

ผลของน้ำตาลซูโครส ถ่านกัมมันต์ และระยะเวลาการให้แสงต่อการสร้างเหง้า ของขิงในสภาพปลอดเชื้อ

Effects of Sucrose, Activated Carbon, and Light Duration on *In Vitro* Microrhizome Formation of Ginger

ชลธิชา ไจมาแก้ว^{1/} ศิวพร ธรรมดี^{1/} และ จามจุรี สอดธิกุล^{1/*}

Chonthicha Jaimakaew^{1/}, Siwaporn Thumdee^{1/} and Chamchuree Sotthikul^{1/*}

^{1/}ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

^{1/}Department of Plant and Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

*Corresponding author: Email: chamchauree4321@yahoo.com

(Received: 1 September 2015; Accepted: 30 November 2015)

Abstract: *In vitro* microrhizome formation of ginger was induced by culturing pseudostem explants onto modified MS agar with 0.5 mgL⁻¹ BA. After 3 months, it was found that sucrose concentration and light duration affected microrhizome formation and plant growth. Ten percent sucrose caused a lower height and number of leaves compared to 3-8% sucrose. Light duration of 16 and 24 hrs promoted a higher number of leaves compared to 0 hr of light duration. Application of 6-10% sucrose under 16 and 24 hrs of light duration improved microrhizome formation. In addition, 8% sucrose application under 16 hrs of light duration was the most suitable for microrhizome formation, giving microrhizoming ratio (the ratio of the greatest diameter near the base to the diameter of the pseudostem) of 3.0 and microrhizome formation of 100%. Application of activated carbon did not affect microrhizome formation, and decreased number of shoots and leaves.

Keywords: Sucrose, activated carbon, light duration, microrhizome formation, *In Vitro*, *Zingiber officinale* Roscoe

บทคัดย่อ: การกระตุ้นให้ขิงสร้างเหง้าในสภาพปลอดเชื้อจากการเพาะเลี้ยงลำต้นเทียมบนอาหารแข็งสูตร MS ดัดแปลงที่มี BA เข้มข้น 0.5 มก./ล. พบว่าหลังเพาะเลี้ยง 3 เดือน น้ำตาลและการให้แสงส่งผลต่อการสร้างเหง้าและการเติบโตของต้น การให้น้ำตาลซูโครสเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ค่าเฉลี่ยความสูงและจำนวนใบต่ำเมื่อเทียบกับน้ำตาลซูโครสเข้มข้น 3-8 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาการให้แสง 16 และ 24 ชั่วโมง มีผลทำให้จำนวนใบเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการให้แสง 0 ชั่วโมง ทั้งนี้การให้น้ำตาลซูโครสเข้มข้น 6-10 เปอร์เซ็นต์ และระยะเวลาการให้แสง 16-24 ชั่วโมง ช่วยส่งเสริมการเกิดเหง้าได้ ซึ่งการเติมน้ำตาล 8 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการให้แสง 16 ชั่วโมง นั้นเป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุดต่อการสร้างเหง้าโดยให้อัตราส่วนของเส้นผ่าศูนย์กลางของส่วนโคนที่กว้างที่สุดต่อเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเทียมมากถึง 3.0 และทำให้เกิดเหง้า 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการใช้ถ่านกัมมันต์ไม่ส่งผลต่อการสร้างเหง้า และยังทำให้การจำนวยอดและจำนวนใบลดลง

คำสำคัญ: น้ำตาลซูโครส ถ่านกัมมันต์ ระยะเวลาการให้แสง การสร้างเหง้า การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ขิง

คำนำ

ขิง (*Zingiber officinale* Roscoe) เป็นพืชสมุนไพรที่มีความสำคัญทางชนิดหนึ่ง มีการปลูกอย่างแพร่หลายในทวีปเอเชีย โดยเฉพาะประเทศจีนและอินเดีย (Ravindran and Babu, 2005) ในประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกที่สำคัญ ได้แก่ จังหวัดราชบุรี กาญจนบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร เชียงราย และเพชรบูรณ์ (อบเชยและคณะ, 2540) และมีขิงหลายพันธุ์ แต่พันธุ์ที่นิยมปลูกมากคือพันธุ์ขิงใหญ่

การออกดอกและติดเมล็ดของขิงนั้นเกิดขึ้นยาก จึงนิยมขยายพันธุ์โดยใช้ส่วนหัวแบบเหง้า (Rhizome) แต่การขยายพันธุ์ด้วยวิธีการนี้มักมีโรคติดมากับหัวพันธุ์ เช่น โรคเน่า (soft rot) เกิดจากเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* โรคใบเหลืองหรือโรคเหี่ยว (leaf yellow) เกิดจากเชื้อรา *Fusarium oxysporum* และโรคเหี่ยว (bacterial wilt) เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Pseudomonas solanacearum* (Kavyashree, 2009) ซึ่งส่งผลเสียต่อผลผลิตของขิงทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยลดปัญหาของโรคที่ติดมากับหัวพันธุ์ ซึ่งการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อขิงสามารถทำได้ประสบผลสำเร็จอย่างแพร่หลาย โดยใช้ชิ้นส่วนต่างๆ เช่น ตายอด (Sharma and Singh, 1997; Pandey et al., 1997; Sultana et al., 2009; Lincy and

Sasikumar, 2010) ใบ (Babu et al., 1992; Kackar et al., 1993; Sultana et al., 2009) และเหง้า (Saingproa and Kanchanapoom, 1997) มาเพาะเลี้ยงจนกลายเป็นต้นหรือแคลลัสได้ แต่ยังไม่มีรายงานว่ามีการชักนำการสร้างเหง้าขิงในสภาพปลอดเชื้อในประเทศไทย ซึ่งหากสามารถกระตุ้นการสร้างเหง้าของขิงได้ในสภาพปลอดเชื้อได้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการย่นระยะเวลาการขยายพันธุ์ในแปลงปลูกและนำไปใช้ประโยชน์อื่น ๆ อาทิ การเก็บรักษาเชื้อพันธุ์ เป็นต้น

การกระตุ้นให้เกิดเหง้าในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อขิงและพืชวงศ์เดียวกันนั้น พบว่า น้ำตาลและแสง เป็นปัจจัยสำคัญในการกระตุ้นให้เกิดการสร้างหัวของขิง (Sharma and Singh, 1995; Rout et al., 2001) และ *Curcuma* (Islam et al., 2004) สำหรับพืชชนิดอื่น อาทิ ลิลลี่ (lily) พบว่าการเติมถ่านกัมมันต์ (activated carbon, AC) ในอาหารช่วยเพิ่มขนาดหัวของลิลลี่ได้ (Han et al., 2005) ส่วนกล้วยไม้ *Cymbidium forrestii* นั้น พบว่าเมื่อเติม AC ลงในอาหารสามารถช่วยส่งเสริมการสร้างหัวได้เช่นกัน (Peak and Yeung, 1991)

การศึกษานี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส ถ่านกัมมันต์ และระยะเวลาการให้แสงต่อการสร้างเหง้าของขิงพันธุ์ขิงใหญ่ในสภาพปลอดเชื้อ

อุปกรณ์และวิธีการ

นำเหง้าขิงพันธุ์ขิงใหญ่ที่มีอายุ 8-9 เดือน หลังจากปลูก เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องทิ้งไว้จนตาขิงเริ่มงอกหรือมีสีเขียวขึ้น แล้วนำมาตัดส่วนตาที่กำลังงอกนำไปล้างน้ำให้สะอาด แช่เชื้อด้วยแอลกอฮอล์เข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ นาน 1 นาที แล้วนำไปฟอกด้วยสารละลาย Clorox® เข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ ที่มี Tween 80 จำนวน 2-3 หยดต่อสารละลาย Clorox® ปริมาตร 100 มล. แช่นาน 15 นาที แล้วล้างด้วยน้ำที่นิ่งฆ่าเชื้อ ปริมาตร 100 มล. อีก 3 ครั้งในสภาพปลอดเชื้อ จากนั้นตัดเนื้อเยื่อส่วนเจริญบริเวณตาขิงขนาด 0.5 x 0.5 เซนติเมตร และแกะใบเกล็ดออก นำไปเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร Murashige and Skoog (MS) (1962) ดัดแปลง ที่เติม BA เข้มข้น 1.0 มก./ล. เปลี่ยนถ่ายอาหารและตัดย้ายเพิ่มปริมาณต้นเพื่อใช้ในการทดลอง

นำต้นขิงที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่มีความสูง 10 เซนติเมตร มาตัดใบและรากออก ให้ต้นมีความสูงประมาณ 1.5 เซนติเมตร แล้วนำไปเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงที่มี BA เข้มข้น 0.5 มก./ล. วางแผนการทดลองแบบปัจจัยร่วมในสุ่มสมบูรณ์ (Factorial 4 x 2 x 3 in CRD) โดยมี 3 ปัจจัยหลัก คือ น้ำตาลซูโครส ถ่านกัมมันต์ และระยะเวลาการให้แสง ปัจจัยที่ 1 คือ น้ำตาลซูโครส มีระดับความเข้มข้น 4 ระดับ ได้แก่ 3, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ปัจจัยที่ 2 คือ ถ่านกัมมันต์ จำนวน 2 ระดับ ได้แก่ 0 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ และปัจจัยที่ 3 คือ ระยะเวลาการให้แสงสี่ชั่วโมงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ ความเข้มแสง 40 ไมโครโมล/ตร.มวินาที ที่ระยะเวลา 3 ระดับ คือ 0, 16 และ 24 ชั่วโมง/วัน รวมทั้งหมด 24 กรรมวิธี จำนวน 8 ข้ำ เพาะเลี้ยงในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส บันทึกผลการเจริญเติบโตของต้น ได้แก่ จำนวนต้น ความสูง และจำนวนใบ และบันทึกการเกิดเหง้า โดยสุ่มต้นที่มีความสมบูรณ์และคิดอัตราส่วนของเส้นผ่าศูนย์กลางของส่วนโคนที่กว้างที่สุดต่อเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเทียม และคิดเปอร์เซ็นต์การเกิดเหง้าจากอัตราส่วนดังกล่าวที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 (ดัดแปลงจาก Saos *et al.*, 2001) วิเคราะห์อิทธิพลของปัจจัยหลักและปฏิสัมพันธ์โดย ANOVA และเปรียบเทียบ

ค่าเฉลี่ยโดย Duncan's Multiple Rang Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดลอง

การเกิดเหง้า

น้ำตาลซูโครสและระยะเวลาการให้แสงต่างมีผลต่อการเกิดเหง้า (ตารางที่ 1) โดยพบว่าน้ำตาลซูโครส เข้มข้น 6-10 เปอร์เซ็นต์ ทำให้อัตราส่วนของเส้นผ่าศูนย์กลางของส่วนโคนที่กว้างที่สุดต่อเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเทียมมีค่าเท่ากับ 2.1-2.4 ซึ่งสูงกว่าการใช้น้ำตาลซูโครสเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีอัตราส่วนของเส้นผ่าศูนย์กลางของส่วนโคนที่กว้างที่สุดต่อเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเทียมเพียง 1.5 ส่วนระยะเวลาการให้แสง 16 และ 24 ชั่วโมง ทำให้อัตราส่วนของเส้นผ่าศูนย์กลางของส่วนโคนที่กว้างที่สุดต่อเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเทียมเท่ากับ 2.3 ซึ่งสูงกว่าการให้แสง 0 ชม.ที่ทำให้มีอัตราส่วนนี้เพียง 1.5 สำหรับถ่านกัมมันต์พบว่าการไม่เติมและเติมถ่านกัมมันต์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลต่อการสร้างเหง้าของขิง นอกจากนี้พบว่ามีอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างน้ำตาลซูโครสและระยะเวลาการให้แสงต่อการเกิดเหง้า การใช้น้ำตาลซูโครสเข้มข้น 8 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการให้แสง 16 ชั่วโมง โดยที่ไม่เติมหรือเติมถ่านกัมมันต์ส่งผลให้อัตราส่วนของเส้นผ่าศูนย์กลางของส่วนโคนที่กว้างที่สุดต่อเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นสูงถึง 3.0 (ตารางที่ 1, ภาพที่ 1a และ b) และชักนำการสร้างเหง้าได้ 100 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2) ในขณะที่การใช้น้ำตาลซูโครสเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการให้แสง 16 ชั่วโมง โดยที่ไม่เติมและไม่เติมถ่านกัมมันต์ทำให้มีอัตราส่วนนี้เพียง 1.3-1.4 (ตารางที่ 1, ภาพที่ 1c และ d)

จำนวนยอด

ถ่านกัมมันต์มีผลต่อการเกิดยอด โดยพบว่าการไม่เติมถ่านกัมมันต์ทำให้ขิงเกิดยอดจำนวนมากว่าการเติมถ่านกัมมันต์ ส่วนน้ำตาลซูโครสและระยะเวลาการให้แสงไม่มีผลต่อการเกิดยอด (ตารางที่ 1) อย่างไรก็ตามพบว่า มีอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างน้ำตาลซูโครสและ

Table 1 Effects of sucrose, activated carbon, and light duration on microrhizoming ratio and shoot development of *Zingiber officinale* Roscoe cultured on modified MS + 0.5 mgL⁻¹ BA media for 3 months

Light (hr)	AC (%)	Sucrose (%)				Mean	Mean (Light)
		3	6	8	10		
Microrhizoming Ratio ^{1/}							
0	0	1.5de	1.4e	1.7cde	1.4e	1.5	1.5B
	0.5	1.6de	1.9bcde	1.4e	1.2e	1.5	
16	0	1.4e	2.4abcd	3.0a	2.7ab	2.4	2.3A
	0.5	1.3e	2.0bcde	3.0a	2.5abc	2.2	
24	0	1.9bcde	2.8ab	2.6abc	2.4abcd	2.4	2.3A
	0.5	1.4e	2.1bcde	2.6abc	2.6abc	2.2	
Mean (Sucrose)		1.5B	2.1A	2.4A	2.1A		
No. of Shoots ^{1/}							
0	0	4.0ab	2.5bc	2.6bc	2.0c	2.8	2.3
	0.5	1.5c	1.9c	1.5c	2.4bc	1.8	
16	0	2.6bc	2.8bc	4.5a	1.9c	2.9	2.4
	0.5	1.4c	1.9c	2.6bc	1.9c	1.9	
24	0	2.1c	2.6bc	4.8a	4.6a	3.5	2.8
	0.5	1.6c	2.4bc	2.0c	2.1c	2	
Mean (Sucrose)		2.2	2.3	3.0	2.5		
Height of Shoot (cm) ^{1/}							
0	0	9.6abcd	10.9abc	7.9cdefg	5.2efgh	8.4	8.7
	0.5	10.0abc	13.1a	9.6abcd	3.6h	9.1	
16	0	9.6abcd	12.6ab	8.2bcdef	4.0fgh	8.6	9.2
	0.5	11.3abc	12.7a	12.8a	2.7h	9.9	
24	0	11.1abc	11.3abc	7.8cdefg	8.0cdef	9.5	8.3
	0.5	8.8abcde	10.4abc	5.5defgh	3.7gh	7.1	
Mean (Sucrose)		10.1B	11.8A	8.6B	4.5C		
No. of Leaves ^{1/}							
0	0	5.8efghi	6.8defgh	3.8fghi	3.4ghi	4.9	4.6B
	0.5	5.4efghi	6.8defgh	3.9fghi	1.1i	4.3	
16	0	15.0a	14.1a	13.5ab	1.9hi	11.1	9.9A
	0.5	8.4cdefg	10.8abcd	12.4abc	3.3hi	8.7	
24	0	13.8ab	13.8ab	11.8abc	2.9hi	10.5	8.9A
	0.5	9.0bcde	8.6cdef	6.0defghi	5.4efghi	7.3	
Mean (Sucrose)		9.5A	10.1A	8.5A	3.0B		

Note: ANOVA of main factor and Interaction effect: NS= non significant, *= significantly (p < 0.05)

- Microrhizoming ratio: AC=NS, Sucrose=*, Light=*, ACxSucrose=NS, ACxLight=NS, SucrosexLight=*, ACxSucrosexLight=NS

- No. of Shoot: AC=*, Sucrose=NS, Light=NS, ACxSucrose=NS, ACxLight=NS, SucrosexLight=*, ACxSucrosexLight=NS

- Height of Shoot: AC=NS, Sucrose=*, Light=NS, ACxSucrose=NS, ACxLight=*, SucrosexLight=NS, ACxSucrosexLight=NS

- No. of Leaves: AC=*, Sucrose=*, Light=*, ACxSucrose=NS, ACxLight=NS, SucrosexLight=*, ACxSucrosexLight=NS

^{1/} Means followed by different letters in each characteristics were significantly different by DMRT at $\alpha = 0.05$ levels.

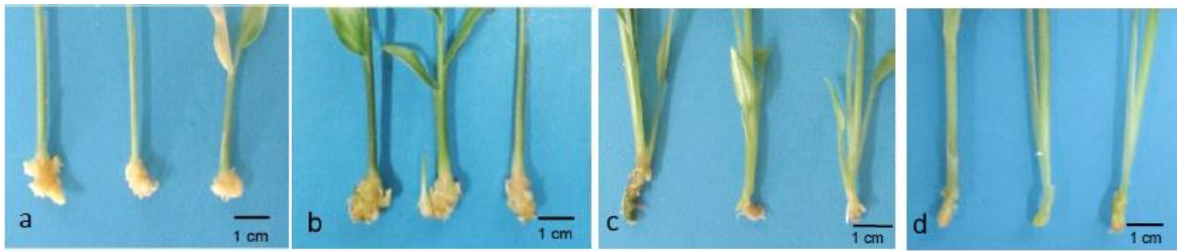


Figure 1 Microrhizome formation of *Zingiber officinale* Roscoe cultured on modified MS +0.5 mgL⁻¹ BA media having 8% sucrose without AC (a), 8% sucrose with 0.5% AC (b), 3% sucrose without AC (c), and 3% sucrose with 0.5% AC (d) under 16 hrs of light duration for 3 months

Table 2 Effects of sucrose, activated carbon, and light duration on percentage of microrhizome formation of *Zingiber officinale* Roscoe cultured on modified MS +0.5 mgL⁻¹ BA media for 3 months

Light (hr)	AC (%)	Percentage of microrhizome formation			
		Sucrose (%)			
		3	6	8	10
0	0	25	0	25	13
	0.5	13	50	13	0
16	0	13	63	100	75
	0.5	0	75	100	75
24	0	50	88	75	63
	0.5	13	75	63	63

Note: Microrhizome formation was counted when microrhizoming ratio ≥ 2

ระยะเวลาการให้แสงต่อการเกิดยอด โดยขิงที่ได้รับแสง 16 และ 24 ชั่วโมง ร่วมกับน้ำตาลซูโครสเข้มข้น 8 เปอร์เซ็นต์ ขิงที่ได้รับแสง 24 ชั่วโมง ร่วมกับน้ำตาลซูโครสเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ และขิงที่ได้รับแสง 0 ชั่วโมง ร่วมกับน้ำตาลซูโครสเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่เติมถ่านกัมมันต์นั้นสามารถเกิดยอดได้จำนวนมากคือ 4.0-4.8 ยอด/ชิ้นส่วนเริ่มต้น

ความสูง

น้ำตาลซูโครสมีผลต่อความสูงของต้นขิง (ตารางที่ 1) โดยพบว่าน้ำตาลซูโครสเข้มข้น 6 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ต้นขิงมีความสูงเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 11.8 เซนติเมตร ในขณะที่น้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ขิงมีความสูงเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ 4.5 เซนติเมตร นอกจากนี้พบว่ามีอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างถ่านกัมมันต์และ

ระยะเวลาการให้แสงต่อความสูง การเติมถ่านกัมมันต์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการได้รับแสง 0 ชั่วโมง และน้ำตาลซูโครสเข้มข้น 6 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ขิงมีความสูงมากถึง 13.1 เซนติเมตร ในขณะที่การเติมถ่านกัมมันต์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการให้แสง 0-16 ชั่วโมง ที่น้ำตาลซูโครสเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ขิงมีความสูงเพียง 2.4-3.6 เซนติเมตร

จำนวนใบ

ถ่านกัมมันต์ น้ำตาล และระยะเวลาการให้แสงต่างส่งผลต่อการเกิดใบของขิง (ตารางที่ 1) โดยการไม่เติมถ่านกัมมันต์ทำให้ขิงมีจำนวนใบมากกว่าเมื่อเติมถ่านกัมมันต์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนน้ำตาลซูโครสเข้มข้น 3-8 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลทำให้เกิดใบ 8.5-10.1 ใบ ซึ่งมากกว่าการใช้น้ำตาลซูโครสเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ที่เกิดใบเพียง 3 ใบ

สำหรับระยะเวลาการให้แสงนั้น พบว่าการให้แสง 16 และ 24 ชั่วโมง ทำให้ขิงมีจำนวนใบ 8.9-9.9 ใบ ซึ่งมากกว่าการให้แสง 0 ชั่วโมง ที่เกิดใบเพียง 4.6 ใบ นอกจากนี้ยังพบว่ามียธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างน้ำตาตลขุโครสและระยะเวลาการให้แสงต่อจำนวนใบ การใช้ น้ำตาตลขุโครสเข้มข้น 3-6 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการให้แสง 16 ชั่วโมง โดยไม่เติมถ่านกัมมันต์ทำให้ขิงมีจำนวนใบมากที่สุดถึง 14.1-15.0 ใบ

วิจารณ์

จากการศึกษานี้ พบว่าถ่านกัมมันต์ส่งผลต่อการเกิดยอดและใบของขิงโดยทำให้จำนวนยอดและจำนวนใบลดลงแต่ไม่มีผลกับการสร้างเหง้าของขิง (ตารางที่ 1) โดยปกติถ่านกัมมันต์มีคุณสมบัติในการดูดซับสารพิษจากกระบวนการเมทาบอลิซึมของพืชซึ่งรวมถึงสารควบคุมการเจริญเติบโตด้วย (Thomas, 2008) จึงเป็นไปได้ว่าถ่านกัมมันต์อาจไปดูดซับ BA ในอาหาร ทำให้กรรมวิธีที่เติมถ่านกัมมันต์เกิดยอดลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับอาหารที่ไม่ได้เติมถ่านกัมมันต์ เนื่องจาก BA ทำหน้าที่ในการส่งเสริมการแบ่งเซลล์และกระตุ้นการเกิดยอด ซึ่งไม่สอดคล้องกับการศึกษาในพืชบางชนิดซึ่งเมื่อเติมถ่านกัมมันต์สามารถช่วยเพิ่มจำนวนยอดได้ เช่น การศึกษาในพืช *Anacardium occidentale* (Boggetti et al., 1999), *Geodorum densiflorum* (Sheelavantmath et al., 2000) และ *Lupinus* sp. (Mulin and Bellio-Spataru, 2000) เป็นต้น โดย Pan and Staden (1998) รายงานว่า ถ่านกัมมันต์สามารถช่วยให้สารควบคุมการเจริญเติบโตอยู่ในสภาพคงตัวและสร้างสภาพมืดให้แก่พืช เนื่องจากแสงทำให้ IAA เสื่อมสลายได้ง่ายกว่าเมื่ออยู่ในที่มืด (Nissen and Sutter, 1990) และในบางพืช เช่น ลิ้น การเติมถ่านกัมมันต์ช่วยให้หัวมีขนาดใหญ่ขึ้น (Han et al., 2005) ดังนั้นการเติมถ่านกัมมันต์อาจช่วยส่งเสริมหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชนั้น ขึ้นอยู่กับชนิดพืชและปัจจัยอื่น ๆ ด้วย เช่น ระยะเวลาที่ได้รับแสง (ตารางที่ 1)

น้ำตาตลขุโครสมีผลต่อความสูง จำนวนใบ และการเกิดเหง้าของขิง เมื่อน้ำตาตลขุโครสเข้มข้นมากขึ้น

ส่งผลให้ความสูง จำนวนใบ และการเกิดเหง้าเพิ่มขึ้น ที่ระดับความเข้มข้น 6 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสมต่อการเพิ่มความสูงของต้น ที่ระดับความเข้มข้น 6-8 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับที่เหมาะสมต่อการสร้างใบ และที่ระดับความเข้มข้น 6-10 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสมต่อการสร้างเหง้า (ตารางที่ 1) ก่อนหน้านี้นี้มีการรายงานว่าน้ำตาตลขุโครสช่วยส่งเสริมการสร้างหัวของพืชหลายชนิด เช่น มันฝรั่ง (Garner and Blake, 1989) ขมิ้น (Islam et al., 2004; Nayak and Naik, 2006) และขิง (Archana et al., 2013; Rout et al., 2001; Sharma and Singh, 1995; Tyagi et al., 2006) เนื่องจากอวัยวะสะสมอาหารของพืชมีคาร์โบไฮเดรตสะสมอยู่ โดยเหง้าของขิงนั้นมีแบ่งเป็นส่วนประกอบถึง 45.25 เปอร์เซ็นต์ (Haq et al., 1986) น้ำตาตลขุโครสจึงมีผลต่อการสร้างหัวของพืช (Nayak, 2000) นอกจากนี้ Nayak and Naik (2006) รายงานว่าการสร้างหัวของขมิ้นนั้นน้ำตาลมียธิพลมากกว่าระยะเวลาที่ได้รับแสง ในขณะที่การสร้างหัวของกล้วยไม้ดินนางอ้วสาคริก (*Pectellis sagarikii* Seidenf.) พบว่าการใช้น้ำตาลขุโครสที่มีความเข้มข้นมากขึ้น ส่งผลทำให้หัวมีขนาดเล็กกลง (ธีรพล และพิมพ์ใจ, 2550) การทดลองนี้ใช้น้ำตาลขุโครสที่มีความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นความเข้มข้นที่สูงเกินไป ทำให้การเจริญเติบโตของขิงผิดปกติเกิดการยับยั้งความสูงและการสร้างใบของขิงเช่นเดียวกับการศึกษาของ Archana et al. (2013)

ระยะเวลาที่ขิงได้รับแสงมีผลต่อจำนวนใบและการเกิดเหง้า การเพาะเลี้ยงขิงให้ได้รับแสง 16 และ 24 ชั่วโมง/วัน ให้จำนวนใบและการเกิดเหง้าสูงกว่าเพาะเลี้ยงในที่มืด (ตารางที่ 1) ในขณะที่ Sharma and Singh (1995) พบว่าการเพาะเลี้ยงขิงในที่มืดทำให้เกิดเหง้าดีที่สุด ส่วนในขมิ้น (*Curcuma longa* L.) นั้น Islam et al. (2004) พบว่าการเลี้ยงในที่มืดทำให้ได้น้ำหนักเหง้าของขมิ้นสูงที่สุด

จากการทดลองนี้ยังพบว่ามียธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างการให้แสงกับปัจจัยอื่นต่อการเจริญเติบโตและการสร้างเหง้าของขิง (ตารางที่ 1) แสงและน้ำตาลมียธิพลร่วมต่อจำนวนยอด จำนวนใบ และการสร้างเหง้า ซึ่งการให้แสง 16 ชั่วโมง/วัน ร่วมกับน้ำตาลขุโครสเข้มข้น 8 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสมในการกระตุ้นการ

สร้างยอด ใบ และทำให้มีอัตราของเส้นผ่าศูนย์กลางเหง้า ต่อเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเทียมสูง (ตารางที่ 1) Rout et al. (2001) รายงานว่าน้ำตาลที่ระดับความเข้มข้น 3-8 เปอร์เซ็นต์ และการให้แสง 24 ชั่วโมง สามารถชักนำให้เกิดการสร้างเหง้าของขิงได้ เนื่องจากแสงเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งในการสังเคราะห์แสงเพื่อผลิตอาหารไปใช้ในการเจริญเติบโตและสะสมไว้ที่อวัยวะสะสมอาหาร สอดคล้องกับการทดลองนี้ ซึ่งพบว่าการให้แสง 16-24 ชั่วโมง นั้นทำให้ขิงสร้างใบจำนวนมาก ส่งผลให้เกิดการสังเคราะห์แสงมากขึ้น จำนวนใบที่เกิดขึ้นจึงมีส่วนช่วยในการสร้างเหง้าของขิงด้วย

สรุป

น้ำตาลและการให้แสงมีอิทธิพลต่อการสร้างเหง้าของขิงในสภาพปลอดเชื้อและมีอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสองต่อการสร้างเหง้า การใช้น้ำตาลซูโครสเข้มข้น 6-10 เปอร์เซ็นต์ และการเพาะเลี้ยงในแสง 16-24 ชั่วโมง ช่วยส่งเสริมการเกิดเหง้าได้ โดยเฉพาะการใช้น้ำตาลซูโครสเข้มข้น 8 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับให้แสง 16 ชั่วโมง/วัน นั้นสามารถให้อัตราส่วนเส้นผ่าศูนย์กลางของส่วนโคนที่กว้างที่สุดต่อเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเทียมสูงถึง 3.0 และมีการเกิดเหง้า 100 เปอร์เซ็นต์ แต่การใช้น้ำตาลเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของขิงในแง่ความสูงและการสร้างใบ นอกจากนี้การเติมถ่านกัมมันต์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่ส่งผลต่อการเกิดเหง้าแต่มีผลทำให้จำนวนยอดและจำนวนใบลดลง ดังนั้นการให้น้ำตาลซูโครสเข้มข้น 8 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการให้แสง 16 ชั่วโมง/วัน โดยไม่เติมถ่านกัมมันต์ มีความเหมาะสมที่สุดต่อการสร้างเหง้าของขิงและการเจริญเติบโตของต้น ซึ่งสามารถนำผลจากการศึกษานี้ไปใช้ประโยชน์ในการผลิตขิงเชิงอุตสาหกรรมหรือประยุกต์ใช้ในการเก็บรักษาเชื้อพันธุ์ได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย เชียงใหม่ ที่สนับสนุนค่าใช้จ่ายบางส่วนในการทำวิจัยเพื่อ

เป็นวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพี ศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ใช้ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เพื่อดำเนินการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- ธีรพล พรสวัสดิ์ชัย และ พิมพิไล อาภาวชิรุตม์. 2550. ผลของน้ำตาลซูโครสต่อการเจริญเติบโตและการสร้างหัวในสภาพปลอดแก้วของกล้วยไม้ดินนางอ้วสาคริก. วารสารเกษตร 23(3): 197-205.
- อบเชย อิมสบาย มณฑิพย์ สิทธิพิพัฒน์ นฤวรรณ รักสกุล และ จันทร์ทิพย์ แซ่เอี้ยว. 2540. ขิง-ข่า ตำรับอาหารเพื่อสุขภาพ. สำนักพิมพ์แสงแดด จำกัด, กรุงเทพฯ. 111 หน้า.
- Archana, C. P., S. P. Geetha and I. Balachandran. 2013. Microrhizome and minirhizome production in three high yielding cultivars of ginger (*Zingiber officinale* Rosc.). International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences 2(10): 477-484.
- Babu, K. N., K. Samsudeen and M. J. Ratnambal. 1992. *In vitro* plant regeneration from leaf-derived callus in ginger (*Zingiber officinale* Rosc.). Plant Cell Tissue and Organ Culture 29(2): 71-74.
- Boggetti, B., J. Jasik and S. H. Mantell. 1999. *In vitro* multiplication of cashew (*Anacardium occidentale* L.) using shoot node explants of glasshouse-raised plants. Plant Cell Reports 51: 456-461.
- Garner, N. and J. Blake. 1989. The Induction and development of potato microtubers *in vitro* on media free of growth regulating substances. Annals of Botany 63(6): 663-674.
- Han, B. H., B. W. Yae, H. J. Yu and K. Y. Peak. 2005. Improvement of *in vitro* micropropagation of *Lilium* oriental hybrid 'Casablanca' by the

- formation of shoots with abnormally swollen basal plates. *Scientia Horticulturae* 103: 351-359.
- Haq, F., Faruque, S. M., Islam, S., Ali, E., 1986. Studies on *Zingiber officinale* Roscoe part 1: Chemical investigation of the rhizome. *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research* 21(1-4): 61-69.
- Islam, M. A., K. Kloppstech and H. J. Jacobsen. 2004. Efficient procedure for *in vitro* microrhizome in *Curcuma longa* L. (Zingiberaceae) - A medicinal plant of tropical asia. *Plant Tissue Culture* 14(2): 123-134.
- Kackar, A., S. R. Bhat, K. P. S. Chandel and S. K. Malik. 1993. Plant regeneration via somatic embryogenesis in ginger. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 32(3): 289-292.
- Kavyashree, R. 2009. Efficient *in vitro* protocol for clonal multiplication of ginger- var. Varada. *Indian Journal of Biotechnology* 8: 328-331.
- Lincy, A. and B. Sasikumar. 2010. Enhanced adventitious shoot regeneration from aerial stem explants of ginger using TDZ and its histological studies. *Turkish Journal of Botany* 34: 21-39.
- Mulin, M. and A. Bellio-Spataru. 2000. Organogenesis from hypocotyl thin cell layers of *Lupinus mutabilis* and *Lupinus albus*. *Plant Growth Regulation* 30: 177-183.
- Nayak, S. 2000. *In vitro* multiplication and microrhizome induction in curcuma aromatic Salisb. *Plant Growth Regulation* 32: 41-47.
- Nayak, S. and P. K. Naik. 2006. Factors effecting in vitro micropropagation formation and growth in *Curcuma longa* L. and improved field performance of micropropagated plants. *Science Asia*. 32: 31-37.
- Nissen, S. J. and E. G. Suttur. 1990. Stability of IAA and IBA in nutrient medium to several tissue culture procedures. *HortScience* 25: 800-802.
- Pan, M. J. and J. Staden. 1998. The use of charcoal in *in vitro* culture - A review. *Plant Growth Regulation* 26: 155-163.
- Pandey, Y. R., C. Sagwansupyakorn, O. Sahavacharin and N. Thaveechai. 1997. *In vitro* propagaton of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Kasetsart Journal (Natural Science)* 31: 81-86.
- Peak, N. Y. and E. C. Yeung. 1991. The effects of 1-napthalene acetic acid and N6-benzyladenine on the growth of *Cymbidium forrestii* rhizomes *in vitro*. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 24: 65-71.
- Ravindran, P. K. and N. K. Babu. 2005. Introduction. pp. 1-14. *In: Ravindran, P. N. and N. K. Babu (EDs). Ginger: The Genus Zingiber. CRC Press, Florida.*
- Rout, G. R., S. K. Palai, S. Samamtaray and P. Das. 2001. Efficient of growth regulator and culture conditions on shoot multiplication and rhizome formation in ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) *in vitro*. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*. 37: 814-819.
- Saingproa, B. and K. Kanchanapoom. 1997. Clonal propagation through multiple shoot formation from ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) callus and buds. *Suranaree Journal of Science and Technology* 4: 1-5.
- Saos, F. Le Guen-le, A. Hourmant, F. Esnault and J. E. Chauvin. 2001. *In vitro* bulb development in Shallot (*Allium cepa* L. Aggregatum

- Group): Effect of anti-gibberellins, sucrose and light. *Annals of Botany* 89: 419-425.
- Sharma, T. R. and B. M. Singh. 1995. *In vitro* microrhizome production in *Zingiber officinale* Rosc. *Plant Cell Reports* 15(3-4): 274-277.
- Sharma, T. R. and B. M. Singh. 1997. High-frequency *in vitro* multiplication of disease-free *Zingiber officinale* Rosc. *Plant Cell Reports* 17(1): 68-72.
- Sheelavantmath, S. S., H. N. Murthy, A. N. Pyati, H. G. Ashok Kumar and B. V. Ravishankar. 2000. *In vitro* propagation of the endangered orchid, *Geodorum densiflorum* (Lam.) Schltr. through rhizome section culture. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 60: 151-154.
- Sultana, A., L. Hassan, S. D. Ahmad, A. H. Shah, F. Batool, M. A. Islam, R. Rahman and s. Moonmoon. 2009. *In vitro* regeneration of ginger using leaf, shoot tip and root explant. *Pakistan Journal of Botany* 41(4): 1667-1676.
- Thomas, T. D. 2008. The role of activated charcoal in plant tissue culture. *Biotechnology Advances* 26: 618-631.
- Tyagi, R. K., A. Agrawal and A. Yusuf. 2006. Conservation of *Zingiber* germplasm through *in vitro* rhizome formation. *Scientia Horticulturae* 108: 210-219.
-