รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

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

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

เทือกเขานครศรีธรรมราช ตอนที่ 1

Nakhon Sri Thammarat Mountain Ranges Part I

ผศ.ดร. วิสุทธิ์ สิทธิฉายา

ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

รายงานสรุปโครงการวิจัย

ความหลากหลาย พลวัตประชากร และรูปแบบการกระจายของมอดเอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini (Col.: Curculionidae, Scolytinae) ในพื้นที่ภาคใต้ ส่วนที่ 1: ป่าเทือกเขานครศรีธรรมราช

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

ผศ.ดร. วิสุทธิ์ สิทธิฉายา

ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

พฤษภาคม 2561

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ รหัสโครงการหมายเลข NAT560515S ผู้วิจัยขอขอบคุณหัวหน้าและเจ้าหน้าที่ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาบรรทัด อุทยานแห่งชาติเขาหลวงและอุทยานแห่งชาติเขานันเป็นอย่างสูงที่อำนวยความสะดวกในการขออนุญาตเข้าศึกษาวิจัย ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้อำนวยการศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก/ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันตก ผู้อำนวยการสถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดนครศรีธรรมราช สตูลและจังหวัดตรังเป็นอย่างสูงที่อำนวนความสะดวกมอบข้อมูลสภาพอากาศของพื้นที่ศึกษาเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบในงานวิจัย

บทคัดย่อ

งานวิจัยชิ้นนี้มุ่งเน้นศึกษาความหลากหลายทางชนิดและการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมได้แก่อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดกลุ่มดังกล่าวในพื้นที่ป่าดิบชื้นเทือกเขานครศรีธรรมราช ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์โตนงาช้าง จ.สงขลา เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาบรรทัดจังหวัดสตูลตรังและพัทลุง อุทยานแห่งชาติเขาหลวงและอุทยานแห่งชาติเขานันจังหวัดนครศรีธรรมราช ใช้กับดักชนิด ethanol baited traps ผลการศึกษาพบมอดทั้งสิ้นจำนวน 14,252 ตัว จำแนกเป็น 90 ชนิด ใน 28 สกุล พบมอดแอมโบรเซียที่จัดเป็นชนิดเด่นพบมากที่สุดเพียง 1 ชนิดได้แก่ Xyleborus perforans (Wollaston) (4,701 ตัว, 32.98%) ชนิดรอง 1 ชนิดได้แก่ Arixyleborus rugosipes Hopkins 1,188 ตัว 8.34% มอดชนิดอื่นๆ พบในปริมาณไล่เลี่ยลดหลั่นกันไป การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ป่าดิบชื้นในพื้นที่ศึกษามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศโดยเฉพาะอย่างยิ่งอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ [อุณหภูมิ ($r^2=0.4014$, $p=0.000$) และความชื้นสัมพัทธิ์ ($r^2=0.4483$, $p=0.023$)] โดยมอดมีระดับประชากรสูงสุดในฤดูแล้งช่วงเดือนธันวาคม ถึงเดือนเมษายนและสูงกว่าระดับประชากรในฤดูฝนอย่างชัดเจน การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดกลุ่มดังกล่าวมีความสัมพันธ์ในลักษณะตรงกันข้ามกับความชื้น ค่าดัชนีความเหมือนคำนวนด้วย Chao-Sørensen similarity index ของของมอดเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่เทือกเขานครศรีธรรมราชตอนล่างบริเวณน้ำตก บริพัทธ์1 และ 2 (จังหวัดสงขลา) เปรียบเทียบกับตอนเหนือ (อุทยานแห่งชาติเขาหลวง/เขานัน จังหวัดนครศรีธรรมราช) ตอนกลาง (น้ำตกสายรุ้ง เขตรักษาพันธ์สัตว์ป่าเขาบรรทัด) มีค่าเท่า 0.7862 และ 0.8516 ตามลำดับ

Abstract

The objectives of present study are to study species diversity and population change of ambrosia beetles Tribe Xyleborini including interaction between population and environmental factors such as Temperature and relative humidity in tropical rain forest of Nakhon Sri Thammarat mountain range. The areas were including Ton Nga Chang wildlife sanctuary, Songkla Province, Khao Bantad wildlife sanctuary, Satun and Trang Province, Khao Luang National Park, Nakhon Sri Thammarat Province, Khao Nan National Park, Nakhon Sri Thammarat Province. The ethanol baited traps were used in the study. In the total 14,252 individuals identified into 90 species and 28 genera. The result of present study indicated one species as dominate species in the areas, it is Xyleborus perforans (Wollaston) (4,701 individuals, 32.98%) and one co-dominate species there is Arixyleborus rugosipes Hopkins (1,188 individuals, 8.34%), the other species have no different in numbers. The population change of ambrosia beetles Tribe Xyleborini in the tropical rainforest in the studied areas was change seasonally and correlated with climatic factors. The correlation with Temperature and relative humidity were statistic significant [Temperature (r^2=0.4014, p=0.000) and relative Humidity (r^2=0.4483, p=0.023]. The populations were highest in dried period between December and April and clearly higher than that in rainy season. The population changes were negatively correlate with relative humidity. The species similar calculate with Chao-Sørensen similarity index of beetle Tribe Xylebirini in lower Nakhon Sri Thammarat mountain range (Boarirhat waterfall study site I and II, Songkhla province) compare with upper areas (Khao luang National Park, Khaonan National Park, Nakhon Srithammarat Province) and middle areas (Sairung waterfall, Trang Province) were 0.7862 and 0.8516 respectively.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ii
บทคัดย่อ	iii
Abstract	iv
ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
ขอบเขตของโครงการวิจัย	3
การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	5
วิธีการดำเนินการวิจัย	14
1. พื้นที่ศึกษา	14
2. เก็บตัวอย่างแมลง	15
3. การวิเคราะห์ข้อมูล	16
ผลการทดลอง	18
1. ลักษณะภูมิอากาศในพื้นที่ศึกษา	18
2. ชนิดและองค์ประกอบของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ศึกษา	21
3. ความหลากหลายของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ศึกษา	27
4. พลวัติประชากรของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ศึกษา	28
5.ความสำพันธ์ระหว่างระดับประชากรและปัจจัยสิ่งแวดล้อม	31
6. การกระจายของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ภาคใต้	32
7. ความหลากหลายของมอดขี้ขุย (Bostrichidae) ในพื้นที่	32
อภิปรายผลการทดลอง	34
เอกสารอ้างอิง	36
เอกสารภาคผนวก 1	42
เอกสารภาคผนวก 2	53

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ประวัติการศึกษาความหลากหลายทางชนิดของมอดในวงศ์ย่อย Scolytinae และ วงศ์ย่อย Platypodinae วงศ์ Curculionidae ในประเทศไทย 13

ตารางที่ 2 ข้อมูลสภาพอากาศท้องถิ่น (สถานีอุตุนิยมวิทยา) และภายใต้เรือนยอดบริเวณพื้นที่ศึกษา 19

ตารางที่ 3 จำนวน (ตัว) และเปอร์เซ็นต์ (%) ของมอดเอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini (Coleoptera: Curculionidae) ที่พบในพื้นที่ศึกษา 23

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 กับดักที่ใช้ในการศึกษา 15

ภาพที่ 2 แผนที่แสดงพื้นที่ศึกษาและจุดวางกับดัก 16

ภาพที่ 3 ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในพื้นที่ศึกษา 20

ภาพที่ 4 จำนวนชนิด (species) ในแต่ละสกุลของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ที่พบในพื้นที่ศึกษา 21

ภาพที่ 5 มอดแอมโบรเซียชนิดที่พบมากที่สุด 5 ชนิดแรกในพื้นที่ศึกษา 22

ภาพที่ 6 กราฟจำนวนชนิดสะสมที่พบในพื้นที่ศึกษาเมื่อจำนวนการเก็บตัวอย่างเพิ่มขึ้น 27

ภาพที่ 7 จำนวนชนิดของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ xyleborini ที่คาดว่าจะพบในพื้นที่ศึกษา 28

ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ศึกษา 29

ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในบริเวณที่สำรวจจุดต่างๆ 30

ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรแอมโบรเซียชนิดที่พบมากที่สุด 10 ชนิดแรกในพื้นที่ศึกษา 31

ภาพที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่าง ารเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini และการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในพื้นที่ศึกษา 32

ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

มอดเอมโบรเซีย (Ambrosia beetles) จัดเป็นแมลงที่อยู่ร่วมกับราแบบพึ่งพาอาศัย ทั่วโลกมีสมาชิกประมาณ 1,300 ชนิด โดยมีศูนย์กลางการแพร่กระจายในเขตป่าดิบชื้นของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ในระบบนิเวศแมลงกลุ่มนี้ทำหน้าที่สำคัญยิ่งในกระบวนการย่อยสลายเนื้อไม้เนื่องจากเป็นสิ่งมีชีวิตกลุ่มแรกๆ ที่สามารถเจาะเข้าไปในเนื้อไม้ตั้งแต่ต้นไม้โทรมใกล้ตายหรือตายใหม่ๆ ซึ่งยากต่อการเข้าไปของผู้ย่อยสลายกลุ่มอื่นๆ นอกจากนี้การเจาะเข้าไปในเนื้อไม้เพื่อสร้างรังของมอดยังเปิดโอกาศให้ผู้ย่อยสลายกลุ่มอื่นๆ เข้าไปในเนื้อไม้ได้ง่ายยิ่งขึ้น นอกจากการเป็นผู้ย่อยสลายที่สำคัญในระบบนิเวศแล้วปัจจุบันพบว่าแมลงในกลุ่มนี้เป็นศัตรูไม้ยืนต้นอุบัติใหม่ ที่สร้างความเสียหายอย่างรุนแรงแก่ไม้ยืนต้นทั้งไม้ป่า ไม้ในเมือง รวมทั้งไม้ผลเศรษฐกิจทั้งในพื้นที่กระจายเดิมของแมลง และพื้นที่แพร่กระจายใหม่ (พันธุ์ต่างถิ่น) การระบาดทวีความรุนแรง กินพื้นที่กว้างขวาง ในบางพื้นที่ทำให้ต้นไม้ชนิดที่มอดเข้าทำลายล้มตายเกือบทั้งหมด จนทำให้สังคมพืชในบริเวณนั้นๆ เปลี่ยนไป หรือสร้างความเสียหายในแง่เศรษฐกิจอย่างรุนแรง ตัวอย่างของการระบาดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และประเทศไทยได้แก่การระบาดเข้าทำลายต้นประดู่บ้าน ไม้ให้ร่มที่สำคัญในท้องถิ่นของมอดเอมโบรเซียชนิด *Euplatypus parallelus* ส่งผลให้ประดู่บ้านในประเทศสิงคโปร์ มาเลเซีย และภาคใต้ของประเทศไทยส่วนใหญ่ตายเกือบทั้งหมด การศึกษาแมลงกลุ่มนี้ส่วนใหญ่ทำในชนิดที่พบระบาดในพื้นที่กระจายใหม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในทวีปอเมริกา หรือชนิดที่เป็นศัตรูสำคัญบางชนิด ในถิ่นการแพร่กระจายเดิมการศึกษาแมลงกลุ่มนี้มีน้อยมาก ส่วนใหญ่จะทำในแง่อนุกรมวิธาน ซึ่งพื้นที่ในการเก็บตัวอย่างส่วนใหญ่ทำในประเทศมาเลเซีย อินโดนีเซียและปาปัวนิวกินี การศึกษาในภาคพื้นทวีปของภูมิภาครวมทั้งประเทศไทยยังมีน้อยมาก ในการศึกษาทางด้านอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นนิเวศวิทยา ชีววิทยาหรือในแง่การเป็นศัตรูพืชยังมีน้อยมาก เป้าหมายของงานวิจัยครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งและมุ่งเน้นในการสร้างข้อมูลพื้นฐานความหลากหลายของมอดกลุ่มดังกล่าวในพื้นที่ภาคใต้เพื่อเป็นข้อมูลความหลากหลายของมอดกลุ่มนี้ที่แพร่กระจายในประเทศไทยและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ภาคพื้นทวีป ที่จะดำเนินการวิจัยต่อเนื่องในอนาคต รวมทั้งการเก็บรวบรวมตัวอย่างที่ได้รับการยืนยันการจำแนกชนิดเพื่อใช้เป็นตัวอย่างอ้างอิงในภูมิภาคต่อไป รวมทั้งศึกษารูปแบบการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรในรอบปี และรูปแบบการกระจายของมอดกลุ่มนี้ภายในเขตสัตว์ภูมิศาสตร์ย่อย (indo-malayan subregion)

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1 ศึกษาความหลากหลายทางชนิดของมอดเอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ภาคใต้ (ส่วนที่ 1 บริเวณเทือกเขานครศรีธรรมราช)

2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรในรอบปี (พลวัตประชากร) ของมอดกลุ่มดังกล่าวในพื้นที่ป่าดิบชื้น ในภาคใต้

3 ศึกษารูปแบบการกระจายของมอดกลุ่มนี้ภายในเขตสัตว์ภูมิศาสตร์ย่อย indo-malayan subregion จากจุดศูนย์กลางการแพร่กระจายสู่พื้นที่ขอบ

ขอบเขตของโครงการวิจัย

ศึกษาความหลากหลายทางชนิด การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรในรอบปี และรูปแบบการแพร่กระจายของมอดเอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ป่าดิบชื้น บริเวณเทือกเขานครศรีธรรมราช โดยแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 2 กลุ่มพื้นที่ศึกษาได้แก่ กลุ่มที่ 1 ป่าเทือกเขานครศรีธรรมราชตอนล่าง ได้แก่ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาบรรทัด จังหวัดสตูล ตรังและพัทลุง กลุ่มที่ 2 ป่าเทือกเขานครศรีธรรมราชตอนบน ได้แก่ อุทยานแห่งชาติเขาหลวง และอุทยานแห่งชาติเขานัน จังหวัดนครศรีธรรมราช เก็บตัวอย่างมอดกลุ่มดังกล่าวในพื้นที่ศึกษาโดยใช้วิธีการเก็บ 2 วิธีด้วยกันได้แก่ การใช้กับดักชนิด multiple funnel trap ที่มีเอทานอลเป็นสารดึงดูด (ภาพที่ 1) และการเก็บตัวอย่างด้วยมือ

ในแต่ละกลุ่มพื้นที่ศึกษาทำการวางกับดัก 3 จุด จุดละ 10 กับดัก วางกับดักต่อเนื่องและเก็บตัวอย่างที่มาติดกับดักทุกๆ 1 เดือน ระยะเวลาติดต่อกัน 1 ปี ในส่วนของการเก็บตัวอย่างด้วยมือทำการเก็บตัวอย่างจากไม้ที่มอดเข้าทำลาย โดยเก็บตัวอย่างกลุ่มพื้นที่ศึกษาละ 3 ครั้ง นำตัวอย่างมาจำแนกชนิดและนับจำนวนแมลงแต่ละชนิด นำข้อมูลมาคำนวณจำนวนชนิดทั้งหมดที่คาดว่าจะพบทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา ความหลากหลายทางชนิดในแต่ละกลุ่มพื้นที่ (alpha diversity) และความแตกต่างของชนิดระหว่างกลุ่มพื้นที่ศึกษา (species turnover rate) คำนวณความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจำนวนมอดต่อกับดัก ในแต่ละกลุ่มพื้นที่ศึกษา และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของแมลงกลุ่มดังกล่าวกับปัจจัยภูมิอากาศ (อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์) ในพื้นที่ศึกษา

ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

มอดเอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini จัดเป็นมอดเอมโบรเซียกลุ่มใหญ่ที่สุด และมีศูนย์กลางการแพร่กระจายในเขตป่าดิบชื้นของหมู่เกาะในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (SE-Asian Archipelago) ทั่วโลกการศึกษานิเวศวิทยาและรูปแบบการแพร่กระจายของมอดเอมโบรเซียในแหล่งแพร่กระจายเดิมมีน้อยมาก และในประเทศไทยการศึกษาความหลากหลายและอนุกรรมวิธานของแมลงกลุ่มนี้มีน้อยมากเช่นเดียวกัน การวิจัยในโครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของแผนงานวิจัยต่อเนื่องเพื่อศึกษานิเวศวิทยา อนุกรมวิธานและรูปแบบการกระจายของมอดเอมโบรเซียในพื้นที่ภาคใต้ของผู้วิจัย นอกจากนี้โครงการวิจัยยังมุ่งเน้นศึกษาความหลากหลายและรูปแบบการแพร่กระจายของมอดเอมโบรเซียกลุ่มดังกล่าวตามเขตสัตว์ภูมิศาสตร์ย่อยจากศูนย์กลางการแพร่กระจายในมาเลเซียและอินโดนีเซีย (โดยใช้ข้อมูลงานวิจัยในอดีต) เปรียบเทียบกับข้อมูลจากโครงการนี้ (และโครงการต่อเนื่องในอนาคตอีก 2 โครงการเพื่อให้ครอบคลุมทั่วทั้งเขตสัตว์ภูมิศาสตร์ย่อยในภาคใต้) ซึ่งน่าจะมีความแตกต่างของความหลากชนิด (species richness) และรูปแบบการกระจายภายในกลุ่มย่อย (Genus/species groups) ตามระยะทางจากจุดศูนย์กลางการแพร่กระจาย (geological gradience) (มาเลเซียสู่ภาคใต้ของไทย) ซึ่งมีความแตกต่างในลักษณะค่อยเป็นค่อยไป (gradience) ของสังคมพืชและลักษณะภูมอากาศ

การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

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 (Jordal and Cognato, 2012) จัดเป็นแมลงในกลุ่ม Xylo-mycetophagy (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 (outbreak situation) (Furniss and Carolin, 1977; Kühnholz *et al*., 2003; Wood, 1982) มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่เจาะเข้าทำลายต้นไม้ที่สมบูรณ์แข็งแรง (primary pests)

อย่างไรก็ตามในรอบหลายปีที่ผ่านมาพบว่ามอดในกลุ่มนี้ที่จัดเป็น secondary pest กลับยกระดับการทำลายเป็น primary pest ระบาดเข้าทำลายต้นไม้ที่สมบูรณ์แข็งแรง และรุนแรงกินพื้นที่กว้างขวาง (Kühnholz *et al*., 2001) 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 ในพื้นที่ภาคใต้รวมทั้งประเทศสิงคโปร์ 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 สภาพอุณหภูมิที่สูงขึ้นและความแปรปรวนของสภาวะ

อากาศทำให้ต้นไม้อ่อนแอต่อการเข้าทำลายของโรคและแมลง (Brasier and Scott, 1994) เมื่อต้นไม้อยู่ในสภาวะเครียดจากการเข้าทำลายของรามอดสามารถเข้าทำลายต้นไม้ได้ง่ายขึ้น ผลกระทบจากสภาวะโลกร้อนทำให้ราที่อยู่อาศัยร่วมกับมอดมีความสามารถในการก่อให้เกิดโรคมากขึ้น สามารถเข้าทำลายต้นไม้ปกติได้ และสามารถเข้าทำลายพืชชนิดอื่นๆ ที่ไม่ใช่พืชอาศัยได้ มอดสามารถค้นหาต้นไม้ที่เหมาะสมต่อการเข้าทำลายโดยใช้ Kairomone ที่ปล่อยจากพืชที่อ่อนแอ เช่น แอลกอฮอล์ และ Phenolic compounds มอดสามารถรับรู้สารเหล่านี้ได้รวดเร็ว ถึงแม้ว่าต้นไม้จะอยู่ภายใต้สภาวะเครียดสั้นๆ ถึงแม่ว่าในปัจจุบันแมลงในกลุ่มนี้ทวีความสำคัญมากขึ้นในแง่การเป็นศัตรูพืช อย่างไรก็ตามในประเทศไทยมีข้อมูลพื้นฐาน รวมทั้งการศึกษาในแง่อื่นๆ มีน้อยมาก ดังนั้นการศึกษาข้อมูลพื้นฐานในแง่ความหลากหลายทางชนิดในท้องถิ่น พร้อมกับข้อมูลที่จำเป็นในแง่อื่นๆ ทั้งนิเวศวิทยา ชีววิทยา และแง่ศัตรูพืชจึงมีความสำคัญยิ่ง

การศึกษาความหลากหลายของมอดเอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในอดีตส่วนใหญ่ทำในรูปแบบการเก็บตัวอย่างเพื่อใช้ในการศึกษาอนุกรรมวิธานของมอดวงศ์ Scolytidae การศึกษาความหลากหลายในแต่ละสังคมพืช (alpha diversity) หรือระดับท้องถิ่น (beta diversity) มีค่อนข้างน้อย การศึกษาความหลากหลายในระดับท้องถิ่นมีเพียงกรณีศึกษาเดียวเท่านั้นทำโดย Hulcr และคณะ (2008a) โดยเปรียบเทียบความหลากหลายของมอดเอมโบรเซียในพื้นที่ป่าดิบชื้นในปาปัวนิวกีนี 3 พื้นที่ศึกษาที่มีลักษณะสังคมพืชและปัจจัยชีวภาพและกายภาพอื่นๆ ไม่แตกต่างกันห่างกันพื้นที่ละ 500 กิโลเมตร พบว่าชนิดของมอดเอมโบรเซียมีความแตกต่างกันน้อยมาก หรือมีค่า beta-diversity/species turnover rate ต่ำ การศึกษานิเวศวิทยาและความหลากหลายของมอดเอมโบรเซียในแต่ละสังคมพืชมีไม่มากนักเช่นเดียวกัน การศึกษาส่วนใหญ่นักวิจัยจะศึกษาชนิดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจเพียงหนึ่งหรือสองสามชนิดหรือเฉพาะชนิดที่มีการกระจายในเขตอบอุ่น (Calnaido, 1965; Sivapalan, 1977; Oliver and Mannion, 2001; Koch and Smith, 2008) หรือศึกษาโดยรวมแมลงทั้งวงศ์ย่อยหรือทั้งสองวงศ์ย่อย (Platypodinae และ Scolytinae) โดยไม่ได้แยกระหว่างกลุ่มใหญ่สองกลุ่มที่มีชีววิทยาและนิเวศวิทยาที่แตกต่างกันระหว่างกลุ่ม bark beetles (มอดเจาะเปลือก จัดเป็นกลุ่มที่เข้าทำลายและกินเปลือกไม้เป็นอาหาร) และกลุ่ม ambrosia beetles (มอดที่อยู่ร่วมกับราแบบพึ่งพาอาศัยและกินราเป็นอาหาร) 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 e*t al.*, 2001) ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ Maeto และคณะ (1999) ได้ศึกษารูปแบบการกระจายของมอดเอมโบรเซียจากพื้นที่ใจกลางป่าสู่รอยต่อพื้นที่เกษตรและสวนปาล์มน้ำมัน โดยพบว่ามอดบางชนิดชอบพื้นที่รอยต่อหรือพื้นที่เกษตรมากกว่าพื้นที่ใจกลางป่า นอกจากนี้ Maeto และ Fukuyama (2003) ได้ศึกษาการ

กระจายของมอดทั้งสองกลุ่มตามชั้นเรือนยอดของป่าดิบชื้นในมาเลเซีย ในประเทศไทยมีการศึกษาความหลากหลายของมอดทั้งสองกลุ่มในป่าดิบแล้งและป่าเต็งรังพื้นที่ดอยสุเทพ โดย Hulcr และคณะ (2008b) โดยพบมอดทั้งสิ้น 118 ชนิด มอดในพื้นที่ป่าดิบชื้นซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าและการแพร่รังสีโดยตรงจากดวงอาทิตย์สู้พื้นป่าและอุณหภูมิน้อยกว่ามีความหลากหลายของชนิดมากกว่าในพื้นที่ป่าเต็งรังซึ่งมีสภาพร้อนแล้ง 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 (2555) ที่ดำเนินการในพื้นที่ป่าดิบชื้น อุทยานแห่งชาติเขาหลวง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในช่วงระยะเวลาที่คาบเกี่ยวกันกับการศึกษาในสวนทุเรียน ผลการศึกษาพบมอดเอมโบรเซียในเผ่าพันธุ์ดังกล่าวมีความหลากหลาย [species diversity/species richness (74ชนิด)] มากกว่าในพื้นที่เกษตรบริเวณใกล้เคียงเล็กน้อย แต่มีลักษณะองประกอบของชนิด (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) ในพื้นที่ป่าดิบชื้นรูปแบบที่แน่นอนเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตามฤดูกาลเช่นเดียวกัน แต่จะมีรูปแบบแตกต่างจากพื้นที่เกษตร โดยในพื้นที่ป่าดิบชื้นที่มีความชื้นสูงตลอดปี มอดมีระดับประชากรสูงสุดในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม) และมีระดับประชากรต่ำสุดในกลางฤดูฝนต่อเนื่องถึงปลายฤดูแล้ง ในขณะที่ในพื้นที่เกษตรซึ่งมีลักษณะอากาศร้อนและแล้งมอดมีระดับประชากรสูงสุดในปลายฤดูฝนต่อเนื่องถึงต้นฤดูแล้ง (พฤศจิกายน-มีนาคม) และมีระดับประชากรต่ำตั้งแต่กลางฤดูร้อนถึงกลางฤดูฝน (เมษายน-ตุลาคม) ผลการศึกษาความหลากหลายของมอดเอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ xyleborini ใน

สวนทุเรียนพื้นที่ภาคใต้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Hulcr และคณะ (2008a) 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) นอกจากอุณหภูมิในเขตโซนร้อนจะส่งผลต่อในแง่ส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนประชากรของมอดเอมโบรเซียเช่นเดียวกับแมลงชนิดอื่นๆ แล้ว อุณหภูมิยังเป็นปัจจัยจำกัดที่สำคัญต่อความสำเร็จในการสืบต่อพันธุ์ (reproductivity) ของมอดเอมโบรเซียด้วย เนื่องจากมอดเอมโบรเซียขยายพันธุ์ในเนื้อไม้และกินราที่เจริญเติบโตในเนื้อไม้เป็นอาหาร อุณหภูมิที่สูงเกินไปประกอบกับความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่ำในบางฤดูทำให้ช่วงเวลาดังกล่าวเช่น ฤดูร้อน และช่วงฝนทิ้งช่วงระหว่างกลางฤดูฝนในพื้นที่ภาคใต้ ความชื้นในเนื้อไม้ที่มอดใช้ทำรังลดลงอย่างรวดเร็ว และอาจต่ำกว่าความชื้นที่ราอาหารของมอดเอมโบรเซียจะสามารถเจริญเติบโตได้ส่งผลให้การสืบต่อพันธุ์ของมอดล้มเหลว (brood failure) มอดในรังตายทั้งหมดเนื่องจากขาดอาหารส่งผลทำให้ระดับประชากรของมอดในสังคมพืชนั้นๆ ลดลงในที่สุด อุณหภูมิที่สูงในบางฤดูจะส่งผลกระทบต่อระดับประชากรของมอดมากขึ้นหากมีปัจจัยอื่นๆ ส่งเสริม ปัจจัยเหล่านี้ได้แก่ ลักษณะเรือนยอดของสังคมพืช (เรือนยอดเปิด) การถ่ายเทความร้อนจากภายนอก ความชื้นสัมพัทธ์ (ต่ำ) หรือฝนทิ้งช่วงเป็นต้น (Hulcr *et al*., 2008a; 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 Daily และ Ehrlich (1996) พบว่าในประเทศคอสตาริกา ในระหว่างวันพื้นที่เกษตรมีอุณหภูมิสูงกว่าพื้นที่ป่าที่ติดกันเฉลี่ย 4 องศาเซลเซียส และต่ำกว่าเล็กน้อยใน

เวลากลางคืน ในขณะที่ในพื้นที่ภาคใต้ของไทยอุณหภูมิบริเวณพื้นที่เกษตรเฉลี่ยสูงกว่าพื้นที่ป่าประมาณ 2 องศาเซลเซียส (วิสุทธิ์ และคณะ, 2555) การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในถิ่นที่อยู่อาศัยในลักษณะดังกล่าวส่งผลต่อความหลากหลายและการกระจายของแมลงในพื้นที่ แมลงที่ชอบลักษณะภูมิอากาศที่เย็นและชุ่มชื้นจะกระจายในบริเวณพื้นที่กลางป่าส่วนแมลงที่ชอบสภาพแวดล้อมที่ร้อนและแห้งจะกระจายในพื้นที่ขอบป่าและพื้นที่เกษตร (Didham *et al.*, 1998) การกระจายของมอดเอมโบรเซียมีแนวโน้มเช่นเดียวกัน โดยมอดเอมโบรเซียบางชนิดโดยเฉพาะอย่างยิ่งมอดที่กระจายทั่วโลกชอบถิ่นที่อยู่อาศัยในสภาพที่ร้อนและแห้งกว่ามอดเอมโบรเซียโดยทั่วไปมอดในกลุ่มนี้ได้แก่ *X. perforans, X. affinis, Xyleborinus andrewesi* (Blandford), *Xylosandrus crassiusculus* (Motchulsky) และ *Euplatypus parallelus* (Fabricius) เป็นต้น (Hulcr *at al.*, 2008a; Maeto *at al*., 1999) ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity) เป็นปัจจัยที่ส่งผลอย่างสำคัญยิ่งต่อความหลากหลายและการกระจายของแมลงในแต่ละสังคมพืช มอดเอมโบรเซียชอบเข้าทำลายหรือสร้างรังในไม้ที่มีความชื้นสูง (Batra, 1966; Beaver, 1989) เนื่องจากเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของราที่อยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัย มอดเอมโบรเซียส่วนใหญ่ไม่ชอบสร้างรังในไม้ที่มีความชื้นต่ำกว่า 60% (Sittichaya and Beaver, 2009) ความชื้นสัมพัทธ์ในถิ่นที่อยู่อาศัยเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นของเนื้อไม้จึงเป็นปัจจัยสำคัญและจำกัดต่อความหลากหลายการกระจายและการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดเอมโบรเซีย ความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มแสงในพื้นที่เกษตรที่สูงกว่าจะทำให้อัตราการระเหยของไม้สูง และส่งผลโดยตรงต่อความล้มเหลวในการสร้างรังหรือสืบต่อพันธุ์ของมอดเอมโบรเซีย (Hulcr *at al.,* 2008a)

ฝนมีอิทธิพลต่อแมลงทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อความหลากหลายและประชากรของแมลง (Speight and Wylie, 2001) ฝนมีอิทธิพลทางตรงต่อสรีระวิทยาการสืบพันธ์ 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.,* 2001; Rouault *at al.,* 2006; Ueda and Shibata, 2005) ฝน (ปริมาณและการกระจาย) มีผลอย่างยิ่งต่อความหลากหลายและระดับประชากรของมอดเอมโบรเซีย เนื่องจากฝนจะมีผลโดยตรงต่อความชื้นของไม้ที่มอดใช้สร้างรัง และการเจริญเติบโตของราในรังของมอด ถ้าปริมาณน้ำฝนมากเกินไปจะทำให้ราเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วจนมอดไม่สามารถควบคุมได้ทำให้ราเจริญจนเต็มพื้นที่รังทำให้มอดไม่

สามารถอยู่ได้มอดจะตายในที่สุด หากฝนตกน้อยจนเกินไปทำให้ความชื้นในไม้น้อยเกินไปทำให้ราไม่โตและมอดทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยขาดอาหารและตายในที่สุด (Furniss and Carolin, 1977)

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

การศึกษามอดในวงศ์ย่อย Scolytinae และ Platypodinae นี้ในประเทศไทย

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 Roger A. Beaver ในปีค.ศ. 1970-1975 การศึกษาดังกล่าวรายงานมอดในวงศ์ย่อย Scolytinae จำนวน 70 ชนิด [4 ชนิด

จำแนกคลาดเคลื่อน (Beaver, 1990)] และวงศ์ย่อย Platypodinae 26 ชนิด รวมทั้งข้อมูลลักษณะทางชีววิทยาและนิเวศวิทยาบางประการของมอดกลุ่มดังกล่าวจากพื้นที่ดอยสุเทพ-ปุย และรอบๆ เมืองเชียงใหม่ ในระยะต่อมาการศึกษาส่วนใหญ่ทำโดย ดร. Roger A. Beaver หรือ นักวิจัยท่านอื่นๆ เป็นผู้สำรวจเก็บตัวอย่างแล้วส่งให้ ดร. Roger 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) รางงานมอดในกลุ่มดังกล่าวเพิ่มเติมอีก 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 ในพื้นที่ภาคใต้ที่มีการเก็บตัวอย่างอย่างเป็นระบบและต่อเนื่องมีเพียงการศึกษาของผู้วิจัยสองโครงการได้แก่ การศึกษาในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาหลวง จังหวัดนครศรีธรรมราช และการศึกษาความหลากหลายในพื้นที่เกษตรที่มีสวนทุเรียนเป็นองค์ประกอบหลักในพื้นที่จังหวัด ชุมพร สุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราช โครงการแรกพบมอดในเผ่าพันธุ์ดังกล่าวทั้งสิ้น 74 ชนิด ในขณะที่ในพื้นที่สวนทุเรียนพบจำนวน 64 ชนิด โดยทั้งสองการศึกษาพบมอดที่รายงานครั้งแรกในประเทศไทยจำนวน 16 ชนิด (วิสุทธิ์ และคณะ, 2553, Sittichaya *et al.,* 2012) รวมรายงานมอดทั้งสองวงศ์ย่อยที่พบในประเทศไทยจำนวน 181 ชนิดแบ่งเป็น วงศ์ย่อย Scolytidae 137 ชนิด และ Platypodinae 44 ชนิด (ตารางที่ 1)

ในประเทศไทยการศึกษามอดเอมโบรเซียในแง่ของแมลงศัตรูพืช มีเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ในปี พ.ศ. 2538 ศรุต รายงานการเข้าทำลาย ลักษณะทางชีววิทยาและการป้องกันและกำจัดมอด *Euwallacea fornicatus* (Eichhoff)

ที่เข้าทำลายทุเรียนในพื้นที่ภาคตะวันออก โดยพบว่ามอดระบาดควบคู่กับการระบาดของโรครากเน่าโคนเน่าของทุเรียน ชัยวัฒน์ กระตุกฤกษ์ (2538) รายงานว่ามอดชนิดระบาดตลอดปีในพื้นที่ปลูกทุเรียนทั้งภาคตะวันออกและภาคใต้ และมอดชนิดนี้ไม่ได้เป็นพาหะของโรครากเน่า-โคนเน่าในทุเรียน ในปี พ.ศ. 2544 จริยา และคณะ รายงานการระบาดของมอดเอมโบรเซียไม่จำแนกชนิดในสกุล *Xylosandrus* ในสวนลำไยและลิ้นจี่ ในพื้นที่อำเภอฝางจังหวัดเชียงใหม่ โดยพบว่ามอดเข้าทำลายลำไย และลิ้นจี่ ในแปลงสำรวจบางแปลงมากถึง 90% จริยาและคณะรายงานว่ามอดชนิดนี้เข้าทำลายลำไยได้ทุกระยะตั้งแต่ต้นกล้าในโรงเพาะชำจนถึงต้นที่มีอายุมากกว่า 10 ปี ในกรณีที่ต้นลำไยมีขนาดเล็กหรือมอดเข้าทำลายหนาแน่นจะทำให้เกิดอาการเหี่ยว และโทรมตายในที่สุด Euler และคณะ (2006) ศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อการเคลื่อนที่ของประชากรของแมลงรวมทั้งมอด *Euwallacea fornicatus* แมลงศัตรูสำคัญของลำไยในสวนลำไยพื้นที่ดอยปุย จังหวัดเชียงใหม่พบว่าความหนาแน่นของมอดในพื้นที่ป่ารอบๆ แปลงลำไย และในแปลงลำไยมีค่าใกล้เคียงกัน และพื้นที่ป่าสามารถเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยสำรองของมอด และแมลงดังกล่าวสามารถเข้ามาระบาดในแปลงลำไยได้ ในปี พ.ศ. 2550-2551 วิสุทธิ์ และคณะ (ผลการสำรวจ) และ Sittichaya และ Beaver (2009) รายงานมอดในกลุ่มนี้ 18 ชนิดเข้าทำลายไม้ยางพาราท่อนบนลานไม้และไม้แปรรูปภายในโรงเลื่อยในพื้นที่ปลูกยางพาราเก่าภาคใต้และภาคตะวันออก และ ได้รายงานมอดในกลุ่มนี้จำนวน 16 ชนิดที่เข้าทำลายมะม่วงและมะม่วงหิมพานในพื้นที่จังหวัดสงขลา

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	วันนีย์, 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 (และข้อมูลจากากรสำรวจ)
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 2553, Sittichaya *et al.*, 2012
รวม			137	44	

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาเทือกเขานครศรีธรรมราชส่วนใหญ่ปกคลุมด้วยป่าดิบชื้นมีฝนตกชุกเกือบตลอดปี 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)

ลักษณะภูมิอากาศของพื้นที่ศึกษาภาคใต้ฝั่งตะวันออกประกอบด้วยฤดูต่างๆ สองฤดูด้วยกันได้แก่ ฤดูฝนตั้งแต่กลางเดือนเมษายนถึงกลางเดือนมกราคม และฤดูร้อนระหว่างกลางมกราคมถึงกลางเมษายน ลักษณะการกระจายของปริมาณน้ำฝนในพื้นที่แบ่งออกเป็นสองช่วงตามอิทธิพลของลมมรสุม ช่วงแรกตั้งแต่กลางเดือนเมษายนถึง กรกฎาคม ได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และช่วงที่สองระหว่างเดือน ตุลาคม-มกราคม ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ สลับด้วยเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยระหว่างกลางของช่วงฝนตกหนักทั้งสองช่วงในเดือนสิงหาคม 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 อย่างไรก็ตามระดับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายใต้เรือนยอดไม้ (under-canopy micro-climate) ในพื้นที่ศึกษาป่าดิบชื้นบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาหลวงมีความแตกต่างจากข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศซึ่งเป็นพื้นที่โล่ง โดยระดับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ใต้เรือนยอดของป่าดิบชื้นมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าพื้นที่โล่ง 2.23±0.37 องศาเซลเซียส และ ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าพื้นที่โล่ง 8.07±2.65 เปอร์เซ็นต์ (วิสุทธิ์ และคณะ, 2555)

ในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกพื้นที่ป่าดิบชื้นบริเวณเทือกเขานครศรีธรรมราช โดยแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 2 กลุ่มพื้นที่ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ป่าเทือกเขานครศรีธรรมราชตอนล่าง พื้นที่ศึกษาได้แก่ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาบรรทัด จังหวัดสตูล ตรังและพัทลุง กลุ่มที่ 2 ป่าเทือกเขานครศรีธรรมราชตอนบน พื้นที่ศึกษาได้แก่อุทยานแห่งชาติเขาหลวง และอุทยานแห่งชาติเขานัน จังหวัดนครศรีธรรมราช

2. การเก็บตัวอย่างแมลง

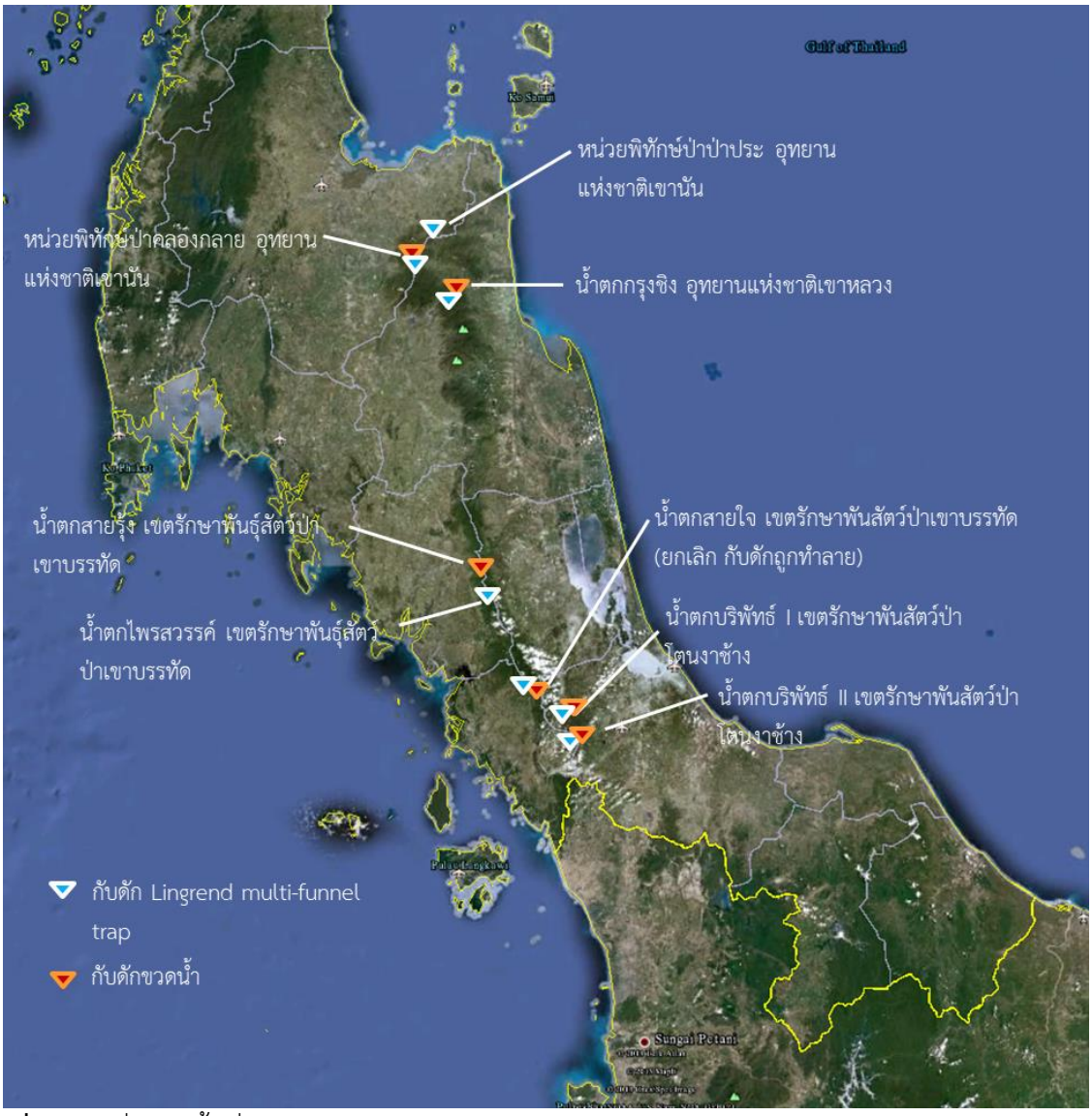
เก็บตัวอย่างมอดเอมโบรเซียโดยใช้กับดักขวดน้ำ[1] (ภาพที่ 1) วางกับดัก 5 จุดได้แก่ 1 เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง 1 จุด เขตรักษาพันธ์สัตว์ป่าเขาบรรทัด จังหวัดสตูล 1 จุด[2] จังหวัดตรัง 1 จุด พื้นที่ศึกษากลุ่มที่ 2 อุทยานแห่งชาติเขาหลวง 1 จุด และอุทยานแห่งชาติเขานัน 1 จุด โดยพื้นที่ศึกษาแต่ละจุดแสดงในภาพที่ 2 บริเวณที่กำหนดในการวางกับดักเป็นพื้นที่ป่าดิบชื้นดั้งเดิมหรือเป็นป่าทดแทนระยะสุดท้ายที่มีความใกล้เคียงกับสภาพป่าดั้งเดิมในพื้นที่ และมีความสูงไม่มากกว่า 300 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (MSL) วางกับดักจุดละ 10 กับดักในแนวเส้นตรงสูงจากพื้น 1.5 เมตร ระยะห่างระหว่างกับดัก 100 เมตร โดยจุดที่วางกับดักห่างจากบริเวณขอบป่าอย่างน้อย 1 กิโลเมตรเพื่อลดอิทธิพลของพื้นที่ขอบและการเคลื่อนย้ายของแมลงจากพื้นที่เกษตร เก็บตัวอย่างทุกๆ 1 เดือน (ทุกวันที่ 1-3 ของเดือน) ระยะเวลาติดต่อกัน 1 ปี

ภาพที่ 1 กับดักที่ใช้ในการศึกษา A) Multiple funnel trap (Lindgren Funnel Traps) ที่กำหนดใช้ในการศึกษาแต่มีประสิทธิภาพต่ำ และ B) กับดักขวดน้ำซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าที่ใช้ทดแทน

บันทึกข้อมูลอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ใต้เรือนยอด ของพื้นที่ศึกษาตลอดระยะเวลาดำเนินการวิจัยโดยใช้ เครื่องบันทึก Hobo pro v2 Temperature/Humidity data loger-U23, Onset® Computer Corporation, MA. กลุ่มพื้นที่ศึกษาละ 1 จุด [บริเวณอุทยานแห่งชาติเขานัน (หน่วยพิทักษ์อุทยาน คลองกลาย) และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาบันทัด (หน่วยพิทักษ์ป่า น้ำตกสายรุ้ง)] และนำข้อมูลสภาพอากาศจาก

[1] เปลี่ยนวิธีการเก็บตัวอย่างจากวิธีการเดิมที่ใช้ multiple funnel trap เป็นกับดักขวดน้ำเนื่องจากผลการศึกษาพบว่ากับดักดังกล่าวมีประสิทธิภาพต่ำมากในการดักแมลงจึงใช้กับดักขวดน้ำที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าทดแทน ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพดูรายละเอียดในภาคผนวก 1, [2] เนื่องจากบริเวณน้ำตกสายใจเขตรักษาพันธ์สัตว์ป่าเขาบรรทัด จังหวัดสตูล กับดักถูกทำลายบ่อยครั้งจึงย้ายจุดวางกับดักเป็นบริเวณเขาสอยดาว หน่วยพิทักษ์ป่าน้ำตกบริพัทธ์ ห่างจากจุดน้ำตกบริพัทธ์ประมาณ 1 กิโลเมตรโดยใช้ชื่อ จุดน้ำตกบริพัทธ์ 2

สถานีอุตุนิยมวิทยานครศรีธรรมราช และ สถานีอุตุนิยมวิทยาตรัง (เขาบรรทัดเก็บข้อมูลจากพื้นที่จังหวัดตรัง) มาใช้ประกอบการวิจัย



ภาพที่ 2 แผนที่แสดงพื้นที่ศึกษาและจุดวางกับดัก: ป่าเทือกเขานครศรีธรรมราชตอนล่าง ได้แก่ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาบรรทัด จังหวัดสตูล ตรังและพัทลุง ป่าเทือกเขานครศรีธรรมราชตอนบน ได้แก่ อุทยานแห่งชาติเขาหลวง และอุทยานแห่งชาติเขานัน จังหวัดนครศรีธรรมราช

3. 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

ผลการทดลอง

1. ลักษณะภูมิอากาศในพื้นที่ศึกษา

ลักษณะภูมิอากาศของพื้นที่ศึกษาพื้นที่ภาคใต้ประกอบด้วยสองฤดูได้แก่ ฤดูฝนตั้งแต่กลางเดือนเมษายนถึงธันวาคมและฤดูร้อนระหว่างมกราคมถึงเมษายน ลักษณะการกระจายของปริมาณน้ำฝนในพื้นที่แบ่งออกเป็นสองช่วงตามอิทธิพลของลมมรสุม ช่วงแรกตั้งแต่กลางเดือนเมษายนถึงเดือนกรกฎาคม ได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และช่วงที่สองระหว่างเดือนตุลาคม-ธันวาคมได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ สลับด้วยเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยระหว่างกลางของช่วงฝนตกหนักทั้งสองช่วงในเดือนสิงหาคม โดยลักษณะทั่วไปของสภาพอากาศในพื้นที่ภาคใต้ฝั่งตะวันตก (ตรัง สตูล) จะเข้าฤดูฝนเร็วกว่าภาคใต้ฝั่งตะวันออก (นครศรีธรรมราช) 1 เดือน โดยฝั่งตะวันตกฝนจะเริ่มตกในเดือนเมษายนมีปริมาณน้ำฝน 339.40 มิลลิเมตร และ338.3 มิลลิเมตรในจังหวัดสตูลและจังหวัดตรังตามลำดับ ในขณะที่ฝั่งตะวันออกมีปริมาณน้ำฝนรวม 0.30 มิลลิเมตรในเดือนเมษายนและเพิ่มสูงขึ้นเข้าสู่ฤดูฝนในเดือนพฤษภาคมโดยมีปริมาณน้ำฝนรวม 202.20 มิลลิเมตร ช่วงฝนแรกมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงสุดในเดือนเมษายน 266 มิลลิเมตร และลดลงเล็กน้อยต่อเนื่องตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคม โดยปริมาณน้ำฝนสูงกว่า 100 มิลิเมตรและฝั่งตะวันออกจะมีปริมาณน้ำฝนต่ำกว่าภาคใต้ฝั่งตะวันตก หลังจากนั้นปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นในช่วงฝนที่สองโดยในพื้นที่ภาคใต้ฝั่งตะวันตกมีปริมาณน้ำฝนสูงสุดในเดือนตุลาคม (455.20 มม. และ 390.70 มม. ในจังหวัดสตูลและจังหวัดตรังตามลำดับ) หลังจากนั้นปริมาณน้ำฝนจะลดลงแต่ยังสูงกว่าค่าเฉลี่ยฝนในฤดูฝนคือสูงกว่า 100 มิลลิเมตร ในขณะที่ในพื้นที่ภาคใต้ฝั่งตะวันออกปริมาณน้ำฝนสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องและสูงสุดในเดือนธันวาคมมีปริมาณน้ำฝนรวม 639.20 มิลลิเมตร (ภาพที่ 3 ตารางที่ 2)

พื้นที่ภาคใต้ตั้งอยู่ในเขตโซนร้อนถูกขนาบด้วยทะเลทั้งสองด้านทำให้ภาคใต้ทั้งสองฝั่งมีอุณหภูมิและระดับความชื้นสัมพัทธ์สูงตลอดทั้งปี และมีความแตกต่างระหว่างฤดู และระหว่างกลางวันและกลางคืนค่อนข้างต่ำ โดยแนวโนมการเปลี่ยนแปลงระดับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ตลอดทั้งปีมีความสอดคล้องกับปริมาณน้ำฝนกล่าวคือในเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนสูงแนวโน้มความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงและอุณภูมิเฉลี่ยต่ำและในทางกลับกัน โดยในช่วงการทำวิจัยเดือนมิถุนายน 2556-ธันวาคม 2557 มีอุณภูมิเฉลี่ยในพื้นที่ภาคใต้ฝั่งตะวันออกและภาคใต้ฝั่งตะวันตกเท่ากับ 28.16 องศาเซลเซียส และ 28.43 องศาเซลเซียสตามลำดับ โดยระดับอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดในพื้นที่ภาคใต้ทั้งสองฝั่งไม่แตกต่างกันอยู่ระหว่าง 27.15-29.35 องศาเซลเซียสในพื้นที่ภาคตะวันออกและ 26.40-30.20 องศาเซลเซียสในพื้นที่ภาคตะวันตก

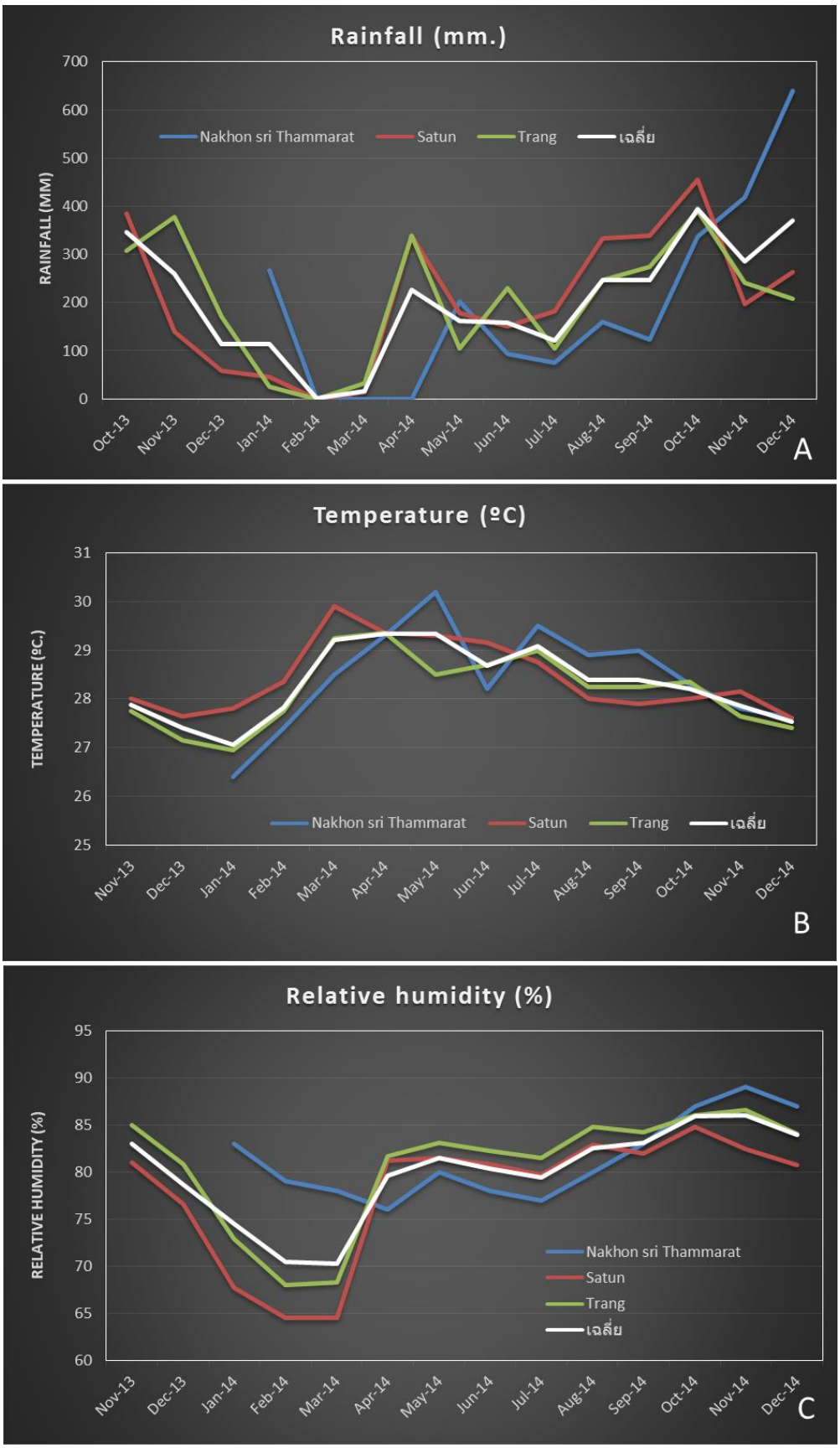
ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี 81.42 เปอร์เซ็นต์ และ 79.27 เปอร์เซ็นต์ ในพื้นที่ภาคใต้ฝั่งตะวันออกและตะวันตกตามลำดับ โดยในพื้นที่ภาคใต้ฝั่งตะวันตกมีช่วงที่ความชื้นสูงในเดือนเมษายน-ธันวาคมและความชื้นต่ำในเดือนมกราคม-มีนาคม และพื้นที่ภาคใต้ฝั่งตะวันออกมีช่วงที่ความชื้นสูงในเดือนพฤษภาคม-ธันวาคมและความชื้นต่ำในเดือนมกราคม-เมษายน

ระดับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายใต้เรือนยอดไม้ (under canopy micro-climate) ในพื้นที่ศึกษาป่าดิบชื้นมีความแตกต่างจากข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศซึ่งเป็นพื้นที่โล่ง โดยระดับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ใต้เรือนยอดของป่าดิบชื้นมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าพื้นที่โล่ง 3.47-4.32 องศาเซลเซียส และ 12.88-16.99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 3 ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ข้อมูลสภาพอากาศท้องถิ่น (สถานีอุตุนิยมวิทยา) และภายใต้เรือนยอดบริเวณพื้นที่ศึกษา

Month	Trang Province					Nakhon Sri Thammarat Province				
	RF	Tst	Tmt	RHst	RHmt	RF	Tst	Tmt	RHst	RHmt
Nov-13	377.2	23.50	27.75	98.49	83.03	-*	24.16	-	99.18	-
Dec-13	170.3	22.69	27.15	98.89	78.69	-	24.38	-	94.52	-
Jan-14	25.80	22.24	26.95	96.46	70.33	267.5	24.72	26.40	84.79	83
Feb-14	0	23.27	27.75	87.40	66.23	1.60	26.06	27.40	73.76	79
Mar-14	32.00	25.04	29.25	82.08	66.39	0	26.57	28.50	76.04	78
Apr-14	338.30	25.24	29.35	92.33	81.45	0.30	25.40	29.30	96.81	76
May-14	103.70	25.07	28.50	96.23	82.31	202.2	25.45	30.20	98.76	80
Jun-14	230.10	24.64	28.70	98.94	81.54	93.7	25.50	28.20	98.27	78
Jul-14	104.30	24.35	29.00	98.62	80.59	75.3	25.11	29.50	99.07	77
Aug-14	246.40	23.80	28.25	99.11	83.86	159.1	24.41	28.90	99.50	80
Sep-14	274.80	23.67	28.25	99.34	83.11	123.3	24.37	29.00	99.29	83
Oct-14	390.70	23.45	28.35	99.78	85.41	337.6	24.24	28.30	99.60	87
Nov-14	240.70	23.65	27.65	99.97	84.52	418.6	24.56	27.80	99.79	89
Dec-14	208.30	23.21	27.40	99.94	82.42	639.2	24.48	27.60	99.36	87
average	2,742.60	23.84	28.16	96.26	79.27	2,318.40	24.96	28.43	94.20	81.42

RF=accumulated rainfall (mm.), Tst=Temperature (°) at study site, Tmt= Temperature (°) at provincial Methodological station, RHst=Relative humidity (%) at study site, RHmt=Relative humidity (%) at provincial Methodological station, * no available data

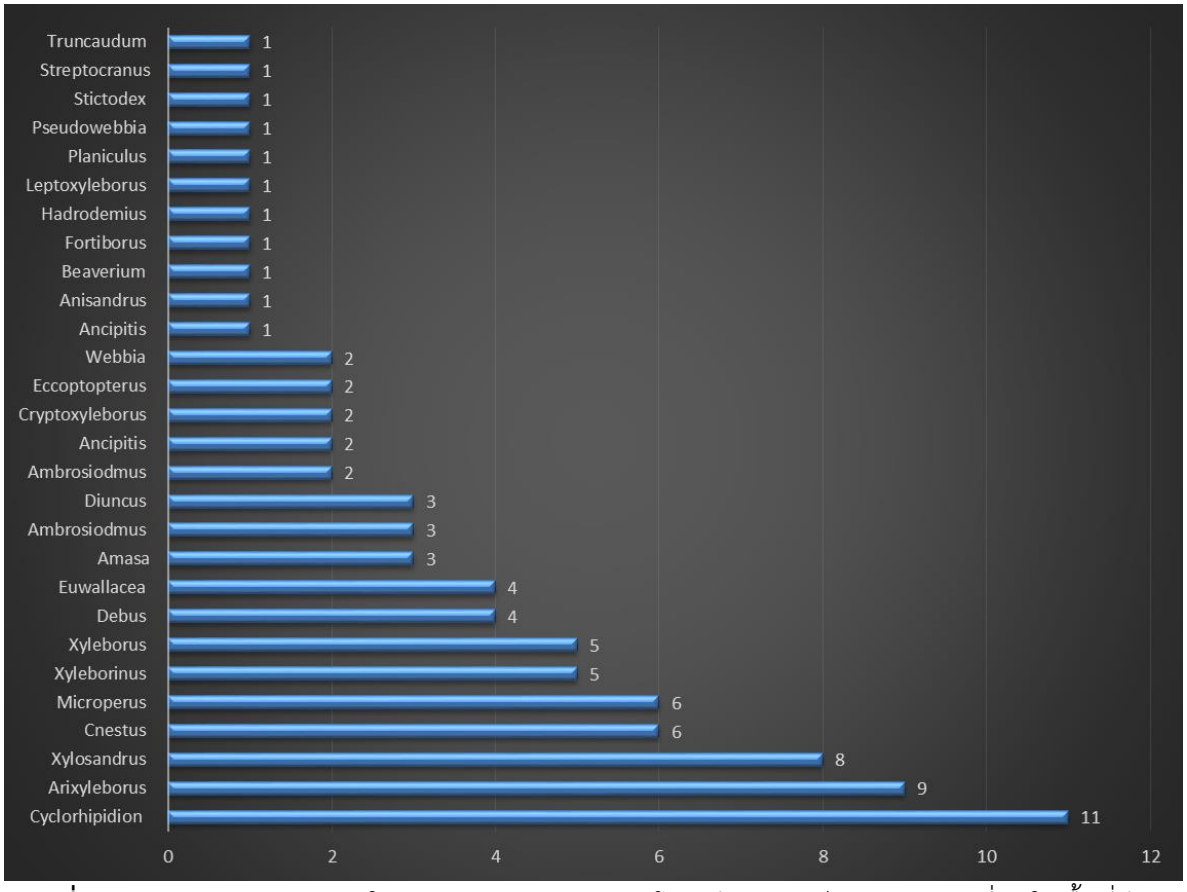


ภาพที่ 3 ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในพื้นที่ศึกษาและขอมูลจากสถานีอุตุนิยมวิยาประจำจังหวัด

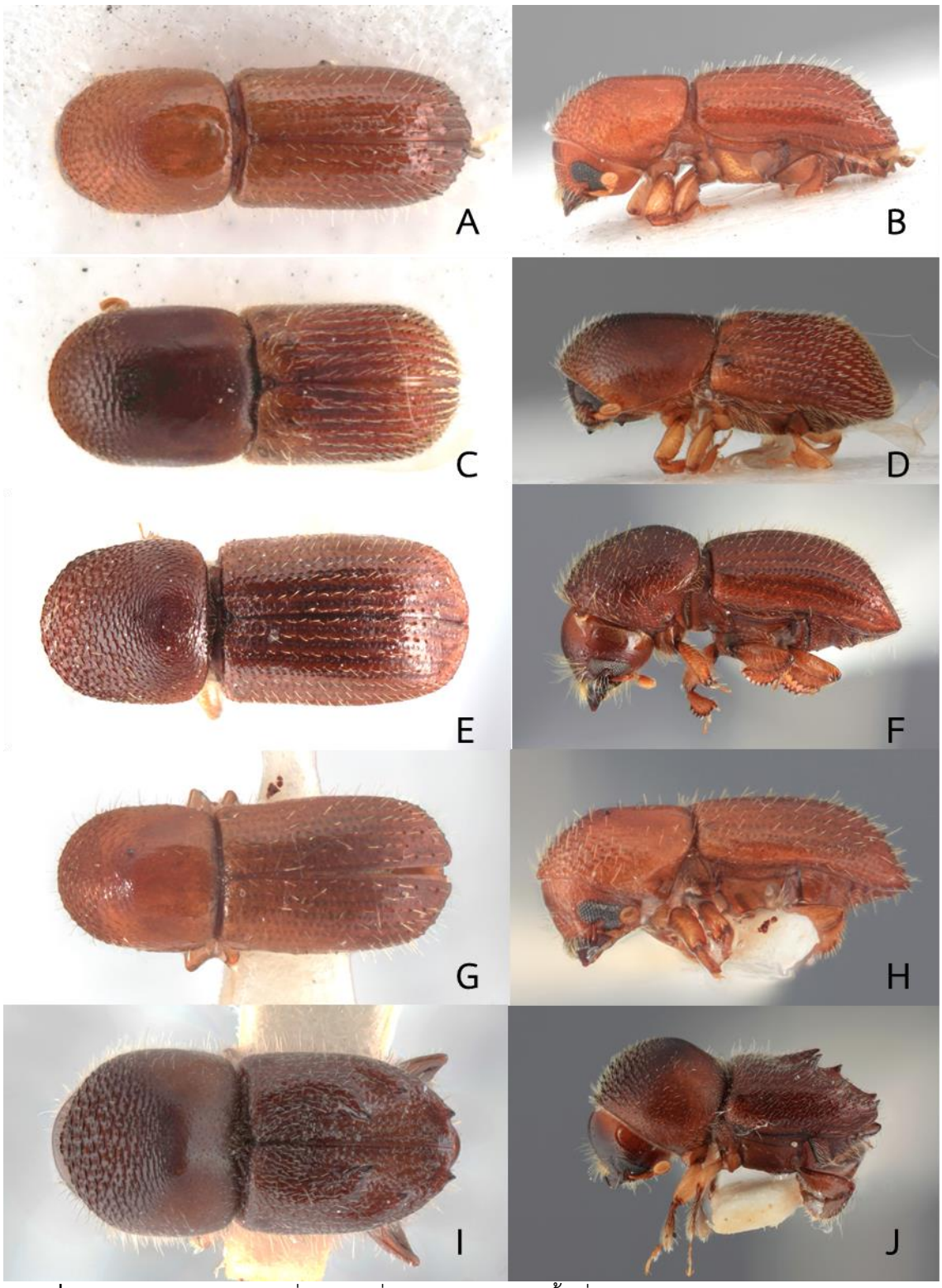
2. ชนิดและองค์ประกอบของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ศึกษา

ผลการศึกษาโดยวางกับระยะเวลา 14 เดือน (ตุลาคม 2556-ธันวาคม 2557) มอดจำนวนทั้งสิ้น 14,252 ตัว จำแนกเป็น 90 ชนิด ใน 28 สกุล โดยสกุลที่พบมากที่สุดได้แก่สกุล *Cyclorhipidion* จำนวน 11 ชนิด รองลงมาได้แก่ สกุล *Arixyleborus* 9 ชนิด และ *Xylosandrus* 8 ชนิดตามลำดับ (ภาพที่ 4) โดยแบ่งเป็นพื้นที่น้ำตกบริพัทธ์ 1 จำนวน 4,223 ตัว 29.63% น้ำตกบริพัทธ์ 2 จำนวน 2,885 ตัว 20.24% รวมพื้นที่เทือกเขาหลวงตอนล่าง 7,108 ตัว 49.87% พื้นที่น้ำตกสายรุ้ง 4,136 ตัว 29.02% กรุงชิง 1,127 ตัว 7.91% และคลองกลาย 1,881 ตัว 13.20% รวมพื้นที่เทือกเขาหลวงตอนบน 3,008 ตัว 21.12% (ตารางที่ 3)

ในการศึกษาครั้งนี้พบมอดแอมโบรเซียที่จัดเป็นชนิดเด่นพบมากที่สุดเพียง 1 ชนิดได้แก่ *Xyleborus perforans* (Wollaston) (4,701 ตัว, 32.98%) ชนิดรอง 1 ชนิดได้แก่ *Arixyleborus rugosipes* Hopkins 1,188 ตัว 8.34% (ภาพที่ 5) มอดชนิดอื่นๆ พบในปริมาณไล่เลี่ยลดหลั่นกันไปไม่มีการแบ่งเป็นกลุ่มได้อย่างชัดเจน โดยปริมาณมอดที่พบในแต่ละพื้นที่มีแนวโน้มเช่นเดียวกับจำนวนรวมทั้งหมดยกเว้น *Arixyleborus rugosipes* Hopkins ที่พบมากในพื้นที่น้ำตกบริพัทธ์1และ2 (รวม 769 ตัว 5.40%) และพบน้อยกว่าในพื้นที่อื่นๆ ความแตกต่างของจำนวนชนิดและชนิดที่พบส่วนใหญ่มีความแตกต่างหรือพบเฉพาะบางพื้นที่เฉพาะในชนิดที่พบในจำนวนตัวน้อยเท่านั้น โดยความแตกต่างดังกล่าวพบเฉพาะในแมลงที่มีจำนวนตัวน้อยกว่า 10 ตัว ส่วนใหญ่พบเพียงหนึ่งหรือสองตัว และจำนวนชนิดที่พบในแต่ละพื้นที่สอดคล้องกับจำนวนตัวของมอดทั้งหมด กล่าวคือในพื้นที่ที่มีจำนวนตัวรวมมากก็จะมีจำนวนชนิดมากกว่าในพื้นที่ที่พบจำนวนน้อย (ตารางที่ 3)



ภาพที่ 4 จำนวนชนิด (species) ในแต่ละสกุลของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ที่พบในพื้นที่ศึกษา



ภาพที่ 5 มอดแอมโบรเซียชนิดที่พบมากที่สุด 5 ชนิดแรกในพื้นที่ศึกษาเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย A) *Xyleborus perforans* (Wollaston), B) *Arixyleborus rugosipes* Hopkins, C) *Ambrosiodmus conspectus* (Schedl), D) *Xyleborus affinis* Eichhoff, E) *Eccoptopterus spinosus* (Olivier)

ตารางที่ 3 จำนวน (ตัว) และเปอร์เซ็นต์ (%) ของมอดเอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini (Coleoptera: Curculionidae) ที่พบในพื้นที่ศึกษา

ชนิด	บริพัทธิ์ 1	บริพัทธิ์ 2	รวม	%	สายรุ้ง	%	คลองกลาย	กรุงชิง	รวม	%	รวม	%
Xyleborus perforans (Wollaston)	1526	837	2363	16.580	1913	13.42	673	238	911	6.392	5187	36.395
Arixyleborus rugosipes Hopkins	537	232	769	5.396	164	1.15	234	21	255	1.789	1188	8.336
Ambrosiodmus conspectus (Schedl)	112	178	290	2.035	92	0.65	206	90	296	2.077	678	4.757
Xyleborus affinis Eichhoff	196	99	295	2.070	209	1.47	79	21	100	0.702	604	4.238
Eccoptopterus spinosus (Olivier)	165	70	235	1.649	99	0.69	67	136	203	1.424	537	3.768
Cyclorhipidion pruinosum (Blandford)	55	112	167	1.172	78	0.55	51	188	239	1.677	484	3.396
Cyclorhipidion sp4	172	110	282	1.979	106	0.74	29	6	35	0.246	423	2.968
Debus emarginatus (Eichhoff)	137	85	222	1.558	96	0.67	15	17	32	0.225	350	2.456
Xylosandrus crassiusculus (Motschulsky)	101	59	160	1.123	116	0.81	49	25	74	0.519	350	2.456
Webbia duodecimspinatus Schedl	244	54	298	2.091	23	0.16	16	3	19	0.133	340	2.386
Leptoxyleborus concisus (Blandford)	90	44	134	0.940	123	0.86	57	16	73	0.512	330	2.315
Xylosandrus mancus (Blandford)	92	20	112	0.786	119	0.83	72	22	94	0.660	325	2.280
Xyleborinus andrewesi (Blandford)	77	42	119	0.835	109	0.76	56	39	95	0.667	323	2.266
Arixyleborus suturalis (Eggers)	101	67	168	1.179	48	0.34	20	22	42	0.295	258	1.810
Xyleborinus exiguus (Walker)	73	71	144	1.010	28	0.20	53	22	75	0.526	247	1.733
Ancipitis depressus (Eggers)	12	34	46	0.323	102	0.72	9	47	56	0.393	204	1.431
Diuncus javanus (Schedl)	32	36	68	0.477	53	0.37	16	50	66	0.463	187	1.312
Xylosandrus compactus (Eichhoff)	29	46	75	0.526	71	0.50	16	25	41	0.288	187	1.312
Arixyleborus puberulus (Blandford)	28	35	63	0.442	77	0.54	25	6	31	0.218	171	1.200
Xyleborinus perpusillus (Eggers)	7	19	26	0.182	53	0.37	21	47	68	0.477	147	1.031
Xylosandrus morigerus (Blandford)	8	15	23	0.161	65	0.46	22	23	45	0.316	133	0.933
Pseudowebbia trepanicauda (Eggers)	40	23	63	0.442	33	0.23	2	0	2	0.014	98	0.688
Arixyleborus mediosectus (Eggers)	69	12	81	0.568	6	0.04	0	0	0	0.000	87	0.610
Microperus perparvus (Sampson)	29	19	48	0.337	26	0.18	6	6	12	0.084	86	0.603
Debus adusticollis (Motschulsky)	14	32	46	0.323	30	0.21	0	4	4	0.028	80	0.561

ตารางที่ 3 จำนวน (ตัว) และเปอร์เซ็นต์ (%) ของมอดเอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini (Coleoptera: Curculionidae) ที่พบในพื้นที่ศึกษา (ต่อ)

ชนิด	บริพัทธิ์ 1	บริพัทธิ์ 2	รวม	%	สายรุ้ง	%	คลองกลาย	กรุงชิง	รวม	%	รวม	%
Xyleborus aff. pileatulus Schedl	2	63	65	0.456	3	0.02	1	4	5	0.035	73	0.512
Diuncus quadrispinosulus (Eggers)	30	9	39	0.274	19	0.13	12	2	14	0.098	72	0.505
Cyclorhipidion sp3	8	56	64	0.449	5	0.04	2	0	2	0.014	71	0.498
Stictodex dimidiatus (Eggers)	38	17	55	0.386	7	0.05	1	0	1	0.007	63	0.442
Debus pumilus (Eggers)	2	24	26	0.182	31	0.22	4	1	5	0.035	62	0.435
Debus fallax (Eichhoff)	14	12	26	0.182	27	0.19	0	0	0	0.000	53	0.372
Microperus nudibrevis (Schedl)	21	13	34	0.239	10	0.07	4	4	8	0.056	52	0.365
Arixyleborus scabripennis (Blandford)	12	16	28	0.196	13	0.09	4	2	6	0.042	47	0.330
Eccoptopterus limbus Sampson	9	24	33	0.232	7	0.05	1	2	3	0.021	43	0.302
Arixyleborus minor (Eggers)	14	14	28	0.196	12	0.08	0	1	1	0.007	41	0.288
Cyclorhipidion sp10	18	15	33	0.232	4	0.03	1	2	3	0.021	40	0.281
Cyclorhipidion perpilosellum (Schedl)	0	25	25	0.175	0	0.00	6	6	12	0.084	37	0.260
Ambrosiodmus asperatus (Blandford)	8	9	17	0.119	4	0.03	7	5	12	0.084	33	0.232
Fortiborus pseudopilifer (Schedl)	1	25	26	0.182	6	0.04	1	0	1	0.007	33	0.232
Webbia sp1	0	13	13	0.091	12	0.08	2	5	7	0.049	32	0.225
Xyleborinus artestriatus (Eichhoff)	2	12	14	0.098	7	0.05	10	1	11	0.077	32	0.225
Arixyleborus leprosulus Schedl	17	7	24	0.168	5	0.04	0	0	0	0.000	29	0.203
Xylosandrus subsimilis (Eggers)	6	9	15	0.105	8	0.06	4	1	5	0.035	28	0.196
Euwallacea piceus (Motschulsky)	5	16	21	0.147	4	0.03	2	0	2	0.014	27	0.189
Xyleborus sp1	2	14	16	0.112	9	0.06	0	2	2	0.014	27	0.189
Diuncus ciliatoformis (Schedl)	7	9	16	0.112	4	0.03	1	0	1	0.007	21	0.147
Xylosandrus discolor (Blandford)	0	16	16	0.112	3	0.02	0	0	0	0.000	19	0.133
Cnestus bicornis (Eggers)	0	4	4	0.028	10	0.07	3	0	3	0.021	17	0.119
Microperus nugax (Schedl)	3	12	15	0.105	1	0.01	0	0	0	0.000	16	0.112
Cyclorhipidion obtusus?	4	4	8	0.056	7	0.05	0	0	0	0.000	15	0.105

ตารางที่ 3 จำนวน (ตัว) และเปอร์เซ็นต์ (%) ของมอดเอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini (Coleoptera: Curculionidae) ที่พบในพื้นที่ศึกษา (ต่อ)

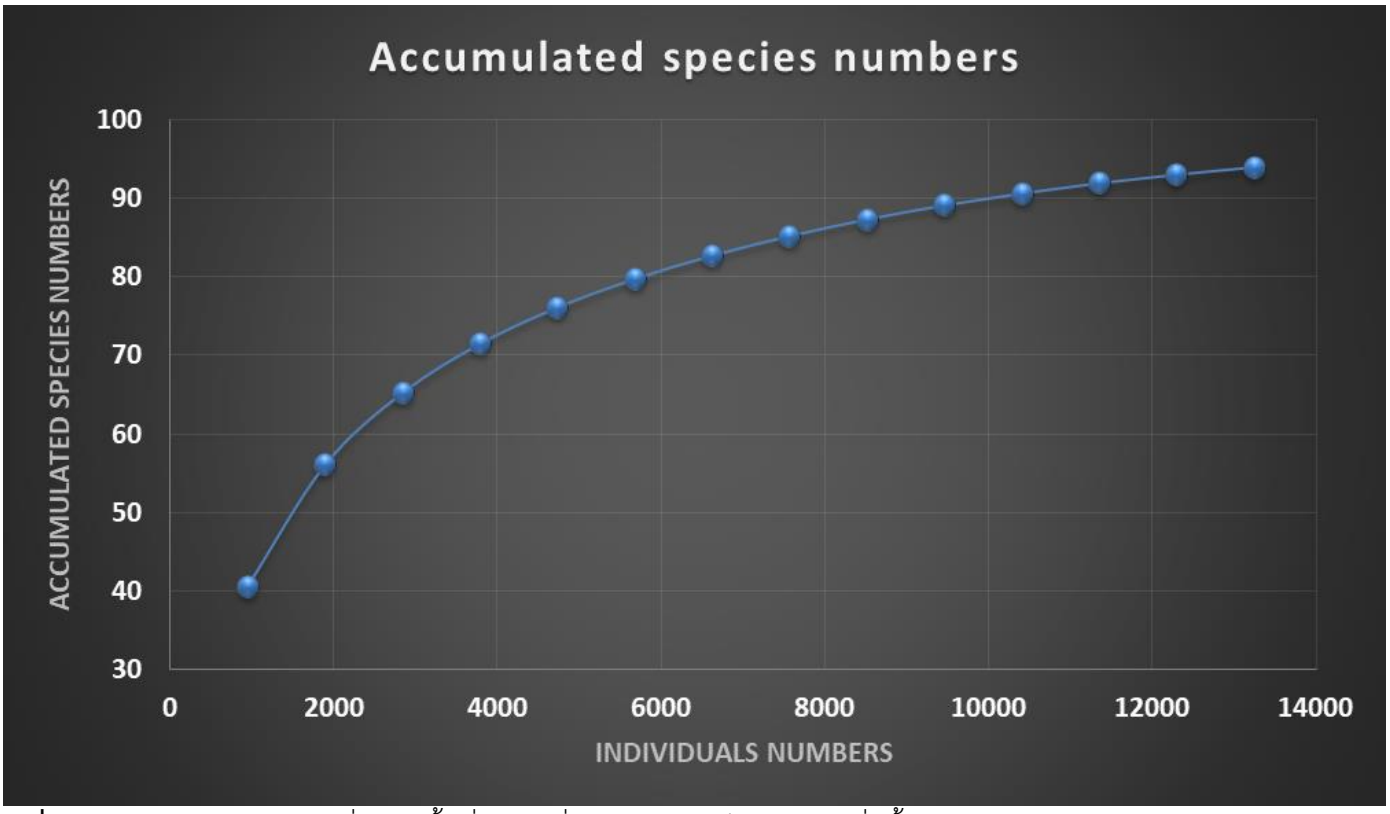
ชนิด	บริพัทธิ์ 1	บริพัทธิ์ 2	รวม	%	สายรุ้ง	%	คลองกลาย	กรุงชิง	รวม	%	รวม	%
Xylosandrus ampulatus?	5	7	12	0.084	2	0.01	0	1	1	0.007	15	0.105
Anisandrus hirtus (Hagedorn)	0	1	1	0.007	11	0.08	2	0	2	0.014	14	0.098
Cnestus mutilatus?	0	0	0	0.000	13	0.09	0	1	1	0.007	14	0.098
Microperus diversicolor (Eggers)	3	4	7	0.049	5	0.04	2	0	2	0.014	14	0.098
Microperus recidens (Sampson)	2	3	5	0.035	9	0.06	0	0	0	0.000	14	0.098
Planiculus bicolor (Blandford)	1	11	12	0.084	1	0.01	0	1	1	0.007	14	0.098
Euwallacea similis (Ferrari)	5	3	8	0.056	2	0.01	2	2	4	0.028	14	0.098
Amasa sp1	2	5	7	0.049	1	0.01	1	3	4	0.028	12	0.084
Streptocranus aff. capucinulus (Schedl)	2	6	8	0.056	4	0.03	0	0	0	0.000	12	0.084
Cyclorhipidion sp5	0	0	0	0.000	4	0.03	7	0	7	0.049	11	0.077
Euwallacea destruens (Blandford)	0	11	11	0.077	0	0.00	0	0	0	0.000	11	0.077
Planiculus laevis (Eggers)	2	2	4	0.028	6	0.04	0	1	1	0.007	11	0.077
Streptocranus sp1	5	4	9	0.063	2	0.01	0	0	0	0.000	11	0.077
Ancipitis punctatissimus (Eichhoff)	0	8	8	0.056	0	0.00	0	1	1	0.007	9	0.063
Truncaudum agnatum (Eggers)	3	2	5	0.035	3	0.02	0	0	0	0.000	8	0.056
Arixyleborus granulifer (Eggers)	4	2	6	0.042	0	0.00	0	1	1	0.007	7	0.049
Beaverium lantanae (Eggers)	0	1	1	0.007	6	0.04	0	0	0	0.000	7	0.049
Hadrodemius pseudocomans (Eggers)	1	6	7	0.049	0	0.00	0	0	0	0.000	7	0.049
Cyclorhipidion sp1	3	3	6	0.042	0	0.00	0	0	0	0.000	6	0.042
Xyleborus metacuneolus Eggers	0	0	0	0.000	0	0.00	5	1	6	0.042	6	0.042
Cyclorhipidion sp8	2	1	3	0.021	1	0.01	0	1	1	0.007	5	0.035
Amasa schlichi (Stebbing)	1	0	1	0.007	3	0.02	0	0	0	0.000	4	0.028
Cryptoxyleborus simplex Browne	3	1	4	0.028	0	0.00	0	0	0	0.000	4	0.028
Euwallacea fornicates (Eichhoff)	2	1	3	0.021	0	0.00	0	1	1	0.007	4	0.028
Ambrosiodmus rubricollis (Eichhoff)	0	1	1	0.007	1	0.01	0	1	1	0.007	3	0.021

ตารางที่ 3 จำนวน (ตัว) และเปอร์เซ็นต์ (%) ของมอดเอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini (Coleoptera: Curculionidae) ที่พบในพื้นที่ศึกษา (ต่อ)

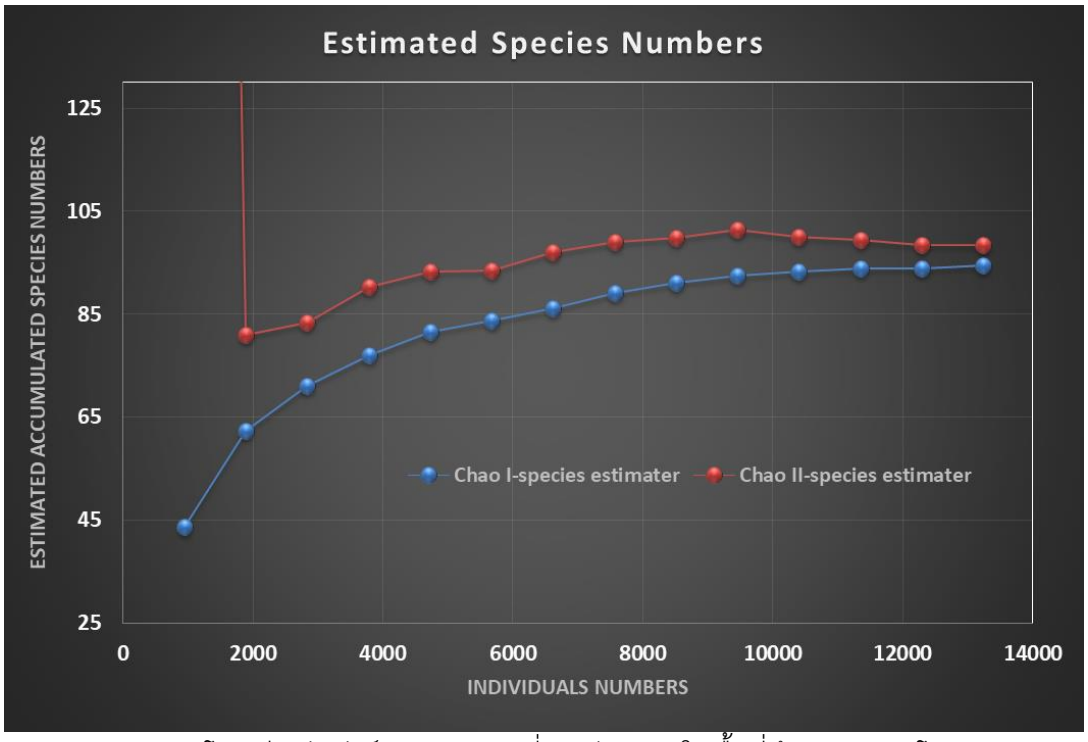
ชนิด	บริพัทธิ์ 1	บริพัทธิ์ 2	รวม	%	สายรุ้ง	%	คลองกลาย	กรุงชิง	รวม	%	รวม	%
Ancipitis puer (Eggers)	0	1	1	0.007	1	0.01	1	0	1	0.007	3	0.021
Arixyleborus malayensis (Schedl)	2	1	3	0.021	0	0.00	0	0	0	0.000	3	0.021
Cyclorhipidion sp2	1	2	3	0.021	0	0.00	0	0	0	0.000	3	0.021
Xyleborinus sculptilis (Schedl)	1	1	2	0.014	1	0.01	0	0	0	0.000	3	0.021
Amasa truncatus?	0	1	1	0.007	1	0.01	0	0	0	0.000	2	0.014
Cnestus aterrimus (Eggers)	0	2	2	0.014	0	0.00	0	0	0	0.000	2	0.014
Cryptoxyleborus vestigator?	2	0	2	0.014	0	0.00	0	0	0	0.000	2	0.014
Cyclorhipidion nutans (Schedl)	1	1	2	0.014	0	0.00	0	0	0	0.000	2	0.014
deruptеterminatus (Schedl)	1	1	2	0.014	0	0.00	0	0	0	0.000	2	0.014
Ambrosiodmus sarawakensis (Eggers)	0	1	1	0.007	0	0.00	0	0	0	0.000	1	0.007
Ambrosiophillus latisulcatus (Eggers)	0	0	0	0.000	1	0.01	0	0	0	0.000	1	0.007
Cnestus nitidipennis (Schedl)	0	0	0	0.000	0	0.00	1	0	1	0.007	1	0.007
Cnestus improcerus?	0	1	1	0.007	0	0.00	0	0	0	0.000	1	0.007
Cnestus rostratus (Schedl)	0	0	0	0.000	1	0.01	0	0	0	0.000	1	0.007
Microperus undulatus (Sampson)	0	1	1	0.007	0	0.00	0	0	0	0.000	1	0.007
รวม	**4,223**	**2,885**	**7,108**	**49.87**	**4,136**	**29**	**1,881**	**1,127**	**3,008**	**21.106**	**14,252**	**100.000**

3. ความหลากหลายของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ศึกษา

ผลการศึกษาโดยวางกับดักระยะเวลา 14 เดือน (ตุลาคม 2556-ธันวาคม 2557) มอดจำนวนทั้งสิ้น 14,252 ตัว จำแนกเป็น 90 ชนิด ใน 28 สกุล เมื่อนำผลการเก็บตัวอย่างดังกล่าวไปคำนวนจำนวนชนิดสะสมที่พบในพื้นที่ศึกษา [เมื่อจำนวนการเก็บตัวอย่างเพิ่มขึ้น (species accumulation curve)] ด้วย Mao Tau function (Colwell 2005) พบว่าจำนวนชนิดของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ศึกษามีแน้วโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยและยังไม่มีแนวโน้มเข้าสู่ค่าคงที่ (asymptotic point) แสดงให้เห็นว่าการสุ่มตัวอย่างยังไม่เพียงพอและจำนวนชนิดที่คาดว่าจะพบจะเพิ่มขึ้นอีกแต่ในระดับต่ำเมื่อมีการสุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้น โดยจำนวนชนิดที่คำนวนได้สูงสุดมีค่าเท่ากับ 94.00±2.23 ชนิดและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (ภาพที่ 6)



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



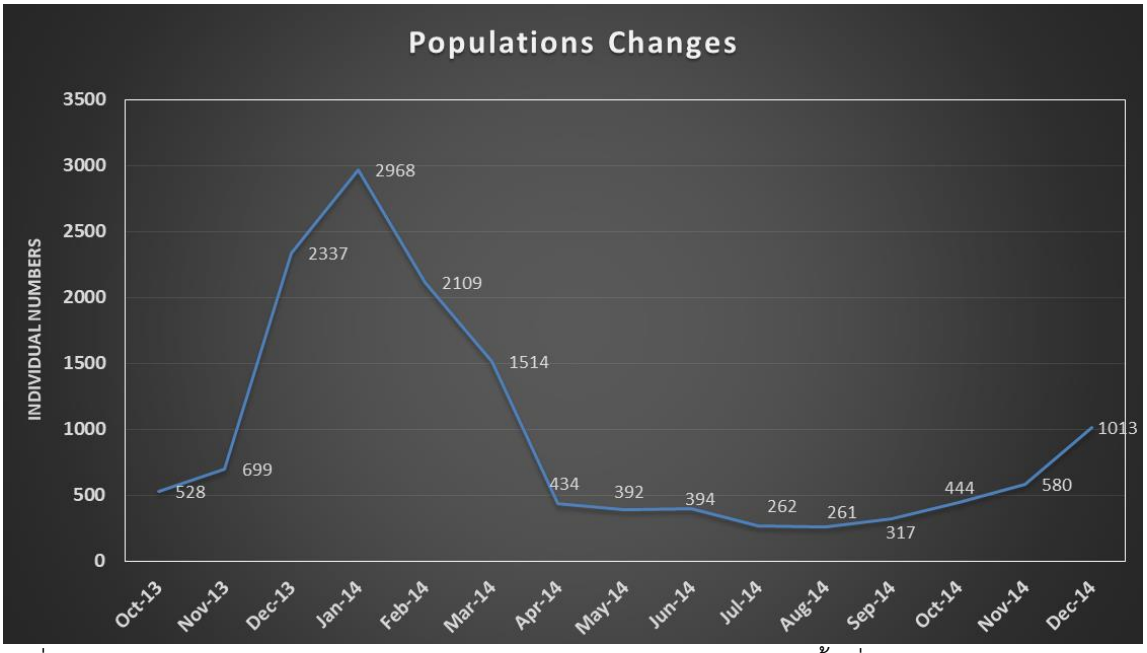
ภาพที่ 7 จำนวนชนิดของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ xyleborini ที่คาดว่าจะพบในพื้นที่ศึกษาคำนวณโดยChao1- (abundance-based) และ Chao2- (incidence-based) species richness estimators

เมื่อคำนวณจำนวนชนิดที่คาดว่าจะพบทั้งหมดในพื้นที่ศึกษาด้วย Chao1 (abundance-based) และ Chao2- (incidence-based) species richness estimator พบว่าจำนวนชนิดที่คาดว่าจะพบทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 94.55±0.99 (±95% CI: 94.05-99.79) ชนิด และ 98.53±3.55 (±95% CI: 95.17-111.56) ชนิด ตามลำดับ ค่าดังกล่าวใกล้เคียงกับจำนวนชนิดทั้งหมดที่พบจากการศึกษาในครั้งนี้ จำนวน 90 ชนิด (ภาพที่ 7) เมื่อพิจารณาแนวโน้มของกราฟจำนวนชนิดของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ xyleborini ที่คาดว่าจะพบในพื้นที่ศึกษาในภาพที่ 7 พบว่ากราฟพัฒนาเข้าสู่จุดคงที่ (asymptotic point) แสดงว่าจำมอดที่คำนวณได้มีค่าใกล้เคียงกับจำนวนชนิดของมอดที่มีอยู่จริงในพื้นที่ศึกษา ค่าดัชนีความหลากหลาย (±SD) ของมอดกลุ่มดังกล่าวคำนวณด้วย Shannon-Wiener diversity index และ Fisher's alpha diversity index มีค่าเท่ากับ 3.13±0.04 และ 13.67±0.52 ตามลำดับ

4. พลวัติประชากรของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ศึกษา

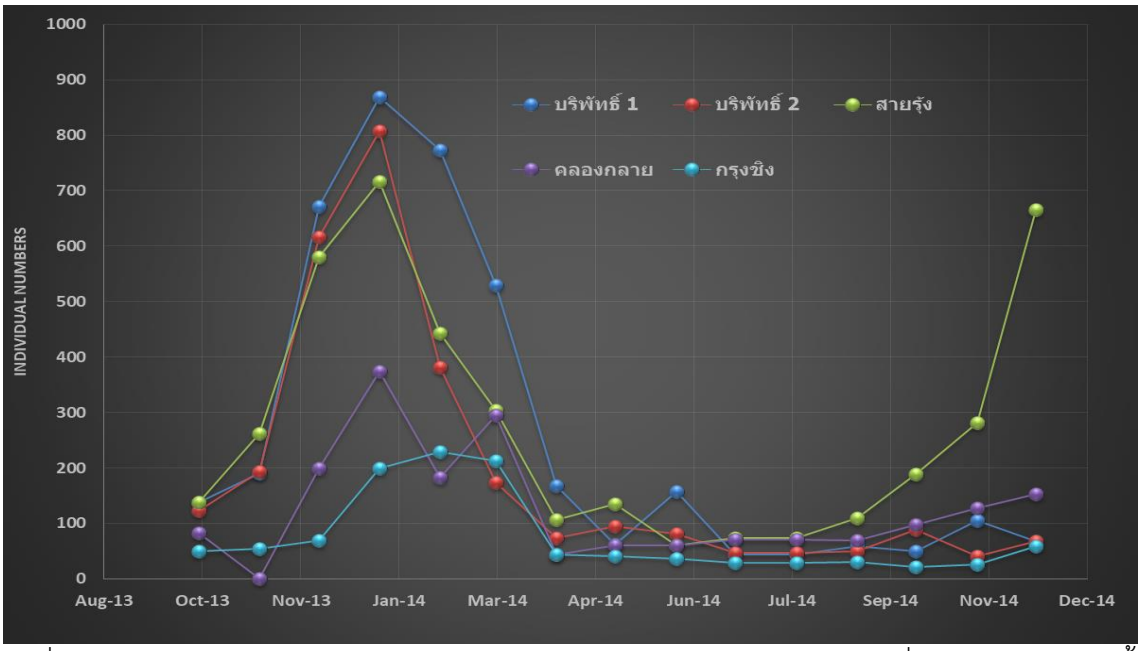
การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรในรอบปีของมอดแอมโบรซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ศึกษาเทือกเขานครศรีธรรมราช พบว่าระดับประชากรมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล โดยมีระดับประชากรสูงสุดปีละ 1 ครั้งในปลายฤดูฝนในเดือนธันวาคมต่อเนื่องสู่ฤดูร้อน (มค.-เมย.) และมีระดับประชากรต่ำในฤดูฝน (พย.-ธค.) โดยรูปแบบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงประชากรในรอบปีมีระดับประชากรสูงสุดทันทีหลังสิ้นสุดฤดูฝนในเดือนมกราคมต่อเนื่องสามเดือนถึงเดือนพฤษภาคมและลดลงอย่างชัดเจนเมื่อถึงฤดูฝนในเดือนพฤษภาคมต่อเนื่องถึงเดือนธันวาคม การเปลี่ยนแปลงประชากรในปีที่ 1 ระดับประชากรในฤดูฝน (ช่วงระดับประชากรต่ำ) มีจำนวนรวมไม่แตกต่างกันมากนักอยู่ระหว่าง 261-699 ตัวต่อเดือน โดยมีระดับต่ำสุดในเดือนต่ำสุดในเดือนสิงหาคม 2557 (261 ตัว) และสูงสุดในเดือนพฤษจิกายน (2556 และ 2557) 699 ตัวและ 580 ตัวตามลำดับ ในช่วงระดับประชากรเพิ่มขึ้นสูงสุดในเดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคม โดยระดับเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในทันที 4-5 เท่าจากช่วงที่มีประชากรต่ำ จากจำนวนตัวรวม 528 ตัว และ 699 ตัวในเดือนตุลาคม และ พฤษจิกายนสู่ระดับ 2,337 ตัวในเดือนธันวาคม และสูงสุดในเดือนมกราคม 2556 2,968 ตัว

หลังจากนั้นระดับประชากรจะลดลงอย่างต่อเนื่องจาก 2,109 ตัวในเดือนกุมพาพันธ์ สู่ช่วงประชากรต่ำในเดือนเมษายนในระดับ 434 ตัว ในช่วงเริ่มต้นของปีที่ 2 ของการศึกษาแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของประชากรช้ากว่าปีแรก โดยในเดือนธันวาคมระดับประชากรยังเพิ่มขึ้นจากช่วงประชากรต่ำไม่มากโดยอยู่ในระดับ 1,013 ตัว (ภาพที่ 8)



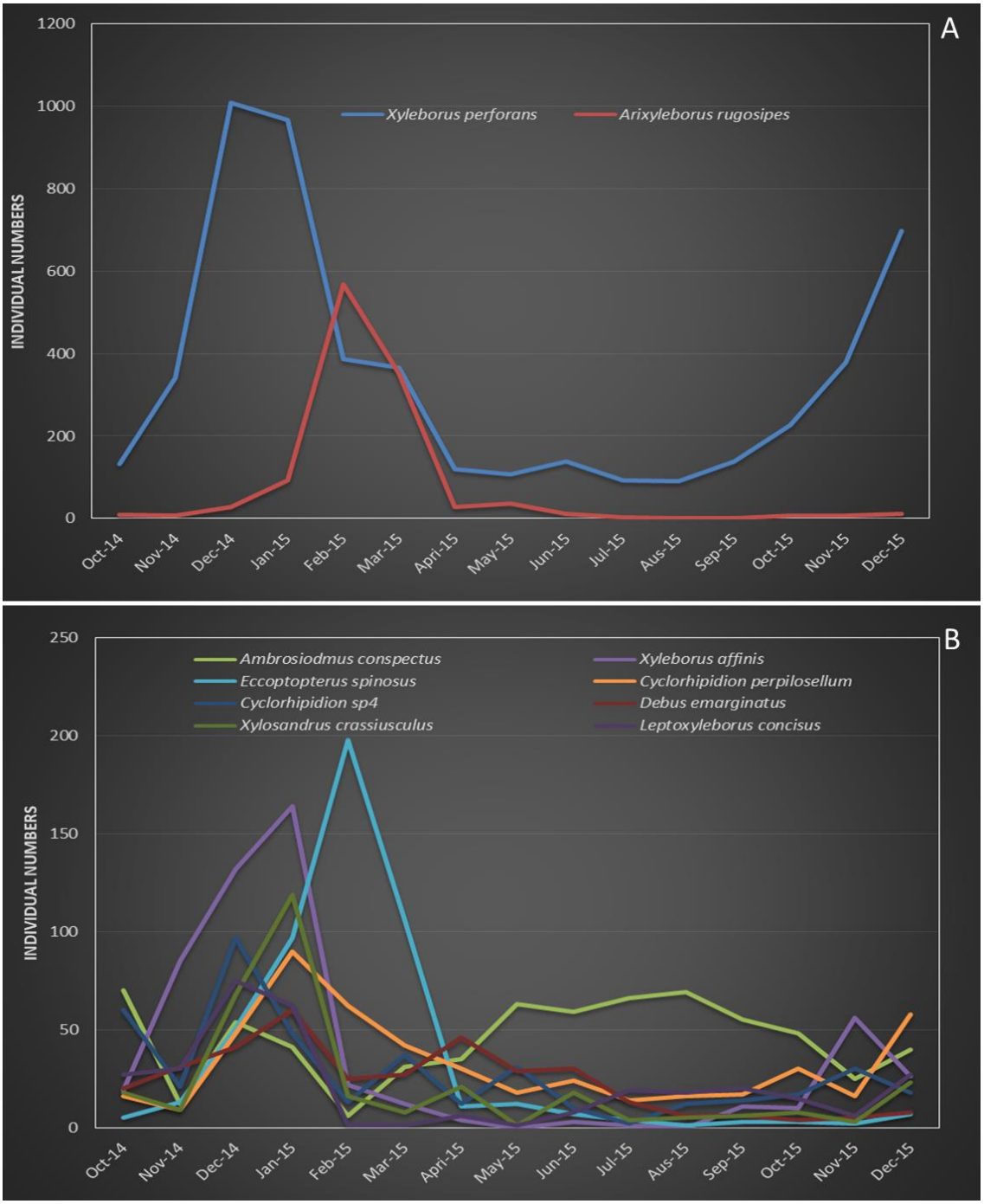
ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ศึกษาระหว่างเดือน ตุลาคม 2556-ธันวาคม 2557

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรในพื้นที่ศึกษาแต่ละจุดมีลักษณะเช่นเดียวกับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรโดยรวม ยกเว้นบริเวณพื้นที่เทือกเขานครศรีธรรมราชตอนบน (น้ำตกกรุงชิง และหน่วยพิทักษ์อุทยานคลองกลาย) มีความแตกต่างจากประชากรโดยรวมเล็กน้อย โดยระดับประชากรเพิ่มขึ้นจากช่วงที่มีระดับประชากรต่ำไม่มากนัก และในพื้นที่น้ำตกสายรุ้งระดับประชากรในช่วงสูงสุดช่วงที่สองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงกว่าช่วงระดับประชากรต่ำอย่างชัดเจน ในขณะในบริเวณอื่นๆ ระดับประชากรยังอยู่ในระดับต่ำไม่แตกต่างจากช่วงต่ำสุด (ภาพที่ 9)



ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในบริเวณที่สำรวจจุดต่างๆ ในพื้นที่ศึกษา ระหว่างเดือน ตุลาคม 2556-ธันวาคม 2557

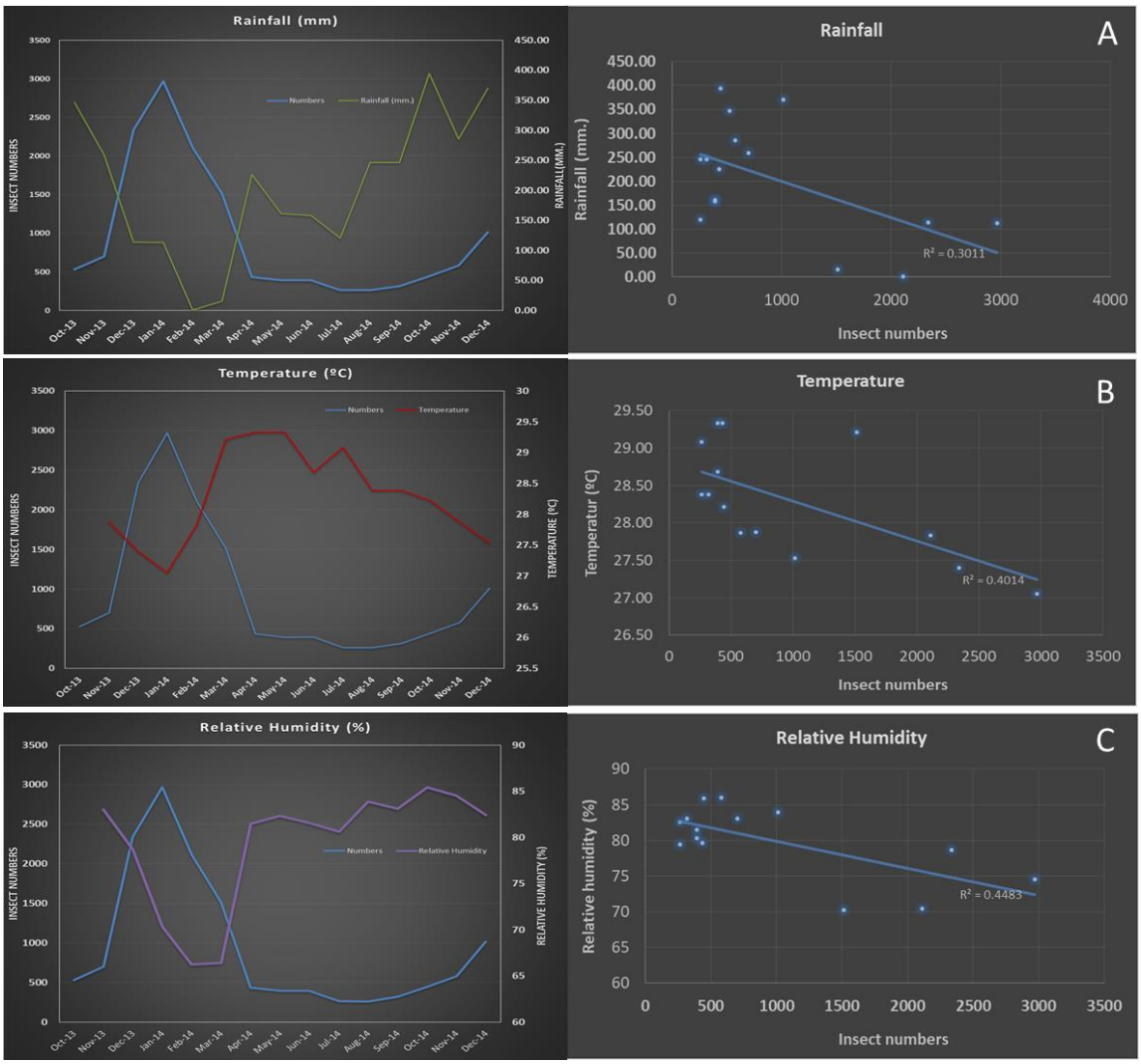
การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรแอมโบรเซียชนิดที่พบมากที่สุด 10 ชนิดแรกในพื้ที่ศึกษามีแนวโน้มเช่นเดียวกับการเปลี่ยนระดับประชากรของมอดกลุ่มนี้โดยรวม กล่าวคือสูงสุดในช่วงปลายฤดูฝนต่อเนื่องถึงฤดูร้อน (ธันวาคม-มีนาคม) อย่างไรก็ตามมีมอด 2 ชนิดที่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรแตกต่างจากแนวโน้มดังกล่าวเล็กน้อย ได้แก่ *Arixyleborus rugosipes และ Eccoptopterus spinosus* ที่มีระดับประชากรสูงสุดเฉพาะในฤดูแล้งระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน และมอดชนิด *Ambrosiodmus conspectus* ที่มีระดับประชากรสูงในช่วงกลางฤดู (ภาพที่ 10A,B)



ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรแอมโบรเซียชนิดที่พบมากที่สุด 10 ชนิดแรกในพื้นที่ศึกษา A) 2 ชนิดแรกที่มีปริมาณสูงสุด และ B) 8 ชนิดที่พบมากที่สุดในดำดับถัดมา

5. ความสัมพันธ์ระหว่างระดับประชากรและปัจจัยสิ่งแวดล้อม

การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรในรอบปีของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ป่าดิบชื้นบริเวณเทือกเขาหลวงมีความสอดคล้องการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยสภาพอากาศในท้องถิ่น โดยมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกับปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ โดยมีสองปัจจัยที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติได้แก่ อุณหภูมิ (r^2=0.4014, p=0.000) และความชื้นสัมพัทธิ์ (r^2=0.4483;, p=0.023) (ภาพที่ 11)



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

6. การกระจายของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ภาคใต้

ค่าดัชนีความเหมือนคำนวนด้วย Chao-Sørensen similarity index ของมอดเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่เทือกเขานครศรีธรรมราชตอนล่างบริเวณน้ำตกบริพัทธ์1 และ2 (จังหวัดสงขลา) เปรียบเทียบกับตอนเหนือ (อุทยานแห่งชาติเขาหลวง/เขานัน จังหวัดนครศรีธรรมราช) ตอนกลาง (น้ำตกสายรุ้ง เขตรักษาพันธ์สัตว์ป่าเขาบรรทัด) มีค่าเท่า 0.7862 และ 0.8516 ตามลำดับ และเมื่อนำข้อมูลเฉพาะพื้นที่น้ำตกบริพัทธ์ 1 มาเปรียบเทียบกับน้ำตกสายรุ้งพบว่ามีดัชนีความเหมือนเท่ากับ 0.8261

7. ความหลากหลายของมอดขี้ขุย (Bostrichidae) ในพื้นที่

มอดขี้ขุยในวงศ์ Bostrichidae (Coleoptera) จัดเป็นมอดกินเนื้อไม้ที่ทำหน้าที่สำคัญในกระบวนการย่อยสลายและวัฏจักรอาหารพืชในระบบนิเวศป่าไม้ ในการศึกษาครั้งนี้พบมอดขี้ขุยจำนวน 757 ตัว จำแนกเป็น 7 สกุล 10 ชนิด โดยพบหนึ่งชนิดเป็นรายงานครั้งแรกในประเทศไทย และ 2 ชนิดจัดเป็นมอดขี้ขุยชนิดใหม่ของโลก รายละเอียดจำนวนชนิด แนวโน้มการเปลี่ยนแปลง

ประชากร ผลของปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่อการเปลี่ยนแปลงประชากร และลักษณะของมอดรายงานใหม่ในประเทศไทยแสดงในเอกสารภาคผนวก 2 ในส่วนของมอดขี้ขุยชนิดใหม่ของโลกผู้วิจัยจะตีพิมพ์ในลำดับถัดไป

อภิปรายผลการทดลอง

จำนวนมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ที่พบในการศึกษาทั้งหมด 28 สกุล 90 ชนิดคิดเป็น 55.59% ของมอดกลุ่มนี้ที่มีรายงานในประเทศไทย 161 ชนิด (Beaver et al., 2014) จำนวนสกุลและชนิดที่พบต่ำกว่าจำนวนชนิดที่พบในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา 28 สกุล 103 ชนิด (วิสุทธิ์ และคณะ, 2560) อย่างไรก็ตามระยะเวลาในการศึกษาครั้งนี้อาจจะสั้นกว่าการศึกษาดังกล่าวซึ่งมีระยะเวลา 3 ปี และจากผลการคำนวนจำนวนชนิดที่คาดว่าจะพบ 94.55±0.99 (±95% CI: 94.05-99.79) ชนิด และ 98.53±3.55 (±95% CI: 95.17-111.56) ชนิด ใกล้เคียงกับจำนวนชนิดที่พบในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา การศึกษาครั้งนี้พบว่ามอดชนิด *Xyleborus perforans* (Hulcr *et al.*, 2008) พบมากที่สุดและมากถึง 36.42% โดยปกติมอดชนิดนี้กระจายทั่วโลกและมีการรายงานว่าเป็นมอดชนิดที่สามารถปรับตัวได้ดีในสภาพร้อนแล้งแสดงให้เห็นว่ามอดชนิดนี้สามารถปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมแตกต่างกันทั้งสภาพร้อนแล้งในพื้นที่เกษตรและพื้นที่ที่มีความชื้นสูงในพื้นที่ป่าดิบชื้น โดยในพื้นที่ป่าดิบชื้นระดับประชากรสูงเฉพาะในฤดูแล้งส่วนฤดูฝนอยู่ในระดับต่ำ ผลการทดลองแตกต่างจากการศึกษาของวิสุทธิ์และคณะ (2553) ในพื้นที่อุทยานเขาหลวงที่พบมอดชนิด *Arixyleborus rugosipes* Hopkins มากที่สุดและมอดชนิด *X. perforans* พบมากอันดับสองและแตกต่างจากการศึกษาในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลาที่พบมอดชนิด *Cyclorhipidion pruinosum* (Blandford) มากที่สุดและพบมอดชนิด *X. perforans* เป็นอันดับสาม ผลการทดลองดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าผลของสภาพอากาศในสังคมพืชที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรของมอดแต่ละชนิดรวมถึงการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของชนิด (species composition) ในแต่ละสังคมพืช ผลการศึกษาสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้าของ Beaver and Loyttyniemi (1991) Hulcr และคณะ (2008) และ Sittichaya และคณะ (2012) ที่ระบุว่าสภาพอากาศในแต่ละสังคมพืชที่มีผลต่อจำนวนชนิด และจำนวนประชากรของมอดแอมโบรเซีย เนื่องจากมอดอยู่รวมกับราแบบพึ่งพาอาศัยความชื้นสัมพัทธ์จะมีผลโดยตรงต่อความชื้นของเนื้อไม้ที่มอดใช้ทำรัง พื้นที่ป่ามีความชื้นสูงมากในฤดูฝน (90-100%) ทำให้ราเจริญมากเกินไปจนเจริญไปจนเติมทางเดินของมอดหรือความชื้นสูงมากจนราไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (Sittichaya *et al.*, 2012) เนื่องจากรากลุ่มนี้จะเจริญเติบโตได้ดีในช่วงความชื้นในเนื้อไม้ที่ 60-90% ทำให้ระดับประชากรของมอดมีระดับสูงในฤดูร้อนซึ่งเป็นช่วงที่มีความชื้นที่เหมาะสม (80-85%) ในทางตรงกันข้ามในพื้นที่เกษตรซึ่งมีสภาพร้อนแล้งระดับความชื้นที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วงฤดูฝน ทำให้ประชากรของมอดสูงสุดในฤดูดังกล่าว

การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในป่าดิบชื้นบริเวณเทือกเขานครศรีธรรมราชมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลโดยมอดมีระดับประชากรสูงสุดเพียงช่วงปลายฤดูฝนต่อเนื่องถึงฤดูแล้งช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนเมษายน เช่นเดียวกับผลการศึกษาในพื้นที่ป่าดิบชื้นบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาหลวง จังหวัดนครศรีธรรมราช (วิสุทธิ์ และคณะ, 2553) ในฤดูฝนระดับประชากรอยู่ในระดับต่ำมากและพบมอดได้เพียงบางชนิดเท่านั้น ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดนราธิวาสไม่พบมอดเพิ่มปริมาณในช่วงระหว่างฤดูฝนอย่างในผลการศึกษาในพื้นที่เขาหลวง คาดว่าสาเหตุมาจากสภาพแวดล้อมที่มีระดับความชื้นสัมพัทธ์และมีฝนตกต่อเนื่องตลอดฤดู ผลการศึกษาทั้งสองพื้นที่แสดงให้เห็นว่าความชื้นสัมพัทธ์มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดแอมโบรซียเป็นอย่างสูง เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์มีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของราที่อยู่รวมกับมอดแอมโบรเซียแบบพึ่งพาอาศัย ความชื้นที่สูงเกินไปจะทำให้ราเจริญเติบโตมากเกินความสามารถในการควบคุมของมอดแอมโบรเซียและส่งผลให้การสร้างรังล้มเหลว (Batra, 1966; Hulcr *et al.*, 2008a) รูปแบบการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ป่าดิบชื้นมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิสุทธิ์ และสุรไกร (2554a,b,c) ในพื้นที่เกษตรกรรมที่มีไม้ผลเป็นเป็นพืชหลัก Beaver และ Löyttyniemi (1991) ในพื้นที่ป่า savanna (Zambia) และ Flechtmann และ

คณะ (2001) ในสวนป่าสนและสวนป่ายูคาลิปตัส ที่มีรูปแบบที่แน่นอนและมีช่วงเวลาที่ระดับประชากรสูงสุดและต่ำสุดชัดเจน เปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล แต่แตกต่างจากงานวิจัยของ Hulcr และคณะ (2008a) ในพื้นที่ป่าดิบเขาและป่าเต็งรัง (ดอยสุเทพ เชียงใหม่) ที่มีรูปแบบไม่ชัดเจน

อย่างไรก็ตามในพื้นที่ป่าดิบชื้นมีช่วงเวลาที่ระดับประชากรสูงสุดอยู่ในช่วงฤดูแล้ง หรือช่วงกลางฤดูฝนเมื่อปริมาณน้ำฝนลดลงแตกต่างจากพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ป่า savanna ที่ระดับประชากรสูงสุดในช่วงกลางและปลายฤดูฝน ปัจจัยที่คาดว่ามีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดแอมโบรเซีย กลุ่มดังกล่าวได้แก่ลักษณะของสังคมพืช และการเปลี่ยนแปลงลักษณะภูมิอากาศใต้เรือนยอด (Under-canopy microclimate) ในแต่ละสังคมพืช (Sittichaya *et al.*, 2011) โดยในพื้นที่เกษตรกรรม (สวนไม้ผล) สวนป่าและป่า savanna การเปลี่ยนแปลงลักษณะภูมิอากาศภายในสังคมพืชดังกล่าวมีความแตกต่างระหว่างฤดูกาลอย่างชัดเจน และสอดคล้องกับสภาพอากาศภายนอกสังคมพืช (Sittichaya *et al.*, 2011) ทำให้ปัจจัยภูมิอากาศมีอิทธิพลโดยตรงต่อระดับประชากรของมอด แอมโบรเซียในสังคมพืชเหล่านี้ ในพื้นที่เกษตรกรร รมที่มีไม้ผลเป็นพืชหลักในบางฤดูปัจจัยภูมิอากาศมีอิทธิพลเหนือปัจจัยปริมาณอาหารหรือปริมาณไม้ที่เหมาะสมต่อการสร้างรังของมอดแอมโบรเซีย โดยผลการศึกษาของ วิสุทธิ์ และ สุรไกร (2554a,c) และ Sittichaya และคณะ (2011) พบว่าในสวนทุเรียนระดับประชากรของมอดแอมโบรเซียในฤดูแล้งและต้นฤดูฝนมีระดับประชากรต่ำมาก จำนวนมอดที่ดักได้/กับดัก/เดือน ใกล้ศูนย์ถึงแม้ว่าปริมาณอาหารหรือไม้ที่สามารถใช้สร้างรังได้มีปริมาณมากก็ตาม เนื่องจากไม้มีความชื้นต่ำไม่เหมาะสมต่อการสรางรังและไม้ที่มอดใช้สร้างรังแห้งอย่างรวดเร็วทำให้การสร้างรังล้มเหลว เช่นเดียวกับผลการทดลองของ Hulcr และคณะ (2008) ที่พบว่าระดับประชากรและจำนวนชนิดของมอดแอมโบรเซียในป่าเต็งรังต่ำกว่าในป่าดิบเขาเนื่องจากในป่าเต็งรังไม้ที่มอดใช้สร้างรังมีอัตราการระเหยของความชื้นสูงกว่า การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอด xyleborin ambrosia beetles ในพื้นที่ป่าดิบชื้น อุทยานแห่งชาติเขาหลวง มีความสัมพันธ์กับปัจจัยสภาพภูมิอากาศโดยระดับประชากรของมอดสูงขึ้นเมื่อระดับอุณหภูมิสูงขึ้นและลดลงเมื่ออุณหภูมิลดลง ในทางตรงกันข้ามการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดกลุ่มดังกล่าวมีลักษณะตรงกันข้ามกับความชื้นสัมพัทธ์ ต่างจากในพื้นที่เกษตรกรรมสวนป่าและป่าที่มีลักษณะเรือนยอดไม่หนาทึบอย่าง Savanna เนื่องจากในป่าดิบชื้นระดับความชื้นสัมพัทธ์ใต้เรือนยอดอยู่ในระดับสูงตลอดเวลา (>85%) (วิสุทธิ์ และคณะ, 2553)

ดัชนีความเหมือนของชนิดที่พบระหว่างบริเวณตอนบนและตอนล่างค่อนข้างต่ำ อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้พบว่าจำนวนตัวที่พบในพื้นที่ตอนบนบริเวณหน่วยพิทักษ์อุทยานน้ำตกกรุงชิงและหน่วยพิทักษ์อุทยานคลองกลาย มีปริมาณค่อนข้างน้อย ชนิดที่พบมีความแตกต่างระหว่างสองพื้นที่ดังกล่าวส่วนใหญ่มาจากชนิดที่พบจำนวนน้อยหนึ่งถึงสองตัวอย่างเท่านั้น และพื้นที่เทือกเขานครศรีธรรมราชในปัจจุบันยังมีความต่อเนื่องไม่ได้แยกจากกันชัดเจนตั้งแต่จังหวัดสตูลจนถึงบริเวณจังหวัดนครศรีธรรมราช ประกอบกับลักษณะสังคมพืชและลักษณะภูมิอากาศที่ไม่แตกต่างกันดังนั้นดัชนีความเหมือนที่ต่ำดังกล่าวมีความเป็นไปไดสูงจากการเก็บตัวอย่างมากกว่าความแตกต่างที่เกิดจากการกระจายของชนิดตามภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกัน

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 สาเหตุโรคราก เน่า-โคนเน่าของทุเรียน. กสิกร 68: 51-53.

ธวัชชัย สันติสุข. 2555. ป่าของประเทศไทย. สำนักงานหอพรรณไม้ กรมอุทยานแหง่ ชาติ สัตว์ฎ และพันธุพ์ ืช. โรงพิมพส์ ำนักงานพระพุทธศาสนา แห่งชาติ, กรุงเทพฯ. 124 หน้า.

วิสุทธิ์ สิทธิฉายา, สุรไกร เพิ่มคำ และชาญชัย จรเสมอ. 2553. การศึกษาความหลากหลายทางชนิด และ พลวัตประชากรของมอดเอมโบรเซีย (Ambrosia beetles) (Coleoptera: Curculionidae; Scolytinae, Platypodinae) ในระบบนิเวศสวนทุเรียนเชิงเดี่ยวและเชิงผสมในพื้นที่ภาคใต้. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 106 หน้า.

วิสุทธิ์ สิทธิฉายา, สุรไกร เพิ่มคำ และ ชาญชัย จรเสมอ. 2555. การศึกษาความหลากหลายทางชนิดของมอดเอมโบรเซียในเผ่าพันธุ์ Xyleborini (Coleoptera: Curculionidae,Scolytinae) ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาหลวง. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วิสุทธิ์ สิทธิฉายา, ณรงค์ศักดิ์ พงศ์ดี และ สุเนตร การพันธ์. 2560. 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* Bark and Ambrosia Beetles. *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). Entomol. Exp. Appl. 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., 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.

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). Environ Entomol. 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. Forests. Environ. Entomol. 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. J. Trop. Forest Sci. 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. Environ. Entomol. 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., 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.

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.

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.

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

เอกสารภาคผนวก 1

ผลของกับดัก 2 ชนิดต่อการศึกษาความหลากหลายและระดับประชากรของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini (Col., Curculionidae, Scolytinae)

Effect of Two Trap Types on Diversity's and Population's Studies of Ambrosia Beetles Tribe Xyleborini (Col., Curculionidae, Scolytinae)

วิสุทธิ์ สิทธิฉายา[1*] และ ชนาธิป กาวิน[1]
Sittichaya, W.[1*] and Kawin[1]

[1] ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110
[1] Department of Pest Management, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Had Yai, Songkhla, 90110

** Corresponding author: wisut.s@psu.ac.th*
Received 25 July 2017; Revised 2 January 2018; Accepted 22 January 2018

บทคัดย่อ

มอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini อยู่ร่วมกับเชื้อราสาเหตุโรคเหี่ยวในพืชแบบพึ่งพาอาศัย ปัจจุบันมอดกลุ่มนี้จัดเป็นศัตรูสำคัญของไม้ผลและไม้ป่าเศรษฐกิจทั่วโลก การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกับดักที่มีเอทานอล 95% เป็นสารดึงดูด 2 ชนิด ได้แก่ Lindgren-5-Funnel Traps (LFT) และกับดักดัดแปลงจากขวดน้ำขนาด 5 ลิตร (BT) ในการดักจับมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini วางกับดักในพื้นที่ป่าดิบชื้นของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง จำนวน 2 พื้นที่ (ระยะห่างระหว่างพื้นที่ 2 กิโลเมตร) ในแต่ละพื้นที่วางกับดักชนิดละ 10 กับดัก ระยะห่างระหว่างกับดัก 50 เมตร ระยะเวลาศึกษา 1 ปี ตั้งแต่ตุลาคม 2557 ถึง กันยายน 2558 ผลการศึกษาพบว่า กับดัก BT มีประสิทธิภาพดีกว่ากับดัก LFT โดยดักมอดแอมโบรเซียได้ 7,334 ตัว 81 ชนิด และมีค่าดัชนีความหลากหลาย Shannon-Wienner diversity index เท่ากับ 3.20 ในขณะที่กับดักแบบ LFT ดักได้ 2,080 ตัว 57 ชนิด มีค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 2.34 ค่าเฉลี่ยของมอดที่ติดกับดักในกับดัก BT มีเฉลี่ย (±SE) 30.89±2.64 ตัว/กับดัก/เดือน มากว่ากับดัก LFT (8.67±1.01 ตัว/กับดัก/เดือน) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ (df=478, p<0.01) ผลของการศึกษาแสดงให้เห็นว่ากับดักชนิดที่ดัดแปลงจากวัสดุเหลือใช้สามารถดักมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถนำมาใช้ในการศึกษาและควบคุมมอดกลุ่มดังกล่าวได้
คำสำคัญ: กับดัก, มอดแอมโบรเซีย, Xyleborini, เอทานอล, Scolytinae

Abstract

Ambrosia beetles in the Tribe Xyleborini are living mutualistically with plant-wilt inducing fungi. Recently, this wood boring group is become important insect pest of fruit trees and economic important forest trees. The objective of present study was aimed to compare trap efficiency of two 95% ethanol baited traps including commercial Lindgren-5-Funnel Traps (LFT) and artificial modified Bottle traps (BT) using transparent 5 litter water bottle for trapping Ambrosia beetles Tribe Xyleborini. The traps were deployed in tropical rain forest of Ton Nga Chang Wildlife sanctuary in two locations (distance between location was 2 kilometer). Each location, 10 traps of each trap types were set 50 meter in distance. The traps were conducted for one year from October 2017-September 2018. The result indicated that, BT-trap was more effective than LFT-trap. BT-trap caught was 7,334 individuals and 81 species with Shannon-Wiener diversity index of 3.20 whereas LFT-traps caught number was 2,080 individuals and 57 species with Shannon-Wiener diversity index of 2.34. The mean trap number (±SE) in BT-trap was 30.89±2.64 individual/trap/month significantly higher than trap number in LFT-trap (8.67±1.01 individual/trap/month) (df=478, p<0.01). The result indicated that, the trap modified using reuse material effectively to catch xyleborine ambrosia beetles and potentially use to study and control this wood boring group.
Keywords: Trap, Ambrosia beetle, Xyleborini, Ethanol, Scolytinae

บทนำ

มอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) จัดเป็นมอดเจาะไม้ (wood borers) ที่อาศัยอยู่ร่วมกับราสาเหตุโรคเหี่ยวในพืชแบบพึ่งพาอาศัย (Batra, 1966; Beaver, 1989; Farrell *et al.*, 2001) มอดกลุ่มนี้มีความจำเพาะเจาะจงต่อพืชอาหารต่ำ สามารถทำลายได้ทั้งไม้ใบกว้าง ไม้พุ่มและไม้สน ส่วนใหญ่จัดเป็น secondary insect pests ไม่สามารถเข้าทำลายต้นไม้ที่แข็งแรงสมบูรณ์ได้ เข้าทำลายเฉพาะต้นไม้ที่อยู่ภายใต้สภาวะเครียด โทรมใกล้ตาย หรือต้นไม้ที่ตายใหม่ๆ (Furniss and Carolin, 1977; Kühnholz, 2001) อย่างไรก็ตามในรอบสิบปีที่ผ่านมาพบว่ามอดในกลุ่มมอดแอมโบรเซียมีการระบาดอย่างรุนแรงและเป็นสาเหตุการตายอย่างกว้างขวางในพืชเศรษฐกิจทั้งไม้ผล ไม้ยืนต้นและไม้ป่าเศรษฐกิจทั้งจากแมลงต่างถิ่นและแมลงในแหล่งแพร่กระจายเดิม ยกตัวอย่างเช่น มอด *Xyleborus glabratus* ระบาดรุนแรงเป็นสาเหตุการตายของไม้ยืนต้นในวงศ์อโวคาโด (Lauraceae) ในสหรัฐอเมริกา (Grégoire *et al.*, 2003; Fraedrich *et al.*, 2008; Mayfield *et al.*, 2008) มอด *Xylosandrus crassiusculus* เข้าทำลายพีท พลัม พลับ เชอร์รี่ และไม้ยืนต้นอื่นๆ ในหลายประเทศ (Kühnholz, 2003) มอดชนิด *Trypodendron domesticum*, *Anisandrus dispar*, และ *Xylosandrus germanus* เข้าทำลายต้นบีช (*Fagus sylvatica*) ในประเทศเบลเยี่ยม (Gregoire *et al.*, 2003) มอดชนิด *X. perforans* และ *X. affinis* เข้าทำลายทับทิมในประเทศอินเดีย (Jagginava and Naik, 2005) และเมคาเดเมียในประเทศสหรัฐอเมริกา (Chang, 2008) ในปี 2013 พบมอดชนิด *Euwallacea fornicatus* เข้าทำลายอโวกาโดในสหรัฐอเมริกา อิศราเอล และออสเตรเลีย (Carrillo *et al.*, 2016) มอดแอมโบรเซียส่วนใหญ่ใช้แอลกอฮอล์เป็นสารหลักในการค้นหาแหล่งอาหารที่เหมาะสม (Ranger *et al.* 2010) โดยแอลกอฮอล์เป็นผลผลิตจากกระบวนการหมักและพืชหลั่งออกมามากภายใต้สะภาวะเครียดจากปัจจัยกายภาพและชีวภาพ (Montgomery and Wargo, 1983; Naik *et al*., 2010; Galko *et al*., 2014) แอลกอฮอล์จึงเป็นสารดึงดูดหลักที่ใช้ในกับดักดึงดูดมอดแอมโบรเซีย (Sweeney *et al*., 2007; Miller and Rabaglia, 2009; Reding *et al*., 2010; Ranger *et al.*, 2011; Noseworthy *et al.*, 2012; Galko *et al.*, 2014) งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกับดักที่มีเอทานอล 95% เป็นสารดึงดูด 2 ชนิด ได้แก่กับดัก Lindgren-5-Funnel Traps (LFT) ซึ่งใช้ในการศึกษาความหลากหลายและติดตามระดับประชากรของด้วงทั่วโลก (ราคาเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 35-80 ดอลล่าสหรัฐ) และกับดักราคาถูกที่ดัดแปลงจากขวดน้ำขนาด 5 ลิตร (BT) (20 บาท) ในการดักจับมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

บริเวณน้ำตกบริพัทธ์และพื้นที่ใกล้เคียงตั้งอยู่ทางฝั่งตะวันตกของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง ต. เขาพระ อ. รัตภูมิ จ. สงขลา พื้นที่เป็นป่าดิบชื้นระดับต่ำสภาพป่ามีลักษณะเป็นป่ารกทึบประกอบด้วยพรรณไม้หลายร้อยชนิด ไม้ยืนต้นของเรือนยอดชั้นบนส่วนใหญ่เป็นไม้วงศ์ยาง-ตะเคียน (Dipterocarpaceae) มีลำต้นสูงใหญ่เปลาตรงตั้งแต่ 30 - 50 เมตร ถัดลงมาเป็นไม้ต้นขนาดกลางและขนาดเล็ก ซึ่งสามารถขึ้นอยู่ใต้ร่มเงาของไม้ใหญ่ได้ รวมทั้งต้นไม้ชนิดต่างๆ ในวงศ์หมากหรือปาล์ม (Arecaceae) พื้นล่างของป่ารกทึบระเกะระกะไปด้วยไม้พุ่ม พืชล้มลุก ระกำ หวาย ไผ่ต่างๆ เถาวัลย์หลากชนิด ตามลำต้นไม้และกิ่งไม้มักจะมีพืชอิงอาศัย (epiphyte) จำพวกเฟิร์น และมอส ขึ้นอยู่ทั่วไป (ธวัชชัย, 2555) เลือกพื้นที่ศึกษาจำนวน 2 พื้นที่ ได้แก่บริเวณน้ำตกบริพัทธ์และบริเวณหลังเขาสอยดาวระยะห่างระหว่างพื้นที่ประมาณ 2 กิโลเมตร (Figure 1)

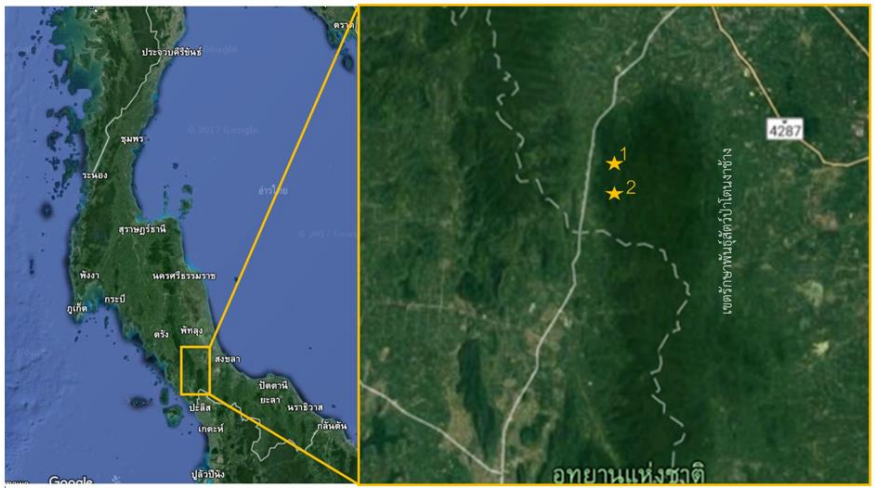


Figure 1 Study area, Boriphat waterfall, Ton Nga Chang wildlife sanctuary, Ratthaphoom district, Songkhla Province, yellow stars indicated trap deploying positions
Sources: modified from google map

ชนิดและการวางกับดัก

ใช้กับดัก 2 ชนิดได้แก่ Lindgren-5-Funnel Traps (LFT) (Zhangzhou Enjoy Agriculture Technology CO., LTD., Fujian, China) นำขวดระเหยสารดึงดูด (เอทานอล 95%) ขนาด 150 มิลลิลิตรติดไว้ด้านข้างของกับดัก (อัตราการระเหยของสารดึงดูดจากขวดระเหยขณะที่ยังไม่ติดตั้งกับกับดักเฉลี่ย 58.80±11 มิลลิลิตร/24 ชม. ที่อุณหภูมิห้อง) (Figure 2A) และกับดักดัดแปลงจากขวดน้ำ (BT) โดยใช้ขวดน้ำดื่มโปร่งแสง (ทำมาจากพอลิไวนิลคลอไรด์) ขนาด 5 ลิตรมาตัดเป็นช่องหน้าต่างขนาดกว้างxยาว 8x19 เซนติเมตร 4 ด้านตรงกันข้ามกัน วางตำแหน่งขวดน้ำ 5 ลิตรโดยคว่ำส่วนปากลง แล้วนำขวดพลาสติกสีขาวขุ่นขนาด 250 มิลลิลิตรมาประกอบกับปากขวดน้ำเพื่อใช้เป็นภาชนะสำหรับรองรับแมลงที่มาติดกับดัก นำแผ่นพลาสติกพีวีซีใสหนา 3 มิลลิเมตร ขนาดกว้างxยาว 16x24 เซนติเมตรมาติดตั้งถายในกับดักเพื่อทำหน้าที่เป็นแผ่นขัดขวางการบิน (flight barrier) เจาะช่องบริเวณกึ่งกลางแผ่นขัดขวางการบินขนาดกว้างxยาว 5x20 เซนติเมตรห่างจากขอบบน 5 เซนติเมตร สำหรับใช้ติดตั้งขวดระเหยสารดึงดูด นำขวดระเหยสารดึงดูดขนาด 150 มิลลิลิตร (อัตราการระเหยเดียวกันกับด้านบน) มาแขวนไว้กับแผ่นพลาสติกพีวีซีด้วยสายรัด (Figure 2B) ใช้เอทิลินไกลคอล 30% เป็นสารป้องกันการเน่าเปื่อยของแมลงที่มาติดกับดัก ในแต่ละพื้นที่ศึกษาวางกับดักในแนวเส้นตรงแบบสลับชนิดกับดักจำนวนชนิดละ 10 กับดัก ระยะห่างระหว่างกับดัก 50 เมตร โดยวางกับดักสูงจากพื้นถึงจุดระเหยแอลกอฮอล์ 1.5 เมตร ทำการศึกษาเป็นระยะเวลา 1 ปี ตั้งแต่ตุลาคม 2557 ถึงกันยายน 2558 เก็บตัวอย่างแมลงทุกๆ 1 เดือน แยกแต่ละกับดักดองในแอลกอฮอล์ 95% หลังจากนั้นนำตัวอย่างแมลงมาจำแนกชนิดและนับจำนวนแต่ละชนิดในห้องปฏิบัติการของภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ภายใต้กล้องจุลทรรศสเตอริโอไมโครสโคป

Figure 2 Trap types using in the experiment A) Lingren-5-funel trap B) 5-litter Bottle trap

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้ (ชนิดและจำนวนในแต่ละชนิดในแต่ละกับดัก/เดือน) มาคำนวณดัชนีความหลากหลายทางชีภาพโดยใช้ดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Wiener diversity index และคำนวณแนวโน้มจำนวนชนิดสะสมที่พบในพื้นที่ต่อการสุ่มตัวอย่าง (species accumulation curve) และจำนวนชนิดของมอดที่คาดว่าจะพบทั้งหมดในพื้นที่โดยใช้ Chao 1 (abundance base) และ Chao 2 (incidence base) species richness estimators (Chao *et al.*, 2005) โดยการคำนวณค่าดังกล่าวแยกคำนวณเป็น 2 กรณีได้แก่การนำข้อมูลทั้งสองพื้นที่ศึกษามารวมกันแล้วคำนวณค่าดัชนีและแยกคำนวณแต่ละพื้นที่ศึกษาแต่ละชนิดกับดักเพื่อศึกษาผลของจำนวนกับดักและพื้นที่ศึกษาต่อความหลากหลายและชนิดที่คาดว่าจะพบของมอดกลุ่มดังกล่าวในพื้นที่ศึกษา และนำข้อมูลจำนวนมอดที่จับได้ในแต่ละกับดัก/เดือนไปแปลงค่าด้วย log (n+1) เพื่อให้ข้อมูลกระจายแบบปกติและนำไปเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกับดักทั้งสองชนิดในการดักมอดแอมโบรเซียโดยคำนวนความแตกทางของค่าเฉลี่ยในทางสถิติด้วย student *t*-test โดยใช้โปรแกรม SPSS version 16 (SPSS. Inc., 2016)

ผลการทดลอง

ชนิดและความหลากหลายของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini

ผลการศึกษาระยะเวลา 1 ปี พบมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ทั้งสิ้น 9,552 ตัว จำแนกเป็น 27 สกุล 84 ชนิด โดยกับดักชนิด LFT ดักมอดได้ทั้งสิ้น 2,080 ตัว (994 ตัวในจุดที่ 1 และ 1,086 ตัวในจุดที่ 2) จำแนกเป็น 24 สกุล 57 ชนิด และกับดัก BT ดักมอดได้ 7,472 ตัว (4,464 ตัวในจุดที่ 1 และ 3,008 ตัวในจุดที่ 2) จำแนกเป็น 27 สกุล 84 ชนิด กับดักชนิด LFT ดักมอดสูงสุดในเดือนธันวาคมและมกราคมมีจำนวนมอดที่จับได้

ทั้งหมด 637 ตัว และ 597 ตัวตามลำดับ ในขณะที่กับดัก BT ดักมอดได้สูงสุดในเดือนมกราคมจำนวน 1,834 ตัว รองลงมาได้แก่เดือนธันวาคม 1,451 ตัว และเดือนกุมภาพันธ์ 1,286 ตัว ตามลำดับ หลังจากนั้นจำนวนมอดรวมที่ดักได้จะลดลงอย่างรวดเร็วในเดือนมีนาคม-พฤศจิกายน โดยกับดัก LFT ดักมอดรวมอยู่ระหว่าง 19-205 ตัว/เดือน และ กับดัก BT ดักมอดรวมอยู่ระหว่าง 101-871 ตัว/เดือน ตามลำดับ (Figure3)

เมื่อนำข้อมูลจำนวนแมลงที่ดักได้ในกับดักแต่ละชนิดมาคำนวนความหลากหลายพบว่ากับดัก LFT มีค่าความหลากหลาย (Shannon-Wiener diversity index) เท่ากับ 2.43 ในขณะที่กับดัก BT มีค่าเท่ากับ 3.19 มากกว่าค่าดัชนีความหลากหลายที่คำนวณได้จากกับดัก LFT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.01)

ค่าเฉลี่ยของมอดต่อกับดัก

ค่าเฉลี่ยจำนวนของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในกับดัก BT มีจำนวนเฉลี่ยสูงกว่ากับดัก LFT อย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ (p<0.01) ในทุกเดือนตลอดช่วงระยะของการศึกษา โดยมีค่าจำนวนเฉลี่ย (±SE) ต่ำสุดเท่ากับ 5.00±0.84 ตัว/กับดัก ในเดือนกรกฎาคม และค่าจำนวนเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 91.70±12.18 ตัว/กับดักในเดือนมีนาคม ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของมอดในกับดัก LFT มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนตุลาคม 1.12±0.46 ตัว/กับดัก และสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน 4.25±0.66 ตัว/กับดัก (Figure 2B) แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยจำนวนของมอด แอมโบรเซียต่อกับดักในรอบปีของกับดักทั้งสองชนิดมีค่าเช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงจำนวนตัวรวมของมอดที่ดักได้ในรอบปี (Table 1)

Table 1 The mean (≠SE) captured number of xyleborine ambrosia beetles in LFT and BT

Trap types	Oct-13	Nov-13	Dec-13	Jan-14	Feb-14	Mar-14	Apr-14	May-14	Jun-14	Jul-14	Aus-14	Sep-14
Funnel trap	1.12±0.46	4.25±0.66	31.85±7.53	29.85±7.68	7.80±1.79	10.25±1.87	4.60±0.83	2.40±0.64	4.40±1.07	1.30±0.22	3.65±0.80	2.70±0.62
bottle trap	13.75±1.90	28.1±5.19	72.4±13.06	91.70±12.18	64.3±8.59	43.80±9.65	14.70±2.23	14.10±2.49	11.70±1.63	5.00±0.84	6.80±0.79	5.45± 1.26
F-value	24.149	10.563	3.845	5.402	23.660	21.125	5.790	16.460	5.196	25.033	0.014	6.562
p	0.000	0.000	0.011	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.010	0.000	0.008	0.010

จำนวนพื้นที่และกับดักต่อประสิทธิภาพของกับดักในการศึกษาความหลากหลายของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini

พื้นที่ศึกษา 1 พื้นที่ (10 กับดัก)

เมื่อนำข้อมูลแมลงที่ติดกับดักจากพื้นที่ศึกษาพื้นที่ที่ 1 จำนวน 10 กับดักมาวิเคราะห์ผลการศึกษาพบว่ากับดักชนิด LFT ดักมอดได้จำนวน 994 ตัว จำแนกเป็น 22 สกุล 50 ชนิด ในขณะที่กับดักชนิด BT ดักมอดได้ 4,464 ตัว จำแนกเป็น 24 สกุล 71 ชนิด เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณความหลากหลายทางชีวภาพด้วย Shannon-Wiener diversity index พบว่ากับดัก LFT คำนวณค่าความหลากหลายได้ 2.13 กับดัก BT คำนวนได้ 3.06 โดยค่าดัชนีความหลากหลายของกับดักทั้งสองชนิดมีความแตกต่างในทางสถิติ ($p<0.05$)

กราฟจำนวนชนิดที่พบกับการสุ่มตัวอย่างที่เพิ่มขึ้น (species accumulation curve) ของกับดักทั้งสองชนิดมีแนวโน้มจำนวนชนิดที่คาดว่าจะพบสูงขึ้นไม่มีแนวโนมเข้าสู่ค่าคงที่ (asymptotic point) แสดงให้เห็นว่าจำนวนชนิดที่พบจะเพิ่มขึ้นหากเพิ่มจำนวนการเก็บตัวอย่างให้มากขึ้น โดยในกับดัก BT มีแนวโน้มเข้าสู่ค่าคงที่มากกว่าในกับดัก LFT (Figure 4) กราฟจำนวนชนิดที่คาดว่าจะพบในพื้นที่ศึกษาคำนวณด้วย Chao I incident based estimator และ Chao II abundance based estimator ในกับดัก LFT ยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ใน Chao I incident based estimator มีแน้วโน้มเข้าสู่ค่าคงที่มากกว่าใน Chao II abundance based estimator (Figure 4A, B) โดยมีจำนวนชนิดที่คาดว่าจะพบ (±SD) เท่ากับ 61.38±8.09 ชนิด และ 63±9.06 ชนิดใน Chao I และ Chao II ตามลำดับ ในขณะที่ในกับดัก BT มีแนวโน้มเข้าสู่สภาวะคงที่ โดยมีจำนวนชนิดที่คาดว่าจะพบในพื้นที่ศึกษาเท่ากับ 76.14±4.65 ชนิด และ 74.38±3.05 ชนิด ใน Chao I และ Chao II ตามลำดับ

พื้นที่ศึกษา 2 พื้นที่ (10 กับดักต่อพื้นที่รวม 20 กับดัก)

เมื่อเพิ่มพื้นที่ศึกษษจาก 1 เป็น 2 พื้นที่ศึกษษพบว่ากราฟจำนวนชนิดของมอดที่พบกับการสุ่มตัวอย่างที่เพิ่มขึ้น (species accumulation curve) ของกับดักทั้งสองชนิดมีแนวโน้มจำนวนชนิดที่คาดว่าจะพบยังคงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ในอัตราที่ลดลงในกับดักทั้งสองชนิดเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลจากการใช้กับดักจำนวน 10 กับดัก (Figure 4)

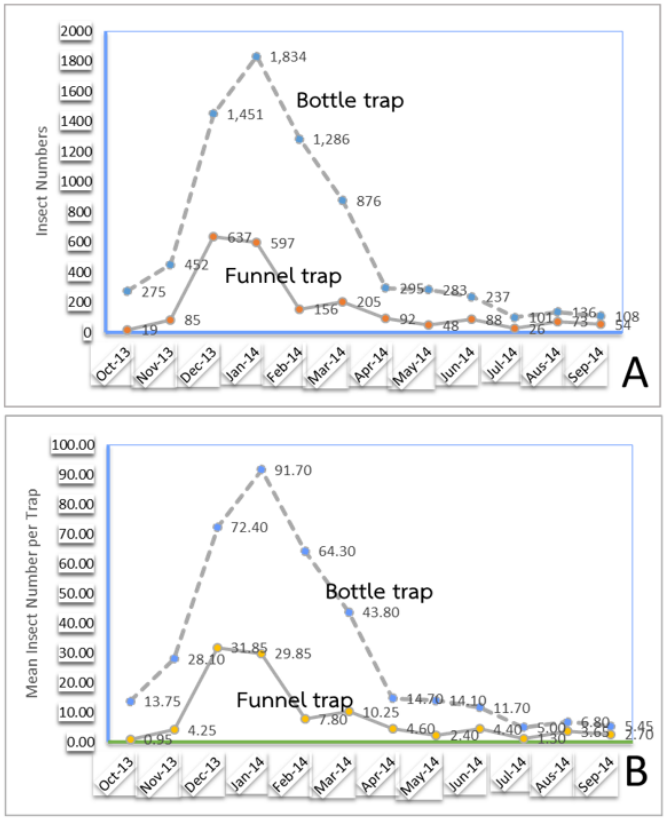


Figure 3 A) Total captured number of Xyleborine ambrosia beetles in the study areas B) the mean captured number per trap per month of Xyleborine ambrosia beetles in the study areas

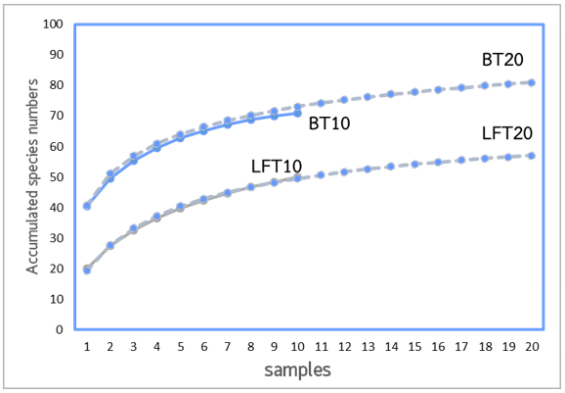


Figure 4 Species accumulation curves of 10 and 20 traps of xyleborine ambrosia beetles in study area

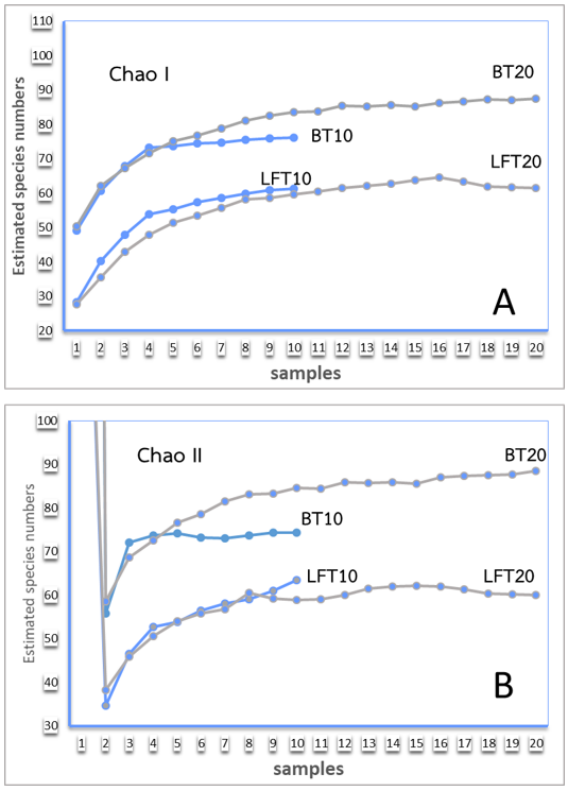


Figure 5 Total species richness estimators of study area, A) Chao I incident based estimator and B) Chao II abundance based estimator

กราฟจำนวนชนิดของมอดที่คาดว่าจะพบในพื้นที่ศึกษาคำนวณด้วย Chao I incident based estimator และ Chao II abundance based estimator ในกับดัก LFT ยังมีแนวโน้มเข้าสู่ค่าคงที่โดยมีจำนวนชนิดที่คาดว่าจะพบในพื้นที่ศึกษาเท่ากับ 61.50±4.11 ชนิด และ 60±60.11 ชนิดใน Chao I และ Chao II ตามลำดับ ในขณะที่ในกับดัก BT มีแนวโน้มเข้าสู่สวาวะคงที่โดยมีจำนวนชนิดที่คาดว่าจะพบในพื้ที่ศึกษาเท่ากับ 87.43±5.47 ชนิด และ 88.46±6.05 ชนิด ใน Chao I และ Chao II ตามลำดับ (Figure 5A,B)

วิจารณ์

จำนวนมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ที่พบทั้งหมด 27 สกุล 84 ชนิดคิดเป็น 52.17% ของมอดกลุ่มนี้ที่พบในประเทศไทย 161 ชนิด (Roger *et al.*, 2014) จำนวนชนิดที่พบในพื้นที่ศึกษา 84 ชนิดมีจำนวนใกล้เคียงกับผลการศึกษาความหลากหลายของแมลงกลุ่มดังกล่าวในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาหลวงที่พบ 26 สกุล 74 ชนิด (วิสุทธิ์ และคณะ, 2554) และในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลาที่พบ 28 สกุล 96 ชนิด (วิสุทธิ์ และคณะ, 2559) และมากกว่ามอดกลุ่มดังกล่าวที่พบในพื้นที่สวนทุเรียนในพื้นที่ภาคใต้ที่พบ 21 สกุล 64 ชนิด (Sittichaya *et al.*, 2012) จำนวนมอดรวมต่อกับดักและค่าเฉลี่ยของมอดต่อกับดักมีค่าสูงสุดในเดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคมซึ่งเป็นช่วงปลายฤดูฝนต่อเนื่องกับฤดูแล้ง ผลการศึกษาสอดคล้องกับ

ผลการศึกษาในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา (วิสุทธิ์ และคณะ, 2559) แต่มีความแตกต่างกับการเปลี่ยนแปลงประชากรในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาหลวงเล็กน้อยที่มีระดับประชากรสูงสุดในฤดูร้อนและต้นฤดูฝน (กุมภาพันธุ์-พฤษภาคม) ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงประชากรของมอดในพื้นที่ป่าดิบชื้นครั้งนี้ยืนยันความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงประชากรของมอดระหว่างพื้นที่ป่าดิบชื้นที่มีระดับประชากรสูงสุดในฤดูร้อนในขณะที่ในพื้นที่เกษตรมอดกลุ่มนี้จะมีระดับประชากรสูงสุดในฤดูฝน (Sittichaya *et al*., 2012)

กับดัก LFT และ BT ที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ใช้หลักการในการดักจับมอดเหมือนกันคือใช้สารดึงดูด (แอลกอฮอล์ 95%) ดึงดูดมอดให้มาชนกับดักและตกลงในภาชนะที่เก็บมอด อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองกับดักชนิด BT มีประสิทธิภาพมากกว่ากับดักชนิด LFT อย่างชัดเจนทั้งจำนวนชนิดที่พบทั้งหมด จำนวนชนิดที่คาดว่าจะพบในพื้นที่ศึกษา จำนวนตัวรวมทั้งหมด ค่าเฉลี่ยจำนวนมอดต่อกับดัก และค่าดัชนีความหลากหลาย ทั้งนี้น่าจะมีสาเหตุมาจากตำแหน่งของจุดระเหยสารดึงดูดที่แขวนบริเวณด้านข้างของกับดักในกับดักชนิด LFT ทำให้สามารถดักแมลงได้เพียงด้านในของขวดสารดึงดูดเพียงด้านเดียว ส่วนด้านนอกเมื่อแมลงมาชนจะตกสู่ด้านนอกของกับดัก ในขณะที่กับดักชนิด BT แขวนบริเวณกึ่งกลางกับดักทำให้ดักมอดได้ในทุกทิศทาง

การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกับดักชนิดอื่นๆ ในการดักมอดแอมโบรเซียในพื้นที่ป่าดิบชื้นของประเทศไทยและบริเวณป่าดิบชื้นพื้นที่อื่นๆ ทั่วโลกมีค่อนข้างน้อย วิสุทธิ์ และคณะ (2554) เปรียบเทียบประสิทธิภาพของกับดัก BT (ขนาดเดียวกับที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้) และกับดัก Van-panel trap (ขนาดกว้างxยาว 20x40 เซนติเมตร) ทำจากแผ่นอคลิลิค พบว่ากับดักชนิด Van-panel trap มีประสิทธิภาพสูงกว่ากับดักชนิด BT และสามารถดักมอดแอมโบรเซียได้แม้ระดับประชากรมอดอยู่ในช่วงต่ำสุดของปี โดยผลการศึกษา 16 เดือน (มีนาคม 2553-มิถุนายน 2554) ค่าเฉลี่ย(±SE) จำนวนมอด/เดือนในกับดักชนิด Van-panel trap มีค่าเท่ากับ 55.44±11.70 ตัว/กับดัก/เดือน สูงกว่าค่าเฉลี่ยของกับดักชนิด BT ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.61±9.23 ตัว/กับดัก/เดือนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามกับดักชนิดนี้มีราคาสูง (1,000 บาท/กับดัก) มีขนาดใหญ่และน้ำหนักมาก (1 กิโลกรัม) ยุ่งยากในการติดตั้งโดยเฉพาะในพื้นที่ป่าที่มีความลาดชันสูง ในประเทศบราซิล Flechtmann และคณะ (2000) พบว่ากับดักชนิด ESALQ-84 trap ซึ่งมีกลไกการทำงานและลักษณะเช่นเดียวกับ BT มีประสิทธิภาพในการดักมอดแอมโบรเซียมากกว่ากับดักชนิด LFT กับดัก Drainpipe-trap และ และกับดัก Slot (Theyson) traps ตามลำดับ

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการใช้กับดักทั้งสองชนิดจำนวน 10 กับดักติดตั้งในพื้นที่ศึกษาเพียง 1 จุดไม่เพียงพอต่อการศึกษาจำนวนชนิดที่พบในพื้นที่และความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงกลุ่มนี้ และอาจนำไปสู่ข้อสรุปที่ผิดพลาดได้ ถึงแม้ว่าแนวโน้มจำนวนชนิดที่คาดว่าจะพบได้ในพื้นที่เมื่อใช้กับดักชนิด BT 10 กับดักมีแนวโน้มคงที่แต่เมื่อใช้กับดักเพิ่มขึ้นเป็น 20 กับดักและใช้พื้นที่ศึกษา 2 พื้นที่จำนวนชนิดที่พบจริงและจำนวนชนิดที่คาดว่าจะพบก็สูงขึ้นและยังคงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อพิจารณากราฟจำนวนชนิดที่คาดว่าจะพบในพื้นที่จากการคำนวณด้วย Chao I และ Chao II species richness estimator ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Hulcr และคณะ (2008) ในพื้นที่ดอย สุเทพ-ปุย ที่ใช้กับดัก 2 ชนิด ชนิดละ 20 กับดักและ 2 พื้นที่ศึกษาเป็นระยะเวลา 2 ปี พบว่าจำนวนชนิดที่คาดว่าจะพบยังคงมีแนวโน้มสูงขึ้นไม่เข้าสู่ค่าคงที่ (asymptotic point) และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ วิสุทธิ์ และคณะ (2554) ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาหลวงที่พบว่าในพื้นที่ศึกษาเดียวกันจุดที่ใช้สำรวจเดียวกันผลการศึกษาในปีแรกและปีที่ 2 มีจำนวนชนิดและความหลากหลายของมอด Xyleborini แตกต่างกัน หากใช้กับดักชนิด LFT เพียงชนิดเดียวในจำนวนกับดัก (20 กับดัก) และพื้นที่ดังกล่าว (2 พื้นที่) อาจไม่เพียงพอต่อการศึกษาความหลากหลายของมอดกลุ่มนี้ และอาจนำไปสู่ข้อสรุปที่คลาดเคลื่อนได้เนื่องจากแนวโน้มจำนวนที่พบเข้าสู่ค่าคงที่และเท่ากับค่าจำนวณชนิดที่อาจพบทั้งหมดในพื้ที่แล้วอย่างไรค่าที่คำนวณได้น้อยกว่าค่าจำนวนที่พบจริงเมื่อใช้กับดักทั้งสองชนิด กับดักชนิด BT มีประสิทธิภาพในการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพและจำนวนกับดักของมอดกลุ่มดังกล่าวได้ดีกว่า และสามารถนำมาศึกษาความหลากหลายได้อย่างไรก็ตามยังมีความจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมว่าจำนวนกับดักและพื้นที่ที่ใช้ศึกษามีความเพียงพอหรือไม่หากต้องการศึกษาความหลากหลายของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ครอบคลุมทั้งพื้นที่เขตรักษาพันธุ์ เนื่องจากจำนวนชนิดที่พบมีเพียง 52.17% ของมอดที่พบในประเทศไทย และมีรายงานว่ามอดชนิดนี้มีความแตกต่างของจำนวนชนิดระหว่างพื้นที่หรือ Beta-diversity ค่อนข้างต่ำ (Hulcr *et al*., 2008) หากในพื้นที่ภาคใต้มีการกระจายของมอดในลักษณะเดียวกันแสดงให้เห็นว่าการใช้จำนวนกับดักและพื้นที่ศึกษาในจำนวนดังกล่าวอาจไม่เพียงพอ แตกต่างจากจำนวนชนิดที่พบในพื้นที่ศึกษา กับดักทั้งสองชนิดสามารถนำมาใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดกลุ่ม Xyleborini ได้ โดยผลการศึกษาโดยใช้กับดัก 10 กับดักให้ผลเช่นดียวกับการใช้ 20 กับดัก

สรุป

กับดักชนิด BT มีประสิทธิภาพสูงกว่ากับดัก LFT ในการศึกษาความหลากหลายของชนิด ความหลากหลายทางชีวภาพ จำนวนตัวรวมและค่าเฉลี่ยของจำนวนมอดต่อกับดัก กับดักทั้งสองชนิดสามารถใช้ในการติดตามแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงประชากรในรอบปีของมอดแอมโบรเซียได้ดีเช่นเดียวกัน และยังจำเป็นต้องศึกษาเพิ่มเพิ่มว่าจำนวนและพื้นที่ที่ใช้ในการศึกษาเพียงพอหรือไม่หากต้องศึกษาความหลากหลายของมอดในกลุ่มนี้ในพื้นที่ศึกษาโดยรวมทั้งเขตรักษาพันธุ์หรือพื้นที่ป่าดิบชนิดเดียวกันแต่กินพื้นที่กว้างขึ้น ผลจากการศึกษาในครั้งนี้สามารถยืนยันได้ว่ากับดัก BT ที่ดัดแปลงมาจากกระป๋องน้ำดื่มมีประสิทธิภาพดีสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการดักมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini เพื่อใช้ศึกษาชนิดความหลากหลายและการเปลี่ยนแปลงประชากรของมอดกลุ่มดังกล่าวได้ดี และมีแนวโน้มนำไปใช้ในการควบคุมมอดกลุ่มดังกล่าวทั้งในพื้นที่ป่าและพื้นที่เกษตรได้ในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยชิ้นนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัย- สงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ รหัสโครงการหมายเลข NAT560515S

เอกสารอ้างอิง

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช. 2549. เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง. เข้าถึงได้จาก http://web3.dnp.go.th/wildlife new/animConserveDepView.aspx?depId=109. [เข้าถึงเมื่อ 11 มกราคม 2560].

ธวัชชัย สันติสุข. 2555. ป่าของประเทศไทย. สำนักงานหอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ.

วิสุทธิ์ สิทธิฉายา, สุรไกร เพิ่มคำ และ ชาญชัย จรเสมอ. 2554. การศึกษาความหลากหลายทางชนิดของมอดเอมโบรเซียในเผ่าพันธุ์ Xyleborini (Coleoptera: Curculionidae,Scolytinae) ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาหลวง. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วิสุทธิ์ สิทธิฉายา, ณรงค์ศักดิ์ พงศ์ดี และ สุเนตร การพันธ์. 2560. ความหลากหลาย พลวัตประชากร และรูปแบบการกระจายของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) ในพื้นที่ภาคใต้ ส่วนที่ 3: เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา.รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

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

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

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.

Carrillo, D., Cruz L.F., Kendra P.E., Narvaez T.I., Montgomery W.S., Monterroso, A., Grave C. De and Cooperband, M.F. 2016. Distribution, Pest Status and Fungal Associates of Euwallacea nr. fornicatus in Florida Avocado Groves. Insects 7: 55.

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

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. 2000. Comparison of Four Trap Types for Ambrosia Beetles (Coleoptera, Scolytidae) in Brazilian Eucalyptus Stands. J. Econ. Entomol. 93: 1701-1707.

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 and other 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: 1–654.

Galko, J., Nikolov C., Kimoto, T., Kunca A., Gubka A., Vakula J., Zúbrik, M. and Ostriho, M. 2014. Attraction of ambrosia beetles to ethanol baited traps in a Slovakian oak forest. Biologia 69: 1376-383.

Gregoire, J.-C., Frederic, P., 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.

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., Beaver, R.A., Puranasakul, W., Dole, S.A., Sonthichai, S.A. 2008. Comparison of bark and ambrosia beetle communities in two forest. Environ. Entomol. 14: 153–176

Jagginavar, S.B. and Naik, L. 2005. Management of shothole borer, Xyleborus perforans (Wollastan) (Coleoptera: Scolytidae) in pomegranate. Indian J. Agric. Res. 39: 133-137.

Kamata, N., Esaki, K., Kato, K., Igeta, Y. and Wada, K. 2002. Potential impact of global warming on deciduous oak dieback caused by ambrosia fungus *Raffaelea* sp. carried by ambrosia beetle Platypus quercivorus (Coleoptera: Platypodidea) in Japan. Bull. Entomol. Res. 92: 119–126.

Kinuura, H. and Kobayashi, M. 2005. Death of Quercus crispula by inoculation with adult Platypus quercivorus (Coleoptera: Platypodidae). Appl. Entomol. Zool. 41: 123–128.

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

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 and transmit the Laurel wilt pathogen (*Raffaelea* sp). Fla. Entomol. 91: 485- 487.

Miller, R.D. and Rabaglia, J.R. 2009. Ethanol and (-)-**α**-pinene: Attractant kairomones for bark and ambrosia beetles in the southeastern US. J. Chem. Ecol. 35: 435–448.

Montgomery, M.E. and Wargo, P.M. 1983. Ethanol and other host-derived volatiles as attractants to beetles that bore into hardwoods. J. Chem. Ecol. 9: 181–190.

Naik, V., Fiore A., Horowitz, L., Singh H.B., Wiedinmyer, C., Guenther, A., Gouw J.A., Millet, D.B., Goldan, P.D., Kuster, W.C. and Goldstein, A. 2010. Observational constraints on the global atmospheric budget of ethanol. Atmos. Chem. Phys. 10: 5361–5370.

Noseworthy, M.K., Humble, L.M., Sweeney, J., Silk, P. and Mayo, P. 2012. Attraction of Monarthrum scutellare (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) to hydroxyl ketones and host volatiles. Can. J. For. Res. 42: 1851–1857.

Ranger, C., Reding M., Persad, A. and Herms, D. 2010. Ability of stress-related volatiles to attract and induce attacks by Xylosandrus germanus (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) and other ambrosia beetles. Agr. For. Entomol. 12: 177–185.

Ranger, C., Reding, M., Gandhi, K., Oliver J., Schultz P., Ca˜nas L. & Herms D. 2011. Species dependent influence of (-)-**α**-pinene on attraction of ambrosia beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) to ethanol-baited traps in nursery agroecosystems. J. Econ. Entomol. 104: 574–579.

Reding, M., Oliver, J., Schultz P. and Ranger, C. 2010. Monitoring flight activity of ambrosia beetles in ornamental nurseries with ethanol-baited traps: Influence of trap height on captures. J. Environ. Hort. 28: 85–90.

Sittichaya, W., Permkam, S. and Cognato, A.I. 2012. Species composition and flight pattern of Xyleborini ambrosia beetles (Col.: Curculinidae: Scolytinae) fom agricultural areas in southern Thailand. Environ. Entomol. 41: 776–784.

SPSS Inc. 2007. SPSS for Windows, Version 16.0. Chicago, SPSS Inc.

Sweeney, J., De Groot, P., Humble, L.M., MacDonald, L.M., Price, J., Mokrzycki, T. and Gutowski J.M. 2007. Detection of woodboring species in semiochemical-baited traps, pp. 139–144. In: Evans H.F. & Oszako T. (eds), Alien Invasive Species and International Trade, Forest Research Institute, Warsaw, 179 pp.

Chang, V.C.S. 2008. Macadamia quick decline and Xyleborus beetles (Coleoptera: Scolytidae). Int. J. Pest Manag. 39: 144-148.

เอกสารภาคผนวก 2

The powder post beetles (Coleoptera: Bostrichidae) in tropical rain forest of southern Thailand: composition and annual flight activity

Sittichaya wisut[1*] and Jerzy Borowski[2]

[1]Department of Pest Management, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkhla, Thailand, 90110.

[2]Department of Forest Protection and Ecology SGGW, ul. Nowoursynowska 159/34, 02-776 Warsaw, Poland; e-mail: jerzy_borowski@sggw.pl

* Corresponding Author wisut.s@psu.ac.th Tel. +6674286237

Running title:

Bostrichidae in tropical rain forest

Abstract

The wood boring bostrichid are play importance role in nutrient cycle in a forest ecosystem. They freezable to reduce the newly dead and dry wood materials in to the powder like frass. In present study, the diversity and annual flight pattern of powder post beetles in tropical rain forest of southern Thailand was studied. Each 10 bottle traps in 10 studied sites were deployed for 14-18 constitutive months. In total 1,163 individuals including 7 genera and 10 species were trapped. *Xylopsocus ensifer* Lesne was defined as only one dominate species (72.31% of total captured numbers) in the areas. *Melalgus* sp. and *Sinoxylon marseuli convexicauda* Lesne were recorded here for a first time for Thailand. The annual flight pattern of power post beetles in tropical rain forest was found to fluctuate seasonally with high numbers in dry period and very low in the rainy season.

Keywords: Coleoptera, Bostrichidae, Diversity, Flight activity, Powder post beetles, Rain forest, Thailand

Introduction

The family of powderpost beetles (Bostrichidae) contains about 600 species of wood boring insects (Borowski and Węgrzynowicz 2007). There are worldwide distribution with rich numbers in tropical and subtropical areas (Lawrence and Ślipiński 2013, Zahradník and Háva 2014). As saprophytic beetles, both larva and adult beetles are capable to reduce hardwood to fine powder-like frass (Beeson and Bhatia 1937). With this feeding habit, there are recognized as importance pest of dried wood, wooden materials, bamboos, rattan and bamboo artifices (Stebbing 1914, Gerberg 1957, Creffield 1991, Peters et al 2002). Some species found frequently infest living trees or fresh newly died trees or part of trees and several species in subfamily Dinoderinae are designated as important stored product pests (Hodges et al 1983, Delobel and Tran 1993). The powder post beetles are well adapt to dry habitat (Crowson 1981) and more diverse in agricultural and semi-agricultural areas (Sittichaya et al 2013). In forest ecosystems, the bostrichids are designated as saprophytic beetles (Harmon et al 1986). There play an important role in plant material decomposition and nutrient cycles in the forests. The member of that insect group are mostly feasible to access heart wood of newly dying trees and shrubs and enable for others decompose organisms. The study of diversity and flight patterns of power post beetles are rare. *Xylothrips flavipes* and three others bostrichid species were recorded in Eastern part of Borneo (Kalimantan) (Makihara et al 2000), *Apate monachus* and *A. terebrans* are report as major forest pests of Ghana (Wagner et al 2008), four bostrichid species recorded in caatinga biome of Brazil (Guedes et al 2014), six bostrichid species reported in semi-deciduous forest of Southern Benin (Lachat et al 2006), *Sinoxylon muricatum* and *Scobicia chevrieri* recorded in Sweetgum forest in Turkey (Sarikaya 2013). The number of bostrichid are more diversed in homogenous habitats. There are six bostrichid species were trapped in rubber trees plantations in Brazil (Dallioglio and Filho 1997). In durian-based mixed agricultural land scape of southern Thailand, 17 bostrichid species were collected. *Xylothrips flavipes* (Illiger) was the most common species in both systems (56.8% of all beetles caught) (Sittichaya et al 2013).

In natural habitats more or less climatic factors are dictated the flight pattern of the insects. Although the study of relation between such factors to power post beetles are mostly concentrated to economic important stored product pests, study on overall their community were rare. In tropical region, the abundance of bostrichids fluctuate seasonally, with more or less influence from both temperature and relative humidity (Beeson and Bhatia 1937, Nang'ayo et al 1993, Nansen et al 2001, Hodges et al 2003). In durian based agricultural areas of southern Thailand, the flight pattern of bostrichid was also fluctuated seasonally (Sittichaya et al 2013). In such community, the flight pattern correlated with local climate and seasons,

with high abundance short after rainy season and low number in dry season. Flight patterns were positively correlate with temperature and negative with relative humidity and correlate coefficients were higher with climatic data a month before samples were accessed (Sittichaya et al 2013)._ The prediction of population change of a single stored product pest species are, compared to powderpost beetles community, well studied. More or less climatic force the population change over times. The population numbers of a major stored product pest, *Prostephanus truncatus*, are fluctuated seasonally and meteorological parameters partly such fluctuations (Nang'ayo 1996, Borgemeister et al 1997, Tigar et al 1994). In a drier region, relative humidity play and importance roll in population fluctuation but not for humid areas (Nang'ayo 1996, Tigar et al 1994). In south Benin environmental variables (day length, minimum relative air humidity, and minimum temperature) that explained 55% of the total variance (Nansen et al 2001). The arms of present study are to study diversity of powderpost beetles and to verify seasonal fluctuation of these insect in a tropical rainforest of southern Thailand.

Material and Method

The study areas were located at two mountain ranges middle of Southern Thailand peninsular. The areas are covered with primary and secondary tropical rain forest. The complete vegetation was not survey; although the vegetation of the area was classified in three dominate canopies layers, which rich of dipterocarp trees in dominance and co-dominant canopies and rich of palm species on forest flows (Simon et al 2015). The canopy is closed and direct sun shine on the forest flow is limited Climatic Variables. For insect trapping, ten study sites in two zone, zone I Nakhon Sri Thammarat Mountain Rang and Zone II Phuket Mountain Rang, were selected. A mature forest 1 km deep inside the old growing forest from the surrounded agricultural areas or secondary forest were selected for traps setting. The selected locations in zone I were Ton Nga Chang wildlife sanctuary, Songkla Province (No. 1), Ton Nga Chang wildlife sanctuary, Songkla Province (No. 2), Khao Bantad wildlife sanctuary, Trang Province (No. 3), Khao Luang National Park, Nakhon Sri Thammarat Province (No. 4), Khao Nan National Park, Nakhon Sri Thammarat Province (No. 5). The selected locations in zone II were Khao Lak Lam Ru National Park, Phang Nga Province (No. 6), Khao Sok National Park, Suratthani Province ([No. 7), Khao Sok National Park, Suratthani Province (No. 8), Sri Phang Nga National Park, Phang Nga Province (No. 9) and Klong Nga Ka wildlife sanctuary, Ranong province (No. 9) (Figure 1).

Insect trapping and local climatic factors

The flight interception panel trap, modified using 5 litter transparent water bottles (15 cm diameter and 35 cm high), baited with 95% Ethanol (see in Sittichaya and Kawin 2017) was used in the study._ A line transect of 10 traps, setting at 1.5 m above ground, 100 meters distance of each others were set in each site. To preserve trapped insects, 30% ethylene glycol was used. The bait was replenished monthly before it was fully depleted. The trap catch from each trap was emptied into a labeled 50 ml vial with 95% EtOH for storage.

The represent under canopy temperature and relative humidity represent of the study area were recorded using a Hobo pro v2 Temperature/Humidity data logger-U23 (Onset ® Computer Corporation, MA). To reflect the local climatic factor and insect population fluctuation under canopy temperature and RH were recorded in 4 study sites, two in each zone. The monthly rainfalls were obtained from 4 provincial meteorology stations next to the accessed point. The 4 provincial meteorology stations were Satun-, Nakhon Sri Thammarat-, Trang- and Ranong provincial meteorology (see the locations in Figure 1). Bostrichid beetles were collected for a period of 18 constrictive months from November 2013 to April 2015 in zone I and 14 constitutive months from March-2014 to April 2015 in zone II.

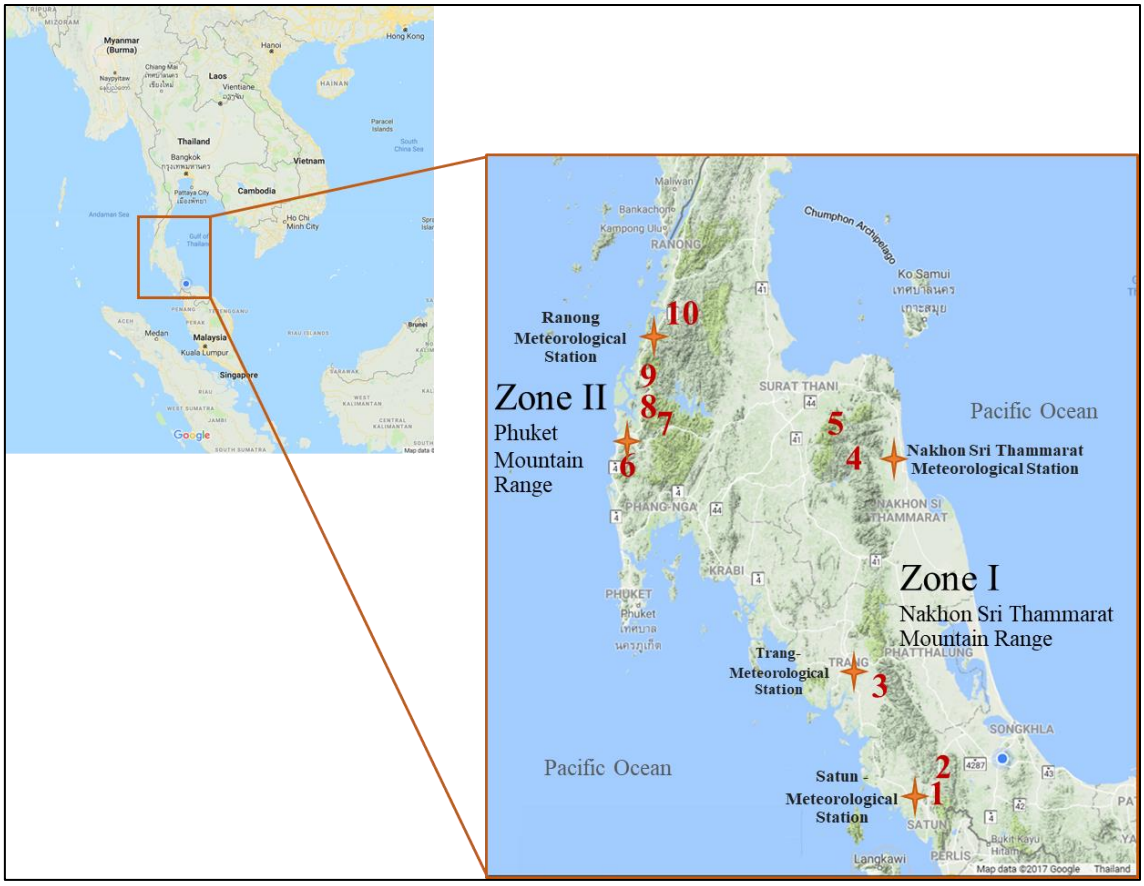


Figure 1 Map of study areas, studied sites and methodological stations use in the study

Sources: modified from google map

Data analysis

Because of low number of trapped species and trapped number, the total species richness estimators, species areas accumulation curve and diversity index were not performed. The importance of seasonal variables of local and under-canopy temperature, relative humidity and monthly rainfall on bostrichid occurrence were analyzed using multivariate regression.

Result

Bostrichid comunity

In total, 1,163 individuals including 7 genera and 10 species with two new recorded species for Thailand, *Melalgus* sp. and *Sinoxylon marseuli convexicauda* Lesne. There are, 757 individuals 6 genera and 7 species were captured in zone I (18 months) and 406 individuals including 5 genera and 7 species were captured in zone II (14 months) (Table 1). In the tropical rain forest of southern Thailand, *Xylopsocus ensifer* Lesne was the only one dominate species. The captured number of this species was 483 and 358 individuals, reveal 41.53% and 30.78% of all insect captured in zone 1 and zone 2 respectively. Two others moderated captured species were *Dinoderus bifoveolatus* (Wollaston) (zone I:192 ids, 16.5%; zone II, 5 ids., 0.43%) and *Xylothrips flavipes* (Illiger)) (zone I, 37 ids, 3.18%; zone II, 34 ids., 2.92%).

Table 1. Individual numbers and percentage of ~~bostrichid~~ powerpost beetles in the tropical rain forest of southern Thailand

Species	Study Sites										Total	%
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Xylopsocus ensifer Lesne	67	84	288	31	13	99	41	53	64	101	841	72.31
Dinoderus bifoveolatus (Wollaston)	8	9	174	0	1	1	2	2	0	0	197	16.94
Xylothrips flavipes (Illiger)	10	3	13	3	8	11	3	0	10	10	71	6.10
Xylopsocus radula Lesne	11	3	2	0	1	0	1	0	1	0	19	1.63
Dinoderus exilis Lesne	4	2	3	0	1	0	1	0	1	1	13	1.12
Sinoxylon sp.	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	10	0.86

Melagus sp.*		0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	5	0.43
Rhyzopertha dominica Lesne		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.26
Sinoxylon marseuli convexicauda Lesne*		0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0.26
Psoinae-species		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0.09
	Total	103	103	493	34	24	114	48	55	77	112	1,163	100

* New recorded species for Thailand, new species not discuss here.

Seasonal Trapping Pattern

The annual flight pattern of power post beetles in tropical rain forest was found to fluctuate seasonally (Figure 2). The flight abundance was fluctuated unimodally with short high abundance during dry period between December to March and long low abundance at ground level in rainy season between April to November in both zones. The annual flight pattern was began with low abundance period with monthly trap catches between 7 and 19 individuals in zone I and zone II in April respectively, to the lowest number period July and October with trap number from Null and 11 individuals. Then the high abundance period was began in November in zone I and December in zone II when the monthly rainfall and RH begin to decrease. The captured numbers during high abundance period flow between 51-154 individuals with the highest abundance at January (154 ids.) in Zone II and February in zone I, in beginning of dry period. The high captured number in zone II between low season was a result of relative higher number of *X. ensifer*_in location II of zone 1 (28 individuals). Seasonal fluctuation of captured number in a singles species and location are also similar with total number of summation of species and locations.

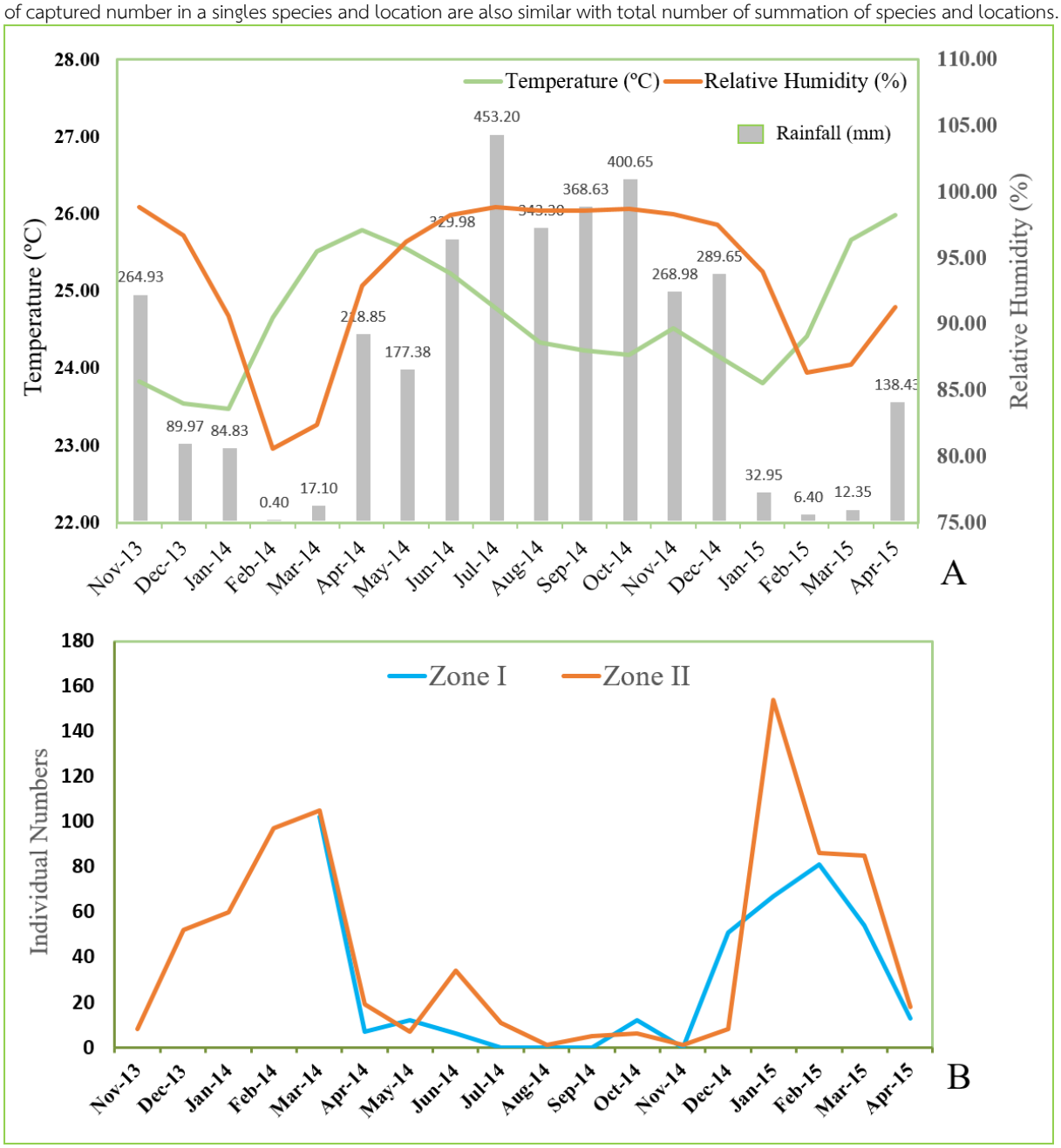


Figure 2. A - methodological factors of study areas; B - seasonal change of trapping numbers in study areas

Effect of Climatic Variables on captured numbers.

The result of linear regression analysis indicated that, in humid tropical rain forest the captured number of bostrichid negatively response to the increase of climatic factor (Temperature, Humidity and rainfall). The average local climatic factors of studied areas effect captured numbers more than climatic factors at each studied sited. Only combinations of captured numbers and RH in studied sites 4 and 5 (r^2=0.778, b=-0.711, p=0.022) and 10 (r^2=0.946, b=-1.467, p=0.015) were significant correlated. The monthly captured numbers, combine the numbers of all studied sites, are significantly correlated with relative humidity (r^2=0.560, b=-0.771, *p*=0.001), accumulated rainfall (r^2=0.665, b=-0.831, *p*=0.000) and negatively correlate with temperature (r2=0.778, b=-0.711, *p*=0.022) of study areas but statistic not significant.

New recorded species for Thailand

***Melalgus* sp. (Lesne, 1902) [Polycaoninae]**

Material examined: 2♀ Songkhla Provinces, Thailand, Ton Nga Chang Wildlife Sanctuary, N 06°59'40'', E 99° 48'28'', 98MSL, 01ii 2014; 2♀ Trang Province, Thailand, Khao Bantad wildlife sanctuary, N07°26'31'', E 100° 50'36'', 110MSL, 01 ii 2014.

***Sinoxylon marseuli convexicauda* Lesne, 1932 [Bostrichinae: Sinoxylonini]**

(Figure 3)

***Sinoxylon Marseuli convexicauda* Lesne, 1932b, 657**

Material examined: 3♀, Phang Nga Province, Thailand, N08°39'44'', E 98° 16'50'', 57MSL, 01 iii 2015.

Diagnosis characters: *Sinoxylon marseuli convexicauda* Lesne, the SE-Asia continental distributed subspecies, body dark brown or black, shining, body short and bulky, 4.1-4.3 mm. long, 2.10±0.10 mm. as long as wide, pronotum:abdomen= 1:1.55±0.14, pronotum broad as long as wind, anterior margin both sides armed with 4-5 serration, serration never with hock like processes, antenna 10 segment, three apical segment flabelliform, tranversed, all three segments have approximately similar wide and wider than total length of club (differ from_ *S. marseuli marseuli*, that second antennomer of antenna narrower than first and third antennomer), basal margin of elytra sharp carinated_. Elytral puncturation very coarse;_ punctures of elytra increasing in size posteriorly, elytra declivity distinct from the anterior part, with 4-5 marginal processes on each side _forming declivital _ridge, marginal processes approximately mimilar insize, declivital teeth conical, triangular, pointed, compressed laterally.

Distribution: *S. marseuli convexicauda;* India, Myanmar, Vietnam, ~~Indonesia~~ (Borowski and Sinhg 2017), Malaysia (peninsular) (Lui 2010). New to Thailand. The nominotypical subspecies, *S. marseuli marseuli,* occurs in Sumatra, Java and Celebes (Borowski and Sinhg 2017).

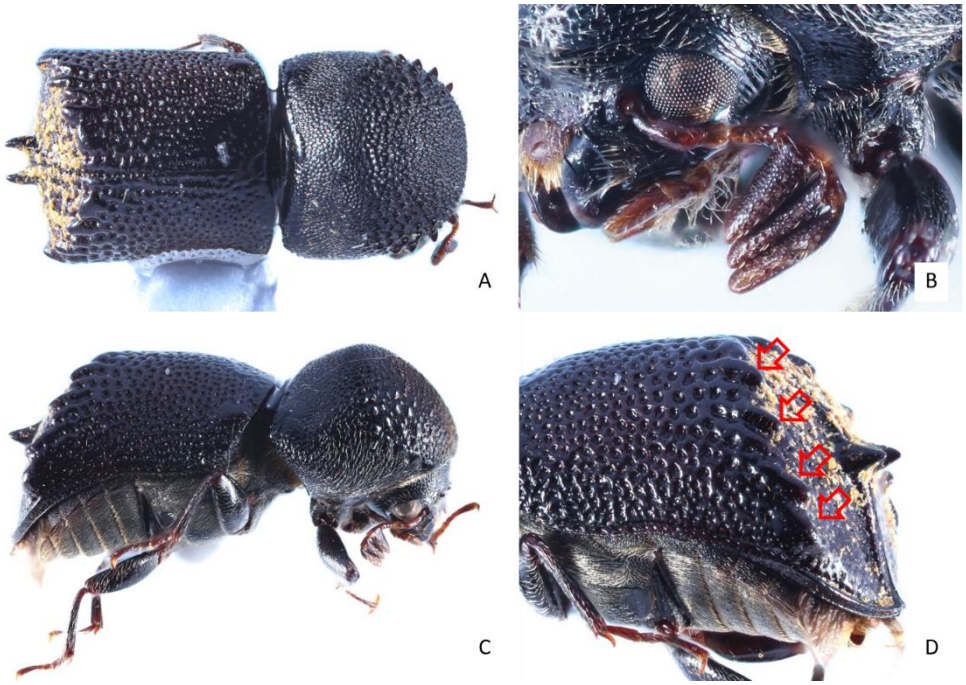


Figure 3. *Sinoxylon marseuli convexicauda* Lesne: A, Dorsal view; B, Antenna; C, Lateral view; D, Apical declivity with marginal processes indicated with arrows.

Discussion

The captured species found in present study were low and calculated to 16.38% of 61 bostrichidae species found in Thailand (Beaver et al 2011, Borowski and Węgrzyniwicz 2011, Lui et al 2016). Although, compare to report of species found in natural habitats in previously studies (2-6 species) was still high (Makihara et al 2000, Wagner et al 2008, Guedes et al 2014, Sarikaya 2013). The insect lure using in present study was 95% ethanol, substance know released from the tree under stress condition or product during fermentation of newly died tree or part of trees (Montomery and Wargo 1983). The bostrichid trapped with such trap are the beetles with more prefer on such wood materials, the dried wood prefer species are less attracted. The dried wood preferred species wish highly diverse in the areas such as *Sinoxylon anale*, *S. unidentatum*, *Xylopsocus capucinus* and all species in the subfamily Lyctinae are not trapped with such lure (Sittichaya et al 2013, Kangkamanee et al 2011). The powerpost beetles are more diverse in hot and dry, agricultural and urbane habitat than in forest (Sittichaya et al 2013, Kangkamanee et al 2011, Lui Lan-Yu personal communication). Kangkamanee et al (2011) and Sittichaya et al (2013) reported 21 species of bostrichid in agricultural areas and rubber wood sawmills adjacent to forest areas in present study. The result of present study, although, suggest the completely different of species composition of both communities. Only *Xylothrips flavipes* (Illiger) were found rich in both hot and dry agricultural community and in humid tropical rainforest. This species are preferred to infest fresh and newly died wood materials than dried or season wood (Sittichaya and Beaver 2009, Sittichaya et al 2013). *X. flavipes* (Illiger) species found also dominated species in tropical rain forest of Eastern Borneo (Kalimantan) (Guhardja et al 2000). In Southern Thailand *X. ensifer* is dominated species in tropical rain forest, this species not found in agricultural areas and sawmills close to the forest (Sittichaya and Beaver 2009, Sittichaya et al 2013). _Four of ten species, found in present study, are 2 new recorded species and two still not given taxa (not discus here), are new to Thailand and high potentially new to science indicated the different of species composition between _forest and human influence areas.

Flight activity of powderpost beetles are more or less dictated from methodological factors and season. In present study the flight pattern of these insect group also found fluctuated seasonally and synchronized with annual rainfall. The flight activity of bostrichid was high in low rainfall season and very low in rainy season. These result support the previous suggestion that, in hot and dry areas numbers of bostrichid were high short after rainy season (Sittichaya et al 2013) and in humid habitats were high in dry season (Nang'ayo 1996, Tigar et al 1994). In present study, the relationship between climatic factors and flight number are statistic less significant. In our previously research, in durian based agricultural areas in southern Thailand, flight pattern of bostrichid fluctuated also seasonally (Sittichaya et al 2013). The flight pattern correlated with local climate and seasons, with high abundance short after rainy season and low number in dry season. Flight patterns were positively correlate with temperature and negative with relative humidity and correlate coefficients were higher with climatic data a month before samples were accessed (Sittichaya et al 2013). _The less statistic significant may because of the change

of climatic factors, temperature and relative humidity, in study site are less different between seasons. The average under canopy temperature and relative humidity between rainy (April-December) and dry season (Jan-March) were not significantly different [(Temp, 24.44±0.71°C: 24.44±0.71°C; Relative Humidity, 96.94±2.69%: 86.81±4.98%)]. In the tropical rainforest of southern Thailand, the relative humidity is high year round and may not affect the population. In Benin, the relative humidity effect the population of *Prostephanus truncatus,* when this effector lower than 75% (Nansen et al 2001). In natural population, climatic variation may not effect change of insect number alone, some factor may force population change when the correlated factor be lower or higher specific levels. In Benin day length effect the population of *Prostephanus truncatus* when daily minimum temperature and relative air humidity were low (Nansen et al 2001).

The others factors may with-influent the population fluctuation over time. The study on population of *Prostephanus truncatus* in Benin also suggested that climatic variable (day length, minimum relative air humidity, and minimum temperature) explained 55% of the total variance (Nansen et al 2001). Two other factors that need to be considered are the availability of suitable food sources (Borgemeister et al 1997, Sittichaya and Beaver 2009), and the presence of population-limiting natural enemies (Dial and Roughgarden, 1995; Krüger and McGavin 2001). Sittichaya and Beaver (2009) suggest that, available of suitable wood as breeding materials may play an additional and importance factor for xyleborin ambrosia beetle and dried wood infesting bostrichid in the wood storage. In present study, the capture number of beetles in studied site number 3 was high and higher than other sites. These because of high suitable breeding materials in that side. The site located at strong windy way, wind brow up and made the trees or main branches of the trees fallen down and accumulated the breeding materials at the forest flow.

The present study used ethanol baited trap, it may trapped only some group of power post beetles and limited to trapping dry wood preferred group. Insect collection using with other collecting methods such as hand collect, log-window trap and malaise trap may need in the future for improve species list for the country.

Conflicts of interest

The authors declare that there is no conflicts of interest.

Acknowledgement

The present research was support from Prince of Songkla University research found project number NAT570377S. The authors thank Department of National Park, Wildlife and Plant Conservation of Thailand for accesses permission, special thank also go to all National Park and wildlife Sanctuary personals for insect collecting facilitation. Thank you for all Methodological stations for a providing climatic data.

References

Beaver RA, Sittichaya W, Liu L-Y. 2011. A Review of the Powder-Post Beetles of Thailand (Coleoptera: Bostrichidae). Tropical Natural History 11: 135–158.

Beeson CFC, Bhatia BM. 1937. On the biology of the Bostrychidae (Coleopt.). Indian Forest Record (N.S. Ent.) 2: 223–323.

Borgemeister C, Meikle WG, Scholz D, Adda C, Degbey P, Markham RH. 1997. Seasonal and weather factors influencing the annual flight cycle of Prostephanus truncatus (Coleoptera: Bostrichidae) and its predator Teretriosoma nigrescens (Coleoptera: Histeridae) in Benin. Bulletin of Entomological Research 87: 239–246.

Borowski J, W̨grzynowicz P. 2007. World Catalogue of Bostrichidae (Coleoptera). Wydawnictwo Mantis, Olsztyn, 247 pp. + 8 pls.

Borowski J, W̨grzynowicz P. 2011. Orientoderus a new subgenus of Prostephanus LESNE, 1897, with description of a new species from Thailand and Laos (Coleoptera, Bostrichidae). Elytra, New Series 1: 255–261.

Borowski J, Singh S, 2017. Bostrichidae and Ptinidae: Ptininae (Insecta: Coleoptera) type collection at National Forest Insect Collection, Forest Research Institute, Dehradun (India. World Scientific News 66: 193-224.

Creffield JW. 1991. Wood Destroying Insects, Wood Borers and Termites. Melbourne: CSIRO Publications. 44pp.

Crowson RA. 1981. The Biology of Coleoptera. Academic Press. 802pp.

Dall'Oglio OT, Filho OP. 1997. Survey and populational dinamic of borers in homogeneous plantations of rubber trees in Itiquira - MT, Brazil. Scientia Forestalis 51: 49–58.

Delobel A, Tran M. 1993. Les Coléoptères des Denrées Alimentaires Entreposées dans les Régions Chaudes. ORSTOM. 425 pp. [in French]

Dial R, Roughgarden J. 1995. Experimental removal of insectivores from rain forest canopy: direct and indirect effects. Ecology 76: 1821–1834.

Gardner S, Sidisunthorn P, Chayamarit K. 2015. Forest Trees of Southern Thailand, Volume 1 (A–Es). Chulalongkorn University Book Center. 768 pp.

Gerberg EJ. 1957. A revision of the New World species of powder-post beetles belonging to the family Lyctidae. United States Department of Agriculture Technical Bulletin 1157: 1–55.

Guedes RS, Silva LF, Flechtmann CAH. 2014. Seasonality of ambrosia and false powder post beetles (Coleoptera) in the Paraiban semiarid (Paraíba, Brazil), 1 p. In Proceedings, 4th Simp. Entomol. Aplicada, 18 - 20 November 2014.

Harmon ME, Franklin JF, Swanson FJ, Sollins P, Gregory SV, Lattin JD, Anderson NJ, Cline SP, Aumen NG, Sedell JR, Lienkaemper GW, Cromack K, Cummins KW. 1986. Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. Advances in Ecological Research 15: 133–299.

Hodges RJ, Addo S, Birkinshaw L. 2003 Can observation of climatic variables be used to predict the flight dispersal rates of Prostephanus truncatus? Agricultural and Forest Entomology 5: 123–135.

Hodges RJ, Dunstan WR, Magazini I, Golob P. 1983. An outbreak of Prostephanus truncatus (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) in East Africa. Protection Ecology 5: 183–194.

Kangkamanee T, Sittichaya W, Ngampongsai A, Permkam S, Beaver RA. 2011. Wood-boring beetles (Coleoptera: Bostrichidae, Curculionidae; Platypodinae and Scolytinae) infesting rubberwood sawn timber in southern Thailand. Journal of Forest Research 16: 302–308.

Krüger O, McGavin GC. 2001. Predatorprey ratio and guild constancy in a tropical insect community. Journal of Zoology 253: 265–273.

Lachat T, Nagel P, Cakpo Y, Attignon S, Goergen G, Sinsin B, Peveling R. 2006. Dead wood and saproxylic beetle assemblages in a semi-deciduous forest in Southern Benin. Forest Ecology and Management 225: 27–38.

Lan-Yu LIU. 2010. New records of Bostrichidae (Insecta: Coleoptera, Bostrichidae, Bostrichinae, Lyctinae, Polycaoninae, Dinoderinae, Apatinae). Mitt. Münch. Ent. Ges. 100: 103–1017.

Lawrence JF, Ślipiński A. 2013. Loranthophila, a new genus of Australian Lyctinae Coleoptera: Bostrichidae). Zootaxa 3737: 295–300.

Liu L-Y, Beaver R, Sanguansub S. 2016. A new Oriental genus of bostrichid beetle (Coleoptera: Bostrichidae: Xyloperthini), a new synonym and a lectotype designation for Octodesmus episternalis (Lesne, 1901). European Journal of Taxonomy 0189: 1–12.

Makihara H, Kinuura H, Yahiro K, Soeyamto, C. 2000. The effect of droughts and fires on coleopteran insects in lowland dipterocarp forests in Bukit Soeharto, East Kalimantan. In: Guhrdja E, Fatawi M, Sutisna M, Mori T, Ohta S, editors. Rainforest Ecosystems of East Kalimantan: El Niño, Drought, Fire and Human Impacts. Tokyo/New York: Springer. 153–163.

Montgomery ME, Wargo PM. 1982. Ethanol and other host-derived volatile as attractants to beetles that bore into hardwoods. Journal of chemical ecology 9: 181–190.

Nang'ayo FLO, Hill MG, Chandi EA, Chiro CT, Nzeve DN, Obiero J. 1993. The natural environment as a reservoir for the larger grain borer, Prostephanus truncatus (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) in Kenya. African Crop Science Journal 1: 39–47.

Nang'ayo FLO. 1996. Ecological studies on larger grain borer in savannah woodlands of Kenya. Ph.D. dissertation. UK: Imperial College.

Nansen C, Korie S, Meikle WG, Holst N. 2001. Sensitivity of Prostephanus truncates (Coleoptera: Bostrichidae) flight activity to environmental variables in Benin, West Africa. Environmental Entomology 30: 1135–1143.

Peters BC, Creffield JW, Eldridge RH. 2002. Lyctine (Coleoptera: Bostrichidae) pests of timber in Australia: A literature review and susceptibility testing protocol. Australian Forestry 65: 107–119.

Sarikaya O. 2013. Notes on bark and wood-boring beetles (Coleoptera: Bostrichidae; Curculionidae: Platypodinae and Scolytinae) of the Sweetgum (Liquidambar orientalis Mill.) Forest Nature Protection Area, with a new record for Turkish fauna. Journal of Food, Agriculture and Environment 11: 2178–2185.

Sittichaya W, Beaver RA. 2009. Rubber wood 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, Kawin C. 2018. Effect of Two Trap Types on Diversity's and Population's Studies of Ambrosia Beetles Tribe Xyleborini (Col., Curculionidae, Scolytinae). Songklanakarin Journal of Plant Science 5: 62-69. [in Thai]

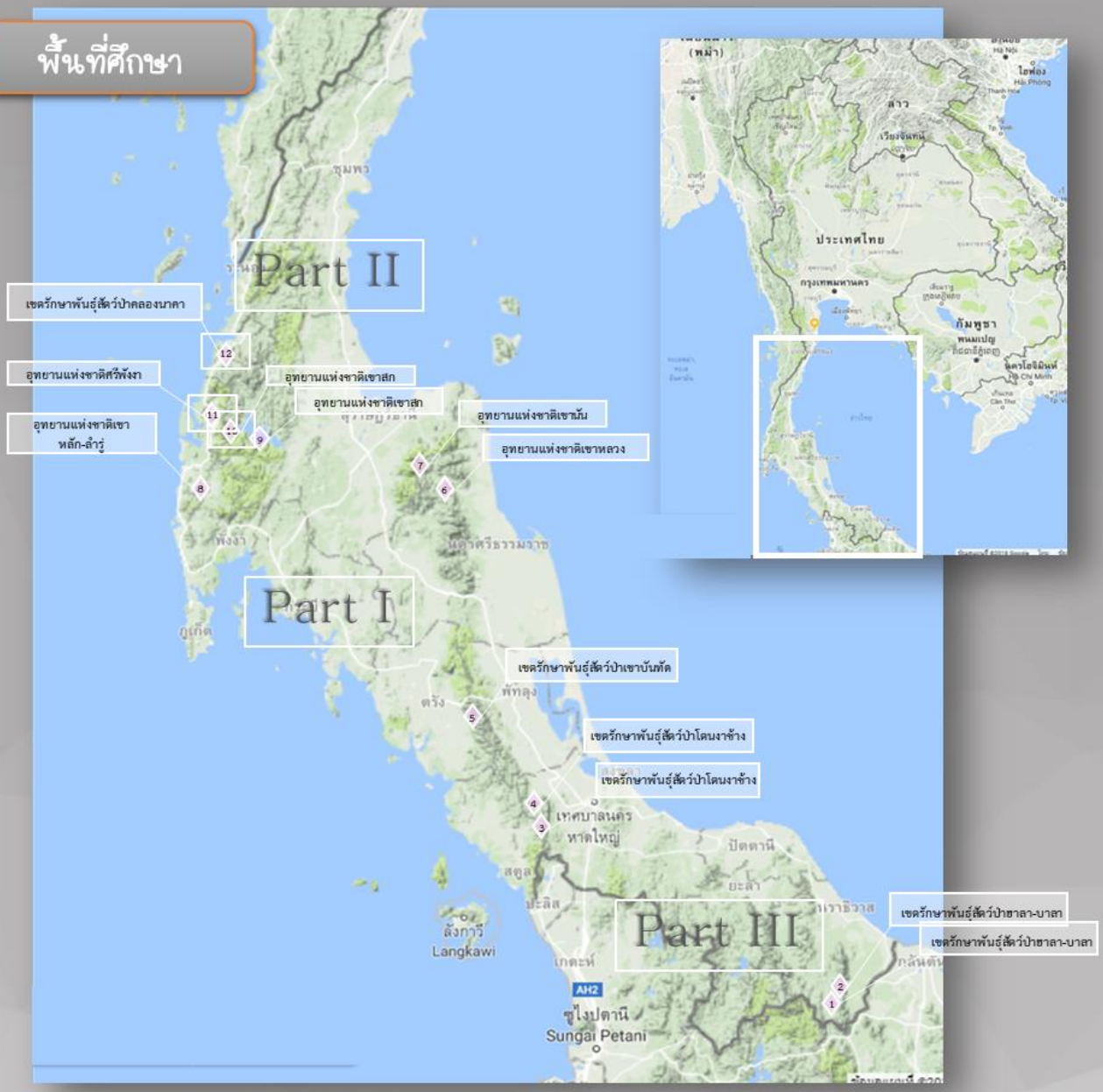
Sittichaya W, Thaochan N, Tasen W. 2013. Powderpost Beetle Communities (Coleoptera: Bostrichidae) in Durian-Based Agricultural Areas in Southern Thailand. Kasetsart Journal (Natural Science) 47: 374–386.

Stebbing EP. 1914. Indian Forest Insects of Economic Importance: Coleoptera. London: Eyre and Spottiswoode Ltd. 648 pp.

Tigar BJ, Key GE, Flores-Sanchez E, Vazquez-Arista M. 1993. Flight peridiocity of Prostephanus truncates and longevity of attraction to synthetic pheromone. Entomologia Experimentalis et Applicata 66: 91–97.

Wagner MR, Cobbinah JR, Bosu PP. 2008. Forest Entomology in West Tropical Africa: Forest Insects of Ghana. Springer. 244

พื้นที่ศึกษา


Part II
เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองนาคา
อุทยานแห่งชาติศรีพังงา
อุทยานแห่งชาติเขาหลัก-ลำรู่
อุทยานแห่งชาติเขาสก
อุทยานแห่งชาติเขาสก
อุทยานแห่งชาติเขาใบ้
อุทยานแห่งชาติเขาหลวง
Part I
เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาบันทัด
เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง
เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง
Part III
เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา
เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา
ประเทศไทย
กรุงเทพมหานคร
กัมพูชา
พนมเปญ
ลังกาวี
Langkawi
AH2
ซุไงปตานี
Sungai Petani