บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

1. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Globba* spp.

ชื่อสามัญ : หงส์เหิน

ตระกูล : Zingiberaceae

ถิ่นกำเนิด : เขตร้อนชื้นของทวีปเอเชีย

หงส์เหินเป็นพืชไม่มีเนื้อไม้อายุยืน (Larsen, 1972) กำปั่น (2541) รายงานถึงลักษณะของหงส์เหิน ไว้ดังนี้

1.1 ลำต้น ลำต้นเริ่มแรกเป็นลำต้นใต้ดิน มี rhizome ขนานไปกับผิวดิน ด้านนอกของลำต้นมีสีน้ำตาลอ่อน ส่วนด้านในมีสีขาวและมีกลิ่นหอม เมื่อถึงระยะแทงช่อดอกจึงมีการยืดตัวของลำต้นใต้ดินขึ้นมาเหนือดิน ลำต้นมีสีเขียวอ่อนและมีขนเส้นเล็ก ๆ แต่ละปล้องของลำต้นมีกาบใบหุ้ม ปล้องปลายสุดของลำต้นเป็นก้านช่อดอก

1.2 หัว หัวเป็นแบบ rhizome เป็นหัวที่แปรรูปมาจากลำต้นใต้ดินมีลักษณะเป็นเหง้าสั้น ๆ มีการแตกสาขาหรือแง่งขนานไปกับผิวดิน

1.3 ใบ ใบเป็นใบเดี่ยว แบบสลับระนาบเดียว (distichous) แผ่นใบบาง ใบเป็นรูปหอกกว้าง 7 – 8 เซนติเมตร (ซม) ยาว 19 – 20 ซม ปลายใบเรียวแหลม รูปลิ่ม ขอบใบเรียบ เส้นใบเป็นแบบขนาน เส้นกลางใบเห็นเด่นชัด ผิวใบเรียบทั้ง 2 ด้าน ด้านบนใบมีสีเขียวเข้ม ด้านล่างใบมีสีเขียวอ่อน

1.4 ช่อดอก ดอกของหงส์เหินเป็นช่อดอกเกิดที่ปลายยอดมีลักษณะเป็นช่อดอกที่โค้งลง ยาว 10 – 13 ซม ช่อดอกเป็นแบบช่อกระจะ (raceme) ก้านช่อดอกมีสีเขียวอ่อน มีขนเส้นเล็ก ๆ อ่อนนุ่มขึ้นปกคลุม มีใบประดับสีเขียว เกิดอยู่บนช่อดอก ใบประดับนี้มีลักษณะบาง เป็นรูปขอบขนานถึงรูปหอก ปลายใบแหลม (acute) ที่ฐานเป็นรูปลิ่ม ขอบเรียบทั้งสองด้านไม่มีขนปกคลุม มีขนาด 1.3 – 4.5 x 5 – 12 มิลลิเมตร (มม) ดอกย่อยเกิดที่ซอกของใบประดับโดยเกิดรวมกันเป็น

กลุ่มอยู่ที่บริเวณปลายของช่อดอก ดอกมีลักษณะห้อยลงด้านล่างก่อนเมื่อจะบานจึงตั้งขึ้น ดอกย่อยเหล่านี้บานทีละดอก

1.5 ดอก ดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ แบบไม่สมมาตร (non-symmetrical complete flower) กลีบเลี้ยงเชื่อมกันเป็นหลอด รูปร่างเป็นรูปถ้วย มีปลายแยกเป็น 3 แฉกขนาดไม่เท่ากัน มีสีส้มอ่อน ยาวประมาณ 0.7 ซม กลีบดอกสีส้มเชื่อมกันเป็นหลอดยาวประมาณ 1.4 ซม กลีบดอกบางมี 3 กลีบ เกสรตัวผู้มี 1 อัน ก้านชูอับละอองเกสรส่วนบนมีลักษณะโค้งมีสีครีม อับละอองเรณูมี 2 พู สีครีมขนาด 1.8 x 2.2 มม แต่ละพูประกอบด้วยปีกสีส้ม 2 ปีก เป็นรูปตัววี ยื่นออกไปด้านข้างและมีขนาดไม่เท่ากัน ยอดเกสรตัวเมียมีลักษณะกลม ก้านชูเกสรตัวเมียยาวคล้ายเส้นด้ายมีสีครีมแทรกอยู่ระหว่างอับละอองเกสร รังไข่อยู่ต่ำกว่าส่วนอื่นของดอก มีลักษณะกลมผิวเรียบ มีสีเขียวอ่อน มีขนาด 1.8 x 2.5 มม รังไข่มี 1 ห้อง ไข่อ่อนมีจำนวนมาก ติดที่ผนังของรังไข่ ผลเป็นแบบ capsule

2. วงจรการเจริญเติบโตของไม้ดอกประเภทหัว

(ฉันทนา, 2536) กล่าวว่าไม้ดอกประเภทหัวเป็นพืชผลัดใบอายุยืนที่ไม่มีเนื้อไม้ มีวงจรการเจริญเติบโตแต่ละวงจรที่ประกอบด้วยช่วงของการเจริญเติบโตของต้น (growth) สลับกับช่วงของการพักตัว (dormancy) วงจรการเจริญเติบโต 1 วงจรกินเวลา 1 ปี การเริ่มต้นวงจรการเจริญเติบโตเริ่มจากการเจริญเติบโตของต้นจากหัวที่หมดระยะพักตัวแล้ว มีการเจริญเติบโตของใบและดอกควบคู่กันไปกับการสร้างหัวใหม่ หลังจากนั้นต้น ใบ และ รากจะหมดอายุและตายไป เหลือแต่เพียงหัวใหม่ที่ยังคงมีชีวิตและพักตัวอยู่ในดิน ซึ่งช่วงที่หัวพักตัวนี้เป็นช่วงแล้งในสภาพธรรมชาติ และเมื่อช่วงแล้งผ่านพ้นไปเริ่มมีฝน หัวจะหมดระยะพักตัวและเจริญเติบโตในวงจรการเจริญเติบโตใหม่

ไม้ดอกประเภทหัวบางชนิดเมื่อเริ่มวงจรการเจริญเติบโตจะมีการเจริญเติบโตของดอกออกมาก่อนโดยการแทงดอกหรือช่อดอกโผล่พ้นดินขึ้นมาเจริญเติบโตเหนือดิน โดยที่ยังไม่มีการเจริญเติบโตของใบให้เห็น ต่อเมื่อดอกใกล้จะโรยแล้วจึงมีการเจริญเติบโตของใบตามขึ้นมา ไม้ดอกประเภทนี้มีตัวอย่าง เช่น *Amaryllis* , *Haemanthus* , *Hyacinthus* และ *Lycoris* เป็นต้น ส่วนบางชนิดนั้นเมื่อเริ่มการเจริญเติบโตจะเป็นการเจริญเติบโตของใบก่อน หลังจากนั้นจึงจะออกดอก เช่น *Anemone* , *Begonia* , *Dahlia* , *Freesia* , *Gladiolus* , *Iris* , *Narcissus* และ *Tulipa* เป็นต้น

3. การสร้างดอกของไม้ดอกประเภทหัว

ไม้ดอกประเภทหัวมีขั้นตอนของการสร้างดอกในลักษณะเดียวกับพืชให้ดอกโดยทั่วไป แต่จะแตกต่างกันที่ช่วงเวลาของการเจริญเติบโตที่จะเริ่มมีการสร้างดอก โดยที่ไม้ดอกประเภทหัวหลายชนิดมีการเริ่มกำเนิดดอกและมีการเจริญเติบโตของดอกเกิดขึ้นเร็วกว่าไม้ดอกประเภทหัวชนิดอื่นมาก นอกจากนั้นแล้วการเจริญของดอกของไม้ดอกประเภทหัวแต่ละชนิดยังแตกต่างกันได้อีกในเรื่องความต่อเนื่องของขั้นตอน (ฉันทนา, 2536 ; ฉันทนา และ คณะ, 2544)

การสร้างดอกของพืชโดยทั่วไป เป็นการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตของตายอดหรือตาข้างหรือทั้งสองอย่างจากการเจริญเติบโตทางใบเป็นการเจริญเติบโตทางดอก (Esau,1965 ; Fahn,1969) โดยมีขบวนการสร้างดอกที่แบ่งออกได้เป็น 5 ระยะด้วยกันคือ (Salisbury,1963)

3.1 ระยะชักนำให้เกิดดอก (Floral induction)

เมื่อพืชเจริญเติบโตเต็มที่พร้อมที่จะออกดอกจะมีปัจจัยต่าง ๆ ทั้งทางพันธุกรรมและสภาพแวดล้อมมากระตุ้นให้เกิดการสร้างตาดอกขึ้น เนื้อเยื่อเจริญบริเวณที่จะมีการสร้างดอกจะเปลี่ยนสภาพจากเนื้อเยื่อเจริญทางใบเป็นเนื้อเยื่อเจริญทางดอก ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมหลายปัจจัยมีบทบาทในการชักนำให้เกิดการสร้างดอก เช่น สภาพวันสั้นมีผลในการชักนำให้มีการสร้างดอกใน เบญจมาศ และกุหลาบหิน ส่วนในฟรีเซียพบว่า อุณหภูมิต่ำในระดับ 12 – 15 องศาเซลเซียส (°ซ) ช่วยชักนำให้เกิดการสร้างดอกในฟรีเซียที่มีใบ 7 ใบต่อต้นเมื่อให้ต้นนั้นได้รับอุณหภูมิดังกล่าวนาน 6 – 9 สัปดาห์ (Gibertson-Ferriss and Wilkins, 1978)

3.2 ระยะเริ่มกำเนิดดอก (Floral initiation)

หลังจากที่เกิดการชักนำให้เกิดการสร้างดอกเนื้อเยื่อเจริญที่จะเจริญไปเป็นตาดอกจะเริ่มสร้างจุดกำเนิดดอกหรือจุดกำเนิดช่อดอกซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของพืชว่าเป็นชนิดที่มีดอกเป็นดอกเดี่ยว หรือชนิดที่มีดอกเป็นช่อ ขั้นตอนนี้เป็นขบวนการที่ไม่ย้อนกลับ แต่อย่างไรก็ตามหลังจากที่เกิดจุดกำเนิดดอกหรือช่อดอกแล้ว ถ้าต้นพืชได้รับสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมจุดกำเนิดดอกนั้นก็ไม่อาจจะเจริญเติบโตต่อไปได้ หรือฝ่อไปโดยไม่มีการสร้างเป็นตาดอกขึ้นมา (Hartmann *et al.*, 1988)

3.3 ระยะสร้างอวัยวะของดอก (Floral organogenesis)

ขั้นตอนนี้เป็นการขยายขนาดของจุดกำเนิดดอกโดยการแบ่งเซลและการขยายขนาดของเซล หลังจากนั้นจึงเกิดจุดกำเนิดของอวัยวะซึ่งเป็นส่วนประกอบส่วนต่าง ๆ ของดอก ต่อมามีการแบ่งเซลของจุดกำเนิดของอวัยวะแต่ละส่วน มีการขยายขนาดของเซล และ เกิดการเปลี่ยนแปลง

รูปร่างและหน้าที่ของเซลเกิดเป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยเซลหลายชนิดซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกันจนกลายเป็นอวัยวะซึ่งเป็นส่วนประกอบของดอก คือ กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย

ลำดับของการสร้างอวัยวะของดอกในพืชชนิดต่าง ๆ อาจจะแตกต่างกันแต่โดยทั่วไปแล้วการสร้างอวัยวะของดอกจะเริ่มจากวงนอกเข้าสู่ใจกลางดอก โครงสร้างของเซลที่ประกอบกันขึ้นมาเป็นกลีบเลี้ยงและกลีบดอกคล้ายกับโครงสร้างของใบ แต่ไม่มีชั้นของ palisade parenchyma และถ้าเป็นกลีบเลี้ยงจะมีเม็ดคลอโรพลาสต์อยู่ภายในในเซลเป็นจำนวนมาก ส่วนในเซลของกลีบดอกจะมีรงควัตถุในแวคคิวโอลของเซลทำให้ปรากฏเป็นสีต่าง ๆ ในกลีบดอก (Hartmann *et al.*, 1988)

3.4 ระยะเจริญเติบโตของดอก (Foral maturation and growth)

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนของการเจริญเติบโตของอวัยวะของดอก มีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาเพื่อให้ดอกเป็นดอกที่สมบูรณ์พร้อมที่จะเข้าสู่ขั้นตอนสุดท้ายต่อไป

3.5 ระยะบานดอก (Floral anthesis)

หลังจากที่ดอกมีอวัยวะต่าง ๆ เจริญเติบโตเต็มที่และเป็นดอกที่สมบูรณ์แล้ว ดอกตูมจะค่อย ๆ บานออก และต่อมาจะเป็นช่วงพร้อมผสมของเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย เมื่อมีการผสมเกสรแล้วกลีบดอกจะค่อย ๆ แห้งเหี่ยวตาย และร่วงไปในที่สุด

ระยะเวลาตั้งแต่ floral induction จนกระทั่ง floral anthesis นั้นจะมีความยาวนานแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช เช่น เบญจมาศใช้เวลาดังกล่าว 50 – 100 วัน กุหลาบหินใช้เวลาประมาณ 60 วัน คริสต์มาสใช้เวลาประมาณ 75 วัน โคมญี่ปุ่น (fuchsia) ใช้เวลาประมาณ 50 วัน และกุหลาบที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือนใช้เวลาประมาณ 50 วัน เป็นต้น (Hartmann *et al.*, 1988)

Portulaca grandifolia มีดอกที่บานเร็วและเหี่ยวเร็ว กล่าวคือ หลังจากที่ดอกบานในตอนเช้าแล้วในตอนบ่ายวันเดียวกันนั้นดอกจะเหี่ยว (Kay, 1991)

สำหรับไม้ดอกประเภทหัวนั้น le Nard and de Hertogh (1993) ได้สรุปรายละเอียดของขั้นตอนที่ 3.2 – 3.3 ที่เกิดขึ้นในไม้ดอกประเภทหัวบางชนิดไว้ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยใช้อักษรย่อเป็นสัญลักษณ์ของการเจริญของเนื้อเยื่อปลายยอดที่กำลังอยู่ในขั้นตอนของการเริ่มกำเนิดและการสร้างอวัยวะของดอกโดยสรุปจากการศึกษาการสร้างดอกของไม้ดอกประเภทหัวหลายชนิดที่ศึกษาโดยนักวิจัยหลายท่าน และการเสนอดังกล่าวนี้ได้มีนักวิจัยที่ศึกษาการสร้างดอก

ของไม้ดอกประเภทหัวนำไปใช้ในการนำเสนอการสร้างดอกของไม้ดอกประเภทหัวชนิดต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง

ตารางที่ 1 อักษรย่อที่ใช้แทนระยะต่าง ๆ ของการเริ่มกำเนิดและการเจริญเติบโตของดอกของไม้ดอกประเภทหัว

อักษรย่อ/สัญลักษณ์	ระยะของการเจริญเติบโตของดอก
I	ระยะที่มีการสร้างใบ (เนื้อเยื่อเจริญทำหน้าที่ในการสร้างจุดกำเนิดใบ)
II	ระยะที่มีการเริ่มเกิดดอก (เนื้อเยื่อเจริญมีลักษณะโค้งนูน)
Pr	ระยะที่สามารถมองเห็นจุดกำเนิดดอก (floral primordia) แรกได้ (สำหรับไม้ดอกประเภทหัวที่ให้ช่อดอกและมีดอกย่อยมาก เช่น *Hyacinthus* และ *Lilium*)
Sp	ระยะที่มีการสร้างกาบหุ้มช่อดอก (spathe) เช่น ใน *Narcissus*
Br	ระยะที่มีการสร้างกาบรองดอกหรือใบที่ทำหน้าที่พิเศษ (สำหรับไม้ดอกประเภทหัวที่มีกาบรองดอก เช่น *Lilium*)
Bo	ระยะที่มีการสร้างกาบรองดอกชั้นที่สอง
P1	ระยะที่มีการสร้างวงของกลีบดอก (perianth) วงแรก
P2	ระยะที่มีการสร้างวงของกลีบดอกวงที่สอง
A1	ระยะที่มีการสร้างวงของเกสรตัวผู้วงที่ 1
A2	ระยะที่มีการสร้างวงของเกสรตัวผู้วงที่ 2
G	ระยะที่มีการสร้างเกสรตัวเมีย
Pc	ระยะที่มีการสร้างวงของกลีบดอกพิเศษ (เช่น กลีบดอกที่มีรูปร่าง คล้ายปากแตร ของ *Narcissus*)

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างดอกของไม้ดอกประเภทหัว

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างดอกของพืชหัวชนิดต่าง ๆ แสดงข้อมูลให้เห็นว่าพืชแต่ละชนิดมีลักษณะของการสร้างดอกแตกต่างกันทั้งในแง่ของช่วงเวลาในขณะที่เริ่มสร้างดอก ความต่อเนื่องของการสร้างดอก ระยะเวลาที่ใช้ในการสร้างดอกนับตั้งแต่การเกิดตาดอกไปจนกระทั่งดอกบาน ตลอดจนลำดับของการสร้างส่วนประกอบดอก ดังเห็นได้จากรายงานผลการวิจัยในพืชต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ฉันทนา และ คณะ (2540) กล่าวถึงการสร้างดอกของไม้ดอกที่มีหัวแบบ corm และ rhizome ว่า พืชกลุ่มนี้ส่วนใหญ่ เช่น แกลดิโอลัส (*Gladiolus*) ปทุมมา (*Curcuma alismatifolia* Gagnep.) และกระเจียว (*Curcuma*) บางชนิด มีการสร้างตาดอกช้า โดยที่ต้นพืชจะเริ่มสร้างตาดอกในระยะที่ต้นพืชมีการเจริญเติบโตทางใบไประยะหนึ่งแล้วและมีจำนวนใบต่อต้นคงที่แล้ว ในระยะนี้จุดเจริญทางใบที่บริเวณปลายยอดจึงจะเจริญไปเป็นตาดอก ในขณะที่กระเจียวบางชนิด และไม้ดอกที่มีหัวเป็นแบบ bulb คือ ว่านมหาลาภ (*Eucrosia*) ว่านแสงอาทิตย์ (*Haemanthus*) ว่านนางคุ้ม (*Eurycles*) และ ว่านสี่ทิศ (*Hippeastrum* spp.) มีการเริ่มสร้างตาดอกเร็วกว่า แต่การเจริญของดอกจากระยะ floral induction จนถึงระยะ floral anthesis นั้นใช้เวลายาวนาน นอกจากนี้แล้วพืชกลุ่มนี้ยังมีตาใบและตาดอกอยู่ในตำแหน่งที่แตกต่างกัน ตาดอกเจริญเติบโตก่อนตาใบโดยที่เมื่อผ่านระยะพักตัวแล้วและเริ่มการเจริญเติบโตในฤดูใหม่จะมีการแทงช่อดอกออกมาจากหัวก่อน เมื่อดอกบานแล้วจึงมีการเจริญเติบโตของหน่อใบตามออกมา

De Hertogh and Zimmer (1993) ศึกษาการสร้างดอกของ *Allium* ประดับ (ornamental allium) รายงานการสร้างและการเจริญของดอกย่อยของพืชชนิดนี้ว่ามีลำดับดังนี้ P1 P2 A1 A2 และ G

Kamenetsky (1995) ศึกษาการเกิดและการเจริญของดอก *Allium* ประดับ 3 ชนิด คือ *A. karataviense* , *A. altissimum* ซึ่งมีถิ่นกำเนิดอยู่ในตอนกลางของทวีปเอเชียและ *A. rothii* ซึ่งพบเจริญเติบโตในแถบเมดิเตอร์เรเนียน ว่าในขณะที่ต้นแม่ของ *A. karataviense* และ *A. altissimum* กำลังออกดอก หัวใหม่ของต้นแม่ต้นนั้นจะเริ่มมีการเจริญของตายอด มีการสร้างจุดกำเนิดใบขึ้นมาจำนวนหนึ่ง และหลังจากนั้นตายอดจะพักตัวนาน 6 – 10 สัปดาห์ ต่อมาจึงเริ่มเกิดการสร้างดอกที่ปลายยอดของหัวใหม่นั้น ส่วนใน *A. rothii* การสร้างและการเจริญของตาดอกเกิดในลักษณะเดียวกันกับ 2 ชนิดแรก แต่ตายอดจะพักตัวนานกว่าคือ 12 – 15 สัปดาห์

จีรวัฒน์ (2535) ศึกษาการสร้างและการเจริญเติบโตของดอกปทุมมา (*Curcuma sparganifolia* Gagnep.) รายงานว่า ปทุมมามีช่อดอกแบบ compact spike ช่อดอกประกอบด้วยกาบรองดอกเวียนซ้อนกันแน่น ภายในซอกของกาบรองดอกแต่ละใบมีดอกย่อย 4 – 6 ดอก ปรากฏอยู่ ช่อดอกเริ่มมีการเจริญเมื่อต้นมีอายุได้ประมาณ 70 วัน หลังจากปลูก ต้นจะแทงช่อดอกและดอกแรกบานเมื่อต้นมีอายุได้ประมาณ 91 วัน และ 105 วัน ตามลำดับ การเจริญของดอกแบ่งออกเป็น 9 ระยะตามลำดับดังต่อไปนี้ ระยะ I เป็นระยะเจริญเติบโตทางใบ ระยะ II เป็นระยะการขยายตัวของเนื้อเยื่อเจริญ ระยะ Br เป็นระยะเริ่มกำเนิดกาบรองดอก ระยะ Pr เป็นระยะเริ่มกำเนิดดอกแรก ระยะ D เป็นระยะการแบ่งตัวของตาดอก ระยะ P เป็นระยะเริ่มกำเนิดกลีบดอก ระยะ S เป็นระยะเริ่มกำเนิดกลีบเลี้ยง ระยะ A เป็นระยะเริ่มกำเนิดเกสรตัวผู้

และระยะ G เป็นระยะเริ่มกำเนิดเกสรตัวเมีย กลุ่มดอกที่อยู่ภายในในกาบรองดอกแต่ละใบเกิดขึ้นไม่พร้อมกัน แต่จะเกิดจากการแบ่งตัวของตาดอกที่เกิดก่อนโดยที่ตาดอกนี้จะแบ่งตัวและให้กำเนิดตาดอกในอันดับต่อไปต่อเนื่องกัน เมื่อตาดอกแรกเจริญไปเป็นดอกที่สมบูรณ์แล้วตาดอกที่ 2 จึงเริ่มแบ่งตัวให้กำเนิดตาดอกที่ 3 โดยมีทิศทางของการแบ่งตัวตรงกันข้ามกับการแบ่งตัวของตาดอกแรก จากนั้นจะเริ่มกำเนิดกาบรองดอกย่อยโอบล้อมตาดอกที่ 2 และ 3 ในทิศทางที่สลับกันกับกาบรองดอกย่อยของดอกแรก เมื่อสิ้นสุดการเจริญของตาดอกที่ 2 แล้ว ตาดอกที่ 3 จึงเริ่มแบ่งตัวให้ตาดอกที่ 4 โดยมีทิศทางสลับกัน การเกิดและการเจริญของตาดอกอื่น ๆ ต่อไปเกิดในลักษณะเดียวกันจนกระทั่งมีจำนวนดอกทั้งหมดรวม 6 – 7 ดอกภายในกาบรองดอกแต่ละใบ ซึ่งการแบ่งตัวเพื่อให้กำเนิดดอกทั้งหมดเสร็จสิ้นก่อนถึงระยะแทงช่อดอก

เรวดี (2533) ศึกษาการสร้างดอกของว่านมหาลาภ (*Eucrosia*) พบว่าว่านมหาลาภเริ่มกำเนิดตาดอกที่ปลายยอดบริเวณกลางหัวในสัปดาห์แรกของเดือน ธันวาคม ซึ่งหัวยังอยู่ในระยะพักตัว จากนั้นอีก 2 สัปดาห์จึงเริ่มมีการเจริญของจุดกำเนิดดอกย่อยและมีการเจริญของดอกย่อยและภายในสัปดาห์ที่ 4 ของเดือนมกราคมของปีถัดไป จึงได้ช่อดอกที่สมบูรณ์อยู่ภายในหัวที่ยังพักตัวอยู่ ศิริพร (2541) ติดตามการสร้างส่วนประกอบของดอกว่านมหาลาภ พบว่า ในสัปดาห์ที่ 3 ของเดือนมกราคม ดอกย่อยขนาดเล็กที่มีความยาวของดอก 0.3 - 0.5 ซม มีส่วนประกอบของดอกเกิดครบแล้ว แต่ในอับละอองเกสรยังไม่พบว่ามีการสร้างละอองเกสร รังไข่มีการเจริญน้อยมากและยังไม่มีการเกิดและการเจริญของไข่อ่อน เมื่อดอกมีขนาดใหญ่ขึ้นคือยาว 0.7 - 0.9 ซม จึงพบว่ามี pollen mother cell เกิดขึ้นภายในอับละอองเกสร ก้านชูเกสรตัวเมียยืดยาวออก และเมื่อรังไข่ขยายขนาดออกแล้วจึงมีจุดกำเนิดไข่อ่อนเกิดขึ้น

วัชราภรณ์ (2544) ศึกษาการเจริญเติบโตของดอกว่านนางคุ้ม (*Eurycles*) รายงานว่าพืชชนิดนี้เริ่มวงจรชีวิตโดยการแทงช่อดอกขึ้นมาเหนือดินในเดือนเมษายนและดอกเจริญเติบโตไปจนถึงเดือนพฤษภาคม การเจริญเติบโตทางใบเริ่มหลังจากดอกบาน ต้นทิ้งใบในเดือนพฤศจิกายน และหัวพักตัวจากเดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคม การเริ่มสร้างดอกเกิดขึ้นในช่วงที่ต้นเริ่มทิ้งใบ โดยที่ตาที่อยู่ที่ปลายยอดของหัวเจริญไปเป็นช่อดอก การสร้างดอกย่อยและการเจริญของช่อดอกเกิดขึ้นในช่วงที่หัวพักตัวเมื่อหัวพ้นระยะพักตัว สรุปการสร้างดอกของว่านนางคุ้มได้ว่ามีขั้นตอนเป็น I II Sp Pr Br P A และ G

Fukai and Goi (1999) ศึกษาการสร้างดอกของ *Freesia hybrida* cv. Rijnveld's Gloden Yellow รายงานว่าพืชชนิดนี้มีการเริ่มกำเนิดดอกเกิดขึ้นที่ตาข้าง ปลายยอดจะมีการสร้างใบและตาข้างขึ้นมาเรื่อย ๆ ตาข้างแต่ละตาจะเจริญไปเป็นดอกย่อยและเกิดเป็นช่อดอกขึ้นมาดอกย่อยเจริญ

และสร้างส่วนประกอบของดอกโดยเริ่มจากการสร้างกลีบดอกวงนอก เกสรตัวผู้ กลีบดอกวงใน และเกสรตัวเมียตามลำดับ

Imanishi (1993) ศึกษาการเจริญของดอกของดอกฟรีเซียรายงานว่า ประกอบด้วย 8 ขั้นตอนด้วยกัน คือ

Stage I (Vegetative) : เนื้อเยื่อเจริญมีลักษณะแบนมีจุดกำเนิดใบหุ้มอยู่ 2 ชั้น

Stage II (Generative) : เนื้อเยื่อเจริญขยายตัวและยืดตัวสูงขึ้น

Stage PR to BR : เกิดจุดกำเนิดในประดับ

Stage BO : เกิดจุดกำเนิดในประดับชั้นใน

Stage A : ปรากฏจุดกำเนิดของเกสรตัวผู้ 3 อัน

Stage P1 : เกิดจุดกำเนิดของกลีบดอกวงนอก

Stage P2 : เกิดจุดกำเนิดของกลีบดอกวงใน

Stage G : เกิดวงของเกสรตัวเมีย

Cohat (1993) ศึกษาการสร้างดอกของ *Gladiolus* รายงานว่าหลังจากปลูกหัวได้ 1 – 2 เดือน ต้นจะสร้างตาดอกขึ้นมาและช่อดอกจะเจริญเติบโตจนกลายเป็นช่อดอกที่สมบูรณ์อยู่ที่บริเวณปลายยอดของต้นซึ่งมีใบหุ้มซ้อนอยู่หลายชั้น การสร้างดอกจนได้ช่อดอกขนาดเล็กดังกล่าวใช้เวลา 50 – 80 วัน หลังปลูก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ การเกิด floral induction ของพืชชนิดนี้ไม่ขึ้นกับสภาพแวดล้อม ต้นพืชที่มีขนาดใหญ่พอที่จะให้ดอกได้ซึ่งเป็นต้นที่มีใบ 8 – 10 ใบต่อต้นจะสามารถสร้างช่อดอกได้ ขั้นตอนของการเจริญของดอกเป็นไปดังนี้

Stage III – IV (Br) : ระยะของการสร้าง ใบประดับ 2 ใบ

Stage VI (A) : ระยะของการสร้างเกสรตัวผู้ 3 อัน

Stage VII (P1) : ระยะของการกลีบดอกวงนอก (outer perianth) 3 กลีบ

Stage VIII (P2) : ระยะของการสร้างกลีบดอกวงใน (inner perianth) 3 กลีบ

Stage IX (G) : ระยะการสร้างเกสรตัวเมีย

เอกรัตน์ (2543) ศึกษาการเจริญเติบโตของว่านแสงอาทิตย์ (*Haemamthus*) รายงานว่าพืชชนิดนี้เริ่มสร้างดอกที่ปลายยอดของหัวใหม่ในระยะที่หัวใหม่ยังคงติดอยู่กับต้นแม่และต้นแม่ยังมีการเจริญเติบโตอยู่ การเจริญของช่อดอกซึ่งอยู่บริเวณใจกลางหัวดำเนินไปเรื่อยๆ แม้ว่าหัวนั้นจะเข้าสู่ระยะพักตัวแล้วก็ตาม ในช่วงปลายของระยะพักตัวช่อดอกอ่อนขยายขนาดใหญ่ขึ้นและแทง

ช่อดอกขึ้นมาเหนือดินเมื่อหัวหมดระยะพักตัว การสร้างดอกสรุปได้ว่ามีขั้นตอนเป็น I II Pr Br P A และ G ตามลำดับ

ฉันทนา และ คณะ (2544) รายงานว่า ว่านสี่ทิศ (*Hippeastrum*) เป็นไม้ดอกประเภทหัวที่มีการกำเนิดและการสร้างดอกเร็ว การสร้างดอกเกิดขึ้นได้เรื่อย ๆ ในช่วงที่ต้นมีการเจริญเติบโต โดยที่เกิดการสร้างตาดอกสลับกับตาใบโดยตาดอกเกิดที่ซอกของโคนใบทุก ๆใบที่ 4 ทำให้ภายในหัวของต้นแม่มีตาดอกขนาดเล็กปรากฏอยู่หลายตาขึ้นอยู่กับขนาดของต้นแม่ ถ้าต้นแม่มีขนาดใหญ่จะมีตาดอกได้มากกว่า 2 ตาและตาดอกแต่ละตานั้นเจริญเป็นช่อดอกขนาดเล็กอยู่ภายในหัว เมื่อหัวผ่านระยะพักตัวแล้วช่อดอกอ่อนที่พร้อมที่จะมีการเจริญเติบโตจะเริ่มขยายขนาดและยืดตัวออกมาจากหัวเจริญโผล่ขึ้นมาเหนือดิน และมีการบานดอกในเวลาต่อมา

Okubo (1993) รายงานการสร้างดอกของ *Hippeastrum* ว่ามีขั้นตอนการสร้างดอก 11 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 เป็นการเจริญของเนื้อเยื่อเจริญที่สร้างใบ ขั้นตอนที่ 2 สร้างจุดกำเนิดดอก ขั้นตอนที่ 3 สร้างกาบใบคู่ ที่ 1 ขั้นตอนที่ 4 สร้างกาบใบคู่ที่ 2 ขั้นตอนที่ 5 - 8 เป็นการแบ่งตัวของจุดกำเนิดดอกและการเจริญของกลีบดอกของดอกย่อย ขั้นตอนที่ 9 และ 10 การสร้างเกสรตัวผู้ และ ขั้นตอนที่ 11 การสร้าง carpel ของเกสรตัวเมียและสร้างรังไข่

ประภัสสร (2543) ติดตามการสร้างช่อดอก และดอกย่อยของว่านสี่ทิศ 3 พันธุ์ซึ่งได้แก่ พันธุ์พื้นบ้านที่มีดอกขนาดเล็กสีแดง และพันธุ์ลูกผสมชนิดดอกใหญ่จากต่างประเทศคือ พันธุ์ Apple Blossom และพันธุ์ Orange Sovereign พบว่า ช่อดอกเจริญเติบโตมาจากตาข้างที่อยู่บริเวณซอกของกาบใบทุก ๆ วงที่ 4 ของกาบใบนับจากตายอดออกมา ตาดอกดังกล่าวมีการเจริญเติบโตไปเป็นช่อดอกขนาดเล็กอยู่ภายในหัวในเวลาต่อมา และ เมื่อนำดอกย่อยมาศึกษาเนื้อเยื่อพบว่าว่านสี่ทิศทั้ง 3 พันธุ์มีขั้นตอนและลักษณะของการสร้างดอกเหมือนกัน กล่าวคือ ดอกย่อยแต่ละดอกเกิดขึ้นในเวลาไล่เรี่ยกัน การสร้างส่วนประกอบของดอกนั้นพบว่า มีการสร้างวงของกลีบดอกก่อนตามมาด้วยวงของเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียตามลำดับ ดอกมีขั้นตอนของการกำเนิดและการเจริญเติบโตของวงต่างๆเป็นลำดับดังนี้

P1 : ระยะที่มีการกำเนิดกลีบดอกวงนอก

P2 : ระยะที่มีการกำเนิดกลีบดอกวงใน

A1 : ระยะที่มีการกำเนิดเกสรตัวผู้วงนอก

A2 : ระยะที่มีการกำเนิดเกสรตัวผู้วงใน

G : ระยะที่มีการกำเนิดก้านชูเกสรตัวเมีย

G_+ : ระยะที่ก้านชูเกสรตัวเมียปรากฏชัดเจนและสามารถสังเกตเห็นลอนของปลายยอดเกสรตัวเมีย

Niimi and Oda (1989) ศึกษาการสร้างและการเจริญของดอกของ *Lilium rubellum* Baker โดยการติดตามและสังเกตการเจริญของหัวใหม่ที่ฐานของหัวแม่ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมเป็นต้นไป พบว่าในช่วงเดือนกันยายน ที่ใจกลางของหัวใหม่มีการเปลี่ยนแปลงที่ปลายยอดโดยที่เนื้อเยื่อปลายยอดมีการเริ่มสร้างจุดกำเนิดดอก ในช่วงหลังของการสร้างดอกจุดกำเนิดดอกแต่ละดอกจะเกิดขึ้นเร็วมาก

Park *et al.* (1994) ศึกษาการเจริญเติบโตของดอก *Lycoris* 5 ชนิด รายงานว่า ระยะของการเจริญของดอกแบ่งออกได้เป็น 10 ระยะ เริ่มจากระยะที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของจุดเจริญติดตามมาด้วยระยะของการสร้างใบประดับ ต่อมาเป็นการเจริญของช่อดอก โดยมีดอกย่อยแต่ละดอกประกอบด้วยกลีบดอกชั้นนอก 6 กลีบ ส่วนกลีบดอกชั้นในอีก 6 กลีบนั้นแปรรูปมาจากเกสรตัวผู้ และ เกสรตัวเมียเป็นส่วนที่เจริญทีหลังสุด

Hanks (1993) รายงานว่าในการสร้างดอกของ *Narcissus* มีขั้นตอนของการสร้างดอก 9 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 ระยะของการสร้างใบและกาบใบ ในระยะนี้เนื้อเยื่อเจริญปลายยอดมีลักษณะแบน ขั้นตอนที่ 2 เนื้อเยื่อเจริญปลายยอดขยายขนาดกว้างออกและมีรูปร่างโค้งนูน ขั้นตอนที่ 3 (Sp) ระยะที่มีการสร้างกาบรองดอก ขั้นตอนที่ 4 (P1) ระยะที่มีการสร้างกลีบรวมชั้นนอก ขั้นตอนที่ 5 (P2) ระยะของการสร้างกลีบรวมชั้นใน ขั้นตอนที่ 6 (A1) ระยะสร้างเกสรตัวผู้ชั้นนอก ขั้นตอนที่ 7 (A2) ระยะสร้างเกสรตัวผู้ชั้นใน ขั้นตอนที่ 8 (G) ระยะที่สร้างเกสรตัวเมีย และ ขั้นตอนที่ 9 (Pc) ระยะที่สร้างชั้น corona

Fiedler (1990) ศึกษาการเจริญเติบโตของดอกของ *Nerine bowdenii* พบว่าพืชชนิดนี้มีการเจริญเติบโตทางดอกช้า ใช้เวลายาวนานในการสร้างดอกตั้งแต่เริ่มสร้างจนกระทั่งเป็นช่อดอกที่สมบูรณ์โดยที่ใช้เวลาตั้งแต่ระยะของการชักนำการเกิดดอกจนถึงระยะออกดอกเป็นเวลานานถึง 2 ปี และในระหว่างที่มีการสร้างดอกปัจจัยของสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมจะมีผลกระทบต่อการออกดอกได้

Theron and Jacops (1995) ศึกษาการสร้างตาดอกของ *Nerine bowdenii* รายงานว่าการเจริญของดอกแบ่งได้เป็น 3 ระยะคือ ระยะกำเนิดดอกย่อย ระยะที่มีการสร้างส่วนประกอบของดอก และ ระยะที่มีการขยายขนาดของดอก

Shimada *et al.* (1996) ศึกษาการสร้างดอกของ *Ornithogalum arabicum* L. รายงานว่าการกำเนิดดอกย่อยเกิดขึ้นในช่วงต้นเดือนกันยายน ปรากฏจุดกำเนิดของกลีบดอกรวมทั้งด้านนอกและด้านในในปลายเดือนตุลาคม การเจริญของตาดอกเป็นไปอย่างช้า ๆ และสิ้นสุดในช่วงกลางเดือนเมษายน

การศึกษาการเจริญเติบโตของดอก *Polianthes* พบว่าต้นพืชที่มีหัวขนาดใหญ่พอที่จะให้ดอกสร้างดอกจากจุดเจริญปลายยอดในระยะที่มีการเจริญเติบโตทางใบ โดยที่ เมื่อจะเริ่มมีการสร้างดอกจุดเจริญปลายยอดดังกล่าวจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นจุดเจริญทางดอกและมีการเจริญของช่อดอก การเจริญดังกล่าวใช้เวลา 20 – 25 วัน จึงเจริญเป็นช่อดอกที่สมบูรณ์และแทงช่อดอกออกมาภายในเวลา 90 วันหลังจากปลูก (Benschop, 1993) Kosugi and Kimura (1961) ได้อธิบายขั้นตอนของการเจริญของช่อดอกไว้ว่ามีทั้งหมด 14 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตทางใบเป็นทางดอก ขั้นตอนที่ 2 และ ขั้นตอนที่ 3 เป็นการเจริญของช่อดอก ขั้นตอนที่ 4 ถึงขั้นตอนที่ 14 เป็นการสร้างส่วนประกอบของดอกย่อยโดยมีลำดับของการสร้างคือการสร้าง กลีบรวม เกสรตัวผู้ และ เกสรตัวเมีย

Bankar (1995) ศึกษาการเกิดดอกของ *Polianthes tuberosa* CV. Double โดยการขุดต้นที่กำลังมีการเจริญเติบโตไปผ่าปลายยอดตามยาวเพื่อสังเกตการสร้างดอก พบว่าการเริ่มสร้างดอกเกิดขึ้นหลังจากปลูกได้ 40 วัน (4.76 %) และเห็นได้ชัดเจนขึ้นเมื่อต้นมีอายุ 110 วันหลังปลูก (7.14 % - 49.20 %) จนกระทั่งอายุ 126 วันหลังปลูก (87.20 %)

Le Nard และ de Hertogh (1993) รายงานการสร้างดอกของ *Tulipa* ว่ามีขั้นตอนในการสร้างดอก 7 ขั้นตอนคือ I II P1 P2 A1 A2 และ G

5. ผลของสภาพแวดล้อมที่มีต่อการสร้างดอก

ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่มีต่อการสร้างดอกของไม้ดอกประเภทหัวที่ได้มีการศึกษาและวิจัยอย่างกว้างขวางมี 2 ปัจจัยคือ อุณหภูมิ และ แสง การศึกษาปัจจัยดังกล่าวส่วนใหญ่ดำเนินการโดยนักวิจัยในประเทศที่ผลิตไม้ดอกประเภทหัวเป็นการค้า เพื่อประโยชน์ในการผลิตไม้ดอกเหล่านั้นให้ได้คุณภาพ รวมถึงการผลิตในสภาพบังคับ

5.1 อุณหภูมิ

Srikum (1977) กล่าวว่าไม้ดอกประเภทหัวที่มีการเริ่มกำเนิดดอกและมีการเจริญของดอกในช่วงที่หัวใหม่อยู่ในระยะพักตัวนั้นอุณหภูมิในห้องเก็บรักษาจะมีผลเป็นอย่างมากต่อการสร้างและการเจริญเติบโตของดอกในหัวนั้น แต่สำหรับไม้ดอกประเภทหัวซึ่งมีการสร้างดอกหลังจากหัวใหม่ได้เติบโตเป็นต้นและมีการเจริญเติบโตทางใบไปได้ระยะหนึ่งแล้วนั้นอุณหภูมิในสภาพปลูกเลี้ยงจะมีผลต่อการสร้างและการเจริญของดอกมากกว่าอุณหภูมิในห้องเก็บรักษาหัว

โสระยา (2542) กล่าวถึงการสร้างตาดอกของ *Dahlia* ว่าเกิดขึ้นเมื่อได้รับอุณหภูมิกลางคืน 10 °– 12° ซ ในฤดูหนาว หรือ 15° – 27° ซ ในฤดูร้อน ตาดอกจะเจริญเติบโตและให้ดอกเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

Gilbertson – Ferris *et al.* (1981) ศึกษาการสร้างดอกของ *Freesia* รายงานว่าพืชชนิดนี้ตอบสนองต่ออุณหภูมิในการสร้างจุดกำเนิดดอก โดยต้องการอุณหภูมิ 13 °ซ อย่างต่อเนื่องในการสร้างดอก Imanishi (1993) กล่าวถึงผลของอุณหภูมิที่มีต่อการสร้างดอกของ *Freesia* ว่าต้นพืชที่ได้รับอุณหภูมิที่ 12° - 18° ซ มีการกำเนิดดอกเร็วกว่าต้นที่ได้รับที่อุณหภูมิ 21° - 24° ซ การเจริญของตาดอกจนกระทั่งถึงระยะ P2 จะเกิดได้รวดเร็วถ้าอุณหภูมิกลางคืน/กลางวันเป็น 8/13° ซ ส่วนต้นพืชที่ผ่านระยะกำเนิดดอกแล้วและต่อมาให้เจริญเติบโตในสภาพอุณหภูมิ 23/28° ซ พบว่าตาดอกฝ่อไปในที่สุด

Shillo and Halevy (1963,1975) รายงานว่าถึงแม้ว่าอุณหภูมิจะไม่มีผลในการกระตุ้นการเริ่มกำเนิดดอกใน *Gladiolus* แต่อุณหภูมิในระดับต่ำมากจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของช่อดอก ถ้าต้นพืชได้รับอุณหภูมิกลางคืนต่ำกว่า 2° ซ จะมีผลทำให้ช่อดอกที่กำลังเจริญเติบโตในระยะแรกเกิดการฝ่อ (flower abortion) ได้

Rees (1972) รายงานว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการกำเนิดดอกของ *Iris* คือ 5° – 20° ซ โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดคือ 13° ซ อุณหภูมิที่สูงถึง 25.5° ซ มีผลในการยับยั้งการเริ่มกำเนิดดอก

Rees (1972) พบว่าอุณหภูมิในห้องเก็บรักษาหัวที่เหมาะสำหรับการสร้างดอกของ *Lilium longiflorum* คือ อุณหภูมิระดับที่ต่ำกว่า 21° ซ และอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดคือ 4° ซ

Hartsema (1961) และ Rees and Wallis (1970) รายงานว่าถ้าจะทำให้ *Narcissus* ออกดอกเร็วขึ้น จะต้องนำหัวไปผ่านอุณหภูมิต่ำทันทีหลังจากเก็บเกี่ยวหัวขึ้นมาจากดิน และหลังจากนั้นหัวจะต้องการอุณหภูมิสูงขึ้นเพื่อให้การสร้างส่วนประกอบของดอกเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ ต่อจากนั้นจึงต้องการอุณหภูมิต่ำลงเพื่อช่วยในการยืดตัวของก้านดอก (de Hertogh, 1974)

Hartsema (1961) de Hertogh (1974) และ Rees (1972) รายงานความต้องการอุณหภูมิของหัว *Tulipa* ในการสร้างดอกว่าเป็น 17° - 23° ซ สำหรับการกำเนิดดอกและการสร้างอวัยวะของดอกเป็น 1 - 9° ซ สำหรับระยะเจริญของดอกและการยืดตัวของก้านช่อดอกและ 13° - 19° ซ สำหรับการเจริญของก้านดอกและระยะบานดอก

Rees (1972) สรุปความต้องการอุณหภูมิในการเจริญเติบโตของดอกของ *Tulipa, Narcissus* และ *Hyacinthus* ไว้ว่า แม้การชักนำให้เกิดดอก การเริ่มกำเนิดดอก และการเจริญของดอกของพืชดังกล่าวจะสามารถเกิดได้ในช่วงที่อุณหภูมิไม่ต่ำนักแต่การเจริญเติบโตในลักษณะของการขยายขนาดของตาดอก และการแทงช่อดอกจะเกิดอย่างรวดเร็วถ้าหัวที่มีดอกอ่อนอยู่ภายในได้รับอุณหภูมิต่ำ

5.2 แสง

Srikum (1977) กล่าวว่าผลของแสงที่มีต่อการสร้างและการเจริญเติบโตของดอกของไม้ดอกประเภทหัวนั้นมีผลทั้งในแง่ของความเข้มแสงและความยาววัน แต่ผลของความเข้มแสงเด่นชัดกว่าผลของความยาววัน ในไม้ดอกประเภทหัวบางชนิดแสงไม่มีผลต่อการกระตุ้นการสร้างดอก แต่มีผลต่อการเจริญเติบโตของดอก โดยที่ถ้าต้นได้รับความเข้มแสงต่ำดอกของต้นนี้อาจจะฝ่อได้ สำหรับพืชที่มีดอกเป็นช่อ ถ้าผลของความเข้มแสงเกิดในลักษณะที่มีความรุนแรงน้อยกล่าวคือต้นพืชได้รับแสงที่มีความเข้มของแสงต่ำในระยะที่ช่อดอกเจริญไปได้มากแล้วแต่การเจริญเติบโตยังไม่ถึงระยะแทงช่อดอก ความเสียหายก็จะเกิดน้อยโดยเกิดในลักษณะของการฝ่อของดอกย่อยบางดอก (floret abortion) แต่ถ้าผลเกิดในลักษณะที่รุนแรงมากคือต้นพืชได้รับแสงที่มีความเข้มของแสงต่ำในช่วงที่กำลังเกิด floral organogensis ของดอกที่โคนช่อ และ ดอกบริเวณปลายช่อเพิ่งเกิด floral initiation นั้น ต้นพืชเหล่านั้นจะเกิดความเสียหายรุนแรง กล่าวคือ ช่อดอกจะฝ่อไปทั้งช่อ (blasting หรือ blindness) และไม่มีการแทงช่อดอกจากต้นนั้น นอกจากนี้ความเข้มแสงต่ำยังมีผลทำให้ก้านดอกหรือก้านช่อดอกยืดตัวยาวกว่าปกติ และไม่แข็งแรงอีกด้วย

Yi and Bergoef (1995) ศึกษาผลของความเข้มแสงที่มีต่อการเจริญของ *Freesia refracta* Klatt. พบว่าความเข้มแสงไม่มีผลต่อการเริ่มกำเนิดดอกแต่มีผลในการลดจำนวนดอกต่อช่อ โสระยา (2542) กล่าวว่าว่าความเข้มแสงต่ำชลอการกำเนิดดอกและการเจริญของดอกและมีผลในการลดจำนวนดอกต่อช่อ ความเข้มแสงสำหรับการปลูกฟรีเซียควรสูงกว่า 2,500 ฟุตเทียน

Shillo and Halevy (1975) กล่าวถึงผลของแสงที่มีต่อการเจริญเติบโตของดอก *Gladiolus* ว่าแสงไม่มีอิทธิพลในการชักนำให้เกิดดอก แต่มีผลต่อการเจริญเติบโตของดอกโดยเฉพาะการเจริญเติบโตในระยะเริ่มแรก ถ้าต้นพืชได้รับแสงที่มีความเข้มแสงต่ำในระยะแรกของการเจริญเติบโตของดอกจะมีผลทำให้เกิดการฝ่อของดอก ถ้าผลนั้นรุนแรงจะมีผลทำให้ช่อดอกฝ่อทั้งช่อ Cohat (1993) กล่าวว่าสภาพวันสั้นมีผลในการเร่งการออกดอกของ *Giadiolus* แต่ในบางสภาพก็มีผลทำให้ต้นพืชบางต้นไม่ออกดอก โสระยา (2542) กล่าวว่าความเข้มแสงที่ *Gladiolus* ได้รับมีอิทธิพลต่อรูปร่างของใบและพื้นที่ใบ ต้นพืชที่ปลูกภายใต้สภาพความเข้มแสงสูงจะมีใบที่ยาวกว่าและกว้างกว่าต้นที่ปลูกภายใต้สภาพที่มีความเข้มแสงต่ำกว่า

Roh and Wilkins (1973) รายงานผลที่ทำการทดลองกับ *Lilium longiflorum* Thumb. cv. Nellie White และ Ace ว่าสภาพการปลูกเลี้ยงพืชทดลองโดยให้ได้รับแสง 16 ชั่วโมงต่อวัน อุณหภูมิกลางวัน 21.1° ซ อุณหภูมิกลางคืน 12.8° ซ เป็นสภาพที่เหมาะสมสำหรับการเริ่มกำเนิดตาดอก ส่วนสภาพแสง 12 ชั่วโมงต่อวัน อุณหภูมิกลางวัน 18.3° ซ และอุณหภูมิ

กลางคืน 15.6 °ซ เหมาะสำหรับการเจริญของตาดอก นอกจากนี้ Mason and Miller (1991) รายงานว่าการพรางแสงและการให้ Ethephon จะทำให้เกิดการฝ่อของตาดอกมากขึ้นใน *Lilium longiflorum* cv. Nellie White

6. ผลของขนาดของหัวที่มีต่อการออกดอก

ไม้ดอกประเภทหัวส่วนใหญ่เป็นพืชที่มีความเยาว์ (Juvenility) ต้นพืชจะต้องมีหัวที่มีขนาดใหญ่พอจึงจะสามารถสร้างดอกได้ (Fortanier, 1973; Hartman and Kester, 1968) ไม้ดอกประเภทหัวแต่ละชนิด มีขนาดต่ำสุดของหัวที่สามารถให้ดอกได้ขนาดแตกต่างกันไป และคุณภาพของดอกจะขึ้นกับขนาดของหัวด้วย (Rees, 1972)

ระยะเจริญของจุดเจริญปลายยอดของต้นหรือหัวใช้เป็นดัชนีในการบ่งบอกถึงระยะที่จะเกิด floral initiation ได้ (Rees, 1972) เช่น ใน *Gladiolus* พบว่าจุดเจริญของต้นที่ได้จากหัวย่อย ซึ่งมีใบเติบโตเพียงใบเดียวจะมีขนาดเล็กและมีจุดกำเนิดใบเพียงใบเดียวห่อหุ้มจุดเจริญนั้นอยู่ ในขณะที่หน่อใบที่เจริญจากหัวที่มีขนาดใหญ่พอที่จะให้ดอกได้นั้น จุดเจริญมีขนาดใหญ่กว่าและมีจุดกำเนิดใบห่อหุ้มอยู่ 7 – 8 ใบ (Srikum, 1977)

ขนาดของหัวที่สามารถจะให้ดอกได้จะแตกต่างกันไปตามชนิดและพันธุ์พืช เช่น ใน *Tulipa* หัวที่มีขนาดต่ำสุดที่สามารถจะให้ดอกได้คือหัวที่มีเส้นรอบวง 6 – 8 ซม (Rees, 1972)

Lurie *et al.* (1994) ศึกษากับ *Aconitum napellus* พบว่า ขนาดของหัวมีผลต่อคุณภาพของดอก ต้นที่เจริญเติบโตจากหัวที่มีขนาดใหญ่จะให้ช่อดอกยาวกว่า มีจำนวนดอกต่อช่อมาก และ มีเส้นผ่าศูนย์กลางของดอกใหญ่กว่าช่อดอกของต้นที่เจริญเติบโตจากหัวที่มีขนาดเล็กกว่า

จีรวัฒน์ (2535) รายงานว่า *Curcuma spraganifolia* Gagnep. ที่ปลูกจากหัวที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 18 – 22 มม มีความสูงของต้น จำนวนใบต่อต้น ขนาดของช่อดอกและความยาวของช่อดอกดีกว่าต้นที่ปลูกจากหัวที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 13 – 17 มม และ 8 – 12 มม Hagiladi *et al.*(1996) ศึกษาผลของจำนวนรากสะสมอาหารที่มีต่อการเจริญเติบโตของดอก *Curcuma alismatifolia* Gagnep. รายงานว่าต้นที่เจริญเติบโตจากหัวที่มีรากสะสมอาหารน้อยกว่า 2 รากออกดอกช้ากว่า และให้ดอกที่มีคุณภาพด้อยกว่าต้นที่เจริญเติบโตจากหัวที่มีรากสะสมอาหารมากกว่า 2 ราก

สุพจน์ (2537) ศึกษาใน *Eucrosia* รายงานว่า ขนาดของหัวมีผลต่อการเจริญเติบโตทางใบ ทางดอก รวมทั้งขนาดและจำนวนของหัวใหม่ โดยที่หัวที่มีขนาดใหญ่จะให้ผลผลิตในแง่ดังกล่าวดีกว่าหัวขนาดเล็ก และหัวที่มีเส้นรอบวง 11–15 ซม ให้ดอกสม่ำเสมอและคุณภาพดี พิกุล (2539) ศึกษาในพืชชนิดเดียวกัน รายงานว่าหัวที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 5.1 – 6.0

ซม ให้ดอกที่มีคุณภาพดีที่สุดในแง่ของความยาวของก้านช่อดอกและจำนวนดอกย่อยต่อช่อ ส่วนหัวที่มีขนาด 3.0 ซม ลงมาจะไม่มีการสร้างตาดอกจะมีแต่การเจริญเติบโตทางใบ Roh *et al.* (1993) รายงานว่าหัวของ *Eucrosia* ที่ให้ดอกจะต้องมีน้ำหนักหัว 21–27 กรัมหรือมีขนาดเส้นรอบวง 10.7 – 12.5 ซม

Wilfret (1991) รายงานผลการศึกษาว่าต้น *Gladiolus* ที่เจริญเติบโตจากหัวขนาดใหญ่ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 3 ซม ให้ช่อดอกที่มีก้านยาว 91.4 – 170.8 ซม มีดอก 23.5 ดอก / ช่อโดยเฉลี่ย และหัวที่มีขนาดเล็กกว่านี้ให้ต้นที่มีคุณภาพของดอกต่ำกว่า Dod *et al.* (1991) ศึกษาในพันธุ์ Dibonar พบว่าหัวที่มีขนาดใหญ่ คือหัวที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 3 ซม จะให้ต้นที่มีดอกที่มีคุณภาพดีกว่าต้นที่ปลูกจากหัวที่มีขนาดเล็กกว่า Arora and Khanna (1991) ศึกษาผลของขนาดของหัวย่อยซึ่งใช้ในการผลิตหัวพันธุ์ที่ให้ดอก พบว่าการใช้หัวที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.25 ±0.25 ซม และ 1.25 ± 0.25 ซม ปลูกเพื่อผลิตหัวพันธุ์นั้น หัวทั้ง 2 ขนาดให้หัวในฤดูปลูกที่สองใหญ่กว่าหัวที่ได้จากการปลูกฤดูแรกมาก โดยเฉพาะจากการปลูกจากหัวที่มีขนาดใหญ่กว่า ซึ่งผลผลิตของหัวในฤดูปลูกปีที่ 2 เป็นหัวที่ให้ดอกได้ทั้ง 2 กรรมวิธี หัวที่มีขนาดใหญ่กว่าเมื่อนำไปปลูกจะให้ดอกที่มีคุณภาพดีกว่า

Cohat (1993) รายงานผลการศึกษาการให้ดอกของหัวย่อยของ *Polianthes* ว่าต้องปลูกซ้ำ 2 – 3 ปี เพื่อเพิ่มขนาดหัวให้ใหญ่ขึ้นจนถึงขนาดเส้นรอบวง 6.5 – 7.0 ซม จึงจะให้ดอกได้ Mahanta and Paswan (1966) รายงานว่าต้น *Polianthes tubersa* cv. Single ที่เจริญเติบโตจากหัวที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.25 – 3.0 ซม มีความสูงของต้น จำนวนใบและดอกต่อต้นและจำนวนหัวใหม่ต่อต้นมากกว่าต้นที่เจริญเติบโตจากหัวที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 – 2.25 ซม และ 0.75 – 1.5 ซม

Shillo (1994) รายงานว่าเปอร์เซ็นต์การออกดอกของ *Polianthes tubersa* เป็นสัดส่วนโดยตรงกับขนาดของหัวพันธุ์

7. การเจริญเติบโตทางใบของไม้ดอกประเภทหัว

ไม้ดอกประเภทหัวทั้งที่เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ เช่น *Begonia* (tuberous), *Caladium, Cyclamen, Dahlia* และ *Sinningia* และใบเลี้ยงเดี่ยว เช่น *Allium, Amaryllis, Gladiolus, Narcissus, Nerine,* และ *Tulipa* นั้นใบของต้นแม่มีผลเป็นอย่างยิ่งต่อขนาดและคุณภาพของหัวใหม่ของต้นพืชต้นนั้นและส่งผลถึงการเจริญเติบโตและคุณภาพของดอกในฤดูกาลเจริญเติบโตถัดไป แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยที่ศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตทางใบของไม้ดอกประเภทหัวกลับมีไม่มากเหมือนการศึกษาผลของปัจจัยที่มีต่อการสร้างดอก

Criley (1984) รายงานว่าขิงแดงสามารถเจริญเติบโตได้ดีเมื่อได้รับแสงเต็มที่ในสภาพธรรมชาติ อาจเกิดอาการใบเหลืองบ้างแต่อาการไม่รุนแรงจนถึงกับเกิดลักษณะใบไหม้ แต่ในขิงสีชมพูซึ่งปลูกในสภาพเดียวกันพบว่าเกิดอาการยอดไหม้ แต่อาการนี้ลดน้อยลงเมื่อพรางแสง 30 %

Iziro and Hori (1983) รายงานว่าสภาพการปลูกเลี้ยงที่มีอุณหภูมิ กลางวัน 30 °ซ และอุณหภูมิกลางคืน 24 °ซ ส่งเสริมการเจริญเติบโตของส่วนที่อยู่เหนือดินของต้น *Gladiolus* ส่วนสภาพการปลูกเลี้ยงที่มีอุณหภูมิกลางวัน 17 °ซ และอุณหภูมิกลางคืน 12 °ซ มีผลทำให้การเจริญเติบโตลดลง ส่วนสภาพการปลูกเลี้ยงที่มีอุณหภูมิกลางวัน 24° ซ และอุณหภูมิกลางคืน 17° ซ นั้นมีผลในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของส่วนที่อยู่เหนือดินและส่วนที่อยู่ใต้ดิน นอกจากนี้ยังรายงานไว้ด้วยว่าการเจริญเติบโตของหัวใหม่ลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

Matsuo and Arisumi (1979) พบว่าการให้ความเย็นแก่หัว *Lilium* ก่อนนำมาทำ scaling มีผลในการช่วยส่งเสริมให้มีการเจริญเติบโตของใบจากหัวย่อยได้เร็วขึ้น

8. การสร้างหัวของไม้ดอกประเภทหัว

ในช่วงที่มีการเจริญเติบโตของใบ พืชหัวจะมีการสร้างหัวใหม่ควบคู่ไปด้วยเพื่อทดแทนหัวเก่าที่หมดอายุไปและเพื่อเป็นส่วนขยายพันธุ์สำหรับการเจริญเติบโตในวงจรการเจริญเติบโตถัดไป

การสร้างหัวเป็นการแปรรูปอวัยวะบางส่วนของต้นโดยที่อวัยวะเหล่านั้นเปลี่ยนรูปร่างโดยมีสัณฐานแตกต่างไปจากเดิมและเปลี่ยนหน้าที่ไปเป็นส่วนที่เก็บสะสมอาหาร (ฉันทนา, 2536) และ Leopold (1964) กล่าวถึงการสร้างหัวของพืชหัวไว้ว่ามี 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนของการชักนำ (Induction) ให้เกิดการสร้างหัวซึ่งในบางพืชขั้นตอนนี้ตอบสนองต่อผลของสภาพแวดล้อมในการชักนำให้มีการเริ่มการสร้างหัว ขั้นตอนที่ 2 คือ ขั้นตอนของการเจริญเติบโต (Growth) ของหัวซึ่งเป็นช่วงที่มีการขยายขนาดของหัวเพื่อสะสมอาหาร และ ขั้นตอนสุดท้ายเป็นขั้นตอนของการแก่ของหัว (Ripening) อันเป็นขั้นตอนที่มีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีภายในหัว หลังจากนั้นหัวจะเข้าสู่ระยะพักตัว

ฉันทนา และ คณะ (2540) กล่าวว่าไม้ดอกประเภทหัวมีลักษณะของการสร้างหัวแตกต่างกันไปตามโครงสร้างของหัวและชนิดของพืช การศึกษาถึงบริเวณที่จะเกิดเป็นหัวและบริเวณที่เกิดจุดกำเนิดของหัวย่อยจึงมีความสำคัญยิ่งต่อการศึกษาต่อเนื่อง เพื่อนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในการผลิตหัวพันธุ์

Chun and Soh (1982) ศึกษาเนื้อเยื่อวิทยาของกระเทียมประดับ (*Allium*) พบว่ากลีบ (clove) ของกระเทียมเกิดมาจากจุดกำเนิดหัวที่ปรากฏที่ซอกใบทุกใบ จุดกำเนิดดังกล่าวมีลักษณะเป็นเนื้อเยื่อเจริญซึ่งสร้างจุดกำเนิดใบ และจุดกำเนิดใบเหล่านั้นแปรรูปเป็นกาบใบในเวลาต่อมา

โสระยา (2542) กล่าวว่า *Freesia* สร้างหัวย่อยโดยที่หัวย่อยนั้นแปรรูปมาจากตาข้างที่อยู่บริเวณด้านล่างของหัวใหม่ที่กำลังเจริญเติบโต การสร้างหัวย่อยเกิดขึ้นหลังจากที่ต้นแม่ออกดอกและหัวย่อยจะสุกแก่พร้อมกับหัวใหม่

ฉันทนา และ คณะ (2540) รายงานว่าการสร้างหัว ของ *Gladiolus* เกิดในช่วงที่ต้นแม่กำลังมีการเริ่มสร้างดอก หัวเกิดจากการแปรรูปของโคนต้นใต้ดินโดยมีการขยายขนาดออกทางด้านข้าง เกิดเป็นหัวมีลักษณะกลมแบน บดินทร์ (2544) ศึกษาพบว่า หัวย่อย เกิดจากการแปรรูปของตาข้างที่อยู่ที่บริเวณโคนของหัวใหม่ และเป็นตาข้างที่อยู่ในตำแหน่งซอกของกาบใบ (sheath leaf) ของต้นแม่ ตาเหล่านั้นแปรรูปไปเป็นหัวย่อยโดยตรง และหัวย่อยอีกจำนวนหนึ่งเกิดจากการที่เนื้อเยื่อบริเวณโคนของตาที่แปรรูปไปแล้วนั้นงอก stolon ออกมา และต่อมาเนื้อเยื่อที่ปลายของ stolon เหล่านั้นแปรรูปเป็นหัวย่อย

Yasui *et al.* (1974) ศึกษาการเจริญเติบโตของ *Gladiolus* ในช่วง 9 สัปดาห์หลังปลูก พบว่ามีการเจริญเติบโตของหัวใหม่ ในระยะนี้เป็นการขยายขนาดของเซลบริเวณ cortex และ stele ต่อมาในช่วงเวลา 9 – 14 สัปดาห์หลังปลูก การแบ่งเซลบริเวณ cortex เกิดมากขึ้น และมีการขยายขนาดของเซลบริเวณ cortex และ stele หลังจาก 14 สัปดาห์ไปแล้วการเพิ่มขนาดของหัวเกิดจากการขยายขนาดของเซลบริเวณ cortex