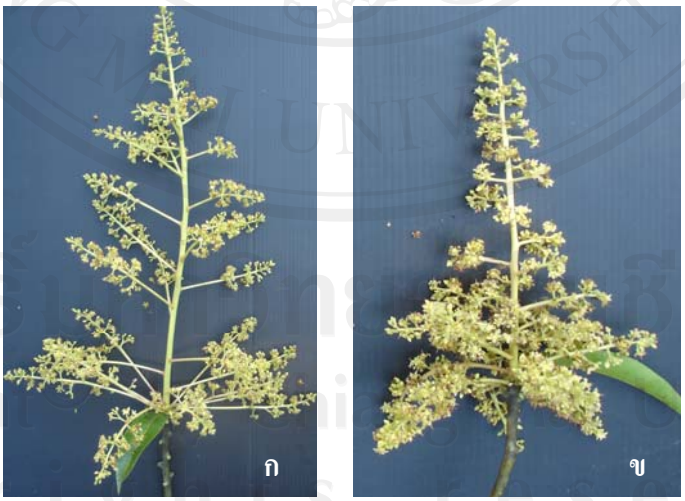
บทที่ 4
ผลการทดลอง

1. ผลการทดลองทางกายภาพ

ต้นมะม่วงกลุ่มที่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซลออกดอกในวันที่ 30 พฤศจิกายน 2549 โดยใช้เวลาหลังจากราดสารจำนวน 120 วัน ในขณะที่ต้นควบคุมมีการเจริญเติบโตทางกิ่งใบต่อไป โดยมีการแตกใบอ่อนในวันที่ 12 ตุลาคม 2549 ต้นมะม่วงที่ไม่ได้ราดสารออกดอกช้ากว่าต้นที่ราดสาร 49 วัน ส่วนเปอร์เซ็นต์การออกดอก พบว่าการออกดอกต้นมะม่วงทั้ง 2 กรรมวิธี มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยต้นมะม่วงในกลุ่มที่ราดสารมีเปอร์เซ็นต์การออกดอก เท่ากับ 87.08 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าต้นมะม่วงมะม่วงที่ไม่ได้รับสารที่มีเปอร์เซ็นต์การออกดอก เท่ากับ 70.59 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4) นอกจากนี้การราดสารพาโคลบิวทราโซลยังมีผลต่อลักษณะช่อดอก โดยพบว่าลักษณะของช่อดอกมะม่วงทั้ง 2 กรรมวิธี มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน สังเกตุได้ว่าข้อปล้องบริเวณโคนช่อดอกของกรรมวิธีราดสารจะมีลักษณะหดสั้น และดอกย่อยจะเกิดเป็นกระจุกรวมถึงก้านช่อดอกย่อยของมะม่วงกรรมวิธีราดสารจะสั้นลงเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม (ภาพที่ 16)

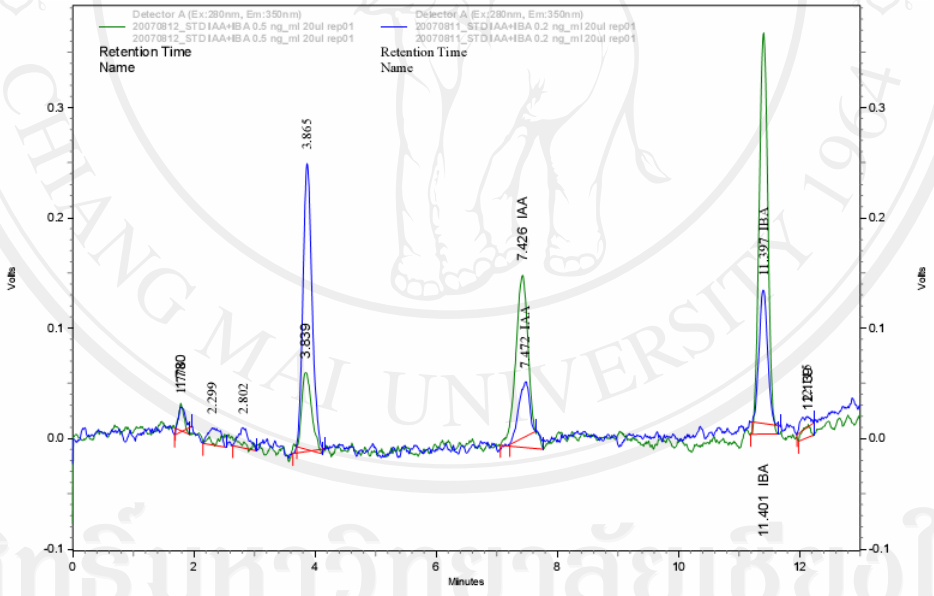


ภาพที่ 16 ลักษณะช่อดอกมะม่วงของกรรมวิธีควบคุม (ก) และกรรมวิธีราดสาร (ข)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

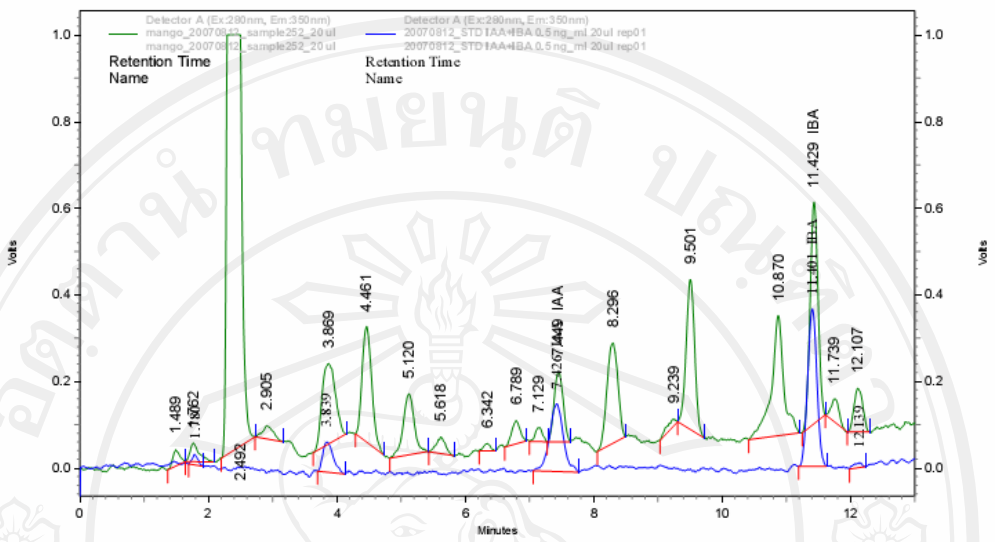
2. ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณไอเออในยอด (IAA shoot-diffusates)

2.1 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณไอเออจากยอด (IAA shoot-diffusates) พบโครมาโตแกรมของไอเออมาตรฐาน (IAA standard) ที่ retention time 7.42 นาที และกรดอินโดลบิวทิริกมาตรฐาน (internal standard) ที่ retention time 11.39 นาที (ภาพที่ 17) เปอร์เซ็นต์การตรวจพบ (percent recovery) เท่ากับ 70-80% และพบปริมาณ IAA shoot-diffusates ของมะม่วงที่ราดสาร ที่เวลาเดียวกับ IAA standard (ภาพที่ 18) โดยการตรวจวัดด้วยเครื่องโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (high performance liquid chromatography : HPLC, fluorimeter detector) มีความสามารถในการตรวจวัดปริมาณสารได้ต่ำสุด (limit of quantitation) เท่ากับ 0.08 นาโนกรัม



ภาพที่ 17 โครมาโตแกรมของ IAA standard ความเข้มข้น 0.2 (สีน้ำเงิน) และ 0.5 นาโนกรัม (สีเขียว)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 18 โครมาโตแกรมของ IAA shoot-diffusateในกรรมวิธีราดสาร (สีเขียว) และ IAA standard ความเข้มข้น 0.5 นาโนกรัม (สีน้ำเงิน)

จากการวิเคราะห์หาปริมาณไอเอเอ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไอเอเอในยอดขึ้นลงตลอดการทดลอง โดยในช่วง 7-31 วันหลังทำการทดลองปริมาณไอเอเอค่อนข้างคงที่และไม่แตกต่างกันทั้งต้นควบคุมและต้นราดสาร และพบว่าปริมาณไอเอเอในยอดมีความแตกต่างกันทางสถิติหลังจากผ่านเดือนแรกของการทดลอง ปริมาณไอเอเอจะลดลงในระยะ 35-49 วันหลังราดสาร จากนั้นปริมาณไอเอเอมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในระยะ 53-65 วันหลังราดสาร และปริมาณไอเอเอจะลดลงอีกในระยะ 69-120 หลังการราดสาร (รูปที่ 19) ในช่วงนี้มีปริมาณไอเอเอต่ำสุด และในวันที่ 72 หลังการราดสารสามารถสังเกตุเห็นตุ่มตาดอกภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีปริมาณไอเอเอสูงสุดในวันที่ 81 หลังทำการทดลอง และปริมาณไอเอเอในยอดของกรรมวิธีควบคุมยังมีแนวโน้มสูงกว่ากรรมวิธีราดสารไปจนถึงวันสุดท้ายของการทดลอง (ตารางที่ 5)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4 ข้อมูลทางกายภาพการออกดอกของมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์

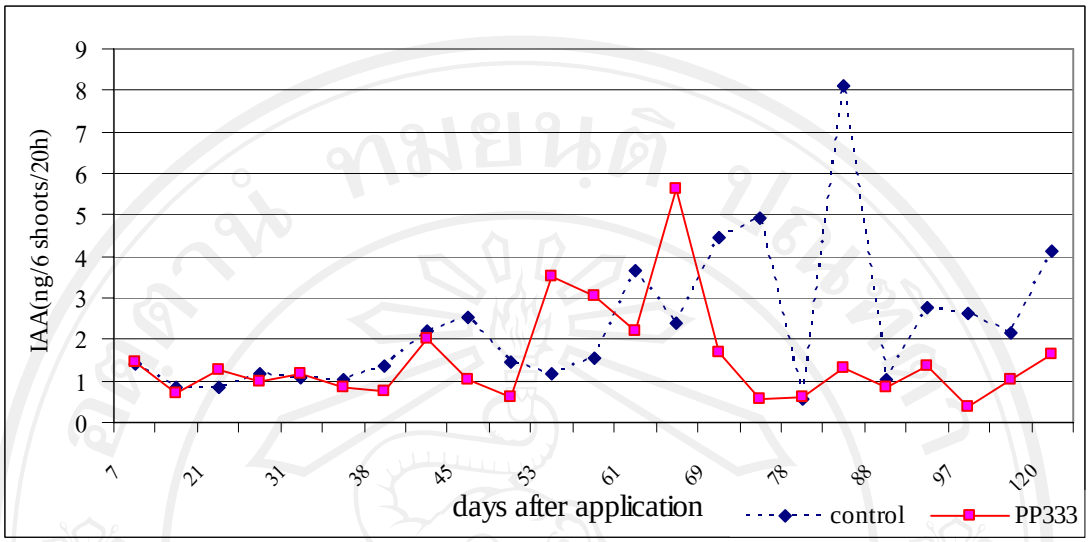
กรรมวิธี	ระยะเวลาที่ออกดอก (วัน)	การออกดอก (เปอร์เซ็นต์)
กรรมวิธีควบคุม	169	70.59b
กรรมวิธีราดสาร	120	87.08a
Significant		*

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อตรวจสอบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test

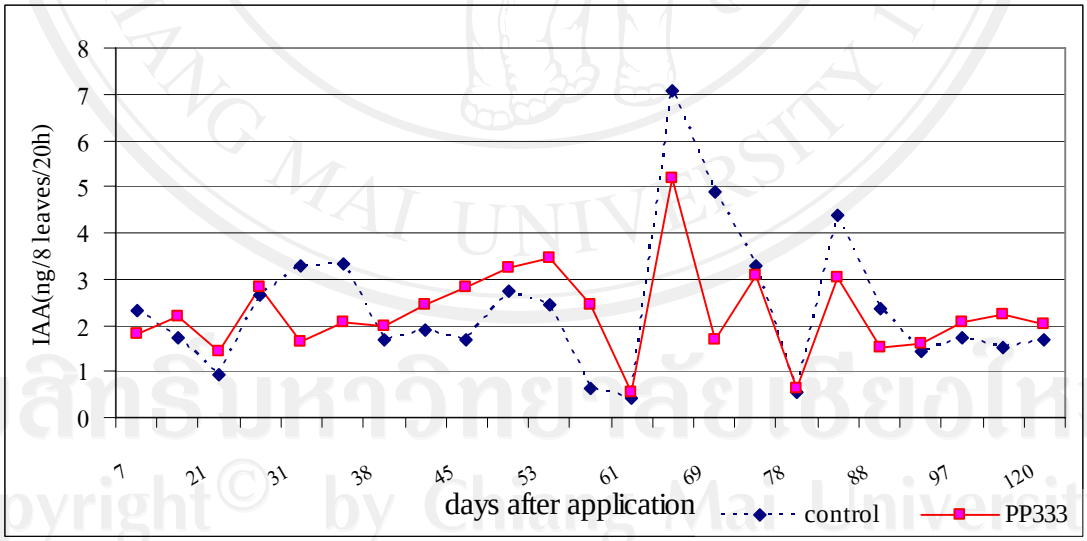
2.2 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณไอเอเอในใบ (IAA leaf-diffusates) แบบแผนการเปลี่ยนแปลงปริมาณไอเอเอในใบเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับยอดมะม่วง โดยพบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณไอเอเอในใบมะม่วงไม่มีความแตกต่างกันในช่วงแรก หลังจากนั้นปริมาณไอเอเอจะลดลงในระยะ 31-35 วันหลังราดสาร จากนั้นปริมาณไอเอเอมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในระยะ 38-61 วันหลังราดสาร และปริมาณจะลดลงอีกในระยะ 65-88 หลังการราดสาร หลังจากนั้นปริมาณจะคงที่ไปจนถึง 120 วันหลังการราดสาร (ภาพที่ 20)

ส่วนปริมาณไอเอเอของกรรมวิธีควบคุมในช่วงวันที่ 65-88 มีแนวโน้มสูงกว่ากรรมวิธีราดสาร โดยที่ต้นควบคุมมีปริมาณไอเอเอสูงสุดในวันที่ 65 วันหลังราดสาร เท่ากับ 7.070 นาโนกรัมต่อ 8 ใบต่อ 20 ชั่วโมง หลังจากนั้นปริมาณไอเอเอค่อยๆ ลดลงหลังจากวันที่ 65 แต่ปริมาณไอเอเอยังคงอยู่ในระดับที่สูงกว่ากรรมวิธีราดสาร ซึ่งในช่วงนี้มะม่วงในกรรมวิธีควบคุมอยู่ในระยะการแตกใบอ่อน และจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งในวันที่ 81 หลังทำการทดลอง และหลังจากนั้นปริมาณไอเอเอของกรรมวิธีควบคุมมีปริมาณลดต่ำลง และค่อนข้างคงที่ไปจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บตัวอย่าง (ตารางที่ 6)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 19 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไอเอเอในยอด (IAA shoot-diffusates) ในกรรมวิธีควบคุม (control) และกรรมวิธีราดสาร (PP333)



ภาพที่ 20 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไอเอเอในใบ (IAA leaf-diffusates) ในกรรมวิธีควบคุม (control) และกรรมวิธีราดสาร (PP333)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไอเอเอในยอดมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ หลังได้รับการราดพาโคลบิวทราโซล

กรรมวิธี	ปริมาณไอเอเอ (นาโนกรัมต่อ 6 ยอดต่อ 20 ชั่วโมง)											
	จำนวนวันหลังทำการทดลอง											
	7	14	21	28	31	35	38	42	45	49	53	57
กรรมวิธีควบคุม	1.394	0.823	0.830b	1.185	1.076	1.028	1.356a	2.210	2.509a	1.471a	1.160b	1.558b
กรรมวิธีราดสาร	1.448	0.702	1.281a	0.989	1.194	0.867	0.757b	2.012	1.018b	0.615b	3.527a	3.049a
significant	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	*	*	*	*

กรรมวิธี	ปริมาณไอเอเอ (นาโนกรัมต่อ 6 ยอดต่อ 20 ชั่วโมง)										
	จำนวนวันหลังทำการทดลอง										
	61	65	69	72	78	81	88	92	97	110	120
กรรมวิธีควบคุม	3.663a	2.402b	4.453a	4.933a	0.547	8.130a	1.016	2.775a	2.617a	2.170a	4.138a
กรรมวิธีราดสาร	2.185	5.631a	1.697b	0.547b	0.606	1.319b	0.835	1.371b	0.352b	1.035b	1.631b
significant	*	*	*	*	ns	*	ns	*	*	*	*

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อตรวจสอบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไอเอเอในใบมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ หลังได้รับการราดพาโคลบิวทราโซล

กรรมวิธี	ปริมาณไอเอเอ (นาโนกรัมต่อ 8 ใบต่อ 20 ชั่วโมง)											
	จำนวนวันหลังทำการทดลอง											
	7	14	21	28	31	35	38	42	45	49	53	57
กรรมวิธีควบคุม	2.317	1.745	0.930b	2.660	3.290a	3.330a	1.700	1.883b	1.665b	2.743	2.430b	0.635b
กรรมวิธีราดสาร	1.815	2.173	1.438a	2.814	1.631b	2.063b	1.964	2.460a	2.810a	3.256	3.472a	2.436a
significant	ns	ns	*	ns	*	*	ns	*	*	ns	*	*

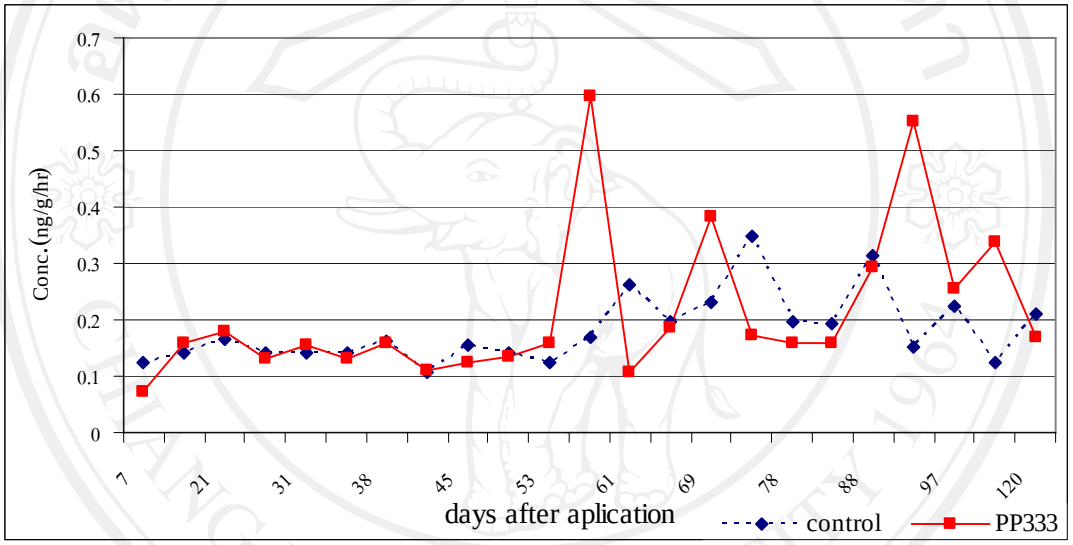
กรรมวิธี	ปริมาณไอเอเอ (นาโนกรัมต่อ 8 ใบต่อ 20 ชั่วโมง)										
	จำนวนวันหลังทำการทดลอง										
	61	65	69	72	78	81	88	92	97	110	120
กรรมวิธีควบคุม	0.435	7.070a	4.875a	3.305	0.545	4.390a	2.340a	1.425	1.710	1.507b	1.700
กรรมวิธีราดสาร	0.563	5.168b	1.697b	3.058	0.623	3.012b	1.495b	1.583	2.053	2.231a	2.030
significant	ns	*	*	ns	ns	*	*	ns	ns	*	ns

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อตรวจสอบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. ผลการวิเคราะห์ปริมาณเอทิลีนจากใบมะม่วง

จากผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณเอทิลีนในใบมะม่วง พบว่าในช่วงวันที่ 7-49 หลังทำการทดลอง ปริมาณเอทิลีนของทั้งกรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีราดสารค่อนข้างคงที่และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่หลังจากนั้นปริมาณเอทิลีนของกรรมวิธีราดสารมีแนวโน้มสูงกว่ากรรมวิธีควบคุม โดยพบการเพิ่มขึ้นในวันที่ 57, 69, 92 และ 110 หลังการราดสาร (ตารางที่ 7)



ภาพที่ 21 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเอทิลีนจากใบมะม่วงในกรรมวิธีควบคุม (control) และกรรมวิธีราดสาร (PP333)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเอทิลีนจากใบมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ หลังได้รับการราดพาโคลบิวทราโซล

กรรมวิธี	ปริมาณเอทิลีนจากใบ (นาโนกรัมต่อกรัมต่อชั่วโมง)											
	จำนวนวันหลังทำการทดลอง											
	7	14	21	28	31	35	38	42	45	49	53	57
กรรมวิธีควบคุม	0.123	0.142	0.165	0.140	0.141	0.141	0.161	0.107	0.155	0.141	0.123b	0.170b
กรรมวิธีราดสาร	0.072	0.157	0.179	0.132	0.157	0.130	0.159	0.111	0.123	0.133	0.160a	0.596a
significant	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*

กรรมวิธี	ปริมาณเอทิลีนจากใบ (นาโนกรัมต่อกรัมต่อชั่วโมง)										
	จำนวนวันหลังทำการทดลอง										
	61	65	69	72	78	81	88	92	97	110	120
กรรมวิธีควบคุม	0.261a	0.197	0.291b	0.348a	0.197	0.192	0.314	0.153b	0.223	0.125b	0.209
กรรมวิธีราดสาร	0.107b	0.186	0.382 a	0.173b	0.159	0.159	0.294	0.551a	0.256	0.338a	0.170
significant	*	ns	*	*	ns	ns	ns	*	ns	*	ns

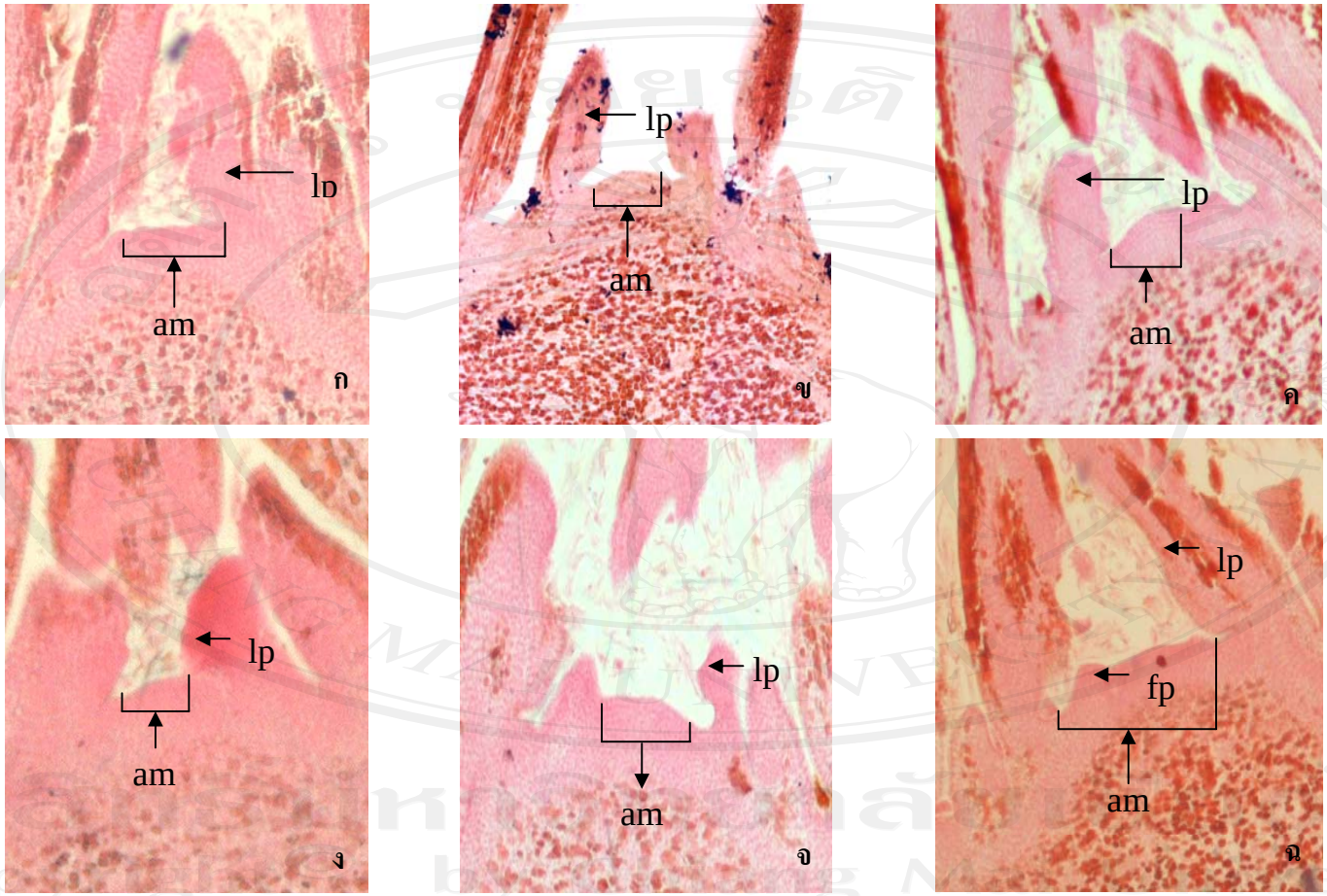
หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อตรวจสอบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี T-test

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4. ผลการศึกษาสัณฐานวิทยา

ผลการศึกษากายวิภาควิทยาของตายอดมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ โดยวิธี Freezing Microtome Section พบว่าตายอดของต้นราดสารและไม่ได้ราดสารในช่วงแรกของการทดลองไม่มีความแตกต่างกัน คือบริเวณเนื้อเยื่อเจริญปลายยอด (apical meristem) จะมีลักษณะโค้งเป็นรูปโดม (dome shape) ประกอบด้วยเซลล์ชั้น tunica และบริเวณตรงกลางของ apical meristem ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ชั้น corpus การพัฒนาของชั้น tunica ของทั้ง 2 กรรมวิธี ยังเป็นการพัฒนาของจุดกำเนิดใบ (leaf primordium) (ภาพที่ 22 ก และ ง) ต่อมาวันที่ 53 วันหลังราดสาร ซึ่งเป็นวันที่ปริมาณไอเอเอมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น บริเวณชั้น tunica ของปลายยอดมะม่วงต้นที่ราดสารจะขยายกว้างออก และมีขนาดของชั้น tunica กว้างกว่าปลายยอดมะม่วงต้นที่ไม่ได้ราดสารราดสาร (ภาพที่ 22 จ) ทำให้ปลายยอดมีลักษณะแบน (flat shape) ในขณะที่ชั้น tunica และ corpus ปลายยอดของต้นควบคุมใน จะขยายตัวสูงขึ้น เป็นรูปโดมปลายแหลม ซึ่งเป็นลักษณะของตาใบ (vegetative bud) (ภาพที่ 22 ข) และในวันที่ 72 วันหลังราดสาร บริเวณฐานด้านข้างของเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดของต้นที่ราดสารจะเริ่มแบ่งเซลล์เจริญขึ้นเป็นจุดกำเนิดดอกอย่างชัดเจน (floral primordium) ซึ่งถือได้ว่าเป็นจุดเริ่มต้นของการเกิดดอก (floral initiation) แสดงให้เห็นว่าภายหลังการให้สารแล้ว 72 วัน มะม่วงจะก่อกำเนิดตาดอก (ภาพที่ 22 ฉ) ในขณะที่เนื้อเยื่อเจริญปลายยอดของต้นควบคุมยังมีลักษณะมีลักษณะโค้งเป็นรูปโดม (dome shape) ซึ่งในชั้น tunica และ corpus บริเวณเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดมีการแบ่งเซลล์และขยายขนาดของเซลล์เพิ่มขึ้น แต่การพัฒนายังเป็นชั้นของจุดกำเนิดใบ (leaf primordium) และในวันที่ 120 กรรมวิธีควบคุมเริ่มแบ่งเซลล์ และเจริญขึ้นเป็นจุดกำเนิดดอก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 22 การพัฒนาของปลายยอดมะม่วงของกรรมวิธีควบคุม ในวันที่ 7 (ก), 53 (ข) และ 72 (ค) วันหลังทำการทดลอง และกรรมวิธีราดสารในวันที่ 7 (ง), 53 (จ) และ 72 (ฉ) หลังการราดสาร (am=apical meristem, lp=leaf primordium, fb= floral primordium)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved