รายงานฉบับสมบูรณ์

(Final Report)

โครงการปรับปรุงคุณภาพการผลิตปทุมมาและกระเจียวเพื่อการค้า

Research of *Curcuma* production improvement for trade

แผนงานวิจัย: เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของผลิตผลเกษตร

โดย

โสระยา ร่วมรังษี และคณะ

สนับสนุนทุนวิจัยโดย สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560

รายงานฉบับสมบูรณ์

(Final Report)

โครงการปรับปรุงคุณภาพการผลิตปทุมมาและกระเจียวเพื่อการค้า

Research of *Curcuma* production improvement for trade

แผนงานวิจัย: เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของผลิตผลเกษตร

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. รศ.ดร. โสระยา ร่วมรังษี	คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
2. ดร. ชัยอาทิตย์ อิ่นคำ	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
3. ดร. พิมพ์ใจ สีหะนาม	คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ธันวาคม 2560

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยโครงการปรับปรุงคุณภาพการผลิตปทุมมาและกระเจียวเพื่อการค้า ขอขอบคุณศูนย์บริการการพัฒนาขยายพันธุ์ไม้ดอกไม้ผลบ้านไร่อันเนื่องมาจากพระราชดำริ สำหรับพันธุ์พืชและสถานที่ในการทำงานวิจัย และขอขอบคุณ ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และห้องปฏิบัติการการจำลองการขนส่ง สาขาเทคโนโลยีการบรรจุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้การสนับสนุนเครื่องมือ และห้องปฏิบัติการ ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

รศ.ดร. โสระยา ร่วมรังษี
หัวหน้าโครงการ

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน)
Highland Research and Development Institute (Public Organization)

คณะผู้วิจัย

1. ชื่อหัวหน้าโครงการ หน่วยงานสังกัด ที่อยู่ หมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ E-mail

ชื่อ-สกุล	นางโสระยา ร่วมรังษี
คุณวุฒิ	ปริญญาเอก
ตำแหน่ง	รองศาสตราจารย์
หน่วยงาน	คณะเกษตรศาสตร์ ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์
ที่อยู่	239 ถ.ห้วยแก้ว อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200
โทรศัพท์/โทรสาร	053-944040
E-mail:	sorayaruamrung@gmail.com

2. ชื่อและสถานที่ติดต่อของนักวิจัย หน่วยงานสังกัด ที่อยู่ หมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ E-mail

2.1 ชื่อ-สกุล	นายชัยอาทิตย์ อิ่นคำ
คุณวุฒิ	ปริญญาเอก
ตำแหน่ง	นักวิจัย
หน่วยงาน	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ที่อยู่	239 ถ.ห้วยแก้ว อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200
โทรศัพท์/โทรสาร	086-7325367
E-mail:	sunwins111@hotmail.com
2.2 ชื่อ-สกุล	นางสาวพิมพ์ใจ สีหะนาม
คุณวุฒิ	ปริญญาเอก
ตำแหน่ง	นักวิจัย
หน่วยงาน	คณะเกษตรศาสตร์ ภาควิชาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ที่อยู่	239 ถ.ห้วยแก้ว อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200
โทรศัพท์/โทรสาร	083-944040
E-mail:	pimjai193.@gmail.com

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

1. บทนำ

พืชกลุ่มปทุมมาและกระเจียว เป็นไม้ดอกที่สามารถนำมาใช้เป็นไม้ตัดดอก ไม้กระถาง และไม้ประดับสวน ซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาดในต่างประเทศ จากการที่ประเทศไทยประสบสภาวะฝนแล้งในปี พ.ศ. 2558 ส่งผลกระทบต่อผลผลิตหัวพันธุ์ปทุมมาเป็นอย่างมาก ทำให้ผลผลิตหัวพันธุ์ไม่เพียงพอต่อความต้องการ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาเกี่ยวกับปริมาณความต้องการน้ำที่สอดคล้องกับอัตราการให้ปุ๋ยแก่ปทุมมาและกระเจียวในระดับที่เหมาะสม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการการให้น้ำและปุ๋ย การจัดการธาตุอาหารกับต้นอ่อนที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เพื่อช่วยเร่งให้พืชมีการเจริญเติบโตและมีการสะสมธาตุอาหารในหัวได้ดีขึ้น เทคโนโลยีการผลิตปทุมมาแลกระเจียวเป็นไม้กระถาง และการส่งเสริมการจำหน่ายปทุมมาและกระเจียวในตลาดญี่ปุ่น สำหรับปัญหาเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการขนส่งที่มีความสูญเสียของผลผลิตสูงและการขนส่งทางไกลมีการค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูง การทดลองนี้จึงได้ศึกษาการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวและบรรจุภัณฑ์ควบคู่ไปด้วย

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) เพื่อทราบข้อมูลการใช้น้ำและอัตราปุ๋ยของปทุมมาและกระเจียวที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต

2) เพื่อให้ได้วิธีการให้ปุ๋ยเพื่อเร่งการเจริญเติบโตของต้นอ่อนที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

3) เพื่อให้ได้วิธีการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการผลิตปทุมมาและกระเจียวกระถาง

4) เพื่อให้ได้วิธีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวดอกปทุมมาและกระเจียว

5) เพื่อให้ได้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับดอกปทุมมาและกระเจียว

6) เพื่อทดสอบความต้องการปทุมมาและกระเจียวของลูกค้าในตลาดญี่ปุ่น

3. ระเบียบวิธีวิจัยและผลการทดลอง

โครงการปรับปรุงคุณภาพการผลิตปทุมมาและกระเจียวเพื่อการค้า ดำเนินการทดลองจำนวน 6 กิจกรรม ได้แก่

กิจกรรมที่ 1 ศึกษาข้อมูลปริมาณน้ำและปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปทุมมา และกระเจียว ปลูกหัวพันธุ์ปทุมมา (พันธุ์เชียงใหม่พิงค์) และกระเจียว (พันธุ์โกลเด้นเรน) จากนั้นนำหัวพันธุ์ที่ได้มาทำการทดลอง โดยการให้ปุ๋ยในอัตราที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงการเจริญเติบโต คือ กรรมวิธีที่ 1 ไม่ให้ปุ๋ย กรรมวิธีที่ 2 ให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 (ช่วง 1-2 เดือน) ให้ปุ๋ยสูตร 13-13-21 (ช่วง 3-6 เดือน) อัตรา 1.5 กรัมต่อกระถางต่อเดือน และกรรมวิธีที่ 3 ให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 (ช่วง 1-2 เดือน) ให้ปุ๋ยสูตร 13-13-21 (ช่วง 3-6 เดือน) อัตรา 3.0 กรัมต่อกระถางต่อเดือน

จากการทดลองพบว่าปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ ในสัปดาห์ที่ 16 หลังปลูก กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ย 1.5 กรัมต่อเดือน) และกรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ย 3.0 กรัมต่อเดือน) ส่งผลให้พืชมีความสูง น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง ความยาวก้านช่อดอก เส้นผ่าศูนย์กลางช่อดอก จำนวนกลีบประดับสีเขียวและสีชมพู มากกว่ากรรมวิธีที่ 1 (ไม่ให้ปุ๋ย) ส่วนพื้นที่ใบ ในสัปดาห์ที่ 20 หลังปลูก กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ย 3.0 กรัมต่อเดือน) มี

พื้นที่ใบมากกว่าอื่น ในด้านข้อมูลปริมาณการใช้น้ำ พบว่าที่ระยะดอกบาน (16 สัปดาห์หลังปลูก) ในทุกกรรมวิธีมีค่ามีค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (Crop Coefficient, Kc) มากกว่าระยะอื่นๆ

ส่วนในกระเจียวพันธุ์โกลเด้นเรน พบว่าในสัปดาห์ที่ 20 หลังปลูก กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ย 1.5 กรัมต่อเดือน) และกรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ย 3.0 กรัมต่อเดือน) ส่งผลให้พืชมีความสูง พื้นที่ใบ น้ำหนักสด และคุณภาพดอก มากกว่ากรรมวิธีที่ 1 (ไม่ให้ปุ๋ย) ส่วนข้อมูลปริมาณน้ำ พบว่าที่ระยะดอกบาน (20 สัปดาห์หลังปลูก) ในทุกกรรมวิธีมีค่าอัตราการคายระเหยน้ำ (Evapotranspiration rate), ค่าการใช้น้ำของพืช (Crop Evapotranspiration, ETc) และสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (Crop Coefficient, Kc) สูงกว่าระยะอื่นๆ

กิจกรรมที่ 2 ศึกษาวิธีการให้ปุ๋ยแก่ต้นอ่อนที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยการคัดเลือกต้นอ่อนจากกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรด และปทุมมาพันธุ์ CMU Miracle มาปลูกในกระถาง ให้พืชได้รับปุ๋ยเกล็ดละลายน้ำ สูตร 21-21-21 อัตรา 20 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร ให้พืชได้รับสารละลายปุ๋ย 100 มิลลิลิตรต่อกระถาง โดยให้ปุ๋ยในจำนวนครั้งต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ 1 ครั้ง/2 สัปดาห์, 1 ครั้ง/สัปดาห์ และ 2 ครั้ง/สัปดาห์ เปรียบเทียบกับการไม่ให้ปุ๋ย

จากการทดลองพบว่า กระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรด ในสัปดาห์ที่ 12 หลังปลูก กรรมวิธีที่ได้รับปุ๋ย 2 ครั้ง/สัปดาห์ ส่งผลให้มีความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนใบต่อต้น เปอร์เซ็นต์การออกดอก ความยาวก้านดอก ความยาวช่อดอก เส้นผ่าศูนย์กลางดอก และจำนวนกลีบประดับ มากที่สุด มีจำนวนวันตั้งแต่ปลูกถึงดอกแรกบานเร็วกว่ากรรมวิธีอื่นๆ และมีอายุการบานบนต้นมากที่สุด นอกจากนี้คุณภาพหัวพันธุ์หลังปลูกยังส่งผลให้มีน้ำหนักหัวพันธุ์ ความยาวตุ้มราก และจำนวนตุ้มราก มากกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญ

ในปทุมมาพันธุ์ CMU Miracle ที่ระยะ 10 สัปดาห์หลังปลูก กรรมวิธีที่ได้รับปุ๋ย 2 ครั้ง/สัปดาห์ ส่งผลให้พืชมีความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนใบต่อต้น มีความยาวก้านดอก ความยาวช่อดอก เส้นผ่าศูนย์กลางดอก จำนวนกลีบประดับ และอายุการบานบนต้นมากที่สุด นอกจากนี้ยังมีน้ำหนักหัวพันธุ์หลังปลูก และจำนวนตุ้มราก มากกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญ

กิจกรรมที่ 3 ศึกษาการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการผลิตปทุมมากระถาง (ต่อเนื่องปีที่ 2)

การทดลองที่ 3.1 ศึกษาผลของการแช่สารพาโคบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตของปทุมมาและกระเจียวในฤดูปกติ โดยทำการคัดเลือกหัวพันธุ์ปทุมมา (พันธุ์เชียงใหม่พิงค์ และดอยตุงเรด) และกระเจียว (พันธุ์มณีสยาม และบัวชั้น) จากนั้นนำหัวพันธุ์ที่ได้มาทำการทดลอง โดยการแช่หัวพันธุ์ นาน 24 ชั่วโมง ในสารละลายพาโคลบิวทราโซล ความเข้มข้น 500, 1,000, 1,500 และ 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร เปรียบเทียบกับการแช่ในน้ำเปล่าเป็นชุดควบคุมก่อนนำไปปลูก

จากการทดลองพบว่า การแช่หัวพันธุ์ด้วยสารละลายพาโคลบิวทราโซล ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตรก่อนปลูก ทำให้ต้นปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์มีความสูงต้น จำนวนหน่อต่อกอ และจำนวนกลีบประดับสีเขียว น้อยที่สุด หลังปลูกนาน 20 สัปดาห์ ส่วนปทุมมาพันธุ์ดอยตุงเรด หลังปลูกนาน 15 สัปดาห์ พบว่าการแช่หัวพันธุ์ด้วยสารละลายพาโคลบิวทราโซลในทุกความเข้มข้นก่อนปลูก ไม่มีความแตกต่างด้านความสูงต้น แต่ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้มีความยาวก้านช่อดอกน้อยที่สุด

อย่างมีนัยสำคัญ ในกระเจียวพันธุ์มณีสยาม พบว่ากรรมวิธีที่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซลเข้มข้น 1,500-2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้มีเส้นผ่าศูนย์กลางดอก น้อยกว่าชุดควบคุม ส่วนกระเจียวพันธุ์บัวชั้น พบว่ากรรมวิธีที่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซลเข้มข้น 1,000-2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้พืชมีความสูงต้น จำนวนใบต่อต้น จำนวนกลีบประดับ และความยาวช่อดอกน้อยกว่าชุดควบคุม

การทดลองที่ 3.2 ศึกษาผลการราดสารพาโคลบิวทราโซลต่อการควบคุมการเจริญเติบโตของปทุมมาและกระเจียวในฤดูปกติ โดยปลูกหัวพันธุ์ปทุมมา (พันธุ์เชียงใหม่พิงค์ และดอยตุงเรด) และกระเจียว (พันธุ์มณีสยาม และบัวชั้น) แล้วรอจนกระทั่งพืชงอกประมาณ 10 เซนติเมตร จึงเริ่มให้พืชได้รับสารละลายพาโคลบิวทราโซล ความเข้มข้น 1,000, 1,500 และ 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร จำนวน 1 และ 2 ครั้ง (ห่างจากครั้งที่ 1 ประมาณ 2 อาทิตย์) ครั้งละ 50 มิลลิลิตร เปรียบเทียบกับการไม่ราดสารเป็นชุดควบคุม

ผลการทดลอง พบว่าในปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ หลังปลูกนาน 15 สัปดาห์ ปทุมมาพันธุ์ดอยตุงเรด หลังปลูกนาน 15 สัปดาห์ กระเจียวพันธุ์มณีสยาม หลังปลูกนาน 20 สัปดาห์ และกระเจียวพันธุ์บัวชั้น หลังปลูกนาน 20 สัปดาห์ พบว่าการราดสารละลายพาโคลบิวทราโซล ความเข้มข้น 1,500-2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร จำนวน 2 ครั้ง ส่งผลต่อความสูงต้น และความยาวของก้านช่อดอก น้อยกว่ากรรมวิธีอื่นหลังราดสาร ในปทุมมาและกระเจียวทั้ง 2 สายพันธุ์

กิจกรรมที่ 4 วิธีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวปทุมมาและกระเจียวโดยการดัดแปลงบรรยากาศในบรรจุภัณฑ์

การทดลองที่ 4.1 ศึกษาผลของสภาพดัดแปลงบรรยากาศและอุณหภูมิต่อการยืดอายุการขนส่งและอายุการปักแจกันของปทุมมาและกระเจียวตัดดอก โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วย บรรจุภัณฑ์ ได้แก่ ถุง Vacuum แล้วปรับความเข้มข้นของแก๊สในบรรจุภัณฑ์ (ออกซิเจน 5 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์) ถุง Active และไม่บรรจุ เก็บรักษาไว้อุณหภูมิแตกต่างกัน ได้แก่ อุณหภูมิห้อง (28.44±0.26 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75.56±0.93 เปอร์เซ็นต์) และอุณหภูมิต่ำ (14.83±0.17 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75.78±1.51 เปอร์เซ็นต์) เป็นระยะเวลานาน 2, 4 และ 6 วัน พบว่า การบรรจุดอกกระเจียวในถุง Active เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ สามารถยืดอายุการปักแจกันของดอกกระเจียวได้นานกว่าการบรรจุในถุง Vacuum ที่ปรับสภาพบรรยากาศภายใน (ออกซิเจน 5 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์)

จากผลการทดลองดังกล่าวข้างต้นแสดงให้เห็นว่า การบรรจุในถุง Vacuum ปรับความเข้มข้นของแก๊สในบรรจุภัณฑ์ (ออกซิเจน 5 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์) ส่งผลให้อายุการปักแจกันสั้นกว่าการบรรจุในถุง Active คณะผู้วิจัยจึงมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยทดสอบการบรรจุดอกกระเจียวในถุง Vacuum ที่มีการปรับความเข้มข้นภายในถุงใหม่ คือ มีความเข้มข้นของแก๊สออกซิเจน 10 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนไดออกไซด์ 5 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับการบรรจุในถุง Active และไม่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ โดยเก็บรักษาเป็นเวลา 2, 4 และ 6 วัน ที่อุณหภูมิต่ำ (14.18±0.15 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 71.81±1.30 เปอร์เซ็นต์) พบว่า ถุง Vacuum สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการเก็บรักษาได้ดีที่สุด และภายหลังจากเก็บรักษานำกระเจียวออกมาทดสอบการปักแจกัน พบว่า ดอกกระเจียวที่บรรจุในถุง Vacuum ที่ปรับสภาพบรรยากาศให้ภายในถุงมีความเข้มข้นของแก๊ส

ออกซิเจน 10 เปอร์เซ็นต์ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 5 เปอร์เซ็นต์ มีอายุปักแจกันนานที่สุด รองลงมาคือดอกกระเจียวที่บรรจุในถุง Active

สำหรับการศึกษาการบรรจุดอกปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ในถุง Vacuum ปรับสภาพบรรยากาศให้มีปริมาณออกซิเจน 5 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับถุง Active จากนั้นเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (31.30±0.47 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 89.40±2.42 เปอร์เซ็นต์) และอุณหภูมิต่ำ (14.80±0.25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 76.00±2.40 เปอร์เซ็นต์) เป็นเวลา 2, 4 และ 6 วัน พบว่า การบรรจุในบรรจุภัณฑ์ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักสดของปทุมมา ชะลอการเปลี่ยนแปลงสีของใบประดับความสดของใบประดับ สีของก้านดอก และความสดของก้านดอกได้ดีกว่าการไม่บรรจุในบรรจุภัณฑ์มาก แต่การบรรจุในถุง Vacuum ส่งผลให้ปริมาณแก๊สออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์ต่ำกว่า และปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ภายในบรรจุภัณฑ์สูงกว่าการบรรจุในถุง Active ค่อนข้างมาก เมื่อทดสอบการปักแจกัน พบว่า การบรรจุในถุง Active ช่วยยืดอายุการปักแจกันของดอกปทุมมาได้นานที่สุด และอุณหภูมิต่ำช่วยยืดอายุการเก็บรักษาดอกปทุมมาได้

การทดลองที่ 4.2 การเก็บในสภาพ Mild vacuum (MV) เพื่อรักษาความสด วางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียลในสุ่มสมบูรณ์ 2x3 กรรมวิธี จำนวน 5 ซ้ำ ปัจจัยที่ 1 คือ บรรจุภัณฑ์ 2 แบบ ได้แก่ บรรจุภัณฑ์แบบมีอากาศ 100 เปอร์เซ็นต์ และบรรจุภัณฑ์แบบมีอากาศ 50 เปอร์เซ็นต์ ปัจจัยที่ 2 อุณหภูมิเก็บรักษา (5, 15 และอุณหภูมิห้อง) บันทึกอายุปักแจกัน เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของช่อดอก น้ำหนักแห้งช่อดอก

แนวทางการเก็บรักษาความสดของดอกกระเจียวพันธุ์มณีสยามในสภาพ Mild vacuum พบว่า การใช้บรรจุภัณฑ์แบบมีอากาศ 50 เปอร์เซ็นต์ ให้อายุปักแจกันมากที่สุด คือ 2.43 วัน และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีอายุปักแจกันนานที่สุดคือ 3.55 วัน ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ด้านปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างบรรจุภัณฑ์และอุณหภูมิเก็บรักษา พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

แนวทางการเก็บรักษาความสดของดอกปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ในสภาพ Mild vacuum พบว่า การใช้บรรจุภัณฑ์แบบมีอากาศ 50 เปอร์เซ็นต์ ให้อายุปักแจกันมากที่สุด คือ 4.53 วัน และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีอายุปักแจกันนานที่สุดคือ 6.35 วัน ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กิจกรรมที่ 5 ผลของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพในระหว่างการขนส่งและอายุการปักแจกันของปทุมมาและกระเจียวตัดดอก

จากการบรรจุกระเจียวและปทุมมาตัดดอกในบรรจุภัณฑ์ขายปลีกและขายส่งที่พัฒนาขึ้น แล้วนำไปทดสอบการขนส่งโดยเครื่องจำลองการขนส่งโดยวิธี ASTM D999 ที่ความถี่ 2.5 เฮิรตซ์ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับดอกกระเจียวที่บรรจุลงในกล่องบรรจุภัณฑ์ทางการค้า คือ กล่องบรรจุดอกไม้สดของนิ่มซี่เส็ง Size L พบว่า บรรจุภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นสามารถลดความเสียหายที่เกิดจากการขนส่งได้ดีกว่าการใช้กล่องทางการค้า ต่อมาศึกษาการห่อช่อดอกด้วยกระดาษไข และตาข่ายโฟม เปรียบเทียบกับการไม่ห่อช่อดอก แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้น แล้วนำไปทดสอบการจำลองการขนส่ง พบว่า การห่อช่อดอกด้วยกระดาษไขช่วยรักษาคุณภาพของช่อดอกในระหว่างการขนส่งได้ดี และสามารถยืดอายุการปักแจกันดอกกระเจียวและปทุมมาได้นานกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ

กิจกรรมที่ 6 ทดสอบความต้องการปทุมมาและกระเจียวของลูกค้าในตลาดญี่ปุ่น

การทดสอบความต้องการปทุมมาและกระเจียวในตลาดญี่ปุ่น ได้ดำเนินการโดยการเข้าร่วมนำสินค้าได้แก่ปทุมมาและกระเจียว ทั้งในรูปแบบของไม้กระถางและไม้ตัดดอก เข้าร่วมแสดงในงาน 15th INTERNATIONAL FLOWERS & PLANTS EXPO TOKYO หรือ IFEX 2017 ที่จัดขึ้นช่วงวันที่ 11-13 ตุลาคม 2560 ซึ่งถือว่าเป็นงานจัดแสดงดอกไม้เพื่อการค้าที่ใหญ่ที่สุดในญี่ปุ่น มีผู้มาเข้าชมงาน มากกว่า 40,000 คน

จากการเข้าร่วมแสดงสินค้าและข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามพบว่า ผู้เข้าชมงานที่เป็นชาวญี่ปุ่นให้ความสนใจกับปทุมมาและกระเจียวมาก ตลอดระยะเวลาของการจัดงานมีผู้เข้าสนใจที่มาจากหลายสาขา เช่น ผู้ปลูกดอกไม้ ตลาดประมูลดอกไม้ นักจัดดอกไม้ และร้านขายดอกไม้ โดยลูกค้าชาวญี่ปุ่นมีความสนใจอยากจะซื้อดอกปทุมมาและกระเจียวในรูปของไม้ตัดดอกมากที่สุด และดอกต้องมีอายุการปักแจกันนาน 7-10 วัน ช่วงที่ตลาดต้องการมากที่สุดจะอยู่ในช่วงเดือน กรกฎาคม – กันยายน ส่วนสีที่ตลาดญี่ปุ่นมีความชื่นชอบมากที่สุดได้แก่ ดอกปทุมมาสีขาวชมพูอ่อน สำหรับดอกกระเจียวได้รับความสนใจอย่างมากจากลูกค้าญี่ปุ่นเช่นเดียวกัน เพราะดอกที่มีขนาดใหญ่ และมีสีสันสวยงามสะดุดตา จึงถือเป็นไม้ใหม่และแปลกที่นักจัดดอกไม้ญี่ปุ่นอยากเอามาใช้ในการจัดดอกไม้ นอกจากนั้นปทุมมาพันธุ์ของโครงการหลวงพันธุ์ RoPF ElF ยังได้รับรางวัล Excellence Award – overseas grower ซึ่งดอกที่ได้รับรางวัล จะถูกโปรโมทในร้านขายดอกไม้ชั้นนำในญี่ปุ่น และ ในโรงเรียนสอนจัดดอกไม้ ถือว่าเป็นโอกาสดีที่จะเผยแพร่การใช้ปทุมมาและกระเจียวในประเทศญี่ปุ่น

4. สรุปผลการทดลอง

กิจกรรมที่ 1 การศึกษาข้อมูลปริมาณน้ำและปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปทุมมา และกระเจียว

ที่ระยะดอกบาน กรรมวิธีที่ได้รับปุ๋ย 1.5 กรัมต่อเดือน และ 3.0 กรัมต่อเดือน ส่งผลให้ปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ และกระเจียวพันธุ์โกลเด้นเรน มีความสูง น้ำหนักสด และคุณภาพดอก มากกว่ากรรมวิธีที่ไม่ให้ปุ๋ย ส่วนในด้านการใช้น้ำของพืชที่ระยะก่อนออกดอก พบว่ากรรมวิธีได้รับปุ๋ย 3.0 กรัมต่อเดือน ทั้งปทุมมา และกระเจียว จะมีค่าการใช้น้ำของพืช (Crop Evapotranspiration, ETc) และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop Coefficient, Kc) ที่สูงกว่ากรรมวิธีที่ไม่ได้รับปุ๋ย และได้ปุ๋ย 1.5 กรัมต่อเดือน

แนวทางการให้ปุ๋ยที่เหมาะสม คือ ให้ปุ๋ยให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 (ช่วง 1-2 เดือน) ให้ปุ๋ยสูตร 13-13-21 (ช่วง 3-6 เดือน) ในอัตรา 1.5 กรัมต่อเดือน

กิจกรรมที่ 2 การศึกษาวิธีการให้ปุ๋ยแก่ต้นอ่อนปทุมมาและกระเจียวที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

การให้ปุ๋ยเกล็ดละลายน้ำ สูตร 21-21-21 อัตรา 20 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง/สัปดาห์ ส่งผลให้กระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรด และปทุมมาพันธุ์ CMU Miracle มีการเจริญเติบโต คุณภาพดอก และคุณภาพหัวพันธุ์หลังปลูกสูงที่สุด

แนวทางการให้ปุ๋ยกับต้นอ่อนของพืชตระกูลปทุมมาและกระเจียวที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ คือ การให้ปุ๋ยเกล็ดละลายน้ำ สูตร 21-21-21 อัตรา 20 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง/สัปดาห์

กิจกรรมที่ 3 การศึกษาการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการผลิตปทุมมากระถาง (ต่อเนื่องปีที่ 2)

การแช่สารละลายพาโคลบิวทราโซลก่อนปลูก ที่ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ในปทุมมาและความเข้มข้น 1,000-2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ในกระเจียว หรือ การราดสารละลายพาโคลบิวทราโซลที่ความเข้มข้น 1,500-2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร จำนวน 2 ครั้ง หลังจากพืชงอกสูง 10 เซนติเมตร สามารถทำให้ต้นปทุมมาและกระเจียวมีขนาดเล็กลง นำมาใช้ในการผลิตเป็นไม้กระถางได้

แนวทางการใช้สาร: การราดสารละลายพาโคลบิวทราโซลที่ความเข้มข้น 1,500-2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร จำนวน 2 ครั้ง หลังจากพืชงอกสูง 10 เซนติเมตร สามารถนำมาใช้ในการผลิตไม้กระถางของพืชกลุ่มปทุมมาและกระเจียวได้

กิจกรรมที่ 4 วิธีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวปทุมมาและกระเจียวโดยการดัดแปลงบรรยากาศในบรรจุภัณฑ์

การทดลองที่ 4.1 การศึกษาผลของสภาพดัดแปลงบรรยากาศและอุณหภูมิต่อการยืดอายุการขนส่งและอายุการปักแจกันของปทุมมาและกระเจียวตัดดอก

การเก็บรักษาดอกกระเจียวโดยบรรจุในถุง Active ที่อุณหภูมิต่ำ (14.83±0.17 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75.78±1.51 เปอร์เซ็นต์) ส่งผลให้ดอกกระเจียวมีคุณภาพดีกว่าและอายุการปักแจกันนานกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ แต่เมื่อบรรจุดอกกระเจียวในถุง Vacuum ที่มีความเข้มข้นของแก๊สออกซิเจน 10 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนไดออกไซด์ 5 เปอร์เซ็นต์ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (14.18±0.15 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 71.81±1.30 เปอร์เซ็นต์) พบว่า ดอกกระเจียวมีอายุปักแจกันนานที่สุด รองลงมาคือดอกกระเจียวที่บรรจุในถุง Active

การบรรจุดอกปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ในถุง Active ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาและปักแจกันของดอกปทุมมาได้นานที่สุด โดยการเก็บรักษานาน 2 วัน มีอายุการปักแจกันนานที่สุด ทั้งนี้อุณหภูมิที่เก็บรักษาไม่มีผลต่ออายุการปักแจกัน

แนวทางการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรดที่เหมาะสมคือ การบรรจุในถุง Vacuum ที่มีความเข้มข้นของแก๊สออกซิเจน 10 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนไดออกไซด์ 5 เปอร์เซ็นต์ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำประมาณ 15 องศาเซลเซียส สำหรับการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวดอกปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ คือ การบรรจุในถุง Active

การทดลองที่ 4.2 การเก็บในสภาพ Mild vacuum (MV) เพื่อรักษาความสด

การเก็บรักษาความสดของดอกกระเจียวพันธุ์มณีสยาม โดยการใช้บรรจุภัณฑ์แบบมีอากาศ 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน มีผลทำให้ดอกกระเจียวมีอายุปักแจกันมากที่สุด ขณะที่การเก็บรักษาความสดของดอกปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ โดยการใช้บรรจุภัณฑ์แบบมีอากาศ 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน มีอายุปักแจกันมากที่สุด

กิจกรรมที่ 5 ผลของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพในระหว่างการขนส่งและอายุการปักแจกันของปทุมมาและกระเจียวตัดดอก

การบรรจุดอกกระเจียวและปทุมมาตัดดอกในบรรจุภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้น ร่วมกับการห่อช่อดอกด้วยกระดาษไข ช่วยลดความเสียหายของช่อดอกในระหว่างการขนส่ง และยืดอายุการปักแจกันของช่อดอกได้นานขึ้น

กิจกรรมที่ 6 ทดสอบความต้องการปทุมมาและกระเจียวของลูกค้าในตลาดญี่ปุ่น

การทดสอบความต้องการปทุมมาและกระเจียวในตลาดญี่ปุ่น ได้ดำเนินการโดยการเข้าร่วมนำสินค้า ได้แก่ ปทุมมาและกระเจียว ทั้งในรูปแบบของไม้กระถางและไม้ตัดดอก เข้าร่วมแสดงในงาน 15th INTERNATIONAL FLOWERS & PLANTS EXPO TOKYO หรือ IFEX 2017 ที่จัดขึ้นช่วงวันที่ 11-13 ตุลาคม 2560 จากการเข้าร่วมแสดงสินค้าและข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามพบว่า มีผู้สนใจเข้าเจราจาธุรกิจเกี่ยวเกี่ยวการซื้อขายปทุมมาและกระเจียวจำนวนมาก โดยลูกค้าชาวญี่ปุ่นมีความสนใจอยากจะซื้อปทุมมาและกระเจียวในรูปของไม้ตัดดอกมากที่สุด ซึ่งดอกต้องมีอายุการปักแจกันนาน 7-10 วัน ช่วงที่ตลาดต้องการมากที่สุดจะอยู่ในช่วงเดือน กรกฎาคม – กันยายน ส่วนสีที่ตลาดญี่ปุ่นมีความชื่นชอบมากที่สุด ได้แก่ ปทุมมาสีขาวชมพูอ่อน

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) Highland Research and Development Institute (Public Organization)

Executive Summary

1. Introduction

Curcuma spp. is an ornamental flower that can be used as cut flowers, potted plants and for landscape decoration. In world market, the demands trend of *Curcuma* spp. were increased every year. Nevertheless in 2015, Thailand suffered drought conditions that affected on growth and rhizome yields of *Curcuma* causing there were not enough yields for the demand. Therefore, this research were focused to gain a guidelines for the water and fertilizer management. Moreover, this project will studies on nutrient management of plant seedlings from tissue culture to enhance plant growth and development. This project also studies on potted plant production technology, cut flower post-harvest technology and research on marketing to promote *Curcuma* in the Japanese market. Moreover, as we experienced problem of yield damaged during long-distance transportation. Thus, this research also studies on post-harvest handling and packaging of *Curcuma* spp.

2. Objectives

1) To studies on fertilizer application rates effects growth and development and water use efficiency of *Curcuma* spp.

2) To studies on effects of fertilizer rate for enhance growth of *Cuucuma* spp. seedlings gain from tissue culture.

3) To studies on effects of using plant growth regulators for potted *Curcuma* production.

4) To develop post-harvest technology of *Curcuma* cut flower for exporting.

5) To develop the suitable packaging for *Curcuma* cut flowers.

6) To studies on Japan marketing trend for *Curcuma* spp. export.

3. Methods and Results

Research of the *Curcuma* production improvement for trade (budget year, 2017) was carried out in 6 activities as follows:

Activities 1: The studies on effect of fertilizer application rates on growth and development and water use efficiency of *Curcuma* spp. Rhizomes of Patumma (*Paracurcuma*) cultivars 'Chiang Mai Pink' and Krajeaw (*Eucurcuma*) cultivars 'Golden reign' were selected for experiment. Plant were supplies with 3 differences treatments of fertilizer rates i.e., T1) no fertilizer supply, T2) applied fertilizer formula 15-15-15 (at 1-2 months after planting) and fertilizer formula 13-13-21 (at 3-6 months after planting) at 1.5 grams/plant/month and T3) applied at 3.0 grams/plant/month.

The result showed that at 16 weeks after planting (WAP) Patumma 'Chiang Mai Pink' supplied with 1.5 grams and 3.0 fertilizer per month gave the higher of plant height, fresh weight, dry weight, flower stalk length, flower size and number of green and pink bract than no fertilizer supply treatment. And at 20 WAP, plant supplied with fertilizer 3.0 grams/month gave the highest of leaf area. In additions, at 16 WAP stage all treatment gave crop coefficient (Kc) more than other stages.

In Krajeaw 'Golden reign' the result found that at 20 WAP plant supplied with fertilizer 1.5 and 3.0 grams/month gave the highest of plant height, leaf area, fresh weight and flower quality. And at 20 WAP stage all treatment gave crop evapotranspiration (ETc) and crop coefficient (Kc) more than other stages.

Activities 2: The studies on effect of fertilizer rate to enhance Curcuma seedlings gain from tissue. Seedlings of Patumma (*Paracurcuma*) cultivars 'Banrai Red' and and Krajeaw (*Eucurcuma*) cultivars 'CMU Miracle' and 'Buachan' were selected for experiment. Plants were supplied with fertilizer 100 mL/plant (prepared by using 20 grams of fertilizer formula 21-21-21 per 20 liters of water) in different application program i.e., T1) supply 1 time/2 weeks, T2) supply1 time/week and T3) supply 2 times/week compare with no fertilizer supply.

The result found that at 12 WAP Patumma 'Banrai Red' supply with fertilizer for 2 times/week gave the highest of plant height, size of flower and number of bracts. Moreover, there was faster on days to flower than other treatments and gave the longer day for flower senescence. At harvest stage, it was found that plant supply with fertilizer 2 times/week gave the highest of bulb fresh weight, length of storage root and number of storage root.

In Krajeaw 'CMU Miracle', it was found that at 10 WAP plant supply with fertilizer 2 times/week gave the highest of plant height, plant width, number of leaf per plant, flower stalk length, flower length, size of flower number of bracts and flower senescence day. At harvest stage, it was found that plant supply with fertilizer 2 times/week gave the highest of bulb fresh weight and number of storage root.

Activities 3: The studies on effects of using plant growth regulators for potted plant production. (Continued research program 2nd years)

Experiment 3.1: The studies on effect of paclobutrazol soaking on growth of ornamental Curcuma. Rhizomes of Patumma (*Paracurcuma*) cultivars 'Chiang Mai Pink' and 'Doi Tung Red' and Krajeaw (*Eucurcuma*) cultivars 'Mannee Siam' and 'Buachan' were selected for experiment. Before planting, rhizomes were soaked for 24

hours in different concentration of paclobutrazol solution i.e., 500, 1,000, 1,500 and 2,000 mg/l compared with soaking in distilled water as a control.

At 20 WAP, the result found that rhizome soaking in paclobutrazol concentration at 500 mg/l, gave the shortest plant height, number of shoots per clump and number of green bract on 'Chiang Mai Pink' cultivar. While, in 'Doi Tung Red' cultivar there was no significantly different in plant height but at 500 mg/l of paclobutrazol gave the shortest flower stalk length (at 15 WAP). In Krajeaw 'Mannee Siam' it found that rhizome soaked with 1,500-2,000 mg/l of paclobutrazol gave the shortest of flower size (at 20 WAP). In addition, there were found that 'Buachan' cultivar soaked with 1,000-2,000 mg/l of paclobutrazol gave the shortest plant height, number of leaf per plant, number of bract and flower stalk length (at 20 WAP).

Experiment 3.2: The studies on effect of paclobutrazol pouring methods on growth of ornamental Curcuma. Rhizome of Patumma (*Paracurcuma*) cultivars 'Chiang Mai Pink' and 'Doi Tung Red' and Krajeaw (*Eucurcuma*) cultivars 'Mannee Siam' and 'Buachan' were selected for experiment. Plants were poured by different paclobutrazol concentration i.e., 1,000, 1,500 and 2,000 mg/l for 1 times and 2 times (supplied 2 weeks after the 1st times) compared with pouring by tap water as a control.

The result showed that Patumma 'Chiang Mai Pink' and 'Doi Tung Red' (at 15 WAP) and Krajeaw 'Mannee Siam' and 'Buachan' cultivar (at 20 WAP) supplied at 1,500-2,000 mg/l paclobutrazol for 2 times gave the shortest plant height and flower stalk length when compared with other treatments.

Activities 4: The studies on effects of modified atmospheres and storage temperatures on extend the postharvest life during transport and vase life of cut Curcuma

Experiment 4.1: The studies on effects of modified atmospheres and storage temperatures on extend the postharvest life during transport and vase life of cut Krajeaw (*Eucurcuma*) cv. 'Banrai Red'. Cut flower were packed in packaging materials: Vacuum bag (5%O_2 + 10% CO_2), Active bag and non-packed; then stored at two storage environments (room temperature (28.44±0.26^{o}C and 75.56±0.93%RH) and low temperature (14.83±0.17^{o}C and 75.78±1.51%RH)), and three storage times (2, 4 and 6 days) were studied. The results indicated that flower were packed in Active bag and stored at low temperature had longer vase life than flower were packed in Vacuum bag (5%O_2 + 10% CO_2).

The study on effects of packaging (Vacuum bag (10%O_2 + 5% CO_2), Active packaging and non-packed) and stored at low temperature (14.18±0.15°C and 71.81±1.30%RH) for 2, 4 and 6 days on quality and vase life of cut curcuma 'Banrai Red' were investigated. The results showed that flower were packed in Vacuum bag had the lowest weight loss. Moreover, flower were packed in Vacuum bag (10%O_2 + 5% CO_2) had the longest vase life (6 days) followed by flower were packed in Active bag. Curcuma flower were stored at low temperature for 2, 4 and 6 days had the vase life which 6, 4 and 4 days, respectively.

Cut curcuma 'Lanna Snow'were packed in Vacuum bag (5%O_2 + 10% CO_2) compared with flower were packed in Active packaging and non-packed flower. Flower were stored at room temperature (31.30±0.47°C and 89.40±2.42%RH) and low temperature (14.80±0.25°C and 76.00±2.40%RH) for 2, 4 and 6 days. The results found that packed flower had lower weight loss than non-packed control. In addition, the results indicated that flower were packed in packaging delayed changes of coma bract color, coma bract freshness, stem color and stem freshness during storage better than non-packed. But, Vacuum bag had lower O_2 concentration and higher CO_2 concentration than Active bag. Curcuma flower were packed in Active bag had the longest vase life. Flower were stored at low temperatures had longer vase life than that stored at room temperature.

Experiment 4.2: Mild vacuum storage (MV) to maintain freshness by experimenting in Krajeaw 'Manee Siam' and Patumma 'Lanna Snow'. The experimental design was 2x3 factorial with 5 replications. First factor was packaging's conditions consisted 2 levels (100% gas and 50% gas.) Second factor was the storage temperature consisted of 2 levels (5 and 15 °C) the results showed that Krajeaw cv. Manee Siam were packed in Mild vacuum (50% gas) had the longest vase life (2.43 days). Flower were stored at room temperature had the longest vase life (3.55 days).

In Patumma 'Lanna Snow' the result found that 50% air package had the longest vase life (4.55 days). Flower were stored at 15 degrees Celsius had the longest vase life (6.35 days).

Activities 5: Effects of packaging materials on quality during transport and vase life of cut Curcuma

Cut Curcuma were packed in developed retail and whole sale box and commercially corrugated box (control) prior to simulating vibration at frequency of 2.5 Hz for 1 hour using ASTM D999 method. The results found that flowers were packed in developed box had lower percent damage than that flower were packed in

commercially corrugated box. After that, studies on the effect of different packing methods on quality and vase life of cut curcuma. Curcuma flowers were wrapped with stencil paper, foam net and non-wrapped flowers. All samples were put into developed boxes prior to simulating vibration. The results indicated that inflorescences wrapped with stencil paper prior to transporting effectively extend postharvest quality during transport and significantly extended inflorescences vase life of cut Curcuma.

Activities 6: Japan marketing trial test for Curcuma trading was done by participated in the 15th INTERNATIONAL FLOWERS & PLANTS EXPO, TOKYO or IFEX 2017, held October 11-13, 2017 in Chiba, Tokyo, which is considered the largest flower trade show in Japan. More than 40,000 visitors attended the event.

According to participation in trade shows throughout the duration of the event and information obtained from the questionnaire, it was found that Japan customer pay attention to the pratumma and krajeaw and there were visitors from many fields such as flower growers, flower auction staff, flower designer and flower sellers. Japanese customers are interested in buying cut flowers of pratumma and krajeaw from Thailand and the flowers must be vase life for 7-10 days. The market demand for cut flower most will be in July – September period. The most popular color of Pratumma is white, light pink color. In addition, Krajeaw is very interested in Japanese customers because the flowers are large with colorful, eye-catching. It is a new flower varieties and exotic beautiful that Japanese flower arrangers want to use it for flowers decoration. Moreover, Pratumma cultivars “RoPF ElF” was awarded the Excellence Award - the overseas grower which award winning varieties will also be strongly promoted in Japan's leading flower shops and flower arrangement schools. It is a good opportunity to promote the use of pratumma and krajeaw in Japan.

4. Conclusions

Activities 1 The studies on effect of water use and fertilizer application rates on growth and development of *Curcuma* spp.

At flower stage of Patumma ‘Chiang Mai Pink’ and Krajeaw ‘Golden reign’ treatment 2 (fertilizer 1.5 grams per month) and treatment 3 (fertilizer 3.0 grams per month) gave the highest of plant height, fresh weight and flower quality. Treatment 3 (fertilizer 3.0 grams per month) of Patumma and Krajeaw at flower stage gave crop evapotranspiration (ETc) and crop coefficient (Kc) more than other stage.

Guidelines for use: applied fertilizer formula 15-15-15 (at 1-2 months after planting) and fertilizer formula 13-13-21 (at 3-6 months after planting) at 1.5 grams/plant/month

Activities 2 The studies on effect of fertilizer rate to enhance plant seedlings from tissue culture.

Application fertilizer for 2 times/week at 20 grams per 20 liters of water gave the highest of growth, development and bulb quality after planting of *Curcuma* 'Banrai Red' and 'CMU Miracle'.

Guidelines for use of seedlings from tissue culture of curcuma: applied fertilizer formula 21-21-21 2 times/week at 20 grams per 20 liters of water.

Activities 3 The studies on effects of plant growth regulators on potted plant production. (Continued 2nd years)

Soaking *Curcuma* rhizome at 500 mg/l paclobutrazol solution before planting Patumma and Soaking 1,000-2,000 mg/l paclobutrazol solution In Krajeaw or pouring paclobutrazol solution at 1,500-2,000 mg/l for 2 times (at 10 cm of plant sprouting) can be used for potted plant production of ornamental *Curcuma*.

Guidelines for use: Pouring paclobutrazol solution at 1,500-2,000 mg/l for 2 times (at 10 cm of plant sprouting) can be used for potted plant production of ornamental *Curcuma*.

Activities 4 The studies on effects of modified atmospheres and storage temperatures on extend the postharvest life during transport and vase life of cut Curcuma.

Experiment 4.1: Krajeaw cv. Banrai Red were packed in Active bag and stored at low temperature gave better quality and longer vase life than those with other treatments. However, flower were packed in Vacuum bag (10%O_2 and 5% CO_2) then stored at low temperature (14.18±0.15°C and 71.81±1.30%RH) had the longest vase life followed by flower were packed in Active bag.

Patumma cv. Lanna Snow were packed in Active bag had the longest shelf life and vase life. The flower were stored for 2 day had the longest vase life. Storage temperature had no effect on the vase life of Patumma.

Postharvest management practices for Krajeaw cv. Banrai Red is packaged in a Vacuum bag containing 10% O_2 and 5% CO_2, then stored at low temperature (~15°C). Postharvest management practices for Patumma cv. Lanna Snow is packed in Active bags.

Experiment 4.2: Mild vacuum storage (MV) to maintain freshness by experimenting in Krajeaw 'Manee Siam' and Patumma 'Lanna Snow'.

Krajeaw cv. Manee Siam were packed in Mild vacuum (50% gas) and stored at room temperature for 3 days had the longest vase life.

Patumma cv. Lanna Snow were packed in Mild vacuum (50% gas) and stored at 15 degrees Celsius for 3 days had the longest vase life.

Activities 5 Effects of packaging materials on quality during transport and vase life of cut Curcuma.

Cut Curcuma were wrapped with stencil paper prior put into developed box reduces flower damage during transport and prolong the vase life.

Activities 6 Japan market demand research for Patumma and Krajeaw.

Japan marketing trial test for Curcuma trading was done by participated in the 15th INTERNATIONAL FLOWERS & PLANTS EXPO, TOKYO or IFEX 2017, held October 11-13, 2017 in Chiba, Tokyo. According to participation in trade shows and information obtained from the questionnaire, it was found that Japan customer pay attention to trading the pratumma and krajeaw which buying cut flowers from Thailand and the flowers must be vase life for 7-10 days. The market demand for cut flower most will be in July – September period. The most popular color of Pratumma is white, light pink color.

Highland Research and Development Institute (Public Organization)

สารบัญเรื่อง

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
คณะผู้วิจัย	ข
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร	ค
Executive Summary	ญ
สารบัญเรื่อง	-1-
สารบัญตาราง	-3-
สารบัญภาพ	-12-
บทคัดย่อ	-22-
Abstract	-26-
บทที่ 1 บทนำและวัตถุประสงค์	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
ขอบเขตของการศึกษา	3
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	5
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	10
กิจกรรมที่ 1 การศึกษาข้อมูลปริมาณน้ำและปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปทุมมาและกระเจียว	10
กิจกรรมที่ 2 การศึกษาวิธีการให้ปุ๋ยแก่ต้นอ่อนที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ	13
กิจกรรมที่ 3 การศึกษาการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการผลิตปทุมมากระถาง (ต่อเนื่องปีที่ 2)	14
การทดลองที่ 3.1 ศึกษาผลของการแช่สารพาโคบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตของปทุมมาและกระเจียวในฤดูปกติ	14
การทดลองที่ 3.2 ศึกษาผลการราดสารพาโคลบิวทราโซลต่อการควบคุมการเจริญเติบโตของปทุมมาและกระเจียวในฤดูปกติ	14
กิจกรรมที่ 4 การศึกษาวิธีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวปทุมมาและกระเจียวโดยการดัดแปลงบรรยากาศในบรรจุภัณฑ์	15
การทดลองที่ 4.1 การศึกษาผลของสภาพดัดแปลงบรรยากาศและอุณหภูมิต่อการยืดอายุการขนส่งและอายุการปักแจกันของปทุมมา และกระเจียวตัดดอก	15
การทดลองที่ 4.2 การเก็บในสภาพ Mild vacuum (MV) เพื่อรักษาความสด	16
กิจกรรมที่ 5 ผลของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพในระหว่างการขนส่งและอายุการปักแจกันของปทุมมาและกระเจียวตัดดอก	16

สารบัญเรื่อง (ต่อ)

	หน้า
การทดลองที่ 5.1 ผลของบรรจุภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นร่วมกับวิธีการบรรจุต่ออายุการปักแจกันและคุณภาพของกระเจียวตัดดอกพันธุ์บ้านไร่เรด	16
การทดลองที่ 5.2 ผลของบรรจุภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นร่วมกับวิธีการบรรจุต่ออายุการปักแจกันและคุณภาพของปทุมมาตัดดอกพันธุ์ลานนาสโนว์	21
กิจกรรมที่ 6 การทดสอบความต้องการปทุมมาและกระเจียวของลูกค้าในตลาดญี่ปุ่น	23
สถานที่ดำเนินงานวิจัย	23
บทที่ 4 ผลการวิจัย	24
กิจกรรมที่ 1 การศึกษาข้อมูลปริมาณน้ำและปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปทุมมาและกระเจียว	24
กิจกรรมที่ 2 การศึกษาวิธีการให้ปุ๋ยแก่ต้นอ่อนที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ	49
กิจกรรมที่ 3 การศึกษาการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการผลิตปทุมมากระถาง (ต่อเนื่องปีที่ 2)	66
การทดลองที่ 3.1 ศึกษาผลของการแช่สารพาโคบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตของปทุมมาและกระเจียวในฤดูปกติ	66
การทดลองที่ 3.2 ศึกษาผลการราดสารพาโคลบิวทราโซลต่อการควบคุมการเจริญเติบโตของปทุมมาและกระเจียวในฤดูปกติ	79
กิจกรรมที่ 4 การศึกษาวิธีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวปทุมมาและกระเจียวโดยการดัดแปลงบรรยากาศในบรรจุภัณฑ์	95
การทดลองที่ 4.1 การศึกษาผลของสภาพดัดแปลงบรรยากาศและอุณหภูมิต่อการยืดอายุการขนส่งและอายุการปักแจกันของปทุมมาและกระเจียวตัดดอก	95
การทดลองที่ 4.2 การเก็บในสภาพ Mild vacuum (MV) เพื่อรักษาความสด	170
กิจกรรมที่ 5 ผลของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพในระหว่างการขนส่งและอายุการปักแจกันของปทุมมาและกระเจียวตัดดอก	182
กิจกรรมที่ 6 การทดสอบความต้องการปทุมมาและกระเจียวของลูกค้าในตลาดญี่ปุ่น	244
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการวิจัย	249
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย	258
เอกสารอ้างอิง	261
ภาคผนวก	265
ตารางสรุปเปรียบเทียบแผนงานวิจัยกับผลงานวิจัย	267

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) Highland Research and Development Institute (Public Organization)

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1.1	อัตราการให้ปุ๋ยในแต่ละกรรมวิธี ในแต่ละช่วงการเจริญเติบโต	10
4.1.1	คุณภาพของหัวพันธุ์ปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ก่อนปลูก	25
4.1.2	คุณภาพของหัวพันธุ์กระเจียวพันธุ์โกลเด้นเรนก่อนปลูก	25
4.1.3	ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติดินก่อนปลูก	26
4.1.4	ความสูงต้นของปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ หลังปลูกนาน 4-16 สัปดาห์	27
4.1.5	พื้นที่ใบของปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ หลังปลูกนาน 4-16 สัปดาห์	27
4.1.6	น้ำหนักสดของปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ หลังปลูกนาน 4-24 สัปดาห์	28
4.1.7	น้ำหนักแห้งของปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ หลังปลูกนาน 4-24 สัปดาห์	28
4.1.8	คุณภาพดอกของปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ หลังปลูกนาน 16 สัปดาห์	29
4.1.9	อัตราการคายระเหยน้ำของปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ หลังปลูกนาน 4-24 สัปดาห์	30
4.1.10	ค่าการใช้น้ำของปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ หลังปลูกนาน 4-24 สัปดาห์	30
4.1.11	ค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำของปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ หลังปลูกนาน 4-24 สัปดาห์	31
4.1.12	อัตราการคายน้ำต่อหน่วยพื้นที่ใบของปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ หลังปลูกนาน 4-24 สัปดาห์	31
4.1.13	ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ หลังปลูกนาน 4-24 สัปดาห์	32
4.1.14	ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติวัสดุปลูกหลังปลูกนาน 24 สัปดาห์ ของปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์	33
4.1.15	ความสูงต้นของกระเจียวพันธุ์โกลเด้นเรน หลังปลูกนาน 4-20 สัปดาห์	38
4.1.16	พื้นที่ใบของกระเจียวพันธุ์โกลเด้นเรน หลังปลูกนาน 4-20 สัปดาห์	39
4.1.17	น้ำหนักสดของกระเจียวพันธุ์โกลเด้นเรน หลังปลูกนาน 24 สัปดาห์	39
4.1.18	น้ำหนักแห้งของกระเจียวพันธุ์โกลเด้นเรน หลังปลูกนาน 24 สัปดาห์	40
4.1.19	คุณภาพดอกของกระเจียวพันธุ์โกลเด้นเรน หลังปลูกนาน 20 สัปดาห์	40
4.1.20	อัตราการคายระเหยน้ำของกระเจียวพันธุ์โกลเด้นเรน หลังปลูกนาน 4-24 สัปดาห์	41
4.1.21	ค่าการใช้น้ำของกระเจียวพันธุ์โกลเด้นเรน หลังปลูกนาน 4-24 สัปดาห์	41
4.1.22	ค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำของกระเจียวพันธุ์โกลเด้นเรน หลังปลูกนาน 4-24 สัปดาห์	42
4.1.23	อัตราการคายน้ำต่อหน่วยพื้นที่ใบของกระเจียวพันธุ์โกลเด้นเรน หลังปลูกนาน 4-24 สัปดาห์	43

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.1.24	ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกระเจียวพันธุ์โกลเด้นเรน หลังปลูกนาน 4-24 สัปดาห์	43
4.1.25	ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติวัสดุปลูกหลังปลูกนาน 24 สัปดาห์ ของกระเจียวพันธุ์โกลเด้นเรน	44
4.2.1	คุณภาพของต้นอ่อนกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรดก่อนปลูก	50
4.2.2	คุณภาพของต้นอ่อนปทุมมาพันธุ์ CMU Miracle ก่อนปลูก	50
4.2.3	ค่า EC และ pH ของสารละลายปุ๋ย	51
4.2.4	ความสูงต้นของกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรด หลังได้รับปุ๋ยตามกรรมวิธีที่แตกต่างกัน	51
4.2.5	จำนวนใบต่อต้นของกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรด หลังได้รับปุ๋ยตามกรรมวิธีที่แตกต่างกัน	52
4.2.6	ความกว้างทรงพุ่มของกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรด หลังได้รับปุ๋ยตามกรรมวิธีที่แตกต่างกัน	53
4.2.7	จำนวนหน่อต่อกอของกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรด หลังได้รับปุ๋ยตามกรรมวิธีที่แตกต่างกัน	54
4.2.8	คุณภาพดอกของกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรด หลังได้รับปุ๋ยตามกรรมวิธีที่แตกต่างกัน	55
4.2.9	คุณภาพหัวพันธุ์ของกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรด หลังได้รับปุ๋ยตามกรรมวิธีที่แตกต่างกัน	58
4.2.10	ความสูงต้นของปทุมมาพันธุ์ CMU Miracle หลังได้รับปุ๋ยตามกรรมวิธีที่แตกต่างกัน	59
4.2.11	จำนวนใบต่อต้นของปทุมมาพันธุ์ CMU Miracle หลังได้รับปุ๋ยตามกรรมวิธีที่แตกต่างกัน	60
4.2.12	ความกว้างทรงพุ่มของปทุมมาพันธุ์ CMU Miracle หลังได้รับปุ๋ยตามกรรมวิธีที่แตกต่างกัน	61
4.2.13	จำนวนหน่อต่อกอของปทุมมาพันธุ์ CMU Miracle หลังได้รับปุ๋ยตามกรรมวิธีที่แตกต่างกัน	62
4.2.14	คุณภาพดอกของปทุมมาพันธุ์ CMU Miracle ที่ได้รับปุ๋ยในระยะเวลาการให้ที่แตกต่างกัน	63
4.2.15	คุณภาพหัวพันธุ์ของปทุมมาพันธุ์ CMU Miracle หลังได้รับปุ๋ยตามกรรมวิธีที่แตกต่างกัน	65
4.3.1	คุณภาพของหัวพันธุ์ปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ก่อนปลูก	67
4.3.2	คุณภาพของหัวพันธุ์ปทุมมาพันธุ์ดอยตุงเรดก่อนปลูก	67
4.3.3	คุณภาพของหัวพันธุ์กระเจียวพันธุ์มณีสยามก่อนปลูก	68

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.3.4	คุณภาพของหัวพันธุ์กระเจียวพันธุ์บัวชั้นก่อนปลูก	68
4.3.5	ความสูงต้น จำนวนใบต่อต้น และจำนวนหน่อต่อกอ ของปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ หลังปลูกนาน 20 สัปดาห์	69
4.3.6	คุณภาพดอกของปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ หลังปลูกนาน 20 สัปดาห์	70
4.3.7	ความสูงต้น จำนวนใบต่อต้น และจำนวนหน่อต่อกอ ของปทุมมาพันธุ์ดอยตุงเรด หลังปลูกนาน 15 สัปดาห์	72
4.3.8	คุณภาพดอกของปทุมมาพันธุ์ดอยตุงเรด หลังปลูกนาน 15 สัปดาห์	73
4.3.9	ความสูงต้น จำนวนใบต่อต้น และจำนวนหน่อต่อกอ ของกระเจียวพันธุ์มณีสยาม หลังปลูกนาน 20 สัปดาห์	74
4.3.10	คุณภาพดอกของกระเจียวพันธุ์มณีสยาม หลังปลูกนาน 20 สัปดาห์	75
4.3.11	ความสูงต้น จำนวนใบต่อต้น และจำนวนหน่อต่อกอ ของกระเจียวพันธุ์บัวชั้น หลังปลูกนาน 20 สัปดาห์	77
4.3.12	คุณภาพดอกของกระเจียวพันธุ์บัวชั้น หลังปลูกนาน 20 สัปดาห์	78
4.3.13	คุณภาพของหัวพันธุ์ปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ก่อนปลูก	80
4.3.14	คุณภาพของหัวพันธุ์ปทุมมาพันธุ์ดอยตุงเรดก่อนปลูก	81
4.3.15	คุณภาพของหัวพันธุ์กระเจียวพันธุ์มณีสยามก่อนปลูก	82
4.3.16	คุณภาพของหัวพันธุ์กระเจียวพันธุ์บัวชั้นก่อนปลูก	83
4.3.17	ความสูงต้น จำนวนใบต่อต้น และจำนวนหน่อต่อกอ ของปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ หลังปลูกนาน 15 สัปดาห์	84
4.3.18	คุณภาพดอกของปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ หลังปลูกนาน 15 สัปดาห์	85
4.3.19	ความสูงต้น จำนวนใบต่อต้น และจำนวนหน่อต่อกอ ของปทุมมาพันธุ์ดอยตุงเรด หลังปลูกนาน 15 สัปดาห์	87
4.3.20	คุณภาพดอกของปทุมมาพันธุ์ดอยตุงเรด หลังปลูกนาน 15 สัปดาห์	89
4.3.21	ความสูงต้น จำนวนใบต่อต้น และจำนวนหน่อต่อกอ ของกระเจียวพันธุ์มณีสยาม หลังปลูกนาน 20 สัปดาห์	90
4.3.22	คุณภาพดอกของกระเจียวพันธุ์มณีสยาม หลังปลูกนาน 20 สัปดาห์	91
4.3.23	ความสูงต้น จำนวนใบต่อต้น และจำนวนหน่อต่อกอ ของกระเจียวพันธุ์บัวชั้น หลังปลูกนาน 20 สัปดาห์	92
4.3.24	คุณภาพดอกของกระเจียวพันธุ์บัวชั้น หลังปลูกนาน 20 สัปดาห์	93

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.4.1.1.1	การสูญเสียน้ำหนักสด ปริมาณแก๊สออกซิเจน และปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรจุภัณฑ์ของกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรดที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (28.44±0.26 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75.56±0.93 เปอร์เซ็นต์) และอุณหภูมิต่ำ (14.83±0.17 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75.78±1.51 เปอร์เซ็นต์) เป็นเวลา 2, 4 และ 6 วัน	104
4.4.1.1.2	คะแนนประเมินการเปลี่ยนแปลงสีของใบประดับ ความสดของใบประดับ สีของก้านดอก และความสดของก้านดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรดภายในบรรจุภัณฑ์ของกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรดที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (28.44±0.26องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75.56±0.93 เปอร์เซ็นต์) และอุณหภูมิต่ำ (14.83±0.17 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75.78±1.51 เปอร์เซ็นต์) เป็นเวลา 0, 2, 4 และ 6 วัน	105
4.4.1.1.3	การสูญเสียน้ำหนักสด น้ำหนักแห้งของช่อดอก และอัตราการดูดน้ำของกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรดที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ระหว่างปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (28.44±0.26 องศาเซลเซียสความชื้นสัมพัทธ์ 75.56±0.93 เปอร์เซ็นต์) เป็นเวลา 2 วัน	120
4.4.1.1.4	การเปลี่ยนแปลงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของช่อดอกและคอดอกของกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรดที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ระหว่างปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (28.44±0.26 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75.56±0.93 เปอร์เซ็นต์) เป็นเวลา 2วัน	121
4.4.1.1.5	ค่า L*, chroma และ hue angle (องศา) ของใบประดับส่วนบนและใบประดับส่วนล่างของกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรดที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (28.44±0.26 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75.56±0.93 เปอร์เซ็นต์) เป็นเวลา 2 วัน	122
4.4.1.1.6	ปริมาณแอนโทไซยานินของใบประดับส่วนบนและใบประดับส่วนล่างและปริมาณแคโรทีนอยด์ของใบประดับส่วนล่างของกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรดที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ระหว่างปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (28.44±0.26 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์75.56±0.93 เปอร์เซ็นต์) เป็นเวลา 2วัน	123
4.4.1.1.7	คะแนนประเมินการเปลี่ยนแปลงสีของใบประดับ ความสดของใบประดับ สีของก้านดอก และความสดของก้านดอกของกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรดที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (28.44±0.26 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75.56±0.93 เปอร์เซ็นต์)เป็นเวลา 2วัน	124

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.4.1.1.8	อายุการปักแจกันของดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรดที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ แล้วเก็บรักษาไว้เป็นเวลาแตกต่างกัน ก่อนนำมาปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (28.44±0.26 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75.56±0.93 เปอร์เซ็นต์)	125
4.4.1.1.9	การสูญเสียน้ำหนักสด ปริมาณแก๊สออกซิเจน และปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรจุภัณฑ์ของดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรดที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ (14.19±0.16 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 71.72±1.31 เปอร์เซ็นต์)	130
4.4.1.1.10	คะแนนประเมินการเปลี่ยนแปลงสีของใบประดับ ความสดของใบประดับ สีของก้านดอก และความสดของก้านดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรดที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ (14.19±0.16 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 71.72±1.31 เปอร์เซ็นต์)	131
4.4.1.1.11	การสูญเสียน้ำหนักสด อัตราการดูดน้ำ การเปลี่ยนแปลงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของช่อดอกและคอดอกของกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรดที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ระหว่างปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (28.76±0.29 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 78.66±1.19เปอร์เซ็นต์) เป็นเวลา 2 วัน	137
4.4.1.1.12	คะแนนประเมินการเปลี่ยนแปลงสีของใบประดับ ความสดของใบประดับ สีของก้านดอก และความสดของก้านดอกของกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรดที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ระหว่างปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (28.76±0.29 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 78.66±1.19เปอร์เซ็นต์) เป็นเวลา 2 วัน	138
4.4.1.1.13	อายุการปักแจกันของดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรดที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ แล้วเก็บรักษาไว้เป็นเวลาแตกต่างกัน ก่อนนำมาปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (28.76±0.29 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 78.66±1.19 เปอร์เซ็นต์)	139
4.4.1.2.1	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักสด ปริมาณแก๊สออกซิเจน และปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรจุภัณฑ์ที่บรรจุดอกปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (30.12±0.47 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 82.82±2.43 เปอร์เซ็นต์) และอุณหภูมิต่ำ (14.63±0.18 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 73.81±1.96 เปอร์เซ็นต์) เป็นเวลา 0, 2, 4 และ 6 วัน	149

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.4.1.2.2	คะแนนประเมินการเปลี่ยนแปลงสีของใบประดับ ความสดของใบประดับสีของก้านดอก และความสดของก้านดอกของดอกปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์แตกต่างกัน แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (30.12±0.47 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 82.82±2.43 เปอร์เซ็นต์) และอุณหภูมิต่ำ (14.63±0.18 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 73.81±1.96 เปอร์เซ็นต์) เป็นเวลา 0, 2, 4 และ 6 วัน	150
4.4.1.2.3	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักแห้ง และอัตราการดูดน้ำของดอกปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ ที่ปักแจกันที่อุณหภูมิห้อง (29.06±0.31 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 78.77±1.39 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 2 วัน	163
4.4.1.2.4	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงเส้นผ่านศูนย์กลางช่อดอก เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงเส้นผ่านศูนย์กลางคอดอก และระยะเวลาปักแจกันของดอกปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ ที่ปักแจกันที่อุณหภูมิห้อง (29.06±0.31องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 78.77±1.39 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 2 วัน	164
4.4.1.2.5	ค่า L* Chroma และ Hue angle (°) ของใบประดับส่วนบนและใบประดับส่วนล่างของดอกปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ ที่ปักแจกันที่อุณหภูมิห้อง (29.06±0.31องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 78.77±1.39 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 2 วัน	165
4.4.1.2.6	ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของใบประดับส่วนบนของดอกปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ ที่ปักแจกันที่อุณหภูมิห้อง (29.06±0.31องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 78.77±1.39 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 2 วัน	166
4.4.1.2.7	ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของใบประดับส่วนล่างของดอกปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ ที่ปักแจกันที่อุณหภูมิห้อง (29.06±0.31องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 78.77±1.39 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 2 วัน	167
4.4.1.2.8	อายุปักแจกันของดอกปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ ที่ปักแจกันที่อุณหภูมิห้อง (29.06±0.31องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 78.77±1.39 เปอร์เซ็นต์	168
4.4.1.2.9	คะแนนประเมินการเปลี่ยนแปลงสีของใบประดับ ความสดของใบประดับ สีของก้านดอก และความสดของก้านดอกของดอกปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ ที่ปักแจกันที่อุณหภูมิห้อง (29.06±0.31องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 78.77±1.39 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 2 วัน	169
4.4.1.2.10	เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของดอกกระเจียวพันธุ์มณีสยาม	171

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.4.1.2.11	แสดงการสูญเสียน้ำหนักสดหลังเก็บรักษา 3 วัน เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง และอายุปักแจกัน หลังปักแจกันดอกกระเจียวพันธุ์มณีสยาม	172
4.4.1.2.12	แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของดอกกระเจียวพันธุ์มณีสยามในช่วงปักแจกัน	173
4.4.1.2.13	เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของดอกปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์	175
4.4.1.2.14	แสดงการสูญเสียน้ำหนักสดหลังเก็บรักษา 3 วัน เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง และอายุปักแจกัน หลังปักแจกันดอกปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์	177
4.4.1.2.16	แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของดอกปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ในช่วงปักแจกัน	178
4.5.1	เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของช่อดอกและคอดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรด ที่ผ่านการจำลองการขนส่งโดยใช้เครื่อง ASTM D999 ที่ความถี่ 2.5 เฮิรตซ์ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง	185
4.5.2	อัตราการดูดน้ำ การสูญเสียน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และปริมาณน้ำในดอกของดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรดที่ปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26.77±3.11 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.54±14.45 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 วัน	187
4.5.3	การเปลี่ยนแปลงเส้นผ่านศูนย์กลางของช่อดอก และการเปลี่ยนแปลงเส้นผ่านศูนย์กลางของคอดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรดที่ปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26.77±3.11 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.54±14.45 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 วัน	190
4.5.4	คะแนนประเมินการเปลี่ยนแปลงสีของใบประดับ ความสดของใบประดับ ความสดของก้านดอก การเปลี่ยนแปลงสีของก้านดอกส่วนที่ปักแจกันของดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรดที่ปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26.77±3.11 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.54±14.45 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 วัน	194
4.5.5	ปริมาณแอนโทไซยานินของใบประดับส่วนบน ปริมาณแอนโทไซยานินของใบประดับส่วนล่าง และปริมาณแคโรทีนอยด์ของใบประดับของดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรดที่ปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26.77±3.11 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.54±14.45 เปอร์เซ็นต์	198
4.5.6	ค่า L*, a*, b*, chroma และ hue angle ของใบประดับส่วนบนของดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรดที่ปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26.77±3.11 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.54±14.45 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 วัน	202
4.5.7	ค่า L*, a*, b*, chroma และ hue angle ของใบประดับส่วนล่างของดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรดที่ปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26.77±3.11 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.54±14.45 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 วัน	206

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.5.8	อายุการปักแจกันของดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรดที่ปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26.77±3.11 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.54±14.45 เปอร์เซ็นต์	209
4.5.9	เปอร์เซ็นต์ประเมินความเสียหายของดอกปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ ที่ผ่านการจำลองการขนส่ง	212
4.5.10	อัตราการดูดน้ำ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง เส้นผ่านศูนย์กลางดอก และเส้นผ่านศูนย์กลางคอดอกของปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ที่ปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26.60±3.70 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.90±14.90 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 วัน	214
4.5.11	คะแนนประเมินความสดของใบประดับ การเปลี่ยนแปลงสีของใบประดับ ความสดก้านดอก และการเปลี่ยนแปลงสีของก้านดอกส่วนปักแจกันของปทุมมาพันธุ์ ลานนาสโนว์ ที่ปักแจกันไว้ ที่อุณหภูมิห้อง (26.60±3.70 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.90±14.90 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 วัน	219
4.5.12	ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของใบประดับส่วนบนของดอกปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ ที่ปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26.60±3.70 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.90±14.90 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 วัน	222
4.5.13	ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของใบประดับส่วนล่างของดอกปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ ที่ปักแจกันไว้ ที่อุณหภูมิห้อง (26.60±3.70 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.90±14.90 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 วัน	225
4.5.14	ค่า L*, chroma และ hue angle ของใบประดับส่วนบนของดอกปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ที่ปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26.60±3.70 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.90±14.90เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 วัน	228
4.5.15	ค่า L*, chroma และ hue angle ของใบประดับส่วนล่างของดอกปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ที่ปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26.60 ±3.70 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.90±14.90 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 วัน	231
4.5.16	อายุการปักแจกันของดอกปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ที่ปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26.60±3.70 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.90±14.90 เปอร์เซ็นต์	234

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.5.17	ขนาดกล่องขายปลีก ขนาดกล่องขายส่ง ราคาของกล่องขายปลีก ราคาของกล่องขายส่งของบรรจุภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นและบรรจุภัณฑ์ทางการค้า จำนวนดอกต่อกล่องขายปลีก จำนวนดอกต่อกล่องขายส่ง ราคาดอกกระเจียวต่อดอก ราคาดอกกระเจียวต่อกล่อง ราคาต้นทุนต่อกล่อง และราคาต้นทุนเฉลี่ยต่อดอก	240
4.5.18	ขนาดกล่องขายปลีก ขนาดกล่องขายส่ง ราคาของกล่องขายปลีก ราคาของกล่องขายส่งของบรรจุภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นและบรรจุภัณฑ์ทางการค้า จำนวนดอกต่อกล่องขายปลีก จำนวนดอกต่อกล่องขายส่ง ราคาดอกปทุมมาต่อดอก ราคาดอกปทุมมาต่อกล่อง ราคาต้นทุนต่อกล่อง และราคาต้นทุนเฉลี่ยต่อดอก	243

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) Highland Research and Development Institute (Public Organization)

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
3.1.1	ระยะการเจริญเติบโตของปทุมมาในแต่ละเดือน	11
4.1.1	ปทุมมาและกระเจียวที่ใช้ทำการทดลอง	24
4.1.2	การปลูกปทุมมาและกระเจียวในกระถางและโรงเรือนพลาสติก (ณ ศูนย์บริการการพัฒนาขยายพันธุ์ไม้ดอกไม้ผลบ้านไร่อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่)	25
4.1.3	การเจริญเติบโตของปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ หลังปลูกนาน 0 สัปดาห์ (ยังไม่เริ่มให้กรรมวิธี)	33
4.1.4	การเจริญเติบโตของปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ หลังปลูกนาน 4 สัปดาห์ (ยังไม่เริ่มให้กรรมวิธี)	34
4.1.5	การเจริญเติบโตของปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ หลังปลูกนาน 8 สัปดาห์ (เริ่มให้กรรมวิธี)	35
4.1.6	การเจริญเติบโตของปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ หลังปลูกนาน 12 สัปดาห์	36
4.1.7	การเจริญเติบโตและคุณภาพดอกของปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ หลังปลูกนาน 16 สัปดาห์	37
4.1.8	หัวพันธุ์ของปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ หลังปลูกนาน 24 สัปดาห์	38
4.1.9	การเจริญเติบโตของกระเจียวพันธุ์โกลเด้นเรน หลังปลูกนาน 0 สัปดาห์ (ยังไม่เริ่มให้กรรมวิธี)	45
4.1.10	การเจริญเติบโตของกระเจียวพันธุ์โกลเด้นเรน หลังปลูกนาน 4 สัปดาห์ (ยังไม่เริ่มให้กรรมวิธี)	45
4.1.11	การเจริญเติบโตของกระเจียวพันธุ์โกลเด้นเรน หลังปลูกนาน 8 สัปดาห์ (เริ่มให้กรรมวิธี)	46
4.1.12	การเจริญเติบโตของกระเจียวพันธุ์โกลเด้นเรน หลังปลูกนาน 12 สัปดาห์	47
4.1.13	การเจริญเติบโตของกระเจียวพันธุ์โกลเด้นเรน หลังปลูกนาน 16 สัปดาห์	47
4.1.14	การเจริญเติบโตและคุณภาพดอกของกระเจียวพันธุ์โกลเด้นเรน หลังปลูกนาน 20 สัปดาห์	48
4.1.15	หัวพันธุ์ของกระเจียวพันธุ์โกลเด้นเรน หลังปลูกนาน 24 สัปดาห์	48
4.2.1	ปทุมมาและกระเจียวในขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ	49
4.2.2	ปทุมมาและกระเจียวที่ใช้ทำการทดลอง	49
4.2.3	ความสูงต้นของกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรด หลังได้รับปุ๋ยตามกรรมวิธีที่แตกต่างกัน	52
4.2.4	จำนวนใบต่อต้นของกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรด หลังได้รับปุ๋ยตามกรรมวิธีที่แตกต่างกัน	53
4.2.5	ความกว้างทรงพุ่มของกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรด หลังได้รับปุ๋ยตามกรรมวิธีที่แตกต่างกัน	54

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.2.6	การเจริญเติบโตของกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรด ที่ระยะ 2 สัปดาห์ หลังปลูก	55
4.2.7	การเจริญเติบโตของกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรด ที่ระยะ 4 สัปดาห์ หลังปลูก	56
4.2.8	การเจริญเติบโตของกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรด ที่ระยะ 6 สัปดาห์ หลังปลูก	56
4.2.9	การเจริญเติบโตของกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรด ที่ระยะ 8 สัปดาห์ หลังปลูก	56
4.2.10	การเจริญเติบโตของกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรด ที่ระยะ 10 สัปดาห์ หลังปลูก	57
4.2.11	การเจริญเติบโตของกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรด ที่ระยะ 12 สัปดาห์ หลังปลูก	57
4.2.12	คุณภาพหัวพันธุ์ของกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรด หลังได้รับปุ๋ยตามกรรมวิธีที่แตกต่างกัน	58
4.2.13	ความสูงต้นของปทุมมาพันธุ์ CMU Miracle หลังได้รับปุ๋ยตามกรรมวิธีที่แตกต่างกัน	59
4.2.14	จำนวนใบต่อต้นของปทุมมาพันธุ์ CMU Miracle หลังได้รับปุ๋ยตามกรรมวิธีที่แตกต่างกัน	60
4.2.15	ความกว้างทรงพุ่มของปทุมมาพันธุ์ CMU Miracle หลังได้รับปุ๋ยตามกรรมวิธีที่แตกต่างกัน	61
4.2.16	การเจริญเติบโตของปทุมมาพันธุ์ CMU Miracle ที่ระยะ 2 สัปดาห์ หลังปลูก	63
4.2.17	การเจริญเติบโตของปทุมมาพันธุ์ CMU Miracle ที่ระยะ 4 สัปดาห์ หลังปลูก	63
4.2.18	การเจริญเติบโตของปทุมมาพันธุ์ CMU Miracle ที่ระยะ 6 สัปดาห์ หลังปลูก	64
4.2.19	การเจริญเติบโตของปทุมมาพันธุ์ CMU Miracle ที่ระยะ 8 สัปดาห์ หลังปลูก	64
4.2.20	การเจริญเติบโตของปทุมมาพันธุ์ CMU Miracle ที่ระยะ 10 สัปดาห์ หลังปลูก	64
4.2.21	คุณภาพหัวพันธุ์ของปทุมมาพันธุ์ CMU Miracle หลังได้รับปุ๋ยตามกรรมวิธีที่แตกต่างกัน	65
4.3.1	ปทุมมาและกระเจียวที่ใช้ทำการทดลอง	66
4.3.2	การปลูกปทุมมาและกระเจียวในถุงดำและโรงเรือนพลาสติก	69
4.3.3	การเจริญเติบโตของปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ หลังปลูกนาน 20 สัปดาห์	70
4.3.4	คุณภาพดอกของปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ หลังปลูกนาน 20 สัปดาห์	71
4.3.5	คุณภาพดอกของปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ หลังปลูกนาน 20 สัปดาห์	71
4.3.6	การเจริญเติบโตของปทุมมาพันธุ์ดอยตุงเรด หลังปลูกนาน 15 สัปดาห์	72
4.3.7	คุณภาพดอกของปทุมมาพันธุ์ดอยตุงเรด หลังปลูกนาน 15 สัปดาห์	73
4.3.8	คุณภาพดอกของปทุมมาพันธุ์ดอยตุงเรด หลังปลูกนาน 15 สัปดาห์	74
4.3.9	การเจริญเติบโตของของกระเจียวพันธุ์มณีสยาม หลังปลูกนาน 20 สัปดาห์	75
4.3.10	คุณภาพดอกของกระเจียวพันธุ์มณีสยาม หลังปลูกนาน 20 สัปดาห์	76
4.3.11	คุณภาพดอกของกระเจียวพันธุ์มณีสยาม หลังปลูกนาน 20 สัปดาห์	76
4.3.12	การเจริญเติบโตของของกระเจียวพันธุ์บัวชั้น หลังปลูกนาน 20 สัปดาห์	77
4.3.13	คุณภาพดอกของกระเจียวพันธุ์บัวชั้น หลังปลูกนาน 20 สัปดาห์	78

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.3.14	คุณภาพดอกของกระเจียวพันธุ์บัวชั้น หลังปลูกนาน 20 สัปดาห์	78
4.3.15	ปทุมมาและกระเจียวที่ใช้ทำการทดลอง	79
4.3.16	การปลูกปทุมมาและกระเจียวในถุงดำและโรงเรือนพลาสติก	83
4.3.17	การเจริญเติบโตของปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ หลังปลูกนาน 15 สัปดาห์	84
4.3.18	คุณภาพดอกของปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ หลังปลูกนาน 15 สัปดาห์	86
4.3.19	คุณภาพดอกของปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ หลังปลูกนาน 15 สัปดาห์	86
4.3.20	การเจริญเติบโตของปทุมมาพันธุ์ดอยตุงเรด หลังปลูกนาน 15 สัปดาห์	87
4.3.21	คุณภาพดอกของปทุมมาพันธุ์ดอยตุงเรด หลังปลูกนาน 15 สัปดาห์	89
4.3.22	คุณภาพดอกของปทุมมาพันธุ์ดอยตุงเรด หลังปลูกนาน 15 สัปดาห์	89
4.3.23	การเจริญเติบโตของกระเจียวพันธุ์มณีสยาม หลังปลูกนาน 20 สัปดาห์	90
4.3.24	คุณภาพดอกของกระเจียวพันธุ์มณีสยาม หลังปลูกนาน 20 สัปดาห์	91
4.3.25	คุณภาพดอกของกระเจียวพันธุ์มณีสยาม หลังปลูกนาน 20 สัปดาห์	91
4.3.26	การเจริญเติบโตของกระเจียวพันธุ์บัวชั้น หลังปลูกนาน 20 สัปดาห์	92
4.3.27	คุณภาพดอกของกระเจียวพันธุ์บัวชั้น หลังปลูกนาน 20 สัปดาห์	94
4.3.28	คุณภาพดอกของกระเจียวพันธุ์บัวชั้น หลังปลูกนาน 20 สัปดาห์	94
4.4.1.1.1	การบรรจุดอกกระเจียวโดยการปรับความเข้มข้นของแก๊สออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรจุภัณฑ์	96
4.4.1.1.2	ลักษณะการบรรจุดอกกระเจียวในบรรจุภัณฑ์ถุง Vacuum ซึ่งปรับปริมาณแก๊สถุง Active และการใช้วัสดุป้องกันช่อดอก	97
4.4.1.1.3	ลักษณะดอกกระเจียวที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (28.44±0.26 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75.56±0.93 เปอร์เซ็นต์) และอุณหภูมิต่ำ (14.83±0.17 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75.78±1.51 เปอร์เซ็นต์) เป็นระยะเวลา 2, 4 และ 6 วัน	106
4.4.1.1.4	ลักษณะดอกกระเจียวที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (28.44±0.26 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75.56±0.93 เปอร์เซ็นต์) และอุณหภูมิต่ำ (14.83±0.17 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75.78±1.51 เปอร์เซ็นต์) เป็นระยะเวลา 2, 4 และ 6 วัน	107
4.4.1.1.5	ลักษณะดอกกระเจียวที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เป็นระยะเวลาแตกต่างกันแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ (14.18±0.15 องศาเซลเซียส และ ความชื้นสัมพัทธ์ 71.81±1.30 เปอร์เซ็นต์) เป็นเวลา 2, 4 และ 6 วัน	132
4.4.1.1.6	ลักษณะดอกกระเจียวที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ (14.18±0.15 องศาเซลเซียส และ ความชื้นสัมพัทธ์71.81±1.30 เปอร์เซ็นต์) เป็นเวลา 2, 4 และ 6 วัน	133

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.4.1.2.1	การบรรจุดอกปทุมมาโดยการปรับความเข้มข้นของแก๊สออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรจุภัณฑ์	141
4.4.1.2.2	ลักษณะการบรรจุดอกปทุมมาในบรรจุภัณฑ์ถุง Vacuum ซึ่งปรับปริมาณแก๊สถุง Active และการใช้วัสดุป้องกันช่อดอก	142
4.4.1.2.3	ลักษณะของดอกปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (30.12±0.47องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 82.82±2.43 เปอร์เซ็นต์) และที่อุณหภูมิต่ำ (14.63±0.18 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 73.81±1.96 เปอร์เซ็นต์) เป็นเวลา 2, 4 และ 6 วัน	151
4.4.1.2.4	ลักษณะของดอกปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (30.12±0.47องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 82.82±2.43 เปอร์เซ็นต์) และที่อุณหภูมิต่ำ (14.63±0.18 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 73.81±1.96 เปอร์เซ็นต์) เป็นเวลา 2, 4 และ 6 วัน	152
4.4.1.2.5	การบรรจุดอกกระเจียวในบรรจุภัณฑ์	170
4.4.1.2.6	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของกระเจียวพันธุ์มณีสยามระหว่างการปักแจกัน	173
4.4.1.2.7	กระเจียวพันธุ์มณีสยาม หลังออกจากบรรจุภัณฑ์วันแรก	174
4.4.1.2.8	กระเจียวพันธุ์มณีสยาม หลังหมดอายุปักแจกัน	174
4.4.1.2.9	บรรจุภัณฑ์แบบมีอากาศ 100% และบรรจุภัณฑ์แบบมีอากาศ 50%	175
4.4.1.2.10	ความเสียหายที่เกิดจากอุณหภูมิต่ำทำให้เกิดอาการสะท้านหนาว (chilling injury) ในกรรมวิธีที่ 1 และ 4	176
4.4.1.2.11	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ระหว่างการปักแจกัน	179
4.4.1.2.12	ลักษณะหน้าดอกของปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ หลังออกจากบรรจุภัณฑ์วันแรก	179
4.4.1.2.13	ลักษณะหน้าดอกของปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ หลังหมดอายุปักแจกัน	180
4.4.1.2.14	การเปลี่ยนสีของก้านและ bract ของปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ ก่อนปักแจกัน	180
4.4.1.2.15	การเปลี่ยนสีของก้านและ bract ของปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ หลังหมดอายุปักแจกัน	181
4.5.1	ฝากล่องก่อนพับ (ก) ตัวกล่องก่อนพับ (ข) ตัวล็อคก้านดอก (ค) และกล่องกระดาษลูกฟูก สำหรับบรรจุดอกไม้แบบขายปลีก ขนาด 30×55×12 เซนติเมตร (ง)	182

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.5.2	ลักษณะดอกกระเจียวที่ไม่ห่อช่อดอกและห่อช่อดอกด้วยกระดาษไข ถูกบรรจุลงในกล่องกระดาษลูกฟูกสำหรับบรรจุดอกไม้แบบขายปลีก (ก) รัดกล่องที่บรรจุดอกกระเจียวแบบจำหน่ายปลีก ด้วยเครื่องรัดกล่อง (ข) นำกล่องที่บรรจุดอกกระเจียวแบบจำหน่ายปลีกที่รัดกล่องแล้ว มาบรรจุลงในกล่องกระดาษลูกฟูกสำหรับบรรจุกล่องแบบขายปลีก (ค) และกล่องสำหรับบรรจุกล่องแบบขายปลีกที่รัดโดยเครื่องรัดกล่อง (ง)	183
4.5.3	กล่องบรรจุดอกกระเจียวถูกนำไปทดสอบการขนส่ง โดยเครื่องจำลองการขนส่งโดยวิธี ASTM D999 ที่ความถี่ 2.5 เฮิรตซ์ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ณ ห้องปฏิบัติการการจำลองการขนส่ง สาขาเทคโนโลยีการบรรจุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (ก และ ข)	184
4.5.4	อาการช้ำของดอกกระเจียว ที่เกิดจากการทดสอบการขนส่ง (ก และ ข)	184
4.5.5	การเปลี่ยนแปลงอัตราการดูดน้ำของดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรด ในระหว่างปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26.77±3.11 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.54±14.45 เปอร์เซ็นต์	187
4.5.6	การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรดในระหว่างปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26.77±3.11 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์72.54±14.45 เปอร์เซ็นต์	188
4.5.7	การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรด ในระหว่างปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26.77±3.11 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.54±14.45 เปอร์เซ็นต์	188
4.5.8	การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์น้ำในดอกของดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรด ในระหว่างปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26.77±3.11 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.54±14.45 เปอร์เซ็นต์	189
4.5.9	การเปลี่ยนแปลงเส้นผ่านศูนย์กลางของช่อดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรด ในระหว่างการปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26.77±3.11 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.54±14.4 เปอร์เซ็นต์	190
4.5.10	การเปลี่ยนแปลงเส้นผ่านศูนย์กลางคอดอกของกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรด ในระหว่างการปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26.77±3.11 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์72.54±14.45 เปอร์เซ็นต์	191
4.5.11	การเปลี่ยนแปลงของสีบริเวณขอบใบประดับส่วนบนของช่อดอกกระเจียวที่มีสีชมพู แล้วเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินอมม่วง (ก และ ข)	193
4.5.12	คะแนนประเมินการเปลี่ยนแปลงสีของใบประดับของดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรด ในระหว่างปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26.77±3.11 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์72.54±14.45 เปอร์เซ็นต์	195

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.5.13	การเปลี่ยนแปลงคะแนนประเมินความสดใบประดับของดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรดในระหว่างปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26.77±3.11 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.54±14.45 เปอร์เซ็นต์	195
4.5.14	การเปลี่ยนแปลงคะแนนประเมินความสดก้านช่อดอกของดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรดในระหว่างปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26.77±3.11 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.54±14.45 เปอร์เซ็นต์	196
4.5.15	คะแนนประเมินการเปลี่ยนแปลงสีของก้านดอกส่วนที่ปักแจกันของดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรด ในระหว่างปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26.77±3.11 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.54±14.45 เปอร์เซ็นต์	196
4.5.16	ปริมาณแอนโทไซยานินของใบประดับส่วนบนของดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรดในระหว่างปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26.77±3.11 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.54±14.45 เปอร์เซ็นต์	198
4.5.17	ปริมาณแอนโทไซยานินของใบประดับส่วนล่างของดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรดในระหว่างปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26.77±3.11 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.54±14.45 เปอร์เซ็นต์	199
4.5.18	ปริมาณแคโรทีนอยด์ของใบประดับของดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรด ในระหว่างปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26.77±3.11 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.54±14.45 เปอร์เซ็นต์	199
4.5.19	การเปลี่ยนแปลงค่า L* ของใบประดับส่วนบนของดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรดในระหว่างปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26.77±3.11 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์72.54±14.45 เปอร์เซ็นต์	202
4.5.20	การเปลี่ยนแปลงค่า a* ของใบประดับส่วนบนของดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรดในระหว่างปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26.77±3.11 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.54±14.45 เปอร์เซ็นต์	203
4.5.21	การเปลี่ยนแปลงค่า b* ของใบประดับส่วนบนของดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรดในระหว่างปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26.77±3.11 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.54±14.45 เปอร์เซ็นต์	203
4.5.22	การเปลี่ยนแปลงค่า chroma ของใบประดับส่วนบนของดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรด ในระหว่างปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26.77±3.11 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.54±14.45 เปอร์เซ็นต์	204
4.5.23	การเปลี่ยนแปลงค่า hue angle ของใบประดับส่วนบนของดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรดในระหว่างปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26.77±3.11 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.54±14.45 เปอร์เซ็นต์	204

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.5.24	การเปลี่ยนแปลงค่า L* ของใบประดับส่วนล่างของดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรด ในระหว่างปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26.77±3.11 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.54±14.45 เปอร์เซ็นต์	206
4.5.25	การเปลี่ยนแปลงค่า a* ของใบประดับส่วนล่างของดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรด ในระหว่างปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26.77±3.11 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.54±14.45 เปอร์เซ็นต์	207
4.5.26	การเปลี่ยนแปลงค่า b* ของใบประดับส่วนล่างของดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรด ในระหว่างปักแจกันที่อุณหภูมิห้อง (26.77±3.11 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.54±14.45 เปอร์เซ็นต์	207
4.5.27	การเปลี่ยนแปลงค่า chroma ของใบประดับส่วนล่างของดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรด ในระหว่างปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26.77±3.11 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.54±14.45 เปอร์เซ็นต์	208
4.5.28	การเปลี่ยนแปลงค่า hue angle ของใบประดับส่วนล่างของดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรดในระหว่างปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26.77±3.11 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.54±14.45 เปอร์เซ็นต์	208
4.5.29	ลักษณะของดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรดในระหว่างปักแจกันไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26.77±3.11 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.54±14.45 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 วัน	209
4.5.30	วิธีการบรรจุดอกปทุมมาแบบไม่ห่อช่อดอก(ก) บรรจุดอกปทุมมาแบบห่อด้วยกระดาษไข (ข) และบรรจุดอกปทุมมาแบบห่อด้วยตาข่ายโฟม (ค)	210
4.5.31	การบรรจุดอกปทุมมาลงในกล่องกระดาษลูกฟูก(ก) การปิดหน้ากล่องกระดาษลูกฟูก (ข) การบรรจุลงกล่องกระดาษลูกฟูกแบบขายส่ง (ค) และการปิดกล่องกระดาษลูกฟูกที่บรรจุดอกปทุมมาด้วยเทปปิดกล่องและสายรัดกล่อง (ง)	211
4.5.32	การจำลองการขนส่งโดยเครื่องจำลองการขนส่ง ASTMD999 (ก และ ข)	211
4.5.33	การเปลี่ยนแปลงอัตราการดูดน้ำของปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ที่ปักแจกันที่อุณหภูมิห้อง (26.60±3.70 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.90±14.90 เปอร์เซ็นต์	215
4.5.34	การเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ที่ปักแจกันที่อุณหภูมิห้อง (26.60±3.70 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.90±14.90 เปอร์เซ็นต์	215
4.5.35	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งของปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ ที่ปักแจกันที่อุณหภูมิห้อง(26.60±3.70 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.90±14.90 เปอร์เซ็นต์	216

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.5.36	การเปลี่ยนแปลงเส้นผ่านศูนย์กลางของช่อดอกปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ ที่ปักแจกันที่ อุณหภูมิห้อง (26.60±3.70 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.90±14.90 เปอร์เซ็นต์	216
4.5.37	การเปลี่ยนแปลงเส้นผ่านศูนย์กลางของคอดอกปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ที่ปักแจกัน ที่อุณหภูมิห้อง (26.60±3.70 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.90±14.90 เปอร์เซ็นต์	217
4.5.38	การเปลี่ยนแปลงคะแนนประเมินการเปลี่ยนแปลงสีของปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ ที่ปักแจกัน ที่อุณหภูมิห้อง (26.60 ± 3.70 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.90±14.90 เปอร์เซ็นต์	220
4.5.39	การเปลี่ยนแปลงคะแนนประเมินความสดใบประดับส่วนบนของปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ที่ปักแจกัน ที่อุณหภูมิห้อง (26.60±3.70 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.90±14.90 เปอร์เซ็นต์	220
4.5.40	การเปลี่ยนแปลงคะแนนประเมินความสดส่วนก้านดอกของปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ที่ปักแจกัน ที่อุณหภูมิห้อง (26.60±3.70 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.90±14.90 เปอร์เซ็นต์	221
4.5.41	การเปลี่ยนแปลงคะแนนประเมินการเปลี่ยนแปลงสีของก้านดอกส่วนปักแจกันของปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ ที่ปักแจกันที่อุณหภูมิห้อง (26.60±3.70 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.90±14.90 เปอร์เซ็นต์	221
4.5.42	การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอของใบประดับส่วนบนปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ที่ปักแจกันที่อุณหภูมิห้อง (26.60±3.70 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.90±14.90 เปอร์เซ็นต์	223
4.5.43	การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บีของใบประดับส่วนบนปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ที่ปักแจกันที่อุณหภูมิห้อง (26.60±3.70 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.90±14.90 เปอร์เซ็นต์	223
4.5.44	การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของใบประดับส่วนบนปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ที่ปักแจกัน ที่อุณหภูมิห้อง (26.60±3.70 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์72.90±14.90 เปอร์เซ็นต์	224
4.5.45	การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของใบประดับส่วนล่างปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ปักแจกันที่อุณหภูมิห้อง (26.60±3.70 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.90±14.90 เปอร์เซ็นต์	226
4.5.46	การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ของใบประดับส่วนล่างปทุมมาพันธุ์ลานนาที่ปักแจกัน ที่อุณหภูมิห้อง (26.60±3.70 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.90±14.90 เปอร์เซ็นต์	226

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.5.47	การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของใบประดับส่วนล่างปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ที่ปักแจกัน ที่อุณหภูมิห้อง (26.60±3.70 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.90±14.90 เปอร์เซ็นต์	227
4.5.48	การเปลี่ยนแปลงค่า L* ของใบประดับส่วนบนปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ที่ปักแจกันที่อุณหภูมิห้อง (26.60±3.70 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.90±14.90 เปอร์เซ็นต์	229
4.5.49	การเปลี่ยนแปลงค่า chroma ของใบประดับส่วนบนปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ที่ปักแจกันที่อุณหภูมิห้อง (26.60±3.70 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.90±14.90 เปอร์เซ็นต์	229
4.5.50	การเปลี่ยนแปลงค่า hue angle ของใบประดับส่วนบนปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ที่ปักแจกันที่อุณหภูมิห้อง (26.60±3.70 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.90±14.90 เปอร์เซ็นต์	230
4.5.51	การเปลี่ยนแปลงค่าสี L* ของใบประดับส่วนล่างปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ที่ปักแจกันทีอุณหภูมิห้อง (26.60±3.70 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.90±14.90 เปอร์เซ็นต์	232
4.5.52	การเปลี่ยนแปลงค่า chroma ของใบประดับส่วนล่างปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ที่ปักแจกันที่อุณหภูมิห้อง (26.60±3.70 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.90±14.90 เปอร์เซ็นต์	232
4.5.53	การเปลี่ยนแปลงค่า hue angle ของใบประดับส่วนล่างปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ที่ปักแจกันที่อุณหภูมิห้อง (26.60±3.70 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.90±14.90 เปอร์เซ็นต์	233
4.5.54	ลักษณะของดอกปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ ในระหว่างการปักแจกันที่อุณหภูมิห้อง(26.60 ±3.70 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 72.90±14.90 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 วัน	234
4.5.55	ลักษณะกล่องบรรจุดอกไม้สดของบริษัทนิ่มซี่เส็ง Size L (ก) ลักษณะการบรรจุ (ข) ความเสียหายที่เกิดขึ้นภายนอกกล่อง (ค) และความเสียหายที่เกิดขึ้นภายในกล่อง (ง) ภายหลังการบรรจุดอกปทุมมาและผ่านการทดสอบการจำลองการขนส่งด้วยระบบ ASTMD999 ที่ความถี่ 2.5 hz. Amplitude 1 นิ้ว เป็นเวลา 1 ชั่วโมง	236
4.5.56	ลักษณะกล่องกระดาษลูกฟูกสำหรับบรรจุดอกไม้แบบขายปลีกที่พัฒนาขึ้น และลักษณะการบรรจุ	228
4.5.57	ลักษณะการบรรจุกล่องกระดาษลูกฟูกแบบขายปลีกที่พัฒนาขึ้นในกล่องกระดาษลูกฟูกแบบขายส่งที่พัฒนาขึ้น และลักษณะการบรรจุด้วยกล่องทางการค้าด้วยวิธีการของเกษตรกร	228

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.5.58	ลักษณะกล่องขายปลีกที่ใช้บรรจุปทุมมาที่พัฒนาขึ้น และลักษณะการบรรจุกล่องขายปลีกในกล่องขายส่งที่พัฒนาขึ้น	229
4.5.59	เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของช่อดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรดที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นและบรรจุภัณฑ์ทางการค้า และผ่านการจำลองการขนส่งโดยใช้เครื่อง ASTM D999 ที่ความถี่ 2.5 เฮิรตซ์ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง	241
4.5.60	เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของช่อดอกปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นและบรรจุภัณฑ์ทางการค้า และผ่านการจำลองการขนส่งโดยใช้เครื่อง ASTM D999 ที่ความถี่ 2.5 เฮิรตซ์ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง	242
4.5.61	ลักษณะความเสียหายของช่อดอกบริเวณกลับประดับส่วนบน กลีบประดับส่วนล่าง และดอกจริงของปทุมมาที่ผ่านการทดสอบการขนส่ง	242
4.6.1	การตกแต่งบูธเพื่อแสดงพันธุ์ปทุมมาและกระเจียวในงาน IFEX 2018	244
4.6.2	ผู้เข้าชมงานให้ความสนใจเข้าแวะสอบถามข้อมูลในบูธของโครงการฯ	245
4.6.3	ปทุมมาที่ส่งประกวดและได้รับรางวัล Excellence Award- Overseas Grower	245
4.6.4	แบบสอบถาม 2 ภาษา ได้แก่ ภาษาอังกฤษ และ ภาษาญี่ปุ่น	246
4.6.5	ตัวอย่างของแบบสอบถามที่ใช้ และ ภาพของผู้เข้าร่วมงานให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม	247

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) Highland Research and Development Institute (Public Organization)

บทคัดย่อ

โครงการปรับปรุงคุณภาพการผลิตปทุมมาและกระเจียวเพื่อการค้า ดำเนินการทดลองจำนวน 6 กิจกรรม ได้แก่

กิจกรรมที่ 1 การศึกษาข้อมูลปริมาณน้ำและปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปทุมมาและกระเจียว ปลูกหัวพันธุ์ปทุมมา (พันธุ์เชียงใหม่พิงค์) และกระเจียว (พันธุ์โกลเด้นเรน) โดยการให้ปุ๋ยในอัตราที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงการเจริญเติบโต จากการทดลองพบว่า ในสัปดาห์ที่ 16 หลังปลูกปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ย 1.5 กรัมต่อเดือน) และกรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ย 3.0 กรัมต่อเดือน) ส่งผลให้พืชมีความสูง น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง ความยาวก้านช่อดอก เส้นผ่าศูนย์กลางช่อดอก จำนวนกลีบประดับสีเขียวและสีชมพู มากกว่ากรรมวิธีที่ 1 (ไม่ให้ปุ๋ย) ในสัปดาห์ที่ 20-24 หลังปลูก กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ย 3.0 กรัมต่อเดือน) มีพื้นที่ใบมากกว่าอื่น ในด้านข้อมูลปริมาณการใช้น้ำ พบว่าที่ระยะดอกบาน (16 สัปดาห์หลังปลูก) ในทุกกรรมวิธีมีค่ามีค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (Crop Coefficient, Kc) มากกว่าระยะอื่นๆ

ส่วนในกระเจียวพันธุ์โกลเด้นเรน พบว่าในสัปดาห์ที่ 20 หลังปลูก กรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ย 1.5 กรัมต่อเดือน) และกรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ย 3.0 กรัมต่อเดือน) ส่งผลให้พืชมีความสูง พื้นที่ใบ น้ำหนักสด และคุณภาพดอก มากกว่ากรรมวิธีที่ 1 (ไม่ให้ปุ๋ย) ส่วนข้อมูลปริมาณน้ำ พบว่าที่ระยะดอกบาน (20 สัปดาห์หลังปลูก) ในทุกกรรมวิธีมีค่าอัตราการคายระเหยน้ำ (Evapotranspiration rate), ค่าการใช้น้ำของพืช (Crop Evapotranspiration, ETc) และสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ (Crop Coefficient, Kc) มากกว่าระยะอื่นๆ

กิจกรรมที่ 2 การศึกษาวิธีการให้ปุ๋ยแก่ต้นอ่อนที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ จากการทดลองพบว่า กระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรด ในสัปดาห์ที่ 12 หลังปลูก กรรมวิธีที่ได้รับปุ๋ย 2 ครั้ง/สัปดาห์ ส่งผลให้มีความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนใบต่อต้น เปอร์เซ็นต์การออกดอก ความยาวก้านดอก ความยาวช่อดอก เส้นผ่าศูนย์กลางดอก และจำนวนกลีบประดับ มากที่สุด มีจำนวนวันตั้งแต่ปลูกถึงดอกแรกบานเร็วกว่ากรรมวิธีอื่นๆ และมีอายุการบานบนต้นมากที่สุด นอกจากนี้คุณภาพหัวพันธุ์หลังปลูกยังส่งผลให้มีน้ำหนักหัวพันธุ์ ความยาวตุ้มราก และจำนวนตุ้มราก มากกที่สุด ส่วนปทุมมาพันธุ์ CMU Miracle ที่ระยะ 10 สัปดาห์หลังปลูก กรรมวิธีที่ได้รับปุ๋ย 2 ครั้ง/สัปดาห์ ส่งผลให้พืชมีความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนใบต่อต้น มีความยาวก้านดอก ความยาวช่อดอก เส้นผ่าศูนย์กลางดอก จำนวนกลีบประดับ และอายุการบานบนต้นมากที่สุด นอกจากนี้ยังมีน้ำหนักหัวพันธุ์หลังปลูก และจำนวนตุ้มราก มากกว่าที่สุด

กิจกรรมที่ 3 การศึกษาการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการผลิตปทุมมากระถาง (ต่อเนื่องปีที่ 2)

การทดลองที่ 3.1 การศึกษาผลของการแช่สารพาโคบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตของปทุมมาและกระเจียวในฤดูปกติ จากการทดลองพบว่า การแช่หัวพันธุ์ด้วยสารละลายพาโคลบิวทราโซลความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตรก่อนปลูก ทำให้ต้นปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์มีความสูงต้น จำนวนหน่อต่อกอ และจำนวนกลีบประดับสีเขียว น้อยที่สุด หลังปลูกนาน 20 สัปดาห์ ส่วนปทุมมาพันธุ์ดอยตุงเรด หลังปลูกนาน 15 สัปดาห์ พบว่าการแช่หัวพันธุ์ด้วยสารละลายพาโคลบิวทราโซลในทุกความ

เข้มข้นก่อนปลูก ไม่มีความแตกต่างด้านความสูงต้น แต่ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้มีความยาวก้านช่อดอกน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ในกระเจียวพันธุ์มณีสยาม พบว่ากรรมวิธีที่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซลเข้มข้น 1,500-2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้มีเส้นผ่าศูนย์กลางดอก น้อยกว่าชุดควบคุม ส่วนกระเจียวพันธุ์บัวชั้น พบว่ากรรมวิธีที่ได้รับสารพาโคลบิวทราโซลเข้มข้น 1,000-2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้พืชมีความสูงต้น จำนวนใบต่อต้น จำนวนกลีบประดับ และความยาวช่อดอกน้อยกว่าชุดควบคุม

การทดลองที่ 3.2 การศึกษาผลการราดสารพาโคลบิวทราโซลต่อการควบคุมการเจริญเติบโตของปทุมมาและกระเจียวในฤดูปกติ ผลการทดลองพบว่า ในปทุมมาพันธุ์เชียงใหม่พิงค์ หลังปลูกนาน 15 สัปดาห์ ปทุมมาพันธุ์ดอยตุงเรด หลังปลูกนาน 15 สัปดาห์ กระเจียวพันธุ์มณีสยาม หลังปลูกนาน 20 สัปดาห์ และกระเจียวพันธุ์บัวชั้น หลังปลูกนาน 20 สัปดาห์ พบว่าการราดสารละลายพาโคลบิวทราโซล ความเข้มข้น 1,500-2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร จำนวน 2 ครั้ง ส่งผลต่อความสูงต้น และความยาวของก้านช่อดอก น้อยกว่ากรรมวิธีอื่นหลังราดสาร ในปทุมมาและกระเจียวทั้ง 2 สายพันธุ์

กิจกรรมที่ 4 วิธีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวปทุมมาและกระเจียวโดยการดัดแปลงบรรยากาศในบรรจุภัณฑ์

การทดลองที่ 4.1 การศึกษาผลของบรรจุบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ คือ ถุง vacuum ที่เติมแก๊สออกซิเจน 5 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนไดออกไซด์ ถุงแอกทีฟ (Active packaging) และไม่บรรจุ แล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (28.44±0.26 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75.56±0.93 เปอร์เซ็นต์) และอุณหภูมิต่ำ (14.83±0.17 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75.78±1.51 เปอร์เซ็นต์) เป็นเวลา 2, 4 และ 6 วัน ต่อคุณภาพของกระเจียวตัดดอก พบว่า อุณหภูมิในการเก็บรักษามีผลต่อปริมาณแก๊สภายในบรรจุภัณฑ์ ความสดและการเปลี่ยนแปลงสีของใบประดับ แต่ไม่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักและปริมาณสารสีในใบประดับ นอกจากนี้ยังพบว่า ดอกกระเจียวที่บรรจุในถุง vacuum และถุงแอกทีฟช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักได้ และถุงแอกทีฟมีปริมาณแก๊สออกซิเจนสูงกว่าและคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำกว่าถุง vacuum ทั้งนี้การบรรจุในถุง vacuum และถุงแอกทีฟช่วยรักษาความสดและชะลอการเปลี่ยนแปลงสีของใบประดับได้ ทั้งนี้ดอกกระเจียวที่ไม่ได้บรรจุในบรรจุภัณฑ์มีปริมาณแคโรทีนอยด์ของใบประดับมากกว่าดอกกระเจียวที่บรรจุในถุง vacuum และถุงแอกทีฟ อย่างไรก็ตามชนิดของบรรจุภัณฑ์ไม่มีผลต่อปริมาณแอนโทไซยานินของใบประดับ กรณีปัจจัยด้านระยะเวลาในการเก็บรักษา พบว่า มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนัก ความสดและสีของใบประดับ ความสดและสีของก้านดอก แต่ระยะเวลาในการเก็บรักษา 2, 4 และ 6 วัน ไม่มีผลต่อปริมาณแก๊สออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรจุภัณฑ์และปริมาณแอนโทไซยานินของใบประดับ

ต่อมาทดสอบการบรรจุดอกกระเจียวพันธุ์บ้านไร่เรดในถุง Vacuum ให้มีความเข้มข้นของแก๊สออกซิเจน 10 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนไดออกไซด์ 5 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับการบรรจุในถุง Active และไม่บรรจุ โดยเก็บรักษาเป็นเวลา 2, 4 และ 6 วัน ที่อุณหภูมิต่ำ (14.18±0.15 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 71.81±1.30 เปอร์เซ็นต์) พบว่า ถุง Vacuum สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการเก็บรักษาได้ดีที่สุด นอกจากนี้ยังมีปริมาณแก๊สออกซิเจนภายในบรรจุภัณฑ์ต่ำกว่าและมีปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ภายในบรรจุภัณฑ์สูงกว่าการบรรจุในถุง Active ผลการ

ทดลองยังแสดงให้เห็นว่าการบรรจุในบรรจุภัณฑ์ช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสีของใบประดับ ความสดของใบประดับ การเปลี่ยนแปลงสีของก้านดอก และความสดของก้านดอกได้ดีกว่าการไม่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ สำหรับปัจจัยด้านระยะเวลาในการเก็บรักษา พบว่า เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น คือ จาก 2 เป็น 4 และ 6 วัน ดอกกระเจียวมีการสูญเสียน้ำหนักสดมากขึ้น ปริมาณแก๊สออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์ลดลงและปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรจุภัณฑ์เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกันกับสีของใบประดับ ความสดของใบประดับ สีของก้านดอก และความสดของก้านดอกที่มีการเปลี่ยนแปลงมากขึ้นเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น ภายหลังจากเก็บรักษานำกระเจียวออกมาทดสอบการปักแจกัน พบว่า ดอกกระเจียวที่บรรจุในถุง Vacuum ที่ปรับสภาพบรรยากาศให้ภายในถุงมีความเข้มข้นของแก๊สออกซิเจน 10 เปอร์เซ็นต์ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 5 เปอร์เซ็นต์ มีอายุปักแจกันนานที่สุด รองลงมาคือดอกกระเจียวที่บรรจุในถุง Active เมื่อเก็บรักษานาน 2, 4 และ 6 วัน ดอกกระเจียวมีอายุปักแจกันประมาณ 6, 4 และ 4 วัน ตามลำดับ

สำหรับการศึกษาการบรรจุดอกปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ในถุง Vacuum ปรับสภาพบรรยากาศให้มีปริมาณออกซิเจน 5 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับถุง Active จากนั้นเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (31.30±0.47 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 89.40±2.42 เปอร์เซ็นต์) และอุณหภูมิต่ำ (14.80±0.25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 76.00±2.40 เปอร์เซ็นต์) เป็นเวลา 2, 4 และ 6 วัน พบว่า การบรรจุในบรรจุภัณฑ์ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักสดของปทุมมาได้ดีกว่าการไม่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ แต่การบรรจุในถุง Vacuum ส่งผลให้ปริมาณแก๊สออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์ต่ำกว่า และปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ภายในบรรจุภัณฑ์สูงกว่าการบรรจุในถุง Active ค่อนข้างมาก นอกจากนี้การบรรจุในบรรจุภัณฑ์ยังช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสีของใบประดับความสดของใบประดับ สีของก้านดอก และความสดของก้านดอกในระหว่างการเก็บรักษา แต่ชนิดของบรรจุภัณฑ์ไม่มีผลต่อลักษณะทางกายภาพและส่วนประกอบทางเคมีของปทุมมา เมื่อนำดอกปทุมมาที่ผ่านการเก็บรักษามาทดสอบปักแจกัน พบว่า การบรรจุในถุง Active ช่วยยืดอายุการปักแจกันของดอกปทุมมาได้นานที่สุด และการเก็บรักษานาน 2 วัน มีอายุการปักแจกันนานที่สุด ทั้งนี้อุณหภูมิที่เก็บรักษาไม่มีผลต่ออายุการปักแจกัน

การทดลองที่ 4.2 การเก็บในสภาพ Mild vacuum (MV) เพื่อรักษาความสด โดยได้ทำการทดลองในกระเจียวพันธุ์มณีสยาม และปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ วางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียลในสุ่มสมบูรณ์ 2x3 กรรมวิธี จำนวน 5 ซ้ำ ปัจจัยที่ 1 คือ บรรจุภัณฑ์ 2 แบบ ได้แก่ บรรจุภัณฑ์แบบมีอากาศ 100 เปอร์เซ็นต์ และบรรจุภัณฑ์แบบมีอากาศ 50 เปอร์เซ็นต์ ปัจจัยที่ 2 อุณหภูมิเก็บรักษา (5, 15 และอุณหภูมิห้อง) บันทึกอายุปักแจกัน เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของช่อดอก น้ำหนักแห้งช่อดอก ผลการทดลองพบว่า ในกระเจียวพันธุ์มณีสยาม การใช้บรรจุภัณฑ์แบบมีอากาศ 50 เปอร์เซ็นต์ ให้อายุปักแจกันมากที่สุด คือ 2.43 วัน และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีอายุปักแจกันนานที่สุดคือ 3.55 วัน ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของดอกกระเจียวพันธุ์มณีสยามหลังจากเก็บรักษาในอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน มีผลทำให้เกิดความเสียหาย 90-100 เปอร์เซ็นต์

ส่วนในปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์ พบว่า การใช้บรรจุภัณฑ์แบบมีอากาศ 50 เปอร์เซ็นต์ ให้อายุปักแจกันมากที่สุด คือ 4.53 วัน และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีอายุปักแจกัน

นานที่สุดคือ 6.35 วัน ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของดอกปทุมมาพันธุ์ลานนาสโนว์หลังจากเก็บรักษาในอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน มีผลทำให้เกิดความเสียหาย 100 เปอร์เซ็นต์

กิจกรรมที่ 5 ผลของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพในระหว่างการขนส่งและอายุการปักแจกันของปทุมมาและกระเจียวตัดดอก โดยบรรจุกระเจียวและปทุมมาตัดดอกในบรรจุภัณฑ์ขายปลีกและขายส่งที่พัฒนาขึ้น แล้วนำไปทดสอบการขนส่งโดยเครื่องจำลองการขนส่งโดยวิธี ASTM D999 ที่ความถี่ 2.5 เฮิรตซ์ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับดอกกระเจียวที่บรรจุลงในกล่องบรรจุภัณฑ์ทางการค้า คือ กล่องบรรจุดอกไม้สดของนิ่มซี่เส็ง Size L พบว่า บรรจุภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นสามารถลดความเสียหายที่เกิดจากการขนส่งได้ดีกว่าการใช้กล่องทางการค้า ต่อมาศึกษาการห่อช่อดอกด้วยกระดาษไข และตาข่ายโฟม เปรียบเทียบกับการไม่ห่อช่อดอก แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้น แล้วนำไปทดสอบการจำลองการขนส่ง พบว่า การห่อช่อดอกด้วยกระดาษไขช่วยรักษาคุณภาพของช่อดอกในระหว่างการขนส่งได้ดี และสามารถยืดอายุการปักแจกันดอกกระเจียวและปทุมมาได้นานกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ

กิจกรรมที่ 6 การทดสอบความต้องการปทุมมาและกระเจียวของลูกค้าในตลาดญี่ปุ่น

การทดสอบความต้องการปทุมมาและกระเจียวในตลาดญี่ปุ่น ได้ดำเนินการโดยการเข้าร่วมนำสินค้าได้แก่ปทุมมาและกระเจียว ทั้งในรูปแบบของไม้กระถางและไม้ตัดดอก เข้าร่วมแสดงในงาน 15th INTERNATIONAL FLOWERS & PLANTS EXPO TOKYO หรือ IFEX 2017 ที่จัดขึ้นช่วงวันที่ 11-13 ตุลาคม 2560 ซึ่งถือว่าเป็นงานจัดแสดงดอกไม้เพื่อการค้าที่ใหญ่ที่สุดในญี่ปุ่น มีผู้มาเข้าชมงานมากกว่า 40,000 คน

จากการเข้าร่วมแสดงสินค้าและข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามพบว่า ผู้เข้าชมงานที่เป็นชาวญี่ปุ่น ให้ความสนใจกับปทุมมาและกระเจียวมาก ตลอดระยะเวลาของการจัดงานมีผู้เข้าสนใจที่มาจากหลายสาขา เช่น ผู้ปลูกดอกไม้ ตลาดประมูลดอกไม้ นักจัดดอกไม้ และร้านขายดอกไม้ โดยลูกค้าชาวญี่ปุ่นมีความสนใจอยากจะซื้อดอกปทุมมาและกระเจียวในรูปของไม้ตัดดอกมากที่สุด และดอกต้องมีอายุการปักแจกันนาน 7-10 วัน ช่วงที่ตลาดต้องการมากที่สุดจะอยู่ในช่วงเดือน กรกฎาคม – กันยายน ส่วนสีที่ตลาดญี่ปุ่นมีความชื่นชอบมากที่สุดได้แก่ ดอกปทุมมาสีขาวชมพูอ่อน สำหรับดอกกระเจียวได้รับความสนใจอย่างมากจากลูกค้าญี่ปุ่นเช่นเดียวกัน เพราะดอกที่มีขนาดใหญ่ และมีสีสันสวยงามสะดุดตา จึงถือเป็นไม้ใหม่และแปลกที่นักจัดดอกไม้ญี่ปุ่นอยากเอามาใช้ในการจัดดอกไม้ นอกจากนั้นปทุมมาพันธุ์ของโครงการหลวงพันธุ์ RoPF ElF ยังได้รับรางวัล Excellence Award – overseas grower ซึ่งดอกที่ได้รับรางวัล จะถูกโปรโมทในร้านขายดอกไม้ชั้นนำในญี่ปุ่น และ ในโรงเรียนสอนจัดดอกไม้ ถือว่าเป็นโอกาสดีที่จะเผยแพร่การใช้ปทุมมาและกระเจียวในประเทศญี่ปุ่น

Abstract

Research of the *Curcuma* production improvement for trade was carried out in 6 activities as follows;

Activities 1: The studies on effect of water use and fertilizer application rates on growth and development of *Curcuma* spp.

Rhizomes of Patumma (*Paracurcuma*) cultivars 'Chiang Mai Pink' and Krajeaw (*Eucurcuma*) cultivars 'Golden reign' were selected for experiment. The result showed that at 16 weeks after planting (WAP) Patumma 'Chiang Mai Pink' supplied with 1.5 grams and 3.0 fertilizer per month gave the higher of plant height, fresh weight, dry weight, flower stalk length, flower size and number of green and pink bract than no fertilizer supply treatment. And at 20-24 WAP, plant supplied with fertilizer 3.0 grams/month gave the highest of leaf area. In additions, at 16 WAP stage all treatment gave crop coefficient (Kc) more than other stages.

In Krajeaw 'Golden reign' the result found that at 20 WAP plant supplied with fertilizer 1.5 and 3.0 grams/month gave the highest of plant height, leaf area, fresh weight and flower quality. And at 20 WAP stage all treatment gave crop evapotranspiration (ETc) and crop coefficient (Kc) more than other stages

Activities 2: The studies on effect of fertilizer rate to enhance plant seedlings from tissue culture The result found that at 12 WAP Patumma 'Banrai Red' supply with fertilizer for 2 times/week gave the highest of plant height, size of flower and number of bracts. Moreover, there was faster on days to flower than other treatments and gave the longer day for flower senescence. At harvest stage, it was found that plant supply with fertilizer 2 times/week gave the highest of bulb fresh weight, length of storage root and number of storage root. In Krajeaw 'CMU Miracle', it was found that at 10 WAP plant supply with fertilizer 2 times/week gave the highest of plant height, plant width, number of leaf per plant, flower stalk length, flower length, size of flower number of bracts and flower senescence day. At harvest stage, it was found that plant supply with fertilizer 2 times/week gave the highest of bulb fresh weight and number of storage root.

Activities 3: The studies on effects of plant growth regulators on potted plant production. (Continued 2nd years)

Experiment 3.1: The studies on effect of paclobutrazol soaking on growth of ornamental Curcuma. At 20 WAP, the result found that rhizome soaking in paclobutrazol concentration at 500 mg/l, gave the shortest plant height, number of shoots per clump and number of green bract on 'Chiang Mai Pink' cultivar. While, in

'Doi Tung Red' cultivar there was no significantly different in plant height but at 500 mg/l of paclobutrazol gave the shortest flower stalk length (at 15 WAP). In Krajeaw 'Mannee Siam' it found that rhizome soaked with 1,500-2,000 mg/l of paclobutrazol gave the shortest of flower size (at 20 WAP). In addition, there were found that 'Buachan' cultivar soaked with 1,000-2,000 mg/l of paclobutrazol gave the shortest plant height, number of leaf per plant, number of bract and flower stalk length (at 20 WAP).

Experiment 3.2: The studies on effect of paclobutrazol pouring methods on growth of ornamental Curcuma.. The result showed that Patumma 'Chiang Mai Pink' and 'Doi Tung Red' (at 15 WAP) and Krajeaw 'Mannee Siam' and 'Buachan' cultivar (at 20 WAP) supplied at 1,500-2,000 mg/l paclobutrazol for 2 times gave the shortest plant height and flower stalk length when compared with other treatments.

Activities 4: The study on effects of packaging (vacuum bag (5%O_2 + 10% CO_2), active packaging and non-packed) and stored at room temperature (28.44±0.26°C and 75.56±0.93%RH) and low temperature (14.83±0.17°C and 75.78±1.51%RH) for 2, 4 and 6 days on quality and vase life of cut curcuma 'Banrai Red' were investigated. The results indicated that storage temperatures had the effects on gas compositions inside packaging, coma bract freshness and coma bract color, but had no effects on weight loss and pigment contents of coma bract. Curcuma flowers were packed in vacuum bag can help to maintain the coma bract freshness and delayed color change of coma bract. Cut curcuma packed in vacuum and active bags significantly lower in water loss. Non-packed flowers had higher carotenoid contents of coma bract than flower packed in vacuum and active bags. However, packaging materials had no effects on anthocyanin contents of coma bract. The results also found that storage times had effects on weight loss, coma bract freshness and coma bract color. Storage time for 2, 4 and 6 days had no effects on O_2 and CO_2 concentrations inside packaging and anthocyanin contents of coma bract.

The study on effects of packaging (vacuum bag (10%O_2 + 5% CO_2), active packaging and non-packed) and storage at low temperature (14.18±0.15°C and 71.81±1.30%RH) for 2, 4 and 6 days on quality and vase life of cut curcuma 'Banrai Red' were investigated. The results showed that flower were packed in vacuum bag had the lowest weight loss. Moreover, vacuum bag had lower O_2 and higher CO_2 than active bag and non-packed. Curcuma flowers were packed in vacuum and active bag can help to maintain the coma bract color, coma bract freshness, stem color and stem freshness. Flower were stored for long time had higher weight loss, lower O_2

concentration in package, higher CO_2 concentration in package, lower evaluation quality (coma bract color, coma bract freshness, stem color and stem freshness) than that flower were stored for short time. Flower were packed in vacuum bag (10%O_2 + 5% CO_2) had the longest vase life followed by flower were packed in active bag. Curcuma flower were stored at low temperature for 2, 4 and 6 days had the vase life which 6, 4 and 4 days, respectively.

Cut curcuma 'Lanna Snow'were packed in vacuum bag (5%O_2 + 10% CO_2) compared with flower were packed in active packaging and non-packed flower. Flower were stored at room temperature (31.30±0.47°C and 89.40±2.42%RH) and low temperature (14.80±0.25°C and 76.00±2.40%RH) for 2, 4 and 6 days. The results found that packed flower had lower weight loss than non-packed control. Vacuum bag had lower O_2 concentration and higher CO_2 concentration than active bag. In addition, the results indicated that flower were packed in packaging delayed changes of coma bract color, coma bract freshness, stem color and stem freshness during storage. However, types of package had no effect on physico-chemicals of curcuma flower. Curcuma flower were packed in active bag had the longest vase life. Flower were stored for 2 days had longer vase life that that stored for 4 and 6 days. Storage temperatures had no effect on vase life of curcuma flower.

Mild vacuum storage (MV) to maintain freshness by experimenting in Curcuma "Manee Siam". The experimental design was a randomized complete 2x3 processing of 5 replications. The first factor was 2 types of packaging: 100% air package and 50%air package. Other factor was storage temperature (5, 15 degree Celsius and room temperature). Data recording was the vase life, percentage of fresh weight loss of inflorescence and dry weight inflorescence. The results showed that the 50 percent air package had the most vase life of 2.43 days, and storage at room temperature for3.55 days which differenced statistically significant at the confidence level of 95Percentage. Curcuma "Manee Siamese" after storage at 5 degrees Celsius for 3 days had 90-100 percentage of damaged flowers.

Experiment 4.2: Mild vacuum storage (MV) to maintain freshness by experimenting in Krajeaw 'Manee Siam' and Patumma 'Lanna Snow'. The experimental design was a randomized complete 2x3 processing of 5 replications. The first factor was 2 types of packaging: 100% air package and 50% air package. Other factor was storage temperature (5, 15 degrees Celsius and room temperature). Data recording was the vase life, percentage of fresh weight loss of inflorescence and dry weight inflorescence. In Krajeaw 'Manee Siam' the results showed that the 50 percent air package had the most vase life of 2.43 days, and storage at room

temperature for 3.55 days which differenced statistically significant at the confidence level of 95 Percentage. Curcuma “Manee Siam” after storage at 5 degrees Celsius for 3 days had 90-100 percentage of damaged flowers.

In Patumma ‘Lanna Snow’ the result found that 50% air package had the longest vase life (4.55 days). Flower were stored at 15 degrees Celsius had the longest vase life (6.35 days) which differenced statistically significant. Patumma ‘Lanna Snow’ after storage at 5 degrees Celsius for 3 days had 100 percentage of damaged flowers.

Activities 5: Effects of packaging materials on quality during transport and vase life of cut Curcuma were studied. Cut Curcuma were packed in developed retail and whole sale box and commercially corrugated box (control) prior to simulating vibration at frequency of 2.5 Hz for 1 hour using ASTM D999 method. The results found that flowers were packed in developed box had lower percent damage than that flower were packed in commercially corrugated box. After that, studies on the effect of different packing methods on quality and vase life of cut curcuma. Curcuma flowers were wrapped with stencil paper, foam net and non-wrapped flowers. All samples were put into developed boxes prior to simulating vibration. The results indicated that inflorescences wrapped with stencil paper prior to transporting effectively extend postharvest quality during transport and significantly extended inflorescences vase life of cut Curcuma.

Activities 6: Japan market demand research for Patumma and Krajeaw.

Japan marketing trial test for Curcuma trading was done by participated in the 15th INTERNATIONAL FLOWERS & PLANTS EXPO, TOKYO or IFEX 2017, held October 11-13, 2017 in Chiba, Tokyo, which is considered the largest flower trade show in Japan. More than 40,000 visitors attended the event.

According to participation in trade shows throughout the duration of the event and information obtained from the questionnaire, it was found that Japan customer pay attention to the pratumma and krajeaw and there were visitors from many fields such as flower growers, flower auction staff, flower designer and flower sellers. Japanese customers are interested in buying cut flowers of pratumma and krajeaw from Thailand and the flowers must be vase life for 7-10 days. The market demand for cut flower most will be in July – September period. The most popular color of Pratumma is white, light pink color. In addition, Krajeaw is very interested in Japanese customers because the flowers are large with colorful, eye-catching. It is a new flower varieties and exotic beautiful that Japanese flower arrangers want to use it for flowers decoration. Moreover, Pratumma cultivars “RoPF ElF” was awarded the

Excellence Award - the overseas grower which award winning varieties will also be strongly promoted in Japan's leading flower shops and flower arrangement schools. It is a good opportunity to promote the use of pratumma and krajeaw in Japan.