การขยายพันธุ์ไผ่ปักกิ่ง (*Dendrocalamus* sp.) โดยผ่านการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณ

โดย
นางสาวนันทิกา ดีล้อม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาชีววิทยา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2562

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การขยายพันธุ์ไผ่ปักกิ่ง (*Dendrocalamus* sp.) โดยผ่านการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณ

โดย
นางสาวนันทิกา ดีล้อม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาชีววิทยา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2562

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

MICROPROPAGATION OF PAI PAKKING (*DENDROCALAMUS* SP.) VIA MULTIPLE SHOOT INDUCTION

By

MISS Nantika DEELOM

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for Master of Science (BIOLOGY)
Department of BIOLOGY
Graduate School, Silpakorn University
Academic Year 2019

Copyright of Graduate School, Silpakorn University

หัวข้อ	การขยายพันธุ์ไผ่ปักกิ่ง (*Dendrocalamus* sp.) โดยผ่านการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณ
โดย	นันทิกา ดีล้อม
สาขาวิชา	ชีววิทยา แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. โชคพิศิษฐ์ เทพสิทธา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.จุไรรัตน์ นันทานิช)

พิจารณาเห็นชอบโดย

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศรัณยพร มากทรัพย์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร. โชคพิศิษฐ์ เทพสิทธา)

..... ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กรกช ชั้นจิรกุล)

..... ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กนกวรรณ เสรีภาพ)

59303202 : ชีววิทยา แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
คำสำคัญ : ไผ่, การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ, การชักนำให้เกิดยอดทวีคูณ, สารอินทรีย์

นางสาว นันทิกา ดีล้อม: การขยายพันธุ์ไผ่ปักกิ่ง (*Dendrocalamus* sp.) โดยผ่านการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : รองศาสตราจารย์ ดร. โชคพิศิษฐ์ เทพสิทธา

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสูตรอาหารที่เหมาะสมเพื่อขยายพันธุ์ไผ่ปักกิ่ง หรือไผ่จีน หรือไผ่เม่งซุ่น (*Dendrocalamus* sp.) โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อผ่านการเกิดยอดทวีคูณ โดยการนำส่วนข้อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์ บนอาหารแข็งสูตร Murashige and Skoog (MS) ดัดแปลงร่วมกับสารควบคุมการเติบโต 6-benzyladenine (BA) ความเข้มข้น 2.5, 5.0 และ 7.5 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือ thidiazuron (TDZ) ความเข้มข้น 0.3, 0.6 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เพียงชนิดเดียวหรือใช้ร่วมกัน (BA ความเข้มข้น 2.5 และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ TDZ ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร) พบว่า อาหารแข็งสูตร MS ดัดแปลงที่มี TDZ ความเข้มข้น 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร และสูตร MS ดัดแปลงที่มี BA ความเข้มข้น 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ TDZ ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดยอดเฉลี่ยได้สูงสุด 4.7 ยอด และ 4.9 ยอดต่อชิ้นส่วนข้อ ตามลำดับ มีความยาวยอด 4.0 และ 3.6 เซนติเมตร ตามลำดับ สำหรับการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณหรือยอดจำนวนมาก โดยนำกลุ่มยอดที่ได้จากข้อจำนวน 3 ยอดต่อกลุ่ม เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์ บนอาหารสูตร MS ดัดแปลงที่เติม TDZ (ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร) หรือ BA (ความเข้มข้น 2.0, 3.0, 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร) เพียงอย่างเดียว หรือ BA ความเข้มข้น 2.0, 3.0, 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ kinetin (Kn) ความเข้มข้น 3.0, 2.0, 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ พบว่าอาหารสูตร MS ดัดแปลงที่มี TDZ ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดยอดทวีคูณได้สูงสุด 11.8 ยอด และ 10.5 ยอดต่อกลุ่มยอด มีความยาวยอด 1.72 และ 2.56 เซนติเมตร บนอาหารแข็งและในอาหารเหลว ตามลำดับ โดยเกิดยอดจำนวนมากกว่าในสูตร MS ที่ปราศจากสารควบคุมการเติบโตกว่า 12 และ 21 เท่า ตามลำดับ นอกจากนี้อาหารแข็งสูตร MS ดัดแปลงที่มี TDZ ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้จำนวนยอดสูงสุด 4.6 ยอด ที่มีความยาวยอด 2.02 เซนติเมตร จากส่วนข้อของยอดที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อด้วย การเพิ่มประสิทธิภาพในการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณโดยการเพิ่มสารอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ คือ adenine sulphate (30 และ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร), malt extract (200 และ 400 มิลลิกรัมต่อลิตร), tryptone (200 และ 400 มิลลิกรัมต่อลิตร), biotin (0.05 และ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร) หรือ glutamic acid (0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร) ในอาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลงที่มี TDZ ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าอาหารที่เติม tryptone ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดยอดทวีคูณได้สูงสุดทั้งในสัปดาห์ที่ 2 และ สัปดาห์ที่ 4 คือให้จำนวนยอดเพิ่มขึ้น 9.4 และ 12.5 ยอดต่อกลุ่มยอด ตามลำดับ และมีความยาวยอดเฉลี่ย 3.64 และ 3.33

เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งได้จำนวนยอดมากกว่าในอาหารชุดควบคุมถึง 12 และ 16 เท่า ตามลำดับ สำหรับการชักนำให้เกิดรากโดยการเพาะเลี้ยงกลุ่มยอดจำนวน 3 ยอดต่อกลุ่มบนอาหารแข็งสูตร MS ดัดแปลงที่ประกอบด้วย coumarin ความเข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ $AgNO_3$ ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่เติม 3-indole butyric acid (IBA) ความเข้มข้น 3.0 หรือ 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 30 หรือ 60 กรัมต่อลิตร นอกจากนี้ยังใช้อาหารเหลวสูตร MS ที่ประกอบด้วย tryptone ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่เติม a-naphtaleneacetic acid (NAA) ความเข้มข้น 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เพียงอย่างเดียว หรือร่วมกับ BA ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือ อาหารที่เติม IBA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ NAA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ปราศจาก BA หรือมี BA ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร และอาหารเหลวสูตร ½MS ดัดแปลงที่เติม NAA หรือ IBA ความเข้มข้น 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เพียงอย่างเดียว หรือ ใช้ NAA ความเข้มข้น 3.0 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IBA ความเข้มข้น 2.0 และ 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เพื่อชักนำให้เกิดราก พบว่าอาหารทุกสูตรไม่มีรากเกิดขึ้น มีเพียงสูตรอาหารบางสูตรที่ชักนำให้เกิดยอดเพิ่มขึ้น 0.2-0.6 ยอด

มหาวิทยาลัยศิลปากร

59303202 : Major (BIOLOGY)
Keyword : bamboo, in vitro culture, multiple shoot induction, organic additives

MISS NANTIKA DEELOM : MICROPROPAGATION OF PAI PAKKING (*DENDROCALAMUS* SP.) VIA MULTIPLE SHOOT INDUCTION THESIS ADVISOR : ASSOCIATE PROFESSOR CHOCKPISIT THEPSITHAR, Ph.D.

This research aimed to investigate appropriate culture media for micropropagation of Beijing bamboo or Chinese bamboo or Meng Son bamboo (*Dendrocalamus* sp.) via shoot multiplication. Nodal segments were cultured for 2 weeks on modified solid Murashige and Skoog (MS) medium supplemented with 6-benzyladenine (BA) at the concentrations of 2.5, 5.0 and 7.5 mg/l or thidiazuron (TDZ) at 0.3, 0.6 and 1.0 mg/l alone or in combinations (2.5 and 5.0 mg/l BA in combinations with 0.5 mg/l TDZ) . It was found that modified MS medium containing 0.6 mg/l TDZ and modified MS medium containing 2.5 mg/l BA in combination with 0.5 mg/l TDZ provided the highest number of shoots at 4.7 and 4.9 shoots per nodal segment, respectively, with shoot length at 4.0 and 3.6 cm., respectively. For shoot multiplication, a 3-shoot clump derived from a nodal segment was cultured for 2 weeks on modified MS medium supplemented with TDZ (0.3 mg/l) or BA (2.0, 3.0, 4.0 mg/l) or BA at the concentrations of 2.0, 3.0 and 4.0 mg/l in combination with kinetin (Kn) at the concentrations of 3.0, 2.0 and 1.0 mg/l, respectively. The results showed that modified MS medium containing 0.3 mg/l gave the highest number of multiple shoots at 11.8 or 10.5 shoot per clump with shoot length at 1.72 or 2.56 cm on solidified or liquid medium, respectively. The obtained shoots were 12 and 21 times more than shoots from MS medium without growth regulator. Moreover, modified solid MS medium containing 0.3 mg/l TDZ also gave the highest shoots at 4.6 shoots per node with shoot length at 2.02 cm. from nodal segments of cultured shoots. For increasing efficiency of multiple shoot induction, organic substances, adenine sulphate (30 and 50 mg/l), malt extract (200 and 400 mg/l), tryptone (200 and 400 mg/l), biotin (0.05 and 0.1 mg/l) or glutamic acid (0.5 and 1.0 mg/l) were added in modified liquid MS medium supplemented with 0.3 mg/l TDZ. The highest number of multiple shoots were obtained from medium added with 400 mg/l tryptone in the second week and the fourth week of culturing, providing 9.4 and 12.5 increasing

shoots per clump, respectively, with shoot length at 3.64 and 3.33 cm, respectively. The obtained shoots were 12 and 16 times more than shoots from MS medium without growth regulator. For rooting, a 3-shoot clump was cultured on modified solid MS medium containing 10 mg/l coumarin and 2.0 mg/l $AgNO_3$ and added with 3-indole butyric acid (IBA) at the concentration of 3.0 or 6.0 mg/l in combination with sucrose at the concentration of 30 or 60 g/ l. Furthermore, liquid MS medium containing 400 mg/l tryptone and added with 5.0 mg/l a-naphtaleneacetic acid (NAA) alone or in combination with 0.3 mg/l BA or medium added with 3.0 mg/l IBA and 2.0 mg/l NAA with or without 0.3 mg/l BA as well as modified solid ½MS medium added with NAA or IBA at the concentration 5.0 mg/l alone or NAA concentration 3.0 and 2.0 mg/l in combination with IBA at the concentration of 2.0 and 3.0 mg/l were used for rooting. No root was found in all rooting media, but 0.2-0.6 increasing shoots were observed in some rooting media.

มหาวิทยาลัยศิลปากร

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณา และความช่วยเหลือจาก รองศาสตราจารย์ ดร.โชคพิศิษฐ์ เทพสิทธา ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำ ตลอดจนกำลังใจที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้วิจัย รวมทั้ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรัณยพร มากทรัพย์, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรกช ชั้นจิรกุล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนกวรรณ เสรีภาพ ที่ได้สละเวลาเป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ ใช้คำปรึกษาและคำแนะนำต่างๆ แก่ผู้วิจัย เพื่อให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ คุณประสาน สุขสุทธิ์ สำนักงานเกษตรจังหวัดสระแก้ว และวิสาหกิจชุมชนนวัตกรรมไผ่ บ้านเกาะรัง อำเภอเขาฉกรรจ์ จังหวัดสระแก้ว ที่ได้ให้คำปรึกษา ความช่วยเหลือ และได้อนุเคราะห์ตัวอย่างพืช เพื่อนำมาใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณอาจารย์ทุกๆ ท่าน บิดา มารดา บุคลากรในห้องปฏิบัติการ ตลอดจนเพื่อนๆ ทุกคน ที่คอยให้คำแนะนำ ให้กำลังใจ และคอยรับฟังเสมอมา จนทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้

นันทิกา ดีล้อม

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ
กิตติกรรมประกาศ ..... ซ
สารบัญ ..... ฌ
สารบัญตาราง ..... ฎ
สารบัญภาพ ..... ฐ
บทที่ 1 1
บทนำ 1
ความเป็นมาของปัญหา 1
ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา 3
สมมติฐานของการศึกษา 3
ขอบเขตการศึกษา 3
บทที่ 2 4
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 4
1. ไผ่ปักกิ่ง 4
2. ชิ้นส่วนของไผ่ที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ 4
2.1 การใช้เอ็มบริโอและเมล็ดเป็นชิ้นส่วนเริ่มต้น 4
2.2 การใช้ส่วนยอด และส่วนข้อเป็นชิ้นส่วนเริ่มต้น 6
2.3 การใช้ส่วนช่อดอกเป็นชิ้นส่วนเริ่มต้น 8
3. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไผ่ในสกุล *Dendrocalamus* โดยการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณ 8
3.1 ไผ่ซางนวล (*D. membranaceus*) 9

3.2 ไผ่ซาง (*D. strictus* Nees)..... 9

3.3 ไผ่หก (D. hamiltonii)..... 9

บทที่ 3 11

วิธีดำเนินการวิจัย 11

การทดลองที่ 1 การศึกษาสารควบคุมการเติบโต BA และ TDZ ที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดยอดจากข้อของไผ่ปักกิ่ง 11

การทดลองที่ 2 การศึกษาสารควบคุมการเติบโตที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณจากกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่ง..... 12

การทดลองที่ 3 การศึกษาสารควบคุมการเติบโตที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณจากส่วนข้อของยอดที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไผ่ปักกิ่ง..... 13

การทดลองที่ 4 การศึกษาผลของสารอินทรีย์ในการเพิ่มประสิทธิภาพการเกิดยอดทวีคูณของไผ่ปักกิ่ง..... 14

การทดลองที่ 5 การศึกษาสารควบคุมการเติบโต IBA ร่วมกับน้ำตาลซูโครสความเข้มข้นต่างๆ ต่อการชักนำให้เกิดรากจากกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่ง..... 15

การทดลองที่ 6 การศึกษาสารควบคุมการเติบโตออกซินชนิดต่างๆ ต่อการชักนำให้เกิดรากจากกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่ง 15

การทดลองที่ 7 การศึกษาสารควบคุมการเติบโตชนิดต่างๆ ร่วมกับสารอินทรีย์ต่อการชักนำให้เกิดรากจากกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่ง..... 16

อุปกรณ์ที่ใช้ในการค้นคว้า..... 18

1 พืชทดลอง..... 18

2 สารเคมีที่ใช้เตรียมอาหาร..... 18

3 เครื่องมือ..... 19

ค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการวิจัย..... 19

บทที่ 4 20

ผลการทดลอง 20

การทดลองที่ 1 การศึกษาสารควบคุมการเติบโต BA และ TDZ ที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดยอดจากข้อของไผ่ปักกิ่ง 20

การทดลองที่ 2 การศึกษาสารควบคุมการเติบโตที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณจากกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่ง 24

การทดลองที่ 3 การศึกษาสารควบคุมการเติบโตที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณจากส่วนข้อของยอดที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไผ่ปักกิ่ง 32

การทดลองที่ 4 การศึกษาผลของสารอินทรีย์ในการเพิ่มประสิทธิภาพการเกิดยอดทวีคูณของไผ่ปักกิ่ง 36

การทดลองที่ 5 การศึกษาสารควบคุมการเติบโต IBA ร่วมกับน้ำตาลซูโครสความเข้มข้นต่างๆ ต่อการชักนำให้เกิดรากจากกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่ง 40

การทดลองที่ 6 การศึกษาสารควบคุมการเติบโตออกซินชนิดต่างๆ ต่อการชักนำให้เกิดรากจากกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่ง 44

การทดลองที่ 7 การศึกษาสารควบคุมการเติบโตชนิดต่างๆ ร่วมกับสารอินทรีย์ต่อการชักนำให้เกิดรากจากกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่ง 47

บทที่ 5 49

สรุป และอภิปรายผล 49

การศึกษาสารควบคุมการเติบโตที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดยอดจากข้อของไผ่ปักกิ่ง 49

การศึกษาสารควบคุมการเติบโตที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณของไผ่ปักกิ่ง 50

การศึกษาสารอินทรีย์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเกิดยอดทวีคูณของไผ่ปักกิ่ง 52

การศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดรากของไผ่ปักกิ่ง 53

รายการอ้างอิง 57

ประวัติผู้เขียน 63

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ผลของสารควบคุมการเติบโต BA และ TDZ ในอาหารแข็งสูตร MS ต่อการชักนำให้เกิดยอดจากข้อของไผ่ปักกิ่ง เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์ 21

ตารางที่ 2 ผลของสารควบคุมการเติบโต TDZ, BA และ Kn บนอาหารแข็งและในอาหารเหลวสูตร MS ต่อการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณจากกลุ่มยอด 3 ยอดต่อกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่ง เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์ 26

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Two-way anova (Tests of Between-Subjects Effects) ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95% ในการเปรียบเทียบสภาพอาหาร สารควบคุมการเติบโต และสภาพอาหารร่วมกับสารควบคุมการเติบโต ต่อการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณของไผ่ปักกิ่ง 27

ตารางที่ 4 ผลของสารควบคุมการเติบโต TDZ, BA และ Kn บนอาหารแข็งสูตร MS ต่อการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณจากกลุ่มยอด จากชิ้นส่วนบริเวณข้อของไผ่ปักกิ่ง ที่เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์ 33

ตารางที่ 5 ผลของสารอินทรีย์ต่อการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณ จากกลุ่มยอด 3 ยอดต่อกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่ง เพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ที่ประกอบด้วยสารควบคุมการเติบโต TDZ ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์ 37

ตารางที่ 6 ผลของสารควบคุมการเติบโต IBA ร่วมกับน้ำตาลซูโครสความเข้มข้นต่างๆ ต่อการชักนำให้เกิดรากจากกลุ่มยอด 3 ยอดต่อกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่ง ในอาหารเหลวสูตร MS ที่ประกอบด้วย coumarin ความเข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ $AgNO_3$ ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 12 สัปดาห์ 41

ตารางที่ 7 ผลของสารควบคุมการเติบโตออกซิน IBA และ NAA ต่อการชักนำให้เกิดราก จากกลุ่มยอด 3 ยอดต่อกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่ง เพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร ½MS เป็นเวลา 12 สัปดาห์ 44

ตารางที่ 8 ผลของสารควบคุมการเติบโต IBA, NAA และ BA ต่อการชักนำให้เกิดรากจากกลุ่มยอด 3 ยอดต่อกลุ่มของไผ่ปักกิ่ง เพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ที่ประกอบด้วย tryptone ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 12 สัปดาห์ 47

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 แสดงลักษณะของไผ่ปักกิ่ง (*Dendrocalamus* sp.) 5

ภาพที่ 2 ผลของสารควบคุมการเติบโตชนิดต่างๆ ในอาหารสูตร MS ต่อการชักนำให้เกิดยอดจากข้อของไผ่ปักกิ่ง ที่เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์ (สเกล = 1 เซนติเมตร) 22

ภาพที่ 3 ผลของสารควบคุมการเติบโตชนิดต่างๆ บนอาหารแข็งสูตร MS ต่อการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณจากกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่ง ที่เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์ (สเกล = 1 เซนติเมตร) 28

ภาพที่ 4 ผลของสารควบคุมการเติบโตชนิดต่างๆ ในอาหารเหลวสูตร MS ต่อการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณจากกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่ง ที่เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์ (สเกล = 1 เซนติเมตร) 30

ภาพที่ 5 ผลของสารควบคุมการเติบโตชนิดต่างๆ ในอาหารเหลวสูตร MS ต่อการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณจากส่วนข้อของยอดไผ่ปักกิ่งเพาะเลี้ยง เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์ (สเกล = 1 เซนติเมตร) 34

ภาพที่ 6 ผลของสารควบคุมการเติบโต TDZ ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับสารอินทรีย์ชนิดต่างๆ ในอาหารเหลวสูตร MS ต่อการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณจากกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่ง ที่เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์ (สเกล = 1 เซนติเมตร) 38

ภาพที่ 7 ผลของสารควบคุมการเติบโตชนิดต่างๆ ในอาหารเหลวสูตร MS ที่มี coumarin ความเข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ $AgNO_3$ ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ต่อการชักนำให้เกิดรากจากกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่ง (สเกล = 1 เซนติเมตร) 42

ภาพที่ 8 ผลของสารควบคุมการเติบโตออกซิน IBA และ NAA ต่อการชักนำให้เกิดราก จากกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่ง ในอาหารเหลวสูตร ½MS (สเกล = 1 เซนติเมตร) 45

ภาพที่ 9 ผลของสารควบคุมการเติบโตชนิดต่างๆ ในอาหารเหลวสูตร MS ต่อการชักนำให้เกิดรากจากกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่ง ที่เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์ (สเกล = 1 เซนติเมตร) 48

ภาพที่ 10 แสดงการสังเคราะห์เอทิลีนและอิทธิพลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาต่างๆ 54

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

ไผ่เป็นพืชที่สามารถพบได้ทั่วไป มีถิ่นกำเนิดและการกระจายพันธุ์อย่างกว้างขวาง ทั้งในเขตอบอุ่น กึ่งร้อนและร้อน โดยมีการกระกระจายพันธุ์มากที่สุดในเขตร้อนของเอเชีย ไผ่เป็นพืชที่มีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ค่อนข้างสูง ทั่วโลกมีไผ่ประมาณ 80-90 สกุล ประมาณ 1,500 ชนิด ในประเทศไทยปัจจุบันมีประมาณ 17 สกุล 72 ชนิด โดยเป็นไผ่ท้องถิ่นของไทย 12 สกุล 45 ชนิด (ปรัชญา ยังพัฒนา and ระวี ถาวร, 2557) เนื่องจากไผ่เป็นพืชที่เจริญเติบโตเร็ว อายุประมาณ 3 ปี จึงสามารถนำไม้มาใช้ประโยชน์ได้ และใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากลาย ทำให้มีการกระจายพันธุ์มาก ในประเทศไทยไผ่มีการกระจายพันธุ์อยู่ทั่วทุกภาค มีพื้นที่ป่าไผ่รวมประมาณ 2,850,000 ไร่ (ธัญพิสิษฐ์ พวงจิก, 2556) ส่วนใหญ่ขึ้นเป็นไม้ชั้นล่างในป่าชนิดต่างๆ โดยพบมากในป่าเบญจพรรณ ป่าดิบแล้ง และป่าเต็งรัง (สำนักฟื้นฟูและพัฒนาพื้นที่อนุรักษ์, 2552)

ประเทศไทยมีการนำไผ่มาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง เช่น นำหน่อมาประกอบอาหาร ใช้ลำต้นทำวัสดุก่อสร้าง ใช้ทำเครื่องดนตรี เครื่องจักสาน เครื่องใช้ในครัวเรือน เฟอร์นิเจอร์ ยารักษาโรค และใช้งานทางด้านการเกษตร เช่น ใช้เป็นไม้ค้ำยัน ปลูกเป็นแนวกันลมหรือปลูกเป็นแนวริมน้ำเพื่อป้องกันการพังทลายของดิน ตลอดจนใช้เป็นวัตถุดิบป้อนโรงงานอุตสาหกรรมกระดาษ เป็นต้น (รุ่งนภา พัฒนาวิบูลย์ et al., 2544; วุฒิ วุฒิธรรมเวช, 2540) นอกจากนั้นไม้ไผ่ยังมีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจ มีมูลค่าส่งออกถึง 60 ล้านบาท และมูลค่าของหน่อไม้แปรรูปภายในประเทศประมาณ 1,400 ล้านบาท ส่งออกไม่ต่ำกว่า 1,000 ล้านบาท มีการซื้อขายประมาณ 480,000–600,000 ตันต่อปี เมื่อมีการนำไผ่มาใช้ประโยชน์มากมายดังกล่าวทำให้พื้นที่ป่าไผ่ถูกทำลายและลดปริมาณลง จึงต้องมีการนำเข้าไม้ไผ่จากต่างประเทศถึงปีละ 40 ล้านบาท (ปิยะพร พิทักษ์ตันสกุล, 2557) ด้วยเหตุนี้ความจำเป็นที่ต้องปลูกไผ่เพื่อใช้ประโยชน์จึงทวีความสำคัญมากขึ้น เพื่อให้มีปริมาณมากพอต่อความต้องการ การสำรวจในอดีตพบว่ามีไผ่ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศอยู่มากมายหลายชนิด เช่น ไผ่ตง (*Dendrocalamus asper*) ไผ่รวก (*Thysostachys siamensis*) ไผ่สีสุก (*Bambusa blumeana*) ไผ่ข้าวหลาม (*Cephalostachyum pergracile*) และไผ่เลี้ยง (*Bambusa*

glaucescens) (สุทัศน์ เล้าสกุล, 2545; สุพล ธนูรักษ์, 2539) โดยไผ่ในสกุล *Dendrocalamus* ชนิดหนึ่งคือ ไผ่ปักกิ่ง *Dendrocalamus sinicus* เป็นไผ่ที่มีคุณสมบัติดี สามารถใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย จึงเป็นที่นิยม แต่ในปัจจุบันยังมีปริมาณน้อย

ไผ่ปักกิ่ง หรือไผ่จีน หรือไผ่เม่งซุ่น (*Dendrocalamus* sp.) เป็นไผ่ที่นำเข้ามาจากประเทศจีน ลำต้นสีเหลืองอมเขียว กาบหุ้มลำต้นถี่และหลุดง่าย ส่วนโคนจะมีรากเล็กๆ ออกมาเป็นระเบียบสวยงาม ไม่ค่อยแตกกิ่ง ไม่มีหนาม ลำตรงสวยงาม ลำสูงประมาณ 6-10 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3-4 นิ้ว ปล้องห่างประมาณ 8-12 นิ้ว ภายในมีรูเล็กกลวงตลอดทั้งลำ ลักษณะใบใหญ่แต่สั้น ใบมีขน โคนใบกว้างประมาณ 1.5-2 นิ้ว เหมาะสำหรับใช้ในการห่อขนมได้ การใช้ประโยชน์ ลำไผ่ใช้กับงานเฟอร์นิเจอร์ได้สวยงามมากเพราะลำไผ่ตรงและสีสวย ใช้ในการก่อสร้าง ใบใช้ห่อขนม เช่น บ๊ะจ่าง ขนมตาล เป็นต้น หน่อไม้ใช้บริโภค ทำหน่อไม้แห้งเพราะมีคุณสมบัติอ่อนนิ่ม และมีรสชาติดี (Clayton et al., 2006; Dieter, 2017; ธัญพิสิษฐ์ พวงจิก et al., 2556)

การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติมีข้อจำกัดเนื่องมาจากสภาพแวดล้อม มนุษย์หรือไฟป่า แมลงและสัตว์กัดกินเมล็ดพันธุ์และสรีรวิทยาการออกดอกของไผ่ที่ต้องใช้ระยะเวลานานมากกว่า 1 ปี เมื่อออกดอกจนครบทุกลำไผ่แล้วตายทั้งกอ (อนันต์ อนันตโชติ, 2534) ทำให้ขาดแคลนต้นพันธุ์เพื่อขยาย ส่วนการขยายพันธุ์โดยใช้กิ่งแขนง เหง้า และปล้อง ไม่สามารถทำได้อย่างรวดเร็วอีกทั้งยังสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการขนย้ายและแรงงานอีกด้วย แม้ว่าการขยายพันธุ์ด้วยวิธีข้างต้นจะได้ปริมาณพอสมควร แต่ต้องใช้เวลา พื้นที่ และการดูแลเอาใจใส่อย่างมากจึงจะมีปริมาณสูงพอใช้ปลูกขยายต่อไปได้ ดังนั้นการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชจึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ถูกนำมาใช้สำหรับการขยายพันธุ์ไผ่

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เป็นการขยายพันธุ์พืชวิธีหนึ่งที่ประสบความสำเร็จในพืชหลายชนิด สามารถผลิตต้นพันธุ์พืชปริมาณมากในระยะเวลาอันรวดเร็ว มีขนาดสม่ำเสมอและปลอดโรค การขยายพันธุ์ไผ่ชนิดต่างๆ ด้วยวิธีการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณ มีการใช้ชิ้นส่วนเริ่มต้นในการเพาะเลี้ยงที่หลากหลาย แตกต่างกันออกไป (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2559)

ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อหาอาหารสังเคราะห์ที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดยอดจากส่วนข้อ
2. เพื่อหาอาหารสังเคราะห์ที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณจากกลุ่มยอด
3. เพื่อหาอาหารสังเคราะห์ที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณจากข้อของยอดที่ได้ จากกเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
4. เพื่อศึกษาสารอินทรีย์ที่เพิ่มประสิทธิภาพในการเกิดยอดทวีคูณจากกลุ่มยอด
5. เพื่อหาอาหารสังเคราะห์ที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดรากจากกลุ่มยอด

สมมติฐานของการศึกษา

การขยายพันธุ์ไผ่ปักกิ่งโดยใช้ข้อจากกิ่งแขนงของลำต้น โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อผ่านกระบวนการเกิดยอดทวีคูณ สามารถเจริญเติบโตเป็นต้นที่สมบูรณ์ได้

ขอบเขตการศึกษา

1. ศึกษาอาหารสังเคราะห์ที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดยอดจากตาข้างที่ส่วนข้อ บนอาหารแข็งสูตร MS ดัดแปลง 9 สูตร
2. ศึกษาอาหารสังเคราะห์ที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณ (multiple shoots) จากยอดบนอาหารแข็งและในอาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลง 8 สูตร
3. ศึกษาสารควบคุมการเติบโตที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณจากส่วนข้อของยอดที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไผ่ปักกิ่ง ในอาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลง 8 สูตร
4. ศึกษาสารเพิ่มประสิทธิภาพในการเกิดยอดทวีคูณ โดยใช้สารอินทรีย์ 5 ชนิด ร่วมกับสารควบคุมการเติบโตที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณจากกลุ่มยอด ในอาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลง 11 สูตร
5. ศึกษาสารควบคุมการเติบโต IBA ร่วมกับน้ำตาลซูโครสความเข้มข้นต่างๆ ต่อการชักนำให้เกิดรากจากกลุ่มยอด ในอาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลงที่ประกอบด้วย coumarin ความเข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ $AgNO_3$ ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร รวมทั้งสิ้น 5 สูตร
6. ศึกษาสารควบคุมการเติบโตออกซินชนิดต่างๆ ต่อการชักนำให้เกิดรากจากกลุ่มยอด ในอาหารเหลวสูตร ½MS ดัดแปลง 5 สูตร
7. ศึกษาสารควบคุมการเติบโตชนิดต่างๆ ร่วมกับสารอินทรีย์ tryptone ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร ต่อการชักนำให้เกิดรากจากกลุ่มยอด ในอาหารเหลว 4 สูตร

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

1. ไผ่ปักกิ่ง

ไผ่ปักกิ่ง หรือไผ่จีน (*Dendrocalamus* sp.) เป็นไผ่ที่นำเข้ามาจากประเทศจีน ถูกนำมาปลูกครั้งแรกที่จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งเป็นไผ่หายาก ในปัจจุบันมีการปลูกน้อย กิ่งพันธุ์มีราคาสูง โดยลำต้นมีลักษณะสีเขียวเข้ม เนื้อหนา ตั้งตรง ไม่มีหนาม มีการแตกกิ่ง และมีขนเล็กน้อย กาบหุ้มลำต้นถี่และหลุดง่าย ลำต้นสูงประมาณ 15-20 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 3-6 นิ้ว ลำข้อยาว 20-30 เซนติเมตร ใบมีขนาดใหญ่ โคนใบกว้างประมาณ 1.5-2 นิ้ว และมีขน ไผ่ปักกิ่งเป็นไผ่ที่ให้หน่อดก และมีระยะเวลาการให้หน่อเกือบตลอดทั้งปี โดยให้หน่อตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤศจิกายน หน่อมีสีน้ำตาลอมม่วง รสชาติดี ไม่ฝาด และอ่อนนิ่ม นิยมนำไปประกอบอาหาร และทำหน่อไม้แห้ง ลำใช้ทำเส้นใย วัสดุก่อสร้าง งานเฟอร์นิเจอร์ หรือนำไปผลิตเป็นตะเกียบ และไม้จิ้มฟัน ใบใช้ในการห่อขนม เช่น บะจ่างและขนมตาล เป็นต้น (ธัญพิสิษฐ์ พวงจิก et al., 2556; พรรณี ปานขลิบ, 2555)

2. ชิ้นส่วนของไผ่ที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

2.1 การใช้เอ็มบริโอและเมล็ดเป็นชิ้นส่วนเริ่มต้น

มีรายงานแรกในการใช้เอ็มบริโอจากเมล็ดของไผ่ซาง (*D. strictus*) เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร White (White, 1963) และ สูตรของ Nitsch (Nitsch, 1969) โดยให้แสง 12-16 ชั่วโมงต่อวัน เอ็มบริโอใช้เวลาในการงอกภายใน 3-5 วัน และงอกได้ดีบนสูตรอาหารที่มีระดับความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส 2 เปอร์เซ็นต์ (Alexander and Rao, 1968) และต่อมามีการใช้อาหารสูตร White ในการเพาะเลี้ยงเอ็มบริโอของไผ่ป่า (*B. arundinaceae*) และไผ่ซาง (*D. strictus*) (Ravikumar et al., 1998) หลังจากนั้นมีการใช้สูตรอาหาร Murashige and Skoog (MS) (Murashige and Skoog, 1962) ในการเพาะเลี้ยงไผ่ป่า (*B. arundinacea*) (Joshi and Nadgauda, 1997) และไผ่บงดำ (*B. tulda*) (Saxena, 1990) นอกจากนี้ได้มีการนำสูตรอาหาร MS ที่มีความเข้มข้นครึ่งสูตร (½ MS) ในการเพาะเลี้ยงไผ่ป่าอีกด้วย (Joshi and Nadgauda, 1997)

ภาพที่ 1 แสดงลักษณะของไผ่ปักกิ่ง (*Dendrocalamus* sp.)

A ลักษณะต้น

B ลักษณะข้อ และกาบ

C ลักษณะใบ

D ลักษณะหน่อ

สำหรับการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณ ในช่วงแรกของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไผ่นิยมใช้เมล็ดเพาะเลี้ยงให้เกิดต้น แล้วจึงนำยอดหรือข้อที่ได้ไปชักนำให้เกิดยอดทวีคูณ และราก (Ahirwar and Bagchi, 2014; Ansari et al., 1996; Rout and Das, 1994; Saxena, 1990)

สารควบคุมการเติบโตในกลุ่มไซโทไคนิน โดยเฉพาะ 6-Benzyladenine (BA) มีผลต่อการชักนำให้เกิดยอดในการเพาะเลี้ยงเอ็มบริโอจากเมล็ด การเพาะเลี้ยงเมล็ดไผ่ Maxican weeping (*Otatea acuminate* aztecorum) ในที่มืดบนอาหารสูตร MS ที่ประกอบด้วย 2,4-dichlorophenoxy acetic acid (2,4-D) ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร, BA ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำตาลซูโครส 2 เปอร์เซ็นต์ พบว่าไซโกตสามารถเจริญเป็นเอ็มบริโอและพัฒนาไปเป็นยอดและรากได้มากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อย้ายปลูกลงแปลงมีชีวิตรอด 85 เปอร์เซ็นต์ (Woods et al., 1992) ส่วนการเพาะเลี้ยงเมล็ดของไผ่ซาง (*D. strictus*) บนอาหารสูตรของ White (1963) ให้ได้ต้น แล้วชักนำให้เกิดยอดทวีคูณจากยอดและตาข้าง บนอาหารสูตร MS ที่ประกอบด้วย BA ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Kinetin (Kn) ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เกิดยอด 34-35 ยอด ภายใน 20-25 วัน และชักนำให้เกิดรากบนอาหารสูตร MS ที่เติม Indole-3-butyric acid (IBA) ที่ความเข้มข้น 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร (Ravikumar et al., 1998) สำหรับไผ่ตงเขียว (*D. asper* Backer) ทำการเพาะเมล็ดบนอาหารสูตร Murashige และ Skoog (MS) ที่เติม BA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร นำต้นที่ได้มาเพิ่มปริมาณยอดในอาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ได้ยอดจำนวนมาก แล้วแบ่งกลุ่มของยอดเป็น 3 ยอดต่อกลุ่ม เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่มี BA ความเข้มข้น 4 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าให้ปริมาณยอดมากที่สุด คือ 9.1 ยอดต่อกลุ่มยอด ในเวลา 15 วัน การชักนำให้เกิดรากโดยการเพาะเลี้ยงกลุ่มยอด (3 ยอดต่อกลุ่ม) บนอาหารสูตร MS ที่เติม α-naphtaleneacetic acid (NAA) ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตรเพียงอย่างเดียว พบการเกิดราก 90 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นทำการปรับสภาพต้นไผ่ในขวดเพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน แล้วย้ายออกปลูกและคลุมด้วยถุงพลาสติกเป็นเวลา 30 วัน ต้นมีการรอดชีวิตเฉลี่ย 99.3 เปอร์เซ็นต์ (ยุพิน เคนตรี et al., 2542)

2.2 การใช้ส่วนยอด และส่วนข้อเป็นชิ้นส่วนเริ่มต้น

การขยายพันธุ์ไผ่บงดำ (*B. tuda* Roxb.) โดยใช้ส่วนยอดของต้นที่มีอายุ 3 ปี เพาะเลี้ยงบนอาหารเหลวสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 8 ไมโครโมลาร์ (1.8 มิลลิกรัมต่อลิตร) และ Kn ความเข้มข้น 4 ไมโครโมลาร์ (0.9 มิลลิกรัมต่อลิตร) ชักนำให้เกิดยอด 4-5 เท่า ทุก 3 สัปดาห์ และชักนำให้เกิดรากได้ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ บนอาหารสูตร MS ดัดแปลง ที่เติม Indole-3-acetic acid (IAA) ความเข้มข้น 10 ไมโครโมลาร์ (1.9 มิลลิกรัมต่อลิตร) และ Coumarin ความเข้มข้น 68 ไมโครโมลาร์ (4.5

มิลลิกรัมต่อลิตร) และทำการย้ายปลูกลงแปลงปลูกมีชีวิตรอดกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ (Saxena, 1990) และมีการขยายพันธุ์ไผ่ 54 ชนิด จาก 15 สกุล โดยใช้ตาข้างเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 22 ไมโครโมลาร์ (5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร) เกิดยอด 43 ยอดภายในระยะเวลา 30 วัน และเกิดรากในอาหารสูตร MS ที่เติม NAA ความเข้มข้น 2.7-5.4 ไมโครโมลาร์ (0.5-1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร) (Prutpongse and Gavinlertvatana, 1992) ส่วนการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนข้อของไผ่ *B. vulgaris*, *D. giganteus* และ *D. strictus* บนอาหารสูตร MS ที่ประกอบด้วย Kn ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร 2, 4-D ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร adenine sulphate ความเข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำตาลซูโครส 3 เปอร์เซ็นต์ เกิดโซมาติกเอ็มบริโอ 95-98 เปอร์เซ็นต์ และสามารถเจริญเป็นต้นที่สมบูรณ์ ย้ายออกปลูกมีการรอดชีวิต 95 เปอร์เซ็นต์ (Rout and Das, 1994) และมีการใช้ส่วนข้อจากต้นที่เกิดจากเมล็ดของไผ่ซาง (*D. strictus*) และไผ่รวก (*T. siamensis*) เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่ประกอบด้วย BA และ NAA พบว่าเกิดยอดทวีคูณได้ดีที่สุด บนอาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ที่ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เกิดยอด 88.9 เปอร์เซ็นต์ ในไผ่ซาง และ 77.8 เปอร์เซ็นต์ ในไผ่รวก (สุธิดา ฉันทานุรักษ์, 2534)

สำหรับการขยายพันธุ์ไผ่ *B. edulis* โดยใช้ส่วนข้อจากต้นอายุ 10 ปี เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่มี Thidiazuron (TDZ) ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดยอดได้ และชักนำให้เกิดรากบนอาหารสูตร MS ที่ประกอบด้วย TDZ ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ 2,4-D ที่ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (C. S. Lin and Chang, 1998) สำหรับการขยายพันธุ์ไผ่ Himalayan weeping (*Drepanostachyum falcatum*) โดยการนำตาข้างจากข้อเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่ประกอบด้วย BA ความเข้มข้น 4.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีการตอบสนองในการเกิดยอด 90 เปอร์เซ็นต์ ได้ยอด 11.08 ยอด นำยอดมาชักนำให้เกิดยอดทวีคูณบนอาหารสูตร MS ที่ประกอบด้วย BA ความเข้มข้น 3.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ในเวลา 4 สัปดาห์ ได้ 41.49 ยอดต่อข้อ อัตราการขยาย 9.87 เท่า จากนั้นชักนำให้เกิดรากบนอาหารสูตร MS ที่ IBA ความเข้มข้น 6.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (Saini et al., 2016) สำหรับไผ่บงดำ (*B. tulda*) และ *Melocanna baccifera* การขยายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพโดยเพาะเลี้ยงส่วนข้อบนอาหารสูตร MS ที่ประกอบด้วย BA ที่ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เพื่อให้ได้ยอด แล้วยอดนำไปชักนำให้เกิดยอดทวีคูณบนอาหารสูตร MS ที่ประกอบด้วย BA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ Kn ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และชักนำให้เกิดรากบนอาหารสูตร ½MS ที่มี IBA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ coumarin ความเข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (Waikhom and Louis, 2014)

2.3 การใช้ส่วนช่อดอกเป็นชิ้นส่วนเริ่มต้น

การนำส่วนช่อดอกของไผ่ *B. edulis* เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม TDZ ความเข้มข้น 0.5 ไมโคร โมลาร์ (0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร) และน้ำตาลซูโครส 3 เปอร์เซ็นต์ สามารถชักนำให้เกิดยอดและต้นได้ และมีการพัฒนาจนเกิดดอก เมื่อออกดอกแล้วต้นสามารถมีชีวิตรอดและเจริญได้เป็นปกติ (C. C. Lin et al., 2003)

3. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไผ่ในสกุล *Dendrocalamus* โดยการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณ

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไผ่ในสกุล *Dendrocalamus* มีการศึกษาทดลองกันในไผ่หลายชนิด ที่มีการศึกษามากคือ ไผ่ตง (*D. asper*) โดยการใช้ส่วนข้อเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่ประกอบด้วยสารควบคุมการเติบโต (BA) เพื่อชักนำให้เกิดยอดจากตาข้าง แล้วนำยอดที่ได้ไปชักนำให้เกิดยอดทวีคูณโดยใช้ BA และออกรากได้เป็นผลสำเร็จ (I. D. Arya et al., 2001) สำหรับการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณอาจใช้ BA เพียงอย่างเดียว หรือร่วมกับ adenine sulphate หรือ myo-inositol เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการเกิดยอดทวีคูณ นอกจากนั้นยังมีการนำส่วนข้อมาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่ประกอบด้วย BA ความเข้มข้น 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เกิดยอด 95.7 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลา 20 วัน ได้จำนวนยอด 7.3 ยอดที่มีความยาว 5.67 เซนติเมตร จากนั้นนำยอดเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ที่ประกอบด้วย BA ความเข้มข้น 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ adenine sulphate ความเข้มข้น 40 มิลลิกรัมต่อลิตร ภายในเวลา 60 วัน มีการเกิดยอด 98 เปอร์เซ็นต์ ได้จำนวนยอด 14.0 ยอดที่มีความยาม 6.77 เซนติเมตร นำกลุ่มยอด 4-5 ยอดต่อกลุ่ม ไปชักนำให้เกิดรากบนอาหารเหลวสูตร MS ที่ประกอบด้วย IBA ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ภายใน 20 วัน มีการเกิดราก 93.33 เปอร์เซ็นต์ ได้ 7.33 ราก ที่มีความยาว 6.43 เซนติเมตร (Banerjee et al., 2011) และได้มีการนำตาจากข้อเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่ประกอบด้วย myo-inositol ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร และ BA ความเข้มข้น 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ชักนำให้เกิดยอดในเวลา 3-4 สัปดาห์ แล้วนำกลุ่มยอดที่ประกอบด้วย 3 ยอด เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่ประกอบด้วย BA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้ยอดทวีคูณ 46.5 ยอด ในเวลา 4 สัปดาห์ มีอัตราการขยาย 17.2 เท่า (Shroti et al., 2012) อย่างไรก็ตามได้มีการนำส่วนข้อมาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่ประกอบด้วย BA ความเข้มข้น 8.86 ไมโครโมลาร์ (2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร) น้ำตาล ซูโครส 2 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อปริมาตร) เมื่อเกิดยอดแล้ว นำกลุ่มยอดที่มี 6 ยอดต่อกลุ่มไปเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่ประกอบด้วย BA ความเข้มข้น 8.86 ไมโครโมลาร์ (2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร) และ adenine sulphate ความเข้มข้น 13.5 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ได้ 48.2 ยอด ที่มีความยาวยอด 3.22 เซนติเมตร ในเวลา 6 สัปดาห์ จากนั้นนำกลุ่มยอด 3-4 ยอดชักนำให้เกิดรากบนอาหารสูตร MS ที่ประกอบด้วย IBA ความเข้มข้น 14.76 ไมโครโมลาร์ (5.0 มิลลิกรัม

ต่อลิตร) และ NAA ความเข้มข้น 3.67 ไมโครโมลาร์ (0.7 มิลลิกรัมต่อลิตร) ได้ 5.6 ราก ที่มีความยาว 3.06 เซนติเมตร ในเวลา 45 วัน (Nadha et al., 2013) สำหรับการชักนำให้เกิดยอดจากตาที่ส่วนข้อโดยการเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ที่ประกอบด้วย BA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ adenine sulphate ความเข้มข้น 50.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ 12.8 ยอด มีความยาว 5.29 เซนติเมตร ในเวลา 30 วัน จากนั้นชักนำให้เกิดรากในอาหารเหลวสูตร MS ที่ประกอบด้วย IBA ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ในเวลา 28 วัน ได้ 13.9 ราก (Kumar and Banerjee, 2014)

3.1 ไผ่ซางนวล (*D. membranaceus*)

นำส่วนข้อเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เพื่อชักนำให้เกิดยอด และนำกลุ่มยอดที่ประกอบด้วย 3 ยอด เพาะเลี้ยงทั้งบนอาหารแข็งและในอาหารเหลวสูตร MS ที่ประกอบด้วย BA ความเข้มข้น 4.4 ไมโครโมลาร์ (1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร) และ Kn ความเข้มข้น 1.16 ไมโครโมลาร์ (0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร) ชักนำให้เกิดยอด 13.4 ยอดต่อกลุ่มยอด ทำการเปลี่ยนอาหารทุก 20 วัน จากนั้นนำกลุ่มยอดมาชักนำให้เกิดรากบนอาหารสูตร ½ MS ที่ประกอบด้วย NAA ความเข้มข้น 5.4 ไมโครโมลาร์ (1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร) และ BA ความเข้มข้น 4.4 ไมโครโมลาร์ (1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร) เกิดราก 65 เปอร์เซ็นต์ มี 6.0 ราก และยาว.68 เซนติเมตร (Brar et al., 2012)

3.2 ไผ่ซาง (*D. strictus* Nees)

นำส่วนข้อเพาะเลี้ยงบนอาหาร MS ที่ประกอบด้วย BA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร แล้วย้ายกลุ่มยอดที่เกิดขึ้นที่มี 3 ยอดต่อกลุ่ม เพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MS ที่ประกอบด้วย BA ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ adenine sulphate ความเข้มข้น15.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้อัตราการขยาย 3 เท่า การชักนำให้เกิดรากบนอาหารสูตร MS ที่ประกอบด้วย IBA ความเข้มข้น 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีการเกิดรากเพียง 20 เปอร์เซ็นต์ (Pandey and Singh, 2012) ต่อมาพบว่าอาหารสูตร MS ที่ประกอบด้วย BA ความเข้มข้น 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ชักนำให้เกิดยอดทวีคูณ 5.12 ยอด ที่มีความยาว 5.87 เซนติเมตร หรืออาหารสูตร MS ที่ประกอบด้วย BA ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร TDZ ความเข้มข้น 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ชักนำให้เกิดยอดทวีคูณ 6.12 ยอด ที่มีความยาว 6.87 เซนติเมตร (Kapruwan et al., 2014)

3.3 ไผ่หก (D. hamiltonii)

การนำเมล็ดมาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่ประกอบด้วย BA ความเข้มข้น 35 ไมโครโมลาร์ (8.0 มิลลิกรัมต่อลิตร) ภายใน 3-5 สัปดาห์ ได้ 7-8 ยอด ชักนำกลุ่มยอด 3-5 ยอดต่อกลุ่มให้เกิดยอดทวีคุณบนอาหารสูตร MS ที่ประกอบด้วย BA ความเข้มข้น 10 ไมโครโมลาร์ (2.1 มิลลิกรัมต่อลิตร) ได้อัตราการขยาย 8-9 เท่า ทุก 3 สัปดาห์ จากนั้นนำกลุ่มยอด 3-4 ยอดต่อกลุ่ม ชักนำให้เกิด

รากในอาหารสูตร MS ที่ประกอบด้วย IBA ความเข้มข้น 100 ไมโครโมลาร์ (20.0 มิลลิกรัมต่อลิตร) มีการเกิดยอด 93.93 เปอร์เซ็นต์ ได้ 9.7 ราก ที่มีความยาว 7.5 เซนติเมตร (T. D. Arya et al., 2012) และการใช้ส่วนข้อเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่ประกอบด้วย TDZ ความเข้มข้น 3.0 ไมโครโมลาร์ (0.66 มิลลิกรัมต่อลิตร) และ ascorbic acid 56.0 ไมโครโมลาร์ เพื่อชักนำให้เกิดยอดจากตาที่ข้อ และชักนำยอดให้เกิดยอดทวีคูณบนอาหารสูตร MS ที่ประกอบด้วย TDZ ความเข้มข้น 1.5 ไมโครโมลาร์ (0.33 มิลลิกรัมต่อลิตร) และ ascorbic acid ความเข้มข้น 56.0 ไมโครโมลาร์ ได้ 44.90 ยอด มีอัตราการขยาย 5.61 เท่า และชักนำให้เกิดรากบนอาหารสูตร MS ที่มี IBA ความเข้มข้น 250 ไมโครโมลาร์ (0.66 มิลลิกรัมต่อลิตร) และ choline chloride ความเข้มข้น 36 ไมโครโมลาร์ มีการออกราก 89 เปอร์เซ็นต์ (S. R. Singh et al., 2012)

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การทดลองที่ 1 การศึกษาสารควบคุมการเติบโต BA และ TDZ ที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดยอดจากข้อของไผ่ปักกิ่ง

นำส่วนข้อจากกิ่งแขนง ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4-0.8 เซนติเมตร ยาว 4 เซนติเมตร ล้างด้วยน้ำสบู่ หรือ น้ำยาล้างจาน 10 เปอร์เซ็นต์ และน้ำเปล่าให้สะอาด จุ่มข้อในแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 5 นาที โดยเขย่าเบาๆจากนั้นฟอกฆ่าเชื้อด้วย 10 เปอร์เซ็นต์ไฮเตอร์ (6% Sodium hypochlorite) เขย่าเป็นเวลา 10 นาที ฟอกฆ่าเชื้อต่อด้วย mercuric chloride 0.1 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 15 นาที เขย่าเบาๆ ทุก 1 นาที ล้างด้วยน้ำที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว 3 ครั้งๆ ละ 5 นาที จากนั้นนำข้อที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อมาตัดแล้วเลี้ยงบนอาหารสูตรของ Murashige and Skoog (1962) ร่วมกับสารควบคุมการเติบโตที่ความเข้มข้นต่างๆ 9 สูตร ดังนี้

สูตรที่ 1 MS (ชุดควบคุม)
สูตรที่ 2 MS + BA 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร
สูตรที่ 3 MS + BA 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
สูตรที่ 4 MS + BA 7.5 มิลลิกรัมต่อลิตร
สูตรที่ 5 MS + TDZ 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร
สูตรที่ 6 MS + TDZ 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร
สูตรที่ 7 MS + TDZ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
สูตรที่ 8 MS + BA 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร + TDZ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร
สูตรที่ 9 MS + BA 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + TDZ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

การทดลองนี้ประกอบด้วยอาหาร 9 สูตร ซึ่งเติมน้ำตาลซูโครส 30 กรัมต่อลิตร และผงวุ้น (Gelrite) 2.2 กรัมต่อลิตร ปรับความเป็นกรด-เบส เท่ากับ 5.6 ด้วย สารละลาย 0.1 นอร์มอล potassium hydroxide หรือ hydrochloric acid นำไปเลี้ยงในสภาพที่มีความเข้มแสงประมาณ 35-40 $\mu mol.m^{-2}.s^{-1}$ อุณหภูมิ 25 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส ทำการทดลองสูตรอาหารละ 15 ซ้ำ เก็บผลการทดลองเป็นเวลา 2 สัปดาห์

การบันทึกผลการทดลอง

1. จำนวนยอดที่เกิดต่อตาข้าง
2. ความสูงของยอด
3. วิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติโดย Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การทดลองที่ 2 การศึกษาสารควบคุมการเติบโตที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณจากกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่ง

นำยอดจากส่วนข้อ ที่มีความสูงประมาณ 2.5 เซนติเมตร ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS จากการทดลองที่ 1 มาตัดแยกเป็นกลุ่มละ 3 ยอด เพาะเลี้ยงบนสูตรอาหาร MS ดัดแปลง 8 สูตร ดังนี้

สูตรที่ 1 MS (ชุดควบคุม)
สูตรที่ 2 MS + TDZ 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร
สูตรที่ 3 MS + BA 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
สูตรที่ 4 MS + BA 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
สูตรที่ 5 MS + BA 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
สูตรที่ 6 MS + BA 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + Kn 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
สูตรที่ 7 MS + BA 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + Kn 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
สูตรที่ 8 MS + BA 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + Kn 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

การทดลองนี้ประกอบด้วยอาหาร 8 สูตร ซึ่งเติมน้ำตาลซูโครส 30 กรัมต่อลิตร ทำการทดลองสูตรอาหารละ 10 ซ้ำ นำไปเลี้ยงในสภาพที่มีความเข้มแสงประมาณ 35-40 μmol m^{-2} s^{-1} อุณหภูมิ 25 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส เก็บผลที่ 2 สัปดาห์

ทำการเลี้ยงในสภาพของอาหารที่แตกต่างกัน 2 ประเภท คือ

2.1 อาหารแข็ง โดยเติมผงวุ้น (Gelrite) 2.2 กรัมต่อลิตร

2.2 อาหารเหลวสภาพนิ่ง

การบันทึกผลการทดลอง

1. จำนวนยอดทวีคูณที่ระยะเวลา 2 สัปดาห์
2. ความยาวของยอด
3. จำนวนยอดที่มีใบแผ่กาง

4. วิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติโดย Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
5. ทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Two-way anova (Tests of Between-Subjects Effects) ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95%

การทดลองที่ 3 การศึกษาสารควบคุมการเติบโตที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณจากส่วนข้อของยอดที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไผ่ปักกิ่ง

นำส่วนข้อของยอดไผ่ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาชักนำให้เกิดยอดทวีคูณ โดยเริ่มต้นนำส่วนข้อจากแปลงปลูกมาเพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MS ในการทดลองที่ 1 เพื่อให้เกิดยอด แล้วจึงตัดนำส่วนข้อจากยอดที่ได้ มาเพาะเลี้ยงในอาหารแข็งสูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเติบโต BA 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ TDZ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ได้เป็นกลุ่มยอด จากนั้นย้ายกลุ่มยอดลงเพาะเลี้ยงในอาหารสูตรเดิมอีกเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ได้กลุ่มยอดที่มีลำต้นยืดยาวขึ้นเห็นข้อปล้องชัดเจน แล้วจึงนำส่วนข้อจากต้นไผ่เพาะเลี้ยงนี้ไปเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ร่วมกับสารควบคุมการเติบโตชนิดต่างๆ ทั้งหมด 8 สูตร

สูตรที่ 1 MS (ชุดควบคุม)
สูตรที่ 2 MS + TDZ 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร
สูตรที่ 3 MS + BA 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
สูตรที่ 4 MS + BA 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
สูตรที่ 5 MS + BA 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
สูตรที่ 6 MS + BA 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + Kn 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
สูตรที่ 7 MS + BA 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + Kn 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
สูตรที่ 8 MS + BA 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + Kn 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

การทดลองนี้ประกอบด้วยอาหาร 8 สูตร ซึ่งเติมน้ำตาลซูโครส 30 กรัมต่อลิตร และผงวุ้น (Gelrite) 2 กรัมต่อลิตร ทำการทดลองสูตรอาหารละ 10 ซ้ำ นำไปเลี้ยงในสภาพที่มีความเข้มแสงประมาณ 35-40 μmol m^{-2} s^{-1} อุณหภูมิ 25 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส เก็บผลที่ 2 สัปดาห์

การบันทึกผลการทดลอง

1. จำนวนยอดทวีคูณที่ระยะเวลา 2 สัปดาห์
2. ความยาวของยอด
3. จำนวนยอดที่มีใบแผ่กาง

4. วิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติโดย Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การทดลองที่ 4 การศึกษาผลของสารอินทรีย์ในการเพิ่มประสิทธิภาพการเกิดยอดทวีคูณของไผ่ปักกิ่ง

นำกลุ่มยอดที่ได้จากการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณ 3 ยอดต่อกลุ่ม มาเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS จากการทดลองที่ 2 โดยเลือกสูตรอาหารที่ชักนำให้เกิดยอดทวีคูณมากที่สุด และเติมสารอินทรีย์ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเกิดยอดทวีคูณ 11 สูตร ดังนี้

สูตรที่ 1 MS (ชุดควบคุม)
สูตรที่ 2 MS + (จากการทดลองที่ 2) + adenine sulphate 30 มิลลิกรัมต่อลิตร
สูตรที่ 3 MS + (จากการทดลองที่ 2) + adenine sulphate 50 มิลลิกรัมต่อลิตร
สูตรที่ 4 MS + (จากการทดลองที่ 2) + malt extract 200 มิลลิกรัมต่อลิตร
สูตรที่ 5 MS + (จากการทดลองที่ 2) + malt extract 400 มิลลิกรัมต่อลิตร
สูตรที่ 6 MS + (จากการทดลองที่ 2) + tryptone 200 มิลลิกรัมต่อลิตร
สูตรที่ 7 MS + (จากการทดลองที่ 2) + tryptone 400 มิลลิกรัมต่อลิตร
สูตรที่ 8 MS + (จากการทดลองที่ 2) + biotin 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร
สูตรที่ 9 MS + (จากการทดลองที่ 2) + biotin 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร
สูตรที่ 10 MS + (จากการทดลองที่ 2) + glutamic acid 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร
สูตรที่ 11 MS + (จากการทดลองที่ 2) + glutamic acid 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

การทดลองนี้ประกอบด้วยอาหาร 11 สูตร ซึ่งเติมน้ำตาลซูโครส 30 กรัมต่อลิตร ทำการทดลองสูตรอาหารละ 10 ซ้ำ นำไปเลี้ยงในสภาพที่มีความเข้มแสงประมาณ 35-40 μmol m^{-2} s^{-1} อุณหภูมิ 25 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 สัปดาห์ เปลี่ยนอาหารใหม่ทุก 2 สัปดาห์ หรืออาจมีการเปลี่ยนแปลงสารและ/หรือความเข้มข้นตามความเหมาะสม

การบันทึกผลการทดลอง

1. จำนวนยอดทวีคูณที่ระยะเวลา 2, และ 4 สัปดาห์
2. ความยาวของยอด
3. จำนวนยอดที่มีใบแผ่กาง
4. วิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติโดย Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การทดลองที่ 5 การศึกษาสารควบคุมการเติบโต IBA ร่วมกับน้ำตาลซูโครสความเข้มข้นต่างๆ ต่อการชักนำให้เกิดรากจากกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่ง

นำกลุ่มยอดที่ได้จากการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณ 3 ยอดต่อกลุ่ม จากการทดลองที่ 4 มาเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MS ที่ประกอบด้วย coumarin ความเข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ $AgNO_3$ ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับสารควบคุมการเติบโต เพาะเลี้ยงบนสูตรอาหาร MS ดัดแปลง 5 สูตร ดังนี้

สูตรที่ 1 MS + น้ำตาลซูโครส 30 มิลลิกรัมต่อลิตร (ชุดควบคุม)
สูตรที่ 2 MS + IBA 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + น้ำตาลซูโครส 30 มิลลิกรัมต่อลิตร
สูตรที่ 3 MS + IBA 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + น้ำตาลซูโครส 60 มิลลิกรัมต่อลิตร
สูตรที่ 4 MS + IBA 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + น้ำตาลซูโครส 30 มิลลิกรัมต่อลิตร
สูตรที่ 5 MS + IBA 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + น้ำตาลซูโครส 60 มิลลิกรัมต่อลิตร

การทดลองนี้ประกอบด้วยสูตรอาหาร 5 สูตร และทำการทดลองสูตรอาหารละ 10 ซ้ำ นำไปเลี้ยงในสภาพที่มีความเข้มแสงประมาณ 35-40 μmol m^{-2} s^{-1} อุณหภูมิ 25 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ หรืออาจมีการเปลี่ยนแปลงสารควบคุมการเติบโตและ/หรือความเข้มข้นตามความเหมาะสม

การบันทึกผลการทดลอง

1. จำนวนราก ที่ 2, 4, 8 และ 12 สัปดาห์
2. จำนวนยอดที่เพิ่มขึ้น ที่ 2, 4, 8 และ 12 สัปดาห์
3. นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติโดย Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การทดลองที่ 6 การศึกษาสารควบคุมการเติบโตออกซินชนิดต่างๆ ต่อการชักนำให้เกิดรากจากกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่ง

นำกลุ่มยอด 3 ยอดต่อกลุ่มยอด ที่เพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ธรรมดาปราศจากสารควบคุมการเติบโต เป็นเวลา 2 สัปดาห์ มาเพาะเลี้ยงอาหารเหลวสูตร ½MS ร่วมกับสารควบคุมการเติบโต 2 ชนิด คือ IBA และ NAA ที่ความเข้มข้นต่างๆ รวมทั้งสิ้น 5 สูตร

สูตรที่ 1 ½MS (ชุดควบคุม)

สูตรที่ 2 ½MS + NAA 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

สูตรที่ 3 ½MS + IBA 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

สูตรที่ 4 ½MS + IBA 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + NAA 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

สูตรที่ 5 ½MS + IBA 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + NAA 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

การทดลองนี้ประกอบด้วยสูตรอาหาร 5 สูตร ซึ่งเติมน้ำตาลซูโครส 30 กรัมต่อลิตร และทำการทดลองสูตรอาหารละ 10 ซ้ำ นำไปเลี้ยงในสภาพที่มีความเข้มแสงประมาณ 35-40 μmol m^{-2} s^{-1} อุณหภูมิ 25 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ หรืออาจมีการเปลี่ยนแปลงสารควบคุมการเติบโตและ/หรือความเข้มข้นตามความเหมาะสม

การบันทึกผลการทดลอง

1. จำนวนราก ที่ 2, 4, 8 และ 12 สัปดาห์
2. นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติโดย Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การทดลองที่ 7 การศึกษาสารควบคุมการเติบโตชนิดต่างๆ ร่วมกับสารอินทรีย์ต่อการชักนำให้เกิดรากจากกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่ง

นำกลุ่มยอด 3 ยอดต่อกลุ่มที่เพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ที่ปราศจากสารควบคุมการเติบโต เป็นเวลา 2 สัปดาห์ มาเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ที่ประกอบด้วย tryptone ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัม และเติมสารควบคุมการเติบโตชนิดต่างๆ รวมทั้งสิ้น 4 สูตร

สูตรที่ 1 MS + NAA 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

สูตรที่ 2 MS + NAA 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + BA 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร

สูตรที่ 3 MS + IBA 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + NAA 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

สูตรที่ 4 MS + IBA 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + NAA 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร+ BA 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร

การทดลองนี้ประกอบด้วยสูตรอาหาร 4 สูตร เติมน้ำตาลซูโครส 30 กรัมต่อลิตร และทำการทดลองสูตรอาหารละ 10 ซ้ำ นำไปเลี้ยงในสภาพที่มีความเข้มแสงประมาณ 35-40 μmol m^{-2} s^{-1} อุณหภูมิ 25 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ หรืออาจมีการเปลี่ยนแปลงสารควบคุมการเติบโตและ/หรือความเข้มข้นตามความเหมาะสม

การบันทึกผลการทดลอง

1. จำนวนราก ที่ 2, 4, 8 และ 12 สัปดาห์
2. นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติโดย Duncan’s new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

มหาวิทยาลัยศิลปากร

อุปกรณ์ที่ใช้ในการค้นคว้า

1 พืชทดลอง

1.1 ต้นไผ่ปักกิ่ง (*Dendrocalamus* sp.) โดยเก็บตัวอย่างจากจังหวัดสระแก้ว

2 สารเคมีที่ใช้เตรียมอาหาร

2.1 สารเคมีที่เป็นองค์ประกอบของอาหารสังเคราะห์สูตร

2.1.1 MS (Murashige and Skoog, 1962)

2.1.2 Gelrite (Sigma Aldrich, USA)

2.2 สารเคมีควบคุมการเจริญเติบโต

2.2.1 Benzyladenine (BA หรือ $C_{12}H_{11}N_5$) (Sigma Aldrich, Hungary)

2.2.2 Kinetin (Kn หรือ $C_{10}H_9N_5O$) (Caisson labs, USA)

2.2.3 3-Indolebutylric acid (IBA หรือ $C_{12}H_{13}NO_2$) (Sigma Aldrich, China)

2.2.4 α-naphthaleneacetic acid (NAA หรือ $C_{12}H_{10}O_2$) (Ajax Finechem, Australia)

2.2.5 Thidiazuron (TDZ หรือ $C_9H_8N_4OS$) (Sigma Aldrich, Switzerland)

2.3 สารอินทรีย์

2.3.1 Adenine sulphate ($C_{10}H_{10}N_{10} \bullet H_2SO_4$) (Alfa Aesar, China)

2.3.2 Malt extract (Hi media, India)

2.3.3 Tryptone (TM media, India)

2.3.4 Biotin ($C_{10}H_{16}O_3N_2S$) (Sigma Aldrich, Germany)

2.3.5 Glutamic acid ($C_5H_8NNaO_4$) (Sigma Aldrich, France)

2.4 สารเคมีที่ใช้ฆ่าเชื้อ

2.4.1 Ethylalcohol 95% (L Pure, Thailand)

2.4.2 Mercuric chloride ($HgCl_2$) (Daejung, Korea)

2.4.3 Tween 20 (Scharlau, Spain)

2.4.4 ไฮเตอร์ (6% Sodium hypochlorite) (บริษัท คาโอ อินดัสเตรียล, ประเทศไทย)

3 เครื่องมือ

3.1 อุปกรณ์และวัสดุสำหรับใช้เตรียมอาหาร

3.1.1 เครื่องชั่งแบบละเอียดและแบบหยาบ

3.1.2 เครื่องวัดความเป็นกรด-เบส

3.1.3 หม้อนึ่งความดันไอ

3.1.4 hot air ovens

3.1.5 กระบอกตวง

3.1.6 ปิเปต

3.1.7 ช้อนตักสารเคมี

3.1.8 บีกเกอร์ขนาดต่างๆ

3.1.9 ภาชนะบรรจุอาหารพร้อมฝาปิด

3.1.10 แท่งแก้ว

3.2 อุปกรณ์และวัสดุสำหรับตัดและถ่ายเนื้อเยื่อ

3.2.1 ตู้ปลอดเชื้อ

3.2.2 ตะเกียงแอลกอฮอล์

3.2.3 จานแก้ว

3.2.4 ด้ามมีดเบอร์ 4 และ7 พร้อมใบมีดเบอร์ 11 และ 24

3.2.5 ปากคีบ

3.2.6 ขวดแช่เครื่องมือ

ค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการวิจัย

- 150,000 บาท

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 4

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 การศึกษาสารควบคุมการเติบโต BA และ TDZ ที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดยอดจากข้อของไผ่ปักกิ่ง

จากการศึกษาผลของสารควบคุมการเติบโตต่อการชักนำให้เกิดยอดจากชิ้นส่วนข้อของไผ่ปักกิ่ง โดยทำการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนข้อในอาหารแข็งสูตร MS ที่มีสารควบคุมการเติบโต BA หรือ TDZ เพียงชนิดเดียว หรือใช้ร่วมกันที่ความเข้มข้นต่างๆ รวม 9 สูตร พบว่า หลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์ อาหารแข็งสูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเติบโต TDZ ความเข้มข้น 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร และ สูตรที่เติมสารควบคุมการเติบโต BA ความเข้มข้น 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ TDZ ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดยอดได้จำนวนสูงสุด (4.7 ยอด และ 4.9 ยอด ตามลำดับ) (ตารางที่ 1, รูปที่ 2F และ 2H) และมีความยาวยอดมากที่สุด (4.0 เซนติเมตร และ 3.6 เซนติเมตร ตามลำดับ) นอกจากนั้นในอาหารแข็งสูตร MS ที่เติม TDZ ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มีความยาวยอดสูงสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญเช่นเดียวกัน ($p \leq 0.05$) คือ 3.2 เซนติเมตร (ตารางที่ 1, รูปที่ 2)

ในสูตรอาหารอื่น พบว่า ในสูตรที่ใช้ BA เมื่อความเข้มข้นของ BA เพิ่มขึ้น (BA 2.5, 5.0 และ 7.5 มิลลิกรัมต่อลิตร) สามารถชักนำให้เกิดยอดได้จำนวนมากขึ้น แต่มีความยาวยอดลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยจำนวนยอดอยู่ในช่วง 1.7-3.6 ยอด และความสูงของยอดอยู่ในช่วง 1.1-2.0 เซนติเมตร ตามลำดับ ในสูตรอาหารที่ใช้ TDZ ที่ความเข้มข้นต่างๆ (0.3, 0.6 และ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร) พบว่าเมื่อความเข้มข้นสูงขึ้นจะชักนำให้เกิดยอดและยอดมีความสูงเพิ่มขึ้น และความเข้มข้นของสารควบคุมการเติบโต TDZ ที่ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้จำนวนยอดและความสูงของยอดลงลด แต่ความสูงของยอดยังคงมากกว่าในสูตรอาหารที่ใช้ BA โดยมีความสูงของยอดอยู่ในช่วง 2.5-4.0 เซนติเมตร (ตารางที่ 1) เมื่อนำ BA และ TDZ มาใช้ร่วมกันทำให้เกิดยอดได้ดี โดยยอดที่เกิดจากข้อเดียวกันมีความสูงใกล้เคียงกัน ซึ่งต่างจากการใช้สารควบคุมการเติบโตเพียงชนิดเดียว ซึ่งยอดแต่ละยอดจะมีความสูงที่ค่อนข้างแตกต่างกัน (รูปที่ 2)

ตารางที่ 1 ผลของสารควบคุมการเติบโต BA และ TDZ ในอาหารแข็งสูตร MS ต่อการชักนำให้เกิดยอดจากข้อของไผ่ปักกิ่ง เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์

สารควบคุมการเติบโต (มิลลิกรัม/ลิตร)		การเติบโตของตาที่ข้อ*	
BA	TDZ	จำนวนยอดเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น	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	0.5	2.8 ± 0.2^{c}	1.3 ± 0.1^{cd}

*ทำการทดลอง 15 ซ้ำ; อักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$ ด้วยการวิเคราะห์แบบ Duncan's Multiple Range Tests (DMRT)

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ภาพที่ 2 ผลของสารควบคุมการเติบโตชนิดต่างๆ ในอาหารสูตร MS ต่อการชักนำให้เกิดยอดจากข้อของไผ่ปักกิ่ง ที่เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์ (สเกล = 1 เซนติเมตร)

A อาหารสูตร MS (ชุดควบคุม)

B อาหารสูตร MS + BA 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

C อาหารสูตร MS + BA 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

D อาหารสูตร MS + BA 7.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

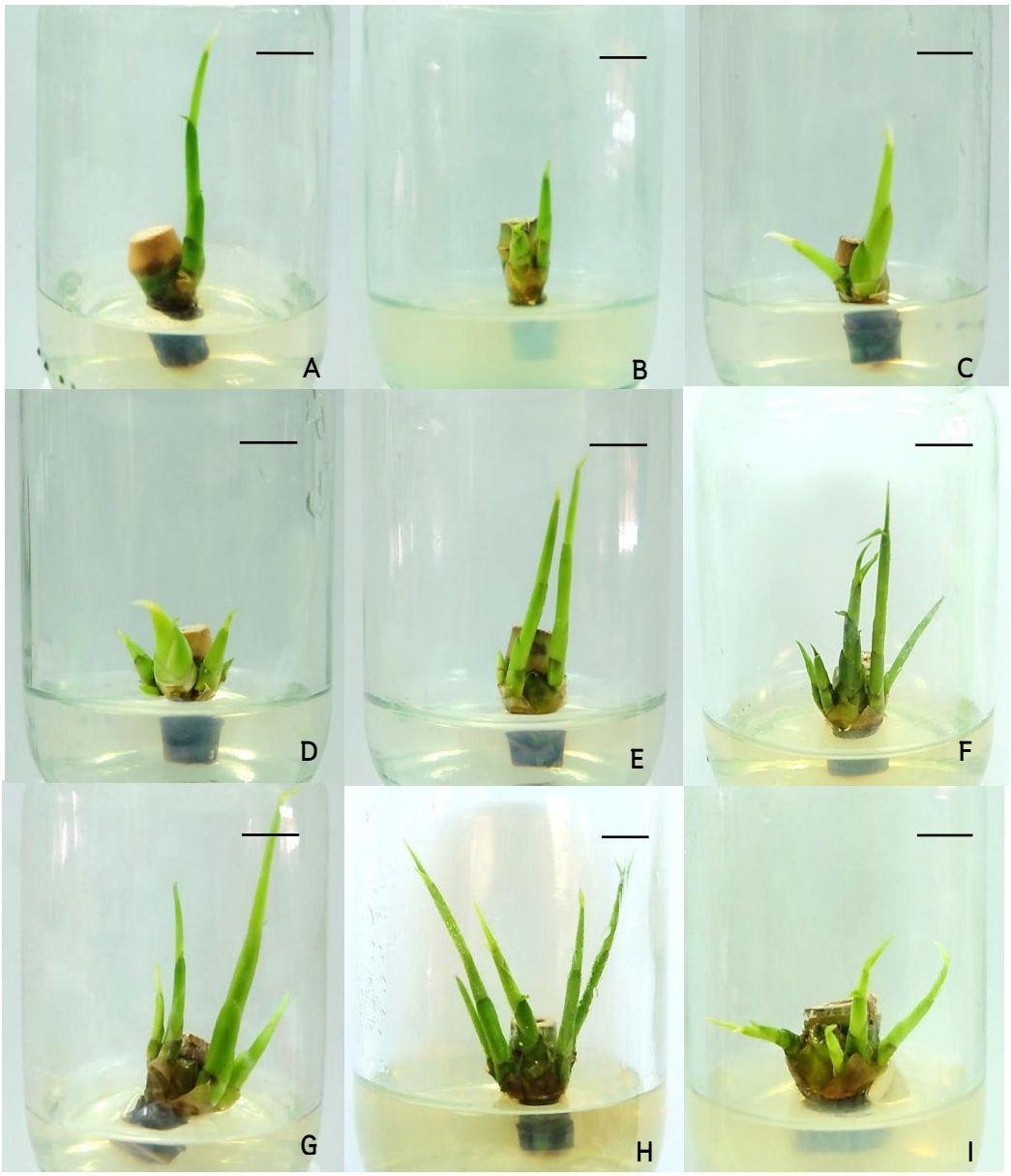
E อาหารสูตร MS + TDZ 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร

F อาหารสูตร MS + TDZ 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร

G อาหารสูตร MS + TDZ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

H อาหารสูตร MS + BA 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร + TDZ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

I อาหารสูตร MS + BA 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + TDZ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร


A
B
C
D
E
F
G
H
I

การทดลองที่ 2 การศึกษาสารควบคุมการเติบโตที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณจากกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่ง

เมื่อได้กลุ่มยอดจากการชักนำให้เกิดยอดจากชิ้นส่วนข้อในการทดลองที่ 1 จากนั้นนำกลุ่มยอดที่ได้จำนวนประมาณ 3 ยอดต่อกลุ่ม มาทำการศึกษาผลของสารควบคุมการเติบโตเพื่อชักนำให้เกิดยอดทวีคูณ โดยทำการเพาะเลี้ยงทั้งในอาหารแข็ง และอาหารเหลว สูตร MS ร่วมกับสารควบคุมการเติบโต TDZ, BA และ Kn ที่ความเข้มข้นต่างๆ รวม 8 สูตร เป็นเวลา 2 สัปดาห์ โดยทำการทดลอง 10 ซ้ำ

การเพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งพบว่า สูตรอาหาร MS ที่เติมสารควบคุมการเติบโต TDZ ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดยอดทวีคูณจากกลุ่มยอดได้สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยให้จำนวนยอด 11.8 ยอด ซึ่งมากกว่าในอาหารชุดควบคุมถึง 12 เท่า เนื่องจากอาหารชุดควบคุมสามารถชักนำให้เกิดยอดทวีคูณได้ 1.0 ยอด (ตารางที่ 2; รูปที่ 3A, 3B) แต่ในอาหารสูตรที่ให้จำนวนยอดทวีคูณสูงสุดนี้กลับให้ความยาวของยอดน้อยที่สุด เช่นเดียวกับอาหารแข็งสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (1.72 เซนติเมตร และ 1.70 เซนติเมตร ตามลำดับ) นอกจากนี้บนอาหารแข็งสูตรอื่น พบว่าสามารถชักนำให้เกิดยอดทวีคูณ และมีความยาวยอดที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสามารถชักนำให้เกิดยอดทวีคูณได้ในช่วง 1.0–3.0 ยอด และมีความยาวยอดอยู่ในช่วง 1.84-2.44 เซนติเมตร (ตารางที่ 2) และจากการเก็บข้อมูลของจำนวนยอดที่มีใบแผ่กางนั้น พบว่าในสูตรอาหาร MS ที่เติมสารควบคุมการเติบโต TDZ ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่มีจำนวนยอดเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นสูงสุดนั้น ก็มีจำนวนยอดที่มีใบแผ่กางสูงสุดเช่นกัน (9.3 ยอด) และแตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญ โดยสูตรอาหารที่มีจำนวนยอดที่มีใบแผ่กางน้อยที่สุด คือ สูตรอาหาร MS ร่วมกับสารควบคุมการเติบโต BA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (0.9 ยอด) นอกจากนั้นในสูตรอาหารอื่นๆ มีจำนวนยอดที่มีใบแผ่กางไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยอยู่ในช่วง 0.9–3.7 ยอด (ตารางที่ 2)

ในการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณของไผ่ปักกิ่งที่เพาะเลี้ยงด้วยอาหารเหลวพบว่า สูตรอาหาร MS ที่เติมสารควบคุมการเติบโต TDZ ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดยอดทวีคูณได้สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญเช่นเดียวกับในอาหารแข็ง โดยมีจำนวนยอดเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น คือ 10.5 ยอด ซึ่งมากกว่าในอาหารชุดควบคุมถึง 21 เท่า เนื่องจากอาหารชุดควบคุมสามารถชักนำให้เกิดยอดทวีคูณได้น้อยที่สุดเพียง 0.5 ยอด (ตารางที่ 2; รูปที่ 4A, 4B) และการใช้สูตรอาหาร MS ร่วมกับ BA เมื่อความเข้มข้นของ BA สูงขึ้น สามารถชักนำให้เกิดยอดทวีคูณได้เพิ่มขึ้น ทั้งในอาหารที่ใช้ BA เพียงชนิดเดียว และในอาหารที่ใช้ BA ร่วมกับ Kn (รูปที่ 4) ซึ่งในสูตรอาหาร MS ร่วมกับ BA ความเข้มข้น

4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร, สูตรอาหาร MS ร่วมกับ BA 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และอาหารสูตร MS ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Kn ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดยอดทวีคูณได้ดีและให้ผลทางสถิติที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ คือ 4.6 ยอด, 2.0 ยอด และ 2.3 ยอด ตามลำดับ (รูปที่ 4D, 4E, 4H) นอกจากนั้นความยาวของยอดไผ่ปักกิ่งที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวมีความยาวที่มากกว่า และมีลักษณะภายนอกที่ดีกว่าในการเพาะเลี้ยงด้วยอาหารแข็ง ลักษณะต้นมีความเขียวมากกว่า และเหลืองช้ากว่าในอาหารแข็ง (รูปที่ 3; รูปที่ 4) ความยาวของยอดในอาหารเหลวสูตรต่างๆ อยู่ในช่วง 2.56–4.74 เซนติเมตร และสูตรอาหารที่มีความยาวยอดสูงสุด คือ สูตรอาหาร MS ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร, สูตรอาหาร MS ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Kn ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร, สูตรอาหาร MS ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Kn ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เช่นเดียวกับสูตรอาหาร MS ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Kn ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยให้ความยาวของยอดคือ 4.22, 4.74, 4.72 และ 4.13 เซนติเมตร ตามลำดับ มากกว่าในอาหารแข็งสูตรที่ดีที่สุดถึง 2 เท่า (ตารางที่ 2) ซึ่งจำนวนยอดที่มีใบแผ่กางนั้นในสูตรอาหาร MS ร่วมกับ TDZ ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร และสูตรอาหาร MS ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัม มีจำนวนยอดที่มีใบแผ่กางมากที่สุดคือ 10.1 ยอด และ 9.3 ยอด โดยสูตรอาหารอื่น มีจำนวนยอดที่มีใบแผ่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อยู่ในช่วง 2.7–5.7 ยอด (ตารางที่ 2)

การเปรียบเทียบการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณบนอาหารแข็งและในอาหารเหลว โดยเปรียบเทียบจากสูตรอาหารที่แตกต่างกันทั้ง 8 สูตร และสภาพของอาหาร (อาหารแข็ง และอาหารเหลว) ซึ่งเมื่อใช้ 2 ปัจจัยร่วมกันนั้นมีผลต่อทั้งจำนวนยอด ความยาวยอด และจำนวนยอดที่มีใบแผ่กางของไผ่ปักกิ่ง แต่เมื่อพิจารณาเพียงปัจจัยเดียวพบว่าสภาพของอาหารไม่มีผลต่อจำนวนยอด แต่มีผลต่อความยาวยอด และจำนวนใบที่แผ่กาง แตกต่างจากปัจจัยของสูตรอาหาร (สารควบคุมการเติบโต) ซึ่งมีผลต่อทั้งจำนวนยอด ความยาวยอด และจำนวนใบที่แผ่กาง (ตารางที่ 3) จากการทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Two-way anova (Tests of Between-Subjects Effects) ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 2 ผลของสารควบคุมการเติบโต TDZ, BA และ Kn บนอาหารแข็งและในอาหารเหลวสูตร MS ต่อการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณจากกลุ่มยอด 3 ยอดต่อกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่งเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์

สภาพอาหาร	สารควบคุมการเติบโต (มิลลิกรัม/ลิตร)			การเติบโตของกลุ่มยอดเริ่มต้น*		
	TDZ	BA	Kn	จำนวนยอดเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น	ความยาวยอด (เซนติเมตร)	จำนวนยอดที่มีใบแผ่กาง
อาหารแข็ง	-	-	-	1.0 ± 0.4^{b}	2.42 ± 0.19^{a}	1.3 ± 0.4^{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 ± 0.6^{c}	4.72 ± 0.58^{a}	2.7 ± 0.5^{b}
	-	4.0	1.0	2.3 ± 0.8^{bc}	4.13 ± 0.32^{ab}	3.7 ± 1.0^{b}

*ทำการทดลอง 10 ซ้ำ; อักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$ ด้วยการวิเคราะห์แบบ Duncan's Multiple Range Tests (DMRT)

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

Source	Dependent variable	df	F	Sig.
Correlated model	จำนวนยอด	15	18.631	0.00
	ความยาวยอด	15	14.9917	0
	จำนวนยอดที่มีใบแผ่กาง	15	8.687	0.00
สภาพอาหาร	จำนวนยอด	1	.152	0.70
	ความยาวยอด	1	150.795	0.00
	จำนวนยอดที่มีใบแผ่กาง	1	21.272	0.00
สารควบคุมการเติบโต	จำนวนยอด	7	37.667	.000
	ความยาวยอด	7	5.356	0.00
	จำนวนยอดที่มีใบแผ่กาง	7	11.485	0.00
สภาพอาหาร สารควบคุมการเติบโต	จำนวนยอด	7	2.234	0.04
	ความยาวยอด	7	5.065	0.00
	จำนวนยอดที่มีใบแผ่กาง	7	4.091	0.00

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ภาพที่ 3 ผลของสารควบคุมการเติบโตชนิดต่างๆ บนอาหารแข็งสูตร MS ต่อการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณจากกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่ง ที่เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์ (สเกล = 1 เซนติเมตร)

A อาหารสูตร MS (ชุดควบคุม)

B อาหารสูตร MS + TDZ 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร

C อาหารสูตร MS + BA 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

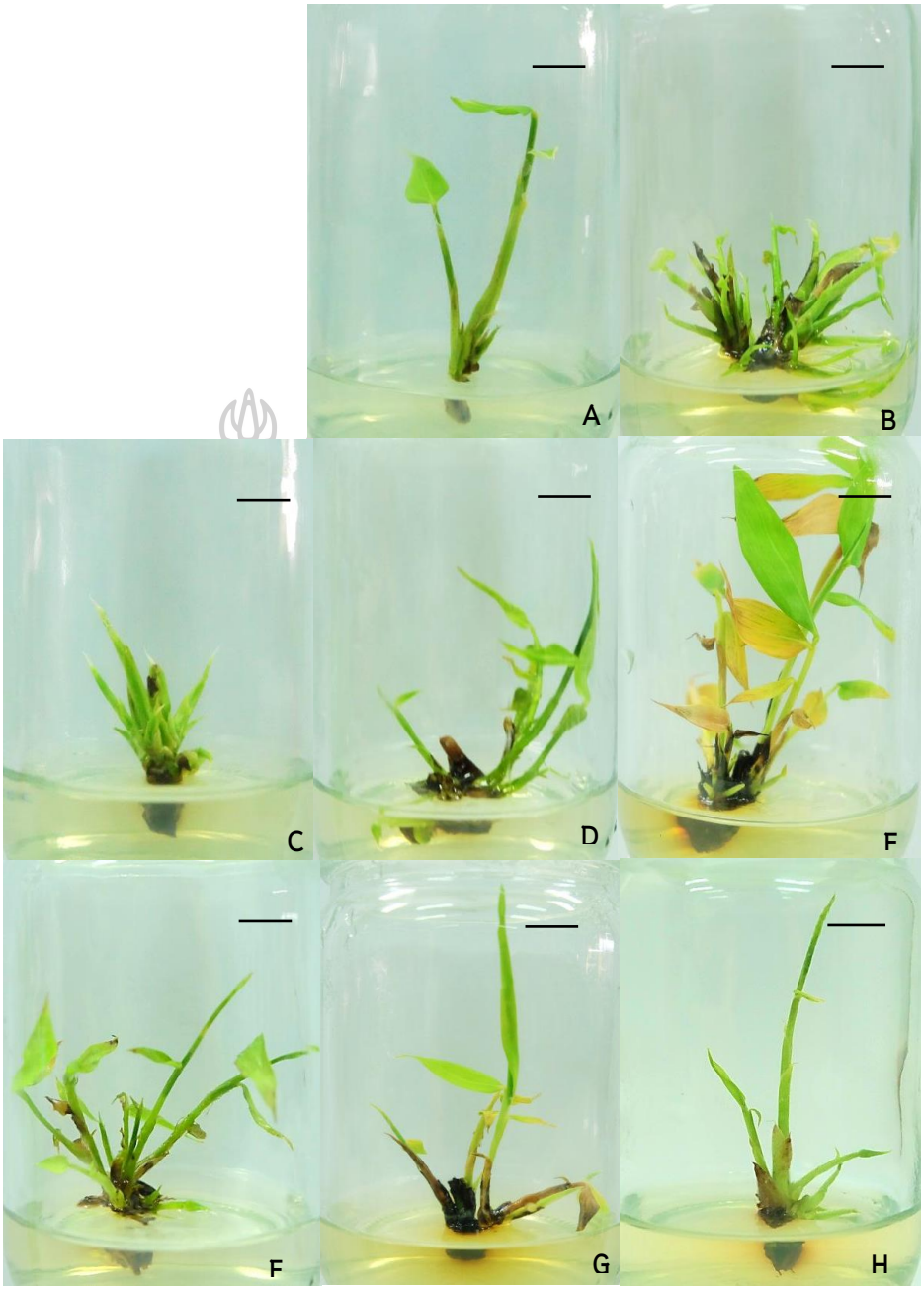
D อาหารสูตร MS + BA 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

E อาหารสูตร MS + BA 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

F อาหารสูตร MS + BA 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + Kn 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

G อาหารสูตร MS + BA 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + Kn 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

H อาหารสูตร MS + BA 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + Kn 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร


A
B
C
D
F
F
G
H

ภาพที่ 4 ผลของสารควบคุมการเติบโตชนิดต่างๆ ในอาหารเหลวสูตร MS ต่อการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณจากกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่ง ที่เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์ (สเกล = 1 เซนติเมตร)

A อาหารสูตร MS (ชุดควบคุม)

B อาหารสูตร MS + TDZ 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร

C อาหารสูตร MS + BA 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

D อาหารสูตร MS + BA 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

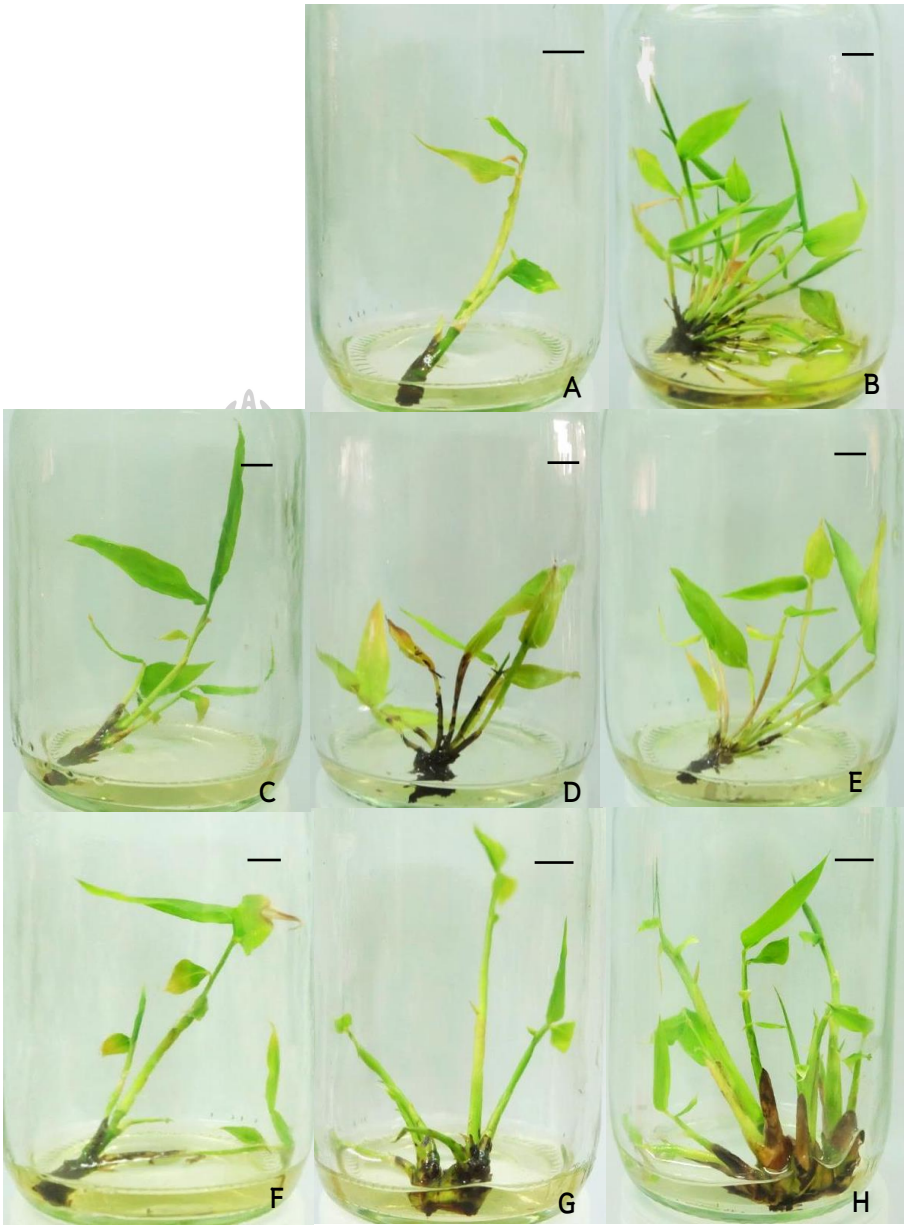
E อาหารสูตร MS + BA 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

F อาหารสูตร MS + BA 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + Kn 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

G อาหารสูตร MS + BA 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + Kn 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

H อาหารสูตร MS + BA 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + Kn 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

มหาวิทยาลัยศิลปากร


A
B
C
D
E
F
G
H

การทดลองที่ 3 การศึกษาสารควบคุมการเติบโตที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณจากส่วนข้อของยอดที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไผ่ปักกิ่ง

การศึกษาผลของสารควบคุมการเติบโต TDZ, BA และ Kn ต่อการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณจากส่วนข้อของยอดไผ่ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยเริ่มต้นนำส่วนข้อจากแปลงปลูกมาเพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MS ตามการทดลองที่ 1 จากนั้นจึงตัดนำส่วนข้อจากยอดที่ได้มาเพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเติบโต BA 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ TDZ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ได้เป็นกลุ่มยอด จากนั้นย้ายกลุ่มยอดลงเพาะเลี้ยงในอาหารสูตรเดิมอีกเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ได้กลุ่มยอดที่มีลำต้นยืดยาวขึ้นเห็นข้อปล้องชัดเจน แล้วจึงนำส่วนข้อจากต้นไผ่เพาะเลี้ยงนี้ไปเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ร่วมกับสารควบคุมการเติบโตชนิดต่างๆ ทั้งหมด 8 สูตรเพื่อชักนำให้เกิดยอดทวีคูณ เป็นเวลา 2 สัปดาห์ โดยทำการทดลอง 10 ซ้ำ

จากผลการทดลองพบว่า อาหารเหลวสูตร MS ร่วมกับสารควบคุมการเติบโต TDZ ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร และสูตรอาหาร MS ร่วมกับสารควบคุมการเติบโต BA ความเข้มข้น 4 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดทวีคูณได้มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ 4.6 และ 3.0 ยอด ตามลำดับ (ตารางที่ 4; รูปที่ 5B และ 5E) โดยมีจำนวนยอดมากกว่าในอาหารชุดควบคุมที่ปราศจากสารควบคุมการเติบโต 11 และ 7 เท่า ตามลำดับ โดยสูตรอาหารชุดควบคุมเป็นสูตรอาหารที่สามารถชักนำให้เกิดยอดทวีคูณได้น้อยที่สุด คือ 0.4 ยอด เช่นเดียวกับสูตรอาหาร MS ที่มีสารควบคุมการเติบโต BA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดยอดทวีคูณได้ 0.8 ยอด (ตารางที่ 4; รูปที่ 5A, 5C) โดยในสูตรอาหารอื่นๆ สามารถชักนำให้เกิดยอดทวีคูณได้ไม่แตกต่างกันมากนัก โดยสามารถชักนำให้เกิดยอดทวีคูณได้อยู่ในช่วงระหว่าง 1.3–2.5 ยอด (ตารางที่ 4) สูตรอาหารที่ให้ความยาวยอดสูงที่สุด คือสูตรอาหารชุดควบคุม โดยยอดมีความยาว 2.48 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสูตรอาหาร MS ที่มี TDZ ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร, สูตรอาหาร MS ที่มี BA ความเข้มข้น 2.0 และ 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร, สูตรอาหาร MS ที่มี BA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ Kn ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ สูตรอาหาร MS ที่มี BA ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ Kn ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (2.02, 2.13, 2.14, 2.16 และ 1.73 เซนติเมตร ตามลำดับ) (ตารางที่ 4; รูปที่ 5B, 5C, 5D, 5G และ 5H) สำหรับจำนวนยอดที่มีใบแผ่กางนั้นแปรผันตรงกับการเกิดยอดทวีคูณ โดยสูตรอาหารที่สามารถชักนำให้เกิดยอดทวีคูณได้ดีจะมีจำนวนยอดที่มีใบแผ่กางมาก โดยสูตรอาหารที่มีจำนวนยอดที่มีใบแผ่กางมากที่สุด คือ สูตรอาหาร MS ที่มี TDZ ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร, MS ที่มี BA ความเข้มข้น 3.0 หรือ 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ MS ที่มี BA ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ Kn ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร คือ 2.4, 2.1, 3.1 และ 2.0 ยอด ตามลำดับ (ตารางที่ 4; รูปที่ 5B, 5D, 5E และ 5H)

ส่วนสูตรอาหารอื่น มีจำนวนยอดที่มีใบแผ่กางไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ คือ 1.1–1.5 จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าชิ้นส่วนข้อจากยอดของไผ่ปักกิ่งที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ สามารถนำมาใช้ในการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณได้เช่นกัน แม้ว่าจะสามารถชักนำให้เกิดยอดทวีคูณได้จำนวน และความยาวยอดน้อยกว่าการใช้ข้อที่ได้จากแปลงปลูกโดยตรงที่สามารถชักนำให้เกิดยอดทวีคูณได้ 11.8 และ 10.5 ยอด บนอาหารแข็งและในอาหารเหลว

ตารางที่ 4 ผลของสารควบคุมการเติบโต TDZ, BA และ Kn บนอาหารแข็งสูตร MS ต่อการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณจากกลุ่มยอด จากชิ้นส่วนบริเวณข้อของไผ่ปักกิ่ง ที่เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์

สารควบคุมการเติบโต (มิลลิกรัม/ลิตร)			การเติบโตของกลุ่มยอดเริ่มต้น*		
TDZ	BA	Kn	จำนวนยอดเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น	ความยาวยอด (เซนติเมตร)	จำนวนยอดที่มีใบแผ่กาง
-	-	-	0.4 ± 0.22^{d}	2.48 ± 0.20^{a}	1.2 ± 0.2^{b}
0.3	-	-	4.6 ± 0.50^{a}	2.02 ± 0.22^{ab}	2.4 ± 0.6^{ab}
-	2.0	-	0.8 ± 0.29^{cd}	2.13 ± 0.38^{ab}	1.1 ± 0.2^{b}
-	3.0	-	2.1 ± 0.89^{bcd}	2.14 ± 0.33^{ab}	2.1 ± 0.4^{ab}
-	4.0	-	3.0 ± 0.93^{ab}	1.60 ± 0.15^{bc}	3.1 ± 0.7^{a}
-	2.0	3.0	1.9 ± 0.48^{bcd}	1.22 ± 0.67^{c}	1.4 ± 0.3^{b}
-	3.0	2.0	1.3 ± 0.37^{bcd}	2.16 ± 0.22^{ab}	1.5 ± 0.2^{b}
-	4.0	1.0	2.5 ± 0.75^{bc}	1.73 ± 0.17^{abc}	2.0 ± 0.7^{ab}

*ทำการทดลอง 10 ซ้ำ; อักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$ ด้วยการวิเคราะห์แบบ Duncan's Multiple Range Tests (DMRT)

ภาพที่ 5 ผลของสารควบคุมการเติบโตชนิดต่างๆ ในอาหารเหลวสูตร MS ต่อการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณจากส่วนข้อของยอดไผ่ปักกิ่งเพาะเลี้ยง เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์ (สเกล = 1 เซนติเมตร)

A อาหารสูตร MS (ชุดควบคุม)

B อาหารสูตร MS + TDZ 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร

C อาหารสูตร MS + BA 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

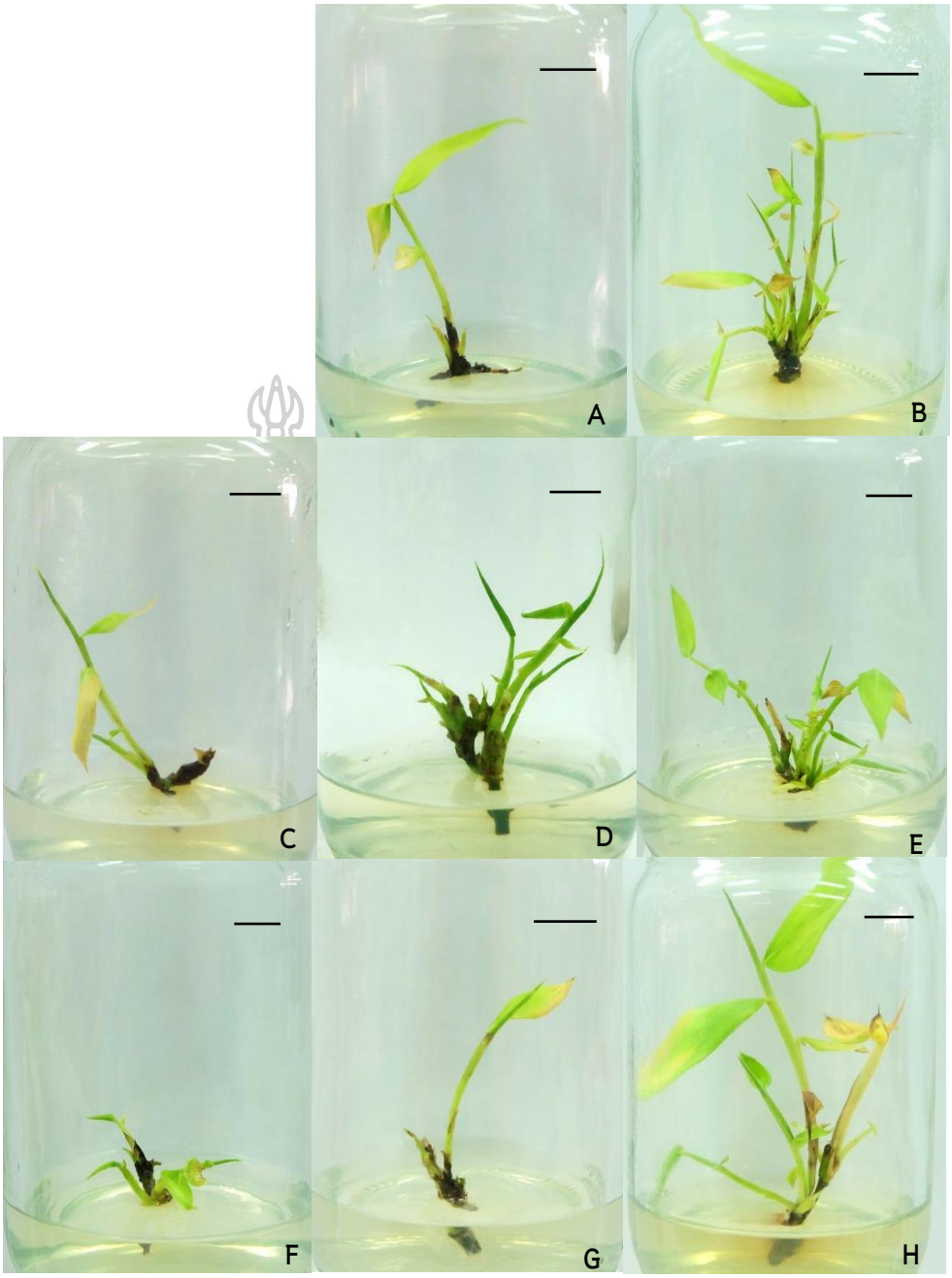
D อาหารสูตร MS + BA 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

E อาหารสูตร MS + BA 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

F อาหารสูตร MS + BA 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + Kn 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

G อาหารสูตร MS + BA 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + Kn 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

H อาหารสูตร MS + BA 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + Kn 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร


A
B
C
D
E
F
G
H

การทดลองที่ 4 การศึกษาผลของสารอินทรีย์ในการเพิ่มประสิทธิภาพการเกิดยอดทวีคูณของไผ่ปักกิ่ง

การศึกษาผลของสารอินทรีย์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณจากกลุ่มยอด โดยใช้อาหารเหลวสูตร MS และสารควบคุมการเติบโต TDZ ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับสารอินทรีย์ชนิดต่างๆ ได้แก่ adenine sulphate, malt extract, tryptone, biotin และ glutamic acid ที่ความเข้มข้นต่างๆ รวมทั้งสิ้น 11 สูตร เก็บผลการทดลองที่ 2 และ 4 สัปดาห์ พบว่าอาหารสูตรที่มี tryptone ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดยอดทวีคูณได้มากที่สุดทั้งในสัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 4 โดยมีจำนวนยอดเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 9.40 ยอด ในสัปดาห์ที่ 2 และ 12.50 ยอดในสัปดาห์ที่ 4 ซึ่งมากกว่าในอาหารชุดควบคุมถึง 12 และ 16 เท่า ตามลำดับ (ตารางที่ 5; รูปที่ 6G)

ในสูตรอาหารที่มี glutamic acid ความเข้มข้น 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดยอดทวีคูณได้สูงสุดในสัปดาห์ที่ 2 เช่นเดียวกัน คือ 7.4 และ 6.6 ยอด ตามลำดับ (ตารางที่ 5; รูปที่ 6J, 6K) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรอาหารที่มี tryptone ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร ขณะที่ในสัปดาห์ที่ 4 สามารถชักนำให้เกิดยอดทวีคูณได้ดีรองจากสูตรอาหารที่มี tryptone ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยสามารชักนำให้เกิดยอดทวีคูณได้ไม่แตกต่างกันกับสูตรอาหารที่มี tryptone ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร คือ 6.1, 6.9 และ 5.9 ยอด ตามลำดับ โดยอาหารสูตรที่มี tryptone ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นสูตรอาหารที่ดีรองลงมาในสัปดาห์ที่ 2 (5.1 ยอด) (ตารางที่ 5; รูปที่ 6F)

สำหรับในอาหารสูตรอื่นๆ สามารถชักนำให้เกิดยอดทวีคูณได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสามารถชักนำให้เกิดยอดทวีคูณได้ในช่วง 0.4–3.0 ยอด ในสัปดาห์ที่ 2 และ 0.3–2.1 ยอด ในสัปดาห์ที่ 4 แต่สูตรอาหารที่สามารถชักนำให้เกิดยอดทวีคูณได้น้อยที่สุดเหล่านี้ส่วนใหญ่กลับให้ความยาวของยอดสูงในสัปดาห์ที่ 2 ได้แก่ สูตรอาหารชุดควบคุม, สูตรอาหารที่มี adenine sulphate ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร, สูตรอาหารที่มี malt extract 200 และ 400 มิลลิกรัมต่อลิตร และสูตรอาหารที่มี biotin ความเข้มข้น 0.05 และ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยความยาวยอดอยู่ในช่วง 3.92–4.76 เซนติเมตร (รูปที่ 6A, 6C, 6D, 6E, 6H และ 6I) ซึ่งสูตรอาหารที่มีความยาวของยอดน้อยที่สุด คือสูตรอาหารที่มี glutamic acid ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (2.86 เซนติเมตร) (ตารางที่ 5; รูปที่ 6K) เช่นเดียวกันในสัปดาห์ที่ 4 สูตรอาหารที่ให้ความยาวของยอดน้อยที่สุด ได้แก่ สูตรอาหารที่ใช้ glutamic acid ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และอาหารสูตรที่ใช้ adenine sulphate ความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อลิตร คือ 3.00 และ 3.22 เซนติเมตร ตามลำดับ

โดยในสูตรอาหารอื่นๆ เป็นสูตรอาหารที่ให้ความยาวของยอดมากที่สุด โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยยอดมีความยาวอยู่ในช่วง 3.33-4.33 เซนติเมตร

สูตรอาหารที่ให้จำนวนยอดที่มีใบแผ่กางมากที่สุดคืออาหารสูตรที่สามารถชักนำให้เกิดยอดทวีคูณได้สูงสุด ได้แก่ สูตรอาหารที่มี tryptone ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร และสูตรอาหารที่มี glutamic acid ความเข้มข้น 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ในสัปดาห์ที่ 2 โดยมีจำนวนยอดที่มีใบแผ่กางคือ 8.4, 8.7 และ 6.6 ยอด ตามลำดับ และในสัปดาห์ที่ 4 คือสูตรอาหารที่มี tryptone ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร และสูตรอาหารที่มี glutamic acid ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนยอดที่มีใบแผ่กางเป็น 17.3 และ 14.9 ยอด ซึ่งมีจำนวนมากกว่าในสัปดาห์ที่ 2 โดยสูตรอาหารอื่นๆ นั้นมีจำนวนยอดที่มีใบแผ่กางไม่แตกต่างกันมากนัก (ตารางที่ 5) ซึ่งจำนวนยอดที่มีใบแผ่กางนั้นบ่งบอกว่ามีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว และต้องการการเปลี่ยนอาหารใหม่

ตารางที่ 5 ผลของสารอินทรีย์ต่อการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณ จากกลุ่มยอด 3 ยอดต่อกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่ง เพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ที่ประกอบด้วยสารควบคุมการเติบโต TDZ ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์

สารอินทรีย์	ความเข้มข้น (มิลลิกรัม)	การเติบโตของกลุ่มยอดเริ่มต้น*					
		2 สัปดาห์			4 สัปดาห์		
		จำนวนยอดที่เพิ่มขึ้น	ความยาวยอด (เซนติเมตร)	จำนวนยอดที่มีใบแผ่กาง	จำนวนยอดที่เพิ่มขึ้น	ความยาวยอด (เซนติเมตร)	จำนวนยอดที่มีใบแผ่กาง
-	-	0.8±0.3^{d}	4.06±0.43^{abc}	3.7±0.9^{bc}	0.8±0.2^{c}	4.13±0.43^{ab}	4.3±1.1^{e}
adenine sulphate	30	1.5±0.6^{d}	3.19±0.19^{cd}	4.2±0.8^{bc}	0.9±0.6^{c}	3.22±0.15^{c}	5.5±0.6^{de}
	50	0.4±0.2^{d}	4.76±0.75^{a}	2.1±0.5^{c}	0.3±0.1^{c}	4.33±0.31^{a}	2.9±0.6^{e}
malt extract	200	1.6±0.4^{d}	4.53±0.23^{ab}	2.5±0.5^{bc}	1.6±0.5^{c}	4.23±0.22^{ab}	3.3±0.6^{e}
	400	3.0±1.4^{cd}	4.05±0.41^{abc}	4.2±0.9^{bc}	2.1±0.9^{c}	4.20±0.37^{ab}	6.5±1.3^{de}
tryptone	200	5.1±1.4^{bc}	3.41±0.17^{cd}	4.5±1.6^{bc}	5.9±1.6^{b}	3.47±0.20^{abc}	9.0±2.4^{cd}
	400	9.4±1.4^{a}	3.64±0.15^{bcd}	8.4±1.7^{a}	12.5±1.7^{a}	3.33±0.12^{bc}	17.3±1^{a}
biotin	0.05	1.2±0.5^{d}	3.92±0.21^{abc}	3.8±0.7^{bc}	0.7±0.3^{c}	4.17±0.36^{ab}	3.7±0.7^{e}
	0.1	2.2±0.6^{d}	4.00±0.23^{abc}	4.0±0.5^{bc}	1.1±0.3^{c}	3.84±0.22^{abc}	4.6 ±0.6^{e}
glutamic acid	0.5	7.4±0.7^{ab}	3.67±0.20^{bcd}	8.70±1.5^{a}	6.1±0.9^{b}	3.68±0.27^{abc}	14.9±1.5^{ab}
	1	6.6±1.4^{ab}	2.86±0.24^{d}	6.6±2.4^{ab}	6.9±1.1^{b}	3.00±0.23^{c}	12.6±2.4^{bc}

*ทำการทดลอง 10 ซ้ำ; อักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ $p \leq 0.05$ ด้วยการวิเคราะห์แบบ Duncan's Multiple Range Tests (DMRT)

ภาพที่ 6 ผลของสารควบคุมการเติบโต TDZ ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับสารอินทรีย์ชนิดต่างๆ ในอาหารเหลวสูตร MS ต่อการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณจากกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่งที่เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์ (สเกล = 1 เซนติเมตร)

A อาหาร MS (ชุดควบคุม)

B adenine sulphate 30 มิลลิกรัมต่อลิตร

C adenine sulphate 50 มิลลิกรัมต่อลิตร

D malt extract 200 มิลลิกรัมต่อลิตร

E malt extract 400 มิลลิกรัมต่อลิตร

F tryptone 200 มิลลิกรัมต่อลิตร

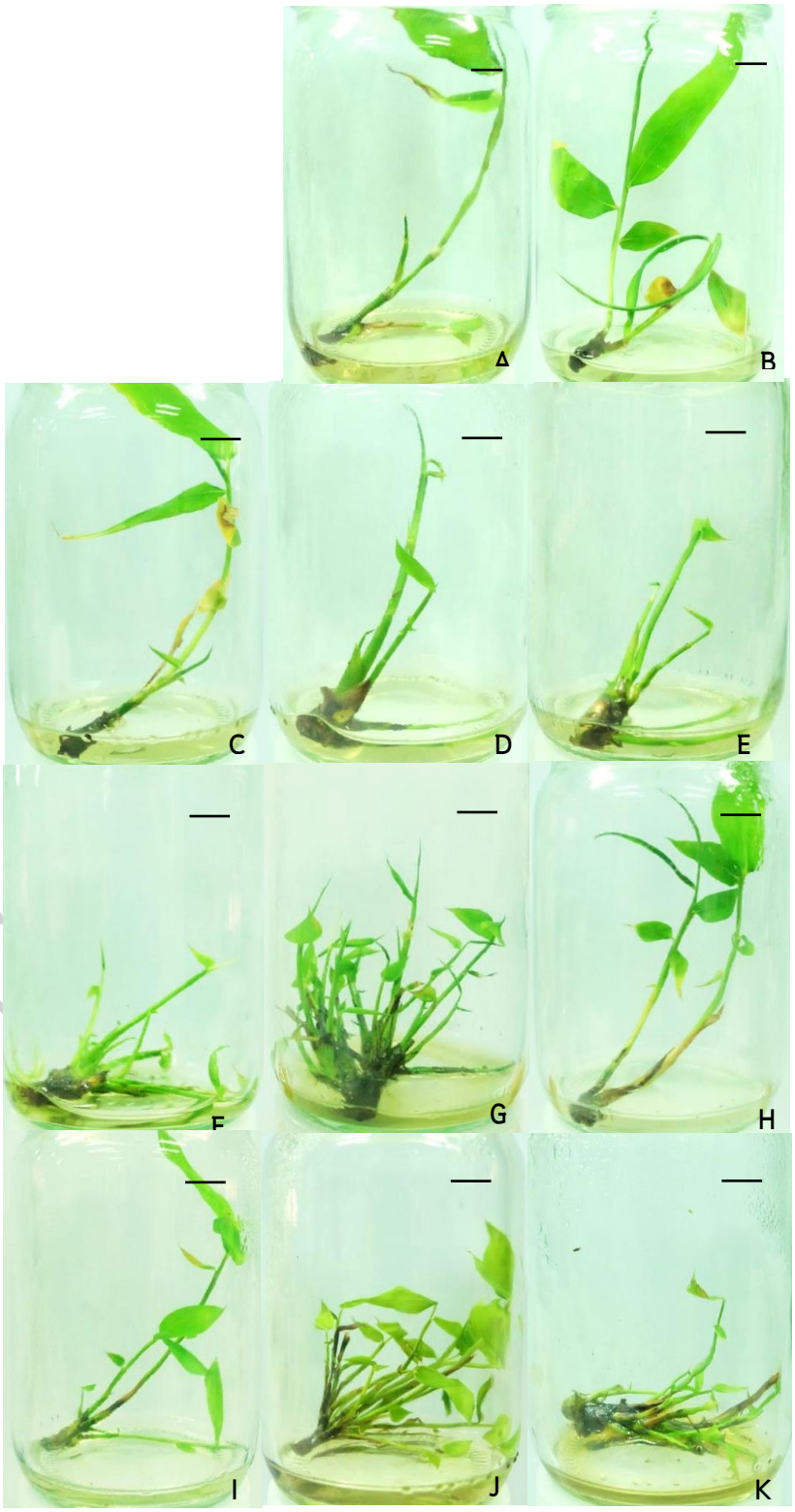
G tryptone 400 มิลลิกรัมต่อลิตร

H biotin 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร

I biotin 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร

J glutamic acid 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

K glutamic acid 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร


A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K

การทดลองที่ 5 การศึกษาสารควบคุมการเติบโต IBA ร่วมกับน้ำตาลซูโครสความเข้มข้นต่างๆ ต่อการชักนำให้เกิดรากจากกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่ง

นำยอดทวีคูณที่ได้จากการชักนำจำนวนประมาณ 3 ยอดต่อกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่ง มาเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ธรรมดาที่ปราศจากสารควบคุมการเติบโตเป็นเวลา 2 สัปดาห์ แล้วจึงนำมาเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ที่มี coumarin ความเข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ $AgNO_3$ ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับสารควบคุมการเติบโตชนิด และความเข้มข้นที่แตกต่างกัน นอกจากนั้นยังได้รับน้ำตาลซูโครสในความเข้มข้นที่แตกต่างกัน คือ 30 และ 60 กรัมต่อลิตร รวมสูตรอาหารทั้งสิ้น 5 สูตร โดยมีสูตรอาหาร MS เป็นอาหารชุดควบคุม ทำการเพาะเลี้ยงและเก็บผลที่ 2, 4, 8 และ 12 สัปดาห์ หลังจาก 12 สัปดาห์พบว่าไม่เกิดรากขึ้น แต่พบว่ามีจำนวนยอดเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในสัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 4 โดยในสัปดาห์ที่ 2 มีจำนวนการเกิดยอดเพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงกว่าในสัปดาห์ที่ 4 ซึ่งในสัปดาห์ที่ 2 มีจำนวนการเกิดยอดเพิ่มขึ้นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.3-0.6 ยอด (ตารางที่ 6) สูตรอาหารที่มีจำนวนยอดเพิ่มขึ้น*เฉลี่ย*สูงสุดคือ สูตรอาหาร MS ร่วมกับสารควบคุมการเติบโต IBA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 30 กรัมต่อลิตร (0.6 ยอด) (ตางรางที่ 6; รูปที่ 7C) ในสัปดาห์ที่ 4 มีจำนวนยอดเพิ่มขึ้นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.2-0.4 ยอด สูตรอาหารที่มีจำนวนยอดเพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงที่สุด คือ สูตรอาหาร MS ร่วมกับสารควบคุมการเติบโต IBA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 60 กรัมต่อลิตร (0.4 ยอด) (รูปที่ 7F) ยอดมีลักษณะเหลืองเล็กน้อย สูตรอาหารที่มีจำนวนยอดเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด คือสูตรอาหาร MS ร่วมกับสารควบคุมการเติบโต IBA ความเข้มข้น 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 30 กรัมต่อลิตร ได้แก่ 0.3 ยอดในสัปดาห์ที่ 2 และ 0.2 ยอดในสัปดาห์ที่ 4 ซึ่งส่วนใหญ่ใบมีสีเหลือง และร่วง (รูปที่ 7G, 7H) ซึ่งน้อยกว่าในสูตรอาหารชุดควบคุม (ตารางที่ 6; รูปที่ 7A, 7B) โดยที่ 8 และ 12 สัปดาห์ของทุกสูตรอาหารพบว่าไม่มีการเพิ่มจำนวนของยอด โดยต้นและยอดมีลักษณะสีเหลือง มีใบเหี่ยวและร่วง ในอาหารเหลวมีฟีนอลิกเล็กน้อย แต่ต้นยังคงไม่ตาย และไม่มีรากเกิดขึ้น

ตารางที่ 6 ผลของสารควบคุมการเติบโต IBA ร่วมกับน้ำตาลซูโครสความเข้มข้นต่างๆ ต่อการชักนำให้เกิดรากจากกลุ่มยอด 3 ยอดต่อกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่ง ในอาหารเหลวสูตร MS ที่ประกอบด้วย coumarin ความเข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ $AgNO_3$ ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 12 สัปดาห์

IBA	น้ำตาลซูโครส	จำนวนยอดที่เพิ่มขึ้นใน*				จำนวนรากในสัปดาห์*			
(มิลลิกรัมต่อลิตร)	(กรัมต่อลิตร)	2	4	8	12	2	4	8	12
-	30	0.4	0.2	-	-	-	-	-	-
3.0	30	0.6	0.3	-	-	-	-	-	-
3.0	60	0.4	0.4	-	-	-	-	-	-
6.0	30	0.3	0.2	-	-	-	-	-	-
6.0	60	0.5	0.2	-	-	-	-	-	-

*ทำการทดลอง 10 ซ้ำ

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ภาพที่ 7 ผลของสารควบคุมการเติบโตชนิดต่างๆ ในอาหารเหลวสูตร MS ที่มี coumarin ความเข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ $AgNO_3$ ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ต่อการชักนำให้เกิดรากจากกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่ง (สเกล = 1 เซนติเมตร)

A อาหาร MS ชุดควบคุมที่ 2 สัปดาห์

B อาหาร MS ชุดควบคุมที่ 4 สัปดาห์

C IBA 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + น้ำตาลซูโครส 30 กรัมต่อลิตร หลังการเพาะเลี้ยง 2 สัปดาห์

D IBA 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + น้ำตาลซูโครส 30 กรัมต่อลิตร หลังการเพาะเลี้ยง 4 สัปดาห์

E IBA 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + น้ำตาลซูโครส 60 กรัมต่อลิตร หลังการเพาะเลี้ยง 2 สัปดาห์

F IBA 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + น้ำตาลซูโครส 60 กรัมต่อลิตร หลังการเพาะเลี้ยง 4 สัปดาห์

G IBA 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + น้ำตาลซูโครส 30 กรัมต่อลิตร หลังการเพาะเลี้ยง 2 สัปดาห์

H IBA 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + น้ำตาลซูโครส 30 กรัมต่อลิตร หลังการเพาะเลี้ยง 4 สัปดาห์

I IBA 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + น้ำตาลซูโครส 60 กรัมต่อลิตร หลังการเพาะเลี้ยง 2 สัปดาห์

J IBA 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + น้ำตาลซูโครส 60 กรัมต่อลิตร หลังการเพาะเลี้ยง 4 สัปดาห์

A
B
C
D
E
F
G
H
I
J

การทดลองที่ 6 การศึกษาสารควบคุมการเติบโตออกซินชนิดต่างๆ ต่อการชักนำให้เกิดรากจากกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่ง

นำกลุ่มยอดที่เพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ธรรมดาปราศจากสารควบคุมการเติบโตเป็นเวลา 2 สัปดาห์ มาเพาะเลี้ยงอาหารเหลวสูตร ½MS ร่วมกับสารควบคุมการเติบโต 2 ชนิด คือ IBA และ NAA ที่ความเข้มข้นต่างๆ โดยมีสูตรอาหาร ½MS เป็นชุดควบคุม รวมทั้งสิ้น 5 สูตร เก็บผลการศึกษาที่ 2, 4, 8 และ 12 สัปดาห์ จากการศึกษาพบว่าหลังจาก 2 สัปดาห์กลุ่มยอดมีลักษณะเป็นสีน้ำตาล ตายทั้งต้น และอาหารมีสีน้ำตาลจากการปล่อยสารฟีนอลิก โดยกลุ่มยอดเหล่านี้เริ่มมีใบสีเหลือง และเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลตั้งแต่ในสัปดาห์ที่ 1 และไม่มีรากเกิดขึ้น (ตารางที่ 7; รูปที่ 8)

ตารางที่ 7 ผลของสารควบคุมการเติบโตออกซิน IBA และ NAA ต่อการชักนำให้เกิดราก จากกลุ่มยอด 3 ยอดต่อกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่ง เพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร ½MS เป็นเวลา 12 สัปดาห์

สารควบคุมการเติบโต (มิลลิกรัมต่อลิตร)		การเกิดรากในสัปดาห์ที่*			
IBA	NAA	2	4	8	12
-	-	-	-	-	-
-	5.0	-	-	-	-
5.0	-	-	-	-	-
2.0	3.0	-	-	-	-
3.0	2.0	-	-	-	-

*ทำการทดลอง 10 ซ้ำ

ภาพที่ 8 ผลของสารควบคุมการเติบโตออกซิน IBA และ NAA ต่อการชักนำให้เกิดราก จากกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่ง ในอาหารเหลวสูตร ½MS (สเกล = 1 เซนติเมตร)

A กลุ่มยอดในอาหารเหลวสูตร ½MS

B กลุ่มยอดในอาหารเหลวสูตร ½MS + NAA 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

C กลุ่มยอดในอาหารเหลวสูตร ½MS + IBA 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

D กลุ่มยอดในอาหารเหลวสูตร ½MS + IBA 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + NAA 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

F กลุ่มยอดในอาหารเหลวสูตร ½MS + IBA 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + NAA 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

มหาวิทยาลัยศิลปากร

A
B
C
D
E

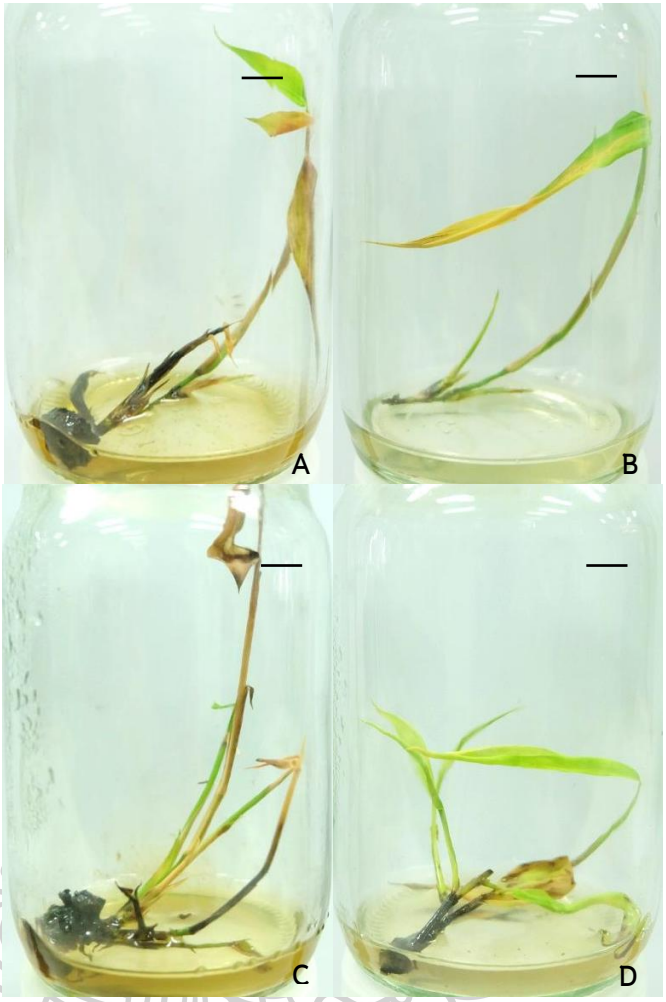
การทดลองที่ 7 การศึกษาสารควบคุมการเติบโตชนิดต่างๆ ร่วมกับสารอินทรีย์ต่อการชักนำให้เกิดรากจากกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่ง

นำกลุ่มยอด 3 ยอดต่อกลุ่มที่เพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ที่ปราศจากสารควบคุมการเติบโต เป็นเวลา 2 สัปดาห์ มาเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ที่ประกอบด้วย tryptone ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัม และเติมสารควบคุมการเติบโต NAA ความเข้มข้น 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เพียงอย่างเดียว หรือร่วมกับ BA ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือ อาหารที่เติม IBA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ NAA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ปราศจาก BA หรือมี BA ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร รวมทั้งสิ้น 4 สูตร ทำการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 12 สัปดาห์ และเก็บผลการทดลองที่ 2, 4, 8 และ 12 สัปดาห์ พบว่าอาหารทุกสูตรไม่มีรากเกิดขึ้น โดยกลุ่มยอดในอาหารที่เติม NAA ความเข้มข้น 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร และอาหารที่เติม IBA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ BA ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากสัปดาห์ที่ 4 ยอดยังคงมีสีเขียว ใบมีสีเหลืองในบางยอด และเกิดฟีนอลิกเล็กน้อยในอาหาร (รูปที่ 9B, 9D) เมื่อเทียบกับอาหารที่เติม NAA ความเข้มข้น 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และอาหารที่เติม IBA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ NAA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ยอดมีลักษณะเป็นสีเหลือง และสีน้ำตาลมากกว่า มียอดตายบางส่วน และเกิดฟีนอลิกปริมาณมากกว่าในอาหาร สังเกตจากอาหารเหลวที่มีสีน้ำตาลเข้ม (ตารางที่ 8; รูปที่ 9A, 9C)

ตารางที่ 8 ผลของสารควบคุมการเติบโต IBA, NAA และ BA ต่อการชักนำให้เกิดรากจากกลุ่มยอด 3 ยอดต่อกลุ่มของไผ่ปักกิ่ง เพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ที่ประกอบด้วย tryptone ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 12 สัปดาห์

สารควบคุมการเติบโต (มิลลิกรัมต่อลิตร)			สารอินทรีย์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	การเกิดรากในสัปดาห์ที่*			
IBA	NAA	BA	tryptone	2	4	8	12
-	5.0	-	400	-	-	-	-
-	5.0	0.3	400	-	-	-	-
3.0	2.0	-	400	-	-	-	-
3.0	2.0	0.3	400	-	-	-	-

*ทำการทดลอง 10 ซ้ำ



ภาพที่ 9 ผลของสารควบคุมการเติบโตชนิดต่างๆ ในอาหารเหลวสูตร MS ต่อการชักนำให้เกิดราก จากกลุ่มยอดของไผ่ปักกิ่ง ที่เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์ (สเกล = 1 เซนติเมตร)

A NAA 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + tryptone 400 มิลลิกรัมต่อลิตร

B NAA 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + BA 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร + tryptone 400 มิลลิกรัมต่อลิตร

C NAA 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + IBA 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + tryptone 400 มิลลิกรัมต่อลิตร

D NAA 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + IBA 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร + BA 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร + tryptone 400 มิลลิกรัมต่อลิตร

บทที่ 5

สรุป และอภิปรายผล

การศึกษาสารควบคุมการเติบโตที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดยอดจากข้อของไผ่ปักกิ่ง

จากการศึกษาพบว่าในการชักนำให้เกิดยอดจากข้อของไผ่ปักกิ่งนั้น มีอาหารสูตรที่สามารถชักนำให้เกิดยอดได้ดี ได้แก่ อาหารสูตร MS ที่เติม TDZ ความเข้มข้น 0.6 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 และแต่ละยอดที่เกิดขึ้นมีความสูงหรือการเจริญเติบโตใกล้เคียงกัน ซึ่งหากยอดที่เกิดขึ้นมีความสูงแตกต่างกันมากๆ จะส่งผลต่อการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณ และยอดจะหลุดได้ง่ายในระหว่างการย้ายอาหาร และในงานวิจัยนี้ที่ได้เลือกใช้สูตรอาหาร MS เนื่องจากมีงานวิจัยที่ได้ชักนำให้เกิดยอดในไผ่หก (*D. hamiltonii*) โดยเปรียบเทียบสูตรอาหารต่างๆ คือ สูตรอาหาร MS, B_5, NN และ SH พบว่าสูตรอาหาร MS สามารถชักนำให้เกิดยอดได้ดีที่สุด ทั้งจำนวนและความยาวของยอด (S. R. Singh et al., 2012) และจากการศึกษาในการทดลองนี้สูตรอาหารที่เหมาะสมที่สุดสอดคล้องกับในรายงานวิจัยซึ่งได้ทำการศึกษาในไผ่ซาง (*D. strictus*) ซึ่งพบว่าอาหารสูตร MS ที่ใช้ TDZ ความเข้มข้น 0.25 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดยอดและยอดมีความสูงที่ดี และสามารถเจริญได้ดียิ่งขึ้นเมื่อนำไปใช้ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเกิดยอด 80 เปอร์เซ็นต์ จำนวนยอด 6.12 ยอด และยอดมีความสูงเฉลี่ย 6.87 เซนติเมตร (Kapruwan et al., 2014) และงานวิจัยที่ได้ศึกษาในไผ่ป่า (*B. bambos*) ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกันคือ เมื่อชักนำให้เกิดยอดในสูตรอาหาร MS ที่มีการใช้สารควบคุมการเติบโต BA ร่วมกับ TDZ จะสามารถชักนำให้เกิดยอดได้ดีกว่าการใช้ BA เพียงอย่างเดียว และยังให้ความยาวยอดที่มากกว่าการใช้ BA เพียงอย่างเดียวอีกด้วย (Raju and Roy, 2016) ซึ่งการที่ TDZ สามารถช่วยในการชักนำให้เกิดยอดได้ดี เนื่องจาก TDZ เป็นสารสังเคราะห์ที่มีฤทธิ์คล้ายกับไซโทไคนิน โดยจัดอยู่ในกลุ่ม phenylurea cytokinin เมื่อใช้ที่ระดับความเข้มข้นต่ำๆ จะส่งผลต่อ การแบ่งเซลล์ การเจริญและพัฒนาของพืช โดยเฉพาะการส่งเสริมให้เกิดยอด (C. S. Lin et al., 2004; Lu, 1993; M. Singh et al., 2001) และจากงานวิจัยที่มีการศึกษาสารควบคุมการเติบโตที่เหมาะสมกับการชักนำให้เกิดยอดเริ่มต้นในไผ่สกุลต่างๆ พบว่า ไผ่

ในสกุล *Dendrocalamus* มักจะสามารถเกิดยอดได้ดีในอาหารสูตร MS ที่มีการใช้สารควบคุมการเติบโตร่วมกัน 2 ชนิดมากกว่าการใช้สารควบคุมการเติบโตเพียงชนิดเดียว เช่น การใช้ BAP (0.2–2.7 มิลลิกรัมต่อลิตร) ร่วมกับ Kn (0.1–0.65 มิลลิกรัมต่อลิตร) เป็นต้น (Jimenez and Guevara, 2007)

จากผลการศึกษาครั้งนี้เมื่อใช้ BA ที่ระดับความเข้มข้นสูงขึ้น ยอดมีความสูงลดลง ทำให้ยอดที่ได้มีลักษณะอวบ และเตี้ย ไม่เหมาะที่จะใช้นำไปขยายในขั้นตอนต่อไป สอดคล้องกับรายงานวิจัยซึ่งได้มีการศึกษาการชักนำให้เกิดยอดในไผ่ตง (*D. asper*) บนอาหารสูตร MS ร่วมกับ BA ที่ความเข้มข้นต่างๆ (0, 1.0, 2.0, 3.0, 5.0, 7.0 และ 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร) พบว่าเมื่อความเข้มข้นของ BA เพิ่มขึ้น แม้จะสามารถชักนำให้เกิดยอดได้มากขึ้น แต่ความสูงของยอดกลับมีค่าลดลง (Shroti et al., 2012)

การศึกษาสารควบคุมการเติบโตที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณของไผ่ปักกิ่ง

การชักนำให้เกิดยอดเพิ่มขึ้นจากกลุ่มยอด มีรายงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษาในไผ่จีน หรือไผ่มังกร (*D. sinicus*) พบว่า BA ช่วยส่งเสริมการชักนำให้เกิดยอดและการเกิดยอดจำนวนมาก แต่ไม่สามารถใช้ติดต่อกันเป็นเวลานานได้เนื่องจากจะส่งผลต่อลักษณะของยอด ยอดที่ได้จะมีลักษณะอ้วนบานและแก่เร็ว และยังพบว่า Kn เป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดยอดจำนวนมากได้ดี ช่วยในการยืดยาวของข้อและการเจริญของตา (Zailiu and Chaomao, 2006) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้พบว่า BA และ Kn สามารถทำให้เกิดยอดเพิ่มขึ้นได้ แต่ไม่สามารถชักนำให้เกิดยอดเพิ่มขึ้นได้สูงที่สุด โดยสูตรอาหารที่ดีที่สุด คือสูตรอาหาร MS ที่เติม TDZ ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสามารถชักนำให้เกิดยอดได้ดีที่สุดทั้งบนอาหารแข็ง และในอาหารเหลว (11.80 ยอด และ 10.50 ยอด ตามลำดับ) โดยในอาหารเหลวลักษณะภายนอกของยอด ความยาวยอดที่ได้จะมีลักษณะที่ดีกว่าในอาหารแข็ง และสามารถย้ายอาหารได้หลายครั้ง เช่นเดียวกับในงานวิจัยที่ได้ศึกษาในไผ่ *Bambusa edulis* โดยทำการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณ ในอาหารสูตร MS ร่วมกับสารควบคุมการเติบโต TDZ หรือไซไคนินชนิดต่างๆ ได้แก่ Kn, BAP, BA และ Zeatin เป็นเวลา 21 วันพบว่า อาหารที่เติม TDZ ความเข้มข้น 0.5 ไมโครโมลาร์ ชักนำให้เกิดยอดเพิ่มขึ้นสูงสุด คือ 4.19 ยอด (C. C. Lin et al., 2003) และในงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษาในไผ่เหลือง (*B. vulgaris*) โดยเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ร่วมกับ BA (2.0, 4.0, 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร) เปรียบเทียบกับ TDZ (0.05, 0.1, 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร) ที่ความเข้มข้นต่างๆ หลังจากเพาะเลี้ยงนาน 14 วัน พบว่า ในสูตรที่ใช้ TDZ ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดยอดเพิ่มขึ้นได้ดีเช่นเดียวกับสูตรที่ใช้ 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) ซึ่ง TDZ นั้นเป็นสารควบคุมการเติบโตในกลุ่มฟีนิลยูเรีย (Phenylurea) โดยเป็นสารสังเคราะห์ที่ออกฤทธิ์ใกล้เคียงกับไซโตไคนิน จึงสามารถช่วยชักนำให้เกิดยอดได้ดี นอกจากนั้นยังสามารถกระตุ้นให้เกิด callus หรือ somatic embryo และรากในพืชบางชนิดได้อีกด้วย โดยพบว่าการใช้ TDZ สามารถให้ประสิทธิภาพการเกิดยอดที่เทียบเท่า หรือมากกว่าไซโตไคนินชนิดอื่นๆ แม้ใช้ในระดับความเข้มข้นที่ต่ำกว่ามากๆ ทั้งแบบใช้เพียงชนิดเดียว หรือใช้ร่วมกับสารควบคุมการเติบโตชนิดอื่น (Guo et al., 2011; Murthy et al., 1998; วราภรณ์ ฉุยฉาย, 2552)

จากการทดลองครั้งนี้ในการเกิดยอดทวีคูณ พบว่า อาหารสูตรอื่นๆ นอกเหนือจากที่เติม TDZ ให้ผลไม่แตกต่างกันมากนัก โดยสูตรที่มีการใช้ BA ในอาหารเหลวเมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้นจำนวนยอดเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ได้มีการศึกษากับไผ่ *B. balcooa* โดยชักนำให้เกิดยอดเพิ่มขึ้นในอาหารเหลว ซึ่งเมื่อความเข้มข้นของ BA เพิ่มขึ้น จำนวนยอดเพิ่มขึ้นก็เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน โดยมีจำนวนยอดเพิ่มขึ้นมากที่สุดที่ความเข้มข้น BA 4.0 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 *M. 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 ที่เติมสารควบคุมการเติบโตและความเข้มข้นเดียวกัน หลังจากเพาะเลี้ยง 4 สัปดาห์ พบว่าชิ้นส่วนข้อที่เพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสามารถชักนำให้เกิดยอดได้มากกว่าในอาหารแข็งที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเติบโตเดียวกัน คือ 3.89 ยอด และ 2.71 ยอด ตามลำดับ เนื่องจากวุ้นที่ใส่ในอาหารแข็งจะจับตัวกับน้ำและสารควบคุมการเติบโต ส่งผลทำให้ความสามารถในการดูดซึมอาหารของพืชลดลง นอกจากนั้นในอาหารแข็งเมื่อเวลาผ่านไปจะส่งผลให้พืชเกิดการสะสมสารฟีนอลิกที่บริเวณฐานของยอดหรือฐานของต้นพืช เพิ่มความเป็นพิษให้แก่พืช ทำให้พืชเจริญเติบโตได้ลงลงสามารถเกิดยอดได้ลดลง และมีลักษณะใบเหลืองและ

ร่วงเร็วกว่าปกติ ซึ่งในอาหารเหลวมีการดูดซึมสารอาหาร และเกิดการสะสมสารฟีนอลิกน้อยกว่า ทำให้สามารถเจริญเติบโตและมีลักษณะของต้นที่ดีกว่า (Arshad et al., 2005)

การศึกษาสารอินทรีย์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเกิดยอดทวีคูณของไผ่ปักกิ่ง

จากการศึกษาสารอินทรีย์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเกิดยอดทวีคูณ ร่วมกับสารควบคุมการเติบโต TDZ ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่ามีสูตรอาหารที่สามารถชักนำให้เกิดยอดทวีคูณได้ดีด้วยกัน 3 สูตร ได้แก่ สูตรอาหารที่ใช้ tryptone ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร, glutamic acid ความเข้มข้น 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่สูตรอาหาร tryptone ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดยอดได้ดีกว่า เนื่องจากที่ 4 สัปดาห์ยังสามารถชักนำให้เกิดยอดทวีคูณได้จำนวนมากขึ้น ในขณะที่การใช้ glutamic acid เมื่อสัปดาห์ที่ 4 สามารถชักนำให้เกิดยอดทวีคูณได้ในระดับเดิม หรือน้อยลงกว่าในสัปดาห์ที่ 2 ซึ่งจากงานวิจัยที่มีการใช้ tryptone ความเข้มข้น 1.0 กรัมต่อลิตร ช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์การงอกของกล้วยไม้รองเท้านารีได้มากกว่าการใช้ peptone (Zeng et al., 2012) ทั้งนี้เนื่องมาจากทั้ง tryptone และ glutamic acid เป็นสารประกอบไนโตรเจนอินทรีย์ ซึ่งประกอบด้วยโปรตีน, กรดอะมิโน, วิตามิน และเป็นแหล่งไนโตรเจนที่พร้อมใช้งานให้แก่พืช เมื่อใส่ลงไปในอาหารเลี้ยงพืช พืชจึงดึงเอาไปใช้ช่วยส่งเสริมการเจริญ และแบ่งเซลล์ได้ นอกจากนั้นเซลล์พืชสามารถดึงไนโตรเจนจากสารอินทรีย์ไปใช้ในการแบ่งเซลล์และเจริญเติบโตได้ดีกว่าการใช้ไนโตรเจนจากสารอนินทรีย์อีกด้วย (Persson et al., 2006; Zeng et al., 2015) และจากรายงานพบว่าความเข้มข้นของ glutamic acid ที่เหมาะสมกับการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณได้ดี คือ 0.12-0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อระดับความเข้มข้นที่สูงขึ้นคือ 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร จะยับยั้งการเกิดยอด แตกต่างในงานวิจัยนี้ที่ระดับความเข้มข้นของ glutamic acid สูงแต่ยังคงชักนำให้เกิดยอดทวีคูณได้ดีในไผ่ปักกิ่ง (Sridhar and Aswath, 2014b) ในขณะที่มีสูตรอาหารหลายสูตรสามารถชักนำให้เกิดยอดทวีคูณได้น้อยที่สุด ได้แก่ การใช้สูตรอาหาร MS ชุดควบคุม, adenine sulphate ความเข้มข้น 30 และ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร, biotin ความเข้มข้น 0.05 และ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีงานวิจัยอื่นที่ได้ทำการศึกษาผลของ adenine sulphate แต่ใช้ร่วมกับสารควบคุมการเติบโต BA สามารถชักนำให้เกิดยอดได้ดี เช่นใช้สารควบคุมการเติบโต BA ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ adenine sulphate ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดยอดทวีคูณในไผ่ตง (*D. asper*) ได้ 12.84 ยอด เนื่องจาก adenine sulphate เป็นแหล่งของไนโตรเจนที่จำเป็นต่อการเจริญของพืช และเมื่อละลายแล้วจะให้กรดอะมิโน adenine ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ไซโตไคนิน จึงชักนำให้เกิดยอดได้ดี (Banerjee et al., 2011; Kumar and Banerjee,

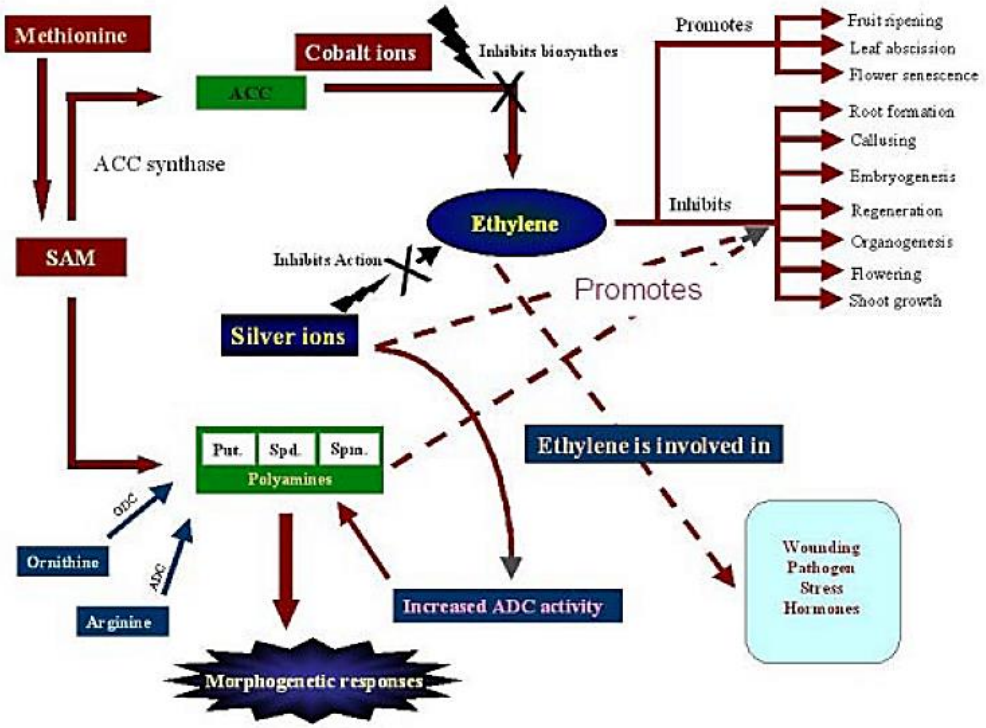
2014) และจากงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษาในเยอบีร่า โดยใช้ biotin ที่ความเข้มข้น 0, 1.0, 3.0, 6.0 และ 9.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า biotin ที่ระดับความเข้มข้น 1 และ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้ยอดที่ได้มีความยาวเพิ่มขึ้น และจากงานวิจัยที่ทำการศึกษาในอินทผาลัม พบว่าการใช้ biotin จะช่วยในการยืดยาวของยอดมากกว่าการเพิ่มจำนวนของยอด ทั้งนี้เนื่องจาก biotin คือวิตามิน B7 หรือวิตามิน H ซึ่งมีบทบาทในการเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์ กระบวนการเมแทบอลิซึม การเจริญและพัฒนาของพืช และยังมีบทบาทในการควบคุมการแสดงออกของยีนในพืชอีกด้วย (Al-Khayri, 2001; Che et al., 2003)

จะเห็นได้จากงานวิจัยนี้ที่พบว่า ทั้งในสัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 4 สูตรอาหารที่มีความยาวของยอดมากมักจะเป็นสูตรอาหารที่สามารถชักนำให้เกิดยอดทวีคูณได้น้อย ได้แก่ สูตรอาหาร MS ชุดควบคุม, สูตรอาหารที่ใช้ adenine sulphate, malt extract และ biotin ซึ่งมีความยาวยอดมากกว่าอาหารในสูตรอื่นๆ นอกจากนั้นสูตรอาหารที่มีจำนวนยอดที่มีใบแผ่กางนั้นแปรผันตรงกับการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณ สูตรอาหารที่สามารถชักนำให้เกิดยอดทวีคูณมากจะมีจำนวนยอดที่มีใบแผ่กางมาก ได้แก่ สูตรอาหารที่ใช้ tryptone ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร และสูตรอาหารที่ใช้ glutamic acid ความเข้มข้น 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ในขณะที่สูตรอาหารที่มีจำนวนยอดที่มีใบแผ่กางน้อยที่สุดได้แก่ สูตรอาหาร MS ชุดควบคุม, สูตรอาหารที่ใช้ adenine sulphate ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร, สูตรอาหารที่ใช้ malt extract ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร และสูตรอาหารที่ใช้ biotin ความเข้มข้น 0.05 และ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งจากงานที่ได้ทำการศึกษาการชักนำให้เกิดยอดของผักเชียงดา (*Gymnema sylvestre)* โดยใช้สารอินทรีย์ชนิดต่างๆ ได้แก่ malt extract, yeast extract, casein hydrolysate พบว่า malt extract นอกจากช่วยในการเพิ่มจำนวนยอดได้ดีที่สุดแล้ว ยังช่วยป้องกันการบานของใบและอาการใบเหลืองของพืชอีกด้วย จึงทำให้ใบพืชแก่ช้าลงสามารถอยู่ในอาหารขวดเดิมได้นานขึ้น และจากงานวิจัยอื่นๆ ที่พบว่า malt extract สามารถช่วยเพิ่มปริมาณยอดได้ดีในพืชบางชนิด เช่น ในหญ้าหวาน เนื่องจาก malt extract เป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต มีน้ำตาลซึ่งเป็นแหล่ง carbon source ของพืช นอกจากนั้นใน malt extract ยังพบว่ามีสารควบคุมการเติบโตออกซิน และจิบเบอเรลลินอยู่ด้วย (Dix and Staden, 1982; Komalavalli and Rao, 2000; Sridhar and Aswath, 2014a, 2014b)

การศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดรากของไผ่ปักกิ่ง

จากการศึกษาเป็นเวลา 12 สัปดาห์พบว่าไม่มีสูตรอาหารใดที่สามารถชักนำให้เกิดรากของไผ่ปักกิ่ง โดยในสูตรอาหาร MS กลุ่มที่มีการใช้ coumarin ความเข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร $AgNO_3$ ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IBA และน้ำตาลซูโครสที่ความเข้มข้นต่างๆ พบว่ายอดส่วน

ใหญ่ยังคงมีสีเขียว แม้ว่าจะผ่านการเปลี่ยนอาหารหลายครั้ง และมีจำนวนยอดเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงสัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 4 โดยสูตรอาหารที่มีจำนวนยอดเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือ สูตรอาหารที่ใช้สารควบคุมการเติบโต IBA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 30 กรัมต่อลิตร ในสัปดาห์ที่ 2 และสูตรอาหารที่ใช้สารควบคุมการเติบโต IBA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 60 กรัมต่อลิตร ในสัปดาห์ที่ 4 (0.6 และ 0.4 ยอดตามลำดับ) ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อ $AgNO_3$ ละลายในอาหาร Ag^+ จะเข้าไปยับยั้งการทำงานของเอทิลีนที่พืชสร้าง ซึ่งหากปล่อยออกมาจะเป็นพิษกับชิ้นพืช จึงทำให้พืชที่ได้รับ $AgNO_3$ ต้นจะมีสีเขียว แข็งแรง นอกจากนั้นยังช่วยส่งเสริมการเจริญของยอด และการเกิดรากอีกด้วย (รูปที่ 10) ซึ่งจากรายงานที่ได้มีการศึกษาการชักนำให้เกิดรากในกล้วย โดยใช้ $AgNO_3$ ที่ความเข้มข้น 5.0-25.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับสูตรอาหาร MS หลังจาก 4 สัปดาห์พบว่า $AgNO_3$ ที่ความเข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดรากได้ดีที่สุด (Kumar et al., 2009; Tamimi, 2015) และ coumarin เป็นสารประกอบฟีนอลิก ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ มีฤทธิ์ส่งเสริมกับ IBA ทำให้เกิดการปลดปล่อยสารควบคุมการเติบโต IAA ในระหว่างการเกิดราก นอกจากนั้นสารต้านอนุมูลอิสระยังเป็นตัวยับยั้ง ACC oxidase ซึ่งจะเปลี่ยนไปเป็นเอทิลีน coumarin จึงช่วยยับยั้งการสร้างเอทิลีน (Tamimi, 2015; Waikhom and Louis, 2014)



ภาพที่ 10 แสดงการสังเคราะห์เอทิลีนและอิทธิพลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาต่างๆ (Kumar et al., 2009)

ซึ่งในงานวิจัยที่ได้ชักนำให้เกิดรากในไผ่ยักษ์น่าน (*D. giganteus*) พบว่าสูตรอาหารที่ดีที่สุดในการเกิดราก คือ สูตรอาหาร MS ร่วมกับ IBA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร coumarin ความเข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เช่นเดียวกับการศึกษาใน ไผ่บงดำ (*B. tulda*) ซึ่งสูตรอาหารที่สามารถชักนำให้เกิดรากได้มากที่สุด คือ สูตรอาหาร ½MS ร่วมกับสารควบคุมการเติบโต IBA และ IAA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ coumarin ความเข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร นอกจากนั้นยังได้ศึกษาผลของน้ำตาลซูโครสต่อการชักนำให้เกิดราก โดยใช้น้ำตาลซูโครสที่ความเข้มข้น 10-50 กรัมต่อลิตร โดยพบว่าความเข้มข้นที่แตกต่างกันของน้ำตาลซูโครสมีผลต่อการเกิดราก โดยที่ระดับความเข้มข้น 30 กรัมต่อลิตร มีการเกิดรากมากที่สุด (Ramanayake and Yakandawala, 1997; Waikhom and Louis, 2014) แตกต่างจากในงานวิจัยนี้ที่เมื่อนำยอดไผ่ลงเพาะเลี้ยงในสูตรอาหาร ½MS ร่วมกับสารควบคุมการเติบโต IBA และ NAA ที่ความเข้มข้นต่าง เพื่อชักนำให้เกิดราก พบว่าหลังจากผ่านไปเพียง 1 สัปดาห์ ยอดมีลักษณะเป็นสีเหลือง หลังจากนั้นเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และตายในที่สุดหลังจาก 2 สัปดาห์ นั่นแสดงให้เห็นว่าสูตรอาหาร ½MS ไม่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดรากของไผ่ปักกิ่ง เนื่องจากได้รับธาตุอาหารที่จำเป็นเพียงครึ่งเดียวเท่านั้นจึงอาจทำให้ไม่เพียงพอสำหรับการเจริญและพัฒนาในไผ่ปังกิ่ง โดยในงานที่ได้ทำการศึกษาการชักนำให้เกิดรากของสเปียร์มินท์ ซึ่งใช้สูตรอาหาร MS ที่แตกต่างกันคือ ¼MS, ½MS และ MS ธรรมดา ร่วมกับสารควบคุมการเติบโต พบว่าความเข้มข้นที่แตกต่างกันของสูตรอาหาร MS ส่งผลต่อการเกิดราก โดยในสูตรอาหาร ¼MS ไม่มีรากเกิดขึ้น ในขณะที่สูตรอาหาร ½MS สามารถชักนำให้เกิดรากได้มากที่สุด รองลงมาคือสูตรอาหาร MS ธรรมดา เป็นการพิสูจน์ว่าการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยของธาตุอาหาร ก็สามารถส่งผลกระทบอย่างมากแก่พืชในหลอดทดลอง ดังเช่นการเพิ่มความเข้มข้นของสังกะสีในอาหารเลี้ยงพืชส่งผลทำให้จำนวนและความยาวรากลดลงอย่างมาก (Castiglione et al., 2007; Fadel et al., 2010) แม้สูตรอาหาร ½MS จะสามารถชักนำให้เกิดรากได้ในไผ่ชนิดอื่น แต่ไม่เหมาะสมในการนำมาใช้ชักนำให้เกิดรากในไผ่ปักกิ่ง

นอกจากนั้นในงานวิจัยนี้ยังได้ศึกษาการชักนำให้เกิดรากโดยใช้สูตรอาหาร MS ที่มี tryptone ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับสารควบคุมการเติบโตต่างชนิดกัน ได้แก่ NAA, IBA และ BA ที่ความเข้มข้นต่างๆ แม้ว่าจะไม่มีรากเกิดขึ้นแต่พบว่า สูตรอาหารมีสารควบคุมการเติบโต NAA ความเข้มข้น 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร เช่นเดียวกับ สูตรอาหารที่มีสารควบคุมการเติบโต NAA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IBA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ BA ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่พบว่ายอดยังคงมีสีเขียว แม้ว่าจะผ่านการย้ายอาหารหลายครั้ง แต่ลักษณะของยอดไม่แข็งแรงมากนัก แตกต่างจากในสูตรอาหารอีก 2 สูตร ที่ยอดมีลักษณะเป็นสีน้ำตาล และตายหลังจากสัปดาห์ที่ 2 ซึ่งสูตรอาหาร 2

สูตรนี้ เป็นสูตรอาหารที่ไม่ได้ประกอบด้วยสารควบคุมการเติบโต BA ซึ่ง BA เป็นสารประเภทไซโตไคนิน แม้ว่าจะไม่ได้ส่งผลต่อการเกิดราก แต่มีผลในการแบ่งเซลล์ การเจริญและพัฒนาของยอด จึงทำให้สูตรอาหารที่ประกอบด้วย BA ยอดมีสีเขียวได้นานกว่าสูตรอาหารที่ไม่ได้ประกอบด้วย BA (บุญยืน กิจวิจารณ์, 2554; ปรารถนา จันทร์ทา et al., 2549) นอกจากนั้นยังพบว่ายอดที่ได้จากการชักนำด้วยสารควบคุมการเติบโต TDZ มักจะมีการยืดยาวของยอดที่ไม่ดี พัฒนาเป็นต้นที่สมบูรณ์ได้น้อย และมีอัตราการเกิดรากต่ำ ซึ่งอาจเนื่องมาจากการใช้สารควบคุมการเติบโต TDZ ในระดับที่มากเกินไป หรือมีการสะสมของสารควบคุมการเติบโต TDZ เป็นเวลานานในระหว่างขั้นตอนของการเพาะเลี้ยง (Murthy et al., 1998; วราภรณ์ ฉุยฉาย, 2552)

มหาวิทยาลัยศิลปากร

รายการอ้างอิง

Ahirwar, R. K., & Bagchi, S. N. (2014). *In Vitro* Micropropagation of *Dendrocalamus Strictus*:Review. *International Journal of Genetic Engineering and Biotechnology, 5*(1), 7-13.

Al-Khayri, J. M. (2001). Optimization of biotin and thiamine requirements for somatic embryogenesis of Date Palm (*Phoenix Dactylifera* L.). *In vitro cellular & Developmental Biology, 37*(4), 453-456.

Alexander, M. P., & Rao, T. C. R. (1968). *In vitro* culture of bamboo embryos. *Current science, 37*, 415.

Ansari, S. A., Kumar, S., & Palanisamy, K. (1996). Peroxidase activity in relation to i*n vitro* rhizogenesis and precocious flowering in *Bambusa arundinacea*. *Current Scence, 71*(5), 358-359.

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.

Arya, I. D., Satsangi, R., & Arya, S. (2001). Rapid Micropropagation of Edible Bamboo *Dendrocalamus asper*. *Journal of Sustainable Forestry, 14*(2-3) , 103-114. doi:10.1300/J091v14n02_06

Arya, T. D., Kaur, B., & Arya, S. (2012). Rapid and mass propagation of economically important Bamboo *Dendrocalamus hamiltonii*. *Indian Journal of Energy, 1*(1), 11-16.

Banerjee, M., Gantait, S., & Pramanik, B. (2011). A two step method for accelerated mass propagation of *Dendrocalamus asper* and their evaluation in field. *Springer, 17*(4), 387-393. doi:10.1007/s12298-011-0088-0

Brar, J., Shafi, A., Sood, P., Sood, A., & M., A. (2012). Micropropagation of *Dendrocalamus membranaceus* Munro. Through axillary shoot proliferation and confirmation of clonal fidelity of *in vitro* raised plants. *Journal of Bamboo and Rattan, 11*(1&2), 1-92.

Castiglione, S., Franchin, C., Fossati, T., Lingua, G., Torrigiani, P., & Biondi, S. (2007). High

zinc concentrations reduce rooting capacity and alter metallothionein gene expression in white poplar (*Populus alba* L. cv. Villafranca). *Chemosphere, 67*, 1117-1126.

Che, P., Lisa, M. W., Wurtele, E. S., & Nikolau, B. J. (2003). The Role of Biotin in Regulating 3-Methylcrotonyl-Coenzyme A Carboxylase Expression in Arabidopsis. *Plant Physiol, 131*, 1479-1486.

Clayton, W. D., Vorontsova, M. S., Harman, K. T., & Williamson, H. (2006). GrassBase - The Online World Grass Flora. Retrieved from http://www.kew.org/data/grasses-db.html

Dieter, K. (2017). Bamboos of Thailand. Retrieved from https://sites.google.com/site/bamboosthailand/

Dix, L., & Staden, J. V. (1982). Auxin and gibberellin-like substances in coconut milk and malt extract. *Plant Cell Tissue Organ Culture, 1*, 239-245.

Fadel, D., Kintzios, S., Economou, A. S., Moschopoulou, G., & Constantinidou, H. I. A. (2010). Effect of Different Strength of Medium on Organogenesis, Phenolic Accumulation and Antioxidant Activity of Spearmint (*Mentha spicata* l.). *The Open Horticulture Journal, 3*(31-35).

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.

Guo, B., Abbasi, B. H., Zeb, A., Xu, L. L., & Wei, Y. H. (2011). Thidiazuron: A multi-dimensional plant growth regulator. *African Journal of Biotechnology, 10*(45), 8984-9000.

Jimenez, V. M., & 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.

Joshi, M., & Nadgauda, R. S. (1997). Cytokinins and *in vitro* induction of flowering in bamboo: *Bambusa arundinacea* (Retz.) Willd. *Current science, 73*(6), 523-526.

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.

Komalavalli, N., & Rao, M. V. (2000). *In vitro* micropropagation of *Gymnema sylvestre* – A multipurpose medicinal plant. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 61*, 97-105.

Kumar, V., & Banerjee, M. (2014). Albino Regenerants Proliferation of *Dendrocalamus Asper In vitro*. *Journal of Agricultural Sciences, 10*(1), 9-23.

Kumar, V., Parvatam, G., & Ravishankar, G. A. (2009). AgNO3 - a potential regulator of ethylene activity and plant growth modulator. *Electronic Journal of Biotechnology, 12*(2), 1-15.

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.

Lin, C. S., & Chang, W. C. (1998). Micropropagation of *Bambusa edulis* through nodal explants of field-grown culms and flowering of regenerated plantlets. *Plant cell reports, 17*(8), 617-620.

Lin, C. S., Lin, C. C., & Chang, W. C. (2004). Effect of thidiazuron on vegetative tissue-derived somatic embryogenesis and flowering of bamboo Bambusa edulis. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 76*, 75-82.

Lu, C. Y. (1993). The use of Thidiazuron in tissue culture. *In Vitro Cell. Dev. Biol, 29*, 92-96.

Murashige, T., & Skoog, F. (1962). A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assay with Tobacco Tissue Culture. *Physiol. Plant, 15*(43), 473-497.

Murthy, B. N. S., Murch, S. J., & Saxena, P. K. (1998). Thidiazuron: A Potent Regulator of in *vitro* Plant Mophogenesis. *In Vitro Cell. Dev. Biol, 34*, 267-275.

Nadha, H. K., Kumar, R., Sharma, R. K., Anand, M., & Sood, A. (2013). *In vitro* propagation of *Dendrocalamus asper* and testing the clonal fidelity using RAPD and ISSR markers. *International Journal of Current Research, 5*(8), 2060-2067.

Nitsch, J. P. (1969). Experimental androgenesis in Nicotiana. *Phytomorphology, 19*, 389-404.

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.

Persson, J., Gardestrom, P., & Nasholm, T. (2006). Uptake, metabolism and distributionof organic and inorganic nitrogen sources by *Pinus sylvestris*. *Journal of*

Experimental Botany, 57, 2651-2659.

Prutpongse, P., & Gavinlertvatana, P. (1992). *In vitro* micropropagation of 54 species from 15 genera of bamboo. *HortScience, 27*(5), 453-454.

Raju, R. I., & Roy, S. K. (2016). Mass propagation of *Bambusa bambos* (L.) Voss through *in vitro* culture. *Biological Sciences, 5*(2), 15-26.

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.

Ramanayake, S. M. S. D., & Yakandawala, K. (1997). Micropropagation of the giant bamboo (*Dendrocalamus giganteus* Munro) from nodal explants of field grown culms. *Plant Science, 129*, 213-223.

Ravikumar, R., Ananthakrishnan, G., Kathiravan, K., & Ganapathi, A. (1998). *In vitro* shoot propagation of *Dendrocalamus strictus* nees. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 52*(3), 189-192.

Rout, G., & Das, P. (1994). Somatic embryogenesis and *in vitro* flowering of 3 species of bamboo. *Plant cell reports, 13*(12), 683-686.

Saini, H., Arya, I. D., Arya, S., & Sharma, R. (2016). *In vitro* micropropagation of himalayan weeping bamboo, *Drepanostachyum falcatum*. *American Journal of Plant Sciences, 7*, 1317-1324.

Saxena, S. (1990). *In vitro* propagation of the bamboo (*Bambusa tulda* Roxb.) through shoot proliferation. *Plant cell reports, 9*(8), 431-434.

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.

Singh, M., Jaiswal, U., & Jaiswal, V. S. (2001). Thidiazuron-induced Shoot Multiplication and Plant Regeneration in Bamboo (*Dendrocalamus strictus* Nees). *Plant Biochemistry & Biotechnology, 10*, 133-137.

Singh, S. R., Dalal, S., Singh, R., Dhawan, A. K., & Kalia, R. K. (2012). Seasonal influences on *in vitro* bud break in *Dendrocalamus hamiltonii* Arn. Ex Munro nodal

explants and effect of culture microenvironment on large scale shoot multiplication and plantlet regeneration. *Indian Journal Plant Physiol, 17*(1), 9-21.

Sridhar, T. M., & Aswath, C. R. (2014a). Influence of Additives on Enhanced *in Vitro* Shoot Multiplication of *Stevia rebaudiana* (Bert.)—An Important Anti Diabetic Medicinal Plant. *American Journal of Plant Sciences, 5*(1), 192-199.

Sridhar, T. M., & Aswath, C. R. (2014b). Review on Medicinal Plants Propagation: A Comprehensive Study on Role of Natural Organic Extracts in Tissue Culture Medium. *American Journal of Plant Sciences, 5*(20), 3073-3088.

Tamimi, S. M. (2015). Effects of ethylene inhibitors, silver nitrate ($AgNO_3$), cobalt chloride ($CoCl_2$) and aminooxyacetic acid (AOA), on in vitro shoot induction and rooting of banana (*Musa acuminata* L.). *African Journal of Biotechnology, 14*(32), 2510-2516.

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.

White, P. R. (1963). *The Cultivation of Animal and Plant Cells*. The Ronald Press, New York.

Woods, S. H., Phillips, G. C., Woods, J. E., & Collins, G. B. (1992). Somatic embryogenesis and plant regeneration from zygotic embryo explants in mexican weeping bamboo, *Otatea acuminata aztecorum*. *Plant cell reports, 11*, 257-261.

Zailiu, L., & Chaomao, H. (2006). Study on tissue culture of *Dendrocalamus sinicus*. . *Scientia Silvae Sinicae, 42*(2), 43-49.

Zeng, S., Huang, W., Wu, K., Zhang, J., Silva, J. A. T. D., & Duan, J. (2015). *In vitro* propagation of *Paphiopedilum orchids*. *Critical Reviews in Biotechnology*, 1-14.

Zeng, S., Wu, K., Silva, J. A. T. D., Zhang, J., Chen, Z., Xia, N., & Duan, J. (2012). Asymbiotic seed germination, seedling development and reintroduction of *Paphiopedilum wardii* Sumerh., an endangered terrestrial orchid. *Scientia Horticulturae, 138*, 198-209.

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2559). การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกับงานขยายพันธุ์พืช. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

ธัญพิสิษฐ์ พวงจิก. (2556). ไผ่พืชมหัศจรรย์จริงหรือ ? วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, *21*(2), 179-185.

ธัญพิสิษฐ์ พวงจิก, ปภาการต์ พรหมคล้าย, & เยาวพา จิระเกียรติกุล. (2556). การเจริญเติบโตของไผ่บางพันธุ์. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, *21*(6), 533-542.

บุญยืน กิจวิจารณ์. (2554). เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ขอนแก่น: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์.

ปรัชญา ยังพัฒนา, & ระวี ถาวร. (2557). ไผ่กับวิถีชีวิตคนไทย :องค์ความรู้ และรูปแบบการจัดการของท้องถิ่น. กรุงเทพฯ บริษัท ดูมายเบส จำกัด.

ปรารถนา จันทร์ทา, พัชราพรรณ คงเพชรศักดิ์, & สุกานดา ดอกสันเทียะ. (2549). ฮอร์โมนพืช. เอกสารประกอบการสอนรายวิชา ชว.456 คณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ปิยะพร พิทักษ์ตันสกุล. (2557). ไม้ไผ่ พืชเศรษฐกิจจากป่าที่สำคัญของคนไทย. กรุงเทพฯ บริษัท ดูมายเบส จำกัด.

พรรณี ปานขลิบ. (2555). ไผ่จีนปักกิ่ง. Retrieved from http://www.pairich.com/p/blog-page_27.html

ยุพิน เคนตรี, อรดี สหวัชรินทร์, กฤษณา กฤษณพุกต์, & สุรียา ตันติวิวัฒน์. (2542). ผลของ benzyladenine และ nepthalene acetic acid ต่อการเพิ่มปริมาณยอดและการชักนำให้เกิดรากของไผ่ตรงในสภาพปลอดเชื้อ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, *7*(2), 34-40.

รุ่งนภา พัฒนาวิบูลย์, บุญฤทธิ์ ภูริยากร, & วลัยพร สถิตวิบูรณ์. (2544). ไผ่ในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการป่าไม้.

วราภรณ์ ฉุยฉาย. (2552). บทบาทของ Thidiazuron ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, *4*(2), 123-135.

วุฒิ วุฒิธรรมเวช. (2540). รวมหลักเภสัชกรรมไทย. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

สำนักฟื้นฟูและพัฒนาพื้นที่อนุรักษ์. (2552). การสำรวจไม้ไผ่ของประเทศไทย.

สุทัศน์ เล้าสกุล. (2545). ไผ่เศรษฐกิจที่น่าสนใจในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: กรมป่าไม้.

สุธิดา ฉันทานุรักษ์. (2534). การเลี้ยงเนื้อเยื่อไผ่: ผลของ *2, 4-D, NAA,* และ *BAP* ต่อการเกิดแคลลัสและยอด. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุพล ธนูรักษ์. (2539). ไผ่เศรษฐกิจ. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมการเกษตร

อนันต์ อนันตโชติ. (2534). ไผ่ในประเทศไทยที่น่ารู้จัก. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	Nantika Deelom
วัน เดือน ปี เกิด	12 March 1994
สถานที่เกิด	Surin
วุฒิการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.)
ที่อยู่ปัจจุบัน	111 ม.16 ต.นาดี อ.เมือง จ.สุรินทร์ 32000
ผลงานตีพิมพ์	- การเพิ่มจำนวนยอดของไผ่ปักกิ่ง (Dendrocalamus sp.) โดยการเพาะเลี้ยงส่วนข้อ. วารสารเวอร์ริเดียน, 6(1), 62-76. - ผลของสารอินทรีย์ต่อการชักนำให้เกิดยอดทวีคูณในไผ่ปักกิ่ง (Dendrocalamus sp.) ในการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 48 ร่วมกับการประชุมวิชาการบัณฑิตศึกษาระดับชาติและนานาชาติครั้งที่ 9 และการประชุมวิชาการ ศิลปากรวิจัย ครั้งที่ 11 วันที่ 13 มิถุนายน 2562 ณ มหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม

มหาวิทยาลัยศิลปากร