

Abstract

The study of greenhouse technology development for off-season cultivation of *Curcuma alismatifolia* Gagnep aimed to determine the factors affected on off-season cultivation in greenhouses. The experiment was carried out in a strip plot design with 3 replicates. *Curcuma alismatifolia* Gagnep designated as a main plot. Light intensity and seven different types of lamp were set as sub plot. Moreover, the temperature inside greenhouse was reduced 5-10 °C by open-roof and automatic fogger system. Lighting system inside greenhouse designed to replace the long day condition for flower induction. The photoperiod provided by two types of lamp (fluorescent and incandescent) and three levels of intensity (20, 60, and 100 lux) compared with natural planting in field without using the lamp. The results showed that the highest flower number (1.99) and lowest power consumption (50 kw.h/crop) was produced under photoperiod provided by fluorescent lamp at 60 lux. Also, with this photoperiod showed the lowest cost production per crop (250 baht), whereas the production outside greenhouse without using light photoperiod produced very low flower number (0.33). For farmer who used these conditions for off-season production to sell 6 baht/flower will breakeven 6.5 years.

Keywords: Greenhouse, *Curcuma alismatifolia* Gagnep, off-season

6. คำนำ

ปทุมมาเป็นไม้ดอกพื้นเมืองของไทยที่กำลังได้รับความนิยมอยู่ในตลาดต่างประเทศ โดยเริ่มมีการส่งออกในรูปของหัวพันธุ์มาตั้งแต่ ปี พ.ศ.2536 เรื่อยมา มีแนวโน้มความต้องการเพิ่มขึ้นทุกปี แหล่งผลิตปทุมมาที่สำคัญอยู่ในภาคเหนือ โดยเฉพาะในเขตจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และลำพูน (พรณีย์, 2545) ตลาดที่สำคัญที่นำเข้าปทุมมาที่สำคัญ ได้แก่ ญี่ปุ่น เนเธอร์แลนด์ สหรัฐ นิวซีแลนด์ และอิสราเอล และปัจจุบันได้มีการขยายตลาดไปสู่ประเทศสหภาพยุโรป และแอฟริกาใต้ มีมูลค่าการส่งออกประมาณ 30 ล้านบาทต่อปี (นิรนาม, 2550) ปทุมมาเริ่มเป็นที่รู้จักกันมากขึ้นในฐานะไม้ดอกเมืองร้อนที่มีศักยภาพการส่งออกสู่ตลาดโลกได้ ขณะเดียวกันในประเทศเองก็เริ่มเป็นที่รู้จักและนำไปใช้ประโยชน์กันมากขึ้นทั้งในลักษณะของไม้ดอก ไม้กระถาง และไม้ประดับแปลง (ใบเฟิร์น, 2544) แม้ปทุมมาจะเป็นไม้ดอกไม้ประดับที่มีศักยภาพในการส่งออกสูง และความต้องการของตลาดต่างประเทศมีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปี แต่ไม่ทำให้ตลาดส่งออกปทุมมาของประเทศขยายตัวเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากขาดการพัฒนาการผลิต การตลาด ทำให้ขีดความสามารถในการแข่งขันในตลาดต่างประเทศด้อยลงเมื่อเทียบกับผู้ส่งออกรายอื่นๆ ปัจจุบันหน่วยงานภาครัฐเริ่มเข้ามามีบทบาทในการดำเนินงานปรับปรุงคุณภาพ และพัฒนาการผลิตปทุมมา แก้ปัญหาต่างๆ เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตและการส่งออก การผลิตดอกปทุมมาก่อนและ

หลังฤดูการ หรือการผลิตปทุมมานอกฤดู ก็เป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มศักยภาพการผลิต และสามารถผลิตปทุมมาตัดดอกเพื่อการส่งออกได้ตลอดทั้งปี เดิมทีนั้นปทุมมาสามารถผลิตได้เพียงปีละครั้ง ฤดูการปกติ ในช่วง เดือนเมษายน – พฤษภาคม ทั้งนี้การผลิตปทุมมานอกฤดูจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีการผลิตที่ถูกต้องเหมาะสม การควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือนที่เหมาะสมสำหรับการผลิตปทุมมานั้นจะช่วยเพิ่มศักยภาพการผลิตปทุมมานอกฤดูได้คุณภาพมาตรฐาน (เยาวลักษณ์, 2545)

การผลิตปทุมมานอกฤดูเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม มีกรรมวิธีคือ เก็บรักษาหัวพันธุ์ในอุณหภูมิไม่เกิน 20 องศาเซลเซียส เมื่อต้องการให้ออกดอกก็จะนำมาทำลายการพักตัวโดยวิธีบ่มเพาะด้วยความร้อนและความชื้น และการให้แสงจากหลอดไฟในระยะเวลาสั้นกว่าปกติเพื่อชักนำและกระตุ้นการออกดอกของปทุมมา วิธีชักนำและบังคับการออกดอกของปทุมมา นำหัวพันธุ์ปทุมมาซึ่งผ่านกรรมวิธีทำลายการพักตัว ปลุกในโรงเรือนเพาะชำเปิดไฟขนาด 40 วัตต์ จากหลอดไฟทั้งสแตเป็นเวลา 4 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 18.00 – 22.00 น. หลังจากย้ายปลุก 25 – 30 วัน หรือมีใบ 1 – 2 ใบ เป็นเวลานาน 30 วัน โดยมีระยะห่างระหว่างหลอดไฟ 1 เมตร ความสูงจากพื้น 1.5 เมตร เพื่อชักนำและกระตุ้นการออกดอกของปทุมมา (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2550) การศึกษาอิทธิพลของการพรางแสงที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของปทุมมาโดยมีการพรางแสง 0% 7.6% และ 87% พบว่า ความเข้มแสงมีความสัมพันธ์ต่อการเจริญเติบโตของต้นปทุมมาโดยการไม่พรางแสงทำให้ต้นปทุมมามีจำนวนช่อดอกต่อกอมากที่สุด และช่อดอกมีจำนวน Bract และ Comma bract มากที่สุด แต่ทำให้ความสูงของต้นที่ออกดอก และความยาวก้านดอกน้อยที่สุด (พระรณ, 2542) การเปิดไฟในช่วงเวลากลางคืนเพื่อทดแทนสภาพวันยาวในช่วงเดือนกันยายน – มีนาคม ในระหว่างที่ต้นปทุมมามีการเจริญเติบโต เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการพักตัวเกิดขึ้นร่วมด้วย ซึ่งต้นปทุมมาที่ปลุกจะสามารถให้ดอกพร้อมจำหน่ายได้ราวเดือนธันวาคม – มกราคม ที่มีความต้องการใช้ดอกไม้ค่อนข้างสูง (จิราพร, 2544)

สำหรับการผลิตพืชสวนในสถานภาพที่ควบคุมสิ่งแวดล้อมได้นั้น ส่วนใหญ่จะผลิตพืชสวนที่มีมูลค่าต่อหน่วยสูงทั้งในรูปแบบผักสด ไม้ดอกไม้ประดับ และเมล็ดพันธุ์ ดังนั้นการพัฒนาสภาพโรงเรือนสำหรับการผลิตพืชที่เหมาะสมทั้งคุณภาพ และราคา จึงเป็นการเพิ่มโอกาสการแข่งขันของประเทศไทยให้สูงขึ้น (ไกรเลิศ และคณะ, 2548) อย่างไรก็ตามการออกแบบโรงเรือนต้องคำนึงถึงอุณหภูมิในพื้นที่ที่จะตั้งโรงเรือน ความชื้นสัมพัทธ์ ฝน ลม และพืชที่จะปลุก (สุรเวทย์, 2542) การพัฒนาเทคโนโลยีโรงเรือนสำหรับการผลิตพืชสวนโดยเฉพาะปทุมมาเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตให้สามารถผลิตได้ตลอดปี จำเป็นต้องมีการวิจัยพัฒนา และทดสอบเทคโนโลยีการควบคุมสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่เหมาะสม โดยการใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่ในประเทศไทย จะสามารถพัฒนารูปแบบของโรงเรือนที่เหมาะสมต่อการผลิตไม้ดอกไม้ประดับแต่ละชนิดและพื้นที่ต่างๆ ได้ ตลอดจนการวิเคราะห์ถึงปัจจัยการผลิตต่างๆ เพื่อความเหมาะสมต่อการลงทุนของเกษตรกรได้

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีการควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือนที่เหมาะสมสำหรับการผลิตปทุมมานอกฤดู และเพื่อศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตปทุมมานอกฤดูในโรงเรือนต้นแบบ

7. วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

- 1) โรงเรือนต้นแบบสำหรับการผลิตปทุมมาที่พัฒนาโดยสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
- 2) หัวพันธุ์ปทุมมาที่เป็นพันธุ์การค้า
- 3) เครื่องมือวัดและบันทึกอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเข้มของแสง แบบอัตโนมัติ
- 4) อุปกรณ์ควบคุมแบบกึ่งอัตโนมัติสำหรับการจัดการระบบต่างๆในโรงเรือน

วิธีการ

1) วางแผนการทดลองทางสถิติเพื่อทดสอบปัจจัยต่างๆ โดยใช้แผนการทดลองแบบ Strip Plot 7 Treatment มีจำนวน 3 ซ้ำ Main Plot คือ พันธุ์ปทุมมา และ Sub Plot คือ ชนิดของหลอดไฟ และความสว่างของแสงไฟ

กรรมวิธีที่ 1 แบบหลอดอินแคนเดสเซนต์ ที่ให้ระดับความสว่างของแสงไฟ 20 ลักซ์

กรรมวิธีที่ 2 แบบหลอดอินแคนเดสเซนต์ ที่ให้ระดับความสว่างของแสงไฟ 60 ลักซ์

กรรมวิธีที่ 3 แบบหลอดอินแคนเดสเซนต์ ที่ให้ระดับความสว่างของแสงไฟ 100 ลักซ์

กรรมวิธีที่ 4 แบบหลอดฟลูออเรสเซนต์ ที่ให้ระดับความสว่างของแสงไฟ 20 ลักซ์

กรรมวิธีที่ 5 แบบหลอดฟลูออเรสเซนต์ ที่ให้ระดับความสว่างของแสงไฟ 60 ลักซ์

กรรมวิธีที่ 6 แบบหลอดฟลูออเรสเซนต์ ที่ให้ระดับความสว่างของแสงไฟ 100 ลักซ์

กรรมวิธีที่ 7 แบบไม่ให้แสงสว่างคั่นในตอนกลางคืน (นอกโรงเรือน)

2) ศึกษาข้อมูลสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการผลิตปทุมมานอกฤดู

3) ทดสอบเทคโนโลยีการควบคุมไฟฟ้าแสงสว่าง การลดอุณหภูมิ เพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ และการหมุนเวียนของอากาศ

4) ทดสอบเทคโนโลยีการจัดการสภาพแวดล้อมต่างๆ เบื้องต้น ในโรงเรือนต้นแบบ

5) ทดสอบปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยการควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในโรงเรือนต้นแบบให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมในการผลิตปทุมมา และปลูกปทุมมาในสภาพธรรมชาติ สำหรับเป็นตัวควบคุม (Control) ในการทดสอบปัจจัยต่างๆ

5.1) ศึกษาและทดสอบหาระดับความสว่างของแสงไฟที่เหมาะสม

5.2) ศึกษาและทดสอบชนิดของหลอดไฟที่เหมาะสมกับการให้แสงสว่างในการผลิตปทุมมานอกฤดู ได้แก่ หลอดอินแคนเดสเซนต์ และหลอดฟลูออเรสเซนต์

6) เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของพืช วัดผลผลิตที่ได้ในเชิงปริมาณและคุณภาพ

6.1) จัดบันทึกการเจริญเติบโตของต้นปทุมมาที่ปลูกทดสอบในแต่ละช่วงฤดู ทุกๆ 2 สัปดาห์ บันทึกจำนวนใบต่อต้น จำนวนหน่อต่อกอ และคุณภาพดอก

6.2) เก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมในโรงเรือนตลอดช่วงระยะเวลาที่ปลูกปทุมมาในแต่ละฤดู โดยเครื่องมือวัดและบันทึกข้อมูลแบบอัตโนมัติ และแบบมือถือ

6.3) วัดอุณหภูมิ และวัดความเข้มของแสงจากหลอดไฟแสงสว่างในโรงเรือนต้นแบบ ช่วงเวลากลางคืน ในช่วงผลิตปทุมมานอกฤดู

6.4) บันทึกการดูแลรักษาตลอดช่วงเวลาที่ปลูกปทุมมาทดสอบ

- 7) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและทางเศรษฐศาสตร์
- 8) ทำการสรุปผลการวิจัย และจัดทำรายงาน

ระยะเวลา (เริ่มต้น - สิ้นสุด) ตุลาคม 2553 ถึง กันยายน 2556

สถานที่ทำการทดลอง ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ จังหวัดแพร่

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

การผลิตดอกปทุมมาก่อนและหลังฤดูกล หรือการผลิตปทุมมานอกฤดู ก็เป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มศักยภาพการผลิต และสามารถผลิตปทุมมาตัดดอกเพื่อการส่งออกได้ตลอดทั้งปี เดิมทีนั้นปทุมมาสามารถผลิตได้เพียงปีละครั้ง ฤดูกาลปกติเริ่มปลูกในช่วงเดือน เมษายน – พฤษภาคม ทั้งนี้การผลิตปทุมมานอกฤดูจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้เทคโนโลยีการผลิตที่ถูกต้องเหมาะสม การควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือนที่เหมาะสมสำหรับการผลิตปทุมมานั้นจะช่วยเพิ่มศักยภาพการผลิตปทุมมานอกฤดูได้คุณภาพมาตรฐาน (เยาวลักษณ์, 2545) สำหรับการผลิตพืชสวนในสถานภาพที่ควบคุมสิ่งแวดล้อมได้นั้น ส่วนใหญ่จะผลิตพืชสวนที่มีมูลค่าต่อหน่วยสูงทั้งในรูปแบบผักสด ไม้ดอกไม้ประดับ และเมล็ดพันธุ์ ดังนั้นการพัฒนาสภาพโรงเรือนสำหรับการผลิตพืชที่เหมาะสมทั้งคุณภาพ และราคา จึงเป็นการเพิ่มโอกาสการแข่งขันของประเทศไทยให้สูงขึ้น (ไกรเลิศ และคณะ, 2548) อย่างไรก็ตามการออกแบบโรงเรือนต้องคำนึงถึงอุณหภูมิในพื้นที่ที่จะตั้งโรงเรือน ความชื้นสัมพัทธ์ ฝน ลม และพืชที่จะปลูก การพัฒนาเทคโนโลยีโรงเรือนสำหรับการผลิตพืชสวนโดยเฉพาะปทุมมาเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตให้สามารถผลิตได้ตลอดปี จำเป็นต้องมีการวิจัยพัฒนา และทดสอบเทคโนโลยีการควบคุมสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่เหมาะสม โดยการใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่ในประเทศไทย จะสามารถพัฒนารูปแบบของโรงเรือนที่เหมาะสมต่อการผลิตไม้ดอกไม้ประดับแต่ละชนิดและพื้นที่ต่างๆได้ ตลอดจนการวิเคราะห์ถึงปัจจัยการผลิตต่างๆ เพื่อความเหมาะสมต่อการลงทุนของเกษตรกรได้ ปทุมมาเป็นไม้ดอกเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของไทยที่มีศักยภาพการผลิตและส่งออกสูงคิดเป็นมูลค่าปีละประมาณ 300 ล้านบาท ปัจจุบันกรมวิชาการเกษตรได้ถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีการผลิตปทุมมาไปสู่เกษตรกร พร้อมส่งเสริมให้มีการรวมกลุ่มผลิตปทุมมานอกฤดูป้อนตลาด ซึ่งจะมีราคาสูงดอกละ 7-10 บาท ขณะที่ปทุมมาในฤดูมีราคาดอกละ 2-3 บาท เป็นแนวทางสร้างรายได้แก่เกษตรกรในชุมชนได้ (<http://www.siamturakij.com>)

8.1 ผลการทดสอบเทคโนโลยีการควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือน

จากผลการทดสอบเบื้องต้น พบว่า ความเข้มของแสงจากหลอดไฟที่ทำกรวัดและทดสอบการใช้งานในตอนกลางคืน พบว่า ค่าเฉลี่ยของความเข้มแสงในแต่ละกรรมวิธีมีค่าใกล้เคียงกับการออกแบบ และสามารถควบคุมการให้ปริมาณความเข้มของแสง และช่วงเวลาที่ให้แสงต่อการผลิตปทุมมาตลอดช่วงระยะเวลาปลูกได้ตรงตามที่ต้องการ

ดำเนินการติดตั้งและทดสอบเครื่องมือวัดและบันทึกสภาพแวดล้อมแบบอัตโนมัติ สำหรับการเก็บข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเข้มของแสง หลายๆจุดในโรงเรือนปทุมมา เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของบรรยากาศในช่วงการทดสอบผลิตปทุมมาหลังฤดูการปลูกดี



ภาพที่ 1 โรงเรือนต้นแบบสำหรับการทดสอบผลิตปทุมมานอกฤดู



ภาพที่ 2 การซ่อมแซมระบบไฟฟ้าแสงสว่างในโรงเรือนต้นแบบสำหรับทดสอบการผลิตปทุมมานอกฤดู



ภาพที่ 3 การตรวจสอบระบบการให้น้ำแบบหยดพร้อมทั้งติดตั้งชุดกรองน้ำขนาด 120 เมช เพิ่มเติม



ภาพที่ 4 การทดสอบระบบให้น้ำแบบพ่นหมอกเพื่อช่วยลดอุณหภูมิในโรงเรือน



ภาพที่ 5 การทดสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์แบบอัตโนมัติ



ภาพที่ 6 การติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์แบบอัตโนมัติ

การศึกษาความเข้มของแสงสว่างเพื่อการผลิตปทุมมานอกฤดู

จากการออกแบบระบบการให้แสงสว่างภายในโรงเรือนต้นแบบโดยการแบ่งโซนการให้แสงเป็น 6 โซน ออกแบบและติดตั้งระบบควบคุมไฟฟ้าให้สามารถปรับความสว่างแสงได้ตามต้องการ โดยการใช้หลอดไฟ 2 ชนิด คือ แบบอินแคนเดสเซนต์ และ แบบฟลูออเรสเซนต์ ควบคุมความสว่างของแสงแต่ละชนิด 3 ระดับ เหนือยอดพืช ได้แก่ 20 60 และ 100 ลักซ์ ผลการทดสอบความสว่างของแสงจากหลอดไฟที่ทำการวัดและทดสอบการใช้งานในตอนกลางวัน พบว่า ค่าเฉลี่ยของความสว่างแสงในแต่ละกรรมวิธีมีค่าใกล้เคียงกับการออกแบบ และสามารถควบคุมการให้ปริมาณความสว่างของแสง และ

ช่วงเวลาที่ให้แสงต่อการผลิตปทุมมาตลอดช่วงระยะเวลาปลูกได้ตรงตามที่ต้องการ Ruamrungsri *et al.* (2005) รายงานว่าในสภาพอุณหภูมิต่ำช่วงฤดูหนาวของประเทศไทย เพื่อเพิ่มความยาววันด้วยการเพิ่มแสงไฟคั่นช่วงกลางคืนนาน 3 ชั่วโมง สามารถกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาคุณภาพของดอกได้



ภาพที่ 7 การให้แสงสว่างในตอนกลางคืนด้วยหลอดอินแคนเดสเซนต์ และฟลูออเรสเซนต์

ระบบการให้น้ำในโรงเรือนสำหรับการผลิตปทุมมานอกฤดู

ผลการออกแบบระบบการให้น้ำในโรงเรือนสำหรับการผลิตปทุมมานอกฤดู กำหนดวิธีการควบคุมการให้น้ำด้วยระบบน้ำหยดแบบอัตโนมัติ เมื่อทำการปลูกปทุมมาเพื่อทำการทดสอบการผลิตปทุมมานอกฤดู (หลังฤดูปกติ) จะเริ่มให้น้ำแบบหยดในถุงปลูกแต่ละถุง โดยให้ 4 ครั้งต่อวัน ครั้งละ 5 นาที ในช่วงเวลา 9:00 11:00 13:00 และ 15:00 น. ในกรรมวิธีที่ทำการทดลอง คิดเป็นการให้น้ำประมาณ 0.67 ลิตร/ต้น/วัน

ระบบเสริมช่วยการลดอุณหภูมิในโรงเรือน (Supplemental Cooling System)

พิจารณาการเสริมช่วยการลดอุณหภูมิในโรงเรือนเนื่องจากการระบายอากาศธรรมชาติ ด้วยการติดตั้งพัดลมออกเป็นวิธีการลดอุณหภูมิในโรงเรือนอีกวิธีหนึ่งที่สามารถช่วยลดอุณหภูมิได้เป็นอย่างดี (ASAE, 2002) การทดสอบวิธีการลดอุณหภูมิในโรงเรือนด้วยระบบพัดลมที่ทำการออกแบบและติดตั้งไว้ โดยตั้งเวลาพัดลม วันละ 3 ครั้งๆ ละ 5 นาที ในช่วงเวลา 10:00 12:00 และ 14:00 น. พบว่า สามารถลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนได้ 5-10 องศาเซลเซียส ทั้งนี้การเปิดให้น้ำแบบพัดลมสามารถควบคุมบรรยากาศให้คงสภาพที่เหมาะสมได้ประมาณ 25-30 นาที

ตารางที่ 1 ปริมาณการใช้น้ำทั้งฤดูปลูก

Type	Meter (cu.m./crop)	expenses (Bath)
1. Drip	95.62	1,625.47
2. Fogger	29.88	507.96

หมายเหตุ *ปริมาณการใช้น้ำตั้งแต่เริ่มปลูกจนตัดดอก

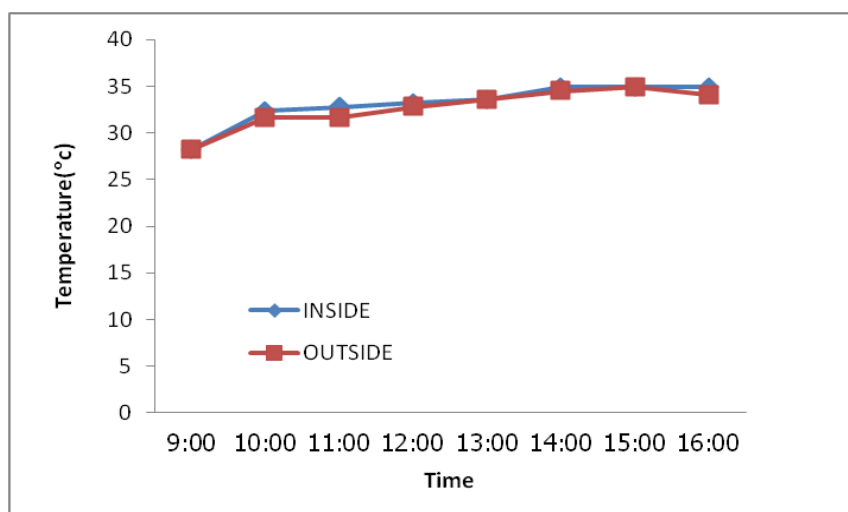
การศึกษาสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน

การเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมภายในและนอกโรงเรือน ดำเนินการวัดและบันทึกข้อมูลในช่วงวันที่ท้องฟ้าโปร่ง และเป็นช่วงฤดูที่ทำการปลูกปทุมมาทดสอบ โดยใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ แบบแบบมือถือ (Humidity Temp Meter Data logger รุ่น DIGICON HT 775 - 232) และเครื่องมือวัดความเข้มของแสงแดด (Light Meter รุ่น DIGICON LX-70) ดังแสดงในภาพที่ 10 ผลการวัดสภาพแวดล้อมใน และนอกโรงเรือนต้นแบบโดยการทดสอบเครื่องมือวัด ในช่วงเดือนกันยายน 2554 พบว่า อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ที่ระดับความสูง 2 เมตร จากพื้นโรงเรือน ที่ด้านในโรงเรือนต้นแบบ และนอกโรงเรือน (กรรมวิธีควบคุม) มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากภายในโรงเรือนมีการระบายอากาศที่ค่อนข้างดี แต่ความเข้มของแสงภายในและภายนอกโรงเรือนจะมีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก

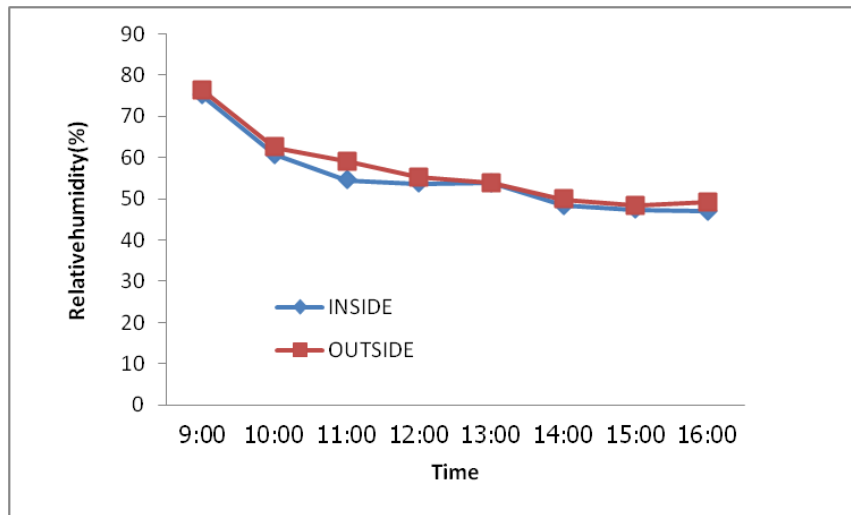


ภาพที่ 10 เครื่องมือและอุปกรณ์วัดสภาพแวดล้อมในโรงเรือน

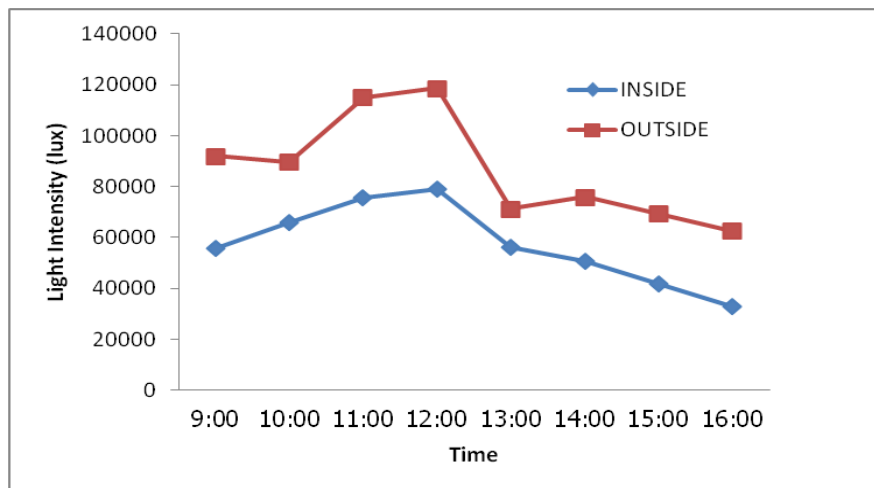
ดำเนินการเก็บข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ และความเข้มของแสง เปรียบเทียบกันระหว่างภายในและภายนอกโรงเรือนทดลอง (แสดงข้อมูลโดยเฉลี่ยดังกราฟ)



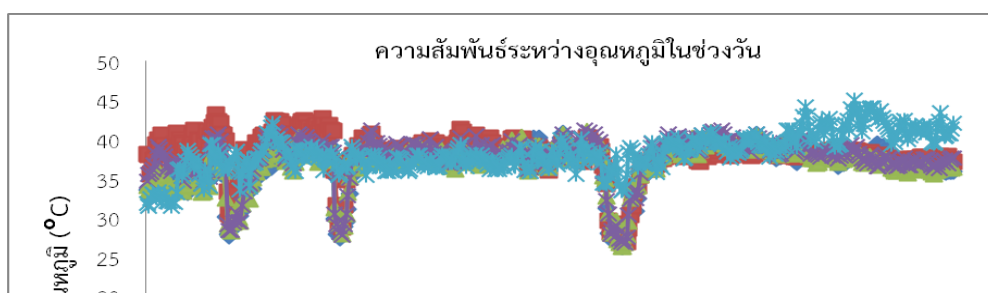
ภาพที่ 11 อุณหภูมิเฉลี่ยภายใน และนอกโรงเรือน ในช่วงเดือนกันยายน 2555



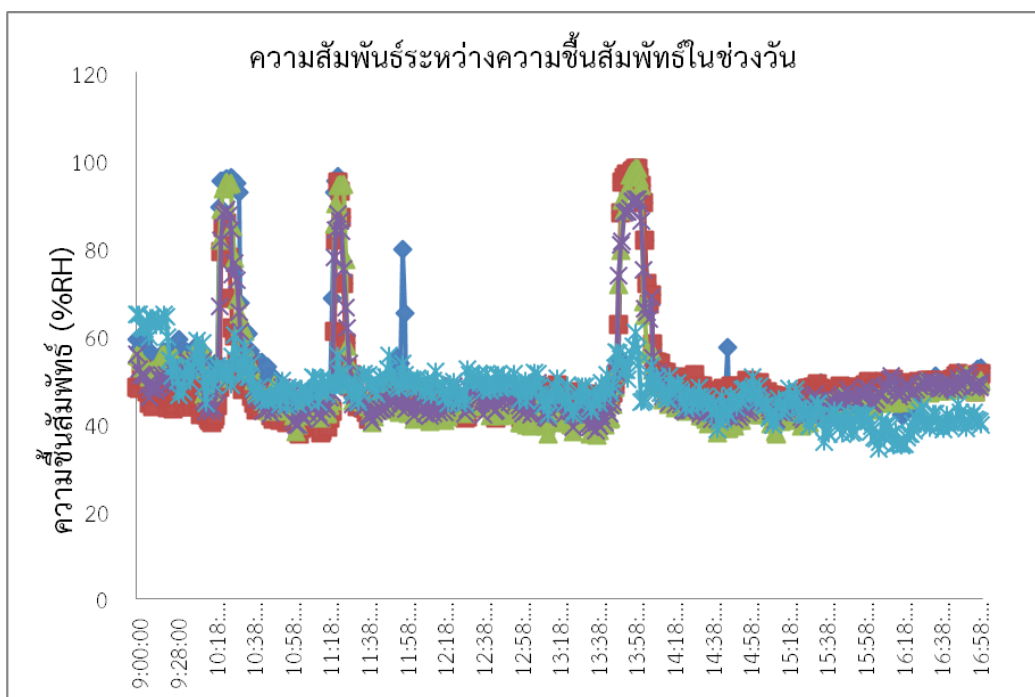
ภาพที่ 12 ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยภายใน และนอกโรงเรือน ในช่วงเดือนกันยายน 2555



ภาพที่ 13 ความเข้มของแสงเฉลี่ยภายใน และนอกโรงเรือน ในช่วงเดือนกันยายน 2555



ภาพที่ 14 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับช่วงเวลาในช่วงการทดสอบการผลิตนอกฤดู



ภาพที่ 15 ความสัมพันธ์ของความชื้นสัมพัทธ์กับช่วงเวลาในช่วงการทดสอบการผลิตนอกฤดู

8.2 ผลการศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของปทุมมาภายใต้โรงเรือน

ดำเนินการวางแผนการทดลองโดยทดสอบก่อนฤดูปลูกเดือนกุมภาพันธ์ ในฤดูเดือนพฤษภาคม และหลังฤดูปลูกปลายเดือนสิงหาคม จัดเตรียมอุปกรณ์ วัสดุปลูก หัวพันธุ์ ดำเนินการทดสอบการทำลายการพักตัวเพื่อให้หัวปทุมมางอกก่อนฤดู 29 ก.พ. – 20 มี.ค. 55 เริ่มนำหัวพันธุ์ที่ทำลายการพักตัวปลูกในสภาพโรงเรือน วันที่ 20 – 25 มี.ค. 2555 จัดเตรียมความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์

สำหรับการทดสอบชนิดหลอดไฟและความเข้มแสง โดยการตรวจเช็คสภาพของระบบควบคุมต่างๆ เช่น ระบบให้น้ำ ไฟฟ้า และพ่นหมอก และวัดระดับความสว่างของแสงจากหลอดไฟ และปรับเปลี่ยนให้มีความสม่ำเสมอทุกทริตเมนต์ตามแผนการทดลอง และเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตหลังออก 30 วัน ทุกสัปดาห์ โดยบันทึกข้อมูลความสูงต้น จำนวนกลีบดอก จำนวนต้นต่อถุ้ง และความยาวก้านดอก คำนวณหาค่าเฉลี่ย และวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบในแต่ละกรรมวิธี ได้ผลการทดลอง ดังนี้



ภาพที่ 16 แสดงกิจกรรมการป่มหัวพันธุ์ปทุมมา เป็นระยะเวลา 30 วัน ก่อนปลูก



ภาพที่ 17 การปลูกปทุมมาก่อนฤดูปลูกที่ได้จากการทำลายการพักตัว เป็นระยะเวลา 1 เดือน

ดำเนินการปลูกปทุมมาทดสอบในช่วงฤดูปกติ เดือนพฤษภาคม พันธุ์ปทุมมาเชียงใหม่ เชียงใหม่ เรด มงบลั่งค์และเซอร์พิงค์ ดูแลรักษา ให้น้ำแบบหยด วันละ 4 ครั้งๆละ 5 นาที ควบคุมการจ่ายน้ำแบบอัตโนมัติ ควบคุมอุณหภูมิไม่ให้บรรยากาศในโรงเรือนร้อนเกินไปโดยใช้การพ่นหมอกวันละ 3 ครั้งๆละ 5 นาที ช่วงเวลา 11.00 14.00 และ 15.30 น. ในตอนกลางคืนเปิดไฟให้แสงสว่างคืนเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ช่วงเวลา 20.00 - 23.00 น. หลังจากต้นปทุมมาแทงยอดแล้ว ทั้งนี้ต้องใช้ตาข่ายพรางแสงสีดำกั้นระหว่างทริตเมนต์เพื่อไม่ให้แสงสว่างส่องถึงกัน เก็บข้อมูลการเจริญเติบโต เช่น ความสูงต้น จำนวนต้นต่อถุ้ง จำนวนดอกต่อถุ้ง และคุณภาพดอกต่างๆ



ภาพที่ 18 การเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นปทุมมาในโรงเรือนทดลอง



ภาพที่ 19 แสดงคุณภาพดอกปทุมมาของกรรมวิธีต่างๆ ในโรงเรือนทดลอง



ภาพที่ 20 การควบคุมระดับความสว่างของแสงไฟเพิ่มในตอนกลางคืน

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาความสูง (ซม.) ของต้นปทุมมาพันธุ์ต่างๆในช่วงปลูกก่อนฤดู ในฤดู และหลังฤดู

2.1 พันธุ์เชียงใหม่พิงค์

กรรมวิธี	สัปดาห์ที่					
	ก่อนฤดู		ในฤดู		หลังฤดู	
	5	12	5	12	5	12
1	39.90	62.90	36.44	51.37	26.51	49.07
2	40.20	65.74	35.51	49.66	19.25	39.45
3	39.40	62.66	34.19	50.39	22.70	43.16
4	40.95	61.35	34.54	50.99	32.43	52.68
5	42.81	62.81	32.65	49.89	29.17	46.54
6	42.10	64.19	34.04	52.43	21.68	46.14
7	28.70	38.65	16.09	29.17	9.94	22.83
เฉลี่ย	39.15	59.76	31.92	47.70	23.10	42.84
CV	12.86	8.01	15.33	11.51	24.76	11.57
LSD	6.52	6.20	6.34	7.11	7.41	6.42

2.2 พันธุ์เชียงใหม่เรด

กรรมวิธี	สัปดาห์ที่					
	ก่อนฤดู		ในฤดู		หลังฤดู	
	5	12	5	12	5	12
1	40.32	59.63	37.99	49.84	29.81	49.46
2	41.94	65.00	37.49	51.96	20.48	41.53
3	41.53	66.65	35.70	50.65	29.44	53.54
4	39.00	56.68	36.16	51.44	25.92	40.63
5	40.20	58.73	33.25	49.48	21.98	44.73
6	37.74	59.70	32.70	51.43	28.91	52.47
7	28.64	38.31	18.57	29.25	4.68	18.48
เฉลี่ย	38.48	57.81	33.12	47.72	23.03	42.98
CV	14.56	8.07	9.05	6.75	15.01	16.36
LSD	7.25	6.04	3.88	4.17	4.48	9.10

2.3 พันธุ์มอนบลิงค์

กรรมวิธี	สัปดาห์ที่					
	ก่อนฤดู		ในฤดู		หลังฤดู	
	5	12	5	12	5	12
1	30.05	62.86	47.09	53.01	38.11	44.08
2	26.30	59.29	46.37	51.83	36.96	44.91
3	25.45	58.17	43.73	50.74	36.31	43.00
4	34.05	62.88	45.54	52.83	34.30	38.65

5	27.65	63.80	43.66	52.29	38.30	43.14
6	25.71	59.33	40.82	50.55	32.53	35.70
7	17.65	39.08	27.59	34.43	20.20	23.88
เฉลี่ย	26.69	57.91	42.11	49.38	33.81	39.05
CV	21.49	6.83	10.56	7.53	15.73	15.61
LSD	7.43	5.12	5.76	4.82	6.89	7.89

2.4 พันธุ์เซอร์พิงค์

กรรมวิธี	สัปดาห์ที่					
	ก่อนฤดู		ในฤดู		หลังฤดู	
	5	12	5	12	5	12
1	10.89	55.61	46.21	52.55	44.16	47.08
2	9.34	60.08	43.91	53.80	32.86	40.12
3	8.58	58.34	40.79	52.09	39.12	47.78
4	11.11	58.13	44.99	53.28	41.55	47.83
5	10.37	58.99	42.67	52.64	39.56	45.23
6	9.32	57.91	34.31	51.99	35.62	42.53
7	6.81	42.81	26.29	40.41	16.00	24.06
เฉลี่ย	9.49	55.98	39.88	50.97	35.55	42.09
CV	45.65	7.53	10.06	6.26	10.12	8.56
LSD	5.61	5.44	5.20	4.13	4.66	4.66

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาจำนวนใบต่อต้น (ใบ) ของปทุมมาพันธุ์ต่างๆในช่วงปลูกก่อนฤดู ในฤดู และหลังฤดู

3.1 พันธุ์เชียงใหม่พิงค์

กรรมวิธี	ก่อนฤดู	ในฤดู	หลังฤดู
1	5.30	5.75	5.27
2	5.40	6.00	5.05
3	5.45	5.50	5.13
4	5.70	5.70	5.23
5	5.15	5.65	5.23
6	5.30	5.45	5.30
7	5.05	5.25	5.25
เฉลี่ย	5.34	5.61	5.21
CV	11.28	8.19	5.19
LSD	0.78	0.60	0.35

3.2 พันธุ์เชียงใหม่เรด

กรรมวิธี	ก่อนฤดู	ในฤดู	หลังฤดู
----------	---------	-------	---------

1	5.7	5.25	5.20
2	5.55	5.65	5.17
3	5.45	5.55	5.25
4	5.30	5.70	5.25
5	5.40	5.50	5.20
6	5.35	5.30	5.25
7	5.05	5.35	4.90
เฉลี่ย	5.40	5.47	5.18
CV	7.85	8.84	5.45
LSD	0.54	0.63	0.37

3.3 พันธุ์มอนบลังค์

กรรมวิธี	ก่อนฤดู	ในฤดู	หลังฤดู
1	5.05	5.00	4.42
2	4.85	5.10	4.47
3	5.10	4.90	4.60
4	5.10	4.70	4.45
5	4.85	4.75	4.42
6	5.00	4.65	4.35
7	4.75	4.50	4.27
เฉลี่ย	4.96	4.80	4.43
CV	13.05	8.14	9.82
LSD	0.84	0.51	0.56

3.4 พันธุ์เซอร์พิงค์

กรรมวิธี	ก่อนฤดู	ในฤดู	หลังฤดู
1	5.35	4.60	4.35
2	5.15	4.45	4.35
3	5.00	4.75	4.42
4	4.90	4.60	4.45
5	4.75	4.40	4.30
6	4.60	4.30	4.30
7	4.60	4.25	4.20
เฉลี่ย	4.91	4.48	4.34
CV	14.60	9.27	8.32
LSD	0.93	0.54	0.47

ตารางที่ 4 ผลการศึกษาจำนวนหน่อต่อกอ (หน่อ) ปทุมมาพันธุ์ต่างๆในช่วงปลูกก่อนฤดู ในฤดู และหลังฤดู

4.1 พันธุ์เชียงใหม่พิงค์

กรรมวิธี	ก่อนฤดู	ในฤดู	หลังฤดู
1	6.30	4.85	4.93
2	5.85	4.85	4.00
3	5.90	5.00	4.25
4	6.70	4.95	5.43
5	5.95	4.90	4.73
6	6.45	5.00	3.50
7	5.30	4.75	2.73
เฉลี่ย	6.06	4.90	4.22
CV	13.28	11.34	17.70
LSD	1.04	0.72	0.97

4.2 พันธุ์เชียงใหม่เรด

กรรมวิธี	ก่อนฤดู	ในฤดู	หลังฤดู
1	6.85	5.55	7.07
2	6.85	5.50	3.80
3	6.65	5.45	5.95
4	6.80	5.30	4.15
5	5.55	5.15	3.73
6	5.90	5.20	4.70
7	5.70	5.15	2.08
เฉลี่ย	6.33	5.33	4.50
CV	14.73	8.20	14.95
LSD	1.21	0.57	0.87

4.3 พันธุ์มอนบลิงค์

กรรมวิธี	ก่อนฤดู	ในฤดู	หลังฤดู
1	4.75	6.05	5.175
2	4.25	5.80	4.875
3	4.10	5.50	4.925
4	4.40	5.85	5.099
5	4.20	5.80	5.075

6	3.95	5.55	4.075
7	3.90	5.70	3.25
เฉลี่ย	4.22	5.75	4.639
CV	13.49	13.13	16.37
LSD	0.737	0.977	0.983

4.4 พันธุ์เซอซีฟิงค์

กรรมวิธี	ก่อนฤดู	ในฤดู	หลังฤดู
1	4.40	6.3	6.55
2	4.0	5.95	5.675
3	3.40	5.95	5.675
4	3.60	6.15	5.850
5	3.95	5.60	5.525
6	3.40	5.45	5.175
7	2.75	5.55	4.40
เฉลี่ย	3.642	5.85	5.55
CV	18.87	7.15	16.48
LSD	0.89	0.542	1.185

ตารางที่ 5 ผลการศึกษาความยาวก้านดอก (ซม.) ปทุมมาพันธุ์ต่างๆในช่วงปลูกก่อนฤดู ในฤดู และหลังฤดู

5.1 พันธุ์เซียงใหม่ฟิงค์

กรรมวิธี	ก่อนฤดู	ในฤดู	นอกฤดู
1	56.52	69.57	64.61
2	64.42	65.87	50.65
3	61.83	72.23	57.01
4	60.72	66.42	69.33
5	62.42	70.68	72.00
6	66.52	72.03	51.05
7	58.72	62.06	38.29
เฉลี่ย	61.59	68.41	57.56
CV	11.62	12.79	17.82
LSD	9.27	11.33	13.29

5.2 พันธุ์เชียงใหม่เรด

กรรมวิธี	ก่อนฤดู	ในฤดู	นอกฤดู
1	69.57	65.55	66.70
2	65.87	72.53	55.99
3	72.23	67.93	67.33
4	66.42	67.13	57.42
5	70.68	73.56	57.54
6	72.05	67.28	70.34
7	62.06	59.50	23.33
เฉลี่ย	68.41	67.64	56.95
CV	12.79	12.80	15.77
LSD	11.33	11.21	11.63

5.3 พันธุ์มอนบลิงค์

กรรมวิธี	ก่อนฤดู	ในฤดู	นอกฤดู
1	41.82	44.63	39.65
2	43.83	44.34	45.15
3	44.92	43.97	39.65
4	42.75	45.82	35.42
5	42.96	45.85	37.96
6	45.37	45.41	31.28
7	35.06	37.49	22.99
เฉลี่ย	42.39	43.93	36.02
CV	7.45	9.33	19.90
LSD	4.08	5.31	9.28

5.4 พันธุ์เซอร์พิงค์

กรรมวิธี	ก่อนฤดู	ในฤดู	นอกฤดู
1	29.79	39.73	37.80
2	31.28	38.85	32.71
3	32.30	40.07	36.52
4	30.45	39.53	36.20
5	31.69	38.09	33.05
6	31.15	36.12	35.06

7	28.25	31.75	15.30
เฉลี่ย	30.70	37.73	32.38
CV	15.91	9.39	11.88
LSD	6.32	4.59	4.98

ตารางที่ 6 ผลการศึกษาจำนวนดอกต่อกอ (ดอก) ปทุมมาพันธุ์ต่างๆในช่วงปลูกก่อนฤดู ในฤดู และหลังฤดู

6.1 พันธุ์เชียงใหม่พิงค์

กรรมวิธี	ก่อนฤดู	ในฤดู	หลังฤดู
1	2.90	4.05	1.77
2	2.75	4.05	1.17
3	3.00	4.20	1.27
4	3.45	4.15	1.90
5	2.75	4.10	1.72
6	3.05	4.20	1.12
7	2.50	3.95	1.10
เฉลี่ย	2.91	4.10	1.43
CV	15.62	5.92	34.86
LSD	0.58	0.31	0.65

6.2 พันธุ์เชียงใหม่เรด

กรรมวิธี	ก่อนฤดู	ในฤดู	หลังฤดู
1	3.10	4.35	2.07
2	3.65	4.30	1.05
3	3.15	4.25	1.50
4	3.40	4.10	1.32
5	2.50	3.95	1.45
6	2.60	4.00	1.67
7	2.50	3.95	0.57
เฉลี่ย	2.98	4.12	1.37
CV	18.04	5.70	34.66
LSD	0.69	0.30	0.61

6.3 พันธุ์มอนบลันค์

กรรมวิธี	ก่อนฤดู	ในฤดู	หลังฤดู
----------	---------	-------	---------

1	2.60	5.05	3.37
2	2.45	4.80	2.50
3	2.25	4.50	2.40
4	2.70	4.85	3.00
5	2.15	4.80	2.65
6	2.00	4.55	1.97
7	1.95	4.70	1.12
เฉลี่ย	2.30	4.70	2.43
CV	16.28	15.89	31.90
LSD	0.48	0.97	

6.4 พันธุ์เซอริฟังก์

กรรมวิธี	ก่อนฤดู	ในฤดู	หลังฤดู
1	2.65	4.90	4.45
2	2.45	4.55	3.52
3	2.20	4.60	3.45
4	2.40	4.75	4.02
5	2.35	4.60	3.20
6	2.15	4.05	3.75
7	1.45	4.15	1.50
เฉลี่ย	2.23	4.51	3.41
CV	23.07	14.44	21.11
LSD	0.66	0.84	0.93

ตารางที่ 7 ผลการศึกษาอายุการปักแจกัน (วัน) ปทุมมาพันธุ์ต่างๆในช่วงปลูกก่อนฤดู ในฤดู และหลังฤดู

พันธุ์	ก่อนฤดู	ในฤดู	หลังฤดู
เชียงใหม่ฟังก์	9.33	10.00	9.13
เชียงใหม่เรด	10.33	10.87	10.93
มอนบลิงค์	14.33	14.47	16.13
เซอริฟังก์	16.33	16.53	16.93



ภาพที่ 21 การเก็บข้อมูลอายุการปักแจกัน

8.3 ผลการศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของปทุมมาภายใต้โรงเรือนผลิตปทุมมานอกฤดู

ผลการศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของปทุมมาภายใต้โรงเรือนต้นแบบ จากการทดสอบปลูกปทุมมาหลังฤดูปกติ เก็บข้อมูลผลผลิตจำนวนดอก และจำนวนต้นต่อถุง โดยปลูกปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ในเดือนสิงหาคม พบว่า ให้ผลการเจริญเติบโตและผลผลิตไปในทิศทางเดียวกัน คือ การให้แสงเพิ่มช่วยทำให้จำนวนดอกต่อถุง และจำนวนต้นต่อถุงสูงกว่าการใช้แสงจากธรรมชาติ การให้แสงเพิ่มช่วยทำให้จำนวนดอก และจำนวนต้นต่อถุงเพิ่มขึ้น โดยการใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์ ต้องใช้ที่ระดับความสว่าง 100 ลักซ์ จึงสามารถทำให้มีจำนวนดอกต่อถุงเท่ากับการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ ทั้งนี้ระดับความสว่างของแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ไม่ทำให้จำนวนดอกต่อถุงและจำนวนต้นต่อถุงต่างกัน ขณะที่ระดับความสว่างของแสงจากหลอดอินแคนเดสเซนต์ทำให้จำนวนดอกต่อถุงและจำนวนต้นต่อถุงต่างกัน คือ ที่ระดับความสว่าง 100 ลักซ์ มีจำนวนดอกเฉลี่ย 2.39 ดอกต่อถุง และจำนวนต้นเฉลี่ย 4.42 ต้นต่อถุง ซึ่งมากกว่ากรรมวิธีการปลูกในสภาพธรรมชาติ ที่มีจำนวนดอกเฉลี่ย 0.33 ดอกต่อถุง และจำนวนต้นเฉลี่ย 1.35 ต้นต่อถุง (ตารางที่ 8) สอดคล้องกับ ทิพย์วรรณ (2550) รายงานว่า การให้แสงไฟคั่นช่วงกลางวันแก่ปทุมมาแบบต่อเนื่องนาน 2 ชั่วโมง และแบบสลับเปรียบเทียบกับการปลูกในสภาพธรรมชาติ พบว่า ความยาวก้านดอก ความยาวช่อดอก จำนวนกลีบประดับสีชมพูมีค่าเฉลี่ยมากกว่ากรรมวิธีที่ปลูกในสภาพธรรมชาติ เมื่อลองเปรียบเทียบจำนวนดอกต่อถุงและจำนวนต้นต่อถุงที่ให้แสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ จะพบว่า ไม่แตกต่างจากการให้แสงด้วยหลอดอินแคนเดสเซนต์ ที่ระดับความสว่าง 100 ลักซ์ แต่หลอดฟลูออเรสเซนต์จะใช้พลังงานไฟฟ้าเพียง 10 – 85 % ของหลอดอินแคนเดสเซนต์ ที่ระดับความสว่าง 100 ลักซ์เท่านั้น

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนดอกเฉลี่ยต่อถุง และจำนวนต้นเฉลี่ยต่อถุงของปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ที่ปลูกในเดือนสิงหาคม

Additional light	August	
	Flower per cluster	Plant per cluster
1. Incandescent 20 Lux	1.78 b	3.84 ab
2. Incandescent 60 Lux	1.89 ab	3.71 b
3. Incandescent 100 Lux	2.39 a	4.42 a
4. Fluorescent 20 Lux	1.61 b	4.14 ab
5. Fluorescent 60 Lux	1.99 ab	3.65 b
6. Fluorescent 100 Lux	1.96 ab	4.15 ab
7. None	0.33 c	1.35 c

Mean	1.71	3.61
CV(%)	18.3	9.85

Values within columns followed by different letters are significantly different at <0.05.

ตารางที่ 9 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของหลอดไฟทั้ง 2 ชนิด ที่ระดับความสว่างต่างๆ

Treatment	Type	Meter	expenses
		(kw.h/crop)	(Bath)
1. incandescent 20 lux	60 watt (day light)	74.90	374.50
2. incandescent 60 lux	100 watt (day light)	127.20	636.00
3. incandescent 100 lux	100 watt (day light)	184.00	920.00
4. fluorescent 20 lux	18 watt	19.30	96.50
5. fluorescent 60 lux	18 watt	50.00	250.00
6. fluorescent 100 lux	18 watt x2	72.10	360.50
7. control	-	-	-

หมายเหตุ *เปิดไฟคั่นช่วงกลางวันละ 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 35 วัน

8.4 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการลงทุนโครงการฯ

ในรูปของมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราส่วนผลตอบแทนต่อค่าใช้จ่าย (B/C cost ratio) อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) และระยะเวลาคืนทุน (PB) เนื่องจากโครงการผลิตปทุมมานอกฤดูมีการลงทุนค่อนข้างสูง โดยมีเงินลงทุนดำเนินงานทั้งค่าใช้จ่ายคงที่ ได้แก่ ค่าโครงสร้างโรงเรือน ระบบให้น้ำ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง วัสดุถุงหลังคาพลาสติก และค่าติดตั้ง รวมค่าใช้จ่ายในการลงทุน 341,419 บาท ส่วนค่าใช้จ่ายดำเนินงานหรือค่าใช้จ่ายผันแปร เช่น ค่าเช่าที่ดิน ค่าวัสดุปลูก หัวพันธุ์ ค่าน้ำ-ไฟ ค่าแรงงาน ฯลฯ สำหรับการดำเนินการในปีแรกคิดเป็นเงิน 104,246 บาท ซึ่งบค่าใช้จ่ายผันแปรจะเพิ่มสูงขึ้นในปีที่จะต้องทำการเปลี่ยนวัสดุที่หมดอายุใช้งาน เช่น ทุก 3 ปี จะต้องเปลี่ยนวัสดุพลาสติกมุงหลังคา เป็นต้น ซึ่งจะมีค่าใช้จ่ายผันแปรเพิ่มเป็นปีละ 130,746 บาท ดังนั้นผู้ประกอบการจะต้องมีการจัดการที่ดีเพื่อผลตอบแทนที่สูงสุด

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการลงทุนผลิตปทุมมานอกฤดู

จำนวน โรงเรือน	ราคาขายดอก (บาท/ดอก)	NPV (บาท)	B/C Ratio	IRR (%)	PB (ปี)
1	6	119,671	1.12	17.81	6.5
	8	501,912	1.49	39.13	3.1
	10	884,159	1.86	58.49	2.0

หมายเหตุ NPV = มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ B/C = อัตราส่วนผลตอบแทนต่อค่าใช้จ่าย
IRR = อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ PB = ระยะเวลาคืนทุน

ภายใต้ข้อมูลและเงื่อนไขดังกล่าวสามารถคำนวณกระแสเงินสดรับ-จ่าย (Cash Flows) ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการลงทุนตลอดจนการวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) ของผลตอบแทนเนื่องจากราคาขายของผลผลิตและจำนวนโรงเรือนที่ลงทุนสรุปได้ดังตารางที่ 10 แสดงผลสรุปของการวิเคราะห์ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการลงทุน จากค่า NPV B/C Ratio และ IRR พบว่ามีความเหมาะสมในการลงทุน ถ้าพิจารณาราคาขายดอกในช่วงนอกฤดู ดอกละ 6 8 และ 10 บาท จะมีจุดคุ้มทุนที่ 6.5 3.1 และ 2.0 ปี ตามลำดับ สำหรับการดำเนินการ 1 โรงเรือน ซึ่งสามารถผลิตปทุมมานอกฤดูได้ 2 ช่วงปลูกต่อปี (ก่อนและหลังฤดู) โดยช่วงฤดูปกติเริ่มปลูกเดือนเมษายน-พฤษภาคม และออกดอกช่วงเดือน กรกฎาคม-สิงหาคม อย่างไรก็ตามการผลิตปทุมมายังสามารถเพิ่มซึ่งทางการจำหน่ายได้อีก เช่น การจำหน่ายในรูปแบบของกระถางซึ่งมีราคาประมาณ 20-30 บาท/กระถาง หรือการจำหน่ายในรูปแบบของหัวพันธุ์ 3-5 บาท/หัว ซึ่งเกษตรกรผู้ปลูกปทุมมาโดยส่วนใหญ่ยังคงนิยมปลูกและจำหน่ายในรูปแบบหัวพันธุ์เพื่อการส่งออกต่างประเทศ เนื่องจากเทคโนโลยีการผลิตปทุมมาตัดดอกนอกฤดูยังไม่เป็นที่แพร่หลาย

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การให้แสงสว่างคั่นในตอนกลางคืนภายในโรงเรือนต้นแบบสำหรับการผลิตปทุมมานอกฤดู รูปแบบหลังคาโค้งแบบเหลี่ยม ปรับระดับความสว่างของแสงได้ตั้งแต่ 20-100 ลักซ์ ด้วยหลอดไฟแบบอินแคนเดสเซนต์ และแบบฟลูออเรสเซนต์ ผลการทดสอบพบว่า การเจริญเติบโตในทุกวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนผลผลิตดอกพบว่าการปลูกในเดือนสิงหาคมให้ผลผลิตสูงกว่าเดือนกรกฎาคมในการผลิตดอกปทุมมานอกฤดู โดยหลอดอินแคนเดสเซนต์ที่ระดับความสว่างของแสงไฟ 100 ลักซ์ มีการออกดอกดีที่สุด (2.39 ดอกต่อถุง) ส่วนการปลูกนอกโรงเรือนโดยไม่มีไฟแสงสว่างมีการออกดอกน้อยที่สุด (0.33 ดอกต่อถุง) แต่อย่างไรก็ตามในการผลิตปทุมมานอกฤดูนั้นจะต้องคำนึงถึงอัตราผลตอบแทน และ

ค่าใช้จ่ายในการลงทุนควบคู่ไปกับผลผลิตที่ได้รับ ซึ่งจากผลการทดสอบด้วยวิธีการให้แสงสว่างจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ระดับความสว่างของแสงไฟ 60 ลักซ์ ให้ผลผลิตดอกเฉลี่ย 1.99 ดอกต่อถูง ซึ่งไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับแบบหลอดอินแคนเดสเซนต์ที่ระดับความสว่างของแสงไฟ 100 ลักซ์ ที่มีการออกดอก 2.39 ดอกต่อถูง ประกอบกับมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่ำเพียง 50 kw.h/crop หรือคิดเป็นค่าใช้จ่ายประมาณ 250 บาท ซึ่งต่ำกว่าแบบหลอดอินแคนเดสเซนต์ที่ระดับความสว่างของแสงไฟ 100 ลักซ์ ที่มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงถึง 184 kw.h/crop หรือคิดเป็นค่าใช้จ่ายประมาณ 920 บาท ต่อรอบการผลิตนอกฤดู และจากการวิเคราะห์ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการลงทุน ถ้าราคาขายดอกในช่วงนอกฤดู ดอกละ 6 บาท จะมีจุดคุ้มทุนที่ 6.5 ปี ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้สรุปผลคำแนะนำในการใช้เทคโนโลยีการให้ไฟฟ้าแสงสว่างคั่นในตอนกลางคืนสำหรับการผลิตปทุมมานอกฤดูในโรงเรือนต้นแบบ โดยใช้หลอดไฟแบบฟลูออเรสเซนต์ขนาด 18 วัตต์ ติดตั้งที่ระดับความสูงจากพื้นโรงเรือน 3.9 เมตร ระยะห่างหลอดไฟ 2.9 เมตร ตามแนวยาวของโรงเรือน และ 2.2 เมตร ตามแนวฉากของโรงเรือน เพื่อให้ได้ความสว่างของแสงไฟในโรงเรือน 60 ลักซ์ ที่ระดับความสูงโต๊ะปลูก 0.6 เมตร สำหรับการผลิตปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิกัดให้ได้ผลผลิตดอกในช่วงนอกฤดูได้อย่างเหมาะสม

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

- 1) นำคู่มือการออกแบบระบบต่างๆในโรงเรือนไปถ่ายทอดแก่เกษตรกรและผู้สนใจเพื่อนำไปสู่การผลิตปทุมมานอกฤดู
- 2) ผู้ประกอบการหรือบริษัทผู้ผลิตโรงเรือนสามารถนำเทคโนโลยีต่างๆ ไปประยุกต์ใช้สู่ระบบการผลิตเพื่อการค้าต่อไป
- 3) เกษตรกรผู้ปลูกปทุมมาสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต เพื่อให้ได้ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่สูงขึ้น ประหยัดค่าแรงงานและเวลา และสามารถจัดการระบบการผลิตปทุมมาได้ตลอดทั้งปี
- 4) สามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีและความรู้ในการปลูกปทุมมานอกฤดูเพื่อส่งออก สำหรับการปลูกในระบบโรงเรือน แก่เกษตรกรรายย่อยและกลุ่มเกษตรกร

11. คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ข้าราชการและเจ้าหน้าที่ กลุ่มพัฒนาพื้นที่เกษตร และ ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการปฏิบัติงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

12. เอกสารอ้างอิง

ไกรเลิศ ทวีกุล และคณะ. 2548. โครงการศึกษาสถานภาพของการใช้โรงเรือนสำหรับผลิตพืชสวนในสภาพควบคุมเพื่อการค้าในประเทศไทย. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เสนอต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย (สกว.).

- จิราพร เทียงเจริญ. 2544. การศึกษาแนวทางการผลิตปทุมมาเป็นไม้กระถางตลอดปี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- ทิพวัลย์ สุขุมลันนท์. 2550. ปทุมมานอกฤดู เมื่อไหร่ดอกไม้จะบาน. ใบ เเคหการเกษตร 31(5) :158-164.
- ไบเพิร์น (นามแฝง). 2544. กระจี๊วและปทุมมากับการพัฒนาสู่สากล. เเคหการเกษตร. 80(3):123-128..
- พระรช บุญตูป. 2542. ผลของการพรางแสง ปุ๋ยแอมโมเนี่ยมซัลเฟต และระยะปลูกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของปทุมมา. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- พรรณณี๊ วิชชาชู. 2545. ปทุมมาพัฒนาจากป่าสู่เมืองถึงการส่งออก. กสิกร 90(2) : 58-77.
- เยาวลักษณ์ แลงลัน. 2545. การผลิตดอกปทุมมาก่อนและหลังฤดูเป็นการค้า. <http://www.doa.go.th>
- นิรนาม. 2550 ก. <http://www.doae.go.th/plant/patumma.htm>
- สุนทร พูนพิพัฒน์. 2529. โรงเรือนปลูกพืชสำหรับพื้นที่เขตร้อน. *โลกเกษตร* 6(30) : 91-96.
- สุรวทย์ กฤษณะเศรณี. 2542. Agritech'99 ณ ประเทศอิสราเอล.
<http://www.doa.go.th/Aedweb/Agritech'99.htm>.
- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 2550. การผลิตปทุมมานอกฤดู.
(<http://www.flora.nrct.net/html/patumma.htm>)
- ASAE . 2002. Heating Ventilating and Cooling Greenhouse. ASAE STANDARD , ANS/ASAE EP406.3 MAR98. 703-710.
- Robert A.Aldrich and John W.Bartok. 1994. Greenhouse Engineering. Northeast regional agricultural engineering service.