บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดลองที่ 1 ศึกษาพัฒนาการของเลนติเซลบนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ในช่วงการเจริญของผลระยะต่างๆ

จากการศึกษาพัฒนาการของเลนติเซลบนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ 2 พันธุ์ ได้แก่ มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองและมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ในช่วงการช่วงการเจริญของผลระยะต่างๆ ได้แก่ 50, 60, 70, 80, 90, 100 และ 110 วัน หลังจากดอกบาน นำมาศึกษาความหนาแน่นของเลนติเซล โดยแบ่งผลมะม่วงเป็น 2 ส่วนในระนาบเดียวกับเมล็ด คือ ด้านซ้ายและด้านขวา แต่ละส่วนจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนหัว ส่วนกลาง และส่วนท้าย จากนั้นสุ่มนับจำนวนเลนติเซลต่อตารางเซนติเมตรในแต่ละตำแหน่งที่แบ่งข้างต้น รวมทั้งศึกษาขนาดและรูปร่างของเลนติเซลในแต่ละระยะ ภายใต้ stereomicroscope จากนั้นนำตัวอย่างเลนติเซลมาตัด section ด้วยเครื่อง microtome ความหนา 0.01 มิลลิเมตร ย้อมเนื้อเยื่อด้วย cotton blue แล้วนำมาศึกษาขนาดและรูปร่างของเลนติเซลภายใต้ compound microscope ได้ผลการทดลองดังนี้

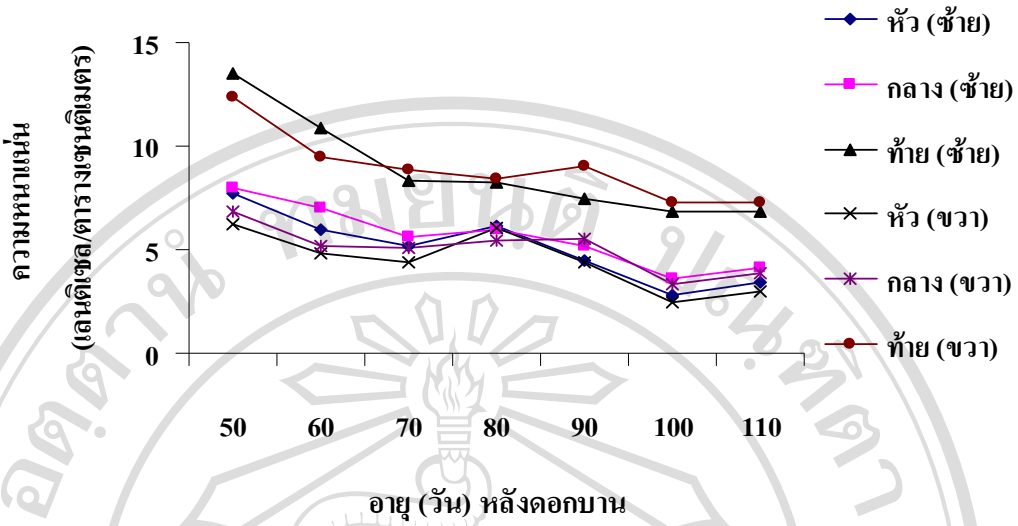
จากการศึกษาความหนาแน่น ขนาดและรูปร่างของเลนติเซลของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง พบว่าผลมะม่วงอายุ 50 วัน หลังจากดอกบาน มีค่าความหนาแน่นรวมสูงสุด รองลงมาคือ ผลมะม่วงอายุ 60, 70, 80 และ 90 วัน ตามลำดับ ในขณะที่ผลมะม่วงอายุ 100 และ 110 วันหลังจากดอกบาน มีค่าความหนาแน่นรวมต่ำสุด โดยมีค่าความหนาแน่นรวม เท่ากับ 9.12, 7.23, 6.72, 6.26, 6.01, 4.75 และ 4.40 เลนติเซลต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) เนื่องจากในช่วงแรกผลมะม่วงยังมีขนาดเล็กและเลนติเซลยังพัฒนาไม่เต็มที่ แต่เมื่อผลพัฒนาเพิ่มขนาดมากขึ้นทำให้ความหนาแน่นของเลนติเซลรวมลดลงแต่ปรากฏเด่นชัดขึ้น ซึ่งการปรากฏของเลนติเซลเป็นดัชนีที่บ่งบอกถึงความแก่ทางสรีรวิทยานั่นเอง (นิธิยา และ ดนัย, 2548) เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละส่วนของผลมะม่วง พบว่าผลมะม่วงส่วนท้ายด้านซ้ายและส่วนท้ายด้านขวา มีค่าความหนาแน่นรวมสูงสุด รองลงมาคือ ส่วนหัวด้านซ้าย ส่วนกลางด้านซ้าย ส่วนหัวด้านขวา และส่วนกลางด้านขวา ตามลำดับ โดยมีค่าความหนาแน่นรวม เท่ากับ 8.95, 8.89, 5.12, 5.64, 4.50 และ 5.04 เลนติเซลต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติพบว่าอายุของผลมะม่วงมีอิทธิพลร่วมกับส่วนของผลมะม่วง โดยผลมะม่วงอายุ 50 วัน ที่ส่วนท้ายด้านซ้าย มีค่าความหนาแน่นรวมสูงสุด และผลมะม่วงอายุ 110 วัน ที่ส่วนหัวด้านขวา มีค่าความ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หนาแน่นรวมต่ำสุด และเมื่อผลมะม่วงมีอายุมากขึ้น ความหนาแน่นของเลนติเซลรวมจะลดลง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากเมื่อผลมะม่วงมีอายุมากขึ้น บริเวณส่วนท้ายของผลมะม่วงจะมีการขยายขนาดน้อยกว่าบริเวณส่วนขั้วผล ดังนั้นจำนวนของเลนติเซลในบริเวณดังกล่าวย่อมมีความหนาแน่นมากกว่า จึงส่งผลให้ค่าความหนาแน่นของเลนติเซลรวมในบริเวณดังกล่าวมากกว่านั่นเอง (ภาพ 4.1)

เมื่อศึกษาขนาดของเลนติเซลบนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง พบว่าสามารถจำแนกเลนติเซลบนผลมะม่วงได้ทั้งหมด 4 ระยะ ได้แก่ เลนติเซล ระยะ 0, เลนติเซล ระยะ 1, เลนติเซล ระยะ 2 และเลนติเซล ระยะ 3 ตามลำดับ ซึ่งมีขนาดเท่ากับ 0.04, 0.07, 0.13 และ 0.21 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตาราง 4.1) ซึ่งสอดคล้องกับพวงผกา (2548) ที่อธิบายว่าเลนติเซลเกิดจากเซลล์พาเรงคิมาบริเวณใต้ปากใบโดยเซลล์พาเรงคิมา ประมาณ 4-5 เซลล์ที่อยู่ใต้ปากใบจะมีการแบ่งตัวจากบนลงล่าง โดยเซลล์ที่อยู่ด้านบนจะหยุดการแบ่งเซลล์ก่อนขณะที่เซลล์ที่อยู่ด้านล่างจะแบ่งตัวไปเรื่อยๆ จนได้เซลล์จำนวนมากและอีกกรณีคือเกิดจากคอร์กแคมเบียม ซึ่งจะเกิดการแบ่งตัวและเปลี่ยนแปลงของคอร์กแคมเบียม ซึ่งจะเกิดบริเวณใดก็ได้ ในขณะที่คอร์กแคมเบียมแบ่งเซลล์เข้าด้านในเพื่อให้เฟลโลเดิร์มที่เป็นเซลล์พาเรงคิมา และแบ่งเซลล์ออกด้านนอกเพื่อสร้างคอร์ก จะมีเซลล์บางกลุ่มที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปเป็นเซลล์คอร์ก แต่เป็นเซลล์พาเรงคิมาจำนวนมากเป็นเนื้อเยื่อคอมพลิเมนทารีเช่นเดียวกัน เซลล์กลุ่มนี้เรียงตัวกันอย่างหลวมๆ มีช่องว่างระหว่างเซลล์จำนวนมาก ทำให้การแลกเปลี่ยนก๊าซเป็นไปอย่างสะดวก ผนังเซลล์ประกอบด้วยเซลลูโลส ที่ไม่มีการสะสมซูเบอรินจึงทำให้มีลักษณะบาง เมื่อได้รับความชื้นทำให้น้ำซึมเข้าง่าย เซลล์ขยายตัวดันเซลล์อื่นๆ ในชั้นคอเทกซ์และเนื้อเยื่อผิวแตกออกเป็นช่องเปิดเลนติเซล จึงทำให้พบเลนติเซลที่มีขนาดแตกต่างกันบนผลมะม่วง ดังแสดงขนาดของเลนติเซลแต่ละระยะภายใต้ stereomicroscope (ภาพ 4.2) และภายใต้ compound microscope (ภาพ 4.3)

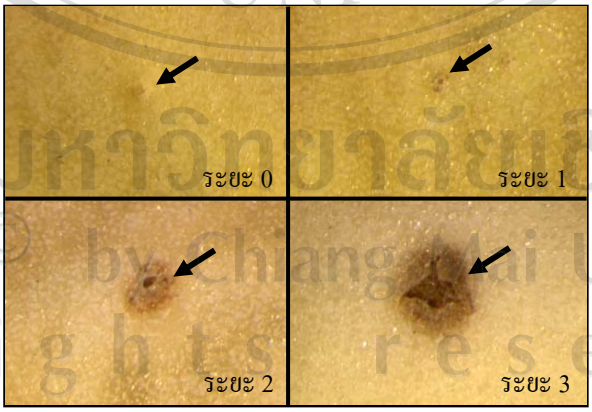
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.1 ความหนาแน่นของเลนติเซลในแต่ละช่วงการเจริญของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง

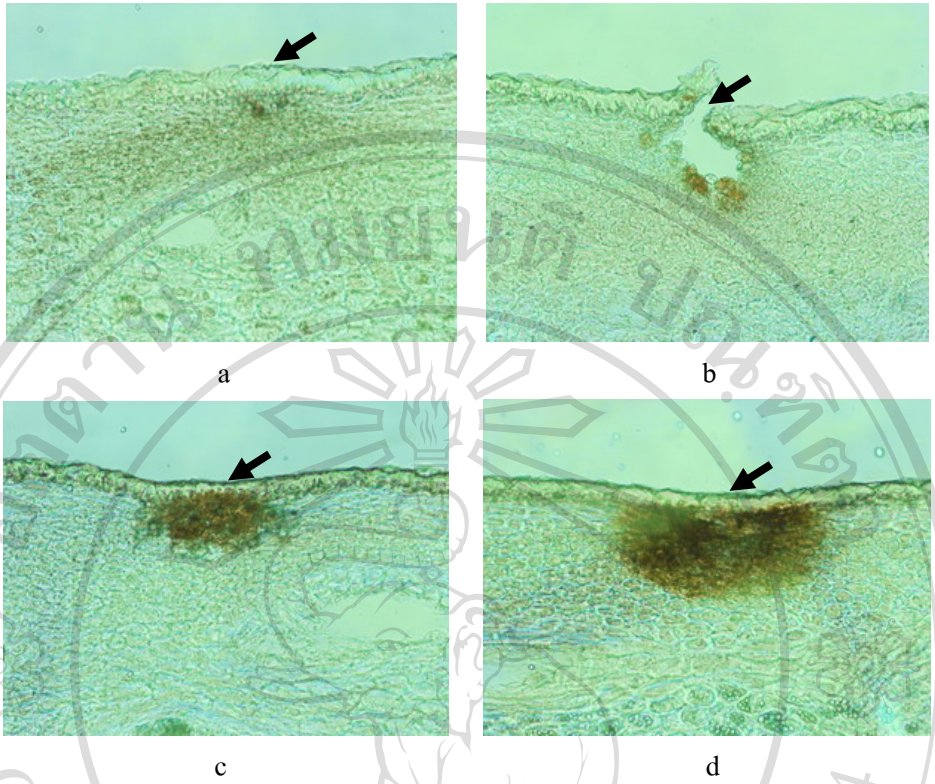
ระยะ	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)
0	0.04
1	0.07
2	0.13
3	0.21

ตาราง 4.1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนติเซลระยะต่างๆ บนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง



ภาพ 4.2 พัฒนาการของเลนติเซลระยะต่างๆ (ศรชี้) บนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง ภายใต้ stereomicroscope ที่กำลังขยาย 73 เท่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.3 พัฒนาการของเลนติเซล (ศรชี้) บนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง ระยะ 0 (a), ระยะ 1 (b), ระยะ 2 (c) และระยะ 3 (d) ภายใต้ compound microscope ที่กำลังขยาย 100 เท่า

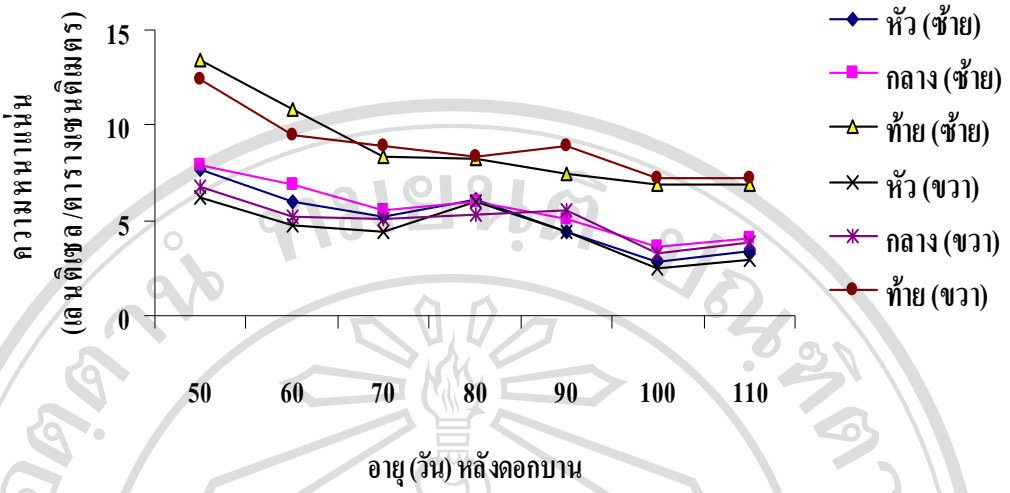
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการศึกษาความหนาแน่น ขนาดและรูปร่างของเลนติเซลของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 พบว่าผลมะม่วงอายุ 50 วัน หลังจากดอกบาน มีค่าความหนาแน่นรวมสูงสุด รองลงมาคือผลมะม่วงอายุ 60, 70, 80 และ 90 วัน ตามลำดับ ในขณะที่ผลมะม่วงอายุ 100 และ 110 วันหลังจากดอกบาน มีค่าความหนาแน่นรวมต่ำสุด โดยมีค่าความหนาแน่นรวม เท่ากับ 9.07, 7.18, 6.66, 6.22, 5.97, 4.72 และ 4.36 เลนติเซลต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละส่วนของผลมะม่วง พบว่าผลมะม่วงส่วนท้ายด้านซ้ายและส่วนท้ายด้านขวา มีค่าความหนาแน่นรวมสูงสุด รองลงมาคือ ส่วนหัวด้านซ้าย ส่วนกลางด้านซ้าย ส่วนหัวด้านขวา และส่วนกลางด้านขวา ตามลำดับ โดยมีค่าความหนาแน่นรวม เท่ากับ 8.92, 8.85, 5.59, 5.07, 4.98 และ 4.45 เลนติเซลต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่าอายุของผลมะม่วงมีอิทธิพลร่วมกับส่วนของผลมะม่วง โดยผลมะม่วงอายุ 50 วัน ที่ส่วนท้ายด้านซ้าย มีค่าความหนาแน่นรวมสูงสุด และผลมะม่วงอายุ 110 วัน ที่ส่วนหัวด้านขวา มีค่าความหนาแน่นรวมต่ำสุด และเมื่อผลมะม่วงมีอายุมากขึ้น ความหนาแน่นของเลนติเซลรวมจะลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทำนองเดียวกับพัฒนาการของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง (ภาพ 4.4)

เมื่อศึกษาขนาดของเลนติเซลบนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 พบว่าสามารถจำแนกเลนติเซลบนผลมะม่วงได้ทั้งหมด 4 ระยะ ได้แก่ เลนติเซล ระยะ 0, เลนติเซล ระยะ 1, เลนติเซล ระยะ 2 และเลนติเซล ระยะ 3 ตามลำดับ ซึ่งมีขนาดเท่ากับ 0.04, 0.07, 0.12 และ 0.20 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตาราง 4.2) ดังแสดงขนาดของเลนติเซลระยะต่างๆ ภายใต้ stereomicroscope (ภาพ 4.5) และ compound microscope (ภาพ 4.6)

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าในผลมะม่วงทั้ง 2 พันธุ์สามารถจำแนกเลนติเซลได้ทั้งหมด 4 ระยะเช่นเดียวกันและมีขนาดของเลนติเซลในแต่ละระยะใกล้เคียงกัน ดังนั้นขนาดและความหนาแน่นของเลนติเซลที่แตกต่างกัน จึงสามารถนำไปใช้ในการระบุเปอร์เซ็นต์ความแก่ของผลมะม่วงทั้ง 2 พันธุ์ อีกทั้งสามารถเลือกพันธุ์ใดพันธุ์หนึ่งเป็นเกณฑ์ก็ได้ เนื่องจากเหตุผลข้างต้นที่ว่าผลการทดลองที่ได้จากผลมะม่วงทั้ง 2 พันธุ์นั้นใกล้เคียงกันนั่นเอง

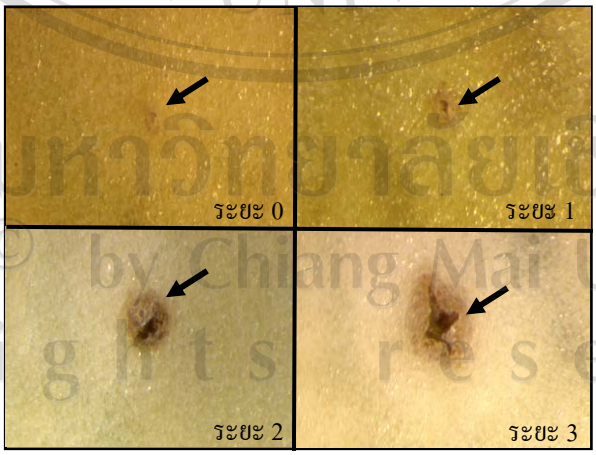
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.4 ความหนาแน่นของเลนติเซลในแต่ละช่วงการเจริญของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4

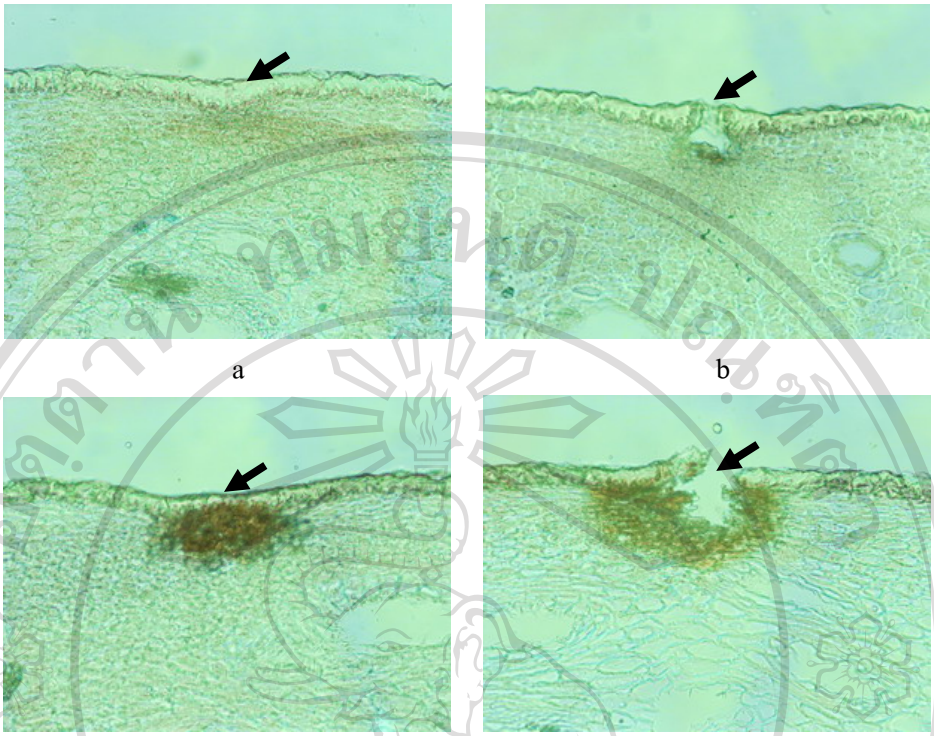
ระยะ	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)
0	0.04
1	0.07
2	0.12
3	0.20

ตาราง 4.2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนติเซลระยะต่างๆ บนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4



ภาพ 4.5 พัฒนาการของเลนติเซลระยะต่างๆ (ศรชี้) บนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ภายใต้ stereomicroscope ที่กำลังขยาย 73 เท่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



a b

c d

ภาพ 4.6 พัฒนาการของเลนติเซล (ศรชี้) บนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระยะ 0 (a), ระยะ 1 (b), ระยะ 2 (c) และระยะ 3 (d) ภายใต้ compound microscope ที่กำลังขยาย 100 เท่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการทดลองที่ 2 ศึกษาความสัมพันธ์ของเลนติเซลระยะต่างๆ กับความแก่ของผลมะม่วงน้ำดอกไม้

จากการศึกษาความหนาแน่นของเลนติเซลระยะต่างๆ บนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ 2 พันธุ์ ได้แก่ มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองและมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ระยะความแก่ต่างๆได้แก่ 70, 80, 90, 100 และ 110 วัน หลังจากดอกบาน ภายใต้ stereomicroscope ได้ผลการทดลองดังนี้

ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง โดยเมื่อพิจารณาในแต่ละส่วน พบว่าผลมะม่วง อายุ 70, 80, 90, 100 และ 110 วัน หลังจากดอกบาน ที่ส่วนท้ายด้านซ้ายและด้านขวา มีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลรวมสูงสุด โดยด้านซ้ายมีค่าความหนาแน่นรวม เท่ากับ 8.90, 8.28, 9.00, 7.25 และ 7.25 เลนติเซลต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และด้านขวา มีค่าความหนาแน่นรวม เท่ากับ 8.38, 8.43, 7.48 และ 6.85 เลนติเซลต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาระยะของเลนติเซล พบว่าเลนติเซลระยะ 0 พบมากที่สุด รองลงมาคือ เลนติเซลระยะ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ ในผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง ที่อายุ 70 วัน หลังจากดอกบาน พบว่าส่วนต่างๆ ของผลมะม่วงมีอิทธิพลร่วมกับระยะของเลนติเซล โดยผลมะม่วงส่วนท้ายด้านซ้าย มีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลระยะ 0 สูงสุด ในขณะที่ผลมะม่วงส่วนกลางด้านขวา มีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลระยะ 0 ต่ำสุด (ภาพ 4.7 ; a และ b) ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองอายุ 80 วัน ที่ส่วนท้ายด้านขวา มีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลระยะ 0 สูงสุด ในขณะที่ผลมะม่วงส่วนหัวด้านขวา มีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลระยะ 0 ต่ำสุด (ภาพ 4.7 ; c และ d) ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองอายุ 90 วัน หลังจากดอกบาน ที่ส่วนท้ายด้านขวา มีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลระยะ 0 สูงสุด ในขณะที่ผลมะม่วงส่วนหัวด้านซ้าย มีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลระยะ 0 ต่ำสุด (ภาพ 4.7 ; e และ f) ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองอายุ 100 วัน หลังจากดอกบาน ส่วนท้ายด้านขวา มีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลระยะ 0 สูงสุด ในขณะที่ผลมะม่วงส่วนหัวด้านขวา มีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลระยะ 0 ต่ำสุด (ภาพ 4.7 ; g และ h) และผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองอายุ 110 วัน หลังจากดอกบาน ที่ส่วนท้ายด้านขวา มีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลระยะ 0 สูงสุด ในขณะที่ผลมะม่วงส่วนหัวด้านขวา มีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลระยะ 0 ต่ำสุด (ภาพ 4.7 ; i และ j)

จะเห็นได้ว่าส่วนท้ายด้านซ้ายและด้านขวาของผลมะม่วงในทุกระยะการเจริญของผลมีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลรวมสูงสุด ทั้งนี้เนื่องจากมีสัดส่วนของเลนติเซลระยะ 0 มากกว่าเลนติเซลระยะ 1, 2 และ 3 จึงทำให้ค่าความหนาแน่นของเลนติเซลเฉลี่ยที่ส่วนท้ายด้านซ้ายและขวาสูงสุด และสอดคล้องกับรายงานของเสาวลักษณ์ (2530) ที่พบว่าเลนติเซลนั้นจะปรากฏที่บริเวณขั้วผลก่อน แล้วจึงเพิ่มปริมาณมากขึ้นมาจนถึงบริเวณปลายผล อีกทั้งสัณฐานวิทยาของผลมะม่วงเป็น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้แต่ละส่วนของผลมีค่าความหนาแน่นที่แตกต่างกัน เนื่องจากส่วนปลายผลที่แคบกว่าส่วนขั้วผล ทำให้เลนติเซลอยู่ชิดรวมกันมากกว่า ทำให้ค่าความหนาแน่นของเลนติเซลที่บริเวณปลายผลมากกว่าส่วนอื่นๆ นั่นเอง

ในทำนองเดียวกับข้างต้นที่อธิบายว่าเลนติเซลจะปรากฏที่บริเวณขั้วผลก่อน แล้วจึงเพิ่มปริมาณมากขึ้นมาจนถึงบริเวณปลายผล ดังนั้นการที่เลนติเซลปรากฏจากส่วนขั้วผลก่อนนั่นแสดงว่าเลนติเซลที่จากเดิมคือเซลล์พาเรงคิมาบริเวณใต้ปากใบโดยเซลล์พาเรงคิมา ประมาณ 4-5 เซลล์ที่อยู่ใต้ปากใบจะมีการแบ่งตัวจากบนลงล่าง โดยเซลล์ที่อยู่ด้านบนจะหยุดการแบ่งเซลล์ก่อนขณะที่เซลล์ที่อยู่ด้านล่างจะแบ่งตัวไปเรื่อยๆ จนได้เซลล์จำนวนมากและอีกกรณีคือคอร์กแคมเบียมเกิดการแบ่งตัวและเปลี่ยนแปลงของคอร์กแคมเบียม ในขณะที่คอร์กแคมเบียมแบ่งเซลล์เข้าด้านในเพื่อให้เฟลโลเดิร์มที่เป็นเซลล์พาเรงคิมา และแบ่งเซลล์ออกด้านนอกเพื่อสร้างคอร์ก จะมีเซลล์บางกลุ่มที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปเป็นเซลล์คอร์ก แต่เป็นเซลล์พาเรงคิมาจำนวนมากเป็นเนื้อเยื่อคอมพลิเมนทารีเช่นเดียวกัน เซลล์กลุ่มนี้เรียงตัวกันอย่างหลวมๆ มีช่องว่างระหว่างเซลล์จำนวนมาก ทำให้การแลกเปลี่ยนก๊าซเป็นไปอย่างสะดวก ผนังเซลล์ประกอบด้วยเซลลูโลส ที่ไม่มีการสะสมซูเบอรินจึงทำให้มีลักษณะบาง เมื่อได้รับความชื้นทำให้น้ำซึมเข้าง่าย เซลล์ขยายตัวดันเซลล์อื่นๆ ในชั้นคอเทกซ์และเนื้อเยื่อผิวแตกออกเป็นช่องเปิดเลนติเซล (พวงผกา, 2548) ซึ่งขบวนการต่างๆ ข้างต้นจะเกิดขึ้นที่บริเวณขั้วผลก่อน จึงทำให้ที่ส่วนปลายผล มีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลระยะ 0 สูงสุด

ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง โดยเมื่อพิจารณาในแต่ละอายุของผลมะม่วง พบว่าส่วนหัวด้านซ้ายของผลมะม่วง ที่อายุ 80 วัน หลังจากดอกบาน มีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลสูงสุด รองลงมาคือ ผลมะม่วง อายุ 70, 90, 100 และ 110 วัน หลังจากดอกบาน ตามลำดับ มีค่าความหนาแน่นรวม เท่ากับ 5.20, 6.18, 4.50, 2.83 และ 3.43 เลนติเซลต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพ 4.8 ; a)

ส่วนกลางด้านซ้ายของผลมะม่วง ที่อายุ 70 วัน หลังจากดอกบาน พบว่ามีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลสูงสุด รองลงมาคือ ผลมะม่วง อายุ 80, 90, 110 และ 100 วัน หลังจากดอกบาน ตามลำดับ มีค่าความหนาแน่นรวม เท่ากับ 5.60, 5.98, 5.18, 4.13 และ 3.63 เลนติเซลต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพ 4.8 ; b)

ส่วนท้ายด้านซ้ายของผลมะม่วง ที่อายุ 70 วัน หลังจากดอกบาน พบว่ามีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลสูงสุด รองลงมาคือ ผลมะม่วง อายุ 80, 90, 100 และ 110 วัน หลังจากดอกบาน ตามลำดับ มีค่าความหนาแน่นรวม เท่ากับ 8.38, 8.28, 7.48, 6.86 และ 6.88 เลนติเซลต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพ 4.8 ; c)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

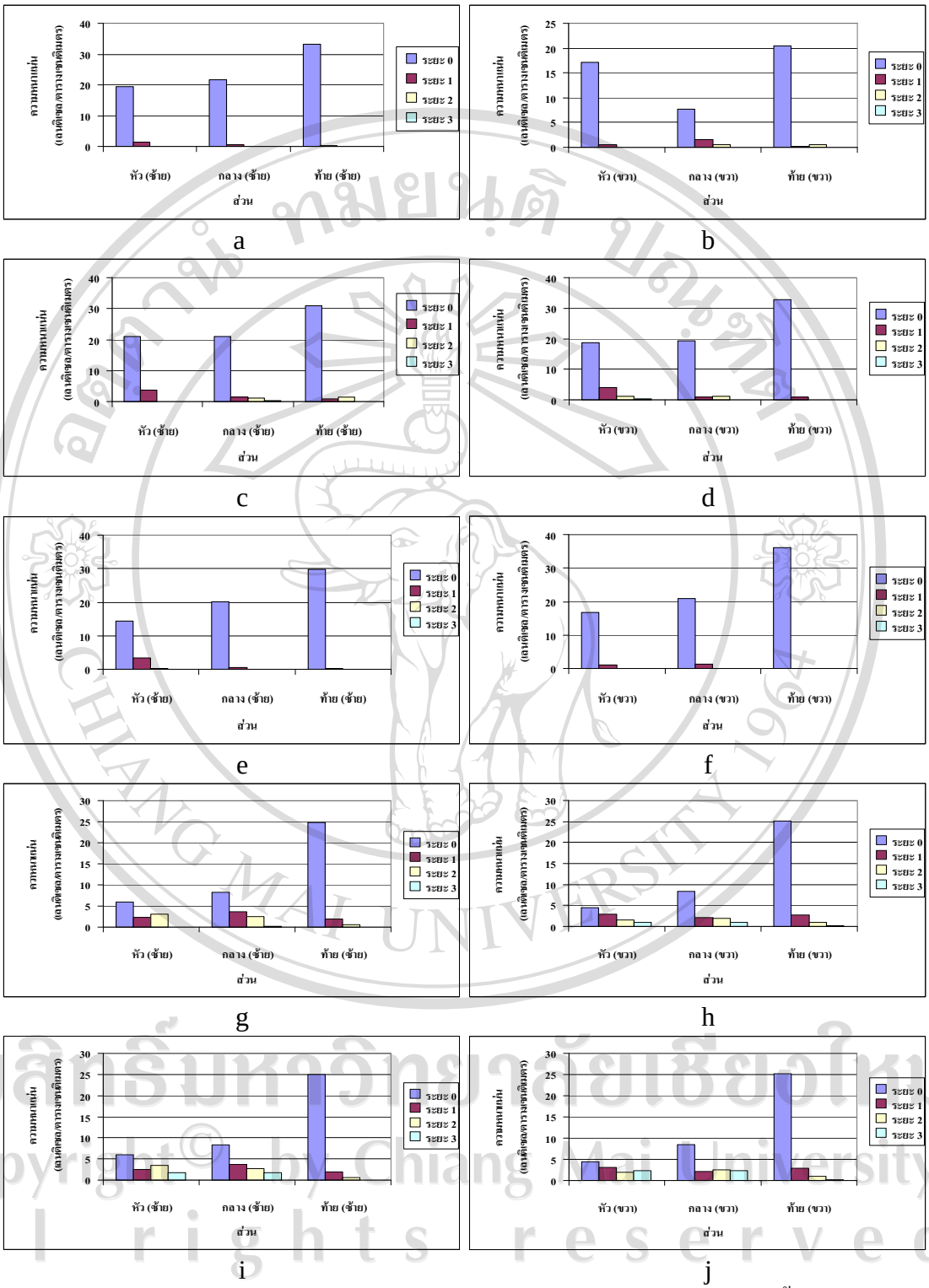
ส่วนหัวด้านขวาของผลมะม่วง ที่อายุ 80 วัน หลังจากดอกบาน พบว่ามีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลสูงสุด รองลงมาคือ ผลมะม่วง อายุ 70, 90, 100 และ 110 วัน หลังจากดอกบาน ตามลำดับ มีค่าความหนาแน่นรวม เท่ากับ 6.08, 4.43, 4.43, 2.50 และ 2.98 เลนติเซลต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพ 4.8 ; d)

ส่วนกลางด้านขวาของผลมะม่วง ที่อายุ 90 วัน หลังจากดอกบาน พบว่ามีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลสูงสุด รองลงมาคือ ผลมะม่วง อายุ 80, 70, 110 และ 100 วัน หลังจากดอกบาน ตามลำดับ มีค่าความหนาแน่นรวม เท่ากับ 5.53, 5.40, 5.08, 3.85 3.35 เลนติเซลต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพ 4.8 ; e)

ส่วนท้ายด้านขวาของผลมะม่วงทุกช่วงอายุผล พบว่ามีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) แต่เมื่อพิจารณาระยะของเลนติเซล พบว่าเลนติเซลระยะ 0 พบมากที่สุด รองลงมาคือ เลนติเซลระยะ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่าอายุของผลมะม่วงมีอิทธิพลร่วมกับระยะของเลนติเซล โดยผลมะม่วงอายุ 70 วัน มีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลระยะ 0 สูงสุด ในขณะที่ผลมะม่วงอายุ 110 วัน มีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลระยะ 0 ต่ำสุด และเลนติเซลระยะ 0 จะลดลงเมื่อผลมะม่วงมีอายุมากขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) (ภาพ 4.8 ; f)

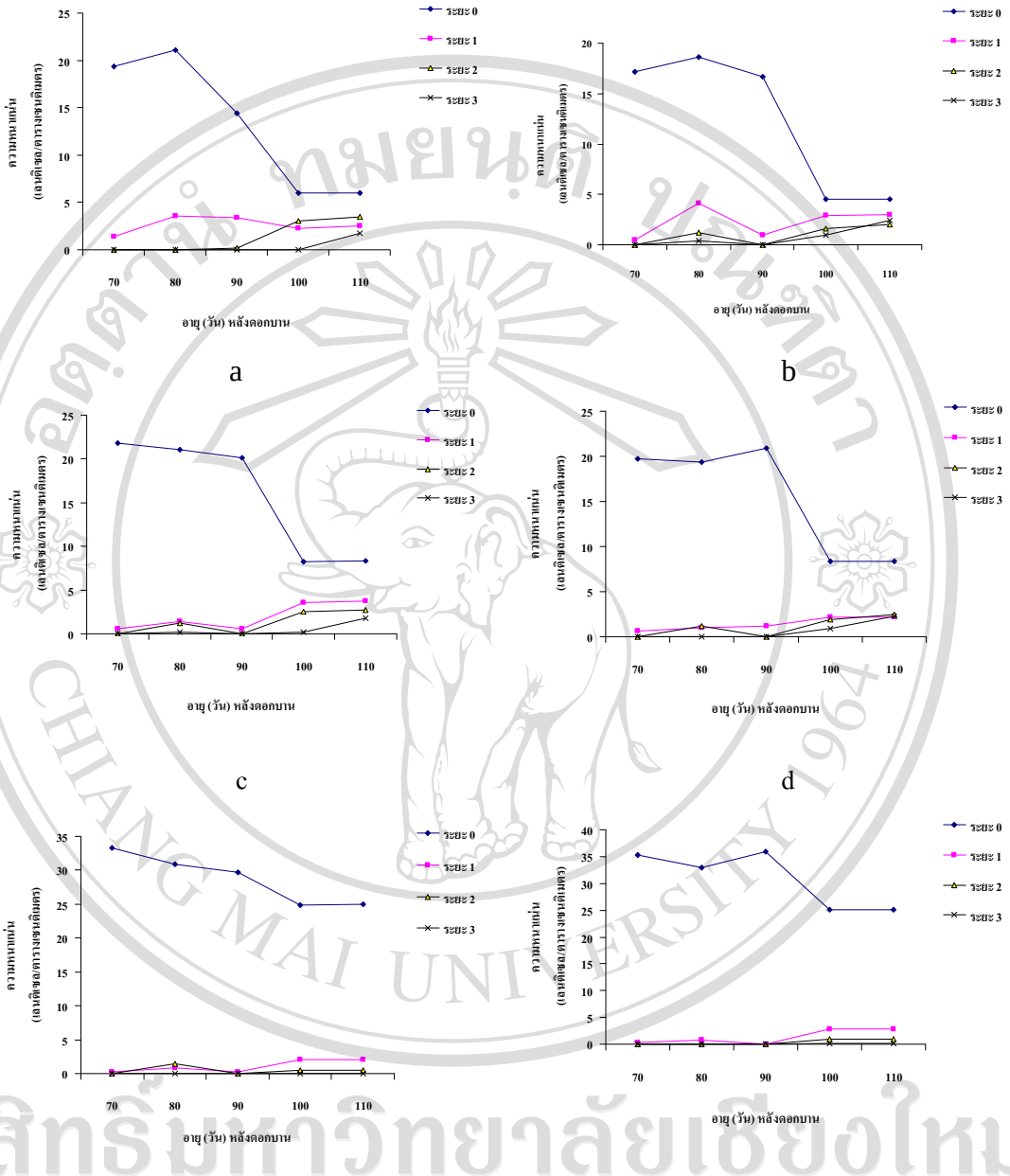
จะเห็นได้ว่าค่าความหนาแน่นของเลนติเซลรวมของผลมะม่วงจะลดลงในทุกส่วนของผลเมื่อผลมะม่วงมีอายุมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของเสาวลักษณ์ (2530) ที่พบว่าผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย ในสัปดาห์ที่ 11.5 จะปรากฏเลนติเซลที่ผิวประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวของผล เมื่อเข้าสัปดาห์ที่ 12.5 เลนติเซลปรากฏเพิ่มขึ้นเป็น 75 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวของผล และในสัปดาห์ที่ 13 เป็นต้นไป เลนติเซลจะปรากฏเพิ่มขึ้นเกือบ 100 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ผิวของผล ซึ่งการปรากฏของจำนวนเลนติเซลต่อพื้นที่ผิวดังกล่าวสามารถใช้เป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวได้เช่นเดียวกับกับรายงานของ Griesbach (2003) ที่ใช้ลักษณะของเลนติเซลเป็นดัชนีบ่งบอกความแก่ทางสรีรวิทยาของมะม่วง รวมทั้งในอโวคาโดพันธุ์ Florida (Thurman and Campbell, 1959)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.7 ความหนาแน่นของเลนติเซลระยะต่างๆ ในแต่ละส่วนของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง ที่อายุ 70 วัน ด้านซ้าย (a) และด้านขวา (b), อายุ 80 วัน ด้านซ้าย (c) และด้านขวา (d), อายุ 90 วัน ด้านซ้าย (e) และด้านขวา (f), อายุ 100 วัน ด้านซ้าย (g) และด้านขวา (h), อายุ 110 วัน ด้านซ้าย (i) และด้านขวา (j) ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.8 ความหนาแน่นของเลนติเซลระยะต่างๆ ในแต่ละอายุของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง ที่ส่วนหัวด้านซ้าย (a), ส่วนหัวด้านขวา (b), ส่วนกลางด้านซ้าย (c), ส่วนกลางด้านขวา (d), ส่วนท้ายด้านซ้าย (e) และส่วนท้ายด้านขวา (f) ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 โดยเมื่อพิจารณาในแต่ละส่วน พบว่าผลมะม่วง อายุ 70, 80, 90, 100 และ 110 วัน หลังจากดอกบาน ที่ส่วนท้ายด้านซ้ายและด้านขวา มีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลรวมสูงสุด โดยด้านซ้ายมีค่าความหนาแน่นรวม เท่ากับ 8.90, 8.25, 8.78, 7.25 และ 7.10 เลนติเซลต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และด้านขวา มีค่าความหนาแน่นรวม เท่ากับ 8.30, 8.15, 7.38, 6.85 และ 6.60 เลนติเซลต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาระยะของเลนติเซล พบว่าเลนติเซลระยะ 0 พบมากที่สุด รองลงมาคือ เลนติเซลระยะ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ ในผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง ที่อายุ 70 และ 80 วัน หลังจากดอกบาน พบว่าส่วนต่างๆ ของผลมะม่วงมีอิทธิพลร่วมกับระยะของเลนติเซล โดยผลมะม่วงส่วนท้ายด้านขวา มีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลระยะ 0 สูงสุด ในขณะที่ผลมะม่วงส่วนหัวด้านขวา มีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลระยะ 0 ต่ำสุด (ภาพ 4.9 ; a, b, c และ d) ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง ที่อายุ 90 วัน หลังจากดอกบาน ผลมะม่วงส่วนท้ายด้านขวา มีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลระยะ 0 สูงสุด ในขณะที่ผลมะม่วงส่วนหัวด้านซ้าย มีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลระยะ 0 ต่ำสุด (ภาพ 4.9 e และ f) ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง ที่อายุ 100 และ 110 วัน หลังจากดอกบาน ผลมะม่วงส่วนท้ายด้านซ้าย มีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลระยะ 0 สูงสุด ในขณะที่ผลมะม่วงส่วนหัวด้านขวา มีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลระยะ 0 ต่ำสุด (ภาพ 4.9 g, h, i และ j)

ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 โดยเมื่อพิจารณาในแต่ละอายุของผลมะม่วง พบว่าส่วนหัวด้านซ้ายของผลมะม่วง ที่อายุ 80 วัน หลังจากดอกบาน มีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลสูงสุด รองลงมาคือ ผลมะม่วง อายุ 70, 90, 110 และ 100 วัน หลังจากดอกบาน ตามลำดับ มีค่าความหนาแน่นรวม เท่ากับ 5.95, 5.00, 4.35, 3.35 และ 2.63 เลนติเซลต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และเลนติเซลระยะ 0 จะลดลงเมื่อผลมะม่วงมีอายุมากขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) (ภาพ 4.10; a)

ส่วนกลางด้านซ้ายของผลมะม่วง ที่อายุ 80 และ 70 วัน หลังจากดอกบาน พบว่ามีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลสูงสุด รองลงมาคือ ผลมะม่วง อายุ 90, 110 และ 100 วัน หลังจากดอกบาน ตามลำดับ มีค่าความหนาแน่นรวม เท่ากับ 5.68, 5.45, 4.90, 3.88 และ 3.53 เลนติเซลต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพ 4.10 ; c)

ส่วนท้ายด้านซ้ายของผลมะม่วง ที่อายุ 70 วัน หลังจากดอกบาน พบว่ามีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลสูงสุด รองลงมาคือ ผลมะม่วง อายุ 80, 90, 100 และ 110 วัน หลังจากดอกบาน ตามลำดับ มีค่าความหนาแน่นรวม เท่ากับ 8.20, 8.13, 7.65, 6.45 และ 6.47 เลนติเซลต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพ 4.10 ; e)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

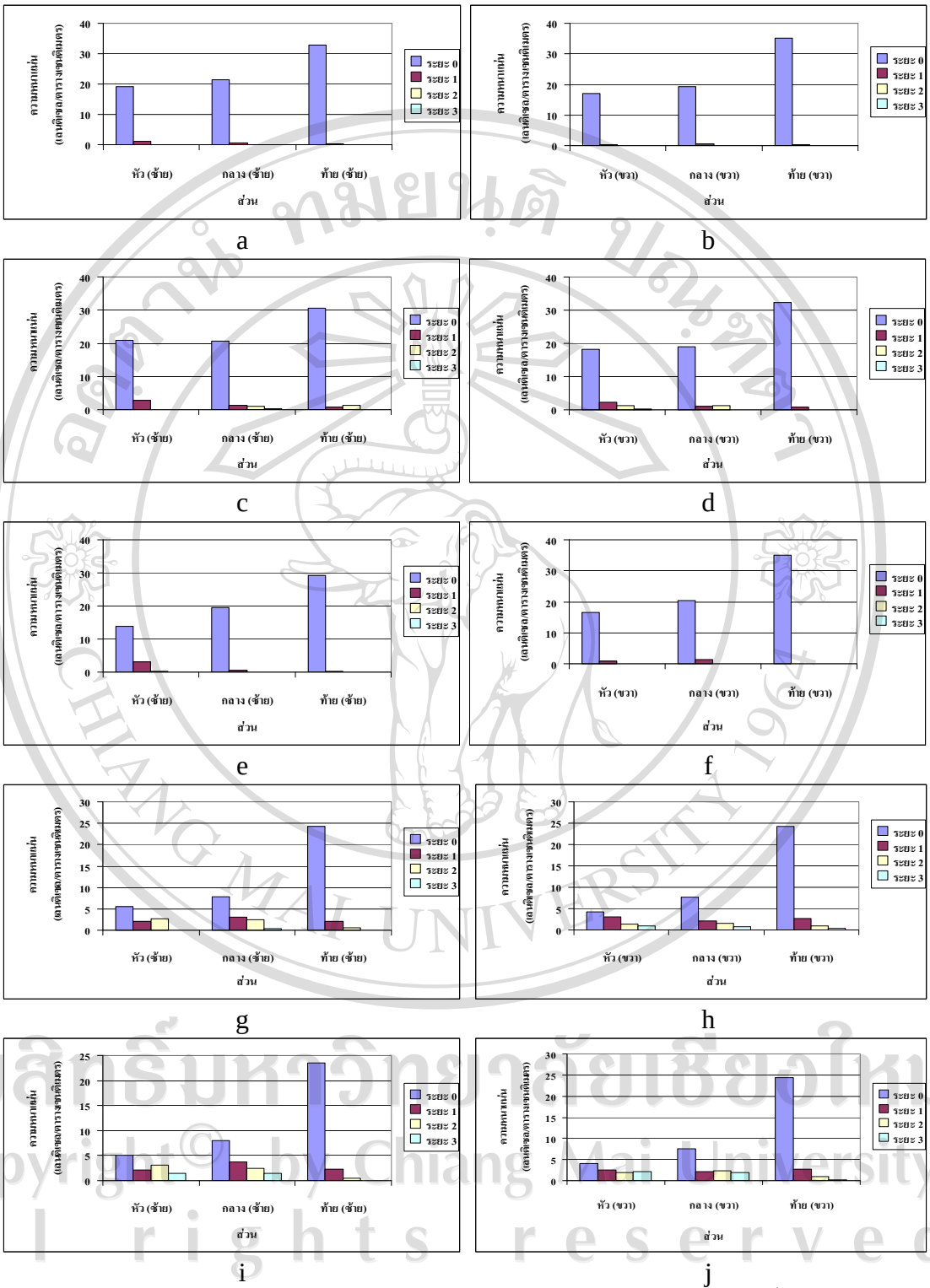
ส่วนหัวด้านขวาของผลมะม่วง ที่อายุ 80 และ 70 วัน หลังจากดอกบาน พบว่ามีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลสูงสุด รองลงมาคือ ผลมะม่วง อายุ 90, 100 และ 110 วัน หลังจากดอกบาน ตามลำดับ มีค่าความหนาแน่นรวม เท่ากับ 5.63, 4.33, 4.20, 2.22 และ 2.83 เลนติเซลต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพ 4.10 ; b)

ส่วนกลางด้านขวาของผลมะม่วง ที่อายุ 90 วัน หลังจากดอกบาน พบว่ามีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลสูงสุด รองลงมาคือ ผลมะม่วง อายุ 80, 70, 110 และ 100 วัน หลังจากดอกบาน ตามลำดับ มีค่าความหนาแน่นรวม เท่ากับ 5.30, 5.15, 4.88, 3.78 และ 3.28 เลนติเซลต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพ 4.10 ; d)

ส่วนท้ายด้านขวาของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ทุกช่วงอายุผล พบว่ามีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) (ภาพ 4.15 ; f) แต่เมื่อพิจารณาระยะของเลนติเซล พบว่าเลนติเซลระยะ 0 พบมากที่สุด รองลงมาคือ เลนติเซลระยะ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่าอายุของผลมะม่วงมีอิทธิพลร่วมกับระยะของเลนติเซล โดยผลมะม่วงอายุ 70 วัน มีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลระยะ 0 สูงสุด ในขณะที่ผลมะม่วงอายุ 110 วัน มีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลระยะ 0 ต่ำสุด เมื่อผลมะม่วงมีอายุมากขึ้น ค่าความหนาแน่นของเลนติเซลจะลดลง โดยเลนติเซลระยะ 0 จะลดลง แต่เลนติเซลในระยะ 1, 2 และ 3 จะเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) ในทำนองเดียวกับผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง (ภาพ 4.10)

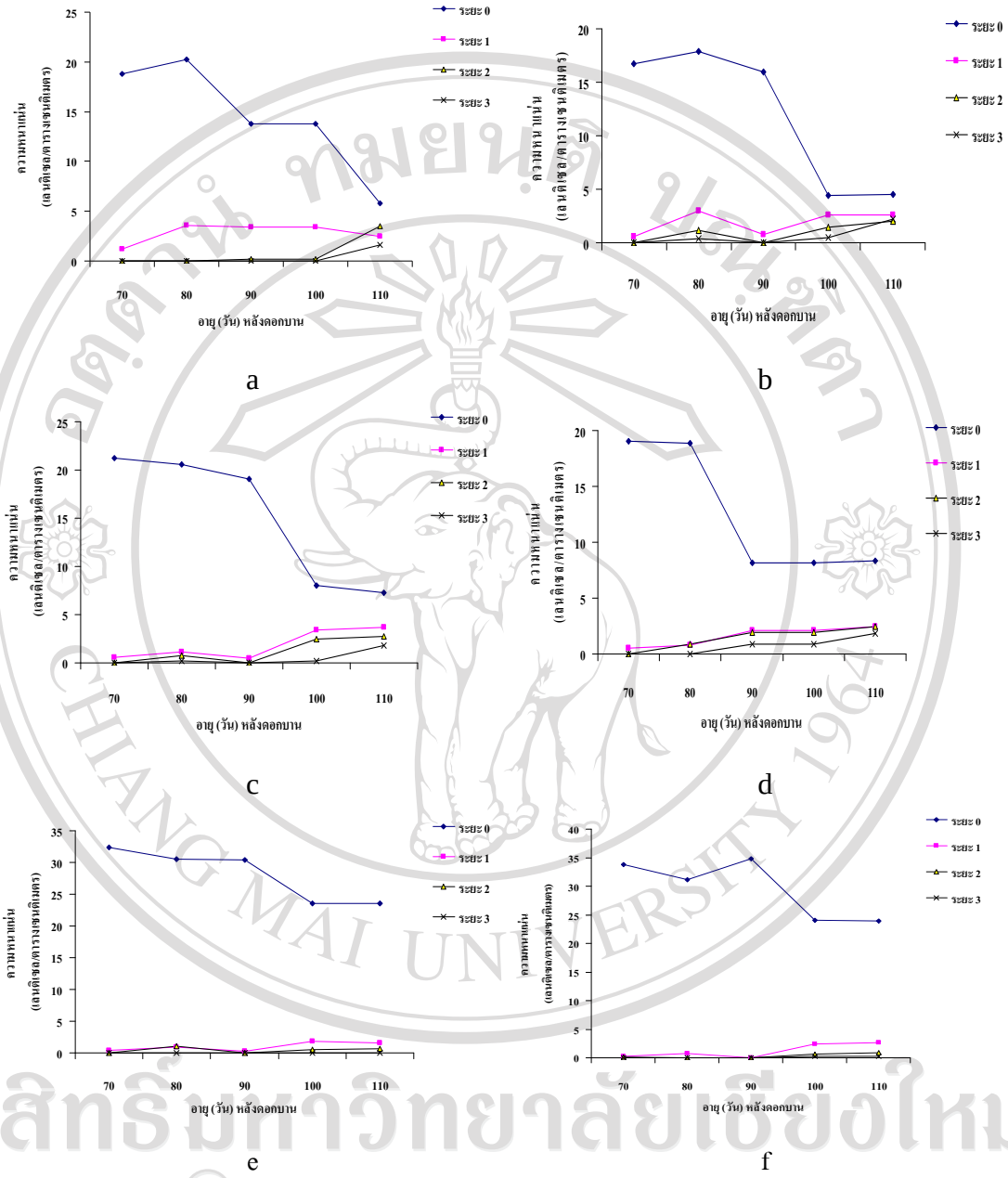
จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าผลที่ได้จากการศึกษาผลมะม่วงทั้ง 2 พันธุ์นั้นเป็นไปในลักษณะเดียวกัน ซึ่งในการนำไปใช้เพื่อหาระบุเปอร์เซ็นต์ความแก่นั้น สามารถใช้พันธุ์ใดพันธุ์หนึ่งก็ได้ นอกจากนี้การสังเกตความหนาแน่นของเลนติเซลเพื่อระบุเปอร์เซ็นต์ความแก่ของผลมะม่วงนั้น ควรสังเกตที่บริเวณส่วนหัวของผลเป็นหลัก เนื่องจากเป็นส่วนที่พบเลนติเซลปรากฏเด่นชัด สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.9 ความหนาแน่นของเลนติเซลระยะต่างๆ ในแต่ละส่วนของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่อายุ 70 วัน ด้านซ้าย (a) และด้านขวา (b), อายุ 80 วัน ด้านซ้าย (c) และด้านขวา (d), อายุ 90 วัน ด้านซ้าย (e) และด้านขวา (f), อายุ 100 วัน ด้านซ้าย (g) และด้านขวา (h), อายุ 110 วัน ด้านซ้าย (i) และด้านขวา (j) ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.10 ความหนาแน่นของเลนติเซลระยะต่างๆ ในแต่ละอายุของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่ส่วนหัวด้านซ้าย (a), ส่วนหัวด้านขวา (b), ส่วนกลางด้านซ้าย (c), ส่วนกลางด้านขวา (d), ส่วนท้ายด้านซ้าย (e) และส่วนท้ายด้านขวา (f) ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการทดลองที่ 3 ศึกษาผลของอุณหภูมิต่ำต่อการเปลี่ยนแปลงของเลนติเซลในผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ระหว่างการเก็บรักษา

ศึกษาผลของอุณหภูมิต่ำต่อการเปลี่ยนแปลงของเลนติเซลในผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ระหว่างการเก็บรักษา 2 พันธุ์ ได้แก่ มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง (ภาพ 4.11) และมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 (ภาพ 4.18) เมื่อนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 8 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน และสุ่มผลมะม่วงออกมาทุกๆ 3 วัน เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ได้แก่ ความหนาแน่นและลักษณะของเลนติเซล รวมทั้งความผิดปกติของผิวผลภายใต้ stereomicroscope การเปลี่ยนแปลงทางเคมี โดยวัดค่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ (electrolyte leakage) ของเปลือกเพื่อให้ทราบว่าผลมะม่วงเกิดอาการสะท้านหนาวแล้ว และการเปลี่ยนแปลงทางกายวิภาค โดยตัดชิ้นส่วนบริเวณเลนติเซลที่เกิดอาการสะท้านหนาวด้วย microtome ย้อมเนื้อเยื่อด้วย cotton blue แล้วนำมาส่องดูภายใต้ compound microscope จากนั้นนำชิ้นเนื้อเยื่อมาตรวจดูภายใต้ transmission electron microscope (TEM) ได้ผลการทดลองดังนี้

3.1 การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาระหว่างการเก็บรักษา

จากการศึกษาความหนาแน่นและลักษณะของเลนติเซลของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่าค่าความหนาแน่นของเลนติเซลเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) มีค่าความหนาแน่นรวม เท่ากับ 1.21, 1.25, 1.79, 2.00, 2.11, 2.11, 2.42, 2.47, 2.71, 2.90 และ 2.96 เลนติเซลต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และพบเลนติเซลระยะ 3 เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น (ภาพ 4.12 ; a) การที่ค่าความหนาแน่นเฉลี่ยเพิ่มขึ้น อาจเนื่องมาจากอุณหภูมิดังกล่าวส่งผลให้ผลมะม่วงเกิดอาการสะท้านหนาว ส่งผลให้เลนติเซลที่มีขนาดเล็กขยายขนาดเพิ่มขึ้นจนปรากฏเด่นชัด

ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส พบว่าค่าความหนาแน่นของเลนติเซลไม่แตกต่างกันในช่วง 15 วันแรก แต่เพิ่มขึ้นในวันที่ 18 หลังจากเก็บรักษาและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) มีค่าความหนาแน่นรวม เท่ากับ 1.36, 1.46, 1.84, 1.86, 1.93, 1.97, 2.31, 2.38, 2.43, 2.45 และ 2.79 เลนติเซลต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ พบเลนติเซลระยะ 4 ในวันที่ 2 หลังการเก็บรักษาเพียงเล็กน้อย (ภาพ 4.12 ; b) การที่ค่าความหนาแน่นของเลนติเซลเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในวันที่ 18 หลังจากการเก็บรักษา อาจเป็นผลมาจากอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาซึ่งช่วงแรกอาจยังไม่ส่งผลต่อผลมะม่วงมากนัก แต่เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น อุณหภูมิจึงส่งผลให้ผลมะม่วงเกิดอาการสะท้านหนาวและเลนติเซลที่มีขนาดเล็กอาจขยายใหญ่ขึ้น ทำให้ค่าความหนาแน่นของเลนติเซลเพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส พบว่าค่าความหนาแน่นของเลนติเซลไม่แตกต่างกันในช่วง 27 วันแรก แต่เพิ่มขึ้นในวันที่ 30 หลังจากเก็บรักษาและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) มีค่าความหนาแน่นรวม เท่ากับ 1.18, 1.19, 1.29, 1.36, 1.37, 1.43, 1.49, 1.56, 1.59, 1.79 และ 2.36 เลนติเซลต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และไม่พบเลนติเซลระยะ 4 (ภาพ 4.12 ; c) เนื่องจากอุณหภูมิไม่ต่ำมาก จึงส่งผลต่อผลมะม่วงที่เก็บรักษาในสภาพดังกล่าวค่อนข้างน้อย แต่อุณหภูมิดังกล่าวนั้นทำให้ผลมะม่วงมีอายุการเก็บรักษาสั้น เร่งกระบวนการแมแทบอลิซึมและการแสดงอาการของโรคที่เข้าทำลายแบบแอบแฝงเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิ 5 และ 8 องศาเซลเซียส

เมื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นของเลนติเซลของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 8 และ 13 องศาเซลเซียส พบว่าค่าความหนาแน่นของเลนติเซลรวมของผลมะม่วงในช่วง 9 วันแรกนั้นไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 12 วัน ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลรวมสูงสุด รองลงมาคือ 8 และ 13 องศาเซลเซียส ตามลำดับ มีค่าความหนาแน่น เท่ากับ 2.11, 1.93 และ 1.21 เลนติเซลต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) เนื่องจากอุณหภูมิดังกล่าวชักนำให้ผลมะม่วงเกิดอาการสะท้านหนาวขึ้น เมื่อผลมะม่วงเกิดอาการสะท้านหนาวจะส่งผลให้เกิดความผิดปกติของเลนติเซลที่เรียกว่า lenticel spoting (Pesis *et al*., 2000) จึงเป็นไปได้ที่ส่งผลให้ค่าความหนาแน่นของเลนติเซลบนผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เพิ่มขึ้น อีกทั้งมีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลในแต่ละระยะแตกต่างกัน คือ เลนติเซลระยะ 1 มีค่าความหนาแน่นสูงสุด รองลงมาคือ เลนติเซลระยะ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 8 องศาเซลเซียส มีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลทุกระยะเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา (ภาพ 4.13) แต่สัดส่วนของแต่ละระยะจะแปรผกผันกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเมื่อเก็บรักษาผลมะม่วงนานขึ้น เลนติเซลในระยะ 0 อาจขยายขนาดเป็นระยะ 1 หรือ เลนติเซลระยะ 1 ขยายขนาดเป็นระยะ 2 เลนติเซลระยะ 2 ขยายขนาดเป็นระยะ 3 หรือ เลนติเซลระยะ 3 ขยายขนาดเป็นระยะ 4 แล้วทำให้เลนติเซลในระยะที่มีขนาดเล็กกว่ามีค่าความหนาแน่นลดลงก็เป็นได้

ลักษณะของเลนติเซลบนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 8 และ 13 องศาเซลเซียส ภายใต้ stereomicroscope เป็นเวลา 15 วัน พบว่าเลนติเซลบนผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 5 และ 8 องศาเซลเซียส มีลักษณะแตกต่างไปจากวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา โดยบริเวณรอบๆ เลนติเซลมีสีน้ำตาลเข้มขยายขนาดกว้างขึ้นและบริเวณรอบนอกมีสีน้ำตาลอมแดง ในขณะที่เลนติเซลบนผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ปรากฏสีน้ำตาลอมแดงปกคลุมเพียงเล็กน้อย และเมื่อเก็บรักษาผลมะม่วงนานขึ้น เป็นเวลา 30 วัน พบว่าเลนติเซลบนผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 5 และ 8

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

องศาเซลเซียส เปลี่ยนเป็นสีดำขยายวงกว้างและปรากฏเด่นชัดมากขึ้น และเลนติเซลบนผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีสีน้ำตาลเข้มขึ้นเมื่อเปรียบกับผลมะม่วงที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15 วัน (ภาพ 4.14) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Pesis *et al*. (2000) ที่พบว่าเมื่อผลมะม่วงพันธุ์ Tommy Atkins และ Keitt ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส เมื่อเกิดอาการสะท้านหนาวเลนติเซลจะเปลี่ยนเป็นสีแดงเช่นเดียวกับการเก็บรักษาผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 10-12 องศาเซลเซียส เลนติเซลจะเปลี่ยนเป็นสีเขียว (Ben *et al*., 2000) นอกจากนี้การที่เลนติเซลบนผลมะม่วงพันธุ์ Tommy Atkins มีสีแดงหรือสีดำนั้นมีรายงานว่าเกิดจากการผลิตสารแอนโทไซยานินขึ้นเพื่อตอบสนองต่ออุณหภูมิต่ำ (Self *et al*., 2006) และการสะสมของสารประกอบฟีนอลิกในชั้นเนื้อเยื่อบริเวณรอบๆ เลนติเซล (Du plooy *et al*., 2006)

จากการศึกษาความหนาแน่นและลักษณะของเลนติเซลของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่าค่าความหนาแน่นของเลนติเซลเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) มีค่าความหนาแน่นรวม เท่ากับ 1.19, 1.19, 1.79, 2.00, 2.11, 2.11, 2.47, 2.71, 2.71, 2.90 และ 2.96 เลนติเซลต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ พบเลนติเซลระยะ 4 ในวันที่ 21 หลังการเก็บรักษา และพบเลนติเซลระยะ 4 เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น (ภาพ 4.19 ; a)

ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส พบว่าค่าความหนาแน่นของเลนติเซลเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) มีค่าความหนาแน่นรวม เท่ากับ 1.34, 1.36, 1.85, 1.86, 1.93, 1.97, 2.31, 2.39, 2.43, 2.46 และ 2.49 เลนติเซลต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ พบเลนติเซลระยะ 4 ในวันที่ 24 หลังการเก็บรักษาเพียงเล็กน้อย (ภาพ 4.19 ; b)

ผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส พบว่าค่าความหนาแน่นของเลนติเซลเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) มีค่าความหนาแน่นรวม เท่ากับ 1.18, 1.19, 1.29, 1.36, 1.37, 1.43, 1.49, 1.56, 1.59, 1.79 และ 2.36 เลนติเซลต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ มีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความหนาแน่นของผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 8 องศาเซลเซียส อีกทั้งไม่พบเลนติเซลระยะ 4 (ภาพ 4.19 ; c)

เมื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นของเลนติเซลของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 8 และ 13 องศาเซลเซียส พบว่าค่าความหนาแน่นของเลนติเซลรวมของผลมะม่วงในช่วง 15 วันแรกนั้นไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 18 วัน ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส มีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลรวมสูงสุด รองลงมาคือ 5 และ 13

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

องศาเซลเซียส ตามลำดับ มีค่าความหนาแน่น เท่ากับ 2.48, 2.47 และ 1.78 เลนติเซลต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) อีกทั้งมีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลในแต่ละระยะแตกต่างกัน คือ เลนติเซลระยะ 1 มีค่าความหนาแน่นสูงสุด รองลงมาคือ เลนติเซลระยะ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 8 องศาเซลเซียส มีค่าความหนาแน่นของเลนติเซลทุกระยะเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา (ภาพ 4.20) แต่สัดส่วนของแต่ละระยะจะแปรผกผันกันอาจเนื่องมาจากเมื่อเก็บรักษาผลมะม่วงนานขึ้น เลนติเซลในระยะ 0 อาจขยายขนาดเป็นระยะ 1 หรือ เลนติเซลระยะ 1 ขยายขนาดเป็นระยะ 2 เลนติเซลระยะ 2 ขยายขนาดเป็นระยะ 3 หรือ เลนติเซลระยะ 3 ขยายขนาดเป็นระยะ 4 แล้วทำให้เลนติเซลในระยะที่มีขนาดเล็กกว่ามีค่าความหนาแน่นลดลงในทำนองเดียวกับการเก็บรักษาผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง

ลักษณะของเลนติเซลบนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 8 และ 13 องศาเซลเซียส ภายใต้ stereomicroscope เป็นเวลา 15 วัน พบว่าเลนติเซลบนผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 5 และ 8 องศาเซลเซียส มีลักษณะแตกต่างไปจากวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา โดยบริเวณรอบๆ เลนติเซลมีสีน้ำตาลเข้มขยายขนาดกว้างขึ้นและบริเวณรอบนอกมีสีน้ำตาลอมแดง ในขณะที่เลนติเซลบนผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ปรากฏสีน้ำตาลอมแดงปกคลุมเพียงเล็กน้อย และเมื่อเก็บรักษาผลมะม่วงนานขึ้น เป็นเวลา 30 วัน พบว่าเลนติเซลบนผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 5 และ 8 องศาเซลเซียส เปลี่ยนเป็นสีดำขยายวงกว้างและปรากฏเด่นชัดมากขึ้น ในขณะที่เลนติเซลบนผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีสีน้ำตาลเข้มขึ้นเมื่อเปรียบกับผลมะม่วงที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15 วัน (4.21) ในทำนองเดียวกับในผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง แต่ความรุนแรงจะน้อยกว่าในผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง

อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับเก็บรักษาผลมะม่วงทั้ง 2 พันธุ์ คือ อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เนื่องจากพบเลนติเซลระยะ 3 ค่อนข้างต่ำ ซึ่งเป็นเลนติเซลที่มีขนาดใหญ่ที่สุด จึงเป็นผลให้การปรากฏของเลนติเซลเมื่อมองด้วยตาเปล่าไม่ชัดเจนนัก เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสนั้น มีความหนาแน่นของเลนติเซลและพบเลนติเซลระยะ 3 ต่ำสุด แต่ผลมะม่วงที่เก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิดังกล่าวจะเกิดขบวนการสุกอย่างรวดเร็ว และเหมาะต่อการเข้าทำลายของเชื้อโรค จึงไม่เหมาะสมในการนำไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์ในการยืดอายุการเก็บรักษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2 การเปลี่ยนแปลงทางเคมีระหว่างการเก็บรักษา

ค่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ (electrolyte leakage) ของเปลือกผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 8 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน พบว่าเปลือกผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 5, 8 และ 13 องศาเซลเซียส มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์แตกต่างกัน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 18.71, 14.88 และ 17.07 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) นอกจากนี้ค่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 11.56, 13.77, 13.95, 14.91, 15.35, 15.81, 16.18, 17.25, 21.07, 22.27 และ 23.63 ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) (ภาพ 4.15) การที่เปลือกผลมะม่วงทั้ง 2 พันธุ์ มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น เนื่องจากการวัดการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ เป็นการวัดปริมาณสารที่มีประจุที่รั่วไหลออกมาจากเซลล์ เช่น โพแทสเซียมเป็นไอออนประจุบวกหลักที่แสดงถึงการรั่วไหลที่เกิดจากผนังเซลล์สูญเสียความสามารถในการยอมให้สารซึมผ่านผนังเซลล์ได้เหมือนปกติ (Whitlow *et al*., 1992) การสูญเสียความสามารถในการยอมให้สารซึมผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ขึ้นอยู่กับระยะการสุกและการเสื่อมสภาพของผลไม้ (Wang, 1990) จึงเป็นสาเหตุให้ผลมะม่วงทั้งสองพันธุ์มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เป็นเวลา 30 วัน สอดคล้องกับการเก็บรักษาผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง ที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ที่เปลือกเพิ่มขึ้น (ศศธร, 2549)

ค่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ (electrolyte leakage) ของเปลือกผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 8 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน พบว่าเปลือกผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 5, 8 และ 13 องศาเซลเซียส มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์แตกต่างกัน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 18.12, 14.77 และ 16.85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) นอกจากนี้ค่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 11.63, 13.46,13.55, 14.80, 15.13, 15.65, 15.61, 16.63, 20.65, 21.86 และ 23.41 ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05) (ภาพ 4.22) ในทำนองเดียวกับผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3 การเปลี่ยนแปลงทางกายวิภาคระหว่างการเก็บรักษา

เมื่อตัดขวางผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 8 และ 13 องศาเซลเซียส ด้วยเครื่อง microtome แล้วนำมาส่องดูภายใต้ compound microscope พบว่าภายในเนื้อเยื่อของผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน พบแกรนูลบริเวณเนื้อเยื่อชั้นเฟลโลเดิร์ม แต่ไม่พบในผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เมื่อเก็บรักษาผลมะม่วงนานขึ้น เป็นเวลา 30 วัน พบแกรนูลภายในเนื้อเยื่อของผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 และ 8 องศาเซลเซียส บริเวณเนื้อเยื่อชั้นเฟลโลเดิร์มเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะบริเวณเลนติเซล และบริเวณท่อน้ำท่ออาหารมีสีคล้ำขึ้น ในขณะที่ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส พบแกรนูลเพียงเล็กน้อย (ภาพ 4.16) นอกจากนี้เมื่อตรวจดูความผิดปกติภายใต้ transmission electron microscope (TEM) พบว่าผนังเซลล์หนาขึ้น เช่นเดียวกับการเก็บรักษาผลท้อพันธุ์ 'O' Henry, Fairtime และ Autumn Gem ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 18 วัน พบว่าผลท้อแสดงอาการสะท้านหนาวขึ้น โดยผนังเซลล์มีลักษณะหนาขึ้น ช่องว่างระหว่างเซลล์เพิ่มขึ้น (Luza *et al*., 1992) นอกจากนี้ยังพบความผิดปกติของนิวคลีโอพลาซึม แต่ยังพบนิวคลีโอลัส รวมทั้งไม่พบไมโตคอนเดรียภายในไซโตพลาซึม (ภาพ 4.17) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากระดับของอุณหภูมิที่เก็บรักษาค่อนข้างต่ำและระยะเวลาการเก็บรักษานาน จึงส่งผลให้ออแกแนลล์บางออแกแนลล์ สลายหรือเสียรูปร่างไป

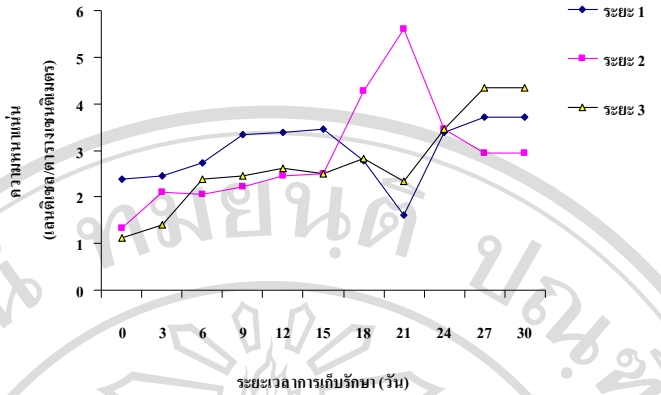
เมื่อตัดขวางผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 8 และ 13 องศาเซลเซียส ด้วยเครื่อง microtome แล้วนำมาส่องดูภายใต้ compound microscope พบว่าภายในเนื้อเยื่อของผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน พบแกรนูลบริเวณเนื้อเยื่อชั้นเฟลโลเดิร์ม แต่ไม่พบในผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 และ 13 องศาเซลเซียส เมื่อเก็บรักษาผลมะม่วงนานขึ้น เป็นเวลา 30 วัน พบแกรนูลภายในเนื้อเยื่อของผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส บริเวณเนื้อเยื่อชั้นเฟลโลเดิร์มเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะบริเวณเลนติเซล และบริเวณท่อน้ำท่ออาหารมีสีคล้ำขึ้น ในขณะที่ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 และ 13 องศาเซลเซียส พบแกรนูลเพียงเล็กน้อย (ภาพ 4.23) นอกจากนี้เมื่อตรวจดูความผิดปกติภายใต้ transmission electron microscope (TEM) พบว่าผนังเซลล์หนาขึ้น ในทำนองเดียวกับผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง แต่จะเห็นได้ว่าผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 มีความอ่อนแอต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวน้อยกว่าผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง สอดคล้องกับรายงานของ เสาวภา (2547) ที่ว่าผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองมีความอ่อนแอต่ออาการสะท้านหนาวมากกว่าผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 นอกจากนี้ยังพบความผิดปกติของนิวคลีโอพลาซึม แต่ยังพบนิวคลีโอลัส รวมทั้งไม่พบไมโตคอนเดรียภายในไซโตพลาซึม (ภาพ 4.24) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากระดับของอุณหภูมิที่เก็บรักษาค่อนข้างต่ำและระยะเวลาการเก็บรักษานาน จึงส่งผลให้ออแกแนลล์บางออแกแนลล์ สลายหรือเสียรูปร่างไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

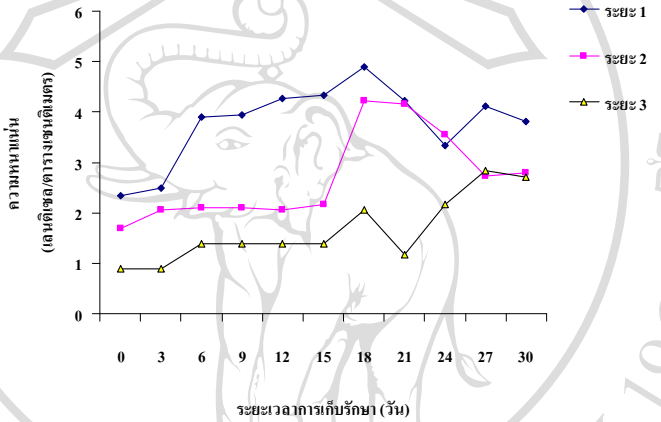
a b c

ภาพ 4.11 ความหนาแน่นของเลนติเซลของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (a), 8 องศาเซลเซียส (b) และ 13 องศาเซลเซียส (c) เป็นเวลา 30 วัน

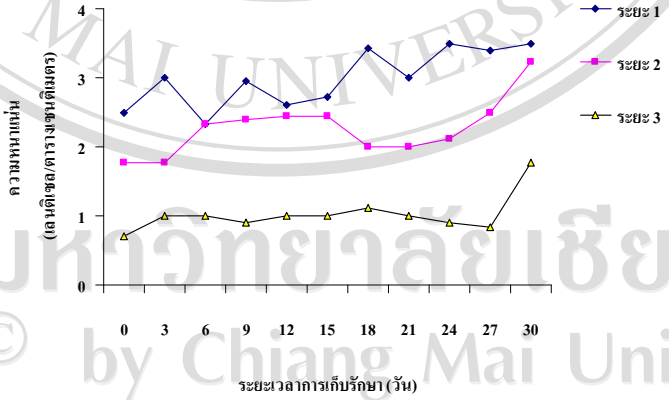
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



a



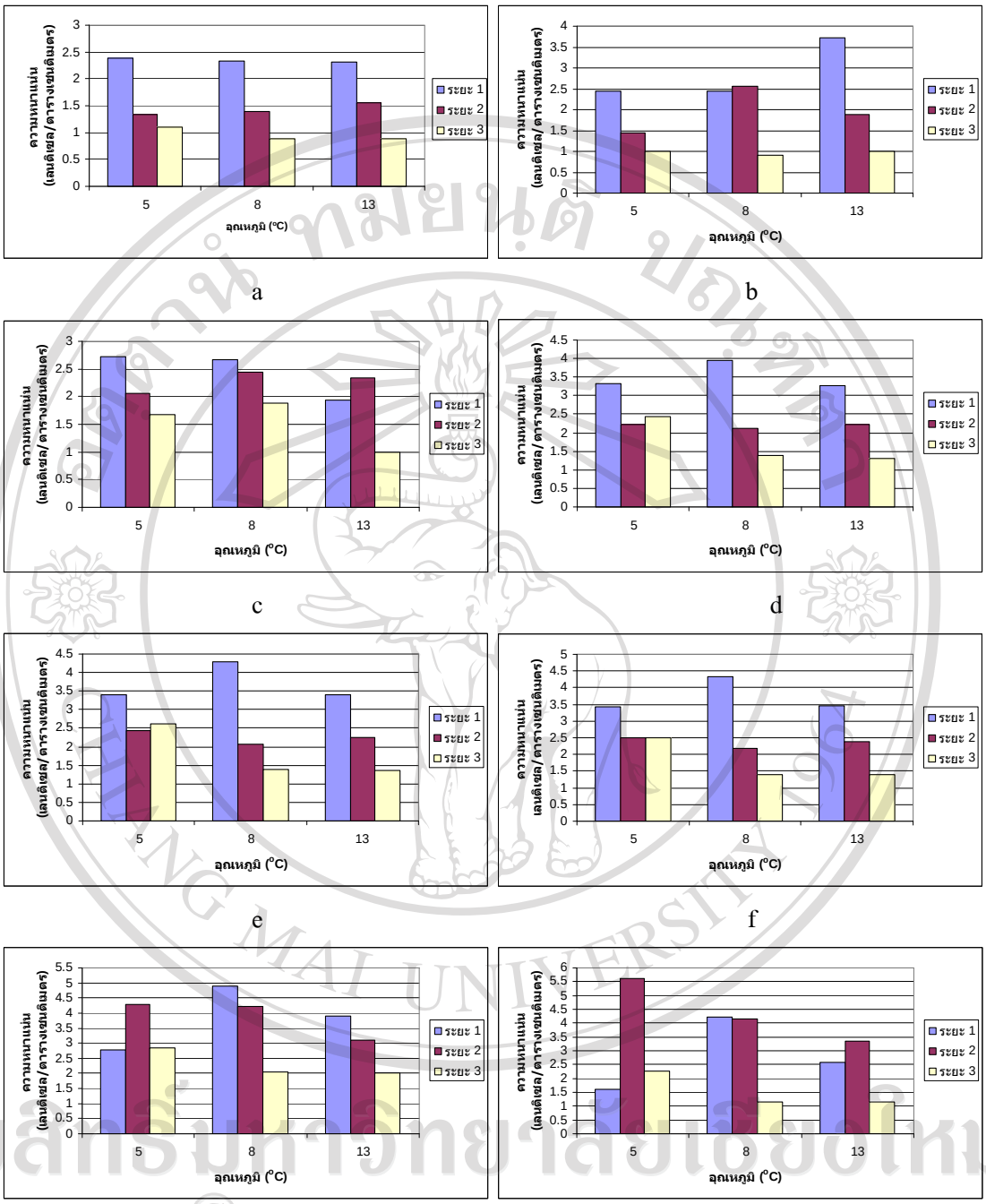
b



c

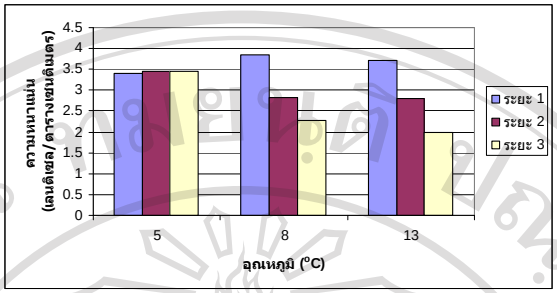
ภาพ 4.12 ความหนาแน่นของเลนติเซลระยะต่างๆ ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 (a), 8 (b) และ 13 (c) องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

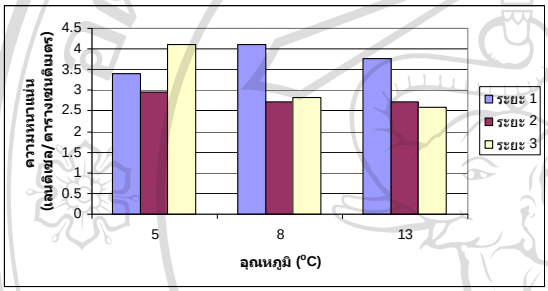


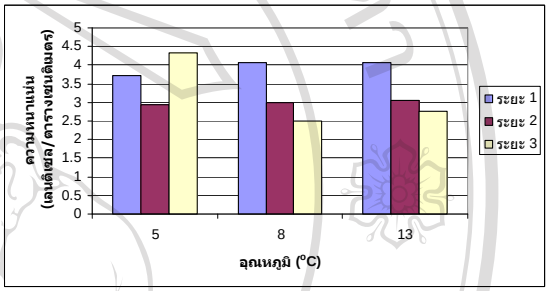
ภาพ 4.13 ความหนาแน่นของเลนติเซลระยะต่างๆ ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 8 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 วัน (a), 3 วัน (b), 6 วัน (c), 9 วัน (d), 12 วัน (e), 15 วัน (f), 18 วัน (g), 21 วัน (h) ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



i

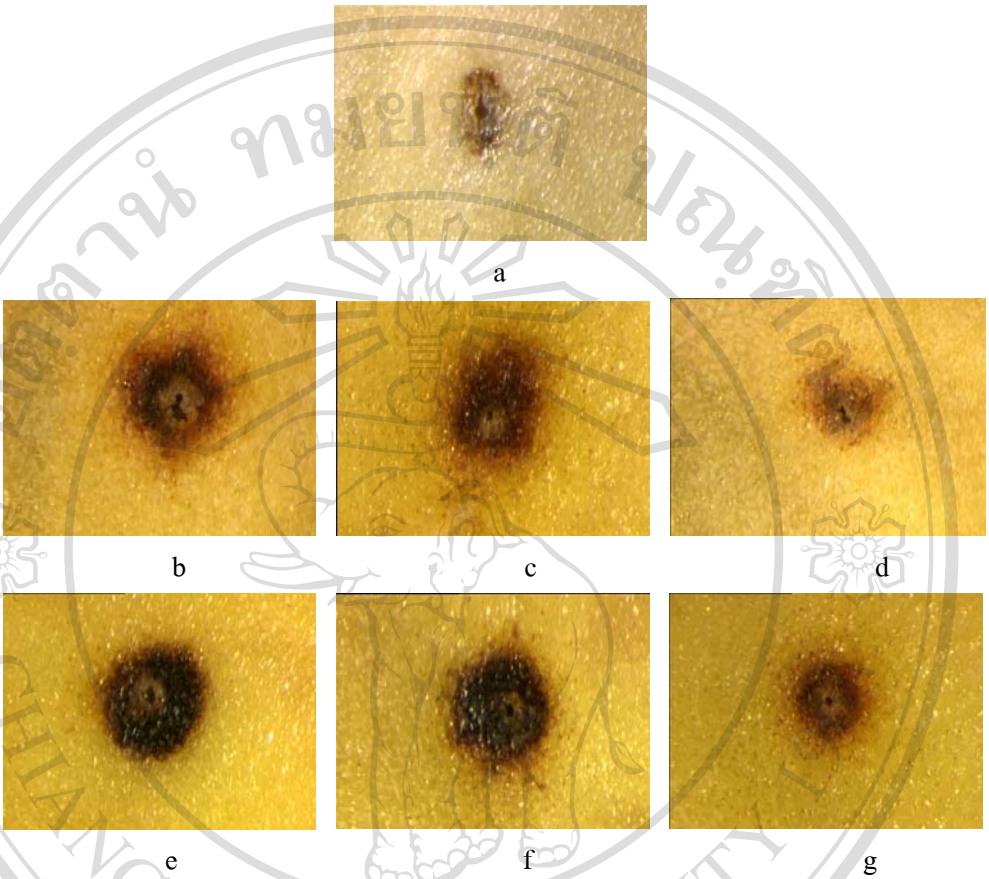




j k

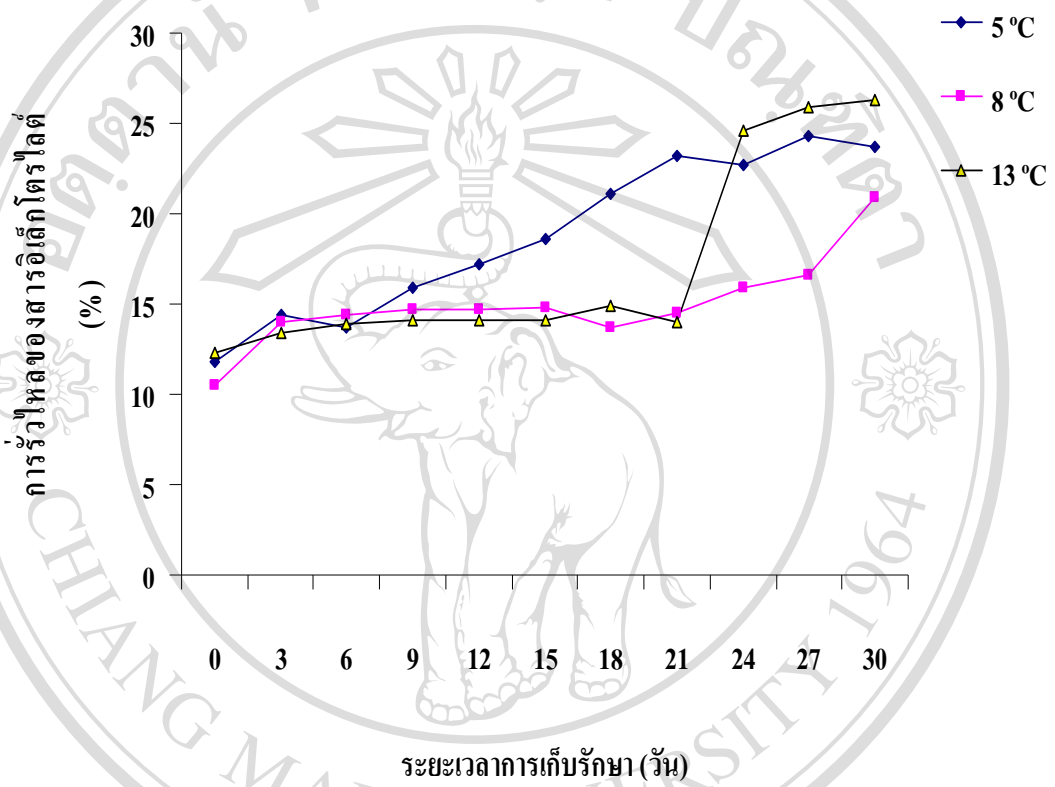
ภาพ 4.13 (ต่อ) ความหนาแน่นของเลนติเซลระยะต่างๆ ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 8 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 วัน (i), 27 วัน (j) และ 30 วัน (k) ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



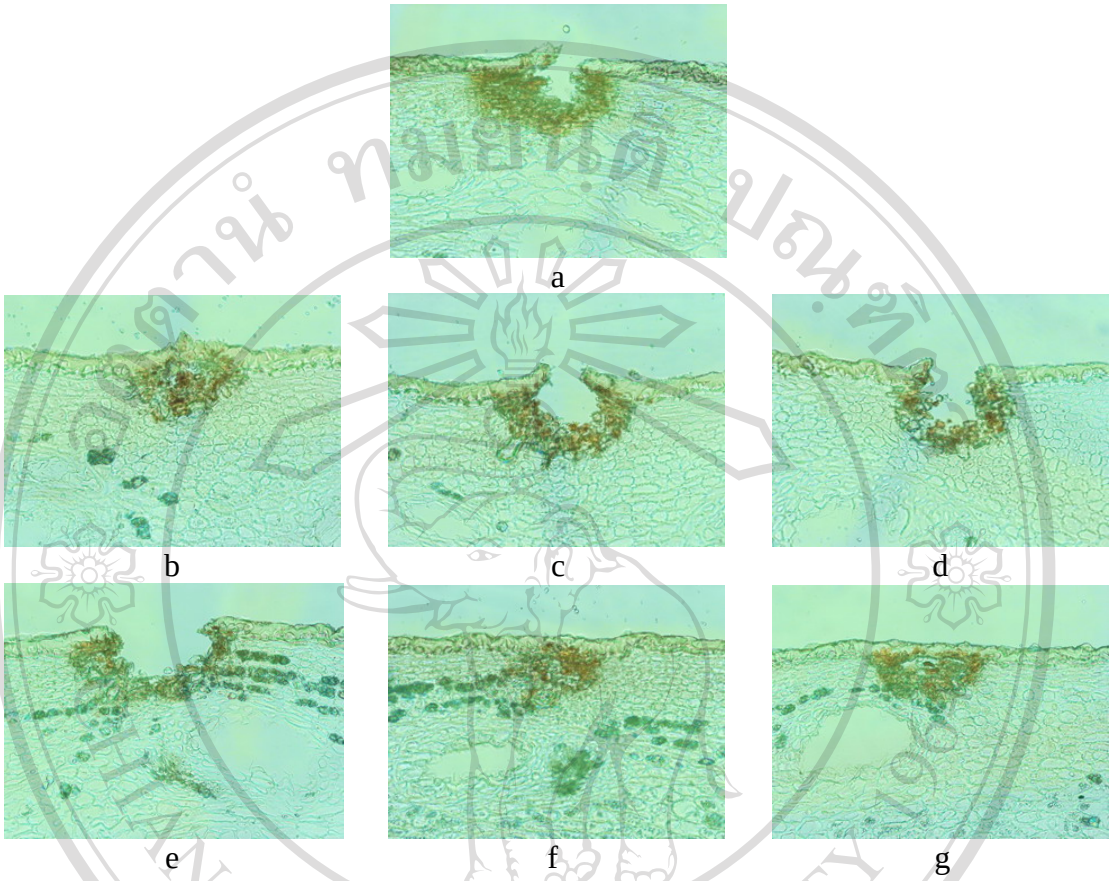
ภาพ 4.14 เลนติเซลบนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองภายใต้ stereomicroscope ที่กำลังขยาย 73 เท่า ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 8 และ 13 องศาเซลเซียส 0 วัน (a), 5 องศาเซลเซียส 15 วัน (b), 8 องศาเซลเซียส 15 วัน (c), 13 องศาเซลเซียส 15 วัน (d), 5 องศาเซลเซียส 30 วัน (e), 8 องศาเซลเซียส 30 วัน (f) และ 13 องศาเซลเซียส 30 วัน (g) ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



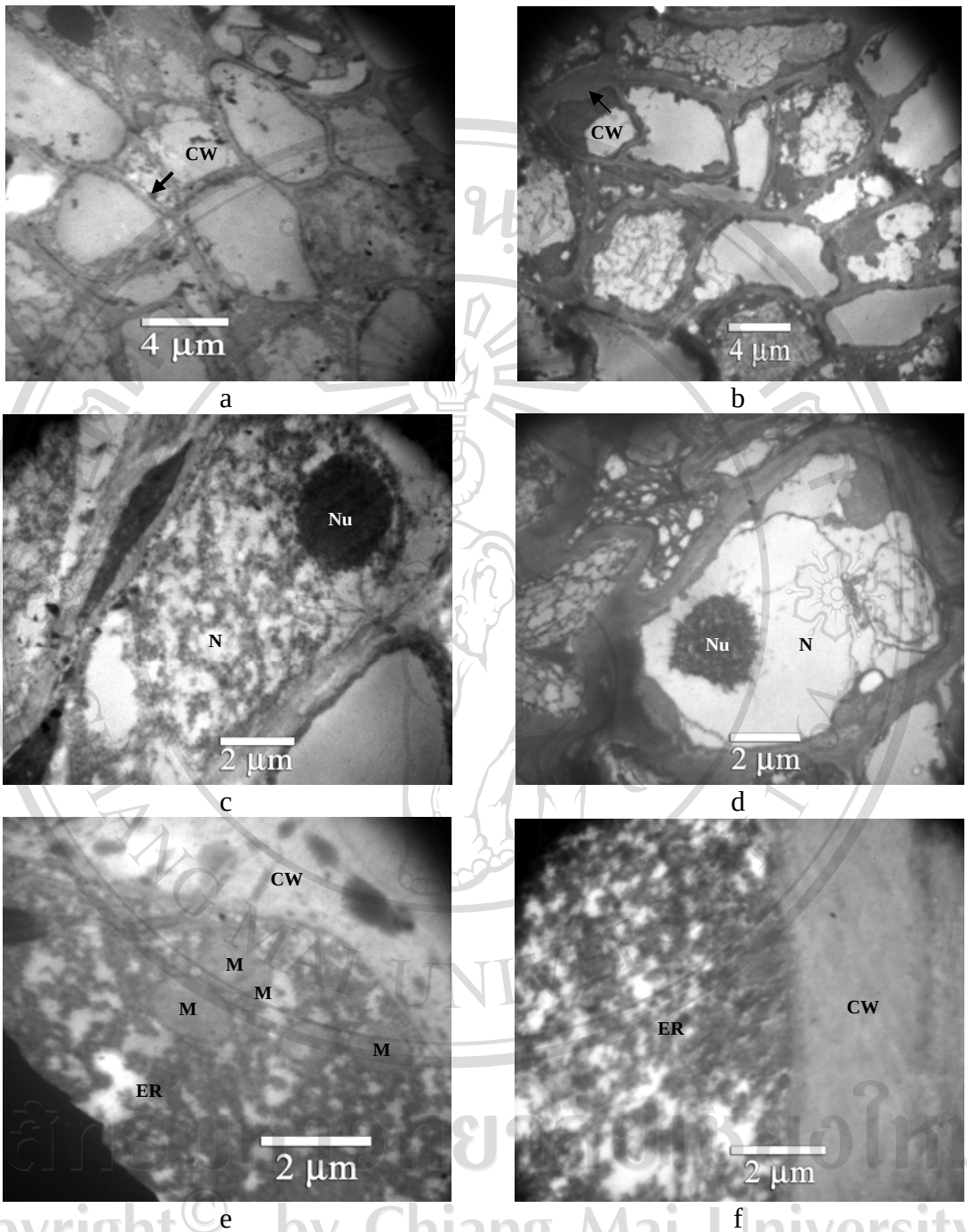
ภาพ 4.15 ค่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเปลือกผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง ระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 8 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.16 เลนติเซลบนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองภายใต้ compound microscope ที่กำลังขยาย 100 เท่า ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 8 และ 13 องศาเซลเซียส 0 วัน (a), 5 องศาเซลเซียส 15 วัน (b), 8 องศาเซลเซียส 15 วัน (c), 13 องศาเซลเซียส 15 วัน (d), 5 องศาเซลเซียส 30 วัน (e), 8 องศาเซลเซียส 30 วัน (f) และ 13 องศาเซลเซียส 30 วัน (g) ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



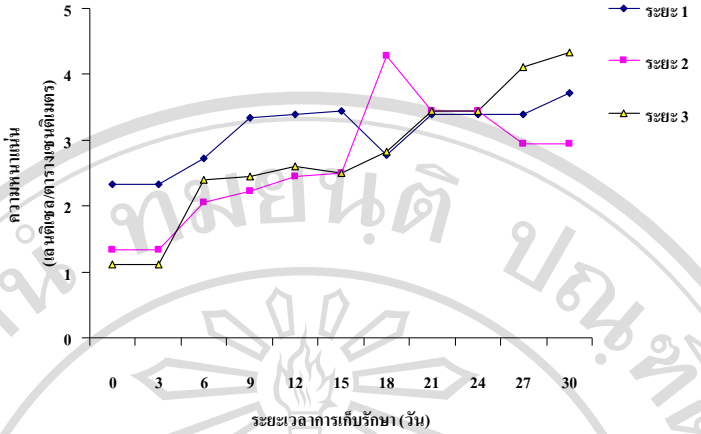
ภาพ 4.17 การเปลี่ยนแปลงภายในเซลล์ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง เมื่อเกิดอาการสะท้านหนาว (b, d, f) และเซลล์ปกติ (a, c, e) ภายใต้ transmission electron microscope (TEM) : CW = cell wall, N = nucleus, NU = nucleolus, M = mitochondria, ER = endoplasmic reticulum

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

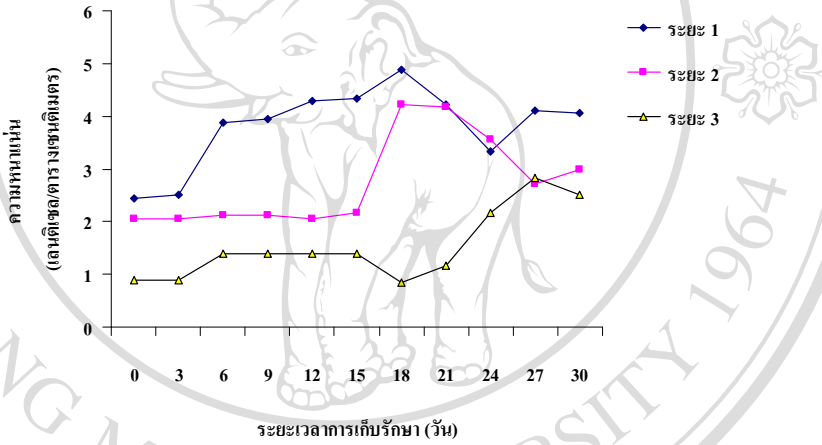
a b c

ภาพ 4.18 ความหนาแน่นของเลนติเซลของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (a), 8 องศาเซลเซียส (b) และ 13 องศาเซลเซียส (c) เป็นเวลา 30 วัน

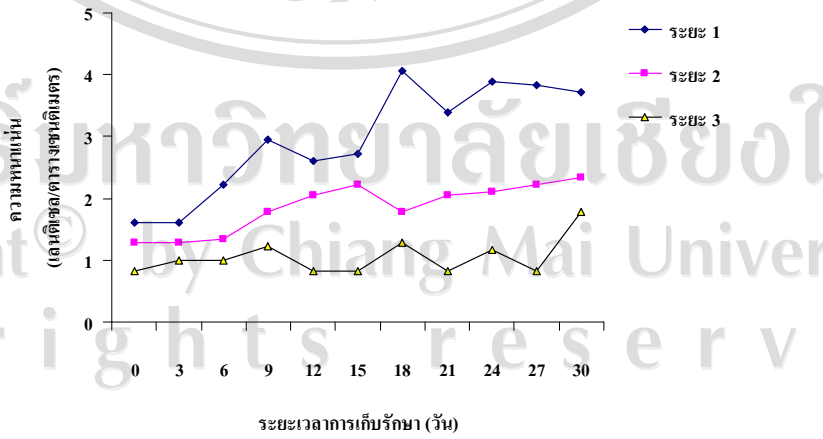
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



a



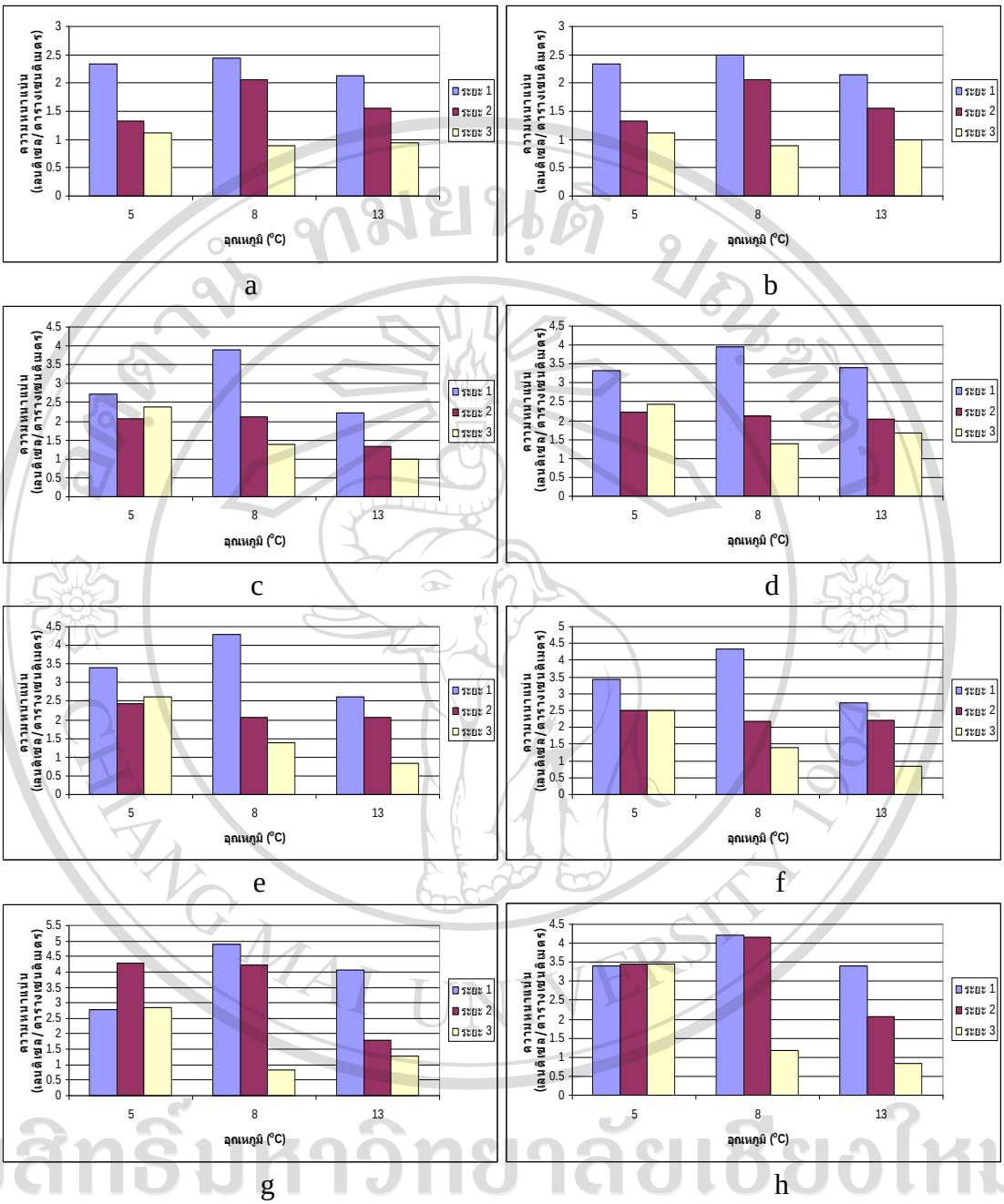
b



c

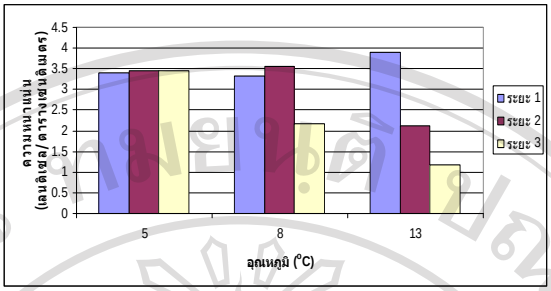
ภาพ 4.19 ความหนาแน่นของเลนติเซลระยะต่างๆ ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 (a), 8 (b) และ 13 (c) องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

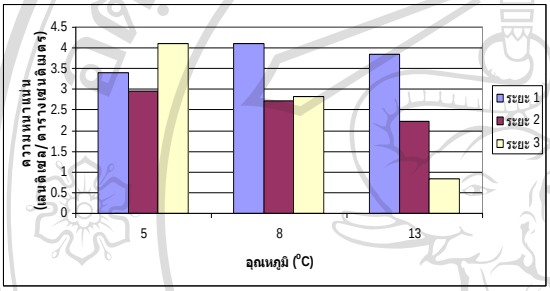


ภาพ 4.20 ความหนาแน่นของเลนติเซลระยะต่างๆ ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 8 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 วัน (a), 3 วัน (b), 6 วัน (c), 9 วัน (d), 12 วัน (e), 15 วัน (f), 18 วัน (g), 21 วัน (h) ตามลำดับ

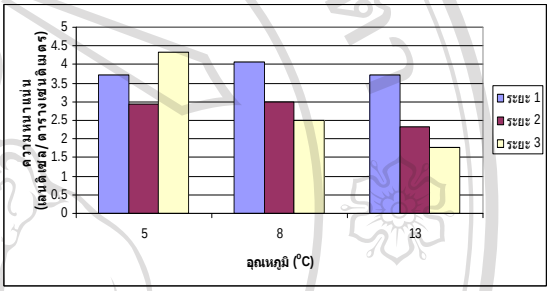
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



i



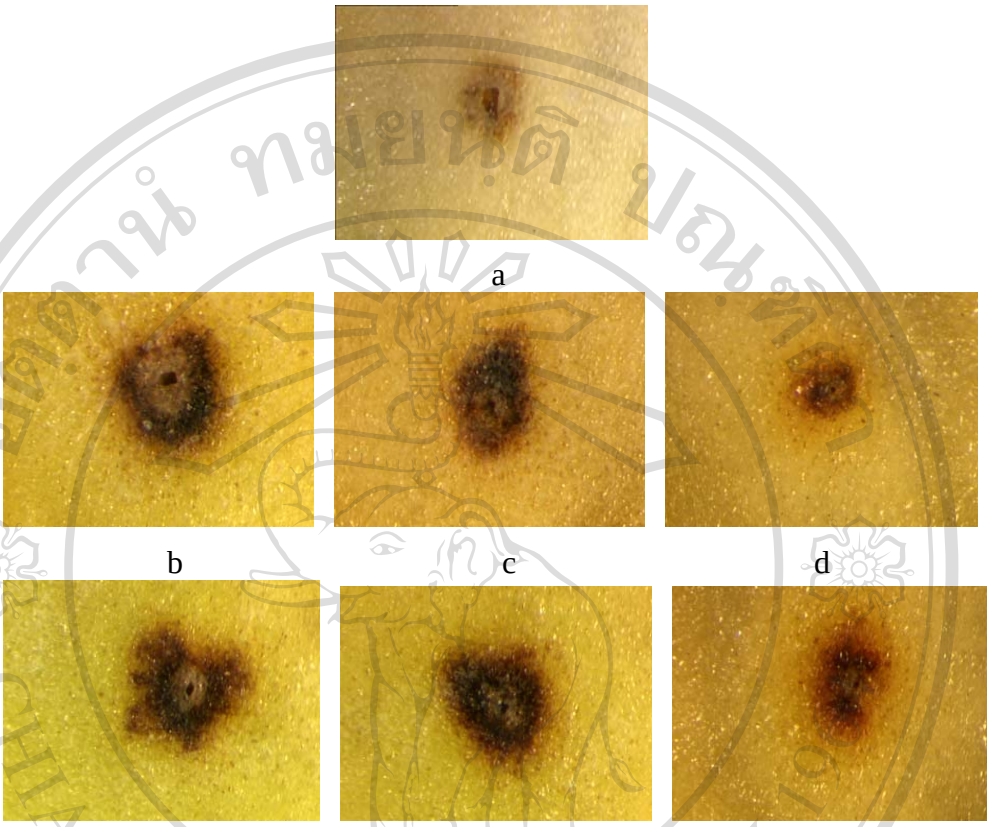
j



k

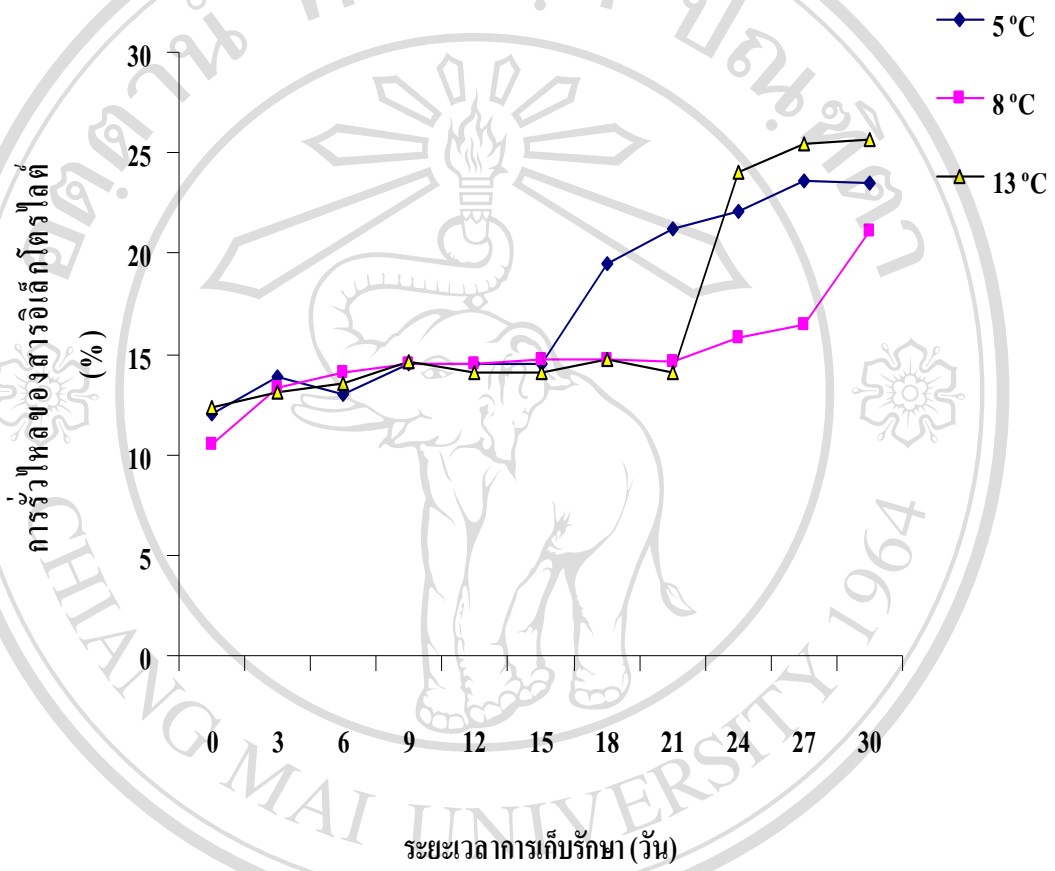
ภาพ 4.20 (ต่อ) ความหนาแน่นของเลนติเซลระยะต่างๆ ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 8 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 วัน (i), 27 วัน (j) และ 30 วัน (k) ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



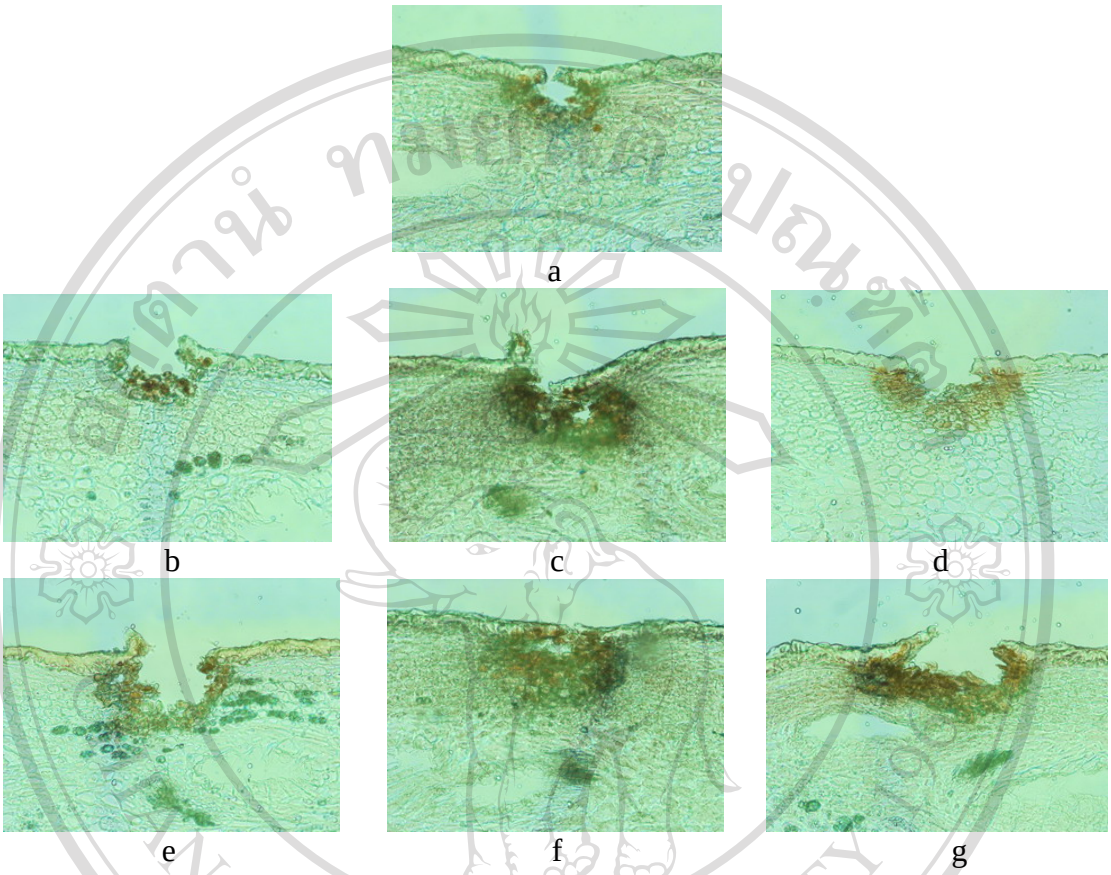
ภาพ 4.21 เลนติเซลบนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ภายใต้ stereomicroscope ที่กำลังขยาย 73 เท่า ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 8 และ 13 องศาเซลเซียส 0 วัน (a), 5 องศาเซลเซียส 15 วัน (b), 8 องศาเซลเซียส 15 วัน (c), 13 องศาเซลเซียส 15 วัน (d), 5 องศาเซลเซียส 30 วัน (e), 8 องศาเซลเซียส 30 วัน (f) และ 13 องศาเซลเซียส 30 วัน (g) ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



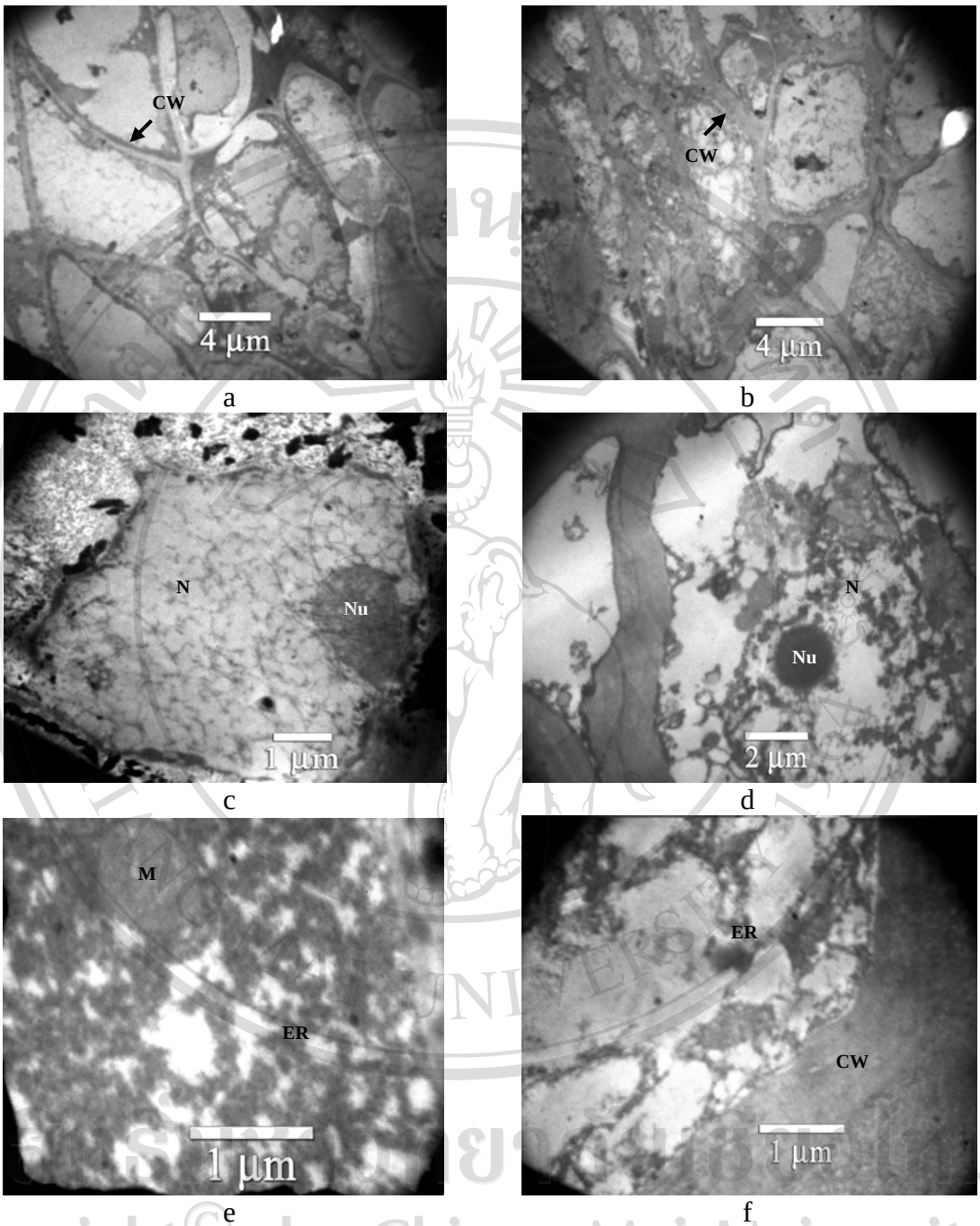
ภาพ 4.22 ค่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ของเปลือกผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 8 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.23 เลนติเซลบนผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 ภายใต้ compound microscope ที่กำลังขยาย 100 เท่า ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 8 และ 13 องศาเซลเซียส 0 วัน (a), 5 องศาเซลเซียส 15 วัน (b), 8 องศาเซลเซียส 15 วัน (c), 13 องศาเซลเซียส 15 วัน (d), 5 องศาเซลเซียส 30 วัน (e), 8 องศาเซลเซียส 30 วัน (f) และ 13 องศาเซลเซียส 30 วัน (g) ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.24 การเปลี่ยนแปลงภายในเซลล์ของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เบอร์ 4 เมื่อเกิดอาการสะท้านหนาว (b, d, f) และเซลล์ปกติ (a, c, e) ภายใต้ transmission electron microscope (TEM) : CW = cell wall, N = nucleus, NU = nucleolus, M = mitochondria, ER = endoplasmic reticulum, I = intercellular space

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved