

บทบาทและพฤติกรรมของแมลงที่สำคัญบางชนิด ในการช่วยผสมเกสรดอกสัก

THE ROLE AND BEHAVIOR OF SOME MAJOR INSECT POLLINATORS ON POLLINATION OF TEAK FLOWERS (*TECTONA GRANDIS* LINN.F.)

วัฒนชัย ตาเสน¹

Wattanachai Tasen¹

สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ²

Suwan Tangmitcharoen²

เดชา วิวัฒน์วิทยา¹

Decha Wiwatwittaya¹

ABSTRACT

Studies of the role and behavior of major insect pollinators on pollination of teak flowers (*Tectona grandis* Linn.f.) were carried out at Maegar Seed Orchard, Phayao Province during July 1998-October 2000. The studies focused on diversity of insects on teak inflorescence, foraging visitors behavior, visitation rate, frequency of each species and amount of pollen grain transferred. The insects visiting on teak flowers are comprising of 59 species, in 23 Families which belongs to 3 Orders (Lepidoptera, Hymenoptera and Diptera). The highest visitation of all pollinators is found during 10.00-12.00 a.m. The major insect pollinators are *Trigona collina*, *T. terminata*, *T. laeviceps*, *Nomia* sp. and *Ceratina* spp. The successful of pollen transferred are 65.5 percent. *T. collina* is the most frequently visitor (73.95%). The foraging behavior of *Nomia* sp. takes only 1.85 second per flower which transferred the highest number of pollen (6-7 grain per visit).

บทคัดย่อ

การศึกษาบทบาทและพฤติกรรมของแมลงที่สำคัญบางชนิดในการช่วยผสมเกสรดอกสัก (*Tectona grandis* Linn.f.) ที่สถานีผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้ป่าแม่กา จ.พะเยา ศึกษาชนิดและพฤติกรรมการหาอาหาร อัตราการลงตอมดอก จำนวนแมลงที่ลงตอมดอกในช่วงเวลาแต่ละวัน ประสิทธิภาพในการเคลื่อนย้ายละอองเรณูไปยังยอดเกสรเพศเมีย โดยดำเนินการศึกษาดังแต่เดือนกรกฎาคม 2541 ถึงตุลาคม 2543 จากการศึกษาแมลงที่ช่วยผสมเกสรดอกสัก พบแมลงทั้งสิ้น 59 ชนิด ใน 23 วงศ์ (Family) และ 3 อันดับ (Order) คืออันดับ Lepidoptera พบจำนวน 28 ชนิด, อันดับ Hymenoptera จำนวน 22 ชนิด และอันดับ Diptera จำนวน 9 ชนิด ที่ลงตอมดอกสัก แมลงลงตอมดอกสัก มีจำนวนชนิดและจำนวนตัวมากที่สุด ในช่วงเวลา 10.00-12.00 น. พบชันโรงคอลลิโน (*Trigona collina*) ลงตอมดอกสักบ่อยครั้งมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 73.95 ผึ้งเจาะรูดิน (*Nomia* sp.) มีอัตราความเร็วของการตอมดอกเฉลี่ยสูงที่สุด 1.85 วินาที/ดอก สำหรับประสิทธิภาพในการเคลื่อนย้ายละอองเรณูพบแมลงซึ่งเป็นกลุ่มผึ้งป่าคือ ชันโรง

¹ ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

² ฝ่ายวนวัฒนวิจัยและพฤกษศาสตร์ สำนักวิชาการ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

คอลลินา (*Trigona collina*), ชันโรงเทอร์มินาต้า (*T. terminata*), ชันโรงลาวิเซปส์ (*T. laeviceps*), ผึ้งเจาะรูดิน (*Nomia* sp.) และ ผึ้งเจาะหลอดไม้ (*Ceratina* spp.) มีเคลื่อนย้ายละอองเรณูได้ดีเฉลี่ยร้อยละ 65.5 และพบว่าผึ้งเจาะรูดินสามารถเคลื่อนย้ายละอองเรณูไปตกลงบนยอดเกสรเพศเมียได้จำนวนมากที่สุดถึง 6-7 เรณูในแต่ละครั้งที่ลงบนดอก

กาน้ำ

สัก (*Tectona grandis* Linn.f.) เป็นไม้ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย อันเนื่องมาจากเนื้อไม้มีคุณภาพสูง มีความคงทนและทนทานต่อการทำลายของปลวกและเชื้อราได้ดี เนื้อไม้มีเสี้ยนตรง น้ำหนักเบา แปรรูปและไสดกแต่งได้ง่าย นิยมนำมาใช้กันอย่างกว้างขวาง จึงเกิดความต้องการกล้าสักในการปลูกสร้างสวนป่าเป็นจำนวนมาก ในปัจจุบันส่วนใหญ่นิยมปลูกโดยวิธีใช้เมล็ดกล้าหรือเหง้า จึงเป็นปัญหาในการขาดแคลนเมล็ดที่ดี แม้ว่าวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจะสามารถผลิตกล้าสักได้ก็ตาม แต่ปริมาณการผลิตยังไม่เพียงพอต่อการปลูกสร้างสวนป่าในพื้นที่ขนาดใหญ่ อีกทั้งต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมากกว่าด้วย ดังนั้นกล้าหรือเหง้าที่ได้จากการเพาะเมล็ดเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญมากในการปลูกสร้างสวนสัก ปัจจุบันในประเทศไทยมีแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์สักทั้งหมด 21 แห่ง เป็นเนื้อที่ประมาณ 12,652 ไร่ กระจายตามภาคต่าง ๆ ในปี 2536 ได้ผลิตผลิตผลสักแห้งเท่ากับ 0.21 กิโลกรัมต่อต้น และเมื่อรวมกันทุกแห่งจะได้ 3,500 ถึงหรือ 16,800 กิโลกรัมหรือเฉลี่ย 1.3 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี (ประสิทธิ์, 2538) เท่านั้น ซึ่งจะเห็นว่าผลผลิตที่ได้ค่อนข้างต่ำ ทำให้การผลิตเมล็ดพันธุ์ยังคงไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควรตามธรรมชาติโดยปกติดอกสักในแต่ละช่อจะมีดอกประมาณ 750-3,000 ดอก (อภิชาติ และคณะ, 2535) การศึกษาหาวิธีเพิ่มผลผลิตเมล็ดพันธุ์สัก จึงมีความสำคัญมากและควรดำเนินการอย่างจริงจัง โดยช่วยให้ดอกสักมีโอกาสผสมเกสรทำให้ติดผลได้มาก

ขึ้น เนื่องจากดอกสักมีลักษณะรูปแบบที่ต้องการแมลงเป็นพาหะในการช่วยผสมเกสร (Bryndum และ Hedegart, 1969; Egenti, 1974; Tangmitcharoen และ Owens, 1997) จึงควรมีการศึกษาแมลงที่เป็นพาหะที่สำคัญ รวมทั้งบทบาทพฤติกรรม ซึ่งจะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่ทำให้ทราบถึงความสำคัญของแมลงที่ช่วยผสมเกสรดอกสักที่สำคัญซึ่งมีประสิทธิภาพในระดับหนึ่ง เพื่อจะได้เป็นแนวทางศึกษาหรือนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการจัดการเพิ่มผลผลิตเมล็ดพันธุ์ของสักให้พอเพียง และมีคุณภาพในอนาคต

ในประเทศไทยในจรีเยย พบแมลงผสมเกสรดอกสักที่สำคัญ จำนวน 6 ชนิดเป็นแมลงในอันดับ Hymenoptera ได้แก่ *Nomia tridentis* Sm. และ *Nomia* sp. อันดับ Lepidoptera พวก *Euphaedra janatta* B., *Belenois calypso* Dr. และ *Acraea bonasia* F. ซึ่งทั้งหมดอยู่ในวงศ์ Nymphalidae และ *Melonospilus sternalis* Dall วงศ์ Lygaeidae อันดับ Hemiptera (Egenti, 1974) ส่วนในประเทศไทย Bryndum และ Hedegart (1969) ได้ทำการศึกษาที่ศูนย์ปรับปรุงพันธุ์ไม้สัก จังหวัดลำปาง รายงานว่าพบผึ้งเพียง 2 ชนิดในอันดับ Hymenoptera คือ *Ceratina hieroglyphica* Sm. วงศ์ Anthophoridae และ *Heriades binghami* Dover วงศ์ Megachilidae ที่เป็นแมลงผสมเกสรดอกสักที่สำคัญต่อการถ่ายละอองเกสร

สุรชัย และฉวีวรรณ (2529) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตของช่อดอกสักและชนิดแมลงบนช่อดอกสักในระยะต่างๆ ตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงกันยายน ซึ่งก็พบว่าผึ้งโพรง (*Apis*

indica) ก็เป็นตัวช่วยในการผสมเกสรดอกสักเหมือนกัน Tangmitcharoen และ Owen (1997) ได้ศึกษาแมลงดอกสักที่สวนป่าไม้สัก อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี พบแมลงที่ช่วยผสมเกสรดอกสักที่สำคัญจำนวนถึง 37 ชนิด ใน 20 วงศ์ 5 อันดับ ได้แก่ แมลงในอันดับ Hymenoptera, Lepidoptera, Diptera, Coleoptera และ Hemiptera ทั้งนี้ *Ceratina* sp. เป็นแมลงที่มีความสำคัญในการช่วยผสมเกสรดอกสัก

สถานที่ทำการศึกษา

ทำการศึกษาที่สถานีผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้ป่าแม่กา ตำบลแม่กา อำเภอมือง จังหวัดพะเยา ห่างจากตัวจังหวัดพะเยามาตามถนนพหลโยธินสายพะเยา-ลำปาง ประมาณ 23 กิโลเมตร หรือบริเวณหลักกิโลเมตรที่ 714 ถนนพหลโยธิน สภาพภูมิประเทศ ตั้งอยู่ระหว่างเส้นละติจูดที่ $19^{\circ}10'$ เหนือ เส้นลองจิจูดที่ $99^{\circ}55'$ ตะวันออก สภาพภูมิประเทศเป็นภูเขาเตี้ยๆ กระจายอยู่ทั่วเขตป่าสงวนแห่งชาติแม่ต้า ความลาดชันประมาณ 10-80 เปอร์เซ็นต์ สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 300-350 เมตร สภาพภูมิอากาศตั้งแต่ปี 2532-2541 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1566.10 มิลลิเมตรต่อปี ฝนตกเฉลี่ย 130.50 มิลลิเมตรต่อเดือน อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 35.3 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด 16.2 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ย 25.75 องศาเซลเซียส ปริมาณฝนตกชุกตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม และช่วงแห้งแล้ง ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาพฤติกรรมอาหารและบทบาทของแมลงที่มีความสัมพันธ์กับดอกสัก
2. ศึกษาบทบาทและพฤติกรรมที่สำคัญของแมลงผสมเกสร ซึ่งเป็นตัวช่วยในการถ่ายละอองเรณูให้แก่สัก

3. เปรียบเทียบประสิทธิภาพการเคลื่อนย้ายละอองเรณูโดยแมลงผสมเกสรที่สำคัญ ซึ่งมีผลต่อการติดผลของสัก

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ศึกษาพฤติกรรมของแมลงบริเวณช่อดอกสัก (behavior of flower visitors) โดยคัดเลือกต้นสักจากแปลงปลูกสัก ที่สถานีผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้ป่าแม่กา จังหวัดพะเยา ในระยะปลูก 12×12 เมตร ทำการคัดเลือกต้นที่เป็นตัวแทนที่ดีจำนวน 3 ต้น ให้กระจายครอบคลุมทั่วแปลงปลูก ทำการติดตั้งนั่งร้านเหล็ก (scaffolding) ใน 3 ต้น โดยติดตั้งรอบๆ ต้น ให้ใกล้บริเวณช่อดอกสัก เพื่อความสะดวกในการเฝ้าสังเกตพฤติกรรมและเก็บตัวอย่างแมลงบริเวณช่อดอก

2. ศึกษาพฤติกรรมการเข้าลงคอมดอกสัก ของแมลงที่ช่วยผสมเกสรที่สำคัญ

2.1 ทำการสังเกตพฤติกรรมการลงคอมดอกสัก โดยจับเวลาระยะเวลาการลงคอม ลักษณะการลงคอมดอกสักของแมลงที่สำคัญ ในแต่ละชนิด

2.2 บันทึกความถี่ของแมลงที่เข้าลงคอมดอกสัก ทำการสุ่มเลือกช่อดอกสัก 10 ช่อต่อต้น จำนวน 3 ต้น โดยนับจำนวนและชนิดของแมลงที่เข้ามาคอมช่อดอกนั้น แต่ละช่อใช้เวลาบันทึกประมาณ 30 วินาที จำนวน 10 ช่อดอกทุกต้นชั่วโมง (ตั้งแต่ 8.00-15.00 น.)

3. ศึกษาประสิทธิภาพในการเคลื่อนย้ายละอองเรณูดอกสัก โดยแมลงช่วยผสมเกสรที่สำคัญ ทำการคลุมช่อดอกสักด้วยถุงเซลโลเฟรน ก่อนดอกจะบาน (ประมาณ 7.00 น.) จำนวน 10 ช่อต่อต้นต่อวัน ทำการเปิดถุงคลุมช่อดอกสักออกชั่วคราว ในช่วงที่เกสรเพศเมียพร้อมในการสืบพันธุ์ (9.00-13.00 น.) เปิดถุง สังเกตและบันทึกชนิดของแมลงที่เข้าคอมดอกสักเป็นครั้งแรก เมื่อแมลงบินออกไป ให้ทำการ

เก็บดอกนั้นมาส่งใต้กล้องจุลทรรศน์ เพื่อหาละอองเรณูที่ติดบนยอดเกสรเพศเมีย นับจำนวนละอองเรณูคู่กับชนิดแมลง บันทึกผล

ผลและวิจารณ์ผล

ความหลากหลายและพฤติกรรมของแมลงที่ช่วยผสมเกสรดอกสัก

จากการศึกษาแมลงที่ช่วยผสมเกสรดอกสัก พบแมลงทั้งสิ้น 59 ชนิด ใน 23 วงศ์ (Family) และ 3 อันดับ (Order) คืออันดับ Lepidoptera พบจำนวน 28 ชนิด, อันดับ Hymenoptera จำนวน 22 ชนิด และอันดับ Diptera จำนวน 9 ชนิดที่ลงตอมดอกสัก ซึ่งต่างจากที่ Tangmitcharoen และ Owens (1997) ได้ศึกษาที่อำเภอววกเหล็ก จังหวัดสระบุรี พบแมลงช่วยผสมเกสรดอกสักเพียง 37 ชนิด รวมทั้ง สุรชัย และฉวีวรรณ (2529) ได้ศึกษาที่ศูนย์ปรับปรุงพันธุ์ไม้สักจังหวัดลำปาง พบแมลง 3 ชนิด ที่มีประโยชน์ในการช่วยผสมเกสรดอกสัก ความแตกต่างที่เกิดขึ้นนี้แสดงให้เห็นว่า ระยะเวลาในการศึกษา สภาพภูมิอากาศ และสถานที่หรือสภาพภูมิประเทศที่มีความแตกต่างกัน เป็นปัจจัยสำคัญหรือมีผลต่อจำนวนและความหลากหลายของแมลงที่ช่วยผสมเกสร

ทำการศึกษาช่วงเวลาที่แมลงลงตอมดอกสัก ตั้งแต่เวลา 8.00-15.00 น. พบว่าในช่วงระหว่าง 10.00-12.00 น. แมลงลงตอมดอกสักมากที่สุด และมีจำนวนแมลงที่ลงตอมดอกสูงสุดในเวลา 11.00 น. (Figure 1 และ Figure 2) ซึ่งตรงกับที่ Tangmitcharoen และ Owens (1997) ได้รายงานว่าดอกสักพร้อมที่จะรับละอองเรณูสูงสุด (peak receptive period) ช่วงเวลา ระหว่าง 11.00-13.00 น. เช่นกัน ทำให้โอกาสที่แมลงกลุ่มนี้เข้าไปช่วยผสมเกสรดอกสักจึงเป็นไปได้สูงเนื่องจากดอกสักต้องการผสมเกสร โดยแมลง (Cameron, 1968; Bryndum และ Hedegart, 1969;

Egenti, 1974; Kedamath, 1974; Tangmitcharoen, 1997) โดยบนยอดเกสรเพศเมียมีขนสีขาวที่มีสารเหนียว ช่วยในการติดละอองเรณู (อานวยพร และคณะ, 2540) และละอองเรณูมีลักษณะเหนียวหนืด ซึ่งเป็นแบบที่ดึงดูดอาศัยแมลงช่วยในการผสมเกสร (Keiding, 1966)

จากการสังเกตพฤติกรรมของแมลงที่ช่วยผสมเกสรที่ลงตอมดอกสักเป็นรายชนิดนั้น ได้ให้ความสำคัญกับชนิดแมลงที่มีจำนวนมาก และลงตอมดอกสักในช่วงที่ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับละอองเรณูพบว่าแมลงที่ลงตอมดอกสักมากที่สุด 9 ชนิดแรก มีพฤติกรรมดังนี้คือ

ชันโรงคอลลินา (*Trigona collina* Smith) ซึ่งเป็นชนิดที่พบลงตอมดอกสักมากที่สุด โดยจะลงตอมดอกสูงสุดประมาณ 1 ตัวต่อต้น (1.13 ± 0.13) ในช่วงเวลา 11.00 น. พฤติกรรมการลงตอมดอกของชันโรงชนิดนี้มักจะบินร่อนช้า ๆ บริเวณใกล้ ๆ ดอกก่อน จากนั้นส่วนใหญ่จะลงเกาะดอกที่บริเวณกลางดอก แล้วเข้าดูดกินน้ำหวาน จากนั้นจึงจะขึ้นมาเก็บเรณู โดยใช้ปากและขาหน้าปัดเขี่ยเรณูไปเก็บไว้ที่ตะกร้าเก็บเรณูที่ขาหลัง พฤติกรรมการย้ายจากดอกหนึ่งไปอีกดอกหนึ่งนั้น มักจะย้ายไปในช่วงสั้น ๆ บ่อยครั้งพบว่าบินเข้าตอมดอกเดิมเพื่อเก็บเรณูซ้ำอีก เนื่องจากผึ้งรังส่วนใหญ่มีปริมาณตัวอ่อนในรังเป็นจำนวนมาก ดังนั้นผึ้งงานจึงมีความจำเป็นจะต้องหาเรณูและน้ำหวานให้เพียงพอ เพื่อเป็นอาหารให้แก่ตัวอ่อนในรัง (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2534)

ชันโรงเทอร์มินาต้า (*Trigona terminata* Smith) ลงตอมดอกสูงสุดประมาณ 1 ตัวต่อต้น (0.91 ± 0.10) ในช่วงเวลา 12.00 น. จากนั้นจำนวนจะลดลงไปเรื่อย ๆ พฤติกรรมการเข้าตอมดอกสัก จะบินมาเกาะที่ขอบดอกก่อนเป็นส่วนใหญ่ แล้วเข้าไปดูดกินน้ำหวาน

ในดอกโดยใช้เวลาไม่นาน จากนั้นจะเข้าเก็บเรณูและเดินไปรอบ ๆ ดอกเพื่อดูดน้ำหวาน พร้อมทั้งเก็บเรณูสลับกันไปจนกระทั่งรอบดอกแล้วจึงย้ายดอก การย้ายจากดอกหนึ่งไปยังอีกดอกหนึ่งจะย้ายในระยะสั้นๆ จากดอกหรือช่อถัดมาที่อยู่ใกล้เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งพฤติกรรมจะคล้าย ๆ กับชันโรงคอลลินาด้วยเช่นกัน

ผีเสื้อหนอนกุน (*Catopsilia pomona pomona* Fabricius) มีจำนวนลงตอมดอกสูงสุดประมาณ 1 ตัวต่อ 2 ต้น (0.62 ± 0.08 ตัวต่อต้น) ในช่วงเวลา 10.00 น. จะเห็นว่าเวลาตั้งแต่ 10.00-14.00 น. จำนวนจะไม่แตกต่างกันมาก แต่ตั้งแต่เวลา 15.00 น. เป็นต้นไปจำนวนผีเสื้อจะลดน้อยลงอย่างเห็นได้ชัด ลักษณะพฤติกรรมการลงตอมดอกสัก จะเข้าเกาะที่ขอบดอกเป็นส่วนใหญ่และแทงงวง (proboscis) เข้าไปในดอกเพื่อดูดน้ำหวานเท่านั้น

ผึ้งมีม (*Apis florea* F.) มีจำนวนลงตอมดอกสูงสุดประมาณ 1 ตัวต่อ 3 ต้น (0.36 ± 0.04 ตัวต่อต้น) ในช่วงเวลา 11.00 น. พฤติกรรมการลงตอมดอกส่วนใหญ่จะดูดน้ำหวานและเก็บเรณูควบคู่กันไปทั้งสองอย่าง เพื่อนำไปเลี้ยงตัวอ่อน โดยจะบินลงตอมกลางดอกแล้วดูดน้ำหวานและเก็บเรณู ซึ่งจะเก็บเรณูไว้ที่ตะกร้าเก็บเรณูข้างหลัง การย้ายดอกมักจะเดินหรือบินในระยะสั้นๆ ถ้าช่อดอกสักบานติดใกล้กันหลายดอก ผึ้งมีมจะเดินย้ายดอกเพื่อเก็บน้ำหวานไปเรื่อยๆ และจะใช้เวลาก่อนขางนานกว่าที่จะย้ายไปยังช่อดอกใหม่

ผีเสื้อหน้าเข็มสีตาล (*Badamia exclamationis* Fabricius) ลงตอมดอกสูงสุดประมาณ 1 ตัวต่อ 3 ต้น (0.31 ± 0.03 ตัวต่อต้น) ในช่วงเวลา 9.00 น. โดยจะบินลงบนดอกหรือกลางดอกและใช้งวงปากที่ยาวแทงลงไปในการดูดน้ำหวาน เนื่องจากมีงวงที่ยาวจึงสามารถยื่นออกไปดูดน้ำหวานจากดอกที่บานอยู่

ใกล้ๆ โดยเอื้อมตัวหรือขยับตัวไปเท่านั้น ใช้เวลาไม่นานประมาณ 2-3 วินาที ในแต่ละดอก และจะลงตอมประมาณ 5-10 ดอกในแต่ละช่อ บางครั้งจะบินกลับเข้ามาตอมดอกในช่อเดิมเสมือนว่าจะพยายามที่จะดูดน้ำหวานให้ครบหมดทุกดอก

ผีเสื้อหลอดไม้ (*Ceratina* spp.) ลงตอมดอกสูงสุดประมาณ 1 ตัวต่อ 4 ต้น (0.28 ± 0.03 ตัวต่อต้น) ในช่วงเวลา 10.00 น. พฤติกรรมการลงตอมดอกโดยลงเกาะที่ขอบดอกก่อนเป็นส่วนใหญ่ แล้วเดินเข้าไปดูดน้ำหวานสลับกับการเก็บเรณู ผีเสื้อชนิดนี้มีขนาดเล็กกว่าผึ้งมีม แต่ลักษณะการตอมในแต่ละดอกค่อนข้างใช้เวลามากกว่า และมักชอบเอาตัวคลุกเคล้ากับดอกเพื่อให้เรณูติดตามลำตัว จากนั้นใช้ขาเขี่ยและปัดเรณูที่ติดมากับลำตัว หัว และหนวด ไปเก็บไว้ที่ขาหลังซึ่งมีแผงขนเก็บเรณู (scopa) จากการเฝ้าสังเกตผีเสื้อชนิดนี้มักเลือกลงตอมดอกสักที่บานในที่ร่มมากกว่ากลางแจ้ง

ผีเสื้อจระกานอนยี่โถ (*Euploea core godartii* Lucas) ลงตอมดอกสูงสุดประมาณ 1 ตัวต่อ 4 ต้น (0.28 ± 0.03 ตัวต่อต้น) ในช่วงเวลา 10.00 น. ลักษณะการลงตอมดอกไม้เลือกพื้นที่ โดยอาจจะเกาะบริเวณที่ขอบดอกหรือกลางดอก และใช้งวงที่ยาวดูดน้ำหวาน ซึ่งใช้เวลาไม่นานในการลงตอมแต่ละดอก

แมลงวันหัวเขียว (*Chrysomya* sp.) ลงตอมดอกสูงสุดประมาณ 1 ตัวต่อ 5 ต้น (0.22 ± 0.03 ตัวต่อต้น) ในช่วงเวลา 12.00 น. ลักษณะการลงตอมจะลงเกาะที่ใบ กิ่งหรือก้านช่อดอกก่อน จากนั้นจะเดินหรือบินในช่วงสั้น ๆ ไปเกาะที่ขอบดอกและเดินเข้าไปดูดกินน้ำหวาน ในแต่ละดอกจะใช้เวลานาน ซึ่ง สมนึก (2528) ได้ศึกษาแมลงผสมเกสรดอกมะม่วงน้ำดอกไม้ก็พบว่าแมลงวันหัวเขียวมีพฤติกรรมการลงดูดกินน้ำหวานที่ใช้เวลานานเช่นกัน โดยมีลงบนดอกแล้ว

จะเกาะนิ่ง ไม่ค่อยจะเคลื่อนไหวเหมือนพวกผึ้งให้น้ำหวาน และจะลงดูดินน้ำหวานเท่านั้น ไม่พบว่ากินละอองเรณูของดอกมะม่วง

ผึ้งค้ำจะหลอดไม้ (*Braunsapis* sp.) มีจำนวนลงตอมดอกสูงสุดประมาณ 1 ตัวต่อ 5 ต้น (0.22 ± 0.03

ตัวต่อต้น) ในช่วงเวลา 10.00 น. พฤติกรรมการลงตอมดอกส่วนใหญ่จะเกาะขอบดอกก่อน แล้วจึงเดินเข้าไปดูดินน้ำหวานและสลับกับการเก็บเรณู พฤติกรรมโดยทั่วไปแล้วเหมือนกับผึ้งจะหลอดไม้

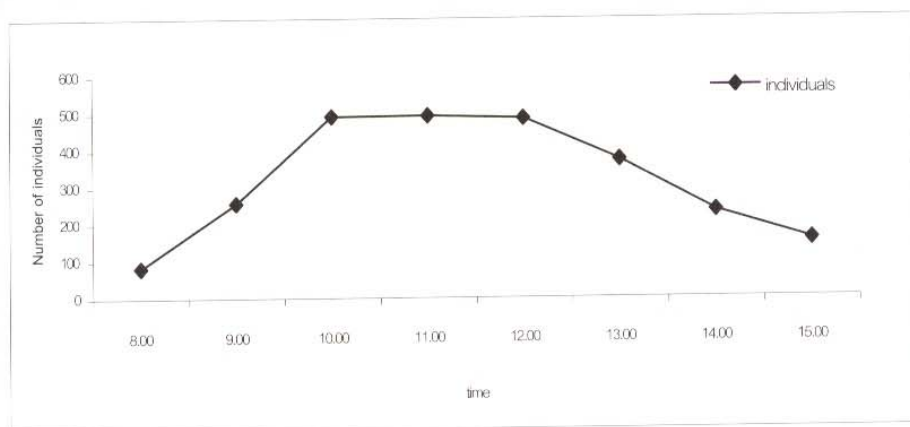


Figure 1. Number of individuals of 59 insect pollinator species foraging on flowers of teak trees at Maegar Seed Orchard during the day (0800h-1500h)

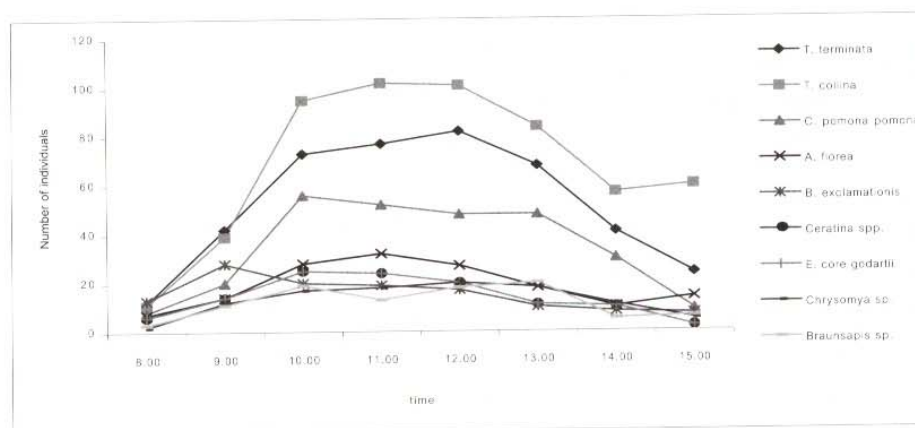


Figure 2. Number of some potential insect pollinators visited on flowers of teak trees at Maegar Seed Orchard during the day (0800h-1500h)

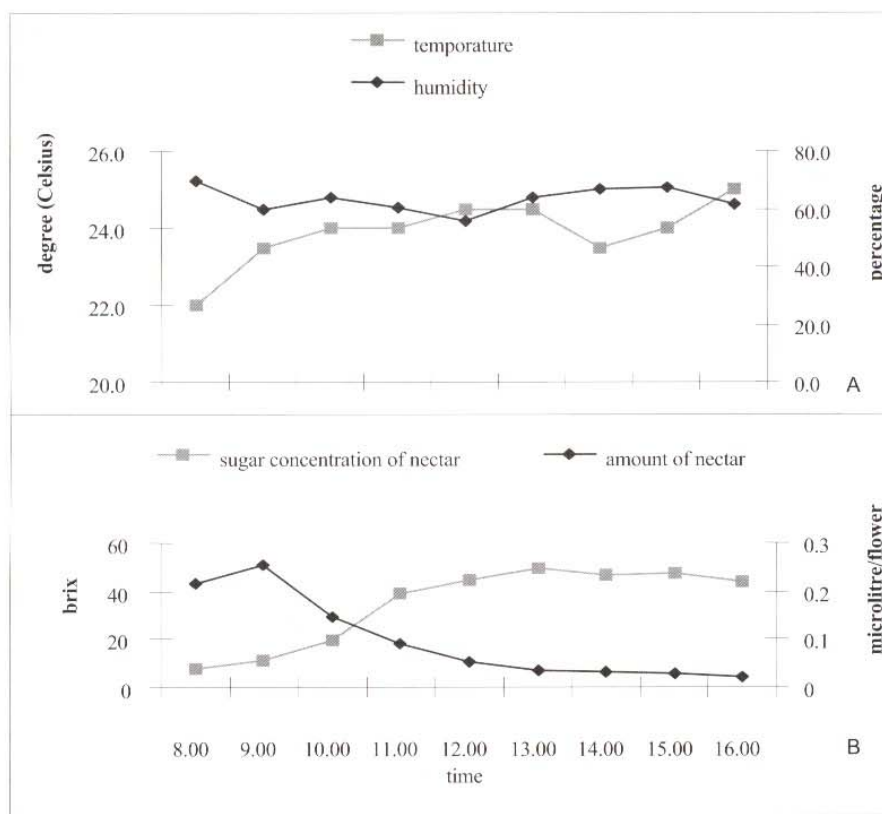


Figure 3. Climatic data and nectar production of flowers of teak tree in Maegar Seed Orchard measured during August 1999. A; Temperature and relative humidity. B; Sugar concentration of nectar and amount of nectar

ซึ่งจำนวนแมลงที่ลงตอมดอกสักมีมากน้อยแตกต่างกันในแต่ละเวลานั้น สอดคล้องกับปริมาณน้ำหวานและปริมาณความหวานที่วัดได้ในแต่ละช่วงเวลา (Figure 3 และ Figure 4) เห็นได้ว่าในช่วงเช้าปริมาณน้ำหวานมีมากและจะลดลงเรื่อยๆ ตามลำดับ ส่วนปริมาณความเข้มข้นของน้ำตาลในน้ำหวาน (sugar concentration of nectar) ของดอกสักในช่วงเช้าจะน้อย ในเวลา 8.00 น. มีปริมาณความหวานเพียง 7.7 Brix และความหวานจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นและมากที่สุดที่เวลา 12.00 น. (49.50 Brix) จากนั้นจะ

ค่อยๆ ลดลงเรื่อยๆ แม้ปริมาณความหวานยังสูงอยู่แต่ปริมาณน้ำหวานมีน้อยลง ทำให้แมลงใช้เวลาในการตอมดอกน้อยลง ส่งผลให้จำนวนแมลงที่เข้าตอมดอกสักในช่วงบ่ายน้อยลงด้วย

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของน้ำหวานและปริมาณน้ำตาลในน้ำหวานของดอกสัก รวมทั้งอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ มีผลในพฤติกรรมการหาอาหารของแมลงเหมือนกัน จะเห็นว่าเส้นกราฟของทั้งสองตัดกันที่เวลาประมาณ 10.30 น. ทำให้อาจกล่าวได้ว่า ดอกสักพร้อมที่เวลา 10.30 น. เป็นต้นไป แมลง

จึงเพิ่มจำนวนมากขึ้นตั้งแต่ช่วง 10.30-12.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่มีความเหมาะสมในการหาอาหารของแมลง เนื่องจากปริมาณการผลิตน้ำหวานและความเข้มข้นของน้ำตาลในน้ำหวานของดอกสัสมิจำนวนมาก หลังจากนั้นน้ำหวานและเรณูถูกใช้ไปหรือลดปริมาณลง ทำให้แมลงน้อยลงตามไปด้วย ปริมาณการผลิตและความเข้มข้นของน้ำหวานในดอกไม้แต่ละชนิดขึ้นกับปัจจัยภายนอกและภายในอีกหลายอย่างด้วยกัน เช่น การสังเคราะห์แสง การเคลื่อนย้ายน้ำตาลภายในต้น การหายใจ การเจริญเติบโต และพันธุกรรม ปัจจัยภายนอกได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ภูมิอากาศ และดิน (สาคีรี, 2535) ทั้งนี้ Proctor และ Yeo (1973) ได้กล่าวว่า แมลงที่เก็บน้ำหวานส่วนใหญ่นั้นมักจะพาเรณูติดไปด้วยมากบ้างน้อยบ้าง จากดอกหนึ่งไปยังอีกดอกหนึ่ง ทำให้โอกาสเกิดการถ่ายละอองเรณูมีมากขึ้นไปด้วย

อัตราความเร็วในการลงตอมดอกสัสมิและพฤติกรรมการเคลื่อนย้ายดอกระหว่างการหาอาหารของแมลง

จากการศึกษาพฤติกรรมการหาอาหารของแมลงในช่วงเวลา 09.00-15.00 น. ปรากฏว่ามีอัตราความเร็วในการลงตอมดอกของแมลงแต่ละชนิด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.0001$, $\chi^2=138.042$, $d.f.=10$) ใช้เวลาดังแต่ 1.85 ถึง 14.29 วินาทีต่อดอก โดยผึ้งเจาะรูดิน มีอัตราความเร็วการลงตอมดอกสูงสุดหรือใช้เวลาในการลงตอมดอกน้อยที่สุดเพียง 1.85 วินาทีต่อดอก รองลงมาเป็นผีเสื้อหนอนอุย (Catopsilia pomona pomona) ผึ้งโพรง (Apis cerana) แมลงวันหัวเขียว (Chrysomya sp.) และผึ้งมิม (A. florea) ใช้เวลา 3.45, 4.00, 5.56 และ 6.25 วินาทีต่อดอก ตามลำดับ ส่วนกลุ่มแมลงที่ใช้ระยะเวลานานในการลงตอมดอกในแต่ละครั้งได้แก่ชันโรงคอลลินา (Trigona collina) ชันโรงเทอร์มินาต้า (T. terminata)

ชันโรงลาวิเซปส์ (T. laeviceps) และ ผึ้งเจาะหลอดไม้ (Ceratina spp.) มีความเร็วในการลงตอมดอก 9.09, 10.00, 11.11 และ 10.00 วินาทีต่อดอกตามลำดับ ซึ่งแมลงในลักษณะเช่นนี้ให้ทั้งผลดีและไม่ดี ในแง่ดีคือเรณูมีโอกาสของช่วงเวลาที่จะได้สัมผัสกับยอดเกสรเพศเมียมากขึ้น ส่วนในแง่ไม่ดีคือ ทำให้ดอกสัสมิมีโอกาสเกิดการผสมเข้ากับตัวเองได้สูง (self pollination) ซึ่งแมลงที่ช่วยผสมเกสรที่สำคัญทั้ง 9 ชนิดนี้ ใช้ระยะเวลาเฉลี่ยในการลงตอมดอก 6.13 วินาทีต่อดอก (Table 1)

พฤติกรรมการเคลื่อนย้ายดอกระหว่างการหาอาหารของแมลงที่ช่วยผสมเกสร ภายหลังเฝ้าสังเกตแต่ละครั้งในช่วงเวลา 15 นาที พบว่าส่วนใหญ่มักจะหาอาหารที่ช่อดอกเดิมคิดเป็นร้อยละ 83.44 ของแมลงที่ช่วยผสมเกสรทั้งหมด จึงมีแมลงที่เคลื่อนย้ายดอกไปยังช่อดอกอื่นหรือที่อื่นคิดเป็นร้อยละ 16.56 เมื่อพิจารณาเป็นรายชนิดพบว่า ชันโรงคอลลินา (Trigona collina) ชันโรงเทอร์มินาต้า (T. terminata) ชันโรงลาวิเซปส์ (T. laeviceps) ผึ้งเจาะหลอดไม้ (Ceratina spp.) ผึ้งมิม (Apis florea) ผึ้งเจาะรูดิน (Nomia sp.) และ ผึ้งโพรง (A. cerana) มักจะหาอาหารอยู่ที่ช่อดอกเดิมคิดเป็นร้อยละ 60.50, 81.30, 57.10, 92.20 70.50, 33.30 และ 23.10 ตามลำดับ ซึ่งทำให้ทราบว่าแมลงผสมเกสรในกลุ่มผึ้งป่าส่วนใหญ่กลับมาหาอาหารที่ดอกเดิมซ้ำอีก อยู่ในช่วงเฉลี่ยร้อยละ 57 ถึง 92 ยกเว้นผึ้งโพรง และ ผึ้งเจาะรูดิน ที่มีการเคลื่อนย้ายหาอาหารไปยังดอกอื่นมากกว่าจะกลับมาหาอาหารที่ดอกเดิม โดยกลับมาหาอาหารที่ดอกเดิมคิดเป็นร้อยละเพียง 23.10 และ 33.30 ตามลำดับเท่านั้น ส่วนผีเสื้อหนอนอุย และแมลงวันหัวเขียว ใช้เวลาหาอาหารที่ช่อดอกเดิมนานและบ่อยครั้งที่กลับมาหาอาหารที่ดอกเดิมซ้ำอีก ทำให้จากการสังเกตจึงพบแมลงทั้งสองชนิดนี้ทุกครั้ง

Table 1. Foraging behavior of major insect pollinators in Maegar Seed Orchard observed during July- September, 1999 at 0900h-1500h

Species	Visitation rate (sec./flower)	Insect foraged in the same inflorescence
<i>Nomia</i> sp.	1.85	33.30
<i>Catopsilia pomona</i>	3.45	100.00
<i>Apis cerana</i>	4.00	23.10
<i>Apis florea</i>	6.25	70.50
<i>Chrysomya</i> sp.	5.56	100.00
<i>Trigona collina</i>	9.09	60.50
<i>Trigona laeviceps</i>	11.11	57.10
<i>Trigona terminata</i>	10.00	81.30
<i>Ceratina</i> spp.	10.00	92.20
average / total	6.13	61.80

ประสิทธิภาพในการเคลื่อนย้ายละอองเรณูของแมลงผสมเกสรที่สำคัญ

การศึกษาการเคลื่อนย้ายละอองเรณูของแมลงที่เกสรที่สำคัญ พบว่าแมลงส่วนใหญ่ก่อให้เกิดการถ่ายละอองเรณูได้ดี โดยดอกสักได้รับละอองเรณูเฉลี่ยร้อยละ 61.31 มีจำนวนละอองเรณูที่เกิดจากการนำพาของแมลงไปบนยอดเกสรเพศเมียเฉลี่ย 4.14 ± 0.08 เรณูต่อดอก กลุ่มผึ้งป่า ชันโรงคอลลินา (*Trigona collina*) ชันโรงเทอร์มินาต้า (*T. terminata*) ชันโรงลาวิเซปส์ (*T. laeviceps*) ผึ้งเจาะรูดิน (*Nomia* sp.) และ ผึ้งเจาะหลอดไม้ (*Ceratina* spp.) ช่วยให้ดอกสักได้รับละอองเรณูเฉลี่ยร้อยละ 60-75 พวกต่อเสือ (*Vespa affinis*) ช่วยการเคลื่อนย้ายละอองเรณูสูงสุดได้ถึงร้อยละ 80 ส่วนผึ้งมีม (*Apis florea*) มีการเคลื่อนย้ายละอองเรณูได้น้อยที่สุดเพียงร้อยละ 25 และยังพบจำนวนเรณูที่ผึ้งมีมเคลื่อนย้ายไปติดยังยอดเกสรเพศเมียน้อยที่สุดเฉลี่ย 0.75 เรณูต่อดอก เท่านั้น ต่าง

จากการเคลื่อนย้ายโดยผึ้งเจาะรูดิน ที่นำพาได้ดีที่สุดมีละอองเรณูพบได้เฉลี่ย 6.67 เรณูต่อดอก (Table 2)

ระยะเวลาที่แมลงผสมเกสรแต่ละชนิดใช้ลงตอมดอกสักที่มีความแตกต่างกันมาก ในกลุ่มผึ้งป่า แมลงที่ใช้เวลาตอมดอกนานที่สุดคือ ชันโรงเทอร์มินาต้า มีค่าเฉลี่ย 35.83 วินาทีต่อดอก และ ผึ้งเจาะรูดิน มีอัตราความเร็วหรือใช้เวลาหาอาหารที่ดอกน้อยที่สุดเฉลี่ย 1.33 วินาทีต่อดอกและศึกษาความแตกต่างของเวลาที่แมลงใช้ตอมดอกสัก ที่ช่วยการเคลื่อนย้ายละอองเรณูพบว่า เวลาที่ใช้ตอมดอกแล้วก่อให้เกิดการเคลื่อนย้ายละอองเรณู มักจะใช้เวลามากกว่ากลุ่มที่ไม่ก่อให้เกิดการถ่ายละอองเรณู แต่จากการทดสอบด้วย F-test ANOVA พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 หรือกล่าวได้ว่า เวลาที่แมลงแต่ละชนิดใช้ตอมดอกจะไม่มีอิทธิพลต่อการถ่ายละอองเรณู

Table 2. Pollen transfers of some insects pollinators in Maegar Seed Orchard observed during July – August 1999 at 0900h- 1400h. Numbers in brackets represent standard error. (ns= non-significant difference)

	% Pollen grains presented on stigma	Average of pollen grains on stigma	Observe value	Average foraging time (sec./flower)		
				Pollinated Flowers	Unpollinated flowers	Average
<i>Vespa affinis</i>	80.00	2.80	5	2.25	2.00	2.20 ^{ns} (0.45)
<i>Ceratina</i> spp.	75.00	5.25	4	15.00	12.00	13.00 ^{ns} (4.24)
<i>Trigona collina</i>	66.67	5.67	45	8.00	6.73	7.58 ^{ns} (3.41)
<i>T. terminate</i>	60.00	5.21	10	35.83	16.50	28.10 ^{ns} (3.54)
<i>T. laeviceps</i>	62.50	2.65	8	21.80	19.67	21.00 ^{ns} (7.31)
<i>Nomia</i> sp.	60.00	6.67	15	1.33	1.33	1.33 ^{ns} (0.49)
<i>Apis florum</i>	25.00	0.75	8	8.00	8.67	8.50 ^{ns} (3.55)
average/total	61.31	4.14	95	12.79	9.99	11.67
std.err.	6.71	0.80		4.63	2.73	3.72

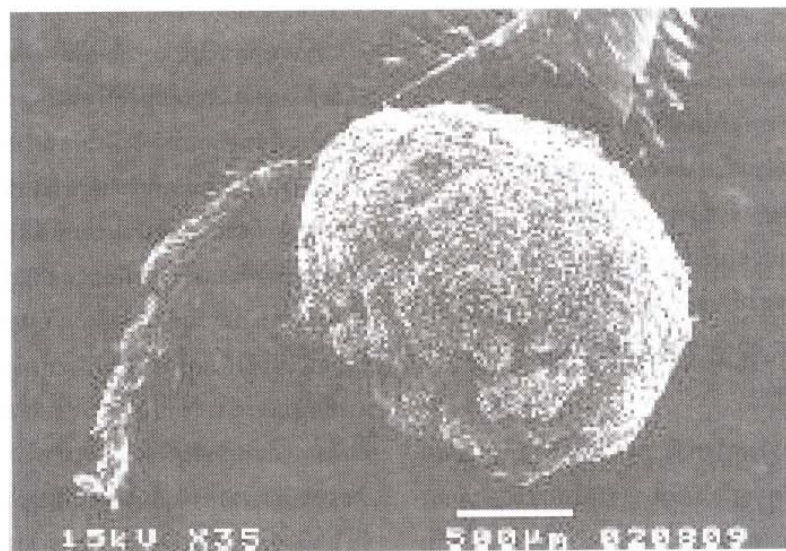


Figure 4. SEM micrographs of teak pollen on pollen basket of stingless bee (*Trigona* sp.)

การศึกษาประสิทธิภาพในการเคลื่อนย้ายละอองเรณูถือว่ากลุ่มผึ้งป่า เป็นแมลงผสมเกสรที่มีความสำคัญที่สุด เนื่องจากพบเป็นจำนวนมากที่สุด และเมื่อนำมาตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนไมโคร สโคป จะเห็นว่าแมลงชนิดนี้เก็บละอองเรณูของสักรับเป็นจำนวนมากที่ tibia ของขาหลัง (Figure 4) แม้แมลงเหล่านี้เมื่อเทียบแต่ละตัวแล้ว จะมีประสิทธิภาพในการเคลื่อนย้ายละอองเรณูได้จำนวนน้อยกว่า พวกต่อเสือ (*Vespa affinis*) ก็ตาม แต่เนื่องจากมีจำนวนตัวที่พบมากกว่า จึงอาจถือได้ว่าอยู่ในระดับที่ดี และมีความสำคัญยิ่งในการช่วยผสมเกสรดอกสัก

สรุป

แมลงช่วยผสมเกสรที่ลงตอมดอกสักพบทั้งหมด 59 ชนิด โดยมีแมลงที่พบมากที่สุดเก้าชนิดแรกได้แก่ ชันโรงคอลลินา (*Trigona collina*) ชันโรงเทอร์มินาต้า (*T. terminata*) ผีเสื้อหนอนอุย (Catopsilia pomona pomona) ผีเสื้อ (Apis florea) ผีเสื้อหน้าเข็มสีตาล (*Badamia exclamationis*) ผีเสื้อหลอดไม้ (*Ceratina* spp.) ผีเสื้อจระกานอนฮิโด (*Euploea core godartii*) แมลงวันหัวเขียว (*Chrysomya* sp.) และผึ้งดำเจาะหลอดไม้ (*Braunsapis* sp.) คิดเป็นร้อยละ 21.39, 16.32, 10.56, 5.84, 4.75, 4.36, 4.13, 4.01 และ 3.70 ตามลำดับ

พฤติกรรมการหาอาหารของแมลงที่ช่วยผสมเกสรที่สำคัญ พบว่าในช่วงเวลา 10.00-12.00 น. แมลงส่วนใหญ่ลงตอมดอกมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับอาหารที่เป็นคาร์โบไฮเดรตพอเหมาะคือ ค่าปริมาณน้ำหวานและปริมาณความเข้มข้นของน้ำตาลในน้ำหวานของดอกสักจะมีความเหมาะสมในช่วง 10.30 น. อีกทั้งเป็นช่วงที่สักให้อาหารที่เป็นโปรตีนคืออับเรณูแตกพоди จึงทำให้แมลงลงตอมดอกมาก

ในช่วงนี้เพราะได้อาหารทั้งน้ำตาลและโปรตีน และ ผึ้งเจาะรูดิน (*Nomia* sp.) มีอัตราความเร็วในการลงตอมดอก สูงสุดคือ 1.85 วินาทีต่อดอก ส่วนประสิทธิภาพของแมลงที่สำคัญในการเคลื่อนย้ายละอองเรณูดอกสัก ได้แก่ ชันโรงคอลลินา (*Trigona collina*) ชันโรงเทอร์มินาต้า (*T. terminata*) ชันโรงลาวิเซปส์ (*T. laeviceps*) และ ผึ้งเจาะหลอดไม้ (*Ceratina* spp.) ที่ก่อให้เกิดการเคลื่อนย้ายละอองเรณูได้ดี โดยดอกที่แมลงเหล่านี้ลงตอมพบว่า ได้รับการถ่ายละอองเรณูถึงร้อยละ 60-75 แม้ว่าจะพบน้อยกว่าต่อเสือ (*Vespa affinis*) ที่เคลื่อนย้ายละอองเรณูได้สูงถึงร้อยละ 80 ส่วนผึ้งเจาะรูดิน สามารถเคลื่อนย้ายละอองเรณูไปตกลงบนยอดเกสรเพศเมียได้จำนวนมากที่สุดคือ 6.67 เรณูต่อดอก

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาได้ทำการศึกษาค้นคว้าถึงความสำคัญของแมลงที่ช่วยผสมเกสรดอกสักที่ สถานีผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้ป่าแม่กา จังหวัดพะเยา ซึ่งทำให้สามารถทราบเพียงว่าในพื้นที่แห่งนี้มีแมลงที่สำคัญและจำนวนชนิดมากน้อยเพียงใด โดยสามารถนำเอามาใช้หรือเพื่อหาทางเพิ่มปริมาณให้มากเพียงพอกับสวนสักปลูกแห่งนี้ในอนาคต ส่วนในสวนสักแห่งอื่น ๆ อาจสามารถนำข้อมูลนี้ไปใช้ได้ แต่ถ้าจะให้มีประสิทธิภาพ ควรมีการศึกษาและสำรวจก่อน เนื่องจากแมลงในแต่ละพื้นที่อาจมีความสำคัญมากน้อยต่างกันไป จะเห็นได้ว่าแมลงที่มีความสำคัญในพื้นที่นี้เป็นแมลงในกลุ่มชันโรง โดยเฉพาะชันโรงคอลลินา (*Trigona collina*) พบว่ามีจำนวนมากเมื่อเทียบกับแมลงชนิดอื่น ๆ แม้ประสิทธิภาพการเคลื่อนย้ายละอองเรณูจะน้อยกว่าต่อเสือ (*Vespa affinis*) และอัตราการติดผลจะน้อยกว่าผึ้งเจาะรูดิน (*Nomia* sp.) ก็ตาม ซึ่งแมลงเหล่านี้พบมีจำนวนน้อย โดยเฉพาะผึ้งเจาะรูดิน พบจำนวนน้อย

แต่มีประสิทธิภาพสูงในการช่วยผสมเกสรดอกสักในธรรมชาติ ผึ้งชนิดนี้มีจำนวนน้อยเนื่องจากพบรังน้อยมากและในแต่ละรังก็มีจำนวนตัวน้อย ถ้ามีการนำมาเลี้ยงและขยายได้จำนวนมากๆ จะเป็นกลุ่มแมลงที่มีประสิทธิภาพในการช่วยผสมเกสรดอกสักต่อไปในอนาคตได้อีกชนิดหนึ่ง

ในส่วนของกลุ่มของชันโรง ซึ่งเป็นแมลงสังคม (social bees) ในแต่ละรังอยู่รวมกันจำนวนมาก ประสิทธิภาพในการช่วยผสมเกสรถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดี ทำให้แมลงชนิดนี้มีความสำคัญในการช่วยผสมเกสร และเป็นที่น่าสนใจ เนื่องจากบางชนิดของกลุ่มนี้สามารถนำมาเลี้ยงขยายพันธุ์ได้ เช่น ชันโรงเทอร์มินาต้า (*Trigona terminata*) และ ชันโรงลาวิเซปส์ (*T. laeviceps*) แต่ในบางชนิดโดยเฉพาะชันโรงคอลลินา เป็นชนิดที่อาศัยอยู่ใต้ดินตามรังปลวก ยังไม่สามารถนำมาเลี้ยงเหมือนชนิดอื่นได้ เนื่องจากมีปัจจัยจำกัดทางด้านความชื้นและอุณหภูมิภายในรัง ดังนั้นการนำชันโรงชนิดนี้มาใช้ประโยชน์จึงมีขีดจำกัด สิ่งที่ได้จากการช่วยกันอนุรักษ์และดูแลให้อยู่คู่กับธรรมชาติตลอดไป เพื่อหวังผลในด้านการผสมเกสรในการก่อให้เกิดความสำเร็จในการเพิ่มผลผลิตของเมล็ดพันธุ์สัก และความสมดุลของระบบนิเวศต่อไปในอนาคต

คำนิยาม

ผู้วิจัยขอขอบคุณหัวหน้าสถานีผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้ป่าแม่กา เป็นอย่างสูงที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอำนวยความสะดวกในทุกๆ ด้าน คุณมาลัยพร ทาแก้ว ที่ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลและช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จด้วยดีทุกประการ

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2534. เทคโนโลยีการผสมเกสรเพิ่มผลผลิตพืชด้วยผึ้ง. เอกสารทางวิชาการ. กรมส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพฯ. 29 น.
- ประสิทธิ์ เพียรอนุรักษ. 2538. วิเคราะห์สวนผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้สักในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สมนึก บุญเกิด. 2528. บทบาทของผึ้งและแมลงวันในการผสมเกสรมะม่วงน้ำดอกไม้. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สวดี มาลัยพันธุ์. 2535. การจัดการผึ้งและแมลงเพื่อผสมเกสร. เอกสารคำสอนวิชาการเลี้ยงผึ้งและแมลงผสมเกสร. ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 277 น.
- สุรัช ชลดำรงกุล และ ฉวีวรรณ หุตะเจริญ. 2529. ความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตของช่อดอกสักกับชนิดแมลงบนช่อดอก. วารสารสำนักงานกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ. 18(2): 45-52.
- อภิชาติ ขาวสอาด, สมเกียรติ จันทร์ไพแสง และทวีไชยเรืองศิริกุล. 2535. ไม้สัก (*Tectona grandis* Linn.f.). ฝายวนวัฒนวิสัย กองบำรุง กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 24 น.
- อานวยพร ชลดำรงกุล, พิศาล วสุวนิช และ วิโรจน์รัตน์พรเจริญ. 2540. เรณูไม้สัก : สันฐานวิทยาและความมีชีวิต. น. 33-45. ใน รายงานการสัมมนาวนวัฒนวิทยา ครั้งที่ 6. ส่วนวนวัฒนวิสัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- Bryndum, K. and T. Hedegart. 1969. Pollinators of teak (*Tectona grandis* f.). Cited by S.

- Egenti, L.C. 1974. Preliminary studies on pollinators of teak (*Tectona grandis* L.f.). Research Paper No. 29. Research Paper Forest Series, Federal Department of Forest Research, Nigeria. 18 p.
- Kedarnath, S. 1974. Genetic Improvement of Forest Tree Species in India. India J. Genetic.Proc. 2nd General Congress, Sarrao, New Delhi. 34 p.
- Keiding, H. 1966. Aim and prospects of teak budding in Thailand. Nat. His. Bull. Siam Soc. 212(1): 45-62.
- Proctor, M. and P. Yeo. 1973. The pollination of flowers. Cited by D.H. Hill. 1997. The economic importance of insects. Animal Resources Program. Faculty of Resource Science and Technology, Universiti Malaysia, Sarawak, East Malaysia. 384 p.
- Tangmitcharoen, S. and J.N. Owens. 1997. Floral biology, pollination, pistil receptivity, and pollen tube growth of teak (*Tectona grandis* f.). Annal of Botany. 79: 227-241.
- Tangmitcharoen, S. 1997. Technique for controlled hand-pollination of teak (*Tectona grandis* Linn.f.). ASEAN Forest Tree Seed Centre. Muak Lek, Saraburi, Thailand. 17 p.
-