ผลของอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และเอทิฟอน ต่อการแตกของอับเรณูมะพร้าวน้ำหอม และความเข้มข้นของอาหารต่อการงอกของละอองเรณู

Effect of Temperature, Relative Humidity and Ethylene on Anther Dehiscence in Aromatic Coconut and Influence of Pollen Germination Media Concentration on Pollen Germination

สมปรารถนา หนักแดง[1] ธีร์ หะวานนท์[1] กฤษณา กฤษณพุกต์[1] และเกียรติสุดา เหลืองวิลัย[1,2*]

Somprattana Nakdaeng[1], Tee Havananda[1], Krisana Krisanapook[1] and Kietsuda Luengwilai[1,2*]

Received: May 14, 2024
Revised: July 1, 2024
Accepted: July 3, 2024

Abstract: Aromatic coconuts have a low yield from March to May, possibly because anthers do not dehisce during the rainy season, resulting in no pollen release to pollinate the female flowers. This leads to poor pollination and no fruit set in seven months afterward, coinciding with the period of low coconut production. Previous reports indicate that humidity, temperature, and ethylene affect anther dehiscence. However, there have been no reports on aromatic coconut. Therefore, this study investigated the temperature and relative humidity (RH) affecting anther dehiscence in aromatic coconut in a laboratory condition, and the anther dehiscence induced by ethephon. The study found that at a temperature of 40 °C and 60±10% RH, anther dehisced as early as the first hour after the beginning of the experiment and up to 80% by the 11th hour. At 20 °C and 90±5% RH, anther dehiscence was less than 10% even after 24 hours of testing. Additionally, ethylene at concentrations of 25–75 mL·L^{-1} stimulated 50% anther dehiscence by the 14th hour, while at 100 mL·L^{-1}, anthers did not dehisce but fell off. Furthermore, when the germination medium was diluted threefold to simulate stigmatic fluid reduced by rain, the pollen germination rate was less than 20%.

Keywords: stamen, pollination, ethephon

บทคัดย่อ: มะพร้าวน้ำหอมมีผลผลิตเก็บเกี่ยวได้น้อยช่วงระหว่างเดือนมีนาคม ถึง เดือนพฤษภาคม ซึ่งอาจเกิดจากในช่วงฤดูฝน อับเรณูไม่แตก จึงไม่มีการปล่อยละอองเรณูออกมา ดอกเพศเมียจึงไม่ได้รับการผสม และทำให้ไม่ได้ผลผลิตในอีก 7 เดือนต่อมา ซึ่งตรงกับช่วงที่ผลผลิตมะพร้าวน้อย มีรายงานว่า ความชื้น อุณหภูมิ และเอทิลีน ส่งผลต่อการแตกของอับเรณู แต่ยังไม่มีรายงานในมะพร้าวน้ำหอม ดังนั้นการทดลองนี้จึงศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ส่งผลต่อการแตกของอับเรณูมะพร้าวน้ำหอมในสภาพห้องปฏิบัติการ และการเร่งการแตกของอับเรณูด้วยเอทิฟอน จากการศึกษาพบว่า ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์

[1] ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

[1] Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University Kamphang Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140

[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กองส่งเสริมและประสานเพื่อประโยชน์ทางวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม 10400

[2] Postharvest Technology Innovation Center, Science, Research and Innovation Promotion and Utilization Division, Office of the Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation, 10400

* Corresponding author: kietsuda.l@ku.a.cth

วิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ 8 (3) : 153-161 (2568)

60±10 เปอร์เซ็นต์ อับเรณูสามารถแตกได้ตั้งแต่ชั่วโมงแรกหลังเริ่มทดลอง และแตกได้ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ในชั่วโมงที่ 11 ส่วนสภาพอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90±5 เปอร์เซ็นต์ อับเรณูแตกได้น้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ แม้ทดสอบนาน 24 ชั่วโมง นอกจากนั้นสารละลายเอทิฟอนความเข้มข้น 25–75 มิลลิลิตรต่อลิตร กระตุ้นให้อับเรณูสามารถแตกได้ 50 เปอร์เซ็นต์ ในชั่วโมงที่ 14 และที่ความเข้มข้น 100 มิลลิลิตรต่อลิตร ไม่ทำให้อับเรณูไม่แตกแต่กลับทำให้ร่วงไป นอกจากนั้น เมื่อทดสอบการงอกในอาหารสังเคราะห์ที่เจือจางลง 3 เท่า ซึ่งเป็นสภาพสถานการณ์จำลองการชะละลายของสารเหนียวบนยอดเกสรเพศเมียโดยน้ำฝน พบว่าการงอกของละอองเรณู เหลือน้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: เกสรเพศผู้, การถ่ายละอองเรณู, เอทิฟอน

คำนำ

มะพร้าวน้ำหอม (*Cocos nucifera* L. 'Nam Hom') เป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมทั้งในไทยและต่างประเทศด้วยรสชาติที่หวานและมีกลิ่นหอมที่เป็นเอกลักษณ์ อีกทั้งยังสามารถบริโภคได้ทั้งผลสดและนำไปแปรรูปเป็นอาหารหลายชนิด ตลาดต่างประเทศมีการขยายตัว และมีความต้องการสูงขึ้น ทำให้แนวโน้มการส่งออกเพิ่มขึ้นต่อเนื่องอย่างก้าวกระโดด โดยประเทศไทยมีสถิติการส่งออกมะพร้าวน้ำหอมเพิ่มขึ้นจาก 2,568 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2560 เป็น 15,131 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2566 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2567) แม้มะพร้าวน้ำหอมจะให้ผลผลิตตลอดทั้งปี แต่ผลผลิตกลับไม่สม่ำเสมอ โดยเฉพาะช่วงระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคมซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อน มักพบว่าผลผลิตไม่เพียงพอ (ขาดคอ) ทั้งที่ความต้องการของตลาดในช่วงนี้มีปริมาณมาก โดยเฉพาะตลาดต่างประเทศ ทำให้สูญเสียโอกาสในการส่งออกเพื่อนำเงินเข้าสู่ประเทศ ขณะที่ในช่วงฤดูฝนราวเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายนกลับมีผลผลิตล้นตลาด จนบ่อยครั้งทำให้ราคาตกต่ำ (กฤษณา และคณะ, 2555)

การขาดคอของมะพร้าวน้ำหอมในช่วงฤดูร้อนนั้นยังไม่ทราบแน่ชัดว่าเกิดจากสาเหตุใด แต่สันนิษฐานว่าอาจเกิดจากสภาพอากาศในช่วงฤดูฝนมีปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิสูง (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 907 มิลลิเมตร 79%RH และ 29.7 องศาเซลเซียส ตามลำดับ) (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2567) ทำให้อับเรณูของมะพร้าวน้ำหอมไม่แตก หรือแตกได้น้อย ปล่อยละอองเรณูน้อย การผสมเกสรจึงเกิดได้ไม่ดี ส่งผลให้ผลผลิตที่จะเก็บเกี่ยวได้ในอีก 7 เดือนถัดไป (ช่วงฤดูร้อน) มีปริมาณลดลง มีรายงานเกี่ยวกับสภาพอุณหภูมิสูง 39 องศาเซลเซียส ทำให้การพองตัว (swelling) ของละอองเรณูในข้าวลดลง ส่งผลให้แรงดันไม่เพียงพอที่จะไปดันให้อับเรณูแตก (Matsui *et al*., 2000) ในขณะที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์สูงส่งผลให้การแตกของอับเรณูในมะม่วงลดลง พบอาการดังกล่าวเกิดขึ้นได้ในมะม่วงพันธุ์แรด เขียวเสวย ศาลายา และน้ำดอกไม้ทะวาย โดยอับเรณูแตกไม่ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ในสภาพความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูง 90 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่พันธุ์โชคอนันต์และมันเดือนเก้ามีการแตกของอับเรณูได้บ้าง (14–27 เปอร์เซ็นต์) (ประเสริฐ, 2540) สำหรับมะพร้าวน้ำหอม พบว่า ที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 50 เปอร์เซ็นต์ อับเรณูเริ่มแตกภายใน 30 นาทีแรก และแตกได้ 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเวลาผ่านไป 1 ชั่วโมง ส่วนในสภาพความชื้นสัมพัทธ์ 80 เปอร์เซ็นต์ อับเรณูไม่แตกแม้เวลาผ่านไป 1 ชั่วโมง 30 นาที แล้วก็ตาม (ภูมิ และคณะ, 2559) ทั้งนี้ยังไม่มีข้อมูลการแตกของอับเรณูของมะพร้าวน้ำหอมที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศที่สูงกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลาเวลานาน เช่นที่พบได้ในสภาพอากาศของวันที่มีฝนตก

เอทิลีนเป็นฮอร์โมนพืชที่มีผลต่อการแตกของอับเรณู มีรายงานว่า ในสภาพที่ไม่มีเอทิลีน หรือตัวรับเอทิลีนถูกยับยั้งการทำงาน การแตกของอับเรณูจะใช้เวลานานขึ้น (Rieu *et al*., 2003). นอกจากนั้นมีรายงานว่าความเข้มข้นของน้ำหวานที่ยอดเกสรเพศเมียมีผลต่อการงอกของละอองเรณู (Lau *et al*., 2017) ดังนั้นเป็นไปได้ว่า การมีฝนตกชุกในช่วงที่ดอกบาน

อาจทำให้น้ำหวานหรือสารเหนียวที่ยอดเกสรเพศเมีย (stigmatic fluid) ของมะพร้าวน้ำหอมถูกเจือจางด้วยน้ำฝน เป็นเหตุให้ละอองเรณูไม่สามารถงอกได้ และส่งผลให้กระบวนการปฏิสนธิไม่สมบูรณ์

การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ชะลอหรือยับยั้งการแตกของอับเรณู และทดสอบว่าสามารถเพิ่มการแตกของอับเรณูด้วยเอทิลีนได้หรือไม่ อีกทั้งทดสอบการงอกของละอองเรณูในอาหารเพาะละอองเรณูที่เจือจางความเข้มข้นลงเพื่อจำลองสถานการณ์ในฤดูฝน

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมตัวอย่าง

เลือกดอกเพศผู้ของมะพร้าวน้ำหอมที่ใกล้จะบาน (อับเรณูยังไม่แตกออก) โดยตัดมาเฉพาะส่วนของระแง้ที่มีดอกเพศผู้ที่ใกล้บานประมาณ 5 ดอกต่อระแง้ โดยความยาวตั้งแต่โคนระแง้ถึงดอกล่างสุดยาว 2 เซนติเมตร เพื่อให้สะดวกต่อการนำไปปักแจกัน (Figure 1A) จากนั้นนำไปแช่น้ำโดยให้ปลายระแง้ด้านโคนอยู่ในน้ำเพื่อให้ระแง้ดูดน้ำได้เลียนแบบตามสภาพธรรมชาติ (Figure 1B)

2. ผลของอุณหภูมิต่อการแตกของอับเรณูของมะพร้าวน้ำหอม

นำระแง้ที่ได้ไปเก็บในห้องควบคุมอุณหภูมิและความชื้น โดยปรับให้มีอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80 เปอร์เซ็นต์, 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60 เปอร์เซ็นต์ และ 40 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60 เปอร์เซ็นต์ มี 3 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ระแง้ และบันทึกการแตกของอับเรณูมะพร้าวน้ำหอมทุกชั่วโมง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วรายงานผลเป็นอัตราการแตกของอับเรณูสะสมรายชั่วโมง โดยทำการทดลองซ้ำทั้งหมด (repeat) 5 ครั้ง

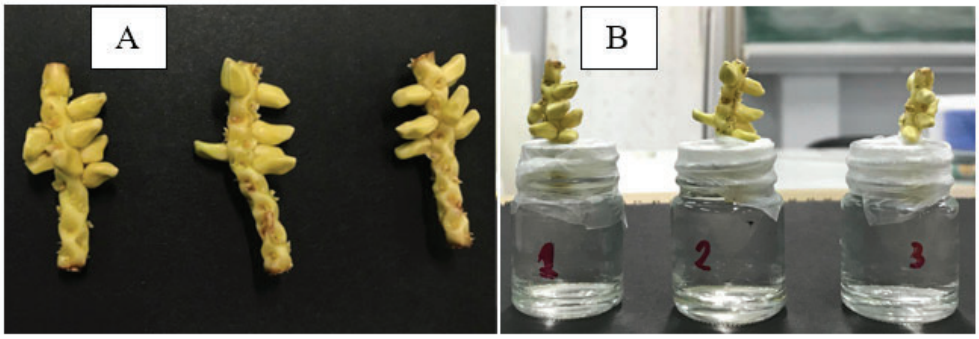

Figure 1 Unopened aromatic coconut male flowers ready to dehisce attached to rachillae of 2 cm long (A). The rachillae were retrimmed and placed in distilled water to mimic natural conditions (B).

3. ผลของความชื้นสัมพัทธ์ต่อการแตกของอับเรณูมะพร้าวน้ำหอม

นำระแง้ที่เตรียมไปใส่ในขวดโหล ที่ติดตั้งแผงควบคุมอากาศ (flow board) ที่มีการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ให้ได้ตามต้องการ โดยการผสมอากาศที่ผ่านโหลชื้นให้มีความชื้นสัมพัทธ์ 95±5 เปอร์เซ็นต์ (โหล a, Figure 2A) กับอากาศที่ดูดความชื้นออกผ่านโหลที่บรรจุด้วย silica gel ให้มีความชื้นสัมพัทธ์ 50±3 เปอร์เซ็นต์ (โหล b, Figure 2B) ในสัดส่วนต่าง ๆ เพื่อควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกัน 3 ระดับตามกรรมวิธี (Figure 2) คือ อัตราการไหลโหล a : b เท่ากับ 100 : 0 มิลลิลิตรต่อนาที, 100 : 65 มิลลิลิตรต่อนาที และ 100 : 25 มิลลิลิตรต่อนาที เพื่อให้ได้ความชื้นสัมพัทธ์ 95±5, 80±10 และ 60±10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยวางโหลนี้ไว้ที่อุณหภูมิห้อง ประมาณ 29±3 องศาเซลเซียส ที่มีเอทิลีนในบรรยากาศน้อยกว่า 1 มิลลิลิตรต่อลิตร ทำการตรวจนับการแตกของอับเรณูมะพร้าวน้ำหอมเช่นเดียวกับการทดสอบเรื่องอุณหภูมิ โดยแต่ละสภาพมี 3 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ระแง้ และทำการทดลองซ้ำทั้งหมด (repeat) 5 ครั้ง

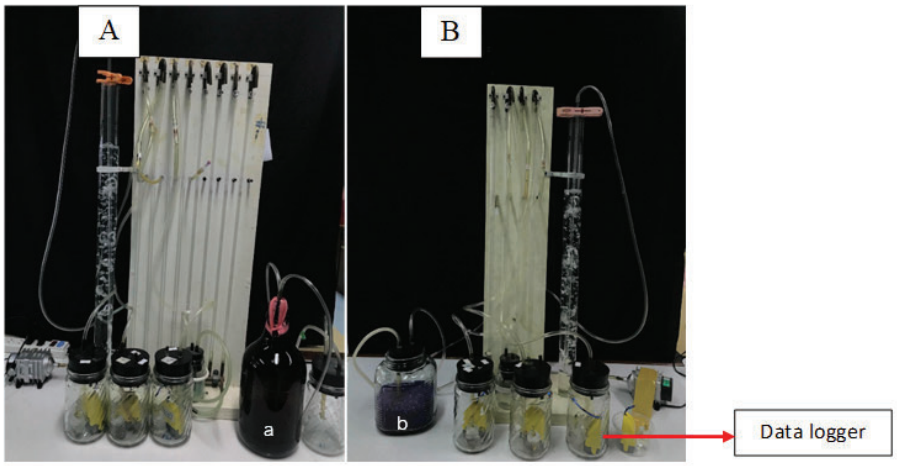

Figure 2 The installation of a flow board to monitor and control relative humidity levels in three treatments. In one chamber (a), the air was passed through the water to achieve a relative humidity of 95±5 % (A). In another chamber (b), the air was passed through silica gel to achieve a relative humidity of about 50±3 % (B). Subsequently, air from chambers (a) and (b) was mixed in another chamber with different flow rate or proportions to obtain air within the chamber with the desired humidity levels as specified (95±5, 80±10, and 60±10 %).

4. ผลของเอทิลีนต่อการแตกของอับเรณูมะพร้าวน้ำหอม

นำระแง้ที่มีดอกเพศผู้ใกล้บาน 5 ดอก ไปพ่นด้วยเอทิฟอน (โกลฟ่อน ความเข้มข้น 48% W/V, โกลบอล ครอปส์ จำกัด กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย) ที่ความเข้มข้น 0 (พ่นน้ำเปล่า) 25 50 75 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตร จากนั้นผึ่งให้หมาดก่อนนำส่วนโคนระแง้ที่ตัดมาไปแช่ในน้ำ แล้วนำไปเก็บในสภาพห้องปกติ (อุณหภูมิ 29±3 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 57±5 เปอร์เซ็นต์) นาน 24 ชั่วโมง แล้วตรวจนับการแตกของอับเรณูของมะพร้าวน้ำหอม เช่นเดียวกับการทดสอบเรื่องอุณหภูมิ โดยแต่ละความเข้มข้นมี 3 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ระแง้ และทำการทดลองซ้ำทั้งหมด (repeat) 5 ครั้ง

5. ความเข้มข้นของสูตรอาหารสังเคราะห์ต่อการงอกของละอองเรณูมะพร้าวน้ำหอม

เก็บละอองเรณูจากจั่นที่เพิ่งบานในวันที่ทดสอบในช่วง 8.30-10.00 น โดยเก็บเฉพาะบริเวณส่วนกลางของระแง้ นำมาทดสอบการงอกของละอองเรณูด้วยเทคนิคหยดแขวน (hanging drop technique) โดยใช้อาหารสังเคราะห์ที่มีความเข้มข้นน้ำตาลซูโครส 15 เปอร์เซ็นต์ (w/v), H_3BO_3 100 mg·L^{-1}, $Ca(NO_3)\cdot 24H_2O$ 300mg·L^{-1}, $MgSO_4\cdot 7H_2O$ 200 mg·L^{-1}, และ KNO_3 100 mg·L^{-1} ตามสูตรของ Brewbaker และ Kwack (1963) (ชุดควบคุม) จากนั้นนำอาหารสังเคราะห์ มาเจือจางให้มีความเข้มข้นของธาตุอาหารต่าง ๆ เป็น 0 67 (2/3 เท่า) และ 33 (1/3 เท่า) เปอร์เซ็นต์ ของชุดควบคุม แต่ให้คงความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสที่ 15 เปอร์เซ็นต์เท่าเดิม จากนั้นทดสอบการงอกของละอองเรณู โดยหยดอาหารลงบน cover slip 1 หยด นำละอองเรณูจากดอกเพศผู้มะพร้าวน้ำหอมมาใส่ลงในอาหาร ใช้ไม้จิ้มฟันสะอาดเขี่ยเบา ๆ ให้ละอองเรณูกระจายทั่วหยดอาหาร จากนั้นนำ cover slip ปิดลงบนสไลด์หลุม โดยให้หยดอาหารอยู่ตรงกลางหลุม นำสไลด์ไปบ่มในภาชนะปิดที่ภายในมีกระดาษทิชชูชุ่มน้ำอยู่ บ่มทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 4-6 ชั่วโมง สุ่มนับจำนวนละอองเรณูที่งอกภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 40 เท่า ละอองเรณูที่นับว่างอกต้องมีลักษณะของหลอดเรณู (pollen tube) ที่มีความยาวไม่น้อยกว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของเรณู สุ่มนับละอองเรณูที่งอก 3 บริเวณต่อ 1 สไลด์ จากนั้นคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การงอกของละอองเรณู ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์การงอกของละอองเรณู} = \frac{\text{จำนวนละอองเรณูที่งอก}}{\text{จำนวนละอองเรณูที่สุ่มนับ}} \times 100$$

6. ความเข้มข้นของน้ำตาลต่อการงอกของละอองเรณูมะพร้าวน้ำหอม

นำสารละลายที่ใช้ทดสอบความงอก สูตรมาตรฐานสูตรเดียวกับการทดลองข้อ 5 แต่ให้เจือจางเฉพาะส่วนของน้ำตาลซูโครสให้ความมีความเข้มข้น 0 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ โดยให้คงความเข้มข้นของส่วนผสมอื่น ๆ เท่าเดิม เปรียบเทียบกับสูตรมาตรฐานที่มีน้ำตาลซูโครส 15 เปอร์เซ็นต์ (ชุดควบคุม) จากนั้นทดสอบการงอกของละอองเรณู เช่นเดียวกับการทดลองข้อ 5

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

วางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design (RCBD) มี 3–5 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (repeated measurement) ด้วยวิธี ANOVA และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่โดยวิธี Tukey's test ด้วยโปรแกรม SPSS Statistics เวอร์ชั่น 23

ผลการทดลอง

1. ผลของอุณหภูมิต่อการแตกของอับเรณูมะพร้าวน้ำหอม

จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 20±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80 เปอร์เซ็นต์ พบว่าอับเรณูสามารถแตกได้เพียง 10 เปอร์เซ็นต์ ในชั่วโมงที่ 3 หลังเริ่มทดลอง และที่อุณหภูมิ 30±3 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60 เปอร์เซ็นต์ พบว่าอับเรณูเริ่มแตกตั้งแต่ชั่วโมงที่ 2 และแตกได้สูงสุดที่ 45 เปอร์เซ็นต์ ในชั่วโมงที่ 10 หลังเริ่มทดสอบ ส่วนที่ 40±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60 เปอร์เซ็นต์ พบว่าหลังทดลอง 1 ชั่วโมง อับเรณูแตกได้ 40 เปอร์เซ็นต์ แล้วแตกเพิ่มขึ้นถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ในชั่วโมงที่ 2 และสามารถแตกได้สูงสุดที่ 80 เปอร์เซ็นต์ ในชั่วโมงที่ 11 หลังทดสอบ (Figure 3)

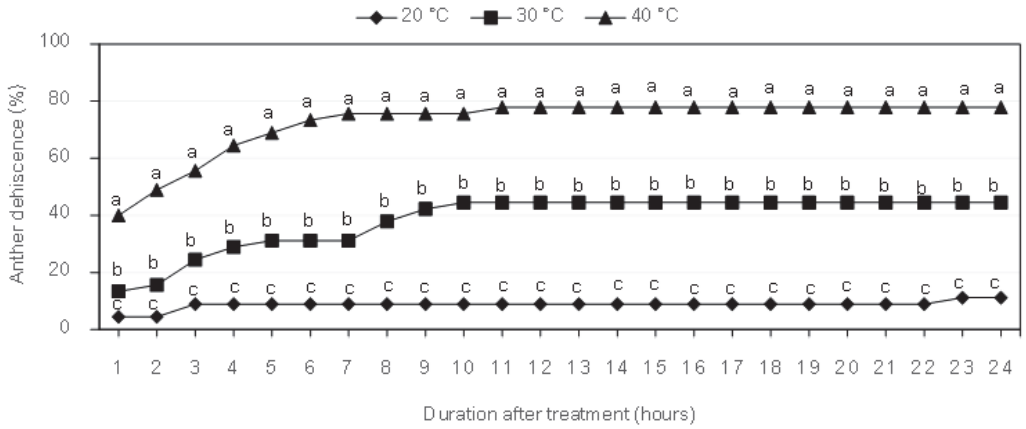

Figure 3 Percentage of anther dehiscence in aromatic coconut in response to different temperatures ranging from 20˚C (80% RH), 30˚C(60% RH) and 40˚C (60% RH). Data represent the mean with n=5. Means within the same hours denoted by the same letter are not significantly different (P<0.05) using Tukey's test.

2. ผลของความชื้นสัมพัทธ์ต่อการแตกของอับเรณูมะพร้าวน้ำหอม

จากการทดลองพบว่าในสภาพที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 60±10 เปอร์เซ็นต์ อับเรณูแตกได้ 15 เปอร์เซ็นต์ ภายในชั่วโมงแรก และเพิ่มขึ้นเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 6 ชั่วโมงหลังเริ่มทดสอบ ส่วนในสภาพความชื้นสัมพัทธ์ 80±10 เปอร์เซ็นต์ เริ่มมีการแตกของอับเรณูในชั่วโมงที่ 2 แต่แตกได้เพียง 10 เปอร์เซ็นต์ และอับเรณูมีการแตกสูงสุด 30 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเวลาผ่านไป 12 ชั่วโมง ส่วนที่สภาพความชื้นสัมพัทธ์ 90±5 เปอร์เซ็นต์ พบว่าดอกอับเรณูสามารถแตกได้ แต่ไม่ถึง 10 เปอร์เซ็นต์ แม้จะผ่านไปถึง 24 ชั่วโมงหลังเริ่มการทดลอง (Figure 4)

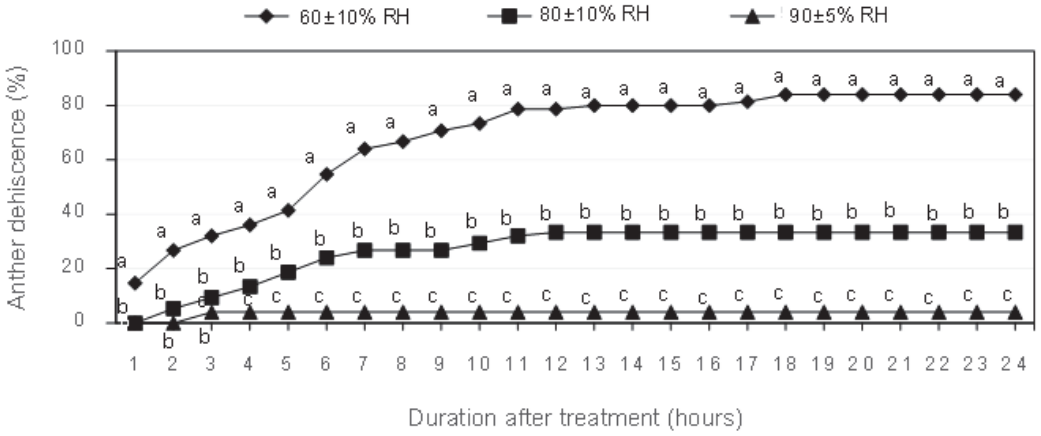

Figure 4 Percentage of anther dehiscence in aromatic coconut in response to different relative humidity ranging from 60±10, 80±10 และ 90±5% at 29±3 ˚C. Data represent the mean with n=5. Means within the same hours denoted by the same letter are not significantly (P<0.05) using Tukey's test.

3. ผลของเอทิลีนต่อการแตกของอับเรณูมะพร้าวน้ำหอม

จากการพ่นสารละลายเอทิฟอนให้กับช่อดอกย่อย พบว่า ที่ความเข้มข้น 50 มิลลิลิตรต่อลิตร อัตราการแตกของอับเรณูเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว ภายในชั่วโมงที่ 1–7 เริ่มคงที่ในชั่วโมงที่ 8 และสามารถแตกได้ 50 เปอร์เซ็นต์ในชั่วโมงที่ 13 จั่นที่พ่นสารความเข้มข้น 75 มิลลิลิตรต่อลิตร พบว่าอัตราการแตกของอับเรณูในชั่วโมงที่ 1–6 ค่อนข้างเร็ว และสามารถแตกได้ 50 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 13 ชั่วโมงหลังพ่นสาร และที่ความเข้มข้น 25 มิลลิลิตรต่อลิตร อัตราการแตกของอับเรณูเกิดขึ้นได้เร็วปานกลาง ภายในชั่วโมงที่ 1–8 เริ่มคงที่ที่ชั่วโมงที่ 9 และสามารถแตกได้สูงสุด 44 เปอร์เซ็นต์ที่ชั่วโมงที่ 14 ส่วนการให้เอทิฟอนความเข้มข้น 100 มิลลิลิตรต่อลิตร ทำให้ดอกร่วง โดยอับเรณูไม่แตก และการพ่นอับเรณูด้วยน้ำเปล่า (0 มิลลิลิตรต่อลิตร) มีการแตกของอับเรณูไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ตลอดการทดลอง (Figure 5)

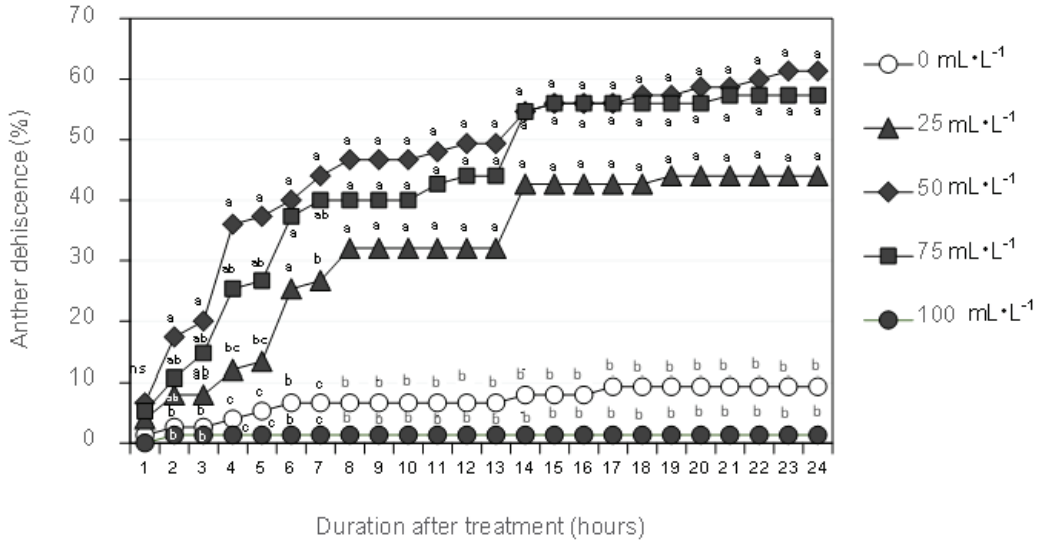

Figure 5 Percentage of anther dehiscence in aromatic coconut in response to different ethephon concentrations ranging from 0, 25, 50, 75 and 100 ppm and incubate at ambient condition (with 29±3 ˚C and 57±5% RH) for 24 hours. Data represent the mean with n=5. Means within the same hours denoted by the same letter are not significantly different (P<0.05) using Tukey's test.

4. ความเข้มข้นของสูตรอาหารสังเคราะห์และน้ำตาลต่อการงอกของละอองเรณูมะพร้าวน้ำหอม

จากการศึกษาการงอกของละอองเรณูของมะพร้าวน้ำหอมในอาหารสังเคราะห์ที่เจือจาง พบว่าในอาหารสังเคราะห์เจือจาง 1.5 เท่า (67 เปอร์เซ็นต์) ละอองเรณูสามารถงอกได้ไม่แตกต่างจากอาหารสังเคราะห์ที่ไม่ได้เจือจาง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 73±5 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ในอาหารสังเคราะห์ที่เจือจาง 3 เท่า (33 เปอร์เซ็นต์) ละอองเรณูของมะพร้าวน้ำหอมงอกได้น้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกับการงอกในอาหารที่มีน้ำตาลเพียงอย่างเดียว (Figure 6A) ในทำนองเดียวกัน ในอาหารที่เจือจางเฉพาะน้ำตาลซูโครสและยังคงส่วนผสมอื่น ๆ ให้มีความเข้มข้นเท่าเดิม พบว่าละอองเรณูงอกได้ดีที่สุด ที่น้ำตาลซูโครส 15 เปอร์เซ็นต์ งอกได้ 73±5 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ 10 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยการงอกเท่ากับ 58±4 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ในอาหารสังเคราะห์ที่มีน้ำตาล 5 เปอร์เซ็นต์ ละอองเรณูของมะพร้าวน้ำหอมงอกได้น้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ (Figure 6B)

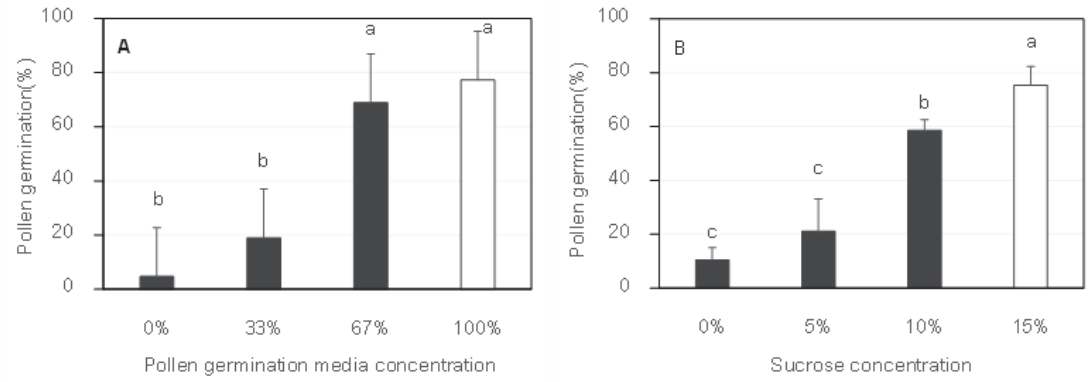

Figure 6 Pollen germination on different media and sucrose concentrations. The pollen germination media was diluted to have 0, 33, 67 and 100 % of the standard medium described by Brewbaker and Kwack (1963) with the 15 % sucrose concentration remained constant (A). On the other hand, sucrose concentration in the Brewbaker-Kwak medium was varied while concentrations of other nutrients remained constant (B). Data represent the mean ± standard deviation with n=15. Means denoted by the same letter are not significantly different ($P<0.05$) using Tukey's test.

วิจารณ์

อุณหภูมิและความชื้นส่งผลโดยตรงต่อการแตกของอับเรณู โดยส่งเสริมการคายน้ำบริเวณผนังของอับเรณูทำให้เกิดแรงดึงมากขึ้น หรือทางอ้อมโดยส่งเสริมการพองตัวของเรณู ทำให้มีแรงดันมากขึ้น หรือทั้งสองกระบวนการ (Wilson et al., 2011) โดยโครงสร้างของอับเรณูประกอบด้วยเซลล์ชั้นนอกสุดเรียกว่า epidermis ถัดเข้าไปเป็นชั้น endothecium ประกอบด้วยเซลล์ endothecial cells เรียงตัวกัน 1 ชั้น เซลล์ในชั้นนี้ มีลักษณะพิเศษคือ มีผนังหนา 3 ด้าน คือ ด้านข้างและด้านใน ส่วนด้านนอกที่ติดกับ epidermal cell จะมีผนังบาง โดยส่วนของอับเรณูที่เป็นรอยแยกเพื่อปลดปล่อยละอองเรณู เรียกว่า stomium ประกอบด้วย parenchyma cell ทั้งนี้การแตกของอับเรณูเริ่มจากผนังของอับเรณูมีการเสียน้ำออกจาก endothecial cell ทำให้เซลล์เหี่ยวลง ผนังด้านบางที่อยู่ติดกับ epidermal cell เกิดการพับย่นเข้าหากัน ทำให้มีความแข็งแรงน้อยกว่าผนังด้านอื่น เมื่อเกิดเหตุการณ์นี้ขึ้นพร้อมกันทุกเซลล์ทำให้เกิดแรงดึงขึ้นทุกจุดบนผนังด้านนอกของอับเรณู ส่งผลให้เซลล์บน stomium ซึ่งเป็นบริเวณที่อ่อนแอที่สุดฉีกขาดออกจากกัน (Fahn, 1977) นอกจากนั้น ยังพบว่าการเต่งของละอองเรณูทำให้เกิดแรงดัน จนนำไปสู่การแตกของอับเรณูได้เช่นกัน จากผลการทดลองพบว่า ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60 เปอร์เซ็นต์ อับเรณูแตกได้ดีที่สุดและการแตก

น้อยลง 2–2.5 เท่า เมื่ออุณหภูมิลดลงทุก 10 องศาเซลเซียส และความชื้นสูงขึ้น 20 เปอร์เซ็นต์ เป็นไปได้ว่าที่สภาพอุณหภูมิสูง ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ เอื้อให้ผนังอับเรณูคายน้ำมากขึ้น จึงมีแรงดึงให้ผนังกั้นแยกออกจากกันได้มาก ทั้งนี้หากเปรียบเทียบกับการแตกของอับเรณูในข้าวกลับพบว่าอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ยับยั้งการแตกของอับเรณู เนื่องจากอุณหภูมิสูงไปยับยั้งการพองตัวของละอองเรณู แต่ในกรณีของอับเรณูมะพร้าวเป็นไปได้ว่า ผนังเรณูที่หนาทำให้ทนอุณหภูมิสูงได้มากกว่า นอกจากนั้นการที่มีผนังหนาอาจช่วยทำให้อุณหภูมิภายในอับเรณูไม่สูงเกินไป หรือการงอกของเรณูของมะพร้าวอาจทนต่อสภาพอุณหภูมิที่สูงได้มากกว่าเรณูของข้าวก็เป็นได้ ซึ่งต้องมีการศึกษาต่อไป

จากการทดลองผลของเอทิลีนต่อการแตกของอับเรณูมะพร้าวน้ำหอม พบว่า อับเรณูที่ได้รับเอทิฟอน 25 50 และ 75 มิลลิลิตรต่อลิตร หลังชั่วโมงที่ 8 เป็นต้นไป มีการแตกของอับเรณูได้ไม่แตกต่างกัน สันนิษฐานว่า เอทิลีนอาจทำหน้าที่เพียงกระตุ้นสัญญาณคล้ายกลไกที่เกิดจาก Jasmonic acid กล่าวคือ ส่งสัญญาณกระตุ้นการเคลื่อนที่ของน้ำในท่อลำเลียงจาก endothecium connective tissue และ anther locules ซึ่งช่วยส่งเสริมให้เกิดการแตกของอับเรณู (Rieu *et al*., 2003; Wilson *et al*., 2011) ในกรณีมะพร้าวน้ำหอมหากความเข้มข้นของเอทิฟอนสูงเกินไป คือ 100 มิลลิลิตรต่อลิตร กลับทำให้ดอกร่วงโดยไม่มีการแตกของอับเรณู ทั้งนี้เป็นข้อสังเกตว่า ชุดที่ฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่า (0 มิลลิลิตรต่อลิตร) อับเรณูแตกได้น้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้อยกว่าการแตกของอับเรณูจากการทดลองเรื่องผลของอุณหภูมิ และผลของความชื้นสัมพัทธ์ ในตำรับทดลองที่อยู่ในอุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 60 เปอร์เซ็นต์ใกล้เคียงกันจึงเป็นการช่วยยืนยันผลของความชื้นสัมพัทธ์สูงต่อการแตกอับเรณู และอธิบายได้ว่าในการทดลองนี้ การพ่นน้ำเปล่าทำให้ผนังอับเรณูมีความชื้นสูงกว่า จึงแตกได้น้อยกว่าแม้ทำการทดลองในสภาพเดียวกัน

เมื่อจำลองสถานการณ์ในช่วงฤดูฝน โดยตั้งสมมติฐานว่าน้ำฝนอาจเจือจางของเหลวบนยอดเกสรเพศเมีย (stigmatic fluid) จึงทดลองโดยเจือจางอาหารสังเคราะห์สำหรับการทดสอบความงอกของละอองเรณู พบว่าละอองเรณูงอกได้น้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ หากอาหารสังเคราะห์ที่ใช้ทดสอบการงอกของละอองเรณู มีความเข้มข้นลดลง 3 เท่า หรือน้ำตาลลดลงเหลือ 1.5 เท่า บ่งชี้ว่าหากน้ำฝนเจือจางความเข้มข้นของของเหลวบนยอดเกสรเพศเมีย อาจส่งผลให้ละอองเรณูงอกได้ไม่ดี ทั้งนี้ ต้องมีการพิสูจน์ว่าปริมาณน้ำฝนทำให้น้ำหวานบนยอดเกสรเพศเมียเจือจางจริงหรือไม่ต่อไป

สรุป

อุณหภูมิ 40±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60±10 เปอร์เซ็นต์ ทำให้อับเรณูแตกได้ดีที่สุด และการแตกน้อยลง 2–2.5 เท่า เมื่ออุณหภูมิลดลงทุก 10 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้น 20 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเอทิฟอน 25–75 มิลลิลิตรต่อลิตร เร่งการแตกของอับเรณูได้ มากกว่า 40 เปอร์เซ็นต์หลังให้สาร 13 ชั่วโมง ในขณะที่ชุดควบคุมแตกน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ การงอกของละอองเรณูลดลงเหลือน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเจือจางอาหารสังเคราะห์ ลง 3 เท่า

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน)

เอกสารอ้างอิง

กฤษณา กฤษณพุกต์, วชิรญา อิ่มสบาย, ภาสันต์ ศารทูลทัต, ปิยะณัฏฐ์ ผกามาศ, ศุภธิดา อับดุลลาการ์ซิม, เกรียงศักดิ์ ไทยพงษ์, ราตรี บุญเรืองรอด, อุไรวรรณ นิลเพ็ชร, วันชาติ นิติพันธ์ และษราวดี ไทยพงษ์. 2555. การสำรวจข้อมูลเบื้องต้นในการผลิตและปัจจัยที่เกี่ยวข้องของ มะพร้าวอ่อนเพื่อส่งออก. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เสนอต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). 284 หน้า.

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2567. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: https://thailand.go.th/useful-information-detail/009_153?hl=th และ https://tmd-dev.azurewebsites.net/ (21 มิถุนายน 2567).

ประเสริฐ ประภานภสินธุ์. 2540. อิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศที่มีต่อการแตกอับละอองเกสรของ มะม่วงพันธุ์ต่างๆ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 9 หน้า.

ภูมิ ทองเนื้อห้า, กฤษณา กฤษณพุกต์, เกรียงศักดิ์ ไทยพงษ์ และปิยะณัฏฐ์ ผกามาศ. 2559. อิทธิพลของอุณหภูมิต่อความมีชีวิต และความงอกของละอองเรณูในมะพร้าวน้ำหอม. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 44 (2) (พิเศษ): 69–72.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงกระเกษตรและสหกรณ์. 2567. ระบบฐานข้อมูลและการให้บริการข้อมูลการค้าเกษตรต่างประเทศของประเทศไทย. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: https://impexpth.oae.go.th/export/ (18 มีนาคม 2567).

Brewbaker, J. L., and B.H. Kwack. 1963. The essential role of calcium ion in pollen germination and pollen tube growth. American Journal of Botany 50(9): 859–865.

Fahn, A. 1977. Plant Anatomy. 2nd ed. (reprinted), Pergamon Press, Oxford. 611 p.

Lau, J. Y., C.C. Pang, L. Ramsden and R.M. Saunders. 2017. Stigmatic exudate in the Annonaceae: Pollinator reward, pollen germination medium or extragynoecial compitum?. Journal of Integrative Plant Biology 59(12): 881–894.

Matsui, T., K. Omasa and T. Horie. 2000. High temperature at flowering inhibits swelling of pollen grains, a driving force for thecae dehiscence in rice (*Oryza sativa* L.). Plant Production Science 3(4): 430–434.

Rieu, I., M. Wolters-Arts, J. Derksen, C. Mariani and K. Weterings. 2003. Ethylene regulates the timing of anther dehiscence in tobacco. Planta 217: 131–137.

Wilson, Z. A., J. Song, B. Taylor, and C. Yang. 2011. The final split: the regulation of anther dehiscence. Journal of Experimental Botany 62(5): 1633–1649.