บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

1. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

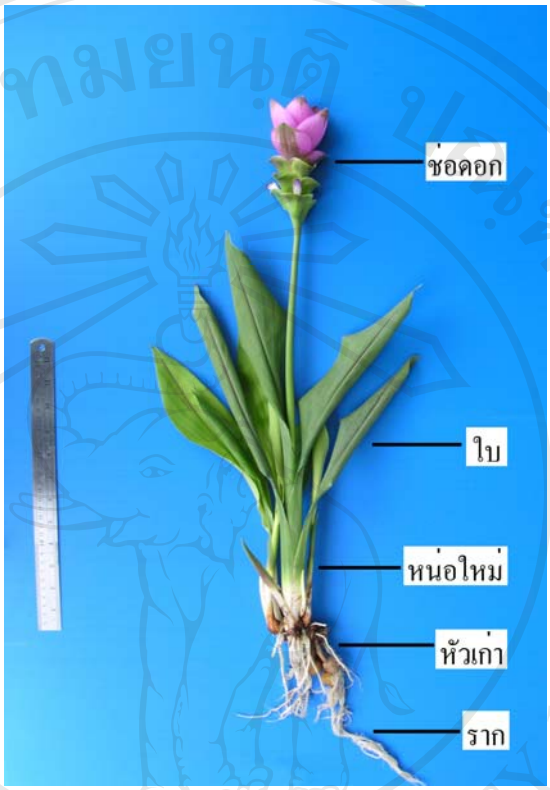
ปทุมมา (*Curcuma alismatifolia* Gagnep.) เป็นพืชหัวอายุหลายปีมีหัวประเภทเหง้า (rhizome) อยู่ใต้ดิน อยู่ในตระกูลขิง (Zingiberaceae) ในสกุลย่อย *Paracurcuma* (เปรมปรี, 2542) มีลำต้นเทียม (pseudostem) เกิดจากตาที่อยู่ตรงกลางของเหง้า มีตาข้าง 4-5 ตา ส่วนที่เป็นลำต้นเทียมเกิดจากการอัดตัวกันของกาบใบ ใบเป็นใบเดี่ยวรูปหอกหรือรูปไข่ กาบใบสีเขียวโคนสีแดง แผ่นใบเรียบไม่มีขน บริเวณเส้นกลางใบอาจมีสีแดง รากมี 2 แบบ รากเกิดขึ้นในระยะแรกของการเจริญเติบโตเป็นรากฝอย (fibrous roots) ต่อมาหลังการเจริญเติบโตไปได้ระยะหนึ่ง จึงสร้างรากค้ำยัน (contractile root) ขึ้นเพื่อทำหน้าที่ค้ำยันต้นและดูดอาหาร เมื่อใกล้ระยะพักตัวบริเวณปลายรากค้ำยันมีการขยายขนาดพองออกเป็นตุ้มเพื่อสะสมอาหาร (โสระยา, 2548) ช่อดอกเกิดขึ้นที่ปลายยอดของลำต้นเทียมเป็นแบบช่อเชิงลดแน่น (compact spike) ประกอบด้วยใบประดับ (bract) โคนใบประดับมี 2 แบบ คือ 1) ใบประดับส่วนบน มีสีชมพู เรียกว่า coma bract ซึ่งมีความยาวมากกว่าใบประดับส่วนล่าง 2) ใบประดับส่วนล่างมีสีเขียว หนาเป็นมัน ดอกจริงไม่มีก้านดอก ประกอบด้วยกลีบเลี้ยง 3 กลีบ เชื่อมกันเป็นรูปกรวยหรือหลอด กลีบดอก 3 กลีบ ดอกบานจากโคนขึ้นมาถึงปลายช่อ (โอพาร และ คณะ, 1998: ระบบออนไลน์) ดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ เกิดขึ้นบริเวณซอกใบประดับ ในแต่ละใบประดับมีดอกจริงประมาณ 4-6 ดอก ดอกย่อยในช่อเดียวกันบานห่างกัน 4 วัน (จีรวัฒน์ และคณะ, 2539)

2. การเจริญเติบโต

ปทุมมาเป็นไม้หัวหลายฤดูปลูก เริ่มจากเดือนมีนาคมถึงเดือนกันยายนในแต่ละปี ปทุมมาให้ดอกในช่วงฤดูฝน ช่วงเวลาในการออกดอก 2-3 เดือน โดยที่ต้นปทุมมาเริ่มมีการกำเนิดช่อดอกเมื่อต้นมีอายุเฉลี่ย 70 วันหลังจากปลูก และแทงช่อดอกใน 91 วันหลังปลูก และช่อดอกที่ยืดตัวแล้วบานดอกย่อยดอกแรกภายใน 105 วันหลังปลูก (จีรวัฒน์, 2535) หลังดอกบานแล้วส่วนของลำต้นที่อยู่ใต้ดินเริ่มมีการสะสมอาหาร ส่วนโคนของลำต้นเริ่มบวมพอง รากค้ำยันเริ่มมีการสะสมอาหารทำให้บริเวณปลายรากพองออกเป็นตุ้ม ขณะเดียวกันปทุมมายังมีการเจริญเติบโต แตกหน่อเพิ่มขึ้นเรื่อย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ๆ ประมาณ 2-5 หน่อ ต่อมาเมื่อเข้าสู่ฤดูหนาวพืชจึงเริ่มพักตัว เมื่อส่วนของพืชแห้งเหี่ยวแล้วจึงทำการเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์ (โสระยา, 2548)



ภาพที่ 1 ลักษณะของต้นปทุมมา

3. การดูแลรักษา

ปทุมมาเป็นไม้หัวที่มีการพักตัวในช่วงอากาศแล้งและช่วงวันสั้นโดยอุณหภูมิมีผลร่วมในการชักนำการพักตัว ปกติการพักตัวเริ่มขึ้นในสัปดาห์สุดท้ายของเดือนกันยายน และพร้อมต่อการเติบโตใหม่อีกครั้งในสัปดาห์สุดท้ายของเดือนมีนาคม ดังนั้นการปลูกปทุมมาจึงสามารถกระทำได้เมื่อสิ้นสุดระยะการพักตัวและมีน้ำเพียงพอเท่านั้น ปกติเกษตรกรเริ่มทยอยปลูกตั้งแต่ปลายเดือนมีนาคมถึงช่วงต้นเดือนมิถุนายนขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของน้ำ สภาพดินที่สามารถเจริญได้ดีเป็นดินที่มีอินทรียวัตถุสูง ระบายน้ำดี สำหรับการปลูกในถุงสามารถใช้ดินผสมธรรมดา แต่การเติมทรายในอัตรา 1 : 1 ช่วยให้ระบายน้ำได้ดีขึ้น ระยะปลูกที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 30×30 เซนติเมตร (สุรวิช, 2539ก)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4. การขยายพันธุ์

การขยายพันธุ์ปทุมมาทำได้หลายวิธีคือ

4.1 การเพาะเมล็ด ดอกของปทุมมาพร้อมถ่ายละอองเรณูได้ตั้งแต่ดอกเริ่มบาน (07.30-08.00 น.) จนถึง 10.00 น. หลังถ่ายละอองเรณูได้ 1-2 เดือน เมื่อฝักแก่ ควรรีบนำเมล็ดมาเพาะในกระบะบรรจุทรายผสมถ่านแกลบ อัตราส่วน 1:1 โดยให้เมล็ดจมลงในวัสดุปลูกลึกประมาณ 0.5-1 เซนติเมตร เมื่อต้นกล้ามีใบจริง 5 ใบ จึงแยกปลูก ปกติต้นกล้าจากการเพาะเมล็ดใช้เวลาประมาณ 2 ปีจึงให้ช่อดอกหรือผลิตหัวพันธุ์ได้

4.2 การแยกเหง้า เป็นวิธีขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ต้นที่ได้มีลักษณะคงเดิมเหมือนต้นแม่ ปทุมมามีเหง้าอยู่ใต้ดิน หลังจากปลูกโดยใช้เหง้า 1 เหง้า พืชมีการเจริญเติบโตแตกหน่อได้ต้นใหม่ถึง 20 ต้น เมื่อสิ้นสุดฤดูปลูกแต่ละกอมีเหง้าหลายเหง้าเชื่อมต่อกัน เมื่อขุดเหง้าขึ้นมาจึงแยกเหง้าออกเป็นเหง้าเดี่ยว ผึ่งให้แห้งแล้วคลุกสารเคมีป้องกันโรคจากเชื้อรา เก็บหัวพันธุ์ไว้ในที่ร่มและอากาศเย็น

4.3 การผ่าเหง้า โดยผ่าเหง้าตามแนวยาวกึ่งกลางระหว่างตาที่อยู่ทั้งสองข้างของเหง้า แบ่งเป็น 2 ชิ้นเท่ากัน ชิ้นเหง้าที่ได้ควรมีตาข้างที่สมบูรณ์ไม่น้อยกว่า 1 ตา และมีรากสะสมอาหารอย่างน้อย 1 ราก ทาสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราเพื่อป้องกันการเข้าทำลายทางบาดแผล วิธีนี้ควรทำก่อนปลูกเล็กน้อยเพราะไม่สามารถเก็บชิ้นเหง้าไว้ได้นาน

4.4 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ชิ้นส่วนเริ่มต้นที่นิยมใช้คือช่อดอกอ่อนที่เริ่มโผล่ออกมาจากลำต้นเทียมและใบประดับปิดหุ้มอยู่ ใช้ชิ้นส่วนยาวประมาณ 1 เซนติเมตร ในอาหารสังเคราะห์สูตร Murashige และ Skoog (1962) ดัดแปลงโดยเติม BA ร่วมกับน้ำมะพร้าวอ่อน ต้นกล้าที่เพาะเลี้ยงจากวิธีนี้ใช้เวลาประมาณ 2 ปีจึงสามารถผลิตดอกและหัวพันธุ์ได้ (สุรวิช, 2539ก)

5. ผลของแสงต่อการเจริญของพืช

แสงประกอบด้วยอนุภาคเล็ก ๆ (photons) เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง ($3x\ 10^8$ เมตร/วินาที) มนุษย์สามารถมองเห็นแสงได้ในช่วงความยาวคลื่นระหว่าง 400-700 นาโนเมตร แสงเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญสำหรับกระบวนการสังเคราะห์แสงซึ่งพืชมีการตอบสนองต่อแสงโดยอิทธิพลจากคุณภาพแสง ความเข้มแสง และช่วงเวลาที่ได้รับแสง พลังงานที่มีในแสงถูกคลอโรฟิลล์ (chlorophyll) ของพืชดูดซับ แสงสีแดงและสีน้ำเงินมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงมากกว่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

แสงสีเขียว ซึ่งแสงสีเขียวถูกสะท้อนออกมาจากใบพืช ทำให้มองเห็นพืชมีสีเขียว (Hodgkiss, 2004: Online) การตอบสนองของพืชต่อแสงขึ้นอยู่กับสมบัติของแสง 3 ประการคือ

5.1 ความเข้มแสง

ความเข้มแสงขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดแสงและระยะห่างระหว่างต้นพืชกับแสงไฟ ความเข้มแสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช แสงที่มีความสว่างกว่าให้พลังงานแก่พืชได้มากกว่า โดยทั่วไปผักและไม้ดอกที่โตเต็มที่ปลูกภายใต้แสงอาทิตย์ต้องการความเข้มแสงมาก (25-30 วัตต์ต่อตารางฟุต) (หลอดฟลูออเรสเซนต์มาตรฐานให้แสงไฟ 10 วัตต์ต่อหน่วยความยาวหลอด (ฟุต)) ติดตั้งหลอดเหนือต้นพืช 30-45 เซนติเมตร ให้ความเข้มแสงประมาณ 175-225 วัตต์ต่อตารางเมตร พืชที่โตเต็มที่ช่วงออกดอกต้องการความเข้มแสง 6,000-10,000 ลักซ์ ต้นพืชช่วงเจริญทางใบต้องการความเข้มแสง 1,000-6,000 ลักซ์ พืชหัว (flowering bulbs) ต้องการความเข้มแสง 500-1,000 ลักซ์ (Barkley, 2005 Online; Vandre, 2004: Online)

หากพืชได้รับแสงไม่เพียงพอ ต้นเริ่มลีบผอม โค้งเข้าหาแสงและสีใบซีด ควรย้ายต้นพืชให้ใกล้แหล่งของแสงมากขึ้นหรือเพิ่มระยะเวลาที่ได้รับแสงมากขึ้น หากพืชได้รับแสงมากเกินไป สีใบและดอกซีดขาว ต่อมากลายเป็นสีน้ำตาลและแห้งเหี่ยวในที่สุด ใบมีขนาดเล็กกว่าปกติและขอบใบม้วน การได้รับแสงมากเกินไปยับยั้งการสร้างดอกในพืชบางชนิดเช่น ต้นคริสต์มาส กล้วยไม้และเบญจมาศ พืชส่วนมากต้องการแสงวันละ 14-18 ชั่วโมงต่อวัน ควรวางต้นพืชห่างจากแสงไฟ 30-40 เซนติเมตร (Vandre, 2004: Online)

5.2 ความยาวคลื่น

ช่วงแสงที่มีผลต่อพืชอยู่ในช่วงความยาวคลื่นช่วง ultra-violet ไปถึงช่วง infra-red พืชต้องการแสงสีน้ำเงิน (4000 – 5000 อังสตรอม) กระตุ้นการสร้างคลอโรฟิลล์ กระตุ้นใบให้หนา และความแข็งแรงของต้น รงควัตถุที่ตอบสนองต่อความยาวคลื่นแสงได้แก่ คาร์โรตินอยด์มีสีเหลืองส้มดูดซับแสงสีน้ำเงิน ควบคุมการร่วงของใบและการสุกของผล ไรโบฟลาวินดูดซับแสงสีม่วงและมีอิทธิพลต่อการตอบสนองของพืชต่อแสง และการเคลื่อนไหวของพืชจากผลของแสง (phototropism) การสังเคราะห์แสง และควบคุมการพัฒนาของใบ การได้รับแสงสีน้ำเงินเพียงอย่างเดียวทำให้พืชเตี้ยข้อปล้องสั้น ลำต้นหนา ใบสีเขียวเข้ม และมีดอกน้อย แสงสีแดง (6000 - 7000

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

angstroms) ควบคุมการสร้างดอก การสร้างเมล็ด เม็ดสี Phytochrome ดูดซับแสงสีแดงและแสง far red มีผลต่อการตอบสนองต่อแสง (photoperiodic responses) ดังเช่น การงอกของเมล็ด การพัฒนาของราก การสร้างหัว และการพักตัวของพืช แสงสีแดงเพียงอย่างเดียวทำให้ต้นพืชสูงและผอม แสงสีเหลืองมีผลต่อการผลิตคลอโรฟิลล์ พืชต้องการแสงทุกช่วงแสงเพื่อการเจริญที่สมบูรณ์ (Hodgkiss, 2004: Online)

หลอดไฟฟ้าปล่อยแสงที่มีความยาวคลื่นแตกต่างกัน เช่น หลอดอินแคนเดสเซนต์ (incandescent) ไส้ทังสเตนปลดปล่อยแสงที่มีความยาวคลื่นที่มีช่วงยาว (แสงสีแดง) เมื่อไส้หลอดเย็น และปล่อยความยาวคลื่นแสงช่วงสั้นเมื่อไส้หลอดร้อน เป็นหลอดให้พลังงานความร้อนแต่ให้ความสว่างน้อย เหมาะสำหรับพืชที่ต้องการความเข้มแสงต่ำ แต่ไม่เพียงพอสำหรับการออกดอกของพืช ให้แสงสีแดงซึ่งมีผลต่อการตอบสนองของพืชต่อความยาววัน (photoperiodic responses) และแสง infrared ซึ่งกลายเป็นความร้อน แต่ไม่ช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตของพืช เมื่อติดตั้งใกล้กับต้นพืชมากเกินไฟทำให้ใบไหม้ เพราะแหล่งแสงที่เข้มข้นในพื้นที่แคบ การกระจายของแสงมีจำกัด (Berkley, 2005: Online)

หลอดฟลูออเรสเซนต์ (fluorescent) เป็นหลอดที่นิยมใช้ มีประสิทธิภาพดีกว่าหลอดอินแคนเดสเซนต์ปลดปล่อยแสงได้มากกว่า ให้แสงสีแดง-น้ำเงินมากกว่า มีหลายชนิด เช่น หลอด cool white มีประสิทธิภาพมากกว่าเพราะใช้ได้กับพืชส่วนมาก ให้แสงที่เหมาะกับการเจริญของพืชมาก หลอด warm white และหลอด blue-red fluorescent ที่มีประสิทธิภาพเพียงพอสำหรับบางพืช มีการออกแบบหลอดให้ปล่อยแสงสีแดง เขียว เหลือง หรือเฉพาะสี และมีการออกแบบหลอดเพื่อให้มีประสิทธิภาพที่ดีกว่าโดยมีการปลดปล่อยแสงสีแดงและน้ำเงินมากขึ้น และลดการปล่อยแสงสีเขียว-เหลือง-ส้ม เพราะพืชต้องการแสงบางความยาวคลื่นในการสังเคราะห์แสง (Berkley, 2005: Online)

5.3 ระยะเวลาที่พืชได้รับแสง

ช่วงวันสั้นในฤดูหนาวมีปริมาณแสงทั้งหมดที่พืชได้รับลดลง ความยาววันมีผลต่อการออกดอกของพืช เช่น พืชวันยาวซึ่งต้องการแสงมากกว่า 12 ชั่วโมงต่อวันในการออกดอก พืชในเขตร้อนส่วนมากต้องการแสง 12-16 ชั่วโมงเพื่อช่วยในการเจริญที่สมบูรณ์ การควบคุมช่วงแสงในเรือนปลูกพืชมีความจำเป็นในพืช เช่น เบญจมาศ กุหลาบหิน คริสต์มาสซึ่งต้องการความยาววันสั้นหรือยาว การควบคุมช่วงแสง ที่ใช้ในเรือนปลูกพืชมี 2 แบบ (Vandre, 2004: Online; Royal Horticultural society, 2006: Online)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

5.3.1.การสร้างสภาพวันยาว (artificial long days) ในช่วงวันสั้น (short days: SD) โดยให้แสงไฟ ใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์ หลอดฟลูออเรสเซนต์ หรือหลอด high-intensity discharge (HID) การให้แสงไฟแบ่งเป็น 3 แบบคือ

5.3.1.1 การต่อความยาววันจนถึง 22.00 น. (day continuation lighting หรือ day-extension lighting)

5.3.1.2 ให้แสงจาก 02.00 น.จนกระทั่งพระอาทิตย์ขึ้น (pre-dawn lighting)

5.3.1.3 ให้แสงในช่วงกึ่งกลางของกลางคืน (night interruption lighting หรือ night break) ประมาณ 22.00-02.00 น. วิธีการนี้ให้แสงน้อยกว่าเมื่อเทียบกับวิธีที่ 5.3.1.1 และ 5.3.1.2 และประหยัดค่าไฟฟ้ามากกว่า

การทำ Cyclic (intermittent) lighting ในเบญจมาศไม่จำเป็นต้องให้แสงต่อเนื่องจาก 22.00-02.00 น. เพื่อให้ได้สภาพวันยาว ถ้าหากใช้ความเข้มแสง 20 ฟุตแรงเทียนจากหลอดอินแคนเดสเซนต์ พบว่าพืชต้องการแสงเพียง 5 เปอร์เซ็นต์ของช่วงระยะเวลา 30 นาที เพื่อให้ได้สภาพวันยาว หากใช้แสงความเข้ม 10 ฟุตแรงเทียนจากหลอดอินแคนเดสเซนต์ พืชต้องการแสงเพียง 20 เปอร์เซ็นต์ของช่วงเวลา 30 นาที ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตทางใบ เปอร์เซ็นต์ของช่วงเวลาที่ให้แสงขึ้นอยู่กับความเข้มแสงที่พืชได้รับ ในทางการค้าการให้แสงแบบคั่นช่วงกลางคืน (night-interruption lighting) นิยมให้ในช่วง 22.00-02.00 น. และการให้แสงไฟแบบ cyclic lighting นิยมใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์ ความเข้มแสง 10 ฟุตแรงเทียนการให้แสงแบบ cyclic lighting แบ่งช่วงแสงเป็น 4 ช่วงเปิด-ปิดไฟแต่ละช่วงเปิดไฟนาน 8 นาที (ช่วงที่ 1 เปิดไฟนาทีที่ 1-8, ช่วงที่ 2 ปิดไฟนาทีที่ 9-16, ช่วงที่ 3 เปิดไฟนาทีที่ 17-24 และช่วงที่ 4 ปิดไฟนาทีที่ 25-32) สามารถลดค่าใช้จ่ายของค่าไฟฟ้าได้ถึง 75%

5.3.2. การสร้างสภาพวันสั้น (artificial short days) ในช่วงวันยาวโดยคลุมพืชด้วยผ้าดำหรือวัสดุทึบแสง การคลุมพืชด้วยวัสดุทึบแสงลดความเข้มแสงเพื่อให้การปฏิบัติมีประสิทธิภาพดี ควรลดความเข้มแสงลงมากกว่า 2 ฟุตแรงเทียน โดยทั่วไปคลุมต้นพืชในช่วงเวลา 16.00-17.00 น.และปิดผ้าคลุมไว้ตลอดทั้งคืนและเปิดผ้าคลุมออกเมื่อ 7.00-8.00 น.ให้มีช่วงแสง 8 ชั่วโมงเพื่อสร้างสภาพวันสั้นให้แก่พืช (Boyle, 2004: Online)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

6. ผลของแสงต่อการออกดอกของพืชบางชนิด

การออกดอกของพืชคือการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตทางด้านกิ่งก้านสาขา (vegetative growth) สู่การเจริญทางด้านการสืบพันธุ์ (reproductive growth) ดอกคืออวัยวะสืบพันธุ์ของพืช หลังจากที่พืชมีการเจริญเติบโตทางด้านกิ่งก้านสาขาจนถึงอายุที่มีความพร้อมในการให้ดอก (ripeness to flower) เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นที่ตาใบ ซึ่งส่งผลให้เกิดการออกดอกได้ การเปลี่ยนแปลงของตาใบได้รับการกระตุ้นจากสภาพแวดล้อม ได้แก่ ความยาวของวันและอุณหภูมิ สภาพแวดล้อมดังกล่าวที่เหมาะสมต่อการออกดอกของพืช อาจแตกต่างจากสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น นอกจากนั้นยังรวมถึงปัจจัยความชื้น อาหารและสารควบคุมการเจริญเติบโต (growth regulators) ด้วย (ดนัย, 2549: ระบบออนไลน์)

ปัจจัยซึ่งสำคัญที่สุดที่มีผลกระทบต่อการออกดอก คือ แสง โดยที่แสงมีผลต่อการออกดอกทั้งในแง่ของช่วงเวลาที่ได้รับแสง (photoperiod) ความยาวคลื่น (wave length) และความเข้มแสงหรือพลังงานแสงทั้งสามส่วนของแสงมีร่วมกันต่อการออกดอก

ในเขตศูนย์สูตร เวลาที่ดวงอาทิตย์ขึ้นและตกในแต่ละวันไม่ต่างกันตลอดทั้งปีทำให้ ความยาวของวันคงที่ จากเส้นศูนย์สูตรไปสู่ขั้วโลกพบว่าความยาววันเริ่มยาวขึ้นเรื่อย ๆ ในฤดูร้อน และสั้นลงเรื่อย ๆ ในฤดูหนาว พืชที่ปลูกในเขตที่ห่างออกจากเส้นศูนย์สูตรตอบสนองต่อความยาวของวัน โดยแสดงลักษณะต่าง ๆ ออกมา โดยเฉพาะการออกดอก พืชที่ขึ้นอยู่ห่างจากเส้นศูนย์สูตรมักแสดงการตอบสนองมากกว่ากลุ่มที่อยู่บริเวณศูนย์สูตร (ดนัย, 2549: ระบบออนไลน์)

การตอบสนองของพืชต่อความยาววันแบ่งเป็น 3 กลุ่มใหญ่ดังนี้

1. Day-neutral plants พืชไม่ตอบสนองต่อความยาววัน สามารถออกดอกได้ทั้งในสภาพวันยาวและวันสั้น เช่น กุหลาบ เป็นต้น

2. พืชที่ตอบสนองต่อความยาววัน ทั้งวันยาวและวันสั้น แบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อย คือ

2.1 Quantitative response (facultative response) แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

- Quantitative short-day plant
- Quantitative long-day plant

2.2 Qualitative response (obligate response) แบ่งย่อยออกเป็น 2 ชนิดคือ

- short-day plant พืชออกดอกเมื่อได้รับความยาววันสั้นกว่าช่วงวิกฤติ เช่น เบญจมาศ กุหลาบหิน (*Kalanchoe blossfeldiana*) ฤษีผสม (*Coleus fredenici*)

- long-day plant พืชออกดอกเมื่อได้รับความยาววันยาวนานกว่าช่วงวันวิกฤติ เช่น คาเลนดูลา (*Calendula officinalis*)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3. Dual daylenght requirement ซึ่งพบว่า การออกดอกเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อต้องได้รับสภาพวันสั้นและวันยาวสลับกัน โดยพบว่า floral initiation ยังไม่เกิดขึ้นในช่วงแรก แต่เมื่อได้รับสภาพความยาววันในช่วงที่สองจึงมีการสร้างตาดอกขึ้น พืชในกลุ่มนี้ไม่มีค่าช่วงความยาววันวิกฤตที่ชัดเจน แต่อาจใช้ช่วงความยาววันซึ่งหากระยะเวลาน้อยหรือมากกว่าช่วงดังกล่าวทำให้การออกดอกเกิดขึ้นต่ำสุดเป็นช่วงวันวิกฤติได้ แบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ

3.1 Quantitative response แบ่งย่อยออกเป็น 3 พวกคือ

-Intermediate-day plant การออกดอกของพืชดีขึ้นถ้าอยู่ในสภาพความยาววันไม่สั้นหรือยาวเกินไป

-short-long day plant การได้รับสภาพวันสั้นตามด้วยวันยาว ช่วยส่งเสริมการออกดอก

-long-short day plant การได้รับสภาพวันยาวตามด้วยวันสั้น ช่วยส่งเสริมการออกดอกของพืช

3.2 Qualitative response

-intermediate-day plant การออกดอกของพืชเกิดขึ้นเมื่อได้รับสภาพความยาววันในช่วงแสงแคบ ๆ และเฉพาะเจาะจง เช่น *Mikania scandens* ออกดอกเมื่อได้รับสภาพความยาววัน 16 ชั่วโมง จำนวน 12.5 รอบ

-short-long day plant พืชออกดอกได้ต่อเมื่อได้รับสภาพวันสั้นตามด้วยวันยาว เช่น *Echeveria harmsii* ออกดอกเมื่อได้รับ SD 20 รอบ/LD 10 รอบ

-long-short day plant ออกดอกได้ต่อเมื่อได้รับสภาพวันยาวตามด้วยสภาพวันสั้น เช่น *Bryophyllum daigremotianum* ได้รับ LD 60รอบ /SD 15 รอบ (โสระยา, 2548)

พืชวันสั้นโดยธรรมชาติไม่ออกดอกในช่วงที่มีสภาพวันยาว แต่ถ้าให้สภาพวันสั้นในระยะหนึ่งก่อนที่ให้พืชเจริญเติบโตในช่วงวันยาว พืชวันสั้นเหล่านั้นสามารถออกดอกได้ ในกรณีเดียวกันการให้พืชวันยาวได้รับสภาพวันยาวระยะหนึ่งก่อนนำไปปลูกในสภาพวันสั้น มีผลทำให้พืชออกดอกได้เช่นเดียวกัน การชักนำให้พืชออกดอกโดยวิธีนี้เรียกว่า การใช้ช่วงแสงชักนำ หรือการชักนำของแสง

การชักนำให้พืชออกดอกนอกจากช่วงแสงวิกฤตที่พืชได้รับแล้ว ยังขึ้นอยู่กับจำนวนรอบหรือวันที่พืชได้รับแสงในช่วงวันวิกฤติด้วย จำนวนรอบหรือจำนวนวันที่น้อยที่สุดซึ่งชักนำให้พืชออกดอก เรียกว่า รอบชักนำของแสง (photoinductive cycle) ซึ่งแตกต่างตามชนิดของพืช พืชบางชนิดเมื่อได้รับรอบของการชักนำแสงเพียงรอบเดียวสามารถทำให้พืชออกดอกได้ ในถั่วเหลืองบางพันธุ์ ซึ่งเป็นพืชวันสั้นต้องการรอบการชักนำอย่างน้อย 2 วัน ติดต่อกันในการออกดอก ส่วนถั่วพลู

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ต้องการรอบการชักนำเป็นเวลา 5 วัน จึงออกดอก สำหรับผักกาดหัวซึ่งเป็นพืชวันยาวต้องการรอบการชักนำยาวนานถึง 15-20 วันติดต่อกันจึงออกดอก การเพิ่มจำนวนรอบชักนำในพืชบางชนิด เช่น ถั่วพลูซึ่งต้องการรอบการชักนำแสง 5 วัน ในการออกดอกได้ 60 เปอร์เซ็นต์ ถ้าเพิ่มรอบการชักนำ 6-7 วันปริมาณการออกดอกเพิ่มเป็น 80 เปอร์เซ็นต์ (สมบุญ, 2544)

อายุพืชมีผลต่อการชักนำการออกดอกของพืช พืชซึ่งเจริญเติบโตเต็มที่สามารถชักนำให้เกิดดอกได้ ต้นถั่วพลูอายุ 55 วัน เมื่อได้รับการชักนำแสงเป็นเวลา 10 วัน สามารถออกดอกได้ และการออกดอกนี้เพิ่มขึ้นเมื่อถั่วพลูมีอายุมากขึ้น แต่ถ้าใช้ถั่วพลูที่มีอายุ 50 วันลงมา การชักนำของแสงไม่มีผลต่อการออกดอกของพืช นอกจากนี้ในพืชที่มีอายุมาก ปริมาณดอกซึ่งเกิดขึ้นจากการชักนำของแสงเพิ่มมากขึ้น เช่นกัน (สมบุญ, 2544)

ในพืชวันยาวต้องการช่วงมืด (dark period) ที่สั้นกว่าค่าวิกฤตที่กำหนดไว้เพื่อชักนำให้เกิดตาดอก การให้แสงคั่นช่วงกลางคืนทำให้ช่วงมืดสั้นลงมีผลในการชักนำให้พืชออกดอกได้ (Hopkin, 1999)

สุรวิช (2539ก) กล่าวว่าการเปิดไฟคั่นช่วงกลางคืนให้กับปทุมมาควรเริ่มตั้งแต่วันที่ 1 กันยายนเป็นต้นไป ใบต้องได้รับแสงประมาณ 3 ชั่วโมงโดยแสงไม่ต้องมีความเข้มมากนัก ใช้หลอดไฟฟ้าขนาด 60 วัตต์ แขวนเหนือแนวทรงพุ่มสูงประมาณ 50 เซนติเมตร ติดตั้งหลอดไฟฟ้าห่างกันประมาณ 1.5 เมตร การป้องกันการพักตัวนี้ควรมีการให้ความชื้นที่เพียงพอร่วมกับการให้แสงไฟจึงสามารถป้องกันการพักตัวของปทุมมาได้

อดิศร (2536) ศึกษาผลของความยาววันในปทุมมาโดยให้แสงไฟจากหลอดทังสเตน (ปลูกช่วงเดือนกรกฎาคม-ตุลาคม) การให้แสงไฟเพิ่มในช่วง 19.00 น. ถึง 24.00 น. ความเข้มแสงประมาณ 100 ลักซ์ โดยมีระยะของอายุพืชที่ได้รับวันยาว 58 65 72 และ 79 วัน (วันงอกถึงวันที่ได้รับสภาพวันยาว) พบว่าต้นที่ได้รับวันยาวมีความสูงและจำนวนหน่อมากกว่าต้นที่ได้รับวันสั้น ต้นที่ได้รับสภาพวันสั้นจนถึง 79 วันหลังงอก เมื่อให้สภาพวันยาวในระยะเวลาต่อมาไม่สามารถชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงส่วนยอดเพื่อให้เกิดตาดอกได้ต่อไป ส่วนต้นที่ได้รับวันสั้นไม่มีต้นที่ออกดอก ซึ่งชี้ให้เห็นว่าความยาววันในช่วงเดือนกันยายน (12.59 ชั่วโมง) ของอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ไม่เหมาะต่อการชักนำให้ต้นปทุมมาออกดอกได้

อุษา (2537) ศึกษาความเข้มแสงที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดสภาพวันยาวในปทุมมาที่ปลูกในช่วงวันสั้น (ฤดูหนาว) โดยให้ความเข้มแสง 6 20 และ 95 ลักซ์ จากหลอดไส้ทังสเตน พบว่าความเข้มแสงตั้งแต่ 20 ลักซ์ นาน 4 ชั่วโมง/วัน (19.00-22.00 น.) สามารถชักนำไม่ให้ปทุมมายุบตัวในสภาพวันสั้นได้ และมีความสูงของต้น จำนวนหน่อ จำนวนใบ และจำนวนดอกมากกว่าชุดที่ได้รับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ความเข้มแสงที่ต่ำกว่า ชุดที่ได้รับความเข้มแสง 6 ลักซ์ ทำให้ต้นยุบตัว 30 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ชุดควบคุมมีดอกบานเร็วกว่าชุดอื่น ๆ

การศึกษาการให้แสงไฟร่วมกับการคลุมแปลงด้วยพลาสติกใสเพื่อรักษาอุณหภูมิให้สูงขึ้นในการปลูกปทุมมาในโต้หวันมีการพักตัวในช่วงเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายน โดยการให้แสงไฟคั่นช่วงกลางคืน 22.00 - 02.00 น. พบว่าการให้แสงไฟช่วยยืดระยะเวลาการออกดอกถึงวันที่ 3 มกราคม และการพักตัวช้าลงถึงวันที่ 8 มีนาคม นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มจำนวน คุณภาพ ความยาวก้านดอก เส้นผ่าศูนย์กลางดอก สีของดอก และจำนวนดอก ซึ่งชี้ให้เห็นว่าปัจจัยหลักที่ทำให้ปทุมมาพักตัวคือช่วงแสง ส่วนอุณหภูมิต่ำเป็นปัจจัยร่วม (Chang, 2000: Online)

Kuehny *et al.* (2002: Online) รายงานว่า เมื่อปลูกปทุมมา *Curcuma alismatifolia* พันธุ์ ‘Siam Tulip’ ในช่วงปลายเดือนสิงหาคม โดยได้รับแสง 8 12 16 และ 20 ชั่วโมง (ได้รับแสงธรรมชาติ 8 ชั่วโมง 9.00-17.00 น.และเพิ่มแสงไฟจากหลอด incandescent 100 W นาน 0 4 8 และ 12 ชั่วโมง) พบว่าการได้รับแสงนาน 16 และ 20 ชั่วโมง พืชมีความสูง จำนวนใบ จำนวนของหัวมากกว่าชุดที่ได้รับแสงนาน 8 และ12 ชั่วโมง ชุดที่ได้รับแสง 16 ชั่วโมงมีตุ้มราก 2 ตุ้ม และชุดที่ได้รับแสง 20 ชั่วโมงมีตุ้มราก เพียง 1 ตุ้ม ซึ่งสรุปการทดลองได้ว่า หากต้องการปลูกปทุมมาในฤดูหนาวควรเพิ่มแสงไฟ 16 ชั่วโมง ส่วนการให้แสง 8 ชั่วโมง กระตุ้นให้พืชมีการพักตัว

Hagiladi *et al.*, 1997 เปรียบเทียบการปลูกปทุมมาในสองสภาพอุณหภูมิคือ 25/15 และ 26/18 องศาเซลเซียส (กลางวัน/กลางคืน) ร่วมกับการให้สภาพวันสั้น (แสงธรรมชาติ) และสภาพวันยาว (แสงธรรมชาติ 10 ชั่วโมง และเพิ่มแสงไฟจากหลอดอินแคนเดสเซนต์ นาน 10 ชั่วโมง) พบว่าสภาพวันยาวมีผลต่อการเจริญของปทุมมาโดยต้นที่ได้รับสภาพวันยาวมีจำนวนของดอก จำนวนหัวใหม่ และความยาวรากสะสมอาหารมากกว่าต้นที่ได้รับสภาพวันสั้น นอกจากนี้ต้นที่ปลูกในสภาพวันสั้นมีจำนวนรากสะสมอาหารมากกว่าวันยาว และพบว่าปัจจัยเรื่องอุณหภูมิไม่มีผลต่อการเจริญของปทุมมา

Runkle (1999) ศึกษาช่วงแสงและอุณหภูมิต่อการออกดอกของ *Rudbeckia fulgida* Ait. ‘Goldsturm’ ซึ่งเป็นพืชวันยาว (qualitative long-day plant; LDP) โดยได้รับช่วงแสง 10 12 13 14 16 และ 24 ชั่วโมง (ช่วงแสงเพิ่มจากสภาพธรรมชาติ 9 ชั่วโมง) จากหลอด incandescent ร่วมกับการได้รับอุณหภูมิ 0 และ 15 องศาเซลเซียส นาน 15 สัปดาห์ พบว่าต้นที่ได้รับช่วงแสง น้อยกว่า 13 ชั่วโมงไม่มีการสร้างตาดอกเกิดขึ้น ส่วนชุดที่ได้รับช่วงแสงมากกว่า 14 ชั่วโมงมีการออกดอกทุกต้น ส่วนอุณหภูมิไม่มีผลความแตกต่างทั้งในด้านเปอร์เซ็นต์การออกดอก จำนวนดอก และความสูงของต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

รัตนะ (2546) เปรียบเทียบประสิทธิภาพของชนิดหลอดไฟต่อการยับยั้งการเกิดตาดอกของเบญจมาศซึ่งเป็นพืชวันสั้น โดยการให้แสงไฟโดยการคั่นช่วงกลางคืน (night break) แบบ cyclic และ non-cyclic พบว่า หลอดไฟชนิดอินแคนเดสเซนต์ ให้ประสิทธิภาพที่ดีที่สุดในการยืดระยะเวลาการเกิดตาดอกเพราะมีความเข้มแสงและครอบคลุมพื้นที่มากกว่า หลอดที่มีประสิทธิภาพรองลงมา คือ หลอด cool day light ความเข้มแสง 62.5 และ 32.5 ลักซ์ และพบว่าการให้แสงแบบ cyclic และ non-cyclic ไม่มีความแตกต่างกันในการยับยั้งการเกิดตาดอก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved