บทที่ 4

ผลการทดลอง

จากการศึกษาซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือศึกษาการเจริญของปลายยอดที่เริ่มเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ ศึกษาผลของส่วนประกอบของอาหารที่มีต่อการเจริญและการแตกหน่อของต้น และศึกษาการชักนำให้เกิดราก สามารถแยกผลการทดลองต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. ผลการศึกษาการเจริญของปลายยอดที่เริ่มเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ

1.1 การทดลองที่ 1 ศึกษาลักษณะการเจริญของปลายยอดเมื่อเลี้ยงบนอาหารวุ้น

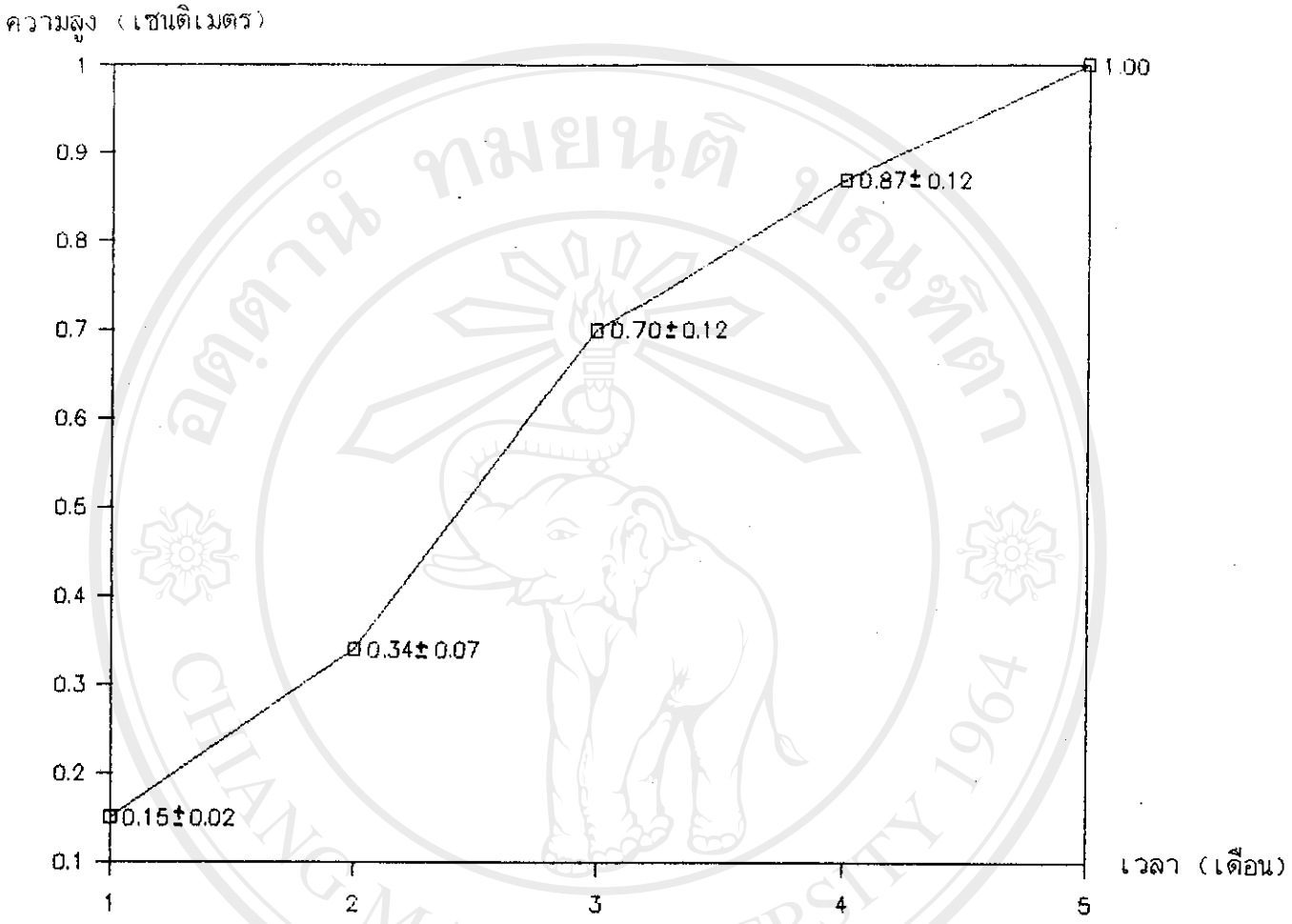
1.1.1 การรอดตาย

เมื่อนำยอด (cultured explant) ที่เจริญจากปลายยอดขนาด 0.5 x 1 มิลลิเมตร จำนวน 10 ยอดที่มาเลี้ยงจะมีการรอดตายคิดเป็นร้อยละ 70

1.1.2 การเจริญของปลายยอด

ปลายยอดที่เริ่มเลี้ยงจะมีการเจริญโดยวัดจากโคนต้นถึงปลายยอดในส่วนที่สูงที่สุด ช้ามากในช่วงเดือนที่ 1 คือสูงเพียง 0.15 ± 0.02 เซนติเมตร และจะมีการเจริญเร็วขึ้นในช่วงเดือนที่ 2 เป็น 0.34 ± 0.07 เซนติเมตร แต่อัตราการเจริญจะมีมากที่สุดในช่วงเดือนที่ 3 เป็น 0.70 ± 0.12 เซนติเมตร ส่วนอัตราการเจริญในช่วงเดือนที่ 4 และ 5 จะช้าลงและใกล้เคียงกันทั้ง 2 เดือนเป็น 0.87 ± 0.12 และ 1.00 ± 0.02 เซนติเมตร ตามลำดับ (แผนภาพที่ 1 หน้า 48 และภาพที่ 10 หน้า 50)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



แผนภาพที่ 1 ความสูงเฉลี่ยของปลายยอดในแต่ละเดือน

1.1.3 การแตกหน่อและการเจริญ

การแตกหน่อของปลายยอดที่นำมาเลี้ยงเริ่มพบในเดือนที่ 3 หลังจากเลี้ยง นอกจากนี้ยังพบว่าปลายยอดบางอันมีการเจริญที่ผิดปกติคือมีลักษณะของการฉ่ำน้ำที่ต้นและใบ

สำหรับจำนวนต้นที่มีการแตกหน่อ จำนวนหน่อ ความสูงของหน่อ และจำนวนต้นที่มีลักษณะการฉ่ำน้ำได้แสดงไว้ในตารางที่ 10

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 10 จำนวนต้นที่มีการแตกหน่อ จำนวนหน่อ ความสูงของหน่อ และจำนวนต้นที่พบอาการฉ่ำน้ำเมื่อเลี้ยงบนอาหารวุ้นสูตร KI

อายุ (เดือน)	จำนวนต้นที่มีการแตกหน่อ (ร้อยละ)	จำนวนหน่อ (หน่อ/ต้น)	ความสูงหน่อ (เซนติเมตร)	จำนวนต้นที่พบการฉ่ำน้ำ (ร้อยละ)
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	20	2	0.20 ± 0.05	20
4	20	2	0.23 ± 0.03	30
5	20	2	0.30 ± 0.03	30

จากตารางที่ 10 แสดงให้เห็นว่าเมื่อเลี้ยงปลายยอดบนอาหารสูตร KI หลังจากเลี้ยงได้นาน 2 เดือน จะไม่พบการแตกหน่อ แต่การแตกหน่อจะเริ่มขึ้นในเดือนที่ 3 อย่างไรก็ตามจำนวนต้นที่มีการแตกหน่อและจำนวนหน่อในเดือนที่ 3, 4 และ 5 หลังการเลี้ยงไม่แตกต่างกัน ส่วนความสูงหน่อ เมื่อวัดจากโคนหน่อถึงปลายยอดในส่วนที่สูงที่สุดจะเพิ่มขึ้นในเดือนที่ 4 และ 5 จาก 0.23 ± 0.03 เป็น 0.30 ± 0.03 เซนติเมตร ตามลำดับ อาการผิดปกติของใบในลักษณะอาการฉ่ำน้ำจะสังเกตเห็นในเดือนที่ 3 และเพิ่มขึ้นในเดือนที่ 4 หลังการเลี้ยงคือ ร้อยละ 20 และ 30 ของจำนวนต้นที่เลี้ยง ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 10 ลักษณะการเจริญของปลายยอดในแต่ละเดือนหลังทำการเลี้ยงบนอาหารวุ้นสูตร KI

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.2 **ผลการทดลองที่** 2 ผลของสภาพทางกายภาพของอาหารที่มีต่อการเจริญของปลายยอดที่เลี้ยง

1.2.1 การเจริญของปลายยอด

ปลายยอดขนาด 0.5 x 1 มิลลิเมตร ที่นำมาเลี้ยงด้วยอาหารเหลว โดยใช้กระดาษกรองพับสำหรับวางเนื้อเยื่อหรือบรรจุในหลอดทดลองวางในเครื่องหมุน หรือเลี้ยงในขวดรูปชมพู่วางบนเครื่องเขย่าเปรียบเทียบกับที่เลี้ยงบนอาหารวุ้น โดยใช้อาหารสูตร KI + วิตามิน MS (1962) เหมือนกันหมดทุกกรรมวิธีนั้น

ปลายยอดซึ่งเลี้ยงในอาหารบนกระดาษกรองพับสำหรับวางเนื้อเยื่อจะมีการเจริญดีที่สุด โดยวัดจากโคนถึงปลายยอดในส่วนที่สูงที่สุดดีกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ คือ หลังจากเลี้ยงได้ 4 สัปดาห์ ปลายยอดจะมีความสูง 0.31 ± 0.05 เซนติเมตร และในสัปดาห์ที่ 8 เพิ่มเป็น 0.88 ± 0.42 เซนติเมตร

ปลายยอดที่เจริญรองลงมาคือปลายยอดซึ่งเลี้ยงในอาหารเหลว แต่เลี้ยงโดยบรรจุในหลอดทดลองวางในเครื่องหมุนในสัปดาห์ที่ 4 มีความสูง 0.18 ± 0.12 เซนติเมตร และในสัปดาห์ที่ 8 เพิ่มเป็น 0.86 ± 0.41 เซนติเมตร

ส่วนปลายยอดที่เลี้ยงบนอาหารวุ้นการเจริญของปลายยอดจะช้ากว่าที่เลี้ยงด้วยอาหารเหลว โดยกรรมวิธีดังกล่าวข้างต้น คือมีความสูงของปลายยอดหลังจากเลี้ยงได้ 4 สัปดาห์ เท่ากับ 0.16 ± 0.05 เซนติเมตร และในสัปดาห์ที่ 8 เพิ่มเป็น 0.45 ± 0.15 เซนติเมตร

สำหรับปลายยอดที่เลี้ยงในอาหารเหลว โดยวางขวดไว้บนเครื่องเขย่าปลายยอดในระยะ 4 สัปดาห์แรก ปลายยอดยังคงมีสีเขียวอยู่ แต่การเจริญมีน้อยมากไม่สามารถวัดการเปลี่ยนแปลงได้ และต่อมาในสัปดาห์ที่ 8 พบว่าปลายยอดเปลี่ยนเป็นสีดำตายหมด (ตารางที่ 11 หน้า 52)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 11 ความสูงของต้นเมื่อเลี้ยงปลายยอดโดยใช้อาหารวุ้นและอาหารเหลวโดยวิธีต่าง ๆ

อายุ (สัปดาห์)	ความสูง (เซนติเมตร)			
	อาหารวุ้น	อาหารเหลวใช้กระดาษกรอง	อาหารเหลวใช้เครื่องเขย่า	อาหารเหลวใช้เครื่องหมุน
4	0.16 ± 0.05	0.31 ± 0.05	-	0.18 ± 0.12
6	0.27 ± 0.06	0.54 ± 0.31	-	0.42 ± 0.3
8	0.45 ± 0.15	0.88 ± 0.42	-	0.86 ± 0.41

1.2.2 คุณภาพของต้น

แม้ว่าปลายยอดที่นำมาเลี้ยงในทุกกรรมวิธี ยกเว้นในอาหารเหลวที่ใช้เครื่องเขย่า (ปลายยอดตาย) จะมีความสูงของต้นที่เพิ่มขึ้น โดยปลายยอดซึ่งเลี้ยงบนกระดาษกรอง มีการเจริญที่ดีกว่าการเลี้ยงโดยวิธีอื่น ๆ ดังแสดงในตารางที่ 11 ก็ตาม แต่พบว่าใบและยอดที่ได้มาจากการเลี้ยงปลายยอดโดยใช้อาหารเหลวในหลอดทดลอง ซึ่งใช้กระดาษกรองช่วยและที่วางในเครื่องหมุนมีลักษณะของการฉ่ำน้ำ (ภาพที่ 11 หน้า 53) ซึ่งมีผลต่อการอยู่รอดในเวลาต่อมา จำนวนต้นที่มีใบและต้นฉ่ำน้ำในช่วงเวลาต่าง ๆ หลังจากเลี้ยงคิดเป็นร้อยละได้แสดงไว้ตารางที่ 12

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 12 จำนวนต้นที่มีอาการฉ่ำน้ำคิดเป็นร้อยละเมื่อเลี้ยงปลายยอดโดยใช้อาหารวุ้นและอาหารเหลวโดยวิธีต่าง ๆ

อายุ (สัปดาห์)	จำนวนต้นที่ฉ่ำน้ำ (ร้อยละ)			
	อาหารวุ้น	อาหารเหลวใช้กระดาษกรอง	อาหารเหลวใช้เครื่องเขย่า	อาหารเหลวใช้เครื่องหมุน
4	-	40	-	20
6	-	60	-	60
8	10	60	-	60

ภาพที่ 11 การเจริญที่มีอาการฉ่ำน้ำของปลายยอดที่เลี้ยงบนกระดาษกรอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. **ผลการศึกษาผลของส่วนประกอบของอาหารที่มีต่อการเจริญและการแตกหน่อของต้น**

2.1 **การทดลองที่** 3 ศึกษาผลของวิตามินสูตร MS (1962) ดัดแปลงที่มีต่อชิ้นส่วนที่เลี้ยง

2.1.1 การแตกหน่อใหม่

จากการทดลองพบว่าชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่นำมาเลี้ยงโดยทำการเลี้ยงทั้งต้น หรือเลี้ยงชิ้นส่วนที่ได้จากการตัดแบ่งต้นเป็นส่วนยอดและส่วนโคนบนอาหารสูตร KI ซึ่งมีและไม่มีวิตามิน MS (1962) หลังจากเลี้ยงได้ 6 สัปดาห์ ต้นที่ไม่มีการตัดแบ่งต้นออกเป็นส่วน เมื่อเลี้ยงบนอาหารที่มีวิตามินจะมีการแตกหน่อมากกว่าบนอาหารซึ่งปราศจากวิตามิน คือ ร้อยละ 62.5 ในขณะที่ต้นซึ่งเลี้ยงบนอาหารที่ปราศจากวิตามินมีการแตกหน่อเพียงร้อยละ 25 สำหรับต้นที่ทำการตัดแบ่งเอาเฉพาะส่วนโคนต้นนำมาเลี้ยง จำนวนต้นที่พบการแตกหน่อจะเท่ากันในอาหารซึ่งมีและไม่มีวิตามิน คือ ร้อยละ 100 ในขณะที่ส่วนที่เป็นยอดไม่ว่าจะเลี้ยงในอาหารซึ่งมีหรือไม่มีวิตามินไม่พบว่ามีการแตกหน่อใหม่ขึ้นมาในช่วงเวลาดังกล่าว (ตารางที่ 13 หน้า 55)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 13 จำนวนต้นที่พบการแตกหน่อ จำนวนหน่อและความสูงของหน่อ เมื่อเลี้ยงชิ้นส่วนต่าง ๆ บนอาหารวุ้นสูตร KI ที่มีและไม่มีวิตามิน นาน 6 สัปดาห์

อาหาร สูตร KI	ชิ้นส่วนที่เลี้ยง	จำนวนต้นที่พบการแตกหน่อ (ร้อยละ)	จำนวนหน่อ (หน่อ/ต้น)	ความสูงหน่อ (เซนติเมตร)
ไม่มีวิตามิน MS	ส่วนโคนต้น	100	1.25	0.74
	ส่วนยอด	–	–	–
	ทั้งต้น	25	0.25	0.11
มีวิตามิน MS	ส่วนโคนต้น	100	1.38	1.50
	ส่วนยอด	–	–	–
	ทั้งต้น	62.5	0.63	0.38
ผลของอาหาร		–	N.S.	N.S.
ผลของชิ้นส่วน		–	**	**
	ส่วนโคนต้น		1.32	1.12
	ส่วนยอด		–	–
	ทั้งต้น		0.44	0.25
L.S.D. (P = 0.05)			0.29	0.66
L.S.D. (P = 0.01)			0.38	0.87
ผลของอาหาร x ชิ้นส่วน			N.S.	N.S.

จากตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าอาหารที่ใช้เลี้ยงไม่มีผลทั้งจำนวนหน่อและความสูงของหน่อที่แตกออกมาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ชิ้นส่วนที่นำมาเลี้ยงมีผลต่อการเจริญมากโดยไม่มีความสัมพันธ์ร่วม (interaction) ระหว่างส่วนประกอบของอาหารและชิ้นส่วนที่ใช้เลี้ยง (ภาคผนวกที่ 1-2 หน้า 100)

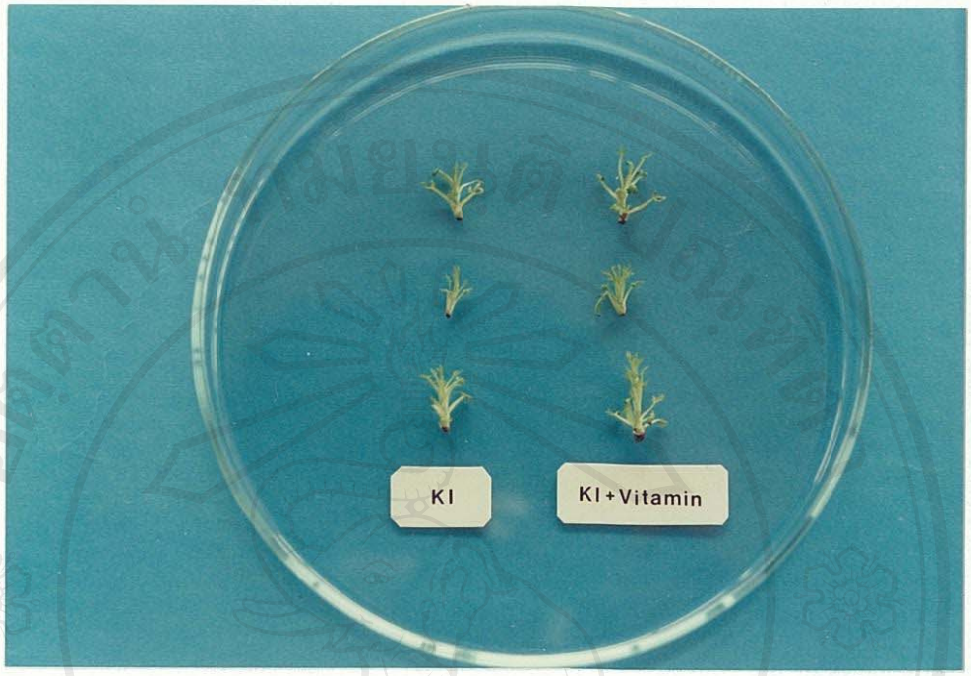
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชิ้นส่วนที่นำมาเลี้ยงคือ ส่วนโคนต้น ส่วนยอด และการเลี้ยงทั้งต้น พบว่าจำนวนหน่อที่แตกออกมามีความแตกต่างกันในระหว่างกลุ่มของชิ้นส่วนที่เลี้ยง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 โดยส่วนโคนต้นจะมีจำนวนหน่อที่แตกออกมาดีที่สุดคือ 1.38 และ 1.25 หน่อ/ต้น เมื่อเลี้ยงบนอาหารที่มีและไม่มีวิตามิน ตามลำดับ โดยจำนวนหน่อที่เกิดจากการเลี้ยงส่วนโคนต้นมากกว่าจำนวนหน่อที่ได้รับจากการเลี้ยงทั้งต้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับ P = 0.01 สำหรับความสูงของหน่อ พบว่าหน่อที่ได้จากการเลี้ยงทั้งต้นกับหน่อที่ได้จากการการเลี้ยงส่วนโคนต้นความสูงของหน่อไม่มีความแตกต่างกันแต่จะมีความแตกต่างกันระหว่างความสูงของหน่อจากส่วนโคนต้นกับส่วนยอดในอาหารทั้ง 2 ชนิดที่ใช้ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 โดยความสูงของหน่อจากส่วนโคนจะมีมากที่สุด คือ 0.74 และ 1.50 เซนติเมตร เมื่อเลี้ยงบนอาหารที่ไม่มีและมีวิตามิน ตามลำดับ

2.1.2 คุณภาพของต้นและหน่อที่แตกใหม่

ถึงแม้ผลการวิเคราะห์ทางสถิติจะแสดงให้เห็นว่าอาหารที่ใช้เลี้ยงไม่มีผลทำให้จำนวนหน่อและความสูงของหน่อที่แตกออกมา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ถ้าพิจารณาดูจากลักษณะความสมบูรณ์ของชิ้นส่วนที่เลี้ยงและหน่อที่แตกออกมาพบว่า อาหารสูตร KI ซึ่งมีการเพิ่มวิตามิน MS (1962) ดัดแปลงไปในอาหารทำให้ชิ้นส่วนที่เลี้ยงและหน่อที่แตกออกมามีความสมบูรณ์ดีกว่าชิ้นส่วนที่เลี้ยงบนอาหาร ซึ่งปราศจากวิตามิน ภาพที่ 12 หน้า 57

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 12 ความสมบูรณ์ของต้นที่ได้จากการเลี้ยงชิ้นส่วนต่าง ๆ คือ ส่วนโคนต้น ส่วนยอด และทั้งต้น (นับจากแถวบนลงล่าง) บนอาหารวุ้นสูตร KI ซึ่งมีและไม่มีวิตามินสูตร MS (1962) ดัดแปลง

2.2 **การทดลองที่** 4 ศึกษาผลของไซโตคินิน BAP ที่ระดับต่าง ๆ ในอาหาร

2.2.1 การเจริญของต้น

เมื่อเปรียบเทียบการเจริญของต้น โดยวัดความสูงจากโคนถึงปลายยอด จากต้นที่เลี้ยงบนอาหารที่มี BAP ความเข้มข้นที่ 0, 0.25, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 มิลลิกรัม/ลิตร พบว่าการเจริญไม่ค่อยแตกต่างกันมากคือมีความสูงจากเดิมประมาณ 1 เซนติเมตรเพิ่มเป็น 1.53 ± 0.21, 1.71 ± 0.22, 1.55 ± 0.31, 1.60 ± 0.17 และ 1.59 ± 0.18 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 14 หน้า 58)

จากการทดลองนี้พบว่าไซโตคินิน BAP ที่ใช้จำเป็น (essential) ต่อการเจริญของยอดที่เลี้ยงคือเมื่อเลี้ยงบนอาหารที่ไม่มี BAP ต้นจะแห้งตายหมด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 14 การเจริญของต้นซึ่งวัดความสูงจากโคนถึงปลายยอด เมื่อเลี้ยงบนอาหารซึ่งมี BAP ที่ระดับต่าง ๆ นาน 6 สัปดาห์

BAP (มิลลิกรัม/ลิตร)	ความสูงของต้น (เซนติเมตร)
0	ต้นและใบแห้งตายเป็นสีน้ำตาลหมด
0.25	1.53 ± 0.21
0.5	1.71 ± 0.22
1.0	1.55 ± 0.31
1.5	1.60 ± 0.17
2.0	1.59 ± 0.18

2.2.2 การแตกหน่อและการเจริญของหน่อ

ถ้าพิจารณาถึงการแตกหน่อของต้นที่นำมาเลี้ยง พบว่าหลังจากเลี้ยงได้ 6 สัปดาห์ BAP ที่ระดับ 1.5 มิลลิกรัม/ลิตร มีจำนวนต้นที่แตกหน่อคิดเป็นร้อยละสูงถึง 70 ในขณะที่ความเข้มข้นอื่น ๆ ของ BAP ที่ทดลองให้จำนวนต้นที่แตกหน่อมีเพียงร้อยละ 20 - 30 เท่านั้น (ตารางที่ 15 หน้า 59)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 15 จำนวนต้นที่พบการแตกหน่อ จำนวนหน่อและความสูงของหน่อหลังการเลี้ยงบนอาหารซึ่งมี BAP ที่ระดับต่าง ๆ นาน 6 สัปดาห์

BAP (มิลลิกรัม/ลิตร)	จำนวนต้นที่พบการแตกหน่อ (ร้อยละ)	จำนวนหน่อ (หน่อ/ต้น)	ความสูงหน่อ (เซนติเมตร)
0	ต้นและใบเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล		
0.25	30	0.3	0.09
0.5	20	0.4	0.02
1.0	30	0.3	0.04
1.5	70	0.8	0.11
2.0	30	0.3	0.08
ผลของ BAP		N.S.	N.S.

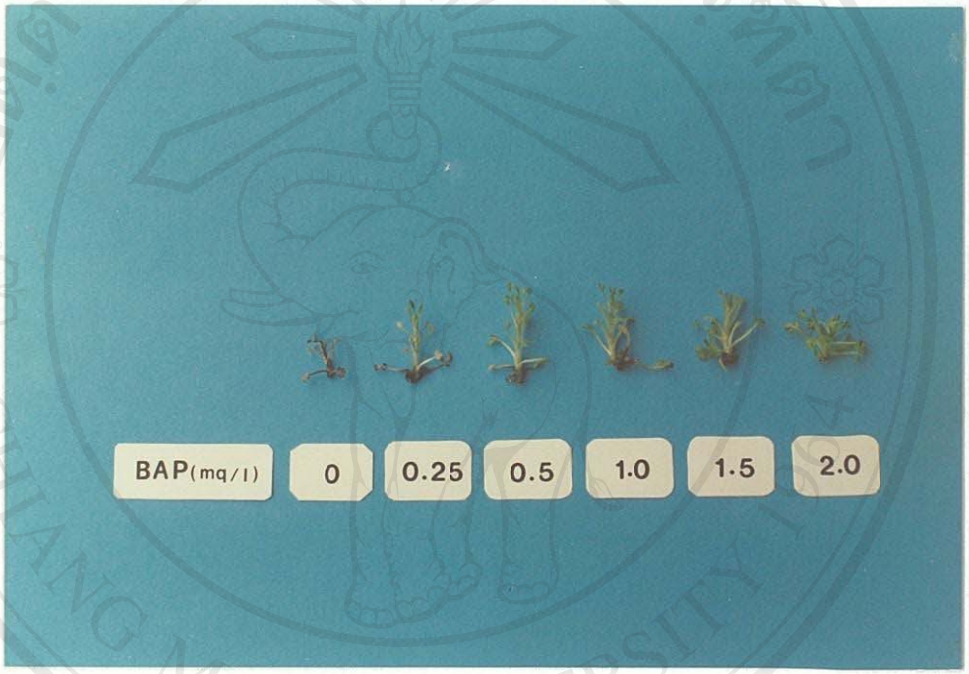
จากตารางที่ 15 จำนวนหน่อ และความสูงของหน่อที่ได้จากการเลี้ยงยอดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทุกระดับของ BAP ในอาหารที่ใช้เลี้ยง (0-2 มิลลิกรัม/ลิตร) แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบจำนวนหน่อและความสูงของหน่อมีแนวโน้มว่า อาหารซึ่งมี BAP ที่ระดับ 1.5 มิลลิกรัม/ลิตร จะให้ผลดีกว่าที่ระดับอื่น (BAP 0.25, 0.5, 1 และ 2 มิลลิกรัม/ลิตร) โดยหลังจากเลี้ยงนาน 6 สัปดาห์ พบการแตกหน่อร้อยละ 70 จำนวนหน่อ 0.8 หน่อ/ต้น ความสูงหน่อ 0.11 เซนติเมตร ในขณะที่ต้นซึ่งเลี้ยงบนอาหารที่ปราศจาก BAP ไม่พบการแตกหน่อ และต้นแห้งตายหมด

2.2.3 คุณภาพของต้นและหน่อ

หลังจากทำการเลี้ยงได้ 3 สัปดาห์ พบว่าต้นซึ่งเลี้ยงบนอาหารที่ปราศจากฮอร์โมน BAP (BAP 0 มิลลิกรัม/ลิตร) ใบเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองออกน้ำตาลและค่อย ๆ แห้งตายหมดภายในสัปดาห์ที่ 6 หลังจาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เลี้ยง ในขณะที่ BAP ที่ระดับอื่น (0.25-2.0 มิลลิกรัม/ลิตร) การเจริญของต้นยังเป็นปกติ (ภาพที่ 13 หน้า 60)



ภาพที่ 13 ความสมบูรณ์ของต้นที่เลี้ยงบนอาหารวุ้นสูตร KI + วิตามินสูตร MS (1962) ดัดแปลง โดยมีไซโตคินิน BAP ที่ระดับต่าง ๆ

2.3 **การทดลองที่ 5** ศึกษาผลของระดับ NH_4NO_3 ควบคู่กับระดับอุณหภูมิที่ใช้เลี้ยง

2.3.1 ความสามารถในการแตกหน่อและการเจริญของหน่อ

หลังจากทำการเลี้ยงต้นได้นาน 6 สัปดาห์ ต้นที่เลี้ยงส่วนใหญ่จะมีการแตกหน่อใหม่ในทุกระดับของอุณหภูมิและทุกระดับของ NH_4NO_3 ที่มีในอาหาร จำนวนต้นที่แตกหน่อ จำนวนหน่อ และความสูงหน่อ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 16

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 16 จำนวนต้นซึ่งมีการแตกหน่อใหม่ จำนวนหน่อและความสูงหน่อ หลังจากเลี้ยงบนอาหารซึ่งมีการปรับระดับของ NH_4NO_3 และอุณหภูมิที่ใช้เลี้ยงนาน 6 สัปดาห์

อุณหภูมิที่ใช้เลี้ยง (องศาเซลเซียส)	ระดับ NH_4NO_3 ในธาตุอาหารหลัก	จำนวนต้นที่พบการแตกหน่อ (ร้อยละ)	จำนวนหน่อ (หน่อ/ต้น)	ความสูงหน่อ (เซนติเมตร)	ลักษณะอื่น ๆ
20	1/4 X	85.71	2.7	0.34	-
	1/2 X	85.71	2.6	0.50	-
	1 X	100	2.1	0.64	-
	1 1/2 X	100	2.1	0.49	-
	2 X	85.71	3.4	0.37	-
24	1/4 X	85.71	1.1	0.30	หน่อที่พบร้อยละ 80 ไม่สมบูรณ์ ใบใหญ่ ต้นฉ่ำน้ำ
	1/2 X	100	2.0	0.40	
	1 X	100	1.6	0.47	
	1 1/2 X	100	1.7	0.64	
	2 X	100	1.1	0.56	
28	1/4 X	100	2.1	0.46	-
	1/2 X	100	2.0	0.54	-
	1 X	100	1.7	0.54	-
	1 1/2 X	100	2.0	0.69	-
	2 X	100	1.3	0.57	-
ผลของอุณหภูมิ		-	**	N.S.	
อุณหภูมิ					
20 องศาเซลเซียส			2.6		
24 องศาเซลเซียส			1.5		
28 องศาเซลเซียส			1.5		
L.S.D. (P = 0.05)			0.60		
L.S.D. (P = 0.01)			0.80		
ผลของ NH_4NO_3			N.S.	N.S.	
ผลของอุณหภูมิ x NH_4NO_3			N.S.	N.S.	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าระดับของ NH_4NO_3 ในอาหารไม่มีผลทำให้จำนวนหน่อมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ระดับอุณหภูมิที่ใช้ทดลองมีผลต่อจำนวนหน่อที่เกิดขึ้นโดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P = 0.01) โดยไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างระดับของ NH_4NO_3 และอุณหภูมิที่ใช้เลี้ยง (ภาคผนวกที่ 5 หน้า 103) เมื่อเปรียบเทียบจำนวนหน่อ พบว่าเมื่อใช้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ทำให้จำนวนหน่อที่เกิดขึ้นเฉลี่ย 2.6 หน่อ/ต้น ซึ่งมากกว่าที่ได้รับเมื่อเลี้ยงต้นที่อุณหภูมิ 24 และ 28 องศาเซลเซียส ซึ่งเกิดหน่อเฉลี่ยเพียง 1.5 ต้น อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P = 0.01) แต่จำนวนหน่อที่เกิดขึ้นในอุณหภูมิ 24 กับ 28 องศาเซลเซียส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการทดลองนี้จำนวนหน่อที่ได้จากการเลี้ยงต้นที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส บนอาหารที่มี NH_4NO_3 เพิ่มเป็น 2 เท่า มีมากที่สุดถึง 3.4 หน่อ/ต้น

สำหรับความสูงของหน่อ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกระดับของอุณหภูมิและ NH_4NO_3 ที่ใช้เลี้ยง (ภาคผนวกที่ 6 หน้า 102)

นอกจากนี้ยังเป็นที่น่าสังเกตว่าการเจริญของหน่อที่แตกออกมาใหม่จากต้นซึ่งเลี้ยงที่อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส ร้อยละ 80 เป็นหน่อที่ไม่สมบูรณ์ ใบใหญ่ต้นฉ่ำน้ำ (ภาพที่ 14 หน้า 63) ในขณะที่หน่อจากต้นซึ่งเลี้ยงที่อุณหภูมิระดับอื่น (20, 28 องศาเซลเซียส) ไม่มีลักษณะผิดปกติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 14 ลักษณะของหน่อแตกใหม่ซึ่งมีลักษณะไม่สมบูรณ์ ใบใหญ่ และต้นฉ่ำน้ำ เมื่อเลี้ยงต้นที่อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส

2.3.2 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นที่เลี้ยง

การเจริญของต้นกุหลาบที่เลี้ยง เมื่อวัดในรูปของน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งหลังจากเลี้ยงนาน 6 สัปดาห์ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 17

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 17 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง หลังจากเลี้ยงบนอาหารวุ้นที่มีระดับ NH_4NO_3 และอุณหภูมิที่ใช้เลี้ยงต่างกัน นาน 6 สัปดาห์

อุณหภูมิที่เลี้ยง (องศาเซลเซียส)	ระดับ NH_4NO_3 ในธาตุอาหารหลัก	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักสด*(1) ที่เพิ่ม	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	น้ำหนัก*(2) แห้งที่เพิ่ม
20	1/4 X	0.057	1	0.005	1
	1/2 X	0.077	1.35	0.006	1.20
	1 X	0.104	1.82	0.008	1.60
	1 1/2 X	0.101	1.77	0.009	1.80
	2 X	0.129	2.26	0.011	2.20
24	1/4 X	0.103	1	0.006	1
	1/2 X	0.135	1.31	0.006	1
	1 X	0.069	0.67	0.004	0.67
	1 1/2 X	0.259	2.51	0.005	0.83
	2 X	0.106	1.03	0.008	1.33
28	1/4 X	0.071	1	0.007	1
	1/2 X	0.053	0.75	0.003	0.43
	1 X	0.068	0.96	0.006	0.86
	1 1/2 X	0.090	1.27	0.048	6.86
	2 X	0.063	0.89	0.005	0.71
	ผลของอุณหภูมิ		N.S.	N.S.	
	ผลของ NH_4NO_3		N.S.	N.S.	
	ผลของอุณหภูมิ x NH_4NO_3		N.S.	N.S.	

*(1) ใช้น้ำหนักสดที่ระดับ NH_4NO_3 1/4 X ของแต่ละอุณหภูมิเป็นมาตรฐานเท่ากับ 1

*(2) ใช้น้ำหนักแห้งที่ระดับ NH_4NO_3 1/4 X ของแต่ละอุณหภูมิเป็นมาตรฐานเท่ากับ 1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตารางที่ 17 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งที่ได้จากการเลี้ยงต้นบนอาหารซึ่งมีระดับของ NH_4NO_3 และอุณหภูมิที่ใช้เลี้ยงที่ระดับต่าง ๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาคผนวกที่ 7-8 หน้า 103)

อย่างไรก็ตามที่ระดับอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มว่าน้ำหนักสดจะเพิ่มขึ้น ตามระดับของ NH_4NO_3 ในอาหารที่เพิ่มโดยจะมีน้ำหนักสดเพิ่มจากเดิม 0.057 เป็น 0.129 กรัม เมื่อระดับไนโตรเจนเพิ่มจากจาก 1/4 X เป็น 2 X ส่วนที่ระดับอุณหภูมิ 24 และ 28 องศาเซลเซียส การเพิ่มขึ้นของระดับ NH_4NO_3 จะมีผลทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นที่เลี้ยงมีความแปรปรวนแตกต่างกันไป ดังแสดงในตารางที่ 17 หน้า 64

2.3.3 การเกิดแคลลัส

หลังจากเลี้ยงต้นได้ 3 สัปดาห์ สังเกตพบว่าในทุกระดับของอุณหภูมิที่ใช้เลี้ยงต้นซึ่งเลี้ยงบนอาหารที่ปรับระดับของ NH_4NO_3 ลงเหลือ 1/4 และ 1/2 X จะมีลักษณะแคลลัส เป็นปมสีน้ำตาลที่โคนต้น (ภาพที่ 15 หน้า 66) โดยมีจำนวนประมาณร้อยละ 80 ของต้นที่เลี้ยงเท่ากันในอาหารที่ลด NH_4NO_3 ลงทั้ง 2 ระดับ

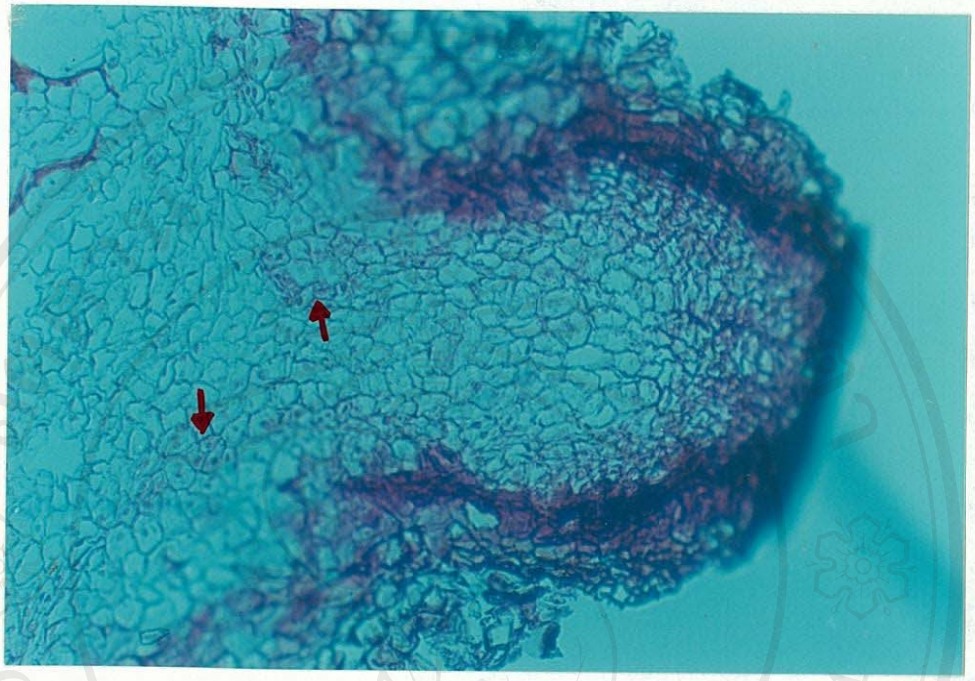
เมื่อนำโคนต้นที่เป็นปมสีน้ำตาลไปตัดชิ้นส่วนตามขวาง เพื่อศึกษาด้านเซลวิทยา จะเห็นว่าส่วนที่เป็นปมนั้นประกอบด้วยเซลที่กำลังแบ่งตัวและเรียงกันเป็นแนวที่เห็นได้ชัด ซึ่งอาจจะพัฒนาไปเป็นรากหรือแคลลัส (callus lobe) ก็ได้ (ภาพที่ 16 หน้า 66 และภาพที่ 17 หน้า 67)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 15 ลักษณะคล้ายแคลลัสที่โคนของหน่อซึ่งเลี้ยงบนอาหารที่ลดระดับของ NH_4NO_3

ภาพที่ 16 ภาพตัดขวางของโครงสร้างคล้ายแคลลัสที่เกิดขึ้นบริเวณรอยตัดส่วนโคนของหน่อที่เลี้ยง (ศรชี้ คือส่วนที่เห็นเป็นปมยื่นออกมา) 19 X

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 17 ส่วนปมแคลลัส (callus lobe) ขยายให้เห็นเซลที่กำลังอยู่ในระยะแบ่งตัวซึ่งอาจจะพัฒนาไปเป็นรากหรือแคลลัส (ศรชี้) (62 X)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3.4 คุณภาพของใบ

หลังจากเลี้ยงต้นได้ 4 สัปดาห์ สังเกตพบว่าที่ระดับอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ใบของต้นเดิมที่แตกออกมาใหม่นั้น จะมีลักษณะแตกต่างจากใบที่ได้จากระดับของอุณหภูมิ 24 และ 28 องศาเซลเซียส คือใบจะมีความสมบูรณ์มาก ใบมีสีเขียวเข้ม ขอบใบหยัก ซึ่งเป็นลักษณะปกติของใบกุหลาบ ส่วนใบจากต้นซึ่งเลี้ยงที่อุณหภูมิ 24 และ 28 องศาเซลเซียสนั้นใบมีลักษณะคล้ายกันและดูไม่แข็งแรงเท่าใบที่พบจากที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 18 หน้า 68) นอกจากนี้ยังพบว่าการเจริญในสัปดาห์ที่ 6 ใบส่วนล่างของต้นที่นำมาเลี้ยงเริ่มมีสีเหลืองออกน้ำตาล โดยเฉพาะต้นซึ่งเลี้ยงที่ระดับอุณหภูมิสูงขึ้น คือที่ 24 และ 28 องศาเซลเซียส

สำหรับหน่อที่แตกออกมาใหม่นั้น พบว่าที่ระดับอุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส ลักษณะของหน่อที่เจริญออกมาไม่ค่อยสมบูรณ์ ใบใหญ่และต้นฉ่ำน้ำ (ภาพที่ 14 หน้า 63)

ภาพที่ 18 ลักษณะใบจากต้นซึ่งเลี้ยงไว้ที่อุณหภูมิ 28 (ซ้ายสุด) กับที่อุณหภูมิ 20 (กลาง) และใบจากหน่อที่แตกออกมาใหม่ที่ระดับอุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส

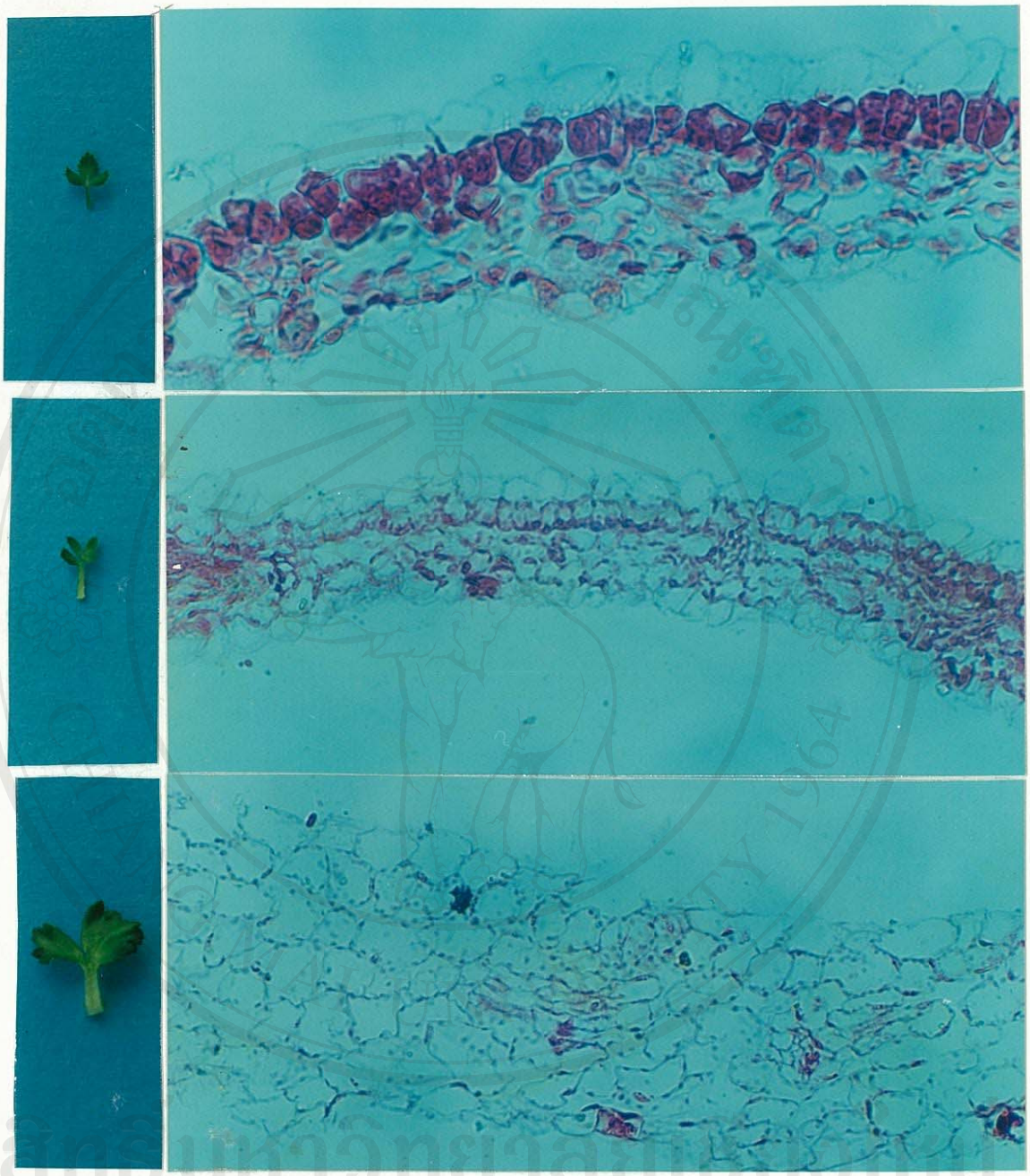
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อนำใบจากต้นซึ่งเลี้ยงไว้ที่ระดับอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มาทำการศึกษาทางเซลวิทยา เพื่อดูโครงสร้างภายในเปรียบเทียบกับใบจากต้นที่เลี้ยงไว้ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส และใบจากหน่อที่แตกออกมาใหม่จากต้นซึ่งเลี้ยงไว้ที่ อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 19 หน้า 70) พบว่าใบจากต้นซึ่งเลี้ยงไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นใบที่มีความสมบูรณ์มาก สีเขียวเข้ม มีขอบใบหยักนั้น เซลชั้น palisade parenchyma มีคลอโรพลาสต์จำนวนมากและการติดสีย้อมดีกว่าซึ่งเป็นลักษณะของเซล palisade ตามปกติแต่ใบจากต้นที่เลี้ยงในอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ซึ่งมีลักษณะคล้ายใบจากต้นที่เลี้ยงในอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส แต่ดูไม่แข็งแรงเท่ามีคลอโรพลาสต์น้อยกว่า และติดสีย้อมไม่ดีเท่าใบจากต้นที่เลี้ยงในอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส

สำหรับใบจากต้นที่เลี้ยงที่อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส ใบมีลักษณะคล้ายใบจากต้นซึ่งเลี้ยงที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส (รูปไม่ได้แสดงไว้) ยกเว้นใบจากหน่อซึ่งแตกออกมาใหม่ที่อุณหภูมิระดับนี้ ซึ่งมีลักษณะผิดปกติ และอวบน้ำนั้น พบว่าคลอโรพลาสต์จะหายไปพร้อมกับ palisade parenchyma

สำหรับการเจริญเติบโตและการแตกหน่อของต้นที่เลี้ยงบนอาหารที่ระดับ NH_4NO_3 ในธาตุอาหารหลัก และอุณหภูมิที่เลี้ยงที่ระดับต่าง ๆ ได้แสดงเปรียบเทียบไว้ ในภาพที่ 20 หน้า 71

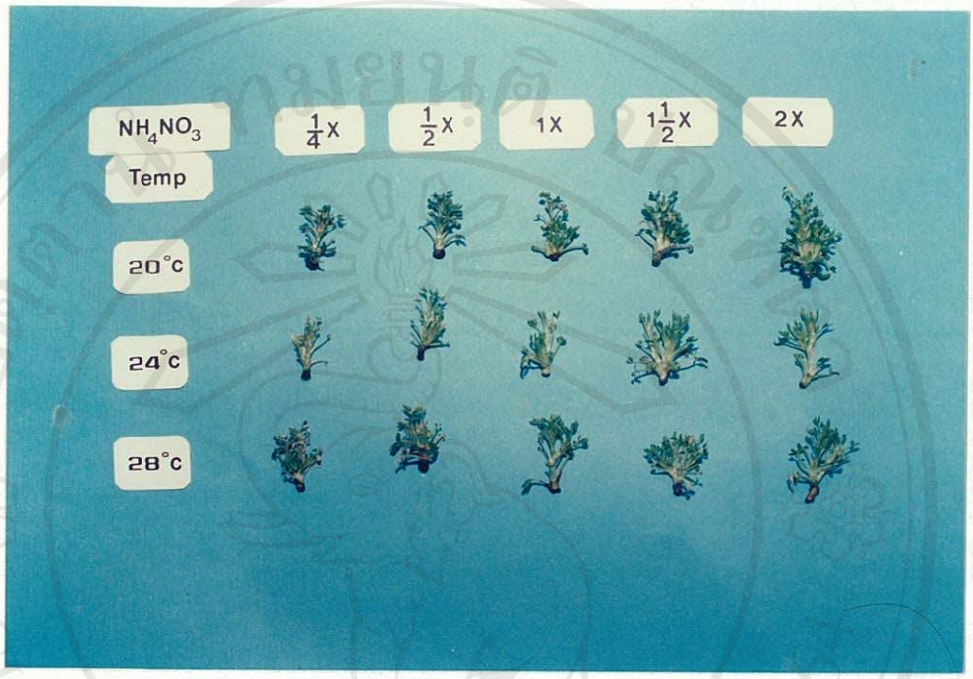
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 19 ภาพของใบตัดตามขวาง 62 X

บน ใบจากต้นซึ่งเลี้ยงไว้ที่ระดับอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส
กลาง ใบจากต้นซึ่งเลี้ยงไว้ที่ระดับอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส
ล่าง ใบจากหน่อที่แตกใหม่จากต้นซึ่งเลี้ยงที่อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 20 เปรียบเทียบต้นซิ่งเลี้ยงบนอาหารวุ้นที่ปรับระดับ NH_4NO_3 ในธาตุอาหารหลักและอุณหภูมิที่ใช้เลี้ยงที่ระดับต่าง ๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. ผลการศึกษาการชักนำให้เกิดราก

3.1 การทดลองที่ 6 ศึกษาผลของออกซิน NAA ที่ระดับต่าง ๆ ในอาหาร และสภาพแสงในการเลี้ยง

3.1.1 ความสามารถในการเกิดราก

จากการทดลองปรับระดับของ NAA ในช่วง 0-2 มิลลิกรัม/ลิตร ในอาหารวุ้นสูตร KI ซึ่งปราศจากฮอร์โมนตัวอื่น (ไม่ใส่ GA_3 และ BAP) + วิตามิน MS (1962) ดัดแปลง ผลการทดลองพบว่าหลังจากเลี้ยงได้ 1 สัปดาห์ ต้นที่ใช้เลี้ยงในอาหารซึ่งมี NAA ที่ระดับ 0.5, 1, 1.5 และ 2 มิลลิกรัม/ลิตร ที่บริเวณโคนก้านใบเกิดขนเล็ก ๆ มีลักษณะฟูสีขาวคล้ายรากขึ้นและต่อมาในสัปดาห์ที่ 2 จึงพบว่ามีรากเล็ก ๆ เกิดขึ้นที่บริเวณรอยตัดส่วนโคนต้น (ภาพที่ 21 หน้า 75) แต่ลักษณะดังกล่าวและรากไม่เกิดกับต้นที่เลี้ยงบนอาหารซึ่งปราศจาก NAA

นอกจากนี้จากการนำต้นไปเลี้ยงในสภาพมืด เปรียบเทียบกับสภาพมีแสง ผลการทดลองพบว่าออกซินที่ระดับต่ำ (0.1 มิลลิกรัม/ลิตร) เมื่อเลี้ยงในสภาพมืด จะมีผลช่วยให้เกิดการชักนำให้ออกรากได้ดีกว่าในสภาพที่มีแสง โดยพบต้นที่ออกรากร้อยละ 40 เมื่อเลี้ยงในสภาพที่มืด ในขณะที่ต้นที่นำมาเลี้ยงไม่เกิดรากในสภาพมีแสง แต่ในอาหารซึ่งมีออกซินระดับสูงขึ้น (0.5-2 มิลลิกรัม/ลิตร) ผลการทดลองพบว่า ต้นที่เลี้ยงในสภาพที่มีแสงในทุกระดับของออกซินในช่วงดังกล่าว (0.5, 1, 1.5 และ 2 มิลลิกรัม/ลิตร) มีจำนวนต้นที่ออกรากเท่ากันหมดคือ ร้อยละ 40 ส่วนต้นที่เลี้ยงในสภาพที่มืด ต้นมีการออกรากเพียงร้อยละ 20 เมื่อเลี้ยงในอาหารซึ่งมีออกซินระดับ 0.5 และ 1.5 มิลลิกรัม/ลิตร แต่เมื่อเลี้ยงในอาหารซึ่งมีออกซินระดับ 1 และ 2 มิลลิกรัม/ลิตร จะมีการออกรากร้อยละ 40 (ตารางที่ 18 หน้า 73)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 18 ผลของ NAA ที่ระดับต่าง ๆ ต่อการชักนำให้เกิดราก ในสภาพปลอดเชื้อทั้งที่เลี้ยงในสภาพมืดและสภาพที่มีแสงหลังจากเลี้ยงต้นนาน 2 สัปดาห์

NAA มิลลิกรัม/ลิตร	จำนวนต้นที่ออกราก (ร้อยละ)		จำนวนราก (ราก/ต้น)		ความยาวราก (เซนติเมตร)		ลักษณะอื่น ๆ
	สว่าง	มืด	สว่าง	มืด	สว่าง	มืด	
0	-	-	-	-	-		-
0.1	-	40	-	0.8	-	0.15	-
0.5	40	20	0.6	0.2	0.04	0.04	โคนเป็นขุยสีดำ
1	40	40	1.0	1.2	0.06	0.10	โคนเป็นขุยสีดำ
1.5	40	20	0.4	0.4	0.08	0.02	โคนเป็นขุยสีดำ
2	40	40	1.0	1.0	0.06	0.09	โคนเป็นขุยสีดำ
ผลของ NAA			N.S.		N.S.		
ผลของแสง			N.S.		N.S.		
ผลของ NAA x แสง			N.S.		N.S.		

จากตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าจำนวนรากและความยาวรากไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเลี้ยงต้นบนอาหารที่มีระดับของออกซินต่างกัน ทั้งในสภาพมีแสงและไม่มีแสง และไม่มีความสัมพันธ์ร่วมระหว่างระดับของออกซินและสภาพแสงในการเลี้ยง (ภาคผนวกที่ 9-10 หน้า 104)

อย่างไรก็ตามผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ในอาหารซึ่งปราศจากออกซินจะไม่พบการออกราก ส่วนอาหารที่มีออกซิน มีแนวโน้มว่าออกซินที่ระดับต่ำ (NAA 0.1 มิลลิกรัม/ลิตร) เลี้ยงในสภาพมืดจะให้ผลดีกว่า โดยมีการออกรากร้อยละ 40 หลังจากเลี้ยงได้ 2 สัปดาห์ โดยมีความยาวราก 0.15 เซนติเมตร ในขณะที่ออกซินที่ระดับเดียวกันแต่เลี้ยงในสภาพที่มีแสงยังไม่พบการออกราก และเมื่อเปรียบเทียบออกซิน NAA

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่ระดับต่าง ๆ จำนวนรากและความยาวรากจะพบใกล้เคียงกันในอาหารที่มีออกซิน NAA ที่ระดับ 1 และ 1.5 มิลลิกรัม/ลิตร และใกล้เคียงกันทั้งที่เลี้ยงในสภาพมืดหรือที่มีแสงคือจำนวนราก 1.2 ราก/ต้น ในสภาพมืดและ 1 ราก/ต้น ในสภาพสว่างเมื่อเลี้ยงบนอาหารที่มีออกซิน 1 มิลลิกรัม/ลิตร และมีจำนวนราก 1 ราก/ต้น เท่ากันไม่ว่าจะเลี้ยงในสภาพมืดหรือสภาพมีแสง เมื่อเลี้ยงบนอาหารที่มีออกซิน 2 มิลลิกรัม/ลิตร สำหรับออกซิน NAA ที่ระดับอื่น (0.1, 0.5 และ 1.5 มิลลิกรัม/ลิตร) จำนวนรากจะมีน้อยกว่า คืออยู่ในช่วง 0.2 - 0.8 ราก/ต้น

สำหรับความยาวราก พบว่ามีความยาวใกล้เคียงกันในทุกระดับของออกซิน NAA ที่ใช้เลี้ยงไม่ว่าจะเลี้ยงในสภาพมืดหรือสว่างก็ตามคือมีความยาวรากอยู่ในช่วง 0.02 - 0.15 เซนติเมตร

3.1.2 การเจริญและพัฒนาของราก

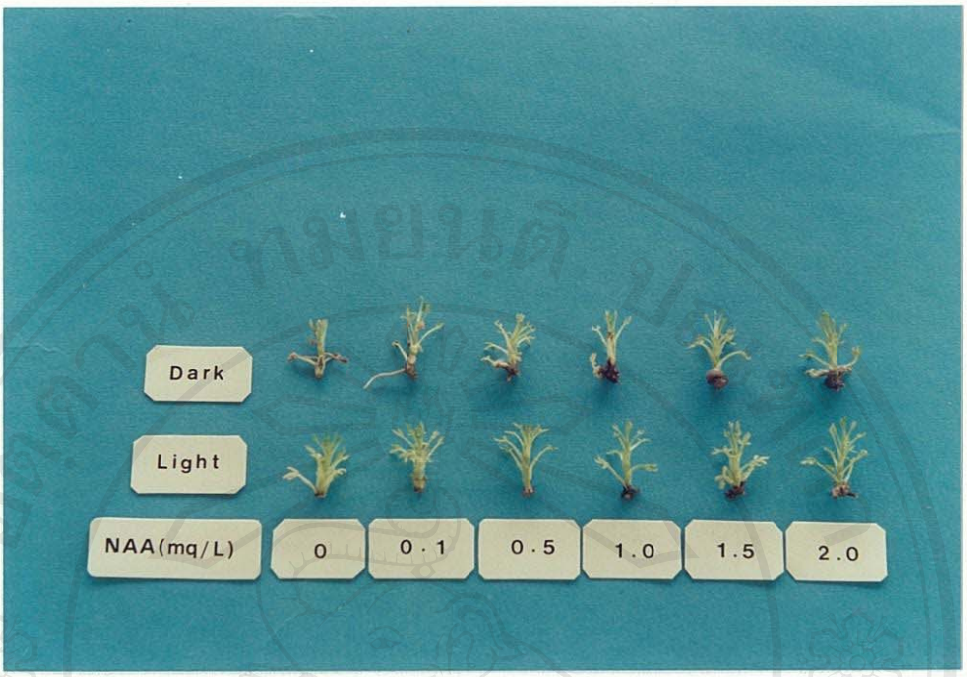
พบว่ารากที่เกิดมีการพัฒนาที่ค่อนข้างช้า โดยเฉพาะที่ระดับของออกซินในอาหารสูง (0.5 - 2 มิลลิกรัม/ลิตร) โคนต้นมีลักษณะบวมพองกว่าปกติและเปลี่ยนเป็นสีดำจนมองไม่เห็นรากที่เกิดอยู่ก่อนแล้วหลังจากเลี้ยงได้ 3 สัปดาห์ แต่รากซึ่งเกิดจากต้นที่เลี้ยงในอาหารซึ่งมีออกซินในระดับต่ำ (0.1 มิลลิกรัม/ลิตร) การพัฒนาของรากค่อนข้างจะดีกว่า (ภาพที่ 21 หน้า 75)

สำหรับต้นที่เกิดรากเมื่อนำส่วนโคนต้นไปทำการศึกษาด้วยวิธีทางเซลวิทยา พบว่าจุดกำเนิดรากที่เกิดขึ้นไม่ได้เกิดโดยผ่านแคลลัส สังเกตได้จากมีเซลเรียงตัวเป็นแนวรัศมีออกจากส่วนโคนต้น เหมือนการเกิดรากในสภาพธรรมชาตินอกหลอดแก้ว (ภาพที่ 22 หน้า 75)

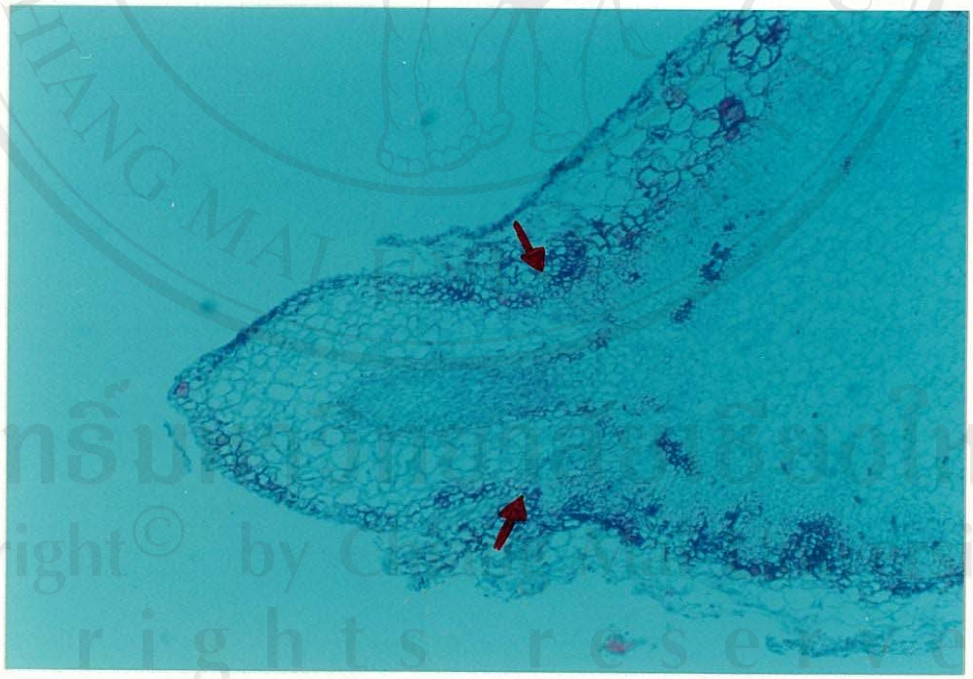
3.1.3 คุณภาพของต้นหลังจากเลี้ยง

หลังจากเลี้ยงได้ 3 สัปดาห์ พบว่าต้นที่เลี้ยงบนอาหารในทุกระดับของออกซิน (0 - 2 มิลลิกรัม/ลิตร) ใบเริ่มมีสีซีด ยอดเริ่มเหี่ยวเป็นสีน้ำตาลและเป็นที่น่าสังเกตว่าบริเวณโคนต้นจะมีลักษณะบวมพองกว่าปกติ (ภาพที่ 21 หน้า 75)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 21 ผลของ NAA ที่ระดับต่าง ๆ ต่อการชักนำให้เกิดรากในสภาพปลอดเชื้อ หลังเลี้ยงต้นนาน 3 สัปดาห์



ภาพที่ 22 ภาพตัดขวางบริเวณโคนต้นที่เกิดราก (38 X) (ศรชี้) โดยไม่ได้มีจุดกำเนิดมาจากแคลลัส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2 **การทดลองที่** 7 ศึกษาผลร่วมของ NAA และ IBA ที่ระดับต่าง ๆ ในอาหาร

3.2.1 ความสามารถในการเกิดราก

จากการทดลองปรับระดับของ NAA และ IBA ที่ระดับต่าง ๆ ในช่วง 0 - 0.4 มิลลิกรัม/ลิตร พร้อมกันทั้ง 2 ตัว ในอาหารวุ้นสูตร KI ซึ่งปราศจากฮอร์โมนตัวอื่น (ไม่ใส่ GA_3 และ BAP) + วิตามิน MS (1962) ดัดแปลง ผลการทดลองพบว่าหลังจากเลี้ยงต้นได้ 1 สัปดาห์ ต้นที่ใช้เลี้ยงในอาหารซึ่งมี NAA หรือ IBA ที่ระดับ 0.2 มิลลิกรัม/ลิตร ขึ้นไป ที่บริเวณโคนก้านใบเกิดขนเล็ก ๆ มีลักษณะฟูสีขาวคล้ายราก และเริ่มพบว่ามีการเกิดรากในอาหารซึ่งมี NAA หรือ IBA ที่ระดับ 0.1 มิลลิกรัม/ลิตร ขึ้นไป ต่อมาในสัปดาห์ที่ 2 พบว่ามีจำนวนต้นที่เกิดรากมากขึ้นบนอาหารซึ่งมี NAA และ IBA แต่ไม่พบการเกิดรากในอาหารซึ่งปราศจากทั้ง NAA และ IBA (NAA 0 มิลลิกรัม/ลิตร + IBA 0 มิลลิกรัม/ลิตร) จำนวนต้นที่เกิดราก จำนวนราก และความยาวรากเฉลี่ย ได้แสดงไว้ในตารางที่ 19

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 19 จำนวนรากและความยาวรากเฉลี่ย เมื่อเลี้ยงต้นบนอาหารที่มี NAA + IBA ที่ระดับต่าง ๆ นาน 2 สัปดาห์

NAA (มิลลิกรัม/ลิตร)	IBA (มิลลิกรัม/ลิตร)	จำนวนต้นที่เกิดราก (ร้อยละ)	จำนวนราก (ราก/ต้น)	ความยาวราก (เซนติเมตร)
	0		-	-
	0.05	10	0.1	0.010
0	0.1	40	0.4	0.070
	0.2	70	1.5	0.090
	0.4	70	1.4	0.093
	0	30	0.3	0.050
	0.05	40	0.7	0.057
0.05	0.1	70	1.4	0.143
	0.2	50	1.5	0.066
	0.4	40	0.8	0.063
	0	70	0.8	0.145
	0.05	70	1.0	0.115
0.1	0.1	30	0.8	0.053
	0.2	70	1.6	0.113
	0.4	50	0.6	0.090
	0	80	1.3	0.190
	0.05	80	1.2	0.133
0.2	0.1	70	1.4	0.102
	0.2	40	0.8	0.050
	0.4	60	1.2	0.093
	0	80	2.1	0.123
	0.05	80	1.5	0.163
0.4	0.1	60	1.4	0.129
	0.2	50	1.4	0.065
	0.4	20	0.3	0.020
ผลของ NAA			N.S.	*
0				0.053
0.05				0.076
0.1				0.103
0.2				0.114
0.4				0.100
L.S.D. (P = 0.05)				0.04
ผลของ IBA			N.S.	N.S.
ผลของ NAA x IBA			N.S.	*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตารางที่ 19 เมื่อเลี้ยงต้นบนอาหารซึ่งไม่มี NAA แต่เพิ่มปริมาณ IBA จาก 0 เป็น 0.05, 0.1, 0.2 และ 0.4 มิลลิกรัม/ลิตร จะทำให้ต้นที่เลี้ยงเพิ่มการออกรากเป็นร้อยละ 10, 40, 70 และ 70 ตามลำดับ ส่วนอาหารซึ่งปราศจาก NAA และ IBA ไม่พบต้นที่ออกรากเลย ในทำนองเดียวกัน ในอาหารที่ไม่มี IBA การเพิ่มปริมาณของ NAA 0.05 มิลลิกรัม/ลิตร จะทำให้ต้นที่มีรากเพิ่มเป็นร้อยละ 30 และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ NAA เป็น 0.1, 0.2 และ 0.4 มิลลิกรัม/ลิตร จะมีผลทำให้เพิ่มจำนวนต้นที่ออกรากเป็นร้อยละ 70, 80 และ 80 ตามลำดับ

สำหรับอาหารที่มีความเข้มข้นของ IBA เป็น 0.05 มิลลิกรัม/ลิตร การเพิ่มปริมาณ NAA 0.1, 0.2 และ 0.4 มิลลิกรัม/ลิตร จำนวนต้นที่เกิดรากจะเท่ากับ เมื่อเลี้ยงในอาหารที่ไม่มี IBA แต่มี NAA ที่ระดับเดียวกัน อย่างไรก็ตามที่ระดับ IBA 0 และ 0.05 มิลลิกรัม/ลิตร การเติม NAA 0.05 มิลลิกรัม/ลิตร ในอาหารจะมีผลต่อการเกิดรากเป็นร้อยละ 30 และ 40 ตามลำดับ จากการทดลองนี้จะเห็นว่าเมื่อปรับระดับ IBA ขึ้นเป็น 0.1, 0.2 และ 0.4 มิลลิกรัม/ลิตร การเพิ่มปริมาณ NAA ลงในอาหารตั้งแต่ 0.05-0.2 มิลลิกรัม/ลิตร จะมีผลทำให้ต้นที่เกิดรากมีจำนวนต่างกัน ตั้งแต่ร้อยละ 40-70 แต่เมื่อใส่ IBA และ NAA ลงในอาหารที่ระดับ 0.4 มิลลิกรัม/ลิตร ทั้งสองชนิดจะมีผลทำให้จำนวนต้นที่เกิดรากลดลงเป็นเพียงร้อยละ 20

สำหรับจำนวนราก ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าอาหารซึ่งมีทั้ง NAA และ IBA ที่ระดับต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่มีความสัมพันธ์ร่วมระหว่าง NAA และ IBA ในอาหารที่เลี้ยง

ส่วนความยาวรากพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อใช้ NAA ระดับต่างกัน แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ IBA ต่างกัน อย่างไรก็ตามพบว่ามีความสัมพันธ์ร่วมกันระหว่าง NAA กับ IBA ในอาหารที่เลี้ยง ($P = 0.05$)

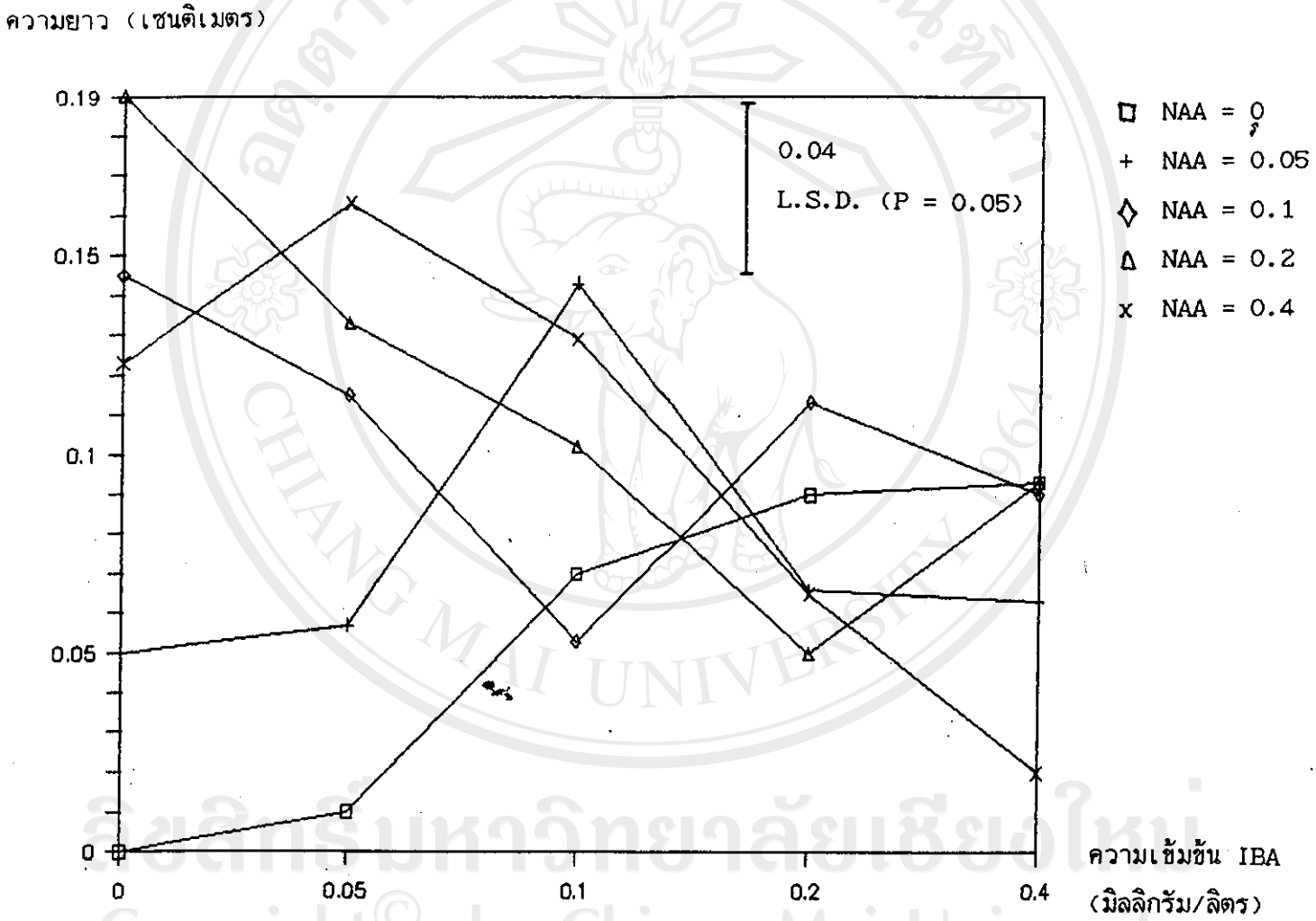
เมื่อเปรียบเทียบความยาวรากของต้นที่เลี้ยงบนอาหารเลี้ยงที่มี NAA ระดับต่าง ๆ (0, 0.05, 0.1, 0.2 และ 0.4 มิลลิกรัม/ลิตร) พบว่า NAA ที่ระดับ 0.1, 0.2 และ 0.4 มิลลิกรัม/ลิตร ให้ความ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ยาวรากแตกต่างกับ NAA ที่ระดับ 0 มิลลิกรัม/ลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P = 0.05)

เมื่อพิจารณาผลร่วมของ NAA x IBA พบว่าเมื่อไม่ใช้ทั้ง NAA และ IBA จะไม่มีรากเกิดเลย แต่เมื่อไม่มี NAA ในอาหารแต่เพิ่มระดับของ IBA ตั้งแต่ 0.1-0.4 มิลลิกรัม/ลิตร ความยาวรากจะมากกว่าเมื่อใช้ NAA ที่ระดับ 0.05 มิลลิกรัม/ลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ NAA ที่ระดับ 0.1, 0.2 และ 0.4 มิลลิกรัม/ลิตร เมื่อใช้แต่เพียงอย่างเดียวไม่ให้ผลที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P = 0.05) เมื่อใช้ NAA อย่างเดียวที่ระดับ 0.05 มิลลิกรัม/ลิตร จะใช้ร่วมกับ IBA ที่ความเข้มข้นระดับเดียวกันหรือไม่ใช้ก็ตามจะมีผลไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อใช้ NAA ที่ระดับเดิมแต่เพิ่ม IBA เป็น 0.1 มิลลิกรัม/ลิตร จะทำให้ความยาวรากมีมากกว่าเมื่อใช้ IBA ที่ระดับนี้อย่างเดียว โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P = 0.05) แต่เมื่อยังเพิ่ม IBA เป็น 0.2 และ 0.4 มิลลิกรัม/ลิตร ความยาวรากจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P = 0.05) เมื่อใช้ NAA ที่ระดับ 0.1 มิลลิกรัม/ลิตรเพียงอย่างเดียวจะให้ผลใกล้เคียงมากกับรากที่ได้จากการเลี้ยงโดยใส่ NAA 0.05 + IBA 0.1 มิลลิกรัม/ลิตร ในอาหาร แต่เมื่อเพิ่ม IBA เป็น 0.05, 0.1, 0.2 และ 0.4 มิลลิกรัม/ลิตร ความยาวรากจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P=0.05) และผลนี้จะเห็นได้ชัดมากยิ่งขึ้นถ้าใช้ NAA ที่ระดับสูงสุด ในการทดลองนี้ คือ 0.4 มิลลิกรัม/ลิตร ผลด้านลบต่อความยาวรากจะยิ่งเพิ่มมากขึ้นเมื่อเพิ่มระดับของ IBA ในอาหาร โดยสรุปในแง่ที่เกี่ยวกับความยาวของราก เมื่อใช้ IBA อย่างเดียวไม่ควรใช้ความเข้มข้นเกิน 0.2 มิลลิกรัม/ลิตร แต่เมื่อใช้ IBA ร่วมกับ NAA เพื่อเพิ่มความยาวของรากควรจะมีความเข้มข้นรวมไม่เกิน 0.15 มิลลิกรัม/ลิตร และการใช้ NAA แต่เพียงอย่างเดียวมีแนวโน้มว่าความยาวจะลดลง เมื่อใช้ที่ความเข้มข้น 0.4 มิลลิกรัม/ลิตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



แผนภาพที่ 2 ผลร่วมของ NAA x IBA ต่อความยาวเฉลี่ยของราก

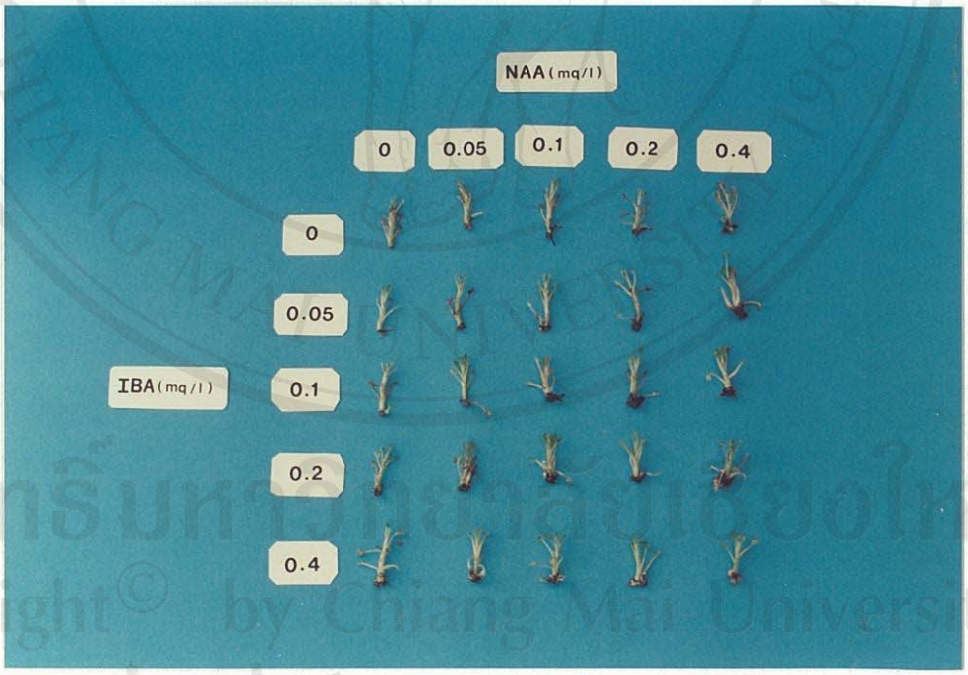
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2.2 คุณภาพของราก

ลักษณะของรากที่เกิดในระยะแรกมีสีขาว และเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลดำที่โคนรากในสัปดาห์ที่ 2 จนกระทั่งในสัปดาห์ที่ 3 ทั้งรากและบริเวณ ส่วนโคนต้นเปลี่ยนเป็นสีดำหมด จนไม่สามารถวัดการเจริญได้

3.2.3 ลักษณะของต้นหลังจากเลี้ยง

หลังจากเลี้ยงได้ 1 สัปดาห์พบว่าบริเวณโคนต้นและที่กาบใบเกิดชนเล็ก ๆ ฟู สีขาว และต่อมาในสัปดาห์ที่ 2 เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลดำ บริเวณโคนต้นบวมพองเล็กน้อยโดยเฉพาะในอาหารซึ่งมีออกซินรวมระดับสูง (0.2 มิลลิกรัม/ลิตร) ยอดและใบเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลในสัปดาห์ที่ 3 ยอดและใบเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลมากขึ้น บริเวณโคนต้นและรากเปลี่ยนเป็นสีดำหมด (ภาพที่ 23 หน้า 81)



ภาพที่ 23 ผลการปรับระดับของ NAA ร่วมกับ IBA ต่อการชักนำให้เกิดราก โดยปราศจากฮอร์โมน BAP และ GA_3 เมื่อต้นมีอายุ 3 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3 ผลการทดลองที่ 8 ศึกษาวิธีการย้ายปลูก

3.3.1 การย้ายปลูกต้นที่มีการชักนำให้เกิดรากแล้วในสภาพปลอดเชื้อ

จากการทดลองปรับระดับของ NAA และ NAA + IBA ในอาหารเพื่อชักนำให้เกิดราก ตามการทดลองในข้อ 3.1 (การทดลองที่ 6) และข้อ 3.2 (การทดลองที่ 7) ผลการย้ายปลูกต้นที่มีการออกรากในสภาพต่าง ๆ เป็นดังนี้

1) ย้ายปลูกโดยปักชำในทราย ซึ่งบรรจุกล่องพลาสติกปิดฝาช่วยรักษาความชื้นในระยะแรก

ผลการทดลองพบว่าหลังจากทำการย้ายปลูกได้ 3 วันบริเวณส่วนโคนของต้นมีอาการเน่า และต่อมาเปลี่ยนเป็นสีดำ ต้นหักล้มและตายหมด

2) ย้ายปลูกโดยปักชำในทรายซึ่งบรรจุกล่องพลาสติกใช้แปลงพ่นหมอกช่วยรักษาความชื้น

ผลการทดลองพบว่าบริเวณโคนของต้นมีอาการเน่าและหักล้มตายหมด หลังจากทำการย้ายปลูกได้ 3 วัน เช่นกัน

3.3.2 การย้ายปลูกต้นซึ่งยังไม่มีราก

ผลการทดลองย้ายปลูกต้น ซึ่งได้จากการเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อเช่นกันแต่มาชักนำให้เกิดรากโดยวิธีการจุ่มโคนต้นด้วย IBA ที่ระดับความเข้มข้น 2000 ส่วนต่อล้าน ผลการทดลองพบว่าต้นที่ย้ายปลูก ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือต้นซึ่งเกิดจากหน่อข้างมีความสูงประมาณ 1 เซนติเมตร (อายุไม่สามารถระบุได้) กับต้นซึ่งเข้าใจว่าเป็นหน่อข้างหรือต้นเดิมที่เจริญมาจากปลายยอดที่ตัดมาเลี้ยงโดยตรง ความสูงมีแตกต่างกันไปในช่วง 1.5-3 เซนติเมตร (เนื่องจากต้นมีจำนวนจำกัดไม่สามารถเลือกต้นที่มีขนาดความสูงเท่ากันได้) โดยต้นในกลุ่มนี้จะมีลักษณะต่างจากกลุ่มแรกคือ ผิวของต้นเริ่มมีสีเขียวแก่ ขอบใบหยักใบมีสีเขียวเข้มกว่ากลุ่มแรก ผลการทดลองพบว่าหลังทำการย้ายได้ 3 วัน ต้นกลุ่มแรกซึ่งย้ายปลูกตายหมด โดยบริเวณโคนต้นเน่าและเป็นสีดำ ต้นหักล้ม ในขณะที่กลุ่มที่สองยังมีการเจริญอยู่ต่อมาในสัปดาห์ที่ 4 ทดลองถอนต้นขึ้นดู พบว่ามีรากเกิดขึ้นตรงรอยตัดส่วนโคนโดยพบจำนวนต้นที่ออกรากคิดเป็นร้อยละ 70 จำนวนรากเฉลี่ย 3 ราก/ต้น ความยาวรากเฉลี่ย 0.4 เซนติเมตร ลักษณะของรากมีความสมบูรณ์ดี อ่วบ ขาว

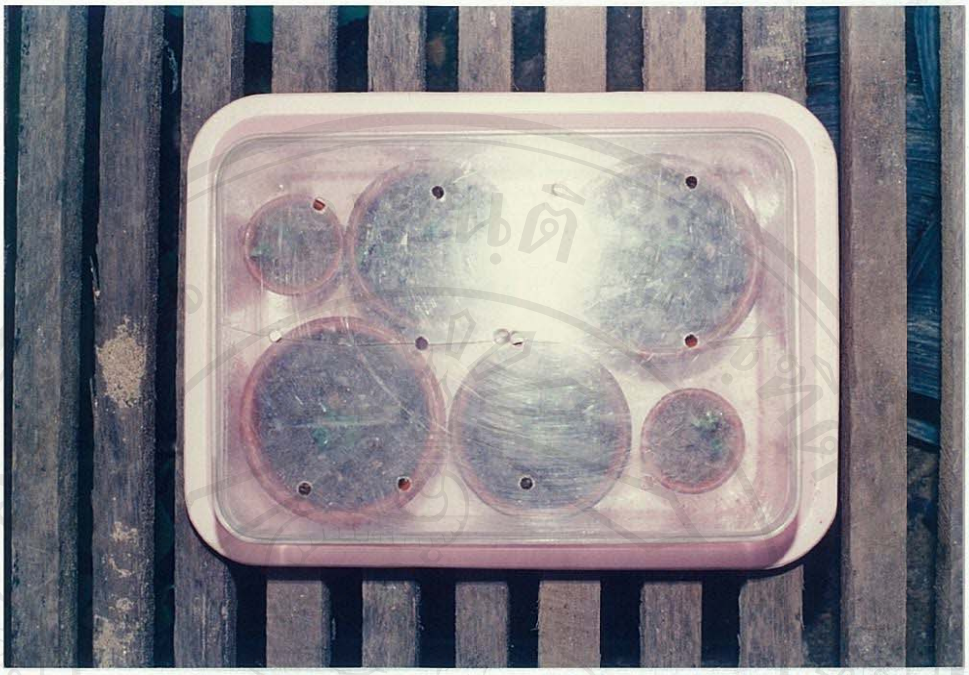
(ภาพที่ 24 หน้า 83)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 24 รากที่เกิดโดยวิธีการจุ่มโคนต้นที่เลี้ยงจากสภาพปลอดเชื้อ ด้วย IBA ความเข้มข้น 2,000 ส่วนต่อล้าน

ภาพที่ 25 ภาพกล่องพลาสติกที่มีฝาเจาะรู ภายในบรรจุทรายที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ซึ่งใช้สำหรับปักชำต้นเมื่อย้ายปลูก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 26 การย้ายต้นหลังจากปักชำให้เกิดรากแล้ว ลงกระถางขนาดต่าง ๆ

ภาพที่ 27 ต้นกุหลาบมอญ ซึ่งได้จากการเลี้ยงปลายยอดหลังจากทำการย้ายปลูกได้ 8 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved