



รายงานผลการวิจัย

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เรื่อง

การผลิตไพลแบบบูรณาการ

Integrated Research on Cassumunar ginger

(*Zingiber Cassumunar* .Roxb.)

โดย

ชลิต พงศ์ศุภสมิทธิ ขนิษฐา ดวงสงค์ เบญจวรรณ สมบูรณ์



รายงานผลการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เรื่อง การผลิตไพลแบบบูรณาการ
Integrated Research on Cassumunar ginger (*Zingiber Cassumunar* .Roxb.)

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2550
จำนวน 280,000 บาท

หัวหน้าโครงการ นายชลิต พงศ์ศุภสมิทธิ

ผู้ร่วมโครงการ นางชนิษฐา ดวงสงค์
นางเบญจวรรณ สมบูรณ์

งานวิจัยเสร็จสมบูรณ์

...../...../.....

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2550 จากสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี จากผู้ร่วมงาน สาขาพืชสวนระดับ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ของสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ชลิต พงศ์สุภสมิทธิ

ชนิษฐา ดวงสงค์

เบญจวรรณ สมบูรณ์



สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	ก
สารบัญตารางผนวก	ข
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
การตรวจเอกสาร	4
วัตถุประสงค์	12
เวลาและสถานที่	12
อุปกรณ์และวิธีดำเนินงาน	13
ผลการวิจัย	17
วิจารณ์ผลการทดลอง	45
สรุปผลการทดลอง	84
เอกสารอ้างอิง	85
ภาคผนวก	92

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การเจริญเติบโตด้านความสูงเนื้อเยื่อส่วนยอดไหลที่เลี้ยงบนอาหารรุ่น สูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้น ต่าง ๆ กัน	19
2	จำนวนหน่อของเนื้อเยื่อส่วนยอดไหลที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน	22
3	จำนวนรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดไหลที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน	25
4	ความยาวราก ของเนื้อเยื่อส่วนยอดไหลที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน	28
5	การเจริญและพัฒนาแคลลัสของเนื้อเยื่อส่วนยอดไหล ที่เลี้ยงบนอาหาร สูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้น ต่าง ๆ กัน เมื่ออายุ 50 วัน	29
6	การเจริญเติบโตด้านความสูงเนื้อเยื่อส่วนยอดไหลที่เลี้ยงในอาหารเหลว สูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้น ต่าง ๆ กัน	32
7	จำนวนหน่อของเนื้อเยื่อส่วนยอดไหลที่เลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน	35
8	จำนวนรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดไหลที่เลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน	38
9	ความยาวรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดไหลที่เลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน	41
10	การเจริญและพัฒนาแคลลัสของเนื้อเยื่อส่วนยอดไหลที่เลี้ยงบนอาหาร สูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้น ต่าง ๆ กัน	44

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่	หน้า
1 ผลการวิเคราะห์ความสูงของเนื้อเยื่อส่วนยอดไพล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กันที่อายุ 30 วัน	93
2 ผลการวิเคราะห์ความสูงของเนื้อเยื่อส่วนยอดไพล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กันที่อายุ 40 วัน	93
3 ผลการวิเคราะห์ความสูงของเนื้อเยื่อส่วนยอดไพล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กันที่อายุ 50 วัน	94
4 ผลการวิเคราะห์จำนวนหน่อของเนื้อเยื่อส่วนยอดไพล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กันที่อายุ 20 วัน	94
5 ผลการวิเคราะห์จำนวนหน่อของเนื้อเยื่อส่วนยอดไพล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กันที่อายุ 30 วัน	95
6 ผลการวิเคราะห์จำนวนหน่อของเนื้อเยื่อส่วนยอดไพล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กันที่อายุ 40 วัน	95
7 ผลการวิเคราะห์จำนวนหน่อของเนื้อเยื่อส่วนยอดไพล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กันที่อายุ 50 วัน	96
8 ผลการวิเคราะห์จำนวนรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดไพล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กันที่อายุ 10 วัน	96
9 ผลการวิเคราะห์จำนวนรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดไพล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กันที่อายุ 20 วัน	97

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
10 ผลการวิเคราะห์จำนวนรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดไหล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กันที่อายุ 40 วัน	97
11 ผลการวิเคราะห์จำนวนรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดไหล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กันที่อายุ 50 วัน	98
12 ผลการวิเคราะห์ความยาวรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดไหล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กันที่อายุ 10 วัน	98
13 ผลการวิเคราะห์ความยาวรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดไหล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กันที่อายุ 20 วัน	99
14 ผลการวิเคราะห์ความยาวรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดไหล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กันที่อายุ 30 วัน	99
15 ผลการวิเคราะห์ความยาวรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดไหล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กันที่อายุ 50 วัน	100
16 ผลการวิเคราะห์จำนวนหน่อของเนื้อเยื่อส่วนยอดไหล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กันที่อายุ 10 วัน	100
17 ผลการวิเคราะห์จำนวนหน่อของเนื้อเยื่อส่วนยอดไหล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กันที่อายุ 20 วัน	101
18 ผลการวิเคราะห์จำนวนรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดไหล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กันที่อายุ 10 วัน	101

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
19	ผลการวิเคราะห์จำนวนรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดไหล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กันที่อายุ 20 วัน	102
20	ผลการวิเคราะห์จำนวนรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดไหล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กันที่อายุ 30 วัน	102
21	ผลการวิเคราะห์ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางของเนื้อเยื่อส่วนยอด ไหล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กันที่อายุ 20 วัน	103
22	ผลการวิเคราะห์ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางของเนื้อเยื่อส่วนยอด ไหล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กันที่อายุ 30 วัน	103

การวิจัยการผลิตไหลแบบบูรณาการ
Integrated Research on cassumunar ginger
(*Zingiber cassumunar* Roxb.)

ชลิท พงศ์ศุภสมิทธิ¹ ขนิษฐา ดวงสงค์¹ เบญจวรรณ สมบูรณ์¹
CHALIT PONGSUPASAMIT KHANITTA DAUNGSONK
BENCHAWAN SOMBOON

¹สาขาพืชสวนประดับ ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้
จังหวัดเชียงใหม่

บทคัดย่อ

การเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดไหลบนอาหารรุ้นและอาหารเหลวเป็นเวลา 50 วัน พบว่าเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารรุ้น สามารถเจริญด้านความสูงได้ดีบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5 ppm พัฒนาเป็นหน่อได้ดีบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 0.5 ร่วมกับ BA 1.0 ppm พัฒนาเป็นรากได้ดีบนอาหารสูตร MS ดัดแปลง NAA เข้มข้น 1.5 ppm รากที่เกิดจากส่วนยอดมีความยาวที่สุดบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0 ppm นอกจากนี้ยังพบว่าเนื้อเยื่อสามารถเกิดแคลลัสได้ดีบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0 ร่วมกับ BA เข้มข้น 2.0 ppm ส่วนเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารเหลว พบว่า สามารถเจริญด้านความสูงได้ดีในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5 ppm พัฒนาเป็นหน่อได้ดีในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5 ppm ร่วมกับ BA เข้มข้น 0.5 ppm พัฒนาเป็นรากได้ดีในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA เข้มข้น 2.0 ร่วมกับ BA เข้มข้น 0.5 ppm รากที่เกิดจากเนื้อเยื่อส่วนยอดมีความยาวที่สุดในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 1.5+1.5 และ 0.5+0.5 ppm นอกจากนี้ยังพบว่าเนื้อเยื่อสามารถพัฒนาเป็นแคลลัสได้ดีในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5 ppm และ NAA เข้มข้น 0.5 ร่วมกับ BA เข้มข้น 0.5 ppm

ABSTRACT

Shoots of Casumunar ginger (*Zingiber cassumunar* Roxb.) were cultured on different modified agar and liquid MS media. Better growth and development was found on shoots cultured on MS agar media supplemented with 1.5 ppm NAA while sprouting was found on shoots cultured on MS agar medium supplemented with 0.5 ppm NAA and 1.0 ppm BA. Root induction was found on MS agar medium supplemented with 1.5 ppm NAA while the longest root was found on modified agar MS medium with 1.0 ppm NAA. Callus induction was found on MS agar medium supplemented with 1.0 ppm NAA and 2.0 ppm BA. While better shoot growth and development was observed when shoots were cultured in MS liquid medium supplemented with 0.5 ppm NAA. Sprouting was produced when shoots were cultured in MS liquid supplemented with 1.8 ppm NAA and 0.5 ppm BA. The highest number of roots was obtained from shoots cultured in MS liquid medium supplemented with 2.0 ppm NAA and 0.5 ppm BA while the longest root was produced from shoots cultured in MS liquid medium supplemented with 1.5 ppm NAA + 1.5 ppm BA and 0.5 ppm NAA + 0.5 ppm BA. Callus induction was found when shoots were cultured in MS liquid medium supplemented with 1.5 ppm NAA and 0.5 ppm NAA + 0.5 ppm BA.

คำนำ

ไพลเป็นพืชสมุนไพรที่ใช้ในตำราแพทย์แผนโบราณ โดยอาจจะใช้อย่างเดียวหรือผสมกับสมุนไพรตัวอื่นเพื่อรักษาอาการต่างๆ เช่น รักษาอาการอักเสบ แก้เคล็ดขัดยอก ฟกช้ำ เส้นตึงเหน็บชา สมานแผล น้ำมันไพลเมื่อผสมกับแอลกอฮอล์สามารถทาแก้คันยุงได้ เหง้าใช้กินเป็นยาขับลม ขับประจำเดือน แก้บิด สมานลำไส้ และมีฤทธิ์ระบายอ่อน ๆ และแก้ปวด ซึ่งมีผลมาจาก (E)-1-(3, 4-dimethoxyphenyl) but-3e-1-01 (วัลภา, 2520 และ วันดี, 2538) นอกจากนี้ยังพบว่าเหง้าไพลมีสาร 4-(4 hydroxy - -1 butenyl) veratrole ซึ่งมีฤทธิ์ในการขยายหลอดลม จึงมีการทดลองใช้ผงไพลกับผู้ป่วยเด็กที่เป็นหืด ปรากฏว่าได้ผลดีมาก ทั้งในรายที่มีอาการหอบหืดอย่างเฉียบพลันและเรื้อรัง ได้มีงานวิจัยเกี่ยวกับพืชวงศ์ Zingiberaceae ที่มีผลต่อต้านสารเร่งการเกิดมะเร็ง โดยใช้สมุนไพร 6 ชนิด คือ ขมิ้น (*Curcuma domestica* Valetton) ว่านชักมดลูก (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) เปราะหอม (*Kaempferia galanga* L.) ไพล (*Zingiber cassumunar* Roxb.) ขิง (*Zingiber officinale* Rosc.) และกระเทียม (*Zingiber zerumbet* (L.) Smith) มีผลต้านไวรัสเอดส์แบบบาร์ ด้วยสาร TPA (12 - o - tetradecamoyl phorbol 1-13-acetate) ซึ่งเป็นสารเร่งการเกิดมะเร็ง (tumour promoter) ข้อมูลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาสมุนไพรเพื่อป้องกันมะเร็ง โดยเฉพาะในระยะ tumour promoting stage (ฝ่ายข่าวงานวิจัย , 2539) ปัจจุบันคนได้เริ่มมาสนใจใช้สมุนไพรในการรักษา ป้องกัน และสุขภาพดีกันมากขึ้น เพื่อสนองความต้องการใช้ประโยชน์จากสมุนไพรได้อย่างสม่ำเสมอและเพียงพอ จึงควรมีการศึกษาการขยายพันธุ์โดยวิธีการเลี้ยงเนื้อเยื่อ เพื่อป้องกันการขาดแคลนสมุนไพร ทั้งนี้เนื่องจากการขยายพันธุ์โดยวิธีการเลี้ยงเนื้อเยื่อจะสามารถขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็วและได้ต้นพืชที่ปราศจากเชื้อโรคต่างๆ

การตรวจเอกสาร

ไพลเป็นพืชอยู่ในวงศ์ (family) Zingiberaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zingiber cussumunar* Roxb. (สมภพ, 2544) ภาคเหนือเรียกว่าปูลอย หรือปูละ (รุ่งรัตน์, 2540) ภาคกลางเรียกว่า ไฟ ชาวเงี้ยวแม่ฮ่องสอน เรียกว่า มั่นสะล่าง (เพยาร์, 2529, และวันดี, 2538) มีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชีย ตั้งแต่ประเทศอินเดีย พม่า ไทย มาเลเซีย จนถึงอินโดนีเซียเป็นพืชหลายปี (perenial) มีลำต้นใต้ดินเรียกว่าเหง้า (rhizome) แตกแขนงทอดขนานไปกับผิวดินเป็นที่สะสมอาหาร (พวงเพ็ญ, 2532) เหง้ามีสีเหลืองแกมเขียว มีกลิ่นเฉพาะ เปลือกนอกสีน้ำตาลแกมเหลือง เจริญเป็นกอ หน่อใหม่เจริญทางด้านข้างนอกสุด ในช่วงกลางฤดูหนาวถึงต้นฤดูร้อน ต้นบนดินจะแห้งตาย และจะงอกใหม่ในต้นฤดูฝน (วันดี, 2537) ลำต้นเทียมมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.5 – 1.0 เซนติเมตร สูงประมาณ 80 – 150 เซนติเมตร มีกาบใบหรือโคนใบหุ้ม ใบเป็นใบเดี่ยวเรียงสลับเป็นสองแถวเป็นรูปหอก (lorate) ตรงช่วงต่อระหว่างตัวใบกับกาบใบจะหักเป็นข้อศอก (จำลองและคณะ) ดอกเป็นช่อขนาดใหญ่ ก้านช่อดอกยาว โผล่จากดินประมาณ 20-30 เซนติเมตร ช่อดอกเป็นรูปกรวย มีใบประดับซ้อนกันแน่นเรียบ สีของใบประดับเป็นสีเขียว เมื่อยังอ่อนจะปิดแน่น และจะขยายอ้าให้เห็นดอกภายหลัง ดอกบานทีละ 2-3 ดอกจากข้างล่างขึ้นบน กลีบดอกบางสีเหลือง (เพยาร์, 2529) กลีบดอกและกลีบรองดอกมี 3 กลีบ มีเกสรตัวผู้ 6 อัน ผลกลมแข็งเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1-1.5 เซนติเมตร

ผลทางเภสัชวิทยา

ส่วนหัวหรือเหง้า (rhizome) ของไพลประกอบด้วยน้ำมันหอมระเหย (aromatic oil, curcumin) (สุวรรณ, 2537) สารประกอบเทอร์ปีนอยด์ (terpenoids) (สมภพ, 2544 ; เพยาร์, 2529) เบต้าซิโตสเตอรอล (B-sitosterol) และในส่วนสกัดด้วยเฮกเซน (Hexane extract) ของไพล ซึ่งแบ่งทีละส่วนทีละละลายได้น้อย ตรวจพบสาร โมโนเทอร์พีน (monoterpene) และสารใหม่อีก 7 ชนิด คือ A, B, B', C, C', D และ E มีผลทางเภสัชวิทยาดังนี้

1. ด้านอาการอักเสบ จากการศึกษาลำคัญของไพลสามารถแยกสารสำคัญ 3 ชนิด จากการสกัดด้วยเฮกเซนที่นำมาสกัดต่อจากสารสกัดเมธานอลของเหง้าไพล พบว่าเป็น terpinene – 4 – 01, a- terpinene และ (E)1-(3,4-dimethoxyphenyl)but-3-en-1-01 ซึ่งเป็นสารฟีนอลิกวิตานอยด์จากเหง้าไพล มีฤทธิ์ด้านการอักเสบและแก้ไข้แก้ปวดในสัตว์ทดลองเมื่อให้ทางปาก จากการทดสอบฤทธิ์ด้านการอักเสบและบรรเทาปวดผู้วิจัยได้สรุปว่าเป็นผลจากสาร (E)1-(3,4-dimethoxyphenyl)but-3-en-1-01 มีฤทธิ์ด้านการอักเสบได้เป็น 2 เท่า ของ

ไดโครฟีแนก (diclofenac) ซึ่งเป็นยาแผนปัจจุบันใช้บรรเทาอาการอักเสบ โดยออกฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไซโคลออกซีจีเนส (cyclooxygenase) และไลโปออกซีจีเนส (lipoxygenase) จากการศึกษาผลของการรักษาอาการอักเสบในสัตว์ทดลองโดยวิธีต่างๆ พบว่าสามารถอาการบวมของอุ้งเท้าหนูจากการฉีดคาราจีแนน และลดอาการอักเสบของหนูจากการทากรดอะราชีนิก (arachidonic acid)

สารอัลฟา-พินีน (- pinene) และเทอร์ปีนีน (terpinene -4-01) ได้มีการทดลองแสดงให้เห็นว่ามีฤทธิ์ต้านการอักเสบได้ทั้งที่รับประทานหรือฉีดเข้าช่องท้อง โดยให้ฤทธิ์นานกว่าอินโดเมธาซิน ส่วนเคอร์คิวมิน (curcumin) พบว่ามีฤทธิ์ต้านการอักเสบโดยออกฤทธิ์เป็นแอนติออกซิแดนท์

2. ฤทธิ์บรรเทาปวด อาจเนื่องจากยาชาเฉพาะที่ โดยมีผลลดความสูงของศักย์ทำงาน (action potential) พบว่า น้ำสกัดไพลในขนาดความเข้มข้น 30, 70, 150, 225 และ 300 มิลลิกรัมต่อซีซี สามารถลดศักย์การทำงานของเส้นประสาท sciatic ได้ภายใน 20 นาที โดยผลการลดขึ้นอยู่กับขนาดที่ใช้ และอาจเนื่องจากมีผู้นิยมใช้ไพลเป็นยาขับเลือดเสีย และขับน้ำคาวปลาภายหลังคลอดบุตร โดยปรุงเป็นยามีชื่อว่ายาประสรวไพลซึ่งเป็นยาที่กระทรวงสาธารณสุขประกาศใช้เป็นยาสามัญประจำบ้าน ในอดีตหมอไทยจะปรุงยาชานานนี้ติดบ้านไว้เสมอ การที่เป็นยาขับน้ำคาวปลาได้ยำนั้นต้องมีฤทธิ์ทำให้กล้ามเนื้อมดลูกบีบตัว สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติได้ทำการทดลองโดยใช้มดลูกหนู แล้วหยดน้ำต้มไพลลงไป ผลทำให้กล้ามเนื้อมดลูกหนูคลายตัวได้ 100 เปอร์เซ็นต์ จากการทดลองทำให้เห็นได้อย่างชัดเจนว่ากล้ามเนื้อมดลูกไวต่อไพลมาก จากคุณสมบัตินี้อาจใช้ไพลเป็นยาแก้ปวดมดลูกเวลาเป็นประจำเดือนได้ (นิยดา และคณะ, 2522)

3. ฤทธิ์ต้านฮิสตามีน (histamine) ทำให้กล้ามเนื้อเรียบคลายตัว อนุพันธ์ฟีนิวบิตานอยด์ในเหง้าไพล ทำให้กล้ามเนื้อเรียบลำไส้เล็กส่วนปลายของหนูตะเภาคลายตัว สามารถต้านฤทธิ์อะเซทิลโคลีน (acetylcholine), นิโคติน (nicotine), และเซโรโทนิน (serotonin) มีรายผลการวิจัยในคนไข้และในสัตว์ทดลอง พบว่าสารสกัดจากไพลมีฤทธิ์ขยายหลอดลม โดยทดลองใช้กับคนไข้ที่เป็นโรคหอบหืดทั้งเด็กและผู้ใหญ่ จากการศึกษาในผู้ป่วยเด็ก พบว่าการให้รับประทานเหง้าไพลสดแห้งขนาด 11-25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีฤทธิ์ต้านฮิสตามีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีฤทธิ์น้อยกว่ายาคลอเฟนิรามีน จากการศึกษาพบข้อดีของไพลเมื่อใช้รักษาผู้ป่วยโรคหอบหืดที่มีภาวะภูมิแพ้ที่เยื่อโพรงจมูกร่วมด้วยใช้ได้ดีทั้งขณะหอบและป้องกันการหอบเนื่องจาก compound D และอนุพันธ์ 2 ชนิด ได้แก่ compound D acetate และ

compound D palmitate ซึ่งเป็นสารที่สกัดมาจากไพล ปัจจุบันนำมาทดลองใช้ทำยารักษาโรคหอบหืด ซึ่งสารทั้ง 3 ชนิดมีลักษณะดังต่อไปนี้

ก. compound D ลักษณะเป็นของเหลวข้นหนืดสีเหลืองอ่อน ชื่อทางเคมีคือ 4-(3', 4'-dimethoxy-phenyl) – but-3-en-1-yl สูตรเคมีคือ $C_{12}H_{16}O_3$

ข. compound D acetate ลักษณะเป็นของเหลวข้นหนืดสีเหลืองอ่อน ชื่อทางเคมีคือ 4-(3',4'- dimethoxy-phenyl) – but-3-en-1-yl acetate สูตรทางเคมีคือ $C_{14}H_{18}O_4$

ค. compound D palmitate ลักษณะเป็นของแข็งไม่มีสี ชื่อทางเคมีคือ 4-(3', 4'-dimethoxy-phenyl) – but-3-en-1-yl palmitate สูตรทางเคมีคือ $C_{28}H_{46}O_4$

4.ต่อต้านสารเร่งการเกิดมะเร็ง โดยสมุนไพร 6 ชนิด ขมิ้น (*Curcuma dimestica* Valetton) ว่านชักมดลูก (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) เปราะหอม (*Kaempferia galanga* L.) ไพล (*Zingiber cassumunar* Roxb.) ขิง (*Zingiber officinale* Rosc.) และกระเทียม (*Zingiber zerumbet* (L.) Smith) มีผลต้านไวรัสเอดส์แบบบาร์ ด้วยสาร TPA (12 - o – tetradecamoyl phor-bo 1-13-acetate) ซึ่งเป็นสารเร่งการเกิดมะเร็ง (tumour promoter) ข้อมูลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาสมุนไพรเพื่อป้องกันมะเร็ง โดยเฉพาะในระยะ tumour promoting stage (ฝ่ายข่าวงานวิจัย , 2539)

5.ฤทธิ์ต้านจุลชีพ ใช้ทาแผลฝีหนองหรือโรคผิวหนังบางชนิดเนื่องจากไพลมีฤทธิ์ต้านจุลชีพที่เป็นสาเหตุของฝีหนอง และเชื้อราบางชนิดได้

6. ใช้เป็นยาทาภายนอกได้ นำมันหอมระเหยที่สกัดจากเหง้าไพล เมื่อใช้ทาผิวหนังใช้ป้องกันยุงได้ อาจใช้ผงไพลแช่ในแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำไประเหยให้เข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ สามารถป้องกันยุงได้ 3 ชั่วโมง นอกจากนี้ยังสามารถใช้เหง้ากินเป็นยาขับลม มีฤทธิ์ระบายอ่อน ๆ แก้บิด สมานลำไส้

การขยายพันธุ์

การขยายพันธุ์พืชในวงสนี้ทำได้หลายวิธีคือ

การเพาะเมล็ด

การเพาะเมล็ดเช่นเดียวกับเพาะเมล็ดขนาดกลางของพืชทั่วไป นำเมล็ดมาเพาะในกระบะบรรจุทรายผสมถ่านกลบ อัตราส่วน 1 : 1 โดยให้เมล็ดจมลงในวัสดุปลูก ประมาณ 0.5 – 1.0 เซนติเมตร (สุรวิฑ, 2537)

การแยกเหง้า

โดยการขุดเหง้าจากกอเดิม ตัดลำต้นทิ้งและนำไปปลูกลงหลุมที่เตรียมไว้ ใช้ฟางแห้งคลุมดินเพื่อช่วยรักษาความชุ่มชื้น และป้องกันวัชพืช ในหนึ่งฤดูปลูกเหง้า 1 เหง้าเกิดเป็นลำต้นเทียมซึ่งจะแตกหน่อในหนึ่งฤดูปลูกได้ประมาณ 2-20 หน่อ เมื่อสิ้นฤดูปลูกแล้วแต่ละกอจะมีเหง้าหลายเหง้าเชื่อมติดกันแต่สามารถหักกลุ่มของเหง้าออกเป็นเหง้าเดี่ยวๆ ได้ง่าย (รุ่งรัตน์, 2540 ; สุรวิช, 2537)

การผ่าเหง้า

วิธีนี้เป็นการนำเหง้าที่ได้จากการแยกเหง้ามายาแบ่งตามยาวเป็น 2 ส่วนเท่าๆ กัน ขึ้นเหง้าที่ได้ควรมีตาที่สมบูรณ์ ไม่น้อยกว่า 1 ตา และมีรากสะสมอาหารติดมาด้วยอย่างน้อย 1 ราก (สุรวิช , 2537)

การเลี้ยงเนื้อเยื่อ

การเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสามารถทำได้สำเร็จ จากการนำเอาส่วนใดส่วนหนึ่งของพืชไม่ว่าจะเป็นอวัยวะ (organs) เนื้อเยื่อ (tissues) เซลล์ (cell) หรือส่วนที่ไม่มีผนังเซลล์ที่เรียกว่าโปรโตพลาสต์ (protoplast) โดยใช้ส่วนประกอบของอาหาร สารควบคุมการเจริญเติบโต (Growth regulator) และการปรับสภาพแวดล้อมของการเลี้ยงจนขึ้นส่วนของพืชเหล่านั้นสามารถเจริญเติบโต และพัฒนาเป็นต้นพืชได้

การขยายพันธุ์พืชโดยการเลี้ยงเนื้อเยื่อ

การเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอด

การเลี้ยงชิ้นส่วนปลายยอดของเหง้าดาหลา (*Etlingera elatior*) บนอาหารสูตร MS ดัดแปลง โดยเพิ่มสารควบคุมการเจริญเติบโตหลายชนิด และหลายสัดส่วนความเข้มข้น ภายใต้สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน พบว่าปลายยอดสามารถพัฒนาไปเป็นยอดสูงสุด 1.05 – 1.35 ยอดต่อชิ้นส่วน เมื่อนำชิ้นส่วนปลายยอดแบ่งครึ่งตามยาวมาเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA ความเข้มข้น 1.0 – 1.4 มิลลิกรัมต่อลิตร และ sucrose 2-3 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำมะพร้าวที่ความเข้มข้นต่างกัน ไม่มีผลต่อการเจริญของดาหลา (อภิชาติ, 2539) ส่วนจามจุรี (2533) ได้ศึกษาถึงชิ้นส่วนกระเจียวแดง (*Curcuma roscoeana* Wall.) โดยใช้ชิ้นส่วนที่เหมาะสมที่สุด ได้แก่ชิ้นส่วนที่ตัดจากรอยต่อของต้นและรากขนาด 10 มิลลิเมตร ชิ้นส่วนจากต้นที่มีอายุ 4, 6 และ 8 สัปดาห์ เหมาะมากกว่าชิ้นส่วนที่มีอายุน้อยกว่าคือ 2

สัปดาห์ นำมาเลี้ยงบนอาหารฐาน และอาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม kinetin ความเข้มข้น 0–0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ได้ต้นใหม่ที่สมบูรณ์เฉลี่ย 2.5–3 ต้นต่อชิ้นส่วน และสามารถให้ BA แทน kinetin ได้ นอกจากนี้ วิถีภาส (2530) พบว่าการเลี้ยงเนื้อเยื่อจากส่วนตาข้างของชิงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA ร่วมกับ streptomycin สามารถเพิ่มจำนวนต้นเฉลี่ยต่อยอดได้สูงสุด คือ 3.6 ต้น ในเวลา 1 เดือน และถ้าใช้ BA ความเข้มข้น 10.0 ร่วมกับ streptomycin 50.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นความเข้มข้นที่สามารถชักนำให้เกิดจำนวนต้นมากที่สุด เช่นเดียวกับ สุเม (2537) ศึกษาวิธีการขยายพันธุ์ชิงแดงโดยใช้ตายอดของเหง้าหรือหน่อที่แตกใหม่ นำมาเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA ความเข้มข้นที่ระดับต่างๆ กันคือ 0, 1.0, 5.0, 10.0 และ 15.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า BA ความเข้มข้น 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เหมาะสมต่อการเพิ่มจำนวนยอดมากที่สุด และอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA ความเข้มข้น 1.0 และ NAA 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ยอดเกิดรากดีที่สุด และยังมีการแตกหน่อเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังได้ศึกษาการย้ายต้นชิงแดง (plantlets) ปลูกลงสภาพปลอดเชื้อ โดยปลูกในวัสดุปลูกชนิดต่างๆ พบว่า ทราผสมขี้เลื่อยอัตราส่วน 1 : 1 ทำให้ต้นชิงแดงมีเปอร์เซ็นต์รอดตายมากที่สุด ส่วนทิพย์สุตา (2540) ได้ทำการทดลองชักนำให้เกิดต้นใหม่จากช่อดอกอ่อน ของกระเจียวพลอยทักษิณ เบอร์ A033 (*Curcuma aurantica* van Zijp.) บนอาหารสูตร MS ดัดแปลง โดยเติม kinetin ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน โดยเลี้ยงไว้ภายใต้อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ได้รับแสงความเข้มข้น 1700 ลักซ์ เป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน ระยะเวลา 1 เดือน พบว่าสามารถชักนำให้เกิดต้นเฉลี่ย 2.2 ต้นต่อชิ้นส่วน เมื่อใช้ชิ้นส่วนที่มีการตัดแบ่งออกเป็น ½ ส่วนตามยาว ขนาดความสูงชิ้นส่วน 0.3–1.0 เซนติเมตร นำไปเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าเกิดจำนวนต้นเฉลี่ย 1.3–1.9 ต้นต่อชิ้นส่วน ส่วนการเพิ่มน้ำมะพร้าว 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ (ปริมาตรต่อปริมาตร) ไม่มีผลต่อการเกิดยอด และทำให้จำนวนต้นเฉลี่ยและความสูงเฉลี่ยลดลง ต่อมา สุมนา และคณะ (2542) ศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีการเจริญและพัฒนาของเนื้อเยื่อขมื่นชัน โดยนำชิ้นส่วนมาเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA และ NAA หรือ 2, 4-D เดี่ยวๆ หรือ BA ร่วมกับ 2, 4-D ความเข้มข้นต่างๆ กัน พบว่าในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA ความเข้มข้น 5.0 ppm สามารถชักนำให้เกิดรากมากที่สุด (เฉลี่ยจำนวน 4.2 ต้นต่อชิ้นส่วน) ส่วนบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ความเข้มข้น 1.0 ร่วมกับ BA 5.0 ppm สามารถชักนำให้เนื้อเยื่อพัฒนาเป็นแคลลัสได้ดีที่สุด และณัฐธิดา (2546) ศึกษาการขยายพันธุ์กระชายดำ (*Kaempferia paviflora* Wall. Ex Bak.) โดยใช้หน่อที่ผ่านการฟอกฆ่า

เชื้อเลี้ยงบนอาหาร MS ดัดแปลงโดยเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA เข้มข้น 0, 0.25, 0.50 และ 1.0 ร่วมกับ BA 0, 1.0, 2.0 และ 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5 ร่วมกับ BA 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดจำนวนยอดเฉลี่ยมากที่สุด 2.40 ยอด ส่วนเบญจพร (2536) ได้นำเนื้อเยื่อ ซึ่งอ่อนมาฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายเมอคิวริกคลอไรด์ (HgCl_2) ความเข้มข้นและเวลาต่างๆ กัน พบว่าความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 นาที ช่วยให้พันธุ์พืชปลอดเชื้อดีที่สุดถึง 90 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลง โดยเติม NAA และ BA ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เท่ากัน พบว่าสามารถชักนำให้เกิดยอดจำนวนมากแต่ไม่พบการเกิด แคลลัสเลย และ Wannakraijro (1992) รายงานการชักนำให้เกิดขึ้นจำนวนมากจากชิ้นส่วนตา ของเหง้าปทุมมา (*Curcuma alismatifolia* Gagnep.) โดยนำไปฆ่าเชื้อในน้ำอุณหภูมิ 52 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที แทนการใช้สารฟอกยาปฏิชีวนะตามด้วยการฟอกฆ่าเชื้อโดยใช้ โซเดียมไฮโปคลอไรด์ จะช่วยลดการเกิดการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียได้อย่างมีประสิทธิภาพ ต่อมาปี 1997 ได้รายงานว่าส่วนตาที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA ความเข้มข้น 0, 6.67, 13.32, 19.98, 26.64 ไมโครโมล ร่วมกับ kinetin เข้มข้น 0.19, 0.65, 1.67 และ 5.0 ไมโครโมล และ sucrose เข้มข้น 2, 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ พบว่าความเข้มข้นของ BA 13.32 ไมโครโมล สามารถชักนำให้เกิดขึ้นได้มากที่สุด และ sucrose ความเข้มข้นต่างๆ ให้ผลไม่แตกต่างกัน (Wannakraijro, 1997) นอกจากนี้ Sotthikul และ Apavatijrut (1996) พบว่าเมื่อนำส่วนโคนต้นกระเจียวแดงที่อยู่ในสภาพปลอดเชื้อมาเลี้ยงบนอาหารดัดแปลงที่เติม NAA เข้มข้น 0-8.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ kinetin เข้มข้น 0-0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าไม่มี ความแตกต่างทางสถิติ โดยให้จำนวนยอดใหม่ 3.1 ยอดต่อชิ้นส่วน และเมื่อใช้ BA เข้มข้น 0-8.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดยอดใหม่ได้ 2.8-3.7 ยอดต่อชิ้นส่วน เช่นเดียวกับ Nadgauda และคณะ (1978) ศึกษาการขยายพันธุ์ขมิ้น (*Curcuma longa* Linn.) ให้ได้ จำนวนมากโดยใช้วิธีเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยใช้ตาอ่อนซึ่งกำลังงอกจากลำต้นใต้ดิน (rhizome) ของ ขมิ้นพันธุ์ Duggirala และ Tekurpeta พบว่าตาจะยึดตัวได้เมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติมน้ำมะพร้าว kinetin และ BA บนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติมน้ำมะพร้าว, kinetin, BA และ inositol เมื่อย้ายดอกที่ยึดตัวแล้วนำไปเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร White ซึ่งมีน้ำตาลซูโครส 2 เปอร์เซ็นต์ พบว่ายอดมีการพัฒนาระบบรากที่แข็งแรง และสามารถย้ายไปปลูกในกระถางได้ ความสามารถในการเกิดยอดนี้จะเพิ่มขึ้นหลังจากการย้ายครั้งแรกและจะคงที่หลังจากทำการย้ายไป 3-4 ครั้ง และยังพบว่า จำนวนของต้นพืชที่ได้จะมากขึ้น

ถ้ามีการเลี้ยงต้นพืชนั้นไว้อย่างน้อย 4 สัปดาห์ การเพิ่มปริมาณโดยการย้ายไปเลี้ยงบนอาหารใหม่สามารถทำได้ตลอดทั้งปี โดยไม่มีการพักตัวตามปกติเหมือนต้นที่ปลูกในแปลง ส่วน Bhagyalakshmi และ Singh (1988) ศึกษาผลขององค์ประกอบของอาหารต่อการชักนำให้เกิดต้นใหม่จากปลายยอดของขิงพันธุ์ Wynad Local โดยเมื่อนำชิ้นส่วนปลายยอดมาเลี้ยงบนอาหารวุ้นสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม ธาตุอาหาร $\frac{3}{4}$ และวิตามิน น้ำมะพร้าวความเข้มข้นต่างๆ กัน ภายใต้สภาพอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน พบว่าสามารถพัฒนาไปเป็นต้นได้จำนวนมากเมื่อเลี้ยงบนอาหารที่มีน้ำตาล 6 เปอร์เซ็นต์ น้ำมะพร้าว 20 เปอร์เซ็นต์ ascorbic acid 10 มิลลิกรัมต่อลิตร , glutamine 400 มิลลิกรัมต่อลิตร , activated charcoal (AC) 250 มิลลิกรัมต่อลิตร , kinetin เข้มข้น 0.01- 0.8 มิลลิกรัมต่อลิตร และ NAA ความเข้มข้น 0.01-0.8 มิลลิกรัมต่อลิตร นอกจากนี้ยังพบว่าอาหารวุ้นมีผลต่อการพัฒนาของชิ้นส่วนได้ดีกว่าอาหารเหลว ในปีเดียวกัน Noguchi และ Yamakawa (1988) รายงานถึงผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการพัฒนาเป็นต้นใหม่จากตาข้างและส่วนลำต้นของขิง โดยนำชิ้นส่วนตาข้างและส่วนของลำต้นมาเลี้ยงบนอาหารวุ้นสูตร MS (1962) และสูตร B5 ดัดแปลงโดยเติม NAA, 2,4-D และ BA ความเข้มข้นต่างๆ ภายใต้สภาพอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 เดือน พบว่าสามารถชักนำให้ตาข้างเกิดยอดและรากมากที่สุดเมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 5.0 ร่วมกับ BA 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร นอกจากนี้ยังพบว่าสามารถชักนำให้ชิ้นส่วนลำต้นเกิดแคลลัสเมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลง โดยเติม 2, 4-D เข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อย้ายไปเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าแคลลัสสามารถเจริญเติบโตพัฒนาเป็นต้นที่สมบูรณ์ได้ ใน ปีต่อมา Ikeda และ Tanabe (1989) ศึกษาการเกิดต้นใหม่เป็นจำนวนมากจากส่วนลำต้นเทียมของขิง โดยใช้ชิ้นส่วนของลำต้นเทียมมาเลี้ยงบนอาหารวุ้นสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA และ BA ความเข้มข้นต่างๆ กัน พบว่าสามารถชักนำให้เกิดยอดและรากมากที่สุดเมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เพียงอย่างเดียวความเข้มข้น 11.0 ไมโครโมล เกิดยอดจำนวน 11 ยอดต่อชิ้นส่วน และรากจำนวน 16.3 รากต่อชิ้นส่วน และ Inden และคณะ (1990) พบว่าสามารถชักนำให้ขิงเกิดยอดได้ 4 ยอดต่อชิ้นส่วนที่เลี้ยง ภายใน 9 สัปดาห์ เมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 5.0 ร่วมกับ NAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำตาลซูโครส 20 กรัมต่อลิตร นอกจากนี้ Barthkur และ Bordoloi (1994) ทดลองการชักนำให้เกิดต้นที่สมบูรณ์จากตาของขิงพันธุ์ Mango Ginger (*Curcuma amada* Roxb.) โดยนำตาจากส่วนของเหง้ามาเลี้ยงบนอาหารวุ้นสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA และ BA

ความเข้มข้นต่าง ๆ กันเป็นเวลา 1 เดือน พบว่าเกิดยอดและรากจำนวนมากเมื่อเลี้ยงบนอาหารวุ้นสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5 ร่วมกับ BA 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วน Huang (1996) ได้เลี้ยงส่วนปลายยอดซึ่งขนาด 0.2-0.9 มิลลิเมตร บนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 2.0 ร่วมกับ NAA 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่ามีการเกิดยอดและรากได้ดี โดยมีอัตราการเจริญประมาณ 6 เท่าใน 1 เดือน บนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม manitol 3.0 เปอร์เซนต์ โดยเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง 1200 ลักซ์ โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม ส่วนการเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.0 ร่วมกับ NAA 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเกิดยอดและรากได้เช่นเดียวกัน เช่นเดียวกับ Pillai และ Kumar (1982) รายงานผลการเลี้ยงปลายยอดของชิงบนอาหารกึ่งแข็งสูตร Schenk และ Hildebrandt (SH), 1972 พบว่าเกิดยอดได้ที่โคนของยอดแรกในเวลา 3 เดือน เป็นจำนวน 15 ต้น โดยมีการพัฒนารากได้ บางครั้งพบแคลลัสเกิดขึ้นด้วย แต่แคลลัสนั้นไม่เจริญต่อ เมื่อย้ายต้นที่เกิดขึ้นลงบนอาหารใหม่ จะได้ต้นจำนวนมากขึ้น การขยายพันธุ์ซึ่งสามารถทำได้ตลอดปี โดยไม่มีช่วงพักตัว ส่วน Choi และ Kim (1993) ศึกษาการชักนำให้เกิดต้นใหม่จากส่วนปลายยอดของชิง โดยนำชิ้นส่วนจากปลายยอดมาเลี้ยงบนอาหารวุ้นสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA และ NAA ความเข้มข้นต่าง ๆ กันเป็นเวลา 10 สัปดาห์ พบว่าสามารถพัฒนาไปเป็นต้นจำนวนมากที่สุด เมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA ความเข้มข้น 0.5 และ NAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Balachandran และคณะ (1990) ศึกษาการเลี้ยงเนื้อเยื่อชิงโดยใช้ส่วนตาของเหง้า บนอาหารสูตร MS (1962) พบว่าการเกิดยอดเป็นจำนวนมาก ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของ BA และ kinetin และความเข้มข้นของ BA ที่เหมาะสมที่สุดคือ 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดยอดได้จำนวนมาก ต่อมา Dogra และคณะ (1995) รายงานการขยายพันธุ์โดยการเลี้ยงเนื้อเยื่อชิงจำนวน 2 พันธุ์ คือ SG 666 และ SDR ได้ เมื่อใช้เนื้อเยื่อลักษณะเช่นเดียวกัน โดยเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 2.5 และ NAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าสามารถชักนำให้เกิดยอดได้จำนวนมาก และเมื่อย้ายไปเลี้ยงบนอาหารดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถกระตุ้นให้เกิดราก จึงทำให้สามารถย้ายต้นไปปลูกในแปลงได้

การเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดในอาหารเหลว

จามจุรี (2533) ศึกษาถึงชิ้นส่วนกระเจียวแดง (*Curcuma roscoeana* Wall.) โดยใช้ชิ้นส่วนที่เหมาะสมที่สุด ได้แก่ ชิ้นส่วนที่ตัดจากรอยต่อของต้นและรากให้สูง 10 มิลลิเมตร

ขึ้นส่วนจากต้นที่มีอายุ 4, 6 และ 8 สัปดาห์ เหมาะสมมากกว่าขึ้นส่วนที่มีอายุน้อยกว่าคือ 2 สัปดาห์ นำมาเลี้ยงบนอาหารวุ้น และอาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม kinetin ความเข้มข้น 0-0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ได้ต้นใหม่ที่มีสมบูรณ์เฉลี่ย 2.5-3.1 ต้นต่อขึ้นส่วน และสามารถให้ BA แทน kinetin ได้ ส่วน Bhagyalakshmi และ Singh (1988) รายงานผลการเลี้ยงเนื้อเยื่อเจริญของสายพันธุ์พื้นเมือง โดยนำขึ้นส่วนปลายยอดมาเลี้ยง พบว่า ต้นสามารถพัฒนาถึงความสูงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 0.5, IBA เข้มข้น 0.4 มิลลิกรัม เปรียบเทียบการเลี้ยงในอาหารเหลว พบว่าได้ผลดีน้อยกว่าในอาหารวุ้น นอกจากนี้ Chang และ Criley (1993) พบว่าการพัฒนาต้นและรากของ Pink gingers (*Alponia pumurata* (Veill) K. Schum.) โดยใช้กลีบประดับจากช่อดอกของพันธุ์ Ginoza Hybrid No.5 เลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 4.4 ไมโครโมล มีการพัฒนาต้น และรากเกิดขึ้น และ Arimura และคณะ (2000) ได้ศึกษาการเจริญเติบโตและพัฒนาของพืชบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ความเข้มข้น 0, 0.25, 0.5, 0.75 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ BA เข้มข้น 0, 0.25, 0.5, 0.75 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร บนอาหารวุ้นและในอาหารเหลว พบว่า NAA ช่วยเพิ่มความสูงของยอด ทั้งในอาหารเหลวและบนอาหารวุ้น และความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เกิดรากเป็นจำนวนมากที่สุดและให้ความยาวรากสูงสุด ส่วน BA มีอิทธิพลต่อจำนวนยอด โดยบนอาหารวุ้นความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถเกิดยอดได้มากที่สุด แต่ในอาหารเหลว พบว่าอาหารที่ไม่เติม BA สามารถเกิดยอดได้มากที่สุด ความสูงของต้นได้รับอิทธิพลร่วมระหว่าง NAA และ BA ส่วนจำนวนรากและความยาวรากถูกกระตุ้นให้เกิดได้ดีในอาหารเหลวที่ไม่เติมฮอร์โมนใดๆ ทั้งสิ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาถึงชนิด ปริมาณ และอัตราส่วนของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อไหล
2. เพื่อวางแผนทางในการผลิตสารเคมีที่เป็นประโยชน์ทางด้านเภสัชกรรมในสภาพปลอดเชื้อ

เวลาและสถานที่

เวลา	เริ่มดำเนินการ	เมื่อวันที่ 1 ตุลาคม 2550
	เสร็จสิ้น	เมื่อวันที่ 30 มีนาคม 2550

สถานที่ อาคารปฏิบัติการเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ภาควิชาพืชสวน
คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้
อ.สันทราย จ.เชียงใหม่

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. ต้นโพลในสภาพปลอดเชื้อ
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเลี้ยงเนื้อเยื่อได้แก่
 - เครื่องชั่ง
 - หม้อนิ่งความดัน
 - เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง
 - ตู้ปลอดเชื้อ
 - เครื่องเขย่า (shaker)
 - เครื่องมือผ่าตัด ได้แก่ มีดผ่าตัด ปากคีบ ตะเกียงแอลกอฮอล์
 - ห้องเลี้ยงเนื้อเยื่อ
 - อุปกรณ์ในการเก็บข้อมูล
 - อื่นๆ ได้แก่ สำลี อลูมินัมฟอยล์
3. สารเคมี ได้แก่
 - สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมอาหารวิทยาศาสตร์ สูตร Murashige และ Skoog (MS)
 - สารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) ได้แก่ - naphthalene acetic acid (NAA) และ 6 – benzyle – amino – pumine (BA)
 - น้ำกลั่น
 - สารเคมีที่ใช้ปรับค่าเป็นกรด – ด่าง ได้แก่ กรดเกลือ (HCl) และ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH)
 - น้ำตาล (sucrose) และวุ้น (agar)
4. วัสดุการเกษตรได้แก่
 - สารเคมีป้องกันและกำจัดโรค และแมลง

- กระถาง
- วัสดุปลูก ได้แก่ ดินดำ ทราฮายาบ ปุ๋ยคอก
- พลาสติก และชาแลน

วิธีดำเนินงาน

การวิจัยปีงบประมาณ 2550 แบ่งออกเป็น 2 งานทดลองย่อย คือ

1. การเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดบนอาหารวุ้น เพื่อหาการเจริญเติบโตทางด้านต่างๆ เช่น ความสูง การเกิดหน่อ จำนวนราก ความยาวราก และการเกิดแคลลัส โดยวางแผนการทดลองแบบ Factorial Experiment in Completely Randomized Design (CRD) โดยมี NAA ร่วมกับ BA เป็น Parameter 25 treatment และ treatment มี 5 ซ้ำ (replication) รวมเป็น 125 หน่วยการทดลอง (experimental units)



การเตรียมอาหาร ใช้อาหารฐานสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่างๆ กันดังนี้ คือ

สูตรที่	NAA (ppm)	BA (ppm)
1	0	0
2	0.5	0
3	1.0	0
4	1.5	0
5	2.0	0
6	0	0.5
7	0.5	0.5
8	1.0	0.5
9	1.5	0.5
10	2.0	0.5
11	0	1.0
12	0.5	1.0
13	1.0	1.0
14	1.5	1.0
15	2.0	1.0
16	0	1.5
17	0.5	1.5
18	1.0	1.5
19	1.5	1.5
20	2.0	1.5
21	0	2.0
22	0.5	2.0
23	1.0	2.0
24	1.5	2.0
25	2.0	2.0

การเตรียมเนื้อเยื่อ

นำเนื้อเยื่อส่วนยอดของไหลที่ได้จากการเลี้ยงเนื้อเยื่อมาตัดขยายบนอาหารวุ้นสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1 ppm เพื่อให้ได้ปริมาณมากพอต่อการทดลอง

การเลี้ยงเนื้อเยื่อ

นำส่วนยอดที่ได้จากการขยายบนอาหารวุ้น สูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1 ppm มาเลี้ยงบนอาหารทั้ง 25 สูตร โดยคัดเลือกให้ยอดมีขนาดเท่าๆ กันและตัดให้ยาว 1 เซนติเมตร

การบันทึกข้อมูล

- การเจริญเติบโต (ความสูง) เป็นเซนติเมตร
 - การเกิดหน่อ (จำนวนหน่อ)
 - จำนวนราก
 - ความยาวราก (เซนติเมตร)
 - การเกิดแคลลัส โดยวัดเส้นผ่าศูนย์กลาง (เซนติเมตร)
2. การเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดในอาหารเหลว มีการวางแผนทดลองเหมือนการเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดบนอาหารวุ้นทุกอย่าง ต่างกันที่อาหารที่ใช้ในการทดลองเป็นอาหารเหลวเท่านั้น

ผลการวิจัย

การทดลองที่ 1 การเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดบนอาหารวัน

การเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อส่วนยอดด้านความสูง เมื่ออายุ 10, 20, 30, 40 และ 50 วัน พบว่า:-

อายุ 10 วัน

การเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดไพลบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน 25 สูตร พบว่ามีการเพิ่มความสูงบนอาหารทุกสูตร แต่มีความสูงแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0 ppm มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดวัดได้ 2.24 เซนติเมตร รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 0.5 ppm ร่วมกับ BA เข้มข้น 0.5 ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 2.14 เซนติเมตร ส่วนอาหารสูตร MS มีการเจริญด้านความสูงน้อยที่สุดวัดได้ 1.46 เซนติเมตร (ตารางที่ 1)

อายุ 20 วัน

การเจริญเติบโตด้านความสูงเกิดขึ้นบนอาหารทุกสูตร แต่มีความสูงแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5 ppm มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดวัดได้ 3.66 เซนติเมตร รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 0.5 ppm ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 3.46 เซนติเมตร ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5 ร่วมกับ BA 1.0 ppm และ NAA เข้มข้น 2.0 ppm มีการเจริญด้านความสูงน้อยที่สุดวัดได้ 2.38 เซนติเมตร (ตารางที่ 1)

อายุ 30 วัน

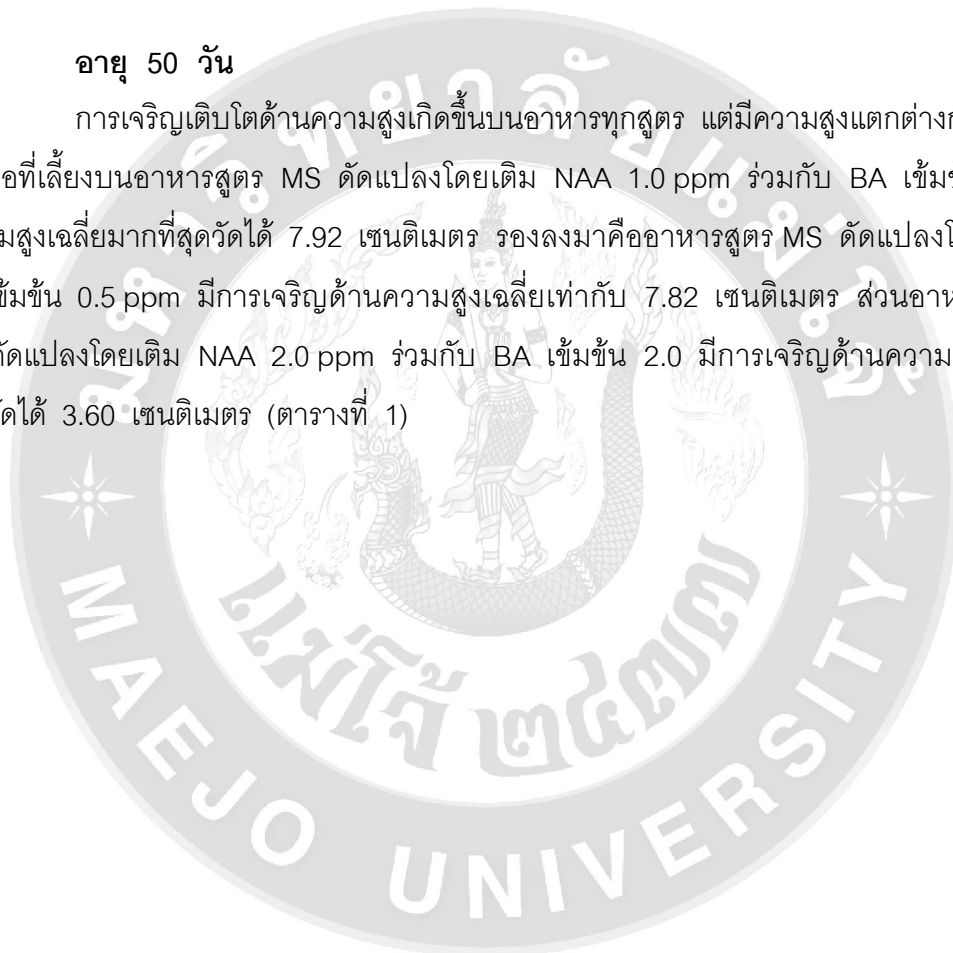
การเจริญเติบโตด้านความสูงเกิดขึ้นกับอาหารทุกสูตร แต่มีความสูงแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5 ppm มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดวัดได้ 4.62 เซนติเมตร รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 2.0 ppm ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 เซนติเมตร ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0 ร่วมกับ BA 2.0 ppm มีการเจริญด้านความสูงน้อยที่สุดวัดได้ 3.0 เซนติเมตร (ตารางที่ 1)

อายุ 40 วัน

การเจริญเติบโตด้านความสูงเกิดขึ้นบนอาหารทุกสูตร แต่มีความสูงแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 2.0 ppm มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดวัดได้ 5.98 เซนติเมตร รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 1.0 ppm ร่วมกับ BA เข้มข้น 0.5 ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 5.92 เซนติเมตร ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 1.0 ppm ร่วมกับ BA เข้มข้น 2.0 ppm มีการเจริญด้านความสูงน้อยที่สุดวัดได้ 3.06 เซนติเมตร (ตารางที่ 1)

อายุ 50 วัน

การเจริญเติบโตด้านความสูงเกิดขึ้นบนอาหารทุกสูตร แต่มีความสูงแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 1.0 ppm ร่วมกับ BA เข้มข้น 0.5 มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดวัดได้ 7.92 เซนติเมตร รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 0.5 ppm มีการเจริญด้านความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 7.82 เซนติเมตร ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 2.0 ppm ร่วมกับ BA เข้มข้น 2.0 มีการเจริญด้านความสูงน้อยที่สุดวัดได้ 3.60 เซนติเมตร (ตารางที่ 1)



ตารางที่ 1 การเจริญเติบโตด้านความสูงเนื้อเยื่อส่วนยอดไหล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่างๆ กัน

NAA (ppm)	BA (ppm)	10 วัน (ซม.)	20 วัน (ซม.)	30 วัน (ซม.)	40 วัน (ซม.)	50 วัน (ซม.)	เฉลี่ย
0	0	1.46	2.54	3.42 abc	5.14 abc	6.04 abc	3.72
0.5	0	2.00	3.46	4.04 ab	5.68 a	7.72 a	4.58
1.0	0	2.24	3.02	4.24 abc	5.88 a	7.66 a	4.60
1.5	0	1.90	3.66	4.62 a	5.78 a	7.62 a	4.71
2.0	0	1.94	2.84	4.30 ab	5.98 a	7.48 ab	4.50
0	0.5	2.02	3.08	3.82 ab	5.46 a	7.82 a	4.44
0.5	0.5	2.14	3.06	4.04 ab	5.80 a	7.46 ab	4.50
1.0	0.5	1.68	3.18	4.20 abc	5.92 a	7.92 a	4.58
1.5	0.5	2.12	3.26	3.46 ab	5.24 ab	7.36 ab	4.28
2.0	0.5	1.98	3.10	3.42 abc	5.12 abc	5.68 bcd	3.86
0	1.0	2.08	3.20	3.38 abc	4.04 bcd	5.42 cde	3.62
0.5	1.0	2.02	2.92	3.12 bc	4.00 bcd	5.14 cde	3.44
1.0	1.0	1.92	2.82	3.34 bc	3.76 cd	5.06 cde	3.38
1.5	1.0	1.82	2.38	3.08 bc	3.56 d	5.18 cd	3.20
2.0	1.0	1.98	3.04	3.18 bc	3.90 bcd	5.16 cde	3.45
0	1.5	2.12	2.66	3.28 bc	3.74 cd	5.06 cde	3.37
0.5	1.5	1.92	2.78	3.30 bc	3.86 bcd	5.14 cde	3.40
1.0	1.5	1.80	2.56	3.10 bc	3.82 cd	4.24 cde	3.10
1.5	1.5	1.92	2.62	3.30 bc	3.80 cd	4.66 cde	3.26
2.0	1.5	2.00	2.84	3.10 bc	3.66 d	4.24 cde	3.16
0	2.0	1.82	2.38	3.14 bc	3.54 d	4.02 de	2.98
0.5	2.0	1.80	2.78	3.10 bc	3.44 d	3.86 de	2.99
1.0	2.0	1.78	2.46	3.00 c	3.06 d	3.68 e	2.79
1.5	2.0	1.88	2.58	3.18 bc	3.54 d	3.76 e	2.98
2.0	2.0	1.84	2.54	3.28 bc	3.60 d	3.60 e	2.76

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference (LSD)

จำนวนหน่อของเนื้อเยื่อส่วนยอดไหล เมื่ออายุ 10, 20, 30, 40 และ 50 วัน
พบว่า :

อายุ 10 วัน

การเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดไหลบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน 25 สูตร พบว่า มีการเพิ่มจำนวนหน่อบนอาหารบางสูตร โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 0.5 + 1.5 และ 1.0 + 1.5 ppm มีจำนวนหน่อเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 1.20 หน่อ รองลงมาคือ อาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5 ร่วมกับ BA 2.0 และ BA เข้มข้น 1.5 ppm จำนวนหน่อเฉลี่ย เท่ากับ 0.80 หน่อ ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 0.5 ppm ร่วมกับ BA 2.0 มีจำนวนหน่อน้อยที่สุดเท่ากับ 0.20 หน่อ ไม่พบการเกิดหน่อบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลง โดยเติม NAA เข้มข้น 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 BA เข้มข้น 0.5 และ 1.0 ppm NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 0.5+0.5, 1.0+0.5, 1.5+0.5, 2.0+0.5, 0.5+1.0, 1.0+1.0, 1.5+1.0 และ 2.0 +1.0 ppm (ตารางที่ 2)

อายุ 20 วัน

การเพิ่มจำนวนหน่อเกิดขึ้นบนอาหารทุกสูตร แต่มีจำนวนหน่อแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA 2.0 ppm มีจำนวนหน่อเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 2.0 หน่อ รองลงมาคือ อาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0 ppm ร่วมกับ BA เข้มข้น 1.5 จำนวนหน่อเฉลี่ยเท่ากับ 1.80 หน่อ ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 0.5+0.5 และ 2.0 +0.5ppm มีจำนวนหน่อน้อยที่สุดเท่ากับ 0.60 หน่อ (ตารางที่ 2)

อายุ 30 วัน

การเพิ่มจำนวนหน่อเกิดขึ้นบนอาหารทุกสูตร แต่มีจำนวนหน่อแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 2.0 ppm ร่วมกับ BA 0.5 มีจำนวนหน่อเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 1.60 หน่อ รองลงมาคือ อาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA 1.0 ppm และอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 2.0 ppm ร่วมกับ BA เข้มข้น 1.5 ppm จำนวนหน่อเฉลี่ยเท่ากับ 1.40 หน่อ ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 0.5+0.5, 0.5 +1.5 และ BA เข้มข้น 0.5 ppm มีการพัฒนาจำนวนหน่อน้อยที่สุดเท่ากับ 0.20 หน่อ และไม่พบการเกิดหน่อบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 1.0 ppm (ตารางที่ 2)

อายุ 40 วัน

การเพิ่มจำนวนหน่อเกิดขึ้นบนอาหารบางสูตร และมีจำนวนหน่อแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 1.5 ppm ร่วมกับ BA 0.5 ppm มีจำนวนหน่อเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 1.0 หน่อ รองลงมาคือ อาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 1.0 ppm จำนวนหน่อเฉลี่ยเท่ากับ 1.80 หน่อ ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.0, 2.0 ppm , NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 0.5+0.5, 2.0 +1.0 และ 2.0+2.0 ppm มีการเพิ่มจำนวนหน่ออย่างน้อยที่สุด เท่ากับ 0.20 หน่อ และไม่พบการเกิดหน่อบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.5, NAA 0.5 ppm, NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 2.0+0.5, 0.5+1.0, 1.0+1.0, 0.5+1.5, 1.0+1.5, 2.0+1.5, 1.0 + 2.0 และ 1.5 + 2.0 ppm (ตารางที่ 2)

อายุ 50 วัน

การเพิ่มจำนวนหน่อเกิดขึ้นบนอาหารบางสูตร และมีจำนวนหน่อเพิ่มแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 1.0 ppm และ BA เข้มข้น 1.5 ppm มีจำนวนหน่อเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 0.60 หน่อ รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 2.0 ppm และอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0 ร่วมกับ BA 0.5 ppm มีจำนวนหน่อเฉลี่ยเท่ากับ 0.40 หน่อ ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5, 1.5, BA เข้มข้น 0.5 ppm และ NAA 0.5 ร่วมกับ BA เข้มข้น 0.5 ppm มีจำนวนหน่ออย่างน้อยที่สุด เท่ากับ 0.20 หน่อ รวมจำนวนหน่อเมื่อเลี้ยงเนื้อเยื่ออายุ 50 วัน คือ เนื้อเยื่อส่วนยอดไหลที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 1.0 + 0.5 และ 1.0 +1.5 ppm มีจำนวนหน่อสูงที่สุดคือ 4.0 หน่อ รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.5 และ 2.0 ppm มีจำนวนหน่อเท่ากับ 3.6 หน่อ ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5 ร่วมกับ BA 0.5 ppm จำนวนหน่อเท่ากับ 1.6 หน่อ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 จำนวนหน่อของเนื้อเยื่อส่วนยอดต่อต้นไพล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่างๆ กัน

NAA (ppm)	BA (ppm)	10 วัน (หน่อ)	20 วัน (หน่อ)	30 วัน (หน่อ)	40 วัน (หน่อ)	50 วัน (หน่อ)	เฉลี่ย
0	0	0	1.20 ab	0.60 bcd	0.40 abc	0	0.55
0.5	0	0	1.00 ab	0.60 bcd	0	0.20 bc	0.45
1.0	0	0	1.20 ab	0	0.80 ab	0.60 a	0.65
1.5	0	0	1.40 ab	0.60 bcd	0.60 abc	0.20 bc	0.70
2.0	0	0	1.60 ab	0.80 abcd	0.40 abc	0.40 ab	0.80
0	0.5	0	1.20 ab	0.20 cd	0.20 bc	0.20 bc	0.45
0.5	0.5	0	0.60 b	0.20 cd	0.60 abc	0.20 bc	0.40
1.0	0.5	0	1.60 ab	1.0 abc	1.00 a	0.40 ab	1.00
1.5	0.5	0	1.40 ab	1.0 abc	0	0	0.60
2.0	0.5	0	0.60	1.60 a	0.20 bc	0	0.60
0	1.0	0	1.20 ab	1.40 ab	0	0	0.65
0.5	1.0	0	1.00 ab	0.80 abcd	0	0	0.45
1.0	1.0	0	1.00 ab	1.00 abc	0.60 abc	0	0.65
1.5	1.0	0	1.00 ab	1.00 abc	0.20 bc	0	0.55
2.0	1.0	0	1.20 ab	1.00 abc	0	0	0.55
0	1.5	0.80	1.60 ab	0.60 bcd	0	0.60 a	0.70
0.5	1.5	1.20	1.40 ab	0.20 cd	0	0	0.40
1.0	1.5	1.20	1.80 a	0.60 bcd	0.40 abc	0	0.70
1.5	1.5	0.40	1.60 ab	0.80 abcd	0	0	0.60
2.0	1.5	0.40	1.40 ab	1.40 ab	0.20 bc	0	0.75
0	2.0	0.40	2.00 a	0.80 abcd	0.40 abc	0	0.80
0.5	2.0	0.20	1.60 ab	0.80 abcd	0	0	0.60
1.0	2.0	0.60	1.60 ab	1.00 abc	0	0	0.65
1.5	2.0	0.80	1.40 ab	1.00 abc	0	0	0.60
2.0	2.0	0.40	1.60 ab	1.00 abc	0.20 bc	0	0.70

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference (LSD)

จำนวนราก เมื่ออายุ 10, 20, 30, 40 และ 50 วัน พบว่า :-

อายุ 10 วัน

การเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดไหลบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน 25 สูตร พบว่า สามารถเกิดรากได้บนอาหารบางสูตร และมีการเจริญเป็นจำนวนรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5, BA เข้มข้น 0.5 และ NAA เข้มข้น 0.5 ร่วมกับ BA 0.5 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยได้มากที่สุดเท่ากับ 1.0 ราก รองลงมาคืออาหารสูตร MS และอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 0.5 ร่วมกับ NAA 1.0 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยเท่ากับ 0.80 ราก ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 2.0 และ NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 1.5+0.5, 1.5+1.0, 0.5+2.0 และ 1.0+2.0 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยได้น้อยที่สุดเท่ากับ 0.20 ราก และไม่พบการเกิดรากบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 2.0+0.5, 0.5+1.0, 1.0+1.0, 2.0+1.0, 1.0+1.5, 1.5+1.5, 2.0+1.5, 1.5+2.0 และ 2.0+2.0 ppm (ตารางที่ 3)

อายุ 20 วัน

การเกิดรากเพิ่มขึ้นบนอาหารบางสูตร และมีจำนวนรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 1.0 เข้มข้น ร่วมกับ BA 0.5 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากที่สุดเท่ากับ 3.80 ราก รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 0.5 ร่วมกับ BA 0.5 ppm จำนวนรากเฉลี่ยเท่ากับ 3.20 ราก ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA 2.0, NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 1.5+1.5 และ 1.0+1.5 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยได้น้อยที่สุดเท่ากับ 0.60 ราก และไม่พบการเกิดรากบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 1.0 ร่วมกับ BA 2.0 ppm (ตารางที่ 3)

อายุ 30 วัน

การเกิดรากเพิ่มขึ้นบนอาหารบางสูตร และมีจำนวนรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5 , NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 1.0 + 0.5 และ 0.5+ 1.0 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากที่สุดเท่ากับ 2.60 ราก รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5, 1.0 และ 2.0 ppm NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 1.0+1.5 ppm มีการเจริญเป็นจำนวนรากเฉลี่ยเท่ากับ 2.0 ราก ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 1.0+1.0, 0.5+ 2.0 และ 2.0+1.0 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยได้น้อยที่สุดเท่ากับ 0.60 ราก และไม่พบการเกิดรากบนอาหาร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.5 ppm (ตารางที่ 3)

อายุ 40 วัน

การเกิดรากเพิ่มขึ้นทุกสูตรอาหาร และมีจำนวนรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 2.0 ร่วมกับ BA 0.5 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยได้มากที่สุดเท่ากับ 7.20 ราก รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยเท่ากับ 6.0 ราก ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.5 , NAA เข้มข้น 0.5, NAA 0.5 ppm ร่วมกับ BA เข้มข้น 1.5 มีจำนวนรากเฉลี่ยได้น้อยที่สุดเท่ากับ 0.40 ราก (ตารางที่ 3)

อายุ 50 วัน

การเกิดรากเพิ่มขึ้นทุกสูตรอาหาร และมีจำนวนรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0 ร่วมกับ BA 0.5 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 5.60 ราก รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 0.5 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยเท่ากับ 5.0 ราก ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 2.0+ 1.5 และ 0.5+ 2.0 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 0.60 ราก และเมื่อรวมจำนวนรากภายในระยะเวลา 50 วัน พบว่า เนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5 ppm มีจำนวนรากมากที่สุด เท่ากับ 15.8 ราก รองลงมาคือเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 2.0 ร่วมกับ BA 0.5 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยเท่ากับ 15.6 ราก ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.5 ppm มีจำนวนรากน้อยที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 3.0 ราก (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 จำนวนรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดไพล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลง โดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่างๆ กัน

NAA (ppm)	BA (ppm)	10 วัน (ราก)	20 วัน (ราก)	30 วัน (ราก)	40 วัน (ราก)	50 วัน (ราก)	เฉลี่ย
0	0	0.80 ab	2.00 bcde	0.80	1.80 def	3.20 bcde	1.72 abcde
0.5	0	0.60 abc	2.80 abc	2.00	0.40 f	3.80 abcd	1.92 abcde
1.0	0	0.40 abc	2.80 abc	2.00	3.80 bcd	3.20 bcde	2.44 abcd
1.5	0	1.00 a	2.20 bcd	2.60	6.00 ab	4.00 abc	3.16 a
2.0	0	0.20 bc	2.40 abc	2.00	2.80 cdeg	3.40 bcde	2.16 abcde
0	0.5	1.00 a	2.40 abc	0.80	1.60 def	5.00 ab	2.16 abcde
0.5	0.5	1.00 a	2.00 bcde	2.00	2.60 cdef	1.80 def	1.88 abcde
1.0	0.5	0.80 ab	3.80 a	2.60	4.60 bc	2.20 cdef	2.80 abc
1.5	0.5	0.20 bc	3.20 ab	1.80	3.40 cde	1.60 ef	2.04 abcde
2.0	0.5	0	1.60 cde	1.20	7.20 a	5.60 a	3.12 ab
0	1.0	0.40 abc	1.60 cde	1.40	1.20 ef	2.00 cdef	1.32 cde
0.5	1.0	0	1.80 bcde	2.60	2.00 def	1.40 ef	1.56 bcde
1.0	1.0	0	1.80 bcde	0.60	3.40 cde	1.60 ef	1.48 cde
1.5	1.0	0.20 bc	2.00 bcde	1.80	2.60 cdef	2.00 cdef	1.72 abcde
2.0	1.0	0	1.60 cde	0.80	4.60 bc	2.00 cdef	1.80 abcde
0	1.5	0.40 abc	0.80 def	0	0.40 f	1.40 ef	0.60 e
0.5	1.5	0.40 abc	0.60 ef	1.20	0.40 f	2.00 cdef	0.92 de
1.0	1.5	0	0.60 ef	2.00	0.80 f	1.40 ef	0.96 de
1.5	1.5	0	0.80 def	1.40	2.20 cdef	1.00 f	1.08 de
2.0	1.5	0	1.40 cdef	1.40	2.60 cdef	0.60 f	1.20 de
0	2.0	0.60 abc	0.60 ef	1.80	0.60 f	1.00 f	0.92 de
0.5	2.0	0.20 bc	1.80 bcde	0.60	0.80 f	0.60 f	0.80 e
1.0	2.0	0.20 bc	0	0.60	2.40 cdef	1.60 ef	0.96 de
1.5	2.0	0	1.80 bcde	1.40	0.80 f	1.60 ef	1.12 de
2.0	2.0	0	1.40 cdef	1.20	2.20 cdef	1.80 def	1.32 cde

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference (LSD)

ความยาวราก เมื่ออายุ 10, 20, 30, 40 และ 50 วัน พบว่า :-

อายุ 10 วัน

การเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดไหลบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่างๆ กัน 25 สูตร พบว่า สามารถเกิดรากได้บนอาหารบางสูตร และมีความยาวรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0 ร่วมกับ BA 0.5 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 0.38 เซนติเมตร รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดย เติม NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 1.5+ 0.5 และ 2.0+ 0.5 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยเท่ากับ 0.26 เซนติเมตร ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5 ร่วมกับ BA 1.5 และ อาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 2.0 ppm ความยาวรากเฉลี่ยน้อยที่สุด วัดได้ 0.06 เซนติเมตร และไม่พบการเกิดรากบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 0.5+1.0, 1.5+1.0, 2.0+1.0, 1.5+1.5, 2.0+1.5, 0.5+2.0, 1.0 +2.0 และ 1.5 + 2.0 ppm (ตารางที่ 4)

อายุ 20 วัน

การเพิ่มความยาวรากเกิดขึ้นบนอาหารทุกสูตร และมีความยาวรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0 ppm ความยาวรากเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากที่สุดเท่ากับ 1.02 เซนติเมตร รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยเท่ากับ 0.88 เซนติเมตร ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.5 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยน้อยที่สุดวัดได้ 0.20 เซนติเมตร

อายุ 30 วัน

การเพิ่มความยาวรากเกิดขึ้นบนอาหารทุกสูตร และมีความยาวรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหาร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0 ร่วมกับ BA 0.5 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 1.10 เซนติเมตร รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 2.0 , NAA เข้มข้น 2.0 ร่วมกับ BA 1.5 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยเท่ากับ 1.06 เซนติเมตร ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.5 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยน้อยที่สุด วัดได้ 0.18 เซนติเมตร (ตารางที่ 4)

อายุ 40 วัน

การเพิ่มความยาวรากเกิดขึ้นบนอาหารทุกสูตร และมีความยาวรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0 ppm มีความยาวราก

เฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 1.74 เซนติเมตร รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 2.0 ร่วมกับ BA 0.5 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยเท่ากับ 1.56 เซนติเมตร ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 2.0 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยน้อยที่สุดวัดได้ 0.18 เซนติเมตร (ตารางที่ 4)

อายุ 50 วัน

การเพิ่มความยาวรากเกิดขึ้นบนอาหารทุกสูตร และมีความยาวรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 2.34 เซนติเมตร รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยเท่ากับ 2.20 เซนติเมตร ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5 ร่วมกับ BA 2.0 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยน้อยที่สุดวัดได้ 0.46 เซนติเมตร ความยาวรากหลังจาก 50 วัน พบว่า เนื้อเยื่อบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 5.76 เซนติเมตร รองลงมาคือเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 2.0 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยเท่ากับ 5.46 เซนติเมตร ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.5 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยน้อยที่สุดวัดได้ 2.18 เซนติเมตร (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ความยาวรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดไพล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่างๆ กัน

NAA (ppm)	BA (ppm)	10 วัน (ซม.)	20 วัน (ซม.)	30 วัน (ซม.)	40 วัน (ซม.)	50 วัน (ซม.)	เฉลี่ย
0	0	0.14 bc	0.68 abcd	0.60 abcd	1.12	1.52 abcdef	0.81
0.5	0	0.14 bc	0.88 ab	0.64 abcd	1.42	1.48 abcdef	0.91
1.0	0	0.18 abc	1.02 a	0.48 bcd	1.74	2.34 b	1.15
1.5	0	0.24 ab	0.42 cdef	0.48 bcd	1.36	2.20 ab	0.94
2.0	0	0.20 abc	0.84 abc	1.06 ab	1.38	1.98 abc	1.09
0	0.5	0.12 bc	0.34 def	0.28 cd	1.28	1.14 bcdef	0.63
0.5	0.5	0.22 ab	0.68 abcd	0.80 abc	0.96	1.22 abcdef	0.77
1.0	0.5	0.38 a	0.84 abc	1.10 a	1.18	1.42 abcdef	0.98
1.5	0.5	0.26 ab	0.50 bcdef	0.64 abcd	1.36	1.84 abcde	0.92
2.0	0.5	0.26 ab	0.64 abcd	0.74 abcd	1.56	2.04 abc	1.04
0	1.0	0.08 bc	0.34 def	0.48 bcd	1.30	0.92 cdef	0.62
0.5	1.0	0	0.58 bcde	0.90 ab	1.12	1.30 abcdef	0.78
1.0	1.0	0.08 bc	0.36 def	0.52 abcd	1.12	1.48 abcdef	0.71
1.5	1.0	0	0.42 cdef	0.78 abcd	1.20	1.50 abcdef	0.78
2.0	1.0	0	0.48 bcdef	0.60 abcd	1.10	1.44 abcdef	0.72
0	1.5	0.20 abc	0.20 ef	0.18 d	1.00	0.60 f	0.43
0.5	1.5	0.06 bc	0.58 bcde	0.94 ab	1.22	1.84 abcde	0.92
1.0	1.5	0.16 abc	0.14 f	0.70 abcd	1.00	1.60 abcdef	0.72
1.5	1.5	0	0.26 def	0.94 ab	1.00	1.94 abcd	0.82
2.0	1.5	0	0.30 def	1.06 ab	1.30	1.54 abcdef	0.84
0	2.0	0.06 bc	0.30 def	0.26 cd	0.82	1.00 cdef	0.48
0.5	2.0	0	0.36 def	0.82 abc	0.94	0.46 f	0.51
1.0	2.0	0	0.34 def	0.94 ab	1.44	1.40 abcdef	0.82
1.5	2.0	0	0.42 cdef	0.94 ab	1.08	0.78 def	0.64
2.0	2.0	0.20 abc	0.26 def	0.80 abc	1.04	0.70 ef	0.60

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference (LSD)

การเกิดแคลลัส

การเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดไพลบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่างๆ กัน 25 สูตร พบว่าสามารถเกิดแคลลัสได้บนอาหารบางสูตร เมื่ออายุ 20-30 วัน และวัดเส้นผ่าศูนย์กลางเมื่ออายุ 50 วัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0 ร่วมกับ BA 2.0 ppm มีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยมากที่สุดวัดได้ 1.60 เซนติเมตร รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5 ร่วมกับ BA 2.0 ppm ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเท่ากับ 1.50 เซนติเมตร ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.5 ppm ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยน้อยที่สุดวัดได้ 1.22 เซนติเมตร และไม่พบการเกิดแคลลัสบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5, 1.0, 2.0 และ BA เข้มข้น 0.5 และ 1.0 ppm และ NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 0.5+0.5, 1.0+0.5, 1.5+0.5, 2.0+0.5, 0.5+1.0, 1.0+1.0, 1.5+ 1.0 และ 2.0 +1.5 ppm (ตารางที่ 5)

ลักษณะและสีของแคลลัส

แคลลัสที่เกิดขึ้นบริเวณโคนยอดของไพลที่เลี้ยงบนอาหาร 10 สูตร มีการเกาะกันแน่นแบบ compact callus ลักษณะของแคลลัสที่เกิดขึ้นมีสีเหลืองอ่อนทั้งหมด

ตารางที่ 5 การเจริญและพัฒนาโดยวัดเส้นผ่าศูนย์กลางแคลลัสของเนื้อเยื่อส่วนยอดไพล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่างๆ กัน เมื่ออายุ 50 วัน

NAA (ppm)	BA (ppm)	แคลลัส (เซนติเมตร)	สี	ลักษณะ
0	1.5	1.22	เหลืองอ่อน	เกาะตัวกันแน่น (compact callus) บริเวณโคนหน่อ
0.5	1.5	1.28	เหลืองอ่อน	เกาะตัวกันแน่น (compact callus) บริเวณโคนหน่อ
1.0	1.5	1.42	เหลืองอ่อน	เกาะตัวกันแน่น (compact callus) บริเวณโคนหน่อ
1.5	1.5	1.32	เหลืองอ่อน	เกาะตัวกันแน่น (compact callus) บริเวณโคนหน่อ
2.0	1.5	1.42	เหลืองอ่อน	เกาะตัวกันแน่น (compact callus) บริเวณโคนหน่อ
0	2.0	1.30	เหลืองอ่อน	เกาะตัวกันแน่น (compact callus) บริเวณโคนหน่อ
0.5	2.0	1.42	เหลืองอ่อน	เกาะตัวกันแน่น (compact callus) บริเวณโคนหน่อ
1.0	2.0	1.60	เหลืองอ่อน	เกาะตัวกันแน่น (compact callus) บริเวณโคนหน่อ
1.5	2.0	1.50	เหลืองอ่อน	เกาะตัวกันแน่น (compact callus) บริเวณโคนหน่อ
2.0	2.0	1.38	เหลืองอ่อน	เกาะตัวกันแน่น (compact callus) บริเวณโคนหน่อ

การทดลองที่ 2 การเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดในอาหารเหลว

การเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อส่วนยอดด้านความสูงในอาหารเหลว เมื่ออายุ 10, 20, 30, 40, และ 50 วัน พบว่า :-

อายุ 10 วัน

การเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดไหลในอาหารเหลวสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่างๆ กัน 25 สูตร พบว่า มีการเพิ่มความสูงในอาหารทุกสูตร แต่มีความสูงแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5 ppm มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดวัดได้ 1.50 เซนติเมตร รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 0.5 และ NAA เข้มข้น 0.5 ร่วมกับ BA 0.5 ppm ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 1.47 เซนติเมตร ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5, 1.0 ppm และ NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 1.0+0.5, 1.5+0.5, 2.0+1.0, 0.5+0.5, 1.0+ 1.5 ppm มีการเจริญด้านความสูงน้อยที่สุดวัดได้ 1.32 เซนติเมตร (ตารางที่ 6)

อายุ 20 วัน

การเจริญเติบโตด้านความสูงเพิ่มขึ้นในอาหารทุกสูตร แต่มีความสูงแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.5 ppm มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดวัดได้ 1.82 เซนติเมตร รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.2 ppm ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 1.30 เซนติเมตร ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5 ppm ร่วมกับ BA 1.0 มีการเจริญด้านความสูงน้อยที่สุดวัดได้ 0.25 เซนติเมตร (ตารางที่ 6)

อายุ 30 วัน

การเจริญเติบโตด้านความสูงเพิ่มขึ้นในอาหารทุกสูตร แต่มีความสูงแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0 ร่วมกับ BA 1.5 ppm มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดวัดได้ 1.27 เซนติเมตร รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 2.0 ร่วมกับ BA 2.0 ppm ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 1.22 เซนติเมตร ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5 ร่วมกับ BA 1.0 ppm มีการเจริญด้านความสูงน้อยที่สุดวัดได้ 0.35 เซนติเมตร (ตารางที่ 6)

อายุ 40 วัน

การเจริญเติบโตด้านความสูงเกิดขึ้นในอาหารทุกสูตร แต่มีความสูงแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5 ppm มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดวัดได้ 1.97 เซนติเมตร รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 2.0 ppm ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 1.40 เซนติเมตร ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.5 ppm มีการเจริญด้านความสูงน้อยที่สุดวัดได้ 0.07 เซนติเมตร (ตารางที่ 6)

อายุ 50 วัน

การเจริญเติบโตด้านความสูงเพิ่มขึ้นในอาหารทุกสูตร แต่มีความสูงแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5 ppm มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดวัดได้ 1.50 เซนติเมตร รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5 ppm และ NAA เข้มข้น 0.5 ppm ร่วมกับ BA 1.0 ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 1.32 เซนติเมตร ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 2.0 ร่วมกับ BA 1.5 ppm มีการเจริญด้านความสูงน้อยที่สุดวัดได้ 0.17 เซนติเมตร รวมความสูงหลังจาก 50 วัน พบว่าเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5 ppm มีความสูงมากที่สุดเท่ากับ 6.31 เซนติเมตร รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 2.0 ppm ความสูงเท่ากับ 5.53 เซนติเมตร ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 2.0 ร่วมกับ BA 1.5 ppm มีความสูงเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 3.21 เซนติเมตร (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 การเจริญเติบโตด้านความสูงของเนื้อเยื่อส่วนยอดไพล ที่เลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่างๆ กัน

NAA (ppm)	BA (ppm)	10 วัน (ซม.)	20 วัน (ซม.)	30 วัน (ซม.)	40 วัน (ซม.)	50 วัน (ซม.)	เฉลี่ย
0	0	1.35	0.40	1.12	0.80 bc	0.82	0.89
0.5	0	1.32	0.55	1.97	1.97 a	1.50	1.26
1.0	0	1.35	0.57	1.00	1.40 ab	1.17	1.09
1.5	0	1.50	0.80	1.00	0.80 bc	1.32	1.08
2.0	0	1.45	1.30	1.17	0.97 abc	0.72	1.12
0	0.5	1.47	0.85	0.85	0.80 bc	0.90	0.97
0.5	0.5	1.47	1.10	0.80	0.35 c	1.27	0.99
1.0	0.5	1.32	0.97	0.75	0.70 bc	0.82	0.91
1.5	0.5	1.35	1.27	0.42	0.82 bc	0.37	0.84
2.0	0.5	1.40	0.80	0.37	0.75 bc	0.92	0.84
0	1.0	1.37	0.65	0.72	0.70 bc	0.42	0.77
0.5	1.0	1.37	0.25	0.35	0.70 bc	1.32	0.79
1.0	1.0	1.45	0.65	0.75	0.40 bc	0.55	0.76
1.5	1.0	1.40	0.97	0.67	0.25 c	0.75	0.80
2.0	1.0	1.32	1.10	0.62	0.17 c	0.90	0.82
0	1.5	1.40	1.82	0.52	0.07 c	0.72	0.90
0.5	1.5	1.32	0.67	0.57	0.80 bc	0.57	0.79
1.0	1.5	1.32	1.27	1.27	0.50 bc	0.55	0.98
1.5	1.5	1.37	1.15	0.97	0.92 bc	0.57	0.99
2.0	1.5	1.37	0.90	0.70	0.07 c	0.17	0.64
0	2.0	1.40	0.47	0.77	0.25 c	0.60	0.69
0.5	2.0	1.40	0.77	0.82	0.12 c	0.50	0.72
1.0	2.0	1.40	0.40	1.20	0.45 bc	0.42	0.77
1.5	2.0	1.40	0.52	0.82	0.25 c	0.50	0.69
2.0	2.0	1.40	0.87	1.22	0.50 bc	0.62	0.92

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference (LSD)

จำนวนหน่อของเนื้อเยื่อส่วนยอดโพลีในอาหารเหลว เมื่ออายุ 10, 20 , 30, 40 และ 50 วัน พบว่า :-

อายุ 10 วัน

การเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดโพลีในอาหารเหลวสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่างๆ กัน 25 สูตร พบว่า มีการเพิ่มจำนวนหน่อในอาหารบางสูตร โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.5 ppm มีจำนวนหน่อเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 2.0 หน่อ รองลงมาคืออาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 1.5+0.5, 1.5+1.5 และ 1.5+2.0 ppm จำนวนหน่อเฉลี่ยเท่ากับ 1.75 หน่อ ส่วนอาหารเหลวสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5, 1.5 NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 0.5+0.5, 1.0+1.0, 2.0+1.5, 0.5+2.0 และ 1.0+2.0 ppm มีจำนวนหน่ออย่างน้อยที่สุดเท่ากับ 1.25 หน่อ และไม่พบการเกิดหน่อในอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0, BA เข้มข้น 2.0, NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 0.5 +1.0 และ 2.0+ 1.0 ppm (ตารางที่ 7)

อายุ 20 วัน

การเพิ่มจำนวนหน่อเกิดขึ้นในอาหารบางสูตร โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 1.5+0.5, 1.5+1.0 และ 1.0+2.0 ppm มีจำนวนหน่อเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 2.25 หน่อ รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5, BA เข้มข้น 1.0 และ NAA เข้มข้น 0.5 ร่วมกับ BA 0.5 ppm จำนวนหน่อเฉลี่ยเท่ากับ 2.0 หน่อ ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0, 1.5, NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 2.0+1.0, 1.0+ 1.5 และ 2.0+2.0 ppm มีจำนวนหน่ออย่างน้อยที่สุดเท่ากับ 1.25 หน่อ ไม่พบการเกิดหน่อในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.5, NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 1.5+1.5, 1.5 + 2.0 ppm (ตารางที่ 7)

อายุ 30 วัน

การเพิ่มจำนวนหน่อเกิดขึ้นในอาหารบางสูตร โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5 และ NAA เข้มข้น 1.0 ร่วมกับ BA 1.5 ppm มีจำนวนหน่อเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 2.0 หน่อ รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0, BA เข้มข้น 2.0 ppm จำนวนหน่อเฉลี่ยเท่ากับ 1.75 หน่อ ส่วนอาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5, BA 1.5 ppm, NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 1.0+0.5, 0.5+1.0, 1.0+1.0, 2.0+1.0, 0.5+1.5, และ 0.5+2.0 ppm มีจำนวนหน่ออย่างน้อยที่สุดเท่ากับ 1.25 หน่อ ไม่พบการเกิด

หน่อในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 0.5, 1.0, NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 1.5+0.5, 1.5 +0.1 และ 1.0+ 2.0 ppm (ตารางที่ 7)

อายุ 40 วัน

การเพิ่มจำนวนหน่อเกิดขึ้นในอาหารบางสูตร โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5 ร่วมกับ BA 0.5 ppm มีจำนวนหน่อเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 1.50 หน่อ รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5 , 1.0, 1.5 BA เข้มข้น 1.5, 2.0 และ NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 0.5+0.5, 1.5+0.5, 1.5+1.5 และ 0.5+ 2.0 ppm จำนวนหน่อเฉลี่ยเท่ากับ 1.25 หน่อ ส่วนอาหารเหลวสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 0.5, 1.0 , NAA เข้มข้น 2.0, NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 2.0+0.5, 0.5+1.0, 1.0+1.0, 1.5+1.0, 2.0+1.0, 0.5+1.5, 1.0+1.5, 2.0+1.5, 1.0+2.0, 1.5+2.0 และ 2.0+2.0 ppm ไม่มีการเพิ่มจำนวนหน่อ (ตารางที่ 7)

อายุ 50 วัน

ไม่มีการเพิ่มจำนวนหน่อในอาหารทุกสูตร รวมจำนวนหน่อหลังจาก 50 วัน พบว่าเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5 ร่วมกับ BA 0.5 ppm มีจำนวนหน่อเพิ่มขึ้นมากที่สุดเท่ากับ 6.25 หน่อ รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5 , 1.5, NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 0.5+0.5, 1.0+0.5, 2.0+0.5, 1.5+1.0 และ 1.0 +1.5 ppm จำนวนหน่อเฉลี่ยเท่ากับ 5.75 หน่อ ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 2.0 ร่วมกับ BA 1.0 ppm มีจำนวนหน่อเฉลี่ยเพิ่มน้อยที่สุดเท่ากับ 4.50 หน่อ

ตารางที่ 7 จำนวนหน่อของเนื้อเยื่อส่วนยอดต่อต้นไพล ที่เลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่างๆ กัน

NAA (ppm)	BA (ppm)	10 วัน (หน่อ)	20 วัน (หน่อ)	30 วัน (หน่อ)	40 วัน (หน่อ)	เฉลี่ย
0	0	1.00 c	1.75 abc	1.50	1.00	1.31
0.5	0	1.25 bc	2.00 ab	1.25	1.25	1.43
1.0	0	1.00 c	1.25 cd	1.75	1.25	1.31
1.5	0	1.25 bc	1.25 cd	2.00	1.25	1.43
2.0	0	1.50 abc	1.50 bcd	1.50	1.00	1.37
0	0.5	1.50 abc	2.00 ab	1.00	1.00	1.37
0.5	0.5	1.25 bc	1.75 abc	1.50	1.25	1.43
1.0	0.5	1.50 abc	1.50 bcd	1.25	1.50	1.43
1.5	0.5	1.75 ab	2.25 a	1.00	1.25	1.56
2.0	0.5	1.50 abc	1.75 abc	1.50	1.00	1.31
0	1.0	1.50 abc	2.00 ab	1.00	1.00	1.37
0.5	1.0	1.00 c	1.75 abc	1.25	1.00	1.25
1.0	1.0	1.25 bc	1.50 bcd	1.25	1.00	1.25
1.5	1.0	1.50 abc	2.25 a	1.00	1.00	1.43
2.0	1.0	1.00 c	1.25 cd	1.25	1.00	1.12
0	1.5	2.00 a	1.00 d	1.25	1.25	1.37
0.5	1.5	1.50 abc	1.75 abc	1.25	1.00	1.37
1.0	1.5	1.50 abc	1.25 cd	2.00	1.00	1.43
1.5	1.5	1.75 ab	1.00 d	1.50	1.25	1.37
2.0	1.5	1.25 bc	1.50 bcd	1.50	1.00	1.31
0	2.0	1.00 c	1.50 bcd	1.75	1.25	1.37
0.5	2.0	1.25 bc	1.75 abc	1.25	1.25	1.37
1.0	2.0	1.25 bc	2.25 a	1.00	1.00	1.37
1.5	2.0	1.75 ab	1.00 d	1.50	1.00	1.31
2.0	2.0	1.50abc	1.25 cd	1.50	1.00	1.31

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference (LSD)

จำนวนรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดที่เลี้ยงในอาหารเหลว เมื่ออายุ 10, 20, 30, 40 และ 50 วัน พบว่า :-

อายุ 10 วัน

การเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดโพลีในอาหารเหลวสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน 25 สูตร พบว่า สามารถเกิดรากได้ในอาหารบางสูตร และมีจำนวนรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 2.0 ร่วมกับ BA 0.5 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยได้มากที่สุดเท่ากับ 2.0 ราก รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 0.5+ 1.5 และ 2.0+ 1.5 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยเท่ากับ 1.75 ราก ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5, 1.5, BA เข้มข้น 0.5, 2.0 และ NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 1.5+1.5 และ 0.5+ 2.0 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 1.25 ราก และไม่พบการเกิดรากในอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5, BA เข้มข้น 1.5, NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 2.0+0.5, 0.5+1.0, 1.0+1.0, 2.0+1.0, 1.0+1.5, 1.5+1.5, 2.0+1.5, 1.5 +2.0 และ 2.0+2.0 ppm (ตารางที่ 8)

อายุ 20 วัน

การเกิดรากเพิ่มขึ้นในอาหารบางสูตร และมีจำนวนรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยได้มากที่สุดเท่ากับ 2.25 ราก รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5, 2.0, NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 0.5+0.5, 1.5+0.5 และ 2.0+1.0 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยเท่ากับ 2.0 ราก ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 0.5 และ NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 1.0+0.5, 1.0+1.5, 1.5+1.5 และ 2.0+1.5 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยได้น้อยที่สุดเท่ากับ 1.25 ราก และไม่พบการเกิดรากในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 2.0+0.5 และ 1.5 +2.0 ppm (ตารางที่ 8)

อายุ 30 วัน

การเกิดรากเพิ่มขึ้นในอาหารบางสูตร และมีจำนวนรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยได้มากที่สุดเท่ากับ 2.50 ราก รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 0.5, 1.0 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยเท่ากับ 2.25 ราก ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 0.5 และ NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 1.5+ 0.5 และ 2.0+0.5 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยได้น้อยที่สุดเท่ากับ 1.25 ราก

และไม่พบการเกิดรากในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 0.5+1.0, 1.0+1.5 และ 2.0+2.0 ppm (ตารางที่ 8)

อายุ 40 วัน

การเกิดรากเพิ่มขึ้นในอาหารทุกสูตร และมีจำนวนรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5 และ NAA เข้มข้น 2.0 ร่วมกับ BA 0.5 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยได้มากที่สุดเท่ากับ 3.0 ราก รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5, NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 1.5+0.5 และ 2.0+1.5 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยเท่ากับ 2.25 ราก ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 0.5 และ NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 1.0+0.5, 2.0+1.0 และ 0.5+1.5 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 1.25 ราก (ตารางที่ 8)

อายุ 50 วัน

เกิดรากเพิ่มขึ้นในอาหารทุกสูตร และมีจำนวนรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 1.5+0.5 และ 2.0+0.5 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยได้มากที่สุดเท่ากับ 3.0 ราก รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 1.0+0.5 และ 1.0+2.0 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยเท่ากับ 2.75 ราก ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0, 1.5 และ NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 0.5+1.0, 2.0+1.0 และ 1.5+ 2.0 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 1.50 ราก รวมจำนวนรากหลังจาก 50 วัน พบว่า เนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 2.0 ร่วมกับ BA 0.5 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากที่สุดเท่ากับ 10.5 ราก รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5 ppm จำนวนรากเฉลี่ยเท่ากับ 10.25 ราก ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 2.0 ร่วมกับ BA เข้มข้น 1.0 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยเพิ่มขึ้นน้อยที่สุดเท่ากับ 6.50 ราก (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 จำนวนรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดไพล ที่เลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่างๆ กัน

NAA (ppm)	BA (ppm)	10 วัน (ราก)	20 วัน (ราก)	30 วัน (ราก)	40 วัน (ราก)	50 วัน (ราก)	เฉลี่ย
0	0	1.00 c	1.75 abc	1.75 abcd	1.75	1.50	1.55
0.5	0	1.25 bc	2.25 a	2.25 ab	2.25	2.00	2.00
1.0	0	1.00 c	1.75 abc	2.25 ab	1.75	1.50	1.65
1.5	0	1.25 bc	2.00 ab	2.50 a	3.00	1.50	2.05
2.0	0	1.75 ab	2.00 ab	1.75 abcd	2.00	2.50	2.00
0	0.5	1.25 bc	1.25 cd	2.00 abc	1.25	2.25	1.60
0.5	0.5	1.50 abc	2.00 ab	1.50 bcd	1.50	2.25	1.75
1.0	0.5	1.00 c	1.25 cd	1.50 bcd	1.25	2.75	1.55
1.5	0.5	1.50 abc	2.00 ab	1.25 cd	2.25	3.00	2.00
2.0	0.5	2.00 a	1.25 cd	1.25 cd	3.00	3.00	2.10
0	1.0	1.50 abc	1.50 bcd	2.00 abc	1.50	2.25	1.75
0.5	1.0	1.50 abc	1.50 bcd	1.00 d	1.75	1.50	1.45
1.0	1.0	1.00 c	1.50 bcd	1.50 bcd	1.50	2.00	1.50
1.5	1.0	1.50 abc	1.75 abc	1.75 abcd	1.50	2.25	1.75
2.0	1.0	1.00 c	1.50 bcd	1.25 cd	1.25	1.50	1.30
0	1.5	1.00 c	1.75 abc	1.75 abcd	1.50	1.75	1.55
0.5	1.5	1.75 ab	1.75 abc	1.00 d	1.25	1.75	1.50
1.0	1.5	1.50 abc	1.25 cd	1.50 bcd	1.75	2.25	1.65
1.5	1.5	1.25 bc	1.25 cd	1.50 bcd	2.00	1.75	1.55
2.0	1.5	1.75 ab	1.25 cd	1.50 bcd	2.25	2.25	1.80
0	2.0	1.25 bc	1.50 bcd	1.50 bcd	1.50	2.25	1.60
0.5	2.0	1.25 bc	1.50 bcd	1.75 abcd	1.50	2.00	1.60
1.0	2.0	1.50 abc	2.00 ab	1.50 bcd	2.00	2.75	1.95
1.5	2.0	1.50 abc	1.00 d	1.50 bcd	1.50	1.50	1.40
2.0	2.0	1.00 c	1.75 abc	1.00 d	1.50	1.75	1.30

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference (LSD)

ความยาวรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดไหลที่เลี้ยงในอาหารเหลว เมื่ออายุ 10, 20, 30, 40 และ 50 วัน พบว่า :-

อายุ 10 วัน

การเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดไหลในอาหารเหลวสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่างๆ กัน 25 สูตร พบว่า สามารถเกิดรากได้ในอาหารบางสูตร และมีความยาวรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5 ร่วมกับ BA 0.5 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 2.0 เซนติเมตร รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 0.5+1.5 และ 2.0+1.5 ppm ความยาวรากเฉลี่ยเท่ากับ 1.75 เซนติเมตร ส่วนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5, 1.5, 2.0 BA เข้มข้น 0.5, 1.0, 2.0 , NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 1.5+0.5, 2.0+0.5, 0.5+1.0, 1.5+1.0 และ 0.5+2.0 ppm ความยาวรากเฉลี่ยร้อยละที่สูงสุดวัดได้ 1.25 เซนติเมตร และไม่พบการพัฒนาความยาวรากในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.5 และ NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 1.0+0.5, 1.0+1.0, 2.0+1.0 และ 2.0+2.0 ppm (ตารางที่ 9)

อายุ 20 วัน

การเพิ่มความยาวรากพบในอาหารทุกสูตร และมีความยาวรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5, 2.0, BA เข้มข้น 1.5, NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 0.5+0.5, 1.5+0.5 และ 1.5+2.0 ppm ความยาวรากเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 2.0 เซนติเมตร รองลงมาคืออาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.0 NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 2.0+0.5, 0.5+1.0, 1.5+1.0, 1.5+1.5 และ 2.0+2.0 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยเท่ากับ 1.75 เซนติเมตร ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 0.5, NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 1.0+0.5 และ 1.0+1.5 ppm ความยาวรากเฉลี่ยร้อยละที่สูงสุดวัดได้ 1.25 เซนติเมตร และไม่พบการเพิ่มความยาวรากในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5 ร่วมกับ BA 2.0 ppm (ตารางที่ 9)

อายุ 30 วัน

การเพิ่มความยาวรากพบในอาหารทุกสูตร และมีความยาวรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5 และ 1.5 ppm ความยาวรากเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 2.25 เซนติเมตร รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 0.5, NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 2.0+ 0.5 และ 1.5+2.0 ppm มีความยาวรากเฉลี่ย

เท่ากับ 2.0 เซนติเมตร ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 2.0, NAA เข้มข้น 2.0 ร่วมกับ BA 2.0 ppm ความยาวรากเฉลี่ยน้อยที่สุดวัดได้ 1.25 เซนติเมตร (ตารางที่ 9)

อายุ 40 วัน

การเพิ่มความยาวรากพบในอาหารทุกสูตร และมีความยาวรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5 ppm ความยาวรากเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 2.25 เซนติเมตร รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.5, NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 1.5+0.5, 2.0+0.5, 1.0+1.5 และ 2.0+ 1.5 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยเท่ากับ 2.0 เซนติเมตร ส่วนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 1.0+0.5 และ 1.0+ 2.0 ppm ความยาวรากเฉลี่ยน้อยที่สุดวัดได้ 1.25 เซนติเมตร (ตารางที่ 9)

อายุ 50 วัน

การเพิ่มความยาวรากพบในอาหารทุกสูตร และมีความยาวรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 2.0 ppm และ NAA 1.0 ppm ร่วมกับ BA 0.5 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 2.25 เซนติเมตร รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 1.5 ppm และ NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 2.0+0.5, 0.5+1.5 และ 1.0+ 2.0 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยเท่ากับ 2.00 เซนติเมตร ส่วนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0, 1.5, NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 0.5+1.0, 2.0+1.0 และ 1.5+2.0 ppm ความยาวรากเฉลี่ยน้อยที่สุดวัดได้ 1.50 เซนติเมตร ความยาวรากหลังจาก 50 วัน พบว่าเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5, NAA เข้มข้น 0.5 ร่วมกับ BA 0.5 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 9.25 เซนติเมตร รองลงมาคือเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5, NAA เข้มข้น 2.0 ร่วมกับ BA 0.5 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยเท่ากับ 9.00 เซนติเมตร ส่วนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 2.0 ร่วมกับ BA 1.0 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 7.25 เซนติเมตร (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 ความยาวรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดไหล ที่เลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS และ MS
ดัดแปลงโดยเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่างๆ กัน

NAA (ppm)	BA (ppm)	10 วัน (ราก)	20 วัน (ราก)	30 วัน (ราก)	40 วัน (ราก)	50 วัน (ราก)	เฉลี่ย
0	0	1.25	1.75	1.75	1.25	1.25	1.45
0.5	0	1.25	1.50	2.25	2.25	1.75	1.80
1.0	0	1.50	1.50	1.75	1.75	1.50	1.60
1.5	0	1.25	2.00	2.25	1.75	2.00	1.85
2.0	0	1.25	2.00	1.75	1.50	2.25	1.75
0	0.5	1.25	1.25	2.00	1.75	1.25	1.50
0.5	0.5	2.00	2.00	1.75	1.75	1.75	1.85
1.0	0.5	1.00	1.25	1.75	1.25	2.25	1.50
1.5	0.5	1.25	2.00	1.75	2.00	1.75	1.75
2.0	0.5	1.25	1.75	2.00	2.00	2.00	1.80
0	1.0	1.25	1.75	1.75	1.50	1.75	1.60
0.5	1.0	1.25	1.75	1.75	1.75	1.75	1.65
1.0	1.0	1.00	1.50	1.75	1.50	1.75	1.50
1.5	1.0	1.25	1.75	1.75	1.75	1.50	1.60
2.0	1.0	1.00	1.50	1.75	1.50	1.50	1.45
0	1.5	1.00	2.00	1.75	2.00	1.75	1.70
0.5	1.5	1.75	1.50	1.75	1.7	2.00	1.75
1.0	1.5	1.50	1.25	1.50	2.00	1.50	1.55
1.5	1.5	1.50	1.75	1.75	1.50	1.75	1.65
2.0	1.5	1.75	1.50	1.75	2.00	1.75	1.75
0	2.0	1.25	1.50	1.75	1.50	1.75	1.55
0.5	2.0	1.25	1.50	1.75	1.75	1.50	1.55
1.0	2.0	1.50	2.00	1.75	1.25	2.00	1.70
1.5	2.0	1.50	1.00	2.00	1.50	1.50	1.50
2.0	2.0	1.00	1.75	1.25	1.75	1.75	1.50

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference (LSD)

การเกิดแคลลัส เมื่ออายุ 10, 20, 30, 40 และ 50 วัน พบว่า :-

อายุ 10 วัน

การเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดไหลในอาหารเหลวสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่างๆ กัน 25 สูตร พบว่าไม่สามารถเกิดแคลลัสได้บนอาหารทุกสูตร

อายุ 20 วัน

การเกิดแคลลัสเกิดขึ้นในอาหารบางสูตร และมีเส้นผ่าศูนย์กลางแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5 ppm มีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 2.75 คะแนน รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 0.5+0.5 และ 1.0+1.0 ppm มีความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเท่ากับ 2.25 คะแนน ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 2.0 , 1.0 BA เข้มข้น 0.5 และ NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 1.0+0.5, 0.5+1.0 และ 2.0+1.0 ppm ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 1.25 คะแนน และไม่พบการเกิดแคลลัสบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5, BA เข้มข้น 2.0 และ NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 0.5+1.5, 1.0+1.5, 2.0+1.5, 0.5+2.0, 1.0+2.0 และ 2.0+2.0 ppm (ตารางที่ 10)

อายุ 30 วัน

การเจริญและการพัฒนาของแคลลัสเกิดขึ้นในอาหารบางสูตร และมีความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0 ร่วมกับ BA 1.5 ppm มีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 3.50 คะแนน รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5, NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 0.5+ 2.0 และ 2.0+2.0 ppm มีความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเท่ากับ 2.75 คะแนน ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 2.0 , NAA เข้มข้น 1.0 ร่วมกับ BA 0.5 ppm ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 1.25 คะแนน และไม่พบการเพิ่มความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางแคลลัสในอาหารสูตร MS (ตารางที่ 10)

อายุ 40 วัน

การเจริญและการพัฒนาของแคลลัสเกิดขึ้นในอาหารทุกสูตร และมีความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0 ร่วมกับ BA 0.5 ppm มีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 2.75 คะแนน

รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 2.0 ร่วมกับ BA 1.5 ppm มีความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเท่ากับ 2.50 คะแนน ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5 ร่วมกับ BA 2.0 ppm ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 1.25 คะแนน (ตารางที่ 10)

อายุ 50 วัน

การเจริญและการพัฒนาของแคลลัสเกิดขึ้นในอาหารทุกสูตร และมีความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5 ร่วมกับ BA 0.5 ppm มีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 3.0 คะแนน รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.0, NAA 1.5 ร่วมกับ BA 1.0 ppm มีความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเท่ากับ 2.75 คะแนน ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0 ppm ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 1.25 คะแนน และไม่พบการเพิ่มความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางแคลลัสในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 0.5 ppm รวมความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางแคลลัสหลังจาก 50 วัน พบว่าเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5, NAA เข้มข้น 0.5 ร่วมกับ BA 0.5 ppm มีความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางมากที่สุดเท่ากับ 9.00 คะแนน รองลงมาคือเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5 ร่วมกับ BA 1.0 ppm มีความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 8.75 คะแนน ส่วนอาหารสูตร MS มีความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 5.50 คะแนน

ลักษณะและสีของแคลลัส

แคลลัสที่เกิดขึ้นบริเวณโคนยอดไหลที่เลี้ยงในอาหาร 25 สูตร มีการเกาะกันแน่นแบบ compact callus ไม่สามารถหลุดออกจากเนื้อเยื่อเดิมได้ด้วยการเขย่าของเครื่องเขย่า (shaker) ลักษณะแคลลัสที่เกิดขึ้นมีสีขาวทั้งหมด

ตารางที่ 10 การเจริญและการพัฒนาเป็นแคลลัสของเนื้อเยื่อส่วนยอดไพล ที่เลี้ยงในอาหาร
เหลวสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้น
ต่างๆ กัน

NAA (ppm)	BA (ppm)	20 วัน (คะแนน)	30 วัน (คะแนน)	40 วัน (คะแนน)	50 วัน (คะแนน)	เฉลี่ย
0	0	1.00 d	1.00 d	2.00	1.50	1.37
0.5	0	1.00 d	1.50 bcd	2.00	1.75	1.56
1.0	0	1.25 cd	1.50 bcd	2.00	1.25	1.50
1.5	0	2.75 a	2.75 ab	2.00	1.50	2.25
2.0	0	1.25 cd	1.25 cd	1.50	1.75	1.43
0	0.5	1.25 cd	2.00 bcd	1.75	1.00	1.50
0.5	0.5	2.25 ab	2.25 abcd	1.50	3.00	2.25
1.0	0.5	1.25 cd	1.25 cd	2.75	2.00	1.81
1.5	0.5	2.00 abc	1.75 bcd	1.75	1.50	1.75
2.0	0.5	1.75 bcd	2.50 abc	1.75	1.50	1.93
0	1.0	1.50 bcd	2.00 bcd	2.00	1.50	1.68
0.5	1.0	1.25 cd	2.00 bcd	2.25	1.75	1.81
1.0	1.0	2.25 ab	1.50 bcd	2.25	1.75	1.93
1.5	1.0	1.75 bcd	2.50 abc	1.75	2.75	2.18
2.0	1.0	1.25 cd	2.50 abc	1.50	2.50	1.93
0	1.5	1.50 bcd	2.00 bcd	2.00	1.75	1.81
0.5	1.5	1.00 d	2.25 abcd	2.00	2.00	1.81
1.0	1.5	1.00 d	3.50 a	2.00	2.00	2.12
1.5	1.5	1.75 bcd	2.50 abc	1.75	1.75	1.93
2.0	1.5	1.00 d	2.50 abc	2.50	1.75	1.93
0	2.0	1.00 d	2.00 bcd	2.00	1.75	1.68
0.5	2.0	1.00 d	2.75 ab	1.25	2.25	1.81
1.0	2.0	1.00 d	2.25 ab	2.00	2.25	1.87
1.5	2.0	2.00 abc	2.50 abc	1.75	2.00	2.06
2.0	2.0	1.00 d	2.75 ab	2.25	1.75	1.93

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference (LSD)

วิจารณ์ผลการทดลอง

วิจารณ์ผลการทดลองที่ 1

การเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดบนอาหารวุ้น

การเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อส่วนยอดด้านความสูง เมื่ออายุ 10, 20, 30, 40 และ 50 วัน มีดังต่อไปนี้

อายุ 10 วัน

การเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดโพลบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน 25 สูตร พบว่า มีการเพิ่มความสูงบนอาหารทุกสูตร แต่มีความสูงแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0 ppm มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดวัดได้ที่ 2.24 เซนติเมตร รองลงมาคือ อาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 0.5 ร่วมกับ BA เข้มข้น 0.5 ppm ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 2.14 เซนติเมตร แสดงให้เห็นว่า สมดุลของ auxins และ cytokinins มีผลต่อการสร้างอวัยวะ และสารควบคุมการเจริญเติบโตทั้ง 2 ชนิดนี้จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการกำเนิดอวัยวะของเนื้อเยื่อที่เลี้ยง กล่าวคือ การพัฒนาการ ได้แก่ การเกิดยอด , รากและแคลลัส ถูกกำหนดโดยปริมาณความสัมพันธ์ของสารทั้งคู่ ในการเลี้ยงเนื้อเยื่อถ้าหากเติม cytokinins และ auxins ร่วมกัน จะมีผลทำให้การเจริญของเนื้อเยื่อดีกว่า การใช้ Cytokinins และ auxins อย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Dantu และ Bhojwani (1987) ได้ขยายพันธุ์แกลดีโอลัส พันธุ์ Friendship , Her Majesty และ American Beauty โดยใช้ตาข้างซึ่งตัดจากหัว ที่เก็บไว้ในที่มีอุณหภูมิต่ำ พบว่าสามารถเกิดยอดบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 0.5 ppm ยอดจะสามารถยืดเฉพาะอาหารที่ไม่มี BA หรือเมื่อมี BA ระดับต่ำตั้งแต่ 0.1-0.2 ppm และยอดเหล่านี้พร้อมที่จะเกิดรากได้หรือกระตุ้นให้สร้างหัวได้ ส่วน Zhuo และ Sun (1987) พบว่าการนำส่วนของตาดอก และตาที่กำลังพักตัวอยู่จากหัวของแกลดีโอลัสที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA เข้มข้น 0.1-0.5 ppm และ BA 0.5-0.1 ppm พบว่ายอดใหม่ที่เกิดขึ้นซึ่งมีความสูง 4.5 เซนติเมตร นอกจากนี้ Arimura และคณะ (2000) ได้ศึกษาการเจริญเติบโตและพัฒนาของกิ่ง บนอาหารสูตร MS ที่มีความแตกต่างของ NAA และ BA บนอาหารวุ้นและในอาหารเหลว พบว่า NAA ช่วยเพิ่มความสูงของยอดทั้งในอาหารเหลว และ บนอาหารวุ้น ส่วนการเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดโพลบนอาหารสูตร MS มีการเจริญด้านความสูงน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อส่วนยอดในด้าน

ความสูง ระหว่างเนื้อเยื่อที่มีการเจริญเติบโตด้านความสูงมากที่สุดกับการเจริญเติบโตด้านความสูงน้อยที่สุด พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

อายุ 20 วัน

การเจริญเติบโตด้านความสูงเกิดขึ้นบนอาหารทุกสูตร แต่มีความสูงแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5 ppm มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดวัดได้ 3.66 เซนติเมตร รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 0.5 ppm ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 3.46 เซนติเมตร อาจจะเนื่องมาจากเนื้อเยื่อส่วนยอดไหลเมื่อได้รับการกระตุ้นโดย cytokinins ร่วมกับ auxins จากภายนอก ในระดับที่เหมาะสม มีผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาของเนื้อเยื่อส่วนยอดในด้านความสูง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สุเม (2537) ได้ศึกษาผลของ BA ต่อการเจริญเติบโตของขิงแดง ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่ไม่มี BA ทำให้ชิ้นส่วนมีการเจริญเติบโตมากกว่าอาหารที่มี BA ส่วนชิ้นส่วนที่เลี้ยงบนอาหารที่มี BA ทุกความเข้มข้น มีการเจริญเติบโตช้า ส่วนการเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดไหลบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.0 ร่วมกับ NAA 1.5 และ NAA เข้มข้น 2.0 ppm มีการเจริญด้านความสูงน้อยที่สุดเท่ากับ 2.38 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อส่วนยอดในด้านความสูงระหว่างเนื้อเยื่อที่มีการเจริญเติบโต ด้านความสูงมากที่สุดกับการเจริญเติบโตด้านความสูงน้อยที่สุด พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

อายุ 30 วัน

การเจริญเติบโตด้านความสูงเกิดขึ้นบนอาหารทุกสูตร แต่มีความสูงแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5 ppm มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดวัดได้ 4.62 เซนติเมตร รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 2.0 ppm ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 เซนติเมตร แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาของเนื้อเยื่อเกิดจากจุดเจริญที่มีอยู่แล้ว แต่ชนิดและระดับของสารควบคุมการเจริญเติบโตไม่สมดุลสำหรับการแบ่งเซลล์เมื่อเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตความเข้มข้นที่เหมาะสมลงไปในการเลี้ยงจึงมีผลส่งเสริมการแบ่งเซลล์และการพัฒนาของเนื้อเยื่อส่วนยอด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Yasuda และคณะ (1988) ได้ศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตและสารอินทรีย์บางชนิด ต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสและการเจริญเติบโตของตากระเจียว 3 ชนิด คือ *Curcuma zedoary*, *Curcuma domestica* และ *Curcuma aromatica* โดยนำส่วนของลำต้นใต้ดิน มาเลี้ยงบนอาหารวุ้นสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA kinetin และ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน พบว่ากระเจียวทั้ง 3 ชนิดสามารถเจริญเติบโต

เป็นยอดได้เมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ความเข้มข้น 1.0 และ kinetin 0.1 ppm ส่วนการเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดโพลบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 1.0 ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 2.0 ppm มีการเจริญเติบโตด้านความสูงน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตด้านความสูงระหว่างเนื้อเยื่อที่มีการเจริญเติบโตสูงที่สุดกับเนื้อเยื่อที่เจริญเติบโตรองลงมา พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตด้านความสูงมากที่สุดกับการเจริญเติบโตด้านความสูงน้อยที่สุด พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางผนวกที่ 1)

อายุ 40 วัน

การเจริญเติบโตด้านความสูงเพิ่มขึ้นบนอาหารทุกสูตร แต่มีความสูงแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ความเข้มข้น 2.0 ppm มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดวัดได้ 5.98 เซนติเมตร ซึ่งแสดงให้เห็นว่าออกซิเจน (NAA) มีผลต่อการเกิดราก การยึดตัวและชักนำการแบ่งเซลล์ของพืช (นภดล, 2536) รองลงมาคือ อาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 1.0 ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 0.5 ppm ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 5.92 เซนติเมตร ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Arimura และคณะ (2000) ได้ศึกษาการเจริญเติบโตและพัฒนาของขิง บนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA และ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กันบนอาหารวุ้นและในอาหารเหลว พบว่า NAA ช่วยเพิ่มความสูงของยอดทั้งในอาหารเหลวและบนอาหารวุ้น เช่นเดียวกับ Zhuo และ Sun (1987) เลี้ยงส่วนของตาดอก และตา ที่กำลังพักตัวของแกเลดีโอลัส บนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ความเข้มข้น 0.1-0.5 ppm และ BA 0.5-1.0 ppm พบว่ายอดใหม่ที่เกิดขึ้นมีความสูง 4.5 เซนติเมตร ส่วน Dantu และ Bhojwani (1987) ได้ศึกษาการเลี้ยงเนื้อเยื่อแกเลดีโอลัส พันธุ์ Friendship, Her Majesty และ American Beauty โดยใช้ตาข้าง พบว่าสามารถเกิดยอดได้บนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA ความเข้มข้น 0.5 ppm ยอดสามารถยึดได้เฉพาะบนอาหารที่ไม่มี BA หรือเมื่อมี BA ความเข้มข้นต่ำ 0.1-0.2 ppm ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA ความเข้มข้น 2.0 ร่วมกับ NAA 1.0 ppm มีการเจริญเติบโตด้านความสูงน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตด้านความสูงระหว่างเนื้อเยื่อที่มีการเจริญเติบโตสูงที่สุดกับเนื้อเยื่อที่เจริญเติบโตรองลงมาพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตด้านความสูงระหว่างเนื้อเยื่อที่มีการเจริญเติบโตด้านความสูงมากที่สุดกับการเจริญเติบโตด้านความสูงน้อยที่สุด พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางผนวกที่ 2)

อายุ 50 วัน

การเจริญเติบโตด้านความสูงเพิ่มขึ้นบนอาหารทุกสูตร แต่มีความสูงแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่บนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 1.0 ร่วมกับ BA เข้มข้น 0.5 ppm มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดวัดได้ 7.92 เซนติเมตร รองลงมาคือ อาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 0.5 ppm มีการเจริญด้านความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 7.82 เซนติเมตร ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปัจจัยที่สำคัญ คือ ระดับความเข้มข้นของ cytokinins และ auxins ที่มีในชิ้นส่วนพืช เมื่อรวมกับ cytokinins และ auxins ที่ได้รับจากในอาหารอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาของเนื้อเยื่อส่วนยอดในด้านความสูงซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Hussey (1997) เลี้ยงตาข้างของแกลดิโอลัส บนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน พบว่า BA ช่วยกระตุ้นให้เกิดการเจริญเติบโตของยอดซึ่ง BA เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่ม cytokinins ที่มีผลส่งเสริมการแบ่งเซลล์และส่งเสริมการเจริญเติบโตทางต้น (พีรเดช, 2529) สอดคล้องกับการทดลองของ ธิดา (2544) รายงานการเลี้ยงเนื้อเยื่อหงส์เหินดอกขาวบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม BA เข้มข้น 1.0 ppm พบว่าให้ความสูงเฉลี่ยดีที่สุดคือ 10.9 เซนติเมตร ส่วนการเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดโพลบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 2.0 ร่วมกับ NAA 2.0 ppm มีการเจริญด้านความสูงน้อยที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องจากชิ้นส่วนได้รับ auxins ในปริมาณมากเกินไปซึ่งมีผลยับยั้งหรืออาจทำลายเนื้อเยื่อได้ (Thimann, 1963) เช่นเดียวกับ Arimura และคณะ (2000) พบว่า ความสูงของต้นได้รับอิทธิพลร่วมของ auxins (NAA) และ cytokinins (BA) เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตด้านความสูงระหว่างเนื้อเยื่อที่มีการเจริญเติบโตสูงที่สุดกับเนื้อเยื่อที่เจริญเติบโตรองลงมา พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบความสูงระหว่างเนื้อเยื่อที่มีการเจริญเติบโตด้านความสูงมากที่สุดกับการเจริญเติบโตด้านความสูงน้อยที่สุด พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางผนวกที่ 3) จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเนื้อเยื่อส่วนยอดของโพลมีความสูงเพิ่มขึ้น แต่ความสูงของต้นมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับ 2 ปัจจัย คือ เมื่อเพิ่มความเข้มข้น BA และ NAA มีผลทำให้ความสูงลดลงอธิบายได้เช่นเดียวกับ วรณพร (2541) พบว่า การเพิ่มความเข้มข้นของ BA และ พาโคบิวทราโซล (paclobutrazol) เพิ่มขึ้นทำให้ความสูงของต้นลดลงแต่มีหน่อเพิ่มขึ้น

จำนวนหน่อเนื้อเยื่อส่วนยอดโพล เมื่ออายุ 10, 20, 30, 40 และ 50 วัน มีดังต่อไปนี้

อายุ 10 วัน

เนื้อเยื่อส่วนยอดไพลที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน 25 สูตร พบว่า มีการเพิ่มจำนวนหน่อบนอาหารบางสูตรโดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA และ/หรือ BA ในอัตรา 0.5+1.5 และ 1.0 +1.5 ppm มีจำนวนหน่อเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 1.20 หน่อ รองลงมาคือ อาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 1.5 ร่วมกับ BA เข้มข้น 1.5, BA เข้มข้น 2.0 ppm จำนวนหน่อเฉลี่ยเท่ากับ 0.80 หน่ออาจเนื่องมาจากการใช้ cytokinins และ auxins ความเข้มข้นที่มีความเหมาะสมต่อการพัฒนาเพิ่มจำนวนหน่อ อาหารที่เพิ่มสารกลุ่ม cytokinins มีผลส่งเสริมการแบ่งเซลล์เมื่อใช้ ในระดับที่เหมาะสมจากการทดลองพบว่าอาหารที่เลี้ยงเนื้อเยื่อมีทั้ง cytokinins และ auxins มีผลต่อการพัฒนาเพิ่มจำนวนหน่อ มากกว่าการใช้ cytokinins หรือ auxins อย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งให้ผลในทำนองเดียวกับการทดลองของ Inden และคณะ (1990) ศึกษาผล NAA และ/หรือ BA ที่มีผลต่อการเจริญพัฒนาขึ้นส่วนตายอดของขิง โดยเมื่อนำส่วนตายอดมาเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ BA ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน พบว่าสามารถพัฒนาไปเป็นยอดสูงสุดเฉลี่ย 4 ยอดต่อชิ้นส่วน เมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม BA เข้มข้น 5.0 ร่วมกับ NAA 0.5 ppm ส่วน Barthkur และ Bordoloi (1994) พบว่าอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม BA เข้มข้น 4.0 ppm และ NAA 0.5 ppm ทำให้เกิดต้นที่สมบูรณ์จากตาของขิง นอกจากนี้ Dogra และคณะ (1995) พบว่าอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม BA เข้มข้น 2.5 ร่วมกับ NAA 0.5 ppm ทำให้เนื้อเยื่อของขิง สายพันธุ์ SG666 และ SDR เจริญเป็นต้นมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Sharma และ Singh (1995) พบว่าอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม BA เข้มข้น 1.0 ร่วมกับ NAA 0.05 ppm ทำให้เนื้อเยื่อจากต้นขิงเกิดต้นได้ ส่วน Huang (1996) พบว่า BA และ NAA มีผลต่อการชักนำให้เกิดยอดของของเจริญพัฒนาเป็นยอดใหม่ได้บนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม BA เข้มข้น 2.0 ร่วมกับ NAA 0.6 ppm เช่นเดียวกัน Nayak และคณะ (1997) รายงานผลการเกิดยอดจากการเลี้ยงกล้วยไม้ *Acampe preamorsa* (Roxb.) Blatter and Mccann พบว่าอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA เข้มข้น 0.54 ร่วมกับ BA 2.0 ppm มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการชักนำให้เกิดยอดหากใช้ NAA ความเข้มข้นต่ำไม่สามารถชักนำให้เกิดยอดได้ และความเข้มข้นสูงเกินไปจะยับยั้งการเกิดยอด เช่นเดียวกับ Balachandran และคณะ (1990) ศึกษาการเลี้ยงเนื้อเยื่อขิง โดยใช้ส่วนตายอดของเหง้าบนอาหารสูตร MS และ kinetin และความเข้มข้นของ BA ที่เหมาะสมที่สุด คือ 3.0 ppm สามารถชักนำให้เกิดยอดได้เป็นจำนวนมาก ส่วนการเลี้ยงเนื้อเยื่อยอดไพลบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA และ/หรือ NAA ใน

อัตรา 0.5+0.5 และ 0.5+0.2 ppm มีการเพิ่มจำนวนหน่อน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบจำนวนหน่อระหว่างเนื้อเยื่อที่มีจำนวนหน่อมากที่สุกกับจำนวนหน่อที่น้อยที่สุด พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

อายุ 20 วัน

การเพิ่มจำนวนหน่อเกิดขึ้นบนอาหารทุกสูตร แต่มีจำนวนหน่อแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 2.0 ppm มีจำนวนหน่อเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 2.0 หน่อ รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 1.0 ร่วมกับ BA เข้มข้น 1.5 ppm จำนวนหน่อเฉลี่ยเท่ากับ 1.80 หน่อ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการตอบสนองต่อระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต ในการชักนำให้เกิดยอดได้ดีแตกต่างกันไป อย่างไรก็ตาม การเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่ม cytokinins ร่วมกับ auxins มีผลต่อการเกิดยอดได้ดีกว่าการมีเฉพาะ cytokinins แค่นี้เพียงอย่างเดียว เนื่องจากผลร่วมของ cytokinins และ auxins ซึ่งมีผลต่อการส่งเสริมการแบ่งเซลล์ และการเจริญและพัฒนาของเนื้อเยื่อส่วนยอด ซึ่งสอดคล้องกับอรอุบล (2534) พบว่าการตอบสนองของชิ้นส่วนปทุมมา (*Curcuma sparganifolia* Gagnep.) บนอาหารที่เลี้ยงเพื่อชักนำให้เกิดยอดจำนวนมาก โดยใช้ชิ้นส่วนตาที่ได้จากหัวนำมาผ่าครึ่งตามยาวและไม่ผ่า เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA หรือ kinetin พบว่าปทุมมาสามารถตอบสนองต่อ BA ได้ดีกว่า kinetin โดยใช้ส่วนที่ผ่าแบ่งครึ่งจำนวนยอดเฉลี่ย 4.83 ยอดต่อชิ้นส่วน และชิ้นส่วนที่ไม่ผ่าเกิดยอดเฉลี่ย 3.50 ยอดต่อชิ้นส่วน เมื่อเลี้ยงบนอาหารที่มี BA เข้มข้น 3.0 ppm เช่นเดียวกับจุฑารัตน์ (2535) รายงานผลของ BA ต่อการเกิดยอดปทุมมา (*Curcuma sparganifolia* Gagnep.) ขมิ้นชัน (*Curcuma longa* Linn.) พบว่าทั้งปทุมมาและขมิ้นชันสามารถเกิดยอดได้จำนวนมากเมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 3.0 ppm ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ อภิชาติ (2539) พบว่าการเลี้ยงชิ้นส่วนปลายยอดคาหลาจากเหง้าบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตหลายชนิดและหลายสัดส่วน ความเข้มข้น ปลายยอดสามารถพัฒนาไปเป็นยอดสูงสุด เมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.0-4.0 ppm ส่วน ทิพย์สุดา (2540) พบว่าการชักนำให้เกิดต้นใหม่จากช่อดอกและตาข้างของกระเจียวพลอยทักษิณ เบอร์ A033 (*Curcuma aurantica* van Zijp.) เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม kinetin ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน สามารถชักนำให้เกิดต้นเฉลี่ย 2.2 ต้นต่อชิ้นส่วน เมื่อใช้ชิ้นส่วนที่มีการตัดแบ่งออกเป็น 1/2 ส่วนตามยาว ขนาดความสูงชิ้นส่วน 0.3-1.0 เซนติเมตร นำไปเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดย BA 3.0 ppm

พบว่าเกิดจำนวนต้นเฉลี่ย 1.3-1.9 ต้นต่อชิ้นส่วน เช่นเดียวกับ ณัฐนิชา (2546) พบว่าอาหารที่ใช้เลี้ยงกระชายดำ (*Kaempferia pavuflora* Wall. Ex Bak.) บนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA ความเข้มข้น 0.5 ร่วมกับ BA 3.0 ppm สามารถชักนำให้เกิดจำนวนยอดเฉลี่ยมากที่สุด 2.40 ยอดต่อชิ้นส่วน ส่วน De Lang และคณะ (1987) กล่าวว่า อาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม BA เข้มข้น 1.0 ppm มีผลต่อตาข้างซึ่งสามารถพัฒนาไปเป็นยอดจำนวนมากที่สุด เช่นเดียวกับ Ikeda และ Tanabe (1989) รายงานการเกิดต้นใหม่จำนวนมากจากส่วนลำต้นเทียมของขิง โดยใช้ส่วนของลำต้นเทียมมาเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ BA เข้มข้นต่าง ๆ กัน พบว่าสามารถชักนำให้เกิดยอดมากที่สุด เมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม BA เพียงอย่างเดียว ความเข้มข้น 11.0 ไมโครโมล ส่วน Marienne (1992) รายงานการเลี้ยงเนื้อเยื่อ แกลดิโอลัส 2 ชนิด คือ *Gladiolus dilenii* Van Geel และ *Gladiolus trisis* L. บนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตเพียงชนิดเดียว คือ BA พบว่าสามารถชักนำให้เกิดยอด 1.14 ยอดต่อชิ้นส่วน นอกจากนี้ De Freitez และ De Casares (1999) ได้รายงานการเลี้ยงเนื้อเยื่อจากปลายยอดขิงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม BA 2.0, 2.5 หรือ 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ NAA เข้มข้น 0 หรือ 0.25 ppm พบว่ายอดมีการเพิ่มปริมาณขึ้น ส่วนการเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดโพลบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม BA และ/หรือ NAA ในอัตรา 0.5+0.5 และ 0.5+2.0 ppm มีจำนวนหน่อที่น้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบจำนวนหน่อระหว่างเนื้อเยื่อที่มีจำนวนหน่อมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีจำนวนหน่อรองลงมา พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบจำนวนหน่อระหว่างเนื้อเยื่อที่มีจำนวนหน่อที่น้อยที่สุด พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวกที่ 4)

อายุ 30 วัน

การเพิ่มจำนวนหน่อเกิดขึ้นบนอาหารทุกสูตร แต่มีจำนวนหน่อแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA 2.0 ร่วมกับ BA เข้มข้น 0.5 ppm มีจำนวนหน่อเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 1.60 หน่อ รองลงมาคือ อาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA 2.0 ร่วมกับ BA เข้มข้น 1.5 ppm จำนวนหน่อเฉลี่ยเท่ากับ 1.40 หน่อ แสดงให้เห็นว่า สารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่ม cytokinins และ auxins จากภายนอกที่เพิ่มลงไปในการอาหารส่งผลให้เกิดการเจริญเติบโต, การสร้างเนื้อเยื่อ และการกำหนดอวัยวะ (morphogenesis) ซึ่งอัตราส่วนของ cytokinins และ auxins มีผลต่อการเกิดยอดหรือราก ถ้าหากมี auxins ความเข้มข้นสูงจะทำให้เกิดยอดและยับยั้งการเกิดยอด ในทางตรงกันข้ามถ้ามี cytokinins ความเข้มข้นสูงจะทำให้เกิด

ยอดและยับยั้งการเกิดรากเช่นเดียวกับ Peak และ Chun (1982) ได้ศึกษาการเลี้ยงเนื้อเยื่อลิลลี่ เพื่อการขยายพันธุ์ โคนเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต ชนิดต่าง ๆ ในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน พบว่า NAA ความเข้มข้น 1.0-20. kinetin 0.3 ppm สามารถชักนำให้เกิดยอดจำนวนมาก ซึ่งสอดคล้องกับ อภิชาติ (2539) ศึกษาการเลี้ยงส่วนปลาย ยอดของหน่อจากเหง้าดาหลา (*Etingera elatior* (Jack) R.M. Smith) บนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม BA เข้มข้น 1.0, 2.0 และ 4.0 ppm พบว่าสามารถชักนำให้เกิดยอดได้ และมี จำนวนยอดเฉลี่ย 1.25-1.50 ยอดเช่นเดียวกับ Hosoki และ Sagawa (1987) ศึกษาการ ขยายพันธุ์ชิง โดยใช้ตาซึ่งเกิดจากลำต้นใต้ดิน (rhizome) มาเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดย การเติม BA เข้มข้น 1.0 ppm พบว่าขึ้นส่วนที่เลี้ยงเกิดยอดจำนวนมาก ส่วน Noguchi และ Yamakawa (1988) ได้ศึกษาการขยายพันธุ์ชิง โดยใช้หน่วยเติบโตของชิงเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม BA เข้มข้น 0-10.0 ppm พบว่า BA ความเข้มข้นสูงขึ้นกระตุ้นให้เกิดตามาก ขึ้นแต่ยับยั้งการเกิดราก แต่เมื่อใช้ BA ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับ Winnaar (1989) รายงานการเกิดยอดจากตาขมิ้น เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม BA ความเข้มข้น ต่าง ๆ กัน พบว่าเมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม BA เข้มข้น 1.0 ppm สามารถ ชักนำให้เกิดยอดได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Dekker และคณะ (1991) พบว่าอาหารที่ใช้ เลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนข้อและตาข้างของชิงและพืชสกุลชิงจำนวน 6 ชนิดคือ red ginger (*Alpinia purpurata*), ginger lily (*Costos afer*), spiral flag (*Costos lucanusianus*J), ginger (*Zingiber officinale* Rosc.), lempolyang (*Zingiber* sp.), tumeric (*Curcuma domestica*) และ mango ginger (*Curcuma amada*) โดย 2 ชนิดแรกใช้ชิ้นส่วนข้อ ส่วน 4 ชนิดหลังใช้ตาจากส่วนของเหง้า มาเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน สามารถเกิดยอด จำนวนมากเมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม BA เข้มข้น 0.44 ppm และจะเกิด ยอดเร็วขึ้นถ้าเพิ่มความเข้มข้นของ BA มากขึ้น ส่วน Keshavachandran และ Khader (1991) สามารถชักนำขมิ้น *Curcuma* 2 พันธุ์ คือ BSK .1 และ Co.1 ให้เกิดยอดจากเนื้อเยื่อส่วนตาเมื่อ เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม BA เข้มข้น 1.0 ร่วมกับ Malamug และคณะ (1991) ศึกษาการเลี้ยงเนื้อเยื่อชิง พันธุ์ Kintoli โดยนำส่วนตาจากเหง้าที่มีความยาวประมาณ 1.0-1.5 เซนติเมตร เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA หรือ 2, 4-D และ BA ความเข้มข้น ต่าง ๆ กัน สามารถพัฒนาเป็นยอดได้มากเมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม BA เพียงอย่างเดียวความเข้มข้น 1.0-3.0 ppm หรืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA เข้มข้น 1.0 ร่วมกับ BA 5.0 ppm ซึ่ง Chio(1993) ได้รายงานการเลี้ยงเนื้อเยื่อชิงโดยใช้ส่วนลำต้น

โคน กลาง และส่วนยอด เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน พบว่า ส่วนกลางของลำต้นสามารถตอบสนองได้ดีที่สุด สามารถเกิดยอดจำนวนมากเมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA เข้มข้น 0.1-1.0 ppm และ BA เข้มข้น 1.0 ppm เช่นเดียวกับ Sharma และ Singh (1995) พบว่า การเลี้ยงส่วนลำต้นเทียมของของบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันเป็นเวลา 1 เดือน สามารถเกิดต้นจำนวนมาก เมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม BA เข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ calcium pantothenate 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนการเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดไพลบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม BA และ/หรือ NAA ในอัตรา 0.5+0.5, 1.5+0.5 และ BA เข้มข้น 0.5 ppm มีการพัฒนาจำนวนหน่อน้อยที่สุด และไม่พบการเกิดหน่อบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 1.0 ppm เมื่อเปรียบเทียบจำนวนหน่อระหว่างเนื้อเยื่อที่มีการเพิ่มจำนวนหน่อสูงที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีจำนวนหน่อรองลงมา พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบจำนวนหน่อระหว่างเนื้อเยื่อที่มีจำนวนหน่อมากสุดกับเนื้อเยื่อที่มีจำนวนหน่อน้อยที่สุด พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวกที่ 5)

อายุ 40 วัน

การเพิ่มจำนวนหน่อเกิดขึ้นบนอาหารบางสูตร และมีจำนวนหน่อแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 1.5 ร่วมกับ BA 0.5 ppm มีจำนวนหน่อเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 1.0 หน่อ เป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่าอัตราส่วนของ auxins และ cytokinins มีผลทำให้เกิดยอดหรือราก โดยถ้ามี auxins ในความเข้มข้นสูงจะทำให้เกิดยอดและยับยั้งการเกิดยอดในทางตรงกันข้าม ถ้ามี cytokinins ในความเข้มข้นสูง จะทำให้เกิดยอดและยับยั้งการเกิดราก (Murashige, 1974) ปัจจัยที่สำคัญในการใช้สารกระตุ้นการเจริญเติบโตขึ้นกับชนิดของสารกระตุ้นการเจริญเติบโตนั้น ความเข้มข้น และอัตราส่วนของสารชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ (Sutter, 1988) รองลงมา คือ อาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 1.0 ppm จำนวนหน่อเฉลี่ยเพิ่มเท่ากับ 0.80 หน่อ เช่นเดียวกับ Fujino และคณะ (1973) ซึ่งกล่าวว่าถึงบทบาทของ BA และ NAA ที่มีต่อการเกิดยอดของ Dutch Iris พันธุ์ Wedgewood โดยใช้ส่วนตาข้างจากกลีบ 2 ชั้นนอกของหัว พบว่าบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม BA และ NAA สามารถเกิดยอดได้ แต่กลีบที่เลี้ยงบนอาหารที่มีเฉพาะ NAA จะเกิดรากได้ ส่วน Chaturvedi และคณะ (1984) ใช้ส่วนปลายยอดของเอื้องหมายนา (ginger-lily; *Costus sopeciosus*) เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม

BA ความเข้มข้น 0.5 ร่วมกับ IAA 1.0 ppm พบว่าสามารถชักนำให้เกิดยอดได้ โดยทั่วไปแล้วสารกระตุ้นการเจริญเติบโตจากภายนอก ที่เติมลงในอาหารส่งผลให้เกิดการเจริญเติบโตและการสร้างส่วนต่าง ๆ (morphogenesis) ของเซลล์ อวัยวะ และเนื้อเยื่อ (Reynolds, 1987) ส่วนการเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดไพลบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.0, 2.0 ppm BA ร่วมกับ NAA ในอัตรา 0.5+0.5 , 1.0+2.0 และ 2.0+2.0 ppm มีการพัฒนาเพิ่มจำนวนหน่อน้อยที่สุดเท่ากับ 0.20 หน่อ และไม่พบการเกิดหน่อบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.5, NAA 0.5 ppm BA ร่วมกับ NAA ในอัตรา 0.5+2.0, 1.0+0.5 และ 1.0+1.0, 1.5+0.5, 1.5+1.0, 1.5+2.0, 2.0+1.0 และ 2.0+1.5 ppm เมื่อเปรียบเทียบจำนวนหน่อระหว่างเนื้อเยื่อที่มีจำนวนหน่อสูงที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีจำนวนรองลงมา พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบจำนวนหน่อระหว่างเนื้อเยื่อที่มีจำนวนหน่อมากที่สุด กับเนื้อเยื่อที่มีจำนวนหน่อน้อยที่สุดพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ(ตารางผนวกที่ 6)

อายุ 50 วัน

การเพิ่มจำนวนหน่อเพิ่มขึ้นบนอาหารบางสูตร และมีจำนวนหน่อเพิ่มแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหาร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0 ppm และอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA 1.5 ppm มีจำนวนหน่อเฉลี่ยเท่ากับ 0.60 หน่อ รองลงมาคือ อาหารสูตร MS ดัดแปลงโดย NAA 2.0 ppm และอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 1.0 ร่วมกับ BA เข้มข้น 0.5 ppm มีจำนวนหน่อเฉลี่ยเพิ่มเท่ากับ 0.40 หน่อ การเพิ่มจำนวนหน่อขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของ BA ที่เพิ่มขึ้น แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของ NAA ด้วย และอาจเนื่องมาจากการพัฒนาจำนวนหน่อได้รับอิทธิพลร่วมของ cytokinins และ auxins หรืออาจเป็นเพราะการมี auxins ต่ำกว่าอัตราสมดุล คือมี auxins ต่ำกว่า cytokinins เนื้อเยื่อจึงมีการพัฒนาเป็นยอด ซึ่งสามารถอธิบายได้เช่นเดียวกับ Skoog และ Miller (1957) cytokinins (BA) จำเป็นต่อการเจริญเติบโตอย่างปกติของลำต้นและรากซึ่งเป็นการส่งเสริมการสร้าง RNA และ เอนไซม์ เนื่องจากผลของ cytokinins มักจะถูกยับยั้งการสร้าง RNA และโปรตีน การให้ cytokinins จากภายนอกมักจะเพิ่มการแบ่งเซลล์ และ ขบวนการสร้าง DNA ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นเบื้องต้นสำหรับการแบ่งเซลล์ นพดล (2536) เช่นเดียวกับ Peak และ Chun (1982) ได้ศึกษาการเลี้ยงเนื้อเยื่อลิลลี่ เพื่อการขยายพันธุ์ โดยเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดต่าง ๆ ในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน พบว่า NAA ความเข้มข้น 1.0-2.0 และ kinetin 0.3 ppm สามารถชักนำให้เกิดยอดจำนวนมาก ส่วนการเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดไพลบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 0.5, NAA

เข้มข้น 0.5, 1.5 ppm, BA เข้มข้น 0.5 ร่วมกับ NAA 0.5 ppm มีจำนวนหน่อน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบจำนวนหน่อระหว่างเนื้อเยื่อที่มีจำนวนหน่อสูงที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีจำนวนหน่อรองลงมา พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบจำนวนหน่อระหว่างเนื้อเยื่อที่มีจำนวนหน่อมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีจำนวนหน่อน้อยที่สุด พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวกที่ 7)

จำนวนราก เมื่ออายุ 10, 20, 30, 40 และ 50 วัน มีดังต่อไปนี้

อายุ 10 วัน

การเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดไหลที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม BA และ/หรือ NAA ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน 25 สูตร พบว่า สามารถเกิดรากได้บนอาหารบางสูตร และมีจำนวนรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5, BA เข้มข้น 0.5 และ NAA เข้มข้น 0.5 ร่วมกับ BA เข้มข้น 0.5 ppm มีการเจริญเป็นรากเฉลี่ยได้มากที่สุดเท่ากับ 1.0 ราก รองลงมาคืออาหารสูตร MS และอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 1.0 ร่วมกับ BA เข้มข้น 0.5 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยเท่ากับ 0.80 ราก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะอัตราส่วนระหว่าง auxins และ cytokinins ภายในเนื้อเยื่อ และที่เติมลงไปในการอาหารมีอัตราส่วนที่ต่ำ จึงทำให้เนื้อเยื่อสามารถเกิดรากได้ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ เบญจพร (2536) พบว่าการเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนปลายยอดของชิงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.0 ร่วมกับ NAA 1.0 ppm สามารถชักนำให้เกิดรากได้ เช่นเดียวกับ Balachandran และคณะ (1990) พบว่าการเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนตาจากเหง้าของชิงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0 ppm สามารถกระตุ้นให้เกิดรากได้ ซึ่งอธิบายได้เช่นเดียวกับ Babu และคณะ (1993) พบว่า อาหารที่ใช้เลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนช่อดอกอ่อนของชิงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0 ppm สามารถชักนำให้เกิดรากจำนวนมาก ส่วน Chang และ Criley (1993) ศึกษาการกระตุ้นให้มีการพัฒนาด้านและรากของ Pink gingers (*Alpinia purpurata* (Veill) K. Schum.) บนอาหารสูตร MS ดัดแปลง โดยใช้ครึ่งส่วน (0.5 MS) และเติม BA ความเข้มข้น 4.4 ไมโครโมล สามารถเพิ่มจำนวนรากได้ เช่นเดียวกับ Palai และคณะ (1998) พบว่า การเลี้ยงเนื้อเยื่อชิงเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่ลดความเข้มข้นลงครึ่งส่วน (0.5 MS) และเติม IBA หรือ IAA เข้มข้น 0.5-1.0 สามารถชักนำให้เกิดรากได้ ส่วนการเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดไหลบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 2.0 และ BA ร่วมกับ NAA ในอัตรา 0.5+1.5, 1.0+1.5, 2.0+0.5 และ 2.0+1.0 มีจำนวนรากเฉลี่ยได้น้อยที่สุด และไม่พบการเกิดรากบนอาหาร MS ดัดแปลงโดย

เติม BA ร่วมกับ NAA ในอัตรา 0.5+0.2, 1.0+0.5, 1.0+1.0, 1.0+2.0, 1.5+1.0, 1.5+1.5, 1.5+2.0, 2.0+1.5 และ 2.0+2.0 เมื่อเปรียบเทียบจำนวนรากระหว่างเนื้อเยื่อที่มีจำนวนรากมากที่สุดกับเนื้อเยื่อ ที่มีจำนวนรากรองลงมา พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบจำนวนรากระหว่างเนื้อเยื่อที่มีจำนวนรากมากที่สุด กับเนื้อเยื่อที่มีจำนวนรากน้อยที่สุด พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางผนวกที่ 8)

อายุ 20 วัน

การเกิดรากเพิ่มขึ้นบนอาหารบางสูตร และมีจำนวนรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 0.5 ร่วมกับ NAA 1.0 ppm มีการเจริญเป็นรากเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากที่สุดเท่ากับ 3.80 ราก รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 1.5 ร่วมกับ BA 0.5 ppm จำนวนรากเฉลี่ยเท่ากับ 3.20 ราก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าอัตราส่วนระหว่าง cytokinins และ auxins เนื้อเยื่อ และที่เติมลงไปในการมีอัตราส่วน auxins ต่อ cytokinins เนื้อเยื่อ และที่เติมลงไปในการมีอัตราส่วน auxins ต่อ cytokinins สูงขึ้น จะกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงพัฒนาเพื่อกำเนิราก (root differentiation) เช่นเดียวกับ สุม (2537) ศึกษาผลของ NAA ต่อการออกรากของต้นชิงแดง Red Ginger (*Alpinia purpurata*) พบว่า NAA เข้มข้น 1.5 ppm สามารถเกิดรากมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Cronaure และ Krikorian (1984) ซึ่งใช้อาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA มีผลให้เนื้อเยื่อส่วนยอดของกล้วยเกิดรากได้ดีที่สุด ส่วนการเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดไพลบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 2.0, BA ร่วมกับ NAA ในอัตรา 1.5+1.5 และ 1.5+1.0 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยได้น้อยที่สุด และไม่พบการเกิดรากบนอาหาร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 2.0 ร่วมกับ NAA 1.0 ppm เมื่อเปรียบเทียบจำนวนรากระหว่างเนื้อเยื่อที่มีจำนวนรากมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มี จำนวนรากรองลงมา พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบจำนวนรากระหว่างเนื้อเยื่อที่มีจำนวนรากมากที่สุด กับเนื้อเยื่อที่มีจำนวนรากน้อยที่สุด พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางผนวกที่ 9)

อายุ 30 วัน

การเกิดรากเพิ่มขึ้นบนอาหารบางสูตร และมีจำนวนรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5, NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 1.0+0.5 และ 0.5 +1.0 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากที่สุดเท่ากับ 2.60 ราก รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.1, 0.5 และ 2.0, NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 1.0+1.5ppm มี

จำนวนรากเฉลี่ยเท่ากับ 2.0 ราก อาจเนื่องมาจากเนื้อเยื่อมีความพร้อมที่จะเจริญและพัฒนาเนื่องจากมีฮอร์โมนในกลุ่ม auxins ที่มีอยู่ภายในเนื้อเยื่อพืช หรืออาจเป็นเพราะการได้รับอาหารและกระตุ้นโดย auxins จากภายนอก ที่เติมลงในอาหารในระดับที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดราก เช่นเดียวกับ Hosoki และ Asahira (1981) เลี้ยงก้านดอกของนาซิสซัส พันธุ์ Geranium บนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 1.0 ppm สามารถเกิดรากขึ้นได้ ส่วน Peak และ Chun (1982) ได้ศึกษาการเลี้ยงเนื้อเยื่อลิลลี่ โดยใช้ส่วนฐานของกลีบ ห่วง และปลายยอด มาเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดต่าง ๆ พบว่า เกิดรากจำนวนมากเมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5 และ kinetin 0.3 ppm ซึ่งสอดคล้องกับ Mosella และ Fernandez (1986) ศึกษาการเลี้ยงปลายยอดของ pink garlic (*Allium sativum*) บนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 0.05 ppm แล้วย้ายไปเลี้ยงบนอาหารที่ชักนำให้เกิดรากโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5-2.0 ppm พบว่าเปอร์เซ็นต์การเกิดรากสูงสุดบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0 ppm ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ สุเม (2537) รายงานผลของ NAA ต่อการเกิดรากของชิงแดงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5, 1.0 และ 1.5 ppm จะทำให้ยอดเกิดรากได้เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับ Stimart และ Mather (1996) รายงานการเลี้ยงเนื้อเยื่อของ *Liatris spicata* (L.) Wild. (Slazing Star) ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม IBA เข้มข้น 0.5 ไมโครโมล สามารถชักนำให้เกิดรากได้ ส่วนการเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดไพลบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA ร่วมกับ NAA ในอัตรา 1.0+1.0, 2.0+0.5 และ 2.0+1.0 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยได้น้อยที่สุดเท่ากับ 0.60 ราก และไม่พบการเกิดรากบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.5 ppm เมื่อเปรียบเทียบจำนวนรากระหว่างเนื้อเยื่อที่มีจำนวนรากมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีจำนวนรำน้อยที่สุด พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

อายุ 40 วัน

การเกิดรากเพิ่มขึ้นทุกสูตรอาหาร และมีจำนวนรากที่แตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 2.0 ร่วมกับ BA 0.5 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยได้มากที่สุดเท่ากับ 7.20 ราก รองลงมาคือสูตรอาหาร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5 ppm แสดงว่า NAA มีความจำเป็นต่อการเจริญเป็นรากของพืช โดยจะกระตุ้นการสังเคราะห์ RNA และโปรตีนที่จำเป็นต่อการเกิดราก (Leopold และ Kriedemann, 1975) และ Miller และ Skoog (1953) ซึ่งให้เห็นสมดุของ auxins และ cytokinins มีผลต่อการสร้าง

อวัยวะ โดยสารควบคุมการเจริญเติบโตทั้ง 2 ชนิด จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการกำเนิดอวัยวะของเซลล์ที่เลี้ยง กล่าวคือการเกิดแคลลัสรากหรือยอด ถูกกำหนดโดยปริมาณความสัมพันธ์ของสารทั้งคู่ ในการเลี้ยงเนื้อเยื่อถ้าหากเติม auxins และ cytokinins ร่วมกันจะมีผลทำให้การเจริญของเนื้อเยื่อดีกว่าการใช้ auxins หรือ cytokinins อย่างใดอย่างหนึ่งเพียงตัวเดียว เช่นเดียวกับ Lilien-Kipnis และ Kochba (1988) รายงานการขยายพันธุ์เกลดิโอลัสโดยนำตายอดและตาข้างมาเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ระดับต่ำ และมี BA หรือ kinetin ความเข้มข้นต่างๆ พบว่าการเกิดรากในอาหารที่ไม่มี cytokinins และยังพบว่า การเติม NAA ลงในอาหารสามารถทำให้การเกิดรากได้เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Babu และ คณะ (1993) พบว่า อาหารที่ใช้เลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนช่อดอกอ่อนของชิงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0 ppm สามารถชักนำให้เกิดรากจำนวนมาก ส่วนการเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดไพลบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.5 ,NAA เข้มข้น 0.5, NAA เข้มข้น 0.5 ร่วมกับ BA เข้มข้น 1.5 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยได้น้อยที่สุดเท่ากับ 0.40 ราก เมื่อเปรียบเทียบจำนวนรากระหว่างเนื้อเยื่อที่มีจำนวนรากมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีจำนวนรากรองลงมา พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบจำนวนรากระหว่างเนื้อเยื่อที่มีจำนวนรากมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีจำนวนรำน้อยที่สุด พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางผนวกที่ 10)

อายุ 50 วัน

การเกิดรากเพิ่มขึ้นทุกสูตรอาหาร และมีจำนวนรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0 ร่วมกับ BA 0.5 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากที่สุด เท่ากับ 5.60 ราก รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 0.5 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเท่ากับ 5.0 ราก อาจจะเป็นเนื่องจาก NAA สามารถกระตุ้นการเกิดรากได้ ซึ่งเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่ม auxins จะมีบทบาทในการกระตุ้นการสังเคราะห์ RNA และโปรตีนที่จำเป็นต่อการเกิดราก (พีระเดช, 2529) ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Ikeda และ Tanabe (1989) รายงานการเลี้ยงชิ้นส่วนของลำต้นเทียมของชิงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA และ BA ความเข้มข้นต่างๆ กัน พบว่าเกิดรากจำนวนมากที่สุดเมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 11.0 ไมโครโมล เพียงอย่างเดียว ส่วนการเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดไพลบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 2.0+1.5 และ 0.5+2.0 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยเพิ่มขึ้นน้อย

ที่สุดเท่ากับ 0.60 ราก ผลของ NAA ที่มีต่อการเกิดรากไหลทั้งที่ร่วมและไม่ร่วมกับ BA สอดคล้องกับการศึกษาของ Mosella และ Fernandez (1986) ศึกษาการเลี้ยงปลายยอดของ pink garlic (*Allium sativum*) บนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 0.05 ppm แล้วย้ายไปเลี้ยงบนอาหารที่ชักนำให้เกิดราก โดยมี NAA เข้มข้น 0.5-2.0 ppm พบว่าเปอร์เซ็นต์การเกิดรากสูงสุด บนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0 ppm เช่นเดียวกับ Palai และคณะ (1998) พบว่าการเลี้ยงเนื้อเยื่อซึ่งบนอาหารสูตร MS ที่ลดความเข้มข้นลงครึ่งส่วน (0.5 MS) โดยการเติม IBA หรือ IAA ความเข้มข้น 0.5-1.0 ppm สามารถชักนำให้เกิดรากได้ การพัฒนาเนื้อเยื่อเป็นต้นหรือรากขึ้นอยู่กับความสมดุลของฮอร์โมน 2 กลุ่มคือ auxins และ cytokinins ถ้าใช้ auxins และ cytokinins ร่วมกันในการเลี้ยงเนื้อเยื่อ จะให้ผลให้การเจริญของเนื้อเยื่อดีกว่าการใช้ auxins หรือ cytokinins อย่างใดอย่างหนึ่ง (Skoog และ Miller, 1957) เมื่อเปรียบเทียบจำนวนรากระหว่างเนื้อเยื่อที่มีจำนวนรากมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีจำนวนรากรองลงมา พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบจำนวนรากระหว่างเนื้อเยื่อที่มีจำนวนรากมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีจำนวนรากน้อยที่สุด พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางผนวกที่ 11)

ความยาวราก เมื่ออายุ 1., 20, 30, 40 และ 50 วัน มีดังต่อไปนี้

อายุ 10 วัน

การเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วยอดไหลที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่างๆ กัน 25 สูตร พบว่าสามารถเกิดรากได้บนอาหารบางสูตร และมีความยาวรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0 ร่วมกับ BA เข้มข้น 0.5 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 0.38 เซนติเมตร รองลงมาคือบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 1.5+ 0.5 และ 2.0+0.5 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยเท่ากับ 0.26 เซนติเมตร เนื่องจาก NAA เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการกระตุ้นให้เกิดราก NAA เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตซึ่งอยู่ในกลุ่ม auxins สามารถกระตุ้นให้ต้นอ่อนเกิดราก การพัฒนาเพิ่มความยาวราก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Mosella และ Fernandez (1986) ศึกษาการเลี้ยงปลายยอดของ pink garlic (*Allium sativum*) บนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 0.05 ppm แล้วย้ายไปเลี้ยงบนอาหารที่ชักนำให้เกิดราก โดยมี NAA เข้มข้น 0.5-2.0 ppm พบว่าเปอร์เซ็นต์การเกิดรากสูงสุด บนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0 ppm ส่วนการเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ส่วนยอดไพลบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 2.0, NAA เข้มข้น 0.5 ร่วมกับ BA 0.5 ppm ความยาวรากเฉลี่ยน้อยที่สุด และไม่พบการเกิดรากบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 0.5+1.0, 1.5+1.0, 2.0+1.0, 1.5+1.5, 2.0+1.5, 0.5+2.0, 1.0+2.0 และ 1.5+2.0 ppm เมื่อเปรียบเทียบความยาวรากระหว่างเนื้อเยื่อที่มีความยาวรากมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีความยาวรากรองลงมา พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างเนื้อเยื่อที่มีความยาวรากมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีความยาวรากน้อยที่สุด พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางผนวกที่ 12)

อายุ 20 วัน

การเพิ่มความยาวรากเกิดขึ้นบนอาหารทุกสูตร และความยาวรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0 ppm ความยาวรากเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากที่สุดเท่ากับ 1.02 เซนติเมตร รองลงมาคือบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยเท่ากับ 0.88 เซนติเมตร การให้ auxins (NAA) จากภายนอกจะส่งเสริมการยืดยาว (elongation) ของราก แต่ขึ้นอยู่กับสมดุลของฮอร์โมนพืชภายในต้นพืชนั้น ในพืชบางชนิดการให้ auxins จากภายนอกเป็นการยับยั้งการเกิดราก และในพืชบางชนิดจะมีข้อจำกัดในการเกิดรากอยู่เอง แม้จะให้ auxins หรือไม่ก็ตาม (นภดล, 2536) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Arimura และคณะ (2000) ที่พบว่าการเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืชบนอาหารที่มีความแตกต่างกันของ NAA และ BA ความเข้มข้นแตกต่างกัน แต่ NAA เข้มข้น 0.5 ppm เกิดรากได้มากที่สุดและให้ความยาวรากสูงสุด ส่วนการเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดไพลบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 0.5 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบความยาวรากระหว่างเนื้อเยื่อที่มีความยาวรากมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีความยาวรากรองลงมา พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างเนื้อเยื่อที่มีความยาวรากมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีความยาวรากน้อยที่สุด พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางผนวกที่ 13)

อายุ 30 วัน

การเพิ่มความยาวรากเกิดขึ้นบนอาหารทุกสูตร และความยาวรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0 ร่วมกับ BA 0.5 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากที่สุดเท่ากับ 1.10 เซนติเมตร การพัฒนาการของเนื้อเยื่อเป็นต้นหรือรากขึ้นอยู่กับความสมดุลของฮอร์โมน 2 กลุ่ม คือ auxins และ cytokinins ถ้าใช้ auxins

และ cytokinins ร่วมกันในการเลี้ยงเนื้อเยื่อ จะมีผลให้การเจริญของเนื้อเยื่อดีกว่าการใช้ auxins หรือ cytokinins อย่างใดอย่างหนึ่ง (Skoog และ Miller, 1957) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Mosella และ Fernandez (1986) รองลงมาคือ อาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 2.0, NAA เข้มข้น 2.0 ร่วมกับ BA 1.5 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยเท่ากับ 1.06 เซนติเมตร ส่วนการเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดไหลบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.5 ppm มีความยาวเฉลี่ยเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบความยาวรากระหว่างเนื้อเยื่อที่มีความยาวรากมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีความยาวรากรองลงมา พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างเนื้อเยื่อที่มีความยาวรากมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีความยาวรากน้อยที่สุด พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวกที่ 14)

อายุ 40 วัน

การเพิ่มความยาวรากเกิดขึ้นบนอาหารทุกสูตร และความยาวรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากที่สุดเท่ากับ 1.74 เซนติเมตร รองลงมาคือบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 2.0 ร่วมกับ BA 0.5 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยเท่ากับ 1.56 เซนติเมตร อาจเนื่องมาจากความเข้มข้นของ NAA และ BA ที่เติมลงในอาหารอยู่ในระดับที่เหมาะสม มีผลต่อการพัฒนาความยาวรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดไหล เช่นเดียวกับ Balachandran และคณะ (1990) ศึกษาการเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนตาดจากเหง้าของชิง บนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0 ppm สามารถกระตุ้นให้เกิดรากได้ และ Babu และคณะ (1993) พบว่าอาหารที่ใช้เลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดของชิงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0 ppm สามารถชักนำให้เกิดรากจำนวนมาก ส่วนการเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดไหลบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 2.0 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบความยาวรากระหว่างเนื้อเยื่อที่มีความยาวรากมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีความยาวรากเฉลี่ยน้อยที่สุด พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

อายุ 50 วัน

การเพิ่มความยาวรากเกิดขึ้นบนอาหารทุกสูตร และความยาวรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากที่สุดเท่ากับ 2.34 เซนติเมตร รองลงมาคือบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยเท่ากับ 2.20 เซนติเมตร แสดงให้เห็นว่า

ปัจจัยที่สำคัญในการใช้สารกระตุ้นการเจริญเติบโตขึ้นอยู่กับชนิด , ความเข้มข้น และอัตราส่วนในการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตที่ใช้ (Sutter, 1988) จะเห็นได้ว่าการพัฒนาความยาวรากเมื่อ NAA ร่วมกับ BA จะสามารถทำให้การเพิ่มความยาวรากได้ ส่วนการเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดไพลบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5 ร่วมกับ BA เข้มข้น 2.0 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยเพิ่มน้อยที่สุดวัดได้ 0.46 เซนติเมตร รวมความยาวรากหลังจาก 50 วันพบว่าเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากที่สุดเท่ากับ 5.76 เซนติเมตร รองลงมาคือบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 2.0 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเท่ากับ 5.46 เซนติเมตร แสดงให้เห็นว่า NAA เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดรากแต่ถ้ามีหรือไม่มี BA ร่วมด้วยหรือไม่ แต่ความยาวรากจะมากกว่าการมี BA ร่วมด้วย การให้ auxins (NAA) จากภายนอกจะส่งเสริมการยืดยาว (elongation) ของราก แต่ขึ้นอยู่กับสมดุลของฮอร์โมนพืชภายในต้นพืชนั้น ในพืชบางชนิดการให้ auxins จากภายนอกเป็นการยับยั้งการเกิดราก และในพืชบางชนิดจะมีข้อจำกัดในการเกิดรากอยู่เอง แม้จะให้ auxins หรือไม่มีก็ตาม (นภค, 2536) ส่วนการเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดไพลบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.5 ppm มีความยาวรากเพิ่มขึ้นเฉลี่ยน้อยที่สุดวัดได้ 2.18 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบความยาวรากระหว่างเนื้อเยื่อที่มีความยาวรากมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีความยาวรากรองลงมา พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างเนื้อเยื่อที่มีความยาวรากมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีความยาวรากน้อยที่สุด พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางผนวกที่ 15)

การเกิดแคลลัส

การเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดไพลที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่างๆ กัน 25 สูตร พบว่าสามารถเกิดแคลลัสได้บนอาหารบางสูตรเมื่ออายุ 20-30 วัน และวัดเส้นผ่าศูนย์กลางเมื่ออายุ 50 วัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 1.0 ร่วมกับ BA เข้มข้น 2.0 ppm มีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยมากที่สุดวัดได้ 1.60 เซนติเมตร รองลงมาคือบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ความเข้มข้น 1.5 ร่วมกับ BA 2.0 ppm ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเท่ากับ 1.50 เซนติเมตร ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเนื้อเยื่อส่วนยอดตอบสนองต่อปริมาณ และความเข้มข้นของ auxins และ cytokinins ที่เนื้อเยื่อได้รับเหมาะสมที่จะให้เนื้อเยื่อพัฒนาเป็นแคลลัส คือมีปริมาณของ auxins และ cytokinins สูงกว่าจุดสมดุล (Miller และ Skoog,

1953) ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Kruckzkowka (1983) พบว่าเมื่อเลี้ยงตาดอกพรีเซียบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 5.0 ร่วมกับ IAA 1.0 ppm สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้ ส่วน Alderson และคณะ (1984) พบว่าเมื่อเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดของทิวลิปพันธุ์ Merry Widow บนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0-0.5 ร่วมกับ BA 0-0.5 ppm พบว่าสามารถเกิดแคลลัสขึ้นได้ ส่วน Ilani และ Jabeen (1987) ศึกษาถึงชนิดของชิ้นส่วนและอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสของขิง โดยใช้ส่วนของลำต้น, ตา ยอด และยอด เลี้ยงบนอาหารสูตร 0.5 MS พบว่า เนื้อเยื่อส่วนยอดสามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้ดี บนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม 2, 4-D และ BA ทุกระดับความเข้มข้น เช่นเดียวกับ Li และคณะ (1990) ได้ใช้ส่วนก้านช่อดอกอ่อนและใบของพรีเซียเลี้ยงบนอาหารสูตร MS พบว่าสามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้เมื่อเลี้ยงบนอาหารที่มี IAA เข้มข้น 2.0 ร่วมกับ BA 0.5 ppm ส่วน Malamug และคณะ (1991) ศึกษาการเลี้ยงเนื้อเยื่อขิง พันธุ์ Kintoki โดยนำส่วนตาจากเหง้าเลี้ยงบนอาหารสูตร MS พบว่า สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้ เมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5 และ 2,4-D เข้มข้น 1.0 ร่วมกับ BA 0.5-1.0 ppm นอกจากนี้ Wang และคณะ (1994) สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสจากช่อดอกอ่อนและใบของพรีเซีย เมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม IAA, NAA และ BA เข้มข้น 2.0, 0.5 และ 0.5 ppm ตามลำดับ ส่วนการเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดไหลบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.5 ppm ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางวัดได้ 1.22 เซนติเมตร และไม่พบการเกิดแคลลัสบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5, 1.0, 2.0 และ BA เข้มข้น 0.5, 1.0 ppm และ NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 0.5+0.5, 1.0+0.5, 1.5+0.5, 2.0+0.5, 0.5+1.0, 1.0+1.0, 1.5+1.0 และ 2.0+1.0 ppm เมื่อเปรียบเทียบความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางของแคลลัสมากที่สุดกับความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางแคลลัสที่น้อยที่สุด พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 18) ผลของ NAA และ BA ต่อการเกิดแคลลัสนั้นพบว่า เมื่อใช้ NAA ความเข้มข้น 0.5-2.0 ร่วมกับ BA 1.5-2.0 ppm สามารถชักนำให้เนื้อเยื่อส่วนยอดไหลเกิดแคลลัส ลักษณะแคลลัสเป็นแบบเกาะตัวกันแน่น (compact callus)

ลักษณะและสีของแคลลัส

แคลลัสที่เกิดขึ้นบริเวณโคนยอดของไหลที่เลี้ยงบนอาหาร 10 สูตร มีการเกาะกันแน่นแบบ compact callus ลักษณะของแคลลัสที่เกิดขึ้นมีสีเหลืองอ่อนทั้งหมด ปริมาณและ

ชนิดของสีขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ธาตุอาหาร และปัจจัยสภาพแวดล้อมของการเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแสง ส่วนใหญ่ไม่มีเม็ดสีแต่อาจมีสีเขียวเนื่องจากคลอโรฟิลล์ (chlorophylls) สีเหลืองจากแคโรทีนอยด์ (carotenoids) และฟลาโวนอยด์ (flavonoids) หรือสีม่วงจากแอนโทไซยานิน (anthocyanins) แคลลัสที่มีกลุ่มเซลล์เกาะกันแน่นเรียกว่า compect callus แต่ถ้าเกาะกับแบบหลวมๆ เรียกว่า friable callus รังสฤษฎ์ (2540) จากการทดลองของพรพรรณ (2543) ได้ศึกษาการเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดของว่านหางช้างบนอาหารสูตร MS พบว่า NAA เข้มข้น 1.0-2.0 ร่วมกับ BA 1.0-2.0 ppm สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้ ซึ่งแคลลัสที่เกิดขึ้นมีลักษณะเกาะกันแน่นแบบ compect callus สีของแคลลัสมีสีเหลืองสด ส่วน Li และคณะ (1990) พบว่าการใช้ส่วนของก้านช่อดอกและใบอ่อนของฟรีเซีย เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม IAA เข้มข้น 2.0 ร่วมกับ BA 0.5 ppm แคลลัสที่เกิดขึ้นเป็น friable callus นอกจากนี้ Simonsen และ Hildebrandt (1971) ศึกษาการชักนำให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนของแกลดิโอลัส 2 พันธุ์ คือ Firmament และ Hit Parade พบว่าสามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้ดีในพันธุ์ Hit Parade เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA เข้มข้น 0.1 ppm โดยแคลลัสที่เกิดขึ้นมีลักษณะเกาะตัวกันแบบหลวมๆ (friable callus) สีเหลือง เกิดได้ในสภาพที่มีแสงและที่มืด แต่ที่มืดจะดีกว่า ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับ Kim และคณะ (1993) ได้ศึกษาการชักนำให้เกิดแคลลัสในแกลดิโอลัส 11 สายพันธุ์ พบว่า สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้ทุกพันธุ์ แต่ปริมาณการเกิดจะมากน้อยแตกต่างกันออกไป โดยเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม 2, 4-D เข้มข้น 0.5 ppm แคลลัสที่ได้มีลักษณะเกาะกันหลวมๆ (friable callus) สีเหลืองอ่อน เช่นเดียวกับ Stefaniak (1994) พบว่าอาหารที่สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสมากที่สุดคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม 2, 4-D เข้มข้น 2.0 ppm โดยสามารถชักนำให้เกิด friable callus และพบว่าบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม 2, 4-D เข้มข้นสูง (6.0 และ 10.0 ppm) สามารถเกิดแคลลัสได้แต่เป็นแบบแข็ง (compect callus) ซึ่ง Remotti และ Loffler (1995) พบว่าตำแหน่งและอายุของชิ้นส่วนมีผลต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสของแกลดิโอลัส โดยส่วนกลางสามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้มากที่สุดเมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม 2, 4-D ความเข้มข้น 9.0 ไมโครโมล ลักษณะเป็น compect callus 45.3 เปอร์เซ็นต์ และเป็น friable callus 16.0 เปอร์เซ็นต์ และธิดา (2544) พบว่า 2, 4-D ความเข้มข้น 1.25 ppm สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้ดีที่สุด แคลลัสมีลักษณะเกาะกันหลวมๆ (friable callus)

วิจารณ์ผลทดลองที่ 2

การเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดในอาหารเหลว

การเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อส่วนยอดด้านความสูงในอาหารเหลว เมื่ออายุ 10, 20, 30, 40 และ 50 วัน

อายุ 10 วัน

การเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดไหลในอาหารเหลวสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม BA และ/หรือ NAA ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน 25 สูตร พบว่า มีการเพิ่มความสูงในอาหารทุกสูตร แต่มีความสูงแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5 ppm มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดวัดได้ 1.50 เซนติเมตร รองลงมาคือ อาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 0.5 และ NAA 0.5 ร่วมกับ BA เข้มข้น 0.5 ppm ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 1.47 เซนติเมตร ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปัจจัยที่สำคัญคือ ระดับความเข้มข้นของ cytokinins และ auxins ที่มีในชิ้นส่วนพืชเมื่อรวมกับ cytokinins และ auxins ที่ได้รับจากในอาหารอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาของเนื้อเยื่อส่วนยอดในด้านความสูง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ จามจุรี (2533) ได้ศึกษาการเลี้ยงชิ้นส่วนกระเจียวแดง (*Curcuma roscoeana* Wall.) ที่นำมาเลี้ยงบนอาหารวุ้นและอาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม kinetin เข้มข้น 0.5 ppm พบว่าอาหารเหลวมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตมากกว่าอาหารวุ้น ส่วน Chang และ Criley (1993) ศึกษาการกระตุ้นให้มีการพัฒนาด้านและรากของ Pink gingers (*Alponia pumurata* (Veill) K. Schum.) โดยเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม BA เข้มข้น 4.4 ไมโครโมล พบว่ามีการพัฒนาด้านและรากเกิดขึ้น นอกจากนี้ Bhagyalakshmi และ Singh (1988) ได้ศึกษาการเลี้ยงเนื้อเยื่อเจริญเชิงพันธุ์พื้นเมือง พบว่า ต้นสามารถพัฒนาด้านความสูงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม BA เข้มข้น 0.5, IBA เข้มข้น 0.4 ppm ส่วนการเจริญเติบโตและพัฒนาของเนื้อเยื่อส่วนยอดในด้านความสูงในอาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5, 1.0 ppm และ BA ร่วมกับ NAA ในอัตรา 0.5+1.0, 0.5+1.5, 1.0+2.0, +1.5+0.5, 1.5+1 ppm มีการเจริญด้านความสูงน้อยที่สุดวัดได้ 1.32 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อส่วนยอดในด้านความสูงในอาหารเหลวระหว่างเนื้อเยื่อที่มีการเจริญเติบโตด้านความสูงมากที่สุดกับการเจริญเติบโตด้านความสูงน้อยที่สุด พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

อายุ 20 วัน

การเจริญเติบโตด้านความสูงเพิ่มขึ้นในอาหารทุกสูตร แต่มีความสูงแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.5 ppm มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดวัดได้ 1.82 เซนติเมตร รองลงมาคือ อาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 2.0 ppm ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 3.0 เซนติเมตร แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาของเนื้อเยื่อเกิดจากจุดเจริญที่มีอยู่แล้ว แต่ชนิดและระดับของสารควบคุมการเจริญเติบโตไม่สมดุลสำหรับการแบ่งเซลล์ เมื่อเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตความเข้มข้นที่เหมาะสมลงไปในการเลี้ยงจึงมีผลส่งเสริมการแบ่งเซลล์และการพัฒนาของเนื้อเยื่อส่วนยอด ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Arimura และคณะ (2000) ได้ศึกษาการเจริญเติบโตและพัฒนาของขิงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA และ BA บนอาหารวุ้นและในอาหารเหลว พบว่า NAA ช่วยเพิ่มความสูงของยอด ทั้งในอาหารเหลวและบนอาหารวุ้น ส่วนการเจริญเติบโตและพัฒนาของเนื้อเยื่อส่วนยอดในด้านความสูงในอาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.0 ร่วมกับ NAA 0.5 ppm มีการเจริญด้านความสูงน้อยที่สุดวัดได้ 0.25 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อส่วนยอดในด้านความสูงในอาหารเหลวระหว่างเนื้อเยื่อที่มีการเจริญเติบโตด้านความสูงมากที่สุด กับการเจริญเติบโตด้านความสูงน้อยที่สุดพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

อายุ 30 วัน

การเจริญเติบโตด้านความสูงเพิ่มขึ้นในอาหารทุกสูตร แต่มีความสูงแตกต่างกันโดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 1.0 ร่วมกับ BA เข้มข้น 1.5 ppm มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดวัดได้ 1.27 เซนติเมตร รองลงมาคือ อาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 2.0 ร่วมกับ BA เข้มข้น 2.0 ppm ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 1.22 เซนติเมตร แสดงให้เห็นว่าสมดุลของ auxins และ cytokinins มีผลต่อการสร้างอวัยวะ และสารควบคุมการเจริญเติบโตทั้ง 2 ชนิดนี้จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการกำเนิดอวัยวะของเนื้อเยื่อที่เลี้ยง กล่าวคือ การพัฒนาการ ได้แก่ การเกิดแคลลัส รากหรือยอด ถูกกำหนดโดยปริมาณความสัมพันธ์ของสารทั้งคู่ ในการเลี้ยงเนื้อเยื่อถ้าหากเติม cytokinins และ auxins ร่วมกันจะมีผลทำให้การเจริญของเนื้อเยื่อดีกว่าการใช้ cytokinins หรือ auxins อย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว ส่วนการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อส่วนยอดในด้านความสูงในอาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 0.5 ร่วมกับ BA เข้มข้น 1.0 ppm มีการเจริญด้านความสูงน้อยที่สุดวัดได้ 0.35 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อส่วนยอดในด้านความสูงในอาหารเหลวระหว่างเนื้อเยื่อที่มีการเจริญเติบโตด้านความสูงมากที่สุดกับการเจริญเติบโตด้านความสูงน้อยที่สุด พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

อายุ 40 วัน

การเจริญเติบโตด้านความสูงเพิ่มขึ้นในอาหารทุกสูตร แต่มีความสูงแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5 ppm มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดวัดได้ 1.97 เซนติเมตร รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 2.0 ppm ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 1.40 เซนติเมตร ทั้งนี้เนื่องมาจากระดับสัดส่วนของ cytokinins และ auxins มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาในด้านความสูง รวมทั้งสารกลุ่ม cytokinins ส่งเสริมการแบ่งเซลล์เมื่อใช้ในระดับที่เหมาะสม ซึ่งในการทดลองนี้อาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ร่วมกับ BA ก็สามารถทำให้เนื้อเยื่อมีการเจริญเติบโตในด้านความสูงได้เช่นกัน แต่การเติม NAA เพียงอย่างเดียวจะทำให้มีการพัฒนาทางด้านความสูงได้ดีกว่า ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Dantu และ Bhojwani (1987) รายงานว่าส่วนยอดแกลดิโอลัส สามารถยึดได้เฉพาะอาหารที่ไม่เติม BA หรือเมื่อเติม BA ความเข้มข้น 0.1 – 2.0 ppm ส่วนการเจริญเติบโตและพัฒนาของเนื้อเยื่อส่วนยอดในด้านความสูงในอาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.5 ppm มีการเจริญด้านความสูงน้อยที่สุดวัดได้ 0.07 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อส่วนยอดด้านความสูงในอาหารเหลวระหว่างเนื้อเยื่อที่มีการเจริญเติบโตด้านความสูงมากที่สุดกับการเจริญเติบโตด้านความสูงรองลงมาพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อส่วนยอดในด้านความสูงในอาหารเหลวระหว่างเนื้อเยื่อที่มีการเจริญเติบโตด้านความสูงมากที่สุดกับการเจริญเติบโตด้านความสูงน้อยที่สุด พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางผนวกที่ 16)

อายุ 50 วัน

การเจริญเติบโตด้านความสูงเพิ่มขึ้นในอาหารทุกสูตร แต่มีความสูงแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5 ppm มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดวัดได้ 1.50 เซนติเมตร รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5 ppm และ NAA 0.5 ร่วมกับ BA เข้มข้น 1.0 ppm ความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 1.32 เซนติเมตร อาจจะเป็นเนื่องจากเนื้อเยื่อส่วนยอดไหลเมื่อได้รับการกระตุ้นโดย cytokinins ร่วมกับ auxins จากภายนอก ในระดับที่เหมาะสม มีผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาของเนื้อเยื่อส่วนยอดในด้านความสูง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ธิดา (2544) รายงานการเลี้ยงเนื้อเยื่อหงส์เหินดอกขาว พบว่า อาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม BA เข้มข้น 1.0 ppm มีผลให้ความสูงเฉลี่ยดีที่สุดคือ 10.9 เซนติเมตร เช่นเดียวกับ Hussey (1977) เลี้ยงตาข้างแกลดิโอลัส พบว่าอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน BA สามารถกระตุ้นให้เกิดการเจริญเติบโตของ

ยอด ส่วนการเจริญเติบโตและพัฒนาของเนื้อเยื่อส่วนยอดในด้านความสูงในอาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.5 ร่วมกับ NAA 2.0 ppm มีการเจริญด้านความสูงน้อยที่สุดวัดได้ 0.17 เซนติเมตร รวมความสูงหลังจาก 50 วัน พบว่าเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5-9 ppm มีความสูงมากที่สุดเท่ากับ 6.31 เซนติเมตร รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 2.0 ppm ความสูงเท่ากับ 5.53 เซนติเมตร ส่วนการเจริญเติบโตและพัฒนาของเนื้อเยื่อส่วนยอดในด้านความสูงในอาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.5 ร่วมกับ NAA 2.0 ppm มีความสูงน้อยที่สุดเท่ากับ 3.21 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อส่วนยอดในด้านความสูงในอาหารเหลวระหว่างเนื้อเยื่อที่มีการเจริญเติบโตด้านความสูงมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีการเจริญเติบโตด้านความสูงน้อยที่สุดพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

จำนวนหน่อของเนื้อเยื่อส่วนยอดไหลในอาหาร เมื่ออายุ 10, 20, 30, 40 และ 50 วัน มีดังต่อไปนี้

อายุ 10 วัน

การเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดไหลในอาหารเหลวสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม BA และ/หรือ NAA ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน 25 สูตร พบว่า มีการเพิ่มจำนวนหน่อในอาหารบางสูตร โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.5 ppm มีจำนวนหน่อเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 2.0 หน่อ รองลงมาคืออาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 1.5+0.5, 1.5+1.5, และ 1.5+2 ppm จำนวนหน่อเฉลี่ยเท่ากับ 1.75 หน่อ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการตอบสนองต่อระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต ในการชักนำให้เกิดยอดได้ดีแตกต่างกันไป อย่างไรก็ตามการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่ม cytokinins ร่วมกับ auxins มีผลต่อการเกิดยอดได้ดีกว่าการมีเฉพาะ cytokinins แต่เพียงอย่างเดียว เนื่องจากผลร่วมของ cytokinins และ auxins ซึ่งมีผลต่อการส่งเสริมการแบ่งเซลล์ และการเจริญและพัฒนาของเนื้อเยื่อส่วนยอด สอดคล้องกับการทดลองของ เบญจพร (2536) ศึกษาการชักนำให้เกิดยอดจำนวนมากจากส่วนปลายยอดของขิง พบว่า อาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA ความเข้มข้น 1.0 ร่วมกับ NAA 1.0 ppm สามารถชักนำให้เกิดยอดจำนวนมาก ส่วน อภิชาติ (2539) รายงานการขยายพันธุ์จากชิ้นส่วนปลายยอดของเหง้า พบว่าอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดต่าง ๆ ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน มีผลต่อชิ้นส่วนปลายยอดสามารถพัฒนาไปเป็นยอดสูงสุด 1.05 – 1.35 ยอดต่อชิ้นส่วน เมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MS

ดัดแปลงโดยการเติม BA เข้มข้น 1.0 – 4.0 ppm นอกจากนี้ Ikeda และ Tanbe (1988) ศึกษาการเกิดต้นใหม่จำนวนมากจากส่วนลำต้นเทียมของขิง พบว่าอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA และ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน สามารถชักนำให้เกิดยอดมากที่สุดเมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม BA เพียงอย่างเดียว ความเข้มข้น 11.0 ไมโครโมล เช่นเดียวกับ Balachandran และคณะ (1990) ศึกษาการผลิตต้นใหม่จำนวนมากจากส่วนตาของขิง โดยเมื่อนำส่วนตาจากเหง้ามาเลี้ยง อาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน สามารถพัฒนาไปเป็นยอดจำนวนมากเมื่อเพิ่ม BA ความเข้มข้น 3.0 ppm ส่วนการเพิ่มจำนวนหน่อในอาหารเหลวสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ความเข้มข้น 0.5, 1.5 BA ร่วมกับ NAA ในอัตรา 0.5+0.5, 1.0+1.0, 1.5+2.0, 2.0+0.5 และ 2.0+1.0 ppm มีการเพิ่มจำนวนหน่อน้อยที่สุดเท่ากับ 1.25 หน่อ และไม่พบการเกิดหน่อในอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0, BA เข้มข้น 2.0, BA ร่วมกับ NAA ในอัตรา 1.0+0.5 และ 1.0+2.0 ppm เมื่อเปรียบเทียบจำนวนหน่อระหว่างเนื้อเยื่อที่มีจำนวนหน่อมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีจำนวนหน่อรองลงมา พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติและเมื่อเปรียบเทียบจำนวนหน่อระหว่างเนื้อเยื่อที่มีจำนวนหน่อมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีจำนวนหน่อน้อยที่สุด พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางผนวกที่ 17)

อายุ 20 วัน

การเพิ่มจำนวนหน่อเกิดขึ้นในอาหารบางสูตร โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 1.5+0.5, 1.5+1.5 และ 1.0+2.0 ppm มีจำนวนหน่อเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 2.25 หน่อ รองลงมาคือ อาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5, BA เข้มข้น 1.0 และ NAA 0.5 ร่วมกับ BA เข้มข้น 0.5 ppm จำนวนหน่อเฉลี่ยเท่ากับ 2.0 หน่อ แสดงให้เห็นว่าสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่ม cytokinins และ auxins จากภายนอกที่เพิ่มลงไปในการเพาะเลี้ยงทำให้เกิดการเจริญเติบโต การสร้างเนื้อเยื่อ และการกำหนดอวัยวะ (morphogenesis) ซึ่งอัตราส่วนของ cytokinins และ auxins มีผลต่อการเกิดยอดหรือราก ถ้าหากมี auxins ความเข้มข้นสูงจะทำให้เกิดรากและยับยั้งการเกิดยอด ในทางตรงกันข้ามถ้ามี cytokinins ความเข้มข้นสูงจะทำให้เกิดยอดและยับยั้งการเกิดราก สอดคล้องกับงานทดลองของ Peak และ Chun (1982) ได้ศึกษาการเลี้ยงเนื้อเยื่อลิลลี่เพื่อการขยายพันธุ์ โดยใช้ชิ้นส่วนกลีบหัวฐานของกลีบหัว และปลายยอดมาเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดต่าง ๆ ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน พบว่าสามารถชักนำให้เกิดยอดจำนวนมาก

เมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA ความเข้มข้น 1.0 – 2.0 ร่วมกับ kinetin 0.3 ppm ส่วน วรรณพร (2541) พบว่า ผลของ BA และพาโคลบิวทราโซล (paclobutrazol) ต่อการเจริญเติบโตของหงส์เหินสีม่วง ซึ่งเลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม BA เข้มข้น 0, 1.0, และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับพาโคลบิวทราโซลเข้มข้น 0, 0.1, 1.0 และ 10.0 ppm พบว่า BA เข้มข้น 2.0 ร่วมกับ พาโคลบิวทราโซลเข้มข้น 10.0 ppm ทำให้ต้นมีความสูงน้อยที่สุดแต่มีจำนวนหน่อมากที่สุดและเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ BA ขึ้นทำให้เกิดรากลดลง ส่วนการเจริญและพัฒนาของเนื้อเยื่อส่วนยอดไปเป็นหน่อในอาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA เข้มข้น 1.0, 1.5 BA ร่วมกับ NAA ในอัตรา 1.0+2.0, 1.5+1.0 และ 2.0+2.0 ppm มีการพัฒนาจำนวนหน่อที่น้อยที่สุดเท่ากับ 1.25 หน่อ และไม่พบการเกิดหน่อในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม BA เข้มข้น 1.5, BA ร่วมกับ NAA ในอัตรา 1.5+1.5, 2.0+1.5 ppm เมื่อเปรียบเทียบจำนวนหน่อระหว่างเนื้อเยื่อที่มีจำนวนหน่อมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีจำนวนหน่อรองลงมา พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบจำนวนหน่อระหว่างเนื้อเยื่อที่มีจำนวนหน่อมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีจำนวนหน่อที่น้อยที่สุด พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวกที่ 18)

อายุ 30 วัน

การเพิ่มจำนวนหน่อเกิดขึ้นในอาหารบางสูตร โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA เข้มข้น 1.5 และ NAA 1.0 ร่วมกับ BA เข้มข้น 1.5 ppm มีจำนวนหน่อเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 2.0 หน่อ รองลงมาคือ อาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA เข้มข้น 1.0, BA เข้มข้น 2.0 ppm มีจำนวนหน่อเฉลี่ยเท่ากับ 1.75 หน่อ อาจเนื่องมาจากการใช้ cytokinins และ auxins ความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการพัฒนาเพิ่มจำนวนหน่ออาหารที่เพิ่มสารกลุ่ม cytokinins มีผลส่งเสริมการแบ่งเซลล์ เมื่อใช้ในระดับที่เหมาะสม จากการทดลองพบว่าอาหารที่เลี้ยงเนื้อเยื่อมีทั้ง cytokinins และ auxins มีผลต่อการพัฒนาเพิ่มจำนวนหน่อมากกว่าการใช้ cytokinins หรือ auxins อย่างใดอย่างหนึ่ง สอดคล้องกับงานทดลองของ อรุณกุล (2534) ได้รายงานการตอบสนองของชิ้นส่วนปทุมมา (*Curcuma sparganifolia* Gagnep.) ในอาหารที่เลี้ยงเพื่อชักนำให้เกิดยอดจำนวนมาก โดยชิ้นส่วนตาที่ได้จากหัวเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม BA หรือ kinetin ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน พบว่าปทุมมาสามารถตอบสนองต่อ BA ได้ดีกว่า kinetin โดย BA ความเข้มข้น 3.0 ppm เหมาะสมที่สุดในการชักนำให้เกิดหน่อเช่นเดียวกับ จุฑารัตน์ (2535) ศึกษาผลของ BA ต่อการเกิดยอดปทุมมา (*Curcuma sparganifolia* Gagnep.) และขมิ้นชัน (*Curcuma Longa* Linn.) โดยใช้ส่วนโคนต้น ความยาว

2.5 เซนติเมตร มาเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน พบว่าทั้งปทุมมาและขมิ้นชันสามารถเกิดยอดได้จำนวนมากเมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม BA ความเข้มข้น 3.0 ppm ส่วน อภิชาติ (2539) ได้เลี้ยงชิ้นส่วนปลายยอดของเหง้าดาหลา (*Etlingera elatior*) บนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตหลายชนิด และหลายระดับความเข้มข้น ภายใต้สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน พบว่า ปลายยอดสามารถพัฒนาไปเป็นยอดสูงสุด 1.05-1.35 ยอดต่อชิ้นส่วน เมื่อนำชิ้นส่วนปลายยอดแบ่งครึ่งตามยาวมาเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม BA ความเข้มข้น 1.0-1.4 ppm เช่นเดียวกับ Balachandran และคณะ (1990) ศึกษาการเลี้ยงเนื้อเยื่อของ โดยใช้ส่วนตาของเหง้า พบว่า อาหารสูตร MS ดัดแปลงสามารถชักนำให้เกิดยอดเป็นจำนวนมาก ขึ้นอยู่กับระดับของ BA และ kinetin และความเข้มข้นของ BA เหมาะสมที่สุด คือ 3.0 ppm สามารถชักนำให้เกิดยอดได้เป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ Manenne (1992) ศึกษาการเลี้ยงเนื้อเยื่อของกลาดิโอลัส 2 ชนิดคือ *Gladiolus dilenii* Van Geel. และ *Gladiolus tristis* L. บนอาหารที่เลี้ยงเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตเพียงชนิดเดียวคือ BA พบว่า สามารถชักนำให้เกิดยอดได้ 1.14 ยอดต่อชิ้นส่วนใน *Gladiolus tristis* L. และเกิดยอดจำนวน 1.40 ยอดต่อชิ้นส่วนใน *Gladiolus dilenii* Van Geel. เมื่อเลี้ยงส่วนหัวบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 2.0 ppm ส่วน Sharma และคณะ (1997) ศึกษาการผลิตต้นชึ่งโดยใช้ชิ้นส่วนตา พบว่าอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม kinetin ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ชิ้นส่วนสามารถพัฒนาไปเป็นยอดได้สูงสุดถึง 81.8 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม kinetin เข้มข้น 3.0 ppm ส่วนการเพิ่มจำนวนหน่อในอาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5, BA 1.5 ppm BA ร่วมกับ NAA ในอัตรา 0.5+1.0, 1.0+0.5, 1.0+1.0, 1.0+2.0, 1.5+0.5 และ 2.0+0.5 ppm มีจำนวนหน่อเฉลี่ยที่ต่ำสุดเท่ากับ 1.25 หน่อ และไม่พบการเกิดหน่อในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 0.5, 1.0, BA ร่วมกับ NAA ในอัตรา 0.5+1.5, 1.0+1.5 และ 2.0+1.0 ppm และเมื่อเปรียบเทียบจำนวนหน่อระหว่างเนื้อเยื่อที่มีจำนวนหน่อมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีจำนวนหน่อเฉลี่ยที่ต่ำสุด พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

อายุ 40 วัน

การเพิ่มจำนวนหน่อเกิดขึ้นในอาหารบางสูตร โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 1.5 ร่วมกับ BA เข้มข้น 0.5 ppm มีจำนวนหน่อเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 1.50 หน่อ รองลงมาคือ อาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5, 1.0, 1.5 BA เข้มข้น 1.5, 2.0 และ NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 0.5+0.5, 1.5+0.5, 1.5+1.5 และ 0.5+2.0 ppm

จำนวนหน่อเฉลี่ยเท่ากับ 1.25 หน่อ อาจเนื่องมาจากการพัฒนาจำนวนหน่อได้รับอิทธิพลร่วมของ cytokinins และ auxins หรืออาจเป็นเพราะการมี auxins ต่ำกว่าอัตราสมดุล คือมี auxins ต่ำกว่า cytokinins เนื้อเยื่อจึงมีการพัฒนาเป็นยอด สอดคล้องกับการศึกษาของ Fujino และคณะ (1973) กล่าวถึงบทบาทของ BA และ NAA มีต่อการเกิดยอดของ Dutch Iris พันธุ์ Wedgewood โดยใช้ ส่วนตาข้างจากกลีบหัว พบว่าอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม BA และ NAA สามารถชักนำให้เกิดยอดได้ เช่นเดียวกับ Chaturvedi และคณะ (1984) เลี้ยงส่วนปลายยอดของเอื้องหมายนา พบว่า อาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 0.5 ร่วมกับ IAA 1.0 ppm สามารถชักนำให้เกิดยอดได้ ส่วนการเจริญและพัฒนาของเนื้อเยื่อส่วนยอดไปเป็นหน่อในอาหารเหลวสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 0.5, 1.0, NAA เข้มข้น 2.0 BA ร่วมกับ NAA ในอัตรา 0.5+2.0, 1.0+0.5, 1.0+1.0, 1.0+1.5, 1.0+2.0, 1.5+0.5, 1.5+1.0, 1.5+2.0, 2.0+1.0, 2.0+1.5 และ 2.0+2.0 ppm ไม่มีการเพิ่มจำนวนหน่อ และเมื่อเปรียบเทียบจำนวนหน่อระหว่างเนื้อเยื่อที่มีจำนวนหน่อมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีจำนวนหน่อน้อยที่สุด พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

อายุ 50 วัน

ไม่มีการเพิ่มจำนวนหน่อในอาหารทุกสูตร รวมจำนวนหน่อหลังจาก 50 วัน พบว่า เนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 0.5 ร่วมกับ NAA 1.5 ppm มีจำนวนหน่อเพิ่มขึ้นมากที่สุดเท่ากับ 6.25 หน่อ รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5, 1.5 NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 0.5+0.5, 1.0+0.5, 2.0+0.5, 1.5+1.0 และ 1.0+1.5 ppm จำนวนหน่อเฉลี่ยเท่ากับ 5.75 หน่อ ในระยะนี้ไม่มีการเพิ่มจำนวนขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเนื้อเยื่อส่วนยอดไหลมีการเจริญเติบโตเต็มที่ หรืออาจเป็นเพราะอาหารใกล้หมด ดังนั้นจึงควรมีการเปลี่ยนย้ายอาหารในระยะนี้ ส่วนการศึกษาของ Peak และ Chun (1982) ได้ศึกษาการเลี้ยงเนื้อเยื่อลิลลี่เพื่อการขยายพันธุ์ พบว่าอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดต่าง ๆ ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน พบว่า NAA ความเข้มข้น 1.0-2.0 และ kinetin 0.3 ppm สามารถชักนำให้เกิดยอดจำนวนมาก เช่นเดียวกับ Malamug และคณะ (1991) ศึกษาการเลี้ยงเนื้อเยื่อขิง พันธุ์ Kintoli โดยนำส่วนตาจากเหง้าความยาว 1.0-1.5 เซนติเมตร พบว่า อาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA หรือ 2, 4-D และ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน สามารถพัฒนาเป็นยอดได้มากเมื่อเลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม BA เพียงอย่างเดียว ความเข้มข้น 1.0-3.0 ppm ส่วนการเจริญและพัฒนาของเนื้อเยื่อส่วนยอดไปเป็นหน่อใน

อาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.0 ร่วมกับ NAA 2.0 ppm มีจำนวนหน่อเฉลี่ยเพิ่มน้อยที่สุดเท่ากับ 4.50 หน่อ

การเกิดรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดในอาหารเหลว เมื่ออายุ 10, 20, 30, 40 และ 50 วัน มีดังต่อไปนี้

อายุ 10 วัน

การเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดโพลีในอาหารเหลวสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม BA และ/หรือ NAA ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน 25 สูตร พบว่า สามารถเกิดรากได้ในอาหารบางสูตร และมีจำนวนรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 2.0 ร่วมกับ BA เข้มข้น 0.5 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยได้มากที่สุดเท่ากับ 2.0 ราก รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 0.5+1.5 และ 2.0+1.5 ppm มีการเจริญเป็นรากเฉลี่ยเท่ากับ 1.75 ราก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าอัตราส่วนระหว่าง cytokinins และ auxins ภายในเนื้อเยื่อและที่เติมลงไปในการมีอัตราส่วน auxins ต่อ cytokinins สูงขึ้น จะกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงพัฒนาเพื่อกำเนิรราก (root differentiation) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Huang (1996) ได้เลี้ยงส่วนปลายยอดซึ่งขนาด 0.2-0.9 มิลลิเมตร พบว่าอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.0 ร่วมกับ NAA 0.6 ppm สามารถชักนำให้เกิดรากได้ ส่วนการเจริญเป็นรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดในอาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5, 1.5 BA เข้มข้น 0.5, 2.0 และ BA ร่วมกับ NAA ในอัตรา 1.5+1.5 และ 2.0+0.5 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยได้น้อยที่สุดเท่ากับ 1.25 ราก และไม่พบการเกิดรากในอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5, BA เข้มข้น 1.5, BA ร่วมกับ NAA ในอัตรา 0.5+2.0, 1.0+0.5, 1.0+1.0, 1.0+2.0, 1.5+1.0, 1.5+1.5, 1.5+2.0, 2.0+1.5 และ 2.0+2.0 ppm เมื่อเปรียบเทียบจำนวนรากระหว่างเนื้อเยื่อที่มีจำนวนรากมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีจำนวนรากรองลงมาพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบจำนวนรากระหว่างเนื้อเยื่อที่มีจำนวนรากมากที่สุดกับจำนวนรำน้อยที่สุด พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวกที่ 19)

อายุ 20 วัน

การเกิดรากเพิ่มขึ้นในอาหารบางสูตร และมีจำนวนรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5 ppm มีการเจริญเป็นรากเฉลี่ยได้มากที่สุดเท่ากับ 2.25 ราก รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5, 2.0 BA ร่วมกับ NAA ในอัตรา 0.5+0.5, 1.5+0.5 และ 1.0+2.0 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยเท่ากับ 2.0 ราก

อาจเนื่องมาจากเนื้อเยื่อมีความพร้อมที่จะเจริญและพัฒนาเนื่องจากมีฮอร์โมนในกลุ่ม auxins ที่มีอยู่ในเนื้อเยื่อพืช หรืออาจเป็นเพราะได้รับอาหารและการกระตุ้นโดย auxins จากภายนอกที่เติมลงในอาหารในระดับที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดรากได้ สอดคล้องกับการทดลองของ Palai และคณะ (1998) ที่ได้ศึกษาการเลี้ยงเนื้อเยื่อซึ่ง พบว่าอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยลดความเข้มข้นลงครึ่งส่วน (0.5 MS) และเติม IBA หรือ IAA ความเข้มข้น 0.5-1.0 ppm สามารถชักนำให้เกิดรากได้ เช่นเดียวกับ Babu และคณะ (1993) พบว่า การเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนช่อดอกอ่อนของซึ่ง พบว่าอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA ความเข้มข้น 1.0 ppm สามารถชักนำให้เกิดรากจำนวนมาก ส่วนการเกิดรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดในอาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA ความเข้มข้น 0.5 และ BA ร่วมกับ NAA ในอัตรา 0.5+1.0, 1.5+1.0, 1.5+1.5 และ 1.5+2.0 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยได้น้อยที่สุดเท่ากับ 1.25 ราก และไม่พบการเกิดรากในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA ร่วมกับ NAA ในอัตรา 0.5+2.0 และ 2.0+1.5 ppm เมื่อเปรียบเทียบจำนวนรากระหว่างเนื้อเยื่อที่มีจำนวนรากมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีจำนวนรากรองลงมา พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบจำนวนรากระหว่างเนื้อเยื่อที่มีจำนวนรากมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีจำนวนรำน้อยที่สุด พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวกที่ 20)

อายุ 30 วัน

การเกิดรากเพิ่มขึ้นในอาหารบางสูตร และมีจำนวนรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ความเข้มข้น 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนรากเฉลี่ยได้มากที่สุดเท่ากับ 2.50 ราก รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ความเข้มข้น 0.5, 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีการเจริญเป็นรากเฉลี่ยเท่ากับ 2.25 ราก อาจจะเนื่องมาจาก NAA สามารถกระตุ้นการเกิดรากได้ ซึ่งเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่ม auxins จะมีบทบาทในการกระตุ้นการสังเคราะห์ RNA และโปรตีนที่จำเป็นต่อการเกิดราก (ฟิรเดซ, 2529) สอดคล้องกับการศึกษาของ Balachandran และคณะ (1990) พบว่าการเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนตาจากเหง้าของซึ่ง บนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถกระตุ้นให้เกิดรากได้ ซึ่งอธิบายได้เช่นเดียวกับ Rout และคณะ (1995) ศึกษาการเลี้ยงเนื้อเยื่อขมิ้นพันธุ์ Suroma และ PTS-28 นำมาเลี้ยงบนอาหารสูตร MS พบว่าการเพิ่มหรือลดความเข้มข้นของ BA และ IAA มีผลต่อการเกิดยอด ต้นใหม่สามารถเกิดรากได้ดีในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม IBA หรือ IAA ความเข้มข้น 0.25-0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วน Stimart และ Mather (1996) รายงานการเลี้ยงเนื้อเยื่อ

Liatris spicata (L.) Wild. พบว่าอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม IBA เข้มข้น 0.5 ไมโครโมล สามารถชักนำให้เกิดรากได้ ส่วนการเจริญเป็นรากของเนื้อเยื่อส่วนยอด ในอาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 0.5 และ BA ร่วมกับ NAA ในอัตรา 0.5+1.5 และ 0.5+2.0 ppm มีการเจริญเป็นรากเฉลี่ยได้น้อยที่สุดเท่ากับ 1.25 ราก และไม่พบการเกิดรากในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA ร่วมกับ NAA ในอัตรา 1.0+0.5, 1.5+1.0 และ 2.0+2.0 ppm เมื่อเปรียบเทียบจำนวนรากระหว่างเนื้อเยื่อที่มีจำนวนรากมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีจำนวนรากรองลงมา พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบจำนวนรากระหว่างเนื้อเยื่อที่มีจำนวนรากมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีจำนวนรำน้อยที่สุด พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางผนวกที่ 2)

อายุ 40 วัน

การเกิดรากเพิ่มขึ้นในอาหารทุกสูตร และมีจำนวนรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร M ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5 และ NAA 2.0 ร่วมกับ BA เข้มข้น 0.5 ppm มีการเจริญเป็นรากเฉลี่ยได้มากที่สุดเท่ากับ 3.0 ราก รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5 NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 1.5+0.5 และ 2.0+1.5 ppm มีการเจริญเป็นรากเฉลี่ย 2.25 ราก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะอัตราส่วนระหว่าง auxins และ cytokinins ภายในเนื้อเยื่อและที่เติมลงไป ในอาหารมีอัตราส่วนที่ต่ำจึงทำให้เนื้อเยื่อสามารถเกิดรากได้ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Tamura (1978) ศึกษาความเข้มข้นของ 2, 4-D ต่อการพัฒนาของชิ้นส่วนของไฮยาซิน พบว่าอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม 2,4-D เข้มข้น 0.001-0.05 ppm สามารถชักนำให้เกิดราก ส่วนการเกิดรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดในอาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 0.5 และ BA ร่วมกับ NAA ในอัตรา 0.5+1.0, 1.0+2.0 และ 1.5+0.5 ppm มีการเจริญเป็นรากเฉลี่ยได้น้อยที่สุดเท่ากับ 1.25 ราก เมื่อเปรียบเทียบจำนวนระหว่างเนื้อเยื่อที่มีจำนวนรากมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีจำนวนรำน้อยที่สุด พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

อายุ 50 วัน

การเกิดรากเพิ่มขึ้นในอาหารทุกสูตร และมีจำนวนรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 1.5+0.5 และ 2.0+0.5 ppm มีการเจริญเป็นรากเฉลี่ยได้มากที่สุดเท่ากับ 3.0 ราก รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 1.0+0.5 และ 1.0+2.0 ppm มีการเจริญเป็นรากเฉลี่ยเท่ากับ 2.75 ราก แสดงว่า NAA มีความจำเป็นต่อการเจริญเป็นรากของพืช โดยจะกระตุ้นการสังเคราะห์ RNA และ

โปรตีนที่จำเป็นต่อการเกิดราก (Leopold และ Kriedemann, 1975) และ Miller และ Skoog (1953) ซึ่งให้เห็นสมดุลของ auxins และ cytokinins มีผลต่อการสร้างอวัยวะ โดยสารควบคุมการเจริญเติบโตทั้ง 2 ชนิด จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการกำเนิดอวัยวะของเซลล์ที่เลี้ยง กล่าวคือ การเกิดแคลลัส ราก หรือยอด ถูกกำหนดโดยปริมาณความสัมพันธ์ของสารทั้งคู่ ในการเลี้ยงเนื้อเยื่อถ้าหากเติม auxins และ cytokinins ร่วมกันจะมีผลทำให้การเจริญของเนื้อเยื่อดีกว่าการใช้ auxins หรือ cytokinins อย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว สอดคล้องกับการศึกษาของ Mosella และ Fernandez (1986) ศึกษาการเลี้ยงปลายยอดของ pink garlic (*Allium sativum*) บนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม BA เข้มข้น 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร แล้วย้ายไปเลี้ยงบนอาหารเพื่อชักนำให้เกิดราก สูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA เข้มข้น 0.5 – 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าเปอร์เซ็นต์การเกิดรากสูงสุด ส่วน สุเม (2537) รายงานผลของ NAA ต่อการเกิดรากของชิงแดง พบว่าอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5, 1.0 และ 1.5 ppm จะทำให้ยอดเกิดรากได้เพิ่มขึ้น การเจริญเป็นรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดไหลในอาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0, 1.5 และ BA ร่วมกับ NAA ในอัตรา 1.0+0.5, 1.0+2.0 และ 2.0+1.5 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยได้น้อยที่สุดเท่ากับ 1.50 ราก เมื่อเปรียบเทียบจำนวนรากระหว่างเนื้อเยื่อที่มีจำนวนรากมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีจำนวนรำน้อยที่สุด พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ รวมจำนวนรากหลังจาก 50 วัน พบว่าเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 0.5 ร่วมกับ NAA 2.0 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากที่สุดเท่ากับ 10.5 ราก รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5 ppm จำนวนรากเฉลี่ยเท่ากับ 10.25 ราก ส่วนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.0 ร่วมกับ NAA 2.0 ppm มีจำนวนรากเฉลี่ยเพิ่มน้อยที่สุดเท่ากับ 6.50 ราก

ความยาวรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดไหลในอาหารเหลว เมื่อมีอายุ 10, 20, 30, 40 และ 50 วัน มีดังต่อไปนี้

อายุ 10 วัน

การเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดไหลในอาหารเหลวสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม BA และ/หรือ NAA ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน 25 สูตร พบว่าสามารถเกิดรากได้ในอาหารบางสูตร และมีความยาวรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 0.5 ร่วมกับ BA เข้มข้น 0.5 ppm เพิ่มความยาวรากเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 2.0 เซนติเมตร รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 0.5+1.5 และ 2.0+1.5 ppm มีความ

ยารวากเฉลี่ยเท่ากับ 1.75 เซนติเมตร สามารถอธิบายได้เช่นเดียวกับ Skoog และ Miller (1957) หรืออาจเนื่องมาจากความเข้มข้นของ BA และ NAA ที่เติมลงในอาหารอยู่ในระดับที่เหมาะสม มีผลต่อการเพิ่มความยาวรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดไพล ส่วนการเพิ่มความยาวรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดไพลในอาหารเหลวสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5, 1.5, 2.0 BA เข้มข้น 0.5, 1.0, 2.0 BA ร่วมกับ NAA ในอัตรา 0.5+1.5, 0.5+2.0, 1.0+0.5, 1.0+1.5 และ 2.0+0.5 ppm ความยาวรากเฉลี่ยน้อยที่สุดวัดได้ 1.25 เซนติเมตร และไม่พบการเพิ่มความยาวรากในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.5 และ BA ร่วมกับ NAA ในอัตรา 0.5+1.0, 1.0+1.0, 1.0+2.0 และ 2.0+2.0 ppm เมื่อเปรียบเทียบความยาวรากระหว่างเนื้อเยื่อที่มีความยาวรากมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีความยาวรากน้อยที่สุด พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

อายุ 20 วัน

การเกิดรากเพิ่มขึ้นในอาหารทุกสูตร และมีความยาวรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5, 2.0 BA เข้มข้น 1.5 NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 0.5+0.5, 1.5+0.5 และ 1.5+2.0 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 2.0 เซนติเมตร รองลงมาคืออาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.0, NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 2.0+0.5, 0.5+1.0, 1.5+1.0, 1.5+1.5 และ 2.0+2.0 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยเท่ากับ 1.75 เซนติเมตร แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่สำคัญในการใช้สารกระตุ้นการเจริญเติบโตขึ้นกับชนิด ความเข้มข้น และอัตราส่วนของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ใช้ (Sutter, 1988) จะเห็นได้ว่าการพัฒนาความยาวรากเมื่อ BA ร่วมกับ NAA จะสามารถทำให้มีการเพิ่มความยาวรากได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Mosella และ Fernandes (1986) ที่ได้เลี้ยงปลายยอดของ pink garlic (*Allium sativum*) เลี้ยงเพื่อชักนำให้เกิดราก พบว่าอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5-2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดรากสูงสุด ส่วนการพัฒนาความยาวรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดไพลในอาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 0.5 BA ร่วมกับ NAA ในอัตรา 0.5+1.0 และ 1.5+1.0 ppm ความยาวรากเฉลี่ยน้อยที่สุดวัดได้ 1.25 เซนติเมตร และไม่พบการพัฒนาเพิ่มความยาวรากในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 2.0 ร่วมกับ NAA 1.5 ppm เมื่อเปรียบเทียบความยาวรากระหว่างเนื้อเยื่อที่มีความยาวรากมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีความยาวรากน้อยที่สุด พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

อายุ 30 วัน

การเกิดรากเพิ่มขึ้นในอาหารทุกสูตร และมีความยาวรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5 และ 1.5 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 2.25 เซนติเมตร รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 0.5 NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา $2.0+0.5$ และ $1.5+2.0$ ppm มีความยาวรากเฉลี่ยเท่ากับ 2.0 เซนติเมตร เนื่องจาก NAA เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการกระตุ้นให้เกิดราก NAA เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตซึ่งอยู่ในกลุ่ม auxins สามารถกระตุ้นให้ต้นอ่อนเกิดราก และมีการพัฒนาเพิ่มความยาวราก เช่นเดียวกับ Arimura และคณะ (2000) พบว่า การเจริญเติบโตและพัฒนาของพืช พบว่าอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA และ BA ความเข้มข้นแตกต่างกัน แต่ NAA เข้มข้น 0.5 ppm สามารถชักนำให้เกิดรากได้มากที่สุดและให้ความยาวรากสูงสุด ส่วนการพัฒนาความยาวรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดโพลีในอาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 2.0 BA ร่วมกับ NAA 2.0 ยยท ความยาวรากเฉลี่ยน้อยที่สุดวัดได้ 1.25 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบความยาวรากระหว่างเนื้อเยื่อที่มีความยาวรากมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีความยาวรากน้อยที่สุด พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

อายุ 40 วัน

การเกิดรากเพิ่มขึ้นในอาหารทุกสูตร และมีการพัฒนาความยาวรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 2.25 เซนติเมตร รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.5 NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา $1.5+0.5$, $2.0+0.5$, $1.0+1.5$ และ $2.0+1.5$ ppm มีความยาวรากเฉลี่ยเท่ากับ 2.0 เซนติเมตร การพัฒนาการของเนื้อเยื่อเป็นต้นหรือรากขึ้นอยู่กับความสมดุลของฮอร์โมน 2 กลุ่มคือ auxins และ cytokines ถ้าใช้ auxins และ cytokinins ร่วมกันในการเลี้ยงเนื้อเยื่อ จะมีผลทำให้การเจริญของเนื้อเยื่อดีกว่าการใช้ auxins หรือ cytokinins อย่างใดอย่างหนึ่ง (Skoog และ Miller, 1957) ส่วนการพัฒนาความยาวรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดโพลีในอาหารเหลวสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม BA ร่วมกับ NAA ในอัตรา $0.5+1.0$ และ $2.0+1.0$ ppm ความยาวรากเฉลี่ยน้อยที่สุดวัดได้ 1.25 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบความยาวรากระหว่างเนื้อเยื่อที่มีความยาวรากมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีความยาวรากน้อยที่สุด พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

อายุ 50 วัน

การเกิดรากเพิ่มขึ้นในอาหารทุกสูตร และมีการเพิ่มความยาวรากแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 1.5+0.5 และ 2.0+0.5 ppm เพิ่มความยาวรากเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 3.0 เซนติเมตร รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 1.0+0.5 และ 1.0+2.0 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยเท่ากับ 2.75 เซนติเมตร การให้ auxins (NAA) จากภายนอกจะส่งเสริมการยืดยาว (elongation) ของราก แต่ขึ้นอยู่กับสมดุลของฮอร์โมนพืชภายในต้นพืชนั้น ในพืชบางชนิดการให้ auxins จากภายนอกเป็นการยับยั้งการเกิดราก และในพืชบางชนิดจะมีข้อจำกัดในการเกิดรากอยู่เอง แม้จะให้ auxins หรือไม่ ก็ตาม (นพดล, 2536) ส่วนการพัฒนาความยาวรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดไหลในอาหารเหลวสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0, 1.5 BA ร่วมกับ NAA ในอัตรา 1.0+0.5, 1.0+2.0 และ 2.0+1.5 ppm ความยาวรากเฉลี่ยน้อยที่สุดวัดได้ 1.50 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบความยาวรากระหว่างเนื้อเยื่อที่มีความยาวรากมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีความยาวรากน้อยที่สุด พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ รวมความยาวรากหลังจาก 50 วันพบว่าเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5 BA เข้มข้น 0.5 ร่วมกับ NAA 0.5 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 9.25 เซนติเมตร รองลงมาคือเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5, BA เข้มข้น 0.5 ร่วมกับ NAA 2.0 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยเท่ากับ 9.00 เซนติเมตร ส่วนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.0 ร่วมกับ NAA 2.0 ppm มีความยาวรากเฉลี่ยน้อยที่สุดวัดได้ 7.25 เซนติเมตร

การเกิดแคลลัส เมื่ออายุ 10, 20, 30, 40 และ 50 วัน มีดังต่อไปนี้

อายุ 20 วัน

การเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดไหลในอาหารเหลวสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน 25 สูตร พบว่าสามารถเกิดแคลลัสได้ในอาหารบางสูตร และมีความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5 ppm มีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 0.75 คมแนม รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 0.5+0.5 และ 1.0+1.0 ppm มีความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเท่ากับ 2.25 คมแนม ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเนื้อเยื่อส่วนยอดตอบสนองต่อปริมาณและความเข้มข้นของ auxins และ cytokinins ที่เนื้อเยื่อได้รับเหมาะสม ที่จะให้เนื้อเยื่อพัฒนาเป็นแคลลัส คือมีปริมาณของ auxins และ cytokinins สูงกว่าจุดสมดุล (Miller และ Skoog, 1953) สอดคล้องกับการศึกษาของ Malamug และคณะ (1991) ศึกษาการเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ชิง พันธุ์ Kintoki โดยเลี้ยงส่วนตาจากเหง้า พบว่า อาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA ความเข้มข้น 0.5 และ 2, 4-D เข้มข้น 1.0 ร่วมกับ BA 0.5-1.0 ppm สามารถชักนำให้เกิดแคลลัส ส่วน Bach (1992) ศึกษาการเลี้ยงเนื้อเยื่อฟรีเซีย พันธุ์ Blue Heaven และ Yellow See สามารถชักนำให้ส่วนปลายยอดเกิดแคลลัสได้เมื่อเลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม 2, 4-D ความเข้มข้น 2.0 ppm และ Choi (1993) ได้รายงานการเลี้ยงส่วนลำต้นที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสชิง โดยใช้ส่วนลำต้น โคน กลาง และส่วนยอด พบว่าอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA และ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้ในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5 ppm ส่วนการเกิดแคลลัสในอาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 2.0, 1.0, BA เข้มข้น 0.5 และ BA ร่วมกับ NAA ในอัตรา 0.5+1.0, 1.0+0.5 และ 1.0+2.0 ppm ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 1.25 คะแนน และไม่พบการเกิดแคลลัสในอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5, BA เข้มข้น 2.0 และ BA ร่วมกับ NAA ในอัตรา 1.5+0.5, 1.5+1.0, 1.5+2.0, 2.0+0.5, 2.0+1.0 และ 2.0+2.0 ppm เมื่อเปรียบเทียบความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางแคลลัสระหว่างเนื้อเยื่อที่มีความยาวของเส้นผ่าศูนย์กลางมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีความยาวของเส้นผ่าศูนย์กลางรองลงมา พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางแคลลัสระหว่างเนื้อเยื่อที่มีความยาวของเส้นผ่าศูนย์กลางมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยที่สุด พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางผนวกที่ 22)

อายุ 30 วัน

การเจริญและพัฒนาของแคลลัสเพิ่มขึ้นในอาหารบางสูตร และมีการพัฒนาเพิ่มความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 1.0 ร่วมกับ BA เข้มข้น 1.5 ppm มีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 3.50 คะแนน รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5 NAA ร่วมกับ BA ในอัตรา 0.5+2.0 และ 2.0+2.0 ppm มีความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเท่ากับ 2.75 คะแนน อาจเนื่องมาจากปัจจัยที่สำคัญคือ ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีในเนื้อเยื่อส่วนยอดไหล ที่รวมกับสารควบคุมการเจริญเติบโตที่รับจากการเพิ่มในอาหารอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดแคลลัส ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Noguchi และ Yamakawa (1988) ศึกษาถึงผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการพัฒนาเป็นต้นใหม่จากตาข้างและส่วนลำต้นของชิง โดยนำชิ้นส่วนตาข้างและส่วนของลำต้นเลี้ยงบนอาหารสูตร MS และสูตร B5

ดัดแปลงโดยเติม NAA, 2, 4-D และ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน พบว่าสามารถชักนำให้ขึ้นส่วนลำต้นเกิดแคลลัสเมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม 2, 4-D เข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วน Ishida และ Adachi (1988) รายงานการเลี้ยงเนื้อเยื่อชิงพันธุ์ Ohshoga โดยใช้ส่วนตาจากเหง้า พบว่าอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม 2, 4-D เข้มข้น 2.0 ppm สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้ เช่นเดียวกับ Sajina และคณะ (1998) ได้ศึกษาการขยายพันธุ์พืชสมุนไพรหลายชนิด เช่น anise, dill, fennel, lavender และ sage โดยใช้ส่วนปลายยอดและตาพบว่าสามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้ในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม 2, 4-D เข้มข้น 0.5-1.25 ppm ส่วนการเกิดแคลลัสในอาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 2.0, BA เข้มข้น 0.5 ร่วมกับ NAA 1.0 ppm ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 1.25 คะแนน และไม่พบการเพิ่มความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางแคลลัสในอาหารสูตร MS เมื่อเปรียบเทียบความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางแคลลัสระหว่างเนื้อเยื่อที่มีความยาวของเส้นผ่าศูนย์กลางมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางรองลงมา พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางแคลลัสระหว่างเนื้อเยื่อที่มีความยาวของเส้นผ่าศูนย์กลางมากที่สุด กับเนื้อเยื่อที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยที่สุด พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวกที่ 23)

อายุ 40 วัน

การเจริญและพัฒนาของแคลลัสเพิ่มขึ้นในอาหารทุกสูตร และมีการพัฒนาเพิ่มความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางแตกต่างกันโดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 1.0 ร่วมกับ BA เข้มข้น 0.5 ppm มีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 2.75 คะแนน รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 2.0 ร่วมกับ BA เข้มข้น 1.5 ppm มีความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเท่ากับ 2.50 คะแนน เนื่องจากการพัฒนาของเนื้อเยื่อเกิดจากจุดเจริญที่มีอยู่แล้ว เมื่อเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตในระดับที่เหมาะสมลงไป จึงมีผลส่งเสริมการแบ่งเซลล์และพัฒนาของขึ้นส่วนเนื้อเยื่อ ซึ่งอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเกิดแคลลัส ส่วนการเกิดแคลลัสในอาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 0.5 ร่วมกับ BA เข้มข้น 2.0 ppm ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 1.25 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางแคลลัสระหว่างเนื้อเยื่อที่มีความยาวของเส้นผ่าศูนย์กลางมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีความยาวของเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยที่สุด พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

อายุ 50 วัน

การเจริญและพัฒนาของแคลลัสเพิ่มขึ้นในอาหารทุกสูตร และมีการเพิ่มความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางแตกต่างกัน โดยเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 0.5 ร่วมกับ BA เข้มข้น 0.5 ppb มีเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 3.0 คะแนน รองลงมาคืออาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 1.5 ร่วมกับ BA เข้มข้น 1.0 ppm มีความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเท่ากับ 2.75 คะแนน เนื่องมาจากการพัฒนาการ ได้แก่ การเกิดแคลลัส รากหรือยอด ในการเลี้ยงเนื้อเยื่อถูกกำหนดโดยปริมาณความสัมพันธ์ของ auxins และ cytokinins เพียงอย่างเดียวหรือต้องการ auxins ร่วมกับ cytokinins (Yeoman และ Mocold, 1977) สอดคล้องกับการศึกษาของ Wang และคณะ (1994) ศึกษาการเลี้ยงเนื้อเยื่อฟริเซีย โคไซซอดอกอ่อนและใบ พบว่าอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยการเติม IAA, NAA และ BA ความเข้มข้น 2.0, 0.5 และ 0.5 ppm สามารถชักนำให้เกิดแคลลัส ส่วนสุพัตรา (2541) รายงานการเลี้ยงเนื้อเยื่อกระเจียว พบว่าอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม 2,4-D เข้มข้น 0.063-0.5 ร่วมกับ BA 0-0.25 ppm สามารถชักนำให้เกิดแคลลัส ส่วนการเกิดแคลลัสในอาหารเหลวสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0 ppm ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 1.25 คะแนน และไม่พบการพัฒนาเพิ่มความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางแคลลัสในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 0.5 ppm รวมความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางแคลลัสเมื่อเลี้ยงได้ 50 วัน พบว่าเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5, BA เข้มข้น 0.5 ร่วมกับ NAA 0.5 ppm มีความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางมากที่สุดเท่ากับ 9.00 คะแนน รองลงมาคือเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลง โดยเติม BA เข้มข้น 1.0 ร่วมกับ NAA 1.5 ppm มีความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 8.75 คะแนน ส่วนอาหารสูตร MS มีความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยที่สุดคือ 5.50 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางแคลลัสระหว่างเนื้อเยื่อที่มีความยาวของเส้นผ่าศูนย์กลางมากที่สุดกับเนื้อเยื่อที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยที่สุด พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ลักษณะและสีของแคลลัส

แคลลัสที่เกิดขึ้นในบริเวณโคนยอดไหลที่เลี้ยงในอาหาร 25 สูตร มีการเกาะกันแน่นแบบ compact callus ไม่สามารถหลุดออกจากเนื้อเยื่อเดิมได้ด้วยการเขย่าของเครื่องเขย่า (shaker) ลักษณะของแคลลัสที่เกิดขึ้นมีสีขาวทั้งหมด ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญและพัฒนาเมดสีของแคลลัสไม่เพียงแต่พันธุกรรมเท่านั้น แต่ขึ้นอยู่กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม ทั้งด้านกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิ แสง ด้านเคมี รวมทั้งการถ่ายเทอากาศ ซึ่งการศึกษาของ Malamug และคณะ (1991) ศึกษาการเลี้ยงเนื้อเยื่อขิง เลี้ยงส่วนตาจากเหง้า พบว่าอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA, 2,

4-D และ BA ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้ ในอาหารสูตร MS ดัดแปลง โดยเติม NAA เข้มข้น 0.5 และ 2, 4-D เข้มข้น 1.0 ร่วมกับ BA 0.5-1.0 ppm แคลลัสมีลักษณะ friable callus ส่วน Kim และ Lee (1993) ได้ศึกษาการชักนำให้เกิดแคลลัสในแกเลติโอลัส 11 พันธุ์ สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้ทุกพันธุ์ แต่ปริมาณการเกิดจะมากน้อยแตกต่างกันออกไป พบว่าอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม 2, 4-D ความเข้มข้น 0.5 ppm เกิดแคลลัสได้ดีที่สุด แคลลัสมีลักษณะร่วน (friable callus) สีเหลืองอ่อน



สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนยอดของไหลบนอาหารวุ้น และในอาหารเหลว สูตร Murashige and Skoog (MS) และ MS ดัดแปลงโดยเติม NAA และ BA ในอัตราต่างๆ กัน เมื่อเลี้ยงได้ 50 วัน พบว่า

การเจริญเติบโตในด้านความสูงเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารวุ้นสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม BA เข้มข้น 1.5 ppm มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด วัดความสูงเฉลี่ยได้ 4.71 เซนติเมตร ส่วนในอาหารเหลวเนื้อเยื่อมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด ในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 0.5 ppm วัดความสูงเฉลี่ยได้ 1.26 เซนติเมตร เนื้อเยื่อเกิดหน่อเฉลี่ยได้มากที่สุดบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0 ppm ร่วมกับ BA เข้มข้น 0.5 ppm เฉลี่ยได้ 1.0 หน่อ ส่วนในอาหารเหลวเนื้อเยื่อเกิดหน่อเฉลี่ยได้มากที่สุด ในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 1.5 ppm ร่วมกับ BA เข้มข้น 0.5 ppm เฉลี่ยได้ 1.56 หน่อ เนื้อเยื่อเกิดรากเฉลี่ยได้มากที่สุดบนอาหารวุ้นสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.5 ppm เฉลี่ยได้ 3.16 ราก ส่วนในอาหารเหลวเนื้อเยื่อเกิดรากเฉลี่ยได้มากที่สุด ในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 2.0 ppm ร่วมกับ BA เข้มข้น 0.5 ppm เฉลี่ยได้ 2.10 ราก เนื้อเยื่อมีความยาวรากเฉลี่ยได้มากที่สุดบนอาหารวุ้นสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA 1.0 ppm เฉลี่ยได้ 1.15 เซนติเมตร ส่วนในอาหารเหลวเนื้อเยื่อมีความยาวเฉลี่ย มากที่สุดในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 2.0 ppm ร่วมกับ BA 0.5 ppm เฉลี่ยได้ 2.10 เซนติเมตร เนื้อเยื่อเกิดแคลลัสได้ดีบนอาหารวุ้นสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 1.0 ppm ร่วมกับ BA เข้มข้น 2.0 ppm วัดเส้นผ่าศูนย์กลางแคลลัสได้ 1.60 เซนติเมตร ส่วนในอาหารเหลวเนื้อเยื่อเกิดแคลลัสได้ดีที่สุดในอาหารสูตร MS ดัดแปลงโดยเติม NAA เข้มข้น 0.5 ppm ร่วมกับ BA 0.5 ppm วัดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยได้ 3.0 คะแนน

จากการทดลองนี้จึงพอสรุปได้ว่า ถ้าต้องการเพิ่มจำนวนต้น (หน่อ) หรือการขยายปริมาณ ควรเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหารเหลว และหากการขยายปริมาณได้มากพอ เมื่อต้องการผลิตต้นพืชที่แข็งแรงพร้อมย้ายออกปลูกควรเลี้ยงบนอาหารวุ้น

เอกสารอ้างอิง

- จามจุรี ไสตติกุล. 2533. การขยายพันธุ์กระเจียวแดงในสภาพปลอดเชื้อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- จุฑารัตน์ โชติวงศ์พิพัฒน์. 2535. ผลของ 6-Benayladenine และ Sucrose ต่อการเกิดยอดของปทุมมา (*Curcuma alismatifolia* Gagnep.) และขมิ้น (*Curcuma longa* Linn.) ในสภาพปลอดเชื้อ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ณัฐนิชา พูนชื่น. 2546. การขยายพันธุ์กระชายดำในสภาพปลอดเชื้อ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ฐิติภาส ชิตโชติ. 2530. การผลิตต้นพันธุ์ขิงปลอดโรคโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ทิพย์สุดา อนันกุล. 2544. การขยายพันธุ์กระเจียวพลอยทักษิณเบอร์ A033 ในสภาพปลอดเชื้อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ธิดา ชยติมันต์กุล. 2544. การเกิดยอดและแคลลัสของหงส์เหินดอกขาวในสภาพปลอดเชื้อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- นพดล จรัสสัมฤทธิ์. 2537. ฮอร์โมนพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช. กรุงเทพฯ: ไร่เขียว.
- นียดา เกียรติยิ่งอังสุลี, มนต์ หวังหมัด, กมล สวัสดิมงคล และ มงคล โมกขะสมิต. 2522. "การศึกษาทางเภสัชวิทยาของสารสำคัญจากไพล." วิทยาศาสตร์การแพทย์. 21(1):13-23.
- รังสฤษฎ์ กาวิตะ. 2540. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช: หลักการและเทคนิค. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2540. พืชเครื่องเทศและสมุนไพร. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- เบญจพร เสียงเพราะ. 2536. การขยายพันธุ์ขิงโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. สงขลา: โครงการ-ชีววิทยา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- พรพรรณ ศักดิ์สง่า. 2543. การเลี้ยงเนื้อเยื่อว่านหางช้าง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- พเยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ. 2529. ตำราวิทยาศาสตร์สมุนไพร. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- พีรเดช ทองอำไพ. 2529. ฮอร์โมนพืชและสารส่งเคราะห์แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: ไดนามิคการพิมพ์.

- วันดี กุญชรพันธ์. 2538. **สมุนไพรพัฒนาประโยชน์**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- วรรณพร คำเซ่ง. 2541. **ผลของ BA และพาดคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตของ หงส์เหินในสภาพปลอดเชื้อ**. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วัลภา อนินตศานต์. 2520. “สมุนไพรไหลหรือปลูกเลี้ยงกับงานวิจัยทางเภสัชวิทยา.” เกษตรกรรม. 31, 4 (มีนาคม-พฤษภาคม): 31-38.
- สมภพ ประธานธรรักษ์. 2543. **ข้อมูลเชิงวิชาการของไหล**. (ระบบออนไลน์). 17 (กุมภาพันธ์): 1-5 แหล่งที่มา <http://www.medplant.mahidol.ac.th> (31 มีนาคม 2544).
- สุวิธ วรรณไกรโรจน์. 2537. **ปทุมมาและกระเจียว ไม้ตัดดอกเขตร้อน กลุ่มไม้ดอก ไม้ประดับ**. กรุงเทพฯ : กองส่งเสริมพืชสวน กรมส่งเสริมการเกษตร.
- พวงเพ็ญ ศิริรักษ์. 2532. **รายงานการวิจัยเรื่อง การสำรวจพืชวงศ์ขิง ในบริเวณภาคใต้ของ ประเทศไทย**. ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 47 หน้า.
- สุพัตรา สวรรธม. 2541. **การเจริญเติบโตของเคลลัสและเซลล์แขวนลอยได้จากลำต้น กระเจียวที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สุนา นิระ, อพัชชุดา เศรษฐี, ปรีชา นิระ และ รวมชาติ แต่พงษ์ไธธ. 2542. “ผลของสารควบคุมการเจริญพัฒนาของเนื้อเยื่อชั้น.” **แก่นเกษตร**. 27, 1(มกราคม-มีนาคม): 25-29.
- สุเม อรัญนารถ. 2537. “การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อขิงแดง.” **เกษตรพระจอมเกล้า**. 12,12(พฤษภาคม-สิงหาคม): 63-71.
- อภิชาติ ชิตปรี. 2539. **การขยายพันธุ์ดาหลาในสภาพปลอดเชื้อ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- อรอุบล ชมเดช. 2534. **ผลของไซโตไคนิน การผ่าหัว และสภาพพันธุกรรมที่มีผลต่อการเกิดยอดของปทุมมา (Curcuma sparaniifolia Gagnep.) ในสภาพปลอดเชื้อ**. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Alderson, P. G., R. D. Rice and N. A. Wright. 1984. “The potential for propagating Tulips Through tissue culture.” **Horticultural Abstracts**. 54: 708-709.
- Arimura, C. T., F. L. Finger and V. W. D. Casali. 200. “Effect of NAA and BA on ginger (Zingiber officinale Fosc.) sprouting in solid and liquid medium.” **Revista Brasileira De Plantas Medicinai**. 2(2): 23-26.

- Babu, K. N., K. Samsudeen and M. J. Fatnambal. 1993. "Direct regeneration of plant from Immature inflorescence of ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) by culture." **Horticultural Abstracts**. 63(7): 5386.
- Balachandran, S. M., S. R. Bhat and K. P. Chandet. 1990. "in vitro clonal Multiplication of Tumeric (*Curcuma* spp.) and ginger (*Zingiber officinale* Rosc.)." **Plant Cell Reports**. 8: 521-524.
- Barthakur, M. P. and D. N. Bordoloi. 1994. "Micropropagation of *Curcuma amada* (Roxb.)." **Horticultural Abstracts**. 64(4): 412.
- Bhagyalakshmi, M. and N. S. Singh. 1988. "Meristem culture and micropropagation of A variety of ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) with a high yield of oleoreain." **Hort. Science**. 63 (2) : 321-327.
- Chang, K. W. B. and R. A. Criley. 1993. "Clonal propagation of pink ginger in vitro," **Hort. Science**. 41 (12) : 1203.
- Chaturvedi, H. C., P. Misra and M. Jain. 1984. "Proliferation of shoot tips and clonal Multiplication of *Costus speciosus* in long-term culture." **Plant science Letters**. 35: 67-71.
- Choi, S. K. 1993. "Studies on the clonal multiplication of ginger through the in vitro cuttings." **Horticultural Abstracts**. 63 (7) : 5388.
- Cronaure, B. and G. Krikorian. 1984. "in vitro shootlets proliferation of banana (Philippines Lacatan)." **Horticultural Abstracts**. 9(2): 73-75.
- Dantu, P. K. and S. S. Bhojeani. 1987. "In vitro propagation and corm formation in *gladiolus*." **Horticultural Abstracts**. 57:681.
- De Freitez, T. H. and H. P. De Casares. 1999. "Micropropagation of ginger." (Online) [http://www.lib.cmu.ac.th/databaseonline/cababstract\(5](http://www.lib.cmu.ac.th/databaseonline/cababstract(5) Mach 2001).
- De Lange, J. H., P. Wickers and M. Nel. 1987. "Elimination of nematodes from ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) by tissue culture." **Hort. Science**. 62: 24-25.
- Dekker, A. J., a. N. Rao and C. J. Gob. 1991. "In vitro storage of multiple shoot cultures of Gingers at ambient timperatures or 24-29 C." **Science Horticultural**. 47: 157-167.

- Dogra, S. P., B. N. Korla and P. P. Sharma. 1995. "In vitro clonal propagation of ginger (*Zingiber officinale* Rosc.)." **Horticultural Abstracts**. 65 (8) : 7360.
- Fujino, M., T. Fujimura and K. Hamada. 1973. "Multiplication of Dutch iris (*Iris hollandica*) By organ culture. I. Effect of growth regulators, culture media, pH, peptone and Agar on the growth and differentiation of excised lateral buds." **Horticultural Abstracts**. 43:512.
- Hosoki, T. and T. Asahira. 1981. "In vitro propagation of narcissus." **Horticultural Abstracts**. 51 : 425.
- Huang, J. H. 1996. "In vitro propagation and preservation of ginger germplasm resources." **Horticultural Abstracts**. 66 (3): 317.
- Hussey, G. 1977. "In vitro propagation of gladiolus by precocious axillary shoot formation." **Scientia Horticultural**. 6: 287-296.
- Ikeda, L. R. and M. J. Tanabe. 1989. "In vitro subculture application for ginger." **Hort. Science**. 24 (1) : 142-143.
- Inden, H., Asahira, T., and A. Hirano. 1990. "Micropropagation for ginger." **Hort. Science**. 24 (1) : 142-143.
- Ilahi, H., Asahira, T., and A. Hirano. 1990. "Micropropagation of ginger." **Horticultural Abstracts**. 58 (12) : 1105.
- Isgisa, M. and T. Adachi. 1988. "Plant regeneration from ginger callus and observation of the morphological changes." **Japan Journal Breed**. 38: 78-79.
- Keshavavhandran, R. and M. A. Khader. 1991. "Tissue culture propagation of tumeric." **Horticultural Abstracts**. 61 (4): 3060.
- Kim, K. W. and J. S. Lee. 1993. "Difference in cultivar on formation and growth of the Gladiolus callus in vitro." **Horticultural Abstracts**. 65: 412.
- Kruczkowska, H. 1983. "Micropropagation of freesia." **Horticultural Abstracts**. 53: 273.
- Lilien-Kipnis and M. Kochba. 1988. "Mass propagation of new gladiolus hybrids." **Horticultura. Abstracts**. 58: 394.
- Leopold, A. C. and P. E. Kriedemann. 1975. **Plant growth and Development..** New York: Mc Graw-Hill Book.

- Li, N., B. H. M. Hoang and S. Hao. 1990. "Somatic embryogenesis and its hormonal Regulation in tissue culture of *Freesia refracta*." **Journal Botanical**. 65: 271-279.
- Malamug, J. I., F. H. Inden and T. Asanira. 1991." Plantlet regeneration and propagation From ginger callesus." **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**. 27: 235-238.
- Marienne, D, Bruyn and D. I. Ferreira. 1992. "in vitro corm production of *Gladiolus Dalenii* and *G. tritis*." **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**. 31: 123-128.
- Miller, C. O. and F. Skoog. 1953. "Chemical control of bud formation in tobacco stem Segmet," **American Journal Botanical**. 40: 768-773.
- Mosella, Ch. And M. R. Fernandsz. 1986. "In vitro tissue culture as a tool for plant Research and propagation. LI. In vitro culture of ping garlic (*allium sativum*L.). " **Horticultural Abstracts**. 56:341.
- Murashige, T. 1974. "Plant propagation through tissue culture." **Plant Physiology**. 25:135-166.
- Nadgauda, R. S., A. F. Massarenhas., R. R. Hendre and V. Jagannthar. 1978. "Rapid Multiplication of turmeric (*Curcuma longa* Linn.) Plants by tissue culture. " **Horticultural Abstracts**. 47(3):959.
- Nayak, N. R., S. Patnaik and S. P. Rath. 1997. "Direct shoot regeneration from folia ecplants Of an epiphytic orchid, *Acampe praemirsa* (Roxb.) Blatter and McCann. " **Plant Cell Reports**. 16:583-586.
- Noguchi, Y. and O. Yamakawa. 1988. Rapod clonal propagation of ginger (*Zingiber Officinale* Rosc.) by roller tube culture." **Journal Breed**. 38:437-442.
- Peak, K.Y. and C. K. Chun. 1982. "in vitro propagation of bulb scale sections of *Lilium Longiflorum*." **Horticultural Abstracts**. 53:274.
- Palai, S. K., R. G. Rout, P. Das. 1998. "Micropropagation of ginger (*Zingibet officinale* Rosc.) Interaction of growth regulators and culture conditions." **Horticultural Abstracts**. 68(8): 7041.
- Pillai, S. K. and K. B. Kumar. 1982. "Note on the clonal multiplication of ginger In vitre Indian. " **Agriculture science**. 52 (6) : 397-399.

- Remotti, P. C. and H. J. M. Loffler. 1995. "Callus induction and plant regeneration from *Gladiolus*." **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**. 42 : 171-178.
- Reynolds, J. F. 1987. "Chemical regulation in tissue culture: An overview." **Hort. Science**. 22: 1192-1194.
- Rout, G.R., S. K. Palai, S. Samantaray and P. Das. 1995. "Metabolic changes during in vitro Multiplication of *Curcuma longa* Linn. Cv Suroma and PTS-28". (Online) <http://www.lib.cmu.ac.th/databaseonline/cababstractt> (5 Mach 2001).
- Sharma, T. R. and B. M. Singh and R. S. Chauhan. 1994. "Production of diceace-free Encapsulated buds of *Zingiber officinale* Rosc." **Plant Cell Reports**. 15: 274-277.
- Simonsen, J. and C. Hildebrandt. 1971. "In vitro growth differentiation of *gladiolus* plant From callus cultures." **Canada Journal Botanical**. 49: 1817-1819.
- Skoog, F. and C. O. Miller. 1957. "Chemical regulation of growth and organ formation in Plant tissue cultures in vitro." **Symmetrical Sociology Express Biology**. 11: 118-131.
- Sotthikul, C. and P. apavatjirut. 1996. "Regenerating adventitious shoots from in vitro culture Of *Liatris spicata* (L.) Willd. Cotyledon." **Hort. Science**. 31 (1): 154-155.
- Suttler, E. G. 1988. "Regulation of morphogenesis: A brief introduction." **Hort. Science**. 23: 512-513.
- Tamura, S. 1988. "adventitious bud formation excised hyacinth bulb scale in vitro." **Horticultural Abstracts**. 48 (4) : 882.
- Thimann, K. V. 1963. "Plant growth substances: past, present and future." **Plant Physiology**. 14: 1-8.
- Wang, L., B. Hrang, M. He and S. Hao. 1994. "In vitro morphogenesis and its hormonal Control in tissue culture of *Freesia refracta*." **Horticultural Abstracts**. 64: 501.
- Wannakrairoj, S. 1992. "In vitro propagation of *patumma* (*Curcuma alismatifolia* Gangnap.)." **Hort. Science**. 27 (6) : 97.
- Winnaar, W. 1989. "Turmeric successfully established in tissue culture." **Horticultural Abstracts**. 59 (12): 1028.

- Yasuda, K., T. Tsuda, H. Shimizu and A. Sugaya. 1988. "Multiplication of *Curcuma* spp. By tissue culture." **Planta Medicine**. 54: 75-79.
- Yeoman, M. M. and A. J. Macleod. 1977. **Plant Tissue and Cell Culture**. Oxford: Blackwell.
- Zhuc, W. and Z. Sun. 1987. "Flower bud and dormant bud culture and plant differentiation of *Gladiolus* hybrids in vitro." **Horticultural Abstracts**. 57:922.





ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสูงของเนื้อเยื่อส่วนยอดไพล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่างๆ กันที่อายุ 30 วัน

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr>F
BA	4	19.124	4.9031	4.99**	0.0010
NAA	4	0.3948	0.0987	0.10 ^{ns}	0.9821
BA*NAA	16	6.1619	0.3851	0.39 ^{ns}	0.9818
Error	100	98.300	1.0172		
Total	124	123.4692			

CV = 28.34

ตารางผนวกที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสูงของเนื้อเยื่อส่วนยอดไพล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่างๆ กันที่อายุ 40 วัน

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr>F
BA	4	113.1059	28.2764	22.42**	0.0010
NAA	4	0.8123	0.2030	0.16 ^{ns}	0.9575
BA*NAA	16	5.0212	0.3138	0.25 ^{ns}	0.9988
Error	100	126.1120	1.2611		
Total	120	245.0515			

CV = 25.22

ตารางผนวกที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความสูงของเนื้อเยื่อส่วนยอดไพล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่างๆ กันที่อายุ 50 วัน

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr>F
BA	4	248.8115	62.2028	26.73**	0.0001
NAA	4	6.0995	1.5248	0.66 ^{ns}	0.6244
BA*NAA	16	24.9388	1.5586	0.67 ^{ns}	0.8169
Error	100	232.6680	2.3266		
Total	124	512.5179			

CV = 27.04

ตารางผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะห์จำนวนหน่อของเนื้อเยื่อส่วนยอดไพล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่างๆ กันที่อายุ 20 วัน

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr>F
BA	4	6.9120	1.7280	2.63*	0.0385
NAA	4	1.7920	0.4480	0.68 ^{ns}	0.6054
BA*NAA	16	5.2480	0.3280	0.50 ^{ns}	0.9419
Error	100	65.6000	0.656		
Total	124	79.5520			

CV = 60.98

ตารางผนวกที่ 5 ผลการวิเคราะห์จำนวนหน่อของเนื้อเยื่อส่วนยอดไพล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่างๆ กัน ที่อายุ 30 วัน

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr>F
BA	4	3.9200	0.9800	2.13 ^{ns}	0.0825
NAA	4	5.6800	1.4200	3.09*	0.0192
BA*NAA	16	8.400	0.5250	1.14 ^{ns}	0.3290
Error	100	46.0000	0.46		
Total	124	64.0000			

CV = 84.77

ตารางผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์จำนวนหน่อของเนื้อเยื่อส่วนยอดไพล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่างๆ กันที่ อายุ 40 วัน

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr>F
BA	4	3.1520	0.7880	2.98*	0.0225
NAA	4	2.2720	0.5680	2.15 ^{ns}	0.0800
BA*NAA	16	4.9280	0.3080	1.17 ^{ns}	0.3078
Error	100	26.4000	0.264		
Total	124	36.7520			

CV =188.90

ตารางผนวกที่ 7 ผลการวิเคราะห์จำนวนหน่อของเนื้อเยื่อส่วนยอดไพล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่างๆ กันที่ อายุ 50 วัน

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr>F
BA	4	1.3920	0.3480	3.48 *	0.0105
NAA	4	0.4320	0.1080	1.08 ^{ns}	0.3705
BA*NAA	16	2.6080	0.1675	1.63 ^{ns}	0.0745
Error	100	1.0000	0.1		
Total	124	14.4320			

CV = 282.34

ตารางผนวกที่ 8 ผลการวิเคราะห์จำนวนรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดไพล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่างๆ กัน ที่อายุ 10 วัน

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr>F
BA	4	5.8880	1.4720	5.49**	0.0005
NAA	4	4.9280	1.2320	4.60**	0.0019
BA*NAA	16	4.2720	0.2670	1.00 ^{ns}	0.4671
Error	100	26.8000	0.268		
Total	124	1.8880			

CV = 154.07

ตารางผนวกที่ 9 ผลการวิเคราะห์จำนวนรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดไพล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่างๆ กันที่ อายุ 20 วัน

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr>F
BA	4	60.5920	15.148	9.79**	0.0001
NAA	4	3.6320	0.908	0.59 ^{ns}	0.6731
BA*NAA	16	30.2880	1.8930	1.22 ^{ns}	0.2643
Error	100	154.8000	1.548		
Total	124	249.3120			

CV = 71.01

ตารางผนวกที่ 10 ผลการวิเคราะห์จำนวนรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดไพล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่างๆ กัน ที่อายุ 40 วัน

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr>F
BA	4	123.9520	30.988	7.57**	0.0001
NAA	4	147.0720	36.768	8.98**	0.0001
BA*NAA	16	106.2880	6.6430	1.62 ^{ns}	0.0766
Error	100	409.6000	4.96		
Total	124	786.9120			

CV = 82.67

ตารางผนวกที่ 11 ผลการวิเคราะห์จำนวนรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดไหล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่างๆ กัน ที่อายุ 50 วัน

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr>F
BA	4	114.9920	28.748	9.46**	0.0001
NAA	4	11.7920	2.948	0.97 ^{ns}	0.4276
BA*NAA	16	75.4880	4.7180	1.55 ^{ns}	0.0967
Error	100	304.0000	3.04		
Total	124	506.2720			

CV = 78.11

ตารางผนวกที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความยาวรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดไหล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่างๆ กันที่ อายุ 10 วัน

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr>F
BA	4	0.8411	0.2102	6.91**	0.0001
NAA	4	0.1491	0.0372	1.22 ^{ns}	0.3052
BA*NAA	16	0.4196	0.0262	0.86 ^{ns}	0.6138
Error	100	3.0440	0.0304		
Total	120	4.4539			

CV = 146.36

ตารางผนวกที่ 13 ผลการวิเคราะห์ความยาวรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดไหล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่างๆ กันที่ อายุ 20 วัน

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr>F
BA	4	3.8403	0.9600	7.99**	0.0001
NAA	4	1.0259	0.2564	2.14 ^{ns}	0.0820
BA*NAA	16	1.5812	0.0988	0.82 ^{ns}	0.6572
Error	100	12.0120	0.1201		
Total	124	18.4595			

CV = 71.13

ตารางผนวกที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความยาวรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดไหล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่างๆ กัน ที่อายุ 30 วัน

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr>F
BA	4	0.2731	0.0682	0.29 ^{ns}	0.8843
NAA	4	2.7379	0.6844	2.90*	0.0256
BA*NAA	16	4.8684	0.3042	1.29 ^{ns}	0.2191
Error	100	23.6040	0.2360		
Total	124	31.4835			

CV = 68.69

ตารางผนวกที่ 15 ผลการวิเคราะห์ความยาวรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดไหล ที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่างๆ กันที่ อายุ 50 วัน

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr>F
BA	4	14.1691	3.5422	3.92**	0.0053
NAA	4	6.9643	1.7410	1.93 ^{ns}	0.1115
BA*NAA	16	8.5020	0.5313	0.59 ^{ns}	0.8858
Error	100	90.2720	0.9027		
Total	124	119.9075			

CV = 66.57

ตารางผนวกที่ 16 ผลการวิเคราะห์จำนวนหน่อของเนื้อเยื่อส่วนยอดไหล ที่เลี้ยงในอาหารเหลว สูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม BA และ/หรือ NAA ความเข้มข้น ต่างๆ กันที่อายุ 10 วัน

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr>F
BA	4	2.2600	0.5650	2.57*	0.0448
NAA	4	1.4600	0.3650	1.66 ^{ns}	0.1684
BA*NAA	16	3.3400	0.2087	0.95 ^{ns}	0.5193
Error	75	16.5000	0.2200		
Total	99	23.5600			

CV = 33.98

ตารางผนวกที่ 17 ผลการวิเคราะห์จำนวนหน่อของเนื้อเยื่อส่วนยอดไหล ที่เลี้ยงในอาหารเหลว
สูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้น
ต่างๆ กันที่อายุ 20 วัน

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr>F
BA	4	3.6000	0.9000	3.46*	0.0119
NAA	4	1.4000	0.3500	1.35 ^{ns}	0.2608
BA*NAA	16	9.5000	0.5937	2.28**	0.0089
Error	75	19.5000	0.2600		
Total	99	34.0000			

CV = 31.86

ตารางผนวกที่ 18 ผลการวิเคราะห์จำนวนรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดไหล ที่เลี้ยงในอาหารเหลว
สูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่างๆ
กันที่อายุ 10 วัน

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr>F
BA	4	0.7000	0.1750	0.89 ^{ns}	0.4743
NAA	4	1.6000	0.4000	2.03 ^{ns}	0.0982
BA*NAA	16	5.7000	0.3262	1.81*	0.0451
Error	75	14.5700	0.1966		
Total	99	22.7500			

CV = 32.84

ตารางผนวกที่ 19 ผลการวิเคราะห์จำนวนรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดไหล ที่เลี้ยงในอาหารเหลว
สูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่างๆ
กันที่อายุ 20 วัน

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr>F
BA	4	3.2000	0.8000	2.86 *	0.0292
NAA	4	1.1000	0.2750	0.98 ^{ns}	0.4225
BA*NAA	16	6.7000	0.4187	1.50 ^{ns}	0.1241
Error	75	21.0000	0.2800		
Total	99	32.0000			

CV = 33.07

ตารางผนวกที่ 20 ผลการวิเคราะห์จำนวนรากของเนื้อเยื่อส่วนยอดไหล ที่เลี้ยงในอาหารเหลว
สูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ BA ความเข้มข้นต่างๆ
กันที่อายุ 30 วัน

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr>F
BA	4	6.4600	1.6150	4.94 *	0.0014
NAA	4	0.7600	0.1900	0.58 ^{ns}	0.6769
BA*NAA	16	7.8400	0.4900	1.50 ^{ns}	0.1224
Error	75	24.5000	0.3266		
Total	99	39.5600			

CV = 35.28

ตารางผนวกที่ 21 ผลการวิเคราะห์ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางแคลลัสของเนื้อเยื่อส่วนยอดไพล
ที่เลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ
BA ความเข้มข้น ต่างๆ กันที่อายุ 20 วัน

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr>F
BA	4	0.7400	0.9350	1.90 ^{ns}	0.1201
NAA	4	9.4400	2.3600	4.78**	0.0017
BA*NAA	16	10.4600	0.6537	1.33 ^{ns}	0.2050
Error	75	37.0000	0.4933		
Total	99	60.6400			

CV = 48.77

ตารางผนวกที่ 22 ผลการวิเคราะห์ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางแคลลัสของเนื้อเยื่อส่วนยอดไพล
ที่เลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS และ MS ดัดแปลงโดยการเติม NAA และ/หรือ
BA ความเข้มข้น ต่างๆ กันที่อายุ 30 วัน

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr>F
BA	4	1.8600	2.9650	3.54*	0.0106
NAA	4	4.5600	1.1400	1.36 ^{ns}	0.2550
BA*NAA	16	16.1400	1.0087	1.21 ^{ns}	0.2840
Error	75	62.7500	0.8366		
Total	99	95.3100			

CV = 42.94