

บทความวิจัย (Research Article)**ผลของสภาพที่เติมคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ต่อการชักนำให้เกิดรากในลูกบอลปักชำของปลายยอดเชียงดาจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ**

นภาพรรณ จันทรมูล^{1*}, เพ็ญพิมพ์ ชิดบุรี¹ และ อภิชาติ ชิดบุรี²

Effect of added carbon dioxide (CO₂) conduction on root induction in cutting ball of Chiang-da shoots from tissue culture

Napawan Jantaramoon^{1*}, Piengpim Chidburee¹ and Aphichat Chidburee²

¹ Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna, Lampang, 52000

² Agricultural Technology Research Institute, Rajamangala University of Technology Lanna, Lampang 52000

* Correspondence author: mapypang2536@gmail.com

Health Science, Science and Technology Reviews. 2023;16(3):14-21.

Received: 11 October 2022; Revised: 13 March 2023; Accepted: 26 July 2023

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเติมคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ต่อการชักนำให้เกิดรากในลูกบอลปักชำ (cutting ball) ของปลายยอดเชียงดาจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) จำนวน 5 กรรมวิธีๆ ละ 6 ซ้ำ โดยกรรมวิธีที่ 1 เลี้ยงในอาหารวันที่มีฟาปกติ (ชุดควบคุม) กรรมวิธีที่ 2 เลี้ยงในลูกบอลปักชำ+ฟาปกติ กรรมวิธีที่ 3 เลี้ยงในลูกบอลปักชำ+ฟามีรูระบายอากาศ กรรมวิธีที่ 4 เลี้ยงในลูกบอลปักชำ+เติม CO₂+ฟามีรูระบายอากาศ และกรรมวิธีที่ 5 เลี้ยงในลูกบอลปักชำ+เติม CO₂+ฟาปกติ ผลการทดลองพบว่า ชิ้นส่วนปลายยอดเชียงดาที่เลี้ยงบนลูกบอลปักชำในขวดเพาะเลี้ยงที่ปิดด้วยฟาปกติ และฟามีรูระบายอากาศ กับที่เติม CO₂ ฟามีรูระบายอากาศ และปิดด้วยฟาปกติ มีร้อยละการรอดชีวิตเฉลี่ยมากที่สุด แต่จำนวนรากของชิ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารวันที่มีฟาปกติ (ชุดควบคุม) มีจำนวนรากเฉลี่ยมากที่สุด ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ ส่วนร้อยละการเกิดราก, ความยาวราก, ค่าความเขียวใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บี และรวม ของทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

คำสำคัญ: เชียงดา, คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂), ลูกบอลปักชำ, การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ, กรด 1-แนฟทาไลน์แอสซิดิก

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดลำปาง 52000

² สถาบันวิจัยเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดลำปาง 52000

Abstract

The research aimed to study the effect of added carbon dioxide (CO₂) conduction on root induction in cutting – ball of Chiang – da shoots from tissue culture. A completely randomized design (CRD) of five treatments with six replications was used in this experiment. Tr.1 ; Semi - medium bottle cap (control), Tr.2 ; cutting ball + standard lid, Tr.3 ; cutting ball + vented tissue culture cap, Tr.4 ; cutting ball + added CO₂ + vented tissue culture cap and Tr.5 ; cutting ball + added CO₂ + standard lid. The results showed that the shoot tip plants on Tr.2, Tr.3, Tr.4 and Tr.5 had the highest average survival percentage. The number of roots showed that cultured in control had the highest mean number of roots significantly different from other treatments. The percentage of a root, length of root, SPAD Unit, chlorophyll a, b and total were not significantly different from all treatments.

Keywords: Chiang da, Carbon dioxide (CO₂), Cutting ball, Tissue culture, 1-Naphthylacetic acid

บทนำ

เซียงดา มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Gymnema inodorum* (Lour.) Decne. จัดอยู่ในวงศ์ของตีนเป็ด (Apocynaceae) นิยมปลูกตามรั้วบ้านและขยายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ดหรือปักชำ มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ใบของผักเซียงดาเมื่อนำมาสกัดด้วยน้ำหรือตัวทำละลายอินทรีย์ พบว่ามีสารสำคัญที่เป็นองค์ประกอบอยู่หลายชนิด เช่น วิตามินซี วิตามินอี เบต้าแคโรทีน แซนโทฟิลล์ แทนนิน คลอโรฟิลล์ และสารประกอบฟีนอลิก โดยสารสำคัญเหล่านี้มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ [1] และมีกรดจิมเนมิค (gymnemic acid) ทำให้มีฤทธิ์ยับยั้งการดูดซึมและลดระดับน้ำตาลในเลือด จึงนำมาใช้เป็นยาในผู้ป่วยโรคเบาหวาน [2] เนื่องจากคุณค่าทางสรรพคุณดังกล่าวทำให้มีความต้องการเป็นจำนวนมาก จึงได้นำเทคนิคของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาช่วยในการขยายพันธุ์เพื่อเพิ่มจำนวนต้น [3] แต่ปัญหาของพืชที่ปลูกด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ พืชจะใช้คาร์บอนจากน้ำตาลที่ใส่ลงไปให้อาหาร ไม่ได้ใช้คาร์บอนจากคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ จึงส่งผลให้อัตราการสังเคราะห์แสงต่ำ ระบบรากไม่สมบูรณ์ เกิดความผิดปกติทางสรีรวิทยา และอื่นๆ [4] จากปรากฏการณ์เหล่านี้จึงทำให้พืชมีการเจริญเติบโตและอัตราการรอดชีวิตต่ำในระยะก่อนย้ายออกปลูก

ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อได้มีการให้ความสำคัญกับสภาพแวดล้อมทางกายภาพของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และองค์ประกอบของก๊าซ การเลี้ยงในภาชนะที่มีการเจาะช่องระบายอากาศ ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนของก๊าซต่างๆ โดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซออกซิเจน ส่งผลให้ความชื้นสัมพัทธ์ในระบบเพาะเลี้ยงลดลง [5] ซึ่งปัจจุบันมีการศึกษากันอย่างแพร่หลายเกี่ยวกับการเพิ่มปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ในบรรยากาศเพื่อเร่งการเจริญเติบโตของพืช ดังเช่น Zhang et al. [6] ทำการศึกษาในต้นเทียนนิวกินี พบว่า การเพิ่มปริมาณ CO₂ ในบรรยากาศที่ความเข้มข้น 760 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้การเจริญเติบโตในส่วนยอด ได้แก่จำนวนใบและพื้นที่ใบเพิ่มขึ้น อีกทั้งยังช่วยเพิ่มอัตราการสังเคราะห์แสง ปริมาณน้ำตาลและแป้งที่ละลายน้ำได้ด้วย ทั้งนี้ปริมาณ CO₂ ที่เพิ่มขึ้นจะช่วยกระตุ้นการสังเคราะห์แสงและกระตุ้นการเจริญเติบโตของรากได้ดีกว่าการสร้างใบ ลำต้น และโครงสร้างการสืบพันธุ์ของพืช [7] การมีความชื้นต่ำและการถ่ายเทของอากาศที่ดีจะกระตุ้นกระบวนการสังเคราะห์แสงและการคายน้ำให้มากขึ้น ส่งผลให้มีการดูดซึมน้ำและธาตุอาหารเพิ่มมากขึ้น [8] รวมถึงมีการสร้าง wax เคลือบที่ใบและปากใบมากขึ้น และทำให้พืชมีระบบรากที่แข็งแรง รวมทั้งมีการแตกรากแขนงเพิ่มขึ้น [9] ในปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาใช้ในการขยายพันธุ์พืช ในระยะของการเจริญเติบโตก่อนย้ายปลูกของเซียงดา ต้องมีการชักนำให้เกิดรากของชิ้นส่วนปลายยอด การใช้เทคนิควิธีการชักนำให้เกิดรากของชิ้นส่วนปลายยอดที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ในผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่า ลูกบอลปักชำ (cutting ball) [10] โดยใช้หลักการเทคนิคเช่นเดียวกับการทำเมล็ดเทียม หรือเมล็ดสังเคราะห์ (artificial seeds หรือ synthetic seeds)

ซึ่งสามารถช่วยลดระยะเวลาขั้นตอนการชักนำให้เกิดรากก่อนย้ายออกปลูกได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสภาพที่เติมคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ต่อการชักนำให้เกิดรากในลูกบอลปักชำของปลายยอดเชียงดาจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาศักยภาพการผลิตต้นพันธุ์เชียงดาในอนาคตต่อไป

วัสดุและวิธีการ

การเตรียมลูกบอลปักชำ (cutting ball)

ใช้วุ้น 2.5% ที่มีการเติมน้ำหมักชีวภาพ 0.5 มิลลิลิตรต่อลิตร, สารฮิวมิก สูตร HBC 1 มิลลิลิตรต่อลิตร, สารป้องกันเชื้อรา คาร์เบนดาซิม (Carbendazim) 1.5 มิลลิลิตรต่อลิตร และ NAA (1-Naphthylacetic acid) 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรับ pH 5.7 ทำการหลอมวุ้นให้ละลายจนใสแล้วจึงนำไปเทใส่แม่พิมพ์ เพื่อทำลูกบอลปักชำ ทิ้งไว้ให้แข็งตัวแล้วแกะออกเก็บไว้ในภาชนะที่บดแสง นำไปเก็บไว้ในอุณหภูมิห้องเฉลี่ย 25 องศาเซลเซียส

การเตรียมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ใช้ชุดจ่ายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สำเร็จรูปที่มีขวดบรรจุสารละลาย โดยทำการชั่งกรดมะนาว (citric acid) 200 กรัมต่อน้ำ 600 มิลลิลิตร เทใส่ในขวดพลาสติก (A) และชั่งสารโซเดียมไบคาร์บอเนต (Sodium bicarbonate) หรือ เบคกิ้งโซดา (baking soda) 200 กรัมต่อน้ำ 200 มิลลิลิตร เทใส่ในขวดพลาสติก (B) และทำการบีบขวดพลาสติกที่มีสารละลายกรดมะนาวให้ไหลเข้าไปในขวดที่มีสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต มีความเข้มข้นประมาณ 300 พีพีเอ็ม (ppm; part per million) (ภาพที่ 1(ก))

การเตรียมชิ้นส่วนปลายยอดเชียงดา

ใช้ชิ้นส่วนปลายยอดเชียงดาที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบนอาหารสูตร MS นาน 4 สัปดาห์ แล้วทำการคัดเลือกยอดที่มี 2-3 คูใบ ขนาดความยาว 3 เซนติเมตร

การศึกษาผลของสภาพที่เติมคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ต่อการชักนำให้เกิดรากในลูกบอลปักชำของปลายยอดเชียงดาจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

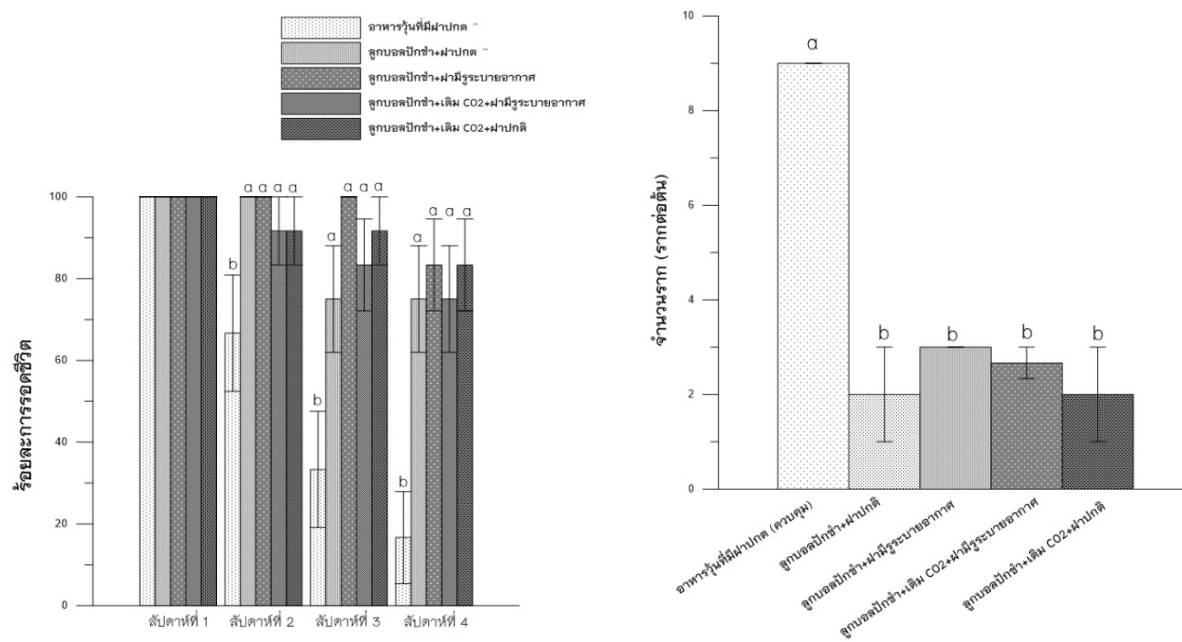
วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) จำนวน 5 กรรมวิธีๆ ละ 6 ซ้ำ (ซ้ำละ 2 ชิ้นส่วน) ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 เลี้ยงในอาหารวุ้นที่มีฟาปกติ (control; ชุดควบคุม) กรรมวิธีที่ 2 เลี้ยงในลูกบอลปักชำ+ฟาปกติ กรรมวิธีที่ 3 เลี้ยงในลูกบอลปักชำ+ฟามีรูระบายอากาศ กรรมวิธีที่ 4 เลี้ยงในลูกบอลปักชำ+เติม CO_2 +ฟามีรูระบายอากาศ และกรรมวิธีที่ 5 เลี้ยงในลูกบอลปักชำ+เติม CO_2 +ฟาปกติ (ภาพ 1(ข)) โดยนำชิ้นส่วนปลายยอดเชียงดาที่เตรียมไว้ นำไปปักลงบนลูกบอลปักชำ แล้วใส่ในฟองน้ำสำหรับเพาะกล้า หลังจากนั้นเพาะเลี้ยงในขวดขนาด 24 ออนซ์ โดยการให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงไปในการกรรมวิธี ปล่อยให้เป็นเวลา 1 นาที หยุด 4 ชั่วโมงสลับกัน ทำการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ในห้องเลี้ยงเนื้อเยื่อที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง 2,000 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) นาน 16 ชั่วโมงต่อวัน บันทึกข้อมูล ได้แก่ ร้อยละการรอดชีวิต, ร้อยละการเกิดราก, จำนวนราก (ราก/ต้น), ความยาวราก (วัดจากโคนรากถึงปลายราก/รากที่ยาวที่สุดของชิ้นส่วนปลายยอด หน่วยเป็น เซนติเมตร), ค่าความเขียวใบ (SPAD Unit) (โดยใช้เครื่อง chlorophyll meter รุ่น SPAD-502 บริษัท Mionolta Camera, ประเทศญี่ปุ่น) และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บี และ รวม ตามวิธีการที่ดัดแปลงจาก Moran (1982) [11] หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม MiniTab 22 และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD (Least Significant Difference)



รูป 1 ชุดจ่ายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สำเร็จรูป (ก) และ สภาพการเลี้ยงปลายอดเขียวตาในแต่ละกรรมวิธี (ข)

ผลการศึกษา

พบว่า ร้อยละการรอดชีวิตของชิ้นส่วนปลายยอดเขียวตาไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเพาะเลี้ยงได้ 1 สัปดาห์ (ร้อยละ 100) สำหรับสัปดาห์ที่ 2, 3 และ 4 ทุกกรรมวิธี มีร้อยละการรอดชีวิตแตกต่างกันในแต่ละกรรมวิธี ส่วนสัปดาห์ที่ 4 ชิ้นส่วนปลายยอดเขียวตาที่เลี้ยงบนลูกบอลปักชำในขวดเพาะเลี้ยงที่มีฝาปกติ, ฝามีรูระบายอากาศ, เต็ม CO_2 +ฝา มีรูระบายอากาศ และเต็ม CO_2 +ฝาปกติ มีร้อยละการรอดชีวิตมากที่สุด คือ ร้อยละ 75.00, 83.33, 75.00 และ 83.33 ตามลำดับ ยกเว้นกรรมวิธีที่มีชิ้นส่วนปลายยอดเขียวตาที่เลี้ยงในอาหารวันที่มีฝาปกติ (ชุดควบคุม) มีร้อยละการรอดชีวิต คือ ร้อยละ 16.67 สำหรับจำนวนรากต่อต้น มีความแตกต่างทางสถิติ โดยชิ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารวันที่มีฝาปกติ (ชุดควบคุม) มีจำนวนรากเฉลี่ยมากที่สุด คือ 9.00 รากต่อต้น ส่วนกรรมวิธีอื่นไม่มีแตกต่างกัน (ดังรูป 2) นอกจากนี้ ร้อยละการเกิดราก ความยาวราก ค่าความเขียวใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บี และรวม ในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกัน (ตาราง 1 และ 2) สำหรับลักษณะของรากที่เกิดในแต่ละกรรมวิธีเมื่อเพาะเลี้ยงได้ 4 สัปดาห์ ในกรรมวิธีชุดควบคุม มีรากสีขาวอวบและเกิดรากฝอยเป็นจำนวนมาก ส่วนกรรมวิธีที่ 2, 3, 4 และ 5 มีลักษณะเล็กและเรียวยาวที่ไม่แตกต่างกัน (ดังรูป 3)



รูป 2 ร้อยละการรอดชีวิต และจำนวนรากต่อชิ้นส่วน (รากต่อต้น) ของชิ้นส่วนปลายยอดเขียงดาในแต่ละกรรมวิธีเมื่อทำการเพาะเลี้ยงได้ 4 สัปดาห์

ตารางที่ 1 ร้อยละการเกิดราก ความยาวราก และค่าความเขียวใบของชิ้นส่วนปลายยอดเขียงดาในแต่ละกรรมวิธีเมื่อเลี้ยงได้ 4 สัปดาห์

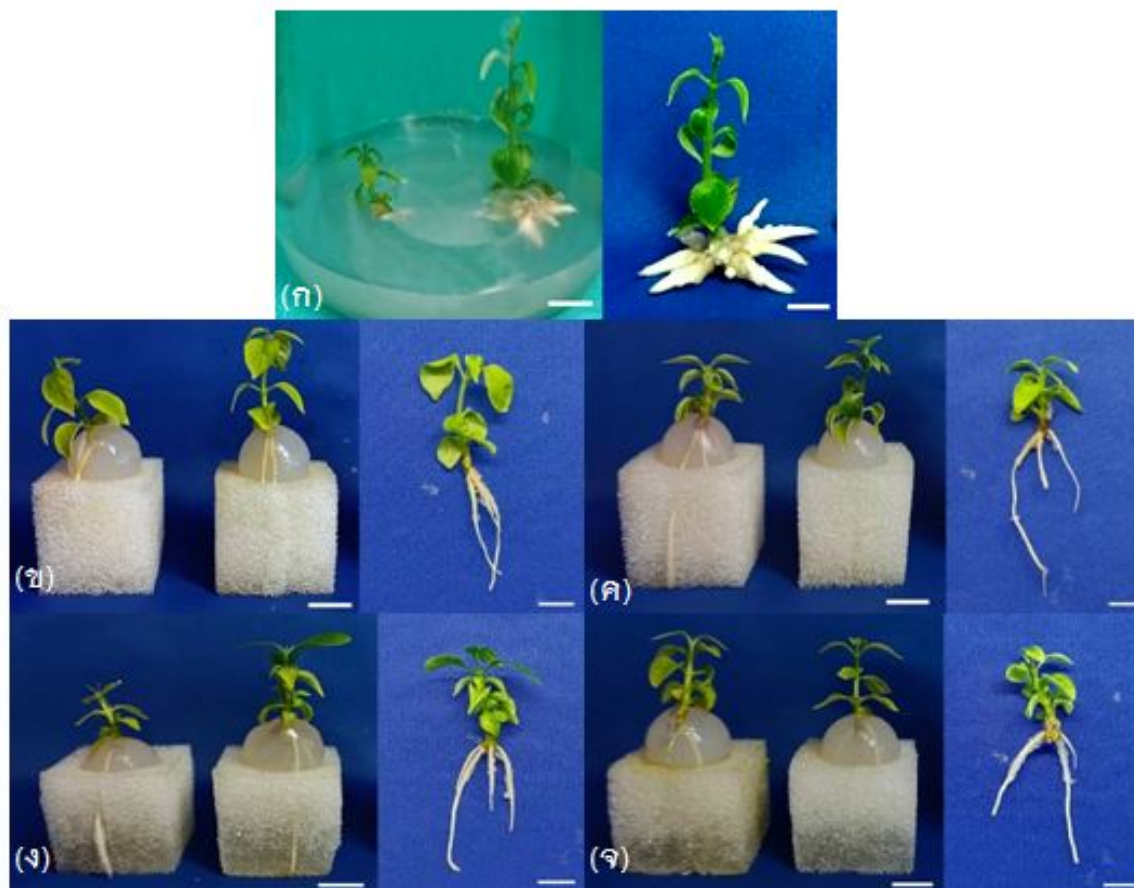
กรรมวิธี	ร้อยละการเกิดราก ^{ns}	ความยาวราก (ซม.) ^{ns}	ค่าความเขียวใบ (SPAD Unit) ^{ns}
อาหารวันที่มีฟอสฟอรัส (ควบคุม)	8.33±8.33	2.10±0.00	12.58±4.92
ลูกบอลปักชำ+ฟอสฟอรัส	16.67±11.24	2.69±0.96	17.75±1.96
ลูกบอลปักชำ+ฟอสฟอรัส+ปุ๋ย	8.33±8.33	3.73±0.00	16.73±2.57
ลูกบอลปักชำ+ฟอสฟอรัส+CO ₂ +ปุ๋ย	25.00±13.06	2.48±0.58	23.78±8.15
ลูกบอลปักชำ+ฟอสฟอรัส+CO ₂ +ฟอสฟอรัส	25.00±13.06	2.18±0.59	9.63±1.32
LSD _{.05}	31.20	2.57	13.68

หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (not significant), ค่าเฉลี่ย±ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (Mean±SE, n=12)

ตารางที่ 2 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บี และ รวม ของชิ้นส่วนปลายยอดเขียงดาในแต่ละกรรมวิธีเมื่อเลี้ยงได้ 4 สัปดาห์

กรรมวิธี	ปริมาณคลอโรฟิลล์ (มก./ก.)		
	เอ ^{ns}	บี ^{ns}	รวม ^{ns}
อาหารวันที่มีฟอสฟอรัส (ควบคุม)	2.72±1.29	4.48±2.06	1.48±0.86
ลูกบอลปักชำ+ฟอสฟอรัส	2.53±0.39	1.38±2.18	3.91±2.01
ลูกบอลปักชำ+ฟอสฟอรัส+ปุ๋ย	0.97±0.51	1.93±1.46	2.90±1.97
ลูกบอลปักชำ+ฟอสฟอรัส+CO ₂ +ปุ๋ย	2.39±0.44	1.38±1.81	3.77±2.06
ลูกบอลปักชำ+ฟอสฟอรัส+CO ₂ +ฟอสฟอรัส	1.01±0.83	1.89±1.65	4.29±2.48
LSD _{.05}	2.42	5.83	6.14

หมายเหตุ ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (not significant), ค่าเฉลี่ย±ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (Mean±SE, n=12)



รูป 3 การเจริญและพัฒนาของชิ้นส่วนปลายยอดเขียงตาที่เลี้ยงในสภาพที่ต่างกัน
ของแต่ละกรรมวิธีเมื่อเพาะเลี้ยงได้ 4 สัปดาห์

[อาหารฐานที่มีฟอสฟอรัส (ควบคุม) (ก) เปรียบเทียบกับ การเลี้ยงในลูกบอลปักชำ+ฟอสฟอรัส (ข), ลูกบอลปักชำ+ฟอสฟอรัส
ระบายอากาศ (ค), ลูกบอลปักชำ+เติม CO₂+ฟอสฟอรัสระบายอากาศ
(ง) และเลี้ยงในลูกบอลปักชำ+เติม CO₂+ฟอสฟอรัส (จ)] (แถบ = 1 เซนติเมตร)

สรุปผลและอภิปรายผล

ผลการศึกษา พบว่า ร้อยละการรอดชีวิตของชิ้นส่วนปลายยอดเขียงตา สัปดาห์ที่ 2, 3 และ 4 ในทุกกรรมวิธี มีร้อยละการรอดชีวิตลดลง กรรมวิธีที่ 2, 3, 4 และ 5 มีอัตราการรอดชีวิตสูงกว่ากรรมวิธีที่ 1 (ชุดควบคุม) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Heo and Kozai [12] กล่าวว่า การเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนพืชที่สามารถสังเคราะห์แสงได้ ในภาวะที่ระบายอากาศได้หรือควบคุมให้มีระดับคาร์บอนไดออกไซด์สูง จะให้การเจริญเติบโตสูงและอัตราการรอดชีวิตสูงกว่าระบบดั้งเดิมที่มีน้ำตาลเป็นแหล่งคาร์บอนและใช้วันเป็นวัสดักยัดในภาชนะปิด จำนวนราก พบว่า การเลี้ยงในอาหารฐานที่มีฟอสฟอรัส (ชุดควบคุม) มีจำนวนรากเฉลี่ยมากที่สุด และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ อาจเนื่องมาจากในอาหารฐานมีการเติมน้ำตาลซึ่งพืชจะใช้คาร์บอนจากน้ำตาลที่ผสมในอาหารเลี้ยงเนื้อเยื่อในการนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานและช่วยส่งเสริมการเกิดรากของชิ้นส่วนของพืชได้ ส่วนเปอร์เซ็นต์การเกิดรากและความยาวรากของทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกัน แต่ชิ้นส่วนปลายยอดเขียงตาที่เลี้ยงในขวดเพาะเลี้ยงที่เติม CO₂+ฟอสฟอรัสระบายอากาศ และเติม CO₂+ฟอสฟอรัส มีร้อยละการเกิดรากมากที่สุด ซึ่ง Nguyen and Kozai [9] กล่าวว่า การเพาะเลี้ยงในภาชนะที่มีช่องระบายอากาศ มีการถ่ายเทแลกเปลี่ยนอากาศ ความชื้น และระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจน ทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ในระบบเพาะเลี้ยงลดลง ซึ่งจะกระตุ้นการสังเคราะห์แสงและการคายน้ำมากขึ้น ส่งผล

ให้มีการดูดซึมน้ำและธาตุอาหารเพิ่มมากขึ้น ทำให้พืชมีระบบรากที่แข็งแรง และมีการแตกรากแขนงเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับ Pritchard et al. [7] รายงานว่า ปริมาณ CO_2 ที่เพิ่มขึ้นอาจช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของรากได้ดีกว่า การสร้างใบ ลำต้น และโครงสร้างการสืบพันธุ์ของพืช อีกทั้งในอาหารวันและลูกบอลปักชำ มีการเพิ่มสารควบคุม การเจริญเติบโตของพืชชนิด NAA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นออกซินสังเคราะห์ที่ใช้ในการกระตุ้นการเกิด ราก กระตุ้นให้ระบบรากเจริญดี [13] ส่วนค่าความเขียวใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ บี และ รวม ของทุกกรรมวิธีไม่มีความ แตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากปริมาณของ CO_2 ยังไม่ถึงระดับที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเขียวใบและปริมาณ ของคลอโรฟิลล์ และการใช้เทคนิคการย้ายปลูกลงด้วยลูกบอลปักชำในการเลี้ยงชิ้นส่วนปลายยอดจะช่วยลดระยะเวลาของ ขั้นตอนการชักนำการเกิดรากก่อนย้ายออกปลูกให้เร็วขึ้น

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาสภาพที่เต็มคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ต่อการชักนำให้เกิดรากในลูกบอลปักชำของปลายยอดซึ่งดัดจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในระยะก่อนย้ายปลูก จะเห็นได้ว่าการเลี้ยงชิ้นส่วนปลายยอด เชิงตาในลูกบอลปักชำ+เติม CO_2 +ฟามีรูระบายอากาศ เหมาะสมที่สุดสำหรับส่งเสริมการเจริญเติบโตและมีร้อยละการ รอดชีวิตสูง แต่อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเรื่องระดับความเข้มข้นและระยะเวลาการให้คาร์บอนไดออกไซด์ ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเชิงตา เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาศักยภาพการผลิตต้นพันธุ์เชิงตาในอนาคตต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร และสถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Chakkrapan N. Chiang da an extraordinary medicinal plant. Journal of the Government Pharmaceutical Organization. 2558;22(4). October-December.
- [2] Murakami N, Murakami T, Kadoya M, Matsuda H, Yamahara J, Yoshikawa M. New hypoglycemic constituents in "gymnemic acid" from *Gymnema sylvestre*. Chemical and Pharmaceutical Bulletin (Tokyo). 1996;44:469-71.
- [3] Bunrathep S. Production of secondary metabolites by plant tissue cultures and biological technology. Thai J Health Res. 2549;20(2):185-196.
- [4] Kozai T, Iwanami Y. Effects of CO_2 enrichments and sucrose concentration under high photosynthetic photon fluxes on growth of tissue cultured plantlet growth of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) during the preparation stage. J. Jap. Soc. For Hort. Sci. 1988;57:255-264.
- [5] Aitken-Christie J, Kozai T, Smith MAL. Automation and environment control in plant tissue culture. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. The Netherlands. 1995:574 p.
- [6] Zhang FF, Wang YL, Huang ZZ, Zhu XC, Zhang FJ, Chen FD, et al. Effects of CO_2 enrichment on growth and development of *Impatiens hawkeri*. The Scientific World Journal, 2012.
- [7] Pritchard SG, Prior SA, Rogers HH, Micheal A, Davis G, Runion B, et al. Effects of elevated atmospheric CO_2 on root dynamics and productivity of sorghum grown under conventional and conservation agricultural management practices. Agric. Ecosyst. Environ. 2006;113:175–183.
- [8] Kitaya Y, Ohmura Y, Kozai I. Visualization and analysis of air currents on plant tissue vessel. Environ. Control Biol. 1997;35(2):139-141.

- [9] Nguyen QT, Kozai T. Environment effect on the growth of plantlets in micropropagation. *Environ. Control Biol.* 1998;36(2):59-75.
- [10] Pongkumlue T, Chidburee P, Chidburee A. Effects of bacterial plant growth promoting or in cutting ball on root induction of the pineapple plantlets from tissue culture. *NHC.* 2018:7-12.
- [11] Moran R. Formulae for determination of chlorophyllous pigments extracted with n,n-dimethylformamide. *Plant Physiol.* 1982;69:1376-1381.
- [12] Heo J, Kozai T. Forced ventilation micropropagation system for enhancing photosynthesis, growth, and development of sweet potato plantlets. *Environ. Control Biol.* 1999;37(1):83-92.
- [13] Thongamphai P. Plant hormone and synthetic : Guidelines for utilization in Thailand. 4th ed. Bangkok: Dynamic; 2537.