

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. แผนงานวิจัย : วิจัยและพัฒนาไม้ดอกไม้ประดับ
2. โครงการวิจัย : โครงการวิจัยและพัฒนาปทุมมาและกระเจียวเพื่อการค้า
กิจกรรม : การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : การศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปทุมมานอกฤดูในโรงเรือนควบคุมสภาพแวดล้อมสำหรับการผลิตในระดับเกษตรกร
- ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Study and Development of Technology Greenhouse for Off-Season Cultivation of *Curcuma alismatifolia* Gagnep

4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง	นายวุฒิพล จันทร์สระคู	สังกัด	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น
ผู้ร่วมวิจัย	นายสรวิทย์ ปานทน	สังกัด	สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
	นายศักดิ์ชัย อาษาวัง	สังกัด	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น
	นายสนอง อมฤกษ์	สังกัด	ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่
	นายธรรรงค์ คนชม	สังกัด	ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่
	นางสาวสุปัน ไม้ตัดจันทร์	สังกัด	ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย

5. บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับการผลิตปทุมมาในช่วงนอกฤดูในโรงเรือนควบคุมสภาพแวดล้อมได้สำหรับการผลิตในระดับเกษตรกรเพื่อการส่งออก ดำเนินการออกแบบสร้างโรงเรือนสำหรับผลิตปทุมมานอกฤดูมีขนาดกว้าง 6 เมตร ยาว 12 เมตร สูง 4.5 เมตร โครงสร้างหลักทำจากเหล็ก หลังคาแบบ ก.ไก่ มุงพลาสติกป้องกันยูวี 200 ไมครอน ติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่างด้วยหลอดไฟลูออโรสเซนต์ขนาด 18 วัตต์ ติดตั้งที่ระดับความสูงจากพื้นโรงเรือน 3.9 เมตร ระยะห่างหลอดไฟ 2.9 เมตร ตามแนวยาวของโรงเรือน และ 2.2 เมตร ตามแนวฉากของโรงเรือน เพื่อให้ได้ความสว่างของแสงไฟในโรงเรือน 60 ลักซ์ ที่ระดับความสูงโต๊ะปลูก 0.6 เมตร กำหนดให้แสงไฟวันละ 3 ชั่วโมง หลังจากปทุมมาแทงดอกแรก ควบคุมการให้น้ำด้วยระบบน้ำหยดแบบอัตโนมัติ โดยให้ 3 ครั้งต่อวัน ครั้งละ 5 นาที และทดสอบเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกรรมวิธีโดยใช้ T-test คือ เปรียบเทียบระหว่างการผลิตนอกฤดูในโรงเรือนควบคุมกับนอกโรงเรือนหรือแบบที่เกษตรกรปฏิบัติเดิม ผลการทดสอบพบว่า การปลูกปทุมมาพันธุ์

เชียงใหม่พื้มีลักษณะการเจริญเติบโตของปทุมมาที่ปลูกในโรงเรือนมีค่าสูงกว่า โดยเฉพาะมีจำนวนดอกเฉลี่ย 1.88 ดอก ซึ่งมีค่าสูงกว่าการปลูกภายนอกโรงเรือนที่มีจำนวนดอกเฉลี่ยเพียงแค่ 1.00 ดอก โดยมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 และปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่ พพี 3 มีลักษณะการเจริญเติบโตของปทุมมาที่ปลูกในโรงเรือนมีค่าสูงกว่า โดยเฉพาะมีจำนวนดอกเฉลี่ย 2.90 ดอก ซึ่งมีค่าสูงกว่าการปลูกภายนอกโรงเรือนที่มีจำนวนดอกเฉลี่ยเพียงแค่ 1.00 ดอก โดยมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

6.

คำนำ

ปทุมมาเป็นไม้ดอกพื้นเมืองของไทยที่กำลังได้รับความนิยมอยู่ในตลาดต่างประเทศ โดยเริ่มมีการส่งออกในรูปของหัวพันธุ์มาตั้งแต่ ปี พ.ศ.2536 เรื่อยมา มีแนวโน้มความต้องการเพิ่มขึ้นทุกปี แหล่งผลิตปทุมมาที่สำคัญอยู่ในภาคเหนือ โดยเฉพาะในเขตจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และลำพูน ตลาดที่สำคัญที่นำเข้าปทุมมาที่สำคัญ ได้แก่ ญี่ปุ่น เนเธอร์แลนด์ สหรัฐ นิวซีแลนด์ และอิสราเอล และปัจจุบันได้มีการขยายตลาดไปสู่ประเทศสหภาพยุโรป และแอฟริกาใต้ มีมูลค่าการส่งออกประมาณ 30 ล้านบาทต่อปี (นิรนาม, 2550) ปทุมมาเริ่มเป็นที่รู้จักกันมากขึ้นในฐานะไม้ดอกเมืองร้อนที่มีศักยภาพการส่งออกสู่ตลาดโลกได้ ขณะเดียวกันในประเทศเองก็เริ่มเป็นที่รู้จักและนำไปใช้ประโยชน์กันมากขึ้นทั้งในลักษณะของไม้ดอกไม้กระถาง และไม้ประดับแปลง แม้ปทุมมาจะเป็นไม้ดอกไม้ประดับที่มีศักยภาพในการส่งออกสูง และความต้องการของตลาดต่างประเทศมีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปี แต่ไม่ทำให้ตลาดส่งออกปทุมมาของประเทศขยายตัวเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากขาดการพัฒนาด้านการผลิต การตลาด ทำให้ขีดความสามารถในการแข่งขันในตลาดต่างประเทศด้อยลงเมื่อเทียบกับผู้ส่งออกรายอื่นๆ ปัจจุบันหน่วยงานภาครัฐเริ่มเข้ามามีบทบาทในการดำเนินงานปรับปรุงคุณภาพ และพัฒนาการผลิตปทุมมา แก้ปัญหาต่างๆ เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตและการส่งออก การผลิตดอกปทุมมาก่อนและหลังฤดูการ หรือการผลิตปทุมมานอกฤดู ก็เป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มศักยภาพการผลิต และสามารถผลิตปทุมมาตัดดอกเพื่อการส่งออกได้ตลอดทั้งปี เดิมทีนั้นปทุมมาสามารถผลิตได้เพียงปีละครั้ง ฤดูกาลปกติ เริ่มปลูกในช่วง เดือนเมษายน – พฤษภาคม ทั้งนี้การผลิตปทุมมานอกฤดู จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้เทคโนโลยีการผลิตที่ถูกต้องเหมาะสม การควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือนที่เหมาะสมสำหรับการผลิตปทุมมานั้นจะช่วยเพิ่มศักยภาพการผลิตปทุมมานอกฤดูได้คุณภาพมาตรฐาน (เยาวลักษณ์, 2545)

สำหรับการผลิตพืชสวนในสถานภาพที่ควบคุมสิ่งแวดล้อมได้นั้น ส่วนใหญ่จะผลิตพืชสวนที่มีมูลค่าต่อหน่วยสูงทั้งในรูปแบบผักสด ไม้ดอกไม้ประดับ และเมล็ดพันธุ์ ดังนั้นการพัฒนาสภาพโรงเรือนสำหรับการผลิตพืชที่เหมาะสมทั้งคุณภาพ และราคา จึงเป็นการเพิ่มโอกาสการแข่งขันของประเทศไทยให้สูงขึ้น อย่างไรก็ตามการออกแบบโรงเรือนต้องคำนึงถึงอุณหภูมิในพื้นที่ที่จะตั้งโรงเรือน ความชื้นสัมพัทธ์ ฝน ลม และพืชที่จะปลูก (สุรเวทย์, 2542)

โรงเรือนปลูกพืชที่มีศักยภาพที่ควรนำมาใช้ในสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยมีอยู่ด้วยกัน 3 แบบ คือ แบบหลังคาสามเหลี่ยมหน้าจั่วหรือสามเหลี่ยมด้านเท่าสองชั้น (gable, double roof) เป็นหลังคาโรงเรือนปลูกพืชที่นิยมใช้ในเขตร้อนชื้น เพราะกันฝนได้ดีการระบายอากาศดี และไม่ก่อให้เกิดการสะสมความ

ร้อน แต่ถ้ามุงหลังคาพลาสติกก็จะทำให้อากาศอบอ้าวภายในโรงเรือน (Ismail, 1991) แบบหลังคาโค้งสองชั้นซ้อนกัน (Curve, double roof) มีข้อดีเช่นเดียวกับแบบหลังคาจั่วสองชั้น แต่ลักษณะการโค้งของหลังคาจะทำให้แสงสว่างผ่านได้ดีกว่า (Chu and Huang, 1991) และแบบหลังคาเพิงหมาแหงน (Sloping, slab roof) เป็นรูปแบบที่สร้างง่ายและสะดวกต่อการต่อเติม

โรงเรือนหลังคาน้ำจั่วสองชั้นสองชั้น สามารถระบายอากาศร้อนภายในอาคารได้ดี แม้ในช่วงฝนตกน้ำฝนก็ไม่ไหลเข้ามาในอาคารโรงเรือน และโรงเรือนหลังคาครึ่งวงกลมเหลี่ยม เป็นโรงเรือนที่ออกแบบให้ง่ายต่อการระบายอากาศร้อน เนื่องจากหลังคามีช่องเปิด รูปแบบนี้เหมาะสำหรับประเทศในเขตร้อน (นิรนาม, 2550) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2543) ได้สรุปผลการศึกษาค่าการใช้เส้นใยสังเคราะห์สีต่างๆ ใช้คลุมเรือนเพาะชำ พบว่าโรงเรือนที่คลุมด้วยซาแรนสีดำจะมีแสงขาวส่องผ่านน้อยที่สุด และอุณหภูมิในโรงเรือนต่ำที่สุด ระบบพ่นหมอก (Fog cooling system) เป็นทางเลือกที่ดีที่สามารถทดแทนการลดอุณหภูมิในโรงเรือนด้วยระบบอีแวปแบบโรงเรือนปิด โดยใช้หัวพ่นหมอกที่มีความละเอียดของหมอก 0.5 – 50 ไมโครเมตร จะเหมาะสมที่สุด (ASAE, 2002) โรงเรือนที่แสงผ่านได้ดีที่สุด คือ แบบที่มุงหลังคาด้วยกระจกแต่มีราคาแพงและมีการสะสมความร้อนมาก มีข้อจำกัดหลายอย่างในการติดตั้ง ผู้ประกอบการส่วนใหญ่จึงนิยมใช้พลาสติกมุงหลังคาแทน ซึ่งพลาสติกในประเทศไทยที่ใช้กันมากมีจำหน่ายโดยทั่วไปและราคาถูก คือ PE (Polyethylene) และ PVC (Polyvinyl chloride) แต่อายุการใช้งานไม่นานประมาณ 2-3 ปี จะต้องเปลี่ยนใหม่ เนื่องจากเกิดการขุ่นมัวและชำรุด ฉีกขาดได้ง่ายเมื่อโดนลมพายุ ควรใช้ตาข่าย ไนลอนกรูทั้งด้านบนและด้านล่าง (สุนทร, 2529) และควรเลือกใช้พลาสติกที่สามารถดูดซับแสง UV ได้ด้วยจึงจะมีอายุการใช้งานยาวนาน

ทิพวัลย์ (2550) กล่าวไว้ว่า ทั้งความร้อนและแสงเป็นปัจจัยหลักสำหรับทำลายการพักตัว และบังคับการออกดอกของปทุมมา แต่จะต้องให้ถูกช่วงเวลาจึงจะคุ้มทุนและได้ดอกไม้ที่มีคุณภาพ ในส่วนของแสงจะต้องเพิ่มช่วงแสง คือ เพิ่มช่วงวันที่เหมาะสมที่สุดตามธรรมชาติในช่วงเดือนมิถุนายน – สิงหาคม ที่มีความยาววันนานที่สุดและเป็นช่วงฤดูการ ถ้าต้องการผลิตนอกฤดูก็ต้องทดแทนช่วงแสงให้เท่ากัน สำหรับความร้อนหรืออุณหภูมิที่เหมาะสมประมาณไม่เกิน 35 องศาเซลเซียส ซึ่งจะใกล้เคียงในช่วงฤดูปกติ (เมษายน – พฤษภาคม)

การผลิตปทุมมานอกฤดูการเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม มีกรรมวิธีคือ เก็บรักษาหัวพันธุ์ในอุณหภูมิไม่เกิน 20 องศาเซลเซียส เมื่อต้องการให้ออกดอกก็จะนำมาทำลายการพักตัวโดยวิธีบ่มเพาะด้วยความร้อนและความชื้น และการให้แสงจากหลอดไฟในระยะเวลานานกว่าปกติเพื่อชักนำและกระตุ้นการออกดอกของปทุมมา วิธีการชักนำและบังคับการออกดอกของปทุมมา 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) การศึกษาอิทธิพลของการพร่างแสงที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของปทุมมาโดยมีการพร่างแสง 0% 7.6% และ 87% พบว่า ความเข้มแสงมีความสัมพันธ์ต่อการเจริญเติบโตของต้นปทุมมาโดยการไม่พร่างแสงทำให้ต้นปทุมมามีจำนวนช่อดอกต่อกอมากที่สุด และช่อดอกมี

จำนวน Bract และ Comma bract มากที่สุด แต่ทำให้ความสูงของต้นที่ออกดอก และความยาวก้านดอก น้อยที่สุด (พระธร, 2542) การเปิดไฟคั่นช่วงเวลากลางคืนเพื่อทดแทนสภาพวันยาวในช่วงเดือนกันยายน – มีนาคม ในระหว่างที่ต้นปทุมมามีการเจริญเติบโต เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการพักตัวเกิดขึ้นร่วมด้วย ซึ่งต้นปทุมมาที่ปลูกจะสามารถให้ดอกพร้อมจำหน่ายได้ราว เดือนธันวาคม – มกราคม ที่มีความต้องการใช้ดอกไม้ค่อนข้างสูง (จิราพร, 2544)

วุฒิพล และคณะ (2554) ได้ทำการศึกษาและทดสอบเทคโนโลยีการผลิตปทุมมาตัดดอกนอกฤดู โดยได้ออกแบบสร้างโรงเรือนต้นแบบและทดสอบประสิทธิภาพการควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน เปรียบเทียบกับการปลูกนอกโรงเรือนโดยไม่มีไฟแสงสว่างในช่วงนอกฤดูปลูก โดยออกแบบให้โรงเรือนมีลักษณะหลังคาโค้งเหลี่ยมสองหลังติดกัน ขนาด 12x24 เมตร สูง 4 เมตร มุงหลังคาด้วยพลาสติกใสแบบ ป้องกันแสงยูวี โดยมีช่องเปิดบนหลังคาเพื่อให้มีการระบายอากาศร้อนตามธรรมชาติ เสริมด้วยระบบพ่นหมอก อัตโนมัติเพื่อช่วยลดอุณหภูมิในโรงเรือน พบว่า การพ่นหมอกครั้งละ 5 นาที ในทุกๆ 2 ชั่วโมง สามารถลด อุณหภูมิภายในโรงเรือนได้ 5-10 °C และออกแบบระบบไฟฟ้าควบคุมแสงสว่างในโรงเรือนเพื่อทดแทนสภาพ วันยาว สำหรับชักนำและกระตุ้นให้มีการออกดอกนอกฤดู โดยออกแบบและติดตั้งหลอดไฟ 2 ชนิด คือ หลอด อินแคนเดสเซนต์ เปรียบเทียบกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ทั้ง 2 ชนิดใช้ค่าความสว่าง 3 ระดับ คือ 20 60 และ 100 ลักซ์ จากการทดสอบประสิทธิภาพของโรงเรือน พบว่า แบบหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ระดับความสว่างของ แสงไฟ 60 ลักซ์ ที่มีการดอกเฉลี่ย 1.99 ดอกต่อถุง ซึ่งไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ($p < 0.05$) กับกรรมวิธีอื่นๆ และมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่ำเพียง 50 kw.h/รอบการผลิต หรือคิดเป็นค่าใช้จ่ายประมาณ 250 บาท ต่อรอบ การผลิตนอกฤดู และจากการวิเคราะห์ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการลงทุน มีจุดคุ้มทุนที่ 6.5 ปี สำหรับการผลิตปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ในโรงเรือนต้นแบบ ซึ่งสามารถผลิตปทุมมานอกฤดูได้ผลดี แต่ เนื่องจากเป็นโรงเรือนที่มีขนาดใหญ่มีราคาลงทุนมากกว่า 400,000 บาท ซึ่งเป็นเงินลงทุนสูง เป็นอุปสรรคต่อ การตัดสินใจลงทุนในระดับเกษตรกรรายย่อย (ไกรเลิศ และคณะ, 2548) การพิจารณาปรับลดขนาดเพื่อลด ค่าใช้จ่ายในการลงทุนก่อสร้างโรงเรือนอาจส่งผลกระทบต่อควบคุมสภาพแวดล้อมของโรงเรือน เนื่องจาก ขนาดของโรงเรือนที่เล็กลงมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน และเพื่อเป็นการต่อยอดงานวิจัยของ กรมวิชาการเกษตรให้มีโอกาสเข้าถึงเกษตรกรในแหล่งผลิตปทุมมาเพื่อการส่งออก จึงจำเป็นต้องศึกษาพัฒนา และทดสอบโรงเรือนและเทคโนโลยีใหม่ให้เหมาะสมกับกลุ่มเกษตรกรรายย่อย

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อศึกษา ทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับการผลิตปทุมมาในช่วงนอกฤดูในโรงเรือนควบคุม สภาพแวดล้อมได้สำหรับการผลิตในระดับเกษตรกรเพื่อการส่งออก

ขอบเขตของโครงการวิจัย

การศึกษานี้ครอบคลุมการออกแบบและพัฒนาเทคโนโลยีโรงเรือนสำหรับการผลิตปทุมมาในช่วง นอกฤดู โดยการพัฒนาต่อยอดจากงานวิจัยต้นแบบโรงเรือนผลิตปทุมมานอกฤดู ซึ่งเป็นงานวิจัยที่พัฒนาโดย สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ เป็นการทดสอบเพื่อ

การจัดการสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมในการผลิตปทุมมาในช่วงนอกฤดู ซึ่งต้องทำการผลิตในโรงเรือนที่เหมาะสม และทำการทดสอบในพื้นที่ของเกษตรกรผู้ผลิตปทุมมาเพื่อการส่งออก จังหวัดเชียงใหม่

7. วิธีดำเนินการ

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

- มาตรการน้ำและ มิเตอร์ไฟฟ้า
- เครื่องมือและอุปกรณ์ในงานช่าง สำหรับการสร้างและปรับปรุงต้นแบบ
- เครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์
- เครื่องมือวัดความเข้มของแสง
- วัสดุเกษตร เช่น หัวพันธุ์ปทุมมา พันธุ์การค้า และพันธุ์แนะนำของกรมวิชาการเกษตร

แบบและวิธีการทดลอง

- ไม่มีการวางแผนการทดลอง เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกรรมวิธีโดยใช้ T-test คือ เปรียบเทียบระหว่างการผลิตนอกฤดูในโรงเรือนควบคุมกับนอกโรงเรือนหรือแบบที่เกษตรกรปฏิบัติเดิม

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1) ออกแบบและสร้างโรงเรือนทดสอบ โดยการพัฒนาต่อยอดจากงานวิจัยเดิม (วุฒิพล และคณะ, 2554) เพื่อให้มีขนาดความกว้างยาวที่เหมาะสมต่อการลงทุนของเกษตรกรรายย่อย และพื้นที่เพาะปลูก ทั้งนี้ในสภาพภายในโรงเรือนและเทคโนโลยีการผลิตปทุมมานอกฤดู ต้องใช้จากผลการวิจัยที่ผ่านมาของ กรมวิชาการเกษตร

2) ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือน ได้แก่ แสงสว่าง การลดอุณหภูมิ เพิ่มความชื้นสัมพัทธ์อากาศ การระบายอากาศ

- 3) ทดสอบเทคโนโลยีการจัดการสภาพแวดล้อมต่างๆ เบื้องต้น ในโรงเรือนทดสอบ
- 4) วางแผนการทดลองทางสถิติเพื่อทดสอบปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในโรงเรือนทดสอบ
- 5) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ
- 6) ทำการสรุปผลการวิจัย และจัดทำรายงาน

การบันทึกข้อมูล

เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของพืช วัตถุประสงค์ที่ได้ในเชิงปริมาณและคุณภาพ

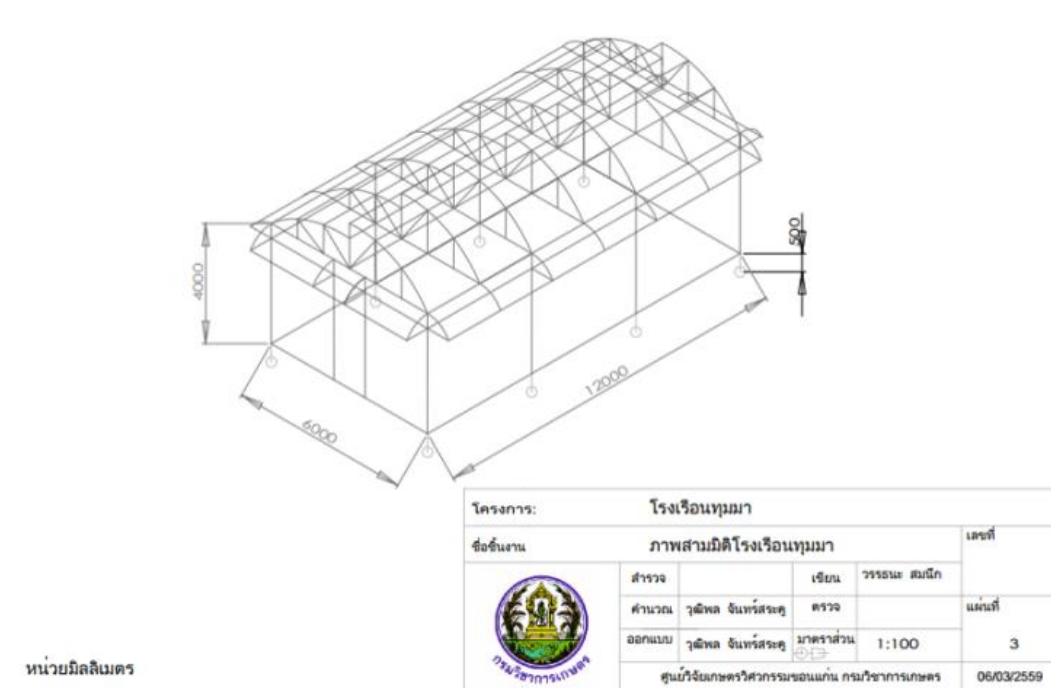
- ความสูง
- จำนวนต้นต่อถุง
- จำนวนดอกต่อถุง
- ความยาวดอก ความยาวก้านดอก ความยาวช่วงดอก
- จำนวนหัวพันธุ์ต่อถุง

เวลาและสถานที่

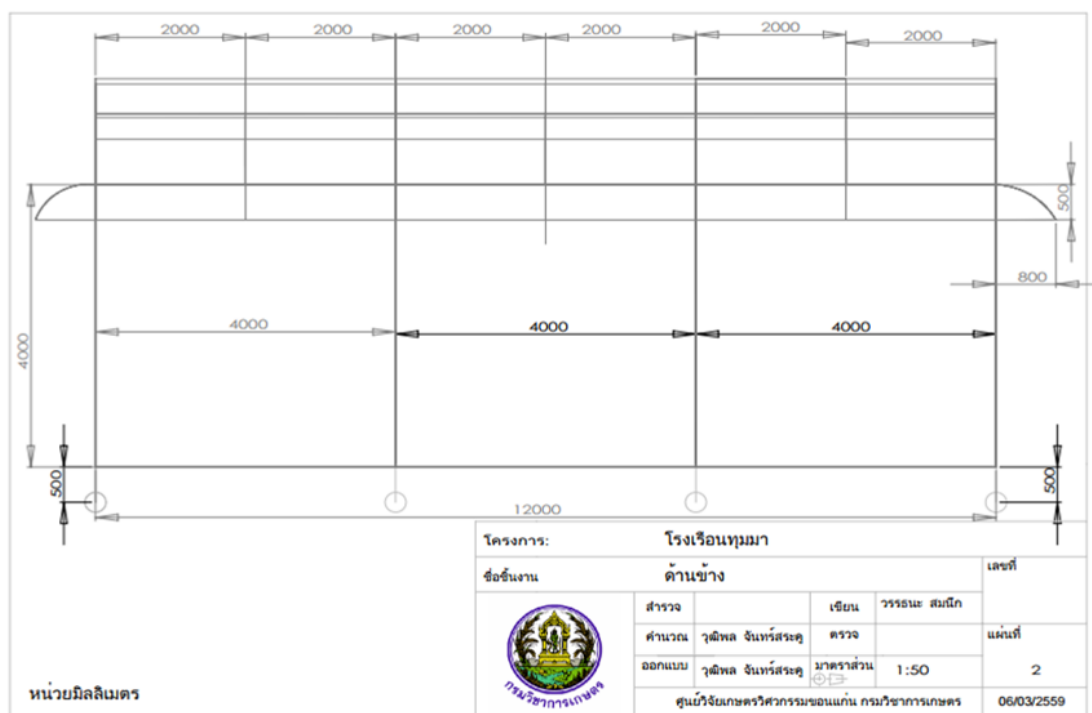
เริ่มต้นปี 2559 - สิ้นสุด ปี 2561 และดำเนินการ ณ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

ออกแบบและสร้างโรงเรือนที่เหมาะสมต่อการลงทุนของเกษตรกรเป็นโรงเรือนเดี่ยวแบบเปิดโดยมีขนาดกว้าง 6 เมตร ยาว 12 เมตร สูง 4.5 เมตร โครงสร้างหลักทำจากเหล็ก หลังคาแผงพลาสติกป้องกันยูวี ขนาดความหนา 200 ไมครอน ลักษณะหลังคาแบบฟันเลื่อย หรือ แบบ ก.ไก่ ซึ่งมีช่องว่างระบายอากาศร้อน ส่วนบนหลังคาพลาสติก ดำเนินการติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่างด้วยหลอดไฟฟลูออโรสเซนต์ ซึ่งจะต้องออกแบบให้ได้ขนาด ระยะห่างแต่ละหลอด และความสูงจากพื้นโต๊ะปลูกตามที่โปรแกรม DiaLux คำนวณเพื่อให้ได้แสงสว่างความเข้มแสง 60 ลักซ์ กระจายสม่ำเสมอทั้งโรงเรือน



รูปที่ 1 ออกแบบโรงเรือนพุ่มมาขนาด (กxยxส) 6x12x4 เมตร



รูปที่ 2 ภาพด้านข้างตามแนวยาวโรงเรือน



รูปที่ 3 การสร้างโครงสร้างหลังคาเหล็กสำหรับมุงพลาสติกใส

ดำเนินการสร้างและติดตั้งโรงเรือนต้นแบบสำหรับการทดสอบเทคโนโลยีผลิตพุ่มมานอกฤดูที่เหมาะสมสำหรับเกษตรกรรายย่อย ภายในศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย จ.เชียงราย โดยทำการโครงสร้างส่วนโครงถักหลังคาทำจากเหล็กแป๊บดำเชื่อมประกอบ และพ่นสีกันสนิม ตามแบบที่กำหนด โดยดำเนินการที่ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น จ.ขอนแก่น เพื่อขนย้ายและนำไปประกอบติดตั้งที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ดังแสดงขั้นตอนการทำงานสร้างโรงเรือนตามรูปที่ 4-8



รูปที่ 4 การตั้งเสา เเทคอนกรีตทับ และโครงสร้างหลักของโรงเรือน



รูปที่ 5 การประกอบโครงสร้างและติดตั้งหลังคาโรงเรือน



รูปที่ 6 การติดตั้งส่วนของหลังคาโค้งแบบเหลี่ยมสำหรับมุงพลาสติกใส



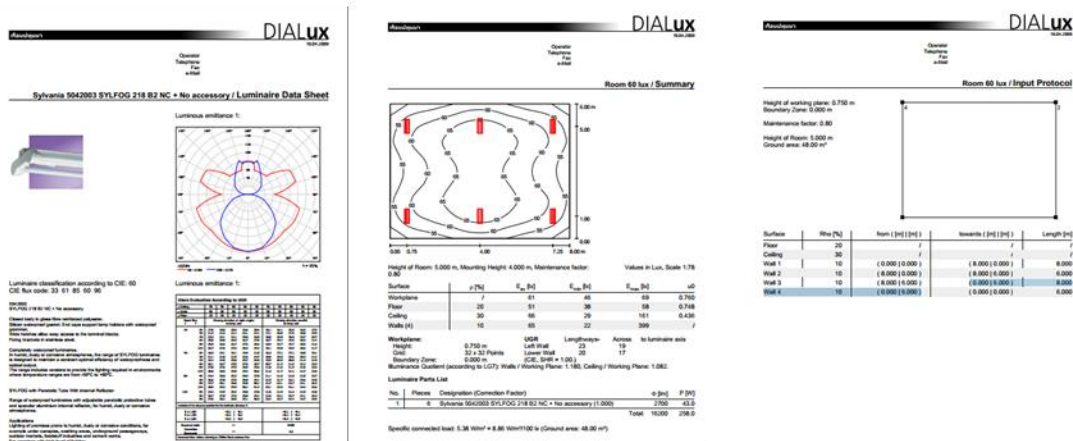
รูปที่ 7 การติดตั้งพลาสติกมุงหลังคาโรงเรือน

ดำเนินการสร้างและประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ของโรงเรือน เช่น ลวดตาข่ายเหล็กกรอบโรงเรือนเพื่อกันสัตว์ศัตรูพืชระหว่างดำเนินการวิจัย ซึ่งทดแทนการกันด้วยมุงตาข่ายไนลอนเหมือนโรงเรือนทั่วไป ทั้งนี้เนื่องจากปทุมมาต้องมีการระบายอากาศธรรมชาติที่ดี และการใช้รางสปริงยึดพลาสติกมุงหลังคาแทนการใช้ประกับยึดแบบเดิม เพื่อให้คงทนต่อแรงลม ติดตั้งง่ายและสะดวก



รูปที่ 8 โรงเรือนหลังคาโค้งเหลี่ยมมุงพลาสติกขนาด 150 ไมครอน

การใช้โปรแกรม DIALux ช่วยในการคำนวณตำแหน่งที่จะทำการติดตั้งหลอดไฟแบบฟลูออเรสเซนต์ เพื่อให้ได้แสงสว่างที่มีความเข้มของแสง 60 ลักซ์ สม่ำเสมอทั่วทั้งโรงเรือน ในช่วงที่ต้องการเร่งให้ปทุมมาออกดอกนอกฤดู (รูปที่ 9)



รูปที่ 9 การออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างแบบฟลูออเรสเซนต์ในโรงเรียนด้วยโปรแกรม DIALux

ดำเนินการสร้างโครงเหล็กสำหรับการติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่างด้วยหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ ซึ่งจะต้องออกแบบให้ได้ขนาด ระยะห่างแต่ละหลอด และความสูงจากพื้นโต๊ะปลูกตามทีโปรแกรม DiaLux คำนวณเพื่อให้ได้แสงสว่างความเข้มแสง 60 ลักซ์ กระจายสม่ำเสมอทั้งโรงเรียน ขนาด 6 x 12 เมตร สูง 4.5 เมตร (รูปที่ 10)



รูปที่ 10 การติดตั้งโครงเหล็กสำหรับการติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบให้น้ำแบบพ่นหมอกและแบบหยด พร้อมวัสดุปลูกในภาชนะ (รูปที่ 11-13) และทำการเริ่มปลูกปทุมมาในช่วงนอกฤดู เดือนสิงหาคม 2560 จำนวน 1 โรงเรือนทดลอง โดยทดสอบปลูกปทุมมาสองสายพันธุ์ คือ พันธุ์เชียงใหม่พั้งค์ (ไม้ตัดดอก) และพันธุ์นกแก้ว (ไม้กระถาง) และอยู่ระหว่างการดำเนินการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต และวางแผนการให้แสงไฟเพิ่มเติมในเวลากลางคืน เมื่อมีการแทงช่อดอกแรกของปทุมมา ช่วงเวลา 19.00-22.00 น. เป็นเวลาวันละ 3 ชั่วโมง

กำหนดวิธีการควบคุมการให้น้ำด้วยระบบน้ำหยดแบบอัตโนมัติ เมื่อทำการปลูกปทุมมาเพื่อทำการทดสอบการผลิตปทุมมานอกฤดู (หลังฤดูปกติ) จะเริ่มให้น้ำแบบหยดในถุงปลูกแต่ละถุง โดยให้ 3 ครั้งต่อวัน ครั้งละ 5 นาที ใช้หลอดไฟแบบฟลูออเรสเซนต์ขนาด 18 วัตต์ ติดตั้งที่ระดับความสูงจากพื้นโรงเรือน 3.9

เมตร ระยะห่างหลอดไฟ 2.9 เมตร ตามแนวยาวของโรงเรือน และ 2.2 เมตร ตามแนวฉากของโรงเรือน เพื่อให้ได้ความสว่างของแสงไฟในโรงเรือน 60 ลักซ์ ที่ระดับความสูงโต๊ะปลูก 0.6 เมตร



รูปที่ 11 ติดตั้งระบบควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างในโรงเรือน



รูปที่ 12 ประกอบและติดตั้งโต๊ะสำหรับวางถาดปลูกปทุมมาจำนวน 6 ชุด



รูปที่ 13 การติดตั้งระบบน้ำหยดแบบซาป๊กลงในกระถางปลูก



รูปที่ 14 การสุ่มตัวอย่างเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นปทุมมาในโรงเรือน

ทดสอบปลูกเมื่อวันที่ 23 สิงหาคม 2560 โดยใช้หัวพันธุ์ 2 -3 หัวต่อถุง มีพันธุ์ทดลองจำนวน 3 พันธุ์ คือ เชียงใหม่พิงค์ นกแก้ว และบัวเกลียว เก็บและบันทึกข้อมูลในแต่สายพันธุ์ ดังต่อไปนี้ ความยาวก้านดอก ความยาวดอก ความกว้างดอก ความยาวก้านช่อดอก จำนวนกลีบประดับ จำนวนใบต่อต้น จำนวนดอกต่อกอ จำนวนต้นต่อกอ และจำนวนหัวพันธุ์หลังจากการเก็บเกี่ยวแล้ว เริ่มให้แสงไฟฟ้าเพิ่มช่วงยาวของวัน เมื่อมีการแทงช่อดอกแรกของจำนวนต้นที่มากกว่า 50% โดยเริ่มในวันที่ 3 ตุลาคม 2560 วันละ 3 ชั่วโมง ในช่วงเวลา 19.00 – 22.00 น. ของทุกวันด้วยอุปกรณ์ตั้งเวลาอัตโนมัติ ทั้งนี้เป็นการทดสอบปลูกเบื้องต้น ยังไม่ได้มีการปลูกปทุมมานอกฤดูเปรียบเทียบกับภายนอกโรงเรือน

ตารางที่ 1 ตารางแสดงการเจริญเติบโตเฉลี่ยของปทุมมาแต่ละพันธุ์ในโรงเรือนต้นแบบ

พันธุ์	การเจริญเติบโต								
	ความกว้างดอก (ซม.)	ความยาวดอก (ซม.)	ความยาวก้านช่อดอก (ซม.)	จำนวนกลีบประดับสีชมพู	จำนวนกลีบประดับสีเขียว	จำนวนใบต่อต้น	จำนวนดอกต่อกอ	จำนวนต้นต่อกอ	จำนวนหัวพันธุ์หลังการเก็บเกี่ยว
นกแก้ว	4.86	7.22	23.44	6.20	8.87	2.40	1.83	2.80	1.90
บัวเกลียว	5.01	7.42	13.67	8.60	15.27	4.40	2.23	3.30	2.96

จากการทดสอบเบื้องต้นเพื่อประเมินผลการตอบสนองการเจริญเติบโตของปทุมมาพันธุ์นกแก้ว และบัวเกลียว พบว่ามีการตอบสนองต่อแสงไฟที่เพิ่มให้ในช่วงนอกฤดูได้ค่อนข้างดี ยกเว้นพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ ที่ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้เนื่องจากหัวพันธุ์ไม่สมบูรณ์ อย่างไรก็ตามผลการเก็บข้อมูล ความยาวก้านดอก ความยาว

ดอก ความกว้างดอก ความยาวก้านช่อดอก จำนวนกลีบประดับ จำนวนใบต่อต้น จำนวนดอกต่อกอ จำนวนต้นต่อกอ และจำนวนหัวพันธุ์หลังจากการเก็บเกี่ยวแล้ว ดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่าการตอบสนองของปทุมมาต่อการผลิตนอกฤดูด้วยเทคโนโลยีการเพิ่มแสงไฟเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ในช่วงเวลา 19.00 - 22.00 น. ได้ผลการเจริญเติบโตที่ดี และควรปรับปรุงการทดสอบเพิ่มเติมในการทดลองครั้งที่ 2 ในส่วนของการเก็บรักษาหัวพันธุ์ พันธุ์ที่เหมาะสม และขนาดกระถางปลูกสำหรับการผลิตเป็นไม้กระถาง

คณะผู้ร่วมวิจัยจาก ศวส.เชียงราย และ ศวพ.แพร่ ได้ดำเนินการเตรียมวัสดุปลูก และหัวพันธุ์ปทุมมาสำหรับการทดสอบนอกฤดู และเก็บรักษาไว้ในห้องควบคุมอุณหภูมิ ที่ 15-20 องศาเซลเซียส ซึ่งเก็บรักษาตั้งแต่ มีนาคม – สิงหาคม วางแผนการทดสอบสำหรับการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของปทุมมาในช่วงการผลิตนอกฤดูในโรงเรือนที่ควบคุมการให้แสงไฟ เปรียบเทียบกับการปลูกลงนอกโรงเรือน

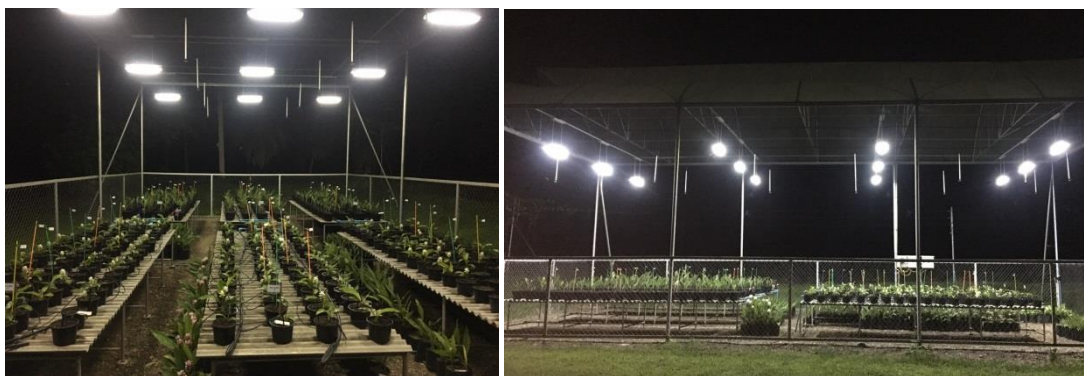
1. เตรียมหัวพันธุ์ปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พั้งค์ (พันธุ์ไม้ตัดดอก) และพันธุ์ลูกผสมเชียงราย พีพี 3 (พันธุ์ไม้กระถาง) ที่ได้ทำการบ่มหัวพันธุ์ในห้องเย็นเรียบร้อยแล้ว
2. นำหัวพันธุ์ลงปลูก โดยพันธุ์ปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พั้งค์ ใช้กระถางขนาด 8 นิ้ว และพันธุ์ลูกผสมเชียงราย พีพี 3 ใช้กระถางขนาด 6 นิ้ว ปลูกในวัสดุปลูก แกลบดิบ: ขี้เถ้าแกลบ: ทราฮาย อัตราส่วน 1:1:1 ผสมกับปุ๋ยคอกและปูนขาว ที่หมักกองไว้กลางแดด พรมน้ำ นาน 30 วัน เพื่ออบฆ่าเชื้อเรียบร้อยแล้ว
3. นำมาเก็บรักษาในโรงเรือนปลูกปทุมมานอกฤดูที่มีการควบคุมความชื้น
4. ดูแลรักษารอกการเจริญเติบโต โดยให้น้ำทุกวันๆ ละ 5 นาที โดยใช้ระบบน้ำหยด
5. ให้สารละลายธาตุอาหารครั้งแรกเมื่อหน่อปทุมมาเริ่มงอก
6. เริ่มให้ไฟเมื่อใบปทุมมาคู่แรกกาง โดยเพิ่มไฟวันละ 3 ชั่วโมงต่อวัน



รูปที่ 15 เปรียบเทียบการปลูกในและนอกโรงเรือน ปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พั้งค์



รูปที่ 16 เปรียบเทียบการปลูกในและนอกโรงเรือน ปทุมมาพันธุ์เชียงราย พีพี 3



รูปที่ 17 การเปิดไฟเพิ่มแสงสว่างในโรงเรือนช่วงเวลา 19.00 – 22.00 น. สำหรับการผลิตนอกฤดู



รูปที่ 18 การทดสอบปลูกปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ กับพันธุ์เชียงรายพีพี 3 ในโรงเรือนทดลอง



รูปที่ 19 ต้นปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พืงค์ในโรงเรือนและนอกโรงเรือน อายุ 90 วันหลังจากลงปลูก



รูปที่ 20 ต้นปทุมมาพันธุ์เชียงราย พีพี 3 ในโรงเรือนและนอกโรงเรือน อายุ 90 วันหลังจากลงปลูก

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบการผลิตปทุมมานอกฤดู พันธุ์เชียงใหม่พืงค์

การเจริญเติบโต	ค่าเฉลี่ย		t critical		t stat
	ในโรงเรือน	นอกโรงเรือน	ในโรงเรือน	นอกโรงเรือน	
จำนวนวันที่ออก (วัน)	20.37	33.50	1.83 *	2.26 *	3.74
จำนวนต้นต่อกอ (ต้น)	3.12	2.50	1.83 ns	2.26 ns	1.71
จำนวนใบต่อต้น (ใบ)	5.08	6.00	1.83 *	2.26 *	2.63

ความยาวก้านดอก (ซม.)	42.21	35.00	1.83 *	2.26 *	5.65
ความยาวดอก (ซม.)	15.72	11.25	1.83 *	2.26 *	5.99
ความกว้างดอก (ซม.)	8.40	6.25	1.83 *	2.26 *	6.85
จำนวนกลีบประดับชมพู (กลีบ)	11.40	7.90	1.83 *	2.26 *	6.17
จำนวนกลีบประดับเขียว (กลีบ)	7.54	7.20	1.83 ns	2.26 ns	1.75
วันแทงดอก (วัน)	76.12	94.30	1.83 *	2.26 *	8.05
วันดอกจริงบาน (วัน)	81.74	104.00	1.83 *	2.26 *	8.02
จำนวนดอก (ดอก)	1.88	1.00	1.83 *	2.26 *	14.99

หมายเหตุ : จำนวนต้น/กอ และ จำนวนใบ/ต้น เมื่อมีอายุประมาณ 84 -91 วัน

จากตารางที่ 2 เก็บข้อมูลบันทึกผลการผลิตและการเจริญเติบโตของปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ ได้แก่ จำนวนวันแทงดอก จำนวนต้นต่อกอ จำนวนใบต่อต้น ความยาวก้านดอก ความยาวดอก ความกว้างดอก จำนวนกลีบประดับชมพู จำนวนกลีบประดับเขียว วันแทงดอก วันดอกจริงบาน และจำนวนดอก เปรียบเทียบการผลิตในโรงเรือน และนอกโรงเรือน ในช่วงนอกฤดู (สิงหาคม 2561-มกราคม 2562) พบว่า การปลูกปทุมมาในและนอกโรงเรือน จำนวนต้นต่อกอ และจำนวนกลีบประดับเขียว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 อย่างไรก็ตาม การเจริญเติบโตปทุมมาในโรงเรือนจะมีค่าสูงกว่า ได้แก่ ความยาวก้านดอก (42.21:35.00) ความยาวดอก (15.72:11.25) ความกว้างดอก (8.40:6.25) จำนวนกลีบประดับชมพู (11.40:7.90) และจำนวนดอก (1.88:1.00) ที่มีค่าเฉลี่ยในโรงเรือนสูงกว่าการผลิตปทุมมานอกโรงเรือน (ตารางที่ 2) ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05



รูปที่ 21 ปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบการผลิตปทุมมานอกฤดู พันธุ์ลูกผสมเชียงราย พีพี 3

การเจริญเติบโต	ค่าเฉลี่ย		t critical		t stat
	ในโรงเรือน	นอกโรงเรือน	ในโรงเรือน	นอกโรงเรือน	
จำนวนวันที่ออก (วัน)	15.5	26.36	1.833*	2.262*	2.58
จำนวนต้นต่อกอ (ต้น)	3.67	2.30	1.83 *	2.26 *	8.33
จำนวนใบต่อต้น (ใบ)	3.08	5.20	1.83 *	2.26 *	5.13
ความยาวก้านดอก (ซม.)	6.50	6.80	1.83 ns	2.26 ns	0.36
ความยาวดอก (ซม.)	5.98	5.16	1.83 *	2.26 *	2.93
ความกว้างดอก (ซม.)	4.38	3.90	1.83 *	2.26 *	4.09
จำนวนกลีบประดับชมพู (กลีบ)	6.73	5.80	1.83 *	2.26 *	3.40
จำนวนกลีบประดับเขียว (กลีบ)	13.30	12.20	1.83 ns	2.26 ns	1.08
วันแทงดอก (วัน)	52.10	90.70	1.83 *	2.26 *	9.26
วันดอกจริงบาน (วัน)	59.10	93.40	1.83 *	2.26 *	8.82
จำนวนดอก (ดอก)	2.90	1.00	1.83 *	2.26 *	35.83

หมายเหตุ : จำนวนต้น/กอ และ จำนวนใบ/ต้น เมื่อมีอายุประมาณ 84 -91 วัน

จากตารางที่ 3 เก็บข้อมูลบันทึกผลการผลิตและการเจริญเติบโตของปทุมมาพันธุ์เชียงราย พีพี 3 ได้แก่ จำนวนวันที่ออก จำนวนต้นต่อกอ จำนวนใบต่อต้น ความยาวก้านดอก ความยาวดอก ความกว้างดอก จำนวนกลีบประดับชมพู จำนวนกลีบประดับเขียว วันแทงดอก วันดอกจริงบาน และจำนวนดอก เปรียบเทียบการผลิตในโรงเรือน และนอกโรงเรือน ในช่วงนอกฤดูปกติ (สิงหาคม 2561 - มกราคม 2562) พบว่า การปลูกปทุมมาในและนอกโรงเรือน ความยาวก้านดอก และจำนวนกลีบประดับเขียว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 อย่างไรก็ตามการเจริญเติบโตปทุมมาในโรงเรือนจะมีค่าสูงกว่า ได้แก่ จำนวนต้นต่อกอ (3.67:2.30) ความยาวดอก (5.98:5.16) ความกว้างดอก (4.38:3.90) จำนวนกลีบประดับชมพู (6.73:5.80) และจำนวนดอก (2.90:1.0) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยในโรงเรือนสูงกว่าการผลิตปทุมมานอกโรงเรือน (ตารางที่ 3) โดยมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05



รูปที่ 22 ปทุมมาพันธุ์เชียงราย พิพี 3

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

โรงเรือนสำหรับผลิตปทุมมานอกฤดูมีขนาดกว้าง 6 เมตร ยาว 12 เมตร สูง 4.5 เมตร โครงสร้างหลักทำจากเหล็ก หลังคาแบบ ก.ไก่ มุงพลาสติกป้องกันยูวี 200 ไมครอน ติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่างด้วยหลอดไฟฟลูออโรสเซนต์ขนาด 18 วัตต์ ติดตั้งที่ระดับความสูงจากพื้นโรงเรือน 3.9 เมตร ระยะห่างหลอดไฟ 2.9 เมตร ตามแนวยาวของโรงเรือน และ 2.2 เมตร ตามแนวฉากของโรงเรือน เพื่อให้ได้ความสว่างของแสงไฟในโรงเรือน 60 ลักซ์ ที่ระดับความสูงโต๊ะปลูก 0.6 เมตร กำหนดให้แสงไฟวันละ 3 ชั่วโมง หลังจากปทุมมาแทงดอกแรก ควบคุมการให้น้ำด้วยระบบน้ำหยดแบบอัตโนมัติ โดยให้ 3 ครั้งต่อวัน ครั้งละ 5 นาที

การปลูกปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พันธุ์ใหม่พันธุ์นี้มีลักษณะการเจริญเติบโตของปทุมมาที่ปลูกในโรงเรือนมีค่าสูงกว่า โดยเฉพาะมีจำนวนดอกเฉลี่ย 1.88 ดอก ซึ่งมีค่าสูงกว่าการปลูกภายนอกโรงเรือนที่มีจำนวนดอกเฉลี่ยเพียงแค่ 1.00 ดอก โดยมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 และปทุมมาพันธุ์เชียงราย พิพี 3 มีลักษณะการเจริญเติบโตของปทุมมาที่ปลูกในโรงเรือนมีค่าสูงกว่า โดยเฉพาะมีจำนวนดอกเฉลี่ย 2.90 ดอก ซึ่งมีค่าสูงกว่าการปลูกภายนอกโรงเรือนที่มีจำนวนดอกเฉลี่ยเพียงแค่ 1.00 ดอก โดยมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

- 1) ได้โรงเรือนผลิตปทุมมาต้นแบบและแบบมาตรฐานในการก่อสร้างที่มีต้นทุนต่ำกว่าการนำเข้าจากต่างประเทศ และแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีโรงเรือนผลิตไม้ดอกสำหรับประเทศไทย
- 2) ผู้ประกอบการหรือบริษัทผู้ผลิตโรงเรือนสามารถนำต้นแบบโรงเรือน และเทคโนโลยีต่างๆ ไปสู่ระบบการผลิตเชิงพาณิชย์

3) เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต ได้ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่สูง ประหยัดค่าแรงงานและเวลา สามารถจัดการระบบการผลิตปทุมมาได้ตลอดทั้งปี

4) สามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีและความรู้ในการปลูกปทุมมานอกฤดูเพื่อส่งออก สำหรับการปลูกในระบบโรงเรือน แก่เกษตรกรรายย่อยและกลุ่มเกษตรกร

5) เป็นประโยชน์ต่อประชากรกลุ่มเป้าหมาย เกษตรกรที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีสามารถนำไปประกอบอาชีพการผลิตไม้ดอกเพื่อการส่งออกได้ต่อไป

11. คำขอบคุณ (ถ้ามี)

ขอขอบคุณทีมนักวิจัย ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ที่ร่วมดำเนินการจัดทำโรงเรือน อุปกรณ์ และระบบควบคุมต่างๆ สำหรับการทดลองปลูกปทุมมานอกฤดู และศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร ที่ให้การสนับสนุนข้อมูลด้านวิชาการสำหรับปทุมมา และสถานที่ดำเนินงานทดสอบในครั้งนี้ ขอขอบคุณทีมงานทุกท่านที่มีส่วนช่วยให้งานวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย

12. เอกสารอ้างอิง

- ไกรเลิศ ทวีกุล และคณะ. 2548. โครงการศึกษาสถานภาพของการใช้โรงเรือนสำหรับผลิตพืชสวนในสภาพควบคุมเพื่อการค้าในประเทศไทย. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เสนอต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย (สกว.).
- จิราพร เทียงเจริญ. 2544. การศึกษาแนวทางการผลิตปทุมมาเป็นไม้กระถางตลอดปี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- ทิพวัลย์ สุขุมลันนท์. 2550. ปทุมมานอกฤดู เมื่อไหร่ดอกไม้จะบาน. ใน เคหการเกษตร 31(5) :158-164.
- พระรดี บุญตูป. 2542. ผลของการพรางแสง ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต และระยะปลูกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของปทุมมา. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2543. การวัดปริมาณแสง อุณหภูมิ และความชื้นในเรือนเพาะชำ. KURDI Newsletter. 4 (2).
- เยาวลักษณ์ แลงลัน. 2545. การผลิตดอกปทุมมาก่อนและหลังฤดูเป็นการค้า. สืบค้นจาก <http://www.doa.go.th>
- นิรนาม. ปทุมมา. 2550. สืบค้นจาก <http://www.doae.go.th/plant/patumma.htm>
- วุฒิพล จันท์สระคู สรวุฒิ ปานทน นาวิ จิระชีวี รมรงค์ คนชม และสนอง อมฤกษ์. 2554. การพัฒนาโรงเรือนต้นแบบสำหรับการผลิตปทุมมานอกฤดู. รายงานวิจัยสิ้นสุดปี 2553 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

- วุฒิพล จันท์สระคู สราวุฒิ ปานทน นาวิ จิระชีวี สนอง อมฤกษ์ ศักดิ์ชัย อาษาวิง ประยูร จันทองอ่อน
 ธนกฤต โยธาฑูล และรณรงค์ คนชม. 2558. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรม
 เกษตรแห่งประเทศไทยระดับชาติ ครั้งที่ 16 ประจำปี 2558 และระดับนานาชาติ ครั้งที่ 8. วันที่ 17-
 18 มีนาคม 2558 กรุงเทพฯ : หน้า 433-438.
- สุนทร พูนพิพัฒน์. 2529. โรงเรือนปลูกพืชสำหรับพื้นที่เขตร้อน. โลกเกษตร 6(30) : 91-96.
- สุรเวทย์ กฤษณะเศรษฐี. 2542. Agritech'99 ณ ประเทศอิสราเอล. สืบค้นจาก
<http://www.doa.go.th/Aedweb/Agritech'99.htm>.
- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 2550. การผลิตปทุมมานอกฤดู. สืบค้นจาก
<http://www.flora.nrct.net/htm/patumma.htm>.
- ASAE . 2002. Heating Ventilating and Cooling Greenhouse. ASAE STANDARD , ANS/ASAE
 EP406.3 MAR98. 703-710.
- Chu,Y. and M.Huang. 1991. Floriculture under protective covers in Taiwan, pp.14-1 -14-20.
 In International Seminar on cultivation under simple (Plastic/Greenhouse)
 Constructions in The Tropics and Subtropics. Taiwan Agricultural Research Institute,
 Wufeng, Taichung, Taiwan. Nov. 5-6 . 1991.
- Ismail, M.R. 1991. Plant microclimatic changes under rain shelter cultivation, pp. 3-1 – 3-
 15. In International Seminar on cultivation under simple (Plastic/Greenhouse)
 Constructions in The Tropics and Subtropics. Taiwan Agricultural Research Institute,
 Wufeng, Taichung, Taiwan. Nov. 5-6 . 1991.