



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ผลของอุณหภูมิต่ำระหว่างการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของใบ

ผักเหลียงในสภาพบรรยากาศดัดแปลง

Effects of Low Temperature during Storage on the Physiological
Change of (*Gnetum gnemon* L.) Leaves in Modified Atmosphere

นางสาวกนกพร บุญญะอดิชาติ

นางพัชราภรณ์ นาคเทวีญ

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ผลของอุณหภูมิต่ำระหว่างการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของใบ
ผักเหลียงในสภาพบรรยากาศดัดแปลง
Effects of Low Temperature during Storage on the Physiological
Change of (*Gnetum gnemon* L.) Leaves in Modified Atmosphere

นางสาวกนกพร บุญญะอดิชาติ
นางพัชรภรณ์ นาคเทวีญ

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) : ผลของอุณหภูมิต่อการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของใบผักเหลียงในสภาพบรรยากาศดัดแปลง

ชื่อโครงการ (ภาษาอังกฤษ) : Effects of low temperature during storage on the physiological change of (*Gnetum gnemon* L.) leaves in modified atmosphere

แหล่งเงิน : เงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปี 2560

ประจำปีงบประมาณ 2560 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 165,200 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2559 -30 กันยายน 2560

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการและผู้ร่วมวิจัย : กนกพร บุญญะอดิชาติ และ พัทธราภรณ์ นาคเทวัญ

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร
เขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ภาควิชาพื้นฐานทั่วไป สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร
เขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

บทคัดย่อ

เมื่อศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของใบผักเหลียงในสภาพบรรยากาศดัดแปลง โดยบรรจุใบอ่อนและใบเพสลาดแบบมีก้านใบและไม่มีก้านใบในถุงพลาสติก PE ขนาด 9x14 นิ้ว ไม่เจาะรู วางถุงไว้ในอุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส (°C) บันทึกอายุการเก็บรักษา เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ใบเน่า ใบสะท้านหนาว และค่าการรั่วไหลประจุของเนื้อเยื่อ ค่าดัชนีการสะท้านหนาว (คะแนน) และ ค่าการเปลี่ยนสีของใบ (L^* a^* และ b^*) ผลการทดลองพบว่าใบเพสลาดมีอายุการเก็บรักษานานกว่าใบอ่อน การจัดเตรียมใบผักเหลียงแบบมีก้านใบและไม่มีก้านใบไม่มีผลต่ออายุเก็บรักษา เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ใบเน่า และใบสะท้านหนาว ดัชนีอาการสะท้านหนาว การเปลี่ยนสีใบ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน และเอทิลีน และค่าการรั่วไหลของประจุจากเนื้อเยื่อใบที่ไม่มีก้านใบไม่แตกต่างจากใบที่มีก้านก่อนการหมดอายุ ใบแสดงอาการสะท้านหนาวที่อุณหภูมิ 7°C โดยเกิดจุดสีน้ำตาลขึ้นที่บริเวณท้องใบ ซึ่งพบการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์บนผิวใบผักเหลียง โดยพบการเข้าทำลายจากเชื้อแบคทีเรียมากกว่าเชื้อรา สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดจากใบอ่อนและใบเพสลาดที่ไม่มีและมีก้านใบมีปริมาณไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดลดลงภายหลังเก็บรักษา ใบอ่อนและเพสลาดมีค่าดัชนีอาการสะท้านหนาวไม่แตกต่างกันเมื่อเก็บรักษาที่ระดับอุณหภูมิที่ 7°C แต่ใบผักเหลียงที่เก็บรักษาที่ 7°C มีค่าดัชนีอาการสะท้านหนาว และค่าการรั่วไหลของประจุจากเนื้อเยื่อมากกว่าการเก็บรักษาใบที่ 13°C ความชื้นในถุงที่แตกต่างกันไม่มีผลต่ออายุเก็บรักษาของใบเพสลาดที่บรรจุในถุงพลาสติกไม่เจาะรูเมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 7°C สภาพความชื้นต่ำทำให้ใบมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ดัชนีอาการสะท้านหนาว และใบเหี่ยวมากกว่าใบที่สภาพความชื้นปานกลางและสูง ค่าดัชนีอาการสะท้านหนาวและการรั่วไหลของประจุจากเนื้อเยื่อใบที่มาจากสภาพความชื้นสูงมีค่าสูงสุด ณ วันหมดอายุเก็บรักษา ดังนั้นอายุใบมีผลต่อการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ และใบหมดอายุการเก็บรักษาเนื่องจากการสูญเสียน้ำหนักสด เน่า และการเกิดจุดสีน้ำตาลของใบ

คำสำคัญ : อุณหภูมิต่ำ อายุใบ อาการสะท้านหนาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title : Effects of low temperature during storage on the physiological change of (*Gnetum gnemon* L.) leaves in modified atmosphere

Researcher : Kanokpon Bunya-atichart and Patcharaporn Narkthewan

Faculty : King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Prince of Chumphon Campus

Department : Agricultural Technology
General Science and Liberal Arts

ABSTRACT

The effect of low temperature during storage on the physiological changes of Menlinjo leaves in modified atmosphere was studied. Young and immature leaves which were with and without stem were packed in 9x14 inches polyethylene (PE) plastic bag, and place the bag at 7°C. The storage life, percentage of fresh weight loss, leaf decay and chilling injury, electrolyte leakage, score of chilling injury index and change of leaf color (L^* , a^* and b^* values) of leaf were recorded. The results showed that the immature leaves had longer shelf life than the young leaves. The storage life was not affected by the leaf stem. Before the end of storage life, the percentage of water loss, leaf decay and chilling injury, scores of chilling injury index, and change of leaf color (L^* , a^* and b^* value), carbondioxide, oxygen and ethylene contents, electrolyte leakages of leaf without stem were not significant different with leaf with stem. At chilling temperature (7 °C), browning spots were firstly apperared on the ventral side. Leaves were affected by microorganisms. In addition, the leaf lamina was infected by bacteria more than fungi. The total phenolic compounds of all leaves with and without stem were no statistically significant differences. The total phenolic content decreased after storage at 7 °C. Chilling injury index of young leaves were not significant different with immature leaves. However, chilling injury index and electrolyte leakage of leaves at 7°C were more than at 13 °C. The storage life of leaves packed in plastic bag with different moisture contents and stored at 7°C were no statistically significant differences. The low moisture content had more an effect on the percentage of fresh weight loss and wilting leaf than high and moderate moisture contents. The chilling injury index and electrolyte leakage percentage of leaves in high moisture content were highest at the the end of storage life. Therefore, leaf age affeffed on storage life at low temperatures. The browning spots, decay and water loss of leaves are the major factors limiting of storage life.

Keywords : low temperature, leaf age, chilling injury

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร จากแหล่งทุน เงินงบประมาณแผ่นดินประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 และขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ผู้ทรงคุณวุฒิที่ประเมินโครงการวิจัย

ผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่งานบริหารการวิจัย คณะกรรมการบริหารการวิจัย งานพัสดุ งานการเงิน งานอาคารของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการบริการข้อมูล การเงิน และการอำนวยความสะดวกในการเปิด-ปิด ห้องปฏิบัติการแก่ผู้ทำวิจัย

กนกพร บุญญะอดิชาติ
พัชราภรณ์ นาคเทวีญ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บท	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 การเตรียมใบฝึกเสียง	9
3.2 วิธีการทดลอง	9
3.3 การบันทึกผลการทดลอง	11
บทที่ 4 ผลการทดลอง	
4.1 การทดลองที่ 1	14
4.2 การทดลองที่ 2	20
4.3 การทดลองที่ 3	23
บทที่ 5 วิจัยณ์ผลการวิจัย	33
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย	36
เอกสารอ้างอิง	37
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินโครงการวิจัย	41
ภาคผนวก ข ประวัติคณะผู้วิจัย	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	อายุเก็บรักษาของไบอ่อนและพลาสติกผักเหลืองที่ไม่มีและมีก้านใบบรรจุในถุงพลาสติก PE โดยวางถุงบรรจุผักไว้ที่อุณหภูมิ 7°C (ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (RH) 90.7±6.1%)	14
4.2	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่พบบนผิวไบอ่อน และพลาสติกแบบไม่มีก้านและมีก้านใบที่บรรจุในถุงพลาสติก PE โดยวางถุงบรรจุผักไว้ที่อุณหภูมิ 7°C (ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (RH) 90.7±6.1%)	21
4.3	อายุเก็บรักษาของไบอ่อนและพลาสติกผักเหลืองบรรจุในถุงพลาสติก PE โดยวางถุงบรรจุผักไว้ที่อุณหภูมิ 7 และ 13°C	23
4.4	ดัชนีสะท้อนขาวของไบอ่อน และไบพลาสติกผักเหลืองที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7 และ 13 °C	24
4.5	อายุเก็บรักษา (วัน) ไบพลาสติกที่บรรจุในถุงพลาสติก PE ในสภาพความชื้น 3 ระดับ และวางอุณหภูมิเฉลี่ย 7°C ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 84.96±5.04%	28
4.6	ดัชนีสะท้อนขาว (คะแนน) ไบพลาสติกที่บรรจุในถุงพลาสติก PE ในสภาพความชื้น 3 ระดับ และวางอุณหภูมิเฉลี่ย 7°C ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 84.96±5.04%	29

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
3.1 ใบผักเคลียงระยะใบอ่อนตัดก้าน (ก) ไม่ตัดก้าน (ข) ใบเพสลาดตัดก้าน (ค) และใบเพสลาดไม่ตัดก้านใบ (ง)	9
4.1 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด (%) ของใบอ่อนผักเคลียง (young) และใบเพสลาด (immature) แบบไม่มีก้านและมีก้านใบบรรจุในถุงพลาสติก PE ที่อุณหภูมิ 7°C	15
4.2 ใบเน่า (%) ของใบอ่อนผักเคลียง (young) และใบเพสลาด (immature) แบบไม่มีก้านและมีก้านใบบรรจุในถุงพลาสติก PE ที่อุณหภูมิ 7°C	16
4.3 อาการสะท้อนหนาว (%) ของใบอ่อนผักเคลียง (young) และใบเพสลาด (immature) แบบไม่มีก้านและมีก้านใบบรรจุในถุงพลาสติก PE ที่อุณหภูมิ 7°C	16
4.4 อาการสะท้อนหนาวของใบอ่อนที่ไม่มีก้าน (ก) มีก้านใบ (ข) และใบเพสลาดที่ไม่มีก้าน (ค) และมีก้านใบ (ง)	17
4.5 ดัชนีอาการสะท้อนหนาว (%) ของใบอ่อนผักเคลียง (young) และใบเพสลาด (immature) แบบไม่มีก้านและมีก้านใบบรรจุในถุงพลาสติก PE ที่อุณหภูมิ 7°C	17
4.6 L* a* และ b* value ของใบอ่อน (young) และใบเพสลาด (immature) แบบไม่มีก้านและมีก้านใบบรรจุในถุงพลาสติก PE ที่อุณหภูมิ 7°C	18
4.7 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (%) ของใบอ่อนผักเคลียง (young) และใบเพสลาด (immature) แบบไม่มีก้านและมีก้านใบบรรจุในถุงพลาสติก PE ที่อุณหภูมิ 7°C	19
4.8 ปริมาณออกซิเจน (%) ของใบอ่อนผักเคลียง (young) และใบเพสลาด (immature) แบบไม่มีก้านและมีก้านใบบรรจุในถุงพลาสติก PE ที่อุณหภูมิ 7°C	19
4.9 ปริมาณเอทิลีน (ppm) ของใบอ่อนผักเคลียง (young) และใบเพสลาด (immature) แบบไม่มีก้านและมีก้านใบบรรจุในถุงพลาสติก PE ที่อุณหภูมิ 7°C	20
4.10 ค่าการรั่วไหลของประจุ (%) จากเนื้อเยื่อของใบอ่อนผักเคลียง (young) และใบเพสลาด (immature) แบบไม่มีก้านและมีก้านใบบรรจุในถุงพลาสติก PE ที่อุณหภูมิ 7°C	20
4.11 เชื้อแบคทีเรียแกรมลบที่พบบนใบเพสลาดไม่มีก้านรูปท่อน (ก และข) และเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก รูปกลม ที่พบบนผิวใบอ่อนไม่มีก้าน (ค และ ง)	21
4.12 ลักษณะเชื้อราที่พบบนใบเพสลาดไม่มีก้าน (ก และ ข) และมีก้าน (ค และ ง) เชื้อราที่พบบนผิวใบอ่อนไม่มีก้าน (จ) และมีก้าน (ฉ)	22
4.13 ปริมาณ total phenolics (mg GAE/g DW) จากเนื้อเยื่อใบอ่อนผักเคลียง (young) และใบเพสลาด (immature) แบบไม่มีก้านใบและมีก้านใบบรรจุในถุงพลาสติก PE ที่อุณหภูมิ 7°C	22
4.14 การสูญเสียน้ำหนักสด (%) ของใบอ่อนและเพสลาดที่บรรจุในถุงพลาสติก PE	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.15 ไบเน่า (%) ของไบอ่อนและเพสลาดที่บรรจุในถุงพลาสติก PE วางที่ 7 และ 13°C	25
4.16 ไบสะท้อนหนาว (%) ของไบอ่อนและเพสลาดที่บรรจุในถุงพลาสติก PE วางที่ 7°C	26
4.17 L*, a* และ b* ของไบอ่อนและเพสลาดที่บรรจุในถุงพลาสติก PE และวางที่ 7 และ 13°C	27
4.18 ค่าการรั่วไหลของประจุ (%) จากเนื้อเยื่อไบไบอ่อนและเพสลาดที่บรรจุในถุงพลาสติก PE และวางที่ 7 และ 13°C	27
4.19 การสูญเสียน้ำหนักสด (%) ของไบเพสลาดบรรจุในถุงพลาสติก PE ในสภาพความชื้น 3 ระดับ และวางที่อุณหภูมิ 7°C ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 84.96±5.04%	29
4.20 ไบเน่า (%) ของไบเพสลาดบรรจุในถุงพลาสติก PE ในสภาพความชื้น 3 ระดับ และวางที่อุณหภูมิ 7°C ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 84.96±5.04%	30
4.21 ไบสะท้อนหนาว (%) ของไบเพสลาดบรรจุในถุงพลาสติก PE ในสภาพความชื้น 3 ระดับ และวางที่อุณหภูมิ 7°C ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 84.96±5.04%	30
4.22 ไบเหี่ยว (%) ของไบเพสลาดบรรจุในถุงพลาสติก PE ที่สภาพความชื้น 3 ระดับ และวางที่อุณหภูมิ 7°C ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 84.96±5.04%	31
4.23 L*, a* และ b* value ของไบเพสลาดบรรจุในถุงพลาสติก PE ที่สภาพความชื้น 3 ระดับ และวางที่อุณหภูมิ 7°C ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 84.96±5.04%	32
4.24 ค่าการรั่วไหลของประจุ (%) จากเนื้อเยื่อไบเพสลาดบรรจุในถุงพลาสติก PE ที่สภาพความชื้น 3 ระดับและวางที่อุณหภูมิ 7°C ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 84.96±5.04%	32

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ผักเหลียง (*Gnetum gnemon* L. var. *tenerum* Markgr.) จัดเป็นผักรับประทานใบพื้นบ้านที่มีการผลิตแบบไม่ต้องใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรู ใบมีปริมาณแคโรทีนอย แคลเซียมและฟอสฟอรัสสูง เป็นผักที่มีความปลอดภัยต่อการบริโภคและมีสารอาหารที่เป็นประโยชน์ มีการปลูกที่เน้นปริมาณเพื่อจำหน่ายในตลาดท้องถิ่นและตลาดประจำจังหวัดชุมพร ระนอง สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พังงา ภูเก็ต ผักเหลียงผัดไข่เป็นกับข้าวที่ได้รับความนิยมทั้งผู้บริโภคในพื้นที่และจังหวัดอื่น ๆ เนื่องจากเป็นอาหารที่ถูกแนะนำให้เป็นเมนูขึ้นชื่อ ปัจจุบันผักเหลียงเป็นผักที่ได้รับความนิยมในการซื้อเพื่อเป็นของฝาก ลักษณะการจำหน่ายยังคงอยู่ในรูปแบบขายเป็นกำ วางเรียงเป็นกอง ๆ การจำหน่ายผักเหลียงในลักษณะนี้แม้จะยังขายได้แต่จะพบใบหัก ซ้ำ เมื่อผู้บริโภคซื้อและนำไปเก็บรักษาที่ช่องแช่ผักในตู้เย็น ผักเหลียงแสดงอาการเน่าที่ ยอดอ่อน ใบอ่อน และถ้าไม่นำออกจากตู้เย็น ยอดที่เน่าจะเกิดเส้นใยของเชื้อรา กนกพร (2554) ขณะที่ Bunya-atichart and Ketsa (2014) ทำการทดลองนำผักเหลียงเฉพาะระยะใบเพสลาดที่มีก้านใบยาว 5 เซนติเมตรมีอายุการวางจำหน่าย 21 วัน ที่อุณหภูมิห้อง (29 ± 2 °C) และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 88% ภายใต้การบรรจุผักเหลียงในถุงพลาสติกพอลิเอทิลีนที่มีรูระบายอากาศ ใบตอบสนองต่อเอทิลีนต่ำ หายใจต่ำ ทำให้เกิดการเสื่อมสภาพช้า สีใบไม่เปลี่ยนเป็นสีเหลืองยกเว้นในกรณีที่ได้รับเอทิลีนจากภายนอกที่ระดับความเข้มข้นสูง นอกจากนี้ยังสามารถวางไว้ในห้องที่ได้รับเฉพาะความสว่างจากแสงอาทิตย์ในตอนกลางวัน โดยมีอายุการวางจำหน่าย 16 วันภายใต้การบรรจุแบบเดียวกันแต่ต้องพรมน้ำให้แก่ใบ และผักสิ้นสุดอายุการวางจำหน่ายโดยแสดงอาการใบชืด (Bunya-atichart and Kangtang, 2013) ต่อมาผู้วิจัยได้ทำการทดลองเบื้องต้นตัดใบผักเหลียงระยะใบอ่อนและใบเพสลาดแบบพร้อมปรุงคือไม่มีก้านใบ พรมน้ำให้ใบชื้นแล้วบรรจุในถุงพลาสติกเจาะรู 4 รูและไม่เจาะรู มัดปากถุง วางไว้ในที่อุณหภูมิต่ำ 7 ± 2 13 ± 2 20 ± 2 °C ภายหลังจากเก็บรักษา 10 วัน ผักเหลียงที่เก็บรักษาทุกระดับอุณหภูมิแสดงอาการใบอ่อนเน่าจำนวนมาก ส่วนใบเพสลาดแสดงอาการเน่าไม่มาก ใบอ่อนและใบเพสลาดแสดงอาการเกิดรอยช้ำเป็นจุด ๆ ดังเช่นอาการสะท้านหนาว (chilling injury) ที่เกิดกับใบโหระพา แมงลัก (อิติมา, 2550) ภายหลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7 ± 2 °C นาน 15 วัน แต่รอยช้ำดังกล่าวไม่พัฒนาเป็นสีน้ำตาล รวมทั้งยังพบการเปลี่ยนสีใบของใบอ่อนจากสีม่วงแดงปนเขียว เป็นสีเขียวและจากสีเขียวเป็นสีเหลืองของใบเพสลาดค่อนข้างชัดเจนเมื่อมีการเปลี่ยนอุณหภูมิ จากการจัดเตรียมผักเหลียงที่แตกต่างกันคือการตัดใบแบบมีและไม่มีก้านใบ ก่อนการบรรจุในถุงพลาสติกวางไว้ในที่อุณหภูมิต่ำ ส่งผลให้ใบผักเหลียงมีการแสดงออกทางสรีรวิทยาที่เหมือนและแตกต่างกัน ดังนั้นเพื่อให้คุณภาพการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผักเหลียงอยู่ในระดับที่สามารถนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ได้จริง งานวิจัยครั้งนี้มีเป้าหมายศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาด้านการหายใจ การผลิตเอทิลีน การตอบสนองต่อการเข้าทำลายของจุลินทรีย์ การเกิดอาการสะท้านหนาว และการเปลี่ยนสีใบ ของใบผักเมื่อได้รับอุณหภูมิต่ำร่วมกับการบรรจุในสภาพบรรยากาศดัดแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของวัย และลักษณะการจัดเตรียมผลิตภัณฑ์ต่อการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำร่วมกับการบรรจุในสภาพตัดแปลงบรรยากาศ
2. เพื่อศึกษาผลของความชื้นร่วมกับการบรรจุในสภาพตัดแปลงบรรยากาศต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของใบผักเหียงและการแสดงการเสื่อมสภาพของใบผักเหียง

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ทำการศึกษาผลของวัยและการจัดเตรียมผลิตภัณฑ์ในรูปแบบการจัดเตรียมผักแบบมีก้านใบติดและแบบผักสดพร้อมปรุง (ไม่มีก้านใบ) ต่อคุณภาพการเก็บรักษา และการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและอาการเสื่อมสภาพต่าง ๆ ภายหลังจากการบรรจุใบผักเหียงในถุงพลาสติกร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ผักเหลียง

ผักเหลียง (*Gnetum gnemon* L var *tenerum* Markgr.) มีชื่อสามัญว่า melinjo เป็นไม้พุ่มหรือไม้ยืนต้นขนาดเล็ก ในธรรมชาติเป็นพันธุ์ป่าเจริญเติบโตได้ดีในที่ร่ม และที่ที่มีปริมาณน้ำฝนไม่ต่ำกว่า 300 มิลลิเมตรต่อปี มีถิ่นกำเนิดกระจายในประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น มาเลเซีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ และไทย ประเทศอินโดนีเซียใช้ส่วนใบรับประทานเป็นผัก ส่วนของเมล็ดนำไปดเป็นผง ใช้ทำซุ๊ปและเป็นส่วนผสมข้าวเกรียบ สำหรับประเทศไทยผักเหลียงพบมากที่จังหวัดระนอง พังงา ภูเก็ต ชุมพร ฯลฯ ใบเป็นใบเดี่ยว เรียงตรงข้ามสลับตั้งฉาก มีทั้งชนิดปลายใบแหลมและมน (ปิ่นท้ย, 2545) เมื่ออยู่ในสภาพร่มเงาใบมีสีเขียวเป็นมัน แต่ถ้าปลูกอยู่กลางแจ้งสีของใบจะจาง (สุรพล, 2542) การปลูกผักเหลียงนิยมปลูกแซมในสวนยางพารา หรือสวนผลไม้ เป็นผักที่ยังไม่ได้รับรายงานการเข้าทำลายของแมลง จึงไม่พบการใช้สารเคมีเพื่อกำจัดแมลง จึงอาจจัดให้เป็นผักที่ปลอดภัยต่อการบริโภค ใบผักเหลียงใช้ประกอบอาหาร เช่น ผัด ต้ม ลวก ระยะเวลาของผักเหลียงที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวคือ ยอดที่แตกใหม่ 7-10 วัน ในหนึ่งยอดประกอบด้วย ยอดอ่อน ใบอ่อน เพสลาด และใบแก่ โดยเก็บทั้งยอดให้ชิดข้อ ใบผักเหลียงถูกจัดอันดับประเภทผักพื้นบ้านที่มีแคลเซียมและใยอาหารสูงเป็นอันดับ 6 และ 8 ตามลำดับโดยมีปริมาณแคลเซียม 151 มิลลิกรัม และใยอาหาร 8.8 กรัมต่อน้ำหนักส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม (สำนักงานสาธารณสุขอำเภอเมืองภูเก็ต, 2555) นอกจากนี้ยังมีปริมาณวิตามินเอ 10,889 หน่วยสากล และมีปริมาณฟอสฟอรัส 224 มิลลิกรัม ในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม (กองโภชนาการ, 2530) การจำหน่ายผักเหลียงในตลาดท้องถิ่นขายเป็นก้ากิโล 10-20 บาท นอกจากนี้ยังพบการขายในลักษณะบรรจุทั้งยอดในถุงพลาสติกใสไม่เจาะรู ผูกปากถุง วางในตู้แช่ผักของซูเปอร์มาร์เก็ตในห้างสรรพสินค้าประจำจังหวัดชุมพร ราคาขายถุงละ 15 บาท ผักเหลียงตามธรรมชาติจะมีปริมาณมากเกือบตลอดทั้งปียกเว้นช่วงฝนทิ้งช่วง การนำผักเหลียงมาปรุงเป็นอาหารนั้นใบผักจะยุบตัวมากจึงต้องใช้ปริมาณมากพอควร ในอดีตผักเหลียงนิยมบริโภคกันในจังหวัดภาคใต้ฝั่งทะเลอันดามันและอำเภอไทยบางจังหวัด แต่ปัจจุบันมีการขยายพื้นที่ปลูกผักเหลียงไปยังจังหวัดอื่น ๆ ในภาคใต้มากขึ้น เช่น จังหวัดสงขลา นอกจากนี้การเคลื่อนย้ายของประชากรของภาคใต้ไปอาศัยอยู่ทั่วประเทศยังเป็นการทำให้การบริโภคผักเหลียงแพร่กระจาย สัดส่วนของผักเหลียงในตลาดผักพื้นบ้านจึงมีตัวเลขเพิ่มขึ้น การเสื่อมสภาพของใบผักเหลียงขณะจำหน่ายในท้องถิ่นพบเพียงอาการใบเหี่ยว กนกพร (2554) รายงานผลการทดลองเบื้องต้นพบว่าการเก็บรักษาผักเหลียงระยะใบเพสลาดทั้งก้านในถุงพลาสติกเจาะรูไว้ที่อุณหภูมิห้องแช่ผักของตู้เย็น (ประมาณ 7°C) และ 13°C เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ ใบผักยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงสีของใบคือ ใบยังมีสีเขียวสด ส่วนการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 28-30 °C) เป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ ใบผักระยะเพสลาดจะมีการเปลี่ยนแปลงสีใบเพียงเล็กน้อยโดยมีสีเขียวจางลง ขณะที่ใบแก่ยังไม่พบการเปลี่ยนสีใบ ส่วนใบอ่อนที่ยังมีสีเขียวปนสีม่วงแดงยังคงสภาพสีดั้งเดิม แต่ทุกระยะใบมีเน่าเสียจากการเข้าทำลายของเชื้อราทำให้ใบร่วง แต่เมื่อทำการทดลองเตรียมผักในรูปแบบพร้อมปรุงคือไม่มีก้านใบ บรรจุเฉพาะใบในถุงพลาสติกเจาะรูและไม่มีเจาะรูแล้วนำไปวางไว้ที่อุณหภูมิ 7°C ผักเหลียงที่ผ่านการเก็บรักษานาน 10 วัน เริ่มแสดงอาการใบเน่าทันทีที่นำออกจากห้องเย็น และที่ผ่านการเก็บรักษานาน 15 วัน แสดงอาการใบช้ำกระจายเป็นจุด ๆ ทันทีก่อนนำออกจากห้องเย็น และแสดงอาการรุนแรงมากตามระยะเวลาที่เก็บรักษานานขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 ผักสดพร้อมปรุง

คำจำกัดความของอาหารพร้อมปรุง (ready-to-cook) ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุขคือ อาหารที่ได้จัดเตรียมส่วนประกอบต่าง ๆ บรรจุไว้ในภาชนะที่พร้อมจำหน่ายโดยตรงต่อผู้บริโภค เพื่อนำไปปรุงเป็นอาหารชนิดใดชนิดหนึ่งโดยเฉพาะโดยผู้บริโภคนำอาหารดังกล่าวเข้าอุ่นในไมโครเวฟได้ทันทีเมื่อต้องการรับประทาน ประเทศไทยได้มีการดัดแปลงการเตรียมส่วนประกอบต่าง ๆ ที่เป็นอาหารสดยังไม่ได้ปรุง บรรจุไว้บนภาชนะขนาดต่าง ๆ แล้วปิดคลุมด้วยวัสดุโปร่งแสง และวางจัดจำหน่ายในตู้แช่เย็น เมื่อผู้บริโภคซื้อกลับบ้านสามารถนำไปปรุงเป็นอาหารชนิดใดโดยเฉพาะ เช่น ผัดผัก แกงส้ม (ณรงค์, 2552) ผักสดพร้อมปรุงเป็นอีกหนึ่งตัวอย่างของการดัดแปลงจากอาหารพร้อมปรุงที่เน้นเฉพาะแต่ตัวผัก ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มมูลค่าของผัก และเป็นไปเพื่อให้ง่ายแก่การเลือกซื้อไปปรุงอาหาร ข้อดีของการเตรียมผักพร้อมปรุงนั้นช่วยลดขั้นตอนการตัดแต่ง ล้าง และเศษเหลือทิ้งของผักได้ตั้งแต่โรงคัดบรรจุแรกของกระบวนการจัดการหลังเก็บเกี่ยว แต่การผลิตผักสดพร้อมปรุงต้องมีความสะอาดและสด กมล และคณะ (2551) รายงานการแข่งขันทางการส่งออกของผักสดแช่เย็นของไทยยังสามารถคงอยู่ได้ในต่างประเทศที่มีคนไทยไปอาศัยอยู่ แต่ตลาดดังกล่าวมีความต้องการผักเฉพาะชนิด สำหรับประกอบอาหารได้แก่ ผักสดแช่เย็นพร้อมปรุง ทั้งที่เป็นเครื่องปรุงแต่งกลิ่นอาหารไทย และผักพร้อมปรุงเป็นชุดสำหรับอาหารไทย ได้แก่ แกงเลียง แกงส้ม เป็นต้น ผักที่มีการส่งออกจำหน่ายได้แก่ ผักคะนัง ใบบัวบก ผักแพรว ชะอม ผักชี กะเพรา โหระพา แมงลัก สำหรับผักเหลือยังสามารถนำไปประกอบอาหารได้ทั้ง ผัด และแกงเลียง อาหารทั้งสองประเภทใช้ส่วนประกอบอื่น ๆ ที่มีอยู่แล้วในครัวของผู้บริโภค ได้แก่ ไข่ สำหรับประกอบเป็นผักเหลือผัดไข่ กะปิ และหอมแดงสำหรับแกงเลียง ดังนั้นผักเหลือจึงสามารถจำหน่ายได้ในลักษณะผักสดพร้อมปรุงที่ไม่ต้องใส่ส่วนประกอบอื่น ๆ ในภาชนะบรรจุ แต่อาจต้องมีการเพิ่มคำแนะนำสำหรับการปรุง

2.2 การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว

การจัดเตรียมผัก

กนกพร (2558) จัดเตรียมผักเหลือในรูปแบบพร้อมปรุง (ตัดก้านใบ) บรรจุในถุงพลาสติกเจาะรูวางจำหน่ายที่อุณหภูมิต่ำ ช่วยลดปัญหาการใบเหี่ยวระหว่างการจำหน่ายได้ การจัดเตรียมผักรับประทานใบหลายชนิด เมื่อเก็บเกี่ยวพร้อมใบที่รับประทานไม่ได้หรือไม่นิยมรับประทานติดมาด้วยต้องตัดออกก่อนการบรรจุ แต่บางกรณีอาจเหลือไว้เพื่อเป็นสิ่งห่อหุ้มใบอื่นระหว่างการขนส่ง เช่น กะหล่ำปลี ผักกาดขาว ส่วนผักบุงและผักชีจำเป็นต้องมีราก ผักบุงมีรากเพื่อลดอาการเหี่ยวของใบ ผักชีมีรากเนื่องจากใช้ประโยชน์ในการปรุงอาหาร หอมและกระเทียมเมื่อเก็บเกี่ยวมามีรากและใบที่แห้งติดมาด้วย รากถูกตัดออกส่วนใบเก็บไว้เพื่อมัดเป็นกำสะดวกในการขนส่ง (จริงแท้, 2538) ปัจจุบันกระเทียมมีการจัดเตรียมแบบตัดใบเหลือเฉพาะหัว หรือแกะเป็นกลีบย่อยๆ เพื่อจำหน่าย จากตัวอย่างของผักเหล่านี้ พบว่ามีการจัดเตรียมหลากหลายรูปแบบทั้งนี้เพื่อความสะดวกของการบริโภค หรือเพื่อลดส่วนที่รับประทานไม่ได้จากกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยว

การบรรจุ และบรรจุภัณฑ์

การบรรจุหีบห่อผลิตผลสดมีวัตถุประสงค์เพื่อปกป้องผลิตผลให้ไม่ได้รับความเสียหาย และช่วยคงสภาพรูปร่างภายนอกของผลิตผลให้อยู่ในสภาพดีแม้ในสภาพที่อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนแปลงไป ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย เก็บรักษาและขนส่ง (Thompson and Mitchell, 2002) ผลผลิตได้รับการบรรจุหีบห่อในลักษณะแตกต่างกันขึ้นกับ ชนิดและราคาของผลผลิต ราคาของภาชนะบรรจุ กำลังซื้อของผู้บริโภค และระยะทางในการขนส่ง (จริงแท้, 2538) ภาชนะบรรจุแบ่งได้ตามรูปร่าง เช่น ลัง กล่อง (box) ตะกร้า (basket) ถาด (tray) ถุง (bag) แต่ถ้าแบ่งตามการใช้งาน แบ่งเป็น ภาชนะบรรจุสำหรับใช้ในแปลง ขนส่งหรือค้าส่ง และภาชนะสำหรับการค้าปลีกหรือการวางขาย พลาสติกเป็นวัสดุชนิดหนึ่งที่ใช้ผลิตภาชนะบรรจุชนิดค้าปลีกหรือวางขาย ทำจาก polyethylene, polypropylene, หรือ polyvinyl chloride พลาสติกแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ 1) พลาสติกแบบคงรูป ได้แก่ ถาดโฟม กล่องพลาสติกใส (ยอมให้น้ำและอากาศผ่านได้น้อย จำเป็นต้องเจาะรูให้อากาศถ่ายเท 2) พลาสติกแบบอ่อน ได้แก่ ถุง และฟิล์ม ถุงทำจาก polyethylene 2 ชนิด คือ low density polyethylen (LDPE) และ high density polyethylene (HDPE) ถุงชนิด LDPE ไสกว่า HDPE แต่ทั้งสองชนิดยอมให้อากาศและน้ำผ่านได้น้อยมาก จะเกิดการควบแน่นของอากาศเป็นหยดน้ำภายในถุง และอาจเกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน การใช้บรรจุผักต้องเจาะรูให้อากาศถ่ายเท ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูที่แนะนำคือ 0.5-2.0 เซนติเมตร ถุงนี้เหมาะกับการขายปลีกผักเนื่องจากมีถุงมีราคาถูกและผักมีความทนต่อการกระเทือนได้ดีกว่าผลไม้ รวมทั้งผักต้องความชื้นสูง (จริงแท้, 2538) ฟิล์ม ที่ใช้การบรรจุหีบห่อผักสำหรับการขายปลีกที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือ ฟิล์มชนิดยืดหยุ่นได้ เป็นฟิล์มที่ทำจากพลาสติก LDPE LLDPE และ PVC ฟิล์มเหล่านี้ยอมให้น้ำผ่านออกได้พอควรจึงไม่เกิดการควบแน่นของหยดน้ำภายใน และยอมให้ O₂ และ CO₂ ผ่านเข้าออกได้

สภาพบรรยากาศตัดแปลง

โดยปกติอากาศมีปริมาณ O₂ ประมาณ 20% CO₂ 0.03% สภาพแวดล้อมผลผลิตที่มีปริมาณ O₂ ลดลงและ CO₂ เพิ่มสูงขึ้นเกิดขึ้นได้เมื่อการถ่ายเทอากาศรอบๆ ผลผลิตไม่เพียงพอ การบรรจุในถุงพลาสติกอาจทำให้ O₂ ลดต่ำลงมากและ CO₂ เพิ่มสูงขึ้นจนทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน การเก็บรักษาผลผลิตภายในภาชนะบรรจุจึงเป็นการเก็บรักษาภายใต้สภาพบรรยากาศตัดแปลงรูปแบบหนึ่ง ประโยชน์ของการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศตัดแปลงช่วยชะลอกระบวนการทางชีวเคมีต่าง ๆ รวมทั้งช่วยยืดอายุผลผลิต ลดสภาพความไวของผลผลิตต่อเอทิลีนเนื่องจากมีปริมาณ CO₂ ลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เนื่องจากมีปริมาณ O₂ ต่ำ ลดอาการผิดปกติทางสรีรวิทยา เช่น อาการสะท้านหนาว (จริงแท้, 2538)

อุณหภูมิต่ำกับการเก็บรักษา

การใช้อุณหภูมิต่ำสำหรับเก็บรักษาผลผลิตสด จัดเป็นการปรับปัจจัยภายนอกรอบๆ ผลผลิตให้มีขบวนการเมแทบอลิซึมช้าลงเช่น การหายใจ คายน้ำ การชราภาพ และในขณะเดียวกันก็ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่จะเข้าทำลาย (Kader, 2002) ประเทศไทยจัดเป็นประเทศเขตร้อนมีอุณหภูมิของอากาศ หรือที่เรียกว่าอุณหภูมิห้องสูง อุณหภูมิดังกล่าวมีผลต่ออัตราเมแทบอลิซึมของผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวสูง การเสื่อมสภาพจึงเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว การเก็บรักษาผลผลิตที่อุณหภูมิต่ำเป็นแนวทางหนึ่งป้องกันการเปลี่ยนแปลงทางด้านคุณภาพ (Paull, 1999) อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อผลผลิตแต่ละชนิดแตกต่างกัน ดังนั้นอุณหภูมิต่ำที่เหมาะสม คืออุณหภูมิต่ำที่สุดที่ไม่เกิดอันตรายหรือก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอื่นๆ ตัวอย่างการเก็บรักษาผักรับประทานใบ เช่น กะหล่ำปลี (พันธุ์เบา) คะน้า ผักกาดขาวปลี สามารถเก็บที่อุณหภูมิต่ำ 0°C ความชื้นสัมพัทธ์ 95-100% อายุเก็บรักษาที่ได้คือ 3-6 เดือน 2-3 สัปดาห์ และ 2-3 เดือนตามลำดับ (จริงแท้, 2538) สำหรับประเทศไทยการเก็บรักษาผักสดในตู้เย็นบางครั้งใช้ระยะเวลาสั้น เนื่องจากรูปแบบการใช้ชีวิตของคนเปลี่ยนไป นิยมซื้ออาหาร 1-2 สัปดาห์ต่อครั้ง อุณหภูมิตู้เย็นในส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้ซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่องแช่ผักเฉลี่ย 7-8°C อุณหภูมิช่องกลางตู้เฉลี่ย 4-6°C (จากการบันทึกของโครงการวิจัยนี้) สอดคล้องกับมะนาว (มปป) แสดงข้อมูลอุณหภูมิของตู้เย็นเรียงลำดับจากล่างขึ้นบนดังนี้ 1) ช่องเก็บผักหรือผลไม้ มีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 7-10°C และตำแหน่งที่ตั้งอยู่ห่างจากช่องแช่แข็งมากที่สุด 2) ช่องกลางของตู้เย็น มีอุณหภูมิระหว่าง 5-7°C เหมาะกับเก็บรักษาอาหารกระป๋อง ผลิตภัณฑ์นม 3) ช่องด้านล่างของช่องแช่แข็ง มีอุณหภูมิ 0-2°C เหมาะสำหรับเก็บเนื้อสัตว์ เนื่องจากจุลินทรีย์ที่อยู่ในเนื้อสัตว์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ที่อุณหภูมิระดับนี้ ประกอบกับเนื้อสัตว์ที่ถูกแช่ไว้อยู่ในสภาพพร้อมนำออกมาปรุงอาหาร และ 4) ช่องแช่แข็งอุณหภูมิต่ำ ที่ระดับ 0 ถึง -18C 5) บริเวณประตู ประกอบด้วย 5.1) ประตูตู้เย็น มีอุณหภูมิ 10-15°C เหมาะกับการเก็บเครื่องดื่ม และ 5.2) ชั้นบนสุดของประตูตู้เย็น มีอุณหภูมิ 0-5°C เหมาะสำหรับวางไข่ เช่นเดียวกับ พานาโซนิค (มปป) แสดงอุณหภูมิของตู้เย็นแบบ 2 ประตู โดยแยกเป็นประตูบนและประตูล่าง ประตูบนประกอบด้วยช่องดังนี้ (เรียงจากบนลงล่าง) 1) ช่องแช่แข็ง อุณหภูมิประมาณ -19°C 2) ช่องแช่เนื้อสัตว์ -19°C ประตูล่างประกอบด้วย (เรียงจากบนลงล่าง) 1) ช่องแช่เย็นพิเศษ อุณหภูมิประมาณ 2C 2) ช่องแช่เย็น อุณหภูมิประมาณ 4°C และ 3) ช่องแช่ผัก อุณหภูมิประมาณ 7°C ตามลำดับ

การเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์

การเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ เกิดได้ทั้งก่อน ขณะและหลังการเก็บเกี่ยว โดยเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มที่เข้าทำลายก่อนการเก็บเกี่ยวมีความสามารถในการเข้าทำลายผลิตผลได้โดยตรงและเข้าทำลายส่วนอื่นๆ ของพืช ทำให้ส่วนที่เป็นโรคนั้นเป็นแหล่งของเชื้อแต่อาการของโรคไม่ปรากฏในไร่ในสวน ในขณะที่ผลิตผลยังอยู่บนต้น เนื่องจากเชื้อเข้าทำลายแบบแฝงอยู่ อาการจะปรากฏให้เห็นภายหลังที่ผลิตผลเหล่านั้นได้ถูกเก็บเกี่ยว เชื้อกลุ่มเข้าทำลายขณะหรือหลังการเก็บเกี่ยว ส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อในกลุ่มนี้ เช่น สปอร์หรือส่วนขยายพันธุ์อื่นๆ พบปนเปื้อนอยู่ที่ส่วนผิวของผลิตผล หรือในระหว่างการขนย้ายหรือการปฏิบัติอื่นๆ โดยส่วนของเชื้อเหล่านี้พบอยู่ในบรรยากาศของโรงบรรจุหีบห่อ น้ำที่ใช้ในการล้างหรือลดอุณหภูมิผลิตผล ภาชนะที่ใช้ในการขนย้ายผลิตผล เป็นต้น เชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่มนี้มีความสามารถในการทำให้เกิดโรคต่ำและไม่สามารถเข้าทำลายผลิตผลได้โดยตรง การเข้าทำลายต้องอาศัยแผลหรือช่องเปิดธรรมชาติ โดยที่เชื้อในกลุ่มนี้ ส่วนใหญ่มีอัตราการเจริญและแพร่กระจายที่รวดเร็วทำให้ผลิตผลที่ถูกเชื้อเข้าทำลายเกิดการเน่าเสียภายในระยะเวลาอันสั้น การใช้อุณหภูมิต่ำเป็นแนวทางหนึ่งในการลดการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์หลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพและใช้มากที่สุด เพราะอุณหภูมิต่ำทำให้ความต้านทานของผลิตผลยังคงอยู่ในกรณีที่ผิวของผลิตผลนั้นไม่ถูกทำลายด้วยอุณหภูมิต่ำ รวมทั้งช่วยชะลอการเจริญและการเข้าทำลายของเชื้อ (สมศิริ, 2554) กลไกการป้องกันการเข้าทำลายจากเชื้อจุลินทรีย์ในพืช ประกอบด้วยการป้องกันทางโครงสร้างของพืช ได้แก่ การมีผนังเซลล์หนา นอกจากนั้นยังมีการป้องกันทางเคมี ได้แก่การสร้างสารในกลุ่ม secondary metabolites ได้แก่ terpenoids, phenolics, and alkaloids. (Freeman and Beattie, 2008) เยาวดี และสุพิชญา (2552) รายงานว่าใบผักเหลียงทั้งสามระยะใบ ยอด ใบอ่อน ใบแก่มีสารประกอบฟีนอลิกไม่แตกต่างกันคือมีค่า 26.68 ± 3.15 - 33.87 ± 1.89 mg GAE/g dw สุวรรณิ และคณะ (2555) รายงานความสามารถในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของสารประกอบฟีนอลิกในสมุนไพรบางชนิดเช่น ใบบักบกที่สกัดด้วยเอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณสารฟีนอลิก 56.254 มิลลิกรัมต่อกรัม ($P < 0.01$) มีค่าความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Escherichia Coli* และ *Staphylococcus aureus* ได้ดีที่สุด คือ 79.69 เปอร์เซ็นต์ และ 29.77 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาการสะท้อนหนาว (Chilling injury)

การเก็บรักษาผลผลิตควรเก็บรักษาไว้ในสภาพที่มีอุณหภูมิต่ำที่สุดที่จะไม่เกิดอันตรายหรือก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอื่น ๆ ผักเขตร้อนมีอุณหภูมิในการเก็บรักษาสูงกว่าผักเขตกึ่งร้อน ความเสียหายของผักที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำแต่สูงกว่าจุดเยือกแข็ง คือผักจะแสดงอาการสะท้อนหนาว (chilling injury) พืชเมืองร้อนส่วนใหญ่จะเกิดอาการผิดปกติขึ้นเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 12-15°C อาการผิดปกติที่เกิดขึ้นมีหลายลักษณะ เช่น ผิวของผลผลิตเกิดรอยแผลสีน้ำตาลหรือดำ และอาจมีรอยบวมเนื่องจากเซลล์บริเวณนั้นตายไป อาจมีการสะสมแอลกอฮอล์ และ acetaldehyde ขึ้นทำให้รสชาติผิดปกติ (จริงแท้, 2538)

โดยภาพรวมการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่ทำให้ผักรับประทานใบคงคุณภาพใบได้เพราะมีการใช้เทคโนโลยีด้านบรรจุภัณฑ์และอุณหภูมิต่ำ ซึ่งเป็นการดัดแปลงบรรยากาศรอบตัวใบให้ไม่เอื้อต่อการหายใจ บรรจุภัณฑ์จะเป็นตัวป้องกันไม่ให้เกิดการผ่านเข้าออกของออกซิเจน หรือคาร์บอนไดออกไซด์ รวมทั้งความชื้นได้ตามปกติ แต่การจัดการดังกล่าวต้องผ่านการวิจัยให้มีความเหมาะสมต่อชนิดพืช การใช้บรรจุภัณฑ์ที่มีลักษณะเฉพาะสำหรับผักดังเช่นต้นยี่ และคณะ (2554) รายงานการใช้ถุงพอลิโพรพิลีนที่ดัดแปลงบรรยากาศโดยการควบคุมให้มีปริมาณออกซิเจนเริ่มต้น 8 เปอร์เซ็นต์สามารถยืดอายุการเก็บรักษากะหล่ำปลีรูปหัวใจ ยอดชาโยเต้ เบบีฮ่องเต้ และผักซีได้ดีกว่าถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน จากลักษณะการใช้บรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ นี้เป็นไปเพื่อความสะดวก ประหยัดและลดผลกระทบต่อต่าง ๆ ที่จะทำให้ผักเกิดการสูญเสีย เช่น ปริมาณการแลกเปลี่ยนก๊าซ ถ้าผักได้รับออกซิเจนในระดับการหายใจปกติ (21%) จะทำให้ผักที่เก็บเกี่ยวมาแล้วหายใจปกติหรือมากกว่าก่อให้เกิดการเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็ว ต้นยี่และคณะ (2554) รายงานผลของการเก็บรักษาใบมะกรูดอินทรีย์ที่บรรจุในถุงพอลิโพรพิลีนที่ดัดแปลงบรรยากาศให้มีปริมาณออกซิเจนเริ่มต้นที่ 8% มีอายุการเก็บรักษานานสุด 15.6 วัน และการเก็บรักษากะหล่ำปลีรูปหัวใจ ยอดชาโยเต้ ผักซีไทย ในถุงแอคทีฟชนิดที่มีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนระหว่าง 10,000-12,000 cc/cm²day และ 12,000-14,000 cc/cm²day จะยืดอายุการเก็บรักษาผักดังกล่าวได้ดีกว่าการบรรจุในถุงพอลิเอทิลีนเจาะรู สอดคล้องกับสำนักงานจัดการสิทธิเทคโนโลยี (มปป) รายงานผักคะน้า ผักสลัด ที่บรรจุในฟิล์มบรรจุภัณฑ์แอคทีฟ ที่อุณหภูมิ 5-7°C มีอายุการเก็บรักษา 6 วัน โหระพา ในฟิล์มบรรจุภัณฑ์แอคทีฟ ที่อุณหภูมิ 10-12°C มีอายุการเก็บรักษา 6 วัน เช่นกัน ซึ่งฟิล์มดังกล่าวมีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ 3,000 -24,000 cc/cm²day ปกติการเก็บรักษาใบผักคะน้า (*Brassica oleracea* var. alboglabra) ที่อุณหภูมิ 20C ทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของใบเป็นสีเหลืองภายใน 2-3 วัน (Noichida et al. 2007) แต่ถ้าเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (1°C) ใบยังคงสภาพสีเขียวได้นาน 10-14 วัน (Poochai et al. 1984) เช่นเดียวกับงานทดลองของอดิศักดิ์ (2549) นำยอดผักหวานบ้านเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงแล้วให้ออกซิเจนจากภายนอกพบว่า ผักหวานบ้านแสดงการหลุดร่วงของใบ แต่ใบไม่แสดงอาการสีเหลือง กนกพร (2554) รายงานการหายใจของผักเคลียงที่ระยะใบเพสลาดและใบแก่ที่อุณหภูมิ 25°C มีค่าสูงสุดที่ 0.1 มก.CO₂ / กรัม.ชม. ลักษณะการเพิ่มขึ้นของการหายใจจะเพิ่มเมื่อเกิดการเสื่อมสภาพของใบ ซึ่งเป็นอัตราการหายใจที่ต่ำมากเมื่อเทียบกับกะหล่ำปลีมีอัตราการหายใจที่อุณหภูมิ 25C 5-20 มก.CO₂ /กก.ชม. (จริงแท้, 2538) และมีรูปแบบอัตราการผลิตเอทิลีนที่สอดคล้องกับการหายใจคือ อัตราการผลิตเอทิลีนจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อใบผักแสดงอาการเสื่อมสภาพ ใบเพสลาดมีอัตราการผลิตเอทิลีนน้อยกว่าใบแก่ และเมื่อพิจารณาถึงการตอบสนองต่อเอทิลีน พบว่าใบผักเคลียงตอบสนองต่อก๊าซเอทิลีนที่ให้จากภายนอกที่ระดับความเข้มข้น 20 uL L⁻¹ นาน 24 ชั่วโมง โดยใบจะเหลืองในวันที่ 2 ขณะที่ถ้าได้รับเอทิลีนจากภายนอกที่ 10 uL L⁻¹ นาน 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั่วโมง ใบแสดงอาการเหลืองภายหลังการให้ในวันที่ 10 ซึ่งเมื่อนำไปหาปริมาณคลอโรฟิลล์พบว่า ใบที่ไม่ได้รับเอทิลีนมีปริมาณคลอโรฟิลล์คงที่และลดลงเพียงเล็กน้อยก่อนการเสื่อมสภาพ ขณะที่การให้เอทิลีนจากภายนอกใบจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงอย่างรวดเร็ว การให้สารยับยั้งการทำงานของเอทิลีน 1-methyl cyclopropane (1-MCP) สามารถชะลอการเสื่อมสภาพของใบผักเหียงที่ได้รับเอทิลีนจากภายนอก Bunya-atichart and Kangtang (2013) รายงานการเก็บรักษาใบผักทั้งก้านใบที่อุณหภูมิ 4 8 12 29 และ 35C พบว่าที่อุณหภูมิ 8°C ใบผักมีอายุเก็บรักษานานที่สุด 29 วัน รองลงมาคือที่ 4 และ 12 °C มีอายุการเก็บรักษาใกล้เคียงกันคือ 27 วัน และยังไม่พบอาการผิดปกติของใบในแง่ของอาการสะท้อนหนาว จากผลการวิจัยที่กล่าวมาการเปลี่ยนสีใบของผักเหียงเกิดขึ้นน้อยและเป็นไปอย่างช้า ๆ ณ อุณหภูมิห้อง แต่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อได้รับเอทิลีนจากภายนอกในระดับความเข้มข้นสูง) แต่อย่างไรก็ตามยังมีผักรับประทานใบบางชนิดที่ยังคงมีการเสื่อมสภาพเร็วขึ้นภายใต้การเก็บรักษาผักในสภาพบรรยากาศดัดแปลงร่วมกับอุณหภูมิต่ำ ธิติมา (2551) รายงานว่าการบรรจุพีซีสุกสุกเพราะ คือ ใบกระเพราะ แมงลัก โหระพา ในถุงพลาสติกพอลิเอทิลีนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C นั้น ใบแมงลักมีความไวต่อการเกิดอาการสะท้อนหนาวที่สุด รองลงมาคือ ใบกระเพราะ และโหระพามีความไวต่อการเกิดอาการสะท้อนหนาวน้อยที่สุด โดยใบแก่จะแสดงความไวต่ออาการสะท้อนหนาวเร็วกว่าใบอ่อน ข้อมูลเบื้องต้นกับผู้วิจัยที่พบว่าผักเหียงที่เตรียมในสภาพพร้อมปรุงคือไม่มีก้านใบ บรรจุในถุงพลาสติก PE ทั้งเจาะรูและไม่เจาะรู เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7C ปรากฏอาการสะท้อนหนาว คือ ใบแสดงอาการใบช้ำ ฉ่ำน้ำ กระจายทั่วแผ่นใบภายหลังการเก็บรักษานาน 10 วัน

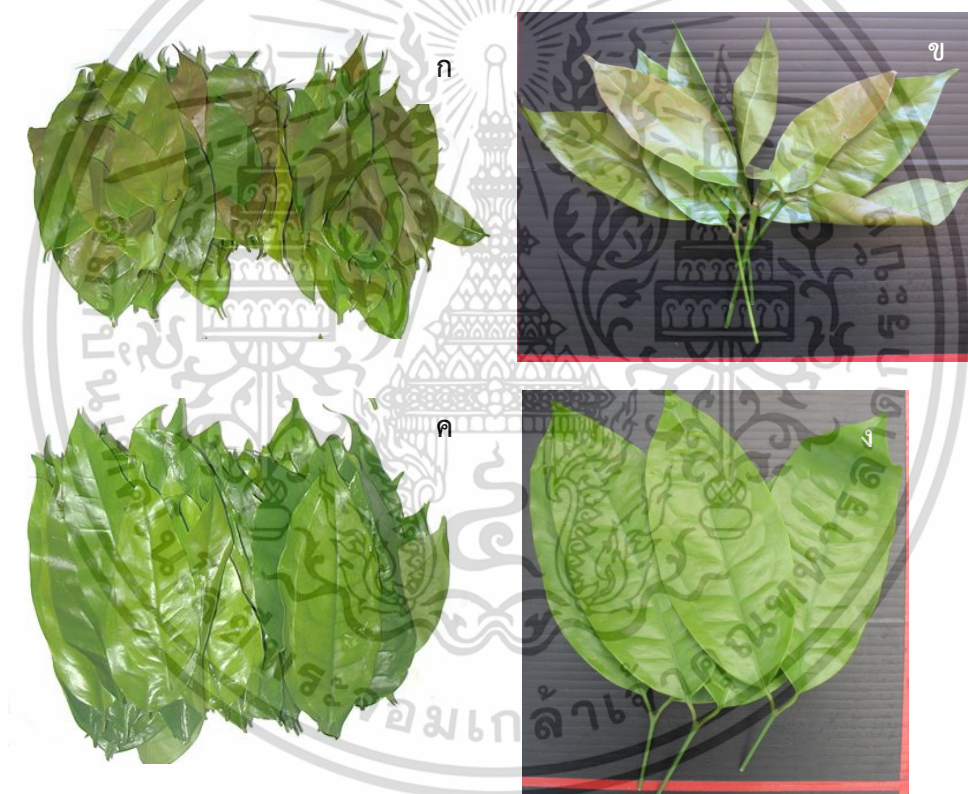
ข้อมูลการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวกับผักชนิดต่างๆ ดังที่นำเสนอด้านบนที่เกี่ยวข้องกับการบรรจุในสภาพบรรยากาศดัดแปลงร่วมกับเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำรวมทั้งผักเหียงยังคงมีปัญหา ดังนั้น การศึกษาด้านการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำร่วมกับการบรรจุในสภาพดัดแปลงบรรยากาศและปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอาการสะท้อนหนาวจะเอื้อต่อการพัฒนาให้ผักเหียงอยู่ในสภาพผักพร้อมปรุงซึ่งต้องวางจำหน่ายและเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การเตรียมใบผักเหียง

ทำการขนส่งผักเหียงจากแปลงปลูกเกษตรกรโดยการบรรจุในถุงพลาสติกเจาะรู ถึงห้องปฏิบัติการ หลักสูตรพืชสวน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร เขตอุตสาหกรรมจังหวัดชุมพรภายใน 1 ชั่วโมง นำผักเหียงทั้งกำไปล้างในน้ำสะอาดที่มีส่วนผสมคลอโรก (Chlorox; Sodium hypochlorite) ความเข้มข้น 50 ppm (Ramos et al, 2013) นาน 5 นาที ผึ่งใบให้หมาด (ภาพที่ 3.1) จากนั้นคัดเลือกใบผักเหียงระยะใบอ่อนตัดก้านใบ (ก) ไม่ตัดก้านใบ (ข) ใบเพสลาดตัดก้าน (ค) และไม่ตัดก้านใบ (ง)



ภาพที่ 3.1 ใบผักเหียงระยะใบอ่อนตัดก้าน (ก) ใบอ่อนไม่ตัดก้าน (ข) ใบเพสลาดตัดก้าน (ค) และ ใบเพสลาดไม่ตัดก้านใบ (ง)

3.2 วิธีการทดลอง

การทดลองที่ 1 วัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อศึกษาผลต่อคุณภาพและการสรีรวิทยาบางประการ นำใบอ่อนและใบเพสลาด ซึ่งน้ำหนักผักให้ได้ 100 กรัมแล้วนำไปใส่ถุงพลาสติก มัดปากถุง วางแผนการทดลองแบบ 2x2 factorial in CRD ประกอบด้วย 2 ปัจจัย เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยที่ 1 วัยของใบผักเหียง คือ

- 1.ระยะใบอ่อน
- 2.ระยะใบเพสลาด

ปัจจัยที่ 2 ลักษณะการจัดเตรียมใบผัก

- 1.ใบที่ไม่มีก้านใบติด (จัดเตรียมแบบพร้อมปรุง)
- 2.ใบที่มีก้านใบติด (ตัดใบให้ติดก้านใบยาว 5 เซนติเมตร)

จากนั้นนำไปวางที่อุณหภูมิ 7 °C นำใบผักเหียงออกมาตรวจคุณภาพและอายุการเก็บรักษาทุก ๆ 4 วัน จนกระทั่งผักที่เก็บรักษาไว้เสื่อมสภาพไม่สามารถใช้บริโภคได้ 20% ของน้ำหนัก

การทดลองที่ 2 การเก็บรักษาใบผักเหียงที่อุณหภูมิต่ำร่วมกับสภาพตัดแปลงบรรยากาศต่อการเข้าทำลายของจุลินทรีย์

ศึกษาจุลินทรีย์ที่เข้าทำลายระหว่างการจัดเก็บรักษาและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกใบผักเหียงที่อุณหภูมิต่ำร่วมกับสภาพตัดแปลงบรรยากาศ

การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ในใบผักเหียง

ใบผักเหียงทั้งใบอ่อนและใบเพสลาด แบบมีก้านและไม่มีก้าน ถูกเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 วัน เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณของจุลินทรีย์ในใบผักเหียงหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ จึงนำตัวอย่างใบผักเหียงมาวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ทุกๆ 4 วัน โดยนำใบผักเหียงทั้ง 2 ชนิด ที่เก็บแบบมีก้านและไม่มีก้านมาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ให้มีขนาดประมาณ 0.5x0.5 มิลลิเมตร แล้วชั่งใบผักเหียงมา 0.5 กรัม ใส่ในสารละลาย 0.85% NaCl แล้วทำการเจือจางเป็นลำดับส่วน ดูดสารละลายมา 0.1 มิลลิลิตร ใส่ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient Agar (NA) และ Potato Dextrose Agar (PDA) แล้วเกลี่ยให้ทั่ว นำจานอาหารเลี้ยงเชื้อไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 และ 30 °C เพื่อศึกษาการเจริญของแบคทีเรียและเชื้อราจากใบผักเหียงตามลำดับ

การวิเคราะห์ปริมาณของสารประกอบฟีนอลิก

การเตรียมสารสกัดจากผักเหียง

นำตัวอย่างผักเหียงทั้งใบอ่อนและใบเพสลาดซึ่งเก็บแบบมีก้านและไม่มีก้านที่อุณหภูมิ 7 °C มาหั่นให้เป็นชิ้นขนาดเล็กประมาณ 2x2 เซนติเมตร ไปอบที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง จากนั้นนำใบผักเหียงทั้งสองชนิดที่อบแห้งไปปั่นให้ละเอียดโดยใช้เครื่องปั่นไฟฟ้า และสกัดสารประกอบฟีนอลิกในใบผักเหียงโดยชั่งตัวอย่างผักเหียงแต่ละชนิด 1 กรัม ใส่ในพลาสติกขนาด 250 มิลลิลิตร แล้วสกัดสารโดยใช้สารละลายเอทานอล (absolute ethanol) 50 มิลลิลิตร นำพลาสติกไปแช่ที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 8000xg อุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 20 นาที เก็บส่วนของเหลวไประเหยตัวทำละลายออกด้วย rotary evaporator และนำสารสกัดที่ได้ระเหยตัวทำละลายออกไปแล้วเก็บใน 50% DMSO เพื่อเก็บไว้เป็นสารสกัดเข้มข้น ก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์หาสารประกอบฟีนอลิกต่อไป

การวิเคราะห์หาปริมาณของสารประกอบฟีนอลิก (total phenolic content) ในสารสกัดจากใบผักเหียงโดยวิธี Folin-Ciocalteu colorimetric method ซึ่งดัดแปลงวิธีการจาก Slinkard and Singleton (1977) โดยใช้สารสกัดเจือจางในความเข้มข้นที่เหมาะสม ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลอดทดลอง จากนั้นเติม 1N Folin-Ciocalteu reagent ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร และสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง ผสมให้เข้ากัน และทิ้งไว้ 30 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร คำนวณปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกจากใบผักเหียงโดยรายงานผลในหน่วยปริมาณมิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อปริมาณกรัมน้ำหนักแห้งของผักเหียง (mg GAE/g DW)

การทดลองที่ 3. ศึกษาปัจจัยต่อการพัฒนาอาการสะท้อนหนาวของใบผักเหียงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิตำราพร้อมกับสภาพตัดแปลงบรรยากาศ

แบ่งเป็นการทดลองย่อยดังนี้

การทดลองที่ 3.1 วัยและอุณหภูมิการเก็บรักษา

วางแผนการทดลองแบบ วางแผนการทดลองแบบ 2x2 factorial in CRD ประกอบด้วย 2 ปัจจัย

ปัจจัยที่ 1 วัยของใบ 2 ระยะ คือ

1. ใบอ่อน
2. เพสลาด

ปัจจัยที่ 2 อุณหภูมิ 2 ระดับ คือ

1. 7°C
2. 13°C

การทดลองที่ 3.2 ความชื้นสัมพัทธ์ในการเก็บรักษา

ผลจากการทดลองที่ 3.1 พบว่าระยะใบ (อายุใบ) ระหว่างใบอ่อนและใบเพสลาดไม่มีผลต่ออาการสะท้อนหนาว ดังนั้นจึงนำเฉพาะใบเพสลาดมาเป็นตัวแทนในการทดลองที่ 3.2 ซึ่งน้ำหนักสดใบเพสลาด 100 กรัม นำใบมาทดสอบสภาพการบรรจุที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 3 ระดับ นำไปวางที่อุณหภูมิ 7 °C โดยใบอยู่ในสภาพหมาด วางแผนการทดลอง Completely Randomize Design (CRD) ประกอบด้วย ความชื้นในการเก็บรักษา 3 ระดับ

1. ความชื้นสัมพัทธ์ระดับสูง ทำการบรรจุใบผักในถุงพลาสติกพอลิเอทิลีนไม่เจาะรู และวางถ้วยที่มีสารละลายแบบเปียก
2. ความชื้นสัมพัทธ์ระดับปานกลาง ทำการบรรจุใบผักในถุงพลาสติกพอลิเอทิลีนไม่เจาะรู
3. ความชื้นสัมพัทธ์ระดับต่ำ ทำการบรรจุใบผักในถุงพลาสติกพอลิเอทิลีนไม่เจาะรู ร่วมกับซิลิกาเจลเป็นตัวดูดซับความชื้นโดยใช้ซิลิกาเจลน้ำหนักเท่ากับน้ำหนักผักในถุง

3.3 การบันทึกผลการทดลอง

3.3.1. อายุเก็บรักษา (วัน) บันทึกวันตั้งแต่เริ่มการทดลองจนกระทั่งผักที่ทำการทดลองมีการสูญเสียน้ำหนักสด การเสื่อมสภาพ ประกอบด้วย เน่าเสีย อาการสะท้อนหนาว รวมกันประมาณ 20% ของน้ำหนักเริ่มต้น ให้ถือว่าหมดอายุการเก็บรักษา

3.3.2. การสูญเสียน้ำหนักสด (%) บันทึกน้ำหนักสดเริ่มการทดลองจนกระทั่งผักหมดอายุการใช้งาน คำนวณการสูญเสียน้ำหนักสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{การสูญเสียน้ำหนักสด} = \frac{(\text{น้ำหนักสดเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักสดวันที่บันทึกผล}) \times 100}{\text{น้ำหนักสดเริ่มต้น}}$$

3.3.3. การเสื่อมสภาพ

3.3.3.1 ใบเน่า (เปอร์เซ็นต์) ซึ่งน้ำหนักผักที่แสดงอาการใบเน่า โดยพบจุดช้ำ เน่า ที่เห็นด้วยตาเปล่าชัดเจนตั้งแต่ 1 ตำแหน่งบนใบเป็นต้นให้ถือว่าใบนั้นเน่า

$$\text{ใบเน่า (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{(\text{น้ำหนักของใบที่แสดงอาการ} \times 100)}{\text{น้ำหนักสดของใบทั้งหมดในวันเริ่มต้น}}$$

3.3.3.2 ใบแสดงอาการสะท้อนหนาว (เปอร์เซ็นต์) ซึ่งน้ำหนักผักที่แสดงอาการสะท้อนหนาว โดยพบจุดสีดํา เล็กๆ กระจายบนใบ ที่เห็นด้วยตาเปล่าชัดเจน

$$\text{ใบสะท้อนหนาว (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{(\text{น้ำหนักของใบที่แสดงอาการ} \times 100)}{\text{น้ำหนักสดของใบทั้งหมดในวันเริ่มต้น}}$$

3.3.4. ประเมินอาการสะท้อนหนาว (ดัดแปลงจาก Thomson et al., 2001) มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- 1 คะแนน ไม่มีความเสียหาย
- 2 คะแนน พบจุดสีดําหรือน้ำตาลเกิดขึ้นหลายจุดบนใบ (ยังเห็นไม่ชัดเจน)
- 3 คะแนน เกิดจุดสีน้ำตาลขึ้นบนใบ มีพื้นที่ที่เกิดความเสียหายน้อยกว่า 30%
- 4 คะแนน มีจุดสีน้ำตาลเข้มถึงดํา บนใบค่อนข้างมาก มีพื้นที่ 30-50%
- 5 คะแนน มีความเสียหายเกิดขึ้นบนใบมีพื้นที่มากกว่า 50%

ดัชนีการเกิดอาการสะท้อนหนาว = ผลรวม (ระดับคะแนน x จำนวนใบที่เกิดอาการที่ระดับคะแนน)
จำนวนใบทั้งหมดในซ้ํา (ถุง) พิษทดลอง

3.3.5. การเก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจนและ เอทิลีน

เก็บตัวอย่างแก๊สจากถุงบรรจุแต่ละถุง นำไปวิเคราะห์ปริมาณแก๊สด้วยเครื่อง gas chromatograph

การวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยเครื่อง gas chromatograph (Shimadzu GC-RIA) ที่ติดตั้งด้วย thermal conduction detector (TCD) ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

การวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนด้วยเครื่อง gas chromatograph (Shimadzu GC-RIA) ที่ติดตั้งด้วย thermal conduction detector (TCD) ปริมาณออกซิเจนที่ได้มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

การวิเคราะห์ปริมาณเอทิลีนด้วยเครื่อง gas chromatograph (Shimadzu GC-14A) ที่ติดตั้งด้วย flame ionization detector (FID) ปริมาณเอทิลีนที่ได้มีหน่วยเป็น นาโนลิตรต่อลิตร (ppm)

การวิเคราะห์นี้ทำการเฉพาะการทดลองที่ 1

3.3.6. ค่าการรั่วไหลของประจุจากเนื้อเยื่อ (electrolyte leakage) (ดัดแปลงวิธีการของ Campos et al., 2003)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำตัวอย่างใบพืชมาตัดให้เป็นชิ้นสี่เหลี่ยมขนาดประมาณ 0.5 ตารางเซนติเมตร ด้วยใบมีดโกน ซึ่งเนื้อเยื่อใบ 0.5 กรัมต่อซ้ำ ทำ 3 ซ้ำต่อตัวอย่าง ล้างเนื้อเยื่อด้วยน้ำ deionized 3 ครั้ง แล้วใส่ในขวดแก้วรูปชมพู่ที่มีน้ำ deionized ปริมาตร 30 มิลลิลิตร (mL) นำไปวางบนเครื่องเขย่าที่มีความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง วัดค่าการนำไฟฟ้าด้วย เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (conductance meter; Consort model C831, Belgium) จากนั้นนำขวดแก้วที่มีชิ้นเนื้อเยื่อใบไปแช่ในน้ำอุณหภูมิ 100 °C นาน 10 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง วัดค่าการรั่วไหลของประจุอีกครั้ง นำข้อมูลไปคำนวณเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของประจุดังสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของประจุ} = \frac{\text{ค่าการนำไฟฟ้าก่อนต้ม} \times 100}{\text{ค่าการนำไฟฟ้าหลังต้ม}}$$

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3.5 สถานที่ทำการทดลองและเก็บข้อมูล

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร 17/1 หมู่ 6 ต.ชุมโค อ.ปะทิว จ.ชุมพร

3.6 ระยะเวลาทำการวิจัย

ระยะเวลาการทำวิจัย : 1 ต.ค. 2559-30 ก.ย. 2560

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การทดลองที่ 1 วัยและลักษณะการจัดเตรียมผลิตผลต่อคุณภาพและการสรีรวิทยาบางประการ

4.1.1 อายุการเก็บรักษา

วัยของใบผักเคลียงมีผลต่ออายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7°C (7.3±2.6) ใบเพศลาตที่บรรจุในถุงพลาสติก PE ภายหลังจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7°C มีอายุเก็บรักษานานกว่าและแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกว่ากับใบอ่อน โดยมีอายุการเก็บรักษา 19.8 วัน (ตารางที่ 4.1) ส่วนก้านใบไม่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาใบผักที่อุณหภูมิ 7°C ทำให้ใบผักที่มีก้านใบหรือไม่มีก้านใบมีอายุเก็บรักษาไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.1 อายุเก็บรักษาของใบอ่อนและเพศลาตแบบไม่มีก้านและมีก้านใบที่บรรจุในถุงพลาสติก PE โดยวางถุงบรรจุผักไว้ที่อุณหภูมิ 7 °C (ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (RH) 90.7±6.1%)

ระยะใบ	อายุเก็บรักษา (วัน) ^{1/}
ใบอ่อน	18.0± 1.2 b
ใบเพศลาต	19.0±1.4 a
ก้านใบ	อายุเก็บรักษา (วัน) ^{2/}
มี	19.0±1.4
ไม่มี	18.0±1.4
<i>P</i> -value	
ปัจจัย	อายุเก็บรักษา (วัน)
ระยะใบ	0.0025
ก้านใบ	0.1828
ระยะใบ x ก้านใบ	0.4981
CV	

^{1/2/}ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

$P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

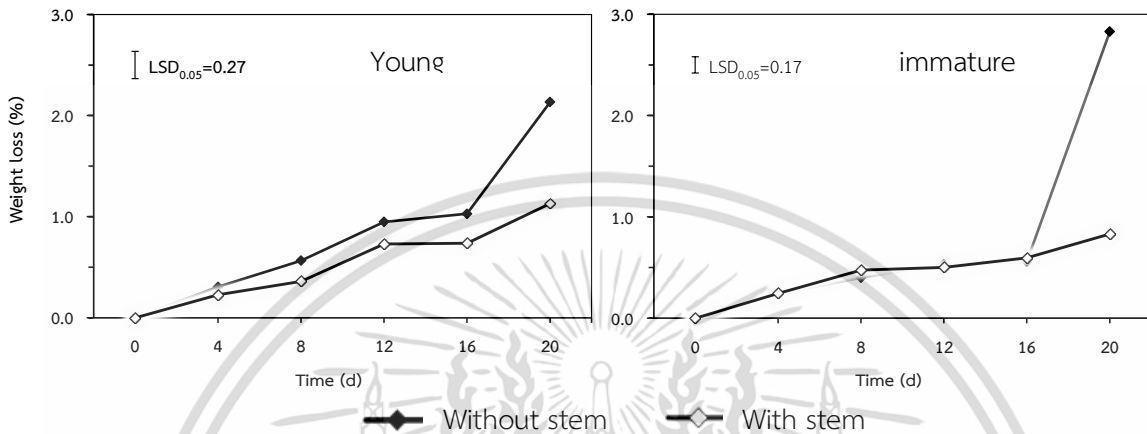
$0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

$P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

4.1.2 การสูญเสียน้ำหนักสด

ใบผักเคลียงทุกทรีทเมนต์มีการสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากวันที่ 0 ถึงวันที่ 20 โดยใบผักเคลียงที่เป็นใบอ่อนทั้งไม่มีก้านใบและมีก้านใบมีการสูญเสียน้ำหนักสดไม่แตกต่างกัน ตั้งแต่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่ 4 จนถึงวันที่ 16 ส่วนวันที่ 20 พบว่าใบอ่อนแบบไม่มีก้านใบสูญเสียน้ำหนักสูงสุดและแตกต่างจากใบอ่อนที่มีก้านใบ ใบเพศลาดที่มีก้านใบมีเปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนักสดเช่นเดียวกับใบที่ไม่มีก้านใบ แต่ใบที่ไม่มีก้านนั้นมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดวันที่ 20 สูงสุดและแตกต่างจากใบที่มีก้านใบ เช่นเดียวกับระยะใบอ่อน (ภาพที่ 4.1)



ภาพที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด (%) ของใบอ่อนผักเคลียง (young) และใบเพศลาด (immature) แบบไม่มีก้านใบและมีก้านใบ บรรจุในถุงพลาสติก PE ที่อุณหภูมิ 7 °C

4.1.3 การเสื่อมสภาพที่พบ

การเสื่อมสภาพของใบที่แสดงในหัวข้อนี้คือน้ำหนักของผัก ซึ่งอาการที่เห็นชัดเจนในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7 °C คือการเน่าของใบ และอาการสะท้อนหนาว แต่ไม่พบการเปลี่ยนสีใบ

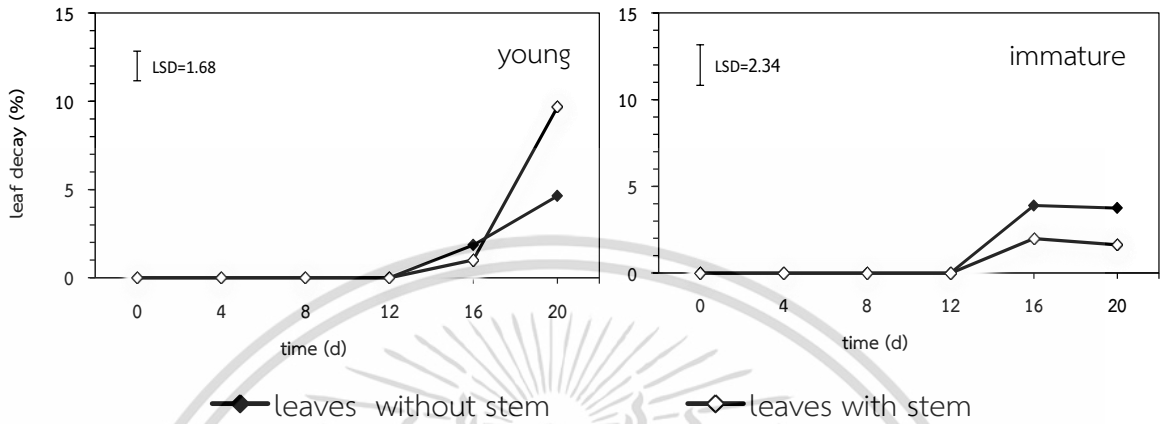
4.1.3.1 ใบเน่า

พบว่าใบผักเคลียงทั้งสองวัยที่มีก้านและไม่มีก้านใบไม่แสดงอาการใบเน่า ภายหลังจากเก็บรักษาจนถึงวันที่ 12 หลังการเก็บรักษา 12 วันใบผักจึงแสดงอาการเน่า วันที่ 16 หลังการเก็บรักษา ใบอ่อนที่มีและไม่มีก้านใบผักแสดงอาการเน่าไม่แตกต่างกันยกเว้นวันที่ 20 แต่ใบอ่อนที่มีก้านแสดงอาการเน่าเพิ่มขึ้นอย่างแตกต่างจากใบอ่อนที่ไม่มีก้าน (ภาพที่ 4.2 young) ส่วนใบเพศลาดที่ไม่มีก้านมีเปอร์เซ็นต์ใบเน่าไม่แตกต่างจากใบที่มีก้านตลอดการทดลอง (ภาพที่ 4.2 immature)

4.1.3.2 ใบสะท้อนหนาว

พบว่าใบอ่อนและใบเพศลาดทั้งที่มีก้านและไม่มีก้านใบไม่แสดงอาการสะท้อนหนาวที่ใบก่อนวันที่ 12 ของการเก็บรักษา แต่ภายหลังจากเก็บรักษา 12 วันใบอ่อนผักเคลียงเกิดอาการสะท้อนหนาวมากและต่อเนื่อง ใบอ่อนที่ไม่มีก้านใบจะแสดงอาการสะท้อนหนาวเพิ่มต่อเนื่อง ใบอ่อนที่มีก้านจะแสดงอาการสะท้อนหนาวอย่างรวดเร็วก่อนหมดอายุเก็บรักษาวันที่ 20 (ภาพที่ 4.3 young) ใบเพศลาดที่ไม่มีก้านใบแสดงอาการสะท้อนหนาวอย่างรวดเร็วก่อนใบที่มีก้านหลังเก็บรักษาวันที่ 12 และใบเพศลาดที่ไม่มีก้านใบแสดงอาการสะท้อนหนาววันที่ 16 ขณะที่ใบที่มีก้านแสดงอาการสะท้อนหนาว

พร้อมวันที่หมดอายุ (ภาพที่ 4.3 immature) ลักษณะอาการสะท้อนหนาวคือ จุดสีน้ำตาลขนาดเล็กขึ้นกระจายที่ท้องใบ (ภาพที่ 4.4)



ภาพที่ 4.2 ใบเน่า (%) ของใบอ่อนผักเหียง (young) และใบเพสลาด (immature) แบบไม่มีก้านใบ และมีก้านใบ บรรจุในถุงพลาสติก PE ที่อุณหภูมิ 7 °C

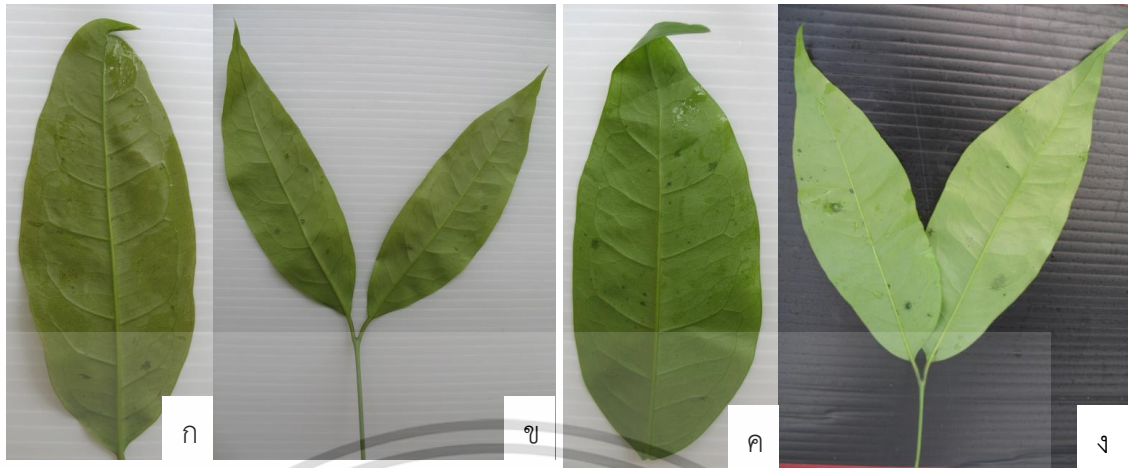


ภาพที่ 4.3 อาการสะท้อนหนาวของใบ (%) ของใบอ่อนผักเหียง (young) และใบเพสลาด (immature) แบบไม่มีก้านใบและมีก้านใบ บรรจุในถุงพลาสติก PE ที่อุณหภูมิ 7 °C

4.1.4 ดัชนีอาการสะท้อนหนาว

ดัชนีอาการสะท้อนหนาวแบ่งเป็นคะแนนห้าระดับ ระดับที่ใบแสดงอาการรุนแรงมากที่สุดคือ 5 จากการทดลองพบว่าใบอ่อนและเพสลาดที่ผ่านการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7 °C ใบเกิดอาการสะท้อนหนาวไม่รุนแรงโดยมีค่าระดับคะแนนไม่เกิน 2 แม้วันที่หมดอายุการเก็บรักษา ใบอ่อนและใบเพสลาดเริ่มแสดงอาการสะท้อนหลังการเก็บรักษาวันที่ 16 โดยใบที่ไม่มีก้านใบและมีก้านใบมีค่าดัชนีอาการสะท้อนหนาวไม่แตกต่างกัน (ภาพที่ 4.5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.4 อาการสะท้อนหนาวของใบอ่อนที่ไม่มีก้านใบ (ก) มีก้านใบ (ข) และใบเพสลาด แบบไม่มีก้านใบ (ค) และมีก้านใบ (ง) ที่บรรจุในถุงพลาสติก PE ที่อุณหภูมิ 7°C



ภาพที่ 4.5 ดัชนีการสะท้อนหนาวของใบ (score) ของใบอ่อนผักเหลียง (young) และใบเพสลาด (immature) แบบไม่มีก้านใบและมีก้านใบ บรรจุในถุงพลาสติก PE ที่อุณหภูมิ 7 °C

4.1.5 การเปลี่ยนแปลงสี

ผักเหลียงใบอ่อนและเพสลาดที่ไม่มีก้านและมีก้านไม่มีการเปลี่ยนสีของใบจากสีเขียวเป็นสีเหลืองแม้วันที่ใบผักหมดอายุการเก็บรักษา ใบอ่อนมีสีน้ำตาลปนเขียว จึงทำให้ค่าความสว่าง ค่าสีเขียว คงที่ตลอดจนการไม่เปลี่ยนสีใบเป็นสีเหลืองจึงทำให้ค่า b^* คงที่ตลอดการทดลองเช่นกัน (ภาพที่ 4.6)

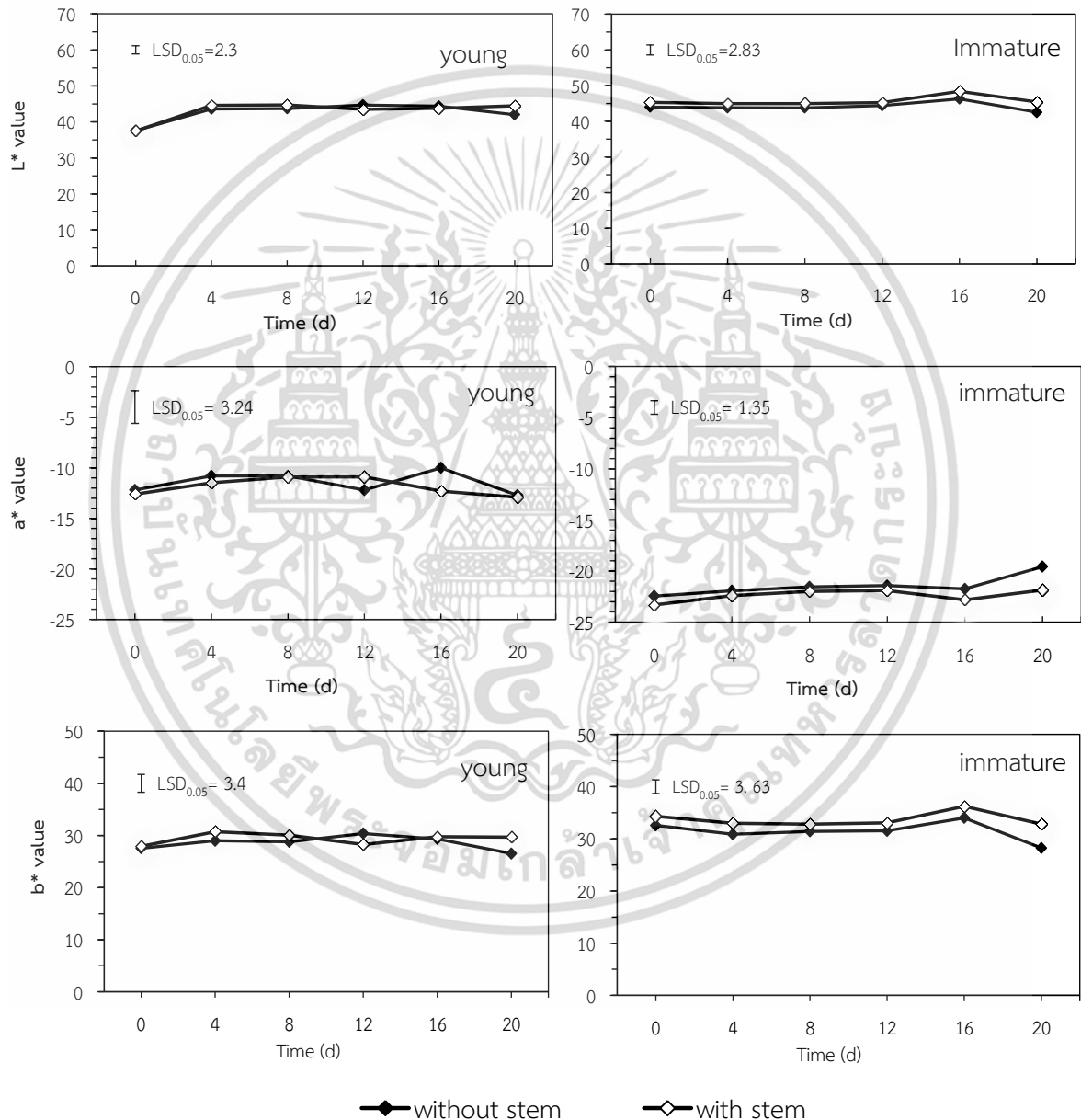
4.1.6 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน และเอทิลีนภายในถุงบรรจุ

ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ของใบอ่อนผักเหลียงและใบเพสลาดที่ไม่มีก้านและมีก้านใบมีค่า 0.1% ณ วันที่ 0 ของการเก็บรักษา จากนั้นปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในถุงบรรจุลดลงต่ำสุดวันที่ 4 และคงที่ถึงวันที่ 8 และค่อยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนสิ้นสุดการเก็บรักษา แต่ปริมาณที่เพิ่มขึ้นนี้มีค่าไม่สูงเกินกว่า 0.1% (ภาพที่ 4.7)

ถุงบรรจุใบอ่อนผักเหลียงที่ไม่มีก้านใบมีปริมาณออกซิเจนใกล้เคียงกับใบมีก้านใบตั้งแต่วันที่ 0 ถึงวันที่ 4 แต่หลังการเก็บรักษาวันที่ 4 ใบอ่อนที่ไม่มีก้านใบมีปริมาณออกซิเจนสูงกว่าใบเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ่อนที่มีก้านใบจนถึงสิ้นสุดการทดลอง ใบเพศลาตทั้งที่ไม่มีและก้านใบมีปริมาณออกซิเจนภายในถุงเพิ่มสูงขึ้นหลังการเก็บรักษาวันที่ 4 และ 16 จากนั้นลดลงต่ำสุดก่อนหมดอายุเก็บรักษา (ภาพที่ 4.8)

ปริมาณเอทิลีนของใบอ่อนและเพศลาตผักเคลซึ่งที่ไม่มีและมีก้านใบมีค่าอยู่ในช่วง 18-20 ppm ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ปริมาณเอทิลีนตั้งแต่วันที่เริ่มการทดลองจนถึงวันที่สิ้นสุดการทดลองมีปริมาณคงที่ (ภาพที่ 4.9)

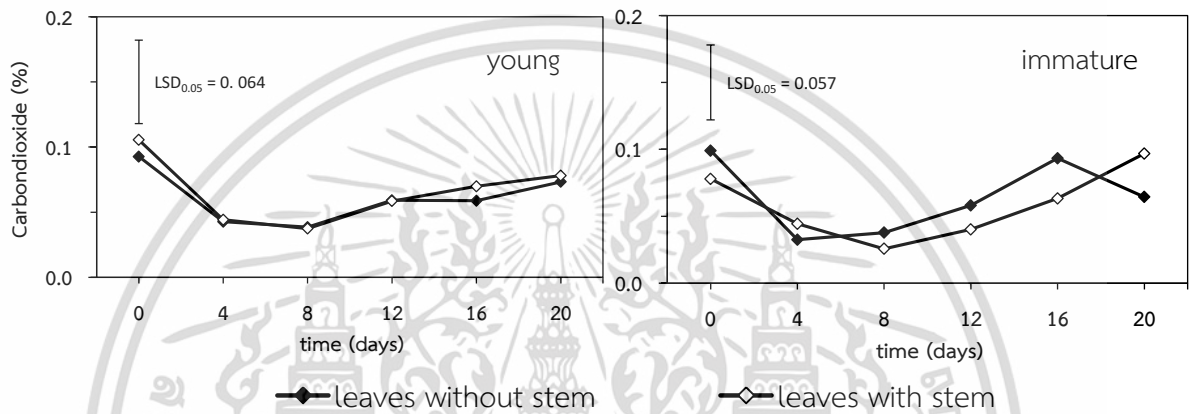


ภาพที่ 4.6 L* , a* และ b* value ของใบอ่อน (young) ใบเพศลาต (immature) แบบไม่มีก้านใบ และมีก้านใบ บรรจุในถุงพลาสติก PE ที่อุณหภูมิ 7 °C

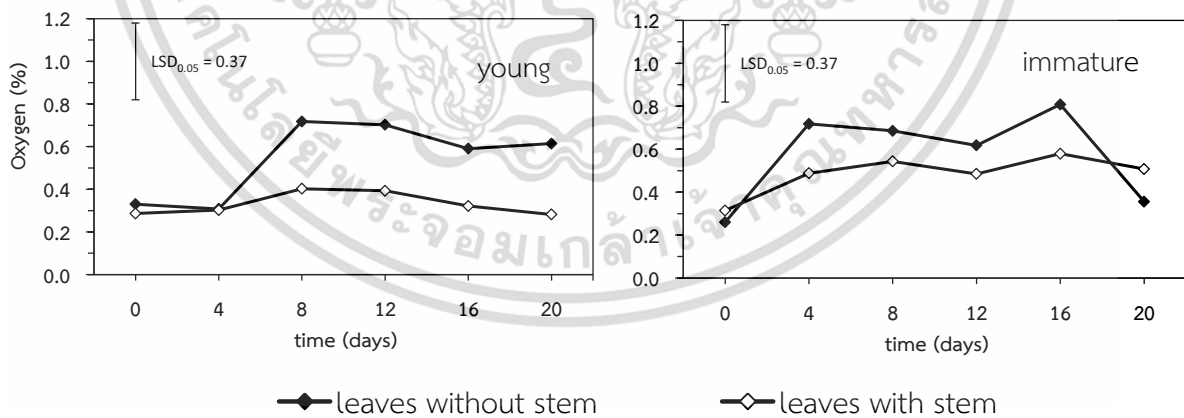
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.7 ค่าการรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage)

การรั่วไหลของประจุของเนื้อเยื่อใบทั้งสองวัยจะเพิ่มขึ้นเมื่อใบอาการสะท้านหนาว ใบอ่อนที่มีก้านแสดงเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของไอออนสูงสุดและแตกต่างจากใบที่ไม่มีก้านใบภายหลังการเก็บรักษา 16 วัน แต่ใบอ่อนที่ไม่มีก้านใบ ใบจะมีเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของประจุหลังจากใบเกิดอาการสะท้านหนาวและจะเพิ่มขึ้นสูงสุดพร้อมกับใบเกิดอาการสะท้านหนาวสูงสุด ขณะที่ใบเพสลาดทั้งใบที่ไม่มีหรือมีก้าน ค่าการรั่วไหลของประจุเพิ่มขึ้นพร้อมกับการหมดอายุของใบ (ภาพที่ 4.10)

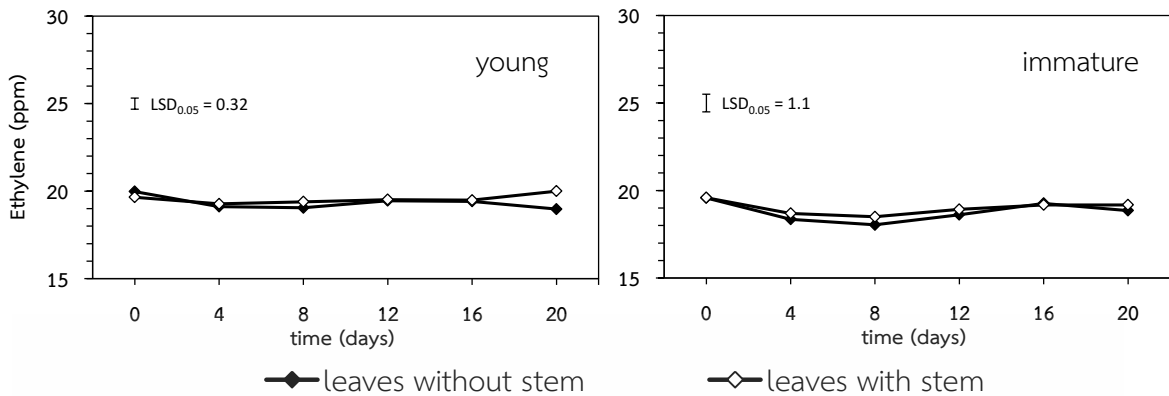


ภาพที่ 4.7 คาร์บอนไดออกไซด์ (%) ของใบอ่อนผักเคลียง (young) และใบเพสลาด (immature) แบบไม่มีก้านใบและมีก้านใบบรรจุในถุงพลาสติก PE ที่อุณหภูมิ 7°C

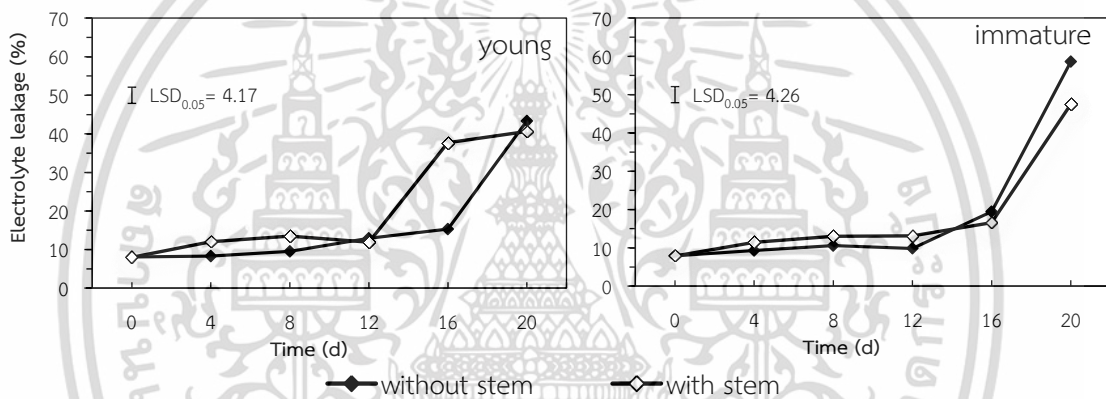


ภาพที่ 4.8 ออกซิเจน (%) ของใบอ่อนผักเคลียง (young) และใบเพสลาด (immature) แบบไม่มีก้านใบและมีก้านใบบรรจุในถุงพลาสติก PE ที่อุณหภูมิ 7°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.9 เอทิลีน (ppm) ของใบอ่อนผักเหลียง (young) และใบเพสลาด (immature) แบบไม่มีก้านใบและมีก้านใบบรรจุในถุงพลาสติก PE ที่อุณหภูมิ 7°C



ภาพที่ 4.10 ค่าการรั่วไหลของประจุ (%) จากเนื้อเยื่อใบอ่อนผักเหลียง (young) และใบเพสลาด (immature) แบบไม่มีก้านใบและมีก้านใบบรรจุในถุงพลาสติก PE ที่อุณหภูมิ 7°C

4.2 การทดลองที่ 2 การเก็บรักษาใบผักเหลียงที่อุณหภูมิตำ่ร่วมกับสภาพบรรยากาศดัดแปลงต่อการเข้าทำลายของจุลินทรีย์

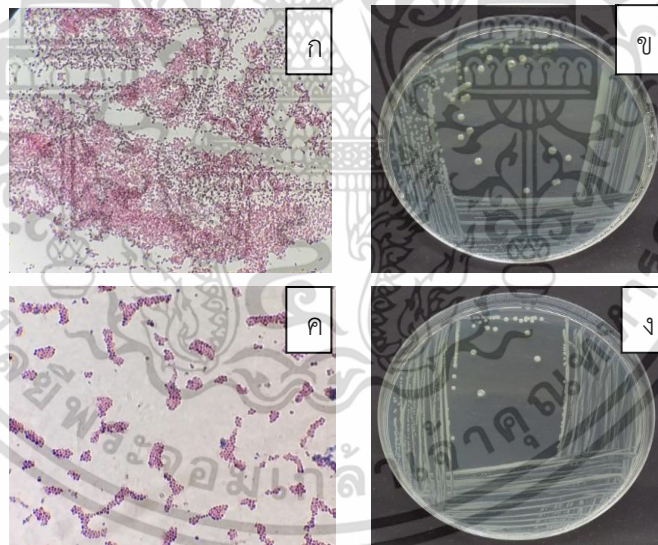
4.2.1 จุลินทรีย์ที่พบบนผิวใบผักเหลียง

จากการเก็บใบผักเหลียงทั้งใบอ่อนและใบเพสลาด แบบมีก้านและไม่มีก้าน ที่อุณหภูมิ 7 °C เป็นเวลา 16 วัน พบว่าการเจริญของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราบนใบผักเหลียงทุกชนิด และพบว่าการเจริญของแบคทีเรียในปริมาณที่มากกว่าเชื้อราในใบผักเหลียงทุกแบบ ซึ่งปริมาณเชื้อแบคทีเรียที่เจริญบนอาหาร NA พบว่าใบอ่อนไม่มีก้านมีแนวโน้มการเข้าทำลายของจุลินทรีย์บนผิวใบมาก ณ วันที่ 12 และ 16 ของการเก็บรักษา ส่วนเชื้อที่เจริญบนอาหาร PDA นั้นพบว่าเชื้อจากผิวใบอ่อนที่ไม่มีก้านมีปริมาณมาก ณ วันที่ 16 หลังการเก็บรักษา (ตารางที่ 4.2) แบคทีเรียพบในใบผักเหลียงมีทั้งแบคทีเรียแกรมบวก และแบคทีเรียแกรมลบ ดังแสดงในภาพที่ 4.11 และลักษณะของเชื้อราที่พบบนผิวใบผักเหลียงแสดงดังภาพที่ 4.12

ตารางที่ 4.2 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่พบบนผิวใบอ่อน และเพลลาดแบบไม่มีก้านและมีก้านใบที่บรรจุในถุงพลาสติก PE โดยวางถุงบรรจุผักไว้ที่อุณหภูมิ 7°C ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (RH) 90.7±6.1%)

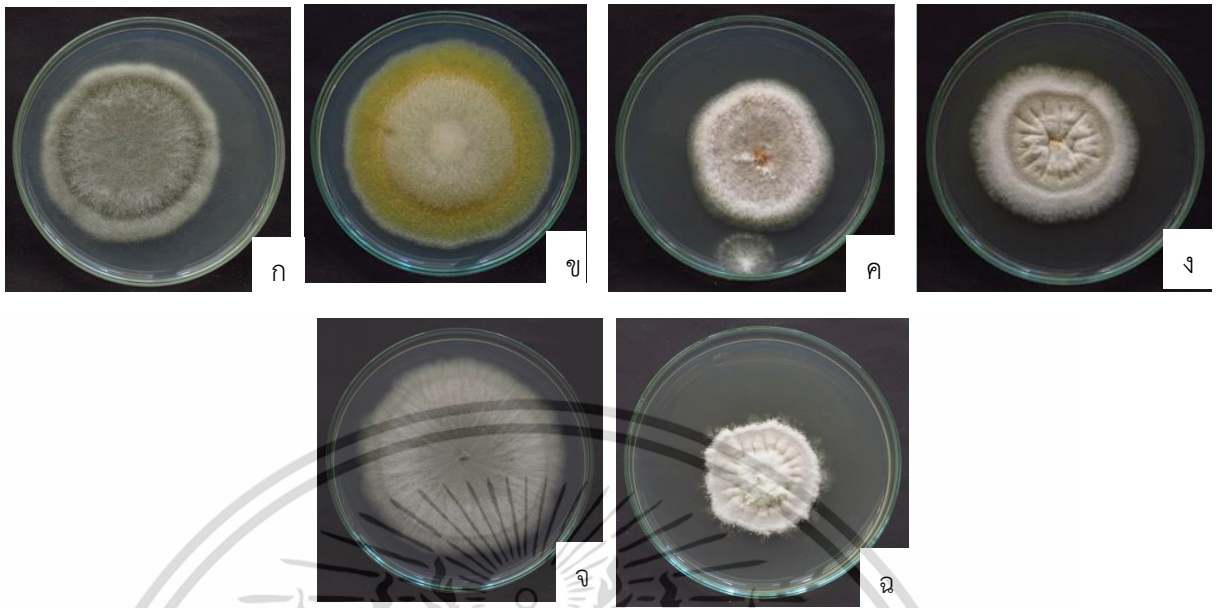
ระยะเวลาในการเก็บผัก เฉลี่ย (วัน)	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (CFU/ml)							
	อาหาร NA				อาหาร PDA			
	ใบอ่อน		ใบเพลลาด		ใบอ่อน		ใบเพลลาด	
	มีก้าน	ไม่มีก้าน	มีก้าน	ไม่มีก้าน	มีก้าน	ไม่มีก้าน	มีก้าน	ไม่มีก้าน
0	6.9×10^5	-	1.7×10^5	-	2.2×10^5	-	3.5×10^4	-
4	1.6×10^4	1.0×10^5	7.6×10^4	1.4×10^5	1.5×10^4	1.8×10^5	5.3×10^4	1.2×10^5
8	1.2×10^5	1.5×10^5	1.1×10^5	8.8×10^4	1.6×10^5	2.0×10^4	1.3×10^5	1.5×10^5
12	1.5×10^5	4.9×10^5	1.7×10^5	1.2×10^5	1.8×10^5	1.1×10^5	1.8×10^5	1.0×10^5
16	2.1×10^5	5.8×10^5	1.1×10^5	1.1×10^6	1.4×10^5	4.0×10^5	1.9×10^5	1.0×10^6

หมายเหตุ - หมายถึง ในการทดลองที่ 0 วัน ตัวอย่างใบผักเฉลี่ยที่ใช้ทดลองเป็นใบผักเฉลี่ยที่ติดกับก้านใบ



ภาพที่ 4.11 เชื้อแบคทีเรียแกรมลบที่พบบนใบเพลลาดไม่มีก้านรูปท่อน (ก และข) และเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก รูปกลม ที่พบบนผิวใบอ่อนไม่มีก้าน (ค และ ง)

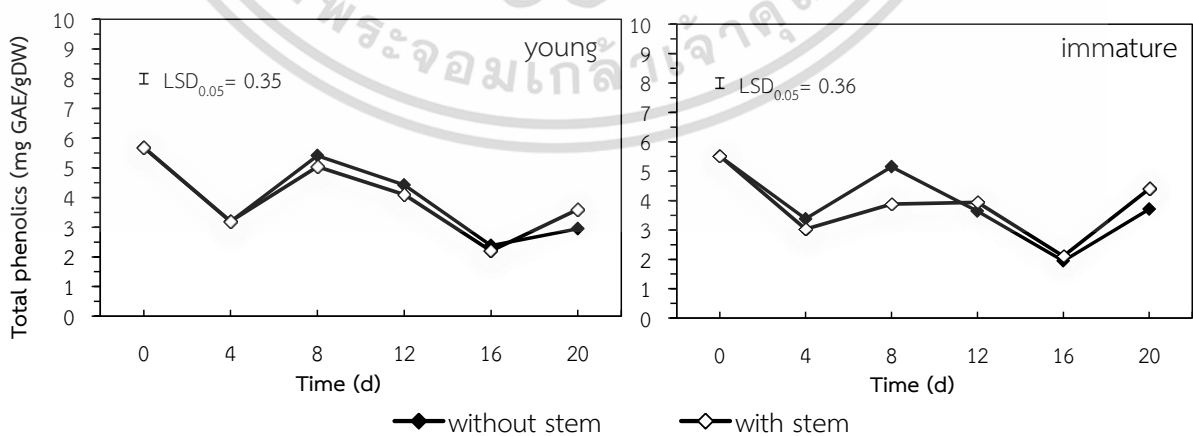
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.12 ลักษณะเชื้อราที่พบบนใบเฟสลาดไม่มีก้าน (ก และ ข) และมีก้าน (ค และ ง)
เชื้อราที่พบบนผิวใบใบอ่อนไม่มีก้าน (จ) และมีก้าน (ฉ)

4.2.2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก

สารประกอบฟีนอลิกของใบผักเหลียงจากใบอ่อน ที่จัดเตรียมแบบไม่มีก้านและมีก้านใบ มีปริมาณไม่แตกต่างกันยกเว้นวันที่ 20 ใบอ่อนที่มีก้านยังคงปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงกว่าใบอ่อนที่ไม่มีก้านใบ ส่วนใบเฟสลาดที่มีก้านใบพบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกลดลงอย่างชัดเจนหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 4 วัน จากนั้นคงที่ ซึ่ง ณ วันที่ใบหมดอายุพบว่ายังคงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในระดับใกล้เคียงกับวันเริ่มทำการทดลอง ใบเฟสลาดที่ไม่มีก้านใบมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกลดลง (ภาพที่ 4.13) โดยภาพรวมปริมาณฟีนอลิกเมื่อสิ้นสุดการทดลองมีปริมาณลดลงเมื่อเทียบกับวันแรกของการเก็บรักษา



ภาพที่ 4.13 ปริมาณ total phenolics (mg GAE/g DW) จากเนื้อเยื่อใบอ่อนผักเหลียง (young) และ ใบเฟสลาด (immature) แบบไม่มีก้านใบและมีก้านใบบรรจุในถุงพลาสติก PE ที่อุณหภูมิ 7°C เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ ไม่ว่าการฉีกใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองที่ 3 ศึกษาปัจจัยต่อการพัฒนาอาการสะท้อนหนาวของใบผักเคลียงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำร่วมกับสภาพบรรยากาศดัดแปลง แบ่งเป็น 2 การทดลองย่อยดังนี้

การทดลองที่ 3.1 วัยและอุณหภูมิการเก็บรักษา

4.3.1.1 อายุการเก็บรักษา

ใบผักเคลียงในการทดลองนี้ จัดเตรียมแบบไม่มีก้านใบ ซึ่งหลังการทดลองพบว่าวัยใบผักเคลียงไม่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7°C (6.5 ± 0.7 °C ความชื้นสัมพัทธ์ $82.7 \pm 13.6\%$) และอุณหภูมิ 13°C (13.0 ± 1.3 ความชื้นสัมพัทธ์ $90.1 \pm 6.9\%$) ใบอ่อนผักเคลียงที่บรรจุในถุงพลาสติก PE มีอายุเก็บรักษาไม่แตกต่างกันทางสถิติจากใบเปสลาด โดยมีอายุการเก็บรักษา 15.9 และ 16 วันตามลำดับ (ตารางที่ 4.3) ส่วนอุณหภูมิมีผลต่ออายุการเก็บรักษาใบผัก โดยใบผักที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13°C มีอายุการเก็บรักษานานกว่าการเก็บไว้ที่ 7°C

ตารางที่ 4.3 อายุเก็บรักษาของใบอ่อน และเปสลาดที่บรรจุในถุงพลาสติก PE โดยวางถุงบรรจุผักที่อุณหภูมิ 7 หรือ 13 °C

ระยะใบ	อายุเก็บรักษา (วัน) ^{1/}
ใบอ่อน	15.9±7.1
ใบเปสลาด	16.0±8.3
อุณหภูมิ (°C)	อายุเก็บรักษา (วัน) ^{2/}
7	8.6±1.4 b
13	23.2±1.6 a
<i>P</i> -value	
ปัจจัย	อายุเก็บรักษา (วัน)
ระยะใบ	0.800
อุณหภูมิ	0.0001
ระยะใบ x อุณหภูมิ	0.0089
CV	8.67

^{1/2/} ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% ตามลำดับ

$P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

$0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

$P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

4.3.1.2 ดัชนีอาการสะท้อนหนาว

ภายหลังการเก็บรักษาใบอ่อนและเปสลาดที่อุณหภูมิ 7 และ 13 °C เป็นระยะเวลา 4 วัน ไม่พบใบแสดงดัชนีสะท้อนหนาวหรือใบแสดงอาการใบช้ำกระจายเป็นจุดเล็กๆ สีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำตาล แต่ภายหลังจากวันที่ 8 ใบทั้งสองระยะเริ่มแสดงอาการดังกล่าวเพิ่มขึ้นแต่ไม่รุนแรง จึงทำให้ได้ค่าดัชนีสะท้อนหวานอยู่ระดับ 1 และเมื่ออายุเก็บรักษานานขึ้น พบว่าใบที่อุณหภูมิ 7 °C เกิดอาการสะท้อนหวาน ขณะที่ 13 °C ใบไม่แสดงอาการสะท้อนหวานจึงมีค่าระดับคะแนนเพียง 1 ส่วนอายุของใบไม่มีผลต่อการเกิดอาการสะท้อนหวานแต่อายุการเก็บรักษานานขึ้นทำให้ใบทั้งสองวัยเกิดอาการสะท้อนหวานขึ้นเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 4.4)

4.3.1.3 การสูญเสียน้ำหนักสด

ใบผักเหลียงทุกทริทเมนต์มีการสูญเสียน้ำหนักสดไม่เกิน 5% ของน้ำหนักสดเริ่มต้น โดยใบผักเหลียงที่เก็บรักษาที่ 7 และ 13 °C มีการสูญเสียน้ำหนักสดไม่แตกต่างกันระหว่างใบอ่อนและใบเพสลาด ยกเว้นภายหลังจากเก็บรักษา 20 วัน ที่ 7 °C ใบอ่อนมีการสูญเสียน้ำหนักสดมากกว่าใบเพสลาด (ภาพที่ 4.14)

ตารางที่ 4.4 ดัชนีอาการสะท้อนหวานของใบอ่อนและเพสลาดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7 และ 13 °C

ระยะใบ	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)			
	8	12	16	20
อ่อน	1.18±0.30	1.36±0.45	2.0±1.06	2.46±1.56
เพสลาด	1.25±0.29	1.56±0.65	2.05±1.13	2.36±1.42
อุณหภูมิเก็บรักษา °C	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)			
	8	12 ^{1/}	16 ^{2/}	20 ^{3/}
7	1.43±0.29	1.90±0.47 a	3.06±0.39 a	3.82±0.46 a
13	1.00±0.0	1.03±0.12 b	1.00±0 b	1.00±0 b
P-value				
ปัจจัย	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)			
	8	12	16	20
ระยะใบ	0.3051	0.0864	0.6003	0.4100
อุณหภูมิ	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
ระยะใบ×อุณหภูมิ	0.3051	0.0773	0.6003	0.4100
cv	16.7	21.2	13.9	13.59

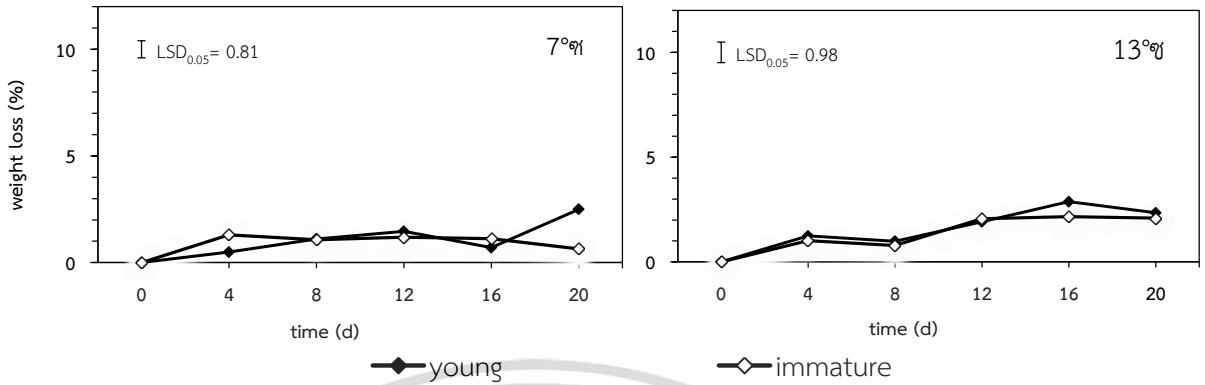
^{1/2/3/} ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

$P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

$0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

$P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



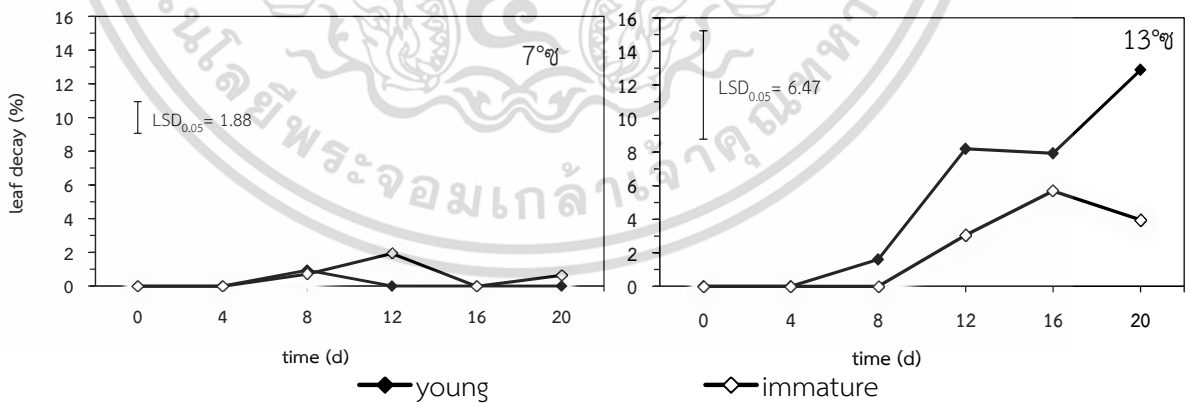
ภาพที่ 4.14 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด (%) ของใบอ่อนและเพลสลาตที่บรรจุในถุงพลาสติก PE และ วางที่ 7 และ 13°C

4.3.1.4 การเสื่อมสภาพที่พบ

การเสื่อมสภาพของใบที่แสดงในหัวข้อนี้คือน้ำหนักของผักที่แสดงอาการต่างๆ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7 และ 13°C แล้วคำนวณมาเป็นเปอร์เซ็นต์ ได้แก่การเน่าของใบ อาการสะท้อนหนาว แต่ไม่พบการเปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นสีเหลือง

4.3.1.4.1 ใบเน่า

ที่อุณหภูมิ 7°C พบว่าผักเหลืองใบอ่อนและใบเพลสลาตเริ่มแสดงอาการ ใบเน่าภายหลังการเก็บรักษาวันที่ 8 และเปอร์เซ็นต์ดังกล่าวไม่แตกต่างกันระหว่างระยะใบทั้งสอง การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13°C ทั้งใบอ่อนและใบเพลสลาตแสดงอาการใบเน่าสูงอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะใบอ่อน เปอร์เซ็นต์ใบเน่าของเพลสลาตลดลงขณะที่ใบหมดอายุ (ภาพที่ 4.15)



ภาพที่ 4.15 ใบเน่า (%) ของใบอ่อนและเพลสลาตที่บรรจุในถุงพลาสติก PE และ วางที่ 7 และ 13°C

4.3.1.4.2 ใบสะท้อนหนาว

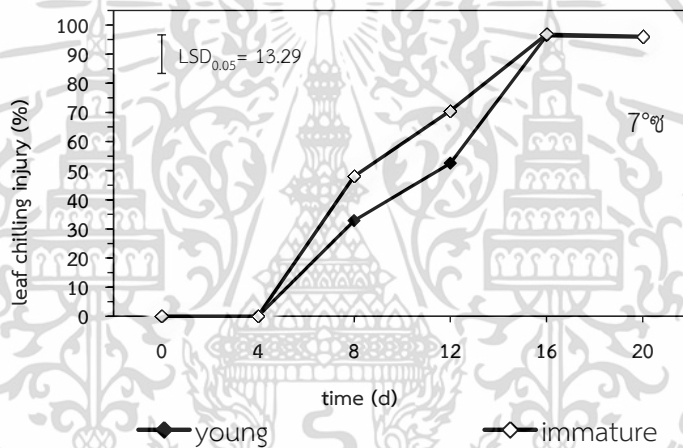
อาการใบสะท้อนหนาวในหัวข้อนี้คือน้ำหนักใบผักเหลืองที่แสดงอาการใบ จุดช้ำกระจายตามใบ ใบผักเหลืองที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7°C ทั้งสองระยะใบเท่านั้นที่แสดงอาการ ดังกล่าว ใบจะเริ่มมีอาการหลังเก็บรักษา 8 วัน และอาการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและสูงสุดก่อนใบหมดอายุ

การเก็บรักษา แต่เมื่อเทียบกับค่าดัชนีอาการสะท้อนหนาวของการทดลองนี้กับการทดลองที่ 1 พบว่า (ภาพ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ 4.16) สำหรับการทดลองนี้ใบอ่อนเกิดอาการสะท้อนหนาวรุนแรงกว่าและเกิดขึ้นเร็วกว่าการทดลองที่ 1 ที่ไม่มีก้านใบ (ภาพที่ 4.3)

4.3.1.4.3 การเปลี่ยนแปลงสีใบ

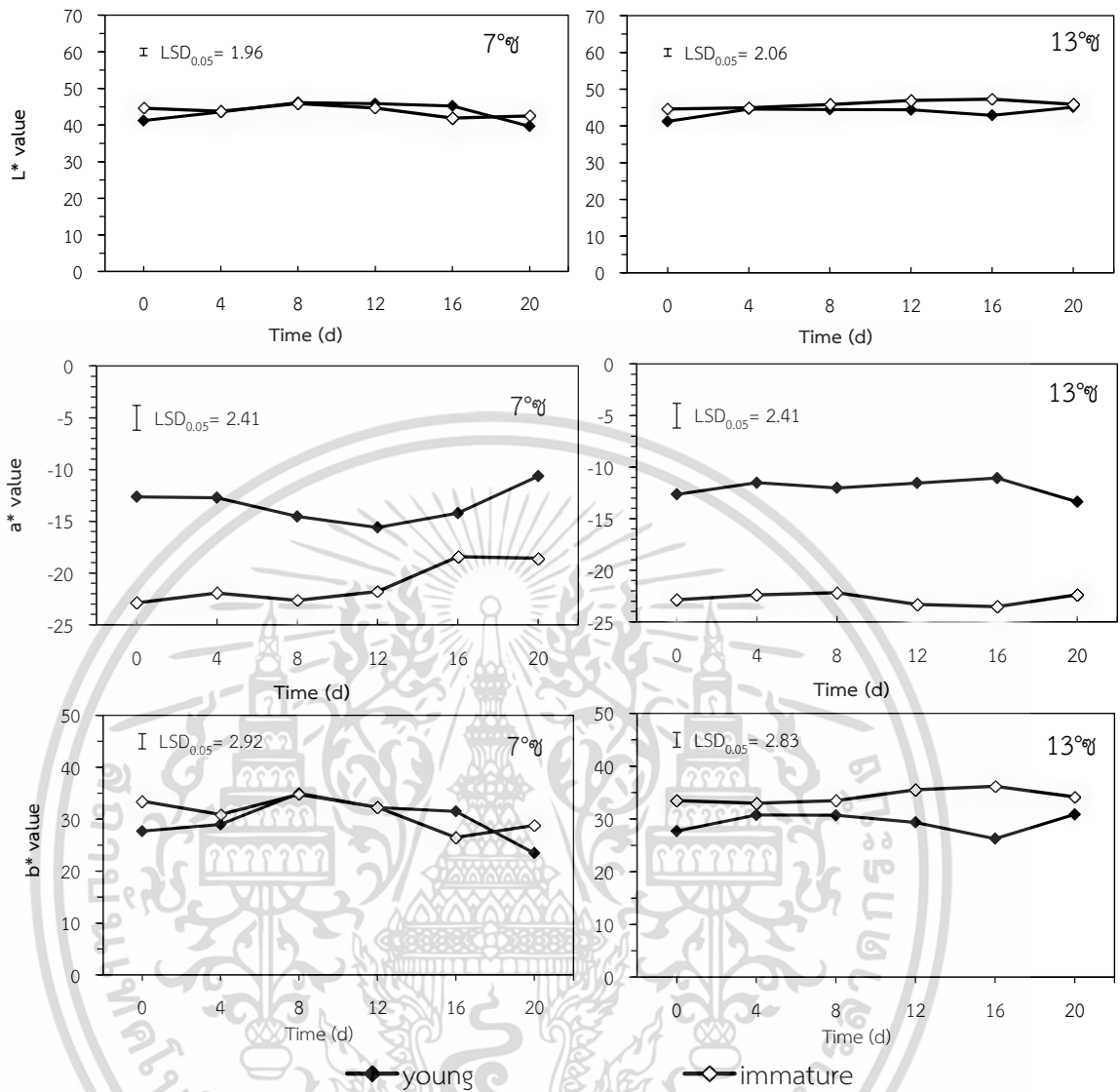
ในภาพรวมของสีใบพบว่า สีของใบอ่อนและใบเพสลาดแตกต่างกันที่ค่า a^* ซึ่งค่าที่แตกต่างกันนี้เกิดขึ้นจากธรรมชาติของสีใบที่ต่างกันตั้งแต่ก่อนเริ่มทำการทดลอง ที่อุณหภูมิ 7°C สีใบของใบอ่อนคือสีน้ำตาลแดง ผสมสีเขียวอ่อนตั้งแต่เริ่มทำการทดลองจนสิ้นสุดการทดลอง จึงทำให้ ค่า L^* (ค่าความสว่าง) ค่า a^* หรือสีเขียว ค่อนข้างคงที่และเพิ่มขึ้นเมื่อใกล้สิ้นสุดการทดลอง ประกอบกับค่า b^* ที่เมื่อสิ้นสุดการทดลองใบอ่อนจะมีค่านี้ลดลง แสดงให้เห็นว่าใบอ่อนมีการเปลี่ยนสีเป็นสีเขียวเพิ่มขึ้น และสีน้ำตาลแดงที่ใบจางลงจึงเหมือนใบชืดเป็นจุดๆ ส่วนที่อุณหภูมิ 13°C ใบอ่อนมีค่า L^* a^* และ b^* เช่นเดียวกับที่ 7°C ยกเว้นสีใบที่ใกล้หมดอายุนั้น ใบอ่อนจะมีสีเขียวเข้มขณะที่สีอ่อนๆ คงที่ การเปลี่ยนสีของใบเพสลาดเกิดขึ้นเช่นเดียวกับใบอ่อน (ภาพที่ 14.17 ค่า L^* a^* และ b^*)



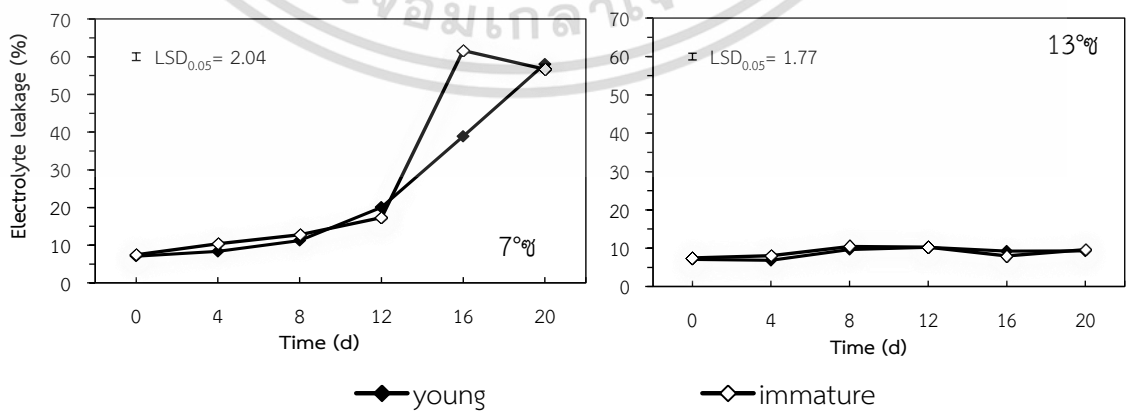
ภาพที่ 4.16 ใบสะท้อนหนาว (%) ของใบอ่อนและเพสลาดที่บรรจุในถุงพลาสติก PE และวางที่ 7°C

4.3.1.4.4 ค่าการรั่วไหลของประจุจากเนื้อเยื่อ (electrolyte leakage)

การรั่วไหลของประจุจากเนื้อเยื่อใบผักเหียงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7°C ทั้งสองระยะใบจะเพิ่มขึ้นก่อนใบแสดงอาการสะท้อนหนาว ใบอ่อนจะมีค่าการรั่วไหลของประจุเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและสูงสุดเมื่อใบหมดอายุเก็บรักษา ส่วนใบเพสลาดแสดงเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลมากกว่าใบอ่อนเด่นชัดเฉพาะหลังการเก็บรักษาวันที่ 16 เท่านั้น (ภาพที่ 4.18 7°C) ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13°C ใบเพสลาดและใบอ่อนมีเปอร์เซ็นต์การรั่วไหลของประจุค่อนข้างคงที่ตั้งแต่วันที่ 0-20 (ภาพที่ 4.18 13°C)



ภาพที่ 4.17 L*, a* และ b* value ของใบอ่อนและเพศลาดที่บรรจุในถุงพลาสติก PE และ วางที่ 7 และ 13°C



ภาพที่ 4.18 การรั่วไหลของประจุ (%) จากเนื้อเยื่อใบอ่อนและเพศลาดที่บรรจุในถุงพลาสติก PE และ วางที่ 7 และ 13°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 3.2 ความชื้นสัมพัทธ์ในการเก็บรักษา

จากการทดลองที่ 3.1 พบว่าวัยของใบไม่มีผลต่ออาการสะท้อนหนาว ดังนั้นจึงนำเฉพาะใบเพศลามาเป็นตัวแทนในการทดลองที่ 3.2 ผลการทดลองพบว่า

4.3.2.1 อายุการเก็บรักษา

ใบเพศลาคัดเตรียมแบบไม่มีก้านใบที่บรรจุในถุงพลาสติกไม่เจาะรูซึ่งมีความชื้นภายในถุงต่างกัน นั้นมีอายุการเก็บรักษาไม่แตกต่างกัน โดยมีความชื้นภายในตู้ที่เก็บรักษา 84.96 ± 5.04 และอุณหภูมิ $7.2^{\circ}\text{C} \pm 0.69$ (ความชื้นภายในถุงของใบผักเคลียงที่มีการเพิ่มสำลีชุบน้ำเฉลี่ย 97.9 ± 0.79 อุณหภูมิภายในถุง $8.5^{\circ}\text{C} \pm 0.5$ ความชื้นภายในถุงของใบผักเคลียงที่มีความชื้นปานกลาง 97.1 ± 0.95 และอุณหภูมิ $8.04^{\circ}\text{C} \pm 0.54$ ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ของใบผักเคลียงในถุงที่มีความชื้นต่ำ คือ $90.6 \pm 0.85\%$ และ อุณหภูมิ $8.68^{\circ}\text{C} \pm 0.61$) (ตารางที่ 4.5)

4.3.2.2 อาการสะท้อนหนาว

ใบเพศลาคัดเตรียมแบบไม่มีก้านใบที่บรรจุในถุงพลาสติกไม่เจาะรูซึ่งมีความชื้นภายในถุงต่างกันั้น ใบผักไม่เกิดอาการสะท้อนหนาวจนภายหลังการเก็บรักษาได้ 12 วันใบจึงเริ่มแสดงอาการ โดยมีค่าดัชนีอาการสะท้อนหนาวระดับ 1 ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกันระหว่างใบที่เก็บรักษาความชื้นที่ต่างกัน ก่อนการหอดอายุการเก็บรักษาใบผักจึงแสดงอาการสะท้อนหนาวส่งผลให้มีค่าดัชนีการสะท้อนหนาวแตกต่างกันทางสถิติ โดยใบผักที่เก็บไว้ที่ระดับความชื้นสูงมีค่าระดับอาการสะท้อนหนาวมากที่สุด เมื่อเทียบกับใบผักที่มีความชื้นระดับกลางและต่ำ (ตารางที่ 4.6)

ตารางที่ 4.5 อายุการเก็บรักษา (วัน) ใบเพศลาคัดที่บรรจุในถุงพลาสติก PE ในสภาพความชื้น 3 ระดับ และวางไว้ในที่อุณหภูมิ 7°C ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย $84.96 \pm 5.04\%$

ระดับความชื้น	อายุการเก็บรักษา (วัน)
สูง	16.2 ± 2.25
กลาง	15.0 ± 1.07
ต่ำ	13.7 ± 4.06
F-test	ns
cv	18.3

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ดัชนีสะท้อนหนาว (คะแนน) ใบเพลสลาตที่บรรจุในถุงพลาสติก PE ในสภาพความชื้น 3 ระดับและวางไว้ที่อุณหภูมิ 7°C ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย $84.96 \pm 5.04\%$

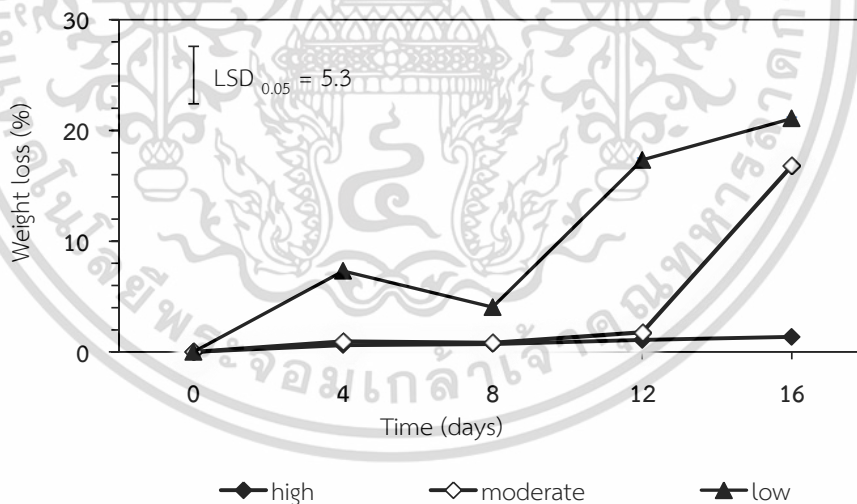
ระดับความชื้น	ดัชนีสะท้อนหนาว (คะแนน)	
	วันที่ 12	วันที่ 16
สูง	1.0±0	1.27±0.21 a
กลาง	1.0±0	1.0±0 b
ต่ำ	1.0±0	1.0±0 b
F-test	ns	**
CV	-	11.0

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

4.3.2.3 การสูญเสียน้ำหนักสด

ใบผักเหียงที่อยู่ในสภาพความชื้นสูงสูญเสียน้ำหนักสดไม่เกิน 5% ของน้ำหนักสดเริ่มต้นตั้งแต่วันที่ 0 ถึงสิ้นสุดการทดลอง ส่วนผักเหียงที่เก็บรักษาในสภาพความชื้นปานกลางจะสูญเสียน้ำหนักสดอย่างรวดเร็วหลังเก็บรักษาวันที่ 12 ขณะที่ใบในสภาพความชื้นต่ำมีการสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาเก็บรักษาและสูญเสียน้ำหนักสูงสุดเมื่อใบหมดอายุ (ภาพที่ 4.19)

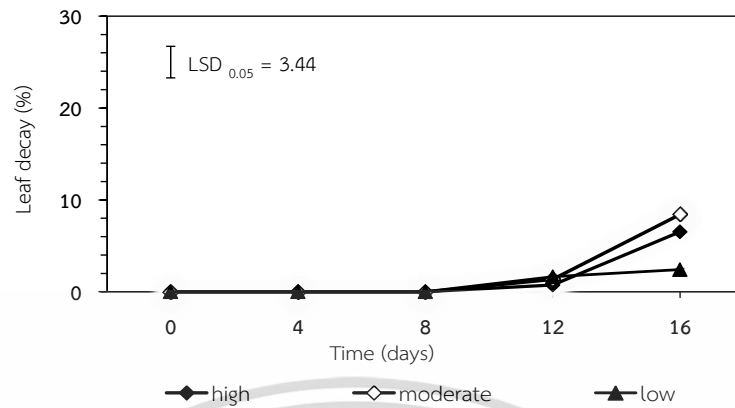


ภาพที่ 4.19 การสูญเสียน้ำหนักสด (%) ของใบเพลสลาตที่เก็บรักษาในสภาพความชื้น 3 ระดับและวางที่อุณหภูมิ 7°C ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย $84.96 \pm 5.04\%$

4.3.2.4 ใบเน่า

ใบผักเหียงที่อยู่ในทุกสภาพความชื้นเริ่มแสดงอาการใบเน่าชัดเจนภายหลังการวางไว้ที่อุณหภูมิ 7°C นาน 12 วัน และเพิ่มสูงสุดก่อนการหมดอายุการเก็บรักษาวันที่ 16 (ภาพที่ 4.20)

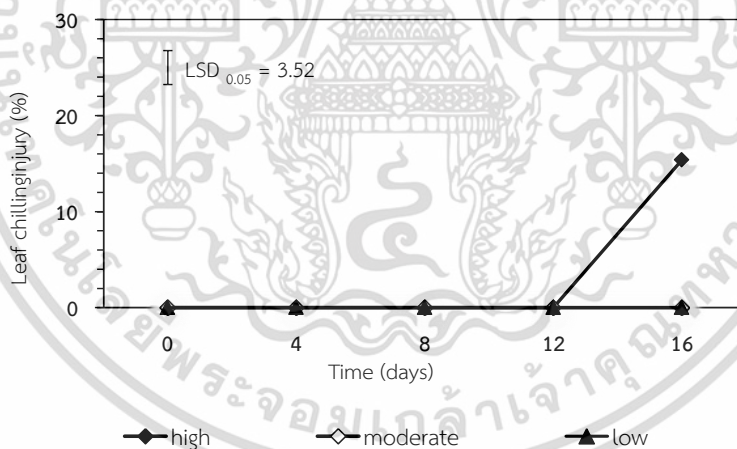
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.20 ใบเน่า (%) ของใบพลูดที่บรรจุในถุง PE ที่สภาพความชื้น 3 ระดับ และวางที่อุณหภูมิ 7°C ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย $84.96 \pm 5.04\%$

4.3.2.5 ใบสะท้อนหนาว

ใบผักเหี่ยวที่อยู่ในสภาพความชื้นสูงแสดงอาการใบสะท้อนหนาวชัดเจนและเพิ่มสูงสุดก่อนการหมดอายุการเก็บรักษาวันที่ 16 ภายหลังจากวางไว้ที่อุณหภูมิ 7°C ส่วนใบที่เก็บในสภาพความชื้นปานกลางและต่ำนั้นใบไม่แสดงอาการสะท้อนหนาวแม้เก็บรักษานาน 16 วัน (ภาพที่ 4.21)

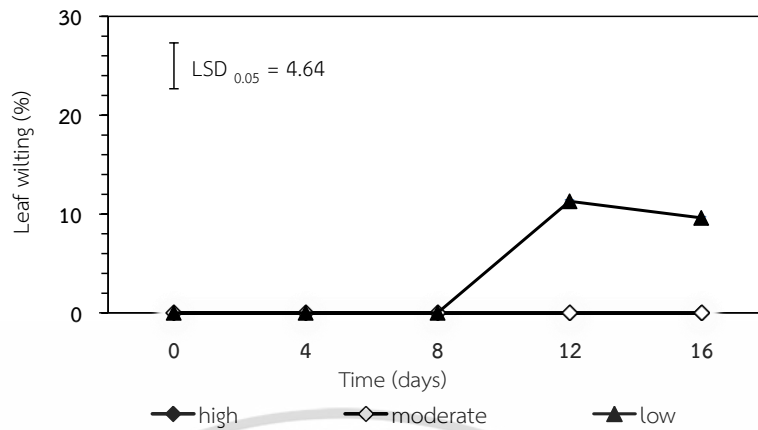


ภาพที่ 4.21 ใบสะท้อนหนาว (%) ของใบพลูดที่บรรจุในถุง PE ที่สภาพความชื้น 3 ระดับ และวางที่อุณหภูมิ 7°C ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย $84.96 \pm 5.04\%$

4.3.2.6 ใบเหี่ยว

ใบผักเหี่ยวที่อยู่ในสภาพความชื้นต่ำแสดงอาการใบเหี่ยวชัดเจนภายหลังจากวางไว้ที่อุณหภูมิ 7°C นาน 12 วัน และเพิ่มสูงสุดก่อนการหมดอายุการเก็บรักษา ส่วนใบที่เก็บในสภาพความชื้นสูงและปานกลางนั้นใบไม่แสดงอาการเหี่ยวตลอดการทดลอง (ภาพที่ 4.22)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



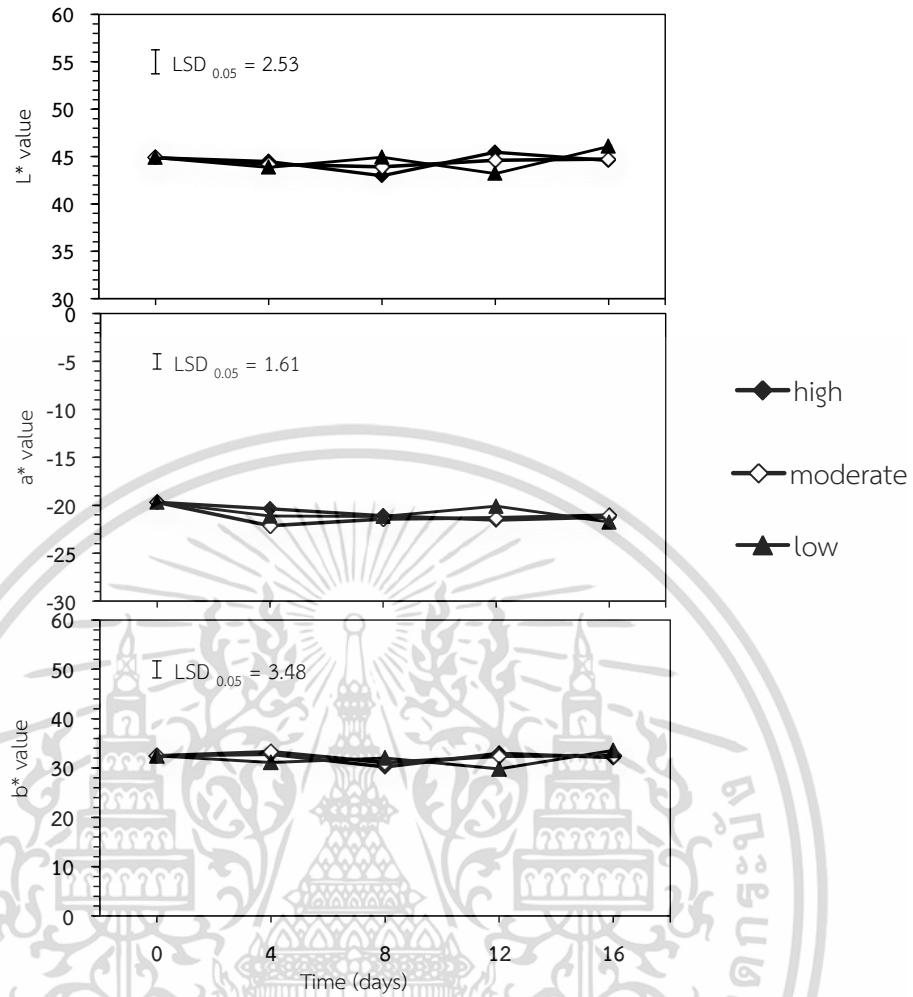
ภาพที่ 4.22 ใบเหี่ยว (%) ของใบพลูด่างที่บรรจุในถุง PE ที่สภาพความชื้น 3 ระดับ และวางที่อุณหภูมิ 7°C ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย $84.96 \pm 5.04\%$

4.3.2.7 การเปลี่ยนแปลงสีของใบ

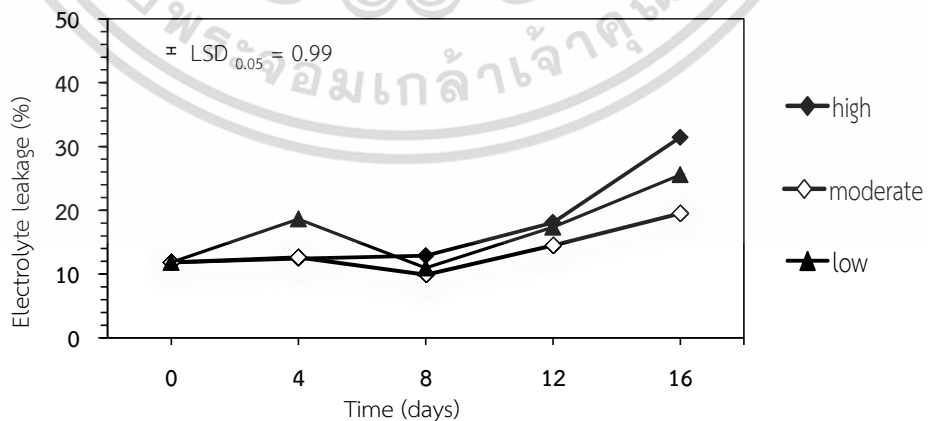
ใบผักเหียงที่อยู่ในทุกสภาพความชื้นไม่มีการเปลี่ยนแปลงสีใบ ทั้งค่าความสว่าง สีเขียว หรือสีเหลืองตลอดระยะเวลาการทดลอง แสดงให้เห็นว่าใบผักเหียงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7°C ใบไม่เปลี่ยนเป็นสีเหลือง (ภาพที่ 4.23)

4.3.2.8 ค่าการรั่วไหลของประจุ (electrolyte leakage) เนื้อเยื่อใบผักเหียง

ใบผักเหียงที่อยู่ในทุกสภาพความชื้นมีค่าการรั่วไหลไอออนในระยะแรกต่ำ แต่ภายหลังการเก็บรักษานาน 12 วัน ทุกสภาพความชื้นที่เก็บรักษาใบส่งผลทำให้ใบมีค่าการรั่วไหลเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและสูงสุดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ซึ่งใบที่อยู่ในสภาพความชื้นสูงมีการรั่วไหลของประจุมากกว่าใบที่มีความชื้นระดับปานกลางและต่ำ (ภาพที่ 4.24)



ภาพที่ 4.23 L*, a* และ b* value ของใบพลูดที่บรรจุในถุง PE ที่สภาพความชื้น 3 ระดับ และวางที่อุณหภูมิ 7°C ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย $84.96 \pm 5.04\%$



ภาพที่ 4.24 การรั่วไหลของประจุ (%) จากเนื้อเยื่อของใบพลูดที่บรรจุในถุง PE ที่สภาพความชื้น 3 ระดับ และวางที่อุณหภูมิ 7°C ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย $84.96 \pm 5.04\%$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 วิจารณ์ผลการวิจัย

อายุการเก็บรักษาและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา

จากการศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของใบผักเคลในสภาพบรรยากาศดัดแปลง พบว่าอายุเก็บรักษาของใบที่อุณหภูมิต่ำหรือ 7°C นั้นขึ้นกับอายุใบ โดยใบเพสลาดมีอายุการเก็บรักษานานกว่าใบอ่อน ขณะที่ก้านใบไม่มีผลต่ออายุเก็บรักษา การหมดยุอายุเก็บรักษาของการทดลองนี้ คือ น้ำหนักสดรวมของใบลดลง 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้ำหนักดังกล่าวคือน้ำหนักของใบที่เสื่อมสภาพ เช่น เน่า ซ้ำ เเหี่ยว และน้ำหนักที่สูญเสียไป เมื่อพิจารณาจากการสูญเสียน้ำหนักสด ใบเน่า ใบสะท้อนทวนหรือดัชนีสะท้อนทวนพบว่า สาเหตุที่ทำให้ใบอ่อนหมดยุอายุการเก็บรักษาเพราะใบสูญเสียน้ำหนักสด ใบเน่าและใบสะท้อนทวนมากกว่าใบเพสลาด การหมดยุอายุเก็บรักษาของใบเพสลาดเกิดจากสาเหตุของการสูญเสียน้ำหนักสด และใบแสดงอาการสะท้อนทวน ณ วันที่ 20 ซึ่งถือเป็นวันที่สิ้นสุดการทดลอง การที่ใบเพสลาดของผักเคลมีอายุเก็บรักษานานกว่าใบอ่อนเนื่องจาก ใบเพสลาด หรือ immature นั้นมีความบริบูรณ์หรือ maturation มากกว่าใบอ่อน ทั้งในเรื่องการพัฒนาสีใบ และความหนาของเนื้อเยื่อใบ จริงแท้ (2538) กล่าวว่า แอปเปิ้ลที่มีวัยต่างกันมีอายุการเก็บรักษาภายใต้บรรยากาศควบคุม (controlled atmosphere, CA) ไม่เท่ากัน ผลที่บริบูรณ์มากมีอายุสั้นกว่า สาเหตุที่ทำให้ใบอ่อนและเพสลาดของผักเคลหมดยุอายุการเก็บรักษา สอดคล้องกับ Artemio et al (2002) ที่พบว่า ใบปอ (*Corchorus olitorius* L.) ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8°C มีอายุเก็บรักษา 8 วัน ใบเสื่อมสภาพจากใบสูญเสียน้ำหนักสด และสะท้อนทวน ขณะที่ใบปอที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°C มีอายุเก็บรักษา 5 วันแต่การเสื่อมสภาพของใบเกิดจากใบเหลือง ใบปอเป็นผักรับประทานใบเขตร้อนชนิดหนึ่งเมื่อนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิแตกต่างกันจึงมีการแสดงออกคุณภาพใบแตกต่างกัน อายุการเก็บรักษาของผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวยังขึ้นอยู่กับปริมาณอาหารสะสมที่อยู่ในตัวผลิตผลกรณีของข้าวโพดฝักหวาน พบว่ามีคำแนะนำให้เก็บเกี่ยวข้าวโพดแบบตัดติดก้านยาว 20 เซนติเมตร และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0°C ความชื้นสัมพัทธ์ 95-98 เปอร์เซ็นต์ จะเก็บข้าวโพดได้ 5-8 วัน และการเตรียมสู่ตลาดต้องลอกเปลือกออก 2-3 ชั้นพร้อมตัดก้านออก (กองพัฒนาเกษตรที่สูง, 2545) การทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่าก้านใบไม่มีความจำเป็นที่ต้องเก็บไว้ขณะเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

ผลิตผลสดหลังการเก็บเกี่ยวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำที่ไม่เหมาะสมต่อถิ่นกำเนิดของผลิตผลนั้นๆ อุณหภูมิต่ำดังกล่าวจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่เห็นได้ชัดเจนคือ การเกิดอาการสะท้อนทวน เช่น การเก็บรักษาใบกะเพรา โหระพา และแมงลักที่อุณหภูมิ 4°C พบว่าใบแมงลักมีความไวต่ออุณหภูมิต่ำมากที่สุดขณะที่ใบโหระพามีความไวน้อยที่สุด โดยเกิดจุดสีน้ำตาลที่มีขนาดไม่สม่ำเสมอขึ้นที่บริเวณท้องใบ (อิติมา, 2551) ลักษณะการเกิดจุดสีน้ำตาลและบริเวณที่เกิดนี้ตรงกับลักษณะการเกิดจุดสีน้ำตาลที่ท้องใบผักเคล จุดสีน้ำตาลที่ใบผักเคลนี้มีขนาดเล็ก สามารถมองเห็นได้ชัดเจนจากท้องใบ

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของใบเพสลาดที่จัดเตรียมแบบตัดก้าน (พร้อมปรุง) และไม่ตัดก้านพบว่าการสูญเสียน้ำหนักสดของใบแบบไม่มีก้านใบมีการสูญเสียน้ำหนักสดมากกว่าและแตกต่างอย่างชัดเจนกับใบที่มีก้านใบ ณ วันที่ใบเสื่อมสภาพชัดเจนแล้ว หรือหลังวันที่ 16 อาจเป็นเพราะการไม่มีก้านใบจึงเหมือนถูกตัดจากแหล่งอาหารสำรอง อย่างไรก็ตามการสูญเสียน้ำหนักสดของใบผักนี้

ในช่วง 0-3% ถือว่าเป็นเปอร์เซ็นต์การสูญเสียที่ต่ำ โดยหลักการนั้นพบว่าการสูญเสียน้ำหนักสดเพียง 5% ของน้ำหนักเดิมนั้นผลิตผลบางชนิดเกิดการเสื่อมสภาพ (จริงแท้, 2538) แต่ผลิตผลบางชนิดเช่น ผักกาดหอมมีการสูญเสียน้ำหนักสดสูงสุดเมื่อเทียบกับน้ำหนักเริ่มต้นที่ทำให้เกิดการไม่ยอมรับคุณภาพ อยู่ที่ 3% และหอมใหญ่อยู่ที่ 10% (Burton, 1982)

การเสื่อมสภาพของใบที่พบ คือ ใบเน่า และเกิดจุดสีน้ำตาลหรือที่เรียกว่าอาการสะท้านหนาว อาการเหล่านี้พบหลังการเก็บรักษา 12 วันเป็นต้นไปสอดคล้องกับค่าดัชนีสะท้านหนาว และค่าการรั่วไหลของประจุจากเนื้อเยื่อ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าที่อุณหภูมิ 7 °C เนื้อเยื่อใบผักเคลียงสามารถทนต่ออุณหภูมิต่ำได้นาน 12 วันเนื้อเยื่อใบจึงแสดงอาการเสื่อมสภาพชัดเจน พร้อมกับมีค่าการรั่วไหลของประจุเพิ่มสูง ลักษณะการเพิ่มขึ้นของค่าการรั่วไหลของประจุที่สัมพันธ์กับอาการสะท้านหนาวพบได้จาก ใบกะเพรา โหระพา แมงลัก (ธิติมา, 2551) ใบผักทอง (ศิริพร, 2557) การเข้าทำลายของจุลินทรีย์ของใบผักเคลียงหลังการเก็บเกี่ยวเกิดจากเชื้อแบคทีเรียมากกว่าเชื้อรา ซึ่งสอดคล้องกับสภาพใบเน่าที่พบนั้นเนื้อเยื่อใบจะเปื่อยยุ่ย แต่ไม่พบเส้นใยของเชื้อรา และการที่จุลินทรีย์เข้าทำลายได้นั้นเนื่องจากการสลายตัวของเนื้อเยื่อใบที่เป็นผลจากอุณหภูมิต่ำนั้นจะทำให้สภาพผิวของใบง่ายต่อการทำให้จุลินทรีย์ที่ติดที่ผิวของใบเข้าทำลาย สอดคล้องกับ สมศิริ (2554) กล่าวว่า การเข้าทำลายของเชื้อโรคสามารถเข้าทำลายผลิตผลได้ทั้งระยะก่อน ขณะและหลังการเก็บเกี่ยว การเข้าทำลายของเชื้อในใบผักเคลียงอาจเป็นเชื้อที่เข้าทำลายขณะและหลังเก็บเกี่ยว เชื้อเหล่านี้พบในบรรยากาศของโรงคัดบรรจุ น้ำที่ใช้ล้างผลิตผล หรือภาชนะที่ใช้ขนย้ายผลิตผล เป็นต้น เชื้อมีความสามารถทำให้เกิดโรคดำ และไม่สามารถเข้าทำลายผลิตผลได้โดยตรง การเข้าทำลายจึงต้องอาศัยแผลหรือช่องเปิดธรรมชาติ ส่วนใหญ่มีอัตรา การเจริญและแพร่กระจายรวดเร็ว ทำให้ผลิตผลที่ถูกเชื้อเข้าทำลายเกิดการเน่าเสียภายในระยะเวลาอันสั้น สำหรับผักเคลียงตรวจพบเชื้อตั้งแต่วันที่ 0 (แม้มีการล้างสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 50 ppm) แต่พบอาการเน่าอย่างชัดเจนหลังวันที่ 12 เป็นต้นไปแสดงให้เห็นว่าลักษณะของเชื้อที่เข้าทำลายเป็นประเภทขณะและหลังการเก็บเกี่ยว

การหมอดอายุเก็บรักษาของใบผักเคลียงไม่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนสีใบ ใบผักเคลียงไม่เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองตลอดการทดลองซึ่งแตกต่างจากการหมอดอายุของผักรับประทานใบพื้นบ้านเช่น ผักทอง ที่ใบเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C (ศิริพร, 2557) ซึ่งเหตุผลที่สนับสนุนการไม่เปลี่ยนสีใบของผักเคลียงอาจเนื่องจากปริมาณออกซิเจนภายในถุงไม่ได้เป็นปัจจัยสนับสนุนให้ใบเปลี่ยนสี แม้ว่ากาซออกซิเจนจะเป็นตัวกระตุ้นการสังเคราะห์เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยน ACC ไปเป็นกาซเอทิลีน ประกอบกับปริมาณกาซคาร์บอนไดออกไซด์ในถุงซึ่งเป็นระบบปิดเป็นตัวยับยั้งปฏิกิริยาการทำงานของเอนไซม์ในกระบวนการสังเคราะห์เอทิลีนของใบผัก (Yang, 1985) จากผลของกาซทั้งสองทำให้การตอบสนองของใบผักเคลียงในสภาพบรรยากาศตัดแปลงต่อเอทิลีนในการสลายตัวคลอโรฟิลล์ไม่เกิดขึ้น

การเสื่อมสภาพของใบที่พบหลังการเก็บรักษา 12 วันสอดคล้องกับปริมาณฟีนอลิกของใบผักเคลียงที่ลดลง ณ วันที่ 12 เช่นกัน แสดงให้เห็นว่าปริมาณฟีนอลิกของใบผักเคลียงอาจเกี่ยวข้องกับความสามารถในการป้องกันหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราบางชนิดได้ เช่น หอมหัวใหญ่สีม่วง มีสารประกอบฟีนอล protocatechuic acid ซึ่งต้านทานต่อโรค smudge นอกจากนี้สารประกอบฟีนอลเป็นสารตั้งต้นของการเกิดปฏิกิริยาในการผลิตสีน้ำตาลขึ้นเมื่อเซลล์ของใบผักถูกกระทบกระเทือน โดยผ่านเอนไซม์ 2 ตัวที่สำคัญคือ polyphenol oxidase (PPO) ซึ่งจะเปลี่ยนโมเลกุลของฟีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ขึ้นต้นการค้า

ไม่ว่าการฉีดยาทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอลไปเป็น quinone แล้วรวมตัวกันเป็นโพลีเมอร์ใหญ่ (polymerization) ขึ้นและมีสีน้ำตาล (จริงแท้, 2538)

ปัจจัยการเกิดอาการสะท้อนหนาว

วัยของใบ

อายุหรือวัยของผลผลิตทั้งที่เป็น ผล หรือ ใบ ได้ถูกรายงานว่ามีอิทธิพลต่อการเกิดอาการสะท้อนหนาว กฤษณา (2550) รายงานว่า ผลพริกชี้ฟ้าและพริกชี้หนูที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °C ระยะเขียวเท่านั้นที่แสดงอาการสะท้อนหนาว ขณะที่ผลระยะเริ่มเปลี่ยนสี (breaker) และผลสีแดงไม่แสดงอาการ ขณะที่อิติมา (2551) รายงานว่าใบแก่สกุลกะเพราเกิดอาการสะท้อนหนาวได้เร็วและมากกว่าใบอ่อนและพบค่าการรั่วไหลของประจุจากเนื้อเยื่อใบแก่มีค่าสูงกว่าเนื้อเยื่อใบอ่อน แต่สำหรับใบเหลืองพบว่าใบอ่อนแสดงอาการสะท้อนหนาวไม่ต่างจากใบเพสลาดและสอดคล้องกับค่ารั่วไหลของประจุจากเนื้อเยื่อใบอ่อนและใบเพสลาดที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามอาการสะท้อนหนาว สาเหตุที่สนับสนุนให้ผลผลิตมีความไวต่ออุณหภูมิต่ำและเกิดอาการสะท้อนหนาวต่างกัน อาจเนื่องจากปริมาณสารประกอบฟีนอล สารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) หรือวิตามินซีในระดับสูง (Guil-Guerrero and Martinez-Guirado, 2006)

ความชื้นสัมพัทธ์ในการเก็บรักษา

Wang (2003) รายงานว่าการเก็บรักษาผลผลิตในสภาพความชื้นสัมพัทธ์สูงสามารถลดความผิดปกติและระดับความรุนแรงของอาการสะท้อนหนาวและชะลอการเสื่อมสภาพของผลผลิตได้ สำหรับการทดลองพักเหลืองพบว่าความชื้นภายในถุงที่แตกต่างกันไม่มีผลต่ออาการสะท้อนหนาวช่วง 12 วันแรกของการเก็บรักษา ส่วนวันที่ 16 ซึ่งถือเป็นวันสิ้นสุดการทดลองพบว่าใบที่เก็บรักษาในสภาพความชื้นสูงมีอาการสะท้อนหนาวมากกว่าใบที่เก็บรักษาภายใต้ความชื้นปานกลางและต่ำ แม้ว่าความชื้นสูงจะสามารถรักษาน้ำหนักสดของใบให้คงที่ตลอดการทดลอง ซึ่งต่างจากการเก็บรักษาใบแมงลักที่ 4 °C ที่เก็บในสภาพความชื้นสูง (บรรจุเปียก) ช่วยชะลอการพัฒนาอาการสะท้อนหนาว และมีน้ำหนักสดคงที่ (อิติมา, 2551) ข้อมูลที่ยืนยันว่าความชื้นสูงมีส่วนช่วยกระตุ้นอาการสะท้อนหนาวคือค่าการรั่วไหลของประจุจากเนื้อเยื่อที่เก็บภายใต้สภาพความชื้นสูงมีค่าเพิ่มสูงขึ้นในวันที่ 16 ซึ่งเป็นวันสิ้นสุดการทดลอง และค่านี้สูงกว่าค่าการรั่วไหลของประจุจากเนื้อเยื่อใบที่มาจากสภาพความชื้นปานกลางและต่ำ ค่าการรั่วไหลของประจุเป็นค่าที่ได้รับการยอมรับสำหรับใช้เป็นตัวชี้วัดความแตกต่างของความไวต่อการเกิดอาการสะท้อนหนาว (Campos et al, 2003)

จากภาพรวมทั้งหมดของข้อมูล อิทธิพลของอุณหภูมิต่ำ ผลต่ออายุเก็บรักษา และการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของใบ

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย

1. วัยของใบผักเหียงส่งผลต่ออายุเก็บรักษา ใบเพสลาดมีอายุเก็บรักษานานกว่าใบอ่อน ก้านใบไม่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศตัดแปลงที่อุณหภูมิ 7°C
2. ใบผักเหียงในสภาพบรรจุแบบบรรยากาศตัดแปลงที่อุณหภูมิต่ำมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นต่อเนื่องถึงสิ้นสุดการทดลอง อาการเสื่อมสภาพที่พบก่อนใบหมดอายุ คือ ใบเน่า โดยใบเน่าเกิดจากเชื้อแบคทีเรียเข้าทำลายมากกว่าเชื้อรา และใบสะท้อนขาว
3. ค่าการรั่วไหลของประจุจากเนื้อเยื่อใบเพิ่มขึ้นพร้อมกับอาการเสื่อมสภาพของใบ
4. วัยของใบไม่มีผลต่ออายุเก็บรักษาและอาการสะท้อนขาว แต่อุณหภูมิการเก็บรักษามีผลต่ออายุและอาการสะท้อนขาว
5. ระดับความชื้นที่สูงในถุงบรรจุส่งผลต่อการเกิดอาการสะท้อนขาวของใบเพิ่มขึ้นและสอดคล้องกับค่าการรั่วไหลของประจุ ขณะที่ระดับความชื้นในถุงที่ต่ำทำให้ผักเหียงเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- กนกพร บุญญะอดิชาติ. 2554. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสีใบของผักเคลียหลังการเก็บเกี่ยว. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร. ชุมพร.
- กนกพร บุญญะอดิชาติ. 2558. การใช้ถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูเพื่อยืดอายุวางจำหน่ายของผักเคลียพร้อมปรุง. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 33 (พิเศษ 1) : 421-425.
- กมล เลิศรัตน์ จริ่งแท้ ศิริพานิช จริญญา วิสิทธิ์พานิช ดนัย บุญเกียรติ อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2551. การศึกษาเปรียบเทียบสถานภาพด้านการผลิต การแปรรูป การค้า การวิจัยและพัฒนาผักและผลไม้ของไทย กับต่างประเทศ. นนบุรีการพิมพ์จำกัด. เชียงใหม่. 210 น.
- กฤษณา บุญศิริ. 2550. การสะท้อนหาของพริก 3 พันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ. ปรินญาปรัชญาดุขฎฐิบัณฑิต (เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว). สาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม. นครปฐม.
- กองพัฒนาเกษตรที่สูง. 2545. คู่มือการจัดชั้นคุณภาพผัก. มุลินธิโครงการหลวง สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. โครงการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ด้านการเกษตรเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว.
- กองโภชนาการ. 2530. ตารางแสดงคุณค่าอาหารไทยในส่วนที่กินได้ 100 กรัม. กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : http://area-based.lpru.ac.th/veg/www/Native_veg/v444.htm. 15 มิถุนายน 2557.
- จริ่งแท้ ศิริพานิช. 2538. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม.
- ณรงค์ ฐัจจำ. 2552. อาหารพร้อมปรุงโอกาสของผู้ผลิต ทางเลือกของผู้บริโภคยุคใหม่. อุตสาหกรรมสาร. 52: 8-10.
- ดนัย บุญเกียรติ พิษญา บุญประสม พูลลาภ ชัยพิชิต เชื้อเหมืองพาน และ มนต์รี จันทา. 2554. ผลของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของพืชผักและสมุนไพรอินทรีย์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 42 (3)(พิเศษ):677-680.
- ธิดิมา วงษ์ชีรี. 2551. ความสัมพันธ์ระหว่างความเสียหายเยื่อหุ้มเซลล์และการเกิดอาการสะท้อนหาของใบพืชสกุลกระเพรา. ปรินญาปรัชญาดุขฎฐิบัณฑิต (เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว). สาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม. นครปฐม.
- ปิ่นททัย ศิริปิ่น. 2545. Gnetum : พืชรอยต่อระหว่างจิมโนสเปิร์ม และแองกีโอสเปิร์ม. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พานาโซนิค. มปป. NR-BD418GKTH ตู้เย็น 2 ประตู. [เข้าถึงได้จาก] : <https://www.panasonic.com/th/consumer/home-appliances/refrigerator/2-door/nr-bd418gkth.html>. [เข้าถึงเมื่อ 19 ก.พ. 2561]
- มะนาว. มปป. ตู้เย็นแต่ละชั้นเหมาะที่จะแช่อาหารประเภทไหน. [เข้าถึงได้จาก] : <http://maanow.com/เรื่องน่ารู้/144-ตู้เย็นแต่ละชั้น.html>. [เข้าถึงเมื่อ 19 ก.พ. 2561]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เยาวดี รุ่งเรือง และ สุพิชญา จันทะชุม. 2552. กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดคลอโรฟิลล์ด้วยเอทานอลจากผักเหมียง. หน้า 314-321. ใน เรื่องเติมการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47 สาขาอุตสาหกรรมเกษตร, กรุงเทพฯ.
- ศิริพร นามแก้ว. 2557. อิทธิพลของอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวและการเกิดการสัท้านหนาวในผักพื้นบ้านบางชนิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. จังหวัดเชียงใหม่
- สมศิริ แสงโชติ. 2554. โรคภายหลังการเก็บเกี่ยวของผักผลไม้ และการจัดการ. *Postharvest Newsletter*. 1 : 5-7.
- สำนักงานจัดการสิทธิเทคโนโลยี. มปป. फिल्मบรรจุภัณฑ์แอคทีฟเพื่อยืดอายุและรักษาของผักและผลไม้สด. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : http://nstda.or.th/tlo/inside.php?option=view_success&id=175. 20 ธันวาคม 2556.
- สำนักงานสาธารณสุขอำเภอเมืองภูเก็ต. 2555. กรมอนามัยวิจัยผักพื้นบ้านพบมากคุณค่าสกัดมะเร็ง-ชะลอแก่. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : http://healthyphuket.com/news_detail.php?id=55. 15 มิถุนายน 2557.
- สุรพล จันทรเรือง. 2542. เทคโนโลยีการปลูกผักเหมียง. *กสิกร*. 72 (1) : 73-85 น.
- สุวรรณณี แสนทวีสุข ดวงใจ จงตามกลาง ทศวรรณ สมจันทร์ ปิติพงษ์ ไต่บันลือภพ. 2555. ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และความสามารถในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของสมุนไพรบางชนิด. *แก่นเกษตร*. 40 (ฉบับพิเศษ 2) : 480-483.
- อดิศักดิ์ ชั้นประเสริฐ ศิริชัย กัลป์ยานรัตน์ อภิรดี อุทัยรัตนกิจ เฉลิมชัย วงศ์อารี. 2549. การหลุดร่วงของใบจากยอดผักหวานบ้านที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงชักนำโดยเอทิลีน. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 6 ระหว่างวันที่ 7-10 พฤศจิกายน. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- Artemio, Z., Tulio, Jr., Kimiko, O., Kazuo C., Yoshinori, U. 2002. Effects of storage temperature on the postharvest quality of jute leaves (*Corchorus olitorius* L.). *Postharvest biology and technology*. 26:329-338.
- Bunya-atichart, K., Kangtang, S. 2013. Environmental factors affect postharvest quality of *Gnetum gnemon* L. Leaves. *Acta Horticulture*. 1011:313-318.
- Bunya-atichart, K., Ketsa, S. 2014. Ethylene induction of chlorophyll degradation in melinjo (*Gnetum gnemon* L.) leaves : lack of correlation with chlorophyllase, chlorophyll peroxidase and chlorophyll oxidase activities. *The Philippine Agricultural Scientist*. 97:43-49.
- Burton, W.G. (1982). *Post-harvest physiology of food crops*. Longman, London. *In* Paull, E.R. 1999. Effect of temperature and relative humidity on fresh commodity quality. **Postharvest Biology and Technology**, 15, 263-277.
- Campos, P.S., V. Quartin, J.C. Ramalho and M.A. Nunes. 2003. Electrolyte leakage and lipid degradation account for cold sensitivity in leaves of *Coffea* sp. plants. *J. Plant Physiol*. 160: 283-292.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Compos, P.S., Quartin, V, Ramalho, J.C., and Nunes, M.A. 2003. Electrolyte leakage and lipid degradation account for cold sensitivity in leaves of *Coffea* sp. *Plants. J.Plant Physiol.* 160:283-292.
- Freeman, B. C. Beattie, G. A. 2008. An Overview of Plant Defenses against Pathogens and Herbivores. *The Plant Health Instructor.*
- Gould, W.A. 1977. *Food Quality Assurance.* The AVI Publishing Company, Inc., Connecticut. 314 p.
- Guil-Gurrero, J.L. and Martinez-Guirado, C. 2006. Nutrient composition and antioxidant activity of 10 pepper (*Capsicum annum*) varieties. *Eur. Food Res. Technol.* 224:1-9.
- ใน กฤษณา บุญศิริ. 2550. การสะท้อนหนาวของพริก 3 พันธุ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ. ปรังษญาดุษฐ์บัณฑิต (เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว) โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Kader, A.A. 2002. *Postharvest technology of horticultural crops.* 3 rd Edition. Division of Agriculture and natural resources, University of California. USA:
- Noichida, S., Bodhipadma, K. Mahamontri, C., Narongruk, T., Ketsa, S. 2007. Light during storage prevents loss of ascorbic acid, and increases glucose and fructose levels in Chinese kale (*Brassica oleracea* var. *alboglabra*). *Postharvest Biology and Technology.* 44:312-315.
- Paull, E.R. (1999). Effect of temperature and relative humidity on fresh commodity quality. *Postharvest Biology and Technology,* 15, 263-277.
- Poochai, S., Ketsa, S., Kosiyachinda, S. 1984. Effects of temperatures and packaging materials on quality and storage life of Chinese kale (*Brassica oleracea* var. *acephala* D.C.). *Kasetsart J. (Nat.Sci.).* 18:1-6. *In* Noichida, S., Bodhipadma, K. Mahamontri, C., Narongruk, T. and Ketsa, S. 2007. Light during storage prevents loss of ascorbic acid, and increases glucose and fructose levels in Chinese kale (*Brassica oleracea* var. *alboglabra*). *Postharvest Biology and Technology.* 44:312-315.
- Ramos, B., Miller, F.A., Brandão, P., Teixeira, C.I., Silva, M. 2013. Fresh fruits and vegetables- An overview on applied methodologies to improve its quality and safety. *Innovative Food Science and Emerging Technologies.* 20: 1-15.
- Slinkard, K., Singleton, V.L., 1977. Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. *Am. J. Enol. Vitic.* 28, 49-55.
- Thompson, J.F., Mitchell, F.G. 2002. Packages for horticultural crops. 85-95 In. Kader, A.K. 2002. *Postharvest technology of horticultural crops* third edition. Division of Agriculture and Natural Resources, University of California. California.
- Thomson, G., S. Winkler and Hopkings. 2001. *Diversifying Asian Vegetable Markets.* Research Report, Rural Industries Research & Development Corporation of Australia (IRDC). Available Source: <http://www.rirdc.gov.au/report/FAO/01-02.pdf>. January 10, 2004.

ใน ธิติมา วงษ์ชีรี. 2551. ความสัมพันธ์ระหว่างความเสียหายเยื่อหุ้มเซลล์และการเกิดอาการ สะท้อนหนาวของใบพืชสกุลกระเพรา. ปรินญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว). สาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัด นครปฐม. นครปฐม.

Wang, C.Y. 2003. Leafy, floral and succulent vegetables, pp. 691-712 In J.A. Bartz and Brecht, M., eds. Postharvest Physiology and Pathology of Vegetables. Dekker Inc., New York.

Yang, S.F. 1985. Biosynthesis and action of ethylene. HortSci. 20(1):41-45. ใน จริ่งแท้ ศิริพานิช. 2538. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แบบรายงานการใช้จ่ายเงินโครงการวิจัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายงานความก้าวหน้า ครั้งที่ 2 รอบ 12 เดือน ประจำปีงบประมาณ 2560

หน่วยงาน วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

แหล่งงบประมาณแผ่นดิน (แบบปกติ) 1 แหล่งเงินรายได้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) ผลของอุณหภูมิต่ำระหว่างการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของใบผักเหียงในสภาพบรรยากาศดัดแปลง

(ภาษาอังกฤษ)...Effects of low temperature during storage on the physiological change of (*Gnetum gnemon* L.) leaves in modified atmosphere

ชื่อ-สกุลหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน/ผู้วิจัย (อ./ดร./ผศ./รศ./ศ.) ผศ.ดร.กนกพร บุญญะอดิชาติ

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2559 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2560

ระยะเวลาดำเนินการ 1 ปี - 12 เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2559 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2560

ข้อมูลการรายงานค่าใช้จ่ายงบประมาณโครงการวิจัย

1. การเบิกจ่ายงบประมาณ

งวดที่ 1	140,420 บาท	85 % วันที่ได้รับ (ป/ด/ว)	13.ม.ค. 2560
งวดที่ 2	24,780 บาท	15 % วันที่ได้รับ (ป/ด/ว)	20.มิ.ย. 2560
ดอกเบี้ยที่ 1	204.13 บาท	วันที่ได้รับ (ป/ด/ว)	25.มิ.ย. 2560
ดอกเบี้ยที่ 2	240.12 บาท	วันที่ได้รับ (ป/ด/ว)	25.ธ.ค. 2560
ดอกเบี้ยที่ 3	44.40 บาท	วันที่ได้รับ (ป/ด/ว)	7.มี.ค. 2561

2. สรุปงบประมาณค่าใช้จ่ายที่ใช้นับตั้งแต่เริ่มทำการวิจัยถึงปัจจุบัน (จำแนกตามหมวดค่าใช้จ่าย)

หมวดค่าใช้จ่าย	งบประมาณรวมทั้งโครงการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)	คงเหลือ (หรือเกิน)
งบบุคลากร : ค่าจ้างชั่วคราว	-	-	-
งบดำเนินงาน			
ค่าตอบแทน	-	-	-
ค่าใช้สอย	93,500	93,473.32	26.68
ค่าวัสดุ	71,700	71,696	4.00
ค่าสาธารณูปโภค	0	0	0
งบลงทุน: ค่าครุภัณฑ์	-	-	-
รวม	165,200	165,169.32	30.68

กนกพร บุญญะอดิชาติ

(นางสาว กนกพร บุญญะอดิชาติ)

ลงนามหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน

...31.ธ.ค.2560...

กนกพร บุญญะอดิชาติ

(นางสาว กนกพร บุญญะอดิชาติ)

ลงนามเจ้าหน้าที่การเงิน/เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง

...31 / ธ.ค. / 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
ประวัติคณะวิจัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติคณะผู้วิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวกนกพร บุญญะอดิชาติ
(ภาษาอังกฤษ) Kanokpon Bunya-atichart
2. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์
3. หน่วยงานที่สังกัดและที่อยู่ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขต
ชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
17/1 ม.6 ต.ชุมโค อ.ปะทิว จ.ชุมพร 86160
โทรศัพท์ 0-7750-6410 โทรสาร 0-77750-425
ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail) kbkanokp@kmitl.ac.th
4. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	สถาบัน	วุฒิการศึกษา	สาขาวิชา	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ปริญญาตรี	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	วท.บ.(เกษตรศาสตร์)	พืชสวน	2536
ปริญญาโท	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	วท.ม.(เกษตรศาสตร์)	พืชสวน	2541
ปริญญาเอก	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ปรด. (เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว)	เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว	2550

5. สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ : สรีรวิทยา และวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวด้านผัก ไม้ดอก และไม้ผล
6. ประสบการณ์งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.1 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

- กนกพร บุญญะอดิชาติ และ นาทยา มนต์รี.** 2552. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์การสำรวจการผลิตมะละกอในพื้นที่จังหวัดชุมพร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร. ชุมพร. แหล่งทุน สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
- กนกพร บุญญะอดิชาติ.** 2554. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์การเปลี่ยนแปลงสีใบและการเสื่อมสภาพของใบผักเคลียงหลังการเก็บเกี่ยว. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร. ชุมพร. แหล่งทุน สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
- กนกพร บุญญะอดิชาติ.** 2556. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ต้นแบบการจัดการการผลิตมะละกออย่างยั่งยืนในพื้นที่จังหวัดชุมพร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร. ชุมพร. แหล่งทุน สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 งานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ

Bunya-atichart, K., Kangtang, S. 2013. Environmental factors affect postharvest quality of *Gnetum gnemon* L. Leaves. *Acta Horticulture*. 1011:313-318.

Bunya-atichart, K. and Ketsa, S. 2014. Ethylene induction of chlorophyll degradation in Melinjo (*Gnetum gnemon* L.) leaves : lack of correlation with chlorophyllase, chlorophyll peroxidase and chlorophyll oxidase activities. *The Phillipines agriculture scientist*. 97 (3) : 229-235.

Bunya-atichart, K., Phuwajerernporn, S., Montri, N. 2014. Responses of papaya seedlings to water stress. *Acta Horticulturae*. 1022:97-103.

6.3 งานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับชาติ

กนกพร บุญญะอดิชาติ และนาตยา มนตรี. 2552. การสำรวจการผลิตมะละกอในพื้นที่จังหวัดชุมพร. *วิทยาศาสตร์เกษตร*. 40 (3 พิเศษ):524-527.

กนกพร บุญญะอดิชาติ นาตยา มนตรี และ เจณรงค์ มะลิพันธ์. 2553. คุณภาพของผลมะละกอในพื้นที่จังหวัดชุมพร. *วิทยาศาสตร์เกษตร*. 41 (1 พิเศษ):55-58.

กนกพร บุญญะอดิชาติ. 2555. ผลของระบบการให้น้ำต่อคุณภาพผลภายนอกและภายในของต้นมะละกอพันธุ์แขกดำ. *วิทยาศาสตร์เกษตร*. 43 (3 พิเศษ) :552-555.

กนกพร บุญญะอดิชาติ. 2558. การใช้ถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูเพื่อยืดอายุวางจำหน่ายของผักเหียงพร้อมปรุง. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า*. 33 (ฉบับพิเศษ) : 385-389.

กนกพร บุญญะอดิชาติ. 2560. ผลของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ และระยะเวลาการเก็บรักษาต่ออายุวางจำหน่ายใบเหียงแบบพร้อมปรุง. *วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์*. 4 (4): 55-59.

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นางพัชราภรณ์ นาคเทวัญ
(ภาษาอังกฤษ) Mrs Patcharaporn Narkthewan
2. หมายเลขบัตรประชาชน 3840100175870
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
4. หน่วยงานที่สังกัดและที่อยู่ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยา
เขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
17/1 ม.6 ต.ชุมโค อ.ปะทิว จ.ชุมพร
Email: kpapatch@hotmail.com

5. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	ภาควิชา/คณะ	ชื่อสถาบันการศึกษา
2553	เอก	ปร.ด.	เทคโนโลยีชีวภาพ	มหาวิทยาลัยมหิดล
2545	โท	วท.ม.	เทคโนโลยีชีวภาพ	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
2542	ตรี	วท.บ.	เทคโนโลยีชีวภาพ	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ : สาขาเกษตรศาสตร์และชีววิทยา : เทคโนโลยีเอนไซม์ เทคโนโลยีการหมัก จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม

7. ประสบการณ์วิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ

Pannaray S., Boonpia B., Duangsuwan K., and Thongsiri K., and **Patcharaporn P.** 2014. Mechanic Behavior of Fibers Reinforcing in Natural Rubber STR 5L. International Conference on Agricultural Engineering. 267-273.

Maneechote, N., **Pandee, P.** and Makkapan, W. 2015. Antibacterial activity of conjugated fatty acids inhibited *Vibrio* spp. 6-8 November 2015. The 13th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology. Harbin Institute of Technology, China.

Makkapan, W., Maneechote, N. and **Pandee, P.** 2016. Analysis of total phenolic compounds of peel crude extracts from *Musa* spp. The 8th Walailak Research National Conference. 7-8 July 2016. Walailak University, Nakhon Si Thammarat, Thailand.

Pornpukdeewattana, S., Kerdpi boon, S., Jindaprasert, A., **Pandee, P.**, Teerarak, M., Krusong, Upland W. 2017. Upland rice vinegar vapor inhibits spore germination, hyphal growth and aflatoxin formation in *Aspergillus flavus* on maize grains. Food Control. 88-93.

7.2 งานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับชาติ การนำเอกสารไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาสภณ มโนสุกฤตกุล **พัชราภรณ์ ปานดี** ศิริขวัญ สุวัฒน์แก้ว วิสุทธิ์ ฐิติรุ่งเรือง. 2559. การศึกษาสีย้อมไวแสงต่อประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดสีย้อมไวแสง. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 8. 25-27 พฤษภาคม 2559. โรงแรมดวงจิตต์ รีสอร์ท แอนด์ สปา จังหวัดภูเก็ต

วลัยพร มัชฌิมาน และ **พัชราภรณ์ นาคเทวีญ**. 2561. ฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดจากเปลือกกล้วยเล็บมือนางและกล้วยหินในการต้านการเจริญของเชื้อก่อโรคในอาหาร. วารสารแก่นเกษตร. 46 (ฉบับพิเศษ 1): 1236-1241.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้