

ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตและสารประกอบอินทรีย์
ต่อการชักนำให้เกิดยอดและการลดอาการปลายยอดไหม้
ของสตรอเบอร์รี่ในหลอดทดลอง

EFFECT OF PLANT GROWTH REGULATORS AND ORGANIC
COMPOUNDS ON SHOOT INDUCTION AND ALLEVIATION

SHOOT TIP NECROSIS OF STRAWBERRY
(*FRAGARIA X ANANASSA*) IN VITRO

ศิริศาธิญากร บรรหาร*

Sirasatiyakorn Banham*

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

Department of Biology, Faculty of Science, Burapha University

*corresponding author e-mail: siripan@buu.ac.th

(Received: 9 May 2025; Revised: 26 August 2025; Accepted: 27 August 2025)

บทคัดย่อ

สตรอว์เบอร์รี่สามารถขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ซึ่งถือเป็นวิธีการที่ใช้ผลิตต้นกล้าสตรอว์เบอร์รี่ปลอดโรคและได้จำนวนต้นในปริมาณมาก แต่อาจพบปัญหาปลายยอดไหม้ในขั้นตอนการเพิ่มจำนวนได้ ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และชนิดของสารประกอบอินทรีย์ต่อการชักนำให้เกิดยอดและลดอาการปลายยอดไหม้ของสตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 80 โดยเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนยอดบนอาหารสูตร MS (Murashige & Skoog, 1962) ที่เติม BA (Benzyl adenine) ความเข้มข้น 0 1 2 3 และ 4 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า อาหารสูตร MS ที่เติม BA 3 มก.ต่อลิตร ชักนำให้เกิดยอดได้ดีและมีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดไหม้ 40% เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้เตรียมอาหารในสต็อกที่ 1 และ 2 เป็น 2 เท่า ร่วมกับการเติม BA 3 มก.ต่อลิตร ชักนำให้มีการสร้างยอดมากขึ้น แต่การเกิดยอดไหม้เท่าเดิม (40%) ส่วนการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนยอดบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA 3 มก.ต่อลิตร ร่วมกับน้ำมะพร้าว 10% ชักนำให้เกิดยอดได้ดี และเกิดยอดไหม้ลดลง (20%) แสดงให้เห็นว่าการเติมน้ำมะพร้าวช่วยลดอาการปลายยอดไหม้ของสตรอเบอร์รี่ที่เพาะเลี้ยงในสภาพหลอดทดลองได้ ข้อมูลนี้สามารถนำไปใช้แก้ปัญหการเกิดปลายยอดไหม้ที่อาจพบได้จากการเพาะเลี้ยงสตรอเบอร์รี่ได้

คำสำคัญ: การชักนำให้เกิดยอด ปลายยอดไหม้ สตรอเบอร์รี่ น้ำมะพร้าว

Abstract

Strawberries can be propagated through plant tissue culture, which is an effective technique for producing disease-free plantlets in large quantities. However, shoot tip necrosis is often encountered during the multiplication stage. This study aimed to investigate the effects of plant growth regulators, macronutrient and micronutrient concentrations and types of organic compounds on shoot induction and the reduction of shoot tip necrosis (STN) in *Fragaria × ananassa* cv. 'Pharachatan 80'. Shoot tips were cultured on Murashige and Skoog (MS) medium (1962) supplemented with 0, 1, 2, 3, and 4 mg/L of benzyl adenine (BA) for four weeks. It was found that MS medium containing 3 mg/L BA effectively induced shoot proliferation, with a STN rate of 40%. Doubling the concentrations of stock solutions 1 and 2 in combination with 3 mg/L BA further enhanced shoot induction, but maintained the same STN rate (40%). Interestingly, supplementing MS medium containing 3 mg/L BA with 10% coconut water significantly promoted shoot development and reduced STN to 20%. These findings suggest that coconut water can effectively alleviate shoot tip necrosis in *in vitro* strawberry culture. The results provide a practical approach for improving the efficiency of strawberry micropropagation by reducing the occurrence of shoot tip necrosis, thereby contributing to the development of effective protocols for commercial propagation.

Keywords: Shoot induction, Shoot tip necrosis, *Fragaria × ananassa*, Coconut water

บทนำ

สตรอเบอร์รี่ เป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมและเป็นที่ต้องการของตลาดอย่างมาก มีรสชาติอร่อยเปรี้ยวหวาน เนื้อแน่น มีกลิ่นหอมสีแดงสดน่ารับประทาน นิยมบริโภคเป็นผลไม้สด และใช้ในเชิงอุตสาหกรรมแปรรูป สำหรับในประเทศไทย พื้นที่ปลูกสตรอเบอร์รี่ส่วนใหญ่อยู่ทางภาคเหนือ พื้นที่บางจังหวัดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และในพื้นที่สูงของภาคกลาง และมีความต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ (สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2560) สำหรับวิธีการขยายพันธุ์สตรอเบอร์รี่เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของตลาดที่นิยมมากที่สุดคือการขยายพันธุ์โดยใช้ไหลที่มีความแข็งแรง (คงกฤษ, 2558) แต่ปัจจุบันเกษตรกรขาดแคลนไหลคุณภาพดี จึงต้องใช้ไหลจากแม่พันธุ์เดิมที่มีอยู่มาปลูก ซึ่งเป็นไหลที่มีคุณภาพต่ำ อ่อนแอต่อโรคและแมลงศัตรูพืช ทำให้มีการใช้สารเคมีในการฉีดพ่นมากขึ้น แต่ผลผลิตต่อไร่ที่ได้กลับ

ลดลง จึงต้องการขยายพันธุ์ต้นสตรอเบอร์รี่ด้วยต้นที่ปลอดโรคจากวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและมีการจัดการอย่างถูกวิธี (นพมณีและคณะ, 2562) แต่ในบางครั้งในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชอาจพบลักษณะผิดปกติปรากฏขึ้นได้ แต่พบได้น้อยเมื่อเทียบกับปริมาณต้นอ่อนที่ขยายพันธุ์จากวิธีธรรมชาติ สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากเนื้อเยื่อพืชเจริญเติบโตในอาหารเพาะเลี้ยงที่มีสารอาหารอุดมสมบูรณ์ รวมถึงถูกกระตุ้นให้มีการแบ่งเซลล์อย่างรวดเร็ว จนทำให้ส่วนประกอบภายในเซลล์พัฒนาไม่ทัน จึงเกิดความผิดปกติของบางเซลล์หรือบางกลุ่มเซลล์ขึ้นได้ ลักษณะผิดปกติที่อาจพบได้ เช่น ลักษณะใบผิดปกติ ขอบมันหึงงอ ฉ่ำน้ำ ใบด่าง มีสีซีด รวมทั้งเกิดอาการปลายยอดไหม้ (ถกลวรรณ, 2564) ซึ่งจากการที่ผู้วิจัยได้เพาะเลี้ยงต้นสตรอเบอร์รี่ในสภาพหลอดทดลอง และสังเกตเห็นว่าบางต้นมีอาการปลายยอดไหม้เกิดขึ้น อาการปลายยอดไหม้ (Shoot tip necrosis; STN) เป็นความผิดปกติทางสรีรวิทยาที่พบในการขยายพันธุ์พืชในสภาพหลอดทดลอง (Surakshitha et al., 2019; Silva et al., 2020) เริ่มจากเกิดเป็นแผลสีน้ำตาลที่ปลายยอด และตามมาด้วยอาการโคนต้นไหม้ ความเสียหายจากเนื้อเยื่อที่ตายจะค่อยๆ ลูกกลมไปยังโคนต้น ส่งผลให้ตายอดและลำต้นเข้าสู่ภาวะเสื่อมชรา (Senescence) ในกรณีที่รุนแรงมาก เนื้อเยื่อพืชทั้งหมดจะได้รับผลกระทบจนทำให้พืชตายได้ Surakshitha et al., 2019) การแก้ไขปัญหาอาจมีการให้ปุ๋ยหรือธาตุอาหารเพิ่มมากขึ้น ซึ่งอาการปลายยอดไหม้นั้นเป็นการแสดงอาการขาดธาตุเฉพาะที่ส่วนยอด มักเกิดกับพืชที่โตแล้วแสดงว่าพืชอาจขาดธาตุอาหารพวกแคลเซียม เหล็ก แมงกานีส หรือโบรอน ควรมีการเพิ่มความเข้มข้นของธาตุอาหารเหล่านี้มากขึ้น รวมถึงมีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มไซโตไคนินเพื่อชักนำให้มีการสร้างยอดใหม่และลดอาการปลายยอดไหม้ได้ (Kishore et al., 2015) ดังรายงานวิจัยของ Nezami–Alanagh et al. (2019) ที่พบว่า STN ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเติม BA ในระดับความเข้มข้นสูง ($5.77 < BA < 6.66 \mu M$) ลงในอาหารเพาะเลี้ยง นอกจากนี้ในการพัฒนาและฟื้นฟูเนื้อเยื่อพืชที่เพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ สามารถทำได้โดยการเติมสารประกอบอินทรีย์ชนิดต่างๆ ซึ่งประกอบไปด้วยน้ำมะพร้าว น้ำต้มมันฝรั่ง กล้วยหอมบด และน้ำมะเขือเทศ ซึ่งสารอาหารอินทรีย์เหล่านี้เป็นแหล่งของวิตามิน กรดอะมิโน กรดไขมัน คาร์โบไฮเดรต เปปไทด์ และสารการเจริญเติบโต ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการเจริญของพืช (Mercado & Contreras, 2017)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มไซโตไคนิน ระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักและรองในสารละลายเข้มข้น (stock solution) ที่ใช้เตรียมอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช และชนิดสารประกอบอินทรีย์ที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดยอดใหม่และลดอาการปลายยอดไหม้ของสตรอเบอร์รี่พันธุ์พระราชทาน 80 ในสภาพหลอดทดลอง โดยมุ่งหวังที่จะพัฒนาวิธีการเพาะเลี้ยงที่มีประสิทธิภาพในการขยายพันธุ์สตรอเบอร์รี่

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การแปรผันความเข้มข้นของ BA ที่มีต่อการชักนำให้เกิดยอดใหม่และเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดใหม่ของสตรอเบอร์รี่

นำชิ้นส่วนปลายยอดของสตรอเบอร์รี่ จากต้นกล้าที่เพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ ขนาด 2 ± 0.20 เซนติเมตร ไปเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS (Murashige & Skoog, 1962) ที่เติม BA (benzyl adenine) ความเข้มข้น 0 1 2 3 และ 4 มิลลิกรัมต่อลิตร วางแผนการทดลองแบบ สุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) แบ่งชุดการทดลองออกเป็น 5 ชุดการทดลองๆ ละ 10 ซ้ำ เพาะเลี้ยงภายใต้อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง 2,000 ลักซ์ ให้แสงสว่างเป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ บันทึกข้อมูลการทดลอง ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ยอดใหม่ จำนวนยอด ความยาวยอด จำนวนใบ และความยาวใบ

2. การเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายเข้มข้น (Stock) เป็น 2 เท่า ที่มีต่อการชักนำให้เกิดยอดใหม่และเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดใหม่ของสตรอเบอร์รี่

นำชิ้นส่วนปลายยอดขนาด 2 ± 0.20 เซนติเมตร ไปเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS (1962) ที่เติม BA 3 มก.ต่อลิตร ร่วมกับการเพิ่มระดับความเข้มข้นของแต่ละ stock solution ที่ใช้ในการเตรียมอาหารเป็น 2 เท่า คือ Stock solution ที่ 1 ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) stock solution ที่ 2 ($\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, H_3BO_3 , $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ และ $\text{CoCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), stock solution ที่ 3 (KI) และ stock solution ที่ 4 (Iron/EDTA) (ยกเว้น stock solution ที่ 5 Vitamins ใส่ในอัตราเท่าเดิม) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์แบ่งออกเป็น 5 ชุดการทดลองๆ ละ 10 ซ้ำ เพาะเลี้ยงภายใต้ อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง 2,000 ลักซ์ ให้แสงสว่างเป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ บันทึกข้อมูลการทดลอง ได้แก่ เปอร์เซ็นต์การเกิดยอดใหม่ จำนวนยอด ความยาวยอด จำนวนใบ และความยาวใบ

3. ชนิดของสารประกอบอินทรีย์ที่มีต่อการชักนำให้เกิดยอดใหม่และเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดใหม่ของสตรอเบอร์รี่

นำชิ้นส่วนปลายยอดขนาด 2 ± 0.20 เซนติเมตร ไปเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS (1962) ที่เติม BA 3 มก.ต่อลิตร ร่วมกับสารประกอบอินทรีย์ชนิดต่างๆ คือ น้ำมะพร้าว (Coconut water ; CW) กล้วยบด (Banana homogenate ; BH) น้ำมะเขือเทศ (Tomato juice ; TJ) และน้ำต้มมันฝรั่ง (Potato extract; PE) อย่างละ 10% วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ แบ่งออกเป็น 5 ชุดการทดลองๆ ละ 10 ซ้ำ เพาะเลี้ยงภายใต้อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง 2,000 ลักซ์ ให้แสงสว่างเป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ บันทึกข้อมูลการทดลอง ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ยอดใหม่ จำนวนยอด ความยาวยอด จำนวนใบ และความยาวใบ

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One Way ANOVA) จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละชุดการทดลองด้วยวิธี Tukey's range test ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Minitab version 17

ผลการวิจัย

1. ผลการแปรผันความเข้มข้นของ BA ที่มีต่อการชักนำให้เกิดยอดใหม่และเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดใหม่ของสตรอเบอร์รี่

จากการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนปลายยอดของสตรอเบอร์รี่ บนอาหารสูตร MS (1962) ที่เติม BA 0, 1, 2, 3 และ 4 มก.ต่อลิตร เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าชิ้นส่วนปลายยอดที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA 3 มก.ต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดใหม่น้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอาหารอื่นๆ เท่ากับ 40% รวมถึงมีการชักนำให้เกิดยอดและเกิดใบมากที่สุด (1.80 ± 0.55 ยอดต่อต้น และ 7.20 ± 4.15 ใบต่อต้น ตามลำดับ) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากชุดการทดลองอื่นๆ แต่ชิ้นส่วนปลายยอดของสตรอเบอร์รี่ที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่ไม่มีการเติม BA (ชุดควบคุม) มีความยาวยอดและความยาวใบมากที่สุด (3.72 ± 0.63 และ 0.60 ± 0.03 เซนติเมตรตามลำดับ) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากชุดการทดลองอื่นๆ แต่ในชุดควบคุมมีเปอร์เซ็นต์ยอดใหม่ค่อนข้างสูงเท่ากับ 80% ดังตารางที่ 1 และภาพที่ 1

ตารางที่ 1 ผลของ BA ที่มีต่อการชักนำให้เกิดยอดใหม่และเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดใหม่ของชิ้นส่วนปลายยอดสตรอเบอร์รี่ที่เพาะเลี้ยงในสภาพหลอดทดลองเป็นเวลา 4 สัปดาห์

ชุดทดลอง	เปอร์เซ็นต์ยอดใหม่	จำนวนยอด (ยอด/ต้น)	ความยาวยอด (เซนติเมตร)	จำนวนใบ (ใบ/ต้น)	ความยาวใบ (เซนติเมตร)
MS (free hormone)	80	1.20 ± 0.45^a	3.72 ± 0.63^a	6.20 ± 2.17^a	0.60 ± 0.03^a
MS + BA1	60	1.78 ± 0.55^a	2.63 ± 0.63^{ab}	6.20 ± 2.95^a	0.51 ± 0.17^a
MS + BA2	80	1.20 ± 0.45^a	2.83 ± 0.55^{ab}	4.80 ± 0.84^a	0.48 ± 0.08^a
MS+ BA3	40	1.80 ± 0.55^a	2.89 ± 0.65^b	7.20 ± 4.15^a	0.44 ± 0.08^a
MS+ BA4	60	1.40 ± 0.55^a	2.17 ± 0.30^b	6.40 ± 1.14^a	0.44 ± 0.04^a

หมายเหตุ ข้อมูลที่แสดง คือ Mean $\pm$ S.D. (n=10) ค่าเฉลี่ยในแต่ละสมรภูมิที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่ต่างกันแสดงให้เห็นความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$)



ภาพที่ 1 ผลของ BA ที่มีต่อการชักนำให้เกิดยอดใหม่และอาการยอดไหม้ของชิ้นส่วนปลายยอดของสตรอเบอร์รี่ที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS (1962) ที่เติม BA ในระดับความเข้มข้นที่ต่างกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์ (scale bar เท่ากับ 1 เซนติเมตร)

- A) MS (ชุดควบคุม) B) MS + BA 1 mg/L C) MS+ BA 2 mg/L
D) MS+ BA 3 mg/L E) MS+ BA 4 mg/L

2. การเพิ่มความเข้มข้นของ stock solution เป็น 2 เท่า ที่มีต่อการชักนำให้เกิดยอดใหม่และเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดไหม้ของสตรอเบอร์รี่

จากการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนปลายยอดบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA 3 มก.ต่อลิตร ให้ผลในการลดอาการปลายยอดไหม้ดีที่สุด จึงสนใจศึกษาระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง ที่เป็นองค์ประกอบใน Stock solution ที่ใช้ในเตรียมอาหารสูตร MS (1962) ในการชักนำให้เกิดยอดใหม่และลดอาการปลายยอดไหม้ จากการทดลอง พบว่า ชิ้นส่วนปลายยอดที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เพิ่มความเข้มข้นของ Stock solution ที่ 1 และ Stock solution ที่ 2 ร่วมกับการเติม BA ความเข้มข้น 3 มก.ต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดไหม้ที่เท่ากัน คือ 40% แต่อาหารสูตร MS ที่เพิ่มความเข้มข้นของ Stock solution ที่ 2 ชักนำให้มีจำนวนยอดและจำนวนใบมากที่สุด (2.80 ± 0.55 ยอดต่อต้น และ 8.80 ± 3.49 ใบต่อต้น ตามลำดับ) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากชุดการทดลองอื่นๆ ในส่วนของความยาวยอดและความยาวใบ พบว่า ชิ้นส่วนปลายยอดที่เพาะเลี้ยงบนอาหารชุดควบคุม ชักนำให้มีความยาวยอดและความยาวใบมากที่สุด (3.50 ± 0.66 เซนติเมตร และ 0.51 ± 0.03 เซนติเมตร ตามลำดับ) แต่มีอาการปลายยอดไหม้ที่สูงกว่า คือ 60% ดังตารางที่ 2 และภาพที่ 2

ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์การเกิดยอดใหม่และการชักนำให้เกิดยอดใหม่ ของชิ้นส่วนปลายยอดที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA 3 มก.ต่อลิตร ร่วมกับการเพิ่มความเข้มข้นของแต่ละ stock solution เป็น 2 เท่า เป็นเวลา 4 สัปดาห์

ชุดทดลอง	เปอร์เซ็นต์การเกิดยอดใหม่	จำนวนยอด (ยอด/ต้น)	ความยาวยอด (เซนติเมตร)	จำนวนใบ (ใบ/ต้น)	ความยาวใบ (เซนติเมตร)
MS+ BA3	60	1.20±0.45 ^a	3.50±0.66 ^a	6.20±2.17 ^a	0.51±0.03 ^a
MS+BA3 +Stock 1	40	1.40±0.55 ^a	2.39±0.57 ^b	7.40±2.41 ^a	0.41±0.03 ^{ab}
MS+BA3 + Stock 2	40	2.80±0.55 ^a	2.03±0.22 ^b	8.80±3.49 ^a	0.41±0.06 ^{ab}
MS+ BA3+ Stock 3	80	2.00±0.71 ^a	2.16±0.29 ^b	7.00±2.00 ^a	0.36±0.08 ^{ab}
MS+BA3+ Stock 4	60	2.00±0.00 ^a	1.79±0.21 ^b	6.40±1.52 ^a	0.40±0.07 ^b

หมายเหตุ ข้อมูลที่แสดง คือ Mean±S.D. (n=10) ค่าเฉลี่ยในแต่ละสัปดาห์ที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่ต่างกันแสดงให้เห็นความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P≤0.05)



ภาพที่ 2 การชักนำให้เกิดยอดใหม่และอาการยอดไหม้ จากการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนปลายยอดบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับการเพิ่มความเข้มข้นของแต่ละ Stock solution เป็น 2 เท่า เป็นเวลา 4 สัปดาห์ (Scale bar เท่ากับ 1 เซนติเมตร)

- A) MS + BA3 (ชุดควบคุม) B) MS + BA3 + Double stock solution ที่ 1
C) MS + BA3 + Double stock solution ที่ 2 D) MS + BA3 + Double stock solution ที่ 3
E) MS + BA3 + Double stock solution ที่ 4

3. ชนิดของสารประกอบอินทรีย์ต่อการชักนำให้เกิดยอดใหม่และเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดใหม่ของสตรอเบอร์รี่

จากการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนปลายยอดสตรอเบอร์รี่บนอาหารสูตร MS ที่เติม BA 3 มก.ต่อลิตร ร่วมกับการเพิ่มความเข้มข้นของ stock solution ที่ 1 และ Stock solution ที่ 2 เป็น 2 เท่า สามารถลดเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดใหม่ได้เท่ากัน คือ 40% แต่ไม่สามารถลดเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดใหม่ให้ต่ำกว่า 40% ได้ จึงสนใจศึกษาผลของสารประกอบอินทรีย์ที่มีต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดใหม่ของสตรอเบอร์รี่ จากการทดลองพบว่า เมื่อเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนปลายยอดบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA 3 มก.ต่อลิตร ที่ไม่มีการเติมสารประกอบอินทรีย์ (ชุดควบคุม) พบว่า มีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดใหม่น้อยที่สุดเท่ากับ 20% และชักนำให้มีความยาวยอดมากที่สุด (3.55 ± 0.83 เซนติเมตร) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากชุดการทดลองอื่นๆ (ยกเว้นชุดทดลองที่เติม PE 10%) และในชุดทดลองที่เติม BA 3 มก.ต่อลิตร ร่วมกับ CW 10% พบว่า มีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดใหม่น้อยเช่นกัน คือ 20% และชักนำให้มีจำนวนยอด จำนวนใบ และความยาวใบมากที่สุด (1.80 ± 0.84 ยอดต่อต้น, 9.80 ± 3.35 ใบต่อต้น และ 0.48 ± 0.15 เซนติเมตรตามลำดับ) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากชุดการทดลองอื่นๆ ดังตารางที่ 3 และภาพที่ 3

ตารางที่ 3 ผลของสารประกอบอินทรีย์ที่มีต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดใหม่และการชักนำให้เกิดยอดใหม่ของชิ้นส่วนปลายยอดสตรอเบอร์รี่ที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA 3 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็นเวลา 4 สัปดาห์

สูตรอาหาร	เปอร์เซ็นต์การเกิดยอดใหม่	จำนวนยอด (ยอด/ต้น)	ความยาวยอด (เซนติเมตร)	จำนวนใบ (ใบ/ต้น)	ความยาวใบ (เซนติเมตร)
MS + BA3 (ชุดควบคุม)	20	1.20 ± 0.45^a	3.55 ± 0.83^a	7.40 ± 3.21^a	0.39 ± 0.11^a
MS + BA3 + BH 10%	80	1.60 ± 0.55^a	2.81 ± 0.78^{ab}	8.00 ± 1.22^a	0.36 ± 0.06^a
MS + BA3 + PE 10%	100	1.20 ± 0.45^a	2.05 ± 0.27^b	6.60 ± 2.19^a	0.34 ± 0.07^a
MS + BA3 + TJ 10%	100	1.40 ± 0.55^a	2.75 ± 0.64^{ab}	7.20 ± 1.48^a	0.38 ± 0.08^a
MS + BA3 + CW 10%	20	1.80 ± 0.84^a	2.53 ± 0.55^{ab}	9.80 ± 3.35^a	0.48 ± 0.15^a

หมายเหตุ ข้อมูลที่แสดง คือ Mean $\pm$ S.D. (n=10) ค่าเฉลี่ยในแต่ละสัปดาห์ที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่ต่างกันแสดงให้เห็นความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$)



ภาพที่ 3 การเจริญของต้นใหม่และการปลายยอดใหม่ของสตรอบเอร์รี่ จากการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนปลายยอดบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับการเติมสารประกอบอินทรีย์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ (Scale bar เท่ากับ 1 เซนติเมตร)

- A) MS + BA3 B) MS + BA3 + BH 10%
 C) MS + BA3 + PE 10% D) MS + BA3 + TJ 10%
 E) MS + BA3 + CW 10%

อภิปรายผล

จากการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนยอดสตรอบเอร์รี่ บนอาหารสูตร MS ที่เติม BA ในระดับความเข้มข้นที่ต่างกัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าชิ้นส่วนปลายยอดที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA 3 มก.ต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดปลายยอดใหม่น้อยกว่าชุดการทดลองอื่นๆ และชักนำให้เกิดยอดได้มากที่สุด ซึ่ง BA เกี่ยวข้องกับกระบวนการพัฒนาและการสร้างรูปร่างของพืช ควบคุมการแบ่งเซลล์ การสร้างยอดและรากใหม่ ช่วยชะลอการแก่ของใบ (Mangena, 2020) ซึ่งการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิด BA ลงในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสามารถส่งเสริมให้เกิดการเจริญเติบโตของพืชได้ด้นนั้นเนื่องจาก BA มีหน้าที่ในการกระตุ้นการแบ่งเซลล์และขยายขนาดของเซลล์ การเลือกใช้ไซโตไคนินที่ระดับความเข้มข้นที่สูงขึ้นจะส่งผลให้เกิดการแบ่งเซลล์เพื่อการเจริญของกิ่งใบและลำต้นรวมถึงเร่งการเจริญของตาข้างและลำต้นได้เพิ่มขึ้น (สุมนทิพย์, 2556 อ้างถึงใน ศุภาวีร์ แสงจันทร์จิระเดช และคณะ, 2567) ซึ่งจากผลการทดลองที่ได้ในครั้งนี้สอดคล้องกับการทดลองของ Jan et. al. (2020) ที่ได้ศึกษาหาวิธีลดอาการปลายยอดใหม่ของ *Salvia santolinifolia* Boiss ที่เพาะเลี้ยงในสภาพหลอดทดลอง ซึ่งพบว่ายอดของ

S. santolinifolia สามารถสร้างใหม่และเพิ่มจำนวนได้ เมื่อเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA 3 มิลลิกรัมต่อลิตร รวมทั้งลดอาการปลายยอดไหม้ได้มากที่สุด

นอกจากนี้จากการศึกษาในระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองที่มีต่อการชักนำให้เกิดยอดและเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดใหม่ของสตรอบเบอร์รี่ในสภาพหลอดทดลองพบว่า ชิ้นส่วนปลายยอดที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA 3 มก.ต่อลิตร ร่วมกับการเพิ่มความเข้มข้นของ stock solution ที่ 1 และ Stock solution ที่ 2 เป็น 2 เท่า มีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดใหม่เท่ากับ 40% ซึ่งน้อยกว่าชุดการทดลองอื่นๆ ซึ่งใน Stock solution ที่ 1 มีธาตุแคลเซียมที่เป็นองค์ประกอบอยู่ใน CaCl_2 และ Stock solution ที่ 2 มีธาตุ Zn ที่เป็นองค์ประกอบอยู่ใน ZnSO_4 และธาตุ B ที่เป็นองค์ประกอบอยู่ใน H_3BO_3 นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าอาการน้ำท่วม (Hyperhydricity) และอาการปลายยอดไหม้ (Shoot tip necrosis) สามารถลดลงได้เมื่อเติม Ca Mg Fe และ Mn ลงไปในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช (Ray & Jha, 2001) ซึ่งวิธีแก้ไขในการลดปัญหาการเกิดปลายยอดไหม้ของพืชในสภาพหลอดทดลองนั้น ได้มีรายงานวิจัยของ Jan et al. (2020) ที่กล่าวว่า อาการปลายยอดไหม้ของพืชที่เพาะเลี้ยงในสภาพหลอดทดลอง อาจเกิดจากการขาดธาตุอาหารบางชนิด ซึ่งการลดอาการเกิดปลายยอดไหม้ของพืชนั้น ทำได้โดยการเพิ่มความเข้มข้นของแคลเซียมคลอไรด์หรือธาตุอาหารบางชนิดเพิ่มเข้าไป รวมทั้งการเปลี่ยนถ่ายอาหารใหม่ (subculture) ก็สามารถช่วยลดอาการเกิดปลายยอดไหม้ได้ ซึ่งผลการทดลองที่ได้นี้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Jan et al. (2020) ที่ได้ศึกษาหาวิธีการลดอาการปลายยอดไหม้ของ *S. santolinifolia* Boiss ในสภาพหลอดทดลอง โดยพบว่าการสร้างยอดใหม่และเพิ่มจำนวนได้ เมื่อเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งในการทดลองนี้ได้ศึกษาปัจจัยต่างๆ เช่น ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลัก การเติมผงถ่าน และสารประกอบอินทรีย์ต่างๆ ลงไปในอาหารเพื่อลดอาการปลายยอดไหม้ จากการทดลองพบว่า อาการปลายยอดไหม้ลดลง (0.50–1%) เมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของแคลเซียมร่วมกับความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นของ Mg Mn และ Fe บนอาหารสูตร MS ที่มี BA 3 มิลลิกรัมต่อลิตร นอกจากนี้การเปลี่ยนถ่ายอาหารใหม่ที่มีการเติมแคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2) ยังช่วยลดการเกิดปลายยอดไหม้ให้เกิดขึ้นในระดับต่ำ (0–10%) ได้อีกด้วย

จากการศึกษาผลของสารประกอบอินทรีย์ที่มีต่อการชักนำให้เกิดยอดใหม่และเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดใหม่ของสตรอบเบอร์รี่ในสภาพหลอดทดลอง โดยเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนปลายยอดบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับการเติมสารประกอบอินทรีย์ 4 ชนิด คือ กล้วยหอมบด น้ำต้มมันฝรั่ง น้ำมะเขือเทศ และน้ำมะพร้าว ความเข้มข้น 10% เป็นเวลา 4 สัปดาห์พบว่า อาหารสูตร MS ที่เติม BA 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับน้ำมะพร้าว 10% เกิดอาการปลายยอดไหม้ที่ต่ำ คือ 20% ซึ่งในน้ำมะพร้าวมีฮอร์โมนกลุ่มไซโตไคนินและมีสารประกอบได้แก่ วิตามิน กรดนิวคลีอิก ฟิวรีน น้ำตาล สารควบคุมการเจริญเติบโต และธาตุอาหารที่ชิ้นส่วนของพืช

ต้องการในปริมาณที่เหมาะสม (Kruichuchep & Suppadit, 2012) และจากการที่น้ำมะพร้าว มีโปรตีน กรดอะมิโน และวิตามินสูง ทั้งยังมีเคซีนไฮโดรไลเสต (Casein hydrolysate) หรือ อะดีนีน ซัลเฟต (Adenine sulphate) รวมถึงสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มไซโตไคนินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของยอดและกระตุ้นให้เกิดการสร้างยอดใหม่ได้ ซึ่งจะเห็นได้ว่า นิยมใช้น้ำมะพร้าวเป็นตัวกระตุ้นในการแบ่งเซลล์ของพืช (Ghazzawy & El-Sharabasy, 2019) จากผลการทดลองที่ได้ในครั้งนี้สอดคล้องกับการวิจัยของ Ghatas (2016) ที่ได้ศึกษาเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในการขยายพันธุ์ต้นเพาโลเนีย (*Paulownia tomentosa*) โดยใช้อาหารสูตร MS ที่เติม Adenine sulphate 80 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับน้ำมะพร้าว 3–10% พบว่า สามารถลดอาการปลายยอดไหม้ได้ดี จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้ สามารถนำไปแก้ปัญหาการเกิดอาการยอดไหม้ที่อาจพบได้ในการเพาะเลี้ยงสตรอเบอร์รี่หรือในพืชหลายๆ ชนิดได้ต่อไป

สรุปผลการวิจัย

การเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนปลายยอดของสตรอเบอร์รี่บนอาหารสูตร MS ที่เติม BA 3 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดยอดได้ดีและลดอาการปลายยอดไหม้ได้ 40% ต่อมาเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ Stock ที่ 1 และ Stock ที่ 2 ที่ใช้ในการเตรียมอาหารสูตร MS เป็น 2 เท่า ทำให้ได้ยอดใหม่เพิ่มมากขึ้น แต่ที่เห็นได้ชัดเจน คือ การใช้อาหารสูตร MS ที่เติม BA 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับน้ำมะพร้าว 10% สามารถชักนำให้เกิดยอดได้ดี และลดอาการปลายยอดไหม้ได้ดีมากที่สุด คือ 20% เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่นๆ ข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาการเกิดปลายยอดไหม้ที่อาจพบได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสตรอเบอร์รี่รวมทั้งพืชชนิดอื่นและเป็นแนวทางสำหรับการขยายพันธุ์สตรอเบอร์รี่ในเชิงพาณิชย์ได้ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- คงกฤษ อินทแสน. (2558). การปลูกสตรอเบอร์รี่ ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร จังหวัดกาญจนบุรี (เกษตรที่สูง). สืบค้นข้อมูล 17 มีนาคม 2568, จาก <http://www.haec01.doe.go.th/aticles/stawberry>
- ถกลวรรณ ศิริสวัสดิ์. (2564). ลักษณะผิดปกติจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. สืบค้นข้อมูล 17 มีนาคม 2568, จาก https://stri.cmu.ac.th/article_detail.php?id=61

- นพเมธี โทปัญญานนท์, น้ำฝน อุตตมะ, และธนาภรณ์ แก้วดา. (2562). ปัจจัยที่มีผลต่อระบบขยายพันธุ์สตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 80 และพันธุ์ 329 ในสภาพปลอดเชื้อ. **Thai Journal of Science and Technology**, 8(2), 176–189.
- ศุภาวีร์ แสงจันทร์จิระเดช, ชญานนท์ แก้วพรหม, ขจรพงศ์ ดาครี, นันทพร สุทธิประภา, และขวัญเดือน รัตนนา. (2567). การขยายพันธุ์ฟิลิเดนดรอนไวท์ปรีนเซสและฟิลิเดนดรอนเวอร์วูโคซิมในหลอดทดลองด้วยระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจุ่มชั่วคราว. **PSRU Journal of Science and Technology**, 9(3), 94–108.
- สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2560). **สตรอว์เบอร์รี่โครงการหลวงกับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์** (รายงานวิจัย). สืบค้นข้อมูล 17 มีนาคม 2568, จาก <https://www.3.rdi.ka.ac.th/?p=40028>
- Ghatas, Y.A. (2016). Employment of Tissue Culture Techniques in Improvement Propagation of *Paulownia tomentosa* Plant. **Journal of Plant Production, Mansoura University**, 7(6), 619–625.
- Ghazzawy, H.S., & El-Sharabasy, S.F. (2019). Effect of Natural Additives as Coconut Milk on the Shooting and Rooting Media of in vitro Barhi Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.). **By-Products of Palm Trees and Their Applications**, 11, 186–192.
- Jan, T., Hazrat, A., Naqvi, B., Sher, K., Muhammad, N., Khan, N., Jan, G., Farzana, G.J., & Raiha, Q. (2020). Alleviation of shoot tip necrosis in vitro propagation of *Salvia santolinifolia*, Boiss. **Romanian Biotechnological Letters**, 25(2), 1356–1361.
- Kishore, K., Patnaik, S., & Shukla, A.K. (2015). Optimization of method to alleviate in vitro shoot tip necrosis in *Trichosanthes dioica* Roxb. **Indian Journal Biotechnol**, 14, 107–111.
- Kruichuchee, A., & Suppadit, T. (2012). Utilizing Bio Extracted Water from Coconut Water in Each Level as Plant Supplement for Soybean Plantation. **Journal of the Association of Researchers**, 17(1), 112–124.
- Mangena, P. (2020). Effect of Hormonal Seed Priming on Germination, Growth, Yield and Biomass Allocation in Soybean Grown under Induced Drought Stress. **Indian Journal of Agricultural Research**, 54(5), 592–598.
- Mercado, S.A.S., & Contreras, N.A.V. (2017). Asymbiotic seed germination and in vitro propagation of *Cattleya trianae* Linden & Reichb.f. (Orchidaceae), **Acta Agronomica**, 6(4), 544–548.
- Murashige, T., & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, 15(3), 473–497.
- Nezami-Alanagh, E., Garoosi, G-A., Landín, M., & Gallego, P.P. (2019). Computer-based tools provide new insight into the key factors that cause physiological disorders of *Pistachio* rootstocks cultured in vitro. **Sci Rep**, 9(9740), 1–15.
- Ray, S., & Jha, S. (2001). Production of withaferin A in shoot cultures of *Withania somnifera*. **Planta Medica**, 67, 432–436.

- Silva, J.A, Nezami–Alanagh, E., Barreal, M.E, Kher, M.M, Wicaksono, A., Gulyás, A., Hidvégi, N., Magyar–Tábori, K., Mendler–Drienyovszki, N., Márton, L., Landín, M., Gallego, P.P, Driver, J.A, & Dobránszki, J. (2020). Shoot tip necrosis of *in vitro* plant cultures: a reappraisal of possible causes and solutions. **Planta**, **252**(3), 3–35.
- Surakshitha, N.C., Soorianathasundaram, K., Ganga, M., & Raveendran, M. (2019). Alleviating shoot tip necrosis during *in vitro* propagation of grape cv. Red Globe. **Scientia Horticulturae**, **248**, 118–125,