แมลงผสมเกสรกับการติดผลของไม้สัก

FRUIT SET AS AFFECTED BY POLLINATORS OF TEAK *(Tectona grandis* L.F.)

สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ (SUWAN TANGMITCHAROEN)[1]

บทคัดย่อ

อัตราการติดผลของไม้สักในสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้สักในประเทศไทยอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ทำให้การนำเมล็ดพันธุ์ที่ไปใช้เพื่อการปลูกประสบปัญหา การค้นหาแนวทางเพิ่มอัตราการติดผลจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องดำเนินการเพื่อให้มีการนำเมล็ดจากสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ไปใช้อย่างกว้างขวาง ปัจจัยพื้นฐานที่จำเป็นในการเพิ่มผลผลิตเมล็ด คือ การเข้าใจชีววิทยาการสืบพันธุ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการถ่ายเรณูของไม้สัก เนื่องจากสักเป็นพืชที่ต้องการการผสมข้ามเพื่อให้เกิดการผลิตผลและเมล็ดที่สมบูรณ์ เอกสารนี้ ได้กล่าวถึงแมลงผสมเกสรซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในการถ่ายเรณูของไม้สัก โดยบ่งชี้แมลงผสมเกสรหลักชนิดต่างๆ ของไม้สักทั้งที่พบในประเทศไทยและต่างประเทศ รวมทั้งพฤติกรรมการหาอาหารของแมลงที่เกี่ยวข้องกับการติดผลของไม้สัก ทั้งที่มีการศึกษาในป่าธรรมชาติ สวนป่า และสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ของประเทศไทย โดยงานวิจัยที่ผ่านมารายงานสอดคล้องกันว่า การผสมเกสรส่วนใหญ่เกิดการผสมในตัวเอง เนื่องจากแมลงพาหะที่สำคัญ เช่น ผึ้งเจาะหลอดไม้ ซีราติน่า (*Ceratina* sp.) และชันโรงคอลลินา *(Trigona collina)* มักมีพฤติกรรมหาอาหารระหว่างดอกหรือช่อดอกภายในต้นเดิม และในตอนท้ายให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดการสวนผลิตเมล็ดพันธุ์และการทำวิจัยที่ควรจะมีการศึกษาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้สามารถผลิตเมล็ดได้มากทั้งปริมาณและคุณภาพ

คำหลัก : ไม้สัก แมลงไม้สัก การผสมเกสร การติดผล

ABSTRACT

Low natural fruit set of teak *(Tectona grandis* L.f.) grown at seed orchards in Thailand causes problems when genetically improved seeds are sought for plantings. In order to promote the use of teak seeds from seed orchards, it is necessary to find ways to increase fruit set. If we need to increase seed production, it is important to understand the reproductive biology of teak, in particular its pollination since teak flowers need to cross pollinate to produce fruit containing fertile seeds. This report focuses on insect pollinators and identifies the main pollinators of teak studied in Thailand and abroad. The report also

[1] กลุ่มงานวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้ E-mail: suwantang@hotmail.com

includes the study of pollinator behavior and how it relates to fruit set in the natural forest, plantations, and seed orchards. Previous studies found that the majority of teak flowers were self-pollinated since the main pollinators *i.e. Ceratina* sp., *Trigona collina* mostly visited flowers within the same tree. To enhance teak seed quantity and quality, we suggest that seed orchard management practices and future research should continue.

Keywords: Teak, Pollinator, Breeding, Fruit set

คำนำ

ไม้สักเป็นไม้มีค่าทางเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งในประเทศไทย เป็นที่รู้จักและที่ต้องการของตลาดนิยมใช้กันทั่วไปในรูปแบบต่างๆ ถึงแม้ประเทศไทยมีการยกเลิกสัมปทานป่าไม้แล้วตามพระราชบัญญัติปิดป่าปี พ.ศ. 2532 แต่ก็ยังมีการลักลอบตัดไม้โดยเฉพาะอย่างยิ่งไม้สักออกจากป่าอยู่ตลอดเวลา โดยไม้ที่มีลักษณะดีจะถูกตัดก่อน รัฐบาลไทยโดยกรมป่าไม้ตระหนักถึงความสำคัญและปัญหาดังกล่าวจึงร่วมกับรัฐบาลประเทศเดนมาร์กร่วมกันจัดตั้งโครงการปรับปรุงพันธุ์ไม้สักขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2508 โดยมีวัตถุประสงค์หลักที่สำคัญนอกเหนือจากการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาสายพันธุ์ คือ ทำการรวบรวมไม้สักพันธุ์ดีในรูปแบบต่างๆ เช่น การจัดสร้างสวนรวมพันธุ์ (clone bank) และจัดสร้างสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ (seed orchard) โดยปัจจุบันมีสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ถึง 21 แห่ง ครอบคลุมพื้นที่กว่า 12,652 ไร่ (ประสิทธิ์, 2538)

สวนผลิตเมล็ดพันธุ์ปลูกขึ้นจากการใช้วัสดุพันธุกรรมของสายพันธุ์ที่ดีซึ่งคัดเลือกไว้และได้รับการจัดการด้วยวิธีต่างๆ เพื่อให้มีผลผลิตเมล็ดเร็วขึ้นและเป็นปริมาณมากรองรับความต้องการเมล็ดเพื่อการปลูกสร้างสวนป่าและปลูกใช้สอย นับว่าเป็นแหล่งเมล็ดที่ดีที่สุดสำหรับการปลูกสร้างสวนป่า (บุญชุบ และ สุขสันต์, 2540) ต้นไม้ในสวนผลิตเมล็ดพันธุ์นั้นเป็นต้นไม้ที่คาดว่าจะมีลักษณะทางสายพันธุ์ดี (genetically superior) ตามลักษณะของแม่ไม้ (plus tree หรือ seed tree) และคาดว่าจะผลิตเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดี เนื่องจากในการปลูกได้มีการสุ่มคละกล้าไม้จากตัวแทนของสายพันธุ์หรือแหล่งต่างๆ ทำให้มีโอกาสเกิดการผสมข้ามพันธุ์สูง อย่างไรก็ตามสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้สักที่มีอยู่ประสบปัญหาที่สำคัญเกี่ยวกับผลผลิตเมล็ด คือ อัตราติดผลต่ำ (0.21 กิโลกรัมต่อต้น หรือ 1.3 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี) (ประสิทธิ์, 2538) และผลที่เก็บได้ในปริมาณน้อยยังมีอัตราการงอกต่ำอีกด้วย ปัญหาดังกล่าวก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจแก่ประเทศชาติ เนื่องจากรัฐบาลโดยกรมป่าไม้ได้ทุ่มเทงบประมาณและบุคลากรเป็นจำนวนมากในกิจกรรมการจัดสร้างสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้สัก แต่ผลตอบแทนในการลงทุนดังกล่าวกลับไม่คุ้มค่าไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้เต็มที่

จวบจนปัจจุบันการนำเมล็ดพันธุ์จากสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ที่มีอยู่ไปใช้คิดเป็นสัดส่วนที่น้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณการใช้เมล็ดไม้สักทั้งหมด ทั้งนี้การใช้เมล็ดพันธุ์จากต้นที่ไม่ได้คัดเลือกแม่พันธุ์อาจทำให้การปลูกสร้างสวนป่าไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ซึ่งทำให้เกิดผลเสียในเชิงเศรษฐกิจ ในทางกลับกันหากมีการใช้เมล็ดพันธุ์ดีจะทำให้ผลผลิตของป่าเพิ่มขึ้น เสริมให้เกิดการปลูกป่าไม้สักมากขึ้นทั้งในภาครัฐและ

เอกชน นอกจากจะช่วยแก้ปัญหาขาดแคลนไม้ใช้สอยและลดแรงกดดันในการลักลอบตัดไม้สักในป่าธรรมชาติแล้วยังเป็นการช่วยฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมด้วย

การค้นหาแนวทางเพื่อเพิ่มผลผลิตเมล็ดในสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้สักจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจถึงระบบการสืบพันธุ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการการถ่ายเรณูไม้สักซึ่งมีแมลงผสมเกสรเป็นปัจจัยสำคัญ

ลักษณะทางชีววิทยาของไม้สักและระบบการสืบพันธุ์

ไม้สักเป็นพืชที่ต้องการการผสมข้าม (out crossing species) ในการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติ (Bryndum and Hedegart, 1969) จำเป็นต้องได้รับการถ่ายเรณูแบบข้ามต้นเพื่อให้เกิดผลผลิตผลและเมล็ดที่สมบูรณ์ ต้นสักผลิตดอกจำนวนมาก (2700 ดอก/ช่อ) (Tangmitcharoen and Owens, 1997a) แต่มีการพัฒนาเป็นผลที่สุกแก่จำนวนน้อย (1.3% และ 6.5%) (Hedegart, 1973 Tangmitcharoen and Owens, 1997b)

จากการควบคุมการผสมเกสรพบว่า การผสมแบบข้ามต้น (cross pollination) ก่อให้เกิดการติดผลสูงกว่าการผสมเกสรในต้นเดียวกัน (self pollination) (Hedegart, 1973 Tangmitcharoen and Owens, 1997b) และจากการศึกษาค่าสัดส่วน pollen/ovule (P/O) โดย Tangmitcharoen and Owens (1997b) ยังพบว่า มีระดับของการผสมข้ามพันธุ์สูงมาก (the highest out crossing level) ที่เรียกว่า obligate xenogamy ค่าดัชนีความเข้ากันไม่ได้จากการผสมในตัวเอง (index of self incompatibility) ของไม้สัก คือ 0.17 บ่งชี้ว่าไม้สักมีกลไกป้องกันการผสมในตัวเองสูง ซึ่งช่วยอธิบายว่าไม้สักสามารถติดผลได้บ้างหากเกิดการผสมในตัวเอง แม้ว่าอับเรณูแตกและเกิดการแพร่กระจายของเรณูก่อนที่เกสรเพศเมียจะพร้อมรับเรณู แต่ช่วงเวลาห่างกันไม่มาก (ไม่เกิน 3 ชม) ทำให้เป็นกลไกที่ไม่มีประสิทธิภาพพอที่จะป้องกันการผสมในตัวเองได้

ดอกสักเป็นดอกสมบูรณ์เพศ (perfect flower) น้ำหวานและเรณูเป็นสิ่งสำคัญที่ล่อให้แมลงเข้าตอมดอก ดอกบานเพียงวันเดียว (ตารางที่ 1) โดยเริ่มบานตั้งแต่เวลา 07.00 น หลังจากนั้นหนึ่งชั่วโมงอับเรณู (anther) เริ่มเปิดออก ก้านชูเกสรตั้งตรง ยอดเกสรเพศเมียเป็นแบบเปียก (wet type) ส่วนเกสรเพศเมียพร้อมรับเรณูเวลา 11.00-13.00 น เรณูปกติซึ่งอยู่ในสภาพแห้ง (dehydrated pollen) เป็นรูปยาวรีแบบมีรอยแตกสามแนวตามแนวยาวเรียกว่า tricolpate มีเส้นผ่าศูนย์กลางตามแนวกว้าง (polar view) เฉลี่ย 20 ไมครอน และตามแนวยาว (equatorial view) เฉลี่ย 40 ไมครอน และเมื่อเรณูสัมผัสกับยอดเกสรเพศเมียจะเปลี่ยนเป็นรูปทรงกลม (hydrated pollen) มีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 29 ไมครอน ค่าเฉลี่ยของจำนวนเรณูต่อดอกคือ 13,000 (Tangmitcharoen and Owens, 1997a)

แมลงคือตัวพาหะสำคัญที่ก่อให้เกิดการถ่ายเรณูของไม้สัก

แมลงเป็นกลไกที่มีบทบาทสูงต่อการติดผลและกระบวนการสืบพันธุ์ (breeding system) ของไม้สัก จึงมีงานวิจัยจำนวนมากรายงานถึงแมลงดอกสัก ความเกี่ยวข้องของแมลงที่มีต่อการถ่ายเรณู และการสืบพันธุ์ของไม้สัก (Hedegart, 1969 Egenti ,1974 Tangmitcharoen and Owens, 1997a Tangmitcharoen *et. al.*, 2006a Tangmitcharoen *et. al.*, 2006b สุรชัยและจวีวรรณ, 2529 วัฒนชัยและคณะ, 2543-2545 สุวรรณและวัฒนชัย, 2547a) Tangmitcharoen *et. al.*, (2006a) รายงานความหลากหลายของแมลงดอกสักในป่าธรรมชาติและในสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ว่า แมลงที่อยู่บริเวณเรือนยอดต้นสักมี 693 ชนิด มีจำนวน 10,404 ตัว

ตารางที่ 1. ชีพลักษณ์ของดอกสักในวันที่ดอกบานและพร้อมรับเรณู

Time of day	Events
04.00 h	flower closed, style coiled
05.00 h	nectar appears
07.00 h	flower opens
08.00 h	anthers open
11.00–13.00 h	peak receptive period (corolla completely open, style straight, stigma reflexes and turgid, hydration of pollen on stigma)
15.00 h	post receptive stigma tip dry and collapsed
17.00 h	anthers collapse, nectar disappears
19.00 h	corolla begins to shed

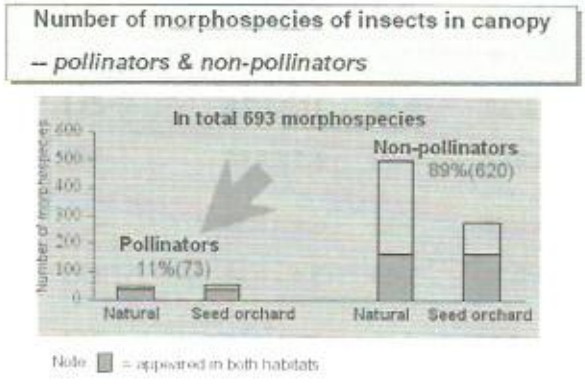
ที่มา: Tangmitcharoen and Owen (1997a)

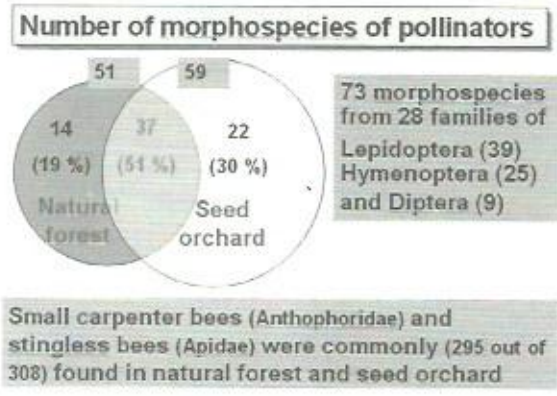
6 mm

จัดอยู่ใน 115 วงศ์ (family) จาก 11 อันดับ (order) ได้แก่ Lepidoptera, Hymenoptera, Diptera, Coleoptera, Homoptera, Hemiptera, Orthoptera, Dictyoptera, Neuroptera, Dermaptera, และ Thysanoptera โดยแมลงที่จับได้จากเรือนยอดต้นสักในป่าธรรมชาติมีความหลากหลายและชุกชุม (552 ชนิด 6,948 ตัว) มากกว่าในสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ (340 ชนิด 3,456 ตัว) และค่าดัชนีความหลากหลาย (Alpha diversity index) ของแมลงจากเรือนยอดต้นสักในป่าธรรมชาติ (83.75) มากกว่าในสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ (48.59) เช่นกัน

จำนวนชนิดของ Potential pollinators ในสวนผลิตเมล็ดพันธุ์และในป่าธรรมชาติ

แมลงที่อยู่บริเวณช่อดอกและดอกสักทั้งหมดที่จับโดยใช้ Malaise trap และสวิงจับแมลงแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแมลงที่สามารถเป็นแมลงผสมเกสร (potential pollinator) มี 73 ชนิด และกลุ่มแมลงที่ไม่เกี่ยวข้องกับการผสมเกสร (non-pollinators) มี620 ชนิด (Tangmitcharoen *et. al.*, 2006a)





Potential pollinators ทั้ง 73 ชนิด จัดอยู่ในอันดับ Lepidoptera มากที่สุด (39 ชนิด) สำหรับในป่าธรรมชาติพบว่า มี potential pollinators (51 ชนิด) น้อยกว่าในสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ (59 ชนิด) แต่ในทางกลับกัน

สำหรับ non-pollinators ในป่าธรรมชาติ (501 ชนิด) มีจำนวนมากกว่าในสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ (281 ชนิด) ผึ้งขนาดเล็กและชันโรงเป็นแมลงผสมเกสรหลักของไม้สักในประเทศไทย

แม้ว่า potential pollinators มีจำนวนมากถึง 73 ชนิด (Tangmitcharoen *et al.*, 2006a) แต่แมลงที่มีบทบาทในการผสมเกสรอย่างแท้จริง (พิจารณาจากความถี่ในการตอมดอก พฤติกรรมการหาอาหาร การนำพาเรณู) มีเพียงไม่กี่ชนิด Bryndum และ Hedegart (1969) รายงานว่า มีผึ้งเพียง 2 ชนิดในอันดับ Hymenoptera คือ *Ceratina hieroglyphica* Sm. วงศ์ Anthophoridae และ *Heriades binghami* วงศ์ Megachilidae เป็นแมลงผสมเกสรสำคัญบริเวณศูนย์ปรับปรุงพันธุ์ไม้สัก จังหวัดลำปาง ต่อมา Tangmitcharoen and Owens (1997a) พบว่าผึ้งเจาะหลอดไม้ (carpenter bees) ที่มีขนาดเล็ก คือ ผึ้งซีราตินา (*Ceratina* sp.) เป็นแมลงที่มีความสำคัญในการช่วยผสมเกสรดอกสักที่สวนสักจังหวัดสระบุรี และล่าสุด Tangmitcharoen *et. al.* (2006b) รายงานว่าผึ้งในวงศ์ Anthophoridae ได้แก่ *Ceratina* spp., *Braunsapis* sp., *Lasioglossum* sp. และวงศ์ Apidae ซึ่งเป็นแมลงในกลุ่มเดียวกับผึ้งแต่ไม่มีเหล็กไน (sting less bees) ได้แก่ ชันโรงคอลลินา (*Trigona collina*) ชันโรงเทอร์มินาตา (*T. terminata*) ชันโรงลาวิเซบ (*T. laeviceps*) รวมทั้งผึ้งในวงศ์ Apidae ที่มีเหล็กไน เช่น ผึ้งโพรง (*Apis cerana*) และผึ้งมิ้ม (*A. florea*) และผึ้งในวงศ์ Halicidae คือ ผึ้งเจาะรูดิน (*Nomia* sp.) เป็นแมลงผสมเกสรสำคัญจากการศึกษาพฤติกรรมการหาอาหาร เช่น อัตราการตอมดอก (foraging rate) การเคลื่อนไหวในการหาอาหาร (foraging movement) และความถี่ในการเข้าตอมดอก (ตารางที่ 2 และ 3) ชี้ชัดว่าชันโรงคอลลินาเป็นแมลงผสมเกสรที่มีบทบาทมากที่สุดในการถ่ายเรณูของไม้สักในสวนผลิตเมล็ดพันธุ์จังหวัดพะเยา

ตารางที่ 2 พฤติกรรมแมลงผสมเกสรบางชนิดในสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้สักจังหวัดพะเยา

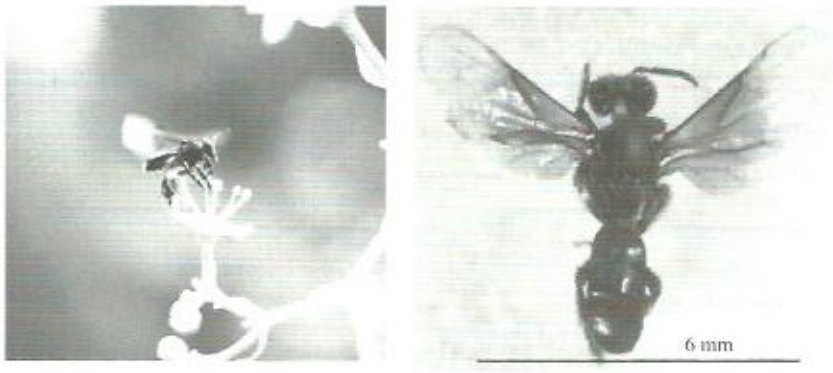
Family	Species	Number of visits	Mean foraging rate (flo./min)	Number of flowers visited each time		Foraging movement (% of visits within same inflorescent.)
				range	mean	
Apidae	*Trigona collina*	35	6.59 ± 0.66	1-23	6.7 ± 0.83	62.9
	T. terminate	75	5.95 ± 1.06	1-21	4.1 ± 0.42	82.7
	T.laeviceps	4	4.36 ± 1.0	3-6	4.5 ± 0.65	50
	Apis cerana	13	15.13 ± 2.3	2-35	11.5 ± 3.0	23.1
	A. florae	88	9.48 ± 0.41	1-29	6.5 ± 0.61	70.5
Anthophoridae	*Braunsapis* sp.	52	6.08 ± 0.60	1-15	5.9 ± 0.36	92.3
	Ceratina spp.	40	4.04 ± 0.35	1-14	3.4 ± 0.46	87.5
Halictidae	*Nomia* sp.	9	32.16 ± 7.03	1-40	18.8 ± 4.5	33.3

ที่มา: ดัดแปลงจาก Tangmitcharoen et al. (2006b)

ตารางที่ 3 ความถี่ในการเข้าตอมดอกสักในช่วงเวลา 5 นาทีของทุกต้นชั่วโมง โดยแมลงผสมเกสรบางชนิดในสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้สักจังหวัดพะเยา

Species	Number of visits at different 1 hour time intervals					Total insect visits	Percentage of total insect visits
	10.00 h. to 11.00 h.	11.00 h. to 12.00 h.	12.00 h. to 13.00 h.	13.00 h. to 14.00 h.	14.00 h. to 15.00 h.		
Trigona collina	86	129	132	92	55	494	73.95
T. terminata	4	4	10	8	2	28	4.19
T. laeviceps	3	0	1	0	0	4	0.60
Apis cerana	0	1	4	1	2	8	1.20
A. florea	1	0	7	1	6	15	2.25
Ceratina spp.	3	5	4	3	2	17	2.54
Lasioglossum sp.	5	1	13	1	1	21	3.14
Catopsilia pomona	4	6	7	4	3	24	3.59
Chrysomya sp.	1	2	2	0	3	8	1.2
Nomia sp.	4	27	5	2	4	42	6.29
Vespa affinis	1	1	2	2	1	7	1.05
Total	**112**	**176**	**187**	**114**	**79**	**668**	**100**

ที่มา: Tangmitcharoen *et. al.*, 2006b



ภาพที่ 1. ชันโรงคอลลินา (*Trigona collina*) แมลงผสมเกสรหลักในสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้สักจังหวัดพะเยา

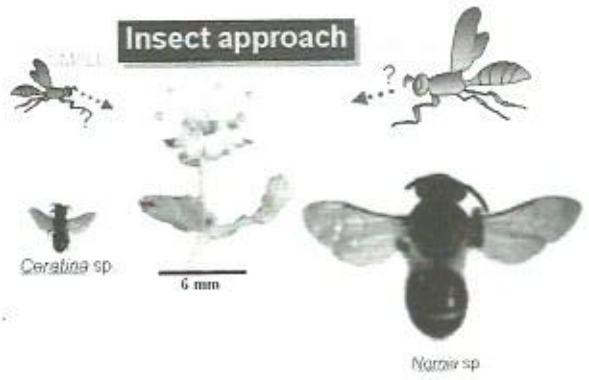
พฤติกรรมการหาอาหารของแมลงผสมเกสรมีความสำคัญต่อการถ่ายเรณู

การบันทึกแมลงและพฤติกรรมของแมลงชนิดต่างๆ ที่เข้าตอมดอกมีความสำคัญมาก เพื่อจำแนกแมลงที่มีบทบาทในการผสมเกสร และแมลงที่อาจเพียงบินผ่านดอกหรือเข้าตอมดอกแต่ไม่ก่อเกิดการถ่ายเรณู

รูปแบบการเคลื่อนไหว การหาอาหารก็มีความสำคัญในการถ่ายเทองค์ประกอบของพันธุกรรม (component of gene flow) แมลงที่เคลื่อนย้ายในต้นหรือข้ามต้น บินหาอาหารใกล้หรือไกลมีผลต่ออัตราการผสมในตัวเองหรือการถ่ายเทยีนภายในหรือระหว่างกลุ่มประชากร (cited after Ghazoul, 1997) จึงมีรายงานวิจัยเกี่ยวกับแมลงดอกสักจำนวนมาก

ที่ประเทศอินโดนีเซียมีการศึกษาพฤติกรรมแมลงผสมเกสรในระดับวงศ์ โดยรายงานว่า แมลงที่มีศักยภาพในการผสมเกสรในสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ ได้แก่ วงศ์ Anthophoridae, Andrenidae, Halictidae, Megachilidae, Apidae และ Vespidae ในอันดับ Hymenoptera แต่เมื่อพิจารณาจากพฤติกรรมได้แก่ เรณูที่ติดตามลำตัว ตำแหน่งที่เข้าตอมดอก เวลาในการหาอาหาร ช่วงเวลาที่เข้าตอมดอกต่อต้น การเคลื่อนย้ายระหว่างดอกและช่อดอกแล้วพบว่า มีเพียง Andrenidae, Halictidae, Megachilidae, Anthophoridae และ Apidae เท่านั้นที่มีประสิทธิภาพในการก่อให้เกิดการผสมข้าม และจากการศึกษาการแพร่กระจายของเรณู (pollen dispersal) พบว่า แมลงนำพาเรณูภายในระยะไม่เกิน 180 ม โดยส่วนใหญ่นำพาเรณูในรัศมี 100 ม (Palupi, 2005)

สำหรับในประเทศไทยพบว่า แมลงผสมเกสรหลักมีพฤติกรรมหาอาหารระหว่างดอกหรือช่อดอกภายในต้นเดิม (Tangmitcharoen and Owens, 1997a Tangmitcharoen *et. al.*, 2006b) Tangmitcharoen *et. al.*, (2006b) เสนอว่า ขนาดของแมลงมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการหาอาหารและประสิทธิภาพการถ่ายเรณู คือ แมลงขนาดใหญ่ เช่น ผึ้งโพรง และผึ้งเจาะรูดิน ก่อให้เกิดการผสมเกสรข้ามได้มากกว่า คือ มีอัตราการตอมดอก (foraging rate) และบินระหว่างช่อมากกว่าแมลงขนาดเล็ก และมักเข้าตอมดอกทางด้านบน (เพิ่มโอกาสให้เรณูที่แมลงนำมาเกาะติดบนยอดเกสรเพศเมีย) ขณะที่แมลงขนาดเล็กมักเข้าตอมดอกด้านข้าง (ตารางที่ 4 และภาพที่ 2)



สอดคล้องกับการศึกษาที่ประเทศไนจีเรีย (Egenti, 1981) ที่รายงานว่า แมลงผสมเกสร (1. *Nomia tridents* Sm., Halictidae of Lepidoptera; 2. *Euphaedra janatta* B., 3. *Belenois calypso* Dr., 4. *Acraea bonasia* F., Nymphalidae of Lepidoptera; 5. *Megachile cincta*, Megachilidae of Hymenoptera; 6. *Belanogaster juviceus*, Vespidae of Hymenoptera, และ 7. *Sarcophaga* sp., Sarcophagidae of Diptera) ที่พบในสวนป่าสักที่มีผลผลิตเมล็ดสูงนั้นส่วนใหญ่เป็นแมลงที่มีขนาดใหญ่ และเป็นไปในแนวทางเดียวกับการศึกษาเปรียบเทียบอัตราการผสมข้ามของ *Monochoria korsakowii* ที่เกิดจากผึ้ง *Xylocopa circumvolan* (carpenter bee) และ *A. cerana* japonica (eastern hive bee) Wang *et. al.*(1998) พบว่า *X. circumvolan* ซึ่งเป็นผึ้งขนาดใหญ่เป็น

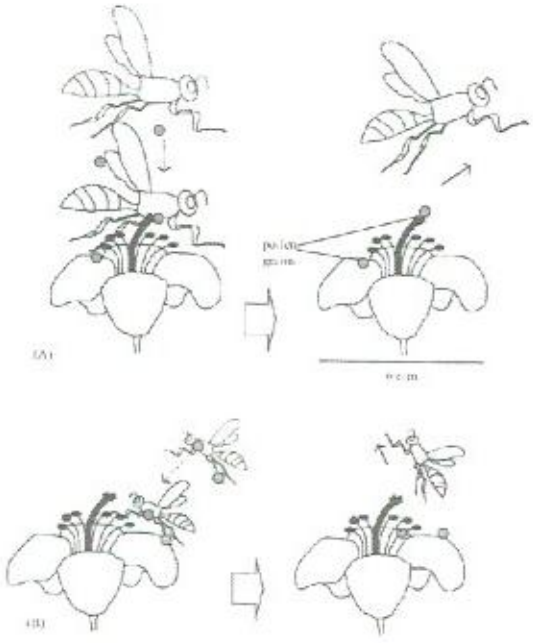
แมลงผสมเกสรที่มีประสิทธิภาพกว่า *A. cerana* japonica โดยพบว่าเมื่อดอกได้รับการผสมโดยแมลงทั้ง 2 ชนิด มีอัตราการผสมข้ามเป็น 72% แต่มีเพียง 49% เมื่อผสมโดย *A. cerana* japonica ชนิดเดียว

ตารางที่ 4 พฤติกรรมการเข้าตอมดอกสักของแมลงผสมเกสรสำคัญในสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ จังหวัดพะเยา

Species	Size of the species	Landing position on flowers		Movement between flowers in an inflorescence	
		top	side	fly	walk
Trigona collina	Large	+++	-	+++	-
T. terminata	small	++	++	+++	-
Apis cerana	large	+++	-	+++	-
A. florea	small	++	++	++	++
Braunsapis sp.	small	++	++	+++	-
Ceratina spp.	small	+	+++	+++	-
Lasioglossum sp.	small	++	++	+++	-
Nomia sp.	large	+++	-	+++	-
Rhinia sp.	small	-	+++	-	+++

Note: large : >5 mm; small : ≤5 mm, +++ = always observed; ++ = commonly observed; + = occasionally observed; - = never observed.

ที่มา: Tangmitcharoen *et al.*, 2006b



ภาพที่ 2 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของแมลงขนาดใหญ่ (A) และขนาดเล็ก (B) ที่มีต่อพฤติกรรมการหาอาหารและประสิทธิภาพการถ่ายเรณู (Tangmitcharoen *et. al.*, 2006b)

การติดผลและคุณภาพเมล็ดของไม้สัก

การที่ผลสักมีอัตราการร่วงสูงนั้นส่วนหนึ่งเกิดจากการผสมในตัวเองสูง และผลสักที่พบเห็นติดอยู่บนต้นสักโดยทั่วไปอาจเกิดจากการผสมในตัวเองหรือต่างต้นก็ได้ขึ้นอยู่กับความสำเร็จของการถ่ายเรณู (pollination success) และสัดส่วนของการผสมเกสรจากการผสมในตัวเอง (self pollen) หรือการผสมข้ามต้น (cross pollen) ยกตัวอย่างเช่น สมมุติว่าไม้สักจาก 2 แหล่งมีอัตราการติดผล 10% เท่ากัน โดยแหล่ง ก มีความสำเร็จของการถ่ายเรณูสูงแต่ส่วนใหญ่เกิดการผสมในตัวเอง จึงทำให้ผลร่วงมากและเหลืออัตราการติดอยู่เพียง 10% ขณะที่แหล่ง ข มีความสำเร็จของการถ่ายเรณูต่ำแต่เกิดการผสมข้ามต้นสูงทำให้อัตราการติดสูงถึง 10%

สอดคล้องกับการศึกษาระบบการสืบพันธุ์ของไม้สักโดยใช้ isoenzyme gene ตรวจสอบเมล็ดสักจาก 8 ประชากรพบว่า โดยภาพรวมไม้สักมีอัตราการผสมข้ามต้นสูงอยู่ในช่วง 87-99% แต่เมื่อศึกษาในระดับต้นแล้วพบว่า ในแต่ละแหล่งมีอัตราการผสมในหมู่เครือญาติสูงในบางต้น (Changtragoon, 2001) (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 การประเมินอัตราการผสมข้ามในไม้สัก จาก 8 ประชากร โดยใช้ isoenzyme gene

Population	Out crossing rate
Pongsaree, Chiangrai	0.963
Mae Saaead, Phrae	0.995
Hod, Chiangmai	0.939
Banmai Meatha, Lampang	0.922
Pratupa, Lampang	0.889
Mae saerang, Maehongson	0.884
Kaeng Palom, Kanchanaburi	0.877
Wangnamwon, Kanchanaburi	0.917

ที่มา: Changtagoon, 2001

แมลงผสมเกสรที่มีประสิทธิภาพจึงมีความสำคัญมาก สุวรรณและวัฒนชัย (2547a) พบว่า แมลงขนาดใหญ่ซึ่งตอมดอกสักระหว่างช่อและระหว่างต้นได้ดีได้แก่ ผึ้งเจาะรูดิน ต่อเสือ (*Vespa affinis*) ก่อให้เกิดการติดผลระยะแรกมากกว่าแมลงที่ขนาดเล็กกว่า (ตารางที่ 6) โดยที่แมลงที่ขนาดเล็ก (เช่น ชันโรงลาวิเซบ ชันโรงเทอร์มินาตา และผึ้งเจาะหลอดไม้) มักมีพฤติกรรมการหาอาหารย้ายจากดอกหนึ่งไปอีกดอกหนึ่งในระยะสั้นๆ หรือมักจะตอมดอกอยู่ที่ช่อเดิมหรือภายในต้นเดิม

ตารางที่ 6 อัตราการติดผลของไม้สัก (7 วันภายหลังการถ่ายเรณู) โดยแมลงผสมเกสรในสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ จังหวัดพะเยา

Species	Number of flower/ fruit			% Initial fruit set
	Developed	Aborted	Total	
Nomia sp.	47	75	122	38.52
Vespa affinis	14	23	37	37.84
Trigona collina	85	204	289	29.41
Trigona laeviceps	8	21	29	27.59
Trigona terminata	13	42	55	23.64
Lasioglossum sp.	8	26	34	23.53
Ceratina spp.	9	30	39	23.08
Apis florae	12	41	53	22.64
Total /Avg	**196**	**462**	**658**	**29.79**

ที่มา: สุวรรณและวัฒนชัย, 2547a

อัตราการติดผลของไม้สักที่เกิดจากการผสมข้ามสูงกว่าจากการผสมในตัวเอง และในธรรมชาติอัตราการติดผลต่ำใกล้เคียงกับการผสมในตัวเอง ปรากฏการณ์นี้ชี้ให้เห็นว่า การผสมเกสรในธรรมชาติมีโอกาสเกิดการผสมในตัวเอง (โดยแมลงขนาดเล็ก) สูง Bryndum and Hedegart (1969) รายงานว่าการผสมในตัวเองของไม้สักในสวนป่าที่จังหวัดลำปางก่อให้เกิดการติดผลน้อยกว่า 1% ต่อมา Hedegart (1973) รายงานว่าการติดผลจากการผสมข้ามและผสมเองตามธรรมชาติเป็น 20% และ 1.3% ตามลำดับ เช่นเดียวกับการศึกษาการควบคุมการผสมเกสรของไม้สักที่สวนป่า จังหวัดสระบุรี (Tangmitcharoen and Owens, 1997b) พบว่า การติดผลจากการผสมข้าม ผสมในตัวเอง และผสมเองตามธรรมชาติเป็น 14.5% 2.5% และ 6.5% ตามลำดับ

แม้ว่าจนถึงปัจจุบันยังไม่มีรายงานเปรียบเทียบถึงคุณภาพของเมล็ดและต้นไม้ที่เกิดจากการผสมในตัวเองและการผสมข้ามของไม้สัก แต่ก็มีแนวโน้มว่าผลที่เกิดจากผสมข้ามมีคุณภาพดีกว่าและมีโอกาสเจริญเติบโตเป็นกล้าไม้มากกว่าผลที่เกิดจากการผสมในตัวเอง ดังที่ Graudal *et. al.* (1999) เสนอว่า การผสมในต้นเดียวกันหรือในเครือญาติทำให้การติดเมล็ดลดลงหรือทำให้เกิดผลที่ไม่มีเมล็ดบรรจุอยู่ภายใน และกล้าสักที่งอกส่วนใหญ่เกิดจากเมล็ดที่มีการผสมข้าม สุวรรณและวัฒนชัย (2547b) ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพเมล็ดของไม้สักในป่าธรรมชาติและในสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ (ในสวนผลิตเมล็ดพันธุ์มีการกำหนดรูปแบบแผนผังการ

ปลูกที่ช่วยส่งเสริมให้เกิดการผสมข้าม) พบว่า ผลจากสวนผลิตเมล็ดพันธุ์มีความมีชีวิตและค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดต่อผลมากกว่าผลจากป่าธรรมชาติ และกล้าไม้จากสวนผลิตเมล็ดพันธุ์มีเส้นผ่าศูนย์กลางทางคอรากสูงกว่ากล้าไม้จากป่าสักธรรมชาติ

สรุปผล

ปัจจัยสำคัญของการติดผลของไม้สัก คือ แมลงผสมเกสร แมลงที่ก่อให้เกิดการผสมเกสรในต้นเดียวกันอาจทำให้เกิดการติดผลได้บ้าง แต่หากเป็นการผสมข้ามต้นจะติดผลมากกว่า และผลที่ได้มีแนวโน้มว่าจะมีคุณภาพดีกว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นกับการถ่ายเรณูของไม้สักในทุกสภาพป่าที่ทำการศึกษาในประเทศไทยส่วนใหญ่เกิดการผสมเกสรในตัวเอง เนื่องจากแมลงพาหะชนิดที่สำคัญในพื้นที่มักหาอาหารระหว่างดอกหรือช่อดอกภายในต้นเดิม การศึกษาที่ผ่านมาชี้ให้เห็นสภาพปัญหาเกี่ยวกับการติดผลของไม้สัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสวนผลิตเมล็ดพันธุ์ คือ ขาดแมลงช่วยผสมเกสรที่มีประสิทธิภาพ แนวทางที่ควรจะดำเนินการ คือ หาวิธีเพิ่มจำนวนแมลงในพื้นที่ทั้งโดยทางตรง ได้แก่ เลี้ยงหรือเพิ่มจำนวนแมลงที่มีศักยภาพสูงในแง่ของการเพาะเลี้ยงและการผสมเกสร หรือโดยทางอ้อม เช่น หลีกเลี่ยงการเผาทำลายวัชพืชหรือถางพื้นที่จนโล่งเตียนเพราะจะเป็นการทำลายแหล่งที่อยู่อาศัยของแมลงผสมเกสรบางชนิดไปด้วย นอกจากนี้ควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อเพิ่มการถ่ายเรณู (pollen supplementation) เช่น การทดลองเลี้ยงผึ้งที่มีประสิทธิภาพในการถ่ายเรณู ได้แก่ ผึ้งโพรง หรือผึ้งพันธุ์ โดยผึ้งโพรงเป็นผึ้งท้องถิ่นชนิดหนึ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากมีพฤติกรรมการหาอาหารที่ก่อให้เกิดการผสมเกสรข้ามได้ดีและยังสามารถเลี้ยงเพื่อผลิตเป็นน้ำผึ้งได้ สำหรับผึ้งพันธุ์ (*A. mellifera*) เป็นผึ้งต่างถิ่นที่มีการเลี้ยงอย่างแพร่หลายในประเทศไทยและในภูมิภาคต่างๆ ทั่วโลก เนื่องจากสามารถเพาะเลี้ยงและขยายพันธุ์ได้ง่าย ให้ผลผลิตน้ำผึ้งสูง

เอกสารอ้างอิง

บุญชุบ บุญทวี และ สุขสันต์ สายวา. 2540. การจัดหาเมล็ดพันธุ์ไม้เพื่อการปลูกป่าในประเทศไทย. ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้. กรุงเทพฯ. 54 หน้า.

ประสิทธิ์ เพียรอนุรักษ์. 2538. วิเคราะห์สวนผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้สักในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ และวัฒนชัย ตาแสน. 2547a. การสืบต่อพันธุ์และการติดผลของไม้สักโดยแมลงผสมเกสรที่สำคัญในสวนผลิตเมล็ดพันธุ์. วารสารวนศาสตร์ 23 (1): 1-9.

สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ และวัฒนชัย ตาแสน. 2547b. เมล็ดและการเจริญเติบโตของกล้าไม้จากป่าธรรมชาติและสวนผลิตเมล็ดพันธุ์. วารสารวนศาสตร์ 23 (2): 161-168.

สุรชัย ชลคำรงค์กุล และฉวีวรรณ หุตะเจริญ. 2529. ความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตของช่อดอกสักกับชนิดแมลงบนช่อดอก. วารสารสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ 18 (2): 45-52.

วัฒนชัย ตาแสน สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ และเคชา วิวัฒนวิทยา. 2543-2545. บทบาทและพฤติกรรมของแมลงที่สำคัญบางชนิดในการช่วยผสมเกสรดอกสัก. วารสารวนศาสตร์. 19-21: 52-64.

Bryndum K. and T. Hedegart. 1969. Pollination of Teak (*Tectona grandis* Linn. f.). Silvae Genetica 18: 77-80.

Changtragoon S. 2001. Forest Genetic Resources of Thailand: Status and Conservation. Forest Genetic Resources: Status, Threats and Conservation Strategies. Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd. Pp. 141-151.

Egenti L.C. 1981. Aspects of Pollination Ecology of Teak (*Tectona grandis* Linn. f.) in Nigeria: Flowering and Insect Dynamics. *In* Proceedings of the Symposium on Flowering Physiology, IUFRO XVII World Congress, Kyoto, Japan. pp. 17-20.

Egenti L.C. 1974. Preliminary Studies on Pollinators of Teak (*Tectona grandis* Linn.f.). Research Paper no. 29. Research Paper Forest Series, Federal Department of Forest Research, Nigeria. 18 p.

Ghazoul J. 1997. Field Studies of Forest Tree Reproductive Ecology. A Manual. ASEAN Forest Tree Seed Centre project, Muak Lek, Saraburi, Thailand.

Graudal L., D. Erik, V. Suangtho, P. Saardavut and A. Kaosa-ard. 1999. Conservation of Genetic Resources of Teak (*Tectona grandis*) in Thailand. Technical note no.52. DANIDA Forest Seed Centre, Humback DK. 36p.

Hedegart T. 1973. Pollination of Teak (*Tectona grandis* Linn. f.). Silvae Genetica 22(4): 124-128.

Palupi E.R. 2005. Genetic, Biotic and Physiological Factors in Seed Production of Teak (*Tectona grandis* Linn .f.): A Case Study in Clonal Seed Orchard in East Java. Ph.D. Thesis, Bogor Indonesia.

Tangmitcharoen S. and J.N. Owens 1997a. Floral Biology, Pollination, Pistil Receptivity, and Pollen-Tube Growth of Teak (*Tectona grandis* Linn. f.). Annals of Botany: 79: 227-241.

Tangmitcharoen S. and J.N Owens. 1997b. Pollen Viability and Pollen-Tube Growth Following Controlled Pollination and Their Relation to Low Fruit Production in Teak (*Tectona grandis* Linn.f.): Annals of Botany 80 : 401-410.

Tangmitcharoen S., T. Takaso, S. Siripanadilox, W. Tasen, and J. N. Owens. 2006a. Insect Biodiversity in Flowering Teak (*tectona grandis* Linn. f.) Canopies: Comparison of Wild and Plantation Stands. Forest Ecology and Management 222: 99-107.

Tangmitcharoen S., T. Takaso, S. Siripanadilox, W. Tasen and J. N. Owens 2006b. Behavior of Major Insect Pollinators of Teak (*Tectona grandis* Linn. f.): a Comparison of Clonal Seed Orchard Versus Wild Trees. Forest Ecology and Management 222: 67-74.

Wang G., Y. Yamasue. K. Itoh. and T. Kusanagi. 1998. Out Crossing Rates as Affected by Pollinators and the Heterozygote Advantage of *Monochoria korsakowii*. Aquat. Bot. 62: 135-143.