

การประเมินชีพลัษณ์เบื้องต้นของดอกบัวบกสายพันธุ์อุบลราชธานี

Preliminary Assessment of the Flower phenology of *Centella asiatica* (L.) Urb. ‘Ubon Ratchathani’

สุรพงษ์ อนุตรโต^{1*} วาสนา สุภาพรหม¹ และอนุรักษ์ สุขขารมย์¹

Surapong Anuttato^{1*} Watsana Supaprom¹ and Anurak Sukkarom¹

¹ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิชิต 13 หมู่ 6 ตำบลโรงช้าง อำเภอเมือง จังหวัดพิชิต 66000

¹ Phichit Agricultural Research and Development Center, 13 Moo 6 Rong Chang Sub-district, Muang District, Phichit, Thailand
66000

บทคัดย่อ

การผสมข้ามพันธุ์บัวบก พบอัตราการติดเมล็ดต่ำ ช่วงเวลาการพร้อมผสมพันธุ์ของอวัยวะสืบพันธุ์เป็นประเด็นทำให้มีโอกาสเพิ่มความสำเร็จการสร้างลูกผสม วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อศึกษาช่วงเวลาการพร้อมผสมของอวัยวะสืบพันธุ์ของบัวบกสายพันธุ์อุบลราชธานี พบว่า การบานของดอกจะทยอยบานอย่างต่อเนื่องทีละดอก โดยเริ่มบานจากดอกกลาง ภายหลังจากดอกกลางบานเฉลี่ย 1.22 และ 2.44 วัน ดอกย่อยแรกและดอกย่อยที่สองบาน ตามลำดับ ส่วนการพร้อมผสมพันธุ์ของอวัยวะสืบพันธุ์ พบว่า ช่วงเวลาที่เกสรเพศเมียพร้อมผสมอยู่ระหว่างเวลา 05.37 - 06.28 น. โดยอับเรณูอันแรกจะเริ่มแตกออกในเวลาเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน และรูปแบบการแตกของอับเรณูในดอกกลาง ดอกย่อยแรก และดอกย่อยที่สอง ไม่พบความแตกต่างกัน

คำสำคัญ: บัวบก ชีววิทยา ดอก

*Corresponding author: s.anuttato@gmail.com

Abstract

Crossbreeding in *Centella asiatica* (L.) Urb. has shown a low seed set rate. The timing of reproductive organ receptivity is a key factor that can potentially increase the success of hybridization. The objective of this research was to study the receptive period of reproductive organs in the *Centella asiatica* ‘Ubon Ratchathani’. The results revealed that the flowers bloom continuously, one by one, starting from the central flower. Following the blooming of the central

flower, the first and second florets bloom on average 1.22 and 2.44 days later, respectively. Regarding the receptivity of reproductive organs, it was found that the stigma receptivity period occurs between 05:37 and 06:28 in the morning, coinciding with the dehiscence of the first anther at a similar time. The pattern of anther dehiscence was consistent among the central flower, first floret, and second floret.

Keywords: *Centella asiatica*, biology, flower

บทนำ

บัวบก มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Centella asiatica* (L.) Urb. เป็นที่รู้จักกันในชื่ออื่นๆ เช่น Asiatic pennywort หรือ Gotu Kola มักเป็นที่รู้จักในรูปแบบพืชผักนิยมนำมาบริโภคสด เนื่องจากในบัวบกมีสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) หลายชนิด เช่น ฟีนอลิก, ฟลาโวนอยด์ เป็นต้น (Kunjumon et al., 2022) นอกจากนี้ยังพบมีการใช้ประโยชน์ทางด้านสมุนไพรอย่างกว้างขวาง และถูกจัดเป็นพืชสมุนไพรที่มีศักยภาพ (พนารัช และคณะ, 2564; คณะกรรมการนโยบายสมุนไพรแห่งชาติ, 2566) เนื่องจากในบัวบกมีสารประกอบทุติยภูมิ (secondary metabolite) ที่สำคัญมากกว่า 139 ชนิด โดยสารประกอบทุติยภูมิที่มีความสำคัญจัดอยู่กลุ่ม triterpenoid saponins ได้แก่ asiaticoside, madecassoside, asiatic acid และ madecassic acid (Department of Medical Sciences, 2021; Kunjumon et al., 2022) ซึ่งช่วยเร่งการสร้างสารคอลลาเจน ที่เป็นโครงสร้างผิวหนัง ทำให้แผลสมานตัวได้เร็ว (จันทพร, 2556) และยังมีรายงานสารสำคัญในบัวบกสามารถยับยั้งเอนไซม์ที่ป้องกันการก่อตัวของ amyloid plaque ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรคอัลไซเมอร์ ป้องกันการเกิด dopamine neurotoxicity ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรคพาร์กินสัน (Orhan, 2012) จากความสำคัญข้างต้นทำให้บัวบกถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง อุตสาหกรรมยา อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง และผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร โดยประเทศไทยมีการนำเข้าสารสกัดประมาณ

4 ตันต่อปี (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2561)

การปลูกบัวบกของเกษตรกรในประเทศไทย นิยมใช้บัวบกพื้นบ้านที่มีการกระจายตัวในท้องถิ่น และเรียกชื่อสายพันธุ์ตามชื่อท้องถิ่น โดยแต่ละสายพันธุ์มีลักษณะทางสัณฐานวิทยา การเจริญเติบโต ปริมาณสารสำคัญแตกต่างกัน (อนันต์และคณะ, 2561; Chachai et al., 2021; Kamol et al., 2024) ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีบัวบกสายพันธุ์ทางการค้า ดังนั้น กรมวิชาการเกษตร จึงได้ทำการปรับปรุงพันธุ์บัวบกด้วยวิธีการผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์ระยะยง นครปฐม และอุบลราชธานี แต่จากการผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์บัวบก พบเกิดการติดผลเพียง 63.4 เปอร์เซ็นต์จากดอกที่ผสมทั้งหมด อาจเกิดจากช่วงระยะเวลาการถอดดอกเพศผู้ (emasculatation) และการผสม (pollination) ไม่เหมาะสม หรืออาจเกิดจากการเป็นหมันของเกสรเพศผู้ หลังจากนั้นเมื่อนำเมล็ดมาทำการเพาะเมล็ด มีเมล็ดงอกและทำให้ได้ต้นอ่อนเพียง 16.6 เปอร์เซ็นต์ อาจเนื่องจากความผิดปกติของเอ็มบริโอ จึงส่งผลให้เมล็ดงอกจำนวนน้อย (สุรพงษ์, 2566; Consolaro et al., 1996)

การศึกษาระบบสืบพันธุ์พืชเป็นขั้นตอนแรกของการปรับปรุงพันธุ์ด้วยวิธีการผสมข้ามพันธุ์ซึ่งการทราบช่วงระยะเวลาการพร้อมผสมพันธุ์ของเกสรเพศผู้และเพศเมีย โดยการศึกษาชีพลักษณะของดอก (phenology) ทำให้มีโอกาสเพิ่มความสำเร็จการสร้างลูกผสมโดยวิธีการผสมข้าม อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ยังไม่พบมีการศึกษาในบัวบกที่มีการกระจายตัวในประเทศไทย รวมถึงการศึกษาที่เคยมี

รายงานในประเทศอินเดียมีข้อมูลที่ขัดแย้งกัน (Javid et al., 2018; Malik and Sharma, 2020) ดังนั้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาช่วงเวลาการพร้อมผสมของอวัยวะสืบพันธุ์ของบัวบกสายพันธุ์อุบลราชธานีและแมลงที่ช่วยผสมในธรรมชาติเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการเพิ่มประสิทธิภาพการพัฒนาพันธุ์บัวบกในอนาคตต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมตัวอย่างพืช

นำบัวบกสายพันธุ์อุบลราชธานีที่ได้จากแหล่งปลูกทำการตัดชำไหลในกระถางพลาสติกดำขนาด 10 นิ้ว โดยใช้วัสดุปลูกประกอบด้วย ดิน : ปุ๋ยคอก : แกลบดำ อัตรา 1 : 1 : 1 ภายหลังการปักชำไหล ทำการอนุบาลและดูแลในสภาพโรงเรือน ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรพิจิตร ภายหลังปักชำได้ประมาณ 2 เดือน ต้นพืชมีแตกไหลและพร้อมสำหรับการใช้การศึกษาครั้งนี้

การศึกษาการสืบพันธุ์ของดอกบัวบก

ดอกบัวบก ออกตามง่ามใบหรือซอกใบ มีลักษณะเป็นดอกช่อ (umbel) ใน 1 ช่อ ประกอบด้วย 3-5 ดอกย่อย ในดอกย่อยมีดอกเกสรเพศผู้ 5 อัน เกสรเพศเมียมีห้องรังไข่ 2 ห้อง เมื่อพร้อมผสมจะบานเป็นตัววี (Figure 1) (สถาบันวิจัยสมุนไพร, 2550; Javid et al., 2018) การสังเกตช่วงเวลาการแตกของอับเรณู (anthesis) ช่วงเวลาการพร้อมผสมของเกสรเพศเมีย (receptive) และแมลงผสมเกสรในธรรมชาติ (natural pollinator) ใน 3 ดอกย่อย ประกอบด้วย ดอกกลาง และดอกข้าง 2 ดอก ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (stereo microscope) ยี่ห้อ Eakins รุ่น 48 MP Video Microscope Camera โดยทำการบันทึกในรูปแบบวิดีโอตั้งแต่เวลา 04.30-13.00 น. ระหว่างเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ 2567

การบันทึกและการวิเคราะห์ข้อมูล

บันทึกลักษณะและช่วงเวลาการบานของดอก การพัฒนาของอวัยวะสืบพันธุ์ ประกอบด้วย การแตกของอับเรณูแต่ละอันการเปิดออกของก้านชูเกสรเพศเมีย (V-shape) และข้อมูลอุณหภูมิตามวัน เพื่อนำมาวิเคราะห์ช่วงเวลาการพร้อมผสมพันธุ์ของอวัยวะสืบพันธุ์ของดอกบัวบกและอิทธิพลของสภาพสภาพอากาศต่อการบานของดอกบัวบก การสังเกตชนิดและพฤติกรรมของแมลงที่พบในระหว่างการทำการทดลอง

ผลและวิจารณ์ผล

ลักษณะการบานของดอกบัวบก

จากโครงสร้างของดอกบัวบก พบเป็นดอกช่อมีดอกย่อยประมาณ 3-5 ดอก แต่ส่วนใหญ่พบ 3 ดอกต่อช่อ จึงได้ทำการศึกษาการบานของดอกย่อยจำนวน 3 ดอก พบว่า การเปิดออกของกลีบดอกหรือการบานของดอกเป็นการทยอยบานอย่างต่อเนื่องทีละดอก (Figure 2A) โดยเริ่มจากดอกกลางตามดอกย่อยด้านข้าง ช่วงระยะเวลาการบานของกลีบดอกในช่อ พบว่า ภายหลังจากดอกกลางบานเฉลี่ย 1.22 และ 2.44 วัน ดอกย่อยแรกและดอกย่อยที่สองบานตามลำดับ โดยช่วงเวลาการบานของกลีบดอก พบดังนี้

สภาพแวดล้อมปกติ ภายหลังจากดอกกลางบาน 1 วัน (77.78 เปอร์เซ็นต์ของดอกที่เก็บข้อมูลทั้งหมด) และ 2 วัน (66.67 เปอร์เซ็นต์ของดอกที่เก็บข้อมูลทั้งหมด) ดอกย่อยแรกและดอกย่อยที่สองจึงบาน ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาชีววิทยาของดอกบัวบกในประเทศอินเดีย ได้รายงานว่าภายหลังจากดอกกลางบาน 2 และ 4 วัน ดอกย่อยแรกและดอกย่อยที่สองบาน ตามลำดับ (Javid et al., 2018) ซึ่งช่วงระยะเวลาการบานของดอกบัวบกแต่ละดอกในช่อดอกที่ทำการศึกษาในประเทศไทยมีช่วงระยะเวลาการบานที่เร็วกว่าที่มีรายงานการศึกษาในประเทศอินเดีย

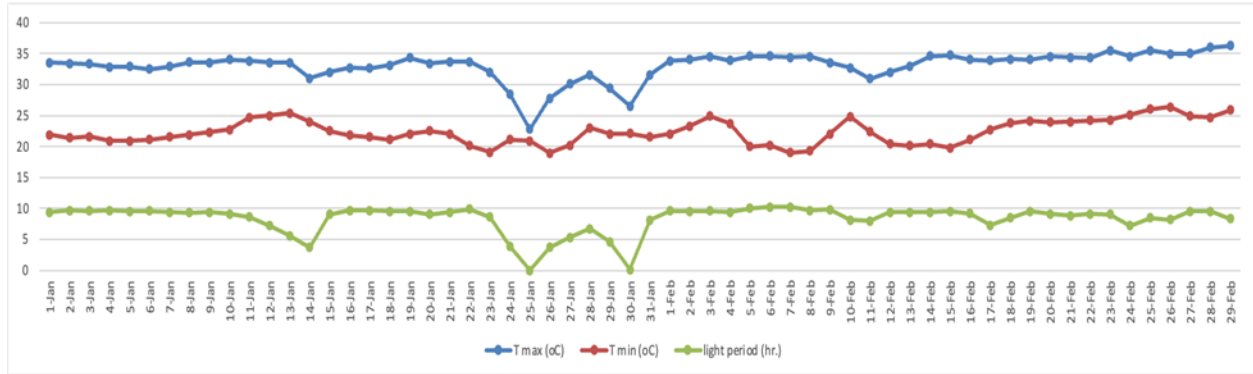


Figure 1 Temperature and light period during the experimental



Figure 2 Event of floral biology of *Centella asiatica* 'Ubon Ratchathani' line (A) pattern of flower opening (B) pattern of anthesis and receptive

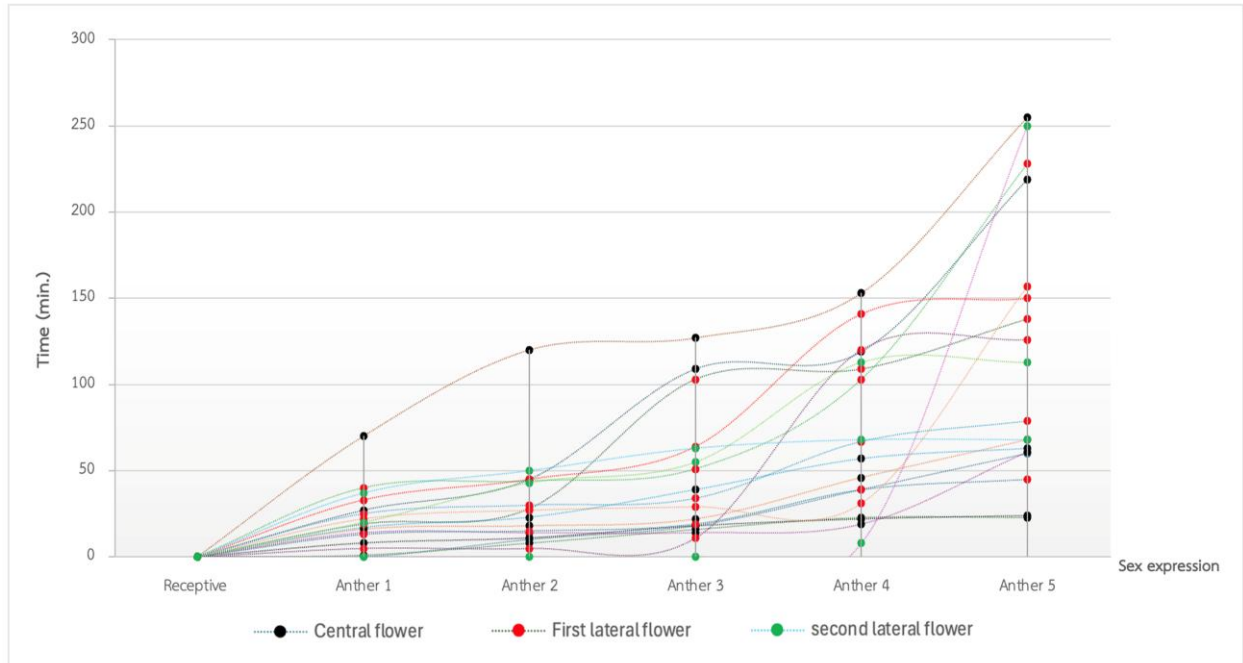


Figure 3 The timing of each anther dehiscence after stigma open of *Centella asiatica* 'Ubon Ratchathani'.

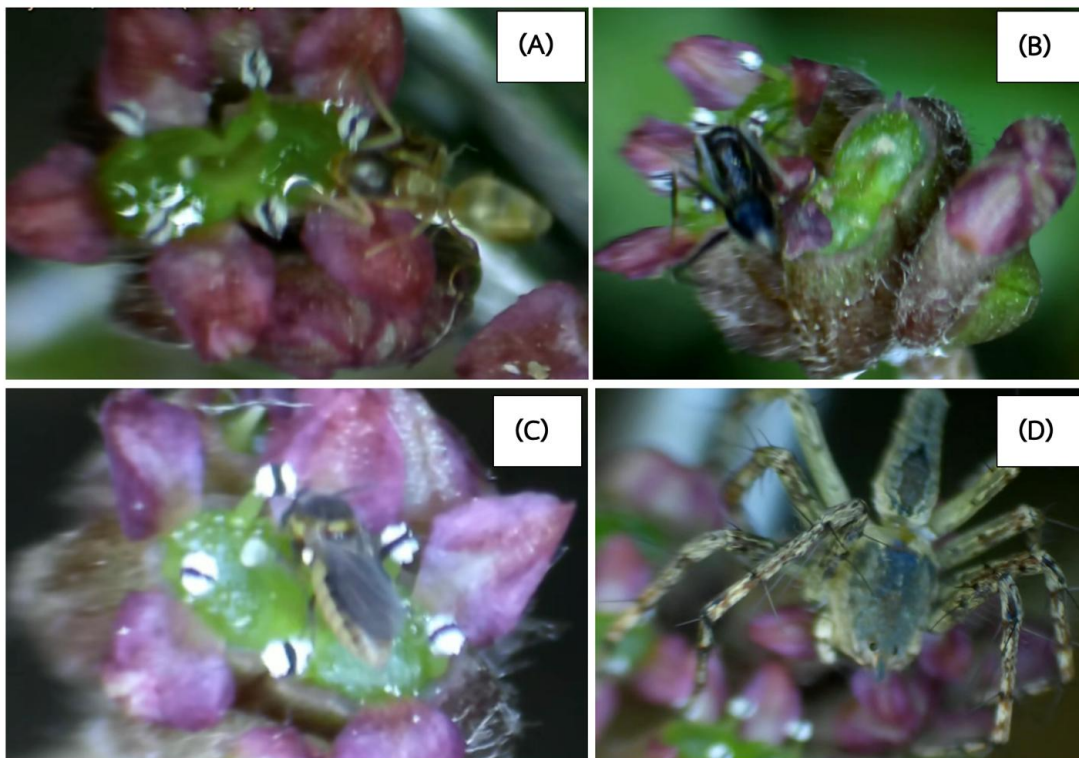


Figure 4 The observed natural pollinator in this study (A, B) Ant (C) Leafhopper (D) Spider

อย่างไรก็ตาม ระหว่างการทดลอง (ระหว่างวันที่ 24-30 มกราคม 67) ที่มีอุณหภูมิสูงสุดต่ำลงและความยาวนานของแสงแดดในรอบวันสั้นกว่าปกติ (Figure 1) ส่งผลให้การเปิดออกของกลีบดอกในช่วงเวลาดังกล่าวใช้เวลามากขึ้น ซึ่งใช้เวลาการบานย่อยแรกและดอกย่อยที่สองนานขึ้นเป็น 2 และ 4 วันหลังดอกแรกบาน ตามลำดับสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ รวมถึงปัจจัยร่วมระหว่างอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และช่วงแสง ส่งผลกระทบต่อวงจรชีวิต การเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืช (Tooke and Battey, 2010; Bahuguna and Jagadish, 2015) และในปัจจุบันมีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ (climate change) ที่มีผลกระทบต่อพืชอย่างกว้างขวาง พบว่า ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาการของดอก รวมไปถึงการลดจำนวนการออกดอกและติดผลของพืชในธรรมชาติ (Numata et al., 2022; Geissler et al. 2023)

ลักษณะการพัฒนาของอวัยวะสืบพันธุ์

ดอกบัวบกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ (hermaphrodite) (Javid et al., 2018) ลักษณะการพร้อมรับการผสมจะเกิดขึ้นในวันเดียวกับที่ดอกบาน ในเกสรเพศเมีย พบว่าดอกบัวบกมีการชูเกสร (stigma) จำนวน 2 อันจะยาวขึ้นและกลางออกเป็นรูปตัววี (V-shape) ช่วงเวลาการพร้อมผสมของเกสรเพศเมียในดอกกลาง ดอกย่อยแรกและดอกย่อยที่สองอยู่เริ่มช่วงเวลาใกล้เคียงกัน เริ่มตั้งแต่ 05.37 น. ถึง 06.28 น. เมื่อเกสรเพศเมียพร้อมผสมพันธุ์แล้ว เกสรเพศผู้ซึ่งมี 5 อัน จะทยอยแตก (anther dehiscence) ทีละอัน โดยรูปแบบการแตกของเกสรเพศผู้แสดงใน Figure 2B และเมื่ออับเรณูแรกแตก จะเกิดขึ้นในช่วงเวลาเดียวหรือใกล้เคียงการพร้อมผสมของเกสรเพศเมีย หรืออยู่ในช่วงเวลาอยู่ระหว่าง 0-70 นาที และเมื่ออับเรณูอันที่ 5 แตก พบว่าช่วงเวลาหลังจากเกสรเพศเมียพร้อมผสมอยู่ระหว่าง 23-255 นาที (Figure 3) การพร้อมผสมพันธุ์ของอวัยวะสืบพันธุ์ของบัวบกในประเทศไทยมีความแตกต่างจาก

รายงานในประเทศอินเดีย โดย Javid et al. (2018) รายงานว่า อับเรณูเริ่มแตกในเวลา 9.30-10.30 น. หลังจากอับเรณูแรกแตก 4-5 ชั่วโมง เกสรเพศเมียจึงพร้อมผสม ในขณะที่ Malik และ Sharma (2020) รายงานว่าเกสรเพศผู้เริ่มแตกในเวลา 4.00-8.00 น. โดยเกสรเพศเมียจะพร้อมผสมในช่วงเวลาบ่ายของวันดอกบาน ซึ่งทั้งสองรายงานนี้พบมีความแตกต่างในช่วงระยะเวลาการพร้อมผสมของอวัยวะสืบพันธุ์ แม้ว่าจะอยู่ในโซนเวลา (UTC +5) ซึ่งความแตกต่างนี้อาจเกิดจากแหล่งที่มาพันธุ์ที่นำมาทดลองเป็นคนละสายพันธุ์กัน จึงอาจเป็นเหตุผลการพร้อมผสมพันธุ์ของแต่ละสายพันธุ์มีช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ดังนั้น จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในบัวบกจากแหล่งอื่นๆ ที่มีการกระจายตัวในประเทศไทย

เมื่อทำการศึกษาช่วงเวลาการแตกของอับเรณูเปรียบเทียบกับระหว่างดอกกลาง ดอกย่อยแรก และดอกย่อยที่สอง พบว่า การแตกของอับเรณูมีรูปแบบเดียวกัน คือ การแตกของอับเรณูทยอยแตกทีละอับเรณู โดยการแตกเกิดต่อเนื่อง แต่ระยะเวลาแต่ละอันไม่แน่นอน (Figure 3) แต่พบว่าจะแตกครบทั้ง 5 อันในวันที่ดอกบาน

แมลงที่ช่วยผสมพันธุ์ในธรรมชาติ (natural pollinator)

จากการสังเกตผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ พบแมลงที่ช่วยในการผสมพันธุ์ในธรรมชาติ 3 ชนิด ได้แก่ มด เพลี้ยจักจั่น แมงมุม ในการสังเกตพฤติกรรมของแมลงเหล่านี้ พบว่า เลือกเข้าเฉพาะดอกที่อับเรณูแตกเท่านั้น

สรุปผลการวิจัย

จากการประเมินการบานของดอกบัวบกสายพันธุ์อุบลราชธานี พบว่า การบานจะทยอยเกิดขึ้นทีละดอก เริ่มจากดอกกลาง จากนั้นดอกย่อยแรกและดอกย่อยที่สองจะบานตามลำดับหลังจากดอกกลางบานเฉลี่ย 1.22 และ 2.44 วัน ตามลำดับ ส่วนการพร้อมผสมพันธุ์ของเกสรเพศเมียจะอยู่ระหว่างเวลา 05:37 - 06:28 น. โดยอับเรณูแรกจะแตก

ในเวลาเดียวหรือใกล้เคียงกับช่วงเวลาที่เกิดเพศเมียพร้อมผสม ซึ่งรูปแบบการแตกของอับเรณูในดอกกลาง ดอกย่อยแรก และดอกย่อยที่สอง จะทยอยแตกอย่างต่อเนื่องและไม่แตกต่างกัน และในการประเมินการพัฒนาของอวัยวะสืบพันธุ์ของบัวบกพบแมลงซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการผสมพันธุ์ในธรรมชาติ 3 ชนิด คือ มด เพลี้ยจักจั่น และแมงมุม

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สนับสนุนมูลฐาน (fundamental fund) สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกว.) และคณะผู้วิจัย ขอขอบคุณนาย กฤษฎาภูมิ พินัยรัมย์ นิสิตคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ที่ร่วมดำเนินงานต่าง ๆ ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

คณะกรรมการนโยบายสมุนไพรแห่งชาติ. (2566). *แผนปฏิบัติการด้านสมุนไพรแห่งชาติ ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2566-2570*. กรมการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก กระทรวงสาธารณสุข
จันทร์พร ทองเอกแก้ว. (2556). บัวบก: สมุนไพรมากคุณประโยชน์. *วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, 15(3), 70-75.
พนารัช ปรีดากรณ์ เต็มธรรม สิทธิเลิศ และสิทธิพร รุจิระยรรยง. (2564). ยุทธศาสตร์การวิจัยบัวบก. *วิชาการมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 41(3), 1-21.
สถาบันวิจัยสมุนไพร. (2550). *สมุนไพรว่ารู้: บัวบก* (พิมพ์ครั้งที่ 1). โรงพิมพ์พระพุทธศาสนาแห่งชาติ.

สุรพงษ์ อนุตโต. (2566). *โครงการวิจัยพันธุ์บัวบกเพื่อเพิ่มผลผลิตและสารสำคัญ*. รายงานโครงการวิจัย. กรมวิชาการเกษตร.

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2561). *โครงการศึกษาโอกาสทางการตลาดสารสกัดสมุนไพรไทยเป้าหมายงานแผนกลยุทธ์การตลาด ฝ่ายธุรกิจนวัตกรรมและถ่ายทอดเทคโนโลยี ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ, ปทุมธานี*.

อนันต์ พิริยะภัทรกิจ พรกมล รูปเลิศ และกนกอร อัมพรายน. (2561). การศึกษาสัณฐานวิทยาของบัวบกสายพันธุ์ต่างๆ. *Thai Journal of Science and Technology*, 8(1), 54-65.

Bahuguna, R. N., & Jagadish, K. S. (2015). Temperature regulation of plant phenological development. *Environmental and experimental botany*, 111, 83-90.

Chachai, N., Pensuriya, B., Pinsuntiae, T., Pratubkong, P., Mungngam, J., Nitmee, P., Kaewsri, P., Wongsatchanan, S., Jindajia, R., & Triboun, P. (2021). Variability of morphological and agronomical characteristics of *Centella asiatica* in Thailand. *Trends in sciences*, 18(23), 502. <https://doi.org/10.48048/tis.2021.502>

Consolaro, M. E. L., Pagliarini, M. S., & Chaves, L. J. (1996). Meiotic behavior, pollen fertility and seed production in Brazilian populations of *Centella asiatica* (L.) Urban (Umbelliferae). *Cytologia*, 61(4), 375-381.

Department of Medical Sciences. (2021). *Thai herbal pharmacopoeia*. Kaewjawjom Printing and Publishing.

- Geissler, C., Davidson, A., & Niesenbaum, R. A. (2023). The influence of climate warming on flowering phenology in relation to historical annual and seasonal temperatures and plant functional traits. *PeerJ*, 11, e15188. <http://doi.org/10.7717/peerj.15188>
- Javaid, A., Gurmet, R., & Sharma, N. (2018). *Centella asiatica* (L.) urban: A predominantly self-pollinated herbal perennial plant of family Apiaceae. *Vegetos*, 31(2), 59-65.
- Kamol, P., Nukool, W., Pumjaroen, S., Inthima, P., Kongbangkerd, A., Suphrom, N., & Buddhachat, K. (2024). Assessing the genetic diversity of *Centella asiatica* (L.) Urb. And seasonal influence on chemotypes and morphotypes in Thailand. *Industrial crops and products*, 218, 118976. <https://doi.org/10.1016/j.ind-crop.2024.118976>
- Kunjumon, R., Johnson, A. J., & Baby, S. (2022). *Centella asiatica*: Secondary metabolites, biological activities and biomass sources. *Phytomedicine Plus*, 2(1), 100176. <https://doi.org/10.1016/j.phyplu.2021.100176>
- Malik, S., & Sharma, A. (2020). Study of phenology of a medicinal plant *Centella asiatica* of family Apiaceae. *Voyager*, 6, 15-21.
- Numata, S., Yamaguchi, K., Shimizu, M., Sakurai, G., Morimoto, A., Alias, N., Noor Azman, N. Z., Hosaka, T., & Satake, A. (2022). Impacts of climate change on reproductive phenology in tropical rainforests of Southeast Asia. *Communications biology*, 5(1), 311. <https://doi.org/10.1038/s42003-022-03245-8>
- Orhan, I. E. (2012). *Centella asiatica* (L.) Urban: from traditional medicine to modern medicine with neuroprotective potential. *Evidence-based complementary and alternative medicine*, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2012/946259>
- Tooke, F., & Battey, N. H. (2010). Temperate flowering phenology. *Journal of experimental botany*, 61(11), 2853–2862.