

นิพนธ์ต้นฉบับ

ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของโมกพะวอ (*Wrightia tokiae* D.J. Middleton)

ในอุทยานแห่งชาติขุนพะวอ จังหวัดตาก

Reproductive Biology of *Wrightia tokiae* D.J. Middleton

in Khunpawor National Park, Tak Province

นลพรรณ ทองมีเอียด¹Nonlapan Thongmee-eiad¹วัฒน์ชัย ตาเสน^{1*}Wattanachai Tasen^{1*}วิวัฒน์ หาญวงศ์จิรวัด¹Wiwat Hanvongjirawat¹สรารุธ สังข์แก้ว¹Sarawut Sungkaew¹¹คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900¹Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok, 10900, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: fforwct@ku.ac.th

รับต้นฉบับ 25 พฤศจิกายน 2566

รับแก้ไข 2 มกราคม 2567

รับลงพิมพ์ 17 มกราคม 2567

ABSTRACT

The reproductive biology of *Wrightia tokiae* D.J. Middleton was studied in Khunpawor National Park, Maesot district, Tak province, Thailand during October 2022–September 2023. Floral biology and development, pollination, percentage of fruit set and diversity of insects were investigated using an air-flight malaise trap during flower blooming. The flowers of *W. tokiae* were generally in bloom from late May to June. Flower buds developed to inflorescence maturity in approximately 9–10 days. The *W. tokiae* flower was perfect, with cyme type inflorescence, the corolla light orange and rotate. while the fallen corolla was reddish. The pollen grains were monad and spherical. One flower produced, $6,633.40 \pm 750.50$ pollen grains and contained 38.60 ± 2.99 ovules. The average pollen-to-ovule ratio was 170.04 ± 9.58 , classified as facultative autogamy. The open-pollinated flower fruit set rate was 10.24 (n=127), while there was no successful outcome in the self-pollination set. The fruit set rates indicated that pollinators were required for reproductive success. In total, 20 species of visiting insects were identified to *W. tokiae* flowers (all moths in the Lepidoptera order). These insects play an important role in the pollination of *W. tokiae* as its flowers bloom at night.

Keywords: Apocynaceae; *Wrightia tokiae*; Floral morphology; Reproductive biology

บทคัดย่อ

ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของโมกพะวอ (*Wrightia tokiae* D.J. Middleton) ได้ศึกษาในพื้นที่อุทยานแห่งชาติขุนพะวอ อำเภอแม่สวด จังหวัดตาก ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2565 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2566 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชีววิทยาและการพัฒนาการของดอก การผสมเกสร อัตราการติดผล และความหลากหลายชนิดของแมลงตอมดอก ซึ่งการสำรวจแมลงใช้วิธีการวางกับดักมุ้งในช่วงที่โมกพะวอกำลังออกดอก ผลการศึกษาพบว่า โมกพะวอเริ่มออกดอกตั้งแต่ปลายเดือนพฤษภาคม และบานไปถึงปลายเดือนมิถุนายน การพัฒนาของดอกโมกพะวอเริ่มตั้งแต่เป็นตาดอก พัฒนาไปเป็นช่อดอกถึงระยะดอกพัฒนาเต็มที่ และบานใช้เวลาประมาณ 9-10 วัน ดอกสมบูรณ์เพศ ช่อดอกแบบกระจุก กลีบดอกรูปกงล้อ สีส้มอ่อน ดอกทรงสี่เหลี่ยมรี เรณูเดี่ยว รูปทรงกลม ค่าเฉลี่ยจำนวนเรณูต่อดอกเท่ากับ $6,633.40 \pm 750.50$ เรณู ค่าเฉลี่ยจำนวนอวูลต่อดอก 38.60 ± 2.99 อวูล ค่าอัตราส่วนจำนวนเรณูต่ออวูล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 170.04 ± 9.58 จัดเป็นระบบผสมข้ามตำมีแนวโน้มผสมพันธุ์ในตัวเอง ส่วนการศึกษาอัตราการติดผล พบเฉพาะการผสมแบบเปิดหรือปล่อยให้มีการผสมเกสรตามธรรมชาติ มีอัตราการติดผลร้อยละ 10.24 และการผสมเกสรตัวเอง โดยการคลุมช่อดอกที่ไม่พบการติดผล แสดงให้เห็นว่าโมกพะวอเป็นพืชที่จำเป็นต้องมีพาหะนำเรณูช่วยในการผสมเกสร ส่วนชนิดของแมลงตอมดอกพบเป็นพวกผีเสื้อกลางคืนในอันดับ Lepidoptera จำนวน 20 ชนิด ซึ่งจัดเป็นกลุ่มแมลงตอมดอกที่สำคัญในการช่วยผสมเกสรที่มีพฤติกรรมสัมพันธ์กับการบานของดอกโมกพะวอที่ดอกบานในตอนกลางคืน

คำสำคัญ: วงศ์ตีนเป็ด โมกพะวอ สันฐานวิทยาของดอก ชีววิทยาการสืบพันธุ์

คำนำ

พืชถิ่นเดียว (endemic species) เป็นพืชที่พบกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติในบริเวณระบบนิเวศที่ค่อนข้างจำกัด ไม่กว้างขวางนัก เช่น บนเกาะ ยอดเขา หน้าผาของเขาคันทรง หรือแอ่งพรุ เป็นต้น ซึ่งแหล่งที่อยู่อาศัยดังกล่าวมักมีสภาพแวดล้อมหรือมีสภาพอากาศเฉพาะ (microclimate) ส่งผลให้พืชถิ่นเดียวส่วนใหญ่จัดเป็นพืชหายาก (rare) หรือใกล้สูญพันธุ์ (endangered) หรือมีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ (vulnerable) (Santisuk, 2004) เนื่องจากระบบนิเวศเหล่านี้มีความเปราะบาง หากพื้นที่ถูกทำลาย หรือถูกรบกวนจากมนุษย์ อีกทั้งพืชถิ่นเดียวหลายชนิด ยังมีวิธีการการสืบพันธุ์ที่แตกต่างกันไปตามชนิดพืช รวมถึงชนิดและพฤติกรรมของแมลงช่วยผสมเกสร (pollinator insects)

โมกพะวอ (*Wrightia tokiae* D.J. Middleton) เป็นพืชถิ่นเดียว (endemic species) ของประเทศไทย จัดอยู่ในวงศ์ Apocynaceae เป็นพรรณไม้ชนิดใหม่ของโลก ที่มีรายงานการกระจายพันธุ์เฉพาะในภาคเหนือ บริเวณเชิงเขาหินปูนหลังศาลพะวอ ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติขุนพะวอ อำเภอแม่สวด จังหวัดตาก ถูกค้นพบเมื่อวันที่ 24 พฤษภาคม พ.ศ. 2551 (Middleton, 2010) เนื่องจากมีจำนวนประชากรน้อย และพบเฉพาะบริเวณถิ่นกำเนิดเดิมเท่านั้น ทำให้โมกพะวอยังไม่เป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวาง และเป็นที่กังวลว่าในอนาคตอาจมี

ความเสี่ยงสูญพันธุ์ในธรรมชาติ ดังนั้น จึงควรหาแนวทางในการอนุรักษ์รักษาความหลากหลาย และเพิ่มประชากรของโมกพะวอให้มากขึ้น แต่เนื่องจากเป็นชนิดพันธุ์ใหม่ของโลกที่เพิ่งมีรายงานการค้นพบ จึงยังไม่มีข้อมูลการศึกษาเกี่ยวกับนิเวศวิทยาการสืบพันธุ์ของโมกพะวอแต่อย่างใด ดังนั้น การศึกษาทางด้านชีววิทยาและนิเวศวิทยาการสืบพันธุ์ของโมกพะวอ จึงมีความจำเป็นอย่างมากที่ต้องดำเนินการเร่งด่วนให้ได้ข้อมูลจากการศึกษาที่สามารถนำไปเป็นแนวทางในการวางแผนการอนุรักษ์ การขยายพันธุ์เพิ่มจำนวนประชากร และการบริหารจัดการพื้นที่ป่าอนุรักษ์ เพื่อรักษาแหล่งที่อยู่อาศัยและความหลากหลายของโมกพะวอ ที่เป็นพืชถิ่นเดียวได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาต้นโมกพะวอบริเวณเชิงเขาหินปูนหลังศาลพะวอ อำเภอแม่สวด จังหวัดตาก ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติขุนพะวอ (Figure 1) ระดับความสูงจากน้ำทะเลประมาณ 700 เมตร แบ่งการศึกษาเป็น 3 ส่วน คือ ชีววิทยาและการพัฒนาของดอก การผสมเกสรและการติดผล และความหลากหลายชนิดของแมลงตอมดอก ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2565 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2566



Figure 1 Study site of *Wrightia tokiae* D. J. Middleton in Khunpawor National Park, Tak province, Thailand

ชีววิทยา และการพัฒนาของดอก

1. ศึกษาชีววิทยาและพัฒนาการของดอกโมกพะวอ ตั้งแต่ระยะตาดอกจนถึงระยะดอกร่วง จากดอกที่คัดเลือกไว้ในแต่ละต้น จำนวน 3 ต้น ต้นละ 3 ช่อดอก ผูกป้ายเพื่อทำเครื่องหมาย เก็บข้อมูลการพัฒนาของดอกที่มองเห็นด้วยตาเปล่าตั้งแต่ตาดอกจนดอกร่วง โดยการถ่ายภาพ และบันทึกรายละเอียด

2. ศึกษาสัณฐานวิทยาของดอก โดยการสุมดอกโมกพะวอที่กำลังบานเต็มที่ จำนวน 3 ต้น ต้นละ 3 ดอก วัดขนาดของส่วนต่างๆ ด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์ และบันทึกผล ได้แก่ ความกว้าง และความยาวของกลีบดอก ความกว้าง และความยาวของกระบัง ความยาวของเกสรเพศผู้ และความยาวของยอดเกสรเพศเมีย

3. ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาและจำนวนเรณูต่อดอก โดยการสุมเก็บดอกโมกพะวอ จำนวน 5 ต้น ต้นละ 1 ดอก แช่ในน้ำยาคงสภาพเซลล์ FAA 10% (Formalin-acetic acid - alcohol) นำมาในห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษาลักษณะสัณฐาน

วิทยาและนับจำนวนเรณูภายใต้กล้อง Compound microscope ทำการเขียนเรณูจากอับเรณูลงแผ่นสไลด์ ตรวจนับจำนวนเรณูต่อหนึ่งอับเรณู ทำเช่นเดียวกันจนครบ 5 ดอก บันทึกผล และหาค่าเฉลี่ยจำนวนเรณูต่อดอก

การผสมเกสรและการติดผล

1. การประเมินระบบผสมข้ามจากการนับจำนวนเรณูต่อดอก และจำนวนออวูลต่อดอก แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย โดยการประเมินระบบผสมพันธุ์ ด้วยการคำนวณจากวิธีการของ Cruden (1977) ดังนี้

$$\text{Pollen-ovule ratio} = \frac{\text{จำนวนเรณูต่อดอก (P)}}{\text{จำนวนออวูลต่อดอก (O)}}$$

2. การประเมินการติดผล

2.1 การผสมเกสรตามธรรมชาติ (open pollination) โดยการสุมช่อดอกจำนวน 20 ช่อ ใช้ด้ายสีผูกเป็นสัญลักษณ์ ปลอ่ยให้ดอกบานและรับการผสมเกสรตามธรรมชาติ ตรวจนับผลที่ติดในแต่ละดอก และบันทึกการติดผล

2.2 การผสมเกสรตัวเอง (self-pollination) โดยการสุมช่อดอกจำนวน 20 ช่อ ใช้ด้ายสีผูกเป็นสัญลักษณ์ จากนั้นคลุมช่อดอกด้วยถุงคลุมดอกเพื่อไม่ให้เรณูอื่นเข้าไปปนเปื้อน ตรวจนับผลที่ติดในแต่ละดอก และบันทึกการติดผล

ตรวจนับจำนวนผลที่ติดในแต่ละวิธี จากนั้นนำมาคำนวณอัตราการติดผล ดังนี้

$$\text{อัตราการติดผล} = \left(\frac{\text{จำนวนดอกที่ติดผล}}{\text{จำนวนดอกทั้งหมด}} \right) \times 100$$

ความหลากหลายของแมลงตอมดอก

ศึกษาแมลงตอมดอก โดยการสุมต้นโมกพะวอที่กำลังออกดอก จำนวน 3 ต้น ใช้วิธีวางกับดักมึง (air-flight malaise trap) จับแมลงที่อยู่บริเวณดอกหรือช่อดอก โดยติดตั้งให้ใกล้บริเวณช่อดอกมากที่สุด ในช่วงระยะที่มีการออกดอก ทำการเก็บตัวอย่างแมลงทุก 72 ชั่วโมง จำนวน 3 ครั้ง จากนั้นนำมานับจำนวน จำแนกและระบุชนิดในห้องปฏิบัติการต่อไป

ผลและวิจารณ์

ชีววิทยา และการพัฒนาของดอก

1. การพัฒนาของดอก

ดอกของโมกพะวอเริ่มออกดอกตั้งแต่ปลายเดือนพฤษภาคม และมีช่วงการบานของดอกไปถึงปลายเดือนมิถุนายน การพัฒนาของดอกโมกพะวอเริ่มตั้งแต่เป็นตาดอกจนกระทั่งพัฒนาไปเป็นช่อดอกถึงระยะดอกพัฒนาเต็มที่ (ดอกบาน) ใช้เวลาประมาณ 9-10 วัน ดอกย่อยเกิดรวมกันเป็นช่อดอกแบบช่อกระจุก (cyme) มีดอกย่อยจำนวนเฉลี่ย 6-7 ดอกต่อช่อ สามารถแบ่งการพัฒนาของดอกออกเป็นระยะต่าง ๆ ได้ 6 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 เริ่มตั้งแต่เกิดตาช่อดอก และมีการพัฒนาเป็นดอกย่อย โดยตาดอกย่อยเปลี่ยนแปลงเป็นดอกตูม มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.3 มิลลิเมตร

ระยะที่ 2 ดอกย่อยเพิ่มขนาดและความยาวมากขึ้น มีความยาวประมาณ 0.8 มิลลิเมตร โดยใช้เวลาจากระยะที่ 1 พัฒนามาเป็นระยะที่ 2 ประมาณ 2 วัน

ระยะที่ 3 ดอกย่อยเพิ่มขนาดและความยาวมากขึ้น มีลักษณะใกล้เคียงกับระยะที่ 2 แต่ความยาวของดอกเพิ่มขึ้นเป็น 12 มิลลิเมตร โดยใช้เวลาจากระยะที่ 2 พัฒนามาเป็นระยะที่ 3 ประมาณ 2 วัน

ระยะที่ 4 ดอกย่อยเพิ่มขนาดและความยาวมากขึ้น มีความยาวประมาณ 13 มิลลิเมตร กลีบดอกเริ่มผลิออก

คล้ายรูปกล้อ โดยใช้เวลาจากระยะที่ 3 พัฒนามาเป็นระยะที่ 4 ประมาณ 3 วัน

ระยะที่ 5 กลีบดอกบานออกมากขึ้น แต่ยังไม่บานเต็มที่ กลีบดอกมีสีส้มอ่อน มีความยาวประมาณ 15 มิลลิเมตร โดยใช้เวลาจากระยะที่ 4 พัฒนามาเป็นระยะที่ 5 ประมาณ 3 วัน

ระยะที่ 6 ดอกบานเต็มที่ มีสีส้ม กลีบดอกมีความยาวประมาณ 17 มิลลิเมตร โดยใช้เวลาจากระยะที่ 5 พัฒนามาเป็นระยะที่ 6 ประมาณ 3 ชั่วโมง

การบานของดอกโมกพะวอภายในช่อดอกมีลักษณะการบานจากดอกที่เกิดก่อนไล่เรียงไปยังดอกที่เกิดภายหลัง โดยจะทยอยบานครั้งละ 1-2 ดอก ตามลำดับ ไปจนถึงดอกสุดท้าย ดอกเริ่มบานในช่วงเย็น เวลาประมาณ 17.00-18.00 น. หลังจากที่ได้ดอกบานเต็มที่แล้ว จะใช้เวลาบานอยู่ประมาณ 2-3 วัน จากนั้นกลีบดอกจะเปลี่ยนเป็นสีแดงเข้ม และร่วงในเวลาประมาณ 7.00-8.00 น. ส่วนดอกที่ได้รับการผสมเกสรสำเร็จ จะติดอยู่บนต้นและพัฒนาไปเป็นผลต่อไป

เมื่อเปรียบเทียบการบานของดอกโมกพะวอ ที่มีการบานของดอกเริ่มในเวลาเย็นต่อเนื่องไปจนถึงตอนกลางคืน พบว่าสอดคล้องกับการศึกษาของ Darrault and Schindwein (2005) ซึ่งได้ศึกษาชีววิทยาของดอก *Hancornia speciosa* ซึ่งเป็นพืชในวงศ์ Apocynaceae เช่นเดียวกับโมกพะวอ พบว่าดอกของ *Hancornia speciosa* จะเริ่มบานระหว่างเวลา 15.30-16.30 น. และต่อเนื่องไปจนถึง 10.00 น. ของวันรุ่งขึ้น เช่นเดียวกับจากการศึกษาของ Xiong et al. (2020) ได้ศึกษาพืชใกล้เคียงพันธุ์ *Vincetoxicum hainanense* ในประเทศจีน ที่เป็นพืชในวงศ์ Apocynaceae เช่นเดียวกัน พบว่าดอกของ *Vincetoxicum hainanense* เริ่มบานเวลาประมาณ 19.00 น. และดอกบานอยู่ประมาณ 5-7 วัน โดยช่อดอกที่สมบูรณ์จะมีดอกย่อยทยอยบานต่อเนื่องกันไป 16-20 วัน ภายหลังจากดอกบานได้ 5-6 วัน กลีบดอกทั้งหมดจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเข้ม และดอกจะคงอยู่บนต้นต่อไปเป็นเวลาอีก 1 หรือ 2 วัน

2. สัณฐานวิทยาของดอก

ดอกของโมกพะวอเป็นดอกสมบูรณ์เพศ (perfect flower) สมมาตรของดอกตามรัศมี (radial symmetry) แต่ละดอกประกอบด้วยส่วนประกอบหลักครบ 4 ส่วน (complete flower) ได้แก่ วงกลีบเลี้ยง (calyx) วงกลีบดอก (corolla) วงเกสรเพศผู้ (androecium) และวงเกสรเพศเมีย (gynoecium) (Figure 2)



Figure 2 Floral morphology of *Wrightia tokiae* D. J. Middleton

วงกลีบเลี้ยง มีสีเขียว จำนวน 5 กลีบ โคนกลีบเชื่อมติดกัน รูปไข่ ยาว 3.5-4 มิลลิเมตร ปลายมน มีขนละเอียด

วงกลีบดอก อยู่ถัดเข้าไปจากกลีบเลี้ยง รูปวงล้อ สีส้มอ่อน โคนเชื่อมติดกันเป็นหลอด ปลายแยกเป็นแฉกกลีบดอก 5 กลีบ กลีบดอกมีค่าเฉลี่ยความกว้าง 7.89 ± 0.13 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยความยาว 13.36 ± 0.13 มิลลิเมตร ดอกเมื่อร่วงหรือโรย มีสีแดงเข้ม มีกระบัง (corona) เรียงติดกันเป็นวงคล้ายรูปถ้วย (Figure 2) บริเวณโคนกลีบดอก ปลายกระบังมีลักษณะขอบหยักซี่ฟัน กระบังมีค่าเฉลี่ยความกว้าง 4.98 ± 0.09 มิลลิเมตร และค่าเฉลี่ยความยาว 4.41 ± 0.10 มิลลิเมตร

วงเกสรเพศผู้ ประกอบด้วย ก้านชูอับเรณู (filament) และอับเรณู (anther) มีจำนวนเกสรเพศผู้ในแต่ละดอก 5 อัน อับเรณู สีเหลือง โคนเป็นเงี่ยงลูกศร ก้านชูอับเรณูเชื่อมกับหลอดกลีบดอก ปลายอับเรณูจรดกัน เกสรเพศผู้มีค่าเฉลี่ยความยาว 7.84 ± 0.09 มิลลิเมตร

วงเกสรเพศเมีย อยู่ชั้นในสุดของดอก ประกอบด้วยรังไข่ (ovary) ก้านเกสรเพศเมีย (style) และยอดเกสรเพศเมีย (stigma) มีเกสรเพศเมียในแต่ละดอก จำนวน 1 อัน มีตำแหน่งของรังไข่เหนือวงกลีบ (superior ovary) มีรังไข่ 2 คาร์เพล (carpel) แยกกัน แต่มีก้านและยอดเกสรเพศเมียร่วมกัน แต่ละคาร์เพลมี 1 ช่อง (locule) เกสรเพศเมียมีค่าเฉลี่ยความยาว 9.35 ± 0.11 มิลลิเมตร ค่าเฉลี่ยจำนวนอวูล์ต่อดอก 38.60 ± 2.99 อวูล์

3. สันฐานวิทยาของเรณู

ศึกษาโดยใช้กล้อง Compound microscope พบว่าเรณูของดอกโมกพะวอมีลักษณะเป็นเรณูเดี่ยว (monad)

รูปทรงกลม (spherical) สมมาตรแบบรัศมี (radial symmetry) มีขั้วแบบ Isopolar มีช่องเปิดจำนวน 3 ช่อง แบบ Triporate แขนระหว่างขั้วยาวเฉลี่ย 54.15 ± 1.37 ไมโครเมตร แกนตามแนวศูนย์สูตรยาวเฉลี่ย 52.83 ± 1.60 ไมโครเมตร (Figure 3) ซึ่งจัดว่าเป็นเรณูที่มีขนาดใหญ่ตามการแบ่งลำดับชั้น (size class) ของ Erdtman (1986) คือ เรณูที่มีขนาด 50-100 ไมโครเมตร

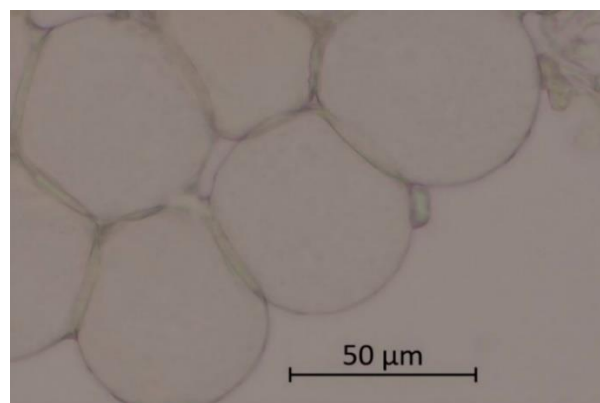


Figure 3 Pollen grain morphology of *Wrightia tokiae* D. J. Middleton

เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Chelong *et al.* (2016) ซึ่งได้ศึกษาเรณูวิทยาและการศึกษาการจัดจำแนกของพืชในวงศ์ Apocynaceae บริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ประเทศไทย พบว่า เรณูของโมก (*Wrightia pubescens* Blume) มีลักษณะรูปทรงกลม (spherical) มีช่องเปิดกลม 3 ช่อง แบบ Triporate มีขั้วแบบ Isopolar สมมาตรแบบรัศมี แขนระหว่างขั้วยาว 82.75 ไมโครเมตร แกนตามแนวศูนย์สูตร

ยาว 86.90 ไมโครเมตร ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงและสอดคล้องกับ
 สัณฐานวิทยาของเรณูโมกพะวอ แต่เรณูของโมกมีขนาดใหญ่
 กว่าโมกพะวอเล็กน้อย ส่วนผลการตรวจนับจำนวนเรณูต่อดอก
 ของโมกพะวอผ่านกล้อง Compound microscope จำนวน 5
 ดอก พบว่า โมกพะวอมีจำนวนเรณูต่อดอก 5,298, 7,917,
 5,214, 5,830 และ 8,908 ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยจำนวน
 เรณูต่อดอกเท่ากับ $6,633.40 \pm 750.50$ เรณู จะเห็นได้ว่าค่า
 เบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation, SD) ของจำนวน
 เรณูต่อดอกค่อนข้างสูง อาจเป็นผลจากความสมบูรณ์ของดอก
 ในแต่ละต้นที่มีความแตกต่างกัน ความผันแปรเหล่านี้อาจมีผล
 ต่อจำนวนเรณูในแต่ละดอก

การผสมเกสรและการติดผล

1. การประเมินระบบผสมข้ามโดยใช้ค่า Pollen-ovule ratio

จากการศึกษาอัตราส่วนระหว่างจำนวนเรณูต่อดอก
 (P) ต่อจำนวนออวูลต่อดอก (O) พบว่า ค่าอัตราส่วนจำนวน
 เรณูต่อออวูล (P/O ratio) ของโมกพะวอ มีค่าเฉลี่ย คือ
 170.04 ± 9.58 (Table 1) เมื่อนำค่าที่ได้มาจัดชั้นตามเกณฑ์การ
 ประเมินระดับผสมข้ามตามวิธีการของ Cruden (1977) ซึ่งได้
 แบ่งระบบผสมข้ามไว้ 5 ลักษณะ พบว่า ระบบผสมข้ามของโมก
 พะวอจัดอยู่ในระดับ facultative autogamy ซึ่งมีค่าอัตราส่วน
 ระหว่าง 31.9-396.0 หรือกล่าวได้ว่าเป็นกลุ่มที่มีระบบผสม
 ข้ามต่ำ หรือมีแนวโน้มผสมพันธุ์ในตัวเองแต่การผสมข้าม
 สามารถเกิดขึ้นได้

Table 1 Pollen-to-ovule ratio of *Wrightia tokiae* D. J. Middleton

Floret no.	Number of pollen/floret (P)	Number of ovules/floret (O)	Pollen-to-ovule ratio
1	5,298	39	135.85
2	7,917	44	179.93
3	5,214	30	173.80
4	5,830	34	171.47
5	8,908	46	193.65
Mean	6,633.40	38.60	170.94
SE	750.50	2.99	9.58

จากการศึกษาของ Darrault and Schlindwein (2005)
 ซึ่งได้ศึกษาการติดผลที่จำกัดใน *Hancornia speciosa* (วงศ์
 Apocynaceae) พบว่า *Hancornia speciosa* มีค่าอัตราส่วน
 จำนวนเรณูต่อออวูล (P/O ratio) เฉลี่ยเท่ากับ 77.3 ซึ่งจัดอยู่
 ในระดับ Facultative autogamy เช่นเดียวกับโมกพะวอ
 อย่างไรก็ตามค่า P/O ratio ใช้เป็นเพียงตัวชี้วัดระบบการผสม
 ข้ามของพืชแบบกว้าง ๆ เท่านั้น ซึ่งการระบุระบบการสืบพันธุ์
 โดยละเอียดจำเป็นต้องมีการศึกษาอื่น ๆ เพิ่มเติมอีก

2. การประเมินการติดผล

ผลการศึกษาพบว่า โมกพะวอติดผลเป็นฝักคู่ และ
 ฝักติดกันตามความยาว รูปร่างของฝักเป็นรูปทรงกระบอก
 ฝักนอกมีสีเขียวเข้ม ฝักในมีสีชมพูระเรื่อ แต่ละฝักกว้างประมาณ

1.5–2 เซนติเมตร ยาวประมาณ 13–16 เซนติเมตร การติดผล
 ตามธรรมชาติของโมกพะวอ ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบ 2 วิธี
 ได้แก่ การผสมแบบเปิดหรือปล่อยให้มีการผสมตามธรรมชาติ
 (open pollination) และการผสมเกสรตัวเองโดยการคลุมช่อดอก
 (self-pollination) พบว่า มีอัตราการติดผลรวมทั้งสองวิธี คิด
 เป็นร้อยละ 5.26 โดยแยกเป็นการผสมแบบเปิดหรือปล่อยให้มี
 การผสมตามธรรมชาติ มีอัตราการติดผลร้อยละ 10.24 ต่าง
 จากการผสมเกสรตัวเองโดยการคลุมช่อดอกที่ไม่พบการติดผล
 เลย หรือมีอัตราการติดผล ร้อยละ 0.00 (Table 2) แสดงให้
 เห็นว่าโมกพะวอเป็นพืชที่จำเป็นต้องมีพาหะนำเรณูเข้ามาช่วย
 ในการผสมเกสรเพื่อให้เกิดการติดผล

Table 2 Percentage of fruit set in *Wrightia tokiae* D. J. Middleton

Treatment	Number of observed flowers	Number of fruits	Percentage of fruit set
Open pollination	127	13	10.24
Self-pollination	120	0	0.00
Total	247	13	5.26

3. ความหลากหลายชนิดของแมลงตอมดอก

การศึกษาความหลากหลายชนิดของแมลงที่มาตอมดอก โมกพะวอ พบแมลงจำนวน 122 ชนิด 62 วงศ์ 11 อันดับ ได้แก่ Blattodea (แมลงสาบ) Coleoptera (ด้วง) Diptera (แมลงวัน ยุง) Hemiptera (มวน เพลี้ย) Hymenoptera (ผึ้ง มด ต่อ แตน) Isoptera (ปลวก แมลงเม่า) Lepidoptera (ผีเสื้อ) Mecoptera (แมลงแมงป่อง) Orthoptera (ตั๊กแตน จิ้งหรีด) Psocoptera (เหาเปลือกไม้) และ Thysanoptera (เพลี้ยไฟ) โดยพบแมลงในอันดับ Coleoptera มีจำนวนชนิดมากที่สุด 44 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 36.07 รองลงมาเป็นอันดับ Diptera และ Lepidoptera คิดเป็นร้อยละ 19.67 และ 16.39 ตามลำดับ สำหรับปริมาณจำนวนตัว พบว่า อันดับที่มีจำนวนตัวมากที่สุด คือ Diptera พบจำนวน 190 ตัว คิดเป็นร้อยละ 54.60 รองลงมาเป็นอันดับ Coleoptera พบจำนวน 67 ตัว คิดเป็นร้อยละ 19.25 และอันดับ Lepidoptera พบจำนวน 25 ตัว คิดเป็นร้อยละ 7.18

การศึกษาได้แบ่งชนิดแมลงที่พบออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มแมลงที่มีประโยชน์ และแมลงอื่น ๆ (beneficial insects and other) 2) กลุ่มแมลงศัตรูพืช (insect pests) และ 3) กลุ่มแมลงช่วยผสมเกสร (insect pollinators) (Table 3) พบว่า กลุ่มแมลงศัตรูพืช มีชนิดมากที่สุดจำนวน 69 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 56.56 รองลงมาเป็นกลุ่มแมลงที่มีประโยชน์ และแมลงอื่น ๆ จำนวน 33 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 27.05 และกลุ่มแมลงช่วยผสมเกสร จำนวน 20 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 16.39 รายละเอียด ดังนี้

1) กลุ่มแมลงที่มีประโยชน์ และแมลงอื่น ๆ พบจำนวน 98 ตัว 33 ชนิด 5 อันดับ ได้แก่ Blattodea, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera และ Mecoptera โดยพบแมลงในอันดับ Hymenoptera มีชนิดมากที่สุด จำนวน 14 ชนิด เช่น แตนเบียน ต่อเบียน คิดเป็นร้อยละ 42.42 รองลงมาเป็นอันดับ Diptera จำนวน 10 ชนิด เช่น รันน้ำเค็ม ยุง แมลงวันหัวขโมย

คิดเป็นร้อยละ 30.30 และอันดับ Coleoptera จำนวน 6 ชนิด เช่น ด้วงดิน ด้วงก้นกระดก คิดเป็นร้อยละ 18.18 แต่จำนวนตัวพบว่าแมลงในอันดับ Diptera มีจำนวนตัวมากที่สุด 70 ตัว คิดเป็นร้อยละ 71.43 โดยแมลงในกลุ่มนี้ประกอบด้วย แมลงชนิดที่มีประโยชน์ คือ ตัวห้ำ (predator) และตัวเบียน (parasitoid) ซึ่งจัดว่าเป็นศัตรูธรรมชาติของแมลงศัตรูพืช รวมทั้งกลุ่มที่พบว่าเป็นชนิดที่คาดว่าจะก่อให้เกิดประโยชน์หรือเป็นศัตรูแต่อย่างใด

2) กลุ่มแมลงศัตรูพืช พบจำนวน 225 ตัว 69 ชนิด 7 อันดับ ได้แก่ Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Isoptera, Orthoptera, Psocoptera และ Thysanoptera โดยพบแมลงในอันดับ Coleoptera มีชนิดมากที่สุด จำนวน 38 ชนิด เช่น ด้วงตืด ด้วงวง ด้วงกินใบ มอดไม้ คิดเป็นร้อยละ 55.07 รองลงมาเป็นอันดับ Diptera จำนวน 14 ชนิด เช่น บั่วรา บั่วหูด แมลงวัน คิดเป็นร้อยละ 20.29 และอันดับ Hemiptera จำนวน 8 ชนิด เช่น เพลี้ยจักจั่น คิดเป็นร้อยละ 11.59 แต่จำนวนตัวพบว่าแมลงในอันดับ Diptera มีจำนวนตัวมากที่สุด 120 ตัว คิดเป็นร้อยละ 53.33 โดยแมลงในกลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่ทำให้ความเสียหายให้แก่ดอกโมกพะวอ ซึ่งพบจำนวนสูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ ทั้งจำนวนชนิด และจำนวนตัว ทำให้คาดการณ์ได้ว่าดอกโมกพะวอในธรรมชาติอาจจะเกิดความเสียหายจากแมลงกลุ่มนี้ได้ หากไม่มีการจัดการที่ถูกต้อง

3) กลุ่มแมลงช่วยผสมเกสร พบจำนวน 25 ตัว 20 ชนิด 1 อันดับ ได้แก่ Lepidoptera เพียงอันดับเดียว เช่น ผีเสื้อกลางคืน ผีเสื้อหนอนกระทู้ มอหนอนม้วนใบ โดยแมลงในกลุ่มนี้พบจำนวนน้อยทั้งจำนวนชนิด และจำนวนตัว ซึ่ง Tasen (2001) ได้กล่าวไว้ว่า ระยะเวลาในการศึกษา สภาพภูมิอากาศ และสถานที่หรือสภาพภูมิประเทศที่มีความแตกต่างกัน เป็นปัจจัยสำคัญหรือมีผลต่อจำนวนและความหลากหลายชนิดของแมลงที่ช่วยผสมเกสร

จากการศึกษาชนิดของกลุ่มแมลงที่ลงตอมดอก พบว่า กลุ่มผีเสื้อกลางคืน เป็นกลุ่มแมลงตอมดอกที่มีพฤติกรรมสัมพันธ์กับการบานของดอกโมกพะวอที่บ้านในตอนกลางคืน ซึ่งจัดเป็นแมลงกลุ่มแรกที่จะช่วยผสมเกสร (first pollination) ส่วนกลุ่มแมลงที่หากินตอนกลางวันจัดเป็นกลุ่มรองที่จะช่วยผสมเกสร โดยเข้าลงตอมดอกหลังจากพวกกลุ่มกลางคืนลงตอมแล้ว และรวมถึงดอกที่ยังไม่มีการเข้าตอม เพื่อหาอาหารที่ยังคงเหลืออยู่ (Table 3) จึงเป็นโอกาสที่ดีของดอกโมกพะวออีกครั้งที่จะได้รับการช่วยผสมเกสร ซึ่งในพื้นที่ใดที่มีจำนวนความหลากหลายของทั้ง 2 กลุ่มนี้มาก อัตราการติดผลของพื้นที่นั้นจะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น แต่ข้อจำกัดของความสำเร็จในการสืบพันธุ์หรืออัตราการติดผลจะขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อม

ต่าง ๆ และแมลงศัตรูที่ทำลายดอกและผลอ่อนด้วยเช่นกัน (Tasen *et al.*, 2009) และสอดคล้องกับการศึกษาของ Barman *et al.* (2018) ที่ได้ศึกษาการผสมเกสรเฉพาะที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อการผสมพันธุ์แบบผสมในโมกมัน (*Wrightia tomentosa*) ซึ่งเป็นพืชวงศ์ Apocynaceae เช่นเดียวกับโมกพะวอ พบว่า ผีเสื้อกลางคืนที่อยู่ในวงศ์ Crambidae, Eribidae และ Sphingidae เป็นกลุ่มแมลงที่มาตอมดอกบ่อยครั้งในเวลากลางคืน ซึ่ง Hawkmoths (Sphingidae) และ Settling Moths (Crambidae and Eribidae) เป็นผู้หาอาหารที่โดดเด่นที่สุด และสามารถผสมเกสรดอกไม้ได้ โดยส่วนใหญ่จะแวะเวียนมาระหว่างเวลา 18.00–22.00 น.

Table 3 Number of species and individuals of insect visitors of *Wrightia tokiae* D. J. Middleton

Order	Number of families	Number of species	Number of individuals	Individuals (%)	
				Species	Insects
1) Beneficial insects and others					
1.1 Blattodea	1	2	4	6.06	4.08
1.2 Coleoptera	4	6	6	18.18	6.12
1.3 Diptera	6	10	70	30.30	71.43
1.4 Hymenoptera	8	14	17	42.42	17.35
1.5 Mecoptera	1	1	1	3.03	1.02
Total	20	33	98	100.00	100.00
2) Insect pests					
2.1 Coleoptera	15	38	61	55.07	27.11
2.2 Diptera	8	14	120	20.29	53.33
2.3 Hemiptera	4	8	11	11.59	4.89
2.4 Isoptera	1	1	13	1.45	5.78
2.5 Orthoptera	1	1	1	1.45	0.44
2.6 Psocoptera	4	6	18	8.70	8.00
2.7 Thysanoptera	1	1	1	1.45	0.44
Total	34	69	225	100.00	100.00
3) Insect pollinators					
3.1 Lepidoptera	9	20	25	100.00	100.00
Total	9	20	25	100.00	100.00
Total all	62	122	348		

สรุป

1. โมกพะวอเริ่มออกดอกตั้งแต่ปลายเดือนพฤษภาคม และทยอยบานต่อเนื่องไปจนถึงปลายเดือนมิถุนายน การพัฒนาของดอกตั้งแต่ระยะตาดอก ไปเป็นช่อดอกถึงระยะ ดอกพัฒนาเต็มที่และบาน ใช้เวลาประมาณ 9-10 วัน ดอกย่อย เป็นดอกสมบูรณ์เพศ เกิดเป็นช่อดอกแบบกระจุก มีกลีบเลี้ยง 5 กลีบ กลีบดอก 5 กลีบ เกสรเพศผู้ จำนวน 5 อัน เกสรเพศเมีย จำนวน 1 อัน มี 2 รังไข่แยกกัน แต่มียอดเกสรร่วมกัน ตำแหน่ง รังไข่เหนือวงกลีบ ค่าเฉลี่ยจำนวนออวูลต่อดอก 38.60 ± 2.99 ออวูล เรณูเป็นเรณูเดี่ยว รูปทรงกลม ค่าเฉลี่ยจำนวนเรณูต่อดอก เท่ากับ $6,633.40 \pm 750.50$ เรณู

2. ระบบการผสมข้ามจัดอยู่ในระดับ Facultative autogamy ค่าอัตราส่วนจำนวนเรณูต่อออวูล (P/O ratio) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 170.04 ± 9.58 อัตราการติดผลรวมร้อยละ 5.26 โดยการผสมแบบเปิดหรือปล่อยให้มีการผสมเองตามธรรมชาติ มีอัตราการติดผลร้อยละ 10.24 ซึ่งมีอัตราการติดผล สูงกว่าการผสมเกสรในตัวเองโดยการคลุมช่อที่ไม่พบการติดผล

3. ความหลากหลายชนิดของแมลงตอมดอก พบกลุ่มผีเสื้อ กลางคืนในอันดับ Lepidoptera จำนวน 20 ชนิด คิดเป็น ร้อยละ 16.39 จัดเป็นแมลงที่สำคัญกลุ่มแรกที่ช่วยผสมเกสร เนื่องจากมีพฤติกรรมสัมพันธ์กับการบานของดอกโมกพะวอที่ พบว่าดอกจะเริ่มบานในช่วงเวลากลางคืน

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาได้ทำการศึกษาชีววิทยาการพัฒนาการ ของดอก การผสมเกสร และการติดผลตามธรรมชาติของดอก โมกพะวอ ซึ่งทำให้ทราบข้อมูลพื้นฐานของดอกโมกพะวอ โดยสามารถนำข้อมูลมาใช้เพื่อเป็นแนวทางการเพิ่มจำนวน ประชากรโมกพะวอได้ในอนาคต เนื่องจากโมกพะวอเป็น พืชถิ่นเดียวและเป็นพืชที่ต้องการพาหะนำเรณูมาช่วยในการ ผสมเกสร โดยในพื้นที่พบกลุ่มแมลงช่วยผสมเกสรค่อนข้างน้อย และพบกลุ่มแมลงศัตรูพืชมากถึง ร้อยละ 56.56 ดังนั้น แนว ทางการจัดการดูแลโมกพะวอในช่วงที่มีการออกดอก หรือเริ่ม ติดผลอ่อนนั้น ควรมีการเข้าไปสำรวจ ดูแล ป้องกันแมลงศัตรูที่ เข้ามาทำลาย เพื่อช่วยเพิ่มอัตราการติดผล หรือแนวทางใน อนาคตอาจใช้คนในการเข้าไปช่วยผสมเกสรให้แก่ดอกโมกพะ วอ การขยายพันธุ์นอกพื้นที่ถิ่นกำเนิด และการส่งเสริมการปลูก ต้นโมกพะวอเป็นไม้ประดับให้ความสวยงาม เพื่อช่วยเพิ่ม

จำนวนประชากร และเพื่อเป็นการอนุรักษ์ต้นโมกพะวออย่าง ยั่งยืน

คำนิยาม

ขอขอบคุณอุทยานแห่งชาติขุนพะวอ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูล และขอขอบคุณภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ใช้สถานที่และอุปกรณ์ใน การทำวิจัย

REFERENCES

- Barman, C., Singh, V.K., Das, S., Tandon, R. 2018. Floral contrivances and specialized pollination mechanism strongly influence mixed mating in *Wrightia tomentosa* (Apocynaceae). **Plant Biology**, 20(3): 546-554.
- Chelong, I., Aulia, F., Bintari, C.N., Hanum, F.T. 2016. A palynology and classification study of some species in Apocynaceae family at Yala Rajabhat University, Thailand. **YRU Journal of Science and Technology**, 1(1): 65-73. (in Thai)
- Cruden, R.W. 1977. Pollen-ovule ratios: A conservative indicator of breeding systems in flowering plants. **Evolution**, 31: 32-46.
- Darrault, R.O., Schlindwein, C. 2005. Limited fruit production in *Hancornia speciosa* (Apocynaceae) and pollination by Nocturnal and Diurnal insects. **BIOTROPICA**, 37(3): 381-388.
- Erdtman, G. 1986. **Pollen Morphology and Plant Taxonomy Angiosperms (An Introduction to Palynology)**. Heffner Publishing Company, London, England.
- Middleton, D. J. 2010. Three new species of *Wrightia* Apocynaceae: Apocynoideae) from Thailand. **Gardens' Bulletin Singapore**, 61(2): 369-378.
- Santisuk, T. 2004. **Endemic and rare plants of Thailand**. Agricultural cooperative printing demonstrations of Thai co., Ltd., Bangkok, Thailand. (in Thai)

- Tasen, W. 2001. The Role of Some Major Insect Pollinators on Pollination of Teak (*Tectona grandis* Linn.f.). M.S. Thesis, Kasetsart University, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Tasen, W., Tangmitcharoen, S., Thakeaw, M., Chanthep, P., Ogata, K. 2009. Diversity and foraging behavior of insect visitors on pollination of agarwood (*Aquilaria crassna* Pierre ex Lec.) flowers at Khao Yai National Park. **Thai Journal of Forestry**, 28(1): 17-28. (in Thai)
- Xiong, W., Ollerton, J., Liede-Schumann, S., Zhao, W., Jiang, Q., Sun, H., Liao, W., You, W. 2020. Specialized cockroach pollination in the rare and endangered plant *Vincetoxicum hainanense* in China. **American Journal of Botany**, 107(10): 1355-1365.
-