NU Science Journal 2010; 6(2): 221 - 229

ผลของสารสกัดเซริซินต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของโปรโตคอร์ม กล้วยไม้เพชรหึง (*Grammatophyllum speciosum* Bl.)

อภิวิชญ์ ทิพโชติ และอนุพันธ์ กงบังเกิด*

Effect of sericin on growth and development of protocorm of *Grammatophyllum speciosum* Bl.

Apiwish Tipchote and Anupan Kongbangkerd*

หน่วยวิจัยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000

*Corresponding author. E-mail: anupank73@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของสารเซริซินต่อการเจริญเติบโต และพัฒนาของโปรโตคอร์มกล้วยไม้เพชรหึงบนอาหารกึ่งแข็งดัดแปลงสูตร Vacin and Went (VW) 1949 ที่เติมสารเซริซินความเข้มข้น 0, 1, 5, 10, 50 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร วางเลี้ยงโปรโตคอร์มที่ผ่านการเพาะในสภาพปลอดเชื้อเป็นเวลา 12 สัปดาห์ (เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 มิลลิเมตร) สภาพที่ได้รับแสง 8 ชั่วโมงต่อวัน อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า สูตรอาหาร VW ที่เติมเซริซิน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้มีจำนวนยอดมากที่สุด เฉลี่ย 2.08 ยอดต่อโปรโตคอร์ม ในขณะที่อาหารสูตรที่เติมเซริซิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้ชิ้นส่วนโปรโตคอร์มพัฒนาเป็นต้นอ่อนมีความสูงเฉลี่ย ความกว้างของแผ่นใบ และจำนวนรากเฉลี่ยมากที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่า ลักษณะของต้นอ่อนที่เลี้ยงบนอาหารสูตรดังกล่าว มีขนาดลำต้นใหญ่และสมบูรณ์กว่าต้นอ่อนที่ได้จากการเลี้ยงบนอาหารสูตรอื่นๆ อีกด้วย ผลการทดลองนี้ยังพบว่าอาหารสูตร VW ที่เติมเซริซินในปริมาณสูงที่สุด (100 มิลลิกรัมต่อลิตร) ไม่สามารถเพิ่มจำนวนต้นใหม่ จำนวนใบ ความยาวยอด และจำนวนรากได้มากกว่าอาหารสูตรที่เติมเซริซินในปริมาณที่น้อยกว่าหรือไม่เติมเลย

คำสำคัญ: เซริซิน โปรโตคอร์ม *Grammatophyllum speciosum* Bl.

Abstract

Effect of sericin on growth and development of *Grammatophyllum speciosum* Bl. protocorms was investigated. Twelve weeks incubated initial protocorms (2 mm diameter) were cultured on semisolid Vacin and Went (VW) (1949) medium supplemented with different sericin concentrations of 0, 1, 5, 10, 50 and 100 mg/l then incubated under 8 hrs light per day at 25º C for 8 weeks. The results showed that the highest number of new shoot (2.08 shoots) was obtained from the cultured on the VW medium with 50 mg/l sericin. Whereas the highest shoot length, root number per protocorm and leaf length was observed on the medium with 1.0 mg/l sericin. VW medium supplemented with sericin at the rate of 1.0 mg/l showed relative good promoting protocorm development to be a complete plantlets, the medium containing 100 mg/l of sericin showed non significantly different in inducing the number of shoots, roots and leaves per protocorm compared to the other mediums.

Keywords: sericin protocorm *Grammatophyllum speciosum* Bl.

บทนำ

กล้วยไม้เพชรหึง (*Grammatophyllum speciosum* Bl.) จัดเป็นกล้วยไม้ที่มีขนาดใหญ่ที่สุด (อบฉันท์ ไทยทอง, 2543) ปัจจุบันกล้วยไม้เพชรหึงลดลงเหลืออยู่ในในธรรมชาติน้อยมาก การขยายพันธุ์ตามปกติในธรรมชาตินั้นต้องใช้เวลานาน ดังนั้นการขยายพันธุ์กล้วยไม้เพชรหึงโดยการเพาะเมล็ดในสภาพปลอดเชื้อและชักนำให้ชิ้นส่วนโปรโตคอร์มเจริญเติบโตเป็นต้นอ่อนที่สมบูรณ์โดยใช้เวลาอันรวดเร็ว จะช่วยให้การขยายพันธุ์กล้วยไม้ชนิดนี้ประสบความสำเร็จมากยิ่งขึ้น โดยทั่วไปแล้วปัจจัยสำคัญที่กระตุ้นให้เนื้อเยื่อเพาะเลี้ยงกล้วยไม้หลายชนิดสามารถเจริญเติบโต และพัฒนาเป็นต้นใหม่ได้เป็นจำนวนมากอย่างรวดเร็วนั้น มีอยู่หลายปัจจัย สำหรับปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่ง คือ องค์ประกอบของอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงเนื้อเยื่อ เช่น ฮอร์โมนในกลุ่มออกซินและไซโตไคนิน สารประกอบอินทรีย์เชิงซ้อนตามธรรมชาติ เป็นต้น ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้เนื้อเยื่อเพาะเลี้ยงของกล้วยไม้ทั้งที่อยู่ในรูปโปรโตคอร์มและต้นอ่อนรวมไปถึงเนื้อเยื่อเพาะเลี้ยงอื่นๆ สามารถเจริญเติบโตและขยายจำนวนได้อย่างรวด เร็วและสมบูรณ์ (Arditti, 1982) ปัจจุบันอาหารที่ใช้การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยไม้ นั้น นิยมดัดแปลงโดยเติมสารอินทรีย์ สารสกัดจากธรรมชาติ หรือสารประกอบอินทรีย์เชิงซ้อนตามธรรมชาติอื่นๆ เช่น ไคโตซาน (Nge *et al*., 2006) เป็นต้น เพื่อช่วยกระตุ้นให้ชิ้นส่วน

เริ่มต้นของกล้วยไม้ที่นำมาเพาะเลี้ยง สามารถเพิ่มจำนวนโปรโตคอร์มและ/หรือต้นอ่อนให้ได้เป็นจำนวนมาก ซึ่งประสบความสำเร็จในกล้วยไม้หลายชนิด เซริซินเป็นสารที่สกัดได้จากรังไหม จัดเป็นโปรตีนที่ละลายน้ำได้ (Wie *et al.,* 2005) ประกอบไปด้วยกรดอะมิโนมากถึง 18 ชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรดอะมิโนจำพวก serine ซึ่งเป็นองค์ประกอบในสารสกัดเซริซินมากถึงประมาณ 32% (Kwang *et al*., 2003) เซริซินถูกนำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น นำมาทำเป็นวัสดุชีวภาพ (Zhang, 2002) เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีรายงานการนำเอาเซริซินมาใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชมากนัก มีเพียงรายงานการศึกษาถึงผลของ serine ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในเซริซิน มาใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนเพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชบางชนิด (Hartung and Ratcliffe, 2002) รวมไปถึงการกระตุ้นการเจริญและพัฒนาของเนื้อเยื่อเพาะเลี้ยงพืชบางชนิด (Ronchi *et al*., 1984; Ogita, 2005) และจากการค้นคว้าพบว่า ยังไม่มีรายงานการศึกษาผลของสารเซริซินต่อการเจริญเติบโต และการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาของโปรโตคอร์มกล้วยไม้ชนิดต่างๆ รวมไปถึงกล้วยไม้เพชรหึง ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารเซริซินต่อการเจริญเติบโต และการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาของโปรโตคอร์มกล้วยไม้เพชรหึงในสภาพปลอดเชื้อ อันจะเป็นแนวทางในการปรับปรุงสูตรอาหารที่เหมาะสม สำหรับการเจริญและพัฒนาของโปรโตคอร์มกล้วยไม้เพชรหึงและกล้วยไม้ชนิดอื่นๆ ในสภาพปลอดเชื้อ เพื่อช่วยขยายพันธุ์ให้มีจำนวนมากขึ้นต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

นำชิ้นส่วนโปรโตคอร์มที่เพาะในสภาพปลอดเชื้อนาน 12 สัปดาห์ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร เลี้ยงในจานเพาะเลี้ยงที่มีอาหารดัดแปลงสูตร Vacin และ Went (1949) ที่เติมน้ำมะพร้าวอ่อน 150 มิลลิลิตรต่อลิตร น้ำตาล 20 กรัมต่อลิตร มันฝรั่ง 50 กรัมต่อลิตร และผงวุ้น 7.5 กรัมต่อลิตร และเติมสารสกัดเซริซินความเข้มข้น 6 ระดับ ได้แก่ 0, 1, 5, 10, 50 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรับความเป็นกรด-ด่างของอาหารให้มีค่าประมาณ 5.2 นำไปวางเลี้ยงในสภาวะที่ให้ได้รับแสง 8 ชั่วโมงต่อวัน อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 สัปดาห์ วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 10 โปรโตคอร์ม บันทึกการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ของโปรโตคอร์มประกอบด้วย จำนวนต้น ความยาวยอด จำนวนใบ ความกว้างใบ จำนวนรากและความยาวราก จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนและตรวจสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสิ่งทดลองตามวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) และในการศึกษาทางกายวิภาควิทยาของต้นอ่อน และหรือยอดใหม่ที่เกิดขึ้นจากโปรโตคอร์มนั้น ดำเนินการตามวิธีการที่ดัดแปลงจากวิธีของอัจฉรา ธรรมถาวร (2538)

ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของสารเซริซินต่อการเจริญเติบโต และการเปลี่ยนแปลงของโปรโตคอร์มกล้วยไม้เพชรหึงบนอาหารกึ่งแข็งดัดแปลงสูตร VW (1949) ที่เติมน้ำมะพร้าวอ่อน 150 มิลลิลิตรต่อลิตร น้ำตาล 20 กรัม น้ำต้มมันฝรั่ง (ใช้มันฝรั่ง 50 กรัม) และเติมเซริซินความเข้มข้น 6 ระดับ คือ 0, 1, 5, 10, 50 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร วางเลี้ยงในสภาพที่ได้รับแสง 8 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า เมื่อเริ่มทำการเพาะเลี้ยงโปรโตคอร์มไปได้ 1 สัปดาห์ ชิ้นส่วนโปรโตคอร์มจะขยายขนาดใหญ่กว่าเดิม และมีสีเขียวมากขึ้น หลังจากนั้นโปรโตคอร์มจะเริ่มเกิดเป็นโปรโตคอร์มใหม่ (secondary protocorm) และโปรโตคอร์มบางส่วนมีการเจริญและพัฒนาเป็นต้นอ่อนที่มีใบ 1-2 ใบ และพบว่าโปรโตคอร์มที่เลี้ยงบนอาหารสูตรที่เติมเซริซิน จะมีการเจริญและพัฒนาเป็นโปรโตคอร์มใหม่และต้นอ่อนได้รวดเร็วกว่าโปรโตคอร์มที่เลี้ยงบนอาหารสูตรที่ไม่เติมเซริซิน เมื่อเพาะเลี้ยงไปเป็นเวลา 3-4 สัปดาห์ พบว่า โปรโตคอร์มที่เลี้ยงบนอาหารสูตรต่างๆ มีการพัฒนาโปรโตคอร์มใหม่มากขึ้น และโปรโตคอร์มที่พัฒนาขึ้นมา มีการพัฒนาเป็นต้นอ่อนเพิ่มมากขึ้น โดยต้นอ่อนที่พัฒนาขึ้นในช่วงสัปดาห์ที่ 1-3 ของการเพาะเลี้ยง เริ่มมีการสร้างรากสีขาว ขนาดเล็กที่ไม่มีขนรากขึ้นมา โดยเฉลี่ย 1-2 รากต่อโปรโตคอร์ม ยาวประมาณ 0.5-1.0 เซนติเมตร และเมื่อทำการเพาะเลี้ยงต่อเนื่องจนถึงสัปดาห์ที่ 5-7 พบว่า ต้นอ่อนมีการสร้างรากและใบมากขึ้นและมีการสร้างโปรโตคอร์มขึ้นบริเวณส่วนโคนต้นอ่อน และเมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า โปรโตคอร์มที่เกิดขึ้นมีการเจริญเป็นโปรโตคอร์มใหม่และพัฒนาเป็นต้นที่มีใบ 3-4 ใบ เป็นต้นอ่อนที่สมบูรณ์ และรากที่เจริญอยู่บนผิวของอาหารจะมีการสร้างขนรากมากขึ้น และพบว่าบนอาหารสูตร VW ที่เติมเซริซิน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถกระตุ้นโปรโตคอร์มให้เกิดการสร้างยอดได้มากที่สุด เฉลี่ย 2.08 ยอดต่อโปรโตคอร์ม ในขณะที่อาหารสูตร VW ที่เติมเซริซิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้ต้นอ่อนมีความสูงเฉลี่ย (1.85 ซม.) ความกว้างของแผ่นใบ (2.84 มม.) และจำนวนราก (1.75 ราก) มากที่สุด และต้นอ่อนที่ได้มีขนาดใหญ่และสมบูรณ์กว่าต้นอ่อนที่ได้จากการเลี้ยงบนอาหารสูตรอื่นๆ อีกด้วย ผลการทดลองยังพบว่าการเพาะเลี้ยงโปรโตคอร์มในอาหารสูตรที่เติมเซริซินในปริมาณสูงที่สุด (100 มิลลิกรัมต่อลิตร) ทำให้มีการพัฒนาโปรโตคอร์มใหม่ จำนวนต้น จำนวนใบ ความยาวยอด และจำนวนรากน้อยกว่าการเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตรที่เติมเซริซินในปริมาณที่น้อยกว่าหรือไม่เติมเลย

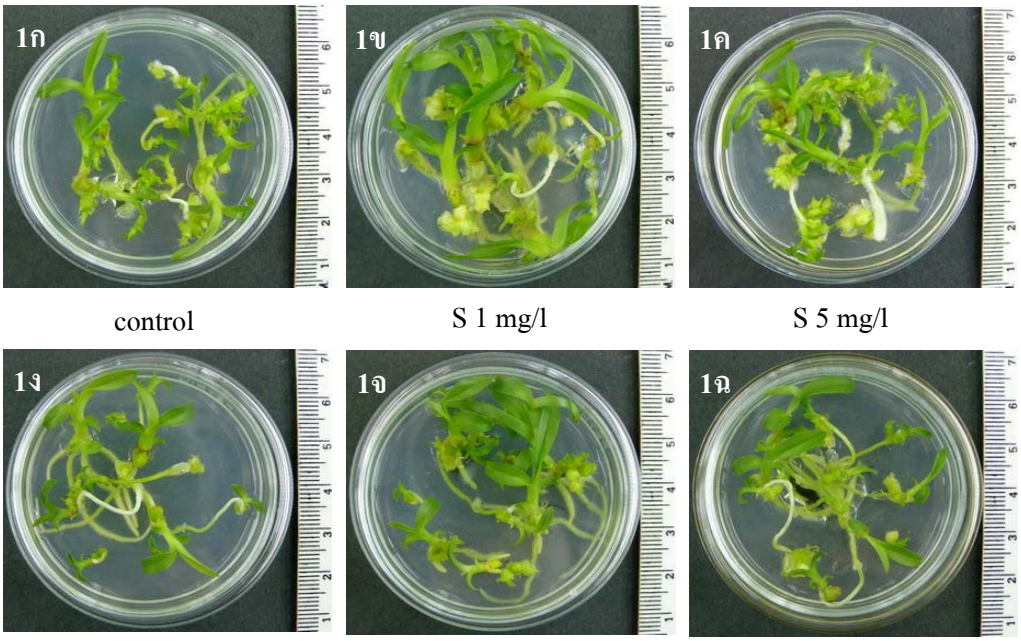
จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายในโปรโตคอร์มที่ได้จากการเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร VW (1949) ที่เติมสารเซริซินความเข้มข้นต่างๆ พบว่า โปรโตคอร์มที่มีการเจริญและพัฒนาเพื่อการสร้างยอดใหม่นั้นมีการเปลี่ยนแปลงภายใน โดยกลุ่มเซลล์บริเวณปลายยอดโปรโตคอร์มมีการแบ่งตัวอย่างรวดเร็ว และกลุ่มเซลล์ที่อยู่ตามจุดกำเนิดปลายยอดและตาข้างของโปรโตคอร์มนั้นมีการแบ่งตัวอย่างรวดเร็ว ซึ่งเซลล์ที่กำลังมีการแบ่งตัวจะมีขนาดเล็ก มีนิวเคลียสใหญ่ ขยายตัวเป็นกลุ่มเริ่มจากเซลล์ที่เป็นต้นกำเนิดภายในโปรโตคอร์ม และสังเกตพบว่า มีการยืดยาวออกของกลุ่มเซลล์ดังกล่าว

ออกไปสู่ผิวด้านนอกของโครงสร้างโปรโตคอร์ม และกลุ่มเซลล์ดังกล่าวบางเซลล์ที่มีการยืดยาวออกนั้น เริ่มมีการสร้างโครงสร้างคล้ายท่อลำเลียงในกลุ่มท่อลำเลียงน้ำ (tracheid) เกิดขึ้น ดังรูป 2

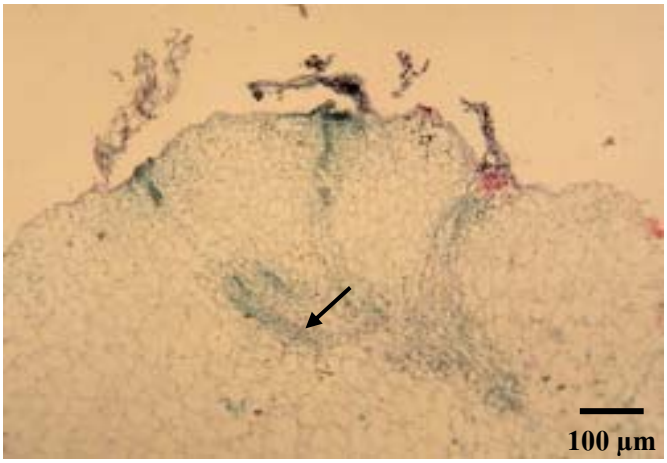
ตาราง 1 ผลของสารเซริซินต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาของโปรโตคอร์มของกล้วยไม้เพชรหึงบนอาหารกึ่งแข็งเป็นเวลา 8 สัปดาห์

เซริซิน (mg/l)	จำนวนต้น/ชิ้น (Mean±SE)	ความยาวยอด (Mean±SE) (cm)	จำนวนใบ/ต้น (Mean±SE)	ความกว้างใบ (Mean±SE) (mm)	จำนวนราก/ต้น (Mean±SE)	ความยาวราก (Mean±SE) (cm)
0	1.92±0.21a*	1.34±0.05bc	2.58±0.10a	2.15±0.09b	1.34±0.02b	1.86±0.15bc
1	1.80±0.11a	1.85±0.10a	2.90±0.02a	2.84±0.20a	1.75±0.08a	2.11±0.17ab
5	1.64±0.12ab	1.17±0.12c	2.60±0.05a	2.15±0.12b	1.36±0.08b	1.46±0.13c
10	1.24±0.04b	1.38±0.10bc	2.86±0.09a	2.46±0.13b	1.64±0.15ab	2.37±0.18ab
50	2.08±0.30a	1.52±0.06b	2.74±0.14a	2.44±0.12b	1.54±0.13ab	2.01±0.19b
100	1.70±0.14ab	1.36±0.16bc	2.67±0.22a	2.18±0.08b	1.65±0.07ab	2.56±0.21a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT



รูป 1 (ก-ฉ) ลักษณะการเจริญและเปลี่ยนแปลงของโปรโตคอร์มที่เลี้ยงบนอาหารกึ่งแข็งสูตร VW (1949) ที่เติมเซริซินความเข้มต่างๆ เป็นเวลา 8 สัปดาห์



รูป 2 โครงสร้างทางสัณฐานวิทยาภายในโปรโตคอร์มของกล้วยไม้เพชรหึงในสภาพปลอด เชื้อที่กำลังมีการเจริญและพัฒนาเกิดเป็นยอดใหม่ และมีการสร้างท่อลำเลียงน้ำ (tracheid) ดังลูกศรชี้

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของสารเซริซินต่อการเจริญและพัฒนาของโปรโตคอร์ม กล้วยไม้เพชรหึงในสภาพปลอดเชื้อ พบว่าโปรโตคอร์มเริ่มต้นที่นำมาเพาะเลี้ยงจะเจริญและพัฒนาเป็นโปรโตคอร์มใหม่ (secondary protocorm) และพัฒนาต่อไปเป็นต้นอ่อนที่มีใบ 3-4 ใบ ต้นอ่อนที่เกิดขึ้นพบว่ามีการเกิดของรากและมีการสร้างขนราก ซึ่งจากการทดลองพบว่าสูตรอาหาร VW ที่เติมเซริซิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้โปรโตคอร์มพัฒนาเป็นต้นอ่อนที่มีความสูงเฉลี่ย ความกว้างของแผ่นใบ และจำนวนรากมากที่สุด และต้นอ่อนที่ได้มีขนาดลำต้นใหญ่ และสมบูรณ์กว่าที่ได้จากการเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตรที่เติมเซริซินความเข้มข้นอัตราอื่นๆ ทั้งนี้เนื่องจากเซริซินประกอบด้วยโปรตีนจำพวกกรดอะมิโนที่มีความบริสุทธิ์สูงถึง 18 ชนิด (Wu *et al*., 2007) เช่น glycine, alanine, tyrosine, serine และ aspartic acid เป็นต้น (ชิดชัย ปัญญาสวรรค์ และพิลานี ไวถนอมสัตย์, 2549) โดยมีกรดอะมิโนจำพวกเซรีนสูงถึงประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำได้ดี ซึ่งกรดอะมิโนที่เป็นองค์ประกอบของเซริซินนั้น มีคุณสมบัติที่สามารถดูดน้ำและพองตัว และละลายในน้ำได้ พืชจึงสามารถดูดซึมไปใช้ได้ง่าย มีรายงานการศึกษาการนำเอากรดอะมิโนพวก serine และ proline มาใช้ในการกระตุ้นให้แคลลัสของแครอทสร้าง somatic embryo ได้ดีและเร็วขึ้นผ่านกระบวนการที่เป็น indirect somatic embryogenesis และ somatic embryo ที่เกิดขึ้นนั้นเจริญและพัฒนาเป็นต้นอ่อนได้อย่างรวดเร็ว (Rochini *et al*., 1984) และจากการเลี้ยงโปรโตคอร์มกล้วยไม้เพชรหึงบนอาหารสูตร VW ที่เติมเซริซินความเข้มข้น 6 ระดับไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับอาหารสูตรควบคุม ถึงแม้จะเติมเซริซินในปริมาณที่สูงถึง 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ก็ยังไม่สามารถเพิ่มจำนวนโปรโตคอร์ม จำนวนต้น จำนวนใบ ความยาวยอด และจำนวนรากใหม่ได้มากกว่าอาหารสูตรที่เติมเซริซินในปริมาณที่น้อยกว่าหรือไม่เติมเลย และจากการค้นคว้าเอกสารต่างๆ ไม่พบรายงานผลการวิจัยที่นำเอาสารเซริซินไปใช้เป็นสารกระตุ้นการเจริญเติบโต หรือสารเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของพืชชนิดใดๆ การทดลองในครั้งนี้ จึงเป็นครั้งแรกที่ได้นำเอาสารสกัดเซริซินมาทดสอบเพื่อศึกษาผลที่มีต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาของเนื้อเยื่อเพาะเลี้ยง และผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเซริซินที่ระดับความเข้มข้นต่ำมีแนวโน้มชักนำให้โปรโตคอร์มกล้วยไม้เพชรหึงเจริญและพัฒนาเกิดเป็นต้นอ่อนได้ดีและเร็วกว่า และพบว่าการจะนำสารสกัดเซริซินดังกล่าวมาใช้กระตุ้นให้เนื้อเยื่อเพาะเลี้ยงกล้วยไม้ชนิดต่างๆ เจริญเติบโตได้รวดเร็วได้นั้น ควรนำมาใช้ในระยะที่เนื้อเยื่อเพาะเลี้ยงยังคงอยู่ในสภาพที่เป็นโปรโตคอร์ม

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ทำการทดลอง และขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ อุ่นอรุณ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่กรุณาให้ตัวอย่างสารสกัดเซริซินมาใช้ในการทดลองครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ชิดชัย ปัญญาสวรรค์ และพิลานี ไวถนอมสัตย์. (2549). การผลิตผงไหมชนิดละลายน้ำจากไหมหม่อนพันธุ์นางน้อยศรีสะเกษ 1. รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44. หน้า 274-281.

อบฉันท์ ไทยทอง. (2543). กล้วยไม้เมืองไทย (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ : บ้านและสวน.

อัจฉรา ธรรมถาวร. (2538). คู่มือการทำสไลด์ถาวรเนื้อเยื่อพืชโดยกรรมวิธีพาราฟิน. ภาควิชาชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 21 หน้า.

Arditti, J. (1982). Orchid seed germination and seedling culture-A manual. In J. Arditti (ed.). Orchid Biology II. New York: Cornell University, p.244-370.

Hartung, W. and. Ratcliffe R.G. (2002). Utilization of glycine and serine as nitrogen sources in the roots of *Zea mays* and *Chamaegigas intrepidus*. *Journal of Experimental, Botany*. *53*(379), 2305-2314.

Kwang, Y. C., Jae, Y. M., Yong, W. L., Kwang, G. L., Joo, H. Y., Hae, Y. K., et al. (2003). Preparation of self-assembled silk sericin nanoparticles. *International Journal of Biological Macromolecules*, *32*, 36–42.

Nge, K.L., New, N., Chandrkrachang, S. and Stevens, W.F. (2006). Chitosan as a growth stimulator in orchid tissue culture. *Plant Science, 170*, 1185–1190.

Ogita, S. (2005). Callus and cell suspension culture of bamboo plant *Phyllostachys nigra*. *Plant Biotechnology, 22*(2), 119-125.

Ronchi, V.N., Caligo, M.A., Nozzolini, M. and Luccarini, G. (1984). Stimulation of carrot somatic embryogenesis by proline and serine. *Plant Cell Reports, 3*, 210-214.

Vacin, E.F. and Went, F. (1949). Some pH changes in nutrient solutions. *Botanical Gazette*, *110*, 605-613.

Wei, T., Li, M.Z. and Xie, R.J. (2005). Preparation and structure of porous silk sericin materials. *Macromolecular Materials and Engineering*, *290*, 188-194.

Wu, J.H., Wang, Z. and Xu, S.Y. (2007). Preparation and characterization of sericin powder extracted from silk industry wastewater. *Food Chemistry, 103*(4), 1255-1262.

Zhang, Y. Q. (2002). Applications of natural silk protein sericin in biomaterials. *Biotechnology Advances, 20,* 91–100.