การขยายพันธุ์ฟิโลเดนดรอน ไวท์ปริ้นเซส และฟิโลเดนดรอนเวอร์รูโคซัมในหลอดทดลองด้วยระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว

IN VITRO PROPAGATION OF *PHILODENDRON ERUBESCENS* 'WHITE PRINCESS' AND *PHILODENDRON VERRUCOSUM* L. MATHIEU EX SCHOTT BY TEMPORARY IMMERSION BIOREACTOR SYSTEM (TIBS)

ศุภาวีร์ แสงจันทร์จิรเดช[1] ชญานนท์ แก้วพรหม[1] ขจรพงศ์ ดาศรี[2] นันทพร สุทธิประภา[3] และ ขวัญเดือน รัตนา[1*]

Supavee Sangchanjiradet[1], Chayanon Kaewprom[1] Kajohnpong Dasri[2] Nanthaporn Sutthiphapa[3] and Khwanduean Rattana[1*]

[1]สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

[2]สาขาวิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

[3]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

[1]Program of Biology, Faculty o Science, Ubon Ratchathani Rajabhat University

[2]Program of Microbiology, Faculty o Science, Ubon Ratchathani Rajabhat University

[3]Program of Environmental Science, Faculty o Science, Ubon Ratchathani Rajabhat University

[*]corresponding author e-mail: Khwanduean.r@ubru.ac.th

(Received: 7 June 2024; Revised: 19 August 2024; Accepted: 26 August 2024)

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อขยายพันธุ์ฟิโลเดนดรอน ไวท์ปริ้นเซส และฟิโลเดนดรอนเวอร์รูโคซัม ด้วยระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว (Temporary immersion bioreactor system; TIBs) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) และทำการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนต้นอ่อนทั้งสองพันธุ์ที่ปลอดเชื้อในอาหารเหลวสูตรของ Murashige และ Skoog (MS) ที่เติม 6-Benzyladenine (BA) 0 1 และ 2 มก./ล. ความถี่ในการให้อาหารทุก 6 ชั่วโมง เป็นเวลา 5 นาที เปรียบเทียบกับชุดควบคุม คือ อาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่ปราศจากสารควบคุมการเจริญเติบโต เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ในสภาพมีแสง พบว่า ต้นอ่อนฟิโลเดนดรอนไวท์ปริ้นเซส ที่เพาะเลี้ยงด้วยระบบ TIBs ในอาหารเหลวทุกสูตร มีร้อยละการรอดชีวิตและ

การเกิดยอดสูงกว่าชุดควบคุมที่เป็นอาหารกึ่งแข็งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยอาหารสูตร MS ที่ปราศจากสารควบคุมการเจริญเติบโตที่เพาะเลี้ยงในระบบ TIBs มีจำนวนต้นเฉลี่ยสูงสุด 3.10 ต้นต่อชิ้นส่วน และความสูงเฉลี่ยสูงสุด 5.50 มม.ต่อต้น สำหรับการเพาะเลี้ยงต้นอ่อนฟิโลเดนดรอนเวอร์รูโคซัม ที่เพาะเลี้ยงด้วยระบบ TIBs ในอาหารเหลวที่เติม BA 1 มก./ล. พบว่า สามารถชักนำให้มีจำนวนใบและรากเฉลี่ยสูงสุด คือ 4.20 ใบ และ 1.60 รากต่อชิ้นส่วน ตามลำดับ และอาหารที่เติม BA 2 มก./ล. สามารถชักนำให้ต้นพืชมีความสูงเฉลี่ยสูงสุด 16.20 มม.ต่อต้น จากนั้นย้ายต้นอ่อนทั้งสองพันธุ์ออกปลูกและอนุบาลในโรงเรือนในสภาพแวดล้อมภายนอก โดยใช้วัสดุปลูก 3 ชนิด ได้แก่ พีทมอส พีทมอสผสมเพอร์ไลท์ (4 : 1) และพีทมอสผสมเวอร์มิคูไลท์ (4 : 1) เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า ฟิโลเดนดรอนทั้งสองพันธุ์มีร้อยละการรอดชีวิต 100% โดยพีทมอสผสมเพอร์ไลท์ (4 : 1) สามารถชักนำให้ต้นอ่อนฟิโลเดนดรอนทั้งสองพันธุ์มีความสูงเฉลี่ยสูงสุด จากผลการศึกษาที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อการขยายพันธุ์พืชในสกุลฟิโลเดนดรอนชนิดอื่นให้ได้จำนวนมากในระยะเวลาอันสั้น เพื่อประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ต่อไป

คำสำคัญ: การขยายพันธุ์ ระบบอาหารเหลว ฟิโลเดนดรอน

Abstract

This study aims to propagate *Philodendron erubescens* 'White Princess' and *P. verrucosum* using a Temporary Immersion Bioreactor System; TIBs. The experiment was designed using a Completely Randomized Design; CRD, and sterile young shoot explants of both cultivars were cultured in Murashige and Skoog (MS) liquid medium supplemented with 0, 1, and 2 mg/l 6– Benzyladenine (BA) was investigated. Feeding was conducted every 6 hours for 5 minutes, compared to a control group cultured in semi–solid MS medium without plant growth regulators over 8 weeks. It was found that a higher percentage of survival and shoot formation of *P. erubescens* 'White Princess' cultured in the TIBs system was observed in all liquid media formulations than the control. The highest average number of shoots (3.10 per explant), and shoot height (5.50 mm) was found in the liquid MS medium without growth regulators in the TIBs. Furthermore, the highest average number of leaves (4.20 leaves) and roots (1.60 roots) could be obtained when young shoots of *P. verrucosum* were cultured in the TIB system with liquid media supplemented with 1 mg/l BA whereas the longest shoot length (16.20 mm) was received on the medium added with 2 mg/l BA. Plantlets of both species were transplanted into externally acclimatized in the greenhouse using three different planting materials: peat moss, a peat moss–perlite mix (4 : 1), and a peat moss–vermiculite mix (4 : 1) for 4 weeks.

The results indicated that Both plantlet species exhibited a 100% of survival rate. However, the highest average plant height of both species was found when a mixture of peat moss–perlite (4 : 1) was used as planting material. The results of this study can be applied to the propagation of other species in the Philodendron genus to produce large quantities in a short period, providing commercial benefits.

Keywords: Propagation, Liquid culture system, *Philodendron*

บทนำ

ฟิโลเดนดรอน (Philodendron) เป็นพืชที่จัดอยู่ในวงศ์บุกบอน (Araceae) เป็นสกุลที่มีขนาดใหญ่เป็นอันดับสองและมีความหลากหลายที่สุด ประกอบด้วย สายพันธุ์มากกว่า 500 สายพันธุ์ (Mayo, Bogner & Boyce, 1997) พืชสกุลฟิโลเดนดรอน สามารถเจริญเติบโตและปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมในประเทศไทยได้ดี จึงได้รับความนิยมอย่างมากเนื่องจากใบที่มีความสวยงามและความทนทานต่อสภาพแวดล้อม จึงได้มีการเพาะปลูกอย่างกว้างขวางเพื่อใช้ในงานตกแต่งภายในอาคาร ดังนั้นพืชในสกุลฟิโลเดนดรอนจึงเป็นที่นิยมที่สุดในตลาดพืชใบประดับ โดยเฉพาะในประเทศไทย (Klanrit et al., 2023) โดยหนึ่งในสายพันธุ์ที่ได้รับความนิยมในการปลูกเลี้ยง คือ สายพันธุ์ฟิโลเดนดรอน ไวท์ปริ้นเซส (*P. erubescens* ‘White princess) เป็นสายพันธุ์ลูกผสมของฟิโลเดนดรอนที่ลักษณะใบเป็นรูปหัวใจ ปลายใบแหลมเป็นติ่ง ลำต้น และก้านใบมีสีเขียวเป็นหลักแซมด้วยสีขาว มีรากอากาศแทรกตามข้อ และสายพันธุ์ฟิโลเดนดรอน เวอร์รูโคซัม (*P. verrucosum* L. Mathieu ex Schott) เป็นสายพันธุ์ที่ใบมีลักษณะเป็นรูปทรงหัวใจ ก้านมีขน หลังใบมีสีแดงอมม่วงออกสีน้ำตาล เป็นสายพันธุ์ที่มีเอกลักษณ์ ใบเป็นกำมะหยี่ มีลักษณะเด่น คือ ผิวใบสะท้อนแสง และใบที่มีรูปทรงหรือลวดลายสะดุดตา มีเส้นใบสีขาวจากจุดกลางของใบ โค้งไปตามใบและไปรวมกันที่จุดใต้ใบ (ภวพล, 2561) สำหรับการขยายพันธุ์พืชสกุลฟิโลเดนดรอน โดยส่วนใหญ่ใช้การปักชำหรือการแยกหน่อ ซึ่งสามารถขยายพันธุ์ได้ในปริมาณน้อยและใช้เวลานาน ด้วยข้อจำกัดของการขยายพันธุ์แบบดั้งเดิมนี้ จึงได้มีการนำเทคนิคการขยายพันธุ์ในหลอดทดลอง (In vitro) มาใช้ในการผลิตเชิงพาณิชย์ เนื่องจากสามารถเพิ่มปริมาณต้นพืชได้จำนวนมาก โดยใช้ระยะเวลาสั้นลง และลดความเสี่ยงในการเกิดโรคพืช (Klanrit et al., 2023) โดยทั่วไปการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนพืชในสกุลฟิโลเดนดรอนจะนิยมเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชบนอาหารสังเคราะห์กึ่งแข็ง ดังรายงานการศึกษาการขยายพันธุ์พืชในสกุลฟิโลเดนดรอนหลายชนิด เช่น *P. erubescens* ‘Pink princess’ (ณัฏฐิยา และวรุณยุพา, 2566; Klanrit et al., 2023) Philodendron ‘Birkin’ (วัลยา, ทัศนัย และพาริณี, 2566) *P. bipinnatifidum* Schott ex Endl. (Alawaadh et al., 2020) แม้ว่าการขยายพันธุ์พืชบนอาหารกึ่งแข็งจะเป็นที่นิยม แต่พบว่ายังมีข้อจำกัดหลายประการ เช่น หากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 4–6 สัปดาห์

ต้องย้ายเปลี่ยนอาหารใหม่เนื่องจากอาหารเพาะเลี้ยงมีปริมาณลดน้อยลง ซึ่งมีโอกาสเสี่ยงต่อการปนเปื้อนเชื้อได้ และการเจริญเติบโตก็ยังถูกจำกัดในขวดเพาะเลี้ยงที่มีขนาดเล็ก ดังนั้นเพื่อการเพิ่มจำนวนต้นให้ได้ปริมาณมากจึงมีการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนพืชในอาหารเหลวที่สามารถเพิ่มจำนวนต้นได้จำนวนมากแต่การเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวนั้น ชิ้นส่วนของมักจะเกิดอาการฉ่ำน้ำ (Hyperhydricity) เนื่องจากชิ้นส่วนพืชต้องแช่ในอาหารเหลวตลอดเวลา ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช (Etienne & Berthouly, 2002) จากปัญหาดังกล่าวจึงได้มีการพัฒนาวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในอาหารเหลวรูปแบบต่างๆ ด้วยการแช่ตัวอย่างพืชชั่วคราวหรือการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชด้วยระบบจมชั่วคราว (Temporary immersion bioreactor System; TIBs) เป็นระบบที่ประกอบด้วย ขวด 2 ใบ ที่แยกระหว่างอาหารเหลวกับชิ้นส่วนของพืช (Explant) และมีระบบการไหลเวียนของอาหารเหลวไปยังชิ้นส่วนเนื้อเยื่อพืชเป็นช่วงระยะเวลา จากนั้นใช้แรงดันอา กาศดันอาหารเหลวกลับสู่ขวดเดิม (Etienne & Berthouly, 2002) ซึ่งวิธีการนี้จะช่วยลดปัญหาการฉ่ำน้ำของพืช และช่วยให้พืชโตเร็วและสามารถเพิ่มปริมาณของต้นอ่อน ลดระยะเวลาและขั้นตอน ลดต้นทุน แรงงาน และพื้นที่ในการเพาะเลี้ยงต้นอ่อนได้ (กิตติศักดิ์, 2563) อีกทั้งมีตัวอย่างงานวิจัยที่ประสบความสำเร็จในการใช้ระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราวในการขยายพันธุ์พืชชนิดต่างๆ อาทิเช่น หญ้าหวาน (กิตติศักดิ์, 2563) บัวบก (Wongsa, Kongbangkerd & Kunakhonnuruk, 2023) กล้วยไม้น้ำ (*Epipactis flava* Seidenf.) (Kunakhonnuruk, Inthima & Kongbangkerd, 2019) และพรรณไม้น้ำ เช่น อนูเบียสบาร์เทอรี่ บรอดลีฟ (*Anubias bateri* ‘Broad leaf’) (ณิชารีย์, นงนุช และสมเกียรติ, 2562) เป็นต้น

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการขยายพันธุ์ฟิโลเดนดรอน ไวท์ ปริ้นเซส และฟิโลเดนดรอน เวอร์รูโคซัม ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว (TIBs) เปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงในอาหารกึ่งแข็ง และสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการขยายพันธุ์พืชสกุลฟิโลเดนดรอนในเชิงพาณิชย์ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเปรียบเทียบระบบเพาะเลี้ยงต่อการเพิ่มปริมาณต้นของฟิโลเดนดรอน ไวท์ปริ้นเซส และฟิโลเดนดรอน เวอร์รูโคซัม

นำชิ้นส่วนยอดที่ปลอดเชื้อของฟิโลเดนดรอน ไวท์ปริ้นเซส และฟิโลเดนดรอน เวอร์รูโคซัม มาเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชด้วยระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว ด้วยการเพาะเลี้ยงต้นอ่อนพืชในอาหารเหลวปริมาตร 100 มิลลิลิตรต่อขวด โดยมีการกำหนดความถี่ในการให้อาหารทุก 6 ชั่วโมง (4 ครั้งต่อวัน) นานครั้งละ 5 นาที (Gomes et al., 2016) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ประกอบด้วย 4 ทรีทเมนท์ๆ ละ 3 ซ้ำ จำนวนชิ้นส่วนพืช 5 ชิ้นต่อ 1 ซ้ำ

ทรีทเมนต์ที่ใช้ในการศึกษาเป็นอาหารสูตรของ Murashige และ Skoog (MS) ที่เติมน้ำตาลซูโครส 30 กรัมต่อลิตร ร่วมกับการเติม 6–Benzyladenine (BA) ความเข้มข้น 0 1 และ 2 มก./ล. โดยเปรียบเทียบกับชิ้นส่วนพืชที่เพาะเลี้ยงบนอาหารกึ่งแข็ง (Semi–solid medium) สูตร MS ที่ปราศจากการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต โดยสภาพในการเพาะเลี้ยงมีการควบคุมอุณหภูมิที่ 25±1°C ความเข้มแสง 3,000 ลักซ์ ได้รับแสง 16 ชั่วโมงต่อวัน เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ จากนั้นบันทึกร้อยละการรอดชีวิต ร้อยละการเกิดยอด ร้อยละการเกิดราก นับจำนวนยอดต่อชิ้นส่วนพืช จำนวนใบ ความสูงของต้น และจำนวนราก และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

2. การศึกษาชนิดของวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการรอดชีวิตของต้นอ่อนฟิโลเดนดรอน ไวท์ปริ้นเซส และฟิโลเดนดรอน เวอร์รูโคซัม เมื่อย้ายออกปลูกในโรงเรือน

นำต้นอ่อนของฟิโลเดนดรอน ไวท์ปริ้นเซส และฟิโลเดนดรอน เวอร์รูโคซัมที่มีราก ลำต้น และใบที่สมบูรณ์จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ออกปลูกในกระถางพาสติกขนาด 2 นิ้ว ที่รองก้นกระถางด้วยกาบมะพร้าว ปรับสภาพก่อนย้ายปลูกด้วยการย้ายขวดเพาะเลี้ยงมาอนุบาลโดยการปรับสภาพที่อุณหภูมิห้องที่มีอากาศถ่ายเทสะดวกเป็นเวลา 7 วัน จากนั้นจึงย้ายต้นอ่อนออกจากขวดเพาะเลี้ยง และล้างวุ้นให้สะอาด และนำมาแช่ในสารป้องกันเชื้อราและแบคทีเรีย (ออโธไซด์^{TM} 5 ก./ล.) เพื่อป้องกันโรคต้นเน่า วางแผนการทดลองแบบ CRD ประกอบด้วย 3 ทรีทเมนท์ๆ ละ 10 ซ้ำ โดยการเปรียบเทียบวัสดุปลูกทั้งหมด 3 ชนิด ประกอบด้วย 1) พีทมอส 2) พีทมอสผสมเพอร์ไลท์ในอัตราส่วน 4 : 1 และ 3) พีทมอสผสมเวอร์มิคูไลท์ในอัตราส่วน 4 : 1 จากนั้นย้ายกระถางพลาสติกไปไว้ในแก้วพลาสติกที่มีการเติมน้ำความสูงประมาณ 1 ซม. จากก้นแก้วพลาสติก ปิดครอบแก้วพลาสติก (ระบบปิด) เพื่อรักษาความชื้น บันทึกร้อยละการรอดชีวิตและความสูงของต้นอ่อนของพืชทั้ง 2 ชนิด ภายหลังการย้ายออกปลูกในกระถางเป็นเวลา 4 สัปดาห์

3. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลการศึกษาโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อหาค่าเฉลี่ย (Mean) และหากพบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test; DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบระบบเพาะเลี้ยงต่อการเจริญเติบโตและการเพิ่มปริมาณต้นของฟิโลเดนดรอน ไวท์ปริ้นเซส

จากการย้ายชิ้นส่วนยอดของฟิโลเดนดรอน ไวท์ปริ้นเซส ที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่ปราศจากการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต มาเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชด้วยระบบ TIBs โดยใช้อาหารเหลวปริมาตร 100 มิลลิลิตรต่อขวด และกำหนดความถี่ในการให้อาหารทุก 6 ชั่วโมง (4 ครั้งต่อวัน) นานครั้งละ 5 นาที โดยทำการเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 0 1 และ 2 มก./ล. โดยเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม คือ อาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่ปราศจากการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต ภายหลังจากการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า อัตราการรอดชีวิตของทุกชุดการทดลองมีอัตราการรอดชีวิต 100% สูงกว่าชุดควบคุม (80%) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีอัตราการเกิดยอดอยู่ที่ 93.30–100% ซึ่งค่าอัตราการเกิดยอดสูงกว่าชุดควบคุม (60%) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่อัตราการเกิดรากของทุกชุดการทดลองและชุดควบคุมไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 1

จากการนำชิ้นส่วนยอดของฟิโลเดนดรอน ไวท์ปริ้นเซส ที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติมฮอร์โมน BA ความเข้มข้น 0 1 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร มาทำการนับจำนวนต้นเฉลี่ยต่อชิ้นส่วน จำนวนใบเฉลี่ยต่อต้น จำนวนรากเฉลี่ย และวัดความสูงเฉลี่ยของต้น พบว่า จำนวนต้นของทุกชุดการทดลองมีค่าเฉลี่ยต่อชิ้นส่วนอยู่ในระหว่าง 2.70–3.10 ต้นซึ่งมากกว่าชุดควบคุม (1.50 ต้นต่อชิ้นส่วน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในอาหารสูตร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต สามารถชักนำให้มีการเจริญของลำต้นด้านความสูงเฉลี่ยมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 5.50 มม. รองลงมา คือ อาหารสูตร MS ที่เติม BA 2 มก./ล. (5.10 มม.) อาหารสูตร MS ที่เติม BA 1 มก./ล. (4.50 มม.) และชุดควบคุม (3.40 มม.) ตามลำดับ ในขณะที่จำนวนใบเฉลี่ยและจำนวนรากเฉลี่ยของทุกชุดการทดลองและชุดควบคุมไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีจำนวนใบเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.10–2.90 ใบต่อต้น และจำนวนรากเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.40–1.10 ราก ดังตารางที่ 2 และภาพที่ 1

ตารางที่ 1 ร้อยละการรอดชีวิต การเกิดยอด และการเกิดราก จากการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนพืช ฟิโลเดนดรอน ไวท์ปริ้นเซส บนอาหารสูตร MS กึ่งแข็ง และระบบ TIBs ที่เติม BA ความเข้มข้น 0 1 และ 2 มก./ล. เพาะเลี้ยงเวลา 8 สัปดาห์

สูตรอาหาร	ร้อยละการรอดชีวิต (%±S.E.)	ร้อยละการเกิดยอด (%±S.E.)	ร้อยละการเกิดราก (%±S.E.)
MS (SSM)	80.00±10.70^{b}	60.00±13.10^{b}	33.30±12.60
MS (TIBs)	100.00±0.00^{a}	100.00±0.00^{a}	80.70±10.70
BA 1 มก./ล. (TIBs)	100.00±0.00^{a}	93.30±6.70^{a}	60.00±13.00
BA 2 มก./ล. (TIBs)	100.00±0.00^{a}	100.00±0.00^{a}	46.70±13.30
F–test	*	*	ns

หมายเหตุ SSM หมายถึง ชุดควบคุมที่เพาะเลี้ยงชิ้นส่วนพืชบนอาหารกึ่งแข็ง (Semi–solid medium)
TIBs หมายถึง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในระบบไบโอรีแอคเตอร์จมแบบชั่วคราว
ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน ในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)
* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)
ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกัน

ตารางที่ 2 จำนวนต้น จำนวนใบ ความสูงของต้น และจำนวนรากเฉลี่ย จากการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนพืช ฟิโลเดนดรอน ไวท์ปริ้นเซส บนอาหารสูตร MS กึ่งแข็ง และระบบ TIBs ที่เติม BA ความเข้มข้น 0 1 และ 2 มก./ล. เพาะเลี้ยงเวลา 8 สัปดาห์

สูตรอาหาร	จำนวนต้นเฉลี่ย (ต้น±S.E.)	จำนวนใบเฉลี่ย (ใบ±S.E.)	ความสูงเฉลี่ย (มม.±S.E.)	จำนวนรากเฉลี่ย (ราก±S.E.)
MS (SSM)	1.50±0.30^{b}	2.10±0.30	3.40±0.70^{d}	0.40±0.20
MS (TIBs)	3.10±0.20^{a}	2.50±0.10	5.50±0.50^{a}	1.10±0.20
BA 1 มก./ล. (TIBs)	2.70±0.20^{a}	2.90±0.20	4.50±0.30^{c}	1.00±0.30
BA 2 มก./ล. (TIBs)	3.10±0.20^{a}	2.60±0.10	5.10±0.40^{b}	0.60±0.20
F–test	*	ns	*	ns

หมายเหตุ SSM หมายถึง ชุดควบคุมที่เพาะเลี้ยงชิ้นส่วนพืชบนอาหารกึ่งแข็ง (Semi–solid medium)
TIBs หมายถึง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในระบบไบโอรีแอคเตอร์จมแบบชั่วคราว
ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน ในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)
* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)
ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกัน

ภาพที่ 1 ลักษณะการเจริญเติบโตของต้นอ่อนฟิโลเดนดรอน ไวท์ปริ้นเซส ภายหลังการเพาะเลี้ยงในอาหารและระบบการเพาะเลี้ยงที่แตกต่างกัน เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ (สเกลบาร์=1 ซม.)
(ก) อาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่ไม่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต (Control)
(ข) ใช้อาหารเหลวสูตร MS ที่ไม่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตเพาะเลี้ยงในระบบ TIBs
(ค) ใช้อาหารเหลวสูตร MS ที่เติม BA 1 มก./ล. เพาะเลี้ยงในระบบ TIBs
(ง) ใช้อาหารเหลวสูตร MS ที่เติม BA 2 มก./ล. เพาะเลี้ยงในระบบ TIBs
(จ) ลักษณะของต้นอ่อนฟิโลเดนดรอน ไวท์ปริ้นเซส จากการเพาะเลี้ยงบนสูตรอาหารและระบบที่แตกต่างกัน

2. ผลการเปรียบเทียบระบบเพาะเลี้ยงต่อการเจริญเติบโตและการเพิ่มปริมาณต้นของฟิโลเดนดรอน เวอร์รูโคซัม

จากการนำชิ้นส่วนยอดของฟิโลเดนดรอน เวอร์รูโคซัม ที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่ปราศจากการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต มาตัดชิ้นส่วนยอดให้มีความยาวประมาณ 0.50 ซม. จากนั้นจึงทำการย้ายไปเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชด้วยระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว (TIBs) โดยใช้อาหารเหลวปริมาตร 100 มิลลิลิตรต่อขวด โดยมีการกำหนดความถี่ในการให้อาหารทุก 6 ชั่วโมง (4 ครั้งต่อวัน) นานครั้งละ 5 นาที โดยทำการเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 0 1 และ 2 มก./ล. โดยมีอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่ปราศจากการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตเป็นชุดควบคุม ภายหลังจากการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าร้อยละการรอดชีวิตและร้อยละการเกิดยอดแต่ของละชุดการทดลองไม่แตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนร้อยละการเกิดรากของทุกชุดการทดลองมีร้อยละการเกิดรากอยู่ในช่วง 80–83.30% ซึ่งค่าร้อยละการเกิดรากสูงกว่าชุดควบคุม (40%) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 3

จากการนำชิ้นส่วนยอดของฟิโลเดนดรอน เวอรูโคซัม ที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 0 1 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร มาทำการวัดจำนวนต้นเฉลี่ยต่อชิ้นส่วน จำนวนใบเฉลี่ยต่อต้น ความสูงเฉลี่ยของต้น และจำนวนรากเฉลี่ย พบว่า จำนวนต้นเฉลี่ยต่อชิ้นส่วนของชุดการทดลองและชุดควบคุม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะเดียวกัน พบว่า อาหารสูตร MS ที่มีการเติม BA 1 มก./ล. และ MS ที่มีการเติม BA 2 มก./ล. สามารถชักนำให้เกิดจำนวนใบเฉลี่ยต่อต้นมากที่สุด คือ 4.20 และ 4 ใบ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่อาหารสูตร MS ที่เติม BA 2 มก./ล. สามารถชักนำให้มีการเจริญของลำต้นทำให้มีความสูงของต้นเฉลี่ยสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 16.20 มม. รองลงมา คือ อาหารสูตร MS ที่เติม BA 1 มก./ล. (13.40 มม.) สูตรอาหาร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต (9.40 มม.) และชุดควบคุม (5.40 มม.) ตามลำดับ ขณะที่ชุดการทดลองทุกชุดการทดลองสามารถชักนำให้มีจำนวนรากเฉลี่ยมากกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 4 และภาพที่ 2

ตารางที่ 3 ร้อยละการรอดชีวิต ร้อยละการเกิดยอด และร้อยละการเกิดรากจากการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนพืชฟิโลเดนดรอน เวอรูโคซัม บนอาหารสูตร MS กึ่งแข็ง และระบบ TIBs ที่เติม BA ความเข้มข้น 0 1 และ 2 มก./ล. เพาะเลี้ยงเวลา 8 สัปดาห์

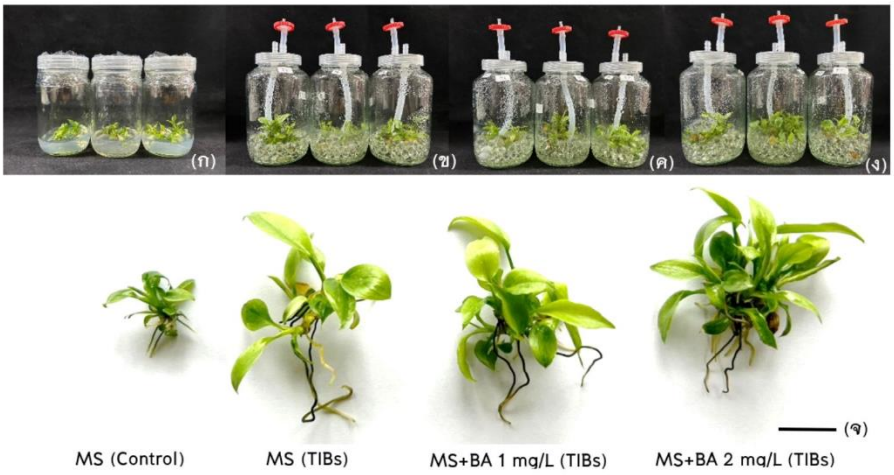
สูตรอาหาร	ร้อยละการรอดชีวิต (%±S.E.)	ร้อยละการเกิดยอด (%±S.E.)	ร้อยละการเกิดราก (%±S.E.)
MS (SSM)	100.00±0.00	100.00±0.00	40.00±13.10^{b}
MS (TIBs)	86.70±9.10	86.70±9.10	80.00±10.70^{a}
BA 1 มก./ล. (TIBs)	100.00±0.00	100.00±0.00	80.00±10.70^{a}
BA 2 มก./ล. (TIBs)	100.00±0.00	100.00±0.00	83.30±9.30^{a}
F–test	**ns**	**ns**	*****

หมายเหตุ SSM หมายถึง ชุดควบคุมที่เพาะเลี้ยงชิ้นส่วนพืชบนอาหารกึ่งแข็ง (Semi–solid medium)
TIBs หมายถึง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในระบบไบโอรีแอคเตอร์จมแบบชั่วคราว
ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน ในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)
* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)
ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกัน

ตารางที่ 4 จำนวนต้นต่อชิ้นส่วน จำนวนใบ ความสูงเฉลี่ยของต้น และจำนวนรากเฉลี่ย จากการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนพืชฟิโลเดนดรอน เวอรูโคซัม บนอาหารสูตร MS กึ่งแข็ง และระบบ TIBs ที่เติม BA ความเข้มข้น 0 1 และ 2 มก./ล. เพาะเลี้ยงเวลา 8 สัปดาห์

สูตรอาหาร	จำนวนต้นเฉลี่ย (ต้น±S.E.)	จำนวนใบเฉลี่ย (ใบ±S.E.)	ความสูงเฉลี่ย (มม.±S.E.)	จำนวนรากเฉลี่ย (ราก±S.E.)
MS (SSM)	3.60±0.30	3.20±0.20^{b}	5.40±0.40^{d}	0.50±0.20^{b}
MS (TIBs)	3.10±0.50	3.10±0.40^{b}	9.40±1.30^{c}	1.40±0.30^{a}
BA 1 มก./ล. (TIBs)	3.30±0.40	4.20±0.20^{a}	13.40±1.00^{b}	1.60±0.30^{a}
BA 2 มก./ล. (TIBs)	3.90±0.50	4.00±0.20^{a}	16.20±1.00^{a}	1.40±0.2^{0a}
F-test	ns	*	*	*

หมายเหตุ SSM หมายถึง ชุดควบคุมที่เพาะเลี้ยงชิ้นส่วนพืชบนอาหารกึ่งแข็ง (Semi-solid medium)
TIBs หมายถึง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในระบบไบโอรีแอคเตอร์จมแบบชั่วคราว
ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน ในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)
* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)
ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกัน



ภาพที่ 2 ลักษณะการเจริญเติบโตของต้นอ่อนฟิโลเดนดรอน เวอรูโคซัม ภายหลังการเพาะเลี้ยงในอาหารและระบบการเพาะเลี้ยงที่แตกต่างกัน เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ (สเกลบาร์=1 ซม.)
(ก) อาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่ไม่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต (Control)
(ข) อาหารเหลวสูตร MS ที่ไม่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตเพาะเลี้ยงในระบบ TIBs
(ค) อาหารเหลวสูตร MS ที่เติม BA 1 มก./ล. เพาะเลี้ยงในระบบ TIBs
(ง) อาหารเหลวสูตร MS ที่เติม BA 2 มก./ล. เพาะเลี้ยงในระบบ TIBs

(จ) ลักษณะของต้นอ่อนฟิโลเดนดรอน เวอรูโคซัม จากการเพาะเลี้ยงบนสูตรอาหารและระบบที่แตกต่างกัน

3. ผลการศึกษาชนิดของวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการรอดชีวิตของต้นอ่อนฟิโลเดนดรอน ไวท์ปริ้นเซส และฟิโลเดนดรอน เวอร์รูโคซัม เมื่อย้ายออกปลูกในโรงเรือน

จากการนำต้นอ่อนมีราก ลำต้นและใบที่แข็งแรงของฟิโลเดนดรอนทั้ง 2 ชนิด ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ย้ายออกปลูกในกระถางพลาสติกขนาด 2 นิ้ว ที่รองก้นกระถางด้วยกาบมะพร้าวสับ และเปรียบเทียบวัสดุปลูก 3 ชนิด ประกอบด้วย 1) พีทมอส 2) พีทมอสผสมเพอร์ไลท์ อัตราส่วน 4 : 1 และ 3) พีทมอสผสมเวอร์มิคูไลท์ อัตราส่วน 4 : 1 ภายหลังจากการนำออกปลูกในสภาพธรรมชาติเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า ต้นอ่อนฟิโลเดนดรอนทั้ง 2 ชนิด มีร้อยละการรอดชีวิต 100% โดยต้นอ่อนฟิโลเดนดรอน ไวท์ปริ้นเซสที่ปลูกในวัสดุปลูกชนิดพีทมอสผสมเพอร์ไลท์ในอัตราส่วน 4 : 1 สามารถชักนำให้ลำต้นสามารถเจริญและมีความสูงของต้นเฉลี่ยสูงสุด (13.20 มม.) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับทรีทเมนต์อื่น ดังตารางที่ 5 สำหรับต้นอ่อนฟิโลเดนดรอน เวอร์โรคูซัมที่ปลูกในวัสดุปลูกชนิดพีทมอสผสมเพอร์ไลท์ในอัตราส่วน 4 : 1 พบว่า ลำต้นสามารถเจริญและมีความสูงของต้นเฉลี่ยสูงสุด (17 มม.) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับทรีทเมนต์อื่น ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ร้อยละการรอดชีวิต และความสูงเฉลี่ยของฟิโลเดนดรอน ไวท์ปริ้นเซสและฟิโลเดนดรอน เวอร์โรคูซัม ภายหลังการย้ายออกปลูกในสภาพธรรมชาติ เป็นเวลา 4 สัปดาห์

วัสดุปลูก	ฟิโลเดนดรอน ไวท์ปริ้นเซส		ฟิโลเดนดรอน เวอร์โรคูซัม	
	ร้อยละการรอดชีวิต (%)	ความสูงเฉลี่ย (ซม.)	ร้อยละการรอดชีวิต (%)	ความสูงเฉลี่ย (ซม.)
พีทมอส	100	8.80±0.70^{b}	100	12.10±0.90^{b}
พีทมอส+เพอร์ไลท์	100	13.20±1.20^{a}	100	17.00±1.30^{a}
พีทมอส+เวอร์มิคูไลท์	100	6.80±0.40^{b}	100	10.70±0.90^{b}
F-test	ns	*	ns	*

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแต่อยู่ในคอลัมน์เดียวกัน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกัน

อภิปรายผล

ในการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการขยายพันธุ์ของฟิโลเดนดรอน ไวท์ปริ้นเซส และฟิโลเดนดรอน เวอร์รูโคซัม ด้วยระบบระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยในการเพิ่มจำนวนต้นพืชสกุลฟิโลเดนดรอนได้ในระยะเวลาอันสั้น และช่วยลดข้อจำกัดบางประการของการขยายพันธุ์พืชได้เช่นเดียวกันกับงานวิจัยที่ประสบความสำเร็จในการใช้ระบบ TIBs ในการขยายพันธุ์พืชชนิดต่างๆ เช่น หญ้าหวาน (กิตติศักดิ์, 2563) บัวบก (Wongsa, Kongbangkerd & Kunakhonnuruk, 2023) กล้วยไม้น้ำ (*Epipactis flava* Seidenf.) (Kunakhonnuruk, Inthima & Kongbangkerd, 2019) และพรรณไม้น้ำ เช่น อนูเบียสบาร์เทอรี่ บรอดลีฟ (*Anubias bateri* 'Broad leaf') (ณิชารีย์, นงนุช และสมเกียรติ, 2562) เป็นต้น จากการขยายพันธุ์ของฟิโลเดนดรอน ไวท์ปริ้นเซส และฟิโลเดนดรอน เวอร์รูโคซัม ด้วยระบบ TIBs โดยใช้อาหารเหลวปริมาตร 100 มิลลิลิตรต่อขวด โดยมีการกำหนดความถี่ในการให้อาหารทุก 6 ชั่วโมง (4 ครั้งต่อวัน) นานครั้งละ 5 นาที และเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติม BA ที่ระดับความเข้มข้น 0 1 และ 2 มก./ล. เปรียบเทียบกับอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่ปราศจากการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตเป็นชุดควบคุม ภายหลังจากการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ร้อยละการรอดชีวิตของทุกชุดการทดลองมีร้อยละการรอดชีวิตและการชักนำให้เกิ ดยอดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม เนื่องจากชิ้นส่วนพืชที่เพาะเลี้ยงด้วยระบบบ TIBs นั้นจะมีโอกาสสัมผัสกับอาหารและอากาศได้ทุกส่วนเมื่อเทียบกับที่เพาะเลี้ยงในอาหารกึ่งแข็งที่มีเฉพาะส่วนที่ตัดเท่านั้นที่จะได้รับสารอาหาร (Kunakhonnuruk, Inthima & Kongbangkerd, 2019) นอกจากนี้ข้อดีอีกประการของระบบ TIBs เมื่อเทียบกับอาหารกึ่งแข็งคือการสลับระหว่างการให้อากาศและการแช่ตัวอย่างพืชในอาหารเหลวเป็นช่วงระยะเวลา ซึ่งจะสามารถช่วยให้พืชได้มีการแลกเปลี่ยนก๊าซได้ดีขึ้นและยังช่วยลดปัญหาการฉ่ำน้ำได้ดี ซึ่งการแลกเปลี่ยนก๊าซที่ดีนี้จะช่วยเพิ่มอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชให้มีจำนวนต้น ใบและรากเพิ่มขึ้น รวมถึงการลดลักษณะความผิดปกติที่เกิดขึ้นระหว่างการเพาะเลี้ยงได้ด้วย (Kunakhonnuruk, Kongbangkerd & Inthima, 2019; Ziv, 2005) ซึ่งผลการศึกษาในครั้งนี้สอดคล้องกับรายงานของณิชารีย์, นงนุช และสมเกียรติ (2562) รายงานว่า สามารถเพิ่มปริมาณต้นพรรณไม้น้ำอนูเบียสบาร์เทอรี่บรอดลีฟ (*Anubias barteri* 'Broad leaf') ด้วยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว มีการเจริญเติบโตดีกว่าการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหารกึ่งแข็ง และรายงานของ Wongsa, Kongbangkerd & Kunakhonnuruk (2023) รายงานว่า การเพาะเลี้ยงใบบัวบก (*Centella asiatica*) ด้วยระบบ TIS ส่งเสริมให้พืชมีมวลชีวภาพเพิ่มขึ้นมากกว่าสามเท่าโดยเฉลี่ย และมีจำนวนต้นใหม่เฉลี่ย ใบและรากที่สูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงบนอาหารกึ่งแข็ง

สำหรับสูตรอาหารที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเพื่อขยายพันธุ์พืชฟิโลเดนดรอนทั้ง 2 ชนิด จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ฟิโลเดนดรอน ไวท์ปริ้นเซส สามารถส่งเสริมให้มีจำนวนต้นเฉลี่ยและความสูงเฉลี่ยสูงสุด เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่ปราศจากสารควบคุมการเจริญเติบโต สอดคล้องกับรายงานของ วัลยา และคณะ (2023) รายงานว่า อาหารสูตร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตสามารถชักนำให้ต้นอ่อน ฟิโลเดนดรอนเบอร์กิ้น มีความยาวยอดเฉลี่ยสูงสุด 1.88 ซม. และฟิโลเดนดรอน เวอร์รูโคซัม อาหารสูตร MS ที่เติม BA 1–2 มก./ล. สามารถส่งเสริมให้ลำต้นมีความสูงเฉลี่ย จำนวนใบและรากเฉลี่ยสูงสุด สอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ Alawaadh et al. (2020) รายงานว่า สามารถเพิ่มปริมาณต้น Lacy Tree Philodendron ได้ดีเมื่อเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA 1 มก./ล. การเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิด BA ลงในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสามารถส่งเสริมให้เกิดการเจริญเติบโตของพืชได้ดีนั้นเนื่องจาก BA มีหน้าที่ในการกระตุ้นการแบ่งเซลล์และขยายขนาดของเซลล์ การเลือกใช้ไซโตไคนินที่ระดับความเข้มข้นที่สูงขึ้นจะส่งผลให้เกิดการแบ่งเซลล์เพื่อการเจริญของกิ่งใบและลำต้น รวมถึงเร่งการเจริญของตาข้างและลำต้นได้เพิ่มขึ้น (สุมนทิพย์, 2556)

ภายหลังจากการนำต้นอ่อนย้ายออกปลูกในสภาพธรรมชาติ โดยใช้วัสดุปลูก 3 ทรีทเมนต์ คือ พีทมอส พีทมอสผสมเพอร์ไลท์ (4 : 1) และพีทมอสผสมเวอร์มิคูไลท์ (4 : 1) เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า วัสดุปลูกทั้ง 3 ทรีทเมนต์ สามารถทำให้ต้นอ่อนฟิโลเดนดรอน ทั้ง 2 ชนิด มีร้อยละการรอดชีวิต 100% และในวัสดุปลูกชนิดพีทมอสผสมเพอร์ไลท์ (4 : 1) สามารถชักนำให้มีความสูงของต้นเฉลี่ยสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแตกต่างจากรายงานของ Asma et al., (2020); Hassan et al., (2016) ที่พบว่าเมื่อนำ *P. selloum* และ *P. bipinnatifidum* Schott ex Endl. ตามลำดับ ออกปลูกในสภาพธรรมชาติในวัสดุปลูก คือ พีทมอสผสมเพอร์ไลท์ (1 : 1) สามารถทำให้ต้นพืชมีร้อยละการรอดชีวิตสูงถึง 100% เนื่องจากปัจจัยสำคัญในการย้ายต้นอ่อนที่จากขวดเพาะเลี้ยงออกปลูกในสภาพธรรมชาตินั้นจำเป็นที่จะต้องรักษาความชื้นให้กับต้นอ่อนเพื่อให้มีอัตราการรอดชีวิตสูง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเลือกใช้วัสดุปลูกที่สามารถเก็บความชื้นได้ดี โดยการศึกษาครั้งนี้มีการใช้พีทมอส เนื่องจากพีทมอสมีคุณสมบัติที่ดีทั้งทางกายภาพและเคมีที่เหมาะสมต่อการเป็นวัสดุเพาะกล้าที่ดี คือ มีน้ำหนักเบา สะอาด อุ้มน้ำและระบายน้ำได้ดี มีปริมาณธาตุอาหาร เพียงพอ สำหรับการเจริญเติบโต และสะดวกสำหรับการนำไปใช้ (ครองใจ, 2019) และสำหรับเพอร์ไลท์ เป็นอนินทรียวัตถุที่เกิดจากหินภูเขาไฟ (Volcanic rock) โดยการนำหินดิบไปย่อยและร่อนแล้วนำไปอบให้แห้ง ทำให้ได้เม็ดหินที่มีลักษณะเหมือนฟองน้ำ มีน้ำหนักเบา ไม่สลายตัวได้ง่าย แม้จะนำไปผสมเป็นวัสดุปลูก สามารถอุ้มน้ำได้เล็กน้อย โดยน้ำจะเกาะอยู่ระหว่างช่องว่างของเม็ดเพอร์ไลท์เท่านั้น และเวอร์มิคิวไลท์ เป็นแร่ที่พบในธรรมชาติเป็นสารพวก

ไมกา มีลักษณะเป็นแผ่นซ้อนกันเป็นรูปคล้ายรังผึ้ง มีช่องว่างมาก รูพรุนคล้ายฟองน้ำ ระบายอากาศดี มีความหนาแน่นรวมต่ำมีความสามารถในการดูดซับน้ำอาหารไว้ได้สูง (ดลยา, 2554)

สรุปผลการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการขยายพันธุ์ของฟิโลเดนดรอน ไวท์ปริ้นเซส และฟิโลเดนดรอน เวอร์รูโคซัม ด้วยระบบระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยในการเพิ่มจำนวนต้นพืชสกุลฟิโลเดนดรอนได้ในระยะเวลาอันสั้น และช่วยลดข้อจำกัดบางประการของการขยายพันธุ์พืชได้ โดยพบว่าต้นอ่อนฟิโลเดนดรอนทั้งสองชนิดที่เพาะเลี้ยงด้วยระบบ TIBs ในอาหารเหลวทุกสูตร มีร้อยละการรอดชีวิตและการเจริญเติบโตที่ดีกว่าชุดควบคุมที่เพาะเลี้ยงในอาหารกึ่งแข็ง และจากการย้ายต้นอ่อนทั้งสองพันธุ์ออกปลูกในสภาพธรรมชาติ พบว่า ฟิโลเดนดรอนทั้งสองพันธุ์มีร้อยละการรอดชีวิต 100% เมื่อเลือกใช้วัสดุปลูกคือพีทมอสผสมเพอร์ไลท์ (4 : 1) ซึ่งการขยายพันธุ์ด้วยระบบ TIBs นั้นการเลือกใช้ชนิดพันธุ์พืช ชิ้นส่วน สูตรอาหารหรือวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเพื่อช่วยส่งเสริมการพัฒนาพืชนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการเพาะเลี้ยงว่าต้องการเพิ่มจำนวน กระตุ้นให้เกิดพัฒนาการของยอดหรือราก หรือกระตุ้นให้เกิดเป็นต้นพืชที่สมบูรณ์ จากนั้นเมื่อได้ต้นพืชใหม่ที่สมบูรณ์และมีจำนวนมากก็จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ทั้งด้านการขยายพันธุ์เชิงพาณิชย์หรือการอนุรักษ์พันธุ์ได้ในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณรายได้ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ประจำปีงบประมาณ 2566 ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี และสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์จนทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์

เอกสารอ้างอิง

กิตติศักดิ์ โชติกเดชาณรงค์. (2563). การขยายพันธุ์หญ้าหวานโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในระบบแช่ชั่วคราว. **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา**, **25**(1), 313–325.

ครองใจ โสมรักษ์. (2019). ผลของสีฝักและวัสดุปลูกต่อการงอก และการเจริญเติบโตของต้นกล้าคราม ฝักงอ. **วารสารเกษตรพระวรุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม**, **16**(2), 375–386.

ดลยา หนูแก้ว, ณัฏฐ พิชกรรม, และพูนพิภพ เกษมทรัพย์. (2554). การศึกษาวัสดุปลูกอัดเม็ดเพื่อทดแทนดินผสม. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**, **42**(ฉบับพิเศษ), 111–114.

ณิชารีย์ เธียรชาติสกุล, นงนุช เลาหะวิสุทธิ์, และสมเกียรติ สีสนอง. (2562). การใช้ระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราวในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่ออนูเบียสสบาร์เทอรีบรอดลีฟ. **วารสารเกษตรพระจอมเกล้า**, **37**(1), 23–31.

ณัฏฐิยา เกื้อทาน, และวรุณยุพา จุ้ดศรี. (2566). การขยายพันธุ์ต้นฟิโลเดรนดรอนพิงค์ปริ้นเซส (*Philodendron erubescens)* โดยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. **วารสารเกษตรและอาหาร มรวอ.**, **2**(1), 16–21.

ภวพล ศุภนันทนานนท์. (2561). **ไม้ใบ (Foloage Plants)**. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.

วัลยา มงคลสวัสดิ์, ทัศนัย ปัญจันทร์สงห์, และพาริณี โลมาอินทร์. (2566). ผลของ BA TDZ และ NAA ต่อการเจริญเติบโตของฟิโลเดนดรอนเบอร์กิ้น *PHILODENDRON* 'BIRKIN' ในสภาพปลอดเชื้อ. **PSRU Journal of Science and Technology**, **8**(1), 27–36.

สุมนทิพย์ บุนนาค. (2556). **การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชและการถ่ายยีนสู่พืช**. ขอนแก่น : ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Alawaadh, A.A., Dewir, Y.H., Alwihibi, M.S., Aldubai, A.A., El–Hendawy, S., & Naidoo, Y. (2020). Micropropagation of Lacy Tree Philodendron (*Philodendron bipinnatifidum* Schott ex Endl.). **HORTSCIENCE**, **55**(3), 294–299.

Etienne, H., & Berthouly, M. (2002). Temporary immersion systems in plant micropropagation. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, **69**, 215–231.

Gomes, H.T., Bartos, P.M.C., Balzon, T.A., & Scherwinski–Pereira, J.E. (2016). Regeneration of somatic embryos of oil palm (*Elaeis guineensis*) using temporary immersion bioreactors. **Industrial Crops and Products**, **89**, 244–249.

Klanrit, P., Kitwetcharoen, H., Thanonkeo, P., & Thanonkeo, S. (2023). In Vitro Propagation of *Philodendron erubescens* 'Pink Princess' and Ex Vitro Acclimatization of the Plantlets. **Horticulturae**, **9**(688), 1–10.

Kunakhonnuruk, B., Inthima, P., & Kongbangkerd, A. (2019). *In Vitro* Propagation of Rheophytic Orchid, *Epipactis flava* Seidenf. A Comparison of Semi–Solid, Continuous Immersion and Temporary Immersion Systems. **Biology**, **8**(72), 1–8.

Kunakhonnuruk, B., Kongbangkerd, A., & Inthima, P. (2019). Improving large–scale biomass and plumbagin production of *Drosera communis* A.St.–Hil. by temporary immersion system. **Industrial Crops & Products**, **137**, 197–202.

Mayo, S.J., Bogner, J., & Boyce, P.C. (1997). **The Genera of Araceae**. Belgium: The European Union by Continental Printing.

Wongsa, T., Kongbangkerd, A., & Kunakhonnuruk, B. (2023). Optimal Growth and Biomass of *Centella asiatica* Using a Twin–Bottle Temporary Immersion Bioreactor. **Horticulturae**, **9**(638), 1–9.

Ziv, M. (2005). Simple bioreactors for mass propagation of plants. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, **81**, 277–285.