

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

การศึกษาการเจริญเติบโตของว่านแสงอาทิตย์ แบ่งเป็น 2 การทดลอง คือ การศึกษา วงจรการเจริญเติบโต และการเจริญเติบโตของต้น ใบ หัว และดอก เป็นการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาและผลิตว่านแสงอาทิตย์ในด้านต่าง ๆ เพื่อเป็นการก้าวต่อไปในอนาคต

ผลการทดลองมีดังนี้

#### การทดลองที่ 1 วงจรการเจริญเติบโต

ด้วยเหตุที่พืชทดลองคือ ว่านแสงอาทิตย์ เป็นพืชหัวซึ่งมีหัวเป็นแบบ bulb และพืชหัวในกลุ่ม bulb มีวงจรชีวิตที่แตกต่างในรายละเอียดจากพืชหัวกลุ่มอื่น ๆ ดังได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 2 ทั้งในแง่ของการสร้างดอก การเจริญเติบโตของดอก ตลอดจนการพักตัว ดังนั้นในการทดลองที่ 1 นี้ จึงได้ทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของต้นและโครงสร้างของหัวไว้ด้วย เพื่อเป็นพื้นฐานเสริมความเข้าใจในการเจริญเติบโตในช่วงต่าง ๆ ในวงจรชีวิตของไม้ดอกชนิดนี้

ผลการศึกษา มีดังนี้

##### 1.1 ลักษณะทางสัณฐานของว่านแสงอาทิตย์

ว่านแสงอาทิตย์มีลักษณะของต้นและดอก ดังแสดงในภาพที่ 1 - 10 ผลการบันทึกลักษณะทางสัณฐานวิทยาของว่านแสงอาทิตย์ มีดังนี้

1.1.1 ต้น เป็นส่วนที่แปรรูปไปเป็นฐานหัว ไม่มีลำต้นจริงปรากฏให้เห็น ฐานหัว (bp) มีขนาดใหญ่และหนา มีข้อปล้องเห็นได้ชัดเจน เป็นปล้องที่ขยายขนาดออกทางด้านข้าง สั้นและถี่ (ภาพที่ 6 , 7 และ 8)

1.1.2 ราก เป็นระบบรากฝอย เจริญเติบโตออกมาจากฐานหัว เป็นรากขนาดใหญ่ สีขาว มีการแตกแขนงที่บริเวณปลายราก (ภาพที่ 1)

1.1.3 ใบ มีรูปร่างแบบ oblong มีก้านใบสีเขียว โคนก้านใบมีจุดประเป็นสีน้ำตาลแดงกระจาย ก้านใบเกิดซ้อนกันเป็นชั้น ๆ ทำให้เห็นเป็นเหมือนลำต้น (pseudostem) แผ่นใบด้านบนมีสีเขียวเป็นมัน ด้านล่างมีสีจางกว่าและไม่เป็นมัน ขอบใบเรียบ เส้นใบยาวขนานไปกับใบ (ภาพที่ 3)

1.1.4 หัว เกิดจากการแปรรูปของลำต้น ซึ่งแปรรูปเป็นฐานหัวและโคนก้านใบแปรรูป มีลักษณะอวบน้ำ กาบใบแต่ละใบเชื่อมติดกันเป็นวงซ้อนกันอยู่เป็นชั้น ๆ บนฐานหัวทำให้เกิดเป็นหัวมีลักษณะกลม กาบใบ (s) ชั้นนอกมีสีเขียวปนเขียว มีจุดสีน้ำตาลแดงกระจาย ส่วนกาบใบชั้นในมีสีขาว (ภาพที่ 3 , 7 และ 8)

1.1.5 ดอก เป็นช่อดอกแบบ umbel (ภาพที่ 2 , 4 และ 6 ง ) มีใบประดับ (br) ห่อหุ้มช่อดอกไว้ในระยะที่ดอกยังอ่อนอยู่ ใบประดับนี้มีลักษณะเป็นแผ่นสีเขียวปนเขียว (ภาพที่ 4) มี 5-7 ใบ ก้านช่อดอก (ist) มีสีเขียว อวบน้ำ แข็งแรงและตั้งตรง ช่อดอก (inf) มีดอกย่อย (f) มากมาย ดอกย่อยมีก้านดอก (ped) (ภาพที่ 4 และ 6 ข) ซึ่งเมื่อดอกยังตูมอยู่ก้านดอกจะมีสีเขียว (ภาพที่ 4) และจะเปลี่ยนเป็นสีแดงเมื่อดอกบาน (ภาพที่ 5) ก้านดอกติดอยู่บนก้านช่อดอกจนกระทั่งก้านช่อดอกแห้งตายไปและหลุดจากหัว กลีบประดับของดอกย่อย (bt) มีลักษณะคล้ายเส้นด้าย สีขาว (ภาพที่ 5) ดอกมีกลีบดอก (p) จำนวน 6 กลีบ (ภาพที่ 6 ก และ 6 ค) โคนกลีบดอกเชื่อมติดกันเป็นหลอด (pt) ปลายกลีบดอกแยกกัน (ภาพที่ 6 ข) กลีบดอกมีสีแดง เกสรตัวผู้ มี 6 อัน ก้านชูอับละอองเกสร (st) สีแดง ส่วนโคนติดกับโคนกลีบดอก ส่วนปลายติดกับอับละออง (a) แบบ versatile (ภาพที่ 6 ข และ 6 ค) อับละอองเกสรมีสีเหลืองเข้ม มี 2 สอน เกสรตัวเมีย มี 1 อัน อยู่ตรงกลางดอก ปลายยอดเกสรตัวเมีย (st) ฟู รังไข่ (o) อยู่ต่ำกว่าส่วนอื่น ๆ ของดอก มี 3 ห้อง แต่ละห้องมีไข่ 1 อัน (ภาพที่ 6 ข)



ภาพที่ 1 หัวและรากของว่านแสงอาทิตย์



ภาพที่ 2 ช่อดอกว่านแสงอาทิตย์ในขณะที่มีการบานของดอกย่อย 90 – 95 เปอร์เซ็นต์



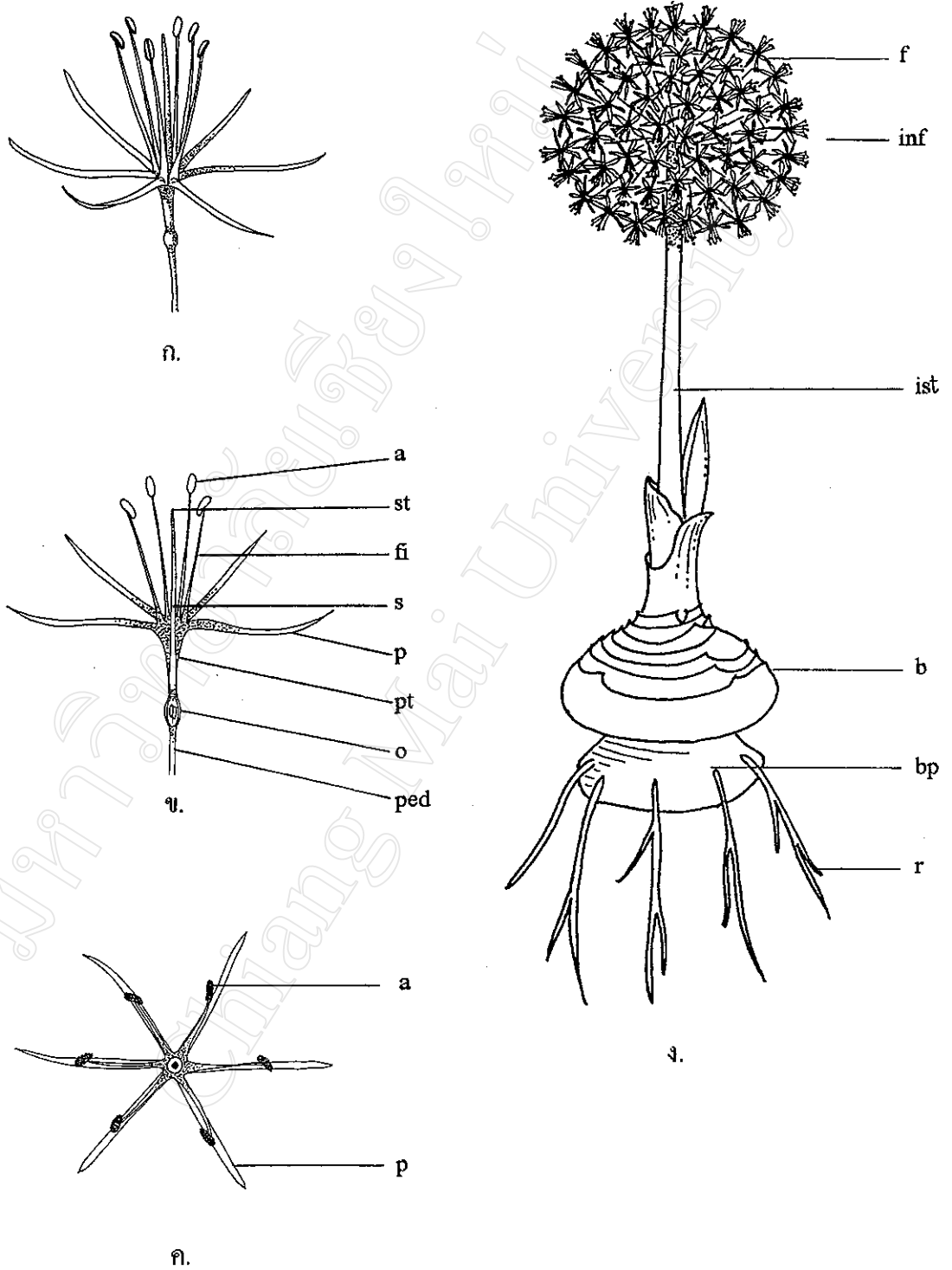
ภาพที่ 3 ต้นว่านแสงอาทิตย์ในระยะที่มีการเจริญเติบโตของใบ หลังจากที่ยอดดอกโรยไปแล้ว



ภาพที่ 4 ช่อดอกของว่านแสงอาทิตย์แสดงใบประดับ (br) ของช่อดอก



ภาพที่ 5 ช่อดอกของว่านแสงอาทิตย์แสดงกลีบประดับของดอกย่อย (bt)



ภาพที่ 6 ภาพวาดของช่อดอกและดอกของว่านแสงอาทิตย์

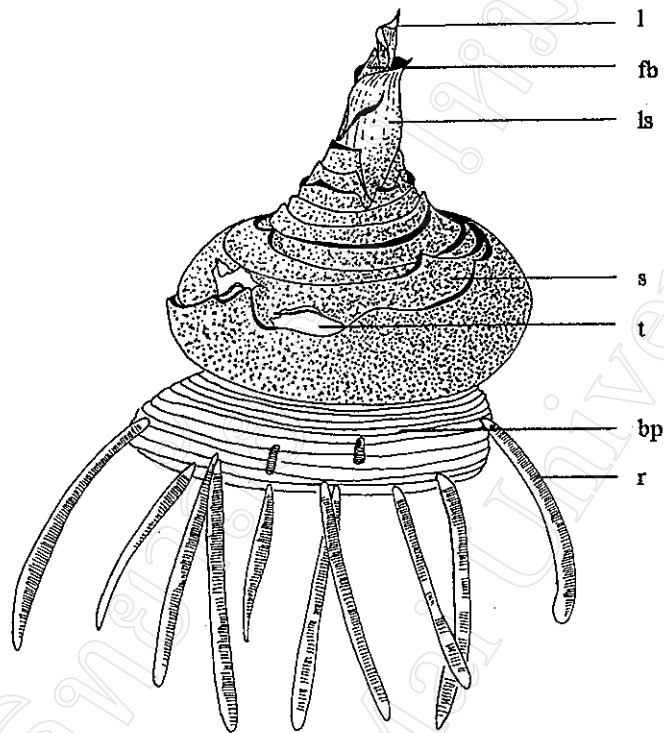
ก. ดอกย่อย ข. ดอกย่อยตัดตามยาว ค. ดอกย่อยมองจากด้านบน ง. ช่อดอก

## 1.2 โครงสร้างของหัว

ว่านแสงอาทิตย์มีหัวเป็นแบบ tunicate bulb ซึ่งหัวประเภทนี้ยังแยกออกได้อีก 3 ชนิด ตามโครงสร้างของหัวในลักษณะของการแปรรูปของกาบใบ โดยที่ tunicate bulb แต่ละชนิดมีกาบใบที่อาจจะแปรรูปมาจากใบทั้งใบ หรือแปรรูปจากเฉพาะส่วนโคนของใบ แตกต่างกันไป (ฉันทนา, 2536) นอกจากนี้ตาใบ (vegetative bud) และตาดอก (floral bud) ที่ปรากฏภายในหัว จะมีตำแหน่งที่เกิด มีการเริ่มกำเนิด (initiation) และมีการเจริญและพัฒนา (growth and development) ในช่วงต่าง ๆ ของการเจริญเติบโตได้แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช และการเริ่มกำเนิดและการเจริญและพัฒนาของตาเหล่านั้น มีผลต่อการเจริญเติบโตเหนือดิน หลังจากหัวงอกและเริ่มการเจริญเติบโตในแต่ละวงจรการเจริญเติบโต สิ่งเหล่านี้มีผลถึงคุณภาพของช่อดอก ต้น และหัวพันธุ์ในการผลิตเพื่อการค้า ดังนั้นในการทดลองนี้จึงได้ศึกษาโครงสร้างของหัวว่านแสงอาทิตย์เพื่อแสดงส่วนประกอบของหัว เพื่อความเข้าใจและเป็นข้อมูลเสริมในการศึกษาถึงวงจรชีวิตและการเจริญเติบโตทางใบ และทางดอกของต้นต่อไป

ผลการศึกษาโครงสร้างของหัวว่านแสงอาทิตย์ เสนอในลักษณะของภาพวาดแสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของหัว ในภาพที่ 7 และ 8

ภาพที่ 7 เป็นภาพของหัวขนาด A และเป็นหัวในระยะที่พร้อมที่จะนำไปปลูกหลังจากหมดระยะพักตัวแล้ว ประกอบไปด้วย ฐานหัว (bp) มีลักษณะเป็นปล้องสั้นอัดซ้อนกันถี่ราก (r) ซึ่งแห้งไปแล้วแต่ยังคงติดอยู่ที่ฐานหัว กาบใบ (s) ซึ่งเป็นส่วนของโคนใบแปรรูปประกอบด้วยกาบใบชั้นในซึ่งมีสีเขียว กาบใบชั้นนอกมีสีเขียวและมีจุดประสีน้ำตาลแดงกระจายทั่วไป ส่วนกาบใบด้านนอกสุดซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นแห้งบางหรือ tunic (t) นั้นยังคงมีหลงเหลือติดอยู่บนฐานหัวให้เห็นเป็นบางส่วนและบางส่วนแห้งและหลุดออกไปจากหัว ที่บริเวณปลายหัวเริ่มมีการเจริญเติบโตของตา แทงออกมาจากบริเวณใจกลางหัว โดยมีใบขนาดเล็กและสั้นเป็น leaf sheath (ls) อยู่ด้านนอกห่อหุ้มตาไว้ข้างใน ถัดจาก leaf sheath เข้าไปเป็นใบอ่อนขนาดเล็ก (l) ซึ่งยังไม่มีการขยายขนาดและยังไม่ยึดตัว



ภาพที่ 7 ภาพวาดของหัวว่านแสงอาทิตย์ในระยะก่อนปลูก

bp = basal plate

fb = floral bud

i = leaf

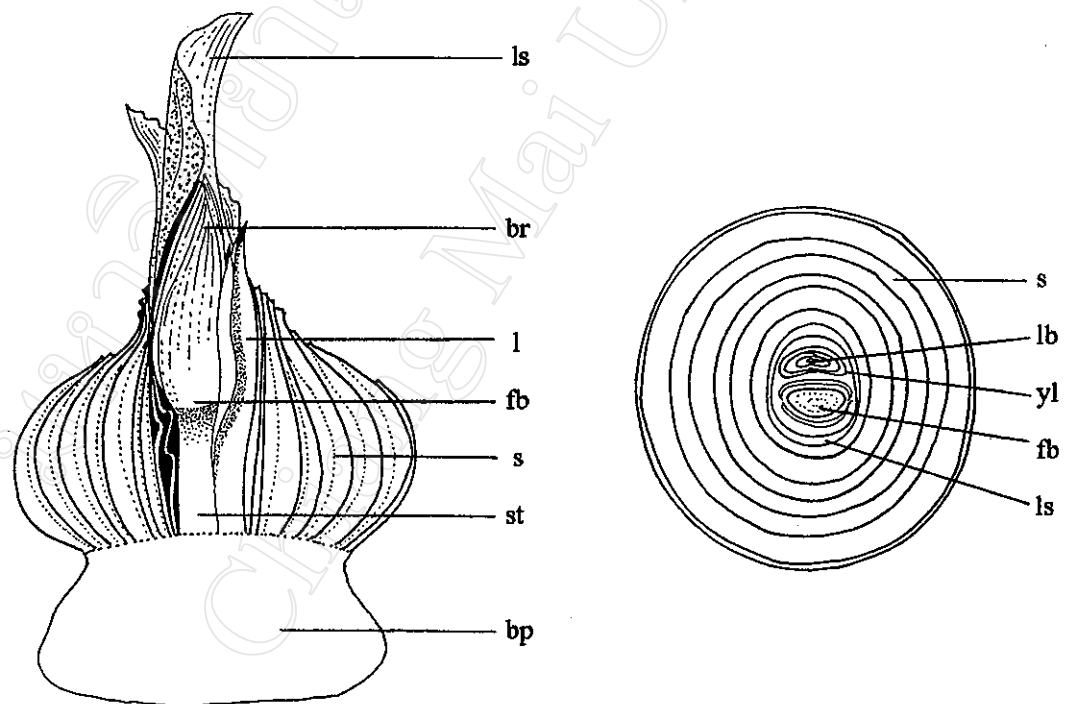
ls = leaf sheath

r = root

s = scale

t = tunic

ภาพที่ 8 เป็นภาพผ่าตามยาว (ก) และผ่าตามขวาง (ข) ของหัวว่านแสงอาทิตย์ในระยะการเจริญเติบโตเดียวกันกับในภาพที่ 7 จากภาพจะเห็นว่าหัวประกอบด้วย ฐานหัว (bp) เป็นเนื้อเยื่อที่มีลักษณะแน่น มีสีขาว มีกาบใบ (s) ติดอยู่บนส่วนบนของฐานหัว กาบใบแต่ละใบเชื่อมกันเป็นวงซ้อนกันอยู่เป็นชั้น ๆ มีลักษณะอวบหนา กาบใบชั้นนอกสุดมีบางส่วนของที่แห้งและหลุดออกไป ที่บริเวณกลางหัวมีตาที่ขยายขนาดออกบ้างแล้วอยู่ 2 ตา ตาหนึ่งเป็นตาดอก (fb) ซึ่งมีตำแหน่งเป็นตาขอดอยู่ตรงใจกลางหัวบนฐานหัว และอีกตาหนึ่งเป็นตาใบ (lb) ซึ่งเป็นตาข้างอยู่เคียงข้างกับตาดอก ตาดอกซึ่งได้มีการเจริญและพัฒนาไปถึงระยะที่เป็นช่อดอกอ่อนมีขนาดใหญ่กว่าตาใบ เกิดอยู่บนปลายของก้านช่อดอก (st) และมีใบประดับ (br) หุ้มช่อดอกอ่อนไว้ ตาใบประกอบด้วยใบอ่อน (yl) และจุดกำเนิดใบซ้อนกันเป็นชั้น ๆ ด้านนอกของช่อดอกอ่อนมี leaf sheath (ls) หุ้ม 2 ชั้น



ก.

ข.

ภาพที่ 8 ภาพวาดแสดงหัวว่านแสงอาทิตย์ในระยะก่อนปลูก

ก. ภาพตัดตามยาว

ข. ภาพตัดตามขวาง






### 1.3 วงจรชีวิต

ผลของการติดตามวงจรชีวิตของว่านแสงอาทิตย์ โดยติดตามการเจริญเติบโตของต้นว่านแสงอาทิตย์ที่เติบโตจากหัวพันธุ์ทั้ง 4 ขนาด ที่ปลูกไว้ในโรงเรือนที่พรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์ พบว่า เมื่อหัวเริ่มการเจริญเติบโตในฤดูกาลเจริญเติบโตหลังจากที่หัวผ่านระยะพักตัวแล้ว หัวทั้ง 4 ขนาด เริ่มการเจริญเติบโตโดยแทงช่อดอกขึ้นมาเหนือดิน ช่อดอกนี้เป็นช่อดอกที่มีดอกย่อยบนช่อเป็นดอกที่มีระยะการเจริญเติบโตแตกต่างกัน คือ มีทั้งดอกที่พร้อมจะบาน และดอกที่ยังอ่อนอยู่และยังพัฒนาไม่เต็มที่ ช่อดอกนี้มีใบประดับห่อหุ้มอยู่ ขณะที่ก้านช่อดอกมีการยืดตัวจะมีการขยายขนาดของช่อดอกตามไปด้วย ดอกที่อยู่ภายในใบประดับนั้นจะมีการขยายขนาดและเจริญเติบโตไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งเมื่อก้านช่อดอกยืดตัวเกือบสุด ใบประดับจะบานออก ดอกที่อยู่ด้านนอกของช่อดอกบานดอกก่อน และดอกที่อยู่ด้านในจะค่อย ๆ หยอขยับบานติดต่อกันไป ในช่วงนี้ก้านช่อดอกจะยืดตัวอีกเล็กน้อย หัวที่มีขนาดใหญ่จะให้ช่อดอกขนาดใหญ่และมีจำนวนดอกย่อยมากกว่าหัวที่มีขนาดเล็ก เมื่อดอกบานเต็มที่และเริ่มโรยจึงมีการเจริญเติบโตของใบ โดยมีการแทงใบขึ้นมาเหนือดินในลักษณะที่เป็นใบอ่อนหลายใบซ้อนกันอยู่ ในระยะแรกใบยังไม่คลี่ออกจากกัน ต่อมาเมื่อใบคลี่ออกแล้วจะมีการยืดตัวและขยายตัวของใบและเจริญตามกันขึ้นมา จนกระทั่งจำนวนใบต่อดันคงที่และใบหยุดการขยายขนาด หลังจากใบมีการเจริญเติบโตได้ระยะหนึ่งแล้ว ใบจะเริ่มหมองอายุและเหลืองตายไปโดยใบทั้งหมดจะแห้งไปพร้อมกันแล้วหลุดออกจากหัว และหัวซึ่งอยู่ใต้ดินจะเข้าสู่ระยะพักตัว โดยที่ตลอดระยะพักตัวนี้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของหัวให้เห็นเมื่อสังเกตจากภายนอก หัวพักตัวอยู่ช่วงเวลาหนึ่ง เมื่อหมดระยะพักตัวแล้วหัวก็พร้อมที่จะมีการเจริญเติบโตในวงจรการเจริญเติบโตใหม่ โดยเริ่มจากการแทงช่อดอกขึ้นมาก่อน

ทั้งนี้ได้เสนอวงจรชีวิตของว่านแสงอาทิตย์ที่ปลูกเลี้ยงในสภาพดังกล่าวมาแล้วข้างต้นไว้เป็นไดอะแกรมในภาพที่ 9 และภาพวาดในภาพที่ 10 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ว่านแสงอาทิตย์เริ่มการเจริญเติบโตในแต่ละวงจรชีวิตด้วยการเจริญเติบโตของดอก ซึ่งแทงช่อดอกออกมาจากหัวและโผล่ขึ้นมาเจริญเติบโตเหนือดินในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน หลังจากนั้นเป็นการเจริญเติบโตของใบในช่วงระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงเดือนธันวาคม ต่อจากนั้นจึงเป็นช่วงที่หัวเข้าสู่ระยะพักตัวจนถึงเดือนเมษายน

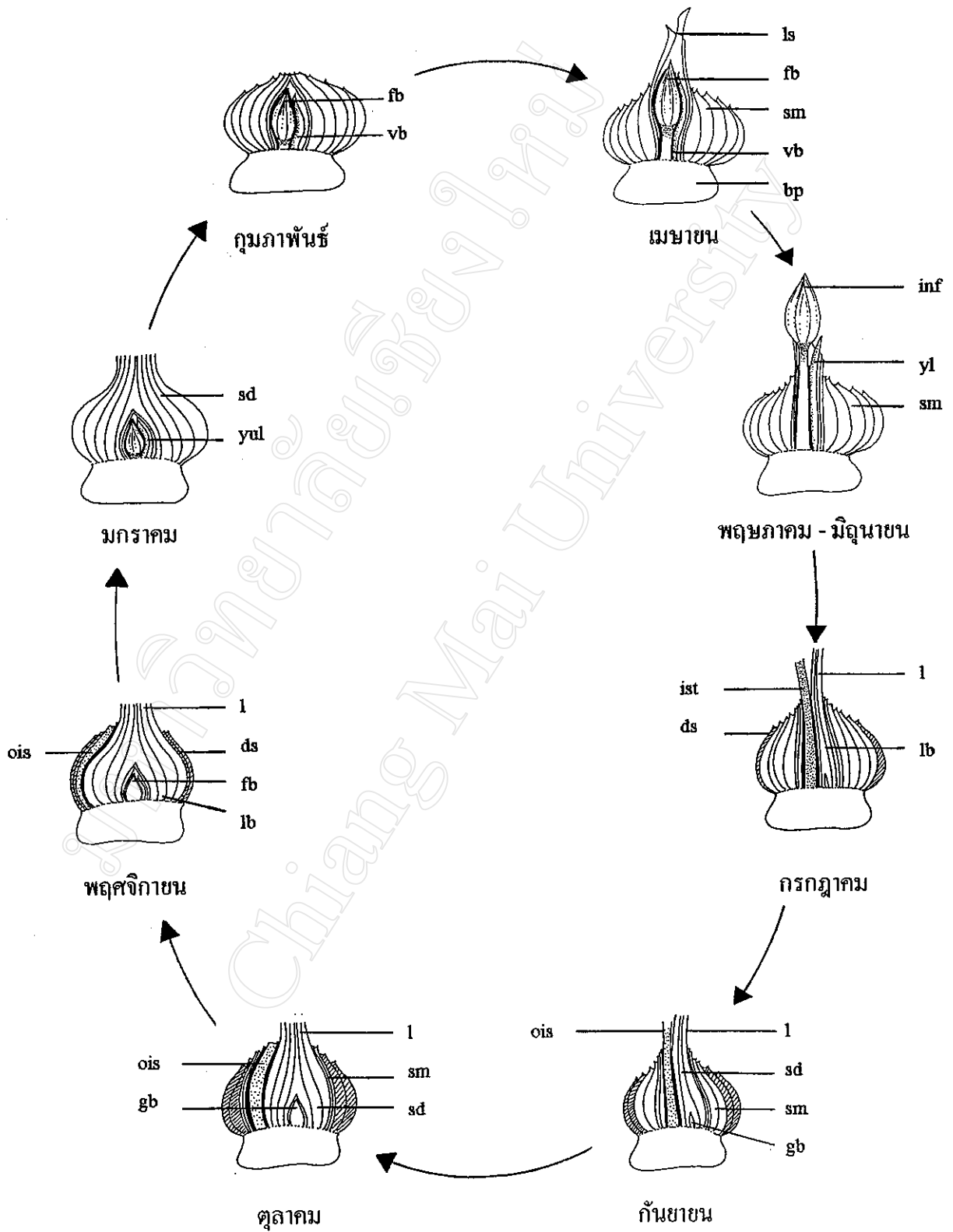


ภาพที่ 9 วงจรชีวิตของวุ้นแสงอาทิตย์

-  = ระยะเวลาที่มีการเจริญเติบโตทางดอก พ.ค. - มิ.ย.
-  = ระยะเวลาที่มีการเจริญเติบโตทางใบ ก.ค. - ช.ค.
-  = ระยะเวลาพักตัว ม.ค. - เม.ย.

ภาพที่ 10 เป็นภาพวาดที่แสดงวงจรชีวิตของวุ้นแสงอาทิตย์ โดยแสดงโครงสร้างของหัวในช่วงต่าง ๆ ของการเจริญเติบโตในวงจรชีวิตหนึ่งวงจร ซึ่งจากการศึกษาถึงความเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างของหัวตลอดวงจรชีวิต พบว่า ในช่วงที่หัวมีการพักตัวในระหว่างเดือนมกราคมถึงเมษายนนั้น แม้ว่าภายนอกของหัวจะ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงให้เห็นก็ตาม แต่ภายในหัวเมื่อแกะกาบใบออกดูทุก ๆ สัปดาห์ จะพบว่าตาที่บริเวณกลางหัวทั้งตาขอดและตาข้างที่อยู่เคียงกันมีการเปลี่ยนแปลง โดยมีการขยายขนาดออกซึ่งเป็นสิ่งที่บอกได้ว่าตาดังกล่าวมีการเจริญเติบโตและพัฒนา และเมื่อหัวใกล้จะหมดระยะพักตัวในช่วงปลายของเดือนเมษายน จะพบว่าตาขอดมีการขยายขนาดออกมากและมีการขีดตัวของก้านชูตา ส่วนตาที่อยู่เคียงข้างก็ขยายขนาดออกเช่นกัน แต่ไม่ปรากฏว่ามีก้านชูตา ต่อมาเมื่อนำหัวไปปลูกลงในกระถางดินเดือนพฤษภาคม ตาขอดจะขีดก้านชูตาออกและตาขอดซึ่งเป็นตาดอก (fb) ทางออกมาเป็นช่อดอก (inf) อ่อน ส่วนก้านชูตาขีดตัวเป็นก้านช่อดอก ส่วนตาดีกตาหนึ่งซึ่งเป็นตาใบ (vb) มีการขีดตัวเช่นกัน แต่ขีดตัวได้น้อยกว่าและไม่มีการแทงออกมาเหนือเครื่องปลูก ยังคงอยู่ภายในหัว ต่อมาเมื่อช่อดอกมีการเจริญเติบโตเต็มที่และเริ่มโรยไปในช่วงปลายของเดือนมิถุนายนนั้น ตาใบจึงขีดตัวแทงออกมาเป็นหน่อใบ ซึ่งประกอบด้วยใบอ่อน (yl) ห่อซ้อนกันอยู่เป็นชั้น ๆ ใบอ่อนมีการขีดตัวและคลี่ออกจากกัน ขยายขนาดของใบออกทั้งความยาวและความกว้าง เจริญเติบโตเป็นใบ (l) ออกมา และเพิ่มจำนวนใบขึ้นเรื่อย ๆ ต่อมาใบที่ขยายขนาดเต็มที่แล้วจะมีการแปรรูปของโคนใบ (lb) ไปเป็นกาบใบ โดยขยายตัวออกและมีลักษณะอวบน้ำ ซ้อนกันอยู่เป็นชั้น ๆ บนฐานหัวเดิม ดันกาบใบเก่าของหัวแม่ (sm) ออกไปทางด้านข้าง ซึ่งกาบใบของหัวแม่ที่อยู่ด้านนอกได้ทยอยกันผ่อและเหี่ยว (ds) หมดอายุไปเป็นชั้น ๆ นับจากวงนอกสุดออกไป ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าในระยะที่ใบมีการเจริญเติบโตจะมีการขยายขนาดของหัวซึ่งอยู่ใต้ดินควบคู่ไปด้วย โดยมีการสร้างกาบใบใหม่ (sd) ขึ้นมาชุดหนึ่ง

แต่กาบใบเก่าก็ยังคงมีอยู่เป็นจำนวนหนึ่งและเป็นกาบใบที่ยังคงสดและอวบน้ำอยู่ โดยอยู่ทางรอบนอกของหัว ในช่วงกลางของการเจริญเติบโตของใบ ตาที่อยู่กลางหัว (gb) จะมีการเจริญและพัฒนาด้วย โดยมีโครงสร้างเป็นตาใบที่มีจุดกำเนิดใบซ้อนกัน 2-3 ใบหุ้มจุดเจริญไว้ ต่อมาเมื่อเข้าระยะปลายของการเจริญเติบโตของใบ ในช่วงเดือนพฤศจิกายน ตาขอดนั้นจึงเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงเป็นตาดอก (gb) และมีการเริ่มกำเนิดช่อดอกและมีการเจริญและพัฒนาของช่อดอกจนกระทั่งถึงระยะที่ต้นตายและหัวเข้าระยะพักตัว จึงพบว่าที่กลางหัวมีตาดอกเกิดขึ้นแล้ว และตาข้างที่อยู่เคียงกันก็เริ่มมีการพัฒนาเป็นตาใบ (vb) ให้เห็นด้วยจำนวน 1 ตา ตาดอกมีการเจริญและพัฒนาตลอดระยะพักตัวของหัว ในขณะที่ตาใบมีการเจริญและพัฒนาน้อยมาก



ภาพที่ 10 ภาพวาดแสดงโครงสร้างของหัวว่านแสงอาทิตย์ในช่วงต่าง ๆ ของการเจริญเติบโต  
ในวงจรชีวิต

## การทดลองที่ 2 การเจริญเติบโต

การเจริญเติบโตของว่านแสงอาทิตย์ เมื่อพิจารณาจากวงจรชีวิตดังบรรยายไว้ในข้อ 1.3 แล้วนั้น จะเห็นว่ามีการเจริญเติบโตแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ การเจริญเติบโตทางใบ และการเจริญเติบโตทางดอก

เนื่องจากในช่วงที่หัวของว่านแสงอาทิตย์อยู่ในระยะพักตัวนั้น แม้ว่าจะไม่มีการเจริญเติบโตเหนือดินให้เห็น แต่ก็มีเปลี่ยนแปลงซึ่งแสดงให้เห็นถึงการเจริญและพัฒนาของตาที่อยู่ภายในหัว ดังเห็นได้จากภาพที่ 10 ดังนั้นในการเสนอผลการทดลองในข้อ 2 นี้จึงเสนอทั้งในช่วงที่เป็นการเจริญเติบโตเหนือดินและช่วงที่เป็นการเจริญและพัฒนาของดอกในระยะที่หัวพักตัวอยู่ ผลการทดลองมีดังนี้

### 2.1 การเจริญเติบโตทางใบ

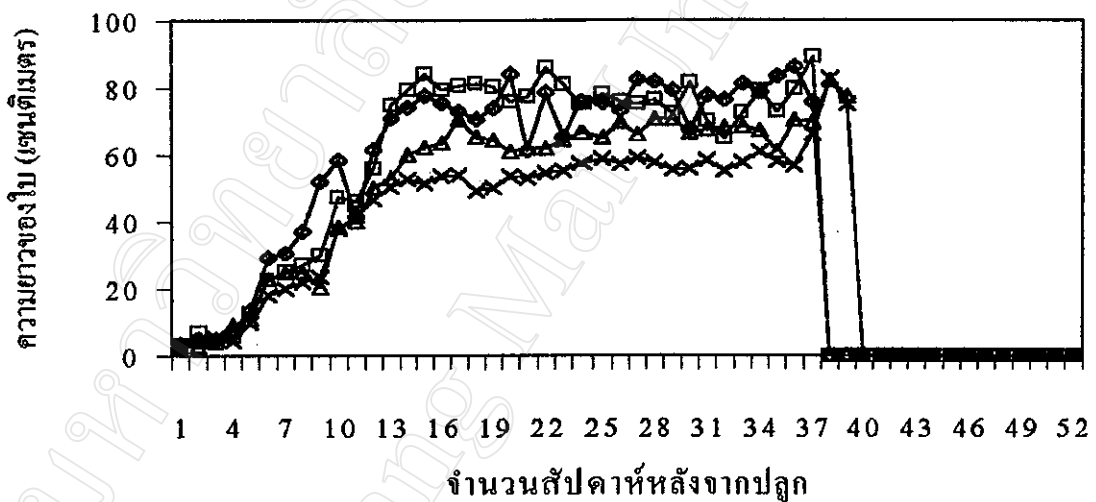
ในแง่ของการเจริญเติบโตทางใบ ได้ทำการบันทึกการเจริญเติบโตในลักษณะของความยาวของใบและจำนวนใบต่อดัน ของต้นที่มีการเจริญเติบโตจากหัวที่มีขนาดแตกต่างกัน (A, B, C และ D) ตลอดจนการเจริญเติบโตของหัวใหม่ที่เกิดขึ้นจากต้นเหล่านั้น ในลักษณะของขนาดของหัว และจำนวนกาบใบต่อหัว ผลการบันทึกมีดังนี้

#### 2.1.1 ความยาวของใบและจำนวนใบต่อดัน

จากผลการศึกษาในข้อ 1.3 จะเห็นว่าเมื่อนำหัวพันธุ์ไปปลูก วงจรชีวิตของต้นพืชจากหัวพันธุ์ที่หมดระยะพักตัวแล้ว จะเริ่มจากการเจริญเติบโตของช่อดอกอ่อนที่มีกาบใบหุ้มเจริญเติบโตขึ้นมาเหนือดิน มีการขยายขนาดของดอก ตามมาด้วยการบานของดอก จนกระทั่งดอกย่อยบนช่อเริ่มโรยจึงมีการเจริญเติบโตของตาใบแทงขึ้นมาเป็นหน่อใบในระยะต้นเดือนพฤษภาคม หลังจากนั้นใบอ่อนจะขยายขนาดออกจนเป็นใบที่เจริญเติบโตเต็มที่ ในช่วงแรกของการเจริญเติบโตของใบ ใบจะมีการเจริญเติบโตอย่างช้า ๆ ดังจะเห็นได้จากภาพที่ 11 ซึ่งเป็นภาพแสดงการเจริญเติบโตของต้นว่านแสงอาทิตย์ที่ปลูกจากหัวขนาดต่าง ๆ ในลักษณะของความยาวของใบที่ยาวที่สุด วัดจากผิวเครื่องปลูกจนถึงปลายใบ จากภาพจะเห็นว่าเมื่อเริ่มมีการเจริญเติบโตของใบให้เห็นเหนือผิวเครื่องปลูกหลังจากที่ดอกโรยหมดแล้วและก้านช่อดอกเริ่มเหี่ยวแล้วนั้น ใบจะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ความยาวของใบเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ต่อเมื่อเข้าระยะสัปดาห์ที่ 14 หลังจากปลูกแล้วนั้น การเพิ่มขนาดความยาวของใบจึงช้าลง และในสัปดาห์ต่อ ๆ มาขนาดความยาวของใบจะไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงมากนัก หลังจากทีใบขยายขนาดเต็มที่แล้วใบจะยังคงมีการเจริญเติบโตต่อไปจนกระทั่งถึงสัปดาห์ที่ 37 หลังจากปลูกเป็นต้นไป

ใบจึงเริ่มเหลืองและเริ่มแห้งตายไป จนตายหมดทุกใบในสัปดาห์ที่ 40 หลังจากปลูก กงเหลือเพียงหัวซึ่งเข้าระยะพักตัวอยู่ในดิน

ผลการบันทึกความยาวเฉลี่ยของใบที่ยาวที่สุดและจำนวนใบเฉลี่ยต่อต้นของต้นที่เจริญเติบโตจากหัวขนาดต่าง ๆ แสดงไว้ในตาราง 3 (ตารางผนวกที่ 1 และ 2) ซึ่งจะเห็นได้ว่าหัวที่มีขนาดใหญ่ให้ความยาวของใบเฉลี่ยและจำนวนใบต่อต้นมากกว่าหัวที่มีขนาดเล็กกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และต้นที่เจริญเติบโตจากหัวขนาด A และ B มีความยาวของใบเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพที่ 11 ค่าเฉลี่ยความยาวของใบที่ยาวที่สุดของต้นว่านแสงอาทิตย์ที่บันทึกหลังจากปลูกจนกระทั่งใบตาย

- ◆ ต้นที่เจริญเติบโตจากหัวขนาด A    □ ต้นที่เจริญเติบโตจากหัวขนาด B  
 ▲ ต้นที่เจริญเติบโตจากหัวขนาด C    × ต้นที่เจริญเติบโตจากหัวขนาด D

ตาราง 3 ค่าเฉลี่ยของความยาวใบที่ยาวที่สุดและจำนวนใบต่อต้นของต้นว่านแสงอาทิตย์ที่เจริญเติบโตจากหัวที่มีขนาดแตกต่างกัน

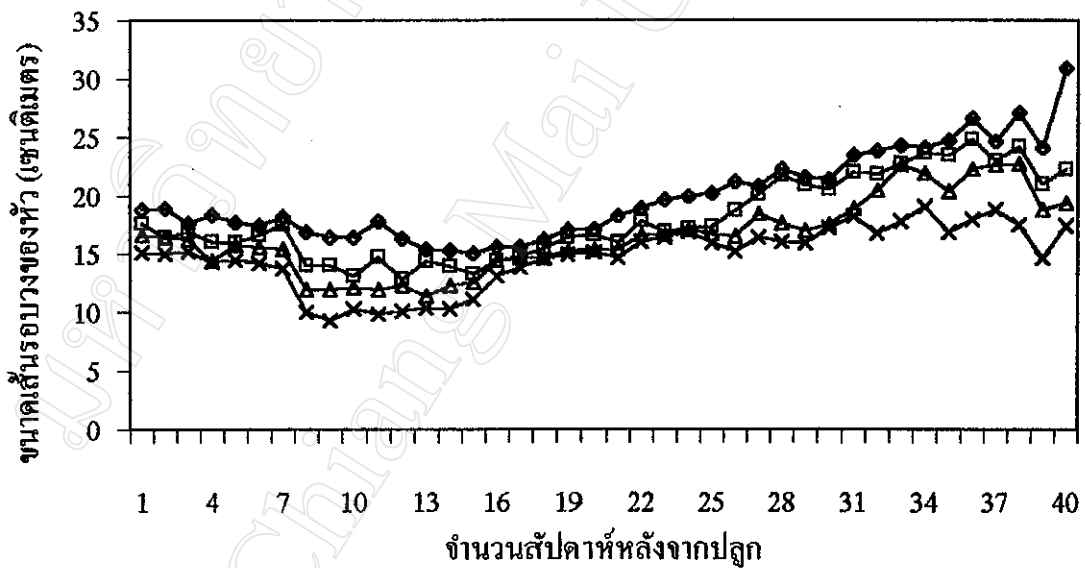
ขนาดของหัว	ความยาวใบ <sup>1</sup> (ซม)	จำนวนใบต่อต้น <sup>2</sup> (ใบ)
A	76.50 <sup>a</sup>	9.02 <sup>a</sup>
B	77.91 <sup>a</sup>	8.42 <sup>b</sup>
C	65.84 <sup>b</sup>	7.57 <sup>c</sup>
D	55.79 <sup>c</sup>	6.66 <sup>d</sup>

1 , 2 = ค่าเฉลี่ยของความยาวใบที่ยาวที่สุดและจำนวนใบต่อต้น ที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

#### 2.1.2 ขนาดของหัวและจำนวนกาบใบต่อหัว

ผลการศึกษาที่ได้เสนอไว้ในข้อ 1.2 และ 1.3 แสดงให้เห็นว่าหัวใหม่ของว่านแสงอาทิตย์เกิดมาจากการแปรรูปของโคนใบของต้นที่กำลังเจริญเติบโต เป็นกาบใบซ้อนกันอยู่เป็นชั้น ๆ และทำหน้าที่เป็นหัวของต้นที่กำลังเจริญเติบโตนั้น ดังนั้นการเจริญเติบโตในแง่ของการขยายขนาดของหัวของต้นที่กำลังเจริญเติบโต ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นหัวใหม่และเป็นส่วนขยายพันธุ์เพื่อการเจริญเติบโตเป็นต้นใหม่ในวงจรชีวิตถัดไป จึงเป็นการขยายขนาดที่เกิดจากจำนวนและขนาดของกาบใบทั้งหมดของต้นที่กำลังเจริญเติบโตนั้น รวมกับกาบใบทั้งหมดของหัวแม่ซึ่งยังคงสดอยู่นอกเหนือไปจากกาบใบของหัวแม่่วงนอกที่แห้งเหี่ยว ฝ่อและหลุดไปจากหัวซึ่งเกิดจากได้มีการคั่งอาหารสะสมไปใช้สำหรับการเจริญเติบโตของต้นในช่วงแรกของการเจริญเติบโต ดังนั้นในช่วงเวลาที่ต้นกำลังมีการเจริญเติบโตในวงจรชีวิตแต่ละวง ขนาดของหัวจะขึ้นอยู่กับขนาดและจำนวนกาบใบของหัวแม่และขนาดและจำนวนโคนใบของต้นที่กำลังมีการเจริญเติบโตนั้น โดยที่ในขณะที่เวลาของการเจริญเติบโตของต้นผ่านไป จำนวนกาบใบของหัวแม่จะลดลงเรื่อย ๆ เนื่องจากถูกคั่งอาหารสะสมไปใช้และจะเหี่ยวแห้งหลุดไป แต่โคนใบของต้นที่กำลังเจริญเติบโตจะเพิ่มปริมาณขึ้นเรื่อย ๆ เพราะมีการเจริญเติบโตของใบและมีการเพิ่มจำนวนใบต่อต้นขึ้นมาเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงช่วงที่ต้นเริ่มหยุดการเจริญเติบโตทางใบ ใบทั้งหมดเข้าระยะชราภาพ เหลืองและแห้งตายไป และหลุดออกจากหัวไปในที่สุด จำนวนกาบใบของหัวใหม่จึงจะคงที่

จากผลการบันทึกการเจริญเติบโตของหัวใหม่ โดยวัดขนาดเส้นรอบวงของหัวของต้นที่ กำลังมีการเจริญเติบโตจากหัวพันธุ์ขนาด A , B , C และ D ทุก ๆ สัปดาห์หลังจากปลูก พบว่า เส้นรอบวงของหัวมีการเปลี่ยนแปลงดังแสดงไว้ในภาพที่ 12 ซึ่งจะเห็นว่าในหัวทั้ง 4 ขนาด ในระยะแรกของการเจริญเติบโตขนาดเส้นรอบวงของหัวมีแนวโน้มที่ลดลง เนื่องจากต้นดึงเอาอาหารสะสมจากกาบใบไปใช้ในการเจริญเติบโตและกาบใบชั้นนอกค่อย ๆ แห้งและหลุดไป จนถึงสัปดาห์ที่ 8 หลังจากปลูก จากนั้นจะเห็นว่าเส้นรอบวงของหัวค่อนข้างจะคงที่ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก จนถึงสัปดาห์ที่ 16-20 จึงมีการเพิ่มขึ้นของเส้นรอบวงของหัว และสิ้นสุดการเพิ่มขนาดของเส้นรอบวงของหัวในสัปดาห์ที่ 37-40 ซึ่งเป็นช่วงที่ต้นเริ่มตายและหัวเริ่มเข้าสู่ระยะพักตัว

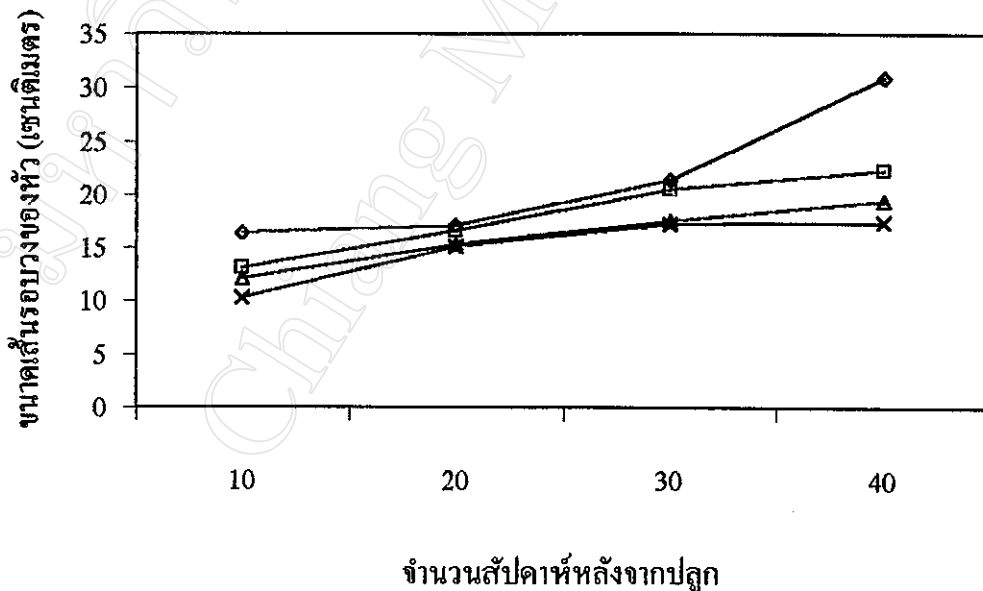


ภาพที่ 12 ขนาดเส้นรอบวงเฉลี่ยของหัวของต้นที่เจริญเติบโตจากหัวพันธุ์ที่มีขนาดแตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์หลังจากปลูก

◆ หัวขนาด A    □ หัวขนาด B    ▲ หัวขนาด C    × หัวขนาด D



การบันทึกขนาดของเส้นรอบวงของหัวเป็นการบันทึกทุกสัปดาห์ตลอดการเจริญเติบโตของต้น ในการเสนอผลการบันทึกของค่าเฉลี่ยของเส้นรอบวงของหัว ถ้าเสนอในลักษณะเป็นแต่ละช่วงของการเจริญเติบโตในหนึ่งวงจรชีวิต น่าจะเป็นการนำเสนอที่กระชับและเป็นตัวแทนที่เห็นการเปลี่ยนแปลงได้ดีกว่าการเสนอผลเป็นแต่ละสัปดาห์ไป ดังนั้นจึงได้แบ่งช่วงการเจริญเติบโตในหนึ่งวงจรชีวิตออกเป็น 4 ช่วง โดยแต่ละช่วงกินเวลา 10 สัปดาห์ และได้แสดงการเปลี่ยนแปลงของขนาดเส้นรอบวงของหัวไว้ในภาพที่ 13 ซึ่งเป็นผลการบันทึกขนาดของเส้นรอบวงเฉลี่ยในสัปดาห์ที่ 10 , 20 , 30 และ 40 ของการเจริญเติบโต ซึ่งจากภาพจะเห็นว่า การขยายขนาดของหัวของต้นที่เจริญเติบโตจากหัวพันธุ์ทุกขนาด มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันคือ มีขนาดเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อเวลาผ่านไป แต่จะแตกต่างกันตรงที่ต้นที่เจริญเติบโตจากหัวพันธุ์ขนาด A ในช่วง 10 และ 20 สัปดาห์ของการเจริญเติบโตนั้น ขนาดของเส้นรอบวงของหัวไม่ค่อยแสดงความแตกต่างกันมากนัก แต่ขนาดของหัวจะเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจนในสัปดาห์ที่ 30 และ 40 ของการเจริญเติบโต ในขณะที่ต้นที่เจริญเติบโตจากหัวพันธุ์ขนาด B , C และ D นั้น การเปลี่ยนแปลงของขนาดเส้นรอบวงของหัวในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโตแสดงความแตกต่างได้ชัดเจน แต่หลังจากสัปดาห์ที่ 30 แล้วขนาดของหัวจะไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก



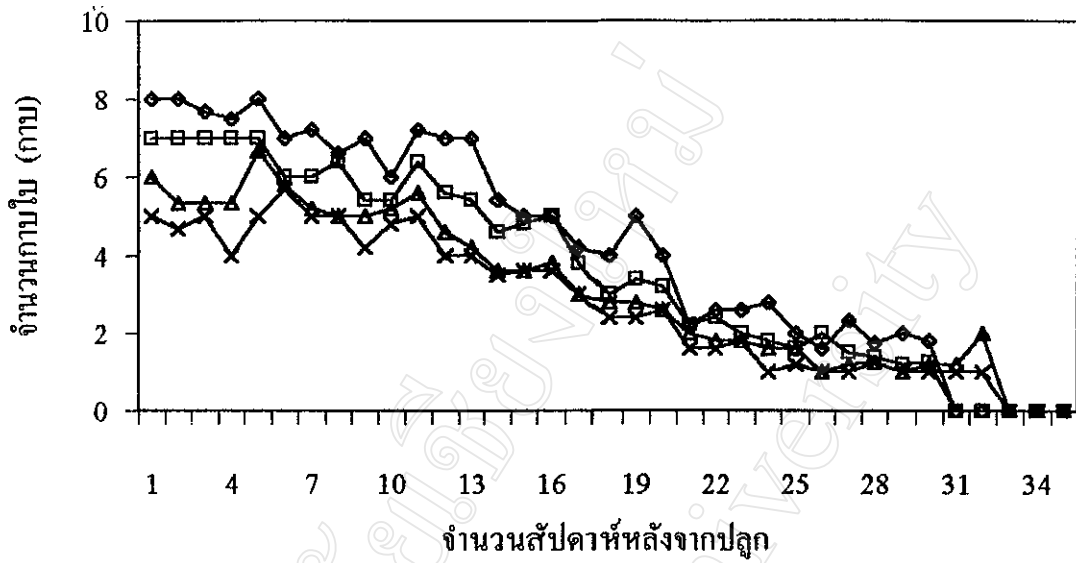
ภาพที่ 13 ขนาดเส้นรอบวงเฉลี่ยของหัวของต้นที่เจริญเติบโตจากหัวที่มีขนาดต่างกัน ในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโตในรอบ 40 สัปดาห์

◆ หัวขนาด A    □ หัวขนาด B    ▲ หัวขนาด C    × หัวขนาด D

ผลการบันทึกจำนวนกาบใบต่อหัวในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโตแสดงไว้ในภาพที่ 14 และ 15 โดยแยกแสดงจำนวนกาบใบที่ประกอบกันขึ้นมาเป็นหัวของต้นที่กำลังเจริญเติบโตออกเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งเป็นกาบใบของหัวแม่หรือหัวพันธุ์ที่ใช้ปลูก และอีกส่วนหนึ่งเป็นกาบใบที่เกิดจากการแปรรูปของโคนใบของต้นที่กำลังเจริญเติบโต ซึ่งเป็นกาบใบชุดที่อยู่ด้านในและยังคงเป็นโคนใบของต้นที่กำลังมีการเจริญเติบโตอยู่ และโคนใบชุดนี้เมื่อต้นเข้าระยะชราภาพและตายไปจะกลายเป็นกาบใบของหัวใหม่ ทั้งนี้ในขณะที่ต้นกำลังมีการเจริญเติบโตนั้น หัวจะประกอบด้วยกาบใบทั้ง 2 ชุด แต่เพื่อความชัดเจนจึงแยกการบันทึกกาบใบทั้ง 2 ชุด ออกจากกัน

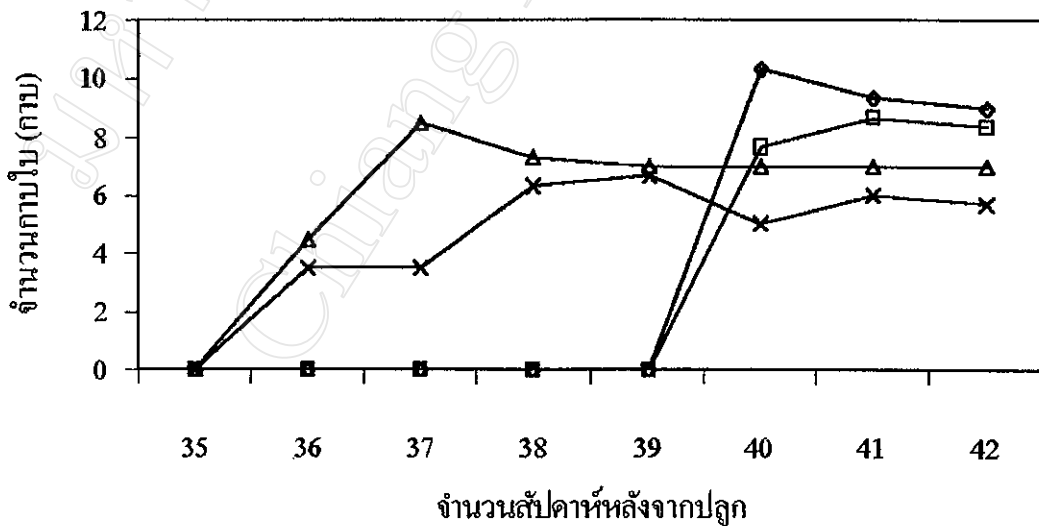
ภาพที่ 14 แสดงการเปลี่ยนแปลงของจำนวนกาบใบของหัวแม่ของต้นที่เจริญเติบโตจากหัวพันธุ์ขนาด A , B , C และ D นับตั้งแต่ปลูกจนกระทั่งถึงสัปดาห์ที่ 35 ของการเจริญเติบโต ซึ่งในระยะนี้ต้นเจริญเติบโตเต็มที่แล้วและใกล้จะเข้าระยะพักตัว จากผลการบันทึกจะเห็นว่าหลังจากปลูกจำนวนกาบใบของหัวแม่ของต้นที่เจริญเติบโตจากหัวพันธุ์ทุกขนาด มีแนวโน้มที่ลดลงเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงสัปดาห์ที่ 31 - 33 หลังจากปลูก จะพบว่าไม่มีกาบใบของหัวแม่เหลืออยู่เลย ด้วยเหตุที่กาบใบชุดนี้จะแห้งผ่อและเน่าหลุดออกไปทีละชั้น จากชั้นนอกสุดเข้าไป

สำหรับกาบใบของหัวชุดที่เกิดจากโคนใบของต้นที่กำลังมีการเจริญเติบโตนั้น เริ่มบันทึกตั้งแต่สัปดาห์ที่ 31 หลังจากปลูก จนถึงสัปดาห์ที่ 42 หลังจากปลูก และแสดงผลการบันทึกไว้ในภาพที่ 15 โดยจะเริ่มนับโคนใบเป็นกาบใบต่อเมื่อโคนใบเริ่มมีการสะสมอาหารโดยสังเกตจากการบวมพองออกของโคนใบ จากภาพจะเห็นว่า จำนวนกาบใบเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงสัปดาห์ที่ 42 หลังจากปลูก และมีจำนวนคงที่เมื่อใบแห้งตายจนหมดแล้ว



ภาพที่ 14 จำนวนกาบใบเฉลี่ยของหัวแม่ของต้นที่เจริญเติบโตจากหัวพันธุ์ที่มีขนาดแตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์หลังจากปลูก

◆ หัวขนาด A    □ หัวขนาด B    ▲ หัวขนาด C    × หัวขนาด D



ภาพที่ 15 จำนวนเฉลี่ยของกาบใบที่แปรรูปจาก โคนใบของต้นที่กำลังมีการเจริญเติบโตจากหัวพันธุ์ที่มีขนาดแตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์หลังจากปลูก

◆ หัวขนาด A    □ หัวขนาด B    ▲ หัวขนาด C    × หัวขนาด D

เมื่อสรุปผลของการบันทึกจำนวนกาบใบในขณะที่หัวเข้าระยะพักตัว และใบแห้งตายไปหมดแล้วนั้น จะพบว่าหัวใหม่ประกอบด้วยกาบใบแปรรูปจากโคนใบของต้นที่มีการเจริญเติบโต และกาบใบของหัวแม่ไม่หลงเหลืออยู่เลย ค่าเฉลี่ยของจำนวนกาบใบต่อหัวของหัวใหม่ของต้นที่เจริญเติบโตจากหัวพันธุ์ที่มีขนาดแตกต่างกันแสดงไว้ในตาราง 4 (ตารางผนวกที่ 3) ซึ่งจากผลที่บันทึกจะเห็นว่า หัวใหม่ของต้นที่มีการเจริญเติบโตจากหัวพันธุ์ที่มีขนาดใหญ่กว่าจะมีจำนวนกาบใบต่อหัวมากกว่าหัวใหม่ของต้นที่เจริญเติบโตจากหัวพันธุ์ที่มีขนาดเล็กกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 4 ค่าเฉลี่ยของจำนวนกาบใบต่อหัวของหัวใหม่ของต้นที่มีการเจริญเติบโตจากหัวพันธุ์ที่มีขนาดแตกต่างกัน บันทึกในสัปดาห์ที่ 42 ของการเจริญเติบโต

ขนาดของหัว	จำนวนกาบใบ <sup>1</sup> (กาบ)
A	9.23 <sup>a</sup>
B	8.24 <sup>b</sup>
C	6.88 <sup>c</sup>
D	5.82 <sup>d</sup>

1 = ค่าเฉลี่ยของจำนวนกาบใบ ที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

## 2.2 การเจริญเติบโตทางดอก

การศึกษาการเจริญเติบโตทางดอกของว่านแสงอาทิตย์ เป็นการติดตามการเกิดและการพัฒนาของช่อดอกและดอกย่อย โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลง การเจริญ และพัฒนาการของตาที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของหัว

ในการติดตามการเกิดและการเจริญและพัฒนาของดอกได้ขีดแนวทางการศึกษา โดยติดตามขั้นตอนของการสร้างดอก จากขั้นตอนของการเริ่มกำเนิดตาดอก (Floral initiation) ไปจนถึงระยะดอกบาน (Anthesis) ผลการศึกษามีดังต่อไปนี้

### 2.2.1 การเริ่มกำเนิดตาดอก (Floral initiation)

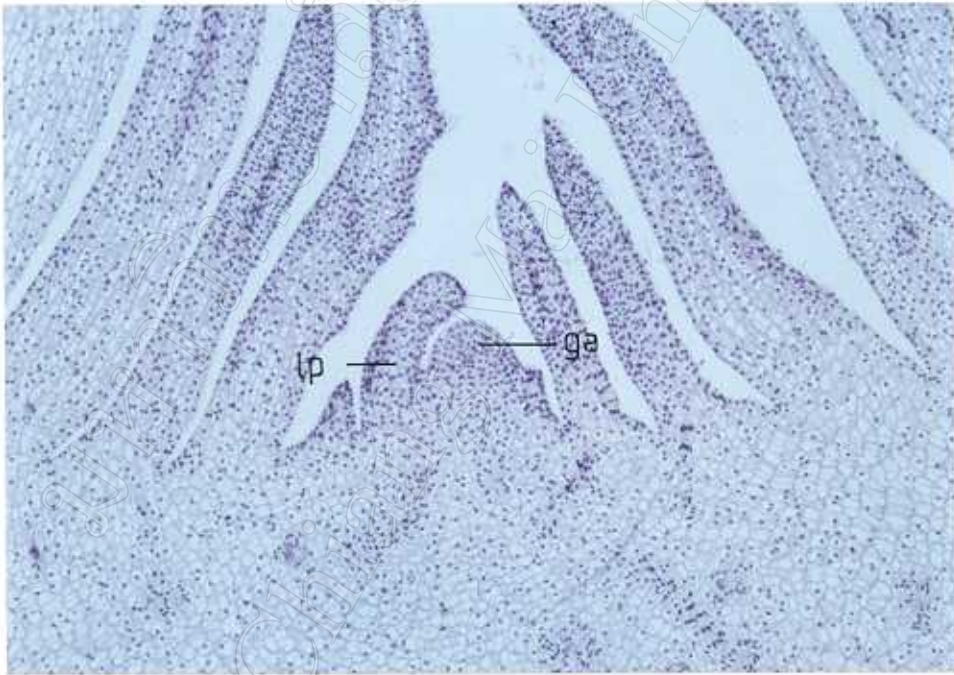
จากผลการศึกษาวงจรชีวิตของว่านแสงอาทิตย์ตั้งบรรยายไว้ในข้อ 1.3 ทำให้ทราบว่า เมื่อว่านแสงอาทิตย์ออกดอกจะมีการแทงช่อดอกออกมาจากใจกลางหัวในระยะต้นของวงจรชีวิต ดังนั้นจึงได้ทำการติดตามการสร้างตาดอกจากตาที่อยู่ตำแหน่งต่าง ๆ ภายในหัว เพื่อที่จะได้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลง ตลอดจนการเจริญและพัฒนาของตาที่จะเจริญและพัฒนาไปเป็นตาดอก ในการศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษากับต้นที่เจริญเติบโตจากหัวพันธุ์ขนาด A , B , C และ D โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงของตาทุกตำแหน่งภายในหัวตลอดวงจรการเจริญเติบโต โดยศึกษานื้อเยื่อของตาที่ตัดตามยาวและตามขวาง

จากการนำตาที่บริเวณปลายยอดของต้นที่กำลังมีการเจริญเติบโตทางใบภายหลังที่ช่อดอกได้โรยไปแล้วนั้นมาศึกษา พบว่าตายอดของต้นในระยะตั้งแต่มีการแทงหน่อใบขึ้นไปเหนือดิน จนกระทั่งถึงระยะการเจริญเติบโต 10 สัปดาห์หลังจากปลูก ตายอดของต้นที่เจริญเติบโตจากหัวพันธุ์ทุกขนาด เมื่อนำมาตัดตามยาวมีลักษณะของเนื้อเยื่อเป็นตาใบ โดยเป็นเนื้อเยื่อปลายยอดที่มีรูปร่างโค้งงอเป็นรูปโคมครึ่งวงกลม (ga) มีจุดกำเนิดใบ (lp) หุ้มอยู่ (ภาพที่ 16) และพบว่าต้นที่เจริญเติบโตจากหัวที่มีขนาดแตกต่างกันมีปลายยอดตัดตามยาวในลักษณะเดียวกัน

ต่อมาในสัปดาห์ที่ 12 หลังจากปลูก ต้นที่เจริญเติบโตจากหัวขนาด A และ B จึงเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงที่ปลายยอด โดยที่เนื้อเยื่อปลายยอด (ga) เริ่มมีลักษณะเปลี่ยนแปลงจากเนื้อเยื่อรูปโคมครึ่งวงกลม มีการยืดตัวยาวออก และพบว่ามีเนื้อเยื่อในลักษณะโค้งงอครึ่งวงกลมเป็นโคมขนาดเล็กเกิดขึ้นมาที่บริเวณฐานทางด้านข้างของเนื้อเยื่อปลายยอดที่บริเวณซอกของใบอ่อนที่หุ้มเนื้อเยื่อปลายยอดไว้ ซึ่งเนื้อเยื่อด้านข้างดังกล่าวนี้เป็นโครงสร้างของจุดกำเนิดตาข้าง (bp) ดังแสดงในภาพที่ 17 สำหรับต้นที่เจริญเติบโตจากหัวขนาด C และ D นั้น การเปลี่ยนแปลงในลักษณะเดียวกันนี้พบเกิดขึ้นในสัปดาห์ที่ 14 หลังจากปลูก

จากการติดตามการเปลี่ยนแปลงของปลายยอดในระยะต่อมา พบว่าการยืดตัวของปลายยอดนั้นเป็นการเริ่มสร้างช่อดอก โดยที่ในสัปดาห์ที่ 13 หลังจากปลูก ปลายยอด (ga) ของต้นที่เจริญเติบโตจากหัวขนาด A และ B มีการยืดตัวเพิ่มขึ้น และที่บริเวณปลายเริ่มขยายขนาดออกทางด้านกว้างและเนื้อเยื่อมีลักษณะแบนลง เพื่อเตรียมที่จะเป็นเนื้อเยื่อบริเวณที่ให้กำเนิดจุดกำเนิดดอกย่อย และมีจุดกำเนิดใบ (lp) หุ้มอยู่ 1 ใบ ในขณะที่เดียวกันก็มีการเปลี่ยนแปลงของจุดกำเนิดตาข้าง (lbp) ไปด้วยพร้อมกัน กล่าวคือจุดกำเนิดตาข้างเริ่มมีการสร้างจุดกำเนิดใบของมันเอง (lp) ดังแสดงในภาพที่ 18 สำหรับต้นที่เจริญเติบโตจากหัวขนาด C และ D นั้น การเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกันนี้พบในระยะ 15 สัปดาห์หลังจากปลูก

ในสัปดาห์ที่ 14 หลังจากปลูก พบว่าในต้นที่เจริญเติบโตจากหัวขนาด A และ B เริ่มมีการกำเนิดดอกย่อยชุดแรกขึ้นที่เนื้อเยื่อปลายยอดที่มีลักษณะแบนและขยายขนาดออกทางด้านข้างนั้น โดยพบเป็นโครงสร้างของเนื้อเยื่อเป็นกลุ่มนูนเกิดขึ้นมาหลายอัน และมีลักษณะเป็นจุดเจริญคือเป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยเซลล์ขนาดเล็ก มีนิวเคลียสใหญ่และไซโทพลาสซึม เนื้อเยื่อที่เป็นกลุ่มนูนเหล่านี้แต่ละอันคือจุดกำเนิดดอก (fp) ในระยะนี้จุดกำเนิดใบที่หุ้มช่อดอกอ่อนเอาไว้ นั้นมีจำนวนมากขึ้น และได้พัฒนาไปเป็นโครงสร้างของใบประดับหุ้มช่อดอก (b) ในขณะที่เดียวกันตาข้างก็ได้มีการเจริญและพัฒนาควบคู่ไปโดยมีการสร้างจุดกำเนิดใบ (lp) เพิ่มมากขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 19 ส่วนต้นที่เจริญจากหัวขนาด C และ D นั้นการเปลี่ยนแปลงในลักษณะนี้พบในระยะ 16 สัปดาห์หลังจากปลูก



ภาพที่ 16 ปลายยอดตัดตามขวางของต้นว่านแสงอาทิตย์ที่เจริญเติบโตจากหัวขนาด A ในระยะ 10 สัปดาห์หลังจากปลูก (47X)

ga = growth apex

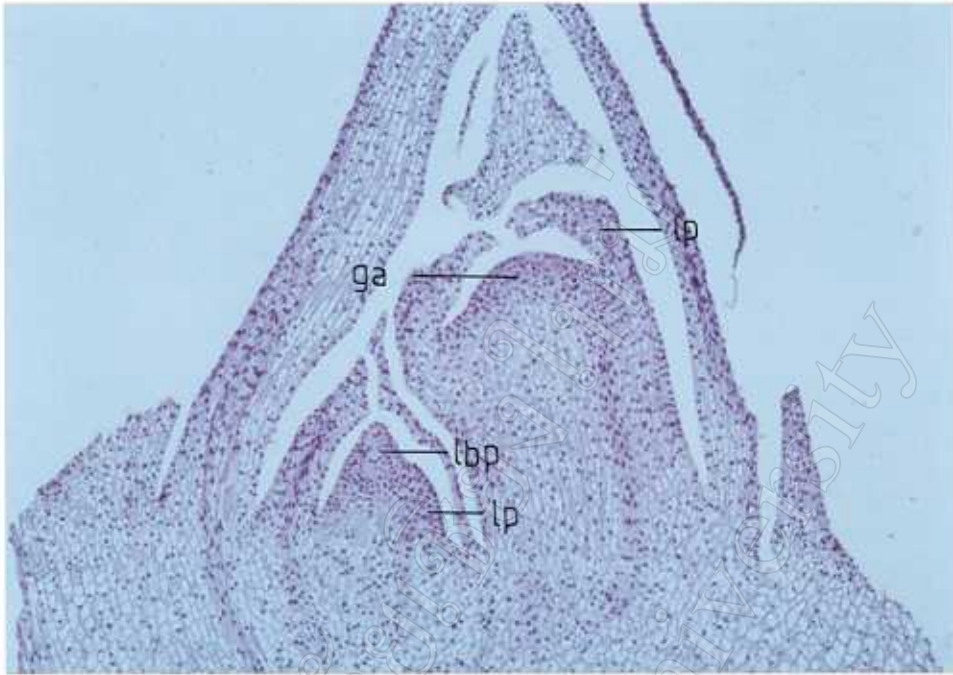
lp = leaf primordia



ภาพที่ 17 ปลายทอดตัดตามยาวของต้นว่านแสงอาทิตย์ที่เจริญเติบโตจากหัวขนาด A. ในระยะ 12 สัปดาห์หลังจากปลูก แสดงเนื้อเยื่อเยื่อปลายทอด (ga) ที่ยึดตัวสูงขึ้น และจุดกำเนิดตาข้าง (lbp) (47X)

ga = growth apex

lbp = lateral bud primordia



ภาพที่ 18 ปลาซมอดตัดตามยาวของต้นที่เจริญเติบโตจากหัวขนาด C ในระยะ 15 สัปดาห์ หลังจากปลูก (47X)

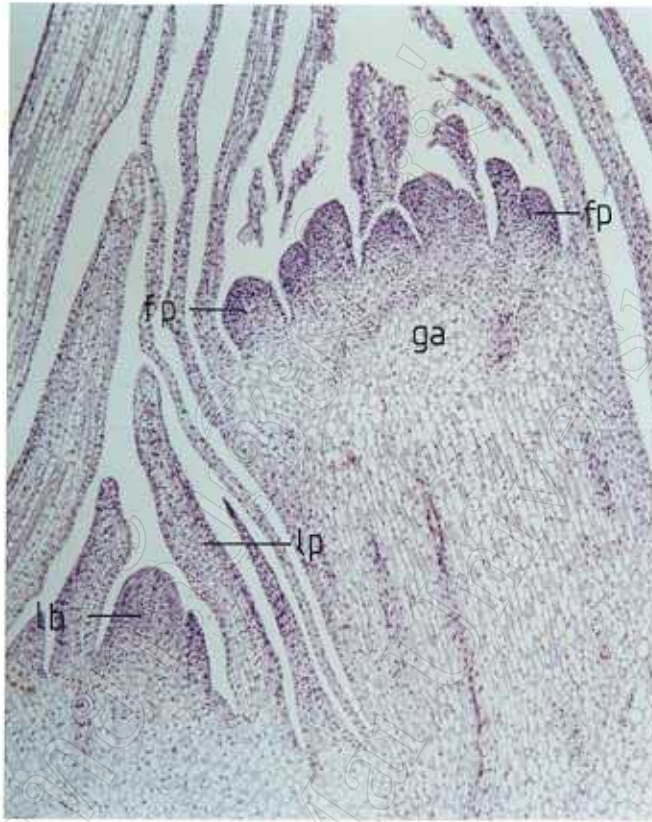
ga = growth apex

lbp = lateral bud primordia

lp = leaf primordia

ในการเริ่มกำเนิดดอกข่อยนั้น พบว่ามีการเกิดจุดกำเนิดดอกไม่พร้อมกัน คือ ทอยเกิดออกมาเรื่อย ๆ จากฐานรองดอก (r) โดยเกิดจากรอบนอกของฐานรองดอกก่อน ต่อจากนั้นจึงทอยเกิดเข้าไปทางด้านใน (ภาพที่ 20 และ 21) ดังนั้นในแต่ละระยะของการเจริญ และพัฒนาของช่อดอก จะเห็นว่าบนฐานรองดอกนั้นจะมีทั้งจุดกำเนิดดอกข่อยและดอกข่อยที่อยู่ ในระยะการเจริญและพัฒนาแตกต่างกัน โดยที่ดอกข่อยที่มีการเจริญและพัฒนาไปแล้วจะมี ก้านดอกที่ขีดตัวยาวออกอยู่ในระดับเหนือกว่าดอกข่อยที่เจริญและพัฒนาน้อยกว่า (ภาพที่ 22)





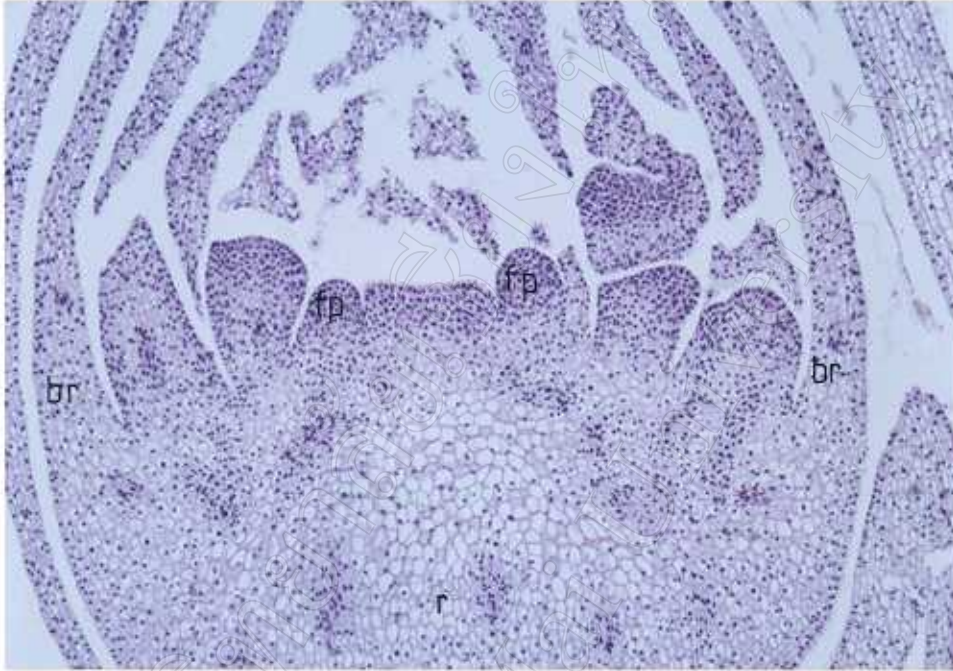
ภาพที่ 19 ซ่อดอกอ่อนตัดตามยาวของต้นที่เจริญเติบโตจากหัวขนาด D แสดงจุดกำเนิดดอกย่อย (fp) (40X)

fp = floret primordia

ga = growth apex

lb = lateral bud

lp = leaf primordia



ภาพที่ 20 ช่อดอกอ่อนตัดตามยาวในระยะเริ่มแรกของการสร้างช่อดอก  
แสดงจุดกำเนิดดอกย่อย (fp) (47X)

br = inflorescence bract

fp = floret primordia

r = receptacle



ภาพที่ 21 ช่อดอกอ่อนตัดตามยาวในระยะเริ่มสร้างช่อดอก (36X)

ifp = inner-ringed floret primordia

lb = lateral bud

of = outer-ringed floret



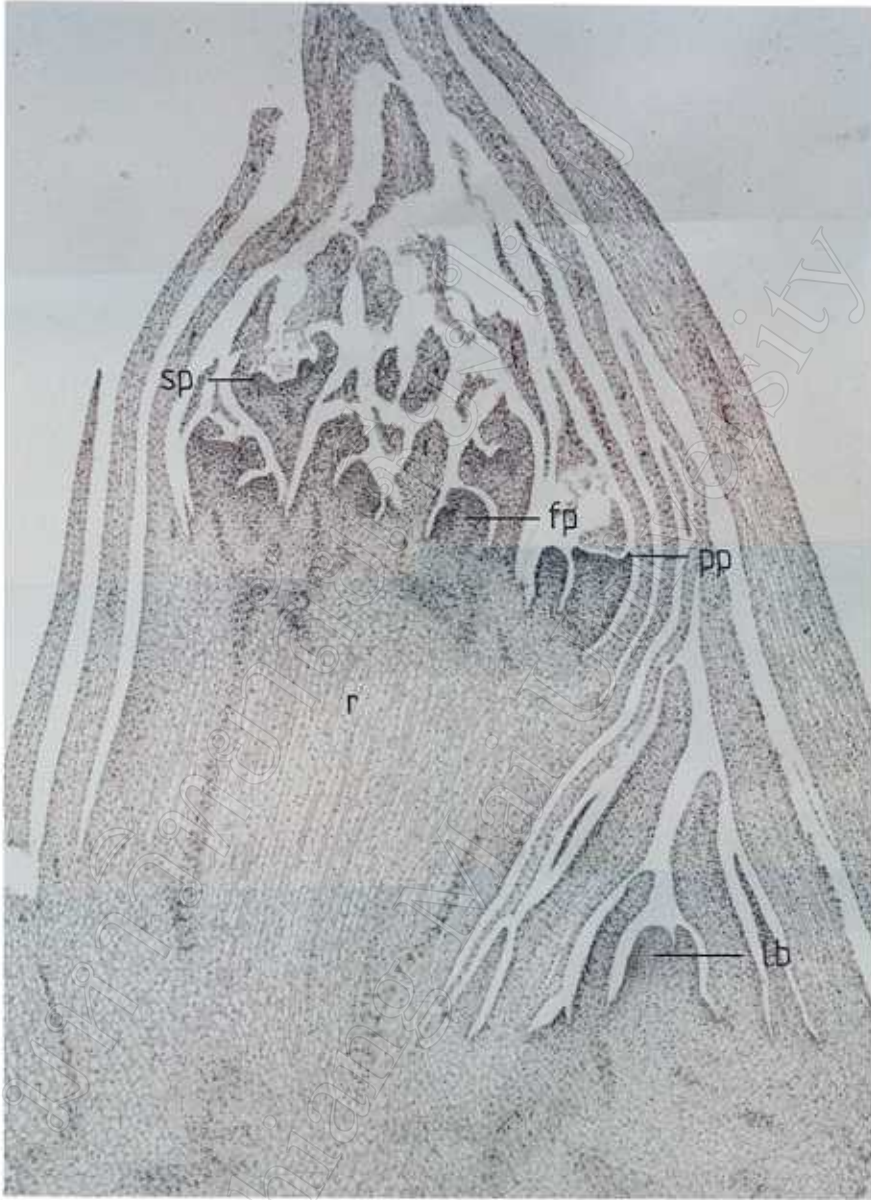
ภาพที่ 22 ซ่อดอกอ่อนตัดตามยาวแสดงดอกย่อยที่มีระยะการเจริญและพัฒนาแตกต่างกัน (19X)

### 2.2.2 ระยะที่มีการสร้างอวัยวะของดอก และการเจริญและพัฒนาของดอก (Organogenesis and development of floral parts)

จากการติดตามสังเกตการเปลี่ยนแปลงของซ่อดอกอ่อนในระยะเริ่มสร้าง พบว่าจากระยะที่เริ่มมีการกำเนิดซ่อดอก โดยมีการขีดตัวของก้านชูตาของดอกขึ้นมาเป็นก้านซ่อดอกอ่อน และมีปลายยอดแบนออกทางด้านข้าง จนถึงระยะที่เกิดจุดกำเนิดดอกย่อยชุดแรกนั้นกินเวลา 6 - 8 สัปดาห์ ต่อจากนั้นจึงเริ่มมีการสร้างอวัยวะของดอกบนจุดกำเนิดดอก

จากจุดกำเนิดดอกที่มีลักษณะโค้งงอเป็นรูปโคม เมื่อจะมีการเริ่มสร้างอวัยวะของดอก จุดกำเนิดดอกจะขีดตัวสูงขึ้น มีลักษณะเหมือนเป็นก้านชูตาโดยที่ก้านนี้มีบริเวณโคนแคบกว่าและมีส่วนปลายกว้างออก ต่อมาบริเวณปลายที่เป็นโคมโค้งงอนั้นจะเกิดเป็นตุ่มนูนขึ้นมาเป็นจุดกำเนิดกลีบดอก (pp) ต่อมาอีกระยะหนึ่งเมื่อกลีบดอกเจริญและพัฒนาไปบ้างแล้วจึงเกิดตุ่มนูนขึ้นมาอีกชุดหนึ่ง ซึ่งเป็นวงที่อยู่ถัดจากวงของกลีบดอกเข้ามา ตุ่มนูนชุดนี้เป็นจุดกำเนิดของเกสรตัวผู้ (sp) ดังแสดงไว้ในภาพที่ 23 หลังจากที่มีการสร้างจุดกำเนิดเกสรตัวผู้แล้วจึงเป็น

การสร้างเกสรตัวเมีย โดยที่เนื้อเยื่อบริเวณกลางของจุดกำเนิดดอกมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างจากลักษณะแบนเป็นเนื้อเยื่อที่เป็นรอยบุ๋มและมีร่องตรงกลาง ต่อจากนั้นจะมีการพัฒนาช่องรังไข่ ดังเห็นได้จากภาพที่ 24 โดยที่ดอก x เป็นดอกที่มีการสร้างวงของกลีบดอก (Pr) และวงของเกสรตัวผู้ (A) แล้ว และกำลังจะสร้างวงของเกสรตัวเมีย (G) และเนื้อเยื่อส่วนปลายบริเวณกลางดอกมีลักษณะนูนขึ้นและมีร่องตรงกลาง ในขณะที่ดอก y เป็นดอกที่มีการเจริญและพัฒนามากกว่าดอก x และมีการสร้างช่องรังไข่ขึ้นมาแล้ว



ภาพที่ 23 ซอยดอกอ่อนตัดตามยาวแสดงจุดกำเนิดดอกย่อย (fp) , ดอกย่อยที่มีการสร้างจุดกำเนิดกลีบดอก (pp) และดอกย่อยที่มีการสร้างจุดกำเนิดเกสรตัวผู้ (sp) (27X)

- fp = floret primordia
- lb = lateral bud
- pp = petal primordia
- r = floret receptacle
- sp = stamen primordia



ภาพที่ 24 ข้อดอกอ่อนตัดตามยาวแสดงดอกย่อยที่มีระยะการเจริญและพัฒนาของดอก  
ในระยะ Pr , A และ G (20X)

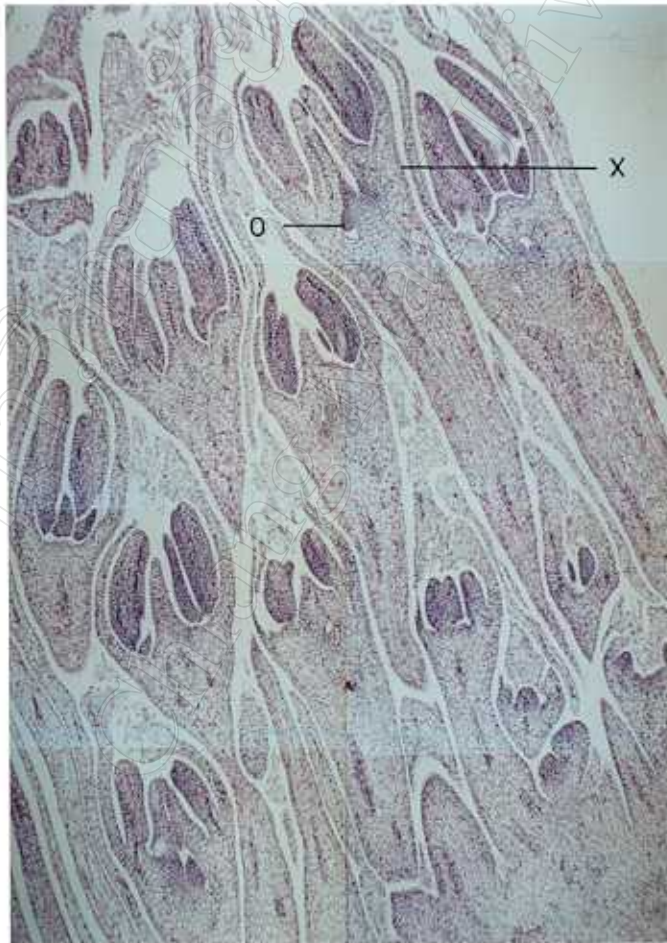
x = ดอกในระยะ G ตอนต้น

y = ดอกที่ผ่านระยะ G มาแล้วช่วงหนึ่ง

ในระยะที่ข้อดอกมีระยะการเจริญและพัฒนามากขึ้นพบว่าดอกย่อยบางดอกได้มีการเจริญและพัฒนาสร้างอวัยวะของดอกขึ้นมาครบทุกวงแล้ว ในขณะที่บางดอกยังคงอยู่ในระยะเริ่มต้น ดังเห็นได้จากภาพที่ 25 และ 26 ซึ่งเป็นภาพตัดตามยาวของข้อดอกอ่อนของต้นที่เจริญเติบโตจากหัวขนาด A และ C ตามลำดับ ในภาพจะเห็นว่าบางดอกซึ่งเป็นดอกที่มีขนาดใหญ่ (ดอก x ในภาพที่ 25 และดอก y ในภาพที่ 26) จะมีการสร้างไข่อ่อน (o) ขึ้นมาแล้ว นอกจากนี้ยังพบว่าที่โคนของก้านดอกบางดอกมีการสร้างกลีบประดับระดับของดอกย่อย (bt) ขึ้นมาด้วย (ภาพที่ 26)

จากการศึกษาเนื้อเยื่อของช่อดอกว่านแสงอาทิตย์ โดยการตัดดอกตามยาวและตามขวางนั้น สามารถแบ่งระยะของการสร้างดอกได้เป็น 7 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ I	ช่อดอกที่ยังเป็นระยะการเจริญเติบโตทางใบ
ระยะที่ II	ช่อดอกเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยมีการขี้นตัวของก้านชูตาและปลายช่อดอกขยายตัวเบนออกทางด้านข้าง
ระยะที่ Pr	เกิดจุดกำเนิดช่อดอก
ระยะที่ Br	เกิดจุดกำเนิดดอกย่อย
ระยะที่ P	เกิดจุดกำเนิดกลีบดอก
ระยะที่ A	เกิดจุดกำเนิดเกสรตัวผู้
ระยะที่ G	เกิดเกสรตัวเมีย

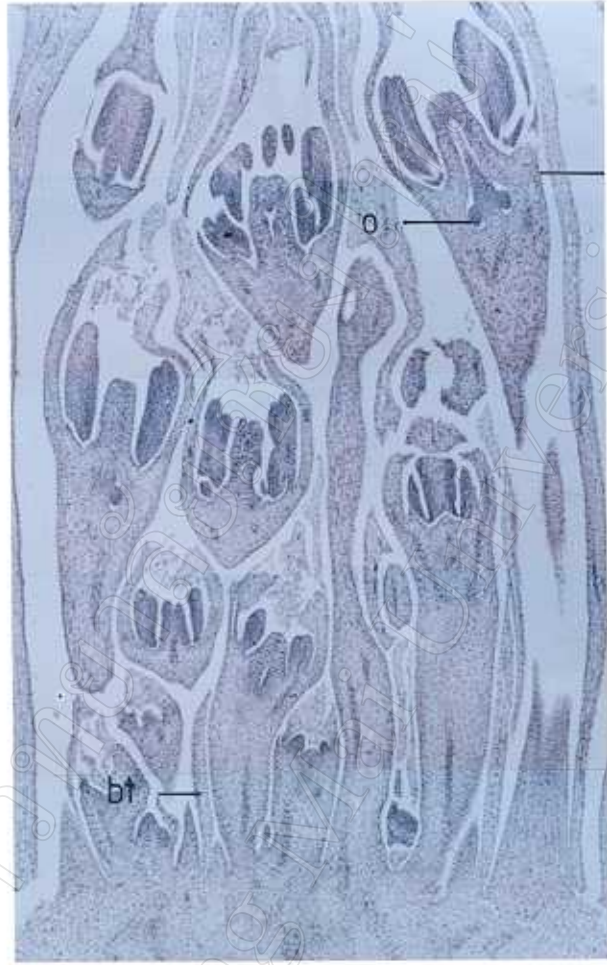


ภาพที่ 25 ช่อดอกอ่อนตัดตามยาวของต้นที่เจริญเติบโตจากหัวขนาด A (22X)

o = ovule

x = floret





ภาพที่ 26 ซ่อคอกอ่อนตัดตามยาวของต้นที่เจริญเติบโตจากหัวขนาด C (15X)

bt = bracteole

o = ovule

y = floret

สำหรับพัฒนาการของละอองเกสรและไข่อ่อนนั้น พบว่าช่อดอกของต้นที่เจริญเติบโตจากหัวขนาด A และ B มีการพัฒนาของไข่อ่อนและเซลล์ที่เป็นจุดกำเนิดละอองเกสรในสัปดาห์ที่ 26 หลังจากปลูก ในขณะที่ดอกของต้นที่เจริญเติบโตจากหัวขนาด C และ D เป็นสัปดาห์ที่ 28 หลังจากปลูก ต่อจากนั้นส่วนต่าง ๆ ของดอกจะเจริญเติบโต ดอกมีขนาดใหญ่ขึ้น กลีบดอกและก้านชูเกสรตัวผู้ยาวขึ้น ภายในอับละอองเกสรเริ่มมีการสร้างละอองเกสร ส่วนก้านชูเกสรตัวเมียมีลักษณะเรียวยาว ไข่อ่อนมีการเจริญเติบโตมากขึ้น ต่อมาอับละอองเกสรจะแบ่งเป็นพูและเกิดเป็นช่อง ในช่วงนี้ละอองเกสรบางส่วนเจริญเต็มที่แล้ว แต่ก็ยังมีบางส่วนที่ยังเจริญไม่เต็มที่ (ภาพที่ 27) ส่วนไข่จะมีขนาดใหญ่ขึ้นและเห็น embryo sac ได้ชัดเจน

ภาพที่ 28 เป็นภาพตัดตามยาวของดอกย่อยที่มีการเกิดและพัฒนาการของดอกจนกระทั่งมีอวัยวะของดอกครบสมบูรณ์ทุกส่วนแล้ว ซึ่งเป็นดอกของต้นที่เจริญเติบโตจากหัวขนาด A และนำมาตัดในระยะสัปดาห์ที่ 47 ของการเจริญเติบโต จะเห็นว่าในระยะนี้ดอกมีกลีบดอก (p) เกสรตัวผู้ ที่มีการสร้างละอองเกสร (po) (ภาพที่ 29) บรรจุอยู่ในอับละอองเกสร (a) แล้ว ในรังไข่ (ov) ก็ได้มีการสร้างไข่ (o) ซึ่งเป็นไข่อ่อนแบบ anatropous ovule และมีการเรียงตัวของไข่อ่อนแบบ axile placentation (ภาพที่ 30) ที่มีขนาดใหญ่บรรจุอยู่เกือบเต็มช่องรังไข่แล้ว และก้านชูเกสรตัวเมีย (s) ปรากฏช่องภายในแล้ว



ภาพที่ 27 ดอกย่อยตัดตามยาวในระยะที่มีพัฒนาการของละอองเกสรและไข่อ่อน (21X)



ภาพที่ 28 ดอกย่อยตัดตามยาว (21X)

a = anther

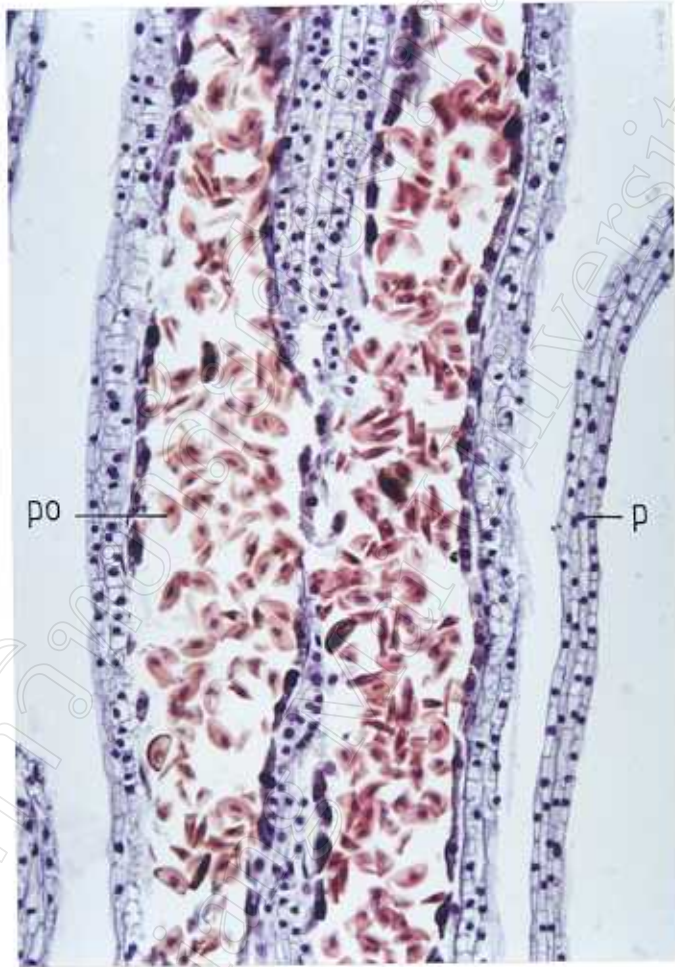
o = ovule

ov = ovary

p = petal

po = pollen

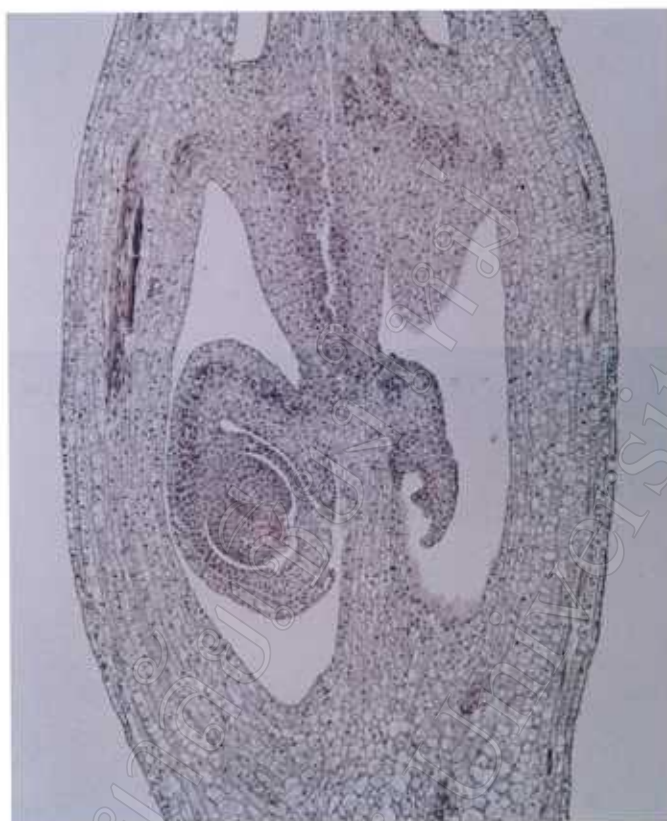
s = style



ภาพที่ 29 อับละอองเกสรตัดตามยาวแสดงละอองเกสร (117X)

p = petal

po = pollen



ภาพที่ 30 รังไข่ตัดตามยาวแสดง ovule (45X)

จากการติดตามพัฒนาการของช่อดอกของต้นที่เจริญเติบโตจากหัวที่มีขนาดแตกต่างกัน พบว่าต้นจากหัวขนาด A และ B มีพัฒนาการของช่อดอกเร็วกว่าต้นจากหัวขนาด C และ D โดยที่ต้นจากหัวขนาด A และ B มีระยะของพัฒนาการของดอกใกล้เคียงกันในช่วงเวลาเดียวกัน และต้นจากหัวขนาด C และ D มีพัฒนาการของช่อดอกใกล้เคียงกัน โดยมีการเริ่มกำเนิดช่อดอกในสัปดาห์ที่ 12 ของการเจริญเติบโตในหัวขนาด A และ B และสัปดาห์ที่ 14 ในหัวขนาด C และ D และระยะที่เริ่มมีจุดกำเนิดดอกย่อยชุดแรกของต้นจากหัวขนาด A และ B คือสัปดาห์ที่ 14 ของการเจริญเติบโต ในขณะที่ต้นจากหัวขนาด C และ D คือสัปดาห์ที่ 16 ระยะเวลาจากการเริ่มเกิดจุดกำเนิดดอกย่อยของดอกชุดแรกไปจนถึงดอกมีอวัยวะครบสมบูรณ์ คือ 25 สัปดาห์ ในช่อดอกของต้นจากหัวขนาด A และ B และช่อดอกของต้นจากหัวขนาด C และ D ใช้เวลา 30 สัปดาห์

### 2.2.2 ระยะเวลาบาน (Anthesis)

ช่วงที่ดอกกำลังบานซึ่งเป็นช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายนนั้น พบว่าก้านช่อดอกยืดยาวขึ้นและช่อดอกค่อย ๆ ขยายขนาด ใบประดับของช่อดอกคลี่ออก ในระยะนี้ช่อดอกที่อยู่บนช่อดอกมีระยะพัฒนาแตกต่างกัน มีทั้งดอกที่พร้อมจะบานและดอกที่ยังพัฒนาไม่เต็มที่ ต่อมาเมื่อเข้าระยะที่มีการบานของใบประดับของช่อดอกนั้น ดอกที่อยู่ด้านบนพร้อมที่จะบาน ในขณะที่ดอกด้านในยังคงมีขนาดเล็กอยู่ ในระยะก่อนดอกบานดอกที่อยู่ด้านบนของช่อดอกมีกลีบดอกที่เกิดสีแดงแล้ว แต่ก้านดอกยังคงมีสีเขียว ต่อเมื่อใบประดับของช่อดอกบานออกแล้วก้านของดอกเหล่านี้จึงค่อยเปลี่ยนเป็นสีแดง แล้วกลีบดอกจึงเริ่มคลี่ออกและบาน ในขณะที่ดอกรอบนอกบาน ดอกที่อยู่ด้านในของช่อเข้าไปซึ่งยังคงมีขนาดเล็กและกลีบดอกยังไม่เปลี่ยนสีเป็นสีแดงนั้นจะค่อย ๆ มีการขยายขนาดใหญ่ขึ้น กลีบดอกและก้านดอกเปลี่ยนเป็นสีแดงและทยอยกันบานเรื่อย ๆ จนกว่าจะบานจนหมดช่อ

ขณะที่ดอกกำลังบาน ดอกที่อยู่ด้านข้างเจริญและขยายขนาดขึ้น มีการเจริญและพัฒนาของใบจากจุดกำเนิดใบเป็นใบอ่อนขยายขนาดออกไป ซ้อนกันอยู่เป็นชั้น ๆ แต่ยังไม่คลี่ออกจากกัน

เมื่อศึกษาภาพตัดตามยาวและตามขวางของช่อดอกที่อยู่พร้อมจะบานในระยะก่อนที่กลีบดอกจะคลี่ออกเล็กน้อย ซึ่งระยะนี้เป็นระยะที่ดอกขยายขนาดออกเต็มที่แล้วนั้นจะพบวาทะสรตัวเมียของดอกมีรังไข่ที่สมบูรณ์ ดังแสดงในภาพตัดตามขวางของรังไข่ ซึ่งมี 3 carpel และภายในมีไข่อ่อน (o) ที่มีขนาดใหญ่บรรจุอยู่จนเกือบชิดผนังด้านในของ carpel (ภาพที่ 31) และถ้าสังเกตจากภาพตัดตามยาวจะพบว่าไข่อ่อนมีลักษณะเดียวกันกับที่พบในภาพที่ 30 ส่วนที่อยู่เหนือรังไข่ขึ้นมาเป็นก้านชูเกสรตัวเมีย เมื่อพิจารณาจากภาพตัดตามยาวของก้านชูเกสรตัวเมีย (ภาพที่ 32) จะพบว่าปลายยอดเกสรตัวเมีย (st) มีลักษณะเป็นลอนมีร่องตรงกลาง เนื้อเยื่อบริเวณปลายยอดยังคงสมบูรณ์ แต่บริเวณที่อยู่ต่ำลงมาแยกออกจากกันเป็นช่องกลวง (stylar canal ; sc) ช่องกลวงนี้เกิดยาวลึกลงไปจนเกือบถึงรังไข่ ส่วนในเกสรตัวผู้พบว่าอับละอองเกสรมีลักษณะสมบูรณ์ ภายในอับละอองเกสรมีการสร้างละอองเกสร โดยพบว่ามีเซลล์ที่กำลังมีการแบ่งตัวอยู่ในระยะที่เป็น dyad ของ meiosis เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเห็นเป็นลักษณะเดียวกันกับที่พบในอับละอองเกสรที่แสดงไว้ในภาพที่ 29

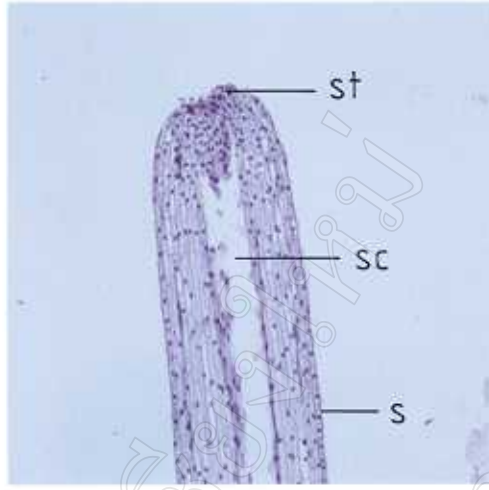


ภาพที่ 31 รังไข่ตัดตามขวาง (47X)

ii = inner integument

o = ovule

oi = outer integument

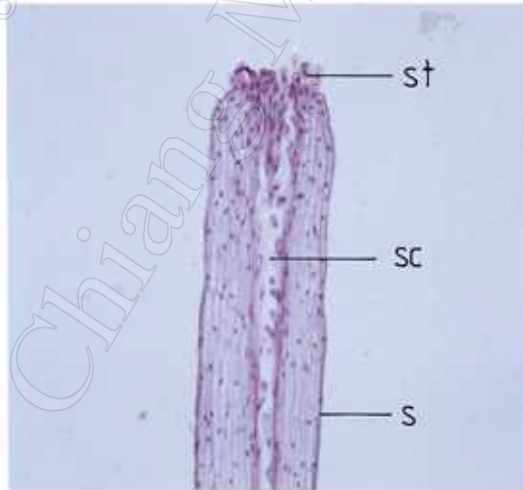


ภาพที่ 32 เกสรตัวเมียตัดตามยาวในระยะก่อนดอกบาน (81X)

s = style

sc = styler canal

st = stigma



ภาพที่ 33 เกสรตัวเมียตัดตามยาวในระยะที่ดอกกำลังบาน (77X)

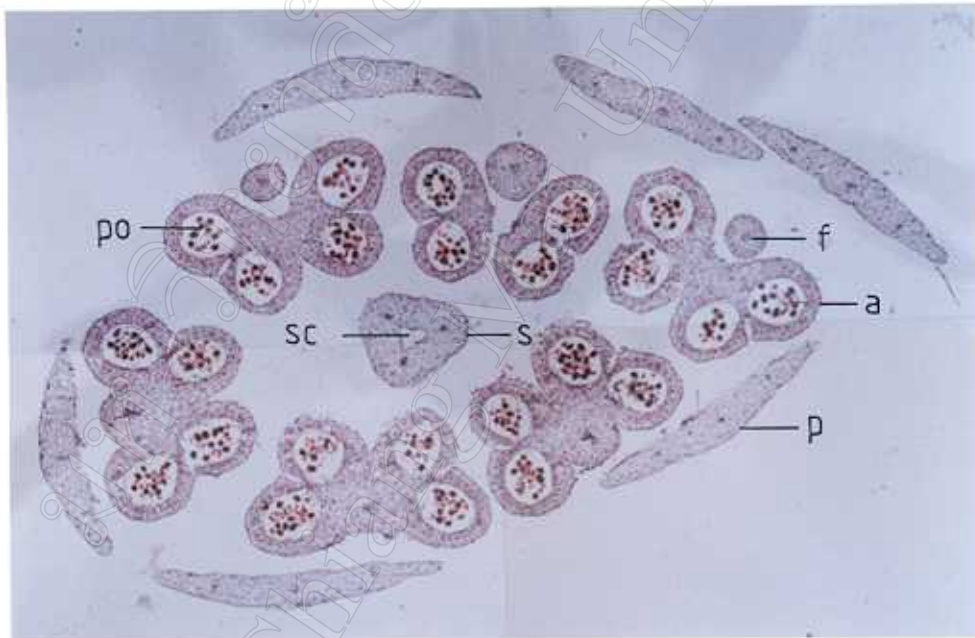
s = style

sc = styler canal

st = stigma

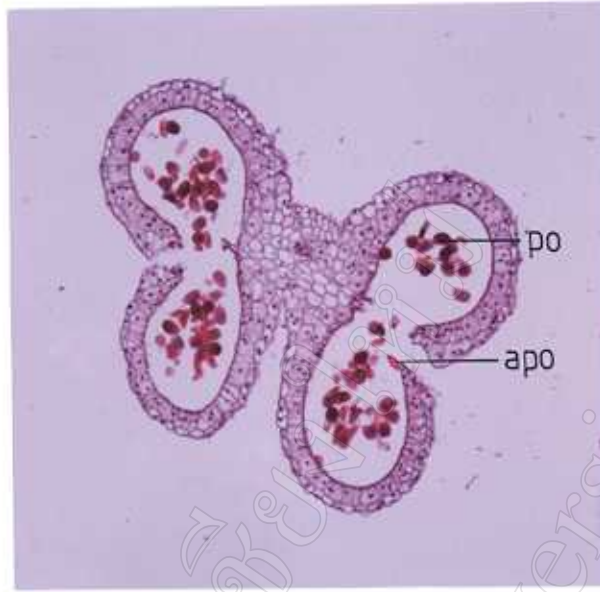


ในดอกที่กำลังบานซึ่งเริ่มมีการคลี่และบานออกของกลีบดอกแล้วนั้น เมื่อศึกษาจากภาพตัดตามยาวและตามขวางของดอก พบว่ารังไข่มีไข่อ่อนที่สมบูรณ์และยังไม่มีเนื้อเยื่อส่วนใดที่แสดงถึงการเสื่อมสภาพของเนื้อเยื่อ แต่เมื่อพิจารณาจากภาพตัดตามยาวของปลายยอดเกสรตัวเมีย พบว่าเริ่มมีการแยกตัวของเนื้อเยื่อและเริ่มพบการเสื่อมสภาพของเนื้อเยื่อบริเวณผนังของช่องภายในก้านชูเกสรตัวเมีย (sc) โดยที่มีส่วนของกลุ่มเซลล์ที่หลุดออกมาภายในช่อง ดังแสดงในภาพที่ 33 ส่วนเกสรตัวผู้นั้นเมื่อดูจากภาพตัดตามขวางของดอก (ภาพที่ 34) พบว่าอับละอองเกสรยังคงมีความสมบูรณ์ ภายในอับละอองเกสร (a) มีละอองเกสร (po) บรรจุอยู่ซึ่งได้ดูจากภาพที่ 35 และ 36 พบว่าภายในอับละอองเกสรนั้นมีละอองเกสร ซึ่งถึงแม้ว่าจะมีอยู่ในปริมาณที่ไม่ค่อยจะมากนักแต่ก็มีลักษณะเป็นละอองเกสรที่สมบูรณ์ คือมีรูปร่างกลมและมีนิวเคลียสชัดเจนดีสีเข้ม และพบมีละอองเกสรที่ไม่สมบูรณ์ (apo) คือเป็นละอองเกสรที่มีลักษณะลีบและไม่พบว่ามีนิวเคลียสปะปนอยู่ภายในอับละอองเกสรด้วย



ภาพที่ 34 ภาพตัดตามขวางของดอกที่เริ่มบานแสดงส่วนประกอบของดอก (32X)

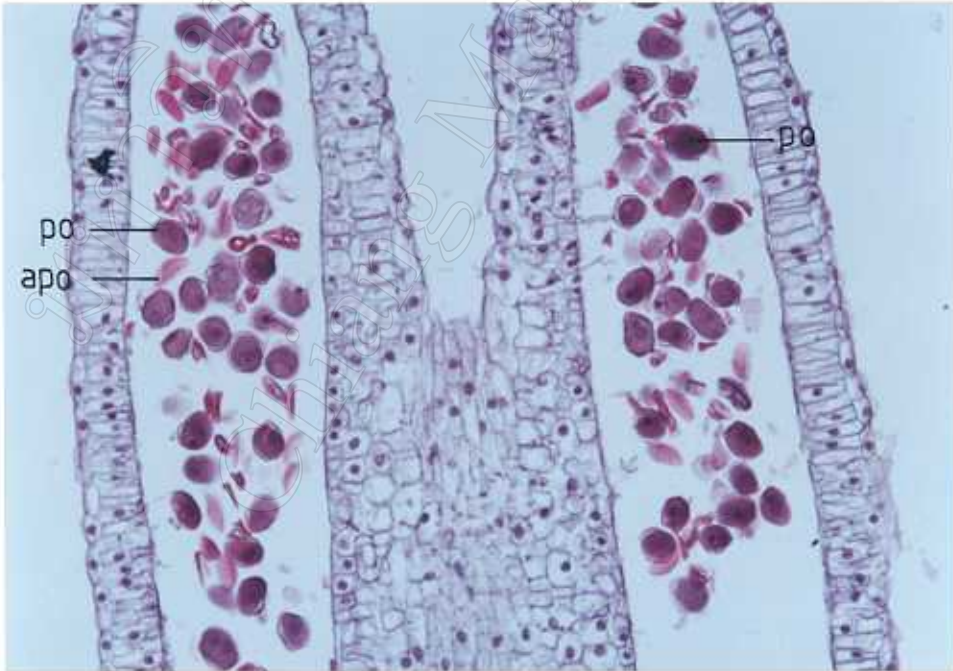
- a = anther
- f = filament
- p = petal
- po = pollen
- s = style
- sc = stylar canal



ภาพที่ 35 ภาพตัดตามขวางของอับละอองเกสร (56X)

apo = aborted pollen

po = pollen



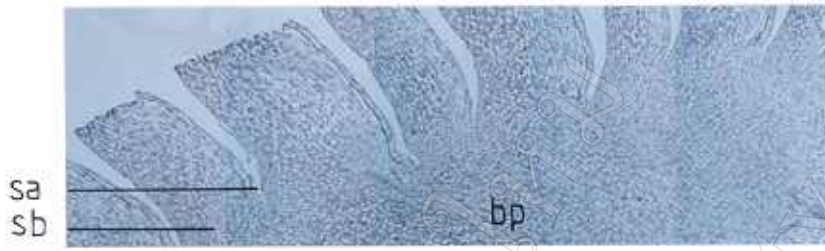
ภาพที่ 36 ภาพตัดตามยาวของอับละอองเกสร (117X)

apo = aborted pollen

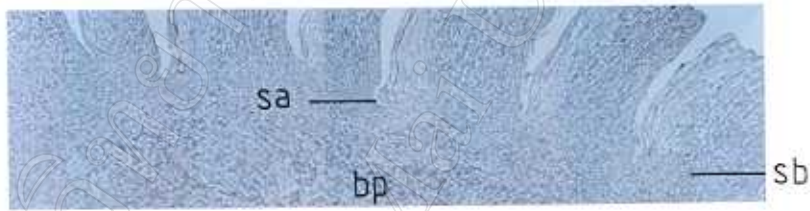
po = pollen

ดอกย่อยในช่อดอกทยอยกันบานจากวงนอกของช่อดอกเข้าไปด้านใน และดอกที่บานก่อนจะโรยไปก่อนโดยที่กลีบดอก เกสรตัวผู้ และเกสรตัวเมียแห้งไป แต่ก้านดอกยังคงติดอยู่กับช่อดอก จนกระทั่งดอกโรยไปหมดทั้งช่อ ซึ่งจากระยะที่ดอกเริ่มบานจนกระทั่งถึงดอกโรยทั้งหมดกินเวลาประมาณ 10 วัน และตลอดระยะเวลาที่มีการบานของดอกจนกระทั่งถึงช่อดอกหมดอายุทั้งช่อ ไม่พบว่ามีเกสรติดเมล็ดเลย

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของตาที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของหัวโดยศึกษาจากเนื้อเยื่อบริเวณที่เป็นซอกของกาบใบ (scale axil) ในตำแหน่งในระนาบเดียวกับที่มีการเกิดตาดอกและตาใบ เพื่อที่จะศึกษาว่าตาอื่น ๆ ซึ่งเป็น lateral bud ของหัวทั้งหัวนอกเหนือไปจากตาดอกซึ่งมีการเจริญและพัฒนาไปเป็นตาดอกและตาข้างที่อยู่เคียงกับตาดอก ซึ่งเจริญและพัฒนาไปเป็นตาใบโดยอยู่ข้างตาดอกนั้น ตาข้างอื่น ๆ ได้มีการเจริญและพัฒนาหรือไม่ และมีการเจริญและพัฒนาไปเป็นตาดอกหรือตาใบ จากการศึกษาเนื้อเยื่อในบริเวณดังกล่าวของหัวทั้ง 4 ขนาด ในแต่ละสัปดาห์ของการเจริญเติบโต ไม่พบว่ามีจุดกำเนิดของตาข้างอื่น ๆ อยู่เลย ดังแสดงในภาพที่ 37 ดังนั้นในหัวแต่ละหัวของแต่ละขนาดจะมีตาที่มีการเจริญและพัฒนาอยู่เพียง 2 ตา เท่านั้น คือ ตาดอก และ ตาข้างที่บริเวณปลายซอกที่อยู่ถัดจากตาดอกลงมา



ก.



ข.

ภาพที่ 37 ภาพตัดตามยาวของหัวว่านแสงอาทิตย์แสดงเนื้อเยื่อของโคนก้านใบ (sb) และซอกของก้านใบ (sa) (13X)

ก. หัวขนาด C

ข. หัวขนาด C

bp = basal plate

sa = scale axil

sb = scale base