

บทที่ 4

ผลการทดลอง

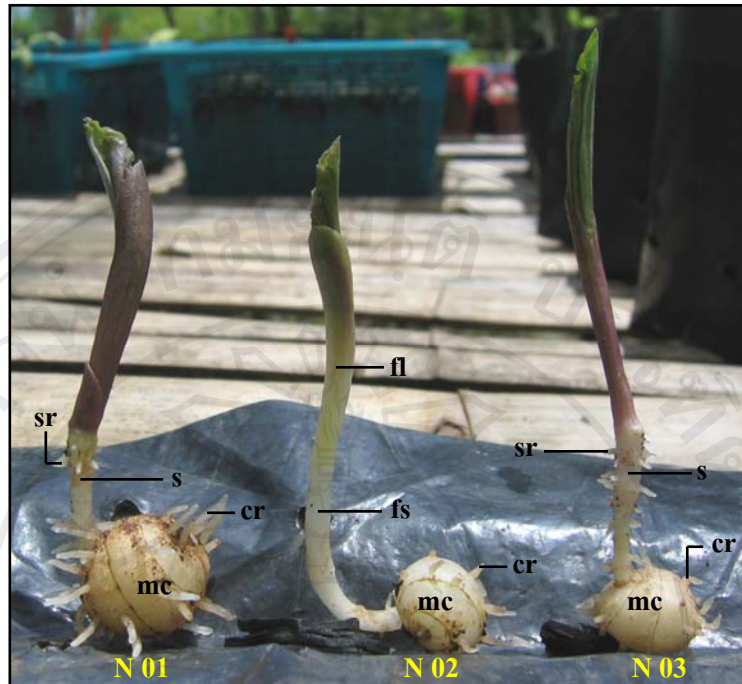
การศึกษาลักษณะของแผ่นดินเย็นซึ่งเป็นของกล้วยไม้ดินชนิด *Nervilia aragoana* Gaud. ที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริครั้งนี้ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับต้นพืชที่กระจายพันธุ์ตามธรรมชาติอยู่ภายในศูนย์ฯ ซึ่งต้นพืชดังกล่าวมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่แตกต่างกัน แยกออกได้เป็น 3 กลุ่ม ซึ่งให้รหัสเป็น N 01, N 02 และ N 03 การศึกษาทดลองที่กระทำกับต้นพืช 3 รหัสนี้ แบ่งออกเป็น 5 การทดลองย่อย คือ การทดลองที่ 1 การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา การทดลองที่ 2 การศึกษาลักษณะทางกายวิภาควิทยา การทดลองที่ 3 การศึกษาเซลล์วิทยา การทดลองที่ 4 การศึกษารูปแบบไอโซไซม์ และ การทดลองที่ 5 การศึกษาลักษณะการเจริญเติบโต ผลการศึกษาทดลองมีดังนี้

การทดลองที่ 1 การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา

การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของพืชทดลองรหัส N 01, N 02 และ N 03 เป็นการศึกษาเกี่ยวกับต้นแผ่นดินเย็นดังกล่าวที่ได้รวบรวมและนำมาปลูกเลี้ยงไว้ในแปลงอนุรักษ์พันธุกรรมกล้วยไม้ป่าของศูนย์ฯ โดยศึกษาลักษณะของส่วนประกอบของต้นพืช ได้แก่ หัว ลำต้น ไหล ราก ใบ ช่อดอก ดอก และ ฝัก ของต้นพืชทดลองที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้ว โดยศึกษาจากต้นพืชตัวแทนของแต่ละรหัส รหัสละ 5 ต้น ผลมีดังนี้

1.1 หัว

หัวของพืชทดลองเป็นลำต้นใต้ดินแปรรูปโดยการขยายขนาดของลำต้นออกทางด้านข้าง ทำให้เกิดเป็นหัวที่มีรูปร่างกลม หัวมีลักษณะเป็นหัวแบบคอร์ม (corm) ซึ่งมีปล้องสั้นและถี่ซ้อนกันเป็นชั้น มีข้อและปล้องที่เห็นได้ชัดเจน (ภาพที่ 1) หัวของพืชทดลองทั้ง 3 รหัสมีลักษณะและรูปร่างเหมือนกัน รหัส N 01 มีหัวที่มีขนาดใหญ่กว่าอีก 2 รหัส โดยมีความกว้าง 2.07-2.39 ซม และ ความยาว 2-2.1 ซม ในขณะที่ N 02 และ N 03 มีขนาดใกล้เคียงกัน คือ N 02 มีความกว้าง 1.74-2.02 ซม และ ความยาว 1.62-1.84 ซม ส่วน N 03 มีความกว้าง 1.62-1.97 ซม ความยาว 1.74-1.86 ซม หัวของต้นพืชแต่ละรหัส มีจำนวนปล้องต่อหัวอยู่ระหว่าง 5-6 ปล้อง ผิวด้านนอกของหัวเรียบ มีตุ่มรากสีขาวขุ่น งอกออกมาอยู่ใกล้ ๆ กับข้อแต่ละข้อ และอยู่รอบ ๆ หัว ที่ส่วนปลายของหัวมีตาปรากฏอยู่ที่ปล้องปลายสุดของหัว หัวละ 1 ตา



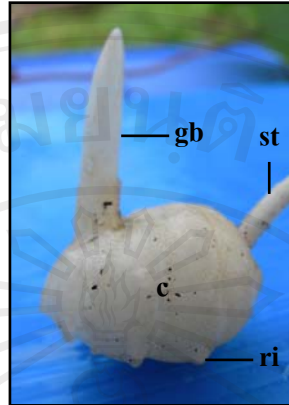
ภาพที่ 1 หัวและหน่อใบของแผ่นดินเย็น

cr = corm root ; fl = folded leaf ; fs = foliage shoot ; mc = mother corm ; s = stem ; sr = stem root

1.2 ลำต้น

โครงสร้างของลำต้นของต้นแผ่นดินเย็น 1 ต้น เป็นโครงสร้างที่ประกอบด้วยลำต้น (stem : s) กิ่งก้าน (lateral stem : ls) และไหล (stolon : st) ต้นแผ่นดินเย็น 1 ต้น เจริญเติบโตจากหัว (corm : c) 1 หัว ในระยะหลังจากที่หัวผ่านการพักตัวในหน้าแล้งไปแล้ว หัวนี้มีตา (growth bud : gb) 1 ตาอยู่ที่ส่วนปลายของหัว และมีตุ่มราก (root initial : ri) เกิดกระจายอยู่บนหัว โดยที่ส่วนใหญ่ตุ่มรากนี้อยู่ใกล้กับข้อของหัว ตาดังกล่าวเจริญเติบโตเป็นลำต้น 1 ลำ ประกอบด้วยปล้องสั้น ๆ หลายปล้อง เจริญเติบโตอยู่ใต้ผิวดินส่วนปล้องที่เจริญเติบโตเหนือดินเป็นปล้องที่มีการยึดตัว และมีใบ ซึ่งลดรูปเป็นใบประดับ (bract : b) เกิดขึ้นบนข้อ (node : n) แต่ละข้อด้วย เกิดในลักษณะที่มีโคนใบโอบหุ้มปล้องไว้ (ภาพที่ 2) และปล้องสุดท้ายของลำต้นนี้เจริญเป็นช่อดอก ยึดตัวขึ้นมาชูช่อดอกอยู่เหนือดิน (ภาพที่ 3)

กิ่งข้าง (ls) ของต้นแผ่นดินเย็นเกิดจากตาใบซึ่งปรากฏอยู่บนปล้องที่บริเวณโคนของลำต้น เจริญออกมาเป็นกิ่งข้าง (ภาพที่ 3 และ 4) ที่มีปล้องสั้นหลายปล้อง และ ปล้องที่อยู่ปลายสุดมีการแตกตาเจริญออกมาเป็นใบ 1 ใบ (ภาพที่ 4) กิ่งข้างที่ให้กำเนิดใบนี้มีการเจริญเติบโตอยู่ใต้ผิวดินเช่นกัน



ภาพที่ 2 หัวที่กำลังงอกตาแรก

c = corm ; gb = growth bud ; ri = root initial ; st = stolon



ภาพที่ 3 ลำต้น กิ่งข้าง และช่อดอก

b = bract ; f = floret ; ls = lateral stem ; n = node ; ped = pedicel ; pd = peduncle ; s = stem



ภาพที่ 4 หน่อใบ (ก) และ ใบอ่อน (ข)

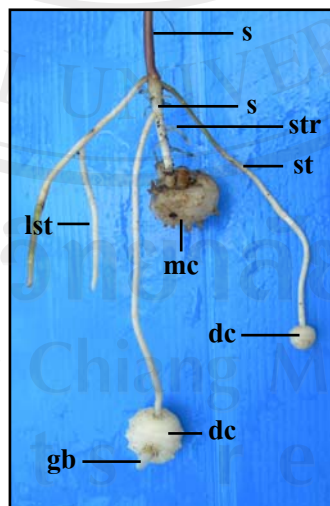
โครงสร้างของลำต้นอีกแบบหนึ่งของแผ่นดินเย็นคือ ไหล (st) ซึ่งเป็นลำต้นแปรรูป ไหลนี้เจริญออกมาจากปล้องของลำต้นและกิ่งข้าง มีรูปร่างยาวเรียว เห็นข้อและปล้องชัดเจน ไหลดังกล่าวนี้เจริญเติบโตอยู่ใต้ดิน เกิดได้หลายไหล ส่วนปลายของไหลแต่ละอันสามารถแปรรูปไปเป็นหัวใหม่ได้ไหลละ 1 หัว โดยที่หัวใหม่ (daughter corm : dc) ที่เกิดขึ้นนี้มีลักษณะและโครงสร้างเหมือนกับหัวแม่ (mother corm : mc) ไหลแต่ละอันสามารถแตกสาขาออกเป็นไหลย่อย (lateral stolon : lst) ได้ โดยที่แตกออกมาจากปล้องของไหลหลัก (ภาพที่ 6 และ 7)

ความกว้างและความยาวของไหลแตกต่างกันไป เมื่อนับจำนวนไหลต่อต้นพบว่า ต้นพืชในรหัส N 01 มีจำนวนไหลต่อต้นเป็น 2-4 ไหล N 02 มี 2-3 ไหล N 03 มี 4-7 ไหล เมื่อวัดขนาดจากไหลที่ยาวที่สุดของต้นพืชพบว่า ในรหัส N 01 ความกว้างของไหลคือ 0.3-0.4 ซม ยาว 36-42 ซม ในรหัส N 02 ความกว้างของไหลคือ 0.2-0.4 ซม ยาว 49-62 ซม และ ในรหัส N 03 ไหลที่ยาวที่สุดซึ่งยาวกว่าไหลของรหัสอื่น ๆ นั้นมีความยาว 49-60 ซม และ กว้าง 0.2-0.4 ซม ไหลแตกแขนงเป็นไหลย่อย (lst) ได้ และบนไหลมีราก (stolon root ; str) แตกออกมาได้เช่นกัน (ภาพที่ 6 และ 7)



ภาพที่ 5 ไหลของ N 01, N 02 และ N 03

lst = lateral stolon ; mc = mother corm ; s = stem ; st = stolon ; str = stolon root



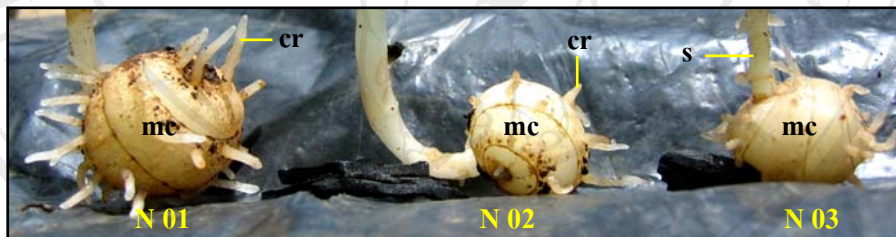
ภาพที่ 6 หัวเก่าและหัวใหม่

dc = daughter corm ; gb = growth bud ; lst = lateral stolon
 mc = mother corm ; s = stem ; st = stolon ; str = stolon root

1.3 ราก

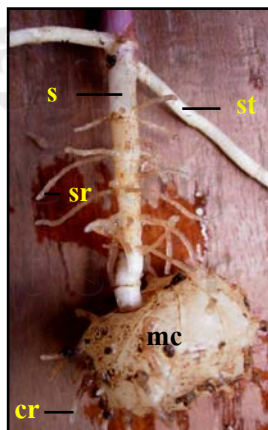
ราก (root : r) มี 2 ชุด แต่ละชุดมีการเกิดและการเจริญไม่พร้อมกัน รากชุดแรกเป็นรากพิเศษ เจริญออกมาจากหัว (mc) โดยเจริญเป็นตุ่มราก (ri) อยู่บนเนื้อเยื่อของหัวก่อน ต่อมาตุ่มรากนี้จึงงอกออกมาเป็นราก (corm root : cr) กระจายอยู่รอบ ๆ หัว รากชุดนี้มีขนาดสั้นมาก เจริญออกมาเพียง 2-3 ซม เป็นอย่างมาก บางรากมีขนอ่อนออกรอบ ๆ ราก รากมีลักษณะอวบน้ำ (ภาพที่ 7) รากชุดที่ 2 เจริญหลังจากรากชุดแรก รากชุดนี้เป็นชุดที่เจริญออกมาจากลำต้น และออกจากกิ่งข้าง (stem root : sr ; lateral stem root : lsr) เกิดในเวลาที่ลำต้นและกิ่งข้างมีการยึดตัว รากชุดนี้มีลักษณะเรียวยาว มีความยาวมากกว่ารากชุดแรก เกิดออกมาจาก บริเวณใกล้ข้อของลำต้นและกิ่งข้าง (ภาพที่ 8)

เมื่อวัดขนาดของรากโดยวัดเฉพาะรากชุดแรก พบว่ารากมีขนาดใกล้เคียงกันทั้ง 3 รหัส คือ N 01 มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15-0.1 ซม ยาว 1-1.2 ซม N 02 มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15-0.1 ซม ยาว 0.9-1 ซม และ N 03 มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.1 ซม ยาว 0.5-0.8 ซม จำนวนรากต่อหัว ในรหัส N 01 และ N 03 มีจำนวนรากใกล้เคียงกันคือ 49-56 ราก ส่วนในรหัส N 02 มีจำนวนรากน้อยกว่าคือ 30-36 ราก



ภาพที่ 7 รากที่เกิดออกมาจากหัว

cr = corm root ; mc = mother corm ; s = stem



ภาพที่ 8 รากที่เกิดจากลำต้นใต้ดิน

cr = corm root ; mc = mother corm ; s = stem ; sr = stem root ; st = stolon

1.4 ใบ

ใบเป็นใบเดี่ยว มี 1 ใบต่อต้น ใบอ่อนมีขนห่อ ใบที่เจริญเติบโตเต็มที่คลี่ออกเป็นแผ่นใบ (lamina : l) แบบพับจีบรูปหัวใจ สีเขียวถึงสีเขียวเข้ม ขอบใบเรียบ ใบเป็นคลื่นตามรอยพับจีบ ปลายใบป้านแหลม โคนใบรูปหัวใจโค้งเข้าหากันและแผ่นใบบริเวณนั้นอาจเกยซ้อนกัน แผ่นใบบาง ผิวใบเกลี้ยงหรือมีจุดประเล็กน้อย เส้นใบเป็นแบบขนาน แผ่นทั่วใบ ก้านใบ (petiole : pt) เป็นเหลี่ยมคล้ายรูปหัวใจ (ภาพที่ 9, 10 และ 18-20) ใบของรหัส N 01 กว้าง 12.5-25 ซม ยาว 12-19.5 ซม ใบของรหัส N 02 กว้าง 7.6-13 ซม ยาว 8.3-12.8 ซม และใบของรหัส N 03 กว้าง 7.6-9.8 ซม ยาว 7.8-9.2 ซม ใบแก่ไม่หลุด



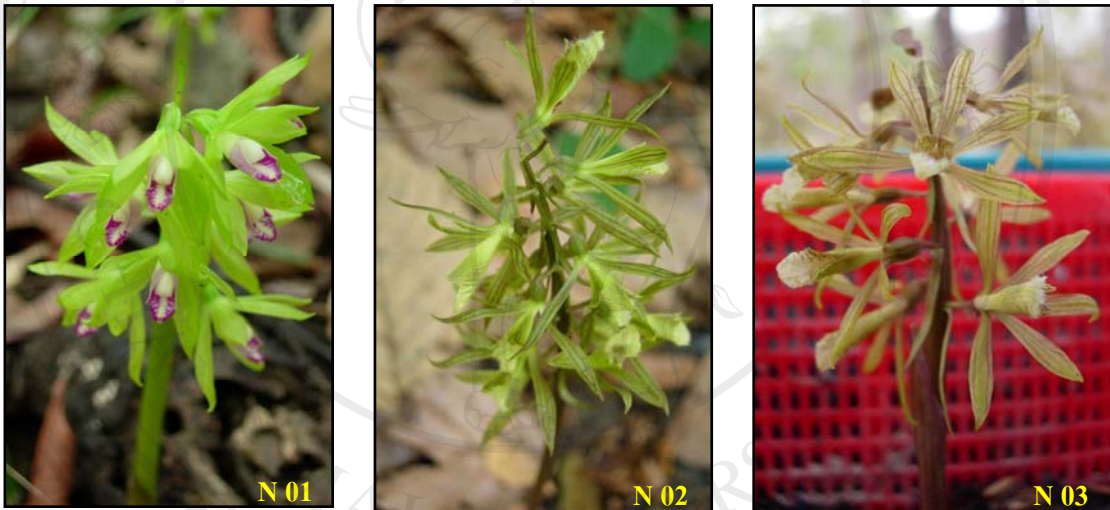
ภาพที่ 9 ใบของแผ่นดินเย็น



ภาพที่ 10 ใบของ N 01, N 02 และ N 03

1.5 ช่อดอก

ช่อดอก (inflorescence : in) เป็นแบบช่อกระจະ มีเพียง 1 ช่อต่อต้น ก้านช่อดอก (peduncle : pd) กลม สีเขียวอ่อนถึงสีเขียวเข้ม มีลักษณะแข็ง ตั้งตรง ผิวเป็นมัน ไม่มีข้อปล้อง (ภาพที่ 11) ก้านช่อดอกของ N 02 ยาว 26-35.4 ซม เส้นผ่าศูนย์กลางก้านช่อดอกคือ 0.4-0.5 ซม ความกว้างช่อดอกคือ 6-7 ซม ก้านช่อดอกของ N 03 ยาว 23.4-34 ซม เส้นผ่าศูนย์กลางก้านช่อดอกคือ 0.35-0.38 ซม ช่อดอกกว้าง 6-6.8 ซม ส่วน N 03 ก้านช่อดอกยาว 19.6-28.4 เส้นผ่าศูนย์กลางก้านช่อดอกคือ 0.35-0.39 ซม ความกว้างช่อดอก 5-6 ซม จำนวนดอกต่อช่อแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย คือ N 01 และ N 02 มี 8-9 ดอกต่อช่อ ส่วน N 03 มี 9-10 ดอกต่อช่อ ดอกทยอยกันบานจากโคนช่อไปยังปลายช่อ (ภาพที่ 11 และ 18-20)



ภาพที่ 11 ช่อดอกของ N 01, N 02 และ N 03

1.6 ดอก

ดอก (florete : f) เป็นดอกสมบูรณ์เพศแบบไม่สมมาตร เป็นดอกที่มีก้านดอก (pedicel = ped) และที่โคนก้านดอกมีใบประดับย่อย (bracteole : bt) ก้านละ 1 ใบ ใบประดับย่อยนี้มีความยาวใกล้เคียงกับความยาวของกลีบเลี้ยงของดอก ดอกของต้นพืชแต่ละรหัสมีขนาดรูปร่างลักษณะของดอกและส่วนประกอบของดอก (ภาพที่ 12-13 และ 21-23) แตกต่างกันไป ในรายละเอียดดังนี้

ขนาดของดอกในแต่ละรหัสแตกต่างกันเล็กน้อย คือ รหัส N 01 ดอกมีความยาว 2-2.5 ซม กว้าง 1.7-2.3 ซม และ สูง 1.6-2.7 ซม N 02 ดอกมีความยาว 2 ซม กว้าง 3.5-3.8 ซม และ สูง 3-3.5 ซม และ N 03 ดอกมีความยาว 1.7-1.8 ซม กว้าง 2.5-2.7 ซม และ สูง 2.1-2.2 ซม

ดอกมี 6 กลีบ ประกอบด้วยกลีบเลี้ยง 3 กลีบ และ กลีบดอก 3 กลีบ แยกกันเป็นอิสระ กลีบเลี้ยงประกอบด้วยกลีบเลี้ยงด้านบน (dorsal sepal : ds) 1 กลีบ อยู่ด้านบนสุด อยู่ในตำแหน่ง หลังเส้าเกสร มีรูปร่างเป็นรูปดาบ ปลายเรียวแหลม สีเขียว มีขนาดและรูปร่างใกล้เคียงกันทั้ง 3 รหัส คือ N 01 มีกลีบยาว 1.5-2 ซม กว้าง 0.5 ซม สีเขียวทั้งกลีบ และมีเส้นใบเป็นเส้นสีเขียวเข้ม กลีบโค้งไปด้านหน้าเล็กน้อย N 02 มีกลีบยาว 2.2-3.1 ซม กว้าง 0.25 ซม กลีบสีเขียว เส้นใบสีเขียวเข้ม กลีบยาวเรียว กลีบบางกว่ารหัสอื่น ส่วน N 03 มีกลีบยาว 1.5-1.7 ซม กว้าง 0.2 ซม กลีบสีเขียว มีเส้นใบสีน้ำตาลแดง โค้งไปด้านหลัง กลีบเลี้ยงด้านล่าง (lateral sepal : ls) มี 2 กลีบ รูปดาบปลายเรียวแหลม (ภาพที่ 13) มีความแตกต่างกันคือ กลีบของ N 01 กว้าง 0.6 ซม ยาว 1.5-2.2 ซม ของ N 02 กว้าง 0.3-0.35 ซม ยาว 2-2.21 ซม และ ของ N 03 กว้าง 0.3 ซม และยาว 1.5 ซม

กลีบดอกแบ่งเป็นกลีบดอกปกติมี 2 กลีบ เป็นกลีบดอกด้านข้าง (lateral petal : lp) และ กลีบดอกเปลี่ยนรูปอีก 1 กลีบ คือ กลีบปาก (lip : li) สำหรับกลีบดอกมีรูปร่างเป็นรูปดาบ ปลายแหลม มีขนาดเล็กกว่ากลีบเลี้ยง ความแตกต่างในแง่ของขนาดของกลีบดอก ใน 3 รหัสคือ N 01 กลีบดอกกว้าง 0.4-0.5 ซม ยาว 1.3-1.5 ซม ของ N 02 กว้าง 0.2 ซม ยาว 2 ซม และของ N 03 กว้าง 0.2 ซม ยาว 1.5-1.6 ซม สำหรับกลีบปากซึ่งอยู่ด้านล่างเป็นแบบเคลื่อนไหวไม่ได้ ไม่มีเดือย โคนกลีบปากมีหูกกลีบปาก กลีบปากมีลักษณะแผ่ออกเป็นแผ่นขนาดใหญ่และเด่นกว่ากลีบอื่น ความแตกต่างในแต่ละรหัสมีดังนี้ รหัส N 01 กลีบปากกว้าง 0.7-0.8 ซม ยาว 1.1-1.2 ซม หูกกลีบปากโค้งขึ้นตั้งฉากกับกลีบปาก โดยที่ส่วนปลายของหูกกลีบปากสอดเข้าหากัน โคนกลีบปากมีสันนูน 3 เส้น ปลายกลีบปากแผ่กว้างคล้ายรูปสามเหลี่ยม ขอบกลีบบริเวณนี้หยักเป็นคลื่น พื้นปากสีขาวปกคลุมด้วยรยางค์สีม่วงกระจายทั่วกลีบ และมีจำนวนมากที่ปลายกลีบ (ภาพที่ 13) เส้าเกสรเรียว ยาว 0.7-0.8 ซม มีสีขาวย่น กลีบปากของ N 02 กว้าง 1 ซม ยาว 1.1-1.5 ซม สีเขียวอ่อนพื้นขาว มีขีดสีเขียวเข้มเป็นลาย หูกกลีบปากโค้งขึ้นตั้งฉากกับกลีบปากโดยที่ส่วนปลายของหูกกลีบปากสอดเข้าหากันเล็กน้อย โคนกลีบปากมีสันนูน 3 สัน ปลายกลีบปากแผ่กว้างมีรอยคอดตรงปลายคล้ายรูปสามเหลี่ยม ขอบกลีบบริเวณนี้หยักเป็นคลื่น และปรากฏรยางค์สีขาวค่อนข้างยาวกระจายทั่วกลีบปากและมีเป็นจำนวนมากที่ปลายกลีบ (ภาพที่ 12-13) เส้าเกสรเรียว ยาว 0.6-0.7 ซม มีสีขาวย่น ส่วนกลีบปากของ N 03 กว้าง 0.9 ซม ยาว 1.3-1.4 ซม สีเขียวอ่อน มีเส้นเป็นขีดสีน้ำตาลแดงเข้ม หูกกลีบปากสอดเข้าหากันที่ส่วนปลายโค้งขึ้น โคนกลีบปากมีสันนูน 3 สัน ปลายกลีบปากแผ่กว้างมีรอยคอดตรงปลาย คล้ายรูปสามเหลี่ยม ขอบกลีบหยักเป็นคลื่นและมีรยางค์สีขาวกระจายทั่วปาก และมีเป็นจำนวนมากที่ปลายกลีบ (ภาพที่ 13) เส้าเกสรเรียว ยาว 0.7-0.8 ซม สีขาวย่น ที่ปลายมีฝากรอบ กลุ่มเรณูมี 2 กลุ่ม กลุ่มเรณูของ N 01 มีสีเหลือง ในขณะที่ของ N 02 และ N 03 มีสีม่วงแดง เรียงกันแน่น (ภาพที่ 14) ไม่มีก้านและเป็นก้านของกลุ่มเรณู ฝากรอบกลุ่ม

เรณูด้านบนนั้นขึ้นมีจำนวน 2 อัน ฝากรอบกลุ่มเรณูของรหัส N 02 และ N 03 มีสีม่วงเข้ม ส่วน N 01 มีสีขาวขุ่น เกสรเพศเมียมีลักษณะเป็นแองขนาดเล็กอยู่ด้านหน้าเส้าเกสร รังไข่ (ovary : o) มีลักษณะแคบ ขอบขนาน โดย N 01 มีรังไข่กว้าง 0.3 ซม ยาว 0.4-0.5 ซม ในขณะที่ N 02 กับ N 03 มีความกว้างของรังไข่ 0.2 ซม และความยาว 0.3-0.4 ซม ตามลำดับ รังไข่อยู่ในตำแหน่งที่ต่ำกว่าวงของกลีบดอก โดยฝังตัวอยู่ในก้านดอกใกล้กับโคนดอก (ภาพที่ 21-23) ดอกทั้ง 3 รหัสมีอายุเท่ากัน คือ บานเต็มที่เมื่ออายุ 4 วัน และโรยในวันที่ 7 ของการบาน



ภาพที่ 12 ดอกของ N 01, N 02 และ N 03



ภาพที่ 13 กลีบปากของ N 01, N 02 และ N 03



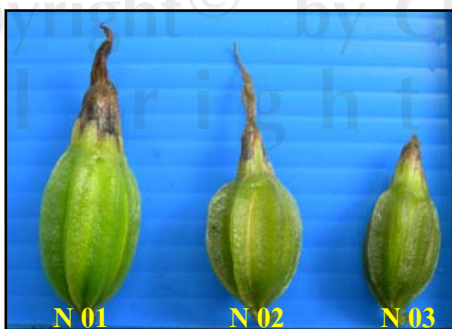
ภาพที่ 14 กลุ่มเรณูของดอก N 01, N 02 และ N 03 จากดอกที่บานได้ 4 วัน

1.7 ฝัก และ เมล็ด

ฝัก (ภาพที่ 15 และ 16) เป็นผลแบบแก่แตกตามแนวตะเข็บ รูปขอบขนานแกมรูปไข่ มีสีเขียว มีสันนูน 6 สัน ฝักเมื่อแก่ไม่เปลี่ยนสี และแตกตามรอยตะเข็บ ขณะที่ฝักแตก ฝักยังคงมีสีเขียวอยู่ ฝักของรหัส N 03 มีขนาดเล็กกว่ารหัสอื่น คือมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.56-0.6 ซม ยาว 1.1 ซม ฝักของ N 02 มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.6-0.73 ซม ยาว 1.1-1.3 ซม และฝักของ N 01 มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8-0.9 ซม ยาว 1.5-1.65 เมล็ดมีขนาดเล็ก ลักษณะเป็นผง อัดแน่นอยู่เต็มฝัก มีสีเหลืองอ่อนเหมือนกันในทุกรหัส และเมื่อมองจากกล้องจุลทรรศน์เมล็ดมีลักษณะเป็นถุงตาข่าย มีเอ็มบริโออยู่ภายใน (ภาพที่ 17)



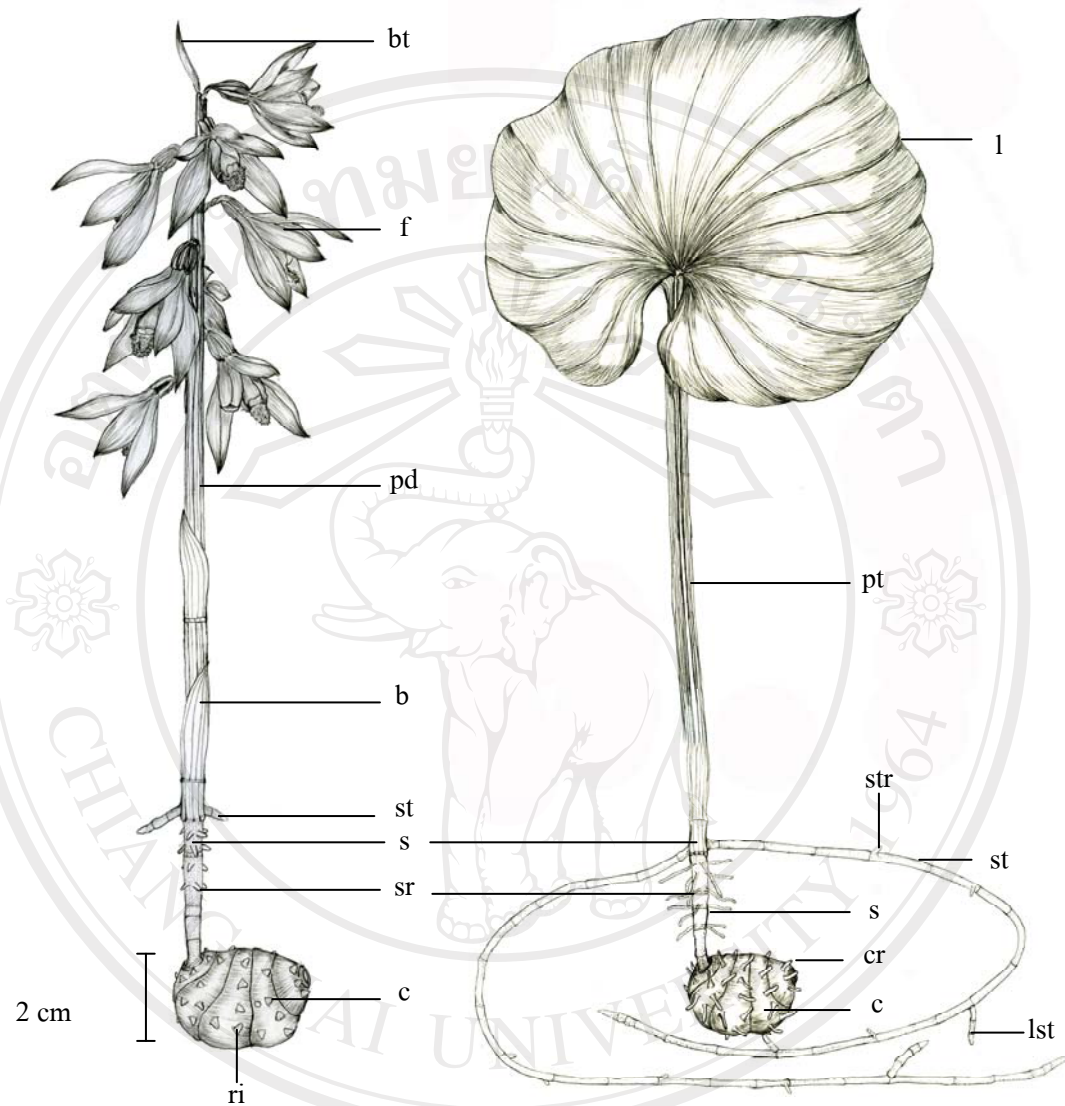
ภาพที่ 15 ฝักแผ่นดินเย็นในระยะ 7 วัน หลังจากผสมเกสร



ภาพที่ 16 ฝักอายุ 14 วัน



ภาพที่ 17 เมล็ดอายุ 14 วัน



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

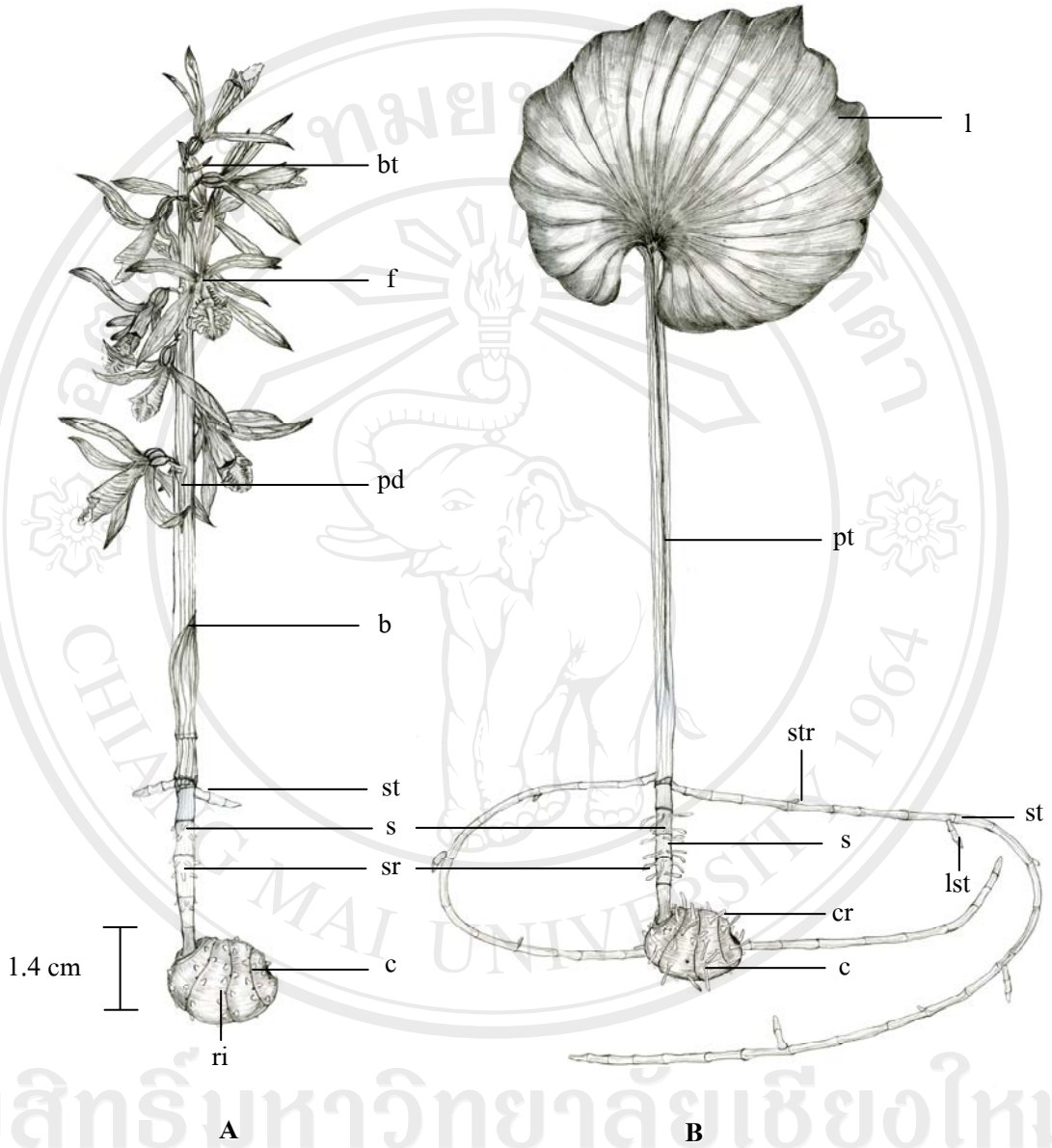
ภาพที่ 18 ภาพวาดแสดงส่วนประกอบของต้นพืชหัต N 01

A = ต้นพืชระยะออกดอก ; B = ต้นพืชระยะเจริญทางใบ

b = bract ; bt = bracteole ; c = corm ; cr = corm root ; f = floret ; l = lamina ; lst = lateral stolon

pd = peduncle ; pt = petiole ; ri = root initial ; s = stem

sr = stem root ; st = stolon ; str = stolon root



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright © by Chiang Mai University
 All rights reserved

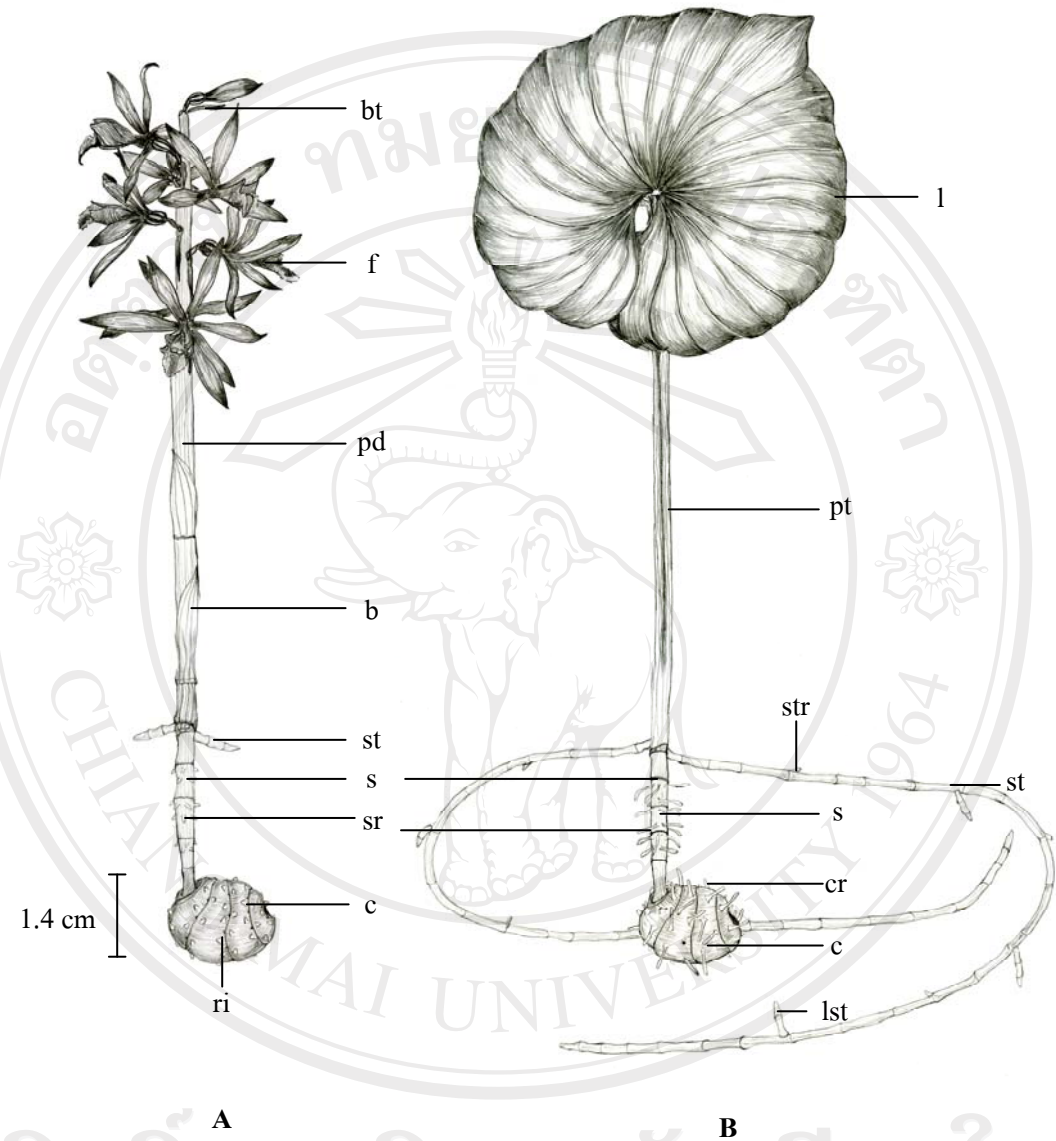
ภาพที่ 19 ภาพวาดแสดงส่วนประกอบของต้นพืชรหัส N 02

A = ต้นพืชระยะออกดอก ; B = ต้นพืชระยะเจริญทางใบ

b = bract ; bt = bracteole ; c = corm ; cr = corm root ; f = floret ; l = lamina

lst = lateral stolon pd = peduncle ; pt = petiole ; ri = root initial

s = stem sr = stem root ; st = stolon ; str = stolon root



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright © by Chiang Mai University
 All rights reserved

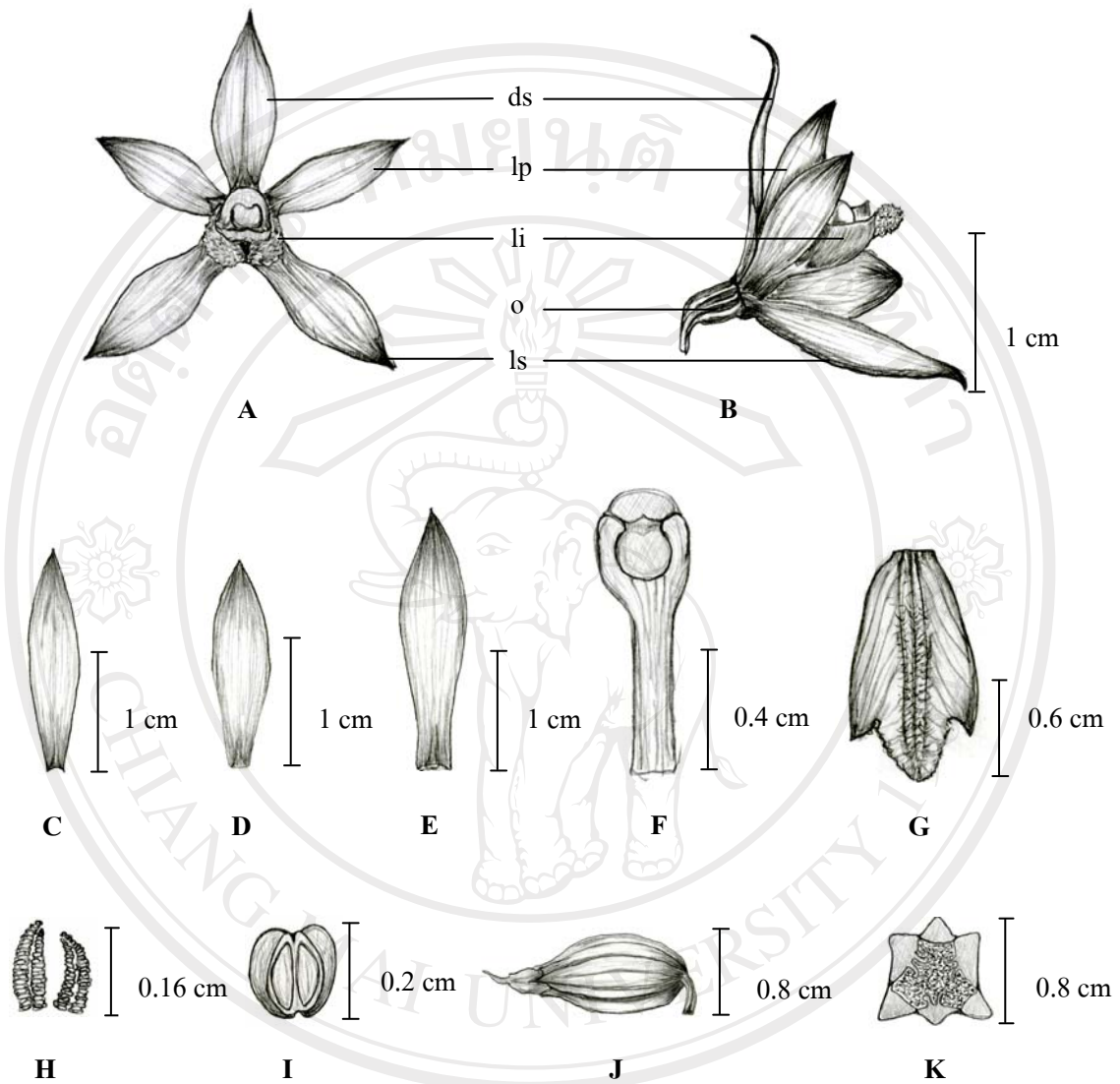
ภาพที่ 20 ภาพวาดแสดงส่วนประกอบของต้นพืชรหัส N 03

A = ต้นพืชระยะออกดอก ; B = ต้นพืชระยะเจริญทางใบ

b = bract ; bt = bracteole ; c = corm ; cr = corm root ; f = floret ; l = lamina

lst = lateral stolon ; pd = peduncle ; pt = petiole ; r = root ; ri = root initial

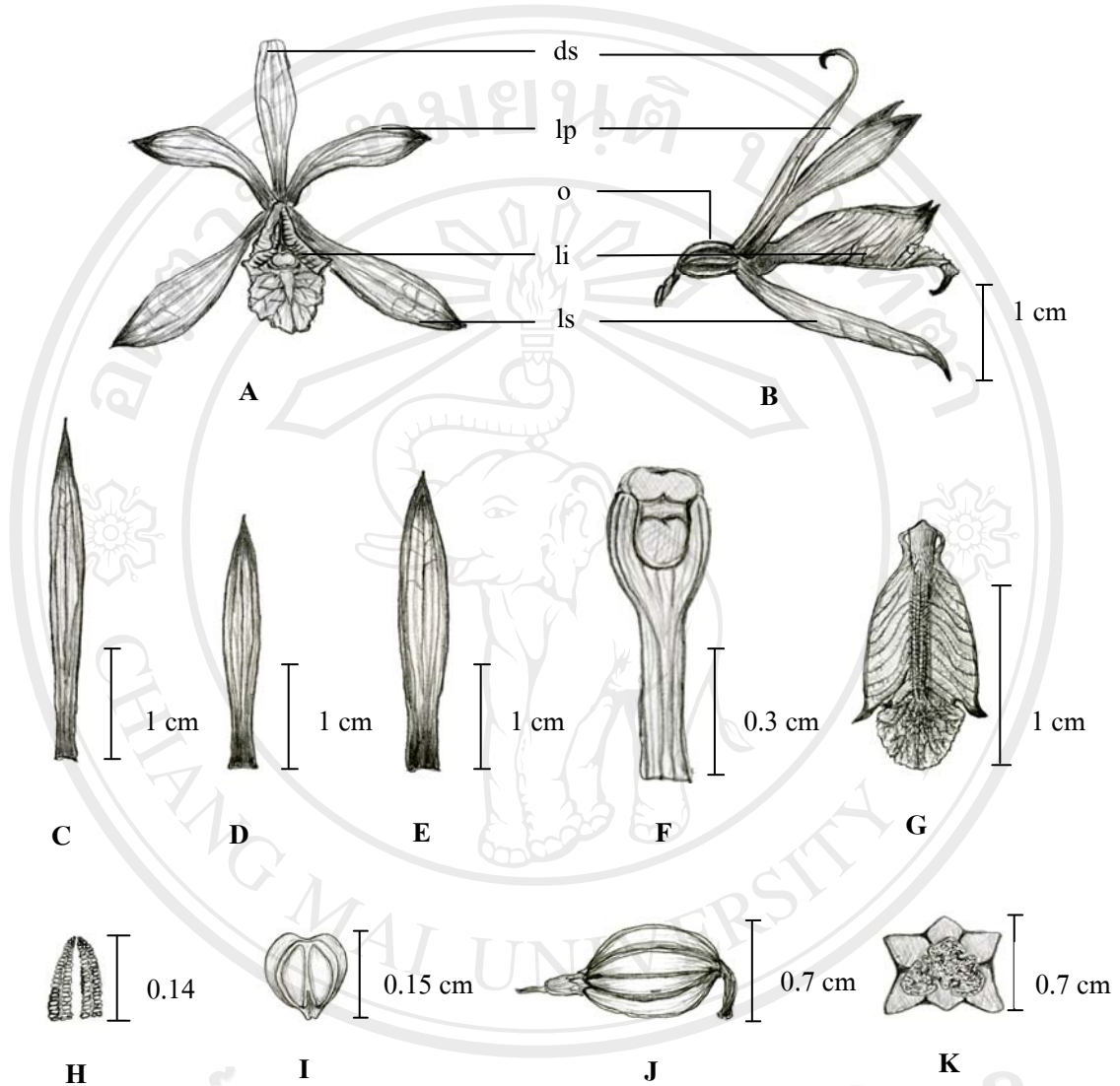
s = stem ; sr = stem root ; st = stolon ; str = stolon root



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University
 All rights reserved

ภาพที่ 21 ภาพวาดแสดงส่วนประกอบของดอก ของรหัส N 01
 A = ดอกด้านหน้า ; B = ดอกด้านข้าง ; C = กลีบเลี้ยงด้านบน ; D = กลีบดอก
 E = กลีบเลี้ยงด้านข้าง ; F = เส้นเกสร ; G = กลีบปาก ; H = เกสรเพศผู้
 I = ฝักครอบกลุ่มเรณู ; J = ฝัก ; K = ฝักผ่าตามขวาง
 ds = dorsal sepal ; li = lip ; lp = lateral petal ; ls = lateral sepal ; o = ovary

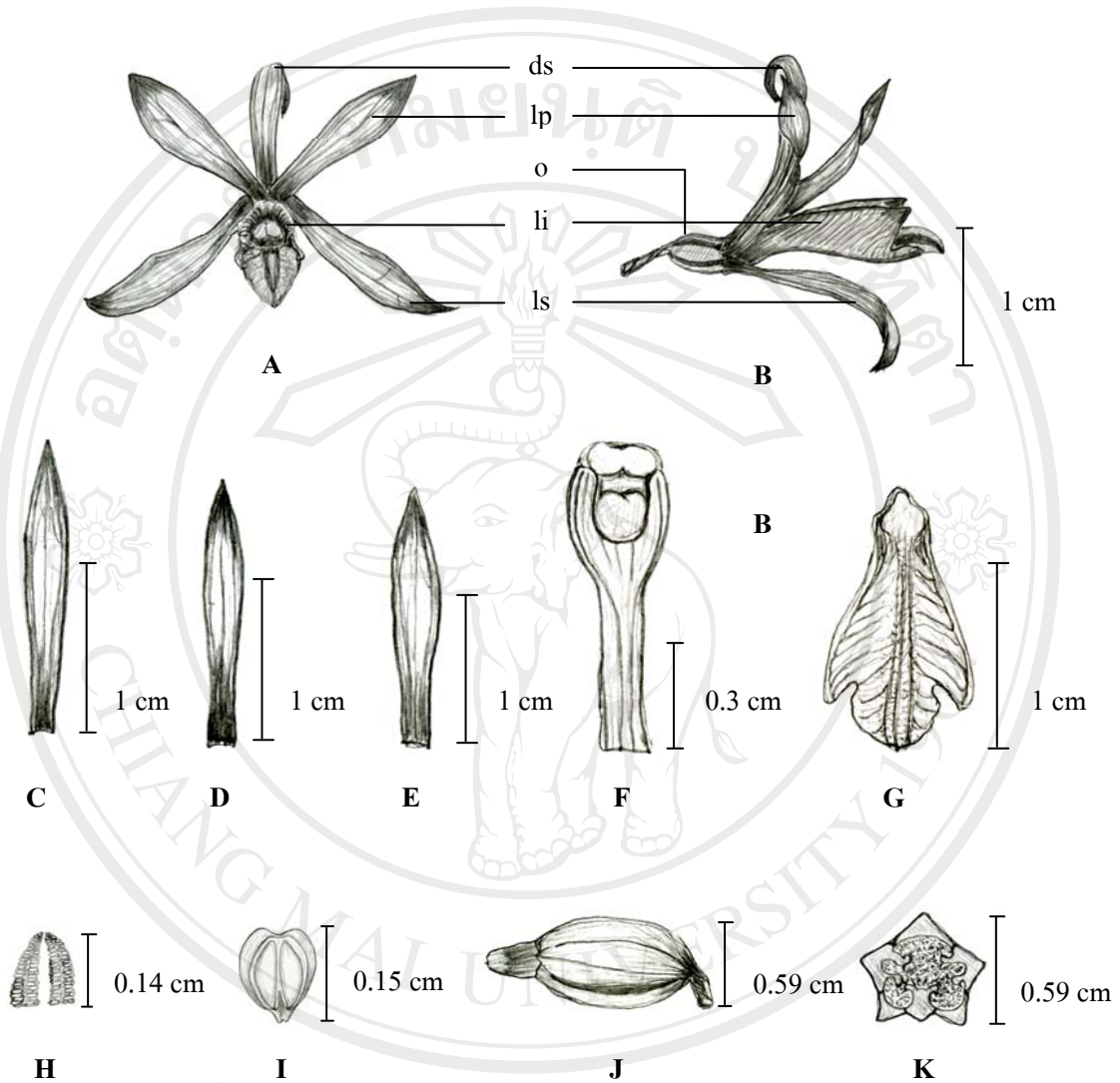


ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University

All rights reserved

ภาพที่ 22 ภาพวาดแสดงส่วนประกอบของดอก ของรหัส N 02
 A = ดอกด้านหน้า ; B = ดอกด้านข้าง ; C = กลีบเลี้ยงด้านบน ; D = กลีบดอก
 E = กลีบเลี้ยงด้านข้าง ; F = เส้นเกสร ; G = กลีบปาก ; H = เกสรเพศผู้
 I = ฝากรอบกลุ่มเรณู ; J = ฝัก ; K = ฝักผ่าตามขวาง
 ds = dorsal sepal ; li = lip ; lp = lateral petal ; ls = lateral sepal ; o = ovary



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ภาพที่ 23 ภาพวาดแสดงส่วนประกอบของดอก ของรหัส N 03
 Copyright © by Chiang Mai University
 All rights reserved

A = ดอกด้านหน้า ; B = ดอกด้านข้าง ; C = กลีบเลี้ยงด้านบน ; D = กลีบดอก

E = กลีบเลี้ยงด้านข้าง ; F = เส้าเกสร ; G = กลีบปาก ; H = เกสรเพศผู้

I = ฝักครอบกลุ่มเรณู ; J = ฝัก ; K = ฝักผ่าตามขวาง

ds = dorsal sepal ; li = lip ; lp = lateral petal ; ls = lateral sepal ; o = ovary

การทดลองที่ 2 การศึกษาลักษณะทางกายวิภาค

การศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของพืชทดลองเป็นการศึกษากับส่วนประกอบของต้นพืช คือ ราก ลำต้น ใบ ดอก และผล โดยศึกษาจากการตัดเนื้อเยื่อในภาคตัดตามขวางและตามยาวในอวัยวะดังกล่าว แล้วนำไปศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ จากผลการศึกษาพบว่าต้นพืชทั้ง 3 รหัส มีส่วนประกอบทางกายวิภาคที่คล้ายคลึงกัน และบางชิ้นส่วนมีรายละเอียดแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1. ราก

จากการตัดรากตามยาวและตามขวางพบว่ารากประกอบด้วยเนื้อเยื่อผิว (dermal tissue) เนื้อเยื่อคอร์เทกซ์ (cortex : ct) และ สตีล (stele : stl) (ภาพที่ 24) มีรูปร่างและรายละเอียดของเซลล์ในชั้นต่าง ๆ ดังนี้

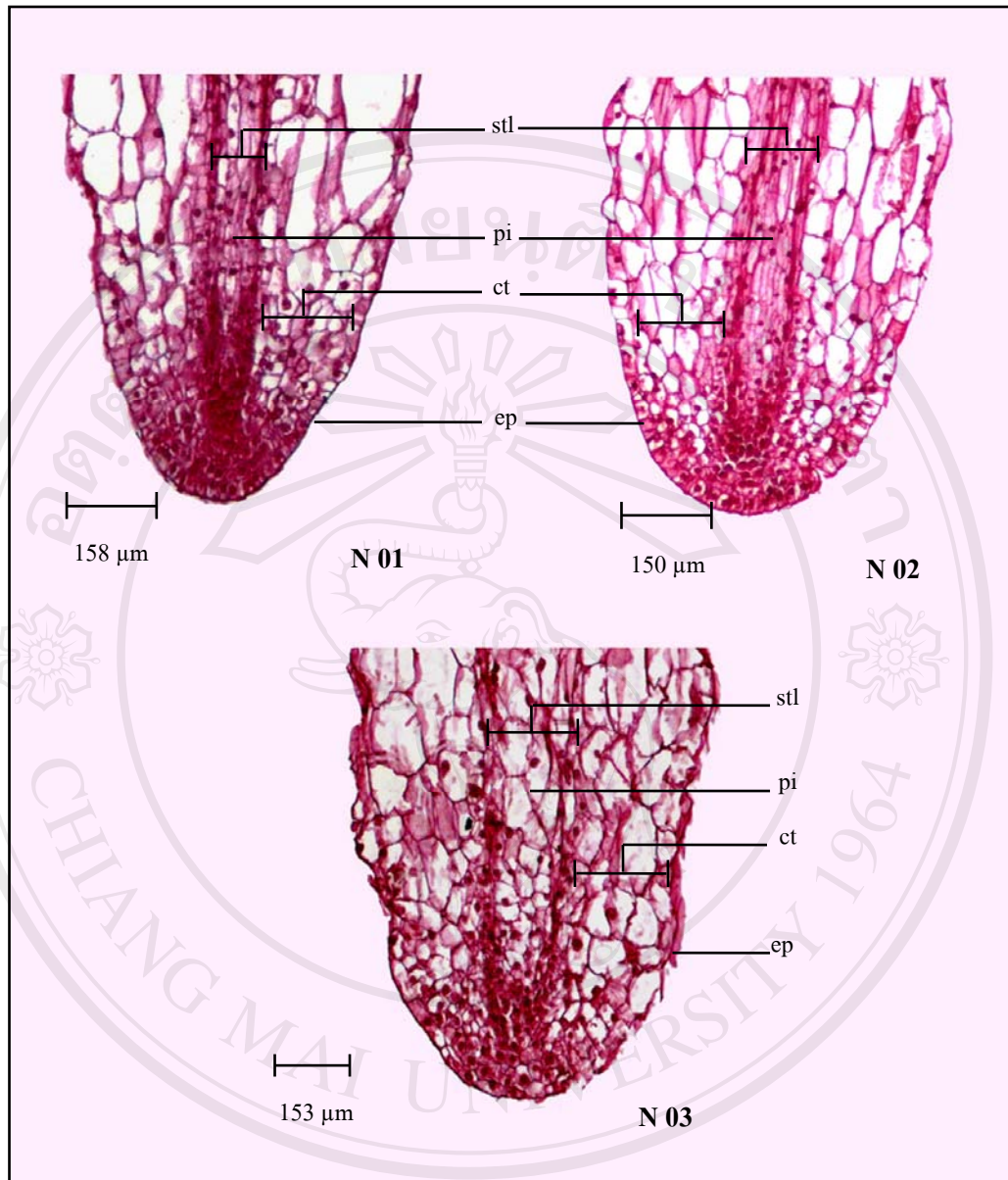
2.1.1. เนื้อเยื่อชั้นผิว (epidermis : ep) จากการศึกษาเนื้อเยื่อรากในภาคตัดขวางพบว่า เนื้อเยื่อผิวประกอบด้วยเซลล์ผิวชั้นเดียว โดยต้นพืช N 01 และ N 03 นั้น เซลล์ผิวมีลักษณะแคบและยาว เรียงต่อกันเป็นแถว เซลล์มีลักษณะยื่นส่วนเซลล์ผิวของ N 02 เซลล์มีรูปร่างสี่เหลี่ยมหรือค่อนข้างกลม ไม่แน่นอน มีหลายขนาดเรียงตัวกันแน่นเป็นแถวเดียว เซลล์มีขนาดใหญ่กว่าของ N 01 และ N 03 (ภาพที่ 24-26)

2.1.2. เนื้อเยื่อชั้นนอกของคอร์เทกซ์ (exodermis : ex) เซลล์ในชั้นนี้ไม่สามารถสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน เนื่องจากไม่แสดงขอบเขต

2.1.3. คอร์เทกซ์ (ct) เป็นเนื้อเยื่อพื้นที่อยู่ระหว่างกระบอกท่อลำเลียงกับเนื้อเยื่อผิว เนื้อเยื่อในชั้นนี้ประกอบไปด้วยเซลล์พาราเควิมามีขนาดใหญ่ รูปร่างค่อนข้างกลม ผนังเซลล์บางมีช่องว่างระหว่างเซลล์ เซลล์คอร์เทกซ์ในแถบรอบนอกมีขนาดเล็กและมีรูปร่างค่อนข้างเป็นสี่เหลี่ยมหรือหลายเหลี่ยมที่แคบและยาว เซลล์คอร์เทกซ์ของ N 02 หลายเซลล์ซึ่งเป็นเซลล์ขนาดใหญ่มากมีการสะสมสารไว้ข้างใน ส่วนของ N 01 และ N 03 นั้นเซลล์คอร์เทกซ์ไม่มีการสะสมสารไว้ภายใน (ภาพที่ 25 ถึง 27)

2.1.4. เอ็นโดเดอร์มิส (endodermis : en) เป็นเนื้อเยื่อชั้นในสุดของคอร์เทกซ์ อยู่ชิดกับเนื้อเยื่อรอบนอกของสตีล มี 1 ชั้นเซลล์ เซลล์มีขนาดเล็ก รูปร่างไม่แน่นอน พบในต้นพืชทั้ง 3 รหัส แต่การเรียงตัวของเซลล์ในชั้นนี้ไม่สม่ำเสมอ สังเกตเห็นได้ในบางบริเวณ (ภาพที่ 27)

2.1.5. เพอริไซเคิล (pericycle : prc) อยู่ระหว่างชั้นของเอ็นโดเดอร์มิสกับกระบอกท่อลำเลียง เซลล์มีขนาดเล็ก มี 1 ชั้นแต่เห็นไม่ชัดเจน สังเกตได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากเนื้อเยื่อในบางบริเวณ ถูกเบียดหายไป (ภาพที่ 25-27)

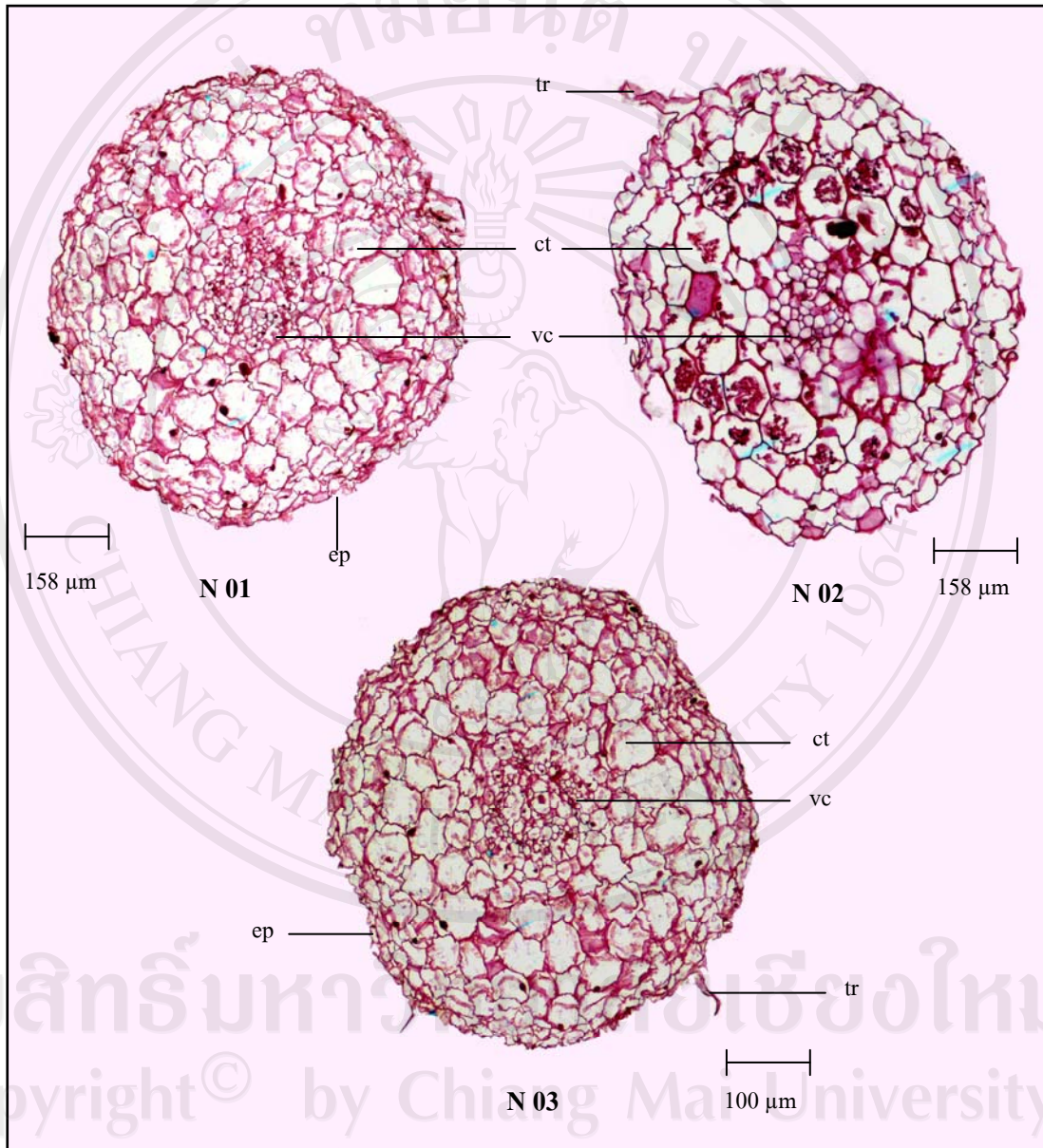


ภาพที่ 24 ภาคตัดยาวของปลายราก

ct = cortex ; ep = epidermis ; pi = pith ; stl = stele

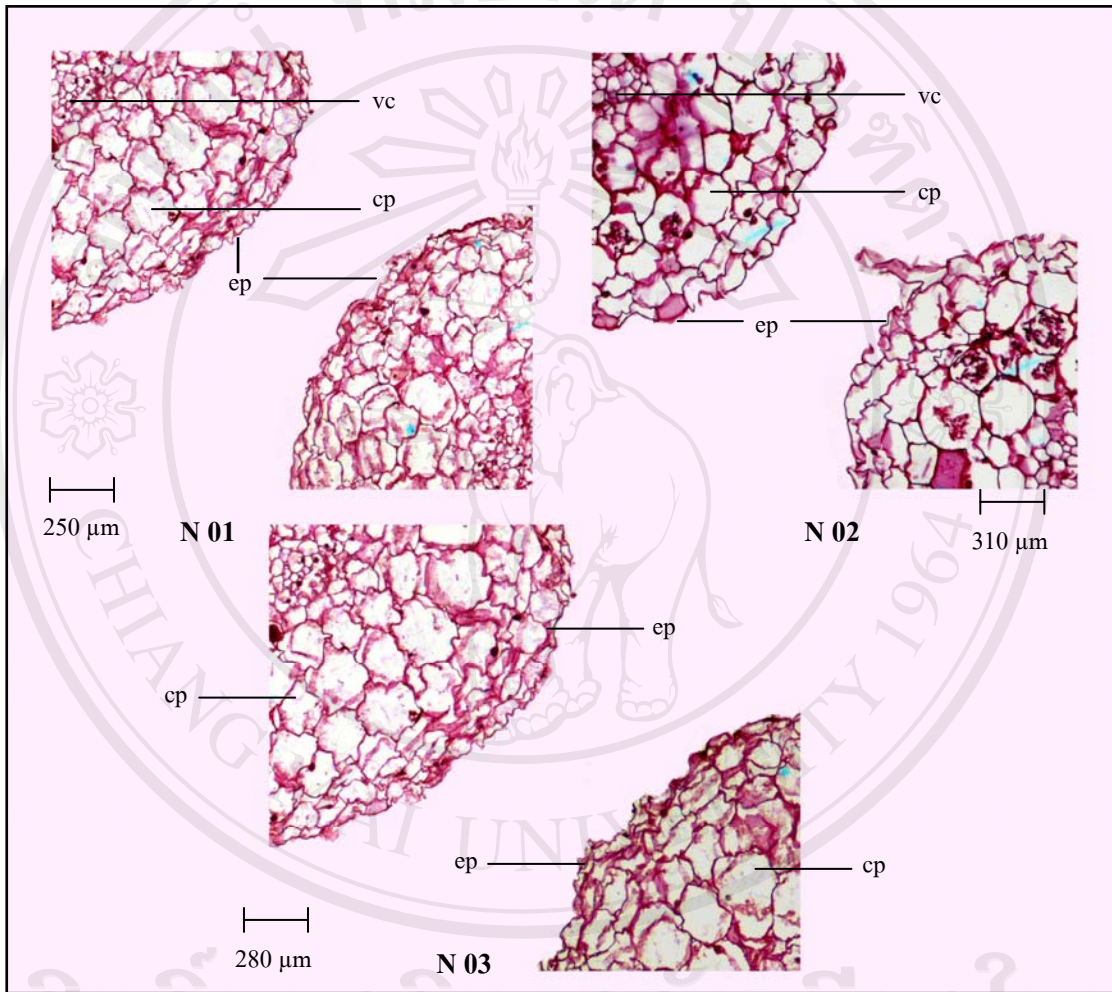
2.1.6. กระจุกท่อลำเลียง (vascular cylinder : vc) เป็นระบบเนื้อเยื่อลำเลียง ประกอบด้วยไซเล็ม (xylem : xy) และโฟลเอ็ม (phloem : ph) (ภาพที่ 24 และ 25) เรียงตัวแบบรัศมี ส่วนเนื้อเยื่อที่เป็นแกนกลาง (pith: pi) ซึ่งเป็นเซลล์พาราคิมารูปร่างค่อนข้างกลมนั้นเห็นได้จากภาพตัดตามยาวของปลายรากในภาพที่ 24 ส่วนในเนื้อเยื่อของรากที่เจริญเติบโตมากแล้วนั้น เนื้อเยื่อแกนกลางจะหายไป เนื่องจากถูกเนื้อเยื่อลำเลียงเจริญเบียดเข้าไปจนเต็มพื้นที่ด้านใน (ภาพที่ 25)

จากการศึกษาเนื้อเยื่อกระบอกลำเลียงของพืชทดลองทั้ง 3 ชนิด ในภาคตัดขวาง พบว่า N 02 มีขนาดของกระบอกลำเลียงเล็กกว่า N 01 และ N 03 แต่เซลล์ของ N 02 มีขนาดใหญ่กว่า



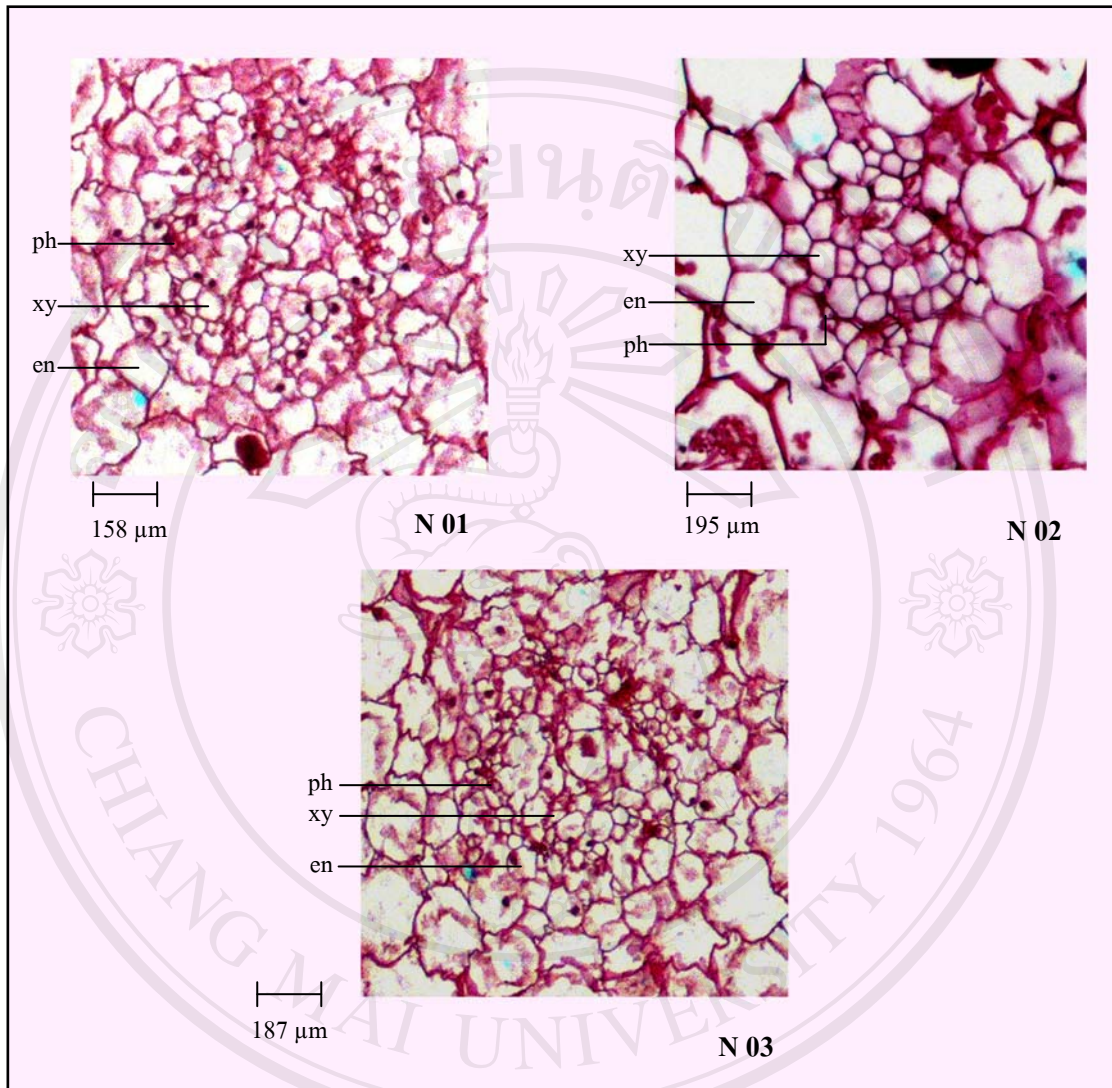
ภาพที่ 25 ภาคตัดขวางของราก N 01, N 02 และ N 03

ct = cortex ; ep = epidermis ; tr = trichome; vc = vascular cylinder



ภาพที่ 26 ภาคตัดขวางแสดงชั้นของเนื้อเยื่อราก

cp = cortical parenchyma ; ep = epidermis ; vc = vascular cylinder



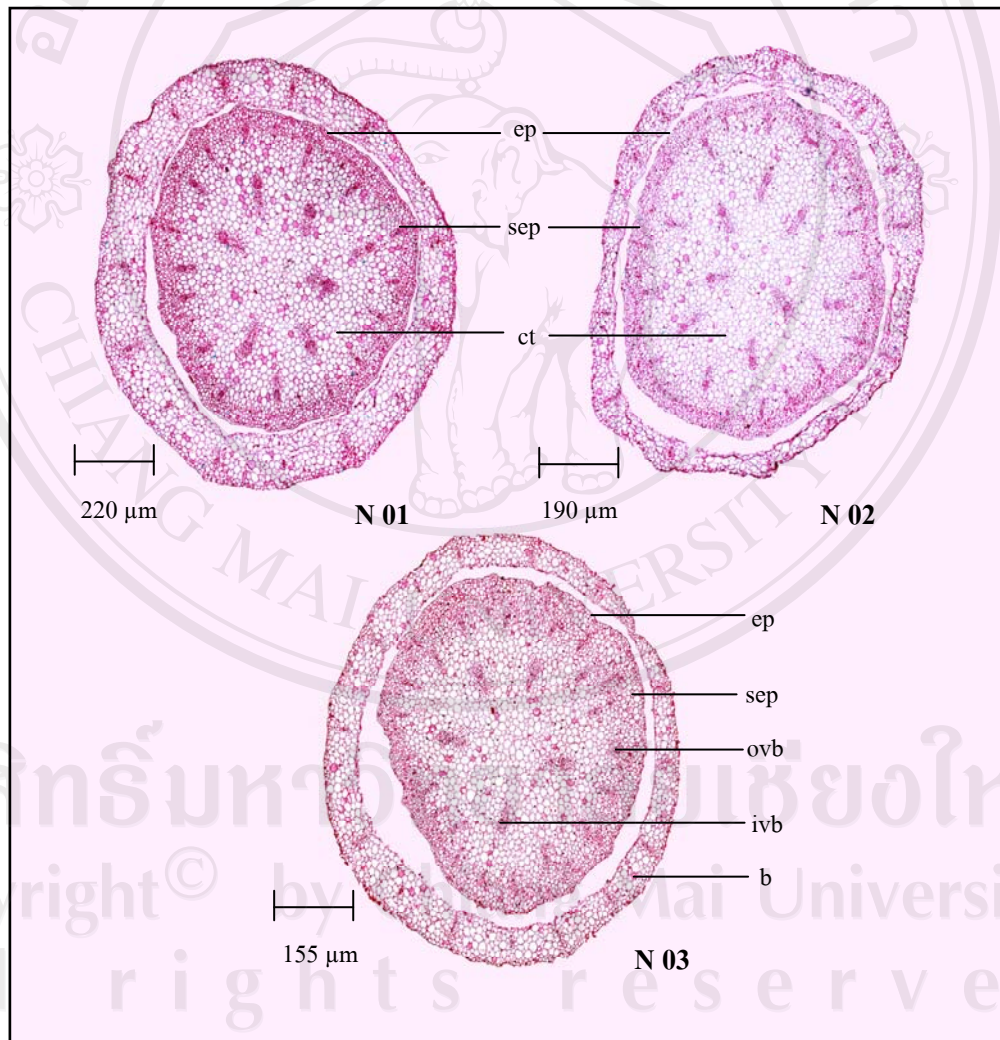
ภาพที่ 27 ภาคตัดขวางแสดงกระบอกลำเลียงของราก

en = endodermis ; ph = phloem ; xy = xylem

2.2 ลำต้น

การศึกษาเนื้อเยื่อของลำต้นนั้นต้องใช้ก้านใบเป็นตัวแทน เนื่องจากเนื้อเยื่อของลำต้นแข็งมาก ทำให้ภาคตัดขวางของเนื้อเยื่อนึกขาด ชั้นของเซลล์ไม่สมบูรณ์ จึงใช้เนื้อเยื่อของก้านใบซึ่งมีโครงสร้างเช่นเดียวกับลำต้นมาเป็นตัวแทน จากภาคตัดขวางของก้านใบ พบว่าเนื้อเยื่อของก้านใบประกอบด้วยระบบเนื้อเยื่อ 3 ระบบ ซึ่งมีรายละเอียดของเซลล์ในชั้นต่าง ๆ ดังแสดงในภาพที่ 28-31 ดังต่อไปนี้

2.2.1. เนื้อเยื่อชั้นผิว (ep) เป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกสุดของก้านใบ มี 1 ชั้นเซลล์เรียงตัวโดยรอบเป็นแถวยาว ประกอบด้วยเซลล์พารากิมาขนาดเล็กรูปปร่างหลายแบบ ตั้งแต่ค่อนข้างกลม ถึงเหลี่ยม จนถึงหลายเหลี่ยม (ภาพที่ 28 และ 29) เซลล์ในชั้นนี้มีปากใบปรากฏอยู่แต่พบน้อย มีขนาดของเซลล์กลมและช่องว่างใต้ปากใบแคบ ต้นพืชทุกรหัสมีเซลล์ใต้ชั้นผิว (subepidermis : sep) เรียงตัวกันหลายชั้น เป็นเซลล์ที่มีขนาดใหญ่กว่าเซลล์ผิว มีผนังเซลล์หนาเรียงตัวแน่น เห็นเป็นแถบที่ติดสีเข้มอยู่ใต้ชั้นผิว แถบนี้ของต้นพืชรหัส N 03 ปรากฏเป็นแถบใหญ่กว่ารหัสอื่น และ N 02 มีแถบแคบกว่ารหัสอื่น ในพื้นที่ของชั้นใต้เซลล์ผิวนี้ไม่ปรากฏมัดท่อลำเลียง (ภาพที่ 28)

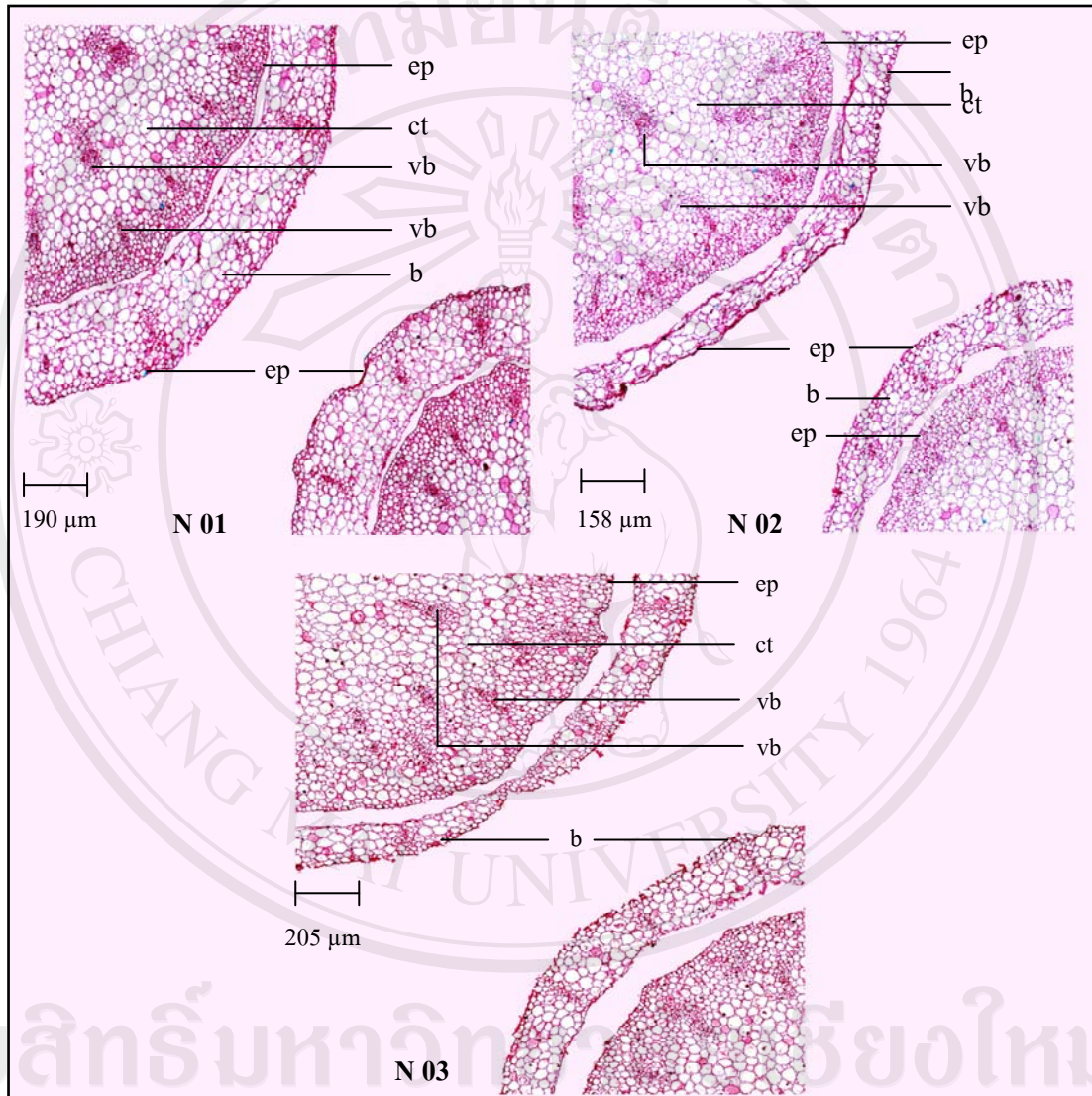


ภาพที่ 28 ภาคตัดขวางของก้านใบ N 01, N 02 และ N 03

b = bract ; ct = cortex ; ep = epidermis ; ivb = inner vascular bundle

ovb = outer vascular bundle ; sep = subepidermis

2.2.2 คอรัเทกซ์ (ct) เป็นเนื้อเยื่อพื้น ประกอบด้วยเซลล์พาราเควมาหลายขนาด หลายรูปร่าง ไม่แน่นอน เรียงตัวแน่น มีช่องว่างระหว่างเซลล์เป็นบางพื้นที่ มีมัดท่อลำเลียงปรากฏอยู่ในเนื้อเยื่อชั้นนี้ (ภาพที่ 28-30)



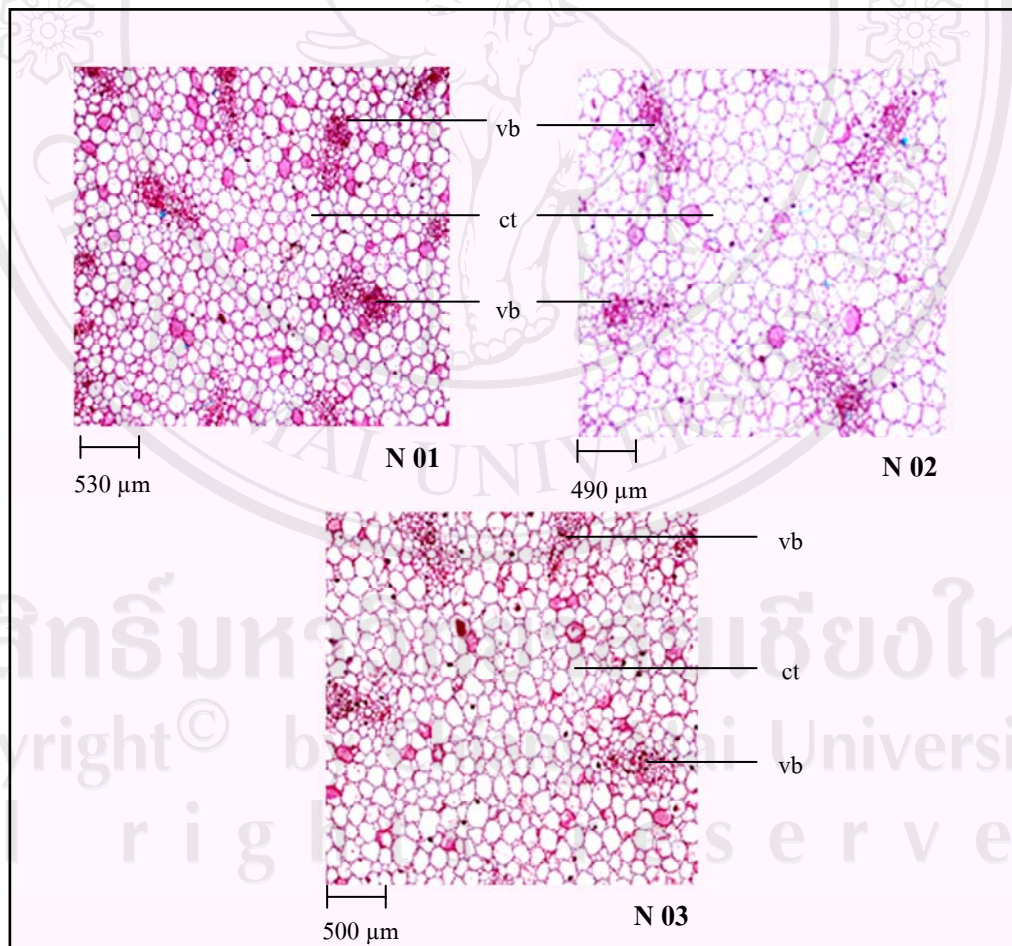
ภาพที่ 29 ภาคตัดขวางของก้านใบแสดงชั้นของเนื้อเยื่อ

b = bract ; ct = cortex ; ep = epidermis ; vb = vascular bundle

2.2.3 มัดท่อลำเลียง (vascular bundle : vb) มัดท่อลำเลียงในก้านใบเป็นแบบท่อลำเลียงเคียงข้าง มีไซเล็มอยู่ด้านในและโฟลเอ็มอยู่ด้านนอก เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ กระจาย มัดท่อลำเลียงมีรูปร่างหลายแบบ รูปร่างของมัดส่วนใหญ่เป็นแนวยาว ทางซ้ายโฟลเอ็มมีกลุ่มเซลล์ในปริมาณมากกว่า รูปร่างป้าน ส่วนกลุ่มเซลล์ของไซเล็มมีลักษณะเรียวยาว รูปร่างมัดเป็น

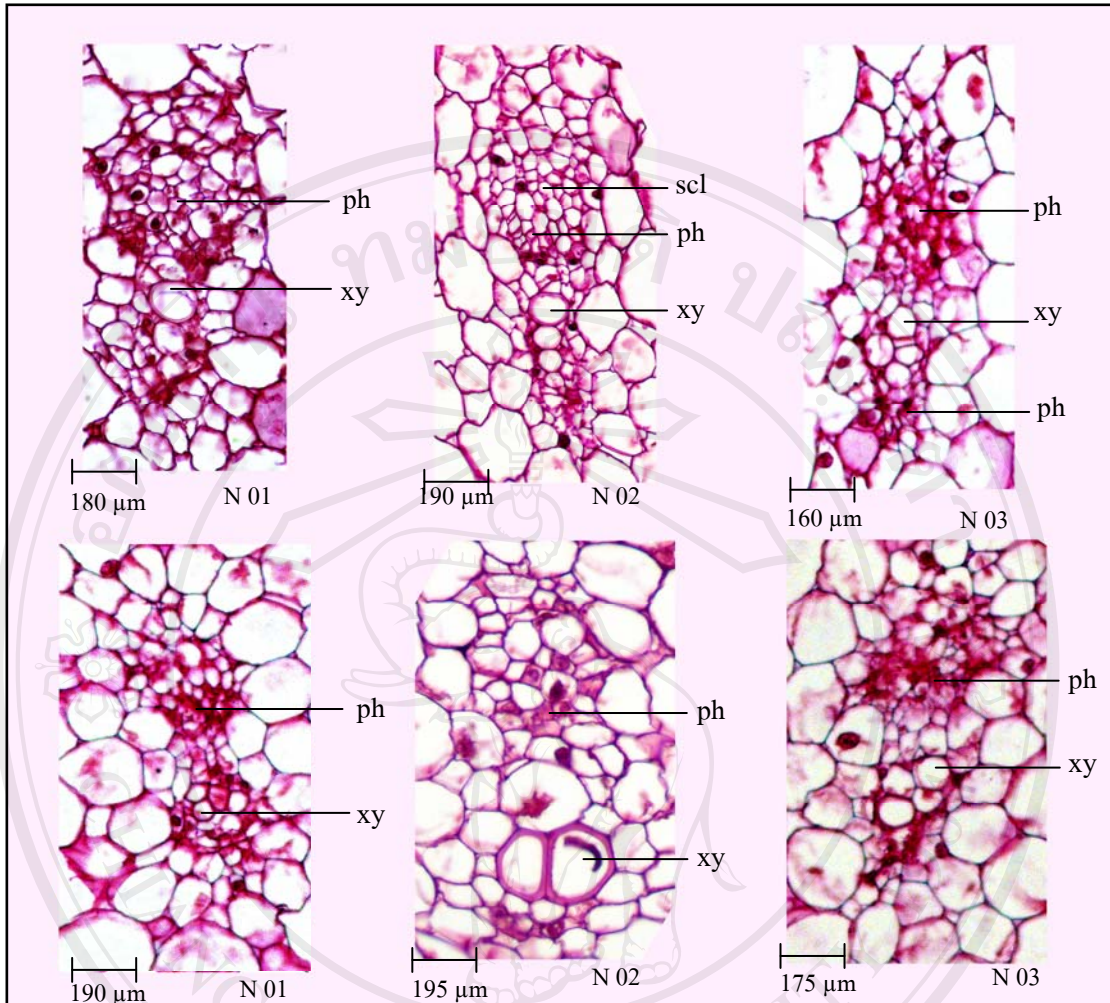
แบบหยดน้ำ มัดท่อลำเลียงในภาคตัดขวางของก้านใบมีรูปร่างเป็นหยดน้ำเสียเป็นส่วนใหญ่ มีบางมัดที่มีรูปร่างเป็นรูปกลม หรือรูปไข่ สำหรับ N 01 นั้น พบว่ามีมัดท่อลำเลียงในปริมาณที่มาก และมีมัดท่อลำเลียงขนาดใหญ่มากกว่า N 02 และ N 03 ส่วน N 02 นั้นมัดท่อลำเลียงมีขนาดแคบกว่ารหัสอื่น และ N 03 มีมัดท่อลำเลียงมากกว่า N 02 (ภาพที่ 28-30) รูปร่างของมัดท่อลำเลียง และลักษณะของการปรากฏของเซลล์ท่อลำเลียงเห็นได้จาก ภาพที่ 31 ซึ่งภาพนี้จะเห็นว่าภายในมัดท่อลำเลียงขนาดใหญ่ มีเซลล์สเคลอเรนจิมอยู่ค่อนข้างมาก

การเรียงตัวของท่อลำเลียงแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่อยู่ติดกับเซลล์ได้ชั้นผิว หรือ บริเวณคอร์เทกซ์ด้านนอก เป็นมัดท่อลำเลียงขนาดเล็กเป็นส่วนใหญเรียงตัวขนานไปกับเซลล์ชั้นได้เซลล์ผิว ถัดเข้าไปเป็นที่เกิดของมัดท่อลำเลียงขนาดกลางและขนาดใหญ่ ซึ่งเรียงตัวกระจาย (ภาพที่ 30)



ภาพที่ 30 ภาคตัดขวางของก้านใบแสดงมัดท่อลำเลียง

ct = cortex ; ep = epidermis ; vb = vascular bundle



ภาพที่ 31 ภาคตัดขวางของก้านใบแสดงมัดท่อลำเลียงขนาดใหญ่

ph = phloem ; scl = sclerenchyma ; xy = xylem

2.3 ใบ

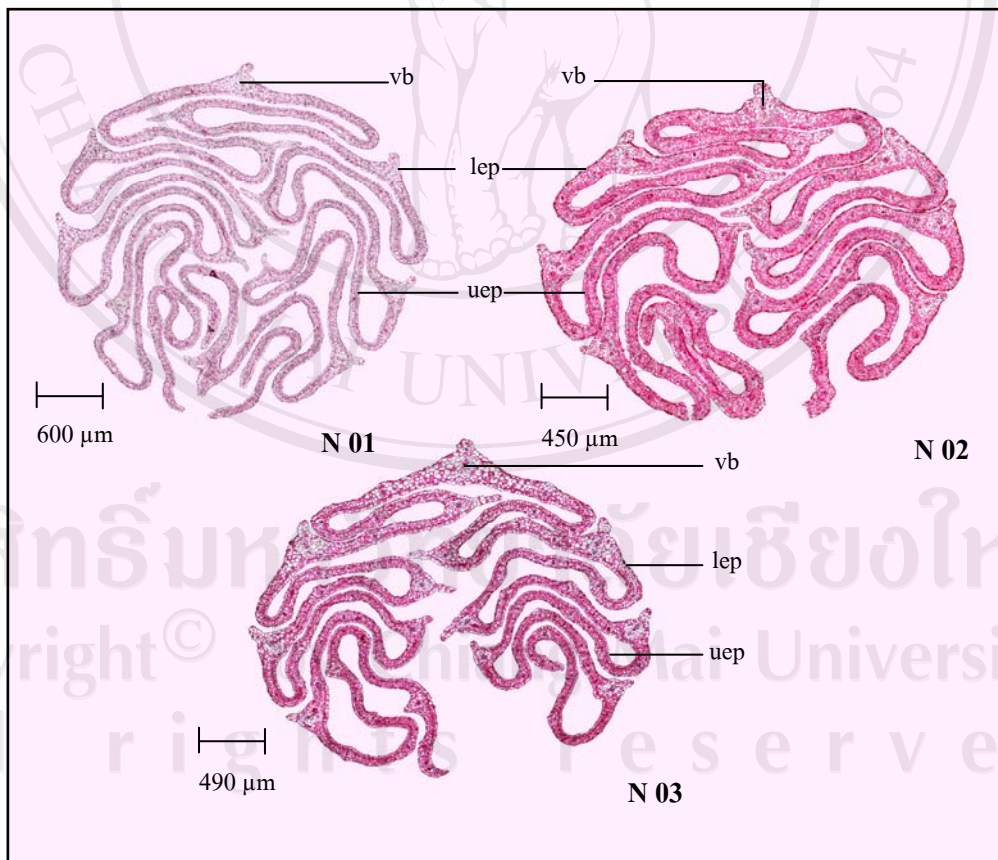
ใบของแผ่นดินเย็นประกอบด้วยระบบเนื้อเยื่อ 3 ระบบ เช่นกัน ได้แก่ เนื้อเยื่อผิว เนื้อเยื่อพื้น และเนื้อเยื่อลำเลียง (ภาพที่ 32 และ 33) จากภาคตัดขวางของใบ เห็นส่วนประกอบของเนื้อเยื่อต่าง ๆ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.3.1 เนื้อเยื่อผิว (ep) ประกอบด้วยเซลล์พาราคีมา เรียงต่อกันเป็นแถวอยู่ด้านบนและด้านล่างของใบ ด้านละ 1 ชั้นเซลล์ เนื้อเยื่อผิวด้านใต้ใบมีปากใบปรากฏอยู่เป็นจำนวนมาก สันนูนของเส้นใบเรียงตัวแบบสลับบนล่าง สำหรับต้นพืชรหัส N 01 ชั้นของเนื้อเยื่อผิวทั้ง 2 ด้านมีขนาดของเซลล์ใกล้เคียงกัน คือ เป็นเซลล์พาราคีมาสี่เหลี่ยมที่แคบและยาว จนถึงรูปร่างเกือบกลม ส่วนพืชรหัส N 02 และ N 03 เนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านบนประกอบด้วยเซลล์พาราคีมา

รูปร่างค่อนข้างกลมจนถึงสี่เหลี่ยม ส่วนเนื้อเยื่อด้านใต้ใบ ขนาดของเซลล์ผิวเล็กกว่าและรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมที่ยาวและแคบ (ภาพที่ 33)

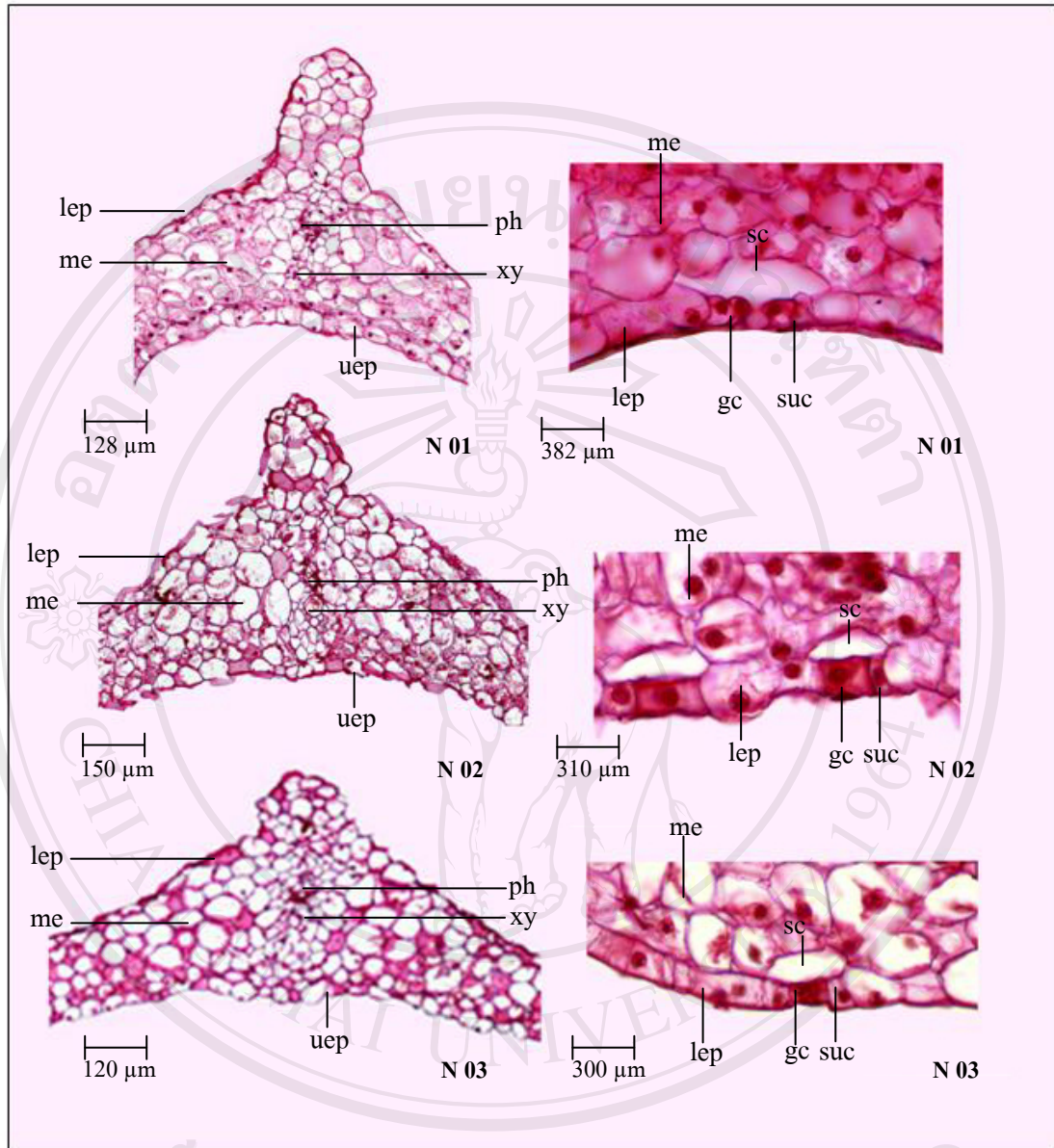
2.3.2 มีโซฟิลล์(mesophyll : me) เป็นเนื้อเยื่อพื้นของใบ อยู่ระหว่างเนื้อเยื่อผิวทั้ง 2 ด้าน (ภาพที่ 32 และ 33) ประกอบด้วยเซลล์พารากิมาเรียงตัวกันแน่น เซลล์มีหลายขนาด ส่วนใหญ่มีขนาดใหญ่ รูปร่างหลายเหลี่ยม ถึงค่อนข้างกลม พบช่องว่างระหว่างเซลล์บ้างในบางบริเวณ เนื้อเยื่อในชั้นนี้ไม่แบ่งเป็นชั้นของแพลิวชดและสพอนจี ปากใบ (stomata : st) พบเฉพาะด้านใต้ใบ เซลล์คุม (guard cell : gc) และเซลล์ข้างเซลล์คุม (subsidiary cell : suc) มีขนาดเท่าเซลล์ผิว ช่องว่างใต้ปากใบ (substomatal chamber : sc) มีขนาดเล็ก มีพื้นที่อยู่เฉพาะบริเวณใต้เซลล์คุม และเซลล์ข้างเซลล์คุม (ภาพที่ 33)

2.3.3 มัดท่อลำเลียง (vb) มีลักษณะเป็นท่อลำเลียงเคียงข้าง เรียงตัวตามความยาวของใบ มีเซลล์ไซเล็มอยู่ด้านผิวใบด้านบน และเซลล์โฟลเอ็มอยู่ด้านผิวใบด้านใต้ใบ เส้นกลางใบมีขนาดใกล้เคียงกับเส้นใบรอง มัดท่อลำเลียงมีลักษณะแคบ และยาวเรียว (ภาพที่ 32 และ 33)



ภาพที่ 32 ภาคตัดขวางของใบ

lep = lower epidermis ; uep = upper epidermis ; vb = vascular bundle



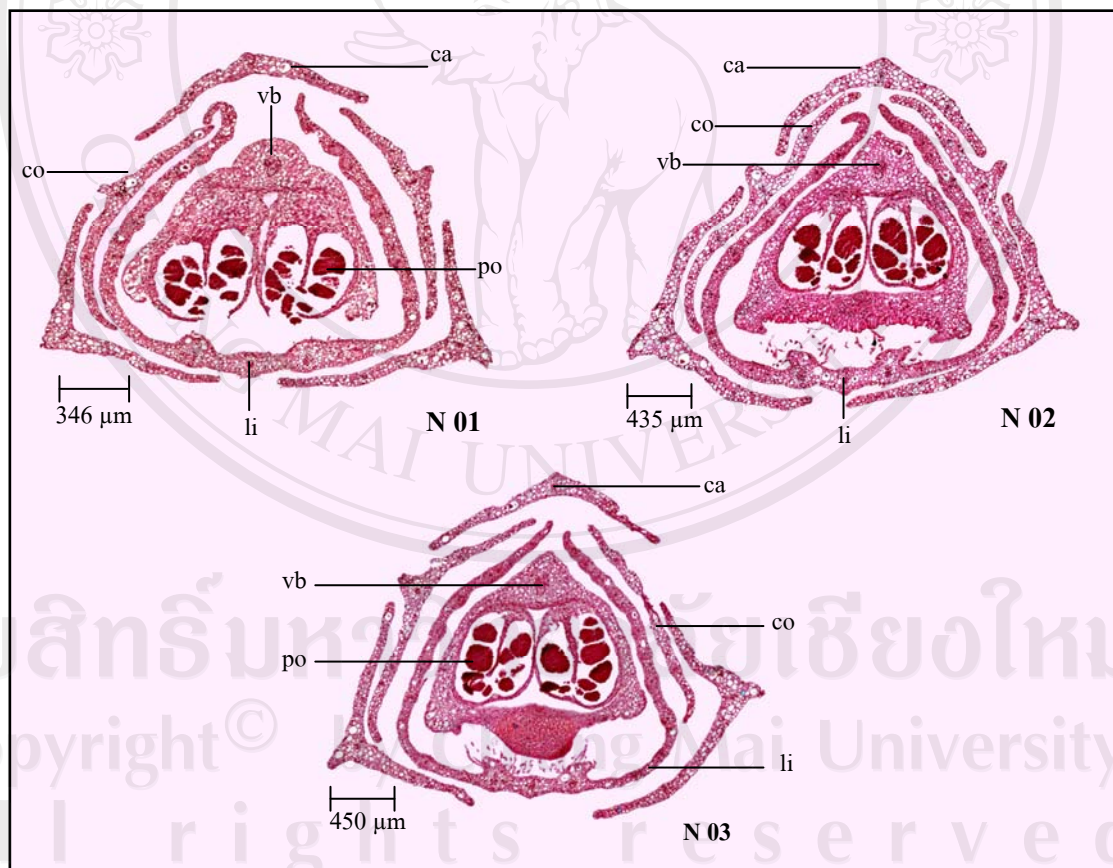
ภาพที่ 33 ภาคตัดขวางของใบของแสดงเส้นใบ และปากใบ

gc = guard cell ; lep = lower epidermis ; me = mesophyll ; ph = phloem ; sc = substomatal chamber
 suc = subsidiary cell ; uep = upper epidermis ; xy = xylem

2.4. ดอก

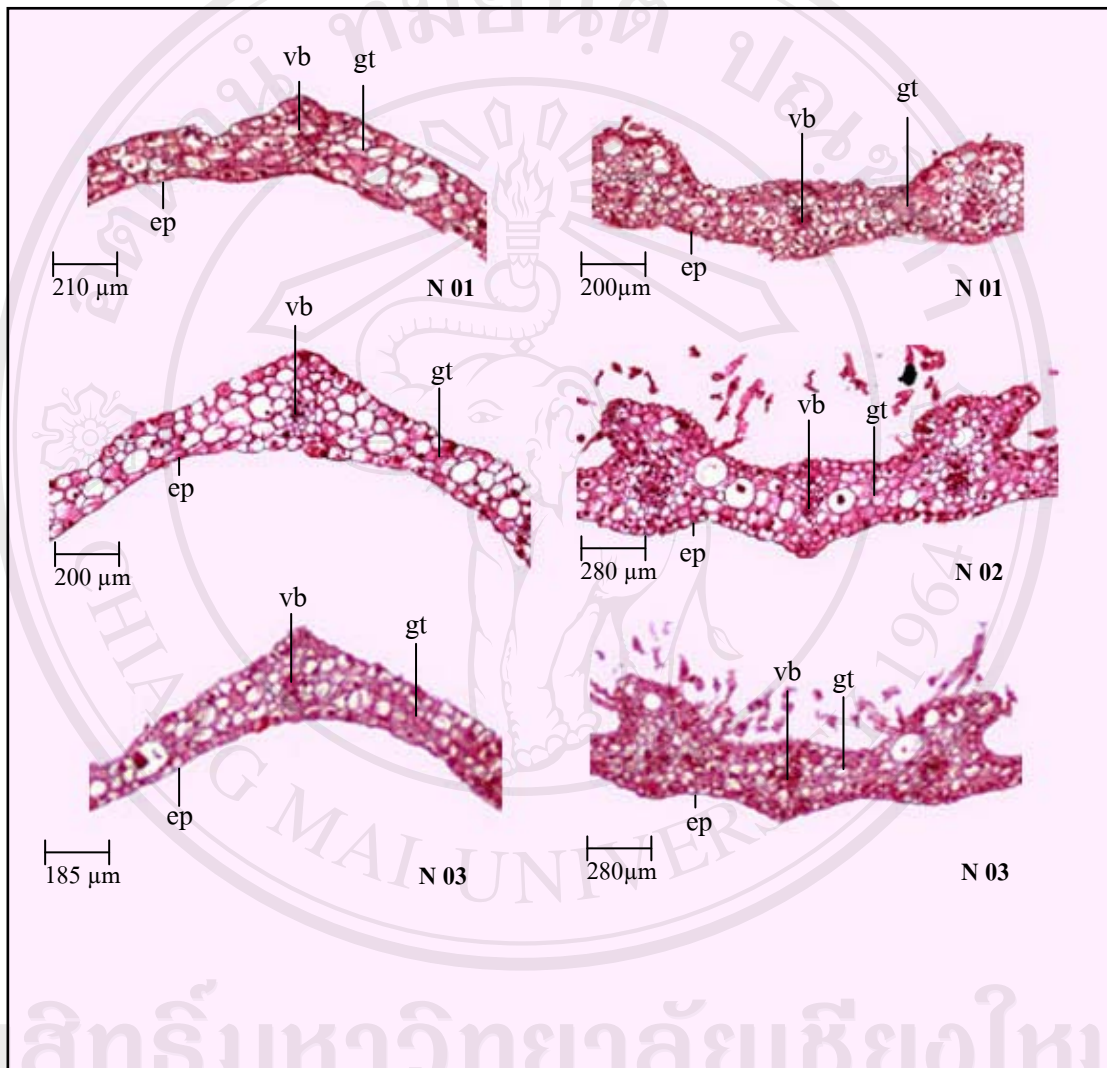
ศึกษาลักษณะทางกายวิภาควิทยาของดอกของแผ่นดินเย็น โดยใช้ดอกอ่อนที่มีความยาวประมาณ 1.5 ซม มาตัดตามยาว และ ตามขวาง (ภาพที่ 11 และ 12) เพื่อศึกษาส่วนประกอบของดอกและระบบเนื้อเยื่อต่าง ๆ การศึกษาพบว่า ดอกของแผ่นดินเย็นเป็นดอกแบบสมมาตร

ด้านข้าง รังไข่ (ovary : o) อยู่ใต้ส่วนประกอบอื่น ๆ ของดอก ดอกมีส่วนประกอบครบทั้ง 4 วง คือ มีวงของกลีบเลี้ยง (calyx : ca) วงของกลีบดอก (corolla : co) เกสรเพศผู้เกาะเป็นก้อนหลวม ๆ อยู่ภายในอับเรณู อยู่ปลายสุดของเส้าเกสร (column : c) ปลายยอดเกสรเพศเมีย (stigma : sti) มีลักษณะเป็นแฉ่งเว้าอยู่ด้านใต้เส้าเกสร ภายในรังไข่มีออวุลบรรจุอยู่เป็นจำนวนมาก และจากการศึกษาระบบเนื้อเยื่อดังกล่าวพบว่า กลีบดอก (petal : p) ประกอบด้วยเนื้อเยื่อผิว เนื้อเยื่อพื้น และเนื้อเยื่อลำเลียง ในลักษณะเดียวกันกับใบ สำหรับเนื้อเยื่อผิวนั้นเป็นเซลล์พาราเรงคิมา มีขนาดเล็ก รูปร่างค่อนข้างกลม เรียงเป็นแถวยาว เนื้อเยื่อพื้นประกอบด้วยเซลล์พาราเรงคิมาที่มีขนาดใหญ่กว่าเซลล์ผิวเรียงตัวกันแน่น เนื้อเยื่อในชั้นนี้พบมัดท่อลำเลียงปรากฏอยู่ การเรียงตัวของมัดท่อลำเลียงคล้ายกับใบ แต่มัดมีขนาดเล็กกว่า ก้านชูเกสรเพศผู้มีมัดท่อลำเลียง 1 กลุ่ม อยู่บริเวณแกนกลางของก้าน มีขนาดใหญ่กว่ามัดท่อลำเลียงอื่น ๆ ของดอก (ภาพที่ 34 ถึง 37)



ภาพที่ 34 ภาคตัดขวางของดอก ที่มีความยาว 1.5 ซม

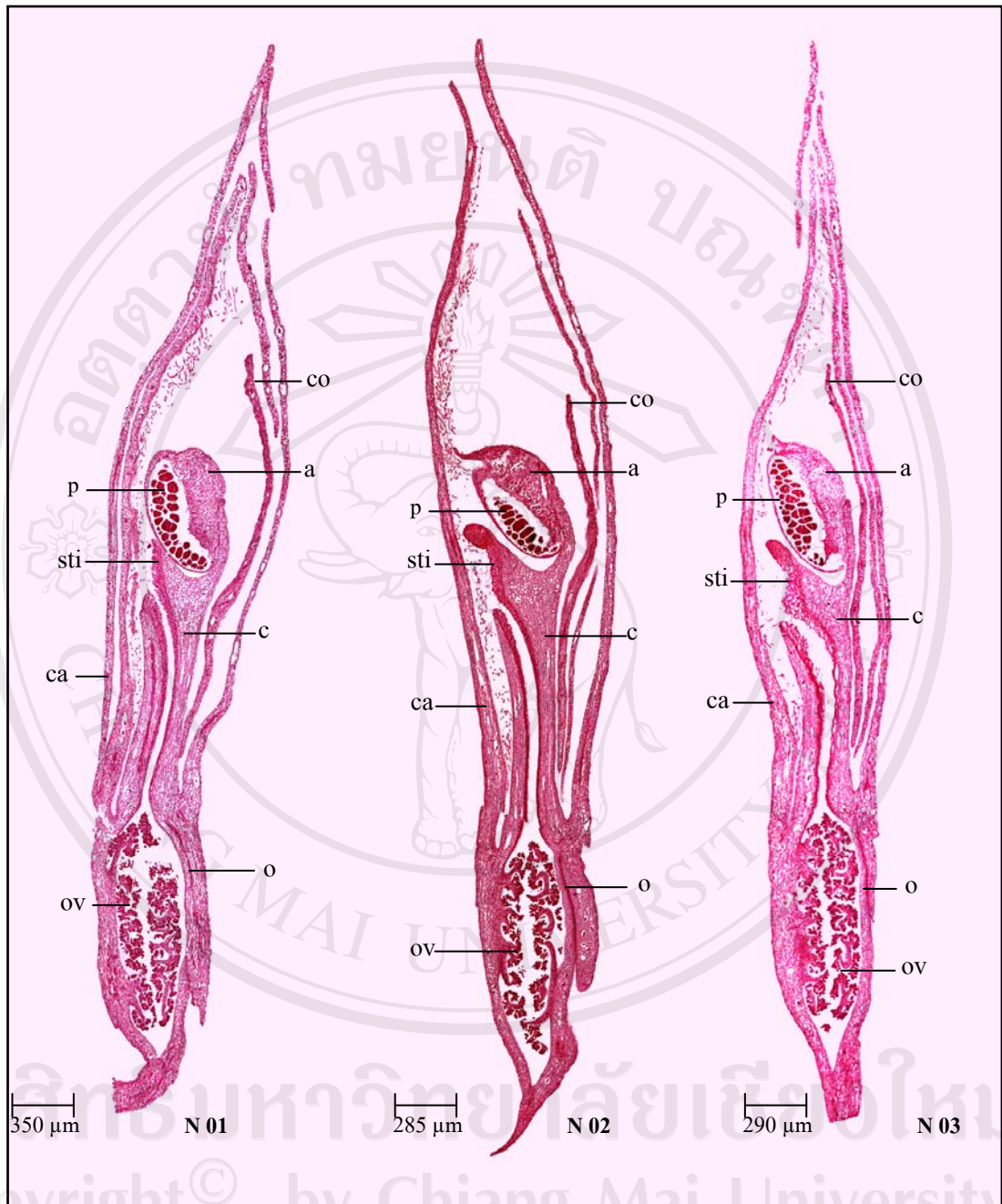
ca = calyx ; co = corolla ; li = lip ; po = pollen ; vb = vascular bundle



ภาพที่ 35 ภาคตัดขวางของกลีบดอกแผ่นดินเย็น

ep = epidermis ; gt = ground tissue ; vb = vascular bundle

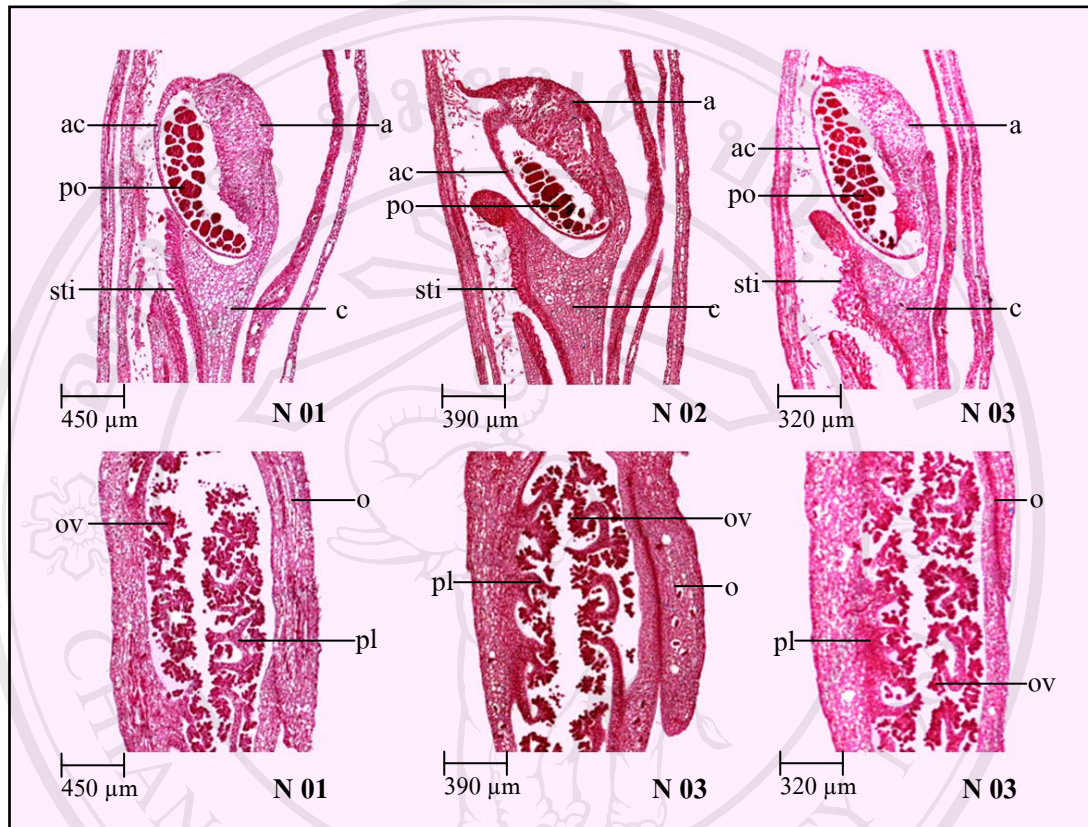
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 36 ภาคตัดยาวของดอกที่มีความยาว 1.5 ซม

a = anther ; c = column ; ca = calyx ; co = corolla ; o = ovary

ov = ovule ; p = pollinia ; sti = stigma



ภาพที่ 37 ภาคตัดขวางของดอกที่มีความยาว 1.5 ซม

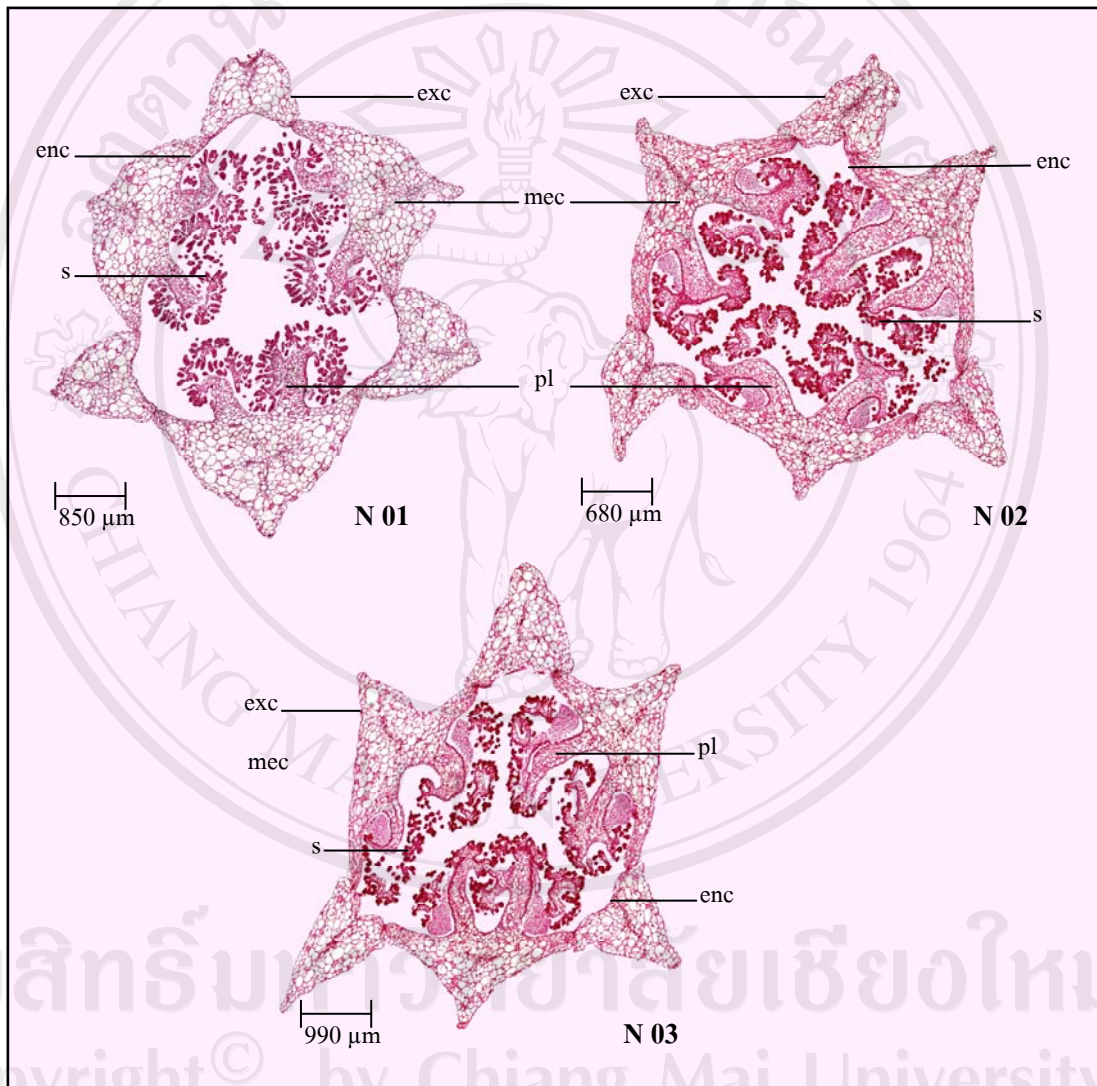
a = anther ; ac = anther cap ; c = column ; o = ovary

ov = ovule ; po = pollen ; pl = placenta

2.5 ฝัก

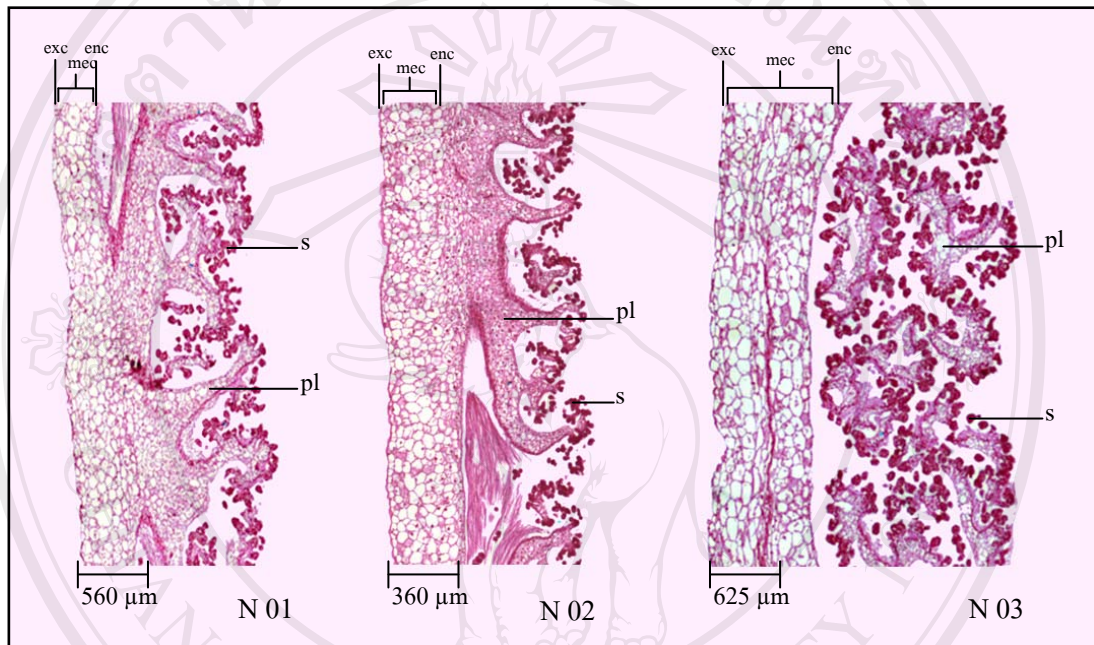
ลักษณะทางกายวิภาควิทยาของฝักหรือผลของแผ่นดินเย็น เมื่อดูจากภาคตัดขวาง พบว่าฝักของกล้วยไม้ชนิดนี้มีลักษณะเป็นสันแหลมคล้ายแฉกดาว ภายในฝักแบ่งออกเป็น 3 คาร์เพล (ภาพที่ 15 และ 16) มีเมล็ด (seed : s) ติดอยู่กับผนังของไข่แบบพลาเซนตาดตามแนวตะเข็บ เนื้อเยื่อของฝักคล้ายกับผลของพืชอื่น ๆ โดยทั่วไป ประกอบด้วย ชั้นนอกสุดของผลเป็นชั้นของผนังผลชั้นนอก (exocarp : exc) ถัดเข้าไปเป็นผนังผลชั้นกลาง (mesocarp : mec) ประกอบด้วยเซลล์พาราเรงคิมาที่มีขนาดใหญ่ มีรูปร่างค่อนข้างกลมเรียงอัดตัวกันแน่น ในเนื้อเยื่อ

ชั้นนี้มีมัดท่อลำเลียงปรากฏอยู่ ส่วนชั้นในสุดเป็นผนังผลชั้นใน (endocarp ; enc) มี 1 ชั้นเซลล์ เรียงตัวเป็นแถวเดี่ยว เซลล์มีขนาดเล็ก รูปร่างสี่เหลี่ยม มีขนาดค่อนข้างสม่ำเสมอ



ภาพที่ 38 ภาคตัดขวางของฝักที่มีอายุ 4 วัน

enc = endocarp ; exc = exocarp ; mec = mesocarp ; pl = placenta ; s = seed



ภาพที่ 39 ภาคตัดยาวของฝักอายุ 4 วัน

enc = endocarp ; exc = exocarp ; mec = mesocarp ; pl = placenta ; s = seed

การทดลองที่ 3 การศึกษาเซลล์วิทยา

การทดลองนี้มีจุดประสงค์ในการศึกษาเทคนิคในการเตรียมเนื้อเยื่อปลายราก และปลายไหลเพื่อศึกษาโครโมโซมของแผ่นดินเย็นรหัส N 01, N 02 และ N 03 โดยการเก็บตัวอย่างในกรรมวิธีต่าง ๆ เพื่อได้ช่วงเวลาที่เซลล์อยู่ในระยะเมตาเฟสของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส หาความยาวนานที่เหมาะสมในการหยุดวงจรเซลล์ เพื่อให้ได้เซลล์ที่มีโครโมโซมหดสั้น เห็นโครโมโซมชัดเจน เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการนับจำนวนโครโมโซม และหาความยาวนานของการย้อมสีโครโมโซมเพื่อให้โครโมโซมติดสีชัดเจน เมื่อได้เทคนิคที่เหมาะสมจึงใช้เทคนิคดังกล่าวหาจำนวนโครโมโซมของพืชทดลองทั้ง 3 รหัส

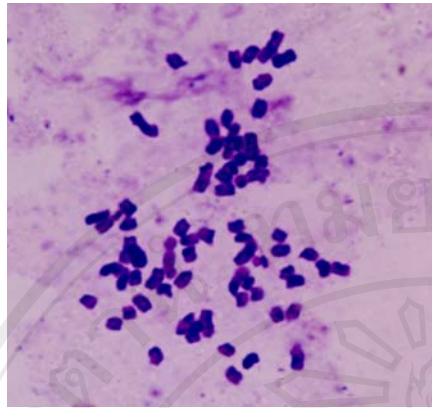
ผลการทดลองพบว่าตัวอย่างของเนื้อเยื่อปลายรากและปลายไหลของพืชทดลอง N 01, N 02 และ N 03 ตอบสนองต่อกรรมวิธีของการทดลองคล้ายคลึงกัน มีความแตกต่างปรากฏในบางกรณีดังนี้

3.1 N 01

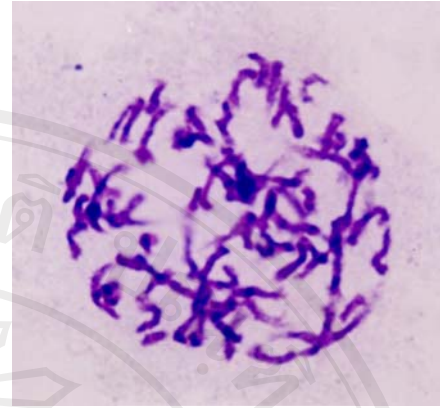
จากผลการทดลองที่แสดงไว้ในภาพที่ 40 จะเห็นว่าในการเก็บตัวอย่างเนื้อเยื่อในช่วงเวลา 8.00, 9.00, 10.00, 11.00 และ 12.00 น. นั้น เซลล์ของกรรมวิธีการเก็บตัวอย่างที่ 12.00 น. เป็นเซลล์ที่อยู่ในระยะอินเทอร์เฟสของการแบ่งตัว เซลล์ของตัวอย่างที่เก็บเวลา 9.00 และ 10.00 น. อยู่ในระยะโปรเฟสและปลายโปรเฟสตามลำดับ โดยที่เซลล์ที่อยู่ในระยะเมตาเฟสนั้นพบในตัวอย่างที่เก็บเวลา 8.00 และ 11.00 น. ในการหยุดวงจรของเซลล์นั้นพบว่ามีความแตกต่างในกรรมวิธีที่น้อย คือกรรมวิธีที่ไม่ได้มีการหยุดวงจรของเซลล์นั้นเซลล์อยู่ในระยะเมตาเฟสและโครโมโซมมีการหดตัวและกระจายตัวดีใกล้เคียงกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ภาพที่ 41) สำหรับการย้อมสีโครโมโซมนั้นพบว่าทุกกรรมวิธีกล่าวคือ การย้อมสีนาน 30, 60 หรือ 90 นาทีให้โครโมโซมที่ติดสีชัดเจนเหมือนกัน (ภาพที่ 42)

3.2 N 02

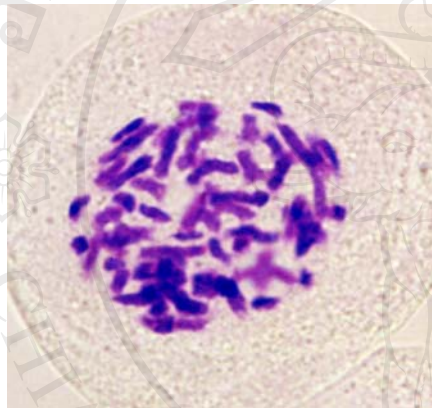
ผลการศึกษาใน N 02 พบว่ากรรมวิธีการเก็บตัวอย่างเนื้อเยื่อเวลา 8.00 น. 11.00 น. และ 17.00 น. พบเซลล์ที่อยูในการแบ่งตัวตัวระยะเมตาเฟส ส่วนกรรมวิธี 9.00 น. และ 10.00 น. เซลล์อยู่ในระยะโปรเฟส (ภาพที่ 43) สำหรับการหยุดวงจรเซลล์นั้นพบว่าทุกกรรมวิธีให้ผลเหมือนกันคือไม่มีความแตกต่างในความยาวนานของการหยุดวงจรเซลล์และไม่แตกต่างกับกรรมวิธีควบคุม ซึ่งเป็นกรรมวิธีที่ไม่ผ่านการหยุดวงจรเซลล์ (ภาพที่ 44) สำหรับกรรมวิธีการย้อมสีโครโมโซมนั้นการใช้เวลาในการย้อมสีที่ได้โครโมโซมที่ติดสีเข้ม คือย้อมสีนาน 60 และ 90 นาที ส่วนการย้อมสีนานเพียง 30 นาทีนั้นโครโมโซมติดสีชัดเจนเช่นกันแต่ติดสีจางกว่าอีก 2 กรรมวิธี (ภาพที่ 45)



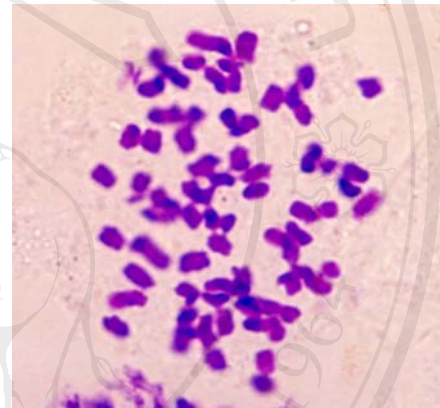
8.00 น. (1,180×)



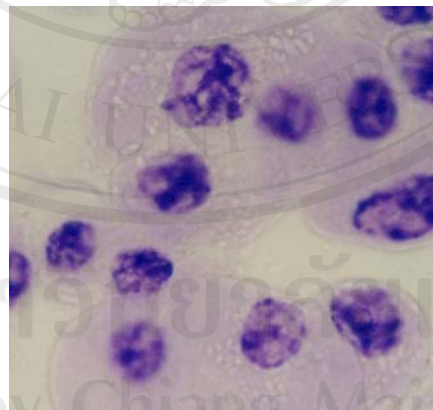
9.00 น. (1,180×)



10.00 น. (1,180×)



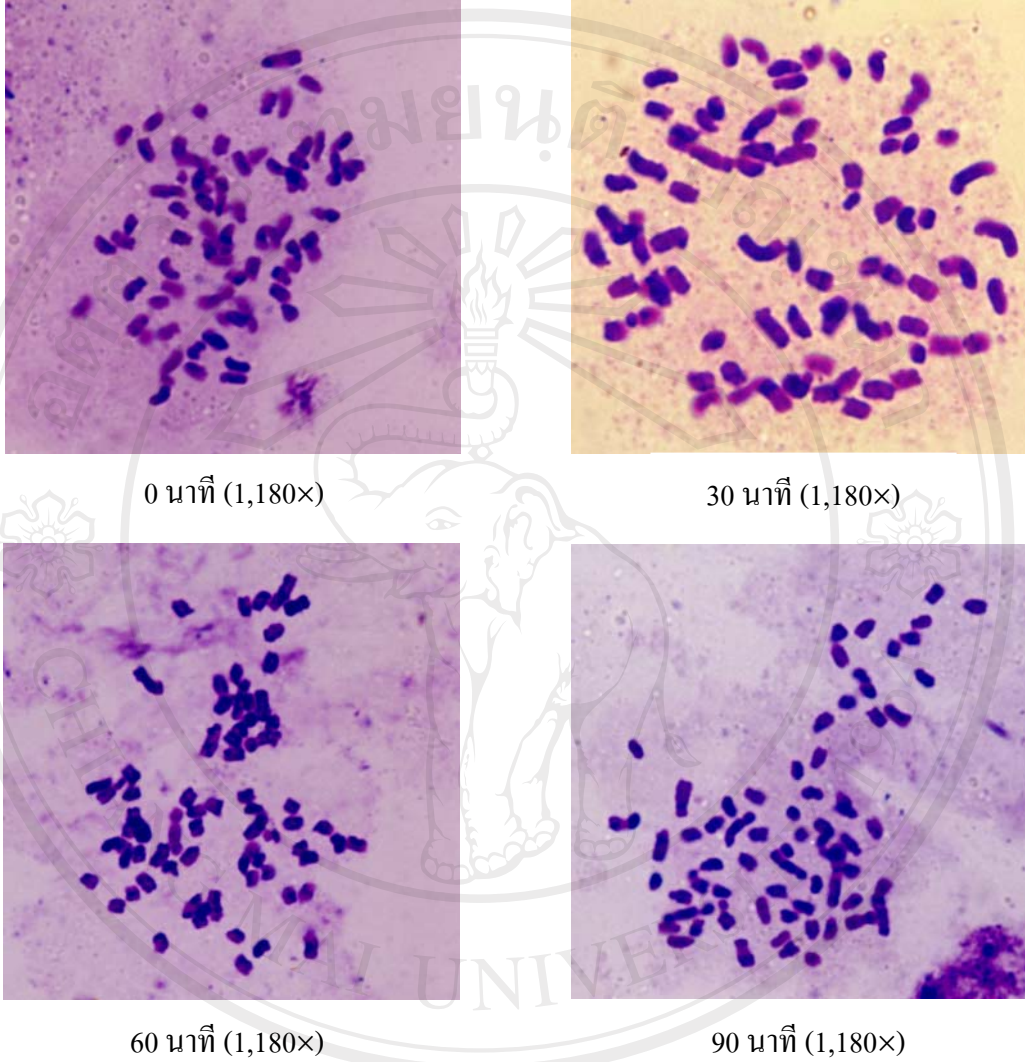
11.00 น. (1,180×)



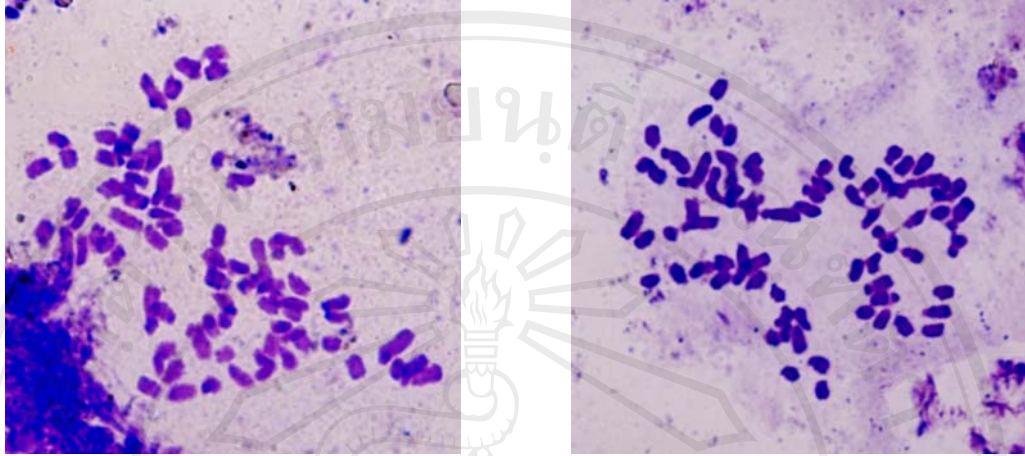
12.00 น. (1,180×)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 40 โครโมโซมในเซลล์ของตัวอย่างรหัส N 01 ในกรรมวิธีการเก็บตัวอย่างช่วงเวลา
ที่แตกต่างกัน

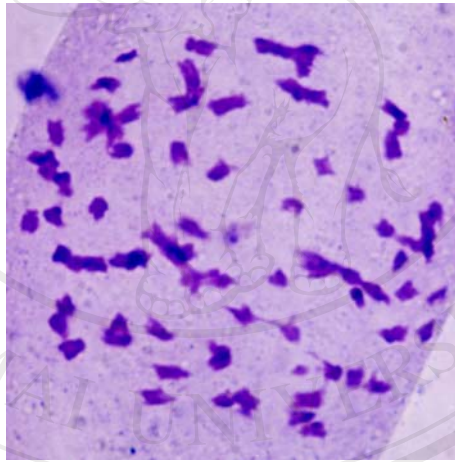


ภาพที่ 41 โครโมโซมในเซลล์ของตัวอย่างรหัส N 01 ที่ผ่านกรรมวิธีการหยุดวงชีพเซลล์นาน
แตกต่างกัน
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



30 นาที (1,180×)

60 นาที (1,180×)

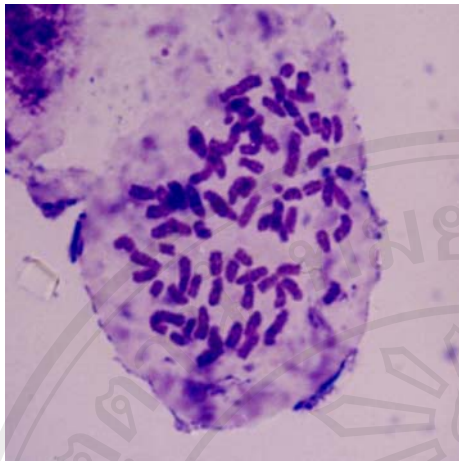


90 นาที (1,180×)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ภาพที่ 42 โครโมโซมในเซลล์ของตัวอย่างรหัส N 01 ที่ผ่านกรรมวิธีการซ่อมสียที่ใช้

เวลานานแตกต่างกัน

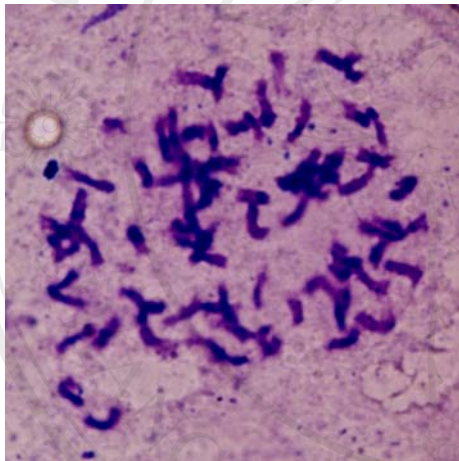
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



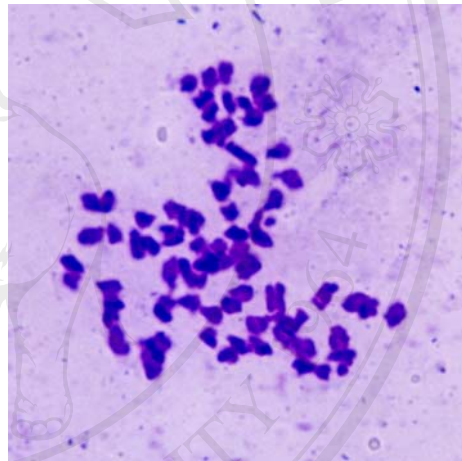
8.00 น. (1,180x)



9.00 น. (1,180x)



10.00 น. (1,180x)



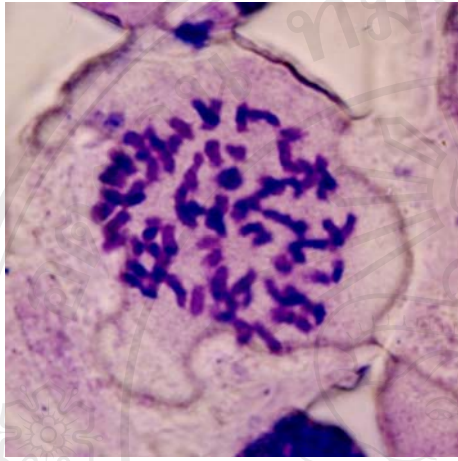
11.00 น. (1,180x)



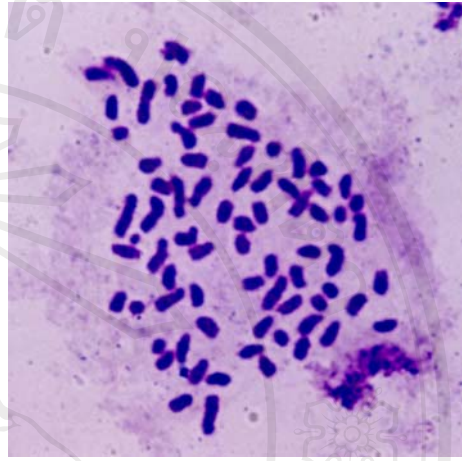
12.00 น. (1,180x)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

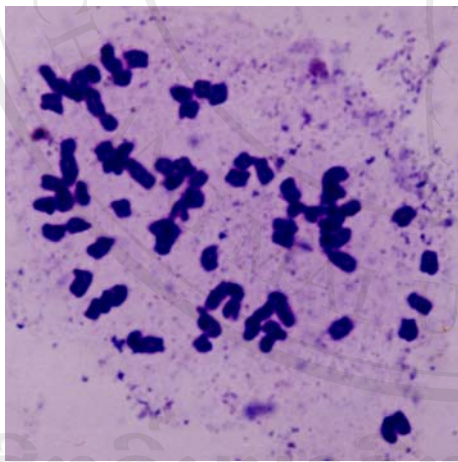
ภาพที่ 43 โครโมโซมในเซลล์ของตัวอย่างรหัส N 02 ในกรรมวิธีการเก็บตัวอย่าง
ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน



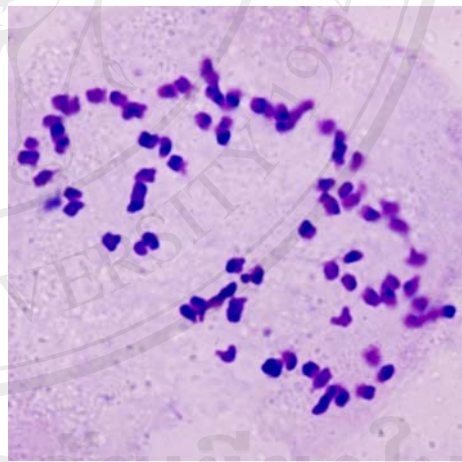
0 นาที (1,180×)



30 นาที (1,180×)



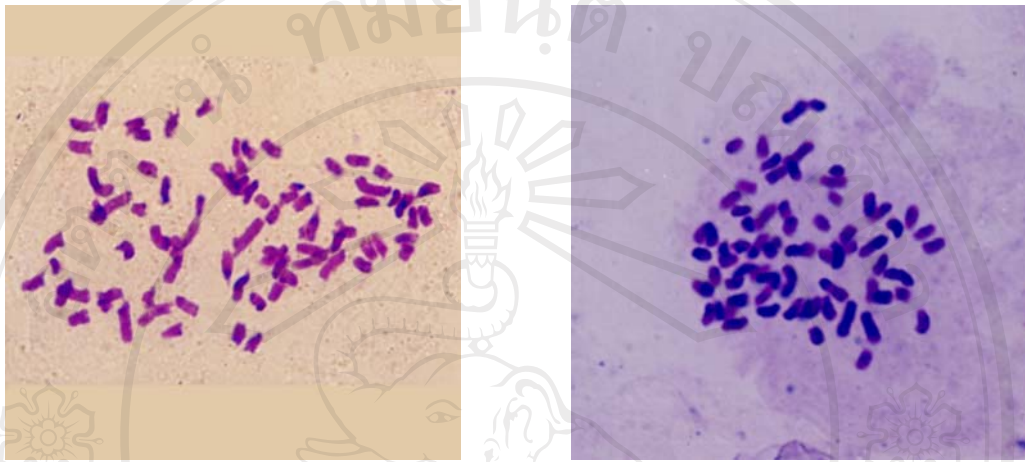
60 นาที (1,180×)



90 นาที (1,180×)

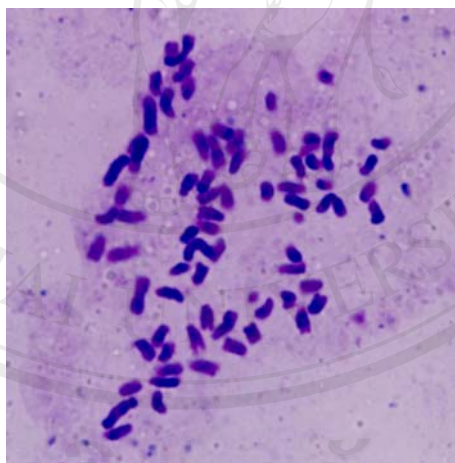
ภาพที่ 44 โครโมโซมในเซลล์ของตัวอย่างรหัส N 02 ที่ผ่านกรรมวิธีการหยุดวงชีพเซลล์
นานแตกต่างกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



30 นาที (1,180x)

60 นาที (1,180x)



90 นาที (1,180x)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University

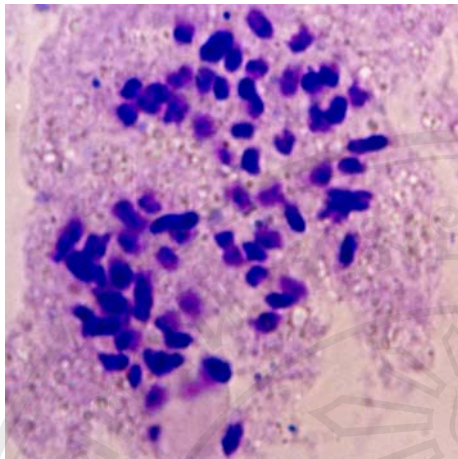
All rights reserved

ภาพที่ 45 โครโมโซมในเซลล์ของตัวอย่างรหัส N 02 ที่ผ่านกรรมวิธีการย้อมสีที่ใช้เวลานาน
แตกต่างกัน

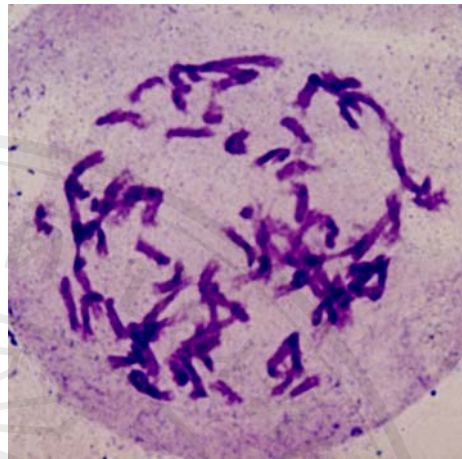
3.3 N 03

ผลการทดลองที่ดำเนินการกับ N 03 นั้น พบว่ากรรมวิธีเก็บตัวอย่างที่ 8.00 น. 10.00 น. และ 11.00 น. ได้เซลล์ที่อยู่ในระยะเมตาเฟส ในขณะที่กรรมวิธีการเก็บที่ 9.00 น. ได้เซลล์ที่อยู่ในระยะโปรเฟส ส่วนเวลา 12.00 น. นั้นเซลล์อยู่ในระยะอินเตอร์เฟส (ภาพที่ 46) ในการหาคิววิตเซลล์พบว่าไม่มีความแตกต่างในกรรมวิธีทั้ง 3 กรรมวิธีคือ หาคิววิตเซลล์นาน 30, 60 หรือ 90 นาที และไม่แตกต่างกับกรรมวิธีควบคุม โดยที่ทุกกรรมวิธีให้โครโมโซมที่หดสั้นและกระจายตัว (ภาพที่ 47) สำหรับการย้อมสีโครโมโซมนั้นพบว่าทุกกรรมวิธี คือ ย้อมสีนาน 30, 60 และ 90 นาที ให้การติดสีที่ชัดเจนทุกกรรมวิธี ดังแสดงในภาพที่ 48

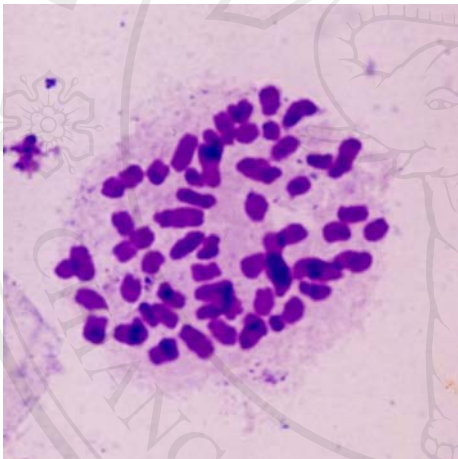
จากผลการศึกษาที่กล่าวมาแล้วข้างต้นได้นำวิธีการปฏิบัติที่เหมาะสมไปใช้กับการหาโครโมโซมของพืชทดลองทั้ง 3 รหัส ได้ผล คือ พืชทดลองรหัส N 01, N 02 และ N 03 มีจำนวนโครโมโซมเท่ากันคือ $2n = 72$ (ภาพที่ 49)



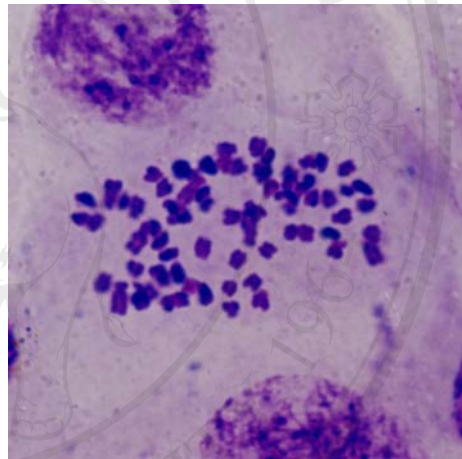
8.00 น. (1,180x)



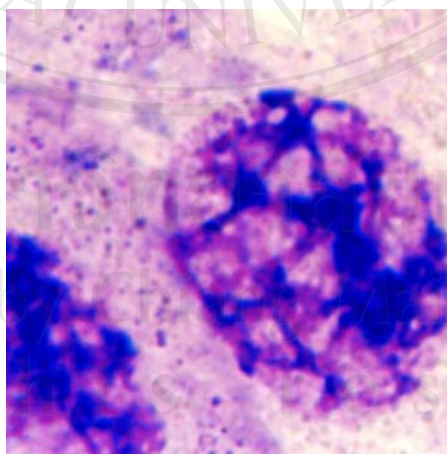
9.00 น. (1,180x)



10.00 น. (1,180x)



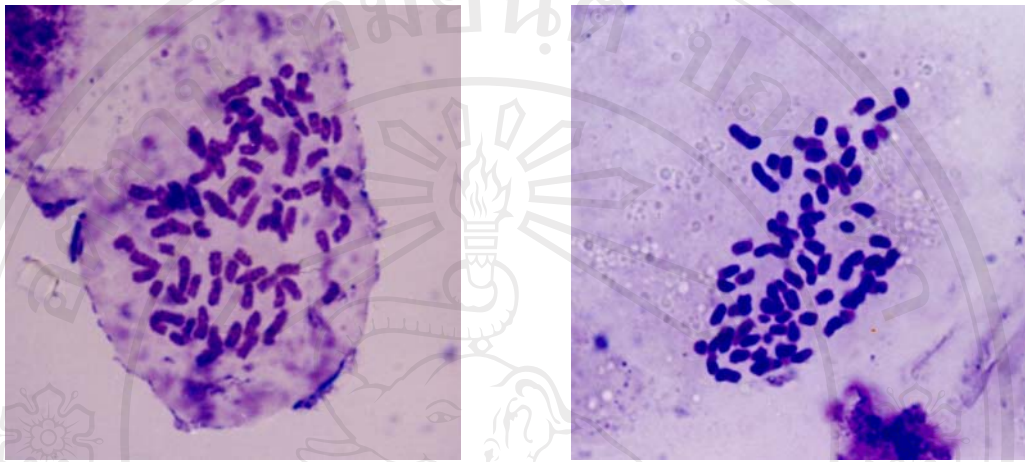
11.00 น. (1,180x)



12.00 น. (1,180x)

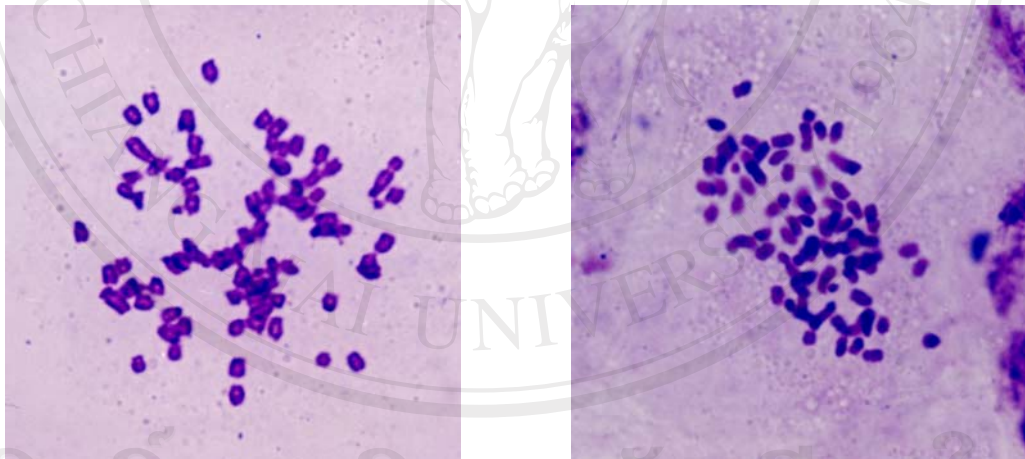
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright ©
All rights reserved

ภาพที่ 46 โครโมโซมในเซลล์ของตัวอย่างรหัส N 03 ในกรรมวิธีการเก็บตัวอย่างช่วงเวลาที่แตกต่างกัน



0 นาที (1,180×)

30 นาที (1,180×)



60 นาที (1,180×)

90 นาที (1,180×)

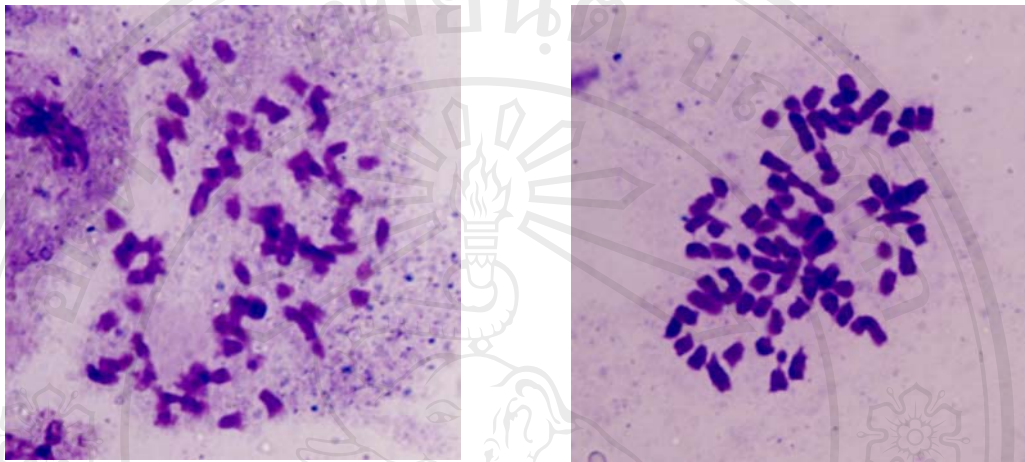
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University

ภาพที่ 47 โครโมโซมในเซลล์ของตัวอย่างรหัส N 03 ที่ผ่านกรรมวิธีการหยุดวงชีพเซลล์นาน

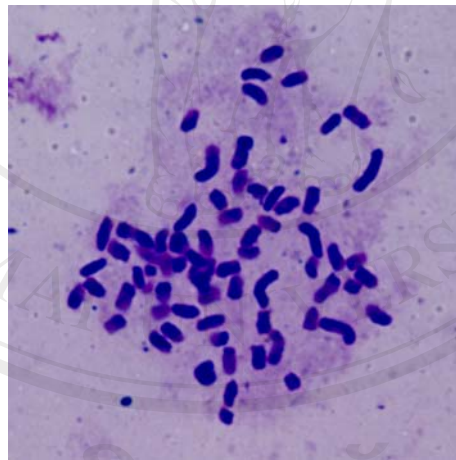
แตกต่างกัน

All rights reserved



30 นาที (1,180×)

60 นาที (1,180×)



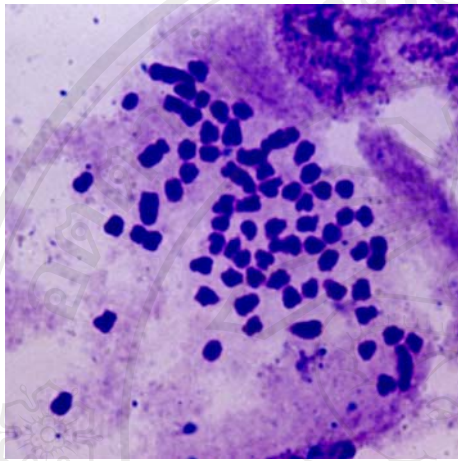
90 นาที (1,180×)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

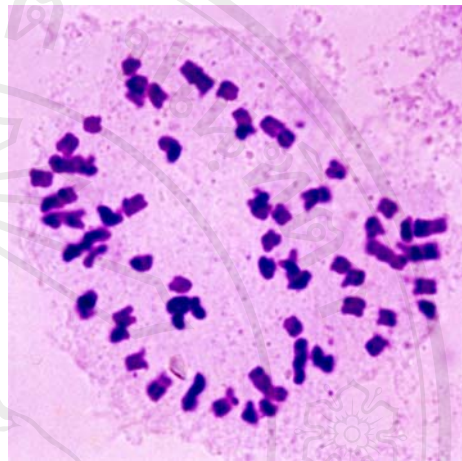
Copyright © by Chiang Mai University

All rights reserved

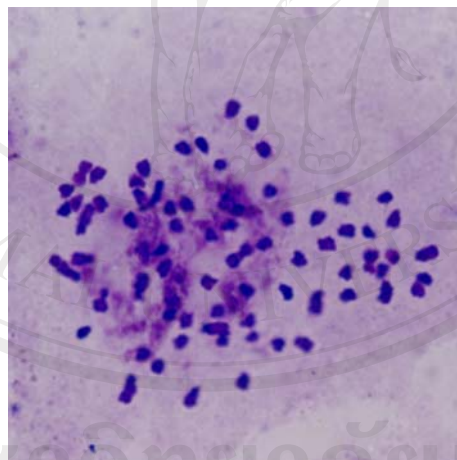
ภาพที่ 48 โครโมโซมในเซลล์ของตัวอย่างรหัส N 03 ที่ผ่านกรรมวิธีการย้อมสีที่ใช้เวลานาน
แตกต่างกัน



N 01 (1,180x)



N 02 (1,180x)



N 03 (1,180x)

ภาพที่ 49 จำนวนโครโมโซมในเซลล์ปลายรากของ N 01, N 02 และ N 03 ($2n = 72$)

การทดลองที่ 4 การศึกษารูปแบบไอโซไซม์

การศึกษารูปแบบไอโซไซม์จากเนื้อเยื่อใบของพืชทดลอง 3 รหัส เป็นการศึกษาด้วยเทคนิค โพลีอคริลลาไมด์เจลอิเล็กโทรโฟริซิส โดยใช้ระบบเอนไซม์ 10 ระบบ คือ ACP, DIA, EST, GDH, GOT, LAP, MDH, POX, SKD และ SOD ประชากรของพืชทดลองมีกลุ่มละ 3 ตัวอย่าง กล่าวคือ ตัวอย่างที่ 1-3 เป็นประชากรของพืชทดลองรหัส N 01 ตัวอย่างที่ 4-6 เป็นประชากรของพืชทดลอง รหัส N 02 และ ตัวอย่างที่ 7-9 เป็นประชากรของพืชทดลองรหัส N 03 ผลการทดลองพบว่า การทดสอบเอนไซม์ทั้ง 10 ระบบ มีเอนไซม์ 5 ระบบ คือ ACP, DIA, EST, GOT และ POX สามารถ แสดงรูปแบบไอโซไซม์ ที่มีความแตกต่าง ส่วนเอนไซม์อีก 5 ระบบ คือ GDH, LAH, MDH, SKD และ SOD ไม่พบการแสดงผลรูปแบบไอโซไซม์ ดังเสนอผลการทดลองไว้ดังนี้

4.1 ACP

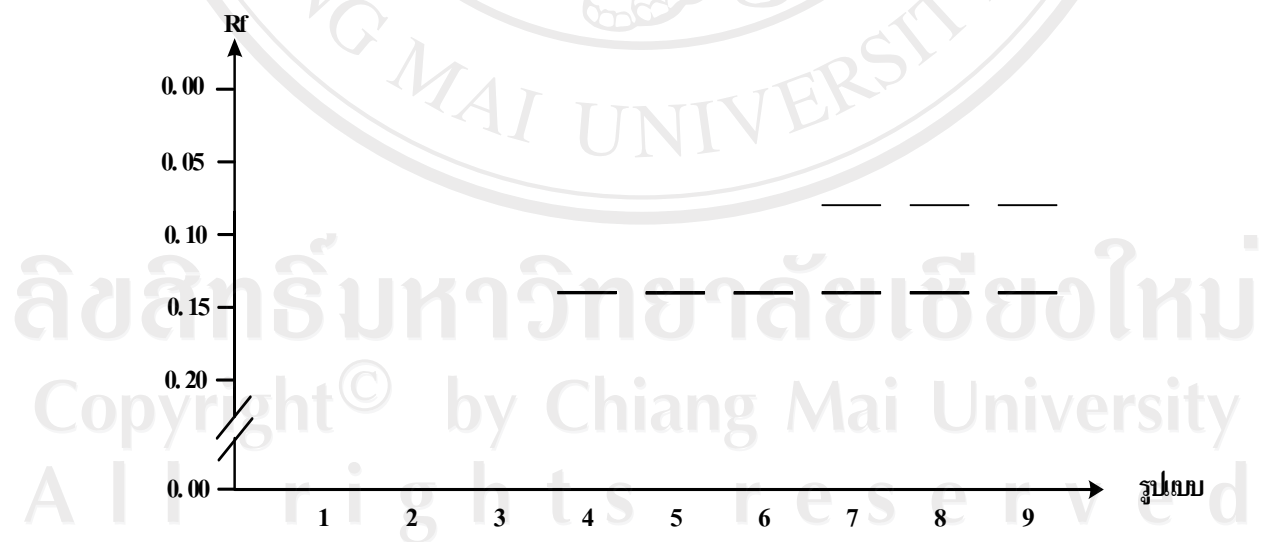
การศึกษาโดยใช้ระบบเอนไซม์ ACP พบว่าเอนไซม์นี้ มีการแสดงออกเฉพาะใน ประชากรของ รหัส N 02 และ N 03 ส่วนในประชากรของ N 01 นั้นไม่ปรากฏแถบสี เมื่อนำผล ของการแสดงผล ซึ่งปรากฏเป็นแถบสีที่ได้ไปเขียนเป็นไซโมแกรมพบว่า ประชากรในรหัส เดียวกันมีรูปแบบในการเกิดแถบสีเป็นแบบเดียวกัน คือประชากรของรหัส N 02 (4-6) ปรากฏ รูปแบบที่มีแถบสีเพียงแถบเดียว และมีค่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์อยู่ที่ 0.140 ส่วนประชากรในรหัส N 03 (7-9) ปรากฏรูปแบบที่มีแถบสี 2 แถบเหมือนกัน โดยมีค่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 0.080-0.140 (ภาพที่ 50 และ 51)

4.2 DIA

การศึกษาโดยใช้ระบบเอนไซม์ DIA พบว่าเอนไซม์นี้มีการแสดงออกในทุก ประชากร โดยเกิดแถบสีในตำแหน่งที่แตกต่างกันหลายรูปแบบ เมื่อนำผลของการปรากฏแถบสี ดังกล่าวไปเขียนเป็นไซโมแกรมพบว่าการแสดงผลของรูปแบบไอโซไซม์ 4 รูปแบบ โดยที่ 2 รูปแบบเป็นของประชากรในรหัส N 01 (1-3) โดยที่เกิดแถบสีรูปแบบละ 2 แถบ และมีค่าการ เคลื่อนที่สัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 0.120-0.430 และ 0.120-0.420 ส่วนอีก 2 รูปนั้นเป็นรูปแบบของ ประชากรในรหัส N 02 (4-6) รูปแบบหนึ่ง และ ในรหัส N 03 (7-9) อีกรูปแบบหนึ่ง โดยที่แต่ละ รูปแบบมีแถบสี 2 แถบเท่ากัน โดยที่มีค่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 0.120-0.430 และ 0.180-0.370 ตามลำดับ (ภาพที่ 52 และ 53)



ภาพที่ 50 การแสดงออกของ ACP ในแผ่นดินเย็น รหัส N 01 (1-3), N 02 (4-6) และ N 03 (7-9)



ภาพที่ 51 ไซโมแกรมของ ACP ในแผ่นดินเย็น รหัส N 01 (1-3), N 02 (4-6) และ N 03 (7-9)

4.3 EST

การศึกษาโดยใช้ระบบเอนไซม์ EST พบว่าเอนไซม์นี้มีการแสดงออกของรูปแบบไอโซไซม์โดยปรากฏแถบสีที่ต่างกัน เมื่อนำผลที่ได้ไปเขียนเป็นไซโมแกรมพบว่ามีการเกิดรูปแบบไอโซไซม์ 3 รูปแบบด้วยกัน โดยที่แต่ละรูปแบบเป็นการแสดงออกในประชากรที่มีรหัสแตกต่างกันคือ รหัส N 01 (1-3) ปรากฏแถบสีเพียง 1 แถบในตำแหน่งเดียวกัน โดยมีค่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์อยู่ที่ 0.470 ส่วนรหัส N 02 (4-6) เป็นรูปแบบที่มีแถบสี 2 แถบ มีค่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 0.525-0.990 และ รหัส N 03 (7-9) มีรูปแบบเดียวซึ่งมีแถบสี 2 แถบเช่นกัน โดยค่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 0.541-0.983 ดังเห็นได้จากภาพ (ภาพที่ 54 และ 55)

4.4 GOT

การศึกษาโดยใช้ระบบเอนไซม์ GOT พบว่าเอนไซม์นี้แสดงรูปแบบไอโซไซม์ที่แตกต่างกันเพียง 2 รูปแบบ โดยที่ประชากรของ N 02 (4-6) และ N 03 (7-9) ปรากฏรูปแบบไม่แตกต่างกัน และให้แถบสี 2 แถบ เมื่อดูจากไซโมแกรมที่เขียนได้จากการเกิดแถบสีดังกล่าว พบว่ามีค่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 0.245-0.530 ส่วนประชากรของ N 01 นั้นทั้ง 3 ตัวอย่างเกิดแถบสีในตำแหน่งเดียวกัน และมีเพียง 1 แถบ มีค่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์อยู่ที่ 0.445 (ภาพที่ 56 และ 57)

4.5 POX

การศึกษาโดยใช้ระบบเอนไซม์ POX พบว่าเอนไซม์นี้แสดงรูปแบบไอโซไซม์ที่แตกต่างกัน โดยที่ไม่ปรากฏความแตกต่างของการเกิดแถบสีในประชากรรหัสเดียวกัน แต่เกิดแถบสีในตำแหน่งที่แตกต่างกันในประชากรต่างรหัสกัน เมื่อนำผลของการแสดงออกไปเขียนเป็นไซโมแกรมพบว่ามีการแสดงออก 2 รูปแบบที่ให้แถบสีเพียงแถบเดียว คือในรหัส N 01 และ N 03 รหัสละ 1 รูปแบบโดยมีค่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์อยู่ที่ 0.130 และ 0.150 ตามลำดับ ส่วนรูปแบบที่เหลือให้แถบสี 2 แถบ คือ ประชากรในรหัส N 02 ซึ่งมีค่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 0.150-0.190 (ภาพที่ 58 และ 59)

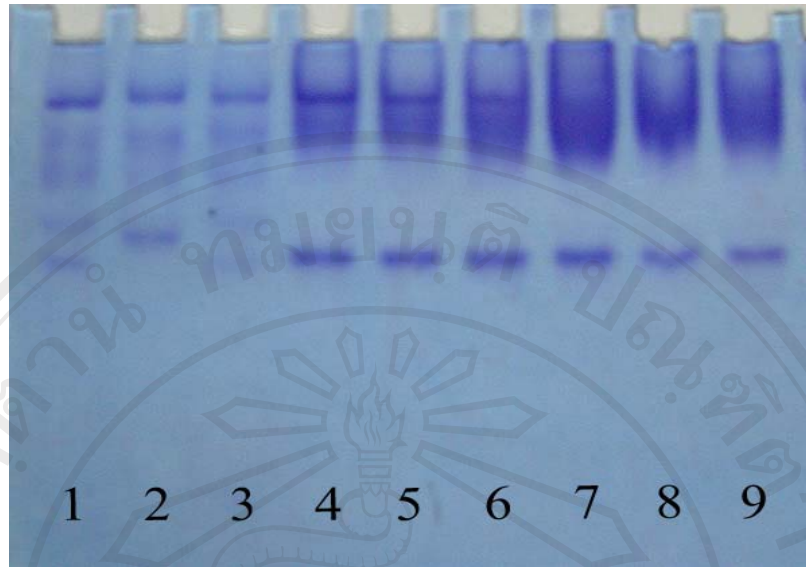
สำหรับผลการศึกษาระบบเอนไซม์ 5 ระบบคือ GDH, LAP, MDH, SKD, และ SOD นั้น ปรากฏว่าเอนไซม์เหล่านี้ไม่แสดงรูปแบบไอโซไซม์

จากการวิเคราะห์การแสดงผลของเอนไซม์ 5 ระบบ คือ ACP, DIA, EST, GOT และ POX โดยหาค่าความสัมพันธ์ของพืชทดลองรหัส N 01, N 02 และ N 03 โดยใช้ข้อมูลในการเกิด และไม่เกิดแถบสีของระบบเอนไซม์ แต่ละชนิด แล้วนำผลที่ได้ไปเขียนเป็นภาพเดนโดรแกรม จากผลการวิเคราะห์ UPGMA cluster analysis และใช้โปรแกรม SPSS release 14 พบว่าสามารถจำแนกประชากรที่ค่าความคล้ายคลึง 80 % ออกได้เป็น 4 กลุ่ม ดังแสดงในเดนโดรแกรม (ภาพที่ 60) คือ ดังนี้

- กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยรหัส N 03 ต้นที่ 7, 8 และ 9
- กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย รหัส N 02 ต้นที่ 4, 5 และ 6
- กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยรหัส N 01 ต้นที่ 1 และ 3
- กลุ่มที่ 4 ต้นที่รหัส N 02 ต้นที่ 2

แต่เมื่อวิเคราะห์ที่ค่าความคล้ายคลึงที่ 40 % นั้นสามารถจำแนกกลุ่มตัวอย่างของพืชทดลอง ออกเป็น 3 กลุ่ม สอดคล้องกับการแยกกลุ่มโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาในการแยก ซึ่ง ประชากรที่แยกได้ 3 กลุ่มนั้นคือ

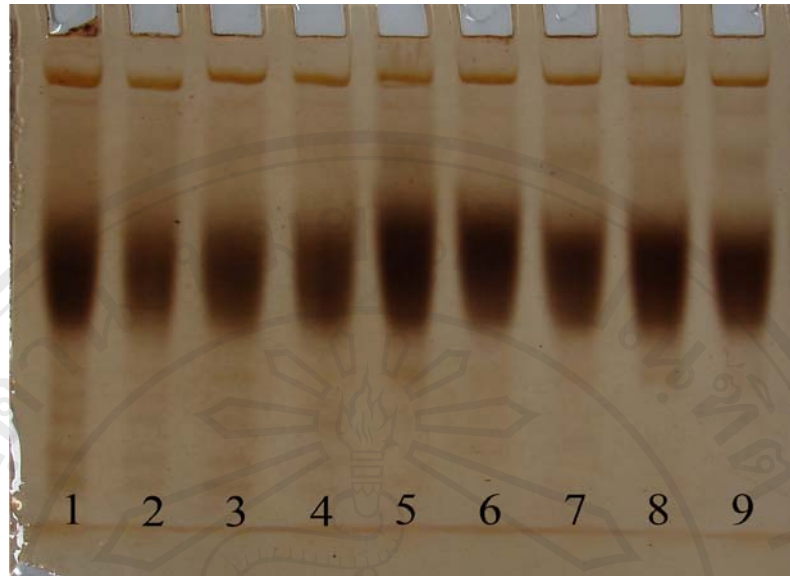
- กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย รหัส N 03 ต้นที่ 7, 8 และ 9
- กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย รหัส N 02 ต้นที่ 4, 5 และ 6
- กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วย รหัส N 01 ต้นที่ 1, 2 และ 3



ภาพที่ 52 การแสดงออกของ DIA ในแผ่นดินเย็น รหัส N 01 (1-3), N 02 (4-6) และ N 03 (7-9)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright © by Chiang Mai University
 All rights reserved

ภาพที่ 53 ไซโมแกรมของ DIA ในแผ่นดินเย็น รหัส N 01 (1-3), N 02 (4-6) และ N 03 (7-9)

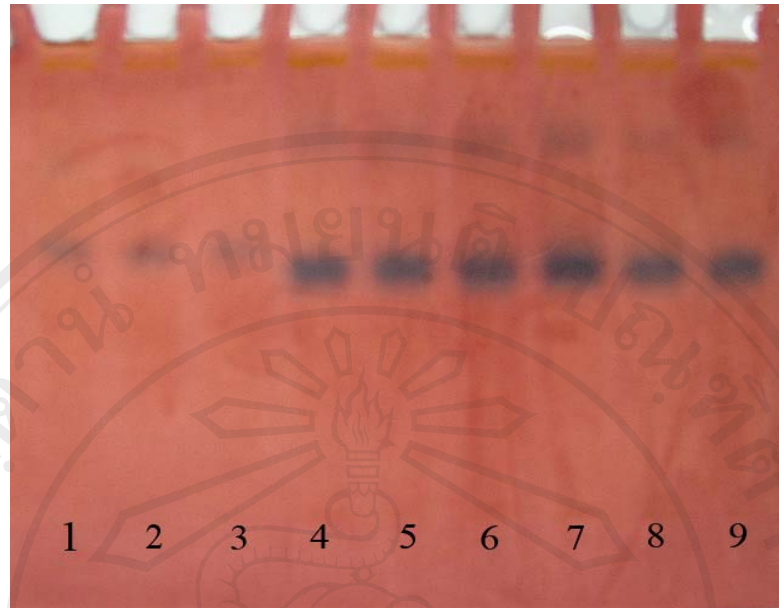


ภาพที่ 54 การแสดงออกของ EST ในแผ่นดินเย็น รหัส N 01 (1-3), N 02 (4-6) และ N 03 (7-9)



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 55 ไซโมแกรมของ EST ในแผ่นดินเย็น รหัส N 01 (1-3), N 02 (4-6) และ N 03 (7-9)

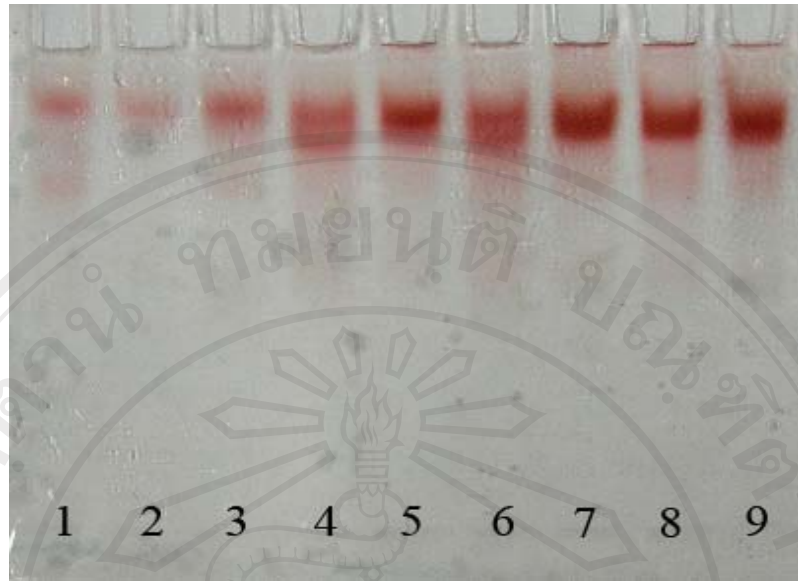


ภาพที่ 56 การแสดงออกของ GOT ในแผ่นดินเย็น รหัส N 01 (1-3), N 02 (4-6) และ N 03 (7-9)



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 57 ไซโมแกรมของ GOT ในแผ่นดินเย็น รหัส N 01 (1-3), N 02 (4-6) และ N 03 (7-9)

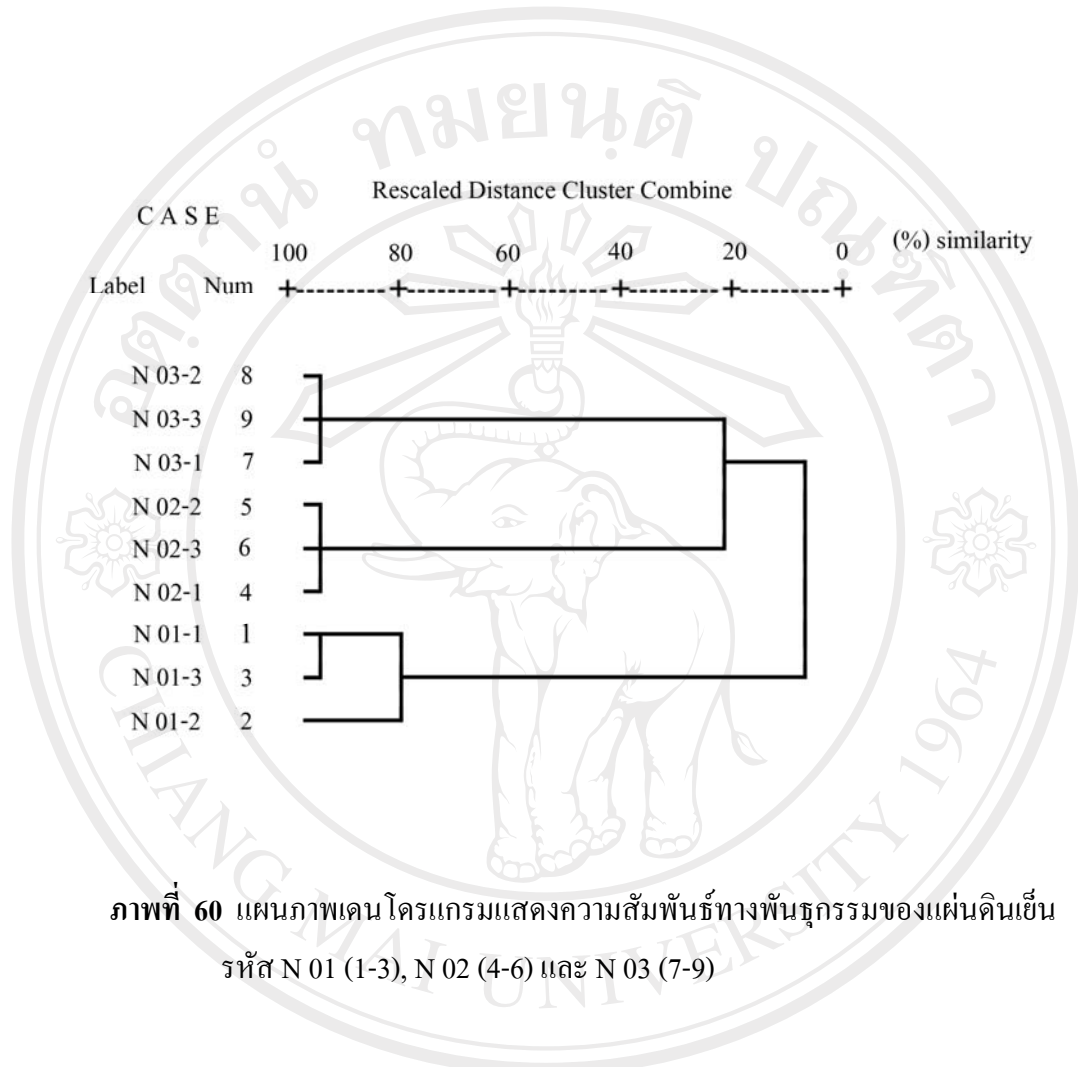


ภาพที่ 58 การแสดงออกของ POX ในแผ่นดินเย็น รหัส N 01 (1-3), N 02 (4-6) และ N 03 (7-9)



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 59 ไซโมแกรมของ POX ในแผ่นดินเย็นรหัส N 01 (1-3), N 02 (4-6) และ N 03 (7-9)



ภาพที่ 60 แผนภาพเดนโดแกรมแสดงความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของแผ่นดินเข้ นรหัส N 01 (1-3), N 02 (4-6) และ N 03 (7-9)

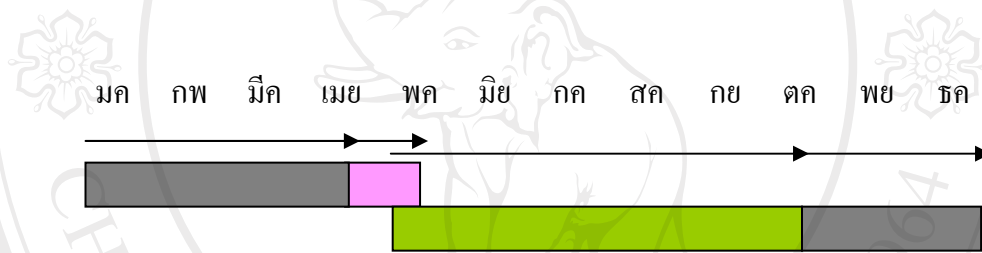
การทดลองที่ 5 การศึกษาลักษณะการเจริญเติบโต

5.1 วงจรการเจริญเติบโต

การศึกษาวงจรการเจริญเติบโตของพืชทดลองเป็นการติดตามการเจริญเติบโตของต้นพืชในวงจรการเจริญเติบโต 1 วงจรซึ่งใช้เวลาจนครบวงจรคือ 1 ปี โดยศึกษาจากต้นพืช N 01, N 02 และ N 03 ที่นำมาปลูกเลี้ยงไว้ ศึกษาโดยการติดตามพร้อมทั้งบันทึกการเจริญเติบโตของต้นพืช เริ่มตั้งแต่ช่วงที่หัวของพืชทดลองเริ่มแทงช่อดอกขึ้นมาจากดินหลังจากที่หัวของต้นพืชเหล่านั้นผ่านพ้นการพักตัวในดิน แล้วตามด้วยช่วงที่ต้นพืชแทงใบขึ้นมาจากดิน มีการเจริญเติบโตของใบ มีการสร้างหัวใหม่ จนกระทั่งถึงระยะที่ต้นพืชพักตัว

ผลการศึกษาพบว่า การเจริญเติบโตของพืชทดลอง 3 รหัสเป็นไปในลักษณะเดียวกัน คือ มีการเจริญเติบโตแบ่งได้เป็น 3 ช่วงในวงจรปี 1 วงจร ซึ่งประกอบด้วยช่วงของการเจริญเติบโตทางกิ่ง ก้าน และ ใบ การเจริญเติบโตทางดอก และการพักตัวของส่วนสะสมอาหาร การเจริญเติบโตทั้ง 3 ช่วง กินเวลา 1 ปี นอกจากนี้แล้วช่วงของการเจริญเติบโตแต่ละช่วงของพืชแต่ละรหัสยังเกิดขึ้นและดำเนินไปพร้อมกันอีกด้วย โดยเริ่มในช่วงกลางเดือนเมษายน ช่วงนี้หัวของต้นพืชในสภาพธรรมชาติอยู่ใต้ดิน หัวจะแทงหน่อขึ้นมาเหนือดิน หน่อนี้เกิดจากตาที่อยู่บริเวณปลายของหัว ซึ่งเป็นปล้องที่อยู่ปลายสุดของหัว หน่อดังกล่าวนี้ในระยะเริ่มแรกมีลักษณะคล้ายกับหน่อใบ คือเป็นส่วนของลำต้นซึ่งประกอบด้วยปล้องหลายปล้องต่อ ๆ กันขึ้นไป ปล้องที่อยู่บริเวณโคนต้นเป็นปล้องสั้น ๆ ซ้อนกันถึงอยู่หลายปล้อง ต่อจากนั้นขึ้นไปจึงเป็นปล้องที่มีการยึดตัว ปล้องยาวนี้มี 3-4 ปล้อง และที่บริเวณเหนือข้อของปล้องยาวเหล่านั้นมีใบที่ลรูป มีลักษณะเป็นเหมือนกาบใบ ติดอยู่ 2-3 ใบ กาบใบนี้โอบหุ้มปล้องไว้ ส่วนปล้องที่มีลักษณะสั้นและซ้อนกันนั้นอยู่ใต้ดิน ปล้องที่ยึดยาวและมีกาบใบหุ้มยึดตัวโผล่พ้นดินขึ้นมา การเจริญของหน่อนี้รวดเร็วมาก ปล้องยึดตัวเร็ว และภายใน 2 สัปดาห์ ก็ปรากฏส่วนปลายของช่อดอกอ่อนโผล่ออกมาที่ปลายหน่อ ช่วงนี้เป็นช่วงของปลายเดือนเมษายน ช่อดอกอ่อนยึดตัวเร็วมากเช่นเดียวกับปล้องสุดท้ายของลำต้นซึ่งเป็นปล้องที่มีช่อดอกเกิดที่ปลายและปล้องนี้กลายเป็นก้านช่อดอกในที่สุด ดอกย่อยขยายตัวและบานเต็มที่ในช่วงต้นเดือนพฤษภาคม ดอกแต่ละดอกบานได้ 7 วัน หลังจากนั้นมีการติดฝัก ต้นพืชถือฝักตลอดเดือนพฤษภาคม ในระยะที่ดอกบานมีการแทงหน่อใบออกมา เคียงคู่ขึ้นมาทับก้านช่อดอกซึ่งมีฝักติดอยู่ ตาที่แทงออกมาเป็นหน่อใบนี้ออกมาจากตาของปล้องที่อยู่บริเวณโคนของลำต้นของหน่อแรก ปล้องนี้อยู่ใต้ดิน หน่อใบมีลักษณะเป็นก้านที่มีข้อและปล้องในรูปแบบเดียวกับหน่อแรก ปล้องสุดท้ายของหน่อที่ 2 นี้ยึดออกเป็นก้านใบซึ่งมีแผ่นใบที่ห่อตัวอยู่เกิดขึ้นที่ปลายก้าน ต่อมาก้านใบยึดตัวออกและใบขยายขนาด คลี่ตัวออกเป็นแผ่นใบแบบพับจีบ รูปหัวใจ

จำนวน 1 ใบ ใบนี้คลี่ตัวเต็มที่ในเดือนกรกฎาคม ในระหว่างที่ใบเจริญเติบโต มีการงอกไหลออกมาจากข้อของลำต้นซึ่งอยู่ใต้ผิวดิน ไหลยึดตัวและแทงลงไปใต้ดินก่อนข้างลึก ต้นพืชงอกไหลได้หลายไหล มีความยาวแตกต่างกัน งอกออกมาได้จากปล้องของลำต้นและปล้องของกิ่งก้าน และไหลพวกนี้สามารถงอกไหลย่อยออกมาจากปล้องของมันเองด้วย ที่บริเวณปลายไหลมีการแปรรูปเนื้อเยื่อของปล้อง โดยการขยายขนาดออกทางด้านข้าง และสะสมอาหาร เป็นหัวที่มีลักษณะเหมือนหัวแม่ หัวที่เกิดขึ้นจากต้นพืชแต่ละต้นมีจำนวนแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับจำนวนไหลที่ต้นพืชสร้างขึ้น หัวที่เกิดก่อนมีขนาดใหญ่กว่า ในขณะที่เกิดหัวใหม่นั้นหัวแม่ฝ่อและแห้งไป ใบของพืชหมดอายุ แห้งเหี่ยวไปในเดือนตุลาคม และหัวใหม่พักตัวในดินจนถึงเดือนเมษายนจึงเริ่มงอกใหม่ ดังเห็นได้จากโคอะแกรมที่แสดงช่วงของการเจริญเติบโตของแผ่นดินเย็นใน 1 วงจรปี (ภาพที่ 61) และภาพวาดแสดงวงจรการเจริญเติบโตของพืช 3 รหัสในภาพที่ 62-64

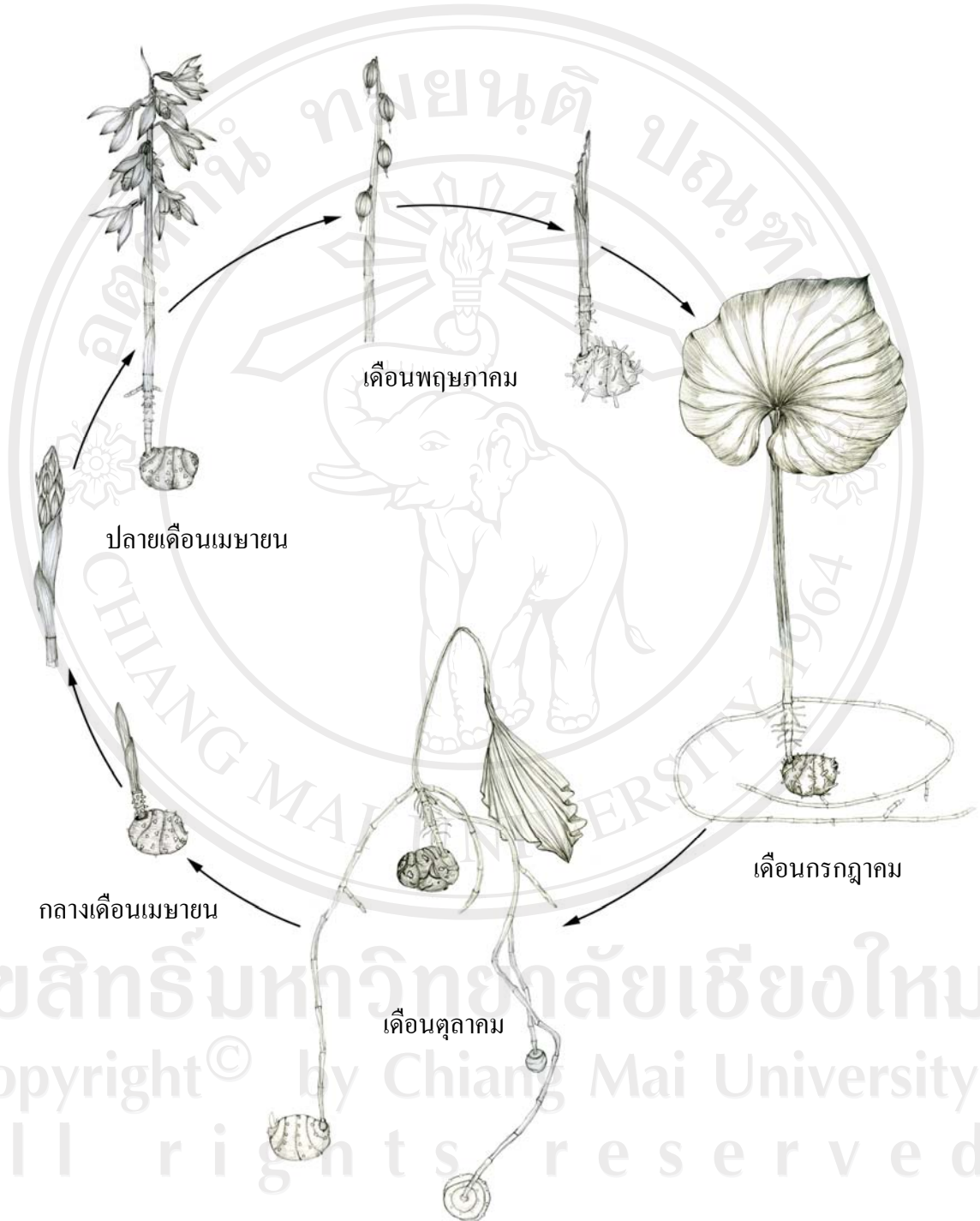


ภาพที่ 61 โคอะแกรมแสดงช่วงการเจริญเติบโตของแผ่นดินเย็น N 01, N 02 และ N 03 ในวงจรการเจริญเติบโตหนึ่งวงจรปี

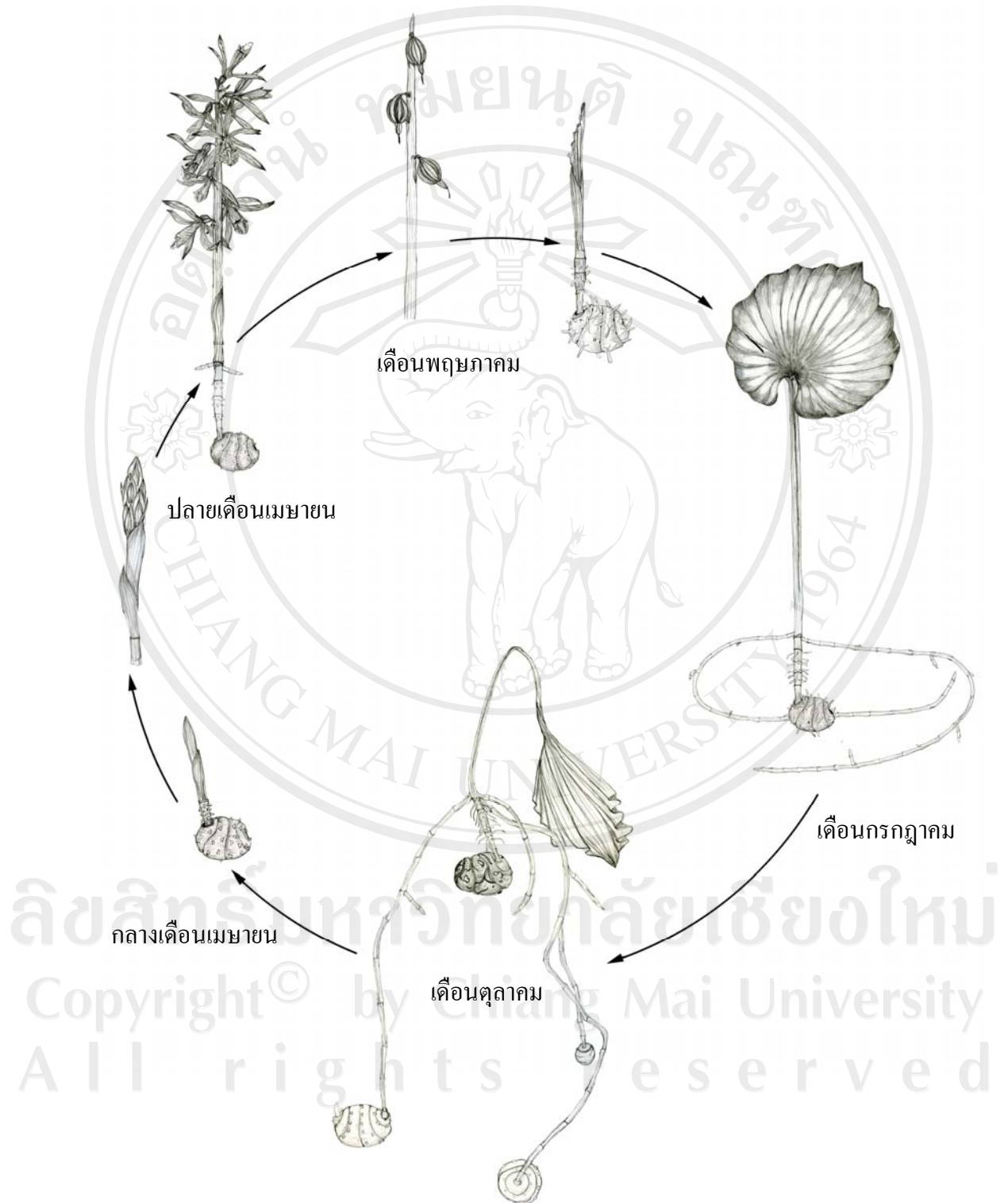
- = ช่วงที่มีการเจริญเติบโตทางดอก (เมย-พค)
- = ช่วงที่มีการเจริญเติบโตทางใบ (พค-ตค)
- = ช่วงพักตัว (ตค-เมย)

5.2 การเจริญเติบโตใน 1 วงจรปี

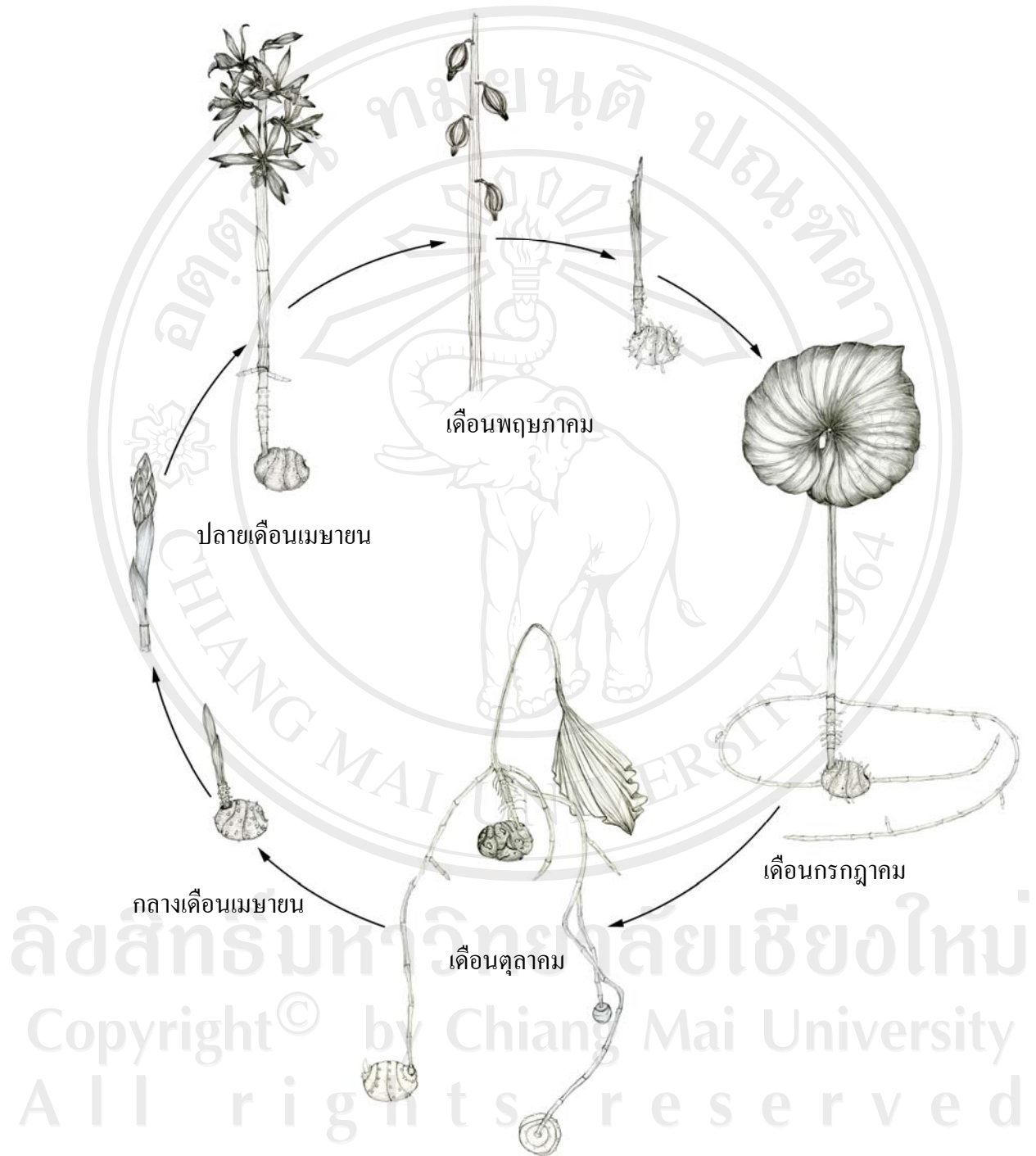
การศึกษาการเจริญเติบโตของต้นพืชทดลอง เป็นการบันทึกขนาดของส่วนประกอบของต้นพืชที่เจริญเติบโตในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโต รหัสละ 5 ต้น ผลของการบันทึกมีดังนี้



ภาพที่ 62 ภาพวาดแสดงการเจริญเติบโตของแผ่นดินเย็น N01 ในวงจรการเจริญเติบโต 1 วงจรปี



ภาพที่ 63 ภาพวาดแสดงการเจริญเติบโตของแผ่นดินเย็น N 02 ในวงจรการเจริญเติบโต 1 วงจรปี



ภาพที่ 64 ภาพวาดแสดงการเจริญเติบโตของแผ่นดินเย็น N 03 ในวงจรการเจริญเติบโต 1 วงจรปี

5.2.1 N 01

ขนาดของส่วนประกอบของต้นพืช N 01 ซึ่งบันทึกในระยะเวลาที่ส่วนประกอบเหล่านั้นเจริญเติบโตเต็มที่ มีค่าเฉลี่ยของส่วนต่าง ๆ คือ ช่อดอกมีความยาวของก้านช่อ 40.3 ซม ก้านช่อดอกมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.4 ซม ความกว้างของช่อดอกคือ 6.4 ซม ดอกมีจำนวน 8.2 ดอกต่อช่อ ขนาดดอก ยาว 2.26 ซม กว้าง 1.8 ซม สูง 1.9 ซม ช่อดอกติดฝัก 8 ฝัก ฝักกว้าง 0.84 ซม ยาว 1.55 ซม ก้านใบยาว 19.28 ซม เส้นผ่าศูนย์กลางก้านใบ 0.48 ซม ใบกว้าง 16.1 ซม ยาว 14.56 ซม ไหลมี 3.4 ไหล มีหัวใหม่ 1.7 หัวต่อต้น

5.2.2 N 02

ขนาดของส่วนประกอบของต้นพืช N 02 ซึ่งบันทึกในระยะเวลาที่ส่วนประกอบเหล่านั้นเจริญเติบโตเต็มที่ มีค่าเฉลี่ยดังนี้ ก้านช่อดอกยาว 34.5 ซม เส้นผ่าศูนย์กลางก้านช่อดอกคือ 0.3 ซม ช่อดอกกว้าง 6.26 ซม มี 8.6 ดอกต่อช่อ ดอกยาว 2 ซม กว้าง 3.52 ซม สูง 3.22 ซม ช่อดอกติดฝัก 5.5 ฝัก ฝักกว้าง 0.64 ซม ยาว 1.18 ซม ก้านใบยาว 18.2 ซม เส้นผ่าศูนย์กลางก้านใบ 0.34 ซม จำนวนไหลต่อต้นคือ 2.4 ไหล มีหัวใหม่ 3.4 หัวต่อต้น

5.2.3 N 03

ขนาดของส่วนประกอบของต้นพืช N 03 ซึ่งบันทึกในระยะเวลาที่ส่วนประกอบเหล่านั้นเจริญเติบโตเต็มที่ มีค่าเฉลี่ยของส่วนต่าง ๆ ดังนี้ ความยาวของก้านช่อดอก 27.3 ซม เส้นผ่าศูนย์กลางก้านช่อดอก 0.3 ซม ความกว้างช่อดอก 5.84 ซม ดอกมี 9 ดอกต่อช่อ ดอกยาว 1.72 ซม กว้าง 2.54 ซม สูง 2.12 ซม ช่อดอกติดฝัก 4 ฝัก ฝักมีความกว้าง 0.58 ซม ยาว 1.12 ซม ใบมีก้านใบยาว 15.06 ซม เส้นผ่าศูนย์กลางก้านใบ 0.33 ซม ขนาดใบ กว้าง 8.86 ซม ยาว 8.32 ซม มีไหล 5.2 ไหล หัวใหม่มี 2.2 หัวต่อต้น