

นิพนธ์ต้นฉบับ

ความหลากหลายชนิดและพฤติกรรมการหาอาหารของแมลงในการช่วยผสมเกสรดอกกฤษณา
ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

**Diversity and Foraging Behavior of Insect Visitors on Pollination of
Agarwood (*Aquilaria crassna* Pierre ex Lec.) Flowers at
Khao Yai National Park**

วัฒนชัย ตาเสน¹

สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ²

มาลัยพร ทาแก้ว³

ประวัติศาสตร์ จันทร์เทพ³

Kazuo Ogata⁴

Wattanachai Tasen¹

Suwan Tangmitcharoen²

Malaiporn Thakeaw³

Pravatsart Chanthep³

Kazuo Ogata⁴

¹ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok, 10900, Thailand E-mail: fforwct@ku.ac.th.

² กรมป่าไม้ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Royal Forest Department, Chatuchak, Bangkok, 10900, Thailand

³ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

National Park, Wildlife and Plant Conservation Department, Chatuchak, Bangkok, 10900, Thailand

⁴ Institute of Tropical Agriculture, Kyushu University, Fukuoka, 812-8500, Japan

รับต้นฉบับ 19 กันยายน 2551

รับลงพิมพ์ 11 พฤศจิกายน 2551

ABSTRACT

Flower visitors were collected from natural forest in Khao Yai National Park using air-flight Malaise traps, hand nets and by observation of foraging behavior. The data was collected during the *Aquilaria crassna* Pierre ex Lec. flowering season in March, April and May of 2006 and 2007. In total, 86 species from 4 orders and 34 families were found, of which, 46 species from the order Lepidoptera were the most common on flowers, followed by Hymenoptera, Diptera and Coleoptera with 25, 8 and 7 species, respectively. The highest frequencies of individual visitors on the flowers occurred during 20:00-22:00 and 10:00-12:00. In contrast, the lowest activity on the flowers was during 04:00-06:00. Regarding foraging behavior, moths spent the longest time on the flowers (25.36 ± 1.78 (n=46) s/flower), while wild bees spent the shortest time (8.66 ± 0.76 (n=27) s/flower). The results indicated that the nocturnal group (first pollination) and the diurnal group (second pollination) are the two major insect groups playing an important role in the pollination of agarwood.

Keywords: diversity, insect visitors, *Aquilaria crassna*, insect foraging behavior

บทคัดย่อ

ความหลากหลายชนิดของแมลงที่ตอมดอกกฤษณาได้ทำการศึกษาในพื้นที่ป่าธรรมชาติบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ สำนวระหว่างเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2550 ซึ่งเป็นช่วงที่ตอมดอกกฤษณา กำลังบาน โดยใช้กับดักมุ้ง สวิงจับแมลง และการเฝ้าสังเกตพฤติกรรมกรรมการหาอาหาร พบแมลงทั้งสิ้น 86 ชนิด ใน 34 วงศ์ (Family) จาก 4 อันดับ (Order) ดังนี้ อันดับ Lepidoptera (ผีเสื้อ) พบจำนวน 46 ชนิด รองลงมาเป็นแมลงในอันดับ Hymenoptera (ผึ้ง ต่อ แตน มด) จำนวน 25 ชนิด อันดับ Diptera (แมลงวัน) จำนวน 8 ชนิด และอันดับ Coleoptera (ด้วง) จำนวน 7 ชนิด ซึ่งช่วงเวลาที่แมลงลงตอมดอกมากที่สุดมีสองช่วง คือระหว่างเวลา 20.00-22.00 น. และ 10.00-12.00 น. ส่วนช่วงที่มีจำนวนแมลงลงตอมน้อยที่สุดคือเวลา 04.00-06.00 น. พฤติกรรมการตอมดอกของกลุ่มแมลงทั้งหมดพบว่า ผีเสื้อกลางคืนใช้เวลาในการลงตอมดอกมากที่สุดเฉลี่ย 25.36±1.78 วินาทีต่อดอก (n=46) ส่วนกลุ่มผึ้งป่าใช้เวลาที่น้อยที่สุดเฉลี่ย 8.66±0.76 วินาทีต่อดอก (n=27) จากแนวโน้มของพฤติกรรมการหาอาหารในแต่ละช่วงเวลาของแมลง และความพร้อมรับเรณูของยอดเกสรเพศเมีย แสดงให้เห็นว่าแมลงที่มีความสำคัญในการช่วยผสมเกสรให้แก่กฤษณาสามารถจัดได้สองกลุ่มใหญ่ๆ คือ กลุ่มแมลงที่หากินในช่วงกลางคืนซึ่งเป็นกลุ่มแรก (first pollination) และกลุ่มแมลงที่หากินในช่วงกลางวันเป็นกลุ่มที่สอง (second pollination)

คำสำคัญ : ความหลากหลายชนิด แมลงตอมดอก กฤษณา พฤติกรรมหาอาหารของแมลง

คำนำ

ไม้กฤษณาเป็นไม้เศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งในปัจจุบันได้มีการนำมาปลูกเป็นสวนป่ากันอย่างกว้างขวางมากขึ้น เนื่องจากเป็นไม้ที่มีความต้องการของตลาดและมีประโยชน์หลายประการ ส่วนใหญ่มักตัดจากป่าธรรมชาติโดยนำเนื้อไม้ส่วนที่มีสีเข้มและหอมมาสกัดเป็นน้ำมันกฤษณา หรือเผาไฟเพื่ออบหึ่งให้มีกลิ่นหอม และสามารถนำมาปรุงเป็นน้ำหอมคุณภาพดี ปัจจุบันมีหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนให้ความสนใจ เข้ามาสนับสนุนให้มีการปลูกกันมากขึ้น เพื่อลดการลักลอบเข้าไปตัดในป่าธรรมชาติ ทั้งนี้ไม้กฤษณาถูกจัดไว้เป็นพืชอนุรักษ์ในบัญชีที่ 2 ของอนุสัญญาไซเตส (CITES) หรืออนุสัญญาว่าด้วยการค้าระหว่างประเทศ (Nghia,

1998) การปลูกมักใช้กล้าที่เพาะจากเมล็ดเป็นหลัก ทำให้ปัญหาใหญ่คือ การขาดแคลนเมล็ดเพื่อการปลูก แม้ว่าจะมีการใช้เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไม้กฤษณาเพื่อผลิตกล้าไม้ให้ได้ครั้งละจำนวนมากๆ แต่ก็สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมากกว่าการผลิตกล้าโดยวิธีเพาะจากเมล็ด

กฤษณามักพบขึ้นในพื้นที่ชื้นและแล้ง ซึ่งในแต่ละปีในช่วงที่ไม้กฤษณาออกดอกจะมีดอกจำนวนมาก แต่มักจะพบว่ามีผลติดมากหรือน้อยแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ (สมคิด, 2525 และ ดิศจิตต์ ส่วนตัว, 2548) อาจมีข้อจำกัดอย่างใดอย่างหนึ่งในการกระบวนการผสมเกสรหรือการติดผล ดังนั้นการศึกษาความหลากหลายชนิดของแมลงที่ลงตอมดอกกฤษณา จึงเป็นแนวทางสำคัญในการอธิบายถึงความสัมพันธ์ของความสมบูรณ์ทางความ

หลากหลายของชนิดแมลงกับผลผลิตเมล็ดได้อีกแนวทางหนึ่ง ซึ่งจะทำให้ทราบถึงชนิดแมลงพฤติกรรมการช่วยผสมเกสรของแมลง และนิเวศวิทยาทางด้านการผสมเกสรของไม้กฤษณา ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการชี้วัดความสำคัญที่ต้องมีการอนุรักษ์ไม้กฤษณาตามธรรมชาติ หรือเป็นแนวทางในการดำเนินการจัดการในพื้นที่สวนผลิตเมล็ดเพื่อการสืบต่อพันธุ์ต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ศึกษาความหลากหลายชนิดของแมลงตอมดอกกฤษณา (diversity of floral visitors) ทำการคัดเลือกต้นกฤษณาที่เป็นตัวแทนที่ดีและที่กำลังจะออกดอกจำนวน 6 ต้น การสำรวจใช้สองวิธีโดยใช้วิธีละ 3 ต้น คือใช้กับดักมุ้ง (Air-flight malaise trap) ติดตั้งต้นละหนึ่งกับดักให้ใกล้บริเวณช่อดอกกฤษณามากที่สุด และ 3 ต้นที่เหลือใช้วิธีสำรวจโดยตรง ทำการบันทึกจำแนกชนิด และใช้สวิงจับกรณีไม่สามารถวินิจฉัยชนิดได้ในพื้นที่ หลังจากนั้นนำมาจำแนก ตรวจสอบชนิดในห้องปฏิบัติการกีฏวิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ศึกษาพฤติกรรมการลงตอมดอกของแมลงที่ช่วยผสมเกสร โดยใช้ต้นกฤษณาจำนวน 3 ต้นร่วมกับวิธีการสำรวจโดยตรง ทำการติดตั้งนั่งร้านให้ใกล้บริเวณกิ่งหรือเรือนยอดที่มีปริมาณช่อดอกกฤษณามากที่สุด การสังเกตพฤติกรรมการลงตอมดอกกฤษณา โดยจับเวลาการลงตอมลักษณะการลงตอมดอกกฤษณาของแมลงที่สำคัญในแต่ละชนิด การบันทึกความถี่ของแมลงที่ลงตอม

ดอกกฤษณา ทำการสุ่มเลือกช่อดอกกฤษณา 10 ช่อต่อต้น จำนวน 3 ต้น โดยนับจำนวนและชนิดของแมลงที่ลงตอมดอก แต่ละช่อใช้เวลานับประมาณ 30 วินาที จำนวน 10 ช่อดอกทุกต้นชั่วโมง โดยเริ่มสังเกตตั้งแต่ดอกชุดใหม่บานในวันที่สำรวจ เวลา 16.00 น. เรื่อยไปจนถึงเวลา 16.00 น. ของอีกวันหนึ่งรวมเป็น 24 ชั่วโมง ตามที่สุชาติ (2551) ได้รายงานว่ายอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร (receptive) ตั้งแต่ดอกบานไปจนถึงหลังช่วงดอกบานอย่างน้อย 12 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน 24 ชั่วโมง

3. ระยะเวลาในการสำรวจ เริ่มตั้งแต่เดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2550 ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ บริเวณน้ำตกทองแก้ว มอสิงโต และศูนย์ฝึกอบรมการป่าไม้เขาใหญ่ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่มีพื้นที่ครอบคลุมบางส่วนของจังหวัดนครราชสีมา ปราจีนบุรี สระบุรี และนครนายก เป็นพื้นที่ที่ขึ้นบัญชีเป็นมรดกทางธรรมชาติของโลก (The World Heritage) ในปี พ.ศ. 2548 ภายใต้ชื่อ *Dong Phrayayen-Khao Yai Forest Complex* (United Nations, 1992-2007; กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช, 2548) ลักษณะภูมิอากาศมีอุณหภูมิเฉลี่ยรอบปี 26.09 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิสูงสุดในเดือนเมษายนวัดได้ 33.85 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดในเดือนมกราคมวัดได้ 17.15 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี 1,152.8 มิลลิเมตร (สุชาติ, 2551) สภาพภูมิประเทศเป็นภูเขาสลับซับซ้อน มีพื้นที่ป่าที่มีความหลากหลายทางระดับสังคมพืช ทำให้มีความหลากหลายทางชีวภาพค่อนข้างสูง

4. การวิเคราะห์ค่าทางสถิติ ผลการศึกษาทั้งหมดรายงานเป็นค่าเฉลี่ย (means) และค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error) เปรียบเทียบ

ค่าเฉลี่ยโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน F-test Analysis of Variance (ANOVA) ของจำนวนตัว และความหลากหลายชนิดของแมลงที่ลงตอมดอก กฤษณา เปรียบเทียบความแตกต่างของช่วงเวลาการลงตอมดอกของแมลงในแต่ละช่วงเวลาโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

ผลและวิจารณ์

ความหลากหลายชนิดของแมลงตอมดอกกฤษณา

จากการศึกษาความหลากหลายชนิดของแมลงตอมดอกกฤษณา พบแมลงทั้งสิ้น 86 ชนิด ใน 33 วงศ์ (Family) และ 4 อันดับ (Order) ดังนี้ อันดับ Lepidoptera (ผีเสื้อ) พบจำนวน 46 ชนิด 10 วงศ์ ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีจำนวนชนิดมากที่สุดพบทั้งผีเสื้อกลางวัน (butterflies) และผีเสื้อกลางคืน (moths) รองลงมาเป็นแมลงในอันดับ Hymenoptera (ผึ้ง ต่อ แตน มด) จำนวน 25 ชนิด 10 วงศ์ อันดับ Diptera (แมลงวัน) จำนวน 8 ชนิด 7 วงศ์ และอันดับ Coleoptera (ด้วง) จำนวน 7 ชนิด 6 วงศ์ ซึ่งสอดคล้องกับ Soehartono and Newton (2001) ได้ศึกษานิเวศวิทยาการสืบพันธุ์ของไม้กฤษณาในสกุล *Aquilaria* ในประเทศอินโดนีเซีย พบแมลงตอมดอกกฤษณา 4 อันดับ เช่นกัน พบจำนวน 20 ชนิด เป็นแมลงในกลุ่มผีเสื้อกลางคืน 10 ชนิด พบลงตอมดอกระหว่างเวลา 18.00 ถึง 22.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่ดอกกฤษณากำลังบาน สอดคล้องกับการศึกษาของ สุชาดา (2551) ที่พบว่าช่วงเวลาการบานของดอกอยู่ในช่วงนี้เช่นกัน คือดอกเริ่มบานเต็มที่ตั้งแต่เวลา 18.00 น. เป็นต้นไป การศึกษาโดยการสำรวจแมลงตอมดอก ในช่วงเวลา 16.00-16.00 น. ของอีกวันหนึ่ง พบชนิดแมลงที่

เป็นกลุ่มผีเสื้อกลางคืนลงตอม 26 ชนิด โดยจะลงตอมดอกตั้งแต่ 18.00- 06.00 น. และอีกหนึ่งชนิดพบลงตอมดอกในช่วง 10.00- 12.00 น. จากการศึกษาและจากรายงานข้างต้นดังกล่าว แม้จะมีความแตกต่างกันในระดับชนิดที่พบ แต่ในระดับกลุ่มของแมลงที่เข้ามาใช้ประโยชน์จากดอกนั้นมีความใกล้เคียงกันเป็นส่วนใหญ่ แสดงให้เห็นว่าทั้งระยะเวลาในการศึกษา สภาพภูมิอากาศ และสถานที่หรือสภาพภูมิประเทศที่มีความแตกต่างกัน เป็นปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณและความหลากหลายชนิดของแมลงที่ช่วยในการผสมเกสรในแต่ละพื้นที่ด้วยเช่นกัน

การสำรวจเวลาที่ดอกเริ่มบานจนครบ 24 ชั่วโมง สามารถแบ่งได้ 2 ช่วงเวลาคือ ช่วงเวลากลางวัน และกลางคืน ดังนั้นจึงจำแนกแมลงออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่คือ แมลงหากินกลางวัน (diurnal visitors) และแมลงหากินกลางคืน (nocturnal visitors) และในแมลงที่ลงตอมดอกกฤษณาได้ทำการแบ่งเป็นกลุ่มย่อย 6 กลุ่ม ตามลักษณะของพฤติกรรมการหาอาหาร และกิจกรรมการดำรงชีวิตโดยสังเขปดังนี้คือ กลุ่มผีเสื้อกลางคืน (moths) กลุ่มผีเสื้อกลางวัน (butterflies) กลุ่มด้วง (beetles) กลุ่มผึ้งป่า (wild bees) กลุ่มต่อ แตน มด (wasps and ants) และกลุ่มแมลงวัน (flies) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) แมลงหากินกลางวัน (Diurnal Visitors)

คือแมลงที่มีกิจกรรมในช่วงเวลาระหว่าง 06.00-18.00 น. สำรวจพบจำนวนถึง 60 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 68.97 ของจำนวนชนิดที่พบทั้งหมด ประกอบด้วยแมลงทั้ง 6 กลุ่ม (Table 1) มีรายละเอียด ดังนี้

Table 1. Number of species and foraging rate of flower visitors visiting on agarwood flowers at Khao Yai National Park

Group	Family	Number of species		Total of species	% of individual		Mean of foraging rate (sec./flower)	Number of visits
		Nocturnal	Diurnal		Nocturnal	Diurnal		
1.Moths	6	26	1	27	99.76	0.80	25.36±1.78	46
2.Butterflies	5	0	19	19	0.00	12.32	10.94±0.17	110
3.Wasps and ants	6	0	15	15	0.00	15.20	12.12±0.63	13
4.Wild bees	3	0	10	10	0.00	16.32	8.66±0.76	27
5.Flies	7	0	8	8	0.00	51.68	11.28±0.59	22
6.Beetles	6	1	7	7	0.24	3.68	11.93±2.66	3
Total	33	27	60	86	100	100		

1.1) กลุ่มด้วง หรือพวกแมลงปีกแข็ง พบทั้งหมด 7 ชนิด อยู่ในวงศ์ Buprestidae, Chrysomelidae, Coccinellidae, Elateridae และ Scarabaeidae ที่ลงตอมดอกในช่วงกลางวัน ยกเว้นด้วงหนวดยาว (*Ceresium elongatum*) วงศ์ Cerambycidae ที่ลงตอมดอกกฤษฎณาทั้งสองช่วงเวลา โดยพบลงตอมในช่วงเวลาเย็น 18.30 น. ด้วย ในกลุ่มด้วงนี้คิดเป็นร้อยละ 3.68 ของจำนวนตัวที่ลงตอมดอกในช่วงกลางวันทั้งหมด ด้วงส่วนใหญ่มีพฤติกรรมเข้ามากินบางส่วนของดอก โดยเฉพาะกลีบดอก ก้านเกสรเพศผู้ และเพศเมีย อาจรวมทั้งเรณู และน้ำหวานด้วย พวกนี้ถูกจัดได้ว่าเป็นแมลงที่ช่วยผสมเกสรที่ล่าหลังโบราณที่สุดชนิดหนึ่ง (สาคิวรี, 2535) ด้วงในวงศ์ Scarabaeidae และ Chrysomelidae จัดเป็นกลุ่มแมลงที่ช่วยผสมเกสรที่สำคัญในบางครั้ง ส่วนในวงศ์อื่นบางชนิดที่ช่วยผสมเกสรด้วยเช่นกัน (Whitehead *et al.*, 1987) โดยทั่วไปแล้วด้วงเป็นแมลงที่ช่วยผสมเกสรที่มีความสำคัญน้อยกว่าผึ้ง ผีเสื้อกลางวันหรือผีเสื้อกลางคืน (Grant, 1950) ซึ่งจากงานวิจัยในประเทศมาเลเซีย พบด้วงที่ช่วยผสมเกสรให้กับพืชถึง 56 ชนิด โดยสังเกตจากเกสรที่ติดบนตัวของพวกด้วงเหล่านี้ ส่วนใหญ่อยู่ใน 3 วงศ์ ได้แก่ วงศ์

Chrysomelidae, Curculionidae และ Nitidulidae (Momose *et al.*, 1997)

1.2) กลุ่มแมลงวัน ในกลุ่มนี้พบเข้าลงตอมดอกในช่วงเวลากลางวันทั้งหมด จำนวน 8 ชนิด ใน 7 วงศ์ คือ วงศ์ Culicidae, Muscidae, Syrphidae, Tachinidae, Tephritidae, Asilidae และ Callophoridae โดยพบว่าแมลงวันทอง (*Bactocera correcta*) และแมลงวันหัวเขียว (*Chrysomya megacephala*) มักลงตอมดอกค่อนข้างนาน มีความถี่และสม่ำเสมอในการลงตอมแต่ละครั้ง จำนวนที่พบมาก คิดเป็นร้อยละ 51.68 ของจำนวนตัวที่ลงตอมดอกในช่วงกลางวัน ทำให้โอกาสที่แมลงวันจะเป็นพาหะนำพาเกสรเพศผู้ไปติดยังเกสรเพศเมียมีมากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งแมลงวันหัวเขียว (*Chrysomya* sp.) มีพฤติกรรมการลงตอมกินน้ำหวานที่ใช้เวลานาน (สมนึก, 2528) จากรายงานวิจัยเกี่ยวกับกลุ่มแมลงวันพบว่าตัวช่วยผสมเกสรที่ดีและมีประสิทธิภาพนั้นต้องมีจำนวนประชากรลงตอมดอกพืชจำนวนมากด้วย (สาคิวรี, 2535; วัฒนชัย, 2544) แต่เมื่อดูจากรายละเอียดของชนิดแล้ว พบว่าเป็นกลุ่มยุง ในวงศ์ Culicidae ซึ่งมีจำนวนตัวมากกว่าชนิดอื่น ส่วนใหญ่เป็นยุงเพศผู้ที่เข้าลงตอมดอกเพื่อตอมกินน้ำหวาน แม้จะมีขนาดเล็ก บางครั้ง

อาจจะช่วยให้เกิดการผสมเกสรได้แต่คาดว่าจะมีเปอร์เซ็นต์ที่น้อยกว่าแมลงวัน

1.3) กลุ่มผึ้งป่า จากการสำรวจพบจำนวนทั้งหมด 10 ชนิด พวกนี้เป็นกลุ่มที่จัดได้ว่ามีประสิทธิภาพในการเก็บเกสรและน้ำหวานของดอกไม้เป็นอย่างดี เป็นแมลงที่มีประโยชน์สำหรับการช่วยผสมเกสรให้แก่พืชชั้นสูงหลายชนิด ทำให้พืชต่างๆ มีผลผลิตสูงขึ้น (สิริวัฒน์ และคณะ, 2529) ผึ้งในวงศ์ Apidae สามารถช่วยผสมเกสรให้แก่พืชได้ถึง 80-100 เปอร์เซ็นต์ของชนิดพืชที่แมลงเหล่านี้ลงหาน้ำหวานและละอองเรณู (Crane and Walker, 1983) ในวงศ์ Apidae, Megachilidae และ Halictidae คิดเป็นร้อยละ 16.32 ของจำนวนตัวที่ลงตอมดอกไม้ในช่วงกลางวัน โดยอยู่ในวงศ์ Apidae ถึง 6 ชนิด และที่เหลืออยู่ในวงศ์ละสองชนิดดังกล่าว

1.4) กลุ่มต่อ แตน และมด พบทั้งหมด 15 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 15.20 ของจำนวนตัวที่ลงตอมดอกไม้ในช่วงกลางวัน แมลงกลุ่มนี้มีพฤติกรรมหลากหลาย ทั้งเป็นตัวล่า (predators) และตัวเบียน (parasites) การจัดในกลุ่มเดียวกันเนื่องจากลักษณะรูปร่างและพฤติกรรมใกล้เคียงกัน บางชนิดดักจับแมลงชนิดอื่นเป็นอาหาร หรือหากินเฉพาะน้ำหวานหรือทั้งสองอย่าง เป็นต้น ดังเช่นพวกมด มักพบมีพฤติกรรมส่วนใหญ่หากินน้ำหวานจากดอกไม้ บางชนิดหาเหยื่อจำพวกหนอนและสัตว์อื่นมาเป็นอาหารด้วย โอกาสน้อยที่จะช่วยผสมเกสรอาจเนื่องจากมีขนาดเล็ก แต่ถ้ามีจำนวนประชากรหรือจำนวนตัวต่อดอกไม้มากขึ้น อาจเป็นตัวผสมเกสรที่ดีที่ช่วยนำพาเกสรไปติดบนยอดเกสรตัวเมียได้ในกลุ่มต่อและแตนนั่น วัฒนชัย (2544) และ Tangmitcharoen *et al.*, (2006) พบว่าต่อในสกุล *Vespa* ลงตอมดอกสัก และช่วยทำให้เกิดการผสม

เกสรได้หลังจากลงตอมดอกไม้ ส่วนงานวิจัยดอกกุชญา (*Aquilaria* spp.) ในประเทศอินโดนีเซีย พบต่อแตนช่วยให้เกิดการผสมเกสรเช่นกัน โดยเฉพาะต่อชนิด *Eumenes atrophicus* มีความถี่ในการลงตอมดอกกุชญาตั้งแต่หกโมงเช้าจนถึงสี่โมงเย็น (Soehartono and Newton, 2001)

1.5) กลุ่มผีเสื้อกลางวัน จากการสำรวจพบจำนวน 19 ชนิดใน 5 วงศ์ เป็นกลุ่มที่พบมากที่สุด ในจำนวนชนิดที่พบแมลงลงตอมดอกไม้ในช่วงกลางวันทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 31.67 ส่วนจำนวนตัวคิดเป็นร้อยละ 12.32 ตัวเต็มวัยของผีเสื้อมักหาน้ำหวานจากดอกไม้ และของเหลวจากผลไม้ที่สุกงอม มูลสัตว์ และอื่นๆ เป็นอาหารเพื่อดำรงชีวิต มีปากที่มีลักษณะเป็นงวง (proboscis) ยื่นยาวออกมาใช้ในการดูดสารอาหาร (สาวิตรี, 2535) ดอกไม้ที่ดึงดูดผีเสื้อกลางวันมักจะมีสีแดงหรือสีน้ำเงิน และมีกลิ่นแรง (Ghazoul, 1997) ทั้งนี้ในจำนวนของผีเสื้อหนอนใบกุ่มธรรมดา (*Appias albina*) ลงตอมมากที่สุด รองลงมาเป็นผีเสื้อหนอนไม้กุ่มมดเลี้ยง (*Arhopala pseudocentaurus*) คิดเป็นร้อยละ 16.88 และ 12.99 ของกลุ่มผีเสื้อกลางวันที่พบทั้งหมด ตามลำดับ มักพบลงตอมดอกไม้ในช่วงเวลา 10.00-12.00 น. มากที่สุด

1.6) กลุ่มผีเสื้อกลางคืน จากการสำรวจพบเพียง 1 ชนิด คือผีเสื้อหญาลายเหลือง (*Amata* sp.) วงศ์ Arctiidae ซึ่งในจำนวนชนิดคิดเป็นร้อยละ 1.67 ของกลุ่มผีเสื้อกลางคืนทั้งหมด และพบเพียงร้อยละ 0.80 ของจำนวนตัวในกลุ่มแมลงที่หากินตอนกลางวัน ในทางลักษณะสัตววิทยานักกีฏวิทยาจัดกลุ่มนี้เป็นผีเสื้อกลางคืน แต่ในพฤติกรรมการหาอาหารแล้ว มักจะพบหาอาหารในตอนกลางวัน โดยทั่วไปจะเรียกเป็นพวกผีเสื้อกลางคืน

หากินตอนกลางวัน (day flying moth) โดยทั่วไปพวกนี้มักจะมีสีสันของปีกจุดคาด และมีลักษณะคล้ายกับผีเสื้อกลางคืนบางชนิด หรืออาจมีลักษณะคล้ายกับผึ้งหรือต่อ ลักษณะเช่นนี้มักเรียกว่าการเลียนแบบ (mimicry) ซึ่งเป็นวิวัฒนาการและพฤติกรรมในการป้องกันตัวหรือการดำรงชีวิต เพื่อให้รอดพ้นจากศัตรูและประสบความสำเร็จในการสืบต่อพันธุ์ของผีเสื้อพวกนี้ได้ต่อไป

2) แมลงหากินกลางคืน (Nocturnal Visitors) คือ แมลงที่มีกิจกรรมในช่วงเวลาตั้งแต่ 18.00 - 06.00 น. ของวันถัดไปพบจำนวน 27 ชนิด ใน 2 อันดับ (Lepidoptera และ Coleoptera) จำแนกได้ 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผีเสื้อกลางคืน และกลุ่มด้วง ส่วนใหญ่ร้อยละ 96.30 เป็นกลุ่มผีเสื้อกลางคืน มีเพียงด้วงหนวดยาว (*Ceresium elongatum*) ชนิดเดียวที่พบลงตอมดอกกฤษณาในช่วงกลางคืน

ส่วนผีเสื้อกลางคืนที่ลงตอมดอกมีทั้งหมด 26 ชนิด ใน 5 วงศ์ ทั้งนี้ในวงศ์ Pyralidae และ Noctuidae พบ 10 ชนิดเท่ากัน และจำนวนตัวในวงศ์ Pyralidae พบมากที่สุด (Figure 1) คิดเป็นร้อยละ 80.44 ของกลุ่มผีเสื้อกลางคืนทั้งหมด โดยเฉพาะผีเสื้อหนอนกอจุดเหลืองเล็ก (*Xanthomelaena schematias*) และผีเสื้อหนอนกอสกุล *Endotricha* มีความหนาแน่นของประชากรมากกว่าชนิดอื่นคิดเป็นร้อยละ 23.96 และ 16.87 ตามลำดับ และความถี่ที่ลงตอมดอกพบเกือบตลอดช่วงเวลาในช่วงกลางคืน แต่ทั้งนี้จำนวนตัวจะลดลงหลังเวลา 22.00 น. รองลงมาอยู่ในวงศ์ Noctuidae และ Arctiidae คิดเป็นร้อยละ 10.02 และ 7.58 ตามลำดับ ส่วนที่เหลืออีก 2 วงศ์ คือ Thyrididae และ Lasiocampidae พบเพียงวงศ์ละชนิดเท่านั้น โดยมีจำนวนตัวที่พบคิดเป็นร้อยละ 1.47 และ 0.49 ตามลำดับ

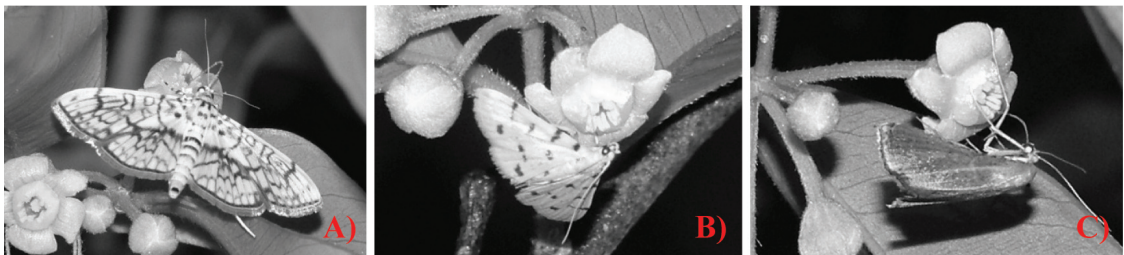


Figure 1. Insect nocturnal visitors foraging on Agar Wood flowering, A) *Haritalodes derogate*, B) *Endotricha* sp. and C) *Xanthomelaena schematias*.

ผีเสื้อกลางคืนเป็นแมลงผสมเกสรให้แก่พืชหลายชนิด (Whitehead *et al.* 1987; Makholela and Manning, 2006) ส่วนใหญ่ลงตอมดอกที่บานตอนกลางคืน ซึ่งเป็นดอกที่มีกลิ่นแรงและมีสีซีด (Ghazoul, 1997) และมีหลายงานวิจัยที่รายงานว่าผีเสื้อกลางคืนเป็นตัวช่วยผสมเกสรที่สำคัญให้กับพืชที่บานกลางคืน ซึ่งคือ *Struthiola ciliata* ในแอฟริกาใต้ ก็พบว่าผีเสื้อกลางคืนช่วยผสมเกสร

และมักเริ่มลงตอมในช่วงเวลา 18.30-19.30 น. ด้วย (Makholela and Manning, 2006) และ Soehartono and Newton (2001) รายงานว่าพบผีเสื้อกลางคืน 12 ชนิด ที่ลงตอมดอกกฤษณาในประเทศอินโดนีเซีย ส่วนใหญ่เป็นผีเสื้อหนอนกอในวงศ์ Pyralidae 8 ชนิด และลงตอมดอกในช่วงเวลาหกโมงเย็นถึงสองทุ่ม มีความหนาแน่นของจำนวนตัวต่อวันเป็นจำนวนมากด้วย

พฤติกรรมของแมลงในการช่วยผสมเกสรดอกกฤษณา

จากการสังเกตพฤติกรรมของแมลงที่ลงตอมดอกกฤษณาเป็นรายชนิดนั้น เริ่มสำรวจตั้งแต่เวลา 16.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่ดอกกฤษณา ชูดใหม่กำลังเริ่มบานในรอบของวันนั้น เป็นช่วงที่สามารถสังเกตและบันทึกจำนวนชนิดของแมลงที่แท้จริงในการเข้ามาใช้ประโยชน์หรือตอมดอกนั่นเอง จนถึงเวลา 16.00 น. ของอีกวัน เพื่อให้ทราบถึงและครอบคลุม จำนวนตัว จำนวนชนิด ของกลุ่มที่เข้าตอมดอกกฤษณามากที่สุด พบว่าช่วงเวลาที่แมลงลงตอมดอกนั้นจะเริ่มมีจำนวนชนิดและจำนวนตัวเข้าลงตอมตั้งแต่ช่วงเวลา 18.00 น. เป็นต้นไป ทั้งนี้เนื่องจากในป่าธรรมชาติจะมีคเร็วกว่า นั่นก็แล้วแต่

ละฤดูกาล และขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศในแต่ละวัน โดยบางวันอาจมีแสงแดดจัดหรือมีฝนตกฟ้าครึ้มทำให้เวลาในการลงตอมต่างกันหรือเหลื่อมล้ำกันบ้าง ในแต่ละระดับช่วงเวลาที่สำรวจเฉลี่ยทั้งวันของจำนวนแมลงทั้งหมดที่ลงตอมแล้ว พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F=30.13$, $d.f.=11$; $P<0.01$) และเมื่อนำ Duncan's New Multiple Range Test เปรียบเทียบในแต่ละช่วงเวลาที่กลุ่มแมลงลงตอมพบมีค่าความแตกต่างกัน 6 ช่วงเวลา ดังภาพแสดงไว้ใน Figure 2 ช่วงที่จำนวนแมลงลงตอมมากที่สุดมีสองช่วงเวลา คือ ระหว่างเวลา 20.00-22.00 น. และ 10.00-12.00 น. ส่วนในช่วงเวลา 04.00-06.00 น. มีจำนวนแมลงลงตอมน้อยที่สุด

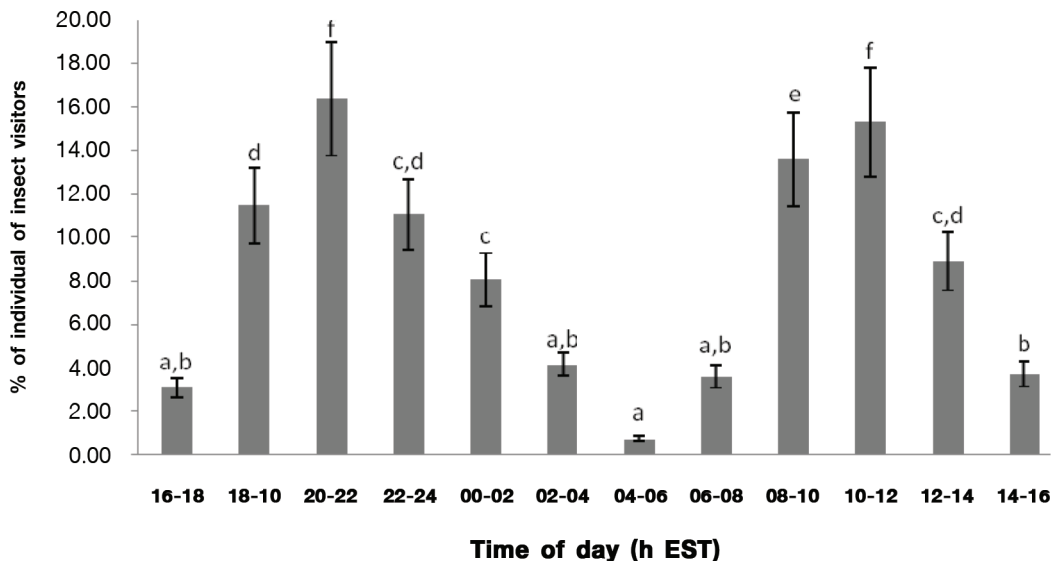


Figure 2. Percentage of number of insect visiting rates to agarwood canopies for each observation flowering period in natural forest. Vertical error bars shown standard error means of each variable with the same letter are not significantly different at $P<0.05$ as determined by the Duncan's New Multiple Range Test.

ในช่วงแรกของการบาน แมลงที่ลงตอมดอกส่วนใหญ่เป็นกลุ่มผีเสื้อกลางคืน พบมากที่สุดในเวลา 19.00- 21.00 น. (ช่วงเวลา 18.00- 22.00 น.) โดยในสองช่วงเวลาดังกล่าวคิดเป็นร้อยละ 22.53 และ 33.45 ตามลำดับ ของกลุ่มที่ลงตอมดอกในช่วงเวลากลางคืนทั้งหมด ซึ่งใกล้เคียงกับผีเสื้อกลางคืนที่เริ่มลงตอมดอก *Struthiola ciliata* ในช่วงพลบค่ำหรือในช่วงเวลา 18.30-19.30 น. (Makholela and Manning, 2006) หลังจากช่วงเวลาดังกล่าวทั้งจำนวนชนิดและจำนวนตัวเริ่มลดลง และจากแนวโน้มของการหาอาหารจะเห็นได้ว่าผีเสื้อกลางคืนมีพฤติกรรมเข้ามาใช้ประโยชน์หรือมีกิจกรรมเกือบตลอดคืน แสดงถึงโอกาสของดอกกฤษณาที่จะได้รับการผสมเกสรเพิ่มมากขึ้นด้วยเช่นกัน จึงจัดเป็นกลุ่มสำคัญเป็นกลุ่มแรกที่จะช่วยผสมเกสร (first pollination) ให้กับดอกกฤษณา ซึ่งสอดคล้องกับ สุชาดา (2551) ที่รายงานว่าช่วงเวลาที่เหมาะสมในการผสมเกสรของกฤษณามากที่สุดอยู่ในช่วงเวลา 18.00- 21.00 น. เนื่องจากเป็นช่วงที่ขอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสร ทำให้เกิดประสิทธิภาพหรือประสพผลสำเร็จในการติดผลที่ดีที่สุด

จากการสังเกตพฤติกรรมกรรมการตอมดอกของกลุ่มผีเสื้อกลางคืน พบว่ามีอัตราการหาอาหาร (foraging rate) หรือตอมดอกเฉลี่ย 25.36±1.78 วินาทีต่อดอก ซึ่งผีเสื้อกลางคืนในวงศ์ Pyralidae มีพฤติกรรมเข้าลงตอมดอกนานที่สุดเฉลี่ย 27.39±4.45 วินาทีต่อดอก ส่วนใหญ่ผีเสื้อในกลุ่มนี้มีลักษณะลำตัวค่อนข้างบอบบางและขนาดเล็ก เมื่อบินลงตอมดอกมักจะค่อยๆ เดินเข้าไปให้ใกล้กึ่งกลางดอกแล้วจึงใช้ขงปากสอดเข้าดูดกินน้ำหวาน ทำให้อัตราการลงตอมแต่ละครั้งต้องใช้เวลาค่อนข้างนาน ในวงศ์นี้พบทั้งจำนวนชนิดและจำนวนตัวมากที่สุด โดยเฉพาะผีเสื้อหนอนกอจุดเหลือง (*Xanthomelaena schematias*)

ที่พบมากที่สุด มีอัตราการลงตอมดอกนานที่สุดเฉลี่ย 30.64±4.59 วินาทีต่อดอก รองลงมาเป็นผีเสื้อหนอนกอในแดง (*Endotricha* spp.) ซึ่งชนิดนี้ลงตอมดอกมากด้วยเช่นกัน มีอัตราการลงตอมดอกเฉลี่ย 29.75±5.20 วินาทีต่อดอก ส่วนผีเสื้อกลางคืน *Parallelia rigidistria* ในวงศ์ Noctuidae มีอัตราการลงตอมดอกเร็วที่สุดในกลุ่มผีเสื้อกลางคืน เฉลี่ย 20.59±4.49 วินาทีต่อดอก ผีเสื้อกลางคืนในวงศ์นี้เป็นผีเสื้อที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ เวลาลงเกาะเพื่อตอมดอกจะกระพือปีกหรือใช้ขาเกี่ยวกลีบเลี้ยงของดอกไม้ แล้วใช้ขงปากที่ยาวสอดเข้าไปดูดกินน้ำหวานภายในดอกอย่างรวดเร็ว

ส่วนในช่วงเวลากลางวันเริ่มตั้งแต่วันที่ 6.00-18.00 น. พบว่าแมลงที่ลงตอมดอกในช่วง 10.00-12.00 น. มากที่สุด รองลงมาเป็นช่วงเวลา 8.00-10.00 น. กลุ่มแมลงที่ลงตอมดอกในช่วงเวลากลางวัน จัดเป็นกลุ่มที่ช่วยผสมเกสรสำคัญกลุ่มที่สอง (second pollination) เป็นกลุ่มที่ลงตอมดอกหลังจากพวกกลุ่มกลางคืนลงตอมแล้ว หรือดอกที่ยังไม่มีการลงตอม เพื่อหาอาหารที่ยังหลงเหลืออยู่ ฉะนั้นถือได้ว่าเป็นโอกาสอีกครั้งของดอกกฤษณาที่จะได้รับการช่วยผสมเกสรทำให้เกิดการติดผลได้เพิ่มมากขึ้น โดยขอดเกสรเพศเมียพร้อมรับการผสมเกสรตั้งแต่หลังจากดอกบานอย่างน้อย 12 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน 24 ชั่วโมง (สุชาดา, 2551) ซึ่งเป็นช่วงที่มีความสำคัญในกระบวนการสืบต่อพันธุ์ของกฤษณา

แมลงที่ลงตอมดอกในช่วงกลางวันมีพฤติกรรมที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละชนิด ทั้งนี้ได้ให้ความสำคัญและศึกษาพฤติกรรมในชนิดที่พบจำนวนมากและคาดว่าเป็นแมลงที่ช่วยผสมเกสร ดังนี้ คือกลุ่มผึ้งป่า ได้แก่ ผึ้งหลวง (*Apis dorsata*) ผึ้งมี้ม (*A. florea*) ผึ้งโพรง (*A. cerana*) ชันโรงคอลลินา (*Trigona collina*) ผึ้งโนเมีย (*Nomia* sp.) ผึ้งรูตีฟ้า (*Amegila* sp.) ผึ้งกั๊ดโบ (*Megachile* sp.)

ผึ้งกัดใบ (*Heriades* sp.) ผึ้งแมลงภู่น้ำใหญ่ (*Xylocopa tenuiscapa*) และผึ้งหน้าแหลม (*Lasioglossum* spp.) โดยพฤติกรรมการลงตอมดอกของแมลงในกลุ่มนี้ มักจะบินร่อนบริเวณใกล้ๆ ดอกก่อนแล้วลงเกาะดอกบริเวณกลางดอก เข้าดูดกินน้ำหวาน จากนั้นจึงจะเข้ามาเก็บเรณู บางครั้งอาจพบเก็บเรณูก่อนแล้วจึงกินน้ำหวาน โดยผึ้งในสกุล *Apis* และ *Trigona* มักใช้ปากและขาหน้าปิดเขี่ยเรณู ไปเก็บไว้ที่ตะกร้าเก็บเรณู (pollen baskets) ที่ขาหลัง พฤติกรรมการย้ายจากดอกหนึ่ง ไปอีกดอกหนึ่งนั้น มักจะย้ายไปในช่วงสั้นๆ บ่อยครั้งพบบินลงตอมดอกเดิมเพื่อเก็บเรณูซ้ำ เนื่องจากกลุ่มผึ้งส่วนใหญ่ต้องการน้ำหวานและเกสรไปเลี้ยงตัวอ่อนในรังเป็นจำนวนมาก (พงศเทพ, 2525) มีอัตราการลงตอมดอกเฉลี่ย 8.66 ± 0.76 วินาทีต่อดอก ในกลุ่มผึ้งป่าชนิดที่เหลือส่วนใหญ่เป็นผึ้งโดดเดี่ยว (solitary bee) มีการดำรงชีวิตเป็นแบบกึ่งสังคม (sub-social bees) ไม่มีขาคู่หลังที่เป็นแบบตะกร้าเก็บเกสร แต่มีขนสามารถใช้เก็บเกสรได้ มีลักษณะเป็นแผงขนแข็ง (scopa) อยู่ตามบริเวณส่วนของขา ลำตัว ปล้องอก หรือปล้องท้อง มากน้อยตามแต่ละชนิด มีอัตราการลงตอมดอกเฉลี่ย 2.71 ± 0.71 วินาทีต่อดอก ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีอัตราการลงตอมดอกใช้เวลา น้อยที่สุด พฤติกรรมการลงตอมแต่ละครั้งมักย้ายดอกหรือมักตอมระหว่างดอกหรือระหว่างช่อหรือระหว่างต้น แมลงกลุ่มนี้ทำให้กฤษฎามีโอกาสที่จะได้รับผสมข้ามสูง เนื่องจากการย้ายดอกและการบินไปมาข้ามต้นบ่อยขณะลงตอม ซึ่งกฤษฎาจัดเป็นพืชที่มีระบบการสืบพันธุ์แบบผสมข้าม (cross-pollination) (Soehartono and Newton, 2001; สุชาติดา, 2551)

ส่วนพฤติกรรมการหาอาหารของแมลงในกลุ่มด้วง แมลงวัน ผีเสื้อกลางวัน ต่อ แตน และมด

นั้น มีอัตราการลงตอมดอกเฉลี่ยดังแสดงใน Table 1 ซึ่งกลุ่มต่อ แตน และมด จะใช้เวลานานกว่ากลุ่มอื่นในการลงตอมดอก โดยมดมีพฤติกรรมลงตอมดอกที่ใช้เวลานานกว่าชนิดอื่น เนื่องจากมีลำตัวขนาดเล็กและเคลื่อนที่โดยการเดิน

สรุปและข้อเสนอแนะ

ความหลากหลายชนิดของแมลงที่ลงตอมดอกกฤษฎาพบแมลงทั้งสิ้น 86 ชนิด ใน 34 วงศ์ (Family) และ 4 อันดับ (Order) ดังนี้ อันดับ Lepidoptera (ผีเสื้อ) พบจำนวน 46 ชนิด 10 วงศ์ ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีจำนวนชนิดมากที่สุดพบทั้งผีเสื้อกลางวัน (butterflies) และผีเสื้อกลางคืน (moths) รองลงมาเป็นแมลงในอันดับ Hymenoptera (ผึ้ง ต่อ แตน มด) จำนวน 25 ชนิด 10 วงศ์ อันดับ Diptera (แมลงวัน) จำนวน 8 ชนิด 7 วงศ์ และอันดับ Coleoptera (ด้วง) จำนวน 7 ชนิด 6 วงศ์ และทำการจำแนกแมลงเหล่านี้ออกเป็น 2 พวก คือแมลงหากินกลางวัน (diurnal visitors) คือมีกิจกรรมในช่วงเวลาระหว่าง 06.00 น. ถึง 18.00 น. สํารวจพบจำนวนชนิดของผีเสื้อกลางวันมากที่สุด รองลงมาเป็นกลุ่มต่อ แตน มด จำนวน 19 และ 15 ชนิด ตามลำดับ และแมลงหากินกลางคืน (nocturnal visitors) คือมีกิจกรรมในช่วงเวลา 18.00 น. ถึง 06.00 น. ส่วนใหญ่เป็นแมลงในกลุ่มผีเสื้อกลางคืนคิดเป็นร้อยละ 96.30 และจากการสังเกตช่วงเวลาที่มีแมลงเข้าลงตอมดอกพบมากที่สุดมีสองช่วงเวลาคือระหว่างเวลา 20.00-22.00 น. และ 10.00-12.00 น. ส่วนช่วงเวลาที่มียังมีแมลงลงตอมน้อยที่สุดคือเวลา 04.00-06.00 น. ในพฤติกรรมการตอมดอกของกลุ่มแมลงพบว่า ผีเสื้อกลางคืนมีอัตรา

การลงตอมดอกเฉลี่ยมากที่สุด 25.36 ± 1.78 ($n=46$) วินาทีต่อดอก และกลุ่มผึ้งป่ามีอัตราการลงตอมดอกเฉลี่ยน้อยที่สุด 8.66 ± 0.76 ($n=27$) วินาทีต่อดอก

จากแนวโน้มนพฤติกรรมกรรมการหาอาหาร ความหนาแน่นและความถี่ของจำนวนตัวในแต่ละชนิดของกลุ่มแมลงที่ลงตอมดอก สอดคล้องกับช่วงเวลาที่ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับเรณู สามารถจัดความสำคัญของแมลงที่ช่วยผสมเกสรให้แก่ดอกกฤษณา คือกลุ่มแมลงที่หากินกลางคืน ซึ่งจัดเป็นแมลงกลุ่มแรกที่เข้าช่วยผสมเกสร (first pollination) ส่วนกลุ่มแมลงที่หากินตอนกลางวัน จัดเป็นกลุ่มรองที่ช่วยผสมเกสร โดยลงตอมดอกหลังจากกลุ่มกลางคืนลงตอมแล้ว หรือดอกไม้ยังไม่มี การลงตอม ถือได้ว่าเป็นโอกาสที่ดีของดอกกฤษณา อีกครั้งหนึ่งที่จะได้รับการช่วยผสมเกสร โดยเฉพาะกลุ่มผึ้งป่าที่มีพฤติกรรมหาอาหารทั้งเก็บเรณูและน้ำหวาน ดังนั้นควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความสำเร็จในการสืบพันธุ์โดยใช้แมลง เพื่อเป็นแนวทางในการสนับสนุนและทราบถึงประสิทธิภาพในการเพิ่มอัตราการติดผลได้มากขึ้นอีกด้วย

ในพื้นที่ใดที่มีจำนวนความหลากหลายชนิดของทั้งสองกลุ่มนี้มาก อัตราการติดผลของพื้นที่นั้นจะมีแนวโน้มนำเพิ่มสูงขึ้น แต่ข้อจำกัดของความสำเร็จในการสืบพันธุ์หรืออัตราการติดผลจะขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อมต่างๆ และแมลงศัตรูที่ทำลายดอกและผลอ่อนด้วยเช่นกัน จากการสำรวจในหลายพื้นที่ พบหนอนผีเสื้อหนอนกอ (*Heortia vitessoides*) วงศ์ Pyralidae มีกระบาดและเข้าทำลายจำนวนมาก ในบางปีอาจได้ผลผลิตน้อยกว่าจำนวนที่เป็นจริงได้ เช่นจากการสำรวจในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่และในสวนป่าบริเวณอำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ. 2550 พบต้นกฤษณาบางต้นถูกหนอนผีเสื้อ

ชนิดนี้เข้าทำลายมากถึง 80% ดังนั้นแนวทางการจัดการและการดูแลสวนป่าปลูกเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์กฤษณาไว้ใช้ปลูกนั้น ในช่วงเวลาการออกดอกและเริ่มติดผลอ่อนควรเอาใจใส่เข้าไปสำรวจ ดูแล และป้องกันแมลงศัตรูที่อาจเข้ามาทำลาย ให้มากขึ้นกว่าปกติ เพื่อผลผลิตเมล็ดที่มีความสมบูรณ์สามารถนำไปใช้ปลูกไม้กฤษณาให้ได้มากขึ้นในอนาคต

คำนิยาม

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ทุนสนับสนุน ดร.จรงค์ วัชรินทร์รัตน์ ผู้อำนวยการชุดโครงการวิจัยไม้กฤษณาแบบครบวงจร ที่กรุณาให้คำแนะนำและสนับสนุนงานวิจัยนี้ คุณสุชาดา แสงทับทิม สำหรับการช่วยเก็บข้อมูล และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช ที่ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนในการปฏิบัติงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช. 2548. อุทยานแห่งชาติกับมรดกโลก. แหล่งที่มา: <http://www.dnp.go.th>, 11 ตุลาคม 2550.
- พงศ์เทพ อัครชนกุล. 2525. ความรู้ทั่วไปเรื่องพฤติกรรมแมลง. ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วัฒนชัย ตาเสน. 2544. บทบาทของแมลงที่สำคัญบางชนิดในการช่วยผสมเกสรดอกสัก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

- สมคิด สิริพัฒน์ดิลก. 2525. ไม้กฤษณา. เอกสารทางวิชาการเล่มที่ 17. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สมนึก บุญเกิด. 2528. บทบาทของผึ้งและแมลงวัน ในการผสมเกสรมะม่วงน้ำดอกไม้. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สาวตรี มาลัยพันธุ์. 2535. การจัดการผึ้งและแมลง เพื่อผสมเกสร. เอกสารคำสอนวิชาการเลี้ยงผึ้งและแมลงผสมเกสร. ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ และเพ็ญศรี ตั้งคณะสิงห์. 2529. ชีววิทยาของผึ้ง. ฝ่ายวิจัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- สุชาดา แสงทับทิม. 2551. การพัฒนาของดอกและผลของไม้กฤษณา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- Crane E. and P. Walker. 1983. **The Impact of Pest Management on Bees and Pollination.** New York, U.S.A.
- Ghazoul, J. 1997. **Field Studies of Forest tree Reproductive Ecology.** A Manual ASEAN Forest Tree Seed Centre project, Muak Lek, Saraburi, Thailand.
- Grant, V. 1950. The pollination of *Calycanthus occidentalis*. **American Journal of Botany** 37: 294-297.
- Makholela T. and J.C. Manning. 2006. First of moth pollination in *Struthiola ciliate* (Thymelaeaceae) in Southern Africa. **South African of Botany.** 72:597-603.
- Momose, K., T. Yumoto and T. Nagamitsu. 1997. Pollination biology in a lowland dipterocarp forest in Sarawak, Malasia I. Characteristics of the plant-pollinator community in a lowland dipterocarp forest, pp. 142-162. **In General flowering of tropical rain forests in Sarawak.** Center for Ecological Research, Kyoto University.
- Nghia, N.H. 1998. *Aquilaria crassna*. In: **IUCN 2007. 2007 IUCN Red List of Threatened Species.** Available source: www.iucnredlist.org, October 31, 2007.
- Soehartono T. and A.C. Newton. 2001. Reproductive ecology of *Aquilaria* spp. in Indonesia. **Forest Ecology and Management** 152:59-71.
- Tangmitcharoen, S., T. Takaso, S. Siripatanadilox, W. Tasen and J.N. Owens. 2006. Diversity and abundance of insects in the Teak (*Tectona grandis* L.f.) canopies of natural and plantation forests during flowering season. **Forest Ecology and Management** 222:99-107.
- United Nations. 1992-2007. **UNESCO World Heritage Centre.** Available source: <http://whc.unesco.org/en/list/590>, December 11, 2007.
- Whitehead, V.B., J.H. Giliomee and A.G. Rebelo 1987. Insect pollination in the Cape floral. **Cited by Ghazoul, J. 1997. Field Studies of Forest Tree Reproductive Ecology.** Department of Entomology, Natural History Museum, Cromwell Road, London, UK.