



ผลของสูตรอาหารและน้ำตาลซูโครสต่อการเพิ่มปริมาณกระบองเพชรสายพันธุ์ตอบลู (*Myrtillocactus geometrizans*) ในสภาพปลอดเชื้อ

Effect of Culture Media and Sucrose on Proliferation of *Myrtillocactus geometrizans* In Vitro

สุภาวดี งามสูตร¹ และ วรียา นวลนุช¹

Ramasoot, S.¹ and Nuannut, W.¹

¹ สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ต.ท่าजू อ.เมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80280

¹ Department of biology Faculty of Science and Technology, Nakhon Si ThammaratRajabhat University, Tumbon Thayew, Mueang district, Nakhon Si Thammarat Province, 80280

* Corresponding author: supawadee.rs@gmail.com

Received 19 July 2018; Revised 15 November 2018; Accepted 22 November 2018

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการขยายพันธุ์กระบองเพชรสายพันธุ์ตอบลู (*Myrtillocactus geometrizans*) ในสภาพปลอดเชื้อ โดยนำเมล็ดกระบองเพชรสายพันธุ์ตอบลู มาเพาะเลี้ยงบนอาหาร 3 สูตร ได้แก่ อาหารสูตร MS (Murashige and Skoog, 1962) ½MS และ ¼MS ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 3 เปอร์เซ็นต์ และผงวุ้น 0.9 เปอร์เซ็นต์ ค่าความเป็นกรดต่าง 5.7 ภายใต้สภาพให้แสง ที่ความเข้มแสง 3,000 ลักซ์ เป็นเวลา 14 ชั่วโมงต่อวัน อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส หลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 1 เดือน พบว่า อาหารสูตร MS ให้เปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุดเท่ากับ 83.33 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ อาหารสูตร ¼MS (73.33 เปอร์เซ็นต์) และอาหาร ½MS (68.33 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) การศึกษาความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส พบว่า อาหารสูตร MS ร่วมกับน้ำตาลซูโครสเข้มข้น 3.5 เปอร์เซ็นต์ ให้เปอร์เซ็นต์การเกิดยอดสูงสุด 96.67 และความยาวยอดเฉลี่ยสูงสุด 1.26 เซนติเมตร แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) สำหรับการชักนำราก พบว่า อาหารสูตร MS ร่วมกับผงถ่าน 0.2 เปอร์เซ็นต์ ให้ความยาวรากเฉลี่ยสูงสุด 1.65 เซนติเมตร และจำนวนราก 6.58 รากต่อชิ้นส่วนพืช เมื่อทำการอนุบาลต้นกระบองเพชรสายพันธุ์ตอบลูในสภาพธรรมชาติ พบว่า วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของ ดินปลูก กระบองเพชร : พีทมอส : เพอไลท์ : หินภูเขาไฟ (1 : 1 : 1 : 1) ให้การรอดชีวิตสูงสุด 91.66 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะต้นมีความสมบูรณ์ แข็งแรง

คำสำคัญ: สูตรอาหาร, น้ำตาลซูโครส, การเพิ่มปริมาณ, กระบองเพชรสายพันธุ์ตอบลู, สภาพปลอดเชื้อ

Abstract

The present study was to investigate *in vitro* propagation of *Myrtillocactus geometrizans*. The seeds were cultured on MS (Murashige and Skoog, 1962), ½ MS and ¼ MS medium supplemented with 3% sucrose and 0.9% agar. The cultures were maintained at 25±2 °C under a 14-h photoperiod with photosynthetic photon flux density of 3,000 lux. After culturing for 1 months, full strength MS (Murashige and Skoog, 1962) medium gave the highest percentage of germination rate at 83.33% followed by ¼ MS (73.33%) and ½ MS (68.33%) medium with significant difference with other treatments ($p<0.05$). Various sucrose concentrations were significant difference on MS medium supplemented. Result showed that MS medium with 3.5 % sucrose gave the highest percentage of shoot induction at 96.67 and average shoot length at 1.26 cm. For root induction, the result found that MS medium supplemented with 0.2 % activated charcoal gave the highest average shoot length at 1.65 cm, and average number of root at 6.58

roots/explant. Complete plantlets were successfully acclimatized to the greenhouse environmental. Plantlets potted in soil: peat moss : perlite : volcanic rock (1 : 1 : 1: 1) gave the highest survival rate at 91.66% after 1 month.

Keywords: Culture media, sucrose, proliferation, *Myrtillocactus geometrizans*, *in vitro*

บทนำ

กระบองเพชรสายพันธุ์ตอปลู (*Myrtillocactus geometrizans*) จัดอยู่ในวงศ์ Cactacea เป็นพืช ในกลุ่มของไม้อวบน้ำและเป็นพืชทนแล้ง กระบองเพชรเป็นไม้ประดับขนาดเล็ก กะทัดรัด รูปลักษณ์แปลกตา สีสันทแปลกตา (ภูเขา, 2558) สูงตั้งแต่ 30 เซนติเมตรขึ้นไป ลำต้นมีสีเขียวหรือเขียวคล้ำจากสารคลอโรฟิลล์ซึ่งใช้สังเคราะห์แสงแทนใบ มีทั้งทรงกลมเตี้ยและกระบองสูง ขึ้นต้นเดี่ยวและแตกเป็นกอหนามมีลักษณะหนามแข็ง ปลายตรง ลักษณะดอกและขนาดดอกขึ้นกับชนิดพันธุ์ กระบองเพชรได้รับความนิยมมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เป็นเพราะกระบองเพชรเลี้ยงง่าย ใช้น้ำที่ในการปลูกน้อย และยังมีความสวยงามที่เป็นเอกลักษณ์ (ชนัญดา, 2558) กระบองเพชรไม้ประดับที่มีกระแสรองอย่างต่อเนื่องจนบางช่วงความต้องการซื้อ (Demand) มีมากกว่าความต้องการขาย (Supply) เนื่องจากเมล็ดกระบองเพชรที่เพาะตามวิถีธรรมชาติเจริญเติบโตค่อนข้างช้า ยิ่งเป็นไม้ที่เกิดจากการเพาะเมล็ดจะต้องใช้เวลาไม่ต่ำกว่า 1 ปี จึงจะจำหน่ายได้ ส่วนการขยายพันธุ์จากหน่อถือเป็นวิธีที่ช่วยย่นระยะเวลาลงได้ แต่ต้นที่ได้แสดงลักษณะออกมาผันแปรไปตามปัจจัยทางธรรมชาติอย่างสภาพอากาศหรือเทคนิคของผู้ปลูกมาเป็นตัวกระตุ้น ทำให้ได้ลักษณะที่ไม่ตรงตามความต้องการ และด้วยปัจจัยอื่นๆ ได้แก่ ปัญหาเรื่องโรคและแมลงรบกวน (สุรวุฒน์, 2559) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องนำเอาความรู้ทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพเข้ามาช่วยเพื่อเพิ่มปริมาณและอนุรักษ์พันธุกรรม ซึ่งเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชก็เป็นอีกเทคนิคหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการขยายพันธุ์พืชและปรับปรุงพันธุ์ให้สามารถเพิ่มจำนวนต้นได้ปริมาณมากในเวลาอันรวดเร็ว สามารถสร้างผลผลิตให้ได้ปริมาณเพียงพอต่อความต้องการ รวมทั้งเป็นการช่วยให้เกิดการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติของประเทศได้อีกทางหนึ่ง ปัจจุบันได้มีการขยายพันธุ์พืชชนิดเดียวกันกับกระบองเพชร เช่น *Haworthia* (นุรมา, 2559) พืชอวบน้ำ (Karthik *et al.*, 2013) ว่านหางจระเข้ (Chae *et al.*, 2013) ดังนั้นในการศึกษานี้เป็นการนำเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาขยายพันธุ์เพื่อผลิตต้นต่อของกระบองเพชร ให้ได้จำนวนมากในระยะเวลาอันสั้น และใช้ประโยชน์ในอนุรักษ์พันธุกรรมและปรับปรุงพันธุ์ในอนาคต

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมวัสดุพืช

นำเมล็ดกระบองเพชรพอกฆ่าเชื้อโดยนำเมล็ดล้างทำความสะอาดด้วยน้ำยาล้างจาน และนำมาล้างด้วยน้ำประปาจนหมดฟอง จุ่มแช่ในเอทิลแอลกอฮอล์ เข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นจุ่มแช่ในคลอโรกซ์ เข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ tween 20 เป็นเวลา 20 นาที นำเข้าตู้ย่ำเยียงเนื้อเยื่อพืช ล้างด้วยน้ำกลั่นนิ่งฆ่าเชื้อ 3 ครั้ง ซับด้วยกระดาษทิชชูหนึ่งฆ่าเชื้อให้แห้ง นำมาเพาะเลี้ยงบนอาหารบนอาหารสูตรสังเคราะห์

การทดลองที่ 1 ผลของสูตรอาหารต่ออัตราการรอดชีวิตของเมล็ดกระบองเพชรสายพันธุ์ตอปลูในสภาพปลอดเชื้อ

นำชิ้นส่วนเมล็ดกระบองเพชรที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ววางเลี้ยงบนอาหารสูตร MS อาหารสูตร MS ที่ลดความเข้มข้นลงครึ่งหนึ่ง ($\frac{1}{2}$ MS) และ อาหารสูตร MS ที่ลดความเข้มข้นลงหนึ่งในสี่ ($\frac{1}{4}$ MS) อาหารทุกสูตรข้างต้น เติมน้ำตาลซูโครส 30 กรัมต่อลิตร และผงวุ้น 9 กรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรดต่าง 5.7 วางเลี้ยงในสภาพมีแสงที่ความเข้มแสง 3,000 ลักซ์ เป็นเวลา 14 ชั่วโมงต่อวัน อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส สังเกตและบันทึกเปอร์เซ็นต์ การรอดชีวิต หลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 1 เดือน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ แต่ละสูตรอาหารทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำๆ ละ 10 ขวด ๆ ละ 1 เมล็ด เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)

การทดลองที่ 2 ผลของความเข้มข้นของซูโครสต่อการเจริญเติบโตของกระบองเพชรสายพันธุ์ตอปลู

นำชิ้นส่วนยอด มาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS (จากการทดลองที่ 1) ร่วมกับซูโครสที่ระดับความเข้มข้น 2.5 3.0 3.5 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์ และผงวุ้น 9 กรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรดต่าง 5.7 วางเลี้ยงในสภาพมีแสงที่ความเข้มแสง 3,000 ลักซ์ เป็นเวลา 14 ชั่วโมงต่อวัน อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส สังเกตและบันทึกผลเปอร์เซ็นต์การเกิดยอด ความยาวยอด หลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 2 เดือน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ แต่ละสูตรอาหารทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำๆ ละ 10 ขวด ๆ ละ 1 ยอด เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

**การทดลองที่ 3 ผลของสูตรอาหารต่อการชักนำรากของ
กระบองเพชรสายพันธุ์ตอปลู**

นำชิ้นส่วนยอดที่ชักนำได้จากการทดลองที่ 2 มาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ½MS และ ¼MS เติม ผงถ่าน 2 กรัมต่อลิตร น้ำตาลซูโครส 35 กรัมต่อลิตร และผงวุ้น 9 กรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรดต่าง 5.7 วางเลี้ยงในสภาพมีแสงที่ความเข้มแสง 3,000 ลักซ์ เป็นเวลา 14 ชั่วโมงต่อวัน อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส สังเกตและบันทึกผลความยาวรากจำนวนราก หลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 1 เดือน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ แต่ละสูตรอาหารทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ ๆ ละ 10 ขวด ๆ ละ 1 ยอด เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

**การทดลองที่ 4 ผลของวัสดุปลูกต่อการรอดชีวิตและการ
เจริญเติบโตของกระบองเพชรสายพันธุ์ตอปลูในสภาพ
ธรรมชาติ**

นำต้นกระบองเพชรที่ผ่านการชักนำรากแล้วล้างน้ำบนริเวรรากออกให้หมด ออกปลูกโดยแบ่งวัสดุปลูกเป็น 3 ทริตเมนต์ ดังนี้ ทริตเมนต์ที่ 1 ดินปลูกกระบองเพชร : พีทมอส :

เพอร์ไลท์ : หินภูเขาไฟ อัตราส่วน 1 : 1 : 1 : 1 ทริตเมนต์ที่ 2 ดินปลูกกระบองเพชร : พีทมอส : เพอร์ไลท์ : หินภูเขาไฟ อัตราส่วน 1 : 0.5 : 0.5 : 0.5 และ ทริตเมนต์ที่ 3 ดินปลูกกระบองเพชร: พีทมอส : หินภูเขาไฟ อัตราส่วน 1 : 1 : 1 แต่ ละชนิดของวัสดุปลูกทำการทดลอง 3 ซ้ำๆละ 8 ต้น สังเกตและบันทึกผลเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต และการเจริญเติบโตของต้นกระบองเพชร หลังออกปลูกเป็นเวลา 1 เดือน

ผลการทดลอง

**1. ผลของสูตรอาหารต่ออัตราการงอกของเมล็ด
กระบองเพชรในสภาพปลอดเชื้อ**

เมื่อนำเมล็ดกระบองเพชรที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว วางเลี้ยงบนอาหารสูตร MS (Murashige and Skoog, 1962) ½MS และ ¼MS เป็นเวลา 1 เดือน พบว่า อาหารสูตร MS ให้เปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุดเท่ากับ 88.33 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ อาหารสูตร ¼MS (73.33 %) และ อาหารสูตร ½MS (68.33 %) ตามลำดับ แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (Figure 1)

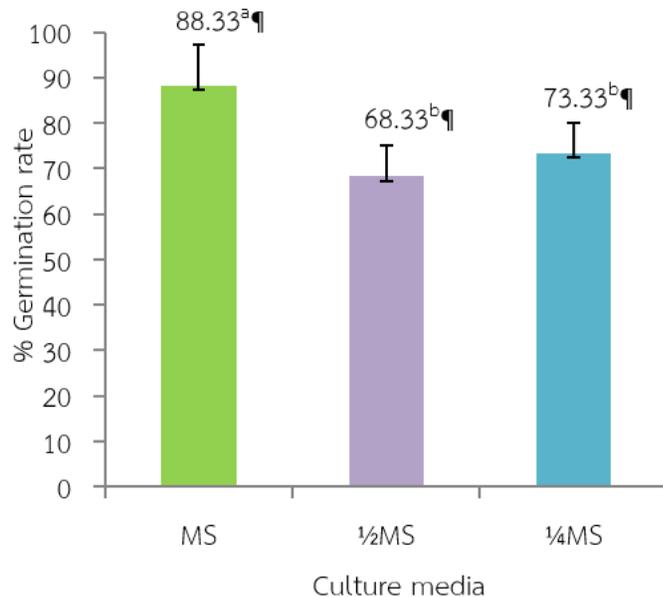


Figure 1 Effect of culture media on germination rate of *M. geometrizans* seeds after culturing for 1 month



Figure 2 Seed germinating of *M. geometrizans* after culturing for 1 month. (bar = 1 cm.)

**2. ผลของความเข้มข้นของซูโครสต่อการเจริญเติบโตของ
กระบองเพชรตอปลู**

นำชิ้นส่วนยอดที่ได้จากการทดลองที่ 2 มาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ร่วมกับซูโครสที่ระดับความเข้มข้น 2.5 3.0 3.5 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 2 เดือน พบว่าอาหารสูตร MS ร่วมกับซูโครสเข้มข้น 3.5 เปอร์เซ็นต์ ให้เปอร์เซ็นต์การเกิดยอดสูงสุด 96.67 รองลงมาอาหารสูตร MS ร่วมกับซูโครสเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ ให้เปอร์เซ็นต์การเกิดยอด 93.33 แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) สำหรับอาหารสูตร MS ร่วมกับซูโครสเข้มข้น 4.5 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ ให้เปอร์เซ็นต์การเกิดยอด 90 และ 66.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับความยาวยอด พบว่าซูโครสที่

ระดับความเข้มข้น 3.5 เปอร์เซ็นต์ มีความยาวยอดเฉลี่ยสูงสุด 1.26 เซนติเมตร รองลงมาซูโครสที่ระดับความเข้มข้น 4.5 เปอร์เซ็นต์ มีความยาวยอดเฉลี่ย 1.22 เซนติเมตร แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) สำหรับความยาวยอดเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่ซูโครสระดับความเข้มข้น 3 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ มีความยาวยอดเฉลี่ย 1.19 และ 1.14 เซนติเมตร ตามลำดับ แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) จะเห็นได้ว่าซูโครสที่ระดับความเข้มข้นระหว่าง 3 – 4.5 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสมที่สุดในการเจริญเติบโตของกระบองเพชรสายพันธุ์ตอปลู ลักษณะของต้นมีสีเขียวเข้ม รูปร่างอวบ มีหนามรอบต้น (Table 1) (Figure 3)

Table 1 Effect of various concentrations of sucrose on percentage of shoot formation and shoot length of *M. geometrizans* seeds after culturing for 2 months

Sucrose (%)	Shoot formation (%)	Average shoot length (cm)
2.50	66.66 ± 12.02 ^b	1.14 ± 0.09 ^b
3.00	93.33 ± 3.33 ^a	1.19 ± 0.10 ^{ab}
3.50	96.67 ± 3.33 ^a	1.26 ± 0.12 ^a
4.50	90.00 ± 5.77 ^a	1.22 ± 0.16 ^{ab}
F-test	*	*
C.V. (%)	9.99	3.40

* = Significantly difference at $P \leq 0.05$

**3. ผลของสูตรอาหารต่อการชักนำรากของกระบองเพชร
สายพันธุ์ตอปลู**

นำชิ้นส่วนยอดที่ชักนำได้จากการทดลองที่ 3 มาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ½MS และ ¼MS เติมผงถ่าน 2 กรัมต่อลิตร พบว่าอาหารสูตร MS เติมผงถ่าน

0.2 เปอร์เซ็นต์ ให้ความยาวรากเฉลี่ยสูงสุด 1.65 เซนติเมตร รองลงมาคือสูตร ¼MS และ ½MS ให้ความยาวรากเฉลี่ย 1.57 และ 1.49 เซนติเมตร ตามลำดับ สำหรับจำนวนราก พบว่าอาหารสูตร MS ให้จำนวนรากสูงสุด 6.58 รากต่อชิ้นส่วนพืช รองลงมาคือสูตร ½MS

และ ¼MS ให้จำนวนราก 6.53 และ 5.99 รากต่อชิ้นส่วน (p<0.05) (Table 2) (Figure 4) พืช ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

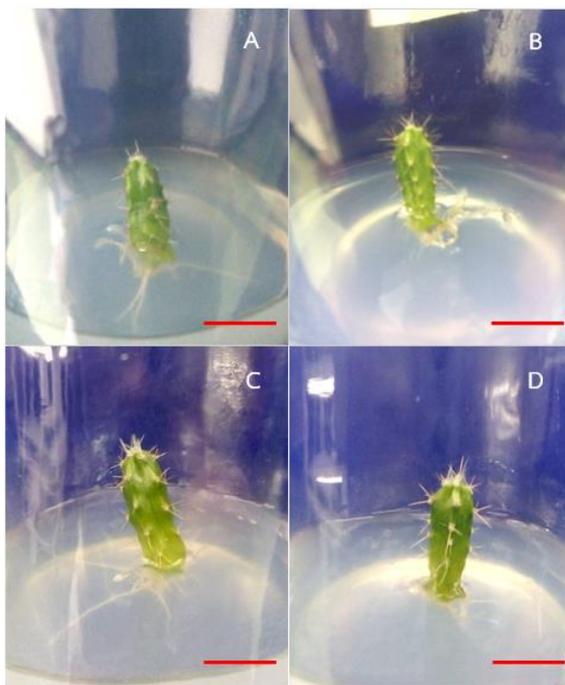


Figure 3 Characteristic of shoot formation derived from *M. geometrizans* seed were cultured on MS medium supplemented with 25 % sucrose (A) 30 % sucrose (B) 35 % sucrose (C) and 45 % sucrose (D) after culturing for 2 months. (bar = 1 cm.)

Table 2 Effect of culture media on root induction of *M. geometrizans* after culturing for 1 month

Culture media	Average length of root (cm)	Average number of root (roots/explant)
MS + 0.2 % AC	1.65±0.23	6.58±0.61
½MS + 0.2 % AC	1.49±0.26	6.53±0.54
¼MS + 0.2 % AC	1.57±0.12	5.99±0.11
F-test	ns	ns
C.V. (%)	23.46	9.41

ns = not significantly difference at $P \leq 0.05$



Figure 4 Characteristic of root formation of *M. geometrizans* after culturing for 1 months (bar = 1 cm.)

A. MS + 0.2 % AC B. ½MS + 0.2 % AC C. ¼MS + 0.2 % AC

4. ผลของวัสดุปลูกต่อการรอดชีวิตและการเจริญเติบโตของ กระบองเพชรสายพันธุ์ตอปลูในสภาพธรรมชาติ

ต้นกระบองเพชรที่มีรากแล้ว นำล้างน้ำบริเวณราก ออกให้หมด ออกปลูก แล้วรดน้ำ เป็นเวลา 1 เดือน พบว่า วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของดินปลูกกระบองเพชร : พีทมอส : เพอร์ไลท์ : หินภูเขาไฟ (1 : 1 : 1 : 1) ให้เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตสูงสุด 95.83 เปอร์เซ็นต์ ต้นกระบองเพชร มีลักษณะลำต้นอวบสีเขียวเข้ม ต้นสมบูรณ์ แข็งแรง สำหรับต้น

กระบองเพชรที่ปลูกในวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของ ดินปลูก กระบองเพชร : พีทมอส : เพอร์ไลท์ : หินภูเขาไฟ (1 : 0.5 : 0.5 : 0.5) ให้เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต 91.66 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะลำต้นมีสีเขียวอ่อน บางต้นมีการเนาบริเวณโคนต้น ส่วนวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของ ดินปลูกกระบองเพชร:พีทมอส : หินภูเขาไฟ (1 : 1 : 1) ให้เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต 87.5 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะต้นมีขนาดเล็ก มีการเนาบริเวณโคนต้นทำ ให้ต้นเหี่ยวตาย (Figure 5)

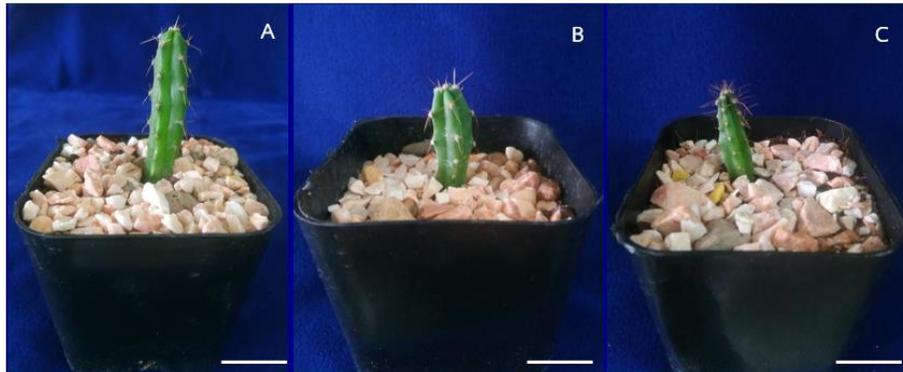


Figure 5 Acclimatization plants of *M. geometriza* in the green house for 1 month. (bar = 1 cm.)

- A. soil : peat moss : perlite : volcanic rock (1 : 1 : 1: 1)
- B. soil : peat moss : perlite : volcanic rock (1 : 0.5 : 0.5 : 0.5)
- C. soil : peat moss : volcanic rock (1 : 1 : 1)

วิจารณ์

จากการเพาะเลี้ยงเมล็ดกระบองเพชรสายพันธุ์ตอปลูในสภาพปลอดเชื้อ บนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ 3 สูตร ซึ่งองค์ประกอบและความเข้มข้นของธาตุอาหารแตกต่างกัน พบว่า อาหารสูตร MS ให้เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตสูงที่สุดเท่ากับ 88.33 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ อาหารสูตร ¼MS (73.33 %) และ อาหารสูตร ½MS (68.33 %) ตามลำดับ แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากสูตรอาหารดังกล่าวมีแร่ธาตุหลักในปริมาณที่เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ดกระบองเพชรสายพันธุ์ตอปลู คือ ส่งผลให้เมล็ดสามารถเจริญเป็นต้นอ่อนที่มีความแข็งแรง เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารสูตร MS ที่ลดความเข้มข้นของธาตุอาหารลง แตกต่างกับ ศิวพงศ์ (2546) ที่กล่าวถึงความเข้มข้นของเกลือ โดยเฉพาะอย่างยิ่งระดับของ ไอออนแอมโมเนียม ถ้าลดความเข้มข้นของแอมโมเนียมไนเตรท (NH₄NO₃) และ โพแทสเซียมไนเตรต (KNO₃) ในสูตรอาหาร MS ลง 4 เท่า จะทำให้เกิดตาใน Douglas fir และยังพบผลเหมือนกันใน Rhododendron, Lycopersicon, Arabidopsis และ Torenia อย่างไรก็ตามการใช้ความเข้มข้นของสารอาหารที่ต่ำเกินไปก็เป็นการชะลอการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชได้เช่นกัน (วุฒิชัย, 2557)

สำหรับการศึกษาความเข้มข้นของชูโครสต่อการ

เจริญเติบโต พบว่าอาหารสูตร MS ร่วมกับชูโครสเข้มข้น 3.5 เปอร์เซ็นต์ ให้เปอร์เซ็นต์การเกิดยอดสูงสุด 96.67 ความยาวยอดเฉลี่ยสูงสุด 1.26 เซนติเมตร และอัตราการเจริญเติบโตลดลงที่ระดับความเข้มข้นของชูโครส 2.5 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) สอดคล้องกับรายงานวิจัยของ Guadalupe และคณะ (1999) พบว่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดของกระบองเพชรอยู่ในช่วงการเติมชูโครสเข้มข้น 3 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์ และลดลงในช่วงความเข้มข้นชูโครส 0.5 เปอร์เซ็นต์ และที่ระดับที่ไม่มีการเติมชูโครส เช่นเดียวกับการชักนำแคลลัส และปริมาณแอนโธไซยานินในกุหลาบหนู เมื่อเติมน้ำตาลชูโครสระดับความเข้มข้น 3-5 เปอร์เซ็นต์ แคลลัสกุหลาบหนูสามารถผลิตสารแอนโธไซยานินได้ดี ในขณะที่ความเข้มข้นของน้ำตาลชูโครสสูง 7-9 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นส่วนแคลลัสเริ่มต้นมีการพัฒนาได้ไม่ดี เกิดเป็น compact callus และยังส่งผลถึงการผลิตสารแอนโธไซยานินในปริมาณที่น้อยลงด้วย (ยุพาทรณ์, 2559) ซึ่งการปรับความเข้มข้นของน้ำตาลชูโครสส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยทั่วไปแล้วความเข้มข้นของน้ำตาลที่สูงจะก่อให้เกิดสภาวะเครียดต่อเซลล์ที่เพาะเลี้ยง มีผลปลดการเจริญเติบโตของเซลล์ แต่อาจจะไปกระตุ้นการสร้างสารชีวเคมีทุติยภูมิบาง

ชนิดได้ ทั้งนี้หากปริมาณน้ำตาลสูงมากเกินไป เนื่องจากไปขัดขวางกระบวนการเมตาบอลิซึม โดยเกิดภาวะ osmotic effect ทำให้สมดุลของเซลล์เปลี่ยนแปลงไป อัตราการเคลื่อนย้ายไอออนต่างๆ ขาลงก่อให้เกิดการเป็นพิษต่อเซลล์พืชได้ (Neto and Otoni, 2003) ซึ่งงานวิจัยในครั้งนี้อยู่ระดับความเข้มข้นน้ำตาลซูโครสที่เหมาะสมต่อการการเจริญเติบโตของกระบองเพชรอยู่ในช่วง 3 - 4.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่สูงเกินไปที่จะยับยั้งการเจริญเติบโตและพัฒนาของต้นอ่อน

จากการชักนำรากพบว่า อาหารสูตร MS เต็มผงถ่าน 0.2 เปอร์เซ็นต์ ให้ความยาวรากเฉลี่ยสูงสุด 1.65 เซนติเมตร และจำนวนราก 6.58 รากต่อชิ้นส่วนพืช ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เนื่องจากสูตรอาหาร MS มีธาตุโพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3) และโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) ซึ่งมีความจำเป็นในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน ช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ ทำให้เอนไซม์สามารถรวมกับ สารอื่นได้ดียิ่งขึ้น ช่วยในการควบคุมศักย์ออสโมซิสซึ่งมีผลต่อการแบ่งเซลล์ (มุกดา, 2544) ร่วมกับการเติมผงถ่านช่วยดูดซับสารประกอบฟีนอลิก (Pierik, 1997) ทำให้อาหารมีสีด่างผลให้รากมีการเจริญเติบโตดีขึ้นและยังช่วยรักษาความเป็นกรดต่างของอาหารไม่ให้เปลี่ยนแปลงไปมากนัก อีกทั้งช่วยเพิ่มการระบายอากาศในอาหารได้ดีขึ้นด้วย (Arditti, 2008) ทำให้สามารถเพิ่มความยาวรากและจำนวนรากได้มากขึ้น

วัสดุปลูกที่มีผลต่อการรอดชีวิตและการเจริญเติบโตของกระบองเพชรสายพันธุ์ตอปลูในสภาพธรรมชาติ เมื่อนำต้นกระบองเพชรออกปลูกเป็นเวลา 1 เดือน พบว่าวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของดินปลูกกระบองเพชร : พีทมอส : เพอร์ไลท์ : หินภูเขาไฟ (1 : 1 : 1 : 1) ให้เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตสูงสุด 95.83 เปอร์เซ็นต์ ต้นมีลักษณะสมบูรณ์ แข็งแรง ลำต้นมีสีเขียวเข้มและมีความสูง เนื่องจากวัสดุปลูกที่ประกอบด้วยพีทมอส ที่มีความโปร่ง เก็บความชื้น ได้ดี ไม่มีเชื้อโรค ไม่มีวัชพืชปลอมปน เพอร์ไลท์ มีคุณสมบัติน้ำหนักเบาและมีรูพรุนทำให้ดินไม่จับตัวกันแน่น เป็นก้อน มีความโปร่ง ระบายอากาศได้ดี และมีธาตุอาหารเสริมอีกหลายชนิดที่สำคัญคือ อลูมิเนียม และ โซเดียม เมื่อผสมในดินจะช่วยปรับค่ากรดต่างให้เป็นกลาง และสำคัญคือหินภูเขาไฟ มีคุณสมบัติเป็นรูพรุนระบายอากาศได้ดี มีแร่ธาตุอยู่พอสมควร (วีระ, 2560) ซึ่งเมื่อผสมวัสดุปลูกในอัตราส่วนที่เหมาะสมจึงทำให้กระบองเพชรสายพันธุ์ตอปลูเจริญเติบโตได้ดี เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุปลูกในอัตราส่วนอื่น

สรุป

เมล็ดกระบองเพชรสายพันธุ์ตอปลูที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ให้เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตสูงสุดเท่ากับ 83.33

เปอร์เซ็นต์ น้ำตาลซูโครสเข้มข้น 3.5 เปอร์เซ็นต์ ให้เปอร์เซ็นต์การเกิดยอดสูงสุด 96.67 ความยาวยอดเฉลี่ยสูงสุด 1.26 เซนติเมตร แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และอาหารสูตร MS เต็มผงถ่าน 0.2 เปอร์เซ็นต์ สามารถชักนำให้รากมีความยาวเฉลี่ยสูงสุด 1.65 เซนติเมตร และจำนวนราก 6.58 รากต่อชิ้นส่วนพืช ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของดินปลูกกระบองเพชร : พีทมอส : เพอร์ไลท์ : หินภูเขาไฟ (1 : 1 : 1 : 1) ให้เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตสูงสุด 95.83 เปอร์เซ็นต์

เอกสารอ้างอิง

- ชญาดา ธรรมสรานุ. 2558. นิเวศวิทยาและลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของแคคตัส. ปีที่เข้าถึง. เข้าถึงได้จาก: <https://chanandacactus.wordpress.com> [เข้าถึงเมื่อ 31 พฤษภาคม 2561].
- นุรมา มาสากิ, สุรรัตน์ เย็นช้อน และสมปอง เตชะโต. 2559. ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการชักนำแคลลัสและยอดของฮาโวเทียในหลอดทดลอง. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ 3(2): 76-82.
- ภูเขา ชากะสิก. 2558. กระถอมลุงจรณ ศุภย์รวมกระบองเพชรชั้นนำของเมืองไทยการันตีความเก่ากว่า 5 ทศวรรษ. วารสารเคหการเกษตร 39(6): 173-176.
- มุกดา สุขสวัสดิ์. 2544. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ผลผลิตปาล์มน้ำมันสมาชิกนิคมสตูล. สตูล: ศูนย์พัฒนานิคมสร้าง ตนเองภาคใต้. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ยูภรณ์ จิโรภาสภานุวงศ์. 2559. ผลของน้ำตาลซูโครสต่อการชักนำแคลลัส และปริมาณแอนโทไซยานินในกุหลาบหนู. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ 3(1): 7-11.
- วีระ แก้มอุดม. ดินปลูกสำหรับปลูกแคคตัส. ปีที่เข้าถึงได้จาก: <https://www.cactusmeejai.com> [เข้าถึงเมื่อ 30 มิถุนายน 2561].
- วุฒิชัย ศรีช่วย. 2557. การเพิ่มประสิทธิภาพการขยายพันธุ์กล้วยไม้เขากวางอ่อน (Phalaenopsis cornu-cervi (Breda) Blume & Rchb.) โดยการชักนำเป็นพืชต้นใหม่จากแคลลัส. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ 1: 13-18.
- ศิวพงศ์ จำรัสพันธุ์. 2546. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. กรุงเทพฯ: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏอุดรธานี.
- สุรวัฒน์ อิมราพร. 2559. ดำเนินการเดินกับการปรับโฉมกระบองเพชรลูกผสมใหม่ให้โดนใจลูกค้า. ว.เคหการเกษตร. 40(9): 191-194.

- Arditti J. 2008. Micropropagation of Orchids. Australia: Blackwell Publishing.
- Chae, S.C, Chung, S.O and Park, S.U. 2013. Shoot organogenesis and plant regeneration of Aloe saponaria. Life Science Journal 10: 575-578.
- Guadalupe M., Ralph A.B., and Chris M. 1999. Alterations in growth and crassulacean acid metabolism. (CAM) activity of *in vitro* cultured cactus. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 58: 1-9.
- Karthik, P. M., Samydarai, P., Subbaiyan, B., Thangapandian, V. and Binu, T. 2013. *In vitro* propagation of a rare succulent medicinal plant *Caralluma diffusa* (Wight) N.E.Br. Research in Plant Biology 3: 8-17.
- Neto, V. B. P. and Otoni, W. C. 2003. Carbon sources and their osmotic potential in plant tissue culture: does it matter. Scientia Horticulturae 97: 193-202.
- Pierik RLM. 1997. *In Vitro* Culture of Higher Plants. The Netherlands: Kulwer Academic Publishers.