

ผลของไคโตซานและไซโตไคนินต่อการเจริญเติบโตกล้วยน้ำว้าพันธุ์กาบขาว
ที่เพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ

The Effects of Chitosan and Cytokinin on the Growth
of *In Vitro* *Musa sapientum* L. cv. 'White Sheath Namwa'

จักรกริช อนันตครุณย์* และวนัชพร นับแสง

Jackrit Anantasaran* and Wanatchaporn Nabsang

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา สงขลา 90000

Faculty of Agricultural Technology, Songkhla Rajabhat University, Songkhla, Thailand 90000

*Corresponding author: Jackrit.an@skru.ac.th

Received: March 08, 2024

Revised: August 26, 2024

Accepted: September 17, 2024

Abstract

Musa sapientum L. cv. 'White Sheath Namwa' is a variety that farmers are encouraged to plant as a monoculture to enhance agricultural production and commercial value. Consequently, the government agencies employ plant tissue culture to propagate numerous plants, resulting in low genetic diversity. This study aimed to enhance *In Vitro* propagation of 'White Sheath Namwa' cultivar using a method that involved employing a combination of chitosan and cytokinin. Aseptic banana plantlets were propagated on MS supplemented with 2 mg/L TDZ and/or 4 mg/L BA either with or without 20 mg/L chitosan. Results showed that explants cultured on MS + 4 mg/L BA exhibited the highest fresh weight (3.6 g), greatest number (1.8 shoots/explant) and length of shoots (10.4 cm), and most abundant roots (3.5 roots/explant) and longest roots (5.9 cm). When bananas were grown in MS without cytokinin and MS + BA (4 mg/L) + TDZ (2 mg/L), chitosan accelerated the growth of the former, while it slowed down the growth of the latter when BA (2 mg/L) or TDZ (4 mg/L) was introduced. Thus, chitosan and cytokinin were used on 'White Sheath Namwa' tissue culture, impacting *In Vitro* growth. The effect depends on the concentrations of both chitosan and the growth regulator.

Keywords: *In Vitro* culture, *M. sapientum*, chitosan, cytokinins

บทคัดย่อ

กล้วยน้ำว้าพันธุ์กาบขาวเป็นกล้วยพันธุ์ที่ได้รับการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูก โดยการปลูกเป็นพืชเชิงเดี่ยว เพื่อการผลิตทางเกษตรและจำหน่าย ส่งผลให้ภาครัฐใช้วิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อขยายต้นพันธุ์จำนวนมากทำให้ความหลากหลายทางพันธุกรรมต่ำ การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาการขยายพันธุ์กล้วยน้ำว้าพันธุ์กาบขาวด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ด้วยการใช้สารไโคโตซานร่วมกับไซโตไคนิน โดยนำชิ้นส่วนหน่ออ่อนที่ปลอดเชื้อมาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม TDZ (2 มก.ต่อลิตร) และ/หรือ BA (4 มก.ต่อลิตร) มีหรือไม่มีไโคโตซาน 20 มก.ต่อลิตร เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าชิ้นส่วนหน่อที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS + BA (4 มก.ต่อลิตร) มีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าชิ้นส่วนหน่อที่เพาะเลี้ยงบนสูตรอาหาร MS + TDZ (2 มก.ต่อลิตร) โดยมีแนวโน้มน้ำหนักสด (3.6 กรัม) จำนวน (1.8 ยอดต่อชิ้นส่วน) ความยาวยอด (10.4 ซม.) จำนวนราก (3.5 รากต่อชิ้นส่วน) และความยาวราก (5.9 ซม.) ที่มากกว่า เมื่อเนื้อเยื่อกล้วยเพาะเลี้ยงในอาหาร MS ที่ไม่เติมไซโตไคนินและอาหาร MS + BA (4 มก.ต่อลิตร) + TDZ (2 มก.ต่อลิตร) ไโคโตซานจะส่งเสริมการเจริญเติบโตมากขึ้น ขณะเดียวกันไโคโตซานจะชะลอการเจริญเติบโตในอาหาร MS ที่เติม BA (4 มก.ต่อลิตร) หรือ TDZ (2 มก.ต่อลิตร) อย่างใดอย่างหนึ่ง ดังนั้น การใช้ไโคโตซานและไซโตไคนินในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยน้ำว้ากาบขาว ส่งผลต่อการเจริญเติบโตในหลอดทดลอง ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณของสารควบคุมการเจริญเติบโตและไโคโตซาน

คำสำคัญ: การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช กล้วยน้ำว้า
ไโคโตซาน ไซโตไคนิน

คำนำ

กล้วยน้ำว้ายักษ์พันธุ์กาบขาว (*Musa sapientum* L. cv. 'White Sheath Namwa', Musaceae) มีลักษณะเด่น คือ หวีและผลใหญ่ สร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรในการปลูกเป็นพืชเศรษฐกิจเชิงเดี่ยว ปัจจุบันหน่วยงานราชการได้ขยายต้นพันธุ์กล้วยจำนวนมากด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อให้เกษตรกร ทำให้ความหลากหลายทางพันธุกรรมกล้วยพันธุ์นี้ต่ำ เนื่องจากการขยายพันธุ์ด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช กอปรกับสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรง จึงมีความจำเป็นในการเพิ่มศักยภาพของต้นพันธุ์ในสภาพปลอดเชื้อด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยพันธุ์ โดยการกระตุ้นให้เนื้อเยื่อพืชที่เพาะเลี้ยงเกิดสภาพเครียดเพื่อเพิ่มโอกาสความหลากหลายของลักษณะแสดงออกด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น เหนียวน้ำด้วยสภาพแวดล้อมและสารเคมีต่าง ๆ (Deepthi, 2018; Rebouças *et al*, 2021; Liu *et al*, 2024) เป็นต้น

ไโคโตซานเป็นอนุพันธ์ของไคตินที่ได้จากโครงสร้างเปลือกแข็งของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง (Kurita, 2006) นิยมนำมาใช้กันหลากหลายในทางการเกษตร ทั้งทางปศุสัตว์ เช่น การเลี้ยงสุกร (Senkwankaew, 2022) และการเพาะปลูกพืช โดยกระตุ้นในพืชหลายชนิดเกิดการตอบสนองให้ทนทานมากขึ้น ทั้งในแปลงเกษตรและการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช (Choi *et al.*, 2016; Malerba and Cerana, 2016; Iriti and Varoni, 2015; Cho *et al.*, 2008; Ali *et al.*, 2011) ในการใช้ไโคโตซานกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช สามารถกระตุ้นหรือยับยั้งเนื้อเยื่อพืชได้แตกต่างกันตามชนิดของพืช แหล่งที่มาและความเข้มข้นของไโคโตซานที่ใช้ (Ferri and Tassoni, 2011)

จากบทความที่น่าสนใจของโคโตซันดังข้างต้น จึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของโคโตซันร่วมกับไซโตไคนิน 2 ชนิด คือ Benzyladenine (BA) และ Thidiazuron (TDZ) ต่อการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อกล้วยน้ำว้าพันธุ์กบขาวในสภาพปลอดเชื้อ ทั้งนี้เพื่อให้ได้ต้นพันธุ์จำนวนมากในระยะเวลาอันสั้น และอาจเพิ่มโอกาสความหลากหลายในการทนต่อสภาพเครียดจากสภาพแวดล้อม โดยยังคงให้ผลผลิตไม่แตกต่างไปจากเดิม เช่นเดียวกับงานวิจัยในอุษุม (Singh *et al.*, 2022) ข้าว (Hidangmayum *et al.*, 2019) ข้าวสาลี (Ghorbanpour *et al.*, 2020) และถั่วพุ่ม (Farouk and Amany, 2012) เป็นต้น

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมตัวอย่างพืช กล้วยน้ำว้าพันธุ์กบขาว ปลอดเชื้อจากพันธุ์แท้ที่ขยายพันธุ์เพื่อแจกจ่ายเกษตรกรของศูนย์ขยายพันธุ์พืชที่ 2 จังหวัดตรัง นำตาของลำต้นใต้ดินมาตัดให้เป็นชิ้นส่วนรูปทรงลูกบาศก์ขนาดประมาณ 3x3 ซม. ฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลาย Clorox 20% (เติม

tween-20 จำนวน 2 หยด) 200 มล. เป็นเวลา 20 นาที ตามด้วยสารละลาย Clorox 10% (เติม tween-20 จำนวน 2 หยด) 200 มล. เป็นเวลา 10 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ ตัดแต่งเนื้อเยื่อส่วนที่เสียหายทิ้งไป แล้วเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนตาบนสูตรแข็ง สูตร MS ที่เติม BA 4 มก.ต่อลิตร ต่อจากนั้นแยกหน่อที่เกิดขึ้นมาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตรเดิม จนได้จำนวนเพียงพอ แล้วจึงย้ายหน่อทั้งหมดมาเพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต (without PGR) ก่อนทำการทดลองเป็นเวลา 4 สัปดาห์ เพื่อปรับสภาพเนื้อเยื่อก่อนทำการทดลองต่อไป

การดำเนินการทดลอง ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) เปรียบเทียบการเพาะเลี้ยงบนอาหารที่ไม่เติมทั้งสารควบคุมการเจริญเติบโตและโคโตซัน เติมโคโตซัน (Orchid-80 บริษัท โอลิแซ็ก เทคโนโลยี จำกัด ความเข้มข้น 10 มก.ต่อมิลลิกรัม ปริมาตร 0 และ 2 มล.ต่อลิตร ในอาหารเพียงอย่างเดียวหรือเติมร่วมกับ TDZ 2 มก.ต่อลิตร และ/หรือ BA 4 มก.ต่อลิตร รวมทั้งสิ้น 8 กรรมวิธี (Table 1) แต่ละกรรมวิธีใช้ 25 ตัวอย่าง จำนวน 3 ซ้ำ

Table 1 The combination of chitosan and cytokinin in MS medium for cultivating *M. sapientum* L. cv. 'White Sheath Namwa' in various treatments (T)

Medium	Without chitosan	20 mg/L Chitosan
MS + without PGR	T1	T5
MS + 2 mg/L TDZ	T2	T6
MS + 4 mg/L BA	T3	T7
MS + 2 mg/L TDZ + 4 mg/L BA	T4	T8

นำหน่อกล้วยที่เพาะเลี้ยงภายใต้สภาพปลอดเชื้อ มาตัดแต่งให้ได้ขนาด 1-2 ซม. เพาะเลี้ยงบนอาหารกึ่งแข็ง สูตร MS ในกรรมวิธีต่าง ๆ ที่กำหนดตามแผนการทดลอง

ควบคุมสภาพแวดล้อมอุณหภูมิที่ $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$. ให้แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ ความเข้มแสง 1,000 ลักซ์ ($13.50 \mu\text{mol/s/m}^2$) เป็นระยะเวลา 12 ชม.ต่อวัน ย้ายชิ้นส่วน

ลงอาหารใหม่ทุก 4 สัปดาห์ โดยเฉพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ จำนวนและความยาวของยอด ใบ ราก และน้ำหนักสด

การวิเคราะห์ทางสถิติ นำข้อมูลมาหาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Ver. 18) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการวิจัย

เมื่อเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยน้ำว้าพันธุ์กาบขาวในอาหารสูตร MS ที่เติมชนิดของไซโตไคนินร่วมกับไคโตซาน ความเข้มข้นแตกต่างกัน เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า

ชนิดของไซโตไคนินมีแนวโน้มส่งเสริมการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อกล้วยน้ำว้าพันธุ์กาบขาวแตกต่างกัน โดย BA 4 มก.ต่อลิตร ชักนำให้เนื้อเยื่อเจริญเติบโตได้ดีกว่า TDZ 2 มก.ต่อลิตร ทั้งในสูตรที่ไม่เติมและเติม ไคโตซาน เนื่องจากมีแนวโน้มน้ำหนักสด (3.6 และ 3.4 กรัม ตามลำดับ) จำนวนยอด (1.8 และ 1.6 ยอดต่อชิ้นส่วนตามลำดับ) ความยาวยอด (10.4 และ 7.1 ซม. ตามลำดับ) จำนวนราก (3.5 และ 1.4 รากต่อชิ้นส่วน ตามลำดับ) และความยาวราก (5.6 และ 5.9 ซม. ตามลำดับ) ที่มากกว่าแต่การเติม BA 4 มก.ต่อลิตร ร่วมกับ TDZ 2 มก.ต่อลิตร กลับยับยั้งการเจริญเติบโตเนื้อเยื่อกล้วย โดยเฉพาะความยาวรากและจำนวนราก น้ำหนักสดของชิ้นส่วนที่เพาะเลี้ยง (Table 2)

Table 2 Growth of *M. sapientum* cv. 'White Sheath Namwa' when cultured on solid MS media supplemented with chitosan and cytokinin for 8 weeks

Chitosan (mg/l)	PGRs	Shoot		Root		Leave		Fresh Weight (g)
		No.	Length (cm)	No.	Length (cm)	No.	Length (cm)	
0	without PGRs	1.2±0.6	8.7±5.0 ^{ab}	3.4±3.0 ^{ab}	8.4±8.8 ^a	4.6±2.1	4.8±2.2 ^{ab}	3.0±2.2 ^{ab}
	2 mg/L TDZ	1.0±0.1	9.0±1.0 ^{ab}	2.3±2.1 ^{abc}	2.2±1.0 ^{ab}	5.3±0.6	4.3±0.5 ^{ab}	2.9±1.9 ^{ab}
	4 mg/L BA	1.8±1.3	10.4±3.5 ^{ab}	3.5±3.0 ^a	5.6±7.4 ^{ab}	3.3±1.4	5.1±2.6 ^{ab}	3.4±2.6 ^a
	4 mg/L BA+	1.8±2.2	5.9±3.8 ^b	0.2±0.4 ^c	0.3±0.4 ^b	4.1±1.6	3.1±1.5 ^b	1.5±1.2 ^b
	2 mg/L TDZ							
20	No PGRs	1.2±0.4	11.2±3.2 ^a	3.3±2.1 ^{abc}	9.2±7.9 ^a	4.9±2.5	6.0±2.8 ^a	3.2±1.9 ^{ab}
	2 mg/L TDZ	1.0±0.2	6.2±1.0 ^{ab}	0.3±0.5 ^{bc}	0.5±0.9 ^b	5.3±3.5	2.7±0.7 ^b	2.0±1.6 ^{ab}
	4 mg/L BA	1.6±1.2	7.1±4.2 ^{ab}	1.7±2.3 ^{abc}	5.9±8.2 ^{ab}	3.7±2.1	3.8±2.3 ^{ab}	3.6±3.6 ^a
	4 mg/L BA+	1.1±0.3	8.2±3.2 ^{ab}	1.4±1.8 ^{abc}	1.6±1.2 ^{ab}	4.7±1.9	3.7±2.1 ^{ab}	2.1±1.6 ^{ab}
	2 mg/L TDZ							
Mean		1.4±1.0	8.1±4.2	2.2±2.5	6.4±7.9	4.2±2.1	4.2±2.3	2.9±2.5
F-test		ns	*	*	*	ns	*	*

Data are presented as mean±SD, Values with different letters within the same column are significantly different at P<0.05 probability level by DMRT. ^{ns,**} not significant and significant at P<0.05 probability level

2006) อย่างไรก็ตามการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยพันธุ์อื่นในงานวิจัยต่าง ๆ พบว่า สูตรอาหารที่เติม TDZ ชักนำการเจริญเติบโตได้ดีกว่า BA โดยที่ชนิดและความเข้มข้นของไซโตไคนินที่เหมาะสมในการชักนำการเกิดยอดของกล้วยแตกต่างกันไปตามรูปแบบการเลี้ยงและพันธุ์ของกล้วย เช่น Smitha *et al.* (2014) ได้ศึกษาการชักนำการเกิดยอดกล้วย 4 พันธุ์ ได้ความเข้มข้นที่เหมาะสมของ TDZ และ BAP ที่แตกต่างกันไปตามพันธุ์ คือ *M. acuminata* ‘Matti’ (TDZ 0.8-1 มก.ต่อลิตร ให้ผลดีกว่า BA 1-3 มก.ต่อลิตร) และ *M. acuminata* ‘Sannachenkadali’ (TDZ 0.8-1 มก.ต่อลิตร ให้ผลดีกว่า BA 2-3 มก.ต่อลิตร), *M. acuminata* ‘Chingan’ (TDZ 1-2 มก.ต่อลิตร ให้ผลดีกว่า BA 4 มก.ต่อลิตร) และ *M. acuminata* ‘Njalipooan’ (TDZ 0.1 มก.ต่อลิตร ให้ผลดีกว่า BA 1-2 มก.ต่อลิตร) ในขณะที่ Lee (2005) รายงานไว้ว่า ความเข้มข้นของ TDZ ที่มากกว่า 2 มก.ต่อลิตร หรือ BAP ที่มากกว่า 7.5 มก.ต่อลิตร กระตุ้นการเกิดตุ่มตายอดจำนวนมากบริเวณฐานของเนื้อเยื่อกล้วย แต่ยับยั้งการพัฒนาและยืดยาวของยอดและลักษณะยอดที่ได้จะผิดปกติ ดังนั้น TDZ ความเข้มข้นสูงเกินไปจะยับยั้งการเกิดยอด (Adventitious shoots) (Lee, 2005; Shirani *et al.*, 2009; Murti *et al.*, 2012) ซึ่งในงานวิจัยนี้แม้ว่าจะเติมโคโตซานร่วมด้วยก็ไม่สามารถส่งเสริมการยืดยาวของยอดกล้วยน้ำว่าพันธุ์กาบขาวได้อย่างมีนัยสำคัญ

ในสูตรอาหารที่ไม่เติมไซโตไคนิน โคโตซานช่วยกระตุ้นเนื้อเยื่อกล้วยให้เจริญเติบโตได้ดีกว่าการไม่เติมโคโตซาน ขณะที่อาหารที่เติม BA หรือ TDZ อย่างใดอย่างหนึ่ง พบว่าโคโตซานมีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของทั้ง BA และ TDZ แต่เมื่อเติมโคโตซานในสูตร MS ที่มีทั้ง BA และ TDZ กลับทำให้การเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อกล้วยตอบสนองได้ดีกว่า เพราะการเติม BA ร่วมกับ TDZ ในสูตรอาหารทำให้ความเข้มข้นของไซโตไคนินสูงไม่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยน้ำว่าแต่โคโตซานช่วยลดทอนความเป็นพิษทำให้เนื้อเยื่อกล้วยน้ำว่าที่เพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติมทั้ง BA และ TDZ

ร่วมกับโคโตซาน และโคโตซานมีคุณสมบัติสร้างความเครียดให้เนื้อเยื่อพืชเกิดการตอบสนองให้เกิดการเจริญเติบโตในสูตรอาหารที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต ขณะเดียวกันโคโตซานสามารถลดสภาวะความเครียดจากสูตรอาหารที่มีความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตสูงได้เช่นกัน

ความเข้มข้นของ TDZ ในสูตรอาหารที่เติมโคโตซานร่วมด้วย ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อกล้วยน้ำว่ากาบขาวอย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับที่พบในอินทผาลัม (Al-Mayahi, 2022) กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างโคโตซานและ TDZ ต่อปริมาณออกซิน Indoleacetic acid (IAA) และไซโตไคนินภายในเซลล์อินทผาลัมที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ โดยความเข้มข้นของ TDZ ที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อการสะสมของปริมาณ IAA และไซโตไคนินภายในเซลล์ ซึ่งการสะสมจะมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อความเข้มข้นของโคโตซานในอาหารมากขึ้น โดยเฉพาะความเข้มข้น 20 มก.ต่อลิตร แต่การสะสมของไซโตไคนินภายในเซลล์จะมีมากที่สุดเมื่อเติม TDZ 0.5 มก.ต่อลิตร ถ้าความเข้มข้นของ TDZ มากกว่านั้น การสะสมจะลดลงทุกความเข้มข้นของโคโตซาน ซึ่งสอดคล้องการวิจัยครั้งนี้ที่เติม TDZ ความเข้มข้น 2 มก.ต่อลิตร อาจส่งผลต่อการสะสมปริมาณ IAA ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับ BA 4 มก.ต่อลิตร ทำให้ชิ้นส่วนกล้วยน้ำว่ามีการพัฒนาของรากลดลงในอาหารที่เติม TDZ เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารที่เติม BA ทำให้จำนวนรากและความยาวรากลดลง

การเติมโคโตซานในอาหารเพาะเลี้ยงมีแนวโน้มช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของรากกล้วยน้ำว่าสันนิษฐานว่าโคโตซานส่งสัญญาณกระตุ้นการเกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีในการสร้างออกซินผ่าน Tryptophan-independent pathway ทำให้เกิดการกระตุ้นเนื้อเยื่อพืชให้สร้างออกซินสะสมภายในเซลล์ (Uthairatanakij *et al.*, 2007; Lopez-Moya *et al.* 2017) จึงเป็นเหตุผลที่แสดงให้เห็นว่า การเติมโคโตซานกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาของเนื้อเยื่อกล้วยน้ำว่าในทุกด้านทั้งยอด ราก และใบ เช่นเดียวกับต้นฟรีเซีย (Salachna and

Zawadzinska, 2014) และมอร์นิงกลอรี (Acemi *et al.*, 2018)

ไคโตซานช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตเนื้อเยื่อกล้วยน้ำว้าพันธุ์กาบขาวในอาหารที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต เช่นเดียวกับพืชชนิดอื่น ๆ เช่น กล้วยไม้สกุลหวาย (Obsuwan *et al.*, 2013) คำฝอย ทานตะวัน (Jabeen and Ahmad, 2013) พืชเนย (Krupa-Matkiewicz and Fornal, 2018) อินทผาลัม (Al-Mayahi, 2022) เป็นต้น รวมทั้งกล้วยพันธุ์อื่น ๆ เช่น กล้วยน้ำว้าพันธุ์มะลิอ่อน (Thanakronpaisan *et al.*, 2019) กล้วยไข่ (Kunkeaw, *et al.*, 2020) เป็นต้น จึงยืนยันว่า ไคโตซานสามารถทำหน้าที่ได้เช่นเดียวกับสารควบคุมการเจริญเติบโตในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ดังนั้น การเติมไคโตซานในอาหารเพาะเลี้ยงสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตกล้วยน้ำว้าพันธุ์กาบขาวได้เช่นเดียวกัน

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยที่เติมไฮโดรโคตินชนิด BA และ TDZ ร่วมกันในสัดส่วนที่เหมาะสม เพื่อการชักนำยอดใหม่และการกระตุ้นยอดให้ยืดยาว แต่ทั้งนี้ความเข้มข้นและสัดส่วนที่เหมาะสมขึ้นกับพันธุ์ของกล้วยที่เพาะเลี้ยง (Smitha *et al.*, 2014) และไคโตซานสามารถช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตเนื้อเยื่อกล้วยในสภาพปลอดเชื้อและเพิ่มภูมิคุ้มกันต่อโรคของกล้วย (Kandha *et al.*, 2021) แต่ต้องคำนึงปริมาณไคโตซานร่วมกับชนิดและปริมาณของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่เติมในสูตรอาหาร รวมทั้งชนิดของพันธุ์กล้วยและรูปแบบการเพาะเลี้ยง ดังนั้น การศึกษาปริมาณไคโตซานต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชชนิดต่าง ๆ จึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ใช้ในการศึกษาได้เช่นเดียวกับปริมาณออกซินและไฮโดรโคติน เนื่องจากมีผลโดยตรงต่อการพัฒนาของเนื้อเยื่อพืช (Malerba and Cerana, 2016; Ahmad *et al.*, 2019; Acemi, 2020)

สรุปผลการวิจัย

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยน้ำว้าพันธุ์กาบขาวด้วยอาหารแข็ง MS ที่เติม BA 4 มก.ต่อลิตร ทำให้เนื้อเยื่อกล้วยเจริญเติบโตได้ดีกว่า TDZ 2 มก.ต่อลิตร การเติมไคโตซาน 20 มก.ต่อลิตร ในอาหารสูตร MS ที่เติม BA 4 มก.ต่อลิตร หรือ TDZ 2 มก.ต่อลิตร ไม่มีผลส่งเสริมการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อกล้วยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การเติมไคโตซาน 20 มก.ต่อลิตร ส่งเสริมการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อกล้วยในอาหารสูตร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตหรือเติม BA 4 มก.ต่อลิตร ร่วมกับ TDZ 2 มก.ต่อลิตร อย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นจึงควรศึกษาชนิดและความเข้มข้นของไคโตซานต่อการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อกล้วยในสภาพปลอดเชื้อเพิ่มเติมเพื่อให้ทราบความสัมพันธ์ของไคโตซานกับสารควบคุมการเจริญเติบโตในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ อุปกรณ์ และสถานที่ในการทำวิจัย และศูนย์ขยายพันธุ์พืชที่ 2 จังหวัดตรัง ที่ให้การสนับสนุนต้นพันธุ์กล้วยน้ำว้าสายพันธุ์กาบขาวสำหรับการทำวิจัย ไว้ ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

- Acemi, A. 2020. Chitosan versus plant growth regulators: a comparative analysis of their effects on *In Vitro* development of *Serapias vomeracea* (Burm.F.) Briq. **Plant Cell Tissue Organ Culture** 141: 327-338.
<https://doi.org/10.1007/s11240-020-01789-3>

- Acemi, A., B. Bayrak, M. Çakır, E. Demiryürek, E. Gün, N. Gueddari and F. Özen. 2018. Comparative analysis of the effects of chitosan and common plant growth regulators on *in vitro* propagation of *Ipomoea purpurea* (L.) Roth from nodal explants. **In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant** 54: 537-544.
<https://doi.org/10.1007/s11627-018-9915-0>
- Ahmad, Z., A. Shahzad and S. Sharma. 2019. Chitosan versus yeast extract driven elicitation for enhanced production of fragrant compound 2-hydroxy-4-methoxy benzaldehyde (2H4MB) in root tuber derived callus of *Decalepis salicifolia* (Bedd. Ex Hook.F.) venter. **Plant Cell Tissue Organ Culture** 136: 29-40.
<https://doi.org/10.1007/s11240-018-1488-4>
- Ali, A., M.T.M. Muhammad, K. Sijam and Y. Siddiqui. 2011. Effect of chitosan coatings on the physicochemical characteristics of Eksotika II papaya (*Carica papaya* L.) fruit during cold storage. **Food Chemistry** 124(2): 620-626.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.06.085>
- Al-Mayahi, A. 2022. *In Vitro* propagation and assessment of genetic stability in date palm as affected by chitosan and thidiazuron combinations. **Journal of Genetic Engineering and Biotechnology** 20(1): 165.
<https://doi.org/10.1186/s43141-022-00447-9>
- Choi, C., J.P. Nam and J.W. Nah. 2016. Application of chitosan and chitosan derivatives as biomaterials. **Journal of Industrial and Engineering Chemistry** 33: 1-10.
<https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00607.x>
- Cho, M.H., H.K. No and W. Prinyawiwatkul. 2008. Chitosan treatments affect growth and selected quality of sunflower sprouts. **Journal of Food Science** 73(1): S70-S77.
<https://doi.org/10.1016/j.jiec.2015.10.028>
- Deepthi, V.P. 2018. Somaclonal variation in micro propagated bananas. **Advances in Plants & Agriculture Research** 8(6): 624-627.
<https://doi.org/10.15406/apar.2018.08.00395>
- Farouk, S. and A. Amany. 2012. Improving growth and yield of cowpea by foliar application of chitosan under water stress. **Egyptian Journal of Biology** 14(1): 14-26.
<https://doi.org/10.4314/ejb.v14i1.2>

- Ferri, M. and A. Tassoni. 2011. Chitosan as Elicitor of Health Beneficial Secondary Metabolites in *In Vitro* Plant Cell Cultures. pp. 389-414. In Mackay, R.G., J.M. Tait, (eds.). **Handbook of Chitosan Research and Applications**. Hauppauge NY: Nova Science Publishers Inc.
- Ghorbanpour, M., H. Mohammadi and K. Kariman. 2020. Nanosilicon-based recovery of barley (*Hordeum vulgare*) plants subjected to drought stress. **Environmental Science: Nano** 7(2): 443-461. <https://doi.org/10.1039/C9EN00973F>
- Hidangmayum, A., P. Dwivedi, D. Katiyar and A. Hemantaranjan. 2019. Application of chitosan on plant responses with special reference to abiotic stress. **Physiology and Molecular Biology of Plants** 25(2): 313-326. <https://doi.org/10.1007/s12298-018-0633-1>
- Iriti, M. and E.M. Varoni. 2015. Chitosan-induced antiviral activity and innate immunity in plants. **Environmental Science and Pollution Research** 22(4): 2935-2944.
- Jabeen, N. and R. Ahmad. 2013. The activity of antioxidant enzymes in response to salt stress in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) and sunflower (*Helianthus annuus* L.) seedlings raised from seed treated with chitosan. **Journal of the Science of Food and Agriculture** 93(7): 1699-1705. <https://doi.org/10.1002/jsfa.5953>
- Kandha, L., R. Kumar, S.K. Sethi and B.K. Bindhani. 2021. Chitosan enhances growth and survival rate of *In Vitro* cultured plantlets of banana cultivar “Grand Naine. **Journal of Crop Improvement** 35(6): 848-865. <https://doi.org/10.1080/15427528.2021.1889732>
- Krupa-Mańkiewicz, M. and N. Fornal. 2018. Application of chitosan *In Vitro* to minimize the adverse: effects of salinity in *Petunia × atkinsiana* D. don. **Journal of Ecological Engineering** 19(1): 143-149. <https://doi.org/10.12911/22998993/79410>
- Kunkeaw, W., A. Obeng, S. Premjet, K. Sujipuli and P. Duangporn. 2020. Effect of Chitosan on Growth of *Musa acuminata* ‘Kluai Khai’ in Liquid Media Culture System. pp. 44-49. In **Proceedings of 58th Kasetsart University Annual Conference: Plants, Animals, Veterinary Medicine, Fisheries, Agricultural Extension and Home Economics**. Bangkok: Kasetsart University. [in Thai]
- Kurita, K. 2006. Chitin and chitosan: functional biopolymers from marine crustaceans. **Review Mar Biotechnol (NY)** 8(3): 203-226. <https://doi.org/10.1007/s10126-005-0097-5>
- Lee, S.W. 2005. Thidiazuron in the improvement of banana micropropagation. **Acta Horticulturae** 692: 67-74. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.692.7>

- Liu, Y., Y. Li, A. Wang, Z. Xu, C. Li, Z. Wang, B. Guo, Y. Chen, F. Tang and J. Li. 2024. Enhancing cold resistance in banana (*Musa* spp.) through EMS-induced mutagenesis, L-Hyp pressure selection: phenotypic alterations, biomass composition, and transcriptomic insights. **BMC Plant Biology** 24:101
<https://doi.org/10.1186/s12870-024-04775-5>
- Lopez-Moya, F., N. Escudero, E. Zavala-González, D. Esteve-Bruna, M. Blázquez, D. Alabadi and L. Lopez-Llorca. 2017. Induction of auxin biosynthesis and WOX5 repression mediate changes in root development in *Arabidopsis* exposed to chitosan. **Scientific Reports** 7: 1-14.
<https://doi.org/10.1038/s41598-017-16874-5>
- Malerba, M. and R. Cerana. 2016. Chitosan effects on plant systems. **International Journal of Molecular Sciences** 17(7): 996.
<https://doi.org/10.3390/ijms17070996>
- Murti, R., S. Debnath and Y. Yeoun. 2012. Effect of high concentration of thidiazuron (TDZ) combined with 1H-indole-3-butanoic acid (IBA) on Albion strawberry (*Fragaria × ananassa*) cultivar plantlets induction. **African Journal of Biotechnology** 11(81): 14696-14702.
<https://doi.org/10.5897/AJB12.1047>
- Obsuwan, K., K. Sawangsri, A. Thongpukdee and C. Thepsithar. 2013. The Response of Growth and Development from *In Vitro* Seed Propagation of *Dendrobium* Orchid to Chitosan. pp. 173-176. **In Proceedings of International Conference on Quality Management in Supply Chains of Ornamentals (QMSCO 2012) 21-24 February 2012.** Bangkok: King Mongkut's University of Technology Thonburi. [in Thai]
- Rebouças, T.A., A. De Jesus Rocha, T.S. Cerqueira, P.R. Adorno, R.Q. Barreto, M.D.S. Ferreira, L.S.M. Lino, V.B. De Oliveira Amorim, J.A.D. Santos-Serejo, F. Haddad, C.F. Ferreira and E.P. Amorim. 2021. Pre-selection of banana somaclones resistant to *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense, subtropical race 4. **Crop Protection** 147: 105692.
<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105692>
- Salachna, P. and A. Zawadzińska. 2014. Effect of chitosan on plant growth, flowering and corms yield of potted freesia. **Journal of Ecological Engineering** 15(3): 97-102.
<https://doi.org/10.12911/22998993.1110223>
- Senkwankaew, C. 2022. Effect of chitosan extracted by chemical method from shrimp shell in diet supplementation on growth performance and blood biochemistry in starting-growing pig (body weight 10-60 kg). **Journal of Agricultural Research and Extension** 39(1): 83-89. [in Thai]

- Shirani, S., F. Mahdavi and M. Maziah. 2009. Morphological abnormality among regenerated shoots of banana and plantain (*Musa* spp.) after *In Vitro* multiplication with TDZ and BAP from excised shoot-tips. **African Journal of Biotechnology** 8: 5755-5761. <https://doi.org/10.4314/ajb.v8i21.66048>
- Singh, R.K., E. Ruiz-May, V.D. Rajput, T. Minkina, R.L. Gómez-Peraza, K.K. Verma, M.S. Shekhawat, C. Pinto, V. Falco and F.R. Quiroz-Figueroa. 2022. Viewpoint of chitosan application in grapevine for abiotic stress/disease management towards more resilient viticulture practices. **Agriculture** 12(9): 1369. <https://doi.org/10.3390/agriculture12091369>
- Smitha, P., K. Binoy and N. Ashalatha. 2014. Effect of TDZ on direct shoot regeneration from whole male inflorescence of four diploid banana cultivars from south India. **Plant Science International** 1: 24-32. <https://doi.org/10.12735/psi.v1n1p24>
- Thanakronpaisan, K., A. Kongbangkerd, S. Premjet and P. Duangporn. 2019. Effect of BA and chitosan on *In Vitro* growth of *Musa* (ABB Group) 'Kluai Namwa Mali-Ong'. **Asia-Pacific Journal of Science and Technology** 24(1): 1-6. <https://doi.org/10.14456/apst.2019.3>
- Uthairatanakij, A., J. Silva and K. Obsuwan. 2007. Chitosan for improving orchid production and quality. **Orchid Science and Biotechnology** 1: 1-5.
- Youmbi, E., B. Ella and K. Tomekpe. 2006. Effect of thidiazuron on *In Vitro* proliferation capacities of some banana (*Musa* spp.) cultivars with weak multiplication potential. **KDENİZ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ** 19(2): 255-259.