

ผลของ paclobutrazol ต่อการเจริญเติบโต และการสะสม สาร stemona alkaloids รวมของรากหนอนตายหยากในสภาพปลอดเชื้อ

Effect of paclobutrazol on growth and development and total stemona alkaloids accumulation in root of *Stemona curtisii* Hook. f. *in vitro*.

นัตยา มนตรี^{1*} และ สุกัญญา แสนภักดี¹
Nattaya Montri^{1*} and Sukanya Saenphakdi¹

บทคัดย่อ: จากการศึกษาผลของ paclobutrazol ต่อการเจริญเติบโต และการสะสมสาร stemona alkaloids รวมของรากหนอนตายหยาก (*Stemona curtisii* Hook. f.) ในสภาพปลอดเชื้อ โดยนำต้นกล้ามาแช่ในอาหารเหลวสูตร MS (Murashige and Skoog, 1964) ที่เติม paclobutrazol ความเข้มข้น 0.2 และ 4 มก./ล. เป็นเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง จากนั้นย้ายมาเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต เป็นเวลา 2 เดือน เปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ได้รับการแช่สาร (control) พบว่า ความยาวยอด จำนวนยอด และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของราก ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างทรีทเมนต์ จำนวนข้อมีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.01$) และจำนวนยอดแขนง จำนวนราก น้ำหนักสดของราก และ น้ำหนักแห้งของราก มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดย ระยะเวลาการแช่ที่ 72 ชั่วโมง มีผลต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้าหนอนตายหยากมากที่สุดในทุกความเข้มข้นของการแช่สาร และจากการแยกสารสกัดอย่างหยาบจากรากที่สกัดด้วย ethanol โดยใช้เทคนิค thin layer chromatography (TLC) และตรวจสอบการสะสมสาร stemona alkaloids รวม จากการเรืองแสงของแถบ TLC ภายใต้แสง UV ($\lambda 254$ nm) และการทำปฏิกิริยากับ Dragendorff's reagent พบว่ามีการสะสมสาร stemona alkaloids รวม ในรากของหนอนตายหยากทุกทรีทเมนต์

คำสำคัญ: หนอนตายหยาก สิ่งกระตุ้น การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ สารทุติยภูมิ

ABSTRACT: Effects of paclobutrazol on growth and development and total stemona alkaloids accumulation in root of *Stemona curtisii* Hook. f. *in vitro* were investigated. Plantlets were soaked in liquid Murashige and Skoog (MS, 1964) supplemented with various concentrations of paclobutrazol at 0, 2 and 4 mg/l for 24, 48 and 72 hours before then transferred to solid MS hormone free medium and cultured for 2 months compared with non-treated paclobutrazol. The results were found that shoot length, shoot numbers and % dry weight was not different among treatments while node numbers ($P < 0.01$), axillary shoot numbers, root numbers, root fresh weight ($P < 0.05$) was different among treatments. The soaking periods of 72 hr could promote growth and development of plantlets in all concentrations of treated plantlets. Ethanol crude extract of root was monitored for alkaloids accumulation by thin layer chromatography (TLC). Bands were detected by UV light ($\lambda 254$ nm) and Dragendorff's reagent. Column chromatography was performed. Alkaloids accumulated were found in root of *S. curtisii* in all treatments.

Keywords: *Stemona*, elicitor, tissue culture, secondary compounds

¹ หลักสูตรพืชสวน สาขาเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร เขตอุดมศักดิ์

Program in Horticulture, Division of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Prince of Chumphon Campus

* Corresponding author: kmnattay@kmitl.ac.th

บทนำ

ปัจจุบันพืชสมุนไพรได้รับการยอมรับภายในตลาดโลกมากขึ้นจากการขยายตัวเพิ่มถึง 32.68 % รวมมูลค่า 139 ล้านบาท (กระทรวงพาณิชย์, 2556) หนอนตายหยาก (*Stemona cutisii* Hook.f.) เป็นพืชสมุนไพรที่อยู่ในวงศ์ Stemonaceae มีการนำส่วนของรากมาใช้ประโยชน์หลากหลาย เช่น การยับยั้งเซลล์มะเร็ง green monkey kidney cells (GMK) (วรารณ, 2546) ใช้กำจัดลูกน้ำยุงลาย (ชูลีพร, 2551) ใช้กำจัดและควบคุมหนอนแมลงวันในมูลไก่ (สุทธาพันธ์, 2544) ใช้ควบคุมหนอนกระทู้ผัก (*Spodoptera littoralis*) (Kaltenegger, 2003) และใช้ในการยับยั้งเชื้อ *Colletotrichum musae* ที่เป็นสาเหตุการเกิดโรคแอนแทรคโนสของกล้วยหอมทอง (นาคยา และคณะ, 2553) อย่างไรก็ตาม เนื่องจากหนอนตายหยากใช้ประโยชน์จากส่วนของราก การใช้รากแต่ละครั้งจึงเป็นการทำลายต้น โดยรากที่ได้ส่วนใหญ่ได้จากต้นที่ได้จากธรรมชาติ และยังไม่มีการปลูกเป็นการค้า นอกจากนี้การเพิ่มปริมาณให้ได้จำนวนวัตถุดิบเพียงพอต่อการการผลิตเชิงอุตสาหกรรมนั้น พบว่า อัตราการเพิ่มปริมาณตามธรรมชาติเป็นไปได้ช้า การขยายพันธุ์โดยการใช้เหง้าประสบปัญหา การติดเชื้อราหลังการตัดแยกเหง้า ทำให้เกิดการเน่าง่าย และการเพาะเมล็ดใช้ระยะเวลานานในการงอก ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ทั้งเพื่อการขยายพันธุ์และการศึกษาการสะสมสาร alkaloids โดย นาคยา (2549) ได้ทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อยอดที่ได้จากการเพาะเมล็ดในสภาพปลอดเชื้อ และพบว่าความยาวของยอดและจำนวนยอดมากที่สุดในอาหารสูตร MS ที่เติมน้ำตาลซูโครส ความเข้มข้น 2 % การลดระดับของไนโตรเจนลงที่ระดับ ¼ เท่า มีเปอร์เซ็นต์การเกิดรากสูงที่สุด และมีอัตราการรอดชีวิตสูง ภายหลังการย้ายปลูกและต้นที่ได้มีการสะสมสารเช่นเดียวกับต้นจากสภาพธรรมชาติ สุรชาติ (2551) รายงานการชักนำให้เกิด callus โดยการเพาะเลี้ยงเมล็ด พบว่ามีการเกิด callus มากที่สุดในอาหารที่เติม 2,4-D ความเข้มข้น 0.2 มก./

ล. และ 2,4-D ความเข้มข้น 0.4 มก./ล. ในสภาพที่มีมืด มีการเกิด callus มากที่สุด 62.50 % Montri et.al. (2006) ได้ศึกษาการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนยอด พบว่ามีการเพิ่มปริมาณยอดมากที่สุดในอาหารสูตร MS ที่เติม BAP ที่ระดับความเข้มข้น 20 μ M และพบการตอบสนองของชิ้นส่วนยอดต่อการเกิดรากมากที่สุดในอาหารสูตร MS ที่เติม IAA ที่ระดับความเข้มข้น 10 μ M โดยทั่วไปสารทุติยภูมิในพืชจะถูกสร้างขึ้นเมื่อพืชเกิดความเครียด ซึ่งความเครียดนี้สามารถเกิดขึ้นได้จากปัจจัยทั้งสิ่งมีชีวิต และสิ่งไม่มีชีวิต ซึ่งปัจจุบันได้มีชักนำด้วยสิ่งกระตุ้นต่างๆ ให้เกิดความเครียดร่วมกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาใช้ในการเพิ่มการผลิตสารทุติยภูมิ (ศุภวรรณ, 2549) ซึ่งการใช้สิ่งกระตุ้นจากสิ่งไม่มีชีวิต หรือสารเคมี เป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมเนื่องจากสามารถทำได้ง่ายและไม่ยุ่งยากซับซ้อน สำหรับสาร paclobutrazol เป็นสารชะลอการเจริญเติบโต ของพืช ได้ถูกนำมาใช้ในการชักนำให้พืชเกิดความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม และนำมากระตุ้นให้เกิดการผลิตสารทุติยภูมิ ซึ่งมีรายงานการใช้ทั้งความเข้มข้นและระยะเวลาที่แตกต่างกันไปตามชนิดพืช เช่น Ratnadewi et.al. (2013) ได้รายงานการเพาะเลี้ยงเซลล์แขวนลอยของ *Cinchona ledgeriana* จากโคลนรหัส QRC 315 พบว่า paclobutrazol ความเข้มข้น 7 มก./ล. มีการเพิ่มปริมาณ quinine สูงที่สุด 11 % ภายหลังการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 7 วัน Jaleel et.al. (2009) รายงานการใช้ paclobutrazol ความเข้มข้น 5 10 15 และ 20 มก./ล. มีผลต่อการสังเคราะห์แสงและการสะสมของสาร alkaloid ของ *C. roseus* L. และ Ratnadewi et.al. (2010) รายงานว่า paclobutrazol ที่ความเข้มข้น 5 มก./ล. มีผลต่อการสะสมสาร quinine สูงที่สุดในคือ 0.950 % ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเซลล์แขวนลอยของ *C. ledgeriana*

ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาผลของ paclobutrazol ความเข้มข้นและระยะเวลาต่างๆ ในการแช่ต้นกล้า ต่อการเจริญเติบโต และการสะสมสาร stemoma alkaloids รวม ของรากหนอนตายหยากในสภาพปลอดเชื้อ

เพื่อเป็นแนวทางในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อเพิ่มปริมาณต้นและการผลิตสาร stemona alkaloids ในสภาพปลอดเชื้อ รวมถึงเป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้ในแปลงปลูกโดยไม่ทำลายต้นในสภาพธรรมชาติต่อไป

วิธีการศึกษา

วิธีการเตรียมชิ้นส่วนหนอนตายหยาก

ทำการเพาะเมล็ด ในอาหารแข็งสูตร MS (Murashige and Skoog, 1964) และนำข้อมาเพิ่มปริมาณในอาหารสูตร MS ที่เติม Benzyladenine (BA) ความเข้มข้น 2 มก./ล. จนได้ยอดปริมาณมาก จากนั้นนำชิ้นส่วนมาชักนำให้เกิดรากในอาหารสูตร MS ที่เติมสาร α -naphthalene acetic acid (NAA) ความเข้มข้น 5 มก./ล. เป็นเวลา 2 เดือน ก่อนทำการคัดเลือกต้นที่มีขนาดเท่ากัน รากมีความยาว 2 ± 0.1 เซนติเมตร และตัดความยาวส่วนยอดให้มีขนาด 1.5 เซนติเมตร มาใช้ในการทดลอง

ผลของ paclobutrazol ต่อการพัฒนาของต้นกล้าและการสะสมสาร stemona alkaloids รวม

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ประกอบด้วย 10 ทรีทเมนต์ แต่ละทรีทเมนต์ประกอบด้วย 8 ซ้ำ ทำการทดลองโดยนำต้นกล้าที่คัดเลือกแล้วไปแช่ในอาหารเหลวสูตร MS ที่มีความเข้มข้น 0.2 และ 4 มก./ล. เป็นเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง จากนั้นจึงย้ายต้นกล้าไปเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MS เป็นเวลา 2 เดือน เปรียบเทียบกับการไม่แช่สาร paclobutrazol ทำการบันทึกอัตราการเจริญเติบโต ความยาวยอด จำนวนยอด จำนวนข้อ จำนวนยอดแขนง จำนวนราก น้ำหนักรากสด และนำรากมาอบที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จากนั้นบันทึกน้ำหนักแห้ง และทำการคำนวณ % น้ำหนักแห้งของราก จากสมการ $(\text{น้ำหนักแห้งของราก} / \text{น้ำหนักสดของราก}) \times 100$ และนำรากไปตรวจสอบการสะสมสาร stemona alkaloids รวม ในแต่ละทรีทเมนต์ จากนั้น

ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 %

การตรวจสอบสาร stemona alkaloids รวม โดยใช้เทคนิค Thin layer Chromatography (TLC)

ทำการตรวจสอบสาร stemona alkaloids รวม โดยใช้เทคนิค Thin layer Chromatography (TLC) ตามวิธีของจิราภรณ์ (2550) และทำการสกัดสาร stemona alkaloids รวม ตามวิธีของ Schinnerl et al. (2005) โดย นำรากที่อบ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส มาบดให้ละเอียด จากนั้นนำไปแช่ด้วย ethanol ความเข้มข้น 95 % แล้วนำเข้าเครื่อง Ultrasonic bath เป็นเวลานาน 30 นาที (3 ครั้ง) เสร็จแล้วทำการกรองกากออกจากสารละลาย ด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 นำสารละลายที่ได้มาระเหยให้แห้งด้วยเครื่อง rotary evaporator นำสารสกัดมาตรวจสอบสาร stemona alkaloids รวม โดยการนำสารสกัดที่ได้หยดลงบนแผ่น TLC แล้วนำไปแช่ใน chamber ที่อิ่มตัวด้วย mobile phase คือ dichloromethane: methanol: aqueous ammonia (95:5:1) จากนั้น นำไปส่องภายใต้แสง UV (λ_{254} nm) และตรวจสอบการสะสม stemona alkaloids รวม โดยฉีดพ่น dragendorff's reagent

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การศึกษาการเจริญเติบโตของหนอนตายหยากชนิด *S. curtisii* ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยการแช่ paclobutrazol ระดับความเข้มข้น 0.2 และ 4 มก./ล. ร่วมกับระยะเวลาการแช่ 24, 48 และ 72 ชั่วโมง แล้วนำไปเลี้ยงในอาหารสูตร MS เป็นเวลา 2 เดือน เปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ได้แช่สาร paclobutrazol (control) พบว่า จำนวนข้อ จำนวนยอดแขนง จำนวนราก น้ำหนักสดและแห้งของราก มีความแตกต่างทางสถิติ แต่ความยาวยอด จำนวนยอด และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของราก ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดย จำนวน

ข้อ จำนวนยอดแขนง จำนวนราก น้ำหนักรากสด และ น้ำหนักรากแห้ง ที่ระยะเวลาการแช่สาร 72 ชม. พบ แนวโน้มปริมาณของข้อ ยอดแขนง ราก น้ำหนักสดราก และน้ำหนักแห้งรากมากที่สุดคือ 34.20 ข้อ และ 7.86 ยอดแขนง 11.20 ราก 496 มก. และ 85 มก. แต่เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งสูงที่สุด 26.21 % ในชุดควบคุม การพัฒนาด้านความยาวยอดน้อยที่สุดเมื่อได้รับ paclobutrazol 4 มก./ล. คือ 5.95 ซม. และกอที่ไม่ได้รับการแช่สารมีความยาวยอดมากที่สุด คือ 8.94 ซม. เช่นเดียวกันกับจำนวนรากที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในกอที่ไม่ได้รับการแช่สาร paclobutrazol (Table 1) เมื่อพืชได้รับการแช่สาร paclobutrazol ที่จัดอยู่ในกลุ่มสารชะลอการเจริญเติบโต มีผลชะลอการแบ่งเซลล์และการยืดตัวของเซลล์บริเวณใต้ปลายยอดของกิ่ง ลดความยาวของปล้อง จึงทำให้ต้นพืชที่ได้รับสารมีความสูงน้อยกว่า และมีใบหนาเขียวเข้มกว่าปกติ (พีรเดช, 2537) ซึ่งอาจมีผลต่อการสังเคราะห์แสงเพิ่มสูงขึ้น กรณีที่พืชไม่ได้รับสาร paclobutrazol จึงไม่เกิดการยับยั้งการยืดยาวของลำต้น จากการสังเกตในชุดความเข้มข้นควบคุมมีแนวโน้มการเพิ่มความสูงต้นมากกว่าความเข้มข้นที่ 2 และ 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอาจมีความเกี่ยวเนื่องกับการทำงานของ gibberellins ที่มีผลต่อการยืดตัวของเซลล์ และการเจริญเติบโตของยอด

(สมพร, 2545) เมื่อนำสารสกัดจากส่วนรากมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค TLC และการตรวจทดสอบปฏิกิริยาการด้วยนำไปส่องภายใต้แสง UV (λ 254 nm) และตรวจสอบการสะสม stemona alkaloids รวมโดยฉีดพ่น dragendorff's reagent พบว่าทุกทรีทเมนต์มีการสะสมสาร total stemona alkaloids จากการเกิดสีส้ม ในทุกทรีทเมนต์ โดยความเข้มของสีในทุกทรีทเมนต์ มีความเข้มมากกว่า control และมีการเกิดสีส้มมากขึ้นที่ความเข้มข้นของการแช่สารที่สูงขึ้น (Figure 1) สอดคล้องกับงานทดลองของนักวิจัยหลายรายที่พบว่า การเติม paclobutrazol มีผลต่อการสะสมสารทุติยภูมิ ซึ่งปริมาณความเข้มข้นของสาร และระยะเวลาของการได้รับ มีผลต่อการสร้างสารต่างๆ แตกต่างกันไป ตามพืช โดย Ratnadewi et.al. (2013) พบว่า เซลล์แขวนลอยของ *Cinchona ledgeriana* จากโคลนรหัส QRC 315 มีการสะสมสาร quinine 11 % เมื่อเลี้ยงในอาหารที่เติม paclobutrazol ความเข้มข้น 7 มก./ล. เป็นเวลา 7 วัน Jaleel et.al. (2009) รายงานการใช้ paclobutrazol ที่ระดับความเข้มข้น 5-20 มก./ล. มีผลต่อการสะสมของสาร alkaloids ของ *C. roseus* L. และ Ratnadewi and Sumaryono (2010) รายงานว่า paclobutrazol ที่ความเข้มข้น 5 มก./ล. ทำให้มีการสะสม quinoline สูงที่สุดใน 0.950 % ในเซลล์แขวนลอยของ *C. ledgeriana*

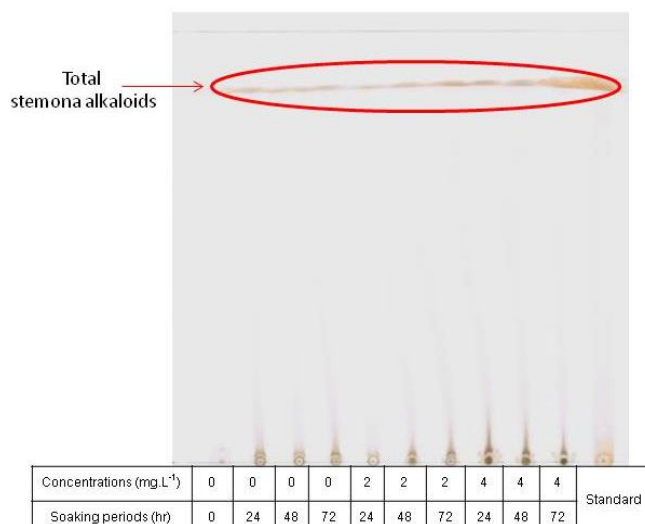


Figure 1 Thin layer chromatography (TLC) of total stemona alkaloids in *Stemona curtisii* Hook.f. root after soaked in liquid supplemented with different concentrations of paclobutrazol at 0, 2 and 4 mg L⁻¹ at 24, 48 and 72 hours before then cultured on agar MS hormone free medium for 8 weeks compared with control (non-treated paclobutrazol)

Table 1 Shoot length, shoot number, node number, axillary shoot numbers, root number, root fresh weight, root dry weight and percentage of root dry weight (%DW) of *Stemona curtisii* Hook.f. plantlets after soaked in liquid Murashige and Skoog medium (MS, 1964) supplemented with different concentrations of paclobutrazol at 0, 2 and 4 mg L⁻¹ at 24, 48 and 72 hours before then cultured on agar MS hormone free medium for 8 weeks compared with control (non-treated paclobutrazol)

PBZ (mg/l)	Soaking Periods (hr)	Shoot Length (cm)	Shoot No	Node No	Axillary shoot No	Root No	Root weight		
							Fresh (mg)	Dry (mg)	% DW
control (non-treated)		8.18	2.75	13.00c	2.88b	3.14b	92.00d	22.00c	26.21
0	24	8.94	3.25	21.20b	4.38b	4.60ab	444.00a	76.00ab	17.17
	48	8.83	3.88	24.75a	5.75ab	7.40ab	490.00a	76.00ab	16.45
	72	8.68	2.71	25.40a	4.43b	11.20ab	372.50abc	75.00ab	18.87
2	24	8.05	3.75	22.60a	5.14ab	4.40b	286.00abc	44.00abc	16.74
	48	6.85	2.86	21.00b	4.88ab	3.20ab	160.00bcd	10.00c	11.43
	72	7.95	3.71	34.20a	7.86a	8.80a	496.00a	82.00ab	16.80
4	24	8.61	3.00	22.60a	5.00ab	4.80ab	398.00ab	58.00abc	14.71
	48	5.95	3.00	16.00c	4.00b	2.40b	112.50dc	32.50bc	22.64
	72	7.93	3.75	32.50a	7.75a	4.00ab	405.00ab	85.00a	22.35

สรุป

การแช่สาร paclobutrazol ในความเข้มข้นและระยะเวลาแตกต่างกันมีผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาของต้นกล้าหนอนตายหยากในสภาพปลอดเชื้อ ทั้งจำนวนข้อ และจำนวนยอดแขนง จำนวนราก น้ำหนักสดของราก และ น้ำหนักแห้งของราก โดยระยะเวลาการแช่ที่ 72 ชั่วโมงมีผลต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้าหนอนตายหยากมากที่สุดในทุกความเข้มข้นของการแช่สาร และจากการตรวจสอบการสะสมอัลคาลอยด์ในส่วนของรากด้วยเทคนิค TLC และการตรวจด้วยการฉีดพ่นสารละลาย Dragen-dorff's reagent พบสารสกัด alkaloid ในรากที่แช่ paclobutrazol ในทุกทรีทเมนต์และต้นกล้าที่ได้รับการแช่สาร มีแนวโน้มการสะสมสารมากกว่าการไม่ได้รับการแช่สาร (control) และการสะสมสาร stemona alkaloids รวมเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของ paclobutrazol

คำขอบคุณ

โครงการวิจัยนี้อยู่ภายใต้โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ของ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ได้รับการสนับสนุนงบประมาณงานวิจัยส่วนหนึ่งจากโครงการวิจัยเงินงบประมาณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารอ้างอิง

- จิราภรณ์ ปาลี. 2550. การผลิตสารประกอบทุติยภูมิจากหนอนตายหยาก (*Stemona curtisii* Hook.f.) ที่เพาะเลี้ยงในเครื่องปฏิกรณ์ชีวภาพ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- สุลัดพร วณิกกุลชัยพร, ธวัชชัย ศุภดิษฐ์, แดงอ่อน มั่นใจตน, และ บุญจง ขาวลิตทิพย์. 2551. การใช้ น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากควบคุมลูกน้ำยุงลาย. การจัดการสิ่งแวดล้อม 4:107-121.
- นาตยา มนตรี. 2549. การขยายพันธุ์หนอนตายหยาก (*Stemona curtisii* Hook.f.) โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. น. 1-10 ใน: ประชุมวิชาการ ม.อุบลวิจัย ครั้งที่ 1 27-29 กรกฎาคม 2549. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.
- นาตยา มนตรี, กนกพร บุญญะอดิชาติ, และ พงศ์พล ลือจันทิก. 2553. ผลของการใช้สารสกัดจากหนอนตายหยากต่อการควบคุมโรคแอนแทรกซ์ในสของกล้วยหอมทอง. ว. วิทย. กษ. 41:333-336.
- พีรเดช ทองอำไพ. 2537. ฮอริโมนพืชและสารสังเคราะห์ แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. สำนักพิมพ์. บี. บุ๊คเซนเตอร์, กรุงเทพฯ.
- วราภรณ์ แก้วคอน. 2546. ผลของสารสกัดจากรากหนอนตายหยากต่อเซลล์สายพันธุ์สัตว์ และคน และหนอนตัวกลม *Caenorhabditis elegans*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- ศุภวรรณ บุญระเทพ. 2549. การผลิตสารทุติยภูมิโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ. วิทยาศาสตร์การแพทย์ 20:185-196.
- สมพร ณ นคร. 2546. สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตนครศรีธรรมราช, นครศรีธรรมราช.
- สุทธาพันธ์ โพธิ์กำเนิด. 2544. การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้สมุนไพรหนอนตายหยากผสมอาหารไก่ เพื่อควบคุมปริมาณ หนอนแมลงวันในมูลไก่. วิทยานิพนธ์ ปริญญา มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.
- สุรชาติ ไชยศรีหา. 2551. การชักนำให้เกิดแคลลัสของหนอนตายหยาก. ปัญหาพิเศษปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร, ชุมพร.
- กระทรวงพาณิชย์. 2556. ตลาดส่งออกสินค้าสำคัญ (สมุนไพร). http://www.ops3.moc.go.th/infor/menucomth/stru1_export/export_market/report.asp ค้นเมื่อ 9 ตุลาคม 2556.
- Jaleel, C.A., G. Wang, P. Ahma, and Ikram-ul-Haq. 2009. Changes in the photosynthetic characteristics of *Catharanthus roseus* L. as a result of exogenous growth regulators. J. Plant Omics. 2:169-174.
- Kaltenegger, E., B. Brem, Mereiter, K. Kalchauer, H. Kahlig, H. Hofer, O. Vajrodaya, and H. Greger. 2003. Insecticidal pyrido (1,2-a)azepine alkaloids and related derivatives from *Stemona* species. Phytochemistry. 63:803-816.
- Montri, N, Ch. Wawrosch, and B. Kopp. 2006. Micropropagation of *Stemona curtisii* Hook. f. a Thai medicinal plant. Acta Hort. 725:314-346.

- Ratnadewi, D., D. Satriawan, and Sumaryono. 2013. Enhanced production level of quinine in cell suspension culture of *Cinchona Ledgeriana* Moens by paclobutrazol. *Biotropia*. 20:10-18.
- Ratnadewi, D., and Sumaryono. 2010. Quinoline Alkaloids in suspension cultures of *Cinchona ledgeriana* treated with various Substances. *J. Biosciences*. 17:179-182.
- Schinnerl, J., E. Kaltenegger, T. Pacher, S. Vajrodaya, O. Hofer, and H. Greger. 2005. New pyrrolol (1,2a) azepine type alkaloids from *Stemona* and *Stichoneuron* (Stemonaceae). *Monatsh Chem*. 136:1671-1680.