

การเปรียบเทียบรูปแบบและวิธีการลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนต่อการเจริญเติบโต และคุณภาพดอกของกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวพอร์ม

Comparison of Greenhouse Types and Cooling Systems on Growth and Flower Quality in *Dendrobium* 'Big White Jumbo'

ณัฐวร กะให้เหม¹ ดวงพร บุญชัย² พูนพิภพ เกษมทรัพย์¹ และ พัชรียา บุญกอแก้ว^{1,*}

Natthaworn Kahohem¹, Doungporn Boonchai², Poonpipope Kasemsap¹

and Patchareeya Boonkorkaew^{1,*}

¹ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

² สวนกล้วยไม้ระพี สาคริก ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

¹ Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

² Rapee Sagarik Orchid Garden, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

รับเรื่อง: 6 กรกฎาคม 2564 Received: 6 July 2021

ปรับแก้ไข: 10 สิงหาคม 2564 Revised: 10 August 2021

รับตีพิมพ์: 13 สิงหาคม 2564 Accepted: 13 August 2021

* Corresponding author: agrpyb@ku.ac.th

ABSTRACT: The production of *Dendrobium orchid* cut-flower under a shading net greenhouse is unable to be controlled throughout the years due to seasonal environmental conditions. The greenhouse development is an alternative solution to minimize environmental fluctuation for orchid production. Thus, the objective of this research was to compare the growth and flower quality of *Dendrobium* 'Big White Jumbo' under different greenhouse cooling systems. The experimental design was a completely randomized design with 4 treatments, consisted of a conventional shading net greenhouse (Control: G1) and 3 semi-closed environmental controlled greenhouses (G2–G4) with the size of 6×24×3 meters covered with a plastic roof, enclosed with 4 sides by nylon net. These 3 greenhouses were different in temperature controlling systems as natural air flow (G2), evaporative coolers (G3), and air ventilating fans (G4). The environmental data were tracked throughout the study period (October 2018–November 2019). These results showed that averages of inside air temperature and relative humidity were not different among the 4 systems, but the light intensity in G1 was 1–2 times higher than the others ($P < 0.05$). The 1st pseudobulbs (3 months old) grown under G2 showed the highest pseudobulbs height (18.42 cm). However, the height of the 2nd pseudobulbs (8 months old) was not different among those in other greenhouses (28.0–31.1 cm). The 3rd pseudobulbs (13 months old) under G1 had the highest pseudobulbs height (34.78 cm). The evaluation of flower quantity and quality showed that the inflorescence number, inflorescence length, flowers number, and flower size of the 2nd pseudobulbs under G1 tended to be greatest, but the vase life (16 days) was not different

among the treatments. Furthermore, all pseudobulbs in the greenhouses of nylon net (G2, G3, and G4) had a higher leaf area, leaf greenness, and chlorophyll content than G1.

Keywords: Cooling system, plastic-roof greenhouse, light intensity, vase life

Agricultural Sci. J. (2021) Vol. 52(1): 90–106

ว. วิทย. กษ. (2564) 52(1): 90–106

บทคัดย่อ

การผลิตกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวายภายใต้โรงเรือนตาข่ายพรางแสงนั้น ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตได้ตลอดทั้งปี ดังนั้น การพัฒนาโรงเรือนที่ช่วยลดความแปรปรวนของสภาพอากาศเป็นแนวทางหนึ่งเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและคุณภาพดอกของกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ชาวพอร์มในโรงเรือนลดความร้อนแตกต่างกัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วย 4 ทรีตเมนต์ ได้แก่ โรงเรือนตาข่ายพรางแสง (ชุดควบคุม: G1) และโรงเรือนลดความร้อนอีก 3 แบบ สร้างภายใต้หลังคาตาข่ายพรางแสง เป็นโรงเรือนกึ่งเปิดรูปทรงกอไก่ ขนาด 6×24×3 เมตร ด้านข้างคลุมด้วยมุ้งตาข่ายไนล่อนสีขาว มีระบบควบคุมอุณหภูมิต่างกัน คือ อาศัยลมธรรมชาติ (G2) พัดลมไอน้ำ (G3) และพัดลมระบายอากาศ (G4) ติดตามสภาพแวดล้อมตลอดช่วงเวลาที่ศึกษา (เดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2562) ผลการศึกษา พบว่า โรงเรือนทั้ง 4 แบบ มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ใกล้เคียงกัน แต่โรงเรือน G1 มีความเข้มแสงสูงกว่าโรงเรือนอื่น ๆ 1–2 เท่า ($P < 0.05$) สำหรับการเจริญเติบโตเมื่อสุดล่ำพบว่า ล่ำที่ 1 (3 เดือนหลังปลูก) มีความสูงล่ำมากที่สุด (18.42 เซนติเมตร) เมื่อปลูกในโรงเรือน G2 ส่วนล่ำที่ 2 (8 เดือนหลังปลูก) มีความสูงล่ำ 28.0–31.1 เซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างกันในแต่ละโรงเรือน ขณะที่ ล่ำที่ 3 (13 เดือนหลังปลูก) มีความสูงล่ำสูงที่สุด (34.78 เซนติเมตร) เมื่อปลูกในโรงเรือน G1 การประเมินจำนวนและคุณภาพช่อดอกจากล่ำที่ 2 พบว่า จำนวน

และความยาวช่อดอก จำนวนดอกต่อช่อ และขนาดดอกของต้นที่ปลูกในโรงเรือน G1 มีแนวโน้มมากที่สุด แต่มีอายุการปักแจกันไม่แตกต่างกัน (16 วัน) ทั้งนี้ โรงเรือนหลังคาพลาสติกที่คลุมด้วยมุ้งไนล่อน (G2 G3 และ G4) ทำให้กล้วยไม้ทั้ง 3 ล่ำ มีขนาดใบ ความเขียวใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์สูงกว่าโรงเรือน G1

คำสำคัญ: การลดความร้อน, โรงเรือนหลังคาพลาสติก, ความเข้มแสง, อายุการปักแจกัน

บทนำ

ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและผู้ส่งออกดอกกล้วยไม้เขตร้อนเป็นอันดับ 1 ของโลก โดยร้อยละ 80 เป็นดอกกล้วยไม้สกุลหวาย (*Dendrobium*) เนื่องจากมีสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสม จึงส่งผลให้ต้นกล้วยไม้เจริญเติบโตได้ดีและให้ผลผลิตสูง (Tiampayotorn and Meyanyieam, 2010) เกษตรกรสามารถปลูกเลี้ยงภายใต้โรงเรือนที่คลุมด้วยตาข่ายพรางแสง 50–60 เปอร์เซ็นต์ แต่จุดอ่อนของโรงเรือนตาข่ายพรางแสง คือ ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเข้มแสง และปริมาณน้ำที่ต้นกล้วยไม้ได้รับให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตได้ตลอดทั้งปี เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันในแต่ละฤดูกาล ส่งผลให้ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตในรอบปีไม่สม่ำเสมอ นอกจากนี้ หากเกิดความแปรปรวนของสภาพอากาศอย่างเฉียบพลัน จะส่งผลต่อคุณภาพของดอกกล้วยไม้อีกด้วย เช่น ดอกตูมเกิดการฝ่อ มีอาการเหลือง และหลุดร่วง เป็นต้น (Boonkorkaew *et al.*, 2016) ทำให้ไม่สามารถส่งออกได้ โดยเฉพาะพันธุ์ที่ให้ดอกสีขาว

จะตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมอย่างรวดเร็ว (Kitipaththaworn and Saradhulthat, 2010) ดังนั้น แนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดปัญหาดังกล่าว คือ การพัฒนาโรงเรือนรูปแบบใหม่ ที่ช่วยลดความแปรปรวนหรือความรุนแรงจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศที่เกิดขึ้น

โดยในปี พ.ศ. 2559 Boonkorkaew *et al.* (2016) ได้ดัดแปลงโรงเรือนตาข่ายพรางแสงที่เกษตรกรนิยมใช้ ด้วยการเพิ่มหลังคาพลาสติกใสเพื่อป้องกันฝนด้านบนคลุมด้วยตาข่ายพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์ ติดตั้งลูกหมุนระบายอากาศด้านบนหลังคาและพัดลมระบายอากาศบริเวณด้านหัวและท้ายโรงเรือน เพื่อช่วยลดอุณหภูมิ จากการศึกษาพบว่า โรงเรือนดังกล่าวมีสภาพแวดล้อมไม่แตกต่างจากโรงเรือนตาข่ายพรางแสง แต่มีความเข้มแสงในรอบวันน้อยกว่าประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อทดสอบปลูกกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกพันธุ์เอียสกุลและพันธุ์ขาวสนาน พบว่า ต้นกล้วยไม้สามารถเจริญเติบโตและออกดอกได้ใกล้เคียงกับโรงเรือนตาข่ายพรางแสง แม้ว่าโรงเรือนที่ดัดแปลงจะมีความเข้มแสงน้อยกว่า แต่ยังอยู่ในช่วงความเข้มแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้สกุลหวาย ทำให้ไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและพัฒนา ทั้งยังช่วยลดการเข้าทำลายของโรคและแมลง นอกจากนี้ ศูนย์บริการปรึกษาการออกแบบและวิศวกรรม (Design & Engineering Consulting Service Center: DECC) ได้ออกแบบโรงเรือนระบบกึ่งเปิด โดยนำความรู้ด้านการคำนวณพลศาสตร์ของไหล (Computation fluid dynamics) ซึ่งเป็นเทคนิคที่นำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์พฤติกรรมการณ์การไหล การถ่ายเทความร้อน และปรากฏการณ์อื่น ๆ ของของไหล และระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite element method) มาประยุกต์ใช้ และได้สร้างโรงเรือนภายใต้หลังคาตาข่ายพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์ เป็นโรงเรือนรูปทรงกอกไข่ ขนาด 6×24 เมตร โดยมีโครงสร้างเป็นเหล็กกล้า หลังคาด้านล่างคลุมพลาสติก low-density polyethylene (LDPE) UV 7 เปอร์เซ็นต์ ส่วนด้านข้างเป็นมุ้งตาข่ายในลอนสี

ขาว 4 ด้าน มีระบบระบายอากาศแตกต่างกัน 2 แบบ คือ 1) ระบายอากาศแบบอาศัยการไหลของอากาศและการถ่ายเทความร้อนจากธรรมชาติ และ 2) ติดตั้งพัดลมระบายอากาศบริเวณช่องระบายอากาศของหลังคาทรงกอกไข่ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อน ด้วยการดึงความร้อนด้านบนออกนอกโรงเรือน ซึ่งมีภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รับผิดชอบในส่วนของการประเมินศักยภาพการผลิตกล้วยไม้สกุลหวายภายใต้โรงเรือนระบบกึ่งเปิดดังกล่าว ทั้งนี้ จากการศึกษาของ Boonchai *et al.* (2017) พบว่า อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 ในรอบปีของกล้วยไม้สกุลหวายนั้น มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเข้มแสง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อุณหภูมิ พบว่ามีความสัมพันธ์กับอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 มากที่สุด ($r^2 = 0.41$) โดยมีค่าเป็นบวกในช่วงอุณหภูมิ 22–29 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60–90 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มแสงน้อยกว่า $200 \mu mol m^{-2} s^{-1}$ ดังนั้น จึงได้มีการออกแบบระบบควบคุมสภาพแวดล้อมเพิ่มเติม โดยนำเอาพัดลมไอน้ำเย็นมาเพื่อลดอุณหภูมิภายในโรงเรือน และติดตั้งหลอดอินฟราเรด (Infrared) สำหรับเพิ่มอุณหภูมิ ซึ่งน่าจะทำให้ต้นกล้วยไม้มีการเจริญเติบโตและออกดอกได้ดียิ่งขึ้น

ดังนั้น เพื่อประเมินศักยภาพและความเป็นไปได้ในการนำโรงเรือนระบบกึ่งเปิด ซึ่งมีการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ มาใช้สำหรับปลูกเลี้ยงกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอก จึงจำเป็นต้องศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นและคุณภาพดอกของกล้วยไม้สกุลหวายในโรงเรือนที่ออกแบบขึ้นมาใหม่กับโรงเรือนตาข่ายพรางแสงแบบเดิมที่เกษตรกรนิยมใช้ เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษา มาใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกระบบควบคุมสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของกล้วยไม้สกุลหวายมากที่สุด และนำมาใช้สำหรับปรับปรุงและพัฒนาารูปแบบโรงเรือนที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมในการผลิตกล้วยไม้ตัดดอกให้มีคุณภาพและแก้ปัญหาเรื่องสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการผลิตต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พืชทดลอง

ลำหลังของกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวพอร์ม (*Dendrobium* 'Big White Jumbo') ซึ่งได้จากการขยายพันธุ์แบบผ่าแยก มีหน่ออ่อนอายุ 2 เดือน ความสูงประมาณ 5–7 เซนติเมตร ถูกนำมาปลูกบนคอนกรีตบล็อก ขนาด 0.19×0.39×0.70 เมตร จำนวน 4 ต้นต่อก่อน โดยใช้กาบมะพร้าววางด้านบนคอนกรีตบล็อกก่อนวางต้น วางบนโต๊ะขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 20 เมตร สูง 70 เซนติเมตร ในโรงเรือนที่มีระบบแตกต่างกัน 4 รูปแบบ แต่ละโรงเรือนมีกล้วยไม้ จำนวน 800 ต้น เริ่มปลูกในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2561

รูปแบบของโรงเรือนและการวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomize design: CRD) มี 4 ทรีตเมนต์ (Figure 1) ได้แก่

ทรีตเมนต์ที่ 1 โรงเรือนตาข่ายพรางแสง (ชุดควบคุม: G1) เป็นโรงเรือนที่เกษตรกรนิยมใช้ในการผลิตกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกในปัจจุบัน หลังคาพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะหลังคาเป็นผืนระนาบเดียว ไม่มีช่องลม

ทรีตเมนต์ที่ 2–4 เป็นโรงเรือนที่อยู่ภายใต้ตาข่ายพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์ เป็นโรงเรือนระบบกึ่งเปิด รูปทรงกอไก่ ขนาดกว้าง 6 เมตร ยาว 24 เมตร สูง 3 เมตร มีโครงสร้างเป็นเหล็กถัก หลังคาคลุมพลาสติก LDPE UV 7 เปอร์เซ็นต์ ด้านข้างเป็นมุ้งตาข่ายไนลอนสีขาว ขนาด 38 ไมครอน 4 ด้าน แต่ละโรงเรือนใช้ระบบควบคุมอุณหภูมิที่แตกต่างกัน คือ

ทรีตเมนต์ที่ 2 ควบคุมอุณหภูมิโดยอาศัยลมธรรมชาติ (G2)

ทรีตเมนต์ที่ 3 ควบคุมอุณหภูมิโดยพัดลมไอน้ำสำหรับลดอุณหภูมิ (พัดลมไอน้ำติดตั้ง 3 สปีด แบบเป่าข้าง มีอัตราการดึงอากาศสูงสุด 6,800 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง) จำนวน 3 ชุด และหลอด infrared

เพื่อเพิ่มอุณหภูมิ (G3) มีหลักการทำงาน ดังนี้ ช่วงเวลา 09:00–16:00 น. ถ้าอุณหภูมิภายในโรงเรือนสูงกว่าอุณหภูมิภายนอก พัดลมไอน้ำจะทำงาน และเมื่ออุณหภูมิภายในโรงเรือนต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก 2 องศาเซลเซียส พัดลมไอน้ำจะหยุดทำงาน ส่วนในช่วงเวลา 16:00–09:00 น. ถ้าอุณหภูมิภายในโรงเรือนสูงกว่า 28 องศาเซลเซียส พัดลมไอน้ำจะทำงาน และเมื่ออุณหภูมิภายในต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส พัดลมไอน้ำจะหยุดทำงาน นอกจากนี้ ถ้าอุณหภูมิภายในโรงเรือนต่ำกว่า 22 องศาเซลเซียส ระบบให้ความร้อน (Infrared) จะทำงาน และเมื่ออุณหภูมิภายในสูงกว่า 25 องศาเซลเซียส ระบบให้ความร้อนจะหยุดทำงาน

ทรีตเมนต์ที่ 4 ควบคุมอุณหภูมิโดยพัดลมระบายอากาศสำหรับลดอุณหภูมิ และหลอด infrared สำหรับเพิ่มอุณหภูมิ (G4) โดยควบคุมอุณหภูมิกำลังคืนที่ 25 ± 3 องศาเซลเซียส และในช่วงเวลา 16:00–09:00 น. ถ้าอุณหภูมิภายในโรงเรือนต่ำกว่า 22 องศาเซลเซียส ระบบให้ความร้อน (Infrared) จะทำงาน และเมื่ออุณหภูมิภายในสูงกว่า 25 องศาเซลเซียส ระบบให้ความร้อนจะหยุดทำงาน

ทุกโรงเรือนดูแลรดน้ำวันละ 1 ครั้ง ยกเว้นโรงเรือนตาข่ายพรางแสง (G1) ในวันที่มีฝนตกจะงดการให้น้ำ ฉีดพ่นปุ๋ยโดยใช้ปุ๋ยชนิดเกร็ดละลายน้ำ สูตร 20–20–20 (2 ครั้ง) สลับกับสูตร 30–10–10 (1 ครั้ง) (5 กรัมต่อลิตร) ทุก 5–7 วัน ใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชตามความจำเป็นและเหมาะสม โดยดำเนินการทดลอง ณ บริษัท กล้วยไม้ไทย จำกัด อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2562

การบันทึกผลการทดลอง

ข้อมูลสภาพแวดล้อม

ติดตามข้อมูลสภาพแวดล้อมของทุกโรงเรือน ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝน ด้วยชุดตรวจวัดสภาพอากาศของศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (The National

Electronics and Computer Technology Center: NECTEC) โดยบันทึกข้อมูลทุก 5 นาที ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2562 และในเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2561 บันทึกความเข้มแสงในรอบวันของทุกโรงเรือน เปรียบเทียบกับแสงภายนอกโรงเรือน ที่เวลา 7:00 10:00 12:00 14:00 และ 16:00 น. ด้วยเครื่องวัดแสง LI-1400 Data Logger (LI-COR Inc., Lincoln, NE, USA) และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การพรายแสง (Light interception) ของแต่ละโรงเรือน

การเจริญเติบโต

ติดตามการเจริญเติบโตของลำกล้วยไม้ที่เกิดขึ้นใหม่ 3 ลำ เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่ (เจริญจนสุดลำ) ได้แก่ 1) ลำลูกกล้วยลำดับที่ 1 (เมื่อต้นมีอายุ 3 เดือน: ม.ค. 62) 2) ลำลูกกล้วยลำดับที่ 2 (เมื่อต้นมีอายุ 5 เดือน หลังปลูก 8 เดือน: มิ.ย. 62) และ 3) ลำลูกกล้วยลำดับที่ 3 (เมื่อต้นมีอายุ 5 เดือน หลังปลูก 13 เดือน: พ.ย. 62) บันทึกความสูงลำ เส้นผ่านศูนย์กลางลำ จำนวนใบ พื้นที่ใบวัดด้วยเครื่อง L1-3100C Area Meter (LI-COR Inc., Lincoln, NE, USA) และความเขียวใบวัดด้วยเครื่อง Chlorophyll meter รุ่น SPAD-502 ที่ใบตำแหน่งที่ 3 นับจากปลายยอด จำนวน 20 ต้นต่อทรีตเมนต์

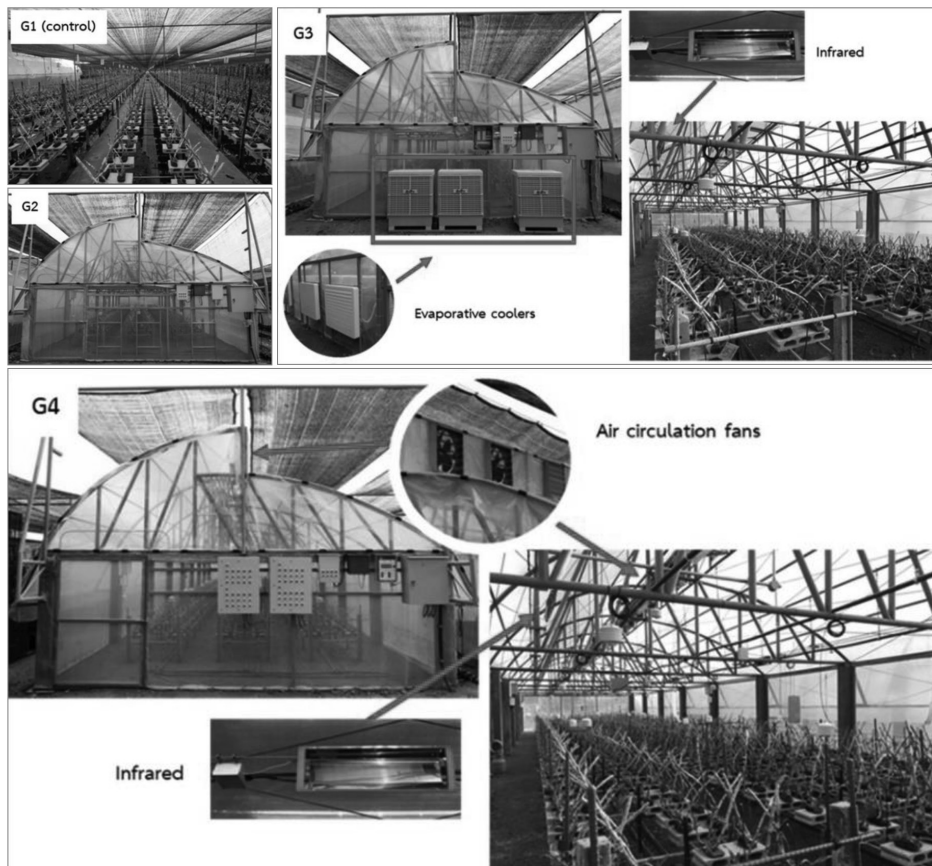


Figure 1 Net shading greenhouse (Control: G1) and 3 semi-closed environmental controlled greenhouses (G2-G4)

ปริมาณรงควัตถุในใบ

วิเคราะห์ปริมาณรงควัตถุในใบเดือนที่ 6 (เม.ย. 62) 9 (ก.ค. 62) 10 (ส.ค. 62) และ 13 (พ.ย. 62) หลังปลูก ได้แก่ คลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี คลอโรฟิลล์รวม และอัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์เอต่อบี โดยเจาะบริเวณกลางใบตำแหน่งที่ 3 นับจากยอด โดยในเดือนเมษายน พ.ศ. 2562 เจาะใบจากลำลูกกล้วยลำดับที่ 1 เดือนกรกฎาคมและสิงหาคม พ.ศ. 2562 เจาะใบจากลำลูกกล้วยลำดับที่ 2 และเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2562 เจาะใบจากลำลูกกล้วยลำดับที่ 3 ขนาด 1 ตารางเซนติเมตร จำนวน 1 ชิ้นต่อใบ นำชิ้นส่วนใบใส่ลงในสารละลาย *N,N'*-dimethylformamide (DMF) ปริมาตร 3 มิลลิลิตร วางไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้น นำสารสกัดที่ได้ไปวัดการดูดกลืนแสงที่ A_{480} A_{647} และ A_{664} ด้วยเครื่อง UV/Visible Spectrophotometer รุ่น BioDrop DUO (Denville Scientific Inc., USA) เพื่อคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และคลอโรฟิลล์รวมตามสมการของ Porra *et al.* (1989)

ปริมาณและคุณภาพช่อดอก

ติดตามจำนวนช่อดอกของลำลูกกล้วยลำดับที่ 2 (8 เดือนหลังจากปลูก: มิ.ย. 62) จากนั้น ตัดช่อดอกจากลำลูกกล้วยลำดับที่ 2 จากโรงเรือนทุกรูปแบบในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562 (กล้วยไม้อายุ 9 เดือน) โรงเรือนละ 5 ช่อ ในระยะที่มีดอกตูม 50–60 เปอร์เซ็นต์ และดอกบาน 40–50 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนดอกทั้งหมด บันทึกขนาดดอกในวันเริ่มต้นการปักแจกัน โดยสุ่มดอกบานที่วัดความสูงและความกว้างของกลีบดอก นำมาปักแจกันในน้ำกลั่น และวางไว้ในห้องที่มีอุณหภูมิเฉลี่ย $24 \pm 2/29 \pm 2$ องศาเซลเซียส (กลางวัน/กลางคืน) และความชื้นสัมพัทธ์ $55 \pm 5/63 \pm 5$ เปอร์เซ็นต์ (กลางวัน/กลางคืน) และประเมินอายุการปักแจกัน โดยกำหนดให้ดอกตูมและดอกบานที่หลุดร่วงเกิน 50 เปอร์เซ็นต์ จากจำนวนทั้งหมดในช่อ ถือว่าเป็นวันสิ้นสุดอายุการปักแจกันของช่อดอก

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลองเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DRMT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เวอร์ชัน 28.0 และโปรแกรม RStudio Cloud

ผลการทดลองและวิจารณ์

ข้อมูลสภาพแวดล้อม

จากการติดตามอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเข้มแสง และปริมาณน้ำฝนตลอดระยะเวลา 13 เดือนพบว่า สภาพแวดล้อมของโรงเรือนทั้ง 4 แบบ มีการเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพอากาศในรอบปี ดังแสดงใน Figures 2 และ 3 โดย Figure 2A และ Figure 2B แสดงค่าอุณหภูมิในช่วงเวลากลางวัน (06:00–18:00 น.) และกลางคืน (18:00–06:00 น.) ตามลำดับ อุณหภูมิเฉลี่ยช่วงเวลากลางวันมีค่าอยู่ระหว่าง 28.4–32.9 องศาเซลเซียส ขณะที่ ช่วงเวลากลางคืนมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 24.6–28.1 องศาเซลเซียส เมื่อพิจารณาในแต่ละเดือน พบว่า ทุกโรงเรือนมีอุณหภูมิเฉลี่ยใกล้เคียงกัน แตกต่างกันเล็กน้อยในช่วงเวลากลางคืน โดยโรงเรือนตาข่ายพรางแสงมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าโรงเรือน G2 G3 และ G4 เพียง 0.5–1 องศาเซลเซียส เท่านั้น (Figure 2B) ส่วนในช่วงเวลากลางวันมีแนวโน้มไม่แตกต่างกันทุกโรงเรือน (Figure 2A) เช่นเดียวกับความชื้นสัมพัทธ์ในรอบวัน (Figures 2C–D) โดยพบว่า ความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนทุกรูปแบบเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำในช่วงเวลากลางวันและมีค่าสูงในช่วงเวลากลางคืน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกันทั้ง 4 โรงเรือน พบว่า ช่วงเวลากลางวัน โรงเรือนตาข่ายพรางแสงมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าโรงเรือนอื่น ๆ ประมาณ 5–10 เปอร์เซ็นต์ (Figure 2C) ขณะที่ในช่วงเวลากลางคืน ทุกโรงเรือนมีแนวโน้มไม่แตกต่างกัน (Figure 2D) ซึ่งจากการออกแบบโรงเรือน ถึงแม้ว่าโรงเรือน G3 และ G4 จะมีการติดตั้งพัดลมไอน้ำ (G3) หรือพัดลมระบาย

อากาศ (G4) สำหรับลดอุณหภูมิ และหลอดอินฟราเรด ในการเพิ่มอุณหภูมิ โดยตั้งค่าอุณหภูมิไว้ในช่วงเวลา กลางคืนตลอดทั้งปี อยู่ในช่วง 25 ± 3 องศาเซลเซียส แต่อุปกรณ์ที่ติดตั้งเพิ่มเติมดังกล่าวไม่สามารถทำให้ อุณหภูมิภายในโรงเรือนทั้ง 2 แบบ อยู่ในช่วงที่กำหนด และแตกต่างจากโรงเรือนตาข่ายพรางแสงและโรงเรือน G2 ได้ ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากโครงสร้างของโรงเรือนมี ลักษณะกึ่งเปิด ด้านข้างเป็นมุ้งตาข่ายทั้ง 4 ด้าน การ ติดตั้งพัดลมระบายอากาศบริเวณด้านบนของหลังคา โรงเรือน สามารถลดอุณหภูมิได้เพียงด้านบนที่ติดกับ

หลังคาเท่านั้น ส่วนด้านล่างหรือบริเวณต้นกล้วยไม้ไม่ สามารถลดอุณหภูมิหรือความร้อนลงได้ เนื่องจากขนาด ของพัดลมอาจเล็กเกินไป ทำให้อุณหภูมิของโรงเรือน G4 ไม่แตกต่างจากโรงเรือนตาข่ายพรางแสง เช่นเดียวกับพัดลมไอน้ำ (โรงเรือน G3) ที่ลดอุณหภูมิได้เฉพาะ บริเวณด้านหน้า ซึ่งอยู่ใกล้กับพัดลมไอน้ำเท่านั้น ไม่สามารถลดอุณหภูมิบริเวณกลางและท้ายของโรงเรือน ได้ ทำให้อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของทั้ง 4 โรงเรือน มีค่าไม่แตกต่างกัน

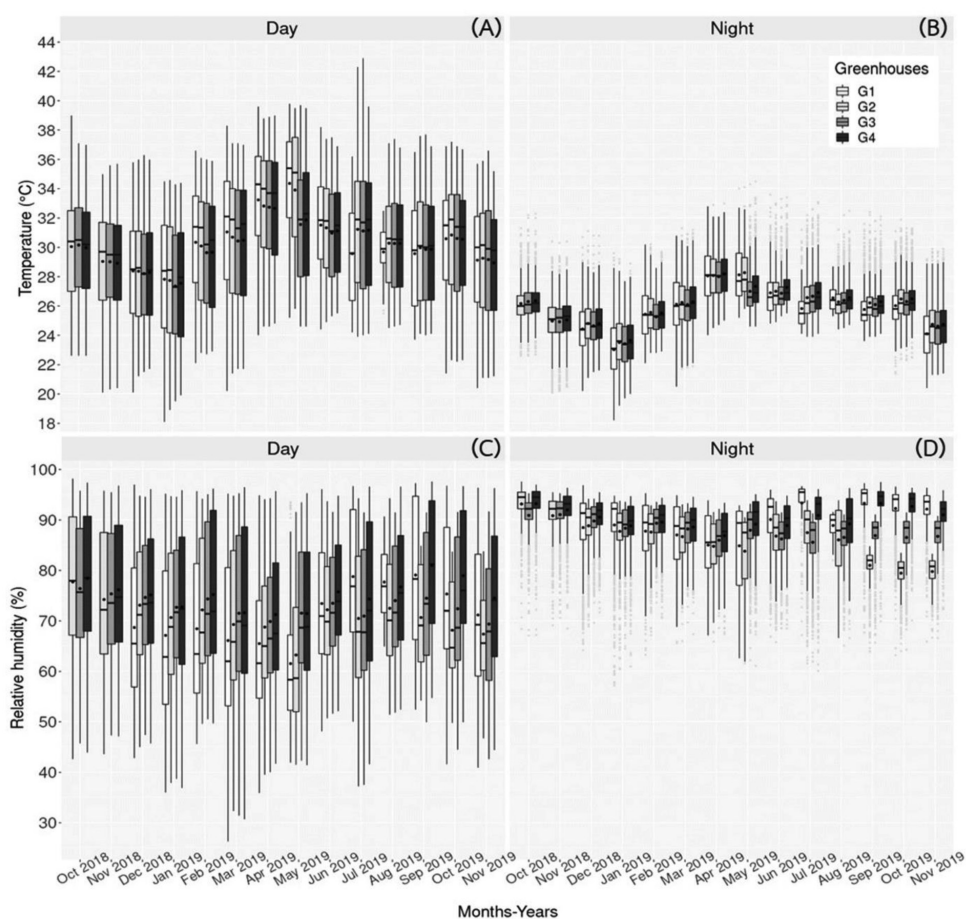


Figure 2 Temperature and relative humidity in 4 different greenhouses from October 2018 to November 2019: temperature-daytime (A), temperature-nighttime (B), relative humidity-daytime (C), and relative humidity-nighttime (D). The daytime is 09:00–16:00 and the nighttime is 16:00–09:00

Figure 3A แสดงค่าความเข้มแสงในรอบวัน ภายใต้โรงเรือนทั้ง 4 แบบ เปรียบเทียบกับแสงภายนอก ในสภาพธรรมชาติ (Outside) จะเห็นได้ว่า โรงเรือน ตาข่ายพรางแสงมีค่าความเข้มแสงภายในโรงเรือนสูงกว่าโรงเรือน G2 G3 และ G4 ประมาณ 1–2 เท่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่เวลา 12:00 น. โดยโรงเรือนตาข่ายพรางแสงมีเปอร์เซ็นต์การพรางแสงประมาณ 60–65 เปอร์เซ็นต์ ส่วนโรงเรือน G2 G3 และ G4 มีเปอร์เซ็นต์การพรางแสงประมาณ 82–87 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ความเข้มแสงเฉลี่ยในรอบวันที่ต้นกล้วยไม้ได้รับ (Average) ในโรงเรือนตาข่ายพรางแสงมีค่ามากที่สุด ($219.5 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ขณะที่ ในโรงเรือน G2 G3 และ G4 มีความเข้มแสงเฉลี่ย $110.3\text{--}124.2 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ซึ่งน้อยกว่าโรงเรือนตาข่ายพรางแสงประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับรายงานของ Boonkorkaew *et al.* (2016) ที่พบว่า โรงเรือนหลังคาพลาสติกใสที่คลุมด้านบนด้วยตาข่ายพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์ อีก 1 ชั้น มีผลให้

ความเข้มแสงที่ต้นกล้วยไม้ได้รับลดลงมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ ยังพบว่าในระยะยาว พลาสติกจะเกิดตะไคร่น้ำและไม่สามารถทำความสะอาดได้ ส่งผลให้ความเข้มแสงที่ต้นกล้วยไม้ได้รับลดลงไปเรื่อย ๆ ซึ่งถือว่าเป็นปัญหาหลักอีกข้อหนึ่งในการออกแบบโรงเรือนสำหรับปลูกกล้วยไม้

Figure 3B แสดงค่าปริมาณน้ำฝนรวมของแต่ละเดือน ซึ่งต้นกล้วยไม้ที่อยู่ในโรงเรือนตาข่ายพรางแสงจะได้รับ ขณะที่ ต้นกล้วยไม้ในโรงเรือน G2 G3 และ G4 ได้รับน้ำจากการให้น้ำในแต่ละวันเท่านั้น จะเห็นได้ว่า ปริมาณน้ำฝนรวมมีค่าสูงในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน โดยมีค่ามากที่สุดในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 เท่ากับ 282 มิลลิเมตร และมีค่าลดลงในเดือนพฤศจิกายนและธันวาคม ส่วนเดือนมกราคมถึงเมษายน พ.ศ. 2562 ซึ่งเป็นช่วงแล้ง มีปริมาณน้ำฝนรวมอยู่ระหว่าง 0.4–10.2 มิลลิเมตร

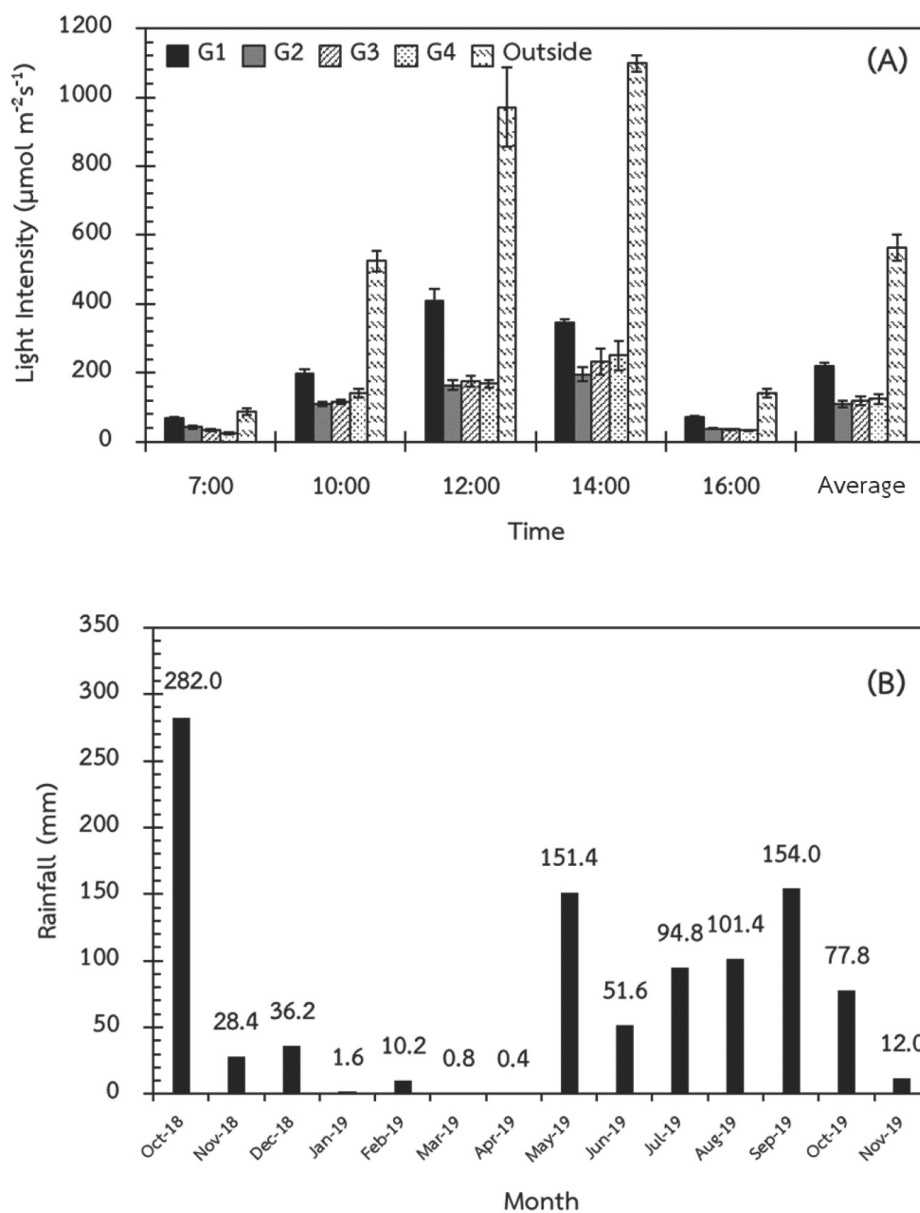


Figure 3 The diurnal changes light intensity of 4 different greenhouses in December 2018 (A) and total monthly rainfall from October 2018 to November 2019 (B)

การเจริญเติบโตของต้นและใบ

กล้วยไม้สกุลหวายมีการเจริญเติบโตแบบด้านข้าง (Sympodial growth) เมื่อลำลูกกล้วยพัฒนาไปจนถึงระยะเติบโตเต็มที่แล้ว ตาบริเวณไรโซมจะแตกขึ้นมา และเกิดเป็นลำลูกกล้วยลำใหม่ ทั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบจำนวนลำลูกกล้วยทั้งหมดตั้งแต่เริ่มปลูกจนถึงอายุ 13 เดือน พบว่า ต้นกล้วยไม้ในทุโรงเรือนมีลำเกิดใหม่ 3 ลำ โดยลำลูกกล้วยลำดับที่ 1 ใช้เวลาในการเจริญเติบโตจนกระทั่งสุดลำ (เจริญเติบโตเต็มที่) นาน 3 เดือน ส่วนลำดับที่ 2 และ 3 ใช้เวลา 5 เดือน โดยลำลูกกล้วยลำดับที่ 1 (3 เดือนหลังปลูก) เติบโตดีที่สุดในโรงเรือน G2 ทั้งความสูง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำลูกกล้วย จำนวนใบ และขนาดใบ ($P < 0.05$) ขณะที่ ลำลำดับที่ 2 พบว่า มีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นต้นในโรงเรือนตาข่ายพรางแสง ที่มีขนาดใบและความเขียวใบน้อยกว่าต้นที่ปลูกในโรงเรือนอื่น ๆ ($P < 0.01$) สำหรับ ลำลำดับที่ 3 ในโรงเรือนตาข่ายพรางแสงมีความสูงลำมากที่สุด ($P < 0.01$) และสูงกว่าต้นที่ปลูกในโรงเรือนอื่น ๆ เฉลี่ย 6.43–12.26 เซนติเมตร แต่มีขนาดของลำไม่แตกต่างกับโรงเรือนอื่น ๆ นอกจากนี้ ต้นซึ่งปลูกในโรงเรือน G2 G3 และ G4 มีขนาดและความเขียวใบมากกว่าโรงเรือนตาข่ายพรางแสงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) (Table 1) การตอบสนองที่แตกต่างกันนี้ อาจเกิดจากปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้อง คือ อายุต้น ความเข้มแสง และปริมาณน้ำฝน ในช่วงที่ต้นมีอายุน้อย ซึ่งต้องการความเข้มแสงน้อย การปลูกในโรงเรือนกึ่งเปิดหลังคาพลาสติกที่มีระบบควบคุมอุณหภูมิโดยอาศัยลมธรรมชาติ (G2) ซึ่งมีความแปรปรวนของทั้งอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำที่ได้น้อยกว่าโรงเรือนตาข่ายพรางแสง ทำให้ต้นสามารถเจริญเติบโตได้ดี แต่เมื่อระยะเวลาผ่านไป หลังคาพลาสติกของโรงเรือน G2 G3 และ G4 เริ่มขุ่นและเกิดตะไคร่น้ำ ความเข้มแสงในโรงเรือนเริ่มไม่เพียงพอ ส่งผลให้การเจริญเติบโตของต้นในโรงเรือนตาข่ายพรางแสงดีกว่าโรงเรือนอื่น ๆ สังเกตได้จากความสูงของลำลูกกล้วยลำดับที่ 3 ของโรงเรือน G2 G3 และ G4 มีค่าน้อยกว่าลำลูกกล้วยลำดับที่ 2 ซึ่ง

ผิดปกติ เพราะมีการเจริญเติบโตลดลง ขณะที่ ต้นในโรงเรือนตาข่ายพรางแสงมีความสูงของลำเพิ่มขึ้นตามอายุต้นที่เพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับ Kitipatthaworn (2011) ที่รายงานว่า เมื่ออายุต้นเพิ่มขึ้น ความยาวลำลูกกล้วยจะเพิ่มขึ้นด้วย โดยปัจจัยหลักที่สัมพันธ์กับการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและใบมากที่สุด คือ ความเข้มแสงเฉลี่ยและปริมาณน้ำฝนสะสมที่ต้นกล้วยไม้ได้รับ

จากผลการทดลอง แสดงให้เห็นว่า แสงเป็นปัจจัยสภาพแวดล้อมที่สำคัญ ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตและพัฒนา กระบวนการเมแทบอลิซึม (Metabolism) และอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช (Smith, 1982; Fankhauser and Chory, 1997) เมื่อต้นกล้วยไม้ได้รับความเข้มแสงต่ำ จะทำให้มีสัดส่วนของแสง far-red (FR) ต่อแสง red (R) สูง ส่งผลให้ phytochrome far-red (Pfr) ดูดกลืนแสง far-red แล้วเปลี่ยนไปเป็น phytochrome red (Pr) มากขึ้น ทำให้อัตราส่วนของ Pfr ต่อ phytochrome ทั้งหมดลดลง จึงกระตุ้นให้เกิดการยืดยาวของเซลล์ (Kasemsap, 2020) ใบพืชจึงมีขนาดใหญ่ขึ้น (Kim *et al.*, 2011; Kumar *et al.*, 2013)

ปริมาณรงควัตถุในใบ

การวิเคราะห์ปริมาณรงควัตถุในใบในช่วงเดือนต่าง ๆ พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และคลอโรฟิลล์รวมของกล้วยไม้ในโรงเรือน G2 G3 และ G4 มีแนวโน้มสูงกว่าต้นในโรงเรือนตาข่ายพรางแสงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกเดือน ($P < 0.01$) (Figures 4A–C) ขณะที่ อัตราส่วนระหว่างคลอโรฟิลล์เอต่อบีของต้นในโรงเรือนตาข่ายพรางแสงมีค่ามากกว่าต้นในโรงเรือนอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) (Figure 4D) สอดคล้องกับความเขียวใบ (Table 1) ทั้งนี้ อาจเกิดจากการได้รับความเข้มแสงต่ำภายในโรงเรือน เช่นเดียวกับการศึกษาของ Ausahawong *et al.* (2018) และ Kahohem *et al.* (2018) ซึ่งรายงานว่า กล้วยไม้พันธุ์เอื้องสกุลที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือนพลาสติกที่ได้รับความเข้มแสงต่ำ จะมี

ปริมาณคลอโรฟิลล์เพิ่มมากขึ้น โดยมากกว่าต้นในโรงเรือนตาข่ายพรางแสง ทั้งนี้ เนื่องจากการปรับตัวของพืชเมื่อได้รับความเข้มแสงต่ำ โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ที่เพิ่มขึ้นจะช่วยให้พืชสามารถดูดซับพลังงานแสงได้

มาก เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดผลกระทบต่อกระบวนการตรึงพลังงานแสง (Light reaction) ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (Suwanwong, 2020)

Table 1 Pseudobulb height, pseudobulb diameter, leaf number, leaf area and leaf greenness of *Dendrobium* ‘Big White Jumbo’ after planting in 4 greenhouse types

Greenhouse type	Pseudobulb		Leaf		
	Height (cm)	Diameter (mm)	Number	Area (cm ²)	Greenness (SPAD unit)
1 st pseudobulb					
G1	14.86 ± 0.49 ^b	9.92 ± 1.18 ^a	4.43 ± 0.10 ^b	21.55 ± 1.10 ^b	41.39 ± 0.65 ^b
G2	18.43 ± 0.52 ^a	9.18 ± 0.12 ^{ab}	4.76 ± 0.09 ^a	30.07 ± 1.09 ^a	51.44 ± 0.69 ^a
G3	15.30 ± 0.62 ^b	7.90 ± 0.17 ^b	4.27 ± 0.11 ^b	21.35 ± 1.13 ^b	50.75 ± 0.73 ^a
G4	14.96 ± 0.46 ^b	7.93 ± 0.12 ^b	4.35 ± 0.10 ^b	23.20 ± 1.01 ^b	51.46 ± 0.67 ^a
P-value	< 0.001	0.046	0.004	< 0.001	< 0.001
CV (%)	27.15	54.11	18.14	37.75	13.96
2 nd pseudobulb					
G1	28.86 ± 1.24	17.19 ± 0.52	6.75 ± 0.22	55.48 ± 1.50 ^b	43.76 ± 1.13 ^b
G2	31.11 ± 0.98	16.86 ± 0.59	6.75 ± 0.22	67.95 ± 2.50 ^a	50.61 ± 1.05 ^a
G3	27.99 ± 0.91	17.01 ± 0.50	6.30 ± 0.13	65.54 ± 2.04 ^a	51.05 ± 1.52 ^a
G4	28.82 ± 0.96	17.42 ± 0.39	6.60 ± 0.21	66.65 ± 2.84 ^a	51.86 ± 1.26 ^a
P-value	0.177	0.877	0.327	0.001	< 0.001
CV (%)	15.98	12.98	13.34	17.47	12.95
3 rd pseudobulb					
G1	34.78 ± 1.14 ^a	19.34 ± 0.62	4.80 ± 0.13 ^b	56.80 ± 2.72 ^c	41.08 ± 1.22 ^b
G2	25.87 ± 1.12 ^{bc}	18.91 ± 1.20	5.60 ± 0.31 ^a	75.44 ± 2.59 ^a	45.35 ± 1.05 ^a
G3	22.52 ± 1.22 ^c	17.49 ± 0.90	4.90 ± 0.23 ^b	77.59 ± 3.07 ^a	46.33 ± 1.43 ^a
G4	< 0.001	17.13 ± 0.83	4.60 ± 0.27 ^b	66.91 ± 2.57 ^b	49.40 ± 1.74 ^a
P-value	20.70	0.264	0.035	< 0.001	0.002
CV (%)		16.03	16.72	17.00	11.15

Means in each column followed by a different letter are significantly different at P < 0.05 by Duncan’s multiple range test, CV = coefficient of variation

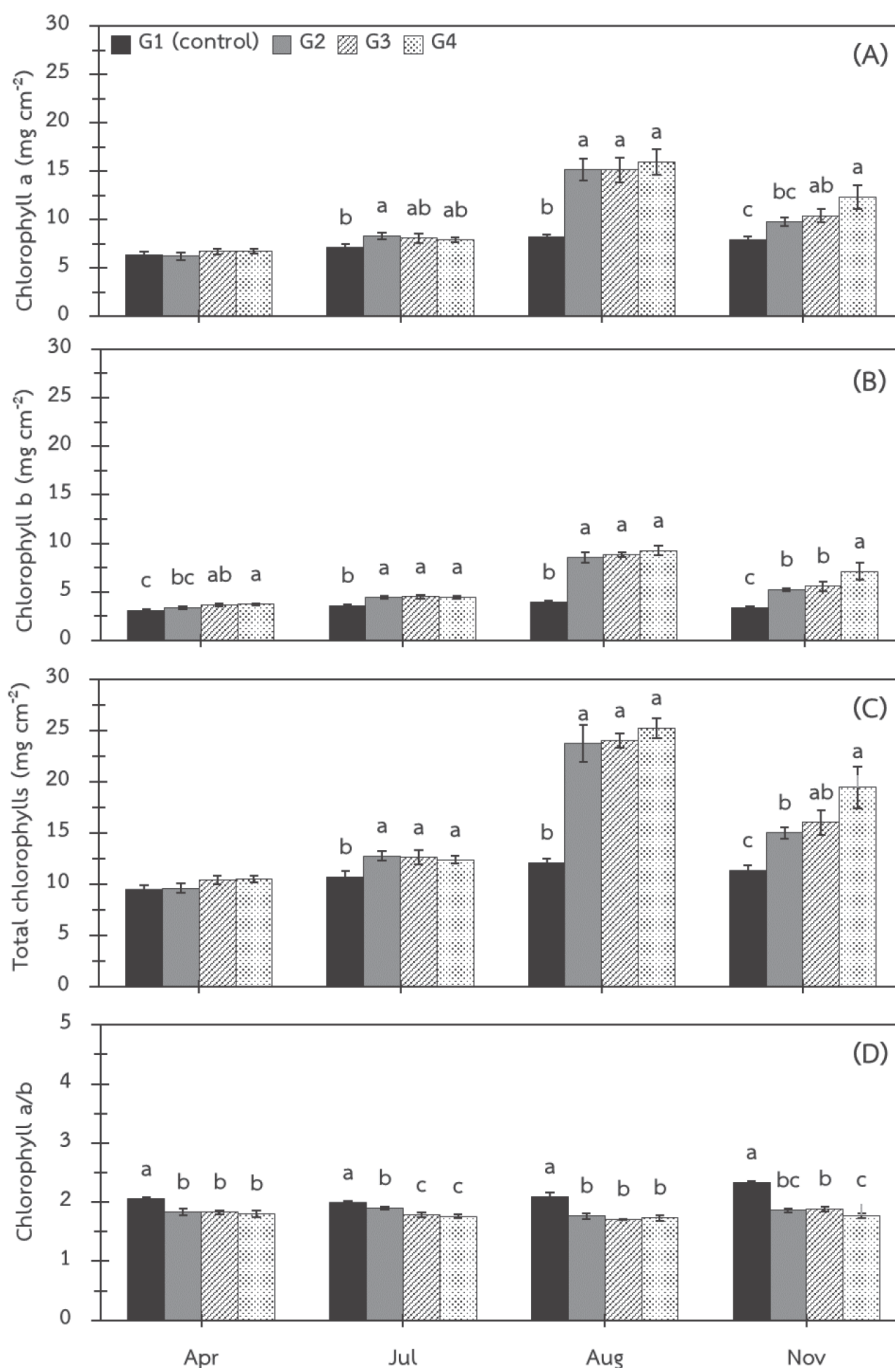


Figure 4 Effect of greenhouse type on chlorophyll a (A) chlorophyll b (B) total chlorophylls (C) and chlorophyll a/b (D) of *Dendrobium* 'Big White Jumbo' in April, July, August, and November 2019. Different letters among greenhouse types in each month indicate significant difference at $P < 0.05$ by Duncan's multiple range test

ปริมาณและคุณภาพช่อดอก

การติดตามปริมาณและคุณภาพของดอกพบว่า ต้นในโรงเรือนทุกรูปแบบให้จำนวนช่อดอกเฉลี่ย 1.0–1.4 ช่อ โดยโรงเรือนตาข่ายพรางแสงและโรงเรือน G2 มีแนวโน้มให้จำนวนช่อดอกสูงกว่าโรงเรือนอื่น ๆ (Table 2) ทั้งนี้ ต้นที่ปลูกในโรงเรือนตาข่ายพรางแสงมีความยาวช่อดอก จำนวนดอกต่อช่อ ขนาดดอก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของดอกสูงที่สุด ($P < 0.01$) (Table 2) ขณะที่ ช่อดอกที่ได้จากต้นในโรงเรือน G2 G3 และ G4 มีค่าเฉลี่ยสำหรับขนาดดอก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของดอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 2, Figure 5) เมื่อทดสอบอายุการปักแจกัน โดยพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ความเสื่อมสภาพของดอกน้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ (เส้นประใน Figure 6) พบว่า ช่อดอกจากทุกโรงเรือนมีอายุการปักแจกันไม่แตกต่างกัน คือ 16 วัน (Figure 6) จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า โรงเรือนตาข่ายพรางแสงทำให้กล้วยไม้สกุลหวายมีปริมาณช่อดอกและคุณภาพดอกดีที่สุด จะเห็นได้ว่า ต้นในโรงเรือนตาข่ายพรางแสง เมื่อได้รับความเข้มแสง

มากกว่าโรงเรือน G2 G3 และ G4 ทำให้มีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ดีกว่า เพราะหากพืชได้รับสภาพความเข้มแสงต่ำ ประสิทธิภาพการสังเคราะห์ด้วยแสงจะลดลง (Klavsen and Maberly, 2010) ทำให้มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสะสมในลำลูกกล้วยต่ำ ซึ่งจะส่งผลต่อปริมาณและคุณภาพของดอกของกล้วยไม้ สอดคล้องกับรายงานของ Lee *et al.* (2019) ที่พบว่า *Phalaenopsis* Queen Beer ‘Mantefon’ เมื่ออยู่ในสภาพที่ได้รับความเข้มแสงต่ำ ($75 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) มีจำนวนช่อดอกลดลง และมีอัตราการเกิดดอกที่ช้ากว่า เมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ได้รับความเข้มแสงที่มากกว่า ($150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) นอกจากนี้ ต้นในโรงเรือนตาข่ายพรางแสงจะได้รับปริมาณน้ำมากกว่า โดยนอกจากจะได้รับน้ำที่เกษตรกรให้จากการรดน้ำแล้วยังได้รับปริมาณน้ำฝนด้วย ซึ่งน้ำถือว่าเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืช ทั้งกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และการลำเลียงอาหารไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช (Kasemsap, 2020)



Figure 5 Flower of *Dendrobium* ‘Big White Jumbo’ from 4 greenhouse types

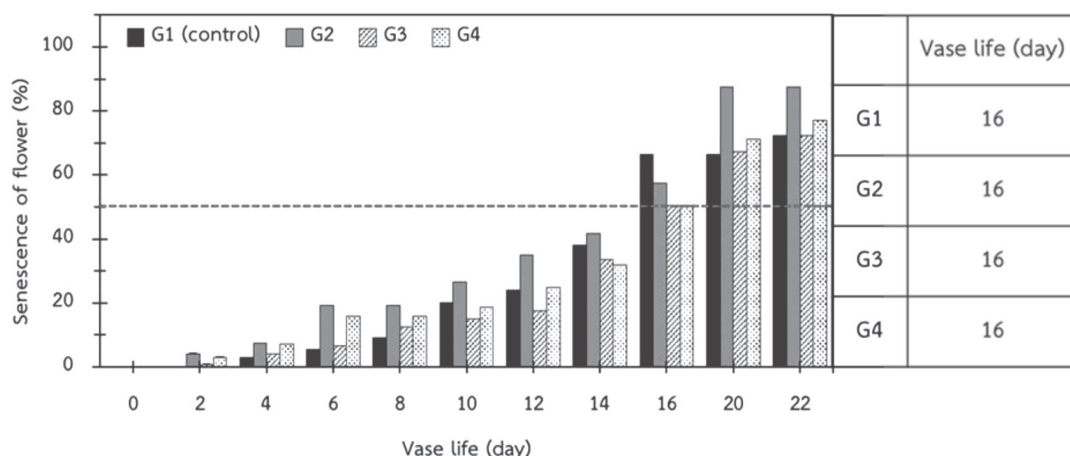


Figure 6 Percentage of flower senescence and vase life of *Dendrobium* ‘Big White Jumbo’ from 4 greenhouse types

Table 2 Inflorescence number, inflorescence length, flowers number, flower height, flower width, fresh weight, and dry weight of 2nd pseudobulb in 4 greenhouse types

Greenhouse type	Inflorescence number	Inflorescence length (cm)	Flowers number	Flower height (cm)	Flower width (cm)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)
G1	1.40 ± 0.16	56.60 ± 0.56 ^a	15.05 ± 0.29 ^a	6.26 ± 0.07 ^a	6.79 ± 0.07 ^a	2.39 ± 0.11 ^a	0.21 ± 0.01 ^a
G2	1.40 ± 0.16	52.90 ± 1.18 ^b	12.80 ± 0.65 ^b	5.44 ± 0.12 ^b	5.74 ± 0.12 ^b	1.75 ± 0.08 ^b	0.11 ± 0.00 ^b
G3	1.10 ± 0.00	46.93 ± 1.05 ^c	10.70 ± 0.43 ^c	5.32 ± 0.10 ^b	5.84 ± 0.08 ^b	1.70 ± 0.05 ^b	0.12 ± 0.01 ^b
G4	1.00 ± 0.10	48.75 ± 1.38 ^c	11.75 ± 0.43 ^{bc}	5.25 ± 0.10 ^b	5.70 ± 0.10 ^b	1.64 ± 0.08 ^b	0.12 ± 0.00 ^b
P-value	0.061	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
CV (%)	36.67	11.85	20.78	9.03	9.12	19.91	31.71

Means in each column followed by a different letter are significantly different at $P < 0.05$ by Duncan’s multiple range test, CV = coefficient of variation

เมื่อพิจารณาภาพรวม โรงเรือนตาข่ายพรางแสงส่งผลให้กล้วยไม้มีการเจริญเติบโต ปริมาณ และคุณภาพดอกดีที่สุด แต่จะมีค่าใช้จ่ายในเรื่องของสารเคมีและแรงงานในการปฏิบัติดูแลสูงกว่าโรงเรือนหลังคาพลาสติกประมาณ 3-4 เท่า เนื่องจากโรงเรือนหลังคาพลาสติกฉีดพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชเพียงเดือนละ 1 ครั้ง ขณะที่ โรงเรือนพรางแสงฉีดพ่นทุกสัปดาห์

เพื่อป้องกันโรคจากเชื้อราและแมลงศัตรู ได้แก่ เพลี้ยไฟ บั่ว และหนอนกระทู้ที่มีการระบาดมากกว่าในโรงเรือนหลังคาพลาสติก ดังนั้น ถ้าต้องการลดต้นทุนในการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจากการลดการใช้สารเคมี การปลูกเลี้ยงในหลังคาพลาสติกที่คลุมด้วยมุ้งตาข่ายไนลอนเป็นแนวทางที่ควรศึกษาต่อไป โดยการปรับแก้ไขเรื่องความเข้มแสงในโรงเรือนให้เพียงพอต่อความต้องการ

ของกล้วยไม้อย่างน้อย $200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ เป็นเวลา 6–8 ชั่วโมงต่อวัน (Ausahawong *et al.*, 2018) เช่น การใช้โครงสร้างที่มีปริมาณเหล็กถักน้อยลง หรือการใช้พลาสติกที่ตะไคร่น้ำไม่ขึ้น หรือการเพิ่มแสงจากหลอดไฟ LEDs โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ หรือนำตาข่ายพรางแสงออกเมื่อหลังคาพลาสติกเริ่มขุ่นมากขึ้น เป็นต้น

สรุป

การศึกษาสภาพแวดล้อมและการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวายพันธุ์ขาวพ้อมในโรงเรือนและการระบายความร้อนทั้ง 4 แบบ ได้แก่ โรงเรือนตาข่ายพรางแสง (G1) และโรงเรือนอีก 3 หลัง สร้างภายใต้หลังคาตาข่ายพรางแสง เป็นโรงเรือนกึ่งเปิดรูปทรงกอไก่ ขนาด $6 \times 24 \times 3$ เมตร ด้านข้างคลุมด้วยมุ้งตาข่ายในลอนสีขาว แต่ละหลังมีระบบควบคุมอุณหภูมิต่างกัน คือ อาศัยลมธรรมชาติ (G2) พัดลมไอน้ำ (G3) และพัดลมระบายอากาศ (G4) พบว่า ทุกโรงเรือนมีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยใกล้เคียงกัน แต่โรงเรือน G1 มีความเข้มแสงเฉลี่ยในรอบวันที่ต้นกล้วยไม้ได้รับ $219.5 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ซึ่งสูงกว่าโรงเรือน G2 G3 และ G4 ที่มีความเข้มแสงเฉลี่ย $110.3\text{--}124.2 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ เมื่อติดตามการเจริญเติบโตของลำลูกกล้วยที่เกิดใหม่รวม 3 ลำ พบว่า ลำลำดับที่ 1 มีการเจริญเติบโตดีที่สุด ในโรงเรือน G2 ลำลำดับที่ 2 ในทุกโรงเรือนมีการเจริญ

เติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่ ลำลูกกล้วยลำดับที่ 3 มีการเจริญเติบโตดีที่สุด ในโรงเรือน G1 ลำลำดับที่ 2 ให้ปริมาณและคุณภาพดอกดีที่สุด ในโรงเรือน G1 ส่วนอายุการปักแจกันของช่อดอกกล้วยไม้จากโรงเรือนทั้ง 4 แบบไม่แตกต่างกัน (16 วัน) ทั้งนี้ โรงเรือน G2 G3 และ G4 ทำให้กล้วยไม้มีพื้นที่ใบและความเขียวใบเพิ่มขึ้น รวมทั้งช่วยลดต้นทุนค่าใช้จ่ายเรื่องสารเคมีและแรงงานในการปฏิบัติดูแล อย่างไรก็ตาม โรงเรือนทั้ง 3 แบบ มีต้นทุนโครงสร้างสูงกว่าโรงเรือน G1 และต้องปรับแก้ไขโรงเรือนหลังคาพลาสติกที่คลุมด้วยมุ้งในลอนให้มีความเข้มแสงที่เพียงพอต่อความต้องการของต้นกล้วยไม้ โดยเกษตรกรสามารถนำองค์ความรู้ไปปรับใช้ในการผลิตกล้วยไม้สกุลหวายให้เหมาะสมต่อไปได้

กิตติกรรมประกาศ

โรงเรือนในงานวิจัยนี้อยู่ภายใต้โครงการการประเมินศักยภาพการผลิตกล้วยไม้สกุลหวายภายใต้โรงเรือนระบบกึ่งเปิดควบคุมสภาพแวดล้อม ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ประจำปีงบประมาณ 2559 และขอขอบคุณ บริษัท กล้วยไม้ไทย จำกัด (TOC) และศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

เอกสารอ้างอิง

- Ausahawong, K., P. Boonkorkaew, P. Kasemsap and A. Mongkolchaiyaphruek. 2018. Growth and photosynthetic parameters of *Dendrobium* orchids cultivated under different greenhouse conditions. *Agricultural Sci. J.* 49(Suppl. 2): 573–576. (in Thai)
- Boonchai, D., P. Boonkorkaew and P. Kasemsap. 2017. The correlation between CO₂ uptake of CAM *Dendrobium* hybrid and environmental factors under shade net house conditions. *Thai J. Agric. Sci.* 50(1): 26–35.
- Boonkorkaew, P., D. Boonchai, A. Mongkolchaiyaphruek, U. Lertsuchatavanich, B. Sangtongpraow, A. Sirijinda, J. Sathornkich and O. Piasai. 2016. Evaluation of *Dendrobium* Orchid Production Potential under Environmental Control Semi-Open Greenhouse. Research Report. Kasetsart University, Bangkok. 86 pp. (in Thai)
- Fankhauser, C. and J. Chory. 1997. Light control of plant development. *Annu. Rev. Cell. Dev. Biol.* 13(1): 203–229.
- Kahohem, N., P. Boonkorkaew and K. Thanomchit. 2018. Effect of concrete block as growing media on growth of two *Dendrobium* orchid cultivars. *Agricultural Sci. J.* 49(Suppl. 2): 409–412. (in Thai)
- Kasemsap, P. 2020. Biology 2: Textbook of Science and Mathematics for the Promotion of Academic Olympiad and Development of Science Education Foundation under the Patronage of Her Royal Highness Princess Galyani Vadhana Krom Luang Naradhiwas Rajanagarindra. 7th edition. Darnsutha Press Co., Ltd., Bangkok. (in Thai)
- Kim, S.J., D.J. Yu, T.C. Kim and H.J. Lee. 2011. Growth and photosynthetic characteristics of blueberry (*Vaccinium corymbosum* cv. Bluecrop) under various shade levels. *Sci. Hortic.* 129(3): 486–492.
- Kitipatthaworn, S. 2011. Vegetative Growth of Cut *Dendrobium* Hybrid and the Correlation with Annual Climatic Variation. MS Thesis, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)
- Kitipatthaworn, S. and P. Saradhulthat. 2010. Effects of climatic factors on vegetative growth and development of *Dendrobium* ‘Ear Sakul’, pp. 1673–1680. *In Proc. the 7th Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus Conference, 7–8 December 2010.* (in Thai)
- Klavsen, S.K. and S.C. Maberly. 2010. Effect of light and CO₂ on inorganic carbon uptake in the invasive aquatic CAM-plant *Crassula helmsii*. *Funct. Plant Biol.* 37(8): 737–747.

- Kumar, R., S. Sharma and V. Pathania. 2013. Effect of shading and plant density on growth, yield and oil composition of clary sage (*Salvia sclarea* L.) in north western Himalaya. J. Essent. Oil Res. 25(1): 23–32.
- Lee, H.B., J.H. Lee, S.K. An, J.H. Park and K.S. Kim. 2019. Growth characteristics and flowering initiation of *Phalaenopsis* Queen Beer ‘Mantefon’ as affected by the daily light integral. Hortic. Environ. Biotechnol. 60(5): 637–645.
- Porra, R.J., W.A. Thompson and P.E. Kriedemann. 1989. Determination of accurate extinction coefficients and simultaneous equations for assaying chlorophylls a and b extracted with four different solvents: verification of the concentration of chlorophyll standards by atomic absorption spectroscopy. Biochim. Biophys. Acta. 975(3): 384–394.
- Smith, H. 1982. Light quality, photoperception, and plant strategy. Ann. Rev. Plant Physiol. 33: 481–518.
- Suwanwong, S. 2020. Plant Response under Unfavorable Environment. Wanida Karnpim Part., Ltd., Nonthaburi. (in Thai)
- Tiampayotorn, J. and S. Meyanyieam. 2010. The cut-flower orchid production in industrial system, pp. 139–146. In Thai Orchid Database. Biodiversity–Based Economy Development Office (Public Organization), Bangkok. (in Thai)