



ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

เรื่อง

การศึกษาการออกรากของเฮลิโคเนียในสภาพปลอดเชื้อ
In Vitro Root Induction of *Heliconia psittacorum*

โดย

นางสาว พรนุช ภาสุรวงศ์

ได้รับการเห็นชอบจาก

(ดร. สุม อรัญนารอด)
อาจารย์ที่ปรึกษา

| |
|-----------------------------|
| ACC. NO..... |
| Date Received. 10 ส.ค. 2539 |
| Call No..... |

ภาควิชารับรองแล้ว

(ผศ.ดร.ปิญญา โพธิ์จูติรัตน์)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

วันที่ ๑๕ เดือน ๘ พ.ศ. ๓๕

๑.๑๗.
๗ ๒๔๕๗
๒๕๘๗

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ



T100598

เรื่อง

การศึกษาการออกรากของเฮลิโคเนียในสภาพปลอดเชื้อ
In Vitro Root Induction of Heliconia psittacorum

โดย

นางสาว พรนุช ภาสุรวงศ์

อาจารย์ที่ปรึกษา

ร/พ.

พ ๒๕๕๓

๒๕๓๗

อาจารย์ ดร. สุเม อรัญนารถ

เสนอ

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน 100598

วันเดือนปี ๙ ๒๕๓๗

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พุทธศักราช ๒๕๓๗

ชื่อเรื่อง การศึกษาการออกรากของเฮลิโคเนียในสภาพปลอดเชื้อ
In Vitro Root Induction of *Heliconia psittacorum*
โดย นางสาว พรนุช ภาสุรวงศ์
สาขา เทคโนโลยีการผลิตพืช ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
คณะ เทคโนโลยีการเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร. สุเม อรัญนารณ

บทคัดย่อ

จากการศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดราก ของหน่อ *Heliconia* โดยนำมาเลี้ยงบนอาหารสูตรพื้นฐานซึ่งประกอบด้วยอาหาร Murashige and Skoog (1962) ดัดแปลง ร่วมกับ BA 5 มก.ต่อลิตร และเติม NAA 0, 0.5, 1 และ 1.5 มก.ต่อลิตร หรือ IAA 0.5, 1 และ 1.5 มก.ต่อลิตร ร่วมกับ ผงถ่าน 0 และ 0.2% พบว่า NAA 1.5 มก.ต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดจำนวนรากมากที่สุด ได้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของรากมากที่สุด นอกจากนี้แล้ว ยังสามารถชักนำให้เกิดหน่อเป็นจำนวนมาก และหน่อที่ได้มีความสูงมากที่สุดด้วย

Abstract

The suitable media for root induction of *Heliconia psittacorum* were studied. Cultures were initiated on basic media containing modified Murashige and Skoog (1962) and 5 mg/l 6-benzylamino purine (BA). Combinations of α -naphthalene acetic acid (NAA) at the rate of 0, 0.5, 1 and 1.5 mg/l or indole-3-acetic acid (IAA) at the rate 0.5, 1 and 1.5 mg/l and supplemented with activated charcoal at the rate of 0 and 0.2% were investigated. It was found that 1.5 mg/l NAA gave the maximum number of roots, root wet weight, root dry weight, shoot numbers and the highest shoots were also achieved from this medium.

คำนิยม

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.สุเม อรัญนารถ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยแก้ไขปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ตั้งแต่เริ่มแรก จนสำเร็จเรียบร้อย สมบูรณ์ รวมทั้งอาจารย์ ดร. ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์ ที่ให้ความกรุณาในการใช้ตู้อบ จึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ.ที่นี้ด้วย

นอกจากนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ และน้อง ๆ ทุกท่านที่ให้คำแนะนำ ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจในการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้ด้วยดีมาตลอด

ขอขอบคุณ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งเป็นสถานศึกษาและมีส่วนช่วยให้ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และทุกคนในครอบครัว ที่เป็นกำลังใจและให้ทุนทรัพย์ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

พรนุช ภาสุรวงศ์

สารบัญ

| เรื่อง | หน้า |
|------------------------|------|
| สารบัญตาราง | (ก) |
| สารบัญภาพ | (ค) |
| คำย่อที่ใช้ในรายงานนี้ | (ง) |
| คำนำ | 1 |
| การตรวจเอกสาร | 2 |
| อุปกรณ์และวิธีการ | 5 |
| -อุปกรณ์ | 5 |
| -วิธีการ | 6 |
| ผลการทดลอง | 10 |
| วิจารณ์ผลการทดลอง | 36 |
| สรุปผลการทดลอง | 37 |
| เอกสารอ้างอิง | 38 |
| ภาคผนวก | 41 |

(ก)

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | | หน้า |
|-------------|--|------|
| ตารางที่ 1 | ผลของ ผงถ่าน และ Auxin ต่อการเจริญเติบโตของราก <i>H. psittacorum</i> เมื่ออายุ 2 เดือน..... | 16 |
| ตารางที่ 2 | ผลของ ผงถ่าน และ Auxin ต่อการเจริญเติบโตของต้น <i>H. psittacorum</i> เมื่ออายุ 2 เดือน..... | 17 |
| ตารางที่ 3 | ผลของ ผงถ่าน และ Auxin ต่อการเกิดหน่อของต้น <i>H. psittacorum</i> เมื่ออายุ 2 เดือน..... | 18 |
| ตารางที่ 4 | ผลของ ผงถ่าน และ Auxin ต่อความสูงของต้น <i>H. psittacorum</i> เมื่ออายุ 2 เดือน..... | 19 |
| ตารางที่ 5 | ผลของ ผงถ่าน และ Auxin ต่อการเจริญเติบโตของราก <i>H. psittacorum</i> เมื่ออายุ 3 เดือน..... | 20 |
| ตารางที่ 6 | ผลของ ผงถ่าน และ Auxin ต่อการเจริญเติบโตของต้น <i>H. psittacorum</i> เมื่ออายุ 3 เดือน..... | 21 |
| ตารางที่ 7 | ผลของ ผงถ่าน และ Auxin ต่อการเกิดหน่อของต้น <i>H. psittacorum</i> เมื่ออายุ 3 เดือน..... | 22 |
| ตารางที่ 8 | ผลของ ผงถ่าน และ Auxin ต่อความสูงของต้น <i>H. psittacorum</i> เมื่ออายุ 3 เดือน..... | 23 |
| ตารางที่ 9 | ผลของ ผงถ่าน และ Auxin ต่อการเจริญเติบโตของราก <i>H. psittacorum</i> เมื่ออายุ 4 เดือน..... | 24 |
| ตารางที่ 10 | ผลของ ผงถ่าน และ Auxin ต่อการเจริญเติบโตของต้น <i>H. psittacorum</i> เมื่ออายุ 4 เดือน..... | 25 |
| ตารางที่ 11 | ผลของ ผงถ่าน และ Auxin ต่อการเกิดหน่อของต้น <i>H. psittacorum</i> เมื่ออายุ 4 เดือน..... | 26 |

(ข)

| | หน้า |
|---|------|
| ตารางที่ 12 ผลของ ผงถ่าน และ Auxin ต่อความสูงของต้น H. psittacorum เมื่ออายุ 4 เดือน..... | 27 |
| ตารางที่ 13 ผลของ ผงถ่าน และ Auxin ต่อการเจริญเติบโตของราก H. psittacorum เมื่ออายุ 5 เดือน..... | 28 |
| ตารางที่ 14 ผลของ ผงถ่าน และ Auxin ต่อการเจริญเติบโตของต้น H. psittacorum เมื่ออายุ 5 เดือน..... | 29 |
| ตารางที่ 15 ผลของ ผงถ่าน และ Auxin ต่อการเกิดหน่อของต้น H. psittacorum เมื่ออายุ 5 เดือน..... | 30 |
| ตารางที่ 16 ผลของ ผงถ่าน และ Auxin ต่อความสูงของต้น H. psittacorum เมื่ออายุ 5 เดือน..... | 31 |
| ตารางที่ 17 ผลของ ผงถ่าน และ Auxin ต่อจำนวนรากของต้น H. psittacorum เมื่ออายุ 5 เดือน..... | 32 |
| ตารางที่ 18 ผลของ ผงถ่าน และ Auxin ต่อความยาวรากของต้น H. psittacorum เมื่ออายุ 5 เดือน..... | 33 |
| ตารางที่ 19 ผลของ ผงถ่าน และ Auxin ต่อน้ำหนักสดของราก H. psittacorum เมื่ออายุ 5 เดือน..... | 34 |
| ตารางที่ 20 ผลของ ผงถ่าน และ Auxin ต่อน้ำหนักแห้งของราก H. psittacorum เมื่ออายุ 5 เดือน..... | 35 |

(ค)

สารบัญภาพ

| ภาพที่ | หน้า |
|---|------|
| 1. แสดงคะแนนการเจริญเติบโตของต้น <i>Heliconia psittacorum</i> ในอาหารสูตรพื้นฐานที่ประกอบด้วยอาหาร MS ดัดแปลงร่วมกับ BA 5 มก.ต่อลิตร และ NAA หรือ IAA ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ | 9 |
| 2. เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้น <i>Heliconia psittacorum</i> ในอาหารที่ไม่เติมผงถ่าน และเติมผงถ่าน 0.2 % | 15 |

(๑)

คำย่อที่ใช้ในรายงานนี้

| | |
|-------------------|--|
| ซม. | เซนติเมตร |
| มก.ต่อลิตร | มิลลิกรัมต่อลิตร |
| MS | Murashige and Skoog |
| BA | 6-Benzylamino purine |
| NAA | α-Naphthalene acetic acid |
| IAA | Indole-3-acetic acid |

คำนำ

ในปัจจุบันเริ่มมีความนิยม Heliconia หรือ ธรรมรักษา โดยมีการนำเข้าพันธุ์ใหม่ ๆ จากต่างประเทศ ช่อดอกมีสีสวย ดอกบานทน เหมาะสมที่จะนำมาปลูกเป็นไม้ตัดดอก ไม้กระถาง และตกแต่งสวน ส่วนที่เด่นและมีสีสันสวยสะดุดตา คือ ส่วนที่เรียกว่า กาบรองดอก หรือ ใบประดับ จึงทำให้มีการปลูก Heliconia เป็นการค้ำมากขึ้น (เศรษฐพงศ์, 2537) ในปัจจุบันพันธุ์ที่นิยมปลูกส่วนมากจะเป็นพันธุ์ดอกเล็ก ชนิดซิตาคอร์รัม (psittacorum) จากข้อมูลของด่านตรวจและกักกันพืชของควบคุมพืชและวัสดุการเกษตรแสดงรายงานว่า ประเทศไทยส่งออกดอกเฮลิโคเนียในปี 2536 จำนวน 16,289 ดอก

ในการปลูก Heliconia (จิรายุพิน, 2534) เพื่อทำเป็นไม้ตัดดอก จำเป็นต้องมีต้นพันธุ์สำหรับการขยายพันธุ์จำนวนมาก โดยทั่วไปแล้ว Heliconia สามารถขยายพันธุ์ได้ 2 วิธี คือ การเพาะเมล็ด โดยส่วนใหญ่ได้จากการนำเข้ามาจากต่างประเทศและการแยกหน่อ โดยเมื่อดอกบานหมดแล้ว นิยมตัดต้นลงให้เสมอดิน เพื่อกระตุ้นให้หน่อใหม่เจริญ โดยจะเกิดการแตกหน่อที่เหง้าลำต้นใต้ดิน แล้วจึงทำการแยกต้นพร้อมหน่อ ซึ่งทั้ง 2 วิธีนี้ถือว่าเป็นวิธีการขยายพันธุ์โดยวิธีทางธรรมชาติที่เข้ามา สำหรับการที่จะเพิ่มต้นพันธุ์ในการทำเป็นไม้ตัดดอกเพื่อการค้า และยิ่งในช่วงฤดูหนาวซึ่งมีอุณหภูมิต่ำ ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมต่อการแตกหน่อ ก็จะทำให้เกิดการแตกหน่อได้ช้าลงไปอีก หากมีการสังตั้งพันธุ์จำนวนมากๆ อาจจะเป็นการลงทุนที่ค่อนข้างสูง และบางทีอาจจะไม่คุ้มต่อการลงทุนเพราะ Heliconia พันธุ์ใหม่ๆมักจะเป็นพันธุ์ที่มีราคาแพง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องอาศัย การขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเข้ามาช่วย เพื่อให้ได้ต้นพันธุ์ในปริมาณที่มาก ในเวลาอันรวดเร็วและปลอดโรคด้วย

สำหรับงานทดลองนี้เป็นงานทดลองต่อเนื่องจากการขยายพันธุ์ Heliconia โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของผงถ่าน ระดับความเข้มข้นของ NAA และ IAA ที่เหมาะสมต่อการเกิดราก การพัฒนาของราก และการเจริญเติบโตของ Heliconia ที่เพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ

การตรวจเอกสาร

เฮลิโคเนีย

| | |
|------------------|---|
| ชื่อวิทยาศาสตร์: | <i>Heliconia spp.</i> |
| ชื่อสามัญ: | ธรรมรักษา, Heliconia |
| วงศ์: | Heliconiaceae |
| ชื่ออื่น ๆ : | ก้ามกุ้ง (ช่อดอกตั้ง) ก้ามกั้ง (ช่อดอกห้อย) |

Heliconia มีถิ่นกำเนิดในแถบอเมริกาเขตร้อน ทั้งในอเมริกากลางและอเมริกาใต้ เป็นพืชที่มีสกุลเดียว (จิรายุพิน, 2534) คือ สกุล *Heliconiaceae* มีถึงประมาณ 150 ชนิด ซึ่งมีความสูงตั้งแต่ 30 ซม. จนถึง 6 เมตร (Broschat and Donsehman, 1983)

Heliconia (เศรษฐพงศ์, 2537) มีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ดังนี้

ต้น เป็นไม้อวบน้ำยืนต้น (herbaceous perennial) มีลำต้นใต้ดินเรียกว่า เหง้า (rhizome) คล้ายกล้วยและขิง เหง้า 1 เหง้า มีศักยภาพในการสร้างหน่อหรือเหง้าใหม่ ได้ 2 หน่อ โดยหน่อใหม่จะแตกต่างจากตาส่วนบนของเหง้าเดิม (1-2 หน่อ) ขนานกับผิวดิน มีลักษณะคล้ายการแตกของกิ่งไม้ (sympodial growth) ส่วนของลำต้นเหนือดินเรียกว่า "ต้นเทียม" (pseudostem) ประกอบด้วยส่วนของลำต้น (stem) และใบเมื่อเจริญเต็มที่มักมีช่อดอก (inflorescence) แทงออกที่ส่วนกลางของต้นเทียม ลำต้นประกอบด้วยกาบใบ (leaf sheath) วางซ้อนสลับกันไปมา

ใบ การเรียงตัวของใบจะเรียงสลับตรงกันข้ามกัน (alternate) ในระนาบเดียวกัน (distichous) แต่ละใบจะประกอบด้วยส่วนของก้านใบ (petiole) และตัวใบ (blade)

ดอก ช่อดอก *Heliconia* เป็นส่วนที่สะดุดตามากที่สุด และมีสีสันสวยงาม ช่อดอกมักแทงออกกลางลำต้นเทียมและเป็นส่วนสุดท้ายของการเจริญ ซึ่งภายในดอกแต่ละดอกจะมีกลีบเลี้ยงและกลีบดอกอย่างละ 3 กลีบ ทั้งหมดนี้จะติดกันที่โคนคล้ายหลอด (perianth) สีของ perianth อาจแตกต่างกันแล้วแต่ชนิด ซึ่งส่วนใหญ่จะมีสีเหลืองจนถึงขาว เมื่อดอกบานกลีบเลี้ยง 1 กลีบ จะแยกตัวออกจาก perianth เพื่อให้เห็นหรือค้างคาบเข้าผสมเกสร ภายในดอกจริงมีเกสรตัวผู้ 6 เกสร ซึ่งเกสรหนึ่งเป็นหมันรังไข่อยู่ใต้กลีบเลี้ยงและกลีบดอก (perianth) ภายในมี 3 ช่อง

ผล มีลักษณะคล้ายผลท้อ (drupe) มีเนื้อนุ่มและมีชั้นหุ้ม

การชักนำให้ต้นอ่อนหรือชิ้นส่วนของพืชในสภาพปลอดเชื้อเกิดราก

Nathan *et al.* (1992) ได้ทำการทดลองเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ *Heliconia* พันธุ์ *Heliconia psittacorum* L.F. โดยนำต้นอ่อนที่อยู่ในสภาพปลอดเชื้อมาเลี้ยงในสูตรอาหารดัดแปลง MS ไม่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต ทำให้ต้นอ่อนนั้นเกิดรากได้ หลังจากนั้นจึงนำ *Heliconia* มาปรับสภาพให้คุ้นเคยกับการเพาะชำในเรือนกระจกต่อไป

กรี (2533) ได้ศึกษาผลของ NAA และ ผงถ่าน ที่เหมาะสมต่อการเกิดรากและการเจริญเติบโตของต้นอ่อนกล้วยพันธุ์ Grand Nain พบว่า สูตรอาหาร MS ที่เติม NAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับผงถ่าน 1 กรัมต่อลิตร จะเหมาะสมต่อการเกิดรากและการเจริญเติบโตของต้นอ่อนมากที่สุด

สุภาพร (2532) ได้ทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยไข่บนอาหารสูตร MS ที่เติม BA น้ำมะพร้าว และผงถ่าน พบว่า การเติมผงถ่านลงในสูตรอาหาร มีผลทำให้เนื้อเยื่อกล้วยไข่พัฒนาให้เกิดรากมากขึ้น

วิลลัคษณ์ (2523) ได้นำเนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆ ของแกลดิโอสส์มาเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงพบว่าเนื้อเยื่อส่วนปลายยอดของแกลดิโอสส์ สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุดและมีการสร้างรากเป็นจำนวนมากในอาหารที่เติม NAA 0.1-0.5 ppm.

ในคอสตาริกา Jarret *et al.* (1985) รายงานว่า เมื่อเลี้ยงปลายยอดของกล้วยพันธุ์ Pelipita และ Saba บนอาหารสูตร MS ที่เติม BA 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA 1 มิลลิกรัมต่อลิตรขนาดของเนื้อเยื่อจะเพิ่มขึ้น 3-5 เท่าของขนาดเริ่มต้น ภายในเวลา 4 สัปดาห์ เมื่อทำการตัดแบ่งและย้ายลงเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ทุก 4-6 สัปดาห์ ยอดเล็ก ๆ จะเพิ่มขึ้นได้ 16 ยอด จากชิ้นส่วน 1 ชิ้น แต่ถ้าเก็บไว้ 4 และ 8 เดือน ยอดจะเพิ่มเป็น 22 และ 31 ยอด ตามลำดับ และเมื่อต้องการทำให้เกิดรากก็ย้ายลงเลี้ยงในอาหารสูตร MS โดยไม่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต

Bower and Fraser (1982) ได้รายงานว่ ปลายยอดของกล้วยพันธุ์ Williams สามารถเจริญได้ดีบนอาหารสูตร MS ที่เติม kinetin 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IBA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร และ NAA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งจะเจริญเป็นต้นที่สมบูรณ์ ในเวลา 4 สัปดาห์ และย้ายออกปลูกได้ภายใน 6 สัปดาห์

ประภาลิณี (2529) ได้ศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโต การเปลี่ยนแปลงและการเพิ่มปริมาณของกล้วย Bungulan ที่เพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ พบว่าความเป็นกรด-ด่าง ของอาหารที่เหมาะสม คือ pH 5.6 สารเร่งการเจริญเติบโต กลุ่ม Cytokinin ที่เหมาะสมต่อการเพิ่มปริมาณหน่อคือ

น้ำมะพร้าว 20% หรือ BA 5 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือ Kinetin 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนสารเร่งการเติบโตกลุ่ม Auxins ที่เหมาะสมต่อการเกิดรากคือ IAA หรือ NAA ที่ระดับความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

Berg and Bustamante (1974) ได้ทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเจริญจากเหง้ากล้วยที่ผ่านความร้อนช่วงเวลานึง เพื่อสร้างต้นที่ปราศจากไวรัสโดยเลี้ยงบนอาหารสูตรดัดแปลงของ Knudson (1946) ซึ่งเติม NAA 1 μg / ml. เพื่อชักนำให้เกิดราก

Cronauer and Krikorian (1984) ได้ทำการศึกษาเลี้ยงปลายยอดของกล้วย 4 พันธุ์ บนอาหารสูตร MS ที่เติม BA 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำการย้ายอาหารทุก 4 สัปดาห์ พบว่า กล้วยแต่ละพันธุ์มีการเพิ่มปริมาณได้ไม่เท่ากันและการเติม IAA หรือ NAA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ activated charcoal 0.025% (w/v) ลงในอาหารจะช่วยให้การเกิดรากดีขึ้น ต้นที่ได้สามารถย้ายออกปลูกได้ภายในเวลา 2 สัปดาห์

Cronauer and Krikorian (1985) ได้รายงานว่าการเพิ่มปริมาณยอดของกล้วยพันธุ์ Dwarf cavendish โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยนำตายอดมาเลี้ยงบนสูตรอาหารดัดแปลง MS โดยเติม inositol 5.5 mM, thiamine HCl 2.97 μM น้ำตาลซูโครส 0.12 M น้ำมะพร้าว 10% (v/v) และ BA 22 μM แล้วนำมาเลี้ยงในอาหารเหลว เพื่อชักนำให้หน่อเป็นสีเขียว หลังจากนั้นทำการเพิ่มยอดโดยการย้ายลงในอาหารกึ่งเหลวกึ่งแข็ง แล้วทำให้เกิดรากโดยเลี้ยงในอาหารกึ่งเหลวกึ่งแข็งที่เติม NAA 5.5 μM และ activated charcoal 0.025%

งานทดลองของ Hwang *et al* (1984) พบว่า การนำต้นอ่อนของกล้วยมาเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติม activated charcoal 1 กรัมต่อลิตร จะชักนำให้เกิดรากได้ดีขึ้น คือจะมีจำนวนรากต่อต้นประมาณ 3.58 ราก ในสัปดาห์ที่ 4

Dirk Vuylsteke *et al* (1988) ได้ศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของกล้วยพันธุ์ Agbagba โดยเลี้ยงในอาหารสูตร MS ร่วมกับ NAA 0.19 มิลลิกรัมต่อลิตร และ BA 0.23 มิลลิกรัมต่อลิตร ภายในเวลา 2-3 เดือน สามารถชักนำให้เกิดรากที่มีความยาว 1-4 ซม. และนำออกปลูกได้ในเวลาต่อมา

งานทดลองของ Malamug *et al.* (1991) ได้ศึกษาถึงการเพิ่มปริมาณต้นจิงจากแคลลัส พบว่าอาหาร MS ที่เติม NAA 1 มก.ต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดรากได้ดี

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. พืชทดลอง หน่อเฮลิโคเนียพันธุ์ *Heliconia psittacorum*

2. เครื่องมือ

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเตรียมอาหาร : บีกเกอร์ขนาด 50,100,500 และ 1,000 ml. กระจกตวงขนาด 50,100,500 และ 1,000 ml. ปิเปตขนาด 5 และ 10 ml. เครื่องชั่งไฟฟ้า เครื่องชั่งธรรมดาขนาดเล็ก แท่งแก้วคนสารเคมี ช้อนตักสาร เครื่องวัด pH กระจกชาม ตะกร้า หม้อต้มอาหาร ช้อนตักอาหาร กรวยกรอกอาหาร หม้อนึ่งอาหาร ขวดเลี้ยงเนื้อเยื่อขนาดกลางและใหญ่ พร้อมฝาปิด เตาแก๊ส นาฬิกาจับเวลา

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในตู้ Laminar Flow : มีดผ่าตัดเล็กพร้อมด้าม ปากกิบ ตะเกียง อัลกอฮอล์จานแก้ว แผ่นกระดาษขาวที่นำมาเชื้อแล้ว บีกเกอร์ ผ้าขาวบาง อัลกอฮอล์ 95 % ไฟแช็ค

2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการอบราก : เทอร์โมมิเตอร์ ตู้อบ

3. สารเคมี

3.1 สารเคมีในสูตรตัดแปลงอาหาร Murashige and Skoog (1962) (ดูส่วนประกอบในภาคผนวก)

3.2 สารควบคุมการเจริญเติบโต

BA (6-Benzylaminopurine)

IAA (Indole-3-acetic acid)

NAA (α -Naphthalene acetic acid)

วิธีการ

1. การเตรียมอาหาร

การเตรียมอาหารสูตรอาหารดัดแปลงของ Murashige and Skoog (1962) เตรียม Stock solution โดยเตรียม Macroelements และ Organic compound จะเตรียม Stock ให้มีความเข้มข้นเป็น 100 เท่า ของความเข้มข้นที่ต้องการใช้ สำหรับ Final solution ในการเตรียมอาหาร 1 ลิตร Stock ของ Macroelements ซึ่งมีความเข้มข้น 10 เท่า จะใช้ 100 มิลลิลิตร จาก Stock หลังจากนั้นแล้วปรับ pH ของอาหารให้เท่ากับ 5.5-5.7 ด้วย NaOH 1N หรือ HCl 1N เดิมผงวัน แล้วนำไปต้มให้วันละลาย จากนั้นกรอกอาหารใส่ขวด ปิดฝา นำไปนึ่งฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดัน (Autoclave) โดยใช้ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15-20 นาที เก็บอาหารไว้ที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส

2. สภาพห้องเลี้ยงเนื้อเยื่อ

เลี้ยงเนื้อเยื่อที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ความเข้มของแสง 2,500 ลักซ์ โดยมีช่วงแสง 12 ชั่วโมงต่อวัน

3. การย้ายชิ้นส่วน

ทำการย้ายชิ้นส่วนทุก ๆ เดือน และบันทึกผลทุกสัปดาห์

4. วิธีการทดลอง

การทดลอง : การศึกษาผลของ NAA , IAA และผงถ่าน ต่อการเกิดรากและการเจริญเติบโตของหน่อ Heliconia พันธุ์ *Heliconia psittacorum* ที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ

คัดเลือกหน่อเฮลิโคเนียที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ แบ่งขนาดความสูงออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

| | |
|------------|-------------|
| กลุ่มที่ 1 | 1-3 ซม. |
| กลุ่มที่ 2 | 3.5-4 ซม. |
| กลุ่มที่ 3 | 4.5-7.5 ซม. |

นำมาเลี้ยงในอาหารแข็งสูตรอาหารพื้นฐานซึ่งประกอบด้วยอาหาร Murashige and Skoog (1962) ดัดแปลง (ดูส่วนประกอบในภาคผนวก) ที่เติม BA 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และเติมสารอื่นดังที่กล่าว

ไว้ในแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Factorial in Randomized Block Design 3 ซ้ำ ๆ ละ 3 ชั้นส่วน โดยให้ความเข้มข้นของ ผงถ่านเป็น Factor A มี 2 ระดับ คือ 0 และ 0.2 % และความเข้มข้นของ ออกซินเป็น Factor B มี 7 ระดับ คือ NAA 0,0.5,1.0 และ 1.5 มก.ต่อลิตร และ IAA 0.5, 1.0 และ 1.5 มก.ต่อลิตร

การบันทึกผล

1. การเจริญเติบโตของราก ซึ่งมีหลักเกณฑ์ในการให้คะแนนดังนี้

- | | |
|------------|--|
| คะแนนที่ 1 | ชั้นส่วนไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ยังไม่เกิดราก |
| คะแนนที่ 2 | ชั้นส่วนมีการเกิดรากน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 ราก ความยาว น้อยกว่า 3 ซม. ไม่เกิดรากแขนง |
| คะแนนที่ 3 | ชั้นส่วนมีการเกิดรากน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 ราก ความยาว น้อยกว่า 3 ซม. เกิดรากแขนง |
| คะแนนที่ 4 | ชั้นส่วนมีการเกิดรากน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 ราก ความยาว มากกว่า 3 ซม. เกิดรากแขนง |
| คะแนนที่ 5 | ชั้นส่วนมีการเกิดราก 6-9 ราก ความยาว มากกว่า 3 ซม. เกิดรากแขนง |
| คะแนนที่ 6 | ชั้นส่วนมีการเกิดราก 10-15 ราก ความยาว มากกว่า 3 ซม. เกิดรากแขนง |
| คะแนนที่ 7 | ชั้นส่วนมีการเกิดราก 15 รากขึ้นไป ความยาว มากกว่า 3 ซม. เกิดรากแขนง |

2. การพัฒนาของชิ้นส่วนที่เกิดขึ้น มีหลักเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

คะแนนที่ 1 ชิ้นส่วนไม่มีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่เริ่มต้น (ภาพที่ 1a)

คะแนนที่ 2 ชิ้นส่วนมีการเจริญเติบโต โดยเริ่มแตกหน่อ 1-2 หน่อ (ภาพที่ 1b)

คะแนนที่ 3 ชิ้นส่วนมีการเจริญเติบโต โดยเริ่มแตกหน่อ 1-2 หน่อ และมีการเกิดราก (ภาพที่ 1c)

คะแนนที่ 4 ชิ้นส่วนมีการเจริญเติบโต โดยแตกหน่อมากกว่า 2 หน่อขึ้นไป และมีการเกิดราก (ภาพที่ 1d)

3. จำนวนหน่อ

4. ความสูงของหน่อ

5. จำนวนราก

6. ความยาวราก

7. น้ำหนักสดของราก

8. น้ำหนักแห้งของราก

เวลาและสถานที่ทำการทดลอง

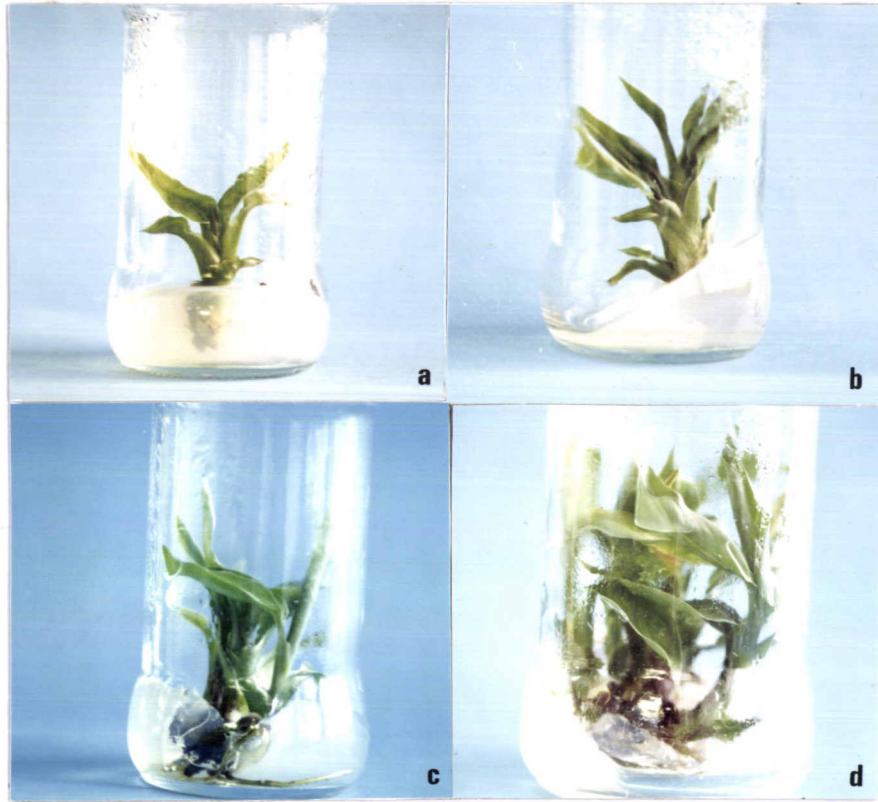
ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มการทดลอง กรกฎาคม 2537

สิ้นสุดการทดลอง มกราคม 2538

สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสวน ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



ภาพที่ 1 แสดงคะแนนการเจริญเติบโตของต้น *Heliconia psittacorum* ในอาหารสูตรพื้นฐาน ซึ่งประกอบด้วย อาหาร MS ดัดแปลงร่วมกับ BA 5 มก.ต่อลิตร และ NAA หรือ IAA ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ

- a : แสดงการให้คะแนน 1 (กำลังขยาย 0.42 X)
- b : แสดงการให้คะแนน 2 (กำลังขยาย 0.42 X)
- c : แสดงการให้คะแนน 3 (กำลังขยาย 0.50 X)
- d : แสดงการให้คะแนน 4 (กำลังขยาย 0.57 X)

ผลการทดลอง

จากการนำหน่อ Heliconia มาเลี้ยงในอาหารสูตรอาหารพื้นฐานซึ่งประกอบอาหาร MS ดัดแปลง ร่วมกับ BA 5 มก. ต่อลิตร และเติม NAA ที่ระดับความเข้มข้น 0,0.5,1.0และ1.5 มก.ต่อลิตร หรือ IAA ที่ระดับความเข้มข้น 0.5,1.0และ1.5 มก.ต่อลิตร ร่วมกับผงถ่าน 0%และ0.2% พบว่า

เมื่อหน่อ Heliconia มีอายุ 2 เดือน

จากตารางที่ 1-4 พบว่าอาหารที่เติม NAA 1.5 มก.ต่อลิตร ให้คะแนนการเจริญเติบโตของรากดีที่สุดเท่ากับ 4.28 รากที่เกิดมีสีน้ำตาล มีจำนวนราก 6-9 ราก ความยาวมากกว่า 3 ซม. มีรากแขนงเกิดขึ้น และให้คะแนนการเจริญเติบโตของต้น 3.44 สามารถให้จำนวนหน่อ 2.22 หน่อ ซึ่งหน่อที่ได้มีสีเขียวเข้ม กาบใบเริ่มคลี่ออกแต่ยังคลี่ไม่หมด หน่อที่ได้มีความสูง 1.45 ซม. ส่วนอาหารที่เติม NAA 1 มก.ต่อลิตร ให้คะแนนการเจริญเติบโตของราก 2.22 รากมีสีน้ำตาล มีจำนวนราก 1-5 ราก ความยาวน้อยกว่า 3 ซม. มีรากแขนงเกิดขึ้น และให้คะแนนการเจริญเติบโตของต้น 2.72 สามารถให้จำนวนหน่อ 2.27 หน่อ หน่อที่ได้มีสีเขียวเข้ม กาบใบเริ่มคลี่ออกแต่ยังคลี่ไม่หมดหน่อที่ได้มีความสูง 1.18 ซม. ในอาหารที่เติม IAA 1.5 มก.ต่อลิตร ให้คะแนนการเจริญเติบโตของราก 1.44 รากมีสีน้ำตาล มีจำนวนราก 1-5 ราก ความยาวน้อยกว่า 3 ซม. ยังไม่มีรากแขนงเกิดขึ้น และให้คะแนนการเจริญเติบโตของต้น 2.33 สามารถให้จำนวนหน่อ 1.33 หน่อ หน่อที่ได้มีสีเขียวเข้ม กาบใบเริ่มคลี่ออก หน่อที่ได้มีความสูง 1.22 ซม. ในอาหารที่เติม IAA 0.5 มก.ต่อลิตร ให้คะแนนการเจริญเติบโตของราก 1.16 รากมีสีน้ำตาล มีจำนวน 1-5 ราก ความยาวน้อยกว่า 3 ซม. ยังไม่มีรากแขนงเกิดขึ้น และให้คะแนนการเจริญเติบโตของต้น 1.44 สามารถให้จำนวนหน่อ 0.5 หน่อ หน่อที่ได้มีสีเขียวเข้ม หน่อเพิ่งแทงยอดออกมา มีความสูง 0.22 ซม. กาบใบยังไม่คลี่ อาหารที่เติม IAA 0.5 มก.ต่อลิตร ร่วมกับผงถ่าน 0.2% ให้คะแนนการเจริญเติบโตของราก 1.33 รากมีสีน้ำตาล มีจำนวนราก 1-5 ราก ความยาวน้อยกว่า 3 ซม. ยังไม่มีรากแขนงเกิดขึ้น และให้คะแนนการเจริญเติบโตของต้น 1.55 ซม. สามารถให้จำนวนหน่อ 0.66 หน่อ หน่อที่ได้มีสีเขียวเข้ม หน่อเพิ่งแทงยอดออกมา มีความสูง 0.37 ซม. กาบใบยังไม่คลี่ อาหารที่ไม่เติมออกซิน

ให้คะแนนการเจริญเติบโตของราก 1.77 รากมีสีน้ำตาล มีจำนวนราก 1-5 ราก ความยาวน้อยกว่า 3 ซม. ยังไม่มีรากแขนง และให้คะแนนการเจริญเติบโตของต้น 2.11 สามารถให้จำนวนหน่อ 0.99 หน่อ หน่อที่ได้มีสีเขียวเข้ม หน่อเพิ่งแทงยอดออกมามีความสูง 0.82 ซม. กาบใบยังไม่คลี่ อาหารที่เติม ผงถ่าน 0.2 % โดยไม่ใส่ออกซิน ให้คะแนนการเจริญเติบโตของราก 1.33 รากมีสีน้ำตาล มีจำนวนราก 1-5 ราก ความยาวน้อยกว่า 3 ซม. ยังไม่มีรากแขนง และให้คะแนนการเจริญเติบโตของต้น 1.66 สามารถให้จำนวนหน่อ 0.61 หน่อ หน่อที่ได้มีสีเขียวเข้ม หน่อเพิ่งแทงยอดออกมามีความสูง 0.25 ซม. กาบใบยังไม่คลี่ และอาหารที่เติม NAA 0.5 มก.ต่อลิตร ร่วมกับผงถ่าน 0.2 % ให้คะแนนการเจริญเติบโตของรากน้อยที่สุด คือ 1.11 รากมีสีน้ำตาล มีจำนวนราก 1-5 ราก ความยาวน้อยกว่า 3 ซม. ยังไม่มีรากแขนง และให้คะแนนการเจริญเติบโตของต้น 1.66 สามารถให้จำนวนหน่อ 0.55 หน่อ หน่อที่ได้มีสีเขียวเข้ม มีความสูง 0.39 ซม. กาบใบยังไม่คลี่

เมื่อ Heliconia มีอายุ 3 เดือน

จากตารางที่ 5-8 พบว่า อาหารที่เติม NAA 1.5 มก.ต่อลิตร ให้คะแนนการเจริญเติบโตของรากดีที่สุด เท่ากับ 5.11 รากที่เกิดมีสีน้ำตาล มีจำนวนราก 10-15 ราก ความยาวมากกว่า 3 ซม. มีรากแขนงเกิดขึ้น และให้คะแนนการเจริญเติบโตของต้น 3.66 สามารถให้จำนวนหน่อ 2.44 หน่อ ซึ่งหน่อที่ได้มีสีเขียวเข้ม กาบใบเริ่มคลี่ออกแต่ยังคลี่ไม่หมด หน่อที่ได้มีความสูง 1.92 ซม. ส่วนอาหารที่เติม NAA 1 มก.ต่อลิตร ให้คะแนนการเจริญเติบโตของราก 3.44 รากมีสีน้ำตาล มีจำนวนราก 1-5 ราก ความยาวน้อยกว่า 3 ซม. มีรากแขนงเกิดขึ้น และให้คะแนนการเจริญเติบโตของต้น 3.44 สามารถให้จำนวนหน่อ 2.83 หน่อ หน่อที่ได้มีสีเขียวเข้ม กาบใบเริ่มคลี่ออกแต่ยังคลี่ไม่หมดหน่อที่ได้มีความสูง 1.88 ซม. ในอาหารที่เติม IAA 1.5 มก.ต่อลิตร ให้คะแนนการเจริญเติบโตของราก 2.11 รากมีสีน้ำตาล มีจำนวนราก 1-5 ราก ความยาวน้อยกว่า 3 ซม. มีรากแขนงเกิดขึ้น และให้คะแนนการเจริญเติบโตของต้น 2.78 สามารถให้จำนวนหน่อ 1.67 หน่อ หน่อที่ได้มีสีเขียวเข้ม กาบใบเริ่มคลี่ออก หน่อที่ได้มีความสูง 1.39 ซม. ในอาหารที่เติม IAA 0.5 มก.ต่อลิตร ให้คะแนนการเจริญเติบโตของราก 1.55 รากมีสีน้ำตาล มีจำนวน 1-5 ราก ความยาวน้อยกว่า 3 ซม. ยังไม่มีรากแขนงเกิดขึ้น และให้คะแนนการเจริญเติบโตของต้น 1.77 สามารถให้จำนวนหน่อ 0.61 หน่อ หน่อที่ได้มีสีเขียวเข้ม กาบใบยังไม่คลี่ หน่อที่ได้มีความสูง 0.5 ซม. อาหารที่เติม IAA 0.5 มก.ต่อลิตร ร่วมกับผงถ่าน 0.2% ให้คะแนนการเจริญเติบโตของราก 1.66 รากมีสีน้ำตาล

มีจำนวนราก 1-5 ราก ความยาวน้อยกว่า 3 ซม. ยังไม่มีรากแขนงเกิดขึ้น และให้คะแนนการเจริญเติบโตของต้น 1.94 ซม.สามารถให้จำนวนหน่อ 1.22 หน่อ หน่อที่ได้มีสีเขียวเข้ม กาบใบยังไม่คลี่ หน่อที่ได้มีความสูง 0.51 ซม. อาหารที่ไม่ใส่ออกซิน ให้คะแนนการเจริญเติบโตของราก 2.33 ราก มีสีน้ำตาล มีจำนวนราก 1-5 ราก ความยาวน้อยกว่า 3 ซม. มีรากแขนงแล้ว และให้คะแนนการเจริญเติบโตของต้น 2.66 สามารถให้จำนวนหน่อ 1.55 หน่อ หน่อที่ได้มีสีเขียวเข้ม หน่อมีความสูง 1.3 ซม. กาบใบยังไม่คลี่ อาหารที่เติมผงถ่าน 0.2 % โดยไม่ใส่ออกซิน ให้คะแนนการเจริญเติบโตของราก 1.55 รากมีสีน้ำตาล มีจำนวนราก 1-5 ราก ความยาวน้อยกว่า 3 ซม. ยังไม่มีรากแขนง และให้คะแนนการเจริญเติบโตของต้น 1.89 สามารถให้จำนวนหน่อ 0.83 หน่อ หน่อที่ได้มีสีเขียวเข้ม หน่อมีความสูง 0.54 ซม. กาบใบยังไม่คลี่ และอาหารที่เติม NAA 0.5 มก.ต่อลิตร ร่วมกับผงถ่าน 0.2 % ให้คะแนนการเจริญเติบโตของรากน้อยที่สุด คือ 1.11 รากมีสีน้ำตาล มีจำนวนราก 1-5 ราก ความยาวน้อยกว่า 3 ซม. ยังไม่มีรากแขนง และให้คะแนนการเจริญเติบโตของต้น 1.99 สามารถให้จำนวนหน่อ 0.94 หน่อ หน่อที่ได้มีสีเขียวเข้ม มีความสูง 0.3 ซม. กาบใบยังไม่คลี่

เมื่อ Heliconia มีอายุ 4 เดือน

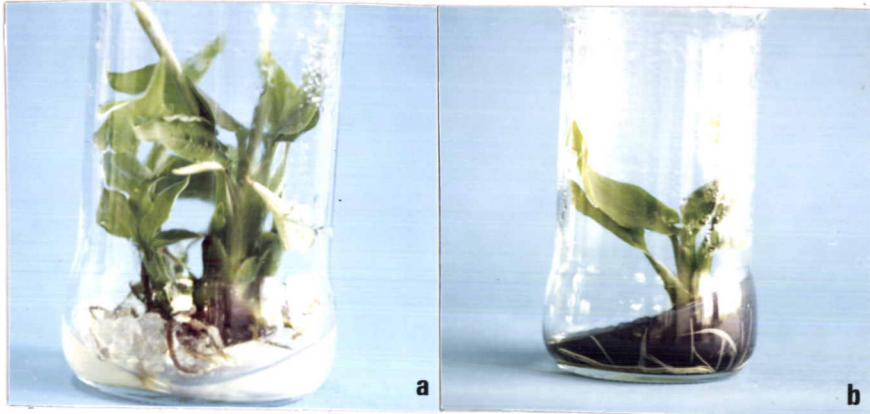
เมื่อเปรียบเทียบอาหารที่เติมผงถ่าน 0.2% และไม่เติมผงถ่าน พบว่าอาหารที่ไม่มีการเติมผงถ่านมีการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนดีกว่าอาหารที่มีการเติมผงถ่าน (ภาพที่ 2) จากตารางที่ 9-12 อาหารที่เติม BA 5 มก.ต่อลิตรร่วมกับ NAA 1.5 มก.ต่อลิตร ให้คะแนนการเจริญเติบโตของรากดีที่สุด เท่ากับ 5.44 รากที่เกิดมีสีน้ำตาล มีจำนวนราก 10-15 ราก ความยาวมากกว่า 3 ซม. มีรากแขนงเกิดขึ้น และให้คะแนนการเจริญเติบโตของต้น 3.78 สามารถให้จำนวนหน่อ 2.66 หน่อ ซึ่งหน่อที่ได้มีสีเขียวเข้ม กาบใบเริ่มคลี่ออกหมด หน่อที่ได้มีความสูง 2.72 ซม. ส่วนอาหารที่เติม NAA 1 มก.ต่อลิตร ให้คะแนนการเจริญเติบโตของราก 4.24 รากมีสีน้ำตาล มีจำนวนราก 6-9 ราก ความยาวน้อยกว่า 3 ซม. มีรากแขนงเกิดขึ้น และให้คะแนนการเจริญเติบโตของต้น 3.44 สามารถให้จำนวนหน่อ 2.83 หน่อ หน่อที่ได้มีสีเขียวเข้ม กาบใบคลี่ออกหมดหน่อที่ได้มีความสูง 2.35 ซม. ในอาหารที่เติม IAA 1.5 มก.ต่อลิตร ให้คะแนนการเจริญเติบโตของราก 3.77 รากมีสีน้ำตาล มีจำนวนราก 1-5 ราก ความยาวน้อยกว่า 3 ซม. มีรากแขนงเกิดขึ้น และให้คะแนนการเจริญเติบโตของต้น 3.44 สามารถให้จำนวนหน่อ 2.33 หน่อ หน่อที่ได้มีสีเขียวเข้ม กาบใบเริ่มคลี่ออก หน่อที่ได้มีความสูง 1.66 ซม. ในอาหารที่เติม IAA 0.5 มก.ต่อลิตร ให้คะแนนการเจริญเติบโตของราก

1.94 รากมีสีน้ำตาล มีจำนวน 1-5 ราก ความยาวน้อยกว่า 3 ซม. ยังไม่มีรากแขนงเกิดขึ้น และให้คะแนนการเจริญเติบโตของต้น 2.33 สามารถให้จำนวนหน่อ 0.89 หน่อ หน่อที่ได้มีสีเขียวเข้ม กาบใบยังไม่คลี่ หน่อที่ได้มีความสูง 0.85 ซม. อาหารที่เติม IAA 0.5 มก.ต่อลิตร ร่วมกับผงถ่าน 0.2% ให้คะแนนการเจริญเติบโตของราก 1.66 รากมีสีน้ำตาล มีจำนวนราก 1-5 ราก ความยาวน้อยกว่า 3 ซม. ยังไม่มีรากแขนงเกิดขึ้น และให้คะแนนการเจริญเติบโตของต้น 1.94 ซม.สามารถให้จำนวนหน่อ 1.33 หน่อ หน่อที่ได้มีสีเขียวเข้ม กาบใบยังไม่คลี่ หน่อที่ได้มีความสูง 0.58 ซม. อาหารที่ไม่ใส่ออกซิน ให้คะแนนการเจริญเติบโตของราก 2.66 รากมีสีน้ำตาล มีจำนวนราก 1-5 ราก ความยาวน้อยกว่า 3 ซม. มีรากแขนงแล้ว และให้คะแนนการเจริญเติบโตของต้น 3.11 สามารถให้จำนวนหน่อ 2.33 หน่อ หน่อที่ได้มีสีเขียวเข้ม หน่อมีความสูง 1.69 ซม. กาบใบคลี่ออก อาหารที่เติมผงถ่าน 0.2 % โดยไม่ใส่ออกซิน ให้คะแนนการเจริญเติบโตของราก 1.55 รากมีสีน้ำตาล มีจำนวนราก 1-5 ราก ความยาวน้อยกว่า 3 ซม. ยังไม่มีรากแขนง และให้คะแนนการเจริญเติบโตของต้น 1.89 สามารถให้จำนวนหน่อ 0.83 หน่อ หน่อที่ได้มีสีเขียวเข้ม หน่อมีความสูง 0.85 ซม. กาบใบยังไม่คลี่ และอาหารที่เติม NAA 0.5 มก.ต่อลิตร ร่วมกับผงถ่าน 0.2 % ให้คะแนนการเจริญเติบโตของรากน้อยที่สุด คือ 1.27 รากมีสีน้ำตาล มีจำนวนราก 1-5 ราก ความยาวน้อยกว่า 3 ซม. ยังไม่มีรากแขนง และให้คะแนนการเจริญเติบโตของต้น 2.22 สามารถให้จำนวนหน่อ 0.94 หน่อ หน่อที่ได้มีสีเขียวเข้ม มีความสูง 0.61 ซม. กาบใบยังไม่คลี่

เมื่อ Heliconia อายุ 5 เดือน

จากตารางที่ 13-20 พบว่า อาหารที่เติม NAA 1.5 มก.ต่อลิตร ให้คะแนนการเจริญเติบโตของรากดีที่สุด เท่ากับ 6.89 รากที่เกิดมีสีน้ำตาล มีจำนวนราก 20.77 ราก ความยาว 4.02 ซม. มีรากแขนงเกิดขึ้น รากมีน้ำหนักสด 2.69 กรัม มีน้ำหนักแห้ง 0.22 กรัม และให้คะแนนการเจริญเติบโตของต้น 3.78 สามารถให้จำนวนหน่อ 3 หน่อ ซึ่งหน่อที่ได้จะมีสีเขียวเข้ม กาบใบเริ่มคลี่ออกหมด หน่อที่ได้มีความสูง 3.4 ซม. ส่วนอาหารที่เติม NAA 1 มก.ต่อลิตร ให้คะแนนการเจริญเติบโตของราก 5.33 รากมีสีน้ำตาล มีจำนวนราก 9.44 ราก ความยาวประมาณ 4.05. มีรากแขนงเกิดขึ้น รากมีน้ำหนักสด 1.58 กรัม มีน้ำหนักแห้ง 0.13 กรัม และให้คะแนนการเจริญเติบโตของต้น 3.55 สามารถให้จำนวนหน่อ 3.05 หน่อ หน่อที่ได้มีสีเขียวสด กาบใบคลี่ออกหมด

หน่อที่ได้มีความสูง 2.6 ซม. ในอาหารที่เติม IAA 1.5 มก.ต่อลิตร ให้คะแนนการเจริญเติบโตของ ราก 5 รากมีสีน้ำตาล มีจำนวนราก 8.22 ราก ความยาว 7.08 ซม. มีน้ำหนักสด 1.16 กรัม มี น้ำหนักแห้ง 0.07 กรัม มีรากแขนงเกิดขึ้น และให้คะแนนการเจริญเติบโตของต้น 3.55 สามารถให้ จำนวนหน่อ 2.55 หน่อ หน่อที่ได้มีสีเขียวเข้ม กาบใบเริ่มคลี่ออกหมด หน่อที่ได้มีความสูง 2.06 ซม. ในอาหารที่เติม IAA 0.5 มก.ต่อลิตร ให้คะแนนการเจริญเติบโตของราก 2.33 รากมีสีน้ำตาล มีจำนวน 2.33 ราก ความยาว 2 ซม. ยังไม่มีรากแขนงเกิดขึ้น รากมีน้ำหนักสด 0.04 กรัม มี น้ำหนักแห้ง 0.009 และให้คะแนนการเจริญเติบโตของต้น 2.83 สามารถให้จำนวนหน่อ 1 หน่อ หน่อที่ได้มีสีเขียวเข้ม กาบใบยังไม่คลี่ หน่อที่ได้มีความสูง 1.46 ซม. อาหารที่เติม IAA 0.5 มก.ต่อ ลิตร ร่วมกับผงถ่าน 0.2% ให้คะแนนการเจริญเติบโตของราก 2 รากมีสีน้ำตาล มีจำนวนราก 1.55 ราก ความยาว 1.33 ซม. ยังไม่มีรากแขนงเกิดขึ้น มีน้ำหนักสด 0.01 กรัม มีน้ำหนักแห้ง 0.002 กรัม และให้คะแนนการเจริญเติบโตของต้น 2.61 ซม.สามารถให้จำนวนหน่อ 1.66 หน่อ หน่อที่ได้ มีสีเขียวเข้ม กาบใบยังไม่คลี่ หน่อที่ได้มีความสูง 0.73 ซม. อาหารที่ไม่ใส่ออกซิน ให้คะแนนการ เจริญเติบโตของราก 3.66 รากมีสีน้ำตาล มีจำนวนราก 5.22 ราก ความยาวน้อยกว่า 3.37 ซม. มี รากแขนงแล้ว รากมีน้ำหนักสด 0.76 กรัม มีน้ำหนักแห้ง 0.07 กรัม และให้คะแนนการเจริญเติบโต ของต้น 3.11 สามารถให้จำนวนหน่อ 2.44 หน่อ หน่อที่ได้มีสีเขียวเข้ม หน่อมีความสูง 2.35 ซม. กาบใบคลี่ออก อาหารที่เติมผงถ่าน 0.2 % โดยไม่ใส่ออกซิน ให้คะแนนการเจริญเติบโตของ ราก 1.94 รากมีสีน้ำตาล มีจำนวนราก 1.33 ราก ความยาวน้อยกว่า 1.62 ซม. ยังไม่มีรากแขนง รากมีน้ำหนักสด 0.01 กรัม มีน้ำหนักแห้ง 0.008 กรัม และให้คะแนนการเจริญเติบโตของต้น 2.22 สามารถให้จำนวนหน่อ 0.83 หน่อ หน่อที่ได้มีสีเขียวเข้ม หน่อมีความสูง 0.96 ซม. กาบใบ ยังไม่คลี่ และอาหารที่เติม NAA 0.5 มก.ต่อลิตร ร่วมกับผงถ่าน 0.2 % ให้คะแนนการเจริญเติบโต ของรากน้อยที่สุด คือ 1.44 รากมีสีน้ำตาล มีจำนวนราก 0.61 ราก ความยาวน้อยกว่า 1.07 ซม. ยังไม่มีรากแขนง รากมีน้ำหนักสด 0.006 กรัม มีน้ำหนักแห้ง 0.002 กรัม และให้คะแนนการเจริญ เติบโตของต้น 2.22 สามารถให้จำนวนหน่อ 0.94 หน่อ หน่อที่ได้มีสีเขียวเข้ม มีความสูง 0.61 ซม. กาบใบยังไม่คลี่



ภาพที่ 2 เปรียบเทียบการเจริญของต้น *Heliconia psittacorum* ในอาหารที่ไม่เติมผงถ่านและเติมผงถ่าน 0.2 %

- a : ต้น *Heliconia psittacorum* ที่เลี้ยงในอาหารที่ไม่เติมผงถ่าน
(กำลังขยาย 0.50 X)
- b : ต้น *Heliconia psittacorum* ที่เลี้ยงในอาหารที่เติมผงถ่าน 0.2 %
(กำลังขยาย 0.50 X)

ตารางที่ 1 ผลของ พงถ่านและ Auxin ต่อการเจริญเติบโตของราก *H. psittacorum* เมื่ออายุ 2 เดือน

| Auxin (mg/l) | คะแนนการเจริญเติบโตของราก* | | ค่าเฉลี่ย Auxin** (±SE) |
|---------------------------|----------------------------|----------------|----------------------------|
| | (± SE) | | |
| | 0% | 0.2% | |
| NAA 0 | 1.77 ± 0.39 bc | 1.33 ± 0.15 bc | 1.55 ± 0.23 b |
| NAA 0.5 | 1.44 ± 0.24 bc | 1.11 ± 0.09 c | 1.27 ± 0.14b |
| NAA 1.0 | 2.22 ± 0.09 b | 1.44 ± 0.09 bc | 1.83 ± 0.17b |
| NAA 1.5 | 4.28 ± 0.49 a | 1.55 ± 0.18 bc | 2.91 ± 0.17a |
| IAA 0.5 | 1.16 ± 0.13 c | 1.33 ± 0.15 bc | 1.25 ± 0.10b |
| IAA 1.0 | 1.33 ± 0.15 bc | 1.44 ± 0.09 bc | 1.38 ± 0.09b |
| IAA 1.5 | 1.44 ± 0.18 bc | 2.11 ± 0.18 b | 1.77 ± 0.18b |
| ค่าเฉลี่ย พงถ่าน*** (±SE) | 1.95 ± 0.24 a | 1.47 ± 0.08 b | 1.71 ± 0.13 |

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรตัวเอียงกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p <= 0.05) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

** ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันตามแนวดิ่ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p <= 0.05) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

*** ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันตามแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p <= 0.05) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

ตารางที่ 2 ผลของ ผงถ่านและ Auxin ต่อการเจริญเติบโตของต้น *H. psittacorum* เมื่ออายุ 2 เดือน

| Auxin (mg/l) | คะแนนการเจริญเติบโตของต้น (± SE) | | ค่าเฉลี่ย Auxin* (±SE) |
|-----------------------|-------------------------------------|-------------|---------------------------|
| | ผงถ่าน 0% | ผงถ่าน 0.2% | |
| NAA 0 | 2.11 ± 0.32 | 1.66 ± 0.20 | 1.88 ± 0.24bcd |
| NAA 0.5 | 1.77 ± 0.23 | 1.66 ± 0.15 | 1.72 ± 0.14cd |
| NAA 1.0 | 2.72 ± 0.31 | 2.00 ± 0.27 | 2.36 ± 0.25abc |
| NAA 1.5 | 3.44 ± 0.24 | 2.33 ± 0.41 | 2.88 ± 0.32a |
| IAA 0.5 | 1.44 ± 0.18 | 1.55 ± 0.15 | 1.5 ± 0.17d |
| IAA 1.0 | 1.77 ± 0.23 | 2.11 ± 0.24 | 1.94 ± 0.18bcd |
| IAA 1.5 | 2.33 ± 0.27 | 2.77 ± 0.23 | 2.55 ± 0.2ab |
| ค่าเฉลี่ย ผงถ่าน(±SE) | 2.22 ± 0.16 | 2.01 ± 0.13 | 2.12±0.10 |

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

ตารางที่ 8 ผลของ ผงถ่านและ Auxin ต่อการเกิดหน่อของต้น *H. psittacorum* เมื่ออายุ 2 เดือน

| Auxin (mg/l) | จำนวนหน่อ (± SE) | | ค่าเฉลี่ย Auxin* (±SE) |
|-----------------------|---------------------|-------------|---------------------------|
| | ผงถ่าน 0% | ผงถ่าน 0.2% | |
| NAA 0 | 0.99 ± 0.27 | 0.61 ± 0.04 | 0.80 ± 0.15ab |
| NAA 0.5 | 0.55 ± 0.09 | 0.55 ± 0.18 | 0.55 ± 0.10b |
| NAA 1.0 | 2.27 ± 0.40 | 0.77 ± 0.36 | 1.52 ± 0.40a |
| NAA 1.5 | 2.22 ± 0.36 | 1.22 ± 0.48 | 1.72 ± 0.35a |
| IAA 0.5 | 0.5 ± 0.07 | 0.66 ± 0.27 | 0.58 ± 0.14b |
| IAA 1.0 | 1.11 ± 0.63 | 0.77 ± 0.33 | 0.94 ± 0.51ab |
| IAA 1.5 | 1.33 ± 0.15 | 1.44 ± 0.39 | 1.38 ± 0.21ab |
| ค่าเฉลี่ย ผงถ่าน(±SE) | 1.28 ± 0.19 | 0.86 ± 0.13 | 1.07 ± 0.12 |

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

ตารางที่ 4 ผลของ ผงถ่าน และ Auxin ต่อความสูงของต้น *H. psittacorum* เมื่ออายุ 2 เดือน

| Auxin (mg/l) | ความสูงของต้น (± SE) | | ค่าเฉลี่ย Auxin* (±SE) |
|-------------------------|-------------------------|--------------|---------------------------|
| | ผงถ่าน 0% | ผงถ่าน 0.2% | |
| NAA 0 | 0.82 ± 0.23 | 0.25 ± 0.03 | 0.53 ± 0.16abc |
| NAA 0.5 | 0.30 ± 0.05 | 0.39 ± 0.09 | 0.34 ± 0.05bc |
| NAA 1.0 | 1.18 ± 0.13 | 0.24 ± 0.06 | 0.71 ± 0.20abc |
| NAA 1.5 | 1.45 ± 0.32 | 0.61 ± 0.18 | 1.03 ± 0.25a |
| IAA 0.5 | 0.22 ± 0.02 | 0.37 ± 0.33 | 0.30 ± 0.05c |
| IAA 1.0 | 0.47 ± 0.24 | 0.39 ± 0.12 | 0.43 ± 0.13bc |
| IAA 1.5 | 1.12 ± 0.40 | 0.59 ± 0.02 | 0.86 ± 0.23ab |
| ค่าเฉลี่ย ผงถ่าน**(±SE) | 0.79 ± 0.13a | 0.40 ± 0.05b | 0.60 ± 0.07 |

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

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

ตารางที่ 5 ผลของ ผงถ่านและ Auxin ต่อการเจริญเติบโตของราก *H. psittacorum* เมื่ออายุ 8 เดือน

| Auxin (mg/l) | คะแนนการเจริญเติบโตของราก* | | ค่าเฉลี่ย Auxin** (±SE) |
|---------------------------|----------------------------|---------------|----------------------------|
| | (± SE) | | |
| | ผงถ่าน 0% | ผงถ่าน 0.2% | |
| NAA 0 | 2.33 ± 0.47bc | 1.55 ± 0.24c | 1.94 ± 0.30bc |
| NAA 0.5 | 2.16 ± 0.28bc | 1.11 ± 0.09c | 1.63 ± 0.26c |
| NAA 1.0 | 3.44 ± 0.04b | 1.72 ± 0.25bc | 2.58 ± 0.37b |
| NAA 1.5 | 5.11 ± 0.8a | 2.05 ± 0.27bc | 3.58 ± 0.75 |
| IAA 0.5 | 1.55 ± 0.24c | 1.66 ± 0.27bc | 1.61 ± 0.18c |
| IAA 1:0 | 1.66 ± 0.15bc | 1.77 ± 0.29bc | 1.72 ± 0.17bc |
| IAA 1.5 | 2.11 ± 0.36bc | 2.55 ± 0.18bc | 2.33 ± 0.22bc |
| ค่าเฉลี่ย ผงถ่าน*** (±SE) | 2.62 ± 0.29a | 1.77 ± 0.12b | 2.20 ± 0.17 |

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

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

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

ตารางที่ 6 ผลของ ผงถ่านและ Auxin ต่อการเจริญเติบโตของต้น *H. psittacorum* เมื่ออายุ 8 เดือน

| Auxin (mg/l) | คะแนนการเจริญเติบโตของต้น (± SE) | | ค่าเฉลี่ยAuxin* (±SE) |
|-------------------------|-------------------------------------|--------------|--------------------------|
| | ผงถ่าน 0% | ผงถ่าน 0.2% | |
| NAA 0 | 2.66 ± 0.31 | 1.89 ± 0.27 | 2.27 ± 0.29c |
| NAA 0.5 | 2.44 ± 0.24 | 1.39 ± 0.16 | 1.91 ± 0.25c |
| NAA 1.0 | 3.44 ± 0.04 | 2.28 ± 0.05 | 2.86 ± 0.27ab |
| NAA 1.5 | 3.66 ± 0.15 | 2.72 ± 0.55 | 3.19 ± 0.34a |
| IAA 0.5 | 1.77 ± 0.24 | 1.94 ± 0.27 | 1.86 ± 0.21c |
| IAA 1.0 | 2.11 ± 0.18 | 2.22 ± 0.22 | 2.16 ± 0.14bc |
| IAA 1.5 | 2.78 ± 0.09 | 2.88 ± 0.24 | 2.83 ± 0.18ab |
| ค่าเฉลี่ย ผงถ่าน**(±SE) | 2.69 ± 0.15a | 2.19 ± 0.16b | 0.44±0.11 |

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

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

ตารางที่ 7 ผลของ ผงถ่านและ Auxin ต่อการเกิดหน่อของต้น *H. psittacorum* เมื่ออายุ 3 เดือน

| Auxin (mg/l) | จำนวนหน่อ (± SE) | | ค่าเฉลี่ย Auxin* (±SE) |
|-----------------------|---------------------|-------------|---------------------------|
| | ผงถ่าน 0% | ผงถ่าน 0.2% | |
| NAA 0 | 1.55 ± 0.24 | 0.83 ± 0.13 | 1.19 ± 0.20ab |
| NAA 0.5 | 0.94 ± 0.29 | 0.94 ± 0.27 | 0.94 ± 0.20b |
| NAA 1.0 | 2.83 ± 0.13 | 1.33 ± 0.56 | 2.08 ± 0.42a |
| NAA 1.5 | 2.44 ± 0.24 | 1.83 ± 0.79 | 2.13 ± 0.43a |
| IAA 0.5 | 0.61 ± 0.16 | 1.22 ± 0.32 | 0.91 ± 0.22b |
| IAA 1.0 | 1.33 ± 0.68 | 0.94 ± 0.27 | 1.13 ± 0.37ab |
| IAA 1.5 | 1.67 ± 0 | 1.77 ± 0.45 | 1.72 ± 0.22ab |
| ค่าเฉลี่ย ผงถ่าน(±SE) | 1.62 ± 0.20 | 1.26 ± 0.19 | 1.44 ± 0.14 |

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

ตารางที่ 8 ผลของ ผงถ่าน และ Auxin ต่อความสูงของต้น *H. psittacorum* เมื่ออายุ 8 เดือน

| Auxin (mg/l) | ความสูงของต้น (± SE) | | ค่าเฉลี่ย Auxin* (±SE) |
|-------------------------|-------------------------|--------------|---------------------------|
| | ผงถ่าน 0% | ผงถ่าน 0.2% | |
| NAA 0 | 1.30 ± 0.29 | 0.54 ± 0.14 | 0.92 ± 0.12ab |
| NAA 0.5 | 0.66 ± 0.06 | 0.30 ± 0.08 | 0.48 ± 0.09b |
| NAA 1.0 | 1.88 ± 0.15 | 0.58 ± 0.17 | 1.23 ± 0.28a |
| NAA 1.5 | 1.92 ± 0.63 | 0.85 ± 0.27 | 1.38 ± 0.41a |
| IAA 0.5 | 0.50 ± 0.17 | 0.51 ± 0.17 | 0.50 ± 0.12b |
| IAA 1.0 | 0.77 ± 0.22 | 0.58 ± 0.27 | 0.67 ± 0.18ab |
| IAA 1.5 | 1.39 ± 0.20 | 0.75 ± 0.20 | 1.07 ± 0.19ab |
| ค่าเฉลี่ย ผงถ่าน**(±SE) | 1.20 ± 0.16a | 0.59 ± 0.08b | 0.89 ± 0.10 |

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

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

ตารางที่ 9 ผลของ ผงถ่านและ Auxin ต่อการเจริญเติบโตของราก *H. psittacorum* เมื่ออายุ 4 เดือน

| Auxin (mg/l) | คะแนนการเจริญเติบโตของราก* | | ค่าเฉลี่ย Auxin** (±SE) |
|--------------------------|----------------------------|-----------------|----------------------------|
| | (± SE) | | |
| | ผงถ่าน 0% | ผงถ่าน 0.2% | |
| NAA 0 | 2.66 ± 0.41cde | 1.55 ± 0.24ef | 2.11 ± 0.33d |
| NAA 0.5 | 2.33 ± 0.15def | 1.27 ± 0.11f | 1.80 ± 0.23d |
| NAA 1.0 | 4.05 ± 0.19b | 2.11 ± 0.24def | 3.08 ± 0.42bc |
| NAA 1.5 | 5.44 ± 0.65a | 2.61 ± 0.31cdef | 4.02 ± 0.68a |
| IAA 0.5 | 1.94 ± 0.27def | 1.66 ± 0.27ef | 1.80 ± 0.2d |
| IAA 1.0 | 2.5 ± 0.07cdef | 2.2 ± 0.32def | 2.35 ± 0.17cd |
| IAA 1.5 | 3.77 ± 0.50bc | 3.22 ± 0.32bcd | 3.5 ± 0.32ab |
| ค่าเฉลี่ย ผงถ่าน***(±SE) | 3.24 ± 0.28a | 2.09 ± 0.17b | 2.66 ± 0.18 |

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรตัวเอียงกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p <= 0.05) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

** ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p <= 0.05) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

*** ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันตามแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p <= 0.05) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

ตารางที่ 10 ผลของ ผงถ่านและ Auxin ต่อการเจริญเติบโตของต้น *H. psittacorum* เมื่ออายุ 4 เดือน

| Auxin (mg/l) | คะแนนการเจริญเติบโตของต้น (± SE) | | ค่าเฉลี่ย Auxin* (±SE) |
|----------------------------|-------------------------------------|--------------|---------------------------|
| | ผงถ่าน 0% | ผงถ่าน 0.2% | |
| NAA 0 | 3.11 ± 0.32 | 1.89 ± 0.27 | 2.5 ± 0.35b |
| NAA 0.5 | 0.61 ± 0.16 | 2.22 ± 0.22 | 2.41 ± 0.16b |
| NAA 1.0 | 3.44 ± 0.04 | 3.00 ± 0.15 | 3.22 ± 0.12a |
| NAA 1.5 | 3.78 ± 0.09 | 3.00 ± 0.55 | 3.39 ± 0.33a |
| IAA 0.5 | 2.38 ± 0.27 | 1.94 ± 0.27 | 2.13 ± 0.20b |
| IAA 1.0 | 2.44 ± 0.24 | 2.72 ± 0.11 | 2.58 ± 0.14b |
| IAA 1.5 | 3.44 ± 0.09 | 3.33 ± 0.15 | 3.38 ± 0.09a |
| ค่าเฉลี่ย ผงถ่าน ** (± SE) | 3.02 ± 0.13a | 2.58 ± 0.16b | 2.8 ± 0.11 |

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

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

ตารางที่ 11 ผลของ ผงถ่านและ Auxin ต่อการเกิดหน่อของต้น *H. psittacorum* เมื่ออายุ 4 เดือน

| Auxin (mg/l) | จำนวนหน่อ (± SE) | | ค่าเฉลี่ย Auxin* (±SE) |
|-----------------------|---------------------|-------------|---------------------------|
| | ผงถ่าน 0% | ผงถ่าน 0.2% | |
| NAA 0 | 2.33 ± 0.62 | 0.83 ± 0.13 | 1.58 ± 0.44ab |
| NAA 0.5 | 1.28 ± 0.25 | 0.94 ± 0.27 | 1.11 ± 0.19b |
| NAA 1.0 | 2.83 ± 0.13 | 1.66 ± 0.41 | 2.25 ± 0.32a |
| NAA 1.5 | 2.66 ± 0.15 | 2.11 ± 0.94 | 2.44 ± 0.48a |
| IAA 0.5 | 0.89 ± 0.25 | 1.33 ± 0.31 | 1.11 ± 0.22b |
| IAA 1.0 | 1.77 ± 0.63 | 1.27 ± 0.11 | 1.52 ± 0.33ab |
| IAA 1.5 | 2.33 ± 0.27 | 2.33 ± 0.56 | 2.33 ± 0.31a |
| ค่าเฉลี่ย ผงถ่าน(±SE) | 2.01 ± 0.20 | 1.51 ± 0.21 | 1.76 ± 0.15 |

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

ตารางที่ 12 ผลของ ผงถ่าน และ Auxin ต่อความสูงของต้น *H. psittacorum* เมื่ออายุ 4 เดือน

| Auxin (mg/l) | ความสูงของต้น (±SE) | | ค่าเฉลี่ย Auxin* (±SE) |
|-------------------------|------------------------|--------------|---------------------------|
| | ผงถ่าน 0% | ผงถ่าน 0.2% | |
| NAA 0 | 1.69 ± 0.18 | 0.85 ± 0.11 | 1.27 ± 0.20ab |
| NAA 0.5 | 0.86 ± 0.15 | 0.61 ± 0.16 | 0.73 ± 0.12b |
| NAA 1.0 | 2.35 ± 0.22 | 0.96 ± 0.13 | 1.65 ± 0.31a |
| NAA 1.5 | 2.72 ± 0.69 | 1.02 ± 1.30 | 1.87 ± 0.51a |
| IAA 0.5 | 0.85 ± 0.33 | 0.58 ± 0.14 | 0.71 ± 0.19b |
| IAA 1.0 | 0.91 ± 0.28 | 0.65 ± 0.24 | 0.78 ± 0.19b |
| IAA 1.5 | 1.66 ± 0.24 | 0.97 ± 0.19 | 1.31 ± 0.20ab |
| ค่าเฉลี่ย ผงถ่าน**(±SE) | 1.57 ± 0.20a | 0.80 ± 0.08b | 1.19 ± 0.12 |

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

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

ตารางที่ 13 ผลของ ผงถ่านและ Auxin ต่อการเจริญเติบโตของราก *H. psittacorum* เมื่ออายุ 5 เดือน

| Auxin (mg/l) | คะแนนการเจริญเติบโตของราก* | | ค่าเฉลี่ย Auxin** (±SE) |
|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | (± SE) | | |
| | ผงถ่าน 0% | ผงถ่าน 0.2% | |
| NAA 0 | 3.66 ± 0.27 ^{cd} | 1.94 ± 0.19 ^{hi} | 2.80 ± 0.38 ^c |
| NAA 0.5 | 3.11 ± 0.09 ^{def} | 1.44 ± 0.04 ⁱ | 2.27 ± 0.34 ^d |
| NAA 1.0 | 5.33 ± 0.27 ^b | 2.89 ± 0.09 ^{efg} | 4.11 ± 0.51 ^b |
| NAA 1.5 | 6.89 ± 0.09 ^a | 3.00 ± 0.15 ^{ef} | 4.94 ± 0.79 ^a |
| IAA 0.5 | 2.33 ± 0.13 ^{gh} | 2.00 ± 0.15 ^{hi} | 2.16 ± 0.12 ^d |
| IAA 1.0 | 3.83 ± 0.13 ^c | 2.5 ± 0.23 ^{fgh} | 3.16 ± 0.3 ^c |
| IAA 1.5 | 5.00 ± 0.15 ^b | 3.33 ± 0.27 ^{cde} | 4.16 ± 0.37 ^b |
| ค่าเฉลี่ย ผงถ่าน*** (±SE) | 4.30 ± 0.31 ^a | 2.44 ± 0.15 ^b | 3.37 ± 0.22 |

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรตัวเดียวกันกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p ≤ 0.05) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

** ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p ≤ 0.05) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

*** ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันตามแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p ≤ 0.05) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

ตารางที่ 14 ผลของ ผงถ่านและ Auxin ต่อการเจริญเติบโตของต้น *H. psittacorum* เมื่ออายุ 5 เดือน

| Auxin (mg/l) | คะแนนการเจริญเติบโตของต้น (± SE) | | ค่าเฉลี่ย Auxin* (±SE) |
|-------------------------|-------------------------------------|--------------|---------------------------|
| | ผงถ่าน 0% | ผงถ่าน 0.2% | |
| NAA 0 | 3.11 ± 0.32 | 2.22 ± 0.18 | 2.66 ± 0.25cd |
| NAA 0.5 | 2.61 ± 0.16 | 2.22 ± 0.22 | 2.41 ± 0.16d |
| NAA 1.0 | 3.55 ± 0.04 | 3.00 ± 0.15 | 3.27 ± 0.14ab |
| NAA 1.5 | 3.78 ± 0.13 | 3.50 ± 0.23 | 3.64 ± 0.13a |
| IAA 0.5 | 2.83 ± 0.13 | 2.61 ± 0.04 | 2.72 ± 0.08cd |
| IAA 1.0 | 3.16 ± 0.13 | 2.72 ± 0.11 | 2.94 ± 0.12bc |
| IAA 1.5 | 3.55 ± 0.19 | 3.33 ± 0.15 | 3.44 ± 0.10a |
| ค่าเฉลี่ย ผงถ่าน**(±SE) | 3.23 ± 0.10a | 2.80 ± 0.12b | 3.01 ± 0.08 |

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

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

ตารางที่ 15 ผลของ ผงถ่านและ Auxin ต่อการเกิดของต้น *H. psittacorum*
เมื่ออายุ 5 เดือน

| Auxin (mg/l) | จำนวนหน่อ (± SE) | | ค่าเฉลี่ย Auxin* (±SE) |
|-----------------------|---------------------|--------------|---------------------------|
| | ผงถ่าน 0% | ผงถ่าน 0.2% | |
| NAA 0 | 2.44 ± 0.70 | 0.88 ± 0.13 | 1.63 ± 0.48bcd |
| NAA 0.5 | 1.39 ± 0.16 | 0.94 ± 0.27 | 1.16 ± 0.08d |
| NAA 1.0 | 3.05 ± 0.27 | 1.66 ± 0.41 | 2.36 ± 0.37abc |
| NAA 1.5 | 3.00 ± 0.15 | 2.61 ± 0.78 | 2.80 ± 0.40a |
| IAA 0.5 | 1.00 ± 0 | 1.66 ± 0.15 | 1.33 ± 0.15cd |
| IAA 1.0 | 2.11 ± 0.55 | 1.39 ± 0.16 | 1.75 ± 0.32bcd |
| IAA 1.5 | 2.55 ± 0.55 | 2.66 ± 0.31 | 2.61 ± 0.31ab |
| ค่าเฉลี่ย ผงถ่าน(±SE) | 2.22 ± 0.21a | 1.68 ± 0.20b | 1.95±0.15 |

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

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

ตารางที่ 16 ผลของ พงถ่าน และ Auxin ต่อความสูงของต้น *H. psittacorum* เมื่ออายุ 5 เดือน

| Auxin (mg/l) | ความสูงของต้น (± SE) | | ค่าเฉลี่ย Auxin* (±SE) |
|-------------------------|-------------------------|--------------|---------------------------|
| | พงถ่าน 0% | พงถ่าน 0.2% | |
| NAA 0 | 2.35 ± 0.27 | 0.96 ± 0.09 | 1.65 ± 0.31abcd |
| NAA 0.5 | 1.05 ± 0.02 | 0.61 ± 0.16 | 0.83 ± 0.12d |
| NAA 1.0 | 2.60 ± 0.24 | 1.31 ± 0.12 | 1.95 ± 0.29ab |
| NAA 1.5 | 3.40 ± 0.76 | 1.19 ± 0.25 | 2.29 ± 0.60a |
| IAA 0.5 | 1.46 ± 0.18 | 0.73 ± 0.09 | 1.09 ± 0.22cd |
| IAA 1.0 | 1.13 ± 0.29 | 1.00 ± 0.17 | 1.15 ± 0.18bcd |
| IAA 1.5 | 2.06 ± 0.41 | 1.32 ± 0.15 | 1.69 ± 0.46abcd |
| ค่าเฉลี่ย พงถ่าน**(±SE) | 2.03 ± 0.22a | 1.01 ± 0.08b | 1.52 ± 0.14 |

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

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

ตารางที่ 17 ผลของ พงถ่านและ Auxin ต่อจำนวนรากของต้น *H. psittacorum* เมื่ออายุ 5 เดือน

| Auxin (mg/l) | จำนวนราก* | | ค่าเฉลี่ย Auxin** (±SE) |
|---------------------------|----------------|----------------|----------------------------|
| | พงถ่าน 0% | พงถ่าน 0.2% | |
| NAA 0 | 5.22 ± 1.01cde | 1.33 ± 0.27f | 3.27 ± 0.95de |
| NAA 0.5 | 4.05 ± 0.88def | 0.61 ± 0.16f | 2.33 ± 0.83d |
| NAA 1.0 | 9.44 ± 1.48b | 2.77 ± 0.5def | 6.11 ± 1.29b |
| NAA 1.5 | 20.77 ± 1.19a | 2.83 ± 0.49def | 11.80 ± 3.71a |
| IAA 0.5 | 2.33 ± 0.36def | 1.55 ± 0.45ef | 1.94 ± 0.33e |
| IAA 1.0 | 5.94 ± 1.00cd | 2.61 ± 0.63def | 4.27 ± 0.90cd |
| IAA 1.5 | 8.22 ± 0.86bc | 2.44 ± 0.24def | 5.33 ± 1.26bc |
| ค่าเฉลี่ย พงถ่าน*** (±SE) | 7.99 ± 1.29a | 2.03 ± 0.23b | 5.01 ± 0.80 |

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

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

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

ตารางที่ 18 ผลของ พงถ่านและ Auxin ต่อความยาวรากของต้น *H. psittacorum* เมื่ออายุ 5 เดือน

| Auxin (mg/l) | ความยาวราก (± SE) | | ค่าเฉลี่ย Auxin* (±SE) |
|-------------------------|----------------------|--------------|---------------------------|
| | พงถ่าน 0% | พงถ่าน 0.2% | |
| NAA 0 | 3.37 ± 0.18 | 1.62 ± 0.45 | 2.49 ± 0.43cde |
| NAA 0.5 | 2.41 ± 0.19 | 1.07 ± 0.14 | 1.74 ± 0.30de |
| NAA 1.0 | 4.05 ± 0.07 | 2.44 ± 0.36 | 3.24 ± 0.37bc |
| NAA 1.5 | 4.02 ± 0.10 | 3.48 ± 0.69 | 3.75 ± 0.36b |
| IAA 0.5 | 2.00 ± 0.26 | 1.33 ± 0.03 | 1.66 ± 0.18e |
| IAA 1.0 | 3.37 ± 0.28 | 2.05 ± 0.36 | 2.71 ± 0.35cd |
| IAA 1.5 | 7.08 ± 0.58 | 4.05 ± 0.58 | 5.56 ± 0.74a |
| ค่าเฉลี่ย พงถ่าน**(±SE) | 3.75 ± 0.35a | 2.09 ± 0.27b | 3.02±0.25 |

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

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

ตารางที่ 19 ผลของ พงถ่านและ Auxin ต่อน้ำหนักสดของราก *H. psittacorum* เมื่ออายุ 5 เดือน

| Auxin (mg/l) | น้ำหนักสดของราก* | | ค่าเฉลี่ย Auxin** (±SE) |
|---------------------------|--------------------|--------------------------|----------------------------|
| | (±S.E.) | | |
| | พงถ่าน 0% | พงถ่าน 0.2% | |
| NAA 0 | 0.76 ± 0.20 cd | 0.01 ± 0.005 $ghijkl$ | 0.39 ± 0.18 bcd |
| NAA 0.5 | 0.66 ± 0.17 cde | 0.006 ± 0.001 $ghijklmn$ | 0.33 ± 0.16 bcd |
| NAA 1.0 | 1.58 ± 0.11 b | 0.01 ± 0.003 $ghijklm$ | 0.79 ± 0.32 b |
| NAA 1.5 | 2.69 ± 0.38 a | 0.02 ± 0.006 $ghij$ | 1.36 ± 0.57 a |
| IAA 0.5 | 0.04 ± 0.004 ghi | 0.01 ± 0.006 $ghijk$ | 0.03 ± 0.007 d |
| IAA 1.0 | 0.41 ± 0.05 def | 0.04 ± 0.007 fgh | 0.23 ± 0.08 cd |
| IAA 1.5 | 1.16 ± 0.14 bc | 0.19 ± 0.01 fg | 0.62 ± 0.23 bc |
| ค่าเฉลี่ย พงถ่าน*** (±SE) | 1.04 ± 0.19 a | 0.03 ± 0.006 b | 0.53 ± 0.12 |

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรตัวเอียงกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

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

** ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

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

*** ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันตามแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

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

ตารางที่ 20 ผลของ พงถ่าน และ Auxin น้ำหนักแห้งของราก *H. psittacorum* เมื่ออายุ 5 เดือน

| Auxin (mg/l) | น้ำหนักสดของราก* | | ค่าเฉลี่ย Auxin** (±SE) |
|---------------------------|-------------------|--------------------------|----------------------------|
| | พงถ่าน 0% | พงถ่าน 0.2% | |
| NAA 0 | 0.07 ± 0.02c | 0.003 ± 0.001efghijkl | 0.03 ± 0.01bcd |
| NAA 0.5 | 0.04 ± 0.01cde | 0.002 ± 0.0006efghijklm | 0.02 ± 0.04bcdef |
| NAA 1.0 | 0.13 ± 0.01b | 0.005 ± 0.001efghijk | 0.07 ± 0.02ab |
| NAA 1.5 | 0.22 ± 0.04a | 0.006 ± 0.001efghij | 0.11 ± 0.04a |
| IAA 0.5 | 0.009 ± 0.002efgh | 0.002 ± 0.0008efghijklmn | 0.0057 ± 0.001cdefg |
| IAA 1.0 | 0.04 ± 0.008cdef | 0.008 ± 0.001efghi | 0.02 ± 0.008bcde |
| IAA 1.5 | 0.07 ± 0.02cd | 0.01 ± 0.0002efg | 0.041 ± 0.01bc |
| ค่าเฉลี่ย พงถ่าน*** (±SE) | 0.08 ± 0.001a | 0.005 ± 0.0008b | 0.46 ± 0.18 |

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรตัวเอียงกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

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

** ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

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

*** ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันตามแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

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

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองการชักนำให้เกิดรากของหน่อ *Heliconia* พบว่า NAA สามารถชักนำให้เกิดรากเป็นจำนวนมาก ซึ่งสัมพันธ์ (2526) ได้กล่าวถึงสาร NAA ว่าเป็นสารในกลุ่ม Auxin ที่เร่งการเจริญเติบโตของรากได้ดี ซึ่งจากการทดลองนี้จะเห็นได้ว่า การใช้สาร NAA 1.5 มก.ต่อลิตร มีผลทำให้เกิดรากได้มากที่สุด และมีการเพิ่มปริมาณหน่อมากขึ้น ดังรายงานของ อัมพา (2536) ที่ทำการทดลองเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหน่อกล้วยเผือกหอมและไฟตงดำ พบว่า NAA 1.5 มก.ต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดรากเป็นจำนวนมาก และการทดลองของ จรรยา(2536) ซึ่งได้ศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดรากของชิงแดง พบว่า NAA 1.5 มก.ต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดรากมากที่สุด มีการแตกหน่อเพิ่มขึ้น

IAA เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโต กลุ่ม ออกซิน เช่นเดียวกับกับ NAA แต่ IAA ทำให้เกิดรากได้น้อยกว่า NAA ที่ใช้ความเข้มข้นในระดับเดียวกัน เนื่องจาก IAA เป็นสารที่เสื่อมประสิทธิภาพได้ง่ายเมื่อถูกแสง และ IAA เป็นออกซิน ที่มีความแรงน้อยกว่า NAA (Murashige, 1977) ดังงานทดลองของ สุมนา (2528) ได้ศึกษาถึงผลของออกซิน ในการชักนำให้เกิดราก โดยใช้ NAA, IBA และ IAA ที่ระดับความเข้มข้น 0, 2, 4, 6, 8 และ 10 ppm. พบว่า อาหาร MS ที่เติม NAA และ IBA ทุกความเข้มข้นเกิดรากฝอยฟูสั้นสีขาว ส่วนอาหารที่เติม IAA นั้นเกิดรากแต่มีลักษณะไม่สมบูรณ์

จากการทดลองการเติมผงถ่านลงในอาหาร มีผลต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของรากน้อยมาก กล่าวคือ ชิ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารที่มีการเติมผงถ่านมีการเกิดรากน้อยกว่าชิ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารที่ไม่เติมผงถ่าน Conger (1981) ได้กล่าวถึงคุณสมบัติของผงถ่านว่ามีผลในการดูดซับสารควบคุมการเจริญเติบโตในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยผงถ่านจะไปสร้างพันธะร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโต ซึ่งสารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่ม ออกซิน และไซโตไคนิน จะมีการสร้างพันธะกับผงถ่านได้ง่าย โดยเฉพาะ IAA และ 2iP จะมีการสร้างพันธะได้เร็วกว่าสารควบคุมการเจริญเติบโตตัวอื่น ๆ จึงมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตและการพัฒนาของชิ้นส่วน โดยเฉพาะชิ้นส่วนที่ต้องการ exogenous growth hormones เพื่อการเจริญเติบโต

สรุปผลการทดลอง

อาหารสูตร MS ดัดแปลง ที่เติม BA 5 มก.ต่อลิตร ร่วมกับ NAA 1.5 มก.ต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดรากมากที่สุด รากที่เกิดมีลักษณะสมบูรณ์มีรากแขนงแตกออกมากมายทำให้ได้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งที่มากที่สุด นอกจากนี้แล้วยังสามารถชักนำให้เกิดหน่อเป็นจำนวนมาก และหน่อที่ได้มีความสูงมากที่สุดด้วย

เอกสารอ้างอิง

- กรี สุจิปูลิ. 2533. ผลของ NAA ผงถ่านและความเข้มข้นวุ้น ต่อการเกิดรากและการเจริญเติบโตของต้นอ่อนกล้วยพันธุ์ Grand Nine บนอาหารสังเคราะห์. ปัญหาพิเศษปริญญาโท. ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร
- จรรยา กิมเอียะสวัสดิ์. 2536. การขยายพันธุ์เชิงแดงโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาพืชสวน, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร
- จิรายุพิน จันทรประสงค์. 2534. เทคโนโลยีการผลิตไม้ดอกไม้ประดับ. สมาคมไม้ประดับแห่งประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร. 143-148. "เทคโนโลยีการผลิตเฮลิโคเนียตัดดอก".
- ประภาสินี รัตโนภาส. 2529. เทคนิคการขยายพันธุ์กล้วยโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. ปัญหาพิเศษปริญญาโท. ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร
- วีไลลักษณ์ ชนะจิตร. 2528. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อแกลดิโอลัส. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร
- วิวัฒน์ วุฒิพันธ์ไชย. 2529. ผลของอายุฝัก การเติมมันฝรั่ง น้ำมะพร้าวและถ่านในอาหารสำหรับเพาะเมล็ดกล้วยไม้รองเท้านารีเหลืองปราจีน. ปัญหาพิเศษปริญญาโท. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร
- เศรษฐพงศ์ เลขะวัฒนะ. 2537. "ธรรมรักษา" ไม้ตัดดอกเขตร้อน. กรมส่งเสริมการเกษตร. กรุงเทพมหานคร .หน้า 74-80.
- สุภาพร แก้วสมพงษ์. 2532. ผลของ 6-Benzylamino purine ต่อการเกิดหน่อของกล้วยไข่บนอาหารสังเคราะห์. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร .
- สุมนา กิจไพบูลย์. 2528. การขยายพันธุ์สแตติสเพเรซิโอโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. ปัญหาพิเศษปริญญาโท. ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตร , มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

- สัมพันธ์ คัมภีรานนท์. 2526. หลักสูตรวิทยาของพืช. ภาควิชาพฤกษศาสตร์. คณะวิทยาศาสตร์.
กรุงเทพมหานคร . 330 น.
- อัมพา ว่องวิษกร. 2536. การเพิ่มปริมาณหน่อกล้วยและไฟต์งดำในสภาพปลอดเชื้อ. รายงาน
ผลการทดลอง สถาบันเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อการเกษตร, กรมส่งเสริมการเกษตร. กรุงเทพฯ.
- Berg, L.A. and M. Bustamante. 1974 . Heat treatment and meristem culture for the
production of virus-free banana. *Phytopathology*. 64: 320-322.
- Bower, J.P. and C. Fraser. 1982. Shoot tip culture of Williams bananas. *Hort. Abstr.*
52.อ้างโดย ประภาสินี รัตโนภาส.2529.เทคนิคการขยายพันธุ์กล้วยโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ.
ปัญหาพิเศษปริญญาโท. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ .
- Brochat, T.K. and H.M. Donschman. 1983. Heliconia : A promising new cut flower
crop. *HortScience*. 18:2
- Conger, B.V. 1981. Cloning agricultural plants via *in vitro* techniques. CRC Press.
United States. pp 273.
- Cronauer, S.S. and A.D. Krikorian. 1984. Rapid multiplication of banana and
plantains by *in vitro* shoot tip culture. *HortScience*. 19:234-235.
- Cronauer, S.S. and A.D. Krikorian. 1985. Aseptic multiplication of banana from
excised floral aseptic. *HortScience*. 20(4):770-771.
- Hwang, S.C.,C.L.Chen, J.C.Lin and H.L.Lin. 1984. Cultivation of banana using plantlet
from meristem culture. *HortScience*. 19(2):231-233.
- Jarret, R.L., W. Rodriguez. 1985, Evaluation tissue culture propagation and
dissemination of "Saba" and "Pilipita" plantains in Costa Rica. *Scientia Horti.*
25:137-147.
- Maiaumug, J.J.,I. Haruhisa and A. Tadashi. 1991. Plant regeneration and propagation
from ginger callus. *Scientia Horti.* 48:89-97.

Murashige, T. 1977. Plant cell and organ cultures as horticultural practices. Acta Hort. 78:17-29.

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

Nathan, M.J., C.J. Goh and P.P. Kumar. 1992. In vitro propagation of *Heliconia psittacorum* by bud tissue culture. HortScience. 27(5):450-452.

Vuylsteke, D., Swennen, R., Wilson, G.F. and De Langhe, E. 1988. Phenotypic variation among in-vitro propagated plantain (*Musa* sp. cultivar 'AAB'). Scientia Hortic. 36:79-88.

ภาคผนวก

สูตรอาหารดัดแปลงของ Murashige and Skoog (1962)

| สารเคมี | ปริมาณ (mg/l) |
|---|---------------|
| $(\text{NH}_4)\text{NO}_3$ | 1650 |
| $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | 440 |
| $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | 370 |
| KH_2PO_4 | 170 |
| $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | 27.8 |
| Na_2EDTA | 37.3 |
| $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ | 22.3 |
| $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | 8.6 |
| H_3BO_3 | 6.2 |
| KI | 0.83 |
| $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | 0.25 |
| $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ | 0.025 |
| $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ | 0.025 |
| Myo-inositol | 100 |
| Nicotinic acid | 0.5 |
| Pyridoxine-HCl | 0.5 |
| Thiamine-HCl | 0.5 |
| Glycine | 2 |
| NaH_2PO_4 | 170 |
| Adenine sulphate | 80 |
| Sucrose | 30 g |
| น้ำมะพร้าว | 150 mg/l |

ตารางผลทางสถิติที่ 1 การเปรียบเทียบผลของ พงถ่านและAuxin ที่มีต่อคะแนนการเจริญเติบโตของราก เมื่ออายุ 2 เดือน

| SORCE | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|-----------|----|--------|-------|----------|------|------|
| Rep. | 2 | 0.251 | 0.126 | 0.550 NS | 3.37 | 5.53 |
| Tr. | 13 | 25.253 | 1.943 | 8.501** | 2.15 | 2.96 |
| พงถ่าน(A) | 1 | 2.395 | 2.395 | 10.482** | 4.23 | 7.72 |
| Auxin(B) | 6 | 12.011 | 2.002 | 8.760** | 2.47 | 3.59 |
| AB | 6 | 10.847 | 1.808 | 7.912** | 2.47 | 3.59 |
| Error | 26 | 5.941 | 0.229 | | | |
| Total | 41 | 31.446 | 0.767 | | | |

Grand Mean = 1.714

CV = 27.88

SE. = 0.133

ตารางผลทางสถิติที่ 2 การเปรียบเทียบผลของ พงถ่านและAuxin ที่มีต่อคะแนนการเจริญเติบโตของราก เมื่ออายุ 3 เดือน

| SORCE | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|-----------|----|--------|-------|----------|------|------|
| Rep. | 2 | 1.027 | 0.513 | 1.019NS | 3.37 | 5.53 |
| Tr. | 13 | 39.596 | 3.046 | 6.046** | 2.15 | 2.96 |
| พงถ่าน(A) | 1 | 7.586 | 7.586 | 15.058** | 4.23 | 7.72 |
| Auxin(B) | 6 | 18.228 | 3.038 | 6.030** | 2.47 | 3.59 |
| AB | 6 | 13.782 | 2.297 | 4.559** | 2.47 | 3.59 |
| Error | 26 | 13.098 | 0.504 | | | |
| Total | 41 | 53.721 | 1.310 | | | |

Grand Mean = 2.202

CV = 32.231

SE = 0.174

* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ .05

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ .01

NS ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผลทางสถิติที่ 3 การเปรียบเทียบผลของ ผงถ่านและ Auxin ที่มีผลต่อคะแนนการเจริญเติบโตของราก เมื่ออายุ 4 เดือน

| SORCE | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|-----------|----|--------|--------|---------|------|------|
| Rep. | 2 | 1.15 | 0.57 | 1.18NS | 3.37 | 5.53 |
| Tr. | 13 | 49.61 | 3.81 | 7.86* | 2.15 | 2.96 |
| ผงถ่าน(A) | 1 | 13.96 | 113.96 | 28.79** | 4.23 | 7.72 |
| Auxin(B) | 6 | 26.67 | 4.61 | 9.50** | 2.47 | 3.59 |
| AB | 6 | 7.97 | 1.32 | 2.73* | 2.47 | 3.59 |
| Error | 26 | 12.61 | 0.48 | | | |
| Total | 41 | 63.372 | 1.54 | | | |

Grand Mean = 2.669

CV= 26.092

SE. = 0.189

ตารางผลทางสถิติที่ 4 การเปรียบเทียบผลของ ผงถ่านและ Auxin ที่มีต่อคะแนนการเจริญเติบโตของราก เมื่ออายุ 5 เดือน

| SORCE | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|-----------|----|-------|-------|----------|------|------|
| Rep. | 2 | 0.61 | 0.30 | 2.29NS | 3.37 | 5.53 |
| Tr. | 13 | 87.28 | 6.71 | 50.42** | 2.15 | 2.96 |
| ผงถ่าน(A) | 1 | 36.51 | 36.51 | 274.22** | 4.23 | 7.72 |
| Auxin(B) | 6 | 40.02 | 6.67 | 50.10** | 2.47 | 3.59 |
| AB | 6 | 10.74 | 1.79 | 13.45** | 2.47 | 3.59 |
| Error | 26 | 3.46 | 0.13 | | | |
| Total | 41 | 91.35 | 2.22 | | | |

Grand Mean = 3.376

CV = 10.806

SE = 0.227

* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ .05

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ .01

NS ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผลทางสถิติที่ 5 การเปรียบเทียบผลของ พงถ่านและ Auxin ที่มีผลต่อคะแนนการเจริญเติบโตของต้น เมื่ออายุ 2 เดือน

| SORCE | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|-----------|----|-------|------|--------|------|------|
| Rep. | 2 | 0.20 | 0.10 | 0.28NS | 3.37 | 5.53 |
| Tr. | 13 | 12.21 | 0.93 | 2.62* | 2.15 | 2.96 |
| พงถ่าน(A) | 1 | 0.47 | 0.47 | 1.33NS | 4.23 | 7.72 |
| Auxin(B) | 6 | 8.80 | 1.46 | 4.10** | 2.47 | 3.59 |
| AB | 6 | 2.93 | 0.48 | 1.36NS | 2.47 | 3.59 |
| Error | 26 | 9.29 | 0.35 | | | |
| Total | 41 | 21.70 | 0.52 | | | |

Grand Mean = 2.123

CV= 28.166

SE = 0.107

ตารางผลทางสถิติที่ 6 การเปรียบเทียบผลของ พงถ่านและ Auxin ที่มีต่อคะแนนการเจริญเติบโตของต้น เมื่ออายุ 3 เดือน

| SORCE | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|-----------|----|-------|------|--------|------|------|
| Rep. | 2 | 1.17 | 0.58 | 1.80NS | 3.37 | 5.53 |
| Tr. | 13 | 15.69 | 1.20 | 3.70** | 2.15 | 2.96 |
| พงถ่าน(A) | 1 | 2.70 | 2.70 | 8.28** | 4.23 | 7.72 |
| Auxin(B) | 6 | 9.68 | 1.61 | 4.94** | 2.47 | 3.59 |
| AB | 6 | 3.31 | 0.55 | 1.69NS | 2.47 | 3.59 |
| Error | 26 | 8.47 | 0.32 | | | |
| Total | 41 | 25.34 | 0.61 | | | |

Grand Mean = 2.444

CV = 23.359

SE = 0.119

* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ .05

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ .01

NS ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผลทางสถิติที่ 7 การเปรียบเทียบผลของ พงถ่านและ Auxin ที่มีผลต่อคะแนนการเจริญเติบโตของต้น เมื่ออายุ 4 เดือน

| SORCE | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|-----------|----|-------|------|--------|------|------|
| Rep. | 2 | 1.26 | 0.63 | 2.24NS | 3.37 | 5.53 |
| Tr. | 13 | 13.58 | 1.04 | 3.71** | 2.15 | 2.96 |
| พงถ่าน(A) | 1 | 1.99 | 1.99 | 7.08* | 4.23 | 7.72 |
| Auxin(B) | 6 | 9.56 | 1.59 | 5.66** | 2.47 | 3.59 |
| AB | 6 | 2.03 | 0.33 | 1.20NS | 2.47 | 3.59 |
| Error | 26 | 7.31 | 0.28 | | | |
| Total | 41 | 22.16 | 0.54 | | | |

Grand Mean = 2.805

CV= 18.905

SE = 0.110

ตารางผลทางสถิติที่ 8 การเปรียบเทียบผลของ พงถ่านและAuxin ที่มีต่อคะแนนการเจริญเติบโตของต้น เมื่ออายุ 5 เดือน

| SORCE | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|-----------|----|-------|------|---------|------|------|
| Rep. | 2 | 0.53 | 0.27 | 2.31NS | 3.37 | 5.53 |
| Tr. | 13 | 9.71 | 0.74 | 6.42** | 2.15 | 2.96 |
| พงถ่าน(A) | 1 | 1.92 | 1.92 | 16.53** | 4.23 | 7.72 |
| Auxin(B) | 6 | 7.28 | 1.21 | 10.43** | 2.47 | 3.59 |
| AB | 6 | 0.54 | 0.08 | 0.72NS | 2.47 | 3.59 |
| Error | 26 | 3.02 | 0.11 | | | |
| Total | 41 | 13.27 | 0.32 | | | |

Grand Mean = 3.016

CV = 11.308

SE = 0.086

* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ .05

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ .01

NS ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผลทางสถิติที่ 9 การเปรียบเทียบผลของ พงถ่านและ Auxin ที่มีผลต่อการเพิ่ม
ปริมาณหน่อ เมื่ออายุ 2 เดือน

| SORCE | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|-----------|----|-------|------|--------|------|------|
| Rep. | 2 | 0.48 | 0.24 | 0.48NS | 3.37 | 5.53 |
| Tr. | 13 | 13.28 | 1.02 | 2.08NS | 2.15 | 2.96 |
| พงถ่าน(A) | 1 | 1.87 | 1.87 | 3.79NS | 4.23 | 7.72 |
| Auxin(B) | 6 | 7.95 | 1.32 | 2.69* | 2.47 | 3.59 |
| AB | 6 | 3.47 | 0.58 | 1.17NS | 2.47 | 3.59 |
| Error | 26 | 12.8 | 0.49 | | | |
| Total | 41 | 26.55 | 0.65 | | | |

Grand Mean = 1.0745

CV= 65.2959

SE = 0.1226

ตารางผลทางสถิติที่ 10 การเปรียบเทียบผลของ พงถ่านและAuxin ที่มีต่อการเพิ่ม
ปริมาณหน่อ เมื่ออายุ 3 เดือน

| SORCE | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|-----------|----|-------|------|--------|------|------|
| Rep. | 2 | 2.54 | 1.27 | 1.95NS | 3.37 | 5.53 |
| Tr. | 13 | 15.43 | 1.18 | 1.82NS | 2.15 | 2.96 |
| พงถ่าน(A) | 1 | 1.34 | 1.34 | 2.07NS | 4.23 | 7.72 |
| Auxin(B) | 6 | 9.90 | 1.65 | 2.53* | 2.47 | 3.59 |
| AB | 6 | 4.18 | 0.69 | 1.07NS | 2.47 | 3.59 |
| Error | 26 | 16.91 | 0.65 | | | |
| Total | 41 | 34.89 | 0.85 | | | |

Grand Mean = 1.448

CV = 55.682

SE = 0.140

* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ .05

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ .01

NS ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผลทางสถิติที่ 11 การเปรียบเทียบผลของ พงถ่านและ Auxin ที่มีผลต่อการเพิ่ม ปริมาณหน่อ เมื่ออายุ 4 เดือน

| SORCE | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|-----------|----|-------|------|--------|------|------|
| Rep. | 2 | 3.85 | 1.92 | 2.51NS | 3.37 | 5.53 |
| Tr. | 13 | 18.33 | 1.41 | 1.84NS | 2.15 | 2.96 |
| พงถ่าน(A) | 1 | 2.64 | 2.64 | 3.44NS | 4.23 | 7.72 |
| Auxin(B) | 6 | 11.78 | 1.96 | 2.56* | 2.47 | 3.59 |
| AB | 6 | 3.91 | 0.65 | 0.85NS | 2.47 | 3.59 |
| Error | 26 | 19.92 | 0.76 | | | |
| Total | 41 | 42.11 | 1.02 | | | |

Grand Mean = 1.765

CV= 49.573

SE = 0.154

ตารางผลทางสถิติที่ 12 การเปรียบเทียบผลของ พงถ่านและAuxin ที่มีต่อการเพิ่ม ปริมาณหน่อ เมื่ออายุ 5 เดือน

| SORCE | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|-----------|----|-------|------|--------|------|------|
| Rep. | 2 | 3.67 | 1.83 | 2.84NS | 3.37 | 5.53 |
| Tr. | 13 | 23.59 | 1.81 | 2.80* | 2.15 | 2.96 |
| พงถ่าน(A) | 1 | 3.06 | 3.06 | 4.73* | 4.23 | 7.72 |
| Auxin(B) | 6 | 14.81 | 2.46 | 3.81** | 2.47 | 3.59 |
| AB | 6 | 5.71 | 0.95 | 1.47NS | 2.47 | 3.59 |
| Error | 26 | 16.81 | 0.64 | | | |
| Total | 41 | 44.08 | 1.07 | | | |

Grand Mean = 1.952

CV = 41.194

SE = 0.154

* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ .05

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ .01

NS ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผลทางสถิติที่ 13 การเปรียบเทียบผลของ พงถ่านและ Auxin ที่มีต่อความสูงของหน่อ เมื่ออายุ 2 เดือน

| SORCE | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|-----------|----|-------|------|--------|------|------|
| Rep. | 2 | 0.45 | 0.02 | 0.13NS | 3.37 | 5.53 |
| Tr. | 13 | 6.07 | 0.46 | 2.78* | 2.15 | 2.96 |
| พงถ่าน(A) | 1 | 1.59 | 1.59 | 9.48** | 4.23 | 7.72 |
| Auxin(B) | 6 | 2.72 | 0.45 | 2.70* | 2.47 | 3.59 |
| AB | 6 | 1.75 | 0.29 | 1.74NS | 2.47 | 3.59 |
| Error | 26 | 4.36 | 0.16 | | | |
| Total | 41 | 10.49 | 0.25 | | | |

Grand Mean = 0.603

CV= 67.932

SE = 0.077

ตารางผลทางสถิติที่ 14 การเปรียบเทียบผลของ พงถ่านและ Auxin ที่มีต่อความสูงของหน่อ เมื่ออายุ 3 เดือน

| SORCE | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|-----------|----|-------|------|---------|------|------|
| Rep. | 2 | 0.73 | 0.36 | 1.23NS | 3.37 | 5.53 |
| Tr. | 13 | 10.56 | 0.81 | 2.74* | 2.15 | 2.96 |
| พงถ่าน(A) | 1 | 4.00 | 4.00 | 1.053** | 4.23 | 7.72 |
| Auxin(B) | 6 | 4.52 | 0.75 | 2.55* | 2.47 | 3.59 |
| AB | 6 | 2.03 | 0.33 | 1.14NS | 2.47 | 3.59 |
| Error | 26 | 7.69 | 0.29 | | | |
| Total | 41 | 18.98 | 0.46 | | | |

Grand Mean = 0.899

CV = 60.488

SE = 0.103

* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ .05

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ .01

NS ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผลทางสถิติที่ 15 การเปรียบเทียบผลของ พงถ่านและ Auxin ที่มีต่อความสูงของ
หน่อ เมื่ออายุ 4 เดือน

| SORCE | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|-----------|----|-------|------|---------|------|------|
| Rep. | 2 | 0.25 | 0.12 | 0.33NS | 3.37 | 5.53 |
| Tr. | 13 | 17.12 | 1.31 | 3.53** | 2.15 | 2.96 |
| พงถ่าน(A) | 1 | 6.23 | 6.23 | 16.70** | 4.23 | 7.72 |
| Auxin(B) | 6 | 7.82 | 1.30 | 3.49* | 2.47 | 3.59 |
| AB | 6 | 3.06 | 0.51 | 1.36NS | 2.47 | 3.59 |
| Error | 26 | 9.70 | 0.37 | | | |
| Total | 41 | 27.07 | 0.66 | | | |

Grand Mean = 1.193

CV= 51.172

SE = 0.123

ตารางผลทางสถิติที่ 16 การเปรียบเทียบผลของ พงถ่านและAuxin ที่มีต่อความสูงของ
หน่อ เมื่ออายุ 5 เดือน

| SORCE | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|-----------|----|-------|-------|---------|------|------|
| Rep. | 2 | 0.52 | 0.26 | 0.62NS | 3.37 | 5.53 |
| Tr. | 13 | 24.53 | 1.88 | 4.54** | 2.15 | 2.96 |
| พงถ่าน(A) | 1 | 10.84 | 10.84 | 26.10** | 4.23 | 7.72 |
| Auxin(B) | 6 | 9.75 | 1.62 | 3.91** | 2.47 | 3.59 |
| AB | 6 | 3.93 | 0.65 | 1.58NS | 2.47 | 3.59 |
| Error | 26 | 10.80 | 0.41 | | | |
| Total | 41 | 35.86 | 0.87 | | | |

Grand Mean = 1.527

CV = 42.205

SE = 0.142

* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ .05

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ .01

NS ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผลทางสถิติที่ 17 การเปรียบเทียบผลของ พงถ่านและ Auxin ที่มีต่อจำนวนรากที่เกิดขึ้น เมื่ออายุ 5 เดือน

| SORCE | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|-----------|----|---------|--------|----------|------|------|
| Rep. | 2 | 22.62 | 11.31 | 5.38* | 3.37 | 5.53 |
| Tr. | 13 | 1063.23 | 81.78 | 38.90** | 2.15 | 2.96 |
| พงถ่าน(A) | 1 | 375.00 | 375.00 | 178.37** | 4.23 | 7.72 |
| Auxin(B) | 6 | 405.48 | 67.58 | 32.14** | 2.47 | 3.59 |
| AB | 6 | 282.74 | 47.12 | 22.41** | 2.47 | 3.59 |
| Error | 26 | 54.66 | 2.10 | | | |
| Total | 41 | 1140.52 | 27.81 | | | |

Grand Mean = 5.0111

CV= 28.932

SE = 0.804

ตารางผลทางสถิติที่ 18 การเปรียบเทียบผลของ พงถ่านและ Auxin ที่มีต่อความยาวรากที่เกิดขึ้น เมื่ออายุ 5 เดือน

| SORCE | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|-----------|----|--------|-------|---------|------|------|
| Rep. | 2 | 0.26 | 0.13 | 0.20NS | 3.37 | 5.53 |
| Tr. | 13 | 93.99 | 7.23 | 11.06** | 2.15 | 2.96 |
| พงถ่าน(A) | 1 | 22.46 | 22.46 | 34.37** | 4.23 | 7.72 |
| Auxin(B) | 6 | 65.39 | 10.89 | 16.67** | 2.47 | 3.59 |
| AB | 6 | 6.13 | 1.02 | 1.56NS | 2.47 | 3.59 |
| Error | 26 | 16.99 | 0.65 | | | |
| Total | 41 | 111.26 | 2.714 | | | |

Grand Mean = 3.027

CV = 26.708

SE = 0.251

* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ .05

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ .01

NS ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผลทางสถิติที่ 19 การเปรียบเทียบผลของ พงถ่านและ Auxin ที่มีต่อน้ำหนักสดของ
ราก เมื่ออายุ 5 เดือน

| SORCE | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|-----------|----|-------|-------|----------|------|------|
| Rep. | 2 | 0.35 | 0.17 | 2.35NS | 3.37 | 5.53 |
| Tr. | 13 | 24.80 | 1.90 | 25.33NS | 2.15 | 2.96 |
| พงถ่าน(A) | 1 | 10.84 | 10.84 | 144.00** | 4.23 | 7.72 |
| Auxin(B) | 6 | 7.00 | 1.16 | 15.51** | 2.47 | 3.59 |
| AB | 6 | 19.18 | 3.19 | 42.45** | 2.47 | 3.59 |
| Error | 26 | 1.95 | 0.07 | | | |
| Total | 41 | 27.11 | 0.66 | | | |

Grand Mean = 0.539

CV= 50.863

SE = 0.123

ตารางผลทางสถิติที่ 20 การเปรียบเทียบผลของ พงถ่านและAuxin ที่มีต่อน้ำหนักแห้งของ
ราก เมื่ออายุ 5 เดือน

| SORCE | df | SS | MS | F | F.05 | F.01 |
|-----------|----|--------|--------|---------|------|------|
| Rep. | 2 | 0.0031 | 0.0015 | 1.66NS | 3.37 | 5.53 |
| Tr. | 13 | 0.1663 | 0.0128 | 14.22** | 2.15 | 2.96 |
| พงถ่าน(A) | 1 | 0.0704 | 0.0704 | 78.22** | 4.23 | 7.72 |
| Auxin(B) | 6 | 0.0491 | 0.0082 | 9.11** | 2.47 | 3.59 |
| AB | 6 | 0.1663 | 0.0277 | 30.77** | 2.47 | 3.59 |
| Error | 26 | 0.024 | 0.0009 | | | |
| Total | 41 | 0.1934 | 0.0047 | | | |

Grand Mean = 0.046

CV = 64.171

SE = 0.010

* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ .05

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ .01

NS ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

