไปยังประเทศญี่ปุ่น	2	-	Schedl, 1967 และ Schedl, 1970
1970-1975	Beaver R. A. และ Browne F. G.	ดอยสุเทพ-ปุย และพื้นที่ใกล้เคียง จ. เชียงใหม่	64	26	Beaver and Browne, 1975
1980-1981	Browne F. G.	รายงานมอดที่ติดกับไม้ส่งออกไปยังญี่ปุ่น	3	2	Browne, 1980a, b, c Browne, 1981
1970-1986	Beaver R. A.	ดอยสุเทพ-ปุย และพื้นที่ใกล้เคียง แม่ฮ่องสอน โตนงาช้าง จ. สงขลา	13	3	Beaver, 1990
1990	Murphy D.H. และ Meepol W.	ป่าชายเลน จ. ระนอง	2	1	Murphy and Meepol, 1990
1993-1996	Beaver R. A.	ดอยอินทนนท์ จ. เชียงใหม่ เขาช่อง จ. ตรัง	21	6	Beaver, 1999a, b
2004-2005	วันนีย์ ปุรณะสกุล	ดอยสุเทพ-ปุย จ. เชียงใหม่	9	6	Puranasakul, 2006
2008	Cognato A. I.	-	1	-	Cognato, 2008
2006-2008	วิสุทธิ์ สิทธิฉายา Beaver R. A. ธีรพล มังฆมณี อรัญ งามผ่องใส สุรไกร เพิ่มคำ	โรงเลื่อยไม้ยางพารา 8 จังหวัดภาคใต้ และ 5 จังหวัดภาคตะวันออก แปลงมะม่วง จ. สงขลา	6	-	Sittichaya and Beaver, 2009; Kangkamanee *et al*., 2011; Sittichaya, 2012 (และข้อมูลจากการสำรวจ)
2009-2011	วิสุทธิ์ สิทธิฉายา สุรไกร เพิ่มคำ ชาญชัย จรเสมอ Beaver R. A. Cognato A.I.	อุทยานแห่งชาติเขาหลวง จ. นครศรีธรรมราช และ สวนทุเรียน จ. ชุมพร สุราษฎร์ธานี และ ชุมพร	16	-	วิสุทธิ์ และคณะ 2554, Sittichaya *et al.*, 2012
รวม			137	44	

วิธีการดำเนินการวิจัย

พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาเทือกเขาภูเก็ตตั้งในพื้นที่ตั้งแต่อำเภอตะกั่วทุ่ง จ. พังงา คลอบคลุมพื้นที่ฝั่งตะวันตกของ จ. สุราษฎร์ธานี จ. ระนอง และตอนใต้ของจ. ชุมพร พื้นที่ส่วนใหญ่ปกคลุมด้วยป่าดิบชื้นมีฝนตกชุกเกือบตลอดปี (3,600-4200 มิลลิเมตร) สภาพป่ามีลักษณะเป็นป่ารกทึบ ประกอบด้วยพรรณไม้หลายร้อยชนิด ไม้ยืนต้นของเรือนยอดชั้นบนส่วนใหญ่เป็นไม้วงศ์ยาง-ตะเคียน (Dipterocarpaceae) มีลำต้นสูงใหญ่เปลาตรงตั้งแต่ 30 - 50 เมตร ถัดลงมาเป็นไม้ต้นขนาดกลางและขนาดเล็ก ซึ่งสามารถขึ้นอยู่ใต้ร่มเงาของไม้ใหญ่ได้ รวมทั้งต้นไม้ชนิดต่างๆ ในวงศ์หมากหรือปาล์ม (Palmae) พื้นล่างของป่ารกทึบระเกะระกะไปด้วยไม้พุ่ม พืชล้มลุก ระกำ หวาย ไผ่ต่างๆ เถาวัลย์หลากชนิด ตามลำต้นไม้และกิ่งไม้มักจะมีพืชอิงอาศัย (epiphyte) จำพวกเฟิร์น และมอส ขึ้นอยู่ทั่วไป (ธวัชชัย, 2555)

ลักษณะภูมิอากาศของพื้นที่ศึกษาประกอบด้วยฤดูต่างๆ สองฤดูด้วยกันได้แก่ ฤดูฝนตั้งแต่กลางเดือนเมษายนถึงกลางเดือนธันวาคม และฤดูร้อนระหว่างเดือนมกราคมถึงต้นเดือนเมษายน ลักษณะการกระจายของปริมาณน้ำฝนในพื้นที่แบ่งออกเป็นสองช่วงตามอิทธิพลของลมมรสุม ช่วงแรกตั้งแต่กลางเดือนเมษายนถึงกรกฎาคม ได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และช่วงที่สองระหว่างเดือน ตุลาคม-มกราคม ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ สลับด้วยเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยระหว่างกลางของช่วงฝนตกหนักทั้งสองช่วงในเดือนสิงหาคม (เฉพาะพื้นที่ฝั่งตะวันนออก ฝั่งตะวันตกมีฝนตกต่อเนื่องตลอดฤดู) พื้นที่ภาคใต้ถูกขนาบด้วยทะเลทั้งสองด้าน ทำให้ภาคใต้ทั้งสองฝั่งมีอุณหภูมิและระดับความชื้นสัมพัทธ์สูงตลอดทั้งปี และมีความแตกต่างระหว่างฤดู และระหว่างกลางวันและกลางคืนค่อนข้างต่ำ ในปี พ.ศ. 2553 อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปีมีค่าเท่ากับ 27.55±1.20 องศาเซลเซียส สูงสุดในเดือนพฤษภาคม 29.65 องศาเซลเซียส และต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน 25.83 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี 81.82±4.05 เปอร์เซ็นต์ สูงสุดในเดือนพฤศจิกายน 90.43 เปอร์เซ็นต์ ต่ำสุดช่วงเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม เฉลี่ย 77.68 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม ระดับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายใต้เรือนยอดไม้ (under-canopy micro-climate) ในพื้นที่ศึกษาป่าดิบชื้นมีความแตกต่างจากข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศซึ่งเป็นพื้นที่โล่ง โดยระดับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ใต้เรือนยอดของป่าดิบชื้นมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าพื้นที่โล่ง 2.23±0.37 องศาเซลเซียส และ ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าพื้นที่โล่ง 8.07±2.65 เปอร์เซ็นต์ (วิสุทธิ์ และคณะ, 2554)

พื้นที่ศึกษาครอบคลุมพื้นที่ป่าดิบชื้นบริเวณเทือกเขาภูเก็ตตั้งแต่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลอง-นาคา จังหวัดระนองถึงอุทยานแห่งชาติเขาหลัก-ลำรู่ จังหวัดพังงา เลือกตัวแทนในพื้นที่ศึกษาจำนวน 5 จุดได้แก่ บริเวณอุทยานแห่งชาติเขาหลักลำรู่ จ.พังงา 1 จุด อุทยานแห่งชาติเขาสก จ. สุราษฎร์ธานี 2 จุด อุทยานแห่งชาติศรีพังงา จ. พังงา 1 จุด และพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองนาคาจำนวน 1 จุด (ภาพที่ 1) รายละเอียดของจุดที่ใช้วางกับดักแสดงในตารางที่ 2

ภาพที่ 1 แผนที่แสดงพื้นที่ศึกษา จุดที่ 1 อุทยานแห่งชาติเขาหลัก-ลำรู่ จ. พังงา จุดที่ 2 และ 3 อุทยานแห่งชาติเขาสก จ. สุราษฎร์ธานี จุดที่ 4 อุทยานแห่งชาติศรีพังงา จุดที่ 5 เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองนาคา จ. ระนอง

ตารางที่ 2 จุดที่เลือกสำหรับวางกับดักชนิด กับดักขวดน้ำ (ethanol baited bottle traps) ในพื้นที่ศึกษา

พื้นที่เขตอนุรักษ์	**จุดวางกับดัก**	**พิกัดภูมิศาสตร์**
อุทยานแห่งชาติเขาหลัก-ลำรู่ จ. พังงา	น้ำตกโตนช่องฟ้า ต. คึกคัก อ. ตะกั่วป่า	N 08°39’42’’/E 98°16’50’’, 57-280 MSL
อุทยานแห่งชาติเขาสก จ. สุราษฎร์ธานี	หน่วยพิทักษ์อุทยาน บางหมาน ต. คลองศก อ. พนม	N 08°55’20’’/E 98°40’07’’
	ที่ทำการอุทยานแห่งชาติเขาสก ต. คลองศก อ. พนม	N 08°55’16’’/E 98°31’42’’
อุทยานแห่งชาติศรีพังงา จ. พังงา	ที่ทำการอุทยานแห่งชาติศรีพังงา ต. บางวัน อ. ตะกั่วป่า	N 08°59’53’’/E 98°27’30’’, 36-163 MSL
เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองนาคา จ. ระนอง	ที่ทำการเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองนาคา ต.นาคา อ. สุขสำราญ	N 09°27’38’’/E 98°30’29’’ 25-67 MSL

การเก็บตัวอย่างแมลง

เก็บตัวอย่างมอดเอมโบเก็บตัวอย่างมอดเอมโบรเซียโดยใช้กับดักขวดน้ำ (ethanol baited bottle traps) (ภาพที่ 2) ในบริเวณที่กำหนด การวางกับดักบริเวณป่าดิบชื้นดั้งเดิม (primary forest) หรือเป็นป่าทดแทนระยะสุดท้าย (last stages secondary forest) ที่มีความใกล้เคียงกับสภาพป่าดิบชื้นดั้งเดิมในพื้นที่ (เพื่อให้ลักษณะพื้นที่ศึกษามีความใกล้เคียงกันทุกพื้นที่และลดความเป็นไปได้ไม่ให้มอดที่พบมากในพื้นที่เกษตรมาติดกับดัก) วางกับดักจุดละ 10 กับดักในแนวเส้นตรงสูงจากพื้น 1.5 เมตร ระยะห่างระหว่างกับดัก 100 เมตร โดยจุดที่วางกับดักห่างจากบริเวณขอบป่าอย่างน้อย 1 กิโลเมตรเพื่อลดอิทธิพลของพื้นที่ขอบและการเคลื่อนย้ายของแมลงจากพื้นที่เกษตร เก็บตัวอย่างทุกๆ 1 เดือน (ทุกวันที่ 1-3 ของเดือน) ระยะเวลาติดต่อกัน 1 ปี (เมษายน2557-เมษษยน 2558) บันทึกข้อมูลอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ใต้เรือนยอด ของพื้นที่ศึกษาตลอดระยะเวลาดำเนินการวิจัยโดยใช้ เครื่องบันทึก Hobo pro v2 Temperature/Humidity data loger-U23, Onset® Computer Corporation, MA. จำนวน 2 จุดได้แก่บริเวณจุดที่ 2 ของอุทยานแห่งชาติเขาสกและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองนาคา และนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากสถานีอุตุนิยมวิทยาพังงาและระนองมาใช้ประกอบการวิจัย

ภาพที่ 2 กับดักขวดน้ำที่ใช้ในการศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูล

เนื่องจากผลการเก็บตัวอย่างโดยใช้กับดัก Multiple funnel trap (Lindgren Funnel Traps) ตลอดระยะเวลาศึกษา 14 เดือนพบว่ากับดักชนิดดังกล่าวมีประสิทธิภาพต่ำในการดักมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini เมื่อเปรียบเทียบกับกับดักที่ดัดแปลงจากขวดน้ำ (รายละเอียดกับดักใน วิสุทธิ์ และชนาธิป 2561) โดยผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพมีรายละเอียดในเอกสารภาคผนวก 1 ในการศึกษาครั้งนี้จึงใช้ผลจากการใช้กับดักขวดน้ำซึ่งผู้วิจัยทำคู่ขนานกับกับดักชนิดแรกเพียงอย่างเดียว

นำตัวอย่างแมลงมาจำแนกชนิด นับจำนวนแมลงในแต่ละกับดักแยกเป็นรายเดือน นำข้อมูลจำนวนแมลงมาคำนวณความหลากหลายทางชีวภาพในแต่ละกลุ่มพื้นที่ศึกษา โดยใช้ดัชนีความหลาก H คำนวณด้วย Shannon-Wiener diversity index และ Fisher's alpha diversity index และคำนวณจำนวนชนิดที่พบต่อระยะเวลาในการศึกษา (computed species accumulation curve) โดยใช้ Mao Tau-function (analytical analog of randomized rarefaction procedure) เพื่อเปรียบเทียบแนวโน้มจำนวนชนิดที่พบต่อระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง และคำนวณจำนวนชนิดที่คาดว่าจะพบทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา (total species richness) ด้วย Chao1- (abundance based) และ Chao2- (incidence based) species richness estimators โดยดัชนีความหลากหลายและชนิดที่พบทั้งหมดในพื้นที่ศึกษาคำนวณด้วยโปรแกรม EstimateS (Colwell, 2005) เปรียบเทียบความแตกต่าง (species turn-overate) ของชนิดของมอดที่พบระหว่างกลุ่มพื้นที่ศึกษาโดยใช้ Chao-Sørensen similarity index (Chao et al., 2005) และศึกษาความสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างจำนวนมอดแต่ละชนิดที่พบในแต่ละเดือนกับปัจจัยภูมิอากาศ (ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์) โดยการวิเคราะห์ linear regression เปรียบเทียบชนิดเด่นที่พบและชนิดที่พบจากการศึกษาครั้งนี้กับการทดลองก่อนหน้าในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา จังหวัดนราธิวาส และป่าเทือกเขานครศรีธรรมราช จังหวัดสงขลา ตัง และนครศรีธรรมราชเพื่อการศึกวิเคราะห์การกระจายของมอดในพื้นที่ภาคใต้ และนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์การกระจายโดยวิธี Canonical Corespondense Analysis (CCA)

ผลการศึกษา

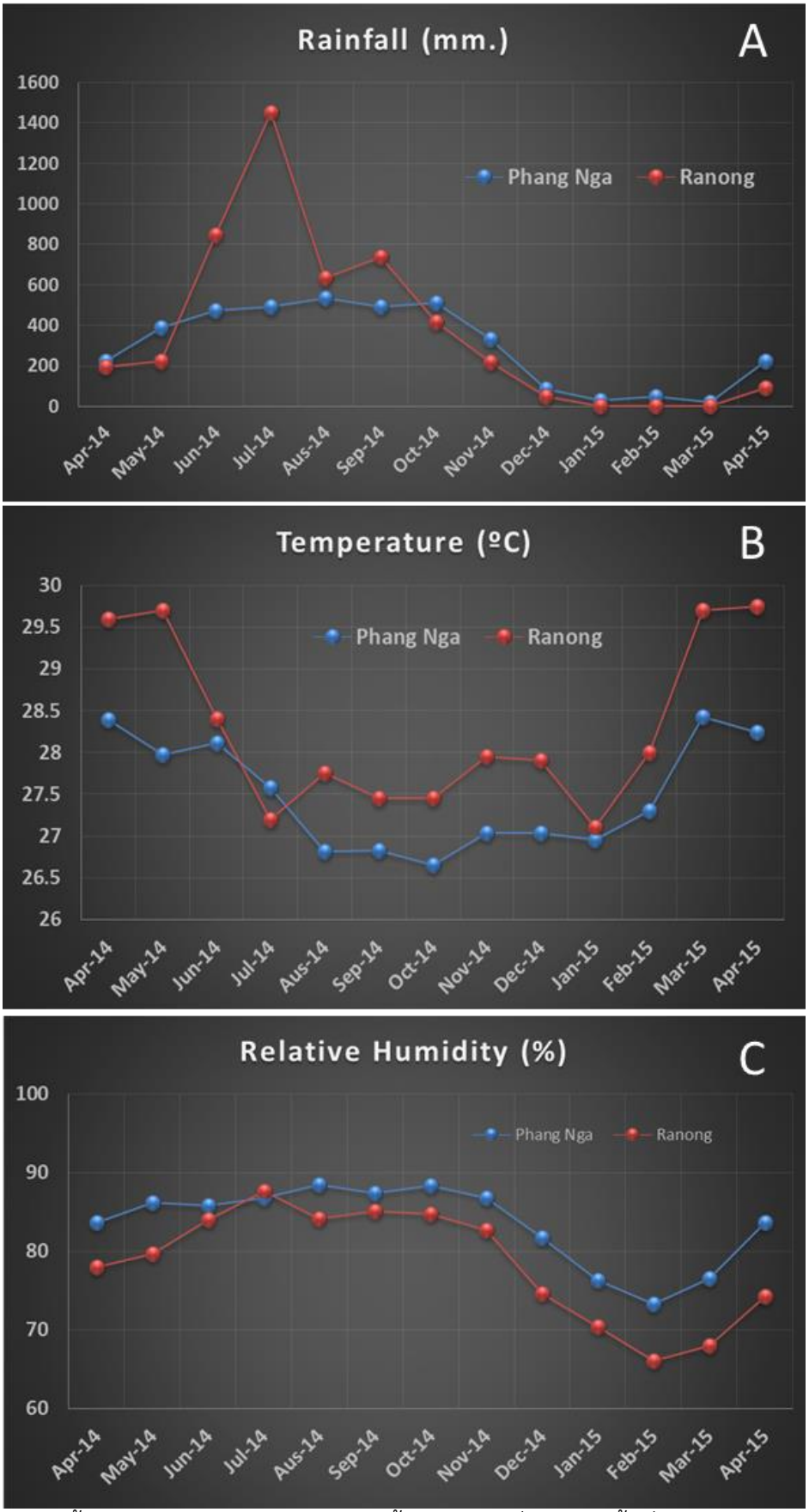
ลักษณภูมิอากาศในพื้นที่ศึกษา

ลักษณะภูมิอากาศของพื้นที่ศึกษาพื้นที่ภาคใต้ประกอบด้วยสองฤดูได้แก่ ฤดูฝนตั้งแต่กลางเดือนเมษายนถึงเดือนธันวาคมและฤดูร้อนระหว่างมกราคมถึงเมษายน ลักษณะการกระจายของปริมาณน้ำฝนในพื้นที่แบ่งออกเป็นสองช่วงตามอิทธิพลของลมมรสุม ช่วงแรกตั้งแต่กลางเดือนเมษายนถึงเดือนกรกฎาคม ได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และช่วงที่สองระหว่างเดือนตุลาคม-ธันวาคมได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือทำให้ปริมาณน้ำฝนมีปริมาณสูงต่อเนื่องตั้งแต่ช่วงต้นฤดูฝนในเดือนเมษายนถึงเดือนพฤศจิกายน และลดลงเข้าสู่ฤดูแล้งปริมาณน้ำฝนต่ำในเดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคม โดยปริมาณน้ำฝนในปีที่ทำวิจัย เม.ย.2557-เม.ย.2558 ปริมาณน้ำฝนสะสมรายปีในพื้นที่จังหวัดระนองมีปริมาณสูงกว่าค่าเฉลี่ย (4,275.4 มิลลิเมตร) โดยมีปริมาณน้ำฝนรวม 4,782.00 มิลลิเมตร และปริมาณน้ำฝนสูงกว่าเกณฑ์ปกติ (สูงสุด 814.7 มิลลิเมตรในเดือนสิงหาคม) ในเดือนกรกฎาคมจำนวน 1,451.40 มิลลิเมตร (ภาพที่ 3A ตารางที่ 3)

พื้นที่ภาคใต้ตั้งอยู่ในเขตโซนร้อนถูกขนาบด้วยทะเลทั้งสองด้านทำให้ภาคใต้ทั้งสองฝั่งมีอุณหภูมิและระดับความชื้นสัมพัทธ์ (RH) สูงตลอดทั้งปี และมีความแตกต่างระหว่างฤดู และระหว่างกลางวันและกลางคืนค่อนข้างต่ำ โดยแนวโนมการเปลี่ยนแปลงระดับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ตลอดทั้งปีมีความสอดคล้องกับปริมาณน้ำฝนกล่าวคือในเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนสูงแนวโน้มความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงและอุณภูมิเฉลี่ยต่ำและในทางกลับกัน โดยในช่วงการทำวิจัยเดือนเมษายน 2557-เมษายน 2558 มีอุณภูมิเฉลี่ยในพื้นที่ภาคใต้ฝั่งตะวันตกจังหวัดพังงาและระนองเท่ากับ 27.49±0.66 องศาเซลเซียส และ 28.30±1.02 องศาเซลเซียสลำดับ โดยระดับอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดในเดือนมีนาคม-พฤษภาคม และต่ำสุดในเดือน กรกฎาคม-กุมภาพันธ์ โดยค่าเฉลี่ยโดยรวมระดับอุณหภูมิในพื้นที่จังหวัดระนองมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าพื้นที่จังหวัดพังงา (ภาพที่ 3B)

ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี 83.46 เปอร์เซ็นต์ และ 94.36 เปอร์เซ็นต์ ในพื้นที่จังหวัดพังงาและระนองตามลำดับ ในพื้นที่ภาคใต้ฝั่งตะวันตกมีช่วงเวลาที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง (สูงกว่า 80%) ในเดือนเมษายน-พฤศจิกายนและธันวาคม ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำในเดือนมกราคม-มีนาคม โดยภาพรวมพื้นที่จังหวัดระนองจะมีแนวโน้มความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่ำกว่าจังหวัดพังงา (ภาพที่ 3C)

ระดับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายใต้เรือนยอดไม้ (under canopy micro-climate) ในพื้นที่ศึกษาป่าดิบชื้นมีความแตกต่างจากข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศซึ่งเป็นพื้นที่โล่ง โดยระดับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ใต้เรือนยอดของป่าดิบชื้นพื้นที่ภาคใต้ฝั่งตะวันตกมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าพื้นที่โล่ง 2.81±0.33 องศาเซลเซียส และ 13.30±3.82 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 3 ตารางที่ 3) อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนสูงสุด-ต่ำสุดอยู่ระหว่าง 23.91-26.71 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือนสูงสุด-ต่ำสุดอยู่ระหว่าง 85.61-98.68% (ตารางที่ 3)



ภาพที่ 3 ปริมาณน้ำฝน (A) อุณหภูมิ (B) และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (C) ในพื้นที่ศึกษาและขอมูลจากสถานีอุตุนิยมวิยาประจำจังหวัด

ตารางที่ 3 ข้อมูลสภาพอากาศท้องถิ่น (สถานีอุตุนิยมวิทยา) และภายใต้เรือนยอดบริเวณพื้นที่ศึกษา

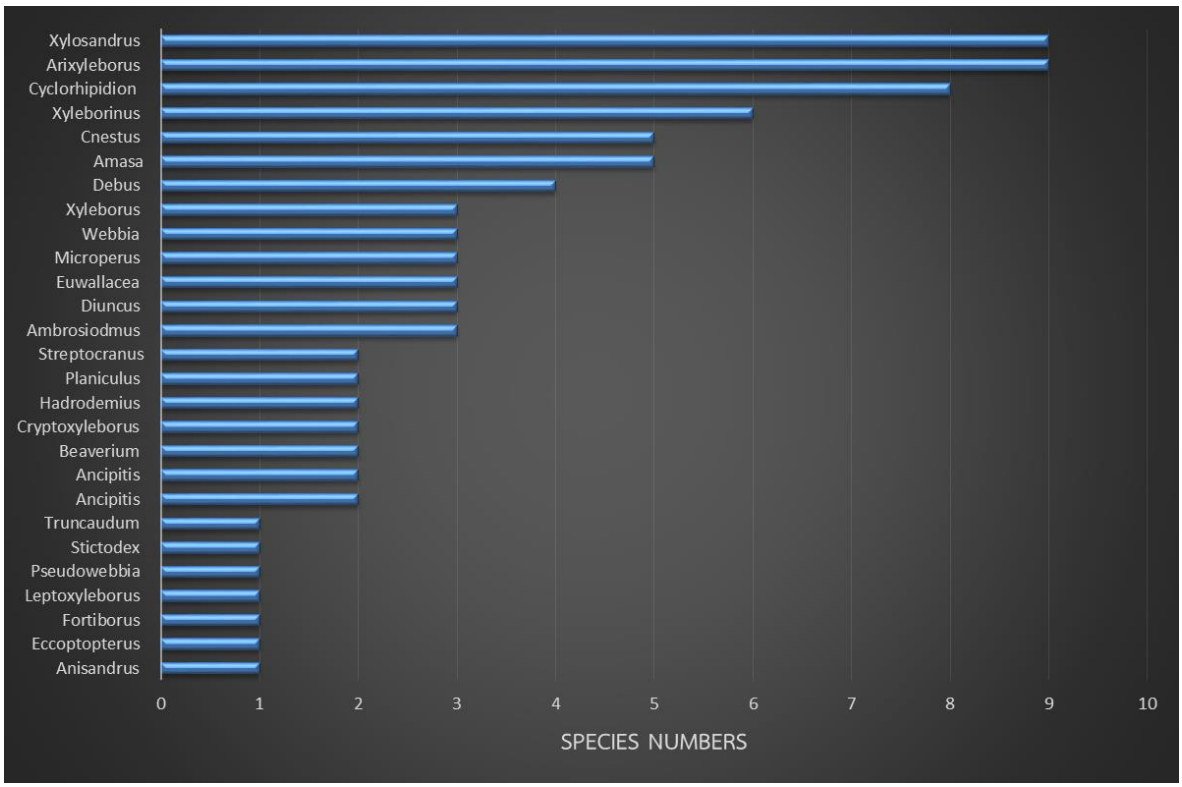
เดือน	พังงา					ระนอง				
	RF	Tst	Tmt	RHst	RHmt	RF	Tst	Tmt	RHst	RHmt
เม.ย.-57	**222.50**	25.84	28.39	91.93	83.61	197.4	26.71	29.60	90.61	83.61
พ.ค.-57	**389.10**	25.40	27.97	95.18	86.15	225.3	26.27	29.70	94.82	86.15
มิ.ย.-57	**473.00**	24.95	28.12	98.03	85.84	845.8	25.82	28.40	97.70	85.84
ก.ค.-57	**491.80**	24.51	27.58	98.68	86.78	1451.4	25.15	27.20	99.18	86.78
ส.ค.-57	**534.50**	24.31	26.82	97.60	88.5	634.8	24.81	27.75	98.13	88.5
ก.ย.-57	**494.50**	24.14	26.83	97.59	87.35	736.6	24.78	27.45	98.24	87.35
ต.ค.-57	**511.70**	24.17	26.65	97.50	88.35	419.1	24.85	27.45	98.10	88.35
พ.ย.-57	**332.90**	24.75	27.04	95.80	86.75	220.2	25.11	27.95	97.86	86.75
ธ.ค.-57	**84.30**	24.44	27.04	93.77	81.7	48.3	24.54	27.90	97.07	81.7
ม.ค.-58	**32.10**	23.91	26.96	89.44	76.33	0.4	24.20	27.10	91.95	76.33
ก.พ.-58	**47.20**	24.26	27.3	85.61	73.35	0.2	24.99	28.00	85.63	73.35
มี.ค.-58	**21.70**	25.47	28.43	89.33	76.57	3.3	26.63	29.70	85.77	76.57
เม.ย.-58	**225.50**	25.76	28.24	93.05	83.68	89.2	26.56	29.75	91.57	83.68
average	3860.80	24.76	27.49	94.12	83.46	4872.00	25.42	28.30	94.36	83.46

RF= ปริมาณน้ำฝน (mm.), Tst=อุณหภูมิพื้นที่ศึกษา (°), Tmt= อุณหภูมิสถานีอุตุนิยมวิทยา (°), RHst=ความชื้นสัมพัทธ์พื้นที่ศึกษา (%), RHmt= ความชื้นสัมพัทธ์สถานีอุตุนิยมวิทยา (%),

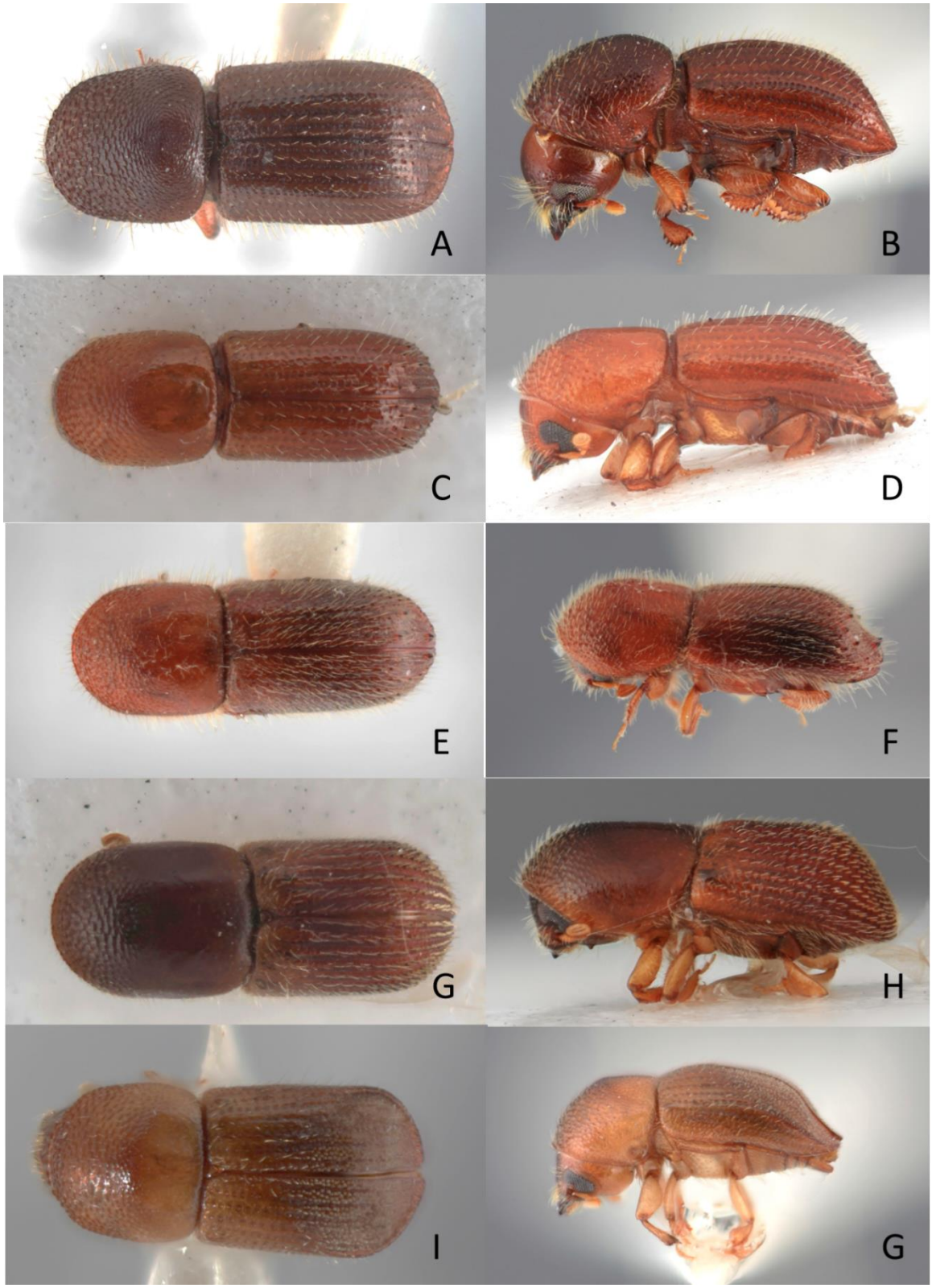
ชนิดและองค์ประกอบของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ศึกษา

จากผลการวางกับดักระยะเวลาศึกษา 13 เดือน (เมษายน 2557-เมษายน 2558) พบมอดจำนวนทั้งสิ้น 10,079 ตัว จำแนกเป็น 81 ชนิด ใน 27 สกุล[1] (ตารางที่ 4) จำนวนชนิดที่พบในแต่ละสกุลแสดงในภาพที่ 4 ผลการศึกษาพบว่ามีมอดเอมโบรเซียที่จัดเป็นชนิดเด่นในพื้นที่ศึกษาพบมากที่สุด 4 ชนิดได้แก่ *Ambrosiodmus conspectus* (Schedl) (2,099 ตัว 20.83%) *Xyleborus perforans* (Wollaston) (1,766 ตัว 22.74%) *Cyclorhipidion pruinosum* (Blandford) (1,438 ตัว 22.74%) *Arixyleborus rugosipes* Hopkins (1,214 ตัว 10.96%) ตามลำดับ (ภาพที่ 5) มอดเอมโบรเซียชนิดอื่นๆ พบในปริมาณลดหลั่นกันไป ปริมาณที่พบไม่แตกต่างกันเด่นชัด โดยพบมอดที่มีจำนวนตัวต่อชนิดตั้งแต่ 100-500 ตัว จำนวน 11 ชนิด (13.58% ของจำนวนชนิดที่พบ) จำนวน 50-100 ตัว จำนวน 4 ชนิด (4.94% ของจำนวนชนิดที่พบ) 10-50 ตัว จำนวน 26 ชนิด (32.10% ของจำนวนชนิดที่พบ) และต่ำกว่า 10 ตัวต่อชนิดจำนวน 36 ชนิด (44.44% ของจำนวนชนิดที่พบ) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจำนวนมอดที่จับได้ในแต่ละจุดพบว่ามีจำนวนไม่แตกต่างกัน มีจำนวนรวมอยู่ระหว่าง 1,687 ตัวบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาหลัก-ลำรู่ และ 2,574 ตัวบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาสกจุดที่ 1 ตามลำดับ

[1] มอดสกุล Wallacelus ถูกยุบรวมกับสกุล Euwallacea



ภาพที่ 4 จำนวนชนิด (species) ในแต่ละสกุลของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ที่พบในพื้นที่ศึกษา



ภาพที่ 5 มอดแอมโบรเซียชนิดที่พบมากที่สุด 4 ชนิดแรกในพื้นที่ศึกษาเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย A,B *Ambrosiodmus conspectus* (Schedl), C,D *Xyleborus perforans* (Wollaston), E,F *Cyclorhipidion pruinosum* (Blandford), G,H *Arixyleborus rugosipes* Hopkins, I,J *Leptoxyleborus sordicauda* (Motschulsky)

ตารางที่ 4 ชนิดและสัดสวนของมอดเอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ศึกษาเทือกเขาภูเก็ต

ลำดับ	ชนิด	เขาหลัก	เขาสก1	เขาสก2	ศรีพังงา	คลองมาดา	รวม	%
1	*Ambrosiodmus conspectus (Schedl)*	400	394	838	293	174	2099	20.83
2	*Xyleborus perforans (Wollaston)*	219	616	270	214	447	1766	17.52
3	*Cyclorhipidion pruinosum (Blandford)*	165	594	236	187	256	1438	14.27
4	*Arixyleborus rugosipes Hopkins*	216	102	106	563	227	1214	12.04
5	*Leptoxyleborus sordicauda* (Motschulsky)	73	150	37	31	196	487	4.83
6	*Diuncus quadrispinosulus (Eggers)*	66	37	38	127	60	328	3.25
7	*Eccoptopterus spinosus (Olivier)*	64	116	20	22	57	279	2.77
8	*Xyleborinus perpusillus (Eggers)*	21	78	66	43	64	272	2.70
9	*Arixyleborus puberulus (Blandford)*	70	69	22	48	43	252	2.50
10	*Xyleborinus andrewesi (Blandford)*	9	43	25	80	93	250	2.48
11	*Xylosandrus mancus (Blandford)*	38	13	30	92	27	200	1.98
12	*Arixyleborus mediosectus (Eggers)*	0	4	23	94	4	125	1.24
13	*Xyleborus affinis Eichhoff*	3	46	32	6	32	119	1.18
14	*Cyclorhipidion aff. foersteri (Hagedorn)*	28	2	5	40	37	112	1.11
15	*Debus emarginatus (Eichhoff)*	32	20	14	17	24	107	1.06
16	*Xylosandrus compactus (Eichhoff)*	53	19	6	4	10	92	0.91
17	*Xylosandrus morigerus (Blandford)*	9	57	7	4	10	87	0.86
18	*Xylosandrus crassiusculus (Motschulsky)*	11	41	16	10	2	80	0.79
19	*Arixyleborus suturalis (Eggers)*	3	8	12	9	19	51	0.51
20	*Debus fallax (Eichhoff)*	20	7	5	3	14	49	0.49
21	*Microperus perparvus (Sampson)*	3	8	4	7	21	43	0.43
22	*Cnestus bicornis (Eggers)*	8	12	13	4	1	38	0.38
23	*Xyleborinus exiguus (Walker)*	1	19	2	0	16	38	0.38
24	*Arixyleborus granulifer (Eggers)*	5	27	0	1	4	37	0.37
25	*Debus sp vestitus (Debus adusticollis)*	15	1	7	3	11	37	0.37
26	*Ancipitis depressus (Eggers)*	17	2	10	1	5	35	0.35
27	*Ambrosiodmus asperatus (Blandford)*	5	15	1	7	1	29	0.29
28	*Xylosandrus discolor (Blandford)*	5	2	3	17	2	29	0.29
29	*Pseudowebbia trepanicauda (Eggers)*	3	0	1	12	10	26	0.26
30	*Cyclorhipidion bodoanum (Reitter)*	6	7	2	7	1	23	0.23

ตารางที่ 4 ชนิดและสัดสวนของมอดเอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ศึกษาเทือกเขาภูเก็ต(ต่อ)

ลำดับ	ชนิด	เขาหลัก	เขาสก1	เขาสก2	ศรีพังงา	คลองมาดา	รวม	%
31	*Microperus nudibrevis (Schedl)*	4	8	3	2	6	23	0.23
32	*Xylosandrus subsimilis (Eggers)*	8	0	1	7	6	22	0.22
33	*Ancipitis punctatissimus (Eichhoff)*	17	0	0	0	3	20	0.20
34	*Arixyleborus scabripennis (Blandford)*	2	9	4	1	4	20	0.20
35	*Cnestus mutilatus (Blandford)*	4	5	8	0	2	19	0.19
36	*Diuncus javanus (Schedl)*	0	19	0	0	0	19	0.19
37	*Microperus diversicolor (Eggers)*	9	3	3	3	0	18	0.18
38	*Euwallacea destruens (Blandford)*	15	0	0	0	0	15	0.15
39	*Webbia duodecimspinatus Schedl*	4	4	2	4	0	14	0.14
40	*Debus pumilus (Eggers)*	6	0	1	3	2	12	0.12
41	*Anisandrus hirtus (Hagedorn)*	3	3	0	0	5	11	0.11
42	*Webbia aff. dipterocarpi Hopkins*	1	0	2	8	0	11	0.11
43	*Cnestus rostratus Schedl*	2	0	6	1	1	10	0.10
44	*Hadrodemius pseudocomans (Eggers)*	6	3	1	0	0	10	0.10
45	*Xyleborinus horridulus (Browne)*	2	0	3	4	1	10	0.10
46	*Beaverium lantanae (Eggers)*	3	0	0	1	3	7	0.07
47	*Stictodex dimidiatus (Eggers)*	2	1	3	1	0	7	0.07
48	*Xylosandrus sp1*	7	0	0	0	0	7	0.07
49	*Xylosandrus deruptеterminatus (Schedl)*	1	2	1	2	1	7	0.07
50	*Cnestus aff improcerus (Sampson)*	0	0	4	0	1	5	0.05
51	*Cryptoxyleborus vestigator (Schedl)*	3	0	1	1	0	5	0.05
52	*Planiculus limatus (Schedl)*	0	0	1	0	4	5	0.05
53	*Arixyleborus minor (Eggers)*	1	0	1	1	1	4	0.04
54	*Diuncus ciliatoformis (Schedl)*	1	1	1	1	0	4	0.04
55	*Truncaudum agnatum (Eggers)*	1	0	1	0	2	4	0.04
56	*Xyleborinus sculptilis (Schedl)*	4	0	0	0	0	4	0.04
57	*Amasa schlichi (Stebbing)*	0	1	0	2	0	3	0.03
58	*Cyclorhipidion pruinosum (Blandford)*	1	0	0	0	2	3	0.03
59	*Cyclorhipidion 3*	0	1	0	0	2	3	0.03
60	*Planiculus laevis (Eggers)*	0	0	0	0	3	3	0.03

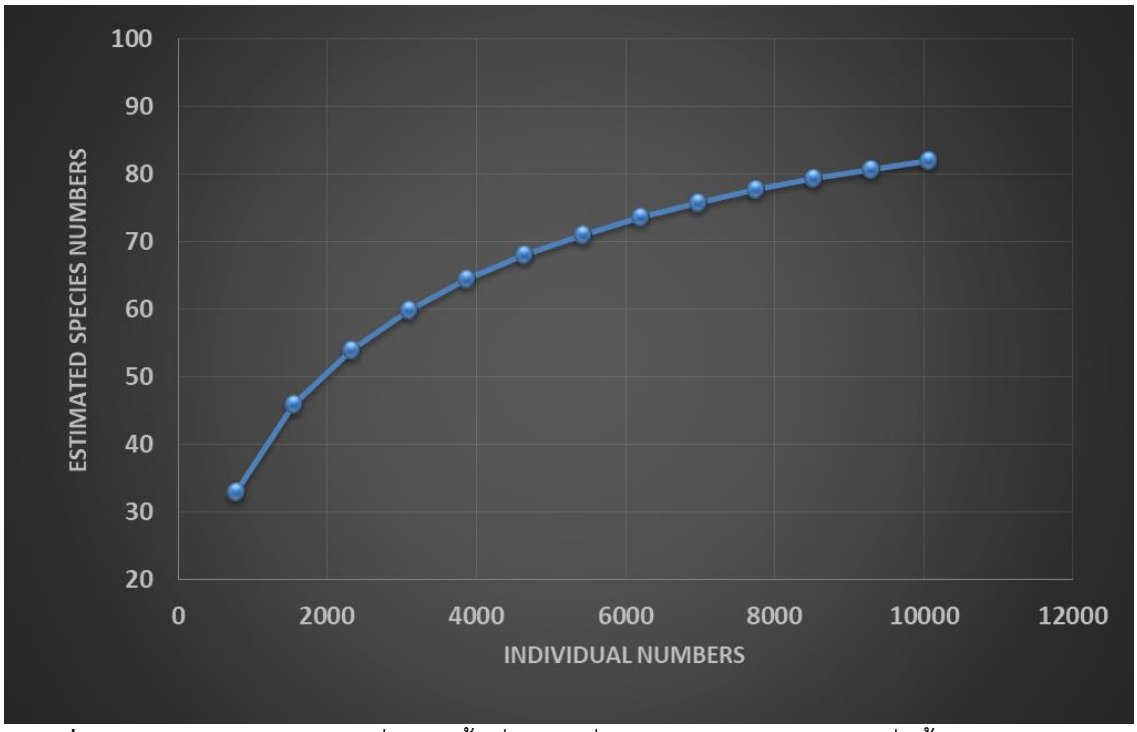
ตารางที่ 4 ชนิดและสัดสวนของมอดเอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ศึกษาเทือกเขาภูเก็ต(ต่อ)

ลำดับ	ชนิด	เขาหลัก	เขาสก1	เขาสก2	ศรีพังงา	คลองนาคา	รวม	%
61	*Webbia divisus Browne*	0	1	2	0	0	3	0.03
62	*Xyleborus metacuneolus Eggers*	3	0	0	0	0	3	0.03
63	*Amasa beesoni (Eggers)*	2	0	0	0	0	2	0.02
64	*Arixyleborus leprosulus Schedl*	1	0	0	0	1	2	0.02
65	*Cyclorhipidion obtusus (Eggers)*	0	0	0	0	2	2	0.02
66	*Fortiborus pseudopilifer (Schedl)*	1	0	0	0	1	2	0.02
67	*Streptocranus bicuspis Browne*	1	0	1	0	0	2	0.02
68	*Streptocranus sp1*	0	1	1	0	0	2	0.02
69	*Euwallacea similis (Ferrari)*	0	0	0	1	1	2	0.02
70	*Amasa aff. resecta*	0	0	0	0	1	1	0.01
71	*Amasa truncatus (Erichson)*	0	1	0	0	0	1	0.01
72	*Amasa sp1*	0	0	0	1	0	1	0.01
73	*Ambrosiodmus sarawakensis (Eggers)*	1	0	0	0	0	1	0.01
74	*Beaverium aff. latus Egger*	0	0	0	1	0	1	0.01
75	*Cnestus murayamai (Schedl)*	1	0	0	0	0	1	0.01
76	*Cryptoxyleborus simplex (Schedl)*	0	0	0	1	0	1	0.01
77	*Cyclorhipidion 1*	0	1	0	0	0	1	0.01
78	*Cyclorhipidion 2*	0	1	0	0	0	1	0.01
79	*Euwallacea aff. semirudis(Blandford)*	0	0	0	1	0	1	0.01
80	*Hadrodemius globus (Blandford)*	1	0	0	0	0	1	0.01
81	*Xyleborinus artestriatus (Eichhoff)*	1	0	0	0	0	1	0.01
	รวม	**1,687**	**2,574**	**1,902**	**1,993**	**1,923**	**10079**	**100.00**

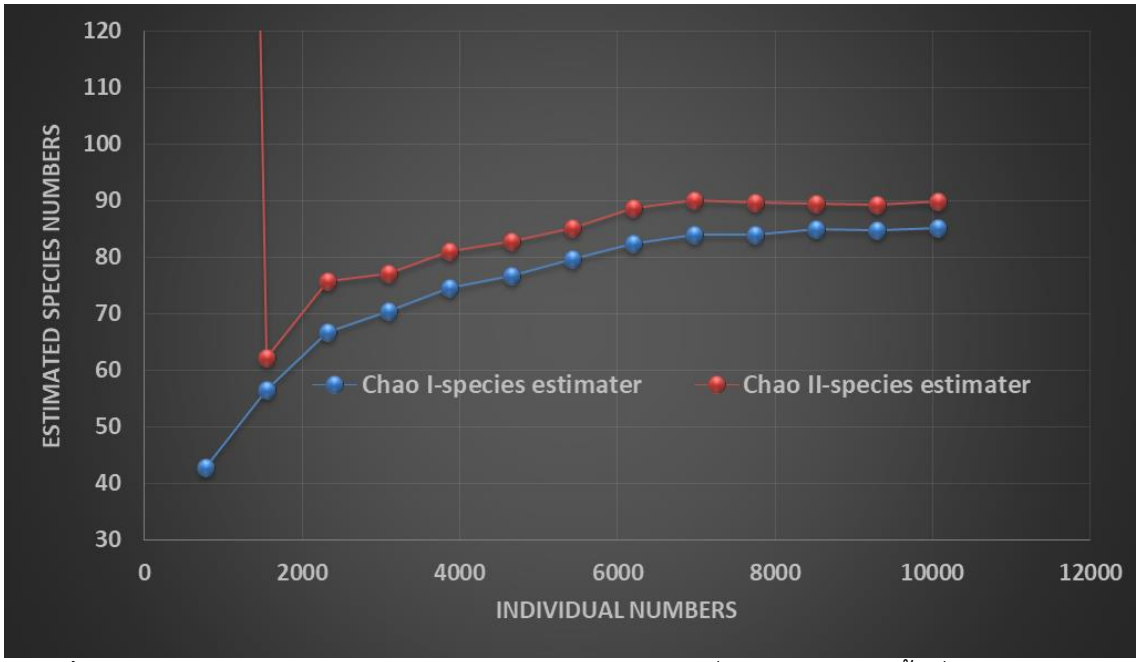
ความหลากหลายของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ศึกษา

กราฟจำนวนชนิดสะสมที่พบในพื้นที่ศึกษาเมื่อเก็บตัวอย่างเพิ่มขึ้น (species accumulation curve) คำนวนโดยใช้ Mao Tau function (Colwell 2005) (ภาพที่ 6) มีแนวโน้มจำนวนชนิดที่พบมากขึ้น เมื่อคำนวณจำนวนชนิดที่คาดว่าจะพบทั้งหมดในพื้นที่ศึกษาด้วย Chao1 (abundance-based) และ Chao2-(incidence-based) species richness estimator พบว่าจำนวนชนิดที่คาดว่าจะพบทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 85.11±3.10 (±95% CI: 82.61-97.85) ชนิด และ 89.91±5.36 (±95% CI: 84.37-108.41) ชนิด ตามลำดับ (ภาพที่ 7) ค่าดังกล่าวใกล้เคียงกับจำนวนชนิดทั้งหมดที่พบจากการศึกษาในครั้งนี้ จำนวน 81 ชนิด เมื่อพิจารณาแนวโน้มของกราฟจำนวนชนิดของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ xyleborini ที่คาดว่าจะพบในพื้นที่ศึกษาในภาพที่ 7 พบว่ากราฟพัฒนาเข้าสู่จุดคงที่ (asymptotic point) แสดงว่าจำมอดที่คำนวณได้มีค่าใกล้เคียงกับจำนวนชนิดของมอดที่มีอยู่จริงในพื้นที่ศึกษาหากใช้จำนวนกับดักและระยะเวลาในการศึกษาดังกล่าว ค่าดัชนี

ความหลากหลาย (±SD) ของมอดกลุ่มดังกล่าวคำนวณด้วย Shannon-Wiener diversity index และ Fisher's alpha diversity index มีค่าเท่ากับ 2.83±0.13 และ 12.21±0.51 ตามลำดับ



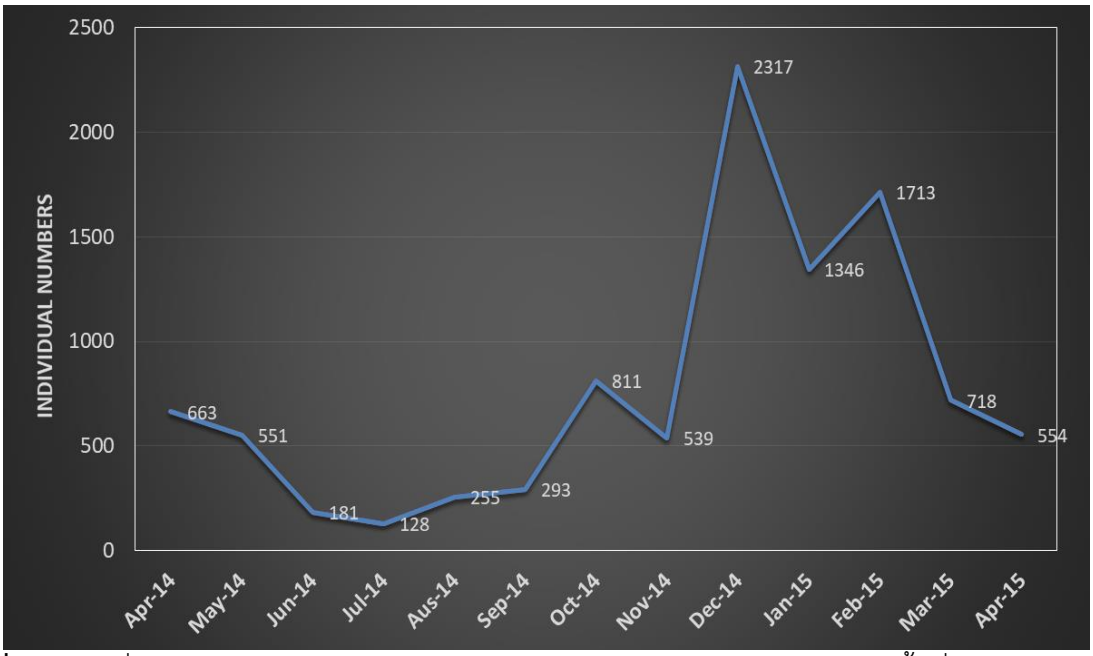
ภาพที่ 6 กราฟจำนวนชนิดสะสมที่พบในพื้นที่ศึกษาเมื่อจำนวนการเก็บตัวอย่างเพิ่มขึ้น (species accumulation curve) คำนวนโดยใช้ Mao Tau function (Colwell 2005)



ภาพที่ 7 จำนวนชนิดของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ xyleborini ที่คาดว่าจะพบในพื้นที่ศึกษาคำนวณโดย Chao1- (abundance-based) และ Chao2- (incidence-based) species richness estimators

พลวัติประชากรของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ศึกษา

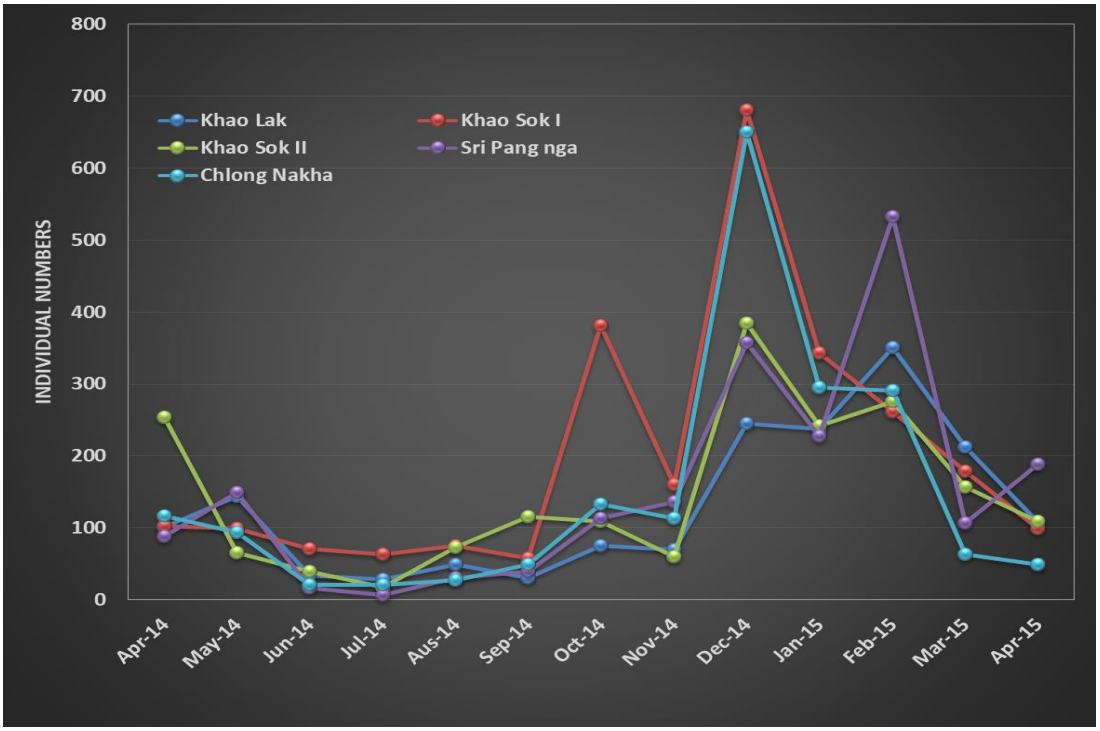
การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรในรอบปีของมอดแอมโบรซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ศึกษาเทือกเขาภูเก็ต พบว่าระดับประชากรมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล โดยมีระดับประชากรสูงสุดปีละ 1 ครั้งในปลายฤดูฝนในเดือนพฤศจิกายนต่อเนื่องสู่กลางฤดูร้อน (ม.ค.-ก.พ.) และมีระดับประชากรต่ำในฤดูฝน (พ.ค.-พ.ย.) โดยรูปแบบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงประชากรในรอบปีมีระดับประชากรสูงสุดทันทีหลังสิ้นสุดฤดูฝนในเดือนธันวาคมเมื่อปริมาณน้ำฝนลดลงจาก 276.55 มิลลิเมตรในเดือนพฤศจิกายนสู่ระดับ 66.30 มิลลิเมตรในเดือนธันวาคม ระดับประชากรสูงต่อเนื่องสามเดือนถึงเดือนกุมภาพันธ์และลดลงอย่างชัดเจนเมื่อปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นในเดือนเมษายนและพฤษภาคมและลดลงต่ำสุดในเดือนกรกฎาคมเมื่อปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นสูงสุด การเปลี่ยนแปลงประชากรในรอบปีมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในรอบปี ระดับประชากรต่ำสุดในเดือนกรกฎาคม (128 ตัว) และเพิ่มขึ้นต่อเนื่องในอัตราการเพิ่มระดับต่ำถึงเดือนกันยายน (293 ตัว) และพฤศจิกายน (539 ตัว) หลังจากนั้นระดับประชากรของมอดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและเพิ่มขึ้นสูงสุดในเดือนธันวาคม (2,317 ตัว) มากกว่าช่วงที่มีประชากรต่ำ 4 เท่า หลังจากนั้นระดับประชาจะลดลงเหลือครึ่งหนึ่ง (เมื่อเปรียบเทียบกับระดับสูงสุด) ในเดือนมกราคม (1,345 ตัว) และกุมภาพันธ์ (1,713 ตัว) และลดลงอย่างต่อเนื่องสู่ช่วงที่มีประชากรระดับต่ำในเดือนเมษายนถึงเดือนมิถุนายน (ภาพที่ 8)



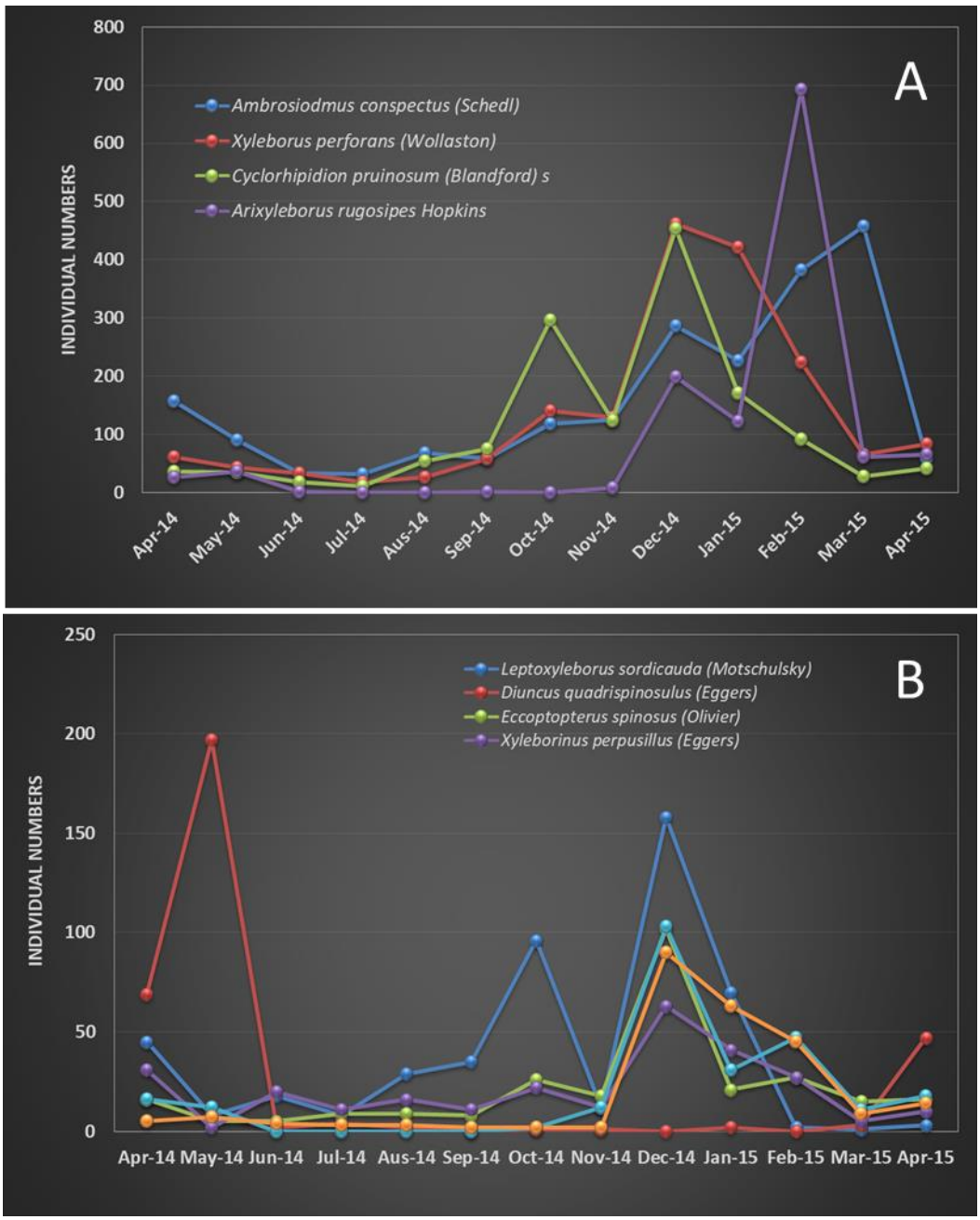
ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ศึกษาระหว่างเดือน เมษายน2557-เมษายน 2558

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรในพื้นที่ศึกษาแต่ละจุดมีลักษณะเช่นเดียวกับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรโดยรวม ยกเว้นระดับประชากรบริเวณพื้นที่อุทยานเขาสก 1 ในเดือนตุลาคมและพื้นที่อุทยานแห่งชาติศรีพังงาในเดือนกุมภาพันธ์ที่ระดับประชากรสูงกว่าพื้นที่ศึกษาอื่นๆ และทำให้แนวโน้มประชากรโดยรวมในเดือนดังกล่าวสูงกว่าแนวโน้มปกติ (ภาพที่ 9)

การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ชนิดที่พบมากที่สุด 8 อันดับแรกในพื้ที่ศึกษามีแนวโน้มเช่นเดียวกับการเปลี่ยนระดับประชากรของมอดกลุ่มนี้โดยรวม กล่าวคือสูงสุดในช่วงปลายฤดูฝนต่อเนื่องถึงฤดูร้อน (ธันวาคม-มีนาคม) อย่างไรก็ตามระดับประชากรของมอดต่ละชนิดในช่วงประชากรสูงสุดมีความแตกต่างกันในรายละเอียด มอดชนิด *Ambrosiodmus conspectus* ซึ่งพบมากที่สุดและมอดชนิด *Arixyleborus rugosipes* ระดับประชากรสูงสุดในปลายฤดูแล้งในเดือนมีนาคมและกุมพาพันธ์ตามลำดับ มอดชนิด *Cyclorhipidion pruinosum* และ *Leptoxyleborus sordicauda* มีจำนวนสูงสุด 2 ช่วงกล่าวคือ ช่วงเดือนตุลาคม และเดือนธันวาคม นอกจากนี้ยังพบว่ามอดชนิด *Diuncus quadrispinosulus* มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงประชากรแตกต่างจากมอดส่วนใหญ่คือมีระดับประชากรสูงสุดในต้นฤดูฝนช่วงเดือนพฤษภาคม ในขณะที่ในช่วงเดือนอื่นๆ พบจำนวนน้อยมาก (ภาพที่ 10A,B)



ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในบริเวณจุดสำรวจต่างๆ ในพื้นที่ศึกษาระหว่างเดือน เมษายน 2557-เมษายน 2558

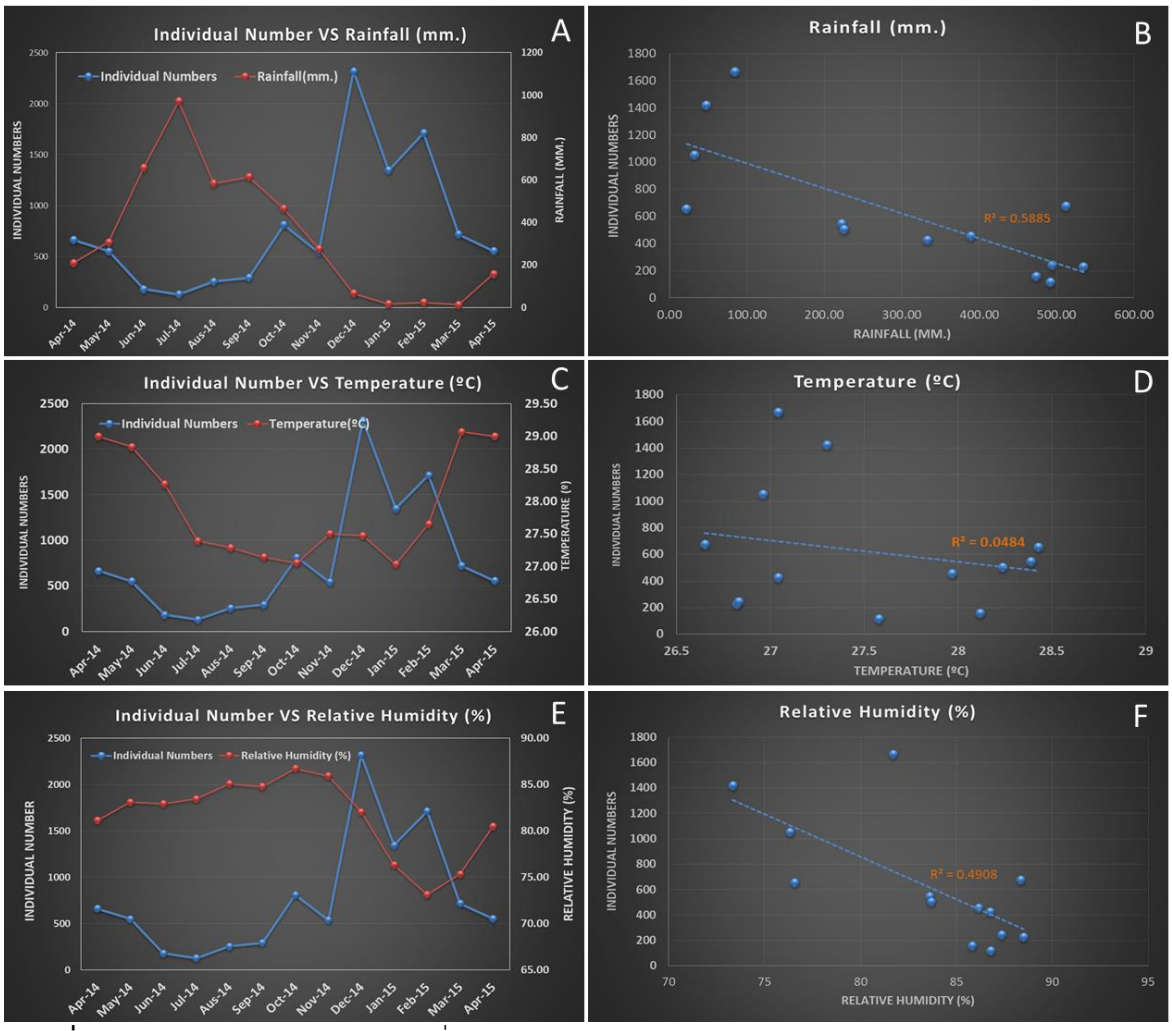


ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรแอมโบรเซียชนิดที่พบมากที่สุด 8 ชนิดแรกในพื้นที่ศึกษา A) ชนิดแรกที่มีปริมาณสูงสุดอันดับ 1-4 B) ชนิดแรกที่มีปริมาณสูงสุดอันดับ 5-8

ความสัมพันธ์ระหว่างระดับประชากรและปัจจัยสิ่งแวดล้อม

การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรในรอบปีของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ป่าดิบชื้นบริเวณเทือกเขาภูเก็ตมีความสอดคล้องการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยสภาพอากาศในท้องถิ่น โดยมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกับปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิและ ความชื้นสัมพัทธ์ เมื่อนำจำนวนมอดรวมทั้งพื้นที่ศึกษาและค่าเฉลี่ยปัจจัยสภาพแวดล้อมเฉลี่ยของทั้งสองสถานี (สถานีอุตุนิยมวิทยาพังงาและระนอง) พบว่าปริมาณน้ำฝนมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรของมอดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ (r^2=0.501, p=0.007) ในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์มีแนวโน้มมีผลต่อระดับประชากรของมอดแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (r^2=0.241, p=0.089) ในขณะที่อุณภูมิมีผลน้อยมากต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรของมอด (r^2=0.053, p=0.542) (ภาพที่ 11) และ

เมื่อนำข้อมูลแต่ละพื้นที่ศึกษามาแยกวิเคราะห์กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมแต่ละสถานีอุตุนิยมวิทยาพบว่ามีแนวโน้มเช่นเดียวกับข้อมูลรวม

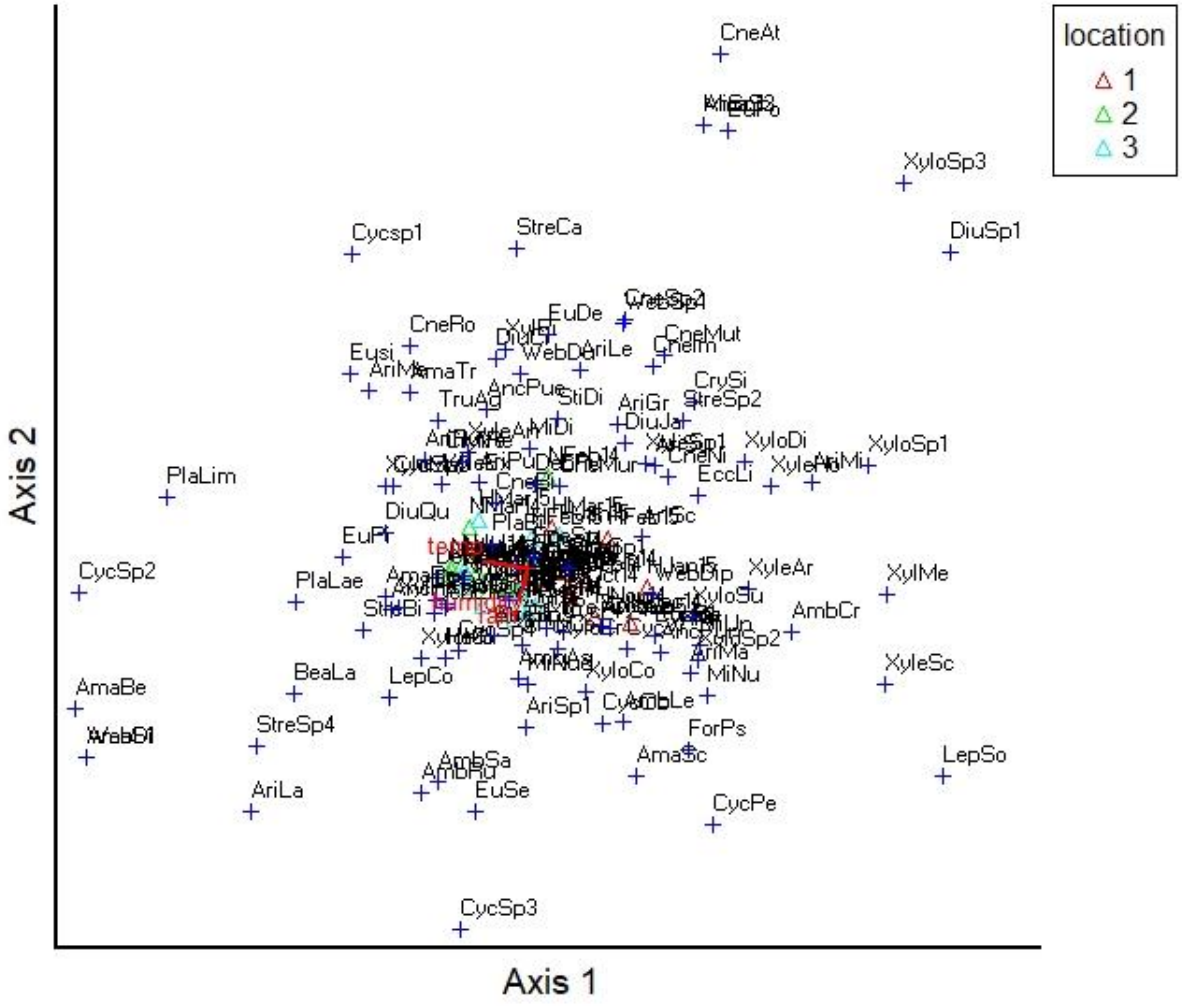


ภาพที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini และการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในพื้นที่ศึกษา A) ปริมาณน้ำฝน B) อุณหภูมิ C) ความชื้นสัมพัทธ์

การกระจายของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ภาคใต้

จากผลการศึกษาชนิดและความหลากหลายของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ภาคใต้รวม 3 แนวเทือกเขา ได้แก่ เทือกเขาสันกาลาคีรีในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์บาลา-ฮาลา จังหวัดนราธิวาส เทือกเขานครศรีธรรมราช จังหวัดสงขลา สตูล ตรัง และนครศรีธรรมราช และเทือกเขาภูเก็ตในจังหวัดพังงา สุราษฎร์ธานี และระนอง รวม 12 พื้นที่ศึกษา ผลการศึกษาพบว่าบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลาพบมอดจำนวน 96 ชนิด (ศึกษาต่อเนื่อง 3 ปี 103 ชนิด) บริเวณเทือกเขานครศรีธรรมราชพบจำนวน 90 ชนิด และบริเวณเทือกเขาภูเก็ตพบมอด 81 ชนิด รวมชนิดที่พบทั้งหมดในพื้นที่ภาคใต้จำนวน 121 ชนิด (ตารางที่ 5)

ค่าดัชนีความเหมือนคำนวนด้วย Chao-Sørensen similarity index ของมอดเผ่าพันธุ์ Xyleborini ของ 3 พื้นที่ศึกษา 0.780 มีค่าค่อนข้างสูงแสดงให้เห็นว่ามอดเผ่าพันธุ์ดังกล่าวมีความคล้ายคลึงกันสูง โดยความแตกต่างส่วนใหญ่พบในชนิดที่พบในจำนวนน้อย เมื่อนำข้อมูลแมลงมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและพื้นที่เก็บตัวอย่างด้วย canonical correspondence analysis (CCA) พบว่ามอดกลุ่มนี้ไม่มีความสัมพันธุ์กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและการกระจายกับพื้นที่วิจัย อย่าชัดเจน ส่วนใหญ่กระจุกบริเวณกึ่งกลางของกราฟ (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 12 กราฟความสัมพันธ์กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและพื้นที่เก็บตัวอย่างคำนวนด้วย canonical correspondence analysis (CCA) location 1 เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา 2 พื้นที่ศึกษาป่าเทือกเขาหลวง 3 พื้นที่ศึกษาป่าเทือกเขาภูเก็ต

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบชนิดและจำนวนที่พบของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ภาคใต้ จากโครงการ ความหลากหลาย พลวัตประชากร และรูปแบบการกระจายของมอดเอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini (Col.: Curculionidae, Scolytinae) ในพื้นที่ภาคใต้ ส่วนที่ 1 2 และ 3

N0	species	Hala-Bala Wildlife Sa.	Nakhon Sri Th.-mountain range	Phuket-mountain range	Sum.
1	*Amasa beesoni (Eggers)*	0	0	2	2
2	*Amasa aff. resecta*	1	11	1	13
3	*Amasa schlichi (Stebbing)*	4	4	3	11
4	*Amasa sp1*	0	0	1	1
5	*Amasa sp2*	2	0	0	2
6	*Amasa sp3*	2	0	0	2
7	*Amasa truncatus (Erichson)*	0	2	1	3
8	*Ambrosiodmus asperatus (Blandford)*	8	36	29	73
9	*Ambrosiodmus conspectus (Schedl)*	2047	674	2097	4818
10	*Ambrosiodmus lewisi (Blandford)*	22	0	0	22
11	*Ambrosiodmus rubricollis (Eichhoff)*	0	3	0	3
12	*Ambrosiodmus sarawakensis (Eggers)*	0	2	1	3
13	*Ambrosiophilus cristatulus (Schedl)*	3	0	0	3
14	Ambrosiophilus latisulcatus Eggers	0	2	0	2
15	*Ancipitis depressus (Eggers)*	335	181	35	551
16	*Ancipitis puer (Eggers)*	2	2	0	4
17	*Ancipitis punctatissimus (Eichhoff)*	2	31	20	53
18	*Anisandrus hirtus (Hagedorn)*	6	16	11	33
19	*Arixyleborus granulifer (Eggers)*	3	10	37	50
20	*Arixyleborus leprosulus Schedl*	42	25	2	69
21	*Arixyleborus malayensis (Schedl)*	2	12	0	14
22	*Arixyleborus mediosectus (Eggers)*	1	85	125	211
23	*Arixyleborus minor (Eggers)*	497	41	4	542
24	*Arixyleborus puberulus (Blandford)*	1436	194	252	1882
25	*Arixyleborus rugosipes Hopkins*	250	1161	1213	2624
26	*Arixyleborus scabripennis (Blandford)*	142	81	20	243
27	*Arixyleborus sp1*	1	0	0	1
28	*Arixyleborus suturalis (Eggers)*	1419	223	51	1693
29	*Arixyleborus tuberculatus (Eggers)*	2	0	0	2

ตารางที่ 5 (ต่อ)

N0	species	Hala-Bala Wildlife Sa.	Nakhon Sri Th.-mountain range	Phuket-mountain range	Summation
30	*Beaverium aff. latus Egger*	1	0	1	2
31	*Beaverium lantanae (Eggers)*	0	5	6	11
32	*Cnestus aff. improcerus (Sampson)*	0	1	5	6
33	*Cnestus aterrimus (Eggers)*	2	2	0	4
34	*Cnestus bicornis (Eggers)*	7	14	38	59
35	*Cnestus murayamai (Schedl)*	0	0	1	1
36	*Cnestus mutilatus (Blandford)*	216	14	19	249
37	*Cnestus nitidipennis*	3	4	0	7
38	*Cnestus rostratus Schedl*	15	1	10	26
39	*Cnestus sp2*	7	0	0	7
40	*Coptodryas bella (Sampson)*	0	1	0	1
41	*Cryptoxyleborus simplex (Schedl)*	1	3	1	5
42	*Cryptoxyleborus stenographus (Schedl)*	1	0	0	1
43	*Cryptoxyleborus vestigator (Schedl)*	0	0	5	5
44	*Cyclorhipidion s1*	0	4	1	5
45	*Cyclorhipidion bodoanum (Reitter)*	1	12	23	36
46	*Cyclorhipidion foersteri (Hagedorn)*	38	415	113	566
47	*Cyclorhipidion nutans (Schedl)*	0	2	0	2
48	*Cyclorhipidion obtusus (Eggers)*	73	15	1	89
49	*Cyclorhipidion perpilosellum (Schedl)*	228	39	3	270
50	*Cyclorhipidion pruinosum (Blandford)*	3091	500	1441	5032
51	*Cyclorhipidion sp2*	0	0	1	1
52	*Cyclorhipidion sp3*	0	0	3	3
53	*Cyclorhipidion sp4*	93	81	0	174
54	*Cyclorhipidion sp5*	0	36	0	36
55	*Cyclorhipidion sp6 vigilans*	0	1	0	1
56	*Debus emarginatus (Eichhoff)*	63	351	104	518
57	*Debus fallax (Eichhoff)*	78	57	49	184
58	*Debus pumilus (Eggers)*	3	57	12	72
59	*Debus sp vestitus (Debus adusticollis)*	41	101	37	179
60	*Diuncus ciliatoformis (Schedl)*	23	21	4	48

ตารางที่ 5 (ต่อ)

N0	species	Hala-Bala Wildlife Sa.	Nakhon Sri Th.-mountain range	Phuket-mountain range	Summation
61	*Diuncus javanus (Schedl)*	343	167	19	529
62	*Diuncus quadrispinosulus (Eggers)*	64	70	328	462
63	*Diuncus sp1*	87	0	0	87
64	*Eccoptopterus limbus Sampson*	137	58	0	195
65	*Eccoptopterus spinosus (Olivier)*	774	520	277	1571
66	*Euwallacea destruens (Blandford)*	1	11	15	27
67	*Euwallacea fornicatus (Eichhoff)*	1	4	0	5
68	*Euwallacea piceus*	0	67	0	67
69	*Euwallacea semirudis(Blandford)?*	0	0	1	1
70	*Euwallacea similis (Ferrari)*	0	12	2	14
71	*Euwallacea sp1*	0	5	0	5
72	*Fortiborus pseudopilifer (Schedl)*	27	46	2	75
73	*Hadrodemius globus*	4	0	1	5
74	*Hadrodemius pseudocomans*	6	2	10	18
75	*Leptoxyleborus concisus (Blandford*	0	316	485	801
76	*Leptoxyleborus sordicauda (Motschulsky)*	133	0	0	133
77	*Microperus diversicolor (Eggers)*	22	13	18	53
78	*Microperus nudibevis มัน*	20	54	23	97
79	*Microperus nugax (Schedl)*	9	15	0	24
80	*Microperus perpavus ด้าน*	30	84	44	158
81	*Microperus recidens (Sampson)*	2	14	0	16
82	*Microperus sp1*	1	0	0	1
83	*Microperus undulatus (Sampson)*	3	2	0	5
84	*Planiculus bicolor*	2	20	0	22
85	*Planiculus laevis (Eggers)*	0	10	3	13
86	*Planiculus limatus (Schedl)*	0	0	4	4
87	*Pseudowebbia trepanicauda (Eggers)*	8	106	26	140
88	*Stictodex sp1*	15	54	7	76
89	*Streptocranus aff. capucinulus (Schedl)*	1	11	0	12
90	*Streptocranus bicuspis Browne*	0	3	2	5
91	*Streptocranus sp1*	4	7	0	11

ตารางที่ 5 (ต่อ)

N0	species	Hala-Bala Wildlife Sa.	Nakhon Sri Th.-	Phuket-mountain	Summation
92	*Streptocranus sp2*	6	0	0	6
93	*Streptocranus sp3*	1	0	0	1
94	*Streptocranus sp4*	1	0	2	3
95	*Truncaudum agnatum (Eggers)*	2	8	4	14
96	*Webbia aff. dipterocarpi Hopkins*	32	60	11	103
97	*Webbia divisus Browne*	0	0	3	3
98	*Webbia duodecimspinatus Schedl*	92	299	14	405
99	*Webbia sp1*	3	0	0	3
100	*Xyleborinus andrewesi (Blandford)*	215	292	249	756
101	*Xyleborinus artestriatus (Eichhoff)*	98	27	1	126
102	*Xyleborinus exiguus (Walker)*	56	248	38	342
103	*Xyleborinus horridulus (Browne)*	53	0	10	63
104	*Xyleborinus perpusillus (Eggers)*	204	154	271	629
105	*Xyleborinus sculptilis (Schedl)*	307	3	4	314
106	*Xyleborinus sp1*	24	0	0	24
107	*Xyleborus aff. pileatulus Schedl*	0	131	0	131
108	*Xyleborus affinis Eichhoff*	118	545	119	782
109	*Xyleborus metacuneolus Eggers*	176	6	3	185
110	*Xyleborus perforans (Wollaston)*	347	5187	1769	7303
111	*Xyleborus sp1*	0	15	0	15
112	*Xylosandrus compactus (Eichhoff)*	625	214	92	931
113	*Xylosandrus crassiusculus (Motschulsky)*	449	327	80	856
114	*Xylosandrus deruptetermina tus (Schedl)*	1	2	7	10
115	*Xylosandrus discolor (Blandford)*	291	19	29	339
116	*Xylosandrus mancus (Blandford)*	44	325	197	566
117	*Xylosandrus morigerus (Blandford)*	21	143	87	251
118	*Xylosandrus sp1*	12	0	7	19
119	*Xylosandrus sp2*	4	0	0	4
120	*Xylosandrus sp3*	2	0	0	2
121	*Xylosandrus subsimilis (Eggers)*	90	32	22	144
	Total	**15,182**	**14,252**	**10,079**	**39,513**

อภิปรายผลการทดลอง

จำนวนมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ที่พบในการศึกษาทั้งหมด 27 สกุล 81 ชนิดคิดเป็น 50.31% ของมอดกลุ่มนี้ที่มีรายงานในประเทศไทย 161 ชนิด (Beaver *et al.*, 2014) จำนวนชนิดที่พบน้อยกว่าบริเวณเทือกเขานครศรีธรรมราชที่พบ 90 ชนิด [จำนวนชนิดที่คาดว่าจะพบในพื้นที่ Chao I: 94.55±0.99 (±95% CI: 94.05-99.79) ชนิด และ Chao II: 98.53±3.55 (±95% CI: 95.17-111.56)] (วิสุทธิ์และคณะ, 2561a) และต่ำกว่ามากเมื่อเทียบกับจำนวนชนิดที่พบในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา 28 สกุล 103 ชนิด [จำนวนชนิดที่คาดว่าจะพบในพื้นที่ Chao I: 102±2.75 (±95% CI: 99.65-112.00) ชนิด และ Chao II: 104±3.82 (±95% CI: 100.29-117.91) ชนิด] (วิสุทธิ์ และคณะ, 2561b) ผลการคำนวนจำนวนชนิดที่คาดว่าจะพบในพื้นที่ 85.11±3.10 (±95% CI: 82.61-97.85) ชนิด และ 89.91±5.36 (±95% CI: 84.37-108.41) ชนิด เมื่อคำนวนด้วย Chao I (abundance-based) และ Chao II (incidence-based) species richness estimators มีจำนวนต่ำกว่าจำนวนนวนชนิดที่คาดว่าจะพบในพื้นที่อื่นๆ ทั้งนี้คาดว่าจำนวนชนิดที่พบน้อยอาจจะมีผลมาจากหลายปัจจัย รวมทั้งจำนวนมอดที่พบทั้งหมด (จำนวนตัวรวมแต่ละพื้นที่) โดยจากการศึกษาใน 3 พื้นที่พบว่าในพื้นที่ที่พบจำนวนตัวรวมมากขึ้นจะมีโอกาศพบจำนวนชนิดเพิ่มขึ้นตามไปด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งชนิดที่พบเพียง 1 หรือ 2ตัวอย่าง (singleton/doubleton species) จำนวนชนิดที่คาดว่าจะพบในพื้นที่ศึกษายังต่ำกว่าในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา ทั้งนี้ระยะเวลาในการศึกษาสั้นกว่ามากเพียง 13 เดือนสั้นกว่าการศึกษาในพื้นที่ข้างต้นซึ่งมีระยะเวลา 3 ปี (36 เดือน) หากเพิ่มระยะเวลาการศึกษาการเพิ่มขึ้นจำนวนชนิดที่พบอาจมีจำนวนใกล้เคียงกันเนื่องจากมอดกลุ่มนี้มี belta-diversity ค่อนข้างต่ำ กล่าวคือในเขตสัตว์ภูมิศาสตร์เดียวกันที่มีสภาพสังคมพืชและสภาพแวดล้อมที่เหมือนกันแม้จะมีระยะห่างกันมากองประกอบและความหลากหลายทางชนิดจะมีความคล้ายคลึงกันมาก (Hulcr *et al.*, 2007)

จำนวนตัวทั้งหมดที่พบในพื้นที่ศึกษาเทือกเขาภูเก็ตจำนวน 10,079 ตัว ค่อนข้างน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลาบาลาจำนวน 15,182 (ศึกษา 2 จุด 13 เดือน) และเทือกเขานครศรีธรรมราช 14,252 (ศึกษา 5 จุด 14 เดือน) โดยคาดว่าปัจจัยสำคัญที่จะมีผลต่อจำนวนตัวทั้งหมดในแต่ละพื้นที่ได้แก่ความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณน้ำฝน โดยช่วงที่ทำการศึกษาปริมาณน้ำฝนในพื้นที่เขตรักษาพันธ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา มีปริมาณน้ำฝนค่อนข้างน้อยกว่าค่าเฉลี่ยและมีช่วงฤดูแล้งชัดเจน มีช่วงที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 85% ชัดเจนเช่นเดียวกับในพื้นที่เทือกเขานครศรีธรรมราชที่มีช่วงฤดูแล้งที่มีระดับความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณน้ำฝนต่ำชัดเจนต่อเนื่อง 4 เดือน (วิสุทธิ์ และคณะ, 2561) ในขณะที่บริเวณพื้นที่เทือกเขาภูเก็ตมีช่วงเวลาที่มีปริมาณน้ำฝนสูงต่อเนื่องยาวนานมีฤดูแล้งสั้น

มอดชนิดเด่นที่พบในพื้นที่ศึกษาในครั้งนี้ 5 ชนิดแรกได้แก่ *Ambrosiodmus conspectus* (Schedl) (20.83%) *Xyleborus perforans* (Wollaston) (22.74%) *Cyclorhipidion pruinosum* (Blandford) (22.74%) *Arixyleborus rugosipes* Hopkins (10.96%) *Leptoxyleborus sordicauda* (Motschulsky) (4.83%) ตามลำดับ ผลการศึกษาชนิดที่พบมากที่สุดในพื้นที่ภาคใต้ไม่แตกต่างกันมากนักส่วนใหญ่เป็นชนิดคล้ายคลึงกันแต่มีสัดส่วนในแต่ละพื้นที่แตกต่างกันโดยมีปริมาณมากน้อยแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่โดยมอด 5 ชนิดแรกที่พบมากที่สุดในพื้นที่เขตรักษาพันสัตว์ป่าฮาลา-บาลาระยะเวลาศึกษา 1 ปี ได้แก่ *Cyclorhipidion pruinosum* (Blandford) (20.28%) *Ambrosiodmus conspectus* (Schedl) (13.48%) *Arixyleborus*

puberulus (Blandford) (9.46%) และ *Arixyleborus suturalis* (Eggers) (9.35%) Eccoptopterus spinosus (Olivier) (5.10%) (วิสุทธิ์ และคณะ, 2561b) ระยะเวลาศึกษาต่อเนื่อง 3 ปี *ได้แก่ Cyclorhipidion pruinosum* (Blandford) (20.05%) *Ambrosiodmus conspectus* (Schedl) (15.42%) *Xyleborus perforans* (Wollaston) (9.72%) *Arixyleborus suturalis* (Eggers) (7.33%) *Xyleborinus perpusillus* (Eggers) (7.10%) (วิสุทธิ์ และคณะ, 2560b) และในพื้นที่เทือกเขานครศรีธรรมราชได้แก่ *Xyleborus perforans (Wollaston)* (36.39%) *Arixyleborus rugosipes* Hopkins (8.34%) *Ambrosiodmus conspectus* (Schedl) (4.76%) *Xyleborus affinis* Eichhoff (4.24%) และ *Eccoptopterus spinosus* (Olivier) (3.77%) ตามลำดับ (วิสุทธิ์ และคณะ, 2561a) (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ลำดับของชนิดมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธ์ Xyleborini ที่พบ 5 อันดับแรกในพื้นที่ภาคใต้

No	Species	Hala-Bala 1 year	Hala-Bala 3 years	Nakhon Sri ountain R.	Phuket-mountain R.
1	***Ambrosiodmus conspectus*** **(Schedl)**	2	1	3	1
2	***Arixyleborus puberulus*** **(Blandford)**	3			
3	***Arixyleborus rugosipes*** **Hopkins**			2	4
4	***Arixyleborus suturalis*** **(Eggers)**	4	4		
5	***Cyclorhipidion pruinosum*** **(Blandford)**	1	1		3
6	***Eccoptopterus spinosus*** **(Olivier)**	5		5	
7	***Leptoxyleborus sordicauda*** **(Motschulsky)**				5
8	***Xyleborinus perpusillus*** **(Eggers)**		5		
9	***Xyleborus affinis*** **Eichhoff**			4	
10	***Xyleborus perforans*** **(Wollaston)**		3	1	2

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่ามอดชนิด *Ambrosiodmus conspectus* (Schedl) และ *Cyclorhipidion pruinosum* (Blandford) มีแนวโน้มพบมากในพื้นที่ที่มีความชื้นสูงตลอดทั้งปี หรือพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนสูง โดยพบว่ามอดชนิดนี้มีปริมาณสูงในต้นและกลางฤดูฝนซึ่งเป็นช่วงที่พบมอดชนิดอื่นค่อนข้างน้อย ในขณะมอดชนิดที่พบกระจายทั่วโลกและมีความยืดหยุนต่อสภาพแวดล้อมสูงอย่าง มอดชนิด *Xyleborus perforans* (Hulcr *et al.*, 2008b) พบมากที่สุดในพื้นที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณน้ำฝนต่ำกว่า และมอดสกุล Arixyleborus มีแนวโน้มจัดเป็นมอดชนิดเด่นในพื้นที่ป่าดิบชื้น

มอดชนิด *X. perforans* พบมากเป็นอันดับสองในพื้นที่โดยปกติมอดชนิดนี้กระจายทั่วโลกและมีการรายงานว่าเป็นมอดชนิดที่สามารถปรับตัวได้ดีในสภาพร้อนแล้งแสดงให้เห็นว่ามอดชนิดนี้สามารถปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมแตกต่างกันทั้งสภาพร้อนแล้งในพื้นที่เกษตรและพื้นที่ที่มีความชื้นสูงในพื้นที่ป่าดิบชื้น โดยในพื้นที่ป่าดิบชื้นระดับประชากรสูงเฉพาะในฤดูแล้งส่วนฤดูฝนอยู่ในระดับต่ำ ผลการทดลองแตกต่างจาก

การศึกษาของวิสุทธิ์และคณะ (2555) ในพื้นที่อุทยานเขาหลวงที่พบมอดชนิด *Arixyleborus rugosipes* Hopkins มากที่สุดและมอดชนิด *X. perforans* พบมากอันดับสอง และแตกต่างจากการศึกษาในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลาที่พบมอดชนิด *Cyclorhipidion pruinosum* (Blandford) มากที่สุด และพบมอดชนิด *X. perforans* เป็นอันดับสาม ผลการทดลองดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าผลของสภาพอากาศในสังคมพืชที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรของมอดแต่ละชนิดรวมถึงการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของชนิด (species composition) ในแต่ละสังคมพืช ผลการศึกษาสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้าของ Beaver and Loyttyniemi (1991) Hulcr และคณะ (2008a) และ Sittichaya และคณะ (2012) ที่ระบุว่าสภาพอากาศในแต่ละสังคมพืชที่มีผลต่อจำนวนชนิด และจำนวนประชากรของมอดแอมโบรเซีย เนื่องจากมอดอยู่รวมกับราแบบพึ่งพาอาศัย ความชื้นสัมพัทธ์จะมีผลโดยตรงต่อความชื้นของเนื้อไม้ที่มอดใช้ทำรัง พื้นที่ป่ามีความชื้นสูงมากในฤดูฝน (90-100%) ทำให้ราเจริญมากเกินไปจนเจริญไปจนเติมทางเดินของมอดหรือความชื้นสูงมากจนราไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (Sittichaya *et al.*, 2012) เนื่องจากรากลุ่มนี้จะเจริญเติบโตได้ดีในช่วงความชื้นในเนื้อไม้ที่ 60-90% ทำให้ระดับประชากรของมอดมีระดับสูงในฤดูร้อนซึ่งเป็นช่วงที่มีความชื้นที่เหมาะสม (80-85%) ในทางตรงกันข้ามในพื้นที่เกษตรซึ่งมีสภาพร้อนแล้งระดับความชื้นที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วงฤดูฝน ทำให้ประชากรของมอดสูงสุดในฤดูดังกล่าว ในพื้นที่เทือกเขาภูเก็ตระดับความชื้นสัมพัทธ์ใต้เรือนยอดในฤดูร้อนสูงกว่า 85% และในฤดูฝนสูงกว่า 90% ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของประชากรของมอดส่วนใหญ่จึงเพิ่มขึ้นในช่วงสั้นๆ แม้แต่มอดชนิดที่พบมากที่สุดในช่วงที่มีระดับความชื้นสูงพื้นที่ศึกษาอื่นๆ ก็พบเฉพาะช่วงฤดูแล้งในบริเวณเทือกเขาภูเก็ต ผลการศึกษาครั้งนี้พบมอด 2 ชนิดที่สามารถเพิ่มจำนวนได้ดีในสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นสูงมากได้แก่ มอดชนิด *Cyclorhipidion pruinosum* (Blandford) และ *Leptoxyleborus sordicauda* (Motschulsky) ที่มีระดับประชากรสูงในช่วงฤดูฝนที่มีระดับความชื้นสัมพัทธ์ใต้เรือนยอดสูงกว่า 90% ในพื้นที่ภาคใต้มีระดับอุณภูมิค่อนข้าคงที่และแตกต่างระหว่างฤดูไม่มากโดยในพื้นที่ภาคใต้ฝั่งตะวันตกมีอุณภูมิระหว่าง 27-29 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิใต้เรือนยอด 24-27 องศาเซลเซียส เป็นช่วงที่แมลงสามารถเจริญเติบโตได้ดี อุณหภูมิในรอบปีต่างกัน 2 องศาเซลเซียสอาจมีผลต่ออัตราการเจริญเติญโตของมอดที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามปัจจัยของการเจริญเติบโตของเชื้อราซึ่งเป็นแหล่งอาหารของมอดอาจจะมีอิทธิพลสูงกว่า ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดจึงมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์ซึ่งไปมีอิทธิพลต่อความชื้นของเนื้อไม้ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อความชื้นที่เหมาะสมที่ราสามารถเจริญเติบโตได้

การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในป่าดิบชื้นบริเวณเทือกเขาภูเก็ตมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลโดยมอดมีระดับประชากรสูงสุดเพียงช่วงปลายฤดูฝนต่อเนื่องถึงฤดูแล้งช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์เช่นเดียวกับผลการศึกษาในพื้นที่ป่าดิบชื้นบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาหลวง จังหวัดนครศรีธรรมราช (วิสุทธิ์ และคณะ, 2554) เขตรักษาพันธ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา (วิสุทธิ์ และคณะ 2561b) และในพื้นที่ป่าเทือกเขานครศรีธรรมราช (วิสุทธิ์ และคณะ, 2561a) ในฤดูฝนระดับประชากรอยู่ในระดับต่ำมากและพบมอดได้เพียงบางชนิดเท่านั้น ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดนราธิวาสไม่พบมอดเพิ่มปริมาณในช่วงระหว่างฤดูฝนอย่างในผลการศึกษาในพื้นที่เขาหลวง คาดว่าสาเหตุมาจากสภาพแวดล้อมที่มีระดับความชื้นสัมพัทธ์และมีฝนตกต่อเนื่องตลอดฤดู ผลการศึกษาทั้งสองพื้นที่แสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดแอมโบรซียเป็นอย่างสูง เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์มีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของราที่อยู่รวมกับมอดแอมโบรเซียแบบพึ่งพาอาศัย ความชื้น

ที่สูงเกินไปจะทำให้ราเจริญเติบโตมากเกินความสามารถในการควบคุมของมอดแอมโบรเซียและส่งผลให้การสร้างรังล้มเหลว (Batra, 1966; Hulcr *et al.*, 2008a) รูปแบบการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ป่าดิบชื้นมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิสุทธิ์ และสุรไกร (2554) ในพื้นที่เกษตรกรรมที่มีไม้ผลเป็นเป็นพืชหลัก Beaver และ Löyttyniemi (1991) ในพื้นที่ป่า savanna (Zambia) และ Flechtmann และคณะ (2001) ในสวนป่าสนและสวนป่ายูคาลิปตัส ที่มีรูปแบบที่แน่นอนและมีช่วงเวลาที่ระดับประชากรสูงสุดและต่ำสุดชัดเจนเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล แต่แตกต่างจากงานวิจัยของ Hulcr และคณะ (2008a) ในพื้นที่ป่าดิบเขาและป่าเต็งรัง (ดอยสุเทพ เชียงใหม่) ที่มีรูปแบบไม่ชัดเจน

อย่างไรก็ตามในพื้นที่ป่าดิบชื้นมีช่วงเวลาที่ระดับประชากรสูงสุดอยู่ในช่วงฤดูแล้ง หรือช่วงกลางฤดูฝน เมื่อปริมาณน้ำฝนลดลงแตกต่างจากพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ป่า savanna ที่ระดับประชากรสูงสุดในช่วงกลางและปลายฤดูฝน ปัจจัยที่คาดว่ามีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดแอมโบรเซีย กลุ่มดังกล่าวได้แก่ลักษณะของสังคมพืช (Reed and Muzika, 2010) และการเปลี่ยนแปลงลักษณะภูมิอากาศใต้เรือนยอด (Under-canopy microclimate) ในแต่ละสังคมพืช (Sittichaya *et al.*, 2012) โดยในพื้นที่เกษตรกรรม (สวนไม้ผล) สวนป่าและป่า savanna การเปลี่ยนแปลงลักษณะภูมิอากาศภายในสังคมพืชดังกล่าวมีความแตกต่างระหว่างฤดูกาลอย่างชัดเจน และสอดคล้องกับสภาพอากาศภายนอกสังคมพืช (Sittichaya *et al.*, 2011) ทำให้ปัจจัยภูมิอากาศมีอิทธิพลโดยตรงต่อระดับประชากรของมอด แอมโบรเซียในสังคมพืชเหล่านี้ ในพื้นที่เกษตรกรรรมที่มีไม้ผลเป็นพืชหลักในบางฤดูปัจจัยภูมิอากาศมีอิทธิพลเหนือปัจจัยปริมาณอาหารหรือปริมาณไม้ที่เหมาะสมต่อการสร้างรังของมอดแอมโบรเซีย โดยผลการศึกษาของ วิสุทธิ์ และคณะ (2554) และ Sittichaya และคณะ (2012) พบว่าในสวนทุเรียนระดับประชากรของมอดแอมโบรเซียในฤดูแล้งและต้นฤดูฝนมีระดับประชากรต่ำมาก จำนวนมอดที่ดักได้/กับดัก/เดือน ใกล้ศูนย์ถึงแม้ว่าปริมาณอาหารหรือไม้ที่สามารถใช้สร้างรังได้มีปริมาณมากก็ตาม เนื่องจากไม้มีความชื้นต่ำไม่เหมาะสมต่อการสร้างรังและไม้ที่มอดใช้สร้างรังแห้งอย่างรวดเร็วทำให้การสร้างรังล้มเหลว เช่นเดียวกับผลการทดลองของ Hulcr และคณะ (2008a) ที่พบว่าระดับประชากรและจำนวนชนิดของมอดแอมโบรเซียในป่าเต็งรังต่ำกว่าในป่าดิบเขาเนื่องจากในป่าเต็งรังไม้ที่มอดใช้สร้างรังมีอัตราการระเหยของความชื้นสูงกว่า การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอด xyleborin ambrosia beetles ในพื้นที่ป่าดิบชื้นในพื้นที่ภาคใต้มีความสัมพันธ์กับปัจจัยสภาพภูมิอากาศโดยระดับประชากรของมอดสูงขึ้นเมื่อระดับอุณหภูมิสูงขึ้นและลดลงเมื่ออุณหภูมิลดลง ในทางตรงกันข้ามการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดกลุ่มดังกล่าวมีลักษณะตรงกันข้ามกับความชื้นสัมพัทธ์ ต่างจากในพื้นที่เกษตรกรรมสวนป่าและป่าที่มีลักษณะเรือนยอดไม่หนาทึบอย่าง Savanna เนื่องจากในป่าดิบชื้นระดับความชื้นสัมพัทธ์ใต้เรือนยอดอยู่ในระดับสูงตลอดเวลา (>85%) (วิสุทธิ์ และคณะ, 2554, 2561a,b)

เอกสารอ้างอิง

จริยา วิสิทธิ์พานิช, ชาตรี สิทธิกุล, เยาวลักษณ์ จันทร์บาง, ภมรทิพย์ อักษรทอง และ จินดา เต็มบรรจง. 2544. มอดเจาะกิ่งลำไย แมลงชนิดใหม่ที่พบระบาด ใน รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการพิสูจน์สาเหตุของโรคหงอย อาการพุ่มแจ้ และ อาการตายเฉียบพลันของลำไย และ การป้องกัน และ กำจัด. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 267 หน้า.

ชัยวัฒน์ กระตุกฤกษ์. 2538. มอดเจาะลำต้นทุเรียนกับเชื้อราไฟทอปธอรา สาเหตุโรครากเน่า-โคนเน่าของทุเรียน. กสิกร 68: 51-53.

ธวัชชัย สันติสุข. 2555. ป่าของประเทศไทย. สำนักงานหอพรรณไม้ กรมอุทยานแหง่ ชาติ สัตว์ฎ และพันธุพ์ืช. โรงพิมพส์ำนักงานพระพุทธศาสนา แห่งชาติ, กรุงเทพฯ. 124 หน้า.

วิสุทธิ์ สิทธิฉายา, สุรไกร เพิ่มคำ และชาญชัย จรเสมอ. 2554. การศึกษาความหลากหลายทางชนิด และพลวัตประชากรของมอดเอมโบรเซีย (Ambrosia beetles) (Coleoptera: Curculionidae; Scolytinae, Platypodinae) ในระบบนิเวศสวนทุเรียนเชิงเดี่ยวและเชิงผสมในพื้นที่ภาคใต้. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 106 หน้า.

วิสุทธิ์ สิทธิฉายา, สุรไกร เพิ่มคำ และ ชาญชัย จรเสมอ. 2561b. การศึกษาความหลากหลายทางชนิดของมอดเอมโบรเซียในเผ่าพันธุ์ Xyleborini (Coleoptera: Curculionidae,Scolytinae) ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาหลวง. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วิสุทธิ์ สิทธิฉายา, ณรงค์ศักดิ์ พงศ์ดี และ สุเนตร การพันธ์. 2561b. ความหลากหลาย พลวัตประชากร และรูปแบบการกระจายของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) ในพื้นที่ภาคใต้ ส่วนที่ 3: เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา.รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วิสุทธิ์ สิทธิฉายา และ ชนาธิป กาวิน. 2561. ผลของกับดัก 2 ชนิดต่อการศึกษาความหลากหลายและระดับประชากรของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini (Col., Curculionidae, Scolytinae).วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ 5: 62-69.

ศรุต สุทธิอารมณ์. 2538. มอดเจาะลำต้นทุเรียน. เคหการเกษตร 19: 148-151.

Batra, L. R. 1966. Ambrosia fungi: Extent of specificity to ambrosia beetles. Science 153: 193–195.

Bamrungsri, S., Beaver, A., Phongpaichit, S. and Sittichaya, W. 2008. The infestation by an exotic ambrosia beetle, *Euplatypus parallelus* (F.) (Coleoptera: Curculionidae: Platypodinae) of Angsana trees (*Pterocarpus indicus* Willd.) in southern Thailand. Songklanakarin Journal of Science and Technology 30: 579-582.

Boa, E. and Kirkendall, L. 2004. Sandragon wilt disease, Seychelles. Strengthening national capacity for control of *Pterocarpus indicus* wilt disease and forest protection, FAO final technical report. 25 p.

Beaver, R. A. 1989. Insect–fungus relationships. *In* Insect–Fungus Interactions. (eds. N. Wilding, N. M. Collins, P. M. Hammond and J. F. Webber). pp. 121–43. London : Academic Press.

Beaver, R. A. 1990. New recorded and new species of bark and ambrosia beetles of Thailand. Deutsche Entomologische Zeitschrift 4-5: 279-254.

Beaver, R. A. 1999a. New recorded of ambrosia beetles from Thailand (Coleoptera: Platypodidae). Serangga 4: 29-34.

Beaver, R.A. 1999b. New recorded of bark and ambrosia beetles from Thailand (Coleoptera: Scolytidae). Serangga 4: 175-183.

Beaver, R.A., and Löyttyniemi, K. 1991. Annual flight patterns and diversity of bark and ambrosia beetles (Col.,Scolytidae and Platypodidae) attracted to bait logs in Zambia. Journal of Applied Entomology 112: 505-511.

Beaver, R. A., Sittichaya, W. and Liu, L.-Y. 2014. A Synopsis of the Scolytine Ambrosia Beetles of Thailand (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). Zootaxa 3875: 001–082.

Borror, D.J., Triplehorn, C.A. and Johnson, N.F. 1992. An Introduction to the Study of Insects. Saunders college publishing. Florida. 875pp.

Brasier, C. M. and Scott, J. K. 1994. European oak declines and global warming: a theoretical assessment with special reference to the activity of *Phytophthora cinnamomi* EPPO Bull. 24: 221–232.

Bröse, U. 2003. Bottom-up control of carabid beetle communities in early successional wetlands: mediated by vegetation structure or plant diversity? Oecologia 135: 407–413.

Browne, F.G. and Beaver, R.A. 1975. The Scolytidae and Platypodidae of Thailand. Oriental Insect 9: 283-311.

Browne, F.G. 1980a. Bark beetles and ambrosia beetles (Coleoptera, Scolytidae and Platypodidae) Intercepted at Japan Ports, with descriptions of new species, I. Kontyû 48: 370-379.

Browne, F.G. 1980b. Bark beetles and ambrosia beetles (Coleoptera, Scolytidae and Platypodidae) Intercepted at Japan Ports, with descriptions of New species, II. Kontyû Tokyo 48: 380-389.

Browne, F.G. 1980c. Bark beetles and ambrosia beetles (Coleoptera, Scolytidae and Platypodidae) intercepted at Japan Ports, with descriptions of new species, III. Kontyû 48: 382-489.

Browne, F.G. 1981. Bark beetles and ambrosia beetles (Coleoptera, Scolytidae and Platypodidae) intercepted at Japan ports, with descriptions of new species, V. Kontyû 49: 125-136.

Calnaido, D. 1965. The flight and dispersal of Shot-hole borer of Tea (*Xyleborus fornicatus* Eichhoff, Coleoptera: Scolytidae). Entomological Experimental et Applicata 8: 249-262.

Chao, A., R. L. Chazdon, R. K. Colwell, and T. J. Shen. 2005. A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data. Ecol. Lett. 8: 148-159.

Cognato, A.I. 2008. A New species of *Orthotomicus* Ferrari 1867 (Curculionidae: Scolytinae: Ipini) from Thailand. The Coleopterists Bulletin 62:496-499.

Colwell, R.K. 2005. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. (http://www.purl.oclc.org/estimates).

Daily, G.C. and Ehrlich P.R. 1996. Socioeconomic Equity, Sustainability, and Earth's Carrying Capacity. Ecological Applications 6: 991-1001.

Davis, D.E. 1945. The annual cycle of plants, mosquitoes, birds and mammals in two Brazillian forests. Ecological Monographs 15: 288-298.

Dennis, P., Young, M.R., and Gordon, I.J., 1998. Distribution and abundance of small insects and arachnids in relation to structural heterogeneity of grazed, indigenous grasslands. Ecological Entomology 23: 253–264.

Didham, R.K., Hammond, P.M., Lawton, J.H., Eggleton, P., and Stork, N.E. 1998. Beetle species responses to tropical forest fragmentation. Ecological Monographs 68: 295-323.

Dorval, A., Peres-Filho, O., Marques E.N. 2004. Levantamento de Scolytidae (Coleóptera) em plantações de Eucalyptus spp. em Cuiabá, estado de Mato Grosso. Ciência Florestal Santa Maria-RS 14: 47-58.

Elzinga, R.J. 1978. Fundamentals of Entomology. Prentice-Hall, Inc. New Jersey. 564pp.

Euler, D., Konrad, M., Sauerborn, J. and Hengsawad, V. 2006. Challenges for sustainable Litchi production systems in Northern Thailand: an ecological perspective. *In* International conference on sustainable sloping lands and watershed management December 12 - 15, 2006. Luang Prabang, Lao PDR.

Farrell, B. D., Sequeira, A. S. O., Meara, B. C., Normark, B. B., Chung, J. H. and Jordal, B. H. 2001. The evolution of agriculture in beetles (Curculionidae: Scolytinae and Platypodinae). Evolution. 55: 2011-2027.

Flechtmann, C.A.H., Ottati, A.L.T. and Berisford, C.W. 2001. Ambrosia and bark beetles (Scolytidae: Coleoptera) in pine and eucalypt stands in southern Brazil. Forest Ecology and Management 142: 183-191.

Fogden, M.P.L. 1972. The seasonality and population dynamics of equatorial forest birds in Sarawak. Ibis 114: 307-343.

Fraedrich, S.W., Harrington, T.C., Rabaglia, R.J., Ulyshen, M.D., Mayfield, A.E., Hanula, J.L., Eickwort, J.M. and Miller, D.R. 2008. A fungal symbiont of the Redbay ambrosia beetle causes a Lethal wilt in Redbay andother Lauraceae in the Southeastern United States. Plant Disease 92: 215- 224.

Furniss, R. L. and Carolin, V. M. 1977. Western forest insects. Forest service, Miscellaneous Publication No. 1339.

Grégoire, J.-C., Piel, F., de Proft, M. and Gilbert, M. 2003. Spatial distribution of ambrosia-beetle catches: a possibly useful knowledge to improve mass-trapping. Integrated Pest Management Reviews 6: 237–242.

Hulcr, J., Mogia, M., Isua, B. and Novotny, V. 2007. Host specificity of ambrosia and bark beetles (Col., Curculionidae: Scolytinae and Platypodinae) in a New Guinea rain forest. Ecological Entomology 32: 762-772.

Hulcr, J., Beaver, R. A., Puranasakul, W., Dole, S. A. and Sontichai, S.. 2008a. A Comparison of Bark and Ambrosia Beetle Communities in Two Forest Types in Northern Thailand (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae and Platypodinae). Environmental Entomology 37: 1461-1470.

Hulcr, J., Novotny, V., Maurer, B. A. and Cognato, A.I. 2008b. Low beta diversity of ambrosia beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae and Platypodinae) in lowland rainforests of Papua New Guinea. Oikos 117: 214-222.

Hunter, M.D., Price, P.W. 1992. Playing chutes and ladders: heterogeneity and the relative roles of bottom-up and top-down forces in natural communities. Ecology 73: 724–732.

Hutchinson, G. E. 1959. Homage to Santa Rosalia or why are there so many kinds of animals. American Naturalist 93:145–159.

Jordal, B. H. and Cognato, A. I. 2012. Molecular phylogeny *of* bark *and* ambrosia beetles reveals multiple origins *of* fungus farming during periods *of* global warming. BMC Evolutionary Biology 12:1-10.

Koch, F. H. and Smith, W. D. 2008. Spatio-Temporal Analysis of *Xyleborus glabratus* (Coleoptera:Circulionidae: Scolytinae) Invasion in Eastern U.S. Environmental Entomology. 37: 442-452.

Kühnholz, S. Borden, J.H. And Uzunovic, A. 2001. Secondary ambrosia beetles in apparently healthy trees: Adaptations, potential causes and suggested research. Integrated Pest Management Reviews 6: 209–219.

Kuschel, G., Leschen, R.A.B., Zimmerman, E.C. 2000: Platypodidae under scrutiny. Invertebrate taxonomy. 14: 771-805.

Lanham, U.N. 1964. The Insects. Columbia University press. USA. 292pp.

Lawton, J.H. 1983. Plant architecture and the diversity of phytophagous insects. Annual Review of Entomology 28: 23–39.

Maeto, K., and Fukuyama, K. 2003. Vertical stratification of ambrosia beetle assemblage in a lowland forest at Pasoh, peninsular Malaysia, pp. 325-336. *In* T. Okuda, N. Manokaran, Y. Matsumoto, K. Niiyama, S. C. Thomas and P. S. Ashton (eds.), Pasoh: ecology of a lowland rain forest in Southeast Asia. Springer, Tokyo, Japan.

Maeto, K., K. Fukuyama, and L.G. Kirton. 1999. Edge effects on ambrosia beetle assemblages in a lowland forest, bordering oil palm plantations in peninsular Malaysia. Journal of Tropical Forest Science 11: 537-547.

Marvaldi, A. E., Sequeira, A. S., O'Brien, W. C., Farrell, B. D. 2002. Molecular and Morphological Phylogenetics of Weevils (Coleoptera, Curculionoidea): Do Niche Shifts Accompany Diversifcation?. Systematic Biology. 51, 761-785.

Mayfield, A.E., Peña, J.E., Crane, J.H., Smith, J.A., Branch, C.L., Ottoson, E.D. and Hughes, M. 2008. Ability of the Redbay ambrosia beetle (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) to bore into young Avocado (Lauraceae) plants andtransmit the Laurel wilt pathogen (*Raffaelea* sp). Florida Entomologist 91: 485- 487.

Madoffe, S.S. and Bakke, A. 1995. Seasonal fluctuations and diversity of bark and wood-boring beetles in lowland forest: Implications for management. South African Journal of Forestry. 173: 9-15.

Morales, N.E., Zanuncio, J.C., Pratissoli, D. and Fabres, A.S. 2000. Fluctuación poblacional de Scolytidae (Coleoptera) en zonas reforestadas con *Eucalyptus grandis* (Myrtaceae) en Minas Geraes, Brasil. Revista de Biología Tropical 48: 101–107.

Murphy, D.H. and Meepol, W. 1990. Timber beetles of the Ranong Mangrove Forest. Mangrove Ecosystems occasional Papers 7: 6-8.

Oliver, J. B. and Mannion, C. M. 2001. Ambrosia beetle (Coleoptera: Scolytidae) species attacking chestnut and captured in ethanol-baited traps in middle Tennessee. Environmental Entomology 30: 909-918.

Philip, E. 1999. Wilt disease of angsana (*Pterocarpus indicus*) in Peninsular Malaysia and its possible control. Journal of Tropical Forest Science 11: 519-527.

Puranasakul, W. 2006. Diversity of bark and ambrosia beetles (Coleoptera: Scolytidae and Platypodidae) in Mixed Evergreen and Decidous Dipterocarp Forest in Northern Thailand. Master's Thesis. Graduate school, Chiang Mai University. 134pp.

Richards, P.W. 1952. The Tropical Rain Forest. Cambridge. University Press. London. 350 pp.

Rouault, G., Candau, J., Lieutier, F., Nageleisen, L., Martin, J. and Warzee, N. 2006. Effects of drought and heat on forest insect populations in relation to the 2003 drought in Western Europe. Annals of Forest *Science* 63: 613-6243.

Sanderson, F.R., King, F.Y., Pheng, Y.C., Ho, O.K. and Anuar, S. 1997. A *Fusarium* wilt (*Fusarium oxysporum*) of Angsana (*Pterocarpus indicus*) in Singapore. I. Epidemiology and identification of the causal organism. Arboricultural Journal 21: 187-204.

Schedl, K. E. 1958. Breeding habits of arbicole insect of Africa. in proceeding of the 10th. International congress of Entomology 1: 183- 197.

Schedl, K.E. 1967. Bark beetles and pine-hole borer (Scolytidae) Intercepted from imported logs andseeds in Japanese Ports II. Kontyû 35: 119-129.

Schedl, K.E. 1970. Bark beetles and pine-hole borer (Scolytidae) intercepted from imported logs andseeds in Japanese Ports IV. Kontyû 38: 353-370.

Schowalter, T.D. 2006. Insect Ecology: an Ecosystem Approach, 2 nd Ed. Elsevier/Academic, San Diego, CA. 572pp.

Sivapalan, P. 1977. Population dynamics of *Xyleborus fornicatus* Eichhoff (Coleoptera: Scolytidae) in relation to yield trends in tea. Bulletin of Entomological Research 67: 329-335.

Sittichaya, W and Beaver, R. 2009. Rubberwood-destroying beetles in the eastern and gulf areas of Thailand (Coleoptera: Bostrichidae, Curculionidae: Scolytinae and Platypodinae). Songklanakarin Journal of Science and Technology 31: 381-387.

Sittichaya, W., Permkam, S and Cognato, I.A. 2012. Species composition and flight pattern of xyleborins ambrosia beetles (Curculionidae: Scolytinae, Xyleborini) in perennial fruit trees dominated areas from southern Thailand. Environmental Entomology 41:776-784.

Sittichaya, W., Thaochan, N. and Tasen, W. 2013. Powder-post beetle (Coleoptera: Bostrichidae) communities in durian orchards in southern Thailand. Kasetsart J. (Nat. Sci.). 47 : 374-386.

Speight, M.S. and Wylie, F.R. 2001. Insect Pests in Tropical Forestry. Wallingford Oxon: CAB International. 307p.

Wolda, H., O'Brien, C.W. and Stockwell, H.P. 1998. Weevil diversity and seasonality in tropical Panama as deduced from light-trap catches (Coleoptera: Curculionoidea). Smithsonian Contributions to Zoology 590:1–79.

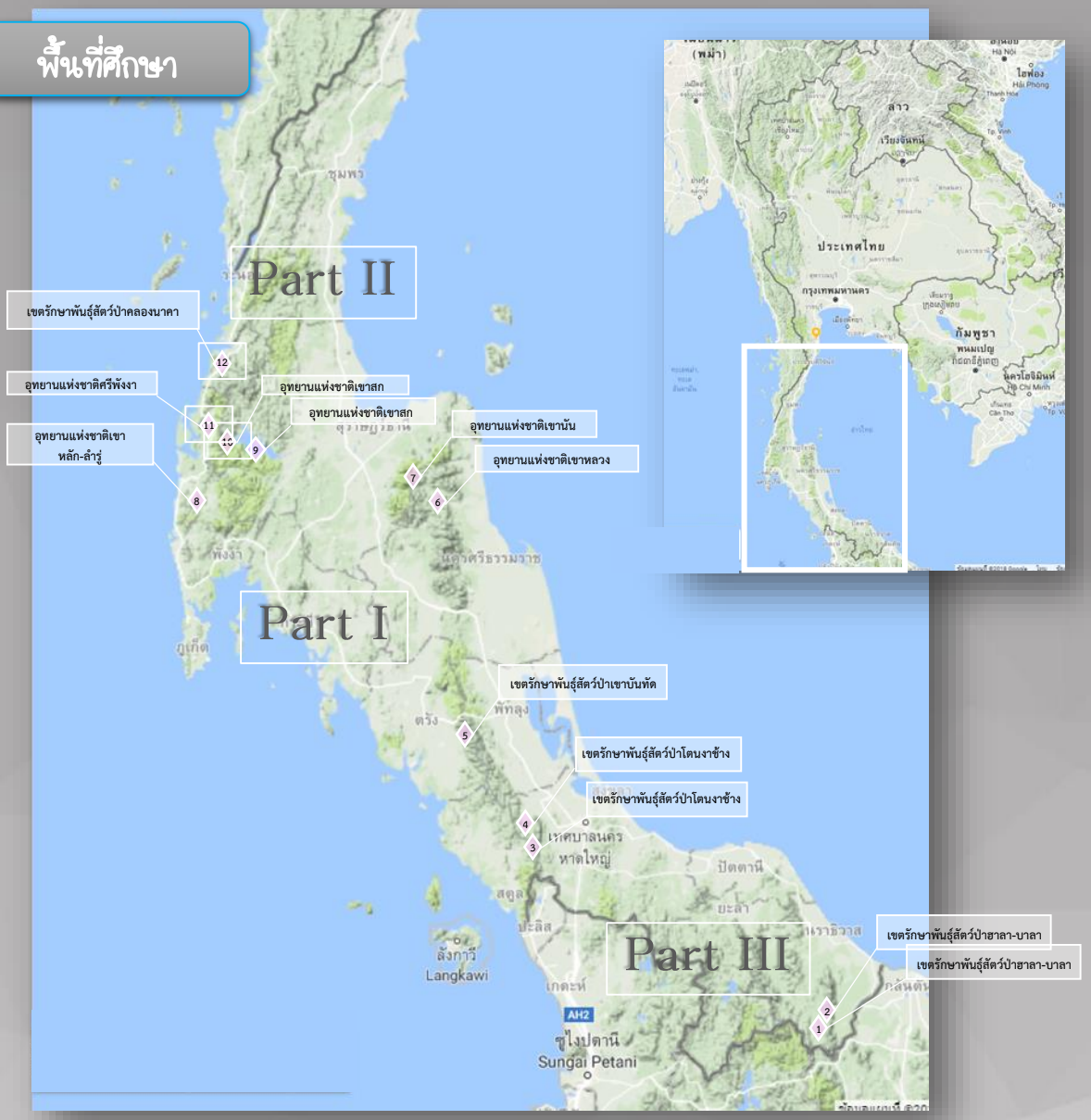
Wood, S. L. 1993. Revision of the genera of Platypodidae (Coleoptera). Great Basin Naturalist 53: 259–281.

Wood, S. L. 1982. The bark and ambrosia beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae), a taxonomic monograph. Great Basin Naturalist Memoirs 6.

Stephen W. L. and Bright, E. 1992. Index for Scolytidae. Great Basin Naturalist Memoirs: 13: 1-833.

Ueda, M. and Shibata, E. 2005. Water status of hinoki cypress, *Chamaecyparis obtusa*, attacked by secondary woodboring insects after typhoon strike. Journal of Forest Research 10: 243–246

พื้นที่ศึกษา


Part II
Part I
Part III
เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองนาคา
อุทยานแห่งชาติศรีพังงา
อุทยานแห่งชาติเขาสก
อุทยานแห่งชาติเขาสก
อุทยานแห่งชาติเขา
หลัก-ลำรู่
อุทยานแห่งชาติเขานัน
อุทยานแห่งชาติเขาหลวง
เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาบันทัด
เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง
เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง
เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา
เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
ประเทศไทย
กรุงเทพมหานคร
กัมพูชา
ลาว
ไทยแลนด์
Langkawi
Sungai Petani
AH2