

# อิทธิพลของระยะเวลาการให้แสงและระดับความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส ต่อการเจริญเติบโตของหงส์เหินภายใต้สภาพปลอดเชื้อ

## Influence of Light Durations and Sucrose Concentrations on Growth and Development of *Globba* spp. Under *In Vitro*

อรณิด คำยง \* และ กัลยวรรณ์ เมืองเปรม

Oranid Kumyong\* and Kanyawan Mueangprem

สาขาพืชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิชณุโลก อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000

Division of Plant Science, Faculty of Science and Agricultural Technology,

Rajamangala University of Technology Lanna Phitsanulok, Muang, Phitsanulok, 65000, Thailand

\*Corresponding author: Email: Oranid@rmutl.ac.th

(Received: 25 April 2025; Revised: 29 January 2026 ; Accepted: 30 January 2026)

**Abstract:** *Globba* is an important commercial flower of Thailand. It is popular cut flowers to worship during Buddhist Lent or other festivals. *Globba* flowers come in various colors, including purple, white, and pink. However, flowers can be cultivated as potted plants or used to decorate buildings and sites. The objective of this research was to determine the optimal light duration in combination with sucrose concentrations for the growth of *Globba* under *in vitro* conditions. The experiments utilized a 2x5 factorial in a completely randomized design, with factor A representing the influence of light durations from fluorescent light intensity of 3,000 Lux (8 and 16 hr/day) and factor B representing the concentrations of sucrose (0, 30, 40, 50, and 60 g/L). This research was conducted under 25±2 °C *in vitro* for 5 weeks. The results showed that no significant difference was found between light durations of 8 and 16 hr/day, while sucrose concentration were significantly different ( $P<0.01$ ). The influence of light duration of 8 and 16 hr/day, when supplemented with 30 g/L sucrose, showed significantly different ( $P<0.01$ ) compared to other treatments. However, interaction between light durations of 16 hr/day supplemented with 30 g/L sucrose was more suitable for shoot growth, the number of leaves, plant height and root number than other treatments.

**Keyword:** Light, sucrose concentration, *Globba*, *in vitro*

Copyright © Journal of Agricultural Research and Communications. All rights reserved.

**บทคัดย่อ:** หงส์เหิน (*Globba* spp.) เป็นไม้ดอกเศรษฐกิจที่สำคัญของไทย นิยมตัดดอกไปไหว้พระช่วงวันเข้าพรรษา หรือเทศกาลต่าง ๆ ซึ่งดอกของหงส์เหินมีหลายสี เช่น สีม่วง ขาว ชมพู เป็นต้น นอกจากนี้ยังนำไปปลูกเป็นไม้กระถางสำหรับตกแต่งอาคารสถานที่เพื่อความสวยงาม วัตถุประสงค์ของงานทดลองนี้เพื่อศึกษาระยะเวลาการให้แสงร่วมกับระดับความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหงส์เหินในสภาพปลอดเชื้อ วางแผนการทดลองแบบ 2x5 แฟกทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (2x5 Factorial in CRD) โดยปัจจัย A คือ ระยะเวลาการให้แสงไฟเทียมจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ความเข้มแสง 3,000 ลักซ์ (Lux) ได้แก่ 8 และ 16 ชั่วโมงต่อวัน ปัจจัย B คือ ระดับความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส ได้แก่ 0, 30, 40, 50 และ 60 กรัมต่อลิตร ทำการเลี้ยงต้นหงส์เหินในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์ พบว่า อิทธิพลของระยะเวลาการให้แสงที่ 8 และ 16 ชั่วโมง ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ในขณะที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสมีความแตกต่างทางสถิติ ( $P<0.01$ ) เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาการให้แสง 8 และ 16 ชั่วโมง ร่วมกับน้ำตาลซูโครสระดับความเข้มข้น 30 กรัมต่อลิตร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P<0.01$ ) กับกรรมวิธีอื่น ๆ อย่างไรก็ตามอิทธิพลร่วมระหว่างการให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ร่วมกับน้ำตาลซูโครสระดับความเข้มข้น 30 กรัมต่อลิตร ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของหงส์เหินด้านจำนวนยอด จำนวนใบ ความสูงต้น และจำนวนราก มากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ

**คำสำคัญ:** แสง, ความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส, หงส์เหิน, สภาพปลอดเชื้อ

## คำนำ

หงส์เหิน (*Globba* spp.) เป็นพืชที่จัดอยู่ในวงศ์ Zingiberaceae พบมากกว่า 100 ชนิด มีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชีย (Mabberley, 2017) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทยและพม่า (Sam and Ibrahim, 2016) สำหรับในประเทศไทยพบหงส์เหินได้ทุกภาคโดยเฉพาะภาคเหนือและภาคกลาง เช่น เชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน พิชณุโลก เป็นต้น นิยมปลูกเพื่อตัดดอกจำหน่ายหรือผลิตเป็นไม้ดอกประเภทกระถาง ปัจจุบันทั้งในและต่างประเทศนิยมผลิตเพื่อจำหน่ายและมีความต้องการทางเศรษฐกิจเป็นจำนวนมาก เนื่องจากมีลักษณะรูปทรงของดอกที่แปลกตา สีสันสวยงาม เช่น สีชมพู ม่วง ขาว แดง เป็นต้น ดอกของหงส์เหินมีลักษณะคล้ายนกหรือหงส์ที่กำลังเดินรำจึงถูกเรียกชื่อว่า “หงส์เหิน” ข่อดอกมีใบประดับสีสันสวยงาม ดอกมีขนาดเล็กมาก (Iwamoto *et al.*, 2020) สำหรับการส่งออกหัวพันธุ์นิยมส่งออกไปยังประเทศญี่ปุ่นและเนเธอร์แลนด์ ในประเทศไทยมีการนำไม้ดอกสกุลนี้ไปใช้ในการปักแจกัน ไหว้พระ ตักบาตรในวันเข้าพรรษา เนื่องจากอายุการปักแจกันของดอกยาวนานและสามารถผลิตเป็นไม้ดอกประเภทกระถางส่งผลให้ปริมาณความต้องการหงส์เหินในปัจจุบันเพิ่ม

มากขึ้น เช่น เมืองกว๋างโจว และต่งกวน ของสาธารณรัฐประชาชนจีน หงส์เหินนิยมขยายพันธุ์ด้วยวิธีการแยกหน่อ และใช้หัวพันธุ์ สำหรับการขยายพันธุ์ด้วยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเป็นวิธีการที่ช่วยเพิ่มปริมาณต้นในระยะเวลาอันรวดเร็ว รวมทั้งเป็นการอนุรักษ์พรรณพืชไว้ไม่ให้สูญหายให้คนรุ่นหลังและเพื่อใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ ต่อไป (Yuanjun *et al.*, 2024, Nontalee *et al.*, 2017)

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชสกุลหงส์เหินในสภาพปลอดเชื้อ มีอยู่หลายประการ เช่น อุณหภูมิ (temperature) ความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity) สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (plant growth regulator; PGR) ได้แก่ สารกลุ่มออกซิน และไซโตไคนิน เช่น IAA, TDZ, BAP และ Kinetin เป็นต้น สำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแม้จะเป็นเทคนิคที่ทำให้เพิ่มปริมาณต้นรวดเร็วในระยะเวลานั้น แต่มีปัจจัยที่ทำให้พืชสามารถอยู่ภายใต้สภาพปลอดเชื้อได้ มีการพัฒนาและการเจริญเติบโตที่ดี คือ แสง (light) และน้ำตาลซูโครส (sucrose) เนื่องจากแสงเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญเกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงโดยการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมีสำหรับนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและพัฒนาของพืช อีกทั้งปริมาณความเข้มแสงช่วยกระตุ้นให้โปรพลาสติด (proplastid)

เจริญเป็นคลอโรพลาสต์ และคุณภาพของแสงมีผลต่อประสิทธิภาพของการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช (Kim *et al.*, 2004) สำหรับพืชที่เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเมื่ออยู่ในที่มีมีความเข้มแสงน้อยหรือมากเกินไปจะไปยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช ทำให้พืชเกิดการยืดเข้าหาแสงและเกิดความผิดปกติ (Mahlberg and Yarus, 1977) ระยะเวลาการให้แสงจึงมีความสำคัญ โดยมีรายงานว่า เมล็ดกล้วยไม้เอื้องคำผักราบที่ได้รับความมืด 4 สัปดาห์ตามด้วยการให้แสง 8 ชั่วโมงต่อวัน นาน 12 สัปดาห์ในระหว่างเลี้ยงในอาหาร Vacin and Went (VW) มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดสูงสุด 92.64 เปอร์เซ็นต์ (Kongbangkerd and Wannachart, 2006) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าระยะเวลาที่ซึ่งได้รับให้แสง 16-24 ชั่วโมง ช่วยส่งเสริมการเกิดเหง้าชึ่งในหลอดทดลองได้ (Jaimakeaw *et al.*, 2016) สำหรับน้ำตาลเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความจำเป็นต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเนื่องจากเป็นแหล่งคาร์บอนในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชจำเป็นต้องใช้แสงไฟเทียมจากหลอดไฟ โดยมีรายงานการใช้แสงจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์และแสงแอลอีดีได้แก่ แสงสีขาว สีแดง สีน้ำเงิน และสีเขียว เป็นต้น สำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชควรเติมน้ำตาลเป็นแหล่งพลังงานเพื่อให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ดี ปัจจุบันมีการใช้น้ำตาลสำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช คือ น้ำตาลซูโครส กลูโคส มอลโตส แล็กโตส กาแล็กโตส และแมนนิทอล (Akhtar *et al.*, 2000) สำหรับการทดลองนี้ใช้น้ำตาลซูโครส เนื่องจากเป็นน้ำตาลที่สามารถถูกย่อยสลายให้เป็นน้ำตาลกลูโคสและฟรุกโตส ซึ่งน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวโดยเฉพาะน้ำตาลกลูโคสจะถูกนำไปใช้เป็นสารตั้งต้นในกระบวนการหายใจระดับเซลล์ (Boerio- Goates, 1991) ทำให้พืชสามารถเจริญเติบโตและนำมาใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชได้ ทั้งนี้มีรายงานการศึกษาการให้แสงร่วมกับการใช้น้ำตาลในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เช่น การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อยอดหนุ่ยหวานที่เติมน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ ภายใต้แสงแอลอีดีสีขาว ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต เพิ่มการสร้างคลอโรพลาสต์และพบปากใบ anisocytic มีขนาดใหญ่ แสงสีเขียวส่งผลต่อความสูงต้น นอกจากนี้ยังพบว่าแสงสีแดงและสีน้ำเงินทำให้จำนวนใบและขนาดใบเพิ่มขึ้น (Aulia *et al.*, 2024)

นอกจากนี้ Matgorzata (2025) รายงานว่าการเลี้ยงหัวทิวลิปโดยการให้น้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 6 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการให้แสงสีขาว 16 ชั่วโมงต่อวัน ทำให้ทิวลิปสามารถสร้างหัวได้ ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการปลูกพืชชนิดนี้เชิงพาณิชย์ ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระยะเวลาการให้แสงสีขาวร่วมกับความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหงส์เหินในสภาพปลอดเชื้อ

## อุปกรณ์และวิธีการ

การกระตุ้นการเจริญเติบโตของหงส์เหินในสภาพปลอดเชื้อ โดยเทคนิคการให้แสงร่วมกับน้ำตาลระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ดำเนินการ ณ ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช สาขาพืชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก ในระหว่างเดือนกรกฎาคมถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2566

การเตรียมต้นหงส์เหินที่ใช้ในการทดลอง

### การฟอกฆ่าเชื้อชิ้นส่วนพืช

ทำการตัดส่วนหน่อของหงส์เหินขาว (*Globba adhaerens* Gagnep.) ที่อายุการปลูก 60 วัน ภายในโรงเรือนไม้ดอกไม้ประดับ สาขาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก นำมาล้างทำความสะอาด ตัดแต่งชิ้นใบและกาบใบออก สำหรับชิ้นส่วนที่ใช้ทำการทดลอง คือ ชิ้นส่วนข้อของหงส์เหิน โดยทำการล้างผ่านน้ำกลั่น 2-3 ครั้ง ล้างด้วยน้ำยาล้างจาน และล้างน้ำไหลผ่าน 5 นาที นำไปแช่ด้วยแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นฟอกฆ่าเชื้อชิ้นส่วนข้อหงส์เหินด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ จำนวน 2 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 ฟอกด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 นาที ครั้งที่ 2 ฟอกด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 5 นาที แต่ละครั้งเติม Tween 20 จำนวน 2-3 หยด จากนั้นนำไปล้างด้วยน้ำที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งแรงดันไอน้ำที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที โดยการล้างน้ำที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ 3 ครั้ง

เขย่าครั้งละ 2 นาที จากนั้นนำไปเลี้ยงบนอาหารสูตร MS (Murashige and Skoog, 1962) ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต เป็นเวลา 45 วัน

#### การเพิ่มปริมาณต้นหงส์เหิน

นำต้นหงส์เหินที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหารสูตร MS มาชักนำให้เกิดยอดด้วยอาหารสูตร MS ดัดแปลงที่เติม BAP ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร และ NAA ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังเลี้ยงต้นหงส์เหินภายใต้สภาพปลอดเชื้อที่อายุ 20 วัน ทำการคัดเลือกต้นหงส์เหินที่มีความสูงต้นประมาณ 2 เซนติเมตร (Figure 1) นำมาเลี้ยงบนอาหารที่เติมน้ำตาลซูโครสแต่ละระดับความเข้มข้นและระยะเวลาการให้แสงไฟเทียมจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่แตกต่างกันตามแต่ละกรรมวิธี โดยใช้ขวดขนาด 8 ออนซ์ ภายใต้ห้องควบคุมอุณหภูมิ  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-80 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มแสง 3,000 ลักซ์ (Lux)

วางแผนการทดลองแบบ 2x5 แฟกทอเรียลแบบ สุ่มสมบูรณ์ (2x5 Factorial in CRD) โดยปัจจัย A คือ ระยะเวลาการให้แสงไฟเทียมจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ ความเข้มแสง 3,000 ลักซ์ (Lux) ได้แก่ 8 และ 16 ชั่วโมงต่อวัน ปัจจัย B คือ ระดับความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส ได้แก่ 0, 30, 40, 50 และ 60 กรัมต่อลิตร มีทั้งหมด 10 กรรมวิธี แต่ละกรรมวิธีมี 10 ซ้ำ แต่ละซ้ำคือตัวอย่างละ 1 ขวด บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ ค่าเฉลี่ยจำนวนยอดต่อต้น จำนวนใบต่อต้น จำนวนรากต่อต้น ความสูงของต้นโดยวัดจากโคนต้นถึงปลายยอด (เซนติเมตร) ขนาดความกว้างและความยาวของรากต่อต้น (มิลลิเมตร) โดยใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้วยโปรแกรม SAS เวอร์ชัน 9.4 และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey's Honesty Significant Different (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์



Figure 1. *Globba* plant part on MS media after 20 days under *in vitro* conditions

## ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการศึกษาอิทธิพลของระยะเวลาการให้แสงไฟเทียมจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ร่วมกับระดับความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสต่อการเจริญเติบโตของหงส์เหินภายใต้สภาพปลอดเชื้อ หลังการเพาะเลี้ยงต้นหงส์เหินในอาหารสูตร MS ดัดแปลงที่เติม BAP ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร และ NAA ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ภายใต้ระยะเวลาการให้แสงรวมกับการให้น้ำตาลซูโครสแต่ละระดับความเข้มข้นเป็นเวลา 5 สัปดาห์ หงส์เหินมีการเจริญเติบโตดังนี้

### จำนวนยอด

จำนวนยอดของหงส์เหินที่เลี้ยงภายใต้การให้แสง 8 และ 16 ชั่วโมงต่อวัน ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ แต่พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P < 0.01$ ) ในระดับความเข้มข้นน้ำตาล โดยพบว่า การให้น้ำตาลที่ระดับความเข้มข้น 30 กรัมต่อลิตร มีจำนวนยอดต่อนต้นเฉลี่ยมากที่สุด

เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของระยะเวลาการให้แสงไฟเทียมและระดับความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P < 0.01$ ) โดยหงส์เหินที่เลี้ยงภายใต้ระยะเวลาการให้แสง 8 และ 16 ชั่วโมงต่อวัน ร่วมกับระดับน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 30 กรัมต่อลิตร

มีค่าเฉลี่ยจำนวนยอดสูงสุด 14.42 และ 13.85 ยอดตามลำดับ รองลงมาคือ การให้แสง 8 ชั่วโมงต่อวัน ร่วมกับน้ำตาลซูโครสระดับความเข้มข้น 50 กรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยจำนวนยอด 11.57 ยอด ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับการให้แสง 8 และ 16 ชั่วโมงต่อวัน ร่วมกับน้ำตาลซูโครสระดับความเข้มข้น 60 กรัมต่อลิตร ที่มีค่าเฉลี่ยจำนวนยอดน้อยสุด 3.85 ยอด (Table 1) ซึ่งไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนยอดกับระดับความเข้มข้นของน้ำตาลที่เพิ่มขึ้น (Table 1, Figure 2)

### จำนวนใบ

หงส์เหินที่เลี้ยงภายใต้การให้แสง 8 และ 16 ชั่วโมงต่อวัน ไม่พบความแตกต่างทางสถิติด้านจำนวนใบ แต่ปัจจัยของระดับน้ำตาลซูโครสทุกความเข้มข้น มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P < 0.01$ )

เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของระยะเวลาการให้แสงไฟเทียมจากหลอดฟลูออเรสเซนต์และระดับความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P < 0.01$ ) โดยหงส์เหินที่เลี้ยงภายใต้ระยะเวลาการให้แสง 8 และ 16 ชั่วโมงต่อวัน ร่วมกับระดับน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 0 และ 30 กรัมต่อลิตร มีผลทำให้จำนวนใบเฉลี่ยสูงสุด 5.25-5.42 และ 6.31-6.42 ใบ ตามลำดับ รองลงมาคือ การให้แสง 8 ชั่วโมงต่อวัน ร่วมกับน้ำตาลระดับความเข้มข้น 50 กรัมต่อลิตร ที่มีค่าเฉลี่ยจำนวนใบ 4.71 ใบ ขณะเดียวกันเมื่อเพิ่ม

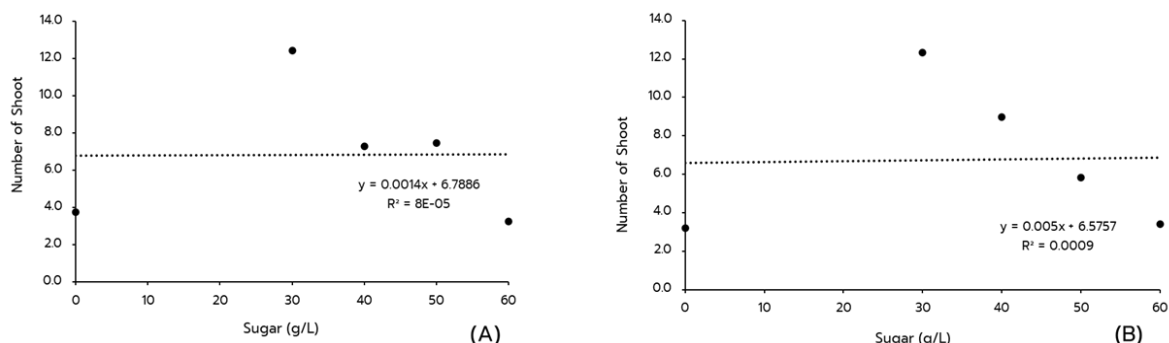


Figure 2. Correlations between sucrose concentrations and number of shoot after light durations of 8 and 16 hr/day under *in vitro* conditions after 5 week.

ระดับความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสเป็น 60 กรัมต่อลิตร ส่งผลให้มีจำนวนใบเฉลี่ยลดลงต่ำสุด 3.28 และ 3.00 ใบ ตามลำดับ (Table 1) ซึ่งผลการทดลองพบว่า มีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันระหว่างจำนวนใบกับระดับความเข้มข้นของน้ำตาลที่เพิ่มขึ้นคือ ส่งผลให้จำนวนใบลดลง โดยมีค่า  $R^2=0.79$  และ  $R^2=0.65$  ตามลำดับ (Table 1, Figure 3)

#### ความสูงของต้น

ความสูงของต้นหงส์เหินที่เลี้ยงภายใต้การให้แสงไฟเทียมจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 8 และ 16 ชั่วโมงต่อวัน ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ขณะที่ปัจจัยด้านระดับความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสทุกระดับความเข้มข้น พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P<0.01$ )

เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของระยะเวลาการให้แสง และระดับความเข้มข้นของน้ำตาล

ซูโครส พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P<0.01$ ) ซึ่งต้นหงส์เหินที่ได้รับการให้แสง 8 ชั่วโมงต่อวัน ร่วมกับน้ำตาลซูโครสระดับความเข้มข้น 0 และ 30 กรัมต่อลิตร มีค่าความสูงต้นเฉลี่ยสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ คือ 10.14 และ 10.07 เซนติเมตร ตามลำดับ และการให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ร่วมกับน้ำตาลซูโครสระดับความเข้มข้น 0 และ 30 กรัมต่อลิตร มีค่าความสูงต้นเฉลี่ย 9.64 และ 10.50 เซนติเมตร ตามลำดับ กรณีการให้น้ำตาลซูโครสความเข้มข้นสูงขึ้นถึง 60 กรัมต่อลิตร มีแนวโน้มทำให้ความสูงของต้นหงส์เหินน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ คือ 4.25 และ 4.58 เซนติเมตร (Table 1) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า มีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันระหว่างความสูงกับระดับของน้ำตาลซูโครสที่เข้มข้นขึ้น โดยมีค่า  $R^2=0.86$  และ  $R^2=0.56$  ตามลำดับ (Figure 4)

Table 1. The influences of light duration and sucrose concentrations on the number of shoots, the number of leaves, and the plant height of *Globba* under *in vitro* conditions after 5 weeks

| Light duration<br>(hr./day)  | Sucrose<br>(g/L) | Number of shoot<br>(Shoot) | Number of leaves<br>(Leaves) | Plant height<br>(cm) |
|------------------------------|------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------|
| 8                            | 0                | 4.14 ± 1.10d               | 5.25 ± 1.01a                 | 10.14 ± 1.79a        |
|                              | 30               | 14.42 ± 2.44a              | 5.42 ± 1.33a                 | 10.07 ± 1.80a        |
|                              | 40               | 8.28 ± 2.99c               | 3.57 ± 0.51c                 | 5.78 ± 1.42b         |
|                              | 50               | 11.57 ± 4.64b              | 4.71 ± 1.31b                 | 5.92 ± 0.84b         |
|                              | 60               | 3.85 ± 2.97d               | 3.28 ± 0.46cd                | 4.25 ± 0.36b         |
| 16                           | 0                | 3.71 ± 1.01d               | 6.31 ± 1.06a                 | 9.64 ± 2.06a         |
|                              | 30               | 13.85 ± 2.97a              | 6.42 ± 0.93a                 | 10.50 ± 1.57a        |
|                              | 40               | 11.00 ± 3.38bc             | 3.14 ± 0.65cd                | 5.24 ± 0.93b         |
|                              | 50               | 6.28 ± 2.24c               | 3.14 ± 0.36cd                | 5.28 ± 0.94b         |
|                              | 60               | 3.85 ± 1.14d               | 3.00 ± 0.55d                 | 4.58 ± 0.62b         |
| Light duration (A)           |                  | ns                         | ns                           | ns                   |
| Sucrose concentration<br>(B) |                  | **                         | **                           | **                   |
| A x B                        |                  | **                         | **                           | **                   |
| C.V.%                        |                  | 34.07                      | 20.11                        | 19.87                |

Data are presented as mean±SD, ns = non-significant, \*\* Mean there was highly a significant difference. Means within each column followed by different lowercase letters and highly significantly different according to the HSD test ( $P<0.01$ )

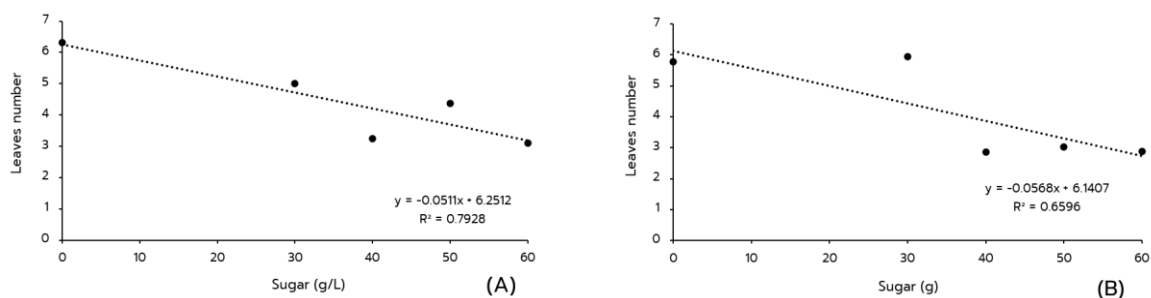


Figure 3. Correlations between sucrose concentrations and the number of leaves after light durations of 8 and 16 hr/day under *in vitro* conditions after 5 week.

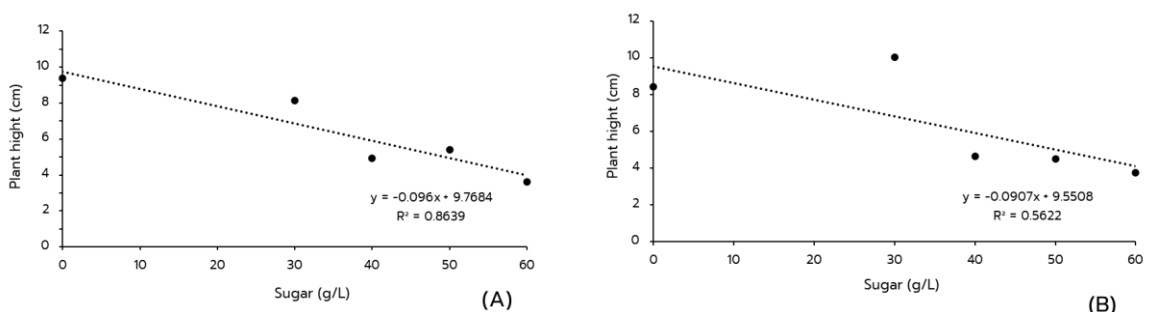


Figure 4. Correlations between sucrose concentrations and plant height after light durations of 8 and 16 hr/day under *in vitro* conditions after 5 week.

### จำนวนราก

จำนวนรากของต้นหงส์เหินที่เลี้ยงภายใต้การให้แสง 8 และ 16 ชั่วโมงต่อวัน ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ แต่พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P < 0.01$ ) ของปัจจัยด้านการได้รับระดับน้ำตาลซูโครสทุกความเข้มข้น ซึ่งน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 30 กรัมต่อลิตร ส่งผลให้มีจำนวนรากมากที่สุด

เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของระยะเวลาการให้แสงและระดับความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส พบว่า มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) โดยหงส์เหินที่เลี้ยงภายใต้ระยะเวลาการให้แสง 8 และ 16 ร่วมกับน้ำตาลซูโครสระดับความเข้มข้น 30 กรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยจำนวนรากต่อต้นสูงที่สุด คือ 41.14 และ 33.57 ราก ตามลำดับ รองลงมาคือ การให้แสง 8 และ 16 ชั่วโมงต่อวัน ร่วมกับน้ำตาลซูโครสระดับความเข้มข้น 40 กรัมต่อลิตร ที่มีค่าเฉลี่ยจำนวนรากต่อต้น 25.28 และ 24.28 ราก ตามลำดับ ขณะที่การให้แสง

8 และ 16 ชั่วโมงต่อวัน ร่วมกับการให้น้ำตาลซูโครสระดับความเข้มข้น 0 กรัมต่อลิตร มีแนวโน้มจะมีจำนวนรากเฉลี่ยต่อต้นน้อยที่สุดคือ 11.14 และ 11.57 รากตามลำดับ (Table 2) ซึ่งไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างจำนวนรากกับระดับของน้ำตาลซูโครสที่เข้มข้นขึ้น โดยมีค่า  $R^2 = 0.001$  และ  $R^2 = 0.007$  ตามลำดับ (Figure 5)

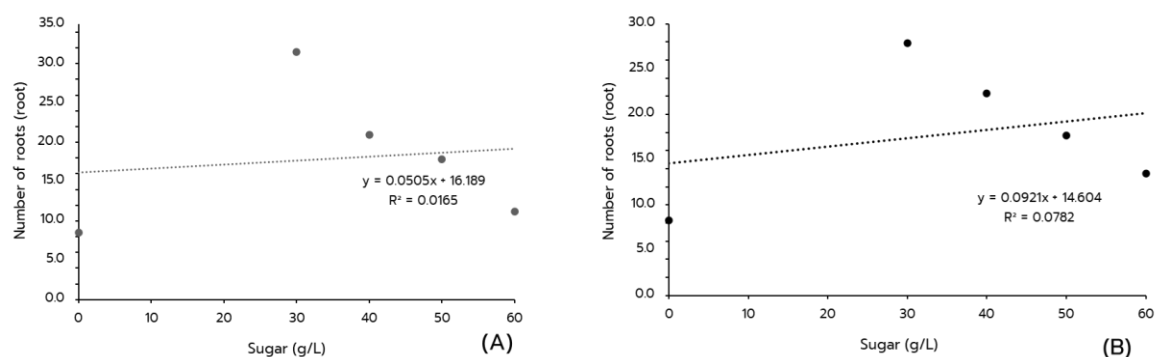
### ความยาวและความกว้างของราก

ความยาวและความกว้างของรากหงส์เหินที่เลี้ยงภายใต้การให้แสง 8 และ 16 ชั่วโมงต่อวัน ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ แต่พบความแตกต่างทางสถิติในระดับความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $P < 0.01$ ) เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยของระยะเวลาการให้แสงและระดับความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 2) โดยไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างความยาวรากกับระดับของน้ำตาลซูโครสที่เข้มข้นขึ้น โดยมีค่า  $R^2 = 0.0002$  และ  $R^2 = 0.0056$  ตามลำดับ (Figure 6) นอกจากนี้ยังพบ

Table 2. The influences of light duration and sucrose concentrations on the number of roots, root width, and root length of *Globba* under *in vitro* conditions after 5 weeks

| Light duration<br>(hr./day) | Sucrose<br>(g/L) | Number of roots<br>(root) | Root length<br>(cm) | Root width<br>(mm) |
|-----------------------------|------------------|---------------------------|---------------------|--------------------|
| 8                           | 0                | 11.14 ± 2.08e             | 1.64 ± 0.58         | 0.10 ± 0.04        |
|                             | 30               | 41.14 ± 8.44a             | 6.11 ± 0.93         | 0.20 ± 0.05        |
|                             | 40               | 25.28 ± 5.19b             | 3.78 ± 1.47         | 0.22 ± 0.05        |
|                             | 50               | 19.42b ± 5.16cd           | 2.30 ± 0.87         | 0.32 ± 0.16        |
|                             | 60               | 12.14 ± 3.89d             | 1.82 ± 1.36         | 0.18 ± 0.04        |
| 16                          | 0                | 11.57 ± 2.94d             | 1.27 ± 0.28         | 0.07 ± 0.03        |
|                             | 30               | 33.57 ± 2.94a             | 6.61 ± 1.32         | 0.27 ± 0.24        |
|                             | 40               | 24.28 ± 2.99b             | 3.25 ± 1.16         | 0.22 ± 0.05        |
|                             | 50               | 21.14 ± 7.78bc            | 2.10 ± 0.89         | 0.20 ± 0.00        |
|                             | 60               | 15.71 ± 1.95c             | 2.20 ± 0.56         | 0.21 ± 0.04        |
| Light duration (A)          |                  | ns                        | ns                  | ns                 |
| Sucrose concentration (B)   |                  | **                        | **                  | **                 |
| A x B                       |                  | **                        | ns                  | ns                 |
| C.V.%                       |                  | 21.58                     | 34.28               | 21.15              |

Data are presented as mean±SD, ns = non-significant, \*\* Mean there was highly a significant difference. Means within each column followed by different lowercase letters and highly significantly different according to the HSD test ( $P < 0.01$ )

Figure 5. Correlations between sucrose concentrations and number of roots after light durations of 8 and 16 hr/day under *in vitro* conditions after 5 week.



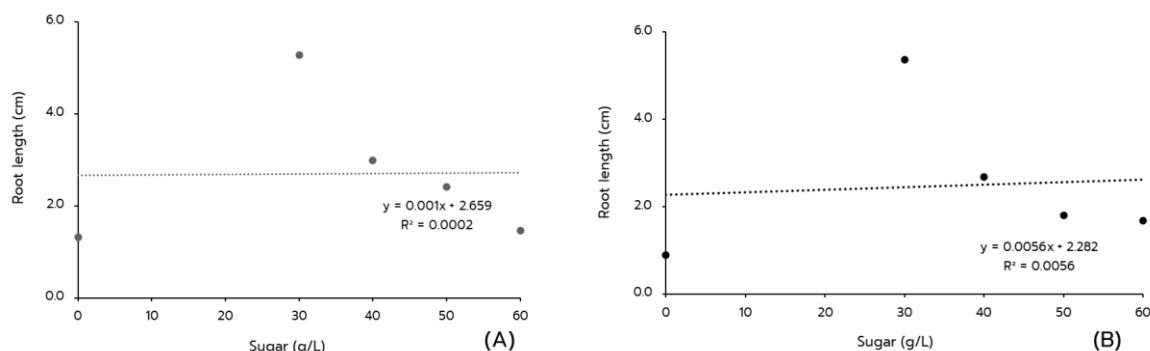


Figure 6. Correlations between sucrose concentrations and root length after light durations of 8 and 16 hr/day under *in vitro* conditions after 5 week.

ความสัมพันธ์ในเชิงบวกระหว่างความกว้างของรากกับระดับของน้ำตาลซูโครสที่มีความเข้มข้นขึ้น โดยมีค่า  $R^2 = 0.53$  และ  $R^2 = 0.61$  ตามลำดับ (Figure 7)

จากการทดลองแสดงให้เห็นได้ว่า อิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยการให้แสงระยะเวลา 8 ชั่วโมงต่อวัน ร่วมกับน้ำตาลซูโครสระดับความเข้มข้น 0 กรัมต่อลิตร ส่งผลต่อการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบต่อต้นและความสูงของหงส์เหิน และการให้แสง 8 ชั่วโมงต่อวัน ร่วมกับน้ำตาลซูโครสระดับความเข้มข้น 30 กรัมต่อลิตร ส่งผลต่อการเพิ่มจำนวนยอด ความสูงต้น และจำนวนราก เป็นที่น่าสังเกตว่าในการทดลองนี้การให้แสงเป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมงต่อวัน ต้นหงส์เหินมีลักษณะผอมสูง ค่อนข้างอ่อนแอ ไม่สมบูรณ์ เนื่องจากระยะเวลาการให้แสงที่สั้นทำให้เกิดการยืดตัวของลำต้นเพื่อหาแสง ซึ่งแสงเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยกระบวนการสังเคราะห์แสง (photosynthesis) เพื่อเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมีมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสัณฐานวิทยาของพืช (Huché-Thélier *et al.*, 2016) สำหรับการให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ร่วมกับน้ำตาลซูโครสระดับความเข้มข้น 0 และ 30 กรัมต่อลิตร ส่งผลให้มีจำนวนใบและความสูงต้นดีกว่าในกรรมวิธีอื่น ๆ และการให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ร่วมกับน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 30 กรัมต่อลิตร มีผลทำให้จำนวนยอดและจำนวนรากมากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ นอกจากนี้ยังพบว่า ต้นหงส์เหินมีลักษณะปกติ มีความสมบูรณ์แข็งแรง ใบมีสีเขียว (Figure 8) เมื่อพืชได้รับแสงในปริมาณที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตโดย

ส่งผลต่อลักษณะสัณฐานวิทยาของพืชนั่นเอง สอดคล้องกับการรายงานของ Kumyong and YangKhamman (2020) ได้ศึกษาผลของน้ำตาลซูโครสต่อการเจริญเติบโตของหงส์เหินลูกผสม “MJ16” ในสภาพปลอดเชื้อ พบว่าการให้น้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 30 กรัมต่อลิตร มีผลต่อการเจริญเติบโต คือ เหมาะสำหรับการเลี้ยงเพื่อเพิ่มปริมาณต้น นอกจากนี้ยังมีรายงานการให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน สามารถเลี้ยงพืชในสภาพปลอดเชื้อได้หลายชนิด เช่น ต้นมณีกาญจน์ (Nakdang *et al.*, 2023) ซึ่งการให้แสงดังกล่าวมีปริมาณความเข้มแสงและระยะเวลาการให้แสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชในสภาพปลอดเชื้อ นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช คือ น้ำตาล ซึ่งใช้เป็นแหล่งพลังงานที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากพืชมีการสังเคราะห์แสงในอัตราที่ต่ำและการเลี้ยงต้นพืชในขวดอาหารมีผลให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำกว่าปกติในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ดังนั้นจึงควรมีการให้น้ำตาลที่พืชสามารถนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้ ซึ่งการทดลองนี้ใช้น้ำตาลซูโครสเป็นองค์ประกอบในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช โดยน้ำตาลซูโครสเป็น disaccharide ประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคสและฟรุกโตส ซูโครสเป็นสารประกอบที่พบมากในพืชโดยพืชนำไปใช้ในกระบวนการเมแทบอลิซึม การสังเคราะห์ซูโครสเกิดในไซโทพลาสซึมของ photosynthetic cell เริ่มจาก triose phosphate ซึ่งได้จากวัฏจักรคัลวิน (Calvin cycle) ในคลอโรพลาสต์แพร่ผ่านเยื่อหุ้มคลอโรพลาสต์

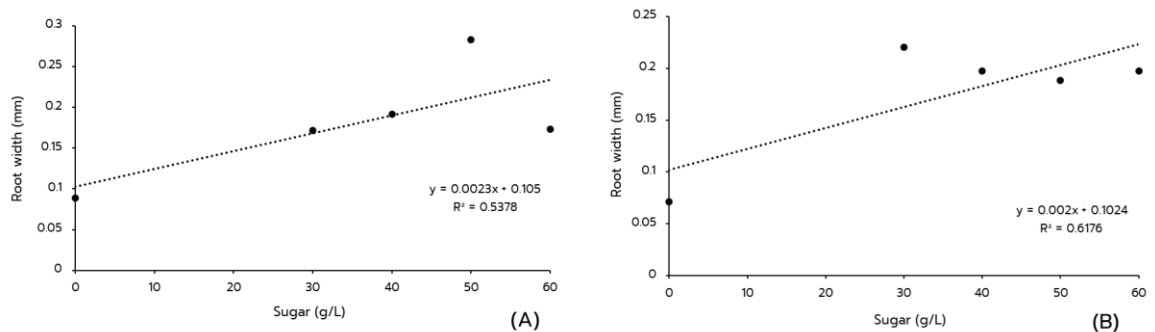


Figure 7. Correlations between sucrose concentrations and root width after light durations of 8 and 16 hr/day under *in vitro* conditions after 5 week.

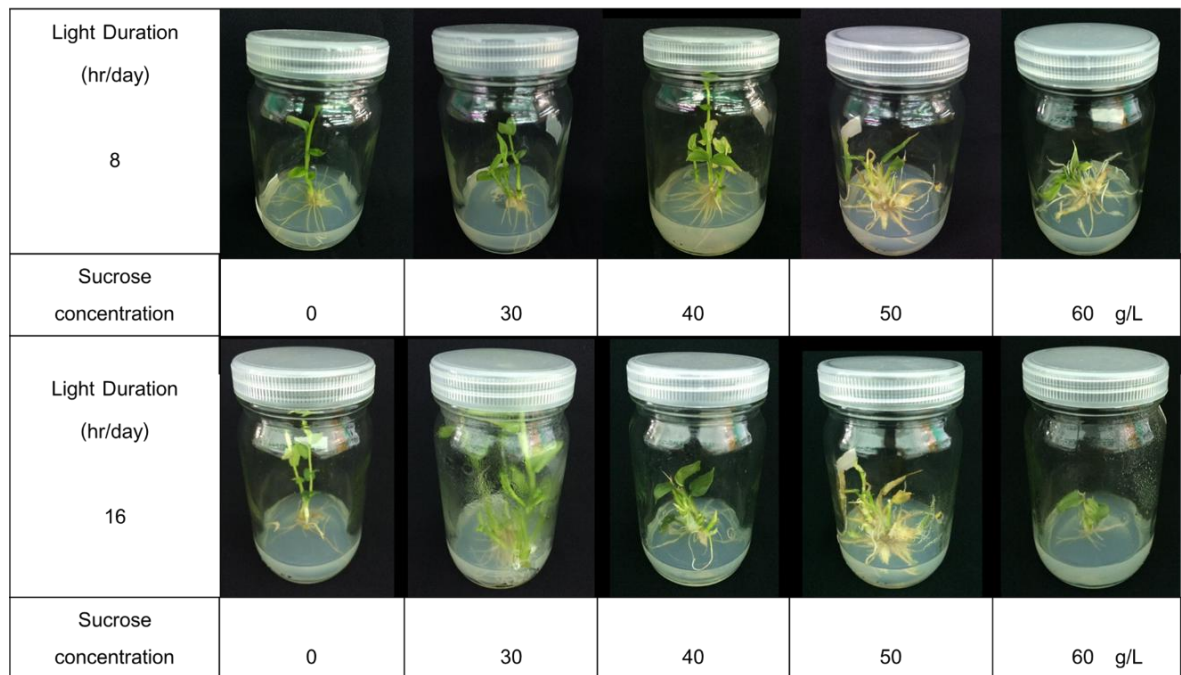


Figure 8. The growth and development of *Globba* under various light durations and sucrose concentrations *in vitro* for 5 weeks

มายังไซโทพลาสซึมโดยการแลกเปลี่ยน inorganic phosphate จากนั้น triose phosphate เปลี่ยนฟรุกโตส เป็น fructose-6-phosphate ด้วยเอนไซม์ fructose 1,6-bisphosphatase และเปลี่ยนเป็น sucrose-6-phosphate ด้วยเอนไซม์ sucrose phosphate synthase และเอนไซม์ sucrose phosphate phosphatase เร่งปฏิกิริยาการ Hydrolysis sucrose-6-phosphate ไป

เป็นน้ำตาลกลูโคสให้กับพืชที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ (Kaveeta *et al.*, 2017) ซึ่งสารอาหารที่พืชสร้างขึ้นช่วยให้พืชเจริญเติบโตและดำรงชีวิตอยู่ได้ ขณะที่การเลี้ยงพืชในอาหารสภาพปลอดเชื้ออาจได้รับแสงไม่เพียงพอต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง จึงเติมน้ำตาลซูโครสเพื่อชดเชยอาหารที่พืชอาจขาดหรือไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต และการให้น้ำตาลซูโครสช่วยทดแทนน้ำตาลจากการ-

สังเคราะห์แสงและพืชสามารถย่อยสลายเป็นน้ำตาลกลูโคสและฟรุคโตส ซึ่งพืชนำไปใช้ได้ทันทีโดยไม่ต้องรอน้ำตาลจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเอง (Kumyong, 2020) อย่างไรก็ตามจะต้องให้ในปริมาณที่เหมาะสมตามความต้องการของชนิด พันธุ์ และระยะการเจริญเติบโตของพืช ในการเจริญเติบโตระยะแรกของพืชที่อยู่ในสภาพปลอดเชื้อ พืชใช้น้ำตาลเป็นแหล่งอาหารสำคัญในกระบวนการหายใจ เพื่อนำพลังงานไปใช้ในกระบวนการเมแทบอลิซึม (Bonga and Aderkas, 1992) สำหรับไม้ดอกประเภทหัวในขณะที่ยังไม่สร้างหัว ใบอ่อนทำหน้าที่เป็นแหล่งรับอาหาร (sink) โดยอาหารถูกลำเลียงจากใบที่เจริญเติบโตเต็มที่ ซึ่งทำหน้าที่เป็นแหล่งสร้างอาหาร (source) (Ruamrungsri, 2015) สำหรับการทดลองนี้หงส์เหินที่ได้รับแสง 8 และ 16 โมงต่อวัน ร่วมกับระดับน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 60 กรัมต่อลิตร ทำให้การเจริญเติบโตด้านยอด ใบ และลำต้นลดลง อาจเป็นเพราะน้ำตาลที่มีความเข้มข้นสูงเกินไปส่งผลให้เกิด osmotic stress ในเซลล์ของรากพืชที่มีสารละลายน้ำตาลความเข้มข้นสูงขัดขวางการดูดน้ำและธาตุอาหาร ทำให้เกิดการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชและเกิดความเป็นพิษแก่เซลล์พืชได้ (Jo et al., 2009)

### สรุป

จากการทดลองการให้แสง 8 และ 16 ชั่วโมงต่อวัน ร่วมกับน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 30 กรัมต่อลิตร สำหรับกระตุ้นให้เจริญเติบโตด้านจำนวนยอด จำนวนใบ ความสูงต้น และจำนวนรากของต้นหงส์เหินหลังเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อเป็นเวลา 5 สัปดาห์ ขณะเดียวกันการเพิ่มระดับความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสเป็น 60 กรัมต่อลิตรกลับทำให้การเจริญเติบโตด้านต่าง ๆ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ อย่างไรก็ตามการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหงส์เหินหลังการให้แสง 8 ชั่วโมงต่อวัน ร่วมกับระดับน้ำตาลความเข้มข้น 30 กรัมต่อลิตร ส่งผลให้ลักษณะสัณฐานวิทยาของต้นหงส์เหินผิดปกติ เช่น การยืดยาวของลำต้น ต้นอ่อนแอ เป็นต้น

ดังนั้นการทดลองนี้สรุปได้ว่า การให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ร่วมกับน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 30 กรัม

ต่อลิตร มีความเหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหงส์เหิน ซึ่งผลการทดลองด้านระยะเวลาการให้แสงร่วมกับระดับความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสอาจใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาวิธีการขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นในอนาคต

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก ที่อำนวยความสะดวกให้การสนับสนุน เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

- Akhtar, A., D. Zink and P.B. Becker. 2000. Chromodomains are protein - RNA interaction modules. *Nature* 407(6802): 405-409.
- Aulia, M., T. Nasution, W. Muslihatin, S.N. Patrialoka, I.P.E.W. Pratama, P.Y. Aisyah, N. Jadid, T.R. Antika and M. Shovitri. 2024. The synergistic application of sucrose and various LED light exposures to enhance the *in vitro* growth of *Stevia rebaudiana* (Bertoni). *Open Agriculture* 9(1), doi: 10.1515/opag-2022-0305.
- Boerio-Goates, J. 1991. Heat-capacity measurements and thermodynamic functions of crystalline  $\alpha$ -D-glucose at temperatures from 10K to 340K. *The Journal of Chemical Thermodynamics* 23(5): 403-409.
- Bonga, J.M. and P. Von Aderkas. 1992. *In Vitro Culture of Trees*. Dordrecht Kluwer Academic Publishers, Chicago. 236 p.
- Huché-Thélier, L., L. Crespel, J. Gourrierc, P. Morel, S. Sakr and N. Leduc. 2016. Light

- signaling and plant responses to blue and UV radiations-perspectives for applications in horticulture. Environmental and Experimental Botany 121: 22-38.
- Iwamoto, A., S. Ishigooka, L. Cao and L.P.R. De Craene. 2020. Floral development reveals the existence of a fifth staminode on the labellum of basal Globbeae. Frontiers in Ecology and Evolution 8: 1-16.
- Jaimakaew, C., S. Thumdee and C. Sotthikul. 2016. Effects of sucrose, activated carbon, and light duration on *in vitro* microrhizome formation of ginger. Journal of Agriculture 32(1): 9-17. (in Thai)
- Jo, E.A., R.K. Tewari, E.J. Hahn and K.Y. Paek. 2009. *In vitro* sucrose concentration affects growth and acclimatization of *Alocasia amazonica* plantlets. Plant Cell Tissue and Organ Culture 96: 307-315.
- Kaveeta, L., M. Na Nakorn, S. Suwanawong, S. Tantiwiwat and N. Wongkantrakorn. 2017. Plant Physiology. Kasetsart University Publishing, Bangkok. 270 p. (in Thai)
- Kim, S.J., E.J. Hahn, J.W. Heo and K.Y. Paek. 2004. Effects of LED on net photosynthetic rate, growth and leaf stomata of chrysanthemum plantlets *in vitro*. Scientia Horticulturae 101(1-2): 143-151.
- Kongbangkerd, A. and S. Wannachart. 2006. Effect of light on *in vitro* seed germination and development of *Dendrobium ochreatum* Lindl. NU Science Journal 3(2): 231-241. (in Thai)
- Kumyong, O. 2020. Study on rhizomes production of *Globba* (*Globba* spp.). M.S. Thesis. Maejo University, Chiang Mai. 139 p. (in Thai)
- Kumyong, O. and P. Yangkhamman. 2020. Effect of sucrose on growth and development of *Globba hybrida* “MJ16” under *in vitro* conditions. Songklanakarin Journal of Plant Science 7(1): 2-9. (in Thai)
- Mabberley, D.J. 2017. Mabberley’s Plant-book, 4<sup>th</sup> ed. Cambridge University Press, Cambridge. 1102 p.
- Mahlberg, G.P. and S. Yarus. 1977. Effect of light, pH, temperature, and crowding on megaspore germination and sporophyte formation in *Marsilea*. Journal of Experimental Botany 28(5): 1137-1146.
- Matgorzata, M. 2025. Effect of light spectrum, sucrose concentration, and 6-Benzyl-aminopurine on *in vitro* adventitious bulb formation in *Tulipa tarda*. Agronomy 15(3): 1-9, doi: 10.3390/agronomy15030642.
- Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. Physiologia Plantarum 15(3): 473-497.
- Nakdang, S., R. Chuengpanya, P.Sornyotha, A. Muangkroot, T. Jenjittikul and N. Chuenboonngarm. 2023. *In vitro* propagation of *Curcuma lithophila* Škorníček and Soonthornk an endemic species of Thailand with high potential to be used as ornamental plant. Journal of Applied Science and Emerging Technology 22(2): e248222, doi: 10.14416/JASET.KMUTNB.2023.02.010. (in Thai)
- Nontalee, S., S. Saensouk and P. Saensouk. 2017. *In vitro* propagation of *Globba*

- annamensis* Gagnep. for conservation of rare plant species in Thailand. Journal Khon Kean University Science 45(4): 858 - 872. (in Thai)
- Ruamrungsri, S. 2015. Physiology of Flower Blub. Chiang Mai University Publishing. Chiang Mai. 276 p. (in Thai)
- Sam, Y.Y. and H. Ibrahim. 2016. A new *Globba* with large white floral bracts from Peninsular Malaysia. PhytoKeys 73: 117 - 124.
- Yuanjun, Y., Y. Zhou, J. Tan, L. Huang and Y. Xu. 2024. *Globba* Hongman, a cut-flower cultivar with red bract color and long vase life. HortScience 59(10): 1550 - 1552, doi: 10.21273/HORTSCI18113-24.
-