

การเพิ่มจำนวนยอดของไผ่ปักกิ่ง (*Dendrocalamus sp.*) โดยการเพาะเลี้ยงส่วนข้อ*

Shoot multiplication of Pai Beijing (*Dendrocalamus sp.*) by *in vitro* nodal culture

Received: January 18, 2019

Revised: April 25, 2019

Accepted: April 26, 2019

นันทิกา ดีล้อม (Nantika Deelom)**

โชคพิศิษฐ์ เทพสิทธิ (Chockpisit Thepsithar)***

บทคัดย่อ

ไผ่ปักกิ่ง หรือ ไผ่เม่งซุ่น (*Dendrocalamus sp.*) เป็นไผ่ขนาดใหญ่ที่สามารถนำส่วนต่างๆ มาใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลาย จึงมีการนำไปใช้ในด้านต่างๆ มากมาย งานวิจัยนี้รายงานการชักนำให้เกิดยอดจากชิ้นส่วนข้อและการชักนำยอดจำนวนมากจากกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่ง โดยการนำชิ้นส่วนข้อเพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตรดัดแปลงของ Murashige and Skoog (MS) ที่มี 6-benzyladenine (BA) และ Thidiazuron (TDZ) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 2 สัปดาห์ พบว่า อาหารแข็งสูตร MS ที่มี TDZ ความเข้มข้น 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร และสูตร MS ที่มี BA ความเข้มข้น 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และ TDZ ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดยอดเฉลี่ย 4.7 ยอด และ 4.9 ยอดต่อชิ้นส่วนข้อ ตามลำดับ ส่วนการชักนำให้เกิดยอดจำนวนมาก โดยนำกลุ่มยอดจำนวน 3-4 ยอด เพาะเลี้ยงในอาหารสูตรดัดแปลงของ MS ที่มี Kinetin, BA และ TDZ เป็นเวลา 2 สัปดาห์ พบว่า TDZ ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดยอดจำนวนมากที่สุด ทั้งในอาหารแข็งและอาหารเหลว คือ 11.80 ยอด และ 10.50 ยอดต่อกลุ่มยอด ตามลำดับ โดยเกิดยอดจำนวนมากที่สุดในสูตร MS ที่ปราศจากสารควบคุมการเจริญเติบโตกว่า 10 เท่า

คำสำคัญ : การขยายพันธุ์โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ การชักนำให้เกิดยอด การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

* เพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัย

** นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร อ.เมือง จ.นครปฐม

Graduate students, Department of Biology, Faculty of Science, Silpakorn University, Mueang, Nakhon Pathom, 73000, Thailand., iky.icccc@gmail.com, 0914708860

*** รองศาสตราจารย์ ดร. ประจักษ์ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร อ.เมือง จ.นครปฐม

Associate Professor Dr., Department of Biology, Faculty of Science, Silpakorn University, Mueang, Nakhon Pathom, 73000, Thailand., tchockpis@gmail.com, 089-2022524

Abstract

Pai Beijing or Pai Meng Son (*Dendrocalamus* sp.) is a bamboo that parts can be of many uses. There are many applications concerning Pai Beijing but there is no effective method for rapid propagation to obtain a large quantity. This research reported the induction of shoot and multiplication of shoots from node explants of Pai Beijing. Node explants were cultured on modified solid Murashige and Skoog (MS) medium containing different concentrations of Benzyladenine (BA) and Thidiazuron (TDZ). It was found that the highest of shoot numbers from node was obtained from MS medium supplemented with 0.6 mg/l TDZ and MS medium supplemented with 2.5 mg/l BA in combination with 0.5 mg/l TDZ with the maximum average number of shoots 4.7 and 4.9 per explant, respectively. For shoot multiplication, a clump of shoots (about 3-4 shoots) were cultured on solid and in liquid MS medium containing Kinetin, BA and TDZ. The significant highest multiple shoots were obtained from MS medium supplemented with 0.3 mg/l TDZ in either solid or liquid medium obtaining 11.8 shoots and 10.5 shoots per a clump of shoots, respectively. The obtained shoots from those media were 10 times more than the shoots from MS medium without growth regulator.

Keywords: Micropropagation, Shoot induction, Tissue culture

บทนำ

ไผ่เป็นพืชที่สามารถพบได้ทั่วไป มีถิ่นกำเนิดและการกระจายพันธุ์อย่างกว้างขวาง ทั้งในเขตอบอุ่น กึ่งร้อนและร้อน โดยมีการกระจายพันธุ์มากที่สุดในเขตร้อนของเอเชีย ไผ่เป็นพืชที่มีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ค่อนข้างสูง ทั่วโลกมีไผ่ประมาณ 80-90 สกุล ประมาณ 1,500 ชนิด ประเทศไทยมีไผ่ประมาณ 17 สกุล 72 ชนิด โดยเป็นไผ่ท้องถิ่นของไทย 12 สกุล 45 ชนิด (ปรัชญา และ ระวี, 2557) เนื่องจากไผ่เป็นพืชที่เจริญเติบโตเร็ว อายุประมาณ 3 ปี จึงสามารถนำไม้มาใช้ประโยชน์ได้ และใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลาย ทำให้มีการกระจายพันธุ์มาก ในประเทศไทยไผ่มีการกระจายพันธุ์อยู่ทั่วทุกภาค มีพื้นที่ป่าไผ่รวมประมาณ 2,850,000 ไร่ (ธัญพิสิษฐ์, 2556) โดยไผ่มีมูลค่าการส่งออกไม่ต่ำกว่า 1,000 ล้านบาท โดยมีการซื้อขายประมาณ 480,000 – 600,000 ต้นต่อปี การนำไผ่มาใช้ประโยชน์มากดังกล่าวทำให้พื้นที่ป่าไผ่ลดลง และต้องมีการนำเข้าไม้ไผ่จากต่างประเทศถึงปีละ 40 ล้านบาท (ปิยะพร, 2557) ด้วยเหตุนี้จึงต้องปลูกไผ่ให้มีปริมาณมากพอ เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการในการใช้ประโยชน์ นอกจากไผ่ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในอดีต เช่น ไผ่ตง (*Dendrocalamus asper*) ไผ่รวก (*Thysostachys siamensis*) ไผ่ข้าวหลาม (*Cephalostachyum pergracile*) และไผ่เลี้ยง (*B. glaucescens*) เป็นต้น (สุพล, 2539; สุทัศน์, 2545) ไผ่ปักกิ่ง หรือจีนปักกิ่ง หรือเม้งซุ่น (*Dendrocalamus* sp.) เป็นไผ่อีกชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติ สามารถใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย โดยหน่อใช้บริโภคสดทำหน่อไม้แห้ง ลำไผ่ใช้ทำเส้นใย ตะเกียบ และใบใช้สำหรับห่อเบ้าจ่าง (สำนักงานเกษตรอำเภอเมืองปาน, 2553; ธัญพิสิษฐ์ และคณะ, 2556) จึงเป็นที่นิยม แต่ในปัจจุบันยังมีปริมาณน้อย และถึงแม้การใช้ประโยชน์คล้ายกับไผ่จีน หรือไผ่มังกร (*D. sinicus*) แต่ไผ่ปักกิ่งมี

ลักษณะบางประการที่แตกต่างออกไป จึงไม่สามารถจัดเป็นชนิดเดียวกันได้ (ธัญพิสิษฐ์ และคณะ, 2556; Bamboos of Thailand, 2017)

การขยายพันธุ์ไม้โดยวิธีการใช้เมล็ดนั้นต้องใช้เวลาอันยาวนาน การแยกเหง้ามีค่าใช้จ่ายสูงและได้ปริมาณกล้าน้อย นอกจากนั้นการตอนกิ่ง หรือการชำกิ่งแขนงให้ผลดีแต่เหมาะสมกับบางพันธุ์เท่านั้น อีกทั้งยังสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการขนย้ายและแรงงานอีกด้วย แม้ว่าการขยายพันธุ์ด้วยวิธีข้างต้นจะได้ปริมาณพอสมควรแต่ต้องใช้เวลานาน และ การดูแลเอาใจใส่อย่างมากจึงจะมีปริมาณสูงพอใช้ปลูกขยายต่อไปได้ (สุทัศน์ และ ญัฐกร, 2561) ดังนั้นการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชจึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่นำมาใช้สำหรับการขยายพันธุ์ไม้

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไม้ได้มีรายงานในไม้หลายชนิด เช่น ไม้รวก (*T. siamensis*) (อภิศักดิ์, 2549) ไม้ตง (*D. asper*) (Banerjee et al., 2011), ไม้ป่า (*B. bambos*) (Mishra et al., 2008), ไม้ซาง (*D. strictus*) (Kapruwan et al., 2014b) และไม้จีน (*D. sinicus*) (Zailiu and Chaomao, 2006) เป็นต้น สูตรอาหารที่นิยมใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไม้ คือ สูตรอาหาร MS (Mishra et al., 2008; Banerjee et al., 2011; Kapruwan et al., 2014; Waikhom and Louis, 2014) ซึ่งชนิดและความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่เหมาะสมนั้นแตกต่างกันไปในแต่ละชนิดของไม้ และความต้องการในการศึกษา โดยการชักนำให้เกิดยอดและการเกิดยอดจำนวนมากนั้นนิยมใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต 6-benzyladenine (BA), thidiazuron (TDZ) และ Kinetin หรือการใช้ร่วมกันมากกว่า 1 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เช่น การชักนำให้เกิดยอดจำนวนมากของไม้เบงก่า (*B. tulda*) ใช้อาหารสูตร MS ที่มีสารควบคุมการเจริญเติบโต 2 ชนิดร่วมกัน คือ Kinetin ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร และ BA ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งดีกว่าการใช้ Kinetin หรือ BA เพียงชนิดเดียว (Waikhom and Louis, 2014)

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไม้ในสกุล *Dendrocalamus* มีการศึกษาการชักนำให้เกิดยอดจากข้อในไม้หลายชนิด เช่น ในไม้จีน (*D. sinicus*) อาหารสูตร MS ที่มี BA ความเข้มข้น 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำมะพร้าว 100 มิลลิตรต่อลิตร ให้อัตราการเกิดยอดมากถึง 8.27 เท่า และมีความยาวยอด 4.02 เซนติเมตร (Zailiu and Chaomao, 2006) สำหรับไม้หก (*D. hamiltonii*) เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่มี BA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร Kinetin ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และ NAA ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้การเกิดยอด 70 เปอร์เซ็นต์ และมีความยาวยอด 4.85 เซนติเมตร แต่เมื่ออาหารมีส่วนประกอบของ TDZ ทำให้เปอร์เซ็นต์การเกิดยอดและความยาวยอดเพิ่มขึ้น โดยอาหารสูตร MS ที่มี BA ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร TDZ ความเข้มข้น 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร และ PGH (Pituitary Growth Hormone) ความเข้มข้น 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้การเกิดยอด 90 เปอร์เซ็นต์ ความยาว 6.85 เซนติเมตร (Kapruwan et al., 2014a) ในไม้ซาง (*D. strictus*) ใช้อาหารสูตร MS ที่มี BA ความเข้มข้น 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดยอดจากตาข้างได้ 5.12 ยอด และ TDZ ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ชักนำให้เกิดยอดจากข้างได้ 5.62 ยอด (Kapruwan et al., 2014b) ขณะที่ BA ความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้การเกิดยอด 95.77 เปอร์เซ็นต์ จำนวนยอด 7.33 ยอดต่อข้อ ในไม้ตง (*D. asper*) (Banerjee et al., 2011)

การเพิ่มจำนวนยอดจากกลุ่มยอด มีการศึกษาในไผ่จีน (*D. sinicus*) โดยอาหารสูตร MS ที่มี BA ความเข้มข้น 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร Kinetin 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำมะพร้าว 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้อัตราการเกิดยอด 2.48 เท่า และมีความยาวยอด 3.25 เซนติเมตร (Zailiu and Chaomao, 2006) ในไผ่ตง (*D. asper*) นำกลุ่มยอดจากข้อ เพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ที่มี BA ความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และ adenine sulphate ความเข้มข้น 40 มิลลิกรัมต่อลิตร มีการเกิดยอด 98.07 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 14 ยอดต่อกลุ่มยอด (Banerjee et al., 2011) ส่วนในไผ่ชาง (*D. strictus*) ใช้อาหารสูตร MS ที่มี BA ความเข้มข้น 4 มิลลิกรัมต่อลิตร และ ADS ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร พบการเกิดยอด 3.33 เท่าของกลุ่มยอดเริ่มต้น 3 ยอด (Pandey et al., 2012) สำหรับการเพาะเลี้ยงไผ่ชาง (*D. strictus*) บนอาหารสูตร MS ที่มี BA ความเข้มข้น 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้การเกิดยอด 3.18 ยอดต่อยอด (Goyal et al., 2015)

ในงานวิจัยนี้ ทำการเปรียบเทียบผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการชักนำให้เกิดยอดจำนวนมากของไผ่ปักกิ่ง โดยใช้ส่วนข้อเป็นชิ้นส่วนเริ่มต้นในการเพาะเลี้ยง ซึ่งจะนำไปชักนำให้ออกรากต่อไปเพื่อให้ได้ต้นที่สมบูรณ์สำหรับขยายพันธุ์ไผ่จำนวนมากให้วิสาหกิจชุมชนนวัตกรรมไผ่บ้านเกาะรัง อำเภอลำลูกเกด จังหวัดสระแก้ว เพาะปลูกเพื่อการใช้ประโยชน์

วิธีการศึกษา

การศึกษาสารควบคุมการเจริญเติบโตในอาหารสูตร MS ที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดยอดจากข้อ

นำส่วนข้อของไผ่ปักกิ่งจากกิ่งแขนงของต้นไผ่อายุ 6 ปี โดยการเติบโตของหน่อ จากแปลงปลูกอำเภอลำลูกเกด จังหวัดสระแก้ว เลือกกิ่งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4-0.8 เซนติเมตร ยาว 4 เซนติเมตร ล้างด้วยน้ำยาล้างจาน 10 เปอร์เซ็นต์ และน้ำเปล่าให้สะอาด จุ่มข้อในแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 4 นาที โดยเขย่าเบาๆ จากนั้นฟอกฆ่าเชื้อด้วยไฮเตอร์ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ (sodium hypochlorite ความเข้มข้น 6 เปอร์เซ็นต์) เขย่าเป็นเวลา 10 นาที ฟอกฆ่าเชื้อต่อด้วย mercuric chloride ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 15 นาที เขย่าเบาๆ ทุก 1 นาที ล้างด้วยน้ำที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว 3 ครั้งๆ ละ 5 นาที จากนั้นนำข้อที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อมาตัดให้มีความยาวประมาณ 1.5-2.0 เซนติเมตร เพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MS ที่มี BA ความเข้มข้น 2.5, 5.0, 7.5 มิลลิกรัมต่อลิตร, TDZ ความเข้มข้น 0.3, 0.6, 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ TDZ ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 2.5 และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยใช้อาหารสูตร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตเป็นชุดควบคุม รวมมีสูตรอาหารทั้งหมด 9 สูตร เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ในสภาพที่มีความชื้นแสง 35-40 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ระยะเวลาการให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส โดยทำการทดลอง 15 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ข้อ เก็บผลการทดลอง และนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติโดย Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การศึกษาสารควบคุมการเจริญเติบโตในอาหารสูตร MS ที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดยอดจำนวนมากจากกลุ่มยอด

นำกลุ่มยอดจากส่วนข้อ ที่มีความสูงประมาณ 3 เซนติเมตร ที่ได้จากชักนำให้เกิดยอดจากข้อไผ่ปักกิ่ง มาตัดแบ่งกลุ่มละประมาณ 3 ยอด แล้วนำไปเพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งและในอาหารเหลวสภาพนิ่งสูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดและความเข้มข้นต่างๆ โดยจากรายงานที่ผ่านมาพบการใช้ BA เพียงชนิดเดียว หรือ BA ร่วมกับ Kinetin และจากการทดลองการชักนำให้เกิดยอดจากข้อที่ใช้ TDZ ดังนั้นในการทดลองนี้จึงใช้ อาหารสูตร MS ที่มี TDZ ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร, BA ความเข้มข้น 2.0, 3.0, 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือ BA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ Kinetin ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือ BA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ Kinetin ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือ BA ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ Kinetin ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และอาหารสูตร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตเป็นชุดควบคุม รวมมีสูตรอาหารทั้งหมด 8 สูตร เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ในสภาพที่มีความเข้มแสง 35-40 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ระยะเวลาการให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส โดยในแต่ละทรีตเมนต์ ทำการทดลอง 10 ซ้ำ ซ้ำละ 1 กลุ่มยอด จัดทรีตเมนต์แบบแฟคทอเรียล (Factorial experiment) ทำการเก็บผลการทดลองจำนวนยอดที่เกิดต่อกลุ่มยอด ความยาวของยอด และจำนวนใบที่แผ่ออก และนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ และโดย Two-way anova (Tests of Between-Subjects Effects) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ผลการศึกษา

ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตในอาหารสูตร MS ต่อการชักนำให้เกิดยอดจากข้อของไผ่ปักกิ่ง

จากการศึกษาอาหารสังเคราะห์ต่อการชักนำให้เกิดยอดจากชิ้นส่วนข้อของไผ่ปักกิ่ง โดยเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนข้อบนอาหารแข็งสูตร MS ที่เติม BA, TDZ และ BA ร่วมกับ TDZ ที่ความเข้มข้นต่างๆ 9 สูตร เป็นเวลา 2 สัปดาห์ พบว่าอาหารแข็งสูตร MS ที่เติม TDZ ความเข้มข้น 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร และ อาหารที่เติม BA ความเข้มข้น 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ TDZ ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ชักนำให้เกิดยอดได้จำนวนสูงสุด (4.7 และ 4.9 ยอด ตามลำดับ) และมีความยาวยอดมากที่สุด ($p \leq 0.05$) (4.0 และ 3.6 เซนติเมตร ตามลำดับ) (ตารางที่ 1; รูปที่ 1B และ 1C) เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารอื่น (1.7-3.6 ยอด และ 1.1-2.5 เซนติเมตร) และอาหารชุดควบคุม (1.8 ยอด และ 2.0 เซนติเมตร) (ตารางที่ 1; รูปที่ 1A) ยกเว้นในอาหารที่มี TDZ ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ให้ความยาวยอด 3.2 เซนติเมตร ส่วนในสูตรอาหารอื่น พบว่าในอาหารที่มี BA ชนิดเดียวเป็นองค์ประกอบ (2.5, 5.0 และ 7.5 มิลลิกรัมต่อลิตร) ชักนำให้เกิดยอดได้จำนวนมากขึ้น ขณะที่ความยาวยอดลดลงอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับอาหารที่มี TDZ ชนิดเดียวเป็นองค์ประกอบ (0.3, 0.6 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร) พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร ชักนำให้เกิดยอดและมีความยาวยอดเพิ่มขึ้น ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้การเจริญเติบโตด้านจำนวนยอดและความยาวลดลง อย่างไรก็ตามการใช้ TDZ ให้จำนวนยอดและความยาวยอดที่ดีกว่าการใช้ BA และความสูงของยอดยังคงมากกว่าในสูตรอาหารที่ใช้ BA (ตารางที่ 1) และการใช้ BA ความเข้มข้น 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ TDZ ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้จำนวนยอดและความยาวยอดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญจากการใช้ TDZ (0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร) เพียง

ชนิดเดียว แต่การใช้ BA ร่วมกับ TDZ ให้ยอดที่เกิดจากข้อเดียวกันมีความสูงใกล้เคียงกัน ซึ่งต่างจากการใช้ TDZ เพียงชนิดเดียว ที่ชักนำให้เกิดยอดได้จำนวนมาก แต่ยอดที่เกิดจากข้อเดียวกันมีความสูงที่ค่อนข้างแตกต่างกัน (รูปที่ 1B และ 1C)

ตารางที่ 1 การเกิดยอดจากการเพาะเลี้ยงข้อของไผ่ปักกิ่งบนอาหารสูตร MS ที่มีสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดต่างๆ เป็นเวลา 2 สัปดาห์

สารควบคุมการเจริญเติบโต (มิลลิกรัม/ลิตร)		การเจริญของยอดจากส่วนข้อ*	
BA	TDZ	จำนวนยอด	ความยาวยอด (เซนติเมตร)
-	-	1.8 ± 0.3^d	2.0 ± 0.3^{bc}
2.5	-	1.7 ± 0.2^d	2.0 ± 0.4^{bc}
5.0	-	2.7 ± 0.3^c	1.8 ± 0.3^{cd}
7.5	-	3.6 ± 0.3^b	1.1 ± 0.1^d
-	0.3	2.5 ± 0.2^c	3.2 ± 0.4^a
-	0.6	4.7 ± 0.2^a	4.0 ± 0.3^a
-	1.0	3.0 ± 0.3^{bc}	2.5 ± 0.2^b
2.5	0.5	4.9 ± 0.1^a	3.6 ± 0.2^a
5	0.5	2.8 ± 0.2^c	1.3 ± 0.1^{cd}

* ทำการทดลอง 15 ซ้ำ, อักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$ ด้วยการใช้วิธีแบบ DMRT

ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตในอาหารสูตร MS ต่อการชักนำให้เกิดยอดจำนวนมากจากกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่ง

จากการนำกลุ่มยอดที่ได้จากการชักนำให้เกิดยอดจากข้อไผ่ปักกิ่ง มาชักนำให้เกิดยอดจำนวนมากโดยเพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งและในอาหารเหลว สูตร MS ที่เติม TDZ, BA และ Kn ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ 8 สูตร เป็นเวลา 2 สัปดาห์ โดยทำการทดลอง 10 ซ้ำ การเพาะเลี้ยงบนอาหารแข็ง พบว่าสูตรอาหาร MS ที่เติม TDZ ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดยอดเพิ่มขึ้นจากกลุ่มยอดได้มากที่สุด ($p \leq 0.05$) คือ 11.80 ยอด โดยมากกว่าในอาหารชุดควบคุมกว่า 10 เท่า (ตารางที่ 2; รูปที่ 1E) แต่มีความยาวยอดน้อย (1.72 เซนติเมตร) ขณะที่จำนวนยอดซึ่งมีใบแผ่กางมากที่สุด (9.3 ยอด) ส่วนในอาหารแข็งสูตรอื่นพบว่าสามารถชักนำให้เกิดยอดเพิ่มขึ้นได้ในช่วง 1.0–3.0 ยอด (ตารางที่ 2) อาหารแข็งสูตร MS ชุดควบคุม และ สูตร MS ที่มี BA ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ยอดมีความยาวมากที่สุดคือ 2.42 เซนติเมตร และ 2.44 เซนติเมตร ตามลำดับ (รูปที่ 1D) ส่วนอาหารสูตรอื่นทำให้ความยาวยอดไม่แตกต่างกันในช่วง 1.72–2.26 เซนติเมตร นอกจากนี้ยังพบว่าในอาหารที่ทำให้ยอดมีการเติบโตเร็วและให้จำนวนยอดมาก อาหารสูตร MS ที่มี TDZ ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ก็มีจำนวนยอดที่มีใบแผ่กางมากเช่นกัน แต่ใบที่แผ่กางมีสีเขียวปนเหลือง ส่วนในอาหารสูตรอื่นๆ มีจำนวนยอดที่มีใบแผ่กางไม่แตกต่างกันอยู่ในช่วง 0.90–3.70 ยอด (ตารางที่ 2)

การชักนำให้เกิดยอดจำนวนมากของไผ่ปักษ์ที่เพาะเลี้ยงในอาหารเหลวพบว่า อาหารสูตร MS ที่มี TDZ ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดยอดเพิ่มขึ้นได้มากที่สุดเช่นเดียวกับในอาหารแข็ง โดยมีจำนวนยอดเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น คือ 10.50 ยอดต่อกลุ่มยอด ซึ่งมากกว่าในอาหารชุดควบคุมกว่า 20 เท่า (ตารางที่ 2; รูปที่ 1H) สำหรับอาหารสูตร MS ที่มี BA เมื่อความเข้มข้นของ BA สูงขึ้น สามารถชักนำให้เกิดยอดได้เพิ่มมากขึ้นตามความเข้มข้นของ BA ทั้งในอาหารที่มีเพียง BA และในอาหารที่มี BA ร่วมกับ Kinetin (Kn) ซึ่งในอาหารสูตร MS ที่มี BA ความเข้มข้น 3, 4 มิลลิกรัมต่อลิตร และมี BA ความเข้มข้น 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ Kn ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดยอดเพิ่มขึ้นได้ตรงลงมา โดยมีจำนวนยอดเท่ากับ 2.0, 4.60 และ 2.30 ยอด ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2; รูปที่ 1I) ในขณะที่อาหารชุดควบคุมสามารถชักนำให้เกิดยอดเพิ่มขึ้นได้น้อยที่สุด คือ 0.50 ยอด (ตารางที่ 2; รูปที่ 1G) นอกจากนี้ยอดที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวมีความยาวยอดมากกว่ายอดที่เพาะเลี้ยงในอาหารแข็ง (ตารางที่ 2) และมีลักษณะภายนอกที่ดีกว่าในการเพาะเลี้ยงบนอาหารแข็ง โดยต้นและใบจะเหลืองช้ากว่าในอาหารแข็ง ใบร่วงช้ากว่า สามารถย้ายอาหารได้หลายครั้ง โดยความยาวยอดในอาหารเหลวสูตรต่างๆ อยู่ในช่วง 2.56–4.74 เซนติเมตร อาหารสูตรที่ให้ความยาวยอดสูงสุด คือ สูตรอาหารที่เติม BA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตรเพียงอย่างเดียว และสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2.0, 3.0, 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ Kn ความเข้มข้น 3.0, 2.0, 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีความยาวยอดอยู่ในช่วง 4.13–4.74 เซนติเมตร ซึ่งมากกว่าในอาหารแข็ง สูตรที่ดีที่สุดถึง 2 เท่า ส่วนจำนวนยอดที่มีใบแผ่กางนั้น พบว่าอาหารสูตร MS ที่มี TDZ ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร และสูตรอาหาร MS ร่วมกับ BA 3 มิลลิกรัม มีจำนวนยอดที่มีใบแผ่กางที่สุดคือ 10.1 ยอด และ 9.3 ยอด ตามลำดับ โดยสูตรอาหารอื่นๆ มีจำนวนยอดที่มีใบแผ่กางไม่แตกต่างกัน อยู่ในช่วง 2.70–5.70 ยอด (ตารางที่ 2)

การเปรียบเทียบการชักนำให้เกิดยอดที่โคนบนอาหารแข็งและในอาหารเหลว พบว่าสูตรอาหารที่แตกต่างกันทั้ง 8 สูตร และสภาพของอาหาร (อาหารแข็ง และอาหารเหลว) เมื่อใช้ 2 ปัจจัยร่วมกันนั้นมีผลต่อจำนวนยอด ความยาวยอด และจำนวนใบที่แผ่กาง แต่เมื่อพิจารณาเพียงปัจจัยเดียวพบว่าสภาพของอาหารไม่มีผลต่อจำนวนยอด แต่มีผลต่อความยาวยอด และจำนวนใบที่แผ่กาง แตกต่างจากปัจจัยของสารควบคุมการเจริญเติบโต ซึ่งมีผลต่อทั้งจำนวนยอด ความยาวยอด และจำนวนใบที่แผ่กาง (ตารางที่ 3) จากการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Two-way anova (Tests of Between-Subjects Effects) ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 2 การเกิดเพิ่มขึ้นจากกลุ่มยอดของไม้ปักกิ่ง ที่เพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งและอาหารเหลวสูตร MS ที่มีสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดต่างๆ เป็นเวลา 2 สัปดาห์

สภาพอาหาร	สารควบคุมการเจริญเติบโต (มิลลิกรัม/ลิตร)			การเกิดยอด*		
	TDZ	BA	Kn	จำนวนยอด ที่เพิ่มขึ้น	ความยาวยอด (เซนติเมตร)	จำนวนยอด ที่มีใบแผ่กาง
อาหารแข็ง	-	-	-	1.0 ± 0.4^b	2.42 ± 0.19^a	1.3 ± 0.5^{bc}
	0.3	-	-	11.8 ± 1.0^a	1.72 ± 0.13^b	9.3 ± 0.9^a
	-	2.0	-	2.4 ± 0.6^b	1.84 ± 0.17^{ab}	1.4 ± 0.3^{bc}
	-	3.0	-	1.5 ± 0.5^b	1.70 ± 0.22^b	0.9 ± 0.4^c
	-	4.0	-	1.1 ± 0.5^b	2.44 ± 0.20^a	2.4 ± 0.7^{bc}
	-	2.0	3.0	1.2 ± 0.4^b	2.26 ± 0.20^{ab}	3.7 ± 0.5^b
	-	3.0	2.0	3.0 ± 0.7^b	1.89 ± 0.20^{ab}	2.7 ± 0.3^{bc}
	-	4.0	1.0	2.4 ± 0.5^b	1.88 ± 0.25^{ab}	2.7 ± 1.6^{bc}
อาหารเหลว	-	-	-	0.5 ± 0.2^c	3.03 ± 0.33^c	3.7 ± 0.9^b
	0.3	-	-	10.5 ± 1.8^a	2.56 ± 0.18^c	10.1 ± 1.7^a
	-	2.0	-	0.9 ± 0.2^c	4.22 ± 0.32^{ab}	4.4 ± 0.9^b
	-	3.0	-	2.0 ± 0.3^{bc}	3.05 ± 0.27^c	9.3 ± 1.9^a
	-	4.0	-	4.6 ± 1.2^b	3.29 ± 0.27^{bc}	5.7 ± 0.9^b
	-	2.0	3.0	1.3 ± 0.4^c	4.74 ± 0.28^a	3.1 ± 0.8^b
	-	3.0	2.0	1.7 ± 0.67^c	4.72 ± 0.58^a	2.7 ± 0.56^b
	-	4.0	1.0	2.3 ± 0.78^{bc}	4.13 ± 0.32^{ab}	3.7 ± 1.0^b

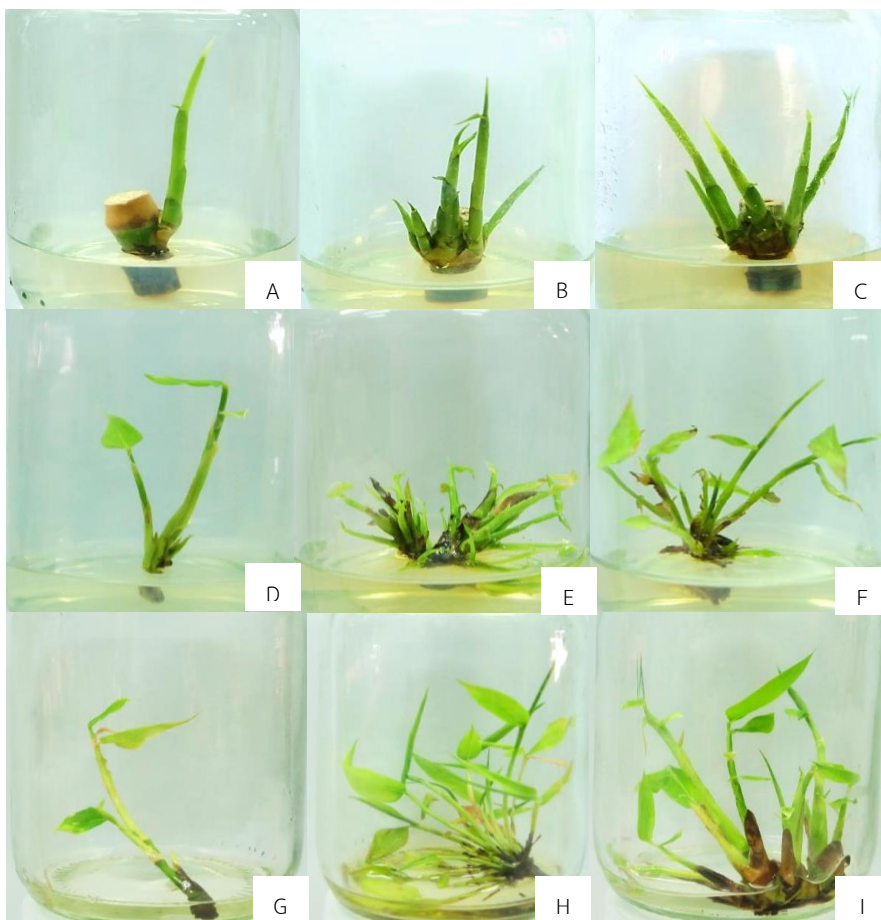
* ทำการทดลอง 10 ซ้ำ, อักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันของแต่ละสภาพอาหาร แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$ ด้วยการใช้วิธีแบบ DMRT

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Two-way anova (Tests of Between-Subjects Effects) ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95%

Source	Dependent variable	df	F	Sig.
Correlated model	จำนวนยอด	15	18.631	0.00
	ความยาวยอด	15	14.9917	0.00
	จำนวนใบแผ่กาง	15	8.687	0.00
สภาพอาหาร	จำนวนยอด	1	.152	0.70
	ความยาวยอด	1	150.795	0.00
	จำนวนใบแผ่กาง	1	21.272	0.00

ตารางที่ 3 (ต่อ)

สารควบคุมการเจริญเติบโต	จำนวนยอด	7	37.667	0.00
	ความยาวยอด	7	5.356	0.00
	จำนวนใบแผ่กาง	7	11.485	0.00
สภาพอาหาร *	จำนวนยอด	7	2.234	0.04
	ความยาวยอด	7	5.065	0.00
	จำนวนใบแผ่กาง	7	4.091	0.00



รูปที่ 1 การเกิดยอดจากชิ้นส่วนข้อของไผ่ปักกิ่งบนอาหารแข็ง และการชักนำให้เกิดยอดจากกลุ่มยอดบนอาหารแข็งและในอาหารเหลวสูตร MS ที่มีสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดต่างๆ หลังเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์; ชิ้นส่วนข้อที่เลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MS (A), MS + TDZ ความเข้มข้น 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร (B), และ MS + BA ความเข้มข้น 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร + TDZ ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (C); กลุ่มยอดที่เลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MS (D), MS + TDZ ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร (E), MS + BA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + Kn ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (F); กลุ่มยอดที่เลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS (G), MS + TDZ ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร (H), และ MS + BA ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + Kn ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (I)

อภิปรายผลการทดลอง

จากการศึกษาพบว่าในการชักนำให้เกิดยอดจากข้อของไผ่ปักกิ่งนั้น มีอาหารสูตรที่สามารถชักนำให้เกิดยอดได้ดี ได้แก่ อาหารสูตร MS ที่เติม TDZ ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร และอาหารสูตรที่เติม BA ความเข้มข้น 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ TDZ ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่สูตรอาหารที่เหมาะสมมากกว่า คือ อาหารแข็งสูตร MS ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และ TDZ ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากสามารถชักนำให้เกิดยอดจากส่วนข้อจำนวนมาก และยอดที่เกิดขึ้นมีความสูงหรือการเจริญเติบโตใกล้เคียงกัน ซึ่งหากยอดที่เกิดขึ้นมีความสูงแตกต่างกันมากๆ จะส่งผลต่อการชักนำให้เกิดยอดทวิคูณ และยอดจะหลุดได้ง่ายในระหว่างการย้ายอาหาร โดยจากสูตรอาหารเหมาะสมที่สุดสอดคล้องกับในรายงานวิจัย ซึ่งได้ทำการศึกษานไผ่ซาง (*D. strictus*) ที่พบว่าอาหารสูตร MS ที่ใช้ TDZ ความเข้มข้น 0.25 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดยอดและยอดมีความสูงที่ดี และสามารถเจริญได้ดียิ่งขึ้นเมื่อนำไปใช้ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเกิดยอด 80 เปอร์เซ็นต์ จำนวนยอด 6.12 ยอด และยอดมีความสูงเฉลี่ย 6.87 เซนติเมตร (Kapruwan et al., 2014) และจากงานวิจัยที่มีการศึกษาการควบคุมการเจริญเติบโตที่เหมาะสมกับการชักนำให้เกิดยอดเริ่มต้นในไผ่สกุลต่างๆ พบว่า ไผ่สกุล *Dendrocalamus* มักจะสามารถเกิดยอดได้ดีในอาหารสูตร MS ที่มีการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตร่วมกัน 2 ชนิดมากกว่าการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตเพียงชนิดเดียว เช่น การใช้ BAP (0.2–2.7 มิลลิกรัมต่อลิตร) ร่วมกับ Kinetin (0.1–0.65 มิลลิกรัมต่อลิตร) เป็นต้น (Jimenez and Guevara, 2007) จากผลการศึกษาครั้งนี้เมื่อใช้ BA ที่ระดับความเข้มข้นสูงขึ้น ยอดมีความสูงลดลง ทำให้ยอดที่ได้มีลักษณะอวบ และเตี้ย ไม่เหมาะที่จะใช้นำไปขยายในขั้นตอนต่อไป สอดคล้องกับรายงานวิจัย ซึ่งได้มีการศึกษาการชักนำให้เกิดยอดในไผ่ตง (*D. asper*) บนอาหารสูตร MS ร่วมกับ BA ที่ความเข้มข้นต่างๆ (0, 1, 2, 3, 5, 7 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร) พบว่าเมื่อความเข้มข้นของ BA เพิ่มขึ้น แม้จะสามารถชักนำให้เกิดยอดได้มากขึ้น แต่ความสูงของยอดกลับมีค่าลดลง (Shrotri et al., 2012)

การชักนำให้เกิดยอดเพิ่มขึ้นจากกลุ่มยอด มีรายงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษานไผ่จีน หรือไผ่มังกร (*D. sinicus*) พบว่า BA ช่วยส่งเสริมการชักนำให้เกิดยอดและการเกิดยอดจำนวนมาก แต่ไม่สามารถใช้ติดต่อกันเป็นเวลานานได้เนื่องจากจะส่งผลต่อลักษณะของยอด และยังพบว่า Kinetin เป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดยอดจำนวนมากได้ดี ช่วยในการยืดยาวของข้อและการเจริญของตา (Zailiu and Chaomao, 2006) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้พบว่า BA และ Kn สามารถทำให้เกิดยอดเพิ่มขึ้นได้ แต่ไม่สามารถชักนำให้เกิดยอดเพิ่มขึ้นได้สูงที่สุด โดยสูตรอาหารที่ดีที่สุดคือสูตรอาหาร MS ที่เติม TDZ ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสามารถชักนำให้เกิดยอดได้ดีที่สุดทั้งบนอาหารแข็ง ในและอาหารเหลว (11.80 ยอด และ 10.50 ยอด ตามลำดับ) โดยในอาหารเหลว ลักษณะภายนอกของยอด ความยาวยอดที่ได้จะมีลักษณะที่ดีกว่าในอาหารแข็ง และสามารถย้ายอาหารได้หลายครั้ง เช่นเดียวกับในงานวิจัยที่ได้ศึกษานไผ่ *Bambusa edulis* โดยทำการชักนำให้เกิดยอดทวิคูณ ในอาหารสูตร MS ร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโตไซโคไนนชนิดต่างๆ ได้แก่ TDZ, Kinetin, BPA, BA และ Zeatin เป็นเวลา 21 วันพบว่า อาหารที่เติม TDZ ความเข้มข้น 0.5 ไมโครโมลาร์ ชักนำให้เกิดยอดเพิ่มขึ้นสูงสุด คือ 4.19 ยอด (Lin et al., 2003) และในงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษานไผ่เหลือง (*B. vulgaris*) โดยเฉพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ร่วมกับ BA (2, 4, 6 มิลลิกรัมต่อลิตร) เปรียบเทียบกับ TDZ (0.05, 0.1, 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร) ที่ความเข้มข้นต่างๆ หลังจากเพาะเลี้ยงนาน 14 วัน พบว่า ในสูตรที่ใช้ TDZ ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถ

ชักนำให้เกิดยอดเพิ่มขึ้นได้ดีเช่นเดียวกับสูตรที่ใช้ BA ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร คือ 20.8 ยอด และ 26.0 ยอด ตามลำดับ โดยเมื่อความเข้มข้นของ TDZ เพิ่มขึ้นเป็น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ความสามารถในการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณจะลดลง ดังนั้นการใช้ TDZ เพื่อชักนำให้เกิดยอด จึงควรใช้ที่ระดับความเข้มข้นต่ำๆ หากใช้ที่ระดับสูงเกินไปจะทำให้ไปยับยั้งการเกิดยอด ทำให้เกิดยอดได้น้อยลง (Ramanayake et al., 2006)

จากการทดลองครั้งนี้ในการเกิดยอดทวีคูณ พบว่า อาหารสูตรอื่นๆ นอกเหนือจากที่เติม TDZ ให้ผลไม่แตกต่างกันมากนัก โดยสูตรที่มีการใช้ BA ในอาหารเหลวเมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้น จำนวนยอดเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ได้มีการศึกษากับไม้ *B. balcooa* โดยชักนำให้เกิดยอดเพิ่มขึ้นในอาหารเหลว ซึ่งเมื่อความเข้มข้นของ BA เพิ่มขึ้น จำนวนยอดเพิ่มขึ้นก็เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน โดยมีจำนวนยอดเพิ่มขึ้นมากที่สุดที่ความเข้มข้น BA 4 มิลลิกรัมต่อลิตร (11.2 ยอด) และสามารถชักนำให้เกิดยอดเพิ่มขึ้นได้ดีกว่าการใช้ Kn (Gantait et al., 2018) นอกจากนี้ จากการศึกษาครั้งนี้ยังพบว่าอาหารที่มีการใช้ BA ร่วมกับ Kn ที่ระดับความเข้มข้นของ BA สูงกว่า Kn สามารถชักนำให้เกิดยอดเพิ่มขึ้นได้ดีกว่าที่ระดับความเข้มข้น BA น้อยกว่า Kn เช่นเดียวกับงานวิจัยที่ได้ศึกษาการชักนำให้เกิดยอดเพิ่มขึ้นในไผ่บงดำ (*B. tulda*) และไผ่ *Melocanna baccifera* จากการเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวพบว่าสูตรอาหารที่ใช้ Kn ร่วมกับ BA ที่ระดับความเข้มข้นของ BA มากกว่า Kn จะสามารถชักนำให้เกิดยอดเพิ่มขึ้นได้ดีกว่า และดีกว่าในสูตรอาหารที่ใช้ Kn เพียงอย่างเดียว (Waikhom and Louis, 2014) จากการศึกษาครั้งนี้จะเห็นได้ว่า อาหารแข็งและอาหารเหลวสูตรที่ดีที่สุดให้จำนวนยอดทวีคูณได้ไม่แตกต่างกัน แต่ยอดที่เพาะเลี้ยงในอาหารเหลวมีลักษณะภายนอก สี และความยาวยอดที่ดีกว่าในอาหารแข็ง สอดคล้องกับรายงานวิจัยที่มีการศึกษาการชักนำให้เกิดยอดจากส่วนข้อของไผ่น้ำเต้า (*B. wamin*) ในอาหารแข็งและอาหารเหลว ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตและความเข้มข้นเดียวกัน หลังจากเพาะเลี้ยง 4 สัปดาห์ พบว่าขึ้นส่วนข้อที่เพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสามารถชักนำให้เกิดยอดได้มากกว่าในอาหารแข็งที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตเดียวกัน คือ 3.89 ยอด และ 2.71 ยอด ตามลำดับ เนื่องจากวันที่ใส่ในอาหารแข็งจะจับตัวกับน้ำและสารควบคุมการเจริญเติบโต ส่งผลทำให้ความสามารถในการดูดซึมอาหารของพืชลดลง นอกจากนั้นในอาหารแข็งเมื่อเวลาผ่านไปจะส่งผลให้พืชเกิดการสะสมสารฟีนอลิกที่บริเวณฐานของยอดหรือฐานของต้นพืช เพิ่มความเป็นพิษให้แก่พืช ทำให้พืชเจริญเติบโตได้ลดลงสามารถเกิดยอดได้ลดลง และมีลักษณะใบเหลืองและร่วงเร็วกว่าปกติ ซึ่งในอาหารเหลวมีการดูดซึมสารอาหาร และเกิดการสะสมสารฟีนอลิกน้อยกว่า ทำให้สามารถเจริญเติบโตและมีลักษณะของต้นที่ดีกว่า (Arshad et al., 2005)

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณของไผ่ปักกิ่งจากชิ้นส่วนข้อ โดยชักนำให้เกิดยอดจากชิ้นส่วนข้อบนอาหารแข็งสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ TDZ ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร จากนั้นนำกลุ่มยอดไปชักนำให้เกิดยอดเพิ่มขึ้นบนอาหารแข็งหรือในอาหารเหลวสูตร MS ที่ประกอบด้วย TDZ ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร จากข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้สามารถนำไปทดลองการออกรากเพื่อให้ได้ต้นที่สมบูรณ์เพื่อออกปลูกต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญด้านไฟ คุณประสาน สุขสุทธิ สำนักงานเกษตรจังหวัดสระแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดสระแก้ว ที่ปรึกษาและให้คำแนะนำเกี่ยวกับสายพันธุ์ไฟ การเพาะปลูกและการนำไปใช้ประโยชน์ และขอขอบคุณวิสาหกิจชุมชนนวัตกรรมไฟบ้านเกาะรัง อำเภอเขาฉกรรจ์ จังหวัดสระแก้วที่ให้การสนับสนุนไฟปักกิ่งที่ใช้ในการทดลอง

References

- Arshad, S. M., Kumar, A., & Bhatnagar, S. K. (2005). Micropropagation of *Bambusa wamin* through shoot proliferation of mature nodal explants. *Journal of Biological Research*, 3, 59-66.
- Bamboos of Thailand. (2017). Retrieved from <https://sites.google.com/site/bamboothailand/>
- Banerjee, M., Gantait, S., & Pramanik, B. R. (2011). A two step method for accelerated mass propagation of *Dendrocalamus asper* and their evaluation in field. *Physiol Mol Biol Plants*, 17(4), 387-393.
- Dongmanee, A. (2006). *kān khayāi phan phai rūāk (Thyrsostachys siamensis)* [Micropropagation of Pai Ruak (*Thyrsostachys siamensis*)]. Master of science. Department of biology, faculty of science, Silpakorn university.
- Gantait, S., Pramanik, B. R., & Banerjee, M. (2018). Optimization of planting materials for large scale plantation of *Bambusa balcooa* Roxb.: Influence of propagation methods. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 17, 79-87.
- Goyal, A. K., Pradhan, S., & Basistha, B. (2015). Micropropagation and assessment of genetic fidelity of *Dendrocalamus strictus* (Roxb.) nees using RAPD and ISSR markers. *Biotech*, 5(4), 473-482.
- Jimenez, V.M. and Guevara, E. (2007). Micropropagation of bamboo species through axillary shoot proliferation. In: Protocols for Micropropagation of Woody Trees and Fruits, S.M. Jain and H. Haggman [eds.]. *Springer, Berlin*, 465-467.
- Kapruwan, S., Bakshi, M., & Kaur, M. (2014). Rapid *in vitro* propagation of the solid bamboo, *Dendrocalamus strictus* nees, through axillary shoot proliferation. *Biotechnology International*, 7(3), 58-68.
- Laosakul, S. (2002). *phai sēthakit thī nāsonchāi nai prathēt Thai* [Priority species of economic bamboo in Thailand]. Royal Forest Department. Bangkok.
- Laosakul, S., & Samesanthad, N. (2018). *kān khayāi phan kān pluḥ læ kānchātkaṇ sūan phai sēthakit* [Breed planting and management of economic bamboo]. Royal Forest Department. Bangkok.
- Lin, C. C., Lin, C. S., & Chang, W. C. (2003). *In vitro* flowering of *Bambusa edulis* and subsequent plantlet survival. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 72(1), 71-78.
- Mishra, Y., Patel, P. K., Yadav, S., Shirin, F., & Ansari, S. A. (2008). A micropropagation system for cloning of *Bambusa tulda* Roxb. *Scientia Horticulturae*, 115, 315-318.

- Mueang Pan Agriculture office. (2010). *kañ khayāī phan phai doī kañ toñ king khanāng khōng ‘amphoē mūāng pān* [Bamboo propagation by branch layering of mueang pan district]
- Pandey, B. N., & Singh, N. B. (2012). Micropropagation of *Dendrocalamus strictus* nees from mature nodal explants. *Journal of Applied and Natural Science*, 4(1), 5-9.
- Phitaktansakul, P. (2014). *mai phai phuī sēthakit čāk pā thī samkhan khōng Khon Thai* [Economic bamboo plants from the forest that are important of Thai people]. Bangkok: Domybest.
- Phungchik, T. (2013). *phai phuī mahatsāchan čing rū* [Is Bamboo Amazing Plant]. *journal of science and technology*, 21(2), 179-185.
- Phungchik, T., & Promklai, P., & Jirakiattikul, Y. (2013). *kañ čharoēn tōēptō khōngphai bāng phan* [Study on Growth of Some Bamboo Varieties]. *journal of science and technology*, 21(6), 533-542.
- Ramanayake, S. M. S. D., Meemaduma, V. N., & Weerawardene, T. E. (2006). *In vitro* shoot proliferation and enhancement of rooting for the large-scale propagation of yellow bamboo (*Bambusa vulgaris* ‘Striata’). *Scientia Horticulturae* , 110, 109-113.
- Shroti, R. K., Upadhyay, R., Niratkar, C., & Singh, M. (2012). Micropropagation of *Dandrocalamus asper* through inter nodal segment. *Bulletin of Environment, Pharmacology & Life Sciences*, 1(3), 58-60.
- Thanuruk, S. (1996). *phai sēthakit* [Economic bamboo]. Department of Agricultural Extension (DOAE). Bangkok.
- Waikhom, S. D., & Louis, B. (2014). An effective protocol for micropropagation of edible bamboo species (*Bambusa tulda* and *Melocanna baccifera*) through nodal culture. *The Scientific World Journal*, 1-8.

- Youngphattana, P., & Thavorn, R. (2014). *phai kap withī chīwit Khon Thai : ‘ongkhwāmrūlæ rūpbæp kanchatkañ khōng thōngthin* [Bamboo and Livelihoods in Thailand: Local Knowledge and Management], Bangkok: Domybest.
- Zailiu, L., & Chaomao, H. (2006). Study on tissue culture of *Dendrocalamus sinicus*. *Scientia Silvae Sinicae*, 42(2), 43-49.