บทที่ 4

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 การหาชิ้นส่วนที่เหมาะสมสำหรับการเกิดยอดจากต้นกล้า

การทดลองที่ 1.1 การหาขนาดที่เหมาะสมสำหรับการเริ่มต้นเลี้ยง (initial culture)

การทดลองนี้ได้บันทึกผลทุกสัปดาห์จนถึงสัปดาห์ที่ 6 หลังการเลี้ยง เนื่องจากหากเลี้ยงเนื้อเยื่อต่อไป เนื้อเยื่อแสดงอาการน้ำตาล ดำ และตายในที่สุด จึงนำผลเมื่อสิ้นสุดสัปดาห์ที่ 6 มาวิเคราะห์ผลความแปรปรวนทางสถิติพบว่า

1.1.1 ผลร่วม (interaction) ของขนาดและตำแหน่งต่อการเกิดยอด

ขนาดและตำแหน่งของชิ้นส่วนที่เลี้ยงมีอิทธิพลร่วมกันต่อจำนวนวันที่เริ่มเกิดยอดใหม่อย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 15 และ ตารางผนวก 2) โดยชิ้นส่วนจากโคนต้นเมื่อตัดบาง < 0.50 – 2.00 มม ไม่สามารถเกิดยอดได้ เช่นเดียวกับชิ้นส่วนกลางต้นที่ตัดบางสุด < 0.50 - 0.50 มม แต่ชิ้นส่วนโคนจะเกิดยอดได้จากขนาด 2.50 และ 15.00 มม เท่านั้น โดยใช้จำนวนวันมาก 14.00 และ 10.40 วัน ตามลำดับ ในขณะที่ชิ้นส่วนกลางต้นถ้ามีขนาดเล็ก 1.00 – 1.50 มม จะใช้จำนวนวันมากกว่าเมื่อใช้ขนาดใหญ่ขึ้น และในกลุ่มนี้ขนาดใหญ่ที่สุด 15.00 มม ใช้เวลาเพียง 10.00 วัน ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับขนาด เช่นเดียวกันจากเนื้อเยื่อส่วนโคน ในทางตรงข้ามหากใช้เนื้อเยื่อส่วนปลายขนาด 1.50 ถึง 15.00 มม ใช้เวลามากกว่าเนื้อเยื่อบางน้อยกว่า 0.50 – 1.00 มม อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเป็นกลุ่มที่เกิดยอดเร็วที่สุด

เมื่อพิจารณาผลของขนาด และตำแหน่งของชิ้นส่วนลำต้นส่วนใต้ใบเลี้ยงพบว่ามีอิทธิพลต่อจำนวนยอดเฉลี่ยต่อชิ้น (ตารางผนวก 1) จากตาราง 15 พบว่าในทุกตำแหน่งเมื่อเนื้อเยื่อมีขนาดใหญ่จะให้จำนวนยอดเฉลี่ยต่อชิ้นมากขึ้นไปในแนวเดียวกัน และเห็นได้ชัดโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเนื้อเยื่อหนา 15.00 มม

ส่วนเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดพบว่าชิ้นส่วนขนาดใหญ่ขึ้นมีเปอร์เซ็นต์เกิดยอดมากขึ้น โดยส่วนโคนเกิดเพียง 30 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใช้เนื้อเยื่อขนาด 2.50 และ 15.00 มม ตามลำดับ สำหรับเนื้อเยื่อส่วนกลางต้นให้ผลอยู่ในช่วง 70 – 90 เปอร์เซ็นต์ แต่

เนื้อเยื่อส่วนปลายเมื่อใช้ขนาด 1.00 – 15.00 มม มีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอด 100.00 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ส่วนปลายขนาด < 0.50 – 0.50 มม มีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอด 70 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

1.1.2 ผล (main effect) ของตำแหน่งต่างๆ บนลำต้นส่วนใต้ใบเลี้ยง

จากการศึกษาผลของตำแหน่งทั้ง 3 ตำแหน่ง คือ โคน กลาง ปลาย ร่วมกับขนาดเนื้อเยื่อของลำต้นส่วนใต้ใบเลี้ยงของต้นกล้าน้อยหน่า 7 ขนาด คือ < 0.50, 0.50, 1.00, 1.50, 2.00, 2.50 และ 15.00 มม ต่อการเกิดยอด (ตาราง 16) พบว่า ตำแหน่งส่วนปลายใช้ระยะเวลาเฉลี่ยในการเกิดยอดน้อยที่สุดเพียง 10.95 วัน ส่วนโคนและกลางใช้ระยะเวลาในการเริ่มเกิดยอดคือ 11.23 – 11.95 วัน

จากการเลี้ยงเนื้อเยื่อของต้นกล้าในสัปดาห์ที่ 6 บนอาหารวุ้นที่มี BAP 8 มก/ล พบว่าส่วนโคนจะมีจำนวนยอดต่ำที่สุดคือ 10.62 ยอด ส่วนกลางจะมีจำนวนเฉลี่ย 12.31 ยอด ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับที่ได้จากส่วนโคน ในขณะที่ส่วนปลายมีจำนวนเฉลี่ยมากที่สุดคือ 16.31 ยอด

จากผลการทดลองพบว่ามีเปอร์เซ็นต์การเกิดตายยอดมากที่สุดในตำแหน่งปลายของลำต้ยส่วนใต้ใบเลี้ยง และเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดจากส่วนโคนน้อยที่สุด

ตาราง 15 จำนวนวันเฉลี่ยที่เริ่มเกิดยอด จำนวนยอดเฉลี่ยต่อชิ้น และเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดจากการเลี้ยงเนื้อเยื่อลำต้นส่วนใต้ใบเลี้ยงจากตำแหน่งและขนาดต่างกันเมื่อเลี้ยงนาน 6 สัปดาห์

ตำแหน่ง	ขนาด (มม)	จำนวนวันเฉลี่ยที่เริ่มเกิดยอด	จำนวนยอดเฉลี่ย/ชิ้น	เปอร์เซ็นต์การเกิดยอด
โคน	<0.50	-	-	-
	0.50	-	-	-
	1.00	-	-	-
	1.50	-	-	-
	2.00	-	-	-
	2.50	14.00cd	1.66e	30.00
	15.00	10.40bc	13.30bc	100.00
กลาง	<0.50	-	-	-
	0.50	-	-	-
	1.00	14.00d	4.60d	90.00
	1.50	13.33cd	6.22d	90.00
	2.00	11.78c	11.78c	100.00
	2.50	11.78c	14.66bc	70.00
	15.00	10.00b	20.00b	90.00
ปลาย	<0.50	9.43a	4.28e	70.00
	0.50	8.00a	5.88d	90.00
	1.00	8.00a	11.20cd	100.00
	1.50	13.00cd	18.80b	100.00
	2.00	12.80cd	18.40b	100.00
	2.50	12.20cd	17.60b	100.00
	15.00	12.50cd	33.40a	100.00
$LSD_{0.05}$		0.04	0.13	

abcdef อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

หมายเหตุ การทดลองบางกรรมวิธีไม่มีการเกิดยอดภายใน 6 สัปดาห์ หากทิ้งไว้ต่อไปสามารถเกิดยอดได้เมื่อเลี้ยงนาน 90 วัน ได้แก่ เนื้อเยื่อส่วนโคนตัดขนาด 1 – 2 มม และเนื้อเยื่อส่วนกลางขนาด < 0.5 และ 0.5 มม

ตาราง 16 จำนวนวันเฉลี่ยที่เริ่มเกิดยอด จำนวนยอดเฉลี่ยต่อชิ้น และเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดที่เกิดจากการเลี้ยงลำต้นส่วนใต้ใบเลี้ยงตำแหน่งต่างกันเมื่อเลี้ยงนาน 6 สัปดาห์

ตำแหน่ง	จำนวนวันเฉลี่ยที่เริ่มเกิดยอด	จำนวนยอดเฉลี่ย/ชิ้น	เปอร์เซ็นต์การเกิดยอด
โคน	11.23ab	10.62b	65.00
กลาง	11.95b	12.31b	88.00
ปลาย	10.95a	16.31a	94.28
$LSD_{0.05}$	0.06	0.22	

abc อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

1.1.3 ผล (main effect) ของขนาดต่างๆ ของลำต้นส่วนใต้ใบเลี้ยง

ผลการทดลองขนาดที่มีต่อการเกิดยอด พบว่าเนื้อเยื่อที่เกิดยอดช้าที่สุดมีขนาด < 0.50 และ 0.50 มม คือใช้ระยะเวลาเฉลี่ยถึง 9.42 และ 8.00 วันตามลำดับ (ตาราง 17) เมื่อใช้ขนาดชิ้นส่วนใหญ่ขึ้น ตั้งแต่ 1.00 – 15.00 มม มีแนวโน้มใช้เวลาในการเกิดยอดมากขึ้น

จากการศึกษาขนาดที่มีผลต่อจำนวนยอดพบว่าขนาดของเนื้อเยื่อพืชที่นำไปเลี้ยงที่มีขนาดใหญ่ที่สุดคือ 15.00 มม เกิดยอดเฉลี่ยต่อชิ้นมากที่สุดคือ 22.23 ยอด ส่วนขนาดเนื้อเยื่อ 1.50, 2.00, 2.50 และ 1.00 มม เกิดยอดเฉลี่ยต่อชิ้นได้น้อยลงคือ 9.00 – 15.26 ยอด โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนขนาด <0.50 และ 0.50 มม เกิดยอดโดยเฉลี่ยต่อชิ้นน้อยที่สุดคือ 4.28 และ 5.88 ยอด ตามลำดับ

เนื้อเยื่อทุกขนาดมีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอด 90.00 – 100.00 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นขนาด 2.50 และน้อยกว่า 0.50 มม มีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดลดลง โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดเพียง 66.66 – 70.00 เปอร์เซ็นต์

ตาราง 17 จำนวนวันเฉลี่ยที่เริ่มเกิดยอด จำนวนยอดเฉลี่ยต่อชิ้น และเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดที่เกิดจากการเลี้ยงลำต้นส่วนใต้ใบเลี้ยง ที่มีขนาดต่างกันเมื่อเลี้ยงนาน 6 สัปดาห์

ขนาด (มม)	จำนวนวันเฉลี่ยที่เริ่มเกิดยอด	จำนวนยอดเฉลี่ย/ชิ้น	เปอร์เซ็นต์การเกิดยอด
<0.50	9.42ab	4.28c	70.00
0.50	8.00a	5.88c	90.00
1.00	10.00b	9.00bc	95.00
1.50	13.16c	12.84b	95.00
2.00	12.32c	14.22b	100.00
2.50	12.27c	15.26b	66.66
15.00	10.96b	22.23a	96.66
$LSD_{0.05}$	0.04	0.18	

abcd อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

1.1.4 คุณภาพของยอด

ยอดมีขนาดเล็ก มีทั้งสีเขียวอ่อนและสีเขียวแก่ ซึ่งนอกจากจะมีขนาดเล็กแล้วยังมีการเจริญช้ามาก

โดยสรุปทั้งขนาดและตำแหน่งของลำต้นส่วนใต้ใบเลี้ยงมีอิทธิพลร่วมกันต่อทั้งจำนวนยอดเฉลี่ยต่อชิ้น จำนวนวันเฉลี่ยในการเกิดยอด รวมทั้งเปอร์เซ็นต์ในการเกิดยอด โดยเนื้อเยื่อบริเวณปลายที่มีขนาดตั้งแต่ < 0.50 ถึง 1.00 มม จะใช้ระยะเวลาในการเกิดยอดน้อยที่สุด แต่ส่วนที่เกิดยอดมากที่สุด คือส่วนปลายที่มีขนาด 15.00 มม และมีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดมากที่สุดที่ส่วนปลายขนาด 1.00 – 15.00 มม

ภาพ 4 ยอดที่เกิดจากชิ้นส่วนตำแหน่งต่างๆของลำต้นส่วนใต้ใบเลี้ยงที่มีขนาดต่างๆ เมื่อเลี้ยงนาน 6 สัปดาห์

$T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_6, T_7$ = ตำแหน่งโคนขนาด <0.50, 0.50, 1.00, 1.50, 2.00, 2.50 และ 15.00 มม

$T_8, T_9, T_{10}, T_{11}, T_{12}, T_{13}, T_{14}$ = ตำแหน่งกลางขนาด <0.50, 0.50, 1.00, 1.50, 2.00, 2.50 และ 15.00 มม

$T_{15}, T_{16}, T_{17}, T_{18}, T_{19}, T_{20}, T_{21}$ = ตำแหน่งปลายขนาด <0.50, 0.50, 1.00, 1.50, 2.00, 2.50 และ 15.00 มม

การศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยา

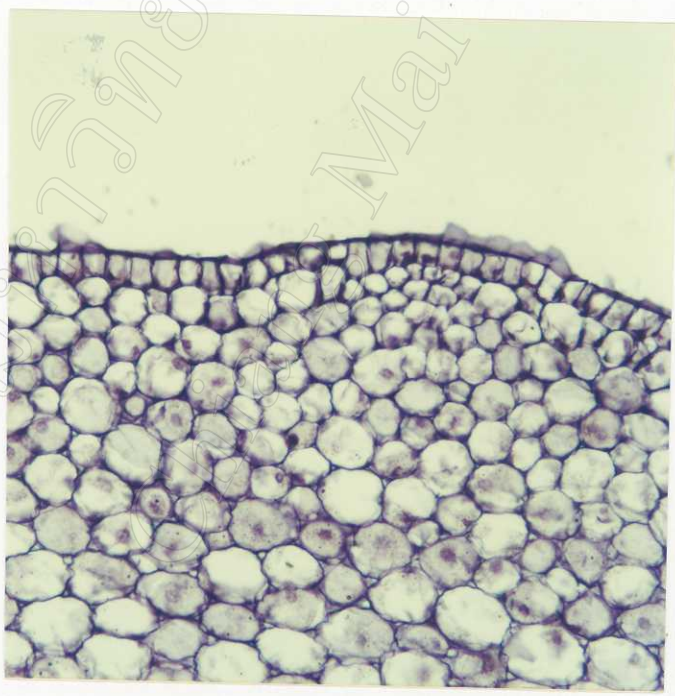
จากการศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยาของชิ้นส่วนจากลำต้นส่วนใต้ใบเลี้ยงที่นำมาเลี้ยงเพื่อดูจุดกำเนิด และพัฒนาของ ตายอดจาก TCLs พบว่า**การตัดเนื้อเยื่อตามยาว**ของเนื้อเยื่อที่เริ่มเลี้ยงบนอาหารประกอบด้วยเซลล์ชั้น epidermis, subepidermis, cortical cell (ภาพ 5)

วันที่ 2 หลังการเลี้ยงเริ่มสังเกตเห็นเซลล์ในชั้น subepidermis มีการแบ่งตัวเป็นครั้งแรก เซลล์ที่เริ่มมีการแบ่งตัวจะมีนิวเคลียสขนาดใหญ่ นิวเคลียสติดสีเข้ม (ภาพ 6) ในวันที่ 3 เซลล์ที่อยู่ใกล้เคียงมีการแบ่งตัวมากขึ้น (ภาพ 7) จนถึงวันที่ 6 เริ่มสังเกตเห็นเป็นกลุ่มเซลล์ ซึ่งติดสีเข้มบริเวณ epidermis และ subepidermis (ภาพ 10) หลังจากนั้นภาพ 11 แสดงถึงกลุ่มเซลล์ที่แบ่งตัวขยายใหญ่ขึ้นเป็นกลุ่ม meristematic cell ในวันที่ 7 พร้อมกันนี้เซลล์ในชั้น cortex เริ่มมีการแบ่งตัวดันให้กลุ่มเซลล์ที่แบ่งตัวนูนขึ้นจากชั้นผิวของเนื้อเยื่อจนถึงวันที่ 9 (ภาพ 12) เมื่อกลุ่มเซลล์พัฒนาถึงวันที่ 10 เริ่มมีการพัฒนาเป็น vascular stands ชักนำให้เซลล์ชั้น epidermis แบ่งตัว ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการ differentiation ของยอด (ภาพ 13) เมื่อถึงผ่านไป 11 วันสังเกตเห็นการพัฒนาของ vascular stands ชัดเจนขึ้น และเห็นบางส่วนของ leaf primodia และ apex ชัดเจนขึ้น (ภาพ 14)

การศึกษาโดย**การตัดเนื้อเยื่อตามขวาง** เนื้อเยื่อเมื่อเริ่มเลี้ยงประกอบด้วยชั้น epidermis, subepidermis, cortical cell (ภาพ 5)

เมื่อวันที่ 2 เริ่มสังเกตเห็นการแบ่งเซลล์ในชั้น subepidermis เป็นครั้งแรก (ภาพ 6) หลังจากนั้นในวันที่ 3 และ 4 เซลล์ที่อยู่ใกล้เคียง 3 - 4 เซลล์เริ่มมีการแบ่งตัว (ภาพ 7 - 8) ในวันที่ 5 และ 6 เซลล์ที่อยู่ภายใน บริเวณ cortex มีการแบ่งตัวมากขึ้น (ภาพ 9 - 10) ในวันที่ 7 เซลล์มีการแบ่งตัวหนาแน่นขึ้น (ภาพ 11) เมื่อผ่านไป 9 วัน สังเกตเห็นกลุ่ม meristematic cell ชัดเจนขึ้น โดยมีการแบ่งตัวในชั้น epidermis ด้วย (ภาพ 12) เมื่อศึกษาเนื้อเยื่อในวันที่ 11 เริ่มสังเกตเห็น vascular stands ภายในเนื้อเยื่อ และสังเกตเห็นส่วนที่ดันตัวขึ้นมาจากผิวของเนื้อเยื่อ (ภาพ 14) เมื่อผ่านไป 13 วันจะเห็นการพัฒนาของยอด โดยเห็นส่วนประกอบของยอด ทั้ง shoot apex และ leaf primodia ชัดเจน (ภาพ 15)

ก



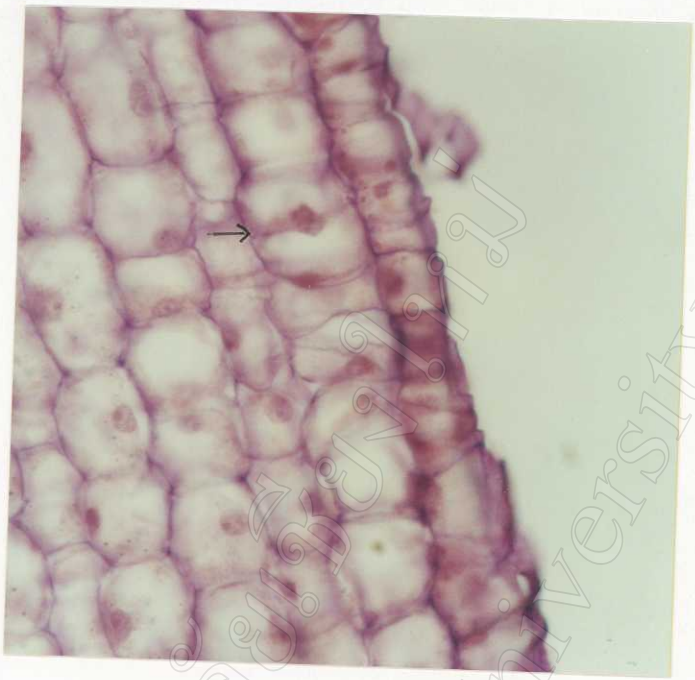
ข

ภาพ 5 ภาพตัดตามยาวและตัดตามขวางของเนื้อเยื่อเมื่อเริ่มต้นเลี้ยง

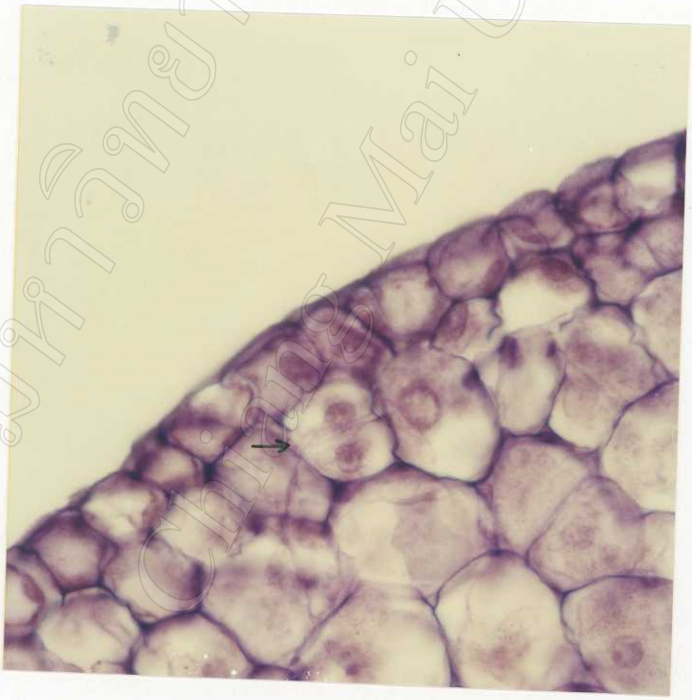
ก) ภาพตัดตามยาว (235x)

ข) ภาพตัดตามขวาง (235x)

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



ก



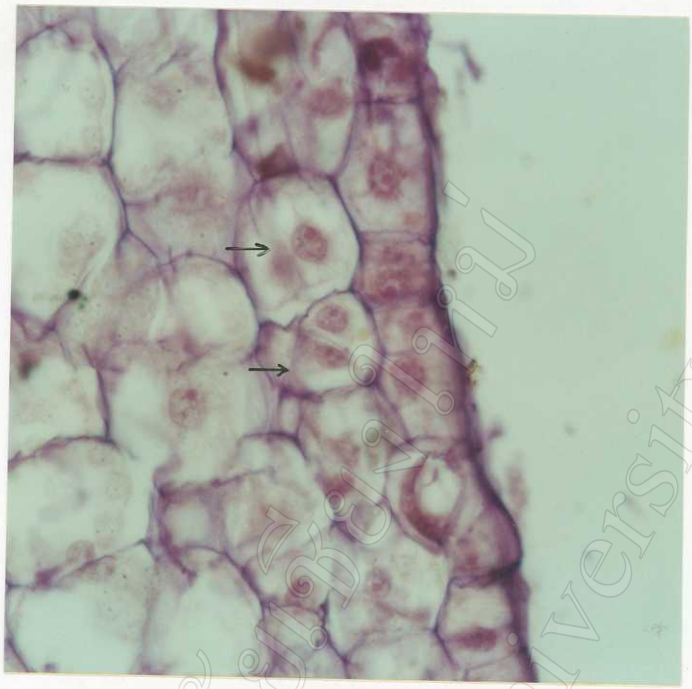
ข

ภาพ 6 ภาพตัดตามยาวและตัดตามขวางแสดงให้เห็นการเริ่มแบ่งเซลล์ในชั้น subepidermis เมื่อเลี้ยงเนื้อเยื่อนาน 2 วัน

ก) ภาพตัดตามยาว (471x)

ข) ภาพตัดตามขวาง (471x)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



ก

ข

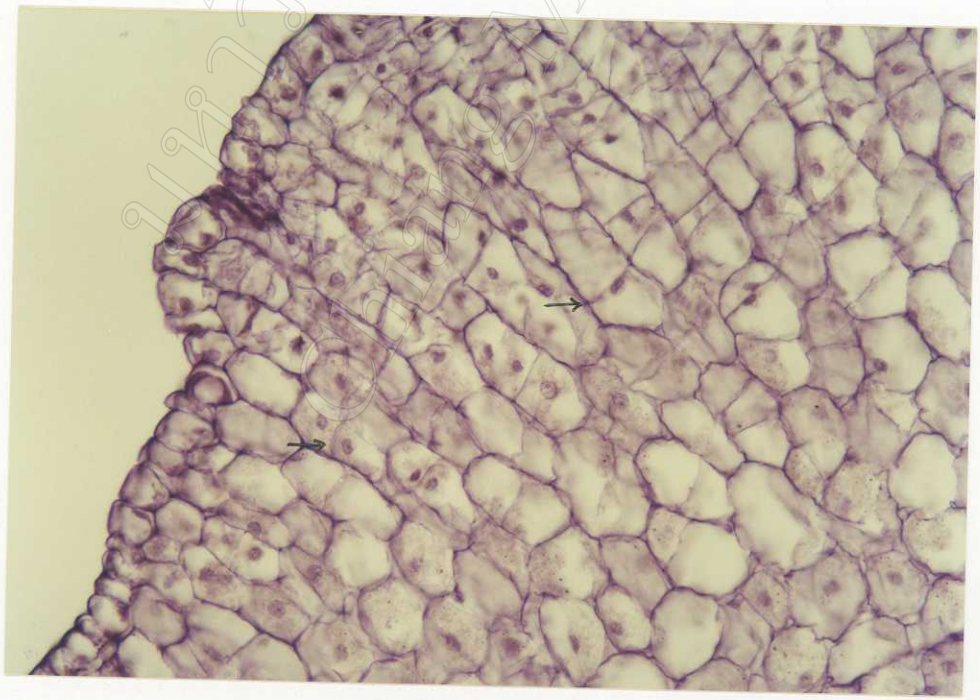
ภาพ 7 ภาพตัดตามยาวและตัดตามขวางแสดงการแบ่งเซลล์ที่เพิ่มขึ้น
เมื่อเลี้ยงเนื้อเยื่อนาน 3 วัน

ก) ภาพตัดตามยาว (471x)

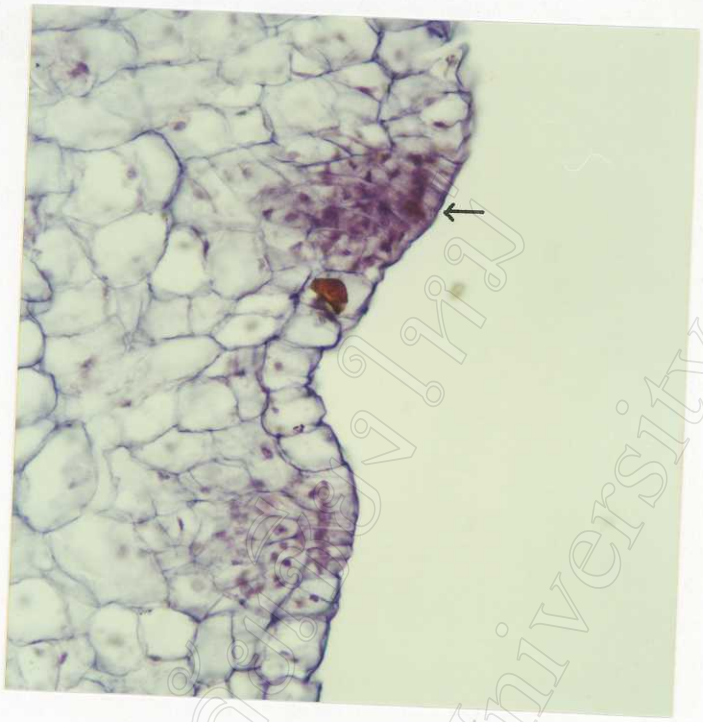
ข) ภาพตัดตามขวาง (471x)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาพ 8 ภาพตัดตามขวางแสดงการแบ่งเซลล์ในชั้น epidermis เมื่อเลี้ยงเนื้อเยื่อนาน 4 วัน (471x)



ภาพ 9 ภาพตัดตามขวางแสดงการแบ่งเซลล์ในแนว anticlinal เพิ่มขึ้นเมื่อเลี้ยงเนื้อเยื่อนาน 5 วัน (235x)

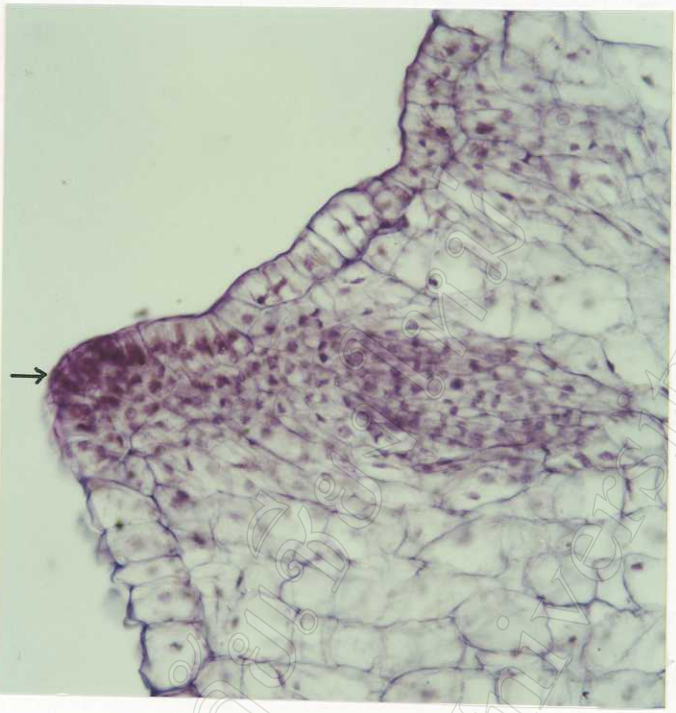


ก

ข

ภาพ 10 ภาพตัดตามยาวและตัดตามขวางแสดงกลุ่มเซลล์ตื่นตัว
บริเวณผิวเมื่อเลี้ยงเนื้อเยื่อนาน 6 วัน
ก) ภาพตัดตามยาว (235x)
ข) ภาพตัดตามขวาง (235x)

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



ก

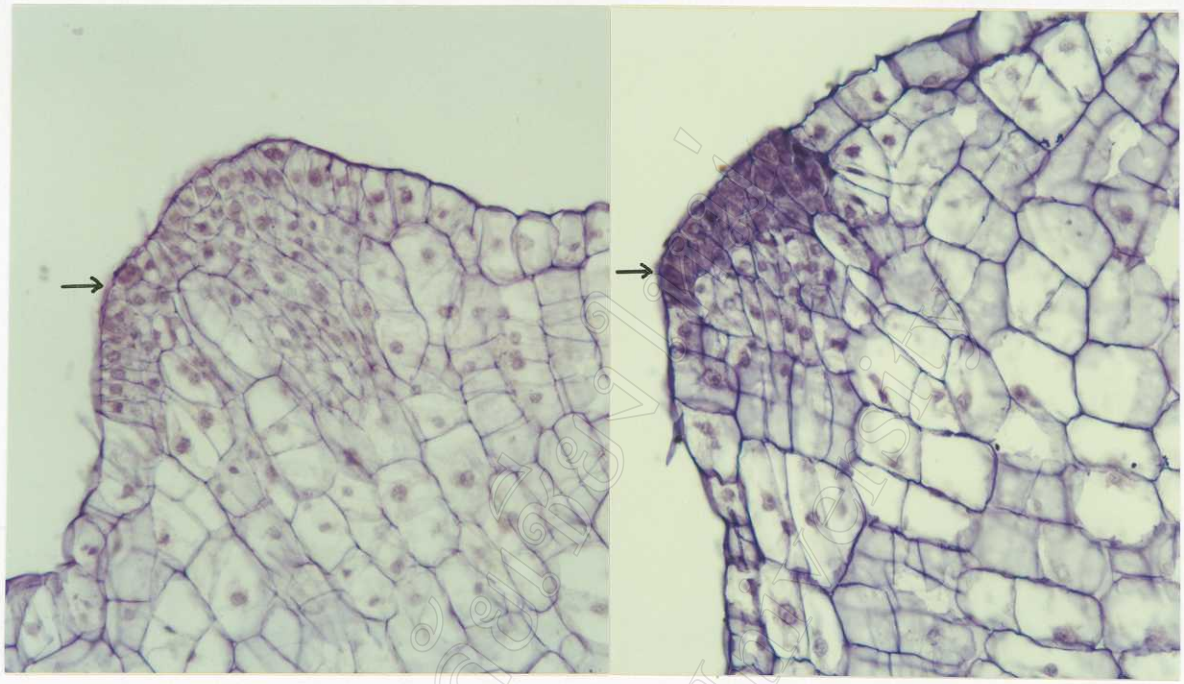
ข

ภาพ 11 ภาพตัดตามยาวและตัดตามขวางแสดงจุดกำเนิดของการเกิดยอดเมื่อเลี้ยงเนื้อเยื่อนาน 7 วัน

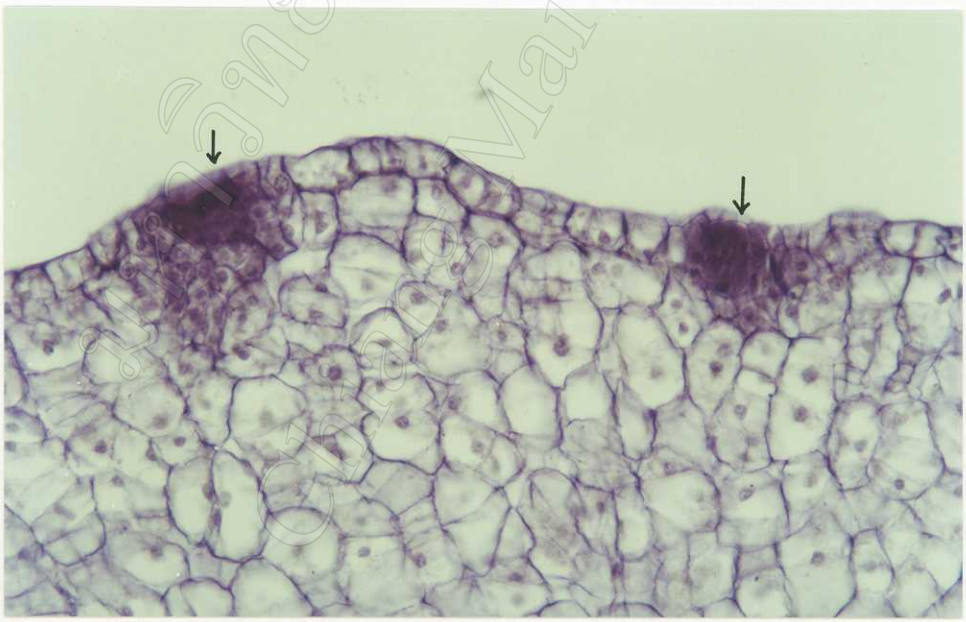
ก) ภาพตัดตามยาว (235x)

ข) ภาพตัดตามขวาง (235x)

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University



ก

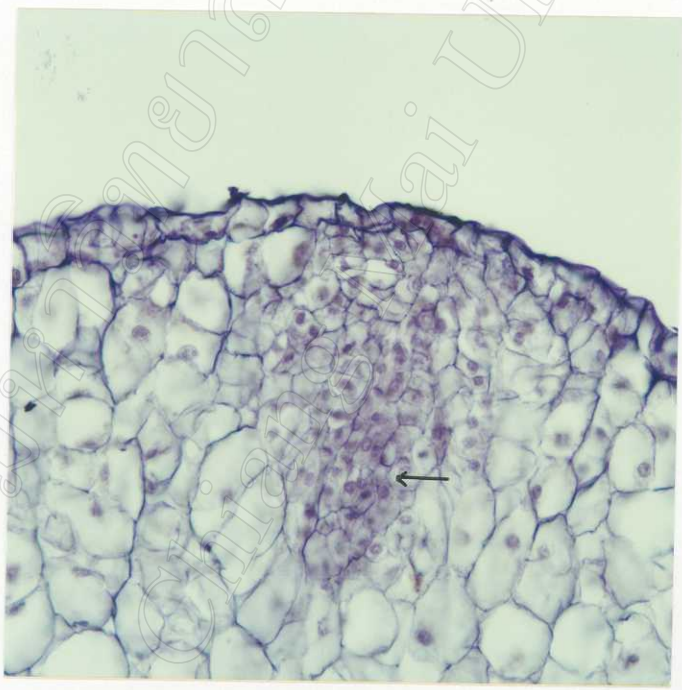


ข

ภาพ 12 ภาพตัดตามยาวและตัดตามขวางแสดงการพัฒนาของยอดเพิ่มขึ้น
เมื่อเลี้ยงเนื้อเยื่อนาน 9 วัน
ก) ภาพตัดตามยาว (235x)
ข) ภาพตัดตามขวาง (235x)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ก



ข

ภาพ 13 ภาพตัดตามยาวและตัดตามขวางแสดงการพัฒนาของใบอ่อนมาก (leaf primordia) และเริ่มเกิดแนวท่อลำเลียง (โพรแคมเบียม) เมื่อเลี้ยงเนื้อเยื่อนาน 10 วัน

ก) ภาพตัดตามยาว (235x) แสดงการเริ่มเกิดใบอ่อนมาก

ข) ภาพตัดตามขวาง (235x)

ภาพ 14 ภาพตัดตามยาวแสดงการเกิดตายอด และการพัฒนาของ (โพรแคมเบียม) เมื่อเลี้ยงเนื้อเยื่อนาน 11 วัน (235x)

ภาพ 15 ภาพตัดตามยาวแสดงการพัฒนาของตายอดที่สมบูรณ์เมื่อเลี้ยงเนื้อเยื่อนาน 13 วัน (235x)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

การทดลองที่ 1.2 การเปรียบเทียบตำแหน่งข้อ ตำแหน่งปล้องกับ ลำต้นส่วนใต้ใบเลี้ยง

หลังจากเลี้ยงเนื้อเยื่อน้อยหน่าจากส่วนปลายของลำต้นส่วนใต้ใบเลี้ยง ขนาด 1.00 มม นาน 6 สัปดาห์ พบว่าเนื้อเยื่อตำแหน่ง ต่าง ๆ ที่ใช้เลี้ยงบนอาหารสูตร SH ที่มี BAP 8.0 มก/ล มีผลต่อจำนวนวันเฉลี่ยที่เริ่มเกิดยอด จำนวนยอดเฉลี่ยต่อชิ้น และเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติดังได้แสดงไว้ใน ตาราง 18

ตาราง 18 ผลของตำแหน่งต่าง ๆ จากต้นกล้า ต่อจำนวนวันเฉลี่ยที่เริ่มเกิดยอด จำนวนยอดเฉลี่ยต่อชิ้น และเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดเมื่อเลี้ยงนาน 6 สัปดาห์

ตำแหน่ง	จำนวนวันเฉลี่ยที่เริ่มเกิดยอด	จำนวนยอดเฉลี่ย/ชิ้น	เปอร์เซ็นต์การเกิดยอด
ลำต้นส่วนใต้ใบเลี้ยง	-	-	-
ข้อที่ 1	21.00[c]	2.11	90.00
ปล้องที่ 1	-	-	-
ข้อที่ 2	23.14[b]	1.42	70.00
ปล้องที่ 2	27.00[a]	3.00	10.00
$LSD_{0.05}$	0.06	NS	

abcd อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

1.2.1 จำนวนวันเฉลี่ยที่เริ่มเกิดยอด

จากตาราง 18 จะเห็นว่า ยอดใช้ระยะเวลาในการเกิดน้อยที่สุด จากข้อที่ 1 (ข้อที่อยู่บริเวณใบเลี้ยงมาบรรจบกัน) โดยใช้เวลาเพียง 21 วัน รองลงไปคือ ข้อที่ 2 และปล้องที่ 2 ตามลำดับ โดยใช้ระยะเวลา 23.14 และ 27.00 ตามลำดับ ส่วนปล้องที่ 1 และลำต้นส่วนใต้ใบเลี้ยงไม่สามารถเกิดยอดได้ แต่ละตำแหน่งให้จำนวนวันเฉลี่ยที่เริ่มเกิดยอดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 18 และ ตารางผนวก 4)

1.2.2 จำนวนยอดเฉลี่ยต่อชิ้น

ตำแหน่งส่วนต่างๆ ของต้นกล้าให้จำนวนยอดเฉลี่ยต่อชิ้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

1.2.3 เปอร์เซ็นต์การเกิดยอด

จากตาราง 18 พบว่าการเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนข้อที่ 1 ให้เปอร์เซ็นต์การเกิดยอดมากที่สุด คือ 90.00 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ข้อที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอด 70.00 เปอร์เซ็นต์ และจากการเลี้ยงส่วนของลำต้นส่วนใต้ใบเลี้ยง และปล้องที่ 2 สามารถชักนำให้เกิดยอดได้เพียง 10.00 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปล้องที่ 1 และลำต้นส่วนใต้ใบเลี้ยงเป็นชิ้นส่วนที่ไม่สามารถเกิดยอดได้

1.2.4 คุณภาพของยอดอ่อน

ในระยะแรกโครงสร้างเนื้อเยื่อที่จะพัฒนาไปเป็นยอดเป็นปุ่มเล็กๆ สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า มีสีเขียวอ่อน เมื่อเจริญต่อไป สามารถสังเกตเห็นเป็นใบเล็กๆ สีเขียวเข้มขึ้น ใบกาง แต่ข้อยังไม่มีการปรากฏให้เห็นชัดเจน

โดยสรุป ตำแหน่งต่างๆ บนต้นกล้า มีผลต่อจำนวนวันที่เริ่มเกิดยอด และเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเห็นว่าเนื้อเยื่อส่วนปล้องใช้ระยะเวลาในการเกิดยอดนานกว่าส่วนข้อ ซึ่งส่วนของลำต้นส่วนใต้ใบเลี้ยงและส่วนของปล้องที่ 1 ไม่สามารถเกิดยอดได้เลย ตำแหน่งต่างๆ จากต้นกล้าไม่มีผลต่อยอดเฉลี่ยต่อชิ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ภาพ 16 ยอดที่เกิดจากชิ้นส่วนต่างกันของต้นกล้า เมื่อเลี้ยงนาน 6 สัปดาห์

T_1 = ลำต้นส่วนใต้ใบเลี้ยง

T_2 = ข้อที่ 1

T_3 = ปล้องที่ 1

T_4 = ข้อที่ 2

T_5 = ปล้องที่ 2

การทดลองที่ 2 ผลของสารกระตุ้นการเจริญเติบโตต่อการเจริญของยอดที่เกิดจากการเลี้ยงลำต้นส่วนใต้ใบเลี้ยง ในสภาพปลอดเชื้อ

การทดลองที่ 2.1 ผลของระดับ IBA และ BAP ต่อการเจริญของยอดอ่อน

ในการทดลองนี้ได้นำเนื้อเยื่อที่เกิดยอดอ่อนย้ายลงไปเลี้ยงในอาหารสูตรเดิมคือ อาหารสูตร SH ที่มี BAP 8 มก/ล จำนวน 1 ครั้ง ก่อนที่จะนำมาทดลอง

2.1.1 ผลร่วม (interaction) ของความเข้มข้นของ IBA และ BAP

เมื่อใช้ IBA และ BAP ที่ความเข้มข้นต่างๆ พบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อความสูงต้นเฉลี่ย ความยาวข้อเฉลี่ย ขนาดใบเฉลี่ย และจำนวนใบเฉลี่ยต่อต้นอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 19 และ ตารางผนวก 5 - 9)

ความสูงต้นเฉลี่ยวัดจากโคนต้นจนถึงใบคู่แรกที่บรรจบกันแต่ความยาวข้อนั้นวัดตั้งแต่ใบคู่แรกถึงใบคู่ที่ 2 หากความยาวข้อเป็นศูนย์ แสดงว่าข้อตั้งแต่ใบคู่แรกถึงใบที่ 2 ไม่ยืด การบันทึกผลลักษณะนี้ใช้กับทุกการทดลองที่เกี่ยวกับความสูงต้นและความยาวข้อ

2.1.3 ผล (main effect) ของความเข้มข้นของ IBA

การใช้ IBA ที่ความเข้มข้นต่างกัน 2 ระดับ มีผลต่อความยาวข้อเฉลี่ย และความยาวใบเฉลี่ย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงไว้ในตาราง 20

ระดับความเข้มข้นของ IBA ที่ใช้ไม่ทำให้ความสูงต้นเฉลี่ย และจำนวนใบเฉลี่ยต่อต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีผลต่อความยาวข้อเฉลี่ย โดยพบว่าการที่ไม่ใช้ IBA เลยทำให้ข้อมีความยาวมากกว่าเมื่อใช้ IBA 0.3 มก/ล ซึ่งให้ข้อมีความยาวเฉลี่ยเพียง 0.10 มม แต่เมื่อไม่ใช้ IBA ข้อมีความยาวเฉลี่ย 0.32 มม ส่วนขนาดใบเฉลี่ยพบว่า ระดับต่างๆ ของ IBA มีผลกับขนาดใบ โดยเมื่อไม่ใช้ IBA ใบมีความยาวกว่าเมื่อใช้ IBA 0.3 มก/ล โดยใบยาว 1.66 มม เมื่อไม่ใช้ IBA แต่เมื่อใช้ IBA 0.3 มก/ล ความยาวของใบลดลงเป็น 0.98 มม แต่ระดับของ IBA ไม่มีผลต่อความกว้างของใบอย่างมีนัยสำคัญ

2.1.2 ผล (main effect) ของความเข้มข้นของ BAP

ผลของการใช้ BAP ความเข้มข้นต่างๆ ในอาหาร ได้แสดงไว้ในตาราง 21 การใช้ BAP 8, 4 และ 2 มก/ล ทำให้ต้นที่ได้มีความยาวข้อ 0.00 มม เท่ากันทั้ง 3 ระดับ ซึ่งต่างกับเมื่อใช้ BAP 1 และ 0.5 มก/ล ที่ทำให้ต้นที่ได้มีความยาวข้อ 0.55 และ 0.40 มม ตามลำดับ และแตกต่าง

อย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มแรก แต่การใช้ BAP ในทุกระดับ ไม่มีผลทำให้ความสูงเฉลี่ยของต้น ขนาดของใบเฉลี่ย และจำนวนใบเฉลี่ยต่อต้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 19 ผลร่วมของ IBA และ BAP ที่มีต่อความสูงต้น ความยาวข้อ ขนาดใบ และจำนวนใบเฉลี่ยต่อต้นเมื่อเลี้ยงยอดที่เกิดบนเนื้อเยื่อลำต้นส่วนใต้ใบเลี้ยงของน้อยหน่าเป็นเวลา6 สัปดาห์

IBA (มก/ล)	BAP (มก/ล)	ความสูงต้นเฉลี่ย (มม)	ความยาวข้อเฉลี่ย (มม)	ขนาดใบเฉลี่ย (มม)		จำนวนใบเฉลี่ย/ต้น
				ความยาว	ความกว้าง	
0.0	0.0	2.80	0.50	1.80	0.90	3.30
	0.5	4.20	0.50	1.60	0.90	4.30
	1.0	5.80	0.90	2.30	1.40	4.80
	2.0	2.90	0.00	1.50	1.10	2.80
	4.0	2.30	0.00	1.00	0.60	2.80
	8.0	3.20	0.00	1.75	1.10	2.60
0.3	0.0	5.50	0.80	1.55	1.05	3.40
	0.5	5.20	0.30	1.35	0.85	3.20
	1.0	3.00	0.20	0.65	0.65	3.00
	2.0	1.70	0.00	0.65	0.55	2.20
	4.0	2.20	0.00	1.05	0.85	2.50
	8.0	3.30	0.20	0.60	0.85	3.30
$LSD_{0.05}$		NS	NS	NS	NS	NS

NS ไม่แสดงค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตาราง 20 ผลของ IBA ที่มีต่อความสูงต้นเฉลี่ย ความยาวข้อเฉลี่ย พื้นที่ใบเฉลี่ย และจำนวนใบเฉลี่ยต่อต้น เมื่อเลี้ยงยอดที่เกิดบนเนื้อเยื่อลำต้นส่วนใต้ใบเลี้ยงเป็นเวลา 6 สัปดาห์

IBA (มก/ล)	ความสูงต้นเฉลี่ย (มม)	ความยาวข้อเฉลี่ย (มม)	ขนาดใบเฉลี่ย (มม)		จำนวนใบเฉลี่ย/ต้น
			ความยาว	ความกว้าง	
0.0	3.60	0.32a	1.66a	1.00	3.30
0.3	3.50	0.10b	0.98b	0.80	2.93
$LSD_{0.05}$	NS	0.46	1.08	NS	NS

ab อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

NS ไม่แสดงค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

2.1.4 คุณภาพของยอด

ยอดที่นำมาเลี้ยงในระยะแรก มีลักษณะเล็กแหลม มีสีเขียวปรกติ บางยอดเริ่มมีใบ 2 ใบ เมื่อเลี้ยงต่อไป ใบเริ่มขยายใหญ่ขึ้น บางใบมีสีเขียวเข้ม มีอาการฉ่ำน้ำ ใบหงิกงอ มีปุ่มสีขาวและเขียวขึ้นบริเวณใบ บางยอดมีสีเขียวปนเหลือง และไม่มีการเจริญ (ภาพ 8)

โดยสรุปการใช้ IBA และ BAP ไม่มีผลร่วมกันในการกระตุ้นการเจริญของยอด แต่ความสูงของยอดมีแนวโน้มลดลง ความยาวข้อก็เช่นกัน การใส่ IBA 0.3 มก/ล ให้ความยาวข้อถึง 5.5 มม แต่ไม่ใส่ IBA เลยยอดสูงเพียง 2.8 มม แต่การใส่ BAP เพิ่มขึ้น ทำให้ความสูงของต้นลดลง แต่เมื่อพิจารณาเฉพาะ BAP พบว่ามีผลกับความยาวข้อเฉลี่ย โดยการใช้ BAP ปริมาณที่มากขึ้น ทำให้ข้อไม่ยืด แต่ BAP ไม่มีผลกับความสูงต้นเฉลี่ย ขนาดและจำนวนใบเฉลี่ย ส่วนการใส่ IBA ในอาหารพบว่า การไม่ใส่ IBA ทำให้ข้อมีความยาวเฉลี่ยมากกว่าใส่ IBA เช่นเดียวกัน การไม่ใส่ IBA ทำให้ใบยาวกว่าเมื่อใส่ IBA แต่การใส่หรือไม่ใส่ IBA ไม่มีผลกับความสูงต้นเฉลี่ย และจำนวนใบเฉลี่ยต่อต้น

ตาราง 21 ผลร่วมของ BAP ที่มีต่อความสูงต้น ความยาวข้อ พื้นที่ใบ และจำนวนใบเฉลี่ยต่อต้น เมื่อเลี้ยงยอดที่เกิดบนเนื้อเยื่อลำต้นส่วนใต้ใบเลี้ยงเป็นเวลา 6 สัปดาห์

BAP (มก/ล)	ความสูงต้นเฉลี่ย (มม)	ความยาวข้อเฉลี่ย (มม)	ขนาดใบเฉลี่ย (มม)		จำนวนใบเฉลี่ย/ต้น
			ความยาว	ความกว้าง	
0.0	4.20	0.29ab	1.68	0.98	3.35
0.5	4.70	0.40b	1.48	0.88	3.75
1.0	4.40	0.55b	1.48	1.02	3.00
2.0	2.30	0.00a	1.08	0.82	2.50
4.0	2.30	0.00a	1.02	0.72	2.25
8.0	3.40	0.00a	1.18	0.98	2.95
$LSD_{0.05}$	NS	0.44	NS	NS	NS

ab อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

NS ไม่แสดงค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

ภาพ 17 ยอดที่เจริญในอาหารวุ้นที่เติม BAP และ IBA ความเข้มข้นต่างๆ เมื่อเลี้ยงนาน 6 สัปดาห์

T_1= IBA 0 มก/ล + BAP 0.0 มก/ล
T_2= IBA 0 มก/ล + BAP 0.5 มก/ล
T_3= IBA 0 มก/ล + BAP 1.0 มก/ล
T_4= IBA 0 มก/ล + BAP 2.0 มก/ล
T_5= IBA 0 มก/ล + BAP 4.0 มก/ล
T_6= IBA 0 มก/ล + BAP 8.0 มก/ล
T_7 = IBA 0.3 มก/ล + BAP 0.0 มก/ล
T_8= IBA 0.3 มก/ล + BAP 0.5 มก/ล
T_9= IBA 0.3 มก/ล + BAP 1.0 มก/ล
T_{10}= IBA 0.3 มก/ล + BAP 2.0 มก/ล
T_{11}= IBA 0.3 มก/ล + BAP 4.0 มก/ล
T_{12}= IBA 0.3 มก/ล + BAP 8.0 มก/ล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

การทดลองที่ 2.2 ผลของระดับของ IBA และ kinetin ต่อการเจริญของยอดอ่อน

ในการทดลองนี้ได้นำเนื้อเยื่อที่เกิดยอดอ่อนย้ายลงไปเลี้ยงในอาหารสูตรเดิมคือ อาหารสูตร SH ที่มี BAP 8 มก/ล จำนวน 2 ครั้ง ก่อนที่จะนำมาทดลอง

2.2.1 ผลร่วม (interaction) ระหว่าง IBA และ kinetin

อาหารที่มี IBA และ kinetin ในระดับต่างๆ ไม่มีอิทธิพลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญต่อการเพิ่มความยาวข้อเฉลี่ย และจำนวนใบเฉลี่ย (ตาราง 22) แต่เมื่อใช้ IBA และ kinetin ที่ความเข้มข้นต่างๆ พบว่ามี อิทธิพลต่อความสูงต้นเฉลี่ยและขนาดใบเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ โดยเมื่อใช้ IBA 0.3 มก/ล ร่วมกับ kinetin 5.0 มก/ล ให้ยอดที่มีความสูงต้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 2.70 มม นอกจากนี้การใช้ IBA ร่วมกับ kinetin ในระดับเดียวกัน ยังทำให้ใบมีความยาว 3.85 มม ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีอื่นทั้งหมด และความกว้าง 2.05 มม ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีอื่นยกเว้นเมื่อไม่ใช้ IBA แต่เติม kinetin 3.0 มก/ล และ IBA ร่วมกับ kinetin ที่ระดับ 1.0 และ 3.0 มก/ล ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวก 10 – 13)

2.2.2 ผล (main effect) ของความเข้มข้นของ IBA

การไม่ใช้ IBA หรือใช้ IBA ที่ระดับความเข้มข้น 0.3 มก/ล ในอาหารทำให้ความสูงต้นเฉลี่ย ความยาวข้อเฉลี่ย ขนาดใบเฉลี่ย และจำนวนใบเฉลี่ย ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงไว้ในตาราง 23

2.2.3 ผล (main effect) ของความเข้มข้นของ kinetin

การใช้ kinetin ที่ความเข้มข้นระดับต่างกัน ทำให้ยอดมีความสูงเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงไว้ในตาราง 24

ระดับความเข้มข้นของ kinetin ที่ใช้ไม่ทำให้ความยาวข้อเฉลี่ย ขนาดใบเฉลี่ย และจำนวนใบเฉลี่ย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีผลต่อความสูงต้นเฉลี่ย โดย kinetin 5.0 มก/ล ทำให้ยอดมีความสูง 1.91 มม ซึ่งแตกต่างจากที่ได้จากระดับอื่นอย่างมีนัยสำคัญ

ตาราง 22 ความสูงต้น ความยาวข้อ ขนาดใบ และจำนวนใบเฉลี่ยต่อต้น เมื่อใช้ IBA และ kinetin ที่มีความเข้มข้นต่างกันเมื่อเลี้ยงนาน 6 สัปดาห์

IBA (มก/ล)	kinetin (มก/ล)	ความสูงต้นเฉลี่ย (มม)	ความยาวข้อเฉลี่ย (มม)	ขนาดใบเฉลี่ย (มม)		จำนวนใบเฉลี่ย/ต้น
				ความยาว	ความกว้าง	
0.0	0.0	1.14b	-	2.30b	1.10b	2.50
	1.0	0.93b	-	1.40b	0.75b	2.00
	3.0	1.15b	-	1.75b	1.40ab	2.70
	5.0	1.13b	-	1.50b	0.90b	2.30
0.3	0.0	1.15b	-	1.75b	1.10b	2.00
	1.0	1.10b	-	2.30b	1.35ab	2.20
	3.0	0.80b	-	1.35b	0.70b	2.00
	5.0	2.70a	-	3.85a	2.05a	3.00
$LSD_{0.05}$		0.93		1.33	0.79	NS

ab อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

NS ไม่แสดงค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตาราง 23 ความสูงต้น ความยาวข้อ ขนาดใบ และจำนวนใบเฉลี่ยต่อต้น เมื่อใช้ IBA ที่ระดับต่างกัน เมื่อเลี้ยงนาน 6 สัปดาห์

IBA (มก/ล)	ความสูงต้นเฉลี่ย (มม)	ความยาวข้อเฉลี่ย (มม)	ขนาดใบเฉลี่ย (มม)		จำนวนใบเฉลี่ย/ต้น
			ความยาว	ความกว้าง	
0.0	1.09	-	1.74	1.02	2.38
0.3	1.44	-	2.31	1.30	2.30
$LSD_{0.05}$	NS		NS	NS	NS

NS ไม่แสดงค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตาราง 24 ความสูงต้น ความยาวข้อ ขนาดใบ และจำนวนใบเฉลี่ยต่อต้นเมื่อใช้ kinetin ที่ระดับต่างกันเมื่อเลี้ยงนาน 6 สัปดาห์

Kinetin (มก/ล)	ความสูงต้นเฉลี่ย (มม)	ความยาวข้อเฉลี่ย (มม)	ขนาดใบเฉลี่ย (มม)		จำนวนใบเฉลี่ย/ต้น
			ความยาว	ความกว้าง	
0.0	1.19b	-	2.14	1.17	2.39
1.0	0.99b	-	1.77	1.00	2.00
3.0	0.98b	-	1.55	1.05	2.35
5.0	1.91a	-	2.68	1.48	2.65
$LSD_{0.05}$	0.97		NS	NS	NS

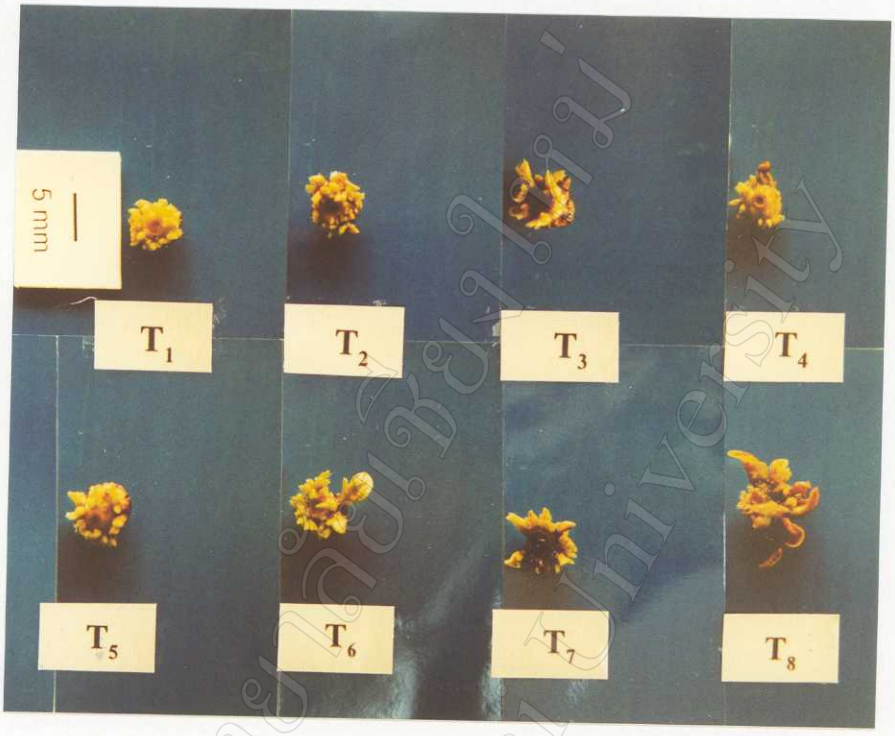
ab อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

NS ไม่แสดงค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

2.2.4 คุณภาพของยอดอ่อน

การใช้ kinetin ความเข้มข้น 0.0 – 5.0 มก/ล ร่วมกับ IBA ความเข้มข้น 0.0 และ 0.3 มก/ล ทำให้ได้ยอดเล็กๆ สีเขียวจำนวนมาก เมื่อเลี้ยงไปจนใบมีขนาดใหญ่ขึ้น ใบจะมีอาการฉ่ำน้ำ ใบหงิกงอ มีปุ่มสีขาวเล็กๆ ขึ้นบริเวณใบ สีของใบจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวอ่อนปนเหลือง ส่วนใบที่ฉ่ำน้ำมีสีเขียวเข้มผิดปรกติ

โดยสรุป การใช้ kinetin 5.0 มก/ล มีผลทำให้ได้ยอดมีความสูงมากที่สุดใช้ ทำให้ยอดมีความสูงเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า kinetin และ IBA มีอิทธิพลร่วมกันในทางบวกต่อความสูงต้นเฉลี่ย และขนาดใบเฉลี่ย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีผลต่อความยาวข้อเฉลี่ย และจำนวนใบเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อพิจารณาเฉพาะความเข้มข้นของ IBA อย่างเดียวพบว่าไม่มีผลต่อความสูงต้นเฉลี่ย ความยาวข้อเฉลี่ย ขนาดใบเฉลี่ย และจำนวนใบเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ



ภาพ 18 ยอดที่เจริญบนอาหารวุ้นที่เติม IBA และ kinetin ความเข้มข้นต่างๆ เมื่อเลี้ยงนาน 6 สัปดาห์

T_1= IBA 0.0 มก/ล+ kinetin 0.0 มก/ล

T_2= IBA 0.0 มก/ล+ kinetin 1.0 มก/ล

T_3= IBA 0.0 มก/ล+ kinetin 3.0 มก/ล

T_4= IBA 0.0 มก/ล+ kinetin 5.0 มก/ล

T_5= IBA 0.3 มก/ล+ kinetin 0.0 มก/ล

T_6= IBA 0.3 มก/ล+ kinetin 1.0 มก/ล

T_7= IBA 0.3 มก/ล+ kinetin 3.0 มก/ล

T_8= IBA 0.3 มก/ล+ kinetin 5.0 มก/ล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

การทดลองที่ 2.3 ผลของระดับของ BAP และ GA_3 ต่อการเจริญของยอดอ่อน

ในการทดลองนี้ได้นำเนื้อเยื่อที่เกิดยอดอ่อนย้ายลงไปเลี้ยงในอาหารสูตรเดิมคือ อาหารสูตร SH ที่มี BAP 8 มก/ล จำนวน 2 ครั้ง ก่อนที่จะนำมาทดลอง

2.3.1 ผลร่วม (interaction) ของความเข้มข้นของ GA_3 และ BAP

เมื่อใช้ GA_3 และ BAP ที่ความเข้มข้นต่างๆ พบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อความยาวข้อเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 25) แต่มีอิทธิพลร่วมกันต่อความสูงเฉลี่ยของต้น ความกว้างและความยาวเฉลี่ยของใบ รวมทั้งจำนวนใบเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวก 14 – 17) โดยพบว่าการใช้ GA_3 0.0 มก/ล ร่วมกับ BAP 0.0 – 8.0 มก/ล ให้ยอดที่มีความสูงเฉลี่ยสามารถแยกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ BAP 0.0 และ 1.0 มก/ล ให้ความสูงต้นเฉลี่ยมากกว่ากลุ่มที่ใช้ BAP เพิ่มขึ้นเป็น 2.0 – 8.0 มก/ล อย่างเดียว ที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 0.0 – 8.0 มก/ล จะให้ยอดที่มีความยาวเฉลี่ยของใบและความกว้างเฉลี่ยของใบเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น และเมื่อใช้ GA_3 ความเข้มข้น 5.0 มก/ล เพียงอย่างเดียว ทำให้ความยาวเฉลี่ยของใบและความกว้างเฉลี่ยของใบมากที่สุดคือ 5.64 มม และ 3.08 มม ตามลำดับ เช่นเดียวกับการใช้ GA_3 5.0 มก/ล อย่างเดียวจะให้ยอดที่มีจำนวนใบมากที่สุดคือ 3.20 ใบ

2.3.2 ผล (main effect) ของความเข้มข้นของ GA_3

ผลของการใช้ GA_3 ความเข้มข้นต่างๆ ในอาหาร ได้แสดงไว้ในตาราง 26

การใช้ GA_3 ที่ระดับต่างๆ ไม่มีผลต่อความยาวข้อเฉลี่ย และความยาวเฉลี่ยของใบ แต่ทำให้ต้นมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดเมื่อใช้ GA_3 1.0 มก/ล คือ 1.35 มม ซึ่งแตกต่างจากที่ได้จากระดับอื่นอย่างมีนัยสำคัญ และถ้าไม่ใช้ GA_3 เลยทำให้ความสูงเฉลี่ยน้อยที่สุด และเมื่อใช้ระดับสูงสุดที่ 5 มก/ล ให้ความสูงรองลงมา คือ 0.82 และ 1.07 มม ตามลำดับ ส่วนการใช้ GA_3 ที่ระดับ 0.5, 1.0 และ 5.0 มก/ล ในอาหารจะได้ใบที่มีความกว้างไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ 1.35, 1.52 และ 1.53 ตามลำดับ แต่ที่ 2 ระดับสูงสุดให้ความกว้างใบมากกว่าเมื่อไม่ได้ใช้ GA_3 อย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับจำนวนใบ การใช้ GA_3 ที่ระดับ 0.5 – 5.0 มก/ล ในอาหารให้จำนวนใบที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ 2.12 – 2.24 ใบ และให้ใบที่มีจำนวนมากกว่าใบจากยอดที่เลี้ยงบนอาหารที่ไม่ใส่ GA_3

ตาราง 25 ความสูงยอด ความยาวข้อ ขนาดใบ และจำนวนใบเฉลี่ยต่อต้น เมื่อใช้ GA_3 และ BAP ที่ระดับต่างๆ เมื่อเลี้ยงนาน 6 สัปดาห์

GA_3 (มก/ล)	BAP (มก/ล)	ความสูงต้นเฉลี่ย (มม)	ความยาวข้อเฉลี่ย (มม)	ขนาดใบเฉลี่ย (มม)		จำนวนใบเฉลี่ย/ต้น
				ความยาว	ความกว้าง	
0.0	0.0	0.94def	-	0.20d	0.20f	0.40f
	1.0	1.00 cdef	-	1.74bcd	1.09def	2.00cde
	2.0	0.69f	-	1.53cd	1.20cde	2.20bcd
	4.0	0.70f	-	1.97bcd	1.09def	2.00cde
	8.0	0.75f	-	1.85bcd	1.15cde	2.00bcde
0.5	0.0	1.49abc	-	1.21cd	0.78ef	2.20cd
	1.0	0.94def	-	1.60cd	1.00def	2.00cde
	2.0	0.96df	-	2.96bc	1.30bcde	2.40bcd
	4.0	1.51ab	-	4.22ab	2.15b	2.60abc
	8.0	0.66ef	-	2.33bcd	1.52bcde	1.40e
1.0	0.0	1.43bcde	-	3.33bc	2.02bc	2.60abc
	1.0	1.41bcde	-	1.69cd	1.04def	2.00cde
	2.0	0.93def	-	2.75bc	1.70bcd	1.40e
	4.0	1.06bcdef	-	1.91bcd	1.48bcde	2.00cde
	8.0	1.92a	-	2.79bc	1.37bcde	2.80ab
5.0	0.0	1.45abcd	-	5.64a	3.08a	3.20a
	1.0	1.04bcdef	-	1.71cd	1.36bcde	2.00cde
	2.0	0.96def	-	2.16bcd	1.41bcde	2.00cde
	4.0	0.99cdef	-	1.55cd	0.99def	2.20bcd
	8.0	0.92ef	-	1.20cd	0.79ef	1.80de
$LSD_{0.05}$		0.43		2.07	0.49	0.73

abcdefg อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

NS ไม่แสดงค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตาราง 26 ความสูงต้น ความยาวข้อ ขนาดใบ และจำนวนใบเฉลี่ยต่อต้น เมื่อใช้ GA_3 ที่ระดับต่างกันเมื่อเลี้ยงนาน 6 สัปดาห์

GA_3 (มก/ล)	ความสูงต้นเฉลี่ย (มม)	ความยาวข้อเฉลี่ย (มม)	ขนาดใบเฉลี่ย (มม)		จำนวนใบเฉลี่ย/ต้น
			ความยาว	ความกว้าง	
0.0	0.82c	-	1.46	0.95b	1.72b
0.5	1.11b	-	2.46	1.35ab	2.12a
1.0	1.35a	-	2.49	1.52a	2.16a
5.0	1.07b	-	2.45	1.53a	2.24a
$LSD_{0.05}$	0.48		NS	0.98	0.84

abc อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

NS ไม่แสดงค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

2.3.3 ผล (main effect) ของความเข้มข้นของ BAP

การใช้ BAP ความเข้มข้นระดับต่างๆ กัน ทำให้ได้ความยาวเฉลี่ยของข้อ ความยาวเฉลี่ยของใบ ความกว้างเฉลี่ยของใบ และจำนวนใบเฉลี่ย ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงไว้ในตาราง 27

ระดับความเข้มข้นของ BAP ที่ใช้ มีอิทธิพลต่อความสูงเฉลี่ยของต้น โดย BAP ความเข้มข้น 0.0 และ 1.0 มก/ล ทำให้ยอดมีความสูงเฉลี่ยแตกต่างจากที่ได้จากระดับอื่นอย่างมีนัยสำคัญ

ตาราง 27 ความสูงต้น ความยาวข้อ ขนาดใบ จำนวนใบเฉลี่ยต่อต้น เมื่อใช้ BAP ที่ระดับต่างกันเมื่อเลี้ยงนาน 6 สัปดาห์

BAP (มก/ล)	ความสูงต้นเฉลี่ย (มม)	ความยาวข้อเฉลี่ย (มม)	ขนาดใบเฉลี่ย (มม)		จำนวนใบเฉลี่ย/ต้น
			ความยาว	ความกว้าง	
0.0	1.33a	-	2.60	1.52	2.10
1.0	1.10ab	-	1.68	1.12	2.00
2.0	0.88b	-	2.35	1.40	2.00
4.0	1.06b	-	2.41	1.43	2.20
8.0	1.06b	-	2.04	1.21	2.00
$LSD_{0.05}$	0.49		NS	NS	NS

ab อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

NS ไม่แสดงค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

2.3.4 คุณภาพของยอด

การใช้ GA_3 ความเข้มข้น 0.0 – 5.0 มก/ล ร่วมกับ BAP 0.0 – 8.0 มก/ล ทำให้ยอดที่มีใบสีเขียวในระยะแรก ใบเล็กและยังไม่กางออก จากนั้นเมื่อพัฒนาไปเป็นต้น ใบจึงขยายใหญ่ขึ้น มีสีเขียวเข้ม บางใบหงิกงอ มีอาการฉ่ำน้ำและมีปุ่มเล็ก ๆ ขึ้นตามใบ บางยอดอาจมีสีเขียวอ่อน แต่บางส่วนยอดเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและตายไป

โดยสรุปพบว่า GA_3 ความเข้มข้น 1.0 มก/ล ใช้ร่วมกับ BAP ความเข้มข้น 8.0 มก/ล เหมาะสำหรับการเพิ่มความสูงของต้นมากที่สุด และยังพบว่าเมื่อเติม GA_3 0.5, 1.0 และ 5.0 มก/ล โดยใช้อย่างเดียว ให้ความสูงต้นเฉลี่ยมากกว่าเมื่อไม่ใช้ GA_3 อย่างมีนัยสำคัญ และยังพบว่าความเข้มข้นของ GA_3 5.0 มก/ล เพียงอย่างเดียว มีผลทำให้ขนาดของใบ ทั้งความยาวและความกว้างของเฉลี่ยใบ รวมทั้งจำนวนใบเฉลี่ยมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ

ภาพ 19 ยอดที่เจริญบนอาหารวุ้นที่เติม GA_3 และ BAP ความเข้มข้นต่างๆ เมื่อเลี้ยงนาน 6 สัปดาห์

T_1, T_2, T_3, T_4, T_5 = GA_3 0.0 มก/ล + BAP 0.0, 1.0, 2.0, 4.0 และ 8.0 มก/ล

$T_6, T_7, T_8, T_9, T_{10}$ = GA_3 0.5 มก/ล + BAP 0.0, 1.0, 2.0, 4.0 และ 8.0 มก/ล

$T_{11}, T_{12}, T_{13}, T_{14}, T_{15}$ = GA_3 1.0 มก/ล + BAP 0.0, 1.0, 2.0, 4.0 และ 8.0 มก/ล

$T_{16}, T_{17}, T_{18}, T_{19}, T_{20}$ = GA_3 5.0 มก/ล + BAP 0.0, 1.0, 2.0, 4.0 และ 8.0 มก/ล

การทดลองที่ 3 ผลของส่วนประกอบอาหารที่กระตุ้นการเจริญเติบโตของยอดอ่อน

ในการทดลองนี้ได้นำเนื้อเยื่อที่เกิดยอดอ่อนย้ายลงไปเลี้ยงในอาหารสูตรเดิมคือ อาหารสูตร SH ที่มี BAP 8 มก/ล จำนวน 2 ครั้ง ก่อนที่จะนำมาทดลอง

การทดลองที่ 3.1 การหาระดับน้ำมะพร้าวที่เหมาะสมต่อการเจริญของยอดอ่อน

ตาราง 28 ความสูงต้น ความยาวข้อ ขนาดใบ และจำนวนใบเฉลี่ยต่อต้น เมื่อใช้น้ำมะพร้าวที่ระดับแตกต่างกันเมื่อเลี้ยงนาน 6 สัปดาห์

น้ำมะพร้าว (เปอร์เซ็นต์)	ความสูงต้นเฉลี่ย (มม)	ความยาวข้อเฉลี่ย (มม)	ขนาดใบเฉลี่ย (มม)		จำนวนใบเฉลี่ย/ต้น
			ความยาว	ความกว้าง	
0	4.80	1.00	0.90	0.90	1.70[b]
10	5.00	0.60	1.30	1.20	4.20[b]
20	4.70	0.40	1.40	1.00	4.00[b]
30	8.50	1.20	2.50	1.80	7.60[a]
40	4.40	0.70	1.70	1.20	3.20[b]
$LSD_{0.05}$	NS	NS	NS	NS	3.20

ab อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

NS ไม่แสดงค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

น้ำมะพร้าวความเข้มข้นต่างๆ ในอาหารตั้งแต่ 10 – 30 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อความสูงต้นเฉลี่ย ความยาวข้อเฉลี่ย ความยาว ความกว้างใบเฉลี่ย และจำนวนใบเฉลี่ย ดังแสดงไว้ในตาราง 28

3.1.1 ความสูงต้นเฉลี่ย

จากตาราง 28 พบว่าเมื่อใช้น้ำมะพร้าว 30 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ต้นมีความสูงมากที่สุดคือ 8.50 มม แต่เมื่อเพิ่มน้ำมะพร้าวขึ้นเป็น 40 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มข้นลดลงจาก 30 เปอร์เซ็นต์ เป็น 20 – 0 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ความสูงของต้นลดลงโดยมีความสูงอยู่ระหว่าง 5.00 – 4.40 มม แต่ความสูงต้นเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวก 18)

3.1.2 ความยาวข้อเฉลี่ย

พบว่าน้ำมะพร้าวความเข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์, 30 เปอร์เซ็นต์, 20 เปอร์เซ็นต์, 10 เปอร์เซ็นต์ และ 0 เปอร์เซ็นต์ ให้ความยาวข้อเฉลี่ยคือ 0.70, 1.20, 0.40, 0.60 และ 1.00 มม ตามลำดับแต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวก 19)

3.1.3 ขนาดใบเฉลี่ย

น้ำมะพร้าวมีผลให้ยอดอ่อนมีความยาวใบเฉลี่ยตั้งแต่ 0.90 - 2.50 มม แต่ในทุกระดับความเข้มข้นไม่ทำความยาวใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แม้ว่าความกว้างใบมีแนวโน้มเช่นเดียวกับความยาวใบคือ น้ำมะพร้าวทำให้ใบมีความกว้างและความยาวมากกว่าผลที่ได้เมื่อไม่เติมน้ำมะพร้าว แต่ผลก็ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวก 20 และ 21)

3.1.4 จำนวนใบเฉลี่ย

จากตาราง 28 พบว่าต้นที่พัฒนาจากยอดอ่อนที่เลี้ยงบนอาหารที่มีน้ำมะพร้าว 30 เปอร์เซ็นต์ ให้จำนวนใบเฉลี่ยมากที่สุดคือ 7.60 ใบ/ต้น เมื่อใช้ความเข้มข้นของน้ำมะพร้าวลดลงเป็น 20 – 10 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มขึ้นเป็น 40 เปอร์เซ็นต์ พบว่าต้นมีจำนวนใบเฉลี่ยลดลงเป็น 4.20 – 1.70 ใบ/ต้น ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากผลของน้ำมะพร้าว 30 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวก 22)

3.1.5 คุณภาพของยอด

ยอดและต้นที่ได้จากการเลี้ยงบนอาหารที่มีปริมาณน้ำมะพร้าวในระดับต่างๆ มีสีใบ และภาพทรงใบเป็นปรกติ ใบมีทั้งสีเขียวอ่อนและสีเขียวเข้ม

โดยสรุปพบว่ายอดของน้อยหน่าเจริญได้ดีบนอาหารที่มีน้ำมะพร้าว 30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้ำมะพร้าวระดับนี้ทำให้ยอดมีจำนวนใบสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ

ภาพ 20 ยอดที่เจริญบนอาหารวุ้นที่เติมน้ำมะพร้าวความเข้มข้นต่าง ๆ เมื่อเลี้ยงนาน 6 สัปดาห์

T_1 = น้ำมะพร้าวความเข้มข้น 0 เปอร์เซ็นต์
T_2 = น้ำมะพร้าวความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์
T_3 = น้ำมะพร้าวความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์
T_4 = น้ำมะพร้าวความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์
T_5 = น้ำมะพร้าวความเข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

การทดลองที่ 3.2 ผลของ L – Glutamine ที่มีต่อการเจริญของยอดอ่อน

ผลของความเข้มข้นของ L - Glutamine ที่มีต่อความสูงต้น ความยาวข้อ ขนาดใบ และจำนวนใบ ได้แสดงไว้ในตาราง 29

ตาราง 29 ความสูงต้น ความยาวข้อ ขนาดใบ และจำนวนใบเฉลี่ยต่อต้น จากการเลี้ยงบนอาหารที่มี L – Glutamine ที่มีความเข้มข้นแตกต่างกันเมื่อเลี้ยงนาน 6 สัปดาห์

L - Glutamine (มก/ล)	ความสูงต้นเฉลี่ย (มม)	ความยาวข้อเฉลี่ย (มม)	ขนาดใบเฉลี่ย (มม)		จำนวนใบเฉลี่ย/ต้น
			ความยาว	ความกว้าง	
0	1.28^{ab}	-	1.29^{bc}	1.12	2.00
25	0.88^{d}	-	1.14^{d}	4.30	2.20
50	1.34^{a}	-	1.34^{ab}	1.34	2.00
100	1.24^{b}	-	1.18^{cd}	1.08	2.00
150	0.85^{d}	-	1.42^{a}	0.88	2.00
200	1.15^{c}	-	1.18^{cd}	1.13	2.00
$LSD_{0.05}$	0.08		0.12	NS	NS

abcd อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

NS ไม่แสดงค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

3.2.1 ความสูงต้นเฉลี่ย

จากตาราง 29 การเลี้ยงยอดอ่อนบนอาหารที่มี L - Glutamine 0 และ 50 มก/ล จะให้ต้นมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดคือ 1.34 และ 1.28 มม ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อใช้ L - Glutamine เพิ่มขึ้นเป็น 100, 150 และ 200 มก/ล ให้ต้นมีความสูงเฉลี่ยลดลงเป็น 1.24, 0.85 และ 1.15 มม ตามลำดับ (ตารางผนวก 23)

ขนาดใบเฉลี่ย

ยอดอ่อนบนอาหารที่มี L - Glutamine ทำให้ใบมีความยาวเฉลี่ยมากที่สุดเมื่อใช้ L - Glutamine 50 มก/ล คือ 1.34 มม ซึ่งแตกต่างจากความเข้มข้นอื่นๆ ทั้งหมด ยกเว้นเมื่อใช้

L - Glutamine 150 มก/ล ส่วนความกว้างใบของยอดจากเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารที่มี L - Glutamine ระดับต่างๆ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวก 24 - 25)

3.2.2 ความยาวข้อเฉลี่ย

เมื่อพิจารณาความยาวข้อเฉลี่ยของยอด พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการเลี้ยงยอดอ่อนบนอาหารที่มีระดับ L - Glutamine ต่างๆ กัน เนื่องจากข้อไม่ยืดจากยอดกระจุก

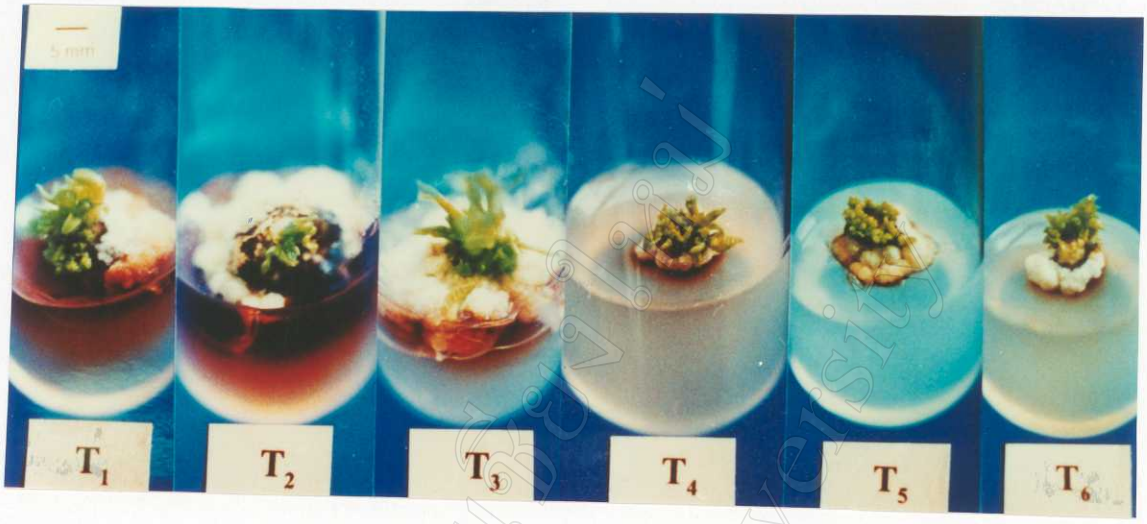
3.2.3 จำนวนใบเฉลี่ย

จากตาราง 29 พบว่าอาหารที่มี L - Glutamine ระดับต่างๆ กัน ไม่มีผลทำให้ยอดอ่อนมีจำนวนใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวก 26)

3.2.4 คุณภาพของยอด

เมื่อเริ่มเลี้ยง ยอดมีลักษณะเรียวเหลม และมีสีเขียวเมื่อเลี้ยงบนอาหารที่มี L–Glutamine ระดับต่างๆ กัน มียอดส่วนหนึ่งที่มีการขยายขนาดของใบ แต่ใบที่ได้มีอาการฉ่ำน้ำ หงิกงอ และบางใบมีตุ่มสีขาวและเขียวขึ้นอยู่ ใบที่ฉ่ำน้ำบางใบที่หงิกงอจะมีสีเขียวอมเหลือง และยอดบางส่วนเมื่อเลี้ยงไปได้ 8 สัปดาห์ ไม่มีการยืดของต้นหรือข้อ แต่สีของยอดเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและตายไป

โดยสรุปการใช้ L – Glutamine หรือไม่ใช้ L – Glutamine ไม่มีผลต่อความยาวข้อเฉลี่ย ความกว้างใบเฉลี่ย และจำนวนใบเฉลี่ย แต่มีผลต่อความสูงต้นเฉลี่ย และความยาวใบเฉลี่ย โดย L – Glutamine 50 มก/ล ทำให้ยอดมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด ส่วน L – Glutamine 50 และ 150 มก/ล ก็ทำให้ใบมีความยาวเฉลี่ยมากที่สุด



ภาพ 21 ยอดที่เจริญบนอาหารวุ้นที่เติม L - Glutamine ความเข้มข้นต่างๆ เมื่อเลี้ยงนาน 6 สัปดาห์

T_1 = L - Glutamine ความเข้มข้น 0 เปอร์เซ็นต์

T_2 = L - Glutamine ความเข้มข้น 25 เปอร์เซ็นต์

T_3 = L - Glutamine ความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์

T_4 = L - Glutamine ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์

T_5 = L - Glutamine ความเข้มข้น 150 เปอร์เซ็นต์

T_6 = L - Glutamine ความเข้มข้น 200 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

การทดลองที่ 3.3 ผลของความเข้มข้นของเกลือ และน้ำตาลที่มีต่อการเจริญของยอดอ่อน

เมื่อนำชิ้นส่วนจากลำต้นส่วนใต้ใบเลี้ยงตัดหนา 1.00 มม ไปเลี้ยงบนอาหารวุ้นนาน 10 สัปดาห์แล้วนำผลเมื่อสิ้นสุดการทดลองไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติ พบว่า

3.3.1 ผลร่วม (interaction) ระหว่างความเข้มข้นของเกลือและน้ำตาล ที่มีต่อความสูงเฉลี่ยของต้น ความยาวข้อเฉลี่ย ความกว้างและความยาวเฉลี่ยของใบ รวมทั้งจำนวนใบเฉลี่ยได้แสดงไว้ในตาราง 30

ความเข้มข้นของเกลือและน้ำตาลที่ใช้ในอาหารมีอิทธิพลร่วมกัน ส่งผลให้ความสูงเฉลี่ยของยอด ความยาวข้อเฉลี่ย ความกว้างและความยาวเฉลี่ยของใบ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีผลต่อจำนวนใบเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวก 27 – 31)

สำหรับความสูงเฉลี่ยของยอด พบว่าอาหารสูตร VW ร่วมกับน้ำตาลความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ และ 1 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ยอดมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด คือ 5.51 มม และ 4.99 มม ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น แต่พบว่าอาหารสูตร SH ที่ทุกระดับความเข้มข้นของน้ำตาลให้ความสูงเฉลี่ยน้อยกว่าจากที่ได้จากสูตร VW และผลของความเข้มข้นน้ำตาลก็ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในอาหารสูตร SH อาหารสูตร ½SH ก็ให้ผลในทำนองเดียวกัน ส่วนความยาวใบเฉลี่ย พบว่าเมื่อใช้อาหารสูตร SH หรือ ½SH และใช้น้ำตาล 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ ให้ความยาวใบเฉลี่ยอยู่ในกลุ่มน้อยที่สุด และความยาวเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มน้ำตาลเป็น 3 เปอร์เซ็นต์ แต่ในสูตร VW น้ำตาล 1 และ 3 เปอร์เซ็นต์ ให้ความยาวใบมากที่สุด ความกว้างใบก็แสดงผลในทำนองเดียวกัน (ตารางผนวก 29 และ 30)

ส่วนความยาวข้อเฉลี่ยพบว่า อาหารสูตร VW ร่วมกับน้ำตาลที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ความยาวข้อเฉลี่ยของต้นมากที่สุดคือ 1.61 มม ซึ่งมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวก 31)

ตาราง 30 ความสูงต้น ความยาวข้อ ขนาดใบ และจำนวนใบเฉลี่ยต่อต้น เมื่อเลี้ยงยอดอ่อนบนอาหารที่มีเกลือของธาตุอาหารหลัก และน้ำตาลที่ระดับแตกต่างกัน เมื่อเลี้ยงนาน 10 สัปดาห์

อาหาร	น้ำตาล (เปอร์เซ็นต์)	ความสูงต้นเฉลี่ย (มม)	ความยาวข้อเฉลี่ย (มม)	ขนาดใบเฉลี่ย (มม)		จำนวนใบเฉลี่ย/ต้น
				ความยาว	ความกว้าง	
½ SH	1	0.82c	0.00d	1.18e	1.22c	2.00
	2	1.78bc	0.13 d	2.47cde	1.68bc	2.60
	3	1.90bc	0.24cd	3.63c	2.44b	3.40
SH	1	0.78c	0.00 d	1.18e	0.89c	2.00
	2	0.76c	0.00 d	2.07de	1.37c	2.20
	3	3.16c	0.16 d	5.08b	2.45b	3.00
VW	1	4.99a	1.61 a	6.41a	4.11a	5.80
	2	2.72b	0.54 c	2.85cd	1.70bc	4.40
	3	5.51a	1.06 b	5.33ab	3.45a	5.00
$LSD_{0.05}$		1.38	0.35	1.30	0.89	NS

abcde อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

NS ไม่แสดงค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

3.3.2 ผล (main effect) ของความเข้มข้นของเกลือ

เมื่อใช้เกลือของอาหารสูตรต่างๆ กัน ทำให้ยอดมีความสูงเฉลี่ย ความยาวข้อเฉลี่ย ความกว้างความยาวเฉลี่ยของใบ และจำนวนใบเฉลี่ย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยอาหารสูตร VW ทำให้มีความสูงเฉลี่ยของยอดมากที่สุดคือ 4.41 มม ต่างจากอาหารสูตร ½SH และ SH อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งผลการทดลองเป็นเช่นเดียวกับ ความยาวข้อเฉลี่ย ความกว้าง ความยาวเฉลี่ยของใบ และจำนวนใบเฉลี่ย โดยอาหารสูตร VW ให้ยอดที่มีความยาวข้อเฉลี่ยสูงสุดคือ 1.07 มม ให้ความกว้างความยาวเฉลี่ยของใบมากที่สุดคือ 3.09 มม และ 4.86 มม ตามลำดับ และมีจำนวนใบเฉลี่ยมากที่สุดคือ 5.07 ใบต่อต้น (ตาราง 31)

ตาราง 31 ความสูงต้น ความยาวข้อ ขนาดใบ และจำนวนใบเฉลี่ยต่อต้น เมื่อเลี้ยงยอดอ่อนบนอาหารที่มีเกลือของธาตุอาหารหลักต่างกันเมื่อเลี้ยงนาน 10 สัปดาห์

อาหาร	ความสูงต้นเฉลี่ย (มม)	ความยาวข้อเฉลี่ย (มม)	ขนาดใบเฉลี่ย (มม)		จำนวนใบเฉลี่ย/ต้น
			ความยาว	ความกว้าง	
½SH	1.50b	0.12b	2.42b	1.78b	2.67b
SH	1.57b	0.05b	2.78b	1.57b	2.40b
VW	4.41a	1.07a	4.86a	3.09a	5.07a
$LSD_{0.05}$	1.61	0.41	1.79	1.10	1.51

ab อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

3.3.3 ผล (main effect) ของความเข้มข้นของน้ำตาล

เมื่อใช้น้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/ปริมาตร) ในอาหารที่เติม BAP 8 มก/ล ทำให้ยอดมีความสูงเฉลี่ย ความกว้าง ความยาวเฉลี่ยของใบ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีผลต่อความยาวข้อเฉลี่ย และจำนวนใบเฉลี่ย ดังแสดงไว้ในตาราง 32

จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า ความสูงเฉลี่ยของต้นเพิ่มขึ้นเมื่อใช้น้ำตาล 3 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับความกว้างและความยาวเฉลี่ยของใบที่น้ำตาลความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ใบมีความกว้างและยาวเฉลี่ยสูงสุดคือ 4.68 และ 2.78 มม ตามลำดับ

ตาราง 32 ความสูงต้น ความยาวข้อ ขนาดใบ และจำนวนใบเฉลี่ยต่อต้น เมื่อเลี้ยงยอดอ่อนบนอาหารที่มีน้ำตาลระดับต่างๆ กันเมื่อเลี้ยงนาน 6 สัปดาห์

น้ำตาล (เปอร์เซ็นต์)	ความสูงต้นเฉลี่ย (มม)	ความยาวข้อเฉลี่ย (มม)	ขนาดใบเฉลี่ย (มม)		จำนวนใบเฉลี่ย/ต้น
			ความยาว	ความกว้าง	
1	2.20[b]	0.54	2.92[b]	2.07[b]	3.27
2	1.75[b]	0.22	2.46[b]	1.58[b]	3.07
3	3.52[a]	0.49	4.68[a]	2.78[a]	3.80
$LSD_{0.05}$	1.91	NS	1.72	1.17	NS

ab อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

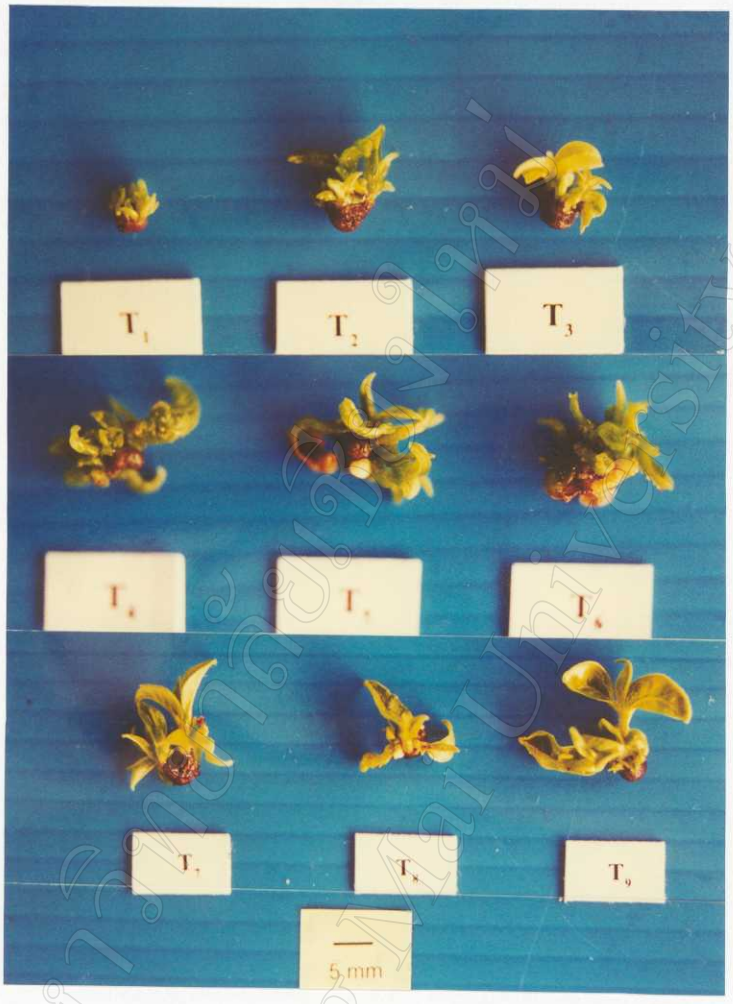
NS ไม่แสดงค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

3.3.4 คุณภาพของยอด

น้ำตาลความเข้มข้น 1 – 3 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ยอดส่วนใหญ่มีความปรกติในอาหารสูตร VW ซึ่งมีเพียงบางส่วนที่ใบมีอาการฉ่ำน้ำ และมีลักษณะหงิกงอ แต่ในอาหารสูตร ½ SH และ SH พืชส่วนใหญ่จะมีสีเขียวเข้มผิดปรกติ และมีอาการที่ผิดปรกติคือ ใบหงิกงอ ฉ่ำน้ำ และมีปุ่มเล็กๆ จำนวนมากขึ้นบนใบและบางส่วนของลำต้น (ภาพ 22)

โดยสรุปอาหารสูตร VW ที่ใช้น้ำตาลความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ต้นมีความสูงเฉลี่ยสูงสุด รวมถึงความกว้างและความยาวเฉลี่ยของใบมากที่สุด ส่วนความยาวข้อเฉลี่ยมีเพียงอาหารสูตร VW ที่มีน้ำตาลความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้นที่ทำให้ข้อมีความยาวสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ

ความเข้มข้นของเกลือและน้ำตาล ไม่มีผลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญต่อจำนวนใบ และความเข้มข้นที่แตกต่างกันของน้ำตาลตั้งแต่ 1 – 3 เปอร์เซ็นต์ ไม่ทำให้จำนวนใบเฉลี่ยและความยาวข้อแตกต่างกัน



ภาพ 22 ยอดที่เจริญบนอาหารวุ้นสูตรต่างกัน เมื่อเติมน้ำตาลความเข้มข้นต่างๆ เมื่อเลี้ยงนาน 10 สัปดาห์

T_1, T_2, T_3 = ธาตุอาหารหลักสูตร ½SH + น้ำตาลความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์

T_4, T_5, T_6 = ธาตุอาหารหลักสูตร SH + น้ำตาลความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์

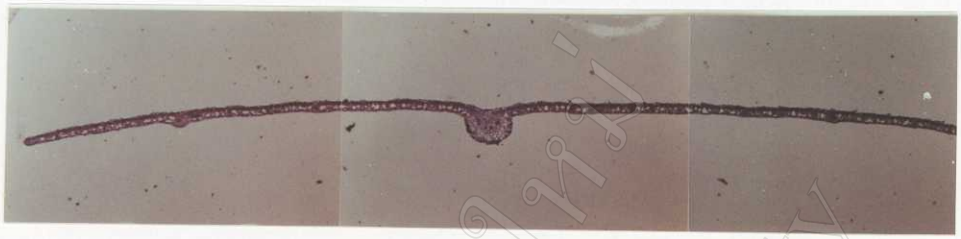
T_7, T_8, T_9 = ธาตุอาหารหลักสูตร VW + น้ำตาลความเข้มข้น 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

การศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยา

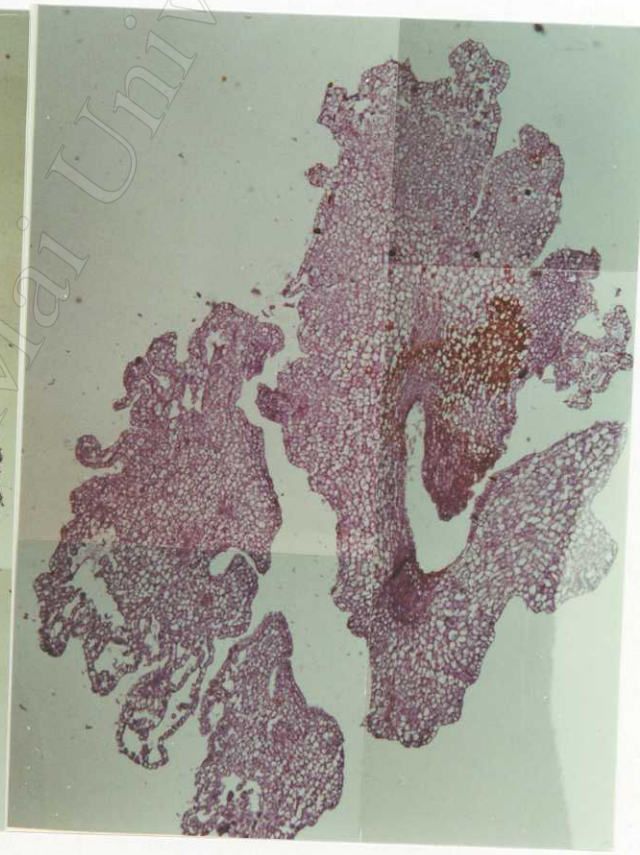
เมื่อนำใบที่มีลักษณะปรกติ และใบฉ่ำน้ำ มาศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยา เพื่อดูโครงสร้างภายในจากภาพตัดขวางของใบ พบว่าเซลล์ผิวของพืชที่มีอาการฉ่ำน้ำแสดงอาการไม่ปรกติ เมื่อเทียบกับเซลล์ผิวของใบปรกติจากต้นที่เลี้ยงในหลอดแก้ว โดยเซลล์ชั้น epidermis ของใบปรกติมีการเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบซึ่งเมื่อเลี้ยงต่อมาอาจมีใบเป็นปุ่มปม แต่เซลล์ผิวของใบที่มีอาการฉ่ำน้ำมีการเรียงตัวไม่เรียบเท่า (ภาพ 23) นอกจากนั้นโครงสร้างของใบทั้ง 2 ชนิดยังแตกต่างกัน โดยใบปรกติมีโครงสร้างแต่ละชั้นคือ upper epidermis (ue), palisade cell (pc), spongy cell (sc) และ lower epidermis (le) เรียงตัวอย่างเป็นระเบียบแบ่งเป็นชั้นชัดเจน (ภาพ 24) ส่วนใบฉ่ำน้ำการเรียงตัวไม่เป็นระเบียบ ใบปรกติแสดงให้เห็น air space และสังเกตเห็น stomata ชัดเจน แต่ใบที่ฉ่ำน้ำมองไม่เห็น air space (as) และ stomata (st) ใบไม่กางเหมือนใบปรกติ แต่เกิดแคลลัสขึ้นบริเวณบางส่วนของใบ (ภาพ 25) นอกจากนั้นใบฉ่ำน้ำยังมีเซลล์ที่มีขนาดใหญ่เมื่อเปรียบเทียบกับเซลล์จากใบปรกติ ในภาพที่ 23 และ24 แสดงให้เห็นว่าท่อน้ำท่ออาหารของใบปรกติจะอยู่บริเวณเส้นใบ แต่ใบฉ่ำน้ำไม่พบว่ามีท่อลำเลียงชัดเจน (ภาพ 23)

ส่วนการศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยาของใบที่เกิดปุ่มปม พบว่าลักษณะของใบที่ผิดปรกตินี้ไม่กาง แต่จะม้วนและห่อเป็นวง (ภาพ 23) แต่ยังมองเห็นท่อน้ำท่ออาหารอยู่แต่ไม่ชัดเจน สังเกตจากบริเวณจุดที่ติดสีเข้มอยู่ (ภาพ 26) ขนาดเซลล์ของใบที่เกิดปุ่มจะมีขนาดใหญ่กว่าใบปรกติ สังเกตไม่เห็นชั้นเซลล์ต่างๆ เหมือนใบปรกติ ไม่มีปากใบ เซลล์จะเรียงตัวผิดปรกติไม่เป็นระเบียบไม่เห็นเป็นชั้นเหมือนในปรกติ ไม่เห็นนิวเคลียสชัดเจน เมื่อสังเกตดูสีพบว่าติดสีย้อมจางกว่าใบปรกติ (ภาพ 26) มีบางส่วนยื่นออกไปจากเนื้อเยื่อเดิมเซลล์เกาะกันหลวมๆ ทำให้ใบมีลักษณะหงิกงอ แข็งและบางส่วนเกิดปุ่มปมขึ้น ขนาดปมที่ยื่นออกไปมีขนาดต่างๆ กัน ภายในมีเซลล์ที่ยังเห็นนิวเคลียสชัด แต่บางปุ่มเห็นบริเวณตรงกลางมีลักษณะคล้ายช่องอากาศอยู่ ลักษณะนี้ทำให้เนื้อเยื่อพืชเกิดปุ่มปมขึ้นได้เช่นกัน ปุ่มปมนี้ยังไม่สามารถระบุได้ว่าจะมีการพัฒนาเป็นอะไรต่อไป



ก

ข



ค

ภาพ 23 ภาพตัดตามขวางของใบ

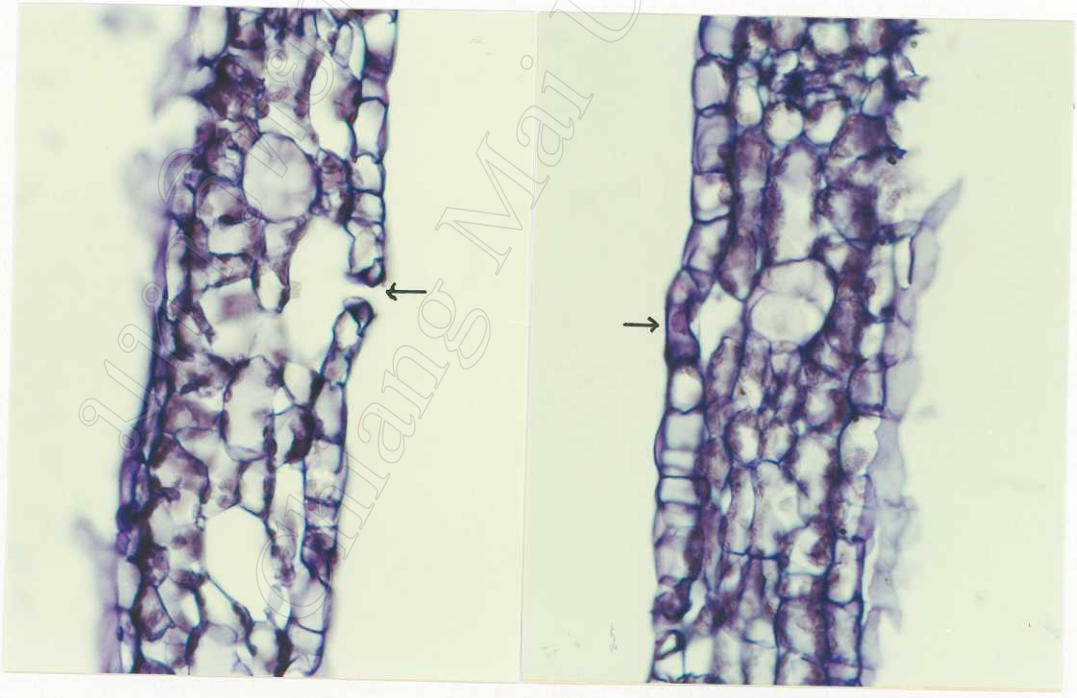
ก) ภาพตัดขวาง ใบปรกติจากต้นในหลอดทดลอง (17x)

ข) ภาพตัดขวาง ใบที่มีอาการฉ่ำน้ำ (24x)

ค) ภาพตัดขวาง ใบปรกติที่มีปุ่มปม (29x)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ก



ข ค

ภาพ 24 ส่วนประกอบของใบปรกติ

ก) โครงสร้างใบ (235x)

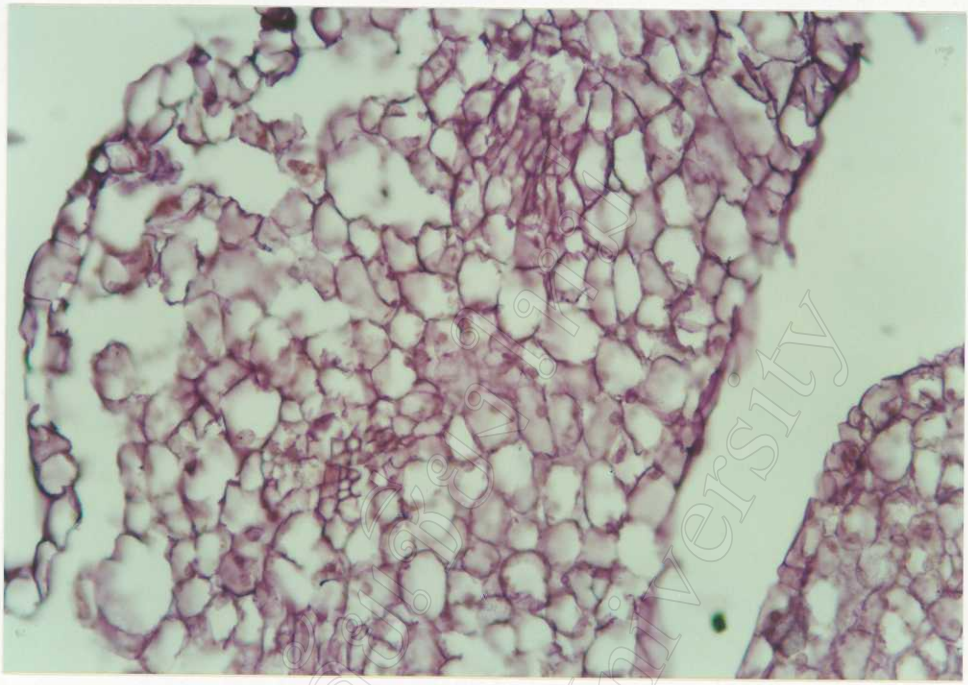
ข) ปากใบเปิด (235x)

ค) ปากใบปิด (235x)

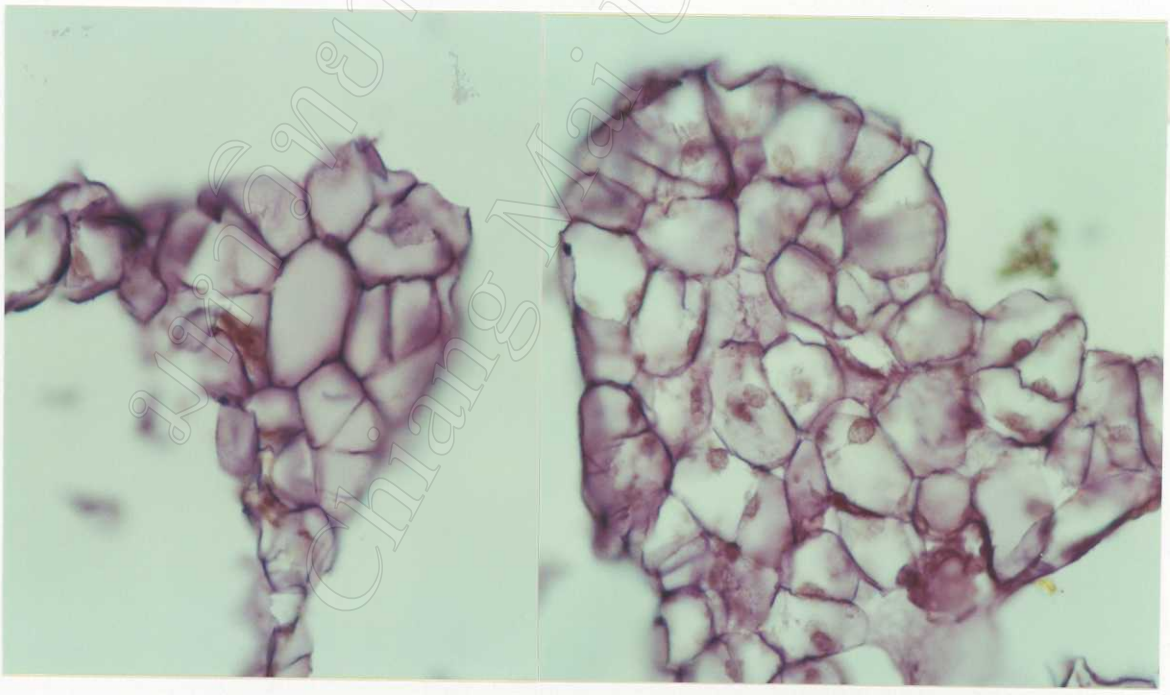
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

ภาพ 25 ใบฉ่ำน้ำที่เกิดแคลลัส (118x)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



ก



ข

ภาพ 26 ส่วนประกอบของใบที่เกิดปุ่มปม

ก) โครงสร้างใบ (471x)

ข) ปุ่มปมที่เกิดบนใบ (471x)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University