รายงานฉบับสมบูรณ์

ความหลากหลายของแมลงกลุ่มมอด (Coleoptera: Bostrichidae, Anobiinae, Scolytinae, Platypodinae) และด้วงผู้ล่า (Coleoptera: Cleridae) ในพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืชสวนสัตว์สงขลา

Diversity of wood boring beetles (Coleoptera: Bostrichidae, Anobiidae, Scolytinae, Platypodinae) and predatory beetles (Coleoptera: Cleridae) in Songkhla Zoos plant genetic conservation area

โดย

ผศ.ดร.วิสุทธิ์ สิทธิฉายา

สาขานวัตกรรมการเกษตรและการจัดการ

คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

รายงานฉบับสมบูรณ์

ความหลากหลายของแมลงกลุ่มมอด (Coleoptera: Bostrichidae, Anobiinae, Scolytinae, Platypodinae) และด้วงผู้ล่า (Coleoptera: Cleridae) ในพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืชสวนสัตว์สงขลา

Diversity of wood boring beetles (Coleoptera: Bostrichidae, Anobiinae, Scolytinae, Platypodinae) and predatory beetles (Coleoptera: Cleridae) in Songkhla Zoos plant genetic conservation area

โดย

ผศ.ดร.วิสุทธิ์ สิทธิฉายา

สาขานวัตกรรมการเกษตรและการจัดการ

คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

มีนาคม 2564

บทคัดย่อ

แมลงกลุ่มมอด (มอดเจาะเปลือกไม้ มอดแอมโบรเซีย มอดขี้ขุย มอด anobiinid) ทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลายที่สำคัญในระบบนิเวศป่าไม้และวัฏจักรของธาตุอาหารพืช แมลงกลุ่มนี้เป็นสิ่งมีชีวิตกลุ่มแรกๆ ที่เข้าทำลายไม้ที่อ่อนแอและตายใหม่ๆ ก่อนที่สิ่งมีชีวิตกลุ่มอื่น ๆ และอำนวยความสะดวกให้ผู้ย่อยสลายอื่นเข้าย่อยสลายต่อไป งานวิจัยชิ้นนี้ศึกษา องค์ประกอบของชนิด ความหลากหลายทางชีวภาพและการเปลี่ยนแปลงประชากรของแมลงกลุ่มมอดและด้วงกระดูกสัตว์แมลงศัตรูตามธรรมชาติของมอด โดยใช้กับดักที่มีเอทิลแอลกอฮอล์ 95% เป็นสารดึงดูด ระยะเวลา 12 เดือนตั้งแต่เดือนธันวาคม 2561-พฤศจิกายน 2562 ผลการศึกษาพบแมลงทั้งหมด พบแมลงในกลุ่มเป้าหมายทั้งสิน 2,936 ตัว 66 ชนิด แบ่งเป็นมอดเจาะเปลือกไม้ 1,193 ตัว (40.88%) 7 สกุล 26 ชนิด มอดแอมโบรเซีย 1,639 ตัว (56.17%) 12 สกุล 22 ชนิด มอดขี้ขุย 86 ตัว (2.95%) 9 สกุล 11 ชนิด และ ด้วงกระดูกสัตว์ 18 ตัว (0.61%) 4 สกุล 6 ชนิด โดยจัดเป็นแมลงชนิดใหม่ 1 ชนิด (*Microperus* sp. new) โดยจำนวนชนิดของแมลงที่พบมีค่าใกล้เคียงกับค่าจำนวนชนิดที่คาดว่าจะพบคำนวนด้วยด้วย ICE species richness estimator เท่ากับ 69.48 ±6.35 ชนิด ในพื้นที่ศึกษามีค่าดัชนีความหลากหลาย Shannon-Wiener diversity index และ Fisher alpha diversity index และค่าดัชนีความเท่าเทียมคำนวนด้วย Shannon evenness index ของแมลงกลุ่มที่ศึกษาเท่ากับ 1.70± 0.03, 11.55±0.62 และ 0.86 ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงประชากรในรอบปีของมอดและด้วงกระดูกสัตว์มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลและสอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศ โดยระดับประชากรสูงสุดในเดือนมกราคม 2562 ในปลายฤดูฝนต่อเนื่องถึงเดือนมีนาคม หลังจากนั้นระดับประชากรจะลดลงในฤดูแล้งถึงระดับต่ำสุดในปลายฤดูแล้ง (เมษายน-พฤษภาคม) และเพิ่มขึ้นอีกครั้งในกลางและปลายฤดูฝน (สิงหาคม-พฤศจิกายน) และมีจำนวนประชากรเฉลี่ยในฤดูร้อนสูงกว่าในฤดูฝนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Abstract

Wood boring beetles (Bark beetles, Ambrosia beetles, Powder post beetles and anobiinid-powder post beetles) are wood decomposers and played an importanceroles in nutrient cycling in forest ecosystem. These beetle group is mostly the first living things that infested weakly trees or newly died wood before others group of decomposers invade the woody materials. The beetle group is also facilitated other decomposers to penetrated the wood. The objectives of present research were to study the composition, diversity and annual population fluctuation of woodboring beetles and their natural enemies, checkered beetles. The ethanol baited with 95% ethanol lure traps were used in the study. The traps were deployed for 12 executive months from December 2018-November 2019. In the total 2,936 individuals and 66 species were captured. They are included 1,193 individual (40.88%) 7 genera 26 species of bark beetles, 1,639 individuals (56.17%) 12 genera 22 species of ambrosia beetles, 86 individual (2.95%) 9 genera 11 species of powder post beetles and 18 individual (0.61%) 4 genera 6 species of checkered beetles. One new species, *Microperus* sp. New, was designated. The species captured number in the study was nearly to expected species numbers in the area calculated with ICE species richness estimator, 69.48 ±6.35 species. Shannon-Wiener diversity index, Fisher alpha diversity index and Shannon evenness index of studied insects were 1.70± 0.03, 11.55±0.62 and 0.86 respectively. An annual population fluctuations of wood borers and checkered beetles were fluctuated seasonally and represent climatic factors. The highest insect number was found in January 2019 in last rainy period and continuing high peak numbers till March 2019 following by low captured numbers in dry season (April-May). After that the captured number were added from dry season and became higher again in middle and late rainy season (August-November). The mean captured numbers of insect in dry season were significant higher in rainy season.

สารบัญ

บทคัดย่อ i
สารบัญ iii
สารบัญภาพ iv
สารบัญตาราง iv
ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย 1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย 1
บทนำ 2
วิธีการวิจัย 4
การเก็บตัวอย่างแมลง 4
การวิเคราะห์ข้อมูล 4
ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา 6
ชนิดและองค์ประกอบของชนิด 6
การเปลี่ยนแปลงประชากรของแมลงแต่ละจุดในพื้นที่ศึกษา 22
ผลของปัจจัยแวดล้อมต่อการเปลี่ยนแปลงประชากร 22
กิตติกรรมประกาศ 28
เอกสารอ้างอิง 29

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1 A) พื้นที่ศึกษาโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชสวนสัตว์สงขลา เส้นและหมายเลข 1-3 แสดงจุดที่วางกับดักแมลง B) กับดัก Van-panel trap ใช้แอลกอฮอล์ 95% เป็นสารดึงดูดแมลง 4
ภาพที่ 2 ตัวอย่างแมลงที่พบในพื้นที่ศึกษา 12
ภาพที่ 3 ตัวอย่างแมลงที่พบในพื้นที่ศึกษา (ต่อ) 13
ภาพที่ 4 ตัวอย่างแมลงที่พบในพื้นที่ศึกษา (ต่อ) 14
ภาพที่ 5 รูปตัวอย่างแมลงที่พบในพื้นที่ศึกษา (ต่อ) 15
ภาพที่ 6 เส้นแนวโน้มจำนวนชนิดที่พบเมื่อมีการสุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นและจำนวนชนิดที่คาดว่าจะพบ 17
ภาพที่ 7 กราฟสภาพอากาศในพื้นที่ศึกษา 18
ภาพที่ 8 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงประชากรในรอบปีของแมลงกลุ่มเป้าหมายในพื้นที่ศึกษา 20
ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงประชากรของแมลงกลุ่มที่ศึกษาในแต่ละจุดในพื้นที่ศึกษา 22
ภาพที่ 10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนรายเดือนและจำนวนประชากร (เฉลี่ยตัว/กับดัก) ของแมลงที่ศึกษา 24
ภาพที่ 11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือนและจำนวนประชากร (เฉลี่ยตัว/กับดัก) ของแมลงที่ศึกษา 25
ภาพที่ 12 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนและจำนวนประชากร (เฉลี่ยตัว/กับดัก) ของแมลงที่ศึกษา 26
ภาพที่ 13 กราฟความสัมพันธ์ผู้ล่า (ด้วงกระดูกสัตว์) และเหยื่อ (แมลงกลุ่มมอด) ในพื้นที่ศึกษา 27

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 แมลงกลุ่มมอดและด้วงกระดูกสัตว์ที่พบมากที่สุด 10 ชนิดแรกในพื้นที่ 6
ตารางที่ 2 ชนิดและองประกอบของมอดเจาะเปลือกไม้ มอดแอมโบรเซีย มอดขี้ขุย ด้วง Anobiinae และกระดูกสัตว์ที่พบในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชสวนสัตว์สงขลา 8
ตารางที่ 3 ค่าดัชนีความหลากหลายของแมลงกลุ่มมอดและด้วงกระดูกสัตว์ในพื้นที่ศึกษา 16
ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย (ตัว/กับดัก) ของแมลงกลุ่มมอดและด้วงกระดูกสัตว์ที่พบในพื้นที่ศึกษาโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชสวนสัตว์สงขลา 21
ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย (ตัว/กับดัก) แมลงกลุ่มที่ศึกษาระหว่างฤดูร้อนและฤดูฝน 22

ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

แมลงกลุ่มมอดเป็นด้วงที่ประกอบด้วยแมลงในหลายวงศ์และวงศ์ย่อยได้แก่ วงศ์ Bostrichidae วงศ์ย่อย Anobiinae (Ptinidae) วงศ์ย่อย Scolytinae และ วงศ์ย่อย Platypodinae (Curculionidae) มีระยะตัวหนอนและตัวเต็มวัยกินเปลือกไม้ (phloeophagous) เนื้อไม้ (xylophagous) หรือกินราที่เจริญเติบโตบนเนื้อไม้ (xylo-mycetophagous) เป็นอาหาร ในระบบนิเวศแมลงกลุ่มนี้ทำหน้าที่สำคัญในกระบวนการย่อยสลายเนื้อไม้เนื่องจากเป็นสิ่งมีชีวิตกลุ่มแรก ๆ ที่สามารถเจาะเข้าไปในเนื้อไม้ตั้งแต่ต้นไม้โทรมใกล้ตายหรือตายใหม่ ๆ ซึ่งยากต่อการเข้าไปของผู้ย่อยสลายกลุ่มอื่น ๆ นอกจากนี้การเจาะเข้าไปในเนื้อไม้เพื่อสร้างรังของมอดยังเปิดโอกาสให้ผู้ย่อยสลายกลุ่มอื่น ๆ เข้าไปในเนื้อไม้ได้ง่ายยิ่งขึ้น หากขาดแมลงกลุ่มนี้วัฏจักรของธาตุอาหารจะช้าลงทำให้พืชไม่สามารถเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่ การศึกษาความหลากหลายของแมลงกลุ่มนี้จึงเป็นส่วนสำคัญในการเข้าใจสังคมของสิ่งมีชีวิตในถิ่นที่อยู่อาศัยหรือระบบนิเวศ นอกจากนี้ในปัจจุบันแมลงกลุ่มมอดยังระบาดเข้าทำลายพืชผลทางการเกษตรและป่าไม้สร้างความเสียหายอย่างกว้างขวางการทราบชนิดของแมลงกลุ่มดังกล่าวจึงเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการจัดการแมลงศัตรูพืชในอนาคต แมลงกลุ่มมอดมีศัตรูธรรมชาติหลากหลายชนิดแต่มีกลุ่มแมลงที่ทำหน้าที่เป็นผู้ล่าที่สำคัญได้แก่ด้วงกระดูกสัตว์ในวงศ์ Cleridae โดยด้วงกระดูกสัตว์ทั้งระยะตัวหนอนและตัวเต็มวัยเป็นตัวห้ำของมอด การทราบความหลากหลายของมอดและศัตรูธรรมชาติที่ทำหน้าที่ควบคุมประชากรของมอดจะช่วยให้เข้าใจระบบนิเวศและประชากรของมอดได้ครบถ้วนยิ่งขึ้น และสามารถนำข้อมูลชนิดและบทบาทของด้วงกระดูกสัตว์แมลงศัตรูของมอดไปใช้ในการควบคุมมอดทางชีววิธีในอนาคต

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อสนองพระราชดำริโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามราชกุมารี (อพ.สธ.)
2. เพื่อศึกษาชนิดและความหลากหลายของแมลงกลุ่มมอดในวงศ์ Bostrichidae วงศ์ย่อย Anobiinae Scolytinae และ Platypodinae (Curculionidae) และด้วงกระดูกสัตว์วงศ์ย่อย Clerinae
3. เพื่อจัดทำบันชีพันธุ์พืชและพันธุ์สัตว์ในพื้นที่ปกปักพันธุกรรมสัตว์ในพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืชสวนสัตว์สงขลาให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น
4. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงประชากรในรอบปีของแมลงกลุ่มมอดและด้วงกระดูกสัตว์ในพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืชสวนสัตว์สงขลา

บทนำ

แมลงกลุ่มมอดแบ่งเป็นกลุ่มย่อยหลัก ๆ ได้ 3 กลุ่มด้วยกันได้แก่ กลุ่มกินเนื้อไม้เป็นอาหาร (xylophagous) ได้แก่ มอดในวงศ์ย่อย Anobiidae มอดขี้ขุย (Bostrichidae) ด้วงหนวดยาว (Cerambycidae) และแมลงทับ (Burpestidae) เป็นต้น กลุ่มที่กินเปลือกไม้เป็นอาหาร (Phloeophagous) ได้แก่ มอดเจาะเปลือกไม้ (Bark beetles) สมาชิกส่วนใหญ่ของวงศ์ย่อย Scolytinae และกลุ่มที่ 3 ได้แก่ มอดแอมโบรเซีย แมลงที่กินราที่เจริญเติบโตในเนื้อไม้เป็นอาหาร (Xylomycetophagous) ได้แก่แมลงบางส่วนในวงศ์ย่อย Scolytinae และวงศ์ย่อย Platypodinae (Curculionidae) (György and Tibor, 1999) ในระบบนิเวศแมลงกลุ่มมอดทำหน้าที่สำคัญยิ่งในกระบวนการย่อยสลายเนื้อไม้เนื่องจากเป็นสิ่งมีชีวิตกลุ่มแรก ๆ ที่สามารถเจาะเข้าไปในเนื้อไม้ตั้งแต่ต้นไม้โทรมใกล้ตายหรือตายใหม่ ๆ ซึ่งยากต่อการเข้าไปของผู้ย่อยสลายกลุ่มอื่น ๆ นอกจากนี้การเจาะเข้าไปในเนื้อไม้เพื่อสร้างรังของมอดยังเปิดโอกาสให้ผู้ย่อยสลายกลุ่มอื่น ๆ เข้าไปในเนื้อไม้ได้ง่ายยิ่งขึ้นหากขาดแมลงกลุ่มนี้วัฏจักรของธาตุอาหารจะช้าลงทำให้พืชไม่สามารถเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่ (György and Tibor, 1999)

มอดในวงศ์ย่อย Anobiidae เป็นแมลงขนาดกลางถึงขนาดเล็ก (1-9 มิลลิเมตร) มีจำนวนประมาณ 2,000 ชนิด กระจายทั่วโลก มอดในวงศ์ย่อยนี้ทั้งระยะตัวหนอนและตัวเต็มวัยเจาะเข้าทำลายและกินเนื้อไม้เป็นอาหารแล้วถ่ายมูลมีลักษณะเป็นขี้ขุยขนาดเล็กคล้ายแป้ง บางชนิดเป็นศัตรูในบ้านเรือนกัดกินทำลายเนื้อไม้และเครื่องเรือน บางชนิดเป็นศัตรูในผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว เช่น *Stegobium paniceum* และ *Lasioderma serricorne* เป็นต้น (Arnett *et al.*, 2002) ในประเทศไทยมีการศึกษาแมลงในวงศ์ย่อยนี้น้อยมากโดยมีรายงานจำนวนชนิดที่พบ 5 ชนิดได้แก่ *Lasioderma serricorne Nicobium schneideri Oligomerus ptilinoides Stegobium paniceum Tricorynus herbarium* และส่วนใหญ่เป็นศึกษาและรายงานการเข้าทำลายผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวของมอดยาสูบ (*Lasioderma serricorne*) (Hutacharern and Choldumrongkul, 1989)

มอดขี้ขุยในวงศ์ Bostrichidae เป็นแมลงขนาดกลางมีสมาชิกทั่วโลกประมาณ 600 ชนิด มอดกลุ่มนี้ทั้งระยะตัวหนอนและตัวเต็มวัยกัดกินเนื้อไม้เป็นอาหาร โดยมอดกัดกินเนื้อไม้และถ่ายมูลมีลักษณะเป็นผงคล้ายแป้ง บางชนิดจัดเป็นแมลงศัตรูสำคัญหลังการเก็บเกี่ยวเข้าทำลายผลผลิตทางการเกษตรในโรงเก็บผลผลิต (Creffield, 1991) ในธรรมชาติแมลงกลุ่มนี้มีความจำเพาะต่อชนิดของพืชอาหารต่ำ มอดสามารถเข้าทำลายพืชได้หลากหลายชนิดหากมีความชื้นและปริมาณแป้งเหมาะสม มอดขี้ขุยเป็นศัตรูสำคัญทางป่าไม้และอุตสาหกรรมจากไม้ เครื่องเรือน อุปกรณ์ที่ทำจากไม้ ไม้ไผ่และหวาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตร้อนชื้น (Creffield, 1991; Peters *et al*., 2002; Sittichaya *et al*., 2009) ในประเทศไทยมีรายงานมอดขี้ขุยทั้งหมดจำนวน 61 ชนิด (Beaver *et al.*, 2011; Liu *et al.*, 2016) (ภาพที่ 1A)

มอดเจาะเปลือกไม้และแอมโบรเซีย (Bark and Ambrosia beetles) จัดเป็นด้วงขนาดเล็กเป็นสมาชิกของ 2 วงศ์ย่อยในวงศ์ด้วงงวง (Curculionidae) ได้แก่ วงศ์ย่อย Scolytinae และวงศ์ย่อย Platypodinae (วงศ์ Scolytidae และ Platypodidae เดิม) มอดกลุ่มนี้แบ่งออกเป็นสองกลุ่มได้แก่ มอดเจาะเปลือกไม้ (bark beetles) กัดกินและสร้างรังในชั้นของเปลือก และมอดแอมโบรเซีย (ambrosia beetles) เป็นมอดที่เจาะเข้า

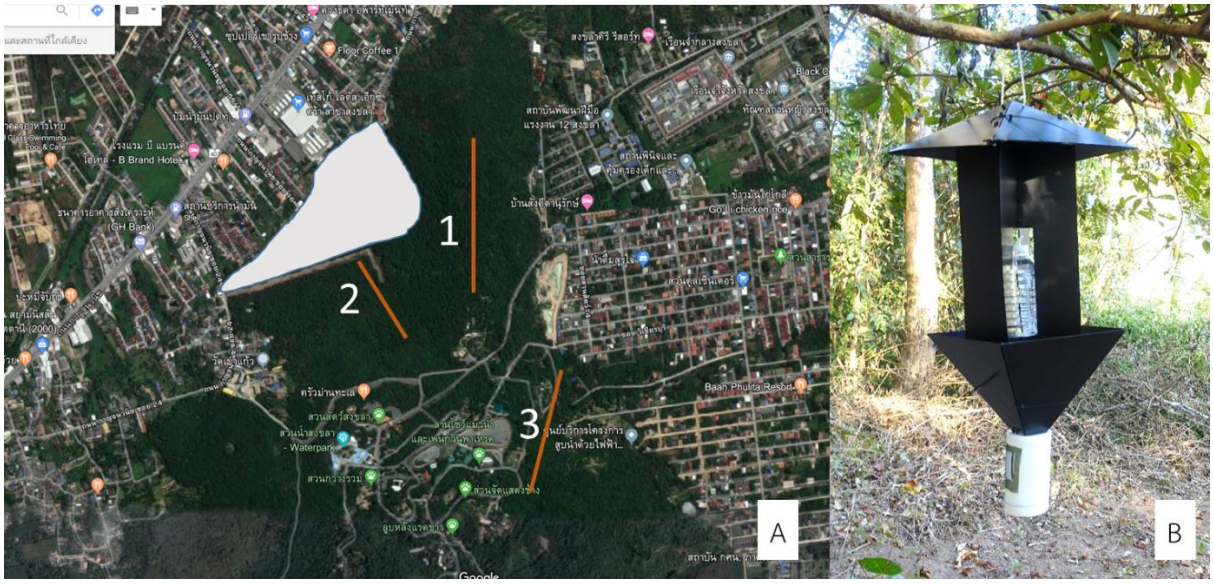
ทำรังในเนื้อไม้แต่ไม่ได้กินเนื้อไม้เป็นอาหาร มอดอาศัยอยู่ร่วมกับและกินราสาเหตุโรคเหี่ยวในพืชแบบพึ่งพาอาศัย (Farrell *et al*., 2001) มอดเอมโบรเซียส่วนใหญ่เป็นสมาชิกของเผ่า (Tribe) Xyleborini ในวงศ์ย่อย Scolytinae (1,300 ชนิด) และสมาชิกทั้งหมดของวงศ์ย่อย Platypodinae (Kuschel *et al.*, 2000) มอดทั้งสองกลุ่มนี้มีสมาชิกรวมกันประมาณ 3400 ชนิด (Farrell *et al.*, 2001) มอดแอมโบรเซียมีศูนย์กลางการแพร่กระจายในเขตร้อนชื้นในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มอดตัวเต็มวัยเจาะเนื้อไม้เพื่อสร้างรังและนำราในกลุ่ม Ophiostomatoid fungi ไปเลี้ยงภายในผนังทางเดินของรังเพื่อใช้เป็นอาหารสำหรับตัวอ่อน และตัวเต็มวัย (Batra, 1966; Beaver, 1989; Farrell *et al.*, 2001) มอดเปลือกไม้และเอมโบรเซียส่วนใหญ่เจาะเข้าทำลายต้นไม้ที่โทรมใกล้ตาย ต้นไม้ที่ตายใหม่ ๆ และต้นไม้ที่อยู่ภายใต้สภาวะเครียดจากสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมหรือถูกโรคและแมลงชนิดอื่น ๆ เข้าทำลาย อาจเข้าทำลายต้นไม้ที่สมบูรณ์แข็งแรงได้เป็นบางครั้งเมื่อมอดเหล่านี้เพิ่มปริมาณได้มากพอ (Furniss and Carolin, 1977; Kühnholz et al., 2003; Wood, 1982) มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่เจาะเข้าทำลายต้นไม้ที่สมบูรณ์แข็งแรง (primary pests) ในประเทศไทยพบมอดในวงศ์ย่อย Scolytinae จำนวน 137 ชนิดในจำนวนนี้จัดเป็นมอดแอมโบรเซียจำนวน 67 ชนิด และมอดในวงศ์ย่อย Plattypodinae จำนวน 44 ชนิด (Beaver *et al.*, 2017)

ด้วงกระดูกสัตว์ (Cleridae) เป็นแมลงขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ (3-24 มิลลิเมตร) ส่วนหัว (head) และปล้องอกปล้องแรก (pronotum) มักจะแคบกว่าฐานของปีกแข็ง (elytra) และบางครั้งอาจแคบมากกว่าส่วนหัว ลำตัวเรียวยาวมีขนาด 3-24 มม. (ส่วนใหญ่มีขนาด 5-12 มม.) มีขนปกคลุมลำตัวค่อนข้างมาก ปีกคู่หน้ามีรูปแบบสีที่ซับซ้อนและสีสันค่อนข้างฉูดฉาด เช่น สีแดง, สีส้ม ทาร์ไซ (tarsi) มี 5 ปล้องแต่ในหลายชนิดทาร์ไซปล้องแรกหรือปล้องที่ 4 มีขนาดเล็กมากทำให้มองเห็นได้ยาก หนวดส่วนใหญ่เป็นแบบกระบองในบางครั้งอาจเป็นฟันเลื่อย ฟันหวี หรือแบบเส้นด้าย(พบน้อยมาก) (Borror, 1992) ด้วงกระดูกสัตว์บางชนิดมีขนาดเล็กและสีซีดจาง ไม่สดใส (เช่นด้วงกระดูกสัตว์ในวงศ์ย่อย Thaneroclerinae) ที่มักจะเป็นศัตรูผลผลิตในโรงเก็บเช่นเดียวกับด้วงกระดูกสัตว์ในวงศ์ย่อย Korynetinae ที่เป็นแมลงศัตรูโรงเก็บ (Leavengood, 2008) ด้วงกระดูกสัตว์ส่วนใหญ่เป็นตัวห้ำของตัวเต็มวัยและตัวอ่อนของแมลงชนิดอื่น ๆ มีเพียงส่วนน้อยที่เป็นแมลงกินซากหรือกินเกสรดอกไม้ (Arnett *et al.*, 2002) แมลงกลุ่มนี้เป็นผู้ล่าที่สำคัญของแมลงกลุ่มมอดโดยปกติจะอาศัยอยู่ตามลำต้นของต้นไม้และท่อนไม้ที่มีแมลงกลุ่มมอดเข้าทำลาย (George, 1924) ด้วงกระดูกสัตว์ในสกุล *Enoclerus* และ *Thanasimus* หลายชนิดมีบทบาทสำคัญในการควบคุมประชากรมอดเปลือกไม้ในป่าสนและมอดเอมโบรเซียในป่าฝนเขตร้อนอีกด้วย (Knull, 1951; Opitz, 2002)

วิธีการวิจัย

การเก็บตัวอย่างแมลง

กำหนดพื้นที่เก็บข้อมูลทั้งหมด 3 จุดให้กระจายในพื้นที่ศึกษาพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืชสวนสัตว์สงขลา (ภาพที่ 1A) ใช้กับดักชนิด Van-Panel trap ที่มีแอลกอฮอล์ 95% เป็นสารดึงดูดแมลง (ethanol baited trap) และใช้โพรพิลินไกลคอล (Propylene glycol) 30% เป็นสารป้องกันแมลงเน่าเปื่อย (preservative agent) (กับดักทำด้วยฟิวเจอร์บอร์ดสีดำประกอบด้วย แผ่นหลังคาขนาด 60x60 เซนติเมตร แผ่น fight barriers สองแผ่นขนาด 20x40 เซนติเมตร ขวดพลาสติกสีขาวขนาด 250 ซีซี สำหรับใส่สารดึงดูดมอดและด้วงกระดูกสัตว์) (ภาพที่ 1B) วางกับดักจำนวน 15 กับดักให้คลอบคลุมพื้นที่ศึกษา โดยกำหนดให้ระยะห่างระหว่างกับดักเท่ากับ 50 เมตร และเนื่องจากขนาดของพื้นที่ในแต่ละจุดมีขนาดไม่เท่ากันบางจุดมีขนาดเล็กเป็นข้อจำกัดในการวางกับดักทำให้แต่ละพื้นที่ไม่สามารถวางกับดักได้ 5 กำดักเท่า ๆ กัน จึงกำหนดให้จุดที่ 1 วางกับดักจำนวน 8 กับดัก จุดที่ 2 วางกับดัก 3 กับดัก และจุดที่ 3 วางกับดักจำนวน 5 กับดัก วางกับดักที่ความสูงวัดถึงจุดระเหยของแอลกอฮอล์ 1.20 เมตร วางกับดักต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 1 ปี เก็บตัวอย่างทุกเดือนแยกแต่ละกับดัก จากนั้นนำตัวอย่างแมลงที่เก็บได้จากกับดักมาทำการคัดแยก จำแนกชนิดและนับจำนวนแต่ละชนิด



ภาพที่ 1 A) พื้นที่ศึกษาโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชสวนสัตว์สงขลา เส้นและหมายเลข 1-3 แสดงจุดที่วางกับดักแมลง B) กับดัก Van-panel trap ใช้แอลกอฮอล์ 95% เป็นสารดึงดูดแมลง
หมายเหตุ: พื้นที่สีขาวแสดงพื้นที่ป่าและถูกปรับเป็นพื้นที่โล่งในภายหลัง

การวิเคราะห์ข้อมูล

แมลงในกลุ่มมอดเจาะเปลือกไม้และมอดแอมโบรเซียส่งไปยืนยันชนิดโย Prof. Dr. Anthony Cognato, Michigan State University นำข้อมูลแมลงที่ได้มาคำนวณความหลากหลายทางชีวภาพด้วย Shannon-Wiener diversity index และ Fisher alpha diversity index คำนวณความสม่ำเสมอของชนิดด้วย Shannon evenness คำนวณจำนวนชนิดของด้วงกระดูกสัตว์ทั้งหมดที่คาดว่าจะพบทั้งหมดในพื้นที่ศึกษาด้วย ICE species richness estimator และ species accumulation curve วิเคราะห์ดัชนีความหลากหลายโดยใช้โปรแกรม EstimateS Version 9 นำข้อมูลค่าเฉลี่ยต่อกับดักรายเดือนของแมลงแต่ละกลุ่ม

มาสร้างกราฟการเปลี่ยนแปลงประชากรในรอบปีและวิเคราะห์ผลของปัจจัยภูมิอากาศต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรของแมลงกลุ่มที่ศึกษาด้วย simple linear regression เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนมอดที่พบในแต่ละฤดูด้วย student t-test และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยประชากรของแมลงต่ละกลุ่มในฤดูเดียวกันด้วย one-way-ANOVA โดยฤดูร้อนหมายถึงช่วงเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนต่ำกว่า 100 มิลลิเมตรต่อเนื่องกัน 2 เดือน นำข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากสถานีอุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก จ. สงขลา มาใช้เป็นเกณฑ์ในการแบ่งฤดู

ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา

ชนิดและองค์ประกอบของชนิด

ผลการศึกษาจากการวางกับดักที่มีเอทิลแอลกอฮอล์ 95% เป็นสารดึงดูด ระยะเวลา 12 เดือนตั้งแต่เดือนธันวาคม 2561-พฤศจิกายน 2562 พบแมลงในกลุ่มเป้าหมายทั้งสิน 2,936 ตัว 66 ชนิด แบ่งเป็นมอดเจาะเปลือกไม้ 1,193 ตัว (40.88%) 7 สกุล 26 ชนิด มอดแอมโบรเซีย 1,639 ตัว (56.17%) 12 สกุล 22 ชนิด มอดขี้ขุย 86 ตัว (2.95%) 9 สกุล 11 ชนิด และ ด้วงกระดูกสัตว์ 18 ตัว (0.61%) 4 สกุล 6 ชนิด โดยจัดเป็นแมลงชนิดใหม่ 1 ชนิด (*Microperus* sp. new) (ยืนยันจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว 2 ท่าน รอทบทวนเอกสารทางอนุกรมวิธานทั้งหมดอีกครั้งก่อนการตีพิมพ์) (ตารางที่ 1-2 ภาพที่ 2)

แมลงที่พบมากที่สุด 5 ชนิดแรกจัดเป็นแมลงชนิดเด่นในพื้นที่ได้แก่ *Xyleborus perforans* (Wollaston) พบจำนวน 873 ตัว 29.92% *Hypothenemus* sp7 พบจำนวน 447 ตัว 15.32% *Euwallacea similis* (Ferrari) พบจำนวน 212 ตัว 7.27% *Hypothenemus birmanus* (Eichhoff) พบจำนวน 199 ตัว 6.82% และ *Xyleborus affinis* Eichhoff พบจำนวน 161 ตัว 5.52% ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 แมลงกลุ่มมอดและด้วงกระดูกสัตว์ที่พบมากที่สุด 10 ชนิดแรกในพื้นที่

ชนิด	จุดที่			รวม	%
	1	2	3		
Xyleborus perforans (Wollaston)	411	211	251	873	29.92
Hypothenemus sp7	279	98	70	447	15.32
Euwallacea similis (Ferrari)	82	54	76	212	7.27
Hypothenemus birmanus (Eichhoff)	157	22	20	199	6.82
Xyleborus affinis Eichhoff	135	20	6	161	5.52
Hypothenemus areccae Hornung	77	25	52	154	5.28
Xyleborinus exiguus (Walker)	120	5	1	126	4.32
Cryphalus sp1	74	11	10	95	3.26
Hypothenemus eruditus Westwood	45	16	22	83	2.84
Xylosandrus discolor Blandford	51	7	0	58	1.99
	1,431	469	508	2,408	82.52

มอดเจาะเปลือกไม้ชนิดที่จัดเป็นชนิดเด่นพบ 1 ชนิดได้แก่ *Hypothenemus* sp7 พบ 447 ตัว (15.32% ของแมลงกลุ่มที่ศึกษาทั้งหมด) ชนิดที่พบรองลงมา 2 ชนิดได้แก่ *Hypothenemus birmanus* (Eichhoff) (199 ตัว 6.82%) และ *Hypothenemus areccae* Hornung (154 ตัว 5.28%) ตามลำดับ

มอดแอมโบรเซียชนิดที่จัดเป็นชนิดเด่นในพื้นที่ศึกษาพบ 1 ชนิดได้แก่ *Xyleborus perforans* (Wollaston) พบ 873 ตัว (40.88%) ชนิดที่จัดเป็นชนิดรอง 1 ชนิดได้แก่ *Euwallacea similis* (Ferrari) (873 ตัว 29.92%) ตามลำดับ

ในส่วนของมอดขี้ขุยพบชนิดเด่น 1 ชนิด และชนิดรอง 2 ชนิดได้แก่ *Paraxylion bifer* (Lesne) (39 ตัว 1.34%) *Stagetus* sp1 (14 ตัว 0.48%) *Dinoderus bifoveolatus* (Wollaston) (13 ตัว 0.45%)

ตามลำดับ และในด้วงกระดูกสัตว์ชนิดที่พบมากที่สุด พบ 2 ชนิดได้แก่ *Clerus* sp1 (7 ตัว) และ *Stigmatium* sp1 (6 ตัว) ตามลำดับ

ในจุดวางกับดักที่ 1 พบแมลงในกลุ่มที่ศึกษามากที่สุดจำนวน 1,757 ตัว (59.82%) จำนวน 59 ชนิด รองลงมาได้แก่จุดที่ 3 จำนวน 618 ตัว (21.04%) จำนวน 42 ชนิด และพบจำนวนต่ำสุดในจุดที่ 2 562 ตัว (19.14%) 42 ชนิด ตามลำดับ

ในจุดวางกับดักที่ 3 พบจำนวนแมลงกลุ่มเป้าหมายน้อยที่สุดถึงแม้จะวางกำดัก 5 กับดักมากกว่า จุดที่ 2 ทั้งนี้เนื่องจากจุดนี้กับดักถูกทำลายทั้งหมดเป็นระยะเวลา 3 เดือนตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน 2562 ทำให้พบจำนวนชนิดที่พบและจำนวนตัวรวมน้อยกว่าจุดที่ 2 ที่วางกับดักเพียง 3 กับดัก อย่างไรก็ตาม หากมีการวางกับดักจำนวนเท่ากันหรือตามระยะเวลาศึกษาคาดว่าจำนวนตัวของแมลงที่ดักได้คาดว่าจะเป็นสัดส่วนตามจำนวนกับดัก

ตารางที่ 2 ชนิดและองประกอบของมอดเจาะเปลือกไม้ มอดแอมโบรเซีย มอดขี้ขุย ด้วง Anobiinae และกระดูกสัตว์ที่พบในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชสวนสัตว์สงขลา

ลำดับ	วงศ์	วงย่อย	เผ่าพันธุ์	ชนิด	จุดที่			รวม	%
					1	2	3		
1	Curculionidae	Scolytinae	Coriacephilini	*Coriacephilus* sp1	16	0	1	17	0.58
2				*Coriacephilus* sp2	2	0	1	3	0.10
3				*Coriacephilus* sp3	3	0	0	3	0.10
4			Cryphalini	*Cryphalus dorsalis* Wood	6	0	1	7	0.24
5				*Cryphalus* sp1	74	11	10	95	3.26
6				*Cryphalus* sp2	16	3	2	21	0.72
7				*Cryphalus* sp3	9	1	0	10	0.34
8			Hylastini	*Hylurgops* sp1	6	0	2	8	0.27
9				*Hylurgops* sp2	2	0	0	2	0.07
10			Hylurgini	*Acanthotomicus* sp1	3	4	0	7	0.24
11			Ipini	*Acanthotomicus* sp2	4	0	0	4	0.14
12			Scolytini	*Coccotrypes* sp1	3	3	0	6	0.21
13			Scolytini	*Coccotrypes* sp2	7	2	1	10	0.34
14			Trypophloeini	*Hypothenemus areccae* Hornung	77	25	52	154	5.28
15			Trypophloeini	*Hypothenemus birmanus* (Eichhoff)	157	22	20	199	6.82
16			Trypophloeini	*Hypothenemus eruditus* (Westwood)	45	16	22	83	2.84
17			Trypophloeini	*Hypothenemus natalensis* (Schedl)	13	3	0	16	0.55
18			Trypophloeini	*Hypothenemus* sp1	16	9	7	32	1.10
19			Trypophloeini	*Hypothenemus* sp2	8	4	0	12	0.41
20			Trypophloeini	*Hypothenemus* sp3	20	4	13	37	1.27
21			Trypophloeini	*Hypothenemus* sp4	1	0	0	1	0.03
22			Trypophloeini	*Hypothenemus* sp5	2	2	1	5	0.17

ตารางที่ 2 ชนิดและองประกอบของมอดเจาะเปลือกไม้ มอดแอมโบรเซีย มอดขี้ขุย ด้วง Anobiinae และกระดูกสัตว์ที่พบในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชสวนสัตว์สงขลา (ต่อ)

ลำดับ	วงศ์	วงย่อย	เผ่าพันธุ์	ชนิด	จุดที่			รวม	%
					1	2	3		
23	Curculionidae	Scolytinae	Trypophloeini	Hypothenemus sp6	2	0	0	2	0.07
24			Trypophloeini	*Hypothenemus* sp7	279	98	70	447	15.32
25			Trypophloeini	*Eidophelus* sp1	2	1	0	3	0.10
26			Trypophloeini	*Eidophelus* sp2	6	2	1	9	0.31
	รวมมอดเจาะเปลือกไม้ (Bark beetles)				**779**	**210**	**204**	**1193**	**40.88**
27	Curculionidae	Scolytinae	Xylebonini	*Ambrosiodmus rubricollis* (Eichhoff)	1	0	0	1	0.03
28			Xylebonini	*Diuncus haberkorni* (Eggers)	4	0	1	5	0.17
29			Xylebonini	*Eccoptopterus spinosus* (Olivier)	13	2	3	18	0.62
30			Xylebonini	*Euwallacea fornicatus* (Eichhoff)	6	3	6	15	0.51
31			Xylebonini	*Euwallacea similis* (Ferrari)	82	54	76	212	7.27
32			Xylebonini	*Microperus corporaali* (Eggers)	0	0	1	1	0.03
33			Xylebonini	*Microperus perpavus* (Sampson)	0	0	0	0	0.00
34			Xylebonini	*Microperus sagmatus* Smith & Beaver & Cognato	7	2	4	13	0.45
35			Xylebonini	*Microperus* sp new.	2	1	1	4	0.14
36			Xylebonini	*Pseudowebbia trepanicauda* (Eggers)	1	0	0	1	0.03
37			Xylebonini	*Xyleborinus andrewesi* (Blandford)	14	10	13	37	1.27
38			Xylebonini	*Xyleborinus exiguus* (Walker)	120	5	1	126	4.32
39			Xylebonini	*Xyleborus affinis* Eichhoff	135	20	6	161	5.52
40			Xylebonini	*Xyleborus perforans* (Wollaston)	411	211	251	873	29.92
41			Xylebonini	*Xylosandrus compactus* (Eichhoff)	0	1	5	6	0.21
42			Xylebonini	*Xylosandrus crassiusculus* (Motschulsky)	12	8	8	28	0.96
43			Xylebonini	*Xylosandrus discolor* Blandford	51	7	0	58	1.99

ตารางที่ 2 ชนิดและองประกอบของมอดเจาะเปลือกไม้ มอดแอมโบรเซีย มอดขี้ขุย ด้วง Anobiinae และกระดูกสัตว์ที่พบในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชสวนสัตว์สงขลา (ต่อ)

ลำดับ	วงศ์	วงย่อย	เผ่าพันธุ์	ชนิด	จุดที่			รวม	%
					1	2	3		
44			Xylebonini	*Xylosandrus mancus* (Blandford)	28	3	7	38	1.30
45			Xylebonini	*Xylosandrus morigerus* Blandford	4	2	3	9	0.31
46		Platypodinae	Platypodini	*Crossotarsus externedentatus* (Fairmaire)	1	1	1	3	0.10
47			Platypodini	*Euplatypus parallelus* (Fabricius)	18	2	8	28	0.96
48			Platypodini	*Dinoplatypus pseudocupulatus* (Schedl)	1	1	0	2	0.07
	รวมมอดแอมโบรเซีย (Ambrosia beetles)				**911**	**333**	**395**	**1639**	**56.17**
49	Bostrichidae	Dinoderinae		*Dinoderus bifoveolatus* (Wollaston)	12	0	1	13	0.45
50				*Dinoderus minutus* (Fabricius)	3	1	0	4	0.14
51		Bostrichinae	Xyloperthini	*Paraxylion bifer* (Lesne)	21	7	11	39	1.34
52			Sinoxylonini	*Sinoxylon anale* Lesne	0	1	0	1	0.03
53			Sinoxylini	*Sinoxylon unidentatum* (Fabricius)	0	2	0	2	0.07
54			Xyloperthini	*Xylocis tortilicornis* Lesne	1	0	0	1	0.03
55			Xyloperthini	*Xylopsocus carpucinus* Lesne	1	2	2	5	0.17
56			Xyloperthini	*Xylothrips flavipes* (Illiger)	2	3	0	5	0.17
57	Ptinidae	Anobiinae	Gastrallini	*Gastrallus nikolkae* Zahradník, 2009	1	0	0	1	0.03
58			Prothecini	*Stagetus* sp1	13	0	1	14	0.48
59			Tricorynini	*Tricorynus* sp1	1	0	0	1	0.03
60	**รวมมอดขี้ขุย (powderpost beetles)**				**55**	**16**	**15**	**86**	**2.95**
61	Cleridae			*Cleridae* 2	0	0	1	1	-
62		Clerinae		*Clerus* sp1	4	2	1	7	-

ตารางที่ 2 ชนิดและองประกอบของมอดเจาะเปลือกไม้ มอดแอมโบรเซีย มอดขี้ขุย ด้วง Anobiinae และกระดูกสัตว์ที่พบในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชสวนสัตว์สงขลา (ต่อ)

ลำดับ	วงศ์	วงย่อย	เผ่าพันธุ์	ชนิด	จุดที่			รวม	%
					1	2	3		
63		Clerinae		*Clerus* sp2	1	0	0	1	-
64		Tillinae		*Cylidrus wallacei* Thomson	1	0	1	2	-
65		Clerinae		*Stigmatium* sp1	5	0	1	6	-
66		Clerinae		*Stigmatium* sp2	1	0	0	1	-
	รวมด้วงกระดูกสัตว์ (Checkered beetles)				**12**	**2**	**4**	**18**	-

ภาพที่ 2 ตัวอย่างแมลงที่พบในพื้นที่ศึกษา A) *Ambrosiodmus rubricollis* (Eichhoff), B) *Eccoptopterus spinosus* (Olivier), C) *Euwallacea fornicatus* (Eichhoff), D) *Euwallacea similis* Ferrari), E) Microperus sagmatus (Smith & Roger& Cognato), F) *Microperus* sp new.

ภาพที่ 3 ตัวอย่างแมลงที่พบในพื้นที่ศึกษา A) *Xyleborinus exiguus* (Walker), B) *Xyleborus affinis* Eichhoff, C) *Xyleborus perforans* (Wollaston), D) *Xylosandrus crassiusculus* (Mots.), E) *Xylosandrus discolor* (Blandford), L) *Xylosandrus mancus* (Blandford)

ภาพที่ 4 ตัวอย่างแมลงที่พบในพื้นที่ศึกษา A) *Dinoplatypus pseudocupulatus* (Schedl), B) *Euplatypus parallelus* (Fabricius), C) *Scolytogenes* sp1, D) *Scolytogenes* sp2, E) *Coccotrypes* sp1, F) *Coccotrypes* sp2, G) *Hypothenemus areccae* Hornung, H) *Hypothenemus birmanus*, I) *Hypothenemus eruditus*, J) *Hypothenemus* sp1, K) *Hypothenemus* sp2, L) *Hypothenemus* sp3

ภาพที่ 5 รูปตัวอย่างแมลงที่พบในพื้นที่ศึกษา A) *Dinoderus bifoveolatus* (Wollaston), B) *Dinoderus minutus* (Fabricius), C) *Paraxylion bifer* (Lesne), D) *Xylocis tortilicornis* Lesne E) *Xylopsocus carpucinus* Lesne F) Xylothrips flavipes (Illiger) G) *Sinoxylon anale* Lesne H) *Sinoxylon unidentatum* (Fabricius) I) *Tricorynus* sp1 J) *Stagetus* sp1

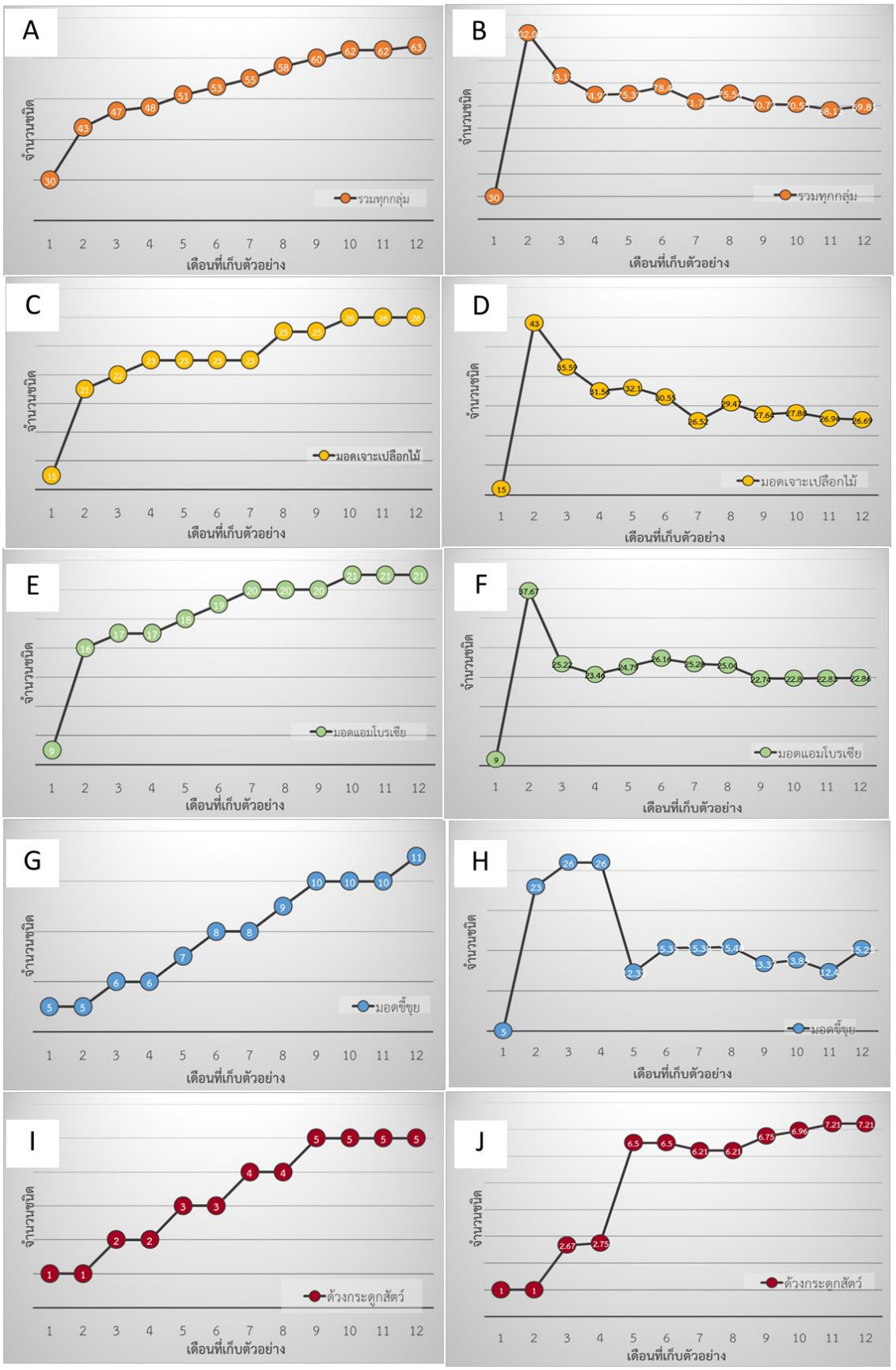
ความหลากหลายและชนิดที่คาดว่าจะพบในพื้นที่ศึกษา

ในพื้นที่ศึกษามอดเจาะเปลือกไม้มีค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพคำนวนด้วย Shannon-Wiener diversity index และ Fisher alpha diversity index และค่าดัชนีความเท่าเทียมคำนวนด้วย Shannon evenness index เท่ากับ 2.27±0.39, 4.63±0.05และ 0.76 ตามลำดับ ในขณะที่มอดแอมโบรเซียมีค่าดัชนีดังกล่าวเท่ากับ 1.73± 0.03, 3.37±0.30 และ 0.60 มอดขี้ขุยมีค่าเท่ากับ 1.74±0.03, 3.37±0.64, 0.73 และด้วงกระดูกสัตว์มีค่าเท่ากับ 1.4±0.09, 3.30±1.28 และ 0.78 ตามลำดับ และในพื้นที่ศึกษามีค่าดัชนีความหลากหลายและดัชนีความเท่าเทียมของแมลงกลุ่มมอดและด้วงกระดูกสัตว์ที่สามารถดึงดูดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์เท่ากับ 1.70± 0.03, 11.55±0.62 และ 0.86 ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ค่าดัชนีความหลากหลายของแมลงกลุ่มมอดและด้วงกระดูกสัตว์ในพื้นที่ศึกษา

กลุ่มแมลง	Shannon-Wiener	Fisher alpha	Shannon evenness
มอดเจาะเปลือกไม้	2.27±0.39	4.63±0.05	0.76
มอดแอมโบรเซีย	1.70± 0.03	3.40±0.30	0.60
มอดขี้ขุย	1.74±0.03	3.37±0.64	0.73
ด้วงกระดูกสัตว์	1.26±0.09	2.45±0.77	0.78
รวมทุกกลุ่ม	2.71±0.37	11.55±0.62	0.86

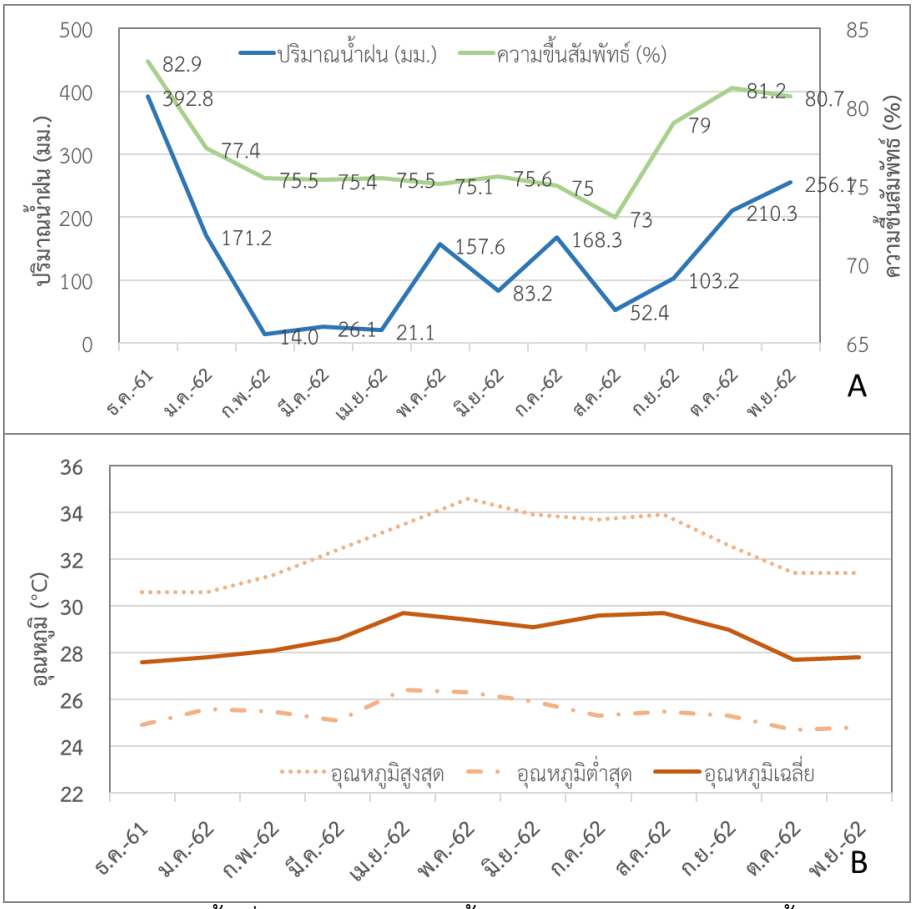
เส้นแนวโน้มจำนวนชนิดที่พบเมื่อมีการสุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้น (species accumulation curve) ของแมลงกลุ่มที่ศึกษามีแนวโน้มพัฒนาเข้าสู่ค่าคงที่แสดงให้เห็นว่าจำนวนชนิดที่พบใกล้เคียงกับชนิดที่มีอยู่ในพื้นที่ศึกษา โดยมีค่าจำนวนชนิดที่คาดว่าจะพบของแมลงกลุ่มเป้าหมายคำนวนด้วย ICE species richness estimator เท่ากับ 69.48 ±6.35 ชนิด (ภาพที่ 6A,B) เมื่อพิจารณาแมลงแต่ละกลุ่มพบว่า มอดเจาะเปลือกไม้ มอดแอมโบรเซียและด้วงกระดูกสัตว์มีแน่วโน้มพัฒนาเข้าสู่ค่าคงที่ (ภาพที่ 6C,E,I) แสดงให้เห็นว่าจำนวนชนิดที่พบเคียงกับชนิดที่มีอยู่ในพื้นที่ศึกษา ในขณะที่มอดขี้ขุยเส้นกราฟจำนวนชนิดยังเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องแสดงให้เห็นว่าจำนวนชนิดของแมลงที่พบยังน้อยกว่าชนิดที่มีอยู่จริงหรือจำนวนตัวอย่างที่พบมีน้อยเกินไปทำให้การคำนวนด้วยวิธีการดังกล่าวอาจให้ค่าที่ผิดพลาด จำนวนชนิดที่คาดว่าจะพบของแมลงกลุ่มเป้าหมายในพื้นที่ศึกษาในมอดเจาะเปลือกไม้ 26.25±0.50 ชนิด มอดแอมโบรเซียมีค่าเท่ากับ 22.22±0.27 ชนิด, มอดขี้ขุย 13.34±0.31 ชนิด และด้วงกระดูกสัตว์มีค่าเท่ากับ 10.31±0.01 ชนิดตามลำดับ (ภาพที่ 6 D,F,HJ)



ภาพที่ 6 เส้นแนวโน้มจำนวนชนิดที่พบเมื่อมีการสุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้น (species accumulation curve) และจำนวนชนิดที่คาดว่าจะพบ ของแมลงกลุ่มเป้าหมายคำนวนด้วย ICE species richness estimator

การเปลี่ยนแปลงประชากรในรอบปี

สภาพอากาศในพื้นที่ศึกษา: สภาพอากาศของพื้นที่ศึกษาในระหว่างการทำวิจัยมีสภาพค่อนข้างแล้งฝนทิ้งช่วงและมีปริมาณน้ำฝนรายเดือนค่อนข้างต่ำในช่วงต้นฤดูฝน พื้นที่ศึกษามีปริมาณน้ำฝนรวมทั้งปี (ธันวาคม 2561-พฤศจิกายน 2562) เพียง 1,656.30 มม. ปริมาณดังกล่าวค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับพื้นที่ภาคใต้โดยรวม ในพื้นที่ศึกษามีการกระจายของน้ำฝนดังนี้ ปริมาณน้ำฝนสูงในปลายฤดูฝนเดือน ธันวาคม-2561 (392.8 มม.) และ มกราคม-2562 (171.20 มม.) หลังจากนั้นปริมาณน้ำฝนลดลงอย่างต่อเนื่องและเข้าสู่ฤดูร้อนฝนทิ้งช่วงเป็นระยะเวลา 3 เดือนตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์-เมษายน 2562 (ปริมาณน้ำฝน 14.0-26.10 มม.) และมีฝนตกเพิ่มขึ้นอีกครั้งในต้นฤดูฝนเดือนพฤษภาคม-กันยายน 2562 โดยมีเดือนที่ฝนตกมาก มากกว่า 100 ม.ม. สลับกับเดือนที่ฝนตกน้อยต่ำกว่า 100 มม. สลับกันไป และเข้าสู่ฤดูฝนที่มีฝนตกต่อเนื่อง มีปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนมากกว่า100 มม. ในช่วงเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน 2562 (ภาพที่ 8A) ในช่วงต้นฤดูฝนถึงแม้จะมีฝนตกในพื้นที่แต่สภาพป่าและพื้นป่ายังคงแห้งความชื้นค่อนข้างต่ำและเริ่มมีความชุ่มชื้นมากขึ้นในปลายเดือนกรกฎาคม-ต้นเดือนสิงหาคม



ภาพที่ 7 กราฟสภาพอากาศในพื้นที่ศึกษา A) ปริมาณน้ำฝนสะสม (มม.) และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือน B) อุณภูมิเฉลี่ย อุณภูมิสูงสุดและต่ำสุด (องศาเซลเซียส)

ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือนในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำ (73-75%) ต่ำมากเมื่อเทียบกับความชื้นในพื้นที่ป่าภาคใต้ซึ่งส่วนใหญ่เป็นป่าดิบชื้นซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ในระดับ 80-85% (วิสุทธิ์, 2561) ในขณะที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ในพื้นที่ศึกษามีลักษณะกึ่งกลางระหว่างพื้นที่ป่าดิบชื้นสมบูรณ์และพื้นที่เกษตร

โดยมีลักษณะใกล้เคียงโน้มเอียงไปทางพื้นที่สวนไม้ผลในภาคใต้ มีลักษณะความแตกต่างของอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ชัดเจนระหว่างฤดู (Sittichaya *et al*., 2012) ส่วนใหญ่มีระดับความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าระดับ 80% มีเพียงช่วงกลางและปลายช่วงที่มีฝนตกต่อเนื่องในเดือนตุลาคมถึงเดือนมกราคมเท่านั้นที่มีระดับความชื้นสูงกว่า 80% (ภาพที่ 8A)

อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนในพื้นที่ศึกษาอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแมลง มีค่าระหว่าง 27.6-29.7 องศาเซลเซียส โดยมีอุณภูมิต่ำสุดในเดือนธันวาคม 2561 และสูงสุดในเดือนเมษายน-พฤษภาคม 2562 (ภาพที่ 8B) อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยอยู่ในระดับ 24.7-26.4 องศาเซลเซียส อยู่ในระดับที่แมลงเจริญเติบโตได้ดีอาจมีอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่าอุณภูมิเฉลี่ยเล็กน้อย อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 30.6-34.6 องศาเซลเซียส อยู่ในช่วงที่แมลงส่วนใหญ่เจริญเติบโตได้ดี (Taylor, 1981) ดังนั้นปัจจัยที่อาจมีผลต่อการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงประชากรของแมลงกลุ่มมอดมากที่สุดน่าจะเป็นความชื้นสัมพัทธ์ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการเจริญโตบโตของราในเนื้อไม้ อาหารของแมลงกลุ่มมอด

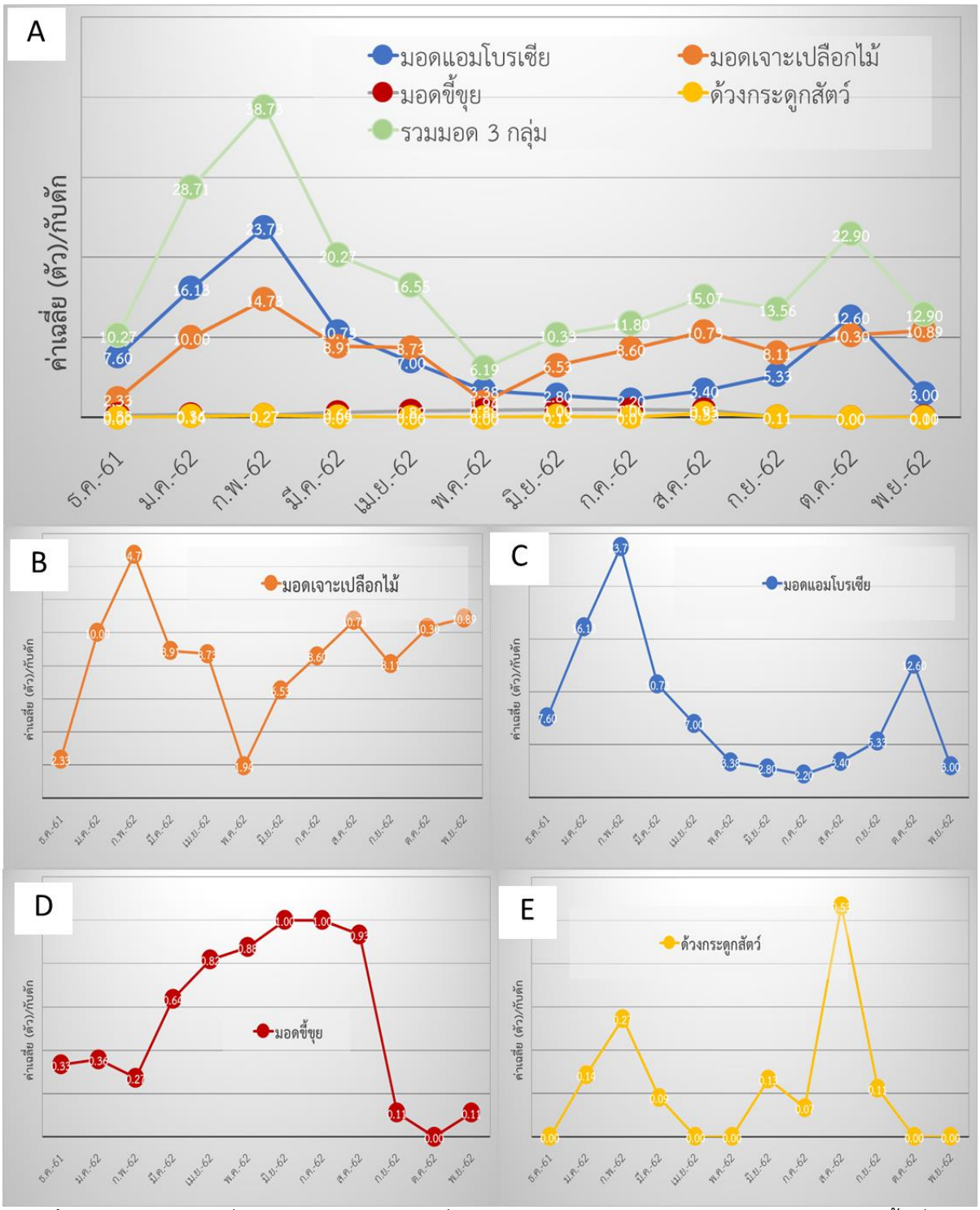
แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงประชากร: การเปลี่ยนแปลงประชากรในรอบปีของแมลงกลุ่มที่ศึกษา (มอดเจาะเปลือกไม้ มอดแอมโบรเซีย มอดขี้ขุยและด้วงกระดูกสัตว์) มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลและสอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศ โดยระดับประชากรของแมลงมีระดับสูงหลังจากช่วงที่มีฝนตกต่อเนื่องในพื้นที่ศึกษาและเดือนที่มีฝนตกและมีระดับประชากรต่ำในช่วงแล้งมีฝนตกน้อยต่อเนื่องจนถึงต้นฤดูฝน โดยระดับประชากรสูงสุดในเดือนมกราคม 2562 ในปลายฤดูฝนต่อเนื่องถึงเดือนมีนาคม หลังจากนั้นระดับประชากรจะลดลงในฤดูแล้งถึงระดับต่ำสุดในปลายฤดูแล้ง (เมษายน-พฤษภาคม) และเพิ่มขึ้นอีกครั้งในกลางและปลายฤดูฝน (สิงหาคม-พฤศจิกายน) โดยระดับประชากรของแมลงกลุ่มที่ศึกษาจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงเป็นผลมาจากลักษณะอากาศในช่วงก่อนหน้า ลักษณะการเปลี่ยนแปลงประชากรของแมลงกลุ่มมอดดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาแมลงกลุ่มดังกล่าวในพื้นที่ป่าและพื้นที่สวนผลไม้ในพื้นที่ดังกล่าวของ Sittichaya *et al.* (2012, 2013) โดยมีปัจจัยของปริมาณน้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสม (ไม่สูงหรือต่ำเกินไป) เป็นปัจจัยกำหนดในพื้นที่ป่าดิบชื้นมีระดับความชื้นสูงมากตลอดทั้งปีแมลงกลุ่มมอดจะมีประชากรสูงสุดในต้นฤดูแล้งเนื่องจากเป็นช่วงที่มีความชื้นเหมาะสมในขณะที่ในพื้นที่เกษตรจะมีระดับประชากรสูงสุดในฤดูฝนเนื่องจากเป็นพื้นที่โปร่งโล่งมีความชื้นต่ำในช่วงแล้ง ในขณะที่ในพื้นที่ศึกษาลักษณะของสังคมพืชเป็นป่าทดแทนในระยะต้น มีลักษณะอากาศค่อนไปทางพื้นที่เกษตรและมีการเปลี่ยนแปลงประชากรของแมลงกลุ่มมอดก้ำกึ่งค่อนไปทางพื้นที่เกษตร โดยประชากรจะเพิ่มสูงสุดในปลายและต้นฤดูฝน (ภาพที่ 9A-ตารางที่ 4)

มอดเจาะเปลือกไม้: เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงประชากรของแมลงแต่ละกลุ่มพบว่าระดับประชากรของมอดเจาะเปลือกไม้มีแนวโน้มสูงตลอดทั้งปี ประชากรอยู่ในระดับต่ำเฉพาะในเดือนธันวาคม 2561 (เฉลี่ย 2.33 ตัว/กับดัก) ซึ่งเป็นเดือนที่ฝนตกชุก (392.8 มม.) และต้นฤดูฝนในเดือน พฤษภาคม 2562 ที่ผ่านช่วงฤดูแล้งต่อเนื่องยาวนานเท่านั้นที่ระดับประชากรอยู่ในระดับต่ำ (เฉลี่ย 1.94 ตัว/กับดัก) ในเดือนอื่น ๆ ระดับประชากรของมอดเจาะเปลือกไม้อยู่ในระดับสูง (เฉลี่ย 6.53-14.73 ตัว/กับดัก) (ภาพที่ 9B-ตารางที่ 4)

มอดแอมโบรเซีย: มีระดับประชากรสูงหลังจากช่วงฝนตกสะสมมาเป็นระยะหนึ่งแล้วในช่วงปลายฤดูฝนระหว่างเดือนมกราคม-กุมพาพันธ์ 2562 (เฉลี่ย 16.13-23.73 ตัว/กับดัก) และเพิ่มขึ้นอีกครั้งในกลางฤดูฝนเดือนตุลาคม (เฉลี่ย 12.60 ตัว/กับดัก) และลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดช่วงระยะเวลาศึกษาทั้งในฤดูร้อนและต้นฤดูฝน (เฉลี่ย 2.20-7.2 ตัว/กับดัก) (ภาพที่ 9C-ตารางที่ 4)

มอดขี้ขุย: ตรงข้ามกับมอดกลุ่มอื่น ๆ มอดขี้ขุยมีระดับประชากรสูงในช่วงฤดูร้อนหรือช่วงที่มีปริมาณน้ำฝนต่ำช่วงฤดูร้อนต่อเนื่องถึงต้นฤดูฝนตั้งแต่เดือนมีนาคม-สิงหาคม 2562 และมีระดับประชากรต่ำในช่วงที่มีฝนตกต่อเนื่องในปลายฤดูฝน ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะทางชีววิทยาของแมลงกลุ่มนี้ที่ชอบทำลายไม้แห้ง

ด้วงกระดูกสัตว์: มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงประชากรเหมือนกับแมลงโดยรวม กล่าวคือระดับประชากรสูงในปลายและกลางฤดูฝน



ภาพที่ 8 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงประชากร (เฉลี่ยตัว/กับดัก) ในรอบปีของแมลงกลุ่มเป้าหมายในพื้นที่ศึกษา A) รวมแมลงกลุ่มที่ศึกษา B) มอดเจาะเปลือกไม้ C) มอดแอมโบรเซีย D) มอดขี้ขุย E) ด้วงกระดูกสัตว์

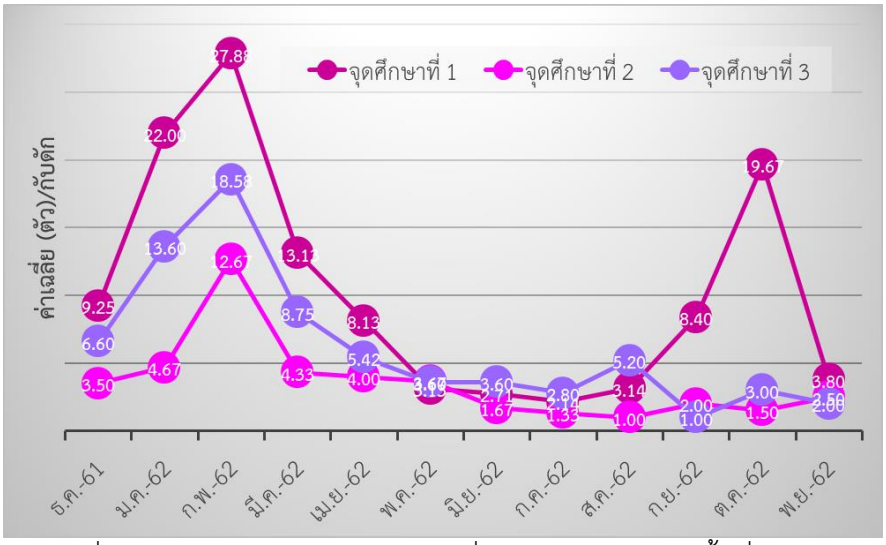
ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย (ตัว/กับดัก) ของแมลงกลุ่มมอดและด้วงกระดูกสัตว์ที่พบในพื้นที่ศึกษาโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชสวนสัตว์สงขลา

จุดที่ศึกษา	กลุ่มของแมลง	ฤดูฝน		ฤดูร้อน			ฤดูฝน						
		ธ.ค.-61	ม.ค.-62	ก.พ.-62	มี.ค.-62	เม.ย.-62	พ.ค.-62	มิ.ย.-62	ก.ค.-62	ส.ค.-62	ก.ย.-62	ต.ค.-62	พ.ย.-62
1	มอดเจาะเปลือกไม้	3.5±5.07	13.75±6.52	18.13±15.17	10.25±8.71	9.375±2.20	1.25±1.83	8.43±2.44	12.30±20.04	10.00±3.79	12.40±9.69	9.50±8.36	6.20±6.72
	มอดแอมโบรเซีย	9.25±8.91	22.00±30.08	27.88±54.09	13.13±18.07	8.13±2.80	3.13±1.81	2.71±1.38	2.14±2.73	3.14±2.04	8.40±8.82	19.67±15.46	3.80±3.06
	มอดขี้ขุย	0.38±0.74	0.50±0.76	0.38±0.74	0.88±1.13	0.88±1.36	1.25±1.83	1.14±1.07	1.29±1.70	0.57±0.79	0.20±0.45	0.00±0.00	0.00±0.00
	ด้วงกระดูกสัตว์	0.00±0.00	0.25±0.46	0.38±0.74	0.13±0.35	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.14±0.38	0.86±1.46	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	รวมแมลงกลุ่มที่ศึกษา	13.13±13.43	37.50±34.73	46.75±69.20	24.38±24.05	18.38±4.34	5.63±3.58	12.29±5.42	15.86±21.37	14.57±7.30	21.00±15.85	29.17±23.47	10.00±8.38
2	มอดเจาะเปลือกไม้	0.50±0.71	5.00±1.41	5.67±4.95	5.33±1.41	7.00±5.66	3.33±2.12	4.67±5.66	7.00±2.12	13.00±4.95	4.50±6.36	3.50±0.71	12.00±16.97
	มอดแอมโบรเซีย	3.50±2.12	4.67±3.54	12.67±11.31	4.33±4.95	4.00±0.71	3.67±0.71	1.67±0.71	1.33±2.12	1.00±0.00	2.00±1.41	1.50±0.71	2.50±3.54
	มอดขี้ขุย	0.50±0.71	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.67±0.00	0.67±0.00	1.33±0.71	0.67±0.71	1.33±0.71	0.00±0.00	0.00±0.00	0.50±0.71
	ด้วงกระดูกสัตว์	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.67±1.41	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	รวมแมลงกลุ่มที่ศึกษา	4.50±0.71	15.00±7.94	18.33±12.74	9.67±5.51	11.67±4.93	7.67±4.16	7.67±4.04	9.00±4.36	16.00±7.21	6.50±4.95	4.50±2.12	15.00±21.21
3	มอดเจาะเปลือกไม้	1.20±1.10	5.00±3.46	/[1]	/[1]	/[1]	2.20±1.64	5.00±1.58	4.40±1.52	10.40±5.27	1.00±0.00	19.50±24.75	14.33±19.66
	มอดแอมโบรเซีย	6.60±5.77	13.60±14.72	/[1]	/[1]	/[1]	3.60±1.52	3.60±1.52	2.80±1.92	5.20±2.95	1.00±1.41	3.00±4.24	2.00±1.00
	มอดขี้ขุย	0.20±0.45	0.33±0.58	/[1]	/[1]	/[1]	0.40±0.55	0.60±0.89	0.80±1.10	1.20±0.45	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	ด้วงกระดูกสัตว์	0.00±0.00	0.00±0.00	/[1]	/[1]	/[1]	0.00±0.00	0.40±0.55	0.00±0.00	0.00±0.00	0.50±0.71	0.00±0.00	0.00±0.00
	รวมแมลงกลุ่มที่ศึกษา	6.00±7.00	19.67±22.94	/[1]	/[1]	/[1]	6.20±2.39	9.60±3.51	8.00±3.16	16.80±7.26	2.50±2.12	22.50±28.99	16.33±19.63
รวมพื้นที่ศึกษา	มอดเจาะเปลือกไม้	2.33±3.87	10.00±6.71	14.73±14.06	8.91±7.67	8.73±3.20	1.94±1.95	6.53±3.00	8.60±13.76	10.73±4.46	8.11±8.91	10.30±11.68	10.89±8.48
	มอดแอมโบรเซีย	7.60±7.34	16.13±22.97	23.73±45.98	10.73±15.77	7.00±3.07	3.38±1.59	2.80±1.42	2.20±2.21	3.40±2.59	5.33±7.26	12.60±14.79	3.00±2.62
	มอดขี้ขุย	0.33±0.62	0.36±0.63	0.27±0.65	0.64±1.03	0.82±1.17	0.88±1.36	1.00±0.93	1.00±1.31	0.93±0.70	0.11±0.33	0.00±0.00	0.11±0.35
	ด้วงกระดูกสัตว์	0.00±0.00	0.14±0.36	0.27±0.65	0.09±0.30	0.00±0.00	0.00±0.00	0.13±0.35	0.07±0.26	0.53±1.13	0.11±0.33	0.00±0.00	0.00±0.00
	รวมแมลงกลุ่มที่ศึกษา	10.27±10.63	29.23±30.31	41.70±62.18	21.80±21.99	16.80±5.49	6.40±3.22	10.00±4.63	10.93±15.56	14.93±7.19	8.20±12.69	15.27±20.85	8.60±12.44

/[1] ขาดข้อมูลเนื่องจากกับดักถูกลิงทำลายทั้งหมด

การเปลี่ยนแปลงประชากรของแมลงแต่ละจุดในพื้นที่ศึกษา

การเปลี่ยนแปลงประชากรของแมลงกลุ่มที่ศึกษาในแต่ละจุดมีความสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงประชากรโดยรวมทั้งพื้นที่ศึกษา โดยมีระดับประชากรสูงสุดในปลายฤดูฝนเดือนมกราคม 2561 ถึงต้นฤดูร้อน และลดลงต่ำสุดในช่วงปลายฤดูร้อนถึงต้นฤดูฝนและเพิ่มขึ้นอีกครั้งในช่วงปลายฤดูฝน ยกเว้นในจุดที่ 2 และ 3 ที่ระดับประชากรของแมลงยังคงอยู่ในระดับต่ำในช่วงปลายฤดูฝน มีความเป็นไปได้ว่าขนาดของพื้นที่อาจมีผลต่อจำนวนมอดเฉลี่ยต่อกับดัก จุดที่ 2 และ 3 พื้นที่มีขนาดเล็ก มีความอุดมสมบูรณ์ของต้นไม้ซึ่งเป็นแหล่งทำรังแหล่งอาหารน้อยกว่าจุดที่ 1 พืชพันธุ์ส่วนใหญ่มีขนาดเล็กและมีเถาวัลย์ปกคลุมเป็นส่วนใหญ่ และมีลักษณะอากาศที่โปร่งแห้งกว่าพื้นที่จุดที่ 1 ทำให้มีจำนวนแมลงน้อยกว่าโดยเฉพาะอย่างยิ่งมอดแอมโบรเซียที่ทำรังในไม้ที่ตายใหม่ ๆ และต้องมีความชื้นสูง (ภาพที่ 10 และตาตางที่ 4)



ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงประชากรของแมลงกลุ่มที่ศึกษาในแต่ละจุดในพื้นที่ศึกษา

ผลของปัจจัยแวดล้อมต่อการเปลี่ยนแปลงประชากร

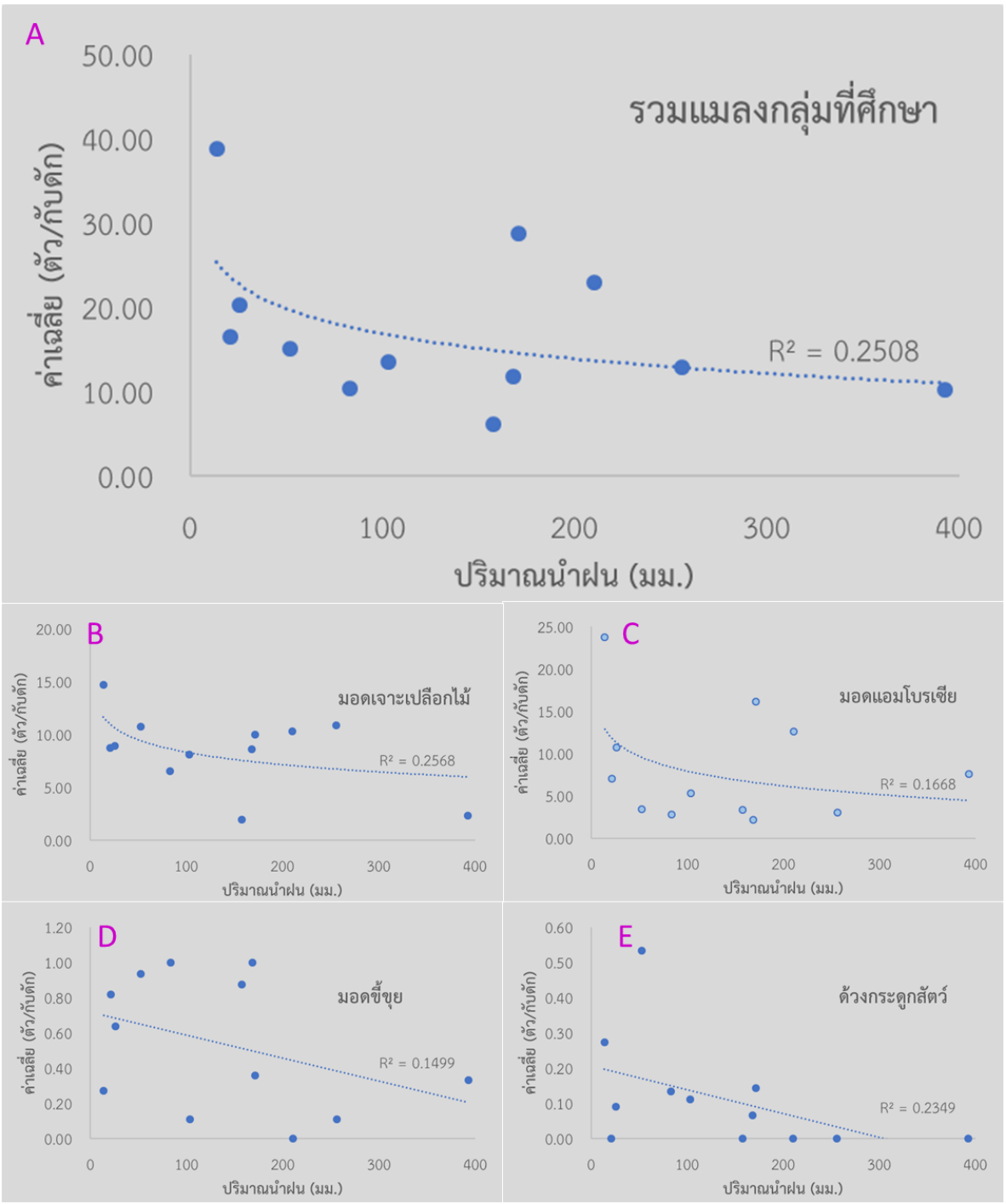
ฤดูกาล: ภาพรวมค่าเฉลี่ยจำนวนมอดต่อกับดักในฤดูร้อน (กุมพาพันธ์-เมษายน) มีค่าสูงกว่าในฤดูฝน (พฤษภาคม-มกราคม) อย่างไรก็ตามผลดังกล่าวมาจากแมลงกลุ่มมอดเจาะเปลือกไม้และมอดแอมโบรเซียเป็นหลักประชากรของมอดขี้ขุยและด้วงกระดูกสัตว์ไม่แตกต่างระหว่างสองฤดู (ตารางที่ 5) จำนวนแมลงกลุ่มที่ศึกษารวมทุกชนิด มอดเจาะเปลือกไม้ และมอดแอมโบรเซียในฤดูร้อนมากว่าฤดูฝนอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ และในทั้งสองฤดูจำนวนมอดต่อกับดักของมอดเจาะเปลือกไม้และมอดแอมโบรเซียมีค่าสูงกว่ามอดขี้ขุยและด้วงกระดูกสัตว์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ (p=0.01) เช่นเดียวกัน

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย (ตัว/กับดัก) แมลงกลุ่มที่ศึกษาระหว่างฤดูร้อนและฤดูฝน

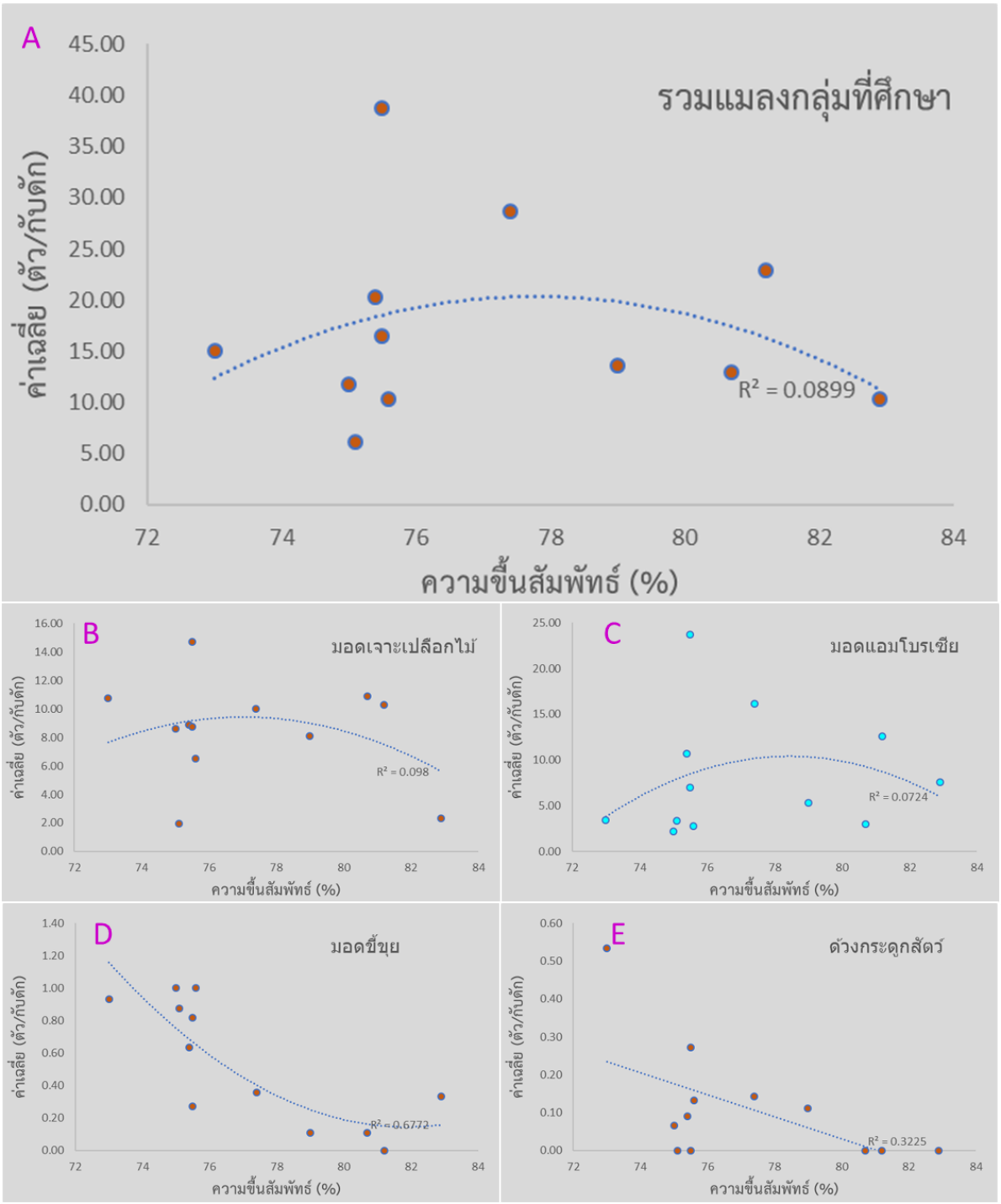
ฤดู	แมลงกลุ่มที่ศึกษา	มอดเจาะเปลือกไม้	มอดแอมโบรเซีย	มอดขี้ขุย	ด้วงกระดูกสัตว์	*p*
ร้อน	25.30±36.93	10.79±9.56[a]	13.82±28.18[a]	0.58±0.97[b]	0.12±0.42[b]	0.00
ฝน	14.47±15.87	7.36±8.47[a]	6.36±10.96[a]	0.59±0.93[b]	0.12±0.47[b]	0.00
p	0.014	0.003	0.002	ns	ns	

ปัจจัยภูมิอากาศ: นำจำนวนมอดที่พบในแต่ละเดือนมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม (ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดเฉลี่ย สูงสุดเฉลี่ยและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือน) ด้วยวิธี linear regression พบว่าปัจจัยสิ่งแวดล้อมส่วนใหญ่ไม่ได้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรของแมลงกลุ่มเป้าหมายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีเพียงอุณภูมิสูงสุดเฉลี่ย และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่านั้นที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรของมอดขี้ขุยอย่างมีนัยสำคัญและสำคัญยิ่งในทางสถิติโดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความสำคัญ R^2 เท่ากับ 0.587 (p=0.039) 0.751 (p=0.008) ตามลำดับ กราฟแนวโน้มผลของปัจจัยภูมิอากาศต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรแต่ละกลุ่มแสดงในภาพที่ 11-13

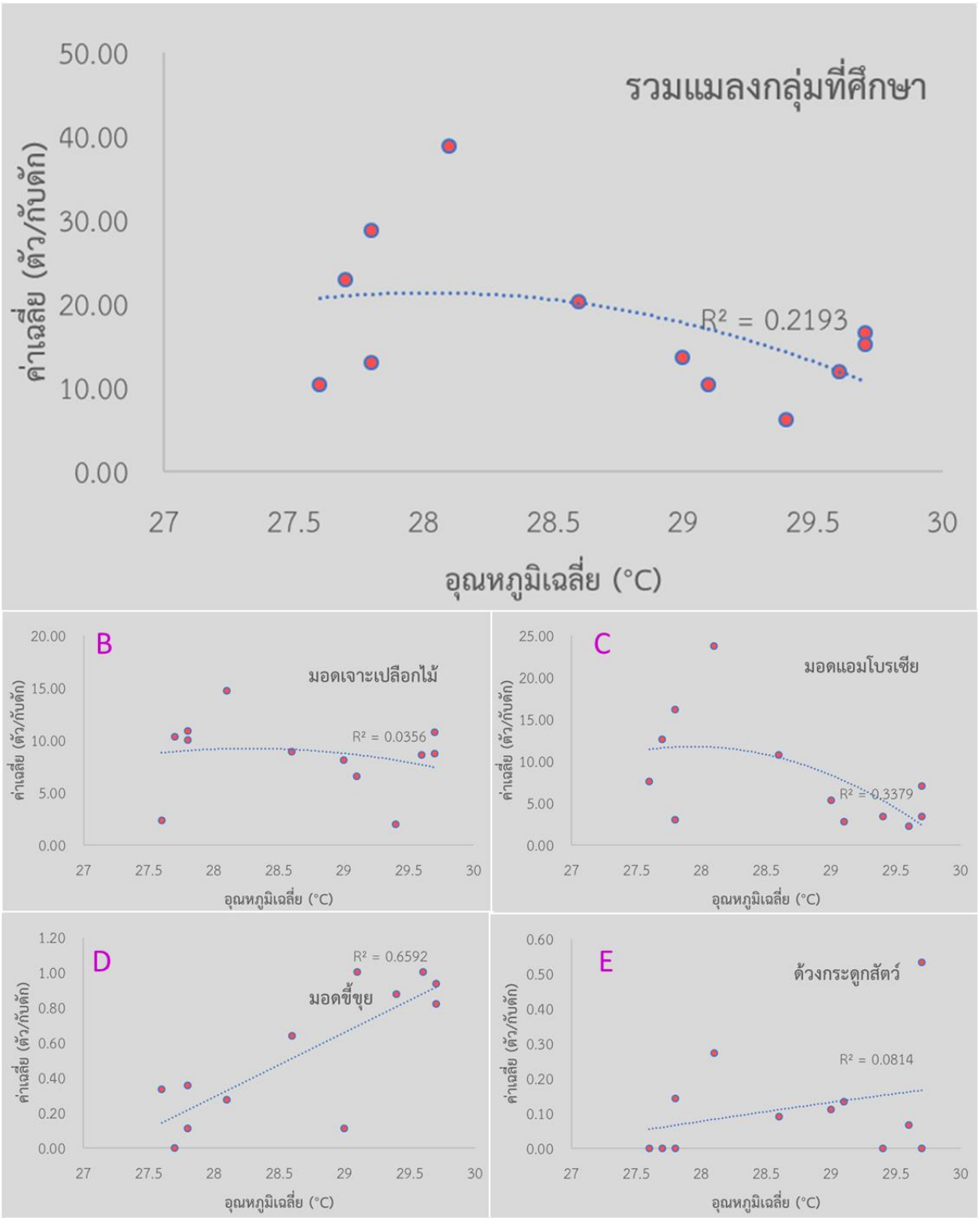
ด้วงผู้ล่า (ด้วงกระดูกสัตว์) และเหยื่อ (แมลงกลุ่มมอด): ด้วงกระดูกสัตว์ตัวห้ำของแมลงกลุ่มมอดมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงประชากรโดยรวมขึ้นลงเช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงประชากรของเหยื่อ โดยประชากรของด้วงกระดูกสัตว์จะสูงขึ้นเช่นเดียวกับการเพิ่มขึ้นและลดลงเช่นเดียวกับประชากรของเหยื่อยกเว้นในเดือนสิงหาคม 2562 ที่มีค่าเฉลี่ยของด้วงกระดูกสัตว์ค่อนข้างสูงแต่ค่าเฉลี่ยของมอดมีค่าปกติและในช่วงเดือนตุลาคม-พฤศจิกายนค่าเฉลี่ยของด้วงกระดูกสัตว์ค่อนข้างต่ำในขณะที่ประชากรของแมลงกลุ่มมอดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (ภาพที่ 14) การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรรายปีของด้วงกระดูกสัตว์ดังกล่าวไม่สอดคล้องกับทฤษฎีความสัมพันธ์ของประชากรของผู้ล่าและเยื่อโดยทั่วไป และการเปลี่ยนแปลงประชากรของด้วงกระดูกสัตว์และแมลงกลุ่มมอดในสวนทุเรียนพื้นที่ภาคใต้ ที่การเพิ่มขึ้นและลดลงของประชากรของผู้ล่าและเหยื่อจะสอดคล้องตามกันและการเพิ่มขึ้นและลดลงของประชากรของผู้ล่าจะช้ากว่าประชากรของเหยื่อเล็กน้อย (วิสุทธิ์ และสุรไกร, 2554) สอดคล้องกับผลการคำนวนความสัมพันธ์ระหว่างแมลงทั้งสองกลุ่มที่อยู่ในระดับต่ำ (r^2=0.096) อย่างไรก็ตามเนื่องจากจำนวนด้วงกระดูกสัตว์ที่พบในครั้งนี้มีจำนวนน้อยมากและส่วนใหญ่มีจำนวนตัวที่จับได้รายเดือนเท่ากับศูนย์การนำตัวเลขดังกว่ามาคำนวนความสัมพันธ์อาจนำไปสู่การแปลความหมายที่ผิดพลาดได้



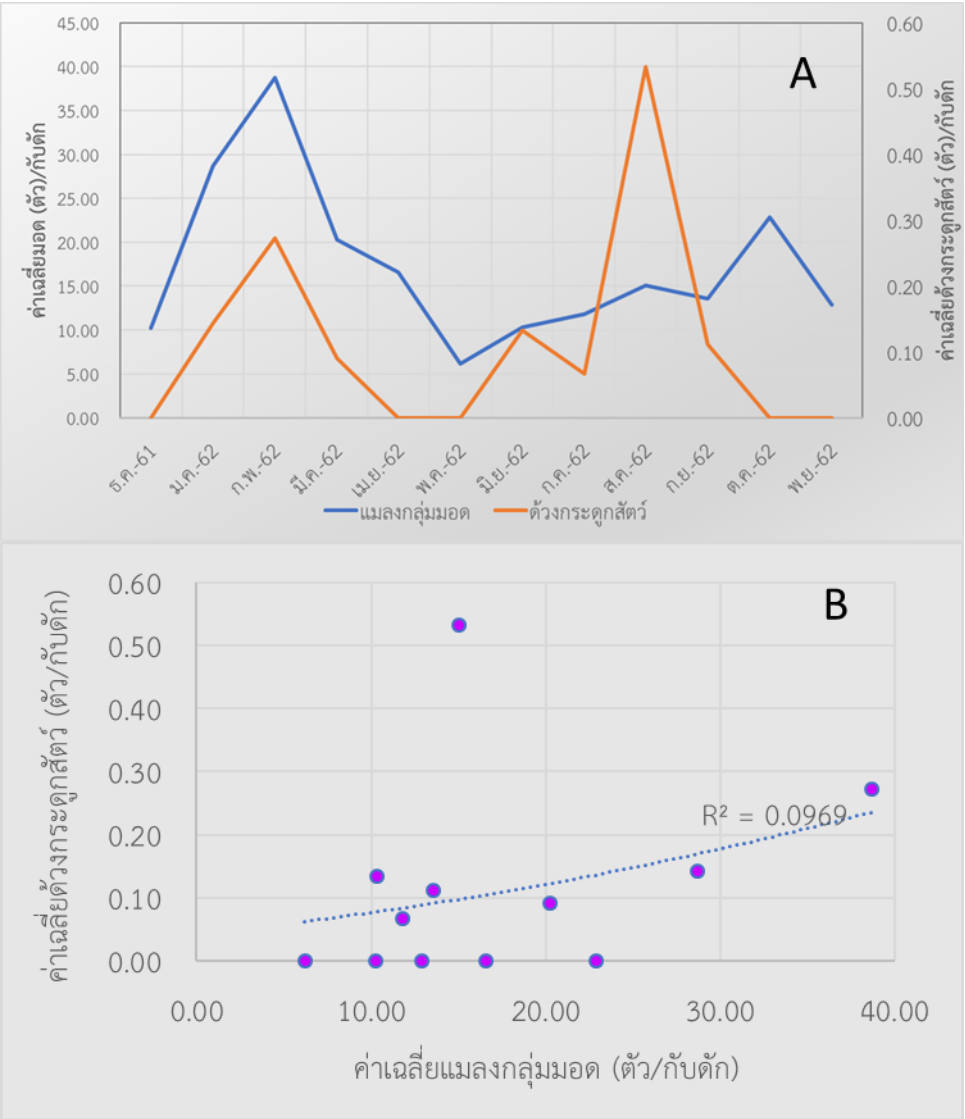
ภาพที่ 10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนรายเดือนและจำนวนประชากร (เฉลี่ยตัว/กับดัก) ของแมลงที่ศึกษา



ภาพที่ 11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือนและจำนวนประชากร (เฉลี่ยตัว/กับดัก) ของแมลงที่ศึกษา



ภาพที่ 12 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนและจำนวนประชากร (เฉลี่ยตัว/กับดัก) ของแมลงที่ศึกษา



ภาพที่ 13 กราฟความสัมพันธ์ผู้ล่า (ด้วงกระดูกสัตว์) และเหยื่อ (แมลงกลุ่มมอด) ในพื้นที่ศึกษา A) การเปลี่ยนแปลงประชากรในรอบปี B) กราฟแนวโน้มความสัมพันธ์

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยชิ้นนี้จัดทำเพื่อสนองพระราชดำริโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามราชกุมารี (อพ.สธ.) ผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สวนสัตว์สงขลาทุกท่านที่อำนวนความสะดวกและช่วยเหลือเป็นอย่างดีในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

วิสุทธิ์ สิทธิฉายา, ชาญชัย จรเสมอ, วิวัฒน์ ขุนฤทธิ์, สมชัย แสงแก้ว, โกมล ใจสว่าง. 2561.ความหลากหลายพลวัตประชากร และรูปแบบการกระจายของมอดเอมโบรเซียเผ่าพันธุ์ Xyleborini (Col.: Curculionidae, Scolytinae) ในพื้นที่ภาคใต้ ส่วนที่ 1: ป่าเทือกเขานครศรีธรรมราช. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 46 หน้า.

วิสุทธิ์ สิทธิฉายา และ สุรไกร เพิ่มคำ.2554. พลวัตประชากรของแมลงกลุ่มมอด (Coleoptera: Bostrichidae, Curculionidea; Scolytinae, Platypodinea) และด้วงกระดูกสัตว์แมลงศัตรูมอด (Coleoptera: Cleridae) ในสวนทุเรียน. ว. วิทย.กษ. 42 (พิเศษ) : 615-618.

Arnett, R.H. Jr, Thomas, M.C., Skelley, P.E and Frank, J.H. 2002. American Beetles. Volume 2: Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea. CRC Press. Boca Raton. 861 pp.

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. (eds. N. Wilding, N. M. Collins, P. M. Hammond and J. F. Webber). pp. 121–43. London : Academic Press.

Beaver, R.A., Sittichaya, W. and Liu, L.-Y. 2011. A Review of the Powder-Post Beetles of Thailand (Coleoptera: Bostrichidae). Tropical Natural History 1: 135-158.

Beeson, C.F.C. and B.M. Bhatia. 1937. On the biology of the Bostrychidae (Coleopt.). Indian For. Rec. (N.S.) Ent. 2: 223–323.

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

Creffield, J.W. 1991. Wood Destroying Insects, Wood Borers and Termites. CSIRO Publications. Melbourne, Vic, Australia. 44pp.

György, C and Tibor, K. 1999. Xilofág rovarok - Xylophagous insects. Hungarian Forest Research Institute. Erdészeti Turományos Intézet, Agroinform Kiadó, Budapest. 189 pp.

Delobel, A. and Tran, M. 1993. Les Coléoptères des Denrées Alimentaires Entreposées dans les Régions Chaudes. ORSTOM. Paris, France. 425 pp.

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.

Harmon, M. E., Franklin, J. F., Swanson, F.J., Sollins, P., Gregory, S.V., Lattin, J. D., Anderson, N.J., Cline, S.P., Aumen, N.G., Sedell, J.R., Lienkaemper, G.W., Cromack, K. and Cummins, K.W. 1986. Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. Adv. Ecol. Res. 15: 133–299.

Hodges, R.J., Dunstan, W.R., Magazini, I. and Golob, P. 1983. An outbreak of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) in East Africa. Protect. Ecol. 5: 183–194.

Hutacharern, C. and Choldumrongkul, S. 1989. A note on the insect pests of multipurpose tree species in Thailand. J. Trop. Forest Sci. 2: 81–84.

Knull, J.N. 1951. The checkered beetles of Ohio (Coleoptera: Cleridae). Ohio Biological Survey Bulletin 8: 268-350.

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.

Leavengood, J.M. JR. 2008, The Checkered Beetles (Coleoptera: Cleridae) of Florida. Master thesis, University of florida. 206pp.

Liu, L.-Y., Beaver, R.A. and 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 189: 1–12.

Nair, K.S.S. 2007. Tropical Forest Insect Pests: Ecology, Impact, and Management. Cambridge University Press. Cambridge, UK. 404 pp.

Opitz, W. 2002. Family 73. Cleridae. p. 267-280. In: R. H. Arnett, Jr., M. C. Thomas, P. E. Skelley, and J. H. Frank (eds.). American Beetles, Vol. 2. CRC Press; Boca Raton, FL. 861 p.

Peters, B.C., Creffield, J.W. and Eldridge, R.H. 2002. Lyctine (Coleoptera: Bostrichidae) pests of timber in Australia: A literature review and susceptibility testing protocol. Aust For. 65: 107–119.

Beaver, RA., Sittichaya, W. and Liu, L.-Y. 2017. A Synopsis of the Scolytine Ambrosia Beetles of Thailand (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). Zootaxa 3875: 001–082.

Sittichaya, S., Beaver, RA., Liu, L.-Y. and Ngampongsai, A. 2009. An illustrated key to powder post beetles (Coleoptera, Bostrichidae) associated with rubberwood in Thailand, with new records and a checklist of species found in Southern Thailand. ZooKeys 26: 33–51.

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. Environmental Entomology, 41(4):776-784.

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

Taylor F. 1981. Ecology and evolution of physiological time in insects. American Naturalist 117: 1–23.

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

สาขานวัตกรรมการเกษตรและการจัดการ
คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์