TETA-04

อิทธิพลของชนิดหลอดไฟ ความเข้มของแสง ที่มีต่อการผลิตนอกฤดูของปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ในโรงเรือนทดลองต้นแบบ

วุฒิพล จันทร์สระคู[1] สราวุฒิ ปานทน[2] นาวี จิระชีวี[2] สนอง อมฤกษ์[3] ศักดิ์ชัย อาษาวัง[1]
ประยูร จันทองอ่อน[1] ธนกฤต โยธาทูล[1] และ รณรงค์ คนชม[4]

[1]ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร
320 หมู่ที่ 12 ถ.มะลิวัลย์ ตำบลบ้านทุ่ม อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000
[2]สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร 50 ถนนพหลโยธิน ลาดยาว จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
[3]ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร
235 หมู่ 3 ตำบลแม่เหียะ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50000
[4]ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 กรมวิชาการเกษตร
ตำบลวังหงษ์ อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ 54000

ผู้เขียนติดต่อ: วุฒิพล จันทร์สระคู E-mail: wuttiphol@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาปัจจัยสภาพแวดล้อมของแสง ในการผลิตปทุมมานอกฤดูในระบบโรงเรือน ด้วยการควบคุมแสงเพื่อทดแทนสภาพวันยาว สำหรับชักนำและกระตุ้นให้มีการออกดอกนอกฤดู ปัจจัยที่ศึกษาประกอบไปด้วย ชนิดของหลอดไฟ 2 ชนิด (Incandescent และ Fluorescent) และความเข้มของแสง 3 ระดับ (20 60 และ 100 Lux) วางแผนการทดลองแบบ CRD โดยมีการปลูกนอกโรงเรือนโดยไม่ให้แสงเพิ่มเป็นตัวเปรียบเทียบ ผลการทดลองพบว่า ชนิดของหลอดไฟ และระดับความเข้มของแสงมีอิทธิพลต่อจำนวนการออกดอกของปทุมมาอย่างมีนัยสำคัญ การปลูกโดยใช้Fluorescentที่ระดับความเข้มของแสง 60 Lux มีจำนวนดอกสูงสุดเฉลี่ย 1.99 ดอกต่อถุง และมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่ำเพียง 50 kw.h/crop หรือคิดเป็นค่าใช้จ่ายประมาณ 250 บาท/crop ในขณะที่การปลูกนอกโรงเรือนโดยไม่มีแสงสว่างจากหลอดไฟมีการออกดอกน้อยที่สุดเพียง 0.33 ดอกต่อถุง สำหรับการผลิตปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ในโรงเรือนทดลอง

คำสำคัญ: โรงเรือน ปทุมมา นอกฤดู

1. บทนำ

ปทุมมาเป็นไม้ดอกพื้นเมืองของไทยที่กำลังได้รับความนิยมอยู่ในตลาดต่างประเทศ มีแนวโน้มความต้องการเพิ่มขึ้นทุกปี แหล่งผลิตปทุมมาที่สำคัญอยู่ในภาคเหนือ มีมูลค่าการส่งออกประมาณ 30 ล้านบาทต่อปี ปทุมมาเริ่มเป็นที่รู้จักกันมากขึ้นในฐานะไม้ดอกเมืองร้อนที่มีศักยภาพการส่งออกสู่ตลาดโลกได้ ขณะเดียวกันในประเทศเองก็เริ่มเป็นที่รู้จัก และนำไปใช้ประโยชน์กันมากขึ้นทั้งในลักษณะของไม้ดอก ไม้กระถาง และไม้ประดับแปลง ปัจจุบันหน่วยงานภาครัฐเริ่มเข้ามามีบทบาทในการดำเนินงานปรับปรุงคุณภาพ และพัฒนาการผลิตปทุมมา เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตและการส่งออก การผลิตดอกปทุมมาก่อนและหลังฤดูกาล หรือการผลิตปทุมมานอกฤดู ก็เป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มศักยภาพการผลิต และสามารถผลิตปทุมมาตัดดอกเพื่อการส่งออกได้ตลอดทั้งปี เดิมทีนั้นปทุมมาสามารถผลิตได้เพียงปีละครั้งฤดูกาลปกติเริ่มปลูกในช่วงเดือนเมษายน–พฤษภาคม และออกดอกให้ผลผลิตในช่วงเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม ทั้งนี้การผลิตปทุมมานอกฤดูจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้เทคโนโลยีการผลิตที่ถูกต้องเหมาะสม การควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือนที่เหมาะสมสำหรับการผลิตปทุมมานั้นจะช่วยเพิ่มศักยภาพการผลิตปทุมมานอกฤดูได้คุณภาพมาตรฐาน [2] อย่างไรก็ตามการออกแบบโรงเรือนต้องคำนึงถึงอุณหภูมิในพื้นที่ที่จะตั้งโรงเรือน ความชื้นสัมพัทธ์ ฝน ลม และพืชที่จะปลูก การพัฒนาเทคโนโลยีโรงเรือนสำหรับการผลิตพืชสวนโดยเฉพาะปทุมมาเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตให้สามารถผลิตได้ตลอดปี จำเป็นต้องมีการวิจัยพัฒนา และทดสอบเทคโนโลยีการควบคุมสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่เหมาะสม โดย

TSAE

การใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่ในประเทศไทย จะสามารถพัฒนารูปแบบของโรงเรือนที่เหมาะสมต่อการผลิตไม้ดอกไม้ประดับแต่ละชนิดและพื้นที่ต่างๆได้ ตลอดจนการวิเคราะห์ถึงปัจจัยการผลิตต่างๆ เพื่อความเหมาะสมต่อการลงทุนของเกษตรกรได้ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาปัจจัยสภาพแวดล้อมของแสง ในการผลิตปทุมมานอกฤดูในระบบโรงเรือนด้วยการควบคุมแสงเพื่อทดแทนสภาพวันยาว สำหรับชักนำและกระตุ้นให้มีการออกดอกนอกฤดู

2. วิธีการดำเนินงาน

1. ออกแบบโรงเรือนขนาด 12 x 24 x 4 เมตร มุงหลังคาด้วยพลาสติกป้องกันแสงยูวี โครงสร้างโรงเรือนทั้งหมดทำจากเหล็ก ใช้หลักการระบายอากาศแบบธรรมชาติ คำนวณโครงสร้างด้วยโปรแกรม SUTStructor

2. ออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในโรงเรือน เพื่อการศึกษาและทดสอบการเพิ่มแสงสว่างในตอนกลางคืนสำหรับการกระตุ้นการออกดอกนอกฤดู โดยออกแบบและติดตั้งหลอดไฟ 2 ชนิด คือ แบบIncandescent และ Fluorescent ซึ่งออกแบบด้วยโปรแกรม Dualux เพื่อให้ได้จำนวนหลอดไฟ ระยะห่างของแต่ละหลอด ความสูงจากระดับโต๊ะปลูก ที่สามารถกำหนดให้เกิดความเข้มของแสงสว่างสำหรับการใช้ทดสอบ 3 ระดับ คือ 20 60 และ 100 Lux มีระบบควบคุมเวลาการให้แสงสว่างด้วยระบบอัตโนมัติ พร้อมด้วยมิเตอร์วัดปริมาณการใช้ไฟฟ้าในแต่ละกรรมวิธี

รูปที่ 1 การติดตั้งหลอด Incandescent และ Fluorescent พร้อมชุดควบคุมแบบอัตโนมัติ

3. ออกแบบระบบให้น้ำในอากาศ เพื่อช่วยลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนด้วยวิธีการพ่นหมอก ติดตั้งจำนวน 48 หัว โดย 1 หัวต่อพื้นที่ 50-100 ตารางฟุต [4] เลือกใช้ระบบการตั้งเวลาควบคุมการปิด เปิดแบบอัตโนมัติในช่วงเวลาที่ต้องการ

4. ทดสอบประสิทธิภาพและระบบควบคุมปริมาณการให้น้ำแบบหยด การลดอุณหภูมิในโรงเรือนด้วยระบบพ่นหมอก และการควบคุมปริมาณความเข้มของแสงสว่างด้วยหลอดไฟ

5. ทดสอบการปลูกปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ ในโรงเรือน โดยวางแผนการทดลองทางสถิติแบบ CRD 7 กรรมวิธีๆ ละ 3 ซ้ำ ได้แก่ ชนิดหลอดไฟ 2 ชนิด คือ Incandescent และ Fluorescent ที่ระดับความสว่างของแสงไฟ 3 ระดับ คือ 20 60 และ 100 Lux และควบคุมการให้แสงสว่างคั่นในตอนกลางคืนวันละ 2 ชั่วโมง [5] ยกเว้นกรรมวิธีที่ 7 แบบไม่ให้แสงสว่างคั่นในตอนกลางคืน

6. เก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนช่วงใน และนอกฤดูการผลิตปทุมมา โดยใช้เครื่องมือวัดต่างๆ เช่น เครื่องวัดความสว่างของแสง (Light meter รุ่น DIGICON LX-70) เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์แบบมือถือ (Humidity Temp. Meter รุ่น DIGICON HT 775-232) และเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์แบบอัตโนมัติ (Watch Dog Data Logger Model 450) เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิต โดยเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตทุกสัปดาห์ วัดจำนวนดอกต่อต้น จำนวนต้นต่อถุง ความยาวก้านดอก ความยาวดอก วิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลองโดยใช้หลักทางสถิติ บันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ค่าความสว่างต่างๆ ของหลอดทั้ง 2 ชนิด และปริมาณน้ำที่ใช้ตลอดระยะเวลาปลูก

7. วิเคราะห์ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการลงทุนโครงการฯ ในรูปของมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราส่วนผลตอบแทนต่อค่าใช้จ่าย (B/C cost ratio) อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) และระยะเวลาคืนทุน (PB)

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

โรงเรือนสำหรับการผลิตปทุมมานอกฤดู เลือกแบบหลังคาโค้งแบบเหลื่อมสองหลังติดกันหรือโรงเรือนแฝด (Twin-span greenhouse) มีระบบรางน้ำฝนบริเวณรอยต่อระหว่างโรงเรือน โดยมีช่องระบายอากาศด้านบนส่วนโค้งหลังคา โดยใช้หลักการระบายอากาศแบบธรรมชาติ เพื่อลดต้นทุนการใช้พลังงานจากวิธีการระบายอากาศทางกล (Mechanical ventilation) เช่น การใช้พัดลมดูดอากาศ หรือการระเหยน้ำ (Evaporative cooling system) โดยพิจารณาการระบายแบบธรรมชาติ (Natural Ventilation) โดยให้อากาศร้อนบางส่วนออกทางด้านบนของหลังคา (Ridge Vent) ซึ่งใช้ช่องระบายอากาศประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่โรงเรือนเพื่อประสิทธิภาพการระบายอากาศที่เหมาะสม [6] มุงหลังคาด้วยพลาสติกแบบป้องกันแสงยูวี ความหนา 150 ไมครอน และที่ปีกด้านข้างป้องกันฝนสาดโดยรอบ มีตาข่ายลวดเหล็กยึดโดยรอบโรงเรือน ออกแบบและสร้างโรงเรือนต้นแบบ ความกว้าง 6 เมตร สองหลังติดกันมีรางระบายน้ำฝนกว้าง 30 เซนติเมตร โดยมีท่อพีวีซีเป็นท่อระบายน้ำฝนทิ้งลงล่าง โรงเรือนมีความกว้างรวม 12 เมตร

ความยาว 24 เมตร และความสูงจากพื้นถึงคานบน 4 เมตร และจากคานบนถึงส่วนโค้งสุดของหลังคาแบบเหลื่อม 1.50 เมตร โดยมีช่องระบายอากาศด้านบนหลังคากว้าง 0.60 เมตร เพื่อการระบายอากาศร้อนที่ลอยขึ้นสู่ด้านบน ออกแบบกันสาดมุงพลาสติกทำมุมเอียง 45 องศา ยื่นห่างจากขอบโรงเรือน 0.80 เมตร โดยรอบโรงเรือน

รูปที่ 2 โรงเรือนทดสอบการผลิตปทุมมานอกฤดู

ผลของความเข้มของแสงต่อการผลิตปทุมมานอกฤดู

การออกแบบระบบการให้แสงสว่างภายในโรงเรือนต้นแบบโดยการแบ่งโซนการให้แสงเป็น 6 โซน ออกแบบและติดตั้งระบบควบคุมไฟฟ้าให้สามารถปรับความสว่างแสงได้ตามต้องการ โดยการใช้หลอดไฟ 2 ชนิด คือ Incandescent และ Fluorescent ควบคุมความสว่างของแสงแต่ละชนิด 3 ระดับ เหนือยอดพืช ได้แก่ 20 60 และ 100 Lux ผลการทดสอบความสว่างของแสงจากหลอดไฟที่ทำการวัดและทดสอบการใช้งานในตอนกลางคืน พบว่า ค่าเฉลี่ยของความสว่างแสงในแต่ละกรรมวิธีมีค่าใกล้เคียงกับการออกแบบ และสามารถควบคุมการให้ปริมาณความสว่างของแสง และช่วงเวลาที่ให้แสงต่อการผลิตปทุมมาตลอดช่วงระยะเวลาปลูกได้ตรงตามที่ต้องการ [5] รายงานว่าในสภาพอุณหภูมิต่ำช่วงฤดูหนาวของประเทศไทย เพื่อเพิ่มความยาววันด้วยการเพิ่มแสงไฟคั่นช่วงกลางคืนนาน 2 ชั่วโมง สามารถกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาคุณภาพของดอกได้

3.1 ผลการออกแบบระบบให้น้ำในโรงเรือนผลิตปทุมมา

ผลการออกแบบระบบให้น้ำในโรงเรือนสำหรับการผลิตปทุมมานอกฤดู กำหนดวิธีการควบคุมการให้น้ำด้วยระบบน้ำหยดแบบอัตโนมัติ เพื่อทำการทดสอบการผลิตปทุมมานอกฤดู เริ่มให้น้ำแบบหยดในถุงปลูกแต่ละถุง โดยให้ 4 ครั้งต่อวัน ครั้งละ 5 นาที ในช่วงเวลา 9:00 11:00 13:00 และ 15:00 น. ในกรรมวิธีที่ทำการทดลอง คิดเป็นการให้น้ำประมาณ 0.67 ลิตร/ต้น/วัน

3.2 ระบบเสริมช่วยการลดอุณหภูมิในโรงเรือน

พิจารณาระบบเสริมช่วยการลดอุณหภูมินอกเหนือจากการระบายอากาศธรรมชาติ ด้วยการติดระบบพ่นหมอกเป็นวิธีการลดอุณหภูมิในโรงเรือนอีกวิธีหนึ่งที่สามารถช่วยลดอุณหภูมิได้เป็นอย่างดี [3] การทดสอบวิธีการลดอุณหภูมิในโรงเรือนด้วยระบบพ่นหมอกที่ทำการออกแบบและติดตั้งไว้ โดยตั้งเวลาพ่นหมอก วันละ 3 ครั้งๆ ละ 5 นาที ในช่วงเวลา 10:00 12:00 และ 14:00 น. พบว่า สามารถลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนได้ 5-10 องศาเซลเซียส ทั้งนี้การเปิดให้น้ำแบบพ่นหมอกสามารถควบคุมบรรยากาศให้คงสรูปที่เหมาะสมได้ประมาณ 25-30 นาที

ตารางที่ 1 ปริมาณการใช้น้ำต่อ 1 ฤดูปลูก

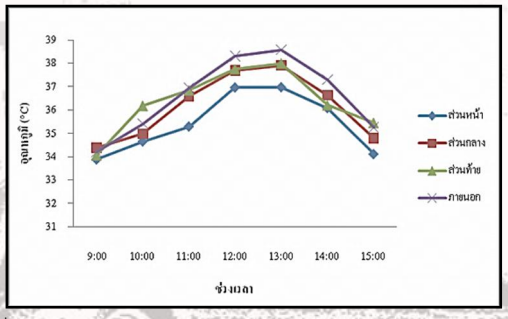
Type	Meter (cu.m./crop)	expenses (Bath)
1. Drip	95.62	1,625.47
2. Fogger	29.88	507.96

* ปริมาณการใช้น้ำตั้งแต่เริ่มปลูกจนตัดดอก

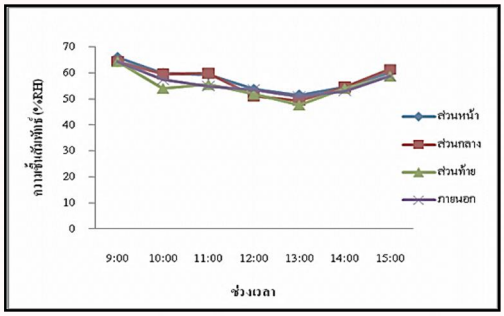
3.3 ผลการศึกษาสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน

การเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมภายในและนอกโรงเรือน ดำเนินการวัดและบันทึกข้อมูลในช่วงวันที่ท้องฟ้าโปร่ง และเป็นช่วงฤดูที่ทำการปลูกปทุมมาทดสอบ โดยใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (Humidity Temp Meter Data logger รุ่น DIGICON HT 775-232) และเครื่องมือวัดความเข้มของแสง (Light Meter รุ่น DIGICON LX-70)

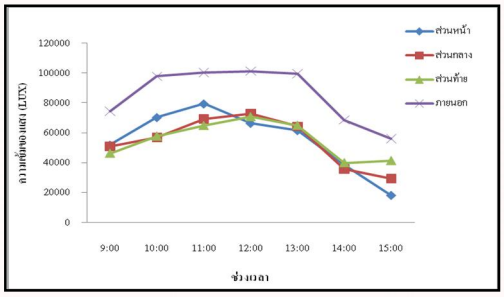
ผลการวัดสภาพแวดล้อมใน และนอกโรงเรือนต้นแบบ โดยการทดสอบเครื่องมือวัด พบว่า อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ที่ระดับความสูง 2 เมตร จากพื้นโรงเรือน ที่ด้านในโรงเรือนต้นแบบ และนอกโรงเรือน มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจากภายในโรงเรือนมีการระบายอากาศที่ค่อนข้างดี แต่ความเข้มของแสงภายในและภายนอกโรงเรือนจะมีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก



รูปที่ 3 อุณหภูมิภายใน - นอกโรงเรือน



รูปที่ 4 ความชื้นสัมพัทธ์ภายใน - นอกโรงเรือน



รูปที่ 5 ความเข้มของแสงภายใน - นอกโรงเรือน

3.4 ผลการศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของปทุมมา

ผลการศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของปทุมมาภายใต้โรงเรือนต้นแบบ จากการเก็บข้อมูลผลผลิตจำนวนดอก และจำนวนต้นต่อถุง พบว่า ให้ผลการเจริญเติบโตและผลผลิตไปในทิศทางเดียวกัน คือ การให้แสงเพิ่มช่วยทำให้จำนวนดอก และจำนวนต้นต่อถุงเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ระดับความสว่างของแสงจากหลอด Fluorescent ไม่ทำให้จำนวนดอกต่อถุง และจำนวนต้นต่อถุงต่างกัน ขณะที่ระดับความสว่างของแสงจากหลอด Incandescent ทำให้จำนวนดอกต่อถุง และจำนวนต้นต่อถุงต่างกัน คือ ที่ระดับความเข้มของแสง 100 Lux มีจำนวนดอกเฉลี่ย 2.39 ดอกต่อถุง และจำนวนต้นเฉลี่ย 4.42 ต้นต่อถุง ซึ่งมากกว่ากรรมวิธีการปลูกในสภาพธรรมชาติ ที่มีจำนวนดอกเฉลี่ย 0.33 ดอกต่อถุง และจำนวนต้นเฉลี่ย 1.35 ต้นต่อถุง (ตารางที่ 2) สอดคล้องกับ [1] รายงานว่า การให้แสงไฟคั่นช่วงกลางคืนแก่ปทุมมาแบบต่อเนื่องนาน 2 ชั่วโมง และแบบสลับเปรียบเทียบกับการปลูกในสภาพธรรมชาติ พบว่า ความยาวก้านดอก ความยาวช่อดอก จำนวนกลีบประดับสีชมพูมีค่าเฉลี่ยมากกว่ากรรมวิธีที่ปลูกในสภาพธรรมชาติ เมื่อเปรียบเทียบจำนวนดอกต่อถุง และจำนวนต้นต่อถุง ของปทุมมาที่ให้แสงสว่างด้วยหลอด Fluorescent จะพบว่า ไม่แตกต่างจากการให้แสงด้วยหลอด Incandescent ที่ระดับความเข้มของแสง 100 Lux แต่หลอด Fluorescent จะใช้พลังงานไฟฟ้าเพียง 10–85% เท่านั้น

รูปที่ 6 ปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิ้งค์

ตารางที่ 2 จำนวนดอกเฉลี่ยต่อถุง และจำนวนต้นเฉลี่ยต่อถุง ของปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์

Additional light	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.Control	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 3 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของหลอดไฟทั้ง 2 ชนิด ที่ระดับความเข้มของแสงต่างกัน

Treatment	Type	Meter (kw.h/crop)
1. Fncandescent 20 lux	60 watt	74.90
2. Fncandescent 60 lux	100 watt	127.20
3. Fncandescent 100 lux	100 watt	184.00
4. Fluorescent 20 lux	18 watt	19.30
5. Fluorescent 60 lux	18 watt	50.00
6. Fluorescent 100 lux	2x18 watt	72.10
7. Control	-	-

หมายเหตุ : เปิดไฟคั่นช่วงกลางคืนวันละ 2 ชั่วโมง เป็นเวลา 35 วัน

3.5 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการลงทุนโครงการฯ

ในรูปของมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราส่วนผลตอบแทนต่อค่าใช้จ่าย (B/C cost ratio) อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) และระยะเวลาคืนทุน (PB) เนื่องจากการผลิตปทุมมานอกฤดูมีการลงทุนค่อนข้างสูง โดยมีเงินลงทุนดำเนินงานทั้งค่าใช้จ่ายคงที่ ได้แก่ ค่าโครงสร้างโรงเรือน ระบบให้น้ำ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง วัสดุมุงหลังคาพลาสติก และค่าติดตั้ง รวมค่าใช้จ่ายในการลงทุน 341,419 บาท ส่วนค่าใช้จ่ายดำเนินงานหรือค่าใช้จ่ายผันแปร เช่น ค่า

TSAE

เช่าที่ดิน ค่าวัสดุปลูก หัวพันธุ์ ค่าน้ำ-ไฟ ค่าแรงงาน ฯลฯ สำหรับการดำเนินการในปีแรกคิดเป็นเงิน 104,246 บาท ซึ่งงบค่าใช้จ่ายผันแปรจะเพิ่มสูงขึ้นในปีที่จะต้องทำการเปลี่ยนวัสดุที่หมดอายุใช้งาน เช่น ทุก 3 ปี จะต้องเปลี่ยนวัสดุพลาสติกมุงหลังคา เป็นต้น ซึ่งจะมีค่าใช้จ่ายผันแปรเพิ่มเป็นปีละ 130,746 บาท

ภายใต้ข้อมูลและเงื่อนไขดังกล่าวสามารถคำนวณกระแสเงินสดรับ-จ่าย (Cash Flows) ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการลงทุนตลอดจนการวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) ของผลตอบแทนเนื่องจากราคาขายของผลผลิตและจำนวนโรงเรือนที่ลงทุนสรุปได้ดังตารางที่ 4 แสดงผลสรุปของการวิเคราะห์ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการลงทุน จากค่า NPV B/C Ratio และ IRR พบว่ามีความเหมาะสมในการลงทุน ถ้าพิจารณาราคาขายดอกในช่วงนอกฤดูดอกละ 6 8 และ 10 บาท จะมีจุดคุ้มทุนที่ 6.5 3.1 และ 2.0 ปี ตามลำดับ สำหรับการดำเนินการ 1 โรงเรือน ซึ่งสามารถผลิตปทุมมานอกฤดูได้ 2 ช่วงปลูกต่อปี (ก่อนและหลังฤดูปกติ) อย่างไรก็ตามการผลิตปทุมมายังสามารถเพิ่มชิ่งทางการจำหน่ายได้อีก เช่น การจำหน่ายในรูปแบบของกระถางซึ่งมีราคาประมาณ 20-30 บาทต่อกระถาง หรือการจำหน่ายในรูปของหัวพันธุ์ 3-5 บาทต่อหัว ซึ่งเกษตรกรผู้ปลูกปทุมมาโดยส่วนใหญ่ยังคงนิยมปลูกและจำหน่ายในรูปแบบหัวพันธุ์เพื่อการส่งออกต่างประเทศ เนื่องจากเทคโนโลยีการผลิตปทุมมาตัดดอกนอกฤดูยังไม่เป็นที่แพร่หลาย

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการลงทุนผลิตปทุมมานอกฤดู

จำนวนโรงเรือน	ราคา (บ/ด)	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

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

4. สรุปผลการทดลอง

การให้แสงสว่างคั่นในตอนกลางคืนภายในโรงเรือนต้นแบบสำหรับการผลิตปทุมมานอกฤดูรูปแบบหลังคาโค้งแบบเหลื่อม ปรับระดับความสว่างของแสงได้ตั้งแต่ 20–100 Lux ด้วยหลอดไฟIncandescent และ Fluorescent ผลจากการทดสอบกับปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์พบว่า การเจริญเติบโตในทุกกรรมวิธีวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนผลผลิตดอกพบว่า Incandescent ที่ระดับความเข้มของแสงไฟ 100 Lux มีการออกดอกดีที่สุด (2.39 ดอกต่อถุง) ส่วนการปลูกนอกโรงเรือนโดยไม่มีไฟแสงสว่างมีการออกดอกน้อยที่สุด (0.33 ดอกต่อถุง) แต่อย่างไรก็ตามในการผลิตปทุมมานอกฤดูนั้นจะต้องคำนึงถึงอัตราผลตอบแทนและค่าใช้จ่ายในการลงทุนควบคู่ไปกับผลผลิตที่ได้รับ ซึ่งจากผลการทดสอบด้วยวิธีการให้แสงสว่างจากหลอด Fluorescent ที่ระดับความสว่างของแสง 60 Lux ให้ผลผลิตดอกเฉลี่ย 1.99 ดอกต่อถุง ซึ่งไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับแบบ Incandescent ที่ระดับความเข้มของแสง 100 Lux ที่มีการออกดอก 2.39 ดอกต่อถุง ประกอบกับมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่ำเพียง 50 kw.h/crop หรือคิดเป็นค่าใช้จ่ายประมาณ 250 บาท ซึ่งต่ำกว่าแบบ Incandescent ที่ระดับความเข้มของแสง 100 Lux ที่มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงถึง 184 kw.h/crop หรือคิดเป็นค่าใช้จ่ายประมาณ 920 บาท ต่อรอบการผลิตนอกฤดู และจากการวิเคราะห์ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการลงทุน ถ้าราคาขายดอกในช่วงนอกฤดู ดอกละ 6 บาท จะมีจุดคุ้มทุนที่ 6.5 ปี ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้สรุปผลคำแนะนำในการใช้เทคโนโลยีการให้ไฟฟ้าแสงสว่างคั่นในตอนกลางคืนสำหรับการผลิตปทุมมานอกฤดูในโรงเรือนต้นแบบ โดยใช้หลอดไฟ Fluorescent ขนาด 18 วัตต์ ติดตั้งที่ระดับความสูงจากพื้นโรงเรือน 3.9 เมตร ระยะห่างหลอดไฟ 2.9 เมตร ตามแนวยาวของโรงเรือน และ 2.2 เมตร ตามแนวฉากของโรงเรือน เพื่อที่ให้ได้ความเข้มของแสงในโรงเรือน 60 Lux ที่ระดับความสูงโต๊ะปลูก 0.6 เมตร สำหรับการผลิตปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ให้ได้ผลผลิตดอกในช่วงนอกฤดูได้อย่างเหมาะสม

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 และสถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร ที่ให้การสนับสนุนพันธุ์ปทุมมา และสถานที่ทดสอบในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม และศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น ทุกท่านที่มีส่วนช่วยสนับสนุนงานวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ทิพย์วรรณ์ ผดุงทรัพย์. 2550. ผลของการให้แสงไฟคั่นช่วงคืนแบบสลับต่อการเติบโตของปทุมมานอกฤดู. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่, 41 น.

[2] เยาวลักษณ์ แลงลั่น. 2545. การผลิตดอกปทุมมาก่อนและหลังฤดูเป็นการค้า.[ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา http://-www.doa.go.th.

[3] ASAE. 2002. Heating Ventilating Cooling Greenhouses. ASAE STANDARDS, ANSI/ASAE EP406.3 MAR98, American Society of Agricultural Engineers. 703-710.

[4] Both A.J. 2008. Greenhouse Temperature Management. Bioresource Engineering Dept. of Plant Biology and Pathology. Rutgers Univesity.

[5] Ruamrungsri, S., J. Uthai-butra, O. Wichailux, N. Ohtake, K. Sueyoshi and T. Ohyama. 2005. Effect of night break treatments on off-season flowering of *Curcuma alismatifolia* Gagnep. pp. 37 - 38. *In*: The 1st International Symposium on Food Production and Environmental Conservation in East Asia. Niigata University, Niigata. Japan

[6] Short, T. H. 1998. New Research in Natural Ventilation, URL:http://floriculture.osu.edu/archive-/jun98 /natvent.html.

TSAE