แบบรายงานเรื่องเต็ม ผลงานวิจัยที่สิ้นสุด ปีงบประมาณ 2560

1. ชุดโครงการ **แผนงานวิจัยการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตร**

2. โครงการวิจัย การขยายพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์พืชโดยใช้เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

3. ชื่อการทดลองย่อย (ภาษาไทย) การขยายพันธุ์ขมิ้นชัน (*Curcuma longa* Linn.) เชิงการค้า ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อโดยเทคนิคไบโอรีแอคเตอร์

ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) Development of System for Micropropagation of Turmeric (*Curcuma longa* Linn.) using Tissue Culture Technique.

4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง	นางภุมรินทร์ วณิชชนานันท์	สังกัด สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ
ผู้ร่วมงาน	นางศุภลักษณ์ อริยภูชัย	สังกัด ศูนย์วิจัยพืชสวนตรัง
	น.ส.อำไพ สินพัฒนานนท์	สังกัด สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของไซโตไคนิน 4 ชนิด ประกอบด้วย BA, kinetin, 2-ip และ TDZ ที่ระดับความเข้มข้น 0, 1, 2, 3 mg/l ต่อการชักนำยอดขมิ้นชันพันธุ์ตรัง 1 และตรัง 2 พบว่า การใช้ไซโตไคนินทั้ง 4 ชนิดสามารถชักนำให้เกิดยอดของขมิ้นชันทั้ง 2 พันธุ์ได้ไม่แตกต่างทางสถิติ โดยพันธุ์ขมิ้นชันตรัง1 การใช้ kinetin ความเข้มข้น 2 mg/l จะทำให้เกิดต้นยอดใหม่จำนวนเฉลี่ย 5.2 ต้น ในขณะที่การใช้ BA ความเข้มข้น 1 mg/l จะทำให้เกิดยอดใหม่เฉลี่ย 5 ต้น ส่วนการใช้ kinetin ความเข้มข้น 1 mg/l จะทำให้เกิดยอดใหม่เฉลี่ยน้อยที่สุด 3.00 ต้น ซึ่งให้ผลไม่แตกต่างทางสถิติ ส่วนความสูงของต้นใหม่ พบว่า การใช้ kinetin 1 mg/l จะให้ต้นที่มีความสูงเฉลี่ยสูงสุด 16.10 เซนติเมตร รองลงมาคือ การใช้ 2-ip ความเข้มข้น 2 mg/l ต้นใหม่มีความสูงเฉลี่ย 16 เซนติเมตร และการใช้ TDZ ความเข้มข้น 2 mg/l จะมีความสูงเฉลี่ยของต้นใหม่น้อยที่สุดคือ 5.5 เซนติเมตร โดยมีผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ความยาวรากที่เกิดขึ้น พบว่า การใช้ 2-ip ที่ความเข้มข้น 1 และ 2 mg/l จะทำให้เกิดความยาวรากเฉลี่ยสูงสุด 9.75 เซนติเมตร และการใช้สาร TDZ ที่ความเข้มข้น 2 mg/l จะให้ผลความยาวรากเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 1 เซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ขมิ้นชันตรัง 2 พบว่า การใช้สาร TDZ ความเข้มข้น 1 mg/l ทำให้เกิดค่าเฉลี่ยยอดใหม่สูงสุด 8.4 ต้น และรองลงมา คือ การใช้สาร TDZ ความเข้มข้น 2 mg/l ทำให้เกิดยอดเฉลี่ย 7 ต้น ส่วนการใช้ 2-ip ความเข้มข้น 1 mg/l ทำให้เกิดยอดเฉลี่ยน้อยที่สุด 2.25 ต้น ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ความสูงของต้นใหม่ที่เกิดขึ้นซึ่งให้ผลที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ในอาหารที่มี kinetin ความเข้มข้น 1 mg/l จะให้ค่าเฉลี่ยความสูงต้นใหม่มากที่สุด 15.60 เซนติเมตร และการใช้ TDZ ความเข้มข้น 3 mg/l จะให้ค่าเฉลี่ยความสูงต้นใหม่น้อยที่สุด 5.25 เซนติเมตร ความยาวของรากของขมิ้นชันตรัง 2 พบว่า อาหารสูตรเปรียบเทียบ (control) จะทำให้เกิดค่าเฉลี่ยความยาวรากมากที่สุด 11.90 เซนติเมตร และในอาหารที่มี TDZ ความเข้มข้น 3 mg/l จะให้ค่าเฉลี่ยความยาวรากน้อยที่สุด 2.50 เซนติเมตร ซึ่งให้ผลที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ จากการศึกษาปริมาณน้ำตาลซูโครสต่อการพัฒนาเหง้าของขมิ้นชันที่ 30, 40, 50 และ 60 กรัมต่อลิตร พบว่า พันธุ์ขมิ้นชันตรัง 1 เมื่อทดสอบบนสูตรอาหาร MS ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 3 mg/l ที่มีน้ำตาลซูโครส 30 และ 60 g/l มีค่าเฉลี่ยการเกิดเหง้าเท่ากับ 1.70 และ 0.80 หัว มีการสร้างเหง้าที่เห็นได้ชัดเจน สำหรับพันธุ์ขมิ้นชันตรัง 2 พบว่า อาหาร MS ร่วมกับการเติม BA ความเข้มข้น 3 mg/l NAA ความเข้มข้น 1 mg/l ที่มีปริมาณน้ำตาลซูโครส 30 g/l จะทำให้ค่าเฉลี่ยของจำนวนยอดใหม่เท่ากับ 3.77 ต้น มีความสูงของต้นใหม่เฉลี่ย 17.41 เซนติเมตร มีการเกิดรากเฉลี่ย 15.55 ราก และมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 1.50 หัว โดยรากจะมีขนาดใหญ่

คำสำคัญ : ขมิ้นชัน, BA, kinetin, 2-ip, TDZ, NAA

ABSTRACT

The research aimed to study effect of cytokinin containing BA, kinetin, 2-ip and TDZ at 0, 1, 2, 3 mg/l for inducing Turmeric shoot cv. Trang 1 and Trang 2. The result showed that ther was no significant difference among the 4 treatment in number of shoot in Trang 1. TRANG1 with treatment of culturing in MS media with 2 mg/l kinetin gave the highest number of shoot (5.2 shoots). However there was highly significant difference when Trang1 was treated with MS media containing 1 mg/l kinetin giving the highest shoot of 16.10 centimeters. The media containing 2-ip gave longest root. Trang 2 showed highest number of shoot (8.4 shoots) when be cultured in MS media contain 1 mg/l TDZ. They gave highest shoot of 15.60 centimeters in MS media containing 1 mg/l kinetin while MS medium (control) gave longest root of 11.90 centimeters. In study of effect of sucrose for development of microrhizome the result showed that sucrose could inducing microrhizome *in vitro* in Trang 1 and Trang 2. They gave microrhizome in MS medium contain 3 mg/l BA and 3%, 6% sucrose.

Keyword : Curcumin, BA, kinetin, 2-ip, TDZ, NAA

คำนำ

ปัจจุบันพืชสมุนไพรจัดเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่ต่างประเทศกำลังหาทางลงทุนและคัดเลือกสมุนไพรไทยไปสกัดหาตัวยาเพื่อรักษาโรคบางโรคและมีหลายประเทศที่นำสมุนไพรไทยไปปลูกและทำการค้าขายแข่งกับประเทศไทย สมุนไพรหลายชนิดที่เราส่งออกเป็นรูปของวัตถุดิบคือ กระวาน ขมิ้นชัน เร่ว เปล้าน้อยและมะขามเปียก เป็นต้น ซึ่งสมุนไพรเหล่านี้ตลาดต่างประเทศยังคงมีความต้องการอีกมาก และในปัจจุบันกรมวิชาการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้ให้ความสนใจในการศึกษาเพิ่มขึ้นและมีโครงการวิจัยบรรจุไว้ในแผนพัฒนาระบบการผลิต การตลาดและการสร้างงานในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2530-2534) เพื่อหาความเป็นไปได้ในการพัฒนาคุณภาพและแหล่งปลูกสมุนไพรเพื่อส่งออก โดยกำหนดชนิดของสมุนไพรที่มีศักยภาพ 13 ชนิด คือ มะขามแขก กานพลู เทียนเกล็ดหอย ดองดึง เร่ว กระวาน ชะเอมเทศ ขมิ้น จันทร์เทศ ใบพลู พริกไทย ดีปลี และน้ำผึ้ง

ขมิ้นเป็นพืชที่สามารถปลูกได้ทั่วไปในภูมิภาคต่างๆ ของโลก ที่สำคัญได้แก่ ประเทศอินเดีย บังคลาเทศ จีน ไต้หวัน เปรู อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ จาไมกา และเอลซาวาดอร์ โดยอินเดียเป็นประเทศผู้ผลิตรายใหญ่ของโลก แต่ส่งออกเพียงร้อยละ 5 เนื่องจากความต้องการใช้ภายในประเทศสูงมาก สำหรับประเทศไทยสามารถปลูกได้ดีทั่วทุกภาคของประเทศ ส่วนใหญ่ปลูกเป็นพืชรองหรือพืชเสริมรายได้ แต่ในขณะนี้มีการส่งเสริม การใช้ประโยชน์จากขมิ้นมากขึ้น จึงทำให้เกษตรกรปลูกในลักษณะพืชเดี่ยวมากขึ้น และมีรายได้สูงด้วย สำหรับผลผลิตเฉลี่ยในประเทศไทยประมาณ 2 ตัน/ไร่ ขมิ้นที่จำหน่าย ในประเทศไทยเป็นขมิ้นสด ส่วนใหญ่จะเป็นแง่งนิ้วมือ ราคาอยู่ในระหว่าง 15-20 บาท/กิโลกรัม (จินตน์กานต์, 2555; http://it.doa.go.th/vichakan/news.php?newsid=10)

โดยทั่วไป เกษตรกรมักขยายพันธุ์ขมิ้นชันโดยการแยกเหง้าปลูก ซึ่งจะทำได้เพียงปีละครั้งเท่านั้น ปริมาณขมิ้นชันพันธุ์ดีจึงไม่เพียงพอต่อการผลิตในระดับอุตสาหกรรม และขมิ้นชันมีโรคที่สำคัญ คือ โรคหัวเน่า โรคเหง้าและรากเน่า เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย โรคใบจุด เกิดจากเชื้อรา ซึ่งโรคที่เกิดขึ้นนี้มักจะติดมากับเหง้าพันธุ์ เมื่อนำไปปลูกจะทำให้เกิดโรคระบาด ก่อให้เกิดความสูญเสียของผลผลิต นอกจากนี้ยังทำให้คุณภาพของ สรรพคุณทางยาลดลงอีกด้วย

แนวทางในการแก้ไขปัญหาจึงเริ่มจากการคัดสายพันธุ์ขมิ้นชันที่ให้ปริมาณสารสำคัญสูง แล้วจึงนำมาขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เพื่อให้ได้ต้นกล้าที่มีความสม่ำเสมอทางพันธุกรรมจำนวนมากภายในเวลาอันสั้น เมื่อนำต้นขมิ้นชันดังกล่าวไปปลูกภายใต้การจัดการสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมจะทำให้ได้วัตถุดิบขมิ้นชันที่มีปริมาณสารสำคัญสูง และมีความแปรผันของปริมาณสารสำคัญต่ำ อันจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์จากขมิ้นชันมีคุณภาพสูง และมีมาตรฐานสารออกฤทธิ์ที่สม่ำเสมอ ดังนั้นจึงได้นำเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาประยุกต์ใช้ในการผลิตขมิ้นชันที่ปลอดโรคและเพื่อขยายพันธุ์ให้ได้ปริมาณมาก

การตรวจเอกสารที่เกี่ยวข้องและผลงานวิจัยที่ผ่านมา

ระบบไบโอรีแอคเตอร์ (Bioreactor) (กาญจน, 2549)

Bioreactor คือ เครื่องมือชนิดหนึ่งซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีในหมู่นักจุลินทรีย์วิทยาและนักเภสัชวิทยา เดิมที Bioreactor ถูกนำมาใช้เพิ่มปริมาณสิ่งมีชีวิตพวกจุลินทรีย์ให้มีจำนวนมากขึ้นในช่วงเวลาอันสั้น ในแง่ของเภสัชวิทยาการเพิ่มปริมาณของสิ่งมีชีวิตดังกล่าวจะช่วยให้มนุษย์ได้รับสารต่าง ๆ ที่จะเป็นประโยชน์ในทางยาได้เร็วและมากยิ่งขึ้น

Bioreactor เริ่มเปิดตัวครั้งแรกเมื่อประมาณ ค.ศ. 1990 (พ.ศ. 2533) แต่เริ่มจะเป็นที่รู้จักจริง ๆ เนื่องจากสามารถนำมาใช้ประโยชน์ทางการค้าได้ เมื่อปีพ.ศ. 2543 ประเทศที่นำระบบ Bioreactor เข้ามาใช้กับการขยายพันธุ์พืชเป็นการค้าและเปิดตัวไปแล้วคือ บราซิล พืชหลักที่นำมาเข้าระบบนี้ได้แก่ กาแฟ สับปะรด และกล้วย ซึ่งล้วนแล้วแต่เป็นพืชเศรษฐกิจด้วยกันทั้งสิ้น สำหรับประเทศไทยบริษัท เทพวงศ์ฯ นำมาทดสอบในปี พ.ศ. 2549 เพื่อการผลิตต้นกล้ากล้วยไม้ฟาแลนอปซิสส่งออกไปญี่ปุ่น และอเมริกา

การขยายพันธุ์พืชด้วยระบบของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ระบบการเพาะเลี้ยงแบบ Conventional Solid Culture มีข้อดีตรงที่เนื้อเยื่อพืชจะไม่ค่อยเกิดความเสียหายจากปัญหาการฉ่ำน้ำ (hyperhydricity) แต่มีข้อเสียคือต้นพืชโตช้าและจะต้องเปลี่ยนอาหารใหม่โดยการย้ายเนื้อเยื่อจากขวดเก่าไปยังขวดใหม่ (Subculture) เพราะฉะนั้นโอกาสที่จะทำให้เกิดการปนเปื้อน (Contamination) จึงมีเปอร์เซ็นต์สูงมากสำหรับการขยายพันธุ์ด้วยระบบ Conventional ระบบการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อแบบ Liquid Culture มีข้อดีกว่าระบบการเพาะเลี้ยงแบบแรกตรงที่พืชจะโตได้เร็วกว่าแต่มีข้อเสียตรงที่เนื้อเยื่อพืชมักเกิดปัญหาฉ่ำน้ำบ่อยครั้งเพราะต้องแช่ในอาหารเหลวตลอดเวลา สำหรับปัญหาการปนเปื้อนก็มีเปอร์เซ็นต์สูงเช่นกัน

ข้อดีของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อระบบ TIB (Temporary Immersion Bioreactor)

1. สามารถเพิ่มปริมาณพืชได้จำนวนมาก

2. โอกาสรอดของการเพาะเลี้ยงแบบเป็นต้นกลุ่มจะมีมากกว่าการเลี้ยงแบบต้นเดี่ยว และการปนเปื้อนเกิดได้น้อยกว่า

3. เป็นวิธีที่ทำได้สะดวกและรวดเร็วเนื่องจากการเปลี่ยนอาหารทำได้ง่าย ลดขั้นตอนการ Subculture ไปได้เลย โอกาสที่จะเกิดการปนเปื้อนก็จะลดลงทันที

4. ลดค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าแรงไปได้มาก สำหรับงานเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช “ค่าแรง” ถือเป็นต้นทุนที่สูงที่สุดตกประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ของต้นทุนทั้งหมด

5. ลดพื้นที่ในห้องเพาะเลี้ยง (Culture Room) ลงไปได้เกือบ 80 เปอร์เซ็นต์เพราะการปลูกเลี้ยงให้พืชเติบโตในแนวตั้งใช้เนื้อที่น้อยกว่าการปลูกเลี้ยงพืชซึ่งเติบโตในแนวนอนซึ่งเป็นวิธีที่ใช้กันในระบบการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อแบบดั้งเดิม

6. ลดต้นทุนสำหรับวัสดุที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงได้หลายชนิด เช่น ไม่ต้องใช้เครื่องเขย่า (Shaker) อีกต่อไป ใช้ขวดน้อยลง ไม่ต้องใช้วุ้นเป็นส่วนประกอบของอาหาร

Archana และคณะ (2014) ศึกษาการผลิต microrhizome และ minirhizome ของขมิ้นสายพันธุ์ Alleppey Supreme ในสภาพปลอดเชื้อ โดยการทดสอบในสภาพอาหารแข็งและอาหารเหลว ร่วมกับการทดสอบขนาดของภาชนะที่ใช้จำนวน 4 ชนิด พบว่า อาหารเหลวที่มีปริมาณน้ำตาลซูโครส 80 กรัมต่อลิตร ในภาชนะชนิด Planton culture vessel. มีการเกิดยอด 3.67 - 5.5 ยอด

Solomon และ Ehirim (2013) ศึกษาผลของความเข้มข้นของ BAP (Benzylaminopurine) ต่ออัตราการเพิ่มปริมาณยอดในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อขมิ้น Turmeric (*Curcuma longa* L.) จากการทดสอบความเข้มข้นของ BAP ที่ระดับ 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 mg/L พบว่า อัตราการเกิดยอดเฉลี่ยสูงสุด 2.96 ยอด เมื่อใช้ความเข้มข้นของ BAP ที่ความเข้มข้น 8 mg/L การเกิดใบเฉลี่ย 8.2 ใบ เมื่อใช้ความเข้มข้นของ BAP ที่ความเข้มข้น 4 mg/L

Anchalee (2012) ศึกษาผลของ NAA BA และ Sucrose ในการชักนำยอดและการเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็วโดยการผ่ายอดของขมิ้น โดยการนำชิ้นส่วนยอดของขมิ้นมาทดสอบบนอาหาร MS ร่วมกับ BA ที่ระดับ 0, 1, 2, 3 และ 4 mg/l และ NAA ที่ระดับ 0, 0.5, and 1 mg/l พบว่า อาหาร MS ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 1 mg/l และ BA ความเข้มข้น 2 หรือ 3 mg/l ทำให้เกิดยอดใหม่ 2.4 และ 2.6 ยอด ตามลำดับ มีจำนวนใบ 5.4 ใบ มีจำนวนราก 2.6 รากต่อต้น และต้นที่ได้มีความสูง 4.5 เซนติเมตร ส่วนในอาหาร MS ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 2 mg/l มีจำนวนการเกิดยอดเฉลี่ยสูงสุด 2.6 ยอดและมีจำนวนใบเฉลี่ย 5.4 ใบ และการศึกษาการผ่าชิ้นส่วนตามยาว จำนวน 2 และ 3 ส่วน พบว่า การผ่าชิ้นส่วนเป็น 2 ส่วน ทำให้เกิดยอดใหม่สูงสุด 4.3 ยอด และเมื่อนำชิ้นส่วนมาทดสอบในอาหาร MS ร่วมกับน้ำตาล 0, 3, 4, 5, 6 และ 7 กรัมต่อลิตร พบว่า ปริมาณน้ำตาล 60 กรัมต่อลิตร ทำให้เกิดค่าเฉลี่ยของจำนวนยอดและจำนวนใบต่อยอดสูงที่สุด และความยาวราก ขนาดของรากมีขนาดใหญ่ที่สุด

อนุพันธ์ และวีระชน (2548) ศึกษาผลของแสง น้ำตาล และสารชะลอการเจริญเติบโตต่อการชักนำให้เกิดเหง้าจิ๋วของขมิ้นชันในหลอดทดลอง โดยการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนต้นของขมิ้นชัน อายุ 60 วัน บนอาหารแข็งสูตร Murashige and Skoog (MS) (1962) ดัดแปลง ที่เติมน้ำตาลซูโครส 4 ระดับ คือ 30, 60, 90 และ 120 กรัมต่อลิตร และนำไปเลี้ยงภายใต้สภาวะที่ให้แสง 0, 8 และ 24 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่า ชิ้นส่วนต้นที่เลี้ยงบนอาหารสูตรที่เติมน้ำตาลซูโครส 90 กรัมต่อลิตร และเลี้ยงภายใต้แสง 8 ชั่วโมงต่อวัน สามารถชักนำให้เกิดเหง้าจิ๋วในหลอดทดลองได้สูงสุด 85 เปอร์เซ็นต์และจากการทดลองเลี้ยงชิ้นส่วนต้นบนอาหารสูตร MS (1962) ดัดแปลงที่เติมสารชะลอการเจริญเติบโตในกลุ่มพาโคลบิวทราโซล (paclobutrazol) ยูนิโคนาโซล (uniconazole) และแอนไซมิโดล (ancymidol) ที่ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.5 และ 1.0 กรัมต่อลิตร และวางเลี้ยงภายใต้แสง 8 ชั่วโมง เป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่า ชิ้นส่วนต้นที่เลี้ยงบนอาหารสูตรที่เติม uniconazole ความเข้มข้น 1.0 กรัมต่อลิตร ให้ ร้อยละของการชักนำให้เกิดเหง้าจิ๋วได้สูงสุดร้อยละ 75.8

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาเทคนิคการขยายพันธุ์ขมิ้นชันด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในระบบ Temporary Immersion Bioreactor ให้ได้ปริมาณมาก

วิธีดำเนินการ

<u>อุปกรณ์</u>

1. ขมิ้นชันพันธุ์ตรัง 1 (ขมิ้นทอง) และขมิ้นชันตรัง 2 (ขมิ้นด้วง)
2. สารเคมีต่างๆ ที่ใช้ในการเตรียมอาหารสูตร Murashige and Skoog (MS)(1962), Phytagel, น้ำตาล
3. อุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เช่น คีมคีบ (forcept), มีดผ่าตัด, จานเพาะเลี้ยง (Petri dish)
4. สารควบคุมการเจริญเติบโต เช่น 6-Benzylaminopurine (BA), Kinetin, N6-(2-Isopentenyl)adenine (2-ip), Thidiazuron (TDZ), 1-Naphthaleneacetic acid (NAA)

<u>วิธีการ</u>

รวบรวมตัวอย่างขมิ้นชันตรัง 1(ขมิ้นทอง) และขมิ้นชันตรัง 2 (ขมิ้นด้วง) (ภาพที่ 1) จาก พื้นที่ จ.นครศรีธรรมราช และ ศวส.ตรัง

<u>ภาพที่ 1</u> ลักษณะของขมิ้นชันตรัง 1 (ขมิ้นทอง) และ ขมิ้นชันตรัง 2 (ขมิ้นด้วง)

นำเหง้าของขมิ้นชันมาปลูกและดูแลในโรงเรือน ณ สทช. จ.ปทุมธานี เพื่อจะนำยอดมาใช้ในขั้นตอนการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (ภาพที่ 2)

<u>ภาพที่ 2</u> ยอดอ่อนของต้นขมิ้นชัน

1) ศึกษาผลของไซโตไคนิน : BA, kinetin, 2-ip และ TDZ ที่ระดับความเข้มข้น 0, 1, 2, 3 mg/l ต่อการชักนำยอดขมิ้นชัน จำนวน 13 กรรมวิธี ดังนี้

1. MS = control
2. MS + BA 1 mg/l
3. MS + BA 2 mg/l
4. MS + BA 3 mg/l
5. MS + kinetin 1 mg/l
6. MS + kinetin 2 mg/l
7. MS + kinetin 3 mg/l
8. MS + 2-ip 1 mg/l
9. MS + 2-ip 2 mg/l
10. MS + 2-ip 3 mg/l
11. MS + TDZ 1 mg/l
12. MS + TDZ 2 mg/l
13. MS + TDZ 3 mg/l

วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 20 rep /กรรมวิธี

2) ศึกษาผลของปริมาณน้ำตาลซูโครสต่อการพัฒนาของขมิ้นชันที่ระดับต่างๆ 30, 40, 50 และ 60 กรัมต่อลิตร จำนวน 4 กรรมวิธี ดังนี้

1. MS + Sucrose 30 g/l = control
2. MS + Sucrose 40 g/l
3. MS + Sucrose 50 g/l
4. MS + Sucrose 60 g/l

วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 20 rep / กรรมวิธี

<u>เวลาและสถานที่</u>

<u>ระยะเวลาทำการทดลอง</u> เดือนตุลาคม 2558 – เดือนกันยายน 2562

<u>สถานที่ทำการทดลอง</u> สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ
อาคารทรัพยากรพันธุกรมพืชสิรินธร อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1) **ผลของไซโตไคนิน : BA, kinetin, 2-ip และ TDZ ที่ระดับความเข้มข้น 0, 1, 2, 3 mg/l ต่อการชักนำยอดขมิ้นชัน**

นำชิ้นส่วนยอดอ่อนที่แตกจากเหง้าของขมิ้นชันมาศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการฟอกฆ่าเชื้อโดยการใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ (NaOCl) Haiter ® ที่ความเข้มข้น 20% ระยะเวลา 20 นาที ในครั้งที่ 1 และ ใช้ความเข้มข้น 5% ระยะเวลา 20 นาที ในครั้งที่ 2 จากนั้นนำส่วนขมิ้นชันที่ปลอดเชื้อมาทดสอบเลี้ยงในอาหารที่มีไซโตไคนิน : BA, kinetin, 2-ip และ TDZ ที่ระดับความเข้มข้น 0, 1, 2, 3 mg/l จำนวน 13 สูตร เพื่อทดสอบการชักนำให้เกิดยอดขมิ้นชัน พบว่า ในการทดสอบกับขมิ้นชันตรัง1 การใช้ kinetin ความเข้มข้น 2 mg/l จะทำให้เกิดต้นยอดใหม่จำนวนเฉลี่ย 5.2 ต้น ในขณะที่การใช้ BA ความเข้มข้น 1 mg/l จะทำให้เกิดยอดใหม่เฉลี่ย 5 ต้น ส่วนการใช้ kinetin ความเข้มข้น 1 mg/l จะทำให้เกิดยอดใหม่เฉลี่ยน้อยที่สุด 3.00 ต้น แต่เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 1) ส่วนความสูงของต้นที่เกิดขึ้นใหม่โดยวัดจากต้นที่สูงที่สุด พบว่า ให้ผลทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยการใช้ kinetin 1 mg/l จะให้ต้นที่มีความสูงเฉลี่ยสูงสุด 16.10 เซนติเมตร รองลงมาคือ การใช้ 2-ip ความเข้มข้น 2 mg/l ต้นใหม่มีความสูงเฉลี่ย 16 เซนติเมตร และการใช้ TDZ ความเข้มข้น 2 mg/l จะมีความสูงเฉลี่ยของต้นใหม่น้อยที่สุดคือ 5.5 เซนติเมตร (ตารางที่ 1) เนื่องจาก TDZ มีผลให้เกิดยอดใหม่ลักษณะการแตกกอ (ภาพที่ 3) ส่วนผลการทดสอบความยาวรากที่เกิดขึ้น พบว่า ให้ผลที่แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยการใช้ 2-ip ที่ความเข้มข้น 1 และ 2 mg/l จะทำให้เกิดความยาวรากเฉลี่ยสูงสุด 9.75 เซนติเมตร และการใช้สาร TDZ ที่ความเข้มข้น 2 mg/l จะให้ผลความยาวรากเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 1 เซนติเมตร (ตารางที่ 1)

สำหรับผลการทดสอบการใช้ไซโตไคนิน 4 ชนิด ในการชักนำให้เกิดยอดใหม่ของขมิ้นชันตรัง 2 พบว่า การชักนำให้เกิดยอดใหม่ การใช้สาร TDZ ความเข้มข้น 1 mg/l ทำให้เกิดค่าเฉลี่ยยอดใหม่สูงสุด 8.4 ต้น และ

รองลงมา คือ การใช้สาร TDZ ความเข้มข้น 2 mg/l ทำให้เกิดยอดเฉลี่ย 7 ต้น ส่วนการใช้ 2-ip ความเข้มข้น 1 mg/l ทำให้เกิดยอดเฉลี่ยน้อยที่สุด 2.25 ต้น และเมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 2) จากอาหารที่ใช้ทดสอบพบว่า ความสูงของต้นใหม่ที่เกิดขึ้นซึ่งให้ผลที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในอาหารที่มี kinetin ความเข้มข้น 1 mg/l จะให้ค่าเฉลี่ยความสูงต้นใหม่มากที่สุด 15.60 เซนติเมตร และการใช้ TDZ ความเข้มข้น 3 mg/l จะให้ค่าเฉลี่ยความสูงต้นใหม่น้อยที่สุด 5.25 เซนติเมตร (ตารางที่ 2) เช่นเดียวกับขมิ้นชันตรัง 1 เนื่องจาก TDZ มีผลให้เกิดยอดใหม่ลักษณะการแตกกอ (ภาพที่ 3) จากผลการวิเคราะห์ความยาวของรากที่เกิดขึ้นของขมิ้นชันตรัง 2 ในอาหารทดสอบทั้ง 13 สูตร พบว่า อาหารสูตรเปรียบเทียบ (control) จะทำให้เกิดค่าเฉลี่ยความยาวรากมากที่สุด 11.90 เซนติเมตร และในอาหารที่มี TDZ ความเข้มข้น 3 mg/l จะให้ค่าเฉลี่ยความยาวรากน้อยที่สุด 2.50 เซนติเมตร ซึ่งให้ผลที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 2)

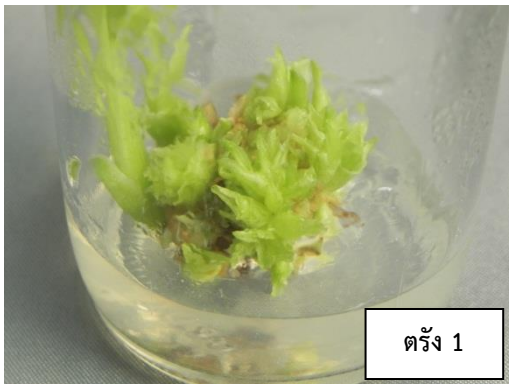
<u>ตารางที่ 1</u> ผลการทดสอบการใช้ไซโตไคนิน 4 ชนิดต่อการเกิดยอดใหม่ ความสูงต้น และความยาวรากของขมิ้นชันตรัง 1

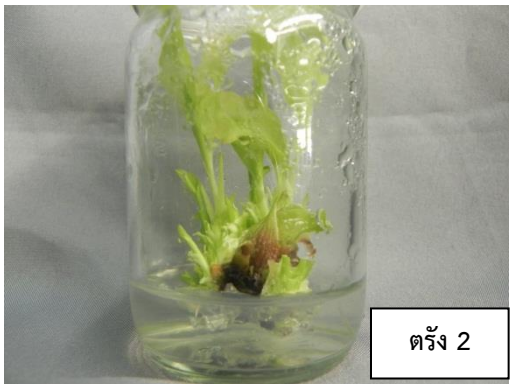
สูตรอาหาร	จำนวนยอดใหม่ (ต้น)	ความสูงต้น (ซม.)	ความยาวราก (ซม.)
MS (control)	4.40	13.00 ab [1/]	8.80 ab
MS + BA 1 mg/l	5.00	12.30 ab	5.27 bc
MS + BA 2 mg/l	3.40	11.90 abc	5.60 bc
MS + BA 3 mg/l	4.40	10.50 a-d	5.52 bc
MS + kinetin 1 mg/l	3.00	16.10 a	9.60 a
MS + kinetin 2 mg/l	5.20	14.00 ab	7.64 abc
MS + kinetin 3 mg/l	3.75	11.92 abc	7.12 abc
MS + 2-ip 1 mg/l	3.25	12.62 ab	9.75 a
MS + 2-ip 2 mg/l	4.50	16.00 a	9.75 a
MS + 2-ip 3 mg/l	4.60	11.40 abc	7.90 ab
MS + TDZ 1 mg/l	4.60	6.70 cd	3.78 cd
MS + TDZ 2 mg/l	4.60	5.5 d	1.00 d
MS + TDZ 3 mg/l	4.80 a	9.66 bcd	1.52 d
F-test	**ns**	******	******
c.v.(%)	**44.04**	**31.06**	**40.48**

** : แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ns : ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

1/ : ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Ducan’s Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์





ภาพที่ 3 ลักษณะการแตกกอของขมิ้นชันตรัง1 และขมิ้นชันตรัง 2 เมื่อใช้สารไซโตไคนินชนิด TDZ

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบการใช้ไซโตไคนิน 4 ชนิดต่อการเกิดยอดใหม่ ความสูงต้น และความยาวรากของขมิ้นชันตรัง 2

สูตรอาหาร	จำนวนยอดใหม่ (ต้น)	ความสูงต้น (ซม.)	ความยาวราก (ซม.)
MS (control)	3.00 bc [1/]	9.20 bcd	11.90 a
MS + BA 1 mg/l	4.00 abc	10.00 bcd	7.75 abc
MS + BA 2 mg/l	4.75 abc	11.62 abc	8.00 abc
MS + BA 3 mg/l	5.00 abc	9.75 bcd	9.375 abc
MS + kinetin 1 mg/l	4.40 abc	15.60 a	8.40 abc
MS + kinetin 2 mg/l	6.00 abc	15.20 a	8.30 abc
MS + kinetin 3 mg/l	6.33 abc	12.83 ab	7.33 abc
MS + 2-iP 1 mg/l	2.25 c	11.87 abc	9.625 ab
MS + 2-iP 2 mg/l	4.00 abc	8.70 bcd	8.70 abc
MS + 2-iP 3 mg/l	5.75 abc	10.00 bcd	7.375 abc
MS + TDZ 1 mg/l	8.40 a	7.40 cd	5.70 bcd
MS + TDZ 2 mg/l	7.00 ab	5.50 d	4.40 cd
MS + TDZ 3 mg/l	5.00 abc	5.25 d	2.50 d
F-test	**ns**	******	*****
c.v.(%)	**52.26**	**30.08**	**38.19**

* : แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** : แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ns : ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

1/ : ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Ducan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

2) **ผลของปริมาณน้ำตาลซูโครสต่อการพัฒนาของขมิ้นชันที่ระดับต่างๆ 30, 40, 50 และ 60 กรัมต่อลิตร**

นำต้นขมิ้นชันตรัง 1 ที่ปลอดเชื้อมาทดสอบปริมาณน้ำตาลซูโครสที่ปริมาณ 30, 40, 50 และ 60 กรัมต่อลิตรเพื่อการพัฒนาส่วนรากของขมิ้นชันตรัง 1 ให้มีการสร้างเหง้า (rhizome) ในสภาพปลอดเชื้อ โดยทดสอบบนสูตรอาหารที่มีการเติม BA ความเข้มข้น 3 mg/l หรือ TDZ ความเข้มข้น 2 mg/l และทุกสูตรอาหารมีการเติม NAA ความเข้มข้น 1 mg/l พบว่า สูตรอาหาร MS ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 3 mg/l ที่มีน้ำตาลซูโครส 60 g/l ให้ค่าเฉลี่ยของการเกิดจำนวนรากสูงสุด คือ 13.50 ราก และมีการสร้างเหง้าเฉลี่ย 0.80 หัว (ตารางที่ 3) และมีการสร้างเหง้าที่เห็นได้ชัดเจน (ภาพที่ 3) ตรงกับการรายงานของ Sangamitra และ Pradeep (2006) ได้รายงานถึงการผลิตเหง้าจิ๋วในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อขมิ้นชัน โดยการเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ที่มีการเติม BA ความเข้มข้น 13.3 mM และ น้ำตาลซูโครส 60 กรัมต่อลิตร ร่วมกับการเลี้ยงในสภาพที่มีการให้แสงระยะเวลา 4 ชั่วโมงต่อวัน ทำให้เกิดการสร้างเหง้าจิ๋วได้ในระยะเวลา 30 วัน สอดคล้องกับการรายงานของ Anchalee (2012) ศึกษาผลของ NAA BA และ Sucrose ในการชักนำยอดและการเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็วโดยการผ่ายอดของขมิ้น โดยการนำชิ้นส่วนยอดของขมิ้นมาทดสอบบนอาหาร MS ร่วมกับ BA ที่ระดับ 0, 1, 2, 3 และ 4 mg/l และ NAA ที่ระดับ 0, 0.5, and 1 mg/l พบว่า ปริมาณน้ำตาล 60 กรัมต่อลิตร ทำให้เกิดค่าเฉลี่ยของจำนวนยอดและจำนวนใบต่อยอดสูงที่สุด และความยาวราก ขนาดของรากมีขนาดใหญ่ที่สุด จากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า สูตรอาหาร MS ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 3 mg/l ที่มีน้ำตาลซูโครส 30 g/l ที่มีค่าเฉลี่ยการเกิดเหง้าเท่ากับ 1.70 หัว (ตารางที่ 3) และมีการสร้างเหง้าที่เห็นได้ชัดเจน (ภาพที่ 4 และ ภาพที่ 5)

ตารางที่ 3 ผลของปริมาณน้ำตาลน้ำตาลซูโครสต่อการพัฒนาของขมิ้นชันตรัง 1

สูตรอาหาร	จำนวนยอด (ต้น)	ความสูงต้น (ซม.)	จำนวนราก (ราก)	ความยาวราก (ซม.)	Rhizome (หัว)
MS (control)	1.90 de 1/	14.79 a	6.20 b	7.75 a	1.10 ab
MS+BA 3 mg/l + NAA 1 mg/l + S 30 g/l	3.10 abc	16.08 a	6.20 b	5.06 bc	1.70 a
MS+TDZ 2 mg/l + NAA 1 mg/l + S 30 g/l	2.70 b-e	7.47 c	1.10 d	2.13 e	0.90 ab
MS+BA 3 mg/l + NAA 1 mg/l + S 40 g/l	1.80 e	7.60 c	4.90 bc	3.17 cde	0.70 b
MS+TDZ 2 mg/l + NAA 1 mg/l + S 40 g/l	4.00 a	4.48 d	1.90 d	3.08 de	1.00 ab
MS+BA 3 mg/l + NAA 1 mg/l + S 50 g/l	2.00 cde	3.91 d	2.37 d	2.77 de	1.12 ab
MS+TDZ 2 mg/l + NAA 1 mg/l + S 50 g/l	3.00 a-d	5.28 cd	2.40 d	3.33 cde	1.20 ab
MS+BA 3 mg/l + NAA 1 mg/l + S 60 g/l	3.60 ab	11.35 b	13.50 a	5.27 b	0.80 ab
MS+TDZ 2 mg/l + NAA 1 mg/l + S 60 g/l	2.25 cde	6.43 cd	1.64 cd	4.38 bcd	1.25 ab
F-test	**	**	**	**	ns
c.v.(%)	**40.73**	**31.51**	**52.64**	**46.08**	**81.33**

** : แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ns : ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

1/ : ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Ducan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

MS (Control)

MS +BA 3 mg/l + NAA 1 mg/l+ S 30 g/l

MS +TDZ 2 mg/l + NAA 1 mg/l+ S 30 g/l

MS +BA 3 mg/l + NAA 1 mg/l+ S 40 g/l

MS +TDZ 2 mg/l + NAA 1 mg/l+ S 40 g/l

MS +BA 3 mg/l + NAA 1 mg/l+ S 50 g/l

MS +TDZ 2 mg/l + NAA 1 mg/l+ S 50 g/l

MS +BA 3 mg/l + NAA 1 mg/l+ S 60 g/l

MS +TDZ 2 mg/l + NAA 1 mg/l+ S 60 g/l

<u>ภาพที่ 4</u> การเลี้ยงทดสอบการพัฒนาการเกิดเหง้าของขมิ้นชันตรัง 1 ในอาหารที่มี BA 3 mg/L หรือ TDZ 2 mg/L และ NAA 1 mg/L ในระดับปริมาณน้ำตาลซูโครส 30, 40, 50 และ 60 g/l

<u>ภาพที่ 5</u> การเกิดเหง้าในสภาพปลอดเชื้อของขมิ้นชันตรัง 1 บนสูตรอาหาร MS ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 3 mg/l ที่มีน้ำตาลซูโครส 30 g/l

นำขมิ้นชันตรัง 2 ทดสอบบนอาหารที่มีปริมาณน้ำตาลซูโครส 30, 40, 50 และ 60 กรัมต่อลิตรเพื่อการพัฒนาส่วนราก ให้มีการสร้างเหง้า (rhizome) ในสภาพปลอดเชื้อ โดยทดสอบบนสูตรอาหารที่มีการเติม BA ความเข้มข้น 3 mg/l หรือ TDZ ความเข้มข้น 2 mg/l และทุกสูตรอาหารมีการเติม NAA ความเข้มข้น 1 mg/l พบว่า อาหาร MS ร่วมกับการเติม BA ความเข้มข้น 3 mg/l NAA ความเข้มข้น 1 mg/l ที่มีปริมาณน้ำตาลซูโครส 30 g/l จะทำให้ค่าเฉลี่ยของจำนวนยอดใหม่เท่ากับ 3.77 ต้น มีความสูงของต้นใหม่เฉลี่ย 17.41 เซนติเมตร มีการเกิดรากเฉลี่ย 15.55 ราก และมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 1.50 หัว (ตารางที่ 4) โดยรากจะมีขนาดใหญ่ (ภาพที่ 6)

<u>ตารางที่ 4</u> ผลของปริมาณน้ำตาลน้ำตาลซูโครสต่อการพัฒนาของขมิ้นชันตรัง 2

สูตรอาหาร	จำนวนยอด (ต้น)	ความสูงต้น (ซม.)	จำนวนราก (ราก)	ความยาวราก (ซม.)	Rhizome (หัว)
MS (control)	1.90 bc [1/]	14.20 b	9.70 b	5.99 a	0.60 a
MS+BA 3 mg/l + NAA 1 mg/l + S 30 g/l	3.77 a	17.41 a	15.55 a	5.50 ab	1.11 a
MS+TDZ 2 mg/l + NAA 1 mg/l + S 30 g/l	3.55 a	6.36 cd	3.00 c	4.53 ab	0.88 a
MS+BA 3 mg/l + NAA 1 mg/l + S 40 g/l	1.75 bc	5.41 d	4.62 c	3.75 b	0.75 a
MS+TDZ 2 mg/l + NAA 1 mg/l + S 40 g/l	2.80 ab	4.66 de	2.70 c	3.87 b	0.90 a
MS+BA 3 mg/l + NAA 1 mg/l + S 50 g/l	2.00 bc	3.27 e	2.66 c	3.68 b	1.33 a
MS+TDZ 2 mg/l + NAA 1 mg/l + S 50 g/l	2.11 bc	3.23 e	1.77 c	5.56 ab	1.33 a
MS+BA 3 mg/l + NAA 1 mg/l + S 60 g/l	2.40 bc	7.48 c	9.40 b	5.02 ab	1.10 a
MS+TDZ 2 mg/l + NAA 1 mg/l + S 60 g/l	1.50 c	4.65 de	3.00 c	4.56 ab	1.50 a
F-test	**	**	**	ns	ns
c.v.(%)	**47.67**	**27.15**	**56.59**	**41.28**	**96.23**

** : แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ns : ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

1/ : ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Ducan’s Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

MS (Control)

MS +BA 3 mg/l + NAA 1 mg/l+ S 30 g/l

MS +TDZ 2 mg/l + NAA 1 mg/l+ S 30 g/l

MS +BA 3 mg/l + NAA 1 mg/l+ S 40 g/l

MS +TDZ 2 mg/l + NAA 1 mg/l+ S 40 g/l

MS +BA 3 mg/l + NAA 1 mg/l+ S 50 g/l

MS +TDZ 2 mg/l + NAA 1 mg/l+ S 50 g/l

MS +BA 3 mg/l + NAA 1 mg/l+ S 60 g/l

MS +TDZ 2 mg/l + NAA 1 mg/l+ S 60 g/l

<u>ภาพที่ 6</u> การเลี้ยงทดสอบการพัฒนาการเกิดเหง้าของขมิ้นชันตรัง 2 ในอาหารที่มี BA 3 mg/L หรือ TDZ 2 mg/L และ NAA 1 mg/L ในระดับปริมาณน้ำตาลซูโครส 30, 40, 50 และ 60 g/l

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การเพิ่มปริมาณยอดของขมิ้นชันทั้ง 2 พันธุ์ คือ ขมิ้นชันตรัง1 และ ขมิ้นชันตรัง 2 สามารถเลือกใช้สารไซโตไคนินได้ทั้ง 4 ชนิด เนื่องจากให้ผลทางสถิติที่ไม่ต่างกัน แต่ควรพิจารณาราคาของสารเคมีเพื่อลดต้นทุนสำหรับการผลิตทางพาณิชย์ จึงแนะนำการใช้ BA ที่มีราคาถูก และสามารถใช้ต่อเนื่องในขั้นตอนการชักนำให้เกิดเหง้าในสภาพปลอดเชื้อได้ด้วย

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

สูตรอาหารที่ได้สำหรับการชักนำให้เกิดยอดและการสร้างเหง้าในสภาพปลอดเชื้อ สามารถนำไปพัฒนาต่อในขั้นตอนของการผลิตโดยการใช้ระบบไบโอรีแอคเตอร์ เพื่อลดระยะเวลาการผลิตต้นพันธุ์ และต้นพันธุ์ที่ได้ปลอดเชื้อเกษตรกรสามารถนำไปปลูกในสภาพแปลงปลูกได้ ช่วยลดปัญหาการสะสมของเชื้อโรคในท่อนพันธุ์ได้

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยพืชสวนตรังที่อนุเคราะห์ตัวอย่างขมิ้นชันตรัง 1 และ ขมิ้นชันตรัง 2 รวมทั้งคำแนะนำต่างๆ เพื่อนำมาใช้ในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

เข้าถึงได้จากอินเตอร์เน็ต : http://it.doa.go.th/vichakan/news.php?newsid=10

กาญจน สุทธิกุล. 2549. ไบโอรีแอคเตอร์ (Bioreactor) เขี้ยวเล็บใหม่ในวงการขยายพันธุ์พืชของไทย. วารสารเคหการเกษตร. ปีที่ 30 ฉบับที่ 2 เดือนกุมภาพันธ์. : 93-99.

งามผ่อง คงคาทิพย์. 2548. การวิจัยและพัฒนาขมิ้นชันแบบครบวงจร หน่วยปฏิบัติการวิจัยผลิตภัณฑ์ธรรมชาติและเคมีอินทรีย์สังเคราะห์ (NPOS). นิทรรศการวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ “เกษตรนำชาติศาสตร์ที่ยั่งยืน คืนทรัพยากรสู่ชุมชน” ในงานวันเกษตรแห่งชาติ ปี พ.ศ. 2548, กรุงเทพฯ.

จินตน์กานต์ งามสุทธา. 2555. ขมิ้นชันพันธุ์ตรัง 1 และ 84-2. นสพ.กสิกร ปีที่ 85 ฉบับที่ 4 กรกฎาคม-สิงหาคม. กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. : 108-111 หน้า.

อนุพันธ์ กงบังเกิด และ วีระชน ยานะฝั่น. 2548. ผลของแสง น้ำตาล และสารชะลอการเจริญเติบโตต่อการชักนำให้เกิดเหง้าจิ๋วของขมิ้นชันในหลอดทดลอง. NU Science Journal. 2(1): 73 – 86.

Anchalee Jala . 2012. Effects of NAA BA and Sucrose on Shoot Induction and Rapid Micropropagation by Trimming Shoot of Curcuma longa L. Thammasat International Journal of Science and Technology, 17 (4) : 54-60.

Archana C., G.S. Pillai and I. Balachandran. 2014. In vitro microrhizome and minirhizome production in turmeric (*Curcuma longa* L.) cultivar Alleppey Supreme and its comparative anatomical and histochemical analysis. Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci 3(3): 535-542

Sanghamitra N. and P. Kumar Naik. 2006. Factors Effecting *In Vitro* Microrhizome Formation and Growth in *Curcuma longa* L. and Improved Field Performance of Micropropagated Plants. ScienceAsia (32) : 31-31.

Solomon C.U. and E. B.Odii. 2013. Shoot Proliferation of *In vitro* Turmeric (*Curcuma longa* L.) Affected by Different Concentrations of Benzylaminopurine (BAP). World J Agr Sci 9 (3): 227-230.