บทที่ 4

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 การหาขนาดชิ้นส่วนที่เหมาะสม สำหรับการเริ่มต้นเลี้ยงหงส์เหินพันธุ์ดอกขาว

1.1 การเกิดยอดใหม่ และการเกิดราก

การตัดชิ้นส่วนโคนต้นที่ได้จากการเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อโดยใช้ขนาดแตกต่างกัน 3 ขนาด คือ 0.2 , 0.3 และ 0.5 ซม แล้วนำไปเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่มี BAP ความเข้มข้น 1.0 มก/ล เมื่อเลี้ยงชิ้นส่วนพืชนาน 8 สัปดาห์ (ภาพ 5) มีผลทำให้จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดหน่อใหม่ ราก จำนวนยอดอ่อนต่อชิ้นส่วน และความสูง แตกต่างกันไป ดังแสดงไว้ในตาราง 7

ตาราง 7 ผลของขนาดชิ้นส่วนต่อจำนวนวันเริ่มเกิดหน่อใหม่ จำนวนยอดอ่อนต่อชิ้นส่วน ความสูง และจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก เมื่อเลี้ยงนาน 8 สัปดาห์

ขนาดของชิ้นส่วน (ซม)	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดหน่อใหม่	จำนวนยอดอ่อนเฉลี่ยต่อชิ้นส่วน	ความสูงเฉลี่ย (ซม)	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก
0.2	5.20 b	2.50	8.18 b	8.80
0.3	5.10 b	2.60	8.28 b	8.80
0.5	4.30 a	2.90	10.95 a	8.80
LSD 0.05	0.64	ns	0.31	ns

ab อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

เมื่อนำผลไปวิเคราะห์ค่าแตกต่างความแปรปรวนทางสถิติพบว่า

1.1.1 ระยะเวลาที่ใช้ในการเกิดยอด

พบว่าเมื่อเลี้ยงชิ้นส่วนบริเวณโคนต้นขนาด 0.2 , 0.3 และ 0.5 ซม ชิ้นส่วนบริเวณโคนต้นขนาด 0.5 ซม ใช้ระยะเวลาเฉลี่ยในการเกิดยอดใหม่เร็วกว่าคือเฉลี่ย 4.30 วัน ในขณะที่ชิ้นส่วนบริเวณโคนต้นขนาด 0.2 และ0.3 ซม ใช้เวลาเฉลี่ยในการเกิดยอดใหม่นานกว่าอย่างมีนัยสำคัญคือ 5.20 และ 5.10 วัน (ตาราง 7 และตารางผนวก 1)

1.1.2 จำนวนยอดอ่อนต่อชิ้นส่วน

ชิ้นส่วนบริเวณโคนต้นทั้ง 3 ขนาด ให้จำนวนยอดอ่อนต่อชิ้นส่วนมีความแตกต่างโดยชิ้นส่วนขนาด 0.5 ซม ให้จำนวนยอดใหม่ 2.9 ยอด ในขณะที่ขนาด 0.2 และ 0.3 ให้จำนวนยอดใหม่ 2.5 และ 2.6 ยอดตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตาราง 7 และตารางผนวก 2)

1.1.3 ความสูงของต้นเฉลี่ย

จากตาราง 6 และตารางผนวก 3 พบว่า ชิ้นส่วนบริเวณโคนต้นขนาด 0.5 ซม ให้ต้นใหม่ที่มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดคือ 10.95 ซม ตามลำดับซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับที่ได้จากชิ้นส่วนบริเวณโคนต้นขนาด 0.2 และ 0.3 ซม ซึ่งให้ต้นใหม่ที่มีความสูงรองลงมาคือ 8.18 และ 8.28 ซม (ตาราง 7 และตารางผนวก 3)

1.1.4 ระยะเวลาในการเกิดราก

ชิ้นส่วนบริเวณโคนต้นทั้ง 3 ขนาด ใช้ระยะเวลาเฉลี่ยในการเกิดรากไม่แตกต่างกันคือ 8.80 วัน (ตาราง 7 และตารางผนวก 4)

1.1.5 คุณภาพของต้นและราก

จากการเลี้ยงเนื้อเยื่อบริเวณโคนต้นเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าสีของต้นใหม่ที่เกิดขึ้นในทุกกรรมวิธีมีสภาพสีเขียวใกล้เคียงกันมาก ใบมีลักษณะสีเขียวปกติ แต่ชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่ใบจะมีขนาดใหญ่กว่าชิ้นส่วนที่มีขนาดเล็กเมื่อสังเกตุด้วยตา สำหรับลักษณะของรากมีลักษณะที่ไม่แตกต่างกัน รากมีสีขาวผอมบาง เป็นระบบรากฝอย (ภาพ 5)

1.1.6 การศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยา

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเนื้อเยื่อวิทยาของเนื้อเยื่อส่วนรอยต่อระหว่างรากกับลำต้นของต้นอ่อนหงส์เหินเมื่อเลี้ยงบนอาหารวุ้นสูตร MS ที่มี BAP ความเข้มข้น 1.0 มก/ล ตั้งแต่เริ่มเลี้ยงจนครบ 1 สัปดาห์ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อเมื่อเริ่มเลี้ยง (ภาพ 6) ซึ่งมีท่อลำเลียงอยู่แล้วและเริ่มมีจุดเริ่มต้นของจุดกำเนิดรากจากบริเวณใกล้ระบบลำเลียง ตั้งแต่เริ่มเลี้ยงและวันที่ 1 หลังการเลี้ยง (ภาพ 7) และพัฒนาเป็นจุดกำเนิดรากได้ชัดขึ้นหลังการเลี้ยงได้ 3 และ 4 วัน (ภาพ 9 และ10) แต่การเกิดยอดสังเกตเห็นกลุ่มเซลล์ตื่นตัวซึ่งเป็นจุดกำเนิดบริเวณแนวท่อลำเลียงหลังการเลี้ยงนาน 2 วัน (ภาพ 8) และเห็นชัดขึ้นเมื่อมีอายุ 4 วัน (ภาพ 10) และเห็นตายอดซึ่งมีใบที่อ่อนมากอยู่ด้วย (leaf primodia) โดยเห็นชัดเจนขึ้นตามลำดับในวันที่ 5, 6 และ 7 (ภาพ11, 12 และ13) และสามารถเกิดได้มากกว่า 1 ยอดต่อชิ้นส่วน

ภาพ 5 ต้นที่เกิดจากชิ้นส่วนขนาดต่างๆกันจากโคนต้นเมื่อเลี้ยงนาน 8 สัปดาห์

T1 = ขนาด 0.2 ซม T2 = ขนาด 0.3 ซม T3 = ขนาด 0.5 ซม

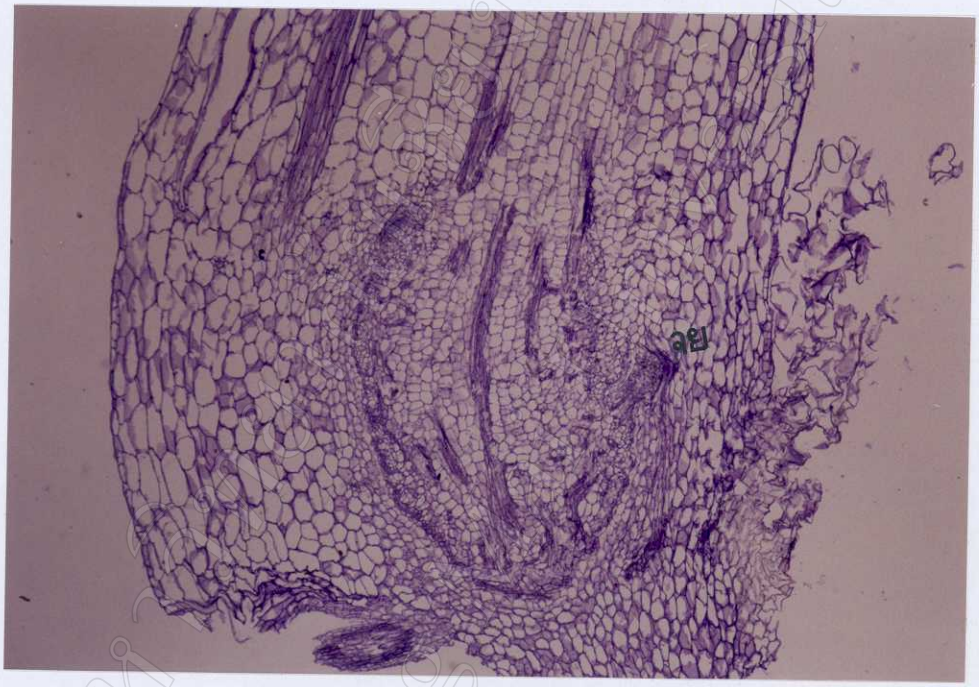
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

จากการทดลองนี้สามารถสรุปได้ว่าชิ้นส่วนโคนต้นขนาด 0.5 ซม โดยไม่ตัดแบ่งเหมาะสมต่อการใช้เป็นชิ้นส่วนเลี้ยงเพื่อให้จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิยอดเร็ว และความสูงต้นเฉลี่ยมากที่สุด จึงนำไปใช้การทดลองที่ 2 ต่อไป

การศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยาพบว่า จุดกำเนิดรากมีอยู่ในเนื้อเยื่อแม่ตั้งแต่เริ่มเลี้ยง และสังเกตเห็นจุดกำเนิดตาหลังเลี้ยง 2 วัน ตานี้สามารถพัฒนาเป็นยอดต่อไปได้

ภาพ 6 ภาพตัดตามยาวของส่วนโคนต้นที่ติดกับราก
แสดงท่อลำเลียงและจุดกำเนิดรากที่มีอยู่แล้วเมื่อเริ่มเลี้ยง (47X)
จร = จุดกำเนิดราก มร = หมวกราก

ภาพ 7 ภาพตัดตามยาวแสดงจุดเริ่มต้นของจุดกำเนิดราก
จากเนื้อเยื่อส่วนโคนต้นอายุ 1 วัน หลังการเลี้ยง (47 X)
จร = จุดกำเนิดราก



ภาพ 8 ภาพตัดตามยาว แสดงจุดเริ่มต้นของจุดกำเนิดยอด
จากเนื้อเยื่อส่วนโคนต้นอายุ 2 วัน หลังการเลี้ยง (47X)
จย = จุดกำเนิดยอด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University

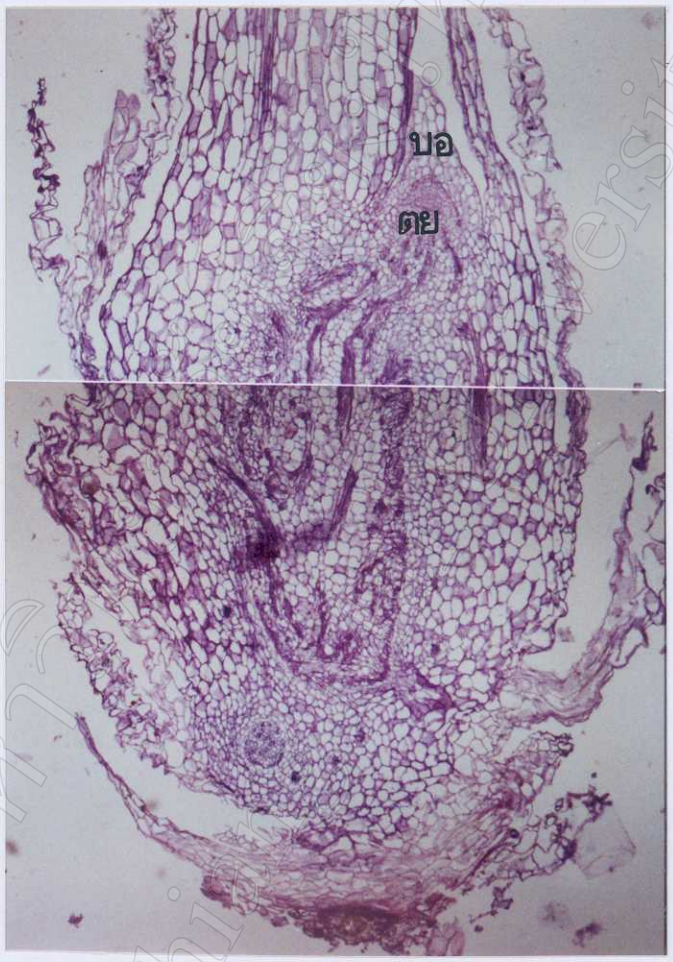
ภาพ 9 ภาพตัดตามยาว แสดงการพัฒนาของจุดกำเนิดราก
จากเนื้อเยื่อส่วนโคนต้น อายุ 3 วัน หลังการเลี้ยง (47 X)
จร = จุดกำเนิดราก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาพ 10 ภาพตัดตามยาวแสดงการพัฒนาของจุดกำเนิดราก และจุดกำเนิดยอด จากเนื้อเยื่อส่วนโคนต้น อายุ 4 วัน หลังการเลี้ยง (47X)

จร = จุดกำเนิดราก จย = จุดกำเนิดยอด

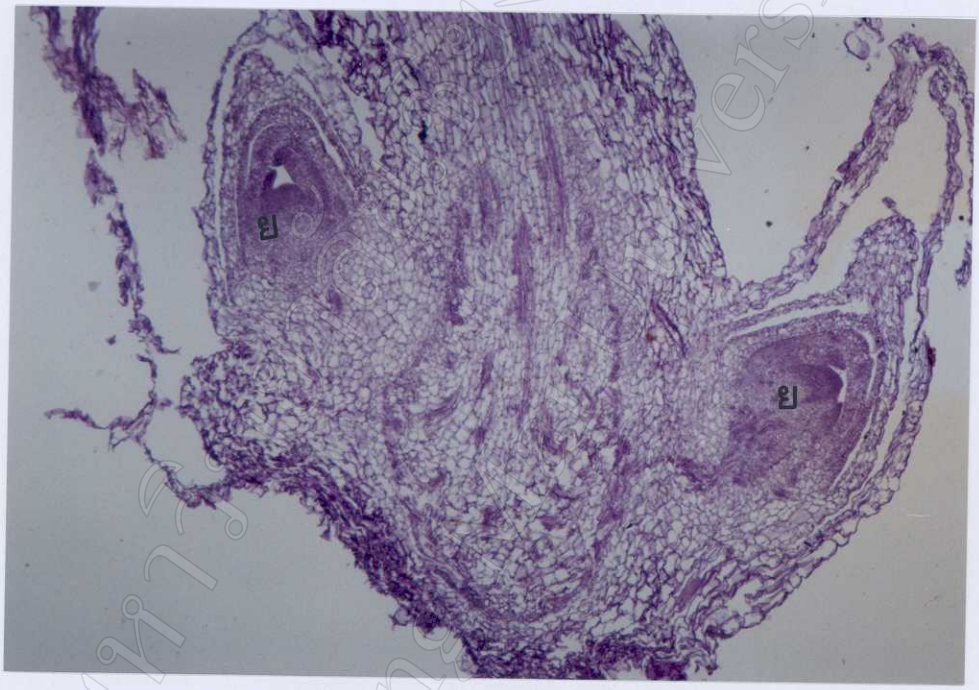
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University



ภาพ 11 ภาพตัดตามยาวของส่วนโคนต้น แสดงให้เห็นตายอดและใบอ่อนมาก ที่พัฒนาที่บริเวณซอกกาบใบ อายุ 5 วันหลังการเลี้ยง (18X)

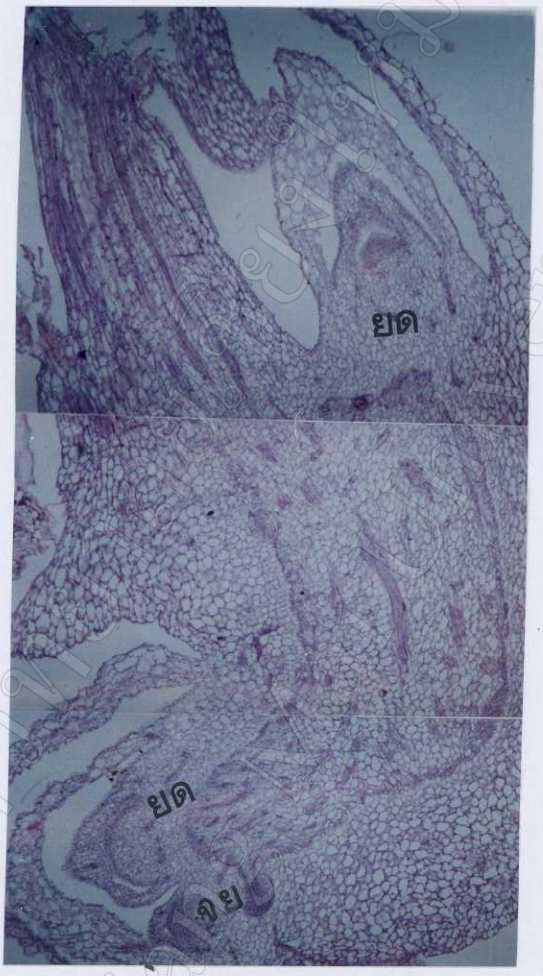
ตย = ตายอด บอ = ใบอ่อนมาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



ภาพ 12 ภาพตัดตามยาวแสดงตายอดใหม่ที่พัฒนาแล้ว
จากเนื้อเยื่อส่วนโคนต้นอายุ 6 วัน หลังการเลี้ยง (47 X)
ย = ยอดใหม่ที่พัฒนาแล้ว

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



ภาพ 13 ภาพตัดตามยาวแสดงตายอดและจุดกำเนิดยอดใหม่
จากเนื้อเยื่อส่วนโคนต้นอายุ 7 วัน หลังการเลี้ยง (18X)
ยด = ยอดเดิมที่พัฒนาแล้ว จย = จุดกำเนิดยอดใหม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

การทดลองที่ 2 ผลของ NAA และ BAP ต่อการแตกหน่อและการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนโคนต้นที่เลี้ยงบนอาหารวุ้น

2.1 ผลร่วม (interaction) ของ NAA และ BAP ต่อการเกิดยอดใหม่ จำนวนยอด ความสูงและจำนวนใบ

การเลี้ยงชิ้นส่วนของเนื้อเยื่อบริเวณโคนต้นหงส์เหินที่มีขนาด 0.5 ซม โดยใช้สารกระตุ้นการเจริญเติบโตคือ NAA และ BAP ความเข้มข้นแต่ละชนิด 5 ระดับคือ 0, 0.5, 1.0, 2.0 และ 5.0 มก/ล โดยใช้ร่วมกันในอาหารวุ้นสูตร MS มีผลต่อการเริ่มเกิดยอดใหม่ จำนวนยอด ความสูงของต้น และจำนวนใบดังแสดงไว้ใน ตาราง 8

2.1.1 ระยะเวลาที่ใช้สำหรับการเกิดยอดใหม่

จากตาราง 8 และตารางผนวก 5 จะเห็นว่า ผลของความเข้มข้นของ NAA และ BAP ไม่มีปฏิกิริยาร่วมซึ่งกันและกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อระยะเวลาที่ใช้สำหรับการเกิดยอดใหม่

2.1.2 จำนวนยอด

พบว่า ผลของ NAA และ BAP มีอิทธิพลร่วมกัน (ตารางผนวก 6) โดยที่ระดับความเข้มข้นของ NAA 0 และ 0.5 มก/ล และความเข้มข้นของ BAP ที่ระดับ 5.0 มก/ล มีผลในการให้จำนวนยอดสูงที่สุดคือ 5.60 และ 5.10 ยอดต่อชิ้นส่วนตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกระดับความเข้มข้นของ NAA และ BAP และเป็นที่น่าสังเกตว่า NAA ในระดับความเข้มข้นต่ำ คือ 0 และ 0.5 มก/ล ร่วมกับ BAP 1.0 มก/ล และ 2.0 มก/ล ยกเว้นเมื่อใช้ BAP 1 มก/ล แต่ไม่ใช้ NAA ให้จำนวนยอดเฉลี่ยรองลงมาคือ 3.60-3.90 ยอด ซึ่งต่างจากการใช้สารกระตุ้นการเจริญที่ระดับอื่นอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน (ตาราง 8) แต่ที่ระดับ BAP นี้เมื่อระดับความเข้มข้นของ NAA สูงขึ้นตั้งแต่ 1 มก/ล จำนวนยอดเฉลี่ยมีแนวโน้มที่จะลดลง แต่ถ้าไม่ใช้ NAA แต่ใช้ BAP 0 และ 0.5 มก/ล ก็ทำให้ยอดลดลงด้วย

2.1.3 ความสูงเฉลี่ย

สำหรับความสูงเฉลี่ยของต้นพบว่า ผลของ NAA และ BAP มีปฏิกิริยาร่วมซึ่งกันและกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวก 7) โดยอาหารที่ไม่ใส่ NAA เลยแต่มี BAP ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 มก/ล สามารถให้ความสูงของต้นใหม่ได้ดีที่สุดคือที่ 4.90 ซม แต่เมื่อความเข้มข้นลดลง หรือ เพิ่มมากขึ้น ความสูงของต้นกลับเริ่มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 8) แต่ผลร่วมของ NAA และ BAP ที่ความเข้มข้นอื่นเห็นผลไม่ชัดเจนเท่า

ตาราง 8 ผลร่วมของความเข้มข้นของ NAA และ BAP ที่มีต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอด จำนวนยอด ความสูง และจำนวนใบ เมื่อเลี้ยงนาน 8 สัปดาห์

NAA (มก/ล)	BAP (มก/ล)	จำนวนวันเฉลี่ย เมื่อเริ่มเกิดยอด	จำนวนยอดเฉลี่ย	ความสูงเฉลี่ย (ซม)	จำนวนใบเฉลี่ย
0	0	5.10	1.00 I	2.31 g	2.10 b
	0.5	5.00	1.70 defgh	4.90 a	3.00 a
	1.0	4.90	2.60 c	3.45 e	3.00 a
	2.0	5.00	3.80 b	1.89 h	1.20 d
	5.0	5.30	5.60 a	1.81 hi	1.00 d
0.5	0	5.70	1.30 ghi	3.80 d	2.00 b
	0.5	5.50	1.40 fghi	4.21 b	2.00 b
	1.0	5.50	3.60 b	4.14 bc	1.50 c
	2.0	5.60	3.90 b	1.73 hi	1.00 d
	5.0	6.10	5.10 a	2.61 f	1.00 d
1.0	0	6.00	1.20 hi	1.14 jk	2.00 b
	0.5	5.70	1.60 defghi	1.63 I	2.00 b
	1.0	5.90	1.30 ghi	0.96 k	1.00 d
	2.0	5.90	1.70 defgh	1.24 j	1.00 d
	5.0	6.20	1.30 ghi	1.02 jk	1.00 d
2.0	0	6.00	1.50 efghi	1.56 I	1.00 d
	0.5	6.00	1.80 defgh	2.22 g	1.00 d
	1.0	5.70	1.80 defgh	2.20 g	1.00 d
	2.0	6.20	2.20 cd	2.31 g	1.00 d
	5.0	6.00	2.00 def	2.14 g	1.00 d
5.0	0	5.80	1.60 defghi	3.94 cd	1.50 c
	0.5	6.10	1.70 defgh	4.01 bcd	1.60 c
	1.0	6.00	2.10 cde	1.16 jk	1.00 d
	2.0	5.80	1.30 ghi	1.03 jk	1.00 d
	5.0	6.10	1.90 defg	1.02 jk	1.00 d
LSD 0.05		Ns	0.52	0.26	0.20

abcdefghijk อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

2.1.4 จำนวนใบเฉลี่ย

จากตาราง 8 พบว่าปฏิกิริยาร่วมกันระหว่างความเข้มข้นของ NAA และ BAP มีผลต่อจำนวนใบต่อต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน (ตารางผนวก 8) โดยสามารถให้จำนวนใบเฉลี่ยสูงสุดเมื่อเติม BAP ที่ความเข้มข้น 0.5–1.0 มก/ล คือ 3.00 ใบ ซึ่งแตกต่างจากการใช้สารกระตุ้นการเจริญที่ระดับอื่นอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อความเข้มข้นของ BAP เพิ่มขึ้นกลับทำให้จำนวนใบลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ผลของ NAA ก็เช่นเดียวกัน พบว่าเมื่อไม่มีความเข้มข้นของ NAA เลยและใช้ร่วมกับ BAP 0.5 และ 1.0 มก/ล ทำให้เกิดใบได้สูงสุด หากเพิ่ม NAA ความเข้มข้น 0.5–5.0 มก/ล ทำให้จำนวนใบลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

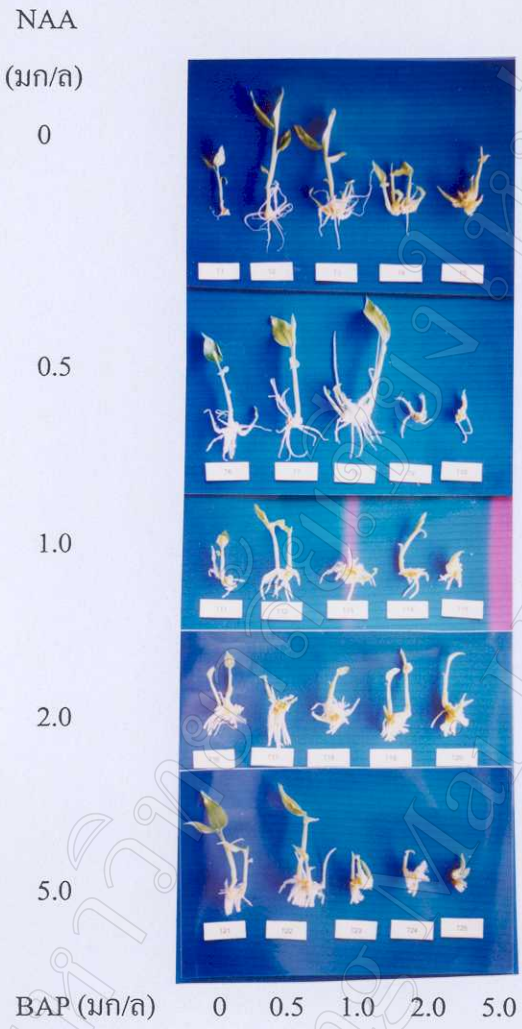
2.1.5 คุณภาพของต้น

การใช้ NAA และ BAP ความเข้มข้น 0–5.0 มก/ล ทำให้มีผลต่อการเกิดยอด จำนวนใบ และความสูงของต้น โดยเมื่อใช้ NAA อย่างเดียวที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 1.0-5.0 มก/ล ทำให้ต้นโดยรวมมีความสูงลดลง เมื่อใช้ BAP อย่างเดียวความเข้มข้นตั้งแต่ 1.0–5.0 มก/ล ทำให้เกิดยอดใหม่จำนวนมาก BAP ความเข้มข้นสูงโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้ร่วมกับ NAA ระดับสูงขึ้นยอดมีขนาดเล็ก และใบคลื่ออกปกติ (ภาพ 14)

2.2 ผล (main effect) ของความเข้มข้นของ NAA ที่มีต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอด จำนวนยอด ความสูง และจำนวนใบเฉลี่ย

2.2.1 จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอด

จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอดของเนื้อเยื่อที่เลี้ยงในอาหารที่มี NAA ความเข้มข้นต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวก 5) โดยที่ระดับ NAA ความเข้มข้น 0 มก/ล มีผลทำให้ระยะเวลาเฉลี่ยในการเกิดยอดได้เร็วขึ้นคือ 5.06 วัน หากให้ NAA ในระดับความเข้มข้นที่สูงขึ้นไปมีผลทำให้เกิดยอดได้ช้าลง (ตาราง 9)



ภาพ 14 ต้นและรากที่เกิดจากการเลี้ยงส่วนโคนต้นบนอาหารวุ้นที่เติม NAA และ BAP ความเข้มข้นต่างกันเมื่อเลี้ยงนาน 8 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

2.2.2 จำนวนยอด

พบว่า NAA ที่ความเข้มข้น 0–0.5 มก/ล ทำให้จำนวนยอดเฉลี่ยเกิดมากที่สุด คือ 2.94–3.06 ยอดต่อชิ้นส่วน โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อระดับความเข้มข้นสูงขึ้น (ตาราง 9 และตารางผนวก 6)

2.2.3 ความสูงของต้น

พบว่าที่ระดับความเข้มข้นของ NAA ที่ 0.5 มก/ล มีผลทำให้ความสูงเฉลี่ยมากที่สุดคือ 3.29 ซม โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากผลของ NAA ที่ความ เข้มข้นอื่น และพบว่าหากเพิ่มความเข้มข้นของ NAA ให้มากขึ้นมีแนวโน้มทำให้ความสูงเฉลี่ยของต้นลดลง (ตาราง 9 และ ตารางผนวก 7)

2.2.4 จำนวนใบ

NAA มีผลต่อจำนวนใบเฉลี่ย โดย NAA ที่ความเข้มข้น 0 มก/ล มีจำนวนใบเฉลี่ยมากที่สุดคือ 2.06 ใบ แตกต่างจากผลที่ได้รับจาก NAA ความเข้มข้นอื่นอย่างมีนัยสำคัญและหากเพิ่มความเข้มข้นของ NAA ให้สูงขึ้นมีผลทำให้จำนวนใบลดลงตามลำดับ (ตาราง 9 และตารางผนวก 8)

ตาราง 9 ผล (main effect) ของความเข้มข้นของ NAA ที่มีต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอด จำนวนยอด ความสูง และจำนวนใบเฉลี่ย เมื่อเลี้ยงนาน 8 สัปดาห์

ระดับ NAA (มก/ล)	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอด	จำนวนยอดเฉลี่ย	ความสูงเฉลี่ย (ซม)	จำนวนใบเฉลี่ย
0	5.06 a	2.94 a	2.87 b	2.06 a
0.5	5.68 b	3.06 a	3.29 a	1.50 b
1	5.94 bc	1.42 b	1.19 d	1.40 bc
2	5.98 c	1.86 b	2.08 c	1.00 d
5	5.96 c	1.72 b	2.23 c	1.22 c
LSD 0.05	0.26	0.46	0.39	0.22

abcd อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

2.3 ผล (main effect) ของ BAP ต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอด จำนวนยอด ความสูงต้น และจำนวนใบ

2.3.1 ระยะเวลาเมื่อเริ่มเกิดยอด

พบว่าความเข้มข้นของ BAP ที่แตกต่างกันทำให้ระยะเวลาเมื่อเริ่มเกิดยอดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอดใช้เวลาประมาณ 5.70-5.90 วัน (ตาราง 10 และตารางผนวก 5)

2.3.2 จำนวนยอด

ที่ระดับ BAP ความเข้มข้น 5 มก/ล สามารถให้จำนวนยอดเฉลี่ยได้มากที่สุดคือ 3.20 ยอด โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับที่ได้รับจากความเข้มข้นอื่น โดยที่ระดับความเข้มข้นของ BAP ที่ต่ำจะให้จำนวนยอดลดลงไปตามลำดับ

2.3.3 ความสูงของต้น

พบว่า เมื่อให้ BAP ที่ระดับ 0.5 มก/ล ให้ความสูงเฉลี่ยของต้นสูงที่สุดคือ 3.41 ซม ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากที่เกิดจาก BAP ระดับอื่น และหากความเข้มข้นที่มากขึ้นมีผลทำให้ความสูงลดลงตามลำดับ (ตาราง 10 และ ตารางผนวก 7)

2.3.4 จำนวนใบ

BAP ที่ความเข้มข้น 0–0.5 มก/ล เกิดจำนวนใบเฉลี่ยได้มากที่สุดคือ 1.70–1.90 ใบต่อต้นซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากที่ได้รับจาก BAP ระดับอื่น หากความเข้มข้นของ BAP มากขึ้นจะทำให้จำนวนใบลดลงตามลำดับ (ตาราง 10 และ ตารางผนวก 8)

ตาราง 10 ผล (main effect) ของความเข้มข้นของ BAP ที่มีต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอด จำนวนยอด ความสูง และจำนวนใบ เมื่อเลี้ยงนาน 8 สัปดาห์

ระดับ BAP มก/ล	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอด	จำนวนยอดเฉลี่ย	ความสูงเฉลี่ย (ซม)	จำนวนใบเฉลี่ย
0	5.70	1.30 c	2.50 b	1.70 a
0.5	5.70	1.60c	3.41 a	1.90 a
1	5.60	2.30 b	2.40 b	1.50 b
2	5.70	2.60 b	1.60 c	1.00 c
5	5.90	3.20 a	1.70 c	1.00 c
LSD 0.05	ns	0.46	0.41	0.21

abc อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

ns ไม่แสดงค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

2.4 ผลร่วมของ NAA และ BAP ที่มีต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก จำนวนราก และความยาวราก

ผลของ NAA และ BAP มีผลร่วมกันต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก จำนวนรากและความยาวราก โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติดังแสดงในตาราง 11

2.4.1 จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก

เมื่อไม่ใช้ NAA แต่ใช้ BAP ที่ระดับ 0 และ 0.5 มก/ล ใช้จำนวนวันเฉลี่ยในกลุ่มน้อยสุด เช่นเดียวกับเมื่อใช้ NAA 0.5, 1.0 และ 2.0 มก/ล ร่วมกับ BAP ทุกระดับ โดยจำนวนวันเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 11.00-12.90 วัน (ยกเว้นเมื่อใช้ NAA 0.5 มก/ล ร่วมกับ BAP 5.0 มก/ล และ NAA 1.0 มก/ล อย่างเดียว) แต่เมื่อไม่ใช้ NAA แต่ใช้ BAP ความเข้มข้นสูง คือ 2.0 และ 5.0 มก/ล ทำให้เกิดรากช้าที่สุด คือใช้เวลาเฉลี่ย 15.50-15.60 วัน ตามลำดับ (ตาราง 11 และ ตารางผนวก 9)

ตาราง 11 ผลร่วมของความเข้มข้นของ NAA และ BAP ที่มีต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก จำนวนราก และความยาวราก เมื่อเลี้ยงนาน 8 สัปดาห์

NAA (มก/ล)	BAP (มก/ล)	จำนวนวันเฉลี่ย เมื่อเริ่มเกิดราก	จำนวนรากเฉลี่ย	ความยาวรากเฉลี่ย (ซม)
0	0	11.20 ab	2.00 jk	0.67 ij
	0.5	11.80 ab	7.90 ef	1.99 b
	1.0	14.20 cd	7.70 ef	2.37 a
	2.0	15.50 d	2.00 jk	1.10 fgh
	5.0	15.60 d	1.30 k	0.26 k
0.5	0	11.20 ab	7.70 ef	1.42 de
	0.5	12.10 ab	7.50 ef	1.52 cde
	1.0	11.70 ab	11.40d	1.54 cd
	2.0	11.80 ab	2.90 j	0.98 gh
	5.0	13.20 bc	2.30 jk	0.85 hi
1.0	0	13.30 bc	5.80 hi	1.34 def
	0.5	11.90 ab	8.10 ef	1.73 bc
	1.0	12.70 abc	8.50 e	1.34 def
	2.0	12.20 abc	5.10 I	1.04 gh
	5.0	11.00 a	2.30 jk	0.60 ij
2.0	0	12.30 abc	14.80 b	1.62 c
	0.5	11.40 ab	15.60 ab	1.98 b
	1.0	12.90 abc	13.30 c	1.24 efg
	2.0	12.90 abc	12.70 c	0.69 ij
	5.0	12.10 ab	5.80 hi	0.52 j
5.0	0	11.00 a	12.60 c	0.55 j
	0.5	12.00 ab	16.60 a	0.65 ij
	1.0	11.90 ab	7.20 fg	0.54 j
	2.0	12.20 abc	6.30gh	0.56 ij
	5.0	12.10 ab	5.60 hi	0.62 ij
LSD 0.05		1.72	1.05	0.26

abcdefghijk อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

2.4.2 จำนวนรากเฉลี่ย

ความเข้มข้นของ NAA และ BAP มีผลร่วมกันต่อจำนวนรากเฉลี่ย โดยเมื่อใช้ NAA ความเข้มข้นสูงคือ 2.0 และ 5.0 มก/ล ใช้ร่วมกับ BAP ระดับต่ำ 0.5 มก/ล ให้จำนวนรากเฉลี่ยมากที่สุดคือ 15.60 และ 16.60 รากตามลำดับ ในภาพรวมเมื่อไม่มี NAA จำนวนรากเฉลี่ยเกิดน้อย โดยเห็นผลชัดเมื่อไม่มี BAP และมี BAP ที่ระดับ 5.0 มก/ล แต่เมื่อเติม NAA ที่ระดับสูงขึ้น จำนวนรากเฉลี่ยโดยรวมมากขึ้น การเพิ่ม BAP สูงขึ้นในแต่ละระดับของ NAA ทำให้จำนวนรากลดลง (ตาราง 11 และ ตารางผนวก 10)

2.4.3 ความยาวรากเฉลี่ย

พบว่าที่ความเข้มข้น NAA 0 มก/ล และ BAP ความเข้มข้น 1.0 มก/ล สามารถชักนำให้ความยาวรากได้สูงที่สุดคือ 2.37 ซม โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากที่เกิดจากผลของความเข้มข้นอื่น และยังพบว่าที่ระดับความเข้มข้นของ NAA 0, 1.0 และ 2.0 มก/ล เมื่อใช้ร่วมกับ NAA 0.5 มก/ล ให้ความยาวรากรองลงมา

โดยภาพรวมถ้าใช้ NAA ความเข้มข้นสูงความยาวรากเฉลี่ยจะลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อความเข้มข้น BAP ให้สูงขึ้น และผลนี้เห็นชัดยิ่งขึ้นเมื่อใช้ NAA ระดับสูงสุดร่วมกับ BAP ทุกระดับความเข้มข้น (ตาราง 11 และ ตารางผนวก 11)

2.4.4 คุณภาพของราก

การใช้ NAA และ BAP ความเข้มข้น 0–5.0 มก/ล ทำให้มีผลต่อการเกิดการเกิดราก บางรากมีสีขาว บางรากมีสีขาวอมเหลือง โดยรวมรากมีสีขาว รากเป็นกระจุกแต่รากที่ได้จากการไม่ใช้ NAA ในอาหารรากมีลักษณะผอม และจำนวนรากลดลงเมื่อความเข้มข้นของ BAP มากขึ้น แต่เมื่อใช้ NAA ร่วมกับ BAP ความเข้มข้นที่ระดับต่างๆ พบว่าโดยรวมรากมีขนาดใหญ่เมื่อใช้ NAA และรากสั้นกุดเมื่อ NAA มีระดับสูงขึ้น และ BAP ความเข้มข้นสูงโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้ร่วมกับ NAA ระดับสูงขึ้น (ภาพ 14)

2.5 ผล (main effect) ของความเข้มข้นของ NAA ที่มีต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก จำนวนราก และความยาวราก

2.5.1 จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก

เมื่อใช้ NAA ความเข้มข้น 0.5-5.0 มก/ล ทำให้จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดรากได้เร็วขึ้นอยู่ในช่วง 11.84–12.32 วัน โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเมื่อไม่ใช้ NAA (ตาราง 12 และ ตารางผนวก 9)

2.5.2 จำนวนรากเฉลี่ย

พบว่าจำนวนรากเฉลี่ยเกิดขึ้นมากที่สุดเมื่อเติม NAA ที่ระดับความเข้มข้น 2.0 มก/ล สามารถเกิดรากได้สูงสุดคือ 12.44 ราก แต่เมื่อความเข้มข้นมากขึ้น มีผลทำให้จำนวนรากลดลง โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 12 และตารางผนวก 10) แต่ถ้าใช้ระดับต่ำกว่านี้จนถึงไม่ใช้เลย จำนวนรากมีน้อยลงตามลำดับ

2.5.3 ความยาวรากเฉลี่ย

พบว่าความยาวรากเฉลี่ยจะสูงที่สุดเมื่อเติม NAA ในระดับความเข้มข้น 0-2.0 มก/ล โดยมีความยาวราก 1.21–1.27 ซม เมื่อระดับความเข้มข้นของ NAA เพิ่มสูงสุด ความยาวรากเฉลี่ยลดลงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับผลจากระดับอื่น (ตาราง 12 และ ตารางผนวก 11)

ตาราง 12 ผล (main effect) ของความเข้มข้นของ NAA ที่มีต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก จำนวนราก และความยาวราก เมื่อเลี้ยงนาน 8 สัปดาห์

ระดับ NAA มก/ล	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก	จำนวนรากเฉลี่ย	ความยาวรากเฉลี่ย (ซม)
0	13.66 b	4.18 d	1.27 a
0.5	12.00 a	6.36 c	1.26 a
1	12.22a	5.96 c	1.21 a
2	12.32 a	12.44 a	1.21 a
5	11.84 a	9.66 b	0.58 b
LSD 0.05	0.83	1.40	0.22

abcd อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

2.6 ผล (main effect) ของความเข้มข้นของ BAP ที่มีต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก จำนวนราก และความยาวราก

2.6.1 จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก

พบว่า BAP ที่ระดับความเข้มข้น 0 - 0.5 มก/ล มีผลทำให้จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดรากได้เร็วที่สุด คือ 11.80 วัน โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวก 9) และเมื่อความเข้มข้นของ BAP เพิ่มมากขึ้นมีผลทำให้จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดรากลดลง (ตาราง13)

2.6.2 จำนวนรากเฉลี่ย

BAP ความเข้มข้น 0.5 มก/ล มีผลต่อจำนวนรากเฉลี่ยโดยให้จำนวนรากเฉลี่ยต่อต้นสูงสุดคือ 11.10 ราก โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลจากความเข้มข้นอื่น และเมื่อเพิ่มหรือลด BAP จำนวนรากจะลดลงโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้ที่สองระดับสูงสุด (ตาราง 13 และตารางผนวก 10)

2.6.3 ความยาวรากเฉลี่ย

BAP ความเข้มข้น 0.5–1.0 มก/ล มีผลทำให้ความยาวรากมีความยาวที่สุด คือ 1.57–1.40 ซม โดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระดับอื่น และเมื่อระดับ BAP สูงขึ้นความยาวรากจะลดลงอย่างเห็นได้ชัด (ตาราง 13 และ ตารางผนวก 11)

ตาราง 13 ผล (main effect) ของความเข้มข้นของ BAP ที่มีต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก จำนวนราก และความยาวราก เมื่อเลี้ยงนาน 8 สัปดาห์

ระดับ BAP มก/ล	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก	จำนวนรากเฉลี่ย	ความยาวรากเฉลี่ย (ซม)
0	11.80 a	8.58 b	1.12 b
0.5	11.84 a	11.14 a	1.57 a
1	12.68 bc	9.62 b	1.40 a
2	12.92 c	5.80 c	0.87 c
5	12.80 c	3.46 d	0.57 d
LSD 0.05	0.87	1.46	0.20

abcd อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

โดยสรุปจากการทดลองนี้พบว่าความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตคือเติม BAP ที่ความเข้มข้น 0.5 มก/ล โดยให้ความสูงและจำนวนใบดีที่สุด หากต้องการให้แตกยอดจำนวนมากควรใช้ BAP ที่ความเข้มข้น 5.0 มก/ล ส่วน NAA พบว่าไม่มีความจำเป็นต่อการเกิดยอดและการเกิดราก

การทดลองที่ 3 การเลี้ยงช่อดอกอ่อน

การทดลองที่ 3.1 การหาขนาดและเทคนิคการตัดช่อดอกอ่อนที่มีผลต่อการเกิดยอดใหม่

3.1.1 ผลร่วม (interaction) ของขนาดและรูปแบบการตัดที่มีต่อระยะเวลาการเกิดยอดและจำนวนยอด

3.1.1.1 จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเกิดยอด

หลังจากเลี้ยงชิ้นส่วนช่อดอกอ่อนที่มีขนาดต่างกันคือ <0.5, 0.5 และ 1.0 ซม และรูปแบบการตัดคือ การตัดแบ่งครึ่งตามขวางและไม่ตัดแบ่งบนอาหารสูตร MS ที่เติม BAP 1.0 มก/ล นาน 12 สัปดาห์พบว่า ผลของขนาดของช่อดอกอ่อนและรูปแบบการตัดมีปฏิกิริยาร่วมซึ่งกันและกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวก 12) โดยขนาดของช่อดอกอ่อนขนาด 0.5 ซม ที่ไม่

ตัดแบ่งช่อดอก สามารถใช้ระยะเวลาในการเกิดยอดเฉลี่ยเร็วที่สุดคือ 89.60 วัน ซึ่งแตกต่างจากกรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้พบว่า ขนาดชิ้นส่วนน้อยกว่า 0.5 ซม ทั้งที่ตัดและไม่ได้ตัดแบ่งเมื่อนำมาเลี้ยงไม่สามารถชักนำให้เกิดยอดได้ ส่วนขนาดชิ้นส่วนที่มีขนาด 1.0 ซม ทั้งตัดแบ่งครึ่ง หรือไม่แบ่ง พบว่าสามารถชักนำให้เกิดยอดได้ แต่ใช้เวลาในการเกิดนานกว่าขนาด 0.5 ซม (ตาราง14)

ตาราง 14 ผลร่วมของขนาดและรูปแบบการตัด ที่มีต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอด และจำนวนยอดเฉลี่ย เมื่อเลี้ยงนาน 12 สัปดาห์

ขนาดชิ้นส่วน (ซม)	รูปแบบการตัด	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอด	จำนวนยอดเฉลี่ย
< 0.5	ตัดแบ่งครึ่งตามขวาง	ไม่เกิดยอด	ไม่เกิดยอด
	ไม่ตัดแบ่ง	ไม่เกิดยอด	ไม่เกิดยอด
0.5	ตัดแบ่งครึ่งตามขวาง	98.60 b	1.60 b
	ไม่ตัดแบ่ง	89.60 a	2.40 a
1.0	ตัดแบ่งครึ่งตามขวาง	107.40 c	1.20 b
	ไม่ตัดแบ่ง	107.40 c	1.60 b
LSD 0.05		6.02	0.47

abc อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

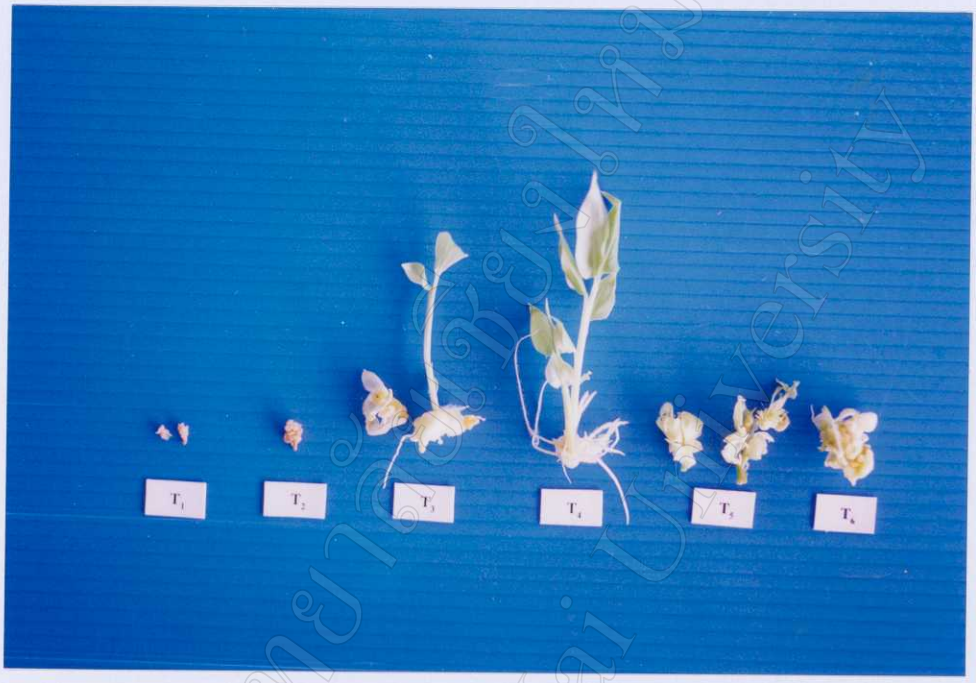
3.1.1.2 จำนวนยอด

สำหรับจำนวนยอดพบว่า ขนาดชิ้นส่วนของช่อดอกอ่อนขนาด 0.5 ซม ที่ไม่ตัดแบ่งสามารถเกิดจำนวนยอดได้มากที่สุด โดยให้จำนวนยอดได้ 2.40 ยอดต่อชิ้นส่วน โดยขนาดของช่อดอกอ่อนและรูปแบบการตัดมีปฏิกิริยาร่วมซึ่งกันและกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวก 13) คือเมื่อใช้ขนาด 0.5 ซม ตามเดิม แต่ตัดแบ่งครึ่งหรือใช้ขนาดใหญ่ขึ้นมีผลทำให้จำนวนยอดเฉลี่ยลดลงอย่างมีนัยสำคัญ แต่ชิ้นส่วนขนาดเล็กกว่า 0.5 ซม ไม่เกิดยอดเลย (ตาราง 14)

3.1.1.3 คุณภาพของยอดและราก

เมื่อใช้ชิ้นส่วนช่อดอกอ่อนที่มีขนาดเล็กกว่า 0.5 ซม ไม่สามารถเจริญเป็นต้นได้ โดยช่อดอกอ่อนกลายเป็นสีน้ำตาลอ่อนทั้งที่ตัดแบ่งครึ่งและไม่ตัดแบ่ง ส่วนช่อดอกอ่อนที่

มีขนาด 0.5 ซม สามารถเจริญเติบโตเป็นต้นที่มีได้ใบมีสีเขียวอ่อนและมีรากสีขาวลักษณะผอมยาว โดยสามารถพัฒนาได้จากทั้งสองรูปแบบการตัด ส่วนช่อดอกอ่อนขนาด 1.0 ซม ยังอยู่ในระยะแตกยอดเล็กๆ (ภาพ 15)



ภาพ 15 ยอดที่เกิดจากช่อดอกขนาดต่างกันเมื่อเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อนาน 12 สัปดาห์

T1,T2 = ช่อดอกอ่อนขนาด น้อยกว่า 0.5 ซมแบ่งครึ่งตามขวาง (T1) และไม่ตัดแบ่ง (T2)

T3,T4 = ช่อดอกอ่อนขนาด 0.5 ซมแบ่งครึ่งตามขวาง (T3) และไม่ตัดแบ่ง (T4)

T5,T6 = ช่อดอกอ่อนขนาด 1.0 ซมแบ่งครึ่งตามขวาง (T5) และไม่ตัดแบ่ง (T6)

3.1.2 ผล (main effect) ของขนาดช่อดอกอ่อนต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอดและจำนวนยอดเฉลี่ย

3.1.2.1 จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอด

ขนาดช่อดอกอ่อนที่ตัด 3 ขนาด ให้จำนวนวันเฉลี่ยที่เริ่มเกิดยอดในอาหารที่มี BAP 1.0 มก/ล แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวก 12) โดยขนาดที่เหมาะสมคือขนาด 0.5 ซม โดยใช้ระยะเวลาการเกิดยอดน้อยที่สุดคือ 94.10 วัน (ตาราง 15) และพบว่าขนาดของช่อดอกอ่อนที่เล็กกว่า 0.5 ซมไม่สามารถที่จะเกิดเป็นต้นได้ ส่วนขนาดช่อดอกที่ใหญ่กว่าจะใช้ระยะเวลาในการเกิดต้นใหม่นานกว่า

3.1.2.2 จำนวนยอด

พบว่า ขนาดช่อดอกอ่อนขนาด 0.5 ซม สามารถให้จำนวนยอดต่อชิ้นส่วนได้ดีที่สุดคือ 1.98 ยอดต่อชิ้นส่วน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับขนาด 1.0 ซม (ตาราง 15 และ ตารางผนวก 13)

ตาราง 15 ผล (main effect) ของขนาดช่อดอก ที่มีต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอด และจำนวนยอดเฉลี่ย เมื่อเลี้ยงนาน 12 สัปดาห์

ขนาด (ซม)	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอด	จำนวนยอดเฉลี่ย
< 0.5	ไม่เกิดยอด	ไม่เกิดยอด
0.5	94.10 a	1.98 a
1.0	107.40 b	1.40 b
LSD 0.05	4.26	0.50

ab อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

3.1.3 ผล (main effect) ของรูปแบบการตัด ต่อจำนวนวันที่เกิดยอด และจำนวนยอดเฉลี่ย

3.1.3.1 จำนวนวันที่เริ่มเกิดยอด

การตัดแบ่งครึ่งและการไม่ตัดแบ่งช่อดอกมีผลต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอดโดยพบว่า การไม่ตัดแบ่งช่อดอกสามารถเกิดยอดใหม่ได้ในระยะเวลา 65.70 วัน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการตัดแบ่งครึ่ง (ตาราง 16 และ ตารางผนวก 12)

3.1.3.2 จำนวนยอด

เมื่อนำช่อดอกอ่อนทั้งช่อไปเลี้ยง สามารถเกิดยอดได้ดีที่สุดคือ 1.30 ยอดต่อชิ้นส่วน และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากการตัดแบ่ง (ตาราง 16 และ ตารางผนวก 13)

ตาราง 16 ผล (main effect) ของรูปแบบการตัด ที่มีต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอด และจำนวนยอดเฉลี่ย เมื่อเลี้ยงนาน 12 สัปดาห์

รูปแบบการตัด	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอด	จำนวนยอดเฉลี่ย
ตัดแบ่งครึ่ง	68.70 b	0.90 b
ไม่ตัดแบ่ง	65.70 a	1.30 a
LSD 0.05	4.26	0.49

ab อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

3.1.4 ผลร่วม (interaction) ของขนาดและรูปแบบการตัดช่อดอกอ่อนที่มีต่อความสูง จำนวนใบ และจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก

3.1.4.1 ความสูงเฉลี่ย

เมื่อเลี้ยงช่อดอกอ่อนที่มีขนาดแตกต่างกัน 3 ขนาดและมีรูปแบบการตัดที่ต่างกันพบว่า มีผลร่วมกันต่อความสูงเฉลี่ยของต้นที่เกิดขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวก 14) โดยขนาดที่เหมาะสมคือ ขนาด 0.5 ซม ที่ไม่ตัดแบ่งช่อดอก สามารถเติบโตได้โดยมีความสูงเฉลี่ยที่ 3.10 ซม ซึ่งแตกต่างจากการแบ่งครึ่งชิ้นส่วนและการตัด (ตาราง17)

3.1.4.2 จำนวนใบเฉลี่ย

เมื่อเลี้ยงช่อดอกอ่อนขนาด 0.5 ซม แบบไม่ตัดแบ่งพบว่า ให้จำนวนใบเฉลี่ยได้สูงที่สุดคือ 3.60 ใบ โดยผลร่วมของขนาดและรูปแบบการตัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง17 และ ตารางผนวก 15)

3.1.4.3 จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก

ขนาดของช่อดอกอ่อนและรูปแบบการตัดมีผลต่อการเริ่มเกิดราก พบว่าขนาดช่อดอก 0.5 ซม ที่ไม่ตัดแบ่ง มีจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดรากน้อยที่สุดคือ 109.40 วัน โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีอื่นทั้งหมด (ตาราง 17 และ ตารางผนวก 16)

ตาราง 17 ผลร่วมของขนาดและรูปแบบการตัด ที่มีต่อความสูง จำนวนใบ และจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก เมื่อเลี้ยงนาน 12 สัปดาห์

ขนาดชิ้นส่วน (ซม)	รูปแบบการตัด	ความสูงเฉลี่ย (ซม)	จำนวนใบเฉลี่ย	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก
< 0.5	ตัดแบ่งครึ่งตามขวาง	-	-	ไม่เกิดราก
	ไม่ตัดแบ่ง	-	-	ไม่เกิดราก
0.5	ตัดแบ่งครึ่งตามขวาง	2.50 b	2.00 b	115.80 b
	ไม่ตัดแบ่ง	3.10 a	3.60 a	109.40 a
1.0	ตัดแบ่งครึ่งตามขวาง	0.70 c	-	121.00 c
	ไม่ตัดแบ่ง	0.70 c	-	125.80 d
LSD 0.05		0.42	0.47	4.41

abcd อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

3.1.5 ผล (main effect) ของขนาดช่อดอกอ่อน ที่มีต่อความสูง จำนวนใบและจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก

3.1.5.1 ความสูงเฉลี่ย

ชิ้นส่วนช่อดอกอ่อนที่เลี้ยงบนอาหาร MS ที่เติม BAP ความเข้มข้น 1.0 มก/ล มีผลทำให้ความสูงเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวก 14)โดยขนาดช่อดอกอ่อนที่เหมาะสมคือ ขนาด 0.5 ซม มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดคือ 2.80 ซม

3.1.5.2 จำนวนใบเฉลี่ย

หลังจากเลี้ยงช่อดอกอ่อนขนาด 0.5 ซม ซึ่งให้ความสูงที่ดีที่สุดแล้ว ยังให้จำนวนใบมากที่สุดคือ 2.80 ใบ โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 18 และตารางผนวก 15)

3.1.5.3 จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก

พบว่า ขนาดช่อดอกอ่อนที่ 0.5 ซม ให้จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก ได้เร็วที่สุดคือ 112.60 วัน (ตาราง 18 และ ตารางผนวก 16)

ตาราง 18 ผล (main effect) ขนาดของช่อดอกอ่อน ที่มีต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก ความสูงและจำนวนใบเฉลี่ย เมื่อเลี้ยงนาน 12 สัปดาห์

ขนาดที่ตัด (ซม)	ความสูงเฉลี่ย (ซม)	จำนวนใบเฉลี่ย	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก
< 0.5	0.00 c	0.00 b	ไม่เกิดราก
0.5	2.80 a	2.80 a	112.60 a
1.0	0.70 b	0.10 b	123.40 b
LSD 0.05	0.30	0.34	3.12

abc อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

3.1.6 ผล (main effect) ของรูปแบบการตัดช่อดอกอ่อนที่มีต่อความสูงต้น จำนวนใบ และจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก

การตัดแบ่งชิ้นส่วนช่อดอกอ่อน โดยตัดแบ่งครึ่งและไม่ตัดแบ่งนั้น จะเห็นว่ามีผลต่อความสูง จำนวนใบ และจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก (ตาราง 19) โดยที่การไม่ตัดแบ่ง จะให้ความสูงและจำนวนใบเฉลี่ยมากที่สุดคือ ความสูงเฉลี่ยที่ 1.30 ซม และจำนวนใบเฉลี่ยที่ 1.20 ใบต่อชิ้นส่วน โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวก 14, 15 และ 16) แต่ไม่มีผลแตกต่างกันในจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก

ตาราง 19 ผล (main effect) ขนาดการตัดที่มีต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก ความสูง และจำนวนใบเฉลี่ย เมื่อเลี้ยงนาน 12 สัปดาห์

รูปแบบการตัด	ความสูงเฉลี่ย (ซม)	จำนวนใบเฉลี่ย	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก
ตัดแบ่งครึ่งตามขวาง	1.01 b	0.70 b	78.90
ไม่ตัดแบ่ง	1.30 a	1.20a	78.40
LSD 0.05	0.30	0.34	ns

ab อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

ns ไม่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

จากการทดลองนี้สามารถสรุปได้ว่าการเลี้ยงช่อดอกอ่อนขนาด 0.5 ซม โดยไม่ผ่าแบ่งสามารถเกิดยอดใหม่ได้เร็ว ให้จำนวนหน่อใหม่มาก ความสูงต้น จำนวนใบ และจำนวนรากเกิดได้ดีที่สุด นำมาสู่การทดลองที่ 3.2 ต่อไป

การทดลองที่ 3.2 ผลของ NAA และ BAP ต่อการพัฒนาของช่อดอกอ่อน

จากการทดลองที่ 3.1 พบว่าขนาดของช่อดอกอ่อนและลักษณะการตัดที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดต้นคือ ช่อดอกขนาด 0.5 ซม และไม่ทำการตัดแบ่งจึงนำช่อดอกขนาดดังกล่าวมาทำการทดลองที่ 3.2 เพื่อหาผลของระดับความเข้มข้นของ NAA และ BAP ที่เหมาะสมต่อการพัฒนาของช่อดอกต่อไปเมื่อเลี้ยงช่อดอกนาน 12 สัปดาห์ได้ผลดังแสดงในตาราง 20

3.2.1 ผลร่วม (interaction) ของ NAA และ BAP ที่มีต่อระยะเวลาเมื่อเริ่มเกิดยอด จำนวนยอด และความสูงยอด

3.2.1.1 ระยะเวลาเมื่อเริ่มเกิดยอด

NAA และ BAP มีผลร่วมกันต่อระยะเวลาในการเกิดยอดของช่อดอกอ่อนโดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวก 17) โดยจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอดน้อยที่สุดเมื่อใช้ระดับ NAA ที่ 1.0 มก/ล ร่วมกับ BAP 5.0 มก/ล ยอดเกิดเร็วที่สุดโดยใช้ระยะ

เวลา 82.0 วัน (ตาราง 20) แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ NAA ให้มากขึ้นจะทำให้ระยะเวลาของการเกิดยอดช้าลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้ทั้ง NAA และ BAP ระดับสูงสุดอย่างละ 5.0 มก/ล ร่วมกัน

3.2.1.2 จำนวนยอดเฉลี่ย

ระดับความเข้มข้นของ NAA และ BAP ที่มีผลร่วมกันช่วยทำให้เกิดยอดได้ดีคือ NAA 0 และ 1.0 มก/ล ส่วน BAP ที่ระดับ 5.0 มก/ล มีผลทำให้ช่อดอกมีจำนวนยอดมากที่สุดคือ 3.20–3.40 ยอดต่อชิ้นส่วน โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นทั้งหมด (ตาราง 20 และ ตารางผนวก 18)

3.2.1.3 ความสูงเฉลี่ย

ความสูงยอดเฉลี่ยมากที่สุดเมื่อใช้ NAA และ BAP ร่วมกันที่ระดับ NAA 1.0 มก/ล และ BAP 5.0 มก/ล คือ 4.40 ซม โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีอื่นทั้งหมด และเมื่อใช้ NAA ระดับเดิมแต่ลด BAP ลงเป็น 1.0 มก/ล หรือไม่ใช้ NAA แต่ BAP เพิ่มเป็น 5.0 มก/ล ความสูงเฉลี่ยมากรองลงมา การใช้ BAP หรือไม่ใช้ร่วมกับ NAA ระดับสูงสุดทำให้ยอดมีความสูงน้อยลงอย่างเห็นได้ชัด (ตาราง 20 และ ตารางผนวก 19)

3.2.1.4 คุณภาพของต้นและราก

เมื่อใช้ NAA ที่ความเข้มข้น 1.0 มก/ล และ BAP ที่ความเข้มข้น 5.0 มก/ล สามารถชักนำให้เกิดต้นและราก โดยต้นที่ได้มีลักษณะอ้วนใหญ่ ใบใหญ่และมีสีเขียวเข้ม ส่วนรากมีน้อยและผอมยาว สีขาว (ภาพ 16)

3.2.2 ผล (main effect) ของ NAA ต่อการพัฒนาของช่อดอกอ่อน ที่มีต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอด ความสูง และจำนวนยอด

3.2.2.1 ระยะเวลาการเกิดยอด

ผลของ NAA ที่มีต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวก 17) โดยที่ NAA ระดับความเข้มข้น 1.0 มก/ล ทำให้จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอดเร็วที่สุดคือ 60.70 วัน (ตาราง 21) หากความเข้มข้นมากขึ้นหรือน้อยลงทำให้ระยะเวลาการเกิดยอดช้าลง

3.2.2.2 จำนวนยอดเฉลี่ย

พบว่า NAA มีผลต่อจำนวนยอดเฉลี่ยของช่อดอกอ่อนที่นำมาเลี้ยง โดย NAA ที่ความเข้มข้น 0 และ 1.0 มก/ล ให้จำนวนยอดเฉลี่ยได้ดีที่สุดคือ 2.00 และ 2.13 ยอดต่อชิ้นส่วนตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับจำนวนที่ได้จากการใช้ NAA 5.0 มก/ล (ตาราง 21 และตารางผนวก 18)

3.2.2.3 ความสูงเฉลี่ย

พบว่า NAA ที่ระดับความเข้มข้น 1.0 มก/ล ให้ความสูงเฉลี่ยมากที่สุด คือ 2.43 ซม โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากการใช้ NAA ระดับอื่น (ตาราง 21 และ ตารางผนวก 19)

ตาราง 20 ผลร่วมของความเข้มข้นของ NAA และ BAP ที่มีต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอด จำนวนยอด และความสูง เมื่อเลี้ยงนาน 12 สัปดาห์

NAA (มก/ล)	BAP (มก/ล)	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอด	จำนวนยอด	ความสูง (ซม)
0	0	101.60 d	1.20 b	0.98 d
	1.0	87.60 b	1.60 b	1.74 c
	5.0	83.80 ab	3.20 a	2.16 b
1.0	0	102.60 d	1.40 b	0.54 e
	1.0	94.60 c	1.60 b	2.34 b
	5.0	82.00 a	3.40 a	4.42 a
5.0	0	103.20 d	1.20 b	0.48 e
	1.0	ไม่เกิดยอด	-	-
	5.0	110.40 e	1.00 b	0.36 e
LSD0.05		4.29	0.57	0.41

abcde อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

ภาพ 16 ผลของ NAA และ BAP ที่มีต่อการเกิดยอดและรากของช่อดอกอ่อนเมื่อเลี้ยงนาน 12 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ตาราง 21 ผล (main effect) ของความเข้มข้นของ NAA ที่มีต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอด จำนวนยอดเฉลี่ย และความสูง เมื่อเลี้ยงนาน 12 สัปดาห์

ระดับ NAA (มก/ล)	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอด	จำนวนยอดเฉลี่ย	ความสูงเฉลี่ย (ซม)
0	102.50 b	2.00 a	1.62 b
1	60.70 a	2.13 a	2.43 a
5	92.10 b	0.73 b	0.28 c
LSD 0.05	2.47	0.33	0.24

abc อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

3.2.3 ผล (main effect) ของ BAP ที่มีต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอด ความสูง และจำนวนยอด

3.2.3.1 ระยะเวลาการเกิดยอด

ความเข้มข้นของ BAP ที่ระดับ 5.0 มก/ล มีผลต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอด โดยใช้เวลาน้อยที่สุดเพียง 71.20 วัน ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับที่ได้จาก BAP ระดับอื่น (ตาราง 22 และ ตารางผนวก 17)

3.2.3.2 จำนวนยอด

BAP ที่ระดับความเข้มข้น 5.0 มก/ล มีผลทำให้เกิดยอดเฉลี่ยมากที่สุด 2.50 ยอด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลของ BAP ที่ระดับอื่น (ตารางผนวก 18)

3.2.3.3 ความสูงเฉลี่ย

พบว่า BAP ที่ระดับความเข้มข้น 5.0 มก/ล ทำให้ต้นเจริญเติบโตสูงมากที่สุดเฉลี่ย 2.31 ซม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลจากระดับอื่น ส่วน BAP ที่ระดับความเข้มข้น 1.0 และ 0 มก/ล จะมีความสูงลดลงตามลำดับ (ตาราง 22 และ ตารางผนวก 19)

ตาราง 22 ผล (main effect) ของความเข้มข้นของ BAP ที่มีต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอด จำนวนยอดเฉลี่ย และความสูง เมื่อเลี้ยงนาน 12 สัปดาห์

ระดับ BAP (มก/ล)	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอด	จำนวนยอดเฉลี่ย	ความสูงเฉลี่ย (ซม)
0	91.00 b	1.30 b	0.66 b
1	93.10 b	1.10 b	1.36 b
5	71.20 a	2.50 a	2.31 a
LSD 0.05	2.47	0.33	0.24

ab อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

3.2.4 ผลร่วม (interaction) ของ NAA และ BAP ที่มีต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก จำนวนราก และจำนวนใบ

3.2.4.1 จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก

NAA และ BAP มีผลร่วมกันต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก เมื่อใช้ NAA ที่ความเข้มข้น 5.0 มก/ล และ BAP ที่ระดับความเข้มข้น 0-5.0 มก/ล จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดรากจะใช้เวลาน้อยที่สุดคือ 88.20–91.40 วัน และพบว่า NAA ความเข้มข้นที่ต่ำกว่าแต่ใช้ร่วมกับ BAP ความเข้มข้นสูงสุดที่ใช้จะช่วยให้เกิดการแตกรากได้เร็วขึ้น (ตาราง23 และ ตารางผนวก 20)

3.2.4.2 จำนวนราก

ผลร่วมของ NAA และ BAP มีผลต่อจำนวนรากเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวก 21) เมื่อใช้ NAA ที่ความเข้มข้น 5.0 มก/ล และใช้ BAP ที่ความเข้มข้น 5.0 มก/ล เช่นกัน ทำให้ได้จำนวนรากมากที่สุดคือ 18.00 รากต่อชิ้นส่วน (ตาราง 23) แต่รากที่ได้จะมีลักษณะผิดปกติจากรากโดยทั่วๆ ไปคือ จะค่อนข้างสั้นและเกิดติดกันเป็นกระจุก

3.2.4.3 จำนวนใบ

ผลของ NAA และ BAP ที่มีต่อจำนวนใบนั้นพบว่า เมื่อใช้ NAA ที่ความเข้มข้น 1.0 มก/ล และ BAP ที่ความเข้มข้น 5.0 มก/ล ทำให้เกิดจำนวนใบต่อต้นมากที่สุดคือ 5.20 ใบต่อชิ้นส่วน โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นทั้งหมด (ตาราง 23 และตารางผนวก 22) ในขณะที่ NAA ความเข้มข้นสูงสุด 5.0 มก/ล ร่วมกับ BAP 0–5.0 มก/ล ไม่สามารถทำให้เกิดใบได้

ตาราง 23 ผลร่วมของความเข้มข้นของ NAA และ BAP ที่มีต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก จำนวนราก และจำนวนใบเฉลี่ย เมื่อเลี้ยงนาน 12 สัปดาห์

NAA (มก/ล)	BAP (มก/ล)	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก	จำนวนรากเฉลี่ย	จำนวนใบเฉลี่ย
0	0	111.20 c	3.40 ef	-
	1.0	100.20 b	2.60 f	1.20 d
	5.0	99.80 b	7.40 cd	3.20 b
1.0	0	110.60 c	4.20 ef	-
	1.0	101.20b	5.60 de	2.80 c
	5.0	91.40 a	8.60 c	5.20 a
5.0	0	89.80 a	8.00 c	-
	1.0	88.20 a	14.60 b	-
	5.0	88.80 a	18.00 a	-
LSD 0.05		4.46	2.14	0.38

abcdef อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

3.2.5 ผล (main effect) ของความเข้มข้นของ NAA ที่มีต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก จำนวนราก และจำนวนใบ

3.2.5.1 จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก

เมื่อเลี้ยงชิ้นส่วนช่อดอกอ่อนขนาด 0.5 ซม ลงบนอาหารสูตร MS ที่เติม NAA ความเข้มข้น 5.0 มก/ล สามารถเกิดรากได้เร็วที่สุดคือ 88.93 วัน (ตาราง 24) โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลจาก NAA ที่ระดับอื่น (ตารางผนวก 20)

3.2.5.2 จำนวนรากเฉลี่ย

เมื่อใช้ NAA ระดับความเข้มข้น 5.0 มก/ล สามารถชักนำให้ชิ้นส่วนช่อดอกอ่อนเกิดรากได้มากขึ้นโดยมีจำนวนรากเฉลี่ย 13.53 ราก ซึ่งมากกว่าที่ระดับความเข้มข้น 0-1.0 มก/ล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 24 และ ตารางผนวก 21)

3.2.5.3 จำนวนใบเฉลี่ย

พบว่า NAA ที่ระดับความเข้มข้น 1.0 มก/ล ทำให้มีจำนวนใบเฉลี่ยมากที่สุดคือ 2.66 ใบ และหากใช้ความเข้มข้นที่สูงขึ้น พบว่าจะทำให้เกิดรากเล็กๆแต่ไม่มีใบและไม่สามารถเจริญเติบโตเป็นต้นได้ (ตาราง 24 และ ตารางผนวก 22)

ตาราง 24 ผล (main effect) ของความเข้มข้นของ NAA ที่มีต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก จำนวนราก และจำนวนใบเฉลี่ย เมื่อเลี้ยงนาน 12 สัปดาห์

ระดับ NAA (มก/ล)	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก	จำนวนรากเฉลี่ย	จำนวนใบเฉลี่ย
0	103.73 b	4.45 b	1.46 b
1	101.06 b	6.13 b	2.66 a
5	88.93 a	13.53 a	0.00 c
LSD 0.05	2.58	1.23	0.22

abc อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

3.2.6 ผล (main effect) ของความเข้มข้นของ BAP ที่มีต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก จำนวนราก และจำนวนใบ

3.2.6.1 จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก

เมื่อเติม BAP ที่ระดับความเข้มข้น 1.0–5.0 มก/ล พบว่า ให้จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดรากเร็วที่สุดคือ 93.33-96.53 วัน แต่เมื่อไม่เติม BAP เลย พบว่าจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดรากจะช้าลงโดยใช้เวลา 103.86 วัน โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 25 และ ตารางผนวก 20)

3.2.6.2 จำนวนรากเฉลี่ย

พบว่า BAP ความเข้มข้น 5.0 มก/ล ให้จำนวนรากเฉลี่ยมากที่สุด คือ 11.33 รากต่างจากที่ได้จาก BAP อีก 2 ระดับอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 25 และ ตารางผนวก 21)

3.2.6.3 จำนวนใบเฉลี่ย

BAP ระดับสูง 5.0 มก/ล ก็ให้จำนวนใบเฉลี่ยสูงสุด คือ 2.80 ใบต่อต้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 25 และ ตารางผนวก 22)

โดยสรุปพบว่า NAA และ BAP ระดับความเข้มข้นที่ใช้มีผลร่วมต่อการเจริญทางยอดและราก โดยพบว่า NAA 1.0 มก/ล ใช้ร่วมกับ BAP 5.0 มก/ล เหมาะสมที่สุดทั้งด้านการเจริญทางลำต้น และทางราก นอกจากนี้ยังใช้เวลาเกิดยอดและรากเร็วที่สุดอีกด้วย การใช้ NAA ความเข้มข้นสูง 5.0 มก/ล ร่วมกับ BAP ทุกระดับ ไม่เหมาะต่อการเลี้ยงช่อดอกอ่อน

ตาราง 25 ผล (main effect) ของความเข้มข้นของ BAP ที่มีต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก จำนวนราก และจำนวนใบเฉลี่ย เมื่อเลี้ยงนาน 12 สัปดาห์

ระดับ BAP (มก/ล)	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก	จำนวนรากเฉลี่ย	จำนวนใบเฉลี่ย
0	103.86 b	5.20 b	0.00 c
1	96.53 a	7.60 b	1.33 b
5	93.33 a	11.33 a	2.80 a
LSD0.05	2.58	1.23	0.22

abc อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

การทดลองที่ 4 ผลของ Thin cell layer ที่มาจากตำแหน่งข้อต่างกันและลักษณะการตัดที่มีต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอด จำนวนยอด และความสูง

4.1 ผลร่วม (interaction) ของตำแหน่งข้อต่างกันและลักษณะการตัดต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอด จำนวนยอดเฉลี่ยและความสูงเฉลี่ย

ตำแหน่งข้อที่ต่างกันและลักษณะการตัดไม่มีผลต่อ จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอด จำนวนยอดเฉลี่ยและความสูงเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 26 และ ตารางผนวก 23, 24,25)

4.1.1 จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอด

ผลร่วมของตำแหน่งข้อและลักษณะการตัดที่ต่างกันไม่มีผลต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอดอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวก 23)

4.1.2 จำนวนยอดเฉลี่ย

ผลร่วมของตำแหน่งข้อและลักษณะการตัดไม่มีผลต่อจำนวนยอดเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวก 24)

4.1.3 ความสูงเฉลี่ย

ผลร่วมของตำแหน่งข้อและลักษณะการตัดไม่มีผลต่อความสูงเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวก 25)

4.1.4 คุณภาพของต้นและราก

พบว่าความสูงของต้นที่ได้จากข้อที่ 1 ทั้งแบบผ่าครึ่งตามขวางและผ่าครึ่งตามยาวมีความสูงที่สุด ใบมีสีเขียวใหญ่และรากยาว สีขาว ส่วนคุณภาพต้นที่ได้จากข้อถัดไปจะมีความสูง จำนวนใบและจำนวนรากลดลงโดยข้อที่ 5 ให้ต้นเล็ก และใบสีเขียวอ่อนที่สุด (ภาพ 17)

ตาราง 26 ผลร่วมของ Thin cell layer ที่มาจากตำแหน่งข้อต่างกันและลักษณะการตัดที่มีต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอด จำนวนยอด และความสูงเฉลี่ย เมื่อเลี้ยงนาน 8 สัปดาห์

ตำแหน่งข้อที่	ลักษณะการตัดแบ่งครึ่ง	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอด	จำนวนยอดเฉลี่ย	ความสูงเฉลี่ย (ซม)
1	ตามขวาง	4.20	3.40	6.26
2		4.60	3.35	4.90
3		4.88	2.33	5.75
4		4.70	2.30	5.01
5		6.90	2.15	1.83
1	ตามยาว	4.70	3.40	6.60
2		4.70	3.30	4.99
3		5.18	2.27	5.19
4		5.20	2.31	5.05
5		6.90	2.10	1.78
		ns	ns	ns

ns ไม่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ลักษณะการตัด

ผ่าตามขวาง

ผ่าตามยาว

ตำแหน่งข้อ ข้อที่ 1 ข้อที่ 2 ข้อที่ 3 ข้อที่ 4 ข้อที่ 5

ภาพ 17 ผลของลักษณะการตัดและตำแหน่งข้อต่อการเจริญเมื่อเลี้ยงนาน 8 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

4.2 ผล (main effect) ของตำแหน่งข้อที่ตัดต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอด จำนวนยอด และความสูงยอด

4.2.1 จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอด

พบว่าตำแหน่งข้อที่แตกต่างกันมีผลต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวก 23) โดยจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอดได้เร็วใกล้เคียงกันจะอยู่ในช่วงของตำแหน่งข้อที่ 1–4 โดยใช้เวลา 4.50–5.04 วัน ส่วนตำแหน่งข้อที่ 5 เกิดยอดช้ากว่าคือใช้เวลา 6.91 วัน (ตาราง27)

4.2.2 จำนวนยอดเฉลี่ย

ตำแหน่งข้อที่แตกต่างกันมีผลต่อจำนวนยอดเฉลี่ย โดยที่ตำแหน่งข้อที่ 1 และ 2 คือส่วนใกล้โคนต้นให้จำนวนยอดเฉลี่ยได้สูงสุดอยู่ในช่วง 3.31–3.40 ยอดต่อชิ้นส่วน ส่วนข้อที่ 3, 4 และ 5 ให้จำนวนยอดได้น้อยกว่ากลุ่มแรกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 27 และตารางผนวก 24)

4.2.3 ความสูงของยอด

ตำแหน่งข้อมีผลต่อความสูงด้วยเช่นกัน โดยข้อที่ 1 ให้ต้นที่มีความสูงมากที่สุดคือ 6.40 ซม ข้อที่ 3 ให้ความสูงถัดลงมา ข้อที่ 2, 3 และ 4 ให้ความสูงรองลงมาส่วนข้อสุดท้าย ข้อที่ 5 ให้ความสูงน้อยที่สุดคือ 1.80 ซม โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างทั้ง 3 กลุ่ม (ตาราง 27 และ ตารางผนวก 25)

ตาราง 27 ผล (main effect) ของตำแหน่งข้อที่ตัดต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอด จำนวนยอด และความสูงเฉลี่ยเมื่อเลี้ยงนาน 8 สัปดาห์

ตำแหน่งข้อ	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอด	จำนวนยอดเฉลี่ย	ความสูงเฉลี่ย (ซม)
ข้อที่ 1	4.50 a	3.40 a	6.40 a
ข้อที่ 2	4.61 a	3.31 a	4.91 c
ข้อที่ 3	5.04 a	2.30 b	5.42 b
ข้อที่ 4	4.90 a	2.30 b	5.00 c
ข้อที่ 5	6.91 b	2.11 b	1.80 d
LSD 0.05	0.97	0.32	0.33

abcd อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

4.3 ผล (main effect) ของลักษณะการตัด

เมื่อเลี้ยงชิ้นส่วนนาน 8 สัปดาห์ พบว่าลักษณะการตัดทั้งแบบแบ่งครึ่งตามขวางและแบ่งครึ่งตามยาว ให้ผลที่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอด จำนวนยอดเฉลี่ย และ ความสูงยอดเฉลี่ย (ตาราง 28 และ ตารางผนวก 23, 24, 25)

ตาราง 28 ผล (main effect) ของลักษณะการตัดที่มีต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอด จำนวนยอด และความสูงเฉลี่ยเมื่อเลี้ยงนาน 8 สัปดาห์

ลักษณะการตัด	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดยอด	จำนวนยอดเฉลี่ย	ความสูงเฉลี่ย (ซม)
แบ่งครึ่งตามขวาง	5.10	2.70	4.70
แบ่งครึ่งตามยาว	5.30	2.70	4.70
	ns	ns	ns

ns ไม่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

4.4 ผลร่วม (interaction) ของตำแหน่งข้อต่างกันและลักษณะการตัดต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก จำนวนราก และจำนวนใบเฉลี่ย

ผลของตำแหน่งข้อต่างกันและลักษณะการตัดต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก และจำนวนใบเฉลี่ย ไม่มีผลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติดังแสดงในตาราง 29 ส่วนจำนวนรากมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวก 26) โดยพบว่าข้อที่ 1 ซึ่งอยู่ติดกับโคนต้นสามารถให้จำนวนรากได้ดีที่สุด คือ 12.50 และ 12.90 รากต่อชิ้นส่วน

ตาราง 29 ผลร่วมของ Thin cell layer ที่มาจากตำแหน่งข้อต่างกันและลักษณะการตัดที่มีต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก จำนวนราก และจำนวนใบเฉลี่ยเมื่อเลี้ยงนาน 8 สัปดาห์

ตำแหน่งข้อที่	ลักษณะการตัดแบ่งครึ่ง	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก	จำนวนรากเฉลี่ย	จำนวนใบเฉลี่ย
1	ตามขวาง	11.30	12.90 a	3.55
2		13.40	8.50 bc	2.30
3		13.70	6.00 c	2.60
4		14.81	6.50 c	2.60
5		ไม่เกิดราก	0.00 d	1.00
1	ตามยาว	11.30	12.50 a	3.55
2		13.40	11.10 b	2.30
3		13.70	6.63 c	2.60
4		14.81	5.00 c	2.60
5		ไม่เกิดราก	0.00 d	1.00
LSD 0.05		ns	1.98	ns

abcd อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

ns ไม่แสดงค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

4.5 ผล (main effect) ของตำแหน่งข้อต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก จำนวนรากและจำนวนใบ

4.5.1 จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก

ตำแหน่งข้อมีผลต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดรากทำให้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 30 และ ตารางผนวก 26) ตำแหน่งข้อที่ 1 สามารถเกิดรากได้เร็วกว่าตำแหน่งอื่น โดยใช้ระยะเวลา 11.25 วัน ส่วนตำแหน่งข้ออื่นๆใช้ระยะเวลานานขึ้นตามลำดับ แต่ในข้อที่ 5 พบว่ายังไม่เกิดราก

4.5.2 จำนวนรากเฉลี่ย

พบว่าตำแหน่งข้อที่ 1 เกิดรากได้ดีที่สุด โดยมีถึง 12.71 รากส่วนข้ออื่นๆให้จำนวนรากลดลงตามลำดับจนถึงข้อที่ 4 (ตารางผนวก 27)

4.5.3 จำนวนใบเฉลี่ย

ตำแหน่งข้อที่ 1 ให้จำนวนใบเฉลี่ยต่อต้นได้มากที่สุดคือ 3.55 ใบโดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับจำนวนใบของข้ออื่นๆ โดยข้อที่ 5 ให้ต้นที่มีใบน้อยสุดเพียง 1 ใบ (ตาราง 30 และ ตารางผนวก 28)

ตาราง 30 ผล (main effect) ของตำแหน่งข้อต่างกันต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก จำนวนรากและจำนวนใบเฉลี่ย เมื่อเลี้ยงนาน 8 สัปดาห์

ตำแหน่งข้อ	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก	จำนวนรากเฉลี่ย	จำนวนใบเฉลี่ย
ข้อที่ 1	11.25 a	12.71 a	3.55 a
ข้อที่ 2	13.40 b	9.80 b	2.40 b
ข้อที่ 3	13.55 b	6.30 c	2.55 b
ข้อที่ 4	15.10 c	3.21 d	2.60 b
ข้อที่ 5	ไม่เกิดราก	ไม่เกิดราก	1.00 c
LSD 0.05	1.03	1.06	0.29

abcd อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

4.6 ผล (main effect) ของลักษณะการตัดต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก จำนวนรากและจำนวนใบ

ลักษณะการตัดไม่มีผลต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก จำนวนรากและจำนวนใบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 31 และ ตารางผนวก 26, 27, 28)

4.6.1 จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก

ลักษณะการตัดไม่มีผลต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดรากอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวก 26)

4.6.2 จำนวนราก

ลักษณะการตัดไม่มีผลต่อจำนวนรากเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวก 27)

4.6.3 จำนวนใบเฉลี่ย

ลักษณะการตัดไม่มีผลต่อจำนวนใบเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวก 28)

ตาราง 31 ผล (main effect) ลักษณะการตัดที่มีต่อจำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก จำนวนราก และจำนวนใบเฉลี่ย

ลักษณะการตัด	จำนวนวันเฉลี่ยเมื่อเริ่มเกิดราก	จำนวนรากเฉลี่ย	จำนวนใบเฉลี่ย
แบ่งครึ่งตามขวาง	10.60	6.81	2.40
แบ่งครึ่งตามยาว	10.80	6.42	2.40
	ns	ns	ns

ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

โดยสรุปพบว่าการตัดแบ่งครึ่งตามยาว และตามขวาง ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตทุกด้านอย่างมีนัยสำคัญ แต่ตำแหน่งข้อบริเวณโคนต้นเหมาะสมต่อการเกิดยอด ราก และการเจริญโดยทั่วไป

การทดลองที่ 5 การชักนำให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนโคนต้น

การทดลองที่ 5.1 ผลของระดับ 2,4 – D ต่อการเกิดแคลลัส

5.1.1 ผลของระดับ 2,4–D ต่อความสูงต้น จำนวนใบ จำนวนยอด และจำนวนราก

พบว่า ความเข้มข้นของ 2,4–D ที่ดีที่สุดสำหรับการเจริญเติบโตทั้งต่อความสูงต้น จำนวนใบ จำนวนยอด และจำนวนราก คือที่ระดับ 2,4–D ความเข้มข้น 0.05 มก/ล (ตาราง 32) โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวก 29, 30, 31) ตาราง 32 แสดงให้เห็นว่า 2,4–D ความเข้มข้นต่ำ มีผลต่อความสูง จำนวนใบ และจำนวนรากเฉลี่ย โดยเมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้น ความสูง จำนวนใบ และจำนวนราก จะเพิ่มขึ้นตามลำดับ และสูงสุดที่ความเข้มข้น 0.05 มก/ล แต่เมื่อความเข้มข้นของ 2,4–D ยังเพิ่มขึ้นอีก ปรากฏว่ามีผลทำให้ความสูงต้น จำนวนใบ และจำนวนรากเฉลี่ย เริ่มลดลง จนถึงระดับ 1.25 มก/ล ปรากฏว่าไม่สามารถมีการเจริญเติบโตได้ แต่เริ่มเกิดแคลลัสขึ้น (ภาพ 18) ส่วนจำนวนยอดนั้นพบว่า เมื่อระดับความเข้มข้นต่ำ จะเกิดยอดได้น้อย แต่เมื่อระดับความเข้มข้นสูงขึ้นในช่วง 0.05–0.25 สามารถแตกยอดได้ดีที่สุดโดยอยู่ในช่วง 2.2–2.4 ยอดต่อชิ้นส่วนที่เลี้ยง และเมื่อใช้ที่ระดับ 1.25 มก/ล ไม่เกิดยอด สำหรับจำนวนรากเฉลี่ยก็ให้ผลในทำนองเดียวกัน (ตาราง 32) นอกจากนี้พบการเกิดแคลลัสด้วย โดยระยะเวลาในการเกิดแคลลัสที่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าในสัปดาห์ที่ 3 และจะค่อยมีการเพิ่มจำนวนมากขึ้นในสัปดาห์ที่ 4-5 สัปดาห์ ลักษณะของแคลลัสจะเป็นก้อนจับแบบหลวมๆ แคลลัสมีสีเหลืองอ่อนโตช้า ขนาดประมาณ 0.5 ซม จึงได้วางแผนการนำเอาความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสนี้ไปชักนำให้เกิดแคลลัสเพื่อศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยาต่อไป

ตาราง 32 ผลของ 2,4–D 5 ระดับต่อความสูงต้นเฉลี่ย จำนวนใบ จำนวนยอด และจำนวนรากเฉลี่ย เมื่อเลี้ยงนาน 5 สัปดาห์

ระดับ 2,4–D (มก/ล)	ความสูงต้นเฉลี่ย (ซม)	จำนวนใบเฉลี่ย	จำนวนยอดเฉลี่ย	จำนวนรากเฉลี่ย
0	3.51 c	2.80 c	1.00 b	2.10 c
0.01	5.88 b	4.90 b	1.00 b	7.60 b
0.05	7.13 a	6.70 a	2.20 a	11.40 a
0.25	5.70 b	4.80 b	2.40 a	11.00 a
1.25	0.00 d	0.00 d	0.00 c	0.00 d
LSD 0.05	0.62	0.43	0.27	1.37

abcd อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

หากพิจารณาเฉพาะผลของ 2,4-D ที่มีต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสบริเวณโคนต้นเพียงอย่างเดียว พบว่าเห็นผลเด่นชัด เมื่อเติม 2,4-D ที่ความเข้มข้น 1.25 มก/ล ในขณะที่ความเข้มข้นระดับอื่นไม่สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้ดังตาราง 33

ตาราง 33 ความเข้มข้นของ 2,4-D ที่ใช้ในการชักนำให้ชิ้นส่วนบริเวณโคนต้นหงส์เหินเกิดแคลลัส เมื่อเลี้ยงนาน 5 สัปดาห์

2,4-D (มก/ล)	เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัส
0	0
0.01	0
0.05	0
0.25	0
1.25	100

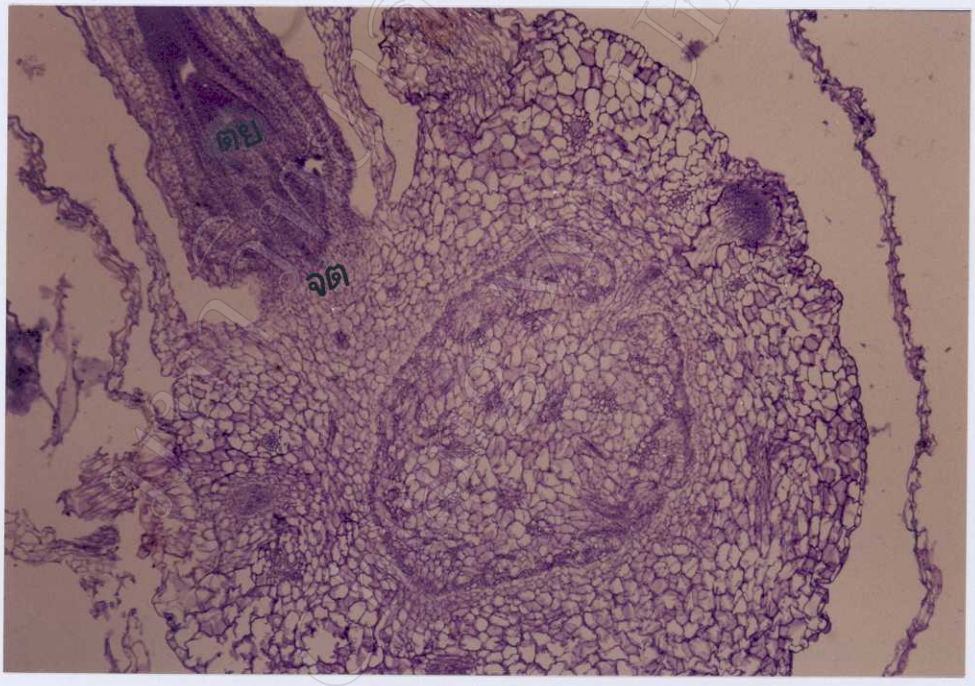
ภาพ 18 การใช้ 2,4-D ความเข้มข้น (มก/ล) ต่างๆที่มีต่อโคนต้นหงส์เหินเมื่อเลี้ยงนาน 5 สัปดาห์

5.1.2 การศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยา

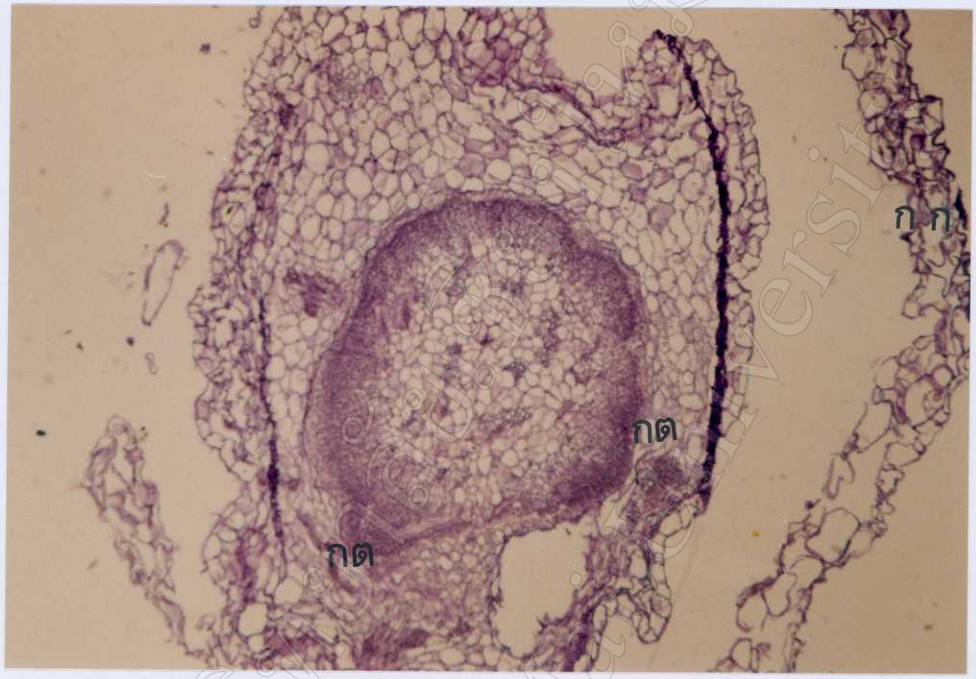
การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อส่วนรอยต่อระหว่างรากกับลำต้นของต้นอ่อนหงส์เหินดอกสีขาวที่ชักนำให้เกิดแคลลัสเมื่อเลี้ยงบนอาหารวุ้นสูตร MS ที่มี 2,4-D ความเข้มข้น 1.25 มก/ล พบว่าความเข้มข้นนี้สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้ เมื่อตัดเนื้อเยื่อที่มีการเจริญเติบโตและเปลี่ยนแปลงในแต่ละสัปดาห์ตั้งแต่สัปดาห์แรกถึงสัปดาห์ที่ห้า มาศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยา พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อส่วนต่างๆและเกิดแคลลัสตามลำดับขั้นตอนดังนี้

เมื่อเลี้ยงชิ้นส่วนนาน 1 สัปดาห์พบว่าเมื่อมองด้วยตาเปล่าเนื้อเยื่อมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในส่วนของลำต้นและกาบใบ เมื่อสังเกตดูจะพบว่าชิ้นส่วนเริ่มมีการบวมพองเล็กน้อยบริเวณโคนกาบใบแต่ภายในเนื้อเยื่อที่ตัดตามขวาง (ภาพ 19) สังเกตุเห็นจุดกำเนิดยอดได้ชัดเจน เมื่อเลี้ยงชิ้นส่วนนาน 2 สัปดาห์ (ภาพ 20) จะเห็นว่ากาบใบส่วนนอกสุดมีการขยายขนาดใหญ่มากขึ้น และเริ่มมีเซลล์ที่เรียงตัวไม่เป็นระเบียบคือเริ่มมีการเกิดแคลลัส นอกจากนี้บริเวณท่อลำเลียงมีกลุ่มเซลล์ที่ตื่นตัวเกิดขึ้น ต่อมาในสัปดาห์ที่ 3 (ภาพ 21) เมื่อสังเกตจากภายนอกพบว่าเริ่มสังเกตุเห็นแคลลัสด้วยตา

เปล่า ลักษณะเป็นก้อนเล็กๆสีเหลืองอ่อนหลุดออกมาจากส่วนของกาบใบ เมื่อนำมาตัดดูภายในก้อนดังกล่าวสามารถเห็นกลุ่มเซลล์ที่ตื่นตัวที่พบในสัปดาห์ที่ 2 มีการแบ่งเซลล์มากขึ้นปรากฏให้เห็นหลายกลุ่มลักษณะค่อนข้างกลมและบางกลุ่มหลุดออกจากเนื้อเยื่อเดิม กลุ่มเซลล์เหล่านี้ประกอบด้วยเซลล์เล็กๆหลายเซลล์ ย้อมติดสีเข้มชัดเจนและแต่ละก้อนเซลล์มีขอบเขตที่แน่นอน แต่ละกลุ่มเซลล์สามารถแยกออกจากกันโดยอิสระ กลุ่มเนื้อเยื่อเหล่านี้สามารถเกิดกลุ่มเนื้อเยื่อใหม่ได้อีกในสัปดาห์ที่ 4 (ภาพ 22) ในสัปดาห์ที่ 5 (ภาพ 23) ก้อนเนื้อเยื่อที่เกิดขึ้นมีขนาดใหญ่ เห็นได้ชัดเจน และมีปริมาณเพิ่มขึ้น

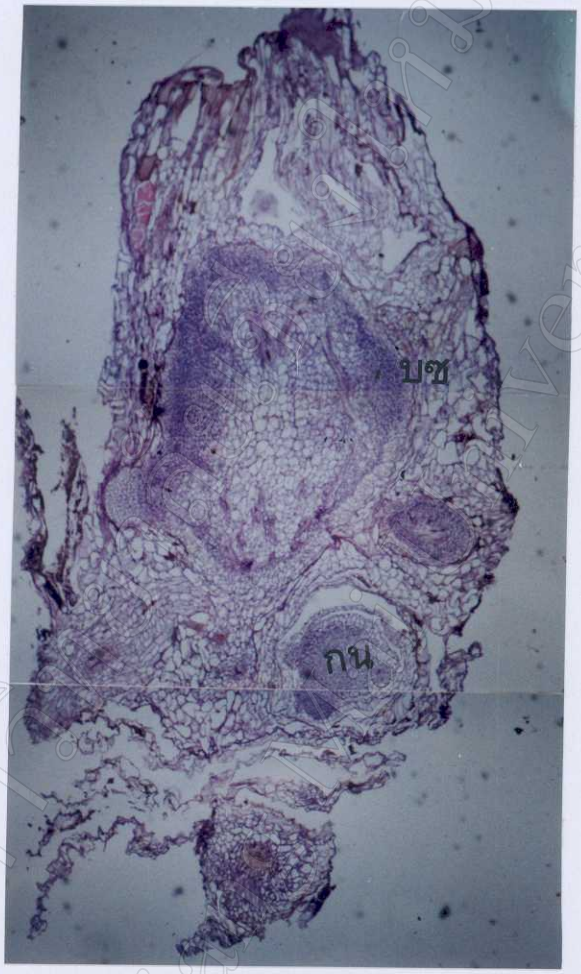


ภาพ 19 ภาพตัดขวางของเนื้อเยื่อส่วนโคนต้นที่เลี้ยงบนอาหารที่มี 2,4-D 1.25 มก/ล นาน 1 สัปดาห์ (47X) ตย = ตายอด จต = จุดเริ่มต้นของตายอด



ภาพ 20 ภาพตัดขวางของเนื้อเยื่อส่วนโคนต้น เลี้ยงบนอาหารที่มี 2,4-D 1.25 มก/ล นาน 2 สัปดาห์ (47X) กก = กาบใบเก่า กต = กลุ่มเซลล์ตื่นตัว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

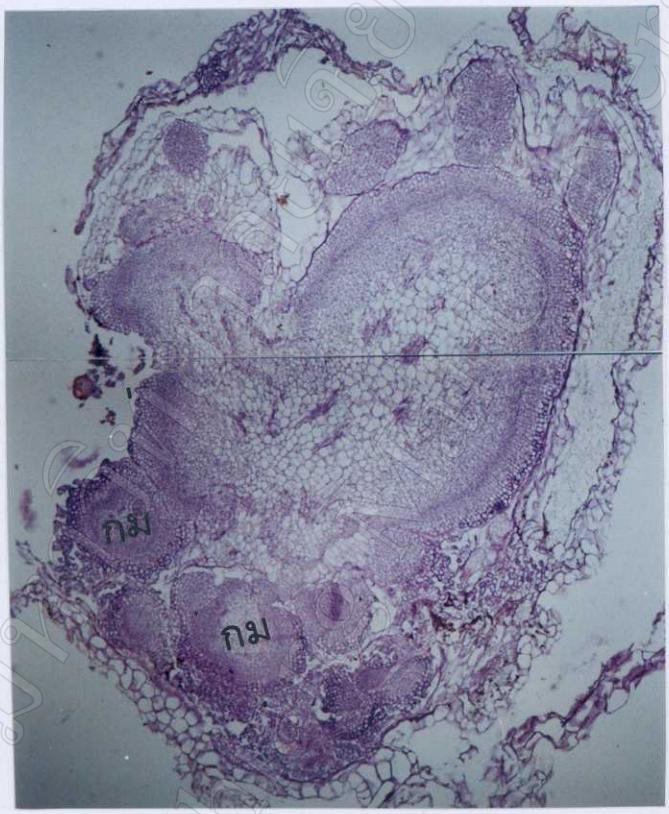


ภาพ 21 ภาพตัดขวางของเนื้อเยื่อส่วนโคนต้นเลี้ยงบนอาหารที่มี 2,4-D 1.25 มก/ล นาน 3 สัปดาห์ (15X)

กน = ก้อนเนื้อเยื่อที่หลุดออกอิสระ

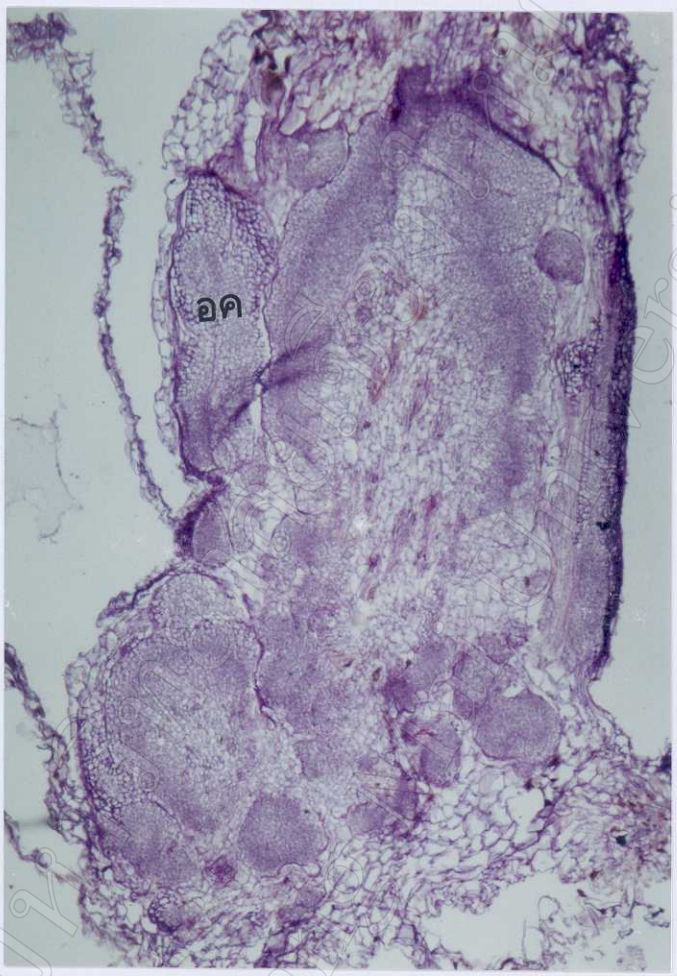
บซ = บริเวณที่มีการแบ่งเซลล์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



ภาพ 22 ภาพตัดขวางของเนื้อเยื่อส่วนโคนต้นเลี้ยงบนอาหารที่มี 2,4-D 1.25 มก/ล นาน 4 สัปดาห์ (17X) กม = ก้อนเนื้อเยื่อใหม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



ภาพ 23 ภาพตัดขวางของเนื้อเยื่อส่วนโคนต้นเลี้ยงบนอาหารที่มี 2,4-D 1.25 มก/ล นาน 5 สัปดาห์ (47X) อค = กลุ่มเซลล์คล้ายเอมบริโอเจนิกแคลลัส

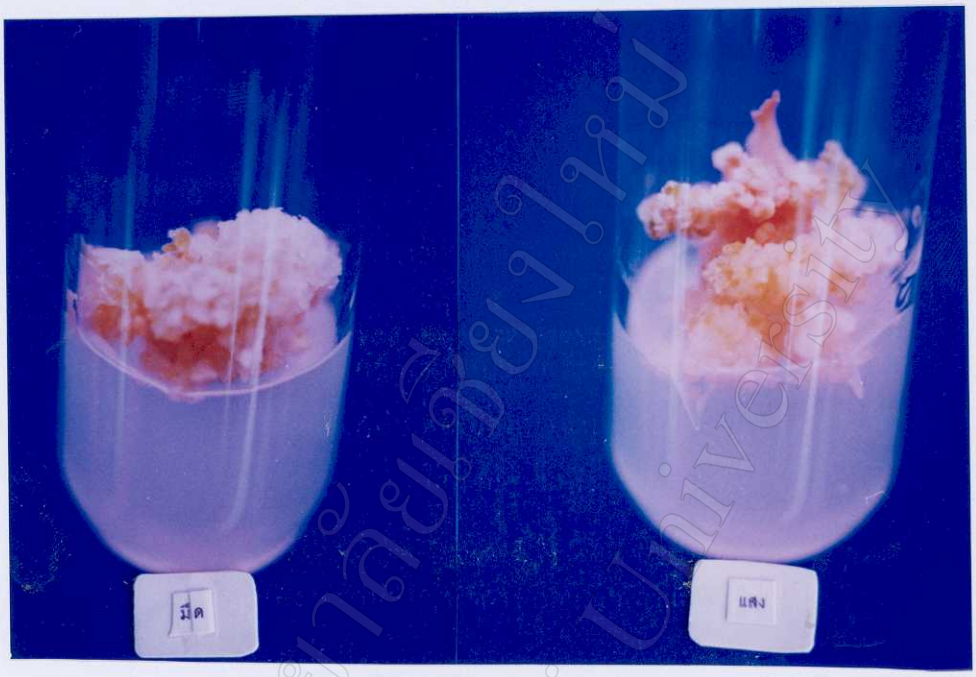
การทดลองที่ 5.2 ผลของความมืดและแสงที่มีต่อการเกิดแคลลัส

จากผลการทดลองที่ 5.1 ทำให้ทราบถึงระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดแคลลัสจากเนื้อเยื่อบริเวณโคนต้นได้ จึงทำการทดลองโดยหาสภาพที่เหมาะสมต่อการเริ่มเกิดแคลลัส คือ ใช้สภาพของที่มืดและสภาพแสงเป็นตัวกำหนดว่าแคลลัสที่ได้จะสามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่มืดหรือที่มีแสง ผลปรากฏว่าสามารถเจริญเติบโตได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญโดยดูจากน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง และเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสของทั้งสองกรรมวิธี (ตาราง 34) โดยแคลลัสจากสภาพมีแสงและที่มืดมีน้ำหนักสดเฉลี่ยอยู่ที่ 0.78 และ 0.98 ก ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักแห้งอยู่ในช่วง 0.15-0.16 ก และยังพบว่า การเลี้ยงภายใต้สภาพแสงเนื้อเยื่อสามารถเกิดแคลลัสได้ 50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในที่มืดสามารถเกิดแคลลัสได้ใกล้เคียงกันคือ 40 เปอร์เซ็นต์ หากสังเกตผลการทดลองโดยดูจากภาพจะพบว่า แคลลัสในที่มืดจะมีอาการฉ่ำน้ำมากกว่าจากที่มีแสง ลักษณะแคลลัสที่ได้จะมีลักษณะร่วนเป็นเม็ดเล็กๆ เกาะกันแบบหลวมๆจากทั้ง 2 สภาพการเลี้ยง (ภาพ 24)

ตาราง 34 น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสที่เลี้ยงในสภาพที่มืดและที่สว่าง

สภาพที่เลี้ยงแคลลัส	น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง	เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัส
ที่มืด	0.98	0.15	40
ที่มีแสง	0.78	0.16	50
	ns	ns	

ns ไม่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ



ภาพ 24 ลักษณะแคลลัสที่เลี้ยงในสภาพมืดและสภาพมีแสง บนอาหารที่ มี 2,4-D 1.25 มก/ล

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University