**รายงานโครงการวิจัย**

# โครงการเทคโนโลยีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวตลอดกระบวนการผลิตของผลิตผลสด

# Postharvest Handling Technology of Fresh Produce Throughout the Process


**ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย**

**นางศิรกานต์ ศรีธัญรัตน์**

MRS SIARAGAN SRITHANYARAT



**ปี พ.ศ. 2562**

**รายงานโครงการวิจัย**

# โครงการเทคโนโลยีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวตลอดกระบวนการผลิตของผลิตผลสด

# Postharvest Handling Technology of Fresh Produce Throughout the Process


**ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย**

**นางศิรกานต์ ศรีธัญรัตน์**

MRS SIARAGAN SRITHANYARAT


**ปี พ.ศ. 2562**

# คำปรารภ

ประเทศไทยถือเป็นแหล่งผลิตพืชสวนเศรษฐกิจที่สำคัญเพื่อใช้ภายในประเทศและส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ พื้นที่การผลิตของประเทศไทยจะกระจายอยู่ทั่วทั้งประเทศขึ้นกับชนิดของพืช ผลิตผลส่วนใหญ่ภายหลังการเก็บเกี่ยวจะถูกส่งเข้ามายังกรุงเทพฯ ซึ่งถือว่าเป็นใจกลางของประเทศก่อนจะมีการกระจายสินค้าไปยังตลาดต่าง ๆ หรือส่งออกไปต่างประเทศ ซึ่งภายหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผลสดเกิดความสูญเสียภายหลังการเก็บเกี่ยว (postharvest loss) เป็นจำนวนมาก การลดความสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวและการรักษาคุณภาพของผลิตผลสดจึงเป็นเรื่องจำเป็นที่ต้องดำเนินการ ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยมีงานวิจัยด้านการประเมินการสูญเสียผลิตผลสดไม่มากนัก จึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำการวิจัยเพื่อประเมินสาเหตุการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวในแต่ละขั้นตอน ให้ทราบสาเหตุที่แน่ชัดว่าผลิตผลสดนั้นเกิดความสูญเสียที่ใด เกิดจากสาเหตุอะไรและสูญเสียไปปริมาณเท่าไร เพื่อหาแนวทางและพัฒนาเทคโนโลยีมาใช้ในการลดการสูญเสียดังกล่าว

จากเหตุผลดังกล่าวจึงได้ดำเนินโครงการวิจัย “เทคโนโลยีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวตลอดกระบวนการผลิตของผลิตผลสด” โดยได้ศึกษาในผลไม้ 2 ชนิดคือ ลำไยและมังคุด ซึ่งเป็นผลไม้ที่มีการส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศในปริมาณมาก และศึกษาในไม้ตัดดอก 2 ชนิด คือ ดอกดาหลาและดอกกระเจียวส้ม ที่ถือได้ว่าเป็นไม้ตัดดอกที่มีศักยภาพในการทำการตลาดในอนาคต โดยศึกษาตั้งแต่การประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อหาจุดวิกฤติที่ทำให้เกิดการสูญเสีย รวมถึงหาสาเหตุและปริมาณการสูญเสียในระหว่างขั้นตอนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว และศึกษาและทดสอบเทคโนโลยีที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลสด เพื่อให้สามารถนำผลงานวิจัยไปใช้หรือพัฒนาต่อได้

สุดท้ายนี้คณะผู้วิจัยหวังว่าผลการศึกษาในโครงการวิจัยนี้ จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในทุกภาคส่วนตั้งแต่ภาคเอกชน เกษตรกร นักศึกษา และประชาชนผู้สนใจทั่วไป

นางศิรกานต์ ศรีธัญรัตน์
หัวหน้าโครงการวิจัย
มีนาคม 2563

# สารบัญ

| | หน้า |
| --- | --- |
| กิตติกรรมประกาศ........................................................................................................ | 1 |
| ผู้วิจัย........................................................................................................ | 2 |
| บทนำ........................................................................................................ | 3 |
| บทคัดย่อ........................................................................................................ | 6 |
| ระเบียบวิธีวิจัย........................................................................................................ | 9 |
| ผลการวิจัย........................................................................................................ | 23 |
| บทสรุปและข้อเสนอแนะ........................................................................................................ | 121 |
| บรรณานุกรม........................................................................................................ | 123 |

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเทคโนโลยีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวตลอดกระบวนการผลิตของผลิตผลสด สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เกิดจากความร่วมมือของนักวิจัยทุกท่านและเจ้าหน้าที่ของกองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร และสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 รวมถึงเกษตรกรและผู้ประกอบการโรงคัดบรรจุลำไยและมังคุด จังหวัดจันทบุรีและตราด เกษตรกรและผู้ประกอบการโรงคัดบรรจุไม้ตัดดอกจังหวัดกาญจนบุรี นครปฐม และตาก และสุดท้ายนี้ ขอขอบคุณ ผชช. จารุวรรณ บางแวก ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว ที่ให้คำปรึกษาตลอดระยะเวลาการทำวิจัย

# ผู้วิจัย


| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | นางสาวจารุวรรณ บางแวก | ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว<br>กวป. กรมวิชาการเกษตร | ที่ปรึกษาโครงการ |
| 2. | นางศิรกานต์ ศรีธัญรัตน์ | นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ<br>กวป. กรมวิชาการเกษตร | หัวหน้าโครงการ<br>หัวหน้าการทดลองที่ 1 |
| 3. | นางสาวปรางค์ทอง กวานห้อง | นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ<br>กวป. กรมวิชาการเกษตร | หัวหน้าการทดลองที่ 2 |
| 4. | นางสาวงามพิศ สุดเสน่ห์ | นักวิชาการเกษตรปฏิบัติการ<br>กวป. กรมวิชาการเกษตร | หัวหน้าการทดลองที่ 3 |
| 5. | นางสาวคมจันทร์ สรงจันทร์ | นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ<br>กวป. กรมวิชาการเกษตร | ผู้ร่วมงาน |
| 6. | นายภาณุมาศ โคตรพงศ์ | นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ<br>กวป. กรมวิชาการเกษตร | ผู้ร่วมงาน |
| 7. | นางสาวประไพ หงษา | นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ<br>สวพ. 6 กรมวิชาการเกษตร | ผู้ร่วมงาน |

# บทนำ

ประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตพืชสวนเศรษฐกิจที่สำคัญเพื่อใช้ภายในประเทศและส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ ซึ่งมีแนวโน้มการส่งออกเพิ่มมากขึ้นในทุกปี พื้นที่การผลิตของประเทศไทยจะกระจายอยู่ทั่วทั้งประเทศขึ้นกับชนิดของพืช ผลิตผลส่วนใหญ่ภายหลังการเก็บเกี่ยวจะถูกส่งเข้ามายังกรุงเทพฯ ซึ่งถือว่าเป็นใจกลางของประเทศก่อนจะมีการกระจายสินค้าไปยังตลาดต่าง ๆ หรือส่งออกไปต่างประเทศ ซึ่งภายหลังการเก็บเกี่ยวพบว่า ผลิตผลสดเกิดความสูญเสียภายหลังการเก็บเกี่ยว (postharvest loss) เป็นจำนวนมาก อย่างไรก็ตามยังไม่มีตัวเลขแน่ชัดของการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผลสดของประเทศไทย แต่มีรายงานการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผลสดจากแปลงเกษตรกรจนถึงผู้ค้าปลีกในประเทศพัฒนาแล้วมีการสูญเสีย 12 เปอร์เซ็นต์ ส่วนประเทศกำลังพัฒนามีการสูญเสียสูงถึง 22 เปอร์เซ็นต์ (Kader, 2005) โดยเกิดขึ้นในระหว่างการเก็บเกี่ยว การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว การจัดการในโรงคัดบรรจุ การขนส่งและระหว่างการกระจายสินค้า

ลำไยเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญของไทยที่เป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะสาธารณรัฐประชาชนจีน ทำให้มีพื้นที่ปลูกลำไยเพิ่มขึ้นในทุกปี โดยปี พ.ศ. 2560 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกลำไย 1,178,585 ไร่ และมีลำไยที่ผลิตได้ 1,027,298 ตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) ซึ่งในปีเดียวกันนี้ ประเทศไทยมีการส่งออกลำไยสด 777,164 ตัน คิดเป็นมูลค่า 20,999 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562ข.) ซึ่งนับได้ว่าลำไยเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญอย่างยิ่งของไทย อย่างไรก็ตามปัญหาที่พบในลำไยคือ มีอายุเก็บรักษาสั้นเพียง 2-3 วัน ที่อุณหภูมิห้อง โดยผลลำไยจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เปลือกแห้ง แข็งและเกิดโรคได้ง่าย ทำให้ในปัจจุบันการส่งออกลำไยต้องรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์เพื่อควบคุมการเกิดโรคและมีผลพลอยได้ที่ตามมาคือ ทำให้ผลลำไยมีสีเหลืองทอง เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค แต่ยังพบว่าในแต่ละขั้นตอนหลังการเก็บเกี่ยวยังพบปัญหาการสูญเสียของลำไยที่เกิดขึ้นตั้งแต่การเก็บเกี่ยว การคัดบรรจุ การรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ การขนส่งไปจำหน่าย และที่ตลาดปลายทางยังพบปัญหาสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในเนื้อลำไยเกินปริมาณที่ประเทศผู้นำเข้ากำหนด สำหรับประเทศไทยได้กำหนดการใช้สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์และกลุ่มสารประกอบซัลไฟต์ไว้ในตารางการใช้วัตถุเจือปนอาหาร ท้ายประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา เรื่อง ข้อกำหนดการใช้วัตถุเจือปนอาหาร ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 281 (พ.ศ. 2547) เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร ซึ่งมีการห้ามใช้สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์และกลุ่มสารประกอบซัลไฟต์ในผักและผลไม้สด ส่วนในผลิตภัณฑ์ เช่น แอปริคอตแห้ง และลูกเกด กำหนดปริมาณการใช้สูงสุดของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ไม่เกิน 2,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เพื่อกันเสียและ 1,500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมเพื่อการผลิต (กระทรวงสาธารณสุข, 2547) ดังนั้น ลำไยสดที่วางจำหน่ายในประเทศไทยจึงไม่อนุญาตให้รมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ แต่สิ่งที่ตามมาคือ ลำไยมีอายุการวางจำหน่ายสั้น มีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกเป็นสีน้ำตาลอย่างรวดเร็ว เปลือกแข็ง และเกิดการเน่าเสียได้ง่าย

มังคุด เป็นหนึ่งในผลไม้เศรษฐกิจของประเทศไทยที่มีการวางจำหน่ายทั้งตลาดในประเทศและส่งออกไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศ โดยในปี 2560 มีการส่งออกมังคุดสด 205,487 ตัน คิดเป็นมูลค่า 7,436 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563) แหล่งผลิตมังคุดที่สำคัญของประเทศไทยส่วนใหญ่อยู่ในเขตภาคตะวันออกและภาคใต้ของประเทศไทย (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562ก.) มังคุดเป็นผลไม้ประเภท climacteric ซึ่ง

ผลที่เก็บเกี่ยวแล้วยังคงมีการพัฒนาต่อ อีกทั้งเป็นผลไม้ที่บอบช้ำง่าย จึงทำให้มีการเสื่อมคุณภาพเร็วและมีอายุการเก็บรักษาสั้น ดังนั้น ขั้นตอนการเก็บเกี่ยว รวมถึงการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องคำนึงถึงเพื่อให้มังคุดมีคุณภาพดีจนถึงมือผู้บริโภค ดังนั้น การประเมินการสูญเสียของมังคุดตั้งแต่แปลงปลูกของเกษตรกรถึงการวางจำหน่ายแก่ผู้บริโภค รวมถึงการนำเทคโนโลยีด้านการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวมาประยุกต์ใช้ เพื่อหาวิธีที่เหมาะสมในการรักษาคุณภาพของมังคุด จึงเป็นแนวทางที่จะสามารถลดการสูญเสียที่เกิดขึ้นภายหลังการเก็บเกี่ยว ช่วยรักษาคุณภาพมังคุดให้มีคุณภาพดี มีอายุการเก็บรักษาและการวางจำหน่ายที่นานขึ้น

การศึกษาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานของการส่งออกมังคุดไปยังประเทศจีนตอนใต้ของ ณภัทรและคณะ (2555) ทำให้ทราบว่ามังคุดเป็นผลไม้ที่มีศักยภาพแต่ยังมีปัญหาและอุปสรรคในขั้นตอนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวมังคุดเพื่อการส่งออก ซึ่งส่งผลให้เกิดการสูญเสียระหว่างการขนส่งมังคุดทั้งในและต่างประเทศเนื่องจากมังคุดมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพอย่างรวดเร็วหลังการเก็บเกี่ยว ทำให้มีระยะเวลาในการเก็บรักษาและวางจำหน่ายสั้น โดยจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของก้านผลและกลีบเลี้ยงเป็นสีน้ำตาล สีของเปลือกจะเริ่มเพิ่มความเข้มของสีแดงสายเลือด จนกระทั่งมีสีชมพูแดงเต็มผล และทำให้เปลือกเริ่มอ่อนตัว ระดับความหวานของเนื้อมังคุดเพิ่มขึ้น และปริมาณกรดลดลง (Palapol *et al.*, 2009) จึงมีความจำเป็นต้องนำเทคโนโลยีที่มีการศึกษาเข้ามาช่วยเพื่อลดการสูญเสียและรักษาคุณภาพระหว่างการขนส่งและการวางจำหน่าย เช่น การใช้สารเคลือบผิว โดยมีการศึกษาของ อนุวัตรและฐิติยา (2544) พบว่า สารเคลือบผิวสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมังคุดได้ โดยสารเคลือบ sta-fresh 7055 คอร์นซีน กลูโคแมนแนน ไคโตแซน และเมทธิวเซลลูโลส สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนัก การลดลงของความแน่นเนื้อของเปลือก และช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกผลในระหว่างการเก็บรักษาได้ดีกว่ามังคุดที่ไม่เคลือบผิว การใช้สารเคลือบผิวที่มีองค์ประกอบหลักเป็นเชลแล็ก พบว่า สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลมังคุดสดระยะสีชมพูที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ได้นาน 28 วัน โดยที่ผลมังคุดยังมีความสดและมีคุณภาพการรับประทานเป็นที่ยอมรับ (ผ่องเพ็ญ และคณะ, 2549) นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาการใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมและการดัดแปลงสภาพบรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลมังคุดสดที่เก็บเกี่ยว 3 ระยะ คือ สายเลือด ชมพู และแดง พบว่า การเก็บรักษาผลมังคุดระยะผิวสีแดงในบรรจุภัณฑ์พลาสติกชนิด linear low density polyethylene (LLDPE) ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ช่วยให้เก็บได้นานที่สุดถึง 28 วัน (ปรางค์ทองและคณะ, 2553)

นอกจากผักและผลไม้แล้ว ไม้ตัดดอกของไทยยังมีความสำคัญทางเศรษฐกิจและเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ ไม้ตัดดอกมีความหลากหลายตามลักษณะการใช้ประโยชน์ จึงทำให้มีการเปลี่ยนแปลงตามความนิยมของตลาดและความต้องการของผู้บริโภคอย่างรวดเร็ว ไม้ตัดดอกที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นไม้ดอกเศรษฐกิจของไทย ได้แก่ พืชในวงศ์ขิง เช่น ดาหลา และกระเจียว แต่ปัญหาสำคัญของไม้ตัดดอก คือ มีการเสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็วและอายุการใช้งานสั้น ซึ่งสาเหตุเนื่องจากเนื้อเยื่อถูกตัดขาดจากแหล่งน้ำ อาหาร และแร่ธาตุอาหาร จากการที่จุลินทรีย์เจือปนในน้ำที่ใช้ปักก้านดอก ทำให้ท่อลำเลียงอาหารเกิดการอุดตันส่งผลให้มีอายุการปักแจกันสั้น เป็นผลมาจากการดูดน้ำของก้านดอกขึ้นมาไม่เพียงพอ (จริงแท้, 2549) นอกจากนี้ยังมีสาเหตุสำคัญอื่น ๆ ที่ทำให้ไม้ตัดดอกสูญเสียคุณภาพอย่างรวดเร็วภายหลังการตัดดอก เช่น น้ำและอาหารที่สะสมในดอก ความเข้มแสง อุณหภูมิและเอทิลีนที่ดอกไม้สร้างขึ้นรวมถึงปัจจัยแวดล้อมอื่น ๆ ตั้งแต่การเก็บเกี่ยวในแปลง การคัด

คุณภาพ การบรรจุ และการขนส่ง ล้วนมีผลกระตุ้นให้ดอกเสื่อมสภาพเร็วขึ้น นอกจากนี้ดัชนีการเก็บเกี่ยวและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ไม้ตัดดอกมีคุณภาพดีจนกระทั่งวางจำหน่าย การแก้ปัญหาเหล่านี้สามารถทำได้โดยการศึกษาดัชนีการเก็บเกี่ยวและอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับไม้ตัดดอกและการใช้สารส่งเสริมคุณภาพของดอกไม้ (floral preservative) ที่เหมาะสมในการยืดอายุการเก็บรักษาหรือปักแจกัน ซึ่งสารส่งเสริมคุณภาพของดอกไม้ส่วนใหญ่ประกอบด้วย น้ำ อาหาร สารฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ สารป้องกันการเกิดเอทิลีนและกรดอินทรีย์ (ช.ณิฏฐ์ศิริ, 2545)

สารส่งเสริมคุณภาพไม้ตัดดอกประกอบด้วยน้ำและน้ำตาลซูโครส โดยน้ำนิยมใช้น้ำกลั่นหรือน้ำกรองเพื่อช่วยละลายสารเคมี น้ำที่มีค่า pH 3-4 มีความเหมาะสมมากกว่าน้ำที่มี pH สูง เนื่องจากน้ำที่มี pH ต่ำ จะช่วยลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และทำให้ไม้ตัดดอกดูดน้ำได้ดีขึ้น (Nowak and Rudnicki, 1990) น้ำตาลซูโครส ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานให้กับดอกไม้หลังการเก็บเกี่ยว ช่วยให้โครงสร้างต่าง ๆ ภายในเซลล์สามารถ คงอยู่ได้ ช่วยปรับปรุงสมดุลของน้ำ เพิ่มปริมาณการดูดน้ำและในการสร้างแอนโทไซยานินจะมีน้ำตาลเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยเช่นกัน (โสรยา, 2544) แต่น้ำตาลจะทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ดี ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ท่อน้ำของก้านดอกอุดตัน ดังนั้นจึง ต้องผสมสารฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ลงไปด้วย (Nowak and Rudnicki, 1990) ขณะที่ Suntipabvivattana (2002) รายงานว่า การใช้สารส่งเสริมคุณภาพที่ประกอบด้วยน้ำตาลซูโครส ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ sodium benzoate ความเข้มข้น 400 ppm ร่วมกับ HQS ความเข้มข้น 150 ppm สามารถรักษาคุณภาพและยืดอายุการปักแจกันของดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์ Walter Oumae ได้เป็นอย่างดี ส่วนการใช้กรดอินทรีย์กับดอกไม้ ได้แก่ กรดซิตริกซึ่งเป็นกรดที่มีการใช้มากที่สุด ในระดับความเข้มข้น 50-800 ppm โดยช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในน้ำช่วยให้ก้านดอกดูดน้ำได้ดี และช่วยรักษาสภาพความเป็นกรดภายในเซลล์ (Nowak and Rudnicki, 1990) กรดซิตริกมีผลช่วยยืดอายุการปักแจกันของดอกกุหลาบ เบญจมาศ คาร์เนชั่น เป็นสารต้านทานปฏิกิริยาออกซิเดชั่นและชะลอการเปลี่ยนสี นอกจากนี้แล้วอาจทำหน้าที่เป็นตัวหยุดปฏิกิริยาต่อเนื่องของอนุมูลอิสระ (free radical chain terminator)

การลดความสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวและการรักษาคุณภาพของผลิตผลสดจึงจำเป็นจะต้องเข้าใจถึงลักษณะทางชีววิทยา ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมและสาเหตุที่ทำให้เกิดการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว และต้องมีการนำเทคโนโลยีมาใช้อย่างเหมาะสมในการชะลอการเสื่อมสภาพ การรักษาคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตผลสด ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยมีงานวิจัยด้านการประเมินการสูญเสียของผลิตผลสดไม่มากนัก จึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำการวิจัยเพื่อประเมินสาเหตุการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวในแต่ละขั้นตอน ให้ทราบสาเหตุที่แน่ชัดว่าผลิตผลสดนั้นเกิดความสูญเสียที่ใด เกิดจากสาเหตุอะไรและสูญเสียไปปริมาณเท่าไร เพื่อหาแนวทางและพัฒนาเทคโนโลยีมาใช้ในการลดการสูญเสียดังกล่าว ดังนั้น โครงการวิจัยเทคโนโลยีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวตลอดกระบวนการผลิตของผลิตผลสด จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและประเมินขั้นตอนและสาเหตุของการสูญเสียของผลิตผลสดหลังการเก็บเกี่ยว ตั้งแต่ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวจนถึงการวางจำหน่ายของผลไม้ 2 ชนิดคือ ลำไยและมังคุด และไม้ตัดดอก 2 ชนิด คือ ดอกดาหลาและดอกกระเจียวส้ม รวมถึงพัฒนาและทดสอบเทคโนโลยีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อลดการสูญเสียในขั้นตอนที่มีความเสี่ยงต่อการสูญเสียและยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลสดเพื่อการส่งออกและการวางจำหน่าย

# บทคัดย่อ

การวิจัยเทคโนโลยีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวตลอดกระบวนการผลิตของผลิตผลสด มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวของผลไม้ 2 ชนิดคือ ลำไยและมังคุด และไม้ตัดดอก 2 ชนิด คือ ดอกดาหลาและดอกกระเจียวส้ม รวมทั้งพัฒนาเทคโนโลยีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อลดการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว โดยดำเนินการทดลองระหว่างเดือนตุลาคม 2558 ถึง กันยายน 2562 การศึกษาวิจัยเทคโนโลยีการลดความสูญเสียระหว่างขั้นตอนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวลำไย โดยการประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวของลำไย พบว่า ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวมีการสูญเสียมากที่สุด 14.23 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ขั้นตอนการส่งออก การขนย้ายจากสวนมาโรงคัดบรรจุ และขั้นตอนการรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ส่วนปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในเนื้อลำไยไม่เกินมาตรฐานกำหนดของสาธารณรัฐประชาชนจีน สำหรับการทดสอบบรรจุภัณฑ์ในการบรรจุลำไยที่ผ่านการรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ พบว่า ถุงตาข่ายและถุง PE เจาะรู มีผลทำให้ลำไยมีคุณภาพดีและสามารถเก็บรักษาลำไยได้นาน 25 วัน ที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส และบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการบรรจุลำไยที่ไม่ผ่านการรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ คือ ถุง PE OPP และ PP ที่สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลง สีเปลือก และอาการเปลือกแข็ง ของลำไยได้ดี และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาลำไยได้นาน 10 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส การศึกษาเทคโนโลยีการลดการสูญเสียระหว่างขั้นตอนหลังการเก็บเกี่ยวมังคุด พบว่า การสูญเสียเกิดขึ้น 2 แบบ คือ การสูญเสียที่เกิดจากคุณภาพก่อนการเก็บเกี่ยวและขณะเก็บเกี่ยว ซึ่งการสูญเสียภายนอกที่พบมากที่สุด คือ ผลมังคุดมีเปลือกสีเขียวทั้งผล ส่วนการสูญเสียคุณภาพภายใน คือ การเกิดเนื้อแก้วและยางไหล และการสูญเสียที่เกิดขึ้นภายหลังจากเก็บเกี่ยวที่พบมากที่สุด คือ ผลที่มีสีกลีบเลี้ยงเปลี่ยนเป็นสีแดง โดยขั้นตอนที่พบการสูญเสียมากที่สุด คือ หลังขนส่งไปตลาดค้าส่งในประเทศ ได้ทำการทดสอบเพื่อลดการสูญเสียในขั้นตอนการขนส่งจากจุดรวบรวมไปตลาดค้าส่ง พบว่า การขนส่งด้วยกรรมวิธีแนะนำที่รองตะกร้าด้วยกระดาษรองและฟองน้ำเปียกเพื่อกันกระแทกและลดอุณหภูมิ ช่วยลดปัญหาการสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนสีของเปลือกผลเป็นสีม่วงดำ การเปลี่ยนสีของกลีบเลี้ยงเป็นสีแดง และเปอร์เซ็นต์การเกิดผลช้ำ/บุบให้ลดลงได้ แต่ไม่สามารถลดการสูญเสียที่เกิดจากการฉีกขาดของกลีบเลี้ยง และการเกิดเปลือกแข็งบางส่วนของผลมังคุดได้ และการทดสอบบรรจุภัณฑ์สำหรับบรรจุมังคุดแบบขายปลีกที่เหมาะสมสำหรับการก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 หรือ 25 องศาเซลเซียส พบว่า การใช้บรรจุภัณฑ์ถุงพลาสติกชนิดพอลิโพรไพลีน (PP) เจาะรู สามารถช่วยรักษาคุณภาพภายนอกและยืดอายุการเก็บรักษาและวางจำหน่ายของผลมังคุดได้ดีกว่าการบรรจุผลมังคุดในถุงตาข่าย สำหรับการศึกษาเทคโนโลยีการรักษาคุณภาพและเพิ่มมูลค่าไม้ตัดดอก โดยศึกษาในไม้ตัดดอก 2 ชนิด คือ ดอกดาหลาและดอกกระเจียวส้ม การประเมินการสูญเสียของดอกดาหลาหลังการเก็บเกี่ยว พบว่า ในขั้นตอนการขนส่งไปยังตลาดในประเทศมีการสูญเสียมากที่สุดคิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ การจำลองการส่งออก 47.9 เปอร์เซ็นต์ สำหรับดัชนีการเก็บเกี่ยวและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาดอกดาหลา คือ การเก็บเกี่ยวที่ระยะดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 14 วัน และอายุการปักแจกันดอกดาหลาที่ pulsing ด้วยการแช่ก้านดอกในกรดซิตริก ความเข้มข้น 400 ppm นาน 30 นาที แล้วนำมาปักแจกันในน้ำกรอง วางในห้องที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ดอกดาหลามีอายุการปักแจกันนาน 6 วัน และการทดสอบ

สารละลาย holding สำหรับปักแจกันตลอดอายุการใช้งาน พบว่า ดอกดาหลาที่ปักแจกันในสารละลาย 8-HQS 200 ppm ร่วมกับ sucrose 2.0% pH3 สามารถยืดอายุการปักแจกันได้นาน 10 วัน สำหรับดอกกระเจียวส้ม เมื่อประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวพบการสูญเสียมากที่สุดในขั้นตอนการขนส่งไปยังตลาดในประเทศคิดเป็น 73.3 เปอร์เซ็นต์ และในขั้นตอนการจัดการในโรงคัดบรรจุคิดเป็น 69.4 เปอร์เซ็นต์ ดัชนีการเก็บเกี่ยวและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาดอกกระเจียวส้ม คือ การเก็บเกี่ยวที่ระยะดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 11 วัน และการยืดอายุการปักแจกันของดอกกระเจียวส้มการปักแจกันที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส  พบว่า การทำ pulsing โดยแช่ก้านดอกในสารละลายกรดซิตริก ความเข้มข้น 400 ppm ระยะเวลา 30 นาที ก่อนนำมาปักแจกันในน้ำกรอง สามารถยืดอายุการปักแจกันได้นานขึ้น 17 วัน และดอกจริงยังสามารถบานและพัฒนาต่อไปได้

## Abstract

The experiment was evaluated the postharvest loss assessment of longan fruit cv. Daw and study the technology to reduce postharvest loss. Loss assessment of longan fruit was studied during postharvest chain, it was found that the loss of longan fruit after harvest was highest which equal to 14.23%, while the percentage of losses at transportation, move to packing house and fumigation were 6.66, 4.89 and 2.05%, respectively. Further experiment was to determine the storage life of prepacked $SO_2$ treated longan fruit at 2°C. It was found that the fruit packed in PE, perforated PE, PP and perforated PP bag could reduce weight loss, color change and peel hardening of longan. However, longan fruit were pack in PE, PP and PP perforated had off-odor after storage for 25 days. Afterward, the storage life of prepacked longan fruit at 10°C was studied. It was found that the longan fruit without $SO_2$ fumigated easily from disease, discolor and dehydration. The fruit were packed in PE OPP and PP could be stored for 10 days at 10°C. The second experiment, it is the study of technology to reduce postharvest losses of mangosteen. The results showed that the postharvest losses of mangosteen fruits from the harvest step to the distribution step can be classified into 2 types. Firstly, losses that occurred during the process of preharvest and between harvest stages, which was found that the highest percentage of external defect in the fruits was the whole fruit with pale green color, while the internal defects of the fruits were translucent flesh and gamboge disorders. Secondly, losses that occurred along postharvest handling steps, which was found that the highest loss was the result of the discoloration of the calyx of the fruit to red and the step with the most loss was after transportation to the wholesale market. For the result of transportation simulation testing from the collection point to the wholesale market, it was

found that the transportation process by using the suggestion method helped to reduce the percentage of losses caused by the color change of fruits to purple black stage, calyx turns red and bruising. However, this method could not reduce the losses caused by torn calyx and hardened rind. In case of retail packaging testing in mangosteen fruits for storage at 13 or 25°C, It could concluded that the perforated polypropylene (PP) plastic packaging could maintain the keeping quality and extend shelf life of mangosteen fruits better than the fruits were packed in a net bag. The third experiment, the study was divided into 2 subtests: the study of Dalha and orange curcuma flowers. Estimating post-harvest loss of Dalha by studying the harvesting process, management in the packing house, transportation to the domestic market and transportation to the international market. From the study, it is found that the amount of loss after harvesting the Dalha during transportation to the domestic market is the most, representing 50.0% while export simulation result was 47.9 percent. When studying the harvest index and optimum temperature for keeping Dalha, it was found that harvesting Dalha at 50% blooming period then keeping them at 15°C can extend the shelf life for 14 days. When tested the efficiency of a chemical solution to extend the life of Dalha vase, it was found that Dalha stalks which was immersed in a 400 ppm citric acid solution for 30 minutes before placed in filtered water vase. The maximum vase life was 6 days at a temperature of 25°C. Testing the holding solution for Dalha in 8-HQS 200 ppm solution together with 2.0% sucrose the vase life could be maximized up to 10 days and the petals can be further developed. Estimating postharvest loss of Orange curcuma flower, the most loss was found in the process of transportation to the domestic market, which is 73.3% and in the handling process at the packing house, 69.4%. In the study of harvest index and storage temperature for Orange curcuma, it was found that the harvest of orange curcuma flower at 50% bloom period and stored at 15 degree can extend the shelf life for 11 days. In testing the efficiency of pulsing and holding solution together, it was found that orange curcuma stalks immersed in a 400 ppm citric acid solution for 30 minutes before placing in filtered water vase can extend the vase life up to 17 days and the flowers can still bloom and develop further.

# ระเบียบวิธีการวิจัย

**การทดลองที่ 1 เทคโนโลยีการลดความสูญเสียระหว่างขั้นตอนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวลำไยในภาคตะวันออก**

แบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลองย่อย คือ

**1. การประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวของลำไยในภาคตะวันออก**

ประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวของลำไยพันธุ์ดอ ในเขตภาคตะวันออก โดยศึกษาและประเมินการสูญเสียของลำไยในแต่ละจุดตามวิธีการปฏิบัติของเกษตรกรและผู้ประกอบการ เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการเก็บเกี่ยว การเคลื่อนย้ายจากสวนถึงโรงคัดบรรจุ การรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และการจำลองการส่งออกไปจำหน่ายยังสาธารณรัฐประชาชนจีน (Figure 1) ลำไยที่ใช้ในการประเมินความสูญเสียในแต่ละจุดเป็นลำไยจากสวนเดียวกันที่มีการจัดการก่อนการเก็บเกี่ยวเหมือนกันและเป็นแปลงที่ผ่านมาตรฐานการรับรอง GAP โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

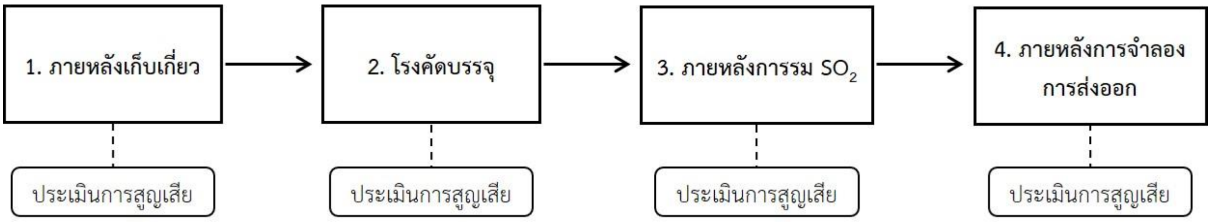



**Figure 1** Postharvest chain for Loss assessment of longan cv. Daw

1.1 ประเมินความสูญเสียของลำไยในขั้นตอนการเก็บเกี่ยว

คัดเลือกสวนลำไยที่ผ่านมาตรฐานการรับรอง GAP ในเขตภาคตะวันออก ที่มีการผลิตลำไยเพื่อส่งออกและจำหน่ายภายในประเทศ โดยใช้ลำไยพันธุ์ดอที่มีระยะการเก็บเกี่ยวและวิธีการเก็บเกี่ยวตามวิธีของเกษตรกร สุ่มตัวอย่างลำไยเพื่อนำมาประเมินการสูญเสียโดยสุ่มครั้งละ 12 กิโลกรัม จำนวน 40 ซ้ำ แล้วนำมาคัดแยกตามสาเหตุของการสูญเสียทันทีภายหลังการเก็บเกี่ยว

1.2 ประเมินความสูญเสียของลำไย ณ จุดรวบรวม/โรงคัดบรรจุลำไย

เมื่อลำไยขนส่งจากสวนมาถึงโรงคัดบรรจุ นำลำไยมาคัดแยกเปอร์เซ็นต์ความสูญเสียที่เกิดขึ้นระหว่างการขนส่งตามสาเหตุของการสูญเสีย

1.3 ประเมินความสูญเสียภายหลังขั้นตอนการรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์

ลำไยที่ส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศในปัจจุบันต้องรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์เพื่อป้องกันการเกิดโรคและการเน่าเสียและทำให้ลำไยมีสีเหลืองทอง สวย เป็นที่ดึงดูดใจของผู้บริโภค โดยการรมลำไยต้องรมที่โรงรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ได้มาตรฐานและผ่านการรับรองตามหลักปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงรม จากกรมวิชาการเกษตร ภายหลังขั้นตอนการรม ประเมินความสูญเสียของลำไยทันทีแยกตามสาเหตุของการสูญเสีย รวมทั้งตรวจสอบปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อและเปลือกลำไยภายหลังการรม

1.4 จำลองการส่งออกลำไยไปสาธารณรัฐประชาชนจีน โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกับการส่งออกจริง และประเมินความสูญเสียของลำไยภายหลังการเก็บรักษานาน 8 วัน และตรวจสอบปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อและเปลือกลำไย

**การประเมินความสูญเสียลำไย** คัดแยกตามสาเหตุของการสูญเสีย ดังนี้

- ความสูญเสียที่เกิดจากลำไยผลแก่
- ความสูญเสียที่เกิดจากลำไยผลอ่อน
- ความสูญเสียที่เกิดจากโรค
- ความสูญเสียที่เกิดจากแมลง
- ความสูญเสียที่เกิดจากลำไยผลแตก
- ความสูญเสียที่เกิดจากลำไยผลยุบ
- ความสูญเสียที่เกิดจากลำไยผลช้ำ
- ความสูญเสียที่เกิดจากลำไยเป็นแผลถลอก
- ความสูญเสียที่เกิดจากลำไยผลดำ

การประเมินการสูญเสีย: ประเมินความสูญเสียของลำไยในแต่ละขั้นตอนแล้วคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์จากน้ำหนักลำไยเริ่มต้นในขั้นตอนการประเมิน

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย} = \frac{\text{น้ำหนักลำไยที่ได้รับความสูญเสีย} \times 100}{\text{น้ำหนักผลทั้งหมด}}$$

**2. ทดสอบบรรจุภัณฑ์ในการบรรจุลำไยที่ผ่านการรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์**

2.1 เก็บเกี่ยวลำไยจากสวนที่ผ่านการรับรอง GAP นำมาคัดเลือกผลที่ดี ไม่มีการเข้าทำลายของโรคและแมลง แล้วนำไปรมรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์เช่นเดียวกับการส่งออกไปสาธารณรัฐประชาชนจีน

2.2 วางแผนการทดลองแบบ split plot โดยให้

main plot คือ รูปแบบของบรรจุภัณฑ์ 5 แบบ คือ

กรรมวิธีที่ 1 บรรจุถุงตาข่าย

กรรมวิธีที่ 2 บรรจุถุงพลาสติกชนิด PE

กรรมวิธีที่ 3 บรรจุถุงพลาสติกชนิด PE เจาะรู

กรรมวิธีที่ 4 บรรจุถุงพลาสติกชนิด PP

กรรมวิธีที่ 5 บรรจุถุงพลาสติกชนิด PP เจาะรู

subplot คือ จำนวนวันที่เก็บรักษา ได้แก่ 0 5 10 15 20 25 และ 30 วัน

2.3 บรรจุลำไยถุงละประมาณ 400 กรัม ตามกรรมวิธี จากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส แล้วนำออกมาทดสอบคุณภาพทุก 5 วัน

2.4 การบันทึกข้อมูล

- เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก
- การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก วัดบริเวณส่วนกลางของผล ด้วยเครื่องวัดสี Konica Minolta รุ่น CR-10 แล้วบันทึกค่าในระบบ CIE LAB
- ความแน่นเนื้อของผลลำไย ด้วยเครื่อง texture analyzer ยี่ห้อ LLOYD โดยใช้ load cell ขนาด 1 KN ใช้หัววัดรูปทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.1 ซม. ความเร็ว 50 มม./นาที
- เปอร์เซ็นต์ความผิดปกติของสีเนื้อลำไย
- คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ วิตามินซี ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้
- การให้ค่าคะแนน โดยผู้มีความชำนาญในการชิม 5 คน ดังนี้

1) ความเหนียวเปลือก (ค่าคะแนน 1-4) 1= ไม่เหนียว(ปกติ) 2= เหนียวเล็กน้อย 3= เหนียว 4=เหนียวมาก

2) ความนิ่มเนื้อลำไย (ค่าคะแนน 1-7) 1= นิ่มมาก 2= นิ่ม 3= นิ่มเล็กน้อย 4= ไม่นิ่ม/ปกติ 5= กรอบเล็กน้อย 6= กรอบ 7= กรอบมาก

3) กลิ่นผิดปกติ (ค่าคะแนน 1-4) 1= ปกติ 2= ผิดปกติเล็กน้อย 3= ผิดปกติ 4= ผิดปกติมาก

4) ความชอบโดยรวม (overall preferences) โดยใช้ 9-point hedonic scale 1= ไม่ชอบมากมากที่สุด 2= ไม่ชอบมาก 3= ไม่ชอบ 4= ไม่ชอบเล็กน้อย 5= เฉย ๆ (ยอมรับ) 6= ชอบเล็กน้อย 7= ชอบ 8= ชอบมาก 9= ชอบมากที่สุด

**3. ทดสอบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการบรรจุลำไยที่ไม่ผ่านการรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์**

3.1 เก็บเกี่ยวลำไยจากสวนที่ผ่านการรับรอง GAP นำมาคัดเลือกช่อผลที่ดี ไม่มีการเข้าทำลายของโรคและแมลง จากนั้นนำลำไยมามัดรวมเป็นช่อ ช่อละประมาณ 400 กรัม

3.2 วางแผนการทดลองแบบ split plot โดยให้

main plot คือ รูปแบบของบรรจุภัณฑ์ 5 แบบ คือ

กรรมวิธีที่ 1 บรรจุในถุงตาข่าย

กรรมวิธีที่ 2 บรรจุในถุงพลาสติกชนิด PE

กรรมวิธีที่ 3 บรรจุถุงพลาสติกชนิด OPP

กรรมวิธีที่ 4 บรรจุถุงพลาสติกชนิด PP

กรรมวิธีที่ 5 บรรจุถุงพลาสติกชนิด PP เจาะรู

subplot คือ จำนวนวันที่เก็บรักษาแล้วนำมาตรวจสอบคุณภาพทุก 2 วัน ได้แก่ 0 2 4 6 8 10 12 และ 14 วัน

3.3 บรรจุลำไยตามกรรมวิธี จากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส แล้วนำมาวิเคราะห์คุณภาพทุก 2 วัน

3.4 การบันทึกข้อมูล

- ปริมาณก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรจุภัณฑ์ ด้วยเครื่องยี่ห้อ Dansensor รุ่น Checkmate3
- เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก
- การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก
- ความแน่นเนื้อของผลลำไย
- เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค
- คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ วิตามินซี ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้
- การให้ค่าคะแนน โดยผู้มีความชำนาญในการชิม 5 คน ดังนี้

1) ความเหนียวเปลือก (ค่าคะแนน 1-4) 1= ไม่เหนียว (ปกติ) 2= เหนียวเล็กน้อย 3= เหนียว 4=เหนียวมาก

2) กลิ่นผิดปกติ (ค่าคะแนน 1-4) 1= ปกติ 2= ผิดปกติเล็กน้อย 3= ผิดปกติ 4= ผิดปกติมาก

3) ความชอบโดยรวม โดยใช้ 9-point hedonic scale 1= ไม่ชอบมากมากที่สุด 2= ไม่ชอบมาก 3= ไม่ชอบ 4= ไม่ชอบเล็กน้อย 5= เฉย ๆ (ยอมรับ) 6= ชอบเล็กน้อย 7= ชอบ 8= ชอบมาก 9= ชอบมากที่สุด

**การทดลองที่ 2 เทคโนโลยีการลดความสูญเสียระหว่างขั้นตอนหลังการเก็บเกี่ยวมังคุดในภาคตะวันออก**

**การสำรวจและประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวผลมังคุดสด**

ทำการสำรวจ เก็บตัวอย่าง และบันทึกข้อมูลเพื่อประเมินและหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวผลมังคุดสดในเขตภาคตะวันออกตามวิธีการปฏิบัติของเกษตรกรและผู้ประกอบการ เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวที่สวนเกษตรกร จุดรวบรวม/แหล่งรับซื้อผลิตผล โรงคัดบรรจุสำหรับส่งออก ในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี (อำเภอโป่งน้ำร้อน ขลุง มะขาม และท่าใหม่) และจังหวัดตราด (อำเภอเขาสมิง) ทั้งหมด 6 แปลงปลูก 4 จุดรวบรวม และ 1 โรงคัดบรรจุ จนถึงขั้นตอนขนส่งไปตลาดค้าส่งในประเทศ และการจำลองการขนส่งภายหลังการส่งออก มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1) ประเมินหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียในขั้นตอนภายหลังการเก็บเกี่ยว

เก็บข้อมูลในแปลงปลูกมังคุดที่ผ่านมาตรฐานการรับรอง GAP โดยเก็บข้อมูลจากสอบถามและการเก็บตัวอย่างผลมังคุดสดจำนวน 60-100 กิโลกรัม เพื่อนำมาประเมินผลที่มีความเสียหายและคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียของผลมังคุดในแปลงเกษตร

2) ประเมินหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียในขั้นตอนภายหลังขนส่งถึงจุดรวบรวม/แหล่งรับซื้อผลิตผล

เก็บข้อมูลตั้งแต่การขนส่งมังคุดจากแปลงไปยังจุดรวบรวม แล้วประเมินหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียของตัวอย่างผลมังคุดจากแปลงที่ส่งถึงยังจุดรับซื้อหรือจุดรวบรวมรวมทันที

3) ประเมินหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียของมังคุดที่โรงคัดบรรจุของบริษัทส่งออก

เก็บข้อมูลและประเมินหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียของตัวอย่างผลมังคุดทันทีหลังจากขนส่งถึงโรงคัดบรรจุ และภายหลังจากการผ่านกระบวนการคัดคุณภาพและบรรจุในบรรจุภัณฑ์ ณ โรงคัดบรรจุ ก่อนการส่งออก

4) ประเมินหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียของมังคุดที่ตลาดค้าส่งในประเทศ

เก็บข้อมูลตั้งแต่ขั้นตอนการขนส่งมังคุดจากจุดรวบรวมในเขตภาคตะวันออกไปยังตลาดค้าส่ง เช่น ตลาดไท ตลาดสี่มุมเมือง ตลาดมหานาค เป็นต้น แล้วประเมินหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียของตัวอย่างผลมังคุดที่ขนส่งจากจุดรวบรวมถึงตลาดค้าส่ง

5) วิเคราะห์และคำนวณผลที่ได้จากการประเมินการสูญเสียของมังคุดสดในแต่ละขั้นตอนของการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว โดยคัดแยกตามสาเหตุของการสูญเสียดังนี้

- การสูญเสียที่เกิดจากการเก็บเกี่ยวที่ไม่เหมาะสม เช่น ผิวเปลือกสีเขียว ผิวเปลือกสีม่วงดำ
- การสูญเสียที่เกิดจากผลบุบหรือช้ำ
- การสูญเสียที่เกิดจากผลแตก
- การสูญเสียของกลีบเลี้ยง เช่น กลีบเลี้ยงผิดปกติไม่สมบูรณ์ กลีบเลี้ยงฉีกขาด กลีบเลี้ยงมีสีแดง
- การสูญเสียที่เกิดจากเปลือกแข็ง
- การสูญเสียที่เกิดจากการเกิดโรค/แมลง
- การสูญเสียที่เกิดจากเนื้อแก้ว
- การสูญเสียที่เกิดจากยางไหล
- การสูญเสียจากคุณภาพเนื้อใน

คำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์จากจำนวนผลมังคุดเริ่มต้นในขั้นตอนการประเมิน คือ

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย} = \frac{\text{จำนวนผลมังคุดที่ได้รับการสูญเสีย}}{\text{จำนวนผลมังคุดทั้งหมด}} \times 100$$

**ทดสอบผลของวิธีการและการจัดการอุณหภูมิในระหว่างการขนส่งผลมังคุดสด**

ในขั้นตอนการจัดการระหว่างการขนส่งมังคุดจากจุดรวบรวมผลิตผลไปยังตลาดค้าส่งสำหรับการวางจำหน่ายในประเทศ อาจส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อผลมังคุดสด เพื่อเป็นการลดการสูญเสียจากความเสียหายระหว่างการขนส่ง จึงทำการทดสอบโดยทำการเปรียบเทียบวิธีการของเกษตรกร/ผู้ค้ากับวิธีการที่แนะนำ เพื่อหาผลความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การสูญเสียของผลมังคุด ดังนี้

1) ทดสอบการขนส่งผลมังคุดจากจุดรวบรวมในจังหวัดจันทบุรีถึงตลาดค้าส่งจังหวัดกรุงเทพฯ โดยนำผลมังคุดที่ผ่านการคัดแยกคุณภาพจากแปลงเกษตรกร/จุดรวบรวม คือ เบอร์ใหญ่ (น้ำหนักผลมากกว่า 90 กรัม และเบอร์กลาง (น้ำหนักผล 50-90 กรัม) มาบรรจุในตะกร้าพลาสติกขนาด 20 กิโลกรัม ตามกรรมวิธีการบรรจุ 2 แบบ คือ

**กรรมวิธีที่ 1** ขนส่งตามแบบของเกษตรกร/ผู้ค้า (ไม่มีการใช้วัสดุรอง/กันกระแทกหรือรองด้วยกระดาษ 1 ชั้น และไม่มีการจัดการอุณหภูมิ)

**กรรมวิธีที่ 2** ขนส่งด้วยวิธีการแนะนำ (รองด้วยกระดาษรองและฟองน้ำเปียกเพื่อกันกระแทกและลดอุณหภูมิ)

2) ภายหลังการขนส่งถึงตลาดค้าส่ง นำผลมังคุดมาประเมินคุณภาพและความเสียหายที่เกิดขึ้น

3) บันทึกผลการประเมินคุณภาพและความเสียหาย ได้แก่

- การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก
- การเปลี่ยนแปลงสีกลีบเลี้ยง
- ความเสียหายของขั้วผล/กลีบเลี้ยง
- ความเสียหายจากผลบุบ
- ความเสียหายจากผลแตก
- ความเสียหายที่เกิดจากเปลือกแข็ง

**ผลการใช้เทคโนโลยีการบรรจุเพื่อลดการสูญเสียระหว่างการเก็บรักษาและวางจำหน่ายมังคุด**

ทดสอบเพื่อหาบรรจุภัณฑ์และสารยืดอายุที่เหมาะสมในการรักษาคุณภาพ และยืดอายุการเก็บรักษาและวางจำหน่ายทั้งสำหรับตลาดในประเทศและต่างประเทศ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน คือ

1) นำมังคุดสดที่คัดขนาดและคุณภาพแล้วจากจุดรวบรวมขนส่งมายังห้องปฏิบัติการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน จากนั้น คัดผลมังคุดที่มีสีเปลือกตั้งแต่สีแดงถึงม่วงแดงมาบรรจุในบรรจุภัณฑ์เพื่อการขายปลีก (retail package) ตามกรรมวิธี เพื่อทดสอบหาบรรจุภัณฑ์และการใช้สารยืดอายุที่เหมาะสม โดยการประเมินคุณภาพในสภาพจำลองการเก็บรักษาสำหรับการวางจำหน่ายที่ตลาดในประเทศ (อุณหภูมิ 25±3 องศาเซลเซียส) และตลาดต่างประเทศ (อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส) ทำโดย

<u>ทดสอบชนิดของบรรจุภัณฑ์ครั้งที่ 1</u> บรรจุผลมังคุดในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ ขนาดบรรจุ 1 กิโลกรัม และทดสอบการวางจำหน่าย วางแผนการทดลองแบบ split plot จำนวน 5 ซ้ำ โดยให้

main plot คือ ชนิดของบรรจุภัณฑ์ 3 แบบ คือ

(1) ถุงตาข่าย

(2) ถุงชนิด polypropylene (PP) เจาะรู ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (Ø) 0.5 เซนติเมตร จำนวน 4 รู

(3) ถุงชนิด MAP (modified atmosphere packaging)

subplot คือ จำนวนวันที่ทดสอบวางจำหน่าย คือ 0 3 5 และ 7 วัน

จากนั้น เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25±3 องศาเซลเซียส) เพื่อจำลองการวางจำหน่ายสำหรับตลาดในประเทศ (ซุปเปอร์มาร์เก็ต) แล้วสุ่มตัวอย่างมาตรวจสอบคุณภาพตามกรรมวิธี

<u>ทดสอบชนิดของบรรจุภัณฑ์ครั้งที่ 2</u> ใช้บรรจุภัณฑ์ถุง PP ซึ่งเป็นถุงพลาสติกแบบใสมาปรับปรุงสมบัติให้มีการระบายความชื้นที่ดีขึ้นโดยการเจาะรูที่ถุงในลักษณะต่าง ๆ นำผลมังคุดมาวางใส่ถาดแล้วบรรจุถุงที่ขนาดบรรจุ 700-800 กรัม (ถุงพลาสติกขนาด 9x10 นิ้ว) วางแผนการทดลองแบบ split plot จำนวน 3 ซ้ำ โดยให้

main plot คือ ชนิดของบรรจุภัณฑ์ 4 แบบ คือ

(1) ถุงตาข่าย (สิ่งควบคุม)

(2) ถุง PP เจาะรู Ø 0.5 เซนติเมตร จำนวน 2 รู ที่ด้านบนของถุง

(3) ถุง PP เจาะรู Ø 0.5 เซนติเมตร จำนวน 4 รู ที่ด้านล่างของถุง

(4) ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 10 รู ที่ด้านบนของถุง

subplot คือ จำนวนวันที่ทดสอบวางจำหน่าย คือ 0 2 4 6 8 และ 11 วัน

จากนั้น วางไว้ที่อุณหภูมิ 25±3 องศาเซลเซียส เพื่อทดสอบการวางจำหน่ายในประเทศ

<u>ทดสอบชนิดของบรรจุภัณฑ์ครั้งที่ 3</u> ประเมินข้อดีข้อเสียของการทดสอบที่ผ่านมา แล้วปรับปรุงสมบัติของบรรจุภัณฑ์จากกรรมวิธีที่ให้ผลดีที่สุดในการทดสอบครั้งที่ 2 ให้มีสมบัติที่ดีขึ้น จากนั้นบรรจุผลมังคุดสดในบรรจุภัณฑ์ตามกรรมวิธี วางแผนการทดลองแบบ split plot จำนวน 3 ซ้ำ โดยให้

main plot คือ ชนิดของบรรจุภัณฑ์ 5 แบบ คือ

(1) ถุงตาข่าย (สิ่งควบคุม)

(2) ถุง PP เจาะรู Ø 0.5 เซนติเมตร จำนวน 4 รู (ด้านล่างถุง) + เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 10 รู (ด้านบนของถุง)

(3) ถุง PP เจาะรู Ø 0.5 เซนติเมตร จำนวน 4 รู (ด้านล่างถุง)

(4) ถุง PP เจาะรู Ø 0.5 เซนติเมตร จำนวน 4 รู (ด้านล่างถุง) + เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 10 รู (ด้านบนของถุง) + วางแผ่นรองซับความชื้นบนถาด

(5) ถุง PP เจาะรู Ø 0.5 เซนติเมตร จำนวน 4 รู (ด้านล่างถุง) + วางแผ่นรองซับความชื้นบนถาด

subplot คือ จำนวนวันที่ทดสอบวางจำหน่าย คือ 0 2 4 6 8 10 และ 12 วัน

จากนั้น เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±3 องศาเซลเซียส เพื่อทดสอบการวางจำหน่ายในประเทศ

<u>ทดสอบชนิดของบรรจุภัณฑ์ครั้งที่ 4</u> ประเมินข้อดีข้อเสียของการทดสอบในครั้งที่ 3 แล้วปรับปรุงคุณลักษณะของบรรจุภัณฑ์จากการทดสอบครั้งที่ 3 ให้มีสมบัติที่ดีขึ้น จากนั้นบรรจุผลมังคุดสดในบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ ตามกรรมวิธี วางแผนการทดลองแบบ split plot จำนวน 3 ซ้ำ โดยให้

main plot คือ ชนิดของบรรจุภัณฑ์ 5 แบบ คือ

(1) ถุงตาข่าย (สิ่งควบคุม)

(2) ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 80 รู ด้านบนของถุง

(3) ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 100 รู ด้านบนของถุง

(4) ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม ระยะ 1x1 เซนติเมตร ด้านข้างถุง 2 ด้าน

(5) ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม ระยะ 1x1 เซนติเมตร ตลอดด้านบนของถุง

subplot คือ จำนวนวันที่ทดสอบวางจำหน่าย 0 2 4 6 8 10 และ 12 วัน ที่อุณหภูมิ 25±3 องศาเซลเซียส และจำนวนวันที่เก็บรักษา 0 5 10 15 และ 20 วัน ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

จากนั้น เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±3 องศาเซลเซียส เพื่อจำลองการวางจำหน่ายสำหรับตลาดในประเทศ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เพื่อจำลองการเก็บรักษาสำหรับการส่งจำหน่ายตลาดต่างประเทศ

<u>ทดสอบการใช้บรรจุภัณฑ์ร่วมกับสารยืดอายุการเก็บรักษา</u> นำเทคโนโลยีการยืดอายุการเก็บรักษามาใช้ร่วมกับบรรจุภัณฑ์ที่ได้รับการปรับปรุงสมบัติให้เหมาะทดสอบชนิดของบรรจุภัณฑ์ครั้งที่ 4 โดยนำผลมังคุดสดจุ่มในสารยืดอายุชนิดต่าง ๆ ก่อนบรรจุในบรรจุภัณฑ์ ขนาดบรรจุ 700-800 กรัม ตามกรรมวิธี วางแผนการทดลองแบบ split plot จำนวน 3 ซ้ำ โดยให้

main plot คือ รูปแบบการบรรจุ 5 แบบ คือ

(1) ถุงตาข่าย+ไม่ใช้สารยืดอายุ (สิ่งควบคุม)

(2) วางบนถาดในถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม ระยะ 1x1 เซนติเมตร ตลอดด้านบนของถุง

(3) ถุง PP ตามกรรมวิธี (2) + จุ่มผลมังคุดใน 0.2 เปอร์เซ็นต์ ของแคลเซียมคลอไรด์

(4) ถุง PP ตามกรรมวิธี (2) + จุ่มผลมังคุดใน 600 ไมโครลิตรต่อลิตร ของกรดจิบเบอเรลลิก

(5) ถุง PP ตามกรรมวิธี (2) + จุ่มผลมังคุดใน 1 เปอร์เซ็นต์ ของไคโตซาน

subplot คือ จำนวนวันที่ทดสอบวางจำหน่าย 0 3 6 9 12 15 และ 18 วัน ที่อุณหภูมิ 25±3 องศาเซลเซียส

และจำนวนวันที่เก็บรักษา 0 5 10 15 20 และ 25 วัน ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

จากนั้น เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25±3 องศาเซลเซียส เพื่อจำลองการวางจำหน่ายสำหรับตลาดในประเทศ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เพื่อจำลองการเก็บรักษาสำหรับการส่งจำหน่ายตลาดต่างประเทศ

2) บันทึกผลการตรวจสอบคุณภาพตามระยะเวลาที่กำหนด ดังนี้

- ปริมาณก๊าซออกซิเจน ($O_2$) และคาร์บอนไดออกไซด์ ($CO_2$) ภายในบรรจุภัณฑ์ ด้วยเครื่องยี่ห้อ Dansensor รุ่น Checkmate3 (เปอร์เซ็นต์)

- การสูญเสียน้ำหนักของผล (เปอร์เซ็นต์)

- การเปลี่ยนแปลงคุณภาพภายนอก ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ผลที่มีขั้วดำหรือปลายขั้วดำ ผลที่มีราที่ขั้วหรือกลีบเลี้ยง ผลที่มีกลีบเลี้ยงเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล

- ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (soluble solids content: SSC, เปอร์เซ็นต์) วัดน้ำคั้นของผลไม้ด้วยเครื่อง Digital refractometer ยี่ห้อ ATAGO รุ่น PR-101

- ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (titratable acidity: TA, เปอร์เซ็นต์) ไทเทรตน้ำคั้นผลไม้ด้วยสารละลาย 0.1 N NaOH จนได้จุดยุติที่ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 8.2 โดยใช้เครื่อง Automated Titrator ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น DL53

- ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัมต่อร้อยมิลลิลิตร) โดยไทเทรตน้ำคั้นผลไม้ด้วยสารละลาย 2,6-dichloroindophenol sodium salt จนได้จุดยุติเมื่อสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพู คำนวณปริมาณวิตามินซีโดยใช้ปริมาตรที่ไทเทรตได้ของน้ำคั้นผลไม้เทียบกับปริมาตรที่ใช้ในการไทเทรตสารละลายวิตามินซีมาตรฐาน

$$\text{ปริมาณวิตามินซี (มก./100 มล.)} = \frac{1}{\text{ปริมาตรที่ใช้ไทเทรต standard solution (ml.)}} \times \text{ปริมาตรที่ใช้ไทเทรตน้ำคั้น (ml.)} \times 100$$

- คุณภาพการรับประทาน พิจารณาจากรสชาติการรับประทานที่ปกติหรือผิดปกติ โดยรายงานเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลที่รับประทานได้

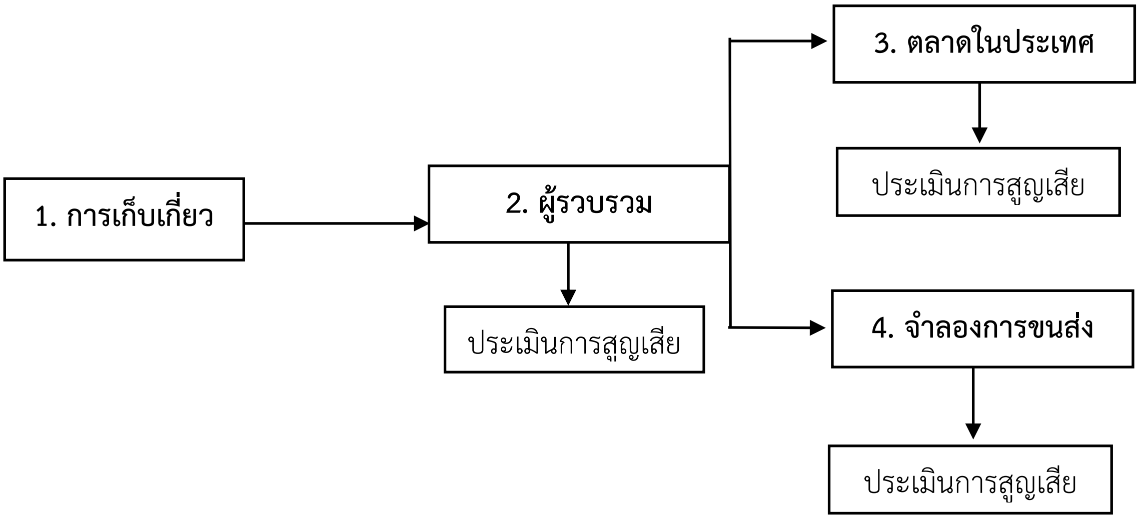
**การทดลองที่ 3 เทคโนโลยีการรักษาคุณภาพและเพิ่มมูลค่าไม้ตัดดอกเพื่อการส่งออก**

ศึกษาในไม้ตัดดอก 2 ชนิด คือ ดอกดาหลาและดอกกระเจียวส้ม มีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

**1. ดอกดาหลา**

**1.1 การประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวของดอกดาหลา**

ทำการสำรวจ เก็บตัวอย่าง และบันทึกข้อมูลเพื่อประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวของไม้ตัดดอก ตั้งแต่ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวจนกระทั่งถึงตลาดค้าส่งในประเทศและส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้




1) ประเมินความเสียหายไม้ตัดดอกที่จุดรวบรวม

1.1 ภายหลังจากขนส่งไม้ตัดดอกจากสวนเกษตรกรมายังผู้รวบรวม เก็บข้อมูลการขนส่งไม้ตัดดอกจากแหล่งผลิตมายังจุดรวบรวม โดยไม้ตัดดอกจะถูกนำมาดำเนินการตามขั้นตอนของการส่งออก

1.2 สุ่มไม้ตัดดอกมาประเมินการสูญเสียทันทีที่มาถึงจุดรวบรวม

2) ประเมินความสูญเสียที่ตลาดค้าส่ง (ตลาดปากคลองตลาด กรุงเทพฯ)

2.1 ภายหลังจากขนส่งไม้ตัดดอกมาจำหน่ายที่ปากคลองตลาด ทำการเก็บข้อมูลรูปแบบ การขนส่ง บรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการบรรจุวิธีการขนส่ง และกรรมวิธีต่าง ๆ ในการปฏิบัติระหว่างการขนส่ง

2.2 สุ่มไม้ตัดดอกมาประเมินความเสียหายทันทีที่ดอกดาหลาขนส่งมาถึงตลาดปากคลองตลาด กรุงเทพฯ

3) ประเมินความสูญเสียภายหลังการขนส่งมายังสนามบิน

3.1 ภายหลังการขนส่งจากโรงงานบรรจุหีบห่อ ขนส่งไปยังสนามบิน ทำการเก็บข้อมูลรูปแบบการขนส่งและกรรมวิธีต่าง ๆ ในการปฏิบัติระหว่างการขนส่ง

3.2 สุ่มตรวจความเสียหายของดอกดาหลาทันทีที่ไม้ตัดดอกขนส่งมาถึงสนามบิน

การประเมินการสูญเสีย โดยใช้ดอกดาหลา จำนวน 600 ดอก ในการประเมินการสูญเสีย คัดแยกสาเหตุของการสูญเสียในแต่ละขั้นตอน ถ้าใน 1 ดอกมีสาเหตุการสูญเสียมากกว่า 1 สาเหตุ ให้เลือกสาเหตุที่เด่นชัดที่สุด

โดยคำนวณจากจำนวนไม้ตัดดอกที่เสียหาย เทียบกับจำนวนไม้ตัดดอกเริ่มต้นในแต่ละขั้นตอน การสูญเสียคำนวณโดยสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย} = \frac{\text{จำนวนไม้ตัดดอกที่ได้รับความสูญเสีย} \times 100}{\text{จำนวนไม้ตัดดอกเริ่มต้น}}$$

**1.2 การศึกษาดัชนีการเก็บเกี่ยวและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาดอกดาหลา**

1) เก็บเกี่ยวดอกดาหลาจากสวนเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดกาญจนบุรี ที่ระยะดอกบาน 50 70 และ 100% จากนั้นบรรจุดอกดาหลาในถังพลาสติก โดยวางช่อดอกในแนวตั้ง แช่ก้านดอกในน้ำกรอง แล้วขนส่งมายังอาคารปฏิบัติการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน กรมวิชาการเกษตร โดยรถห้องเย็นควบคุมอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส ใช้เวลาเดินทางประมาณ 3 ชั่วโมง

2) วางแผนการทดลองแบบ split plot จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ดอก โดยให้

Main plot คือ อุณหภูมิการเก็บรักษา 3 อุณหภูมิ คือ 15 20 และ 25 องศาเซลเซียส

Subplot คือ ระยะการเก็บเกี่ยว 3 ระยะ คือ

1. เก็บเกี่ยวที่ระยะดอกบาน 50%
2. เก็บเกี่ยวที่ระยะดอกบาน 70%
3. เก็บเกี่ยวที่ระยะดอกบาน 100%

3) คัดเลือกดอกที่มีระยะดอกบานและขนาดสม่ำเสมอกัน ตัดก้านดอกให้มีความยาว 40 เซนติเมตร ตัดปลายก้านดอกเฉียง 45 องศา นำมาปักแจกันในน้ำกรอง เก็บรักษาตามอุณหภูมิที่กำหนด

4) ตรวจสอบคุณภาพทุกวัน จนกว่าไม้ตัดดอกจะเสื่อมสภาพ

การตรวจสอบคุณภาพและบันทึกข้อมูลไม้ตัดดอก ดังนี้

1. อัตราการดูดน้ำ (มิลลิลิตร/ดอก/วัน)
2. การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด

$$\text{การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{น้ำหนักเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักในแต่ละวันที่ปักแจกัน}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100$$

3. การเปลี่ยนแปลงสีของดอก (ดอกดาหลา) ด้วยเครื่องวัดสี ยี่ห้อ Konica Minolta รุ่น CR-10 แล้วบันทึกค่าในระบบ CIE LAB โดยวัดสีที่กลีบประดับ อ่านค่าที่แสดงได้ดังนี้

| | | | |
|---|---|---|---|
| ค่า L* เป็น 0 คือ สีดำ | 100 | คือ | สีขาว |
| ค่า a เป็น ลบ (-) คือ สีเขียว | บวก (+) | คือ | สีแดง |
| ค่า b* เป็น ลบ (-) คือ สีน้ำเงิน | บวก (+) | คือ | สีเหลือง |

4. บันทึกลักษณะการเสื่อมสภาพของดอก โดยให้ค่าคะแนนความสดจากการพิจารณาลักษณะที่ปรากฏ

5 คะแนน = กลีบดอกสดไม่พบพื้นที่เสียหาย

4 คะแนน = กลีบดอกมีพื้นที่เสียหายน้อยกว่าร้อยละ 25 ของพื้นที่ดอก

3 คะแนน = กลีบดอกพื้นที่เสียหายร้อยละ 25-50 ของพื้นที่ดอก

2 คะแนน = กลีบดอกพื้นที่เสียหายร้อยละ 50-75 ของพื้นที่ดอก

1 คะแนน = กลีบดอกพื้นที่เสียหายมากกว่าร้อยละ 75 ของพื้นที่ดอก

5. อายุการปักแจกัน (วัน) เมื่อดอกเสื่อมสภาพและมีพื้นที่เสียหายมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์

**1.3 การทดสอบประสิทธิภาพสารละลายเคมีในการยืดอายุการปักแจกันดอกดาหลา**
โดยแบ่งออกเป็น 3 การทดสอบย่อย คือ

1) การทดสอบสารละลาย pulsing สำหรับแช่ก้านดอกดาหลาในระยะสั้น

วางแผนการทดลองแบบ split plot กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ดอก โดยให้

Main plot คือ คือ สารละลาย pulsing จำนวน 5 กรรมวิธี คือ

กรรมวิธีที่ 1 น้ำกรอง (วิธีการควบคุม)

กรรมวิธีที่ 2 NaOCl 5,000 ppm

กรรมวิธีที่ 3 NaOCl 10,000 ppm

กรรมวิธีที่ 4 กรดซิตริก 200 ppm

กรรมวิธีที่ 5 กรดซิตริก 400 ppm

Subplot คือ ระยะการเก็บรักษา โดยตรวจสอบคุณภาพทุกวันจนกว่าไม้ตัดดอกจะเสื่อมสภาพ

2) การทดสอบสารละลาย holding ในการยืดอายุการปักแจกันดอกดาหลา

วางแผนการทดลองแบบ split plot กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ดอก โดยให้

Main plot คือ สารละลาย holding จำนวน 6 กรรมวิธี คือ

กรรมวิธีที่ 1 ปักแจกันในน้ำกรอง (วิธีการควบคุม)

กรรมวิธีที่ 2 ปักแจกันในน้ำยาการค้า (Flora Life)

กรรมวิธีที่ 3 ปักแจกันในสารละลาย 8-HQS 200 ppm + sucrose 0.5 % ปรับ pH 3

กรรมวิธีที่ 4 ปักแจกันในสารละลาย 8-HQS 200 ppm + sucrose 0.5 % ปรับ pH 4

กรรมวิธีที่ 5 ปักแจกันในสารละลาย 8-HQS 200 ppm + sucrose 2.0 % ปรับ pH 3

กรรมวิธีที่ 6 ปักแจกันในสารละลาย 8-HQS 200 ppm + sucrose 2.0 % ปรับ pH 4

Subplot คือ ระยะการเก็บรักษา โดยตรวจสอบคุณภาพทุกวันจนกว่าไม้ตัดดอกจะเสื่อมสภาพ

3) การทดสอบประสิทธิภาพสารละลายเคมีในการยืดอายุการปักแจกันดอกดาหลา

วางแผนการทดลองแบบ split plot กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ดอก โดยให้

Main plot คือ สารละลายเคมีในการยืดอายุการปักแจกัน จำนวน 6 กรรมวิธี คือ

กรรมวิธีที่ 1 ปักแจกันในน้ำกรอง (วิธีการควบคุม)

กรรมวิธีที่ 2 ปักแจกันในน้ำยาการค้า (Flora Life)

กรรมวิธีที่ 3 กรดซิตริก 400 ppm (pulsing)

กรรมวิธีที่ 4 สารละลาย 8-HQS 200 ppm + sucrose 2.0% (holding)

กรรมวิธีที่ 5 กรดซิตริก 400 ppm +ปักแจกันในน้ำยาการค้า (Flora Life)

กรรมวิธีที่ 6 กรดซิตริก 400 ppm+สารละลาย 8-HQS 200 ppm + sucrose 2.0%

Subplot คือ ระยะการเก็บรักษา โดยตรวจสอบคุณภาพทุกวันจนกว่าไม้ตัดดอกจะเสื่อมสภาพ

เก็บเกี่ยวดอกดาหลาที่ระยะดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ จากสวนเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดกาญจนบุรี คัดเลือกดอกที่มีขนาดสม่ำเสมอกัน ตัดก้านดอกให้มีความยาว 40 เซนติเมตร ตัดปลายก้านดอกเฉียง 45 องศา นำมาทดสอบตามกรรมวิธีที่กำหนด ตรวจสอบคุณภาพทุกวันเช่นเดียวกับข้อ 1.2 จนกว่าไม้ตัดดอกจะเสื่อมสภาพ

**2. ดอกกระเจียวส้ม**

**2.1 การประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวของดอกกระเจียวส้ม**

1) ประเมินความสูญเสียของไม้ตัดดอกในขั้นตอนการเก็บเกี่ยว

1.1 ประเมินความสูญเสียของดอกกระเจียวส้ม ในแหล่งผลิตไม้ตัดดอกเพื่อส่งออกและจำหน่ายในประเทศ

1.2 เก็บข้อมูลวิธีการเก็บเกี่ยว ชนิดและภาชนะบรรจุ วิธีการเก็บเกี่ยวและกรรมวิธีต่าง ๆ ในระหว่างขั้นตอนการเก็บเกี่ยว

1.3 สุ่มตัวอย่างไม้ตัดดอกเพื่อนำมาประเมินการสูญเสียแล้วนำมาคัดแยกสาเหตุของความสูญเสีย

2) ประเมินความเสียหายไม้ตัดดอกที่จุดรวบรวม

2.1 ภายหลังจากขนส่งไม้ตัดดอกจากสวนเกษตรกรมายังผู้รวบรวมสินค้า เก็บข้อมูลการขนส่งไม้ตัดดอกจากแหล่งผลิตมายังจุดรวบรวม โดยไม้ตัดดอกจะถูกนำมายังโรงงานบรรจุหีบห่อของผู้ส่งออกเพื่อดำเนินการตามขั้นตอน

2.2 สุ่มไม้ตัดดอกมาประเมินการสูญเสียทันทีที่ดอกกระเจียวส้มมาถึงจุดรวบรวมสินค้า

3) ประเมินความสูญเสียที่ตลาดค้าส่ง (ตลาดปากคลองตลาด กรุงเทพฯ)

3.1 ภายหลังจากขนส่งไม้ตัดดอกมาจำหน่ายที่ปากคลองตลาด ทำการเก็บข้อมูลรูปแบบ การขนส่งบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการบรรจุวิธีการขนส่ง และกรรมวิธีต่าง ๆ ในการปฏิบัติระหว่างการขนส่ง

3.2 สุ่มไม้ตัดดอกมาประเมินความเสียหายทันทีที่ดอกดาหลาขนส่งมาถึงตลาดปากคลองตลาด กรุงเทพฯ

4) ประเมินความสูญเสียภายหลังจำลองการส่งออก

4.1 ภายหลังการขนส่งจากโรงงานบรรจุหีบห่อ ขนส่ง ทำการเก็บข้อมูลรูปแบบการขนส่งและกรรมวิธีต่าง ๆ ในการปฏิบัติระหว่างการขนส่ง

4.2 สุ่มดอกกระเจียวส้มภายหลังจำลองการส่งออก

การประเมินการสูญเสีย โดยใช้ดอกกระเจียวส้ม จำนวน 600 ดอก ในการประเมินการสูญเสีย คัดแยกสาเหตุของการสูญเสียในแต่ละขั้นตอน ถ้าใน 1 ดอกมีสาเหตุการสูญเสียมากกว่า 1 สาเหตุ ให้เลือกสาเหตุที่เด่นชัดที่สุด โดยคำนวณจากจำนวนไม้ตัดดอกที่เสียหาย เทียบกับจำนวนไม้ตัดดอกเริ่มต้นในแต่ละขั้นตอน การสูญเสียคำนวณโดยสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย} = \frac{\text{จำนวนไม้ตัดดอกที่ได้รับความสูญเสีย} \times 100}{\text{จำนวนไม้ตัดดอกเริ่มต้น}}$$

**2.2 การศึกษาดัชนีการเก็บเกี่ยวและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาดอกกระเจียวส้ม**

1) เก็บเกี่ยวดอกกระเจียวส้มที่ระยะดอกบาน 50 70 และ 100% จากสวนเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดลำปาง แล้วขนส่งโดยรถห้องเย็นควบคุมอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส วางช่อดอกในแนวนอน ห่อช่อดอกด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ตามกรรมวิธีของเกษตรกร บรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูกเจาะรู ใช้ระยะเวลาในการเดินทางจากสวนเกษตรกรถึงอาคารปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยว ประมาณ 16 ชั่วโมง

2) วางแผนการทดลองแบบ split plot จำนวน 4 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ดอก โดยให้

Main plot คือ อุณหภูมิการเก็บรักษา 3 อุณหภูมิ คือ 15 20 และ 25 องศาเซลเซียส

Subplot คือ ระยะการเก็บเกี่ยว 3 ระยะ คือ

1. เก็บเกี่ยวที่ระยะดอกบาน 50%
2. เก็บเกี่ยวที่ระยะดอกบาน 70%
3. เก็บเกี่ยวที่ระยะดอกบาน 100%

3) คัดเลือกดอกที่มีขนาดสม่ำเสมอกัน ตัดก้านดอกให้มีความยาว 25 เซนติเมตร ตัดปลายก้านดอกเฉียง 45 องศา นำมาปักแจกันในน้ำกรอง เก็บรักษาตามอุณหภูมิที่กำหนด

4) ตรวจสอบคุณภาพทุกวัน จนกว่าไม้ตัดดอกจะเสื่อมสภาพ

**ตรวจสอบคุณภาพและบันทึกข้อมูลไม้ตัดดอก** ดังนี้

1. อัตราการดูดน้ำ (มิลลิลิตร/ดอก/วัน)
2. การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)

$$\text{การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{น้ำหนักเริ่มต้น - น้ำหนักในแต่ละวันที่ปักแจกัน}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100$$

3. การเปลี่ยนแปลงสีของดอก โดยใช้แผ่นเทียบสี RHS Colour Chart รุ่นที่ 6 (Sixth editon 2015)
4. บันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในระหว่างการเก็บรักษา
5. บันทึกลักษณะการเสื่อมสภาพของดอก โดยให้คะแนนความสดจากการพิจารณาลักษณะที่ปรากฏ
   - 5 คะแนน = กลีบดอกสดไม่พบพื้นที่เสียหาย
   - 4 คะแนน = กลีบดอกมีพื้นที่เสียหายน้อยกว่าร้อยละ 25 ของพื้นที่ดอก
   - 3 คะแนน = กลีบดอกพื้นที่เสียหายร้อยละ 25-50 ของพื้นที่ดอก
   - 2 คะแนน = กลีบดอกพื้นที่เสียหายร้อยละ 50-75 ของพื้นที่ดอก
   - 1 คะแนน = กลีบดอกพื้นที่เสียหายมากกว่าร้อยละ 75 ของพื้นที่ดอก
6. อายุการปักแจกัน (วัน) เมื่อดอกเสื่อมสภาพและมีพื้นที่เสียหายมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์

**2.3 การทดสอบประสิทธิภาพสารละลายเคมีในการยืดอายุการปักแจกันดอกกระเจียวส้ม**

โดยแบ่งออกเป็น 3 การทดสอบย่อย คือ

1) การทดสอบสารละลาย pulsing สำหรับแช่ก้านดอกกระเจียวส้มในระยะสั้น เป็นเวลา 30 นาที

วางแผนการทดลองแบบ split plot กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ดอก โดยให้

Main plot คือ สารละลาย pulsing จำนวน 5 กรรมวิธี คือ

กรรมวิธีที่ 1 น้ำกรอง (วิธีการควบคุม)

กรรมวิธีที่ 2 (NaOCl) 5,000 ppm

กรรมวิธีที่ 3 (NaOCl) 10,000 ppm

กรรมวิธีที่ 4 กรดซิตริก 200 ppm

กรรมวิธีที่ 5 กรดซิตริก 400 ppm

กรรมวิธีที่ 6 กรดซิตริก 400 ppm+สารละลาย 8-HQS 200 ppm + sucrose 2.0%

Subplot คือ ระยะการเก็บรักษา โดยตรวจสอบคุณภาพทุกวันจนกว่าไม้ตัดดอกจะเสื่อมสภาพ

2) การทดสอบสารละลาย holding ในการยืดอายุการปักแจกันดอกกระเจียวส้ม

วางแผนการทดลองแบบ split plot จำนวน 6 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ดอก โดยให้

Main plot คือ สารละลาย holding จำนวน 6 กรรมวิธี คือ

กรรมวิธีที่ 1 ปักแจกันในน้ำกรอง (วิธีการควบคุม)

กรรมวิธีที่ 2 ปักแจกันในน้ำยาการค้า (Flora Life)

กรรมวิธีที่ 3 ปักแจกันในสารละลาย 8-HQS 200 ppm + sucrose 0.5 % pH 3

กรรมวิธีที่ 4 ปักแจกันในสารละลาย 8-HQS 200 ppm + sucrose 1.0 % pH 3

กรรมวิธีที่ 5 ปักแจกันในสารละลาย 8-HQS 200 ppm + sucrose 1.5 % pH 3

กรรมวิธีที่ 6 ปักแจกันในสารละลาย 8-HQS 200 ppm + sucrose 2.0 % pH 3

Subplot คือ ระยะการเก็บรักษา โดยตรวจสอบคุณภาพทุกวันจนกว่าไม้ตัดดอกจะเสื่อมสภาพ

3) การทดสอบประสิทธิภาพสารละลายเคมีในการยืดอายุการปักแจกันดอกกระเจียวส้ม

วางแผนการทดลองแบบ split plot กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ดอก โดยให้

Main plot คือ สารละลายเคมีในการยืดอายุการปักแจกัน จำนวน 8 กรรมวิธี คือ

กรรมวิธีที่ 1 ปักแจกันในน้ำกรอง (วิธีการควบคุม)

กรรมวิธีที่ 2 กรดซิตริก 400 ppm (pulsing)

กรรมวิธีที่ 3 สารละลาย 8-HQS 50 ppm + sucrose 0.5% (holding)

กรรมวิธีที่ 4 สารละลาย 8-HQS 100 ppm + sucrose 0.5%

กรรมวิธีที่ 5 สารละลาย 8-HQS 150 ppm + sucrose 0.5%

กรรมวิธีที่ 6 กรดซิตริก 400 ppm + 8-HQS 50 ppm + sucrose 0.5%

กรรมวิธีที่ 7 กรดซิตริก 400 ppm+8-HQS 100 ppm + sucrose 0.5%

กรรมวิธีที่ 8 กรดซิตริก 400 ppm+8-HQS 150 ppm + sucrose 0.5%

Subplot คือ ระยะการเก็บรักษา โดยตรวจสอบคุณภาพทุกวันจนกว่าไม้ตัดดอกจะเสื่อมสภาพ

เก็บเกี่ยวดอกกระเจียวส้มที่ดอกจริงบาน 2-3 ชั้น จากสวนเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดนครปฐม คัดเลือกดอกที่มีขนาดสม่ำเสมอกัน และกลีบประดับบานจนสุดช่อดอก ตัดก้านดอกให้มีความยาว 25 เซนติเมตร ตัดปลายก้านดอกเฉียง 45 องศา นำมาทดสอบตามกรรมวิธีที่กำหนด และเก็บในห้องควบคุมอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส ตรวจสอบคุณภาพทุกวันเช่นเดียวกับข้อ 2.2 จนกว่าไม้ตัดดอกจะเสื่อมสภาพ

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล

**การทดลองที่ 1 เทคโนโลยีการลดความสูญเสียระหว่างขั้นตอนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวลำไยในภาคตะวันออก**

**1. การประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวของลำไยในภาคตะวันออก**

**1.1 การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวลำไยในภาคตะวันออกเพื่อการส่งออกไปสาธารณรัฐประชาชนจีน**

**การเก็บเกี่ยว** ในการเก็บเกี่ยวลำไยในเขตภาคตะวันออกจะเก็บเกี่ยวครั้งเดียวให้หมดทั้งต้นหรือไม่เกิน 2 ครั้ง การเก็บเกี่ยวเริ่มต้นตั้งแต่ช่วงเช้าไปจนถึงตอนบ่าย ส่วนใหญ่ต้นลำไยจะเป็นพุ่มสูงใหญ่ การเก็บเกี่ยวต้องใช้บันไดพาดไปบนต้นลำไย แล้วหักช่อผลมาใส่ในตะกร้าพลาสติกที่ผู้เก็บนำขึ้นไปด้วย และหากไม่สามารถเอื้อมถึงผู้เก็บจะใช้ตะขอโน้มกิ่งมาก่อนจะหักช่อผล เมื่อเก็บลำไยได้เต็มตะกร้าจะนำมาให้คนข้างล่างและเปลี่ยนเข่งใหม่ขึ้นไป ลำไยที่เก็บเกี่ยวมาได้จะนำมาตัดแต่งช่อผลให้ความยาวช่อไม่เกิน 15 เซนติเมตร และตัดแต่งผลที่ไม่ได้คุณภาพออก เช่น ผลที่ถูกทำลายจากโรคและแมลง หรือผลเล็กที่ไม่ได้ขนาด ซึ่งขนาดของผลหากไม่แน่ใจจะมีตะแกรงที่คัดขนาดลำไยไว้ให้ เมื่อตัดแต่งเสร็จแล้วจัดเรียงช่อลำไยให้เต็มตะกร้า โดยคัดขนาดผลใกล้เคียงกันใส่ในตะกร้าเดียวกันจนเต็มตะกร้า น้ำหนักประมาณตะกร้าละ 12.5 กิโลกรัม แล้วใช้ใบลำไยปิดทับหน้าผลลำไยก่อนปิดฝาตะกร้าเพื่อป้องกันการกระทบกระเทือนและการสูญเสียน้ำหนักของลำไยในระหว่างรอการขนย้าย (Figure 2)

**การขนย้ายลำไยไปโรงคัดบรรจุหรือโรงรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์** ภายหลังการเก็บเกี่ยวในสวนลำไยจะขนย้ายตะกร้าลำไยโดยใช้รถกระบะที่ดัดแปลงสำหรับการขนส่ง เรียงตะกร้าลำไยซ้อนกันสูงประมาณ 12 ตะกร้า ซึ่งในแต่ละช่วงจะมีไม้ขั้นเป็นระยะ ๆ เพื่อป้องกันการซ้อนทับกันของตะกร้า บรรจุลำไยจนเต็มรถแล้วคลุมด้วยผ้าใบพลาสติกก่อนการขนส่ง (Figure 3) รถกระบะ 1 คัน สามารถบรรทุกได้ประมาณ 2 ตัน หรือประมาณ 100-120 ตะกร้า

**การจัดการในโรงคัดบรรจุและการรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ($SO_2$)** ภายหลังขนย้ายลำไยมายังโรงคัดบรรจุ เจ้าหน้าที่จะมาตรวจสอบคุณภาพ ขนาด และเกรดเพื่อการส่งออก และนำใบลำไยที่ปิดทับหน้าผลลำไยออก จากนั้นรัดตะกร้าเพื่อเตรียมเข้าห้องรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ แต่อย่างไรก็ตามบางโรงรมจะนำลำไยเข้ารมในขณะที่มีใบลำไยปิดทับหน้าตะกร้า เมื่อรมเสร็จแล้วจึงนำใบลำไยออกแล้วจึงรัดตะกร้าเตรียมส่งออก ซึ่งแล้วแต่เทคนิคการรมของแต่ละโรงรม (Figure 4) การรมลำไยด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะรมตามมาตรฐานกำหนดสำหรับ "การปฏิบัติที่ดีสำหรับการรมผลลำไยสดด้วยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มกษ. 1002-2553" ในปี 2553 และ "หลักปฏิบัติสำหรับกระบวนการรมผลไม้สดด้วยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มกษ. 1004 (G)-2558" ในปี 2558 ซึ่งได้กำหนดหลักปฏิบัติสำหรับโรงรมไว้และกำหนดการใช้ผงกำมะถันในการรมลำไยเพื่อการส่งออก โดยมีเงื่อนไขตามขนาดห้องและจำนวนตะกร้ากำหนดตาม Table 1

**การส่งออกลำไยไปสาธารณรัฐประชาชนจีน** การขนส่งลำไยจะขนส่งโดยใช้ตู้คอนเทรนเนอร์ขนาด 40 ฟุต (Figure 5) ลำไยที่ผ่านการรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์แล้วจะถูกลำเลียงขึ้นสู่ตู้คอนเทรนเนอร์ที่มีการตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 2 องศาเซลเซียส ทันที กรณีที่สินค้าไม่เต็มตู้จะทำการแช่เย็นไว้จนกว่าสินค้าจะเต็มตู้ การส่งออก

ลำไยจะขนส่งโดยทางรถยนต์หรือทางเรือ ปรับอุณหภูมิในตู้คอนเทรนเนอร์ที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส และลำไยต้องผ่านการตรวจสอบสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างก่อนส่งออก โดยมีค่าซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ในเนื้อไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และต้องมีใบรับรองสุขอนามัย (Health Certificate) วิเคราะห์สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์แนบไปกับสินค้าทุก lot

**Table 1** Recommended amount of sulphur used in fumigation

| Dimension of the fumigation chamber (length x width x height) (m) | Volume of the fumigation chamber ($m^3$) | Number of baskets (10 kg per basket) | Amount of sulphur to be used (kg) |
|---|---|---|---|
| 3.6x2.4x2.4 | 20.7 | 100 | 0.75 |
| | | 150 | 0.90 |
| | | 200 | 1.05 |
| 4.8x2.4x2.4 | 27.6 | 150 | 1.02 |
| | | 200 | 1.20 |
| | | 250 | 1.35 |
| | | 300 | 1.50 |
| 3.6x3.6x2.4 | 41.5 | 300 | 1.80 |
| | | 350 | 1.95 |
| | | 400 | 2.10 |
| 4.8x4.8x2.4 | 55.3 | 400 | 2.35 |
| | | 450 | 2.50 |
| | | 500 | 2.70 |
| | | 550 | 2.85 |

Source: National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards (2010)

Note: 1. This data is obtained from the study on the fumigation of longans of Edo species of which the sulphur dioxide residue on the fruit does not exceed 50 mg/kg

2. The amount of sulphur used may vary 10% - 20% where appropriate

3. The requirements on sulphur dioxide residue specified in the relevant laws and regulations and/or requirements of the trading partner should be taken into account

Harvesting equipment: ladder, hook, plastic baskets

Picking process: the whole panicle of fruits are cut with a knife or scissors, panicle should not be dropped

Longan fruits with stalk intact are packed in plastic basket

Trimming and grading

Sizing equipment

**Figure 2** Longan harvesting, trimming, grading and sizing

After grading, longan fruits are packed in plastic basket about 12.5 kg and covered with longan leaves

Transport to packing house by truck which is covered with plastic canvas

**Figure 3** Transportation to packing house

Weight and quality check at the packing house

Preparation for fumigation

Fumigated with sulphur dioxide

**Figure 4** Management of longan fruits in packing house

After fumigation, the longan fruits are moved to outdoor

Move the longan fruits into a refrigerated container (2°C) and export

**Figure 5** Transportation of the longan fruits to China

**1.2 การสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวลำไยในภาคตะวันออก**

ประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวลำไยพันธุ์ดอในเขตภาคตะวันออก โดยการประเมินการสูญเสียลำไยในแต่ละขั้นตอนตามวิธีการปฏิบัติของเกษตรกรและผู้ประกอบการ โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการเก็บเกี่ยว การขนย้ายลำไยจากสวนไปโรงคัดบรรจุ ภายหลังการรมลำไยด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และภายหลังการจำลองการส่งออกไปสาธารณรัฐประชาชนจีน จากการประเมินการสูญเสียพบว่า ในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียของลำไยสูงที่สุดคิดเป็น 14.23 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ภายหลังการส่งออกคิดเป็น 6.66 เปอร์เซ็นต์ การขนย้ายจากสวนมายังโรงคัดบรรจุคิดเป็น 4.89 เปอร์เซ็นต์ และความเสียหายภายหลังการรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์คิดเป็น 2.05 เปอร์เซ็นต์ (Table 2) สามารถแยกสาเหตุของการสูญเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

**1. ขั้นตอนการเก็บเกี่ยว** ในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวลำไยมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียสูงที่สุดเมื่อเทียบกับขั้นตอนการจัดการขั้นตอนอื่น คิดเป็น 14.23 เปอร์เซ็นต์ เมื่อประเมินการสูญเสียโดยแยกตามสาเหตุของการสูญเสียที่เกิดขึ้นพบว่า สาเหตุหลักมาจากแมลง 3.72 เปอร์เซ็นต์ แมลงที่พบในขั้นตอนนี้เป็นเพลี้ยและแมลงเจาะผลเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ พบลำไยผลแก่ 3.18 เปอร์เซ็นต์ และลำไยผลอ่อน 2.64 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ลำไยไม่ได้เก็บเกี่ยวพร้อมกันทั้งหมด โดยจะเก็บเกี่ยวจำนวน 2 ครั้ง ต่อ 1 สวน ทำให้พบลำไยแก่หรืออ่อนปนมาด้วยส่วนโรคพบ 1.82 เปอร์เซ็นต์ เช่น ผลเน่า และราดำ เป็นต้น (Figure 6) นอกจากนี้ยังพบผลลำไยที่เป็นแผลถลอก ผลแตก และผลยุบ 1.77 0.97 และ 0.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 3) จากการสำรวจเก็บข้อมูลความสูญเสียลำไยสดบนต้นของ อภิชาตและคณะ (2551) พบว่า การสูญเสียเริ่มเกิดตั้งแต่กระบวนการช่วงต้นจนถึงช่วงสุดท้ายของห่วงโซ่อุปทาน โดยเริ่มจากการผลิตให้ได้ผลลำไยสดบนต้นที่มีคุณภาพ ความเสียหายมักจะพบในลักษณะของการขาดเทคนิคการดูแลรักษาที่มีมาตรฐานที่ดี ซึ่งทำให้เกิดการเข้าทำลายของโรคและแมลงต่าง ๆ ในระยะติดผล เช่น เพลี้ยหอยหลังเต่า มวนลำไย ผีเสื้อเจาะผลไม้ และเพลี้ยกระโดด เป็นต้น ส่งผลให้ผลิตผลลำไยที่ได้ออกมามีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ จริยาและชาตรี (2548) ได้แนะนำแนวทางป้องกันการเข้าทำลายของแมลงไว้หลายประการ เช่น ควรมีการตัดแต่งกิ่งทรงพุ่มให้โปร่ง ใช้สารเคมีในอัตราส่วนที่เหมาะสมเพื่อป้องกันกำจัดแมลง เป็นต้น

**2. ขั้นตอนการขนย้ายจากสวนมาโรงคัดบรรจุ** ในขั้นตอนนี้พบความสูญเสีย 4.98 เปอร์เซ็นต์ สาเหตุของการสูญเสียเกิดจากการบรรจุลำไยในตะกร้าที่มากเกินไปทำให้ปิดฝาตะกร้าไม่สนิทแล้วนำตะกร้ามาวางซ้อนทับกันและเกิดจากการกระทบกระเทือนระหว่างการขนส่ง เป็นผลให้พบลำไยเป็นแผลถลอก 2.22 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ผลบุบ ผลแตก และผลช้ำ คิดเป็น 1.52 1.03 และ 0.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 4) การเกิดแผลถลอกบริเวณเปลือกของผลลำไยระหว่างการเคลื่อนย้ายหรือการขนส่ง เกิดจากการเสียดสีระหว่างผลลำไยด้วยกันเอง ตลอดจนการเสียดสีของผลลำไยกับบรรจุภัณฑ์ เนื่องมาจากการสั่นสะเทือน ซึ่งก่อให้เกิดรอยช้ำ รอยแผลถลอกที่ผู้บริโภคไม่ต้องการ (จิราภา, 2548) อีกทั้งการแสดงอาการผิดปกติมักไม่เกิดขึ้นทันที แต่จะเกิดขึ้นภายหลังการเก็บรักษา สอดคล้องกับ ยงยุทธ (2539) ที่รายงานว่า สาเหตุของการสูญเสียทางกลเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตผลพืชสวน ซึ่งจะไม่ปรากฏผลในทันที แต่อาจแสดงอาการภายหลังใน 1-2 วัน โดยทำให้คุณภาพลดลง และอาจส่งผลต่ออายุการเก็บรักษาสั้นลงด้วยเช่นกัน สำหรับการแก้ปัญหาในขั้นตอนนี้ ต้องใช้บุคลากรที่มีประสบการณ์เพื่อป้องกันความเสียหายในขณะการจัดเรียงลำไยใส่ในตะกร้าและการคัดเกรด นอกจากนี้การบรรทุกลำไยต้องไม่เรียงซ้อนกันมากเกินไปซึ่งจะทำให้เกิดความเสียหายต่อผลิตผลลำไยในตะกร้าได้

**3. ขั้นตอนการรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์** โดยประเมินการสูญเสียภายหลังลำไยผ่านการรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งขั้นตอนนี้พบการสูญเสีย 2.05 เปอร์เซ็นต์ พบสาเหตุของการสูญเสียที่เกิดขึ้นจากแผลถลอก ผลช้ำ ผลบุบ และผลแตก คิดเป็น 0.62 0.39 0.36 และ 0.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลมาจากการเคลื่อนย้ายตะกร้าในโรงคัดบรรจุ การกระแทกขณะรัดสายตะกร้า การกระแทกกับลำไยตะกร้าอื่นหรือเกิดการโยนตะกร้าระหว่างการจัดเรียง รวมถึงการซ้อนทับของตะกร้าในห้องรม นอกจากนี้ยังพบลำไยมีเปลือกสีดำ 0.46 เปอร์เซ็นต์ และพบแมลง 0.06 เปอร์เซ็นต์ (Table 5) สอดคล้องกับการทดลองของ พิเชษฐ์และคณะ (2555) ที่ประเมินการสูญเสียในกระบวนจัดการหลังการเก็บเกี่ยวของผลลำไยพันธุ์ดอในขั้นตอนการจัดการในโรงรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยการประเมินการสูญเสียหลังรมลำไยด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ พบสาเหตุหลักของการสูญเสียเกิดจากการเข้าทำลายของแมลงคิดเป็น 2.02 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบว่าลำไยอีก 1.66 และ 0.36 เปอร์เซ็นต์ เกิดการสูญเสียจากการช้ำและผลแตก ที่อาจเกิดขึ้นจากการโยนระหว่างการจัดวางเรียงตะกร้าลำไยก่อนการเข้ารมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์

**4. ขั้นตอนการส่งออก** สำหรับการจำลองการส่งออกลำไยไปยังสาธารณรัฐประชาชนจีน โดยเก็บลำไยในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 2 องศาเซลเซียส ภายหลังการจำลองการส่งออกนาน 8 วัน พบว่า ลำไยมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย คิดเป็น 6.66 เปอร์เซ็นต์ โดยสาเหตุหลักของการสูญเสียเกิดจากลำไยมีเปลือกสีดำ คิดเป็น 2.42 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอาจจะเป็นผลจากในช่วงการขนส่งมีการระบายอากาศไม่ดีทำให้เกิดการสะสมความชื้นบริเวณเปลือกของลำไย ซัลเฟอร์ไดออกไซด์เมื่อถูกความชื้นจะเปลี่ยนสภาพกลายเป็นกรดซัลฟูริก ซึ่งทำให้ผิวของลำไยเสียสภาพไป นอกจากนี้พบว่าลำไยมีผลบุบ แผลถลอก ผลแตก และผลช้ำ คิดเป็น 1.24 0.86 0.77 และ 0.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งเกิดจากการกดทับของตะกร้าลำไยจากการบรรจุมากเกินไป การจัดวางไม่เหมาะสมหรือมีการเรียงซ้อนกันหลายชั้นทำให้ตะกร้าลำไยที่อยู่ด้านล่างได้รับความเสียหาย นอกจากนี้พบการเกิดโรค 0.63 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเกิดจากโรคเน่าหรือเชื้อรา โดยพบในผลที่แตกหรือผลที่เกิดความเสียหายมาก่อนแล้ว (Table 6)

สำหรับการตรวจวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในผลลำไย ภายหลังการรมพบว่ามีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเปลือกอยู่ในช่วง 1,685.58-2,208.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และในเนื้อลำไยพบในช่วง 8.15-40.62 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 7) ซึ่งถือว่าไม่เกินข้อกำหนดของสาธารณรัฐประชาชนจีน ที่กำหนดให้มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อลำไยไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ภายหลังการส่งออกพบปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเปลือกลำไยลดลงอยู่ในช่วง 1,310.53-1,671.51 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อลำไยก็ลดลงเท่ากับ 4.15-11.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 8) ซึ่งถือว่าไม่เกินข้อกำหนดของสาธารณรัฐประชาชนจีนเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตามหากมีการรมลำไยตามวิธีมาตรฐานของกรมวิชาการเกษตรจะไม่พบปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างเกินค่ามาตรฐานสำหรับการส่งออกไปสาธารณรัฐประชาชนจีน ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ ศิรกานต์และคณะ (2557) ที่ได้ทดสอบการรมลำไยด้วยสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์จำนวน 7 โรงรม ในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี ตาก ลำพูน และเชียงใหม่ แล้วสุ่มลำไยมาเก็บในตู้ที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิเดียวกับที่ขนส่งลำไยโดยทางเรือไปประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน) ลำไยที่นำมาทดสอบผ่านการรมด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์โดยวิธีการเผากำมะถันตามปริมาณที่กรมวิชาการเกษตรกำหนด และโรงรมที่ใช้ระบบการรมลำไยด้วยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ผลการทดลองพบว่า ลำไยมีปริมาณ

ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างที่เปลือกภายหลังการรมอยู่ระหว่าง 360-2,690 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตกค้างในเนื้อ 1.39-11.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ตกค้างในเนื้อลำไยมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานกำหนดที่ 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และยังพบว่าลำไยที่รมซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีอายุการเก็บรักษานาน 14-21 วัน

**Table 2** Percent loss (%) of longan fruits at each step

| Postharvest chain | Loss (%) |
|---|---|
| 1) Harvesting | 14.23 |
| 2) Packing house | 4.89 |
| 3) After fumigation with $SO_2$ | 2.05 |
| 4) After stored at 2°C for 8 days | 6.66 |

**Table 3** Average percent cause of loss (%) in longan fruits after harvest

| Orchard | Immaturity | Over maturity | insect | disease | Crack | Crush | Wound |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.98 | 4.12 | 3.58 | 0.92 | 0.24 | 0.32 | 2.12 |
| 2 | 4.61 | 2.12 | 2.55 | 2.36 | 0.15 | 0.00 | 1.17 |
| 3 | 2.54 | 1.23 | 5.66 | 1.54 | 1.34 | 0.25 | 2.13 |
| 4 | 1.41 | 5.24 | 3.07 | 2.44 | 2.14 | 0.00 | 1.67 |
| AV | 2.64 | 3.18 | 3.72 | 1.82 | 0.97 | 0.14 | 1.77 |

**Table 4** Average percent cause of loss (%) in longan fruits after transport to packing house

| Packing house | Crack | Crush | Bruising | Wound |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.89 | 2.36 | 0.00 | 1.66 |
| 2 | 0.65 | 0.25 | 0.00 | 3.55 |
| 3 | 1.45 | 1.02 | 0.54 | 2.22 |
| 4 | 1.11 | 2.43 | 0.00 | 1.43 |
| AV | 1.03 | 1.52 | 0.14 | 2.22 |

**Table 5** Average percent cause of loss (%) in longan fruits after fumigated with $SO_2$

| Packing house | Insect | Black peel | Crack | Crush | Bruising | Wound |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.00 | 0.00 | 0.16 | 0.22 | 0.00 | 0.21 |
| 2 | 0.25 | 0.37 | 0.17 | 0.37 | 0.42 | 0.47 |
| 3 | 0.00 | 0.78 | 0.34 | 0.42 | 0.25 | 0.45 |
| 4 | 0.00 | 0.67 | 0.00 | 0.43 | 0.87 | 1.34 |
| AV | 0.06 | 0.46 | 0.17 | 0.36 | 0.39 | 0.62 |

**Table 6** Average percent cause of loss (%) in longan fruits after stored at 2°C for 8 days

| Packing house | Disease | Black peel | Crack | Crush | Bruising | Wound |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.02 | 3.48 | 0.61 | 0.76 | 0.32 | 0.45 |
| 2 | 0.17 | 2.01 | 0.45 | 0.77 | 0.80 | 0.42 |
| 3 | 0.87 | 2.21 | 0.55 | 1.54 | 1.23 | 1.34 |
| 4 | 0.45 | 1.98 | 1.45 | 1.87 | 0.65 | 1.23 |
| **AV** | 0.63 | 2.42 | 0.77 | 1.24 | 0.75 | 0.86 |

**Table 7** Sulphur dioxide residues (mg/kg) in longan peel and longan pulp after fumigated with $SO_2$

| Packing house | $SO_2$ (mg/kg)* | |
|---|---|---|
| | Longan peel | Longan pulp |
| 1 | 1,804.95 | 40.62 |
| 2 | 2,208.03 | 8.15 |
| 3 | 2,186.06 | 28.52 |
| 4 | 1,685.58 | 14.94 |

**Table 8** Sulphur dioxide residues (mg/kg) in longan peel and longan pulp after stored at 2°C for 8 days

| Packing house | $SO_2$ (mg/kg)* | |
|---|---|---|
| | Longan peel | Longan pulp |
| 1 | 1,582.74 | 9.58 |
| 2 | 1,310.53 | 4.15 |
| 3 | 1,671.51 | 11.20 |
| 4 | 1,326.80 | 6.45 |

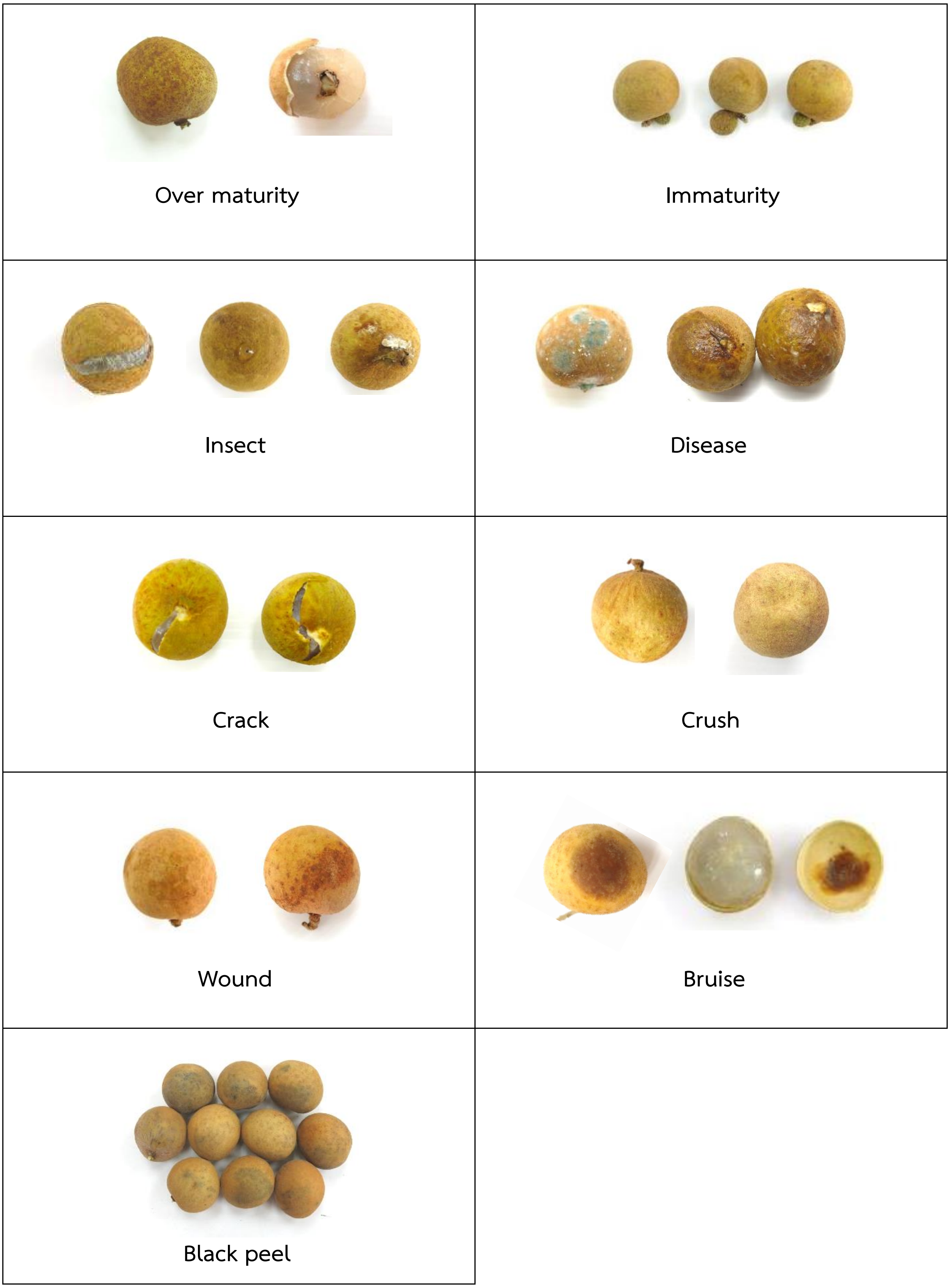



**Figure 6** The causes of loss in longan fruit cv. Daw

**2. ทดสอบบรรจุภัณฑ์ในการบรรจุลำไยที่ผ่านการรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์**

การทดสอบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับลำไยที่ผ่านการรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยมีขนาดบรรจุ 400 กรัมต่อถุง บรรจุลำไยในถุงตาข่าย ถุงพลาสติกชนิด polyethylene (PE) PE เจาะรู polypropylene (PP) และ PP เจาะรู (Figure 7) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน ผลการทดลองเป็นดังนี้

**การสูญเสียน้ำหนัก** เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของลำไยทุกกรรมวิธีเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น โดยลำไยที่บรรจุในถุงตาข่ายมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสูงที่สุด 7.12 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ลำไยบรรจุในถุง PP และ PE มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด 0.33 และ 0.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และลำไยที่บรรจุในถุง PP เจาะรู และ PE เจาะรู มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก 1.13 และ 1.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 9) ผลไม้ภายหลังการเก็บเกี่ยวจะมีการสูญเสียน้ำหนักโดยการคายน้ำผ่านรูผิวเปลือกและถ้ามีการคายน้ำมากเกิน 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักผลทั้งหมดจะทำให้ผลไม้เหี่ยว ไม่ดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค (จริงแท้, 2546) นอกจากนี้ การสูญเสียน้ำทำให้น้ำหนักลดลงและยังเป็นสาเหตุที่สำคัญอย่างหนึ่งในการทำให้เปลือกเกิดสีน้ำตาลอย่างที่พบในลิ้นจี่ (อุไรวรรณ, 2543)

**การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก** พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นค่าความสว่างของสี (L*) มีค่าลดลง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสีเปลือกลำไยมีสีคล้ำขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น และลำไยที่บรรจุในถุงตาข่ายมีค่า L* ต่ำกว่าลำไยที่บรรจุในถุงพลาสติกทุกกรรมวิธี โดยมีค่าเฉลี่ย 55.67 ในขณะที่กรรมวิธีอื่นมีค่า L* อยู่ระหว่าง 57.99-59.42 ซึ่งไม่แตกต่างกันในแต่ละกรรมวิธี (Table 10) ค่า a* ที่บอกค่าความเป็นสีเขียว-สีแดง พบว่า เมื่อลำไยเก็บรักษานานขึ้นค่า a* จะเพิ่มขึ้น ซึ่งหมายถึง ลำไยมีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกจากสีเขียวเป็นสีแดงมากขึ้น ลำไยที่บรรจุในถุงพลาสติกทุกกรรมวิธี พบว่า มีค่าความเป็นสีเขียวมากกว่าลำไยที่บรรจุในถุงตาข่าย ส่วนค่า b* ที่บอกค่าสีน้ำเงิน-สีเหลือง พบว่า ลำไยที่เก็บในถุง PE PE เจาะรู PP และ PP เจาะรู มีค่า b* ไม่ต่างจากเมื่อเริ่มต้นการทดลอง ทั้งนี้เนื่องจากลำไยที่ผ่านการรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีสีเหลืองทองภายหลังการรมเมื่อเก็บในถุงพลาสติกและถุงพลาสติกเจาะรูที่สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักและลดการสัมผัสระหว่างลำไยกับอากาศภายนอกได้ จึงทำให้สีเปลือกไม่เปลี่ยนแปลงยังคงมีสีเหลืองคล้ายกับเมื่อเริ่มต้นการทดลอง ส่วนลำไยที่เก็บในถุงตาข่ายจะมีค่า b* ต่ำที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสีเปลือกลำไยมีสีคล้ำกว่ากรรมวิธีที่บรรจุในถุงพลาสติก การเก็บรักษาลำไยในบรรจุภัณฑ์พลาสติกทำให้ลำไยมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าลำไยที่บรรจุในถุงตาข่าย (control) ซึ่งการเก็บลำไยในบรรจุภัณฑ์พลาสติกนี้ ช่วยลดการสูญเสียความชื้น ลำไยมีอัตราการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกเป็นสีน้ำตาลช้า นอกจากนี้ยังช่วยให้ลำไยมีคุณภาพภายนอกที่ดีอีกด้วย (Jiang *et al*., 2002)

**ความแน่นเนื้อ** เมื่อวัดค่าความแน่นเนื้อหรือความแข็งของลำไยพบว่า ลำไยที่บรรจุในถุงตาข่ายมีค่าความแน่นเนื้อของเปลือกหรือความแข็งของเปลือกสูงกว่ากรรมวิธีอื่น โดยมีค่าเฉลี่ย 9.88 นิวตัน ในขณะที่ลำไยบรรจุในถุง PE PE เจาะรู PP และ PP เจาะรู มีค่าความแข็งของเปลือก 8.76 8.77 8.72 และ 9.06 นิวตัน ตามลำดับ

**อาการผิดปกติของสีเนื้อลำไย** ลำไยที่บรรจุในถุงพลาสติกทุกกรรมวิธีเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน (Figure 8) เมื่อแกะเปลือกลำไยจะพบว่า มีสีเนื้อของลำไยผิดปกติโดยบริเวณขั้วผลมีสีชมพู (Figure 9) โดยลำไยที่เก็บในถุง PE PE เจาะรู PP และ PP เจาะรู มีการเกิดขั้วผลสีชมพู 20.00 16.67 23.33

และ 16.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนลำไยที่บรรจุในถุงตาข่ายพบอาการขั้วสีชมพูน้อยที่สุด 3.58 เปอร์เซ็นต์ (Table 11) และเมื่อเก็บนานขึ้นจะมีปริมาณการเกิดขั้วสีชมพูของลำไยมากขึ้นในทุกกรรมวิธี

**การให้ค่าคะแนน** สำหรับการให้ค่าคะแนนความเหนียวของเปลือกลำไยขณะเก็บรักษา พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ลำไยจะมีค่าคะแนนความเหนียวของเปลือกสูงขึ้น โดยพบว่า ลำไยที่เก็บรักษาในถุงตาข่ายมีค่าคะแนนความเหนียวของเปลือกสูงกว่ากรรมวิธีอื่นขณะเก็บรักษา สำหรับค่าคะแนนความนิ่มของเนื้อลำไยพบว่า ในระยะแรกของการเก็บรักษา ลำไยมีลักษณะของเนื้อปกติคือ มีลักษณะกรอบเล็กน้อยซึ่งไม่แตกต่างกันในทุกกรรมวิธี แต่เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ลำไยที่บรรจุในถุงตาข่ายมีค่าคะแนนสูงกว่ากรรมวิธีอื่น โดยเมื่อเก็บรักษานาน 30 วัน ลำไยที่เก็บในถุงตาข่ายมีค่าคะแนน 4.50 คะแนน ซึ่งถือว่าเนื้อลำไยมีคุณภาพดีกรอบเล็กน้อยเช่นเดียวกับเริ่มต้น ในขณะที่กรรมวิธีอื่นมีค่าคะแนนลดลงจากเริ่มต้นเล็กน้อย สำหรับการให้ค่าคะแนนกลิ่นผิดปกติ พบว่า ลำไยเริ่มพบกลิ่นผิดปกติเมื่อเก็บนาน 25 วัน โดยพบว่า ลำไยที่เก็บในถุง PE PP และ PP เจาะรู มีกลิ่นผิดปกติขณะรับประทาน แต่ไม่พบกลิ่นผิดปกติในลำไยที่เก็บในถุงตาข่ายและถุง PE เจาะรู และค่าคะแนนความชอบโดยรวมของลำไยพบว่า ลำไยที่บรรจุในถุงตาข่ายและถุง PE เจาะรู เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเมื่อเก็บรักษานานไม่เกิน 25 วัน (Figure 10-12) และลำไยที่บรรจุถุง PE PP และ PP เจาะรู เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเมื่อเก็บรักษานานไม่เกิน 20 วัน (Table 12)

**คุณภาพทางเคมี** เมื่อนำลำไยมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ปริมาณวิตามินซี และค่า pH พบว่า ลำไยมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธีโดยมีค่าเฉลี่ย 18-19 เปอร์เซ็นต์ และระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีผลทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ลดลง สำหรับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันโดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.09-0.12 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณวิตามีนซี พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นลำไยมีปริมาณวิตามินซีลดลง โดยเมื่อเริ่มเก็บรักษามีปริมาณวิตามินซีเฉลี่ย 75.54 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม เมื่อเก็บรักษานาน 30 วันมีปริมาณวิตามินซีลดลงเหลือ 60.67 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม แต่ไม่พบความแตกต่างของปริมาณวิตามินซีในแต่ละกรรมวิธี

**Table 9** Weight loss (%) of $SO_2$ treated longan fruits during stored at 2°C

| Treatment | Storage time | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 days | 10 days | 15 days | 20 days | 25 days | 30 days |
| Mesh bag | 1.56 b A | 3.59 c B | 4.89 c C | 5.53 d D | 6.89 c E | 7.12 d E |
| PE | 0.21 a A | 0.11 a A | 0.40 ab A | 0.39 a A | 0.36 a A | 0.35 a A |
| PE perforated | 0.05 a A | 0.59 b B | 0.88 b B | 1.41 c C | 1.84 b D | 1.87 c D |
| PP | 0.05 a A | 0.18 ab A | 0.22 a A | 0.37 a A | 0.47 a A | 0.33 a A |
| PP Perforated | 0.17 a A | 0.41 ab AB | 0.63 ab BC | 0.85 c CD | 1.12 b D | 1.13 b D |

CV (treatment) = 23.3%  CV (storage time) = 17.3%

Values followed by different lowercase letters in the same column, show significant difference among treatments, p≤0.05;

Values followed by different uppercase letters in the same row, show significant difference among storage days, p≤0.05

**Table 10** L- value of $SO_2$ treated longan fruits during stored at 2°C

| Treatment | Storage time | | | | | | | Average of treatment |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 day | 5 days | 10 days | 15 days | 20 days | 25 days | 30 days | |
| Mesh bag | 60.47 | 57.61 | 57.01 | 55.10 | 53.36 | 53.10 | 53.03 | 55.67 b |
| PE | 60.08 | 58.78 | 60.86 | 59.12 | 57.27 | 57.13 | 57.47 | 58.67 a |
| PE perforated | 59.08 | 59.78 | 59.00 | 58.32 | 57.75 | 56.76 | 55.26 | 57.99 a |
| PP | 60.87 | 60.49 | 61.27 | 59.26 | 57.76 | 57.72 | 58.58 | 59.42 a |
| PP Perforated | 60.25 | 59.01 | 60.49 | 59.39 | 57.39 | 56.68 | 58.78 | 58.85 a |
| Average of storage time | 60.15 A | 59.13 A | 59.73 A | 58.24 AB | 56.71 B | 56.28 B | 56.62 B | |

CV (treatment) = 5.3% CV (storage time) = 5.0%

Values followed by different lowercase letters in the same column, show significant difference among treatments, p≤0.05;

Values followed by different uppercase letters in the same row, show significant difference among storage days, p≤0.05

**Table 11** Discoloration (%) of longan pulp during stored at 2°C

| Treatment | Storage time | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **0 day** | **5 days** | **10 days** | **15 days** | **20 days** | **25 days** | **30 days** |
| Mesh bag | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.58 | 6.67 | 10.48 | 16.52 |
| PE | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 20.00 | 23.32 | 40.00 | 50.00 |
| PE perforated | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 16.67 | 18.33 | 46.67 | 46.67 |
| PP | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 23.33 | 20.00 | 41.37 | 56.69 |
| PP Perforated | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 16.67 | 16.67 | 36.54 | 53.34 |

*Average of treatment

**Table 12** Overall preference scores of $SO_2$ treated longan fruits during stored at 2°C

| Treatment | Storage time | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **0 day** | **5 days** | **10 days** | **15 days** | **20 days** | **25 days** | **30 days** |
| Mesh bag | 8.33 a A | 8.50 a A | 7.33 a B | 7.50 a B | 7.00 a B | 6.33 a C | 4.67 a D |
| PE | 8.17 a A | 7.67 ab AB | 7.33 a B | 7.17 ab B | 6.50 ab C | 4.83 c D | 4.67 a E |
| PE perforated | 8.67 a A | 7.67 ab B | 7.50 a B | 6.50 b CD | 6.83 ab C | 5.50 b D | 4.17 ab E |
| PP | 8.33 a A | 7.17 b B | 7.17 a B | 7.00 ab B | 6.33 b C | 4.50 c D | 4.00 b D |
| PP Perforated | 8.33 a A | 7.17 b B | 6.17 b C | 6.17 c C | 5.17 c D | 4.50 c DE | 4.17 ab E |

CV (treatment) = 7.4% CV (storage time) = 5.7%

Values followed by different lowercase letters in the same column, show significant difference among treatments, $p \leq 0.05$;

Values followed by different uppercase letters in the same row, show significant difference among storage days, $p \leq 0.05$

The 9-point hedonic scale: 1= dislike extremely 2= dislike very much 3= dislike moderately 4= dislike slightly 5= neither like nor dislike 6= like slightly 7= like moderately 8= like very much 9= like extremely

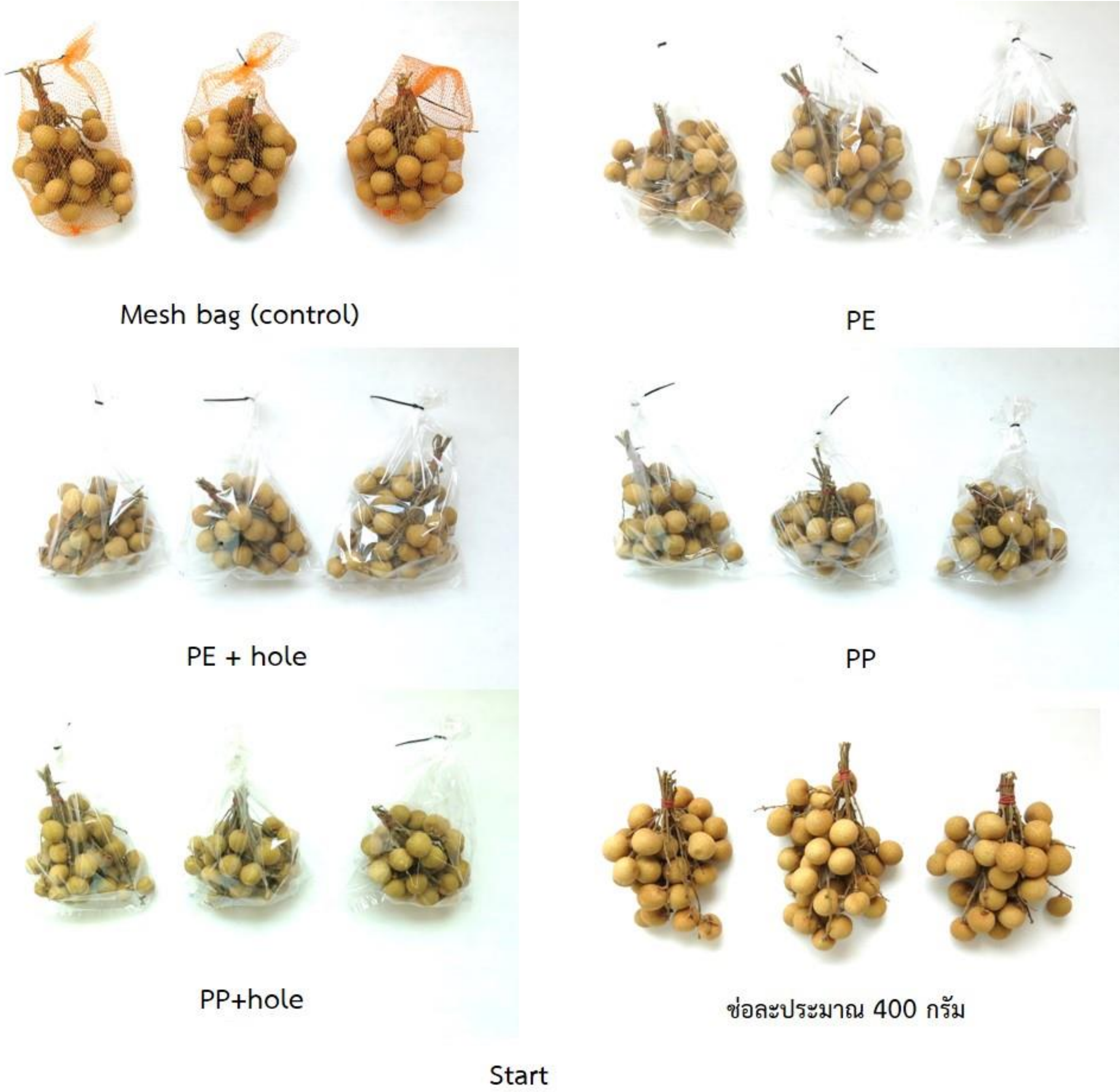



**Figure 7** $SO_2$ treated longan fruits packed in different packaging

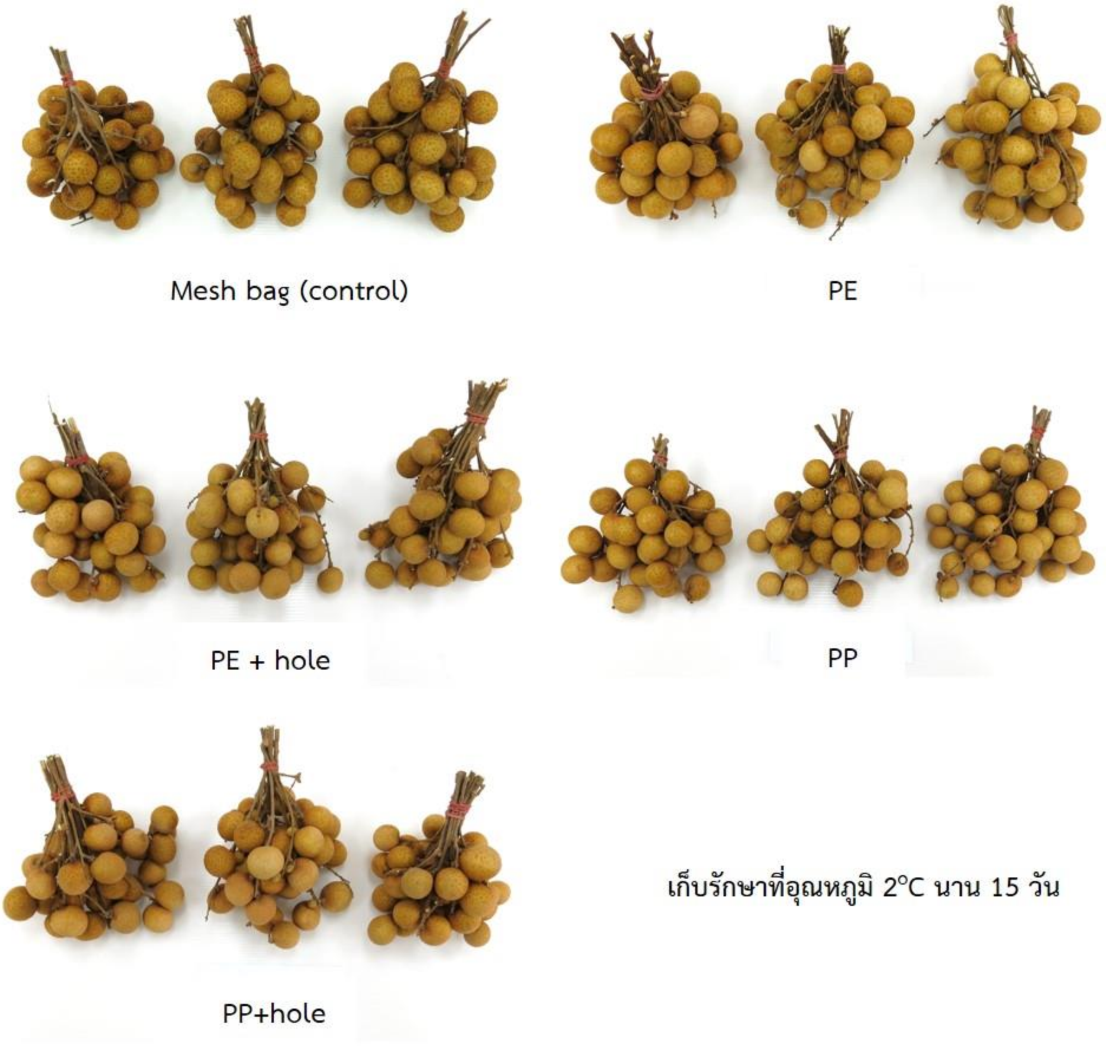



**Figure 8** $SO_2$ treated longan fruits packed in different packaging stored at 2°C for 15 days

**Figure 9** Discoloration of the longan pulp was found in $SO_2$ treated longan fruits were packed in PE, perforated PE, PP and perforated PP bag stored at 2°C for 15 days

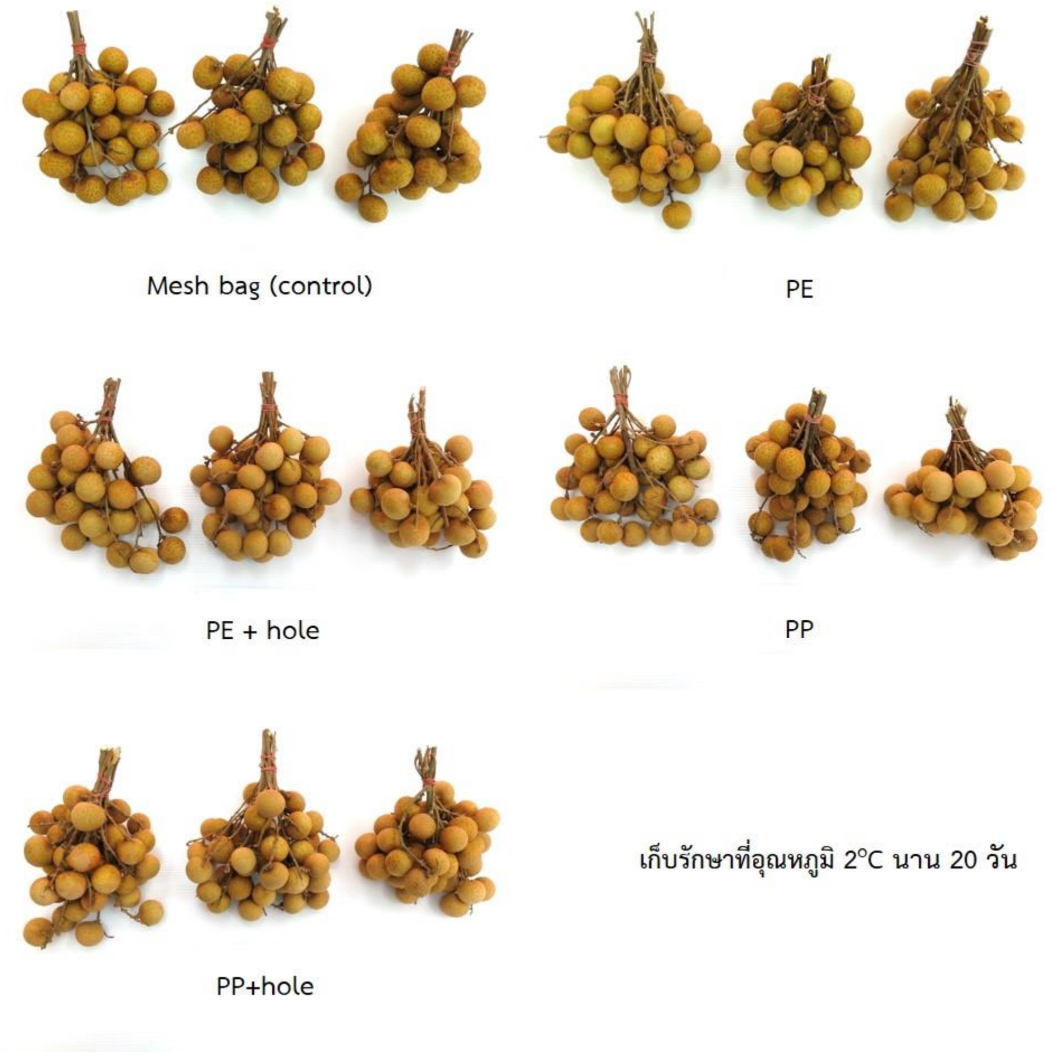



**Figure 10** $SO_2$ treated longan fruits packed in different packaging stored at 2°C for 20 days

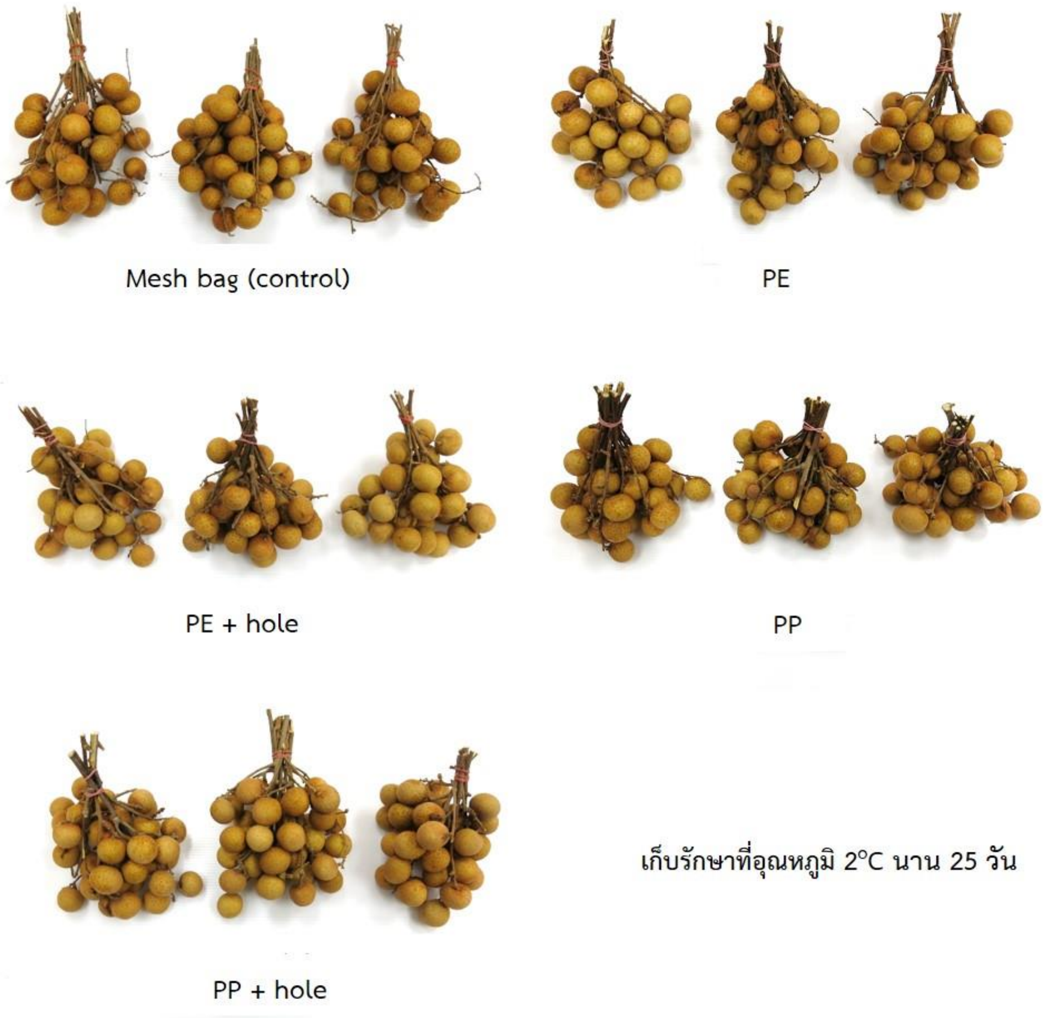



**Figure 11** $SO_2$ treated longan fruits packed in different packaging stored at 2°C for 25 days

**Figure 12** Discoloration of the longan pulp was found in $SO_2$ treated longan fruits stored at 2°C for 25 days

**3. ทดสอบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการบรรจุลำไยที่ไม่ผ่านการรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์**

ทำการทดลองเก็บรักษาลำไยพันธุ์ดอที่ไม่ผ่านการรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยบรรจุ 400 กรัมต่อถุงในถุงพลาสติกชนิด polyethylene (PE) oriented polypropylene (OPP) polypropylene (PP) และ PP เจาะรู เปรียบเทียบกับบรรจุลำไยในถุงตาข่าย (control) (Figure 13) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน ผลการทดลองเป็นดังนี้

**การสูญเสียน้ำหนัก** เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของลำไยเพิ่มสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น โดยลำไยที่เก็บในถุงตาข่ายมีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด โดยเมื่อเก็บรักษานาน 14 วัน มีการสูญเสียน้ำหนักสูงถึง 8.12 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการบรรจุลำไยในถุงพลาสติกสามารถช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักของลำไยได้ โดยลำไยบรรจุในถุง PE OPP PP และ PP เจาะรู มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก 0.73 0.64 0.54 และ 0.93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 13)

**ปริมาณก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ภายในบรรจุภัณฑ์** เมื่อวัดปริมาณก๊าซในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด คือ PE OPP และ PP พบว่า ปริมาณก๊าซออกซิเจนลดลงอย่างรวดเร็วในระหว่างการเก็บรักษา โดยภายในถุง PE มีปริมาณก๊าซออกซิเจนมากกว่าถุง OPP และ PP เท่ากับ 2.62 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษานาน 14 วัน ในขณะที่ถุง OPP และ PP เท่ากับ 0.60 และ 0.59 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์พบว่า ถุง PE มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำที่สุด 6.10 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ภายในถุง OPP และ PP เท่ากับ 18.90 และ 14.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษานาน 14 วัน ซึ่งการที่ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูงและก๊าซออกซิเจนต่ำเกินไปจะส่งผลให้ลำไยมีกลิ่นและรสชาติผิดปกติ

**การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก** พบว่า ลำไยที่บรรจุในถุงพลาสติกมีค่าความสว่างของสี (L*) สูงกว่าลำไยที่บรรจุในถุงตาข่าย ซึ่งค่า L* จะมีความแตกต่างชัดเจนเมื่อเก็บรักษานาน 4 วัน (Table 14) และเมื่อเก็บลำไยนาน 14 วัน พบว่า ค่า L* ของลำไยที่เก็บในถุงพลาสติก PE OPP PP และ PP เจาะรู มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติเท่ากับ 50.36 49.54 50.00 และ 49.99 ตามลำดับ ในขณะที่ลำไยที่บรรจุในถุงตาข่ายมีค่าน้อยที่สุด แสดงให้เห็นว่าลำไยที่บรรจุในถุงตาข่ายมีสีเปลือกคล้ำกว่าลำไยกรรมวิธีอื่น ส่วนค่า a* พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นลำไยมีค่า a* เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งหมายความว่าสีเปลือกมีความเป็นสีเขียวลดลง หรือผลมีสีแดงหรือสีน้ำตาลมากขึ้นนั่นเอง โดยเฉพาะในลำไยที่บรรจุในถุงตาข่ายมีค่า a* สูงที่สุด ส่วนค่า b* ที่บอกค่าความเป็นสีน้ำเงิน-สีเหลือง พบว่า เมื่อเก็บรักษานานขึ้น ค่า b* จะลดลงในทุกกรรมวิธี ซึ่งหมายถึงลำไยมีสีเปลือกเป็นสีคล้ำขึ้น แต่เมื่อเปรียบเทียบกันในแต่ละกรรมวิธี พบว่า ลำไยที่เก็บในถุงตาข่ายมีค่า b* ต่ำที่สุด การเกิดสีน้ำตาลของเปลือกลำไยจะเกิดขึ้นภายหลังการเก็บเกี่ยวและเพิ่มมากขึ้นตามอายุการเก็บรักษา ทั้งนี้เนื่องจากโครงสร้างของเปลือกผลลำไยพันธุ์ดอ มีรูเปิดธรรมชาติและมีลักษณะเป็นรอยแตกทั่วทั้งผิวผลมีคิวติเคิลบาง ๆ ปกคลุมอย่างไม่ต่อเนื่อง มีไตรโคม (trichomes) กระจายอยู่เป็นกลุ่มบนผิวเปลือกผลลำไย และมี สโตมาตา (stomata) บริเวณที่มีไตรโคม (สมคิดและคณะ, 2548) นอกจากนี้ยังมีช่องว่างระหว่างเซลล์ในชั้นพาเรนไคมา (parenchyma) เป็นจำนวนมากและมีขนาดใหญ่ ส่งผลให้เอนไซม์ PPO ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สำคัญของการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลทำงานได้ดีขึ้นเนื่องจากมีก๊าซออกซิเจนเข้ามาช่วยเร่งปฏิกิริยาการทำงานของเอนไซม์ (Paull and Chen, 1987) ทำให้เปลือกผลลำไยสดเกิดเป็นสีน้ำตาลอย่างรวดเร็ว จากปัญหาการเกิด

สีน้ำตาลของเปลือกผลลำไย จึงมีการรมลำไยสดด้วยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์หลัก 2 ประการ คือ เพื่อควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์โดยเฉพาะที่เกิดจากเชื้อราที่เป็นสาเหตุให้เกิดโรคผลเน่า ทั้งนี้เนื่องจากซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นก๊าซที่มีฤทธิ์เป็นกรดจึงสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคเน่าได้ และอีกประการหนึ่งคือ ป้องกันการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกลำไยสด โดยเฉพาะปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกิดจากเอนไซม์ เนื่องจากก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีคุณสมบัติในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่น จึงส่งผลให้สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ PPO ดังกล่าวได้ (จักรพงษ์, 2555)

**ความแน่นเนื้อ** ลำไยที่เก็บในถุงพลาสติกทุกกรรมวิธีมีค่าความแน่นเนื้อลดลงระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งเป็นผลจากการบรรจุลำไยในถุงพลาสติกที่สามารถช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำของลำไยได้ ทำให้ลำไยยังคงคุณภาพที่ดี ในทางตรงกันข้ามลำไยที่บรรจุในถุงตาข่ายมีค่าความแน่นเนื้อหรือความแข็งของเปลือกสูงขึ้นระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งสอดคล้องกันการสูญเสียน้ำหนักของลำไยที่พบว่า มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสูงถึง 8.12 เปอร์เซ็นต์

**การเกิดโรค** ลำไยเมื่อเก็บรักษานาน 10 วัน (Figure 15-16) เริ่มพบว่ามีผลลำไยเน่าภายในช่อ โดยพบในลำไยที่บรรจุในถุง PP เจาะรู มีอาการเน่า 3.78 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเก็บนาน 12 วัน พบว่า ลำไยทุกกรรมวิธีมีผลเน่าภายในช่อ โดยมีผลเน่าเฉลี่ยทุกกรรมวิธี 5.33 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเก็บรักษานานขึ้นพบการเกิดโรคเพิ่มมากขึ้น (Table 15) และลำไยเมื่อเก็บรักษานาน 12 วัน (Figure 17-18) เมื่อแกะเปลือกลำไยพบว่า บริเวณเปลือกด้านในมีสีดำทุกกรรมวิธี โดยลำไยที่บรรจุในถุง PE มีอาการมากที่สุด 76.67 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ลำไยที่บรรจุในถุง PP ถุงตาข่าย PP เจาะรู และ OPP มีอาการเปลือกด้านในเป็นสีดำเท่ากับ 68.33 60.00 46.67 และ 20.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

**การให้ค่าคะแนน** สำหรับการให้ค่าคะแนนความเหนียวของเปลือกลำไยพบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นมีค่าคะแนนความเหนียวของเปลือกสูงขึ้น โดยเฉพาะลำไยที่เก็บในถุงตาข่ายมีค่าคะแนนความเหนียวของเปลือกเฉลี่ยสูงที่สุดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา การให้ค่าคะแนนการเกิดกลิ่นผิดปกติของลำไยเมื่อรับประทาน พบว่า ลำไยที่บรรจุในถุง OPP เริ่มมีกลิ่นผิดปกติเมื่อเก็บรักษานาน 12 วัน ซึ่งสอดคล้องกับการวัดปริมาณก๊าซภายในบรรจุภัณฑ์ที่พบว่าภายในถุง OPP มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงถึง 19.30 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณก๊าซออกซิเจนต่ำ 0.52 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษา นาน 12 วัน ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดกลิ่นผิดปกติ ส่วนกรรมวิธีอื่นไม่พบกลิ่นผิดปกติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ส่วนการให้ค่าคะแนนความชอบโดยรวมของผู้บริโภค พบว่า มีค่าคะแนนลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น โดยลำไยที่เก็บรักษาในถุงตาข่าย ถุง PE OPP และ PP มีค่าการยอมรับของผู้บริโภคเมื่อเก็บรักษานานไม่เกิน 10 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ส่วนลำไยที่เก็บในถุง PP เจาะรู มีค่าการยอมรับของผู้บริโภคเมื่อเก็บรักษานานไม่เกิน 8 วัน (Table 16)

**คุณภาพทางเคมี** ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของลำไยที่บรรจุในถุงตาข่ายมีค่าสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ส่วนปริมาณกรดที่ไทเทรตได้พบว่า ไม่แตกต่างกันในระหว่างการเก็บรักษา และไม่แตกต่างกันทางสถิติในแต่ละกรรมวิธี และปริมาณวิตามินซีในแต่ละกรรมวิธีมีค่าไม่แตกต่างกันและปริมาณวิตามินซีไม่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษา โดยมีค่าประมาณ 80.00-85.00 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม

**Table 13** Weight loss (%) of longan fruits during stored at 10°C

| | Storage time | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 days | 4 days | 6 days | 8 days | 10 days | 12 days | 14 days |
| mesh bag | 1.58 b A | 3.51 b B | 5.18 b C | 6.95 b D | 7.33 b E | 7.35 c E | 8.12 c F |
| PE | 0.21 a A | 0.20 a B | 0.65 a B | 0.71 a B | 0.72 a B | 0.73 ab B | 0.73 ab B |
| OPP | 0.25 a A | 0.26 a B | 0.56 a A | 0.63 a A | 0.63 a A | 0.60 ab A | 0.64 ab A |
| PP | 0.14 a A | 0.13 a B | 0.40 a AB | 0.51 a B | 0.54 a AB | 0.47 a AB | 0.54 a B |
| Perforated PP | 0.36 a A | 0.41 a AB | 0.60 a ABC | 0.67 a CD | 0.75 a C | 0.82 b C | 0.93 b C |
| CV (treatment) = 10.9% CV (storage time) = 13.2% | | | | | | | |

Values followed by different lowercase letters in the same column, show significant difference among treatments, p≤0.05;

Values followed by different uppercase letters in the same row, show significant difference among storage days, p≤0.05

**Table 14** L-value of longan fruits during stored at 10°C

| Treatment | Storage time | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 day | 2 days | 4 days | 6 days | 8 days | 10 days | 12 days | 14 days |
| mesh bag | 55.53 a A | 50.81 b B | 48.49 b C | 47.82 b CD | 47.01 b CDE | 46.93 b CDE | 45.64 b E | 44.71 b E |
| PE | 54.43 a A | 52.26 ab ABC | 53.23 a AB | 52.27 a ABC | 53.04 a AB | 51.83 a BC | 51.57 a C | 50.36 a C |
| OPP | 54.72 a A | 52.40 ab B | 51.08 a BC | 51.71 a BC | 51.93 a BC | 51.90 a BC | 51.69 a C | 49.54 a C |
| PP | 54.29 a A | 51.58 b BC | 51.23 a BC | 52.50 a AB | 52.02 a ABC | 49.89 a C | 51.43 a C | 50.00 a C |
| Perforated PP | 55.51 a A | 53.83 a AB | 52.75 a BC | 51.79 a BCD | 51.20 a CD | 50.92 a CD | 50.55 a D | 49.99 a D |
| CV (treatment) = 2.6% CV (storage time) = 2.6% | | | | | | | | |

Values followed by different lowercase letters in the same column, show significant difference among treatments, p≤0.05;

Values followed by different uppercase letters in the same row, show significant difference among storage days, p≤0.05

**Table 15** Disease (%) of longan fruits during stored at 10°C

| Treatment | Storage time | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 day | 2 days | 4 days | 6 days | 8 days | 10 days | 12 days | 14 days |
| mesh bag | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.78 | 4.49 |
| PE | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 6.01 | 7.78 |
| OPP | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.01 | 6.78 |
| PP | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 6.04 | 6.03 |
| Perforated PP | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.78 | 3.16 | 8.36 |

*Average of treatment

**Table 16** Overall preference scores of longan fruits during stored at 10°C

| Treatment | Storage time | | | | | | | | Average of treatment |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 day | 2 days | 4 days | 6 days | 8 days | 10 days | 12 days | 14 days | |
| mesh bag | 8.56 | 8.00 | 7.22 | 7.11 | 6.61 | 4.67 | 4.00 | 3.00 | 6.15 b |
| PE | 8.56 | 8.00 | 7.78 | 7.33 | 7.00 | 6.33 | 4.67 | 4.33 | 6.75 a |
| OPP | 8.33 | 8.22 | 7.89 | 7.67 | 7.11 | 6.33 | 4.00 | 3.73 | 6.66 a |
| PP | 8.44 | 7.67 | 7.33 | 7.11 | 6.89 | 6.00 | 4.00 | 3.50 | 6.37 ab |
| Perforated PP | 8.33 | 8.00 | 7.11 | 7.33 | 6.78 | 4.00 | 3.33 | 3.33 | 6.03 b |
| Average of storage time | 8.44 A | 7.98 B | 7.47 C | 7.31 C | 6.88 D | 5.46 E | 4.00 F | 3.58 F | |
| CV (treatment) = 2.9% CV (storage time) = 4.8% | | | | | | | | | |

Values followed by different lowercase letters in the same column, show significant difference among treatments, $p \leq 0.05$;

Values followed by different uppercase letters in the same row, show significant difference among storage days, $p \leq 0.05$

The 9-point hedonic scale: 1= dislike extremely 2= dislike very much 3= dislike moderately 4= dislike slightly 5= neither like nor dislike 6= like slightly 7= like moderately 8= like very much 9= like extremely

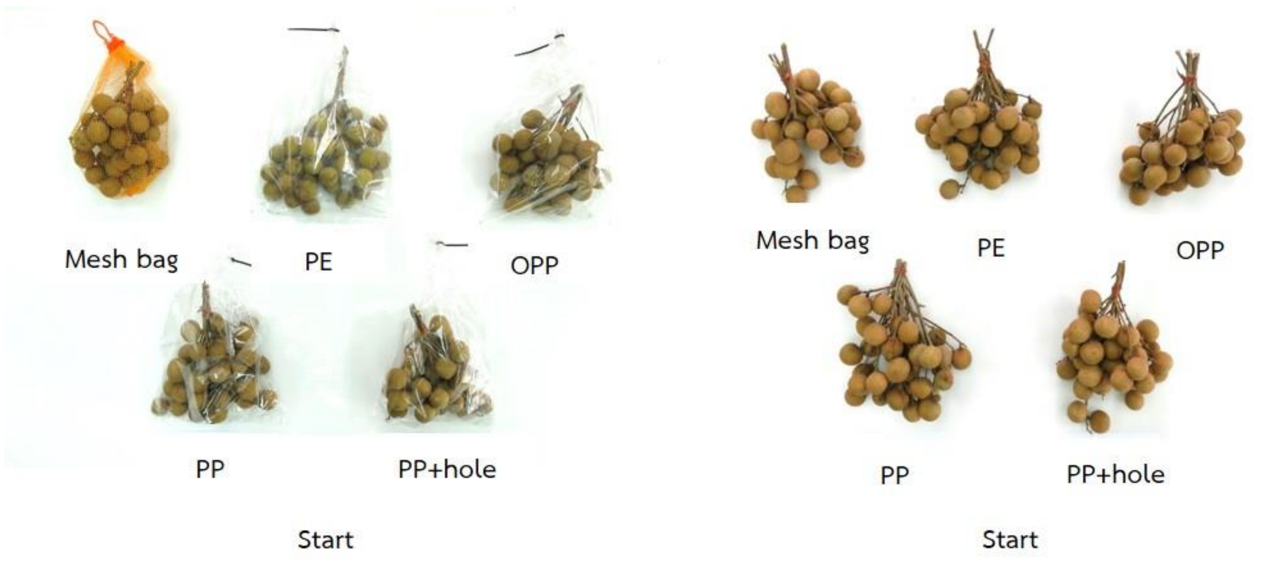



**Figure 13** Longan fruits packed in different packaging

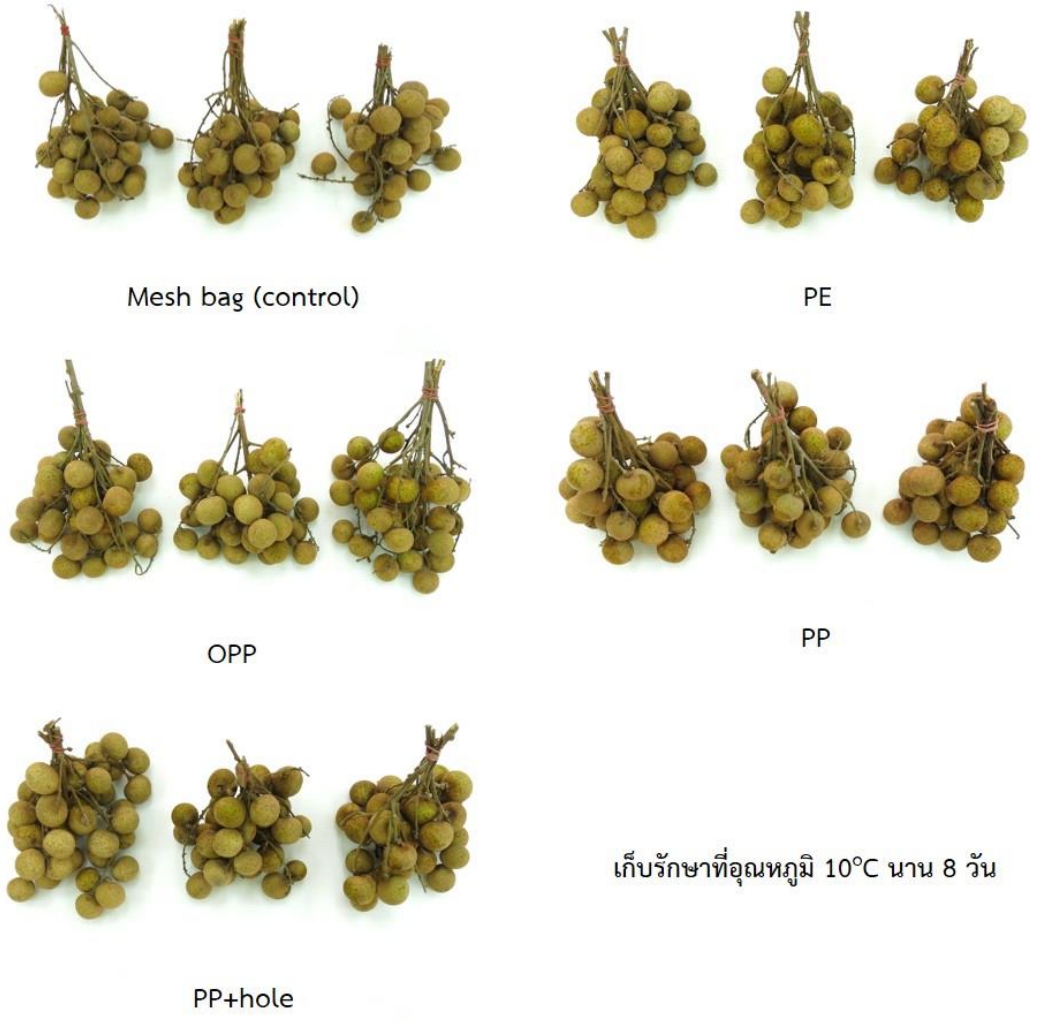



**Figure 14** Longan fruits packed in different packaging stored at 10°C for 8 days

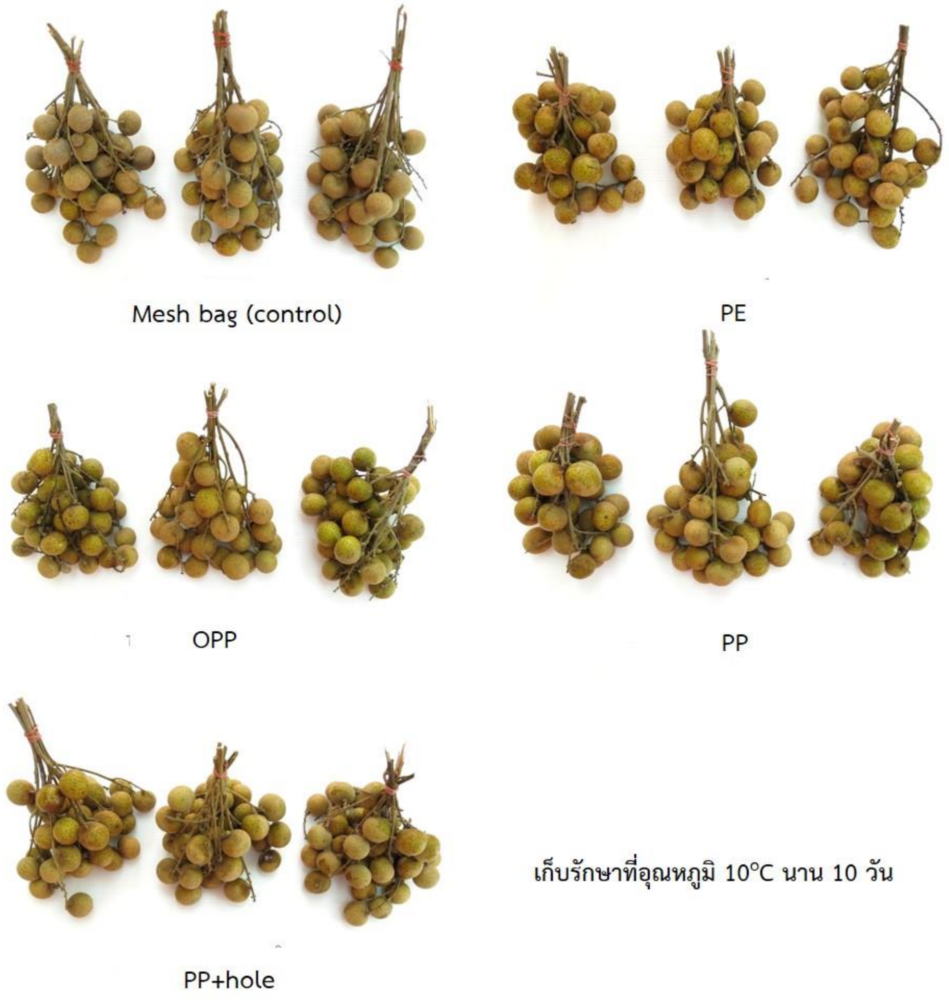



**Figure 15** Longan fruits packed in different packaging stored at 10°C for 10 days

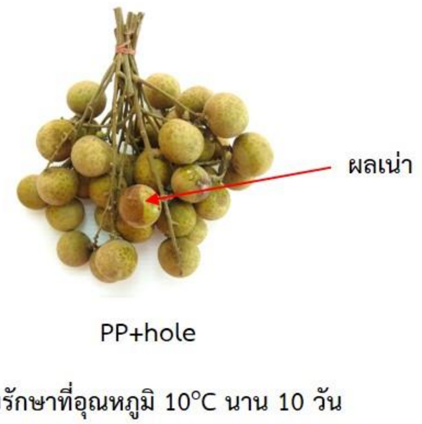



**Figure 16** Fruit rot disease of Longan fruits packed in perforated PP stored at 10°C for 10 days

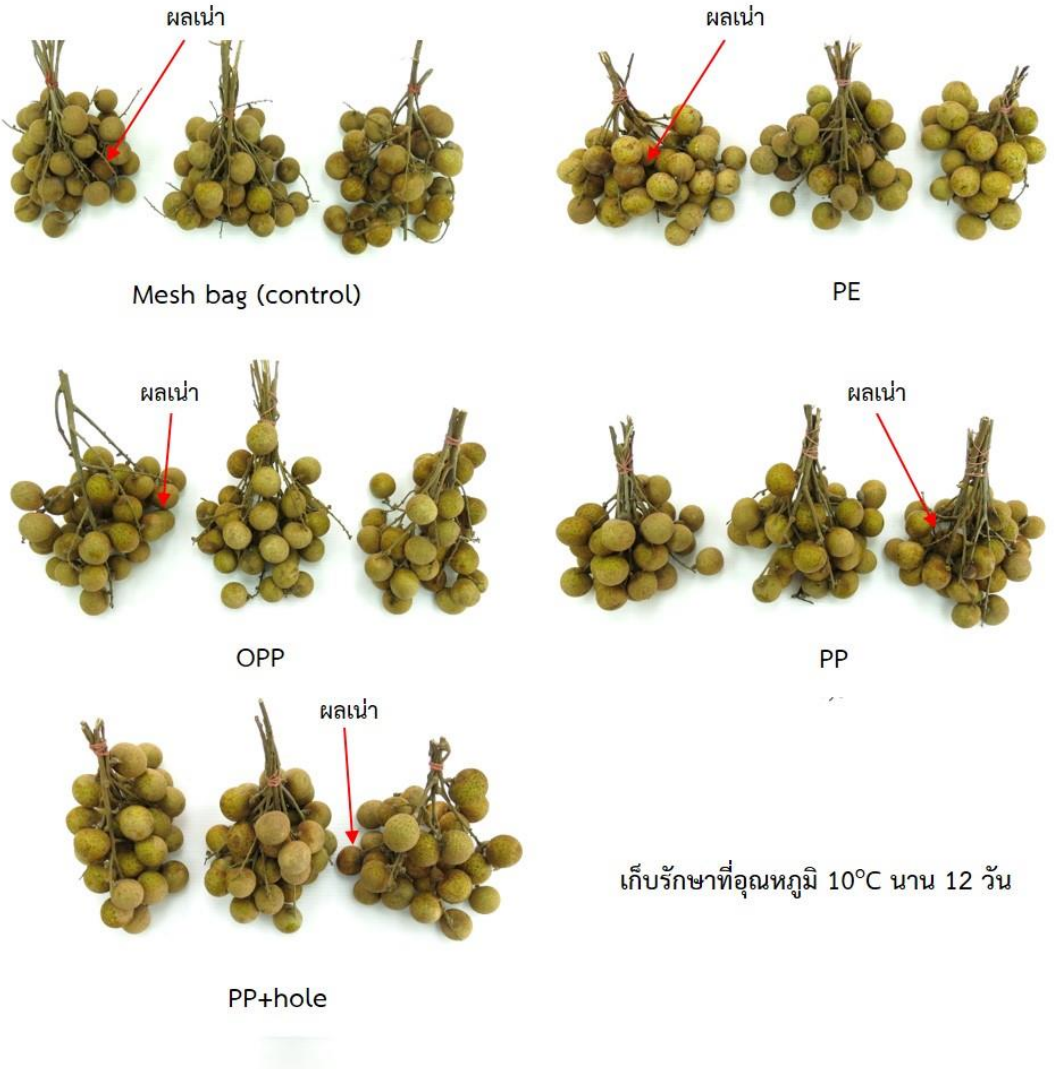



**Figure 17** Longan fruits packed in different packaging stored at 10°C for 12 days

**Figure 18** The browning skin of longan fruits packed in all packaging stored at 10°C for 12 days

**การทดลองที่ 2 เทคโนโลยีการลดความสูญเสียระหว่างขั้นตอนหลังการเก็บเกี่ยวมังคุดในภาคตะวันออก**

**การสำรวจและประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวผลมังคุดสด**

จากการสำรวจและเก็บข้อมูลตั้งแต่ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวจนถึงถึงโรงคัดบรรจุ (สำหรับมังคุดส่งออก) และตลาดค้าส่ง (สำหรับมังคุดที่จำหน่ายในประเทศ) พบว่า

ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวในแปลงปลูก เกษตรกรจะทยอยเก็บเกี่ยวโดยพิจารณาจากสีผิวของผลมังคุดตั้งแต่ระยะที่เริ่มขึ้นสีหรือมีจุดแต้มสีชมพูบนผิว เรียกว่า “ระยะสายเลือด” ขึ้นไป เพราะเป็นระยะที่ผลมังคุดสามารถพัฒนาสีผิวไปถึงระยะสุกหรือระยะสีม่วงดำได้ โดยจะเก็บด้วยความระมัดระวังและใช้เครื่องมือช่วยสอยโดยเฉพาะ แล้วนำลงใส่ภาชนะที่เตรียมไว้ก่อนรวบรวมตะกร้าพลาสติกเพื่อขนย้ายไปยังจุดรวบรวมหรือโรงคัดบรรจุ โดยจะคัดผลที่มีสีเขียวทั้งผลและผลที่มีรอยแผลแตกออก

ขั้นตอนหลังการขนส่งถึงจุดรวบรวมผลิตผล ในขั้นตอนนี้จะมีการคัดเลือกผลมังคุดเบื้องต้นให้ได้คุณภาพที่ต้องการ โดยพิจารณาจากสีผล (คัดเลือกผลที่มีผิวสีเขียวทั้งผลและผลที่มีผิวสีม่วงดำออก) ขนาดผล (คัดออกในส่วนของผลมังคุดที่มีขนาดผลเล็กเกินไปซึ่งมีน้ำหนักต่ำกว่า 60 กรัม การคัดทำโดยการวัดด้วยสายตาหรือใช้วงท่อพลาสติกที่กำหนดขนาดเส้นรอบวงไว้มาใช้) และความเสียหายของผล (คัดผลที่มีรอยแผล รอยแตก รอยบุบ ที่ชัดเจนออก) ดังแสดงใน Figure 19

ขั้นตอนหลังขนส่งถึงโรงคัดบรรจุ เป็นการคัดผลสำหรับการส่งออกมังคุดไปต่างประเทศ เช่น สาธารณรัฐประชาชนจีน เจ้าหน้าที่ของโรงคัดบรรจุจะทำการตรวจสอบมังคุดที่ส่งมาจากจุดรวบรวมว่ามีการปะปนของผลมังคุดที่ไม่ต้องการหรือไม่ เพื่อตีราคาผลิตผลที่จะรับซื้อ แล้วจึงทำการคัดแยกคุณภาพอย่างละเอียดสำหรับผลที่เหมาะสมสำหรับส่งออก โดยจะคัดผลมังคุดที่ยังมีความเสียหายหรือตำหนิจากโรคและแมลงที่ไม่ต้องการออก เช่น ผลมีรอยแผลแตก ผลบุบ ผลร้าว ผลที่มีขั้วหัก กลีบเลี้ยงฉีกขาด เป็นต้น (Figure 20) นอกจากนี้ ยังมีการแบ่งผลมังคุดตามลักษณะผิวผลเป็นผิวมัน และผิวลาย/ผิวกาก และมีการแยกสีของกลีบเลี้ยงเป็นผลที่มีกลีบเลี้ยงสีเขียวและผลที่มีกลีบเลี้ยงสีแดง เนื่องจากผู้ซื้อในต่างประเทศไม่ชอบมังคุดที่มีกลีบเลี้ยงสีแดง เมื่อได้คุณภาพผลตามที่ต้องการแล้ว จะคัดผลมังคุดเฉพาะผลที่มีสีแดงถึงม่วงแดงไปทำการคัดเกรดผล โดยใช้น้ำหนักเป็นเกณฑ์เพื่อแยกบรรจุตามขนาด คือ เกรด AB ผลขนาดใหญ่ (น้ำหนักผลมากกว่า 120 กรัม) เกรด 5A ผลขนาดใหญ่ (น้ำหนักผลมากกว่า 100-120 กรัม) เกรด 4A ผลขนาดกลาง (น้ำหนักผลมากกว่า 90-100 กรัม) เกรด 3A ผลขนาดกลาง (น้ำหนักผลมากกว่า 70-90 กรัม) เกรด 2A ผลขนาดเล็ก (น้ำหนักผลมากกว่า 60-70 กรัม) เกรด 1A ผลขนาดจิ๋ว (น้ำหนักผลประมาณ 55-60 กรัม) สำหรับผลมังคุดที่ยังอยู่ในระยะสายเลือดหรือมีสีผลเป็นสีชมพูเรื่อ ๆ จะนำไปบ่มเพื่อให้ผิวผลเปลี่ยนสีเป็นสีแดงก่อน จึงนำเข้าสู่ขั้นตอนการคัดเกรดอีกครั้ง หลังจากนั้นจึงนำผลมังคุดในแต่ละเกรดที่บรรจุในตะกร้าพลาสติกขนส่งโดยรถบรรทุกสินค้าที่มีการปรับอุณหภูมิภายในตู้สินค้าให้เป็น 13-15 องศาเซลเซียส ไปยังตลาดส่งออก ส่วนผลมังคุดที่มีสีผลเปลี่ยนเป็นสีม่วงดำและมีขนาดไม่ได้ตามที่ต้องการ (ตกไซด์) แต่ไม่มีความเสียหายจนไม่เป็นที่ยอมรับ จะถูกส่งไปจำหน่ายต่อสำหรับตลาดในประเทศ

ขั้นตอนหลังการขนส่งผลมังคุดถึงตลาดค้าส่งในจังหวัดกรุงเทพฯ และปทุมธานี เกษตรกรหรือผู้รับซื้อเก็บเกี่ยว คัดคุณภาพ และรวบรวมผลิตผลมังคุดให้ได้ตามปริมาณที่ต้องการสำหรับคำสั่งซื้อของผู้ค้าในช่วงเวลาเช้าถึงบ่าย โดยบรรจุในตะกร้าพลาสติกแบบหูเหล็กที่ขนาดบรรจุประมาณ 20-23 กิโลกรัม ส่งไปยังจุดรับบริการขนส่ง

สินค้า พาหนะที่ใช้ขนส่งผลิตผลมังคุดมีตั้งแต่รถกระบะขนาดเล็ก รถบรรทุกขนาดหกล้อ หรือสิบล้อ ซึ่งเป็นการขนส่งร่วมกับผลิตผลสดหรือสินค้าประเภทอื่น ๆ ทั้งนี้ ในการขนส่งผลมังคุดไปยังตลาดค้าส่งในประเทศจะไม่มีการจัดการอุณหภูมิหรือใช้รถที่มีการควบคุมอุณหภูมิเนื่องจากมีค่าใช้จ่ายสูง แต่ทางผู้ขนส่งจะใช้วิธีการเดินทางในช่วงเวลาเย็นถึงกลางคืน เพื่อไม่ให้สินค้าเจอสภาพอากาศที่ร้อนเกินไป อีกทั้งระยะเวลาในการเดินทางจากจังหวัดจันทบุรีหรือตราดไปถึงตลาดค้าส่งที่จังหวัดกรุงเทพฯ และปทุมธานี ใช้เวลาเดินทางเพียง 4 ชั่วโมง ทำให้สามารถส่งสินค้าไปถึงตลาดค้าส่งได้ตามความต้องการของผู้ค้าส่ง ณ ตลาดนั้น ๆ

**Figure 19** Unacceptable symptoms of mangosteen fruit were sorted at collection point

**Figure 20** Unacceptable symptoms of mangosteen fruit were sorted at packing house

จากการบันทึกข้อมูลและประเมินหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวของมังคุดสดในเขตภาคตะวันออก โดยสุ่มตัวอย่างผลมังคุดสดในพื้นที่จังหวัดจันทบุรีและตราดมาตรวจเช็คคุณภาพผลภายนอกตลอดขั้นตอนหลังการเก็บเกี่ยว พบว่า การสูญเสียที่เกิดขึ้นของผลมังคุดสามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

1) การสูญเสียซึ่งเกิดจากคุณภาพก่อนการเก็บเกี่ยวและขณะเก็บเกี่ยว (Table 17) โดยพิจารณาจากการสูญเสียที่สังเกตได้จากคุณภาพภายนอก และการสูญเสียจากคุณภาพภายในผล พบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียจากคุณภาพภายนอกของผลมังคุดที่พบมากที่สุด คือ ผลมังคุดมีเปลือกสีเขียวทั้งผล ซึ่งพบเฉลี่ย 13.7 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ รอยแผลจากแมลง/ผิวลาย กลีบเลี้ยงผิดปกติ ผลแตก และผิวเปลือกเป็นสีม่วงดำ ที่เปอร์เซ็นต์เฉลี่ย 12.6 9.7 7.6 และ 5.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์การสูญเสียผลมังคุดจากคุณภาพภายใน คือ การเกิดเนื้อแก้วและยางไหล โดยพบเฉลี่ย 24.8 และ 14.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

2) การสูญเสียซึ่งเกิดขึ้นภายหลังการจัดการการเก็บเกี่ยว (Table 18) ซึ่งการสูญเสียของผลมังคุดที่พบมากที่สุด คือ ผลที่มีสีกลีบเลี้ยงเปลี่ยนเป็นสีแดง (เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยรวมทุกขั้นตอน 73.7 เปอร์เซ็นต์) รองลงมา คือ กลีบเลี้ยงฉีกขาด ผิวเปลือกสีม่วงดำ ผลช้ำ/ผลบุบ ขั้วผลหัก/ไม่มีขั้ว และผลแตก ตามลำดับ ส่วนขั้นตอนที่พบการสูญเสียมากที่สุด คือ หลังขนส่งไปตลาดค้าส่งในประเทศ พบการสูญเสียรวมถึง 81.9 เปอร์เซ็นต์ โดยการสูญเสียในขั้นตอนนี้พบจากการเปลี่ยนสีของกลีบเลี้ยงเป็นสีแดงสูงที่สุด โดยมีการสูญเสียเฉลี่ย 27.4 เปอร์เซ็นต์

**Table 17** Losses of mangosteen fruits (%) that occurred during preharvest and between harvest stages

| Pale green Skin | Purple black Skin | Pericarp cracking | Scarred/Scratched fruit | Incomplete calyx | Translucent flesh | Gamboge |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 13.7 | 5.7 | 7.6 | 12.6 | 9.7 | 24.8 | 14.4 |

**Remark:** The defects could appear singly or in combination in one fruit.

**Table 18** Losses of mangosteen fruits (%) that occurred along postharvest handling steps

| **Handling steps** | Purple black skin | Calyx turns red | Torn calyx | Bruised fruit | Broken fruit stem | Pericarp cracking | Hardened rind | **Total** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| - Harvesting point/Orchard | 0.0 | 13.2 | 8.3 | 0.9 | 2.0 | 0.1 | 0.1 | **24.6** |
| - Collection point | 0.9 | 10.6 | 11.2 | 0.5 | 1.3 | 0.9 | 0.1 | **25.5** |
| - Packing house | 11.9 | 12.6 | 6.4 | 3.0 | 0.8 | 1.1 | 0.1 | **35.9** |
| - After export simulation | 0.0 | 15.9 | 10.1 | 0.1 | 2.2 | 0.8 | 3.1 | **32.2** |
| - After transportation to wholesale market | 25.1 | 27.4 | 16.3 | 2.0 | 1.5 | 1.3 | 8.3 | **81.9** |
| **Total** | **37.9** | **73.7** | **52.3** | **6.5** | **7.8** | **4.2** | **11.7** | |

**Remark:** The defects could appear singly or in combination in one fruit.

**ทดสอบผลของวิธีการและการจัดการอุณหภูมิในระหว่างการขนส่งผลมังคุดสด**

จากการทดสอบเปรียบเทียบวิธีการจัดการระหว่างการขนส่งผลิตผลมังคุดสดจากจังหวัดจันทบุรีถึงกรุงเทพฯ (จำลองการขนส่งไปยังตลาดค้าส่ง) เพื่อหาผลความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การสูญเสียของผลมังคุดระหว่างวิธีการของเกษตรกร/ผู้ค้า และวิธีการแนะนำ ผลการทดสอบพบว่า อุณหภูมิระหว่างการขนส่งจากจังหวัดจันทบุรีมาถึงตลาดค้าส่ง คือ อุณหภูมิเฉลี่ยภายในรถที่ใช้ขนส่งเท่ากับ 34.9 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในตะกร้าที่บรรจุผลมังคุดสดตามแบบเกษตรกรและผู้ค้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิภายในตะกร้าที่บรรจุผลมังคุดสดตามวิธีการแนะนำมีค่าเฉลี่ย 31.0 องศาเซลเซียส ซึ่งจะเห็นได้ว่า อุณหภูมิของทั้งสองกรรมวิธีไม่แตกต่างกันมากนัก อาจเนื่องจากการดำเนินการตามวิธีการแนะนำที่ใช้แผ่นฟองน้ำเปียกเพื่อช่วยลดอุณหภูมินั้น เมื่อเวลาผ่านไป ความชื้นของแผ่นฟองน้ำมีปริมาณลดลงจากการคายน้ำสู่บรรยากาศด้านนอกที่มีอุณหภูมิสูงและมีความชื้นสะสมในบรรยากาศต่ำกว่า เมื่อฟองน้ำแห้งลงจึงไม่มีผลในการช่วยลดอุณหภูมิภายในบรรจุภัณฑ์ อีกทั้งมีการขนส่งในช่วงเย็นถึงกลางคืนซึ่งสภาพบรรยากาศภายนอกมีอุณหภูมิที่ไม่สูงมากนัก จึงทำให้ผลของอุณหภูมิของบรรจุภัณฑ์มังคุดที่ใช้และไม่ใช้ฟองน้ำเปียกไม่แตกต่างกันมาก และจากการประเมินเปอร์เซ็นต์การสูญเสียคุณภาพภายนอกของผลมังคุดสดที่เกิดขึ้นระหว่างการขนส่งทั้งสองวิธีการ จะเห็นว่า วิธีการแนะนำมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนสีเปลือกเป็นสีม่วงดำ สีกลีบเลี้ยงมีสีแดง การเกิดผลช้ำ/บุบ และการเกิดผลแตก ต่ำกว่าผลมังคุดที่ขนส่งตามวิธีการของเกษตรกร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.6 13.5 0.9 และ 0.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่วิธีการของเกษตรกรพบการสูญเสียเฉลี่ย 12.6 19.7 2.9 และ 0.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ผลมังคุดที่ใช้วิธีการแนะนำมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียจากการฉีกขาดของกลีบเลี้ยง และอาการเปลือกแข็งของผลมังคุดสูงกว่าวิธีการตามแบบเกษตรกรที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.7 และ 14.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่วิธีการขนส่งของเกษตรกร มีการสูญเสียเฉลี่ย 11.1 และ 12.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 19)

**Table 19** Percentage of external quality losses of mangosteen fruits after transportation from collection point to domestic wholesale market by comparing 2 methods of transportation management: 1) the farmers' pattern method and 2) the recommended method

| Methods | Purple black skin | Calyx turns red | Torn calyx | Bruised fruit | Pericarp cracking | Hardened rind |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Farmers' pattern method | 12.6 | 19.7 | 11.1 | 2.9 | 0.6 | 12.3 |
| Recommended method | 4.6 | 13.5 | 12.7 | 0.9 | 0.0 | 14.8 |

**Remark:** The defects could appear singly or in combination in one fruit.

**ผลการใช้เทคโนโลยีการบรรจุเพื่อลดการสูญเสียระหว่างการเก็บรักษาและวางจำหน่ายมังคุด**

การทดสอบชนิดของบรรจุภัณฑ์ครั้งที่ 1

ผลการทดสอบ พบว่า เมื่อเปรียบเทียบการสูญเสียน้ำหนักของผลมังคุดที่ทดสอบการวางจำหน่ายในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 แบบ ผลมังคุดที่บรรจุในถุงตาข่ายมีการสูญเสียน้ำหนักสูงที่สุด โดยมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสูงถึง 8.1 เปอร์เซ็นต์ หลังการทดสอบวางจำหน่ายนาน 7 วัน ขณะที่การบรรจุในถุงพลาสติกทั้ง 2 แบบมีค่าการสูญเสียน้ำหนักต่ำกว่าถุงตาข่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าการสูญเสียน้ำหนักไม่เกินหนึ่งเปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณก๊าซออกซิเจน ($O_2$) และคาร์บอนไดออกไซด์ ($CO_2$) ภายในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 แบบมีความแตกต่างกันตามชนิดและลักษณะการบรรจุ คือ ถุงตาข่ายเป็นการบรรจุแบบเปิดทำให้มีปริมาณ $O_2$ ไม่แตกต่างจากบรรยากาศภายนอก ส่วนบรรจุภัณฑ์ถุง PP เจาะรู Ø 0.5 เซนติเมตร จำนวน 4 รู มีสภาพบรรยากาศภายในเกือบเทียบเท่าบรรยากาศภายนอก แต่การบรรจุในลักษณะปิดทำให้ยังมีการแลกเปลี่ยนก๊าซต่ำจึงมีปริมาณ $O_2$ ต่ำกว่า และ $CO_2$ สูงกว่าในบรรจุภัณฑ์ถุงตาข่าย ขณะที่การใช้ถุง MAP ซึ่งเป็นถุงที่มีการปรับแต่งสมบัติด้านการซึมผ่านของก๊าซ รวมทั้งมีลักษณะการบรรจุแบบปิด ทำให้ $O_2$ ลดต่ำลง และ $CO_2$ เพิ่มสูงขึ้นกว่าบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่น ๆ โดยที่อายุการวางจำหน่ายนาน 7 วัน มีปริมาณ $O_2$ และ $CO_2$ เฉลี่ยภายในถุงเท่ากับ 4.5 และ 8.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Figure 21) สำหรับผลการตรวจสอบคุณภาพภายนอก ได้แก่ การเกิดขั้วดำ การเกิดราที่ขั้ว/กลีบเลี้ยง และการเกิดสีน้ำตาลของกลีบเลี้ยง จะเห็นได้ว่า มังคุดที่บรรจุในถุงตาข่ายมีเปอร์เซ็นต์ต่ำที่สุดตลอดอายุการวางจำหน่าย ขณะที่ผลมังคุดในถุง PP เจาะรู และถุง MAP มีเปอร์เซ็นต์สูงขึ้นตามอายุการวางจำหน่ายที่นานขึ้น โดยผลมังคุดบรรจุถุง PP เจาะรูมีการเกิดขั้วดำ การเกิดรา และการเกิดสีน้ำตาลของกลีบเลี้ยงเฉลี่ยตลอดอายุวางจำหน่ายเท่ากับ 6.3 10.2 และ 8.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผลที่บรรจุในถุง MAP มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.3 8.6 และ 5.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Figure 21) ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากสมบัติการแลกเปลี่ยนก๊าซและไอน้ำของถุงที่มีข้อจำกัดจากสภาวะที่เป็นระบบปิด ทำให้มีการเกิดหยดน้ำจากการหายใจแล้วคายน้ำของผลมังคุดสะสมอยู่ภายในถุงจนส่งผลกระทบต่อคุณภาพภายนอกของผลมังคุด (Figure 22) จึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงสมบัติของบรรจุภัณฑ์และรูปแบบการบรรจุของถุง โดยทำการเจาะรูที่ถุงเพื่อให้มีการซึมผ่านไอน้ำดีขึ้นลดปัญหาการเกิดเชื้อราและการเปลี่ยนสีดำของขั้วผลและกลีบเลี้ยง เพื่อให้มีอายุการเก็บรักษาและวางจำหน่ายได้นานขึ้น โดยที่มังคุดยังมีคุณภาพดี

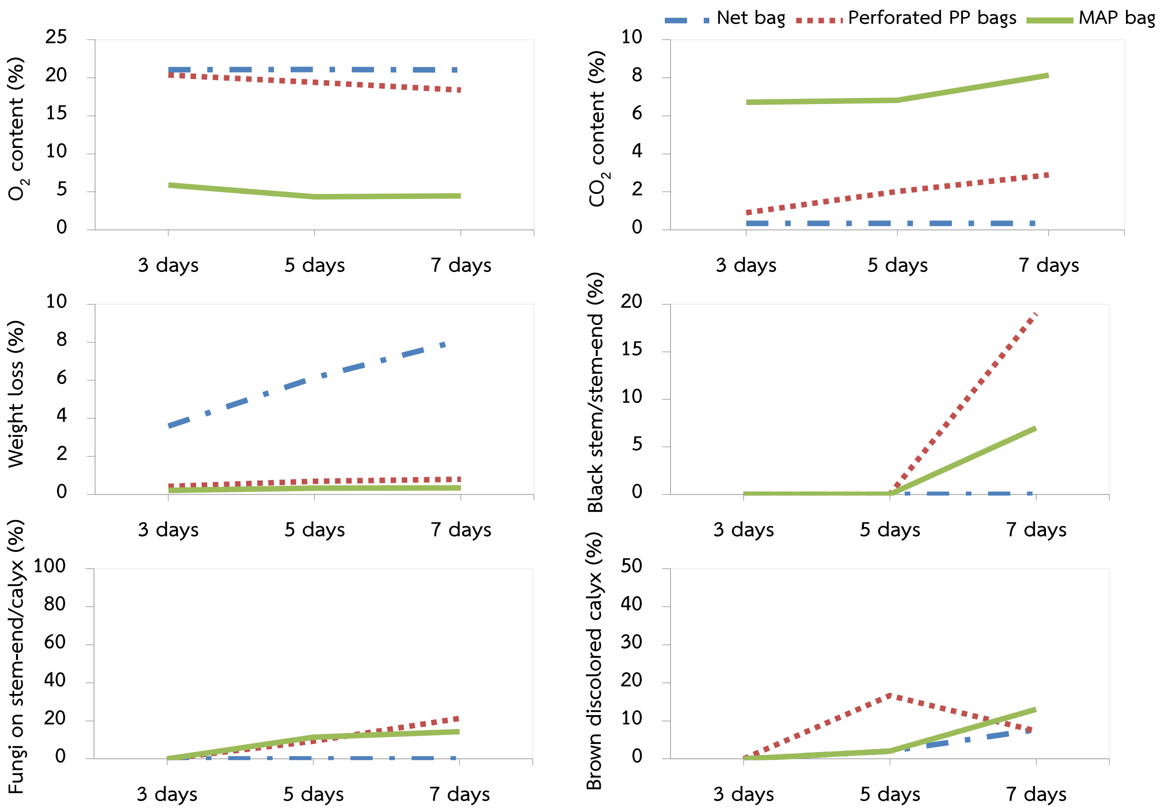



**Figure 21** Changes in $O_2$ content, $CO_2$ content, weight loss, black stem/stem-end symptoms, fungi on stem-end/calyx and brown discolored calyx symptoms of mangosteen fruits were packed into 3 types of packaging: T1-Net bag, T2-Perforated polypropylene (PP) bag (4 holes per bag, Ø 0.5 centimeter each) and T3-Non-perforated modified atmosphere packaging (MAP) bag prior to storage at 25±3 degree Celsius for 7 days

**Figure 22** The appearance of water droplets inside the plastic bag (A) and the fruits with black stem/stem-end, brownish discoloration of the calyx and fungi on the system-end symptoms (B)

<u>การทดสอบชนิดของบรรจุภัณฑ์ครั้งที่ 2</u>

เปรียบเทียบผลมังคุดที่บรรจุในถุง PP เจาะรูแบบต่าง ๆ เพื่อปรับสมบัติของถุงให้ระบายความชื้นได้เพิ่มขึ้นกับผลที่บรรจุในถุงตาข่าย พบว่า ผลมังคุดที่บรรจุในถุงตาข่ายมีปริมาณ $O_2$ และ $CO_2$ ใกล้เคียงกับในอากาศ คือ 21.2 และ 0.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยสูงที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 13.4 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการวางจำหน่ายนาน 11 วัน ขณะที่ผลมังคุดในบรรจุภัณฑ์ถุง PP ชนิดอื่น ๆ มีค่าการสูญเสียน้ำหนักไม่เกิน 2 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการวางจำหน่ายเดียวกัน เนื่องจากการบรรจุในถุง PP เป็นการบรรจุในลักษณะปิดผนึก แม้จะมีการเจาะรูที่ถุงเพื่อปรับสภาพบรรยากาศและระบายความชื้นภายในถุง แต่ยังคงมีการสะสมความชื้นภายในถุง ทำให้ช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักของผลมังคุดได้ ทั้งนี้ ลักษณะการเจาะรูและรูปแบบการบรรจุที่ต่างกันในแต่ละกรรมวิธีมีผลต่อสภาพบรรยากาศภายในถุง ทำให้มีปริมาณ $O_2$ และ $CO_2$ ที่แตกต่างกัน ดังแสดงใน Figure 23 ส่วนคุณภาพทางเคมีของผลมังคุด พบว่า ผลมังคุดในบรรจุภัณฑ์ทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (SSC) และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน โดยมีค่าลดลงเล็กน้อยเมื่อมีอายุการวางจำหน่ายนานขึ้น (Figure 23) ที่เป็นเช่นนี้เพราะเนื้อมังคุดมีการพัฒนาตามระยะสุกที่เพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้มีปริมาณ SSC ของเนื้อมังคุดเพิ่มขึ้น ขณะที่ปริมาณ TA มีค่าเพิ่มขึ้นจนถึงระยะที่ผลมังคุดสุกงอมและลดลงเล็กน้อยเมื่อเข้าสู่ระยะชราภาพ (senescence) (Palapol *et al*., 2009) สำหรับปริมาณวิตามินซี แม้ผลมังคุดทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน แต่มีค่าแตกต่างกันในแต่ละกรรมวิธี เนื่องจากค่าวิตามินซีเริ่มต้นในแต่ละกรรมวิธีต่างกัน อาจเป็นเพราะระยะความแก่ของผลที่นำมาทดลองมีความแตกต่างกัน จึงทำให้เห็นลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันในแต่ละกรรมวิธี (Figure 23) และเมื่อพิจารณาคุณภาพภายนอกของมังคุดหลังทดสอบวางจำหน่ายที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่า ผลมังคุดบรรจุในถุงตาข่ายมีการเปลี่ยนแปลงสีและการเหี่ยวแห้งของกลีบเลี้ยงหลังการทดสอบวางจำหน่ายนาน 6 วัน และอาการเหี่ยวเริ่มชัดเจนขึ้นจนมีคุณภาพการรับประทานในระดับที่ไม่สามารถยอมรับได้ที่อายุการวางจำหน่ายนาน 8 วัน ส่วนผลมังคุดบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP เจาะรูทุกกรรมวิธี ช่วยชะลอการเหี่ยวแห้งของกลีบเลี้ยงและผลได้ดีกว่าผลที่บรรจุถุงตาข่าย ทำให้ผลยังมีสภาพความสดแม้หลังการทดสอบวางจำหน่ายนาน 11 วัน แต่มีข้อเสีย คือ ยังพบปัญหาการสะสมความชื้นภายในถุงจนทำให้เกิดหยดน้ำเกาะที่ถุงด้านบนจนส่งผลกระทบต่อคุณภาพภายนอกของผลมังคุด ทำให้มีเปอร์เซ็นต์การเกิดขั้วผลดำ การเกิดราที่ปลายขั้ว และการเปลี่ยนสีของกลีบเลี้ยงเป็นสีน้ำตาลจากอาการฉ่ำน้ำสูงกว่าผลที่บรรจุในถุงตาข่าย (Figure 23) จึงทำให้มีคุณภาพภายนอกไม่เป็นที่ยอมรับหลังเก็บนาน 8 วัน

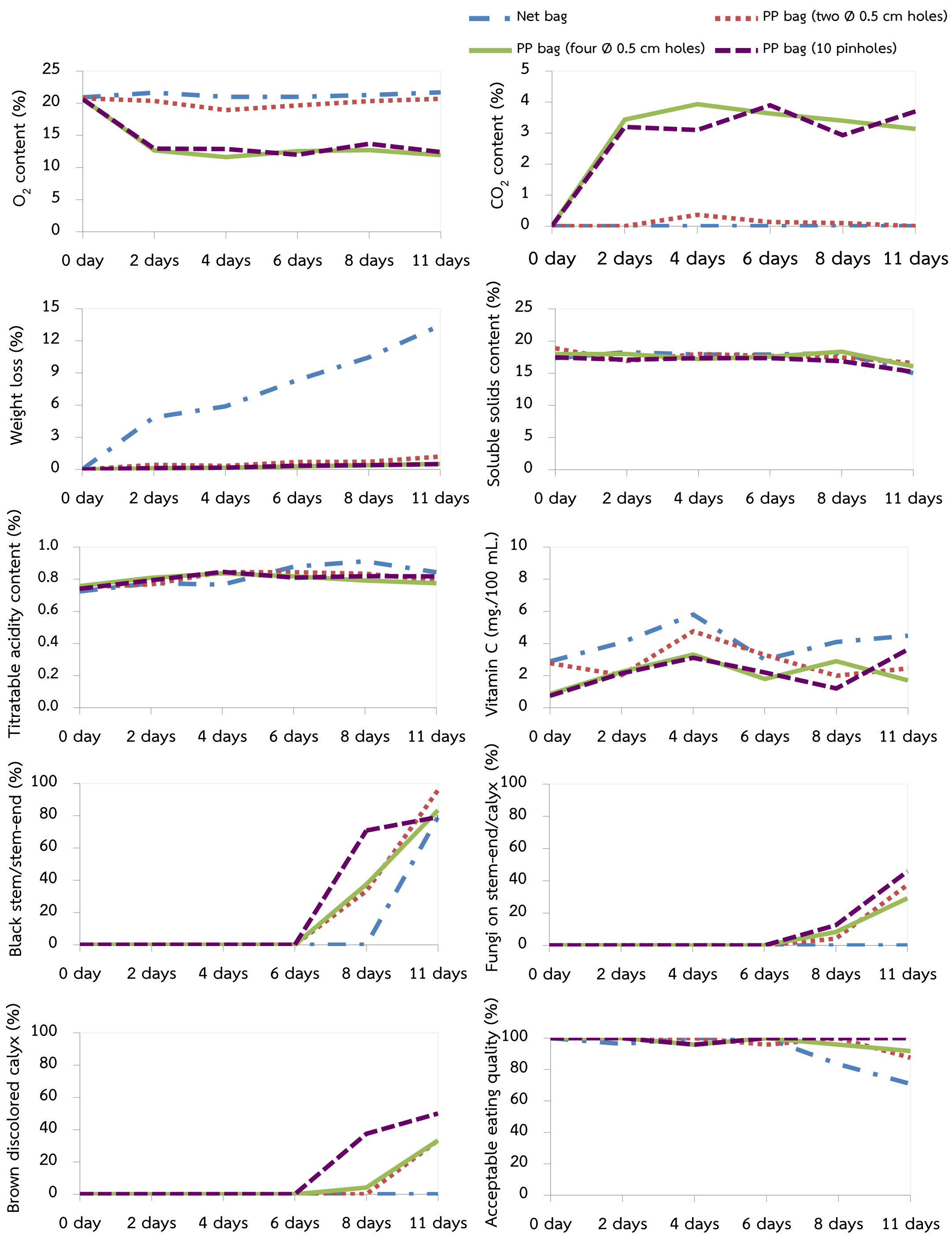



**Figure 23** Changes in $O_2$ content, $CO_2$ content, weight loss, soluble solids content (SSC), titratable acidity content (TA), vitamin C content, black stem/stem-end symptoms, fungi on stem-end/calyx, brown discolored calyx symptoms and acceptable eating quality of mangosteen fruits were packed into 4 types of packaging: T1-Net bag, T2-Perforated PP bag (two Ø 0.5 cm holes, on the upper part of the bag), T3-Perforated PP bag (four Ø 0.5 cm holes, under the tray) and T4-Perforated PP bag (10 pinholes on the upper part) prior to storage at 25±3 degree Celsius for 11 days

<u>การทดสอบชนิดของบรรจุภัณฑ์ครั้งที่ 3</u>

ทดสอบบรรจุภัณฑ์ตามกรรมวิธี คือ T1 ถุงตาข่าย T2 ถุง PP เจาะรู Ø 0.5 เซนติเมตร 4 รู ด้านล่างถุง และเจาะรูเข็ม 10 รู ด้านบนถุง T3 ถุง PP เจาะรู Ø 0.5 เซนติเมตร 4 รู ด้านล่างถุง T4 ถุง PP เจาะรูตามแบบ T2+วางแผ่นรองซับความชื้นบนถาด และ T5 ถุง PP เจาะรูตามแบบ T3+วางแผ่นรองซับความชื้นบนถาด ผลการทดสอบพบว่า ผลมังคุดในถุงตาข่ายมีปริมาณ $O_2$ และ $CO_2$ เท่ากับ 21.4 และ 0.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่ปริมาณ $O_2$ ภายในถุง PP เจาะรูทั้งแบบที่มีและไม่มีแผ่นรองซับมีค่าเฉลี่ยลดลงจากวันแรกของการทดสอบ และปริมาณ $CO_2$ มีค่าเพิ่มขึ้นจากวันแรก ส่วนการสูญเสียน้ำหนักของผลมังคุด พบว่า ผลที่บรรจุถุงตาข่ายมีการสูญเสียน้ำหนักสูงที่สุดตลอดอายุการวางจำหน่ายโดยมีค่าสูงถึง 14.9 เปอร์เซ็นต์ หลังการทดสอบนาน 12 วัน สำหรับผลมังคุดที่บรรจุในถุงเจาะรู พบว่า ทุกกรรมวิธีช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักของผลมังคุดได้ดีกว่าผลที่บรรจุในถุงตาข่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเห็นได้จากการสูญเสียน้ำหนักที่มีค่าเฉลี่ยรวมกันเท่ากับ 0.6 เปอร์เซ็นต์ หลังวางจำหน่ายนาน 12 วัน (Figure 24) และในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงปริมาณ SSC TA และวิตามินซีของผลมังคุดสด พบว่า ปริมาณ SSC และ TA ของทุกกรรมวิธีมีค่าใกล้เคียงกันตลอดการทดสอบวางจำหน่ายและมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามการพัฒนาของผล ขณะที่ปริมาณวิตามินซีของผลมังคุดทุกรรมวิธีมีค่าเพิ่มขึ้นหลังการทดสอบวางจำหน่ายนาน 2 วัน จากนั้นมีแนวโน้มลงจนถึงวันสุดท้ายของการทดสอบ โดยพบว่า ผลมังคุดที่บรรจุในถุง PP เจาะรูตามกรรมวิธี T3 และ T5 มีแนวโน้มของปริมาณวิตามินซีต่ำกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ซึ่งการที่ทั้งสองกรรมวิธีมีปริมาณวิตามินซีต่ำกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ อาจมีสาเหตุมาจากสมบัติการซึมผ่านก๊าซ $O_2$ และ $CO_2$ ของบรรจุภัณฑ์ที่สร้างสภาพบรรยากาศภายในถุงให้มีปริมาณ $O_2$ ต่ำ และ $CO_2$ สูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ จึงช่วยลดการหายใจและการผลิตเอทิลีนของผลมังคุด และส่งผลในการชะลอการพัฒนาเข้าสู่ระยะชราภาพให้ช้าลง เมื่อผลมังคุดอยู่ในระยะที่สุกน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ จึงมีปริมาณวิตามินซีต่ำกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ด้วย โดยเฉพาะผลมังคุดที่บรรจุในถุงตาข่ายซึ่งมีปริมาณวิตามินซีตลอดอายุการวางจำหน่ายสูงที่สุดและมีค่าลดลงเร็วที่สุด จากการพัฒนาของผลเข้าสู่ระยะชราภาพเร็วกว่ากรรมวิธีที่บรรจุในถุง PP (Figure 24) สำหรับคุณภาพภายนอกของผลมังคุด พบว่า ผลที่บรรจุในถุงตาข่ายไม่พบปัญหาการเกิดราที่ขั้วผลหรือกลีบเลี้ยง และการเปลี่ยนสีน้ำตาลของกลีบเลี้ยงจากอาการฉ่ำน้ำ (มีค่าเป็นศูนย์) แต่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดขั้วดำเพิ่มขึ้นตั้งแต่อายุการทดสอบนาน 8 วัน ซึ่งเป็นผลมาจากการสูญเสียน้ำจนขั้วผลแห้งแล้วเปลี่ยนเป็นสีดำ รวมทั้งส่งผลต่อการเหี่ยวของกลีบเลี้ยง จนกระตุ้นให้มังคุดพัฒนาสู่ระยะชราภาพเร็วขึ้น จึงส่งผลให้มีคุณภาพภายนอกไม่เป็นที่ยอมรับหลังจาก 8 วัน ขณะที่การเก็บรักษาผลมังคุดในถุง PP ทุกกรรมวิธี สามารถรักษาคุณภาพความสดได้ดี แต่ยังพบการสะสมของไอน้ำที่เกิดจากการหายใจและคายน้ำออกมาของผลมังคุด ทำให้กลีบเลี้ยงเริ่มมีการฉ่ำน้ำและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ขั้วผลมีสีดำ และเกิดราขึ้นที่ปลายขั้ว จนมีคุณภาพไม่เป็นที่ยอมรับตั้งแต่การเก็บรักษาที่อายุ 8 วัน ส่วนคุณภาพการรับประทานเมื่อพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ผลที่รับประทานได้ พบว่า มีค่าลดลงตามระยะเวลาการทดสอบเช่นเดียวกับผลมังคุดในถุงตาข่ายแต่อยู่ในระดับที่สูงกว่า (Figure 24)

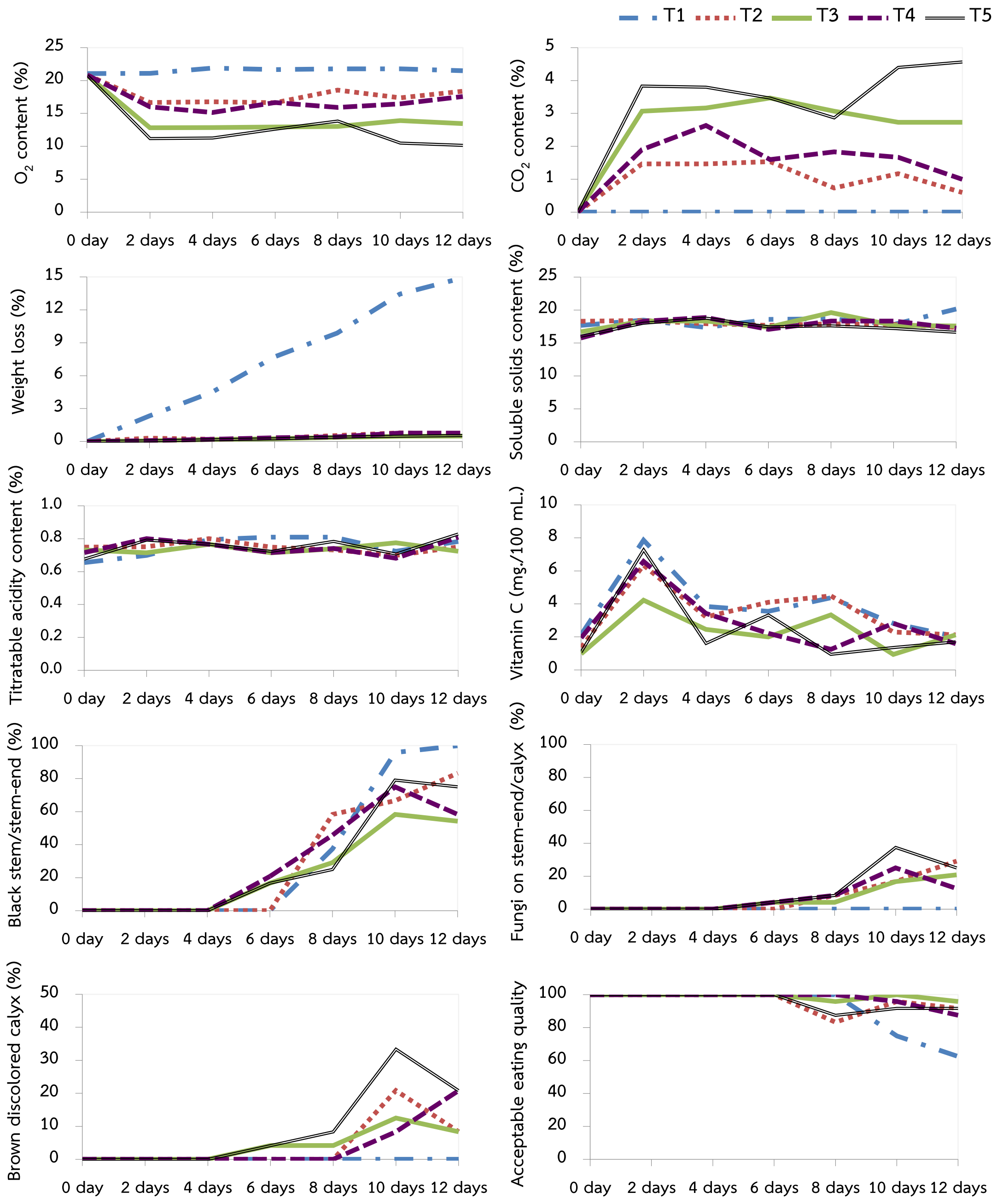



**Figure 24** Changes in $O_2$ content, $CO_2$ content, weight loss, soluble solids content (SSC), titratable acidity content (TA), vitamin C content, black stem/stem-end symptoms, fungi on stem-end/calyx, brown discolored calyx symptoms and acceptable eating quality of mangosteen fruits were packed into 5 types of packaging: T1-Net bag, T2-Perforated PP bag (four Ø 0.5 cm holes under the tray side and 10 pinholes on the upper part of the bag), T3-Perforated PP bag (four Ø 0.5cm holes under the tray side), T4-Perforated PP bag of T2+moisture absorbing pads and T5-Perforated PP bag of T3+moisture absorbing pads prior to storage at 25±3 degree Celsius for 12 days

การทดสอบชนิดของบรรจุภัณฑ์ครั้งที่ 4

จากการปรับปรุงสมบัติบรรจุภัณฑ์โดยการเจาะรูเพิ่มขึ้นเพื่อให้ไอน้ำภายในถุงสามารถระบายออกสู่ภายนอกได้มากขึ้นตามกรรมวิธี คือ T1 ถุงตาข่าย T2 ถุง PP เจาะรูเข็ม 80 รู ด้านบนของถุง T3 ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม 100 รู ด้านบนของถุง T4 ถุง PP เจาะรูเข็ม ระยะ 1x1 เซนติเมตร ด้านข้างถุง 2 ด้าน และ T5 ถุง PP เจาะรูเข็ม ระยะ 1x1 เซนติเมตร ตลอดด้านบนของถุง ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า หลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เพื่อจำลองการจำหน่ายของตลาดในประเทศ ผลมังคุดที่บรรจุในถุงตาข่ายมีปริมาณ $O_2$ และ $CO_2$ เทียบเท่ากับในอากาศ ขณะที่การสูญเสียน้ำหนักมีค่าสูงที่สุดตลอดอายุการวางจำหน่าย สำหรับผลมังคุดที่บรรจุในถุง PP เจาะรู พบว่า การเจาะรูที่ถุงทำให้เกิดการระบายอากาศและไอน้ำที่ดีขึ้น จึงมีปริมาณ $O_2$ และ $CO_2$ เฉลี่ยใกล้เคียงในอากาศ ทำให้การพัฒนาของผลเกิดขึ้นเร็วกว่าการเก็บรักษาในสภาพที่มี $O_2$ ต่ำ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากถุง PP ที่เจาะรูตามกรรมวิธี T2 และ T3 มีปัญหาจากการเจาะรูที่มีบางรูไม่ทะลุ จึงส่งผลกระทบต่อการซึมผ่านของ $O_2$ และ $CO_2$ ภายในถุง ทำให้มี $O_2$ ต่ำและ $CO_2$ สูงกว่าที่ควรจะเป็น จึงมีการพัฒนาผลเกิดขึ้นช้ากว่าผลที่บรรจุในถุง PP ตาม T4 และ T5 ส่วนการสูญเสียน้ำหนักของผลมังคุดในถุง PP เจาะรูทุกกรรมวิธีมีเปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนักต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นผลที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ T5 ที่มีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มเป็น 2.3 เปอร์เซ็นต์ หลังการวางจำหน่ายนาน 12 วัน แต่ยังต่ำกว่าผลที่บรรจุในถุงตาข่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (Figure 25) ส่วนของการเปลี่ยนแปลงปริมาณ SSC TA และวิตามินซีของผลมังคุด พบว่า ปริมาณ SSC และ TA ของทุกกรรมวิธีมีค่าใกล้เคียงกันตลอดอายุการวางจำหน่ายนาน 12 วัน ขณะที่ปริมาณวิตามินซีในการศึกษาครั้งนี้มีค่าไปในทิศทางเดียวกันทุกกรรมวิธี คือ มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อผลมีการพัฒนาจนสุกมากขึ้น จากนั้นมีค่าลดลงเมื่อผลพัฒนาเข้าสู่ระยะชราภาพ อย่างไรก็ตาม ผลมังคุดในบรรจุภัณฑ์ตามกรรมวิธี T2 และ T3 มีปริมาณวิตามินซีต่ำกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ตลอดอายุการวางจำหน่าย เนื่องจากสภาพบรรยากาศในถุงมีปริมาณ $O_2$ ต่ำและ $CO_2$ ที่สูงกว่า ทำให้มีการหายใจลดลง จึงช่วยชะลอการพัฒนาเข้าสู่ระยะชราภาพของผลให้เกิดช้าลงได้ (Figure 25) สำหรับผลของคุณภาพภายนอกของผลมังคุด โดยพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ผลที่เกิดขั้วดำหรือปลายขั้วดำ ผลที่มีราขึ้นที่ขั้วหรือกลีบเลี้ยง และผลที่มีกลีบเลี้ยงเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล พบว่า ผลมังคุดที่บรรจุในถุงตาข่ายไม่พบปัญหาการเกิดเชื้อราตลอดอายุการวางจำหน่าย ส่วนการเกิดขั้วผลดำและกลีบเลี้ยงเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลที่เกิดขึ้นจากการเหี่ยวแห้ง เริ่มพบหลังการวางจำหน่ายนาน 4 และ 8 วัน ตามลำดับ และมีอาการชัดเจนจนคุณภาพภายนอกไม่เป็นที่ยอมรับหลังการวางจำหน่ายนาน 10 วัน ส่วนผลมังคุดที่บรรจุในถุง PP ทุกกรรมวิธี พบว่า มีการเกิดขั้วผลดำ ราขึ้นที่ขั้วผล และการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลของกลีบเลี้ยงจากอาการฉ่ำน้ำ เพิ่มสูงขึ้นตามอายุการวางจำหน่ายที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ผลมังคุดในบรรจุภัณฑ์ T5 มีค่าต่ำกว่าผลที่บรรจุในถุง PP กรรมวิธีอื่น ๆ อย่างชัดเจน เนื่องจากมีการเจาะรูที่ถุงมากกว่า จึงช่วยลดการสะสมความชื้นภายในถุงให้น้อยลงได้ ทำให้มีคุณภาพภายนอกเป็นที่ยอมรับแม้เก็บรักษานานถึง 12 วัน ส่วนคุณภาพการรับประทาน พบว่า ผลมังคุดทุกกรรมวิธีมีค่าลดลงตามระยะเวลาการทดสอบที่นานขึ้น โดยผลมังคุดที่บรรจุในถุงตาข่ายมีค่าลดลงต่ำกว่าผลที่บรรจุในถุง PP เจาะรู ตั้งแต่อายุการวางจำหน่ายนาน 8 วัน (Figure 25) โดย Figure 26 แสดงลักษณะภายนอกและเนื้อในของผลมังคุดที่อายุการวางจำหน่ายนาน 12 วัน ซึ่งจะเห็นได้ว่า ผลมังคุดที่บรรจุในถุงตาข่ายมีคุณภาพเนื้อผลไม่เป็นที่ยอมรับ ขณะที่ผลมังคุดที่บรรจุในถุง PP เจาะรูทุกกรรมวิธี ยังมีคุณภาพการรับประทานที่สามารถยอมรับได้

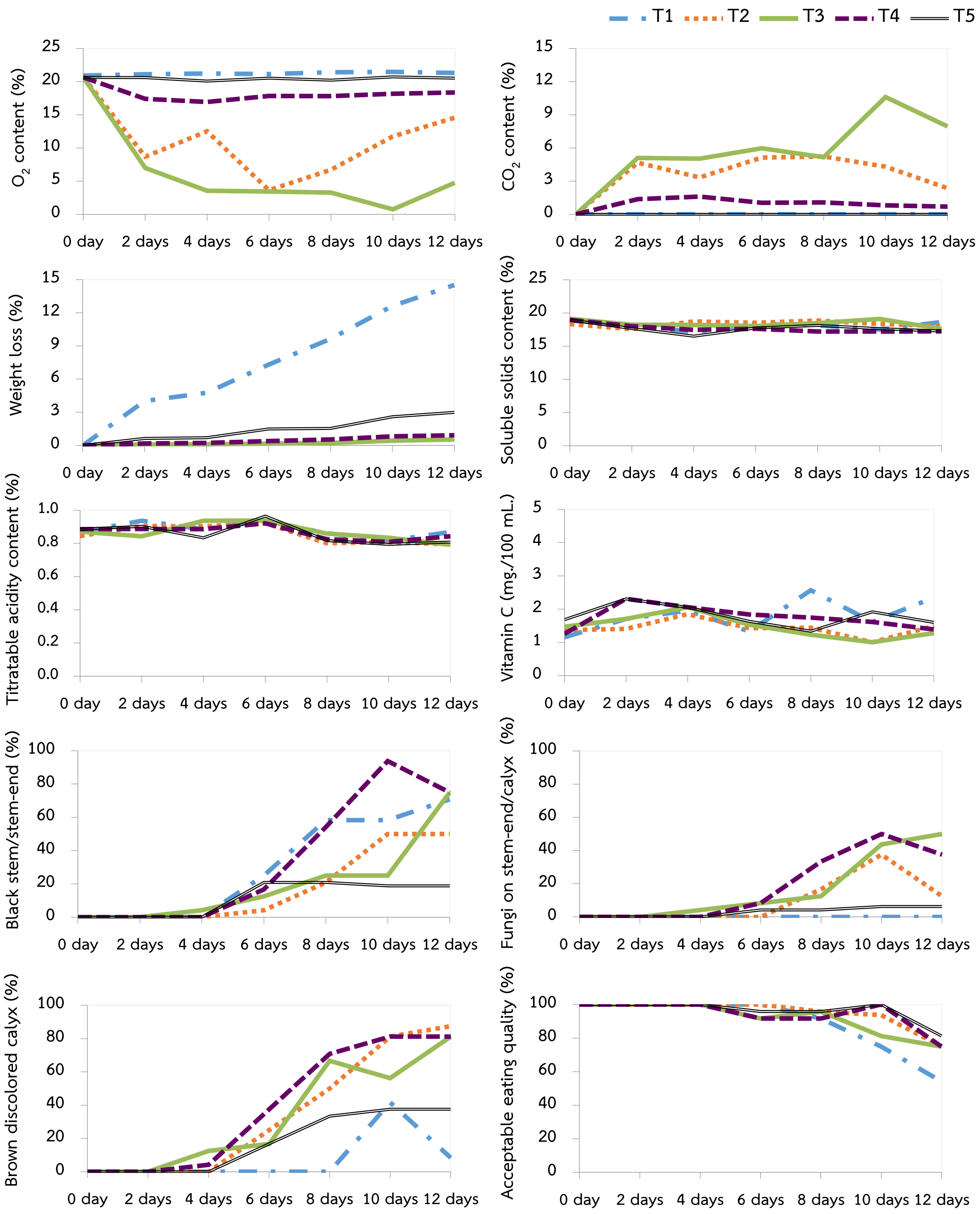



**Figure 25** Changes in $O_2$ content, $CO_2$ content, weight loss, soluble solids content (SSC), titratable acidity content (TA), vitamin C content, black stem/stem-end symptoms, fungi on stem-end/calyx, brown discolored calyx symptoms and acceptable eating quality of mangosteen fruits were packed into 5 types of packaging: T1-Net bag, T2-Perforated PP bag with 80 pinholes on the upper part of bag, T3 -Perforated PP bag with 100 pinholes on the upper part of bag, T4-Perforated PP bag with 1X1 cm pinholes on both lateral sides of bag and T5-Perforated PP bag with 1X1 cm pinholes across the upper part of bag prior to storage at 25±3 degree Celsius for 12 days

**Figure 26** The appearance of mangosteen fruits and flesh were packed into the 5 types of packaging: T1-Net bag, T2-Perforated PP bag with 80 pinholes on the upper part of bag, T3-Perforated PP bag with 100 pinholes on the upper part of bag, T4-Perforated PP bag with 1X1 cm pinholes on both lateral sides of bag and T5-Perforated PP bag with 1X1 cm pinholes across the upper part of bag after stored at 25±3 degree Celsius for 12 days

สำหรับการทดสอบผลของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพผลมังคุดเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิสำหรับการขนส่งเพื่อส่งออกไปตลาดต่างประเทศ พบว่า ปริมาณ $O_2$ และ $CO_2$ ในถุงตาข่ายตลอดอายุการวางจำหน่ายมีค่าเฉลี่ย 21.1 และ 0.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนบรรจุภัณฑ์ถุง PP เจาะรูแบบต่าง ๆ มีปริมาณ $O_2$ และ $CO_2$ ใกล้เคียงกับถุงตาข่าย เนื่องจากมีการเจาะรูที่ถุงเพิ่มมากขึ้น ทำให้ถุงมีการซึมผ่านของก๊าซดีขึ้น ยกเว้นในถุง PP กรรมวิธี T3 ที่มีปัญหาจากการเจาะรูไม่ทะลุทั้งหมด จึงส่งผลกระทบต่อการซึมผ่านของก๊าซ $O_2$ และ $CO_2$ ภายในถุง ส่งผลให้มีปริมาณ $O_2$ ต่ำ และปริมาณ $CO_2$ สูงกว่าที่ควรจะเป็น สำหรับการสูญเสียน้ำหนักของผลมังคุด พบว่า มังคุดในถุงตาข่ายมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 4.1 เปอร์เซ็นต์ หลังการเก็บรักษานาน 20 วัน ขณะที่ผลมังคุดที่บรรจุในถุง PP เจาะรูทุกกรรมวิธีมีการสูญเสียน้ำหนักต่ำกว่าผลมังคุดที่บรรจุในถุงตาข่ายอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 0.36 เปอร์เซ็นต์ (Figure 27) และจากการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ SSC TA และวิตามินซีในผลมังคุด พบว่า มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตลอดอายุการเก็บรักษาเช่นเดียวกับการทดลองที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แสดงให้เห็นว่า การใช้อุณหภูมิต่ำไม่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ SSC TA และวิตามินซี โดยที่ปริมาณ SSC และ TA ในผลมังคุดทุกกรรมวิธีมีค่าใกล้เคียงกันตลอดอายุการเก็บรักษานาน 20 วัน ขณะที่ปริมาณวิตามินซีในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า มีค่าเฉลี่ยไม่ค่อยสม่ำเสมอตลอดอายุการเก็บรักษา อย่างไรก็ตาม ยังมีค่าอยู่ในระดับที่ไม่ห่างกันมากนัก โดยมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 1.2 มิลลิกรัมต่อร้อยมิลลิลิตร และมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 3.4 มิลลิกรัมต่อร้อยมิลลิลิตร (Figure 27) สำหรับผลการตรวจสอบคุณภาพของมังคุดที่บรรจุในแต่ละบรรจุภัณฑ์ จะเห็นได้ว่า มังคุดที่บรรจุในถุงตาข่าย ยังมีคุณภาพการเก็บรักษาเป็นที่ยอมรับเมื่อเก็บรักษานานถึง 15 วัน แต่เมื่อเก็บรักษานานถึง 20 วัน คุณภาพภายนอก

ของผลไม่เป็นที่ยอมรับ เนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์ของขั้วผลดำ การเกิดราที่ปลายขั้ว และการเปลี่ยนสีกลีบเลี้ยงเป็นสีน้ำตาลเพิ่มสูงขึ้น ส่วนคุณภาพของผลมังคุดในถุง PP เจาะรูทุกกรรมวิธี พบว่า ผลที่บรรจุในถุงในกรรมวิธี T2 และ T3 มีแนวโน้มในการช่วยรักษาคุณภาพได้ดีกว่า T4 และ T5 เนื่องจากมีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์ผลที่เกิดขั้วดำ ผลที่เกิดราที่ขั้ว และผลที่มีกลีบเลี้ยงเป็นสีน้ำตาลระหว่างการเก็บรักษาต่ำกว่า ทำให้คุณภาพภายนอกยังยอมรับได้หลังการเก็บรักษานาน 20 วัน และในการพิจารณาคุณภาพการรับประทาน พบว่า โดยภาพรวมทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มเปอร์เซ็นต์ผลที่รับประทานได้ไม่แตกต่างกันมากนัก (Figure 27)

จากผลของการทดสอบเพื่อหาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการบรรจุผลมังคุดเพื่อการขายปลีกในครั้งนี้ สามารถสรุปได้ว่า การใช้บรรจุภัณฑ์ถุงพลาสติก PP ที่มีการเจาะรูขนาดรูเข็ม ระยะ 1X1 เซนติเมตร ตลอดด้านบนของถุง เป็นบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการวางจำหน่ายผลมังคุดสดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ส่วนการบรรจุในถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม ระยะ 1X1 นิ้ว ที่ด้านบนของถุง จำนวน 80 หรือ 100 รู มีแนวโน้มในการช่วยรักษาคุณภาพได้ดีกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ สำหรับผลมังคุดเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส เนื่องจากช่วยชะลอการสูญเสียน้ำภายในผลมังคุด ทำให้มังคุดยังมีความสดและสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลมังคุดสดได้ดีกว่าการบรรจุในถุงตาข่าย PE ที่เป็นสิ่งควบคุม และมีการเกิดเชื้อราที่ขั้วผลน้อยกว่าการบรรจุในถุง PP กรรมวิธีอื่น ๆ

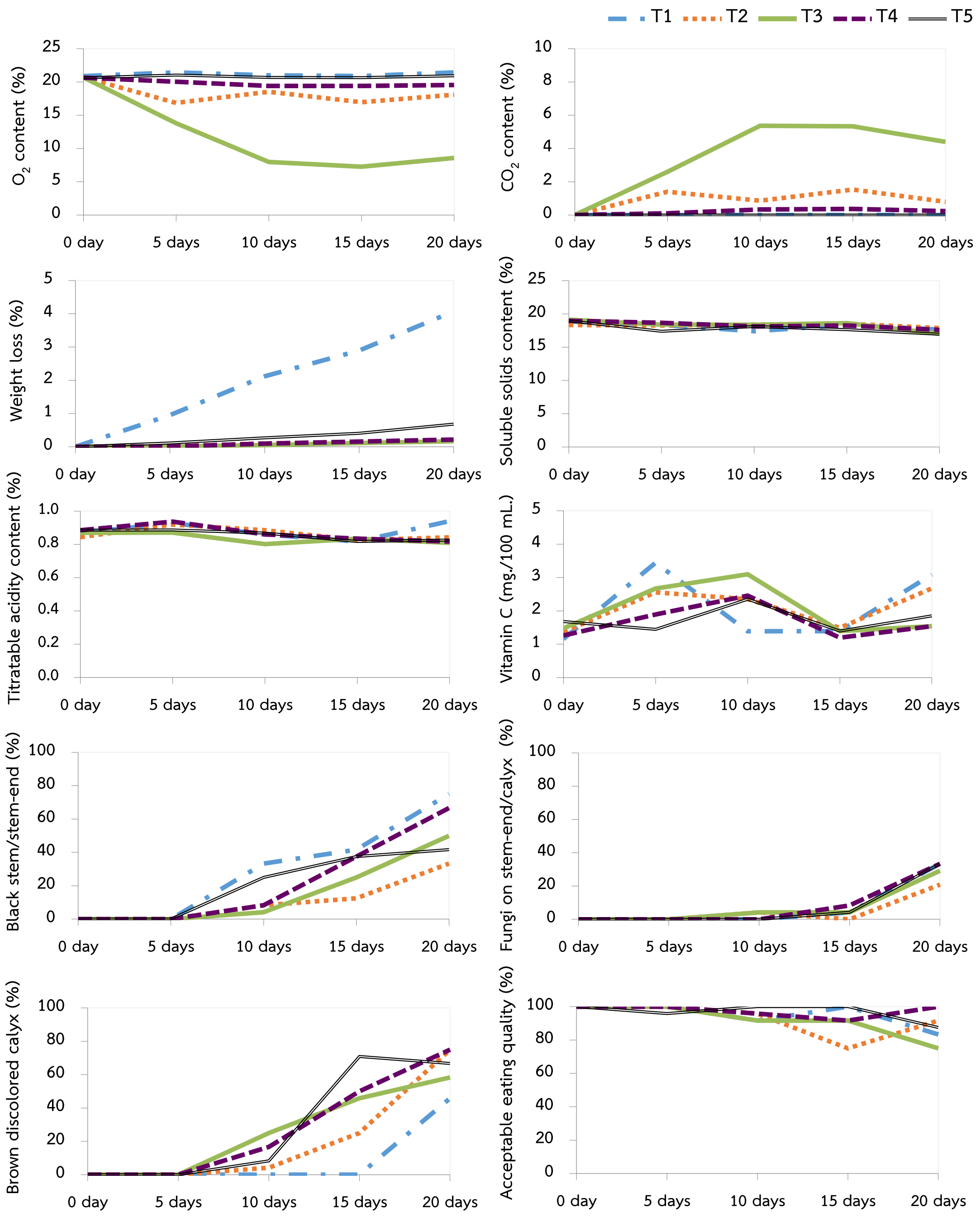



**Figure 27** Changes in $O_2$ content, $CO_2$ content, weight loss, soluble solids content (SSC), titratable acidity content (TA), vitamin C content, black stem/stem-end symptoms, fungi on stem-end/calyx, brown discolored calyx symptoms and acceptable eating quality of mangosteen fruits were packed into 5 types of packaging: T1-Net bag, T2-Perforated PP bag with 80 pinholes on the upper part of bag, T3-Perforated PP bag with 100 pinholes on the upper part of bag, T4-Perforated PP bag with 1X1 cm pinholes on both lateral sides of bag and T5-Perforated PP bag with 1X1 cm pinholes across the upper part of bag prior to storage at 13 degree Celsius for 20 days

<u>ทดสอบการใช้บรรจุภัณฑ์ร่วมกับสารยืดอายุการเก็บรักษา</u>

จากการทดสอบเปรียบเทียบการใช้บรรจุภัณฑ์ร่วมกับสารยืดอายุการเก็บรักษาชนิดต่าง ๆ ที่เคยมีการทดสอบและให้ผลดีในการเก็บรักษาผลมังคุดตามกรรมวิธี คือ T1 ถุงตาข่าย+ไม่ใช้สารยืดอายุ T2 ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็ม ระยะ 1X1 เซนติเมตร ตลอดด้านบนของถุง+ไม่ใช้สารยืดอายุ T3 ถุง PP ตามกรรมวิธี T2+จุ่มผลในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.2 เปอร์เซ็นต์ T4 ถุง PP ตามกรรมวิธีที่ T2+จุ่มผลในสารละลายกรดจิบเบอเรลลิก 600 ไมโครลิตรต่อลิตร และ T5 ถุง PP ตามกรรมวิธี T2+จุ่มผลในสารละลายไคโตซาน 1 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปทดสอบการเก็บรักษาและวางจำหน่ายผลมังคุดที่อุณหภูมิ 25 หรือ 13 องศาเซลเซียส ผลการทดลองพบว่าที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส การบรรจุผลมังคุดในถุง PP เจาะรูทั้งที่มีและไม่มีการใช้สารยืดอายุ มีการสูญเสียน้ำหนักต่ำกว่าผลมังคุดที่บรรจุในถุงตาข่าย โดยมีการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยเพียง 5.8 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการวางจำหน่ายนาน 18 วัน ขณะที่มังคุดในถุงตาข่ายมีการสูญเสียน้ำหนักสูงถึง 15.2 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการวางจำหน่ายเดียวกัน (Figure 28) ส่วนการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ SSC TA และวิตามินซีในผลมังคุดสด พบว่า ปริมาณ SSC และ TA ของทุกกรรมวิธีมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันตลอดอายุการวางจำหน่าย สำหรับปริมาณวิตามินซี พบว่า ผลมังคุดกรรมวิธี T1 ถึง T5 มีค่าเฉลี่ยในวันแรกเท่ากับ 4.2 3.9 4.6 2.6 และ 6.3 มิลลิกรัมต่อร้อยมิลลิลิตร ตามลำดับ จากนั้นมีแนวโน้มลดลงตามอายุการวางจำหน่ายจนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.8 2.9 1.2 1.7 และ 1.2 มิลลิกรัมต่อร้อยมิลลิลิตร ตามลำดับ หลังทดสอบวางจำหน่ายนาน 18 วัน ซึ่งการที่ปริมาณวิตามินซีลดลงนี้อาจเป็นผลมาจากการพัฒนาของผลจนเข้าสู่ระยะชราภาพและเกิดการเสื่อมสภาพลง ทำให้ปริมาณวิตามินซีลดลงตามไปด้วย (Figure 28) สำหรับผลของการใช้สารยืดอายุชนิดต่าง ๆ ต่อคุณภาพภายนอกของผลมังคุดโดยพิจารณาเปอร์เซ็นต์ผลมังคุดที่เกิดขั้วดำ ผลที่มีราที่ขั้ว และผลที่กลีบเลี้ยงเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล พบว่า ผลมังคุดที่ไม่จุ่มสารยืดอายุแล้วบรรจุในถุงตาข่ายเริ่มมีเปอร์เซ็นต์การเกิดขั้วผลดำหลังการทดสอบวางจำหน่ายนาน 3 วัน และมีเปอร์เซ็นต์เพิ่มสูงขึ้นจนถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุวางจำหน่ายนาน 15 วัน ส่วนเปอร์เซ็นต์การเกิดเชื้อราที่ขั้วผลมีค่าเป็นศูนย์ ส่วนผลที่กลีบเลี้ยงเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เริ่มพบที่อายุการวางจำหน่ายนาน 12 วัน แล้วเพิ่มสูงขึ้นถึง 100 เปอร์เซ็นต์ หลังการวางจำหน่ายนาน 18 วัน ซึ่งการเปลี่ยนสีกลีบเลี้ยงที่เกิดขึ้นนี้มีสาเหตุมาจากการสูญเสียน้ำของมังคุดทำให้กลีบเลี้ยงแห้งเหี่ยวจนเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลในที่สุด ส่วนเปอร์เซ็นต์ผลมังคุดที่เกิดขั้วดำ ผลที่มีราที่ขั้ว และผลที่มีกลีบเลี้ยงเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลในกรรมวิธีที่จุ่มและไม่จุ่มสารยืดอายุชนิดต่าง ๆ ก่อนบรรจุถุง PP เจาะรู พบว่า มีค่าใกล้เคียงกันและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นไปในทิศทางเดียวกันตลอกอายุการวางจำหน่าย สำหรับคุณภาพการรับประทานของผลมังคุด พบว่า ทุกกรรมวิธีมีค่าใกล้เคียงกันและมีแนวโน้มลดลงตามอายุการวางจำหน่ายที่นานขึ้น โดยผลมังคุดมีคุณภาพการรับประทานได้ลดลงต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ หลังการวางจำหน่ายที่นานกว่า 15 วัน โดยเฉพาะผลที่บรรจุในถุงตาข่าย มีเปอร์เซ็นต์ผลที่รับประทานได้ต่ำกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างชัดเจน (Figure 28) ซึ่งจากผลการทดลองที่ปรากฏนี้ แสดงให้เห็นว่า การใช้สารยืดอายุการเก็บรักษาชนิดต่าง ๆ จุ่มผลมังคุดให้ผลที่ไม่แตกต่างจากการไม่จุ่มผล

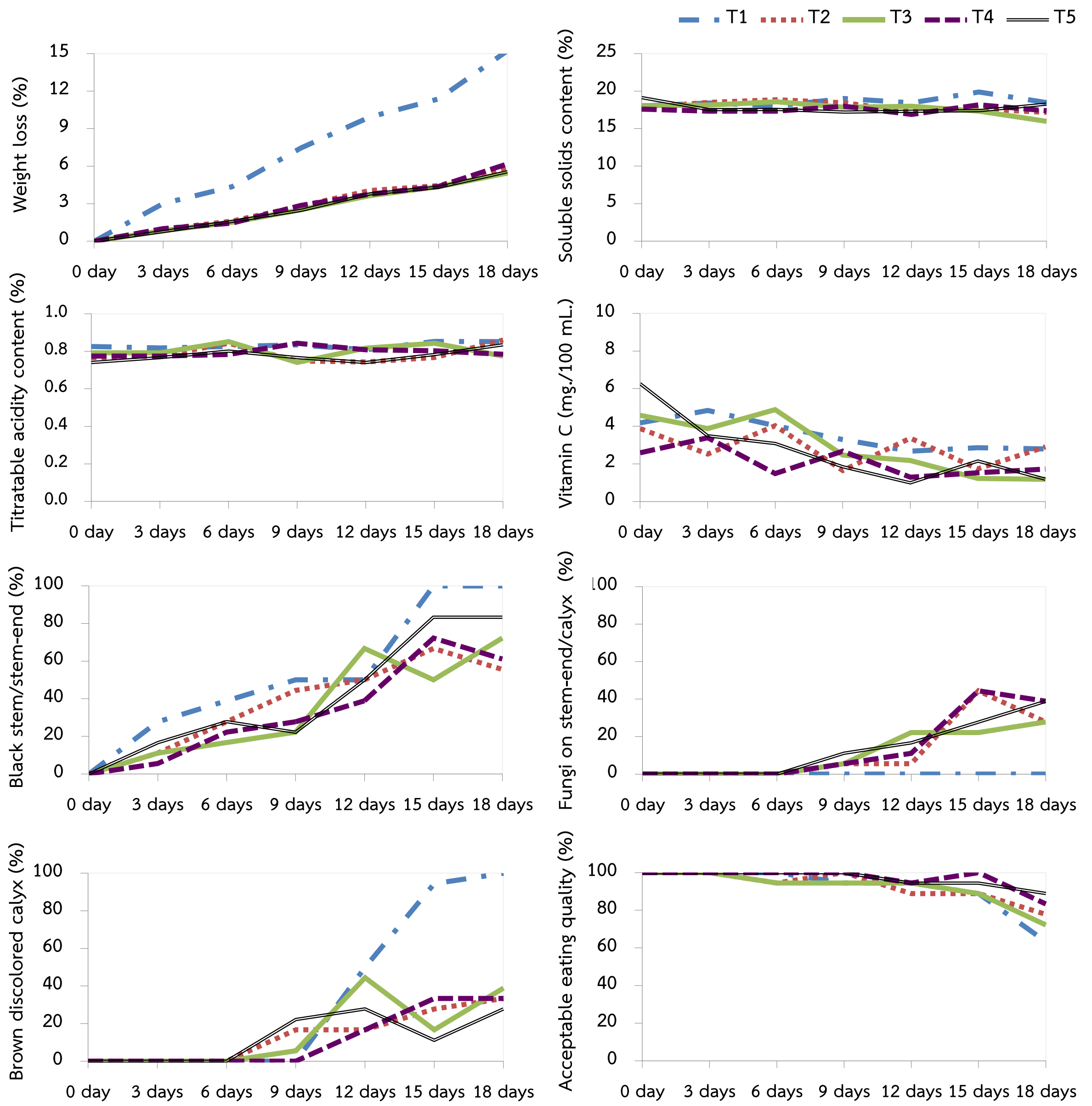



**Figure 28** Changes in weight loss, soluble solids content (SSC), titratable acidity content (TA), vitamin C content, black stem/stem-end symptoms, fungi on stem-end/calyx, brown discolored calyx symptoms and acceptable eating quality of mangosteen fruits were packed into 5 types of treatments: T1-Net bag without preservative agents, T2-Perforated PP bag with 1X1 cm pinholes across the upper part of bag without preservative agents, T3-Perforated PP bag same as T2 with 0.2% calcium chloride, T4-Perforated PP bag same as T2 with 600 ul.$L^{-1}$ gibberellic acid and T5- Perforated PP bag same as T2 with 1% chitosan prior to storage at 25±3 degree Celsius for 18 days

สำหรับผลการทดสอบเปรียบเทียบการใช้สารยืดอายุการเก็บรักษาชนิดต่าง ๆ ร่วมกับบรรจุภัณฑ์แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส นาน 25 วัน พบว่า การบรรจุผลมังคุดในบรรจุภัณฑ์ถุง PP เจาะรู ทุกกรรมวิธีสามารถช่วยลดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของผล โดยมีการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยเพียง 0.8 เปอร์เซ็นต์ หลังการเก็บรักษานาน 25 วัน ขณะที่ผลมังคุดในถุงตาข่ายมีการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ย 7.0 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษาเดียวกัน (Figure 29) ส่วนการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ SSC TA และวิตามินซีในผลมังคุดสด พบว่า ผลมังคุดทุกกรรมวิธีมีค่าใกล้เคียงกันและมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันตลอดการทดลอง โดยที่ปริมาณ SSC ของทุกกรรมวิธีมีค่าเฉลี่ยรวมในวันแรกของการเก็บรักษาเท่ากับ 18.9 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นมีปริมาณลดลงเล็กน้อยจนมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 17.9 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษานาน 25 วัน สอดคล้องกับปริมาณ TA ของผลมังคุดที่มีค่าเฉลี่ยลดลงตามอายุการเก็บรักษาเช่นเดียวกัน สำหรับปริมาณวิตามินซี พบว่า ผลมังคุดทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาเช่นเดียวกับปริมาณ SSC และ TA แต่เมื่อพิจารณาจากระยะเวลาในการเก็บรักษาจะสังเกตเห็นได้ว่า ปริมาณวิตามินซีที่ลดลงจากวันแรกจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยรวมทุกกรรมวิธีเท่ากับ 7.4 มิลลิกรัมต่อร้อยมิลลิลิตร ในวันแรกของการเก็บรักษา จากนั้นลดลงเหลือ 3.6 มิลลิกรัมต่อร้อยมิลลิลิตร ที่อายุการเก็บรักษานาน 25 วัน (Figure 29) สำหรับผลการทดสอบต่อคุณภาพภายนอกของผลมังคุดสด โดยพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ผลมังคุดที่เกิดขั้วดำหรือปลายขั้วดำ ผลที่มีราที่ขั้วหรือกลีบเลี้ยง และผลที่มีกลีบเลี้ยงเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล พบว่า ผลมังคุดทั้งที่มีการใช้หรือไม่ใช้สารยืดอายุทุกกรรมวิธีที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ทุกกรรมวิธี มีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น โดยมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียคุณภาพชัดเจนหลังการเก็บรักษานาน 15 วัน และมีคุณภาพภายนอกเริ่มไม่เป็นที่ยอมรับหลังการเก็บรักษานาน 20 วัน (Figure 29) ซึ่งจากผลการทดลองนี้ แสดงให้เห็นว่า การใช้สารยืดอายุการเก็บรักษาชนิดต่าง ๆ จุ่มผลมังคุดให้ผลที่ไม่แตกต่างจากการไม่จุ่มผล ดังนั้น การใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมเพียงอย่างเดียวสามารถช่วยรักษาคุณภาพของผลมังคุดสดได้

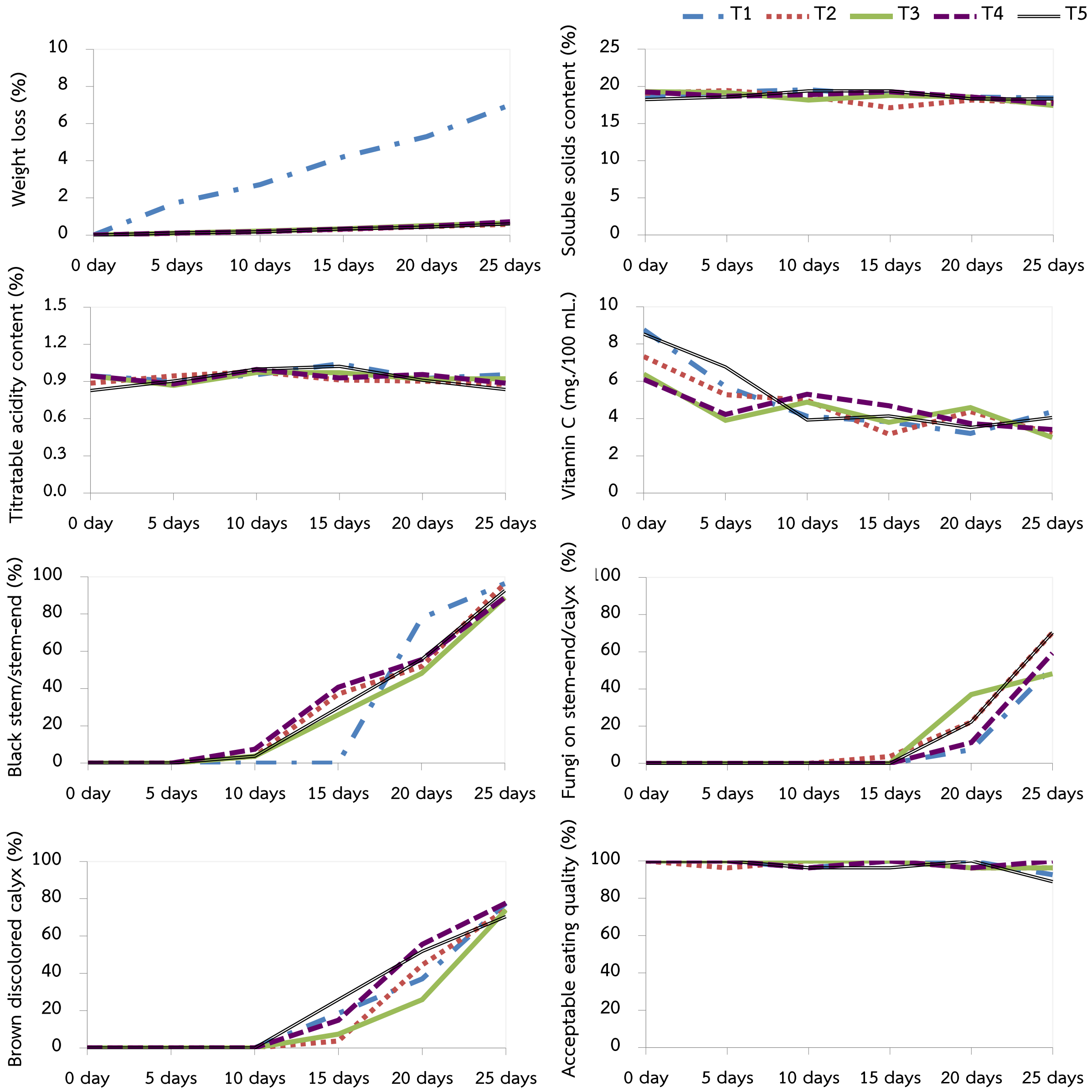



**Figure 29** Changes in weight loss, soluble solids content (SSC), titratable acidity content (TA), vitamin C content, black stem/stem-end symptoms, fungi on stem-end/calyx, brown discolored calyx symptoms and acceptable eating quality of mangosteen fruits were packed into 5 types of treatments: T1-Net bag without preservative agents, T2-Perforated PP bag with 1X1 cm pinholes across the upper part of bag without preservative agents, T3-Perforated PP bag same as T2 with 0.2% calcium chloride, T4-Perforated PP bag same as T2 with 600 ul.L$^{-1}$ gibberellic acid and T5-Perforated PP bag same as T2 with 1% chitosan prior to storage at 13 degree Celsius for 18 days

**การทดลองที่ 3 เทคโนโลยีการรักษาคุณภาพและเพิ่มมูลค่าไม้ตัดดอกเพื่อการส่งออก**

ศึกษาในไม้ตัดดอก 2 ชนิด คือ ดอกดาหลาและดอกกระเจียวส้ม มีผลการดำเนินงานดังนี้

**1. ดอกดาหลา**

**1.1 การประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวดอกดาหลา**

การปฏิบัติในขั้นตอนต่าง ๆ ในแหล่งผลิตไม้ตัดดอกที่จังหวัดกาญจนบุรี โดยปฏิบัติตามขั้นตอนวิธีการของเกษตรกรและผู้ส่งออกตั้งแต่ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวในแปลงปลูก การรวบรวมผลิตผล การจัดการในโรงคัดบรรจุ จนกระทั่งการจำลองการส่งออกไปจำหน่ายยังสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์

1. ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวในแปลงปลูก พบว่า เกษตรกรเก็บเกี่ยวดอกดาหลาในช่วงเช้า โดยใช้มีดตะขอในการตัด หลังตัดดอกแช่ก้านดอกในน้ำสะอาดทันที รวบรวมแล้วนำดอกดาหลาแช่ในอ่างน้ำเพื่อล้างและไล่แมลง จากนั้นห่อหุ้มดอกดาหลาด้วยถุงพลาสติกทุกดอก มัดรวมช่อ ช่อละ 10 ดอก ห่อด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์อีกชั้น (Figure 30)

2. ขั้นตอนการขนส่งไม้ตัดดอกดอกดาหลาจากสวนเกษตรกรมายังผู้รวบรวมสินค้า พบว่า เกษตรกรเก็บเกี่ยวดอกดาหลาทุกระยะเก็บเกี่ยวและขนาดดอกปะปน ขนส่งดอกดาหลาจากจังหวัดกาญจนบุรีไปยังโรงคัดบรรจุในจังหวัดราชบุรี ด้วยรถกระบะที่ไม่ควบคุมอุณหภูมิ เมื่อเดินทางถึงโรงคัดบรรจุจะดำเนินการตามขั้นตอนของผู้ประกอบการ โดยคัดแยกสาเหตุของการสูญเสีย คัดแยกดอกที่ไม่ได้มาตรฐานการส่งออก เช่น ก้านดอกสั้น ดอกมีขนาดเล็ก ซึ่งความยาวก้านดอกตามมาตรฐานการส่งออก คือ 80-100 เซนติเมตร ขนาดดอกใหญ่ กลีบดอกไม่ฉีกขาด และไม่มีรอยกัดของแมลง หุ้มก้านดอกด้วยสำลีชุบน้ำแล้วหุ้มด้วยถุงพลาสติกอีกชั้น ห่อหุ้มดอกด้วยกระดาษสา นำเข้าห้องอุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส แล้วนำบรรจุลงกล่องกระดาษลูกฟูก จำนวน 20 ดอกต่อกล่อง (Figure 31)

3. ขั้นตอนการขนส่งไปยังสนามบิน ดอกดาหลาที่ผ่านขั้นตอนของผู้ประกอบการโดยบรรจุลงกล่องกระดาษลูกฟูก จำนวน 20 ดอกต่อกล่อง ขนส่งด้วยรถห้องเย็นควบคุมอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส รองพื้นด้วยผ้านวมเพื่อกันแรงกระแทก ใช้ระยะเวลาในการขนส่งไปยังสนามบิน ประมาณ 3-4 ชั่วโมง สุ่มตัวอย่างดอกดาหลามาประเมินการสูญเสียและคัดแยกสาเหตุของการสูญเสียทันทีเมื่อขนส่งถึงสนามบิน

4. ขั้นตอนจำลองการส่งออก โดยจำลองการส่งออกไปยังสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 14 ชั่วโมง แล้วนำมาประเมินการสูญเสียโดยจำแนกตามสาเหตุของการสูญเสีย

**ปริมาณการสูญเสียในขั้นตอนหลังการเก็บเกี่ยวไปยังตลาดต่างประเทศ**

**ขั้นตอนการจัดการในโรงคัดบรรจุ** พบการสูญเสียที่โรงคัดบรรจุเฉลี่ยร้อยละ 28.1 ได้แก่ ก้านดอกสั้นร้อยละ 2.5 ดอกมีขนาดเล็กร้อยละ 21.3 ลักษณะดอกผิดปกติร้อยละ 2.5 การเกิดโรคร้อยละ 1.5 รอยฉีกขาดร้อยละ 0.8 และรอยช้ำร้อยละ 1.5

**ขั้นตอนการขนส่ง** ในขณะที่การขนส่งไปยังสนามบิน พบการสูญเสียร้อยละ 46.6 ได้แก่ รอยฉีกขาดร้อยละ 8.0 รอยพับร้อยละ 22.7 และรอยช้ำร้อยละ 16.0

**ขั้นตอนการเก็บรักษาเพื่อรอการส่งออก** โดยจำลองการส่งออกไปยังสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 14 ชั่วโมง แล้วนำมาประเมินการสูญเสียโดยจำแนกตามสาเหตุของการสูญเสียพบการสูญเสียจากการจำลองการส่งออกเฉลี่ยร้อยละ 47.9 ได้แก่ การเกิดโรคร้อยละ 4.6 รอยฉีกขาดร้อยละ 10.0 รอยพับร้อยละ 29.3 และรอยช้ำร้อยละ 4.0

จากการประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวของดอกดาหลาตั้งแต่ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวจากแปลงปลูกจนกระทั่งส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ เมื่อจำแนกการสูญเสียในแต่ละขั้นตอน พบว่า ขั้นตอนการเก็บรักษาเพื่อรอการส่งออก พบการสูญเสียมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 47.9 รองลงมาคือ ขั้นตอนการขนส่งจากโรงคัดบรรจุมายังสนามบิน และขั้นตอนการจัดการในโรงคัดบรรจุ คิดเป็นร้อยละ 46.7 และ 28.1 ตามลำดับ (Table 20) โดยจำแนกสาเหตุของการสูญเสียได้เป็น 7 ประเภท คือ ก้านดอกสั้น ดอกมีขนาดเล็ก ลักษณะดอกผิดปกติ การเกิดโรครอยฉีกขาด รอยพับ และรอยช้ำ (Figure 32)

**การประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวดอกดาหลาไปยังตลาดในประเทศ** (ปากคลองตลาด) ดำเนินการในแหล่งผลิตไม้ตัดดอกเพื่อจำหน่ายในประเทศ ในจังหวัดกาญจนบุรี โดยปฏิบัติตามขั้นตอนและวิธีการของเกษตรกร ซึ่งมีขั้นตอนการเก็บเกี่ยวในแปลงปลูก การรวบรวมผลิตผล พบว่า ดอกดาหลาห่อหุ้มด้วยถุงพลาสติกทุกดอก มัดรวมช่อ ช่อละ 10 ดอก ห่อด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์อีกชั้น ขนส่งโดยใช้รถกระบะ รองพื้นกระบะด้วยผ้านวม วางดอกดาหลาที่จัดเป็นช่อเรียงซ้อนกัน ขนส่งไปจำหน่ายยังตลาดดอกไม้ที่ปากคลองตลาด พบสาเหตุ การสูญเสียตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

**ขั้นตอนการจัดการในโรงคัดบรรจุ** พบการสูญเสียที่โรงคัดบรรจุเฉลี่ยร้อยละ 40.0 ได้แก่ ก้านดอกสั้นร้อยละ 19.0 ดอกมีขนาดเล็กร้อยละ 13.5 การเข้าทำลายของแมลงร้อยละ 3.0 รอยฉีกขาดร้อยละ 2.5 และรอยช้ำร้อยละ 2.0

**ขั้นตอนการขนส่งไปยังตลาดในประเทศ** พบการสูญเสียในขั้นตอนการขนส่งคิดเป็นร้อยละ 47.5 ได้แก่ การเข้าทำลายของแมลงร้อยละ 2.0 การเกิดโรคร้อยละ 2.5 รอยฉีกขาดร้อยละ 2.5 รอยพับร้อยละ 15.5 และรอยช้ำร้อยละ 2.0 (Table 21) จากความเสียหายเห็นได้ว่าเกิดจากการปฏิบัติสูงจึงต้องปฏิบัติตาม GAP เช่น ขนาดดอกเล็ก การเข้าทำลายของแมลง

นอกจากนั้นการประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวของดอกดาหลา พบว่า การเก็บเกี่ยวดอกดาหลาระยะดอกตูมเกินไป ซึ่งการพัฒนาของดอกยังไม่สมบูรณ์ เมื่อนำไปปักแจกันจะทำให้เหี่ยวได้ง่าย มีคุณภาพต่ำและอายุการใช้งานสั้น ซึ่งหากมีการเก็บเกี่ยวในระยะที่เหมาะสม จะช่วยลดการสูญเสียดังกล่าวลงได้ เนื่องจากไม้ดอกแต่ละชนิดจะมีระยะการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกันตามชนิดของดอกไม้ (นิธิยาและดนัย, 2556) การเกิดรอยพับ รอยช้ำ และรอยฉีกขาดของกลีบดอก การสูญเสียในขั้นตอนนี้สาเหตุอาจเกิดจากแรงกระแทก การกดทับ และการเสียดสีในระหว่างการขนส่ง การบรรจุหีบห่อไม้ดอก ควรจัดวางไม้ดอกในกล่องไม่ให้เคลื่อนไหวและบรรจุไม่แน่นหรือมากจนเกินไป เนื่องจากการบรรจุมากเกินไปและการจัดวางไม่เหมาะสมทำให้เกิดเสียหายได้ (จิราภา, 2559) และนำไปสู่การเสื่อมสภาพของดอกไม้ จึงควรใช้ความระมัดระวังในทุกขั้นตอนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดบาดแผล การเกิดรอยช้ำที่ส่วนต่าง ๆ ของดอกไม้และไม่ควรวางดอกไม้ซ้อนทับกันมากเกินไป ส่วนการเกิดรอยพับ รอยช้ำ รอยฉีกขาดของกลีบดอก และความเสียหายที่เกิดจากโรคพืชในดอกดาหลา

ตรวจพบในขั้นตอนการคัดแยกที่ โรงคัดบรรจุ ทั้งนี้ในขั้นตอนการจำลองการส่งออก พบการเสียหายในส่วนนี้เพิ่มขึ้นเล็กน้อย เนื่องจากมีการคัดส่วนที่เป็นโรคออก และการขนส่งใช้เวลาไม่นานจึงยังไม่พบการแพร่กระจายของโรค ส่วนความเสียหายจากรอยพับ รอยช้ำ รอยฉีกขาดของกลีบดอก อาจเกิดจากขั้นตอนการขนส่งไปยังสนามบิน อย่างไรก็ตาม รอยพับ  และรอยช้ำ มี%การสูญเสียค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับความเสียหายทั้งหมด แสดงให้เห็นว่าแรงกดทดทับและแรงกระแทกในระหว่างการขนส่งมีผลเสียต่อการสูญเสียคุณ ภาพหลังการเก็บเกี่ยว ดังนั้น ควรให้ความรู้ คำแนะนำแก่เกษตรกรและผู้ประกอบการส่งออกไม้ตัดดอกถึงวิธีปฏิบัติที่ถูกต้อง เพื่อลดการสูญเสียและได้ผลผลิตที่มีคุณภาพสำหรับวางจำหน่ายในประเทศและส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ

**Table 20** The percentage of loss assessment at difference stage after harvest for export

| Loss assessment points | short stem | small size | abnormalities | disease | torn petals | folded | bruise | total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Packing house | 2.5 | 21.3 | 0.5 | 1.5 | 0.8 | 0.0 | 1.5 | **28.1** |
| 2. Transportation to the airport | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 8.0 | 22.7 | 16.0 | **46.7** |
| 3. Export simulation | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.6 | 10.0 | 29.3 | 4.0 | **47.9** |

**Table 21** The percentage of loss assessment at difference stage after harvest to local market

| Loss assessment points | short stem | small size | abnormalities | insect | disease | torn petals | folded | bruise | total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Packing house | 19.0 | 13.5 | 0.0 | 3.0 | 0.0 | 2.5 | 0.0 | 2.0 | **40.0** |
| 2. Transportation to the markets | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 2.5 | 2.5 | 15.5 | 27.5 | **47.5** |

(A) (B) (C) (D) (E) (F)

**Figure 30** The handing practices at packing house:

A = Harvesting

B = Soak flower stalks

C = Cleaning

D = Making bunches

E = Packing flower bouquet by PP film

F = Final product

(A)

(B)

(C)

(D)

(E)

(F)

**Figure 31** Dalha practicing at packing house for export:

A = Wrap from the overall

B = Separating

C = Wrapping into bouquet

D = Stalks with soaked cotton ball in water

E = Packing in corrugated paper box

F = Final product for export

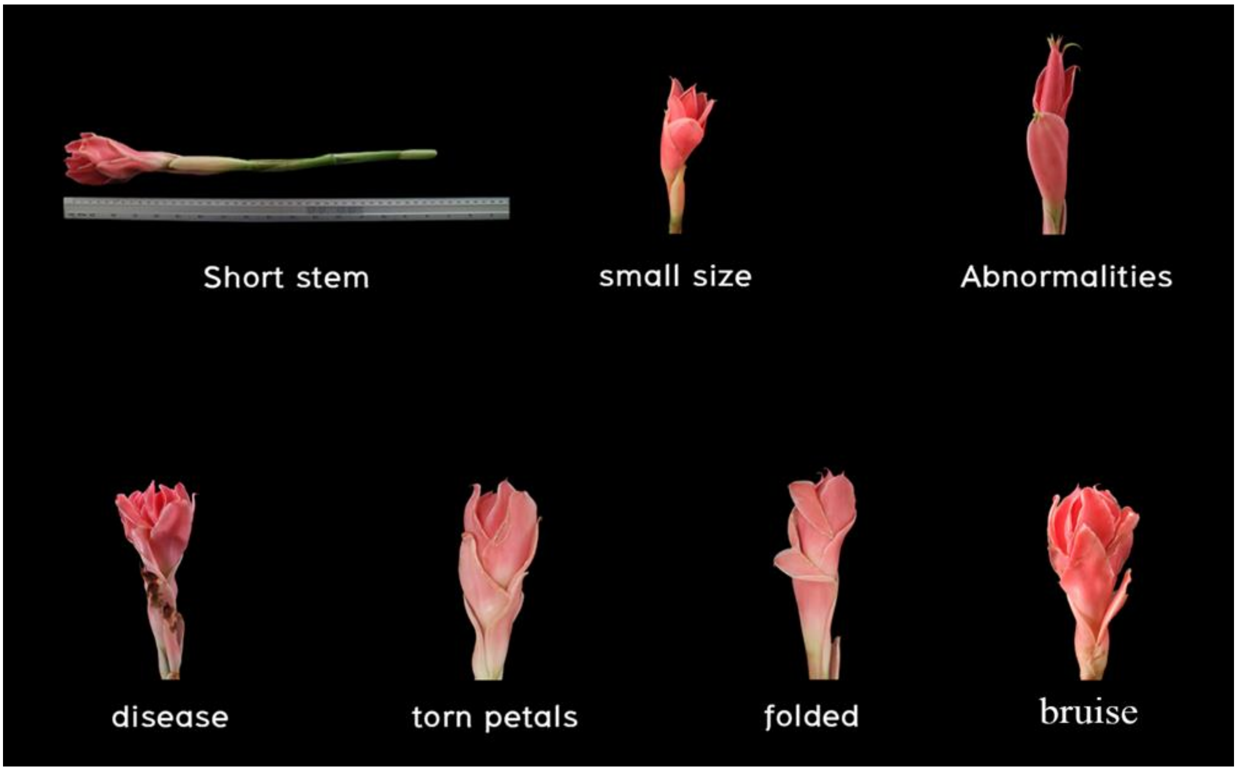



**Figure 32** Cause of loss in Dalha after harvest

**1.2 การศึกษาดัชนีการเก็บเกี่ยวและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาดอกดาหลา**

**ปริมาณการดูดน้ำ** พบว่า ดอกดาหลาเก็บเกี่ยวที่ระยะดอกบาน 100% (Figure 33) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ตลอดอายุการเก็บรักษา มีปริมาณการดูดน้ำมากที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 22) แต่แสดงอาการเสื่อมสภาพเร็วกว่าการเก็บเกี่ยวดอกดาหลาที่ระยะ 50 และ 70% เนื่องจากระยะเก็บเกี่ยวที่แก่จนเกินไปเมื่อพืชเกิดบาดแผลและเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงจึงกระตุ้นให้มีอัตราการหายใจสูงพืชคายน้ำได้มาก ส่งผลให้มีปริมาณการดูดน้ำเข้าไปในดอกมากขึ้น

**การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด** พบว่า ตลอดอายุการเก็บรักษาดอกดาหลาเก็บเกี่ยวที่ระยะดอกบาน 50% มีน้ำหนักสดมากที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 23) การตัดดอกไม้ในระยะที่เหมาะสมและเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักทำให้ดอกมีความสดและยังช่วยรักษาคุณภาพของดอกไม้ให้มีอายุการใช้งานได้นานขึ้น

**การเปลี่ยนแปลงสี** ดอกดาหลาเก็บเกี่ยวที่ระยะดอกบาน 50% มีค่า L* สูงที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 24) สำหรับค่า a* อยู่ในแกน + ซึ่งแสดงค่าสีแดง พบว่า ดอกดาหลาเก็บเกี่ยวที่ระยะดอกบาน 100% มีค่า a* สูงที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกระยะเก็บเกี่ยว (Table 25) ส่วนค่า b* ของดอกดาหลา พบว่า ที่ระยะดอกบาน 100% มีค่า b* สูงที่สุด 15.17 และเมื่อเก็บรักษาครบ 5 วัน พบว่า ค่า b* ที่ระยะดอกบาน 100% มีค่า b* น้อยที่สุด ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 26) จากการทดลองซึ่งแสดงให้เห็นว่าอายุการเก็บเกี่ยวมีผลต่อ ค่า L* ค่า a* และค่า b* ของดาหลา เนื่องจากกลีบประดับของดอกดาหลาเก็บเกี่ยวที่ระยะดอกบาน 50% สามารถพัฒนาและบานต่อไปได้เมื่อมีอายุการเก็บรักษานานขึ้นและจะลดลงเมื่อดอกดาหลาเริ่มเสื่อมสภาพ ส่วนค่า a* ของดอกดาหลาเก็บเกี่ยวที่ระยะดอกบาน 100% มีค่าสูงที่สุด เนื่องจากสีของดอกหลาที่ระยะดอกบาน 100% มีการพัฒนาของสีแดงเต็มที่

**คะแนนความสด** เมื่ออายุการเก็บรักษาครบ 4 วัน ดอกดาหลาเก็บเกี่ยวที่ระยะดอกบาน 70 และ 100% เริ่มปรากฏลักษณะการเสื่อมสภาพของดอกที่สังเกตได้อย่างชัดเจน คือ กลีบดอกแสดงให้เห็นบาดแผล รอยช้ำและรอยพับจากการขนส่งเด่นชัดขึ้น ปลายกลีบเริ่มแสดงอาการเหี่ยวแห้ง (Figure 35) และเมื่ออายุเก็บรักษาครบ 5 วัน พบว่า ดอกดาหลาเก็บเกี่ยวที่ระยะดอกบาน 50% มีการเสื่อมสภาพของดอกน้อยที่สุด และส่งผลให้มีค่าคะแนนความสดมากที่สุด 4.3 คะแนน (Table 27) เนื่องจากอุณหภูมิต่ำช่วยชะลอการสูญเสียน้ำทำให้ดอกดาหลาสด ไม่เหี่ยวแห้ง จึงทำให้มีค่าคะแนนความสดสูงกว่า

**อายุการเก็บรักษา** พบว่า ดอกดาหลาเก็บเกี่ยวที่ระยะดอกบาน 50% ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด 13.9 วัน (Table 28) จากกการทดลองแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิมีผลต่อปริมาณการดูดน้ำของดอกดาหลา การเก็บเกี่ยวดอกไม้ที่บานเต็มที่ มีผลทำให้อายุการใช้งานของดอกดาหลาสั้นลง จึงควรเก็บรักษาดอกดาหลาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสและการเก็บเกี่ยวที่ระยะดอกบาน 50% สามารถชะลอการเสื่อมสภาพและยืดอายุการใช้งานได้นานขึ้น ซึ่งการเก็บเกี่ยวในระยะที่เหมาะสมยังสามารถลดการสูญเสียในระหว่างการขนส่งได้

**Table 22** Water up take (ml) of Dalha at different harvesting index and storage temperature

| Harvesting Index | Storage temperature | | |
|---|---|---|---|
| | 15 | 20 | 25 |
| | | Day1 | |
| 50% | 5.28 b B | 6.63 b B | 13.68 c A |
| 70% | 8.82 a C | 12.25 a B | 24.08 b A |
| 100% | 9.53 a B | 10.78 ab B | 31.13 a A |
| cv (%) (temperature) = 4.7 cv (%) (Harvesting Index) = 10.8 | | | |
| | | Day2 | |
| 50% | 4.90 b B | 5.40 b B | 19.60 c A |
| 70% | 7.48 ab B | 7.05 b B | 35.00 b A |
| 100% | 8.40 a B | 9.82 a B | 41.33 a A |
| cv (%) (temperature) = 10.8 cv (%) (Harvesting Index) = 11.6 | | | |
| | | Day3 | |
| 50% | 5.08 b B | 5.50 b B | 15.78 c A |
| 70% | 7.88 ab B | 8.95 a B | 29.10 b A |
| 100% | 9.82 a B | 8.82 a B | 34.50 a A |
| cv (%) (temperature) = 4.7 cv (%) (Harvesting Index) = 13.7 | | | |
| | | Day4 | |
| 50% | 7.15 b B | 5.03 b B | 13.63 c A |
| 70% | 10.15 ab B | 7.08 ab C | 29.53 b A |
| 100% | 12.25 a B | 9.40 a B | 33.75 a A |
| cv (%) (temperature) = 11.3 cv (%) (Harvesting Index) = 14.8 | | | |
| | | Day5 | |
| 50% | 5.0 c C | 3.8 b C | 12.2 b A |
| 70% | 7.6 b B | 7.4 a B | 23.3 a A |
| 100% | 9.3 a B | 7.8 a B | 27.1 a A |
| cv (%) (temperature) = 10.3 cv (%) (Harvesting Index) =13.3 | | | |

Means followed by the same uppercase letter (A, B, C) in the same row and the same lowercase letter (a, b, c) in the same column are not significantly different by DMRT (P≥0.05)

**Table 23** Fresh weight (%) of Dalha at different harvesting index and storage temperature

| Harvesting Index | Storage temperature | | | Average |
|---|---|---|---|---|
| | 15 | 20 | 25 | (Harvesting Index) |
| | | Day1 | | |
| 50% | 101.13 a | 101.18 a | 101.65 ab | 101.32 |
| 70% | 100.55 a | 101.15 a | 100.65 b | 100.78 |
| 100% | 100.83 a | 100.85 a | 102.08 a | 101.25 |
| Average Storage temperature | 100.83 | 101.06 | 101.46 | |
| cv (%) (temperature) = 0.9 cv (%) (Harvesting Index) = 0.8 | | | | |
| | | Day2 | | |
| 50% | 102.18 | 102.40 | 103.03 | 102.53 a |
| 70% | 101.18 | 102.15 | 101.38 | 101.57 b |
| 100% | 101.63 | 101.85 | 102.78 | 102.08 ab |
| Average Storage temperature | 101.66 | 102.13 | 102.39 | |
| cv (%) (temperature) = 0.8 cv (%) (Harvesting Index) = 0.9 | | | | |
| | | Day3 | | |
| 50% | 102.63 | 103.73 | 104.00 | 103.45 a |
| 70% | 101.75 | 103.03 | 101.95 | 102.24 b |
| 100% | 102.03 | 102.07 | 103.13 | 102.77 b |
| Average Storage temperature | 102.13 B | 103.15 A | 103.03 AB | |
| cv (%) (temperature) = 0.9 cv (%)cv (%) (Harvesting Index) = 0.9 | | | | |
| | | Day4 | | |
| 50% | 102.88 | 104.55 | 104.58 | 104.00 a |
| 70% | 102.48 | 103.78 | 102.03 | 102.76 b |
| 100% | 102.63 | 103.60 | 103.63 | 103.28 ab |
| Average Storage temperature | 102.66 B | 103.98 A | 103.41 AB | |
| cv (%) (temperature) = 0.9 cv (%) (Harvesting Index) = 1.0 | | | | |
| | | Day5 | | |
| 50% | 104.3 | 105.6 | 104.9 | 104.9 |
| 70% | 103.1 | 104.5 | 102.8 | 103.5 |
| 100% | 103.1 | 104.3 | 103.5 | 103.6 |
| Average Storage temperature | 103.5 | 104.8 | 103.7 | |
| cv (%) (temperature) = 0.9 cv (%) (Harvesting Index) = 1.4 | | | | |

Means followed by the same uppercase letter (A, B, C) in the same row and the same lowercase letter (a, b, c) in the same column are not significantly different by DMRT (P≥0.05)

**Table 24** L* value of Dalha at different harvesting index and storage temperature

| Harvesting Index | Storage temperature | | | Average |
|---|---|---|---|---|
| | 15 | 20 | 25 | (Harvesting Index) |
| | | Day1 | | |
| 50% | 52.20 | 51.38 | 53.10 | 52.23 a |
| 70% | 49.37 | 50.23 | 49.25 | 49.62 b |
| 100% | 47.70 | 48.15 | 49.22 | 48.36 b |
| Average Storage temperature | 49.76 | 49.92 | 50.53 | |
| cv (%) (temperature) = 4.0 cv (%) (Harvesting Index) = 3.7 | | | | |
| | | Day2 | | |
| 50% | 51.75 | 51.55 | 54.18 | 52.49 a |
| 70% | 49.25 | 51.03 | 51.58 | 50.65 b |
| 100% | 49.05 | 50.88 | 50.03 | 49.98 b |
| Average Storage temperature | 50.05 | 51.15 | 51.93 | |
| cv (%) (temperature) = 2.8 cv (%) (Harvesting Index) = 3.9 | | | | |
| | | Day3 | | |
| 50% | 51.85 | 51.60 | 53.33 | 52.26 a |
| 70% | 49.47 | 50.13 | 51.03 | 50.21 b |
| 100% | 50.25 | 49.45 | 50.08 | 49.92 b |
| Average Storage temperature | 50.53 | 50.39 | 51.48 | |
| cv (%) (temperature) =2.8 cv (%) (Harvesting Index) = 3.6 | | | | |
| | | Day4 | | |
| 50% | 51.73 | 51.22 | 52.55 | 51.8 3a |
| 70% | 49.08 | 49.65 | 49.70 | 49.48 b |
| 100% | 49.05 | 49.68 | 47.75 | 48.83 b |
| Average Storage temperature | 49.95 | 50.18 | 50.00 | |
| cv (%) (temperature) =2.8 cv (%) (Harvesting Index) = 3.4 | | | | |
| | | Day5 | | |
| 50% | 51.13 | 50.73 | 53.43 | 51.76 a |
| 70% | 48.20 | 49.55 | 49.55 | 49.10 b |
| 100% | 48.78 | 47.90 | 47.80 | 48.16 b |
| Average Storage temperature | 49.37 | 49.39 | 50.26 | |
| cv (%) (temperature) = 4.5 cv (%) (Harvesting Index) = 4.0 | | | | |

Means followed by the same uppercase letter (A, B, C) in the same row and the same lowercase letter (a, b, c) in the same column are not significantly different by DMRT (P≥0.05)

**Table 25** a* value of Dalha at different harvesting index and storage temperature

| Harvesting Index | Storage temperature | | | Average |
|---|---|---|---|---|
| | 15 | 20 | 25 | (Harvesting Index) |
| | | Day1 | | |
| 50% | 37.15 | 38.48 | 35.58 | 37.07 c |
| 70% | 40.33 | 39.15 | 40.53 | 40.00 b |
| 100% | 43.00 | 42.68 | 41.00 | 42.23 a |
| Average Storage temperature | 40.16 | 40.10 | 39.03 | |
| cv (%) (temperature) = 4.2 cv (%) (Harvesting Index) = 6.1 | | | | |
| | | Day2 | | |
| 50% | 38.25 | 37.72 | 35.05 | 37.10 |
| 70% | 40.60 | 37.43 | 37.20 | 38.41 |
| 100% | 40.63 | 38.78 | 39.20 | 39.53 |
| Average Storage temperature | 39.83 A | 37.97 AB | 37.15 B | |
| cv (%) (temperature)= 5.7 cv (%) (Harvesting Index) = 7.7 | | | | |
| | | Day3 | | |
| 50% | 37.30 | 38.68 | 35.50 | 37.16 |
| 70% | 39.4 | 38.23 | 37.90 | 38.51 |
| 100% | 38.98 | 38.23 | 38.65 | 38.62 |
| Average Storage temperature | 38.56 | 38.38 | 37.35 | |
| cv (%) (temperature) = 6.9 cv (%)Harvesting Index) = 5.2 | | | | |
| | | Day4 | | |
| 50% | 37.10 | 37.30 | 34.68 | 36.36 b |
| 70% | 40.45 | 39.50 | 38.30 | 39.42 a |
| 100% | 40.15 | 39.33 | 41.38 | 40.28 a |
| Average Storage temperature | 39.23 | 38.71 | 38.12 | |
| cv (%) (temperature) = 5.2 cv (%) (Harvesting Index) = 4.5 | | | | |
| | | Day5 | | |
| 50% | 38.05 | 37.53 | 34.85 | 36.81 b |
| 70% | 40.85 | 39.60 | 38.55 | 39.67 a |
| 100% | 39.58 | 41.03 | 39.85 | 40.15 a |
| Average Storage temperature | 39.49 | 39.38 | 37.75 | |
| cv (%) (temperature) = 6.0 cv (%) (Harvesting Index) = 5.1 | | | | |

Means followed by the same uppercase letter (A, B, C) in the same row and the same lowercase letter (a, b, c) in the same column are not significantly different by DMRT (P≥0.05)

**Table 26** b* value of Dalha at different harvesting index and storage temperature

| Harvesting Index | Storage temperature | | | Average |
|---|---|---|---|---|
| | 15 | 20 | 25 | (Harvesting Index) |
| | | Day1 | | |
| 50% | 13.95 | 1.73 | 13.13 | 13.93 a |
| 70% | 14.80 | 14.53 | 14.48 | 14.60 a |
| 100% | 16.03 | 16.00 | 13.48 | 15.17 a |
| Average Storage temperature | 14.93 | 15.08 | 13.69 | |
| cv (%) (temperature) = 10.4 cv (%) (ระยะเก็บเกี่ยว) = 11.1 | | | | |
| | | Day2 | | |
| 50% | 13.393 | 13.58 | 12.55 | 13.35 b |
| 70% | 15.00 | 13.83 | 13.75 | 14.19 ab |
| 100% | 15.05 | 14.63 | 14.10 | 14.59 a |
| Average Storage temperature | 14.66 | 14.01 | 13.47 | |
| cv (%) (temperature) = 5.6 cv (%) (Harvesting Index) = 7.5 | | | | |
| | | Day3 | | |
| 50% | 13.75 | 14.55 | 12.70 | 13.67 a |
| 70% | 15.40 | 14.10 | 14.00 | 14.50 a |
| 100% | 14.90 | 14.53 | 14.68 | 14.70 a |
| Average Storage temperature | 14.68 | 14.39 | 13.79 | |
| cv (%) (temperature) = 7.6 cv (%) (Harvesting Index) = 8.4 | | | | |
| | | Day4 | | |
| 50% | 14.8 | 13.95 | 12.23 | 13.42 b |
| 70% | 15.73 | 14.80 | 13.65 | 14.73 a |
| 100% | 15.18 | 14.83 | 14.80 | 14.93 a |
| Average Storage temperature | 14.99 A | 14.53 AB | 13.56 B | |
| cv (%) (temperature) = 9.3 cv (%) (Harvesting Index) = 6.8 | | | | |
| | | Day5 | | |
| 50% | 14.25 | 13.90 | 18.68 | 15.61 |
| 70% | 15.23 | 14.25 | 14.95 | 14.81 |
| 100% | 15.48 | 14.55 | 14.18 | 14.73 |
| Average Storage temperature | 14.98 | 14.23 | 15.93 | |
| cv (%) (temperature) = 28.3 cv (%) (Harvesting Index) = 32.6 | | | | |

Means followed by the same uppercase letter (A, B, C) in the same row and the same lowercase letter (a, b, c) in the same column are not significantly different by DMRT ($P \geq 0.05$)

**Table 27** Flower freshness score of Dalha at different harvesting index and storage temperature

| Harvesting Index | Storage temperature | | | Average |
|---|---|---|---|---|
| | 15 | 20 | 25 | (Harvesting Index) |
| | | Day1 | | |
| 50% | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 |
| 70% | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 |
| 100% | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 |
| Average Storage temperature | 5.0 | 5.0 | 5.0 | |
| | | Day2 | | |
| 50% | 5.0 | 4.9 | 5.0 | 5.0 |
| 70% | 5.0 | 4.9 | 5.0 | 5.0 |
| 100% | 5.0 | 4.9 | 4.9 | 4.9 |
| Average Storage temperature | 5.0 | 4.9 | 5.0 | |
| | | Day3 | | |
| 50% | 5.0 | 4.9 | 3.9 | 4.6 |
| 70% | 5.0 | 4.8 | 3.9 | 4.6 |
| 100% | 5.0 | 4.9 | 3.6 | 4.5 |
| Average Storage temperature | 5.0 | 4.9 | 3.8 | |
| | | Day4 | | |
| 50% | 5.0 | 4.9 | 3.7 | 4.5 |
| 70% | 4.8 | 4.8 | 3.6 | 4.4 |
| 100% | 4.8 | 4.8 | 3.1 | 4.2 |
| Average Storage temperature | 4.9 | 4.8 | 3.5 | |
| | | Day5 | | |
| 50% | 5.0 | 4.9 | 2.9 | 4.3 |
| 70% | 4.8 | 4.8 | 2.7 | 4.1 |
| 100% | 4.7 | 4.5 | 2.9 | 4.0 |
| Average Storage temperature | 4.8 | 4.7 | 2.8 | |

**Flower freshness score:**

5 = Fresh petals, no damaged area

4 = The petals are damaged area less than 25%

3 = The petals are damaged area 25-50%

2 = The petals are damaged area 50-75%

1 = The petals are damaged area more than 75%

**Table 28** Vase life (day) of Dalha at different harvesting index and storage temperature

| Storage temperature | Harvesting index | | |
|---|---|---|---|
| | 50% | 70% | 100% |
| 15°C | 13.9 | 12.8 | 12.5 |
| 20°C | 8.9 | 8.9 | 8.8 |
| 25°C | 6.2 | 6.0 | 6.0 |

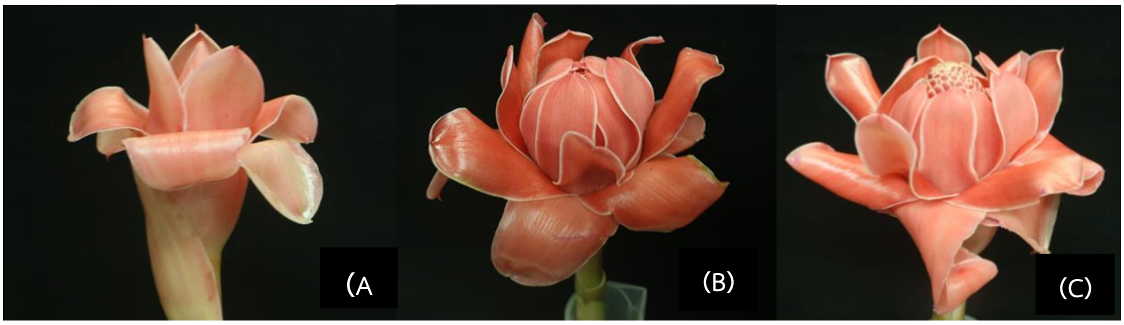



**Figure 33** Three stages of harvesting ; (A) 50% of floral bracts opened, (B) 70% of floral bracts opened and (C) 100% of floral bracts opened (grower's)

**Figure 34** Three stages of harvesting; (A) 50 % of floral bracts opened, (B) 70% of floral bracts opened and (C) 100% of floral bracts opened (grower's) Storage at 20 degrees for 5 days

**Figure 35** Deteriorate for Dalha.

**1.3 การทดสอบประสิทธิภาพสารละลายเคมีในการยืดอายุการปักแจกันดอกดาหลา**

**ทดสอบสารละลายเคมี pulsing ในการยืดอายุการปักแจกันดอกดาหลา**

**ปริมาณการดูดน้ำ** ดอกดาหลาทุกกรรมวิธีมีปริมาณการดูดน้ำมากที่สุดในวันที่ 2 และเมื่ออายุปักแจกันครบ 5 วัน พบว่า ดอกดาหลาที่ปักแจกันในน้ำกรอง (วิธีการควบคุม) มีปริมาณการดูดน้ำมากที่สุด 17.1 มิลลิลิตร แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 36A) อย่างไรก็ตามปริมาณการดูดน้ำของดอกดาหลาจะลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่ออายุปักแจกันนานขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการเสื่อมสภาพของดอก

**การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด** ดอกดาหลาทุกกรรมวิธีมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นในช่วงอายุปักแจกัน 1-4 วัน แสดงว่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นในระหว่างปักแจกันเกิดจากการดูดน้ำของดอกดาหลา และเมื่ออายุการปักแจกันครบ 5 วัน พบว่า น้ำหนักของดอกดาหลาทุกกรรมวิธีเริ่มลดลง การแช่ก้านดอกในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ความเข้มข้น 5,000 และ 10,000 ppm เป็นเวลา 30 นาที ก่อนนำมาปักแจกันในน้ำกรอง มีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดมากกว่า การแช่ก้านดอกในสารละลายกรดซิตริก ความเข้มข้น 200 และ 400 ppm เป็นเวลา 30 นาที ก่อนนำมาปักแจกันในน้ำกรอง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 36B)

**การเปลี่ยนแปลงสีของดอก** พบว่า ความสว่างของสี L* ของดอกดาหลาทุกกรรมวิธี เมื่ออายุปักแจกันครบ 5 วัน มีค่า L* เฉลี่ย 44.2-48.7 ส่วนค่า a* ของกลีบประดับดอกดาหลาทุกกรรมวิธีมีค่าเป็น + คือ มีสีแดง มีค่าเฉลี่ย 37.3-40.3 ไม่แตกต่างทางสถิติ และค่า b* ของกลีบประดับดอกดาหลา พบว่า ทุกกรรมวิธี มีค่า b เฉลี่ย 15.1-16.3 ไม่แตกต่างทางสถิติ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการแช่ก้านดอกในสารละลาย pulsing เป็นเวลา 30 นาที ก่อนนำมาปักแจกันไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี (Figure 37A, B, C)

**คะแนนความสด** ลักษณะการเสื่อมสภาพของดอกดาหลาระหว่างการปักแจกัน พบ ลักษณะการเสื่อมสภาพของดอกที่สังเกตได้อย่างชัดเจน คือ กลีบดอกแสดงให้เห็นรอยช้ำ รอยพับจากการขนส่งเด่นชัดขึ้น ปลายกลีบเริ่มแสดงอาการเหี่ยวแห้ง และเมื่ออายุการปักแจกันครบ 5 วัน พบว่า การแช่ก้านดอกดาหลาในสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้น 400 ppm เป็นเวลา 30 นาที ก่อนนำมาปักแจกันในน้ำกรอง มีค่าคะแนนความสดมากกว่าทุกกรรมวิธี (Figure 38, 41)

**อายุการปักแจกัน** การแช่ก้านดอกในสารละลายกรดซิตริก ความเข้มข้น 400 ppm เป็นเวลา 30 นาที ก่อนนำมาปักแจกันในน้ำกรอง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (ความชื้นสัมพัทธ์ 80%) มีอายุการปักแจกันมากที่สุดเฉลี่ย 6 วัน และยังพบว่า ดอกดาหลาที่นำมาใช้ในการทดลองเก็บเกี่ยวที่ระยะดอกบาน 50 % กลีบประดับยังสามารถพัฒนาและบานต่อไปได้ เมื่ออายุการปักแจกันนานขึ้น (Table 29)

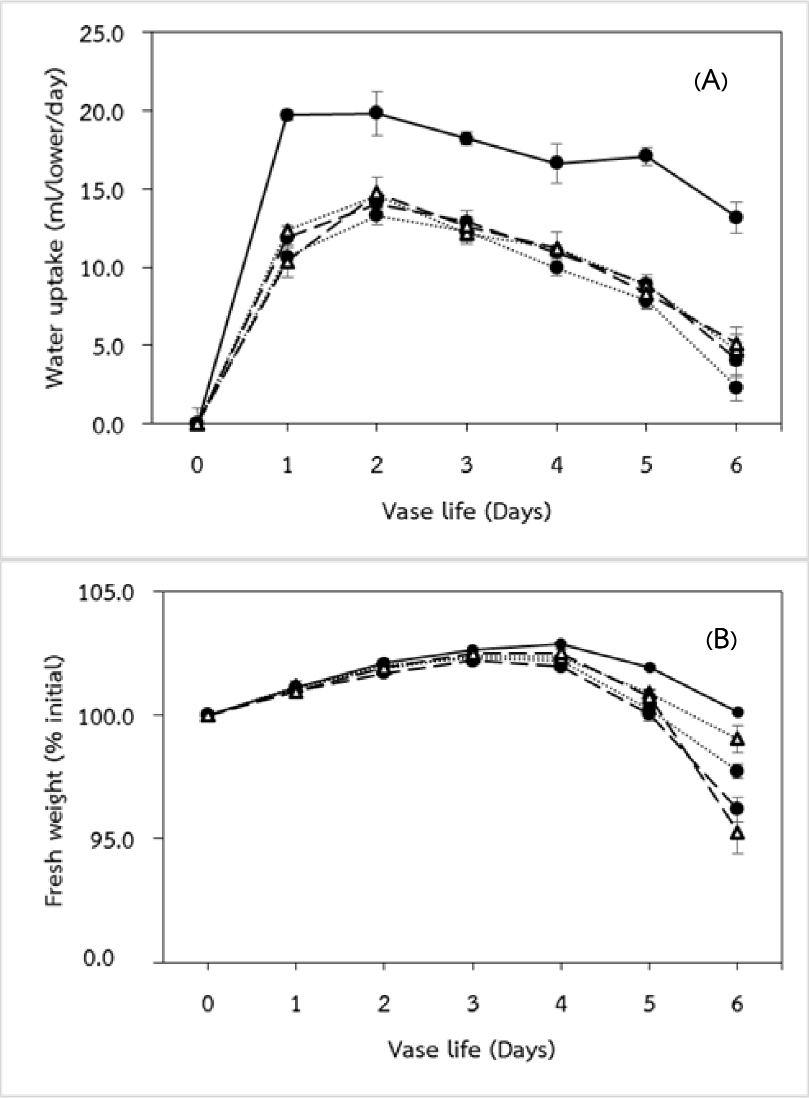



**Figure 36** Water uptake (A) and Fresh weight (B) with pulsing solution for Dalha

Control
NaOCl 5,000 ppm
NaOCl 10,000 ppm
citric acid 200 ppm
citric acid 400 ppm

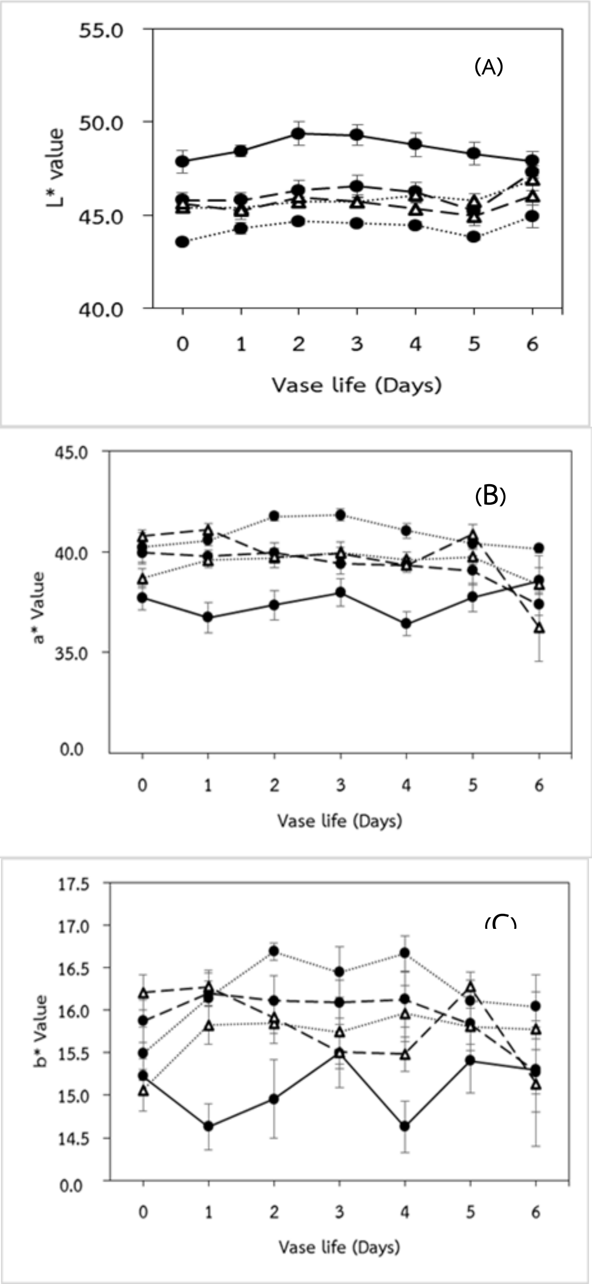
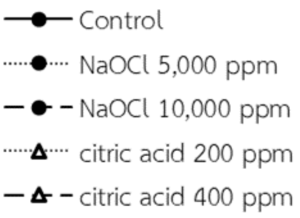



**Figure 37** L* (A), a* (B) and b* (C) with pulsing solution for Dalha



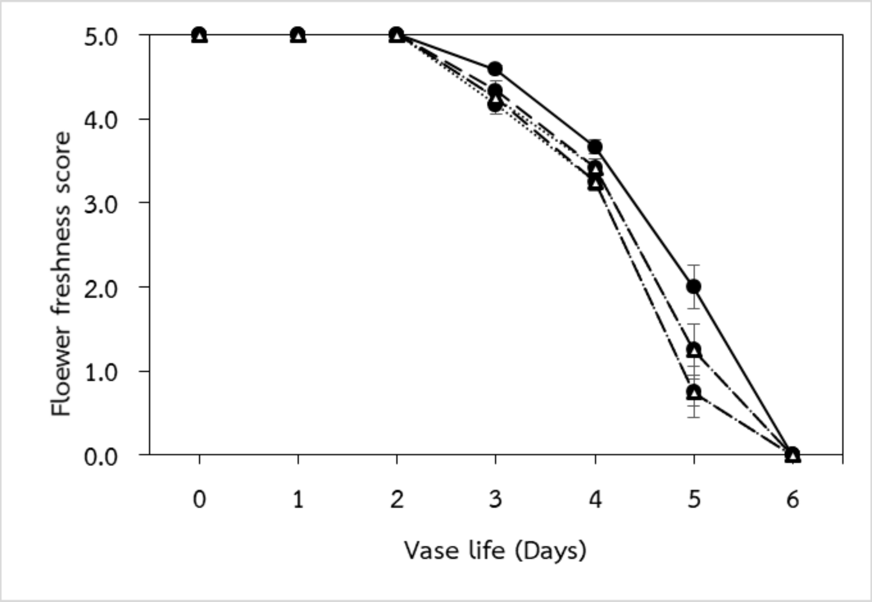



**Figure 38** Flower freshness score with pulsing solution for Dalha.

Flower freshness score:

5 = Fresh petals, no damaged area

4 = The petals are damaged area less than 25%

3 = The petals are damaged area 25-50%

2 = The petals are damaged area 50-75%

1 = The petals are damaged area more than 75%

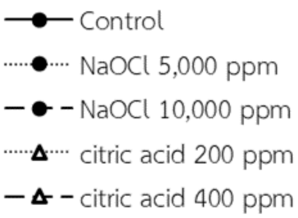



**Table 29** Vase life (days) with pulsing solution for Dalha

| Treatment | Vase life (Days) |
|---|---|
| Control | 5.0 |
| NaOCl 5,000 ppm | 5.3 |
| NaOCl 10,000 ppm | 5.5 |
| citric acid 200 ppm | 5.5 |
| citric acid 400 ppm | 6.0 |

**Figure 39** Stages of harvesting 50% of floral bracts opened

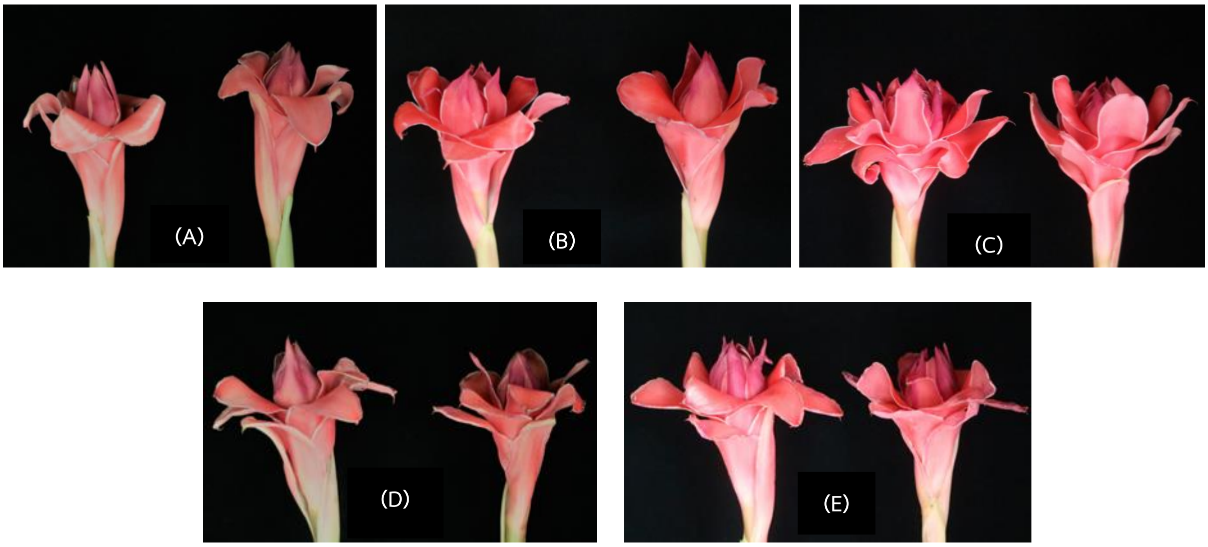



**Figure 40** Dalha with pulsing solution of storage at 25 °C for 5 days

A = Control

B = NaOCl 5,000 ppm

C = NaOCl 10,000 ppm

D = citric acid 200 ppm

E = citric acid 400 ppm

**Figure 41** Deteriorate for Dalha

**ทดสอบสารละลายเคมี holding ในการยืดอายุการปักแจกันดอกดาหลา**

**ปริมาณการดูดน้ำ** ดอกดาหลาทุกกรรมวิธีมีปริมาณการดูดน้ำมากที่สุดในวันที่ 2 โดยปักแจกันในน้ำกรอง (วิธีการควบคุม) มีปริมาณการดูดน้ำมากที่สุด 10.3-16.7 มิลลิลิตร และเมื่ออายุการเก็บรักษาครบ 6 วัน พบว่า ดอกดาหลาที่ปักแจกันในสารละลาย 8-HQS 200 ppm+sucrose 2.0% pH3 และ 4 มีปริมาณการดูดน้ำมากที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกกรรมวิธี (Figure 42A) ทั้งนี้เนื่องจากสาร 8-HQS จะช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตจุลินทรีย์ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการอุดตันของท่อน้ำในก้านดอก จึงทำให้การดูดน้ำในก้านดอกสูงขึ้น

**การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด** ดอกดาหลาทุกกรรมวิธีมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นในช่วงอายุปักแจกัน 1-4 วัน ซึ่งน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นในระหว่างปักแจกันเกิดจากการดูดน้ำของดอกดาหลา เมื่ออายุการปักแจกันครบ 5 วัน พบว่า ดอกดาหลาที่ปักแจกันในสารละลาย 8-HQS 200 ppm+sucrose 2.0% pH3 และ 4 ยังคงมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับดอกดาหลาปักแจกันในน้ำกรอง (Figure 42B)

**การเปลี่ยนแปลงสี** ดอกดาหลาทุกกรรมวิธี พบว่า ความสว่างของสี (L*) ตลอดอายุการปักแจกันกลีบประดับดอกดาหลามีค่า L* เฉลี่ย 46.5-47.3 ส่วนค่า a* ของกลีบประดับดอกดาหลาทุกกรรมวิธีมีค่าเป็น + คือ มีสีแดง มีค่าเฉลี่ย 37.4-38.5 และค่า b* ของกลีบประดับดอกดาหลา พบว่า ทุกกรรมวิธี มีค่า b* เฉลี่ย 14.7-15.3 ค่า L* a* b* ทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Figure 43A, B, C) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการปักแจกัน ดอกดาหลาในสารละลาย holding ทุกกรรมวิธี ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีของกลีบดอก

**คะแนนความสด** ลักษณะการเสื่อมสภาพของดอกดาหลาระหว่างการปักแจกัน พบ ลักษณะการเสื่อมสภาพของดอกที่สังเกตได้อย่างชัดเจน คือ รอยพับของกลีบชัดขึ้น กลีบดอกแสดงให้เห็นรอยช้ำ กลีบดอกเริ่มมีสีม่วงและเหี่ยวที่ปลายกลีบ การแช่ก้านดอกในสารละลาย 8-HQS 200 ppm+sucrose 2.0% pH3 มีค่าคะแนนความสดมากกว่าทุกกรรมวิธี (Figure 44, 46)

**อายุการปักแจกัน** พบว่า ดอกดาหลาที่ปักแจกันในสารละลาย 8-HQS 200 ppm+sucrose 2.0% pH3 มีอายุการปักแจกันมากที่สุดเฉลี่ย 7 วัน และยังพบว่า กลีบประดับยังสามารถพัฒนาและบานต่อไปได้ เมื่ออายุการปักแจกันนานขึ้น (Table 30) การปักแจกันดอกดาหลาในสารละลาย 8-HQS 200 ppm+sucrose 2.0% pH3 สามารถชะลอการเสื่อมคุณสภาพ โดยเพิ่มปริมาณน้ำหนักสด ปริมาณการดูดน้ำ และสามารถช่วยยืดอายุการปักแจกันได้ ซึ่งสอดคล้องกับ ภารวี (2556) ได้ศึกษาสารละลายที่เหมาะสมสำหรับยืดอายุปักแจกันกล้วยไม้สกุลแวนด้า โดยศึกษาชนิดและความเข้มข้นของน้ำตาลสำหรับยืดอายุปักแจกัน พบว่า การปักแจกันในสารละลายกลูโคส ความเข้มข้น 2% ร่วมกับ 8 -HQS ความเข้มข้น 200 mg/L เกิดการเสื่อมสภาพน้อยที่สุดและมีอายุปักแจกันนานที่สุด

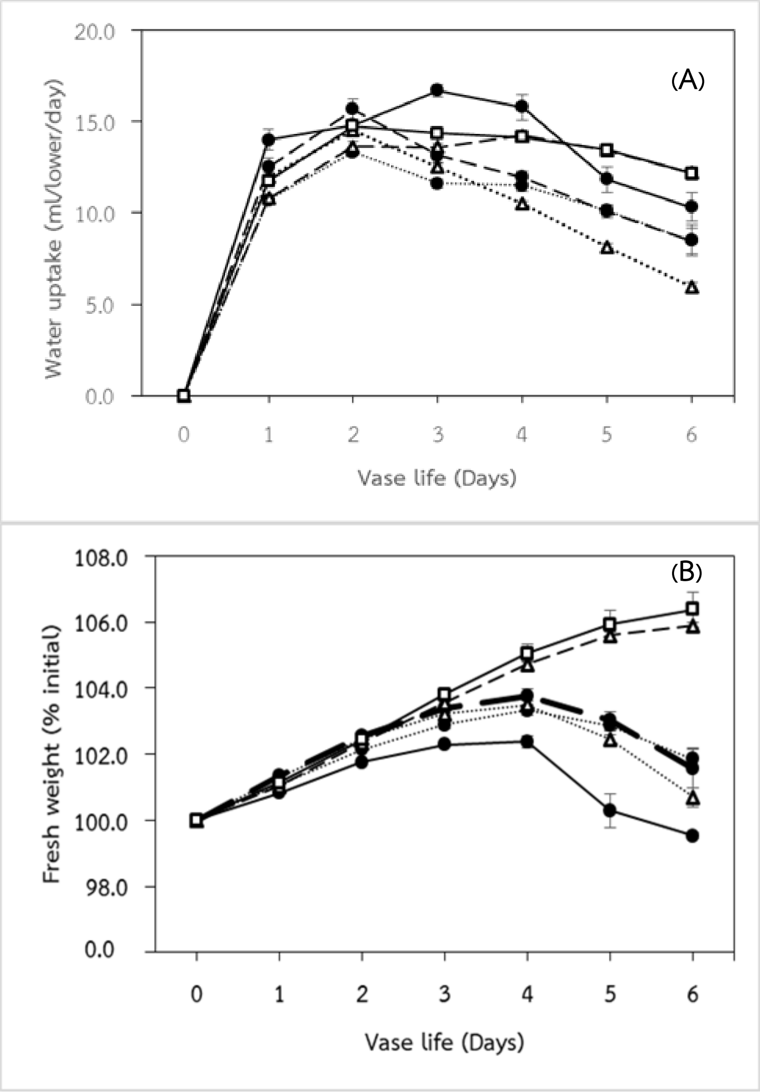
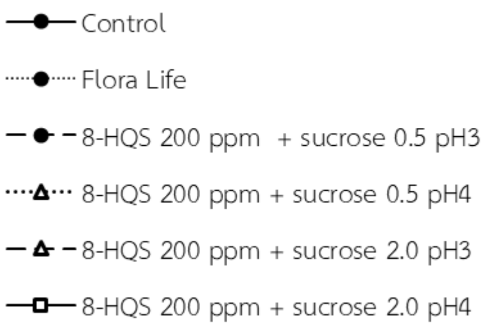



**Figure 42** Water uptake (A) and Fresh weight (B), with holding solution for Dalha



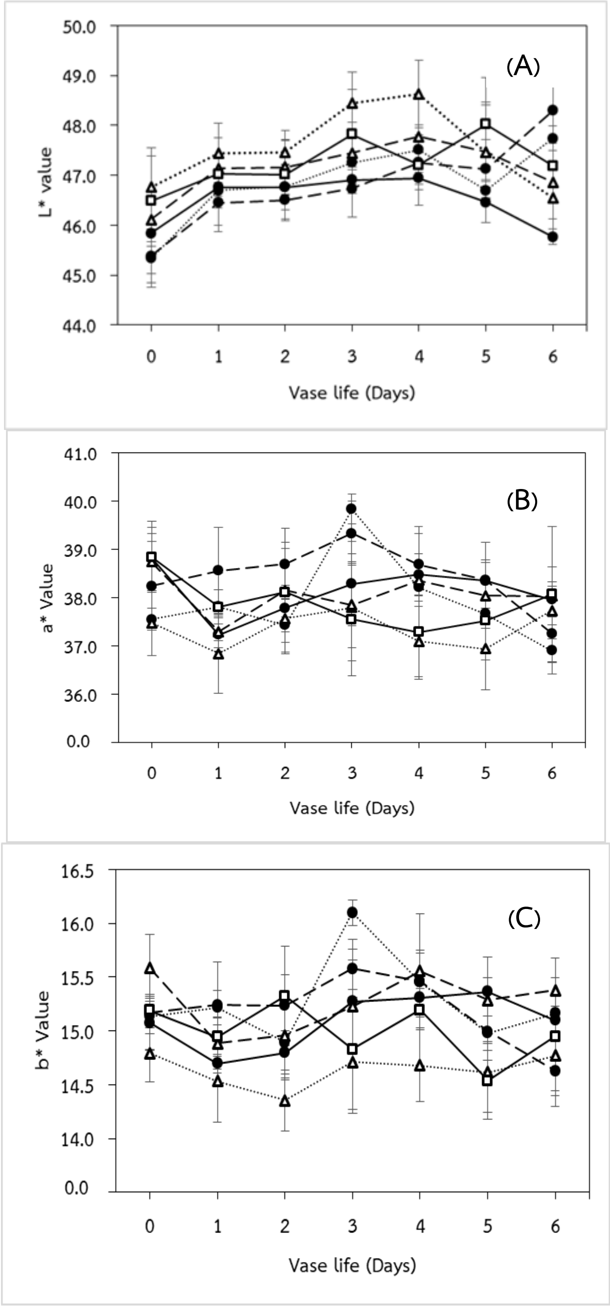
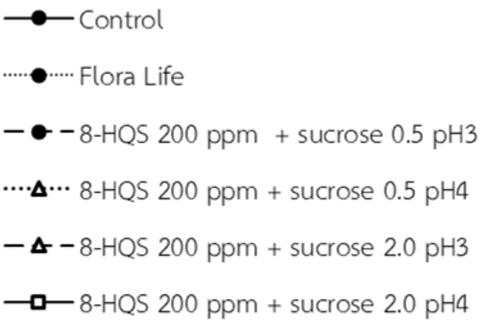



**Figure 43** L* (A), a* (B) and b* (C) with holding solution for Dalha



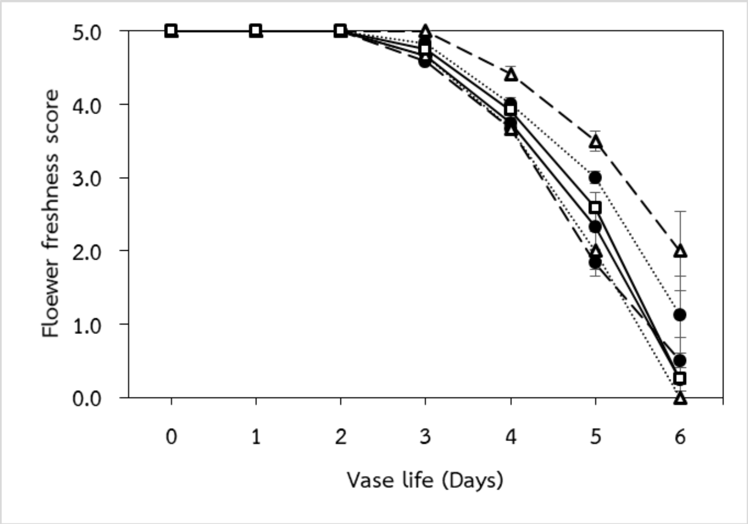



**Figure 44** Flower freshness score with holding solution for Dalha

Flower freshness score:

5 = Fresh petals, no damaged area

4 = The petals are damaged area less than 25%

3 = The petals are damaged area 25-50%

2 = The petals are damaged area 50-75%

1 = The petals are damaged area more than 75%

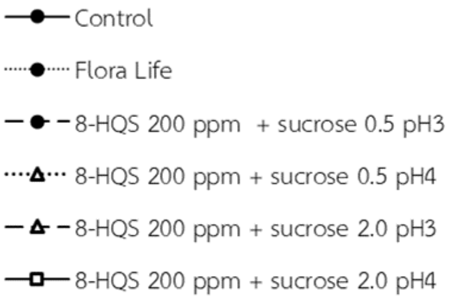



**Table 30** Vase life (days) with holding solution for Dalha

| Treatment | Vase life (Days) |
|---|---|
| Control | 5.8 |
| Flora Life | 6.3 |
| 8-HQS200ppm+sucrose 0.5% pH3 | 5.8 |
| 8-HQS200ppm+sucrose 0.5% pH4 | 5.8 |
| 8-HQS 200ppm+sucrose 2.0% pH3 | 7.0 |
| 8-HQS 200ppm+sucrose 2.0% pH4 | 6.0 |

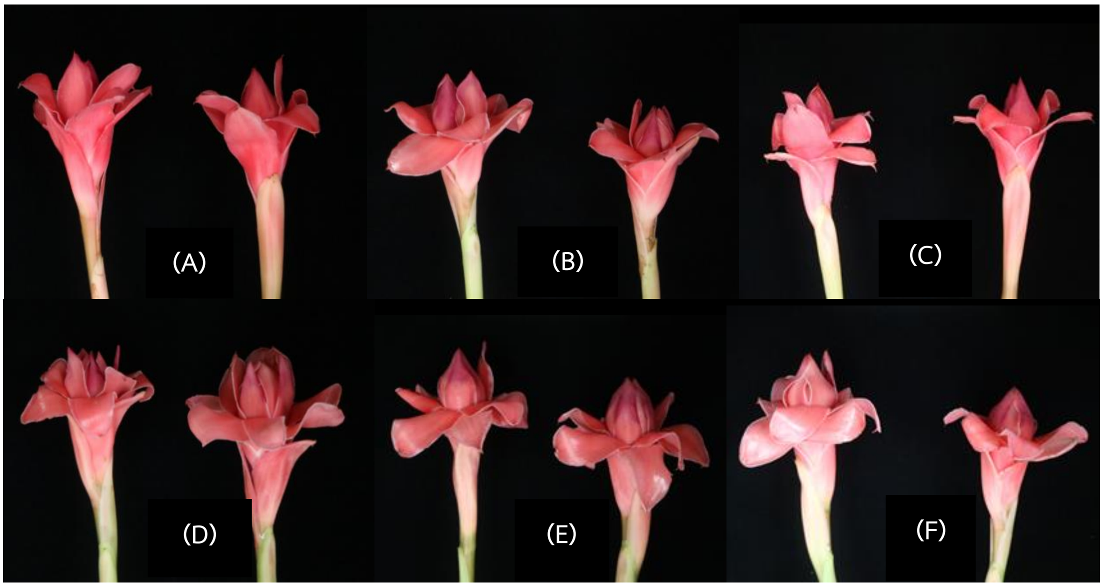



**Figure 45** Dalha with holding solution of storage at 25 °C for 5 days

| | |
|---|---|
| A = Control | D = 8-HQS200ppm+sucrose 0.5 pH4 |
| B = Flora Life | E = 8-HQS200ppm+sucrose 2.0 pH3 |
| C = 8--HQS200ppm+sucrose 0.5 pH3 | F =8 -HQS200ppm+sucrose 2.0 pH4 |

**Figure 46** Deteriorate for Dalha

**ทดสอบประสิทธิภาพสารละลายในการยืดอายุการปักแจกันดอกดาหลา**

นำการทดลองข้างต้นมาทดสอบหาสูตรสารละลายที่เหมาะสมสำหรับไม้ตัดดอก โดยนำสารละลาย pulsing และ holding ที่ดีที่สุดมาทดสอบประสิทธิภาพมาใช้ร่วมกัน ผลการทดลองพบว่า

**ปริมาณการดูดน้ำ** ดอกดาหลาทุกกรรมวิธีมีปริมาณการดูดน้ำมากที่สุดในวันที่ 2 สถิติ (Figure 47) โดยปักแจกันในสารละลาย 8-HQS 200 ppm+sucrose 2% pH3 มีปริมาณการดูดน้ำมากที่สุด 12.0-16.3 มิลลิลิตร และเมื่ออายุการเก็บรักษาครบ 6 วัน พบว่า ดอกดาหลาที่ปักแจกันในสารละลาย 8-HQS 200 ppm+sucrose 2.0% pH3 มีปริมาณการดูดน้ำมากที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด** ดอกดาหลาทุกกรรมวิธีมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นในช่วงอายุปักแจกัน 1-4 วัน ซึ่งน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นในระหว่างปักแจกันเกิดจากการดูดน้ำเข้าไปในดอกจริงส่งผลให้มีน้ำหนักดอกเพิ่มขึ้น และเมื่ออายุการปักแจกันครบ 6 วัน พบว่า ดอกดาหลาที่ปักแจกันในสารละลาย 8-HQS 200 ppm+sucrose 2.0% pH 3 และดอกดาหลาที่แช่ก้านดอกในสารละลายกรดซิตริก 400 ppm เป็นเวลา 30 นาที ก่อนนำมาปักแจกันในสารละลาย 8-HQS 200 ppm+sucrose 2.0% pH3 ยังคงมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ (Figure 47)

**การเปลี่ยนแปลงสี** ดอกดาหลาทุกกรรมวิธี พบว่า ความสว่างของสี (L*) ตลอดอายุการปักแจกันกลีบประดับดอกดาหลามีค่า L* เฉลี่ย 52.0-52.8 ส่วนค่า a* ของกลีบประดับดอกดาหลาทุกกรรมวิธีมีค่าเป็น + คือ มีสีแดง มีค่าเฉลี่ย 32.2-34.2 และค่า b* ของกลีบประดับดอกดาหลาทุกกรรมวิธีมีค่า b* เฉลี่ย 12.8-13.9 ค่า L* a* b* ทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการปักแจกันดอกดาหลาในสารละลาย pulsing และ holding ทุกกรรมวิธี ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี

**คะแนนความสด** เมื่อพิจารณาจากลักษณะการเสื่อมสภาพของดอกดาหลาระหว่างการปักแจกัน พบว่า ลักษณะดอกที่เกิดการเสียหาย คือ ปลายกลีบแห้ง กลีบดอกแสดงให้เห็นรอยช้ำ รอยพับจากการขนส่งเด่นชัดขึ้น การแช่ก้านดอกในสารละลาย 8-HQS 200 ppm+sucrose 2.0% pH3 มีค่าคะแนนความสดมากกว่าทุกกรรมวิธี (Figure 48, 51)

**อายุการปักแจกัน** พบว่า ดอกดาหลาที่ปักแจกันในสารละลาย 8-HQS 200 ppm+sucrose 2.0% pH3 มีอายุการปักแจกันมากที่สุดเฉลี่ย 10 วัน รองลงมาดอกดาหลาที่แช่ก้านดอกในสารละลายกรดซิตริก 400 ppm เป็นเวลา 30 นาที ก่อนนำมาปักแจกันในสารละลาย 8-HQS 200 ppm+sucrose 2.0% pH3 มีอายุการปักแจกันเฉลี่ย 8 วัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 31) จากการทดลองแสดงว่าสารละลาย 8-HQS 200 ppm+sucrose 2.0% pH 3 สามารถชะลอการเสื่อมสภาพและยืดอายุการการปักแจกันดอกดาหลาได้นานขึ้น และกลีบประดับยังสามารถพัฒนาและบานต่อไปได้

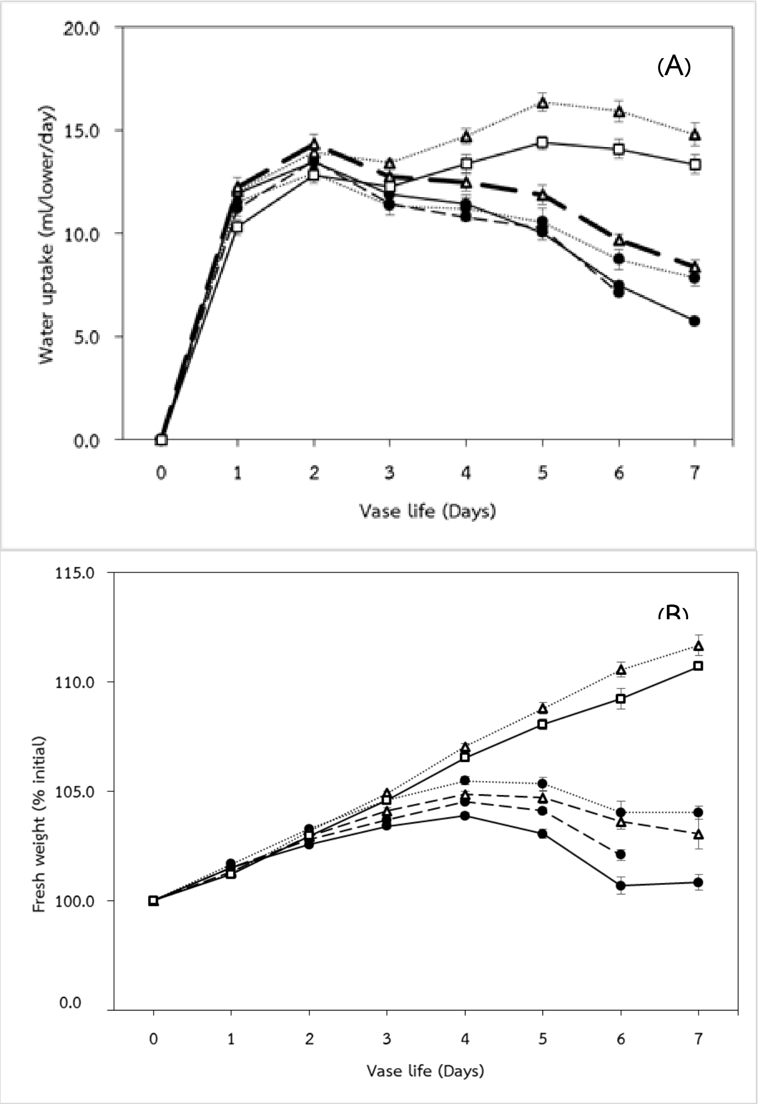



**Figure 47** Fresh weight (A) and water uptake (B) with holding solution for Dalha

Control

Flora Life

8-HQS 200 ppm + 2.0% sucrose

citric acid 400 ppm + filtered water

citric acid 400 ppm+ Fiora Life

citric acid 400 ppm+ 8-HQS 200 ppm + 2.0% sucrose

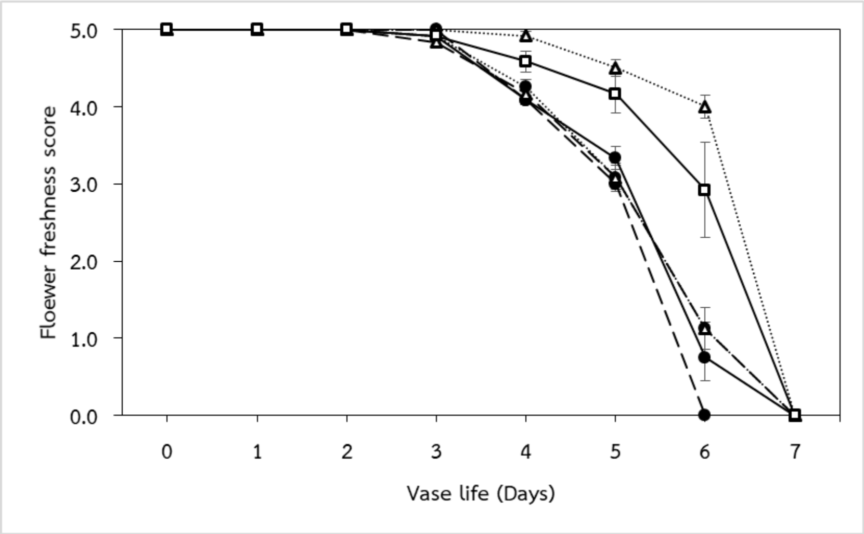



**Figure 48** Flower freshness score with holding solution for Dalha

Flower freshness score:

5 = Fresh petals, no damaged area

4 = The petals are damaged area less than 25%

3 = The petals are damaged area 25-50%

2 = The petals are damaged area 50-75%

1 = The petals are damaged area more than 75%

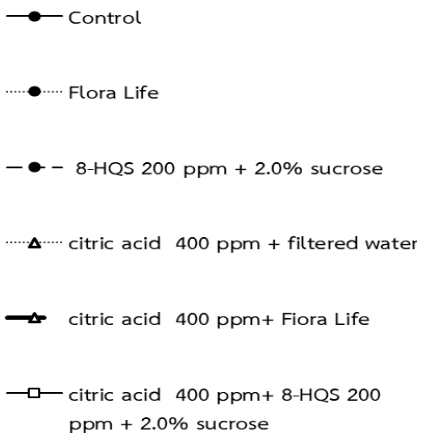



**Table 31** Vase life (days) of Dalha solution

| Treatment | Vase life (Days) |
|---|---|
| Control | 6.0 |
| Flora Life | 6.0 |
| citric acid 400 ppm | 6.0 |
| 8-HQS 200ppm+sucrose 2% pH3 | 10.0 |
| citric acid 400 ppm+ Flora Life | 6.0 |
| citric acid 400 ppm+8-HQS 200 ppm + sucrose 2% pH3 | 8.0 |

**Figure 49** Dalha solution vase life days 5

A = Control

B = Flora Life

C =citric acid 400 ppm

D = 8-HQS 200 ppm + sucrose 2.0 % pH3

E = citric acid 400 ppm + Flora Life

F = citric acid 400 ppm + 8-HQS 200 ppm + sucrose 2.0 % pH3

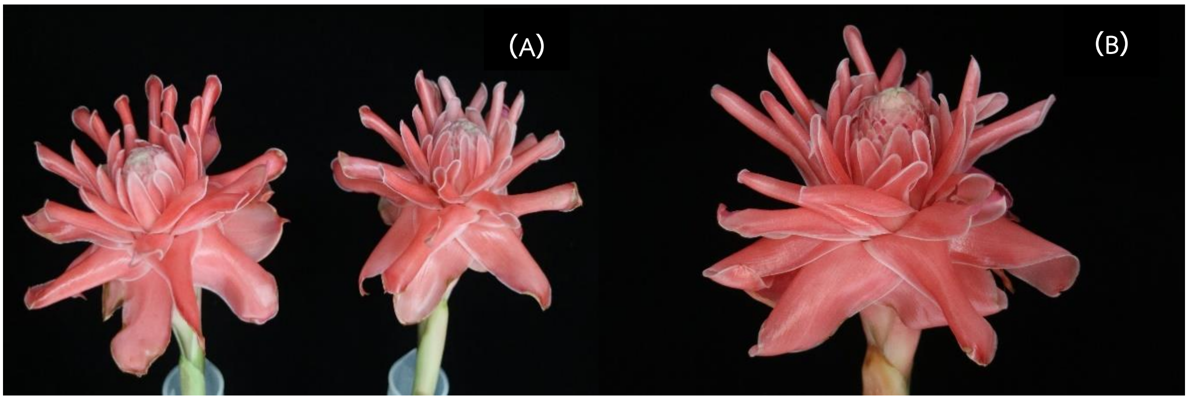



**Figure 50** Dalha solution vase life days 10

A = 8-HQS 200 ppm + sucrose 2.0 % pH3

B =citric acid 400 ppm + 8-HQS 200 ppm + sucrose 2.0 % pH3

**Figure 51** Deteriorate for Dalha

**2. ดอกกระเจียวส้ม**

**2.1 การประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวดอกกระเจียวส้ม**

การประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวดอกกระเจียวส้ม ดำเนินการทดลองที่ อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปางและอำเภอพบพระ จังหวัดตาก โดยปฏิบัติตามขั้นตอนวิธีการของเกษตรกรและผู้ส่งออก (Figure 52) ตั้งแต่ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวในแปลงปลูก การรวบรวมผลิตผล การจัดการในโรงคัดบรรจุ จนกระทั่งการจำลองการส่งออกไปจำหน่ายยังประเทศพม่า

1. ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวและการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ดำเนินการในแหล่งผลิตไม้ตัดดอกที่อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง โดยปฏิบัติตามขั้นตอนวิธีการของเกษตรกร (Figure 52) พบว่า เกษตรกรเก็บเกี่ยวดอกกระเจียวส้มในช่วงเช้า โดยใช้มีดในการตัด ที่เกษตรกรเก็บเกี่ยวดอกกระเจียวส้มทุกระยะการบานทำให้มีขนาดดอกปะปนกัน หลังตัดดอกแช่ก้านดอกในน้ำสะอาดทันที จากนั้นนำดอกกระเจียวส้ม มัดรวมช่อ ช่อละ 10 ดอก บรรจุลงในกล่องกระดาษลูกฟูก

2. ขั้นตอนการขนส่งไปยังตลาดต่างประเทศ ดำเนินการในแหล่งผลิตไม้ตัดดอกที่อำเภอพบพระ จังหวัดตาก โดยผู้ประกอบการจะหุ้มดอกกระเจียวส้มด้วยถุงพลาสติก และบรรจุลงกล่องกระดาษลูกฟูก จำนวน 20 ดอกต่อกล่อง ขนส่งด้วยรถห้องเย็นควบคุมอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส รองพื้นด้วยผ้านวมเพื่อกันแรงกระแทก แล้วขนส่งไปด่านแม่สอด อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ใช้ระยะเวลาขนส่ง ประมาณ 1-2 ชั่วโมง

3. ขั้นตอนการขนส่งไม้ตัดดอกดอกกระเจียวส้มจากสวนเกษตรกรไปยังผู้รวบรวมด้วยรถกระบะ โดยเกษตรกรจะมัดรวมช่อดอก ช่อละ 10 ดอก แล้วนำบรรจุลงกล่องกระดาษลูกฟูก จำนวน 60 ดอกต่อกล่อง จากนั้นขนส่งโดยรถกระบะเพื่อขนส่งไปที่บริษัทขนส่งและขนส่งด้วยรถห้องเย็นอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ไปยังตลาดปลายทาง ณ ปากคลองตลาด กรุงเทพมหานคร โดยใช้เวลาในการขนส่งประมาณ 10-12 ชั่วโมง

**ปริมาณการสูญเสียในขั้นตอนหลังการเก็บเกี่ยวไปยังตลาดต่างประเทศ**

**ขั้นตอนการจัดการในโรงคัดบรรจุ** พบการสูญเสียที่โรงคัดบรรจุเฉลี่ยร้อยละ 69.4 ได้แก่ ดอกมีขนาดเล็กร้อยละ 7.5 สีกลีบประดับซีดจางร้อยละ 15.9 การเข้าทำลายของแมลงร้อยละ 13.4 รอยพับร้อยละ 16.1 และรอยช้ำร้อยละ 16.5

**ขั้นตอนการขนส่ง** ในขณะที่การขนส่งไปยังตลาดปลายทาง (ด่านแม่สอด) พบการสูญเสียคิดเป็นร้อยละ 23.9 ได้แก่ รอยพับร้อยละ 17.1 รอยช้ำร้อยละ 3.4 และรอยฉีกขาดของกลีบประดับร้อยละ 3.4

จากการประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวของดอกกระเจียวส้มตั้งแต่ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวจากแปลงปลูกจนกระทั่งส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ เมื่อจำแนกการสูญเสียในแต่ละขั้นตอน พบว่า ขั้นตอนการจัดการในโรงคัดบรรจุ พบการสูญเสียมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 69.4 และ ขั้นตอนการขนส่งจากโรงคัดบรรจุไปยังตลาดปลายทาง คิดเป็นร้อยละ 23.9 (Table 32) โดยจำแนกสาเหตุของการสูญเสียได้เป็น 6 ประเภท คือ ดอกมีขนาดเล็ก กลีบประดับสีซีดจาง การเกิดโรค การเข้าทำลายของแมลง รอยพับ รอยช้ำ และรอยฉีกขาดของกลีบประดับ (Figure 53)

**ปริมาณการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวดอกกระเจียวส้มในการขนส่งไปยังตลาดในประเทศ** (ปากคลองตลาด)

ประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวดอกกระเจียวส้ม ดำเนินการในแหล่งผลิตไม้ตัดดอกที่อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง โดยปฏิบัติตามขั้นตอนวิธีการของเกษตรกร ตั้งแต่ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวในแปลงปลูก การรวบรวมผลิตผล การจัดการในโรงคัดบรรจุ จนกระทั่งขนส่งจำหน่ายไปยังตลาดในประเทศ

**ขั้นตอนการจัดการในโรงคัดบรรจุ** พบการสูญเสียที่โรงคัดบรรจุเฉลี่ยร้อยละ 46.3 ได้แก่ ดอกมีขนาดเล็กร้อยละ 1.5 การเกิดโรคร้อยละ 0.3 การเข้าทำลายของแมลงร้อยละ 5.2 รอยพับร้อยละ 11.8 รอยช้ำร้อยละ 21.2 และมีรอยฉีกขาดของกลีบประดับร้อยละ 6.3 (Table 33)

**ขั้นตอนการขนส่งไปยังตลาดในประเทศ** พบปริมาณการสูญเสียคิดเป็นร้อยละ 73.3 ได้แก่ การเข้าทำลายของแมลงร้อยละ 3.6 รอยพับร้อยละ 21.7 รอยช้ำร้อยละ 37.2 และรอยฉีกขาดของกลีบประดับร้อยละ 20.8 (Table 33)

เมื่อวิเคราะห์สาเหตุการสูญเสียในแต่ละขั้นตอน พบว่า กลีบประดับมีรอยช้ำ เป็นสาเหตุหลักของการสูญเสียคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวในขั้นตอนการจัดการในโรงคัดบรรจุร้อยละ 21.19 และยังเป็นสาเหตุหลักของการสูญเสียคุณภาพในขั้นตอนการขนส่งไปยังตลาดในประเทศร้อยละ 37.22 สาเหตุการสูญเสียอาจเกิดจากแรงกระแทก การกดทับ และการเสียดสีในระหว่างการขนส่ง การบรรจุหีบห่อไม้ดอก ควรจัดวางไม้ดอก ในกล่องไม่ให้เคลื่อนไหวและบรรจุไม่แน่นหรือมากจนเกินไป เนื่องจากการบรรจุมากเกินไปและการจัดวางไม่เหมาะสมทำให้เกิดเสียหายได้ (จิราภา, 2559) ดังนั้น การสูญเสียทั้ง 2 ขั้นตอน จึงเป็นขั้นตอนสำคัญในการวิจัยต่อไปในการนำเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มาช่วยลดการสูญเสียดังกล่าวให้ผลิตผลมีคุณภาพดี

**Table 32** The percentage of loss assessment at difference stage after harvest for Export

| Loss assessment points | small size | Petal turned pale | insect | folded | bruise | torn petals | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Packing house | 7.5 | 15.9 | 13.4 | 16.1 | 16.5 | 0.0 | 69.4 |
| 2. Transport Mae sod plant Quarantine station | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 17.1 | 3.4 | 3.4 | 23.9 |

**Table 33** The percentage of loss assessment at difference stage after harvest

| Loss assessment points | small size | disease | insect | folded | bruise | torn petals | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Packing house | 1.5 | 0.3 | 5.2 | 11.8 | 21.2 | 6.3 | 46.3 |
| 2. Transport to the markets | 0.0 | 0.0 | 3.6 | 21.7 | 37.2 | 10.8 | 73.3 |

(A) (B)

(C) (D)

(E) (F)

**Figure 52** Postharvest handling procedures of Orange Curcuma for export

A = Harvesting

B = Soak flower stalks

C = Cleaning

D = Making bunches

E = Packing flower bouquet by PP plastic

F = Final product

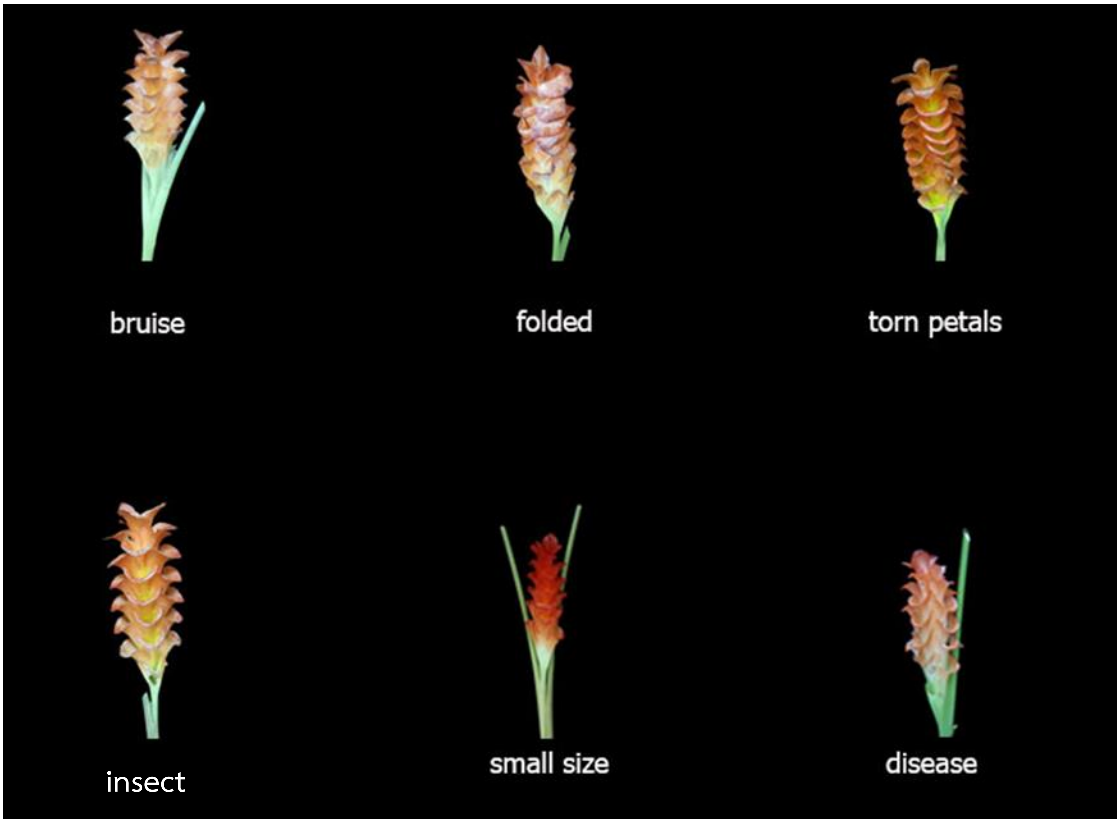



**Figure 53** Cause of loss in Orange Curcuma after harvest

**2.2 ศึกษาดัชนีการเก็บเกี่ยวและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาดอกกระเจียวส้ม**

**ปริมาณการดูดน้ำ** ดอกกระเจียวส้มเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 20 และ 25 องศาเซลเซียส เก็บเกี่ยวที่ระยะดอกบาน 50 70 และ 100% (Figure 54) เมื่อเก็บรักษาครบ 2 วัน พบว่า ดอกกระเจียวส้มเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เก็บเกี่ยวที่ระยะดอกบาน 100% มีปริมาณการดูดน้ำมากที่สุดเฉลี่ย 11.08 มิลลิลิตร และเมื่อเก็บรักษาครบ 5 วัน พบว่า ดอกกระเจียวส้มเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ทุกระยะเก็บเกี่ยวมีปริมาณการดูดน้ำมากที่สุดเฉลี่ย 7.74 มิลลิลิตร แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 34 )

**การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด** ดอกกระเจียวส้มเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 20 และ 25 องศาเซลเซียส เก็บเกี่ยวที่ระยะดอกบาน 50 70 และ 100% พบว่า ดอกกระเจียวส้มทุกกรรมวิธีมี มีน้ำหนักลดลง และเมื่อเก็บรักษาครบ 5 วัน พบว่า ดอกกระเจียวส้มรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีน้ำหนักลดลงน้อยที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 35)

**การเปลี่ยนแปลงสี** พบว่า การเปลี่ยนแปลงสีของกลีบประดับตลอดอายุการปักแจกันกลีบประดับดอกกระเจียวส้มทุกกรรมวิธี มีสีกลีบดอกสีเทาอมส้มหรือ GREYED-ORANGE Group 171A-173B วัดค่าสีด้วยแผ่นเทียบสี RHS color chart (1986)

**คะแนนความสด** เมื่อเก็บรักษา ครบ 3 วัน ดอกกระเจียวส้มเริ่มปรากฏลักษณะเสื่อมสภาพของดอกสังเกตได้อย่างชัดเจน คือ รอยแผล รอยช้ำ เริ่มแสดงอาการเหี่ยวที่ปลายกลีบและกลีบประดับจะค่อยๆ มีสีม่วง ดอกกระเจียวส้มเก็บเกี่ยวที่ระยะดอกบาน 50 และ70% มีค่าคะแนนความสดมากกว่าดอกกระเจียวส้มเก็บเกี่ยวที่ระยะดอกบาน 100% และเมื่ออายุเก็บรักษานานขึ้นทุกระยะเก็บเกี่ยวมีค่าคะแนนความสดลดลงตามระยะเวลาเก็บรักษา (Table 36) อย่างไรก็ตามการตัดดอกและการขนส่งดอกไม้ต้องให้ความระมัดระวังอย่าให้เกิดบาดแผลหรือเกิดรอยช้ำและไม่ควรวางดอกไม้ซ้อนทับมากจนเกินไป เพื่อหลีกเลี่ยงการทำให้ดอกเกิดความเสียหายก่อนนำไปใช้ประโยชน์

**อายุการเก็บรักษา** พบว่า ดอกกระเจียวส้มเก็บเกี่ยวที่ระยะดอกบาน 50% ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด 10.7 วัน (Table 37) และดอกจริงยังสามารถพัฒนาและบานต่อได้เมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น

จากการศึกษาดัชนีการเก็บเกี่ยวและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาดอกกระเจียวส้ม พบว่าเก็บเกี่ยวที่ระยะดอกบาน 50% และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการเสื่อมสภาพยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น และดอกจริงยังสามารถพัฒนาและบานต่อไปได้ การเก็บเกี่ยวในระยะที่เหมาะสมสามารถลดความเสียหายในระหว่างขนส่ง เนื่องจากไม้ดอกแต่ละชนิดจะมีระยะการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกัน ตามชนิดของดอกไม้ (นิธิยาและดนัย, 2556) และการเก็บรักษาดอกไม้ที่อุณหภูมิต่ำจะช่วยลดอัตราการหายใจและการสูญเสียน้ำ ซึ่งเป็นสาเหตุให้ดอกไม้ตัดเสื่อมสภาพเร็วขึ้น (สายชล, 2531) เพื่อรักษาคุณภาพไม้ตัดดอกให้มีอายุการใช้งานนานขึ้น ควรเก็บเกี่ยวในระยะดอกบาน 50% และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส

**Table 34** Water up take (ml) of Orange Curcuma at different harvesting index and storage temperature

| Harvesting Index | Storage temperature | | | Average |
|---|---|---|---|---|
| | 15 | 20 | 25 | (Harvesting Index) |
| | | Day1 | | |
| 50% | 8.75 | 5.48 | 18.75 | 11.00 a |
| 70% | 8.00 | 4.85 | 15.20 | 9.35 a |
| 100% | 8.27 | 5.65 | 15.38 | 9.77 a |
| Average Storage temperature | 8.35 | 5.32 | 16.44 | |
| cv (%) (temperature) = 17.5 cv (%) (Harvesting Index) = 20.4 | | | | |
| | | Day2 | | |
| 50% | 6.45 a B | 6.0 0a B | 11.08 a A | 7.84 |
| 70% | 7.33 a A | 6.05 a A | 7.75 b A | 7.04 |
| 100% | 8.57 a A | 7.58 a A | 7.08 b A | 7.74 |
| Average Storage temperature | 7.45 | 6.54 | 8.63 | |
| cv (%) (temperature) = 16.1 cv (%) (Harvesting Index) = 20.4 | | | | |
| | | Day3 | | |
| 50% | 6.65 | 4.58 | 7.18 | 6.47 a |
| 70% | 4.93 | 4.80 | 7.70 | 5.81 a |
| 100% | 5.93 | 4.50 | 7.88 | 6.10 a |
| Average Storage temperature | 5.83 B | 4.63 C | 7.92 A | |
| cv (%) (temperature) = 9.3 cv (%) (Harvesting Index) = 21.6 | | | | |
| | | Day4 | | |
| 50% | 4.68 | 3.48 | 10.30 | 6.15 a |
| 70% | 4.10 | 3.03 | 10.95 | 6.02 a |
| 100% | 4.15 | 2.03 | 11.13 | 5.77 a |
| Average Storage temperature | 4.31 B | 2.84 C | 10.79 A | |
| cv (%) (temperature) = 15.7 cv (%) (Harvesting Index) = 32.7 | | | | |
| | | Day5 | | |
| 50% | 6.98 | 3.40 | 7.45 | 5.94 a |
| 70% | 9.13 | 4.15 | 6.50 | 6.59 a |
| 100% | 7.13 | 4.58 | 2.75 | 4.82 a |
| Average Storage temperature | 7.74 A | 4.04 C | 5.57 B | |
| cv (%) (temperature) = 27.1 cv (%) (Harvesting Index) = 41.3 | | | | |

Means followed by the same uppercase letter (A, B, C) in the same row and the same lowercase letter (a, b, c) in the same column are not significantly different by DMRT ($P \geq 0.05$)

**Table 35** Fresh weight (%) of Orange Curcuma at different harvesting index and storage temperature

| Harvesting Index | Storage temperature | | | Average |
|---|---|---|---|---|
| | 15 | 20 | 25 | (Harvesting Index) |
| | | Day1 | | |
| 50% | 96.90 | 96.60 | 94.80 | 96.96 a |
| 70% | 97.10 | 96.03 | 94.18 | 96.52 ab |
| 100% | 96.88 | 96.95 | 96.80 | 95.26 b |
| Average Storage temperature | 96.10 AB | 95.77 B | 96.88 A | |
| cv (%) (temperature) = 1.6 cv (%) (Harvesting Index) = 1.2 | | | | |
| | | Day2 | | |
| 50% | 96.33 | 94.80 | 87.86 | 92.93 |
| 70% | 95.53 | 93.70 | 86.25 | 91.83 |
| 100% | 94.85 | 94.28 | 92.90 | 94.01 |
| Average Storage temperature | 95.57 A | 94.26 A | 88.94 B | |
| cv (%) (temperature) = 3.2 cv (%) (Harvesting Index) = 2.8 | | | | |
| | | Day3 | | |
| 50% | 95.22 a A | 93.58 a A | 82.58 c B | 90.46 |
| 70% | 93.83 a A | 91.68 a A | 86.25 b B | 90.58 |
| 100% | 93.75 a A | 93.10 a A | 91.53 a A | 92.79 |
| Average Storage temperature | 94.27 | 92.78 | 86.78 | |
| cv (%) (temperature) = 1.5 cv (%) (Harvesting Index) = 2.0 | | | | |
| | | Day4 | | |
| 50% | 95.03 | 93.20 | 82.75 | 90.33 |
| 70% | 93.10 | 90.30 | 84.22 | 89.21 |
| 100% | 93.13 | 92.05 | 90.07 | 91.75 |
| Average Storage temperature | 93.75 A | 91.85 A | 85.68 B | |
| cv (%) (temperature) = 2.9 cv (%) (Harvesting Index) = 4.7 | | | | |

Means followed by the same uppercase letter (A, B, C) in the same row and the same lowercase letter (a, b, c) in the same column are not significantly different by DMRT ($P \geq 0.05$)

**Table 36** Flower freshness score of Orange Curcuma at different harvesting index and storage temperature

| Harvesting Index | Storage temperature | | | Average |
|---|---|---|---|---|
| | 15 | 20 | 25 | (Harvesting Index) |
| | | Day1 | | |
| 50% | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 |
| 70% | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 |
| 100% | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 |
| Average Storage temperature | 5.0 | 5.0 | 5.0 | |
| | | Day2 | | |
| 50% | 4.8 | 4.8 | 3.8 | 4.5 |
| 70% | 4.8 | 4.7 | 4.1 | 4.5 |
| 100% | 4.4 | 4.7 | 2.7 | 3.9 |
| Average Storage temperature | 4.7 | 4.7 | 3.5 | |
| | | Day3 | | |
| 50% | 4.8 | 4.0 | 3.2 | 4.0 |
| 70% | 4.6 | 3.9 | 3.5 | 4.0 |
| 100% | 4.4 | 3.9 | 2.6 | 3.6 |
| Average Storage temperature | 4.6 | 3.9 | 3.1 | |
| | | Day4 | | |
| 50% | 4.7 | 3.8 | 3.0 | 3.8 |
| 70% | 4.2 | 3.8 | 3.5 | 3.8 |
| 100% | 4.1 | 3.5 | 2.0 | 3.2 |
| Average Storage temperature | 4.3 | 3.7 | 2.8 | |
| | | Day5 | | |
| 50% | 4.4 | 3.8 | 2.0 | 3.4 |
| 70% | 4.1 | 3.5 | 2.6 | 3.4 |
| 100% | 3.6 | 3.6 | 0.0 | 2.4 |
| Average Storage temperature | 4.0 | 3.6 | 1.5 | |

**Flower freshness score:**

5 = Fresh petals, no damaged area

4 = The petals are damaged area less than 25%

3 = The petals are damaged area 25-50%

2 = The petals are damaged area 50-75%

1 = The petals are damaged area more than 75%

**Table 37** Vase life (day) of harvesting index and Storage temperature for Orange Curcuma

| Storage temperature | Harvesting index | | |
|---|---|---|---|
| | 50% | 70% | 100% |
| 15°C | 10.7 | 8.7 | 8.2 |
| 20°C | 7.7 | 7.1 | 6.8 |
| 25°C | 5.8 | 4.8 | 3.6 |

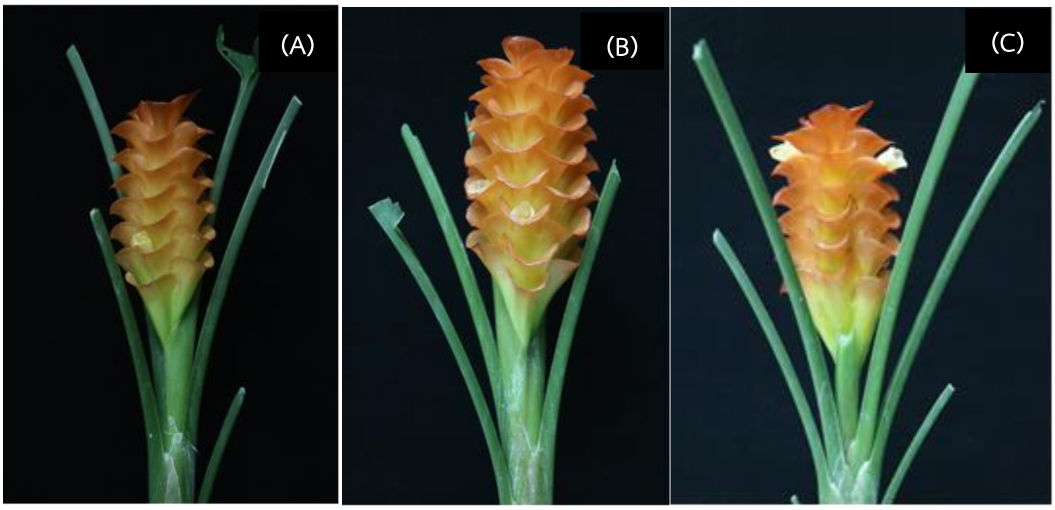



**Figure 54** Three stages of harvesting; (A) 50%, (B) 70%, (C) 100%

**Figure 55** Three stages of harvesting; (A) 50%, (B) 70%, (C) 100% storage at 25 °C for 5 days

**Figure 56** Deteriorate for Orange Curcuma

**2.3 การทดสอบประสิทธิภาพสารละลายเคมีในการยืดอายุการปักแจกันดอกกระเจียวส้ม**

**การทดสอบสารละลายเคมี pulsing ในการยืดอายุการปักแจกันดอกกระเจียวส้ม**

**ปริมาณการดูดน้ำ** ดอกกระเจียวส้มทุกกรรมวิธีมีปริมาณการดูดน้ำมากที่สุดในวันที่ 2 และเมื่อปักแจกันครบ 6 วัน พบว่า โดยการแช่ก้านในสารละลายกรดซิตริก ความเข้มข้น 200 ppm เป็นเวลา 30 นาที ก่อนนำมาปักแจกันในน้ำกรอง มีปริมาณการดูดน้ำมากที่สุด 15.7 มิลลิลิตร แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 57A) อย่างไรก็ตามปริมาณการดูดน้ำของดอกกระเจียวส้มลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่ออายุปักแจกันนานขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการเสื่อมสภาพของดอก

**การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด** ดอกดาหลาทุกกรรมวิธีมีน้ำหนักลดลงอย่างต่อเนื่อง เมื่ออายุการปักแจกันครบ 6 วัน พบว่า การแช่ก้านดอกในสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้น 400 ppm เป็นเวลา 30 นาที ก่อนนำมาปักแจกันในน้ำกรอง มีน้ำหนักลดลงน้อยที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธี (Figure 57B)

**การเปลี่ยนแปลงสี** พบว่า การเปลี่ยนแปลงสีของกลีบประดับ ตลอดอายุการปักแจกันกลีบประดับดอกกระเจียวส้มทุกกรรมวิธีมีสีเทาอมส้มหรือ GREYED – ORANGE Group 171A – 173B วัดค่าสีด้วยแผ่นเทียบสี RHS color chart (1986)

**คะแนนความสด** ลักษณะการเสื่อมสภาพของดอกกระเจียวส้มในระหว่างปักแจกัน พบลักษณะที่เสียหาย คือ เกิดอาการเหี่ยวที่ปลายกลีบ เกิดโรคปลายกลีบ กลีบดอกแสดงให้เห็นรอยช้ำ รอยพับ เด่นชัดขึ้น และเริ่มแสดงลักษณะการเสื่อมสภาพเมื่ออายุปักแจกันครบ 4 วัน ดอกกระเจียวส้มที่แช่ก้านดอกในสารละลายกรดซิตริก ความเข้มข้น 400 ppm เป็นเวลา 30 นาที ก่อนนำมาปักแจกันในน้ำกรอง มีค่าคะแนนความสดมากที่สุด (Figure 58)

**อายุการปักแจกัน** การแช่ก้านดอกในสารละลายกรดซิตริก ความเข้มข้น 400 ppm 30 นาที ก่อนนำมาปักแจกันในน้ำกรอง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (ความชื้นสัมพัทธ์ 80%) มีอายุการปักแจกันมากที่สุดเฉลี่ย 12 วัน (Table 38) และดอกจริงยังสามารถบานต่อได้เมื่ออายุการปักแจกันเพิ่มขึ้น จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าการการแช่ก้านดอกในสารละลายกรดซิตริก ความเข้มข้น 400 ppm เป็นเวลา 30 นาที ก่อนนำมาปักแจกันในน้ำกรอง สามารถยืดอายุการปักแจกันของดอกกระเจียวส้มได้

จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า การแช่ก้านดอกในสารละลายกรดซิตริก ก่อนนำมาปักแจกันในน้ำกรองที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (ความชื้นสัมพัทธ์ 80%) มีผลทำให้ดอกไม้ทั้งสองชนิดมีน้ำหนักลดลงน้อยที่สุด เนื่องจากกรดซิตริกช่วยจุลินทรีย์ในน้ำ ทำลายเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการอุดตันท่อลำเลียงน้ำ ทำให้ฟองอากาศในท่อลำเลียงน้ำสลายตัวทำให้แคลเซียมแพคเตทเกิดการสลายตัวออกจากผนังเซลล์จึงทำให้น้ำเคลื่อนที่ได้ดีขึ้น (นิธิยาและดนัย, 2556) สำหรับการทดลองสารละลายเคมี pulsing ในการยืดอายุการปักแจกันดอกกระเจียวส้มความเข้มข้นของสารละลายกรดซิตริกที่เหมาะสม คือ 400 ppm ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด ค่าคะแนนความสด และอายุการปักแจกันของไม้ดอกทั้งสองชนิด

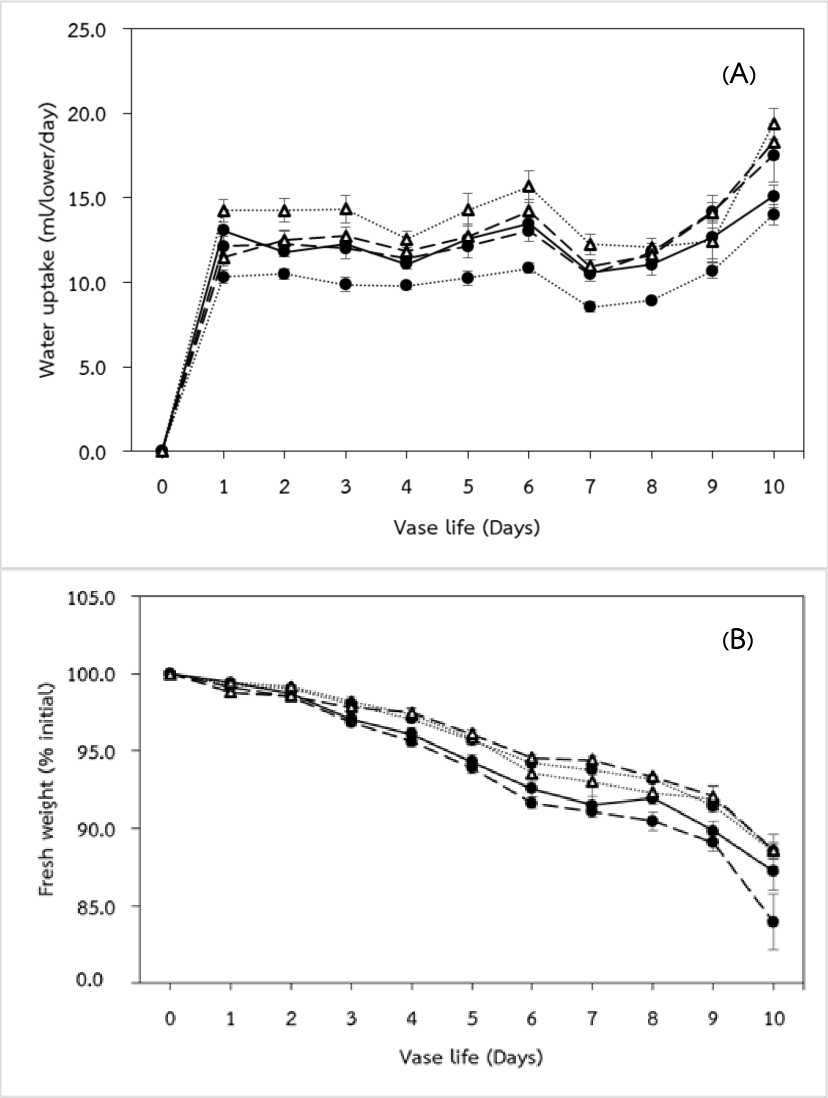



**Figure 57** Water uptake (A) and fresh weight (B) of Orange Curcuma with pulsing solution

Control

NaOCl 5,000 ppm

NaOCl 10,000 ppm

citric acid 200 ppm

citric acid 400 ppm

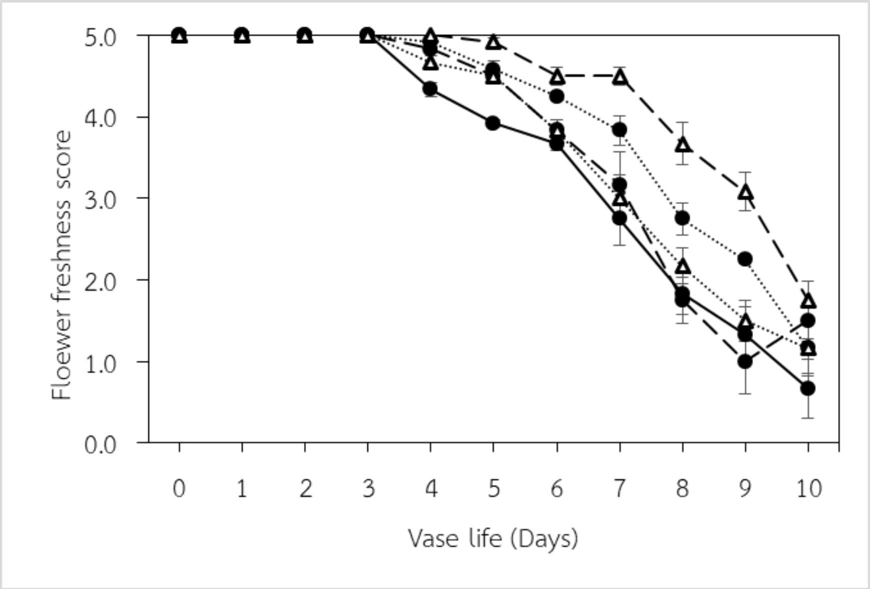



**Figure 58** Flower freshness score with pulsing solution for Orange Curcuma

Flower freshness score.

5 = Fresh petals, no damaged area

4 = The petals are damaged area less than 25%

3 = The petals are damaged area 25-50%

2 = The petals are damaged area 50-75%

1 = The petals are damaged area more than 75%

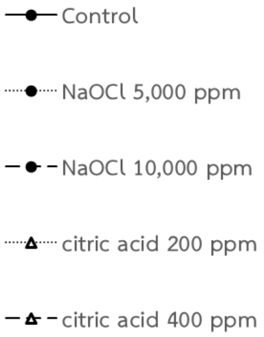



**Table 38** Vase life (days) of Orange Curcuma with pulsing solution

| Treatment | Vase life (Days) |
|---|---|
| Control | 9.0 |
| NaOCl 5,000 ppm | 10.0 |
| NaOCl 10,000 ppm | 9.0 |
| citric acid 200 ppm | 10.0 |
| citric acid 400 ppm | 12.0 |

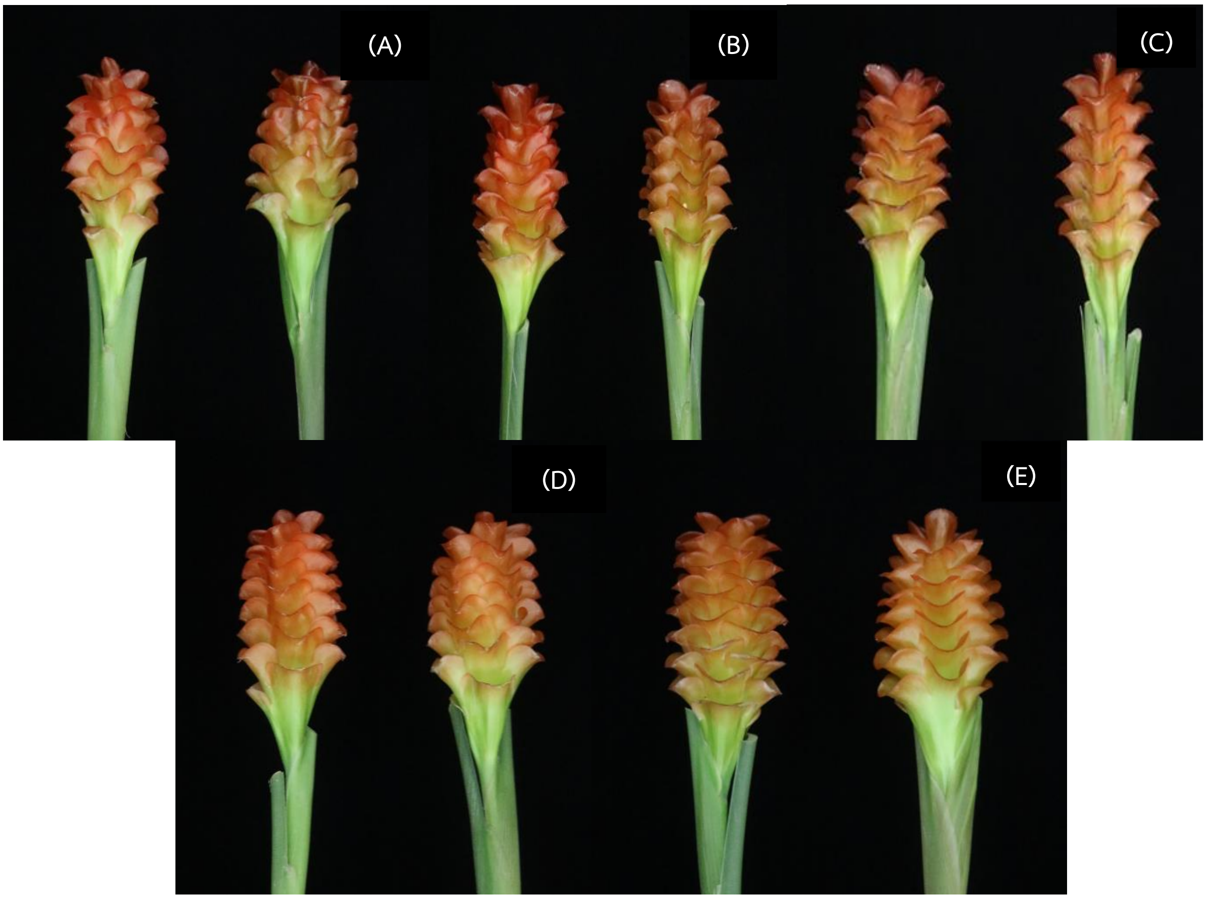



**Figure 59** Orange Curcuma with pulsing solution storage at 25 °C for 5 days

A = Control

B = NaOCl 5,000 ppm

C = NaOCl 10,000 ppm

D = citric acid 200 ppm

E = citric acid 400 ppm

**Figure 60** Deteriorate for Orange Curcuma

**ทดสอบสารละลายเคมี holding ในการยืดอายุการปักแจกันดอกกระเจียวส้ม**

**ปริมาณการดูดน้ำ** ดอกกระเจียวส้มทุกกรรมวิธีมีปริมาณการดูดน้ำมากที่สุดในวันที่ 1 และจะลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่ออายุการปักแจกันนานขึ้น ดอกกระเจียวส้มปักแจกันในสารละลาย 8-HQS 200 ppm+sucrose 0.5% pH3 มีปริมาณการดูดน้ำมากที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกกรรมวิธี (Figure 61A) สูตรสารละลายที่ความเข้มข้นของน้ำตาลที่ต่างกัน มีผลต่อปริมาณการดูดน้ำ เนื่องจากน้ำตาลช่วยทำให้เกิดสมดุล ช่วยควบคุมการคายน้ำและดูดน้ำ ซึ่งความเข้มข้นของน้ำตาลมีผลต่อปริมาณการดูดน้ำของดอกไม้แต่ละชนิดแตกต่างกัน

**การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด** เมื่ออายุการปักแจกันครบ 4 พบว่า ดอกกระเจียวส้มปักแจกันในสารละลาย 8-HQS 200 ppm+sucrose 0.5% มีน้ำหนักลดลงน้อยที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกกรรมวิธี (Figure 61B)

**การเปลี่ยนแปลงสี** พบว่า การเปลี่ยนแปลงสีของกลีบประดับ ตลอดอายุการปักแจกันกลีบประดับดอกกระเจียวส้มทุกกรรมวิธีมีสีกลีบประดับตรงกับสีเทาอมส้มหรือ GREYED – ORANGE Group 171A – 173B โดยใช้แผ่นเทียบสี RHS color chart (1986)

**คะแนนความสด** ลักษณะการเสื่อมสภาพของดอกกระเจียวส้มในระหว่างปักแจกัน เริ่มแสดงลักษณะการเสื่อมสภาพเมื่ออายุปักแจกันครบ 4 วัน ลักษณะการเสื่อมสภาพของดอกที่สังเกตได้อย่างชัดเจน คือ เกิดอาการเหี่ยวที่ปลายกลีบ เกิดโรคที่ปลายกลีบ กลีบดอกแสดงให้เห็นรอยช้ำ รอยพับเด่นชัดขึ้น ก้านดอกเปื่อย มีของเหลวขุ่นในแจกัน และก้านดอกลีบ ซึ่งดอกกระเจียวส้มที่ปักแจกันในสารละลาย 8-HQS 200 ppm+sucrose 0.5% มีค่าคะแนนความสดมากที่สุด (Figure 62) และสอดคล้องกับปริมาณการดูดน้ำ ของดอกกระเจียวส้ม เนื่องจากสารละลายที่มี pH3-4 สามารถลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในน้ำได้ดีกว่ากรรมวิธีความคุม แต่สารละลายที่มี pH3-4 มีสภาพเป็นกรดจึงทำให้ก้านดอกเกิดความเสียหายและเกิดอาการก้านลีบ (Figure 35)

**อายุการปักแจกัน** พบว่า ดอกกระเจียวส้มที่ปักแจกันในสารละลาย 8-HQS 200 ppm+sucrose 0.5% ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (ความชื้นสัมพัทธ์ 80%) มีแนวโน้มดีกว่าความเข้มข้นอื่น ๆ (Table 39) ซึ่งสอดคล้องกับ ปริมาณการดูดน้ำ การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด และค่าคะแนนความสด อย่างไรก็ตาม แม้ว่ากรรมวิธีควบคุมจะมีอายุการปักแจกันมากกว่าสารละลาย 8-HQS ทุกกรรมวิธีแต่ส่วนผสมของสารละลายที่จำเป็นต้องมีสารที่มีคุณสมบัติฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ เพราะถ้ามีน้ำตาลเพียงอย่างเดียว จะทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตมาอุดตันก้านดอก ดังนั้นจึงได้มีการทดลองหาสารละลายโดยการปรับความเป็นกรดให้ต่ำลง เพื่อใช้สำหรับการยืดอายุการปักแจกันดอกกระเจียวส้มต่อไป

จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า สูตรสารละลายสำหรับปักแจกันไม้ตัดดอก จำเป็นต้องมีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบ เพราะน้ำตาลเป็นอาหารให้กับดอกไม้ ช่วยให้ไมโตรคอนเดรียรักษาโครงสร้าง ช่วยทำให้เกิดสมดุล ช่วยควบคุมการคายน้ำและดูดน้ำ ซึ่งความเข้มข้นของน้ำตาลมีผลต่อดอกไม้แต่ละชนิดไม่เหมือนกัน น้ำตาลมากเกินไปอาจเป็นอันตราย ขณะเดียวกันความเข้มข้นต่ำเกินไปก็ไม่เป็นผลดีต่อดอกไม้ (Nowak and Rudnicki, 1990) สำหรับการทดลองสารละลายเคมี holding ในการยืดอายุการปักแจกันดอกกระเจียวส้มจะเห็นได้ว่าความเข้มข้นของน้ำตาลในสารละลายที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับชนิดของดอกไม้ ความเข้มข้นของน้ำตาลที่ให้ผลดีต่อดอกดาหลา คือ น้ำตาล 2% แต่สำหรับกระเจียวส้มความเข้มข้นของน้ำตาล คือ 0.5%

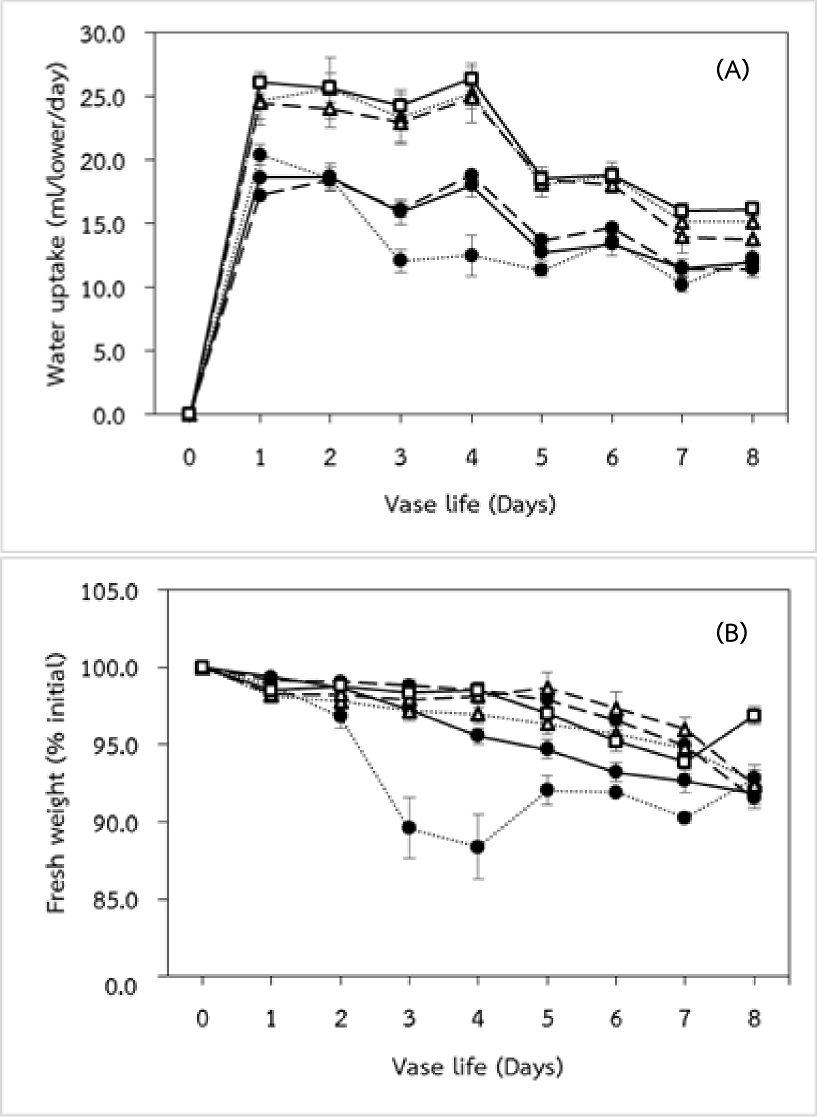
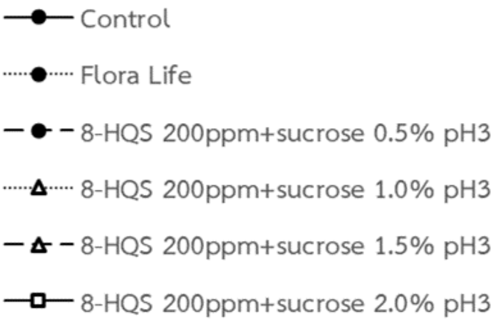



**Figure 61** Water uptake (A) and fresh weight (B) of Orange Curcuma with holding solution



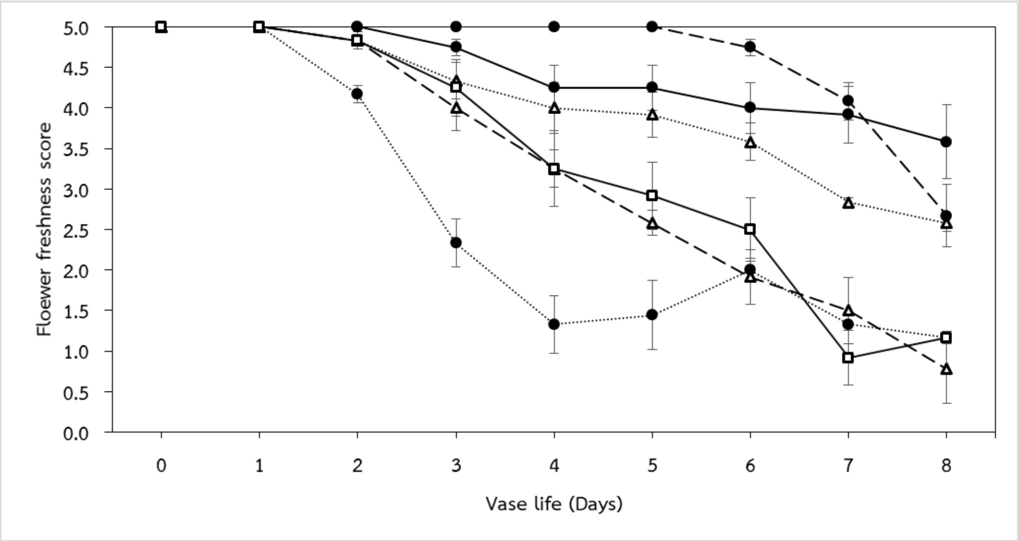



**Figure 62** Flower freshness score with holding solution for Orange Curcuma

Flower freshness score :

5 = Fresh petals, no damaged area

4 = The petals are damaged area less than 25%

3 = The petals are damaged area  25-50%

2 = The petals are damaged area  50-75%

1 = The petals are damaged area more than 75%

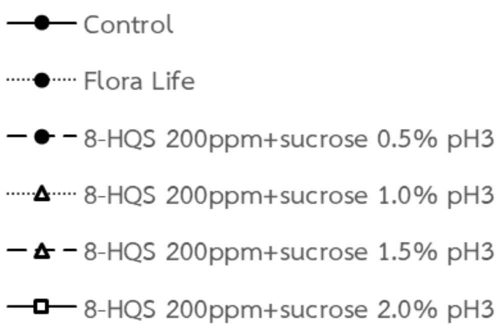



**Table 39** Vase life (days) of Orange Curcuma

| Treatment | Vase life (Days) |
|---|---|
| Control | 14.0 |
| Flora Life | 5.0 |
| 8-HQS 200ppm+sucrose 0.5% pH 3 | 10.0 |
| 8-HQS 200ppm+sucrose 1.0% pH 3 | 9.0 |
| 8-HQS 200ppm+sucrose 1.5% pH 3 | 7.0 |
| 8-HQS 200ppm+sucrose 2.0% pH 3 | 7.0 |

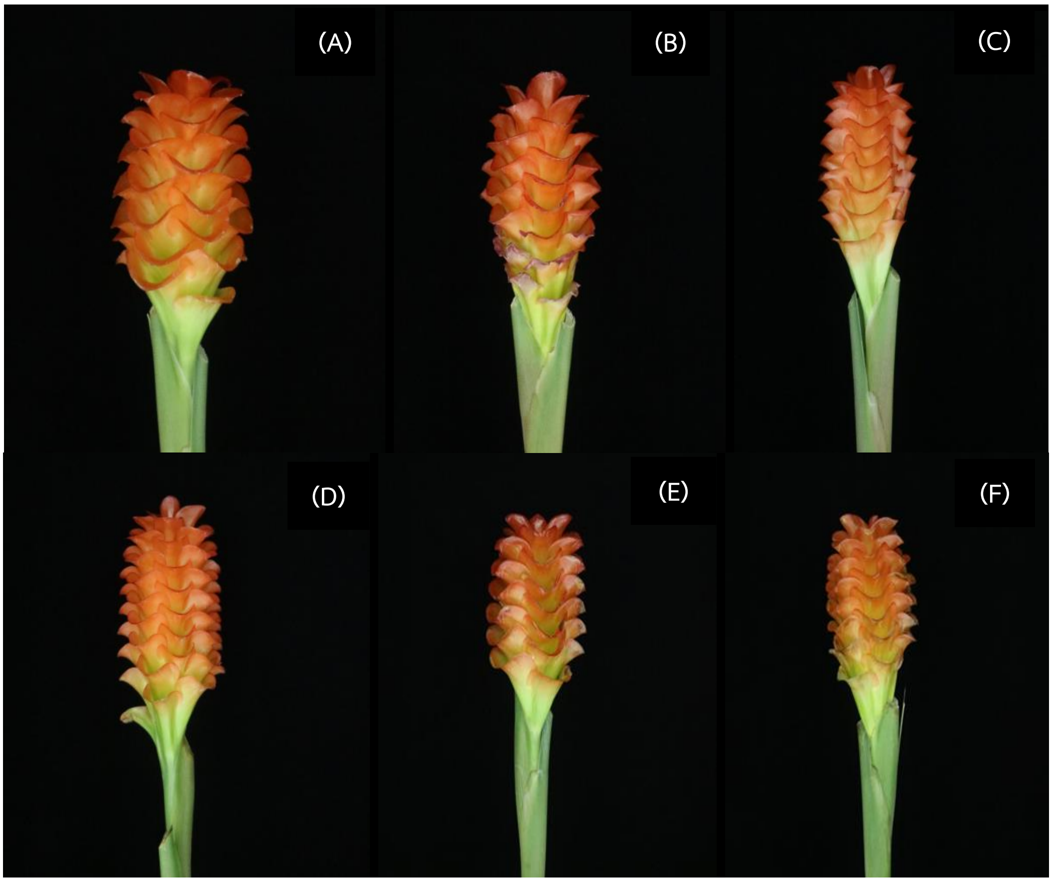



**Figure 63** Orange Curcuma with holding solution storage at 25 °C for 5 days

A = Control

B = Flora Life

C = 8-HQS 200 ppm + sucrose 0.5% pH3

D = 8-HQS 200 ppm + sucrose 1.0% pH3

E = 8-HQS 200 ppm + sucrose 1.5% pH3

F = 8-HQS 200 ppm + sucrose 2.0% pH3

**Figure 64** Deteriorate for Orange Curcuma

**ทดสอบประสิทธิภาพสารละลายในการยืดอายุการปักแจกันกระเจียวส้ม**

นำการทดลองข้างต้นมาทดสอบหาสูตรสารละลายที่เหมาะสมสำหรับไม้ตัดดอก โดยนำสารละลาย pulsing และ holding ที่ดีที่สุดมาทดสอบประสิทธิภาพมาใช้ร่วมกัน การทดลองพบว่า

**ปริมาณการดูดน้ำ** ดอกกระเจียวส้มทุกกรรมวิธีมีปริมาณการดูดน้ำมากที่สุดในวันที่ 2 โดยปักแจกันในสารละลาย 8-HQS 150 ppm+sucrose 0.5% มีปริมาณการดูดน้ำมากที่สุด 10.2 มิลลิลิตร และเมื่ออายุการเก็บรักษาครบ 6 วัน พบว่า ดอกกระเจียวส้มที่ปักแจกันในสารละลาย 8-HQS 150 ppm+sucrose 0.5% มีปริมาณการดูดน้ำมากที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกกรรมวิธี (Figure 65A)

**การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด** พบว่า น้ำหนักสดของดอกกระเจียวส้มลดลงทุกวัน และเมื่ออายุการปักแจกันครบ 6 วัน พบว่า ดอกกระเจียวส้มปักแจกันในสารละลาย 8-HQS 150 ppm+sucrose 0.5% มี%การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักลดลงน้อยที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม (Figure 65B)

**การเปลี่ยนแปลงสี** ตลอดอายุการปักแจกัน พบว่า กลีบประดับดอกกระเจียวส้มทุกกรรมวิธีมีสีเทาอมส้มหรือ GREYED-ORANGE Group 171A-173B วัดค่าสีด้วยแผ่นเทียบสี RHS color chart (1986)

**คะแนนความสด** ลักษณะการเสื่อมสภาพของดอกกระเจียวส้มในระหว่างปักแจกัน พบว่า ดอกกระเจียวส้มที่ปักแจกันในน้ำกรอง เริ่มปรากฏลักษณะการเสื่อมสภาพของดอกที่สังเกตได้อย่างชัดเจน เมื่ออายุปักแจกันครบ 3 วัน คือ เกิดอาการเหี่ยวที่ปลายกลีบเกิดโรคปลายกลีบ กลีบดอกแสดงให้เห็นรอยช้ำ รอยพับ เด่นชัดขึ้น และเมื่ออายุการปักแจกันครบ 6 วัน พบว่า ดอกกระเจียวส้มที่ปักแจกันในสารละลายสูตรต่าง ๆ มีค่าคะแนนความสดมากกว่ากรรมวิธีควบคุม (Figure 66)

**อายุการปักแจกัน** พบว่า ดอกกระเจียวส้มที่แช่ก้านดอกในสารละลายกรดซิตริก ความเข้มข้น 400 ppm เป็นเวลา 30 นาที ก่อนนำมาปักแจกันในน้ำกรอง มีอายุการปักแจกันมากที่สุดเฉลี่ย 17 วัน (Table 40) ซึ่งอายุการปักแจกันของดอกกระเจียวส้มสอดคล้องกับคะแนนความสด จากกการทดสอบประสิทธิภาพสารละลายในการยืดอายุการปักแจกันดอกกระเจียวส้ม แสดงให้เห็นว่าการแช่ก้านดอกในสารละลายกรดซิตริก ความเข้มข้น 400 ppm เป็นเวลา 30 นาที ก่อนนำมาปักแจกันในน้ำกรอง สามารถชะลอการเสื่อมสภาพและยืดอายุการปักแจกันดอกกระเจียวส้มได้ สอดคล้องกับ นฤภรและคณะ (2561) ที่รายงานว่า การ pulsing กุหลาบในสารละลายที่มีส่วนผสมของ 8-HQS ความเข้มข้น 400 ppm ซิลเวอร์ไนเทรตความเข้มข้น 150 มิลลิกรัมต่อลิตร กรดซิตริกความเข้มข้น 30 ppm และน้ำตาลซูโครส ความเข้มข้น 10% โดยใช้ระยะเวลาในการ pulsing นาน 2 4 และ 6 ชั่วโมง มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ ยืดอายุปักแจกันดอกกุหลาบพันธุ์จิตรา

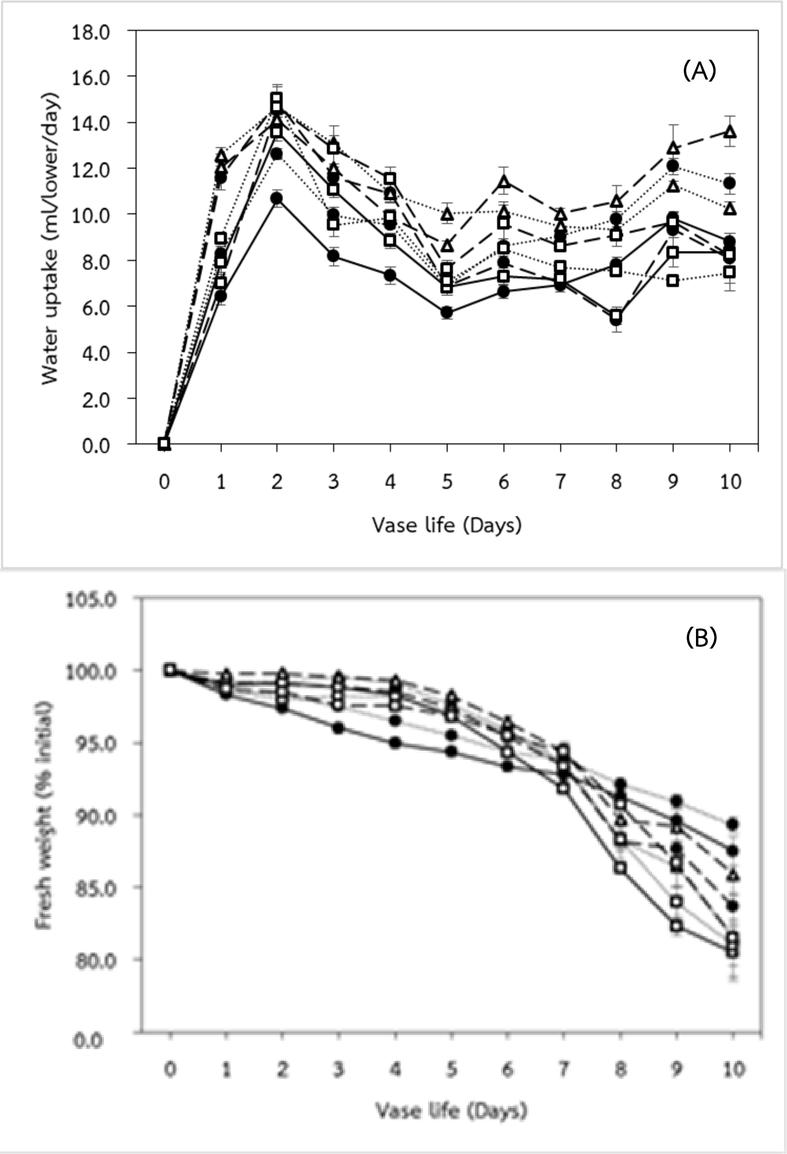



**Figure 65** Water uptake (A), fresh weight (B) with holding solution for Orange Curcuma

Control

citric acid 400 ppm

8-HQS 50 ppm+sucrose 0.5%

8-HQS 100 ppm+sucrose 0.5%

8-HQS 150 ppm+sucrose 0.5%

citric acid 400 ppm+8-HQS 50 ppm+sucrose 0.5%

citric acid 400 ppm+8-HQS 100 ppm+sucrose 0.5%

citric acid 400 ppm+8-HQS 150 ppm+sucrose 0.5%

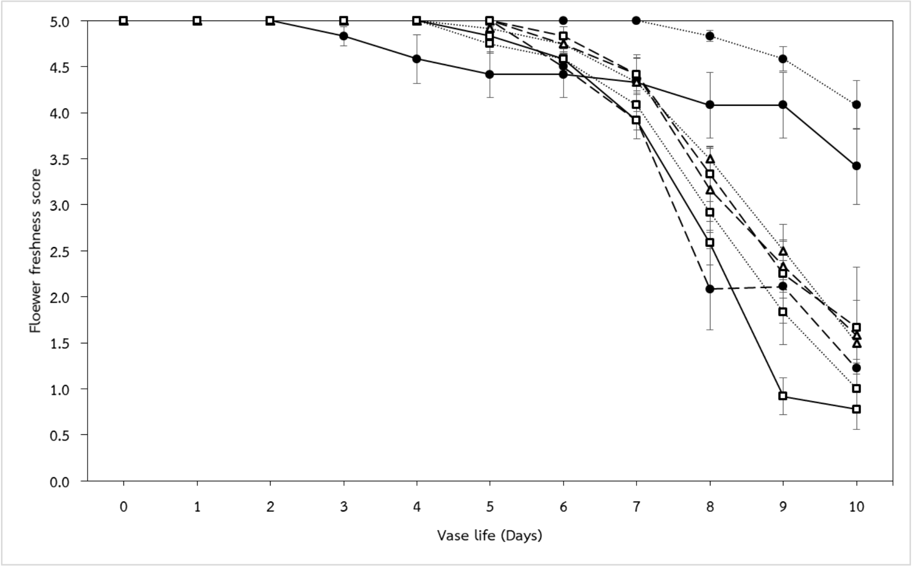



**Figure 66** Flower freshness score with holding solution for Orange Curcuma

Flower freshness score:

5 = Fresh petals, no damaged area

4 = The petals are damaged area less than 25%

3 = The petals are damaged area 25-50%

2 = The petals are damaged area 50-75%

1 = The petals are damaged area more than 75%

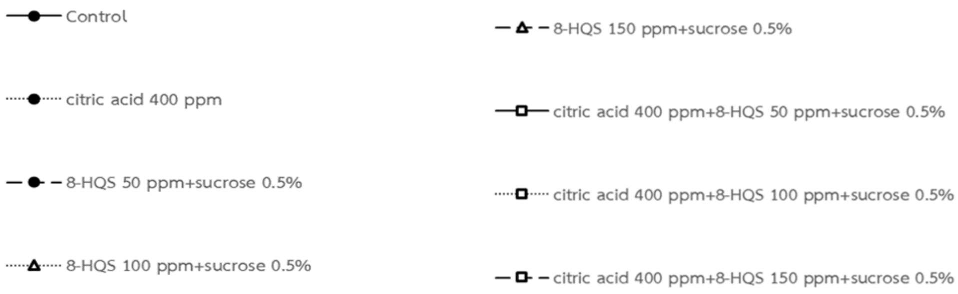



**Table 40** Vase life (days) of Orange Curcuma solution

| Treatment | Vase life (Days) |
|---|---|
| Control | 15.0 |
| citric acid 400 ppm | 17.0 |
| 8-HQS 50 ppm + sucrose 0.5% | 10.0 |
| 8-HQS 100 ppm + sucrose 0.5% | 10.0 |
| 8-HQS 150 ppm + sucrose 0.5% | 11.0 |
| citric acid 400 ppm + HQS 50 ppm + sucrose 0.5% | 9.00 |
| citric acid 400 ppm + HQS 100 ppm + sucrose 0.5% | 10.0 |
| citric acid 400 ppm + HQS 150 ppm + sucrose 0.5% | 11.0 |

**บทสรุปและข้อเสนอแนะ**

1. การประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวของลำไยพันธุ์ดอ ในเขตภาคตะวันออก พบว่า ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวมีการสูญเสียมากที่สุด 14.23 เปอร์เซ็นต์ รองลงการคือ ขั้นตอนการส่งออก การขนย้ายลำไยจากสวนมาโรงคัดบรรจุ และขั้นตอนการรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และเมื่อทำการแยกตามสาเหตุของการสูญเสียในแต่ละขั้นตอนพบว่า ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวพบสาเหตุหลักของการสูญเสียเกิดจากการเข้าทำลายของแมลง 3.72 เปอร์เซ็นต์ การสูญเสียในขั้นตอนการขนย้ายลำไยจากสวนถึงโรงคัดบรรจุคือ ลำไยเป็นแผลถลอก 2.22 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการรมลำไยด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์สาเหตุของการสูญเสียหลักที่เกิดขึ้นคือ เปลือกลำไยเป็นแผลถลอก 0.62 เปอร์เซ็นต์ และขั้นตอนการส่งออกสาเหตุหลักของการสูญเสียคือ เปลือกลำไยมีสีดำ 2.42 เปอร์เซ็นต์ สำหรับบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการบรรจุลำไยที่ผ่านการรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส คือ ถุงตาข่ายและถุง PE เจาะรู ลำไยมีคุณภาพดีและสามารถเก็บรักษาลำไยได้นาน 25 วัน และบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการบรรจุลำไยที่ไม่ผ่านการรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส คือ ถุง PE OPP และ PP สามารถยืดอายุการเก็บรักษาลำไยที่ไม่รมซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้นาน 10 วัน

2. การประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวมังคุดในเขตภาคตะวันออก พบว่า การสูญเสียคุณภาพก่อนและขณะเก็บเกี่ยว มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวผลมังคุดที่มีเปลือกสีเขียวทั้งผลสูงที่สุด ส่วนการสูญเสียภายหลังจากเก็บเกี่ยวที่พบมาก คือ ผลมีกลีบเลี้ยงเปลี่ยนเป็นสีแดง โดยขั้นตอนที่พบการสูญเสียมากที่สุด คือ ภายหลังการขนส่งไปตลาดค้าส่งในประเทศ และในการทดสอบเพื่อลดการสูญเสียในขั้นตอนการขนส่งจากจุดรวบรวมไปตลาดค้าส่ง พบว่า การขนส่งด้วยกรรมวิธีแนะนำที่รองตะกร้าด้วยกระดาษรองและฟองน้ำเปียกเพื่อกันกระแทกและลดอุณหภูมิ ช่วยลดปัญหาการสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของสีผลเป็นสีม่วงดำ การเปลี่ยนสีของกลีบเลี้ยงเป็นสีแดง และเปอร์เซ็นต์การเกิดผลช้ำ/บุบ ให้ลดลงได้ สำหรับการทดสอบเทคโนโลยีการบรรจุเพื่อลดการสูญเสียระหว่างการเก็บรักษาและวางจำหน่ายมังคุดแบบขายปลีก พบว่า การใช้ผลมังคุดที่มีระยะสีแดง บรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุงพลาสติกชนิด PP แบบเจาะรู ช่วยลดการสะสมของไอน้ำที่เกิดขึ้นภายในถุงรักษาคุณภาพภายนอก รวมทั้งยืดอายุการเก็บรักษาและวางจำหน่ายของผลมังคุดได้ดีกว่าการบรรจุผลมังคุดในถุงตาข่าย ทั้งนี้ ถุง PP ที่เจาะรูขนาดรูเข็มระยะ 1X1 เซนติเมตร ตลอดด้านบนของถุง เป็นบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการวางจำหน่ายผลมังคุดสดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยช่วยรักษาคุณภาพผลมังคุดได้นาน 12 วัน ส่วนที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ถุง PP เจาะรูขนาดรูเข็มระยะประมาณ 1X1 นิ้ว ที่ด้านบนของถุง จำนวน 80 หรือ 100 รู มีแนวโน้มช่วยรักษาคุณภาพได้ดีกว่าบรรจุภัณฑ์แบบอื่น ๆ หลังการเก็บรักษานาน 20 วัน

3. การประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวดอกดาหลา พบว่า ขั้นตอนการส่งออกมีปริมาณการสูญเสียมากที่สุด รองลงมาคือ ขั้นตอนการขนส่งจากโรงคัดบรรจุมายังสนามบิน และขั้นตอนการจัดการในโรงคัดบรรจุ สำหรับระยะเก็บเกี่ยวและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาดอกดาหลา พบว่า ควรเก็บเกี่ยวที่ระยะดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ดอกดาหลามีอายุการเก็บรักษานาน 13.9 วัน และกลีบประดับยังสามารถพัฒนาต่อไปได้ และการทำ pulsing ดอกดาหลาโดยแช่ก้านดอกในสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้น 400 ppm นาน 30 นาที แล้วนำมาปักแจกันในน้ำกรอง เก็บไว้ในห้องที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ดอกดาหลามีอายุการปักแจกันนาน 6 วัน และการทำ holding โดยปักแจกันในสารละลาย 8-HQS 200 ppm ร่วมกับ sucrose 2.0 เปอร์เซ็นต์ pH3 ดอกดาหลามีอายุการปักแจกันนาน 10 วัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และกลีบประดับยังสามารถพัฒนาต่อไปได้

4. การประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวดอกกระเจียวส้ม พบว่า ขั้นตอนการขนส่งไปยังตลาดปลายทางมีปริมาณการสูญเสียสูงที่สุดคิดเป็นร้อยละ 73.3 รองลงมาคือ ขั้นตอนการจัดการในโรงคัดบรรจุคิดเป็นร้อยละ 46.27 ระยะเก็บเกี่ยวและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาดอกกระเจียวส้ม พบว่า ควรเก็บเกี่ยวดอกกระเจียวส้มที่ระยะดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ดอกกระเจียวส้มมีอายุการเก็บรักษานาน 10.7 วัน และดอกจริงยังสามารถพัฒนาและบานต่อได้ และการยืดอายุการปักแจกันของดอกกระเจียวส้ม โดยการ pulsing ด้วยการแช่ก้านดอกในสารละลายกรดซิตริก ความเข้มข้น 400 ppm นาน 30 นาที ก่อนนำมาปักแจกันในน้ำกรอง สามารถยืดอายุการปักแจกันนานที่สุด 17 วัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยดอกจริงยังสามารถพัฒนาต่อไปได้

**ข้อเสนอแนะ**

การประเมินการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวของผลิตผลสดในประเทศไทยยังมีงานวิจัยไม่มากนัก จึงควรให้ความสำคัญกับงานวิจัยในด้านนี้ เพื่อให้ทราบถึงปริมาณและสาเหตุของการสูญเสีย รวมถึงจุดวิกฤติที่ทำให้เกิดการสูญเสียของผลิตผลสด ซึ่งจะได้นำเทคโนโลยีมาใช้อย่างเหมาะสมในการลดการสูญเสียที่จะเกิดขึ้น และชะลอการเสื่อมคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาเพื่อการขนส่งและวางจำหน่าย

**บรรณานุกรม**

กระทรวงสาธารณสุข. 2547. พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 แนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 281 (พ.ศ. 2547) เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร. ราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไป เล่มที่ 121 ตอนพิเศษ 97 ง. ลงวันที่ 6 กันยายน 2547.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2546. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ ฯ. 396 หน้า.

_______. 2549. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 6. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 396 หน้า.

จิราภา เหลืองอรุณเลิศ. 2548. บรรจุภัณฑ์ผักผลไม้. สถาบันอาหาร. สืบค้นจาก: http://www.phtnet.org/2005/04/50/. [18 มกราคม 2562].

_______. 2559. บรรจุภัณฑ์ผักผลไม้สถาบันอาหาร. สืบค้นจาก: http://www.nfi.or.th/food-technology-news/food-technology-news-thai.html [20 เมษายน 2559].

จริยา  วิสิทธิ์พานิช และชาตรี  สิทธิกุล. 2548. โรคและแมลงศัตรูลำไย. หน้า 33-45. คู่มือการจัดการสวนลำไยให้ได้คุณภาพ. โรงพิมพ์ยูเนียน เชียงใหม่. 56 หน้า.

จักรพงษ์ พิมพ์พิมล. 2555. การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผลลำไยสดเชิงการค้า. เชียงใหม่ ดอคคิวเม้นทารี ดีไซน์. 174 หน้า.

ช.ณิฏฐ์ศิริ สุยสุวรรณ. 2545. วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวไม้ตัดดอกไม้ตัดใบ. ประดิพัทธ์ กรุงเทพฯ. 194 หน้า

ณภัทร ทิพย์ศรี ราเชนทร์ ชูศรี และนิติศักดิ์ เจริญรูป. 2555. โครงการการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานของการส่งออกมังคุดไปยังประเทศจีนตอนใต้. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์, สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). 162 หน้า.

นิธิยา รัตนาปนนท์ และดนัย บุณยเกียรติ. 2556. การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวดอกไม้. พิมพ์ครั้งที่ 3.สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ. 268 หน้า.

นฤภร เทพสุวรรณ์ วุฒิชัย สายเสาร์ พลกฤษณ์ มณีวระ ดนัย บุณยเกียรติ และ พิมพ์ใจ สีหะนาม. 2561. อิทธิพลของระยะเวลาพัลซิ่งต่ออายุการปักแจกันและคุณภาพของกุหลาบตัดดอกพันธุ์จิตรา. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 49: 1 (พิเศษ) : 567-570.

ปรางค์ทอง กวานห้อง เบญจมาส รัตนชินกร คมจันทร์ สรงจันทร์ และศิรกานต์ ศรีธัญรัตน์. 2553. การเก็บรักษามังคุดในสภาพบรรยากาศดัดแปลง. หน้า 214-236. *ใน* รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็ม ประจำปี 2553. สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

ผ่องเพ็ญ อรรคสีวร ธำรงค์ อัมพรรัตน์ อภิตา บุญศิริ นภา ศิวรังสรรค์ สีรุ้ง ปรีชานนท์ และโศรดา กนกพานนท์. 2549. การพัฒนาสารเคลือบผิวเชลแล็กเพื่อยืดอายุการเก็บรักษามังคุดและมะนาวพันธุ์แป้น. *ว. วิทย. กษ.* 37:5 (พิเศษ): 42-45.

พิเชษฐ์ น้อยมณี พิชญา บุญประสม พูลลาภ ปาริชาติ เทียนจุมพล และดนัย บุณยเกียรติ. 2555. การประเมินการสูญเสียในกระบวนจัดการหลังการเก็บเกี่ยวของผลลำไยพันธุ์อีดอ. *ว.วิทย.กษ.* 43:3 (พิเศษ): 304-304.

ภารวี พงษ์ศักด์ขจร. 2556. การศึกษาสารละลายยืดอายุปักแจกันสำหรับกล้วยไม้แวนด้าตัดดอก. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 31 น.

ยงยุทธ ข้ามสี. 2539. เอกสารคำสอน สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของพืชสวน. สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้. เชียงใหม่.

ศิรกานต์ ศรีธัญรัตน์ เนตรา สมบูรณ์แก้ว จารุวรรณ บางแวก นฤเทพ เวชภิบาล กุลวิไล สุทธิลักษณะวนิช เกรียงไกร สุภโตษะ รุ่งทิวา รอดจันทร์ เกษสิริ ฉันทพิริยะพูน และวิทยา อภัย. 2557. ศึกษาปริมาณสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างและคุณภาพลำไยระหว่างการเก็บรักษา. โครงการวิจัยการประเมินวิธีการปฏิบัติในการรมซัลเฟอร์ไดออกไซด์และการเก็บรักษาลำไยสดเพื่อแก้ปัญหาการส่งออกไปสาธารณรัฐประชาชนจีน. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

สมคิด ใจตรง นิธิยา รัตนาปนนท์ และดนัย บุณยเกียรติ. 2548. ลักษณะทางกายวิภาคของผลลำไย. หน้า 55. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 5. ณ โรงแรมเวลคัมจอมเทียนบีช พัทยา จังหวัด ชลบุรี, 26-29 เมษายน 2548.

สายชล  เกตุษา. 2531. เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวของดอกไม้. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ. 291 หน้า.

โสรยา ร่วมรังษี. 2544. สรีรวิทยาไม้ดอก. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 100 หน้า.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2561. ลำไย: เนื้อที่ยืนต้น เนื้อที่ให้ผล ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ปี 2560. สืบค้นจาก: http://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/longan60.pdf. [5 ตุลาคม 2562]

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562ก. มังคุด: เนื้อที่ยืนต้น เนื้อที่ให้ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ปี 2562. สืบค้นจาก: http://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/1_mangosteen%202562.pdf. [27 มีนาคม 2562].

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562ข. สถิติการส่งออกลำไยสด ตั้งแต่ปี 2560 ถึง 2561. สืบค้นจาก: http://impexp.oae.go.th/service/export.php?S_YEAR=2560&E_YEAR=2561&PRODUCT_GROUP=5252&PRODUCT_ID=4990&wf_search=&WF_SEARCH=Y#export. [2 กุมภาพันธ์ 2562]

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2563. สถิติการส่งออกมังคุด 2560. สืบค้นจาก: http://impexp.oae.go.th/service/export.php?S_YEAR=2560&E_YEAR=2560&PRODUCT_GROUP=5252&PRODUCT_ID=4988&wf_search=&WF_SEARCH=Y [1 มีนาคม 2563].

อนุวัตร แจ้งชัด และฐิติยา รัตนไตรภพ. 2544. การศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษามังคุด. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 32 หน้า.

อภิชาต โสภาแดง คมกฤต เล็กสกุล ชูศรี เที้ยศิริเพชร และจาตุพงศ์ วาฤทธิ์. 2551. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการการศึกษาระบบจัดการโซ่อุปทานของลำไยสดในประเทศไทย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. กรุงเทพฯ.

อุไรวรรณ เทิดบารมี. 2543. การควบคุมการเกิดสีน้ำตาลของผลลิ้นจี่หลังการเก็บเกี่ยวโดยใช้กรดซิตริคและแอสคอร์บิค. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี: กรุงเทพฯ.

jiang, Y., Z. Zhang, D.C. Joyce and S. Ketsa. 2002. Post harvest biology and handling of longan fruit (*Dimocarpus longan* Lour.) Postharvest Biol. Technol. 26: 241-251.

Kader, A.A. 2005. Increasing Food Availability by Reducing Postharvest Losses of Fresh Produce. Proc. 5$^{th}$ Int. Postharvest Symp. Eds. F. Mencarelli and P. Tonutti. *Acta Hort.* 682 : 2169-2175.

National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards. 2010. Good manufacturing practices for sulphur dioxide fumigation on fresh longans TAS 1002-2010. National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards. Ministry of Agriculture and Cooperatives. Bangkok. 21 pages.

Nowak, J. and R.M. Rudnicki. 1990. Postharvest Handling and Storage of Cut Flowers, Florist Greens, and Potted Plants. London: Chapman and Hall.

Palapol, Y., S. Ketsa, D. Stevenson, J.M. Cooney, A.C. Allan and I.B. Ferguson. 2009. Colour development and quality of mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) fruit during ripening and after harvest. *Postharvest Biol. Technol*. 51: 349-353.

Paull, R.E. and N.J. Chen. 1987. Change in longan and rambutan during post-harvest storage. *HortScience*. 22: 1303-1304.

Suntipabvivattana, N. 2002. Effects of Sodium Benzoate, Cycloheximide and 1-methylcyclopropane on Vase Life of *Dendrobium* Water Oumae 4N. A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science (Postharvest technology). King Mongkut’s University of Technology Thonburi, Thailand.