ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาพืชสวน

เรื่อง

ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเพิ่มปริมาณขิงชมพู
ในสภาพปลอดเชื้อ

Effect of Plant Growth Regulators for *In Vitro* Multiplication
of Pink Ginger (*Alpinia purpurata*) cv. Ginoza Hybrid

โดย

นางสาวสรัญญา สมุทรานุภาพ

ได้รับการเห็นชอบจาก

....

(ผศ.ดร.สุเม อรัญนารถ)
อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

....

(รศ.สมภพ ฐิตะวสันต์)
หัวหน้าภาควิชาพืชสวน

วันที่...31...เดือน พฤษภาคม พ.ศ.2544

ปัญหาพิเศษ
ภาควิชาพืชสวน

เรื่อง

ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเพิ่มปริมาณขิงชมพู ในสภาพปลอดเชื้อ

Effect of Plant Growth Regulators for *In Vitro* Multiplication of Pink Ginger (*Alpinia purpurata*) cv. Ginoza Hybrid

โดย
นางสาวสรัญญา สมุทรานุภาพ

อาจารย์ที่ปรึกษา
ผศ.ดร.สุเม อรัญนารถ

เสนอ

ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต(เกษตรศาสตร์)
พุทธศักราช 2543

ชื่อเรื่อง	ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเพิ่มปริมาณขิงชมพูในสภาพปลอดเชื้อ
	Effect of Plant Growth Regulators for *In Vitro* Multiplication of Pink Ginger (*Alpinia purpurata*) cv. Ginoza Hybrid
โดย	นางสาวสรัญญา สมุทรานุภาพ
ภาควิชา	พืชสวน
สาขา	พืชสวน
คณะ	เทคโนโลยีการเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.สุเม อรัญนารถ

บทคัดย่อ

จากการศึกษาการเพิ่มปริมาณยอดและรากขิงชมพูในสภาพปลอดเชื้อ โดยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจากการนำชิ้นส่วนดอกอ่อนไปเพาะเลี้ยงบนอาหารแข็ง MS ที่เติมBA ที่ระดับความเข้มข้น 0,1,5,10,15 mg/l ร่วมด้วย NAA ที่ระดับความเข้มข้น 0,0.5,1,1.5 mg/l เป็นเวลา 20 สัปดาห์ จากการทดลองพบว่า อาหารMS ที่เติม BA 15 mg/l ร่วมด้วย NAA 0.5 mg/l สามารถชักนำให้ชิ้นส่วนเกิดจำนวนยอดมากที่สุด แต่ยอดมีขนาดเล็กและยอดเกิดรากด้วย อาหารMS ที่เติมNAA 1 mg/l เพียงอย่างเดียว ชักนำให้เกิดยอดที่มีความยาวมากที่สุด อาหาร MS ที่มี NAA 1.5 mg/l เพียงอย่างเดียว สามารถชักนำให้ เกิดยอดใหม่ที่มีขนาดใหญ่ แต่ยอดมีจำนวนน้อยและยอดเกิดรากจำนวนมากที่สุด

Title : Effect of Plant Growth Regulators for *In Vitro* Multiplication of Pink Ginger (*Alpinia purpurata*) cv. Ginoza Hybrid

By : Miss Saranya Samuttranuphap

Major : Horticulture

Department : Horticulture

Faculty : Agricultural Technology

Advisor : Assist.Prof.Dr.Sumay Arunyanart

Abstract

In vitro multiplication of pink ginger (*Alpinia purpurata*) cv. Ginoza Hybrid was studied.Young flowers were cultured on Murashige and Skoog (1962) medium supplemented with 0,1,5,10,15 mg/l BA and 0,0.5,1,1.5 mg/l NAA for 20 weeks. The maximum number of shoots was obtained from medium containing 15 mg/l BA and 0.5 mg/l NAA but shoots were small and shoots were also rooted.The longest shoots were achieved from the medium with only 1 mg/l NAA ,on the other hand, medium with only 1.5 mg/l NAA produced new big shoots and highest number of roots.

คำนิยม

ปัญหาพิเศษเรื่องนี้ สำเร็จได้ด้วยดี ด้วยความกรุณา การแนะนำจาก ผศ.ดร.สุเม อรัญนารถ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ให้คำปรึกษาชี้แนะ ให้แนวทาง การแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ตั้งแต่เริ่มทำการทดลอง จนกระทั่งเสร็จสิ้นการทดลองด้วยความเรียบร้อยสมบูรณ์ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และพี่นักศึกษาปริญญาโททุก ๆ ท่านที่ให้คำแนะนำ และเป็นกำลังใจ

ขอบใจเพื่อน ๆ ผู้น่ารักที่ให้ความช่วยเหลือทั้งแรงกายและแรงใจ การทดลองครั้งนี้จึงสำเร็จได้ด้วยดี

ขอบพระคุณภาควิชา พืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้การศึกษา และสถานที่ในการปฏิบัติงาน

สุดท้ายนี้กราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ คุณอา ที่ให้กำลังใจและการสนับสนุน การทำงานทดลองครั้งนี้ด้วยดีมาตลอด

นางสาวสรัญญา สมุทรานุภาพ

สารบัญ

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ **หน้า**

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ **หน้า**

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

คำย่อที่ใช้ในรายงานนี้

BA	N^6-benzyladenine
NAA	α-naphthylacetic acid
MS	Murashige and Skoog
cm.	เซนติเมตร
mg/l	มิลลิกรัมต่อลิตร
ml/l	มิลลิลิตรต่อลิตร

ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเพิ่มปริมาณขิงชมพูในสภาพปลอดเชื้อ

Effect of Plant Growth Regulators for *In Vitro* Multiplication

of Pink Ginger (*Alpinia purpurata*) cv. Ginoza Hybrid

คำนำ

ปัจจุบันถือได้ว่าไม้ดอกไม้ประดับเป็นปัจจัยที่ 5 ในการดำรงชีวิตของมนุษย์โลก แม้ประเทศที่กำลังพัฒนาดังเช่นประเทศไทย ชีวิตคนไทยและสังคมโดยเกี่ยวข้องกับไม้ดอกไม้ประดับอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ นับแต่โบราณกาลมีการใช้ดอกไม้ใบไม้ในชีวิตประจำวันในงานมงคลต่าง ๆ ของแต่ละคนแต่ละครอบครัวแต่ละสังคม ตลอดจนในงานพิธีในวันสำคัญของชาติ ศาสนาและพระมหากษัตริย์ ครั้นเมื่อสิ้นชีวิตลงการตั้งสวดพระอภิธรรมและพิธีเผาศพยังนิยมใช้ดอกไม้ในรูปของพวงหรีด ไปกราบเคารพศพด้วยและดอกไม้ใบไม้จะช่วยบรรเทาความเศร้าโศกลงได้อย่างประหลาด จะเห็นได้ว่าคนไทย แต่ละชีวิตมีค่าใช้จ่ายในเรื่องของต้นไม้ดอกไม้ไม่น้อยเลย (สมเพียร,2532)

ธุรกิจไม้ตัดดอกของโลกเป็นธุรกิจที่ยิ่งใหญ่มากไม่แพ้ธุรกิจอื่น ๆ มูลค่าการซื้อขายเพิ่มขึ้นเป็นลำดับทุกปีและมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ เป็นที่น่าภูมิใจเป็นอย่างยิ่งที่ประเทศไทยมีชื่ออยู่ในทำเนียบผู้ส่งออก 10 อันดับแรกของโลกด้วย โดยอยู่ในอันดับที่ 6 ในปี พ.ศ. 2528 แม้จะมีส่วนแบ่งตลาดเพียง 1.6 % ก็ตาม (สมเพียร,2532)

ปัจจุบันความต้องการในการใช้ไม้ดอกไม้ประดับทั้งตลาดในประเทศและต่างประเทศมีมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะการส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศ ในระยะ 5 ปีที่ผ่านมามีมูลค่าเพิ่มขึ้น ในอัตราร้อยละ 5 ต่อปี ส่งผลให้ความรู้ทางวิชาการและความก้าวหน้าทางการศึกษา ด้านไม้ดอกไม้ประดับต้องปรับตัวให้ทันกับกระแสการเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจ เพื่อเร่งพัฒนาในเรื่องของชนิด พันธุ์ การดูแลรักษา การเก็บเกี่ยว การควบคุมคุณภาพของผลผลิต ตลอดจนการศึกษาความต้องการทางด้านการตลาดของไม้ดอกไม้ประดับที่มีศักยภาพในเชิงเศรษฐกิจ(กองโครงการและประสานงานวิจัย,2539) การผลิตไม้ตัดดอกเมืองร้อนอื่น ๆ ที่อาจพัฒนาขึ้นจนถึงขนาดส่งออกที่น่าสนใจขณะนี้คือ หน้าวัว ขิงแดง ขิงชมพู เฮลิโคเนีย (คณะอนุกรรมการประสานงานวิจัยและพัฒนาไม้ดอกไม้ประดับ,2533)

พืชวงศ์ขิงส่วนใหญ่เป็นพืชที่เกี่ยวข้องกับชีวิตความเป็นอยู่ประจำของคนไทย เนื่องจากเป็นพืชที่นิยมนำมาใช้เป็น อาหาร สมุนไพร ไม้ดอกไม้ประดับ ซึ่งเมื่อกล่าวถึงความสำคัญในแง่ของไม้ตัดดอกแล้ว พบว่าขิงแดง เป็นไม้ตัดดอกประเภทหนึ่งที่นำเงินตราเข้าสู่ประเทศไทยและมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย ๆ (เฉพาะที่ผ่านการออกใบรับรองปลอดศัตรูพืช)ในปี 2531-2533 พบว่า ในปี

2531 มีปริมาณการส่งออก 124 ดอก ปี 2532 1,468 ดอก และในปี 2533 1,817 ดอก(กลุ่มไม้ดอกไม้ประดับ,2534) เนื่องจากช่อดอกมีสีสวยสะดุดตา ดอกบานทน เหมาะสมที่จะใช้เป็นไม้ตัดดอก

สำหรับขิงชมพู เป็นขิงพันธุ์ใหม่ที่ยังไม่ค่อยมีคนรู้จักแพร่หลายเหมือนพวกขิงแดง มีลักษณะดอกเหมือนขิงแดงทุกประการ แต่เป็นสีชมพู คนส่วนมากมักจะนำไปปักแจกันประดับ หรือตกแต่งสถานที่ ขิงชมพูตอนนี้นับว่าขายได้ราคาดีและตลาดกำลังต้องการอย่างมาก การขยายพันธุ์ขิงส่วนใหญ่ทำโดยการแบ่งแยก หรือการแยกหน่อ ซึ่งต้องใช้เวลานานจึงจะได้ปริมาณมาก (รัชฎา, 2542) ซึ่งการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถเพิ่มปริมาณได้เป็นจำนวนมากและใช้ระยะเวลาสั้น และรวดเร็ว การทดลองนี้ทำการศึกษาถึงสูตรอาหารและความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อที่เหมาะสมต่อการเพิ่มปริมาณต้นขิงชมพูให้ได้ปริมาณมากในสภาพปลอดเชื้อ

การตรวจเอกสาร

ขิงชมพู

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Alpinia purpurata* cv. Ginoza Hybrid (Chang and Criley,1993)

วงศ์ : Zingiberaceae

ชื่อสามัญ : Pink Ginger

ขิงเป็นพืชล้มลุกอายุยืนหลายปี เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (monocotyledon) จัดอยู่ในวงศ์เช่นเดียวกับกระชาย กระทือ กระวานเทศ ข่า ขมิ้น เปราะหอม ไพล เร่ว ว่านมหาเมฆ และว่านรางทอง (วิทย์,2542)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลำต้น ขิงจัดเป็นพืชที่มีส่วนของลำต้นแท้จริงอยู่ใต้ดิน (underground stem) เรียกว่าแง่งขิง (rhizome) แง่งขิงมีลักษณะเป็นแท่งสั้น แข็ง หนา อวบน้ำ มีเยื่อและเกล็ดเล็ก ๆ (scaly leaf) ห่อหุ้ม ส่วนที่เห็นเป็นลำต้นอยู่เหนือดินซึ่งลำต้นเหนือดิน (shoot ,clump) นี้ไม่ใช่ลำต้นแท้จริง แต่เป็นลำต้นเทียม (pseudostem) ที่เกิดจากกาบใบ (leaf sheath) ซ้อนทับและอัดแน่นกันเป็นชั้น ๆ เหนือดิน โดยเจริญมาจากตาขิง(bud) ที่ปรากฏอยู่บริเวณข้อบนของแง่ง (จเรและคณะ,2525) เจริญเติบโตสูงประมาณ 1-1.5 เมตร

ใบ ขิงเป็นพืชที่มีใบเดี่ยว มีการจัดเรียงใบแบบสลับกัน (alternate) เป็น 2 แถว แผ่นใบบาง ลักษณะยาวแคบรูปหอก (linear-lanceolate) สีเขียว กว้างประมาณ 5-6นิ้ว ลักษณะขอบใบบาง เส้นใบขนานเป็นแนวเช่นเดียวกับใบ

ดอก ดอกจะออกตามยอดเป็นช่อตั้ง ยาวประมาณ 8-12 นิ้ว สีชมพู แต่ช่อดอกสีชมพูที่เห็นนั้นปีนเพียงใบประดับเท่านั้น ดอกจริงๆ แล้วยาวเพียงแค่ 1 นิ้ว เป็นรูปกรวยจะโผล่บานออกมาจากใบประดับ ดอกขิงจะผลัดกันบานครั้งละ 1-2 ดอก และออกดอกเป็นระยะ ๆ ตลอดปี (วิทย์,2542)

การขยายพันธุ์

โดยการใช้เหง้า ปลูกในดินร่วนซุยผสมปุ๋ยหมัก โดยยกดินให้เป็นร่องห่างกันประมาณ 30 เซนติเมตร ปลูกห่างกันประมาณ 20 เซนติเมตร และลึกประมาณ 5-10 เซนติเมตร ต้องระวังโรคเชื้อราตอนที่มีฝนมาก ๆ นิยมปลูกตามบ้านเรือนทั่วไป ชอบดินเหนียวปนทรายที่มีอินทรีย์วัตถุมาก อากาศค่อนข้างชื้น แต่ระบายน้ำดี ไม่ชอบน้ำขังแฉะ แสงแดดพอควร (วิทย์,2542)

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช(Plant Growth Regulator Chemicals)

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (Plant Growth Regulator Chemicals) เป็นสารอินทรีย์ซึ่งไม่จำกัดว่าพืชสร้างเองหรือมนุษย์สังเคราะห์ขึ้น และถ้าใช้ในปริมาณเพียงเล็กน้อยก็จะสามารถกระตุ้น ยับยั้ง หรือเปลี่ยนแปลงสภาพทางสรีรวิทยาในพืชได้

ฮอร์โมนพืช (plant hormone) เป็นสารอินทรีย์ที่พืชสร้างขึ้นในปริมาณเล็กน้อยและมีผลในการเปลี่ยนแปลงสภาพทางสรีรวิทยาในพืชนั้น ๆ อาจมีความหมายรวมถึงวิตามินบางชนิด แต่ไม่รวมถึงอาหารที่พืชสร้างขึ้น

เพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้นอาจกล่าวได้ว่า PGRC (คำย่อของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช) มีความหมายรวมถึงฮอร์โมนพืช และสารที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นมาใช้ประโยชน์ ในทางเกษตรเราไม่อาจใช้ฮอร์โมนพืชได้โดยตรง เนื่องจากสารดังกล่าวทำได้ยากและใช้ต้นทุนสูง ดังนั้นสารที่ใช้อยู่ทุกวันนี้จึงเป็นสารสังเคราะห์แทบทั้งสิ้น ถ้าจะกล่าวให้ถูกต้องจึงควรเรียกรวมว่า PGRC

สารหลายชนิดมีผลต่อการเติบโตของพืช หรือแม้กระทั่งการออกดอก แต่สารเหล่านี้อาจไม่ใช่ PGRC ก็ได้เมื่อพิจารณาจากคำจำกัดความของ PGRC เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้องจึงควรทราบดังต่อไปนี้

1.ต้องเป็นสารอินทรีย์ ซึ่งจะต้องประกอบด้วยคาร์บอนไฮโดรเจน และออกซิเจนเป็นหลัก มีสารหลายชนิดที่สามารถกระตุ้นหรือเร่งการเติบโตของพืชได้เช่น ปุ๋ยชนิดต่าง ๆ หรือแม้แต่โพแทสเซียม ซึ่งใช้เร่งการออกดอกของมะม่วง แต่สารเหล่านี้ไม่จัดเป็น PGRC เนื่องจากไม่ใช่สารอินทรีย์

2.ใช้หรือมีในปริมาณเล็กน้อยเท่านั้นก็สามารถแสดงผลต่อพืชได้ ส่วนใหญ่แล้วที่ใช้กันอยู่ทั่วไป จะใช้ความเข้มข้นต่ำมาก ๆ เช่น 1 mg/l ก็สามารถมีผลต่อพืชได้ บางครั้งอาจใช้ถึง 5,000 mg/l ซึ่งก็ยังถือว่าความเข้มข้นต่ำ ความเข้มข้นที่ใช้ขึ้นอยู่กับชนิดของสารและจุดประสงค์ที่ต้องการ

3.ไม่ใช่อาหารหรือธาตุอาหารของพืช สารพวกน้ำตาล กรดอะมิโน และไขมัน ถึงแม้ว่าจะเป็นสารอินทรีย์และมีผลต่อการเติบโตของพืช แต่ก็ไม่จัดว่าเป็น PGRC สารเหล่านี้เป็นอาหารของพืชโดยตรง ธาตุอาหารต่าง ๆ เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส เป็นวัตถุดิบในการสร้างอาหารและไม่จัดเป็นสารอินทรีย์ จึงไม่จัดอยู่ในข่ายที่จะเป็น PGRC เช่นกัน

PGRC เป็นสารกลุ่มใหญ่ ประกอบด้วยสารชนิดต่าง ๆ มากมายซึ่งสามารถแยกออกเป็นหมวดหมู่ตามคุณสมบัติซึ่งแตกต่างกันได้ดังนี้

1.ออกซิน (auxin)

สารในกลุ่มนี้มีทั้งที่พืชสร้างขึ้นเอง (ฮอร์โมน) และสารสังเคราะห์มีหน้าที่ควบคุมการขยายตัวของเซลล์ การเติบโตของใบ การติดผล การเกิดรากและเกี่ยวข้องกับกระบวนการอื่น ๆ อีกมากมาย สารออกซินที่ใช้ในการเกษตรส่วนใหญ่เป็นสารสังเคราะห์โดยใช้ประโยชน์ในการเร่ง

รากของกิ่งตอนหรือกิ่งปักชำ ช่วยเปลี่ยนเพศดอกของพืชบางชนิด ช่วยติดผล ป้องกันผลร่วง หรือขยายขนาดผล ออกซินบางชนิดใช้กันมากเพื่อการกำจัดวัชพืช

2.จิบเบอเรลลิน (gibberellins)

สารกลุ่มนี้พืชสร้างขึ้นเองได้ และยังมีเชื้อราบางชนิดสร้างสารนี้ได้ จึงมีการเลี้ยงเชื้อราเหล่านี้เพื่อนำมาสกัดสารจิบเบอเรลลินออกมาใช้ประโยชน์ ปัจจุบันยังไม่สามารถสังเคราะห์สารนี้ได้ในห้องปฏิบัติการ จึงทำให้สารชนิดนี้มีราคาสูง จิบเบอเรลลินมีหน้าที่ควบคุมการยืดตัวของเซลล์ การติดผล การเกิดดอก เร่งการเจริญเติบโตของต้นพืช ชาวสวนองุ่นใช้ประโยชน์จากจิบเบอเรลลินกันมาก โดยใช้ในการยืดช่อผล และปรับปรุงคุณภาพผล เป็นต้น

3.ไซโตไคนิน (cytokinins)

มีหน้าที่ควบคุมการแบ่งเซลล์ การเจริญเติบโตทางด้านกิ่งใบ การแตกแขนง สารกลุ่มนี้ใช้ประโยชน์ทางพืชสวนน้อยมาก ส่วนใหญ่ใช้ในงานเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ แต่ปัจจุบันเริ่มนำมาใช้เร่งการแตกตาข้างของพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการขยายพันธุ์พืชโดยการติดตา

4.เอทิลีนและสารปลดปล่อยเอทิลีน (ethylene and ethylene releasing compounds)

สารเอทิลีนเป็นก๊าซ ซึ่งพบได้ทั่ว ๆ ไป แม้กระทั่งในควันไฟก็มีเอทิลีนเป็นองค์ประกอบ พืชสามารถสร้างเอทิลีนได้เอง จึงจัดเป็นฮอร์โมนพืชชนิดหนึ่ง เอทิลีนมีหน้าที่ควบคุมการออกดอก การแก่และการสุกของผล และเกี่ยวข้องกับการหลุดร่วงของใบ ดอก ผล อาจกล่าวรวม ๆ ได้ว่า เอทิลีนมีหน้าที่กระตุ้นให้พืชแก่ตัวได้เร็วขึ้น การใช้ประโยชน์จากเอทิลีนในแปลงปลูกกระทำได้ยากเนื่องจากเอทิลีนเป็นก๊าซ ดังนั้นจึงมีการสังเคราะห์สารต่าง ๆ ให้อยู่ในรูปของแข็งหรือของเหลวที่สามารถปลดปล่อยก๊าซเอทิลีนออกมาได้ ซึ่งปัจจุบันได้นำมาใช้ประโยชน์ในการเร่งดอกสับปะรด เร่งการแก่ของผลไม้บนต้น เร่งการไหลของน้ำยางพารา

5.สารชะลอการเจริญเติบโต (plant growth retardants)

สารกลุ่มนี้ไม่พบตามธรรมชาติในพืช เป็นกลุ่มของสารซึ่งสังเคราะห์ขึ้นมาทั้งหมด คุณสมบัติหลักของสารกลุ่มนี้คือ ยับยั้งการสร้างหรือการทำงานของจิบเบอเรลลิน ดังนั้นลักษณะของพืชที่ได้รับสารเหล่านี้จึงมักแสดงออกในทางที่ตรงกันข้ามกับผลของจิบเบอเรลลิน ประโยชน์ของสารชะลอการเจริญเติบโตมีหลายอย่าง เช่น ลดความสูงของต้น ทำให้ปล้องสั้นลง ช่วยในการออกดอกและติดผลของพืชบางชนิด

6.สารยับยั้งการเจริญเติบโต (plant growth inhibitors)

สารกลุ่มนี้พืชสร้างขึ้นมาเพื่อถ่วงดุลกับสารเร่งการเจริญเติบโต ไม่ให้พืชเติบโตมากเกินไป สารกลุ่มนี้ยังควบคุมการพักตัว การหลุดร่วงของใบ ดอก ผล หรือแม้กระทั่งควบคุมการออกดอกของพืช ปัจจุบันมีการใช้สารสังเคราะห์ที่มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช เพื่อประโยชน์ทางการเกษตรเช่น ทำให้พืชแตกกิ่งแขนงมากขึ้น ยับยั้งการเกิดหน่อยาสูบ เร่งการออกดอกของพืชบางชนิด

7.สารอื่น ๆ

เป็นสารที่ไม่อาจจัดอยู่ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งข้างต้นได้ เนื่องจากมีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป เช่นสารเร่งการเติบโตทั่ว ๆ ไป สารทำให้ใบร่วง สารเพิ่มผลผลิต สารในกลุ่มนี้มีผลต่อพืชค่อนข้างจำกัด และมักใช้เพื่อประโยชน์อย่างใดอย่างหนึ่งโดยเฉพาะ

ฮอร์โมนที่นิยมใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ฮอร์โมนที่นิยมใช้กันมาก มี 2 กลุ่ม ได้แก่ ออกซิน และไซโตไคนิน ออกซินช่วยให้เซลล์ยืดตัวและเกิดราก ส่วนไซโตไคนินช่วยให้เกิดการแบ่งเซลล์และเกิดยอด ความจริงแล้วสารทั้งสองกลุ่มนี้จะมีปฏิกิริยาร่วมกันและยังได้รับอิทธิพลจากปัจจัยทางสภาพแวดล้อมอีกด้วย เช่น แสงและอุณหภูมิ ไม่ว่าจะเป็นกรณีใดก็ตาม สิ่งที่สำคัญที่สุดก็คือ อาหารจะต้องมีอัตราส่วนและชนิดของฮอร์โมนที่เหมาะสมที่สุด สำหรับพืชแต่ละชนิดที่นำมาเพาะเลี้ยง ชิ้นพืชที่นำมาเพาะเลี้ยงอาจจะมีออกซินหรือไซโตไคนินอยู่ในเนื้อเยื่ออยู่แล้วจำนวนหนึ่ง หรือเนื้อเยื่อเหล่านี้สามารถสังเคราะห์ฮอร์โมนลงไปในอาหารเพาะเลี้ยง

พัฒนาการของชิ้นพืชในอาหารเพาะเลี้ยง อาจจะพัฒนาขึ้นมาโดยที่ไม่จำเป็นต้องมีออกซินหรือไซโตไคนิน หรืออาจจะต้องการออกซินหรือไซโตไคนินอย่างใดอย่างหนึ่ง หรืออาจจะต้องการทั้งออกซินและไซโตไคนินก็ได้

ออกซิน

ในปี ค.ศ.1926 มีการพบว่าสารสกัดจากยอดของข้าวโอ๊ต ส่วนที่เรียกว่า โคลีออปไทล์ (coleoptile tip) จะทำให้โคลีออปไทล์อื่น ๆ ที่ไม่มียอดโค้งงอได้ และต่อมาจึงได้ระบุว่า IAA (indole acetic acid) คือออกซินที่ค้นพบจากยอดข้าวโอ๊ตนั่นเอง IAA จะถูกเอนไซม์เพอรอกซิเดสและเอนไซม์ IAA ออกซิเดสซึ่งมีอยู่ในเนื้อเยื่อพืชย่อยสลายได้ง่าย ดังนั้นการเติม IAA ในอาหารสังเคราะห์บางครั้งจึงไม่ได้ผล

ต่อมามีการสังเคราะห์ IBA (indole butyric acid)และ NAA (naphthalene acetic acid) ขึ้นมา และสาร 2 ตัวนี้มีประสิทธิภาพในการทำให้เซลล์ยืดตัวและเกิดรากได้ดีกว่า IAA มาก สาร 2 ตัวนี้นิยมใช้ในการกระตุ้นการเกิดรากของกิ่งตัดอย่างกว้างขวาง และนิยมใช้ในอาหารเพาะเลี้ยงด้วยเช่นเดียวกัน โดยใช้ออกซินร่วมกับไซโตไคนิน ในการกระตุ้นการแตกหน่อ และใช้ออกซินอย่างเดียวเพื่อให้เกิดราก

ออกซินที่เติมในอาหาร จะใช้ในความเข้มข้นน้อยมาก IAA ใช้ 0.01 -10 mg/l แต่ถ้าเป็นสารสังเคราะห์ (BA,NAA และ 2,4-D) ใช้ 0.001-10 mg/l (คำนูณ,2542)

คุณสมบัติและวิธีการใช้ออกซินสังเคราะห์บางชนิด

NAA (α-naphthylacetic acid) เป็นสารที่ใช้กันค่อนข้างกว้างขวางในประเทศไทยเช่นใช้เร่งการเกิดราก กระตุ้นให้ระบบรากเจริญเติบโตได้ดี ป้องกันการร่วงของผลไม้หลายชนิดเปลี่ยนเพศดอกเงาะ ใช้ทารอยแผลหลังตัดแต่งกิ่งเพื่อป้องกันการแตกหน่อ

สารNAA เป็นสารที่มีราคาค่อนข้างต่ำ ถ้าเป็นสารบริสุทธิ์จะเป็นผลึกสีขาว ละลายได้ดีในแอลกอฮอล์ แต่ละลายได้น้อยมากในน้ำหรืออาจเรียกได้ว่าไม่ละลายน้ำ สารNAA ที่นำมาใช้ในทางการเกษตรมักจะอยู่ในรูปเกลือโซเดียม (sodium naphthylacetate) ซึ่งสามารถละลายน้ำได้ดี และมีการผลิตออกมาจำหน่ายภายใต้ชื่อการค้าต่าง ๆ กัน เช่น แพลนโนฟิกซ์ (Planofix) โกร-พลัส (Gro-Plus) แพนเทอร์(Panter) ลิควินนอกซ์-สตาร์ท (Liquinox-Start) สารเหล่านี้มีNAA เป็นองค์ประกอบสำคัญแต่อาจมีส่วนผสมอื่นแตกต่างกันไปเล็กน้อย บางชนิดผลิตขึ้นมาเพื่อจุดประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่งโดยเฉพาะเช่น ลิควินอกซ์-สตาร์ท (Liquinox-Start) มีส่วนผสมของวิตามินบี 1 และสารสกัดจากพืชพวกป่าน (Yucca extract) และมีNAA ผสมในความเข้มข้นต่ำ สารการค้าชนิดนี้ใช้เพื่อกระตุ้นการเจริญของระบบราก โดยเฉพาะอย่างยิ่งภายหลังการย้ายกล้าหรือเปลี่ยนดินปลูก นอกจากนี้ยังมีบางชนิดที่ผสมขึ้นมาในรูปผงเพื่อใช้ในการเร่งรากกิ่งปักชำโดยเฉพาะได้แก่ ไตรฮอร์โมน (Trihormone) เป็นต้น

การให้สารNAA แก่พืชส่วนใหญ่มักใช้วิธีฉีดพ่นให้ทางใบ หรือให้สัมผัสกับดอกและผลโดยตรง NAA สามารถซึมผ่านเข้าไปในเนื้อเยื่อ ใบ ดอก หรือผลได้ดี และสามารถเคลื่อนย้ายเข้าไปภายในท่ออาหารซึ่งจะมีการเคลื่อนที่ผ่านไปยังส่วนต่าง ๆ ได้พร้อมกับอาหารที่พืชสร้างขึ้น ในสภาพที่มีอากาศชื้นและอุณหภูมิสูงจะช่วยส่งเสริมการดูดซึมและการเคลื่อนย้ายภายในพืช

ถึงแม้ว่าNAA จะเป็นPGRC ชนิดหนึ่งแต่ก็จัดว่าเป็นสารพิษเช่นกัน ความเป็นพิษของ NAA ที่มีผลต่อคนหรือสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจัดว่าอยู่ในระดับมีพิษปานกลาง ดังนั้นการใช้สาร NAA ควรทำด้วยความระมัดระวัง โดยยึดหลักความปลอดภัยเช่นเดียวกับการใช้ยาฆ่าแมลง (สมภพ,2539)

ไซโตไคนิน

เมื่อปี ค.ศ. 1940 มีผู้ค้นพบสารพวกไซโตไคนินซึ่งมีคุณสมบัติในการกระตุ้นการแบ่งตัวของเซลล์ ในขณะนั้นมีการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับสูตรอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชพบว่าพืชจะเติบโตชั่วระยะแรกในสูตรอาหารที่มีออกซินอยู่ด้วยเป็นเวลาหนึ่งเท่านั้น จากนั้นพืชจะหยุดการเติบโต แต่ถ้าใส่น้ำมะพร้าวหรือสารสกัดจากยีสต์เพิ่มลงไปในสูตรอาหารที่มีออกซินอยู่ด้วย พืชจะเติบโตต่อไปและมีรากเกิดขึ้นได้ จึงสันนิษฐานว่าในน้ำมะพร้าวหรือสารละลายที่สกัดจากยีสต์มีสารที่กระตุ้นการแบ่งเซลล์ได้

เมื่อปี ค.ศ. 1941 ได้มีการศึกษาการเจริญของเอ็มบริโอของต้นลำโพงในสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงเนื้อเยื่อ ปรากฏว่าเอมบริโอไม่เติบโตเลย แต่ภายหลังจากที่ใส่น้ำมะพร้าวลงไปในสูตรนั้น เอมบริโอจึงจะเจริญ การเจริญแบบนี้จะไม่เกิดขึ้นถ้าใส่สารพวกออกซิน เช่น IAA ลงไปในสูตรอาหารแต่เพียงอย่างเดียว (คำนูณ,2542)

Steward and Shantz (1954) พบไซโตไคนินจากอิทธิพลของน้ำมะพร้าวต่อการเจริญของหัวผักกาด เขาพบว่าหัวผักกาดที่นำมาเพาะเลี้ยงเจริญขึ้น 80 เท่า ทุกๆ 3 สัปดาห์ การทดลองของ

เขาทำให้พบสารเร่งการเจริญในเอนโดสเปิร์มอีกหลายชนิด ที่เป็นสารพวกไซโตไคนิน ได้แก่ ซีเอทิน(zeatin) ในเอนโดสเปิร์มของเมล็ดข้าวโพด ไคเนทิน (kinetin,6-furfurylaminopurine) สกัดจากDNA ในสเปิร์มของปลาเฮอริง (ศิวพงษ์,2541)

ปี ค.ศ. 1975 นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบว่าสารที่มีคุณสมบัติกระตุ้นการแบ่งตัวของเซลล์ที่อยู่ในน้ำมะพร้าวและในส่วนสกัดจากยีสต์นี้เป็นสารที่มีสูตรโครงสร้างแบบเพียวริน(purine) ต่อมาพบไคเนตินที่มีสูตรเป็น 6- furfuryl amino purine ซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติกระตุ้นการแบ่งเซลล์ และที่มีชื่อว่าไคเนทินก็เพราะว่าสารชนิดนี้ช่วยในกระบวนการแบ่งไซโทพลาสซึมของเซลล์ที่เรียกว่า ไซโตไคเนซิส (cytokinesis)

หลังจากนั้นมีผู้ค้นพบสารที่มีเพียวรินอยู่ในโครงสร้าง และมีคุณสมบัติคล้ายกับไคเนทินอีกหลายตัว จึงได้รวมเรียกสารเหล่านี้ว่า ไซโตไคนิน อาจใช้ไซโตไคนินแทนแสงหรือเกิดปฏิกิริยาร่วมกับแสงในการควบคุมกระบวนการต่าง ๆ ในพืช เช่น การสังเคราะห์รงควัตถุ พัฒนาการของคลอโรพลาสต์ และอาจใช้แทนแสงสีแดงในการงอกของเมล็ดได้ ไซโตไคนินความเข้มข้นสูง ๆ เช่น 1-10 mg/l จะชักนำการสร้างยอดและยับยั้งการสร้างราก นอกจากนี้ยังส่งเสริมการเกิดตาข้างโดยการไปลด apical dominance ตัวอย่างของสารในกลุ่มนี้ ได้แก่ ไคเนทิน- เบนซิลอะมิโนเพียวริน(benzylaminopurine) หรือ BAP ซึ่งเป็นสารสังเคราะห์ ซีเอทิน และน้ำมะพร้าว ซึ่งนิยมใส่ในความเข้มข้น 10-15 % (คำนูณ,2542)

ไซโตไคนินต้องการในอาหารเพาะเลี้ยงเพื่อกระตุ้นการแบ่งเซลล์ และการแตกหน่อของชิ้นเนื้อเยื่อ และมักจะไม่ใช้เมื่อต้องการให้งอกราก ถ้าการเพาะเลี้ยงใช้เวลานาน และยอดผอมไม่ค่อยสมบูรณ์แล้ว การเพิ่มไซโตไคนินจะทำให้การแตกหน่อเร็วขึ้น และความสูงจะลดลง ไซโตไคนินใช้เติมในอาหารสูงกว่าออกซินมาก ความเข้มข้นของไซโตไคนินที่นิยมใช้อยู่ในระหว่าง 1-10 mg/l(ศิวพงษ์,2541)

การขยายพันธุ์ขิงโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

Hosoki and Sagawa (1977) ทดลองฟอกฆ่าเชื้อที่ผิวของตาขิงโดยใช้คลอรอกซ์ (clorox) 10 เปอร์เซ็นต์ นาน 10 นาที ล้างออกด้วยน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้ว 2 ครั้ง เลี้ยงบนอาหารแข็งที่ประกอบด้วยธาตุอาหารหลักตามสูตร Murashige and Skoog (1962) ธาตุอาหารรองและวิตามินสูตรของ Ringe and Nitsch (1968) ซูโครส 2 เปอร์เซ็นต์ วุ้น 0.8 เปอร์เซ็นต์ pH 6.0โดยเติม BA 1มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถเพิ่มจำนวนต้นและรากได้ 5.6 ต้นและ 3 ราก จากต้น 1 ต้นที่ยังไม่มีรากเกิดขึ้น

Pillai and Kumar (1982) ใช้ตาจากแง่งขิงที่มีอายุแตกต่างกันฆ่าเชื้อโดยใช้เมอร์คิวริกคลอไรด์($HgCl_2$) 0.1เปอร์เซ็นต์ และเอธานอล (ethanol) 90เปอร์เซ็นต์ ล้างด้วยน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้ว 2 ครั้ง เลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร Schenk and Hildebrandt (1972)โดยไม่มีการใช้สารควบคุมการเจริญ

เติบโต พบว่าสามารถทำลายการพักตัวของตาขิงได้ และเมื่อย้ายลงในอาหารสูตรเดิมสามารถเพิ่มจำนวนได้ภายใน 3 เดือน

Gati *et al* .(1987) นำส่วนตาของขิงชนิด Red Ginger ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีเนื้อเยื่อในแง่งขิงเป็นสีชมพู มีปริมาณน้ำมันหอมระเหยสูง มาฟอกฆ่าเชื้อที่ผิวด้วยแอลกอฮอล์ 70เปอร์เซ็นต์ ตามด้วยเมอร์คิวริกคลอไรด์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ และโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (NaOCl) 50เปอร์เซ็นต์ ล้างด้วยน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้ว 3 ครั้ง เลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร Murashige and Skoog (1962) น้ำตาลซูโครส 3 เปอร์เซ็นต์ วุ้น 0.8 เปอร์เซ็นต์ pH5.6 $\pm$0.1 และเติม BA 10 มิลลิกรัมต่อลิตร และ NAA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดแคลลัส (callus)

Ikeda and Michael (1989) ศึกษาการเพิ่มปริมาณของต้นขิงในสภาพปลอดเชื้อ โดยใช้สูตรอาหาร Murashige and Skoog (1962) เติม BA 11 ไมโครโมลาร์ ในอาหารเหลวจะสามารถเพิ่มปริมาณต้นได้ถึง 10 ต้นภายใน 49 วัน

สำหรับในประเทศไทย อรดี (2524) ได้ทดลองนำหน่อจากแง่งขิงหยวกมาทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยนำมาล้างน้ำฟอกสบู่ ใช้ผ้าชุบเอธานอล 70 เปอร์เซ็นต์ เช็ดแง่งขิงให้สะอาดแล้วตัดเฉพาะปลายแง่งขิงซึ่งมีตาอยู่ด้วยยาวประมาณ 1 เซนติเมตร แช่ในน้ำยาคลอรอกซ์ 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำไปล้างด้วยน้ำกลั่นที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้วลอกเนื้อเยื่อที่หุ้มตายอดออกอีก ใช้มีดตัดเอาปลายยอดขนาด 2-3 มิลลิเมตร เลี้ยงในอาหารแข็งสูตร Murashige and Skoog (1962) ที่เติม NAA และ BA อย่างละ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร เลี้ยงที่อุณหภูมิ 26-28 องศาเซลเซียส ได้รับแสงประมาณ 2,000 ลักซ์ เป็นเวลา 14 ชั่วโมงต่อวัน สามารถชักนำให้เกิดต้นเล็ก ๆ ได้ ภายใน 40วัน แต่ยังไม่มีรากและจะมีรากในอาหารสูตรเดียวกัน เมื่อเลี้ยงต่อไปอีก 2 เดือน นอกจากการให้วิธีตัดแบ่งและเปลี่ยนอาหารบ่อยแล้ว ยังอาจใช้วิธีเลี้ยงในอาหารเหลวและใช้เครื่องเขย่าแบบเดียวกับกรณีที่ใช้ในกล้วยไม้

จรรยา (2537) ได้ศึกษาการขยายพันธุ์ขิงแดงโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนของหน่อในอาหารแข็งสูตร Murashige and Skoog (1962) ที่เติม IAAที่ความเข้มข้น 0,0.2,0.8,1.8 mg/l และ BA ที่ความเข้มข้น 0,1,5,10,15 mg/l พบว่าอาหารMS ที่เติม IAA ที่ระดับความเข้มข้น 0.2,0.8,1.8 mg/l มีผลทำให้ชิ้นส่วนมีการเจริญเติบโตเป็นต้นที่สมบูรณ์ มีรากและมีหน่อใหม่เกิดขึ้น และพบว่าอาหารMSที่เติม BA 5 mg/l มีผลทำให้ชิ้นส่วนมีการเจริญเติบโตเป็นต้นและมีจำนวนหน่อเพิ่มขึ้นมากที่สุด และอาหารMS ที่เติม BA 1 mg/l ร่วมด้วย NAA 1.5 mg/l สามารถเพิ่มจำนวนรากมากที่สุด และให้ความยาวรากสูงสุด นอกจากนี้แล้วยังสามารถชักนำให้เกิดยอดใหม่เป็นจำนวนมากอีกด้วย นอกจากนี้ได้ศึกษาการย้ายต้นขิงแดง (plantlets) ออกปลูกนอกสภาพปลอดเชื้อ โดยปลูกในวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ พบว่าทรายผสมขี้เลื่อยอัตราส่วน 1:1 ทำให้ขิงแดงมีเปอร์เซ็นต์รอดตายมากที่สุด

ฐิติภาส (2530) ได้ศึกษาวิธีการฟอกฆ่าเชื้อที่ผิว การใช้ยาปฏิชีวนะเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในเนื้อเยื่อขิง และสูตรอาหารที่เหมาะสมในการเพิ่มปริมาณต้นปลอดโรค โดยการใช้คลอรอกซ์ 10 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับออไซไซด์-50 2 เปอร์เซ็นต์และเอธานอล 70เปอร์เซ็นต์ ในการฟอกฆ่าเชื้อที่ผิว ปรากฏว่าไม่สามารถกำจัดเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ภายในเนื้อเยื่อขิงได้ และมีเปอร์เซ็นต์การปนเปื้อนสูงถึง 98.69-100 เปอร์เซ็นต์ แต่ก็สามารถรักษาตาขิงให้หายจากโรคที่เกิดจากแบคทีเรียได้ โดยเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร Murashige and Skoog (1962) ที่เติมสารในกลุ่ม Cytokinin คือBA ,kinetin ,2-iP แต่ละสารใช้ความเข้มข้นเหมือนกัน คือความเข้มข้นที่ระดับ 0,2,4,6,8และ10 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าต้นที่เลี้ยงบนอาหารแข็งที่เติม BA 10 มิลลิกรัม สามารถเพิ่มจำนวนต้นเฉลี่ยสูงสุด 3.6 ต้น จากต้นเดิม 1 ต้น

สิรินทร์ (2532) ศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณขิงในหลอดทดลอง โดยศึกษาเปรียบเทียบระหว่างสูตรอาหารแข็งและเหลว พบว่าขิงที่เลี้ยงในอาหารเหลวจะให้จำนวนหน่อมากกว่าขิงที่เลี้ยงในอาหารแข็ง โดยสูตรที่เหมาะสมที่สุดคือ Murashige and Skoog (1962) เมื่อมีการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตประเภท Cytokinin ร่วมด้วย พบว่าอาหารเหลวสูตร Murashige and Skoog (1962) ที่เติม BA 5 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถเพิ่มปริมาณหน่อได้มาก ซึ่งอัตราเพิ่มปริมาณเช่นนี้สามารถจะทำการผลิตขิงได้พอกับความต้องการให้ต้นทุนที่ต่ำได้

อังสนา (2533) ศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อขิง พบว่าสูตรอาหารที่เหมาะสมในการชักนำให้ตาขิงเจริญไปเป็นต้น ได้แก่ สูตรอาหาร Murashige and Skoog (1962) ที่เติม ซูโครส 3 เปอร์เซ็นต์ NAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมด้วย BA 15 มิลลิกรัมต่อลิตร ภายใน 45 วัน และการชักนำให้เกิด Callus ได้โดยการใช้เนื้อเยื่อส่วนใต้ตาและปลายราก เลี้ยงบนอาหารสูตร Schenk and Hilderbrandt (1972) ที่เติม 2,4-D 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตรkinetin 0.1 มิลลิลิตรและ NAA 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิด Callus ได้ภายใน 1 เดือน

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1.พืชทดลอง คือ ดอกขิงชมพู โดยใช้ดอกอ่อนที่มีกาบหุ้มสีเขียวเข้ม มีความยาวระหว่าง 0.3-0.6 เซนติเมตร

2.เครื่องมือที่ใช้ในการเตรียมอาหาร ประกอบด้วย กระบอกตวง บิกเกอร์ ปิเปต เครื่องชั่งไฟฟ้า เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง ขวดแก้วพร้อมฝาปิด ช้อนตักสาร แท่งแก้วคนสาร ทัพพีตักสารละลาย กระดาษไข นาฬิกาจับเวลา ตระกร้าพลาสติก หนังยาง ถุงพลาสติก กระบอกตวง

3.เครื่องมือในห้องย้ายชิ้นส่วน ประกอบด้วย ตู้ปลอดเชื้อ มีดผ่าตัดเล็กพร้อมด้าม ปากคีบ จานแก้ว ตะเกียงแอลกอฮล์ ผ้าขาวบาง บิกเกอร์ กระบอกตวง ไฟแช็ค แอลกอฮอล์ 70% และ 95%

4.สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมอาหารMS (ดูส่วนประกอบในภาคผนวก) ร่วมด้วยน้ำมะพร้าว 150 ml/l

5.สารควบคุมการเจริญเติบโต

NAA (α-naphthylacetic acid)

BA (N^6-benzyladenine)

6.อุปกรณ์ในการบันทึกผล

ไม้บรรทัด กล้องถ่ายรูป

1.การเตรียมอาหาร

การเตรียมอาหารแข็งสูตร Murashige and Skoog (1962) เตรียมสารละลายเข้มข้น(Stock Solution) โดยเตรียม Macro element ให้มีความเข้มข้นของ Stock solution เป็น 10 เท่าของความเข้มข้นที่ต้องการใช้ Micro element และ Organic compound ให้มีความเข้มข้นของ Stock solution เป็น 100 เท่าของความเข้มข้นที่ต้องการ

การเตรียมสารละลายความเข้มข้นที่ใช้จริง

คำนวณปริมาณ Stock solution ที่จะใช้เตรียมจริงด้วยสูตร

$$N_1V_1=N_2V_2$$

N_1 = ความเข้มข้นของสารละลายเริ่มต้น

V_1 = ปริมาตรของสารละลายเริ่มต้น

N_2 = ความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้จริง

V_2 = ปริมาตรของสารละลายที่ใช้จริง

<u>การเตรียมอาหาร 1 ลิตร</u>

1.ตวงน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ใส่กระบอกตวงปริมาตร1,000 มิลลิลิตร

2.เติม Stock solution ของMacro element Micro element และ Organic compound

3.เติมน้ำมะพร้าว 150 มิลลิลิตร.สารละลายน้ำตาลจากน้ำตาล 30 กรัม

4.ปรับปริมาตรให้ได้ 800 มิลลิลิตร

5.แบ่งใส่บิกเกอร์ บิกเกอร์ละ 40 มิลลิลิตร

6.เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต ตามปริมาตรที่คำนวณได้ในแต่ละสูตร ใช้แท่งแก้วคนให้เข้ากัน หลังจากนั้นปรับ pHด้วย NaOH 1N หรือ HCl 1N ให้ได้pH 5.5-5.7 เติมผงวุ้นบิกเกอร์ละ 0.4 กรัม

7.นำแต่ละบิกเกอร์ ไปต้มด้วย Microwave จนวุ้นละลายดี และปรับปริมาตรให้ได้ 50 มิลลิลิตร

8.นำมากรอกใส่ขวด ปิดฝา นำไปนึ่งฆ่าเชื้อในหม้อความดัน(autoclave) ใช้ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15-20 นาที เก็บอาหารไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

2.การเตรียมชิ้นส่วน

ดึงกลีบประดับของดอกขิงชมพูออกแล้วทำการตัดแยกนำดอกอ่อนออกมาจากก้านดอก โดยเลือกดอกอ่อนที่มีขนาดใหญ่พอประมาณและมีสีเขียวเขียวเข้ม นำไปฟอกฆ่าเชื้อ

3.การฟอกฆ่าเชื้อ

นำดอกอ่อนที่ได้ไปผ่านน้ำไหล แล้วนำมาฟอกฆ่าเชื้อที่ผิวภายในตู้ Laminar Flow โดยใช้แอลกอฮอล์(ethanol) คลอรอกซ์(clorox)และน้ำกลั่นที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว ฟอกตามสูตรต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในวิธีการทดลอง

4.การย้ายชิ้นส่วน

ทำการย้ายชิ้นส่วนทุก ๆ 30 วัน±2 วัน ตลอดระยะเวลาการเพาะเลี้ยงในแต่ละการทดลอง

5.สภาพห้องเลี้ยงเนื้อเยื่อ

เลี้ยงเนื้อเยื่อที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ให้แสงเป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน ที่ความเข้มแสง 2,500 lux

วิธีการทดลอง แบ่งเป็น 2 การทดลอง

<u>การทดลองที่ 1</u> การทดลองสูตรฟอกที่เหมาะสมต่อการฟอกฆ่าเชื้อในดอกอ่อนของขิงชมพูดังนี้

<u>สูตรที่1</u>

-ผ่านน้ำไหล	20	นาที
- เอธานอล 70 %	1	นาที
- คลอรอกซ์ 20%	20	นาที + tween-20
- น้ำกลั่น 3 ครั้งๆละ	5	นาที

<u>สูตรที่2</u>

-ผ่านน้ำไหล	20	นาที
- เอธานอล 70 %	1	นาที
- คลอรอกซ์ 20%	30	นาที + tween-20
- น้ำกลั่น3 ครั้งๆละ	5	นาที

<u>สูตรที่3</u>

-ผ่านน้ำไหล	30	นาที
- เอธานอล 70 %	2	นาที
- คลอรอกซ์ 20%	30	นาที+ tween-20
- คลอรอกซ์ 10%	20	นาที+ tween-20
- น้ำกลั่น3 ครั้งๆละ	5	นาที

<u>สูตรที่4</u>

-ผ่านน้ำไหล	30	นาที
- เอธานอล 70 %	2	นาที
- คลอรอกซ์ 20%	20	นาที+ tween-20
- น้ำกลั่น3 ครั้งๆละ	5	นาที

นำชิ้นส่วนที่ได้มาลอกกาบออกให้ได้ขนาดเล็ก โดยลอกกาบส่วนที่สัมผัสกับสารฟอกทิ้งให้หมด

การบันทึกผล

ทำการบันทึกจำนวนดอกอ่อนของขิงชมพูที่มีชีวิตอยู่และไม่มีการปนเปื้อนของเชื้อหลังทำการเลี้ยงชิ้นส่วนในขวดอาหารแล้ว 1 สัปดาห์

<u>การทดลองที่ 2</u> การศึกษาผลของBA ร่วมกับ NAA ที่มีต่อการเจริญเติบโตของดอกอ่อนขิงชมพู

นำดอกอ่อนขิงชมพูที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อแล้ว มาเลี้ยงในอาหารแข็งสูตร Murashige and Skoog (1962) ที่เติมBA ในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน คือ 0 , 1,5 , 10, 15 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมด้วย NAA ในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันคือ 0 , 0.5, 1,1.5 วางแผนการทดลองแบบFactorial in Randomized Completely Block Design โดยให้ความเข้มข้นของ BA ร่วมกับ NAA ในแต่ละระดับเป็นแต่ละวิธีการทดลองมี 3 ซ้ำ ซ้ำละ 5 ชิ้นส่วน ทำการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 5 เดือน บันทึกผลการเจริญเติบโตและการพัฒนาที่เกิดขึ้นในแต่ละสัปดาห์

บันทึกผลการทดลอง

1.บันทึกผลการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนทุกสัปดาห์โดยการให้คะแนน ซึ่งมีหลักเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

คะแนน 1 : ชิ้นส่วนไม่มีการเจริญเติบโตหรือเปลี่ยนแปลงใดๆ เป็นสีดำหรือสีน้ำตาล (ภาพที่ 1A)

คะแนน 2 : ชิ้นส่วนมีลักษณะสด สีขาว (ภาพที่ 1B)

คะแนน 3 : ชิ้นส่วนสีเขียวเข้ม สีเขียวปนเหลืองหรือสีเขียวอ่อน (ภาพที่ 1C)

คะแนน 4 : ชิ้นส่วนมีรากเกิดขึ้น (ภาพที่ 1D)

คะแนน 5 : ชิ้นส่วนมีหน่อเกิดขึ้น (ภาพที่ 1 E)

คะแนน 6 : ชิ้นส่วนมีหน่อและรากเกิดขึ้น (ภาพที่ 1 F)

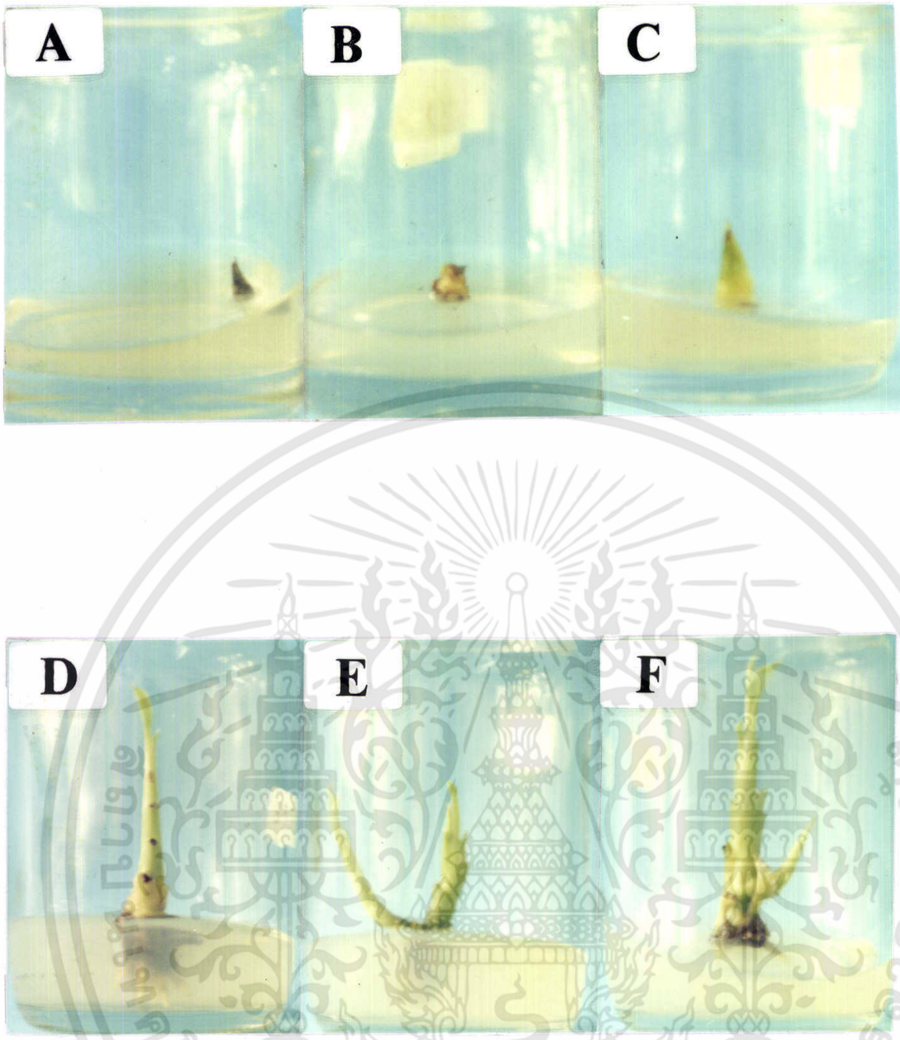
2.บันทึกความยาวยอดของชิ้นส่วนแต่ละชิ้นในทุกสัปดาห์

3.จำนวนราก

4.เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนที่มีการเกิดราก

5.จำนวนยอด

6.เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนที่มีการเกิดยอด



ภาพที่ 1 แสดงคะแนนการเจริญเติบ โตของดอกอ่อนขิงชมพูที่เลี้ยงในอาหาร MS (Murashige and Skoog,1962) ที่มีNAA และ BA ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

A = 1 คะแนน (1.13X)
B = 2 คะแนน (1.13X)
C = 3 คะแนน (1.13X)
D = 4 คะแนน (0.83X)
E = 5 คะแนน (0.83X)
F = 6 คะแนน (0.83X)

ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มทำการทดลอง กันยายน 2543

สิ้นสุดการทดลอง กุมภาพันธ์ 2544

สถานที่ทดลอง

ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสวน ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 การทดลองสูตรฟอกที่เหมาะสมต่อการฟอกฆ่าเชื้อในดอกอ่อนของขิงชมพู

ตารางที่ 1 แสดงเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนรอดชีวิต ชิ้นส่วนตาย และชิ้นส่วนที่มีการปนเปื้อนจากการฟอกด้วยสูตรฟอกต่าง ๆ

สูตรฟอก	เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนรอด	เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนตาย	เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนที่มีการปนเปื้อน
สูตรที่ 1	33.90%	0.00%	66.10%
สูตรที่ 2	43.03%	0.00%	56.96%
สูตรที่ 3	79.00%	17.95%	3.04%
สูตรที่ 4	53.48%	13.08%	33.84%

ภายหลังการเลี้ยงชิ้นส่วนดอกอ่อนขิงชมพู ที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อด้วยสูตรต่าง ๆ แล้ว ปรากฏว่าชิ้นส่วนที่ ผ่านการฟอกด้วยสูตรที่ 3 นำไปผ่านน้ำไหล 30 นาที ตามด้วยเอธานอล 70 % นาน 2 นาที คลอรอกซ์ 20%+ tween-20 30 นาที และคลอรอกซ์ 10% + tween-20 นาน 20 นาที และล้างด้วยน้ำกลั่น3 ครั้งๆละ 5 นาที ชิ้นส่วนมีเปอร์เซ็นต์การรอดสูงที่สุด 79.00% โดยลักษณะของชิ้นส่วนดอกอ่อนที่มีชีวิตรอดนั้นมีสีเขียวเข้ม เขียวอ่อนหรือ สีขาวและมีสีน้ำตาลอ่อน ๆ ที่กาบ สำหรับชิ้นส่วนที่ผ่านการฟอกด้วยสูตรที่1 โดยนำไปผ่านน้ำไหลนาน 30 นาที ฟอกด้วยเอธานอล 70 % 1 นาที คลอรอกซ์ 20% + tween-20 20 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้งๆละ 5 นาที ชิ้นส่วนมีเปอร์เซ็นต์การรอดต่ำที่สุด

ชิ้นส่วนที่ผ่านการฟอกด้วย การผ่านน้ำไหล 20 นาที ฟอกด้วย เอธานอล 70 % เป็นเวลานาน 1 นาที คลอรอกซ์ 20% นาน 20 นาทีหรือ 30 นาที พบว่าชิ้นส่วนมีการปนเปื้อนในเปอร์เซ็นต์ที่สูง 66.10%,56.96 % ตามลำดับ ชิ้นส่วนมีการเจริญของเชื้อที่สามารถเห็นได้ชัดเจน และที่คลอรอกซ์ 20 % นาน 20 นาที จะพบคราบสีเหลือง หรือสีน้ำตาล หรือเมือกใส ๆ บริเวณผิวอาหาร MS ที่สัมผัสกับชิ้นส่วนหรือแทรกอยู่ในอาหาร MS โดยชิ้นส่วนยังมีลักษณะเขียวสด และชิ้นส่วนที่ผ่านการฟอกด้วยคลอรอกซ์ 20% นาน 30 นาที ก็พบการปนเปื้อนในลักษณะเดียวกัน แตกต่างกันเพียงชิ้นส่วนที่เกิดการปนเปื้อนมีเปอร์เซ็นต์น้อยกว่าและทั้ง 2 สูตร ชิ้นส่วนไม่มีการตายเกิดขึ้น สำหรับชิ้นส่วนที่ผ่านการฟอกด้วย การผ่านน้ำไหล 30 นาที เอธานอล 70 % 2 นาที เช่นเดียวกันแตกต่างกันที่การใช้คลอรอ เซ์ โดยชิ้นส่วนที่ฟอกด้วยคลอรอกซ์20 % 30 นาที และ คลอรอกซ์10 % 20 นาที ชิ้นส่วนเกิดการปนเปื้อนน้อยมาก โดยชิ้นส่วนที่ปนเปื้อนจะพบคราบสีขาว หรือสีเหลืองอ่อน ๆ บริเวณผิวอาหารที่สัมผัสกับชิ้นส่วน หรือแทรกอยู่ในอาหาร แต่

และ คลอรอกซ์10 % 20 นาที ชิ้นส่วนเกิดการปนเปื้อนน้อยมาก โดยชิ้นส่วนที่ปนเปื้อนจะพบคราบสีขาว หรือสีเหลืองอ่อน ๆ บริเวณผิวอาหารที่สัมผัสกับชิ้นส่วน หรือแทรกอยู่ในอาหาร แต่ชิ้นส่วนเกิดการตายในอัตราที่สูงและลักษณะการปนเปื้อนของชิ้นส่วนที่เกิดขึ้นเป็นเช่นเดียวกับการใช้คลอรอกซ์ 10% นาน 20 นาที ซึ่งชิ้นส่วนมีการปนเปื้อนในเปอร์เซ็นต์ที่สูงกว่า แต่มีเปอร์เซ็นต์การตายของชิ้นส่วนต่ำกว่า

การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของBA ร่วมกับ NAA ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของดอกอ่อนขิงชมพู

คะแนนเฉลี่ยการเจริญเติบโต

เมื่อเริ่มเลี้ยงชิ้นส่วนในอาหาร MS จนกระทั่งชิ้นส่วนมีอายุ 4 สัปดาห์ ชิ้นส่วนในอาหาร MS ทุกสูตร มีลักษณะสด สีเขียว เขียวอ่อนหรือเขียวปนเหลืองมีการเจริญของชิ้นส่วนที่ใกล้เคียงกัน ยกเว้นชิ้นส่วนในอาหาร MS ที่มี NAA 1.5 mg/l เพียงอย่างเดียวที่แสดงลักษณะแตกต่างออกไปโดยชิ้นส่วนมีลักษณะสด แต่มีสีขาว เมื่อชิ้นส่วนมีอายุได้ 8 สัปดาห์ชิ้นส่วนมีลักษณะไม่แตกต่างจากเมื่ออายุ 4 สัปดาห์โดยมีลักษณะสด สีเขียว เขียวอ่อนหรือเขียวปนเหลือง นอกจากกาบที่ห่อหุ้มชิ้นส่วนมีการแยกออกจากกัน ลักษณะการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนใกล้เคียงกันและเริ่มมีความแตกต่างเกิดขึ้นเมื่อชิ้นส่วนอายุ 12 สัปดาห์ อาหารที่เติม BA ความเข้มข้น 0 , 1,5 , 10, 15 mg/l ร่วมด้วย NAA ระดับความเข้มข้น 0 , 0.5, 1,1.5 mg/l พบว่าชิ้นส่วนมีคะแนนการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1) และชิ้นส่วนในอาหาร MS ที่มีNAA 0.5 mg/l ร่วมกับBA 15 mg/l มีคะแนนการเจริญเติบโตสูงสุดที่ 3.77 คะแนน โดยชิ้นส่วนมีการพัฒนามากขึ้นอย่างเห็นได้ชัดมียอดขนาดใหญ่เกิดขึ้นบริเวณโคนของชิ้นส่วนลักษณะสด สีเขียว และเจริญยืดยาวออกไปทางด้านข้างพร้อมทั้งเกิดยอดขนาดเล็กจำนวน2-3 ยอดบริเวณยอดหลัก และ อาหาร MS ที่ไม่มีNAA และ BA มีคะแนนการเจริญต่ำสุด 2.13 คะแนน

หากพิจารณาอาหารที่เติม NAA ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ เพียงอย่างเดียว มีผลทำให้ชิ้นส่วนมีการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยอาหารที่มี NAA 0.5 mg/l ชิ้นส่วนมีคะแนนการเจริญเติบโตเฉลี่ยสูงสุดที่ 3.39 คะแนน และในอาหารที่ไม่มี NAA มีคะแนนการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่ำสุดที่ 2.71 คะแนน และถ้าพิจารณาอาหารที่มี BA เพียงอย่างเดียวที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ชิ้นส่วนมีคะแนนการเจริญเติบโตเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีคะแนนสูงสุด 3.22 คะแนนและต่ำสุด 2.84 คะแนน

เมื่อชิ้นส่วนมีอายุ 16 สัปดาห์และอายุ 20 สัปดาห์ คะแนนการเจริญเติบโตเป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยเมื่อชิ้นส่วนอายุ 16 สัปดาห์ พบว่าอาหารที่มี BA ความเข้มข้น 0 , 1,5 , 10, 15 mg/l ร่วมด้วย NAA ความเข้มข้น 0 , 0.5, 1,1.5 mg/l ชิ้นส่วนมีคะแนนการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2) ชิ้นส่วนในอาหาร MS ที่มีNAA 0.5 mg/l ร่วมกับBA 15 mg/l มีคะแนนการเจริญสูงสุดที่ 3.98 คะแนน โดยชิ้นส่วนมียอดขนาดเล็กเกิดขึ้นบริเวณยอดหลัก มีรากเกิดขึ้นบริเวณโคนของชิ้นส่วน และใบแรกเริ่มกาง และ อาหาร MS ที่ไม่มีNAA และ BA มีคะแนนการเจริญเติบโตต่ำสุด 2.18 คะแนน

พิจารณาอาหารที่เติม NAA ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ เพียงอย่างเดียว มีผลทำให้ชิ้นส่วนมีคะแนนการเจริญเติบโตเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยอาหารที่มี NAA 0.5 mg/l ชิ้นส่วนมีคะแนนการเจริญเติบโตเฉลี่ยสูงสุดที่ 3.24 คะแนน และอาหารที่ไม่มี NAA เป็นส่วนประกอบ ชิ้นส่วนมีคะแนนการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่ำสุดที่ 2.52 คะแนน และเมื่อพิจารณาอาหารที่

เติม BA ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆเพียงอย่างเดียว มีผลทำให้ชิ้นส่วนมีการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาหารMS ที่มี BA 15 mg/l ชิ้นส่วนมีคะแนนเฉลี่ยการเจริญสูงสุดที่ 3.33 คะแนน และอาหารที่มี BA 10 mg/l ชิ้นส่วนมีคะแนนเฉลี่ยการเจริญต่ำสุดที่ 2.45 คะแนน

เมื่อชิ้นส่วนอายุ 20 สัปดาห์ พบว่าอาหารที่เติม BA ความเข้มข้น 0 , 1,5 , 10, 15 mg/l ร่วมด้วย NAA ความเข้มข้น 0 , 0.5, 1,1.5 mg/l ชิ้นส่วนมีคะแนนการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3) และชิ้นส่วนในอาหารที่มีNAA 0.5 mg/l ร่วมกับBA 15 mg/l มีคะแนนการเจริญสูงสุดที่ 3.99 คะแนน โดยชิ้นส่วนมีลักษณะสด มียอดเกิดขึ้นตามยอดหลักโดยยอดที่เกิดขึ้นมีขนาดเล็กเป็นกระจุกอยู่ด้านบน มีสีเขียวอ่อน มีจำนวนรากเพิ่ม ซึ่งรากมีลักษณะสั้น อวบ สีขาวปนน้ำตาล ปลายรากแตกเป็น 2 เส้น และ อาหารที่ไม่มี NAA และ BA มีคะแนนการเจริญเติบโตต่ำสุด 1.98 คะแนน

อาหารที่เติม NAA เพียงอย่างเดียว ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ มีผลทำให้ชิ้นส่วนมีการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยอาหารที่มี NAA 0.5 mg/l ชิ้นส่วนมีคะแนนเฉลี่ยการเจริญสูงสุดที่ 3.27 คะแนน และในอาหารที่ไม่มี NAA เป็นส่วนประกอบ ชิ้นส่วนมีคะแนนเฉลี่ยการเจริญต่ำสุดที่ 2.44 คะแนน และเมื่อพิจารณาอาหารที่เติม BA เพียงอย่างเดียว ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ชิ้นส่วนมีคะแนนการเจริญเติบโตเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ชิ้นส่วนมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด 3.15 คะแนน และต่ำสุด 2.50 คะแนน

การเกิดยอด

เปอร์เซ็นต์การเกิดยอด

ชิ้นส่วนเริ่มสร้างยอดเมื่ออายุได้ 10 สัปดาห์ และเกิดยอดในบางวิธีการเท่านั้น เมื่อชิ้นส่วนอายุ 12 สัปดาห์ มีการเกิดยอดเพิ่มมากขึ้น เมื่อพิจารณาอาหารที่มี BA ความเข้มข้น 0 , 1,5 , 10, 15 mg/l ร่วมด้วย NAA ความเข้มข้น 0 , 0.5, 1,1.5 mg/l พบว่าชิ้นส่วนมีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4) อาหารที่มี BA 15 mg/l ร่วมด้วย NAA 0.5 mg/l ชิ้นส่วนมีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดสูงสุด 55.55 เปอร์เซ็นต์

พิจารณาอาหารที่เติม NAA เพียงอย่างเดียว ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยอาหารที่มี NAA 0.5 mg/l ชิ้นส่วนมีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดเฉลี่ยสูงสุด 26.66 เปอร์เซ็นต์ และในอาหารที่ไม่มี NAA ร่วมด้วย ชิ้นส่วนมีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดต่ำสุด โดยชิ้นส่วนไม่มียอดเกิดขึ้นเลย และเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดเป็นไปในทิศทางเดียวกันตลอดการทดลอง และถ้าพิจารณาอาหารที่มี BAเพียงอย่างเดียว ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ เปอร์เซ็นต์การเกิดยอดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อชิ้นส่วนอายุ 16 สัปดาห์ พิจารณาอาหารที่มี BA ความเข้มข้น 0 , 1,5 , 10, 15 mg/l ร่วมด้วย NAA ความเข้มข้น 0 , 0.5, 1,1.5 mg/l พบว่าชิ้นส่วนมีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดไม่แตกต่าง

กันทางสถิติ(ตารางที่ 5) อาหารที่มี BA 15 mg/l ร่วมกับ NAA 0.5 mg/l มีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดสูงสุด 66.66 เปอร์เซ็นต์

อาหารที่เติม NAA ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ เพียงอย่างเดียว มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยอาหารที่มี NAA 0.5 mg/l ชิ้นส่วนมีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดเฉลี่ยสูงสุด 33.33 เปอร์เซ็นต์ และอาหารที่ไม่มี NAA ชิ้นส่วนมีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดเฉลี่ยต่ำสุดโดยไม่มียอดเกิดขึ้น และอาหารที่มี BA ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆเพียงอย่างเดียว ชิ้นส่วนมีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดเฉลี่ยสูงสุด 27.78 เปอร์เซ็นต์ และต่ำสุดที่ 8.33เปอร์เซ็นต์

เมื่อชิ้นส่วนอายุ 20 สัปดาห์ เมื่อพิจารณาอาหารที่มี BA ความเข้มข้น 0 , 1,5 , 10, 15 mg/l ร่วมด้วย NAA ความเข้มข้น 0 , 0.5, 1,1.5 mg/l พบว่าชิ้นส่วนมีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6) และอาหารที่มี NAA 0.5 mg/l ร่วมกับ BA 15 mg/l มีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดสูงสุดที่ 66.66 เปอร์เซ็นต์

อาหารที่เติม NAA ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆเพียงอย่างเดียว มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยอาหารที่มี NAA 0.5 mg/l ชิ้นส่วนมีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดสูงสุด 35.55 เปอร์เซ็นต์ และอาหารที่ไม่มี NAA เป็นส่วนประกอบ ชิ้นส่วนมีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดต่ำสุดคือไม่มียอดเกิดขึ้น และอาหารที่เติม BA ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ เพียงอย่างเดียว ชิ้นส่วนมีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดไม่แตกต่างกันทางสถิติ

จำนวนยอด

เมื่อชิ้นส่วนมีอายุ 10 สัปดาห์ชิ้นส่วนในอาหารที่มีBA 15 mg/l ร่วมด้วย NAA 1 mg/l เริ่มมีการสร้างยอดขึ้น เป็นปุ่มนูนขนาดเล็ก บริเวณด้านข้างของชิ้นส่วนและยอดเริ่มพัฒนาเห็นได้ชัดเจนเมื่อชิ้นส่วนมีอายุ 12 สัปดาห์ พบว่าอาหารที่เติม BA ความเข้มข้น 0 , 1,5 , 10, 15 mg/l ร่วมด้วย NAA ความเข้มข้น 0 , 0.5, 1,1.5 mg/l จำนวนยอดที่เกิดขึ้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 7) ชิ้นส่วนในอาหารทุกสูตรมีจำนวนยอดเกิดขึ้นใกล้เคียงกัน และชิ้นส่วนในอาหาร MS ที่มี NAA 0.5 mg/l ร่วมกับBA 15 mg/l มีจำนวนยอดเกิดขึ้นมากที่สุดที่ 2.67 ยอด โดยยอดมีขนาดใหญ่เจริญออกมาจากด้านล่างของชิ้นส่วนและเจริญยืดยาวออกไปทางด้านข้าง เกิดยอดขนาดเล็ก รวมตัวกันแน่นบริเวณยอดหลัก และเมื่อสังเกตจำนวนยอดที่เกิดขึ้นในสัปดาห์ต่อ ๆ มา จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองจะเห็นได้ว่า ชิ้นส่วนในอาหารที่มี NAA 0.5 mg/l ร่วมด้วย BA 15 mg/l สามารถทำให้ชิ้นส่วนเกิดยอดได้เป็นจำนวนมาก

เมื่อพิจารณาอาหารที่เติม NAA ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆเพียงอย่างเดียว มีผลทำให้ชิ้นส่วนมีจำนวนยอดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยอาหารที่มี NAA 0.5 mg/l ชิ้นส่วนมีจำนวนยอดเฉลี่ยสูงสุดที่ 0.93 ยอด และในอาหารที่ไม่มี NAA ชิ้นส่วนมีจำนวนยอดเฉลี่ยต่ำที่สุดคือไม่มียอดเกิดขึ้น และอาหารที่มี BA ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ เพียงอย่างเดียว ชิ้นส่วนมี

จำนวนยอดเกิดขึ้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ ชิ้นส่วนมีจำนวนยอดเฉลี่ยสูงสุดที่ 0.83 ยอด และชิ้นส่วนมีจำนวนยอดเฉลี่ยต่ำที่สุด 0.16 ยอด

เมื่อชิ้นส่วนมีอายุ 16 สัปดาห์ อาหารที่เติม BA ความเข้มข้น 0 , 1,5 , 10, 15 mg/l ร่วมด้วย NAA ความเข้มข้น 0 , 0.5, 1,1.5 mg/l จำนวนยอดที่เกิดขึ้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 8) และชิ้นส่วนในอาหาร MS ที่มีNAA 0.5 mg/l ร่วมกับBA 15 mg/l มีจำนวนยอดเกิดขึ้นมากที่สุดที่ 4.33 ยอด

อาหารที่มี NAA ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ เพียงอย่างเดียว จำนวนยอดที่เกิดขึ้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีจำนวนยอดเฉลี่ยเกิดขึ้นมากที่สุดที่ 1.26 ยอด และมีจำนวนยอดเฉลี่ยต่ำสุด 0.46 ยอด นอกจากนี้อาหาร MS ที่มี NAA 1.5 mg/l เพียงอย่างเดียว ชิ้นส่วนมียอดเกิดขึ้นเพียง 0.67 ยอด แต่ยอดที่ได้มีขนาดใหญ่ สีเขียวเข้ม และถ้าพิจารณาอาหารที่เติม BA ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ เพียงอย่างเดียว มีผลทำให้ชิ้นส่วนมีจำนวนยอดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยอาหาร MS ที่มี BA 15 mg/l ชิ้นส่วนมีจำนวนยอดเฉลี่ยสูงสุดที่ 1.41 ยอด และที่ความเข้มข้นของ BA 5,10 mg/l ชิ้นส่วนมีจำนวนยอดเฉลี่ยต่ำสุดที่ 0.41 ยอด

เมื่อชิ้นส่วนอายุ 20 สัปดาห์ อาหารที่เติม BA ความเข้มข้น 0 , 1,5 , 10, 15 mg/l ร่วมด้วย NAA ความเข้มข้น 0 , 0.5, 1,1.5 mg/l มีผลทำให้ชิ้นส่วนมีจำนวนยอดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 9) และชิ้นส่วนในอาหารที่มีNAA 0.5 mg/l ร่วมกับBA 15 mg/l มีจำนวนยอดเกิดขึ้นมากที่สุดที่ 5.67 ยอด และชิ้นส่วนในอาหารที่ไม่มี BA และ NAA และอาหารที่มี BA 5 mg/l เพียงอย่างเดียว มีจำนวนยอดต่ำสุด คือไม่มียอดเกิดขึ้น

อาหารที่มีNAA ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ เพียงอย่างเดียว จำนวนยอดที่เกิดขึ้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีจำนวนยอดเฉลี่ยเกิดขึ้นมากที่สุดที่ 2.07 ยอด มีจำนวนยอดเฉลี่ยต่ำสุด 0.46 ยอด และอาหาร MS ที่มี NAA 1.5 mg/l เพียงอย่างเดียว ชิ้นส่วนมียอดเกิดขึ้นเพียง 1 ยอด แต่ยอดที่ได้มีความสมบูรณ์ มีขนาดใหญ่ สีเขียวเข้ม อาหารที่เติม BA ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ เพียงอย่างเดียว มีผลทำให้ชิ้นส่วนมีจำนวนยอดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยอาหารที่มี BA 15 mg/l ชิ้นส่วนมีจำนวนยอดเฉลี่ยสูงสุดที่ 2.58 ยอด และที่ความเข้มข้นของ BA 5 mg/l ชิ้นส่วนมีจำนวนยอดเฉลี่ยต่ำสุดที่ 0.80 ยอด

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 7 พบว่าชิ้นส่วนอายุ 12 สัปดาห์ ความเข้มข้นของ NAA มีผลต่อจำนวนยอด จำนวนยอดมีความแตกต่างทางสถิติ และจากตารางที่ 8 และ 9 เมื่อชิ้นส่วนมีอายุ 16 และ 20 สัปดาห์ กลับพบว่า BA มีอิทธิพลต่อจำนวนยอด จำนวนยอดมีความแตกต่างกันทางสถิติ

ความยาวยอดเฉลี่ย

เมื่อเลี้ยงชิ้นส่วนในอาหาร 11 สัปดาห์แรกชิ้นส่วนมีอัตราการเพิ่มความยาวยอดที่ใกล้เคียงกัน มีความยาวยอดเฉลี่ยเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันมาก และความยาวยอดเฉลี่ยเริ่มมีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดเมื่อชิ้นส่วนมีอายุ 12 สัปดาห์ อาหารที่เติม BA ความเข้มข้น 0 , 1, 5 , 10, 15 mg/l ร่วมด้วย NAA ความเข้มข้น 0 , 0.5, 1,1.5 mg/l ทำให้ชิ้นส่วนมีความยาวยอดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 10) และอาหารที่มี NAA 1 mg/l เพียงอย่างเดียว ชิ้นส่วนมีความยาวยอดสูงสุด 1.95 เซนติเมตร และอาหารที่มี BA 10 mg/l ร่วมกับ NAA 1.5 mg/l ชิ้นส่วนมีความยาวยอดต่ำสุด 0.67 เซนติเมตร

อาหารที่เติม NAA ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ เพียงอย่างเดียว ความยาวยอดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยอาหารที่มี NAA 0.5 mg/l ชิ้นส่วนมีความยาวยอดเฉลี่ยสูงสุด 1.31 เซนติเมตร และอาหารที่ไม่มี NAA ชิ้นส่วนมีความยาวยอดเฉลี่ยต่ำสุดที่ 0.83 เซนติเมตร และเมื่อพิจารณาอาหารที่เติม BA ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ เพียงอย่างเดียว พบว่า อาหารที่ไม่มี BA ทำให้ชิ้นส่วนมีความยาวยอดเฉลี่ยสูงสุดที่ 1.44 เซนติเมตร และ อาหารที่มีBA 10 mg/l ทำให้ชิ้นส่วนมีความยาวยอดเฉลี่ยต่ำสุดที่ 0.83 เซนติเมตร

เมื่อพิจารณาอาหารที่มีเพียง NAA 1 mg/l ทำให้ชิ้นส่วนมีความยาวยอดเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากที่สุด 1.95 เซนติเมตร ซึ่งเมื่อเลี้ยงชิ้นส่วนในสูตรอาหารดังกล่าวนี้สามารถทำให้ชิ้นส่วนมีความยาวยอดเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้นสูงที่สุดตลอดการทดลองเป็น 2.61,3.08 เซนติเมตรที่อายุ 16และ20 สัปดาห์ (ตารางที่ 11,12) ตามลำดับ

ชิ้นส่วนอายุ 16 สัปดาห์ อาหารที่เติม BA ความเข้มข้น 0 , 1,5 , 10, 15 mg/l ร่วมด้วย NAA ความเข้มข้น 0 , 0.5, 1,1.5 mg/l ความยาวยอดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 11) และอาหารที่มี NAA 1 mg/l เพียงอย่างเดียว ชิ้นส่วนมีความยาวยอดสูงสุด 2.61 เซนติเมตร และอาหารที่มี BA 10 mg/l ร่วมด้วย NAA 1.5 mg/l ชิ้นส่วนมีความยาวยอดต่ำสุด 0.69 เซนติเมตร

อาหารที่เติม NAA ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆเพียงอย่างเดียว ความยาวยอดเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยอาหารที่มี NAA 0.5 mg/l ชิ้นส่วนมีความยาวยอดเฉลี่ยสูงสุด 2.03 เซนติเมตร และในอาหารที่ไม่มี NAA ชิ้นส่วนมีความยาวยอดเฉลี่ยต่ำสุดที่ 1.01 เซนติเมตรและอาหารที่เติม BA ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ เพียงอย่างเดียว ความยาวยอดเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยอาหารที่ไม่มี BA ชิ้นส่วนมีความยาวยอดเฉลี่ยสูงสุด 2.03 เซนติเมตร และที่ความเข้มข้นของ BA 10 mg/l ชิ้นส่วนมีความยาวยอดเฉลี่ยต่ำสุดที่ 0.98 เซนติเมตร

เมื่อชิ้นส่วนอายุ 20 สัปดาห์ อาหารที่เติม BA ความเข้มข้น 0 , 1,5 , 10, 15 mg/l ร่วมด้วย NAA ความเข้มข้น 0 , 0.5, 1,1.5 mg/l ความยาวยอดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 12)

และอาหารที่มี NAA 1 mg/l เพียงอย่างเดียว ชิ้นส่วนมีความยาวยอดสูงสุด 3.08 เซนติเมตร และอาหารที่มี BA 10 mg/l ร่วมกับ NAA 1.5 mg/l ชิ้นส่วนมีความยาวยอดต่ำสุด 0.88 เซนติเมตร

อาหารที่เติม NAA ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ เพียงอย่างเดียว ความยาวยอดเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยอาหาร MS ที่มี NAA 0.5 mg/l ชิ้นส่วนมีความยาวยอดเฉลี่ยสูงสุด 2.09 เซนติเมตร และในอาหารที่ไม่มี NAA ชิ้นส่วนมีความยาวยอดเฉลี่ยต่ำสุด 1.31 เซนติเมตร และหากพิจารณาอาหารที่เติม BA ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ เพียงอย่างเดียว พบว่าความยาวยอดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และชิ้นส่วนมีความยาวยอดเฉลี่ยสูงสุด 1.94 เซนติเมตร และต่ำสุด 1.24 เซนติเมตร

เปอร์เซ็นต์การเกิดราก

ยอดเริ่มมีการสร้างรากเมื่ออายุได้ 10 สัปดาห์ และยอดมีรากเพิ่มขึ้น เห็นได้ชัดเจน เมื่อชิ้นส่วนอายุ 12 สัปดาห์ เมื่อพิจารณา BA ความเข้มข้น 0 , 1,5 , 10, 15 mg/l ร่วมด้วย NAA ความเข้มข้น 0 , 0.5, 1,1.5 mg/l ทำให้เปอร์เซ็นต์การเกิดรากไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 13) และอาหารที่มีเพียง NAA 1 ,1.5 mg/l มีเปอร์เซ็นต์การเกิดรากสูงสุด 22.22 เปอร์เซ็นต์

พิจารณาอาหารที่มี NAA ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆเพียงอย่างเดียว เปอร์เซ็นต์การเกิดรากไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีเปอร์เซ็นต์การเกิดรากเฉลี่ยสูงสุด 8.89 เปอร์เซ็นต์ และต่ำสุดคือไม่เกิดราก ซึ่งอาหารที่เติม BA ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ เพียงอย่างเดียว เปอร์เซ็นต์การเกิดรากมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยอาหารที่ไม่มี BA มีเปอร์เซ็นต์การเกิดรากเฉลี่ยสูงสุด 13.89 เปอร์เซ็นต์ และอาหารที่มี BA 10 mg/l มีเปอร์เซ็นต์การเกิดรากเฉลี่ยต่ำสุด โดยไม่มีรากเกิดขึ้น และเปอร์เซ็นต์การเกิดรากเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับยอดที่มีอายุ 16 สัปดาห์

เมื่อชิ้นส่วนมีอายุ 16 สัปดาห์ พิจารณาอาหารที่มี BA ความเข้มข้น 0 , 1,5 , 10, 15 mg/l ร่วมด้วย NAA ความเข้มข้น 0 , 0.5, 1,1.5 mg/l เปอร์เซ็นต์การเกิดรากไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 14) และอาหารที่มี NAA 0.5 mg/l เพียงอย่างเดียว มีเปอร์เซ็นต์การเกิดรากสูงสุด 77.77 เปอร์เซ็นต์

อาหารที่เติม NAA ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ เปอร์เซ็นต์การเกิดรากมีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยอาหารที่มี NAA 0.5 mg/l มีเปอร์เซ็นต์การเกิดรากเฉลี่ยสูงสุด 24.44 เปอร์เซ็นต์และ อาหารที่ไม่มี NAA มีเปอร์เซ็นต์การเกิดรากเฉลี่ยต่ำสุด 2.22 เปอร์เซ็นต์ และอาหารที่เติม BA ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ เพียงอย่างเดียว มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดรากมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยอาหารที่ไม่มี BA พบว่าชิ้นส่วนมีเปอร์เซ็นต์การเกิดรากเฉลี่ยสูงสุด 41.66 เปอร์เซ็นต์ อาหารที่มี BA 10 mg/l มีเปอร์เซ็นต์การเกิดรากเฉลี่ยต่ำสุด โดยไม่มีรากเกิดขึ้น

เมื่อชิ้นส่วนอายุ 20 สัปดาห์ พิจารณา อาหารที่มี BA ความเข้มข้น 0 , 1,5 , 10, 15 mg/l ร่วมด้วย NAA ความเข้มข้น 0 , 0.5, 1,1.5 mg/l เปอร์เซ็นต์การเกิดรากมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ(ตารางที่ 15) ซึ่งอาหารที่มี NAA 0.5 mg/l เพียงอย่างเดียว มีเปอร์เซ็นต์การเกิดรากสูงสุด 100 เปอร์เซ็นต์ โดยยอดมีรากเกิดขึ้นทุกชิ้นในแต่ละซ้ำ

อาหารที่เติม NAA ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ เพียงอย่างเดียว เปอร์เซ็นต์การเกิดรากมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยอาหารที่มี NAA 0.5 mg/l มีเปอร์เซ็นต์การเกิดรากเฉลี่ยสูงสุด 39.99 เปอร์เซ็นต์ และอาหารที่ไม่มี NAA มีเปอร์เซ็นต์การเกิดรากเฉลี่ยต่ำสุด 4.44 เปอร์เซ็นต์

อาหารที่เติม BA ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ เพียงอย่างเดียว เปอร์เซ็นต์การเกิดรากมีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ โดยอาหารที่ไม่มี BA มีเปอร์เซ็นต์การเกิดรากเฉลี่ยสูงสุด 38.89 เปอร์เซ็นต์ และอาหารที่มี BA 10 mg/l มีเปอร์เซ็นต์การเกิดรากเฉลี่ยต่ำสุด คือไม่มีรากเกิดขึ้น

จำนวนราก

9 สัปดาห์หลังจากเลี้ยงยอดในอาหาร ไม่มีรากเกิดขึ้น และเมื่อเลี้ยงต่อไปในสัปดาห์ที่ 10 พบว่าอาหารที่มี NAA 1 ,1.5 mg/l , NAA 1 mg/l ร่วมด้วยBA 1 mg/lและNAA 1.5 mg/l ร่วมด้วย BA 1 mg/l ยอดเริ่มมีการสร้างปมรากเกิดขึ้น เป็นตุ่มนูนสีขาว บริเวณด้านล่างของชิ้นส่วนและเริ่มเห็นเป็นรากชัดเจนเมื่อชิ้นส่วนอายุได้ 12 สัปดาห์ พบว่าอาหารที่เติม BA ความเข้มข้น 0 , 1,5 , 10, 15 mg/l ร่วมด้วย NAA ความเข้มข้น 0 , 0.5, 1,1.5 mg/l จำนวนรากที่เกิดขึ้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ(ตารางที่ 16) และอาหารที่มี NAA 1 mg/l เพียงอย่างเดียว สามารถทำให้ยอดเกิดรากได้จำนวนมากที่สุด 27.67 ราก โดยรากเกิดบริเวณด้านล่างของชิ้นส่วน เกิดเป็นกระจุก เส้นเล็ก สีขาว

เมื่อพิจารณาอาหารที่เติม NAA ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ เพียงอย่างเดียว จำนวนรากที่เกิดขึ้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีจำนวนรากเกิดขึ้นสูงสุดเฉลี่ย 5.73 ราก และต่ำสุด โดยไม่มีรากเกิดขึ้น สำหรับอาหารที่เติม BA ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ เพียงอย่างเดียว จำนวนรากมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยเมื่อพิจารณาอาหารที่ไม่มี BA มีจำนวนรากเกิดขึ้นสูงสุดเฉลี่ย 9.25 ราก และ ที่ความเข้มข้นของ BA 10 mg/l มีจำนวนรากเฉลี่ยต่ำสุด โดยไม่มีรากเกิดขึ้น

ยังคงพบว่าอาหารที่มี NAA 1 mg/l เพียงอย่างเดียว มีจำนวนรากเกิดขึ้นมากที่สุด เมื่อยอดมีอายุ 16 สัปดาห์ อาหารที่เติม BA ความเข้มข้น 0 , 1,5 , 10, 15 mg/l ร่วมด้วย NAA ความเข้มข้น 0 , 0.5, 1,1.5 mg/l จำนวนรากที่เกิดขึ้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 17) และในอาหารที่มี NAA 1 mg/l เพียงอย่างเดียว มีการสร้างรากเป็นจำนวนมากที่สุดที่ 50.33 ราก ซึ่งมีการพัฒนาจากปมรากส่วนหนึ่งไปเป็นรากที่มีลักษณะอวบ หนา สีขาวหรือสีเขียวอ่อน มีขนอ่อนขึ้นปกคลุม

อีกส่วนหนึ่งมีลักษณะเป็นเส้นเล็ก ๆ สีขาว เกิดเป็นกระจุก และบางรากเกิดบริเวณกาบใบบนต้น มีขนาดใหญ่ สีขาว และมีขนอ่อนสีขาวขึ้นบาง ๆ

เมื่อพิจารณาอาหารที่เติม NAA ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ จำนวนรากที่เกิดขึ้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีจำนวนรากเกิดขึ้นสูงสุดเฉลี่ย 13.06 ราก และต่ำสุด 0.06 รากและอาหารที่เติม BA ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ เพียงอย่างเดียว จำนวนรากมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยอาหารที่ไม่มี BA ชิ้นส่วนมีจำนวนรากเฉลี่ยเกิดขึ้นสูงสุด 24.66 ราก และที่ความเข้มข้นของ BA 10 mg/l มีจำนวนรากเฉลี่ยต่ำสุด โดยไม่มีรากเกิดขึ้น

เมื่อชิ้นส่วนมีอายุ 20 สัปดาห์ พบว่าอาหารที่เติม BA ความเข้มข้น 0 , 1,5 , 10, 15 mg/l ร่วมด้วย NAA ความเข้มข้น 0 , 0.5, 1,1.5 mg/l จำนวนรากที่เกิดขึ้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 18) อาหารที่มี NAA 1.5 mg/l เพียงอย่างเดียว สามารถทำให้ยอดมีจำนวนรากมากที่สุดที่ 75.67 ราก ซึ่งลักษณะของรากไม่แตกต่างจากสัปดาห์ที่ 16 (ตารางที่ 17) มากนักเพียงแต่มีความยาวรากเพิ่มขึ้นและสีของรากเริ่มมีสีเขียวเข้มขึ้นจนถึงน้ำตาล

เมื่อพิจารณาอาหารที่เติม BA เพียงอย่างเดียว ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ จำนวนรากมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ พบว่าอาหารที่ไม่มี BA มีจำนวนรากเฉลี่ยเกิดขึ้นสูงสุด 38.58 ราก และที่ความเข้มข้นของ BA 10 mg/l มีจำนวนรากเฉลี่ยต่ำสุดเพียง 0.08 ราก และอาหารที่เติม NAA ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ เพียงอย่างเดียว จำนวนรากมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยอาหารที่มี NAA 1.5 mg/l มีจำนวนรากเฉลี่ยเกิดขึ้นสูงสุด 18.47 ราก และอาหารที่ไม่มี BA มีจำนวนรากเฉลี่ยเกิดขึ้นต่ำสุด โดยมีรากเกิดขึ้นเพียง 0.26 ราก

ตารางที่1 แสดงผลของNAAและBAในระดับความเข้มข้นต่างๆกันที่มีผลต่อคะแนนการเจริญเติบโตของดอกอ่อนขิงชมพู ที่เลี้ยงในอาหาร MS ที่มี BA ร่วมกับ NAA เมื่ออายุ 12 สัปดาห์

ระดับความเข้มข้นของ BA (mg/l)	คะแนนการเจริญเติบโต (±SE) ระดับความเข้มข้นของ NAA (mg/l)				ค่าเฉลี่ย
	0	0.5	1	1.5	
0	2.13±0.28	2.87±0.00	3.28±0.75	3.08±0.10	2.84±0.22
1	2.73±0.10	3.47±0.17	3.16±0.26	3.20±0.75	3.14±0.13
5	3.00±0.00	3.50±0.22	2.70±0.10	3.20±0.75	3.10±0.14
10	2.80±0.75	3.33±0.26	2.93±0.00	3.00±0.00	3.02±0.10
15	2.87±0.00	3.77±0.10	3.18±0.10	3.08±0.10	3.22±0.17
ค่าเฉลี่ย	2.71±0.13b	3.39±0.13a	3.05±0.09ab	3.11±0.20a	3.06±0.06

CV.= 21.68 %

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

ตารางที่ 2 แสดงผลของ NAA และ BA ในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ที่มีผลต่อคะแนนการเจริญเติบโตของดอกอ่อนขิงชมพู ที่เลี้ยงในอาหาร MS ที่มี BA ร่วมกับ NAA เมื่ออายุ 16 สัปดาห์

ระดับความเข้มข้นของ BA (mg/l)	คะแนนการเจริญเติบโต(±SE) ระดับความเข้มข้นของ NAA (mg/l)				ค่าเฉลี่ย
	0	0.5	1	1.5	
0	2.18±0.48	3.27±0.00	3.33±0.26	2.93±0.14	2.93±0.23a
1	2.23±0.34	3.42±0.33	3.23±0.10	2.80±0.33	2.92±0.23a
5	3.00±0.00	3.11±0.10	2.97±0.26	2.80±0.24	2.97±0.05a
10	2.40±0.24	2.40±0.24	2.40±0.24	2.60±0.31	2.45±0.05b
15	2.77±0.17	3.98±0.17	2.95±0.17	3.50±0.22	3.33±0.27a
ค่าเฉลี่ย	2.52±0.22b	3.24±0.22a	2.98±0.14a	2.93±0.14ab	2.91±0.09

CV.= 19.49%

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

ตารางที่ 3 แสดงผลของ NAA และ BA ในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ที่มีผลต่อคะแนนการเจริญเติบโตของดอกอ่อนขิงชมพู ที่เลี้ยงในอาหาร MS ที่มี BA ร่วมกับ NAA เมื่ออายุ 20 สัปดาห์

ระดับความเข้มข้นของ BA (mg/l)	คะแนนการเจริญเติบโต(±SE)				ค่าเฉลี่ย
	ระดับความเข้มข้นของ NAA (mg/l)				
	0	0.5	1	1.5	
0	1.98±0.45	2.88±0.36	3.02±0.30	2.10±0.48	2.50±0.23
1	2.03±0.26	3.37±0.47	3.09±0.44	2.80±0.75	2.82±0.25
5	2.27±0.28	3.33±0.26	3.10±0.20	2.87±0.36	2.89±0.20
10	2.93±0.56	2.77±0.17	2.60±0.17	2.30±0.00	2.65±0.12
15	3.00±0.46	3.99±0.68	2.57±0.17	3.05±0.24	3.15±0.26
ค่าเฉลี่ย	2.44±0.20b	3.27±0.19a	2.87±0.11ab	2.62±0.16b	2.80±0.09

CV.= 26.62 %

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

<u>ตารางที่4</u> แสดงผลของ NAA และ BA ในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดของดอกอ่อนขิงชมพู ที่เลี้ยงในอาหาร MS ที่มี BA ร่วมกับ NAA เมื่ออายุ 12 สัปดาห์

ระดับความเข้มข้นของ BA (mg/l)	เปอร์เซ็นต์การเกิดยอด (±SE) ระดับความเข้มข้นของ NAA (mg/l)				ค่าเฉลี่ย
	0	0.5	1	1.5	
0	0.00±0.00	0.00±0.00	11.11±9.07	11.11±9.07	5.55±2.77
1	0.00±0.00	33.33±15.71	0.00±0.00	22.22±18.14	13.89±7.21
5	0.00±0.00	33.33±15.71	0.00±0.00	11.11±9.07	11.11±6.80
10	0.00±0.00	11.11±9.07	11.11±9.07	0.00±0.00	5.55±2.78
15	0.00±0.00	55.55±30.09	11.11±9.07	11.11±9.07	19.44±10.67
ค่าเฉลี่ย	0.00±0.00b	26.66±10.83a	6.66±2.43b	11.11±3.93ab	11.11±2.53

CV.= 102.56%

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

<u>ตารางที่ 5</u> แสดงผลของ NAA และ BA ในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดของดอกอ่อนขิงชมพู ที่เลี้ยงในอาหาร MS ที่มี BA ร่วมกับ NAA เมื่ออายุ 16 สัปดาห์

ระดับความเข้มข้นของ BA (mg/l)	เปอร์เซ็นต์การเกิดยอด (±SE) ระดับความเข้มข้นของ NAA (mg/l)				ค่าเฉลี่ย
	0	0.5	1	1.5	
0	0.00±0.00	11.11±9.07	11.11±9.07	11.11±9.07	8.33±2.40
1	0.00±0.00	33.33±15.71	33.33±15.71	22.22±18.14	22.22±6.80
5	0.00±0.00	33.33±15.71	0.00±0.00	11.11±9.07	11.11±6.80
10	11.11±9.07	22.22±18.14	11.11±9.07	0.00±0.00	11.11±3.93
15	11.11±9.07	66.66±15.71	11.11±9.07	22.22±18.14	27.78±11.45
ค่าเฉลี่ย	4.44±2.43b	33.33±8.31a	13.33±4.47b	13.33±3.26a	16.11±3.00

CV.= 83.82 %

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

<u>ตารางที่ 6</u> แสดงผลของ NAA และ BA ในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดของดอกอ่อนขิงชมพู ที่เลี้ยงในอาหาร MS ที่มี BA ร่วมกับ NAA เมื่ออายุ 20 สัปดาห์

ระดับความเข้มข้นของBA (mg/l)	เปอร์เซ็นต์การเกิดยอด (±SE) ระดับความเข้มข้นของ NAA (mg/l)				ค่าเฉลี่ย
	0	0.5	1	1.5	
0	0.00±0.00	22.22±9.07	11.11±9.07	11.11±9.07	11.11±3.93
1	22.22±9.07	33.33±15.71	33.33±15.71	22.22±18.14	27.78±2.78
5	0.00±0.00	33.33±15.71	22.22±9.07	11.11±9.07	16.66±6.21
10	44.44±9.07	22.22±9.07	11.11±9.07	0.00±0.00	19.44±8.21
15	44.44±9.07	66.66±15.71	11.11±9.07	22.22±9.07	36.11±10.67
ค่าเฉลี่ย	22.22±6.28ab	35.55±7.30a	17.77±3.97b	13.33±3.72b	22.22±2.86

CV.= 74.50 %

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

ตารางที่ 7 แสดงผลของ NAA และ BA ในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ที่มีผลต่อจำนวนยอด ของดอกอ่อนขิงชมพู ที่เลี้ยงในอาหาร MS ที่มี BA ร่วมกับ NAA เมื่ออายุ 12 สัปดาห์

ระดับความเข้มข้นของ BA (mg/l)	จำนวนยอด (±SE)				ค่าเฉลี่ย
	ระดับความเข้มข้นของ NAA (mg/l)				
	0	0.5	1	1.5	
0	0.00±0.00	0.00±0.00	1.33±1.08	0.67±0.54	0.50±0.27
1	0.00±0.00	0.33±0.67	0.00±0.00	0.33±0.51	0.16±0.08
5	0.00±0.00	1.33±0.72	0.00±0.00	0.33±0.26	0.41±0.27
10	0.00±0.00	0.33±0.26	0.33±0.26	0.00±0.00	0.16±0.08
15	0.00±0.00	2.67±1.26	0.33±0.26	0.33±0.26	0.83±0.53
ค่าเฉลี่ย	0.00±0.00b	0.93±0.44a	0.38±0.22ab	0.33±0.09ab	0.41±0.70

CV.= 12.41 %

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

ตารางที่ 8 แสดงผลของ NAA และ BA ในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ที่มีผลต่อจำนวนยอดของดอกอ่อนขิงชมพู ที่เลี้ยงในอาหาร MS ที่มี BA ร่วมกับ NAA เมื่ออายุ 16 สัปดาห์

ระดับความเข้มข้นของ BA (mg/l)	จำนวนยอด (±SE) ** ระดับความเข้มข้นของ NAA (mg/l)				ค่าเฉลี่ย *
	0	0.5	1	1.5	
0	0.00±0.00b	0.33±0.26b	1.00±0.82b	0.67±0.54b	0.50±0.18b
1	0.00±0.00b	1.00±0.47b	0.67±0.26b	1.00±0.82b	0.67±0.03b
5	0.00±0.00b	1.33±0.72b	0.00±0.00b	0.33±0.26b	0.41±0.04b
10	0.67±0.26b	0.33±0.26b	0.33±0.26b	0.33±0.00b	0.41±0.01b
15	1.67±1.36a	4.33±0.48a	0.33±8.71b	0.67±0.29b	1.41±0.11a
ค่าเฉลี่ย	0.47±0.29	1.26±0.04	0.46±0.15	0.60±0.02	0.70±0.12

CV.= 13.16 %

* ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

** ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

ตารางที่ 9 แสดงผลของ NAA และ BA ในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ที่มีผลต่อจำนวนยอดของดอกอ่อนขิงชมพู ที่เลี้ยงในอาหาร MS ที่มี BA ร่วมกับ NAA เมื่ออายุ 20 สัปดาห์

ระดับความเข้มข้นของ BA (mg/l)	จำนวนยอด (±SE) **				ค่าเฉลี่ย *
	ระดับความเข้มข้นของ NAA (mg/l)				
	0	0.5	1	1.5	
0	0.00±0.00c	1.00±0.47bc	2.67±1.78b	1.00±0.81bc	1.17±0.06a
1	0.67±0.20bc	1.00±0.47bc	1.67±0.26bc	1.33±0.43bc	1.17±0.08a
5	0.00±0.00c	1.67±0.98bc	1.00±0.47bc	0.33±0.26bc	0.75±0.04a
10	1.33±0.26bc	1.00±0.47bc	0.67±0.26bc	0.33±0.00bc	0.83±0.03a
15	3.33±0.26b	5.67±1.64a	0.33±0.26bc	1.00±0.47bc	2.58±0.11b
ค่าเฉลี่ย	1.06±0.06	2.07±0.09	1.07±0.04	0.80±0.02	1.25±0.29

CV.= 15.12 %

* ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

** ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

<u>ตารางที่ 10</u> แสดงผลของ NAA และ BA ในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ที่มีผลต่อความยาวยอดของดอกอ่อนขิงชมพู ที่เลี้ยงในอาหาร MS ที่มี BA ร่วมกับ NAA เมื่ออายุ 12 สัปดาห์

ระดับความเข้มข้นของBA (mg/l)	ความยาวยอด (cm) (±SE) **				ค่าเฉลี่ย *
	ระดับความเข้มข้นของ NAA (mg/l)				
	0	0.5	1	1.5	
0	0.85±0.14f	1.44±0.14abcdef	1.95±0.26a	1.53±0.00abc	1.44±0.20a
1	0.83±0.10f	1.47±0.22abcd	1.60±0.20ab	0.99±0.20cdef	1.22±0.11ab
5	0.71±0.10f	1.62±0.20a	0.88±0.00ef	0.95±0.10def	1.04±0.17bc
10	0.74±0.10f	1.00±0.00cdef	0.91±0.10def	0.67±0.10f	0.83±0.06c
15	1.05±0.31bcdef	1.04±0.14bcdef	1.03±0.22bcdef	0.95±0.10def	1.02±0.02bc
ค่าเฉลี่ย***	0.83±0.05b	1.31±0.11a	1.27±0.19a	1.02±0.12ab	1.11±0.07

CV.= 27.27 %

* ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

** ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

*** ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

ตารางที่ 11 แสดงผลของ NAA และ BA ในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ที่มีผลต่อความยาวยอดของดอกอ่อนขิงชมพู ที่เลี้ยงในอาหาร MS ที่มี BA ร่วมกับ NAA เมื่ออายุ 16 สัปดาห์

ระดับความเข้มข้นของBA (mg/l)	ความยาวยอด (cm) (±SE) ระดับความเข้มข้นของ NAA (mg/l)				ค่าเฉลี่ย
	0	0.5	1	1.5	
0	0.97±0.20	2.39±0.85	2.61±0.20	2.15±0.00	2.03±0.32a
1	0.96±0.20	2.11±0.71	2.29±0.71	1.47±0.52	1.96±0.43a
5	0.85±0.17	2.33±0.20	1.20±0.47	1.17±0.24	1.39±0.28ab
10	0.96±0.17	1.26±0.00	1.00±0.48	0.69±0.14	0.98±0.10b
15	1.33±0.33	2.08±0.46	1.36±0.10	1.31±0.31	1.52±0.16ab
ค่าเฉลี่ย	1.01±0.07b	2.03±0.18a	1.69±0.40a	1.36±0.21ab	1.57±0.09

CV.= 43.09 %

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางยิ่งสถิติ ($p \leq 0.01$) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

<u>ตารางที่ 12</u> แสดงผลของ NAA และ BA ในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ที่มีผลต่อความยาวยอดของดอกอ่อนขิงชมพู ที่เลี้ยงในอาหาร MS ที่มี BA ร่วมกับ NAA เมื่ออายุ 20 สัปดาห์

ระดับความเข้มข้นของ BA (mg/l)	ความยาวยอด (cm) (±SE)				ค่าเฉลี่ย
	ระดับความเข้มข้นของ NAA (mg/l)				
	0	0.5	1	1.5	
0	1.18±0.10	2.63±0.24	3.08±0.81	1.48±0.33	1.94±0.32
1	1.48±0.41	2.22±0.44	1.64±0.26	1.32±0.24	1.66±0.17
5	0.99±0.22	2.29±0.20	1.44±0.44	1.24±0.24	1.49±0.24
10	1.29±0.36	1.38±0.00	1.41±0.31	0.88±0.14	1.24±0.10
15	1.60±0.33	2.51±0.85	1.03±0.10	0.95±0.00	1.52±0.31
ค่าเฉลี่ย	1.31±0.10b	2.09±0.117a	1.72±0.31ab	1.17±0.10b	1.57±0.10

CV.= 47.18 %

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

ตารางที่ 13 แสดงผลของ NAA และ BA ในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดรากของดอกอ่อนขิงชมพู ที่เลี้ยงในอาหาร MS ที่มี BA ร่วมกับ NAA เมื่ออายุ 12 สัปดาห์

ระดับความเข้มข้นของ BA (mg/l)	เปอร์เซ็นต์การเกิดราก(±SE)				ค่าเฉลี่ย
	ระดับความเข้มข้นของ NAA (mg/l)				
	0	0.5	1	1.5	
0	0.00±0.00	11.11±9.07	22.22±9.07	22.22±9.07	13.89±4.60a
1	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	11.11±9.07	2.78±2.40b
5	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	11.11±9.07	2.78±2.40b
10	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00b
15	0.00±0.00	0.00±0.00	11.11±9.07	0.00±0.00	2.78±2.40b
ค่าเฉลี่ย	0.00±0.00	2.22±1.99	6.66±3.97	8.89±3.72	4.44±1.34

CV.= 13.16 %

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

ตารางที่ 14 แสดงผลของ NAA และ BA ในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดรากของดอกอ่อนขิงชมพูที่เลี้ยงในอาหาร MS ที่มี BA ร่วมกับ NAA เมื่ออายุ 16 สัปดาห์

ระดับความเข้มข้นของBA (mg/l)	เปอร์เซ็นต์การเกิดราก (±SE)				ค่าเฉลี่ย
	ระดับความเข้มข้นของ NAA (mg/l)				
	0	0.5	1	1.5	
0	0.00±0.00	77.77±9.25	55.53±23.97	33.33±0.00	41.66±14.36a
1	11.11±9.07	22.22±18.14	33.33±15.71	33.33±15.71	24.99±4.60ab
5	0.00±0.00	0.00±0.00	11.11±9.07	11.11±9.07	5.55±2.78bc
10	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00c
15	0.00±0.00	22.22±9.07	11.11±9.07	11.11±9.07	11.11±3.93bc
ค่าเฉลี่ย	2.22±1.99b	24.44±12.72a	22.16±8.88a	17.78±5.61ab	16.66±4.20

CV.= 78.24%

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

ตารางที่ 15 แสดงผลของ NAA และ BA ในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การเกิดรากของดอกอ่อนขิงชมพู ที่เลี้ยงในอาหาร MS ที่มี BA ร่วมกับ NAA เมื่ออายุ 20 สัปดาห์

ระดับความเข้มข้นของBA (mg/l)	เปอร์เซ็นต์การเกิดราก (±SE) ** ระดับความเข้มข้นของ NAA (mg/l)				ค่าเฉลี่ย*
	0	0.5	1	1.5	
0	0.00±0.00c	100.00±0.00a	55.55±24.28b	0.00±0.00bc	38.89±20.97a
1	11.11±9.07bc	33.33±27.21bc	33.33±15.71bc	44.44±9.07b	30.55±6.05ab
5	0.00±0.00c	0.00±0.00c	11.11±9.07bc	11.11±9.07bc	5.55±2.78bc
10	0.00±0.00c	0.00±0.00c	0.00±0.00c	0.00±0.00c	0.00±0.00c
15	11.11±9.07bc	33.333±15.71bc	11.11±9.07bc	22.22±18.14bc	19.44±4.60bc
ค่าเฉลี่ย***	4.44±2.63b	39.99±16.79a	22.22±8.88a	15.55±7.43a	20.00± 3.02

CV.= 82.96 %

* ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

** ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

*** ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

<u>ตารางที่ 16</u> แสดงผลของ NAA และ BA ในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ที่มีผลต่อจำนวนราก ของดอกอ่อนขิงชมพู ที่เลี้ยงในอาหาร MS ที่มี BA ร่วมกับ NAA เมื่ออายุ 12 สัปดาห์

ระดับความเข้มข้นของ BA (mg/l)	จำนวนราก (±SE) ระดับความเข้มข้นของ NAA (mg/l)				ค่าเฉลี่ย
	0	0.5	1	1.5	
0	0.00±0.00	0.67±0.00	27.67±3.6	8.67±1.18	9.25±0.12a
1	0.00±0.00	0.33±0.00	0.00±0.00	0.33±0.26	0.16±0.04ab
5	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.33±0.26	0.08±0.01b
10	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00b
15	0.00±0.00	0.00±0.00	1.00±0.33	1.00±0.00	0.50±0.02b
ค่าเฉลี่ย	0.00±0.04	0.20±0.01	5.73±0.09	2.07±0.06	2.00±0.60

CV.= 15.60 %

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

ตารางที่ 17 แสดงผลของ NAA และ BA ในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ที่มีผลต่อจำนวนราก ของดอกอ่อนขิงชมพู ที่เลี้ยงในอาหาร MS ที่มี BA ร่วมกับ NAA เมื่ออายุ 16 สัปดาห์

ระดับความเข้มข้นของ BA (mg/l)	จำนวนราก (±SE) ระดับความเข้มข้นของ NAA (mg/l)				ค่าเฉลี่ย
	0	0.5	1	1.5	
0	0.00±0.00	11.67±0.63	50.33±25.35	36.67±14.15	24.66±9.94a
1	0.33±0.26	5.67±4.62	3.66±1.9	9.67±2.72	4.83±1.69b
5	0.00±0.00	0.00±0.00	0.67±0.54	0.67±0.54	0.33±0.24b
10	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00b
15	0.00±0.00	3.33±1.65	10.67±8.71	0.67±0.54	3.67±2.11b
ค่าเฉลี่ย	0.06±0.06	4.13±1.94	13.06±8.50	9.53±6.27	6.70±2.53

CV.= 48.39 %

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

ตารางที่ 18 แสดงผลของ NAA และ BA ในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ที่มีผลต่อจำนวนราก ของดอกอ่อนขิงชมพู ที่เลี้ยงในอาหาร MS ที่มี BA ร่วมกับ NAA เมื่ออายุ 20 สัปดาห์

ระดับความเข้มข้นของBA (mg/l)	จำนวนราก (±SE) **				ค่าเฉลี่ย *
	ระดับความเข้มข้นของ NAA (mg/l)				
	0	0.5	1	1.5	
0	0.00±0.00c	11.00±4.92c	67.67±35.07ab	75.67±21.97a	38.58±16.71a
1	1.00±0.81c	6.33±5.17c	5.00±1.69c	15.00±5.10bc	6.83±1.50b
5	0.00±0.00c	0.33±0.26c	1.00±0.81c	1.00±0.81c	0.58±0.22b
10	0.00±0.00c	0.33±0.26c	0.00±0.00c	0.00±0.00c	0.08±0.07b
15	0.33±0.26c	4.00±1.87c	10.67±8.71bc	0.67±0.33c	3.92±2.08b
ค่าเฉลี่ย ***	0.26±0.05b	4.40±1.79ab	16.87±11.48a	18.47±13.03a	10.00±4.00

CV.= 49.04 %

* ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

** ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

*** ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาการฟอกดอกอ่อนขิงชมพูพบว่า สูตรที่ 3 ซึ่งประกอบด้วย การนำชิ้นส่วนผ่านน้ำไหล 30 นาที ฟอกด้วย เอธานอล 70 % 2 นาที ตามด้วย คลอรอกซ์ 20 % + tween-20 นาน 30นาทีและฟอกด้วย คลอรอกซ์ 10%+ tween-20 20นาที อีกครั้งหนึ่งและล้างด้วยน้ำกลั่น3 ครั้งๆละ 5 นาที สามารถทำให้ชิ้นส่วนมีเปอร์เซ็นต์การรอดสูง และมีการปนเปื้อนของเชื้อน้อยมาก เพียง 3.04 เปอร์เซ็นต์ เนื่องมาจากเอธานอล และคลอรอกซ์ที่ใช้สามารถกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ได้ดี ทำให้ชิ้นส่วนมีการปนเปื้อนน้อย แต่ทว่าชิ้นส่วนมีการตายเกิดขึ้นถึง 17.95 เปอร์เซ็นต์เช่นกัน นั่นอาจเป็นเพราะระยะเวลาที่ใช้และความเข้มข้นของเอธานอลและคลอรอกซ์ ทำอันตรายต่อเนื้อเยื่อพืช ชิ้นของเนื้อเยื่อจึงมีสีดำหรือสีน้ำตาล แสดงให้เห็นว่าเอธานอลและคลอรอกซ์ไม่เพียงแต่ฆ่าเชื้อเท่านั้น ยังทำอันตรายต่อชิ้นส่วนของพืชด้วยเช่นกัน(ศิวพงศ์,2541)

การศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อดอกอ่อนขิงชมพู โดยนำชิ้นส่วนไปเพาะเลี้ยงในอาหารMS ที่เติม BA 0,1,5,10,15 mg/l ร่วมด้วย NAA 0,0.5,1,1.5 mg/l เป็นเวลา 20 สัปดาห์ อาหาร MS ที่มี NAA 1.5 mg/l เพียงอย่างเดียว เป็นอาหารที่เหมาะสมที่สุด ที่ทำให้ยอดเกิดรากและสามารถชักนำให้ยอดเพิ่มจำนวนรากได้มากที่สุดและชักนำให้เกิดยอดใหม่ ที่มีขนาดใหญ่ สมบูรณ์ (ตารางที่ 18) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการทดลองของ เบญจมาศ (2537) ที่ทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อดาหลาจากส่วนตายอด พบว่าสูตรอาหาร MS ที่เติม NAA 1.5 mg/l สามารถชักนำให้ชิ้นส่วนดาหลาเกิดรากขึ้นเป็นจำนวนมาก และจากรายงานของจรรยา (2537) ที่ทำการขยายพันธุ์ขิงแดงโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนของหน่อ กล่าวว่าอาหาร MS ที่เติม BA 1 mg/l ร่วมด้วย NAA 1.5 mg/l สามารถเพิ่มจำนวนรากได้มากที่สุดและสามารถชักนำให้เกิดยอดใหม่ด้วย เนื่องมาจากออกซินซึ่งได้แก่ NAA มีคุณสมบัติเป็นสารเร่งการเจริญเติบโต มีผลกระตุ้นการขยายขนาดของเซลล์พืช การยืดตัวของเซลล์ และยังมีผลกระตุ้นการเกิดราก (สมภพ,2539) และอาหารมีน้ำมะพร้าวเป็นส่วนผสมด้วย ซึ่งน้ำมะพร้าวมี zeatin ซึ่งเป็น cytokinin ธรรมชาติเช่นเดียวกับ BA (อารีย์,2541) ซึ่งจากการทดลองแสดงให้เห็นว่าน้ำมะพร้าวสามารถชักนำให้ชิ้นส่วนเกิดยอดได้เช่นเดียวกับการใช้ BA และจะเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการทดลอง หากนำน้ำมะพร้าวมาใช้ สำหรับปริมาณที่เหมาะสมในแต่ละพืช ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

อาหารMS ที่มี BA 15 mg/l ร่วมด้วย NAA 0.5 mg/l เป็นอาหารที่เหมาะสมที่สุดในการพัฒนาของชิ้นส่วน ชักนำให้ชิ้นส่วนมีคะแนนการเจริญเติบโตมากที่สุด 3.99 คะแนน (ตารางที่ 3) ซึ่งมีจำนวนยอดเฉลี่ยเกิดขึ้นมากที่สุด 5.67 ยอด (ตารางที่ 9) แต่ยอดที่ได้มีขนาดเล็ก สีเขียวอ่อน ๆ มีรากบ้างเล็กน้อย และอาหารที่มี BA 10-15 mg/l ยอดที่ได้มีขนาดเล็ก ไม่แข็งแรง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ อรอุบล (2534) ที่ได้ศึกษาเรื่องผลของไซโตไคนิน การผ่าหัว และสภาพทางพันธุกรรมที่มีต่อการเกิดยอดของปทุมมาในสภาพปลอดเชื้อ พบว่าเมื่อเลี้ยง หัวปทุมมาในอาหารที่มี

ความเข้มข้นของ BA สูง ขึ้น จะชักนำให้เกิดยอดมากขึ้น แต่เมื่อใช้ BA ที่เข้มข้นสูงเกินไปนั้น จะทำให้ได้ยอดที่มีขนาดเล็กไม่แข็งแรงเช่นกัน และอาหารMS ที่เติม NAA1 mg/l เพียงอย่างเดียวเป็นอาหารที่เหมาะสมที่สุด ในการเพิ่มความยาวยอด สามารถชักนำให้ชิ้นส่วนมีการเพิ่มความยาวยอดได้มากที่สุด (ตารางที่ 9) เพราะคุณสมบัติของ NAA ที่มีประสิทธิภาพในการทำให้เซลล์ยืดตัว (ศิวพงศ์,2541)

นอกจากนี้ชิ้นส่วนในอาหาร MS ที่มีBA 5 mg/l ร่วมด้วย NAA 0.5 mg/l และBA 10 mg/l ร่วมด้วย NAA 0.5,1,1.5 mg/l มีการสร้างยอดเกิดขึ้น แต่ไม่มีการสร้างราก จากรายงานของปนัดดา (2539) ได้ทำการศึกษาผลของ BA และขนาดของชิ้นพืช ที่มีต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อดาหลา ซึ่งพบว่า การใช้ BA เข้มข้น 5-15 mg/l มีการเกิดรากน้อยมาก ทั้งนี้เนื่องจากคุณสมบัติของไซโตไคนิน หากใช้ในความเข้มข้นสูง ๆ เช่น 1-10 mg/l จะชักนำการสร้างยอดและยับยั้งการสร้างราก (คำนูญ,2542)

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 7 พบว่าชิ้นส่วนอายุ 12 สัปดาห์ ความเข้มข้นของ NAA มีผลต่อจำนวนยอด มีความแตกต่างทางสถิติ และจากตารางที่ 8 และ 9 เมื่อชิ้นส่วนมีอายุ 16 และ 20 สัปดาห์ กลับพบว่า BA มีอิทธิพลต่อจำนวนยอด จำนวนยอดมีความแตกต่างกันทางสถิติ แสดงว่าในช่วงแรกชิ้นส่วนต้องการออกซินในอัตราส่วนที่มากกว่าไซโตไคนิน เพื่อชักนำให้เกิดยอด แต่เมื่อชิ้นส่วนมีอายุเพิ่มขึ้น ชิ้นส่วนต้องการไซโตไคนินในอัตราส่วนที่มากกว่าออกซิน เพื่อใช้ในการสร้างยอด

สรุปผลการทดลอง

การทดลองที่ 1

จากการศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อดอกอ่อนขิงชมพู โดยนำชิ้นส่วนไปเพาะเลี้ยงในอาหารMS เป็นเวลา 1 สัปดาห์ พบว่าชิ้นส่วนที่ฟอกด้วยสูตรที่3โดยผ่านน้ำไหล 30 นาที เอธานอล70% 2 นาที คลอรอกซ์20% 30 นาที+ tween-20 คลอรอกซ์10% 20 นาที+ tween-20 และน้ำกลั่น3 ครั้งๆละ 5 นาที มีชิ้นส่วนมีชีวิตและไม่มีการปนเปื้อนของเชื้อมากที่สุด คิดเป็น 79%

การทดลองที่ 2

จากการศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อดอกอ่อนขิงชมพู โดยนำชิ้นส่วนไปเพาะเลี้ยงในอาหาร MS ที่เติม BA 0,1,5,10,15 mg/l ร่วมด้วย NAA 0,0.5,1,1.5 mg/l เป็นเวลา 20 สัปดาห์ พบว่า อาหารMS ที่เติม NAA1 mg/l เพียงอย่างเดียวเป็นอาหาร MS ที่เหมาะสมที่สุดในการเพิ่มความยาวยอด ชักนำให้ชิ้นส่วนมีความยาวยอดเพิ่มได้มากที่สุด 3.08 เซนติเมตร อาหารMS ที่เติม BA 15 mg/l ร่วมด้วย NAA 0.5 mg/l มีคะแนนการเจริญเติบโตมากที่สุด มีการเจริญของรากและมียอดเกิดขึ้นมากที่สุด 5.67 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดสูงที่สุดที่ 66.66% และอาหาร MS ที่มี NAA 1.5 mg/l เพียงอย่างเดียวเป็นอาหาร MS ที่เหมาะสมที่สุดในการเจริญของราก สามารถชักนำให้ยอดเพิ่มจำนวนรากได้มากที่สุด และให้ยอดที่มีความสมบูรณ์ นอกจากนี้ อาหาร MS ที่มี NAA 0.5 mg/l เพียงอย่างเดียวสามารถทำให้ยอดมีเปอร์เซ็นต์การเกิดรากสูงที่สุดที่ 100 %

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มไม้ดอกไม้ประดับ.2534.ทะเบียนผู้ประกอบการไม้ดอกไม้ประดับ.กองส่งเสริมพืชสวน.กรมส่งเสริมการเกษตร,กรุงเทพฯ.

กองโครงการและประสานงานวิจัย.2539.รายงานการประชุมวิชาการไม้ดอกไม้ประดับแห่งชาติ.ครั้งที่ 2.สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ,กรุงเทพฯ.

คณะอนุกรรมการประสานงานวิจัยและพัฒนาไม้ดอกไม้ประดับ.2533.รายงานการสัมมนาเรื่องเทคโนโลยีการผลิตไม้ดอกไม้ประดับ.สภาวิจัยแห่งชาติร่วมกับสมาคมไม้ประดับแห่งประเทศไทย,กรุงเทพฯ.

คำนูณ กาญจนภูมิ.2542.การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช.สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,กรุงเทพฯ.162 หน้า

จเร สดากร ทิพย์พรรณ สดากรและ สะอาด บุญเกิด.2525.ชื่อพรรณไม้ในเมืองไทย . พ.จิระการพิมพ์,กรุงเทพฯ.657 หน้า

จรรยา กิมเฮียะสวัสดิ์.2537.การขยายพันธุ์ขิงแดงโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ.ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช . คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,กรุงเทพฯ.

ฐิติภาส ชิตโชติ.2530.การผลิตพันธุ์ขิงปลอดโรคโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ.ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาพืชสวน. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ.

เบญจมาศ วงศ์แก่นจันทร์ .2537. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อดาหลา. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี . ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช.คณะเทคโนโลยีการเกษตร.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,กรุงเทพฯ.

ปนัดดา ศรีบุญจิตร.2539.ผลของBAและขนาดของชิ้นพืชที่มีต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อดาหลา.ปัญหาพิเศษปริญญาตรี.ภาควิชาพืชสวน.คณะเกษตร.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ.

วิทย์ เที่ยงบูรณธรรม.2542.พจนานุกรมสมุนไพรไทย.พิมพ์ครั้งที่5.บริษัทรวมสาส์น(1977)จำกัด,กรุงเทพฯ.880 หน้า

พีรเดช ทองอำไพ.2529.ฮอร์โมนพืชและการสังเคราะห์ : แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. ภาควิชาพืชสวน. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ.169 หน้า

รัชฎา วงศ์ตระกูลชัย.2542.ขิงชมพู:ไม้ดอกเขตร้อน ที่น่าจับตามอง.เทคโนโลยีชาวบ้าน.ฉบับที่ 217 ปีที่ 11

ศิวพงษ์ จำรัสพันธุ์.2541. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช .ภาควิชาชีววิทยา. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.สถาบันราชภัฏอุดรธานี,อุดรธานี.291หน้า

สมภพ ประธานธุรารักษ์.2539.อนุกรมวิธานพืชสมุนไพร.ภาควิชาเภสัชศาสตร์.คณะเภสัชศาสตร์. มหาวิทยาลัยมหิดล,กรุงเทพฯ.150 หน้า

สมเพียร เกษมทรัพย์.2532.เทคโนโลยีการผลิตธุรกิจไม้ตัดดอก.ภาควิชาพืชสวน. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ.398หน้า

สิรินทร์ ไทยธวัช.2532.ปัจจัยที่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณขิงในหลอดทดลอง.วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาพืชสวน. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ.

อรดี สหวัชรินทร์.2524.การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช 2 .การเพาะเลี้ยงปลายยอด.วารสารพืชสวน. 16(1):35-43.

อรอุบล ชมเดช.2534.ผลของไซโตไคนิน การผ่าหัว และสภาพทางพันธุกรรมที่มีต่อการเกิดยอดของปทุมมาในสภาพปลอดเชื้อ.ปัญหาพิเศษปริญญาตรี.ภาควิชาพืชสวน.คณะเกษตร.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ.

อารีย์ วรัญญูวัฒก์.2541.การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อการปรับปรุงพันธุ์.สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา. 133 หน้า

อังสนา อัครพิศาล.2533.การเพาะเลี้ยงโปรโตพลาสต์และเซลล์สำหรับศึกษาปฏิกิริยาตอบสนองเฉียบพลันของสายพันธุ์ขิงต่อเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคเหี่ยว.วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.ภาควิชาพืชสวน. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ.

Chang B.K.W. and R.A.Criley.1993.Clonal Propagation of Pink Ginger *in vitro*. HortScience.28 (12):1203.

Gati,E.I.Mariska and F.Muhadjir.1987.Rapid propagation of red ginger (*Zingiber officinale* Rose) through tissue culture technique .Proceeding of the second annual conference of the international plant biotechnology network (IPBNet) , Bangkok ,Thailand. อ้างโดย อังสนา อัครพิศาล.2533.การเพาะเลี้ยงโปรโตพลาสต์และเซลล์สำหรับศึกษาปฏิกิริยาตอบสนองเฉียบพลันของสายพันธุ์ขิงต่อเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคเหี่ยว.วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ.

Hosaki,T.and Y.Sagawa.1977.Clonal propagation of ginger (*Zingiber officinale* Rose) through tissue culture.HortScience.12(5):451-452

Ikeda.R,L. and J.T.Michael.1989. *In vitro* subculture application for ginger.HortScience.24(1) :142-143

Murashige,T. and Skoog,F.1962.A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture.Physio.Plant. 15:473-497.

Pillai,S.K. and K.B.Kumar.1982.Note on the clonal multiplication of ginger *in vitro*.Indian.J. agric.Sci.52(6):397-399.

Ringe,F. and J.P.Nitsch.1968.Condition leading to flower formation on excised begonia fragment cultured *in vitro*.Plant Cell Physiol.9:639-652.

Schenk,R.U. and A.C.Hildebrandt. 1972.Medium and techniques for induction and growth of monocotyledonous and dicotyledonous plant cell culture .Can.J.Bot.50:199-204.

Steward,F.C. and E.M.Shantz.1954.The growth of carrot tissue explants and its relation to the growth factors in coconut milk.ll.The growth promoting properties of coconut of milk for plant tissue culture *in vitro*.Amer.J.Bot.35:782.

ภาคผนวก

องค์ประกอบของสูตรอาหาร Murashige and Skoog (1962)

สารเคมีที่ใช้	ปริมาณ(mg/l)
NH_4NO_3	1650.00
KNO_3	1900.00
$CaCl_2 \cdot 2H_2O$	440.00
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	370.00
KH_2PO_4	170.00
H_3BO_3	6.20
$MnSO_4 \cdot 4H_2O$	22.30
$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	8.60
KI	0.83
$Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$	0.25
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	0.025
$CoCl_2 \cdot 6H_2O$	0.025
$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	27.8
$Na_2MoO_4 \cdot 7H_2O$	37.3
Myo-inositol	100.00
Nicotinic	0.50
Pyridoxine HCl	0.50
Thiamine HCl	0.40
Glycine	2.00
Sucrose	3000.00

<u>ตารางผลทางสถิติที่ 1</u> การวิเคราะห์ทางสถิติ ผลของ BA ร่วมกับ NAA ที่มีผลต่อคะแนนการเจริญของชิ้นส่วนดอกอ่อนขิงชมพู เมื่ออายุ 12 สัปดาห์

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F 0.05	F 0.01
Rep	2	1.656	0.828	5.480**	3.23	5.18
Treatment	19	6.924	0.364	2.413**	1.84	2.36
A	4	1.014	0.254	1.679ns	2.61	3.83
B	3	3.516	1.172	7.759**	2.84	4.31
AB	12	2.394	0.199	1.321ns	1.92	2.52
Error	38	5.740	0.151			
Total	59	14.319	0.243			

Grand mean = 3.06 CV.= 12.68 %

** Significant at 1% level

ns Not Significant

<u>ตารางผลทางสถิติที่ 2</u> การวิเคราะห์ทางสถิติ ผลของ BA ร่วมกับ NAA ที่มีผลต่อคะแนนการเจริญของชิ้นส่วนดอกอ่อนขิงชมพู เมื่ออายุ 16 สัปดาห์

SOURCE	Df	SS	MS	F-value	F 0.05	F 0.01
Rep	2	1.546	0.773	2.395ns	3.23	5.18
Treatment	19	12.384	0.652	2.020*	1.84	2.36
A	4	4.411	1.103	3.417*	2.61	3.83
B	3	3.978	1.326	4.109*	2.84	4.31
AB	12	3.995	0.333	1.301ns	1.92	2.52
Error	38	12.264	0.323			
Total	59	26.193	0.444			

Grand mean = 2.91 CV. = 19.49 %

* Significant at 5% level

ns Not Significant

<u>ตารางผลทางสถิติที่ 3</u> การวิเคราะห์ทางสถิติ ผลของ BA ร่วมกับ NAA ที่มีผลต่อคะแนนการเจริญของชิ้นส่วนดอกอ่อนขิงชมพู เมื่ออายุ 20 สัปดาห์

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F 0.05	F 0.01
Rep	2	3.522	1.761	3.163^{ns}	3.23	5.18
Treatment	19	14.242	0.750	1.347^{ns}	1.84	2.36
A	4	2.964	0.741	1.331^{ns}	2.61	2.83
B	3	5.749	1.916	3.443*	2.84	4.31
AB	12	5.530	0.461	0.828^{ns}	1.92	2.52
Error	38	21.151	0.557			
Total	59	38.915	0.660			

Grand mean = 2.80 CV. = 26.62 %

* Significant at 5% level

ns Not Significant

<u>ตารางผลทางสถิติที่ 4</u> การวิเคราะห์ทางสถิติ ผลของ BA ร่วมกับ NAA ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนเกิดยอดของชิ้นส่วนดอกอ่อนขิงชมพู เมื่ออายุ 12 สัปดาห์ โดยแปลงข้อมูลแบบ arcsine $\sqrt{X}$

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F 0.05	F 0.01
Rep	2	3976.544	1988.272	9.316**	3.23	5.18
Treatment	19	8123.102	427.532	2.063*	1.84	2.36
A	4	1045.823	261.456	1.225^{ns}	2.61	2.83
B	3	3750.185	1250.062	5.857**	2.84	4.31
AB	12	3327.094	277.258	1.299^{ns}	1.92	2.52
Error	38	8109.892	213.418			
Total	59	20209.538	342.535			

Grand mean = 14.24 CV. = 102.56 %

* Significant at 5% level

** Significant at 1% level

ns No· Significant

ตารางผลทางสถิติที่ 5 การวิเคราะห์ทางสถิติ ผลของ BA ร่วมกับ NAA ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนเกิดยอดของชิ้นส่วนดอกอ่อนขิงชมพู เมื่ออายุ 16 สัปดาห์ โดยแปลงข้อมูลแบบ arcsine $\sqrt{X}$

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F 0.05	F 0.01
Rep	2	3828.565	1914.283	7.873 **	3.23	5.18
Treatment	19	10037.878	528.309	2.173 *	1.84	2.36
A	4	2258.108	564.527	2.322 ns	2.61	2.83
B	3	4510.922	1503.641	6.184 **	2.84	4.31
AB	12	3268.848	272.404	1.120 ns	1.92	2.52
Error	38	9239.237	243.138			
Total	59	23105.680	391.622			

Grand mean = 18.6 CV. = 83.82 %

* Significant at 5% level

** Significant at 1% level

ns Not Significant

ตารางผลทางสถิติที่ 6 การวิเคราะห์ทางสถิติ ผลของ BA ร่วมกับ NAA ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนเกิดยอดของชิ้นส่วนดอกอ่อนขิงชมพู เมื่ออายุ 20 สัปดาห์ โดยแปลงข้อมูลแบบ arcsine $\sqrt{X}$

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F 0.05	F 0.01
Rep	2	1629.003	814.502	2.592 ns	3.23	5.18
Treatment	19	10787.391	567.757	1.807 ns	1.84	2.36
A	4	3022.143	755.536	2.404 ns	2.61	2.83
B	3	2790.742	930.247	2.960 *	2.84	4.31
AB	12	4974.507	414.542	1.319 ns	1.92	2.52
Error	38	11942.305	314.271			
Total	59	24358.699	412.859			

Grand mean = 23.79 CV. = 74.50 %

* Significant at 5% level

ns Not Significant

ตารางผลทางสถิติที่ 7 การวิเคราะห์ทางสถิติ ผลของ BA ร่วมกับ NAA ที่มีผลต่อจำนวนยอดที่เกิดขึ้นของชิ้นส่วนดอกอ่อนขิงชมพู เมื่ออายุ 12 สัปดาห์ โดยแปลงข้อมูลแบบ $\sqrt{X+1}$

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F 0.05	F 0.01
Rep	2	0.155	0.078	4.425*	3.23	5.18
Treatment	19	0.462	0.024	4.387**	1.84	2.36
A	4	0.044	0.011	0.631 ns	2.61	2.83
B	3	0.160	0.053	3.042*	2.84	4.31
AB	12	0.258	0.021	1.225 ns	1.92	2.52
Error	38	0.667	0.018			
Total	59	1.284	0.022			

Grand mean =1.06 CV. = 12.41 %

* Significant at 5% level

** Significant at 1% level

ns Not Significant

ตารางผลทางสถิติที่ 8 การวิเคราะห์ทางสถิติ ผลของ BA ร่วมกับ NAA ที่มีผลต่อจำนวนยอดที่เกิดขึ้นของชิ้นส่วนดอกอ่อนขิงชมพู เมื่ออายุ 16 สัปดาห์ โดยแปลงข้อมูลแบบ $\sqrt{X+1}$

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F 0.05	F 0.01
Rep	2	0.199	0.100	4.593*	3.23	5.18
Treatment	19	1.205	0.063	2.921**	1.84	2.36
A	4	0.449	0.112	5.174**	2.61	2.83
B	3	0.126	0.042	1.930 ns	2.84	4.31
AB	12	0.630	0.053	2.418*	1.92	2.52
Error	38	0.825	0.022			
Total	59	2.229	0.038			

Grand mean =1.11 CV. = 13.16 %

* Significant at 5% level

** Significant at 1% level

ns Not Significant

<u>ตารางผลทางสถิติที่ 9</u> การวิเคราะห์ทางสถิติ ผลของ BA ร่วมกับ NAA ที่มีผลต่อจำนวนยอดที่เกิดขึ้นของชิ้นส่วนดอกอ่อนขิงชมพู เมื่ออายุ 20 สัปดาห์ โดยแปลงข้อมูลแบบ $\sqrt{X+1}$

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F 0.05	F 0.01
Rep	2	0.194	0.097	3.062^{ns}	3.23	5.18
Treatment	19	1.322	0.070	2.200*	1.84	2.36
A	4	0.355	0.089	2.809*	2.61	2.83
B	3	0.212	0.071	2.240^{ns}	2.84	4.31
AB	12	0.754	0.063	1.987*	1.92	2.52
Error	38	1.202	0.032			
Total	59	2.717	0.046			

Grand mean = 1.17 CV. = 15.12 %

* Significant at 5% level

ns Not Significant

<u>ตารางผลทางสถิติที่10</u> การวิเคราะห์ทางสถิติ ผลของ BA ร่วมกับ NAA ที่มีผลต่อความยาวยอดของชิ้นส่วนดอกอ่อนขิงชมพู เมื่ออายุ 12 สัปดาห์

SOURCE	Df	SS	MS	F-value	F 0.05	F 0.01
Rep	2	1.703	0.852	9.286**	3.23	5.18
Treatment	19	7.339	0.386	4.212**	1.84	2.36
A	4	2.564	0.641	6.988**	2.61	2.83
B	3	2.295	0.765	8.342**	2.84	4.31
AB	12	2.480	0.207	2.254*	1.92	2.52
Error	38	3.485	0.092			
Total	59	12.528	0.212			

Grand mean = 1.11 CV. = 27.27 %

* Significant at 5% level

** Significant at 1% level

<u>ตารางผลทางสถิติที่ 11</u> การวิเคราะห์ทางสถิติ ผลของ BA ร่วมกับ NAA ที่มีผลต่อความยาวยอดของชิ้นส่วนดอกอ่อนขิงชมพู เมื่ออายุ 16 สัปดาห์

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F 0.05	F 0.01
Rep	2	7.646	3.823	8.299**	3.23	5.18
Treatment	19	28.325	1.491	3.236**	1.84	2.36
A	4	8.944	2.236	4.854**	2.61	2.83
B	3	10.065	3.355	7.283**	2.84	4.31
AB	12	9.316	0.776	1.685ns	1.92	2.52
Error	38	17.505	0.461			
Total	59	53.476	0.906			

Grand mean = 1.57 CV .=43.09 %

** Significant at 1% level

ns Not Significant

<u>ตารางผลทางสถิติที่12</u> การวิเคราะห์ทางสถิติ ผลของ BA ร่วมกับ NAA ที่มีผลต่อความยาวยอดของชิ้นส่วนดอกอ่อนขิงชมพู เมื่ออายุ 20 สัปดาห์

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F 0.05	F 0.01
Rep	2	1.684	0.842	1.530ns	3.23	5.18
Treatment	19	18.915	0.996	1.809ns	1.84	2.36
A	4	3.153	0.788	1.432ns	2.61	2.83
B	3	7.751	2.584	4.694**	2.84	4.31
AB	12	8.011	0.668	1.213ns	1.92	2.52
Error	38	20.915	0.550			
Total	59	41.513	0.704			

Grand mean = 1.57 CV .= 47.18 %

** Significant at 1% level

ns Not Significant

<u>ตารางผลทางสถิติที่ 13</u> การวิเคราะห์ทางสถิติ ผลของ BA ร่วมกับ NAA ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนเกิดรากของชิ้นส่วนดอกอ่อนขิงชมพู เมื่ออายุ 12สัปดาห์ โดยแปลงข้อมูลแบบ arcsine $\sqrt{X}$

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F 0.05	F 0.01
Rep	2	855.188	4.27.594	5.783**	3.23	5.18
Treatment	19	2687.734	141.460	1.913*	1.84	2.36
A	4	1160.612	290.153	3.924**	2.61	2.83
B	3	610.849	203.616	2.754ns	2.84	4.31
AB	12	916.273	76.356	1.033ns	1.92	2.52
Error	38	2809.904	73.945			
Total	59	6352.826	107.675			

Grand mean = 9.00 CV. = 95.48 %

* Significant at 5% level

** Significant at 1% level

ns Not Significant

<u>ตารางผลทางสถิติที่ 14</u> การวิเคราะห์ทางสถิติ ผลของ BA ร่วมกับ NAA ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนเกิดรากของชิ้นส่วนดอกอ่อนขิงชมพู เมื่ออายุ 16 สัปดาห์ โดยแปลงข้อมูลแบบ arcsine $\sqrt{X}$

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F 0.05	F 0.01
Rep	2	4055.213	2027.606	9.338**	3.23	5.18
Treatment	19	16459.408	866.285	3.990**	1.84	2.36
A	4	8811.362	2202.840	10.145**	2.61	2.83
B	3	2945.983	981.944	4.523**	2.84	4.31
AB	12	4702.063	391.839	1.805ns	1.92	2.52
Error	38	8251.101	217.134			
Total	59	28765.722	487.555			

Grand mean = 18.8 CV. = 78.249 %

** Significant at 1% level

ns Not Significant

<u>ตารางผลทางสถิติที่ 15</u> การวิเคราะห์ทางสถิติ ผลของ BA ร่วมกับ NAA ที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนเกิดรากของชิ้นส่วนดอกอ่อนขิงชมพู เมื่ออายุ 20 สัปดาห์ โดยแปลงข้อมูลแบบ arcsine $\sqrt{X}$

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F 0.05	F 0.01
Rep	2	2983.723	1491.861	4.376^{*}	3.23	5.18
Treatment	19	25649.679	1349.983	3.960^{**}	1.84	2.36
A	4	12432.036	3108.009	9.118^{**}	2.61	2.83
B	3	4406.598	1468.866	4.309^{*}	2.84	4.31
AB	12	8811.044	734.254	2.154^{*}	1.92	2.52
Error	38	12953.544	340.883			
Total	59	41586.945	704.863			

Grand mean = 22.25 CV. = 82.96 %

* Significant at 5% level

** Significant at 1% level

<u>ตารางผลทางสถิติที่ 16</u> การวิเคราะห์ทางสถิติ ผลของ BA ร่วมกับ NAA ที่มีผลต่อจำนวนรากที่เกิดขึ้นของชิ้นส่วนดอกอ่อนขิงชมพู เมื่ออายุ 12 สัปดาห์ โดยแปลงข้อมูลแบบ $\sqrt{X+1}$

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F 0.05	F 0.01
Rep	2	0.037	0.019	0.668^{ns}	3.23	5.18
Treatment	19	1.144	0.060	2.160^{*}	1.84	2.36
A	4	0.451	0.113	4.046^{**}	2.61	2.83
B	3	0.141	0.047	1.683^{ns}	2.84	4.31
AB	12	0.552	0.046	1.651^{ns}	1.92	2.52
Error	38	1.059	0.028			
Total	59	2.240	0.038			

Grand mean =1.06 CV. = 15.60 %

* Significant at 5% level

** Significant at 1% level

ns Not Significant

<u>ตารางผลทางสถิติที่ 17</u> การวิเคราะห์ทางสถิติ ผลของ BA ร่วมกับ NAA ที่มีผลต่อจำนวนรากที่เกิดขึ้นของชิ้นส่วนดอกอ่อนขิงชมพู เมื่ออายุ 16 สัปดาห์ โดยแปลงข้อมูลแบบ $\sqrt{X+1}$

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F 0.05	F 0.01
Rep	2	5.932	2.966	5.482^{**}	3.23	5.18
Treatment	19	35.035	1.844	3.408^{**}	1.84	2.36
A	4	19.086	4.772	8.819^{**}	2.61	2.83
B	3	4.424	1.475	2.726^{ns}	2.84	4.31
AB	12	11.524	0.960	1.775^{ns}	1.92	2.52
Error	38	20.560	0.541			
Total	59	61.527	1.043			

Grand mean =1.51 CV. = 48.59 %

** Significant at 1% level

ns Not Significant

<u>ตารางผลทางสถิติที่ 18</u> การวิเคราะห์ทางสถิติ ผลของ BA ร่วมกับ NAA ที่มีผลต่อจำนวนรากที่เกิดขึ้นของชิ้นส่วนดอกอ่อนขิงชมพู เมื่ออายุ 20 สัปดาห์ โดยแปลงข้อมูลแบบ $\sqrt{X+1}$

SOURCE	df	SS	MS	F-value	F 0.05	F 0.01
Rep	2	6.741	3.371	4.823^{*}	3.23	5.18
Treatment	19	68.255	3.592	5.140^{**}	1.84	2.36
A	4	30.654	7.663	10.966^{**}	2.61	2.83
B	3	11.854	3.951	5.654^{**}	2.84	4.31
AB	12	25.747	5.146	3.070^{**}	1.92	2.52
Error	38	26.557	0.699			
Total	59	101.552	1.721			

Grand mean =1.70 CV. = 49.04 %

* Significant at 5% level

** Significant at 1% level