

ผลของ NAA และผงถ่านกัมมันต์ต่อการชักนำรากของเทียนสีรินทร์ (*Impatiens sirindhorniae* Triboun & Suksathan)

Effects of NAA and activated charcoal on root induction of *Impatiens sirindhorniae* Triboun & Suksathan

ไชนียะ สะมาลา¹, สุรรัตน์ เย็นช้อน², และ สหณัฐ เพชรศรี^{3*}

Sainiya Samala¹, Sureerat Yenchon² and Sahanat Petchsri^{3*}

Received: 10 November 2024 ; Revised: 2 December 2024 ; Accepted: 2 January 2025

บทคัดย่อ

เทียนสีรินทร์ (*Impatiens sirindhorniae*) เป็นพันธุ์ไม้ดอกสวยงามและพืชเฉพาะถิ่นที่เจริญบริเวณภูเขาหินปูน พบได้ที่จังหวัดกระบี่ และสุราษฎร์ธานีเท่านั้น ปัจจุบันจัดอยู่ในสถานภาพมีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ หากสามารถขยายพันธุ์ได้จำนวนมากจะช่วยในการอนุรักษ์พันธุกรรมได้ ดังนั้นการศึกษครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของ NAA และผงถ่านกัมมันต์ต่อการชักนำรากในเทียนสีรินทร์สำหรับการผลิตต้นกล้าเพื่อย้ายปลูกอนุรักษ์ในถิ่นธรรมชาติ โดยนำเทียนสีรินทร์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในสภาวะปลอดเชื้อ ความยาว 2 เซนติเมตร มาวางเลี้ยงบนอาหารเพาะเลี้ยงสูตร 1/3 MS ขวดละ 2 ต้น แบ่งเป็น 6 ตำรับการทดลอง ได้แก่ ตำรับการทดลองที่เติม NAA ความเข้มข้น 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ ตำรับการทดลองที่เติมผงถ่านกัมมันต์ 1 กรัมต่อลิตรลงในอาหาร โดยตำรับที่เติม NAA ความเข้มข้น 0 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็นตำรับควบคุม หลังจากวางเลี้ยงครบ 4 สัปดาห์ สังเกตและบันทึกอัตราการเกิดราก จำนวนรากต่อต้น และลักษณะของราก โดยแต่ละตำรับการทดลองทำ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ขวด วางแผนการทดลองแบบ CRD เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม R ผลการศึกษาพบว่าอาหารที่ไม่เติม NAA (ตำรับควบคุม) สามารถชักนำให้เกิดรากได้ดีที่สุด คือมีอัตราการเกิดราก (ร้อยละ 100) จำนวนรากเฉลี่ยต่อต้น (5.31 ราก) ความยาวรากเฉลี่ย (3.50 ซม.) และความกว้างรากเฉลี่ย (0.23 ซม.) สูงที่สุด รองลงมาคือ อาหารที่เติมผงถ่านกัมมันต์ (ตำรับการทดลองที่ 6) มีอัตราการเกิดราก (ร้อยละ 100) จำนวนรากเฉลี่ยต่อต้น (5.58 ราก) และความยาวราก (2.66 ซม.) ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับอาหารในชุดควบคุม ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า NAA มีผลยับยั้งการชักนำรากในเทียนสีรินทร์ และควรใช้อาหารสูตร 1/3 MS ที่ไม่เติมผงถ่านกัมมันต์ในการชักนำให้ยอดเทียนสีรินทร์เกิดราก

คำสำคัญ: การขยายพันธุ์พืชปลอดเชื้อโรค, พืชที่มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ในธรรมชาติ, อาหาร MS

Abstract

Impatiens sirindhorniae are beautiful flowering plants and endemic plants that grow on limestone mountains. It was only found in Krabi province and Surat Thani province. Currently, its conservation status is classified as a vulnerable species. Micropropagation allows the production of plantlets for the preservation of genetic resources. The objective of this research was to investigate the influence of NAA and activated charcoal on micro-propagation of *I. sirindhorniae* for producing plantlets for transplanting and conservation in their natural habitat. Shoots developed explants obtained

¹ สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี จ.สุราษฎร์ธานี 84000

² สาขาวิชานวัตกรรมและการเกษตรและการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ.สงขลา 90110

³ ภาควิชาวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมชีวภาพ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จ.นครปฐม 73140

¹ Biology Program, Faculty of Science and Technology, Suratthani Rajabhat University, Surat Thani, 84000 Thailand

² Agricultural Innovation and Management Division, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkhla University, Songkhla, 90110 Thailand

³ Department of Science and Bioinnovation, Faculty of Liberal Arts and Science, Kasetsart University, 73140 Thailand

* Corresponding author +668 1345 5990 e-mail: faassnps@ku.ac.th

from cultivation in sterile conditions, approximately 2.0 centimeters long and without root formation, were taken for root induction. Shoot explants were cultured on 1/3 strength of solidified MS medium, 2 shoots per bottle. The experiment was divided into 6 treatments, viz. 1/3 MS supplemented with various concentrations of NAA (0, 0.5, 1.0, 1.5, and 2.0 mg/L) and 1 g/L of activated charcoal. The treatment with only 1/3 MS is the control. After culturing for 4 weeks, the root induction rate, number of roots and root characteristics were recorded. Three replications, with ten bottles per replicate and two explants per bottle, were used for each treatment. CRD experiment in a completely randomized design was carried out. The root induction rate, root length and root width were highest in the control (100%, 3.50 cm, 0.23 cm). However, plantlets cultured on media supplemented with activated charcoal (treatment 6) had a root induction rate (100%), average number of roots per plant (5.58 roots), and root length (2.66 cm), not significantly different from the control. Therefore, it can be concluded that all concentrations of NAA had an inhibitory effect on root induction in *I. sirindhorniae*. While 1/3 MS supplemented with or without activated charcoal should be used on root induction in *I. sirindhorniae*.

Keywords: Pathogen-free plant propagation, vulnerable, MS medium

บทนำ

เทียนสิรินธร (*Impatiens sirindhorniae* Triboun & Suksathan) เป็นพืชที่จัดอยู่ในสกุล *Impatiens* L. วงศ์ Balsaminaceae จัดเป็นพืชถิ่นเดียวของไทย (Suksathan & Triboun, 2009) พบกระจายอยู่ในพื้นที่แคบ ๆ ของระบบนิเวศเขาหินปูนบริเวณ อ.ปลายพระยา จ.กระบี่ และ ภูเขาหินปูนในอ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภา จ.สุราษฎร์ธานี โดยมีสถานภาพทางอนุรักษณ์ เป็นพืชที่มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ในธรรมชาติ (Vulnerable: VU) (Pattarakulpisutti, 2021) กอปรกับเป็นพรรณไม้ที่มีดอกสวยงามจึงมีผู้นิยมเพาะปลูกเป็นไม้ประดับ ทำให้มีการลักลอบนำพันธุ์ไม่ออกจากพื้นที่ธรรมชาติอยู่เสมอก่อให้เกิดการรบกวนและทำลายถิ่นอาศัยจากกิจกรรมของมนุษย์ (Samala *et al.*, 2022a)

ปัจจุบันการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในสภาวะปลอดเชื้อเป็นการขยายพันธุ์พืชที่มีประสิทธิภาพสูง รวดเร็ว และประหยัดต้นทุนมากกว่าวิธีการอื่น เหมาะแก่การขยายพันธุ์พืชป่า พืชที่เจริญช้า หรือ พรรณไม้หายาก ตลอดจนการเตรียมต้นกล้าเพื่อย้ายปลูกในแหล่งธรรมชาติสำหรับการอนุรักษ์ (De Mello *et al.*, 2020) โดยพบว่ามีผู้นำเทคนิควิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาขยายพันธุ์พืชสกุลเทียน (*Impatiens* L.) บ่อยครั้ง (Tharawoot, 2012; Rakkid *et al.*, 2013; Mohamed *et al.*, 2018; Kaviani *et al.*, 2021; Luo *et al.*, 2023) เนื่องจากเป็นพืชที่ติดฝักตามธรรมชาติได้น้อย ทำให้การขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเมล็ดจึงไม่เพียงพอต่อการขยายพันธุ์เพื่อนำไปปลูกยังถิ่นธรรมชาติสำหรับการอนุรักษ์ในพื้นที่เดิมได้ ดังนั้นคณะผู้วิจัยเลือกใช้เทคนิควิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาขยายพันธุ์เทียนสิรินธรเพื่อให้ได้ต้นพันธุ์เป็นจำนวนมาก อย่างไรก็ตามงาน

วิจัยที่ได้กล่าวถึงไว้ข้างต้นได้รายงานผลการชักนำรากโดยการใช้นaphthaleneacetic acid (NAA) ไว้บ้าง โดยครั้งนี้เป็นการศึกษาเพิ่มเติมจากงานวิจัยในครั้งก่อนที่เคยศึกษาไว้ (Samala *et al.*, 2022a; Samala *et al.*, 2022b) ซึ่งรายงานเกี่ยวกับการทำความสะอาดชิ้นส่วนพืชและการชักนำให้เกิดยอดโดยใช้ BA ร่วมกับ IBA หรือ NAA

แม้ว่าจะยังไม่พบรายงานการใช้ผงถ่านกัมมันต์ในการชักนำรากของพืชสกุลเทียน แต่การเติมผงถ่านกัมมันต์ลงในอาหารเพาะเลี้ยงสำหรับการชักนำรากนั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อดูดซับสารชีวเคมีที่อาจมีผลยับยั้งการสร้างราก พร่างแสงในอาหาร และปรับสมดุลของสารควบคุมการเจริญเติบโตให้เหมาะสมต่อการเกิดรากอีกด้วย (Te-chato & Lim, 1999) ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาผลของการเติมผงถ่านกัมมันต์ลงในอาหารเพาะเลี้ยงต่อการชักนำรากเทียนสิรินธรในการวิจัยครั้งนี้ด้วย

ดังนั้นงานวิจัยชิ้นนี้จึงมุ่งหมายที่จะศึกษาผลของ NAA ความเข้มข้นต่าง ๆ และการเติมผงถ่านกัมมันต์ลงในอาหารเพาะเลี้ยงต่อการชักนำราก เพื่อส่งเสริมการผลิตต้นกล้าของเทียนสิรินธรในสภาวะปลอดเชื้อสำหรับการย้ายปลูกโดยจะอนุบาลในเรือนเพาะชำก่อน จากนั้นจะนำไปทดลองย้ายปลูกบริเวณภูเขาหินปูนอันเป็นถิ่นอาศัยตามธรรมชาติของพรรณไม้ เพื่อเพิ่มจำนวนประชากรพืชในท้องถิ่นต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

จากการศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับความเข้มข้นของอาหารเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนเทียนสิรินธรก่อนหน้านี้ (Yenchon, personal communication, October 1, 2022) พบว่าอาหาร

กึ่งแข็งสูตร 1/3 MS (Murashige & Skoog, 1962) สามารถชักนำรากได้ดีที่สุด ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงใช้อาหารสูตร 1/3 MS มาเป็นฐานการวิจัยต่อไป

โดยนำต้นเทียนสิรินธรที่ชักนำได้จากการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนข้อบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร อายุ 4 สัปดาห์ มาตัดแยกเป็นยอดเดี่ยว ๆ และเลือกใช้ยอดที่มีความยาวเริ่มต้น 2 เซนติเมตร ทั้งนี้ แต่ละชุดการทดลองทำ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ขวด ขวดละ 2 ต้น โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomize design : CRD) จากนั้นย้ายเลี้ยงบนอาหารกึ่งแข็งสูตร 1/3 MS ที่เติม NAA ความเข้มข้น 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และเติมผงถ่านกัมมันต์ 1 กรัมต่อลิตร ปรับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.7 เติมน้ำตาลซูโครส 30 กรัมต่อลิตร และผงวุ้น 7.5 กรัมต่อลิตร แล้ววางเลี้ยงไว้ในที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส โดยให้แสงที่ความเข้มแสง 1,000 ลักซ์ นาน 14 ชั่วโมงต่อวัน เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ จากนั้นบันทึกอัตราการเกิดราก จำนวนรากต่อต้น ความยาวและความกว้างของราก โดยนำต้นพืชออกจากขวดเพาะเลี้ยง ล้างวุ้นให้สะอาดและนำไปวางบนกระดาษกราฟเพื่อวัดความกว้างของราก จากนั้นใช้เส้นด้ายหาขนาดความยาวรากเพื่อวัดขนาด แล้วนำเส้นด้ายมาเทียบบนกระดาษกราฟอีกครั้ง วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม R (R Core Team, 2019) วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลด้วย one way analyses of variance และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 99

ผลการวิจัย

หลังจากนำยอดเทียนสิรินธรไปชักนำให้เกิดราก โดยวางเลี้ยงบนอาหารกึ่งแข็งสูตร 1/3 MS ที่เติม NAA ความเข้มข้นต่าง ๆ และอาหารกึ่งแข็งสูตร 1/3 MS ที่เติมผงถ่านกัมมันต์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าอาหารสูตร 1/3 MS ที่เติม NAA 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีอัตราการเกิดรากเท่ากับ ร้อยละ $22.22 \pm 14.70 - 62.51 \pm 18.30$ (Table 1)

ในขณะที่อาหารสูตร 1/3 MS ที่เติม NAA 0.0 มิลลิกรัมต่อลิตรและอาหารสูตร 1/3 MS ที่เติมผงถ่านกัมมันต์ มีอัตราการเกิดรากอยู่ที่ ร้อยละ 100 ทั้ง 2 การทดลอง นอกจากนี้อาหารสูตร 1/3 MS ที่เติม NAA 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนรากเฉลี่ยต่อต้น ความยาว และความกว้างของราก น้อยกว่าอาหารสูตร 1/3 MS ที่เติม NAA 0.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และอาหารสูตร 1/3 MS ที่เติมผงถ่านกัมมันต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.01$) ดัง Table 1 และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างอาหารสูตร 1/3 MS ที่เติม NAA 0.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตัวควบคุม) และอาหารสูตร 1/3 MS ที่เติมผงถ่านกัมมันต์แล้ว พบว่าแม้ว่าทั้ง 2 ตัวรับการทดลองจะสามารถชักนำให้เกิดรากที่อัตราร้อยละ 100 แต่อาหารสูตร 1/3 MS ที่เติม NAA 0.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีแนวโน้มชักนำให้เกิดรากที่มีลักษณะดีกว่าอาหารสูตร 1/3 MS ที่เติมผงถ่านกัมมันต์ กล่าวคือรากที่ได้มีขนาดที่ใหญ่กว่า (ความกว้างราก 0.23 ± 0.00 เซนติเมตร เปรียบเทียบกับ 0.15 ± 0.00 เซนติเมตร ตามลำดับ) สำหรับจำนวนรากเฉลี่ยต่อต้นนั้นอาหารสูตรที่เติมผงถ่านกัมมันต์สามารถชักนำให้เกิดรากต่อต้นได้มากกว่าตัวควบคุม (5.58 ± 0.65 เซนติเมตร เปรียบเทียบกับ 5.31 ± 0.65 เซนติเมตร) แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ร้อยละ 99 ดังผลการทดลองใน Table 1

Table 1 Effect of NAA and activated charcoal (AC) on root formation from single shoot explants of *Impatiens sirindhorniae* after 4 weeks of culture on 1/3 MS medium.

Medium	Survival rate (%)	Rooting (%)	No. of root (roots/explant)	Root length (cm)	Root width (cm)
1. 1/3 MS + 0.0 mg/L NAA	100±0.00	100±0.00 ^a	5.31±0.65 ^a	3.50±0.13 ^a	0.23±0.00 ^a
2. 1/3 MS + 0.5 mg/L NAA	100±0.00	62.51±18.30 ^{ab}	4.25±0.56 ^{ab}	0.64±0.10 ^b	0.10±0.00 ^b
3. 1/3 MS + 1.0 mg/L NAA	100±0.00	44.44±17.57 ^b	3.11±1.06 ^{bc}	0.38±0.13 ^{bc}	0.03±0.02 ^c
4. 1/3 MS + 1.5 mg/L NAA	100±0.00	40.07±16.33 ^b	1.70±0.65 ^{cd}	0.25±0.08 ^c	0.05±0.00 ^c
5. 1/3 MS + 2.0 mg/L NAA	100±0.00	22.22±14.70 ^b	0.89±0.56 ^d	0.26±0.15 ^c	0.03±0.02 ^c
6. 1/3 MS + 1 g/L AC	100±0.00	100±0.00 ^a	5.58±0.65 ^a	2.66±0.13 ^a	0.15±0.00 ^b
F-test	ns	**	**	**	**
C.V. (%)	-	50.65	30.59	16.19	14.78

Remark Means ± standard deviation followed by different letters in the same column denote significant differences as determined by DMRT (ns = nonsignificant, ** = significant at $P \leq 0.01$).

วิจารณ์ผลการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ พบว่ายอดเทียนสรินธรที่วางเลี้ยงบนอาหารกึ่งแข็งสูตร 1/3 MS ที่ปราศจากสารควบคุมการเจริญเติบโต (NAA 0.0 มิลลิกรัมต่อลิตร) สามารถชักนำให้เกิดรากได้ดีที่สุด (Table 1) ในเกือบทุกพารามิเตอร์ ได้แก่ อัตราการเกิดราก จำนวนรากเฉลี่ย รากเฉลี่ยสูงสุด ความยาวรากเฉลี่ยสูงสุด และความกว้างรากเฉลี่ยสูงสุด ซึ่งอาหารกึ่งแข็งสูตร 1/3 MS นั้นมีการลดความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักลง 1 ใน 3 ส่วน แต่เทียนสรินธรก็สามารถเจริญเติบโตและสร้างรากได้ดี ทั้งนี้ อาจเนื่องจากถิ่นอาศัยในสภาพธรรมชาติที่เป็นหินปูน ดินขาดแคลนธาตุอาหาร มีธาตุไนโตรเจน และ ฟอสฟอรัสต่ำ (Ziaratmai *et al.*, 2009) แต่เทียนสรินธรก็ยังสามารถพัฒนารากได้ดี

ดังนั้นเมื่อเพาะเลี้ยงในสูตรอาหารที่ลดความเข้มข้นของธาตุอาหารลง ทำให้มีสภาวะใกล้เคียงกับสภาพธรรมชาติ สอดคล้องกับงานวิจัยในพืชอื่น เช่น การชักนำให้เกิดรากของยอดอ่อนเอื้องนางชี และตาข้างของไผ่เหลียงและไผ่หนามบนอาหารแข็งสูตร 1/2 MS นั้นสามารถเกิดรากได้ดีเช่นกัน (Senawong *et al.*, 2014; Desai *et al.*, 2019)

ในขณะที่อาหารที่เติม NAA นั้นพบว่าเมื่อความเข้มข้นของ NAA สูงขึ้นจะยิ่งส่งผลเชิงลบต่อการชักนำราก โดยอาหารที่ชักนำให้เกิดรากได้ดีที่สุด คือ อาหารที่เติม NAA ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนอาหารที่ชักนำรากได้น้อยที่สุด คือ อาหารที่เติม NAA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (Table 1) ส่วนอาหารดำรับควบคุม และอาหารที่เติมผงถ่านกัมมันต์ซึ่งล้วนปราศจากสารควบคุมการเจริญเติบโต (NAA = 0.0 มิลลิกรัมต่อลิตร) กลับสามารถชักนำรากได้ดี ทั้งนี้ อาจ

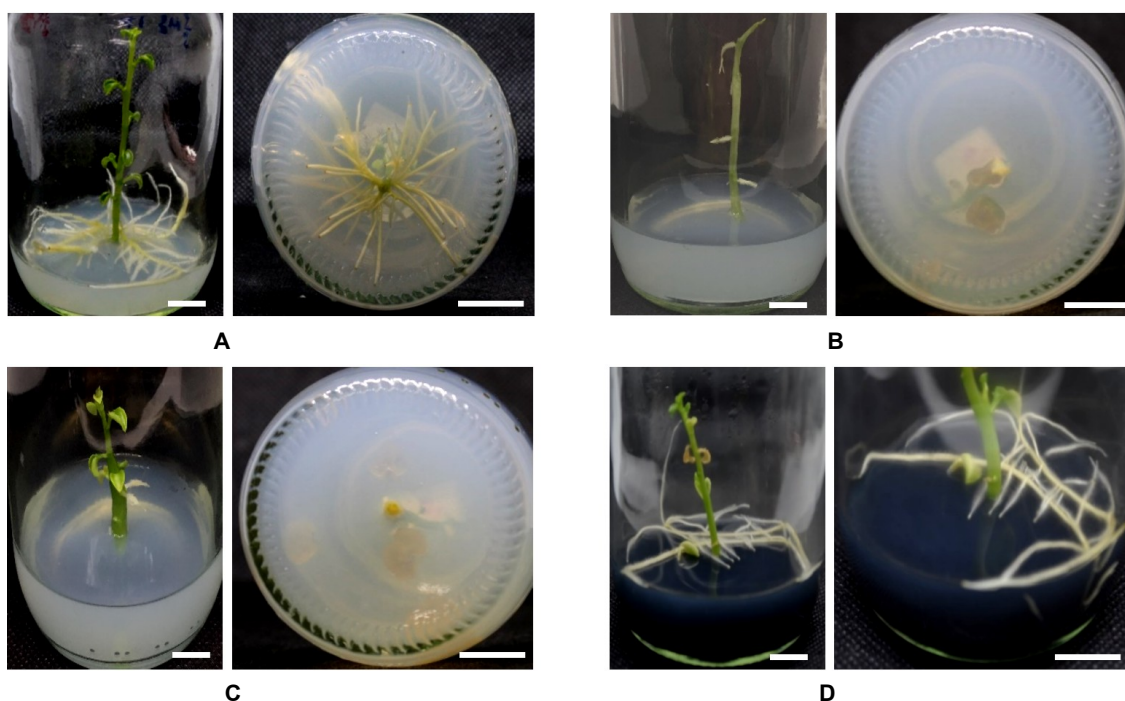


Figure 1 Root induction (formation and elongation, respectively) from explants of *Impatiens sirindhorniae* growing in 1/3 MS medium. A: 1/3 MS; B: 1/3 MS + 1.5 mg/L NAA; C: 1/3 MS + 2 mg/L NAA; D: 1/3 MS + 1 g/L NAA. Scale bar = 1 cm.

เนื่องจากภายในยอดเทียนสรินธรตามธรรมชาติมีปริมาณของออกซินที่เพียงพอต่อการชักนำรากได้ จึงไม่จำเป็นต้องรับปริมาณออกซินสังเคราะห์ผ่านอาหารเพาะเลี้ยง ทำให้เมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของ NAA ในอาหารจึงมีผลในการยับยั้งการเกิดราก (Kongbonsook *et al.*, 2021)

ส่วนการเติมผงถ่านกัมมันต์ลงในอาหารเพาะเลี้ยงส่งผลให้มีแนวโน้มการชักนำรากดีกว่าตัวควบคุมเล็กน้อย คือ มีจำนวนรากเฉลี่ยต่อต้นสูงกว่าตัวควบคุมซึ่งไม่ได้เติมผงถ่านกัมมันต์ลงในอาหาร (5.58 ± 0.65 เปรียบเทียบกับ 5.31 ± 0.65 รากต่อต้น ตามลำดับ) แต่รากที่ได้สั้นและเล็กกว่า โดยทั้ง 3 พารามิเตอร์นี้ (จำนวนรากเฉลี่ยต่อต้น ความยาว

ราก และ ความกว้างราก) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1) แม้ว่าผงถ่านกัมมันต์ที่ใส่ในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจะเกิดประโยชน์หลายอย่าง อาทิ สร้างสภาพมืด ทำให้อาหารอยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการเกิดรากเหมือนในดิน หรือดูดซับสารประกอบฟีนอลิก ลดอัตราการเกิดสีน้ำตาลของชิ้นส่วนพืช รวมถึงสารควบคุมการเจริญเติบโต หรือสารอินทรีย์ในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (Thomas, 2008) นอกจากนี้ผงถ่านที่เติมลงไปให้อาหารมีส่วนช่วยในการควบคุมการลดลงของ pH อาหารในระหว่างการเพาะเลี้ยงให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการพัฒนาของชิ้นส่วนพืช (Owen *et al.*, 1991) อย่างไรก็ตาม ผงถ่านกัมมันต์ที่ใส่ในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช นั้น อาจจะส่งเสริมหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนพืชได้ ขึ้นอยู่กับชนิดและเนื้อเยื่อที่ใช้ (Promchan *et al.*, 2016)

สรุปผลการวิจัย

1. สารควบคุมการเจริญเติบโต (NAA) ความเข้มข้นสูงมีผลยับยั้งการเกิดรากของยอดเทียนสรีนธร
2. ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในส่งเสริมให้เกิดรากของยอดเทียนสรีนธรระหว่างดำรับควบคุมและการเติมผงถ่านกัมมันต์
3. สูตรอาหารที่เหมาะสมในการชักนำรากของยอดเทียนสรีนธรคือ อาหารสูตร 1/3 MS ที่ไม่เติมผงถ่านกัมมันต์ และสารควบคุมการเจริญเติบโต (NAA)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (เขื่อนรัชชประภา) ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณผู้อำนวยการเขื่อนรัชชประภา และผู้บริหารทุกท่านที่อำนวยความสะดวกในการทำวิจัยครั้งนี้ในทุกมิติ ขอขอบคุณ ดร.ครรชิต งามแสนโรจน์และนายกิจจา ศรีทองกุล ที่ให้ความกรุณาเป็นที่ปรึกษางานวิจัย ขอขอบคุณ ดร.ปิยรัชฎ์ ปริญญาพงษ์ เจริญทรัพย์ ที่ประสานการดำเนินงาน อพ.สธ. และให้ความกรุณาเป็นที่ปรึกษา ขอขอบคุณ นายวิโรจน์ ไรจนจินดา นายเอวลักษณะ สุวรรณคง ดร.กิตติมา คงทน ว่าที่ร้อยตรี สุทธิรักษ์ หนองแก้ว นายณพรัตน์ สุลีทัศน์ นายสุเทพ เทพสุริวงศ์ นายปราโมทย์ บัวแก้ว นายวิชัย เพ็งจันทร์ และนายอานวย เดิมแก้ว ที่ให้ความร่วมมืออย่างดีในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- De Mello, T., De Oliveira, G. E., Alexandre, S. R., Schmildt, R. E., & Otoni, C. W. (2020). Establishment and in vitro morphogenesis of *Sapucaya* explants (Lecythidaceae). *In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant*, 56(6), 882–893. <https://doi.org/10.1007/s11627-020-10087-w>
- Desai, P., Desai, S., Patel, A., Mankad, M., Gajera, B., Patil, G., & Narayanan, S. (2019). Development of efficient micropropagation protocol through axillary shoot proliferation for *Bambusa vulgaris* 'Wamin' and *Bambusa bambos* and assessment of clonal fidelity of the micropropagated plants through random amplified polymorphic DNA markers. *Agriculture and Natural Resources*, 53(1), 26–32. <https://doi.org/10.34044/j.anres.2019.53.1.04>
- Kaviani, B., Almasi, A., Sedaghatthoor, S., & Khoddamzadeh, A. A. (2021). A protocol for fast in vitro propagation of *Impatiens hawkeri* cv. Sweeties Blue Star, an important ornamental-cover species. *Rodriguésia*, 72, e02562019. <https://doi.org/10.1590/2175-7860202172023>
- Kongbonsook, P., Jarutsumrid, N., Saridnum, O., & Thanarut, C. (2021). Plant growth regulators on *Melientha suavis* Pierre propagations. *Naresuan Agricultural Journal*, 18(2), e0180201. <https://doi.org/10.14456/naj.2021.13>
- Luo, L., Li, Y., Huang, X., Zhang, X., Tan, Y., Liu, Z., Huang, H., & Huang, M. (2023). Establishment of a highly efficient in vitro plant regeneration system for *Impatiens hawkeri* W. Bull cv. 'Pink' and its background resistance to kanamycin. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 155(3), 627–636. <https://doi.org/10.1007/s11240-023-02591-w>
- Mohamed, N., Taha, R. M., Razak, U. N. A., & Elias, H. (2018). The role of plant growth regulators in the development of in vitro flowering, histology and ultrastructural studies in *Impatiens balsamina* cv. Dwarf Bush. *Planta Daninha*, 36, e018165357. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582018360100010>

- Murashige, T., & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, 15(3), 473–497. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>
- Owen, H. R., Wengerd, D., & Miller, A. R. (1991). Culture medium pH is influenced by basal medium, carbohydrate source, gelling agent, activated charcoal, and medium storage method. *Plant Cell Reports*, 10(11), 583–586. <https://doi.org/10.1007/BF00232439>
- Pattarakulpisutti, P. (2021). Floral morphology and pollination readiness of *Impatiens sirindhorniae* Triboun & Suksathan in a greenhouse: A preliminary study for conservation. *Thai Journal of Botany*, 13(2), 81–91. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/TJB/article/view/254425>
- Promchan, T., Ramasoot, S., & Bunwest, P. (2016). Effects of activated charcoal and growing media on seedling growth and survival rate of *Aerides odorata*. *Wicha Journal*, 35(2), 53–61. <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/wichajournal/article/view/66367>
- R Core Team. (2019). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- Rakkid, P., Triboun, P., Sangkasa-ad, P., Piriavinit, P., & Kanjanawattanawong, P. (2013). *Study on in vitro conservation technique of Impatiens sirindhorniae and Zingiber sirindhorniae*. Annual Academic Seminar 2013, Biotechnology Research and Development Office. Department of Agriculture.
- Samala, S., Kongton, K., Yenchon, S., Petchsri, S., Suwannakong, Y., Rotchanajinda, W., & Chareonsap, P. P. (2022a). Effect of auxins and cytokinin on micropropagation of *Impatiens sirindhorniae* Triboun & Suksathan in vitro. *Acta Horticulturae*, 1339, 217–225. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2022.1339.29>
- Samala, S., Kongton, K., Yenchon, S., Petchsri, S., Suwannakong, Y., Rotchanajinda, W., Buakaew, P., Suleethat, N., Thepsuriwong, S., Pengjun, W., Nongkaew, S., Chareonsap, P. P., & Thammastiri, K. (2022b). Enhancement of surface sterilization protocol for in vitro propagation of *Impatiens sirindhorniae*. *Acta Horticulturae*, 1334, 257–262. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2022.1334.34>
- Senawong, R., Sansuk, P., & Sansuk, S. (2014). In vitro tissue culture of *Dendrobium kontumense* Gagnep. *KKU Science Journal*, 42(2), 399–413. https://li01.tci-thaijo.org/index.php/kku_sci/article/view/21033
- Suksathan, P., & Triboun, P. (2009). Ten new species of *Impatiens* (Balsaminaceae) from Thailand. *Gardens' Bulletin Singapore*, 61(1), 159–184.
- Te-chato, S., & Lim, M. (1999). Plant regeneration of mangosteen via nodular callus formation. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 59(2), 89–93. <https://doi.org/10.1023/A:1006403515865>
- Tharawoot, T., Samyam, W., & Vessabutr, S. (2012). Colchicine induced polyploidy of in vitro *Impatiens patula* Craib. *Thai Journal of Botany*, 4(Special Issue), 75–80. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/TJB/article/view/241851>
- Thomas, T. D. (2008). The role of activated charcoal in plant tissue culture. *Biotechnology Advances*, 26(6), 618–631. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2008.08.005>
- Ziaratmai, S. M., Kunert, K. J., & Lall, N. (2009). Elicitation of 7-methyljuglone in *Drosera capensis*. *South African Journal of Botany*, 75(1), 97–103. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2008.09.001>