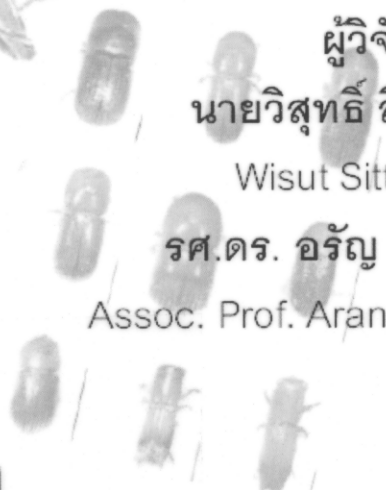
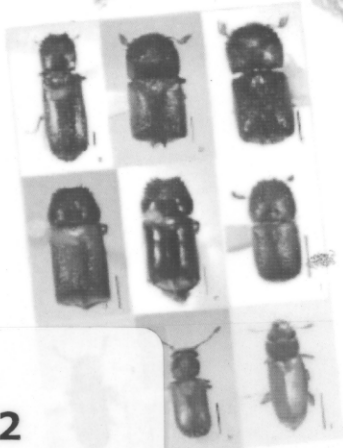




รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การสำรวจ และศึกษาผลของพันธุ์ยางพาราต่อชีววิทยาการสืบพันธุ์
ของมอดทำลายไม้ยางพาราในภาคใต้

Survey and study on effect of rubber clones on breeding-biology of
an important rubber wood borer in southern Thailand



ผู้วิจัย

นายวิสุทธิ์ สิทธิฉายา

Wisut Sittichaya

รศ.ดร. อรัญ งามผ่องใส

Assoc. Prof. Aran Ngampongsai

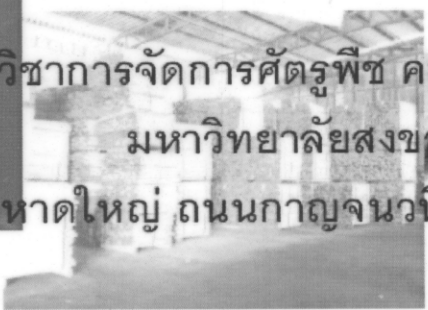


52

ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

วิทยาเขตหาดใหญ่ ถนนกาญจนวนิชย์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา



กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยสามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ทั้งนี้ด้วยการสนับสนุนจากกองทุนวิจัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่สนับสนุนทุนดำเนินการในโครงการวิจัย คณะผู้วิจัยขอขอบคุณโรงเรียนแปรรูปไม้ยางพาราทุกโรงที่ให้ความอนุเคราะห์ให้เข้าสำรวจและเก็บตัวอย่างแมลงเป็นอย่างดี คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ Dr. Roger A. Beaver เป็นอย่างสูงที่ช่วยยืนยันการจำแนกชนิดของมอดใน วงศ์ Bostrichidae, Platypodidae และ Scolytidae ขอขอบคุณ Dr. Liu Lan- Yu, Department of Entomology, Chung Hsing University, Taiwan และ Dr. Hab. Jerzy Borowski, Department of Forest Protection and Ecology, Faculty of Forestry, Warsaw Agricultural University, Poland ที่ช่วยยืนยันการจำแนกชนิดของมอด วงศ์ Bostrichidae บางชนิดโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายแต่อย่างใด และ รศ.ดร. สุรไกร เพิ่มคำ ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่องานวิจัย คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสถานีอุตุนิยมวิทยาเกษตรคลองสี ต. คลองสี อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา และ สถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัด สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง พังงา กระบี่ ตรัง และสตูล เป็นอย่างยิ่งที่เอื้อเพื่อข้อมูลอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนที่ใช้ในรายงานวิจัย

บทคัดย่อ

สำรวจชนิดและปริมาณของมอดที่เข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูปในพื้นที่ภาคใต้ฝั่งตะวันออก และฝั่งตะวันตก ฝั่งละ 4 จังหวัด โดยสุ่มเก็บตัวอย่างไม้ยางพาราแปรรูปในโรงเลื่อยฝั่งละ 10 โรง จำนวน 3 ครั้ง ระหว่างเดือนกรกฎาคมพ.ศ. 2550 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2551 เพื่อนำมาจำแนกชนิดและนับปริมาณของมอดที่ออกมาจากไม้ยางพาราแปรรูป ผลการศึกษาพบมอดที่เข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูป ทั้งหมดจำนวน 22 ชนิด โดยจำนวน 9 ชนิดจัดอยู่ในวงศ์ Bostrichidae และจำนวน 13 ชนิดจัดอยู่ใน 2 วงศ์ย่อย Scolytinae และ Platypodinae ซึ่งอยู่ในวงศ์ Curculionidae ในจำนวนดังกล่าวเป็นมอดที่รายงานในประเทศไทยเป็นครั้งแรกจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ *Cephalotoma tonkinea* Lesne *Lyctoxylon dentatum* (Pascoe) *Minthea reticulata* Lesne (Bostrichidae) และ *Euwallacea interjectus* (Blandford) (Curculionidae) ชนิดที่สำคัญและพบในปริมาณมากซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มมอดที่ขุยในวงศ์ Bostrichidae มี 4 ชนิด ได้แก่ *Sinoxylon anale* Lesne *S. unidentatum* (Fabricius) *Heterobostrychus aequalis* (Waterhouse) และ *Lyctoxylon dentatum* (Pascoe) ซึ่งพบจำนวนตัวเต็มวัยคิดเป็น 39.56% 18.09% 9.86% และ 8.79% ของมอดทั้งหมด ตามลำดับ ในพื้นที่ภาคใต้ฝั่งตะวันออกมีค่าชี้วัดความหลากหลายของมอดโดยวิธีของ Shannon มากกว่าฝั่งตะวันตกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) แต่ความหนาแน่นของมอดในการเข้าทำลายไม้ยางพาราไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างภาคใต้ทั้งสองฝั่ง ($p > 0.05$) ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อชนิดและปริมาณของมอดที่เข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูปในพื้นที่ศึกษาได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณและความต่อเนื่องของไม้ที่มอดสามารถเข้าทำลายได้ภายในโรงเลื่อยและระดับความชื้นในไม้ยางพารา

นอกจากนี้ได้ศึกษาอิทธิพลของสายพันธุ์ไม้ยางพารา 3 สายพันธุ์ ได้แก่ RRIM600 PB234 และยางพาราปลูกดั้งเดิมไม้ระบุสายพันธุ์ (Para) ต่อการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ของมอด *S. anale* ซึ่งเป็นแมลงศัตรูหลักของไม้ยางพาราแปรรูปในพื้นที่ภาคใต้ และทดสอบความชอบในการเข้าทำลายแบบไม่มีทางเลือก และแบบหลายทางเลือกของมอดชนิดนี้กับไม้ยางพาราทั้ง 3 สายพันธุ์ดังกล่าวในห้องปฏิบัติการและในสภาพโรงเลื่อย ผลการทดลองพบว่า มอดใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตตั้งแต่ปลอ่ยแมลงรุ่นพ่อแม่ให้ผสมพันธุ์วางไข่จนกระทั่งมอดรุ่นลูกตัวแรกบินออกจากรังเฉลี่ยเท่ากับ 86.31 ± 12.56 , 88.13 ± 11.38 และ 77 ± 0.00 วัน เมื่อเลี้ยงมอดในไม้ยางพาราสายพันธุ์ PB235, RRIM600 และ PARA ตามลำดับ มอดตัวเต็มวัยเพศเมียและเพศผู้มีอายุเฉลี่ย 50.70 ± 22.68 วัน และ 45.80 ± 23.61 วัน ตามลำดับ อัตราส่วนระหว่างเพศผู้และเพศเมียประมาณ 1:1 เพศเมียที่เลี้ยงด้วยไม้ยางพาราสายพันธุ์ PB235 ผลิตลูกสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 39.07 ± 17.30 ตัว ซึ่งสูงกว่า 25.73 ± 8.41 ตัว และ

22.47±7.23 ตัว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$ และ $P<0.01$) ที่เลี้ยงด้วยไม้ยางพาราสายพันธุ์ RRIM600 และ PARA ตามลำดับ

ผลการทดสอบความชอบในการเข้าทำลายพบว่า มอด *S. anale* ชอบเข้าทำลายไม้ยางพาราสายพันธุ์ PB235 มากที่สุด เมื่อทดสอบแบบไม่มีตัวเลือก มอดมีอัตราการกินไม้สายพันธุ์ PB235 สูงกว่าสายพันธุ์ RRIM600 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และสูงกว่าทั้ง 2 สายพันธุ์คือ RRIM600 และ PARA อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อทดสอบแบบหลายทางเลือก ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการทดสอบความชอบในการเข้าทำลายในสภาพแวดล้อมธรรมชาติในโรงเลื่อยที่มอดชนิดนี้ชอบเข้าทำลายไม้ยางพาราสายพันธุ์ PB235 มากกว่าสายพันธุ์ RRIM 600 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$)

Abstract

A survey of species diversity and abundance of beetles destroying rubberwood sawn timbers was done in four provinces of each area including east coast and west coast of southern Thailand. The rubberwood sawn timbers were sampled three times from ten representative rubberwood-sawmills of each region during July 2007 to March 2008. The beetles emerged from the sampled sawn timbers were further identified and quantified. The results showed that twenty two species of wood borers were found in the rubberwood sawn timbers. Nine species were classified in the family Bostrichidae and thirteen species were grouped in two subfamilies, Scolytinae and Platypodinae belonging to family Curculionidae. Four species, *Cephalotoma tonkinae* Lesne, *Lyctoxylon dentatum* (Pascoe), *Minthea reticulata* Lesne (Bostrichidae; Lyctidae) and *Euwallacea interjectus* (Blandford) (Curculionidae, Scolytinae), were new recorded species of Thailand. Four key species which were abundantly present and the member of powder post beetles, family Bostrichidae included *Sinoxylon anale* Lesne, *S. unidentatum* (Fabricious) *Heterobostrychus aequalis* (Waterhouse), and *Lyctoxylon dentatum* (Pascoe). Their adult numbers were 39.56% 18.09% 9.86% and 8.79%, respectively, of a total adults captured. The Shannon diversity index of wood boring beetles on the east coast was significantly ($p < 0.01$) higher than that of the western one, but there was no difference in infestation density between both regions. Three main factors influencing diversity and abundance of insect infestation in rubberwood sawn timbers were rainfall, number and consecutive availability of timbers and wood moisture content.

Besides, effects of three rubber wood clones, RRIM600, PB235 and unidentified old growing rubber varieties (Para), on growth and reproduction of *S. anale* which was the key insect pest of the rubber wood timber were investigated. Host preferences of this insect were also done by using no choice test and multiple choice tests under laboratory and field conditions. The results revealed that times required for development from releasing male and female adults for mating until an emergence of the first offspring adult were 86.31 ± 12.56 , 88.13 ± 11.38 and 77 ± 0.00 days, when *S. anale* were fed on PB235, RRIM600 and PARA, respectively. The longevity of female and male adults averaged 50.70 ± 22.68 and 45.80 ± 23.61 days, respectively. The sex ratio was approximately 1:1. The female adult fed on PB235 gave

the largest number of progeny, averaging 39.07 ± 17.30 progeny per one female which were significantly ($P < 0.05$ and $P < 0.01$) higher than 25.73 ± 8.41 and 22.47 ± 7.23 progeny per one female of female fed on RRIM600 and PARA, respectively.

The results of preference tests showed that *S. anale* mostly preferred to feed on PB235. Based on no choice test, the feeding rate on the PB235 was significantly ($P < 0.05$) higher than on the RRIM600. It was also significantly ($P < 0.05$) higher than on the RRIM600 and the PARA, when the multiple choice test was performed. The results were similar to those obtained from the field trials which this insect significantly ($P < 0.01$) preferred to feed on the PB235 rather than on the RRIM600.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	iii
บทคัดย่อ	iv
Abstract	vi
1. ความสำคัญและที่มาของหัวข้อการวิจัย	1
2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	8
3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	8
4. วิธีการวิจัย	9
5. ผลการทดลอง	20
5.1 ความหลากหลายทางชนิดของมอดไม้ที่เข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูป ในภาคใต้	20
5.1.1 ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษา	20
5.1.2 ลักษณะภูมิอากาศของพื้นที่ศึกษา	21
5.1.3 ชนิดของมอดที่เข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูป	23
5.1.4 ความเด่นของมอดชนิดที่เข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูปในพื้นที่ภาคใต้	25
5.1.5 กลุ่มของมอดที่เข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูป	32
5.1.6 ชนิดของไม้ยางพาราที่พบในโรงเลื่อยและการเข้าทำลายของมอด	33
5.1.7 ความหลากหลายของมอดทำลายไม้ยางพาราแปรรูป	36
5.1.8 ความหนาแน่นในการเข้าทำลาย	37
5.1.9 การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดทำลายไม้ยางพาราแปรรูปตาม ฤดูกาล	39
5.1.10 แมลงทำลายไม้ยางพาราบนลานซุง	42
5.1.11 แมลงศัตรูธรรมชาติของมอดทำลายไม้ยางพารา	43
5.2 ปริมาณแป้ง (starch) ลิกนิน (lignin) และสารแทรก (wood extractive) ในไม้ ยางพาราสายพันธุ์ RRIM600 PB235 และ ยางพารา (PARA) ที่ใช้ในการทดลอง	46
5.3 ศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์ของมอด <i>Sinoxylon anale</i> Lesne (Coleoptera; Bostrichidae)	48
5.3.1 ลักษณะที่ใช้บ่งชี้เพศในมอด <i>Sinoxylon anale</i> Lesne	48

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.3.2 พฤติกรรมการการเกี่ยวพาราตี (course ship behavior) ของมอด <i>Sinoxylon anale</i> Lesne	49
5.3.3 พฤติกรรมการป้องกันถิ่นอาศัย (Territorial defense behavior)	50
5.3.4 พฤติกรรมการสร้างรังวางไข่ (nesting behavior)	51
5.3.5 ความพร้อมในการผสมพันธุ์วางไข่ของตัวเต็มวัยหลังจากบินออกจากรัง	53
5.3.6 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างการศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์	54
5.3.7 ความสำเร็จในการสร้างรังวางไข่	55
5.3.8 พัฒนาการของรัง	55
5.3.9 ระยะเวลาการพัฒนารังจากการปล่อยแมลงรุ่นพ่อแม่จนถึงตัวเต็มวัยบินออก จากรัง	60
5.3.10 อัตราส่วนระหว่างเพศผู้และเพศเมีย	61
5.3.11 ความยืนยาวของอายุขัย (adult longevity)	61
5.3.12 อิทธิพลของสายพันธุ์ไม้ยางพาราต่ออัตราการสืบพันธุ์ของมอด <i>Sinoxylon anale</i> Lesne	62
5.4 ศึกษาอิทธิพลของสายพันธุ์ไม้ยางพาราต่อความชอบในการเข้าทำลายของมอด <i>Sinoxylon anale</i> Lesne	64
5.4.1 ทดสอบอิทธิพลของสายพันธุ์ต่อการเลือกเข้าทำลายของมอดไม้ใน Olfactometer (Wind tunnel)	64
5.4.2 การทดสอบอิทธิพลของพื้นผิวของไม้ยางพาราต่อความชอบในการเข้า ทำลาย โดยวิธีทดลองแบบสองตัวเลือก (Dual choices test)	65
5.4.3 การทดสอบอิทธิพลของสายพันธุ์ไม้ยางพาราต่อความชอบในการเข้า ทำลาย	66
5.4.3.1 การทดลองแบบไม่มีตัวเลือก (No choice test)	66
5.4.3.2 การทดลองแบบหลายตัวเลือก (Multiple choices test)	67

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.4.4 การทดสอบอิทธิพลของสายพันธุ์ไม้ยางพาราต่อความชอบในการเข้าทำลายของมอดซีซึย(Coleoptera: Bostrichidae) ในสภาพแวดล้อมธรรมชาติ	69
6. สรุปผลการทดลอง	72
7. เอกสารอ้างอิง	73
8. ภาคผนวก	78
9. แนวทางในการจำแนกชนิดมอดซีซึยทำลายไม้ยางพาราที่พบในประเทศไทย	83

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 มูลค่าการส่งออกไม้ยางพาราและผลิตภัณฑ์จากไม้ยางพาราระหว่างปี พ.ศ. 2546-2551	2
ตารางที่ 2 แมลงทำลายไม้ยางพาราและผลิตภัณฑ์จากไม้ยางพาราในประเทศไทย	4
ตารางที่ 3 สายพันธุ์ของไม้ยางพาราที่ใช้ในการศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์และความชอบ ในการเข้าทำลาย ของมอดขี้ขุย (<i>Sinoxylon anale</i> Lesne)	11
ตารางที่ 4 แผนการทดลองที่ใช้ในการในการศึกษาชีววิทยาและอิทธิพลของสายพันธุ์ไม้ ยางพาราต่ออัตราการสืบต่อพันธุ์ของมอด <i>S. anale</i>	12
ตารางที่ 5 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยและการกระจายของน้ำฝนในแต่ละฤดูในพื้นที่ภาคใต้	22
ตารางที่ 6 ชนิดของมอดที่เข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูปจากการสำรวจในพื้นที่ 8 จังหวัด ภาคใต้ ระหว่างเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2550 – มีนาคม พ.ศ. 2551	25
ตารางที่ 7 จำนวนและเปอร์เซ็นต์ของแมลงที่พบเข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูปในพื้นที่ ภาคใต้ แยกตามพื้นที่ศึกษาและรวมพื้นที่ภาคใต้ สำรวจระหว่างเดือน กรกฎาคม 2550 – มีนาคม 2551	27
ตารางที่ 8 ค่าดัชนีความหลากหลายและดัชนีความเท่าเทียมของมอดทำลายไม้ยางพารา แปรรูป	36
ตารางที่ 9 ความหนาแน่นของมอดเฉลี่ย (ตัว/ชิ้น) ที่เข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูปในพื้นที่ ภาคใต้	37
ตารางที่ 10 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างการศึกษชีววิทยาการสืบพันธุ์ของมอด <i>S. anale</i> *	54
ตารางที่ 11 พัฒนาการของประชากรรุ่นลูกภายในรังของมอด <i>S. anale</i> ที่เลี้ยงด้วยไม้ ยางพารา	57
ตารางที่ 12 ระยะเวลาเฉลี่ยในการเจริญเติบโตของมอด <i>S. anale</i> ตั้งแต่ปล่อยแมลงรุ่นพ่อแม่ มาให้เข้าทำรังในไม้ที่ใช้เลี้ยงทดสอบถึงรุ่นลูกบินออกจากรัง	61
ตารางที่ 13 จำนวนประชากรรุ่นลูกของมอด <i>S. anale</i> ที่เลี้ยงทดสอบในไม้ยางพาราสาย พันธุ์ต่างๆ	63
ตารางที่ 14 น้ำหนักแห้งเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์ของขี้ขุยที่เกิดจากการกีดกันของมอดชนิด <i>S.</i> <i>anale</i> ในไม้ยางพารา 3 สายพันธุ์ (5 sample 25 sub-samples ในแต่ละสาย พันธุ์)	67

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 15 จำนวนมอดชนิด <i>S. anale</i> ที่เลือกเข้าทำลายไม้ยางพาราสายพันธุ์ต่างๆ เป็นสายพันธุ์แรก ในการทดสอบความชอบในการเข้าทำลายโดยวิธีทดลองแบบหลายตัวเลือก	68
ตารางที่ 16 จำนวนมอดที่เลือกเข้าทำลายไม้ยางพาราสายพันธุ์ต่างๆ ในการทดสอบความชอบในการเข้าทำลายโดยวิธีทดลองแบบหลายตัวเลือก	69
ตารางที่ 17 ร่องรอยการทำลายเฉลี่ยในไม้ยางพาราสายพันธุ์ RRIM600 และ PB235 ที่ใช้ทดสอบความชอบในการเข้าทำลายไม้ยางพาราของมอดที่ชุกในสภาพแวดล้อมในโรงเลื่อยแปรรูปไม้ยางพารา	70

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 ภาพลักษณะกล่องที่ใช้ดักจับแมลง	10
ภาพที่ 2 อุปกรณ์และการประกอบชุดการทดลองที่ใช้ศึกษาการสร้างรังของแมลง	14
ภาพที่ 3 Olfactometer (Wind tunnel) ที่ใช้ทดสอบความชอบในการเข้าทำลายไม้ ยางพาราของมอด	16
ภาพที่ 4 กล่องที่ใช้ในการทดสอบความชอบ แบบไม่มีตัวเลือก (No choice test) และ Multiple choices test	18
ภาพที่ 5 แสดงลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษา 8 จังหวัดภาคใต้ และตำแหน่งโรงเลื่อย ที่ใช้ในการสุ่มตัวอย่าง	20
ภาพที่ 6 การแบ่งภาคทางอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ภาคใต้ของไทย	21
ภาพที่ 7 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนปี 2550-2551 ในพื้นที่ศึกษา	23
ภาพที่ 8 เปอร์เซ็นต์ของมอดในวงศ้อย่อยต่างๆ ที่เข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูปในพื้นที่ 8 จังหวัดภาคใต้	24
ภาพที่ 9 เปรียบเทียบจำนวนมอดแต่ละชนิดที่เข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูประหว่างพื้นที่ ภาคใต้ฝั่งตะวันออกและภาคใต้ฝั่งตะวันตก	28
ภาพที่ 10 มอดทำลายไม้ยางพาราแปรรูป: มอดขี้ขุยวงศ์ Bostrichidae	30
ภาพที่ 11 มอดทำลายไม้ยางพาราแปรรูป: wood boring bark beetles และมอดเอนโบร เซีย วงศ์ Curculionidae	31
ภาพที่ 12 สภาพทั่วไปในโรงเลื่อยและลักษณะการทำลายไม้ยางพาราของมอดแต่ละกลุ่ม	35
ภาพที่ 13 จำนวนและอัตราส่วนของมอดแต่ละกลุ่มที่พบเข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูปใน พื้นที่ภาคใต้จากการสำรวจทั้ง 3 ครั้ง	40
ภาพที่ 14 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนมอดที่พบในการสำรวจในแต่ละครั้งกับ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนแยกตามพื้นที่ศึกษา	41
ภาพที่ 15 ลักษณะการเข้าทำลายไม้ท่อนบนลานไม้ของมอดในกลุ่ม Ambrosia beetles	43
ภาพที่ 16 แมลงศัตรูธรรมชาติของมอดขี้ขุย	44
ภาพที่ 17 แมลงศัตรูธรรมชาติของมอดขี้ขุย	45
ภาพที่ 18 ปริมาณแป้งเฉลี่ย (%) ในไม้ยางพาราสายพันธุ์ RRIM600 PB235 และ PARA	46
ภาพที่ 19 ปริมาณลิกนินเฉลี่ย (%) ในไม้ยางพาราสายพันธุ์ RRIM600 PB235 และ PARA	47

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 20 ปริมาณสารแทรกเจลลี่ (%) ในไม้ยางพาราสายพันธุ์ RRIM600 PB235 และ PARA	48
ภาพที่ 21 ลักษณะภายนอกที่ใช้ระบุเพศในมอด <i>Sinoxylon anale</i> Lesne	49
ภาพที่ 22 พฤติกรรมการเกี่ยวพาราตีของมอด <i>S. anale</i>	50
ภาพที่ 23 ลักษณะรังและการวางไข่ของมอด <i>S. anale</i>	52
ภาพที่ 24 รังไข่ของมอด <i>S. anale</i> ตัวเต็มวัย	54
ภาพที่ 25 ลักษณะของมอด <i>S. anale</i> รุ่นลูกวัยต่างๆ	55
ภาพที่ 26 ลักษณะภายในและพัฒนาการของรังของมอด <i>S. anale</i>	59
ภาพที่ 27 แสดงจำนวนมอด <i>Sinoxylon anale</i> ที่เข้าทำลายไม้ยางพาราแต่ละสายพันธุ์ใน การทดสอบความชอบใน Wind tunnel	64

1. ความสำคัญและที่มาของหัวข้อการวิจัย

1.1 ความสำคัญของยางพาราและอุตสาหกรรมไม้ยางพาราในประเทศไทย

ในปัจจุบันความต้องการไม้เพื่อใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ในทางตรงกันข้ามพื้นที่ป่าที่มีการใช้ประโยชน์มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง ทั้งข้อจำกัดของพื้นที่ป่าธรรมชาติ และกระแสต่อต้านการใช้ไม้จากป่าธรรมชาติ การปลูกสร้างสวนป่าเพื่อประโยชน์จากไม้จึงมีความสำคัญมากขึ้น ในพื้นที่ภาคใต้และภาคอื่นๆ มีพื้นที่ปลูกยางพาราประมาณ 15 ล้านไร่ เมื่อยางพาราเหล่านี้หมดอายุการกรีด เนื้อไม้สามารถนำมาใช้ทดแทนไม้จากป่าธรรมชาติได้เป็นอย่างดี ปัจจุบันการใช้ไม้ยางพาราในอุตสาหกรรมไม้แปรรูปเพื่อการส่งออก และใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอื่นๆ มีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าการปลูกเพื่อผลิตน้ำยาง อุตสาหกรรมไม้ยางพารามีศักยภาพที่สามารถพัฒนาต่อไปได้มากในอนาคต เนื่องจากไม้ยางพารามีคุณสมบัติหลายประการเหมาะสมที่จะเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมเครื่องเรือนและอุตสาหกรรมอื่นๆ คุณสมบัติเหล่านี้ เช่น เนื้อไม้แข็งแรงปานกลาง ง่ายต่อการแปรรูป ย้อมติดสีได้ดี ตกแต่งง่าย เนื้อไม้มีสีขาวอมเหลือง มีลวดลายและคุณสมบัติอื่นๆ ใกล้เคียงกับไม้สัก และได้รับการยอมรับว่าเป็นไม้สักขาว (white teak) นอกจากนี้ ไม้ยางพารายังมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับไม้ที่นิยมใช้ ในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์อื่นๆ เช่น beech, oak และ meranti อีกด้วย (Ratnasingham *et al.*, 2002)

ประเทศไทยมีเนื้อที่ปลูกยางพาราประมาณ 14.7 ล้านไร่ แบ่งเป็นพันธุ์ต่างๆ หลากหลายพันธุ์ โดยพันธุ์เหล่านี้สามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มด้วยกันได้แก่ 1) พันธุ์ที่ให้น้ำยางสูง 2) พันธุ์ที่ให้น้ำยางสูงและให้เนื้อไม้สูง และ 3) พันธุ์ที่ให้เนื้อไม้สูง โดยพันธุ์ที่ปลูกเป็นพื้นที่มากที่สุดในประเทศไทยได้แก่พันธุ์ RRIM 600 คิดเป็นร้อยละ 68 ของพื้นที่ปลูกทั้งหมด (สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้, 2548) ในแต่ละปีมีการตัดโค่นยางแก่หมดอายุการกรีด (อายุเฉลี่ย 20-25 ปี) เพื่อการปลูกทดแทนประมาณ 3 แสนไร่ คิดเป็นเนื้อไม้ (ไม้แปรรูป) 8 ล้านลูกบาศก์เมตร (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2547) ไม้ดังกล่าวถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมไม้แปรรูป และอุตสาหกรรมต่อเนื่องได้แก่ เครื่องเรือน ของใช้ในบ้าน ของเล่นไม้ ไม้ลัง แท่นรองสินค้า แผ่นชั้นไม้อัด (particle board) และแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางทั้งเพื่อการบริโภคภายในประเทศ และการส่งออก

ในปี พ.ศ. 2546 ประเทศไทยส่งออกไม้ยางพาราแปรรูปและผลิตภัณฑ์มูลค่ารวม 47,393 ล้านบาท มีอัตราการขยายตัวเฉลี่ยร้อยละ 15 ต่อปี แบ่งเป็นมูลค่าของตลาดภายในประเทศรวม 16,778 ล้านบาท (สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้ และผลิตผลป่าไม้, 2548) สมาคมพ่อค้าไม้ยางพาราแห่งประเทศไทย ประมาณการมูลค่าการส่งออกไม้ยางพาราและผลิตภัณฑ์ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546-2551 ดังแสดงในตารางที่ 1 ในปี พ.ศ. 2547 มีการส่งออกไม้ยางพาราแปรรูปจำนวน 1.174 ล้านลบ.ม. คิดเป็นมูลค่าการส่งออก 9,360.59 ล้านบาท (สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้ และผลิตผลป่าไม้, 2548) มูลค่าการส่งออกเฟอร์นิเจอร์และชิ้นส่วน

จากไม้ยางพาราประมาณ 34,058.78 ล้านบาท คิดเป็นอัตราส่วนร้อยละ 70 ของมูลค่าการส่งออกเฟอร์นิเจอร์ไม้ทั้งหมด (Ratnasingam *et al.*, 2002) ตลาดส่งออกหลักได้แก่ ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา และสหภาพยุโรป

ตารางที่ 1 มูลค่าการส่งออกไม้ยางพาราและผลิตภัณฑ์จากไม้ยางพาราระหว่างปี พ.ศ. 2546-2551

รายการ	2546	2547	2548	2549	2550	2551
มูลค่าส่งออก (ล้านบาท)	47,393	55,431	64,448	73,141	83,137	94,612

แหล่งที่มา: สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้ และผลิตผลป่าไม้ (2548)

จะเห็นได้ว่าอุตสาหกรรมไม้ยางพาราแปรรูปและอุตสาหกรรมต่อเนื่องมีมูลค่าการส่งออกสูง และมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ประกอบกับประเทศไทยมีความได้เปรียบในเรื่องแหล่งวัตถุดิบมากกว่าประเทศคู่แข่ง เช่น จีน ฮองกง และเวียดนาม เนื่องจากมีวัตถุดิบเพียงพอภายในประเทศ ทำให้ไม่ต้องกังวลในเรื่องดังกล่าว อย่างไรก็ตาม ประเทศเหล่านี้มีความได้เปรียบในเรื่องค่าจ้างแรงงานที่ต่ำ ประเทศไทยจึงจำเป็นต้องพัฒนาขีดความสามารถในอุตสาหกรรมนี้

1.2 ปัญหาอุปสรรคในการใช้ไม้ยางพารา

ถึงแม้ว่าไม้ยางพาราจะเป็นวัตถุดิบที่มีคุณสมบัติหลายประการเหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมไม้ แต่ไม้ยางพาราก็มีข้อจำกัดในการใช้เป็นวัตถุดิบบางประการที่สำคัญได้แก่ ไม้ยางพารามีความทนทานต่อเชื้อรา และมอดทำลายไม้ค่อนข้างต่ำ มีความทนทานตามธรรมชาติต่ำกว่าสองปี (ธีระ, 2549; Wong *et al.*, 2005) หลังการตัดพื้นต้องนำไม้ท่อนเข้าโรงงานภายในระยะเวลาไม่เกิน 7 วัน และต้องอบไม้ทันทีหลังการแปรรูป ที่ระดับความชื้นต่ำกว่า 12% ถ้าไม่ดำเนินการตามมาตรฐานดังกล่าว ไม้ยางพาราจะถูกทำลาย โดยมอดทำลายไม้ยางพารา (wood borers) และรา ทั้งรากลุ่มที่ย้อมสีเนื้อไม้ (wood stain fungi) และราผิวไม้ (mold fungi) (Wong *et al.*, 1998)

สาเหตุที่ทำให้ไม้ยางพารามีความทนทานตามธรรมชาติต่ำมาจากหลายสาเหตุ ที่สำคัญได้แก่ ไม้ยางพารามีปริมาณแป้งและน้ำตาลอิสระสูง มีอัตราการดูดความชื้นกลับหลังการอบแห้งสูง มีปริมาณลิกนิน และสารแทรกต่ำ มีความหนาแน่นต่ำ (560-640 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ไพววรรณ (2524) และ Akhter (2005) รายงานว่า ไม้ยางพารามีปริมาณแป้งสูงเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการเข้าทำลายของมอด นอกจากนี้ Okahisa และคณะ (2006) ยังรายงานความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำตาลอิสระในเนื้อไม้และการเข้าทำลายของมอด ไม้ที่มีแป้งและน้ำตาลอิสระสูงเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของมอดไม้ (Creffield, 1991) ประกอบกับไม้ยางพาราที่ผ่านการอบเรียบร้อยแล้ว เมื่อปล่อยให้แห้งจะมีอัตราการดูด

ความชื้นกลับสูง ทำให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของรา Takahashi และ Kishima (1973) พบว่าความทนทานตามธรรมชาติของไม้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความหนาแน่นของเนื้อไม้

ปัจจัยทางเคมีของเนื้อไม้ที่มีผลต่อการเข้าทำลายของราและมอดอีกปัจจัยหนึ่งคือ ปริมาณลิกนินและสารแทรกในเนื้อไม้ (Harmatha and Nawrot, 2002; Nerg *et al.*, 2003) ไม้ที่มีลิกนิน และสารแทรกในปริมาณสูงกว่าจะมีความทนทานต่อเชื้อรา และมอดไม้มากกว่า Nerg และคณะ (2003) รายงานว่า อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยในระยะตัวหนอนของด้วงหนวดยาว Old House Borer (*Hylotrupes bajulus*, Cerambycidae) มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณ monoterpane ในเนื้อไม้ และยังรายงานต่อว่าปริมาณของ levopimaric-C palustric acid ในไม้แปรผันตรงกับปริมาณไม้ที่มีระยะตัวอ่อนกัดกิน ในทางตรงกันข้ามปริมาณ β -pinene และ monoterpane ที่เพิ่มขึ้นทำให้อัตราการวางไข่ของตัวเต็มวัยน้อยลง คุณสมบัติอื่นๆ ที่มีผลต่อการเข้าทำลายของมอดไม้ เช่น ขนาดของท่อลำเลียง (vessel) ของไม้แปรรูป Cookson (2004) รายงานความชอบของการเข้าทำลายไม้แปรรูปของมอดไม้วงศ์ย่อย Lyctinae (Bostrichidae) มีความสัมพันธ์กับขนาดของท่อลำเลียง โดยไม้ที่มีท่อลำเลียงขนาดใหญ่มีโอกาสเสี่ยงที่จะถูกทำลายจากมอดมากกว่า Cummins และ Wilson (1934) รายงานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อลำเลียงที่เล็กที่สุดที่มอดซีซุซแท้ (true powder port beetle) เข้าทำลาย (วางไข่) มีขนาด 90 ไมครอน

1.3 คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของไม้ยางพาราที่มีผลต่อการเข้าทำลายของมอด

คุณสมบัติทางเคมีของไม้ยางพาราสดโดยคิดเป็นร้อยละของน้ำหนักอบแห้งประกอบด้วย ส่วนประกอบดังนี้คือ holocellulose ร้อยละ 8.2 และ alpha cellulose ร้อยละ 49.41 เพนโตซาน (pentosan) ร้อยละ 17.17 ลิกนิน (lignin) ร้อยละ 18.06 เถ้า (ash) ร้อยละ 0.86 และสารแทรก (extractives) ร้อยละ 13.28 (รัชนิวรรณ และทัศนีย์, 2538) บางรายงาน พบว่าคุณสมบัติทางเคมีของไม้ยางพาราแตกต่างกันไปจากนี้ เช่น Hong และคณะ (1982) รายงานว่ามีปริมาณ holocellulose ในไม้ยางพารา ร้อยละ 70.0 และ Anonymous (2005) รายงานสัดส่วนของสารแทรกที่ร้อยละ 5.59 ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าเกิดจากการใช้ไม้ยางพาราต่างพันธุ์ในการทดสอบและวิธีการวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการเคมี คุณสมบัติทางเคมีเหล่านี้มีผลอย่างยิ่งต่อการเข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูปของมอด และแมลงอื่นๆ ปริมาณสารแทรกมีผลต่อความทนทานต่อการทำลายของแมลงและราแตกต่างกันด้วย (Anonymous, 2005)

1.4 แมลงทำลายไม้ยางพาราแปรรูปในประเทศไทย

ในประเทศไทยมีรายงานแมลงที่เข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูปจำนวน 13 ชนิด ใน 4 วงศ์ (Hutacharearn and Tubtim, 1995) ดังแสดงในตารางที่ 2 โดยแมลงกลุ่มที่สร้างความเสียหายรุนแรงได้แก่มอดซีซุซสมาชิกของวงศ์ Bostrichidae 2 สกุลได้แก่ สกุล *Heterobostrychus* และสกุล *Sinoxylon* (จารุณี และไพวรรณ,

2524) ในมาเลเซีย Hussein (1981) รายงานแมลงที่เข้าทำลายไม้ยางพาราที่ตัดฟันใหม่ๆ และ ไม้แปรรูป จำนวน 25 ชนิด ใน 3 วงศ์ (ดูตารางภาคผนวกที่ 2 และ 3 หน้า 79 และ 80 ประกอบ) ชนิดที่ทำลายไม้แปรรูปที่ไม่มีรายงานในประเทศไทยแต่มีความเป็นไปได้ที่จะพบแมลงดังกล่าวในภาคใต้ของไทยเนื่องจากประเทศไทยอยู่ในเขตสัตรีภูมิศาสตร์เดียวกับมาเลเซีย ได้แก่ *Dinoderus bifoveolatus* Wollaston, *Xylopsocus ensifer*, *Xylopsocus capucinus* Fabr. ในวงศ์ Bostrichidae และ *Hypothenemus setosus* Eichhoff วงศ์ Scolytidae

แมลงในแต่ละวงศ์มีลักษณะหรือความชอบในการเข้าทำลายไม้ยางพาราที่แตกต่างกันโดยมีปัจจัยที่ส่งผลต่อการเข้าทำลายของแมลงแต่ละกลุ่มได้แก่ ความชื้นของไม้ ปริมาณแป้งในเนื้อไม้ ลักษณะโครงสร้างของพื้นผิวของไม้แปรรูปและผลิตภัณฑ์ โดยแมลงชอบเข้าทำลายไม้ที่มีผิวขรุขระมากกว่าไม้ที่มีผิวเรียบ และการมีหรือไม่มีเปลือกของไม้ เป็นต้น มอดที่ชุกชุมที่สุดในวงศ์ย่อย Lyctinae ชอบเข้าทำลายไม้ที่มีความชื้นร้อยละ 8-30 แต่ความชื้นที่พบเข้าทำลายเสมออยู่ที่ร้อยละ 12-15 ในขณะที่มอดในวงศ์ Bostrichidae ชอบเข้าทำลายไม้ที่มีความชื้นสูงประมาณร้อยละ 30 แต่ก็สามารถเข้าทำลายไม้ที่มีความชื้นร้อยละ 12-30 ได้ (ไพวรรณ, 2524)

ตารางที่ 2 แมลงทำลายไม้ยางพาราและผลิตภัณฑ์จากไม้ยางพาราในประเทศไทย

วงศ์	ชนิด
Bostrichidae หรือ Bostrychidae (มอดที่ชุกชุม)	1. <i>Apoleon edax</i> Gorth.
	2. <i>Dinoderus</i> sp.
	3. <i>Heterobostrychus aequalis</i> Waterhouse
	4. <i>Heterobostrychus pilates</i>
	5. <i>Heterobostrychus unicornis</i> Waterhouse
	6. <i>Sinoxylon anale</i> Lene
	7. <i>Xylothrips flavipes</i> Illigen
	8. <i>Sinaxylon ruficorne</i> Fahr.
	9. <i>Lyctus africanus</i> Lesne
	10. <i>Lyctus</i> sp.
	11. <i>Minthea rugicallis</i> Walker
Curculionidae (Platypodinae)	12. <i>Platypus piniperda</i> Schedl
Cerambycidae	13. <i>Gnatholea eburifera</i> Thomson

แหล่งที่มา: Hutachareem และ Tubtim (1995) และ Hussein (1981)

1.5 การป้องกันไม้ยางพาราจากการเข้าทำลายของมอด

การป้องกันการเข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูป และผลิตภัณฑ์จากไม้ยางพาราทำได้โดยนำไม้ยางพาราที่แปรรูปใหม่ๆ ไปอบที่ระดับความชื้นต่ำกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ ความร้อนจากการอบสามารถฆ่าตัวอ่อนของแมลง

ได้ทุกระยะ และการใช้สารเคมีรักษาเนื้อไม้ ซึ่งมีหลายวิธีได้แก่ การอบน้ำยาพื้นผิวไม้ และอัดน้ำยารักษาไม้เข้าไปในเนื้อไม้ โดยการเลือกวิธีการอบน้ำยาและชนิดของสารเคมีที่ใช้ขึ้นอยู่กับชนิดของไม้และประเภทการใช้งานของไม้ ไม้ที่ผ่านการอบน้ำยาจะมีความทนทานต่อราและแมลงสูงขึ้น 3-5 เท่าของความทนทานตามธรรมชาติ เช่น ไม้ยางพาราที่ผ่านการใช้สาร Celcure® อบน้ำยาสามารถยืดอายุการใช้งานได้ถึง 5-8 ปี ยาวนานกว่าความทนทานตามธรรมชาติ (1.9 ปี) 3 เท่า (ธีระ, 2549)

อย่างไรก็ตาม การอบไม้และการใช้สารเคมีป้องกันรักษาเนื้อไม้มีข้อจำกัด และข้อเสียบางประการ ประการแรกการอบไม้ที่ระดับความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ ไม่สามารถป้องกันมอดเข้าทำลายไม้ได้ทุกชนิด มอดในวงศ์ย่อย Lyctinae (และบางชนิดในวงศ์ Anobiidae) สามารถเข้าทำลายไม้ที่มีระดับความชื้นต่ำถึง 8 เปอร์เซ็นต์ (จารุณี และไพวรรณ, 2524; ไพวรรณ, 2524; Cookson, 2004) ประการที่สองสารเคมีรักษาเนื้อไม้ส่วนใหญ่ยกเว้นกรดบอริก และอนุภัณฑ์ของสารบอริก (boric acid and borax equivalent) มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและเป็นพิษต่อคนสูง (ธีระ, 2549; Cookson, 2004) และสารเคมีบางชนิดเช่น potassium dichromate, sodium dichromate, arsenic pentoxide ยังเป็นสารก่อมะเร็งอีกด้วย (Hugh, 2006)

ในปัจจุบันการวิจัยทางด้าน การป้องกันเนื้อไม้ได้เน้นหนักไปในสองแนวทางคือ การแสวงหาสารเคมีรักษาเนื้อไม้ใหม่ๆ ที่มีประสิทธิภาพดี และมีพิษต่อผู้ปฏิบัติงาน และผู้บริโภคน้อย โดยเน้นความสนใจไปที่สารประกอบพวกโบรอน (boron compounds) (ธีระ, 2549) และในแนวทางที่สองคือ การรักษาคุณภาพเนื้อไม้ด้วยวิธีธรรมชาติ มุ่งเน้นการปรับเปลี่ยนเคมีของไม้ไม่ให้เหมาะสมต่อการเข้าทำลายของแมลง (Simpson and Barton, 1991; Peters et al., 2002) หรือนำสารสกัดจากเนื้อไม้ (hardwood extractives) มาใช้ในกระบวนการรักษาเนื้อไม้แทนการใช้สารสังเคราะห์ โดยใช้สารสกัดมาจากไม้ชนิดที่มีความทนทานตามธรรมชาติสูงเช่น ลัก (*Tectona grandis*), Belian (*Eusideroxylon zwageri*), Cengal (*Neobalanocarpus heimii*) และ Padauk (*Pterocarpus soyauxii*) (Wong et al., 2005) ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภค และเป็นที่ยอมรับจากผู้บริโภคมากกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมเครื่องใช้ในครัวเรือน ไม้พื้น และของเล่นเด็ก

การป้องกันการทำลายเนื้อไม้โดยไม่ใช้สารเคมีตามวิธีที่กล่าวแล้วข้างต้น นอกจากมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคแล้ว ยังสามารถเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ และสร้างจุดแข็งแก่อุตสาหกรรมไม้ยางพาราอีกด้วย อย่างไรก็ตามการป้องกันการทำลายจากมอดไม้ด้วยวิธีนี้จำเป็นต้องรู้ชีววิทยาของมอดทำลายไม้เป็นอย่างดี รวมถึงเข้าใจปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อการเข้าทำลายไม้ยางพาราของมอดไม้ ปัจจัยเหล่านี้ยกตัวอย่างเช่น การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของเนื้อไม้หลังการตัดฟัน ปัจจัยของปริมาณแป้ง น้ำตาล-อิสระ ปริมาณลิกนิน สารแทรก และสารกลุ่ม Secondary metabolites อื่นๆ อีกด้วย

1.6 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อไม้ที่ส่งผลต่อการเข้าทำลายของแมลง

องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อไม้ที่มีอิทธิพลต่อการเข้าทำลายของแมลงมีสองกลุ่มด้วยกันกลุ่มแรก สารอาหารต่างๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของแมลงที่สะสมในเนื้อไม้ ที่สำคัญได้แก่ คาร์โบไฮเดรต (แป้ง และน้ำตาล) โปรตีน กลุ่มที่สองสารที่ไม่ได้จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของแมลงได้แก่สารในกลุ่ม Secondary metabolites หรือที่เรียกรวมกันว่าสารแทรก สารในกลุ่มนี้ บางชนิดเป็นสารที่มีพิษหรือสร้างผลกระทบต่อแมลงเมื่อแมลงได้รับเข้าไปโดยตรง เช่น สารในกลุ่มลิกนิน และอนุพันธ์ของลิกนิน หรือสาร secondary metabolites อื่นๆ และบางชนิดที่มีอิทธิพลต่อการหาแหล่งอาหาร และแหล่งสร้างรังวางไข่หรือความชอบต่อพืชอาหารของแมลง เช่น สารในกลุ่ม Terpenoids และสารที่มีฤทธิ์ยับยั้งการกิน (antifeedants) ชนิดต่างๆ

ปริมาณลิกนินและสาร secondary metabolites ในเนื้อไม้แต่ละชนิดและแต่ละพันธุ์มีปริมาณมากน้อยแตกต่างกัน (Anonymous, 2005) Faccoli และคณะ (2004) รายงานว่าสารหลายชนิดในเปลือกและเนื้อไม้มีอิทธิพลต่อการเลือกและความชอบอาหารของ *Ips typographus* L. (Scolytidae) สารดังกล่าวได้แก่ 3-Octanol, 1-hexanol และ Green Leaf Volatile (GLV)-blend ซึ่งมีฤทธิ์เป็นสารยับยั้งการกิน ในขณะที่ monoterpenes, limonene และ α -pinene มีพิษและมีฤทธิ์ยับยั้งการกินต่อแมลงดังกล่าวสูง และยังพบว่า สารต่างๆ เหล่านี้มีอิทธิพลต่อแมลงในแต่ละเพศมากน้อยแตกต่างกัน Harmatha และ Nawrot (2002) พบว่า สารกลุ่ม lignans และ อนุพันธ์ของ phenylpropanoids หลายชนิดมีฤทธิ์ยับยั้งการกินในแมลงด้วยเช่นเดียวกัน

1.7 ชนิดและพันธุ์ของพืชอาหารต่อความชอบในการเข้าทำลายของแมลง

Hank และคณะ (1993) ศึกษาความชอบต่อพืชอาหารของด้วงหนวดยาว *Phoracantha semipunctata* (Fabricius) (Cerambycidae) ในไม้ยูคาลิปตัส 5 ชนิดพบว่า แมลงดังกล่าวมีความชอบต่อพืชอาหารแต่ละชนิดแตกต่างกัน พืชอาหารที่แมลงชอบเข้าทำลายมากกว่า มีอัตราการเข้าทำลายของแมลงสูงกว่าพืชอาหารที่แมลงชอบน้อยกว่า นอกจากนี้ชนิดของพืชอาหารยังมีอิทธิพลต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการตายในระยะตัวอ่อนของแมลง ในพืชอาหารที่แมลงชอบอาศัยมากกว่า มีอัตราการเจริญเติบโตของตัวอ่อน เร็วกว่า ในทางตรงกันข้ามมีอัตราการตายในระยะตัวอ่อนที่ต่ำกว่าพืชอาหารที่แมลงชอบน้อยกว่า ปัจจุบันที่มีอิทธิพลต่อความชอบในการเข้าทำลายของแมลงต่อพืชอาหารดังกล่าวได้แก่ปริมาณของสารอาหารที่แมลงต้องการในการเจริญเติบโตในพืชอาหารแต่ละชนิด และความหนาแน่นของแมลงที่เข้าทำลาย Morewood และคณะ (2003) พบว่าด้วงหนวดยาว *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky) (Coleoptera: Cerambycidae) ซึ่งเป็นแมลงที่มีพืชอาหารกว้าง (polyphagous) มีพืชอาหารที่ชอบในระดับที่ใกล้เคียงกันได้มากกว่า 1 ชนิด และแมลงดังกล่าวมีอัตราการวางไข่ในพืชอาหารเหล่านี้ในอัตราที่ไม่แตกต่างกันมากนัก

นอกจากชนิดของพืชอาหารที่มีอิทธิพลต่อการเข้าทำลายและการเจริญเติบโตของแมลงแล้ว พันธุ์ และแหล่งที่มา (provenances) ของพืชอาหารยังมีอิทธิพลต่อความชอบพืชอาหารของแมลง และความทนทานของไม้แปรรูปต่อการเข้าทำลายของแมลงอีกด้วย Nerg และคณะ (2003) พบว่า พืชอาหารในแต่ละแหล่งที่มาไม่มีอิทธิพลโดยตรงต่ออัตราการเจริญเติบโตของตัวอ่อนของ *Hylotrupes bajulus* (L.) (Coleoptera: Cerambycidae) แต่จะไปมีอิทธิพลต่ออัตราการวางไข่และความชอบในการเข้าทำลายของแมลงชนิดดังกล่าว

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษารูปแบบการกระจาย และความหลากหลายของชนิดของมอดทำลายไม้ยางพาราในภาคใต้
2. เพื่อศึกษาชีววิทยาของมอดไม้ชนิดที่มีความหลากหลายและมีผลกระทบต่ออุตสาหกรรมไม้ยางพารา มากที่สุดหนึ่งชนิด
3. ศึกษาอิทธิพลของพันธุ์ของไม้ยางพาราต่อชีววิทยาการสืบพันธุ์ และความชอบในการเข้าทำลาย (host preference) ของมอดไม้ยางพาราชนิดหลักที่สำคัญ 1 ชนิด¹

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เมื่อทราบชนิดของมอดที่ทำลายไม้ยางพาราชนิดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ทำให้สามารถจัดการ แมลงศัตรูไม้ยางพาราได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. การทราบชีววิทยาของมอดไม้ เป็นพื้นฐานความรู้ที่สำคัญในการจัดการแมลงศัตรูอย่างถูกต้องและ เหมาะสม
3. ทราบอิทธิพลของปริมาณแป้ง ลิกนิน และสารแทรก และอิทธิพลของพันธุ์ของไม้ยางพาราต่อ ชีววิทยาการสืบพันธุ์ รวมถึงความชอบของมอดไม้ในการเข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูป สามารถนำ ความรู้นี้ไปใช้ในการเลือกใช้วัสดุไม้ยางพาราแปรรูป ในอุตสาหกรรมที่ไม่ต้องการใช้สารเคมีรักษา เนื้อไม้ได้

¹ จากผลการสำรวจได้แก่มอดชนิด *Sinoxylon anale* Lesne (Bostrichidae)

4. วิธีการวิจัย

การวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน

1. สำนวจความหลากหลายทางชนิดของมอดทำลายไม้ยางพาราแปรรูปในภาคใต้
2. ศึกษาวงจรชีวิต และชีววิทยาการสืบพันธุ์ของมอด *Sinoxylon anale* Lesne (Bostrichidae) ซึ่งเป็นศัตรูไม้ยางพาราแปรรูปสำคัญที่สุดในพื้นที่ภาคใต้ (จากผลการสำวจในข้อ 1)
3. ศึกษาความชอบในการเข้าทำลาย และอิทธิพลของพันธุ์ไม้ยางพาราต่ออัตราการสืบพันธุ์ของมอด *S. anale*

4.1 สำนวจความหลากหลายทางชนิดของมอดที่เข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูปในภาคใต้

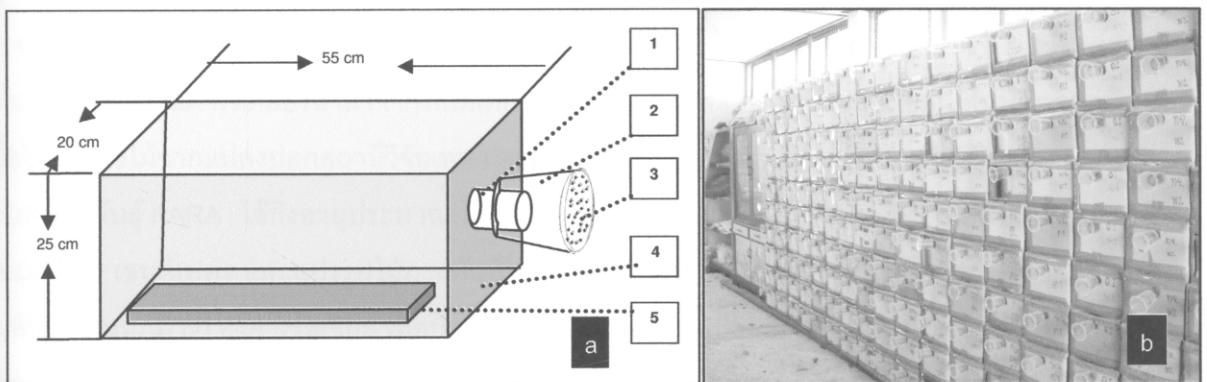
สำวจมอดที่เข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูปในพื้นที่ปลูกยางพาราหลักของภาคใต้ 8 จังหวัด ได้แก่ สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา พังงา กระบี่ ตรัง และสตูล โดยการศึกษาในครั้งนี้แบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 2 พื้นที่ย่อยตามลักษณะภูมิประเทศของภาคใต้ได้แก่ ภาคใต้ฝั่งตะวันออกและภาคใต้ฝั่งตะวันตก เลือกโรงเลื่อยแปรรูปไม้ยางพาราในพื้นที่ภาคใต้ฝั่งตะวันออก และภาคใต้ฝั่งตะวันตกฝั่งละ 10 โรงการแบ่งพื้นที่ศึกษาใช้เทือกเขาหลวงซึ่งกั้นกลางระหว่างภาคใต้ฝั่งตะวันออกและฝั่งตะวันตก จากการแบ่งด้วยวิธีดังกล่าวทำให้ อ. ท่งสง และ อ. ท่งใหญ่ ของจังหวัดนครศรีธรรมราชถูกแบ่งอยู่ในภาคใต้ฝั่งตะวันตก สุ่มเลือกโรงเลื่อยที่แปรรูปเฉพาะไม้ยางพาราให้ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาโดยฝั่งตะวันออกจังหวัดสุราษฎร์ธานี 3 โรง นครศรีธรรมราช 2 โรง พัทลุง 2 โรง และสงขลา 3 โรง และ ภาคใต้ฝั่งตะวันตก จังหวัดนครศรีธรรมราช (อ. ท่งสง และ อ. ท่งใหญ่) 2 โรง กระบี่ ตรัง และสตูล จังหวัดละ 2 โรง

สุ่มเลือกไม้แปรรูปขนาด 5x100x3 ลูกบาศก์เซนติเมตร หรือขนาดใกล้เคียงกัน ที่มีร่องรอยการเข้าทำลายของมอด โรงเลื่อยละ 10 ชิ้น นำไม้จากการสุ่มตัดครั้งแล้วแยกเป็นชิ้นเดี่ยวๆ ใส่ในกล่องดักจับแมลงซึ่งประกอบด้วยกล่องกระดาษทึบแสงขนาด 20x25x55 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่เจาะรูทางออกทางเดียวเพื่อให้แมลงตัวเต็มวัยที่เจาะออกจากไม้ตัวอย่างบินออก ใช้ภาชนะพลาสติกโปร่งแสงสำหรับใส่น้ำหวานที่มีฝาปิดติดกับรูทางออกดังกล่าวด้วยท่อยางเพื่อดักจับแมลงที่บินออกจากรูทางออกดังกล่าว (ภาพที่ 1a,b) เก็บแมลงจากภาชนะดักทุกวันในเวลา 14.00 – 15.00 น. นำแมลงดังกล่าวใส่ใน microcentrifuge tube ขนาด 1.5 มิลลิลิตรที่มีเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์บรรจุอยู่เพื่อป้องกันแมลงนำเสีย เก็บแมลงที่อุณหภูมิห้องเพื่อรอการจำแนกชนิดและนับจำนวน

เก็บตัวอย่าง 3 ครั้งในเดือนกรกฎาคม และเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2550 และ เดือนมีนาคม พ.ศ. 2551 นับจำนวนแมลงแต่ละชนิดในแต่ละตัวอย่างเพื่อนำค่าไปวิเคราะห์ความหลากหลายทางชนิด (species diversity) และเปรียบเทียบความหลากหลายทางชนิดทางมอดทำลายไม้ยางพาราระหว่างภาคใต้ฝั่ง

ตะวันออก และฝั่งตะวันตกโดยใช้ Simson's index of diversity, Shannon wiener diversity index และ Shannon's evenness index

การจำแนกชนิดของแมลงในระดับวงศ์ใช้ Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects 7th Edition (Charles and Norman, 2005) การจำแนกในระดับสกุล ใช้ American Beetles volume II (Ross, 2002) และการจำแนกระดับชนิด วงศ์ Bostrichidae และ Scolytidae ใช้ online Identification keys จาก Pests and Diseases Image Library (PaDIL) ออสเตรเลีย (Walker, 2006) และยืนยันการจำแนกชนิดโดย Dr. Roger Beaver ผู้เชี่ยวชาญการจำแนกชนิดในวงศ์ย่อย Platypodinae Scolytinae และ วงศ์ Bostrichidae



ภาพที่ 1 ภาพร่างลักษณะกล่องที่ใช้ดักจับแมลง (a) หมายเลข 1. ท่อสายยางเชื่อมระหว่างกล่องและภาชนะดักจับแมลง 2. ภาชนะดักจับแมลงทำด้วยพลาสติกใส 3. ฝาเจาะรูขนาดเล็กไว้เพื่อให้อากาศถ่ายเท 4. กล่องกระดาษแข็ง 5. ไม้ยางพาราแปรรูปที่เก็บตัวอย่างจากโรงเลื่อย (b) กล่องดักจับแมลงเก็บไว้ในโรงเรือนที่อากาศสามารถถ่ายเทได้สะดวกและให้แสงสว่าง 24 ชั่วโมง

4.2 ศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์ของมอด *Sinoxylon anale* Lesne (Coleoptera; Bostrichidae)

4.2.1 แมลงที่ใช้ศึกษา

แมลงที่ใช้ในการศึกษา *Sinoxylon anale* Lesne (Coleoptera; Bostrichidae) พิจารณาเลือกจากผลการสำรวจชนิดและความหลากหลายของมอดทำลายไม้ยางพาราจากการทดลองส่วนที่ 1 มอดชนิดนี้พบมากที่สุดในพื้นที่ศึกษา (39.56%) มีค่าดัชนีความหลากหลายสูงสุดและเป็นหนึ่งในมอดชนิดที่สร้างความเสียหายสูงสุดแก่ไม้ยางพาราแปรรูปในพื้นที่ภาคใต้และภาคตะวันออกของไทย (Sittichaya and Beaver, 2009) ใช้แมลงที่บินออกจากไม้ที่ได้มาจากการสำรวจ โดยเลือกแมลงรุ่นลูกที่บินออกจากรังใหม่ๆ เพื่อป้องกันแมลงตัวเต็มวัยที่ผ่านการวางไข่มาแล้ว นำแมลงดังกล่าวมาเลี้ยงในกล่องพลาสติกที่บดแสงที่มีชั้นไม้

ยางพาราขนาดเล็กสำหรับเป็นอาหารของแมลงเพื่อให้แมลงพร้อมที่จะผสมพันธุ์ และวางไข่เป็นระยะเวลา 3 วัน

4.2.2 ไม้ยางพาราที่ใช้ในการทดลอง

ไม้ยางพาราที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ทุกการทดลองใช้ไม้ยางพาราจากการตัดฟันครั้งเดียวกัน ใช้ไม้ยางพารา 3 พันธุ์ตัวแทนของยางพาราแต่ละกลุ่ม โดยกลุ่มพันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้ำยางสูงได้แก่พันธุ์ RRIM 600 พันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้ำยางสูงและเนื้อไม้สูง พันธุ์ PB 235 และกลุ่มพันธุ์ที่ให้ผลผลิตเนื้อไม้สูง ได้แก่ยางพาราดั้งเดิมไม่ระบุพันธุ์ (PARA) (ตารางที่ 3) ในแต่ละพันธุ์ใช้ยางพารา 5 ต้น (5 ซ้ำ) (ในบางการทดลองอาจใช้ไม้ยางพาราในแต่ละต้นหรือในแต่ละซ้ำมากกว่า 1 ชิ้น ให้จัดไม้ดังกล่าวเป็นตัวอย่างย่อย หรือ sub-samples) ไม้ยางพาราที่ใช้ในการทดลองนำมาจากพื้นที่เดียวกันเพื่อลดอิทธิพลของพื้นที่ปลูกต่อคุณสมบัติทางเคมีของเนื้อไม้ โดยใช้ไม้จากแปลงปลูกสถานีวิจัยเทพา คณะทรัพยากรธรรมชาติ อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา อายุ 25 ปี (ยกเว้นพันธุ์ PARA ใช้กิ่งอายุประมาณ 25 ปี ของต้นยางอายุ 40 ปี) โคนไม้และตัดเป็นท่อนความยาวท่อนละ 90 เซนติเมตร และแปรรูปไม้ยางทันทีในวันเดียวกัน นำไม้ยางพาราที่แปรรูปเรียบร้อยแล้วมาอบในทันทีที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการสลายตัวของแป้ง ระยะเวลาการอบประมาณ 48 ชั่วโมงหรือจนกว่าความชื้นในไม้อยู่ในระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ เก็บไม้ที่ผ่านการอบเรียบร้อยแล้วในห้องทดลองเพื่อป้องกันการมอดเข้าทำลายก่อนการทดลอง ยกเว้นไม้ที่ใช้วิเคราะห์คุณสมบัติเคมีของไม้ให้เก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 3 พันธุ์ของไม้ยางพาราที่ใช้ในการศึกษาซึ่งวิทยาการสืบพันธุ์และความชอบในการเข้าทำลาย ของมอดซีซุข (*Sinoxylon anale* Lesne)

กลุ่มของพันธุ์ยางพาราแบ่งตามผลผลิต	พันธุ์	ชั้นอายุ (ปี)	จำนวนซ้ำ (ต้น)
ผลผลิตน้ำยางสูง	RRIM 600	25	5
ผลผลิตน้ำยางสูงและเนื้อไม้สูง	PB 235	25	5
ผลผลิตเนื้อไม้สูง	ยางพารา (PARA)*	25	5

* ใช้กิ่งยางพาราดั้งเดิมไม่ระบุพันธุ์อายุ 25 ปี จากต้นยางพาราที่มีอายุ 40 ปี

4.2.3 การวิเคราะห์ปริมาณแป้ง (starch) ลิกนิน (lignin) และ สารแทรก (wood extractives) ในไม้ยางพาราที่ใช้ในการทดลอง

ใช้ไม้ยางพาราแปรรูป ขนาด 10x20x3 ลูกบาศก์เซนติเมตร จากไม้ท่อนแรกของทั้ง 3 พันธุ์ พันธุ์ละ 5 ต้น (5 ซ้ำ) ต้นละ 3 ชิ้น (3 subsamples) นำไม้ที่ได้จากขั้นตอนการอบแห้งเก็บไว้ที่ อุณหภูมิ

-20°C เพื่อป้องกันการสลายตัวของแป้งจนกว่าจะนำไปวิเคราะห์ ปริมาณแป้งในเนื้อไม้วิเคราะห์โดยวิธีของ Browning (1967) ลิกนินใช้วิธี Acid-insoluble lignin in wood and Pulp (T222 om-02) (TAPPI, 2002) และสารแทรกใช้วิธี Solvent extractives of Wood and Pulp (T 204 cm-97) (TAPPI, 1997) ตามลำดับ ในไม้ยางพาราแต่ละซ้าจะทำการวิเคราะห์ 3 ครั้ง (จากไม้ตัวอย่าง 3 ซ้า) และนำค่าเฉลี่ยมาใช้หาค่าเฉลี่ยของปริมาณแป้ง ลิกนิน และสารแทรกในเนื้อไม้วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์ของไม้ยางพาราด้วย One way ANOVA และวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) ระหว่างปริมาณแป้ง ลิกนิน และสารแทรก ด้วยวิธี Pearson's correlation

4.2.4 ศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์ของมอด *Sinoxylon anale* Lesne

การศึกษชีววิทยาการสืบพันธุ์ของมอด *S. anale* ประกอบด้วยสองการทดลองหลักได้แก่ การทดลองที่ 1 การศึกษาลักษณะและการพัฒนาการของรังในแต่ละสัปดาห์หลังจากนำมอดเพศผู้และเพศเมียปล่อยในกล่องทดลองแล้ว และการทดลองที่ 2 ศึกษาอิทธิพลของพันธุ์ของไม้ยางพาราต่อจำนวนประชากรรุ่นลูกของมอด (อัตราการสืบพันธุ์)

4.2.4.1 ศึกษาลักษณะการสร้างรัง และพัฒนาการของรังของมอด *Sinoxylon anale* Lesne

ใช้แมลงตัวเต็มวัยที่บินออกจากรังใหม่ๆ เพศผู้และเพศเมีย 1 คู่ มาเลี้ยงทดสอบในกล่องพลาสติกสำหรับใส่อาหารขนาด 9.5x14.5x5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่มีไม้ยางพาราแปรรูป ขนาด 10x15x0.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร สำหรับเป็นวัสดุการสร้างรัง (ภาพที่ 2a) ใช้ไม้ยางพาราในการทดสอบ 3 พันธุ์ พันธุ์ละ 5 ซ้า รวมจำนวนรังที่ใช้ศึกษา 240 รัง (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 แผนการทดลองที่ใช้ในการในการศึกษาชีววิทยาและอิทธิพลของพันธุ์ไม้ยางพาราต่ออัตราการสืบต่อพันธุ์ของมอด *S. anale*

การทดลอง	ทรีทเมนต์ที่	ไม้ที่ใช้ทดสอบ	จำนวนซ้า
การทดลองที่ 2 ศึกษาลักษณะการสร้างรังและพัฒนาการของรังของมอดไม้ในไม้ยางพารา	1	พันธุ์ RRIM600 อายุ 25 ปี	5
	2	พันธุ์ PB253 อายุ 25 ปี	5
	3	พันธุ์ยางพื้นบ้าน อายุ 25 ปี	5
การทดลองที่ 2 ศึกษาอิทธิพลของพันธุ์ของไม้ยางพาราต่อชีววิทยาการสืบพันธุ์ของมอดไม้	1	พันธุ์ RRIM600 อายุ 25 ปี	15
	2	พันธุ์ PB253 อายุ 25 ปี	15
	3	พันธุ์ยางพื้นบ้าน อายุ 25 ปี	15

เมื่อมอดเข้าไปสร้างรังในไม้ที่ใช้ทดสอบเรียบร้อยแล้ว นำกล่องทดลองไปเก็บที่สภาพแวดล้อม อุณหภูมิห้อง ที่กำหนดช่วงความยาวแสง 12 ชั่วโมง ทำการบันทึกอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ในห้องทดลองตลอดระยะเวลาการทดลอง เมื่ออายุรังครบ 7 วันแล้วโดยเริ่มนับจากวันที่เริ่มปล่อยแมลงรุ่นพ่อแม่ในกล่องทดลอง ทำการสุ่มตัวอย่างรังของแมลงจากไม้ยางพาราแต่ละพันธุ์ พันธุ์ละ 5 ตัวอย่าง

นำรังมอดดังกล่าวมาแกะออกเพื่อศึกษาการพัฒนาของรัง ทำการบันทึกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรัง ความยาวของทางเดินของรุ่นพ่อแม่ ความยาวของทางเดินของรุ่นลูก (larval tunnel) จำนวนไข่ที่วาง การพัฒนาของรุ่นลูกระยะต่างๆ ภายในรัง และคำนวณอัตราการฟักไข่ และอัตราการการตายของมอดในระยะก่อนเป็นตัวเต็มวัยเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ของไม้ยางพารา นำอัตราการการตายของไข่และระยะก่อนตัวเต็มวัยที่เลี้ยงในไม้ยางพาราแต่ละพันธุ์ไป วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย One way ANOVA

4.2.4.2 ศึกษาอิทธิพลของพันธุ์ของไม้ยางพาราต่อชีววิทยาการสืบพันธุ์ (Reproductive biology) ของมอด *Sinoxylon anale* Lesne

ก. ศึกษาระยะเวลาที่มอด *S. anale* ใช้ในการพัฒนาจากเริ่มปล่อยแมลงรุ่นพ่อแม่จนถึงตัวเต็มวัยรุ่นลูกบินออกจากรัง

การศึกษาระยะเวลาที่มอด *S. anale* ใช้ในการเจริญเติบโตตั้งแต่ปล่อยแมลงรุ่นพ่อแม่ให้วางไข่ในไม้ยางพาราที่ใช้ทดสอบทั้งสามพันธุ์จนถึงระยะเวลาที่ประชากรรุ่นลูกเริ่มบินออกจากรังและบินออกจากรังจนหมด ทำเช่นเดียวกับการศึกษาอิทธิพลของพันธุ์ไม้ยางพาราต่ออัตราการสืบต่อพันธุ์ของมอด แตกต่างที่ขั้นตอนการเก็บแมลง แทนที่จะเก็บไม้ที่มอดเข้าทำรังวางไข่ในกล่องโปร่งแสง ให้นำไม้ดังกล่าวไปใส่ในกล่องดักจับแมลงเช่นเดียวกับที่ใช้ในการศึกษาความหลากหลายของมอดทำลายไม้ยางพารา และทำการบันทึกจำนวน และวันที่มอดออกจากรังตั้งแต่มอดรุ่นลูกตัวแรกบินออกจากไม้จนถึงมอดตัวสุดท้ายบินออก และเมื่อไม่มีมอดบินออกจากไม้อีกแล้ว นำไม้ดังกล่าวมาผ่าออกเพื่อตรวจอีกครั้งหนึ่งว่ามีมอดหลงเหลืออีกหรือไม่ นำระยะเวลาที่มอดรุ่นลูกตัวแรกและตัวสุดท้ายบินออกจากรังในไม้ยางพาราแต่ละพันธุ์ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย One Way ANOVA และวิเคราะห์สัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแบ่ง ลิกนิน และสารแทรก ในเนื้อไม้ กับจำนวนประชากรรุ่นลูกของมอดด้วยวิธี Pearson's correlation

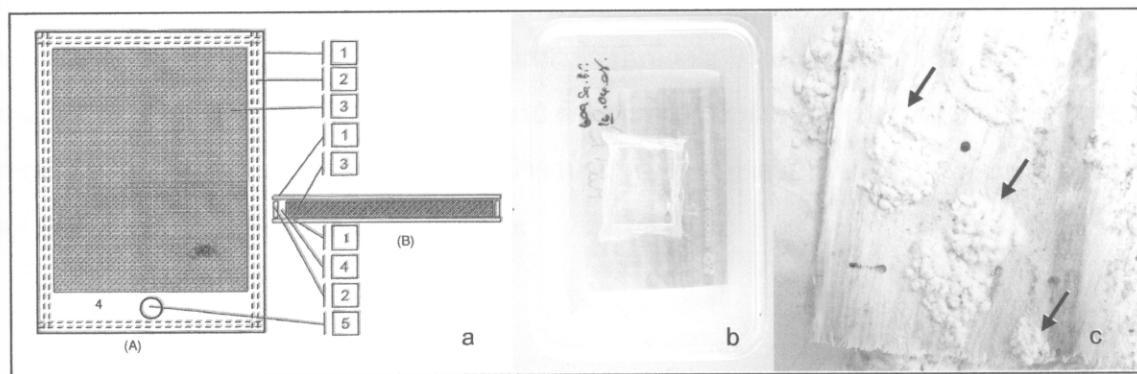
ข. การศึกษาความยืนยาวของอายุขัย (longevity) ของมอด *Sinoxylon anale* Lesne ตัวเต็มวัย

นำมอดตัวเต็มวัยที่บินออกมาจากไม้ที่มอดเข้าทำลายใหม่ๆ เพศผู้และเพศเมียอย่างละ 10 ตัวมาเลี้ยงในสภาพห้องทดลองอุณหภูมิเฉลี่ย 27.54 ± 0.99 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 81.57 ± 3.65 เปอร์เซ็นต์ ให้แสงสว่าง 12 ชั่วโมง ในถ้วยพลาสติกสีขาวขุ่นเส้นผ่านศูนย์กลางที่ฐาน 9.5 เซนติเมตร ที่มีฝา

ครอบโปร่งใสที่เจาะรูขนาดเล็กเพื่อให้อากาศสามารถถ่ายเทได้สะดวก (ภาพที่ 4a) ใส่ขี้้นไม้ยางพาราพันธุ์ PB235 ขนาด 3x3x2 ลูกบาศก์เซนติเมตร เพื่อเป็นอาหารของมอด ตรวจสอบการมีชีวิตรของมอดทุกๆ วันในเวลา 15 นาฬิกา นำค่าเฉลี่ยช่วงอายุของมอดเพศผู้และเพศเมียมาหาค่าความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี independent sample t-test

ค. การศึกษาอิทธิพลของพันธุ์ไม้ยางพารา 3 พันธุ์ต่ออัตราการสืบพันธุ์ (reproductivity) ของมอด *Sinoxylon anale* Lesne

การทดลองทำเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 แต่เพิ่มจำนวนซ้ำในแต่ละการทดลองเป็น 25 ซ้ำและเมื่อแมลงเจาะเข้าทำลายไม้ยางพาราเรียบร้อยแล้ว นำกล่องทดลองไปเก็บที่สภาพอุณหภูมิห้องระยะเวลา 60 วัน เมื่อครบกำหนดตรวจสอบว่าแมลงประสบความสำเร็จในการสร้างรังวางไข่หรือไม่ โดยสังเกตขี้มูลที่มอดตัวเต็มวัยร่อนลูกขับออกมา (ภาพที่ 2c) นำไม้ยางพาราที่มอดประสบความสำเร็จในการสร้างรังไปใส่ในภาชนะปิดโปร่งแสงเพื่อดักจับแมลงทั้งหมดที่บินออกมา นับจำนวนของแมลงทั้งหมดในร่อนลูก เพื่อคำนวณความสามารถในการสืบพันธุ์เฉลี่ยของมอดไม้ชนิดดังกล่าวในไม้ยางแต่ละพันธุ์ และนำค่าเฉลี่ยจำนวนประชากรร่อนลูกที่เลี้ยงด้วยไม้ยางพาราแต่ละพันธุ์ไปวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วย One way ANOVA และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแบ่ง ลิกนิน และสารแทรก ในเนื้อไม้ กับจำนวนประชากรร่อนลูกของมอดด้วย Pearson's correlation



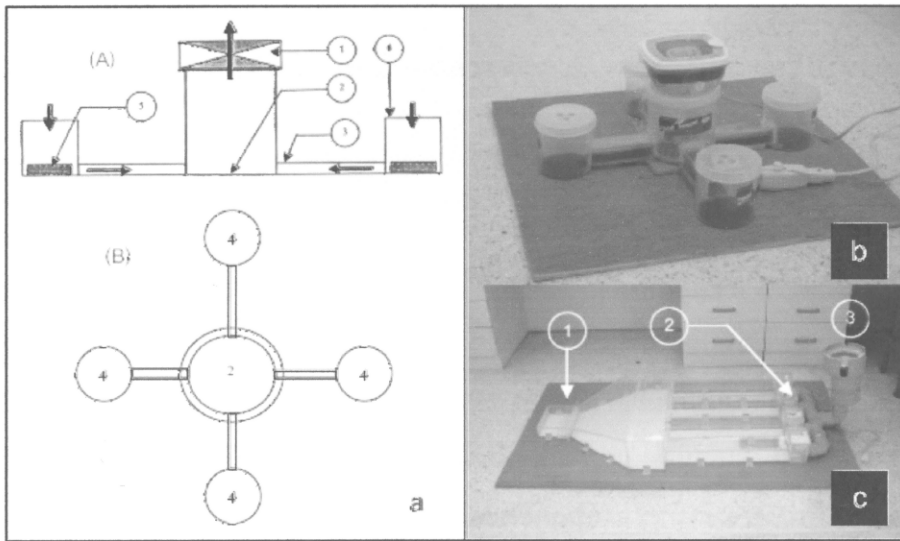
ภาพที่ 2 อุปกรณ์และการประกอบชุดการทดลองที่ใช้ทดลองการสร้างรังของแมลงแบบเดิม (a.) (A) แสดงภาพด้านบน (B) แสดงภาพตัดขวาง หมายเลข 1 แผ่นอคริลิคด้านบนและด้านล่าง, 2 ชั้นส่วน อคริลิคกั้นด้านข้าง, 3 แผ่นไม้ยางพาราที่ใช้ในการทดลอง, 4 ช่องว่างสำหรับปล่อยแมลงในการทดลอง, 5 ฝาเปิด-ปิดสำหรับปล่อยแมลงเข้าการทดลอง (b.) ชุดการทดลองที่ปรับปรุงข้อเสียของการทดลองวิธีแรกโดยใช้กล่องใสอาหารขนาด 10x15x0.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร แทนแผ่นอคริลิก (c.) ลักษณะรังที่มอดรุ่นพ่อแม่ประสบความสำเร็จในการสร้างรังเมื่ออายุครบ 60 วันจะมีขี้มูลละเอียดสีขาวที่ตัวเต็มวัยร่อนลูกขับออกมา (ลูกครี)

4.3. ทดสอบอิทธิพลของพันธุ์ไม้ยางพาราและลักษณะพื้นผิวของไม้ยางพาราแปรรูป ต่อความชอบในการทำลายของมอด *S. anale*

4.3.1 ทดสอบอิทธิพลของพันธุ์ไม้ยางพาราต่อการเลือกเข้าทำลายของมอดไม้ใน Olfactometer (wind tunnel)

อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบ Olfactometer แบบสี่ทาง สองแบบ แบบที่ 1 (ภาพที่ 3a, b) ประกอบด้วย central chamber รูปทรงกลมสำหรับปล่อยแมลงที่ใช้ทดสอบ และท่อทางเดินยาว 10 เซนติเมตร ซึ่งนำไปสู่ choice chambers ภาชนะสำหรับใส่วัสดุทดสอบ 4 กล้อง (ในแต่ละกล้องใส่ไม้ยางพาราแต่ละพันธุ์บวกกับกล้องควบคุมที่ปล่อยว่าง) ด้านบนของ central chamber มีฝาปิดที่ประกอบเข้ากับชุดดูดอากาศเพื่อดูดอากาศออกจาก central chambers ขณะเดียวกันก็ดึงอากาศจาก choice chambers ที่ใส่ไม้ยางพาราที่ใช้ทดสอบไว้เข้าสู่ central chamber ที่มีแมลงสำหรับทดสอบ และ Olfactometer แบบที่สองมีขนาดใหญ่กว่าแบบแรก โดยระยะทางสำหรับเคลื่อนที่มีความยาว 1 เมตรประกอบด้วย จุดปล่อยแมลง ต่อเข้ากับทางเดินกลาง (central chamber) (หมายเลข 1) ที่นำไปสู่ทางเดินสำหรับเลือกไปสู่ choice chambers สี่ช่อง (หมายเลข 2) และ อุปกรณ์เป่าลมเข้าสู่ Olfactometer ผ่าน choice chambers (หมายเลข 3)

การทดลองประกอบด้วย 4 ทรีทเมนต์ ได้แก่ ไม้ยางพารา 3 พันธุ์และชุดควบคุม (ปล่อยว่าง ไม่มีชิ้นไม้) ทำการทดลอง 5 ซ้ำ โดยใช้ชิ้นไม้ขนาด 3x3x3 ลูกบาศก์เซนติเมตร จากต้นยางพาราต่างต้นจำนวน 5 ต้นในแต่ละพันธุ์ ใส่ชิ้นไม้ยางพาราที่ตัดใหม่ๆ ใน choice chambers และปล่อยแมลงที่ทดสอบบริเวณกึ่งกลาง central chamber ครั้งละ 1 ตัว จนครบ 10 ตัวในแต่ละซ้ำ บันทึกความถี่และระยะเวลาที่แมลงเคลื่อนที่เข้าหา choice chamber เปลี่ยนไม้เมื่อปล่อยมอดครบ 10 ตัว และทำการทดลองจนครบ 5 ซ้ำ ทำการทดลองซ้ำอีกครั้งโดยใช้ Olfactometer แบบที่ 2 (ภาพที่ 3) นำจำนวนมอดที่เข้าทำลายไม้ยางพาราแต่ละพันธุ์และชุดควบคุมมาทดสอบความแปรปรวนด้วยวิธี LSD tests



ภาพที่ 3 Olfactometer (Wind tunnel) ที่ใช้ทดสอบความชอบในการเข้าทำลายไม้ยางพาราของมอด

(a.) และ (b.) Olfactometer แบบที่ 1 (A) ภาพตัดขวาง (B) ภาพด้านบน หมายเลข 1 พัดลมดูดอากาศออก 2 จุดปล่อยแมลงที่ใช้ทดสอบใน central chamber 3 ช่องทางเดินสู่ choice chamber 4 choice chamber 5 ไม้ที่ใช้ทดสอบ (c.) Olfactometer แบบที่ 2 ภาพด้านบน 1 จุดปล่อยแมลงที่ใช้ทดสอบ 2 choice chamber 3 พัดลมเป่าอากาศเข้า

4.3.2 ทดสอบอิทธิพลของพื้นผิวของไม้ยางพาราต่อความชอบในการเข้าทำลายของมอด *Sinoxylon anale* Lesne โดยวิธีทดลองแบบสองตัวเลือก (Dual choices test)

ทำการทดลองโดยใช้ไม้ยางพาราพันธุ์ RRIM600 เป็นตัวแทนในการทดสอบ ใช้ไม้แปรรูปตัดขนาด 2.5x5x2 ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวน 10 ชิ้นจากไม้ยางพารา 5 ต้น โดย 5 ชิ้นแรกใช้ไม้แปรรูปที่ไม่ผ่านการขัดผิว มีผิวขรุขระ และ อีก 5 ชิ้นขัดผิวด้วยกระดาษทรายให้เรียบ วางไม้เรียบและผิวขรุขระที่มาจากต้นยางพาราต้นเดียวกันนี้ อย่างละ 1 ชิ้น ทางปลายด้านหนึ่งของกล่องในกล่องพลาสติกใส (paxi-grass) มีฝาปิดขนาด 12x17x6 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่เจาะช่องระบายอากาศเพื่อให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก ปล่อยมอดที่ใช้ทดสอบ 5 ตัวในแต่ละการทดลองบริเวณปลายอีกด้านหนึ่งของกล่องห่างจากไม้ที่ใช้ทดสอบ 10 เซนติเมตร ปล่อยแมลงให้เคลื่อนที่เข้าหาไม้และนับจำนวนแมลงที่เจาะเข้าทำลายไม้ในแต่ละพื้นผิว ทำการทดลองทั้งหมด 5 ซ้ำ นำจำนวนมอดที่เข้าทำลายไม้ยางพาราแต่ละพื้นผิวมาหาค่าความแปรปรวนด้วย independent sample t-test

4.3.3 การทดสอบอิทธิพลของพันธุ์ไม้ยางพาราต่อความชอบในการเข้าทำลายของมอด *S. anale*

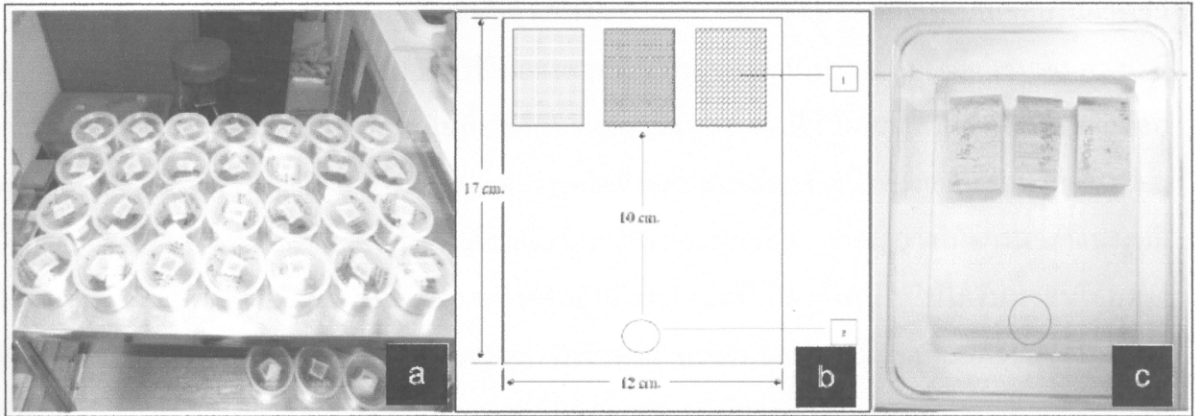
4.3.3.1 การทดลองแบบไม่มีตัวเลือก (No choice test)

ใช้ไม้ยางพารา 3 พันธุ์ ได้แก่ RRIM600 PB235 และ PARA จำนวนพันธุ์ละ 5 ตัวอย่าง (ต้น)(samples) ตัวอย่างละ 5 ตัวอย่างย่อย (sub samples) มาตัดขนาด 2.5x5x2 ลูกบาศก์เซนติเมตร อบให้ระดับความชื้น 12-15 เปอร์เซ็นต์ นำชิ้นไม้ยางพาราที่จะใช้ทดสอบทั้ง 75 ชิ้นมาซึ่งน้ำหนักก่อนการทดสอบ นำชิ้นไม้ยางพาราที่ซึ่งน้ำหนักเรียบร้อยแล้วมาวางในถ้วยพลาสติกมีฝาปิดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 ซม. ที่เจาะช่องระบายอากาศบริเวณฝาปิดเพื่อให้อากาศถ่ายเทได้สะดวกกล่องละหนึ่งชิ้น (ภาพที่ 4a) นำมอดใส่ในกล่องทดสอบกล่องละ 1 ตัว สังเกตพฤติกรรมการตอบสนองของมอด และการเจาะเข้าทำลายไม้ ในกรณีที่มอดไม่เจาะเข้าทำลายไม้ที่ใช้ทดสอบ ให้เปลี่ยนมอดตัวใหม่แทนที่มอดตัวเดิม นำกล่องทดสอบเก็บไว้ในอุณหภูมิห้อง ให้แสงสว่าง 12 ชั่วโมง ปล่อยให้แมลงทำลายไม้ 3 สัปดาห์ ตรวจสอบการมีชีวิตโดยการดูขี้ขุยที่มอดขับออกมาจากปากรูทุกๆ วันในเวลา 15 นาฬิกา เมื่อครบกำหนด รวบรวมขี้ขุยที่มอดขับออกมาและผ่าชิ้นไม้ออกเพื่อนำขี้ขุยที่หลงเหลือในรูออกมาให้หมด นำขี้ขุยและไม้มาอบแห้งจนน้ำหนักคงที่ (ที่ระดับความชื้นประมาณ 8%) แล้วชั่งน้ำหนักไม้เพื่อวัดน้ำหนักไม้ที่มอดทำลายหรือกินเป็นอาหาร เพื่อวัดอัตราการกินของมอด นำค่าน้ำหนักแห้งของไม้ที่มอดเข้าทำลายมาวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย LSD-test และนำน้ำหนักแห้งของไม้ที่มอดเข้าทำลายในแต่ละพันธุ์ไปวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับปริมาณแป้ง ลิกนิน และสารแทรกในเนื้อไม้ด้วย Pearson's correlation

4.3.3.2 การทดสอบอิทธิพลของพันธุ์ไม้ยางพาราต่อความชอบในการเข้าทำลายของมอด *Sinoxylon anale* โดยใช้การทดลองแบบหลายตัวเลือก (Multiple choices test)

ก. การทดลองแบบที่ 1 ทดสอบพันธุ์ของไม้ยางพาราพันธุ์แรกที่มีมอดเลือกเคลื่อนที่เข้าหา การทดลองทำเช่นเดียวกับการทดลองในข้อ 3.1 แต่จะใช้ไม้ที่ทดสอบผิวขรุขระ 3 ชั้นต่างพันธุ์แทนที่จะเป็นไม้พันธุ์เดียวกันผิวเรียบและผิวขรุขระ ใช้ไม้ 3 พันธุ์ ได้แก่ RRIM600 PB235 และ PARA จำนวนพันธุ์ละ 3 ซ้ำ โดยไม้ที่ใช้ทดสอบในแต่ละซ้ำนำมาจากต้นยางพาราต้นที่ 1-3 ในแต่ละพันธุ์ การวางไม้ในแต่ละซ้ำวางโดยวิธีสับเปลี่ยนเพื่อป้องกันการเลือกไม้แบบสุ่มของแมลงที่เคลื่อนที่ไปในทางใดทางหนึ่งเช่น ทางด้านขอบของกล่องทดลองเพียงอย่างเดียว (ภาพที่ 4 b, c) นำมอด *S. anale* ตัวเต็มวัยที่ใช้ในการทดสอบวางบริเวณปลายอีกด้านหนึ่งของกล่องทดลอง 15 ตัวในแต่ละซ้ำ โดยปล่อยแมลง 5 ครั้งครั้งละ 3 ตัวเพื่อไม่ให้แมลงหนาแน่นมากเกินไป เนื่องจากแมลงชนิดนี้มีพฤติกรรมหวงถิ่นและป้องกันการเข้ามาบริเวณที่มีมอดยึดครองจากมอดตัวอื่นๆ ทำการบันทึกพันธุ์ของไม้ยางพาราที่มีมอดแต่ละตัวเคลื่อนที่เข้าหาเป็นชิ้นแรก นำจำนวนมอด

ที่เข้าหาไม้ยางพาราในแต่ละพันธุ์มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างทรีทเมนต์โดยวิธี โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ด้วย LSD tests



ภาพที่ 4 กถ่งพลาตติกกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 เซนติเมตร ที่ใช้ในการทดสอบความชอบ แบบไม่มีตัวเลือก (No choice test) (a) และกถ่งที่ใช้ทดสอบความชอบวิธี Multiple choices test ขนาดกถ่ง 17x12x6 เซนติเมตร (b.) และ (c.) (หมายเลข 1 แสดงจุดตั้งไม้ยางพาราแต่ละพันธุ์ หมายเลข 2 จุดปล่อยแมลง)

ข. การทดลองที่ 2 ทดสอบพันธุ์ของไม้ยางพาราพันธุ์ที่มอดเข้าทำลาย

เนื่องจากจากการสังเกตพฤติกรรมมอดเลือกไม้ที่ใช้ทดสอบของมอดพบว่า มอดส่วนใหญ่จะสำรวจไม้เกือบทุกชิ้นที่วางไว้สำหรับทดสอบ หลังจากนั้นจึงค่อยเริ่มการเจาะเข้าทำลายไม้ จึงมีความเป็นไปได้สูงที่ไม้ที่มอดเคลื่อนที่เข้าหาเป็นครั้งแรกเป็นคนละชิ้นหรืออีกนัยหนึ่งคนละพันธุ์กับชิ้นที่มอดเลือกเข้าทำลาย

ทำการทดลองโดยใช้ไม้ยางพาราตัดขนาด 2.5x5x2 ลูกบาศก์เซนติเมตร จำนวน 5 ชิ้น ในแต่ละพันธุ์ (ต้น) และ 5 ตัวอย่างย่อยในแต่ละต้นรวม 25 ตัวอย่างย่อยในแต่ละพันธุ์ การทดลองทำเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 โดยปล่อยแมลง 1 ตัวต่อหนึ่งกถ่งการทดลอง เพื่อให้แมลงสามารถเลือกชิ้นไม้ที่ใช้ทดสอบทั้งสามชิ้นได้อย่างอิสระ ปราศจากการแข่งขันระหว่างแมลง เนื่องจากการสังเกตพบว่าแมลงมีการแข่งขันและต่อสู้เพื่อป้องกันชิ้นไม้หรือถิ่นที่อยู่อาศัยอย่างรุนแรงเมื่อไม้ที่ใช้ทดสอบที่มีขนาดเล็ก หรือเมื่อแมลงเคลื่อนที่มาพบกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งแมลงเพศเดียวกัน หลังจากปล่อยแมลงแล้วทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง ทำการตรวจสอบการเข้าทำลายของมอดเมื่อครบ 24 ชั่วโมงและบันทึกพันธุ์ของไม้ยางพาราที่มอดเข้าทำลาย ในกรณีที่แมลงไม่เข้าทำลายชิ้นไม้ ทำการเปลี่ยนมอดตัวใหม่จนว่ามอดจะเข้าทำลายชิ้นไม้ที่ใช้ทดสอบและบันทึกการเข้าทำลาย นำจำนวนมอดที่เข้าทำลายไม้ยางพาราแต่ละพันธุ์ไปวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างทรีทเมนต์โดยวิธี เดียวด้วย LSD test

4.3.3.3 การทดสอบอิทธิพลของพันธุ์ไม้ยางพาราต่อความชอบในการเข้าทำลายของมอดสีเขียว (Coleoptera: Bostrichidae) ในสภาพแวดล้อมธรรมชาติ

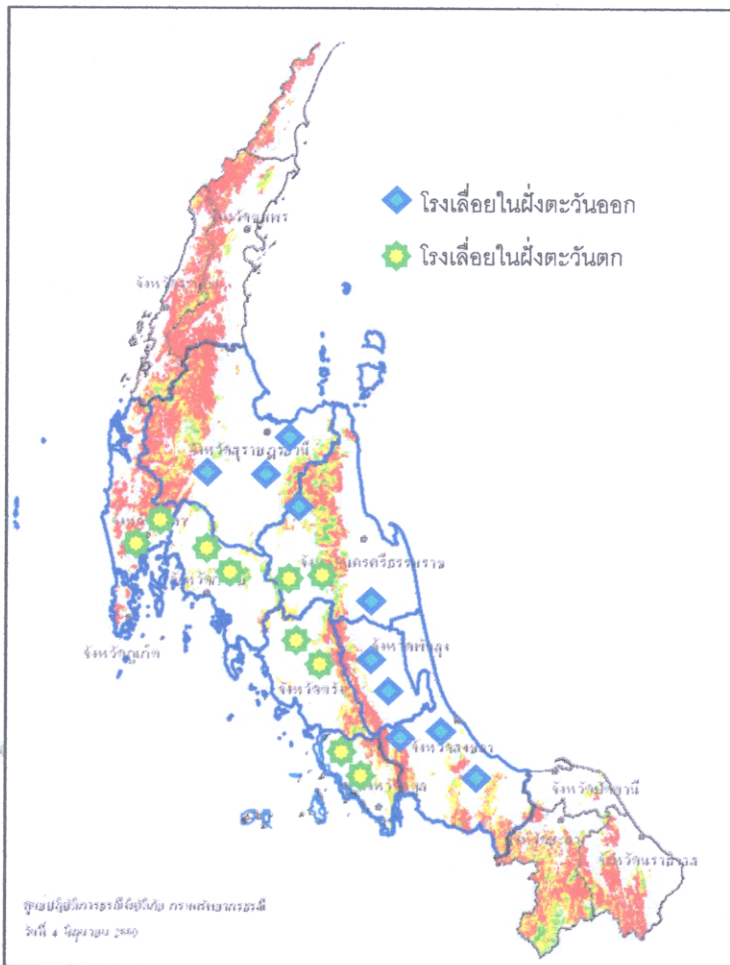
ใช้ไม้ยางพาราพันธุ์หลักสองพันธุ์ได้แก่ พันธุ์ RRIM600 และ PB235 มาทดสอบความชอบในการเข้าทำลายของมอดในพื้นที่จริงในโรงเลื่อย โดยใช้ไม้ยางพาราแปรรูป ขนาด 10x50x3 ลูกบาศก์เซนติเมตร พันธุ์ละ 20 ชิ้น เลือกโรงเลื่อยที่เป็นตัวแทนในพื้นที่ศึกษาแต่ละฝั่งๆ ละ 4 โรง โดยภาคใต้ฝั่งตะวันออกเลือกโรงเลื่อยในจังหวัดสุราษฎร์ธานี และจังหวัดสงขลา ภาคใต้ฝั่งตะวันตกเลือกจังหวัดพังงาและจังหวัดสตูล โดยเลือกจังหวัดละ 2 โรง ทำการทดลองในช่วงเดือนมีนาคม 2551 ระยะเวลา 1 เดือน วางไม้ยางพาราแปรรูปที่ใช้ทดสอบในโรงเลื่อยพันธุ์ละ 5 ชิ้นโดยวางสลับพันธุ์ในโรงเรือนเพื่อป้องกันไม่ให้ไม้ได้รับน้ำฝนโดยตรง หลังจากครบกำหนด นำไม้มานับจำนวนร่องรอยการเข้าทำลายของมอดเพื่อเปรียบเทียบความชอบในการเข้าทำลาย นำจำนวนร่องรอยการเข้าทำลายเฉลี่ยของมอดในไม้ยางพาราแต่ละพันธุ์มาคำนวณความแตกต่างทางสถิติด้วย Independent sample t-test

5. ผลการทดลอง

5.1 ความหลากหลายทางชนิดของมอดไม้ที่เข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูปในภาคใต้

5.1.1 ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาประกอบ 8 จังหวัดภาคใต้ ฝั่งตะวันออกและฝั่งตะวันตกฝั่งละ 4 จังหวัด ฝั่งตะวันออก ประกอบด้วย จังหวัดสุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง และสงขลา ส่วนฝั่งตะวันตกได้แก่ จังหวัด พังงา กระบี่ นครศรีธรรมราช (อ.ทุ่งสง และ อ.ทุ่งใหญ่) ตรัง และสตูล ดังแสดงในภาพที่ 5



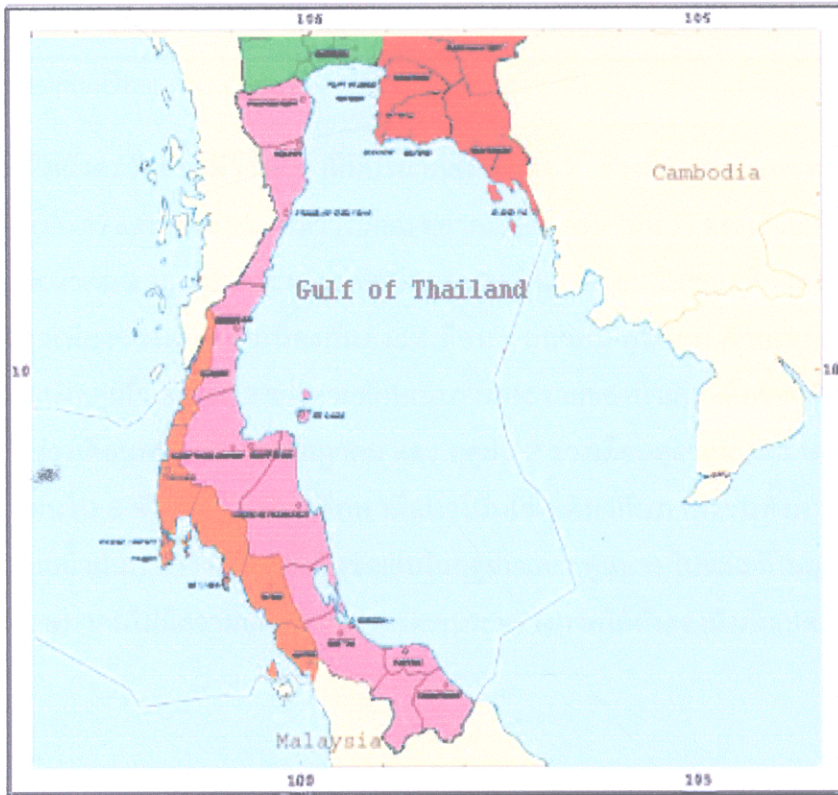
ภาพที่ 5 แสดงลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษา 8 จังหวัดภาคใต้ ฝั่งตะวันออก จากจังหวัดสุราษฎร์ธานี-จังหวัดสงขลา ฝั่งตะวันตกจากจังหวัดพังงา – จังหวัดสตูล จุด ◆ และ ★ แสดงที่ตั้งโดยสังเขปของโรงเรียนที่สุ่ม เข้าสำรวจ

ที่มา: ดัดแปลงจาก กรมธรรมณี (2550)

พื้นที่ศึกษามีลักษณะเป็นที่ราบชายฝั่งทะเล มีแนวทิวเขาคั่นระหว่างสองฝั่งในแนวเหนือใต้ บริเวณตอนบนของจังหวัดสุราษฎร์ธานี คั่นด้วยทิวเขาภูเก็ท บริเวณตอนล่างของจังหวัดสุราษฎร์ธานี และพื้นที่ศึกษาส่วนที่เหลือมีทิวเขานครศรีธรรมราชเป็นแนวกัน แบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็นสองส่วน คือที่ราบชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกซึ่งติดกับอ่าวไทยมีอาณาเขตกว้างขวาง และด้านตะวันตกเป็นที่ราบแคบกว่าด้านตะวันออกมีอาณาเขตติดกับทะเลอันดามัน (ภาพที่ 5)

5.1.2 ลักษณะภูมิอากาศของพื้นที่ศึกษา

ลักษณะภูมิประเทศที่เป็นคาบสมุทร การวางตัวของแนวเทือกเขาในทิศทางเหนือ-ใต้ และ อิทธิพลของลมมรสุม (ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ) ทำให้ลักษณะภูมิอากาศโดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณและการกระจายของน้ำฝน ระหว่างภาคใต้ฝั่งตะวันออกและภาคใต้ฝั่งตะวันตกแตกต่างกันอย่างชัดเจน สอดคล้องกับลักษณะการแบ่งเขตภูมิอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่แบ่งภาคใต้ออกเป็นสองเขตภูมิอากาศย่อย (กรมอุตุนิยมวิทยา, ม.ป.ป.) ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การแบ่งภาคทางอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ภาคใต้ของไทย ภาคใต้ฝั่งตะวันออกประกอบด้วย จังหวัดเพชรบุรี-นราธิวาส ภาคใต้ฝั่งตะวันตกตั้งแต่จังหวัดระนอง-จังหวัดสตูล
ที่มา: ดัดแปลงจากกรมอุตุนิยมวิทยา (ม.ป.ป.)

5.1.2.1 ปริมาณและการกระจายของน้ำฝน

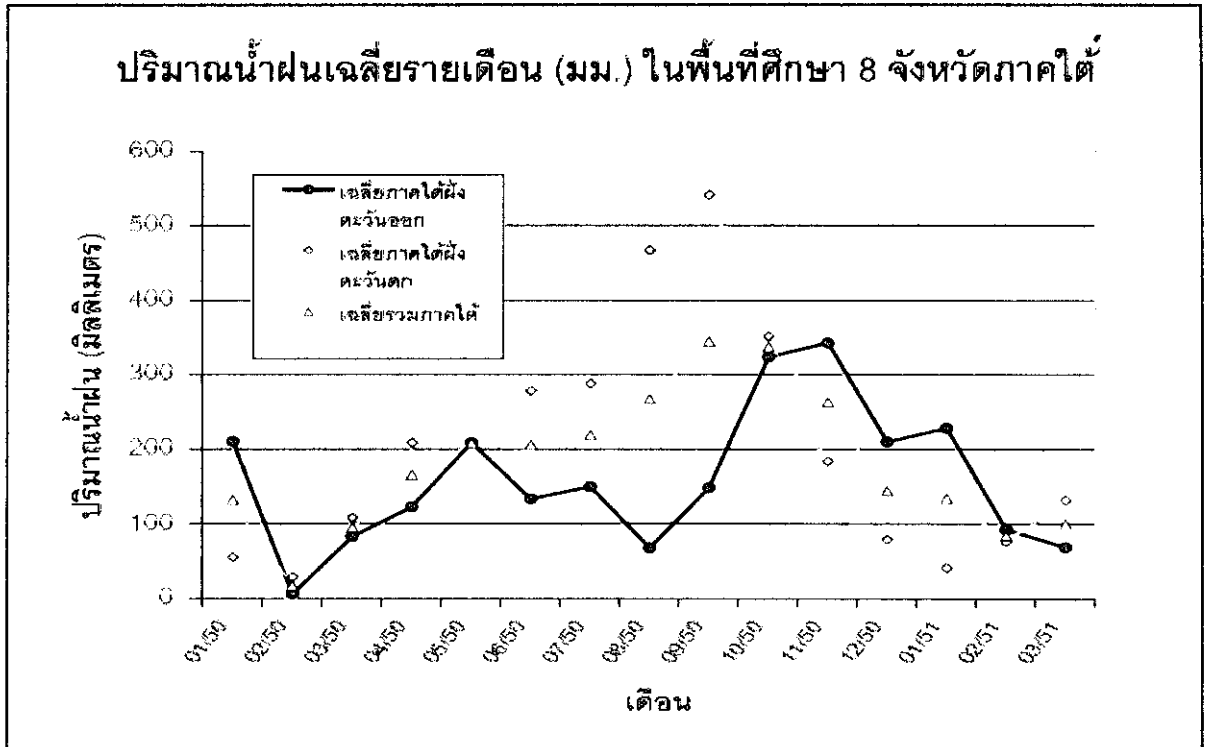
พื้นที่ภาคใต้มีฝนตกตลอดทั้งปีโดยฝั่งตะวันตกมีปริมาณน้ำฝนมากกว่าภาคใต้ฝั่งตะวันออก ทั้งนี้เนื่องจากอิทธิพลของลมมรสุม และลักษณะภูมิประเทศดั่งที่กล่าวข้างต้น ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปีในภาคใต้ฝั่งตะวันออก 1,716.2 มิลลิเมตร มีฝนตกชุกใน ฤดูฝน และฤดูหนาว (ฤดูฝนช่วงที่ 2 ในภาคใต้) ส่วนภาคใต้ฝั่งตะวันตกมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดทั้งปี 2,725.3 มิลลิเมตร มีฝนตกชุกในฤดูฝนมากกว่าภาคใต้ฝั่งตะวันออกประมาณสองเท่า (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยและการกระจายของน้ำฝนในแต่ละฤดูในพื้นที่ภาคใต้

บริเวณ	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (มิลลิเมตร)			รวม	วันที่มีฝนตก
	ฤดูฝน 2	ฤดูร้อน	ฤดูฝน 1		
	กลางตุลาคม- กลางกุมภาพันธ์	กลางกุมภาพันธ์- กลางเมษายน	กลางเมษายน-กลาง ตุลาคม		
ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	759.3	249.6	707.3	1716.2	148
ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	445.9	383.7	1,895.70	2725.3	176

ที่มา: ดัดแปลงจาก กรมอุตุนิยมวิทยา

ในพื้นที่ภาคใต้ฝั่งตะวันออกมีช่วงเวลาที่มียปริมาณน้ำฝนสูง 2 ช่วงคือ ช่วงแรกระหว่างเดือนกลางเมษายน- กรกฎาคม (ฝน 1) และช่วงที่สองระหว่างเดือน ตุลาคม-มกราคม (ฝน 2) สลับด้วยเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนน้อย ในเดือนสิงหาคม และฤดูร้อนระหว่างกลางมกราคม-ต้นเมษายน ในขณะที่ภาคใต้ฝั่งตะวันตกมีช่วงที่มีปริมาณฝนสูงเพียงช่วงเดียวต่อเนื่องกันตั้งแต่เดือน มิถุนายน-ตุลาคม ด้วยเหตุผลดังกล่าวในการศึกษาครั้งนี้จึงได้แบ่งฤดูฝนออกเป็น 2 ช่วงตามลักษณะการกระจายของน้ำฝนเฉลี่ยของทั้งสองฝั่งในรอบปี กล่าวคือ ฤดูฝน 1 ช่วงเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม และ ฤดูฝน 2 ช่วงเดือนตุลาคม-มกราคม ปริมาณและการกระจายของน้ำฝนใน 8 จังหวัดที่ทำการศึกษามีแนวโน้มเช่นเดียวกับภาพรวมทั้งภาค โดยมีความแตกต่างกันของปริมาณน้ำฝนระหว่างสองฝั่งอย่างชัดเจนในฤดูฝนและฤดูหนาว ในขณะที่ในฤดูร้อนช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคมไม่มีความแตกต่างอย่างชัดเจนระหว่างภาคใต้ทั้งสองฝั่งดังแสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนปี 2550-2551 ของพื้นที่ศึกษา ภาคใต้ฝั่งตะวันออก สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา และภาคใต้ฝั่งตะวันตก พังงา กระบี่ ตรัง และสตูล

ที่มา: ดัดแปลงจาก กรมอุตุนิยมวิทยา (ติดต่อส่วนตัว)

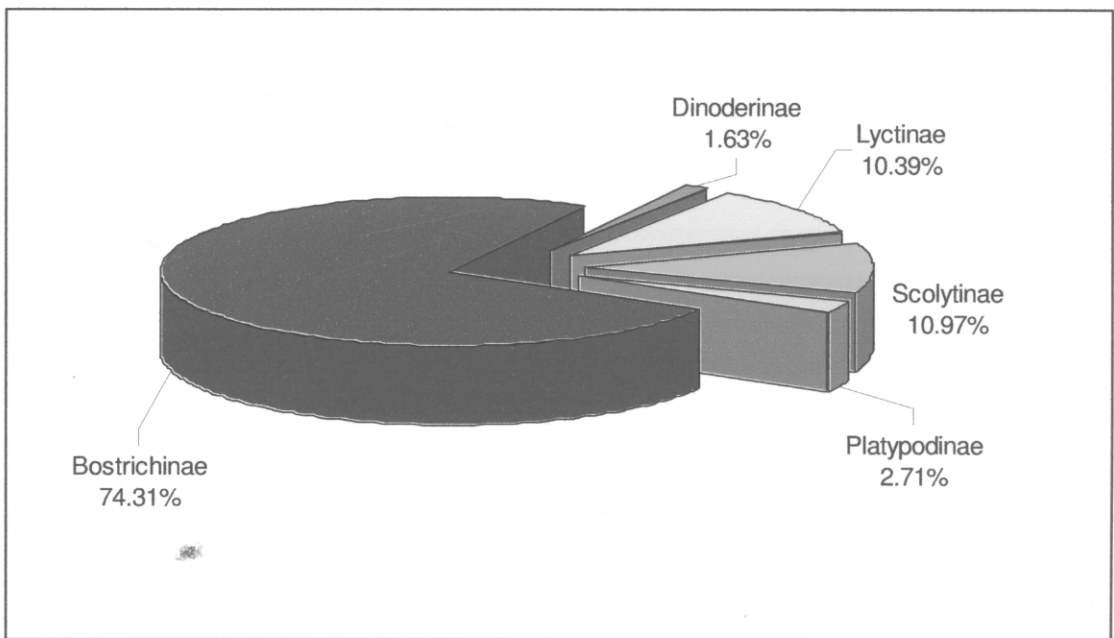
5.1.2.2 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

พื้นที่ภาคใต้ตั้งอยู่ในเขตเขตร้อน ถูกขนาบด้วยทะเลทั้งสองด้าน ทำให้ภาคใต้ทั้งสองฝั่งมีอุณหภูมิและระดับความชื้นสัมพัทธ์สูงตลอดทั้งปี และมีความแตกต่างระหว่างฤดู และระหว่างกลางวันและกลางคืนต่ำ โดยในปี พ.ศ. 2550 มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปี 27.30 ± 0.67 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดทั้งปี 81 ± 3 เปอร์เซ็นต์ โดยภาคใต้ฝั่งตะวันตกมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่ำสุด 70.5 ± 3.8 เปอร์เซ็นต์ ในเดือนกุมภาพันธ์ และฝั่งตะวันออก 77 เปอร์เซ็นต์ ในเดือนมีนาคม และเดือนสิงหาคม และภาคใต้ฝั่งตะวันตกมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงสุด 86.5 ± 7.5 เปอร์เซ็นต์ ในเดือนตุลาคม ฝั่งตะวันออก 85.0 ± 2.9 เปอร์เซ็นต์ ในเดือนตุลาคมเช่นเดียวกัน

5.1.3 ชนิดของมอดที่เข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูป

ผลจากการสำรวจแมลงชนิดที่เข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูปในโรงเลื่อยแปรรูปไม้ยางพาราพื้นที่ 8 จังหวัดภาคใต้ ตั้งแต่จังหวัดสุราษฎร์ธานี-สงขลาในฝั่งตะวันออก และฝั่งตะวันตกตั้งแต่จังหวัดพังงา-สตูล

จำนวน 3 ครั้ง ในเดือนกรกฎาคม พุศ. 2550 และ เดือนมีนาคม พ.ศ. 2551 พบมอดจำนวน 22 ชนิดใน 15 สกุล จาก 2 วงศ์ได้แก่ วงศ์ Bostrichidae และ วงศ์ Curculionidae (เฉพาะวงศ์ย่อย Platypodinae, Scolytinae) มอดที่พบในวงศ์ Bostrichidae พบ 9 ชนิดแบ่งเป็นมอดในวงศ์ย่อย Bostrichinae 5 ชนิด Dinoderinae 1 ชนิด และ Lyctinae 3 ชนิด และมอดในวงศ์ Curculionidae 13 ชนิด แบ่งเป็นมอดในวงศ์ย่อย Platypodinae 5 ชนิด และวงศ์ย่อย Scolytinae 8 ชนิด สัดส่วนของมอดที่พบในแต่ละวงศ์ย่อยแสดงในภาพที่ 8 การสำรวจครั้งนี้พบมอดชนิดที่รายงานในประเทศไทยเป็นครั้งแรก (New record species) จำนวน 4 ชนิด แบ่งเป็นวงศ์ Bostrichidae วงศ์ย่อย Lyctinae 3 ชนิด ได้แก่ *Cephalotoma tonkinae* Lesne *Lyctoxylon dentatum* (Pascoe) และ *Minthea reticulata* Lesne และ วงศ์ Curculionidae วงศ์ย่อย Scolytinae 1 ชนิดคือ *Euwallacea interjectus* (Blandford) การศึกษาพบมอดชนิดที่มีรายงานการเข้าทำลายไม้ยางพาราเป็นครั้งแรกของไทยจำนวน 14 ชนิดและมอดชนิดที่มีรายงานการเข้าทำลายไม้ยางพาราในประเทศไทยแล้ว 8 ชนิดดังแสดงในตารางที่ 6 และ ภาพที่ 9 และ 10



ภาพที่ 8 จำนวนมอดของมอดในวงศ์ย่อยต่างๆ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของมอดทั้งหมดที่เข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูปในพื้นที่ 8 จังหวัดภาคใต้ วงศ์ย่อย Bostrichinae Dinoderinae และ Lyctinae จัดอยู่ในวงศ์ Bostrichidae วงศ์ย่อย Platypodinae, Scolytinae จัดอยู่ในวงศ์ Curculionidae

ตารางที่ 6 ชนิดของมอดที่เข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูปจากการสำรวจในพื้นที่ 8 จังหวัดภาคใต้ ระหว่างเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2550 – มีนาคม พ.ศ. 2551

Family	Subfamily	Tribe	Genus	Species	
Bostrichidae (วงศ์มอดขี้ซุ้ย)	Bostrichinae	Bostrichini	<i>Heterobostrychus</i>	<i>Heterobostrychus aequalis</i> (Waterhouse)	
		Sinoxylini	<i>Sinoxylon</i>	<i>Sinoxylon anale</i> Lesne	
				<i>Sinoxylon unidentatum</i> (Fabricius) ‡	
		Xyloperthini	<i>Xylopsocus</i>	<i>Xylopsocus capucinus</i> (Fabricius) †	
			<i>Xylothrips</i>	<i>Xylothrips flavipes</i> (Illiger)	
	Dinoderinae	-	<i>Dinoderus</i>	<i>Dinoderus minutus</i> (Fabricius)	
	Lyctinae	Lyctini	<i>Lyctoxylon</i>	<i>Lyctoxylon dentatum</i> (Pascoe)*	
			<i>Minthea</i>	<i>Minthea reticulata</i> Lesne	
		Trogoxylini	<i>Cephalotoma</i>	<i>Cephalotoma tonkinea</i> Lesne*	
Curculionidae (วงศ์ด้วงวงง)	Scolytinae	Xyleborini ¹	<i>Euwallacea</i>	<i>Euwallacea interjectus</i> (Blandford)*	
			<i>Xyleborus</i>	<i>Xyleborus perforans</i> (Wollaston) †	
				<i>Xyleborus affinis</i> Eichhoff	
				<i>Xyleborus similis</i> †	
				<i>Xylosandrus</i>	<i>Xylosandrus crassiusculus</i> †
		Cryphalini ²	<i>Hypothenemus</i>	<i>Hypothenemus areccae</i> (Hornung) †	
				<i>Hypothenemus eruditus</i> Westwood	
				<i>Hypothenemus birmanus</i> †	
		Platypodinae	-	<i>Crossotarsus</i>	<i>Crossotarsus externedentatus</i> (Fairmaire) †
			-	<i>Euplatypus</i>	<i>Euplatypus parallelus</i> (Fabricius)
-	<i>Dinoplatypus</i>		<i>Dinoplatypus cupulatus</i> (Chapuis) †		
			<i>Dinoplatypus pseudocupulatus</i> †		
			<i>Dinoplatypus padillus</i> †		

* รายงานใหม่ (new record) ของไทย, † รายงานการเข้าทำลายไม้ยางพาราใหม่ของไทย, ¹ มอดเอมโบรเซีย (Ambrosia beetles), ² wood boring bark beetles⁵ ‡ มอดชนิดนี้รู้จักกันแพร่หลายในชื่อพ้อง *S. conigerum*

5.1.4 ความเด่นของมอดชนิดที่เข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูปในพื้นที่ภาคใต้

ผลการสุ่มเก็บตัวอย่างพบมอดทั้งสิ้น 10,948 ตัว จัดเป็นมอดในกลุ่มมอดขี้ซุ้ยในวงศ์ Bostrichidae มากที่สุด จำนวน 9,450 ตัว คิดเป็น 86.32 เปอร์เซ็นต์ ของแมลงที่พบทั้งหมด และมอดในวงศ์ Curculionidae จำนวน 1,498 ตัว คิดเป็น 13.68 เปอร์เซ็นต์ ของแมลงที่พบทั้งหมด

⁵ การแบ่งกลุ่มของแมลงที่เข้าทำลายไม้ยางพาราเพิ่มเติมในหัวข้อ "กลุ่มของมอดที่เข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูป"

มอดที่พบทั้ง 22 ชนิดสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ตามปริมาณที่พบคร่าวๆ ออกเป็นสามระดับได้แก่ มอดที่พบในปริมาณมาก หรือมอดชนิดหลัก (key species) มอดชนิดที่พบในปริมาณปานกลาง หรือมอดชนิดรอง (minor species) และมอดที่พบปริมาณเล็กน้อย วงศ์ Bostrichidae มีมอดที่จัดเป็น ชนิดหลัก 2 ชนิดได้แก่ *Sinoxylon anale* Lesne (39.56 เปอร์เซ็นต์) และ *Sinoxylon unidentatum* (Fabricius) (= *S. conigerum* Gerstäcker) (18.09 เปอร์เซ็นต์) ชนิดรอง 2 ชนิดได้แก่ *Heterobostrychus aequalis* (Waterhouse) (9.86 เปอร์เซ็นต์) และ *Lyctoxylon dentatum* (Pascoe) (8.79 เปอร์เซ็นต์) และ มอดชนิดที่พบน้อย 5 ชนิดได้แก่ *Xylopsocus capucinus* (Fairmaire) (3.72 เปอร์เซ็นต์) *Xylothrips flavipes* (Illiger) (3.08 เปอร์เซ็นต์) *Dinoderus minutus* (Fabricius) (1.63%) *Minthea reticulata* Lesne (1.48 เปอร์เซ็นต์) และ *Cephalotoma tonkinea* Lesne (0.12 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

วงศ์ย่อย Scolytinae พบ 8 ชนิด ได้แก่ *Xyleborus affinis* Eichhoff (3.96 เปอร์เซ็นต์) *Hypothenemus eruditus* Westwood (3.33 เปอร์เซ็นต์) *Xyleborus perforans* (Wollaston) (2.28%) *Xyleborus similis* Ferrari 1.18 เปอร์เซ็นต์) *Xylosandrus crassiusculus* (Motschulsky) (0.11%) *Hypothenemus areccae* Hornung (0.05 เปอร์เซ็นต์) *Hypothenemus birmanus* (Eichhoff) (0.04 เปอร์เซ็นต์) และ *Euwallacea interjectus* Eggers (0.02 เปอร์เซ็นต์)

เมื่อพิจารณาแมลงที่เข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูปแบ่งตามพื้นที่ศึกษาภาคใต้ฝั่งตะวันออกและฝั่ง ตะวันตก พบว่า มอดที่ชุกในวงศ์ Bostrichidae ทุกชนิดพบทั้งสองพื้นที่ศึกษา ในขณะที่มอดเอมโบรเซีย และ Wood boring bark beetles 6 ชนิดจาก 13 ชนิด พบในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งโดยเฉพาะได้แก่ *Dinoplatypus cupulatus* และ *Dinoplatypus padillus* พบเฉพาะฝั่งตะวันออก ในขณะที่ *Xylosandrus crassiusculus* *Dinoplatypus pseudocupulatus* *Crossotarsus externedentatus* และ *Hypothenemus birmanus* พบ เฉพาะฝั่งตะวันตก

จำนวนตัวของแมลงรวมในแต่ละพื้นที่ศึกษามีความแตกต่างกันไม่มาก ในพื้นที่ภาคใต้ฝั่งตะวันออก พบแมลงทั้งสิ้น 5,288 ตัว คิดเป็น 48.30 เปอร์เซ็นต์ ของมอดที่พบทั้งหมด โดยพบมอดสองชนิดที่มีปริมาณ มากที่สุดและมีจำนวนใกล้เคียงกันได้แก่ *S. anale* 30.81 เปอร์เซ็นต์ และ *S. unidentatum* 30.41 เปอร์เซ็นต์ ของมอดที่พบในพื้นที่ฝั่งตะวันออก ส่วนพื้นที่ฝั่งตะวันตก พบมอดมากกว่าพื้นที่ฝั่งตะวันออก เล็กน้อยโดยพบมอดทั้งสิ้น 5,660 ตัวคิดเป็น 51.70 เปอร์เซ็นต์ ของมอดที่พบทั้งหมด ในฝั่งนี้พบมอดชนิด หลักเพียงชนิดเดียวคือ *S. anale* คิดเป็น 47.74 เปอร์เซ็นต์ ของมอดที่พบในฝั่งนี้ (ตารางที่ 7 และ ภาพที่ 9)

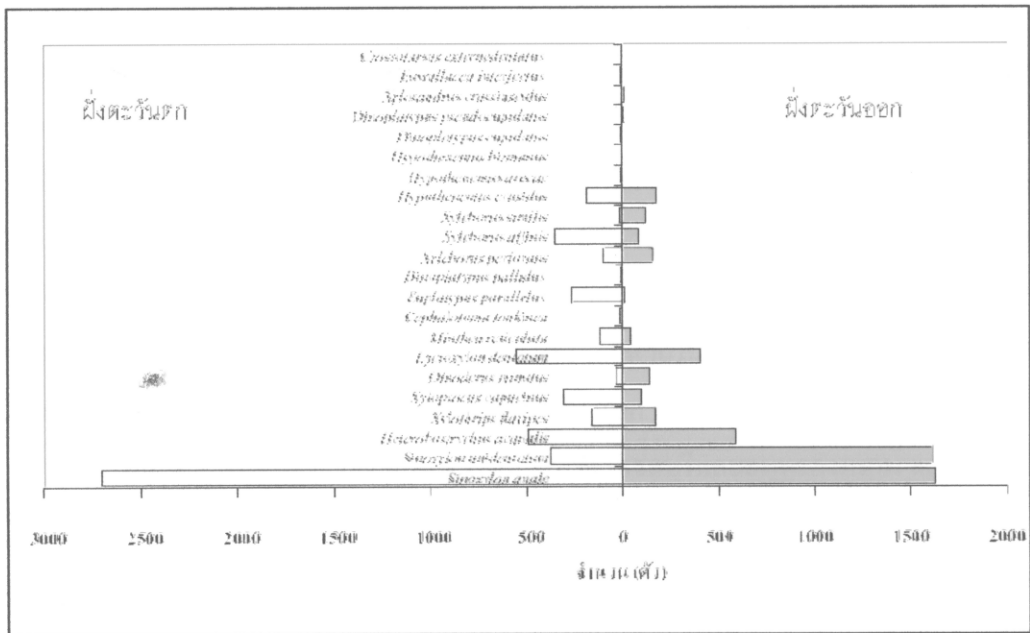
ผลการศึกษามอดที่มีแนวโน้มพบมากเฉพาะพื้นที่ได้แก่ *S. unidentatum* ที่พบกระจายมากทาง ภาคใต้ฝั่งตะวันออกโดยพบมอดชนิดนี้ในฝั่งตะวันออกรวมจากการเก็บตัวอย่าง 3 ครั้งจำนวน 1,608 ตัว คิด เป็น 81.17 เปอร์เซ็นต์ ของมอดชนิดนี้ทั้งหมด ในขณะที่ในฝั่งตะวันตกพบมอดชนิดนี้เพียง 373 ตัวหรือ 18.83 เปอร์เซ็นต์ ของมอดที่พบทั้งหมด และพบมอดอีก 3 ชนิด ที่มีแนวโน้มพบมากในพื้นที่ภาคใต้ฝั่ง ตะวันตกได้แก่ *X. affinis* *E. parallelus* และ *X. capucinus* (ภาพที่ 9)

ตารางที่ 7 จำนวนและเปอร์เซ็นต์ของแมลงที่พบเข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูปในพื้นที่ภาคใต้ แยกตามพื้นที่ศึกษาและรวมพื้นที่ภาคใต้ สักรวระหว่างเดือน กรกฎาคม 2550 – มีนาคม 2551

ลำดับ	Taxa	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก		ภาคใต้ฝั่งตะวันตก		รวมภาคใต้	
		จำนวน (ตัว)	%	จำนวน (ตัว)	%	จำนวน (ตัว)	%
Bostrichidae							
1	<i>Sinoxylon anale</i>	1629	14.88	2702	24.68	4331	39.56
2	<i>Sinoxylon unidentatum</i>	1608	14.69	373	3.41	1981	18.09
3	<i>Heterobostrychus aequalis</i>	589	5.38	490	4.48	1079	9.86
4	<i>Lyctoxylon dentatum</i>	408	3.73	554	5.06	962	8.79
5	<i>Xylopsocus capucinus</i>	99	0.90	308	2.81	407	3.72
6	<i>Xylothrips flavipes</i>	176	1.61	161	1.47	337	3.08
7	<i>Dinoderus minutus</i>	142	1.30	36	0.33	178	1.63
8	<i>Minthea reticulata</i>	46	0.42	116	1.06	162	1.48
9	<i>Cephalotoma tonkinea</i>	2	0.02	11	0.10	13	0.12
รวม Bostrichidae		4699	42.92	4751	43.40	9450	86.32
Curculionidae							
10	<i>Xyleborus affinis</i>	85	0.78	348	3.16	433	3.96
11	<i>Hypothenemus erusidus</i>	182	1.66	183	1.67	365	3.33
12	<i>Euplatypus parallelus</i>	12	0.11	268	2.45	280	2.56
13	<i>Xyleborus perforans</i>	154	1.41	96	0.88	250	2.28
14	<i>Xyleborus similis</i>	122	1.11	7	0.06	129	1.18
15	<i>Xylosandrus crassiusculus</i>	12	0.11	-	-	12	0.11
16	<i>Dinoplatypus pseudocupulatus</i>	7	0.06	-	-	7	0.06
17	<i>Hypothenemus areccae</i>	5	0.05	1	0.01	6	0.05
18	<i>Crossotarsus externedentatus</i>	5	0.05	-	-	5	0.05
19	<i>Hypothenemus birmanus</i>	4	0.04	-	-	4	0.04
20	<i>Dinoplatypus cupulatus</i>	0	0.00	3	0.03	3	0.03
21	<i>Dinoplatypus padillus</i>	0	0.00	2	0.02	2	0.02
22	<i>Euwallacea interjectus</i>	1	0.01	1	0.01	2	0.02
รวม Curculionidae		589	5.38	909	8.30	1498	13.68
รวม		5288	48.30	5660	51.70	10948	100

ชนิดของมอดที่ขุ่ยในวงศ์ Bostrichidae ที่พบเข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูปในพื้นที่ภาคใต้ส่วนใหญ่ เป็นรายงานมอดที่เข้าทำลายไม้ยางพาราใหม่ในประเทศไทยซึ่งแตกต่างจากรายงานก่อนหน้านี ที่รายงาน โดย Hutacharern และ Tabtim (1995) แต่จะสอดคล้องกับผลการสำรวจแมลงทำลายไม้ยางพาราแปรรูป

ในพื้นที่ภาคตะวันออกและพื้นที่รอบอ่าวไทยโดย Sittichaya และ Beaver (2009) ที่สำรวจปี พ.ศ. 2551 และ รายงานในประเทศมาเลเซียโดย Ho และ Hashim (1997) และ Hussein (1981) (ตารางภาคผนวกที่ 2 และ 3) โดยผลการสำรวจครั้งนี้พบมอดในวงศ์มอดซีซึยเพียงสามชนิดที่สอดคล้องกับรายงานของ Hutachareon และ Tabtim (1995) ได้แก่ *H. aequalis* *S. anale* และ *X. flavipes* มอดซีซึยทุกชนิดที่พบในพื้นที่ภาคใต้ ยกเว้น *C. tonkinea* สอดคล้องกับชนิดที่พบในพื้นที่ภาคตะวันออก และมีมอด 3 ชนิดที่พบในพื้นที่ภาค ตะวันออกแต่ไม่พบในพื้นที่ภาคใต้ ได้แก่ *L. coomani* *L. africanus* และ *L. tomentosus* โดยมอดทั้ง 3 ชนิด เป็นมอดขนาดเล็กในวงศ์ย่อย Lyctinae และพบในปริมาณเล็กน้อยหรือเป็นมอดชนิดที่เข้ามาระบาดใหม่ใน ประเทศไทยได้แก่ *L. tomentosus* เป็นไปได้ว่ามอดชนิดนี้อาจยังไม่กระจายมายังพื้นที่ภาคใต้ มอดชนิดนี้ ระบาดในพื้นที่รอบๆ ท่าเรือหลักๆ ของไทยในจังหวัดระยอง และจังหวัดสมุทรสงคราม (ท่าเรือแหลมฉบัง และ ท่าเรือกรุงเทพ มอดชนิดนี้มีแหล่งกระจายเดิมในอเมริกากลางในประเทศเม็กซิโก และ กัวเตมาลา) ใน ส่วนของมอดชนิด *C. tonkinea* พบเฉพาะในพื้นที่ภาคใต้ แต่ไม่พบในพื้นที่ภาคตะวันออก อย่างไรก็ตาม type specimen ของมอดชนิดนี้มาจากประเทศเวียดนาม (Lesne, 1932) เป็นไปได้ว่ามอดชนิดนี้อาจ แพร่กระจายในภาคตะวันออกด้วย แต่ไม่พบจากการสำรวจเนื่องจาก การสำรวจในพื้นที่ตะวันออกเป็นการ สำรวจเบื้องต้นเท่านั้น

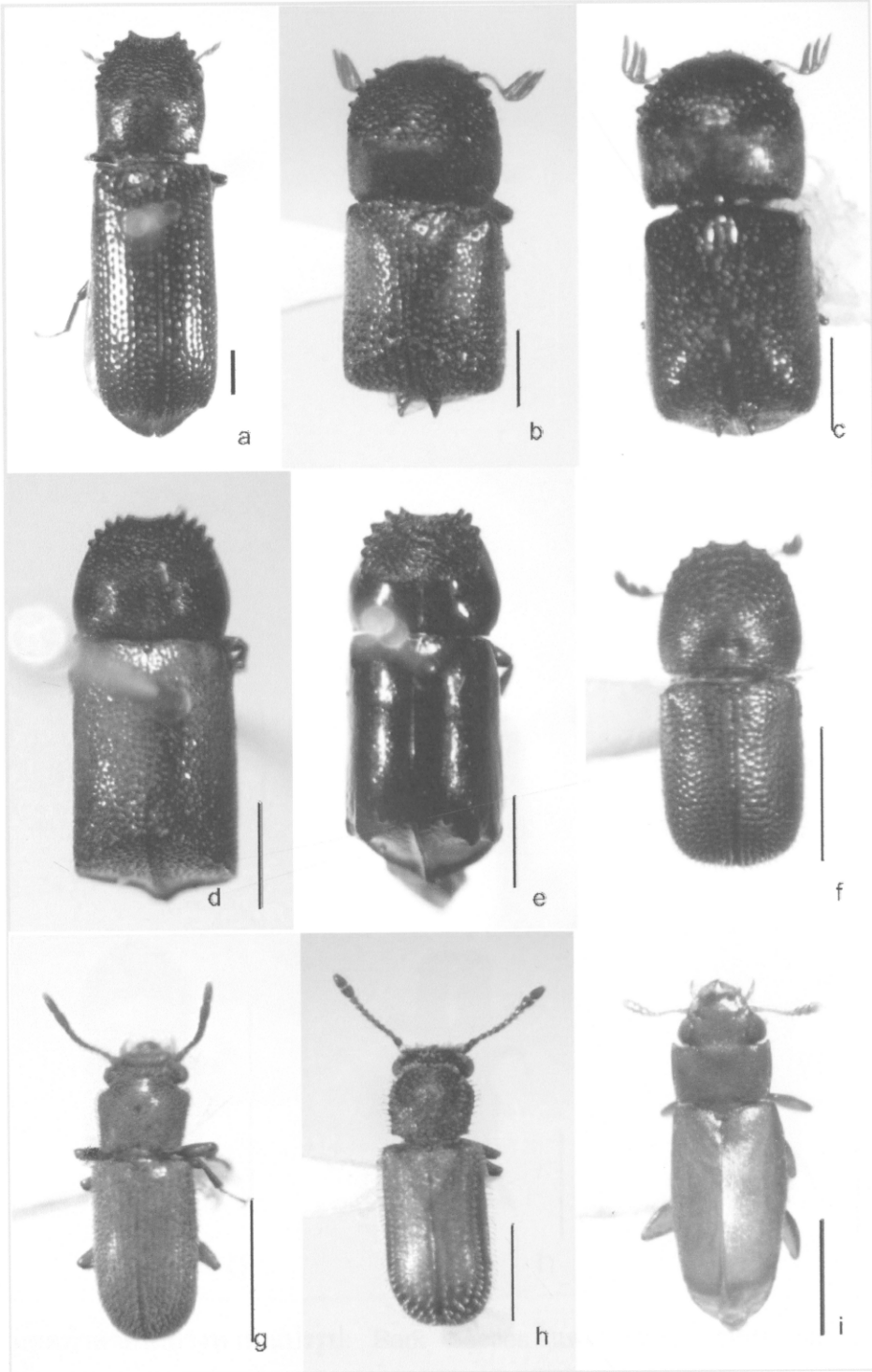


ภาพที่ 9 เปรียบเทียบจำนวนมอดแต่ละชนิดที่เข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูประหว่างพื้นที่ภาคใต้ฝั่งตะวันออก และภาคใต้ฝั่งตะวันตก

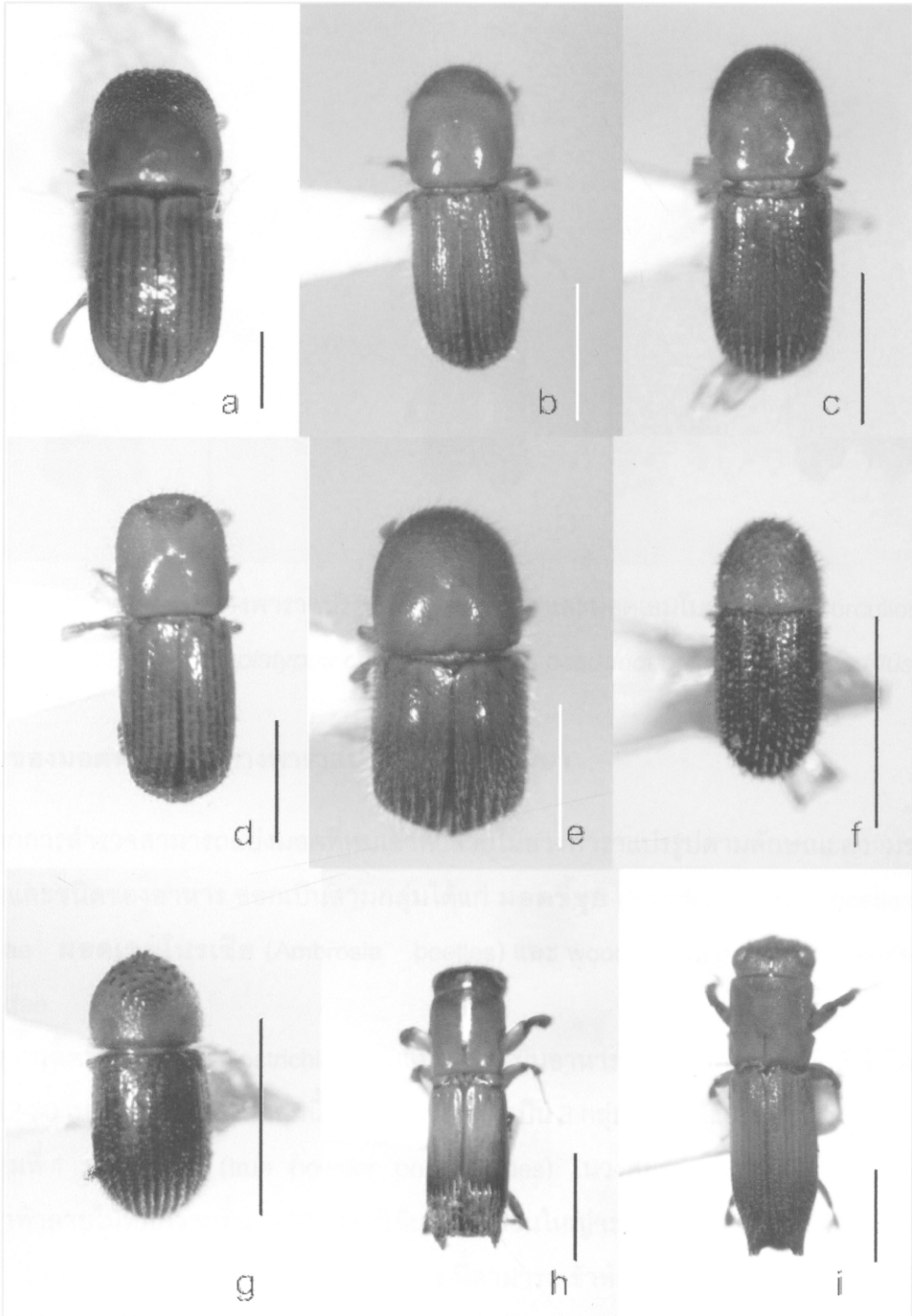
มอดเอบโรเรียและ wood boring bark beetles ในวงศ์ย่อย Scolytinae และ Platypodinae 10 ชนิดใน 13 ชนิดที่พบในพื้นที่ภาคใต้เป็นรายงานเข้าทำลายไม้ยางพาราใหม่ของไทย มีเพียงสามชนิดที่ตรงกับที่รายงานในภาคตะวันออกได้แก่ *E. parallelus* *H. eruditus* และ *X. affinis* มอดทั้งสองกลุ่มนี้ชนิดที่พบเข้าทำลายไม้ยางพาราในภาคใต้มีความใกล้เคียงกับมอดที่รายงานเข้าทำลายไม้ยางพาราในประเทศมาเลเซียมากกว่า (ดูตารางภาคผนวกที่ 3 ประกอบ) อย่างไรก็ตาม มอดในกลุ่มมอดเอบโรเรียและ wood boring bark beetles มีความหลากหลายสูงและกระจายทั่วไปในเขตร้อนชื้นทั่วโลก (Farrell *et al.*, 2001) และไม่มีความจำเพาะเจาะจงต่อพืชอาหาร (Bright and Skidmore, 1997; Hulcr *et al.*, 2007; Wood and Bright, 1992) เป็นไปได้ว่ามอดเหล่านี้ทุกชนิดสามารถเข้าทำลายไม้ยางพาราได้

ผลการสำรวจพบมอดชู้ยมากที่สุดโดยเฉพาะมอดชู้ยเทียมสามชนิดที่เป็นชนิดหลักได้แก่ *S. anale* *S. unidentatum* และ *H. aequalis* โดยมีจำนวนรวมกันมากกว่า 67 เปอร์เซ็นต์ ของมอดที่พบทั้งหมด และจากผลการสำรวจในครั้งนี้สามารถกล่าวได้ว่า ในพื้นที่ภาคใต้มีมอดชนิดที่เป็นชนิดหลักที่สำคัญที่สุดอย่างแท้จริงเพียงชนิดเดียวเท่านั้นคือ *S. anale* โดยพบมอดชนิดนี้ 39.56 เปอร์เซ็นต์ ของมอดทั้งหมด ส่วนชนิดหลักที่สำคัญและมีมอดชนิดรองลงมาสามชนิดได้แก่มอดชู้ยเทียมสองชนิดคือ *S. unidentatum* และ *H. aequalis* ร่วมกับมอดชู้ยแท้อีกหนึ่งชนิดคือ *L. dentatum* ผลการศึกษาสอดคล้องกับผลการสำรวจในภาคตะวันออกและพื้นที่รอบอ่าวไทยที่พบมอดชนิดนี้เป็นชนิดหลัก (Sittichaya and Beaver, 2009) มากกว่ารายงานของ จารุณี และไพวรรณ (2524) และรายงานของ Ho และ Hashim (1997) ในประเทศมาเลเซียที่จัดมอด *H. aequalis* เป็นชนิดหลัก

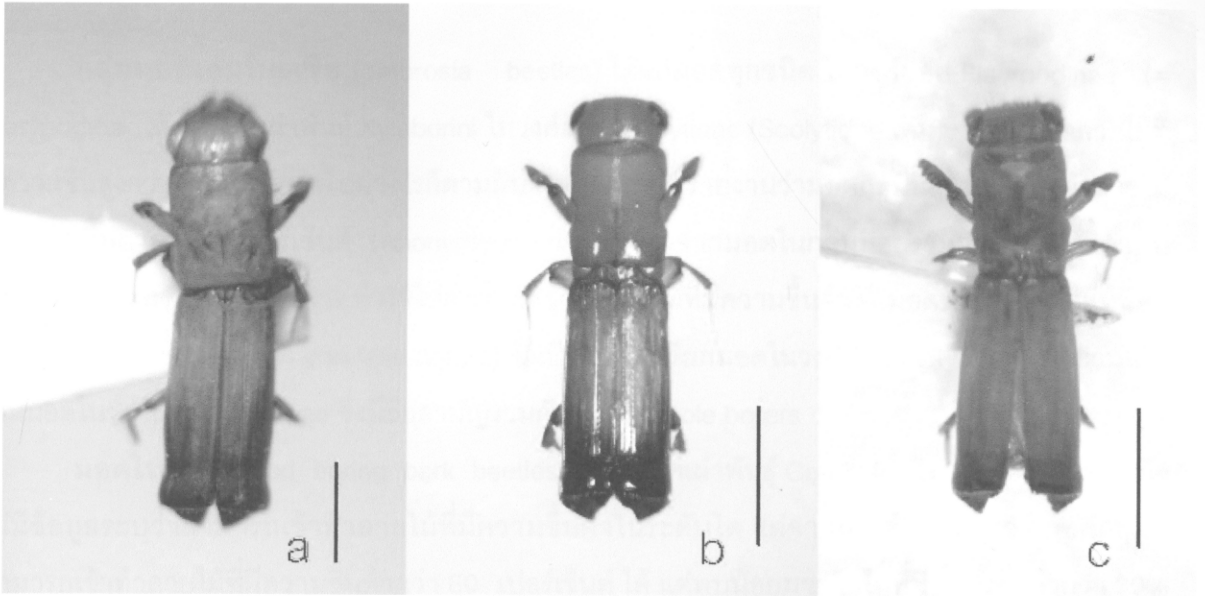
มอด *S. unidentatum* จัดเป็นชนิดหลักที่สำคัญรองจาก *S. anale* แต่เป็นที่สังเกตว่ามอดชนิดนี้จะมี การกระจายหนาแน่นเฉพาะพื้นที่ที่กล่าวคือ มีอัตราการเข้าทำลายหนาแน่นในพื้นที่ภาคใต้ฝั่งตะวันออกมากกว่าพื้นที่ภาคใต้ฝั่งตะวันตก และพบว่าอัตราการเข้าทำลายของมอดชนิดนี้จะแปรผกผันกับปริมาณการเข้าทำลายของมอด *S. anale* เมื่อมีมอดชนิดใดชนิดหนึ่งเข้าทำลายในโรงเลื่อยโรงใดโรงหนึ่งมาก มอดอีกชนิดจะมีจำนวนน้อยมากหรือไม่พบ ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับการศึกษาในพื้นที่ภาคตะวันออกและพื้นที่รอบอ่าวไทย ที่พบมอดชนิด *S. unidentatum* หนาแน่นในจังหวัดชลบุรีและสมุทรสงคราม และพบน้อยหรือส่วนใหญ่ไม่พบในจังหวัดอื่นๆ ในพื้นที่ภาคตะวันออกที่มีมอด *S. anale* ระบาด (Sittichaya and Beaver, 2009) มอดทั้งสองชนิดมีขนาดและลักษณะทางชีววิทยาใกล้เคียงกัน เป็นไปได้ว่ามอดทั้งสองชนิดนี้อาจจะมีความต้องการปัจจัยต่างๆ ในการดำรงชีวิตที่ใกล้เคียงกัน ทำให้เป็นคู่แข่งที่สำคัญซึ่งกันและกัน นอกจากนี้จากการสังเกตพฤติกรรมในห้องทดลองพบว่า มอดทั้งสองชนิดดังกล่าวมีพฤติกรรมการหวงถิ่นและมีการต่อสู้เพื่อป้องกันถิ่นผสมพันธุ์สูงกว่ามอดชู้ยชนิดอื่นๆ ในวงศ์เดียวกัน ทำให้พบมอดเพียงชนิดใดชนิดหนึ่งเข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูปในโรงเลื่อยแต่ละโรงเพียงชนิดเดียว



ภาพที่ 10 มอดทำลายไม้บางพาราแปรรูป: มอดขี้ขุยวงศ์ Bostrichidae วงศ์ย่อย Bostrichinae (a) *Heterobostrychus aequalis* (b) *Sinoxylon anale* (c) *S. unidentatum* (d) *Xylopsocus capucinus* (e) *Xylothrips flavipes* วงศ์ย่อย Dinoderinae (f) *Dinoderus minutus* วงศ์ย่อย Lyctinae (g) *Lyctoxylon dentatum* (h) *Minthea reticulata* (i) *Cephalotoma tonkinea*



ภาพที่ 11 มอดทำลายไม้ยางพาราแปรรูป: Bark beetles และมอดเอมโบรเซีย วงศ์ Curculionidae; วงศ์ย่อย Scolytinae (a) *Euwallacea interjectus* (b) *Xyleborus perforans* (c) *X. affinis* (d) *X. similis* (e) *Xylosandrus crassiusculus* (f) *Hypothenemus eruditus* (g) *H. birmanus* วงศ์ย่อย Platypodinae (h) *Crossotarsus externedentatus* (i) *Euplatypus parallelus*



ภาพที่ 11 (ต่อ) มอดทำลายไม้ยางพาราแปรรูป: Bark beetles และมอดแอมโบรเซีย วงศ์ Curculionidae วงศ์ย่อย Platypodinae (a) *Dinoplatypus cupulatus* (b) *D. pseudocupulatus* (c) *D. padillus*

5.1.5 กลุ่มของมอดทำลายไม้ยางพาราแปรรูปในพื้นที่ศึกษา

จากการสำรวจสามารถแบ่งมอดที่พบเข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูปตามลักษณะความชอบในการเข้าทำลายและชนิดของอาหาร ออกเป็นสามกลุ่มได้แก่ **มอดขี้ขุย** (Powder post beetles) ในวงศ์ Bostrichidae **มอดแอมโบรเซีย** (Ambrosia beetles) และ wood boring bark beetles ในวงศ์ Curculionidae

กลุ่มมอดขี้ขุยในวงศ์ Bostrichidae กินแป้งในไม้เป็นอาหาร ชอบเข้าทำลายไม้แห้งที่มีความชื้นต่ำ ประมาณ 12-30 เปอร์เซ็นต์ มอดในกลุ่มนี้ สามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มย่อย ได้แก่

กลุ่มที่ 1 **มอดขี้ขุยแท้** (true powder post beetles) ในวงศ์ย่อย Lyctinae (= Lyctidae เดิม) สามารถเข้าทำลายไม้ที่มีความชื้น 8-30 เปอร์เซ็นต์ แต่ส่วนใหญ่จะชอบเข้าทำลายไม้ที่มีความชื้น 12-15 เปอร์เซ็นต์ (ผลการสำรวจพบว่าบางครั้งมอดในกลุ่มนี้สามารถเข้าทำลายไม้ที่มีความชื้นสูงกว่านี้ได้แต่พบน้อยมาก)

กลุ่มที่ 2 **มอดขี้ขุยแท้ที่อยู่อาศัยในรังหรือรูทางเดินของมอดขี้ขุยชนิดอื่นๆ** ได้แก่มอดในสกุล *Cephalotoma* และ สกุล *Lyctoderma* โดยมอดกลุ่มนี้กินแป้งเป็นอาหารเช่นเดียวกัน แต่ชอบอาศัยในรังของมอดชนิดอื่นๆ (Lesne, 1932) มอดในกลุ่มนี้พบ 1 ชนิดได้แก่ *C. tonkinea*

กลุ่มที่ 3 **มอดขี้ขุยเทียม** (False powder post beetles) ในวงศ์ย่อย Bostrichinae และ Dinoderinae ชอบเข้าทำลายไม้ที่มีความชื้นต่ำประมาณ 15-30 เปอร์เซ็นต์ และสามารถเข้าทำลายไม้สดที่เลื่อยใหม่ๆ หรือไม้ที่อบบนลานไม้ รวมทั้งกิ่งขนาดเล็กของต้นไม้ได้แต่พบน้อยมาก

กลุ่มมอดเอบโรเซีย (ambrosia beetles) ได้แก่มอดทุกชนิด ในวงศ์ย่อย Platypodinae (= Platypodidae เดิม) และเผ่าพันธุ์ Xyleborini ในวงศ์ย่อย Scolytinae (Scolytidae เดิม) ชอบเข้าทำลายไม้ที่มีความชื้นสูงกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามมีบางแหล่งข้อมูลรายงานว่ามอดกลุ่มนี้สามารถเข้าทำลายไม้ที่มีความชื้นต่ำถึง 45 เปอร์เซ็นต์ (Anonymous, n.d.) เนื่องจากมอดในกลุ่มนี้อยู่ร่วมกับราบางชนิดแบบพึ่งพาอาศัย และกินราเป็นอาหาร ทำให้ไม่สามารถเข้าทำลายไม้ที่มีความชื้นต่ำได้ มอดบางส่วนในกลุ่มนี้คนไทยรู้จักกันดีในชื่อมอดรูเข็ม (pin hole borers) ซึ่งเป็นชื่อที่ใช้เรียกมอดในวงศ์ย่อย Platypodinae เท่านั้นไม่รวมมอดในวงศ์ย่อย Scolytinae ซึ่งมีชื่อสามัญรวมกันว่า Shot hole borers

มอดในกลุ่ม wood boring bark beetles ได้แก่มอดเผ่าพันธุ์ Cryphalini ในวงศ์ย่อย Scolytinae ไม่มีข้อมูลระบุว่าสามารถเข้าทำลายไม้ที่มีความชื้นต่ำในระดับใด แต่จากการสำรวจพบว่า มอดกลุ่มนี้สามารถเข้าทำลายไม้ที่มีความชื้นต่ำกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ ได้ แต่พบน้อยมากในไม้ที่มีความชื้นต่ำกว่า 30% มอดกลุ่มนี้เป็นสมาชิกของมอดกลุ่ม bark beetles ที่เจาะเข้าไปในไม้และกินไม้เป็นอาหาร แตกต่างจาก bark beetles ที่ส่วนใหญ่ที่เข้าทำลายในส่วนของเปลือกเนื้อเยื่อเจริญและผิวของกระพี้ และต่างจากมอดเอบโรเซีย (ambrosia beetles) ที่เจาะเข้าไปในเนื้อไม้และเลี้ยงราในเนื้อไม้และกินราเป็นอาหาร มอดกลุ่มนี้ที่พบในพื้นที่ศึกษาได้แก่มอดทุกชนิดในสกุล *Hypothenemus*

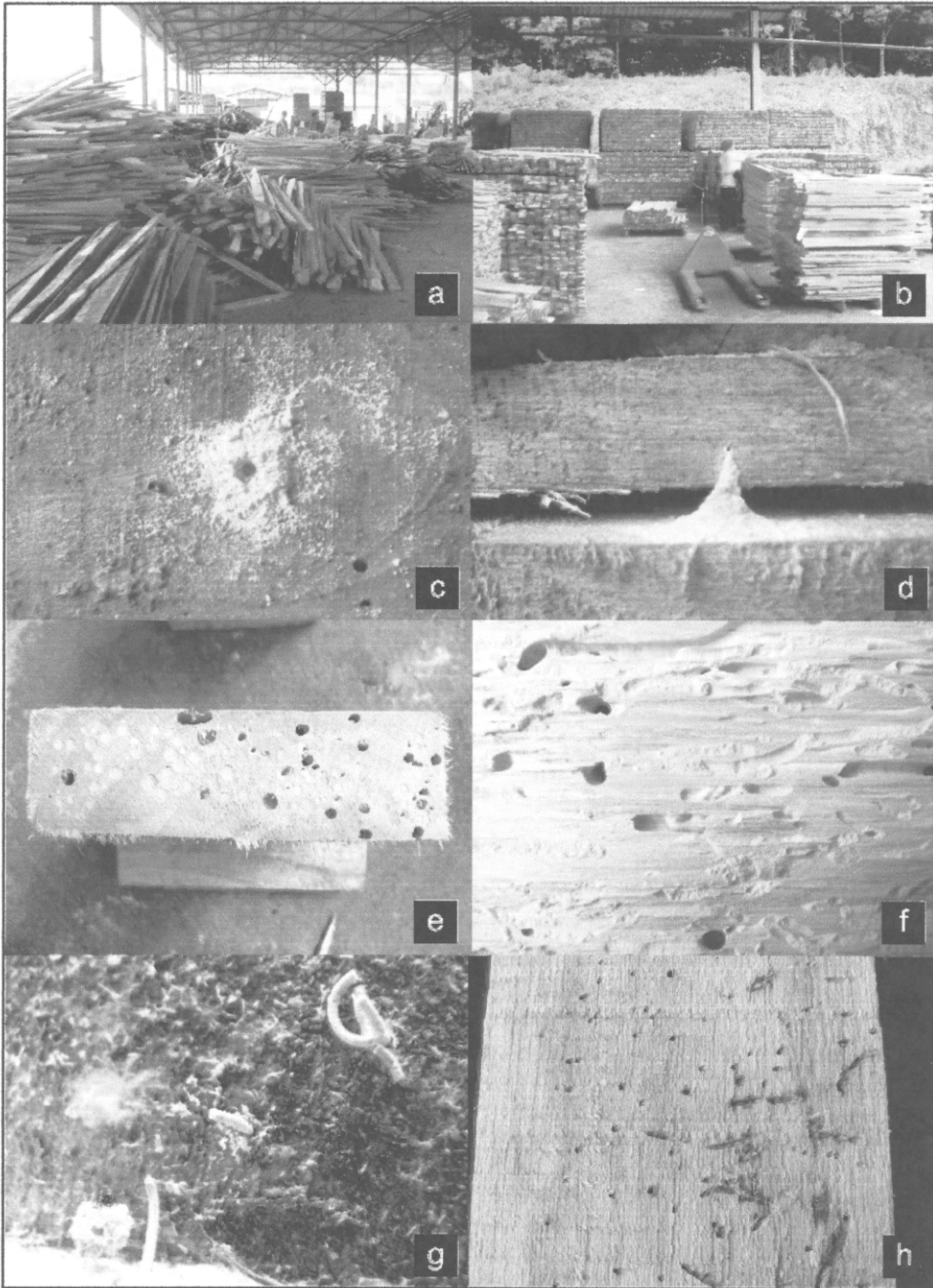
5.1.6 ชนิดของไม้ยางพาราที่พบในโรงเลื่อยและการเข้าทำลายของมอด

จากผลการสำรวจพบว่า ไม้ในโรงเลื่อยแปรรูปไม้ยางพาราสามารถแบ่งออกเป็นสามกลุ่มด้วยกัน ได้แก่ ไม้ท่อนบนลานไม้ ปีกไม้ปลายไม้ที่เหลือจากการเลื่อย และไม้แปรรูป ในส่วนของไม้แปรรูปประกอบด้วยไม้เกรด เอ บี และ ซี (ภาพที่ 12) ไม้ท่อนบนลานไม้ในกรณีที่พักไว้นานพบการเข้าทำลายของมอดเอบโรเซียเนื่องจากไม้มีความชื้นสูง ในส่วนของปีกไม้พบการเข้าทำลายของมอดเอบโรเซียเป็นส่วนใหญ่ และพบการเข้าทำลายของมอดซึซุขเทียบบ้างเล็กน้อยหากในกรณีที่ไม้ถูกทิ้งไว้นานและเริ่มแห้ง ในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่ไม้เหล่านี้ถูกพักไว้ไม่นานเนื่องจากปีกไม้เป็นแหล่งเชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบไม้ในโรงเลื่อย ส่วนไม้ยางพาราที่แปรรูปแล้วส่วนใหญ่ถูกอบจนมีความชื้นต่ำ ไม้เกรดเอ และบี ถูกอบน้ำยาก่อนการอบเมื่ออบแห้งแล้ว มอดไม่สามารถเข้าทำลายไม้เหล่านี้ได้อีก คงเหลือแต่ไม้เกรดซี ที่บางส่วนไม่ได้อัดน้ำยา มอดสามารถเข้าทำลายได้ โดยความมากน้อยของมอดที่พบในโรงเลื่อยแต่ละโรงขึ้นอยู่กับปริมาณและระยะเวลาที่ไม้เหล่านี้ถูกพักไว้ จากผลการสำรวจปริมาณของมอดซึซุขจอดคล้องกับปริมาณไม้เหล่านี้ในโรงเลื่อย เนื่องจากไม้มีความชื้นต่ำเหมาะสมต่อการเข้าทำลายของมอดซึซุข จากการสังเกตพบว่า ปริมาณไม้ในโรงเลื่อยสอดคล้องกับฤดูกาล โดยในฤดูฝนมีไม้ตกค้างในโรงเลื่อยน้อย เนื่องจากในฤดูฝนมีความยากลำบากในการตัดฟันไม้ยางพาราในแปลง ในขณะเดียวกันไม้ที่ไม่ถูกนำไปอบมีความชื้นสูงยาวนานเหมาะสมต่อการเข้าทำลายของมอดเอบโรเซียมากกว่ามอดซึซุข ทำให้ช่วงเวลาดังกล่าวพบปริมาณมอด

ซึ่ขุยที่เข้าทำลายไม้แปรรูปมีปริมาณน้อย ในทางตรงกันข้ามกลุ่มมอดเอ็มโบเรเซียมีปริมาณสูงขึ้นในระดับหนึ่ง แต่ไม่สูงมากเท่าปริมาณมอดซึ่ขุย เนื่องจากปริมาณไม้แปรรูปในโรงเลื่อยมีน้อยทำให้ไม้ถูกระบายอย่างรวดเร็ว ส่วนในฤดูร้อนไม้มีปริมาณมาก ปริมาณไม้เกรดต่ำที่ไม่อัดน้ำยาก็มีปริมาณมากตามไปด้วย ทำให้พบมอดเข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูปปริมาณมาก จากผลการสำรวจพบว่าจำนวนมอดที่พบรวมทั้งหมด มีปริมาณมากที่สุดในเดือนมีนาคมมากกว่าการเก็บตัวอย่างอีกสองครั้งในช่วงฤดูฝนอย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณน้ำฝนที่ลดลงอย่างต่อเนื่องจากเดือนธันวาคมถึงเดือนเมษายน

จากการสำรวจไม้ยางพาราแปรรูปในโรงเลื่อยทั้ง 21 โรงพบว่า มอดเข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูปเฉพาะไม้ที่ไม่ผ่านการอบน้ำยารักษาเนื้อไม้เท่านั้น ยกเว้นโรงเลื่อยเพียงสองโรงที่พบมอดเข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูปที่ผ่านการอบน้ำยาแล้ว โรงแรกพบมอดเข้าทำลายไม้ที่ผ่านการอบน้ำยาและอบแห้งแล้ว และเก็บไว้ในโรงเรือนเปิดโล่ง ไม้ดังกล่าวตั้งทิ้งไว้ประมาณ 6 เดือน สันนิษฐานว่าแมลงสามารถเข้าทำลายไม้ยางพาราดังกล่าวได้น่าจะมีสาเหตุจากการอบน้ำยาที่ไม่ได้มาตรฐาน เนื่องจากพบการเข้าทำลายของราทำลายเนื้อไม้ร่วมด้วย ส่วนอีกโรงหนึ่งพบมอดรูเข็ม (*E. parallelus*) เข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูปที่ผ่านการอบน้ำยาแล้วแต่รอการอบ จากการสอบถามเจ้าหน้าที่พบว่าไม้แปรรูปดังกล่าวอบน้ำยาโดยใช้สารเคมีความเข้มข้นต่ำเนื่องจากใช้ไม้เพื่อทำอุปกรณ์เครื่องใช้ในครัวเรือน ทำให้มอดสามารถเข้าทำลายได้

จากการสังเกตพบว่ามอดเข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูปในโรงเลื่อยที่ไม่มีห้อง (โรง) อบไม้ มากกว่าโรงเลื่อยที่มีโรงอบไม้ซึ่งสอดคล้องกับในพื้นที่ภาคตะวันออก เนื่องจากในโรงเลื่อยที่ไม่มีโรงอบไม้ มีไม้ตกค้างเพื่อรอส่งขาย ทำให้แมลงสามารถเข้าทำลายได้ ในโรงเลื่อยที่มีโรงอบไม้ ส่วนใหญ่พบแมลงเข้าทำลายปีกไม้ที่เหลือจากการแปรรูป และพบว่าโรงเลื่อยที่มีโรงอบไม้มีระบบการรักษาความสะอาดและการจัดการของโรงเลื่อยดีกว่าโรงเลื่อยที่ไม่มีโรงอบไม้ ทำให้มีเศษไม้ปลายไม้ที่มอดสามารถเข้าทำลายได้



ภาพที่ 12 สภาพทั่วไปในโรงเลื่อยและลักษณะของไม้ที่มอดทำลาย (a) ไม้เกรดซีที่กองอย่างไม่เป็นระเบียบในโรงเลื่อยขนาดเล็กที่ไม่มีโรงอบไม้ทำให้สังเกตเห็นมอดที่เข้ามาทำลายได้ยาก (b) ไม้เกรดซีในโรงเลื่อยที่มีโรงอบไม้จะจัดเก็บเป็นระเบียบและสังเกตการณ์เข้าทำลายของมอดได้ง่าย (c) และ (d) ลักษณะของไม้ที่มอดซีชุกเข้าทำลายใหม่ๆ จะพบซีชุกเป็นผงละเอียดถูกขับออกมาจากปากรู (e) และ (f) ภาพตัดขวางและตัดตามยาวของไม้ที่ถูกมอดซีชุกเข้าทำลาย สังเกตเห็นซีชุกละเอียดอัดแน่นในทางเดินของตัวหนอน (g) และ (h) ลักษณะของไม้ที่ถูกมอดเอมโบรเซียเข้าทำลาย จากภายนอกจะเห็นซีชุกของมอดอัดแน่นยื่นออกมาจากปากรู และเมื่อผ่าไม้ออกมาดูภายในจะไม่มีซีชุก ผนังรูมีราสีดำหรือน้ำเงินเข้มข้ม

5.1.7 ความหลากหลายทางชนิดของมอดทำลายไม้ยางพาราแปรรูป

ตารางที่ 8 แสดงค่าดัชนีความหลากหลายซึ่งคำนวณด้วย Shannon Weiner's diversity index และ Simson's diversity index และค่าดัชนีความเท่าเทียม Shannon's evenness index ของมอดที่เข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูปในพื้นที่ภาคใต้รวม ภาคใต้ฝั่งตะวันออก และภาคใต้ฝั่งตะวันตก พบว่าพื้นที่ภาคใต้รวม มีค่าดัชนีความหลากหลาย Shannon Weiner's diversity index เท่ากับ 1.9867 และ Simson's diversity index เท่ากับ 0.7866 ตามลำดับ และมีค่า Shannon's evenness index เท่ากับ 0.6427 เมื่อพิจารณาในแต่ละพื้นที่ศึกษาพบว่าในพื้นที่ภาคใต้ฝั่งตะวันออกมีค่าดังกล่าวเท่ากับ Shannon Weiner's diversity index 1.9249 และ Simson's diversity index 0.7893 และมีค่า Shannon's evenness index เท่ากับ 0.6537 ตามลำดับ ส่วนในพื้นที่ภาคใต้ฝั่งตะวันตกมีค่าดัชนีความหลากหลายน้อยกว่าภาคใต้ฝั่งตะวันออกซึ่งมีค่าดังกล่าวโดยค่าดัชนี Shannon Weiner's diversity index เท่ากับ 1.8693 และ Simson's diversity index เท่ากับ 0.7392 และมีค่า Shannon's evenness index เท่ากับ 0.6467 ตามลำดับ เมื่อนำค่าดัชนีดัชนีความหลากหลายของมอดทำลายไม้ยางพาราภาคใต้ฝั่งตะวันออกมีค่ามากกว่าพื้นที่ภาคใต้ฝั่งตะวันตกไปวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางที่ 8 ค่าดัชนีความหลากหลายและดัชนีความเท่าเทียมของมอดทำลายไม้ยางพาราแปรรูป

ดัชนี	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	ภาคใต้
Shanon Weiner's diversity index	1.9249 ^a	1.869 ^b	1.9867
Simson's diversity index	0.7893 ^a	0.7392 ^b	0.7866
Shanon's evenness index	0.6537	0.6467	0.6427

ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยวิธีของ Poole (1974)

เมื่อเปรียบเทียบค่าดัชนีความหลากหลายระหว่างพื้นที่ภาคใต้ ($n = 12$ โรง) โดยใช้ผลการสำรวจ 1 ครั้งในเดือนกรกฎาคมกับค่าดัชนีความหลากหลายของมอดที่ทำลายไม้ยางพาราแปรรูปในพื้นที่ภาคตะวันออกและจังหวัดสมุทรสงคราม ในเดือนมิถุนายน ($n = 12$ โรง) (Sittichaya and Beaver, 2009) คำนวณโดยใช้ Shannon Weiner's diversity index และ Shannon's evenness index ในพื้นที่ภาคใต้พบมอดจำนวน 15 ชนิด มีค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 2.288 และดัชนีความสม่ำเสมอ 0.92 ในขณะที่ความหลากหลายทางชนิดของมอด ในพื้นที่ภาคตะวันออกและพื้นที่รอบอ่าวไทยพบมอด 21 ชนิด มีดัชนีความหลากหลาย 1.720 และค่าดัชนีความสม่ำเสมอเท่ากับ 0.55 ถึงแม้ว่าในพื้นที่ภาคตะวันออกในช่วงเวลาดังกล่าวจะมีจำนวนชนิดของมอดที่พบมากกว่าภาคใต้ในช่วงเวลาเดียวกัน แต่จำนวนตัวของมอดที่พบในแต่ละชนิดส่วนใหญ่มีจำนวนน้อยมาก มีน้อยชนิดที่พบเป็นจำนวนมากและมีการกระจายที่ไม่สม่ำเสมอ

(evenness = 0.55) ทำให้มีค่าดัชนีความหลากหลายต่ำ ปัจจัยหลักที่ทำให้ปริมาณมอดในแต่ละชนิดที่พบในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีจำนวนน้อยกว่าภาคใต้เนื่องจากปริมาณไม้ที่มอดสามารถใช้ในการสร้างรังหรือเข้าทำลายมีน้อยกว่ามาก ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีปริมาณไม้ที่ป้อนให้กับโรงเลื่อยต่างๆ น้อย ไม้ส่วนใหญ่เมื่อแปรรูปเสร็จ จะใช้เวลาไม่นานเพื่อนำไปอาบน้ำยาและอบ หรือขายแก่ลูกค้าในอุตสาหกรรมต่อเนื่องในบริเวณใกล้เคียง (อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์จากไม้ยางพารา) ในขณะที่ในพื้นที่ภาคใต้บางครั้งอาจต้องรอเวลาเพื่อนำไปอบ หรือไม้ที่มีคุณภาพต่ำอาจไม่นำไปอาบน้ำยาและอบและถูกเก็บไว้ภายในโรงเลื่อย

5.1.8 ความหนาแน่นในการเข้าทำลายของมอด

ค่าเฉลี่ยของจำนวนมอดที่เข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูปขนาดประมาณ 5x100x3 ลูกบาศก์เซนติเมตร ในพื้นที่ภาคใต้ทั้งสองฝั่งมีค่าเฉลี่ยรวม 18.31±23.84 ตัว/ชิ้น มีอัตราการเข้าทำลายสูงสุด 224 ตัว/ชิ้น และต่ำสุด 0 ตัว/ชิ้น (ในไม้ที่มีร่องรอยการทำลาย) ความหนาแน่นรวมในการเข้าทำลายในการสำรวจครั้งที่ 1 2 และ 3 มีค่า 11.01±12.89, 13.52±16.83 และ 30.88±31.96 ตัว/ชิ้น ตามลำดับ (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 ความหนาแน่นของมอดเฉลี่ย (ตัว/ชิ้น) ที่เข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูปในพื้นที่ภาคใต้*

ครั้งที่	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	ภาคใต้
1	10.03±11.81 ^a	12.77±13.82 ^a	11.01±12.89 ^a
2	10.84±5.67 ^a	12.7±18.59 ^a	13.52±16.83 ^a
3	30.63±23.87 ^b	31.13±38.54 ^b	30.88±31.96 ^b
รวม 3 ครั้ง	17.76±19.83	18.87±27.29	18.31±23.84

ตัวอักษรในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) วิเคราะห์ด้วย Mann-Whitney Test ความหนาแน่นของมอดเฉลี่ยระหว่างฝั่งตะวันออกและตะวันตกไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

ผลการสำรวจพบว่าความแตกต่างของจำนวนมอดที่เข้าทำลายไม้ยางพาราแต่ละชิ้นที่สุ่มจากโรงเลื่อยเดียวกันมีสูงโดยจะเห็นได้จากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่มีค่าสูงทำให้การกระจายของข้อมูลไม่เป็นแบบปกติ (normal curve) การเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของความหนาแน่นในการเข้าทำลายจึงทำได้เพียงการเปรียบเทียบค่ากลาง (median) ของตัวอย่างในการสำรวจ โดยค่ากลางของอัตราการเข้าทำลายในการสำรวจครั้งที่สามมากกว่าค่ากลางของการสำรวจครั้งที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi-Square 90.418, df=2, Asymp. Sig. 0.001)

เมื่อพิจารณาความหนาแน่นในการเข้าทำลายในแต่ละพื้นที่ พบว่าในพื้นที่ภาคใต้ฝั่งตะวันออกมีอัตราการเข้าทำลายรวมทั้งสามครั้งเฉลี่ย 17.76±19.83 ตัว/ชิ้น โดยมีความหนาแน่นในการเข้าทำลายเฉลี่ยในการสำรวจครั้งที่ 1 2 และ 3 เท่ากับ 10.03±11.81, 10.84±5.67 และ 30.63±23.87 ตัว/ชิ้น ตามลำดับ

โดยค่ากลางของอัตราการเข้าทำลายเฉลี่ยในการสำรวจครั้งที่สามมากกว่าค่ากลางของการสำรวจครั้งที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi-Square 68.485, df=2, Asymp. Sig. 0.001)

ส่วนในพื้นที่ภาคใต้ฝั่งตะวันตกมีอัตราการเข้าทำลายรวมทั้งสามครั้ง 18.87 ± 27.29 ตัว/ชิ้น ความหนาแน่นในการเข้าทำลายในแต่ละครั้งเท่ากับ 12.77 ± 13.82 , 12.7 ± 18.59 และ 31.13 ± 38.54 ตัว/ชิ้น ในการสำรวจครั้งที่ 1 และ 3 ตามลำดับ โดยค่ากลางของอัตราการเข้าทำลายเฉลี่ยในการสำรวจครั้งที่ 3 มากกว่าค่ากลางของการสำรวจครั้งที่ 1 และ 2 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi-Square 68.485, df=2, Asymp. Sig. 0.001) เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเข้าทำลายเฉลี่ยระหว่างภาคใต้ฝั่งตะวันออกและฝั่งตะวันตกพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติแต่อย่างใด ($p > 0.05$)

เมื่อนำอัตราการเข้าทำลายเฉลี่ยของมอดในภาคใต้จากการเก็บตัวอย่างครั้งแรกในเดือนกรกฎาคม เปรียบเทียบกับพื้นที่ภาคตะวันออกในช่วงเดือนกรกฎาคมพบว่า ในพื้นที่ภาคตะวันออกมีอัตราการเข้าทำลายสูงกว่าในภาคใต้เล็กน้อย โดยในพื้นที่ภาคตะวันออกมีอัตราการเข้าทำลายเฉลี่ย 15.52 ± 15.79 ตัว/ชิ้น ส่วนในพื้นที่ภาคใต้มีค่าดังกล่าวเท่ากับ 11.01 ± 12.89 ตัว/ชิ้น (Sittichaya and Beaver, 2009)

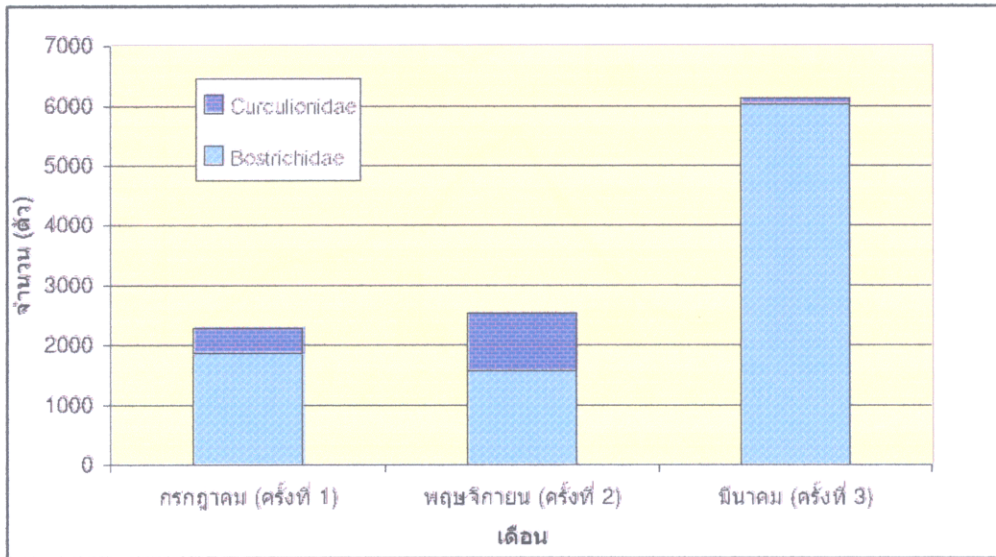
ปริมาณมอดที่สำรวจพบหรือความหนาแน่นในการเข้าทำลายของมอดในระหว่างโรงเลื่อยแต่ละโรง และในแต่ละจังหวัดในฝั่งเดียวกันมีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก สังเกตได้จากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่สูงกว่าค่าเฉลี่ยมาก แม้แต่ในการเก็บตัวอย่างในครั้งที่ 3 ซึ่งมีระดับประชากรของมอดสูง ในบางตัวอย่างที่สุ่มยังพบแมลงในปริมาณที่น้อยมากหรือไม่พบแมลง โดยสาเหตุของความแตกต่างเหล่านี้ มีสาเหตุหลักๆ สามประการด้วยกันได้แก่ ปริมาณไม้ที่มอดสามารถเข้าทำลายได้ในโรงเลื่อย ระยะเวลาของไม้ (ไม่อบน้ำยา) ที่มอดสามารถเข้าทำลายได้ ถูกพักไว้ในโรงเลื่อย และระยะเวลาของไม้ถูกมอดเข้าทำลาย ปริมาณไม้ที่มอดสามารถเข้าทำลายได้ในโรงเลื่อยมีผลต่อความหนาแน่นในการเข้าทำลายของมอดที่สุ่มได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่มีไม้ที่มอดสามารถเข้าทำลายได้มีปริมาณน้อย ระดับการเข้าทำลายของมอดจะต่ำกว่าในโรงเลื่อยที่มีไม้มากกว่า เนื่องจากไม่มีการสะสมของมอดในโรงเลื่อยประกอบกับในโรงเลื่อยเหล่านี้ไม้ที่มอดสามารถเข้าทำลายได้จะถูกพักไว้ไม่นาน ดังนั้นไม้ที่ถูกสุ่มจะเป็นไม้ที่มอดเข้าทำลายใหม่ๆ มีอัตราการเข้าทำลายต่ำกว่าในโรงเลื่อยที่มีไม้ที่มอดสามารถเข้าทำลายได้มาก ถึงแม้ว่าระดับประชากรของมอดในพื้นที่รอบๆ จะสูงก็ตาม ส่วนใหญ่โรงเลื่อยที่มีไม้เหล่านี้ต่ำเป็นโรงเลื่อยที่มีการจัดการที่ดีและให้ความสำคัญกับความสะอาดของโรงเลื่อย และเป็นโรงเลื่อยที่มีห้องอบไม้มากกว่าโรงเลื่อยที่ไม่มีห้องอบไม้ เนื่องจากโรงเลื่อยที่มีห้องอบไม้ส่วนใหญ่ปิ้งไม้ซึ่งถูกนำไปเป็นเชื้อเพลิงไม่นานหลังจากแปรรูป และไม้เกรดต่ำบางส่วนถูกอัดน้ำยารักษาเนื้อไม้ทำให้มอดไม่สามารถเข้าทำลายไม้เหล่านี้ได้ ระยะเวลาที่ไม้ถูกพักไว้ในโรงเลื่อยก็มีผลต่อความหนาแน่นในการเข้าทำลายไม้อย่างพาราของมอดสูงเช่นเดียวกัน เนื่องจากมอดจะทยอยเข้าทำลายไม้ที่ตั้งไว้ เมื่อไม้ถูกพักไม่นาน มอดเข้าทำลายสะสมน้อยเมื่อสุ่มไม้เหล่านี้จะได้มอดน้อยกว่าปกติ และในกรณีที่มอดเข้าทำลายไม่นานแล้ว มอดบางส่วนเริ่มทยอยบินออกจากไม้แล้วเมื่อสุ่มไม้นั้นๆ มาจะทำให้ได้แมลงน้อยกว่าปกติเช่นเดียวกัน

จากผลการศึกษาชี้ให้เห็นสามารถสรุปได้ว่าอิทธิพลหรือปัจจัยที่มีผลต่อชนิด (กลุ่มของมอด) และปริมาณของมอดที่เข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูปในพื้นที่ 8 จังหวัดภาคใต้ มี 2 ปัจจัยหลักๆ ด้วยกันได้แก่ ปริมาณและระยะเวลาที่ไม้ที่มอดสามารถเข้าทำลายได้พักในโรงเลื่อยและความชื้นของไม้ดังกล่าวว่ามีสูงมากน้อยเพียงใด โดยปัจจัยแรกมีอิทธิพลต่อการกำหนดปริมาณของมอดที่เข้าทำลายและความหนาแน่นในการเข้าทำลายสูง เนื่องจากไม้ในปริมาณมากในโรงเลื่อยทำให้แมลงมีแหล่งอาหารและแหล่งแพร่พันธุ์ที่สมบูรณ์ ทำให้มีแมลงสะสมในปริมาณมาก และปกติในโรงเลื่อยที่มีไม้ปริมาณมากจะพักไม้ไว้ในโรงเลื่อยเป็นเวลานานทำให้แมลงรุ่นลูกสามารถเข้าทำลายไม้ในโรงเลื่อยและเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้มอดในกลุ่มมอดชู้ชุยแท้ (true powder post beetles) ในวงศ์ย่อย Lyctinae ที่ชอบเข้าทำลายไม้ที่มีความชื้นต่ำ จะเข้าทำลายไม้หลังจากการเข้าทำลายของมอดชู้ชุยเทียม ทำให้ความหนาแน่นในการเข้าทำลายสูง เนื่องจากแมลงในกลุ่มมอดชู้ชุยแท้มีขนาดเล็กสามารถเข้าทำลายไม้ต่อชิ้นได้ในปริมาณมากเมื่อเปรียบเทียบกับมอดชู้ชุยเทียม ความชื้นในไม้เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่กำหนดกลุ่มของมอดที่เข้าทำลายไม้ ไม้ที่มีความชื้นสูงส่วนใหญ่จะถูกทำลายโดยมอดเอบโรเซีย และ wood boring bark beetles ส่วนไม้แห้งที่มีความชื้นประมาณ 30% ส่วนใหญ่จะถูกทำลายโดยมอดชู้ชุยเทียม และมอดชู้ชุยแท้ในสัดส่วนที่น้อยกว่า และ อาจพบ wood boring bark beetles เข้าทำลายได้แต่น้อยมาก ไม้ที่มีความชื้นต่ำมากหรือถูกมอดชู้ชุยเทียมเข้าทำลายระยะหนึ่งแล้วจะพบมอดชู้ชุยแท้เข้าทำลายเป็นส่วนใหญ่

5.1.9 การเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดทำลายไม้ยางพาราแปรรูปตามฤดูกาล

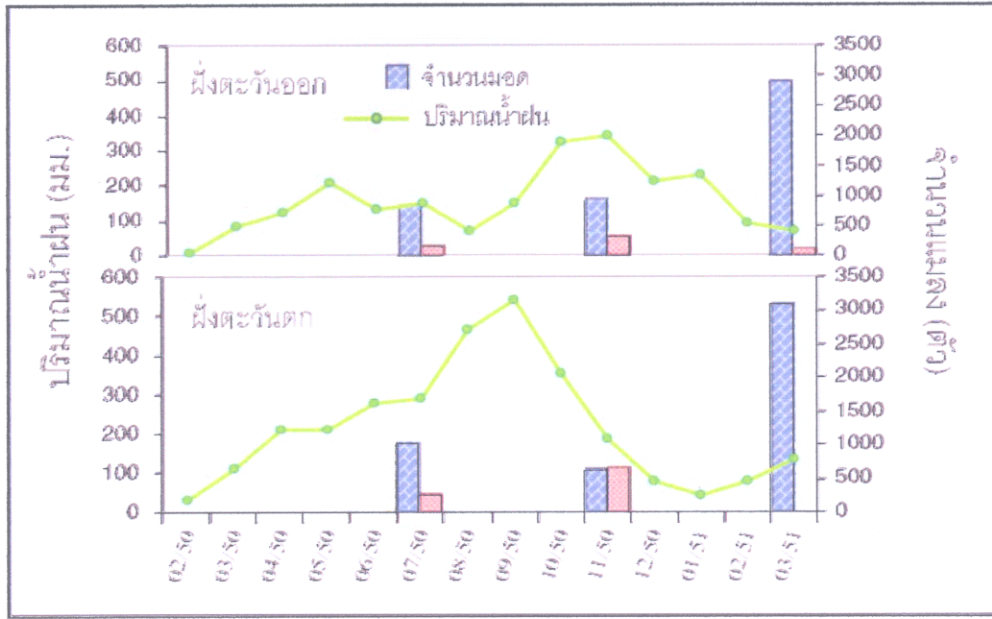
ผลการเก็บตัวอย่างทั้งสามครั้ง ในต้นฤดูฝนเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2550 ปลายฤดูฝนเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2550 และต้นฤดูแล้งเดือนมีนาคม พ.ศ. 2551 พบมอดมากที่สุดในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2551 (ครั้งที่ 3) 6,136 ตัว คิดเป็น 56.05% ของมอดที่พบทั้งหมดรองลงมาเดือนพฤศจิกายน (ครั้งที่ 2) 2,532 ตัว คิดเป็น 23.13% และครั้งที่ 1 ในเดือนกรกฎาคมน้อยที่สุด 2,280 ตัว คิดเป็น 20.83% ของมอดที่พบทั้งหมด (ภาพที่ 13 และ ตารางภาคผนวกที่ 1) เมื่อพิจารณาจำนวนมอดที่สำรวจพบในแต่ละครั้งตามกลุ่มของมอดได้แก่มอดชู้ชุย (Bostrichidae) และมอดกลุ่ม wood boring bark beetles และมอดเอบโรเซีย (Curculionidae) พบว่า จำนวนมอดชู้ชุยที่พบในการสำรวจแต่ละครั้งจะสอดคล้องกับจำนวนมอดที่พบรวมทั้งหมดคือ พบมอดกลุ่มนี้มากที่สุดในต้นฤดูแล้งจากการสำรวจครั้งที่ 3 รองลงมาได้แก่ผลการสำรวจในฤดูฝนจากการสำรวจครั้งที่ 2 และ 1 ตามลำดับ ในขณะที่จำนวนของมอดในวงศ์ Curculionidae มีแนวโน้มแตกต่างกับจำนวนมอดรวมที่พบทั้งหมด มอดเอบโรเซียพบมากที่สุดในฤดูฝนจากการสำรวจครั้งที่ 2 เดือนพฤศจิกายน 966 ตัว คิดเป็น 64.49% ของมอดในวงศ์นี้ รองลงมาได้แก่ผลการสำรวจในต้นฤดูฝนจาก

การสำรวจครั้งที่ 1 ในเดือนกรกฎาคม 420 ตัว หรือ 28.04% และผลการสำรวจครั้งที่ 3 ในเดือนมีนาคม น้อยที่สุดเพียง 112 คิดเป็น 7.48% ตามลำดับ (ภาพที่ 13)



ภาพที่ 13 จำนวนและอัตราส่วนของมอดแต่ละกลุ่มที่พบเข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูปในพื้นที่ภาคใต้จากการสำรวจทั้ง 3 ครั้งระหว่างเดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2550 – มีนาคม พ.ศ. 2551

เมื่อพิจารณาจำนวนมอดแยกตามพื้นที่ศึกษาฝั่งตะวันออกและตะวันตกพบว่า จำนวนมอดรวมที่พบในการสำรวจแต่ละครั้งมีแนวโน้มไม่แตกต่างกับพื้นที่ศึกษาภาคใต้โดยรวมและมีจำนวนของมอดไม่แตกต่างกันระหว่างพื้นที่ศึกษาทั้งสองฝั่ง แต่เมื่อพิจารณาเฉพาะมอดแอมโบรเซียพบที่มีความแตกต่างกันระหว่างพื้นที่ศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการสำรวจครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 ในขณะที่ผลการสำรวจครั้งที่สองจำนวนของมอดแอมโบรเซีย ในฝั่งตะวันตกมากกว่าในฝั่งตะวันออกอย่างชัดเจนและมีปริมาณใกล้เคียงกับจำนวนของมอดซึซุ่ยที่สำรวจพบในช่วงเวลาดังกล่าว ในขณะที่ภาคใต้ฝั่งตะวันออกมีปริมาณ 1/3 ของมอดซึซุ่ย แต่ในการสำรวจครั้งที่ 3 ให้ผลในทางกลับกัน ไม่พบมอดในกลุ่มมอดแอมโบรเซียในพื้นที่ฝั่งตะวันตกแต่พบในพื้นที่ฝั่งตะวันออก ถึงแม้ว่าจะมีจำนวนน้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกับผลการสำรวจครั้งที่ 2 ก็ตาม (ภาพที่ 14)



ภาพที่ 14 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนมอด ที่พบในการสำรวจในแต่ละครั้งกับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน แยกตามพื้นที่ศึกษาภาคใต้ฝั่งตะวันออกและตะวันตก

ปริมาณของมอดที่พบในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งมีความสอดคล้องกับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยและความชอบในการเข้าทำลายของมอดแต่ละกลุ่ม มอดที่ขุยพบน้อยในการเก็บตัวอย่างในครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 แต่พบมากในการสำรวจครั้งที่ 3 โดยปริมาณในการสำรวจครั้งที่ 3 มากกว่าสองครั้งแรก 3-4 เท่าตัว ในขณะที่มอดเอมโบรเซียพบมากที่สุดในการครั้งที่ 2 น้อยลงในการครั้งที่ 1 และพบน้อยมากในการสำรวจครั้งที่ 3

ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 เป็นช่วงกลางของฝนแรกในภาคใต้ฝั่งตะวันออก และต้นฤดูฝนในฝั่งตะวันตก การเก็บตัวอย่างครั้งที่สอง 2 เป็นช่วงกลางของฝนสองในภาคใต้ฝั่งตะวันออกและปลายฤดูฝนในฝั่งตะวันตก ปริมาณฝนที่มีสูงในช่วงการสำรวจครั้งที่ 1 และ 2 เวลาดังกล่าวทำให้จำนวนของมอดที่ขุยมีปริมาณน้อย เนื่องจากไม้ที่มีความชื้นต่ำเหมาะสมต่อการทำลายของมอดที่ขุยมีปริมาณน้อยลง เนื่องจากสองสาเหตุดังที่ได้กล่าวแล้วข้างต้นกล่าวคือ ไม้มีความชื้นสูงเนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์สูงและปริมาณไม้แห้งมีน้อยเนื่องจากไม้ขาดแคลนในฤดูดังกล่าว การเก็บตัวอย่างในการครั้งที่ 3 เดือนมีนาคมพบมอดที่ขุยเป็นจำนวนมาก แต่พบมอดเอมโบรเซียลดลงมากและในฝั่งตะวันตกไม่พบมอดในกลุ่มนี้แต่อย่างใด เนื่องจากเป็นช่วงที่มีปริมาณน้ำฝนลดลงต่อเนื่องตั้งแต่เดือนธันวาคม ปริมาณไม้ในโรงเลื่อยมากขึ้น ไม้เกรดซีที่ไม่อับน้ำยาและมีความชื้นต่ำจากการอบหรือจากการตั้งทิ้งไว้ในสภาพอากาศที่ถ่ายเทสะดวกและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำในบางช่วงเวลาของวัน ทำให้ปริมาณอาหารของมอดมีมากทั้งในแง่ปริมาณและความต่อเนื่องประกอบกับวงจรชีวิตของมอดที่ขุยสั้นทำให้มอดสามารถเพิ่มปริมาณได้อย่างรวดเร็ว

อิทธิพลของปริมาณน้ำฝนต่อจำนวนของมอดที่ขุยที่เข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูปสามารถเห็นได้ชัดเจนเมื่อพิจารณาผลการสำรวจในพื้นที่ภาคใต้ฝั่งตะวันตก จำนวนมอดที่ขุยจากการสำรวจในการครั้งที่ 1 ช่วงต้นฤดู

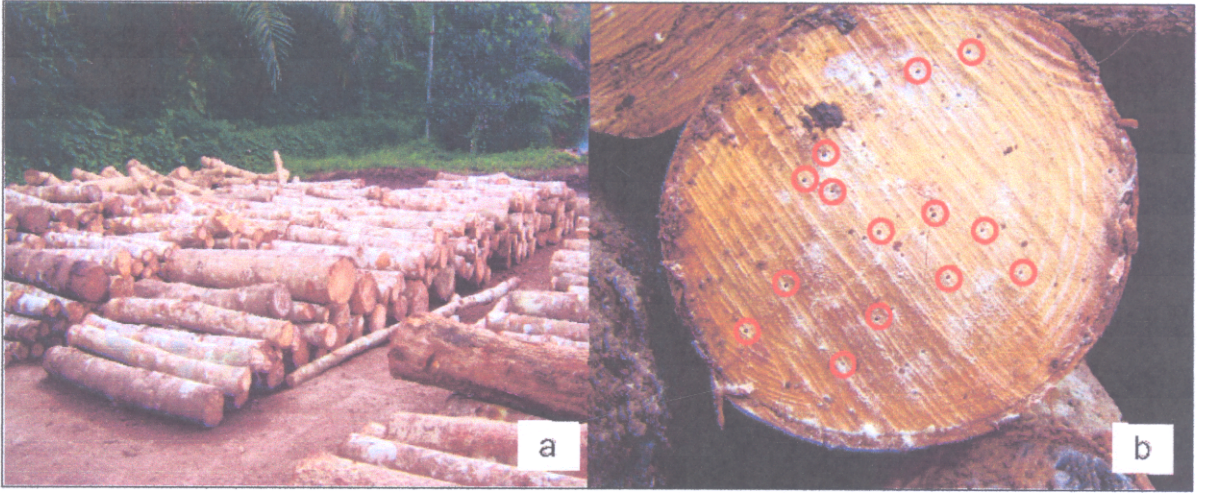
ฝน พบบอด 1,017 ตัว และลดลงเหลือครึ่งหนึ่งคือพบ 621 ตัว ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 ในช่วงปลายฤดูฝน โดยมอดที่พบในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 ส่วนใหญ่มาจากไม้เก่าที่เก็บภายในโรงเลื่อยก่อนฤดูฝนเป็นส่วนใหญ่ และในการเก็บตัวอย่างในครั้งที่ 3 ในต้นฤดูร้อนช่วงเดือนมีนาคม พบบอดที่ชุกมากที่สุด 3,113 ตัว โดยมอดที่พบมีปริมาณมากกว่าในช่วงฤดูฝนประมาณ 3 เท่า เมื่อพิจารณากราฟปริมาณน้ำฝนในภาพที่ 14 จะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ศึกษาลดลงอย่างต่อเนื่องเริ่มตั้งแต่เดือนกันยายนต่อเนื่องจนถึงเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ก่อนการเก็บตัวอย่างในครั้งที่ 3

จากผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของมอดทำลายไม้ยางพาราแปรรูปในพื้นที่ภาคใต้ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยหลักสองปัจจัยที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันได้แก่ ปริมาณน้ำฝนและปริมาณและความต่อเนื่องของอาหาร ระดับประชากรของมอดที่ชุกสูงสุดที่พบในช่วงเดือนมีนาคมสอดคล้องกับรายงานของ Stabbing (1914) ที่รายงานระดับประชากรของมอด *S. anale* ในตอนกลางและตอนล่างของอินเดีย และรายงานของ Guhardja (2000) รายงานการเปลี่ยนแปลงระดับประชากรของ *Xylothrips flavipes* ในพื้นที่ป่ารัฐ East Kalimantan อินโดนีเซีย ว่ามอดทั้งสองชนิดพบมากในช่วงเดือนมีนาคม และปลายเดือนกุมภาพันธ์ตามลำดับ แต่จะแตกต่างจากผลการศึกษาของ Dall'Oglio และ Filho (1997) ที่รายงานระดับประชากรสูงสุดของมอดที่ชุกในสวนยางพาราในช่วงเดือน มิถุนายน-ตุลาคม ในส่วนของระดับประชากรในรอบปีของมอดเฮอร์เซียที่มีค่าสูงสุดในฤดูฝนสอดคล้องกับการศึกษาของ Dall'Oglio และ Filho (1997) แต่จะแตกต่างกับผลการศึกษาของ Dorval และคณะ (2004) ในพื้นที่สวนปาล์มคาลิปัตสในประเทศบราซิลที่ไม่พบความแตกต่างระหว่างระดับประชากรของมอดในวงศ์ย่อย Scolytinae ระหว่างฤดูร้อนและฤดูฝน และการศึกษาของ Puranasakul (2006) ที่ไม่พบความแตกต่างของระดับประชากรของมอดในวงศ์ย่อย Platypodinae และ Scolytinae ระหว่างฤดูในพื้นที่ดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ อย่างไรก็ตาม ปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุดต่อระดับประชากรของมอดทำลายไม้ยางพาราในพื้นที่ศึกษาคือ ปริมาณและความต่อเนื่องของไม้แปรรูปที่เหมาะสมต่อการเข้าทำลายของมอดแต่ละกลุ่ม จากการสังเกตในบางโรงเลื่อยพบว่าปริมาณของมอดที่ชุกที่พบภายในโรงเลื่อยยังอยู่ในระดับสูงถึงแม้ว่าจะอยู่ในช่วงกลางฤดูฝน เนื่องจากมีไม้แปรรูปที่มีความชื้นต่ำที่มอดสามารถเข้าทำลายได้สูง ในขณะที่โรงเลื่อยบางโรงสามารถพบบอดเฮอร์เซียได้ในฤดูแล้งเนื่องจากกองปึกไม้ปลายไม้ไว้เป็นจำนวนมาก และในบางโรงไม่พบบอดเลยไม่ว่าช่วงใดของปีเนื่องจากไม่มีไม้ที่มอดสามารถเข้าทำลายได้เลยภายในโรงเลื่อย

5.1.10 แมลงทำลายไม้ยางพาราบนลานซุง

ไม้ท่อนที่กองไว้บนลานไม้เพื่อรอการแปรรูป หรือไม้ที่กองไว้ในสวนเพื่อรอการขนส่งเป็นเวลานานจะมีมอดเข้าทำลาย จากผลการสำรวจไม้ท่อนบนลานไม้ภายในโรงเลื่อยในพื้นที่ภาคใต้พบเฉพาะมอดในกลุ่มมอดเฮอร์เซียเข้าทำลายไม้ดังกล่าวเนื่องจากไม้มีความชื้นสูง มอดส่วนใหญ่เข้าทำลายไม้ท่อนบริเวณหัวไม้

ที่ไม่มีเปลือก (ภาพที่ 15) เนื่องจากง่ายต่อการเข้าทำลาย และความชื้นในเนื้อไม้ลดลงระดับหนึ่งแล้ว มอดชนิดที่พบเข้าทำลายไม้ท่อนบนลานไม้ในพื้นที่ศึกษามากที่สุดมีเพียงชนิดเดียวได้แก่ มอด *Euplatypus parallelus* และมอดชนิดอื่นๆ ที่พบในปริมาณเล็กน้อยอีก 3 ชนิดได้แก่ *Xyleborus affinis* X. *perforans* และ *Dinoplatypus cupulatus* จากการสอบถามเจ้าหน้าที่ในโรงเลื่อยส่วนใหญ่พบว่า มอดเอ็มโบรเซียจะเริ่มเข้าทำลายไม้ท่อนหลังจากกองไม้ทิ้งไว้ประมาณ 24-48 ชั่วโมง นอกจากมอดเอ็มโบรเซียแล้วยังพบร่องรอยการเข้าทำลายของด้วงหนวดยาว และปลวกในไม้ท่อนอีกด้วย โดยการเข้าทำลายส่วนใหญ่เกิดขึ้นก่อนการตัดพื้นไม้ยางพารา

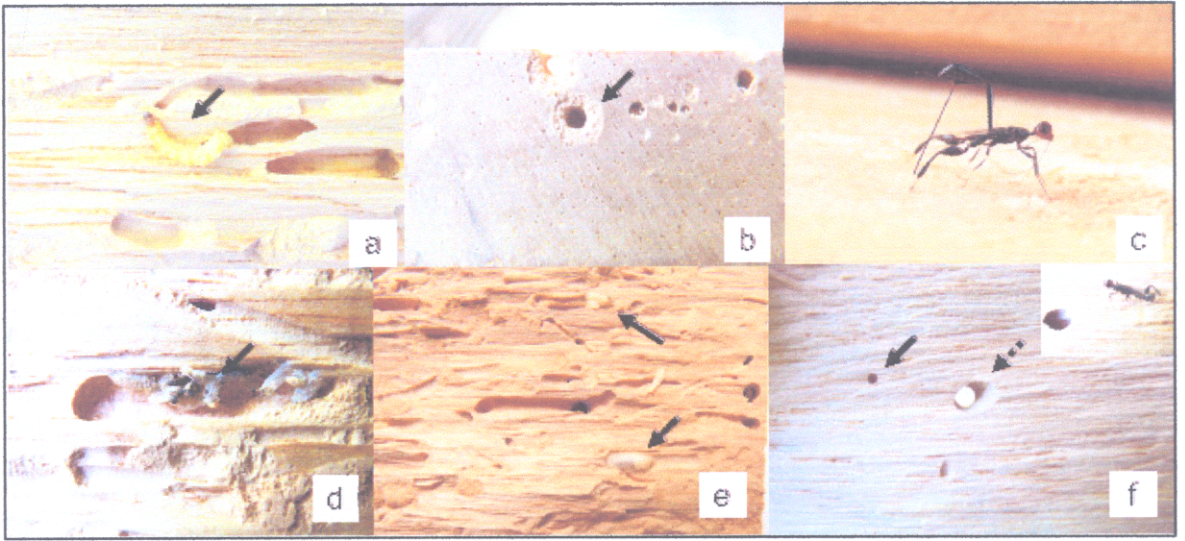


ภาพที่ 15 (a) ไม้ยางพาราที่รอการแปรรูปและพบการเข้าทำลายของมอดในกลุ่ม มอดเอ็มโบรเซีย หลังจากกองทิ้งไว้ประมาณ 3-4 วัน (b) ลักษณะการเข้าทำลายของมอดบริเวณหัวไม้ (ในวงกลม) ลึกเข้าไปในเนื้อไม้ประมาณ 5-10 เซนติเมตร

5.1.11 แมลงศัตรูธรรมชาติของมอดทำลายไม้ยางพารา

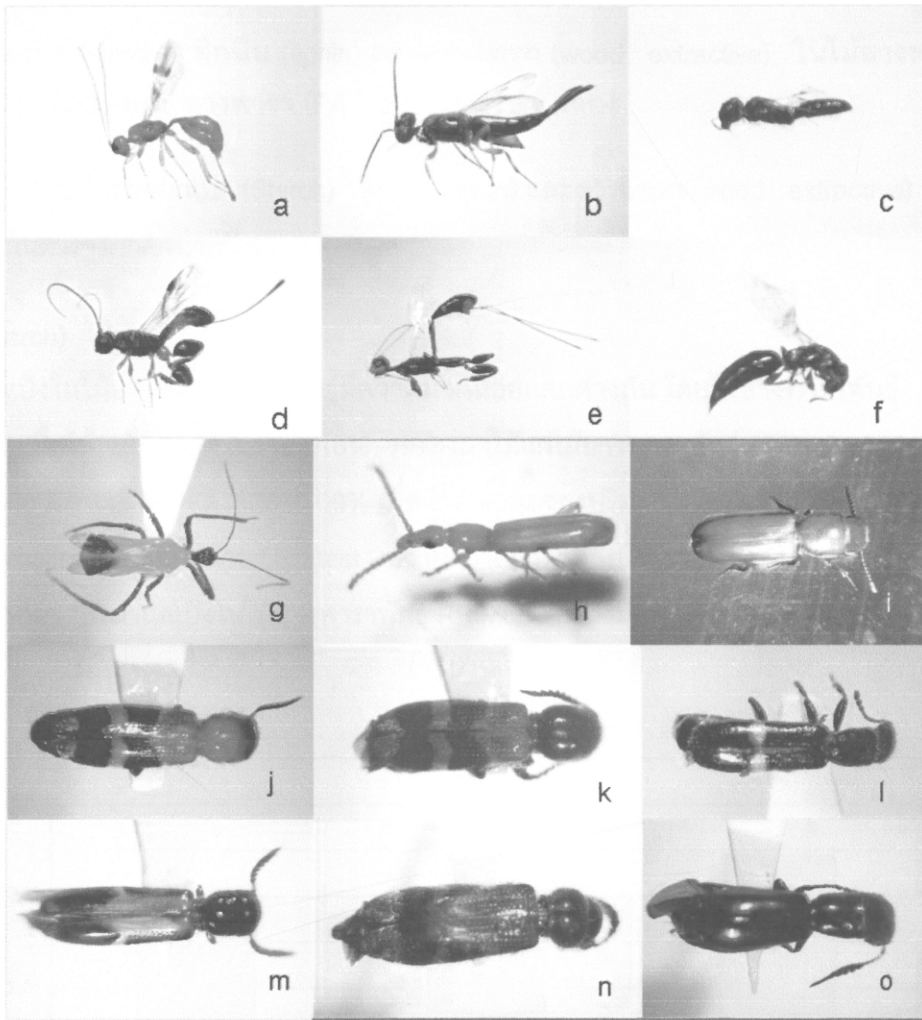
จากการเก็บตัวอย่างไม้ที่มอดเข้าทำลายมาใส่ในกล่องดักจับแมลง นอกจากจะดักได้มอดชนิดต่างๆ แล้ว ยังได้แมลงศัตรูตามธรรมชาติของมอดทำลายไม้ยางพารากลุ่มต่างๆ ด้วย แมลงเหล่านี้ส่วนใหญ่ดักจับได้จากตัวอย่างไม้จากการสำรวจครั้งที่ 1 ในการสำรวจครั้งที่ 2 และ 3 พบแมลงศัตรูธรรมชาติเล็กน้อยเท่านั้น แมลงศัตรูธรรมชาติเหล่านี้ส่วนใหญ่ดักจับได้จากตัวอย่างไม้ที่ถูกมอดซี้ซุ่ยเข้าทำลาย ในตัวอย่างไม้ที่มอดเอ็มโบรเซียเข้าทำลายพบในปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับตัวอย่างไม้ที่มอดซี้ซุ่ยเข้าทำลาย และอาจกล่าวได้ว่าแมลงเหล่านี้เป็นแมลงศัตรูของมอดซี้ซุ่ย แมลงศัตรูธรรมชาติที่ดักจับได้มากที่สุดได้แก่กลุ่มแตนเบียน (ภาพที่ 17a-f) และด้วงกระดุกสัตว์ (Cleridae) (ภาพที่ 17j-o) กลุ่มที่พบรองลงมาโดยมีจำนวนน้อยกว่าสองกลุ่มแรกมากได้แก่แมลงปีกแข็งวงศ์ต่างๆ ได้แก่ วงศ์ Brentidae Cucujidae Tenebrionidae และมวน

เพศเมียในวงศ์ Reduviidae (ภาพที่ 17g-i) แตนเบียนวงศ์ที่พบมากที่สุดได้แก่ วงศ์ Chalcididae และ Braconidae แตนเบียนเหล่านี้มีความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสของอวัยวะสำหรับวางไข่ (ovipositor) ในการค้นหาตัวอ่อนของมอดที่เหมาะสมต่อการวางไข่ของแตนเบียนจากภายนอกไม้และสอดอวัยวะสำหรับวางไข่ผ่านเนื้อไม้เข้าไปเพื่อวางไข่ในตัวอ่อนของมอด (ภาพที่ 16c) ระยะของตัวอ่อนของมอดที่แตนเบียนเบียนคาดว่าเป็นระยะตัวหนอนระยะที่ 2-3 เนื่องจากเมื่อผ่ารังของมอดออกมาดูพบว่าแตนเบียนส่วนใหญ่ออกจากตัวหนอนมาเข้าดักแด้บริเวณที่มอดเข้าดักแด้



ภาพที่ 16 แมลงศัตรูธรรมชาติของมอดซึ่ม (a) ระยะตัวหนอนของด้วงกระดุกสัตว์สามารถเจาะเข้าไปในเนื้อไม้หรือทางเดินของตัวหนอนของมอดซึ่มเพื่อหาเหยื่อได้ (b) ลูกศรแสดงรูที่ตัวหนอนของด้วงกระดุกสัตว์เจาะภายในรูทางเดินของตัวหนอนมอดซึ่ม (c) แตนเบียนเพศเมียใช้อวัยวะวางไข่ (Ovipositor) แทงทะลุไม้เพื่อวางไข่ภายในรังของมอด (d) และ (e) ลูกศรแสดงดักแด้ของแตนเบียนบริเวณที่มอดเข้าดักแด้ (f) ลูกศรที่บแสดงรูเจาะออกของแตนเบียนตัวเต็มวัยมีลักษณะกลมเล็กกว่ารูเจาะออกของมอด ลูกศรประแสดงรูที่หนอนของด้วงกระดุกสัตว์เจาะเพื่อหาอาหาร ภาพเล็กมุมขวาแตนเบียนกำลังเจาะออกจากไม้

จากการสังเกตอัตราการเบียนต่อตัวหนอนของมอดหนึ่งตัว พบดักแด้ของแตนเบียนขนาดเล็กมากกว่าหนึ่งตัว ในขณะที่แตนเบียนขนาดใหญ่จะพบเพียงตัวเดียว (ภาพที่ 16d, e) เมื่อแตนเบียนโตเป็นตัวเต็มวัยแมลงจะเจาะรูทะลุไม้ออกมาสู่ภายนอก โดยลักษณะรูทางออกของแตนเบียนมีลักษณะกลม ขนาดเล็กกว่ารูทางออกของมอด



ภาพที่ 17 แมลงศัตรูธรรมชาติของมอดซีซุ่ย (a)-(f) แตนเบียนชนิดต่างๆ (g) มวนกินมด *Vesbius purpureus* (Reduviidae) (h) ตัวงวงค์ Brentidae (i) ตัว unknown (j)-(o) ตัวงกระดุกสัตว์ วงศ์ Cleridae

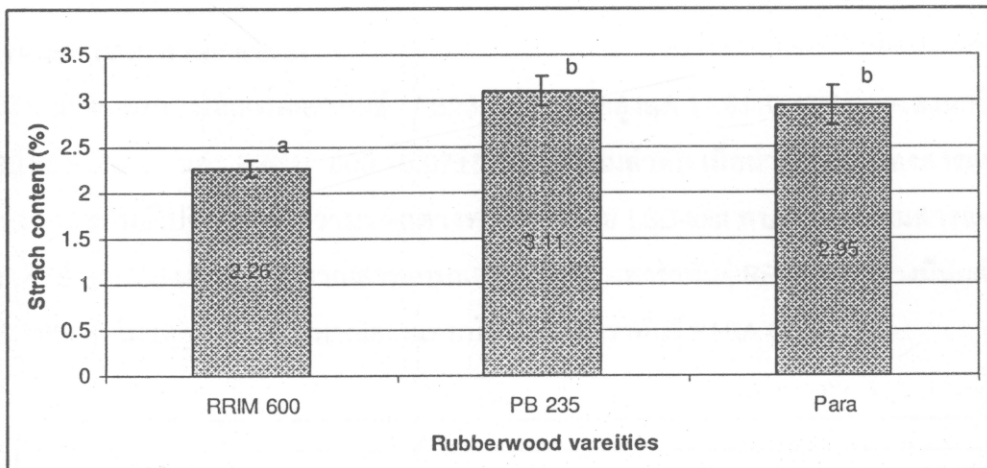
แมลงอีกกลุ่มหนึ่งซึ่งมีบทบาทสำคัญในการควบคุมระดับประชากรของมอดซีซุ่ยได้แก่ ตัวงกระดุกสัตว์ในวงศ์ Cleridae (Coleoptera) โดยแมลงในกลุ่มนี้ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยกินมอดเป็นอาหาร ตัวหนอนของตัวงกระดุกสัตว์เป็นตัวอ่อนชนิด campodeiform สามารถเคลื่อนไหวได้ดี ตัวหนอนของแมลงชนิดนี้จะซ่อนไข่เข้าไปในรังหรือทางเดินของตัวหนอนของมอดซีซุ่ยและจับตัวหนอนเป็นอาหารทำให้การล่ามีประสิทธิภาพเช่นเดียวกับแตนเบียน ตัวงกระดุกสัตว์ตัวเต็มวัยเป็นผู้ล่าเช่นเดียวกับตัวหนอน โดยล่าตัวเต็มวัยของมอดเป็นอาหาร จากการสังเกตแมลงกลุ่มนี้ในโรงเลี้ยงพบว่าตัวงตัวเต็มวัยมีพฤติกรรมการหาอาหารกัดเนื้อไม้เพื่อหาอาหารด้วย ทำให้เกิดตำหนิในไม้แปรรูป โดยลักษณะการกัดเนื้อไม้จะเป็นแถบด้านข้างของไม้แปรรูปทิศทางการกัดแนวบนไปล่างขนาดใหญ่กว่ารูทางเดินของมอดไม่เป็นรูทางเดินเหมือนดังเช่นลักษณะการทำลายของมอดซีซุ่ย

5.2 ปริมาณแป้ง (starch) ลิกนิน (lignin) และสารแทรก (wood extractive) ในไม้ยางพาราพันธุ์ RRIM600 PB235 และ ยางพารา (PARA) ที่ใช้ในการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ปริมาณแป้ง (Starch) ลิกนิน (lignin) และสารแทรก (wood extractive) ในแต่ละตัวอย่างแสดงในตารางภาคผนวกที่ 4

แป้ง (Starch)

ปริมาณแป้งในไม้ยางพาราแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกัน โดยไม้ยางพาราพันธุ์ PB235 มีปริมาณแป้งในเนื้อไม้เฉลี่ยสูงสุด $3.11 \pm 0.16\%$ รองลงมาได้แก่ไม้ยางพาราพันธุ์ PARA $2.95 \pm 0.21\%$ และพันธุ์ RRIM 600 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด $2.26 \pm 0.09\%$ เมื่อนำค่าเฉลี่ยของปริมาณแป้งในไม้ยางพาราแต่ละพันธุ์ไปวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วย LSD test พบว่าปริมาณแป้งเฉลี่ยในไม้ยางพาราพันธุ์ PB235 และพันธุ์ PARA มีค่ามากกว่าปริมาณแป้งในไม้ยางพาราพันธุ์ RRIM600 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) (ภาพที่ 18)

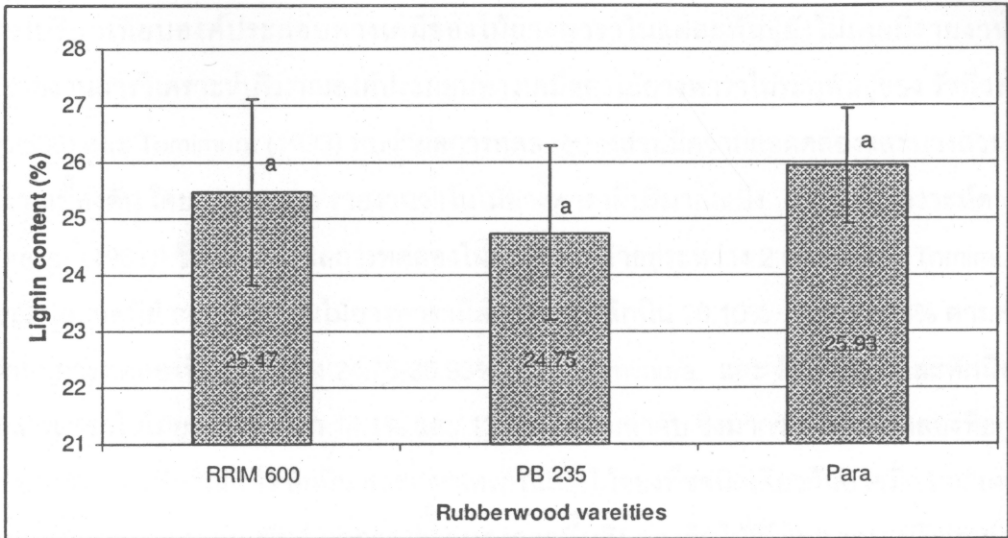


ภาพที่ 18 เปรอ์เซ็นต์แป้งเฉลี่ยในไม้ยางพาราพันธุ์ RRIM600 PB235 และ PARA วิเคราะห์ด้วยวิธี Browning (1967)

ตัวอักษรแสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% วิเคราะห์ด้วย LSD-test

ลิกนิน (Lignin)

ปริมาณลิกนินในไม้ยางพาราพันธุ์ PARA มีค่าเฉลี่ยสูงสุด $25.93 \pm 1.01\%$ รองลงมาได้แก่พันธุ์ RRIM 600 $25.47 \pm 1.65\%$ และพันธุ์ PB235 $24.75 \pm 1.15\%$ ตามลำดับ เมื่อนำค่าเฉลี่ยของลิกนินในแต่ละพันธุ์ไปวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วย LSD-test ผลปรากฏว่าไม่พบความแตกต่างทางสถิติของปริมาณลิกนินในเนื้อไม้ระหว่างพันธุ์ยางพาราแต่อย่างใด (ภาพที่ 19)

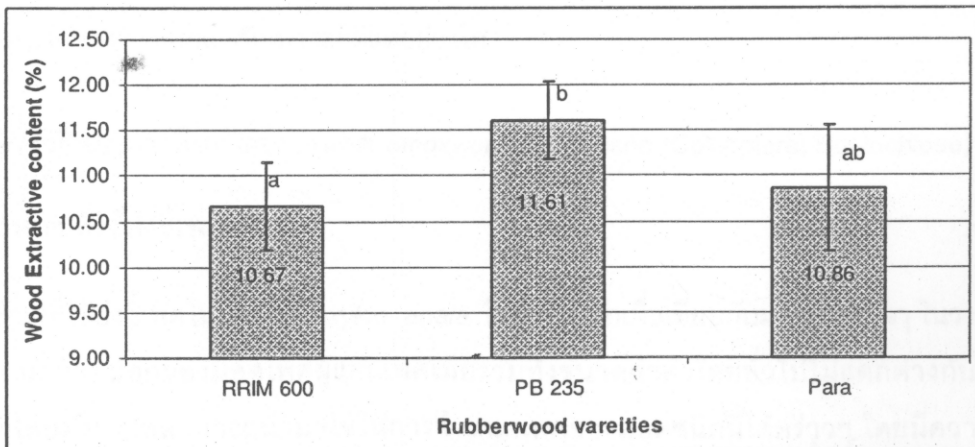


ภาพที่ 19 ปริมาณลิกนินเฉลี่ย (%) ในไม้ยางพาราพันธุ์ RRIM600 PB235 และ PARA วิเคราะห์ด้วยวิธี T222 om-02 (TAPPI, 2002)

ตัวอักษรแสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์ด้วย LSD-test

สารแทรก (Wood extractive)

ปริมาณสารแทรกในไม้ยางพาราพันธุ์ PB235 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด $11.61 \pm 0.43\%$ รองลงมาได้แก่พันธุ์ PARA $10.86 \pm 0.69\%$ และ RRIM 600 $10.67 \pm 0.48\%$ ตามลำดับ เมื่อนำค่าเฉลี่ยของสารแทรกในไม้ยางพาราแต่ละพันธุ์ไปวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วย LSD-test พบว่า ปริมาณสารแทรกในไม้ยางพาราพันธุ์ PB235 มากกว่าปริมาณสารแทรกเฉลี่ยในไม้ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากปริมาณสารแทรกในไม้ยางพาราพันธุ์ PARA (ภาพที่ 20)



ภาพที่ 20 ปริมาณสารแทรกเฉลี่ย (%) ในไม้ยางพาราพันธุ์ RRIM600 PB235 และ PARA วิเคราะห์ด้วยวิธี T 204 cm-97 (TAPPI, 1997)

ตัวอักษรแสดงค่าความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์ด้วย LSD-test

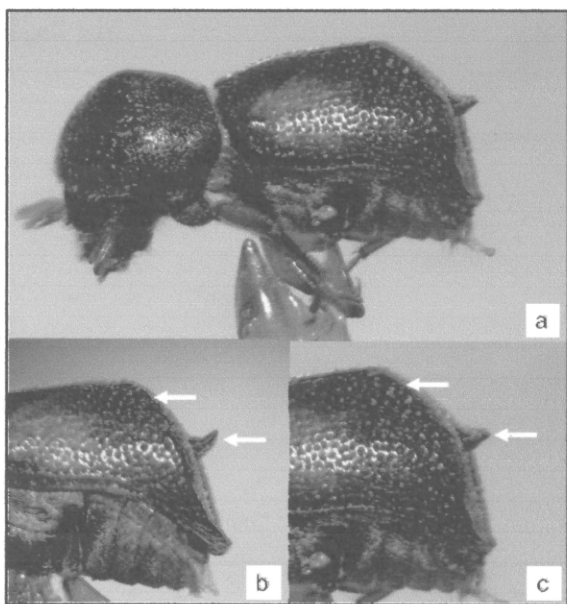
การเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของไม้ยางพาราในแต่ละพันธุ์ยังไม่เคยมีรายงานมาก่อน แต่จากรายงานการวิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีของไม้ยางพาราไม่ระบุพันธุ์ของ รัชนีวรรณ และ ทศนีย์ (2538) และ Tomimura (1993) พบว่าผลการทดลองบางส่วนมีความสอดคล้องและบางส่วนแตกต่างกับรายงานเบื้องต้น โดย Tomimura รายงานว่าในไม้ยางพารามีปริมาณแป้ง 6.3% (วิเคราะห์ตามวิธีของ Humphreys (1961)) ซึ่งมากกว่าผลการทดลองในครั้งนี้ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 2.66-3.11% Tomimura และ รัชนีวรรณ และทศนีย์ รายงานว่าในไม้ยางพารามีสัดส่วนของลิกนิน 20.10% และ 18.06% ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าผลการทดลองที่อยู่ระหว่าง 24.75-25.93% และ Tomimura และ รัชนีวรรณ และทศนีย์ ระบุว่าปริมาณสารแทรกในไม้ยางพารามีค่า 14.1% และ 13.28% ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าผลการทดลองที่อยู่ระหว่าง 10.67-11.61% ปริมาณแป้ง ลิกนิน และสารแทรกในเนื้อไม้ของพืชชนิดเดียวกันอาจมีความแตกต่างกันได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น พันธุ์ ฤดูกาล ความสูงจากพื้นดินของชิ้นไม้ที่ใช้ทดสอบ บริเวณต่างๆ ของพื้นที่หน้าตัดของต้นไม้ พืชชนิดเดียวกันมีปริมาณแป้งในเนื้อไม้แตกต่างกันขึ้นอยู่กับ ฤดูกาล และ พันธุ์ แต่ปัจจัยของฤดูกาลจะมีอิทธิพลมากกว่าพันธุ์โดยเฉพาะพืชในเขตอบอุ่น และในบางฤดูพันธุ์หนึ่งอาจมีปริมาณแป้งมากกว่าอีกพันธุ์แต่ในบางฤดูอาจน้อยกว่า (Sivaci, 2006) ในไม้ยางพารามีแนวโน้มคล้ายคลึงกันโดยปริมาณแป้งในไม้ยางพาราจะลดลงในช่วงที่ต้นยางพาราพัฒนาตาและการแตกและพัฒนาการของใบใหม่ (Silpi et al., 2007) ไม้ยางพาราเป็นไม้ผลัดใบปริมาณแป้งในไม้ยางพาราจะมีปริมาณลดลงอย่างมากหลังจากแตกใบอ่อน นอกจากการแตกใบใหม่แล้ว การกรีดยางและความต่อเนื่องในการกรีดก็มีผลต่อต่อปริมาณแป้งในไม้ยางพารา โดยการกรีดอย่างต่อเนื่องหลายวันจะทำให้ปริมาณแป้งในไม้ยางลดลงสอดคล้องกับจำนวนวันที่กรีด

เมื่อนำปริมาณแป้ง ลิกนิน และสารแทรกในไม้ยางพาราไปวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วย Pearson correlation พบว่าปริมาณลิกนินในเนื้อไม้แปรผกผันกับปริมาณแป้งและสารแทรกในเนื้อไม้ แต่ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่อย่างใด

5.3 ศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์ของมอด *Sinoxylon anale* Lesne (Coleoptera; Bostrichidae)

5.3.1 ลักษณะที่ใช้บ่งชี้เพศ

ลักษณะที่ใช้บ่งชี้เพศในมอด *Sinoxylon anale* ไม่ชัดเจนนักเมื่อเทียบกับมอดชนิดอื่นๆ ในวงศ์เดียวกัน โดยลักษณะภายนอกของมอดเพศผู้และเพศเมียรวมทั้งขนาดลำตัวโดยทั่วไปไม่แตกต่างกัน ลักษณะภายนอกโดยสังเขปที่สามารถนำมาใช้ในการจำแนกเพศของมอดชนิดนี้ได้คร่าวๆ โดยมีความแม่นยำประมาณ 80-90% ได้แก่ลักษณะของหนาม (spine) และลักษณะของขอบปีกบริเวณที่ตัด (declivity) ของแมลงชนิดนี้ (ภาพที่ 21)



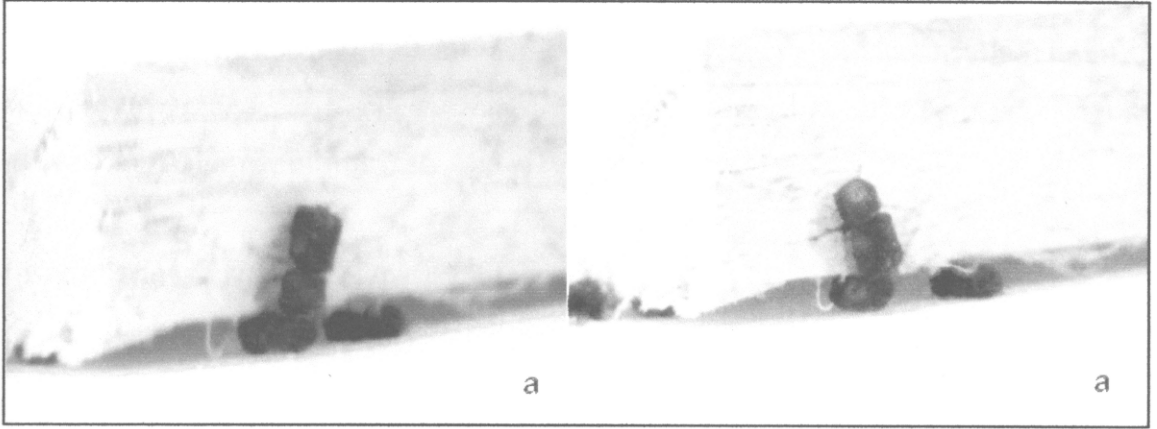
ภาพที่ 21 ลักษณะภายนอกที่ใช้ระบุเพศในมอด *Sinoxylon anale* Lesne (a) ลักษณะทั่วไปของมอดชนิดนี้ บริเวณปลายปีกมีลักษณะตัด (declivity) และมีหนาม 1 คู่ที่ทั้งเพศผู้และเพศเมีย (b) ลักษณะที่ใช้ระบุเพศของเพศผู้หนามมีลักษณะเรียวแหลม $\frac{1}{4}$ - $\frac{3}{4}$ ส่วนของหนามจะโค้งขึ้นด้านบน ขอบด้านบนของปีกที่มีลักษณะตัด (declivity) เป็นสันนูนขึ้นชัดเจน (c) เพศเมียหนามยื่นตรงขนานกับพื้นไปด้านหลังไม่โค้งขึ้นเหมือนในเพศผู้หนามมีลักษณะป้อม และขอบด้านบนของปีกบริเวณที่ตัดเป็นสันนูนไม่ชัดเท่าในเพศผู้

ลักษณะหนามของเพศผู้จะงอนขึ้นด้านบนคล้ายตะขอ โดยลักษณะการงอนขึ้นอาจมีความมากน้อยแตกต่างกัน ในบางตัวค่อนข้างชัดเจน หนามเริ่มงอนขึ้น ตั้งแต่ $\frac{3}{4}$ ของความยาว แต่ในบางตัวอาจไม่ชัดเจน โดยส่วนที่งอนขึ้นด้านบนเป็นเพียงส่วนปลายสุดประมาณ $\frac{1}{4}$ ของความยาวและสังเกตเห็นได้ค่อนข้างยาก ในเพศเมียลักษณะหนามจะไม่งอนขึ้นด้านบนแต่จะแหลมและตรงส่วนปลายชี้ไปด้านท้าย และลักษณะของหนามจะป้อมและสั้นกว่าเพศผู้

5.3.2 พฤติกรรมการการเกี่ยวพาราสิ (course ship behavior)

มอดชู้ชุย *S. anale* มีพฤติกรรมการเกี่ยวพาราสิ (course ship behavior) เช่นเดียวกับมอดชู้ชุยชนิดอื่นๆ ในวงศ์เดียวกัน เมื่อปล่อยมอด *S. anale* บนไม้ยางพาราขนาด 10x15x1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ใช้เลี้ยงทดสอบ มอดทั้งเพศผู้และเพศเมียจะสำรวจไม้ยางพาราทั้งชิ้น เมื่อมอดต่างเพศมาพบกันมอดทั้งสองตัวจะใช้ขาคู่หน้าและหนวดมาสัมผัสกัน โดยขาและหนวดจะเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วเมื่อถึงขั้นตอนนี้หากมอดเพศเมียยอมรับและยอมให้ผสมพันธุ์ มอดทั้งสองเพศจะกลับหลังเอาส่วนของท้อง (abdomen) มาชนกันหลังจากนั้นเพศผู้จะใช้ขาคู่หลังสัมผัสบริเวณปลายท้องของเพศเมียเพื่อกระตุ้นเพศเมีย เมื่อเพศเมียพร้อมเพศผู้จะสอด

อวัยวะเพศ (genitalia) คล้ายท่อเข้าสู่ท้องของเพศเมีย การผสมพันธุ์จะใช้เวลานั้นๆ ประมาณ 5-6 วินาที ไม่รวมระยะเวลาเกี่ยวพาราซี (ภาพที่ 22)



ภาพที่ 22 (a) พฤติกรรมการเกี่ยวพาราซีของมอด *S. anale* เพศผู้ใช้ขาคู่หน้าและหนวดสัมผัสกับ abdomen ของเพศเมีย (b) เมื่อเพศเมียพร้อมผสมพันธุ์เพศผู้จะนำส่วนของ abdomen ชนกับ abdomen ของเพศเมีย และสอดอวัยวะเพศลักษณะคล้ายท่อเข้าสู่เพศเมียโดยใช้ขาคู่หลังสัมผัสหน้า

ในกรณีที่มอดเพศเมียไม่พร้อมที่จะผสมพันธุ์ มอดเพศเมียจะปฏิเสธการผสมพันธุ์ โดยงัดหรือผลักเพศผู้ ออกไป การผสมพันธุ์ของมอดเมื่อมอดเพศเมียเจาะรูเข้าไประยะหนึ่งสามารถทำได้เช่นเดียวกัน โดยมอดจะ ใช้การกระตุ้นเช่นเดียวกับในกรณีที่อยู่ภายนอก มอดเพศผู้จะใช้ขาคู่หน้าสัมผัสกับท้องของเพศเมียเมื่อเพศ เมียยอมให้ผสมพันธุ์เพศผู้จะกลับหลังและผสมพันธุ์

พฤติกรรมการเกี่ยวพาราซีของมอด *Sinoxylon anale* โดยทั่วไปเหมือนกับพฤติกรรมการเกี่ยวพารา ซีของมอดวงศ์ย่อยเดียวกันได้แก่ *Heterobostrycus aequalis* *Xylodectus ornatus* *Xylothrips flavipes* *Xylopsocus capucinus* และ *X. reducta* (วิสุทธิ, ไม่ตีพิมพ์) แต่จะแตกต่างกับมอด *Prostephanus truncatus* (Hom) ซึ่งเป็นมอดขนาดเล็กในวงศ์ย่อย *Dinoderinae* เล็กน้อยในขั้นตอนการผสมพันธุ์ (mating) มอด *P. truncatus* มอดเพศผู้จะขึ้นที่หลังเพศเมีย (Nansen and Meikle, 2002)

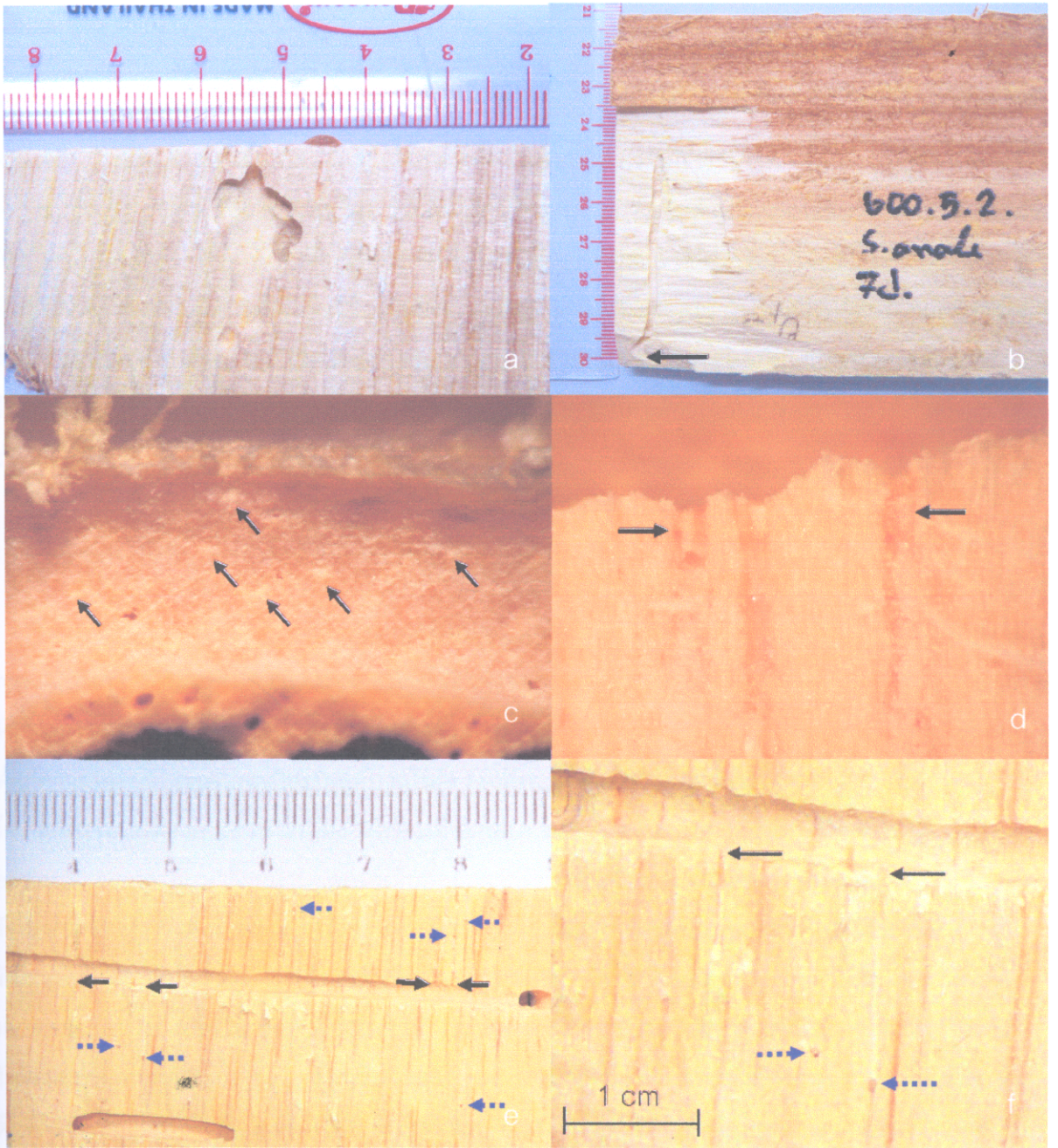
5.3.3 พฤติกรรมการป้องกันถิ่นอาศัย (territorial defense behavior)

มอด *S. anale* มีพฤติกรรมหวงถิ่นโดยมอดบางตัวเคลื่อนที่รอบบริเวณขึ้นไม้และต่อสู้เพื่อผลักดัน มอดเพศเดียวกันออกจากขึ้นไม้โดยการใช้ส่วนหัวดันหรือขวิดฝ่ายตรงข้ามให้ตกจากขึ้นไม้ มอดบางตัวอาจ ไม่มีพฤติกรรมหวงถิ่นในระยะก่อนการเจาะเข้าไปในเนื้อไม้แต่จะเริ่มต่อสู้ป้องกันถิ่นเมื่อมอดเริ่มเจาะรูเข้าไป ในเนื้อไม้แล้ว โดยในระยะแรกจะต่อสู้ป้องกันบริเวณที่มอดเจาะเข้าทำลาย เมื่อมีมอดตัวอื่นเข้ามาใกล้ มอด

จะออกจากรูและเข้าต่อสู้ เมื่อมอดเจาะรูเล็กพอสมควรแล้วมอดจะไม่ออกมาต่อสู้แต่จะใช้บริเวณปลายปีกที่มีลักษณะตัดซึ่งปิดปากรูได้พอดีมาปิดปากรู เมื่อมีมอดตัวอื่นมาบุกรุกโดยพฤติกรรมการหวงถิ่นนี้ในเพศผู้จะมีความรุนแรงกว่าในเพศเมีย จากการสังเกตในห้องทดลองพฤติกรรมการป้องกันถิ่นอาศัยของมอด *S. anale* มีความรุนแรงใกล้เคียงกับมอดในสกุลเดียวกันคือ *S. unidentatum* และมีความรุนแรงกว่ามอดชนิดอื่นในวงศ์เดียวกันได้แก่ *H. aequalis* *Xylooctonus ornatus* *Xylothrips flavipes* *Xylopsocus capucinus* และ *X. reclusa* ตามลำดับ (วิสุทธิ, ไม่ตีพิมพ์)

5.3.4 พฤติกรรมการสร้างรังวางไข่ (nesting behavior)

เมื่อปล่อยมอด *S. anale* ที่ใช้ทดสอบการสร้างรังเพศผู้และเพศเมียอย่างละ 1 ตัวในภาชนะที่มีไม้ยางพาราขนาด 10x10x1 ลูกบาศก์เซนติเมตร สำหรับสร้างรังวางไข่ หลังจากมอดเจาะเข้าไปในเนื้อไม้แล้วมอดมีรูปแบบการตอบสนอง 2 รูปแบบ รูปแบบแรกมอดจะกัดกินภายในเนื้อไม้จนเป็นแอ่งหรือบริเวณกว้างไม่มีรูปแบบที่แน่นอน (ภาพที่ 23a) มอดดังกล่าวจะไม่วางไข่ในระยะนี้ คาดว่ามอดกลุ่มนี้ยังไม่พร้อมที่สำหรับผสมพันธุ์วางไข่ เป็นไปได้ว่ามอดต้องกินอาหารอีกระยะหนึ่งเพื่อให้มอดโตเต็มที่พร้อมผสมพันธุ์ (maturation feeding) โดยมอดจะใช้บริเวณที่กัดกินนี้เป็นพื้นที่สำหรับผสมพันธุ์ด้วย (nuptial chamber) และหลังจากผสมพันธุ์แล้วมอดเพศเมียจะเจาะลึกเข้าไปในเนื้อไม้เป็นทางเดินสำหรับวางไข่สำหรับวางไข่ต่อไป (Stabling, 1914)



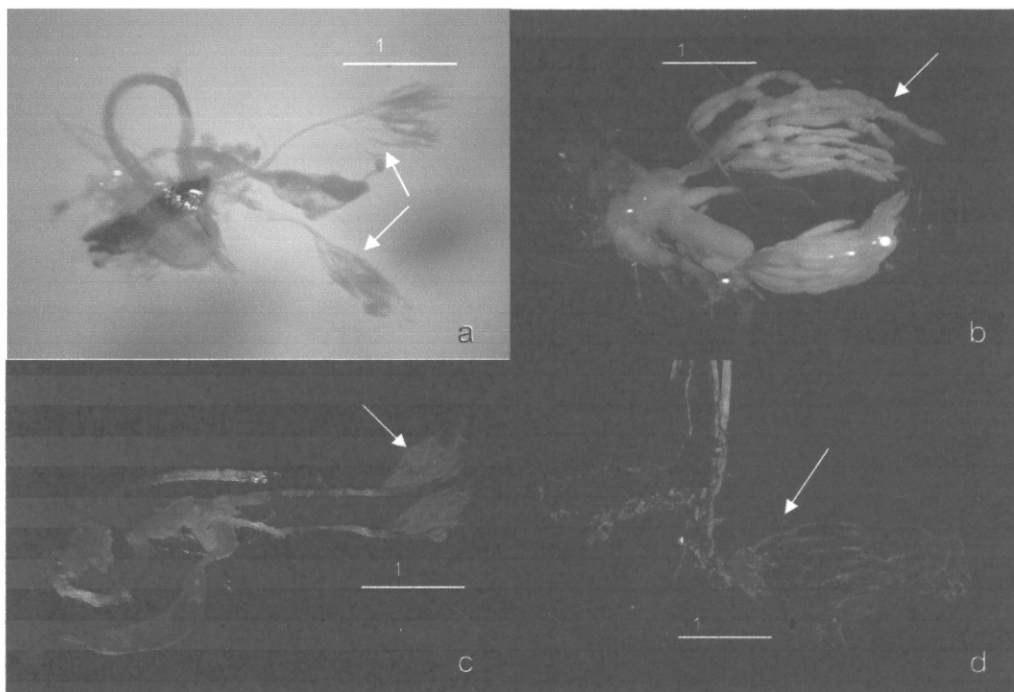
ภาพที่ 23 ลักษณะรังและการวางไข่ของมอด *S. anale* (a) ร่องรอยการกัดกินก่อนการผสมพันธุ์ (maturation feeding) ของตัวเต็มวัยและขณะเดียวกันก็เป็นบริเวณที่ใช้ในการผสมพันธุ์ (nuptial chamber) (b) รูทางเดินเพื่อวางไข่ (egg-tunnel) ของมอดรุ่นพ่อแม่จะตัดขวางเส้นไม้ ลูกศรแสดงช่องทางเจาะเข้าของมอด (c) ลักษณะการวางไข่ของมอด *S. anale* ลูกศรแสดงจุดที่มอดวางไข่ (egg-chamber) ในท่อลำเลียงน้ำ (xylem) (d) ภาพตัดตามยาวบริเวณที่มอดวางไข่ ลูกศรทึบแสดงจุดที่มอดวางไข่ภายในท่อลำเลียงน้ำ ลูกศรแสดงทางเดินของหนอนกัดกินหลังจากฟักออกจากไข่ (e) และ (f) ลักษณะรังอายุ 21 วันหลังจากปล่อยแมลง ลูกศรทึบแสดงจุดที่มอดวางไข่เปรียบเทียบกับทางเดินแม่ ลูกศรประแสดงตำแหน่งตัวหนอน

การตอบสนองรูปแบบที่ 2 มอดจะเจาะเข้าไปในเนื้อไม้ในลักษณะขวางเส้นตัดท่อลำเลียงน้ำ (xylems) ทำให้ท่อลำเลียงน้ำเปิดออกภายในรูทางเดินเพื่อวางไข่ ความยาวของรูทางเดินระยะทางประมาณ 5-8 เซนติเมตร (ภาพที่ 23b) และจะเริ่มวางไข่ทันทีหลังจากเจาะทางเดินสำหรับวางไข่ลึกประมาณ 2-3 ซม. ส่วนใหญ่มอดที่สร้างรังลักษณะนี้จะเป็นมอดที่ได้รับการผสมพันธุ์แล้วและพร้อมที่จะวางไข่ (ภาพที่ 23b) ลักษณะการวางไข่ มอดเพศเมียจะใช้ อวัยวะวางไข่ (ovipositor) สอดเข้าไปในท่อลำเลียงน้ำและวางไข่เดี่ยวๆ รอบทางเดินสำหรับวางไข่ (egg-tunnel) ไข่มีสีขาวขุ่นรูปทรงกระบอกปลายมน ขนาดกว้างยาวประมาณ 0.2x0.5 มิลลิเมตร เมื่อวางไข่เรียบร้อยแล้วเพศเมียจะปิดท่อลำเลียงน้ำที่มอดวางไข่ไว้โดยการกัดไม้เพื่อปิดรังหรือใช้ขี้ขุยปิดปากรู (ภาพที่ 23c)

5.3.5 ความพร้อมในการผสมพันธุ์วางไข่ของตัวเต็มวัยหลังจากบินออกจากรัง

หลังจากมอด *S. anale* รุ่นลูกพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยมอดจะบินออกจากไม้ที่มอดเข้าทำลาย (reproductive flight) หรืออาจเข้าทำลายไม้ใหม่และสร้างรังวางไข่ในไม้ใหม่ซ้ำ (re-infestation) จากการสังเกตพบว่าระยะเวลาที่มอดบินออกจากไม้หลังจากเป็นตัวเต็มวัยมีความแตกต่างกัน โดยมีปัจจัยที่สำคัญได้แก่ความหนาแน่นของประชากรรุ่นลูกภายในรัง รังที่มีความหนาแน่นสูงมอดจะเจาะออกจากรังเร็วกว่ารังที่มีความหนาแน่นต่ำ และส่วนใหญ่ยังไม่พร้อมที่จะผสมพันธุ์วางไข่ต้องกินอาหารอีกระยะหนึ่ง (maturation feeding) จากการศึกษาโดยนำมอดเพศเมียที่ออกจากรังใหม่ๆ จำนวน 15 ตัวจากชิ้นไม้ที่แตกต่างกันมาดูพัฒนาการของรังไข่ของมอดพบว่าพัฒนาการของรังไข่มีความแตกต่างกันอย่างมาก ตั้งแต่รังไข่ที่มีขนาดเล็กพัฒนาน้อยมากจนถึงรังไข่ที่มีไข่ที่แก่เต็มที่แล้ว (ภาพที่ 24) เมื่อนำมอดที่ออกมาจากรังใหม่ๆ มาเลี้ยงในกล่องพลาสติกใสที่มีชิ้นไม้วางพาดเป็นอาหารระยะเวลา 7 วัน เพื่อดูพัฒนาการของรังไข่พบว่า รังไข่ยังมีพัฒนาการที่แตกต่างกันมากแสดงให้เห็นว่าหลังจากมอดเป็นตัวเต็มวัยมอดยังต้องกินอาหารเพื่อให้มอดโตเต็มที่พร้อมที่จะผสมพันธุ์ และต้องใช้ระยะเวลาอีกระยะหนึ่งมากกว่า 7 วัน โดยระยะเวลาดังกล่าวขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่มอดบินออกจากรังหลังจากเป็นตัวเต็มวัย

พัฒนาการของรังไข่ของมอดตัวเต็มวัยที่บินออกจากรังใหม่ๆ แตกต่างกันอย่างมากทำให้การเปรียบเทียบผลของพันธุ์ไม้วางพาดต่อพัฒนาการของรังมีข้อจำกัดและข้อมูลที่ได้จะไม่สามารถยืนยันผลของพันธุ์ต่อความแตกต่างของพัฒนาการของรังได้ การศึกษาจึงทำได้เพียงการบรรยายการพัฒนาการของรังโดยสังเขปและประเมินพัฒนาการของรังของมอดชนิดนี้โดยรวม



ภาพที่ 24 ภาพรังไข่ของมอด *Sinoxylon anale* ตัวเต็มวัย (a) และ (b) รังไข่ของมอดที่บินออกจากรังใหม่ๆ และ (c) และ (d) รังไข่ของมอดที่เลี้ยงในห้องทดลอง 7 วัน (a) และ (c) รังไข่ที่มีการพัฒนาน้อยมากยังไม่มีไข่อ่อนปรากฏให้เห็น (b) และ (d) รังไข่ที่พัฒนาสูงมีไข่อ่อนที่ปรากฏเห็นได้ชัด
หมายเหตุ: (b) ให้แสงด้านบน (d) ให้แสงด้านล่าง

5.3.6 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างการศึกษาวิตวิทยาการสืบพันธุ์

อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างการทดลอง (มีนาคม พ.ศ. 2551-มิถุนายน พ.ศ. 2551) ใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดอากาศเกษตรขอนแก่นห่างจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ประมาณ 500 เมตร อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างการศึกษาวิตวิทยาการสืบพันธุ์

เดือน	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)
มีนาคม	27.69±0.59	75.65±2.66
เมษายน	28.14±0.65	77.90±3.46
พฤษภาคม	27.91±0.87	79.43±4.20
มิถุนายน	27.54±0.99	81.57±3.65
เฉลี่ย	27.82±0.77	78.63±3.50

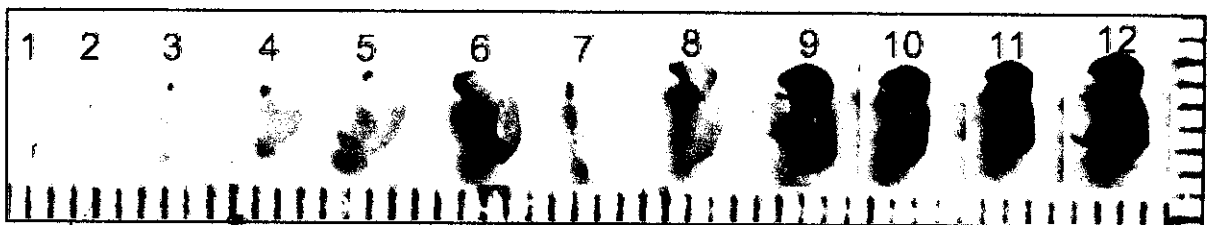
ที่มา: สถานีตรวจอากาศเกษตรขอนแก่น (ติดต่อส่วนตัว)

5.3.7 ความสำเร็จในการสร้างรังวางไข่

ความสำเร็จในการสร้างรังวางไข่ของมอด *S. anale* มีอัตราส่วนค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับตัวเต็มวัยที่ใช้ในการทดลองทั้งหมด ในการศึกษารังนี้ใช้แมลงเพศเมียทั้งหมดในการทดลอง 450 ตัว มีแมลง 257 ตัว หรือคิดเป็น 57.11% ของแมลงทั้งหมดเจาะเข้าไปในเนื้อไม้เพื่อกินอาหารก่อนการผสมพันธุ์ และจากจำนวนมอดเพศเมียที่เจาะเข้าไปในเนื้อไม้ที่ใช้ทดสอบ 257 รังมีเพียง 102 รัง หรือคิดเป็น 39.69% ของแมลงที่เจาะเข้าไปในไม้ และเพียง 22.67% ของแมลงที่นำมาทดสอบประสบความสำเร็จในการสร้างรังวางไข่

5.3.8 พัฒนาการของรัง

เมื่อครบกำหนดอายุของรัง สัปดาห์ที่ 1-16 นำไม้มาผ่าออกเพื่อดูการพัฒนารังโดยการนับระยะต่างๆ ของแมลง พบว่ามอดรุ่นพ่อแม่ประสบความสำเร็จในการสร้างรังวางไข่ค่อนข้างต่ำดังที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น เมื่อผ่ารังออกพบว่ามอดส่วนใหญ่จะมีการกัดกินเพื่อให้โตเต็มที่และตายภายในรัง มีบางส่วนที่กัดเป็นทางเดินในลักษณะคล้ายทางเดินเพื่อวางไข่ (egg-tunnel) แต่ไม่พบการวางไข่แต่อย่างใด จำนวนรังในแต่ละสัปดาห์มีจำนวนน้อย และบางอายุของรังไม่มีไม้ที่มอดสร้างรังวางไข่ การนำเสนอผลการทดลองจึงนำเสนอพัฒนาการของรังทุกๆ 2 สัปดาห์เพื่อให้มีจำนวนซ้ำในแต่ละช่วงอายุ และไม่เปรียบเทียบประสิทธิภาพของไม้ย่างพาราต่อการพัฒนารังหรือระยะตัวอ่อนของมอดเนื่องจากผลการศึกษารังพัฒนาการของรังไข่ก่อนหน้านี้พบว่ามีจำนวนไม่เท่ากัน



ภาพที่ 25 ลักษณะของมอด *S. anale* รุ่นลูกวัยต่างๆ 1 ตัวหนอนที่ฝักออกจากไข่ใหม่อายุประมาณ 2 วันมีขนาดประมาณ 0.7 มิลลิเมตร ตัวหนอนของมอด *S. anale* เป็นแบบ grub ปล้องอกขยายใหญ่มีขาแท้ 3 คู่ เคลื่อนที่ได้ดี หมายเลข 2 หนอนระยะที่ 2 หมายเลข หมายเลข 3-4 หนอนระยะที่ 3 หมายเลข 5-6 หนอนระยะที่ 4 หมายเลข 7 ดักด้ว เมื่อมอดเข้าดักด้วใหม่ๆ มีสีขาวและมีสีเข้มขึ้นเมื่อใกล้ลอกคราบเป็นตัวเต็มวัย หมายเลข 8-11 มอดตัวเต็มวัยช่วงอายุต่างๆ 8 มอดตัวเต็มวัยที่เพิ่งลอกคราบจากดักด้วใหม่ๆ หมายเลข 12 มอดตัวเต็มวัยที่พร้อมบินออกจากรังมีลักษณะภายนอกเหมือนมอดรุ่นพ่อแม่ทุกประการ

พัฒนาการของรัง

สัปดาห์ที่ 1 เมื่อผ่ารังอายุ 1 สัปดาห์พบว่ามอดส่วนใหญ่ยังไม่เริ่มวางไข่ ส่วนมากกินอาหารเพื่อเตรียมความพร้อมในการวางไข่ มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่เริ่มเจาะรูทางเดินเพื่อวางไข่ในลักษณะตัดขวางเส้น และมีมอดเพียง 1 รังที่พบหนอนระยะแรก 2 ตัวที่ฝักและเริ่มกัดกินไม้จากช่องวางไข่ (egg chamber) ระยะทางประมาณ 1.25 เซนติเมตร

สัปดาห์ที่ 2-3 (n= 2 รัง) พบตัวหนอนระยะที่ 1-2 ขนาด 0.7-1.35 มิลลิเมตร โดยรังที่มีขนาดใหญ่มากที่สุดพบตัวหนอน 10 ตัว น้อยที่สุด 2 ตัว จำนวนตัวหนอนที่พบน้อยและมีขนาดเล็กแสดงว่ามอดเพศเมียเพิ่งวางไข่ได้ไม่นาน อายุรังยังน้อยแสดงให้เห็นว่ามอดเพศเมียส่วนใหญ่ใช้เวลาในการกินเพื่อเตรียมพร้อมผสมพันธุ์ประมาณ 1-2 สัปดาห์หรือมากกว่าเล็กน้อยซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาด้านพัฒนาการของรังไข่ (ในหัวข้อ 5.3.5) ที่พบว่ามอดใช้เวลาในการพัฒนาการของรังไข่ประมาณ 1-2 สัปดาห์

สัปดาห์ที่ 4-5 (n= 3 รัง) พบหนอนทุกระยะ เริ่มมีตัวหนอนระยะที่ 3 และ 4 ขนาดประมาณ 3-5 มิลลิเมตรภายในรัง โดยหนอนระยะนี้มีสัดส่วน 27.61% ของตัวหนอนทั้งหมดในรัง ตัวหนอนระยะที่ 4 มีความยาวใกล้เคียงกับหนอนระยะที่ 3 แต่มีความแตกต่างที่ขนาดโตกว่าเห็นได้ชัดเจนด้วยตาเปล่า (ภาพที่ 25-8, 9)

สัปดาห์ที่ 6-7 (n= 5 รัง) ส่วนใหญ่ประกอบด้วยระยะตัวหนอนเป็นส่วนใหญ่โดยสัดส่วนตัวหนอนระยะที่ 1-2 กับระยะที่ 3-4 มีสัดส่วนใกล้เคียงกัน รังอายุ 42 วันพบระยะดักแด้เป็นครั้งแรก โดยดักแด้มีการพัฒนาระดับกลางลำตัวเริ่มมีสีน้ำตาล และในรังอายุ 48 วัน พบมอดตัวเต็มวัยที่ลอกคราบจากดักแด้ใหม่ๆ ลำตัวสีขาวและน้ำตาลอ่อนเป็นรังแรก (ภาพที่ 25-5)

สัปดาห์ที่ 8-9 (n= 8 รัง) รังประกอบด้วยรุ่นลูกทุกระยะตั้งแต่ตัวหนอนระยะที่ 1 จนถึงตัวเต็มวัยที่มีสีน้ำตาลเข้ม แต่ส่วนใหญ่อยู่ในระยะตัวหนอนระยะที่ 3-4 (42.58%) รองลงมาได้แก่ตัวเต็มวัย (24.34%) ดักแด้ (10.85%) และหนอนระยะที่ 1 (4.93%) น้อยที่สุด (ตารางที่ 11)

จากตัวอย่างรังทั้งหมด 8 รังการพัฒนาการของรังในอายุนี้นแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มแรกเป็นรังที่รุ่นลูกส่วนใหญ่อยู่ในระยะดักแด้ และตัวเต็มวัย และมี 1 รังที่มีอายุรัง 56 วัน ซึ่งรุ่นลูกทั้งหมดพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยแล้วทั้งหมด (n=20 ตัว) และกลุ่มที่สองประชากรรุ่นลูกส่วนใหญ่อยู่ในระยะตัวหนอนระยะ 1-4 โดยพัฒนาการของรังที่แตกต่างกันไม่ได้ขึ้นอยู่กับอายุและขนาดของรัง (จำนวนประชากรรุ่นลูก) แต่น่าจะเป็นเพราะว่ามอดเพศเมียมีความพร้อมในการวางไข่แตกต่างกัน

สัปดาห์ที่ 10-11 (n= 8 รัง) แนวโน้มการพัฒนาการของรังคล้ายคลึงกับในสัปดาห์ที่ 8-9 แต่มีสัดส่วนของตัวเต็มวัยมากกว่าและการพัฒนาการของรังแบ่งออกเป็นสองกลุ่มชัดเจน โดยสัดส่วนของรังที่มีพัฒนาการสูงต่อรังที่มีการพัฒนาการต่ำเท่ากับ 5:3 สัดส่วนของประชากรรุ่นลูกประกอบด้วยระยะตัวเต็มวัย 61.29% ตัวอ่อน 3.23% ดักแด้ 2.35% ตัวหนอนระยะที่ 3-4 29.61% ตัวหนอนระยะที่ 1-2 3.52% ตามลำดับ

สัปดาห์ที่ 12 (n=7) รุ่นลูกเกือบ 80% เจริญเติบโตเป็นตัวอ่อนหรือตัวเต็มวัยเป็นส่วนใหญ่ มีเพียง 15% ที่อยู่ในระยะดักแด้ และ 5.78% อยู่ในระยะตัวหนอน

ตารางที่ 11 พัฒนาการของประชากรรุ่นลูกภายในรังของมอด *S. anale* ที่เลี้ยงในไม้ยางพารา

อายุรัง (สัปดาห์)	จำนวนรัง (n)	เปอร์เซ็นต์ของระยะต่างๆ				
		L1- L2	L3- L4	Pupae	Newly Adult	Adult
1	1	100	0	0	0	0
2-3	2	100	0	0	0	0
4-5	3	72.39	27.61	0	0	0
6-7	5	49.83	48.90	1.02	0.25	0
8-9	9	4.93	42.58	17.30	10.85	24.34
10-11	8	3.52	29.61	2.35	3.23	61.29
12	7	0	5.78	15.03	12.72	66.47
13-14	7	0	0	10.00	13.53	76.47
15-16	2	0	0	0	0	100

หมายเหตุ: จำนวนแมลงที่เลี้ยงเพื่อศึกษาพัฒนาการของรัง ใช้พันธุ์ยางละ 3 รังต่อสัปดาห์ รวม 3 พันธุ์ 15 รัง จำนวนรัง (n) ที่แสดงในตารางหมายถึง รังที่แมลงประสบความสำเร็จในการสร้างรัง

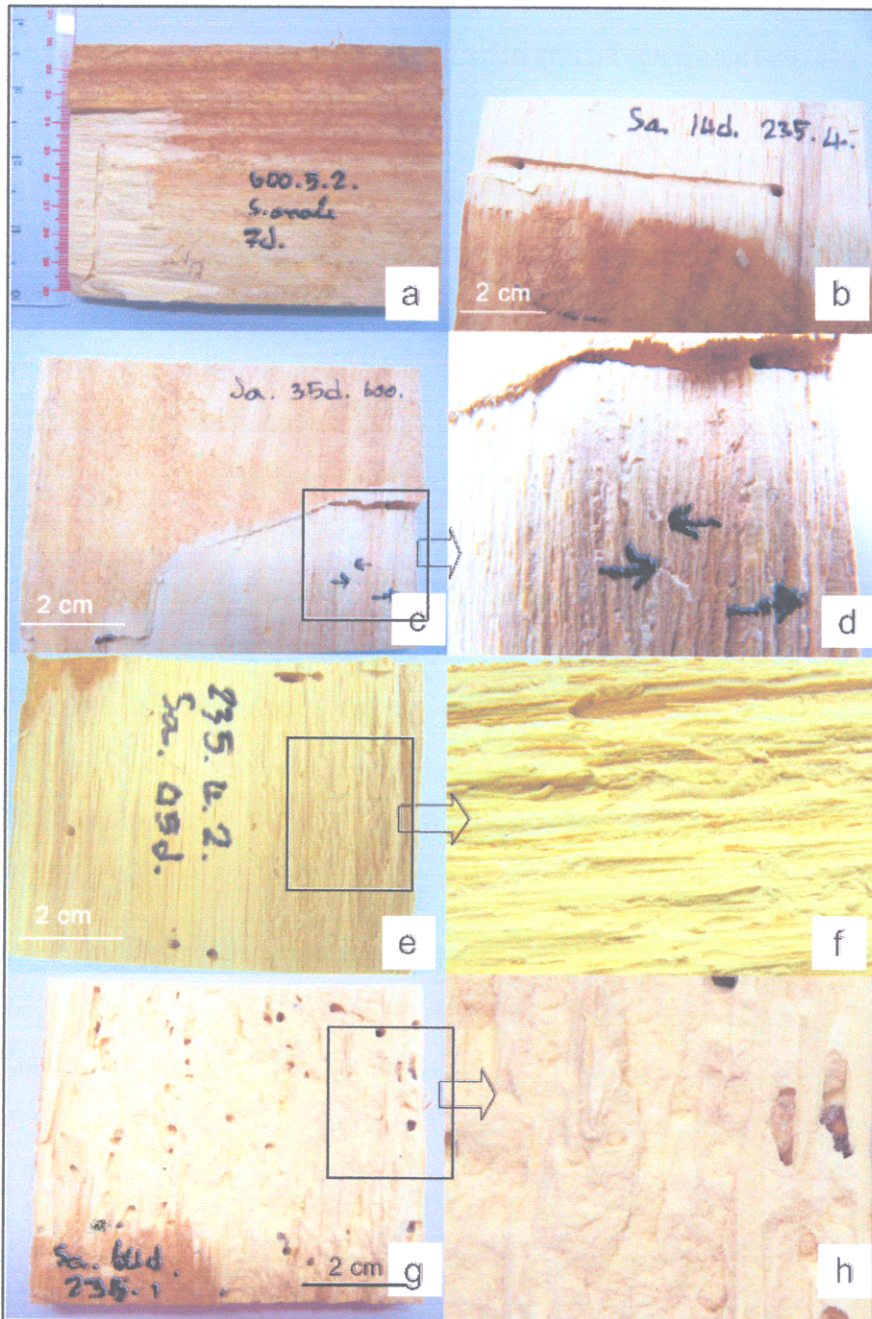
สัปดาห์ที่ 13-14 (n= 7) รุ่นลูกส่วนใหญ่อยู่ในระยะตัวเต็มวัยที่ลอกคราบใหม่ๆ และตัวเต็มวัยที่โตเต็มที่แล้ว มีเพียง 10% ที่อยู่ในระยะดักแด้ พัฒนาการของรังส่วนใหญ่มีความใกล้เคียงกันระหว่างสัดส่วนรุ่นลูกในแต่ละระยะ และมีเพียง 1 รังเท่านั้นที่มอดรุ่นลูกทั้งหมดเป็นตัวเต็มวัยสีน้ำตาลเรียบร้อยแล้ว

สัปดาห์ที่ 15-16 (N=2) มอดรุ่นลูกทั้งหมดเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัย มีสีเข้มเหมือนกับแมลงที่บินออกจากรังใหม่ๆ มีมอดส่วนหนึ่งเจาะออกจากไม้แล้ว

เมื่อพิจารณารังมอดที่เปิดออกมาเพื่อศึกษาพัฒนาการของรังสามารถประเมินการพัฒนาการของรุ่นลูกระยะต่างๆ ได้ดังนี้ มอดรุ่นลูกที่บินออกจากรัง ใช้เวลาในการกินอาหารเพื่อให้โตเต็มที่พร้อมที่จะผสมพันธุ์ 1-2 สัปดาห์ มอดตัวเต็มวัยที่พร้อมจะวางไข่แล้ว จะเจาะเข้าไปในเนื้อไม้ประมาณ 1-2 เซนติเมตร (entrance-tunnel) ใช้เวลาประมาณ 24-48 ชั่วโมง และจะเริ่มวางไข่ภายในท่อลำเลียงน้ำ รูทางเดินเพื่อวางไข่มีความยาวแตกต่างกัน ส่วนใหญ่ยาวประมาณ 4-7 เซนติเมตร แต่อาจยาวได้ถึง 10 เซนติเมตร ไข่มีลักษณะรูปรีสีขาวขุ่นขนาดประมาณ 0.5-0.6 มิลลิเมตร ระยะไข่ของมอด *S. anale* ที่เลี้ยงที่อุณหภูมิเฉลี่ย 33.36 ± 1.50 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 1-2 วัน ตัวหนอนมี 4 ระยะ หนอนจะเข้าทำลายเนื้อไม้ในแนวตามยาวของเนื้อไม้ (ตามเส้น) มีรูปแบบไม้แน่นอนและขับขุยออกมาอุดทางเดินของตัวหนอน ระยะตัวหนอนใช้เวลา 6-7 สัปดาห์ หนอนเข้าดักแด้โดยขยายทางเดิน (larva tunnel) ให้ใหญ่ขึ้นเพื่อเข้าดักแด้ (pupa chamber)

บริเวณปลายสุดของทางเดินของตัวหนอน ภายใน pupa chamber จะไม่มีที่ขุยมอด ระยะดักแต่ใช้เวลา 1-2 สัปดาห์ หลังจากนั้นจึงพักเป็นตัวเต็มวัย มีสีน้ำตาลอ่อนและใช้เวลาประมาณ 1 สัปดาห์ เพื่อเจริญเป็นตัวเต็มวัยสีน้ำตาลเข้ม ตัวเต็มวัยจะกักกินภายในไม้อีกกระยะหนึ่งประมาณ 2-3 สัปดาห์ เพื่อให้พร้อมที่จะผสมพันธุ์วางไข่ต่อไป มอดตัวเต็มวัยส่วนใหญ่จะเจาะไม้เพื่อบินออกเองมากกว่าจะออกมาทาง egg-tunnel ที่แมลงรุ่นพ่อแม่สร้างขึ้น มอดใช้เวลาเฉลี่ยในการเจริญเติบโตจนเป็นตัวเต็มวัย ประมาณ 9-10 สัปดาห์ โดยมีรังที่ใช้เวลาน้อยที่สุดในการเจริญเติบโตจนเป็นตัวเต็มวัย 56 วัน หรือ 8 สัปดาห์ ระยะเวลาที่มอด *S. anale* ใช้ในการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับระยะเวลาที่มอด *S. crassum* ใช้ในการเจริญเติบโต 6-9 สัปดาห์ (Stabling, 1914)

ลักษณะการสร้างรังของมอด *S. anale* ที่ระยะตัวหนอนกักกินไม่มีรูปแบบที่ไม่แน่นอน ทางเดินส่วนใหญ่จะซ้อนทับกันจนไม่สามารถแยกได้ว่าเป็นของตัวหนอนตัวใด ทำให้ไม่สามารถประเมินอัตราการตายในระยะก่อนเป็นตัวเต็มวัยได้ นอกจากนี้เมื่อนับจำนวนร่องรอยที่มอดวางไข่พบว่า มีจำนวนมากกว่าความเป็นจริงของจำนวนไข่ที่มอดวาง เมื่อเปิดรังมอดและนับร่องรอยการวางไข่ของมอดภายใน egg-tunnel พบว่า มีร่องรอยเฉลี่ย 60-90 รอย ซึ่งมีค่าเกินกว่าจำนวนตัวหนอนเฉลี่ยมาก และเมื่อตัดผ่ากลางร่องรอยการวางไข่เพื่อดูไข่ภายในพบว่าส่วนใหญ่ไม่มีไข่ ทำให้ไม่สามารถประเมินอัตราการฟักของไข่ได้ แต่โดยทั่วไปอัตราการตายในระยะก่อนเป็นตัวเต็มวัยมีค่อนข้างต่ำ จากการแกะรังมาศึกษาพัฒนาการของรังส่วนใหญ่พบซากของตัวอ่อนน้อยมาก อย่างไรก็ตาม ในสภาพธรรมชาติอัตราการตายน่าจะมีสูงกว่า เนื่องจากมอดขี้ขุยมีศัตรูธรรมชาติหลายชนิด



ภาพที่ 26 ลักษณะภายในและพัฒนาการของรังของมอด *S. anale* (a) รังอายุ 7 วัน ที่มีทางเดินสำหรับวางไข่ (egg-tunnel) ความยาวประมาณ 5 เซนติเมตร และยังไม่พบระยะตัวหนอน (b) รังอายุ 14 วัน ทางเดินสำหรับวางไข่ยาว 7-8 เซนติเมตร และพบตัวหนอนระยะที่ 1-2 บ้างบริเวณส่วนต้นของรัง (c) รังอายุ 35 วัน เริ่มพบตัวหนอนระยะที่ 3-4 (d) ขยายส่วนกรอบสีเหลี่ยมของภาพ (d) และ (e) รังอายุ 45 วัน ส่วนใหญ่พบตัวหนอนระยะที่ 3-4 ในบางรังพบดักแด้ด้วย f.ขยายส่วนกรอบสีเหลี่ยมของภาพ (e) (g) รังอายุ 64 วัน มอดส่วนใหญ่เป็นตัวเต็มวัยและตัวหนอนระยะสุดท้ายและดักแด้ในส่วนปลายของรัง ภายในรังมอดกัดกินไม้จนไม้ส่วนใหญ่เป็นผงคล้ายแป้ง (h) ขยายส่วนกรอบสีเหลี่ยมของภาพ (g)

5.3.9 ระยะเวลาการพัฒนาของมอด *S. anale* จากการปล่อยแมลงรุ่นพ่อแม่ให้วางไข่จนถึงตัวเต็มวัยบินออกจากรัง

การทดลองในส่วนนี้มอดที่เลี้ยงทดสอบด้วยไม้ยางพาราพันธุ์ PARA มีเพียง 1 รังจาก 20 รังที่ประสบความสำเร็จในการสร้างรัง การเปรียบเทียบทำได้เฉพาะระหว่างเวลาที่มอดใช้ในการพัฒนาจนเป็นตัวเต็มวัยจากมอดที่เจริญเติบโตในไม้ยางพาราพันธุ์ RRIM600 และ PB235 เท่านั้น ระยะเวลาที่มอด *S. anale* ใช้ในการพัฒนาตั้งแต่เริ่มปล่อยแมลงรุ่นพ่อแม่ให้เข้าทำรังในไม้ยางพาราภายในกล่องจนกระทั่งตัวเต็มวัยบินออกจากรังในสภาพแวดล้อมในห้องทดลอง อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ตลอดการทดลองดังแสดงในตารางที่ 10 พบว่า ระยะเวลาที่น้อยที่สุดที่มอดชู้ชุย *S. anale* ใช้ในการเจริญเติบโตในไม้ยางพาราพันธุ์ RRIM600 PB235 และ PARA ไม่แตกต่างกัน โดยมอดรุ่นลูกตัวแรกที่บินออกจากรังใช้เวลา 74 วันในพันธุ์ RRIM600 74 วันในพันธุ์ PB235 และ 77 วันในพันธุ์ PARA ตามลำดับ ระยะเวลายาวนานที่สุดที่มอดตัวแรกบินออกจากรังมีค่า 107 วัน 118 วัน และ 153 วันในพันธุ์ RRIM600 PB235 และ PARA ตามลำดับ ระยะเวลาที่มอดที่บินออกจากรังเป็นตัวแรกใช้ในการเจริญเติบโตเฉลี่ย 88.13 ± 11.38 วัน และ 86.31 ± 12.56 วันในไม้ยางพาราพันธุ์ RRIM600 และ PB235 ตามลำดับ เมื่อนำค่าเฉลี่ยระหว่างพันธุ์มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วย independent t-test ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างไม้ยางพาราทั้งสองพันธุ์แต่อย่างใด (ตารางที่ 12)

ระยะเวลาที่มอดรุ่นลูกตัวสุดท้ายบินออกจากรังใช้ระยะเวลาห่างจากมอดรุ่นลูกตัวแรกบินออกจากรังเฉลี่ย 37.88 ± 21.56 วัน และ 37.31 ± 14.66 วัน ในไม้ยางพาราพันธุ์ RRIM600 และ PB235 ตามลำดับ มอดรุ่นลูกตัวสุดท้ายใช้ระยะเวลาในการพัฒนาเฉลี่ยในพันธุ์ RRIM600 126.00 ± 18.06 วัน น้อยที่สุด 97 วัน สูงสุด 156 วัน และในพันธุ์ PB235 เฉลี่ย 123.62 ± 15.70 วัน น้อยที่สุด 102 วัน สูงสุด 147 วัน ตามลำดับ

ระยะเวลาที่มอด *S. anale* ใช้ในการเจริญเติบโตในไม้ยางพาราทั้งสามพันธุ์มีค่าน้อยกว่ารายงานของนิรนาม (มปป.) ที่ศึกษาการเจริญเติบโตของมอดชนิดนี้ในไม้กระถินณรงค์ (*Acacia auriculiformis* Cunn.) ที่ใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตจนกระทั่งเป็นตัวเต็มวัย 162 วัน การศึกษาดังกล่าวไม่ได้ระบุสภาพแวดล้อมในการทดลองซึ่งเป็นไปได้ว่าการศึกษาดังกล่าวน่าจะทำการทดลองในสภาพอุณหภูมิห้อง

เมื่อนำระยะเวลาที่มอดตัวแรกและตัวสุดท้ายใช้ในการพัฒนาจนเป็นตัวเต็มวัยและบินออกจากรังไปวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับปริมาณแป้ง ลิกนิน และสารแทรกด้วย Pearson correlation พบว่าระยะเวลาที่มอดใช้ในการพัฒนาจนถึงลูกตัวแรกบินออกจากรังมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณแป้งแต่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณลิกนินในไม้ ในขณะที่ระยะเวลาที่มอดรุ่นลูกตัวสุดท้ายใช้ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับทุกปัจจัย อย่างไรก็ตามความสัมพันธ์ดังกล่าวไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 12 ระยะเวลาเฉลี่ยในการเจริญเติบโตของมอด *S. anale* ตั้งแต่ปล่อยแมลงรุ่นพ่อแม่ให้เข้าทำรังในไม้ที่ใช้เลี้ยงทดสอบถึงรุ่นลูกบินออกจากรัง

ลำดับ (n)	ระยะเวลาในการเจริญเติบโตเฉลี่ย (วัน)			
	มอดตัวแรก		มอดตัวสุดท้าย	
	RRIM600	PB235	RRIM600	PB235
1	107	73	127	135
2	101	76	116	138
3	80	82	97	135
4	74	88	129	108
5	82	73	116	102
6	80	118	156	147
7	89	89	123	109
8	92	81	144	110
9	-	82	-	102
10	-	81	-	123
11	-	98	-	136
12	-	86	-	136
13	-	95	-	126
เฉลี่ย	88.13±11.38 ^a	86.31±12.56 ^a	126.00±18.06 ^a	123.62±15.70 ^a

ตัวอักษรแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

5.3.10 อัตราส่วนระหว่างเพศผู้และเพศเมีย

อัตราส่วนระหว่างเพศผู้ต่อเพศเมียของมอด *S. anale* มีค่าเฉลี่ย 1:1.07±0.36 (n=13) หรือมีค่าประมาณ 1:1 โดยในบางรังที่มีอัตราส่วนระหว่างเพศแตกต่างไปจากนี้ แต่ไม่มีแนวโน้มว่าจะมีเพศใดเพศหนึ่งมากกว่าอีกเพศหนึ่งเป็นพิเศษ และไม่มี ความแตกต่างระหว่างอัตราส่วนระหว่างเพศผู้ต่อเพศเมียในไม้ยางพาราแต่ละพันธุ์ หรือในรังที่มีความหนาแน่นสูงมากหรือต่ำมาก

5.3.11 ความยืนยาวของอายุขัย (adult longevity) ของมอด *S. anale* ตัวเต็มวัย

ในสภาพแวดล้อมในห้องทดลองมอด *S. anale* เพศเมียมีอายุขัยเฉลี่ย 50.70±22.68 วัน มอดที่มีอายุขัยน้อยที่สุดมีอายุ 13 วันและยืนยาวที่สุด 89 วัน เพศผู้มีอายุขัยเฉลี่ยน้อยกว่าเพศเมียเล็กน้อยโดยมีอายุขัยเฉลี่ย 45.80±23.61 วัน มีช่วงอายุขัยน้อยที่สุด 9 วันและยืนยาวที่สุด 76 วัน เมื่อนำค่าเฉลี่ยอายุขัยของมอดเพศผู้และเพศเมียไปวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วย independent samples t-test พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

จากผลการทดลองอายุขัยของมอด *S. anale* ที่ให้ไม้ยางพาราพันธุ์ PB235 แตกต่างจากรายงานของ นิรนาม (มปป.) ที่รายงานช่วงอายุขัยของมอดชนิดนี้ที่เข้าทำลายไม้กระถินณรงค์ ว่ามีอายุขัยสูงสุด 19 วัน

5.3.12 อิทธิพลของพันธุ์ไม้ยางพาราต่ออัตราการสืบพันธุ์ของมอด *Sinoxylon anale* Lesne

จำนวนประชากรรุ่นลูกของมอด *S. anale* ที่เลี้ยงทดสอบด้วยไม้ยางพารา 3 พันธุ์มีความแตกต่างอย่างชัดเจนระหว่างไม้ยางพาราพันธุ์ PB235 และพันธุ์อื่นๆ อีกสองพันธุ์ จำนวนประชากรรุ่นลูกของมอดชนิดนี้ในไม้ยางพาราพันธุ์ PB235 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 39.07 ± 17.30 ตัว มากกว่าจำนวนประชากรรุ่นลูกจากไม้ยางพาราพันธุ์ RRIM600 และ PARA ที่มีค่าเฉลี่ย 25.73 ± 8.41 ตัว และ 22.47 ± 7.23 ตัว ตามลำดับ (ตารางที่ 13) ค่าเฉลี่ยจำนวนประชากรรุ่นลูกจากไม้ยางพาราพันธุ์ PB235 มีค่ามากกว่าจากพันธุ์ PARA และ พันธุ์ RRIM600 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ จำนวนมอดรุ่นลูกในไม้ยางพาราพันธุ์ PB 235 ซึ่งมีอัตราการสืบต่อพันธุ์สูงสุด มีความแตกต่างระหว่างรังที่มีจำนวนประชากรรุ่นลูกต่ำสุดและสูงสุดค่อนข้างมาก กล่าวคือ 19 ตัว และ 78 ตัว ตามลำดับ โดยในรังที่มีจำนวนมอดรุ่นลูกค่อนข้างสูงไม่ได้เกิดจากการเข้าไปสร้างรังวางไข่ของรุ่นลูก หรือที่เรียกว่า re-infestation เนื่องจากแมลงเป็นตัวเต็มวัยและบินออกจากรังในระยะเวลาใกล้เคียงกัน

เมื่อนำจำนวนประชากรรุ่นลูกของมอด *S. anale* ไปวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับปริมาณแป้ง ลิกนิน และ สารแทรกในไม้ยางพาราด้วย Pearson correlation พบว่าจำนวนประชากรรุ่นลูกของมอดมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณแป้ง และลิกนิน แต่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณสารแทรกในเนื้อไม้ แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่อย่างใด ($p > 0.05$)

ระยะเวลาที่ประชากรรุ่นลูกของมอด *S. anale* ใช้ในการเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยและมอดรุ่นลูกบินออกจากรัง และจำนวนประชากรรุ่นลูกมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันกับปริมาณแป้งในไม้ยางพารา กล่าวคือ ไม้ที่มีปริมาณแป้งที่สูงกว่าทำให้มอดใช้เวลาในการเจริญเติบโตและบินออกจากรังเร็วกว่าในไม้ที่มีแป้งน้อยกว่า เช่นเดียวกับจำนวนประชากรรุ่นลูกมีมากกว่าในไม้ยางพาราที่มีปริมาณแป้งสูงซึ่งสอดคล้องกับจำนวนประชากรรุ่นลูกในไม้พันธุ์ PB235 ที่มีปริมาณแป้งสูงกว่าพันธุ์อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจำนวนประชากรรุ่นลูกที่เลี้ยงด้วยไม้ยางพาราพันธุ์เดียวกันมากกว่าในไม้ยางพาราพันธุ์อื่นอีกสองพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน ผลการทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับรายงานของ ไพววรรณ (2524) Creffield (1991) และ Akhter (2005) ที่ระบุว่าไม้ที่มีปริมาณแป้งสูงมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของมอดที่ขูย

นอกจากปริมาณแป้งที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและอัตราการสืบต่อพันธุ์หรือจำนวนประชากรรุ่นลูกของมอดแล้ว ลิกนินและสารแทรกก็มีผลเช่นเดียวกัน ในการทดลองครั้งนี้ผลของลิกนินต่อลักษณะชีววิทยาดังกล่าวของมอดไม่ชัดเจนนักว่ามีผลทางใดต่อชีววิทยาการสืบพันธุ์มอด แต่ในส่วนของสารแทรกให้ผล

ในทางตรงกันข้ามกับปริมาณแป้งในเนื้อไม้ มอดรุ่นพ่อแม่ที่เลี้ยงด้วยไม้ที่มีปริมาณสารแทนนินสูงกว่าจะมีจำนวนประชากรรุ่นลูกน้อยกว่า

ผลการวิเคราะห์หองประกอบทางเคมีในเนื้อไม้ ไม้ที่มีปริมาณแป้งสูงสุดและสารแทนนินสูงสุดเป็นไม้พันธุ์เดียวกันได้แก่ พันธุ์ PB235 เมื่อพิจารณาปัจจัยทางเคมีของไม้ทั้งสองปัจจัยดังกล่าวต่อชีววิทยาการสืบพันธุ์ของมอด *S. anale* ดูเสมือนว่าอิทธิพลด้านบวกของแป้งจะมีมากกว่าปัจจัยด้านลบของสารแทนนินในเนื้อไม้

ตารางที่ 13 จำนวนประชากรรุ่นลูกของมอด *Sinoxylon anale* ที่เลี้ยงทดสอบในไม้ยางพาราพันธุ์ต่างๆ

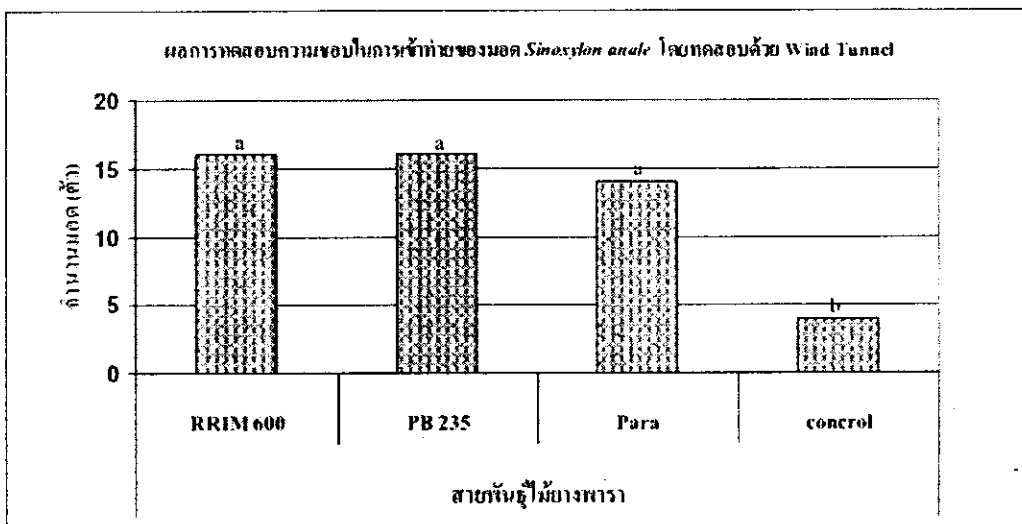
ลำดับ	จำนวนประชากรรุ่นลูก (ตัว)		
	RRIM600	PB235	PARA
1	19	40	24
2	39	21	43
3	38	49	18
4	21	46	25
5	17	78	28
6	32	62	13
7	24	45	14
8	24	21	20
9	20	36	22
10	20	57	26
11	21	27	21
12	28	24	23
13	17	25	15
14	43	36	25
15	23	19	20
เฉลี่ย	25.73±8.41 ^a	39.07±17.30 ^b	22.47±7.23 ^a

ตัวอักษรแสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.01$ วิเคราะห์ด้วย LSD-test

5.4 ศึกษาอิทธิพลของพันธุ์ไม้ยางพาราต่อความชอบในการเข้าทำลายของมอด *Sinoxylon anale* Lesne

5.4.1 ทดสอบอิทธิพลของพันธุ์ต่อการเลือกเข้าทำลายของมอดไม้ใน Olfactometer (Wind tunnel)

การทดสอบความชอบในการเข้าทำลายไม้ยางพารา 3 พันธุ์ใน 4 Arms-Olfactometer สองแบบปรากฏว่า Olfactometer แบบที่ 1 (ขนาดเล็ก) เท่านั้นที่มอดตอบสนองและเคลื่อนที่เข้าหาไม้ที่ใช้ทดสอบ ส่วน Olfactometer แบบที่ 2 มอดตอบสนองไม่ดี มอดใช้เวลานานในการเคลื่อนที่ และส่วนใหญ่เป็นแบบสุ่มไม่มีทิศทาง



ภาพที่ 27 จำนวนมอด *Sinoxylon anale* ที่เข้าทำลายไม้ยางพาราแต่ละพันธุ์ในการทดสอบความชอบใน Wind tunnel

ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

ผลการทดลองใน Olfactometer แบบที่ 1 พบว่าจำนวนมอดที่เลือกไม้ยางพาราพันธุ์ใดสายพันธุ์หนึ่งใน 3 พันธุ์ที่ใช้ทดสอบมีจำนวนรวม 46 ตัว คิดเป็น 92% ของแมลงทั้งหมด และมีเพียง 4 ตัว หรือคิดเป็น 8% ที่เลือกกล่องควบคุมที่วางเปล่า (ชุดควบคุม) จำนวนมอดที่เคลื่อนที่เข้าหาไม้พันธุ์ RRIM600 และพันธุ์ PB235 มีจำนวนสูงสุดเท่ากัน 16 ตัว (32%) และสายพันธุ์ PARA น้อยกว่าสองพันธุ์แรกเล็กน้อย 14 ตัว (28%) ภาพที่ 27 ค่าเฉลี่ยของจำนวนมอดที่เลือกไม้ตัวอย่างแต่ละพันธุ์มีค่าเท่ากับ 3.20 ± 0.84 ตัว 3.20 ± 0.45 ตัว 2.80 ± 0.84 ตัว และ 0.80 ± 0.45 ตัว ในไม้ยางพาราพันธุ์ RRIM600 PB235, PARA และชุดควบคุมตามลำดับ เมื่อนำจำนวนมอดที่เข้าทำลายไม้ยางพาราแต่ละพันธุ์และชุดควบคุมมาทดสอบความแตกต่างทางสถิติด้วย

scheffe test พบว่าจำนวนมอดที่เลือกไม้ยางพาราแต่ละพันธุ์มีค่ามากกว่าจำนวนแมลงที่เลือกกล่องควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

จากการสังเกตพฤติกรรมในการตอบสนองต่อกลิ่น ของมอดชนิดนี้ใน Olfactometer พบว่าแมลงมีความเร็วต่อการตอบสนองต่อกลิ่นของไม้ยางพาราแตกต่างกันสองรูปแบบ คือ

รูปแบบที่ 1 มอดตอบสนองอย่างรวดเร็ว ได้แก่มอดส่วนใหญ่ที่ใช้ทดสอบ เมื่อนำมอดมาวางบริเวณกึ่งกลางของ wind tunnel แมลงจะตอบสนองต่อกลิ่นจากไม้ยางพาราและจะเริ่มเคลื่อนที่โดยการเดิน หรือบินเข้าหา choice chamber ที่มีไม้ยางพาราพันธุ์ใดพันธุ์หนึ่งที่ใช้ทดสอบในทันที มอดในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่จะใช้เวลาในการเคลื่อนที่น้อยกว่า 20 วินาที

รูปแบบที่ 2 มอดตอบสนองต่อกลิ่นไม้ยางพาราช้า โดยมอดเริ่มการเคลื่อนที่ค่อนข้างช้า หรือใช้เวลาในการเคลื่อนที่นาน บางครั้งเดินวนเวียนใน central chamber กลาง และมีการเดินกลับเมื่อมอดเคลื่อนเข้าไปในทางเดินสู่ choice chamber ที่ใส่ไม้ยางพาราหรือ choice chamber ที่ว่าง (ควบคุม) โดยมอดกลุ่มนี้ใช้เวลาในการเคลื่อนที่นานกว่า 30 วินาที มอด 4 ตัวที่เลือกกล่องควบคุมมีพฤติกรรมลังเลในการเคลื่อนที่เข้าหากกล่อง และจะถอยหลังกลับเข้าสู่ central chamber เมื่อไม่พบไม้ยางพารา

เมื่อทดสอบพันธุ์ยางพารา และลักษณะของผิวไม้ต่อความชอบในการวางไข่และทำลายของมอดที่ขูดมอด *Sinoxylon anale* พบว่า มอดมีพฤติกรรมการวางไข่โดยการเลือกไม้ที่เหมาะสมและเจาะรูทางเดินเข้าไปในเนื้อไม้เพื่อสร้างรังวางไข่ ไม่สามารถมองเห็นและนับจำนวนไข่ที่แมลงวางในแต่ละช่วงเวลาได้ จึงทำให้การทดสอบความชอบในการวางไข่ของแมลงที่ใช้ในการศึกษามีข้อจำกัด แต่อย่างไรก็ตาม การวัดความชอบในการเลือกไม้สำหรับการเข้าทำรังและวางไข่ สามารถทดสอบได้ทางอ้อมโดยการวัดความชอบในการเข้าทำลายจากตัวเต็มวัย ซึ่งวางแผนการทดลองเช่นเดียวกับความชอบในการวางไข่โดยใช้วิธีการทดสอบแบบไม่มีตัวเลือก (no choice test) และการทดสอบแบบหลายตัวเลือก (multiple choices test) ในห้องทดลองและในสภาพแวดล้อมในโรงเลี้ยง

5.4.2 การทดสอบอิทธิพลของพื้นผิวของไม้ยางพาราต่อความชอบในการเข้าทำลายของมอด *Sinoxylon anale* Lesne โดยวิธีทดลองแบบสองตัวเลือก (Dual choices test)

ผลการทดสอบพบว่าแมลง 24 ตัว จาก 25 ตัว หรือ 96% ของแมลงที่ใช้ในการทดสอบ เลือกเจาะเข้าทำลายไม้ที่มีผิวขรุขระ โดยแมลงที่เลือกทำลายไม้ที่มีผิวเรียบเข้าทำลายบริเวณมุมของไม้ที่ขัดไม่เรียบ ไม่ได้เข้าทำลายบริเวณผิวไม้ที่ขัดเรียบแต่อย่างใด

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นได้อย่างชัดเจนว่ามอดที่ขูดไม่ชอบเข้าทำลายไม้ที่มีผิวเรียบ เป็นไปได้ว่าไม้ที่มีผิวขรุขระนั้น มอดสามารถกัดทำลายได้ง่ายกว่า ซึ่งสอดคล้องกับการสังเกตการเข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูปของมอดในโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่าในกรณีที่ไม้ผิวเรียบที่ผ่าน

การใส่และไม้ฉิวขรุขระที่เลื้อยแต่ไม่ผ่านการใส่กองรวมกัน มอดจะเข้าทำลายเฉพาะไม้ที่มีฉิวขรุขระเท่านั้น อย่างไรก็ตาม การทดลองไม่ได้ทดสอบว่าในกรณีที่มีเฉพาะไม้ฉิวเรียบมอดชนิดนี้จะเข้าทำลายไม้ดังกล่าวหรือไม่ แต่จากการสังเกตการเข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูปที่มีเฉพาะไม้ฉิวเรียบเรียงซ้อนกันในโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์จากไม้ยางพาราในจังหวัดตรังพบว่า มอดจะเข้าทำลายโดยเริ่มจากบริเวณมุมของไม้แปรรูปซึ่งง่ายต่อการกัดเข้าทำลาย ลักษณะการทำลายในลักษณะดังกล่าวยืนยันว่ามอดมีความยากลำบากและไม่ชอบในการเข้าทำลายไม้แปรรูปที่ผ่านการใส่เรียบร้อยแล้ว

5.4.3 การทดสอบอิทธิพลของพันธุ์ไม้ยางพาราต่อความชอบในการเข้าทำลายของมอด *Sinoxylon anale* Lesne

5.4.3.1 การทดลองแบบไม่มีตัวเลือก (no choice test)

อัตราการทำลายหรืออัตราการกินของมอด *S. anale* ในไม้ยางพาราที่ใช้ทดสอบน้ำหนักเฉลี่ย 12.73 ± 1.14 กรัม ระยะเวลา 3 สัปดาห์ มีอัตราการทำลายโดยวัดน้ำหนักชั่งแห้งเฉลี่ยทั้งสามพันธุ์มีค่าเท่ากับ 0.2743 ± 0.0411 กรัม พันธุ์ที่มอดมีอัตราการกินมากที่สุดได้แก่ พันธุ์ PB235 มีอัตราการกินโดยมีน้ำหนักชั่งแห้งเฉลี่ย 0.2954 ± 0.041 กรัม หรือ คิดเป็นน้ำหนักไม้ที่ลดลง 2.22% รองลงมาได้แก่พันธุ์ PARA ที่มีค่าดังกล่าวเท่ากับ 0.2748 ± 0.037 กรัม คิดเป็นน้ำหนักไม้ที่ลดลง 2.21% และ พันธุ์ที่มีอัตราการกินน้อยที่สุดได้แก่ RRIM600 มีค่าดังกล่าวเท่ากับ 0.2528 ± 0.035 กรัม หรือ คิดเป็นน้ำหนักไม้ที่ลดลง 2.14% เมื่อนำน้ำหนักชั่งแห้งในแต่ละพันธุ์มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวด้วย LSD-test พบว่าน้ำหนักชั่งจากไม้ยางพาราพันธุ์ PB235 มีน้ำหนักมากกว่าพันธุ์ RRIM600 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) แต่ไม่มีความแตกต่างจากพันธุ์ PARA แต่อย่างใด (ตารางที่ 14)

เมื่อนำน้ำหนักชั่งที่เกิดขึ้นจากการกินของมอดไปวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับปริมาณแป้ง ลิกนิน และสารแทรกในเนื้อไม้ พบว่าน้ำหนักชั่งที่มอดขับออกมา มีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณแป้งในเนื้อไม้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณลิกนินในเนื้อไม้ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณสารแทรกในเนื้อไม้ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.066$)

ตารางที่ 14 น้ำหนักแห้งเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์ของชีมูลที่เกิดขึ้นจากการกักกินของมอดชนิด *S. anale* ในไม้ยางพารา 3 พันธุ์ (5 sample 25 sub-samples ในแต่ละพันธุ์)

ต้นที่	พันธุ์					
	RRIM600		PB253		PARA	
	น้ำหนัก (กรัม)	%	น้ำหนัก (กรัม)	%	น้ำหนัก (กรัม)	%
1	0.2914±0.022	2.49	0.3012±0.015	2.11	0.2772±0.015	2.02
2	0.2176±0.036	2.09	0.2632±0.005	1.99	0.2496±0.009	2.04
3	0.2580±0.013	1.97	0.2864±0.050	2.08	0.2750±0.017	2.05
4	0.2310±0.016	2.07	0.2864 ±0.017	2.28	0.3068±0.076	2.14
5	0.2660±0.032	2.07	0.3396±0.056	2.66	0.2652±0.017	2.31
เฉลี่ย	0.2528 ±0.029 ^a	2.14	0.2954±0.028 ^b	2.22	0.2748±0.021 ^{a,b}	2.21

หมายเหตุ น้ำหนักไม้ก่อนมอดเข้าทำลาย เฉลี่ย 12.73 ± 1.14 กรัม ความชื้น 15%

ตัวอักษรแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) วิเคราะห์ด้วย LSD-test

5.4.3.2 การทดลองแบบหลายตัวเลือก (multiple choices test)

การทดลองแบบที่ 1 ทดสอบพันธุ์ของไม้ยางพาราพันธุ์แรกที่มอดเคลื่อนที่เข้าหา

ผลการทดลองในสภาพแวดล้อมของการทดสอบในกล่องพลาสติกขนาดเล็ก พบว่ามอดชนิด *S. anale* เลือกเข้าทำลายไม้ยางพาราพันธุ์ PB235 มากที่สุดมีค่าเฉลี่ย 6.6±1.82 ตัว รองลงมาได้แก่พันธุ์ PARA 4.4±1.67 ตัว และ RRIM 600 4.0±1.00 ตัว ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยของจำนวนมอดที่เลือกเข้าทำลายไม้ยางพาราพันธุ์ PB235 มากกว่าค่าเฉลี่ยของมอดที่เข้าทำลายไม้ยางพาราพันธุ์ PARA และ RRIM 600 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 15)

จำนวนมอด *S. anale* ที่เลือกเข้าทำลายไม้ยางพาราแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างจากผลการทดสอบความชอบในการเข้าทำลายโดยใช้ wind tunnel ที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของจำนวนแมลงที่เลือกไม้แต่ละพันธุ์ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 15 จำนวนมอดชนิด *S. anale* ที่เลือกเข้าทำลายไม้ยางพาราพันธุ์ต่างๆ เป็นพันธุ์แรก ในการทดสอบความชอบในการเข้าทำลายโดยวิธีทดลองแบบหลายตัวเลือก

ซ้ำ	จำนวนแมลงที่เข้าทำลาย (ตัว)		
	RRIM 600	PB 253	PARA
1	5	6	4
2	3	7	5
3	5	7	3
4	3	9	3
5	4	5	6
รวม	20	34	21
เฉลี่ย	4.0±1.00 ^a	6.8±1.48 ^b	4.2±1.30 ^a

ตัวอักษรแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) วิเคราะห์ด้วย LSD-test

การทดลองที่ 2 ทดสอบพันธุ์ของไม้ยางพาราที่มอดชอบเข้าทำลาย

ผลการทดสอบความชอบในการเข้าทำลายของมอด *S. anale* ในไม้ยางพารา 3 พันธุ์ได้แก่ RRIM600 PB235 และ PARA พบว่า มอดชอบเข้าทำลายไม้ยางพาราพันธุ์ PB235 จากจำนวนรวม 5 ซ้ำมากที่สุด (15 ซ้ำ) มากกว่าพันธุ์ PARA (6 ซ้ำ) และ RRIM600 (4 ซ้ำ) อย่างชัดเจน จำนวนเฉลี่ย 5 ซ้ำของมอดที่เลือกเข้าทำลายไม้ยางพาราในแต่ละพันธุ์มีค่าเท่ากับ 3.00±1.22 ตัว 1.20±1.10 ตัว และ 0.80±0.84 ตัวในไม้ยางพาราพันธุ์ PB235 PARA และ RRIM600 ตามลำดับ เมื่อนำอัตราการเลือกไม้เฉลี่ย มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติพบว่ามอด *S. anale* ชอบเข้าทำลายไม้ยางพาราพันธุ์ PB235 มากกว่าพันธุ์ RRIM600 และ PARA อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 16 จำนวนมอดที่เลือกเข้าทำลายไม้ยางพาราพันธุ์ต่างๆ ในการทดสอบความชอบในการเข้าทำลาย โดยวิธีทดลองแบบหลายตัวเลือก

ซ้ำ	จำนวนแมลงที่เลือกเข้าทำลาย (ตัว)		
	RRIM600	PB253	PARA
1	1	3	1
2	0	5	0
3	1	3	1
4	0	2	3
5	2	2	1
รวม	4	15	6
เฉลี่ย	0.80 ± 0.84^a	3.00 ± 1.22^b	1.20 ± 1.10^a

ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) วิเคราะห์ด้วย LSD-test

5.4.4 การทดสอบอิทธิพลของพันธุ์ไม้ยางพาราต่อความชอบในการเข้าทำลายของมอดซีซุ่ย (Coleoptera: Bostrichidae) ในสภาพแวดล้อมธรรมชาติ

ผลการทดลองสอดคล้องกับผลการทดสอบความชอบอื่นๆ มอดซีซุ่ยชอบทำลายไม้ยางพาราพันธุ์ PB235 มากกว่าพันธุ์ RRIM600 อย่างชัดเจน ผลการทดสอบในสภาพแวดล้อมในโรงเลี้ยงแปรรูปไม้ยางพารา พันธุ์ PB235 มีร่องรอยการเข้าทำลายรวม 255 รอยและมีค่าเฉลี่ยรวม 6.38 ± 3.75 รอย/ชิ้น มากกว่าสายพันธุ์ RRIM 600 ที่มีจำนวนรวม 60 รอยมีค่าเฉลี่ยร่องรอยการทำลายรวม 1.50 ± 1.24 รอย/ชิ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) (ตารางที่ 17) ร่องรอยการเข้าทำลายไม้ที่ใช้ทดสอบในฝั่งตะวันออกน้อยกว่าในพื้นที่ภาคตะวันตกเล็กน้อยซึ่งสอดคล้องกับผลการสำรวจมอดทำลายไม้ยางพาราในพื้นที่ศึกษาในช่วงเวลาเดียวกันที่พบมอดเข้าทำลายไม้ยางพาราในพื้นที่ฝั่งตะวันตกมากกว่าฝั่งตะวันออก แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติแต่อย่างใด และมอดทั้งสองฝั่งชอบเข้าทำลายไม้ยางพาราพันธุ์ PB 235 มากกว่า RRIM 600 เช่นเดียวกับผลการทดลองรวม

ตารางที่ 17 ร่องรอยการทำลายเฉลี่ยในไม้ยางพาราพันธุ์ RRIM600 และ PB235 ที่ใช้ทดสอบความชอบในการเข้าทำลายไม้ยางพาราของมอดที่ขุ่ยในสภาพแวดล้อมในโรงเลื่อยแปรรูปไม้ยางพารา

พันธุ์	ฝั่งตะวันออก	ฝั่งตะวันตก	เฉลี่ยภาคใต้
RRIM 600	1.20±0.89	1.80±1.47	1.50±1.24 ^a
PB 253	5.75±2.57	7.00±4.62	6.38±3.75 ^b

ตัวอักษรแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) วิเคราะห์ด้วย LSD-test

ผลการทดสอบความชอบในการเข้าทำลายของมอด *S. anale* ใน Olfactometer แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า มอดตอบสนองต่อกลิ่นของไม้ยางพาราในระยะไกลได้ไม่ดี การทดลองใน Olfactometer แบบที่ 2 มอดไม่ตอบสนองต่อกลิ่นไม้ยางพารา และมีการตอบสนองที่ดีขึ้นในการใน Olfactometer แบบแรกที่มีระยะทางสั้นกว่า (10 ซม.) อย่างไรก็ตาม ใน Olfactometer แบบที่ 1 มอดสามารถรับรู้ได้เพียงว่ามีแหล่งอาหารหรือไม้ยางพาราหรือไม่ แต่ไม่สามารถรับรู้ได้ว่าแหล่งอาหารมีคุณภาพดีเพียงใด เนื่องจากมอดไม่ได้เลือกพันธุ์ที่มอดเข้าทำลายมากที่สุด เป็นไปได้สูงว่าการหาแหล่งอาหารในระยะไกลของมอดชนิดนี้อาจใช้สัญญาณอย่างอื่นในการหาแหล่งอาหารหรือเคลื่อนที่แบบสุ่มซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Hodges (1994) ในมอด *Prostephanus truncates* (Dinoderinae) พฤติกรรมการหาอาหารของมอด *P. truncates* แมลงศัตรูผลผลิตทางการเกษตรที่สำคัญและเป็นมอดในวงศ์ Bostrichidae ที่ถูกศึกษามากที่สุด มอดชนิดนี้มีการตอบสนองต่อกลิ่นของอาหารในระยะไกลได้ไม่ดี และการหาแหล่งอาหารที่เหมาะสมในระยะไกลมอดจะใช้สัญญาณภายในของแมลงมากกว่า โดยเมื่อแมลงเพศผู้พบแหล่งอาหารที่เหมาะสม มอดจะปล่อยฟีโรโมน (pheromone) เพื่อเป็นสัญญาณแก่มอดตัวอื่นๆ (Scholz *et al.*, 1997) แต่เมื่อทดสอบในกล่องพลาสติกที่มอดสามารถเคลื่อนที่เข้าใกล้ขึ้นไม่ได้ มอดเลือกไม้ยางพาราพันธุ์ PB235 มากที่สุดมากกว่าพันธุ์อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) การตัดสินใจเลือกไม้ในการทดลองครั้งนี้สันนิษฐานว่าปัจจัยที่มีผลต่อมอดได้แก่ ปริมาณสารแทรกของไม้ยางพาราในพันธุ์ PB235 ที่มีมากกว่าพันธุ์อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สอดคล้องกับการรายงานของ Nerg และคณะ (2003) และ Faccoli และคณะ (2004) ที่ระบุว่าสารบางกลุ่มในสารแทรกมีผลต่ออัตราการวางไข่ของด้วงหนวดยาวและมอดในวงศ์ย่อย Scolytinae และสอดคล้องกับรายงาน Detmers (1990) Wright และคณะ (1993) Pike และคณะ (1994) และ Scholz และคณะ (1997) ที่ระบุว่ามอด *Prostephanus truncates* สามารถรับรู้กลิ่นของอาหารที่ใช้ทดสอบในห้องทดลองในระยะไกลเท่านั้น

ในการทดลองที่มอดสามารถสัมผัสขึ้นไม้ที่ใช้ทดสอบได้ มอดสามารถเลือกไม้ที่มีคุณภาพได้ดีกว่าแบบที่รับรู้กลิ่นเพียงอย่างเดียว มอดเลือกไม้ยางพาราที่มีปริมาณแป้งสูงกว่าซึ่งได้แก่พันธุ์ PB235

ที่มีแปงมากกว่าพันธุ์อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และมีอัตราส่วนของมอดที่เลือกพันธุ์ PB235 มากกว่า การเลือกไม้ยางพาราพันธุ์นี้โดยใช้กลิ่นในการตัดสินใจ (45.33%: 60%) การเลือกไม้ที่เหมาะสมในการเข้าทำลายหรือวางไข่ของมอดชนิดนี้ จะกัดไม้ทดสอบก่อนว่ามีปริมาณแปงหรือปัจจัยอื่นเหมาะสมหรือไม่ โดยผลการทดลองพบว่า สัดส่วนเปอร์เซ็นต์ของมอดเลือกไม้ยางพาราพันธุ์ที่มีแปงมากที่สุดต่อพันธุ์ที่มีแปงน้อยกว่า เท่ากับ 60% ต่อ 40% แสดงให้เห็นว่าไม้ยางพาราพันธุ์ PB235 เหมาะสมที่สุด ถึงแม้ว่าไม้ยางพาราอีกสองพันธุ์เหมาะสมน้อยกว่า แต่ยังคงเพียงพอต่อการวางไข่ของมอดชนิดนี้ ผลการทดสอบครั้งนี้ที่มอด *S. anale* ชอบเข้าทำลายไม้ยางพาราที่มีแปงมากกว่าสอดคล้องกับรายงานของ Cummins และ Wilson (1935) และ Bamber และ Erskine (1965) ที่ระบุว่ามอดจะเข้าทำลายไม้ที่มีปริมาณแปงมากกว่า และมอด *S. anale* จะทดสอบปริมาณแปงหรือความเหมาะสมของไม้ที่มอดจะเข้าทำลายหรือวางไข่โดยการกัดไม้ทดสอบ เช่นเดียวกับมอดซีซูยแท้หลายชนิด (Lyctinae) ว่าเหมาะสมต่อการวางไข่หรือไม่ (Hickin, 1975; Fisher 1929; Parkin, 1936; Gay, 1953; Bletchly, 1960a; Rosel, 1969a)

การทดลองในห้องทดลองโดยใช้มอด *S. anale* สอดคล้องกับการทดสอบความชอบในการเข้าทำลายของมอดซีซูยในสภาพธรรมชาติที่มีมอดซีซูยหลายชนิดเข้าทำลายไม้ยางพารายกตัวอย่างเช่น *S. unidentatum* *H. aequalis* *X. flavipes* ที่ชอบเข้าทำลายไม้ยางพาราพันธุ์ PB235 มากกว่า RRIM600 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

6. สรุปผลการทดลอง

ผลจากการสำรวจมอดทำลายไม้ยางพาราในพื้นที่ 8 จังหวัดภาคใต้ ผังตะวันตกจังหวัดพังงา-สตูล พบมอดเข้าทำลายไม้ยางพารา 22 ชนิด พบมอดกลุ่มมอดขี้ขุย (Coleoptera: Bostrichidae) มากที่สุดและเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญที่สุดของไม้ยางพาราแปรรูป กลุ่มที่พบเล็กน้อยและเข้าทำลายเฉพาะไม้ที่มีความชื้นสูง (> 60%) ได้แก่ มอดเอบโบรเซีย (รวมทั้ง wood boring bark beetles) (ambrosia beetles: Coleoptera: Curculionidae; Platypodinea, Scolytinae) มอดชนิดที่เป็นศัตรูสำคัญที่สุดของไม้ยางพาราแปรรูปในพื้นที่มี 4 ชนิด ชนิดที่เป็นศัตรูหลักคือ *Sinoxylon anale* Lesne ชนิดที่เป็นศัตรูรองได้แก่ *S. unidentatum* *Heterobostrycus aequalis* และ *Lyctoxylon unidentatum* การสำรวจครั้งนี้พบมอดที่รายงานใหม่ในประเทศไทย (new recorded species for Thailand) 4 ชนิด ได้แก่ *Cephalotoma tonkinea* Lesne *Lyctoxylon dentatum* (Pascoe) และ *Minthea reticulata* Lesne และ *Euwallacea interjectus* (Blandford) ในพื้นที่ภาคใต้ทั้งสองฝั่งมีความแตกต่างของความหลากหลายทางชนิดของมอด แต่ไม่มีความแตกต่างของอัตราการเข้าทำลายของมอดในไม้ยางพารา ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเข้าทำลายและการระบาดของมอดที่สำคัญที่สุดได้แก่ ปริมาณและความต่อเนื่องของไม้ยางพาราที่มอดสามารถเข้าทำลายได้ในโรงเลื่อย (ไม้ที่ไม่อาบน้ำยารักษาเนื้อไม้) โดยปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อปริมาณไม้ดังกล่าวมี 2 ประการด้วยกันได้แก่ ปริมาณน้ำฝน (ฤดู) ทำให้การเคลื่อนไม้ออกจากแปลงมีข้อจำกัดส่งผลให้ไม้ในท้องตลาดขาดแคลน และปัจจัยที่สองการรักษาความสะอาดภายในโรงเลื่อย และระดับความชื้นในไม้จะเป็นปัจจัยที่กำหนดกลุ่มของมอดที่เข้าทำลายไม้ยางพารา

การทดลองอิทธิพลของพันธุ์ไม้ยางพารา 3 พันธุ์ได้แก่ RRIM600 PB235 และ PARA ต่อความชอบในการเข้าทำลายและอัตราการสืบต่อพันธุ์ของมอด *S. anale* พบว่า ไม้ยางพาราพันธุ์ PB 235 มีความอ่อนแอต่อการเข้าทำลายของมอดชนิดนี้รวมทั้งมอดขี้ขุยชนิดอื่นๆ มากที่สุดมากกว่า พันธุ์ RRIM600 และ PARA อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมอด *S. anale* มีอัตราการเกิดของประชากรรุ่นลูกมากที่สุดในไม้ยางพาราพันธุ์ PB235 มากกว่าอีกสองพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปัจจัยทางเคมีของไม้ที่มีผลสำคัญต่อการเข้าทำลายและชีววิทยาการสืบพันธุ์ของมอดมากที่สุดได้แก่ ปริมาณแป้งในไม้ยางพารา ไม้ที่มีปริมาณแป้งสูงมอดจะเข้าทำลายมากกว่าไม้ที่มีแป้งน้อยกว่า และคาดว่าปริมาณแป้งจะมีผลต่อจำนวนประชากรรุ่นลูกของมอดด้วย โดยไม้ที่มีปริมาณแป้งสูงกว่าจะส่งผลให้มอดมีอัตราการขยายพันธุ์ที่สูงกว่า

7. เอกสารอ้างอิง

กรมอุทยาน สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. 2547. ข้อมูลสถิติ อุทยานแห่งชาติสัตว์ป่า และพันธุ์พืช. 112 หน้า.

จารุณี วงศ์ข้าหลวง และไพวรรณ เล็กอุทัย. 2524. การใช้สารเคมีในการป้องกันมอดทำลายไม้. หนังสือประชุมการป่าไม้, กรมป่าไม้.

จารุณี วงศ์ข้าหลวง และไพวรรณ เล็กอุทัย. 2525. การใช้สารเคมีในการป้องกันมอดทำลายไม้ (ตอนที่ 1 และตอนที่ 2). หนังสือประชุมการป่าไม้, กรมป่าไม้.

ธีระ วิณิน. 2549. การรักษาคุณภาพไม้. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 38 หน้า.

พ่ายพิ กำนันรัตน์, สมนึก ผ่องอำไพ และสุวิทย์ แสงทองพราว. 2513. การศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับแมลงที่ทำลายไม้ซุงในประเทศไทย. เอกสารงานวิจัย, ภาควิชาชีววิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ไพวรรณ เล็กอุทัย. ม.ป.ป.. สัตว์และแมลงทำลายไม้บางชนิดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ. การประชุมการป่าไม้, สาขาวนผลิตภัณฑ์, กรมป่าไม้.

ไพวรรณ เล็กอุทัย. 2524. มอดชนิดต่างๆ ที่ทำลายไม้. การประชุมการป่าไม้ปี 2524 สาขาวนผลิตภัณฑ์, กรมป่าไม้.

รัชนิวรรณ การค้า และทัศนีย์ รัตวานิช. 2538. ไม้ยางพารา แนวทางการลงทุนในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ไม้ยางพารา. วนสาร 3-4: 18-23.

สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้. 2548. รายงานการพัฒนาอุตสาหกรรมไม้ยางพาราไทยในรอบปี 2545-2548. 65 หน้า.

Akhter, K. 2005. Preservative treatment of rubber wood (*Hevea brasiliensis*) to increase it's service life. The International Research Group on Wood Protection, the 36th Annual Meeting. 2005.

Anonymous. 2005. Rubber-wood 1, 2- Introduction & Resources Properties, available from <http://www.i08wood.com/>, 24 December, 2006.

Bamber, R.K. and Erskine, R.B. 1965. Relationship of Vessel Diameter to Lyctus Susceptibility in Some New South Wales Hardwoods. Research Note No. 15, Division of Forest Management, Forestry Commission of NSW. 18 pp.

Bletchly, J.D. 1960. Studying the eggs of *Lyctus brunneus*. Timber Technology 68: 29-31.

- Cookson, L. J. 2004. Treatment Methods for the Protection of Hardwood Sapwood from Lyctine Borers. Forest & Wood Products Research and Development Corporation. Australia 2004.
- Creffield, J.W. 1991. Wood Destroying Insects, Wood Borers and Termites. CSIRO Publications, East Melbourne.
- Cummins, J.E. and Wilson, H.B. 1934. The pore size (vessel diameter) of some Australian timbers and their susceptibility to attack by the powder post beetle, *Lyctus brunneus* Stephens. Journal of Australia's Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation 9:37-56.
- Dall'Oglio, O. T. and Filho, O. P. 1997. Survey and populational dynamic of borers in homogeneous plantations of rubber trees in Itiquira - MT, Brazil. Scientia Forestalis, 51: 49-58.
- Darval, A., Filho, O. P. and Marques, E. N. 2004. Survey of Scolytidae (Coleoptera) in Plantation of Eucalyptus spp. In Cuiaba state of Mato Grosso, Brazil. Ciencia Florestal 14: 47-58.
- Detmers, H.B. 1988. Untersuchungen zur biologischen Bedeutung des Holzes für den Grossen Kornbohrer *Prostephanus truncatus* (Bostrychidae). Mitteilungen aus der Biologischen für Land und Forstwirtschaft. 94pp.
- Faccoli, M., Miroslav, B. and Schlyter, F. 2004. Feeding response to host and nonhost compound by males and females of the spruce bark beetle *Ips typographus* in a tunneling microassay. Journal of Chemical Ecology 31: 745-759
- Fisher, R.C. 1929. *Lyctus Powder-post Beetle*. Department of Scientific and Industrial Research. Forest Products Research. Bulletin No. 2. His Majesty's Stationery Office, London. 1-46.
- Gay, F.J. 1953. Observation on the biology of *Lyctus brunneus* (Steph.). Australian Journal of Zoology 1: 102-140.
- Hank, M., Paine, T. D. and Millar, J. G. 1993. Host species preference and larval performance in the wood-boring beetle *Phoracantha semipunctata* F. Oecologia 95: 22-29.
- Harmatha, J. and Nawrot, J. 2002. Insect feeding deterrent activity of lignans and related phenylpropanoids with a ethylenedioxyphenyl (piperonyl) structure moiety. Entomologia Experimentalis et Applicata 104: 51-60.
- Hickin, N.E. 1975. The Insect Factor in Wood Decay. 3rd edn, edited and revised by Robin Edwards. The Rentokil Library. Associated Business Programmes Ltd, London. 383 pp.
- Hoell, W., Frommberger, M. and Strassl, C. 2002. Soluble carbohydrates in the nutrition of house longhorn beetle larvae, *Hylotrupes bajulus* (L.) (Col., Cerambycidae): from living sapwood to faeces. Journal of Applied Entomology 126:463-469

- Hodges, R.J. 1994. Recent advances in the biology and control of *Prostephanus truncatus* (Coleoptera: Bostrichidae). , In E. Highley, E. J. Wright, H. J. Banks, and B. R. Champ [eds.], Proceedings of the 6th International Working Conference on stored-product Protection, 17-23 April 1994, Canberra, Australia.
- Hong L.T., Sujan M.A., Tan A.G., and Singh, D. 1982. Preservation and protection of rubberwood against biodeteriorating organisms for more efficient utilization. *The Malaysian Forester* 45:299-315
- Hugh, C. 2006. Chemical and Other Safety Information. Physical and Theoretical Chemistry Laboratory, Oxford University, England. Online available form <http://ptcl.chem.ox.ac.uk/MSDS/>, 24 December, 2006.
- Hussein, N. Br. 1981. A preliminary assessment of the relative susceptibility of rubberwood to beetle infestation. *The Malaysian Forester* 44, 482–487.
- Hutacharern, C. and Tubtim, N. 1995. Checklist of Forest insects in Thailand. OEPP Biodiversity series volume I, Office of Environmental Policy and Planning, Thailand. 392 pp.
- Kuschel, G., R. A. B. Leschen, et al. (2000): Platypodidae under scrutiny. *Invertebrate Taxonomy* 14: 771-805.
- Lesne P (1932) Les formes d'adaptation au commensalisme chez les Lyctites. *Livre du Centenaire, Société Entomologique de France, Paris*, 619-627 pp.
- 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 Diversification?. *Systematic Biology* 51: 761-785.
- Morewood, W. D., Neiner, P. R., Mcneil, J. R., Sellmer, J. C. and Hoover, K. 2003. Oviposition Preference and larval performance of *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) in Four Eastern North American hardwood tree species. *Environmental Entomology* 32: 1028-1034.
- Nansen, C. and Meikle, W.G. 2002. The biology of the larger grain borer, *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae). *Integrated Pest Management Reviews* 7: 91–104.
- Nerg, A.M., Heijari, J., Noldt, U., Viitanen, H., Vuorinen, M., Kainulainen, P. and Holopainen, J. K. 2003. Significance of wood terpenoids in the resistance of scots pine provenance against the old house borer, *Hylotrupes bajulus*, and Brown-rot fungi, *Coniophora puteana*. *Journal of Chemical Ecology* 30: 125-141.

- Okahisa Y., Yoshimura, T. and Imamura, Y. 2006. Seasonal and height-dependent fluctuation of starch and free glucose contents in moso bamboo (*Phyllostachys pubescens*) and its relation to attack by termites and decay fungi. *Journal of Wood Science* 52:445-451.
- Parkin, E.A. 1936. A study of the food relations of the *Lyctus* powderpost beetles. *Annals of Applied Biology* 23: 369–402.
- 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. *Australian Forestry*. 65:107-119.
- Pike, V., J. L. Smith, R. D. White, and R. D Hall. 1994. Studies of responses of stored-products pests, *Prostephanus truncatus* (Horn) and *Sitophilus zeamais* (Motsch) to food volatiles, In E. Highley, E. J. Wright, H. J. Banks, and B. R. Champ [eds.], *Proceedings of the 6th International Working Conference on stored-product Protection, 17-23 April 1994, Canberra, Australia*.
- Poole, R. W. 1974. *An introduction to quantitative ecology*. McGraw-Hill, New York, N. Y. 532 pp.
- Ratnasingham, J., Reid, H.F. and Perkins, M.C. 2002. The abrasive sanding of rubberwood (*Hevea brasiliensis*): an industrial perspective. *Holz als Roh- und Werkstoff* 60: 191-19.
- Rosel, A. 1969. Oviposition, egg development and other features of the biology of five species of Lyctidae (Coleoptera). *Journal of the Australian Entomological Society* 8: 145–152.
- Scholz, D., Tchabi, A., Borgemeister, C., Markham, R.H., Poehling, H.-M. and Lawson, A. 1997. Host-finding behaviour of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Col., Bostrichidae): Primary attraction or random attack? *Journal of Applied Entomology* 121: 261–9.
- Silpi, U., Thaler, P., Kasemsap, P., Lacoïnte, A., Chantuma, A., Adam, B., Gohet, E., Thanisawanyangkura, S. and Améglio, T. 2006. Effect of tapping activity on the dynamics of radial growth of *Hevea brasiliensis* trees. *Tree Physiology* 26: 1579–1587
- Simpson, L.A. and Barton, A.F.M. 1991. Time dependence of starch levels in the sapwood of *Eucalyptus diversicolor* (karri) as: standing trees, stored saw-logs, ringbarked trees and trees felled without lopping. *Holzforschung* 45:253-257.
- Sittichaya, S. and Beaver, R. 2009. Rubberwood-destroying beetles in the eastern and gulf areas of Thailand (Coleoptera: Bostrichidae, Curculionidae: Scolytinae and Platypodinae). *Songklanakarin Journal of Science and Technology* 31:381-387.

- Sittichaya, W., Beaver, R. A., Liu, L. and Ngampongsai, A. 2009. Checklist of bostrichids wood boring beetles of rubberwood sawn timber from southern Thailand: with three newly recorded species for Thailand. (In press)
- Stebbing, E. P.. 1914. Indian forest insects of economic importance: Coleoptera. Eyre and Spottiswoode Ltd., Agents for Indian Government Publications. 804pp.
- Takahashi, M. and Kishima, T. 1973. Decay resistance of sixty-five southeast Asian timber specimens in accelerated laboratory tests. *Tonan Ajia Kenkyu (South East Asian Studies)* 10: 525-541.
- Wong, A.H.H., Grace, J.K. and Kirton, L.G. 1998. Termite resistance of Malaysian and exotic woods with plantation potential: field evaluation. The International Research Group on Wood Preservation. Document No. IRG/WP 98-10289.
- Wong, A.H.H., Kim, Y.S., Singh, A.P. and Ling, W.C. 2005. Natural Durability of Tropical Species with Emphasis on Malaysian Hardwoods - Variations and Prospects. The International Research Group on Wood Preservation. Paper prepared for the 36th Annual Meeting Bangalore, India. 24 - 28 April 2005.
- Wright, M.A.P., Akou-Edi, D. and Stabrawa, A. 1993. Infestation of dried cassava and maize by *Prostephanus truncatus*: Entomological and socioeconomic assessments for the development of loss reduction strategies. R1941. Chatham: Natural Resources Institute Report, UK.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 จำนวนและเปอร์เซ็นต์ของแมลงที่พบเข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูปในพื้นที่ภาคใต้แบ่งตามพื้นที่ศึกษาและครั้งที่สำรวจ

Taxa	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก					ภาคใต้ฝั่งตะวันตก					ภาคใต้	
	ครั้งที่สำรวจ			รวม	%	ครั้งที่สำรวจ			รวม	%	รวม	%
	1	2	3			1	2	3				
Bostrichidae												
<i>Sinoxylon anale</i>	267	161	1201	1629	14.88	82	184	2436	2702	24.68	4331	39.56
<i>Sinoxylon unidentatum</i>	148	225	1235	1608	14.69	119	132	122	373	3.41	1981	18.09
<i>Heterobostrychus aequalis</i>	260	109	220	589	5.38	174	100	216	490	4.48	1079	9.86
<i>Lyctoxylon dentatum</i>	52	214	142	408	3.73	232	78	244	554	5.06	962	8.79
<i>Xylopsocus capucinus</i>	3	5	91	99	0.90	173	49	86	308	2.81	407	3.72
<i>Xylothrips flavipes</i>	66	90	20	176	1.61	114	38	9	161	1.47	337	3.08
<i>Dinoderus minutus</i>	38	104	0	142	1.30	12	24	0	36	0.33	178	1.63
<i>Minthea reticulata</i>	7	37	2	46	0.42	106	10	-	116	1.06	162	1.48
<i>Cephalotoma tonkinea</i>	2	-	-	2	0.02	5	6	-	11	0.10	13	0.12
รวม Bostrichidae	843	945	2911	4699	42.92	1017	621	3113	4751	43.40	9450	86.32

ตารางภาคผนวกที่ 1 จำนวนและเปอร์เซ็นต์ของแมลงที่พบเข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูปในพื้นที่ภาคใต้แบ่งตามพื้นที่ศึกษาและครั้งที่สำรวจ (ต่อ)

Taxa	ภาคใต้ฝั่งตะวันออก					ภาคใต้ฝั่งตะวันตก			ภาคใต้			
	ครั้งที่สำรวจ		รวม	%	ครั้งที่สำรวจ			รวม	%	รวม		%
	1	2			3	1	2			3	รวม	
Curculionidae												
<i>Xyleborus affinis</i>	39	46	-	85	0.78	-	348	-	348	3.18	433	3.96
<i>Hypothenemus erusidus</i>	-	70	112	182	1.66	-	183	-	183	1.67	365	3.33
<i>Euplatypus parallelus</i>	2	10	-	12	0.11	258	10	-	268	2.45	280	2.56
<i>Xyleborus perforans</i>	119	35	-	154	1.41	-	96	-	96	0.88	250	2.28
<i>Xyleborus similis</i>	-	122	-	122	1.11	-	7	-	7	0.06	129	1.18
<i>Xylosandrus crassiusculus</i>	-	12	-	12	0.11	-	-	-	0	0.00	12	0.11
<i>Dinoplatypus pseudocupulatus</i>	-	7	-	7	0.06	-	-	-	0	0.00	7	0.06
<i>Hypothenemus areccae</i>	-	5	-	5	0.05	-	1	-	1	0.01	6	0.05
<i>Crossotarsus extarndetatus</i>	-	5	-	5	0.05	-	-	-	0	0.00	5	0.05
<i>Hypothenemus birmanus</i>	-	4	-	4	0.04	-	-	-	0	0.00	4	0.04
<i>Dinoplatypus cupulatus</i>	-	-	-	0	0.00	-	3	-	3	0.03	3	0.03
<i>Dinoplatypus padilus</i>	-	-	-	0	0.00	2	-	-	2	0.02	2	0.02
<i>Euwallacea interjectus</i>	-	1	-	1	0.01	-	1	-	1	0.01	2	0.02
รวม Curculionidae	160	317	112	589	5.38	260	649	-	909	8.30	1498	13.68
รวมทั้งหมด	1003	1262	3023	5288	48.30	1277	1270	3113	5660	51.70	10948	100
%	9.16	11.53	27.61	48.30		11.66	11.60	28.43	51.70		100.00	

ตารางภาคผนวกที่ 2 ชนิดของมอดรีขุยในวงศ์ Bostrichidae ที่มีรายงานการเข้าทำลายไม้ยางพารา
แปรรูปในพื้นที่ภาคใต้และภาคตะวันออกของไทย และในประเทศมาเลเซีย

Taxa	Locations			
	Thailand ¹	Southern Thailand ²	Eastern Thailand	Malaysia ³
Bostrichinae				
<i>Apoleon edax</i>	/	-	-	-
<i>Heterobostrychus aequalis</i>	/	/	/	/
<i>Heterobostrychus pileatus</i>	/	-	-	-
<i>Heterobostrychus unicornis</i>	/	-	-	-
<i>Sinaxylon ruficorne</i>	/	-	-	-
<i>Sinoxylon anale</i>	/	/	/	/
<i>Sinoxylon unidentatum</i>	-	/	/	/
<i>Xylopsocus capucinus</i>	-	/	/	/
<i>Xylopsocus ensifer</i>	-	-	-	/
<i>Xylothrips flavipes</i>	/	/	/	/
Dinoderinae				
<i>Dinoderus bifoveolatus</i>	-	-	-	/
<i>Dinoderus minutus</i>	-	/	/	/
Lyctinae				
<i>Cephalotoma tonkinea</i>	-	/	-	-
<i>Lyctoderma coomani</i>	-	-	/	-
<i>Lyctoxylon dentatum</i>	-	/	/	-
<i>Lyctus africanus</i>	/	-	/	-
<i>Lyctus brunneus</i>	-	-	-	/
<i>Minthea reticulata</i>	-	/	/	/
<i>Minthea rugicallis</i>	/	-	-	/

¹/ Hutachareem และ Tabtim (1995) ²/ Sittichaya และคณะ (unpublished) ³/ Ho และ Hashim (1997) และ Hussein (1981)

ตารางภาคผนวกที่ 3 มอด Wood boring bark beetles และมอดเอ็มโบรเซีย (Ambrosia beetles) ที่รายงานเข้าทำลายไม้ยางพาราในพื้นที่ภาคใต้และภาคตะวันออกของไทย และในประเทศมาเลเซีย

Taxa	Locations		
	Southern Thailand ¹	Eastern Thailand ²	Malaysia ³
Platypodinae			
<i>Crossotarsus externedentatus</i> (Fairmaire)	/	-	*
<i>Crossotarsus wallacei</i>	-	-	*
<i>Dinoplatypus cupulatus</i> (Chapuis)	/	-	*
<i>Dinoplatypus pseudocupulatus</i> (Schedl)	/	-	*
<i>Euplatypus parallelus</i>	/*	/*	-
<i>Platypus insularis</i>	-	-	*
<i>Platypus lucasi</i>	-	-	*
<i>Platypus solidus</i>	-	-	*
<i>Platypus westwoodi</i>	-	-	*
Scolytinae			
<i>Arixyleborus malayensis</i> Schedl	-	/	-
<i>Dactilipalpus transversus</i>	-	-	*
<i>Eccoapteroaterus sexspinosus</i>	-	/	*
<i>Eccoapteroaterus spinosus</i> (Olivier)	-	/	-
<i>Euwallacea fornicatus</i>	/	-	*
<i>Euwallacea interjectus</i> (Blandford)	/	-	*
<i>Hypothenemus areccae</i>	/	-	-
<i>Hypothenemus birmanus</i>	/	-	-
<i>Hypothenemus eruditus</i>	/	/	-
<i>Hypothenemus parvulus</i>	-	-	*
<i>Hypothenemus setosus</i>	-	-	/
<i>Xyleborinus exiguus</i> (Walker)	-	/	-
<i>Xyleborus affinis</i>	/	/	-
<i>Xyleborus parvulus</i>	-	-	*
<i>Xyleborus perforans</i>	/	-	*
<i>Xyleborus similis</i> Ferrari	/	-	*
<i>Xylosandrus crassiusculus</i> (Motschulsky)	-	/	-
<i>Xylosandrus mancus</i> (Blandford)	-	/	-

/ แสดงชนิดของมอดเข้าทำลายไม้ยางพาราแปรรูป * แสดงชนิดของมอดเข้าทำลายไม้ยางพาราที่อ่อนบนลานไม้

ตารางภาคผนวกที่ 6 ค่าเฉลี่ยปริมาณแป้ง (Starch) ลิกนิน (lignin) และสารแทรก (wood extractive) ในไม้ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 PB235 และ ยางพารา (ไม้
ระบุพันธุ์)

ต้นที่ (ซ้ำ)	แป้ง (Starch)			ลิกนิน (lignin)			สารแทรก (wood extractive)		
	RRIM600	PB235	Para	RRIM600	PB235	Para	RRIM600	PB235	Para
1	2.14	3.08	3.11	25.02	24.36	26.69	11.10	11.58	9.94
2	2.20	3.36	2.95	25.21	26.94	26.53	10.57	11.43	11.75
3	2.35	3.06	2.82	28.28	25.70	24.96	11.16	12.11	10.48
4	2.32	3.10	2.67	24.90	23.32	26.76	9.99	11.92	10.99
5	2.27	2.93	3.18	23.94	23.42	24.71	10.53	11.00	11.14
เฉลี่ย	2.26±0.09 ^a	3.11±0.16 ^b	2.95±0.21 ^b	25.47±1.65 ^a	24.75±1.55 ^a	25.93±1.01 ^a	10.67±0.48 ^a	11.61±0.4 ^b	10.86±0.69 ^{ab}

แนวทางในการจำแนกชนิดของมอดซีซุ่ยทำลายไม้ยางพารา ในประเทศไทย

แนวทางในการจำแนกนี้เป็นส่วนหนึ่งของเอกสาร 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 (Wisut Sittichaya, Roger A. Beaver, Lan-Yu Liu, Aran Ngampongsai) ตีพิมพ์ในวารสาร ZooKeys

Key to the Species of Bostrichidae Infesting Rubberwood Sawn Timber in Thailand

The key is a part of "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 (Wisut Sittichaya, Roger A. Beaver, Lan-Yu Liu, Aran Ngampongsai)" published in Zookeys.

แนวทางในการจำแนกชนิดของมอดที่ขุยที่ทำลายไม้ยางพาราในประเทศไทย

Key to the Species of Bostrichidae Infesting Rubberwood Sawn Timber in Thailand

- 1 Head directed to the front, fully visible from above.2
 – Head covered by pronotum, not visible from above.9
- 2 Pronotum not flattened, rounded at sides without lateral margins, disc of pronotum tuberculate (Fig.5). Antenna 10-segmented with elongate 3-segmented club. Larger species, 10 – 21 mm long. (Dysidinae).*Apoleon edax* Gorham
 – Pronotum more or less flattened with complete lateral margins, disc not tuberculate (Figs 1-3). Antenna 11-segmented usually with 2-segmented club (Fig.12f-h), if 3-segmented, segments less elongate (Fig.12i, j). Smaller species, at most 4 mm long. (Lyctinae).3
- 3 Antennal club 2-segmented. Body moderately flattened. Elytral punctures usually seriate. (Figs 1-3) (Lyctini).4
 - Antennal club 3-segmented. Body very strongly flattened. Elytral punctures confused. (Fig.4) (Trogoxylini).8
- 4 Antennal club with terminal antennomere ovoid becoming attenuated towards apex (Fig. 12f) (*Lyctus*)5
 - Antennal club with one or both antennomeres greatly elongated (Fig.12g,h).....6
- 5 Pronotum and elytra with short, fine, yellowish hairs, elytra usually brightly shining (Fig. 1).*Lyctus africanus* Lesne
 - Pronotum and elytra densely covered with long, coarse, curved hairs, not brightly shining (Fig.2).*Lyctus tomentosus* Reitter
- 6 Antennal club with both segments elongate, subequal in length, segments of funicle without semierect, scale-like setae (Fig.12h); elytra with short, thick, semierect setae, not arranged in regular rows (Fig.3c). *Lyctoxylon dentatum* (Pascoe)

- Antennal club with only terminal segment elongate, segments of funicle with semierect, scale-like setae (Fig.12g); elytra with regular rows of wide, flattened, erect, scale-like setae. (*Minthea*).7
- 7 Thoracic fovea deeply and distinctly reticulate; lateral margin of pronotum distinctly toothed and with from 7 to 12 stiff narrow scale-like setae Fig.3a).....*Minthea reticulata* Lesne
- Thoracic fovea punctate, not distinctly reticulate; lateral margin of pronotum rather smooth and with from 13 to 19 broad scale-like setae (Fig.3b).....*Minthea rugicollis* (Walker)
- 8 Body strongly shining. Punctures on pronotum and elytra less dense, separated by much more than their own diameter. Pronotum with oblique, elongate rugulosities at sides near posterior angles (Fig.4a). Antenna (Fig.12i)*Lyctoderma coomani* Lesne
- Body dull or weakly shining. Pronotum and elytra very densely punctured, the punctures separated by less than their own diameter. Pronotum without oblique rugulosities near posterior angles (Fig.4b). Antenna (Fig.12j).*Cephalotoma tonkinea* Lesne
- 9 Pronotum rounded anteriorly without larger hooks or teeth at anterior angles. Protibia with 1 apical spine; first tarsomere subequal to second. (Dinoderinae). Scutellum transversely rectangular; pronotum with an obvious pair of foveae near base (Fig.6).....
.....*Dinoderus minutus* (Fabricius)
- Pronotum flattened anteriorly often with hooks or teeth near the anterior angles (Figs 7-8). Protibia with 2 apical spines; first tarsomere very much shorter than the second. (Bostrichinae).10
- 10 Intercoxal process of first abdominal ventrite forming a vertical lamina (Fig.10b). Metepisternum narrowed posteriorly so that metepimeron nearly touches metasternum (Xyloperthini).11
- Intercoxal process of first abdominal ventrite broader and with a ventral face (Fig.7d). Metepisternum more broadly truncate behind with metepimeron widely separated from metasternum.12

- 11 Antenna 10-segmented, all segments of antennal club longer than wide (Fig.12c). Anterolateral part of pronotum and basal part of pronotal disk smooth, shining without puncturation. Elytral declivity with three pairs of costae at the margins, coarsely punctured above, more finely below. (Fig.11). *Xylothrips flavipes* (Illiger)
- Antenna 9-segmented, first and second segments of antennal club transverse (Fig.12d). anterolateral part of pronotum and basal part of pronotal disk punctured. Elytral declivity without costae, strongly punctured throughout. (Fig.10).....*Xylopsocus capucinus* (Fabricius)
- 12 Segments of antennal club flabellate (Fig.12e). Mandibles short, blunt, truncate at apices which meet in midline. (Sinoxylini: *Sinoxylon*).13
- Segments of antennal club not flabellate (Fig.12b). Mandibles long, pointed at apices, almost always crossing in mid-line. (Bostrichini: *Heterobostrychus*)15
- 13 Teeth on elytral declivity contiguous, inserted on sutural interstriae, laterally compressed, triangular, with pointed tips, a prominent costa present on the lateral margin of the declivity at the same level, and another weaker costa more apically and laterally (Fig.9c). Larger species, .7 - 9 mm long.*Sinoxylon crassum* Lesne
- Teeth on elytral declivity not contiguous, inserted lateral to sutural interstriae, lateral margin of declivity without costae. Smaller species, up to 6 mm long.14
- 14 Elytral disc angularly separated from declivity; elytral margins carinate below, costate above, not rounded; submarginal carina along lateral margin of elytra curving dorsally at its posterior end to join carina forming lower margin of elytral declivity. Punctures of elytral disc increasing in size posteriorly, very coarse at upper margin of declivity.(Fig.9a,d).....*Sinoxylon anale* Lesne
- Elytral disc curving gradually into declivity; declivital margins rounded; submarginal carina along lateral margin of elytra continues to run parallel to elytral margin to reach suture. Punctures of elytral disc not greatly increasing in size towards declivity. (Fig.9b,e)*Sinoxylon unidentatum* (F.)
- 15 Posterior angles of pronotum lobed and projecting. Posterior part of pronotum with large, deep punctures. Male with two tubercles on elytral declivity, the outer forming an elongate costa, the inner forming a strong, pointed tooth directed inwardly and upwardly (Fig.7c); frons without a

nearly impunctate shining area in middle. Female without strong tubercles on elytral declivity, emargination between anterior angles of pronotum broad, extending about three quarters of distance between eyes; frons without a tuft of hairs. (Fig.7)

.....*Heterobostrychus aequalis* (Waterhouse)

— Posterior angles of pronotum rounded, at most slightly projecting. Posterior part of pronotum without large, deep punctures. Male frons with a shining almost impunctate area in middle. Female frons with a tuft of hairs; emargination between anterior angles of pronotum narrower.16

16 Pronotum as wide as long. Male with inner tooth on elytral declivity pointed in lateral view (Fig.8f); frons distinctly gibbous in lateral view; hooks on anterior angles of pronotum smaller than in female (Fig.8c,d). Female with hairs of frontal tuft shorter and sparser on upper part of frons, a dense tuft on the tubercle just above the epistoma; anterior angles of pronotum separated by about one-quarter of distance between eyes.....

.....*Heterobostrychus unicornis* (Waterhouse)

— Pronotum longer than wide. Male with inner tooth on elytral declivity stouter, bluntly tipped in lateral view, directed inwardly but not upwardly (Fig.8e); clypeus not gibbous in lateral view, in same plane as frons; hooks on anterior angles of pronotum larger than in female (Figs 8a,b,10). Female with hairs of frontal tuft longer and denser, lacking a pilose tubercle just above epistoma; anterior angles of pronotum separated by about one-third of distance between eyes.*Heterobostrychus pileatus* Lesne

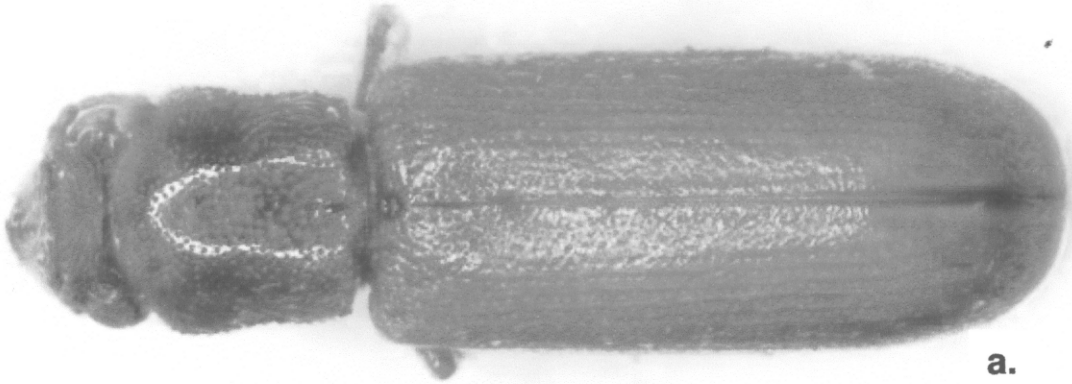
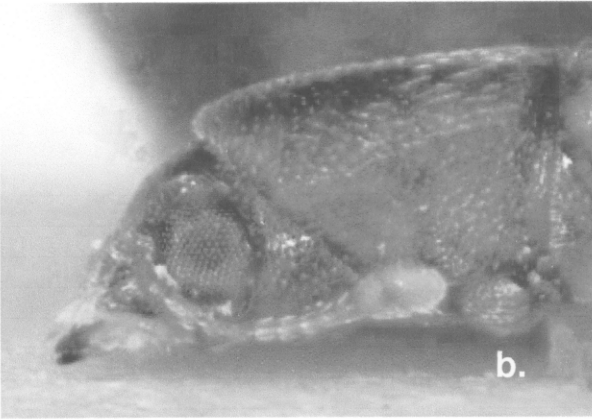
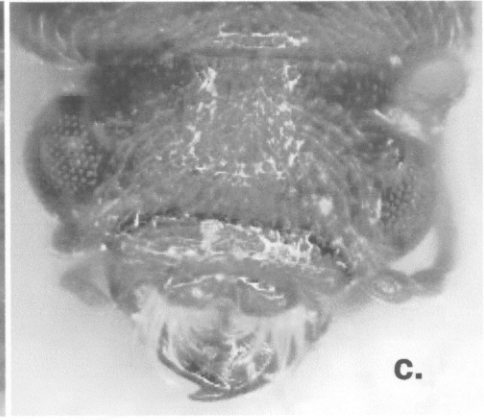
**a.****b.****c.**

Fig.1. *Lyctus africanus* Lesne 1907. Dorsal view (a), lateral view of head (b) and frontal view of head (c).

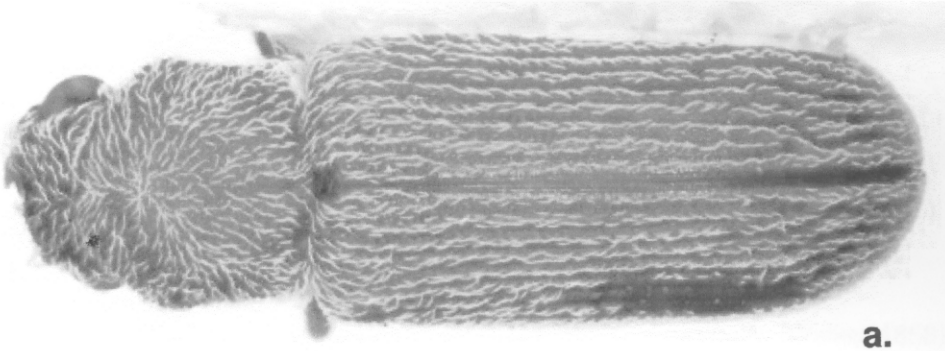
**a.****b.**

Fig.2. *Lyctus tomentosus* Reitter 1878. Dorsal view (a), lateral view of head and pronotum (b).

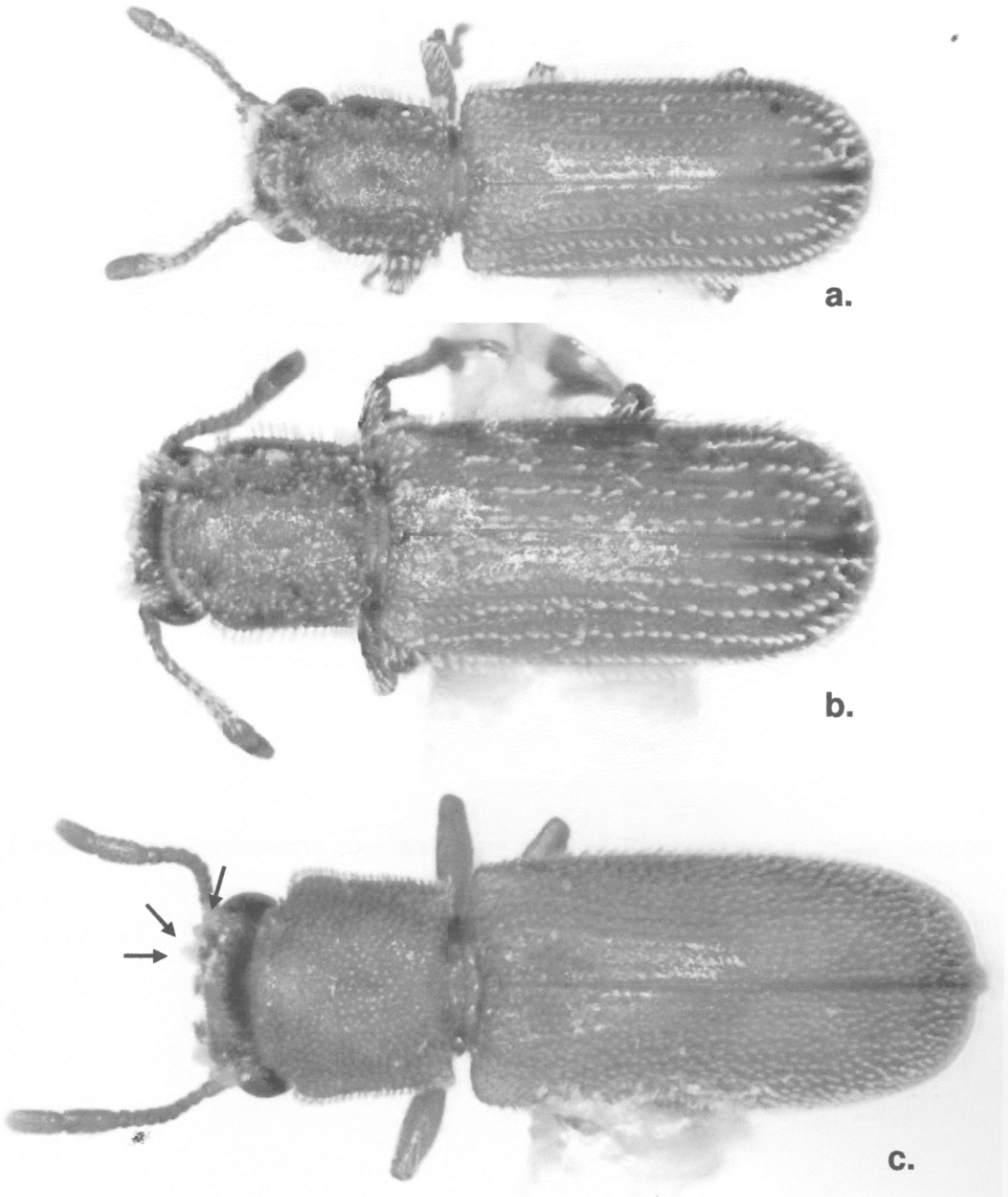


Fig.3. Dorsal views of *Minthea reticulata* Lesne 1931 (a), *Minthea rugicollis* (Walker 1858) (b), and *Lyctoxylon dentatum* (Pascoe 1866) (c). (The arrows show the groups of thickened, yellowish, erect hairs over the eyes, and on the frontal and postclypeal lobes).

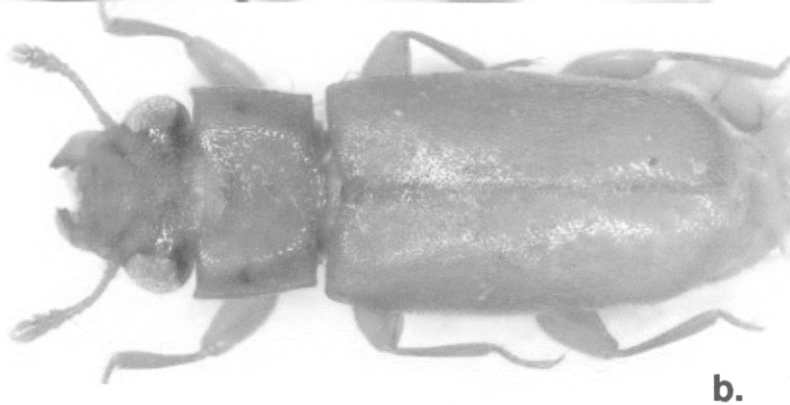


Fig.4. Dorsal views of *Lyctoderma coomani* Lesne 1932 (a), *Cephalotoma tonkinea* Lesne 1932 (b).

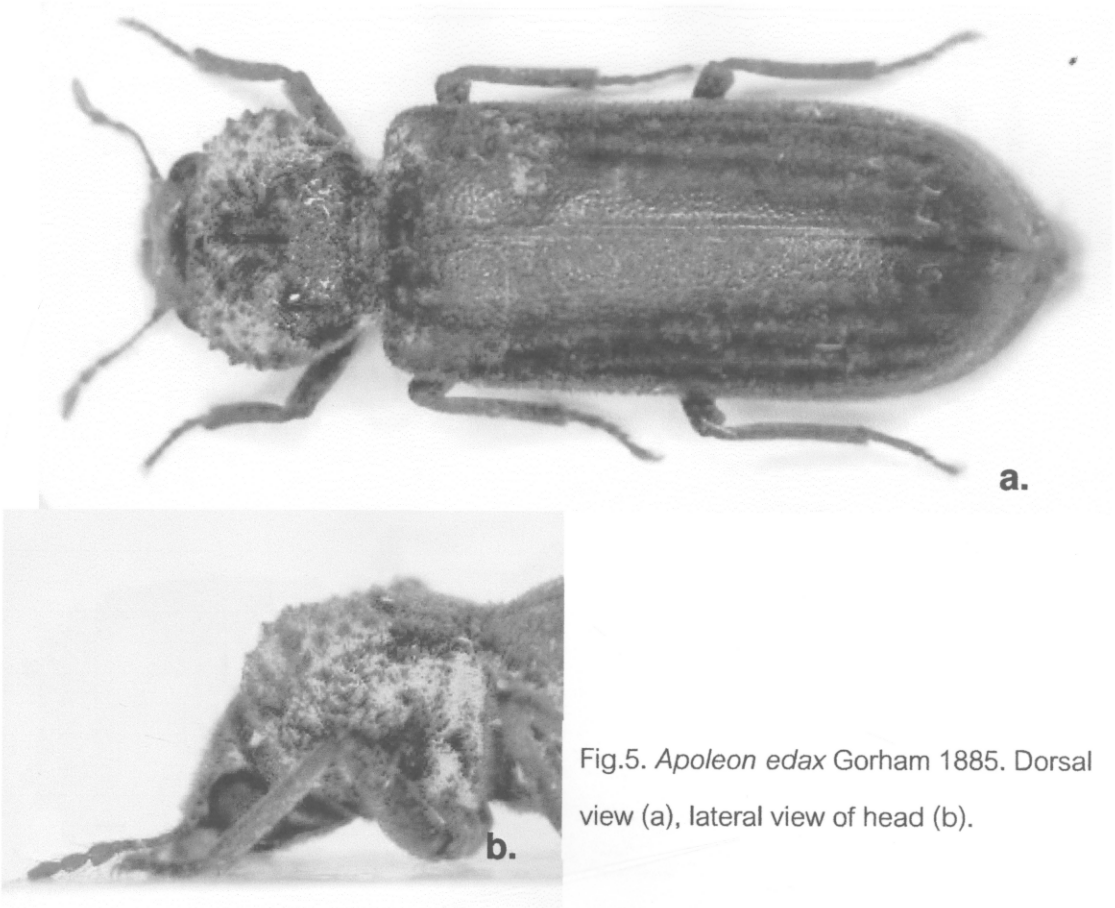


Fig.5. *Apoleon edax* Gorham 1885. Dorsal view (a), lateral view of head (b).

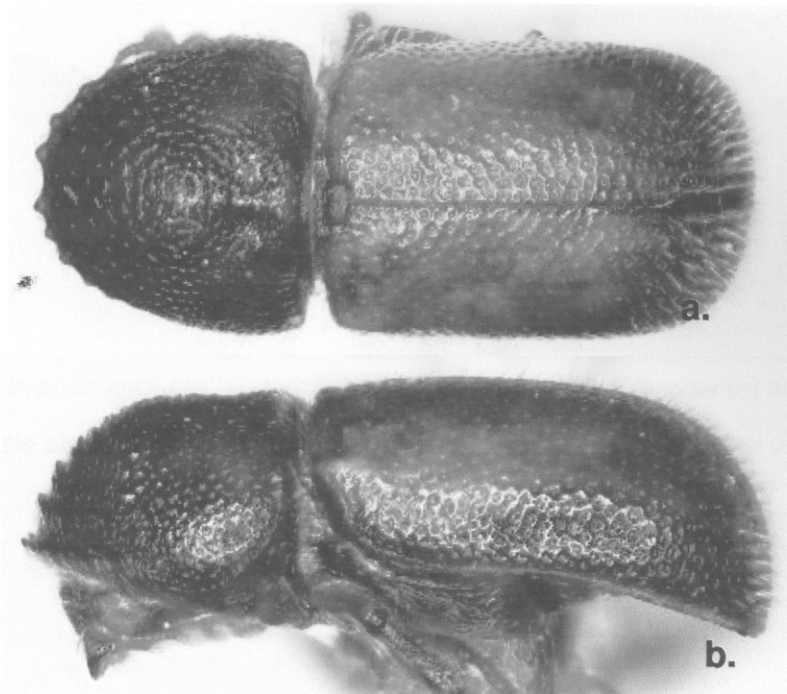


Fig.6. *Dinoderus minutus* (Fabricius 1775). Dorsal view (a) and lateral view (b).

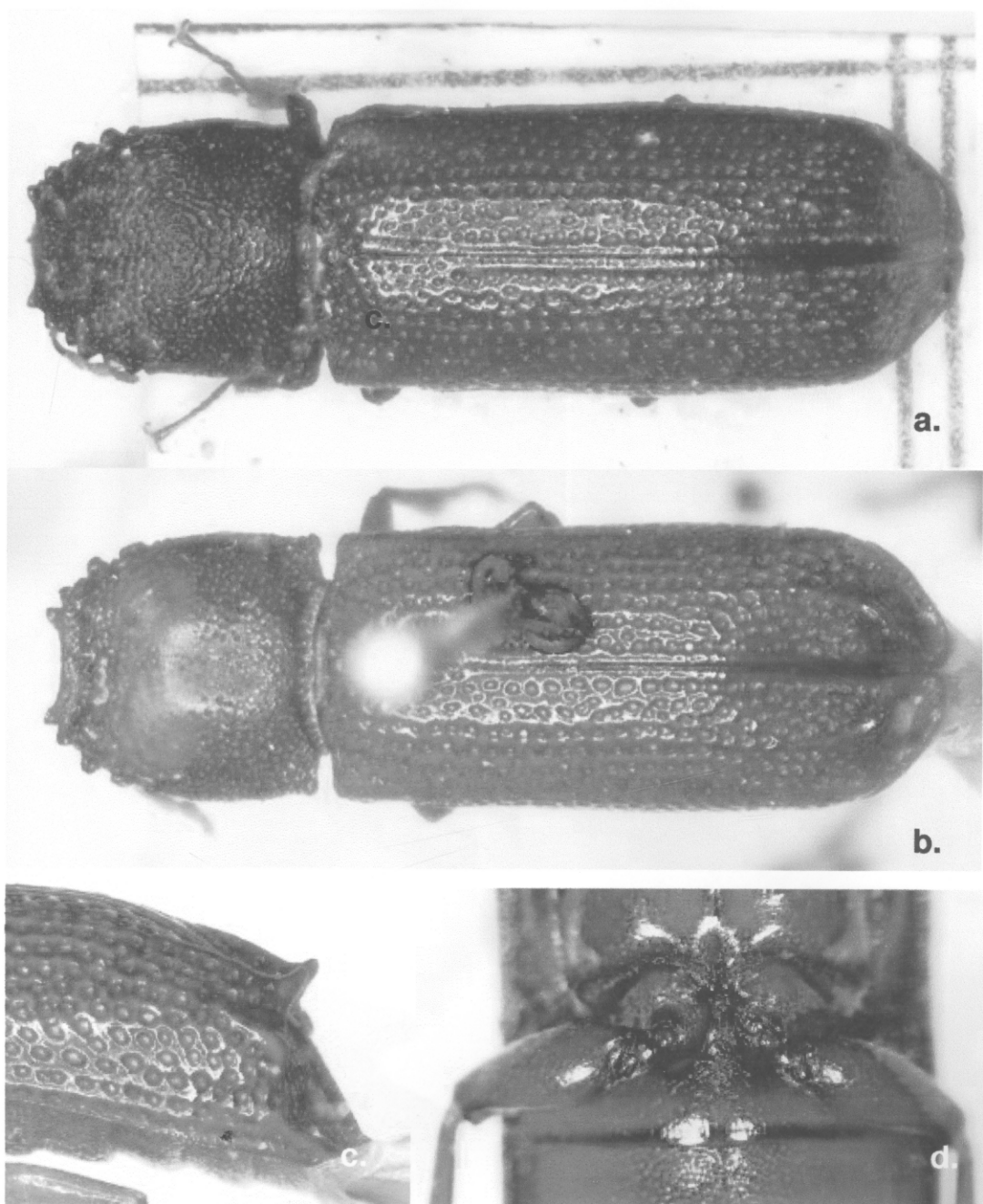


Fig.7. *Heterobostrychus aequalis* (Waterhouse 1884). Dorsal view of female (a) and male (b), lateral view of male elytral declivity (c), intercoxal process of the first abdominal ventrite (d).

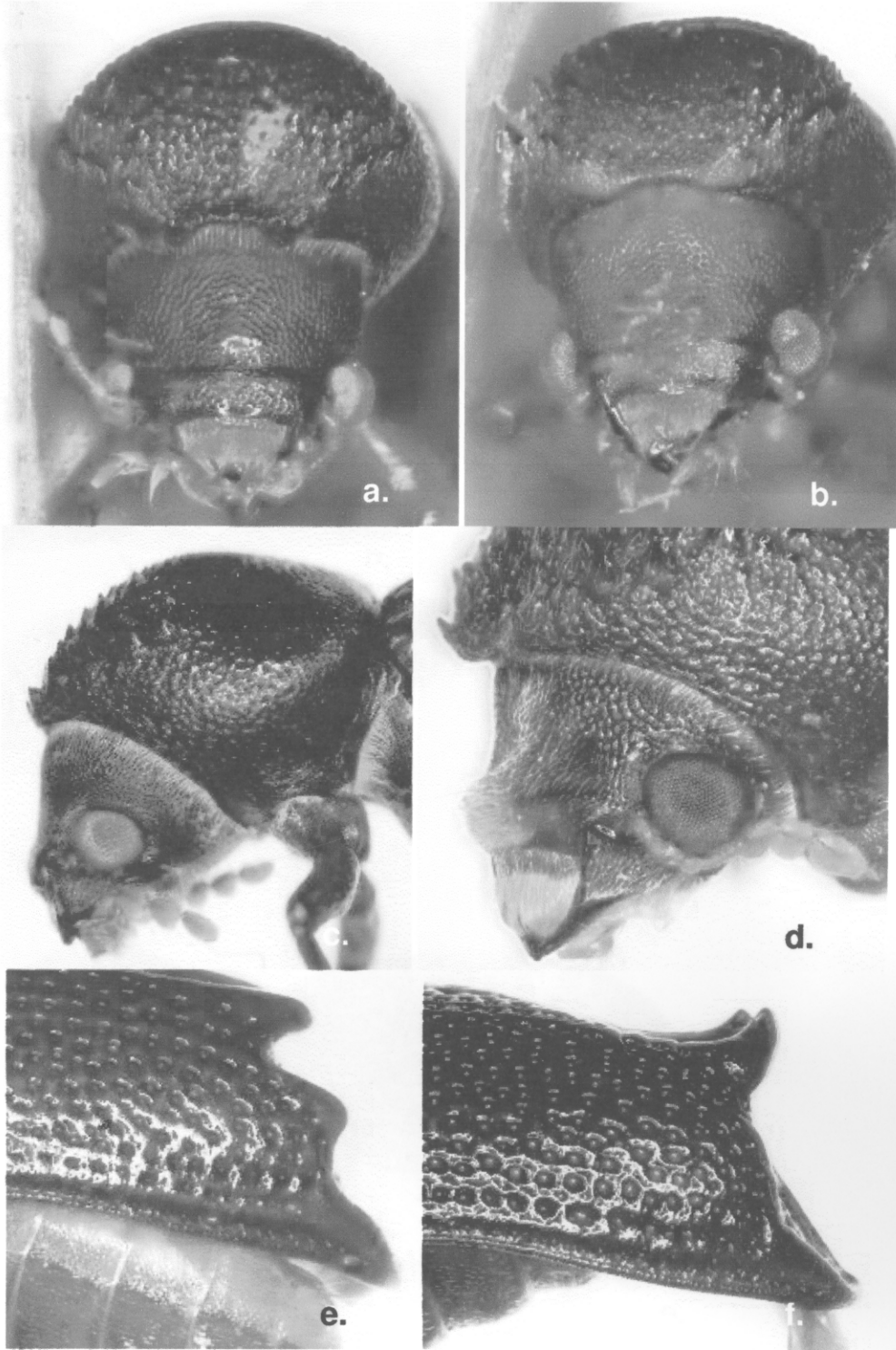


Fig.8. Head and pronotum of *Heterobostrychus pileatus* Lesne 1899 (frontal view, a-male, b-female), and *Heterobostrychus unicornis* (Waterhouse 1879) (c-male, frontal view; d-female, lateral view). Lateral view of male elytral declivity (e-*H. pileatus*, f-*H. unicornis*).

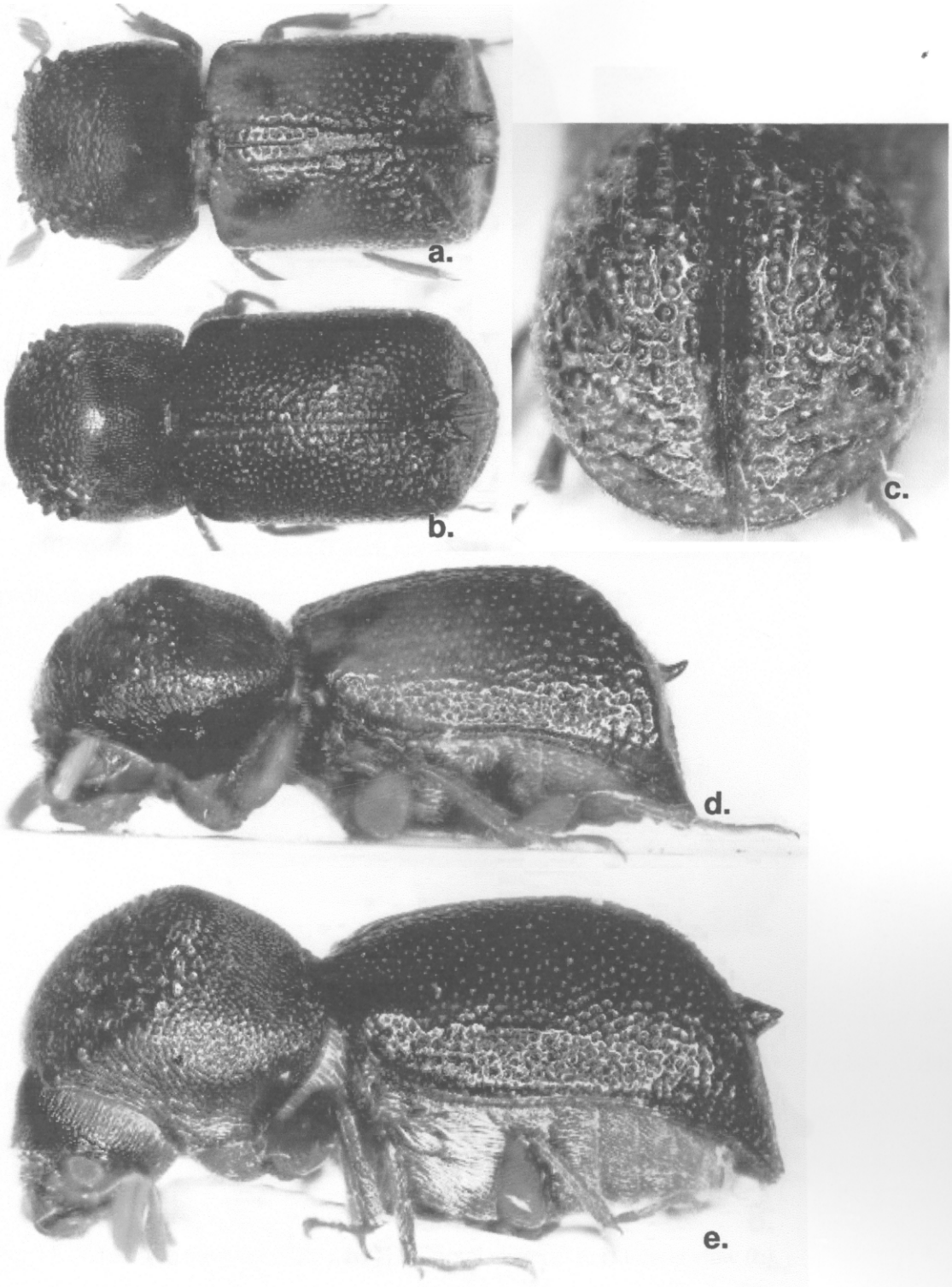


Fig.9. Dorsal view of *Sinoxylon anale* Lesne 1897 (a) and *Sinoxylon unidentatum* (Fabricius 1801) (b). Lateral view of *S. anale* (d) and *S. unidentatum* (e). Elytral declivity of *Sinoxylon crassum* Lesne 1897 (c).

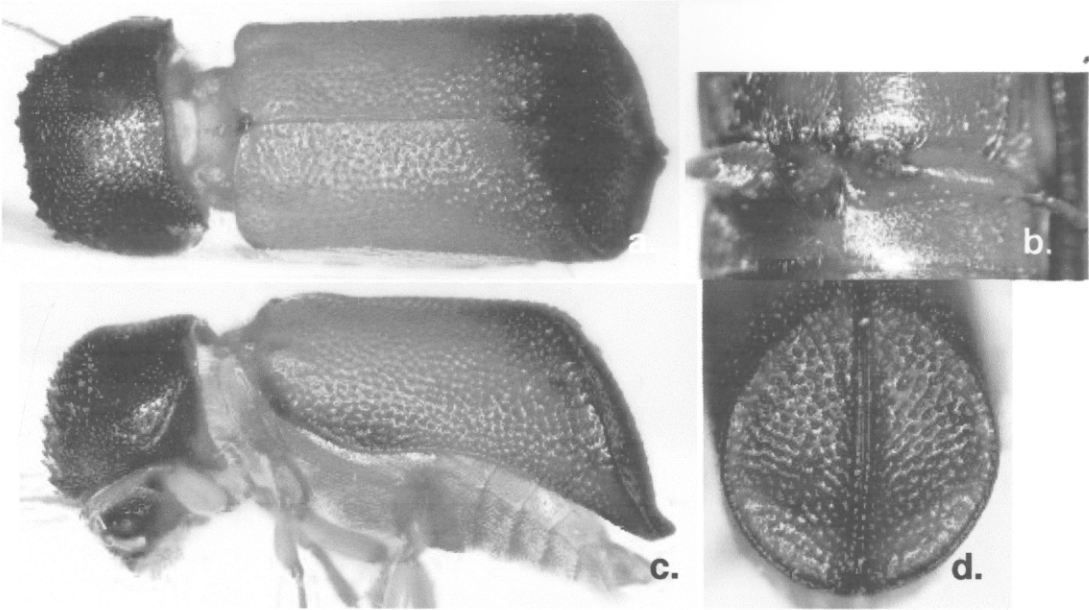


Fig.10. *Xylopsocus capucinus* (Fabricius 1781). Dorsal view (a), lateral view (c), intercoxal process of the first abdominal ventrite (b), and elytral declivity (d).

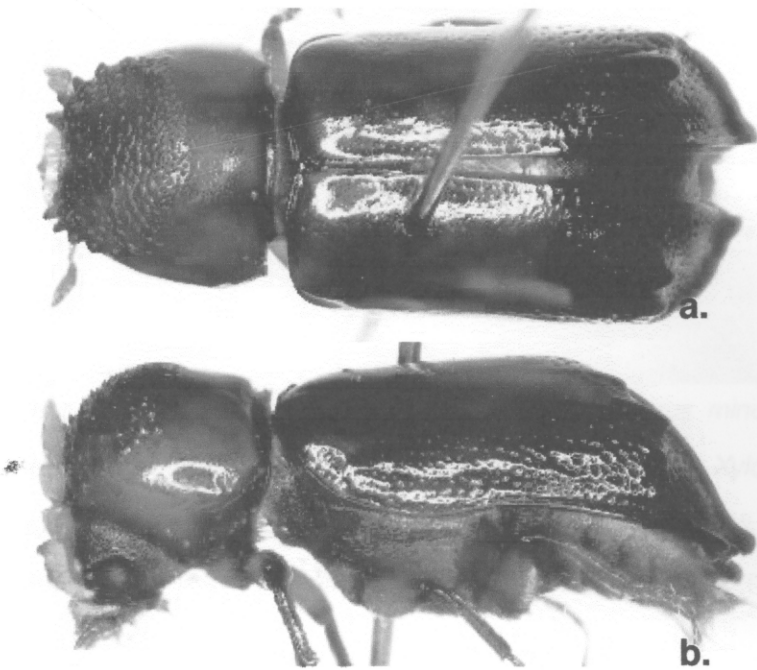


Fig.11. *Xylothrips flavipes* (Illiger 1801). Dorsal view (a) and lateral view (b).

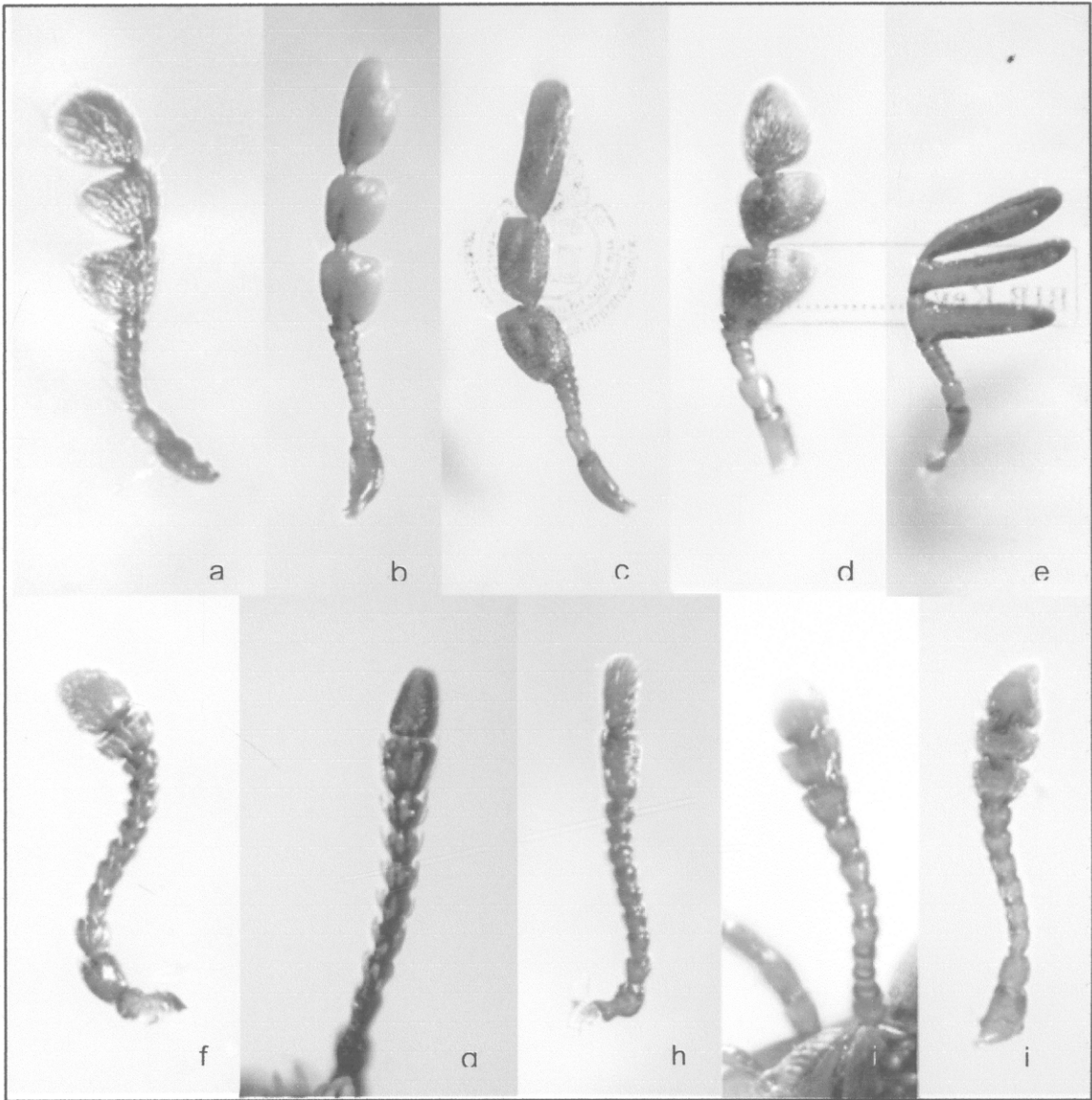


Fig.12. Bostrichid antennae. Upper row from left to right (a) *Dinoderus minutus* (Fabricius) (b) *Heterobostrychus aequalis* (Waterhouse) (c) *Xylothrips flavipes* (Illiger) (d) *Xylopsocus capucinus* (Fabricius) (e) *Sinoxylon anale* Lesne; lower row from left to right: (f) *Lyctus tomentosus* Reitter (g) *Minthea reticulata* Lesne (h) *Lyctoxylon dentatum* Pascoe (i) *Lyctoderma coomani* Lesne (j) *Cephalotoma tonkinea* Lesne.