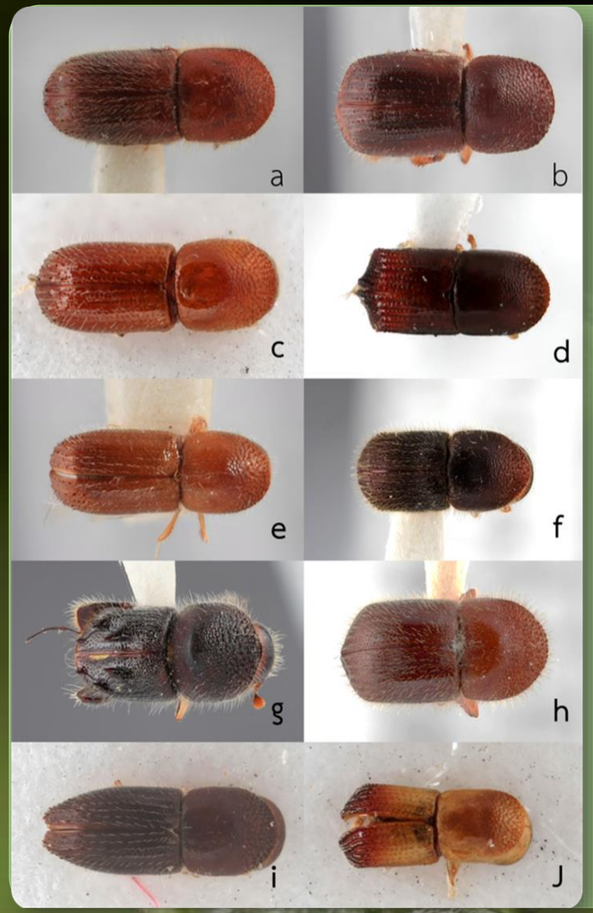
รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์



การติดตามพลวัตประชากรของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา จังหวัดนราธิวาส

Population Dynamic Monitoring of Ambrosia Beetles Tribe Xyleborini (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in Hala-Bala Wildlife Sanctuary, Narathiwat Province

โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิสุทธิ์ สิทธิฉายา[1]

นายสุเนตร การพันธ์ [2]

นายณรงค์ศักดิ์ พงศ์ดี[3]

[1]ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

[2]สถานีวิจัยสัตว์ป่าป่าพรุ ป่าฮาลา-บาลา สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

[3]เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 6 (สงขลา) กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

การติดตามพลวัตประชากรของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา จังหวัดนราธิวาส

Population Dynamic Monitoring of Ambrosia Beetles Tribe Xyleborini (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in Hala-Bala Wildlife Sanctuary, Narathiwat Province

โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิสุทธิ์ สิทธิฉายา[1]
นายณรงค์ศักดิ์ พงศ์ดี[2]
นายสุเนตร การพันธ์[3]

[1]ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่
[2]เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 6 (สงขลา) กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
[3]สถานีวิจัยสัตว์ป่าป่าพรุ ป่าฮาลา-บาลา สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

พฤศจิกายน 2560

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนวิจัยคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ผู้วิจัยขอขอบคุณหัวหน้าเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลาเป็นอย่างสูงที่อำนวยความสะดวกในการอนุญาตให้เข้าศึกษาวิจัย งานวิจัยชิ้นนี้จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้หากไม่ได้รับการสนับสนุนจากคุณสุเนตร การพันธ์ หัวหน้าสถานีวิจัยสัตว์ป่าป่าพรุป่าฮาลา-บาลา และเจ้าหน้าที่สถานีวิจัยทุกท่านโดยที่อำนวยความสะดวกในการติดตั้งและช่วยเก็บตัวอย่างจากกับดัก ผู้วิจัยขอขอบพระคุณหัวหน้าและเจ้าหน้าที่สถานีวิจัยสัตว์ป่าป่าพรุ ป่าฮาลา-บาลาเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้อำนวยการสถานีอุตุนิยมวิทยานราธิวาส คุณมะณี อุทรักษ์ เป็นอย่างสูงที่อำนวนความสะดวกมอบข้อมูลสภาพอากาศของพื้นที่ศึกษาจังหวัดนราธิวาส เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบงานวิจัย

บทคัดย่อ

งานวิจัยชิ้นนี้มุ่งเน้นศึกษาความหลากหลายทางชนิดและการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดเผ่าพันธุ์ Xyleborini ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมได้แก่ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดกลุ่มดังกล่าวในพื้นที่ป่าดิบชื้นแบบมาลายัน (Malayan type rain forest) ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา ฝั่งจังหวัดนราธิวาส ระยะเวลา 3 ปี (พฤษภาคม 2557-เมษายน 2560) โดยใช้กับดักชนิด ethanol baited bottle traps ผลการศึกษาพบมอดทั้งสิ้นจำนวน 25,341 ตัว แบ่งเป็นปีที่ 1 14,657 ตัว ปีที่ 2 8,275 ตัว และปีที่ 3 2,409 ตัวตามลำดับ ผลการศึกษาจำแนกเป็น 103 ชนิด (62.80% ของมอดที่มีรายงานในประเทศไทย) ใน 28 สกุล พบมอดแอมโบรเซียที่จัดเป็นชนิดเด่นพบมากที่สุดเพียง 2 ชนิดได้แก่ *Cyclorhipidion pruinosum* (Blandford) (5,082 ตัว, 20.05%) และ *Ambrosiodmus conspectus* (Schedl) (3,908 ตัว, 15.42%) และมอดมอดแอมโบรเซียชนิดรอง 5 ชนิดได้แก่ *Xyleborus perforans* (Wollaston) (2,463 ตัว, 9.72%) *Arixyleborus suturalis* (Eggers) (1,858 ตัว, 7.33%) *Xyleborinus perpusillus* (Eggers) (3,908 ตัว, 7.10%) *Arixyleborus puberulus* (Blandford) (1,620 ตัว, 6.39%) *และ Eccoptopterus spinosus* (Olivier) (1,140 ตัว, 4.50%) ตามลำดับ มอดชนิดเด่นและชนิดรองรวม 7 ชนิด มีสัดส่วน 70.52% (17,870 ตัว) ของมอดที่พบทั้งหมด และจำนวนของมอดที่พบมากที่สุด 10 ชนิดแรกมีจำนวนรวมกันมากถึง 19,862 ตัว คิดเป็นสัดส่วน 78.38% ของมอดที่พบทั้งหมด มอดชนิดอื่นๆ พบเพียงจำนวนน้อย หรือน้อยมาก ส่วนใหญ่แต่ละชนิดพบจำนวนน้อยกว่า 100 ตัว ในขณะที่มอด 50 ชนิด (48.54%) มีจำนวนที่พบน้อยกว่า 10 ตัว สกุลที่พบมอดจำนวนตัวมากจัดเป็นสกุลเด่นในพื้นที่ป่าดิบชื้นของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลาบาลาพบ 3 สกุลได้แก่ สกุล *Cyclorhipidion* จำนวน 5,451 ตัว คิดเป็น 21.51% สกุล *Arixyleborus* จำนวน 4,596 ตัว คิดเป็น 18.14% และ *Ambrosiodmus* (3,952 ตัว, 15.60%) การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ป่าดิบชื้นในพื้นที่ศึกษามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ โดยมอดมีระดับประชากรสูงสุดในฤดูแล้งช่วงฤดูแล้งเดือนกุมภาพันธ์-เมษายนและสูงกว่าระดับประชากรในฤดูฝน การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดกลุ่มดังกล่าวมีความสัมพันธ์เชิงลบกับระดับความชื้นกล่าวคือเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ลดลงระดับประชากรของมอดแอมโบรเซียจะเพิ่มสูงขึ้น การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรต่อเนื่อง 3 ปีมีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงในรอบปีคล้ายกันคือมีประชากรสูงในหน้าร้อนและมีประชากรต่ำในฤดูฝน แต่ระดับประชากรลดลงอย่างต่อเนื่องจากปีที่1 สู่ปีที่ 2 และ 3 โดยประชากรในปีที่ 3 มีสัดส่วนเพียง 15% ของปี1 และ 30% ของปีที่ 2

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ii
บทคัดย่อ	iii
ความสำคัญและที่มาของหัวข้อการวิจัย	1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
บทนำ	3
วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล	8
ลักษณะพื้นที่ศึกษา	8
การเก็บตัวอย่างแมลง	9
การวิเคราะห์ข้อมูล	10
ผลและอภิปรายผลการศึกษา	11
ลักษณะภูมิอากาศในพื้นที่ศึกษา	11
ชนิดและองค์ประกอบของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ศึกษา	12
ความหลากหลายของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ศึกษา	18
พลวัตประชากรของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ศึกษา	20
เอกสารอ้างอิง	25
ภาคผนวก	30

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ชนิดและสัดส่วนของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ที่พบในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา จังหวัดนราธิวาส 16

ตารางที่ 2 จำนวนมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini รวมรายเดือนในพื้นที่ศึกษาระหว่างเดือน พฤษภาคม 57-เมษายน 2560 21

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 แผนที่แสดงพื้นที่ศึกษาเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา (ป่าฮาลา) จังหวัดนราธิวาส 8

ภาพที่ 2 ลักษณะพรรณไม้ในพื้นที่ศึกษาเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา 9

ภาพที่ 3 กับดัก ethanol (95%) baited Bottle trap ที่ใช้ในการศึกษา 10

ภาพที่ 4 กราฟปัจจัยภูมิอากาศของจังหวัดนราธิวาส และพื้นที่ศึกษาเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลาฝั่งจังหวัดนราธิวาส 12

ภาพที่ 5 มอดแอมโบรดเซียชนิดที่พบมากที่สุด 10 ชนิดแรก 14

ภาพที่ 6 จำนวนชนิดในแต่ละสกุลของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ที่พบในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา 15

ภาพที่ 7 จำนวนตัวในแต่ละสกุลของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ที่พบในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา 15

ภาพที่ 8 กราฟจำนวนชนิดสะสมที่พบในพื้นที่ศึกษาเมื่อจำนวนการเก็บตัวอย่างเพิ่มขึ้น (species accumulation curve) 19

ภาพที่ 9 จำนวนชนิดของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ xyleborini ที่คาดว่าจะพบในพื้นที่ศึกษา 20

ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ศึกษา 21

ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของแอมโบรเซียชนิดที่พบมากที่สุด 25 ชนิดแรกในพื้นที่ศึกษา 22

ภาพที่ 12 การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini และการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในพื้นที่ศึกษา 23

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

มอดแอมโบรเซีย (Ambrosia beetles) เผ่าพันธุ์ Xyleborini จัดเป็นแมลงที่อยู่ร่วมกับราแบบพึ่งพาอาศัย ทั่วโลกมีสมาชิกประมาณ 1,300 ชนิด โดยมีศูนย์กลางการแพร่กระจายในเขตป่าดิบชื้นของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ในระบบนิเวศแมลงกลุ่มนี้ทำหน้าที่สำคัญยิ่งในกระบวนการย่อยสลายเนื้อไม้เนื่องจากเป็นสิ่งมีชีวิตกลุ่มแรกๆ ที่สามารถเจาะเข้าไปในเนื้อไม้ตั้งแต่ต้นไม้โทรม ใกล้ตายหรือตายใหม่ๆ ซึ่งยากต่อการเข้าไปของผู้ย่อยสลายกลุ่มอื่นๆ ปัจจุบันพบว่าแมลงในกลุ่มนี้จัดเป็นศัตรูไม้ยืนต้นอุบัติใหม่ที่สร้างความเสียหายอย่างรุนแรงแก่ไม้ยืนต้นทั้งไม้ป่า ไม้ในเมือง รวมทั้งไม้ผลเศรษฐกิจ ทั้งในพื้นที่กระจายเดิมของแมลงและพื้นที่แพร่กระจายใหม่ (พันธุ์ต่างถิ่น) การระบาดทวีความรุนแรง กินพื้นที่กว้างขวาง ในบางพื้นที่ทำให้ต้นไม้ชนิดที่มอดเข้าทำลายล้มตายเกือบทั้งหมด จนทำให้สังคมพืชในบริเวณนั้นๆ เปลี่ยนไป หรือสร้างความเสียหายในแง่เศรษฐกิจอย่างรุนแรง ตัวอย่างของการระบาดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และประเทศไทยได้แก่การระบาดเข้าทำลายต้นประดู่บ้าน ไม้ให้ร่มที่สำคัญในท้องถิ่นของมอดแอมโบรเซียชนิด *Euplatypus parallelus* ส่งผลให้ประดู่บ้านในประเทศสิงคโปร์ มาเลเซีย และภาคใต้ของประเทศไทยส่วนใหญ่ตายเกือบทั้งหมด การศึกษาแมลงกลุ่มนี้ในประเทศไทยมีพอสมควรทั้งที่ตีพิมพ์เผยแพร่เรียบร้อยแล้วและยังไม่ได้ตีพิมพ์เผยแพร่ ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาความหลากทางชีวภาพ โดยมีการเก็บตัวอย่างแมลงกลุ่มนี้ทั่วประเทศโดยใช้ตัวแทนพื้นที่ในการศึกษากระจายในแต่ละภาคโดยโครงการ Thailand Inventory Group for Entomological Research (TIGER) แต่ไม่มีการตีพิมพ์ผลการวิจัยแต่อย่างใด ในพื้นที่ภาคใต้ส่วนใหญ่ทำโดยผู้วิจัยและบางส่วนจากการเก็บตัวอย่างเฉพาะพื้นที่ของ Roger A. Beaver และ Yves Basset (Smithsonian Tropical Research Institute) (พื้นที่สวนพฤกษศาสตร์ภาคใต้ เขาช่อง จ. ตรัง) และพื้นที่ภาคเหนือส่วนใหญ่โดย Roger A. Beaver การศึกษาในด้านอื่นๆ โดยเฉพาะนิเวศวิทยาและพลวัตประชากรมีน้อยมาก โดยในประเทศไทยมีการศึกษาพลวัตหรือการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรในรอบปีของมอดกลุ่มนี้เพียง 3 รายงานเท่านั้นและทั้งหมดเป็นการติดตามพลวัตประชากรระยะเวลาสั้นเพียง 1 ปี อย่างไรก็ตามการศึกษาการเปลี่ยนแปลงพลวัตประชากรและความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเปลี่ยนแปลงประชากรกับปัจจัยกายภาพ/ชีวภาพที่จะให้ผลวิจัยที่แม่นยำจำเป็นต้องใช้ข้อมูลระยะยาว ในการศึกษาพลวัตประชากรของมอดกลุ่มนี้ของผู้วิจัยในโครงการก่อนหน้าพบว่าการติดตามพลวัตประชากรที่ใช้เวลาศึกษาระยะสั้นอาจนำไปสู่ข้อสรุปที่อาจผิดพลาดได้ทั้งจำนวนชนิดที่พบ ชนิดเด่นและการพลวัตประชากร เนื่องจากสภาพภูมิอากาศมีการเปลี่ยนแปลงปีต่อปี ในการศึกษาซ้ำในบางพื้นที่ทำให้พบชนิดใหม่ๆ หรือชนิดเด่นที่เปลี่ยนไป ดังนั้นการศึกษาในระยะยาวจึงจะให้ข้อมูลที่ถูกต้องน่าเชื่อถือมากขึ้น ประกอบกับผู้วิจัยได้ศึกษาความหลากหลายในพื้นที่ดังกล่าว (ความหลากหลาย พลวัตประชากร และรูปแบบการกระจายของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) ในพื้นที่ภาคใต้ ส่วนที่ 3: เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา) โดยเก็บขอมูลเป็นเวลา 13 เดือน (พฤศภาคม 2557-พฤศภาคม 2558) และเก็บข้อมูลต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน (รวม 20

เดือน) ดังนั้นการเก็บข้อมูลต่อเนื่องจึงเป็นสิ่งที่มีประโยชน์อย่างมากในแง่การศึกษาความหลากหลายและพลวัตประชากรของแมลงกลุ่มนี้

2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1 ติดตามการเปลี่ยนแปลงระดับประชากร (พลวัตประชากร) ระยะยาวของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา

2 เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางภูมิอากาศ (ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์) กับการเปลี่ยนแปลงประชากรของมอดดังกล่าว

3 ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา

3. ขอบเขตของโครงการวิจัย

ติดตามการเปลี่ยนแปลงพลวัตประชากรและความหลากหลายทางชีวภาพของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ป่าดิบชื้นบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา จังหวัดนราธิวาส เก็บตัวอย่างมอดกลุ่มดังกล่าวต่อเนื่องจากโครงการ “ความหลากหลาย พลวัตประชากร และรูปแบบการกระจายของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) ในพื้นที่ภาคใต้ ส่วนที่ 3: เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา” ซึ่งใช้กับดักชนิด Bottle trap ที่มีเอทานอล 95% เป็นสารดึงดูด (ภาพที่ 3) วางกับดัก 2 จุด จุดละ 10 กับดัก วางกับดักต่อเนื่องและเก็บตัวอย่างที่มาติดกับดักทุกๆ 1 เดือน ระยะเวลาติดต่อกัน 1 ปี นำตัวอย่างมาจำแนกชนิดและนับจำนวนแมลงแต่ละชนิด นำข้อมูลมาคำนวณจำนวนชนิดทั้งหมดที่คาดว่าจะพบทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา ความหลากหลายทางชนิดในแต่ละกลุ่มพื้นที่ (alpha diversity) คำนวณความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจำนวนมอดต่อกับดักในแต่ละเดือน นำข้อมูลที่ได้จากโครงการปัจจุบันประกอบกับข้อมูลที่ได้จากโครงการก่อนหน้าและข้อมูลต่อเนื่องถึงปัจจุบันไปศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของแมลงกลุ่มดังกล่าวกับปัจจัยภูมิอากาศ (ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์) ในพื้นที่ศึกษา

4. บทนำ

มอดแอมโบรเซีย (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) มอดแอมโบรเซียส่วนใหญ่เป็นสมาชิกของเผ่าพันธุ์ (Tribe) Xyleborini ในวงศ์ย่อย Scolytinae (1,300 ชนิด) และสมาชิกทั้งหมดของวงศ์ย่อย Platypodinae (Kuschel *et al.*, 2000; Marvaldi, 2002) มอดทั้งสองกลุ่มนี้มีสมาชิกรวมกันประมาณ 3,400 ชนิด (Farrell *et al.*, 2001) โดยมีศูนย์กลางการแพร่กระจายในเขตร้อนชื้นในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และแพร่กระจายไปยังเขตร้อนชื้นทั่วโลก (Jordal and Cognato, 2012) มอดแอมโบรเซียส่วนใหญ่เจาะเข้าทำลายต้นไม้ที่โทรมใกล้ตาย ต้นไม้ที่ตายใหม่ๆ และต้นไม้ที่อยู่ภายใต้สภาวะเครียดจากสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม หรือถูกโรคและแมลงชนิดอื่นๆ เข้าทำลาย (secondary pests) อาจเข้าทำลายต้นไม้ที่สมบูรณ์แข็งแรงได้เป็นบางครั้งเมื่อมอดเหล่านี้เพิ่มปริมาณได้มากพอ (outbreak situations) (Furniss and Carolin, 1977; Kühnholz *et al*., 2001; Wood, 1982) มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่เจาะเข้าทำลายต้นไม้ที่สมบูรณ์แข็งแรง (primary pests) อย่างไรก็ตามในรอบหลายปีที่ผ่านมาพบว่ามอดในกลุ่มนี้ที่จัดเป็น secondary pest กลับยกระดับการทำลายเป็น primary pest ระบาดเข้าทำลายต้นไม้ที่สมบูรณ์แข็งแรง และรุนแรงกินพื้นที่กว้างขวาง (Kühnholz *et al*., 2003) เป็นสาเหตุการตายอย่างรุนแรงในพืชเศรษฐกิจทั้งไม้ผล ไม้ยืนต้นและไม้ป่าเศรษฐกิจทั้งจากแมลงชนิดต่างถิ่นและแมลงในแหล่งแพร่กระจายเดิม ยกตัวอย่างเช่น มอด Redbay ambrosia beetles *(Xyleborus glabratus* Eichhoff) ระบาดรุนแรงเป็นสาเหตุการตายของไม้ยืนต้นในวงศ์ อโวคาโด (Lauraceae) ในสหรัฐอเมริกา (Fraedrich *et al.*, 2008; Grégoire *et al*., 2003; Mayfield *et al.*, 2008) หรือมอด *Euplatypus parallelus* (Fabricius) (Platypodinae) ระบาดรุนแรงเป็นสาเหตุการตายของต้นประดู่บ้านในพื้นที่ภาคใต้ รวมทั้งประเทศสิงคโปร์ มาเลเซียและซีเชลล์ (Bamrungsi *et al*., 2008; Boa and Kirkendall, 2004; Sanderson *et al.*, 1997; Philip, 1999)

การศึกษาวิจัยทางนิเวศวิทยา ความหลากหลายทางชีวภาพและพลวัตประชากรของมอดแอมโบรเซียในทศวรรษมีความก้าวหน้าพอสมควรโดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษาในด้านการจัดหมวดหมู่และอนุกรรมวิธานมีค่อนข้างมาก (Hulcr *et al*., 2007; Hulcr and Cognato, 2009, 2010; Hulcr, and Cognato, 2010, Wood, 2007) รองลงมาได้แก่การศึกษาด้านความหลากหลายทางชีวภาพในสังคมพืชชนิดต่างๆ แต่การศึกษาด้านพลวัตประชากร และผลของปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่อพลวัตประชากรของมอดกลุ่มนี้มีค่อนข้างน้อย ส่วนใหญ่จะศึกษาระยะสั้นเพียง 1 ปี ในเขตโซนร้อนของทวีปอเมริกาและแอฟริกามีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดเจาะเปลือกและมอดแอมโบรเซียกับปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ (Beaver and Löyttyniemi, 1991; Madoffe and Bakke, 1995; Morales *et al.*, 2000; Flechtmann *et al.*, 2001) โดยในทวีปอเมริกา

ระดับประชากรของมอดทั้งสองกลุ่มมีการเปลี่ยนแปลงสอดคล้องกับปริมาณน้ำฝน โดยมีระดับประชากรสูงสุดหลังผ่านช่วงที่มีฝนตกหนัก (Beaver and Löyttyniemi, 1991) และมีการศึกษาเปรียบเทียบความหลากหลายของมอดทั้งสองกลุ่มระหว่างสวนป่าสน สกุล *Pinus* และสวนป่ายูคาลิปตัส โดยมอดในกลุ่มดังกล่าวทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันน้อยมากระหว่างสองสังคมพืช (Flechtmann e*t al.*, 2001) ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ Maeto และคณะ (1999) ได้ศึกษารูปแบบการกระจายของมอดแอมโบรเซียจากพื้นที่ใจกลางป่าสู่รอยต่อพื้นที่เกษตรและสวนปาล์มน้ำมัน โดยพบว่ามอดบางชนิดชอบพื้นที่รอยต่อหรือพื้นที่เกษตรมากกว่าพื้นที่ใจกลางป่า นอกจากนี้ Maeto และ Fukuyama (2003) ได้ศึกษาการกระจายของมอดทั้งสองกลุ่มตามชั้นเรือนยอดของป่าดิบชื้นในมาเลเซีย ในประเทศไทยมีการศึกษาความหลากหลายของมอดทั้งสองกลุ่มในป่าดิบแล้งและป่าเต็งรังพื้นที่ดอยสุเทพ โดย Hulcr และคณะ (2008b) โดยพบมอดทั้งสิ้น 118 ชนิด มอดในพื้นที่ป่าดิบชื้นซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าและการแพร่รังสีโดยตรงจากดวงอาทิตย์สู้พื้นป่าและอุณหภูมิน้อยกว่ามีความหลากหลายของชนิดมากกว่าในพื้นที่ป่าเต็งรังซึ่งมีสภาพร้อนแล้ง ในพื้นที่ป่าดิบชื้นมีสัดส่วนของมอดแอมโบรเซียมากกว่าป่าเต็งรังและการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดรวมทั้งสองกลุ่มมีรูปแบบไม่แน่นอนและไม่เปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ในขณะที่ในพื้นที่เกษตร Sittichaya และคณะ (2012) ศึกษาความหลากหลายและรูปแบบการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอด แอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในสวนทุเรียนที่ปลูกแบบเชิงเดี่ยวและเชิงผสมในพื้นที่จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราช ผลการศึกษาพบมอดแอมโบรเซียในเผ่าพันธุ์ดังกล่าวทั้งสิ้น 64 ชนิด ความหลากหลายของมอดในสวนทุเรียนที่ปลูกเชิงเดี่ยวและเชิงผสมและระหว่างพื้นที่ศึกษา 3 จังหวัดไม่มีความแตกต่างกัน ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดในรอบปีมีรูปแบบที่แน่นอนเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตามฤดูกาล มอดมีระดับประชากรสูงสุดในปลายฤดูฝนและลดลงต่อเนื่องจนถึงระดับต่ำสุดในช่วงปลายฤดูแล้งต่อเนื่องถึงต้นฤดูฝน โดยการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ศึกษา และอุณหภูมิ 1-2 เดือนก่อนหน้าการเก็บตัวอย่างจะเป็นปัจจัยที่กำหนดระดับประชากรของมอดมากกว่าปัจจัยสภาพอากาศในเดือนที่เก็บตัวอย่าง

ในขณะที่ผลการศึกษาความหลากหลายและรูปแบบการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดกลุ่มดังกล่าวของ วิสุทธิ์ สิทธิฉายา และคณะ (2555) ที่ดำเนินการในพื้นที่ป่าดิบชื้น อุทยานแห่งชาติเขาหลวง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในช่วงระยะเวลาที่คาบเกี่ยวกันกับการศึกษาในสวนทุเรียน ผลการศึกษาพบมอดแอมโบรเซียในเผ่าพันธุ์ดังกล่าวมีความหลากหลาย [species diversity/species richness (74ชนิด)] มากกว่าในพื้นที่เกษตรบริเวณใกล้เคียงเล็กน้อย แต่มีลักษณะองค์ประกอบของชนิด (species composition) แตกต่างกัน โดยในพื้นที่ป่าดิบชื้นมอดแอมโบรเซียที่พบเป็นชนิดเด่นได้แก่ มอดในสกุล *Arixyleborus* (8 ชนิด) และชนิดอื่นๆ อีก 4 ชนิด ได้แก่ *Xyleborus perforans* (Wollaston) *Xylosandrus crassiusculus* และ *Leptoxyleborus concisus* (Blandford) ในขณะที่ในพื้นที่เกษตร พบมอดในสกุล *Xyleborinus* (4 ชนิด) และ ชนิดอื่นอีก 4 ชนิดได้แก่ *Xylosandrus mancus* (Blandford) *Xyleborus perforans* (Wollaston) *Diuncus haberkorni* (Eggers) และ *Eccoptopterus spinosus* (Olivier) จัดเป็นชนิดเด่น

ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดในรอบปี (พลวัตประชากร) ในพื้นที่ป่าดิบชื้นมีรูปแบบที่แน่นอนเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตามฤดูกาลเช่นเดียวกัน แต่จะมีรูปแบบแตกต่างจากพื้นที่เกษตร โดยในพื้นที่ป่าดิบชื้นที่มีความชื้นสูงตลอดปี มอดมีระดับประชากรสูงสุดในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม-กรกฎาคม) และมีระดับประชากรต่ำสุดในกลางฤดูฝนต่อเนื่องถึงปลายฤดูแล้ง ในขณะที่ในพื้นที่เกษตรซึ่งมีลักษณะอากาศร้อนและแล้งมอดมีระดับประชากรสูงสุดในปลายฤดูฝนต่อเนื่องถึงต้นฤดูแล้ง (พฤศจิกายน-มีนาคม) และมีระดับประชากรต่ำตั้งแต่กลางฤดูร้อนถึงกลางฤดูฝน (เมษายน-ตุลาคม) ผลการศึกษาความหลากหลายของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ xyleborini ในสวนทุเรียนพื้นที่ภาคใต้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ 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) นอกจากอุณหภูมิในเขตร้อนจะส่งผลต่อในแง่ส่งเสริมการเจริญเติบโต และเพิ่มจำนวนประชากรของมอดแอมโบรเซียเช่นเดียวกับแมลงชนิดอื่นๆ แล้ว อุณหภูมิยังเป็นปัจจัยจำกัดที่สำคัญต่อความสำเร็จในการสืบพันธุ์ (reproductivity) ของมอดแอมโบรเซียด้วย เนื่องจากมอดแอมโบรเซียขยายพันธุ์ในเนื้อไม้และกินราที่เจริญเติบโตในเนื้อไม้เป็นอาหาร อุณหภูมิที่สูงเกินไปประกอบกับความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่ำในบางฤดูทำให้ช่วงเวลาดังกล่าวเช่น ฤดูร้อน และช่วงฝนทิ้งช่วงระหว่างกลางฤดูฝนในพื้นที่ภาคใต้ ความชื้นในเนื้อไม้ที่มอดใช้ทำรังลดลงอย่างรวดเร็ว และอาจต่ำกว่าความชื้นที่ราอาหารของมอดแอมโบรเซียจะสามารถเจริญเติบโตได้ ส่งผลให้การสืบต่อพันธุ์ของมอดล้มเหลว (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 จังหวัดเชียงใหม่พบว่าความหลากหลายของแมลงในกลุ่มมอดแอมโบรเซียที่พบในป่าเต็งรังซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าป่าดิบผสม (Mixed evergreen forest) มีค่าน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ผลการวิจัยของ Sittichaya และคณะ (2012) พบว่าในสังคมพืชที่มีลักษณะร้อนแล้งระดับประชากรของมอดในฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าฤดูฝนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และลักษณะขององค์ประกอบทางชนิดมีความแตกต่างจากพื้นที่ป่าที่มี

อุณหภูมิต่ำกว่า 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 และต่ำกว่าเล็กน้อยในเวลากลางคืน ในขณะที่ในพื้นที่ภาคใต้ของไทยอุณหภูมิบริเวณพื้นที่เกษตรเฉลี่ยสูงกว่าพื้นที่ป่าประมาณ 2 องศาเซลเซียส (วิสุทธิ์ และคณะ, 2555) การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในถิ่นที่อยู่อาศัยในลักษณะดังกล่าวส่งผลต่อความหลากหลายและการกระจายของแมลงในพื้นที่ แมลงที่ชอบลักษณะภูมิอากาศที่เย็นและชุ่มชื้นจะกระจายในบริเวณพื้นที่กลางป่าส่วนแมลงที่ชอบสภาพแวดล้อมที่ร้อนและแห้งจะกระจายในพื้นที่ขอบป่าและพื้นที่เกษตร (Didham *et al.*, 1998) การกระจายของมอดแอมโบรเซียมีแนวโน้มเช่นเดียวกัน โดยมอดแอมโบรเซียบางชนิดโดยเฉพาะอย่างยิ่งมอดที่กระจายทั่วโลกชอบถิ่นที่อยู่อาศัยในสภาพที่ร้อนและแห้งกว่ามอดแอมโบรเซียโดยทั่วไปมอดในกลุ่มนี้ได้แก่ *X. perforans, X. affinis, Xyleborinus andrewesi* (Blandford), *Xylosandrus crassiusculus* (Motchulsky) และ *Euplatypus parallelus* (Fabricius) เป็นต้น (Hulcr *at al.*, 2008; Maeto *at al*., 1999) ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity) เป็นปัจจัยที่ส่งผลอย่างสำคัญยิ่งต่อความหลากหลายและการกระจายของแมลงในแต่ละสังคมพืช มอดแอมโบรเซียชอบเข้าทำลายหรือสร้างรังในไม้ที่มีความชื้นสูง (Batra, 1966; Beaver, 1989) เนื่องจากเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของราที่อยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัย มอดแอมโบรเซียส่วนใหญ่ไม่ชอบสร้างรังในไม้ที่มีความชื้นต่ำกว่า 60% (Sittichaya and Beaver, 2009) ความชื้นสัมพัทธ์ในถิ่นที่อยู่อาศัยเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นของเนื้อไม้จึงเป็นปัจจัยสำคัญและจำกัดต่อความหลากหลาย การกระจายและการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดแอมโบรเซีย ความชื้นสัมพัทธ์และความเข้มแสงในพื้นที่เกษตรที่สูงกว่าจะทำให้อัตราการระเหยของไม้สูง และส่งผลโดยตรงต่อความล้มเหลวในการสร้างรังหรือสืบต่อพันธุ์ของมอดแอมโบรเซีย (Hulcr *at al.,* 2008a) ฝนมีอิทธิพลต่อแมลงทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อความหลากหลายและประชากรของแมลง (Speight and Wylie, 2001) ฝนมีอิทธิพลทางตรงต่อสรีระวิทยาการสืบพันธุ์ พัฒนาการ และ กิจกรรมของแมลง อิทธิพลทางอ้อมต่อสภาพภูมิอากาศเฉพาะถิ่น คุณภาพและปริมาณของอาหารในพื้นที่อยู่อาศัย การกระจายและปริมาณน้ำฝนที่เปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลส่งผลต่อสภาพแวดล้อมทางกายภาพ (Physical environment) (Richards, 1952) และส่งผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรที่จำเป็นของตัวแมลงเองและพืชอาหาร รวมทั้งแมลงศัตรูธรรมชาติอีกด้วย (Fogden, 1972) ในเขตร้อนชื้นระดับประชากรของแมลงส่วนใหญ่จะเพิ่มขึ้นสูงสุดในช่วงต้นฤดูฝน เนื่องจากมีแหล่งอาหารรวมทั้งสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต อย่างไรก็ตามมีแมลงบางกลุ่มเช่นแมลงในกลุ่ม secondary wood boring beetles (xylophagous insects) (Coleoptera: Cerambycidae, Burpestidae Curculionidae; Scolytinae, Platypodinae) ที่มีระดับประชากรสูงสุดเมื่อฝนทิ้งช่วงหรือปริมาณน้ำฝนน้อยกว่าปกติทำให้ต้นไม้อยู่ในสภาวะเครียด (drought stress) ง่ายต่อการ

เข้าทำลายของแมลงในกลุ่มดังกล่าว (Kühnholz *at al.,* 2001; Rouault *at al.,* 2006; Ueda and Shibata, 2005) ฝน (ปริมาณและการกระจาย) มีผลอย่างยิ่งต่อความหลากหลายและระดับประชากรของมอดแอมโบรเซีย เนื่องจากฝนจะมีผลโดยตรงต่อความชื้นของไม้ที่มอดใช้สร้างรัง และการเจริญเติบโตของราในรังของมอด ถ้าปริมาณน้ำฝนมากเกินไปจะทำให้ราเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วจนมอดไม่สามารถควบคุมได้ทำให้ราเจริญจนเต็มพื้นที่รังทำให้มอดไม่สามารถอยู่ได้มอดจะตายในที่สุด หากฝนตกน้อยจนเกินไปทำให้ความชื้นในไม้น้อยเกินไปทำให้ราไม่เจริญเติบโตและมอดทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยขาดอาหารและตายในที่สุด (Furniss and Carolin, 1977) ลักษณะของสังคมพืชในถิ่นที่อยู่อาศัยทั้งความหลากหลายทางชนิดและโครงสร้างของสังคมพืช เป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งต่อการกำหนดความหลากหลายของแมลงในถิ่นที่อาศัยนั้นๆ ทั้งจากปัจจัยที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและแหล่งทรัพยากร ครึ่งหนึ่งของแมลงจัดเป็นแมลงกินพืชและหนึ่งในสี่ที่เหลือกินซากพืชเป็นอาหาร (aprophagous insects) (Borror *et 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) อิทธิพลของความหลากหลายของสังคมพืชต่อความหลากหลายของมอดแอมโบรเซียโดยตรงยังไม่มีการศึกษาอย่างจริงจัง Flechtmann และคณะ (2001) กล่าวว่าความหลากหลายของมอดแอมโบรเซียในสวนป่ายูคาลิปตัส และสวนสนสกุล *Pinus* ในประเทศบราซิลซึ่งเป็นสังคมพืชเชิงเดี่ยวมีความหลากหลายใกล้เคียงกับความหลากหลายของแมลงกลุ่มดังกล่าวในท้องถิ่น ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้การศึกษาความหลากหลายของมอดแอมโบรเซียในแต่ลังคมพืชส่วนใหญ่ทำโดย Hulcr และคณะ (2007, 2008a) โดยคณะผู้วิจัยทำการศึกษาความหลากหลายของมอดแอมโบรเซียในสังคมป่าเต็งรัง (dry dipterocarp forest) และป่าดิบผสมไม่ผลัดใบ (mixed evergreen forest) ในพื้นที่ดอยสุเทพ จังหวัดเชียงใหม่ และ ป่าดิบชื้น (tropical rainforest) ในประเทศปาปัวนิวกินีพบว่า ความหลากหลายของมอดแอมโบรเซียมีค่าสูงขึ้นเมื่อความหลากหลายในสังคมพืชสูงขึ้น โดยความหลากหลายของมอดสูงสุดในป่าดิบชื้น (80 ชนิด) รองลงมาได้แก่ป่าดิบผสมไม่ผลัดใบ (48 ชนิด) และ ป่าเต็งรัง (30 ชนิด) ตามลำดับ

5. วิธีวิจัย

5.1 ลักษณะพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลาตั้งอยู่บนเทือกเขาสันกาลาคีรีเขตแดนระหว่างประเทศไทยและมาเลเซีย (ภาพที่ 1) พื้นที่ศึกษาปกคลุมด้วยป่าดิบชื้นแบบมาลายัน (Malayan-Type Rain Forest) ที่มีลักษณะแตกต่างจากป่าดงดิบอื่นๆ ในประเทศไทย ป่าชนิดนี้มีพืชพรรณไม้พิเศษเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวที่เรียกว่า พรรณไม้แบบเรดเมอแรนตีซึ่งมีพรรณไม้แบบมาเลเซีย เช่น สยาเหลือง สยาแดง สยาขาว จากเขา และ บังสูรย์เป็นพรรณไม้เด่น ลักษณะพื้นที่โดยทั่วไปของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลาเป็นภูเขาสูงชัน พื้นที่ป่าแบ่งเป็น 2 ส่วนคือส่วนบาลาในพื้นที่จังหวัดยะลาและส่วนฮาลา อยู่ในเขตอำเภอแว้ง และอำเภอสุคิริน จังหวัดนราธิวาส สภาพป่าเป็นป่าดงดิบ มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางตั้งแต่ 100 – 953 เมตร เป็นแหล่งต้นน้ำลำธารของแม่น้ำโกลก มีลักษณะแนวภูเขาวางตัวอยู่ใน แนวเหนือ-ใต้ ส่วนที่สองเป็นป่าที่มีแนวเขตต่อเนื่องติดกับป่าฮาลา โดยมีสันเขาแนวเขตจังหวัดยะลา และนราธิวาสเป็นแนวแบ่ง มีอาณาเขตติดต่อกันหลายอำเภอ คือ อำเภอสุคิริน อำเภอจะแนะ และอำเภอศรีสาคร จังหวัดนราธิวาส พื้นที่เป็นป่าดงดิบมีความลาดชันสูง มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ตั้งแต่ 100 - 1,200 เมตร เป็นแหล่งต้นน้ำของแม่น้ำสายบุรี (ภาพที่ 2)

ภาพที่ 1 แผนที่แสดงพื้นที่ศึกษาเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา (ป่าฮาลา) จังหวัดนราธิวาส ลูกศรแสดงจุดที่วางกับดัก จุดที่ 1 บริเวณเส้นทางศึกษาธรรมชาติ Trail-1500 เมตร จุดที่ 2 บริเวณเส้นทางศึกษาธรรมชาติสะพาน 2 Trail-Biotech

ภาพที่ 2 ลักษณะพรรณไม้ในพื้นที่ศึกษาเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลาปกคลุมด้วยป่าดิบชื้นแบบมาลายัน (Malayan-Type Forest) ที่มีพืชพรรณไม้แบบเรดเมอแรนตีซึ่งมีพรรณไม้แบบมาเลเซีย เช่น สยาเหลือง สยาแดง สยาขาว จากเขา และ บังสูรย์เป็นพรรณไม้เด่น

5.2 เก็บตัวอย่างแมลง

เก็บตัวอย่างมอดแอมโบรเซียกลุ่มดังกล่าวโดยใช้กับดักชนิด ethanol baited bottle trap (ใช้เอทานอล 95% เป็นสารดึงดูดและเอทิลินไกลคอลเป็นสารรักษาตัวอย่าง) (ภาพที่ 3) วางกับดัก 2 จุดเฉพาะในพื้นที่ป่าบาลา จังหวัดนราธิวาส ระยะห่างระหว่างจุดไม่น้อยกว่า 5 กิโลเมตร บริเวณที่กำหนดในการวางกับดักต้องเป็นพื้นที่ป่าดิบชื้นดั้งเดิมหรือเป็นป่าทดแทนระยะสุดท้ายที่มีความใกล้เคียงกับสภาพป่าดั้งเดิมในพื้นที่

และมีความสูงไม่มากกว่า 300 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (MSL) วางกับดักจุดละ 10 กับดักในแนวเส้นตรงสูงจากพื้น 1.5 เมตร ระยะห่างระหว่างกับดัก 100 เมตร โดยจุดที่วางกับดักห่างจากบริเวณขอบป่า (พื้นที่เกษตรกรรม) อย่างน้อย 1 กิโลเมตรเพื่อลดอิทธิพลของพื้นที่ขอบและการเคลื่อนย้ายของแมลงจากพื้นที่เกษตร เก็บตัวอย่างทุกๆ 1 เดือน (ทุกวันที่ 1-2 ของเดือน) ระยะเวลาติดต่อกัน 1 ปี

บันทึกข้อมูลปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของพื้นที่ศึกษาตลอดระยะเวลาดำเนินการวิจัยโดยใช้เครื่องบันทึก Hobo pro v2 Temperature/Humidity data loger-U23, Onset® Computer Corporation, MA. และ Delta-T Devices Automatic Weather Stations, Burwell, Cambridge, UK เพื่อใช้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่อพลวัตประชากรของมอดแอมโบรเซีย

ภาพที่ 3 Bottle trap ที่ใช้ในการศึกษา

5.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำตัวอย่างแมลงมาจำแนกชนิด นับจำนวนแมลงในแต่ละกับดักแยกเป็นรายเดือน นำข้อมูลจำนวนแมลงมาคำนวณความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่ศึกษา โดยใช้ดัชนีความหลากหลาย *H* คำนวณด้วย Shannon-Wiener diversity index และ Fisher's alpha diversity index และคำนวณจำนวนชนิดที่พบต่อ

ระยะเวลาในการศึกษา (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) และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยภูมิอากาศโดยรวมและปัจจัยภูมิอากาศแต่ละปัจจัย (ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์) ต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรของมอดกลุ่มดังกล่าวทั้งหมดในแต่ละเดือน (วิเคราะห์โดยรวมไม่แยกชนิด) โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ (multiple linear regression) และวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย (Simple linear regression) ตามลำดับ

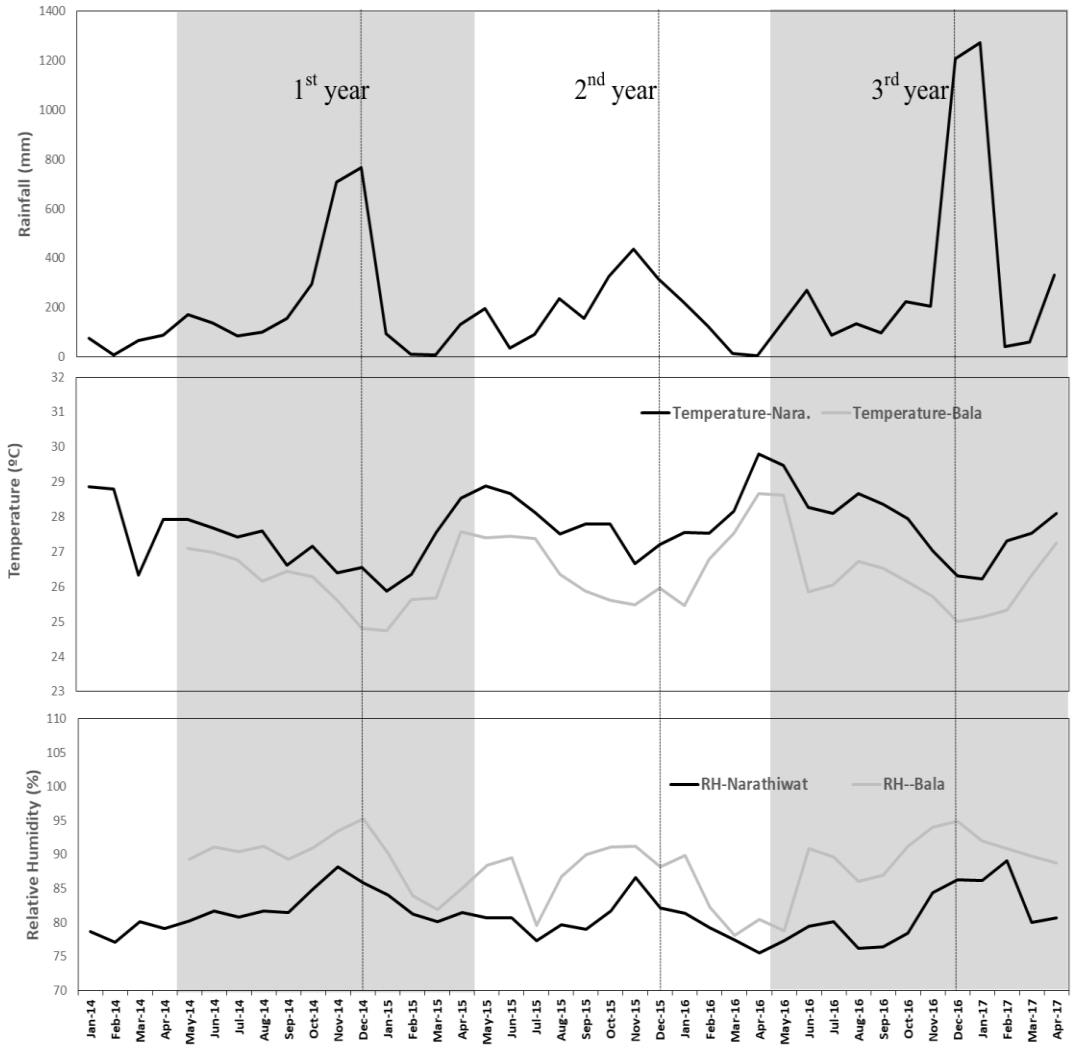
ผลและอภิปรายผลการศึกษา

6.1 ลักษณะภูมิอากาศในพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาจังหวัดนราธิวาสตั้งอยู่บริเวณด้านตะวันออกของคาบสมุทรมาลายูลักษณะภูมิอากาศในพื้นที่ศึกษาประกอบด้วยสองฤดูได้แก่ฤดูร้อนช่วงสั้นๆในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-เมษายน และฤดูฝนในเดือนอื่นๆที่เหลือของปี อย่างไรก็ตามสภาพอากาศระหว่างสองฤดูมีความแตกต่างกันไม่มากมีเพียงปริมาณน้ำฝนเท่านั้นที่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปี (เฉลี่ย 3 ปี; 2557-2559) 27.63±0.91 องศาเซลเซียส สูงสุดในเดือนพฤษภาคม 28.76±37 องศาเซลเซียส และต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายนและธันวาคมเฉลี่ยเท่ากันที่ 26.69±0.32องศาเซลเซียส และ 26.69±0.46 องศาเซลเซียสตามลำดับ (ภาพที่ 4; ตารางภาคผนวกที่ 1) ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดทั้งปี 81.34±3.36% สูงสุดในเดือนพฤศจิกายน 86.39±1.91% และต่ำสุดในเดือนกันยายน 78.98±2.52% ปริมาณน้ำฝนสะสมรายปีในพื้นที่จังหวัดนราธิวาสเฉลี่ย 3 ปี มีปริมาณ 2,470±343.47 มิลลิเมตร โดยมีปริมาณน้ำฝนรวมสะสมฝนปีที่ 1-3 ดังนี้ 2,653.20 มิลลิเมตร 2,029.70 มิลลิเมตร และ 2,728.20 มิลลิเมตร ตามลำดับ การกระจายของปริมาณน้ำฝนตลอดทั้งปีมีลักษณะปริมาณน้ำฝนสูงสุดเพียง 1 ช่วงต่อปีในเดือนพฤษจิกายน-ธันวาคม (แตกต่างจากตอนเหนือของพื้นที่ภาคใต้ฝั่งตะวันออกในจังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานีและจังหวัดนครศรีธรรมราช ที่มีปริมาณน้ำฝนสูงสุดแบ่งเป็นสองช่วงประมาณเดือนมิถุนายน และเดือนพฤศจิกายน) มีปริมาณน้ำฝนรายเดือนระหว่าง 400-1,200 มิลลิเมตร และลดลงต่ำสุดมื่อเข้าสู้ฤดูร้อนในทันทีในเดือนมกราคมหรือกุมภาพันธ์-เมษายน โดยมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2-100 มิลลิเมตร และมีปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นเมื่อเข้าสู่ฤดูฝนในเดือนพฤษภาคมและมิถุนายน สลับกับช่วงที่มีฝนน้อยลงในเดือนกรกฎาคมและสิงหาคม และช่วงที่ฝนตกชุกในเดือน ตุลาคม-ธันวาคม อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำฝนในช่วงฝนสูงสุดในปีที่ 2 (2558) (436.40 มิลลิเมตร) มีปริมาณน้อยเพียงครึ่งหนึ่งของปีที่ 1 (765.30 มิลลิเมตร) และ 3 (1,274.10 มิลลิเมตร) และในปีที่ 3 ปริมาณฝนสูงสุดเลื่อนออกไป 1 เดือน จากปริมาณน้ำฝนสูงสุดในเดือนพฤษจิกายนและธันวาคม เป็น ธันวาคมและมกราคม

ลักษณะอากาศในพื้นที่ศึกษาเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา ฝั่งจังหวัดนราธิวาส (บาลา) มีรูปแบบไม่แตกต่างจากสภาพอากาศจากสถานีอุตุนิยมวิทยาของจังหวัดนราธิวาส แต่มีระดับอุณหภูมิและความชื้น

สัมพัทธ์ต่ำกว่า อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปี (เฉลี่ย 3 ปี; 2557-2559) 26.34±0.97 องศาเซลเซียส ต่ำกว่าอุณหภูมิจากสถานีอุตุนิยมวิทยานราธิวาส 1.29 องศาเซลเซียสอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ (t=201.326 *df* 71 p=0.000) ในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์ก็มีลักษณะเช่นเดียวกัน ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดทั้งปี 88.38±4.46% สูงกว่าจากสถานีอุตุนิยมวิทยานราธิวาส 7.04% และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (t=136.172, *df* 71, p=0.000)



ภาพที่ 4 กราฟปัจจัยภูมิอากาศของจังหวัดนราธิวาส และพื้นที่ศึกษาเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา ฝั่งจังหวัดนราธิวาส

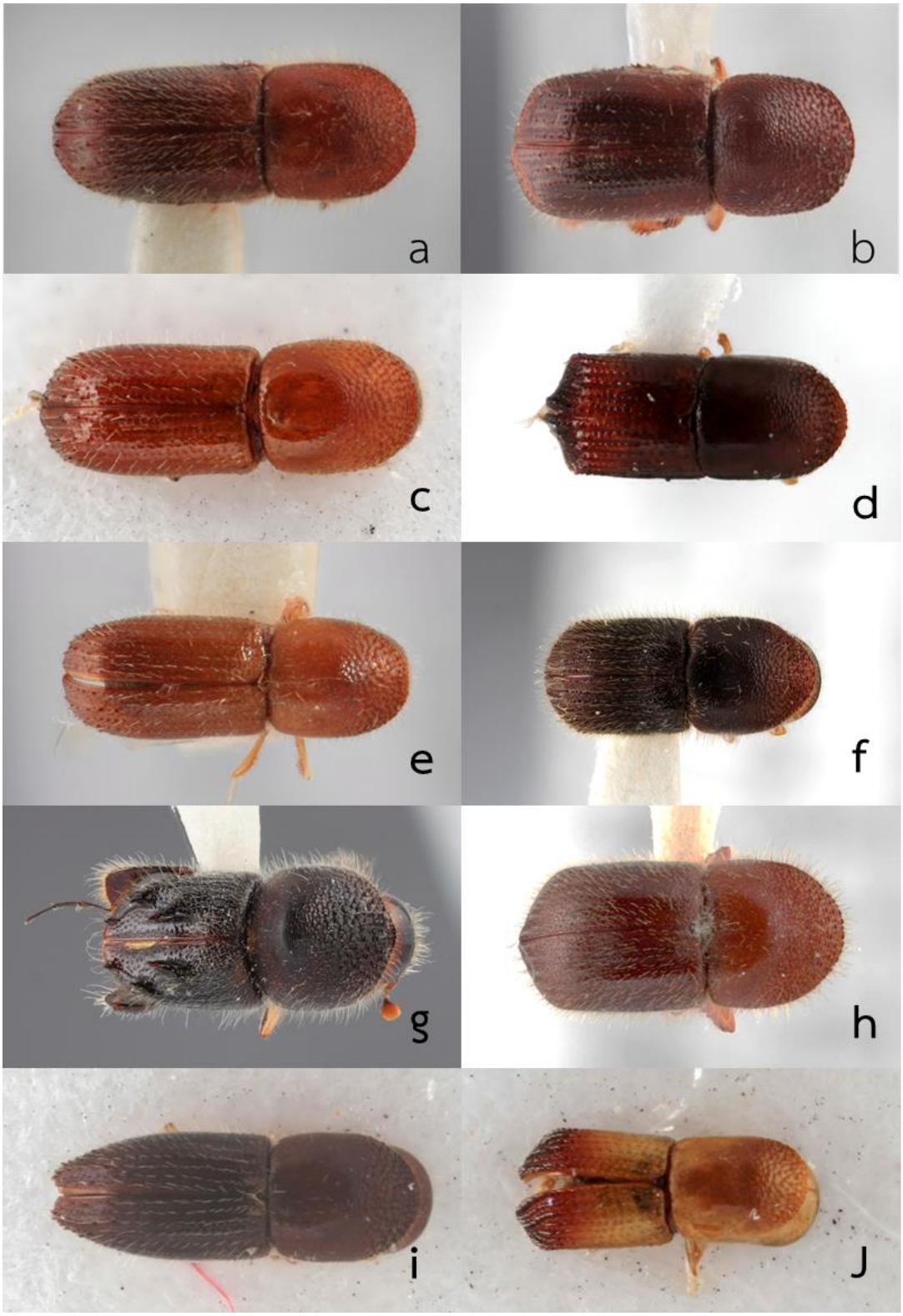
6.2 ชนิดและองค์ประกอบของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ศึกษา

ผลการศึกษาโดยวางกับดัก 2 จุดจุดละ 10 กับดักเป็นระยะเวลา 3 ปี (พฤษภาคม 2557-เมษายน 2560) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลาพบมอดจำนวนทั้งสิ้น 25,341 ตัว แบ่งเป็นปีที่ 1 14,657 ตัว ปีที่ 2 8,275 ตัว และปีที่ 3 2,409 ตัวตามลำดับ จำแนกเป็น 103 ชนิด (62.80% ของมอดที่มีรายงานในประเทศไทย) ใน 28 สกุล พบมอดแอมโบรเซียที่จัดเป็นชนิดเด่นพบมากที่สุดเพียง 2 ชนิดได้แก่ *Cyclorhipidion pruinosum* (Blandford) (5,082 ตัว, 20.05%) และ *Ambrosiodmus conspectus* (Schedl) (3,908 ตัว,

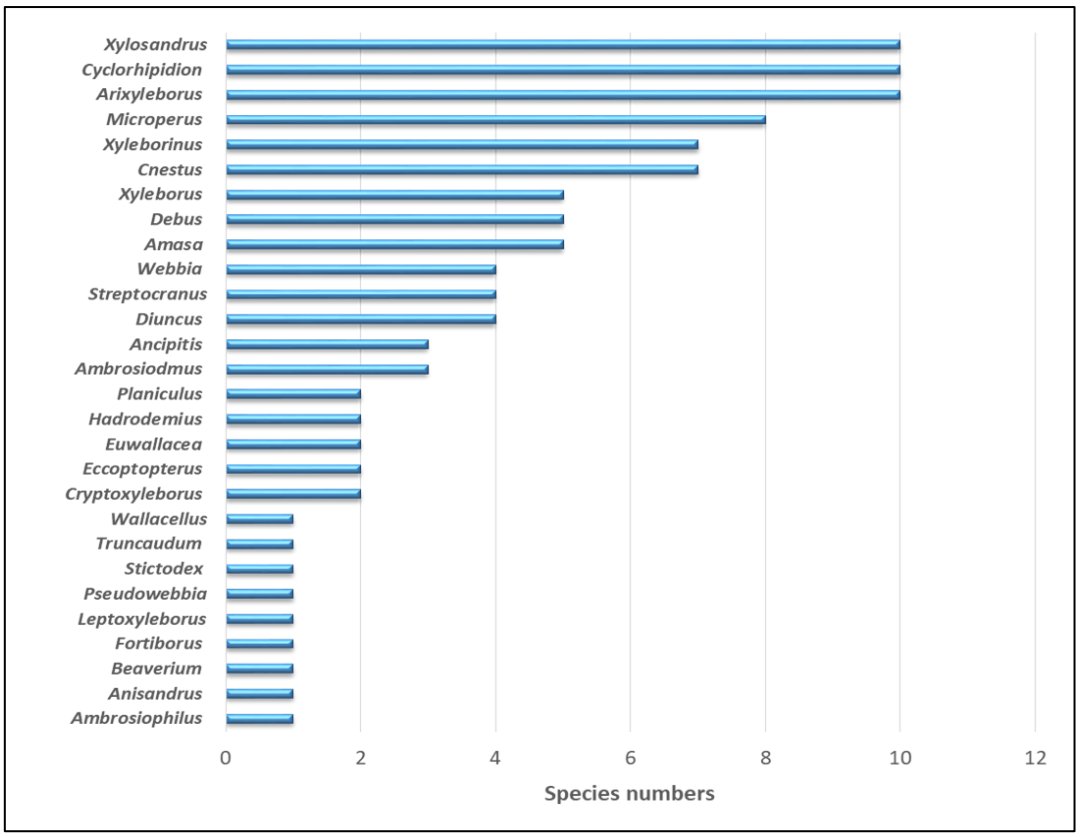
15.42%) และมอดมอดแอมโบรเซียชนิดรอง 5 ชนิดได้แก่ *Xyleborus perforans* (Wollaston) (2,463 ตัว, 9.72%) *Arixyleborus suturalis* (Eggers) (1,858 ตัว, 7.33%) *Xyleborinus perpusillus* (Eggers) (3,908 ตัว, 7.10%) *Arixyleborus puberulus* (Blandford) (1,620 ตัว, 6.39%) *และ Eccoptopterus spinosus* (Olivier) (1,140 ตัว, 4.50%) ตามลำดับ มอดชนิดเด่นและชนิดรองรวม 7 ชนิด มีสัดส่วน 70.52% (17,870 ตัว) ของมอดที่พบทั้งหมด และจำนวนของมอดที่พบมากที่สุด 10 ชนิดแรกมีจำนวนรวมกันมากถึง 19,862 ตัว คิดเป็นสัดส่วน 78.38% ของมอดที่พบทั้งหมด มอดชนิดอื่นๆ พบเพียงจำนวนน้อย หรือน้อยมาก ส่วนใหญ่แต่ละชนิดพบจำนวนน้อยกว่า 100 ตัว ในขณะที่มอด 50 ชนิด (48.54%) มีจำนวนที่พบน้อยกว่า 10 ตัว (ตารางที่ 1 และภาพที่ 5)

เมื่อพิจารณาจำนวนชนิดที่พบในแต่ละสกุลพบว่ามอดแอมโบรเซียสกุล *Arixyleborus Cyclorhipidion* และสกุล *Xylosandrus* พบมากที่สุดจำนวนสกุลละ 10 ชนิด รองลงมาได้แก่ สกุล *Cnestus Microperus* และ *Xyleborinus* พบจำนวน 8 7 และ 7 ชนิดตามลำดับ โดยจำนวนสกุลที่พบจากการศึกษา 28 สกุล คิดเป็น 75.68% ของสกุลของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ที่พบทั่วโลก 37 สกุล (ภาพที่ 6) โดยสกุลที่พบมอดจำนวนตัวมากจัดเป็นสกุลเด่นในพื้นที่ป่าดิบชื้นของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลาพบ 3 สกุลได้แก่ สกุล *Cyclorhipidion* จำนวน 5,451 ตัว คิดเป็น 21.51% สกุล *Arixyleborus* จำนวน 4,596 ตัว คิดเป็น 18.14% และ *Ambrosiodmus* (3,952 ตัว, 15.60%) สกุลที่พบจำนวนรองลงมาได้แก่สกุล *Xyleborus* (3,037 ตัว, 11.98%) *Xyleborinus* (2,727 ตัว, 10.76%) *Xylosandrus* (1,482 ตัว, 5.58%) และ *Eccoptopterus* (1,358 ตัว, 5.36%) ตามลำดับ มอดสกุลอื่นๆ พบในปริมาณปานกลาง ถึงปริมาณค่อนข้างน้อย (ภาพที่ 7)

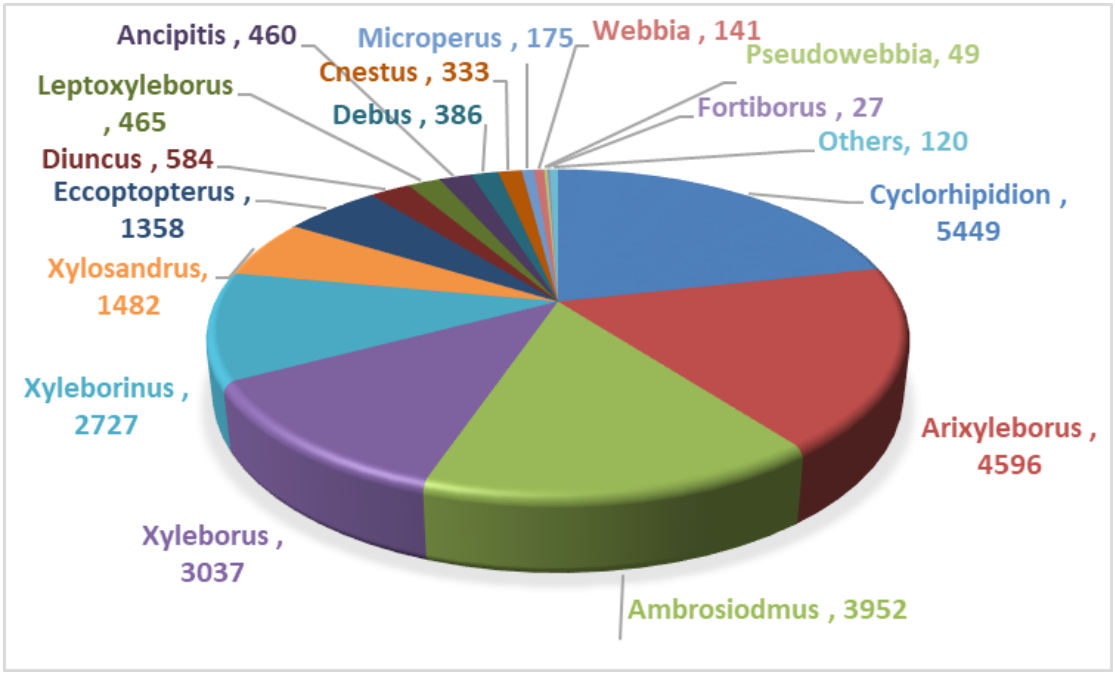
จำนวนแมลงที่พบระหว่างจุดที่ใช้ศึกษาทั้งสองจุดมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยโดยจุดที่ 1 บริเวณเส้นทางศึกษาธรรมชาติ Trail-1500 เมตร พบแมลง 13, 523 ตัว (53.36%) มากกว่าจุดที่ 2 บริเวณเส้นทางศึกษาธรรมชาติสะพาน 2 Trail-Biotech ซึ่งพบมอด 11,818 ตัว (46.64%) เล็กน้อย จำนวนชนิดพบจำนวนเท่ากัน 103 ชนิด และค่าเฉลี่ยจำนวนตัวต่อกับดักมีค่าต่างกันน้อยมากไม่มีความแตกต่างในทางสถิติดังนั้นการนำเสนอผลการทดลองในหัวข้อถัดไปจะรวมข้อมูลทั้งสองจุดเข้าด้วยกัน



ภาพที่ 5 มอดแอมโบรเซียชนิดที่พบมากที่สุด 10 ชนิดแรกในพื้นที่ศึกษาเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย a) *Cyclorhipidion pruinosum* (Blandford) b) *Ambrosiodmus conspectus* (Schedl) c) *Xyleborus perforans* (Wollaston) d) *Arixyleborus suturalis* (Eggers) e) *Xyleborinus perpusillus* (Eggers) f) *Arixyleborus puberulus* (Blandford) g) *Eccoptopterus spinosus* (Olivier) h) *Xylosandrus crassiusculus* (Motschulsky) i) *Xyleborinus andrewesi* (Blandford) j) *Arixyleborus minor* (Eggers)



ภาพที่ 6 จำนวนชนิด (species) ในแต่ละสกุลของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ที่พบในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา



ภาพที่ 7 จำนวน (ตัว) ในแต่ละสกุลของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ที่พบในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา

ตารางที่ 1 ชนิดและสัดส่วนของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ที่พบในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา จังหวัดนราธิวาส

ชนิด	ปีที่ 1	ปีที่2	ปีที่3	Trail-1	Trail-2	Total	%
Cyclorhipidion pruinosum (Blandford)	3246	1612	224	3355	1727	5082	20.054
Ambrosiodmus conspectus (Schedl)	1997	1327	584	1419	2489	3908	15.422
Xyleborus perforans (Wollaston)	774	1268	421	1763	700	2463	9.719
Arixyleborus suturalis (Eggers)	1406	346	106	1014	844	1858	7.332
Xyleborinus perpusillus (Eggers)	377	1174	248	570	1229	1799	7.099
Arixyleborus puberulus (Blandford)	1520	58	42	768	852	1620	6.393
Eccoptopterus spinosus (Olivier)	751	281	108	438	702	1140	4.499
Xylosandrus crassiusculus (Motschulsky)	394	314	56	495	269	764	3.015
Xyleborinus andrewesi (Blandford)	301	282	60	300	343	643	2.537
Arixyleborus minor (Eggers)	497	63	25	243	342	585	2.309
Leptoxyleborus sordicauda (Motschulsky)	115	294	56	353	112	465	1.835
Ancipitis sp1 (*A. depressus*?)	320	105	30	222	233	455	1.796
Xylosandrus compactus (Eichhoff)	295	96	63	302	152	454	1.792
Xyleborus affinis Eichhoff	242	112	61	316	99	415	1.638
Arixyleborus rugosipes Hopkins	235	138	28	225	176	401	1.582
Diuncus javanus (Schedl)	342	16	18	177	199	376	1.484
Cnestus mutilatus (Blandford)	209	9	5	105	118	223	0.880
Eccoptopterus limbus Sampson	137	74	7	70	148	218	0.860
Debus emarginatus (Eichhoff)	51	80	39	84	86	170	0.671
Cyclorhipidion sp4	37	57	73	77	90	167	0.659
Xylosandrus morigerus (Blandford)	93	48	26	115	52	167	0.659
Debus fallax (Eichhoff)	37	93	28	132	26	158	0.623
Xyleborus metacuneolus Eggers	132	12	0	121	23	144	0.568
Xyleborinus horridulus (Browne)	114	21	1	68	68	136	0.537
Webbia duodecimspinatus Schedl	112	17	0	58	71	129	0.509
Xyleborinus exiguus (Walker)	90	25	4	53	66	119	0.470
Cyclorhipidion sp3	89	17	0	54	52	106	0.418
Diuncus quadrispinosulus (Eggers)	49	31	10	49	41	90	0.355
Microperus perparvus (Sampson)	30	52	8	43	47	90	0.355
Diuncus sp1	89	0	0	55	34	89	0.351
Xylosandrus mancus (Blandford)	57	9	15	27	54	81	0.320
Cyclorhipidion circumcisum (Sampson)	73	0	2	59	16	75	0.296
Arixyleborus leprosulus Schedl	40	18	5	19	44	63	0.249
Cnestus bicornis (Eggers)	6	48	7	27	34	61	0.241
Arixyleborus scabripennis (Blandford)	43	10	5	33	25	58	0.229
Debus adusticollis (Motschulsky)	36	14	2	18	34	52	0.205
Pseudowebbia trepanicauda (Eggers)	18	31	0	40	9	49	0.193
Diuncus ciliatoformis (Schedl)	21	8	0	15	14	29	0.114
Fortiborus pseudopilifer (Schedl)	27	0	0	25	2	27	0.107

ตารางที่ 1 (ต่อ)

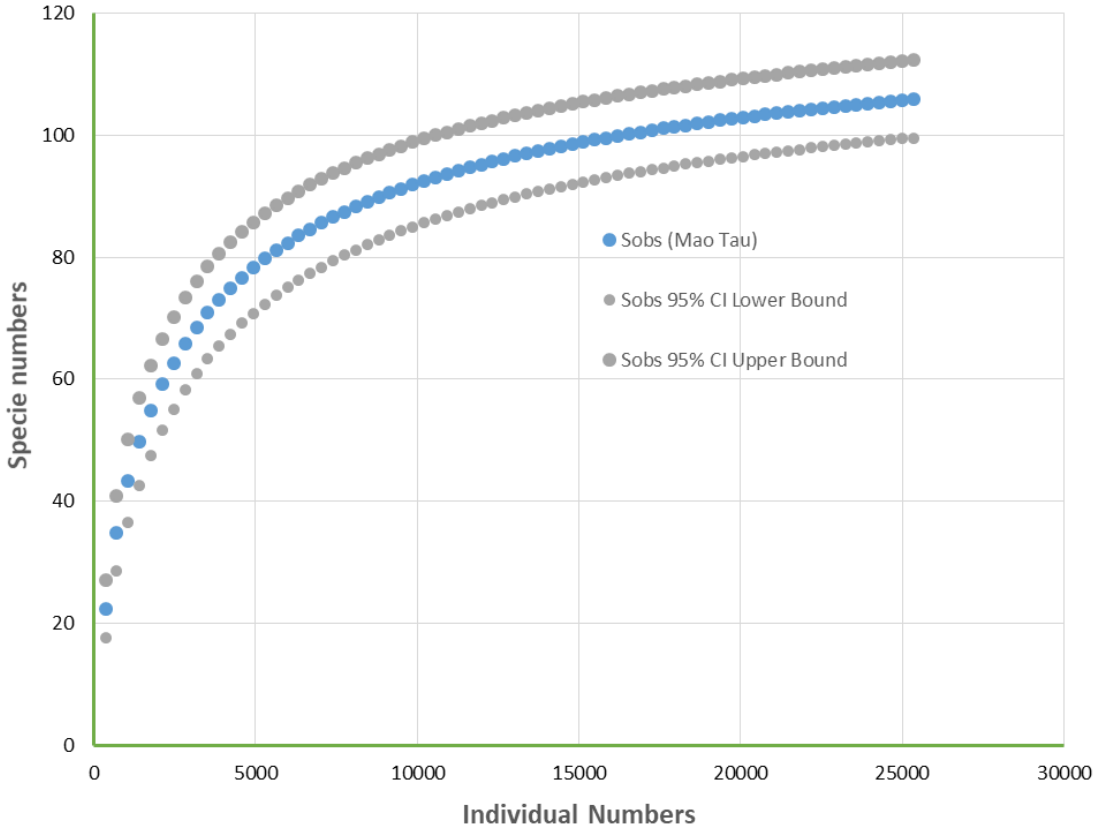
ชนิด	ปีที่ 1	ปีที่2	ปีที่3	Trail-1	Trail-2	Total	%
Microperus diversicolor (Eggers)	19	6	1	14	12	26	0.103
Microperus nudibrevis (Schedl)	20	4	1	12	13	25	0.099
Ambrosiodmus asperatus (Blandford)	8	11	3	10	12	22	0.087
Ambrosiodmus lewisi (Blandford)	22	0	0	22	0	22	0.087
Cnestus sp2	7	12	3	8	14	22	0.087
Cnestus rostratus Schedl	15	5	1	3	18	21	0.083
Stictodex dimidiatus (Eggers)	3	17	1	6	15	21	0.083
Microperus sp3	0	15	1	5	11	16	0.063
Xyleborus aff. pileatulus Schedl	15	0	0	12	3	15	0.059
Anisandrus hirtus (Hagedorn)	4	9	0	5	8	13	0.051
Ambrosiophilus cristatulus (Schedl)	3	2	7	5	7	12	0.047
Xyleborinus sculptilis (Schedl)	12	0	0	12	0	12	0.047
Xyleborinus sp1	11	1	0	10	2	12	0.047
Cyclorhipidion sp2	10	0	0	4	6	10	0.039
Microperus nugax (Schedl)	9	0	0	4	5	9	0.036
Hadrodemius globus (Blandford)	3	3	2	6	2	8	0.032
Planiculus bicolor (Blandford)	5	0	3	3	5	8	0.032
Streptocranus sp2	4	4	0	3	5	8	0.032
Hadrodemius pseudocomans (Eggers)	6	1	0	1	6	7	0.028
Streptocranus sp1	3	3	1	5	2	7	0.028
Xyleborinus artestriatus (Eichhoff)	6	0	0	4	2	6	0.024
Beaverium sp1	0	4	1	3	2	5	0.020
Debus pumilus (Eggers)	3	0	2	2	3	5	0.020
Webbia sp1	3	2	0	3	2	5	0.020
Amasa schlichi (Stebbing)	4	0	0	1	3	4	0.016
Arixyleborus malayensis (Schedl)	2	1	1	1	3	4	0.016
Microperus recidens (Sampson)	2	1	1	2	2	4	0.016
Microperus undulatus (Sampson)	3	1	0	2	2	4	0.016
Streptocranus aff. capucinulus (Schedl)	0	3	1	0	4	4	0.016
Wallacellus similis (Ferrari)	2	1	1	1	3	4	0.016
Webbia pabo Sampson	2	2	0	4	0	4	0.016
Xylosandrus discolor (Blandford)	4	0	0	4	0	4	0.016
Xylosandrus deruptetermination (Schedl)	1	3	0	3	1	4	0.016
Ancipitis puer (Eggers)	2	1	0	1	2	3	0.012
Arixyleborus granulifer (Eggers)	3	0	0	0	3	3	0.012
Cnestus nitidipennis (Schedl)	3	0	0	2	1	3	0.012
Cyclorhipidion sp8	0	0	3	3	0	3	0.012
Euwallacea fornicates (Eichhoff)	1	0	2	3	0	3	0.012
Truncaudum agnatum (Eggers)	2	1	0	2	1	3	0.012
Webbia sp2	3	0	0	2	1	3	0.012

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชนิด	ปีที่ 1	ปีที่2	ปีที่3	Trail-1	Trail-2	Total	%
Xylosandrus subsimilis (Eggers)	3	0	0	3	0	3	0.012
Amasa sp1	1	1	0	0	2	2	0.008
Amasa sp4	2	0	0	2	0	2	0.008
Amasa sp5	2	0	0	0	2	2	0.008
Ancipitis punctatissimus (Eichhoff)	2	0	0	1	1	2	0.008
Arixyleborus mediosectus (Eggers)	1	0	1	1	1	2	0.008
Arixyleborus tuberculatus (Eggers)	2	0	0	1	1	2	0.008
Cnestus aterrimus (Eggers)	2	0	0	0	2	2	0.008
Cyclorhipidion sp1	2	0	0	2	0	2	0.008
Cyclorhipidion sp5	1	0	1	2	0	2	0.008
Streptocranus bicuspis Browne	2	0	0	0	2	2	0.008
Xylosandrus sp1	2	0	0	2	0	2	0.008
Xylosandrus sp2	2	0	0	2	0	2	0.008
Amasa sp2	0	0	1	1	0	1	0.004
Cnestus murayamai (Schedl)	0	1	0	1	0	1	0.004
Cryptoxyleborus stenographus (Schedl)	1	0	0	1	0	1	0.004
Cryptoxyleborus simplex Browne	1	0	0	0	1	1	0.004
Cyclorhipidion perpilosellum (Schedl)	1	0	0	0	1	1	0.004
Cyclorhipidion sp9	0	0	1	1	0	1	0.004
Debus sp2	0	0	1	0	1	1	0.004
Euwallacea destruens (Blandford)	1	0	0	1	0	1	0.004
Microperus sp1	1	0	0	1	0	1	0.004
Planiculus limatus (Schedl)	0	0	1	1	0	1	0.004
Xylosandrus sp3	1	0	0	0	1	1	0.004
รวม	1,4657	8,275	2,409	13,523	11,818	25,341	100.00

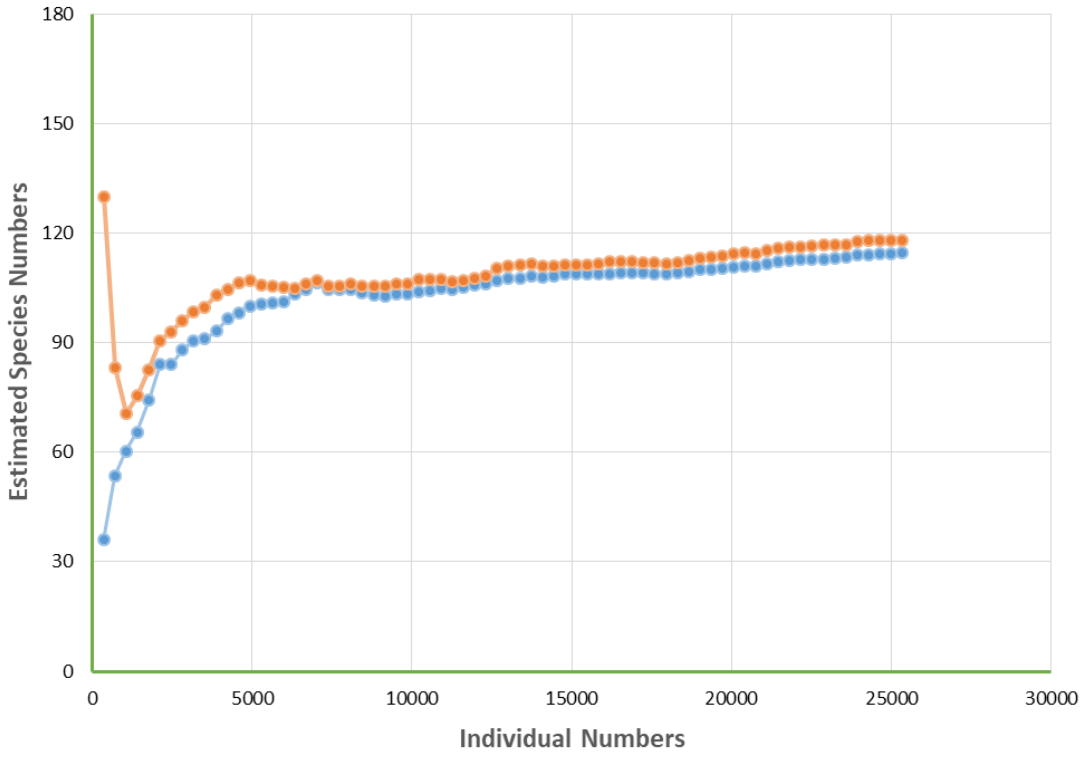
6.3 ความหลากหลายของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ศึกษา

ผลการวางกับดักในสองจุด (Trail-1500 และ Trail-Biotech) จำนวนจุดละ 10 กับดัก ระยะเวลาศึกษา 3 ปี (พฤษภาคม 2557-เมษายน 2560) พบมอดจำนวนทั้งสิ้น 25,341 ตัว จำแนกเป็น 103 ชนิด ใน 28 สกุล เมื่อนำผลการเก็บตัวอย่างดังกล่าวไปคำนวณจำนวนชนิดสะสมที่พบในพื้นที่ศึกษา [เมื่อจำนวนการเก็บตัวอย่างเพิ่มขึ้น (species accumulation curve)] ด้วย Mao Tau function (Colwell, 2005) พบว่าจำนวนชนิดของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ศึกษามีแน้วโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยและมีแนวโน้มเข้าสู่ค่าคงที่ (asymptotic point) แสดงให้เห็นว่าการสุ่มตัวอย่างเพียงพออยู่ในระดับที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ศึกษาและจำนวนชนิดที่พบมีความใกล้เคียงกับจำนวนที่คาดว่าจะพบในพื้นที่ศึกษา โดยจำนวนชนิดที่คำนวนได้สูงสุดมีค่าเท่ากับ 112.41±3.27 ชนิดและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 กราฟจำนวนชนิดสะสมที่พบในพื้นที่ศึกษาเมื่อจำนวนการเก็บตัวอย่างเพิ่มขึ้น (species accumulation curve) คำนวนโดยใช้ Mao Tau function (Colwell, 2005)

เมื่อคำนวณจำนวนชนิดที่คาดว่าจะพบทั้งหมดในพื้นที่ศึกษาด้วย Chao1 (abundance-based) และ Chao2- (incidence-based) species richness estimator พบว่าจำนวนชนิดที่คาดว่าจะพบทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 114.64±6.82 (±95% CI: 108.21-139.78) ชนิด และ 118.07±8.82 (±95% CI: 109.35-149.48) ชนิด ตามลำดับ ค่าดังกล่าวใกล้เคียงกับจำนวนชนิดทั้งหมดที่พบจากการศึกษาในครั้งนี้ จำนวน 103 ชนิด (ภาพที่ 8) เมื่อพิจารณาแนวโน้มของกราฟจำนวนชนิดของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ xyleborini ที่คาดว่าจะพบในพื้นที่ศึกษาในภาพที่ 8 พบว่ากราฟพัฒนาเข้าสู่จุดคงที่ (asymptotic point) แสดงว่าจำมอดที่คำนวณได้มีค่าใกล้เคียงกับจำนวนชนิดของมอดที่มีอยู่จริงในพื้นที่ศึกษา ค่าดัชนีความหลากหลาย (±SD) ของมอดกลุ่มดังกล่าวคำนวณด้วย Shannon-Wiener diversity index และ Fisher's alpha diversity index มีค่าเท่ากับ 3.19±0.01 และ 14.15±0.48 ตามลำดับ (ภาพที่ 9)

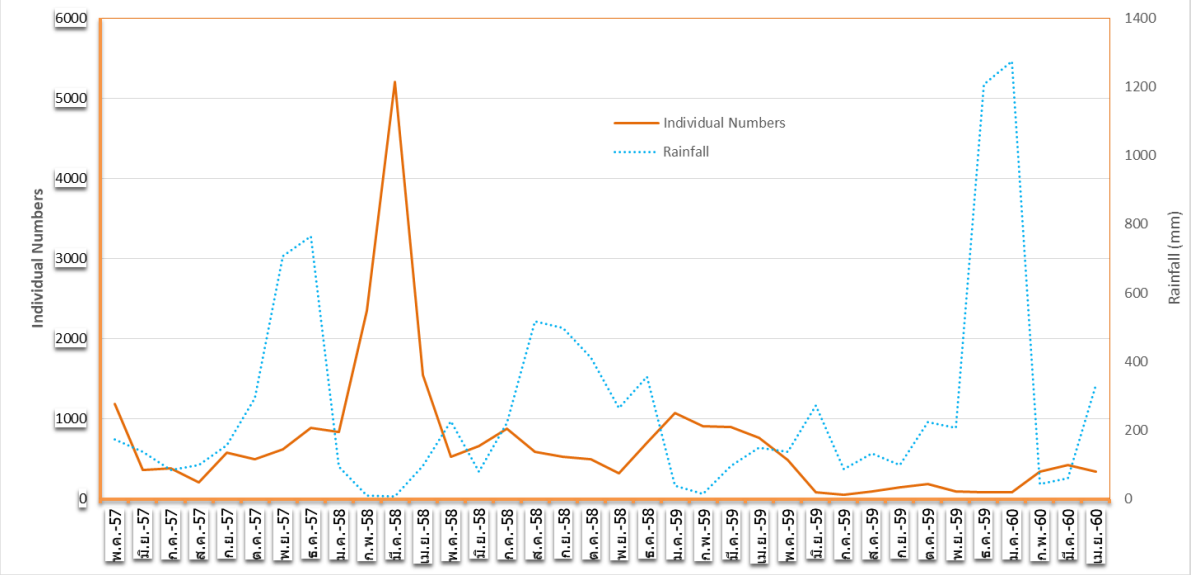


ภาพที่ 9 จำนวนชนิดของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ xyleborini ที่คาดว่าจะพบในพื้นที่ศึกษาคำนวณโดย Chao1- (abundance-based) และ Chao2- (incidence-based) species richness estimators

6.4 พลวัติประชากรของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ศึกษา

การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรในรอบปีของมอดแอมโบรซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ศึกษาเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา จ. นราธิวาส พบว่าระดับประชากรมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล โดยมีระดับประชากรสูงสุดปีละ 1 ครั้งในฤดูร้อน (ก.พ.-เม.ย.) และมีระดับประชากรต่ำในฤดูฝน (พ.ย.-ธ.ค.) โดยรูปแบบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงประชากรในรอบปีมีระดับประชากรสูงสุดทันทีหลังสิ้นสุดฤดูฝนในเดือนกุมภาพันธ์ต่อเนื่องสามเดือนถึงเดือนเมษายน และลดลงอย่างชัดเจนเมื่อเมื่อถึงฤดูฝนในเดือนพฤษภาคมต่อเนื่องถึงเดือนธันวาคม การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรต่อเนื่องสามปีพบว่าในแต่ละปีประชากรของมอดที่ดักได้ลดลงเหลือประมาณครึ่งหนึ่งจากปีก่อนหน้าโดยจำนวนอดลดลงจากปีที่ 1 จำนวนตัวรวม 14,658 ตัว ลดลงเหลือ 8,277 ตัวในปีที่ 2 และเหลือเพียง 2,409 ตัวในปีที่ 3 การเปลี่ยนแปลงประชากรในปีที่ 1 ระดับประชากรในฤดูฝน (ช่วงระดับประชากรต่ำ) มีจำนวนรวมต่ำสุดในเดือนสิงหาคม 2557 (209 ตัว) และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยต่อเนื่องในเดือนกันยายน (575 ตัว) ถึงเดือนมกราคม (838 ตัว) หลังจากนั้นในฤดูร้อนระดับประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในเดือนกุมพาพันธ์ (2,352 ตัว) มีนาคม (5,208 ตัว) และเมษายน (1,549 ตัว) และลดลงอย่างรวดเร็วอีกครั้งเมื่อเข้าฤดูฝนในเดือนพฤษภาคม (2558) [(522 ตัว) น้อยกว่าเดือนเดียวกันในปี 2557 ที่พบจำนวน 1,182 ตัว] และระดับประชากรค่อนข้างคงที่ตลอดฤดูฝนจนถึงเดือนธันวาคม (320-877ตัว) ระดับประชากรเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในฤดูร้อนของปีที่ 2 โดยเพิ่มขึ้นเพียงประมาณสองเท่าของฤดูฝนในเดือนมกราคม (2558) จำนวน 1,071 ตัวและลดลงเล็กน้อยตลอดช่วงฤดูร้อน (ก.พ.-เม.ย.) โดยมีระดับประชากรเป็น 902 ตัว

899 ตัว และ 767 ตัว ตามลำดับ และเดือนพฤษภาคมจำนวน 480 ตัว หลังจากนั้นระดับประชากรจะลดลงอย่างรวดเร็วในเดือนมิถุนายน 2559-มกราคม 2560 เหลือจำนวน 48-188 ตัว และระดับประชากรเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเข้าสู่ช่วงฤดูร้อนในเดือนกุมภาพันธ์-เมษายน (336-445 ตัว) กราฟแสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงประชากรแสดงในภาพที่ 10 และค่าเฉลี่ยจำนวนมอดที่ดักได้ในแต่ละกับดักแสดงในตารางที่ 2

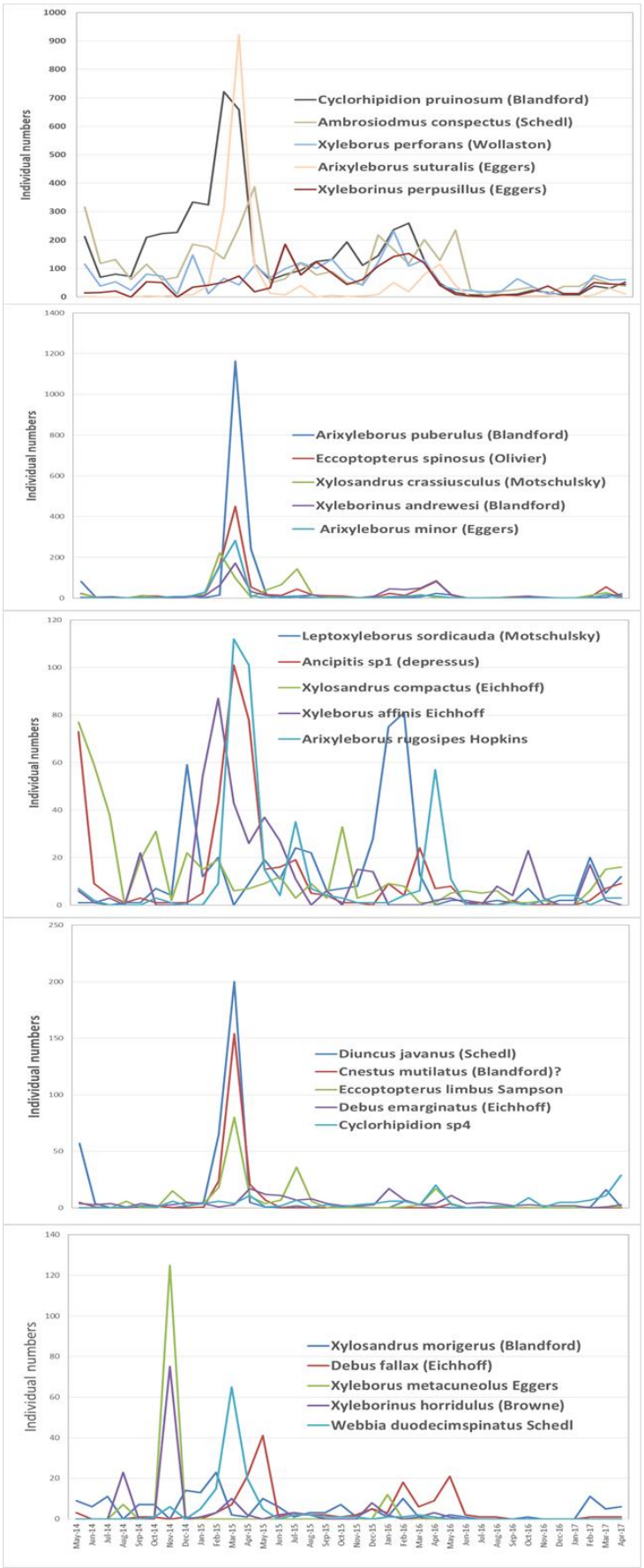


ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ศึกษาระหว่างเดือน พฤษภาคม 57-เมษายน 2560

ตารางที่ 2 จำนวนมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini รวมรายเดือนในพื้นที่ศึกษาระหว่างเดือน พฤษภาคม 57-เมษายน 2560

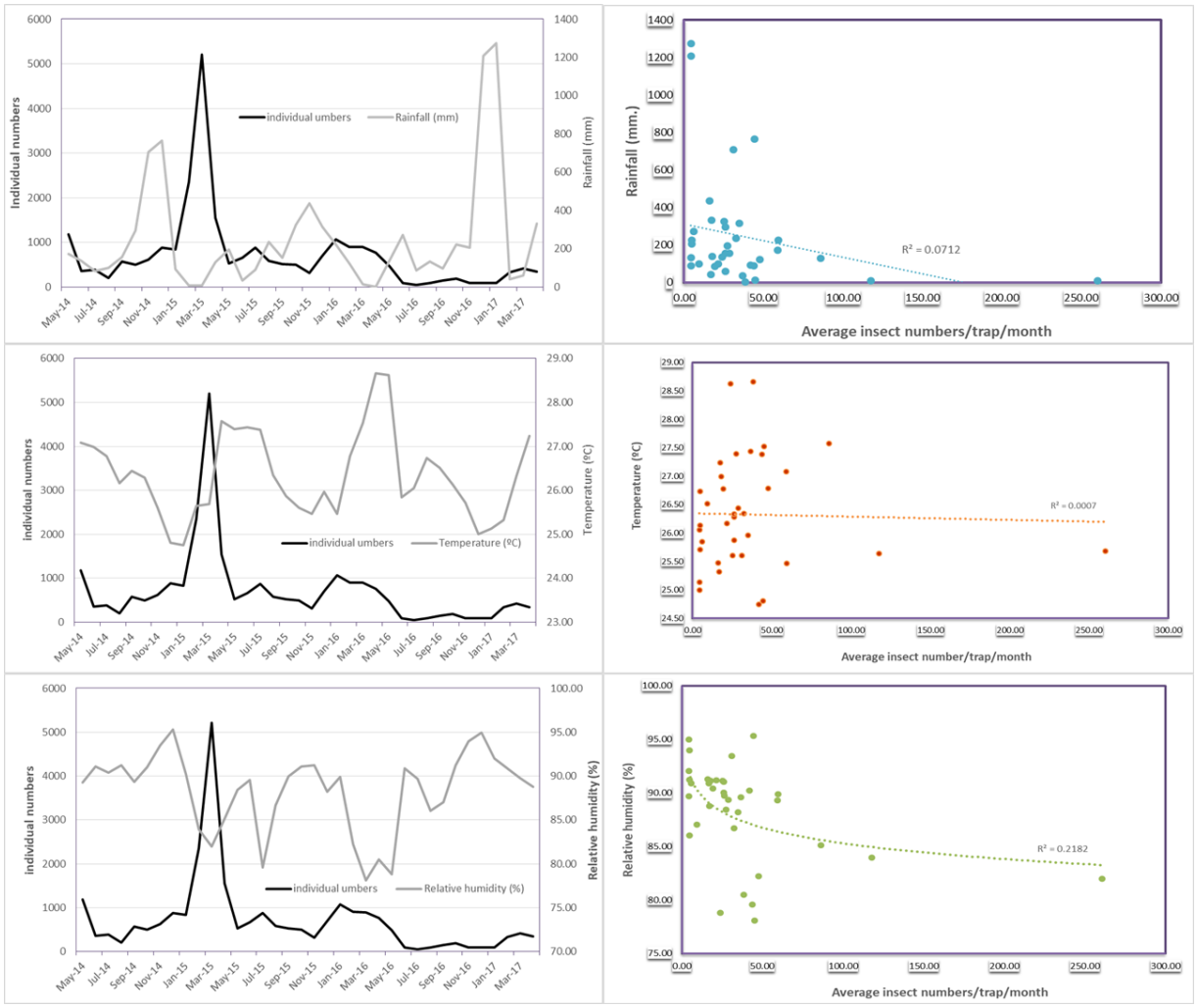
พศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
2557					32.71	13.30	17.34	18.77	29.69	28.40	35.96	35.94
2558	27.64	72.88	170.59	55.64	21.33	46.49	34.40	23.13	15.29	22.41	11.40	28.09
2559	39.22	35.49	36.71	39.53	20.80	5.16	4.12	3.49	8.06	3.98	3.98	4.12
2560	4.12	12.90	23.24	16.06								

การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรแอมโบรเซียชนิดที่พบมากที่สุด 25 ชนิดแรกในพื้นที่ศึกษามีแนวโน้มโดยทั่วไปเช่นเดียวกับการเปลี่ยนระดับประชากรของมอดกลุ่มนี้โดยรวม กล่าวคือสูงสุดในช่วงฤดูร้อน (มีนาคม-เมษายน) อย่างไรก็ตามมีมอด 2 ชนิดที่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรที่สามารถปรับตัวได้แตกต่างกว่าการเปลี่ยนแปลงโดยรวมเล็กน้อย ได้แก่ *C. pruinosum* และ *A. conspectus* ที่พบได้ตลอดปี สามารถปรับตัวและสามารถพบได้ในตลอดช่วงฤดูฝน มอดชนิดอื่นๆ ที่มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงประชากรแตกต่างจากออกไปได้แก่ *Leptoxyleborus sordicauda Xyleborus affinis X. metacuneolus Xyleborinus horidulus* พบมากในปลายฤดูฝน (ภาพที่ 11)



ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรมอดแอมโบรเซียชนิดที่พบมากที่สุด 25 ชนิดแรกในพื้นที่ศึกษา

การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรในรอบปีของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini มีความสอดคล้องการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ (r^2=0.218; F=7.028, p=0.012) ของพื้นที่ศึกษาในเดือนที่เก็บตัวอย่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับระดับอุณหภูมิในเดือนที่เก็บตัวอย่าง (r^2=0.001; F=0.002, p=0.874) และปริมาณน้ำฝนของสถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดนราธิวาส [ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนจากสถานีตรวจอากาศในปี 2558 กับระดับประชากรพบว่าปริมาณน้ำฝนมีผลในเชิงลบต่อระดับประชากรของมอด (r^2=0.345; F=5.804, p=0.035)] (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 12 การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini และการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในพื้นที่ศึกษา

การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในป่าดิบชื้นพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลโดยมอดมีระดับประชากรสูงสุดเพียงช่วงเดียวในฤดูแล้งช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน เช่นเดียวกับผลการศึกษาในพื้นที่ป่าดิบชื้นบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาหลวง จังหวัดนครศรีธรรมราช (วิสุทธิ์ และคณะ, 2554) ในฤดูฝนระดับประชากรอยู่ในระดับต่ำมากและ

พบมอดได้เพียงบางชนิดเท่านั้น ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดนราธิวาสไม่พบมอดเพิ่มปริมาณในช่วงระหว่างฤดูฝน อย่างในผลการศึกษาในพื้นที่เขาหลวง คาดว่าสาเหตุมาจากสภาพแวดล้อมที่มีระดับความชื้นสัมพัทธ์และมีฝนตกต่อเนื่องตลอดฤดู ผลการศึกษาทั้งสองพื้นที่แสดงให้เห็นว่าความชื้นสัมพัทธ์มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดแอมโบรเซียเป็นอย่างสูง เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์มีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของราที่อยู่ร่วมกับมอดแอมโบรเซียแบบพึ่งพาอาศัย ความชื้นที่สูงเกินไปจะทำให้ราเจริญเติบโตมากเกินความสามารถในการควบคุมของมอดแอมโบรเซียและส่งผลให้การสร้างรังล้มเหลว (Batra, 1966; Hulcr *et al.*, 2008a) รูปแบบการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดแอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในพื้นที่ป่าดิบชื้นมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sittichaya *et al.* (2011) ในพื้นที่เกษตรกรรมที่มีไม้ผลเป็นเป็นพืชหลัก Beaver และ Löyttyniemi (1991) ในพื้นที่ป่า savanna (Zambia) และ Flechtmann และคณะ (2001) ในสวนป่าสนและสวนป่ายูคาลิปตัส ที่มีรูปแบบที่แน่นอนและมีช่วงเวลาที่ระดับประชากรสูงสุดและต่ำสุดชัดเจนเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล แต่แตกต่างจากงานวิจัยของ Hulcr และคณะ (2008a) ในพื้นที่ป่าดิบเขาและป่าเต็งรัง (ดอยสุเทพ เชียงใหม่) ที่มีรูปแบบไม่ชัดเจน

อย่างไรก็ตามในพื้นที่ป่าดิบชื้นมีช่วงเวลาที่ระดับประชากรสูงสุดอยู่ในช่วงฤดูแล้ง หรือช่วงกลางฤดูฝน เมื่อปริมาณน้ำฝนลดลงแตกต่างจากพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ป่า savanna ที่ระดับประชากรสูงสุดในช่วงกลางและปลายฤดูฝน ปัจจัยที่คาดว่ามีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดแอมโบรเซีย กลุ่มดังกล่าวได้แก่ลักษณะของสังคมพืช (Reed and Muzika, 2010) และการเปลี่ยนแปลงลักษณะภูมิอากาศใต้เรือนยอด (Under-canopy microclimate) ในแต่ละสังคมพืช (Sittichaya *et al.*, 2011) โดยในพื้นที่เกษตรกรรม (สวนไม้ผล) สวนป่าและป่า savanna การเปลี่ยนแปลงลักษณะภูมิอากาศภายในสังคมพืชดังกล่าวมีความแตกต่างระหว่างฤดูกาลอย่างชัดเจน และสอดคล้องกับสภาพอากาศภายนอกสังคมพืช (Sittichaya *et al.*, 2011) ทำให้ปัจจัยภูมิอากาศมีอิทธิพลโดยตรงต่อระดับประชากรของมอดแอมโบรเซียในสังคมพืชเหล่านี้ ในพื้นที่เกษตรกรรรมที่มีไม้ผลเป็นพืชหลักในบางฤดูปัจจัยภูมิอากาศมีอิทธิพลเหนือปัจจัยปริมาณอาหารหรือปริมาณไม้ที่เหมาะสมต่อการสร้างรังของมอดแอมโบรเซีย โดยผลการศึกษาของ Sittichaya *et al.* (2011) และ Sittichaya และคณะ (2011) พบว่าในสวนทุเรียนระดับประชากรของมอดแอมโบรเซียในฤดูแล้งและต้นฤดูฝนมีระดับประชากรต่ำมาก จำนวนมอดที่ดักได้/กับดัก/เดือน ใกล้ศูนย์ถึงแม้ว่าปริมาณอาหารหรือไม้ที่สามารถใช้สร้างรังได้มีปริมาณมากก็ตาม เนื่องจากไม้มีความชื้นต่ำไม่เหมาะสมต่อการสร้างรังและไม้ที่มอดใช้สร้างรังแห้งอย่างรวดเร็วทำให้การสร้างรังล้มเหลว เช่นเดียวกับผลการทดลองของ Hulcr และคณะ (2008a) ที่พบว่าระดับประชากรและจำนวนชนิดของมอดแอมโบรเซียในป่าเต็งรังต่ำกว่าในป่าดิบเขา เนื่องจากในป่าเต็งรังไม้ที่มอดใช้สร้างรังมีอัตราการระเหยของความชื้นสูงกว่า การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอด แอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ xyleborini ในพื้นที่ป่าดิบชื้น อุทยานแห่งชาติเขาหลวง มีความสัมพันธ์กับปัจจัยสภาพภูมิอากาศโดยระดับประชากรของมอดสูงขึ้นเมื่อระดับอุณหภูมิสูงขึ้นและลดลงเมื่ออุณหภูมิลดลง ในทางตรงกันข้ามการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดกลุ่มดังกล่าวมีลักษณะตรงกันข้ามกับความชื้นสัมพัทธ์ ต่างจากในพื้นที่เกษตรกรรมสวนป่าและป่าที่มีลักษณะเรือนยอดไม่หนาทึบอย่าง

Savanna เนื่องจากในป่าดิบชื้นระดับความชื้นสัมพัทธ์ใต้เรือนยอดอยู่ในระดับสูงตลอดเวลา (>85%) (Sittichaya *et al.,* 2011)

ในการทดลองครั้งนี้ระดับประชากรของมอดลดลงอย่างต่อเนื่องจากปีที่ 1 สู่ปีที่ 2 และปีที่ 3 ยังไม่มีสาเหตุแน่ชัดว่าเป็นเพราะเหตุใด อย่างไรก็ตามระดับประชากรเริ่มลดลงในช่วงฤดูร้อนของปีที่ 2 เป็นต้นมา สาเหตุส่วนหนึ่งอาจจะมาจากประสิทธิภาพของกับดักที่ลดลง หรือมาจากการใส่สารดึงดูดผิดสลับกันระหว่างแอลกอฮอล์กับสารป้องกันการเน่าเปื่อยของแมลง จากการสอบถามเจ้าหน้าที่ที่ทำหน้าที่เก็บตัวอย่าง เจ้าหน้าที่ค่อนข้างมั่นใจว่าไม่น่าจะผิดพลาดจากสาเหตุดังกล่าว การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวก็ไม่น่าจะมีสาเหตุมาจากสภาพอากาศ เนื่องจากลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศไม่มีความผิดปกติมากนัก ในปีที่ 2 มีปริมาณน้ำฝนในปลายฤดูฝนน้อยน่าจะส่งเสริมการเพิ่มประชากรของมอดในทางตรงกันข้ามระดับประชากรของมอดกลับลดลง ส่วนในปีที่ 3 ลักษณะอากาศคล้ายกับปีที่ 1 แต่ประชากรลดลงอย่างมากเหลือเพียง 15% ของปีแรกและ 30% ของปีที่ 2 เท่านั้น

เอกสารอ้างอิง

วิสุทธิ์ สิทธิฉายา, สุรไกร เพิ่มคำ และชาญชัย จรเสมอ. 2555. การศึกษาความหลากหลายทางชนิดและ พลวัตประชากรของมอดแอมโบรเซีย (Ambrosia beetles) (Coleoptera: Curculionidae; Scolytinae, Platypodinae) ในอุทยานแห่งชาติเขาหลวง. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 106 หน้า.

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 J. Sci. Tech. 30: 579-582.

Beaver, R. A. 1989. Insect–Fungus Relationships in Bark and Ambrosia Beetles. In Wilding, N., Collins, N. M., Hammond, P. M. and Webber, J. F. Insect–Fungus Interactions, pp. 121–43. London: Academic Press.

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. J. App. Ento. 112: 505-511.

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.

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

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

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.

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. Nocturnality and species survival. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 93: 11709-11712.

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. Ecol. Entomol. 23: 253–264.

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

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. For. Eco. and Man. 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 Manag. Rev. 6: 237–242.

Hulcr J., Beaver R., Dole S., and Cognato A. 2007. Cladistic review of xyleborine generic taxonomic characters (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). Systematic Entomology, 32, 568-584.

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.

Hulcr, J and Cognato, A. I. 2009. Three new genera of oriental ambrosia beetles (Curculionidae: Scolytinae: Xyleborina). Zootaxa, 2204: 19-36.

Hulcr, J., and Cognato, A. I. 2010. New genera of Palaeotropical Xyleborini (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) based on congruence between morphological and molecular characters. Zootaxa, 2717: 1–33.

Hunter, M.D. and 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 Nat. 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.

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.

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. Ann. Rev. Entomol. 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?. Sys. Bio. 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 Entomol. 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 J. For. 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.

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

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. Ann. For. Sci. 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.

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

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

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

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

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

Wood, S.L. 2007. Bark and ambrosia beetles of South America (Coleoptera: Scolytidae). Monte L. Bean Sci. Mus.,Provo, Utah: 1-900.

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

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 ข้อมูลปัจจัยภูมิอากาศของจังหวัดนราธิวาส และพื้นที่ศึกษาเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา ฝั่งจังหวัดนราธิวาส

	Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	sum
Rainfall (mm)	2014	73.8	7	67.4	89	172.3	138.2	84.4	99.3	155.3	294.1	707.1	765.3	2,653.20
	2015	93.4	9.3	8	129.4	195.9	35.6	90.4	235.1	154.5	326	436.4	315.7	2,029.70
	2016	224.1	123.9	13.5	2.8	137	271.2	87.8	132.4	97.6	2,24.2	206.1	1,207.6	2,728.20
	2017	1,274.1	42.3	59.2	330.8									
Temp-erature (°C)	2014	28.87	28.8	26.33	27.93	27.93	27.69	27.42	27.6	26.61	27.17	26.39	26.56	
	2015	25.88	26.36	27.55	28.54	28.88	28.67	28.13	27.5	27.8	27.8	26.66	27.2	
	2016	27.55	27.53	28.16	29.79	29.47	28.28	28.1	28.67	28.36	27.95	27.03	26.3	
	2017	26.22	27.32	27.54	28.09									
	average	27.13	27.50	27.40	28.59	28.76	28.21	27.88	27.92	27.59	27.64	26.69	26.68	
RH (%)	2014	78.67	77.07	80.18	79.18	80.22	81.66	80.84	81.71	81.49	84.9	88.15	78.67	
	2015	84.11	81.27	80.19	81.43	80.72	80.75	77.37	79.73	79.01	81.65	86.67	84.11	
	2016	81.35	79.23	77.44	75.57	77.32	79.46	80.13	76.21	76.45	78.48	84.36	81.35	
	2017	86.14	89.11	80.06	80.71					2.52		1.91	86.14	
	average	82.57	81.67	79.47	79.22	79.42	80.62	79.45	79.22	78.98	81.68	86.393	82.57	