

บทนำ

กล้วยไม้รองเท้านารีเป็นกล้วยไม้ชนิดหนึ่งที่อยู่ในวงศ์ Orchidaceae ที่มีดอกลักษณะสวยงามแปลกตา เนื่องจากมีส่วนของกระเปาะปากกล้วยไม้รองเท้านารีแต่ละของผู้หญิง สำหรับประเทศไทย ซึ่งอยู่ในเขตร้อนพบกล้วยไม้รองเท้านารีพันธุ์พื้นเมืองเพียงสกุลเดียวคือ Paphiopedilum เท่าที่พบแล้วมี 17 ชนิด ปัจจุบันกล้วยไม้รองเท้านารีพันธุ์พื้นเมืองของไทยหลายชนิดได้รับความสนใจอย่างมากมีการนำมาปรับปรุงพันธุ์และขยายพันธุ์เพื่อการค้ากันอย่างแพร่หลาย ทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยเฉพาะที่สหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่น กับบางประเทศในยุโรปและเอเชีย ทำให้ประเทศไทยกลายเป็นแหล่งส่งออกกล้วยไม้รองเท้านารีที่สำคัญแห่งหนึ่งของโลก ไม่แพ้ไม้ดอกไม้ประดับประเภทอื่นเลย ทั้งในแบบของไม้กระถางและไม้ตัดดอก (ระพี 2535; อุไร 2541) จึงถือได้ว่ากล้วยไม้รองเท้านารีเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง แต่กล้วยไม้รองเท้านารีมีการปลูกเลี้ยงและขยายพันธุ์ได้ยาก อีกทั้งยังใช้เวลานานในการเจริญเติบโต ทำให้กล้วยไม้สกุลนี้ถูกลักลอบนำออกจากป่าเพื่อนำไปขายในปริมาณมาก และเนื่องจากกล้วยไม้รองเท้านารีมีการเจริญเติบโตช้า ทำให้ปริมาณของต้นรองเท้านารีลดลงอย่างรวดเร็ว จนเกรงว่าอาจจะสูญพันธุ์ได้ ดังนั้นจึงได้มีการออกกฎหมายคุ้มครองกำหนดให้เป็นพืชอนุรักษ์ในบัญชีแนบท้ายหมายเลข 1 ตามอนุสัญญาว่าด้วยการค้าระหว่างประเทศว่าด้วยชนิดสัตว์ป่าและพืชป่าที่กำลังจะสูญพันธุ์ (Conventional on International Trade in Endangers Species of Wild Fauna and Flora : CITES) ซึ่งควบคุมไม่ให้มีการส่งออกกล้วยไม้รองเท้านารีที่เก็บจากป่า ยกเว้นต้นที่ได้จากการขยายพันธุ์เทียม (ฝ่ายวิชาการกักกันพืช. 2534)

เนื่องจากต้นรองเท้านารีมีการเจริญเติบโตช้า การขยายพันธุ์ในสภาพธรรมชาติอย่างการแยกหน่อก็ใช้เวลานาน อีกทั้งยังให้ผลผลิตน้อย ในปัจจุบันการขยายพันธุ์กล้วยไม้รองเท้านารีส่วนใหญ่จึงทำในสภาพปลอดเชื้อโดยเฉพาะการเพาะเมล็ด ซึ่งเป็นวิธีการขยายพันธุ์ที่ได้ต้นพร้อมๆ กัน และมีปริมาณมาก แต่ก็ยังใช้เวลานานในการเพาะเลี้ยง ดังนั้นจึงได้มีการทดลองขยายโคลนรองเท้านารีโดยการนำส่วนต่างๆ มาเพาะเลี้ยง เช่น ปลายยอด ปลายราก ลำต้น ใบ เพื่อชักนำให้เกิดยอด แคลลัส หรือโปรโตคอร์ม (Morel. 1974; Stewart and Button. 1975; Allenberg. 1976; Huang. 1988) ซึ่งจะทำได้ต้นที่มีลักษณะตรงตามพันธุ์เดิมคราวละจำนวนมากๆ ภายในระยะเวลาอันสั้น อีกทั้งเป็นวิธีการที่สามารถทำได้เรื่อยๆ โดยไม่ต้องผ่านช่วงเวลาของการออกดอก การติดฝัก และการงอกของเมล็ด ซึ่งช่วยย่นระยะเวลาในการขยายพันธุ์ได้อีกด้วย แต่จากการทดลองขยายโคลนที่ผ่านมายังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ปริมาณต้นที่ได้น้อย แคลลัสที่เกิดขึ้นก็ไม่สามารถพัฒนาต่อไปได้ (ฐิติพร 2540) ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาสารควบคุมการเจริญเติบโตเพื่อช่วย

ส่งเสริมให้ต้นรวงเท้ามีการพัฒนาและเพิ่มปริมาณต้นให้ได้มากที่สุด ซึ่งเป็นประโยชน์ทั้งทางการค้าและการอนุรักษ์ ต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเพิ่มปริมาณกล้วยไม้ร่องเท้าในหลอดปราจีน
2. เพื่อศึกษาผลของสารประกอบธรรมชาติร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเพิ่มปริมาณกล้วยไม้ร่องเท้าในหลอดปราจีน
3. เพื่อขยายโคลนกล้วยไม้ร่องเท้าให้ได้ปริมาณมาก ตรงตามสายพันธุ์ในเวลาอันสั้น

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบสูตรอาหารและสารควบคุมการเจริญเติบโตที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดต้นรวงเท้าในสภาพปลอดเชื้อ
2. ช่วยย่นระยะเวลาในการขยายพันธุ์ โดยไม่ผ่านการเพาะเมล็ดซึ่งใช้ระยะเวลานาน
3. ได้ต้นปริมาณมากในระยะเวลาอันสั้นและได้ต้นตรงตามพันธุ์
4. เป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้กับพืชชนิดอื่นๆ ต่อไป
5. เป็นองค์ความรู้สำหรับการพัฒนางานวิจัยต่อไป

การตรวจเอกสาร

กล้วยไม้รองเท้านารี จัดอยู่ในวงศ์ Orchidaceae วงศ์ย่อย Cypripedioideae มี 5 สกุล 137 ชนิด คือ สกุล *Coyanthes* มี 12 ชนิด สกุล *Cypripedium* มี 35 ชนิด สกุล *Paphiopedilum* มี 66 ชนิด สกุล *Phragmipedium* มี 20 ชนิด และสกุล *Selenipedium* มี 4 ชนิด

กล้วยไม้รองเท้านารีที่พบในประเทศไทยมีเพียงสกุลเดียวเท่านั้นคือ *Paphiopedilum* มีชื่อสามัญว่า Lady's Slipper หรือ Venus' Slipper มีชื่อไทยอื่นๆว่า รองเท้านาง และรองเท้าแตะนารี กล้วยไม้สกุลนี้เป็นที่รู้จักกันมานาน โดยมีลักษณะเด่นทั้งทางดอกและทางใบ คือ มีกลีบปาก เป็นกระเป๋าคลายรองเท้าผู้หญิงของชาวตะวันตกสมัยก่อน ซึ่งสวยงามแปลกตา สีสันสดใส มีแหล่งกำเนิดตั้งแต่ตะวันออกของทวีปเอเชีย เช่น อินเดีย บังกลาเทศ พม่า อินโดนีเซีย มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ ไทย ประเทศในอินโดจีน และทางตะวันออกเฉียงใต้ของจีน (อุไร 2541)

การจำแนกสกุล *Paphiopedilum* ออกเป็นสกุลย่อย (อุไร 2541)

1. สกุลย่อย *Brachypetalum* เป็นรองเท้านารีที่พบตามชอกผาหินที่เป็นหินปูน ดอกค่อนข้างเล็ก กลีบดอกรูปรีถึงค่อนข้างกลม กระเป๋ามีกลุ่มลง ขอบเรียบและมีจำนวนโครโมโซม $2n = 26$ สกุลย่อยนี้สามารถแบ่งเป็น 2 หมู่ (section) คือ

1.1 *Brachypetalum* พบในเขตร้อนบริเวณตะวันตกเฉียงใต้ของจีน ตะวันออกเฉียงเหนือของพม่า ไทย และตอนเหนือของมาเลเซีย ใบมักเป็นลายแต้มหรือจุดดอกเล็กสีขาวหรือเหลืองนวล มีจุดประสีม่วงเข้มบนกลีบ กลีบดอกหนารูปรีกว้าง กระเป๋ารูปไข่ ได้แก่ รองเท้านารีฝ้ายหอย รองเท้านารีเหลืองปราจีน รองเท้านารีเหลืองตรัง และรองเท้านารีขาวสตูล

1.2 *Pavisepalum* พบบริเวณตะวันตกเฉียงใต้ของจีนและเวียดนาม ใบเป็นลายตารางคล้ายหินอ่อน (ยกเว้น *Paph. emersonii* มีใบสีเขียวเรียบ) มีทั้งดอกเดี่ยว และเป็นช่อ ดอกใหญ่ กลีบดอกรูปรีกว้างถึงกลม โล่มีทั้งรูปหัวใจ กลม และยาวเป็นร่อง อับเกสรเป็นก้อนกลม ละอองเรณูเป็นผง กระเป๋ามีรูปร่างค่อนข้างกลม ได้แก่ *Paph. armeniacum*, *Paph. delenatii*, *Paph. malipoense*, *Paph. micranthum* และ *Paph. emersonii*

2. สกุลย่อย *Paphiopedilum* เป็นรองเท้านารีที่มีดอกเดี่ยวหรือออกดอกเป็นช่อ กลีบดอกเป็นแถบ หรือเป็นรูปช้อน ซึ่งมีความยาวมากกว่า 2 เท่า ของความกว้างของกลีบดอก กระเป๋ารูปกลม ขอบเรียบหรือเว้าลง สกุลย่อยนี้ สามารถแบ่งเป็น 5 หมู่ คือ

2.1 *Corypedilum* มีจำนวนโครโมโซม $2n = 26$ พบแถบหมู่เกาะบอร์เนียว มีใบสีเขียว ออกดอกเป็นช่อ กลีบดอกเป็นแถบยาว มักบิดเป็นเกลียว ขอบกลีบด้านบนมีไฟ และมีขนอ่อนปกคลุมที่ปลายกลีบ กระเป๋ายาวห้อยลง ด้านในขอบกลีบจะงุ้มเข้ากึ่งกลาง โล่มักเป็นรูปขอบขนาน

และมีขนอ่อนปกคลุมด้านล่าง ได้แก่ *Paph. philippinense*, *Paph. randsii*, *Paph. sanderianum* และ *Paph. stonei* เป็นต้น

2.2 *Pardalopetalum* มีจำนวนโครโมโซม $2n = 26$ เป็นพวกพืชอิงอาศัย (epiphyte) มีใบสีเขียว ลักษณะดอกมักมีรูปร่างคล้ายกัน โดยเฉพาะโล่มักเป็นรูปหัวใจกลับ กลีบดอกเป็นแถบบิดเป็นเกลียว ขอบด้านบนมีไฟสีดำ ได้แก่ *Paph. haynaldianum*, *Paph. lowii* และ *Paph. parishii*

2.3 *Cochlopetalum* มักมีจำนวนโครโมโซม $2n = 30-37$ มักพบตามชายฝั่งของหมู่เกาะสุมาตราและชวา ดอกเล็ก กาบรองดอกรูปรี กลีบดอกเป็นเส้นบิดเป็นเกลียวและมีขนปกคลุมที่โคน ได้แก่ *Paph. glaucophyllum*, *Paph. liemianum*, *Paph. primulinum*, *Paph. victoriamariae* และ *Paph. victoria-regina*

2.4 *Paphiopedilum* มีจำนวนโครโมโซม $2n = 26-30$ ใบสีเขียวไม่มีลาย มีทั้งดอกเดี่ยวหรือเป็นช่อ กลีบดอกเป็นรูปช้อนบิดเป็นรูปตัวเอสและงุ้มมาทางด้านหน้า โล่มีทั้งรูปเหลี่ยมกึ่งกลางมีตุ่มยื่นเล็กน้อย หรือเป็นรูปพระจันทร์เสี้ยว ด้านล่างหยักเป็นซี่ฟันเล็กๆ ได้แก่ *Paph. hirsutissimum*, *Paph. barbigerum*, *Paph. charlesworthii*, *Paph. exul*, *Paph. gratixianum*, *Paph. insigne* และ *Paph. villosum* เป็นต้น

2.5 *Barbata* มีจำนวนโครโมโซม $2n = 28-44$ มีใบเป็นลายตารางคล้ายหินอ่อน เป็นดอกเดี่ยว กลีบดอกมักมีจุด หรือไฟประปราย กระเปาะงุ้มมาด้านหน้า โล่เป็นรูปพระจันทร์เสี้ยว และหยักเป็นซี่ฟันเล็กๆ ได้แก่ *Paph. appletoniaum*, *Paph. argus*, *Paph. barbatum*, *Paph. callosum*, *Paph. hennisianum* และ *Paph. lawrenceanum* เป็นต้น

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ (ระพี 2535; กลุ่มเกษตรสัญจร. 2541; อุไร 2541; เศรษฐมนตร์ 2551)

รองเท้านารีเป็นกล้วยไม้ชนิดหนึ่ง อาจเป็นกล้วยไม้ดินหรือกล้วยไม้อิงอาศัยก็ได้ มีการเจริญเติบโตทางด้านข้างหรือแตกหน่อใหม่จากตาข้างของต้นเดิม ไม่มีลำลูกกล้วยเหมือนกล้วยไม้ชนิดอื่นๆ ลำต้นสั้นขนาดเล็ก พบในธรรมชาติบนพื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเลที่ไม่มากนัก จนถึงระดับน้ำทะเลค่อนข้างมาก บ้างก็ขึ้นตามซอกผาหินและพื้นดินที่มีซากใบไม้คุดทับถมอยู่เป็นเวลานานหลายปี

ราก เป็นระบบรากฝอยไม่แตกแขนง ออกจากโคนต้นแล้วแผ่กระจายในแนวราบมากกว่าหยั่งลึกลงไป มีขนาดใหญ่สีน้ำตาลรูปทรงกระบอก มีชั้นเวลาเม้นหุ้มคล้ายฟองน้ำช่วยเก็บและดูดซับความชื้นได้ดี และมีขนรากปกคลุมอยู่ทั่วไป โดยเฉพาะที่บริเวณปลายราก เป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดน้ำอีกด้วย

ใบ มีหลายแบบทั้งรูปขอบขนาน (oblong) รูปรี (elliptic) รูปรีแกมรูปขอบขนาน (oblong-elliptic) หรือรูปแถบ (linear) ออกสลับกันทั้ง 2 ข้าง จำนวน 2-7 ใบต่อต้น ขนาดกว้าง

ประมาณ 2-5.5 เซนติเมตร ยาว 10-45 เซนติเมตร อาจตั้งขึ้นหรือแผ่ขนานไปกับพื้นดิน โคนใบแผ่เป็นกาบหุ้มลำต้น แผ่นใบมีชั้นคิวตินเคลือบทำให้มองเห็นเป็นชั้นหนาและใส มีรอยพับตลอดตามแนวยาวของเส้นกลางใบ ปลายใบมนเว้า หรือ แหลม มีทั้งสีเขียวเป็นมัน เป็นลายตาราง หรือเป็นลายคล้ายหินอ่อน สีเขียวเข้มสลับกับสีเขียวอมเทาทั่วทั้งใบ ใต้ใบมีสีเขียว บางชนิดมีสีม่วงแดง หรือจุดเล็กๆสีม่วงแดงกระจายทั่วไป บางชนิดจุดสีดังกล่าวจะพบได้ที่โคนกาบใบเท่านั้น โคนกาบใบอาจมีสีม่วงเรื่อและมีขนเล็กๆปกคลุมตามขอบใบ

ดอก ออกที่ปลายยอดมีทั้งที่เป็นดอกเดี่ยว ช่อดอก หรือหลายดอกเป็นช่อกระจุก ดอกทยอยบานจากโคนช่อไปสู่ปลายช่อ ในช่อดอกเดียวกันดอกจะมีขนาดไม่เท่ากัน ประมาณ 3.8-15 เซนติเมตร มีสีสันหลากหลาย เช่น สีเหลือง ขาว เขียว ชมพู ม่วง หรือมีหลายสีในดอกเดียวกัน ก้านดอกอาจจะมีทั้งที่สั้นมากจนถึงยาวมาประมาณ 1 ฟุต แตกต่างกันไปในแต่ละชนิด มีสีเขียว ม่วงแดง หรือน้ำตาลแดงและมักมีขนปกคลุม กาบรองดอกรูปไข่หรือรูปหอกเรียวยาวแหลม ห่อหุ้มรังไข่ไว้ มีสีเขียว น้ำตาลแดง หรือม่วงแดง และมีขนนุ่มปกคลุมอยู่ทั้ง 2 ส่วน กลีบดอกหนาเป็นมัน ด้านนอกมักมีขนนุ่มปกคลุมเช่นกัน ด้านในมีสีสันสวยงาม แบ่งเป็น

กลีบนอก หรือ กลีบเลี้ยง (sepal) จะห่อหุ้มกลีบดอกชั้นในไว้ มีขนนุ่มปกคลุม แบ่งเป็น 3 กลีบคือ กลีบนอกบน หรือ หลังคา (dorsal sepal) 1 กลีบ อยู่ส่วนบนของดอกและเห็นเด่นชัด รูปสามเหลี่ยม หรือรูปไข่ มีปลายกลีบมน หรือแหลม มีลวดลายและสีสันสวยงาม อาจแผ่แบน ตั้งตรง หรือ โกงุ้ม มาด้านหน้า อีก 2 กลีบอยู่ด้านล่าง และมักเชื่อมติดกันเป็นชั้นเดียวเรียกว่า กลีบนอกล่าง (vental sepal หรือ synsepalum) ปลายกลีบนอกล่างมักแหลม ชี้ลง ชุ่มน้อยกว่ากลีบนอกบน

กลีบใน หรือ กลีบดอก (petal) มีกลีบใน 2 กลีบช่อออกด้านข้างทั้ง 2 ด้าน อาจเรียกว่าหู มีขนาดและลักษณะเหมือนกัน อาจเป็นแถบเรียวยาว กลม หรือป้อม แผ่แบนบิดเป็นคลื่น หรืองุ้มอก กลีบในอีกกลีบหนึ่งคือกลีบปากที่มีลักษณะโดดเด่นมากซึ่งอยู่ด้านล่างของดอกที่ได้เปลี่ยนรูปเป็นถุงห้อยลงคล้ายห้วงของชาวคัตซ์ เรียกว่า กระเป๋ (pouch) ทำให้มีความสวยงามสะดุดตา

ดอกกล้วยไม้รองเท้านารีเป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีส่วนเส้าเกสรที่สั้นมาก เกิดจากการเชื่อมกันของก้านชูเกสรเพศเมีย และก้านชูเกสรเพศผู้ มีเกสรเพศผู้ที่สมบูรณ์ 2 แห่ง ลักษณะเป็นก้อนเหนียวสีเหลืองติดอยู่ด้านข้างทั้ง 2 ข้างของเส้าเกสร ถัดลงมาตรงกึ่งกลางของเส้าเกสรเป็นยอดของเกสรเพศเมียซึ่งคว่ำลงอยู่ด้านใต้ของเส้าเกสร ลักษณะเป็นเนิน 3 เนินติดกัน ปลายเส้าเกสรมีเกสรเพศผู้ที่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งเปลี่ยนรูปเป็นแผ่นปิดอยู่ เรียกว่า โถ่ (staminode) มีรูปร่างต่างๆกันขึ้นอยู่กับชนิดของรองเท้านารี เช่นรูปพระจันทร์เสี้ยวว่า

ฝัก เป็นผลแบบผลแห้งแล้วแตกตามยาว (capsule) ซึ่งเกิดจากการขยายตัวของก้านดอก หลังการผสมพันธุ์ เมื่อแก่มีสีน้ำตาลและแตกออกตามแนวยาว ภายในมีเมล็ดเล็กๆจำนวนมากคล้ายฝุ่นผง อาศัยลมในการช่วยกระจายพันธุ์

ลักษณะประจำพันธุ์ของรองเท้านารีเหลืองปราจีน (อุไร 2541; ฝ่ายวิชาการกักกันพืช. 2534)

ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Paphiopedilum concolor</i> (Batem.) Pfitz.
ชื่อพ้อง	<i>Cypripedium concolor</i> Batem.
สกุลย่อย	Brachypetalum
หมู่	Brachypetalum

รองเท้านารีเหลืองปราจีน มีการเจริญเติบโตแบบต้นอาศัยบนดินและเป็นพืชอิงอาศัยบางต้น ในธรรมชาติพบขึ้นในดินร่วนที่มีหินปูนและใบไม้ผุทับถมอยู่ ใบรูปขอบขนานกว้างประมาณ 5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 15-18 เซนติเมตร แผ่นใบเป็นลายตารางสีเขียวเข้มสลับเขียวเทาได้ท้องใบมีจุดสีม่วงประปราย แต่บางต้นพบว่ามีแต่สีเขียว ไม่มีจุดสีม่วงเลยก็มี ดอกออกเป็นช่อหรือดอกเดี่ยว มี 1-3 ดอกบนช่อดอกเดียวกัน ก้านช่อดอกตั้งตรงสีเขียวอ่อน ยาว 8-12 เซนติเมตร และมีขนนุ่มปกคลุมบนกาบรองดอก เมื่อดอกบานเต็มที่ค่อนข้างกลม มีขนาด 6-9 เซนติเมตรกลีบดอกหนาและจุ่มงอมมาด้านหน้า สีของดอกเป็นสีเหลืองหรือเหลืองอมเขียวอ่อน มีจุดสีม่วงเล็กๆ บางๆ บริเวณกลีบดอกต่างๆ ไป ปากกระเป๋ากว้างประมาณ 1.2 เซนติเมตร ยาวประมาณ 3.1 เซนติเมตร กลีบนอกบน มีรูปร่างกลมและเว้าโค้ง มีความกว้างประมาณ 3.1 เซนติเมตร สตามิโนด มีสีเหลืองและมีจุดสีม่วง (ภาพที่ 1)

ฤดูออกดอก ออกดอกตลอดปี แต่ฤดูที่ให้ดอกมากที่สุดคือ ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึงเดือนสิงหาคม จำนวนโครโมโซม ($2n$) = 26

ถิ่นกำเนิด มีการกระจายพันธุ์ในพม่า เวียดนาม กัมพูชา และไทยในจังหวัดสระบุรี อุตรธานี ปราจีนบุรี นครนายก จันทบุรี กาญจนบุรี และประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งสูงจากระดับน้ำทะเล 300-1000 เมตร

ลักษณะนิสัย แข็งแรง ปลูกเลี้ยงง่าย สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาวะแวดล้อมได้ดี และเจริญเติบโตได้ดีในที่ที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 28 องศาเซลเซียส แต่ระบบรากอ่อนแอต่อปริมาณเกลือที่สะสมในเครื่องปลูก ถ้าได้รับแสงค่อนข้างมากจะให้ดอกดก แต่มีสีซีดกว่าเมื่อปลูกในแสงรำไร รองเท้านารีเหลืองปราจีนมีการกระจายพันธุ์อยู่ทั่วประเทศไทยจึงมีรูปร่างลักษณะของดอกใบและชื่อแตกต่างกันในแต่ละท้องถิ่น ได้แก่ รองเท้านารีเหลืองกาญจน์ รองเท้านารีเหลืองอุตร รองเท้านารีเหลืองปราจีนเผือก



ภาพที่ 1 รองเท้านารีเหลืองปราจีน (*Paph. concolor*) (ฉบับที่ 2549)

การชักนำให้เพิ่มจำนวนยอด (shoot multiplication หรือ proliferation)

เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดเนื่องจากการขยายพันธุ์โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจะประสบความสำเร็จขึ้นอยู่กับขยายให้ได้ปริมาณยอดที่มากพอและมีประสิทธิภาพ (รังสฤษฎ์ 2540) ซึ่งทำได้หลายวิธีคือ

1 โดยผ่านกระบวนการชักนำให้เกิดแคลลัส (callus induction)

เนื่องจากเซลล์พืชมีศักยภาพในการเกิดเป็นต้นใหม่จึงเอื้ออำนวยต่อการเพิ่มจำนวนยอดโดยชักนำให้เกิดกลุ่มเซลล์ หรือแคลลัสก่อน ซึ่งแคลลัสเป็นกลุ่มเซลล์ที่มีการแบ่งตัวอย่างไม่หยุดยั้ง และยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นเนื้อเยื่อหรืออวัยวะอื่นๆ (รังสฤษฎ์ 2540 ; อารีย์ 2541) แคลลัสที่เกิดขึ้นมี 2 ลักษณะ คือ เป็นแคลลัสที่สามารถพัฒนาต่อไปเป็นต้นพืชโดยผ่านกระบวนการสร้างยอดและราก และกระบวนการเกิดคัพภะ เรียก morphogenic callus ซึ่งเป็นแคลลัสที่สามารถชักนำให้ได้ต้นจำนวนมากอย่างรวดเร็ว ส่วนแคลลัสอีกชนิดหนึ่งไม่สามารถเกิดเป็นต้นพืชได้ ไม่ว่าจะกระบวนการใดๆก็ตาม เรียกว่า nonmorphogenic callus (อารีย์ 2541) อย่างไรก็ตามวิธีการนี้ก็มีความเสี่ยงต่อความแปรปรวนทางพันธุกรรมของเซลล์ และข้อเสียอีกข้อคือไม่สามารถใช้กับพืชเศรษฐกิจที่สำคัญหลายชนิด เนื่องจากความสามารถในการเกิดเป็นต้นที่สมบูรณ์อาจลดลงถ้าเลี้ยงไว้นานขึ้นและในที่สุดก็จะไม่สามารถเจริญเป็นต้นได้ (บุญยืน 2544)

2 โดยการสร้างตาพิเศษ (adventitious buds formation)

โดยชักนำให้ตาซึ่งเกิดจากส่วนอื่นๆที่นอกเหนือจากตาข้าง ตาใบ หรือตายอด ซึ่งเป็นต้นที่มีการเปลี่ยนแปลงพัฒนามาจากแคลลัส แต่ในที่นี้จะหมายถึงตาที่เกิดโดยตรงจากอวัยวะหรือชิ้นส่วนของพืช โดยไม่ผ่านการเกิดเป็นแคลลัสมาก่อน พืชหลายชนิดสามารถสร้างตาพิเศษได้ในสภาพธรรมชาติจากอวัยวะต่างๆได้ เช่น ราก ใบ โดยการเลี้ยงเนื้อเยื่อโดยใช้ตาพิเศษจะดีกว่าแคลลัส ในแง่ลดความเสี่ยงจากการเกิดความแปรปรวนทางพันธุกรรมและอาจเกิด chimeras ในพืชที่เป็นสายพันธุ์แท้ (รังสฤษฎ์ 2540) การเจริญและพัฒนาของเนื้อเยื่อจากเซลล์ธรรมดาเป็น

meristematic cell และเกิดเป็นจุดกำเนิดยอดหรือรากโดยตรง เกิดจากเซลล์พารงไคมาบางกลุ่มรวมตัวกัน มีการสร้างโปรตีน RNA และมีอัตราการแบ่งเซลล์เพิ่มขึ้นกลายเป็น meristematic cell หลังจากนั้นเกิดการแบ่งตัวของ meristematic cell 2 แบบคือ เซลล์ที่ยังคงรูปเป็น meristem อยู่ เรียกว่าเซลล์เริ่มต้น (initial cell) กับเซลล์ที่เปลี่ยนรูปร่างไปพร้อมสำหรับการเกิดต้นใหม่เรียกว่า เซลล์อนุพันธ์ (derivative cell) (ไพบูลย์ 2524)

3 โดยกระตุ้นให้เกิดตาข้าง (axillary branching formation)

ตาข้างที่อยู่ตามซอกใบแต่ละใบมีความสามารถที่จะพัฒนาไปเป็นต้นได้ในธรรมชาติตาเหล่านี้จะพักตัวอยู่ระยะหนึ่งซึ่งขึ้นอยู่กับแบบแผนการเจริญของพืชนั้น โดยจะพักตัวเนื่องจากอิทธิพลของตายอด (apical dominance) เมื่อตายอดถูกตัดหรือได้รับอันตราย ตาข้างจะสามารถเจริญเติบโตได้ ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อทำได้โดยเติมสารพวกไซโตไคนินเพื่อขจัดอิทธิพลของตายอด และกระตุ้นให้ตาข้างเจริญได้ในขณะที่ยังมีตายอด แต่ผลดังกล่าวนี้มีลักษณะที่ไม่ถาวร เพราะตาข้างจะหยุดการเจริญถ้าไม่ได้รับสารกระตุ้นการเจริญจากภายนอก นอกจากนั้นในอาหารต้องมีความเข้มข้นของไซโตไคนินที่เหมาะสมซึ่งอาจมีออกซินหรือไม่มีก็ได้ เพื่อให้ตาข้างเจริญและพัฒนาไปเป็นลำต้น ในบางพืชแม้จะปรับสัดส่วนของไซโตไคนินแล้วก็ยังอาจไม่ได้ผล ในบางกรณีมีอัตราการเกิดตาข้างต่ำและต้องใช้เวลาาน อย่างไรก็ตามโดยทั่วไปแล้วระยะแรกของการเกิดตาข้างมีอัตราที่ช้ากว่า แต่ในช่วงหลังจะมีอัตราเร็วขึ้นเป็นทวีคูณ จึงเป็นที่นิยมมากกว่า 2 วิธีแรก ซึ่งกระบวนการเช่นนี้สามารถทำซ้ำได้เรื่อยๆจากเนื้อเยื่อเริ่มแรกที่เจริญเปลี่ยนแปลงไปเป็นกลุ่มของแขนง เมื่อตาข้างหยุดการเจริญเติบโต การเพิ่มจำนวนต้นก็จะมีจำกัด อย่างไรก็ตามเมื่อถึงระยะนี้ ถ้าตัดต้นเล็กๆเหล่านี้ไปเพาะเลี้ยงในอาหารใหม่ ที่มีส่วนประกอบของอาหารเหมือนเดิม การเพิ่มจำนวนต้นก็เกิดขึ้นได้เช่นเดิม กระบวนการเช่นนี้สามารถทำได้เรื่อยๆไม่มีขอบเขตจำกัดและวิธีการนี้ยังเป็นการเพิ่มปริมาณจากโคลนเดียวกัน เนื่องจากเซลล์มีโอกาสน้อยที่จะเปลี่ยนลักษณะทางพันธุกรรมภายใต้สภาพการเพาะเลี้ยง (บุญยืน 2544; รั้งสฤษฎ์ 2540)

ปัจจัยที่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณยอด

1 สารประกอบธรรมชาติ

ในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยไม้ส่วนใหญ่มักจะใส่สารประกอบธรรมชาติเพื่อช่วยในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นซึ่งสารประกอบธรรมชาติที่นิยมใช้กัน เช่น น้ำมะพร้าว มันฝรั่ง และกล้วยหอม ซึ่งในสารประกอบธรรมชาติเหล่านี้จะมีสารชีวเคมีต่างๆมากมาย มีทั้งวิตามิน เกลือแร่ ธาตุอาหาร และยังรวมไปถึงที่มีคุณสมบัติของสารควบคุมการเจริญเติบโตอยู่ด้วย อย่างเช่นในมันฝรั่งประกอบด้วยแป้งที่มีส่วนประกอบของ amylose และ amylopectin (Schwimmer, 1953) น้ำตาล เช่น ซูโครส กลูโคส และฟรุกโตส ซึ่งเป็นแหล่งคาร์บอนที่สำคัญในการเจริญเติบโตของพืช (Schwimmer *et al.* 1954) นอกจากนี้ยังมีสารพวกโพลีเอมีน (polyamine) ที่มีคุณสมบัติในการ

ต่อต้านการชราภาพ ชะลอการร่วงในพืชใบเลี้ยงคู่และใบเลี้ยงเดี่ยว และยังมีบทบาทต่อ nucleic acid metabolism โดยเฉพาะมีผลต่อการเพิ่มกรดนิวคลีอิก (nucleic acid) ทำให้เกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในเนื้อเยื่อพืชมากขึ้นทำให้พืชมีการเจริญดีขึ้น (Flores and Galston. 1982; Kaur-Sawhney *et al.* 1980; Kaur-Sawhney *et al.* 1982) ในน้ำมะพร้าวมีสารชีวเคมีและสารต่างๆ ได้แก่ purine indole acetic acid และคาร์โบไฮเดรตหลายชนิด รวมทั้งมีไซโตไคนิน เช่น zeatin และ zeatin riboside ในปริมาณมาก (Letham. 1974) ส่วนในกล้วยหอมมีโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต วิตามิน เอ thiamine riboflavin niacin biotin วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินซี และแร่ธาตุจำนวนมาก เช่น แคลเซียม เหล็ก โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม โดยเฉพาะธาตุเหล็กอยู่ในสภาพที่พืชนำไปใช้ได้ โดยกล้วยไม้สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและการเกิดรากได้ (Barnell. 1940; Arditti and Ernst. 1993; เบญจมาศ 2534)

ส่วนในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อรองเท้านารีได้มีการทดลองใส่สารประกอบธรรมชาติลงในอาหาร เช่น Pierik *et al.* (1988) เลี้ยงต้นกล้า *Paphiopedilum ciliolave* Pfitz. บนอาหารสูตร Thomale GD ที่ดัดแปลง ที่เติมถ่านกัมมันต์ 2 กรัมต่อลิตร และกล้วยหอมบด 50 กรัมต่อลิตร ทำให้ต้นมีการเจริญเติบโตและการพัฒนาที่ดีขึ้น Ernst (1974) รายงานว่า *Paphiopedilum Winston Churchill* × *Paph. Evansrose* ที่เลี้ยงบนอาหาร Thomale GD ที่เติมถ่านกัมมันต์ 0.2 เปอร์เซ็นต์ และกล้วยสุกบด 5 เปอร์เซ็นต์ มีการพัฒนาเป็นต้นและรากได้ดี และมีน้ำหนักสดเพิ่มขึ้น ชีรพล (2535) พบว่าอาหาร VW (1949) ดัดแปลง ที่เติมถ่านกัมมันต์ 2 กรัมต่อลิตร กับกล้วยหอม 50 กรัมต่อลิตร และน้ำมะพร้าวร้อยละ 10 ร่วมกับน้ำตาลร้อยละ 2 ช่วยส่งเสริมการพัฒนาของโปรโตคอร์ัมและการเจริญของต้นกล้ารองเท้านารีเหลืองปราจีน ส่วนสกุณา (2538) พบว่าต้นอ่อนรองเท้านารีเหลืองปราจีน (*P. concolor*) ที่เลี้ยงในอาหารแข็งสูตร Thomale GD (1954) จะพัฒนาได้ดีเมื่อเติมกล้วยหอมบด 25 กรัมต่อลิตร เห็ดหูหนู 25 กรัมต่อลิตร และมะเขือเทศ 50 มิลลิกรัมต่อลิตรในอาหารแข็ง

2 สารควบคุมการเจริญเติบโต

สารควบคุมการเจริญเติบโตหมายถึง สารเคมีที่พืชสร้างขึ้นเองหรือมนุษย์สังเคราะห์ขึ้นมา ที่ทำหน้าที่ควบคุมการเจริญเติบโต ซึ่งมีทั้งส่งเสริมและยับยั้งในกระบวนการต่างๆ ที่นำไปสู่การพัฒนาของต้นที่เป็นปกติ การเจริญเติบโตตลอดจนการเปลี่ยนแปลงพัฒนาของเซลล์ เนื้อเยื่อ และ secondary metabolism ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช สารควบคุมการเจริญเติบโตมีความสำคัญอย่างยิ่งเพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้ สารควบคุมการเจริญเติบโตที่นิยมใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยไม้แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ (ประศาสตร์ 2538; ริงสฤษดิ์ 2540)

2.1 ออกซิน (auxin) ในธรรมชาติฮอร์โมนกลุ่มนี้เกี่ยวข้องกับการยึดของลำต้นและปล้อง การโค้งงอเข้าหาแสงเร็ว, การยับยั้งการเจริญของตาข้าง การหลุดร่วงของใบ ดอกและผล, การเกิดราก

เป็นต้น ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชได้นำเอาออกซินไปใช้ในการกระตุ้นการแบ่งเซลล์ ควบคุมการขยายตัวของเซลล์ กระตุ้นการเกิดราก ยับยั้งการเกิดตาข้าง ออกซินที่นิยมใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่ใช้กันมาก ได้แก่ 2,4-dichlorophenoxy acetic acid (2,4-D), naphthalene acetic acid (NAA), indol-3-butyric acid (IBA) และ indoleacetic acid (IAA) เป็นต้น (บุญยืน 2544)

NAA (naphthalene acetic acid) มีประสิทธิภาพในการทำให้เซลล์ยึดตัวและกระตุ้นการเกิดราก นิยมใช้ในอาหารเพาะเลี้ยงโดยใช้ออกซินร่วมกับไซโตไคนินในการกระตุ้นการแตกหน่อและใช้ออกซินอย่างเดียวเพื่อให้เกิดราก ออกซินที่เติมในอาหารจะใช้ในความเข้มข้นน้อยมาก โดย NAA ใช้ในอัตราความเข้มข้น 0.001-10 มิลลิกรัมต่อลิตร (ศิวพงศ์ 2546)

2.2 ไซโตไคนิน (cytokinin) เป็นสารที่มีผลต่อการแบ่งเซลล์ ช่วยการเจริญของตาข้าง การชักนำให้เกิดยอดและการเจริญของต้น การเติมไซโตไคนินลงไปในการเพาะเลี้ยงก็เพื่อช่วยให้กระตุ้นการแบ่งเซลล์และเปลี่ยนแปลงไปเป็นหน่อเล็กๆ (adventitious shoot) จากส่วนของแคลลัสหรืออวัยวะที่เพาะเลี้ยง (บุญยืน 2544) และมักจะไม่ใช่เมื่อต้องการให้งอกราก (ศิวพงศ์ 2546) ไซโตไคนินที่นำมาใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่ออย่างกว้างขวาง ได้แก่ kinetin , benzyladenine(BA), isopentonyl adenine (2ip) และ Thidiazuron (TDZ) เป็นต้น

BA (Benzyladenine) เป็นสารในกลุ่มไซโตไคนินที่นิยมใช้มากอย่างยิ่งเพื่อแก้ไข apical dominanceของหน่อข้าง ชักนำยอด และเพิ่มจำนวนยอด (รังสฤษฎ์ 2540) การใช้ BA กับกล้วยไม้ชนิดอื่น เช่น โกวิท (2542) เพิ่มปริมาณกล้วยไม้เอื้องปากนกแก้วโดยเลี้ยง protocorm-like bodies (plbs) ในอาหารสูตร Vacin and Went (VW) (Vacin and Went. 1949) คัดแปลงที่มี BA 0.5 ppm plbs มีอัตราการรอดชีวิต 60 เปอร์เซ็นต์และเมื่อย้ายลงเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร VW คัดแปลง plbs จะพัฒนาเป็นยอดมากที่สุด และการชักนำให้ต้นอ่อนเกิดขึ้นมากที่สุดเมื่อเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร VW คัดแปลงที่มี BA 1 ppm ใน 2 เดือน และเมื่อเลี้ยงชิ้นส่วนใบ *Phalaenopsis violacea* Witte บนอาหารสูตร VW ที่เติม BA 5 มิลลิกรัมต่อลิตร จะสามารถชักนำ plbs ได้มากที่สุด (ดวงพร 2546) ส่วน Paek and Yeung (1991) นำ rhizome ของต้นกล้วยไม้ที่ได้จากการเพาะเมล็ด *Cymbidium forrestii* มาเลี้ยงในอาหารสูตร Murashige and Skoog (MS) (Murashige and Skoog. 1962) ที่เติม BA 5 มิลลิกรัมต่อลิตรสามารถชักนำให้เกิดยอดได้ดีที่สุด

TDZ (Thidiazuron) เป็นสารสังเคราะห์ที่มีประสิทธิภาพเป็น amino purine cytokinin มีประโยชน์ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชและสามารถใช้กับพืชอวบน้ำได้หลายชนิดในสภาพปลอดเชื้อ ทำให้พืชพวกนี้มีการเจริญเติบโตรวดเร็วกว่าการเติมไซโตไคนินชนิดอื่นๆ เช่น BA, kinetin หรือ 2ip เป็นต้น โดยเติมที่ระดับ 10^{-1} - 10^{-3} เท่าของสารควบคุมการเจริญเติบโตอื่นๆ ในบางกรณี TDZ ที่ความเข้มข้นต่ำสามารถชักนำให้เกิด axillary shoot และที่ความเข้มข้นสูงสามารถชักนำแคลลัส (Huetteman and Preece. 1993) TDZ จึงถูกนำมาเติมอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อชักนำยอดและแคลลัสในพืชหลายชนิด สำหรับในกล้วยไม้ชนิดอื่นๆ Chen and Piluek (1995) พบว่าตามบนก้านช่อ

ดอกของ *Phalaenopsis* พัฒนาเป็นยอดได้สูงสุดบนอาหารสูตร VW ที่เติมน้ำมะพร้าว 15 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ TDZ 10 ไมโครโมลาร์ หรือ 2.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วน Ernst (1994) พบว่าก้านช่อดอกของ *Phalaenopsis* สามารถสร้างยอดจำนวนมากเมื่อเลี้ยงบนอาหารที่เติม TDZ 0.23-11.35 ไมโครโมลาร์ โดยใช้ TDZ ที่ความเข้มข้นต่ำสามารถชักนำยอดและราก ส่วนที่ความเข้มข้นสูงไม่ทำให้เกิดราก พบแต่ยอดจำนวนมากรวมทั้งโปรโตคอร์มและแคลลัสด้วย

การใช้ออกซินและไซโตไคนินร่วมกันในสัดส่วนต่างๆกันมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาของชิ้นส่วนพืชที่เพาะเลี้ยง ซึ่งแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดพืช โดยมักใช้ออกซินร่วมกับไซโตไคนินในอัตราส่วนที่ใกล้เคียงกันเพื่อการสร้างแคลลัส หรือใช้ปริมาณไซโตไคนินสูงกว่าออกซินเพื่อชักนำยอด และใช้ออกซินอย่างเดียวในการชักนำราก (Skoog and Miller, 1957)

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ภาณีรัตน์ (2539) ทดลองเพาะเลี้ยง โปรโตคอร์มของรองเท้านารีฟาหอยและรองเท้านารีเหลืองปราจีนในอาหารเหลวสูตร VW และสูตร Thomale GD (Thomale. 1954) ร่วมกับ BA และ TDZ พบว่า plbs ของกล้วยไม้รองเท้านารีฟาหอย มีการเพิ่มปริมาณจุดกำเนิดยอดในอาหารเหลวสูตร VW และ Thomale GD คัดแปลงร่วมกับ TDZ 5 ไมโครโมลาร์ หรือบนอาหารแข็งสูตร VW คัดแปลงร่วมกับ TDZ 5 ไมโครโมลาร์ ส่วน plbs ของกล้วยไม้รองเท้านารีเหลืองปราจีนมีการเพิ่มปริมาณจุดกำเนิดยอดไม่แตกต่างกัน และอาหารที่ชักนำให้จุดกำเนิดยอดพัฒนาเป็นต้นกล้าได้ดีที่สุดคือสูตร VW คัดแปลงร่วมกับ TDZ 5 ไมโครโมลาร์ และจากการตัดชำส่วนลำต้นของรองเท้านารีสุขะกุล (*Paphiopedilum sukhakulii*) พบว่าส่วนโคนต้น และส่วนลำต้นจะมีหน่อเกิดขึ้น เมื่อเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร VW ร่วมกับ TDZ 5 ไมโครโมลาร์ และหน่อจะมีการเจริญเติบโตดีเมื่อย้ายลงในอาหารสูตร VW คัดแปลง ที่ไม่มีสารควบคุมการเจริญเติบโต

ดวงพร (2544) ทำการเพาะเลี้ยงส่วนของลำต้น ใบ และราก ของกล้วยไม้รองเท้านารีเหลืองตรงและรองเท้านารีม่วงสงขลา พบว่ามีเพียงส่วนของลำต้นเท่านั้นที่เกิดแคลลัส เมื่อเลี้ยงรองเท้านารี เหลืองตรงในอาหารสูตร MS ที่มี 2,4-D เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร และรองเท้านารีม่วงสงขลาในอาหารสูตร Kyoto (KT) (Tsukamoto *et al.* 1963) ที่มี 2,4-D เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อเลี้ยงแคลลัสบนอาหารที่เติม TDZ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ในสภาพมืด สามารถชักนำให้เกิดกลุ่มจุดกำเนิดยอดได้

จักรกฤษณ์ และคณะ (2549) ทดลองเพิ่มปริมาณรองเท้านารีขาวสตูลโดยเพาะเลี้ยงส่วนลำต้นในอาหารสูตร MS ที่มี 2,4-D และ BA พบว่าชิ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหาร MS ที่เติม 2,4-D 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และ BA 20 มิลลิกรัมต่อลิตร, 2,4-D 1 มิลลิกรัมต่อลิตร และ BA 20 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 2,4-D 1 มิลลิกรัมต่อลิตร เพียงอย่างเดียว จะเกิดหน่อดีที่สุดเท่ากับ 1.167 ต้น

ธารทิพย์ (2549) เมื่อเลี้ยงต้นอ่อนกล้วยไม้รองเท้านารีเหลืองตรัง ในอาหารสูตร MS ที่มี BA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็นเวลา 8 เดือน ต้นอ่อนมีการพัฒนาดี ที่สุด โดยเกิดหน่อ 3 หน่อต่อต้น และเมื่อทำการเพาะเลี้ยงรากที่พองตัวอายุ 8 เดือน ที่มีขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 2, 3 และ 4 เซนติเมตร บนอาหารสูตร MS ที่มี BA 2 มิลลิกรัมต่อลิตรร่วมกับ NAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากเพาะเลี้ยงนาน 10 เดือน รากที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร ให้จำนวนต้นต่อรากมากที่สุดเฉลี่ย 38.9 ต้นต่อราก จากนั้นแยกต้นไปเลี้ยงในอาหาร สูตรเดิมเพื่อพัฒนาต้นและราก

Stewart and Button (1975) ได้เพาะเลี้ยงก้านช่อดอก, ปลายใบ, ปลายราก, รังไข่, เกสรตัวผู้ และปลายยอด ของรองเท้านารี *P.villosum*, *P.fairieanum* และ *P.insigne* พบว่าส่วนก้านช่อดอก, ปลายใบ, ปลายราก และเกสรตัวผู้ไม่สามารถเจริญในสภาพปลอดเชื้อ ส่วนรังไข่มีการเจริญแต่ไม่ สร้างแคลลัส มีแต่ส่วนปลายยอดเท่านั้นที่เกิดแคลลัสเมื่อเลี้ยงในอาหารสูตร Heller (Heller. 1953) ที่มี 2,4-D เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ BA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือที่มี 2,4-D เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตรเพียงอย่างเดียว โดยในอาหารที่มี 2,4-D เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร มีการเพิ่มปริมาณ แคลลัสอย่างช้าๆ และในอาหารที่มี 2,4-D เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ BA 0.5 มิลลิกรัมต่อ ลิตร มีการเพิ่มปริมาณแคลลัสอย่างรวดเร็วและพัฒนาไปเป็นต้นได้

Huang (1984) พบว่าปลายยอดของ *Cattleya* สามารถสร้างใบและแตกกอได้บนอาหาร MS ดัดแปลงที่เติม NAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ BA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

Huang (1988) ทำการเพาะเลี้ยงปลายยอดของรองเท้านารีลูกผสมเพื่อเพิ่มจำนวนต้น โดย มีวิธี 3 ขั้นตอน ในขั้นตอนแรกพบว่าปลายยอดขยายขนาดบนอาหารสูตร MS ที่มี sucrose 3 % NAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร 2ip 3 มิลลิกรัมต่อลิตร adenine sulfate 30 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำ มะพร้าว 15 % ในขั้นตอนที่ 2 ทำการเพิ่มจำนวนยอดในอาหารที่เติม sucrose 7.5% และ BA 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนขั้นตอนที่ 3 ชักนำให้เกิดรากบนอาหารที่เติมเฉพาะ NAA 0.3 มิลลิกรัมต่อ ลิตร

Hoshi *et al.* (1994) นำข้อของ *Cypripedium montanum* มาเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม NAA 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร และ BA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถเกิดรากและยอดจำนวนมากกว่า 20 ยอดภายใน 1 เดือน

Lee *et al.* (1999) ทดสอบสูตรอาหารเพื่อใช้ในการพัฒนายอดและการเจริญของต้นกล้า *Sarcanthus scolopendrifolius* โดยอาหาร MS ที่มีน้ำตาล 5 % และวุ้น 0.7 % และถ่าน 5 กรัมต่อลิตร จะมีจำนวนยอดและน้ำหนักรากมากขึ้นแต่การเจริญของรากลดลง และเมื่อเลี้ยงในอาหารที่มี BA 10 มิลลิกรัมต่อลิตรร่วมกับ NAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร จำนวนยอดจะเพิ่มมากขึ้น

Lin *et al.* (2000) ทำการชักนำแคลลัสจากโปรโตคอร์ัม ลำต้น ปลายราก และใบของต้น รองเท้านารี พบว่าส่วนโปรโตคอร์ัมเท่านั้นที่เกิดแคลลัส เมื่อเลี้ยงในอาหารสูตร ½ MS ที่มี 2,4-D

1-10 มิลลิกรัมต่อลิตร และ TDZ 0.1-1 มิลลิกรัมต่อลิตร และแคลลัสจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในอาหารสูตร ½ MS ที่มี 2,4-D 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และ TDZ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร และทดสอบการชักนำยอดโดยใช้ NAA ร่วมกับไซโตไคนิน 3 ชนิดคือ BA TDZ และ 2ip พบว่าเมื่อใช้ NAA เพียงตัวเดียว และใช้ร่วมกับ BA และ 2ip ไม่สามารถชักนำให้เกิดยอดได้ และเมื่อใช้ร่วมกับ TDZ สามารถสร้างตายอดได้ 3-7 ตา

Huang *et al.* (2001) ทำการโคลนเพื่อเพิ่มจำนวนยอดและรากของกล้วยไม้รองเท้านารีเมื่อเลี้ยงยอดของต้นอ่อนบนอาหารสูตร MS ที่มีวิตามิน, ไกลซีน และ inositol, BA 13 ไมโครโมลาร์, NAA, adenine sulfate, $\text{NaH}_2\text{PO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$, sucrose และน้ำมะพร้าว 15% จากการทดลองพบว่า TDZ ยับยั้งการเพิ่มยอดและราก และ maltose ลดการเกิดราก

Chen *et al.* (2002) ทดลองเพาะเลี้ยงส่วนข้อของรองเท้านารีลูกผสม *P.philippinense* (PH59,PH60) บนอาหารสูตร MS ดัดแปลงที่เติม 2,4-D และ TDZ เป็นเวลา 6 เดือน พบว่าในลูกผสม PH59 2,4-D 4.52 ไมโครโมลาร์ ร่วมกับ TDZ 0.45 ไมโครโมลาร์ ชักนำการเกิดยอดสูงกว่าในอาหารที่ไม่มีสารควบคุมการเจริญเติบโต ส่วนลูกผสม PH60 ขึ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารที่มี 2,4-D 4.52 ไมโครโมลาร์ เพียงอย่างเดียวจะกระตุ้นการเกิดยอดมากที่สุด และต้นกล้าจะเกิดรากเมื่อย้ายมาเลี้ยงในอาหารที่ไม่มีสารควบคุมการเจริญเติบโต

Chen *et al.* (2004) รายงานการเพาะเลี้ยงรองเท้านารีลูกผสม *P.philippinense* (PH59, PH60) โดยใช้ส่วนใบเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงในที่มืด สามารถสร้างจุดกำเนิดยอดได้ใน 1 เดือน และพบว่ากระตุ้นการสร้างตายอดได้เมื่อนำส่วนข้อของลูกผสม PH59 เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงที่เติม TDZ เข้มข้น 4.54 ไมโครโมลาร์ และในลูกผสม PH60 เลี้ยงอาหารที่เติม 2,4-D เข้มข้น 4.52 ไมโครโมลาร์ ร่วมกับ TDZ เข้มข้น 0.45 ไมโครโมลาร์ จากนั้นย้ายไปเลี้ยงในอาหารที่มีฮอร์โมนต้นกล้ามีการเจริญเติบโตดี

วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินงาน

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต BA และ NAA ต่อการเพิ่มปริมาณกล้วยไม้รองเท้านารีเหลืองปราจีนในสภาพปลอดเชื้อ

นำต้นอ่อนรองเท้านารีเหลืองปราจีนในสภาพปลอดเชื้อมาตัดส่วนใบและรากออก เลี้ยงส่วนลำต้นบนอาหารสูตร MS คัดแปลง ที่มีธาตุอาหารหลักของสูตร VW ธาตุอาหารรอง และวิตามินของสูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตในระดับต่างๆ ตามกำหนดใน treatment วางเลี้ยงในที่มืดแสง 16 ชั่วโมงต่อวัน เปลี่ยนอาหารทุกๆ 4 สัปดาห์ จัดกลุ่มการทดลองแบบ 6×5 Factorial in Completely Randomized Design มี 30 treatment ทำ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ชิ้น ส่วนต่อ treatment มี 2 ปัจจัย ดังนี้

ปัจจัย A คือ ความเข้มข้นของ BA มี 6 ระดับ คือ

a1	=	0	มิลลิกรัมต่อลิตร
a2	=	1	มิลลิกรัมต่อลิตร
a3	=	2	มิลลิกรัมต่อลิตร
a4	=	3	มิลลิกรัมต่อลิตร
a5	=	5	มิลลิกรัมต่อลิตร
a6	=	10	มิลลิกรัมต่อลิตร

ปัจจัย B คือ ความเข้มข้นของ NAA มี 5 ระดับ คือ

b1	=	0	มิลลิกรัมต่อลิตร
b2	=	0.1	มิลลิกรัมต่อลิตร
b3	=	0.5	มิลลิกรัมต่อลิตร
b4	=	1	มิลลิกรัมต่อลิตร
b5	=	2	มิลลิกรัมต่อลิตร

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของสารประกอบธรรมชาติร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโต BA และ NAA ต่อการเพิ่มปริมาณกล้วยไม้รองเท้านารีเหลืองปราจีนในสภาพปลอดเชื้อ

นำต้นอ่อนรองเท้านารีเหลืองปราจีนในสภาพปลอดเชื้อมาตัดส่วนใบและรากออก เลี้ยงส่วนลำต้นบนอาหารสูตร MS คัดแปลง ที่มีธาตุอาหารหลักของสูตร VW ธาตุอาหารรอง และวิตามินของสูตร MS ที่เติมสารประกอบธรรมชาติ น้ำมะพร้าว 100 มิลลิกรัมต่อลิตร, มันฝรั่ง 50 กรัมต่อลิตร, กล้วย 50 กรัมต่อลิตร, ถ่านกัมมันต์ 2 กรัมต่อลิตรและ เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต

ในระดับต่างๆ ตามกำหนดใน treatment วางเลี้ยงในที่มืด 16 ชั่วโมงต่อวัน เปลี่ยนอาหารทุกๆ 4 สัปดาห์ จัดกลุ่มการทดลองแบบ 6×5 Factorial in Completely Randomized Design มี 30 treatment ทำ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ชิ้นส่วนต่อ treatment มี 2 ปัจจัย ดังนี้

ปัจจัย A คือ ความเข้มข้นของ BA มี 6 ระดับ คือ

a1	=	0	มิลลิกรัมต่อลิตร
a2	=	1	มิลลิกรัมต่อลิตร
a3	=	2	มิลลิกรัมต่อลิตร
a4	=	3	มิลลิกรัมต่อลิตร
a5	=	5	มิลลิกรัมต่อลิตร
a6	=	10	มิลลิกรัมต่อลิตร

ปัจจัย B คือ ความเข้มข้นของ NAA มี 5 ระดับ คือ

b1	=	0	มิลลิกรัมต่อลิตร
b2	=	0.1	มิลลิกรัมต่อลิตร
b3	=	0.5	มิลลิกรัมต่อลิตร
b4	=	1	มิลลิกรัมต่อลิตร
b5	=	2	มิลลิกรัมต่อลิตร

การทดลองที่ 3 ศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต TDZ และ NAA ต่อการเพิ่มปริมาณกล้วยไม้รองเท้านารีเหลืองปราจีนในสภาพปลอดเชื้อ

นำต้นอ่อนรองเท้านารีเหลืองปราจีนในสภาพปลอดเชื้อมาตัดส่วนใบและรากออก เลี้ยงส่วนลำต้นบนอาหารสูตร MS ดัดแปลง ที่มีธาตุอาหารหลักของสูตร VW ธาตุอาหารรอง และวิตามินของสูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตในระดับต่างๆ ตามกำหนดใน treatment วางเลี้ยงในที่มืด 16 ชั่วโมงต่อวัน เปลี่ยนอาหารทุกๆ 4 สัปดาห์ จัดกลุ่มการทดลองแบบ 5×5 Factorial in Completely Randomized Design มี 25 treatment ทำ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ชิ้นส่วนต่อ treatment มี 2 ปัจจัย ดังนี้

ปัจจัย A คือ ความเข้มข้นของ TDZ มี 5 ระดับ คือ

a1	=	0	มิลลิกรัมต่อลิตร
a2	=	0.1	มิลลิกรัมต่อลิตร
a3	=	0.5	มิลลิกรัมต่อลิตร
a4	=	1	มิลลิกรัมต่อลิตร
a5	=	2	มิลลิกรัมต่อลิตร

ปัจจัย B คือ ความเข้มข้นของ NAA มี 5 ระดับ คือ

b1	=	0	มิลลิกรัมต่อลิตร
b2	=	0.1	มิลลิกรัมต่อลิตร
b3	=	0.5	มิลลิกรัมต่อลิตร
b4	=	1	มิลลิกรัมต่อลิตร
b5	=	2	มิลลิกรัมต่อลิตร

การทดลองที่ 4 ศึกษาผลของสารประกอบธรรมชาติร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโต TDZ และ NAA ต่อการเพิ่มปริมาณกล้วยไม้รองเท้านารีเหลืองปราจีนในสภาพปลอดเชื้อ

นำต้นอ่อนรองเท้านารีเหลืองปราจีนในสภาพปลอดเชื้อมาตัดส่วนใบและรากออก เลี้ยงส่วนลำต้นบนอาหารสูตร MS คัดแปลง ที่มีธาตุอาหารหลักของสูตร VW ธาตุอาหารรอง และวิตามินของสูตร MS ที่เติมสารประกอบธรรมชาติ น้ำมะพร้าว 100 มิลลิตรต่อลิตร, มันฝรั่ง 50 กรัมต่อลิตร, กล้วย 50 กรัมต่อลิตร, ถ่านกัมมันต์ 2 กรัมต่อลิตร และเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตในระดับต่างๆ ตามกำหนดใน treatment วางเลี้ยงในที่มืดแสง 16 ชั่วโมงต่อวัน เปลี่ยนอาหารทุกๆ 4 สัปดาห์ จัดกลุ่มการทดลองแบบ 5×5 Factorial in Completely Randomized Design มี 25 treatment ทำ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ชั้นส่วนต่อ treatment มี 2 ปัจจัย ดังนี้

ปัจจัย A คือ ความเข้มข้นของ TDZ มี 5 ระดับ คือ

a1	=	0	มิลลิกรัมต่อลิตร
a2	=	0.1	มิลลิกรัมต่อลิตร
a3	=	0.5	มิลลิกรัมต่อลิตร
a4	=	1	มิลลิกรัมต่อลิตร
a5	=	2	มิลลิกรัมต่อลิตร

ปัจจัย B คือ ความเข้มข้นของ NAA มี 5 ระดับ คือ

b1	=	0	มิลลิกรัมต่อลิตร
b2	=	0.1	มิลลิกรัมต่อลิตร
b3	=	0.5	มิลลิกรัมต่อลิตร
b4	=	1	มิลลิกรัมต่อลิตร
b5	=	2	มิลลิกรัมต่อลิตร

การบันทึกผล

1. จำนวนใบ
2. ความกว้างใบ (เซนติเมตร)
3. ความยาวใบ (เซนติเมตร)
4. จำนวนราก
5. ความยาวราก (เซนติเมตร)
6. จำนวนยอด
7. เปอร์เซ็นต์ขึ้นส่วนเกิดยอด

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติโดยใช้วิธี Analysis of Variance (ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan 's New Multiple Range Test (DMRT) ในระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ผลการวิจัย

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต BA และ NAA ต่อการเพิ่มปริมาณกล้วยไม้รองเท้านารีเหลืองปราจีนในสภาพปลอดเชื้อ

จากการนำต้นอ่อนรองเท้านารีเหลืองปราจีนในสภาพปลอดเชื้อมาตัดส่วนใบและรากออก เลียงส่วนลำต้นบนอาหารสูตร MS ดัดแปลง ที่มีธาตุอาหารหลักของสูตร VW ธาตุอาหารรองและวิตามินของสูตร MS ที่เติมน้ำตาล 20 กรัมต่อลิตร โดยเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตเพื่อทดสอบระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการเพิ่มปริมาณยอดของต้นรองเท้านารีเหลืองปราจีน โดยใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตคือ BA เข้มข้น 0 1 2 3 5 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 0 0.1 0.5 1 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนมีดังนี้

การเจริญเติบโตของใบ

หลังจากเพาะเลี้ยงส่วนลำต้นบนอาหารที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตในระดับความเข้มข้นต่างๆ พบว่า 8 สัปดาห์แรก ในทุกระดับความเข้มข้น ใบมีการเจริญเติบโตช้า ไม่ค่อยมีการพัฒนา ใบมีเพียงใบเดี่ยวและยาวขึ้นเพียงเล็กน้อย แต่ในสัปดาห์ที่ 12 ใบเริ่มมีการเจริญมากขึ้น โดยเฉพาะชิ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต และที่เติม NAA เพียงอย่างเดียว ใบมีการพัฒนา และสมบูรณ์มาก มีจำนวนใบและความกว้างใบมากกว่าชิ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารสูตรอื่น (ตารางที่ 1 และ 2) ใบมีสีเขียวเข้มและเห็นลายใบชัดเจน และมีจุดประสีม่วงกระจายอยู่ทั่วหลังใบ (ภาพที่ 2) ส่วนชิ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารสูตรที่เติม BA เพียงอย่างเดียวหรือสูตรที่เติม BA ร่วมกับ NAA ใบมีสีเขียวซีดออกเหลือง ลักษณะใบบาง กรอบ เห็นลายใบไม่ชัดเจนหรือไม่มี ลวดลายบนแผ่นใบเลย (ภาพที่ 3) และเมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 20 สัปดาห์พบว่าในทุกระดับความเข้มข้นของ BA และ NAA ทั้งจำนวนใบ ความกว้างใบ และความยาวใบ มีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 1, 2 และ 3)

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนใบกับความเข้มข้นของ BA ร่วมกับ NAA และความสัมพันธ์ระหว่างความยาวใบกับความเข้มข้นของ BA ร่วมกับ NAA ในแต่ละสัปดาห์พบว่า ทุกสัปดาห์จำนวนใบ และความยาวใบไม่มีความสัมพันธ์กับระดับความเข้มข้นของ BA ร่วมกับ NAA แต่เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างใบกับความเข้มข้นของ BA (x1) ร่วมกับ NAA (x2) ในแต่ละสัปดาห์พบว่ามีความสัมพันธ์กัน ($R = 0.48$) ซึ่งสมการของความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรง (linear) คือ $y = 0.927 - 0.011x_1 + 0.008x_2$ ซึ่งจากการพยากรณ์ความกว้างใบกับความเข้มข้นของ BA ร่วมกับ NAA จะมีความคลาดเคลื่อนประมาณ 0.03 เปอร์เซนต์

การเจริญเติบโตของราก

ในช่วง 4 สัปดาห์แรก ในทุกสูตรอาหารชิ้นส่วนสามารถเกิดรากได้ และรากที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะเป็นเส้นสั้นๆ สีขาว ที่บริเวณโคนฐานของชิ้นส่วน แต่รากจะมีการเจริญอย่างช้าๆ จนถึงสัปดาห์ที่ 12 รากมีการเจริญดีขึ้น เกิดรากมากขึ้นและยาวขึ้นอย่างรวดเร็ว (ภาพที่ 2) แต่รากบางรากที่เกิดขึ้นมาแล้วเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและไม่มีการพัฒนาต่อ (ภาพที่ 3) ซึ่งชิ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตและที่เติม NAA เพียงอย่างเดียวรากมีการเจริญเติบโตดีมีจำนวนรากมาก มีขนาดใหญ่และยาวกว่าชิ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต BA ร่วมกับ NAA หรือที่เติม BA เพียงอย่างเดียว (ตารางที่ 4 และ 5) ซึ่งในอาหารที่เติม NAA เพียงอย่างเดียว ชิ้นส่วนจะเกิดรากมากขึ้นตามระดับความเข้มข้นของ NAA ที่สูงขึ้นแต่ความยาวรากจะลดลงเมื่อระดับความเข้มข้นสูงถึง 2 มิลลิกรัมต่อลิตร และในอาหารที่เติม BA ความเข้มข้นสูงชิ้นส่วนรากและความยาวรากก็ยิ่งลดลง (ตารางที่ 4 และ 5) ในบางระดับความเข้มข้นของ BA ร่วมกับ NAA รากมีการขยายขนาดพองใหญ่ขึ้นบริเวณปลายราก ส่วนชิ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารที่เติม BA เพียงอย่างเดียว ชิ้นส่วนไม่มีการเกิดราก หรือเกิดน้อย รากไม่ค่อยมีการพัฒนา

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรากกับความเข้มข้นของ BA (x_1) ร่วมกับ NAA (x_2) ในแต่ละสัปดาห์ พบว่ามีความสัมพันธ์กัน ($R = 0.63$) ซึ่งสมการของความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรง (linear) คือ $y = 0.644 - 0.041x_1 - 0.098x_2$ ซึ่งจากการพยากรณ์จำนวนรากกับความเข้มข้นของ BA ร่วมกับ NAA จะมีความคลาดเคลื่อนประมาณ 0.20 เปอร์เซ็นต์ และความสัมพันธ์ระหว่างความยาวรากกับความเข้มข้นของ BA (x_1) ร่วมกับ NAA (x_2) ในแต่ละสัปดาห์พบว่ามีสัมพันธ์กัน ($R = 0.67$) ซึ่งสมการของความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรง (linear) คือ $y = 0.353 + 0.426x_1 + 0.779x_2$ ซึ่งจากการพยากรณ์ความยาวรากจากความเข้มข้นของ BA ร่วมกับ NAA จะมีความคลาดเคลื่อนประมาณ 0.13 เปอร์เซ็นต์

การเจริญเติบโตของยอด

เมื่อเลี้ยงชิ้นส่วนเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าอาหารทุกสูตรทำให้ชิ้นส่วนเกิดยอดได้ แต่มีเพียงบางระดับความเข้มข้นของ BA ร่วมกับ NAA เท่านั้นที่สามารถชักนำชิ้นส่วนให้เกิดยอดเพิ่มขึ้นจากเดิมได้ ซึ่งในอาหารที่มี BA ความเข้มข้น 2 - 10 มิลลิกรัมต่อลิตรเพียงอย่างเดียว หรือที่มี BA ร่วมกับ NAA ในหลายระดับความเข้มข้นสามารถชักนำให้เกิดยอดเพิ่มขึ้นจากเดิมได้ ซึ่งชิ้นส่วนที่มีการเกิดยอดได้ดีที่สุดคือชิ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงที่เติม BA เข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยการเกิดยอดสูงที่สุดเท่ากับ 2.11 ยอด และมีเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนเกิดยอดสูงที่สุดเท่ากับ 55.56 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6 และ 7) และหน่อจะเกิดมากขึ้นเมื่อเลี้ยงไปจนถึงสัปดาห์ที่ 20 โดยหน่อที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเล็กเกิดตรงบริเวณโคนฐานของชิ้นส่วนใกล้กับจุดกำเนิดราก (ภาพที่ 4) หรือในบางชิ้นส่วนตรงบริเวณ โคนฐานจะมีการ

ขยายตัวพองออกและมีหน่อเล็กๆเกิดขึ้นมาตรงบริเวณ โคนกาบใบของชิ้นส่วน (ภาพที่ 5) และโดยส่วนใหญ่การเกิดหน่อจะสวนทางกับการเกิดราก ซึ่งในหลายชิ้นส่วนที่เกิดหน่อจะเกิดรากน้อยหรือแทบไม่เกิดรากเลย ส่วนที่เกิดรากด้วย รากมักมีขนาดเล็กและอาจเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลซึ่งไม่มีการเจริญเติบโตต่อ (ภาพที่ 6) สำหรับชิ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตหรือที่เติม NAA เพียงอย่างเดียว ไม่สามารถชักนำให้เกิดยอดเพิ่มขึ้นจากเดิมได้เลย ส่วนอาหารที่มี BA เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตรเพียงอย่างเดียว และอาหารที่มี BA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ในระดับความเข้มข้นต่ำ 0-0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ก็ไม่สามารถชักนำให้เกิดยอดเพิ่มขึ้นได้ และใน BA ความเข้มข้นสูง 3-10 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ก็ไม่สามารถชักนำให้เกิดยอดเพิ่มขึ้นได้เช่นกัน (ตารางที่ 6 และ 7) และตั้งแต่สัปดาห์ที่ 12 ของการทดลองเริ่มพบอาการยอดเน่าในบางชิ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารที่มี BA ร่วมกับ NAA ในบางระดับความเข้มข้น โดยใบอ่อนในสุดเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลมีอาการน้ำ และต่อมาใบอื่นๆก็เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลจนต้นเน่าตายในที่สุด (ภาพที่ 7)

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนยอดกับความเข้มข้นของ BA (x_1) ร่วมกับ NAA (x_2) ในแต่ละสัปดาห์ พบว่ามีความสัมพันธ์กัน ($R = 0.47$) ซึ่งสมการของความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรง (linear) คือ $y = 1.009 + 0.19x_1 + 0.134x_2$ ซึ่งจากการพยากรณ์จำนวนยอดจากความเข้มข้นของ BA ร่วมกับ NAA จะมีความคลาดเคลื่อนประมาณ 0.23 เปอร์เซ็นต์ และความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนเกิดยอดกับความเข้มข้น BA (x_1) ร่วมกับ NAA (x_2) พบว่ามีความสัมพันธ์กัน ($R = 0.52$) ซึ่งสมการของความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรง (linear) คือ $y = 1792.16 + 4808.70x_1 + 6600.86x_2$ ซึ่งจากการพยากรณ์เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนเกิดยอดจากความเข้มข้นของ BA ร่วมกับ NAA จะมีความคลาดเคลื่อนประมาณ 0.13 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 2 แสดงลักษณะการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนที่เพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต เมื่ออายุได้ 20 สัปดาห์ (กำลังขยาย 1.33 เท่า)



ภาพที่ 3 แสดงลักษณะการเจริญเติบโตของร่องเท้านรีเหลืองปราจีนที่เพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลง ที่เติม BA 10 มิลลิกรัมต่อลิตร และ NAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตรในสภาพปลอดเชื้อ เมื่ออายุได้ 20 สัปดาห์ (กำลังขยาย 1.4 เท่า)



ภาพที่ 4 แสดงลักษณะการเกิดยอดของรอนแก่นารีเหลืองปราจีนที่เพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงที่เติม BA 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ในสภาพปลอดเชื้อ เมื่ออายุได้ 20 สัปดาห์ (กำลังขยาย 1.56 เท่า)



ภาพที่ 5 แสดงลักษณะการเกิดยอดของรอนแก่นารีเหลืองปราจีนที่เพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลง ที่เติม BA 1 มิลลิกรัมต่อลิตรร่วมกับ NAA 1 มิลลิกรัมต่อลิตรในสภาพปลอดเชื้อ เมื่ออายุได้ 12 สัปดาห์ (กำลังขยาย 2 เท่า)



ภาพที่ 6 แสดงลักษณะการเกิดยอดและรากของรอน้ำรีเหลืองปราจีนที่เพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลง ที่เติม BA 2 มิลลิกรัมต่อลิตรร่วมกับ NAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตรในสภาพปลอดเชื้อ เมื่ออายุได้ 20 สัปดาห์ (กำลังขยาย 1.56 เท่า)



ภาพที่ 7 แสดงลักษณะอาการยอดเน่าของต้นรอน้ำรีเหลืองปราจีนที่เพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลง ที่เติม BA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 1 มิลลิกรัมต่อลิตรในสภาพปลอดเชื้อ เมื่ออายุได้ 16 สัปดาห์ (กำลังขยาย 1.33 เท่า)

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนใบของชิ้นส่วนที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงที่เติม BA ร่วมกับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (mg/l)		จำนวนใบ(ใบ) $(\pm SE)^a$					
		อายุ(สัปดาห์)					
		4	8	12	16	20	
BA	0	1.09 \pm 0.05	1.20 \pm 0.06	1.45 \pm 0.08	1.80 \pm 0.07	2.09 \pm 0.07a	
	1	1.09 \pm 0.05	1.18 \pm 0.06	1.49 \pm 0.09	1.60 \pm 0.09	1.65 \pm 0.09b	
	2	1.16 \pm 0.07	1.22 \pm 0.08	1.49 \pm 0.09	1.62 \pm 0.10	1.67 \pm 0.10b	
	3	1.20 \pm 0.07	1.24 \pm 0.08	1.47 \pm 0.10	1.62 \pm 0.09	1.73 \pm 0.10b	
	5	1.18 \pm 0.06	1.29 \pm 0.08	1.71 \pm 0.10	1.85 \pm 0.13	1.91 \pm 0.13ab	
	10	1.20 \pm 0.05	1.22 \pm 0.05	1.60 \pm 0.07	1.76 \pm 0.10	1.82 \pm 0.10ab	
F-test		ns	ns	ns	ns	*	
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsC*	
NAA	0	1.15 \pm 0.06	1.24 \pm 0.05	1.46 \pm 0.07	1.67 \pm 0.08	1.80 \pm 0.09	
	0.1	1.19 \pm 0.06	1.22 \pm 0.07	1.56 \pm 0.08	1.70 \pm 0.08	1.82 \pm 0.08	
	0.5	1.11 \pm 0.05	1.17 \pm 0.06	1.54 \pm 0.11	1.72 \pm 0.11	1.82 \pm 0.12	
	1	1.19 \pm 0.06	1.26 \pm 0.08	1.57 \pm 0.07	1.76 \pm 0.08	1.89 \pm 0.08	
	2	1.13 \pm 0.05	1.24 \pm 0.07	1.54 \pm 0.09	1.69 \pm 0.10	1.74 \pm 0.11	
	F-test		ns	ns	ns	ns	ns
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	
BA 0	NAA	0	1.00 \pm 0.00	1.11 \pm 0.11	1.33 \pm 0.20	1.67 \pm 0.20	2.00 \pm 0.19
		0.1	1.22 \pm 0.11	1.33 \pm 0.20	1.56 \pm 0.29	1.89 \pm 0.29	2.11 \pm 0.22
		0.5	1.00 \pm 0.00	1.22 \pm 0.11	1.44 \pm 0.12	1.89 \pm 0.11	2.22 \pm 0.11
		1	1.22 \pm 0.23	1.22 \pm 0.23	1.33 \pm 0.20	1.78 \pm 0.11	2.11 \pm 0.11
		2	1.00 \pm 0.00	1.11 \pm 0.11	1.56 \pm 0.12	1.78 \pm 0.11	2.00 \pm 0.19
		F-test		ns	ns	ns	ns
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	
BA 1	NAA	0	1.00 \pm 0.00	1.22 \pm 0.11	1.44 \pm 0.12	1.67 \pm 0.20	1.78 \pm 0.11
		0.1	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.55 \pm 0.23	1.67 \pm 0.20	1.67 \pm 0.20
		0.5	1.33 \pm 0.20	1.45 \pm 0.23	1.56 \pm 0.29	1.56 \pm 0.29	1.56 \pm 0.29
		1	1.11 \pm 0.11	1.22 \pm 0.11	1.67 \pm 0.20	1.78 \pm 0.11	1.89 \pm 0.11
		2	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.22 \pm 0.23	1.33 \pm 0.20	1.33 \pm 0.20
		F-test		ns	ns	ns	ns
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	
BA 2	NAA	0	1.11 \pm 0.11	1.22 \pm 0.11	1.22 \pm 0.11	1.45 \pm 0.23	1.45 \pm 0.23
		0.1	1.45 \pm 0.23	1.45 \pm 0.23	1.78 \pm 0.11	1.89 \pm 0.11	2.00 \pm 0.19
		0.5	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.44 \pm 0.29	1.56 \pm 0.29	1.56 \pm 0.29
		1	1.22 \pm 0.23	1.22 \pm 0.23	1.56 \pm 0.12	1.67 \pm 0.20	1.78 \pm 0.11
		2	1.00 \pm 0.00	1.22 \pm 0.23	1.45 \pm 0.23	1.56 \pm 0.29	1.56 \pm 0.29
		F-test		ns	ns	ns	ns
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	
BA 3	NAA	0	1.11 \pm 0.11	1.22 \pm 0.11	1.33 \pm 0.20	1.45 \pm 0.23	1.56 \pm 0.29
		0.1	1.22 \pm 0.23	1.22 \pm 0.23	1.33 \pm 0.20	1.44 \pm 0.12	1.56 \pm 0.12
		0.5	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.56 \pm 0.29	1.78 \pm 0.11	1.89 \pm 0.11
		1	1.33 \pm 0.20	1.44 \pm 0.29	1.67 \pm 0.20	1.89 \pm 0.29	2.00 \pm 0.39
		2	1.33 \pm 0.20	1.33 \pm 0.20	1.44 \pm 0.29	1.55 \pm 0.23	1.67 \pm 0.20
		F-test		ns	ns	ns	ns
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	
BA 5	NAA	0	1.22 \pm 0.23	1.22 \pm 0.23	1.67 \pm 0.20	1.78 \pm 0.11	1.89 \pm 0.11
		0.1	1.22 \pm 0.11	1.33 \pm 0.20	1.78 \pm 0.11	1.89 \pm 0.11	2.00 \pm 0.19
		0.5	1.11 \pm 0.11	1.11 \pm 0.11	1.44 \pm 0.44	1.56 \pm 0.55	1.56 \pm 0.55
		1	1.11 \pm 0.11	1.33 \pm 0.20	1.78 \pm 0.23	1.89 \pm 0.21	2.00 \pm 0.19
		2	1.22 \pm 0.23	1.45 \pm 0.23	1.89 \pm 0.11	2.11 \pm 0.29	2.11 \pm 0.29
		F-test		ns	ns	ns	ns
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	
BA 10	NAA	0	1.44 \pm 0.12	1.44 \pm 0.12	1.78 \pm 0.11	2.00 \pm 0.19	2.11 \pm 0.22
		0.1	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.33 \pm 0.00	1.44 \pm 0.12	1.56 \pm 0.12
		0.5	1.22 \pm 0.11	1.22 \pm 0.11	1.78 \pm 0.23	2.00 \pm 0.19	2.11 \pm 0.11
		1	1.11 \pm 0.11	1.11 \pm 0.11	1.44 \pm 0.12	1.56 \pm 0.12	1.56 \pm 0.12
		2	1.22 \pm 0.11	1.33 \pm 0.00	1.67 \pm 0.20	1.78 \pm 0.29	1.78 \pm 0.29
		F-test		ns	ns	ns	ns
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	
CV(%)		20.28	22.63	23.54	23.03	21.76	

\bar{L} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Dun's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีมีความแตกต่างกันทางสถิติ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

L = linear Q = quadratic C = cubic

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยความกว้างใบของชิ้นส่วนที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงที่เติม BA ร่วมกับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (mg/l)		ความกว้างใบ(เซนติเมตร)(±SE) ¹				
		อายุ(สัปดาห์)				
		4	8	12	16	20
BA	0	0.63±0.05	0.73±0.06	0.84±0.05	0.91±0.05	0.99±0.06
	1	0.71±0.04	0.81±0.04	0.86±0.04	0.90±0.05	0.92±0.05
	2	0.63±0.06	0.70±0.06	0.78±0.06	0.85±0.05	0.89±0.05
	3	0.71±0.05	0.77±0.04	0.82±0.04	0.84±0.04	0.86±0.04
	5	0.66±0.04	0.76±0.03	0.81±0.03	0.84±0.03	0.86±0.03
	10	0.69±0.03	0.75±0.03	0.79±0.03	0.82±0.03	0.85±0.02
F-test		ns	ns	ns	ns	ns
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	L*Q*Cns	L**Q**C**
NAA	0	0.64±0.05	0.72±0.04	0.79±0.04	0.83±0.04	0.85±0.04
	0.1	0.75±0.04	0.81±0.04	0.87±0.04	0.90±0.04	0.93±0.04
	0.5	0.61±0.04	0.71±0.04	0.78±0.04	0.84±0.04	0.86±0.04
	1	0.71±0.04	0.76±0.05	0.84±0.04	0.88±0.04	0.93±0.04
	2	0.65±0.04	0.76±0.04	0.80±0.04	0.85±0.04	0.89±0.04
F-test		ns	ns	ns	ns	ns
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns
BA 0 NAA	0	0.55±0.10	0.69±0.11	0.81±0.08	0.87±0.10	0.93±0.08
	0.1	0.65±0.08	0.76±0.10	0.81±0.12	0.88±0.10	0.91±0.12
	0.5	0.52±0.09	0.66±0.13	0.83±0.18	0.90±0.18	0.95±0.18
	1	0.71±0.18	0.68±0.25	0.83±0.14	0.92±0.14	1.10±0.21
	2	0.74±0.14	0.86±0.16	0.92±0.16	0.97±0.17	1.04±0.18
BA 1 NAA	0	0.71±0.17	0.79±0.16	0.81±0.14	0.82±0.13	0.82±0.13
	0.1	0.80±0.05	0.91±0.07	0.96±0.11	1.01±0.13	1.05±0.13
	0.5	0.59±0.06	0.75±0.12	0.83±0.15	0.87±0.17	0.88±0.19
	1	0.73±0.04	0.79±0.03	0.86±0.08	0.90±0.08	0.93±0.09
	2	0.76±0.04	0.82±0.03	0.86±0.05	0.90±0.05	0.93±0.05
BA 2 NAA	0	0.61±0.16	0.67±0.16	0.71±0.14	0.80±0.14	0.83±0.16
	0.1	0.82±0.13	0.86±0.14	0.92±0.17	0.95±0.17	0.97±0.20
	0.5	0.58±0.14	0.62±0.15	0.67±0.14	0.81±0.05	0.84±0.05
	1	0.62±0.16	0.68±0.19	0.83±0.13	0.87±0.12	0.90±0.13
	2	0.52±0.09	0.67±0.05	0.75±0.02	0.83±0.03	0.89±0.05
BA 3 NAA	0	0.62±0.16	0.67±0.16	0.76±0.14	0.78±0.13	0.80±0.15
	0.1	0.69±0.15	0.74±0.12	0.79±0.13	0.83±0.09	0.87±0.09
	0.5	0.69±0.06	0.76±0.08	0.77±0.07	0.79±0.06	0.81±0.05
	1	0.79±0.08	0.86±0.09	0.89±0.08	0.90±0.09	0.91±0.08
	2	0.74±0.08	0.81±0.08	0.89±0.08	0.91±0.10	0.93±0.10
BA 5 NAA	0	0.70±0.05	0.77±0.07	0.83±0.07	0.86±0.06	0.87±0.06
	0.1	0.73±0.08	0.79±0.09	0.85±0.09	0.86±0.08	0.87±0.09
	0.5	0.51±0.03	0.65±0.02	0.71±0.03	0.76±0.02	0.78±0.02
	1	0.78±0.12	0.84±0.08	0.92±0.09	0.94±0.08	0.94±0.08
	2	0.59±0.01	0.74±0.03	0.76±0.04	0.78±0.02	0.81±0.03
BA 10 NAA	0	0.68±0.09	0.75±0.08	0.82±0.05	0.87±0.04	0.88±0.03
	0.1	0.78±0.03	0.84±0.03	0.88±0.02	0.89±0.03	0.90±0.02
	0.5	0.78±0.05	0.83±0.03	0.87±0.02	0.89±0.02	0.91±0.01
	1	0.64±0.03	0.69±0.01	0.71±0.01	0.76±0.01	0.78±0.02
	2	0.55±0.08	0.63±0.08	0.67±0.09	0.72±0.08	0.76±0.09
F-test		ns	ns	ns	ns	ns
Regression		Lns	Lns	Lns	Lns	L*
CV(%)		26.38	25.78	21.31	20.30	21.34

¹ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแต่ละช่วง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Dun's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีมีความแตกต่างกันทางสถิติ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

L = linear Q = quadratic C = cubic

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยความยาวใบของชิ้นส่วนที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงที่เติม BA ร่วมกับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (mg/l)		ความยาวใบ(ขนาดเมตร)(±SE) ^a					
		อายุ(สัปดาห์)					
		4	8	12	16	20	
BA	0	0.91±0.07	1.26±0.08	1.50±0.10	1.63±0.10	1.74±0.11	
	1	1.05±0.06	1.31±0.06	1.61±0.10	1.74±0.11	1.87±0.12	
	2	0.94±0.11	1.22±0.12	1.50±0.16	1.71±0.15	1.81±0.17	
	3	1.04±0.06	1.30±0.06	1.57±0.09	1.72±0.10	1.81±0.11	
	5	1.10±0.08	1.36±0.09	1.71±0.11	1.92±0.11	2.07±0.11	
	10	1.04±0.05	1.36±0.06	1.62±0.07	1.85±0.08	1.98±0.10	
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	
NAA	0	1.04±0.08	1.32±0.09	1.59±0.12	1.79±0.12	1.92±0.13	
	0.1	1.10±0.05	1.37±0.07	1.64±0.09	1.81±0.11	1.92±0.13	
	0.5	0.92±0.07	1.23±0.08	1.47±0.09	1.67±0.08	1.80±0.09	
	1	1.04±0.07	1.32±0.08	1.65±0.10	1.82±0.10	1.91±0.11	
	2	0.97±0.07	1.28±0.07	1.58±0.09	1.72±0.09	1.91±0.11	
	F-test		ns	ns	ns	ns	ns
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	
BA 0	NAA	0	0.88±0.14	1.20±0.18	1.44±0.17	1.59±0.21	1.64±0.22
		0.1	0.99±0.14	1.30±0.20	1.57±0.32	1.71±0.32	1.81±0.33
		0.5	0.77±0.18	1.29±0.25	1.52±0.26	1.73±0.20	1.83±0.28
		1	0.98±0.14	1.24±0.18	1.49±0.21	1.59±0.25	1.68±0.27
		2	0.96±0.23	1.25±0.27	1.48±0.32	1.54±0.31	1.72±0.29
		F-test		ns	ns	ns	ns
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	
BA 1	NAA	0	0.96±0.23	1.20±0.23	1.45±0.38	1.64±0.42	1.81±0.46
		0.1	1.23±0.07	1.44±0.17	1.80±0.32	1.94±0.31	2.09±0.36
		0.5	0.99±0.20	1.37±0.20	1.73±0.22	1.80±0.23	1.90±0.31
		1	1.05±0.05	1.27±0.07	1.62±0.17	1.75±0.13	1.83±0.12
		2	1.01±0.08	1.30±0.06	1.46±0.08	1.56±0.08	1.77±0.14
		F-test		ns	ns	ns	ns
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	
BA 2	NAA	0	0.99±0.21	1.22±0.30	1.39±0.33	1.57±0.26	1.69±0.21
		0.1	1.12±0.19	1.43±0.27	1.74±0.39	2.08±0.46	2.36±0.58
		0.5	0.86±0.27	1.09±0.33	1.28±0.44	1.51±0.33	1.58±0.32
		1	1.06±0.39	1.34±0.46	1.78±0.50	1.90±0.48	1.97±0.47
		2	0.65±0.11	1.01±0.09	1.33±0.18	1.48±0.17	1.48±0.18
		F-test		ns	ns	ns	ns
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	
BA 3	NAA	0	0.98±0.24	1.25±0.24	1.53±0.29	1.61±0.34	1.66±0.37
		0.1	1.02±0.14	1.25±0.17	1.51±0.10	1.65±0.08	1.77±0.08
		0.5	1.02±0.05	1.29±0.06	1.45±0.11	1.63±0.17	1.73±0.21
		1	1.01±0.13	1.25±0.12	1.56±0.18	1.68±0.20	1.73±0.18
		2	1.16±0.17	1.46±0.13	1.82±0.27	2.03±0.31	2.18±0.38
		F-test		ns	ns	ns	ns
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	
BA 5	NAA	0	1.29±0.31	1.51±0.38	1.83±0.46	2.27±0.29	2.52±0.27
		0.1	1.09±0.13	1.41±0.17	1.63±0.15	1.72±0.16	1.78±0.16
		0.5	0.87±0.17	1.04±0.14	1.41±0.21	1.57±0.18	1.77±0.09
		1	1.19±0.10	1.57±0.14	1.97±0.14	2.26±0.13	2.40±0.15
		2	1.08±0.12	1.29±0.09	1.70±0.21	1.81±0.22	1.87±0.24
		F-test		ns	ns	ns	ns
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	
BA 10	NAA	0	1.12±0.13	1.51±0.15	1.90±0.13	2.08±0.17	2.23±0.22
		0.1	1.10±0.09	1.37±0.16	1.59±0.20	1.74±0.24	1.77±0.24
		0.5	1.04±0.10	1.30±0.12	1.46±0.09	1.80±0.16	1.98±0.21
		1	0.96±0.09	1.27±0.08	1.48±0.08	1.75±0.15	1.88±0.24
		2	0.98±0.18	1.37±0.24	1.68±0.22	1.87±0.25	2.04±0.29
		F-test		ns	ns	ns	ns
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	
CV(%)		30.15	27.80	28.85	24.72	26.18	

^aค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Dun's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีมีความแตกต่างกันทางสถิติ

L = linear Q = quadratic C = cubic

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนรากของชิ้นส่วนที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS คัดแปลงที่เติม BA ร่วมกับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (mg/l)		จำนวนราก(ราก)(±SE) ¹				
		อายุ(สัปดาห์)				
		4	8	12	16	20
BA	0	0.73±0.13a	0.93±0.14a	1.09±0.14a	1.27±0.15a	1.31±0.16a
	1	0.44±0.13b	0.44±0.13b	0.44±0.13b	0.49±0.13b	0.49±0.13b
	2	0.49±0.08ab	0.49±0.08b	0.56±0.09b	0.56±0.09b	0.56±0.09b
	3	0.38±0.06b	0.40±0.07b	0.49±0.05b	0.53±0.05b	0.53±0.05b
	5	0.31±0.07b	0.38±0.09b	0.40±0.09b	0.42±0.09b	0.42±0.09b
	10	0.22±0.07b	0.24±0.08b	0.27±0.08b	0.33±0.08b	0.33±0.08b
F-test		**	**	**	**	**
Regression		L**Q**C**	L**Q**C**	L**Q**C**	L**Q**C**	L**Q**C**
NAA	0	0.48±0.06	0.50±0.06	0.52±0.07	0.56±0.08	0.57±0.08
	0.1	0.57±0.13	0.61±0.14	0.65±0.14	0.70±0.14	0.70±0.14
	0.5	0.43±0.08	0.48±0.09	0.56±0.10	0.63±0.10	0.63±0.10
	1	0.32±0.06	0.39±0.09	0.50±0.10	0.57±0.12	0.59±0.13
	2	0.35±0.11	0.43±0.12	0.48±0.13	0.54±0.15	0.54±0.15
	F-test		ns	ns	ns	ns
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns
BA 0	NAA 0	0.56±0.11	0.67±0.00abc	0.78±0.11abcd	1.00±0.19abcd	1.11±0.11abcd
	0.1	0.78±0.44	0.89±0.58abc	1.11±0.48ab	1.22±0.48abc	1.22±0.48abc
	0.5	0.67±0.33	0.78±0.29abc	1.00±0.19abc	1.22±0.11abc	1.22±0.11abc
	1	0.67±0.00	1.00±0.19ab	1.11±0.23ab	1.33±0.39ab	1.44±0.48ab
	2	1.00±0.51	1.33±0.33a	1.44±0.44a	1.56±0.55a	1.56±0.55a
BA 1	NAA 0	0.33±0.19	0.33±0.19bc	0.33±0.19bcd	0.33±0.19d	0.33±0.19de
	0.1	1.00±0.51	1.00±0.51ab	1.00±0.51abc	1.00±0.51abcd	1.00±0.51abcde
	0.5	0.56±0.11	0.56±0.11bc	0.56±0.11bcd	0.56±0.11bcd	0.56±0.11cde
	1	0.11±0.11	0.11±0.11c	0.11±0.11d	0.22±0.23d	0.22±0.23e
	2	0.22±0.11	0.22±0.11bc	0.22±0.11cd	0.33±0.00d	0.33±0.00de
BA 2	NAA 0	0.67±0.19	0.67±0.19abc	0.67±0.19bcd	0.67±0.19bcd	0.67±0.19bcde
	0.1	0.67±0.19	0.67±0.19abc	0.67±0.19bcd	0.67±0.19bcd	0.67±0.19bcde
	0.5	0.56±0.11	0.56±0.11bc	0.67±0.19bcd	0.67±0.19bcd	0.67±0.19bcde
	1	0.44±0.11	0.44±0.11bc	0.55±0.23bcd	0.56±0.23bcd	0.56±0.23cde
	2	0.11±0.11	0.11±0.11c	0.22±0.22cd	0.22±0.23d	0.22±0.23e
BA 3	NAA 0	0.44±0.11	0.44±0.11bc	0.44±0.11bcd	0.44±0.11cd	0.44±0.11cde
	0.1	0.55±0.11	0.56±0.11bc	0.56±0.11bcd	0.67±0.00bcd	0.67±0.00bcde
	0.5	0.22±0.11	0.22±0.11bc	0.33±0.00bcd	0.44±0.11cd	0.44±0.11cde
	1	0.33±0.19	0.33±0.19bc	0.67±0.00bcd	0.67±0.00bcd	0.67±0.00bcde
	2	0.33±0.19	0.44±0.22bc	0.44±0.23bcd	0.44±0.23cd	0.44±0.23cde
BA 5	NAA 0	0.44±0.11	0.44±0.11bc	0.44±0.11bcd	0.44±0.11cd	0.44±0.11cde
	0.1	0.22±0.11	0.22±0.11bc	0.22±0.11cd	0.22±0.11d	0.22±0.11e
	0.5	0.44±0.22	0.67±0.39abc	0.67±0.39bcd	0.67±0.39bcd	0.67±0.39bcde
	1	0.22±0.11	0.33±0.00bc	0.44±0.11bcd	0.44±0.11cd	0.44±0.11cde
	2	0.22±0.23	0.22±0.22bc	0.22±0.23cd	0.33±0.19d	0.33±0.19de
BA 10	NAA 0	0.44±0.23	0.44±0.22bc	0.44±0.23bcd	0.44±0.23cd	0.44±0.23cde
	0.1	0.22±0.23	0.33±0.33bc	0.33±0.33bcd	0.44±0.29cd	0.44±0.29cde
	0.5	0.11±0.11	0.11±0.11c	0.11±0.11d	0.22±0.23d	0.22±0.23e
	1	0.11±0.11	0.11±0.11c	0.11±0.11d	0.11±0.11d	0.11±0.11e
	2	0.22±0.11	0.22±0.11bc	0.33±0.00bcd	0.33±0.00d	0.33±0.00de
F-test		ns	*	**	**	**
Regression		L**	L**	L**	L**	L**
CV(%)		12.25	12.47	12.24	12.62	12.73

¹ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Dun's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

L = linear Q = quadratic C = cubic

ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยความยาวรากของชิ้นส่วนที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS คัดแปลงที่เติม BA ร่วมกับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (mg/l)		ความยาวราก(เซนติเมตร)(±SE) ¹				
		อายุ(สัปดาห์)				
		4	8	12	16	20
BA	0	0.47±0.07a	0.78±0.12a	1.22±0.14a	1.58±0.16a	1.81±0.18a
	1	0.25±0.06b	0.37±0.08b	0.49±0.12bc	0.58±0.13b	0.69±0.14bc
	2	0.27±0.05b	0.43±0.10b	0.60±0.12b	0.68±0.14b	0.81±0.15b
	3	0.21±0.05b	0.29±0.07b	0.41±0.08bc	0.51±0.09b	0.60±0.10bc
	5	0.15±0.06b	0.22±0.08b	0.32±0.09bc	0.37±0.09b	0.47±0.10bc
	10	0.16±0.05b	0.20±0.06b	0.25±0.07c	0.30±0.08b	0.35±0.08c
F-test		**	**	**	**	*
Regression		L**Q**C**	L**Q**C**	L**Q**C**	L**Q**C**	L**Q**C**
NAA	0	0.35±0.06a	0.43±0.07	0.54±0.09	0.64±0.12	0.73±0.13
	0.1	0.33±0.07a	0.48±0.12	0.62±0.15	0.74±0.17	0.85±0.19
	0.5	0.28±0.06ab	0.47±0.10	0.69±0.13	0.82±0.16	0.97±0.18
	1	0.17±0.05b	0.32±0.09	0.53±0.13	0.66±0.16	0.82±0.17
	2	0.14±0.03b	0.21±0.05	0.36±0.08	0.48±0.12	0.57±0.13
	F-test		*	ns	ns	ns
Regression		L**Q*C*	L*QnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns
BA 0	NAA 0	0.52±0.14abc	0.67±0.21abcd	1.06±0.23abc	1.37±0.41abc	1.50±0.42abcde
	0.1	0.54±0.26ab	0.91±0.50ab	1.26±0.67ab	1.59±0.69ab	1.79±0.76abc
	0.5	0.56±0.24a	0.93±0.27a	1.41±0.21a	1.81±0.16a	2.13±0.09a
	1	0.47±0.13abcd	0.87±0.28abc	1.40±0.10a	1.77±0.17a	2.04±0.16ab
	2	0.25±0.03abcd	0.50±0.14abcd	0.96±0.11abcd	1.36±0.38abc	1.57±0.43abcd
	F-test		*	ns	ns	ns
Regression		L**Q*C*	L*QnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns
BA 1	NAA 0	0.27±0.18abcd	0.31±0.19abcd	0.34±0.20cd	0.41±0.23d	0.51±0.29ef
	0.1	0.55±0.06ab	0.74±0.14abcd	0.87±0.23abcd	0.99±0.21abcd	1.12±0.17bcdef
	0.5	0.22±0.14abcd	0.43±0.23abcd	0.73±0.42abcd	0.83±0.47bcd	0.99±0.48cdef
	1	0.11±0.05abcd	0.20±0.07cd	0.27±0.24cd	0.37±0.25d	0.45±0.28f
	2	0.12±0.10abcd	0.19±0.16cd	0.26±0.18cd	0.30±0.19d	0.36±0.17f
	F-test		*	ns	ns	ns
Regression		L**Q*C*	L*QnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns
BA 2	NAA 0	0.27±0.05abcd	0.30±0.07abcd	0.34±0.06cd	0.37±0.07d	0.45±0.13f
	0.1	0.45±0.20abcd	0.71±0.27abcd	0.93±0.29abcd	1.04±0.29abcd	1.22±0.33abcdef
	0.5	0.34±0.12abcd	0.66±0.29abcd	0.88±0.29abcd	0.99±0.32abcd	1.17±0.34abcdef
	1	0.15±0.10abcd	0.28±0.21abcd	0.51±0.43bcd	0.58±0.48cd	0.75±0.52def
	2	0.17±0.08abcd	0.21±0.07cd	0.33±0.10cd	0.40±0.13cd	0.48±0.12f
	F-test		*	ns	ns	ns
Regression		L**Q*C*	L*QnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns
BA 3	NAA 0	0.36±0.10abcd	0.47±0.13abcd	0.50±0.14bcd	0.57±0.14cd	0.66±0.17def
	0.1	0.14±0.01abcd	0.18±0.05cd	0.23±0.05cd	0.32±0.03d	0.38±0.08f
	0.5	0.15±0.10abcd	0.23±0.14bcd	0.43±0.23cd	0.57±0.29cd	0.63±0.33def
	1	0.24±0.18abcd	0.41±0.27abcd	0.61±0.24abcd	0.72±0.27bcd	0.88±0.29cdef
	2	0.16±0.06abcd	0.18±0.12d	0.29±0.15cd	0.34±0.18d	0.42±0.21f
	F-test		*	ns	ns	ns
Regression		L**Q*C*	L*QnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns
BA 5	NAA 0	0.47±0.25abcd	0.59±0.29abcd	0.68±0.30abcd	0.73±0.30bcd	0.82±0.35cdef
	0.1	0.08±0.04cd	0.11±0.07d	0.16±0.10d	0.19±0.10d	0.24±0.12f
	0.5	0.15±0.08abcd	0.22±0.14cd	0.29±0.20cd	0.33±0.23d	0.41±0.30f
	1	0.02±0.01d	0.09±0.05d	0.28±0.10cd	0.35±0.08d	0.55±0.10ef
	2	0.06±0.06d	0.07±0.07d	0.19±0.12d	0.25±0.14d	0.33±0.14f
	F-test		*	ns	ns	ns
Regression		L**Q*C*	L*QnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns
BA 10	NAA 0	0.21±0.12abcd	0.23±0.12bcd	0.30±0.15cd	0.39±0.20d	0.44±0.23f
	0.1	0.22±0.14abcd	0.23±0.23bcd	0.27±0.27cd	0.31±0.29d	0.37±0.32f
	0.5	0.24±0.14abcd	0.33±0.18abcd	0.39±0.20cd	0.41±0.21d	0.46±0.23f
	1	0.03±0.02d	0.08±0.05d	0.13±0.07d	0.18±0.08d	0.23±0.07f
	2	0.11±0.08bcd	0.11±0.08d	0.14±0.06d	0.20±0.08d	0.24±0.09f
	F-test		*	ns	ns	ns
Regression		L**Q*C*	L*QnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns
CV(%)		8.38	11.56	12.90	13.86	14.28

¹ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแต่ละช่วง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Dun's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

L = linear Q = quadratic C = cubic

ตารางที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนยอคของชิ้นส่วนที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงที่เติม BA ร่วมกับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (mg/l)		จำนวนยอค(ยอค)±SE ¹					
		อายุ(สัปดาห์)					
		4	8	12	16	20	
BA	0	1.00±0.00b	1.00±0.00c	1.00±0.00b	1.00±0.00b	1.00±0.00b	
	1	1.02±0.02b	1.09±0.07bc	1.11±0.08b	1.11±0.08b	1.11±0.08b	
	2	1.11±0.05ab	1.16±0.06ab	1.16±0.06ab	1.16±0.06ab	1.16±0.06b	
	3	1.02±0.02b	1.02±0.02bc	1.08±0.04b	1.09±0.04b	1.13±0.04b	
	5	1.18±0.07a	1.24±0.07a	1.31±0.11a	1.31±0.11a	1.47±0.14a	
	10	1.06±0.04ab	1.07±0.04bc	1.13±0.06ab	1.13±0.05ab	1.18±0.06b	
F-test		*	**	*	*	**	
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQ*C*	
NAA	0	1.04±0.03	1.07±0.04	1.07±0.04ab	1.07±0.04ab	1.11±0.05b	
	0.1	1.02±0.02	1.04±0.03	1.04±0.03b	1.04±0.03b	1.04±0.03b	
	0.5	1.06±0.03	1.06±0.03	1.07±0.03ab	1.07±0.03ab	1.07±0.03b	
	1	1.15±0.06	1.20±0.08	1.24±0.08a	1.24±0.08a	1.35±0.12a	
	2	1.07±0.04	1.11±0.05	1.24±0.08a	1.24±0.08a	1.30±0.09a	
	F-test		ns	ns	*	*	**
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	L*Q*C*	L*Q*C*	L*QnsCns	
BA 0	NAA	0	1.00±0.00	1.00±0.00c	1.00±0.00b	1.00±0.00b	1.00±0.00b
		0.1	1.00±0.00	1.00±0.00c	1.00±0.00b	1.00±0.00b	1.00±0.00b
		0.5	1.00±0.00	1.00±0.00c	1.00±0.00b	1.00±0.00b	1.00±0.00b
		1	1.00±0.00	1.00±0.00c	1.00±0.00b	1.00±0.00b	1.00±0.00b
		2	1.00±0.00	1.00±0.00c	1.00±0.00b	1.00±0.00b	1.00±0.00b
BA 1	NAA	0	1.00±0.00	1.00±0.00c	1.00±0.00b	1.00±0.00b	1.00±0.00b
		0.1	1.00±0.00	1.00±0.00c	1.00±0.00b	1.00±0.00b	1.00±0.00b
		0.5	1.00±0.00	1.00±0.00c	1.00±0.00b	1.00±0.00b	1.00±0.00b
		1	1.11±0.11	1.33±0.33abc	1.33±0.33ab	1.33±0.33ab	1.33±0.33b
		2	1.00±0.00	1.11±0.11bc	1.22±0.23ab	1.22±0.23ab	1.22±0.23b
BA 2	NAA	0	1.11±0.11	1.22±0.23abc	1.22±0.23ab	1.22±0.23ab	1.22±0.23b
		0.1	1.11±0.11	1.22±0.11abc	1.22±0.11ab	1.22±0.11ab	1.22±0.11b
		0.5	1.00±0.00	1.00±0.00c	1.00±0.00b	1.00±0.00b	1.00±0.00b
		1	1.22±0.23	1.22±0.23abc	1.22±0.23ab	1.22±0.23ab	1.22±0.23b
		2	1.11±0.11	1.11±0.11bc	1.11±0.11b	1.11±0.11b	1.11±0.11b
BA 3	NAA	0	1.11±0.11	1.11±0.11bc	1.11±0.11b	1.11±0.11b	1.11±0.11b
		0.1	1.00±0.00	1.00±0.00c	1.00±0.00b	1.00±0.00b	1.00±0.00b
		0.5	1.00±0.00	1.00±0.00c	1.11±0.11b	1.11±0.11b	1.11±0.11b
		1	1.00±0.00	1.00±0.00c	1.00±0.00b	1.00±0.00b	1.11±0.11b
		2	1.00±0.00	1.00±0.00c	1.22±0.11ab	1.22±0.11ab	1.33±0.00b
BA 5	NAA	0	1.00±0.00	1.11±0.11bc	1.11±0.11b	1.11±0.11b	1.22±0.11b
		0.1	1.00±0.00	1.00±0.00c	1.00±0.00b	1.00±0.00b	1.00±0.00b
		0.5	1.11±0.11	1.11±0.11bc	1.11±0.11b	1.11±0.11b	1.11±0.11b
		1	1.45±0.23	1.56±0.12a	1.67±0.20a	1.67±0.20a	2.11±0.29a
		2	1.33±0.20	1.44±0.12ab	1.66±0.33a	1.66±0.33a	1.89±0.29a
BA 10	NAA	0	1.00±0.00	1.00±0.00c	1.00±0.00b	1.00±0.00b	1.11±0.11b
		0.1	1.00±0.00	1.00±0.00c	1.00±0.00b	1.00±0.00b	1.00±0.00b
		0.5	1.22±0.11	1.22±0.11abc	1.22±0.11ab	1.22±0.11ab	1.22±0.11b
		1	1.11±0.11	1.11±0.11bc	1.22±0.11ab	1.22±0.11ab	1.33±0.20b
		2	1.00±0.00	1.00±0.00c	1.22±0.23ab	1.22±0.23ab	1.22±0.23b
F-test		ns	*	*	*	**	
Regression		Lns	Lns	L*	L*	L*	
CV(%)		6.57	7.54	9.47	9.47	9.68	

¹ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแต่ละช่วง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Dun's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

L = linear Q = quadratic C = cubic

ตารางที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนเกิดยอดที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS คัดแปลงที่เติม BA ร่วมกับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (mg/l)		เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนเกิดยอด(เปอร์เซ็นต์ \pm SE) ¹				
		อายุ(สัปดาห์)				
		4	8	12	16	20
BA	0	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b
	1	2.22 \pm 2.22b	6.67 \pm 4.83b	8.89 \pm 6.06ab	8.89 \pm 6.06ab	8.89 \pm 6.06b
	2	8.89 \pm 3.94 ab	11.11 \pm 4.20b	11.11 \pm 4.20ab	11.11 \pm 4.20ab	11.11 \pm 4.20b
	3	2.22 \pm 2.22b	2.22 \pm 2.22b	8.89 \pm 3.94ab	8.89 \pm 3.94ab	13.33 \pm 4.37b
	5	15.56 \pm 6.40a	22.22 \pm 6.24a	22.22 \pm 6.24a	22.22 \pm 6.24a	28.89 \pm 7.18a
	10	6.67 \pm 3.57ab	6.67 \pm 3.57b	11.11 \pm 4.20ab	11.11 \pm 4.20ab	13.33 \pm 4.37b
F-test		*	**	*	*	**
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQ*Cns	LnsQ*Cns	LnsQ**C*
NAA	0	3.70 \pm 2.54	5.56 \pm 3.01	5.56 \pm 3.01	5.56 \pm 3.01	9.26 \pm 3.62
	0.1	1.85 \pm 1.85	3.70 \pm 2.54	3.70 \pm 2.54	3.70 \pm 2.54	3.70 \pm 2.54
	0.5	5.56 \pm 3.01	5.56 \pm 3.01	7.40 \pm 3.36	7.40 \pm 3.36	7.41 \pm 3.36
	1	11.11 \pm 4.67	14.81 \pm 5.54	16.67 \pm 5.56	16.67 \pm 5.56	20.37 \pm 6.11
	2	7.41 \pm 4.31	11.11 \pm 4.67	18.52 \pm 5.54	18.52 \pm 5.54	22.22 \pm 6.03
F-test		ns	ns	*	*	**
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	L*Q*C*	L*Q*C*	L*Q*C*
BA 0	NAA 0	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b
	0.1	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b
	0.5	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b
	1	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b
	2	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b
BA 1	NAA 0	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b
	0.1	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b
	0.5	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b
	1	11.11 \pm 11.11ab	22.22 \pm 22.22ab	22.22 \pm 22.22ab	22.22 \pm 22.22ab	22.22 \pm 22.22b
	2	0.00 \pm 0.00b	11.11 \pm 11.11b	22.22 \pm 22.22ab	22.22 \pm 22.22ab	22.22 \pm 22.22b
BA 2	NAA 0	11.11 \pm 11.11ab	11.11 \pm 11.11b	11.11 \pm 11.11b	11.11 \pm 11.11b	11.11 \pm 11.11b
	0.1	11.11 \pm 11.11ab	22.22 \pm 11.11ab	22.22 \pm 11.11ab	22.22 \pm 11.11ab	22.22 \pm 11.11b
	0.5	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b
	1	11.11 \pm 11.11ab	11.11 \pm 11.11b	11.11 \pm 11.11b	11.11 \pm 11.11b	11.11 \pm 11.11b
	2	11.11 \pm 11.11ab	11.11 \pm 11.11b	11.11 \pm 11.11b	11.11 \pm 11.11b	11.11 \pm 11.11b
BA 3	NAA 0	11.11 \pm 11.11ab	11.11 \pm 11.11b	11.11 \pm 11.11b	11.11 \pm 11.11b	11.11 \pm 11.11b
	0.1	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b
	0.5	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	11.11 \pm 11.11b	11.11 \pm 11.11b	11.11 \pm 11.11b
	1	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	11.11 \pm 11.11b
	2	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	22.22 \pm 11.11ab	22.22 \pm 11.11ab	33.33 \pm 0.00ab
BA 5	NAA 0	0.00 \pm 0.00b	11.11 \pm 11.11b	11.11 \pm 11.11b	11.11 \pm 11.11b	22.22 \pm 11.11b
	0.1	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b
	0.5	11.11 \pm 11.11ab	11.11 \pm 11.11b	11.11 \pm 11.11b	11.11 \pm 11.11b	11.11 \pm 11.11b
	1	33.33 \pm 19.25a	44.44 \pm 11.11a	44.44 \pm 11.11a	44.44 \pm 11.11a	55.56 \pm 11.11a
	2	33.33 \pm 19.25a	44.44 \pm 11.11a	44.44 \pm 11.11a	44.44 \pm 11.11a	55.56 \pm 11.11a
BA 10	NAA 0	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	11.11 \pm 11.11b
	0.1	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b
	0.5	22.22 \pm 11.11ab	22.22 \pm 11.11ab	22.22 \pm 11.11ab	22.22 \pm 11.11ab	22.22 \pm 11.11b
	1	11.11 \pm 11.11ab	11.11 \pm 11.11b	22.22 \pm 11.11ab	22.22 \pm 11.11ab	22.22 \pm 11.11b
	2	0.00 \pm 0.00b	0.00 \pm 0.00b	11.11 \pm 11.11b	11.11 \pm 11.11b	11.11 \pm 11.11b
F-test		ns	**	*	*	**
Regression		Lns	Lns	L*	L*	L*
CV(%)		99.05	86.06	87.19	87.19	80.72

¹ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแต่ละช่วง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Dun's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

L = linear Q = quadratic C = cubic

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของสารประกอบธรรมชาติร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโต BA และ NAA ต่อการเพิ่มปริมาณกล้วยไม้รองเท้านารีเหลืองปราจีนในสภาพปลอดเชื้อ

จากการนำต้นอ่อนรองเท้านารีเหลืองปราจีนในสภาพปลอดเชื้อมาตัดส่วนใบและรากออก เลี้ยงส่วนลำต้นบนอาหารสูตร MS ดัดแปลง ที่มีธาตุอาหารหลักของสูตร VW ธาตุอาหารรอง และ วิตามินของสูตร MS ที่เติมสารประกอบธรรมชาติ น้ำมะพร้าว 100 มิลลิกรัมต่อลิตร, มันฝรั่ง 50 กรัมต่อลิตร, กล้วย 50 กรัมต่อลิตร เติมน้ำตาล 20 กรัมต่อลิตร, ถ่านกัมมันต์ 2 กรัมต่อลิตร โดยเติม สารควบคุมการเจริญเติบโตเพื่อทดสอบระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการเพิ่มปริมาณยอดของ ต้นรองเท้านารีเหลืองปราจีน โดยใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตคือ BA เข้มข้น 0 1 2 3 5 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 0 0.1 0.5 1 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าการเจริญเติบโต ของชิ้นส่วนมีดังนี้

การเจริญเติบโตของใบ

ในช่วง 8 สัปดาห์แรก ใบมีการเจริญอย่างช้าๆ แต่หลังจากสัปดาห์ที่ 8 ใบมีการเจริญดีและ พัฒนาเร็วขึ้น ใบมีขนาดใหญ่ ใบมันหนา มีลวดลายบนแผ่นใบชัดเจน และมีจุดประสีม่วงกระจาย อยู่ทั่วบริเวณท้องใบ (ภาพที่ 8) แต่ในบางชิ้นส่วนที่เกิดหน่อขึ้น ส่วนของใบอาจมีลักษณะที่ผิดปกติ คือ ใบมีขนาดสั้น หงุ้มงอ มีสีอ่อน และไม่มีลายใบ (ภาพที่ 9) และจากการทดลองในทุกสูตรอาหาร ชิ้นส่วนมีการเจริญเติบโตส่วนใบดีไม่แตกต่างกัน โดยเมื่อเลี้ยงชิ้นส่วนเป็นเวลา 20 สัปดาห์พบว่า ชิ้นส่วนมีจำนวนใบ 3-4 ใบ (ตารางที่ 8) ความกว้างใบประมาณ 0.9-1 เซนติเมตร (ตารางที่ 9) และความยาวใบ 2-3 เซนติเมตร (ตารางที่ 10) แต่ชิ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารที่มี BA เข้มข้นสูง 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 0-2 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนใบ และความยาวใบสูง แต่มีความกว้างใบต่ำ (ตารางที่ 8, 9 และ 10)

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนใบกับความเข้มข้นของ BA (x_1) ร่วมกับ NAA (x_2) ในแต่ละสัปดาห์พบว่ามีความสัมพันธ์กัน ($R = 0.57$) ซึ่งสมการของความสัมพันธ์เป็นแบบ เส้นตรง (linear) คือ $y = 0.243 + 0.504x_1 + 0.747x_2$ ซึ่งจากการพยากรณ์จำนวนใบกับความเข้มข้น ของ BA ร่วมกับ NAA จะมีความคลาดเคลื่อนประมาณ 0.14 เปอร์เซ็นต์ และความสัมพันธ์ระหว่าง ความกว้างใบกับความเข้มข้นของ BA (x_1) ร่วมกับ NAA (x_2) ในแต่ละสัปดาห์พบว่ามีความสัมพันธ์กัน ($R = 0.52$) ซึ่งสมการของความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรง (linear) คือ $y = 0.040 + 0.108x_1 + 0.147x_2$ ซึ่งจากการพยากรณ์ความกว้างใบกับความเข้มข้นของ BA ร่วมกับ NAA จะมีความคลาดเคลื่อนประมาณ 0.06 เปอร์เซ็นต์ และความสัมพันธ์ระหว่างความยาวใบกับความ เข้มข้นของ BA (x_1) ร่วมกับ NAA (x_2) ในแต่ละสัปดาห์พบว่ามีความสัมพันธ์กัน ($R = 0.54$) ซึ่ง สมการของความ สัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรง (linear) คือ $y = 0.476 + 1.161x_1 + 1.637x_2$ ซึ่งจากการ

พยากรณ์ความยาวใบกับความเข้มข้นของ BA ร่วมกับ NAA จะมีความคลาดเคลื่อนประมาณ 0.21 เปอร์เซ็นต์

การเจริญเติบโตของราก

รากสามารถเกิดได้ดีในทุกระดับความเข้มข้น ในช่วง 4 สัปดาห์แรก รากที่เกิดขึ้นเป็นรากสั้นๆ สีขาว และมีการเจริญเติบโตช้า แต่เมื่อเลี้ยงต่อจนถึงสัปดาห์ที่ 12 รากจะเริ่มมีการพัฒนาและเจริญอย่างรวดเร็ว รากมีการเจริญดีมีขนาดใหญ่และยาว ปลายรากขาว และมีขนรากเกิดขึ้นปกคลุมทั่วทั้งราก (ภาพที่ 8) ชั้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารทุกสูตร มีจำนวนรากและความยาวรากไม่แตกต่างกัน เมื่อเลี้ยงขึ้นส่วนเป็นเวลา 20 สัปดาห์ ชั้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารที่เติม NAA เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตรเพียงอย่างเดียว มีจำนวนรากเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 5.67 ราก และชั้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารที่เติม BA เข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยความยาวรากสูงที่สุดเท่ากับ 6.00 เซนติเมตร (ตารางที่ 11 และ 12)

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรากกับความเข้มข้นของ BA ร่วมกับ NAA ในแต่ละสัปดาห์พบว่า ทุกสัปดาห์จำนวนราก ไม่มีความสัมพันธ์กับระดับความเข้มข้นของ BA ร่วมกับ NAA แต่เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวรากกับความเข้มข้นของ BA (x_1) ร่วมกับ NAA (x_2) ในแต่ละสัปดาห์พบว่ามีความสัมพันธ์กัน ($R= 0.59$) ซึ่งสมการของความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรง (linear) คือ $y = 1.625 + 3.107x_1 + 4.732x_2$ ซึ่งจากการพยากรณ์ความยาวรากกับความเข้มข้นของ BA ร่วมกับ NAA จะมีความคลาดเคลื่อนประมาณ 0.34 เปอร์เซ็นต์

การเจริญเติบโตของยอด

ในช่วง 4 สัปดาห์แรกของทุกสูตรอาหารมียอดเกิดขึ้น แต่ยังไม่มีการเกิดหน่อเพิ่มขึ้นจากเดิม และในช่วงสัปดาห์ที่ 4 ถึงสัปดาห์ที่ 16 มีการเกิดยอดเพิ่มขึ้นในบางระดับความเข้มข้น แต่ก็เกิดในจำนวนที่น้อยมาก แต่เมื่อเลี้ยงต่อจนถึงสัปดาห์ที่ 20 ชั้นส่วนมีการสร้างยอดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (ตารางที่ 13 และ 14) ซึ่งในช่วงสัปดาห์แรกๆจะเป็นการเจริญของต้นก่อน เมื่อต้นมีความแข็งแรงสมบูรณ์แล้ว จึงมีการสร้างหน่อ ซึ่งหน่อที่ได้จะมีความสมบูรณ์มาก ส่วนหน่อที่เกิดขึ้นจะเกิดบริเวณ โคนฐานของชั้นส่วนใกล้กับจุดกำเนิดราก หน่อมีความแข็งแรง สมบูรณ์ และเจริญเติบโตได้เร็ว ซึ่งในสัปดาห์ที่ 20 ชั้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารที่เติม BA เข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตรเพียงอย่างเดียว มีจำนวนยอดเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 1.33 ยอด และชั้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารที่เติม BA เข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร อาหารที่เติม BA เข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร และอาหารที่เติม BA เข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์ชั้นส่วนเกิดยอดเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 22.22 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 13 และ 14) โดยที่ในบางระดับของความเข้มข้นของ BA ร่วมกับ NAA ชั้นส่วนสามารถมียอดเกิดขึ้นได้มากกว่า 2 ยอด (ภาพที่ 9) และในบางชั้นส่วนมีการเกิดอาการยอด

เน่าขึ้น โดยเฉพาะขึ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารที่เติม BA (ภาพที่ 10) และเมื่อเลี้ยงขึ้นส่วนจนถึงสัปดาห์ที่ 20 พบว่าในอาหารสูตรที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตและที่เติม NAA เพียงอย่างเดียว ไม่สามารถชักนำให้เกิดยอดเพิ่มขึ้นได้เลย

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนยอดกับความเข้มข้น BA (x_1) ร่วมกับ NAA (x_2) ในแต่ละสัปดาห์พบว่ามีความสัมพันธ์กัน ($R = 0.55$) ซึ่งสมการของความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรง(linear) คือ $y = 1.038 + 0.012x_1 - 0.036x_2$ ซึ่งจากการพยากรณ์จำนวนยอดกับความเข้มข้นของ BA ร่วมกับ NAA จะมีความคลาดเคลื่อนประมาณ 0.08 เปอร์เซนต์ แต่เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ขึ้นส่วนเกิดยอดกับความเข้มข้นของ BA ร่วมกับ NAA ในแต่ละสัปดาห์พบว่า ทุกสัปดาห์เปอร์เซ็นต์ขึ้นส่วนเกิดยอดไม่มีความสัมพันธ์กับระดับความเข้มข้นของ BA ร่วมกับ NAA



ภาพที่ 8 แสดงลักษณะการเจริญเติบโตของร่อนแท่นาริเหลืองปราจีน ที่เพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงที่เติมสารประกอบธรรมชาติ และเติม BA 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 1 มิลลิกรัมต่อลิตรในสภาพปลอดเชื้อ เมื่ออายุได้ 20 สัปดาห์ (กำลังขยาย 1.22 เท่า)



ภาพที่ 9 แสดงลักษณะการเกิดยอดของรองเท้านารีเหลืองปราจีนที่เพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ตัดแปลง ที่เติมสารประกอบธรรมชาติ และเติม BA 10 มิลลิกรัมต่อลิตรในสภาพปลอดเชื้อ เมื่ออายุได้ 20 สัปดาห์ (กำลังขยาย 1.33 เท่า)



ภาพที่ 10 แสดงลักษณะอาการยอดเน่าของรองเท้านารีเหลืองปราจีน ที่เพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ตัดแปลงที่เติมสารประกอบธรรมชาติ และเติม BA 5 มิลลิกรัมต่อลิตรร่วมกับ NAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ในสภาพปลอดเชื้อ เมื่ออายุได้ 20 สัปดาห์ (กำลังขยาย 1.33 เท่า)

ตารางที่ 8 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนใบของชิ้นส่วนที่เลี้ยงบนอาหารสูตรMS คัดแปลงที่เติมสารประกอบธรรมชาติ ร่วมกับ BA และ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (mg/l)		จำนวนใบ(ใบ) \pm SE ¹				
		อายุ(สัปดาห์)				
		4	8	12	16	20
BA	0	1.22 \pm 0.07	1.80 \pm 0.05	2.24 \pm 0.06	2.76 \pm 0.06	3.29 \pm 0.07
	1	1.24 \pm 0.06	1.76 \pm 0.09	2.31 \pm 0.07	2.91 \pm 0.08	3.33 \pm 0.09
	2	1.29 \pm 0.10	1.69 \pm 0.07	2.31 \pm 0.07	2.78 \pm 0.08	3.24 \pm 0.07
	3	1.31 \pm 0.07	1.69 \pm 0.08	2.38 \pm 0.07	2.93 \pm 0.09	3.38 \pm 0.09
	5	1.11 \pm 0.05	1.80 \pm 0.06	2.51 \pm 0.08	2.98 \pm 0.08	3.40 \pm 0.09
	10	1.11 \pm 0.04	1.67 \pm 0.06	2.47 \pm 0.07	3.04 \pm 0.07	3.47 \pm 0.07
F-test		ns	ns	ns	ns	ns
Regression		L*QnsCns	LnsQnsCns	L**Q**C*	L**Q*C*	L*QnsCns
NAA	0	1.19 \pm 0.07	1.67 \pm 0.06	2.24 \pm 0.05	2.80 \pm 0.06	3.26 \pm 0.06
	0.1	1.20 \pm 0.07	1.83 \pm 0.06	2.37 \pm 0.06	2.94 \pm 0.08	3.31 \pm 0.08
	0.5	1.32 \pm 0.07	1.74 \pm 0.06	2.35 \pm 0.06	2.87 \pm 0.06	3.37 \pm 0.08
	1	1.15 \pm 0.05	1.70 \pm 0.07	2.48 \pm 0.08	2.94 \pm 0.07	3.44 \pm 0.07
	2	1.22 \pm 0.06	1.70 \pm 0.08	2.41 \pm 0.07	2.94 \pm 0.08	3.37 \pm 0.08
	F-test		ns	ns	ns	ns
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns
BA 0 NAA	0	1.11 \pm 0.11	1.56 \pm 0.11	2.11 \pm 0.11	2.67 \pm 0.19	3.33 \pm 0.19
	0.1	1.22 \pm 0.22	1.89 \pm 0.11	2.22 \pm 0.11	2.67 \pm 0.19	3.11 \pm 0.11
	0.5	1.56 \pm 0.11	1.78 \pm 0.11	2.11 \pm 0.11	2.89 \pm 0.11	3.44 \pm 0.11
	1	1.00 \pm 0.00	1.89 \pm 0.11	2.44 \pm 0.11	2.78 \pm 0.11	3.33 \pm 0.19
	2	1.22 \pm 0.11	1.89 \pm 0.11	2.33 \pm 0.19	2.78 \pm 0.11	3.22 \pm 0.23
	BA 1 NAA	0	1.44 \pm 0.11	1.89 \pm 0.23	2.11 \pm 0.11	2.89 \pm 0.23
0.1		1.00 \pm 0.00	1.89 \pm 0.11	2.22 \pm 0.11	2.78 \pm 0.23	3.22 \pm 0.29
0.5		1.33 \pm 0.19	1.67 \pm 0.19	2.33 \pm 0.00	2.89 \pm 0.11	3.44 \pm 0.23
1		1.22 \pm 0.11	1.67 \pm 0.19	2.44 \pm 0.29	2.89 \pm 0.23	3.22 \pm 0.23
2		1.22 \pm 0.11	1.67 \pm 0.33	2.44 \pm 0.23	3.11 \pm 0.23	3.44 \pm 0.23
BA 2 NAA		0	1.33 \pm 0.33	1.67 \pm 0.00	2.22 \pm 0.11	2.78 \pm 0.11
	0.1	1.33 \pm 0.19	1.89 \pm 0.11	2.44 \pm 0.11	2.89 \pm 0.23	3.22 \pm 0.23
	0.5	1.44 \pm 0.29	1.67 \pm 0.19	2.33 \pm 0.19	2.78 \pm 0.11	3.33 \pm 0.19
	1	1.11 \pm 0.11	1.56 \pm 0.23	2.22 \pm 0.23	2.67 \pm 0.19	3.22 \pm 0.11
	2	1.22 \pm 0.23	1.67 \pm 0.19	2.33 \pm 0.19	2.78 \pm 0.29	3.22 \pm 0.29
	BA 3 NAA	0	1.22 \pm 0.11	1.67 \pm 0.19	2.22 \pm 0.11	2.78 \pm 0.23
0.1		1.44 \pm 0.23	1.78 \pm 0.23	2.44 \pm 0.11	3.00 \pm 0.19	3.33 \pm 0.19
0.5		1.11 \pm 0.11	1.56 \pm 0.11	2.22 \pm 0.11	2.67 \pm 0.19	3.11 \pm 0.11
1		1.33 \pm 0.19	1.78 \pm 0.11	2.67 \pm 0.19	3.22 \pm 0.11	3.78 \pm 0.11
2		1.44 \pm 0.23	1.56 \pm 0.29	2.33 \pm 0.19	3.00 \pm 0.19	3.33 \pm 0.19
BA 5 NAA		0	1.00 \pm 0.00	1.67 \pm 0.19	2.56 \pm 0.11	2.89 \pm 0.11
	0.1	1.11 \pm 0.11	1.78 \pm 0.23	2.44 \pm 0.29	3.22 \pm 0.22	3.56 \pm 0.23
	0.5	1.22 \pm 0.23	1.89 \pm 0.11	2.44 \pm 0.11	2.78 \pm 0.11	3.22 \pm 0.23
	1	1.11 \pm 0.11	1.89 \pm 0.11	2.67 \pm 0.00	3.11 \pm 0.11	3.56 \pm 0.11
	2	1.11 \pm 0.11	1.78 \pm 0.11	2.44 \pm 0.29	2.89 \pm 0.23	3.44 \pm 0.29
	BA 10 NAA	0	1.00 \pm 0.00	1.56 \pm 0.11	2.22 \pm 0.11	2.78 \pm 0.11
0.1		1.11 \pm 0.11	1.78 \pm 0.11	2.44 \pm 0.29	3.11 \pm 0.11	3.44 \pm 0.11
0.5		1.22 \pm 0.11	1.89 \pm 0.11	2.67 \pm 0.11	3.22 \pm 0.11	3.67 \pm 0.19
1		1.11 \pm 0.11	1.44 \pm 0.11	2.44 \pm 0.00	3.00 \pm 0.19	3.56 \pm 0.11
2		1.11 \pm 0.11	1.67 \pm 0.00	2.56 \pm 0.29	3.11 \pm 0.23	3.56 \pm 0.11
F-test		ns	ns	ns	ns	ns
Regression		Lns	Lns	L**	L**	Lns
CV(%)		22.58	16.52	12.13	10.64	9.66

¹ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแต่ละช่วง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Dun's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น95%

ns ไม่มีมีความแตกต่างกันทางสถิติ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

L = linear Q = quadratic C = cubic

ตารางที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ยความกว้างใบของชิ้นส่วนที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS คัดแปลงที่เติมสารประกอบธรรมชาติ ร่วมกับ BA และ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (mg/l)		ความกว้างใบ(เซนติเมตร)(±SE) ¹					
		อายุ(สัปดาห์)					
		4	8	12	16	20	
BA	0	0.53±0.02a	0.70±0.02ab	0.82±0.03bc	0.95±0.02ab	1.00±0.03abc	
	1	0.58±0.02a	0.73±0.02a	0.90±0.03a	1.00±0.03a	1.05±0.02a	
	2	0.46±0.02b	0.58±0.02c	0.77±0.02c	0.87±0.02c	0.97±0.01bcd	
	3	0.53±0.02a	0.67±0.02b	0.82±0.02bc	0.89±0.02bc	0.95±0.03cd	
	5	0.55±0.02a	0.70±0.02ab	0.86±0.03ab	0.94±0.03ab	1.02±0.03ab	
	10	0.55±0.02a	0.67±0.02b	0.80±0.02bc	0.86±0.01c	0.91±0.01d	
F-test		**	**	**	**	**	
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	L*QnsCns	L**Q*C*	
NAA	0	0.51±0.02	0.67±0.01	0.83±0.02	0.92±0.02	0.99±0.02	
	0.1	0.56±0.02	0.70±0.03	0.86±0.03	0.95±0.03	1.02±0.03	
	0.5	0.54±0.02	0.64±0.01	0.80±0.02	0.89±0.02	0.97±0.02	
	1	0.54±0.02	0.68±0.02	0.82±0.02	0.91±0.02	0.97±0.02	
	2	0.52±0.02	0.68±0.02	0.84±0.02	0.91±0.02	0.97±0.02	
	F-test		ns	ns	ns	ns	ns
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	
BA 0	NAA	0	0.53±0.02	0.65±0.02abcdefg	0.78±0.04	0.95±0.02abcdef	1.04±0.03abcde
		0.1	0.57±0.03	0.74±0.05abcde	0.91±0.10	0.99±0.10abcdef	1.08±0.14abc
		0.5	0.45±0.02	0.61±0.03efgh	0.69±0.04	0.86±0.03bcdef	0.93±0.05abcde
		1	0.59±0.05	0.76±0.02abcd	0.90±0.01	0.96±0.02abcdef	0.97±0.02abcde
		2	0.54±0.02	0.73±0.01abcde	0.84±0.03	0.97±0.03abcdef	0.99±0.02abcde
BA 1	NAA	0	0.52±0.02	0.71±0.05abcdef	0.88±0.04	0.99±0.06abcdef	1.02±0.05abcde
		0.1	0.60±0.09	0.77±0.10abc	0.92±0.12	1.01±0.09abc	1.02±0.06abcde
		0.5	0.57±0.03	0.68±0.01abcdefg	0.87±0.06	1.00±0.08abcde	1.08±0.04abc
		1	0.63±0.03	0.77±0.03ab	0.89±0.06	0.97±0.05abcdef	1.03±0.07abcde
		2	0.57±0.05	0.73±0.06abcde	0.92±0.06	1.03±0.05a	1.10±0.04a
BA 2	NAA	0	0.43±0.01	0.62±0.03defgh	0.85±0.02	0.95±0.01abcdef	1.03±0.02abcde
		0.1	0.50±0.01	0.54±0.02h	0.73±0.01	0.84±0.02f	0.96±0.01abcde
		0.5	0.53±0.06	0.63±0.04bcdefgh	0.78±0.05	0.86±0.03cdef	0.95±0.03abcde
		1	0.43±0.02	0.55±0.03gh	0.73±0.05	0.85±0.03ef	0.93±0.02abcde
		2	0.39±0.05	0.55±0.03gh	0.74±0.03	0.84±0.03ef	0.97±0.03abcde
BA 3	NAA	0	0.50±0.04	0.66±0.02abcdefg	0.78±0.01	0.86±0.04cdef	0.89±0.05de
		0.1	0.58±0.02	0.79±0.01a	0.93±0.01	1.01±0.02abcd	1.09±0.06ab
		0.5	0.57±0.05	0.64±0.08bcdefgh	0.83±0.08	0.87±0.05abcdef	0.94±0.02abcde
		1	0.52±0.03	0.58±0.03fgh	0.73±0.02	0.84±0.02 f	0.92±0.02bcde
		2	0.47±0.03	0.70±0.02abcdef	0.84±0.02	0.86±0.02bcdef	0.91±0.02cde
BA 5	NAA	0	0.51±0.08	0.71±0.04abcdef	0.89±0.08	0.95±0.06abcdef	1.06±0.06abcd
		0.1	0.60±0.06	0.72±0.05abcdef	0.89±0.03	1.02±0.08ab	1.09±0.09ab
		0.5	0.54±0.02	0.63±0.01bcdefgh	0.81±0.05	0.88±0.05abcdef	0.96±0.05abcde
		1	0.54±0.02	0.70±0.07abcdef	0.84±0.05	0.95±0.04abcdef	1.08±0.06abc
		2	0.57±0.03	0.72±0.05abcdef	0.84±0.08	0.89±0.05abcdef	0.92±0.06bcde
BA 10	NAA	0	0.57±0.08	0.68±0.06abcdefg	0.78±0.06	0.85±0.05def	0.91±0.05cde
		0.1	0.48±0.03	0.63±0.01cdefgh	0.78±0.02	0.84±0.01f	0.88±0.01e
		0.5	0.59±0.04	0.66±0.03bcdefgh	0.81±0.06	0.89±0.03abcdef	0.95±0.03abcde
		1	0.55±0.07	0.71±0.01abcdef	0.81±0.04	0.87±0.01abcdef	0.89±0.02e
		2	0.55±0.06	0.65±0.06bcdefgh	0.83±0.03	0.87±0.03abcdef	0.89±0.03de
F-test		ns	**	ns	*	*	
Regression		Lns	Lns	Lns	Lns	L*	
CV(%)		14.47	10.41	10.71	8.70	8.79	

¹ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแต่ละช่วง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Dun's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

L = linear Q = quadratic C = cubic

ตารางที่ 10 แสดงค่าเฉลี่ยความยาวใบของชิ้นส่วนที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงที่เติมสารประกอบธรรมชาติ ร่วมกับ BA และ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (mg/l)		ความยาวใบ(เซนติเมตร)(±SE) [†]					
		อายุ(สัปดาห์)					
		4	8	12	16	20	
BA	0	0.89±0.04a	1.40±0.04a	1.86±0.08bc	2.26±0.09bc	2.62±0.11ab	
	1	0.88±0.04a	1.45±0.06a	1.90±0.07bc	2.21±0.03bc	2.44±0.05bc	
	2	0.68±0.02c	1.14±0.04b	1.71±0.04c	2.15±0.04c	2.46±0.04bc	
	3	0.75±0.04bc	1.32±0.05a	1.77±0.06bc	2.11±0.06c	2.35±0.09c	
	5	0.83±0.03ab	1.35±0.04a	1.96±0.07ab	2.35±0.08ab	2.66±0.09ab	
	10	0.80±0.03ab	1.36±0.05a	2.10±0.06a	2.51±0.06a	2.85±0.07a	
F-test		**	**	**	**	**	
Regression		LnsQnsC**	LnsQnsCns	L**Q**C**	L**Q**C**	L**Q**C**	
NAA	0	0.80±0.03	1.33±0.05	1.87±0.06	2.25±0.06	2.54±0.10	
	0.1	0.83±0.03	1.41±0.06	2.00±0.07	2.40±0.05	2.72±0.06	
	0.5	0.76±0.03	1.28±0.05	1.80±0.07	2.17±0.07	2.53±0.07	
	1	0.81±0.04	1.31±0.04	1.87±0.06	2.26±0.08	2.52±0.09	
	2	0.82±0.04	1.34±0.04	1.87±0.06	2.24±0.06	2.52±0.07	
	F-test		ns	ns	ns	ns	ns
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	
BA 0	NAA	0	0.90±0.04abcde	1.40±0.07	1.81±0.14	2.19±0.12	2.78±0.26ab
		0.1	0.92±0.08abc	1.47±0.17	1.95±0.19	2.40±0.00	2.80±0.05ab
		0.5	0.70±0.08bcde	1.26±0.08	1.61±0.16	2.18±0.28	2.65±0.28abc
		1	1.02±0.08a	1.50±0.05	2.09±0.25	2.36±0.38	2.58±0.46abc
		2	0.90±0.03abcde	1.38±0.04	1.81±0.05	2.18±0.13	2.32±0.10abc
		F-test		ns	ns	ns	ns
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	
BA 1	NAA	0	0.86±0.09abcde	1.39±0.24	1.86±0.23	2.12±0.02	2.21±0.03bc
		0.1	0.86±0.16abcde	1.48±0.23	1.98±0.29	2.29±0.01	2.48±0.02abc
		0.5	0.87±0.03abcde	1.48±0.03	1.84±0.01	2.19±0.08	2.59±0.13abc
		1	0.91±0.09abcd	1.44±0.08	1.93±0.14	2.35±0.10	2.57±0.12abc
		2	0.89±0.06abcde	1.48±0.12	1.89±0.06	2.10±0.06	2.32±0.13abc
		F-test		ns	ns	ns	ns
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	
BA 2	NAA	0	0.68±0.08cde	1.29±0.13	1.85±0.03	2.24±0.03	2.50±0.00abc
		0.1	0.71±0.05bcde	1.13±0.13	1.73±0.07	2.23±0.03	2.57±0.02abc
		0.5	0.71±0.05bcde	1.03±0.07	1.65±0.16	1.99±0.15	2.37±0.16abc
		1	0.64±0.05e	1.16±0.03	1.68±0.10	2.16±0.10	2.40±0.10abc
		2	0.66±0.08de	1.08±0.04	1.63±0.09	2.12±0.09	2.47±0.07abc
		F-test		*	ns	ns	ns
Regression		Lns	Lns	L*	L**	L**	
CV(%)		16.19	14.46	13.40	11.05	11.94	

†ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแต่ละช่วง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Dun's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

L = linear Q = quadratic C = cubic

ตารางที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนรากของชิ้นส่วนที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงที่เติมสารประกอบธรรมชาติ ร่วมกับ BA และ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (mg/l)		จำนวนราก(ราก)(±SE) ^a					
		อายุ(สัปดาห์)					
		4	8	12	16	20	
BA	0	0.64±0.10	1.67±0.10	2.41±0.19	4.11±0.14	5.12±0.16a	
	1	0.76±0.08	1.56±0.12	2.47±0.22	3.69±0.17	4.13±0.19b	
	2	0.67±0.09	1.51±0.10	2.40±0.13	4.02±0.16	4.90±0.20a	
	3	0.62±0.08	1.47±0.11	2.18±0.13	3.51±0.15	4.53±0.21ab	
	5	0.67±0.07	1.47±0.06	2.60±0.14	4.00±0.15	5.04±0.20a	
	10	0.87±0.05	1.38±0.07	2.67±0.15	3.84±0.15	4.63±0.21ab	
F-test		ns	ns	ns	ns	*	
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	
NAA	0	0.80±0.07	1.54±0.09	2.37±0.12	3.93±0.14	4.63±0.17	
	0.1	0.63±0.08	1.41±0.08	2.40±0.19	3.96±0.18	4.79±0.23	
	0.5	0.61±0.07	1.54±0.08	2.33±0.15	3.80±0.17	4.68±0.24	
	1	0.76±0.08	1.54±0.10	2.50±0.15	3.68±0.11	4.70±0.17	
	2	0.72±0.07	1.51±0.09	2.67±0.14	3.94±0.13	4.84±0.15	
	F-test		ns	ns	ns	ns	ns
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	
BA 0	NAA	0	0.67±0.19abcd	1.78±0.23	2.11±0.29	4.00±0.19	5.00±0.00
		0.1	0.44±0.29cd	1.39±0.06	2.17±0.68	4.22±0.55	4.67±0.87
		0.5	0.67±0.19abcd	1.33±0.33	2.00±0.33	4.44±0.29	5.67±0.33
		1	1.00±0.00ab	2.00±0.00	2.89±0.29	3.78±0.36	5.17±0.17
		2	0.44±0.22cd	1.83±0.17	2.89±0.29	4.11±0.11	5.11±0.11
	NAA	0	0.56±0.11bcd	1.33±0.19	2.11±0.44	3.89±0.55	4.00±0.00
		0.1	0.33±0.00d	1.11±0.29	1.89±0.29	3.22±0.40	3.67±0.66
		0.5	0.78±0.11abcd	1.78±0.11	2.78±0.55	3.67±0.39	4.33±0.33
		1	1.11±0.11a	1.56±0.40	2.22±0.55	3.89±0.40	4.50±0.50
		2	1.00±0.00ab	2.00±0.00	3.33±0.33	3.78±0.29	4.17±0.44
BA 2	NAA	0	1.11±0.11a	1.78±0.11	2.44±0.29	4.11±0.29	4.78±0.29
		0.1	0.67±0.00abcd	1.53±0.23	2.33±0.33	4.00±0.51	4.89±0.40
		0.5	0.44±0.11cd	1.67±0.19	2.44±0.29	4.11±0.29	5.11±0.48
		1	0.44±0.22cd	1.22±0.29	2.22±0.48	3.56±0.40	4.56±0.73
		2	0.67±0.19abcd	1.33±0.19	2.56±0.23	4.33±0.39	5.17±0.44
BA 3	NAA	0	0.67±0.19abcd	1.78±0.29	2.56±0.23	3.78±0.23	4.72±0.43
		0.1	0.78±0.11abcd	1.56±0.23	2.00±0.00	3.78±0.40	4.89±0.48
		0.5	0.33±0.19d	1.33±0.19	2.00±0.51	3.00±0.51	3.83±0.83
		1	0.67±0.19abcd	1.67±0.19	2.33±0.33	3.44±0.22	4.39±0.20
		2	0.67±0.19abcd	1.00±0.00	2.00±0.19	3.56±0.29	4.83±0.17
BA 5	NAA	0	1.00±0.00ab	1.33±0.19	2.78±0.11	4.33±0.39	5.28±0.50
		0.1	0.67±0.19abcd	1.66±0.19	2.78±0.62	4.11±0.23	5.17±0.44
		0.5	0.56±0.11bcd	1.44±0.11	2.33±0.00	3.78±0.48	4.44±0.48
		1	0.44±0.11cd	1.44±0.11	2.67±0.33	3.89±0.11	5.22±0.36
		2	0.66±0.19abcd	1.44±0.11	2.44±0.29	3.89±0.48	5.11±0.59
BA 10	NAA	0	0.78±0.11abcd	1.22±0.11	2.22±0.40	3.44±0.29	4.00±0.51
		0.1	0.89±0.23abc	1.22±0.11	3.22±0.40	4.44±0.44	5.44±0.44
		0.5	0.89±0.11abc	1.67±0.19	2.44±0.29	3.78±0.40	4.67±0.69
		1	0.89±0.11abc	1.33±0.19	2.67±0.19	3.56±0.11	4.39±0.20
		2	0.89±0.11abc	1.44±0.11	2.78±0.29	4.00±0.19	4.67±0.17
F-test		**	ns	ns	ns	ns	
Regression		Lns	Lns	Lns	Lns	Lns	
CV(%)		38.05	22.55	25.73	16.29	16.58	

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแต่ละช่วง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Dun's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

L = linear Q = quadratic C = cubic

ตารางที่ 12 แสดงค่าเฉลี่ยความยาวรากของชิ้นส่วนที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS คัดแปลงที่เติมสารประกอบธรรมชาติ ร่วมกับ BA และ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (mg/l)	ความยาวราก(เซนติเมตร)(±SE) ¹					
	อายุ(สัปดาห์)					
	4	8	12	16	20	
BA	0	0.87±0.11	2.02±0.16	3.14±0.16	4.40±0.16ab	5.56±0.17a
	1	0.73±0.07	2.09±0.13	2.93±0.13	3.70±0.12c	4.42±0.16b
	2	0.57±0.07	2.29±0.19	3.23±0.12	4.17±0.14b	5.23±0.20a
	3	0.67±0.08	2.06±0.16	3.21±0.17	4.23±0.16ab	5.26±0.18a
	5	0.66±0.06	1.88±0.15	3.02±0.12	4.29±0.15ab	5.44±0.22a
	10	0.66±0.07	1.99±0.12	3.34±0.15	4.67±0.17a	5.72±0.24a
F-test	ns	ns	ns	**	**	
Regression	LnsQnsC*	LnsQnsCns	LnsQnsCns	L**Q**C*	L*Q*C*	
NAA	0	0.76±0.06	2.19±0.11	3.16±0.11	4.14±0.13	5.24±0.23
	0.1	0.71±0.06	2.03±0.15	3.29±0.14	4.60±0.16	5.44±0.21
	0.5	0.66±0.07	2.01±0.17	3.19±0.14	4.19±0.14	5.27±0.19
	1	0.69±0.10	2.17±0.17	3.10±0.16	4.13±0.14	5.16±0.18
	2	0.65±0.07	1.89±0.09	2.99±0.09	4.15±0.16	5.24±0.22
	F-test	ns	ns	ns	ns	ns
Regression	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	
BA 0 NAA	0	0.87±0.23	2.21±0.25	3.05±0.23	4.00±0.17	5.50±0.58
	0.1	0.58±0.31	1.69±0.12	3.78±0.12	4.90±0.27	5.75±0.38
	0.5	0.86±0.33	1.94±0.41	2.95±0.40	4.30±0.38	5.67±0.17
	1	1.00±0.17	2.56±0.61	3.11±0.59	4.23±0.37	5.33±0.60
	2	1.03±0.26	1.72±0.24	2.78±0.12	4.57±0.47	5.57±0.23
	BA 1 NAA	0	0.58±0.05	2.03±0.27	3.33±0.35	3.93±0.28
0.1		0.80±0.12	1.78±0.28	2.59±0.18	3.63±0.29	4.33±0.33
0.5		0.75±0.10	2.33±0.40	3.25±0.25	3.73±0.29	4.22±0.23
1		0.84±0.35	2.39±0.46	2.57±0.29	3.60±0.38	4.50±0.50
2		0.66±0.09	1.92±0.23	2.89±0.24	3.60±0.23	4.39±0.59
BA 2 NAA		0	0.90±0.14	2.18±0.26	3.03±0.23	4.13±0.43
	0.1	0.53±0.12	2.35±0.58	3.30±0.35	4.30±0.38	5.17±0.44
	0.5	0.43±0.20	2.38±0.74	3.27±0.48	4.23±0.50	5.40±0.70
	1	0.52±0.13	2.47±0.46	3.40±0.21	4.27±0.23	5.43±0.35
	2	0.46±0.14	2.08±0.08	3.13±0.20	3.90±0.16	4.83±0.38
	BA 3 NAA	0	0.73±0.25	2.16±0.36	3.39±0.11	4.47±0.27
0.1		0.76±0.07	2.65±0.55	4.01±0.10	4.97±0.33	5.67±0.73
0.5		0.53±0.14	1.61±0.11	2.97±0.52	4.07±0.23	5.08±0.08
1		0.71±0.32	1.87±0.29	3.00±0.32	4.03±0.26	5.03±0.24
2		0.63±0.05	2.03±0.26	2.67±0.17	3.63±0.29	4.83±0.30
BA 5 NAA		0	0.88±0.01	2.45±0.19	3.19±0.23	4.03±0.18
	0.1	0.82±0.10	1.87±0.23	2.95±0.15	4.77±0.40	5.75±0.25
	0.5	0.62±0.13	1.70±0.32	3.02±0.32	3.97±0.37	5.28±0.50
	1	0.47±0.18	1.63±0.48	2.79±0.33	4.30±0.29	5.50±0.25
	2	0.49±0.10	1.78±0.39	3.15±0.38	4.40±0.42	5.89±0.89
	BA 10 NAA	0	0.59±0.05	2.09±0.54	2.93±0.49	4.27±0.62
0.1		0.76±0.14	1.82±0.04	3.08±0.29	5.03±0.12	6.00±0.42
0.5		0.74±0.09	2.09±0.38	3.67±0.19	4.87±0.09	5.94±0.24
1		0.58±0.25	2.10±0.15	3.73±0.38	4.37±0.58	5.19±0.66
2		0.61±0.23	1.83±0.19	3.31±0.16	4.80±0.12	5.94±0.34
F-test		ns	ns	ns	ns	ns
Regression	Lns	Lns	Lns	L**	Lns	
CV(%)	46.41	30.76	16.94	13.85	15.95	

¹ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแต่ละช่วง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Dun's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

L = linear Q = quadratic C = cubic

ตารางที่ 13 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนยอคของชิ้นส่วนที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงที่เติมสารประกอบธรรมชาติ ร่วมกับ BA และ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (mg/l)		จำนวนยอค(ยอค)(±SE) ¹			
		อายุ(สัปดาห์)			
		8	12	16	20
BA	0	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
	1	1.02±0.02	1.02±0.02	1.02±0.02	1.02±0.02
	2	1.00±0.00	1.00±0.00	1.02±0.02	1.02±0.02
	3	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.04±0.03
	5	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.13±0.04
	10	1.00±0.00	1.02±0.02	1.02±0.02	1.11±0.08
F-test		ns	ns	ns	ns
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	L*Q*C*
NAA	0	1.00±0.00	1.02±0.02	1.01±0.02	1.09±0.06
	0.1	1.02±0.02	1.02±0.02	1.01±0.02	1.09±0.04
	0.5	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.03±0.03
	1	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.03±0.03
	2	1.00±0.00	1.00±0.00	1.01±0.02	1.01±0.02
	F-test		ns	ns	ns
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns
BA 0 NAA	0	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
	0.1	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
	0.5	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
	1	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
	2	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
	F-test		ns	ns	ns
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns
BA 1 NAA	0	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
	0.1	1.11±0.11	1.11±0.11	1.11±0.11	1.11±0.11
	0.5	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
	1	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
	2	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
	F-test		ns	ns	ns
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns
BA 2 NAA	0	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
	0.1	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
	0.5	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
	1	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
	2	1.00±0.00	1.00±0.00	1.11±0.11	1.11±0.11
	F-test		ns	ns	ns
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns
BA 3 NAA	0	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.11±0.11
	0.1	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
	0.5	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
	1	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.11±0.11
	2	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
	F-test		ns	ns	ns
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns
BA 5 NAA	0	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.11±0.11
	0.1	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.22±0.11
	0.5	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.22±0.11
	1	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.11±0.11
	2	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
	F-test		ns	ns	ns
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns
BA 10 NAA	0	1.00±0.00	1.11±0.11	1.11±0.11	1.33±0.33
	0.1	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.22±0.23
	0.5	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
	1	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
	2	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
	F-test		ns	ns	ns
Regression		Lns	Lns	Lns	L**
CV(%)		1.58	2.23	2.73	6.76

¹ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Dun's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

L = linear Q = quadratic C = cubic

ตารางที่ 14 แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนเกิดขอดที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงที่เติมสารประกอบธรรมชาติ ร่วมกับ BA และ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (mg/l)	เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนเกิดขอด(เปอร์เซ็นต์ \pm SE) ^a				
	อายุ(สัปดาห์)				
	8	12	16	20	
BA	0	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00b
	1	2.22 \pm 2.22	2.22 \pm 2.22	2.22 \pm 2.22	2.22 \pm 2.22b
	2	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	2.22 \pm 2.22	2.22 \pm 2.22b
	3	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	4.44 \pm 3.03ab
	5	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	13.33 \pm 4.37a
	10	0.00 \pm 0.00	2.22 \pm 2.22	2.22 \pm 2.22	6.67 \pm 4.83ab
F-test	ns	ns	ns	*	
Regression	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQ*C*	
NAA	0	0.00 \pm 0.00	1.85 \pm 1.85	1.85 \pm 1.85	5.56 \pm 3.01
	0.1	1.85 \pm 1.85	1.85 \pm 1.85	1.85 \pm 1.85	9.26 \pm 4.52
	0.5	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	3.70 \pm 2.54
	1	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	3.70 \pm 2.54
	2	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	1.85 \pm 1.85	1.85 \pm 1.85
	F-test	ns	ns	ns	ns
Regression	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	
BA 0 NAA	0	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
	0.1	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
	0.5	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
	1	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
	2	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
	BA 1 NAA	0	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
0.1		11.11 \pm 11.11	11.11 \pm 11.11	11.11 \pm 11.11	11.11 \pm 11.11
0.5		0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
1		0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
2		0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
BA 2 NAA		0	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
	0.1	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
	0.5	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
	1	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
	2	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	11.11 \pm 11.11	11.11 \pm 11.11
	BA 3 NAA	0	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
0.1		0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
0.5		0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
1		0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	11.11 \pm 11.11
2		0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
BA 5 NAA		0	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
	0.1	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	22.22 \pm 11.11
	0.5	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	22.22 \pm 11.11
	1	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	11.11 \pm 11.11
	2	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
	BA 10 NAA	0	0.00 \pm 0.00	11.11 \pm 11.11	11.11 \pm 11.11
0.1		0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	22.22 \pm 22.22
0.5		0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
1		0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
2		0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
F-test		ns	ns	ns	ns
Regression	Lns	Lns	Lns	Lns	
CV(%)	47.45	64.29	75.14	101.45	

^aค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบ โดยวิธี Dun's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีมีความแตกต่างกันทางสถิติ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

L = linear Q = quadratic C = cubic

การทดลองที่ 3 ศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต TDZ และ NAA ต่อการเพิ่มปริมาณกล้วยไม้รองเท้านารีเหลืองปราจีนในสภาพปลอดเชื้อ

จากการนำต้นอ่อนรองเท้านารีเหลืองปราจีนในสภาพปลอดเชื้อมาตัดส่วนใบและรากออก เลี้ยงส่วนลำต้นบนอาหารสูตร MS ดัดแปลง ที่มีธาตุอาหารหลักของสูตร VW ธาตุอาหารรองและวิตามินของสูตร MS ที่เติมน้ำตาล 20 กรัมต่อลิตรโดยเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตเพื่อทดสอบระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการเพิ่มปริมาณยอดของต้นรองเท้านารีเหลืองปราจีน โดยใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตคือ TDZ เข้มข้น 0 0.1 0.5 1 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 0 0.1 0.5 1 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนมีดังนี้

การเจริญเติบโตของใบ

ในช่วง 8 สัปดาห์แรก ใบมีการเจริญค่อนข้างน้อย แทบไม่มีการพัฒนา แต่เมื่อสัปดาห์ที่ 12 ใบเริ่มมีการเจริญดีขึ้น โดยเฉพาะชิ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตและที่เติม NAA เพียงอย่างเดียว ใบมีขนาดใหญ่ สีเขียวเข้ม และเห็นลายใบชัดเจน (ภาพที่ 11) แต่ชิ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารในบางระดับความเข้มข้นของ TDZ และ NAA ใบที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะแผ่นใบบาง กรอบ แผ่นใบมีสีเขียวออกเหลืองซีด และไม่มีลายใบ (ภาพที่ 12) และเมื่อเลี้ยงชิ้นส่วนต่อจนถึงสัปดาห์ที่ 20 พบว่าในอาหารที่เติม NAA เพียงอย่างเดียว มีจำนวนใบมากกว่าที่เติม TDZ ร่วมด้วย โดยมีจำนวนใบ 2 ใบขึ้นไป และชิ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารที่เติม TDZ เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนใบเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 2.22 ใบ (ตารางที่ 15) เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนใบกับความเข้มข้นของ TDZ (x_1) ร่วมกับ NAA (x_2) ในแต่ละสัปดาห์พบว่ามีความสัมพันธ์กัน ($R = 0.49$) ซึ่งสมการของความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรง (linear) คือ $y = 0.454 + 1.374x_1 + 1.829x_2$ ซึ่งจากการพยากรณ์ความจำนวนใบกับความเข้มข้นของ TDZ ร่วมกับ NAA จะมีความคลาดเคลื่อนประมาณ 0.25 เปอร์เซ็นต์ แต่ความกว้างใบและความยาวใบในทุกระดับความเข้มข้นไม่แตกต่างกัน โดยที่ชิ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารที่เติม TDZ เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความกว้างใบเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 0.89 เซนติเมตร เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างใบกับความเข้มข้นของ TDZ ร่วมกับ NAA ในแต่ละสัปดาห์พบว่า ความกว้างใบ ไม่มีความสัมพันธ์กับระดับความเข้มข้นของ TDZ ร่วมกับ NAA และในอาหารที่เติม TDZ เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความยาวใบเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 2.17 เซนติเมตร (ตารางที่ 16 และ 17) เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวใบกับความเข้มข้นของ TDZ (x_1) ร่วมกับ NAA (x_2) ในแต่ละสัปดาห์ พบว่ามีความสัมพันธ์กัน ($R = 0.54$) ซึ่งสมการของความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรง (linear) คือ $y = 0.129 + 0.299x_1 - 0.427x_2$ ซึ่งจากการพยากรณ์ความยาวใบจากความเข้มข้นของ TDZ ร่วมกับ NAA จะมีความคลาดเคลื่อน 0.12 เปอร์เซ็นต์

การเจริญเติบโตของราก

ในช่วง 4 สัปดาห์แรกชิ้นส่วนในทุกสูตรอาหารเริ่มเกิดรากซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นสีขาวสั้นๆ ไม่มีขนราก และเกิดที่บริเวณฐานของชิ้นส่วน แต่รากที่เกิดขึ้นจะมีการเจริญอย่างช้าๆ จนถึงสัปดาห์ที่ 12 รากมีการเจริญและพัฒนาอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะชิ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตและอาหารที่เติม NAA เพียงอย่างเดียวรากจะมีการเจริญได้ดี ยาวและมีขนาดใหญ่ (ภาพที่ 11) โดยที่ความเข้มข้นของ NAA เพิ่มขึ้นรากก็เกิดมากขึ้นตามระดับความเข้มข้น แต่ในอาหารที่มี NAA ความเข้มข้นสูงถึง 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ความยาวรากลดลง (ตารางที่ 18 และ 19) และชิ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารที่เติม TDZ เพียงอย่างเดียว หรือที่ร่วมกับ NAA ชิ้นส่วนไม่ค่อยมีการเกิดราก หรือเกิดน้อย และรากไม่ค่อยมีพัฒนา และในบางชิ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต TDZ ร่วมกับ NAA รากมีการขยายขนาดพองใหญ่ขึ้นบริเวณปลายราก (ภาพที่ 12) เมื่อเลี้ยงชิ้นส่วนในอาหารที่เติม TDZ ความเข้มข้นสูง 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ทุกระดับความเข้มข้นจำนวนรากลดลง (ตารางที่ 18 และ 19) ซึ่งในทุกๆ สัปดาห์ชิ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารที่เติม NAA 2 มิลลิกรัมต่อลิตรเพียงอย่างเดียว มีจำนวนรากเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 1.44 ราก และชิ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารที่เติม NAA เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตรเพียงอย่างเดียวมีค่าเฉลี่ยความยาวรากสูงสุดเท่ากับ 2.43 เซนติเมตร (ตารางที่ 18 และ 19)

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรากกับความเข้มข้นของ TDZ (x_1) ร่วมกับ NAA (x_2) ในแต่ละสัปดาห์ พบว่ามีความสัมพันธ์กัน ($R = 0.67$) ซึ่งสมการของความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรง (linear) คือ $y = 0.089 - 0.317 x_1 - 0.025 x_2$ ซึ่งจากการพยากรณ์จำนวนรากจากความเข้มข้นของ TDZ ร่วมกับ NAA จะมีความคลาดเคลื่อน 0.28 เปอร์เซ็นต์ และความสัมพันธ์ระหว่างความยาวรากกับความเข้มข้นของ TDZ (x_1) ร่วมกับ NAA (x_2) ในแต่ละสัปดาห์พบว่ามีสัมพันธ์กัน ($R = 0.69$) ซึ่งสมการของความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรง (linear) คือ $y = 2.559 + 2.886 x_1 + 5.445 x_2$ ซึ่งจากการพยากรณ์ ความยาวรากจากความเข้มข้นของ TDZ ร่วมกับ NAA จะมีความคลาดเคลื่อน 0.36 เปอร์เซ็นต์

การเจริญเติบโตของยอด

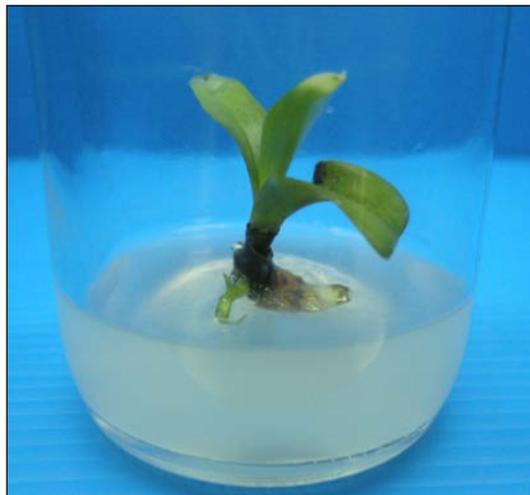
ในทุกสูตรอาหารชิ้นส่วนสามารถเกิดยอดได้ และในหลายระดับความเข้มข้นของ TDZ และ NAA สามารถชักนำให้เกิดยอดเพิ่มขึ้นจากเดิมได้ตั้งแต่ 4 สัปดาห์แรกของการทดลอง โดยจะเกิดหน่อเล็กๆ ที่ฐานบริเวณรอยตัดของชิ้นส่วน (ภาพที่ 13) ซึ่งการเกิดยอดจะสวนทางกับการเกิดรากและความยาวรากคือชิ้นส่วนที่มียอดส่วนใหญ่มักจะไม่มีรากเกิดขึ้น และในบางชิ้นส่วนบริเวณโคนฐานมีการไปงพองและมีหน่อเกิดขึ้น (ภาพที่ 14) และชิ้นส่วนมีเปอร์เซ็นต์เกิดยอดดีในอาหารที่มี TDZ เข้มข้น 0.1-0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่เมื่อระดับความเข้มข้นของ TDZ สูงขึ้น 1-2 มิลลิกรัมต่อลิตร เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนเกิดยอดลดลง และชิ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารที่เติม TDZ เข้มข้นสูง 2

มิลลิกรัมต่อลิตรที่รวมและไม่รวมกับ NAA สามารถชักนำให้เกิดยอดเพิ่มขึ้นจากเดิมได้ตั้งตั้งแต่ 4 สัปดาห์แรกของการทดลอง แต่มีเปอร์เซ็นต์ขึ้นส่วนเกิดยอดต่ำ (ตารางที่ 20 และ 21) ส่วนในอาหารที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต และอาหารที่เติม NAA เพียงอย่างเดียวขึ้นส่วนไม่สามารถชักนำให้เกิดยอดเพิ่มขึ้นได้เลยในทุกสัปดาห์ เมื่อเลี้ยงขึ้นส่วนจนถึงสัปดาห์ที่ 20 ขึ้นส่วนที่มีการเกิดยอดได้ดีที่สุดคือขึ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS คัดแปลงที่เติม TDZ เข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยการเกิดยอดสูงที่สุดเท่ากับ 1.44 ยอด และขึ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารที่เติม TDZ เข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร และ ที่เติม TDZ เข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร และ ที่เติม TDZ เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์ขึ้นส่วนเกิดยอดเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 33.33 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 20 และ 21)

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนยอดกับความเข้มข้นของ TDZ (x_1) ร่วมกับ NAA (x_2) ในแต่ละสัปดาห์พบว่ามีความสัมพันธ์กัน ($R = 0.51$) ซึ่งสมการของความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรง (linear) คือ $y = 1.010 + 0.045x_1 + 0.088x_2$ ซึ่งจากการพยากรณ์จำนวนยอดจากความเข้มข้นของ TDZ ร่วมกับ NAA จะมีความคลาดเคลื่อน 0.13 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ขึ้นส่วนเกิดยอดกับความเข้มข้นของ TDZ ร่วมกับ NAA ในแต่ละสัปดาห์พบว่า ทุกสัปดาห์เปอร์เซ็นต์ขึ้นส่วนเกิดยอดไม่มีความสัมพันธ์กับระดับความเข้มข้นของ TDZ ร่วมกับ NAA



ภาพที่ 11 แสดงลักษณะการเจริญเติบโตของร่อน้ำรีเหลืองปราจีนที่เพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลงที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตในสภาพปลอดเชื้อ เมื่ออายุได้ 20 สัปดาห์ (กำลังขยาย 1.33 เท่า)



ภาพที่ 12 แสดงลักษณะการเกิดยอดและรากของร่อน้ำรีเหลืองปราจีนที่เพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลง ที่เติม TDZ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ในสภาพปลอดเชื้อ เมื่ออายุได้ 20 สัปดาห์ (กำลังขยาย 1.33 เท่า)



ภาพที่ 13 แสดงลักษณะการเกิดยอดของร่องเท้ารีเหลืองปราจีนที่เพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ตัดแปลง ที่เติม TDZ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ในสภาพปลอดเชื้อ เมื่ออายุได้ 20 สัปดาห์ (กำลังขยาย 1.75 เท่า)



ภาพที่ 14 แสดงลักษณะการเกิดยอดของร่องเท้ารีเหลืองปราจีนที่เพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ตัดแปลง ที่เติม TDZ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ในสภาพปลอดเชื้อ เมื่ออายุได้ 20 สัปดาห์ (กำลังขยาย 1.75 เท่า)

ตารางที่ 15 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนใบของชิ้นส่วนที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลง ที่เติม TDZ ร่วมกับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (mg/l)	จำนวนใบ(ใบ)(±SE) ¹						
	อายุ(สัปดาห์)						
	4	8	12	16	20		
TDZ	0	1.13±0.05	1.29±0.05	1.67±0.07a	1.82±0.06a	2.11±0.07a	
	0.1	1.11±0.04	1.22±0.06	1.47±0.06ab	1.65±0.06ab	1.78±0.05b	
	0.5	1.04±0.03	1.09±0.05	1.33±0.08b	1.44±0.05c	1.49±0.07c	
	1	1.08±0.05	1.16±0.06	1.31±0.08b	1.47±0.06bc	1.47±0.06c	
	2	1.22±0.07	1.27±0.07	1.47±0.07ab	1.51±0.06bc	1.60±0.08bc	
F-test	ns	ns	*	**	**		
Regression	LnsQ*C*	LnsQ**C**	LnsQ**C**	L*Q**C**	L*Q**C**		
NAA	0	1.15±0.04	1.20±0.06	1.38±0.07	1.51±0.07	1.60±0.09	
	0.1	1.04±0.04	1.13±0.05	1.45±0.07	1.56±0.05	1.73±0.09	
	0.5	1.13±0.06	1.24±0.07	1.49±0.09	1.65±0.07	1.73±0.09	
	1	1.13±0.05	1.22±0.08	1.47±0.07	1.60±0.09	1.69±0.10	
	2	1.13±0.06	1.22±0.05	1.47±0.09	1.58±0.07	1.69±0.10	
F-test	ns	ns	ns	ns	ns		
Regression	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns		
TDZ 0	NAA	0	1.11±0.10	1.33±0.02	1.55±0.23	1.78±0.11	2.00±0.19abc
		0.1	1.00±0.00	1.22±0.11	1.67±0.00	1.78±0.11	2.11±0.11ab
		0.5	1.11±0.10	1.22±0.11	1.78±0.23	1.89±0.11	2.22±0.11a
		1	1.11±0.10	1.33±0.20	1.67±0.20	1.89±0.29	2.11±0.29ab
		2	1.33±0.19	1.33±0.00	1.67±0.20	1.78±0.11	2.11±0.11ab
TDZ 0.1	NAA	0	1.11±0.10	1.11±0.10	1.44±0.10	1.55±0.23	1.78±0.11abcde
		0.1	1.00±0.00	1.11±0.10	1.44±0.21	1.56±0.12	1.89±0.11abcd
		0.5	1.11±0.10	1.33±0.19	1.55±0.10	1.78±0.11	1.78±0.11abcde
		1	1.22±0.10	1.33±0.19	1.55±0.10	1.78±0.11	1.89±0.11abcd
		2	1.11±0.10	1.22±0.10	1.33±0.19	1.56±0.12	1.56±0.12cde
TDZ 0.5	NAA	0	1.22±0.10	1.22±0.21	1.44±0.10	1.44±0.12	1.44±0.12de
		0.1	1.00±0.00	1.00±0.00	1.33±0.19	1.44±0.12	1.55±0.23cde
		0.5	1.00±0.00	1.11±0.10	1.11±0.10	1.33±0.00	1.33±0.00e
		1	1.00±0.00	1.00±0.00	1.22±0.10	1.33±0.00	1.33±0.00e
		2	1.00±0.00	1.11±0.10	1.55±0.28	1.67±0.20	1.78±0.23abcde
TDZ 1	NAA	0	1.11±0.10	1.11±0.10	1.11±0.10	1.33±0.00	1.33±0.00e
		0.1	1.00±0.00	1.11±0.10	1.22±0.10	1.44±0.12	1.44±0.12de
		0.5	1.22±0.21	1.22±0.21	1.66±0.19	1.78±0.11	1.78±0.11abcde
		1	1.11±0.10	1.22±0.21	1.33±0.19	1.45±0.23	1.45±0.23de
		2	1.00±0.00	1.11±0.10	1.22±0.10	1.33±0.00	1.33±0.00e
TDZ 2	NAA	0	1.22±0.10	1.22±0.10	1.33±0.19	1.45±0.23	1.45±0.23de
		0.1	1.22±0.21	1.22±0.21	1.55±0.10	1.56±0.12	1.67±0.20bcde
		0.5	1.22±0.21	1.33±0.19	1.33±0.19	1.44±0.12	1.56±0.12cde
		1	1.22±0.21	1.22±0.21	1.55±0.10	1.56±0.12	1.67±0.00bcde
		2	1.22±0.21	1.33±0.19	1.55±0.21	1.55±0.23	1.66±0.33bcde
F-test	ns	ns	ns	ns	**		
Regression	Lns	Lns	Lns	Lns	L*		
CV(%)	20.04	22.42	20.33	15.69	16.14		

¹ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Dun's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

L = linear Q = quadratic C = cubic

ตารางที่ 16 แสดงค่าเฉลี่ยกว้างใบของชิ้นส่วนที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงที่เติม TDZ ร่วมกับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (mg/l)	ความกว้างใบ(เซนติเมตร)(±SE) ¹						
	อายุ(สัปดาห์)						
	4	8	12	16	20		
TDZ	0	0.53±0.02	0.63±0.02	0.71±0.02	0.77±0.01	0.79±0.03	
	0.1	0.62±0.03	0.71±0.03	0.78±0.03	0.81±0.03	0.83±0.03	
	0.5	0.65±0.03	0.71±0.03	0.76±0.04	0.78±0.03	0.80±0.03	
	1	0.60±0.03	0.65±0.02	0.70±0.02	0.71±0.02	0.71±0.02	
	2	0.63±0.04	0.68±0.03	0.73±0.03	0.75±0.04	0.77±0.04	
F-test	ns	ns	ns	ns	ns		
Regression	LnsQnsC*	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQ*C**	LnsQ*C**		
NAA	0	0.61±0.03	0.67±0.02	0.70±0.02	0.75±0.03	0.76±0.03	
	0.1	0.61±0.03	0.68±0.03	0.75±0.03	0.77±0.04	0.77±0.04	
	0.5	0.61±0.03	0.67±0.03	0.73±0.03	0.78±0.03	0.80±0.02	
	1	0.60±0.04	0.68±0.04	0.75±0.03	0.77±0.03	0.78±0.04	
	2	0.58±0.03	0.67±0.03	0.75±0.03	0.78±0.03	0.79±0.03	
F-test	ns	ns	ns	ns	ns		
Regression	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns		
TDZ 0	NAA	0	0.59±0.05	0.69±0.03	0.71±0.05	0.82±0.06	0.82±0.06
		0.1	0.50±0.03	0.60±0.00	0.71±0.02	0.75±0.08	0.75±0.08
		0.5	0.50±0.02	0.56±0.04	0.67±0.02	0.78±0.02	0.80±0.00
		1	0.51±0.07	0.61±0.05	0.68±0.04	0.71±0.03	0.72±0.40
		2	0.53±0.03	0.69±0.08	0.76±0.08	0.81±0.08	0.85±0.10
TDZ 0.1	NAA	0	0.57±0.05	0.64±0.03	0.74±0.03	0.79±0.06	0.82±0.08
		0.1	0.68±0.12	0.76±0.12	0.80±0.14	0.83±0.12	0.84±0.11
		0.5	0.65±0.05	0.77±0.04	0.82±0.05	0.84±0.06	0.87±0.05
		1	0.68±0.10	0.73±0.09	0.82±0.08	0.85±0.08	0.87±0.08
		2	0.52±0.05	0.64±0.06	0.72±0.06	0.75±0.03	0.75±0.03
TDZ 0.5	NAA	0	0.66±0.06	0.68±0.08	0.70±0.07	0.74±0.08	0.75±0.09
		0.1	0.64±0.08	0.70±0.08	0.74±0.07	0.74±0.07	0.74±0.07
		0.5	0.61±0.09	0.69±0.09	0.73±0.12	0.78±0.10	0.83±0.09
		1	0.63±0.07	0.72±0.06	0.76±0.07	0.77±0.06	0.78±0.08
		2	0.70±0.09	0.77±0.09	0.88±0.09	0.89±0.09	0.89±0.09
TDZ 1	NAA	0	0.57±0.03	0.63±0.04	0.65±0.05	0.66±0.06	0.68±0.06
		0.1	0.58±0.04	0.67±0.04	0.71±0.05	0.72±0.05	0.72±0.05
		0.5	0.60±0.06	0.64±0.03	0.69±0.03	0.71±0.04	0.72±0.03
		1	0.61±0.14	0.68±0.10	0.74±0.08	0.76±0.08	0.77±0.09
		2	0.63±0.10	0.65±0.03	0.68±0.02	0.71±0.03	0.71±0.03
TDZ 2	NAA	0	0.69±0.09	0.72±0.08	0.72±0.08	0.73±0.09	0.74±0.08
		0.1	0.66±0.09	0.69±0.09	0.78±0.10	0.79±0.11	0.80±0.12
		0.5	0.66±0.03	0.70±0.05	0.71±0.05	0.77±0.05	0.79±0.05
		1	0.61±0.14	0.67±0.12	0.72±0.12	0.75±0.13	0.77±0.14
		2	0.53±0.04	0.62±0.05	0.73±0.07	0.74±0.06	0.77±0.07
F-test	ns	ns	ns	ns	ns		
Regression	Lns	Lns	Lns	Lns	Lns		
CV(%)	21.64	17.84	16.92	16.66	16.96		

¹ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแต่ละช่วง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Dun's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

L = linear Q = quadratic C = cubic

ตารางที่ 17 แสดงค่าเฉลี่ยความยาวใบของชิ้นส่วนที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงที่เติม TDZ ร่วมกับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (mg/l)	ความยาวใบ (เซนติเมตร)(±SE) ¹						
	อายุ(สัปดาห์)						
	4	8	12	16	20		
TDZ	0	0.74±0.03b	0.98±0.05b	1.31±0.06	1.47±0.06	1.64±0.07	
	0.1	0.82±0.04b	1.09±0.05ab	1.42±0.06	1.55±0.06	1.69±0.07	
	0.5	0.99±0.06a	1.26±0.07a	1.59±0.10	1.72±0.10	1.85±0.12	
	1	0.82±0.05b	1.05±0.07b	1.33±0.07	1.47±0.08	1.58±0.10	
	2	1.01±0.05a	1.26±0.07a	1.51±0.11	1.67±0.13	1.82±0.15	
	F-test	**	**	ns	ns	ns	
Regression	L**Q*C**	L*QnsC**	LnsQnsC*	LnsQnsCns	LnsQnsCns		
NAA	0	0.81±0.05	1.02±0.06	1.28±0.06	1.42±0.08	1.55±0.09	
	0.1	0.93±0.05	1.19±0.06	1.47±0.06	1.58±0.07	1.70±0.09	
	0.5	0.87±0.05	1.13±0.05	1.48±0.06	1.66±0.06	1.84±0.07	
	1	0.88±0.07	1.16±0.09	1.57±0.12	1.70±0.13	1.84±0.15	
	2	0.88±0.04	1.14±0.06	1.36±0.09	1.52±0.09	1.65±0.11	
	F-test	ns	ns	ns	ns	ns	
Regression	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns		
TDZ 0	NAA	0	0.77±0.08	0.88±0.12	1.18±0.10	1.37±0.09	1.54±0.13
		0.1	0.86±0.03	1.20±0.06	1.53±0.09	1.58±0.07	1.75±0.03
		0.5	0.72±0.08	1.03±0.08	1.41±0.16	1.68±0.09	2.00±0.06
		1	0.64±0.06	0.87±0.07	1.32±0.08	1.38±0.08	1.47±0.08
		2	0.71±0.08	0.93±0.13	1.12±0.20	1.32±0.19	1.44±0.18
TDZ 0.1	NAA	0	0.67±0.09	0.98±0.04	1.34±0.06	1.60±0.12	1.75±0.21
		0.1	0.94±0.11	1.19±0.10	1.45±0.13	1.53±0.13	1.66±0.17
		0.5	0.85±0.06	1.10±0.02	1.44±0.08	1.60±0.06	1.80±0.08
		1	0.80±0.12	1.13±0.21	1.58±0.18	1.74±0.12	1.93±0.03
		2	0.83±0.03	1.07±0.12	1.27±0.17	1.30±0.15	1.33±0.16
TDZ 0.5	NAA	0	0.89±0.08	1.21±0.08	1.38±0.09	1.50±0.14	1.61±0.19
		0.1	0.95±0.17	1.14±0.24	1.38±0.24	1.47±0.23	1.55±0.25
		0.5	0.92±0.17	1.22±0.21	1.65±0.23	1.75±0.22	1.83±0.22
		1	1.10±0.20	1.40±0.24	1.97±0.35	2.06±0.35	2.17±0.43
		2	1.10±0.03	1.35±0.09	1.56±0.08	1.82±0.44	2.07±0.09
TDZ 1	NAA	0	0.69±0.03	0.81±0.07	1.06±0.13	1.11±0.13	1.15±0.16
		0.1	0.82±0.06	1.03±0.10	1.39±0.10	1.46±0.12	1.53±0.13
		0.5	0.83±0.10	1.10±0.09	1.44±0.14	1.56±0.17	1.65±0.20
		1	0.91±0.21	1.24±0.23	1.56±0.14	1.78±0.09	1.93±0.06
		2	0.83±0.10	1.08±0.18	1.21±0.18	1.46±0.23	1.62±0.31
TDZ 2	NAA	0	1.04±0.14	1.25±0.16	1.45±0.23	1.54±0.27	1.68±0.31
		0.1	1.07±0.11	1.40±0.14	1.60±0.15	1.84±0.23	1.99±0.27
		0.5	1.02±0.07	1.21±0.09	1.44±0.11	1.72±0.17	1.91±0.21
		1	0.95±0.20	1.17±0.28	1.42±0.50	1.56±0.58	1.72±0.66
		2	0.94±0.09	1.28±0.13	1.62±0.28	1.70±0.28	1.79±0.25
F-test	ns	ns	ns	ns	ns		
Regression	L*	Lns	Lns	Lns	Lns		
CV(%)	22.31	22.40	23.27	22.78	23.67		

¹ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแต่ละช่วง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Dun's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

L = linear Q = quadratic C = cubic

ตารางที่ 18 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนรากของชิ้นส่วนที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงที่เติม TDZ ร่วมกับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (mg/l)	จำนวนราก(ราก)(±SE) ^y						
	อายุ(สัปดาห์)						
	4	8	12	16	20		
TDZ	0	0.73±0.11a	0.93±0.12a	1.09±0.11a	1.24±0.11a	1.29±0.40a	
	0.1	0.53±0.10ab	0.56±0.10b	0.56±0.10b	0.56±0.10b	0.56±0.10b	
	0.5	0.38±0.07bc	0.42±0.07bc	0.44±0.08bc	0.44±0.08bc	0.44±0.08bc	
	1	0.38±0.09bc	0.40±0.09bc	0.42±0.09bc	0.42±0.09bc	0.42±0.09bc	
	2	0.22±0.06c	0.24±0.07c	0.24±0.07c	0.24±0.07c	0.24±0.07c	
F-test	**	**	**	**	**		
Regression	L**Q**C**	L**Q**C**	L**Q**C**	L**Q**C**	L**Q**C**		
NAA	0	0.42±0.08	0.47±0.09	0.49±0.10	0.53±0.13	0.56±0.13	
	0.1	0.51±0.08	0.56±0.08	0.60±0.09	0.65±0.11	0.65±0.11	
	0.5	0.51±0.12	0.53±0.12	0.58±0.12	0.60±0.13	0.60±0.13	
	1	0.49±0.10	0.58±0.11	0.60±0.12	0.62±0.13	0.62±0.13	
	2	0.31±0.11	0.42±0.14	0.48±0.14	0.51±0.14	0.53±0.15	
F-test	ns	ns	ns	ns	ns		
Regression	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns		
TDZ 0	NAA	0	0.56±0.12	0.78±0.23abc	0.89±0.29abcd	1.11±0.48abc	1.22±0.40abc
		0.1	0.55±0.23	0.78±0.11abc	1.00±0.19abc	1.22±0.23ab	1.22±0.23abc
		0.5	0.78±0.45	0.89±0.40ab	1.11±0.29ab	1.22±0.20ab	1.22±0.23abc
		1	0.89±0.22	1.11±0.22a	1.22±0.29a	1.33±0.20a	1.33±0.20ab
		2	0.89±0.29	1.11±0.40a	1.22±0.29a	1.33±0.20a	1.44±0.12a
TDZ 0.1	NAA	0	0.56±0.12	0.56±0.12abc	0.56±0.12abcde	0.56±0.12bcd	0.56±0.12cd
		0.1	0.56±0.29	0.56±0.29abc	0.56±0.29abcde	0.56±0.29bcd	0.56±0.29cd
		0.5	0.78±0.29	0.78±0.29abc	0.78±0.29abcde	0.78±0.29abcd	0.78±0.29abcd
		1	0.33±0.20	0.45±0.23abc	0.45±0.23bcde	0.45±0.23cd	0.45±0.23d
		2	0.44±0.29	0.44±0.29abc	0.44±0.29bcde	0.44±0.29cd	0.44±0.29d
TDZ 0.5	NAA	0	0.67±0.20	0.67±0.20abc	0.67±0.20abcde	0.67±0.20abcd	0.67±0.20bcd
		0.1	0.44±0.12	0.44±0.12abc	0.44±0.12bcde	0.44±0.12cd	0.44±0.12d
		0.5	0.33±0.00	0.33±0.00bc	0.33±0.00cde	0.33±0.00d	0.33±0.00d
		1	0.33±0.20	0.33±0.20bc	0.33±0.20cde	0.33±0.20d	0.33±0.20d
		2	0.11±0.11	0.33±0.20bc	0.44±0.29bcde	0.44±0.29cd	0.44±0.29d
TDZ 1	NAA	0	0.11±0.11	0.11±0.11c	0.11±0.11e	0.11±0.11d	0.11±0.11d
		0.1	0.67±0.00	0.67±0.00abc	0.67±0.00abcde	0.67±0.00abcd	0.67±0.00bcd
		0.5	0.45±0.23	0.45±0.23abc	0.45±0.23bcde	0.45±0.23cd	0.45±0.23d
		1	0.67±0.20	0.67±0.20abc	0.67±0.20abcde	0.67±0.20abcd	0.67±0.20bcd
		2	0.00±0.00	0.11±0.11c	0.22±0.23de	0.22±0.23d	0.22±0.23d
TDZ 2	NAA	0	0.22±0.11	0.22±0.11bc	0.22±0.11de	0.22±0.11d	0.22±0.11d
		0.1	0.33±0.20	0.33±0.20bc	0.33±0.20cde	0.33±0.20d	0.33±0.20d
		0.5	0.22±0.23	0.22±0.23bc	0.22±0.23de	0.22±0.23d	0.22±0.23d
		1	0.22±0.11	0.33±0.20bc	0.33±0.20cde	0.33±0.20d	0.33±0.20d
		2	0.11±0.11	0.11±0.11c	0.11±0.11e	0.11±0.11d	0.11±0.11d
F-test	ns	*	**	**	**		
Regression	L**	L**	L**	L**	L**		
CV(%)	11.76	12.09	12.10	11.98	19.49		

√ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแต่ละช่วง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Dun's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

L = linear Q = quadratic C = cubic

ตารางที่ 19 แสดงค่าเฉลี่ยความยาวรากของชิ้นส่วนที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงที่เติม TDZ ร่วมกับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (mg/l)	ความยาวราก(เซนติเมตร)(±SE) ¹						
	อายุ(สัปดาห์)						
	4	8	12	16	20		
TDZ	0	0.31±0.05a	0.67±0.07a	1.32±0.11a	1.57±0.13a	1.84±0.15a	
	0.1	0.20±0.04ab	0.34±0.08b	0.54±0.11b	0.57±0.11b	0.62±0.12b	
	0.5	0.16±0.06b	0.29±0.10b	0.37±0.11bc	0.40±0.11bc	0.43±0.11bc	
	1	0.12±0.04b	0.22±0.08b	0.34±0.11bc	0.38±0.12bc	0.41±0.12bc	
	2	0.07±0.03b	0.13±0.05b	0.15±0.06c	0.16±0.06c	0.16±0.06c	
F-test		**	**	**	**	**	
Regression		L**Q**C*	L**Q**C**	L**Q**C**	L**Q**C**	L**Q**C**	
NAA	0	0.22±0.06ab	0.36±0.10ab	0.50±0.15b	0.52±0.16bc	0.57±0.17ab	
	0.1	0.29±0.06a	0.52±0.10a	0.81±0.15a	0.84±0.16a	0.88±0.17a	
	0.5	0.15±0.04bc	0.31±0.08ab	0.58±0.15ab	0.71±0.19ab	0.83±0.24a	
	1	0.15±0.04bc	0.30±0.08ab	0.53±0.15ab	0.64±0.19abc	0.74±0.22ab	
	2	0.06±0.02c	0.16±0.07b	0.30±0.11b	0.36±0.12c	0.44±0.15b	
F-test		**	**	**	*	*	
Regression		L**Q*Cns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	
TDZ 0	NAA	0	0.32±0.23abcd	0.67±0.28ab	1.33±0.35ab	1.37±0.43abc	1.49±0.46cd
		0.1	0.40±0.06a	0.61±0.14abcd	1.42±0.29ab	1.50±0.30ab	1.62±0.34bc
		0.5	0.36±0.10abc	0.79±0.09a	1.44±0.24a	1.97±0.09a	2.43±0.07a
		1	0.31±0.05abcd	0.72±0.11a	1.43±0.16ab	1.90±0.15a	2.22±0.23ab
		2	0.17±0.08abcd	0.58±0.20abcde	0.97±0.26abc	1.13±0.17bcd	1.47±0.14cd
TDZ 0.1	NAA	0	0.32±0.12abcd	0.42±0.13abcde	0.45±0.14cde	0.50±0.12defg	0.58±0.06efg
		0.1	0.29±0.16abcd	0.51±0.30abcde	0.72±0.42bcde	0.72±0.42cdefg	0.72±0.42efg
		0.5	0.22±0.07abcd	0.47±0.13abcde	0.92±0.13abc	0.98±0.14bcde	1.10±0.17cde
		1	0.12±0.06abcd	0.23±0.12abcde	0.43±0.22cde	0.47±0.24defg	0.49±0.26efg
		2	0.07±0.04abcd	0.08±0.05cde	0.17±0.12de	0.18±0.12fg	0.19±0.12fg
TDZ 0.5	NAA	0	0.30±0.18abcd	0.55±0.28abcde	0.55±0.28cde	0.57±0.29defg	0.60±0.29efg
		0.1	0.38±0.20ab	0.64±0.35abc	0.76±0.36abcde	0.77±0.37cdefg	0.81±0.40defg
		0.5	0.06±0.02abcd	0.13±0.05bcde	0.24±0.08cde	0.27±0.09efg	0.27±0.09fg
		1	0.02±0.01cd	0.06±0.03de	0.08±0.05e	0.09±0.05g	0.12±0.06g
		2	0.02±0.02cd	0.07±0.05de	0.24±0.16cde	0.30±0.17efg	0.36±0.20efg
TDZ 1	NAA	0	0.04±0.05bcd	0.06±0.06de	0.06±0.06e	0.06±0.06g	0.07±0.07g
		0.1	0.29±0.11abcd	0.60±0.21abcde	0.87±0.21abcd	0.90±0.23bcdef	0.94±0.26cdef
		0.5	0.06±0.03abcd	0.08±0.06cde	0.19±0.10de	0.23±0.13fg	0.24±0.13fg
		1	0.20±0.13abcd	0.37±0.25abcde	0.55±0.36cde	0.60±0.35defg	0.67±0.36efg
		2	0.00±0.00d	0.02±0.02e	0.07±0.07e	0.10±0.10g	0.11±0.11g
TDZ 2	NAA	0	0.10±0.07abcd	0.11±0.08bcde	0.12±0.08e	0.12±0.08g	0.12±0.08g
		0.1	0.11±0.10abcd	0.25±0.21abcde	0.29±0.24cde	0.30±0.24efg	0.30±0.24fg
		0.5	0.06±0.06abcd	0.10±0.10cde	0.10±0.10e	0.11±0.11g	0.11±0.11g
		1	0.08±0.06abcd	0.11±0.10bcde	0.17±0.13de	0.18±0.14fg	0.19±0.14fg
		2	0.02±0.02cd	0.06±0.06de	0.07±0.07e	0.08±0.08g	0.08±0.08g
F-test		*	**	**	**	**	
Regression		L**	L**	L**	L**	L**	
CV(%)		6.95	10.21	11.62	11.49	11.65	

¹ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแต่ละช่วง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Dun's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

L = linear Q = quadratic C = cubic

ตารางที่ 20 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนยอคของชิ้นส่วนที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงที่เติม TDZ ร่วมกับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (mg/l)	จำนวนยอค(ยอค)(±SE) ¹						
	อายุ(สัปดาห์)						
	4	8	12	16	20		
TDZ	0	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	
	0.1	1.13±0.06	1.16±0.06	1.16±0.06	1.16±0.06	1.16±0.06	
	0.5	1.09±0.05	1.11±0.06	1.13±0.08	1.13±0.08	1.13±0.08	
	1	1.00±0.00	1.07±0.05	1.07±0.05	1.07±0.05	1.07±0.05	
	2	1.11±0.05	1.11±0.05	1.16±0.06	1.16±0.06	1.18±0.08	
F-test	ns	ns	ns	ns	ns		
Regression	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns		
NAA	0	1.02±0.02	1.02±0.02	1.02±0.02	1.02±0.02	1.02±0.02	
	0.1	1.11±0.06	1.11±0.06	1.11±0.06	1.11±0.06	1.11±0.06	
	0.5	1.02±0.02	1.07±0.05	1.07±0.05	1.07±0.05	1.07±0.05	
	1	1.02±0.02	1.07±0.05	1.09±0.07	1.09±0.07	1.09±0.07	
	2	1.16±0.06	1.18±0.06	1.22±0.07	1.22±0.07	1.24±0.08	
F-test	ns	ns	ns	ns	ns		
Regression	LnsQnsCns	LnsQnsCns	L*QnsCns	L*QnsCns	L*QnsCns		
TDZ 0	NAA	0	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
		0.1	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
		0.5	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
		1	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
		2	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
TDZ 0.1	NAA	0	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
		0.1	1.33±0.20	1.33±0.20	1.33±0.20	1.33±0.20	1.33±0.20
		0.5	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
		1	1.00±0.00	1.11±0.11	1.11±0.11	1.11±0.11	1.11±0.11
		2	1.33±0.20	1.33±0.20	1.33±0.20	1.33±0.20	1.33±0.20
TDZ 0.5	NAA	0	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
		0.1	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
		0.5	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
		1	1.11±0.11	1.22±0.23	1.33±0.20	1.33±0.33	1.33±0.33
		2	1.33±0.20	1.33±0.20	1.33±0.20	1.33±0.20	1.33±0.20
TDZ 1	NAA	0	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
		0.1	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
		0.5	1.00±0.00	1.22±0.23	1.22±0.23	1.22±0.23	1.22±0.23
		1	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
		2	1.00±0.00	1.11±0.11	1.11±0.11	1.11±0.11	1.11±0.11
TDZ 2	NAA	0	1.11±0.11	1.11±0.11	1.11±0.11	1.11±0.11	1.11±0.11
		0.1	1.22±0.23	1.22±0.23	1.22±0.23	1.22±0.23	1.22±0.23
		0.5	1.11±0.11	1.11±0.11	1.11±0.11	1.11±0.11	1.11±0.11
		1	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
		2	1.11±0.11	1.11±0.11	1.33±0.20	1.33±0.20	1.44±0.29
F-test	ns	ns	ns	ns	ns		
Regression	Lns	Lns	Lns	Lns	L*		
CV(%)	6.76	8.27	9.10	9.10	9.52		

¹ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแต่ละช่วง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Dun's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

L = linear Q = quadratic C = cubic

ตารางที่ 21 แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนเกิดขอดที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงที่เติม TDZ ร่วมกับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (mg/l)	เปอร์เซ็นต์การเกิดขอด(%)(±SE) ¹						
	อายุ(สัปดาห์)						
	4	8	12	16	20		
TDZ	0	0.00±0.00b	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	
	0.1	13.33±6.35a	15.56±6.40	15.56±6.40	15.56±6.40	15.56±6.40	
	0.5	6.66±3.57ab	8.89±5.11	11.11±7.03	11.11±7.03	11.11±7.03	
	1	0.00±0.00b	6.67±4.83	6.67±4.83	6.67±4.83	6.67±4.83	
	2	11.11±5.32ab	11.11±5.32	13.33±5.45	13.33±5.45	13.33±5.45	
	F-test	*	ns	ns	ns	ns	
Regression	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns		
NAA	0	2.22±2.22	2.22±2.22	2.22±2.22	2.22±2.22	2.22±2.22	
	0.1	11.11±6.24	11.11±6.24	11.11±6.24	11.11±6.24	11.11±6.24	
	0.5	2.22±2.22	6.67±4.83	6.67±4.83	6.67±4.83	6.67±4.83	
	1	2.22±2.22	6.67±4.83	8.89±6.88	8.89±6.88	8.89±6.88	
	2	13.33±5.45	15.56±5.51	17.78±5.51	17.78±5.51	17.78±5.51	
	F-test	ns	ns	ns	ns	ns	
Regression	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns		
TDZ 0	NAA	0	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
		0.1	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
		0.5	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
		1	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
		2	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
TDZ 0.1	NAA	0	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
		0.1	33.33±19.25	33.33±19.25	33.33±19.25	33.33±19.25	33.33±19.25
		0.5	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
		1	0.00±0.00	11.11±11.11	11.11±11.11	11.11±11.11	11.11±11.11
		2	33.33±19.25	33.33±19.25	33.33±19.25	33.33±19.25	33.33±19.25
TDZ 0.5	NAA	0	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
		0.1	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
		0.5	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
		1	11.11±11.11	22.22±22.22	33.33±33.33	33.33±33.33	33.33±33.33
		2	22.22±11.11	22.22±11.11	22.22±11.11	22.22±11.11	22.22±11.11
TDZ 1	NAA	0	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
		0.1	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
		0.5	0.00±0.00	22.22±22.22	22.22±22.22	22.22±22.22	22.22±22.22
		1	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
		2	0.00±0.00	11.11±11.11	11.11±11.11	11.11±11.11	11.11±11.11
TDZ 2	NAA	0	11.11±11.11	11.11±11.11	11.11±11.11	11.11±11.11	11.11±11.11
		0.1	22.22±22.22	22.22±22.22	22.22±22.22	22.22±22.22	22.22±22.22
		0.5	11.11±11.11	11.11±11.11	11.11±11.11	11.11±11.11	11.11±11.11
		1	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
		2	11.11±11.11	11.11±11.11	22.22±11.11	22.22±11.11	22.22±11.11
F-test	ns	ns	ns	ns	ns		
Regression	Lns	Lns	Lns	Lns	Lns		
CV(%)	100.63	108.36	107.99	107.99	107.99		

¹ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Dun's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

L = linear Q = quadratic C = cubic

การทดลองที่ 4 ศึกษาผลของสารประกอบธรรมชาติร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโต TDZ และ NAA ต่อการเพิ่มปริมาณกล้วยไม้รองเท้านารีเหลืองปราจีนในสภาพปลอดเชื้อ

จากการนำต้นอ่อนรองเท้านารีเหลืองปราจีนในสภาพปลอดเชื้อมาตัดส่วนใบและรากออก เลี้ยงส่วนลำต้นบนอาหารสูตร MS ดัดแปลง ที่มีธาตุอาหารหลักของสูตร VW ธาตุอาหารรองและวิตามินของสูตร MS ที่เติมสารประกอบธรรมชาติ น้ำมะพร้าว 100 มิลลิกรัมต่อลิตร, มันฝรั่ง 50 กรัมต่อลิตร, กล้วย 50 กรัมต่อลิตร เติมน้ำตาล 20 กรัมต่อลิตร, ถ่านกัมมันต์ 2 กรัมต่อลิตร โดยเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตเพื่อทดสอบระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการเพิ่มปริมาณยอดของต้นรองเท้านารีเหลืองปราจีน โดยใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตคือ TDZ เข้มข้น 0 0.1 0.5 1 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตรร่วมกับ NAA เข้มข้น 0 0.1 0.5 1 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนมีดังนี้

การเจริญเติบโตของใบ

เมื่อเลี้ยงชิ้นส่วนในอาหารเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ใบยังไม่ค่อยมีการพัฒนา เจริญเติบโตช้า แต่ในสัปดาห์ที่ 12 ใบมีการเจริญเติบโตมากขึ้น ใบมีขนาดใหญ่ หนาและมีลวดลายเกิดขึ้นบนแผ่นใบชัดเจน และมีจุดประสีม่วงกระจายอยู่ทั่วบริเวณหลังใบ (ภาพที่ 15) และเมื่อเลี้ยงจนถึงสัปดาห์ที่ 20 พบว่าในทุกสูตรอาหาร ทั้งจำนวนใบ ความกว้างใบ และความยาวใบมีการเจริญเติบโตดีไม่แตกต่างกัน โดยที่จะมีจำนวนใบประมาณ 3-4 ใบ ความกว้างใบ 0.9-1.1 เซนติเมตร และความยาว 2-2.7 เซนติเมตร (ตารางที่ 22 , 23 และ 24) ซึ่งชิ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารที่เติม TDZ เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตรร่วมกับ NAA เข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนใบเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 3.89 ใบ และในอาหารที่เติม TDZ เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยความกว้างใบสูงที่สุดเท่ากับ 1.11 เซนติเมตร และชิ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารที่เติม TDZ เข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยความยาวใบสูงที่สุดเท่ากับ 2.82 เซนติเมตร เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนใบกับความเข้มข้นของ TDZ ร่วมกับ NAA ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างใบกับความเข้มข้นของ TDZ ร่วมกับ NAA และความสัมพันธ์ระหว่างความยาวใบกับความเข้มข้นของ TDZ ร่วมกับ NAA ในแต่ละสัปดาห์พบว่าทุกสัปดาห์จำนวนใบ ความกว้างใบ และความยาวใบ ไม่มีความสัมพันธ์กับระดับความเข้มข้นของ TDZ ร่วมกับ NAA

การเจริญเติบโตของราก

ชิ้นส่วนที่เลี้ยงในทุกสูตรอาหารสามารถเกิดรากได้ตั้งแต่ 4 สัปดาห์แรก แต่รากจะมีการเจริญเติบโตช้า และรากที่เกิดขึ้นจะเป็นเพียงรากสั้นๆ สีขาว แต่เมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 12 รากมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว รากมีขนาดยาวใหญ่และมีขนรากเกิดขึ้น (ภาพที่ 16) และรากจะมีจำนวนและความยาว

มากขึ้นเรื่อยๆเมื่อเลี้ยงไปจนถึงสัปดาห์ที่ 20 ซึ่งตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 ถึงสัปดาห์ที่ 20 ในทุกสูตรอาหารทั้งจำนวนรากและความยาวรากมีการเจริญดีไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 25 และ 26) ส่วนในสัปดาห์ที่ 20 ชิ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารที่เติม TDZ เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนรากเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 5.44 ราก และชิ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารที่เติม TDZ เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตรเพียงอย่างเดียว มีค่าเฉลี่ยความยาวรากสูงที่สุดเท่ากับ 5.64 เซนติเมตร (ตารางที่ 25 และ 26) เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรากกับความเข้มข้นของ TDZ ร่วมกับ NAA และความสัมพันธ์ระหว่างความยาวรากกับความเข้มข้นของ TDZ ร่วมกับ NAA ในแต่ละสัปดาห์พบว่า ทุกสัปดาห์จำนวนรากและความยาวรากไม่มีความสัมพันธ์กับระดับความเข้มข้นของ TDZ ร่วมกับ NAA

การเจริญเติบโตของยอด

เมื่อพิจารณาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของ TDZ ร่วมกับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ที่มีผลต่อจำนวนยอด พบว่าในสัปดาห์ที่ 4 ชิ้นส่วนเกิดยอดได้ในทุกสูตรอาหาร แต่ยังไม่มีการเกิดยอดเพิ่มจากเดิมในทุกระดับความเข้มข้นของ TDZ และ NAA ซึ่งในช่วงแรกชิ้นส่วนจะเป็นการเจริญเติบโตในส่วนของต้นทั้งทางใบและราก แต่ในสัปดาห์ที่ 8 ชิ้นส่วนในบางระดับความเข้มข้นของ TDZ ร่วมกับ NAA เริ่มมีหน่อเกิดขึ้น แต่เกิดน้อยมาก เมื่อเลี้ยงชิ้นส่วนจนถึงสัปดาห์ที่ 20 หน่อเริ่มเกิดมากกว่าเดิม ซึ่งชิ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารที่เติม TDZ เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนยอดเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 1.22 ยอด และมีเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนเกิดยอดเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 22.22 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 27 และ 28) โดยหน่อที่เกิดขึ้นจะเกิดบริเวณโคนฐานของชิ้นส่วนใกล้กับราก ซึ่งหน่อที่เกิดขึ้นจะมีการเจริญเติบโตดี และเจริญได้เร็วเนื่องจากต้นตอมีการเจริญของส่วนใบและส่วนรากที่สมบูรณ์ (ภาพที่ 17) เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนยอดกับความเข้มข้นของ TDZ ร่วมกับ NAA และความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนเกิดยอดกับความเข้มข้นของ TDZ ร่วมกับ NAA ในแต่ละสัปดาห์พบว่า ทุกสัปดาห์จำนวนยอดและเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนเกิดยอดไม่มีความสัมพันธ์กับระดับความเข้มข้นของ TDZ ร่วมกับ NAA



ภาพที่ 15 แสดงลักษณะการเจริญเติบโตของร่อน้ำรีเหลืองปราจีน ที่เพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลง ที่เติมสารประกอบธรรมชาติ และเติม TDZ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 1 มิลลิกรัมต่อลิตรในสภาพปลอดเชื้อเมื่ออายุได้ 20 สัปดาห์ (กำลังขยาย 1.22 เท่า)



ภาพที่ 16 แสดงลักษณะการเจริญเติบโตส่วนรากของร่อน้ำรีเหลืองปราจีนที่เพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลง ที่ไม่เติมสารประกอบธรรมชาติในสภาพปลอดเชื้อ เมื่ออายุได้ 20 สัปดาห์ (กำลังขยาย 1.62 เท่า)



ภาพที่ 17 แสดงลักษณะการเกิดยอดของรองเท้านารีเหลืองปราจีนที่เพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ดัดแปลง ที่เติมสารประกอบธรรมชาติ และ TDZ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตรร่วมกับ NAA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ในสภาพปลอดเชื้อ เมื่ออายุได้ 20 สัปดาห์ (กำลังขยาย 1.44 เท่า)

ตารางที่ 22 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนใบของชิ้นส่วนที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงที่เต็มสารประกอบธรรมชาติร่วมกับ TDZ และ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (mg/l)	จำนวนใบ(ใบ)(±SE) ¹						
	อายุ(สัปดาห์)						
	4	8	12	16	20		
TDZ	0	1.42±0.07	1.78±0.05	2.16±0.06	2.93±0.09	3.40±0.09	
	0.1	1.47±0.08	1.73±0.07	2.31±0.07	3.18±0.07	3.58±0.07	
	0.5	1.27±0.07	1.73±0.10	2.31±0.08	3.16±0.09	3.62±0.09	
	1	1.42±0.06	1.84±0.07	2.36±0.07	3.18±0.09	3.64±0.10	
	2	1.40±0.11	1.84±0.07	2.22±0.08	3.18±0.09	3.53±0.11	
F-test	ns	ns	ns	ns	ns		
Regression	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns		
NAA	0	1.36±0.08	1.78±0.08	2.24±0.06	3.16±0.11	3.42±0.08	
	0.1	1.38±0.09	1.73±0.10	2.22±0.09	3.02±0.10	3.56±0.11	
	0.5	1.40±0.09	1.82±0.09	2.31±0.07	3.18±0.08	3.67±0.07	
	1	1.40±0.06	1.84±0.05	2.36±0.07	3.16±0.10	3.64±0.11	
	2	1.44±0.09	1.76±0.07	2.22±0.08	3.11±0.05	3.49±0.08	
F-test	ns	ns	ns	ns	ns		
Regression	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns		
TDZ 0	NAA	0	1.44±0.11	1.78±0.11	2.11±0.11	2.67±0.33	3.11±0.11
		0.1	1.44±0.29	1.67±0.19	2.00±0.11	2.67±0.19	3.44±0.29
		0.5	1.33±0.19	1.78±0.11	2.11±0.11	3.00±0.00	3.33±0.00
		1	1.44±0.11	1.89±0.11	2.33±0.19	3.11±0.11	3.44±0.29
		2	1.44±0.23	1.78±0.11	2.22±0.11	3.22±0.11	3.67±0.19
TDZ 0.1	NAA	0	1.67±0.19	1.89±0.11	2.44±0.11	3.44±0.11	3.56±0.11
		0.1	1.44±0.23	1.89±0.11	2.33±0.00	3.00±0.00	3.78±0.11
		0.5	1.11±0.11	1.33±0.19	2.00±0.19	2.89±0.11	3.67±0.19
		1	1.44±0.11	1.78±0.11	2.33±0.19	3.33±0.19	3.44±0.23
		2	1.67±0.00	1.78±0.11	2.44±0.11	3.22±0.11	3.44±0.11
TDZ 0.5	NAA	0	1.11±0.11	1.78±0.29	2.33±0.19	3.00±0.00	3.33±0.19
		0.1	1.22±0.11	1.56±0.40	2.22±0.23	3.00±0.19	3.44±0.23
		0.5	1.67±0.00	2.00±0.00	2.56±0.11	3.44±0.23	3.89±0.11
		1	1.22±0.11	1.87±0.13	2.44±0.11	3.33±0.33	3.89±0.11
		2	1.11±0.11	1.44±0.11	2.00±0.19	3.00±0.00	3.56±0.23
TDZ 1	NAA	0	1.22±0.22	1.56±0.23	2.11±0.11	3.22±0.23	3.56±0.23
		0.1	1.44±0.11	1.89±0.23	2.56±0.23	3.44±0.23	3.89±0.29
		0.5	1.56±0.11	2.00±0.00	2.44±0.11	3.11±0.11	3.67±0.19
		1	1.33±0.00	1.78±0.11	2.33±0.19	3.00±0.33	3.56±0.29
		2	1.56±0.11	2.00±0.00	2.33±0.19	3.11±0.11	3.56±0.11
TDZ 2	NAA	0	1.33±0.19	1.89±0.11	2.22±0.11	3.44±0.11	3.56±0.23
		0.1	1.33±0.33	1.67±0.19	2.00±0.19	3.00±0.19	3.22±0.11
		0.5	1.33±0.33	2.00±0.19	2.44±0.11	3.44±0.11	3.78±0.11
		1	1.56±0.23	1.89±0.11	2.33±0.19	3.00±0.19	3.89±0.29
		2	1.44±0.29	1.78±0.23	2.11±0.23	3.00±0.19	3.52±0.23
F-test	ns	ns	ns	ns	ns		
Regression	Lns	Lns	Lns	Lns	Lns		
CV(%)	22.74	16.35	12.33	10.01	9.68		

¹ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Dun's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

L = linear Q = quadratic C = cubic

ตารางที่ 23 แสดงค่าเฉลี่ยกว้างใบของชิ้นส่วนที่เลี้ยงบนอาหารสูตรMS คัดแปลงที่เดิม
สารประกอบธรรมชาติ ร่วมกับ TDZ และ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (mg/l)	ความกว้างใบ(เซนติเมตร)(±SE) ¹					
	อายุ(สัปดาห์)					
	4	8	12	16	20	
TDZ	0	0.60±0.03	0.66±0.03	0.74±0.02	0.87±0.03	0.94±0.03
	0.1	0.61±0.02	0.67±0.02	0.75±0.02	0.90±0.02	0.98±0.02
	0.5	0.57±0.02	0.64±0.02	0.73±0.01	0.88±0.02	0.99±0.04
	1	0.64±0.03	0.69±0.03	0.74±0.03	0.85±0.04	0.97±0.04
	2	0.56±0.01	0.67±0.02	0.76±0.02	0.89±0.03	0.97±0.04
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	
Regression	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	
NAA	0	0.59±0.03	0.66±0.02	0.74±0.02	0.89±0.03	0.99±0.03
	0.1	0.60±0.03	0.67±0.02	0.74±0.02	0.86±0.03	0.93±0.03
	0.5	0.62±0.03	0.67±0.03	0.75±0.03	0.88±0.04	0.98±0.03
	1	0.58±0.02	0.65±0.02	0.74±0.02	0.89±0.03	0.98±0.04
	2	0.60±0.02	0.69±0.02	0.77±0.02	0.88±0.03	0.97±0.02
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	
Regression	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	
TDZ 0 NAA	0	0.51±0.03	0.62±0.02	0.72±0.04	0.93±0.03	0.99±0.01
	0.1	0.69±0.10	0.72±0.09	0.76±0.08	0.89±0.13	0.98±0.13
	0.5	0.57±0.08	0.62±0.05	0.69±0.04	0.81±0.05	0.87±0.03
	1	0.56±0.04	0.59±0.03	0.71±0.04	0.83±0.04	0.89±0.05
	2	0.68±0.05	0.76±0.05	0.82±0.05	0.91±0.04	1.00±0.01
TDZ 0.1 NAA	0	0.68±0.08	0.71±0.06	0.79±0.03	0.92±0.03	0.99±0.02
	0.1	0.53±0.04	0.61±0.02	0.68±0.02	0.85±0.04	0.96±0.03
	0.5	0.61±0.01	0.65±0.02	0.75±0.04	0.91±0.05	0.96±0.06
	1	0.64±0.03	0.68±0.06	0.75±0.04	0.92±0.06	1.00±0.06
	2	0.61±0.03	0.72±0.05	0.78±0.04	0.90±0.04	0.98±0.08
TDZ 0.5 NAA	0	0.60±0.07	0.67±0.02	0.74±0.01	0.86±0.03	0.99±0.03
	0.1	0.60±0.02	0.65±0.01	0.73±0.02	0.86±0.05	0.92±0.05
	0.5	0.57±0.05	0.66±0.03	0.72±0.03	0.85±0.05	1.00±0.04
	1	0.52±0.06	0.58±0.02	0.72±0.04	0.95±0.10	1.10±0.17
	2	0.58±0.04	0.65±0.05	0.74±0.03	0.89±0.02	0.99±0.07
TDZ 1 NAA	0	0.60±0.08	0.65±0.07	0.69±0.05	0.83±0.06	0.96±0.13
	0.1	0.62±0.01	0.68±0.03	0.73±0.03	0.80±0.04	0.87±0.08
	0.5	0.80±0.10	0.82±0.10	0.85±0.12	0.98±0.16	1.11±0.13
	1	0.61±0.03	0.69±0.06	0.75±0.07	0.88±0.06	0.99±0.03
	2	0.55±0.03	0.63±0.05	0.69±0.02	0.78±0.05	0.93±0.02
TDZ 2 NAA	0	0.57±0.02	0.66±0.66	0.77±0.04	0.93±0.12	1.02±0.14
	0.1	0.58±0.06	0.68±0.06	0.79±0.07	0.88±0.05	0.95±0.05
	0.5	0.53±0.03	0.63±0.05	0.72±0.02	0.87±0.03	0.98±0.06
	1	0.57±0.03	0.69±0.05	0.76±0.04	0.85±0.10	0.94±0.09
	2	0.57±0.02	0.66±0.03	0.79±0.06	0.93±0.10	0.98±0.09
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	
Regression	Lns	Lns	Lns	Lns	Lns	
CV(%)	15.11	13.19	10.89	13.72	13.96	

¹ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแต่ละช่วง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Dun's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีมีความแตกต่างกันทางสถิติ

L = linear Q = quadratic C = cubic

ตารางที่ 24 แสดงค่าเฉลี่ยความยาวใบของชิ้นส่วนที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS คัดแปลงที่เดิมสารประกอบธรรมชาติร่วมกับ TDZ และ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (mg/l)	ความยาวใบ(เซนติเมตร)(±SE) ¹					
	อายุ(สัปดาห์)					
	4	8	12	16	20	
TDZ	0	0.89±0.05	1.25±0.05	1.66±0.06	2.11±0.07	2.38±0.07
	0.1	1.08±0.05	1.40±0.05	1.76±0.06	2.21±0.08	2.49±0.09
	0.5	0.96±0.06	1.27±0.05	1.67±0.07	2.15±0.11	2.32±0.08
	1	0.97±0.05	1.22±0.06	1.57±0.06	2.16±0.10	2.40±0.10
	2	0.92±0.03	1.36±0.04	1.68±0.06	2.20±0.11	2.40±0.12
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	
Regression	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	
NAA	0	0.95±0.05	1.33±0.05	1.80±0.07	2.31±0.09	2.49±0.09
	0.1	0.98±0.05	1.30±0.04	1.61±0.04	2.06±0.07	2.29±0.07
	0.5	0.96±0.07	1.28±0.06	1.58±0.07	2.04±0.10	2.28±0.09
	1	0.94±0.05	1.23±0.05	1.63±0.06	2.18±0.11	2.39±0.12
	2	0.99±0.04	1.35±0.06	1.73±0.07	2.23±0.09	2.55±0.09
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	
Regression	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	
TDZ 0 NAA	0	0.84±0.10	1.31±0.01	1.88±0.06	2.31±0.12	2.56±0.14
	0.1	0.98±0.22	1.26±0.14	1.60±0.09	1.98±0.11	2.43±0.23
	0.5	0.89±0.16	1.19±0.09	1.49±0.14	1.91±0.14	2.19±0.13
	1	0.87±0.07	1.19±0.09	1.68±0.08	2.17±0.03	2.24±0.06
	2	0.85±0.08	1.29±0.20	1.66±0.23	2.17±0.24	2.49±0.22
TDZ 0.1 NAA	0	1.09±0.16	1.39±0.09	1.87±0.15	2.33±0.18	2.61±0.25
	0.1	0.90±0.10	1.30±0.09	1.64±0.10	2.39±0.05	2.56±0.03
	0.5	1.20±0.12	1.49±0.10	1.75±0.04	2.05±0.13	2.27±0.08
	1	1.08±0.17	1.30±0.12	1.56±0.11	1.90±0.16	2.19±0.17
	2	1.14±0.05	1.52±0.11	1.96±0.19	2.39±0.25	2.82±0.27
TDZ 0.5 NAA	0	1.07±0.14	1.41±0.12	1.91±0.21	2.34±0.30	2.53±0.27
	0.1	1.13±0.07	1.32±0.12	1.65±0.07	1.94±0.13	2.19±0.09
	0.5	0.74±0.02	1.24±0.05	1.47±0.13	1.97±0.09	2.10±0.07
	1	0.78±0.13	1.07±0.07	1.67±0.18	2.38±0.41	2.43±0.29
	2	1.05±0.10	1.30±0.20	1.65±0.19	2.12±0.12	2.37±0.05
TDZ 1 NAA	0	0.89±0.12	1.12±0.09	1.52±0.09	2.23±0.23	2.32±0.27
	0.1	1.02±0.03	1.32±0.11	1.67±0.13	2.19±0.23	2.30±0.19
	0.5	1.14±0.22	1.26±0.26	1.69±0.29	2.31±0.41	2.62±0.31
	1	0.93±0.04	1.15±0.12	1.44±0.10	2.04±0.14	2.33±0.29
	2	0.87±0.04	1.25±0.08	1.52±0.06	2.02±0.17	2.40±0.16
TDZ 2 NAA	0	0.88±0.10	1.40±0.18	1.80±0.19	2.33±0.24	2.42±0.13
	0.1	0.89±0.02	1.30±0.05	1.47±0.03	1.81±0.08	1.98±0.04
	0.5	0.82±0.08	1.23±0.03	1.48±0.02	2.00±0.27	2.20±0.25
	1	1.02±0.06	1.46±0.08	1.81±0.17	2.40±0.34	2.74±0.40
	2	0.99±0.06	1.39±0.08	1.86±0.10	2.47±0.20	2.64±0.23
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	
Regression	Lns	Lns	Lns	Lns	Lns	
CV(%)	20.14	15.72	14.73	17.24	15.18	

¹ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแต่ละช่วง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Dun's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

L = linear Q = quadratic C = cubic

ตารางที่ 25 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนรากของชิ้นส่วนที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงที่เติมสารประกอบธรรมชาติร่วมกับ TDZ และ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (mg/l)	จำนวนราก(ราก)(±SE) ¹					
	อายุ(สัปดาห์)					
	4	8	12	16	20	
TDZ	0	0.93±0.11	1.31±0.11	2.27±0.11	4.16±0.19	4.37±0.18
	0.1	0.98±0.11	1.29±0.13	2.22±0.11	4.44±0.16	4.86±0.16
	0.5	1.02±0.08	1.51±0.09	2.53±0.11	4.70±0.19	4.92±0.18
	1	0.89±0.08	1.42±0.12	2.47±0.16	4.44±0.21	4.76±0.18
	2	0.93±0.07	1.56±0.11	2.51±0.14	4.46±0.17	4.71±0.13
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	
Regression	LnsQnsCns	L*QnsCns	L*Q*C*	LnsQnsCns	LnsQnsCns	
NAA	0	1.02±0.08	1.47±0.13	2.47±0.12	4.41±0.20	4.72±0.16
	0.1	0.89±0.09	1.33±0.09	2.24±0.11	4.30±0.15	4.56±0.17
	0.5	1.04±0.10	1.47±0.10	2.49±0.13	4.50±0.16	4.81±0.15
	1	0.87±0.10	1.40±0.10	2.31±0.17	4.31±0.26	4.63±0.22
	2	0.93±0.08	1.42±0.08	2.49±0.11	4.68±0.13	4.89±0.14
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	
Regression	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	
TDZ 0 NAA	0	1.11±0.29	1.22±0.40	2.11±0.29	4.44±0.48	4.78±0.62
	0.1	0.78±0.11	1.11±0.11	2.00±0.00	3.94±0.24	3.94±0.24
	0.5	1.11±0.29	1.44±0.29	2.44±0.29	4.22±0.23	4.33±0.19
	1	0.67±0.19	1.22±0.23	2.11±0.29	3.44±0.63	4.06±0.47
	2	1.00±0.33	1.56±0.11	2.67±0.19	4.72±0.31	4.72±0.31
TDZ 0.1 NAA	0	1.11±0.11	1.56±0.40	2.56±0.23	4.94±0.24	5.06±0.28
	0.1	0.89±0.29	1.33±0.19	2.22±0.11	4.11±0.11	4.61±0.20
	0.5	1.22±0.29	1.33±0.19	2.22±0.11	4.22±0.11	4.61±0.20
	1	0.78±0.40	1.22±0.44	2.11±0.40	4.50±0.10	5.00±0.58
	2	0.89±0.23	1.00±0.19	2.00±0.30	4.44±0.29	5.00±0.58
TDZ 0.5 NAA	0	1.11±0.23	1.67±0.33	2.67±0.19	4.33±0.33	4.56±0.29
	0.1	1.11±0.11	1.44±0.11	2.33±0.19	4.22±0.44	4.44±0.59
	0.5	1.11±0.23	1.44±0.29	2.56±0.40	5.11±0.48	5.44±0.29
	1	1.00±0.19	1.44±0.23	2.44±0.29	5.06±0.47	5.17±0.44
	2	0.78±0.11	1.56±0.11	2.67±0.19	4.78±0.40	5.00±0.19
TDZ 1 NAA	0	0.89±0.11	1.33±0.33	2.56±0.40	4.33±0.67	4.78±0.40
	0.1	1.00±0.19	1.56±0.29	2.44±0.29	4.89±0.40	5.11±0.29
	0.5	0.89±0.29	1.56±0.29	2.44±0.48	4.17±0.44	4.67±0.51
	1	0.78±0.23	1.33±0.33	2.33±0.51	4.00±0.50	4.28±0.50
	2	0.89±0.11	1.33±0.19	2.56±0.29	4.83±0.44	4.94±0.34
TDZ 2 NAA	0	0.89±0.11	1.56±0.11	2.44±0.29	4.00±0.51	4.44±0.23
	0.1	0.67±0.19	1.22±0.29	2.22±0.48	4.33±0.33	4.67±0.33
	0.5	0.89±0.11	1.56±0.11	2.78±0.11	4.78±0.23	5.00±0.19
	1	1.11±0.11	1.78±0.44	2.56±0.55	4.56±0.59	4.67±0.51
	2	1.11±0.11	1.67±0.00	2.56±0.11	4.61±0.20	4.78±0.23
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	
Regression	Lns	Lns	Lns	Lns	Lns	
CV(%)	39.46	32.80	22.74	16.43	14.19	

¹ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Dun's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

L = linear Q = quadratic C = cubic

ตารางที่ 26 แสดงค่าเฉลี่ยความยาวรากของชิ้นส่วนที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS คัดแปลงที่เติมสารประกอบธรรมชาติ ร่วมกับ TDZ และ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (mg/l)	ความยาวราก(เซนติเมตร)(±SE) ¹					
	อายุ(สัปดาห์)					
	4	8	12	16	20	
TDZ	0	0.96±0.12	2.04±0.17	2.83±0.12	3.66±0.19	4.27±0.17
	0.1	1.22±0.13	2.14±0.17	2.91±0.17	4.11±0.28	4.91±0.27
	0.5	1.05±0.10	2.24±0.14	3.13±0.15	4.37±0.25	5.03±0.16
	1	1.14±0.17	2.24±0.19	3.09±0.18	4.24±0.22	4.63±0.21
	2	1.04±0.10	2.13±0.19	3.13±0.16	4.24±0.21	4.67±0.25
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	
Regression	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	
NAA	0	1.14±0.11	2.28±0.17	3.06±0.16	4.19±0.28	4.78±0.24
	0.1	1.09±0.12	1.98±0.12	3.00±0.11	4.19±0.20	4.79±0.22
	0.5	1.20±0.16	2.31±0.20	3.13±0.17	4.04±0.20	4.58±0.16
	1	0.91±0.13	2.06±0.19	2.90±0.18	4.06±0.27	4.51±0.25
	2	1.08±0.11	2.17±0.15	3.03±0.16	4.13±0.25	4.84±0.25
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	
Regression	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	
TDZ 0 NAA	0	1.13±0.42	2.59±0.66	3.27±0.40	3.78±0.39	4.17±0.44
	0.1	1.32±0.18	2.09±0.22	2.77±0.14	3.72±0.50	4.28±0.40
	0.5	0.69±0.09	1.83±0.12	2.60±0.12	3.61±0.24	4.17±0.44
	1	0.78±0.33	1.95±0.39	2.93±0.29	4.11±0.75	4.39±0.59
	2	0.90±0.27	1.74±0.39	2.57±0.18	3.08±0.13	4.33±0.30
TDZ 0.1 NAA	0	1.47±0.24	2.61±0.34	3.20±0.38	4.58±0.46	5.61±0.20
	0.1	1.03±0.35	1.98±0.45	3.23±0.27	4.75±0.60	5.60±0.49
	0.5	1.29±0.20	2.04±0.08	2.57±0.13	3.19±0.23	4.37±0.36
	1	0.82±0.46	1.91±0.70	2.47±0.58	3.22±0.86	3.77±0.91
	2	1.51±0.17	2.19±0.27	3.10±0.38	4.78±0.15	5.19±0.20
TDZ 0.5 NAA	0	1.08±0.17	2.33±0.46	3.40±0.55	4.89±1.07	5.64±0.52
	0.1	1.10±0.20	2.03±0.21	2.83±0.26	4.30±0.48	4.83±0.44
	0.5	1.34±0.31	2.42±0.17	3.20±0.06	3.95±0.15	4.56±0.15
	1	1.69±0.18	2.20±0.54	3.13±0.54	4.58±0.74	4.83±0.17
	2	1.04±0.21	2.22±0.23	3.07±0.07	4.11±0.06	5.29±0.23
TDZ 1 NAA	0	0.82±0.02	2.12±0.08	2.83±0.29	4.00±0.75	4.11±0.39
	0.1	1.34±0.32	2.25±0.28	3.30±0.27	4.56±0.24	5.08±0.17
	0.5	1.60±0.68	2.88±0.84	3.77±0.59	4.94±0.53	5.03±0.41
	1	0.98±0.23	2.08±0.27	2.97±0.26	4.27±0.22	5.17±0.60
	2	0.93±0.35	1.88±0.31	2.57±0.26	3.44±0.34	3.75±0.14
TDZ 2 NAA	0	1.19±0.20	1.77±0.13	2.60±0.12	3.72±0.15	4.39±0.31
	0.1	0.63±0.17	1.55±0.10	2.70±0.10	3.64±0.27	4.17±0.60
	0.5	1.07±0.30	2.37±0.59	3.53±0.18	4.49±0.25	4.80±0.35
	1	1.27±0.25	2.17±0.47	3.00±0.36	4.11±0.24	4.39±0.36
	2	1.02±0.14	2.81±0.35	3.83±0.27	5.25±0.66	5.61±0.87
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	
Regression	Lns	Lns	Lns	Lns	Lns	
CV(%)	46.03	32.02	18.75	20.79	16.53	

¹ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Dun's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

L = linear Q = quadratic C = cubic

ตารางที่ 27 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนยอดของชิ้นส่วนที่เลี้ยงบนอาหารสูตรMS ดัดแปลงที่เติมสารประกอบธรรมชาติ ร่วมกับ TDZ และ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (mg/l)	จำนวนยอด(ยอด) $(\pm SE)^1$					
	อายุ(สัปดาห์)					
	8	12	16	20		
TDZ	0	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	
	0.1	1.02 \pm 0.02	1.02 \pm 0.02	1.02 \pm 0.02	1.02 \pm 0.02	
	0.5	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.04 \pm 0.03	1.04 \pm 0.03	
	1	1.02 \pm 0.02	1.02 \pm 0.02	1.02 \pm 0.02	1.02 \pm 0.02	
	2	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.05 \pm 0.04	1.07 \pm 0.05	
F-test		ns	ns	ns	ns	
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	
NAA	0	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.02 \pm 0.02	
	0.1	1.02 \pm 0.02	1.02 \pm 0.02	1.07 \pm 0.05	1.07 \pm 0.05	
	0.5	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	
	1	1.02 \pm 0.02	1.02 \pm 0.02	1.02 \pm 0.02	1.02 \pm 0.02	
	2	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.04 \pm 0.03	1.04 \pm 0.03	
F-test		ns	ns	ns	ns	
Regression		LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	
TDZ 0	NAA	0	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00
		0.1	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00
		0.5	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00
		1	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00
		2	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00
TDZ 0.1	NAA	0	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00
		0.1	1.11 \pm 0.11	1.11 \pm 0.11	1.11 \pm 0.11	1.11 \pm 0.11
		0.5	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00
		1	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00
		2	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00
TDZ 0.5	NAA	0	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00
		0.1	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00
		0.5	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00
		1	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00
		2	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.22 \pm 0.11	1.22 \pm 0.11
TDZ 1	NAA	0	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00
		0.1	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00
		0.5	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00
		1	1.11 \pm 0.11	1.11 \pm 0.11	1.11 \pm 0.11	1.11 \pm 0.11
		2	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00
TDZ 2	NAA	0	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.11 \pm 0.11
		0.1	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.22 \pm 0.23	1.22 \pm 0.23
		0.5	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00
		1	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00
		2	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00	1.00 \pm 0.00
F-test		ns	ns	ns	ns	
Regression		Lns	Lns	Lns	Lns	
CV(%)		2.44	2.44	4.44	4.75	

¹ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Dun's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

L = linear Q = quadratic C = cubic

ตารางที่ 28 แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนเกิดขอดที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ดัดแปลงที่เติมสารประกอบธรรมชาติ ร่วมกับ TDZ ร่วมกับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น (mg/l)	เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนเกิดขอด(%) \pm SE ¹				
	อายุ(สัปดาห์)				
	8	12	16	20	
TDZ	0	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
	0.1	2.22 \pm 2.22	2.22 \pm 2.22	2.22 \pm 2.22	2.22 \pm 2.22
	0.5	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	4.44 \pm 3.03	4.44 \pm 3.03
	1	2.22 \pm 2.22	2.22 \pm 2.22	2.22 \pm 2.22	2.22 \pm 2.22
	2	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	2.22 \pm 2.22	2.22 \pm 2.22
F-test	ns	ns	ns	ns	
Regression	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	
NAA	0	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	2.22 \pm 2.22
	0.1	2.22 \pm 2.22	2.22 \pm 2.22	4.44 \pm 3.03	4.44 \pm 3.03
	0.5	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
	1	2.22 \pm 2.22	2.22 \pm 2.22	2.22 \pm 2.22	2.22 \pm 2.22
	2	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	4.44 \pm 3.03	4.44 \pm 3.03
F-test	ns	ns	ns	ns	
Regression	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	LnsQnsCns	
TDZ 0 NAA	0	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
	0.1	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
	0.5	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
	1	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
	2	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
TDZ 0.1 NAA	0	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
	0.1	11.11 \pm 11.11	11.11 \pm 11.11	11.11 \pm 11.11	11.11 \pm 11.11
	0.5	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
	1	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
	2	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
TDZ 0.5 NAA	0	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
	0.1	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
	0.5	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
	1	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
	2	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	22.22 \pm 11.11	22.22 \pm 11.11
TDZ 1 NAA	0	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
	0.1	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
	0.5	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
	1	11.11 \pm 11.11	11.11 \pm 11.11	11.11 \pm 11.11	11.11 \pm 11.11
	2	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
TDZ 2 NAA	0	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	11.11 \pm 11.11
	0.1	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	11.11 \pm 11.11	11.11 \pm 11.11
	0.5	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
	1	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
	2	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
F-test	ns	ns	ns	ns	
Regression	Lns	Lns	Lns	Lns	
CV(%)	69.10	69.10	83.58	89.14	

¹ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Dun's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

L = linear Q = quadratic C = cubic

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต BA ร่วมกับ NAA และ TDZ ร่วมกับ NAA ต่อการเพิ่มปริมาณกล้วยไม้รองเท้านารีเหลืองปราจีนในสภาพปลอดเชื้อ ขึ้นส่วนสามารถเกิดหน่อได้ตั้งแต่ 4 สัปดาห์แรกของการทดลอง ซึ่งสามารถเกิดได้ในอาหารที่เติมสาร BA ร่วมกับ NAA และ TDZ ร่วมกับ NAA หรือที่เติม BA และ TDZ เพียงอย่างเดียว ในบางระดับความเข้มข้น ซึ่งขึ้นส่วนที่เกิดหน่อส่วนใหญ่มักจะไมเกิดราก หรือเกิดเพียงเล็กน้อย แต่รากที่เกิดขึ้นมักจะกลายเป็นสีน้ำตาลและไม่มีการเจริญเติบโตต่อ ต้นที่ได้จึงมีการเจริญเติบโตช้าและไม่สมบูรณ์ หลังจากเลี้ยงเป็นเวลา 20 สัปดาห์ พบว่าอาหารที่เหมาะสมที่สุดในการชักนำให้เกิดยอดคืออาหารที่เติม BA เข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตรร่วมกับ NAA เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าเฉลี่ยจำนวนยอดสูงสุดเท่ากับ 2.11 ยอด และมีเปอร์เซ็นต์ขึ้นส่วนเกิดยอดสูงสุดเท่ากับ 55.56 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับ บุญยืน (2544) ที่กล่าวว่า การใช้ระดับความเข้มข้นของไซโตไคนินสูง มีแนวโน้มที่กระตุ้นให้เกิดตา และจะทำให้ได้ต้นจำนวนมากแต่การเจริญเติบโตของต้นอาจชะงัก และ Lee *et al.* (1999) ที่ทดสอบสูตรอาหารเพื่อใช้ในการพัฒนายอดและการเจริญของต้นกล้า *Sarcanthus scolopendrifolius* โดยเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่มี BA 10 มิลลิกรัมต่อลิตรร่วมกับ NAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร จำนวนยอดจะเพิ่มมากขึ้น แต่ขัดแย้งกับ Lin *et al.* (2000) ที่ทดสอบการชักนำยอดจากแคลลัสรองเท้านารีและพบว่าเมื่อใช้ NAA ร่วมกับ BA ไม่สามารถชักนำให้เกิดยอดได้ ส่วนอาหารที่เติม TDZ เพียงอย่างเดียว หรือที่เติม TDZ ร่วมกับ NAA ในบางระดับความเข้มข้นจะมีจำนวนใบและรากลดลง และอาหารที่เติม TDZ เข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตรร่วมกับ NAA เข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยจำนวนยอดเท่ากับ 1.33 ยอด มีเปอร์เซ็นต์ขึ้นส่วนเกิดยอดสูงสุดเท่ากับ 33.33 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับ Huang *et al.* (2001) ที่ทำการทดลองเพื่อเพิ่มจำนวนยอดและรากของกล้วยไม้รองเท้านารี พบว่า TDZ ยับยั้งการเพิ่มยอดและราก และดวงพร (2544) เลี้ยงแคลลัสรองเท้านารีเหลืองตรังบนอาหารที่เติม TDZ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตรในสภาพมืด สามารถชักนำให้เกิดกลุ่มจุดกำเนิดยอดได้ และ Lin *et al.* (2000) ที่ทดสอบการชักนำยอดจากแคลลัสรองเท้านารี โดยใช้ NAA ร่วมกับ TDZ สามารถสร้างตายอดได้ 3-7 ตา ส่วนอาหารที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต หรือที่เติม NAA เพียงอย่างเดียวไม่สามารถชักนำให้เกิดยอดเพิ่มขึ้นจากเดิมได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Lin *et al.* (2000) ที่ทำการชักนำแคลลัสจากโปรโตคอร์ม ลำต้น ปลายราก และใบของต้นรองเท้านารี แล้วทดสอบการชักนำยอด พบว่าเมื่อใช้ NAA เพียงอย่างเดียว ไม่สามารถชักนำให้เกิดยอดได้ และตั้งแต่สัปดาห์ที่ 12 ของการทดลองเริ่มพบอาการยอดเน่าในบางขึ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารที่มี BA ร่วมกับ NAA โดยใบอ่อนในสุดเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลมีอาการจ้ำน้ำ และต่อมาใบอื่นๆและรากก็เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และตายในที่สุด ซึ่ง รังสฤษฎ์ (2540) กล่าวว่า BAP ช่วยให้อัตรการเพิ่มจำนวนต้นต่ำและเป็นพิษต่อต้น เมื่อมีความเข้มข้นของ BAP 2.5-20 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ต้น *Rhododendrons* อาจตายได้

จากการศึกษาผลของสารประกอบธรรมชาติร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโต BA และ NAA ต่อการเพิ่มปริมาณร่องเท่านั้นหรือเปลืองปราจีน และการศึกษาผลของสารประกอบธรรมชาติร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโต TDZ และ NAA ต่อการเพิ่มปริมาณร่องเท่านั้นหรือเปลืองปราจีน ในการทดลองทั้ง 2 เมื่อเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนในอาหารสูตร MS คัดแปลงที่เติมสารประกอบธรรมชาติ ร่วมกับการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตในทุกระดับความเข้มข้น ทั้งส่วนใบและรากของ ชิ้นส่วนมีการเจริญเติบโตดีไม่แตกต่างกัน ซึ่งในสารประกอบธรรมชาติที่ใส่ลงในอาหารมี สารอาหาร วิตามินต่างๆ ในปริมาณมาก ที่ช่วยส่งเสริมให้ต้นมีการเจริญเติบโตดี อย่งในเนื้อกล้วย มีสารอาหาร โดยเฉพาะธาตุเหล็กอยู่ในสภาพที่พืชนำไปใช้ได้ โดยกล้วยไม้สามารถนำไปใช้ในการ เจริญเติบโตและการเกิดรากได้ (Barnell. 1940; Arditti and Ernst. 1993; เบญจมาศ 2534) น้ำ มะพร้าวมีสารชีวเคมีและสารต่างๆ รวมทั้งมีไซโตไคนิน เช่น zeatin และ zeatin riboside ใน ปริมาณมาก (Letham. 1974) อีกทั้งยังพบกรดอะมิโนและน้ำตาลหลายชนิด ส่วนในมันฝรั่ง มี บทบาทต่อ nucleic acid metabolism โดยเฉพาะมีผลต่อการเพิ่มกรดนิวคลีอิก (nucleic acid) ทำให้ เกิดการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในเนื้อเยื่อพืชมากขึ้นทำให้พืชมีการเจริญดีขึ้น (Flores and Galston. 1982; Kaur-Sawhney *et al.* 1980; Kaur-Sawhney *et al.* 1982) แต่การเกิดหน่อจะแตกต่างกันไป ตามการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตร่วมกันในแต่ละระดับความเข้มข้น โดยหน่อที่เกิดขึ้นจะเกิด น้อยมาก อาจเนื่องจากในอาหารที่เติมสารประกอบธรรมชาติเข้าไปทำให้มีความสมดุลของสาร ควบคุมการเจริญเติบโตภายในอาหาร จึงทำให้ต้นเจริญเป็นปกติและไม่ช่วยส่งเสริมในการเกิดหน่อ หรืออาจเป็นเพราะสารประกอบบางชนิดที่มีมากเกินไปในกล้วยหอม มันฝรั่งหรือน้ำมะพร้าว ที่มี ผลในการยับยั้งการชักนำให้เกิดยอดของต้นร่องเท่านั้นหรือเปลืองปราจีนซึ่งสอดคล้องกับ Murashige (1961) ที่กล่าวว่าผลของจิบเบอเรลลินที่มีในน้ำมะพร้าวไปยับยั้งการเกิดรากและยอดได้ โดยหน่อที่ เกิดขึ้นจะมีความสมบูรณ์เนื่องจากเป็นหน่อที่เกิดจากต้นที่เลี้ยงในอาหารที่มีสารประกอบธรรมชาติ ร่วมด้วย

ซึ่งชิ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารที่ไม่มีสารประกอบธรรมชาติจะมีการเกิดหน่อได้ดีและเกิดได้ เร็วกว่าอาหารที่เติมสารประกอบธรรมชาติ แต่ต้นที่ได้จะไม่ค่อยสมบูรณ์ มีการเจริญเติบโตช้า ลักษณะของใบ ใบบาง สีซีด และรากมีการพัฒนาที่ไม่ดี มีขนาดเล็ก ในบางต้นพบอาการของยอด เน่าด้วย ส่วนชิ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารที่มีสารประกอบธรรมชาติร่วมด้วยนั้นจะเกิดหน่อน้อยกว่า แต่จะมีความสมบูรณ์มากกว่า

ดังนั้นอาจมีการศึกษาต่อไปในการเพาะเลี้ยงให้ต้นร่องเท่านั้นที่เกิดหน่อแล้วมีความ สมบูรณ์ของต้นมากขึ้น พร้อมทั้งจะย้ายออกปลูกในสภาพภายนอกได้

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเพิ่มปริมาณกล้วยไม้รองเท้านารีเหลืองปราจีน โดยแบ่งเป็น 4 การทดลอง ดังนี้ การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต BA เข้มข้น 0 1 2 3 5 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 0 0.1 0.5 1 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของสารประกอบธรรมชาติร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโต BA เข้มข้น 0 1 2 3 5 และ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 0 0.1 0.5 1 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร การทดลองที่ 3 ศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต TDZ เข้มข้น 0 0.1 0.5 1 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 0 0.1 0.5 1 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร การทดลองที่ 4 ศึกษาผลของสารประกอบธรรมชาติร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโต TDZ เข้มข้น 0 0.1 0.5 1 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 0 0.1 0.5 1 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากเลี้ยงเป็นเวลา 20 สัปดาห์ พบว่าอาหารสูตร MS ดัดแปลงที่เติม BA เข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าเฉลี่ยจำนวนยอดสูงที่สุด เท่ากับ 2.11 ยอด และมีเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนเกิดยอดสูงที่สุดเท่ากับ 55.56 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอาหารที่เติมสารประกอบธรรมชาติร่วมกับ TDZ เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร, TDZ เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร, TDZ เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร, TDZ เข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร มีจำนวนใบเฉลี่ยสูงสุด 3.89 ใบ และอาหารที่เติมสารประกอบธรรมชาติร่วมกับ TDZ เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความกว้างใบเฉลี่ยสูงสุด 1.11 เซนติเมตร และอาหารที่เติมสารประกอบธรรมชาติร่วมกับ BA เข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตรเพียงอย่างเดียว, BA เข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความยาวใบเฉลี่ยสูงสุด 2.93 เซนติเมตร และ อาหารที่เติมสารประกอบธรรมชาติร่วมกับ NAA เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตรเพียงอย่างเดียว มีจำนวนรากเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 5.67 ราก และอาหารที่เติมสารประกอบธรรมชาติร่วมกับ BA เข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความยาวรากเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 6.00 เซนติเมตร

สรุปว่าอาหารสูตร MS ดัดแปลงที่เติม BA เข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็นสูตรอาหารที่เหมาะสมที่สุดในการเพิ่มปริมาณกล้วยไม้รองเท้านารีเหลืองปราจีนในสภาพปลอดเชื้อ เพราะมี จำนวนยอดและเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนเกิดยอดสูงที่สุด และมีการเจริญเติบโตของต้นที่ดี อีกทั้งยังสามารถเกิดยอดได้ใน 4 สัปดาห์แรกอีกด้วย

ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองพบว่าชิ้นส่วนที่เลี้ยงในอาหารที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต BA ร่วมในสูตรอาหาร เมื่อเลี้ยงไปเป็นระยะเวลา เกินกว่า 3 เดือน ต้นมักเกิดอาการยอดเน่า ดังนั้นจึงอาจย้ายชิ้นส่วนลงเลี้ยงต่อในอาหารสูตรที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต เพื่อลดการสะสมของสารควบคุมการเจริญเติบโตภายในต้น ซึ่งก็ต้องมีการศึกษาต่อว่าควรใช้ระยะเวลาานเท่าใดในการทดสอบสาร ที่จะทำให้ชิ้นส่วนยังสามารถเพิ่มปริมาณยอดได้ และไม่เกิดอาการยอดเน่า และชิ้นส่วนที่เกิดหน่อส่วนใหญ่ที่ทำการศึกษาไม่เกิดราก และมีการพัฒนาค่อนข้างน้อย ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาหาวิธีการเพิ่มความสมบูรณ์ให้กับต้น โดยอาจย้ายต้นลงเลี้ยงในอาหารที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต หรืออาหารที่เติมสารประกอบธรรมชาติ เพื่อให้ชิ้นส่วนมีการเจริญทางส่วนใบและราก และเพื่อให้ต้นมีความสมบูรณ์ก่อนย้ายออกสู่สภาพภายนอกได้

บรรณานุกรม

- กลุ่มเกษตรสัญจร. 2541. **กล้วยไม้**. พิมพ์ครั้งที่5. กรุงเทพฯ :ฐานเกษตรกรรม.
- โกวิท กิติตระกูลณะนันท์. 2542. “ การอนุรักษ์และขยายพันธุ์กล้วยไม้เอื้องปากนกแก้วโดยวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพฤกษศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จักรกฤษณ์ ไวยกิจการณ, นลินภัทร์ สุวรรณชาติ และอุทัย เกร็มย์. 2549. “ ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเพาะเลี้ยงลำต้นของกล้วยไม้รองเท้านารีพันธุ์ชาวสตูล.” ปัญหาพิเศษครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร- การผลิตพืช ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- จิตติพร ผลธรรมพิทักษ์. 2540. “ การขยายโคลนกล้วยไม้รองเท้านารีในสภาพปลอดเชื้อ.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ดวงพร บุญชัย. 2546. “ การขยายพันธุ์กล้วยไม้ *Phalaenopsis violacea* Witte ในสภาพปลอดเชื้อ” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ดวงพร อังสุมาลี. 2544. “ การพัฒนาสูตรอาหารขยายโคลนกล้วยไม้รองเท้านารีสองชนิด.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธีรพล พรสวัสดิ์ชัย. 2535. “ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการงอกและการพัฒนาโปรโตคอร์มของรองเท้านารีเหลืองปราจีน.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ธารทิพย์ เพชรบูรณิน. 2549. “ การขยายพันธุ์กล้วยไม้รองเท้านารีในสภาพปลอดเชื้อ.” วารสารวิชาการเกษตร. 24 (3) : 230-246.
- เบญจมาศ ศิลาชัย. 2534. **กล้วย**. กรุงเทพฯ : ประชาชน.
- บุญยืน กิจวิจารณ์. 2544. **เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ**. พิมพ์ครั้งที่2. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น : คลังนาวิทยา.
- ประศาสตร์ เกี่ยมณี. 2538. **เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช**. กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พรีนติ้งเฮาส์.
- ฝ่ายวิชาการกักกันพืช. 2534. **พืชป่าในบัญชีแนบท้ายหมายเลข 1 ตามอนุสัญญาว่าด้วยการค้าระหว่างประเทศซึ่งชนิดสัตว์ป่าและพันธุ์พืชที่กำลังจะสูญพันธุ์**. กรุงเทพฯ : กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

- ไพบูลย์ กวินเลิศวัฒนา. 2524. **หลักการและวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช**. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ภาณีรัตน์ โตเจริญ. 2539. “การขยายพันธุ์โดยไม้อาศัยเพศของกล้วยไม้สกุลรองเท้านารีในสภาพปลอดเชื้อ.” **วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**.
- รังสฤษฎ์ กาวีตะ. 2540. **การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช : หลักการเทคนิค**. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ระพี สาคริก. 2535. **กล้วยไม้รองเท้านารี วิธีปลูกเลี้ยงและปัญหาอนุรักษ์ธรรมชาติ**. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- ศิวพงศ์ จำรัสพันธุ์. 2546. **การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช**. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏอุดรธานี. อุดรธานี: สถาบันราชภัฏอุดรธานี.
- เศรษฐมนต์ กาญจนกุล. 2551. **ร้อยพรรณพฤกษา กล้วยไม้รองเท้านารี**. กรุงเทพฯ: เศรษฐศิลป์.
- สกุณา พาแก้ว. 2538. “การศึกษาอายุฝักและสูตรอาหารสำหรับเพาะเมล็ดรองเท้านารีเหลืองปราจีน.” **วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**.
- อบฉันท ไททอง. 2549. **กล้วยไม้เมืองไทย**. พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพฯ : บ้านและสวน.
- อุไร จิรมงคลการ. 2541. **กล้วยไม้รองเท้านารี**. กรุงเทพฯ : บ้านและสวน.
- อารีย์ วรรณวัฒน์. 2541. **การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อการปรับปรุงพันธุ์**. กรุงเทพฯ : อติสรร์ค.
- Allenberg, H. 1976. “Nortizon zur keimung, meristem kutur und regeneration von erdorhidee.” 458. in Arditti. J and Ernst. R. **Micropropagation of Orchid**. New York : John Wiley & Son.
- Arditti, J. and Ernst, R. 1993. **Micropropagation of Orchid**. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Barnell, H.R. 1940. “The food value of banana.” **The Malayan Agricultural Journal**. 28 : 386-488.
- Chen, Y. and Piluek, C. 1995. “Effect of thidiazuron and N⁶-benzylaminopurine on shoot regeneration of Phalaenopsis.” **Plant Growth Regulation**. 16(1): 99-101.
- Chen, T. Chen, J. and Chang, W. 2002. “Multiple shoot formation and plant regeneration from stem nodal explants of *Paphiopedilum* orchids.” **In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant**. 38(6) : 595-597.

- Chen, T. Chen, J. and Chang, W. 2004. "Plant regeneration through direct shoot bud formation from leaf cultures of *Paphiopedilum* orchid." **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**. 76(1) : 11 - 15.
- Ernst, R. 1974. "The use of activated charcoal in asymbiotic seedling culture of *Paphiopedilum*". **American Orchid Society Bulletin**. 43 : 35-38.
- _____. 1994. "Effect of thidiazuron on *In vitro* propagation of *Phalaenopsis* and *Doritaenopsis* (Orchidaceae)." **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**. 39(3) : 273-275.
- Flores, H.E. and Galston, A.W. 1982. "Analysis of polyamines in higher plants by high performance liquid chromatography". **Plant Physiology**. 69 : 701-706.
- Heller, R. 1953. "Recherches sur la nutrition minérale des tissus végétaux cultivées *in vitro*." **Annales des Sciences Naturelles. Botanique et Biologie Végétale**. 14 : 1-223.
- Hoshi, Y. Kondo, K. and Hamatani, S. 1994. "*In vitro* seed germination of four Asiatic taxa of *Cypripedium* and notes on the nodal micropropagation of American *Cypripedium montanum*." **Lindleyana** 9(2) : 93 – 97
- Huang, L.C. 1984. "Alternative media and method for *Cattleya* propagation by tissue culture." **American Orchid Society Bulletin**. 53(2) : 167-170.
- Huang, L. 1988. "A procedure for asexual multiplication of *Paphiopedilum* *in vitro*." **American Orchid Society Bulletin**. 57(3) : 274-278.
- Huang, L. Lin, C.J. Kuo, C. Huang, B.L. and Murashige, T. 2001. "*Paphiopedilum* cloning *in vitro*." **Scientia Horticulturae**. 91(1/2) :111-121.
- Huetteman, C.A. and Preece, J.E. 1993. "Thidiazuron : a potent cytokinin for woody plant tissue culture." **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**. 33(3) : 105-119.
- Kaur-Sawhney, R. Flores, H.C. and Galston, A.W. 1980. "Polyamines- induced DNA synthesis and mitosis in oat leaf protoplasts". **Plant Physiology**. 65 : 368-371.
- Kaur-Sawhney, R. Shin L. and Galston, A.W. 1982. "Relation of polyamine biosynthesis to the inhibition of sprouting in potato tubers". **Plant Physiology**. 69 : 411-415.
- Lee, J.S. Lee, J.M. So, I.S. and Kang, K.W. 1999. "Effect of medium and plant growth regulators on *in vitro* growth of *Sarcanthus scolopendrifolius*." **Journal of the Korean Society for Horticultural Science**. 40 (6) : 742-746.

- Letham, D.S. 1974. Regulators of cell division in plant tissue XX. The cytokinins of coconut milk. **Physiologia Plantarum**. 32 : 66-70.
- Lin, Y.H. Chang, C. and Chang, W.C. 2000 . "Plant regeneration from callus culture of a *Paphiopedilum* hybrid." **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**. 62(1) : 21-25.
- Morel, G.M. 1974. "Clonal multiplication of orchid." 169-222. in Withner C.L. **The Orchid : Scientific Studies**. New York : Wiley- Interscience.
- Murashige, T. 1961. "Suppression of shoot formation in cultured tobacco cells by gibberellic acid". **Science**. 134 : 280.
- Murashige, T. and Skoog, F. 1962. "A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures." **Physiologia Plantarum**. 15(3) : 473-497.
- Paek, K.Y. and Yeung, E.C. 1991. "The effect of naphthaleneacetic acid and N⁶-benzyladenine on the growth of *Cymbidium forrestii* rhizomes *in vitro*." **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**. 24(2) : 65-71.
- Pierik, R.L.M. Sprenkels, P.A. Van Der Hast, B. and Van Der Meys, Q.G. 1988. "Seed germination and further development of plantlets of *Paphiopedilum ciliolare* Pfitz *in vitro*". **Scientia Horticulturae**. 34 : 139-153.
- Schwimmer, S. 1953. "Enzyme systems of the white potato". **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 1 : 1063-1069.
- Schwimmer, S. Berenue, A. Weston, W. J. and Potter, A.L. 1954. "Survey of major and minor sugar and starch components of the white potato". **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 2 : 1284-1290.
- Skoog, F. and Miller, C.O. 1957. "Chemical regulation of growth and organ formation in plant tissue culture *in vitro*." 79-81. in Bhojwani S.S. and Razdan. M.K. **Plant Tissue Culture : Theory and Practice**. Amsterdam : Elsevier Science.
- Stewart, J. and Button, J. 1975 . "Tissue culture studies in *Paphiopedilum*." **American Orchid Society Bulletin**. 44(7) : 591-599.
- Thomale, H. 1954. **Die Orchideen**. Eugen Uimer Verlag, Stuttgart.
- Tsakamoto, Y. Kano, K. and Katsuura, T. 1963. "Instant media for orchid seed germination." **American Orchid Society Bulletin**. 32 : 354-355.

Vacin, E.F. and Went, F.W. 1949. "Some pH change in nutrient solutions." **Botanical Gazette.**
110 : 605-613.