

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อขมิ้นชันในสภาพปลอดเชื้อ

Micropropagation of *Curcuma longa* L.ณัฐธิยา ชัยชนะ¹ และ สุภาวดี แก้วเมืองกล²

Natthiya Chaichana and Supawadee Keawmuangkol

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของขมิ้นชันในสภาพปลอดเชื้อ โดยทำการศึกษาการฟอกฆ่าเชื้อหน่อขมิ้นชันด้วยสารละลายคลอโรกซ์ ความเข้มข้น 10%, 15% และ 20% เป็นเวลา 10 และ 15 นาที ผลการศึกษาพบว่า การฟอกฆ่าเชื้อโดยใช้สารละลายคลอโรกซ์ 15% เป็นเวลา 15 นาที เป็นวิธีการฟอกฆ่าเชื้อที่ดีที่สุด โดยไม่พบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ และมีอัตราการรอดชีวิต 100% หลังจากนั้น ย้ายเลี้ยงหน่อของขมิ้นชันลงบนอาหารชักนำยอดและรากสูตร MS (Murashige and Skoog) ร่วมกับ สารควบคุมการเจริญเติบโต benzyladenine (BA) และ α -naphthalene acetic Acid (NAA) ผลการศึกษาพบว่า สูตรอาหาร MS ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต สามารถชักนำให้เกิดยอดและรากสูงสุดที่ 20% (ความยาวยอดเฉลี่ย 11.1 เซนติเมตร) และ 10% (ความยาวรากเฉลี่ย 8.5 เซนติเมตร) ตามลำดับ

คำสำคัญ : ขมิ้นชัน, การชักนำยอด, การชักนำราก

Abstract

The objective of this study is to study micropropagation of *Curcuma longa* L. The *C. longa* L. buds were surfaced sterilized with 10%, 15% and 20% Clorox for 10 and 15 minute. The result revealed that 15% Clorox for 15 minute was appropriate method. This method was not infection by microorganism and provided 100% survival rate. After that, *C. longa* L. buds were transferred to MS (Murashige and Skoog) media supplemented with benzyladenine (BA) and α -naphthalene acetic Acid (NAA). It was found that MS medium presented the highest shoot and root induction at 20% (11.1 cm average shoot length) and 10% (8.5 cm average root length), respectively.

Keywords : *Curcuma longa* L., shoot induction, root induction

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ โปรแกรมวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย E-mail: natthiya.cha@crur.ac.th, 080-1355519

² นักศึกษา โปรแกรมวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย E-mail: Supawadee.kae@crur.ac.th, 091-8520600

บทนำ

ขมิ้นชัน (turmeric) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Curcuma longa* L. อยู่ในวงศ์ Zingiberaceae จัดเป็นพืชเศรษฐกิจประเภทเครื่องเทศชนิดหนึ่ง เป็นพืชที่นิยมปลูกในทุกภาคของประเทศไทยโดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อประกอบอาหารและทำยาสมุนไพร เหง้า (rhizome) ของขมิ้นชันเป็นส่วนของลำต้นใต้ดิน ทำหน้าที่สะสมสารสีเหลืองมีชื่อว่า เคอร์คูมิน (curcumin) ที่ประกอบด้วยเภสัชกรรมสารหลายชนิด สารเหล่านี้ออกฤทธิ์ในการรักษาโรคหลายชนิดทั้งในมนุษย์และสัตว์ เช่น โรคระบบทางเดินอาหาร โรคถุงน้ำดี โรคตับ แผลไฟไหม้ และ น้ำร้อนลวก รวมทั้งกระตุ้นการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน ต่อต้านเชื้อจุลินทรีย์และโรคมะเร็งบางชนิดคนไทยสมัยโบราณใช้ประโยชน์จากขมิ้นชันในการรักษาโรคต่างๆ จึงปรากฏอยู่ในตำรายาแพทย์แผนไทย ส่วนการแพทย์แผนปัจจุบันมีการศึกษาวิจัยจนยอมรับสรรพคุณของขมิ้นชัน จึงนำมาบรรจุไว้ในกลุ่มยาในงานสาธารณสุขมูลฐาน ขมิ้นชันจึงถูกใช้อย่างแพร่หลายทั้งด้านอาหาร สุขภาพอนามัย ความงาม และยารักษาโรคความต้องการใช้ขมิ้นชันเพิ่มขึ้นมากในช่วง 10 ปี ที่ผ่านมานี้ ทำให้ผลผลิตที่เกิดขึ้นไม่เพียงพอเพราะมีผลผลิตต่อไร่ ค่อนข้างต่ำ การศึกษาวิจัยทั้งในและต่างประเทศเพื่อเพิ่มผลผลิตยังมีน้อยมาก ส่วนใหญ่ทำในแปลงปลูกโดยวิธีการเขตกรรม ปัญหาสำคัญอื่นๆ ที่ทำให้ผลผลิตต่ำเช่น โรคเน่าของเหง้าและแมลงรบกวน ความไม่สม่ำเสมอและคุณภาพต้นพันธุ์ไม่ดีพอ อุปสรรคเหล่านี้จะเห็นผลชัดเจนในกรณีที่มีการปลูกในปริมาณมาก กับปัญหาสุขภาพคนจำนวนมากจึงหันมาบริโภคและให้ความสำคัญพืชสมุนไพร

ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้เห็นความสำคัญของปัญหาจึงได้ทำการศึกษาและทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของขมิ้นชันเพื่อการส่งเสริมให้มีการปลูกโดยใช้ต้นพันธุ์ที่มีคุณภาพดี เพิ่มผลผลิตสูง ปลอดภัยและมีความสม่ำเสมอทางพันธุกรรม นอกจากนี้ ยังสามารถใช้วิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อขมิ้นชันเพื่อการศึกษาผลิตสารเคอร์คูมิน ซึ่งเป็นวิธีการที่สามารถผลิตสารสำคัญปริมาณมากในพืชต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาวิธีการฟอกฆ่าเชื้อขมิ้นชัน
2. เพื่อศึกษาวิธีการขยายพันธุ์ขมิ้นชันโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช คือ การนำเอาส่วนใดส่วนหนึ่งของพืช ไม่ว่าจะเป็นส่วนอวัยวะ หรือส่วนเนื้อเยื่อ มาเลี้ยงในอาหารวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วย แร่ธาตุ น้ำตาล วิตามิน และสารควบคุมความเจริญเติบโต ภายใต้สภาพปลอดเชื้อจุลินทรีย์และอยู่ในสภาวะควบคุมอุณหภูมิ แสง ความชื้น โดยส่วนของพืชที่นำมาเลี้ยงนี้จะสามารถเติบโตพัฒนาได้หลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นพัฒนาเป็นส่วนอวัยวะ เกิดเป็นกลุ่มเซลล์ที่เรียกว่า แคลลัสหรือคัพพะ (ต้นอ่อนขนาดเล็ก) ที่เรียกว่า เอ็มบริโอ ซึ่งในที่สุดก็จะสามารถบังคับให้ส่วนต่าง ๆ เหล่านี้เกิดเป็นต้นใหม่ที่มีรากที่สมบูรณ์สำหรับการนำไปปลูกลงดินต่อไปได้ พืชที่เกิดขึ้นมาจากการเพาะเลี้ยง

เนื้อเยื่อจะมีลักษณะเหมือนกับพืชต้นพันธุ์ที่นำมาใช้เพาะเลี้ยงทุกประการ จึงเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการขยายพันธุ์พืช และการเก็บรักษาและอนุรักษ์เชื้อพันธุ์พืชต่าง ๆ

จากงานวิจัยที่ได้มีการศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ พบว่าปัจจัยสำคัญที่จะทำให้การเพาะเลี้ยงประสบความสำเร็จนั้นขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ ชนิดของเนื้อเยื่อ สารควบคุมการเจริญเติบโต และสภาพการเพาะเลี้ยง (Puhan and Siddiq, 2013) การใช้สารฟอกฆ่าเชื้อผ่นกระบวนการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชได้ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในพืชหลายชนิด โดยได้มีการนำสารละลาย sodium hypochlorite (NaOCl) หรือ Clorox มาใช้ในการฟอกฆ่าเชื้อผักหวานบ้าน การจากผลการทดลองพบว่า Clorox ที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 นาที และตามด้วยสารละลาย Clorox 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 5 นาที มีเปอร์เซ็นต์การปนเปื้อนน้อยที่สุดและมีอัตราการรอดชีวิตของเนื้อเยื่อมากที่สุด (ภพแก้ว และวรุฒ, 2554) นอกจากนี้ยังได้มีการใช้สารละลาย Clorox ในการฟอกฆ่าเชื้อใบอ่อนกุหลาบปารากวัย จากผลการศึกษาพบว่า ความเข้มข้นของสารละลายคลอรีน 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 นาที ตามด้วย คลอรีน 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 5 นาที มีประสิทธิภาพต่อการฟอกฆ่าเชื้อดีที่สุด สามารถลดการปนเปื้อนราและแบคทีเรียได้ดีถึง 80 เปอร์เซ็นต์ (มณฑล และคณะ, 2556) และยังได้มีการใช้สารละลายที่ความเข้มข้นต่างๆ Clorox ในการฟอกฆ่าเชื้อเมล็ดมันเบอร์รี่ ผลการทดลองพบว่า การฟอกด้วยคลอรีน 10 % นาน 10 นาที ตามด้วยคลอรีน 5 % นาน 15 นาที มีเปอร์เซ็นต์ที่ไม่เกิดการปนเปื้อนของเมล็ดสูงที่สุด คือ 96.67 % (เจนจิรา และคณะ, 2559)

ในการชักนำยอดหรือรากในงานวิจัยที่ผ่านมาในพืชต่างๆ โดยการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต ประสบความสำเร็จในพืชหลายชนิด อาทิเช่น จากการนำชิ้นส่วนยอดอ่อนมะคังขาวมาเพาะเลี้ยงบนสูตรอาหาร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต ชนิด BA ที่ความเข้มข้น 0, 1, 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่าสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถเกิดยอดได้เร็วที่สุด หลังจากทำการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 6 สัปดาห์ โดยมีปริมาณยอดเฉลี่ย 4.20 ยอดต่อชิ้นส่วน (ภพแก้ว และวรุฒ, 2554) นอกจากนี้ การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตประเภทออกซินและไซโทไคนินร่วมกันสามารถชักนำให้เกิดทั้งยอดและรากได้เช่นกัน โดยพบว่าสูตรอาหาร MS ดัดแปลงที่เติม BA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ชักนำให้เกิดยอดกิ่งชำชาติเฉลี่ยได้สูง 3.80 ยอดต่อชิ้นส่วนพืชเริ่มต้น (Sanjeev et al., 2003)

วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิธีการฟอกฆ่าเชื้อขมิ้นชัน

ทำการคัดเลือกหน่อของขมิ้นชัน โดยล้างหน่อของขมิ้นชันให้สะอาด แล้วนำหน่อของขมิ้นชัน มาฟอกฆ่าเชื้อด้วยสูตรฟอกฆ่าเชื้อ จำนวน 10 ข้าง ดังนี้

- 10% (v/v) Clorox เป็นเวลา 10 นาที

- 10% (v/v) Clorox เป็นเวลา 15 นาที
- 15% (v/v) Clorox เป็นเวลา 10 นาที
- 15% (v/v) Clorox เป็นเวลา 15 นาที
- 20% (v/v) Clorox เป็นเวลา 10 นาที
- 20% (v/v) Clorox เป็นเวลา 15 นาที

หลังจากนั้น ย้ายเลี้ยงหน่อของขมิ้นชันลงบนอาหารสูตร MS (Murashige and Skoog, 1962) เป็นเวลา 1 สัปดาห์ บันทึกผลอัตราการปนเปื้อนและการรอดชีวิตของเนื้อเยื่อ เพื่อหาสูตรฟอกฆ่าเชื้อที่ดีที่สุดในการทดลองหวั่นข้อถัดไป

การศึกษาวิธีการขยายพันธุ์ขมิ้นชันโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

นำหน่อของขมิ้นชันมาฟอกฆ่าเชื้อด้วยสูตรฟอกฆ่าเชื้อที่ได้จากการทดลองในขั้นตอนแรก หลังจากนั้นย้ายเลี้ยงหน่อขมิ้นชันในอาหารสูตรต่างๆ จำนวน 10 ข้าง เพื่อชักนำยอดและราก ดังนี้

- สูตรอาหาร MS
- สูตรอาหาร MS + BA 0.5 มก./ล + NAA 0.05 มก./ล.
- สูตรอาหาร MS + BA 1 มก./ล + NAA 0.05 มก./ล.
- สูตรอาหาร MS + BA 2 มก./ล + + NAA 0.05 มก./ล.
- สูตรอาหาร MS + BA 0.5 มก./ล.
- สูตรอาหาร MS + BA 1 มก./ล.
- สูตรอาหาร MS + BA 2 มก./ล.

หลังจากเลี้ยงเป็นเวลา 5 สัปดาห์ ในห้องควบคุมอุณหภูมิ $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน บันทึกการเจริญเติบโต เช่น อัตราการเกิดยอดและราก ความยาวยอดและราก เป็นต้น เพื่อหาสูตรอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของขมิ้นชันที่ดีที่สุด

ผลการวิจัย

การศึกษาวิธีการฟอกฆ่าเชื้อขมิ้นชัน

จากผลการทดลองสูตรฟอกฆ่าเชื้อทั้ง 6 สูตร พบว่า สูตร 15% Clorox เวลา 15 นาที และ 20 % Clorox เวลา 10 นาที และ 15 นาที มีประสิทธิภาพในการฟอกฆ่าเชื้อได้ดีที่สุดคือขมิ้นมีอัตราการรอดถึง 100 % และมีอัตราการรอดชีวิต 100% ส่วนสูตรฟอกฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพน้อยที่สุด คือ สูตร 10% Clorox เวลา 10 นาที ซึ่งพบอัตราการปนเปื้อนและอัตราการรอดชีวิตที่ 50% (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลการศึกษาสูตรพอกฆ่าเชื้อต่อการรอดชีวิตของขมิ้นชันเป็นเวลา 1 สัปดาห์

Clorox (v/v)	เวลา (นาที)	อัตราการปนเปื้อน (%)	อัตราการรอดชีวิต (%)
10%	10	50	50
	15	40	60
15%	10	30	70
	15	0	100
20%	10	0	100
	15	0	100

การศึกษาวิธีการขยายพันธุ์ขมิ้นชันโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

จากการทดลองลักษณะการตอบสนองของหน่ออ่อนของขมิ้นชันเพาะเลี้ยงในอาหาร พบว่า สูตรอาหาร ที่สามารถชักนำยอดและรากได้ดีที่สุด คืออาหารสูตร MS โดยให้อัตราการเกิดยอด 20% และอัตราการเกิดราก 10% โดยมีความยาวยอดและรากเฉลี่ย เท่ากับ 11.1 เซนติเมตร และ 8.5 เซนติเมตร ตามลำดับ นอกจากนี้ สูตรอาหาร MS ร่วมกับ BA และ NAA ยังสามารถชักนำยอดและรากได้เช่นกัน โดยมีอัตราการเกิดยอดและรากที่ 10% ส่วนอาหารสูตร MS ร่วมกับ BA 2 มก./ล. สามารถชักนำยอดได้ 20% (ตารางที่ 2)



ภาพที่ 1 ต้นอ่อนขมิ้นชันที่ได้จากการเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เป็นเวลา 5 สัปดาห์

ตารางที่ 2 การตอบสนองของหน่ออ่อนของขมิ้นชันต่ออาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

สูตรอาหาร	อัตราการเกิดยอด (%)	ความยาวยอดเฉลี่ย (cm.)	อัตราการเกิดราก (%)	ความยาวรากเฉลี่ย (cm.)
MS	20	11.1	10	8.5
MS + 0.5 มก./ล. BA	0	-	0	-
MS + 1 มก./ล. BA	0	-	0	-
MS + 2 มก./ล. BA	20	3.4	0	-
MS + 0.5 มก./ล. BA + 0.05 มก./ล. NAA	10	7.2	10	2.5
MS + 1 มก./ล. BA + 0.05 มก./ล. NAA	10	4.0	10	3.0
MS + 2 มก./ล. BA + 0.05 มก./ล. NAA	10	4.0	10	1.0



สรุปและอภิปรายผล

จากการศึกษาสูตรพอกฆ่าเชื้อหน่อของขมิ้นชัน พบว่าสูตรที่มีประสิทธิภาพในการพอกฆ่าเชื้อได้ดีที่สุดคือ 15% Clorox เป็นเวลา 15 นาที เนื่องจากมีอัตราการปนเปื้อน 0% และมีอัตราการรอดของขมิ้นชันถึง 100% ส่วนสูตรอาหารที่มีประสิทธิภาพในการชักนำยอดและรากได้ดีที่สุดคือสูตร MS โดยมีอัตราการชักนำยอด 20% ให้ความยาวยอดเฉลี่ย 11.1 เซนติเมตร และอัตราการชักนำราก 10% ให้ความยาวรากเฉลี่ย 8.5 เซนติเมตร

จากการศึกษาการพอกฆ่าเชื้อในพืชหลายชนิด พบว่า พืชแต่ละชนิดใช้ปริมาณและระยะเวลาการพอกฆ่าเชื้อแตกต่างกันออกไป เช่น การพอกฆ่าเชื้อส่วนไรโซมของไพล พบว่า การพอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลาย Clorox ความเข้มข้น 30% เป็นเวลา 30 นาที และตามด้วยสารละลาย Clorox ความเข้มข้น 10% เป็นเวลา 10 นาที ให้อัตราการปนเปื้อนเพียง 22.22% และมีอัตราการรอดชีวิตสูงสุด 77.78% (รัตนา และ จิตรกร, 2562) และจากการศึกษาวิธีหาวิธีการพอกฆ่าเชื้อเมล็ดจันทน์ผาโดยใช้น้ำยาพอกฆ่าเชื้อที่ความเข้มข้น 5, 10 และ 15 % ที่เวลาต่างกันคือ 5, 10 และ 15 นาที พบว่าความเข้มข้นน้ำยาพอกฆ่าเชื้อ 10 % เป็นเวลา 10 นาทีให้ผลดีที่สุดมีประสิทธิภาพในการพอกฆ่าเชื้อ 90% (ธงชัย, 2561) นอกจากนี้การพอกฆ่าเชื้อด้วยสารพอกฆ่าเชื้อ ความเข้มข้น 20% เป็นเวลา 20 นาที เป็นวิธีการที่ได้ดีที่สุดในการพอกฆ่าเชื้อเมล็ดลิ้นจี่ โดยให้อัตราการปนเปื้อนต่ำที่สุดที่ 40% (จิราภรณ์, 2559)

สูตรอาหาร MS ประกอบด้วยสารอาหารที่จำเป็นครบถ้วนในการเจริญของพืช ดังนั้นในพืชบางชนิดจะตอบสนองได้ดีในอาหารสูตร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต ยกตัวอย่างเช่น การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหอมหัวใหญ่ พบว่าอาหารสูตร MS สามารถชักนำให้เกิดยอดสูงสุด 100% และสามารถชักนำรากได้ 10% (กิงกาญจน์, 2555) และพบว่าสูตรอาหาร MS ยังสามารถชักนำให้เกิดยอดมะรุ่มสูงที่สุด โดยให้ร้อยละการชักนำยอดรวม (ร้อยละ 60 ± 0.26) จำนวนยอดเฉลี่ย (0.97 ± 0.69 ยอดต่อชิ้นส่วน) และร้อยละการเกิดราก (ร้อยละ 63 ± 0.09) (ฤทัยชนก และคณะ, 2561) นอกจากนี้ สารควบคุมการเจริญเติบโตประเภทไซโทไคนิน เช่น BA สามารถชักนำให้เกิดยอดในพืชหลายชนิด อาทิเช่น อภิชาติ และคณะ (2543) ได้ทำการศึกษาผลของ BA ที่มีต่อการเพิ่มจำนวนยอดของกระชายดำในสภาพปลอดเชื้อ พบว่าเมื่อเลี้ยงชิ้นส่วนยอดบนสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตรสามารถเกิดยอด 4 ยอดต่อชิ้นส่วนพืชเริ่มต้น สำหรับสูตรอาหารที่เติม BA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตรสามารถสร้างยอดเฉลี่ย 3 ยอดต่อชิ้นส่วนพืชเริ่มต้น และ ฐิติภาส (2530) ได้ทดลองเลี้ยงเนื้อเยื่อจากส่วนตาข้างของขิง บนสูตรอาหาร MS ที่เติม BA 2 มิลลิกรัมต่อลิตรสามารถเพิ่มจำนวนยอดเฉลี่ย 3.6 ยอดต่อชิ้นส่วนพืชเริ่มต้น การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตประเภทออกซินและไซโทไคนินร่วมกันสามารถชักนำให้เกิดทั้งยอดและรากได้เช่นกัน การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต BA ร่วมกับ NAA สามารถชักนำให้เกิดยอดจากตาข้างของ *Nyctanthes arbortristis* Linn. โดยใช้ BA ความเข้มข้น 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีจำนวนยอดเฉลี่ย 4.78 ยอดต่อชิ้นส่วนพืชเริ่มต้น (Ruot et al., 2008) และจากงานวิจัยของ Bhattacharya and Bhattacharyya

(1997) ได้ใช้ BA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ในการชักนำการเกิดยอดจากตาข้างของ *Jasminum officinale* L. โดยสามารถชักนำให้เกิดยอดเฉลี่ย 2.5 ยอดต่อชิ้นส่วนเริ่มต้น จะเห็นได้ว่าไซโตไคนินเพียงชนิดเดียวมีผลทำให้เซลล์ยืดยาวขึ้นได้แต่ควรใช้ออกซินร่วมด้วย เนื่องจากการทำงานของออกซินจะส่งเสริมการเกิดยอดและรากของเนื้อเยื่อได้

อย่างไรก็ตามอัตราการเกิดยอดและรากของขมิ้นชันยังไม่สูงเท่าที่ควร ดังนั้นในงานวิจัยต่อไปจึงควรศึกษาในสารควบคุมการเจริญเติบโตตัวอื่นต่อการเกิดยอดและรากของขมิ้นชัน เช่น การควบคุมการเจริญเติบโต Thidiazuron (TDZ) ซึ่งเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตประเภทไซโทไคนิน จากงานวิจัยที่ผ่านมาการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนต้นที่ปลอดเชื้อของกระเจียวขาวพันธุ์ป่า พบว่า ชิ้นส่วนที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม TDZ ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตรสามารถชักนำให้เกิดการสร้างยอดได้มากที่สุด คือ 2.7 ยอดต่อชิ้นส่วน (Kongbangkerd and Kamol, 2006) และ ยังได้มีการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตประเภทไซโทไคนินตัวอื่น ในการชักนำยอด อาทิเช่น Kinetin ซึ่งช่วยในการชักนำให้เกิดยอดจากตาข้างหน่อไม้ฝรั่ง โดยพบว่าสูตรอาหารที่สามารถชักนำให้เกิดยอด คือ อาหารแข็งสูตร MS ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 0.27-0.54 ไมโครโมลาร์ และ Kinetin ความเข้มข้น 0.23 ไมโครโมลาร์ ให้ผลดีที่สุด โดยให้จำนวนยอดสูงสุด 1 ยอด จำนวนข้อ 6.1-7.7 ข้อ ความยาวยอด 7.35-7.94 เซนติเมตร (รัฐพล, 2550) นอกจากนี้ สารควบคุมการเจริญเติบโตประเภทออกซินชนิดอื่น ก็สามารถชักนำให้เกิดรากได้เช่นกัน เช่น Indole-3-acetic acid (IAA) โดยพบว่า สูตรอาหาร MS ที่เติม IAA ความเข้มข้น 2 ppm สามารถชักนำให้เกิดรากจากต้นอ่อนพริกพีโรที่ปลูก ณ สถานีเกษตรหลวงปางดะ มูลนิธิโครงการหลวง (อัญชลี และเกวลิณ, 2555)

เอกสารอ้างอิง

- กึ่งกาญจน์ คำลือ. (2555). **อาหารอย่างง่ายสำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของหัวหอมใหญ่**. (วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาการสอนชีววิทยา) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- จิราภรณ์ ปาลี. (2559). **การขยายพันธุ์ต้นลิงลาว (*Tupistra albiflora* K. Larsen) ในสภาพธรรมชาติ และการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ**. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 6(2), 1-16.
- เจนจิรา ชุมภูคำ, นนทกร พรธนะวัฒน์, ณัฐพงศ์ จันจุฬา, ณรงค์ชัย พิพัฒน์ธนวังศ์, เบญจารัตน์ ทองเย็น และ มาริษา สุขปานแก้ว. (2559). **การเพาะเมล็ดมัลเบอร์รี่ในสภาพปลอดเชื้อ**. Thai Journal of Science and Technology, 5(3), 265-272.
- จิตติภาสิ ชิตโชติ. (2530). **การผลิตต้นพันธุ์ขิงปลอดโรค โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ**. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธงชัย ศรีตะปัญญะ. (2561). **การขยายพันธุ์จันทน์ผาโดยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช**. รายงานการวิจัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.



- ภพแก้ว พุทธรักษ์ และ วารุต อยู่คง. (2554). การอนุรักษ์และการขยายพันธุ์มะคังขาว และผักหวานบ้าน ด้วยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. Naresuan University Journal, 19(3),1-7.
- มณฑล สงวนเสริมศรี, รัฐพร จันทรเดช, พิระวุฒิ วงศ์สวัสดิ์, วารุต อยู่คง และ ภพแก้ว พุทธรักษ์. (2556). การชักนำให้เกิดหลายยอดจากการเพาะเลี้ยงใบอ่อนของกุหลาบปารากวัยในสภาพปลอดเชื้อ. Naresuan Phayao Journal, 6(1), 47-51.
- รัฐพล สุขัมศรี. (2550). การชักนำให้เกิดยอดทวีกุณของหน่อไม้ฝรั่ง (*Asparagus officinalis* L.) จากตาข้างและ แคลลัส. (วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาชีววิทยา). มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- รัตนา ขามฤทธิ์ และ จิตรกร ปริเม่น. (2562). การฟอกฆ่าเชื้อที่ผิวและการชักนำให้เกิดต้นจากโรโซมของ ไพลินหลอดทดลอง. แก่นเกษตร, 47(1), 1393-1398.
- ฤทัยชนก ชิตเดชะ, พิมพ์โพยม บุญมา, ผกาวรัตน์ ไรจน์ดวง และ สุภาวดี รามสูตร. (2561). การขยายพันธุ์ มะรุมโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (*Moringa oleifera* Lam.) วารสารวิชา, 37(2), 86-95.
- อภิชาติ ชิตบุรี, พิทักษ์ พุทธวรชัย และพงศัยุทธ นวลบุญเรือง. (2543). ผลของระดับความเข้มข้น BA ที่มีต่อการเพิ่มจำนวนต้นกระชายดำในสภาพปลอดเชื้อ. วารสารเกษตร, 17(2), 100-105.
- อัญชลี ตาคำ และ เกวลิน คุณาศักดากุล. (2555). การผลิตกล้าพริกพีโรปลอดโรคไวรัสโดยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. วารสารเกษตร, 28(1), 61-74.
- Bhattacharya, S., & Bhattacharyya, S. (1997). Rapid multiplication of *Jasminum officinale* L. by in vitro culture of nodal explants. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 51, 57-60.
- Kongbangkerd, A., & Kamol, P. (2006). Effect of Cytokinins and auxins on development of *Curcuma parviflora* Wall. cultured in vitro. NU Science Journal, 2(2), 183 – 201.
- Murashige, T., & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant., 15, 473-497.
- Puhan, P., & Siddiq, E.A. (2013). Protocol optimization and evaluation of rice varieties response to in vitro regeneration. Advances in Bioscience and Biotechnology, 4, 647-653.
- Rout, G.R., Mahato, A., & Senapati, S.K. (2008). In vitro clonal propagation of *Nyctanthes arbutristis*. Biologia plantarum, 52(3), 521-524.
- Sanjeev, K., Alka Narula, M., Sharma, P., & Srivastava, P.S. (2003). Effect of copper and zinc on growth, secondary metabolite content and micropropagation of *Tinospora cordifolia*: A medicinal plants. Phytomorphology, 53(1), 79-91.