



การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมหาอุตมแดง (*Curcuma pierreana* Gagnep.) เพื่อการอนุรักษ์พืชหายากในประเทศไทย

Tissue Culture of *Curcuma pierreana* Gagnep. for Conservation of Rare Plant in Thailand

เบญจพร ภูกาบหิน¹ สุรพล แสนสุข² และ ปิยะพร แสนสุข^{1*}

¹ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ต.ขามเรียง อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150

²สถาบันวิจัยวลัยรุกขเวช มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ต.ขามเรียง อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150

*Corresponding author, E-mail: pcornukaempferia@yahoo.com

บทคัดย่อ

มหาอุตมแดงเป็นไม้ประดับที่มีศักยภาพสูง วิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมหาอุตมแดงซึ่งเป็นพืชหายากของประเทศไทยได้ถูกพัฒนาขึ้น นำหน่ออ่อนของมหาอุตมแดงขนาดประมาณ 1 เซนติเมตร มาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร Murashige and Skoog (MS) (1962) ที่เติมฮอร์โมนกลุ่มไซโทไคนิน (BA, Kinetin และ TDZ) ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.5, 1, 2, 4, 8 และ 16 มก./ล. หรือกลุ่มไซโทไคนินร่วมกัน (BA ร่วมกับ TDZ) และกลุ่มออกซิน (IAA, IBA และ NAA) ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.5, 1, 1.5 และ 2 มก./ล. เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าหน่ออ่อนที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA 4 มก./ล. ร่วมกับ TDZ 2 มก./ล. สามารถชักนำให้เกิดยอดมากที่สุดเฉลี่ย 4.20 ยอด/ชิ้นส่วนพืช และหน่ออ่อนมหาอุตมแดงที่เพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม IAA 2 มก./ล. สามารถชักนำให้เกิดรากเฉลี่ยมากที่สุด 25.71 ราก/ชิ้นส่วนพืช

ABSTRACT

Curcuma pierreana Gagnep. is a highly valued ornamental plant. A protocol has been developed for tissue culture of *C. pierreana* Gagnep., a rare plant from Thailand. Young shoots of *C. pierreana* Gagnep. (1 cm in length) were cultured on Murashige and Skoog (MS) (1962) medium containing 0, 0.1, 0.5, 1, 2, 4, 8 and 16 mg/l of cytokinin hormone alone (BA, Kinetin and TDZ), or a combination of cytokinins (BA and TDZ) and 0, 0.1, 0.5, 1, 1.5 and 2 mg/l of auxins (IAA, IBA and NAA) for eight weeks. The maximum average number of shoots (4.20 shoots/explant) was observed on the medium with the addition of 4 mg/l BA combined with 2

mg/l TDZ. The young shoots of *C. pierreana* Gagnep. cultured on the medium supplemented with 2 mg/l IAA produced the maximum average number of roots (25.71 roots/explant).

คำสำคัญ: มหาอุตมแดง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ พืชหายาก การอนุรักษ์

Keywords: *Curcuma pierreana* Gagnep., Tissue Culture, Rare plant, Conservation

บทนำ

มหาอุตมแดง (*Curcuma pierreana* Gagnep.) (รูปที่ 1) เป็นพืชในสกุลขมิ้น (*Curcuma*) วงศ์ขิง (Zingiberaceae หรือ Ginger Family) จัดเป็นพืชหายากและพืชเฉพาะถิ่น จากการตรวจสอบสถานภาพพืชกับบัญชีแดงเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติ (IUCN Red List) และบัญชีแดงระดับประเทศไทย (Thai Red List) และจากการรายงานของสุรพล

(2554) ได้รายงานพืชถิ่นเดียวและพืชหายากของวงศ์ขิง-ข่าในประเทศไทย พบว่ามหาอุตมแดงเป็นพืชหายากวงศ์ขิง เป็นพรรณไม้ที่พบมากในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อนทั่วโลก พบมากในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ปัจจุบันทั่วโลกพบประมาณ 53 สกุล 1,300 ชนิด โดยในประเทศไทยพบประมาณ 26 สกุล 300 ชนิด (Larsen & Larsen, 2006)



รูปที่ 1 มหาอุตมแดง (*Curcuma pierreana* Gagnep.)

พืชสกุลขมิ้นเป็นพืชกลุ่มใหญ่ในวงศ์ขิง ในประเทศไทยพบประมาณ 38 ชนิด และกระจายอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศ โดยเฉพาะภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมักพบเป็นพืชพื้นล่างในป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ ป่าดิบแล้ง และป่าสน ที่ระดับความสูงจากน้ำทะเล 500–1,000 เมตร เป็นไม้ล้มลุกอายุหลายปี มีลำต้นใต้ดินแบบเหง้า พบน้อยชนิดที่เป็นพืชอิงอาศัย มีกลิ่นซึ่งเกิดจากต่อมน้ำมันหอมระเหยอยู่ในทุกส่วนของพืชโดยเฉพาะที่เหง้า ซึ่งคนสมัยโบราณเชื่อ

ว่าพืชวงศ์ขิงเป็นไม้มงคลจึงนิยมนำมาปลูกไว้ประจำบ้าน นำไปประกอบอาหาร พืชในสกุลขมิ้นนั้นมีความสำคัญมาก มีหลายชนิดเป็นพืชเศรษฐกิจ มนุษย์รู้จักนำพืชในสกุลนี้มาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางเป็นเวลานานมาแล้ว จึงนับได้ว่าพืชวงศ์ขิงเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญในประเทศที่ควรอนุรักษ์ไว้ (จรัญและพวงเพ็ญ, 2555)

มหาอุตมแดงเป็นไม้ประดับและตัดดอกสามารถนำมาประดับตกแต่งได้ นับได้ว่าเป็นพืชอีกชนิด

หนึ่งที่มีประโยชน์มากทางด้านเกษตรกรรม โดยเกษตรกรนิยมนำมาเพาะปลูกขายและส่งออกต่างประเทศ สามารถขยายพันธุ์ได้โดยใช้เหง้า ซึ่งส่วนมากนิยมขยายพันธุ์ในฤดูฝน เนื่องจากฤดูหนาวพืชวงศ์นี้จะมีการพักการเจริญเติบโต และการใช้เหง้าในการปลูกจะเกิดโรคเน่าของเหง้า โดยปัจจุบันแหล่งอาศัยของมหาอุตมแดงได้ถูกบุกรุกทำลาย เนื่องจากเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร รวมทั้งมีการก่อสร้างทางคมนาคมทำให้มีจำนวนประชากรของพืชลดน้อยลง ดังนั้นการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจึงเป็นอีกวิธีการขยายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพ ให้พืชเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็วโดยไม่ขึ้นอยู่กับฤดูกาล และได้ต้นใหม่ที่ปราศจากโรคที่เกิดจากเชื้อรา ไวรัส และแบคทีเรีย รวมทั้งเป็นการอนุรักษ์พันธุกรรมของพืชหายากอย่างยั่งยืนต่อไป วัตถุประสงค์ในการทดลองครั้งนี้เพื่อขยายพันธุ์มหาอุตมแดงให้ได้จำนวนมาก และอนุรักษ์พืชหายากในประเทศไทยให้คงอยู่อย่างยั่งยืนสืบไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

นำเหง้าที่มีหน่ออ่อนของมหาอุตมแดง ที่เก็บจากบริเวณป่าเต็งรัง จังหวัดอุบลราชธานี นำมาล้างผ่านน้ำสะอาดเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ฉีดพ่นด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ (ethyl alcohol) ความเข้มข้น 70% จากนั้นนำมาฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (sodium hypochlorite) 0.2% เป็นเวลา 20 นาที หยด Tween 20 ประมาณ 1-2 หยด เพื่อลดแรงตึงผิว และฟอกฆ่าเชื้อต่อด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 0.15% เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นที่นิ่งฆ่าเชื้อ 4 ครั้ง ครั้งละ 5 นาที นำหน่ออ่อนมาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร Murashige and Skoog (MS) (1962) ที่เติมฮอร์โมน BA และ NAA และเพิ่มจำนวนโดยการย้ายหน่ออ่อนมาเพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติมฮอร์โมน TDZ 2 มก./ล. จากนั้นนำหน่ออ่อนที่

ได้มาปรับสภาพในอาหารสูตร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต เป็นเวลา 2 สัปดาห์ แล้วจึงนำไปทำการทดลอง ดังต่อไปนี้

การทดลองที่ 1 ศึกษาความเข้มข้นของฮอร์โมนกลุ่มไซโทไคนิน (BA, Kinetin และ TDZ) เพื่อเพิ่มจำนวนยอดของหน่ออ่อน

นำหน่ออ่อนของมหาอุตมแดงมาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติมฮอร์โมนกลุ่มไซโทไคนิน ได้แก่ BA, TDZ และ Kinetin ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.5, 1, 2, 4, 8 และ 16 มก./ล. ทำการทดลองละ 15 ซ้ำ โดยเพาะเลี้ยง 1 หน่ออ่อนต่อ 1 ขวดเพาะเลี้ยง นำไปวางบนชั้นเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่ออุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ให้แสง 16 ชั่วโมง/วัน ด้วยหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ ความเข้มแสง 2,000 ลักซ์ เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ บันทึกจำนวนยอด ความยาวยอด จำนวนราก และความยาวราก

การทดลองที่ 2 ศึกษาความเข้มข้นของฮอร์โมนกลุ่มไซโทไคนินร่วมกัน (BA ร่วมกับ TDZ) เพื่อเพิ่มจำนวนยอดของหน่ออ่อน

นำหน่ออ่อนของมหาอุตมแดงมาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติมฮอร์โมนกลุ่มไซโทไคนินร่วมกัน ได้แก่ BA ร่วมกับ TDZ ความเข้มข้น 0, 0.5, 2, 4 และ 8 มก./ล. ทำการทดลองละ 15 ซ้ำ โดยเพาะเลี้ยง 1 หน่ออ่อนต่อ 1 ขวดเพาะเลี้ยง ทำการเพาะเลี้ยงในสภาพเดียวกันกับการทดลองที่ 1 บันทึกจำนวนยอด ความยาวยอด จำนวนราก และความยาวราก

การทดลองที่ 3 ศึกษาความเข้มข้นของฮอร์โมนกลุ่มออกซิน (IAA, IBA และ NAA) เพื่อกระตุ้นหน่ออ่อนให้เกิดราก

นำหน่ออ่อนของมหาอุตมแดงมาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติมฮอร์โมนกลุ่มออกซิน ได้แก่ IAA, IBA และ NAA ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.5, 1, 1.5

และ 2 มก./ล. ทำการทดลองละ 15 ซ้ำ โดยเฉพาะเลี้ยง 1 หน่ออ่อนต่อ 1 ขวดเพาะเลี้ยง ทำการเพาะเลี้ยงในสภาพเดียวกันกับการทดลองที่ 1 บันทึกจำนวนยอด ความยาวยอด จำนวนราก และความยาวราก

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) (version 11.5 for Windows) วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยตาราง ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละหน่วยการทดลองโดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการวิจัย

ผลของความเข้มข้นฮอร์โมนกลุ่มไซโทไคนิน (BA, Kinetin และ TDZ) เพื่อเพิ่มจำนวนยอด

เมื่อนำหน่ออ่อนมหาอุตมแดงมาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติมฮอร์โมนกลุ่มไซโทไคนิน ได้แก่ BA, TDZ และ Kinetin ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.5, 1, 2, 4, 8 และ 16 มก./ล. เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าหน่ออ่อนที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 4 มก./ล. (รูปที่ 2 ฉ) มีลักษณะลำต้นเรียวเล็ก ใบสีเขียวขนาดเล็ก รากสีเขียวและสีขาวจำนวนมาก มีขนราก จำนวนยอดเฉลี่ย 3.73 ยอด/ชิ้นส่วนพืช หน่ออ่อนที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 1 มก./ล. จำนวนรากเฉลี่ยมากที่สุด 7.67 ราก/ชิ้นส่วนพืช หน่ออ่อนมหาอุตมแดงที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA ในปริมาณเพิ่มขึ้นจะมีจำนวนยอดเพิ่มมากขึ้นแต่จำนวนรากมีปริมาณลดลง หน่ออ่อนมหาอุตมแดงที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม Kinetin ความเข้มข้น 16

มก./ล. (รูปที่ 2 คม) ลักษณะต้นสีเขียวอ่อน อวบ ใบใหญ่ รากสีเขียวและสีขาว มีขนราก จำนวนยอดเฉลี่ย 1-2 ยอด/ชิ้นส่วนพืช หน่ออ่อนมหาอุตมแดงที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม TDZ (รูปที่ 2 ณ-น) ลำต้นมีขนาดเล็ก จำนวนมาก รากสีเขียวและสีขาว มีขนราก ใบเรียวเล็ก หน่ออ่อนที่เพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม TDZ 8 มก./ล. (รูปที่ 2 ช) มีจำนวนยอดเฉลี่ยมากที่สุด 3.93 ยอด/ชิ้นส่วนพืช ความยาวยอดเฉลี่ย 2.06 ซม. (ตารางที่ 1) จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยวิธี DMRT พบว่าจำนวนยอดเฉลี่ย ความยาวยอดเฉลี่ย จำนวนรากเฉลี่ย และความยาวรากเฉลี่ย มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลของความเข้มข้นของฮอร์โมนกลุ่มไซโทไคนินร่วมกัน (BA ร่วมกับ TDZ) เพื่อเพิ่มจำนวนยอด

เมื่อนำหน่ออ่อนมหาอุตมแดงมาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติมฮอร์โมนกลุ่มไซโทไคนินร่วมกัน ได้แก่ BA ความเข้มข้น 0.5 และ 4 มก./ล. ร่วมกับ TDZ ความเข้มข้น 2, 4 และ 8 มก./ล. เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าหน่ออ่อนมหาอุตมแดงที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA 4 มก./ล. ร่วมกับ TDZ ความเข้มข้น 2 มก./ล. (รูปที่ 3 จ) ใบสีเขียว ใบเรียว มีจำนวนมาก รากสีเขียวและสีขาวจำนวนมาก จำนวนยอดเฉลี่ยมากที่สุด 4.20 ยอด/ชิ้นส่วนพืช และหน่ออ่อนมหาอุตมแดงที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต มีรากสีเขียวและสีขาว มีขนราก (รูปที่ 3 ก) มีจำนวนรากเฉลี่ยมากที่สุด 9.06 ราก/ชิ้นส่วนพืช (ตารางที่ 2) จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยวิธี DMRT พบว่าจำนวนยอดเฉลี่ย ความยาวยอดเฉลี่ย จำนวนรากเฉลี่ย และความยาวรากเฉลี่ย มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ก. MS (control)	ข. BA 0.1	ค. BA 0.5	ง. BA 1	จ. BA 2	ฉ. BA 4
ช. BA 8	ซ. BA 16	ฅ. Kinetin 0.1	ญ. Kinetin 0.5	ฎ. Kinetin 1	ฏ. Kinetin 2
ฐ. Kinetin 4	ท. Kinetin 8	ฒ. Kinetin 16	ณ. TDZ 0.1	ด. TDZ 0.5	ต. TDZ 1
ถ. TDZ 2	ท. TDZ 4	ธ. TDZ 8	น. TDZ 16		

ตารางที่ 1 ผลของฮอร์โมนกลุ่มไซโทไคนิน (BA, Kinetin และ TDZ) ต่อการชักนำหน่ออ่อนมาให้ออกดอกแดงให้เกิดยอด เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ในอาหารแข็งสูตร MS

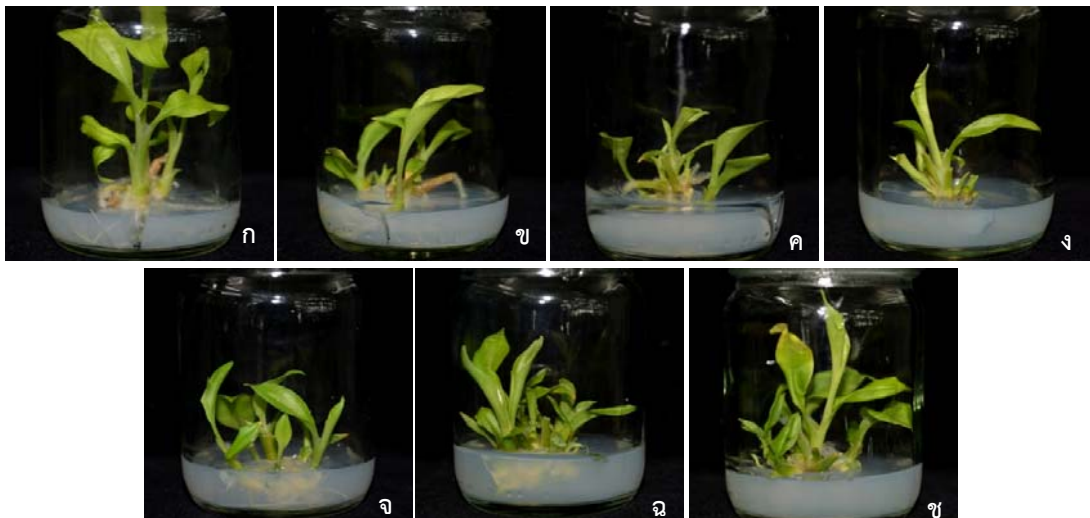
ฮอร์โมนกลุ่ม ไซโทไคนิน	จำนวน ยอดที่ เพาะเลี้ยง	จำนวนยอดเฉลี่ย (ยอด/ชิ้นส่วนพืช) Mean±SE	ความยาวยอดเฉลี่ย (ซม.) Mean±SE	จำนวนรากเฉลี่ย (ราก/ชิ้นส่วนพืช) Mean±SE	ความยาวรากเฉลี่ย (ซม.) Mean±SE
MS (control)	15	1.33±0.13 ^{efg}	4.74±0.31 ^{bc}	6.07±0.48 ^{ab}	2.90±0.22 ^a
BA (มก./ล.)					
0.1	15	2.47±0.52 ^{cde}	3.71±0.31 ^{efgh}	6.93±1.04 ^{ab}	2.61±0.26 ^{abc}
0.5	15	3.13±0.27 ^{abc}	3.52±0.15 ^{fghi}	7.27±0.43 ^{ab}	2.23±0.11 ^{cde}
1	15	2.60±0.24 ^{bcd}	3.18±0.24 ^{ghijk}	7.67±1.10 ^a	1.95±0.14 ^{defg}
2	15	2.47±0.27 ^{cde}	2.74±0.19 ^{klm}	7.07±0.67 ^{ab}	2.21±0.15 ^{cde}
4	15	3.73±0.55 ^{ab}	3.04±0.15 ^{hijkl}	7.40±0.88 ^{ab}	2.08±0.11 ^{de}
8	15	3.20±0.46 ^{abc}	2.40±0.18 ^{klm}	5.20±0.73 ^b	1.81±0.09 ^{efg}
16	15	3.67±0.46 ^{ab}	2.28±0.18 ^{lm}	3.07±0.38 ^c	1.08±0.07 ⁱ
Kinetin (มก./ล.)					
0.1	15	1.27±0.12 ^{fg}	5.59±0.21 ^a	6.47±0.72 ^{ab}	2.38±0.16 ^{bcd}
0.5	15	1.13±0.09 ^g	5.23±0.29 ^{ab}	5.87±0.63 ^{ab}	2.69±0.23 ^{ab}
1	15	1.67±0.23 ^{defg}	4.47±0.27 ^{cd}	6.00±0.59 ^{ab}	2.80±0.22 ^{ab}
2	15	1.60±0.24 ^{defg}	4.34±0.28 ^{cde}	6.60±0.75 ^{ab}	2.58±0.14 ^{abc}
4	15	1.60±0.21 ^{defg}	4.10±0.30 ^{cdef}	7.40±0.64 ^{ab}	2.10±0.08 ^{de}
8	15	1.80±0.20 ^{defg}	3.61±0.27 ^{efghi}	7.13±1.10 ^{ab}	2.01±0.08 ^{def}
16	15	2.40±0.21 ^{cdef}	2.73±0.16 ^{klm}	5.87±0.79 ^{ab}	1.54±0.11 ^{gh}
TDZ (มก./ล.)					
0.1	15	1.60±0.16 ^{defg}	3.87±0.33 ^{defg}	5.93±0.60 ^{ab}	2.07±0.10 ^{de}
0.5	15	2.40±0.19 ^{cdef}	3.21±0.26 ^{ghij}	5.67±0.58 ^{ab}	1.58±0.10 ^{fgh}
1	15	3.00±0.39 ^{abc}	2.73±0.21 ^{ijklm}	2.27±0.33 ^c	1.24±0.12 ^{hi}
2	15	3.53±0.46 ^{abc}	2.43±0.16 ^{ijklm}	2.33±0.30 ^c	1.18±0.13 ^{hi}
4	15	3.20±0.62 ^{abc}	2.94±0.32 ^{ijkl}	1.87±0.26 ^c	1.03±0.08 ⁱ
8	15	3.93±0.61 ^a	2.06±0.20 ^m	1.47±1.17 ^c	1.33±0.17 ^{hi}
16	15	2.67±0.30 ^{bcd}	1.99±0.15 ^m	1.60±0.21 ^c	1.08±0.11 ⁱ

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันทางแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ DMRT

ตารางที่ 2 ผลของฮอร์โมนกลุ่มไซโทไคนินที่ใช้ร่วมกัน (BA และ TDZ) ต่อการชักนำหน่ออ่อนมหาอุตมแดงให้เกิดยอด เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ในอาหารแข็งสูตร MS

ฮอร์โมนกลุ่มไซโทไคนิน		จำนวนยอดที่เพาะเลี้ยง	จำนวนยอดเฉลี่ย (ยอด/ชิ้นส่วนพืช) Mean±SE	ความยาวยอดเฉลี่ย (ซม.) Mean±SE	จำนวนรากเฉลี่ย (ราก/ชิ้นส่วนพืช) Mean±SE	ความยาวรากเฉลี่ย (ซม.) Mean±SE
MS (control)		15	1.46±0.16 ^d	5.22±0.29 ^a	9.06±0.86 ^a	4.57±0.28 ^a
BA (มก./ล.)	TDZ (มก./ล.)					
0.5	2	15	2.42±0.16 ^{cd}	2.26±0.20 ^b	5.80±1.56 ^{abc}	1.93±0.28 ^b
0.5	4	15	3.07±0.29 ^{abc}	2.48±0.28 ^b	5.45±1.12 ^{abc}	2.03±0.15 ^b
0.5	8	15	2.80±0.33 ^{bc}	2.61±0.15 ^b	2.88±0.63 ^{bc}	1.65±0.24 ^b
4	2	15	4.20±0.38 ^a	2.75±0.16 ^b	6.21±1.07 ^{ab}	1.61±0.13 ^b
4	4	15	4.00±0.63 ^{ab}	2.82±0.15 ^b	8.50±2.00 ^a	1.94±0.21 ^b
4	8	15	3.07±0.59 ^{abc}	2.85±0.17 ^b	2.50±0.46 ^c	1.33±0.14 ^b

หมายเหตุ อักษรที่ต่างกันทางแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย แบบ DMRT



รูปที่ 3 ต้นอ่อนมหาอุตมแดงเมื่อเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติมฮอร์โมนกลุ่มไซโทไคนินร่วมกัน (BA และ TDZ) (มก./ล.) ที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์

- ก. MS (control) ข. BA 0.5 ร่วมกับ TDZ 2 ค. BA 0.5 ร่วมกับ TDZ 4
 ง. BA 0.5 ร่วมกับ TDZ 8 จ. BA 4 ร่วมกับ TDZ 2 ฉ. BA 4 ร่วมกับ TDZ 4
 ช. BA 4 ร่วมกับ TDZ 8

ตารางที่ 3 ผลของฮอร์โมนกลุ่มออกซิน (IAA, IBA และ NAA) ต่อการชักนำหน่ออ่อนมหาอุตมแดงให้เกิดราก เมื่อเพาะเลี้ยง เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ในอาหารแข็งสูตร MS

ฮอร์โมนกลุ่มออกซิน	จำนวนยอดที่เพาะเลี้ยง	จำนวนยอดเฉลี่ย (ยอด/ชิ้นส่วนพืช) Mean±SE	ความยาวยอดเฉลี่ย (ซม.) Mean±SE	จำนวนรากเฉลี่ย (ราก/ชิ้นส่วนพืช) Mean±SE	ความยาวรากเฉลี่ย (ซม.) Mean±SE
MS (control)	15	1.53±0.16 ^{ef}	7.04±0.36 ^a	16.06±1.52 ^{cde}	4.59±0.16 ^a
IAA (มก./ล.)					
0.1	15	2.66±0.48 ^{abc}	4.57±0.23 ^{cdefg}	18.60±2.33 ^{bc}	3.58±0.19 ^b
0.5	15	2.46±0.25 ^{abcde}	5.00±0.32 ^{bcde}	18.06±2.31 ^c	3.46±0.15 ^b
1	15	2.53±0.27 ^{abcd}	4.54±0.22 ^{cdefg}	25.33±2.59 ^a	3.33±0.12 ^b
1.5	15	3.13±0.30 ^{ab}	4.72±0.31 ^{bcdef}	24.73±2.55 ^a	3.59±0.26 ^b
2	15	3.14±0.27 ^{ab}	4.04±0.23 ^{fgh}	25.71±2.18 ^a	3.15±0.12 ^{bc}
IBA (มก./ล.)					
0.1	15	1.80±0.22 ^{cdef}	5.26±0.33 ^{bcd}	9.33±1.16 ^f	3.22±0.25 ^{bc}
0.5	15	1.78±0.26 ^{cdef}	6.64±0.33 ^a	11.57±1.00 ^{ef}	3.08±0.14 ^{bcd}
1	15	2.21±0.39 ^{bcdef}	5.12±0.26 ^{bcde}	11.00±1.38 ^{ef}	2.98±0.23 ^{bcd}
1.5	15	1.46±0.19 ^f	5.51±0.27 ^b	8.86±1.12 ^f	2.68±0.16 ^{cd}
2	15	1.64±0.22 ^{def}	5.44±0.35 ^{bc}	8.35±1.20 ^f	3.28±0.18 ^{bc}
NAA (มก./ล.)					
0.1	15	2.20±0.24 ^{bcdef}	4.53±0.34 ^{cdefg}	12.33±1.66 ^{def}	3.22±0.14 ^{bc}
0.5	15	3.33±0.41 ^a	3.58±0.31 ^h	11.83±1.60 ^{ef}	3.24±0.21 ^{bc}
1	15	3.20±0.24 ^a	4.27±0.22 ^{efgh}	17.80±1.70 ^{cd}	3.09±0.17 ^{bcd}
1.5	15	2.53±0.37 ^a	3.72±0.18 ^{gh}	23.53±1.73 ^{ab}	2.56±0.14 ^d
2	15	2.44±0.27 ^{abcd}	4.40±0.27 ^{defgh}	15.66±1.85 ^{cde}	3.36±0.18 ^b

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันทางแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย แบบ DMRT

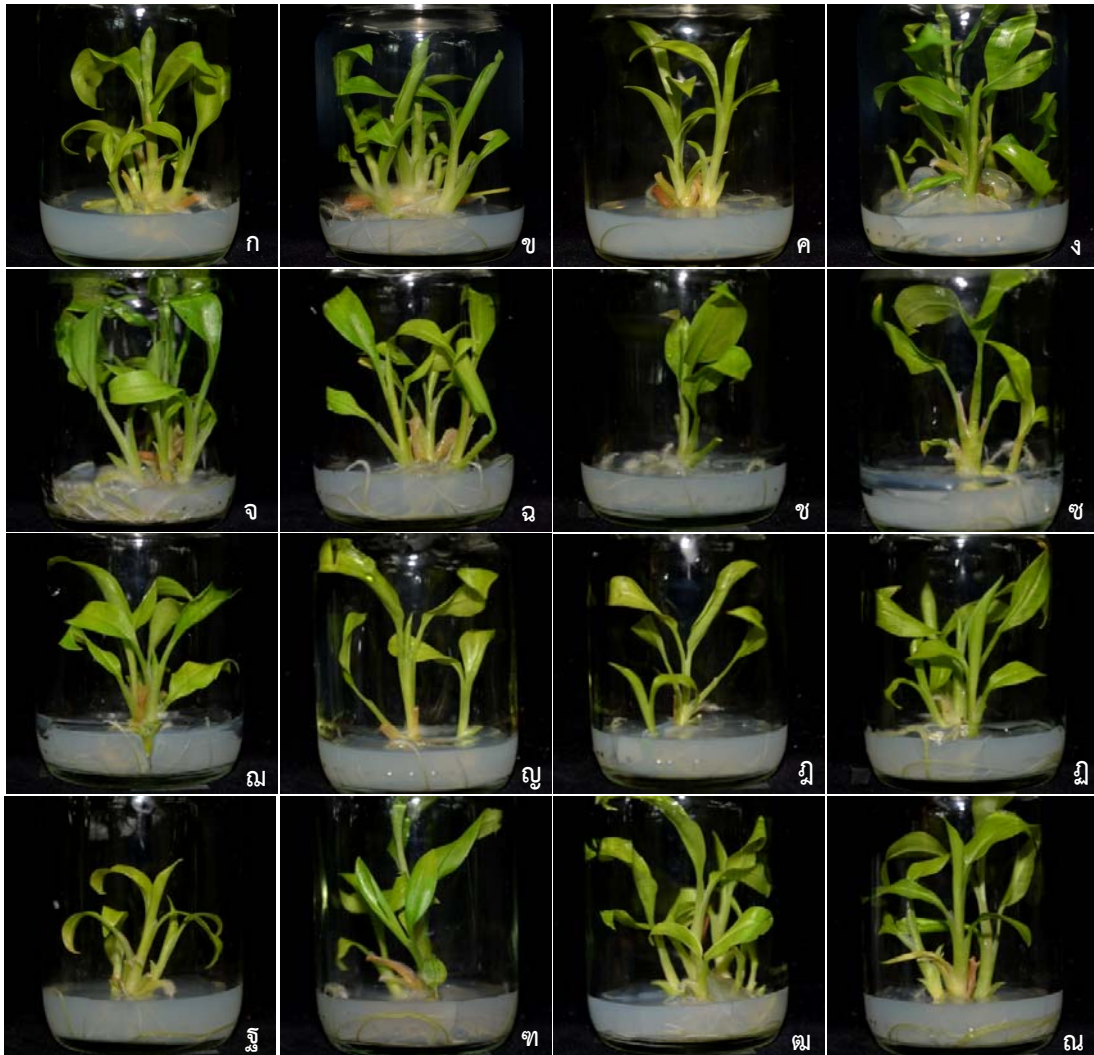
ผลของความเข้มข้นฮอร์โมนกลุ่มออกซิน (IAA, IBA และ NAA) เพื่อกระตุ้นหน่ออ่อนให้เกิดราก

เมื่อนำหน่ออ่อนของมหาอุตมแดงมาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติมฮอร์โมนกลุ่มออกซิน ได้แก่ IAA, IBA และ NAA ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.5, 1, 1.5 และ 2 มก./ล. เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าหน่ออ่อนที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม IAA ความเข้มข้น 2 มก./ล. (รูปที่ 4 ฉ และรูปที่ 5 ฉ) ใบมีสีเขียว ใบเรียวยาว มีรากสีเขียวและสีขาวจำนวนมาก

มีขนราก จำนวนยอด 2-3 ยอด/ชิ้นส่วนพืช จำนวนรากเฉลี่ยมากที่สุด 25.71 ราก/ชิ้นส่วนพืช (ตารางที่ 3) หน่ออ่อนมหาอุตมแดงที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม IBA ความเข้มข้น 1 มก./ล. (รูปที่ 5 ฉ) มีรากสีเขียวและสีขาว ไม่พบขนราก ลำต้นอวบ ใบสีเขียว หน่ออ่อนมหาอุตมแดงที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม NAA ความเข้มข้น 0.5 มก./ล. (รูปที่ 4 ข และรูปที่ 5 ข) มีลักษณะต้นสีเขียวอวบ ใบใหญ่ มีรากสีเขียวและสีขาว มีขนราก จำนวนยอดเฉลี่ยสูงสุด 3.33

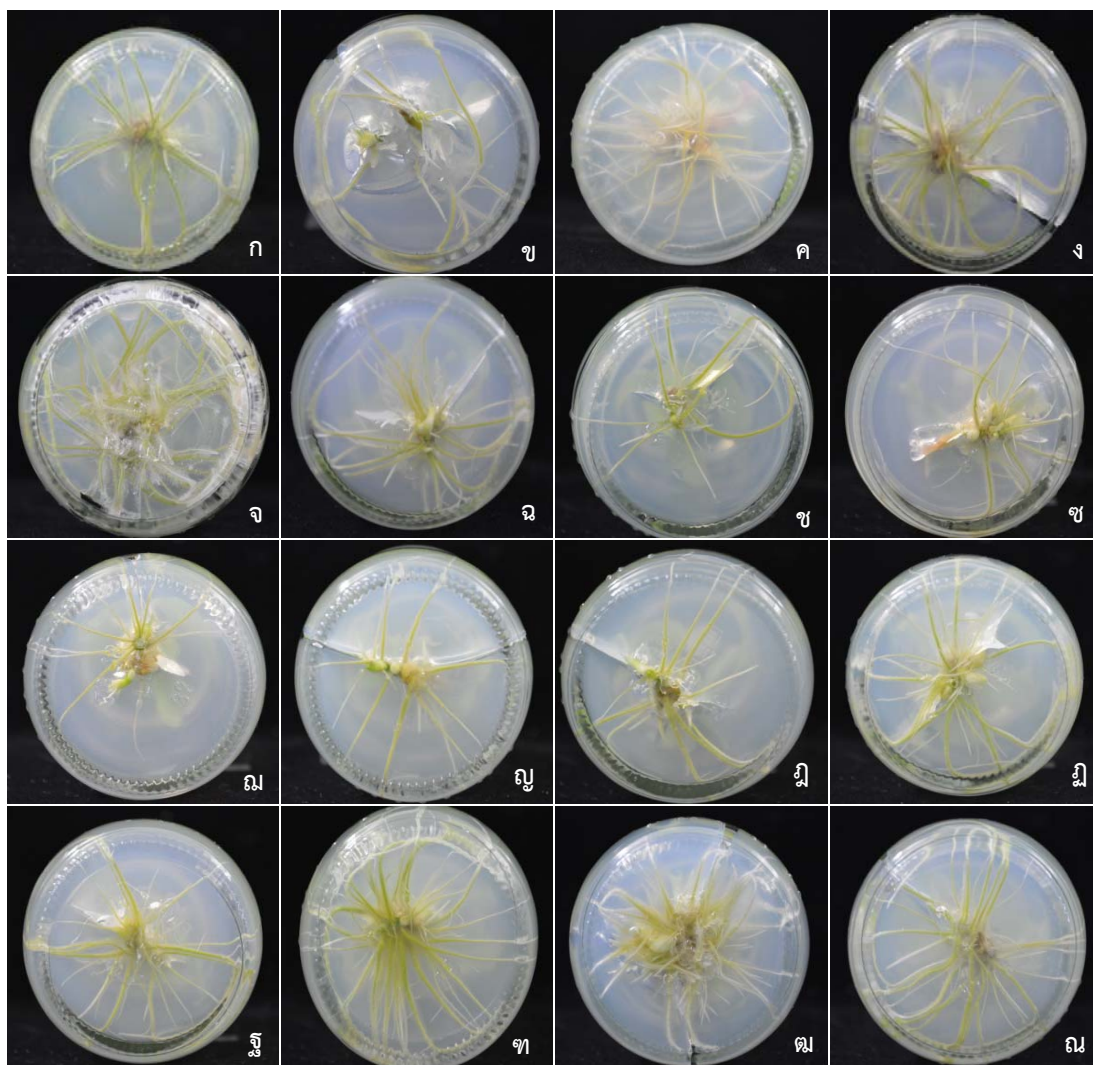
ยอด/ชิ้นส่วนพืช (ตารางที่ 3) จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยวิธี DMRT พบว่าจำนวนยอดเฉลี่ย ความยาว

ยอดเฉลี่ย จำนวนรากเฉลี่ย และความยาวรากเฉลี่ยมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



รูปที่ 4 ต้นอ่อนมหาอุตมแดงเมื่อเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติมฮอร์โมนกลุ่มออกซิน IAA, IBA และ NAA (มก./ล.) ที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์

ก. MS (control)	ข. IAA 0.1	ค. IAA 0.5	ง. IAA 1	จ. IAA 1.5
ฉ. IAA 2	ช. IBA 0.1	ซ. IBA 0.5	ฅ. IBA 1	ญ. IBA 1.5
ณ. IBA 2	ฐ. NAA 0.1	ท. NAA 0.5	ฒ. NAA 1	ณ. NAA 1.5
ณ. NAA 2				



รูปที่ 5 ลักษณะรากของมหาอุตมแดงเมื่อเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติมฮอร์โมนกลุ่มออกซิน IAA IBA และ NAA (มก./ล.) ที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์

ก. MS (control)	ข. IAA 0.1	ค. IAA 0.5	ง. IAA 1	จ. IAA 1.5
ฉ. IAA 2	ช. IBA 0.1	ซ. IBA 0.5	ฅ. IBA 1	ญ. IBA 1.5
ฎ. IBA 2	ฏ. NAA 0.1	ฐ. NAA 0.5	ท. NAA 1	ฒ. NAA 1.5
ณ. NAA 2				

วิจารณ์ผลการวิจัย

เมื่อนำหน่ออ่อนมหาอุตมแดงเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติมฮอร์โมนกลุ่มไซโทไคนิน ได้แก่ BA, Kinetin หรือ TDZ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าเมื่อ

เพาะเลี้ยงหน่ออ่อนมหาอุตมแดงบนอาหารที่เติม TDZ 8 มก./ล. มีจำนวนยอดเฉลี่ยมากที่สุด 3.93 ยอด/ชิ้นส่วนพืช ซึ่งฮอร์โมนกลุ่มไซโทไคนินมีผลต่อการแบ่งเซลล์ ช่วยในการเจริญของต้น กระตุ้นการแบ่งเซลล์

และการเปลี่ยนแปลงไปเป็นหน่อเล็กๆ (บุญยืน, 2544) และ TDZ เป็นฮอร์โมนไซโทไคนินในกลุ่ม phenylureas มีความเสถียรและออกฤทธิ์คล้าย adenine-type cytokinins ส่วนมากในความเข้มข้นต่ำ TDZ จึงมีประสิทธิภาพสูง (Mok et al., 1987) ผลการศึกษาในครั้งนี้แตกต่างจากการศึกษาของ กู๋คำและ วิไลลักษณ์ (2551) ซึ่งเพาะเลี้ยงตาข้างว่านนางคำ (*Curcuma aromatica* Salisb) บนอาหารที่เติม TDZ 2.5 และ 2.0 มก./ล. พบว่า มีจำนวนยอดเฉลี่ยมากที่สุด 10.4 และ 10.3 ยอด/ชิ้นส่วนพืช ตามลำดับ แตกต่างจาก Zhang et al. (2011ก) เพาะเลี้ยง *C. soloensis* บนอาหารที่เติมฮอร์โมน TDZ เพียงอย่างเดียว เกิดยอด 18.7 ยอด/ชิ้นส่วนพืช และ Prathanturug et al. (2005) เพาะเลี้ยงเหง้า ขมิ้นชัน (*C. longa*) บนอาหารเหลวที่เติม TDZ 72.64 ไมโครโมล พบว่ามีจำนวนยอด 11.4 ยอด/ชิ้นส่วนพืช นอกจากนี้มีการรายงานของ Srirat et al. (2009) ที่เพาะเลี้ยงขมิ้นชันบนอาหารสูตร MS ที่เติมน้ำตาล ซูโครส 60 ก/ล ร่วมกับ TDZ 5 มก./ล. ทำให้เกิดยอดมากที่สุด 6.65 ยอด/ชิ้นส่วนพืช ซึ่งจากการทดลองในครั้งนี้ พบว่ามหาอุตมแดงที่เพาะเลี้ยงมีจำนวนยอดน้อยกว่าการทดลองของนักวิจัยท่านอื่น ทั้งนี้เนื่องจากในการทดลองครั้งนี้ใช้ชนิดพืชแตกต่างจากงานวิจัยอื่น ซึ่งพืชแต่ละชนิดมีอัตราการเจริญเติบโตที่ต่างกัน หน่ออ่อนมหาอุตมแดงที่เพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม BA 4 มก./ล. มีจำนวนยอดเฉลี่ย 3.73 ยอด/ชิ้นส่วนพืช และหน่ออ่อนที่เพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม BA 1 มก./ล. มีจำนวนรากมากที่สุด 7.67 ราก/ชิ้นส่วนพืช แตกต่างจาก Theanphong et al. (2010) ที่เพาะเลี้ยงยอดของว่านมหาเมฆ (*C. aeruginosa*) ที่เติม BA 1.0 มก./ล. ร่วมกับ NAA 0.5 มก./ล. ชักนำให้เกิดรากมากที่สุด 10 ราก/ชิ้นส่วนพืช โดยฮอร์โมน BA เป็น

ฮอร์โมนกลุ่มไซโทไคนิน มีผลต่อการแบ่งเซลล์และกระตุ้นการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นของพืชและกระตุ้นการเจริญของตาข้าง (พีรเดช, 2529) หน่ออ่อนมหาอุตมแดงที่เพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม Kinetin 16 มก./ล. มีจำนวนยอดเฉลี่ย 2.40 ยอด/ชิ้นส่วนพืช และหน่ออ่อนที่เพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม Kinetin 0.1 มก./ล. มีจำนวนรากเฉลี่ย 6.47 ราก/ชิ้นส่วนพืช Kinetin จะสามารถกระตุ้นให้เกิดการยืดยาวของตาข้าง ซึ่งจะต้องใช้ร่วมกับ IAA หรือ GA ชนิดใดชนิดหนึ่ง จะทำให้ตาข้างเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกันได้ (นพดล, 2537)

เมื่อนำหน่ออ่อนมหาอุตมแดงมาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติมฮอร์โมนกลุ่มไซโทไคนินร่วมกัน พบว่าหน่ออ่อนมหาอุตมแดงที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA 4 มก./ล. ร่วมกับ TDZ 2 มก./ล. มีจำนวนยอดเฉลี่ยมากที่สุด 4.20 ยอด/ชิ้นส่วนพืช ผลการทดลองที่ได้แตกต่างจาก Zhang et al. (2011ข) ที่เพาะเลี้ยง *C. kwangsiensis* บนอาหารที่เติม TDZ 1.4 ไมโครโมล ร่วมกับ BA 4.4 ไมโครโมล และ 2,4-D 2.3 ไมโครโมล สามารถชักนำให้เกิดแคลลัส 91% ในการทดลองครั้งนี้การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมหาอุตมแดงในอาหารที่มีฮอร์โมนในกลุ่มไซโทไคนินร่วมกันทำให้มีจำนวนยอดเฉลี่ยมากกว่าการเพาะเลี้ยงในอาหารที่มีฮอร์โมนกลุ่มไซโทไคนินเพียงชนิดเดียว หน่ออ่อนมหาอุตมแดงที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติมฮอร์โมนกลุ่มออกซินเพื่อกระตุ้นให้เกิดราก พบว่าเมื่อเพาะเลี้ยงหน่ออ่อนมหาอุตมแดงบนอาหารที่เติม IAA 2 มก./ล. มีจำนวนยอดเฉลี่ย 3.14 ยอด/ชิ้นส่วนพืช และมีจำนวนรากเฉลี่ย 25.71 ราก/ชิ้นส่วนพืช ซึ่งพบว่าฮอร์โมน IAA มีผลกระตุ้นการขยายขนาดของเซลล์ การยืดตัวของเซลล์ และยังมีผลกระตุ้นการเกิดของราก (พีรเดช, 2529) แตกต่างจาก Raihana et al. (2011)

ที่เพาะเลี้ยงตาเหง้าขมิ้นขาว (*C. mangga*) บนอาหารที่เติม BAP, IAA และ NAA พบว่าเมื่อเพาะเลี้ยงขมิ้นขาวบนอาหารที่เติม NAA 1 มก./ล. มีจำนวนรากมากที่สุด 62.5 ราก/ชิ้นส่วนพืช และ Bharelee et al. (2005) เพาะเลี้ยงเหง้าของขมิ้นม่วง (*C. caesia*) และเหง้าขมิ้นอ้อย (*C. zedoaria*) บนอาหารที่เติม IAA 0.5 มก./ล. เกิดรากเฉลี่ย 9.2 และ 8.9 ราก/ชิ้นส่วนพืชตามลำดับ หน่ออ่อนมหาอุทุมแดงที่เพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม IBA 1 มก./ล. มีจำนวนยอดเฉลี่ย 2.21 ยอด/ชิ้นส่วนพืช และหน่ออ่อนที่เพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม IBA 0.5 มก./ล. มีจำนวนรากเฉลี่ย 11.57 ราก/ชิ้นส่วนพืช IBA เป็นฮอร์โมนกลุ่มออกซินสามารถกระตุ้นการแบ่งเซลล์และการเกิดราก (บุญยืน, 2544) หน่ออ่อนมหาอุทุมแดงที่เพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม NAA 0.5 มก./ล. มีจำนวนยอดเฉลี่ย 3.33 ยอด/ชิ้นส่วนพืช และหน่ออ่อนที่เพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม NAA 1.5 มก./ล. มีจำนวนยอดเฉลี่ย 23.53 ราก/ชิ้นส่วนพืช ซึ่งแตกต่างจาก พันธิตราและคณะ (2555) ที่เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อขมิ้นขาวบนอาหารที่เติม NAA 0.5 มก./ล. ร่วมกับ BA 1 มก./ล. สามารถชักนำให้เกิดจำนวนรากได้สูงสุด 8.2 ราก/ชิ้นส่วนพืช ในการทดลองครั้งนี้สามารถใช้ฮอร์โมน IAA กระตุ้นให้หน่ออ่อนมหาอุทุมแดงเกิดรากในหลอดทดลองได้จำนวนมาก เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองของ Bharelee et al. (2005) ที่เพาะเลี้ยงเหง้าของขมิ้นม่วงและเหง้าขมิ้นอ้อย โดยฮอร์โมน IAA เหมือนกันในการกระตุ้นให้เกิดราก แต่ได้จำนวนรำน้อยกว่าการทดลองในครั้งนี้ ทั้งนี้ อาจเนื่องจากความแตกต่างของชนิดพืชที่ทำการทดลอง

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่าเมื่อเพาะเลี้ยงหน่ออ่อนมหาอุทุมแดงบนอาหารสูตร MS ที่เติมฮอร์โมนกลุ่ม

ไซโทไคนิน พบว่าอาหารสูตร MS ที่เติม TDZ 8 มก./ล. สามารถชักนำให้เกิดจำนวนยอดเฉลี่ยมากที่สุด 3.93 ยอด/ชิ้นส่วนพืช หน่ออ่อนมหาอุทุมแดงที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติมฮอร์โมนกลุ่มไซโทไคนินร่วมกัน พบว่าอาหารสูตร MS ที่เติม BA 4 มก./ล. ร่วมกับ TDZ 2 มก./ล. สามารถชักนำให้เกิดยอดเฉลี่ยสูงสุด 4.20 ยอด/ชิ้นส่วนพืช ซึ่งมีจำนวนยอดเฉลี่ยมากกว่าการเพาะเลี้ยงหน่ออ่อนมหาอุทุมแดงบนอาหารที่เติมฮอร์โมนกลุ่มไซโทไคนิน หน่ออ่อนมหาอุทุมแดงที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติมฮอร์โมนกลุ่มออกซิน พบว่าเมื่อเพาะเลี้ยงหน่ออ่อนบนอาหารสูตร MS ที่เติม NAA 0.5 มก./ล. สามารถชักนำให้มีจำนวนรากเฉลี่ยมากที่สุด 25.71 ราก/ชิ้นส่วนพืช

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้ทุนอุดหนุนวิจัยสำหรับนิสิตระดับบัณฑิตศึกษา ประจำปีงบประมาณ 2558 ขอขอบคุณผู้เขียนบทความวิจัยบทความวิชาการและหนังสือทุกเล่มที่ใช้อ้างอิงในครั้งนี้ ขอขอบคุณภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กุคำ วิไลเสียง และวิไลลักษณ์ ชินะจิตร์. (2551). การขยายพันธุ์ว่านนางคำในสภาพปลอดเชื้อ. วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร. 39(3) (พิเศษ): 544-547.
- จรรย์ มากน้อย และพวงเพ็ญ ศิริรักษ์. (2555). พืชสกุลขมิ้นในประเทศไทย. เชียงใหม่ : องค์การสวนพฤกษศาสตร์. หน้า 48-58.
- นพพล จรัสสัมฤทธิ์. (2537). ฮอร์โมนพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช. กรุงเทพฯ: สหมิตรออฟเซต. หน้า 51.
- บุญยืน กิจวิจารณ์. (2544). เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา. หน้า 19.

- พันธิตรา กมล อรุสยาน์ บุญย์ประมุข และอนุพันธ์ กงบังเกิด. (2555). ผลของไซโตไคนินและออกซินต่อการพัฒนาของเนื้อเยื่อเพาะเลี้ยงขมิ้นขาว. วารสารพฤกษศาสตร์ไทย 4(ฉบับพิเศษ): 87-92.
- พีรเดช ทองอำไพ. (2529). ฮอโมนพืชและสารสังเคราะห์ แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: ไดนามิคการพิมพ์. หน้า 8-16.
- สุรพล แสนสุข. (2554). พืชถิ่นเดียวและพืชหายากของวงศ์ขิง-ขาในประเทศไทย. วารสารวิจัย มข. 16(3): 306-330.
- Bharalee, R., Das, A. and Kalita, M.S. (2005). *In vitro* clonal propagation of *Curcuma caesia* Roxb. and *Curcuma zedoaria* Rosc. from rhizome bud explant. Journal Plant Biochemistry & Biotechnology 14: 61-63.
- Larsen, K. and Larsen, S.S. (2006). Gingers of Thailand. Queen Sirikit Botanic Garden, Chiang Mai, Thailand. p. 9.
- Mok, M., Mok, D., Turner, J. and Mujar, C. (1987). Biological and biochemical effects of cytokinin-active phenylurea derivatives in tissue culture systems. HortScience 22(6): 1194-1197.
- Murashige, T. and Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. Physiology Plant 15: 473-497.
- Prathanturarug, S., Soonthornchareonnon, N., Chuakul, W., Phaidee, Y. and Saralamp, P. (2005). Rapid micropropagation of *Curcuma longa* using bud explants pre-culture in thidiazuron-supplemented liquid medium. Plant Cell Tissue Organ Culture 80: 347-351.
- Raihana, R., Faridah, Q.Z., Julia, A.A., Abdelmageed, A.H.A. and Kadir, M.A. (2011). *In vitro* culture of *Curcuma mangga* from rhizome bud. Journal of Medicinal Plants Research 5(28): 6418-6422.
- Srirat, P., Sirisansaneeyakul, S., Parakulsuksatid, P., Prammanee, S., and Vanichsriratanana, W. (2009). *In vitro* shoot propagation of *Curcuma longa* L. from rhizome bud explants. In: The 3rd International Conference on Fermentation Technology for Value Added Agricultural Products 26-28 August 2009. Khon Kaen University, Thailand. 1-5.
- Theanphong, O., Songsak, T. and Kirdmanee, C. (2010). Effect of plant growth regulators on micropropagation of *Curcuma aeruginosa* Roxb. Thai Journal of Botany 2 (Special Issue): 135-142.
- Zhang, S., Liu, N., Sheng, A., Ma, G. and Wu, G. (2011n). Direct and callus-mediated regeneration of *Curcuma soloensis* Valetton (Zingiberaceae) and *ex vitro* performance of regenerated plants. Scientia Horticulturae 130: 899-905.
- Zhang, S., Liu, N., Sheng, A., Ma, G. and Wu, G. (2011ข). *In vitro* plant regeneration from organogenic callus of *Curcuma kwangsiensis* Lindl. (Zingiberaceae). Plant Growth Regulator 64: 141-145.

