



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ผลของชนิดบรรจุภัณฑ์และอุณหภูมิต่ำต่อคุณภาพของใบผักเห็ดียง

แบบพร้อมปรุง

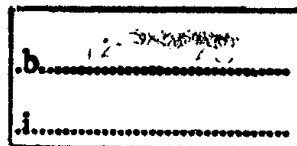
Effects of Packaging and Low Temperature on the Quality of Ready to Cook *Gnetum gnemon* L. Leaves



นางสาวกนกพร บุญญะอดิชาติ

นางสาวลดาวัลย์ เลิศเลอวงศ์

เลขทะเบียน 145923
วันเดือนปี 11 10 2560



ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) : ผลของชนิดบรรจุภัณฑ์และอุณหภูมิต่อคุณภาพของใบผักเคลียงแบบพร้อมปรุง

ชื่อโครงการ (ภาษาอังกฤษ) : Effects of packages and low temperature on the quality of ready to cook *Gnetum gnemon* L. leaves

แหล่งเงิน : เงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปี 2559

ประจำปีงบประมาณ 2559 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 158,500 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2558 -30 กันยายน 2559

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการและผู้ร่วมวิจัย : กนกพร บุญญะอดิชาติ และ ลดาวัลย์ เลิศเลอวงศ์

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร เขตอุตสาหกรรม จังหวัดชุมพร

ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา

บทคัดย่อ

บรรจุภัณฑ์ชายปลีก การจัดการผลิตผล อุณหภูมิต่ำ และการควบคุมอุณหภูมิระหว่างการขนส่งคือ หลักการจัดการผลิตผลสดก่อนการจำหน่าย ผักเคลียงเป็นผักสดพื้นบ้านภาคใต้ชนิดหนึ่งที่ใช้ใบปรุงอาหาร และได้รับความนิยมจึงมีการส่งจำหน่ายไปยังภาคอื่นของประเทศไทย งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ศึกษาบรรจุภัณฑ์ชายปลีก การจัดใบ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ การใช้อุณหภูมิต่ำระหว่างการขนส่ง บรรจุใบผักเคลียงแบบพร้อมปรุงทั้งระยะใบอ่อนและเพลสดจำนวน 100 กรัม แบบสุ่มและเรียงใบในถุงพอลิเอทิลีน (polyethylene; PE ขนาด 10x15 นิ้ว) ถุง EMA (Equilibrium Modified Atmosphere; EMA ขนาด 10x12 นิ้ว และถาดโฟมขนาด 6x8x0.75 นิ้ว หุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก วางที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส (°C) พบว่าชนิดของบรรจุภัณฑ์และการจัดใบไม่มีผลต่ออายุวางจำหน่ายและเปอร์เซ็นต์การเน่าของใบ ผักมีอายุวางจำหน่ายเฉลี่ย 25 วัน ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของใบที่จัดแบบสุ่มในถุง PE มีปริมาณสูงกว่าการจัดใบแบบเรียงในถุงชนิดอื่น ปริมาณก๊าซออกซิเจนและเอทิลีนในทุกบรรจุภัณฑ์และการจัดใบไม่แตกต่างกัน ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บี และแคโรทีนอย์ของใบผักไม่มีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่เริ่มการทดลอง จนผักหมดอายุวางจำหน่าย ชนิดของบรรจุภัณฑ์ไม่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาใบผักที่อุณหภูมิ 4 และ 8°C แต่อายุการเก็บรักษาของใบผักที่อุณหภูมิ 8°C นานกว่าที่อุณหภูมิ 4°C การเก็บรักษาที่ 4°C พบอาการใบเน่า เที่ยว และสะท้านหนาว ภายหลังจากการเก็บรักษา 7 วันปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของใบในถุง PE ที่อุณหภูมิ 8 และ 4°C มีปริมาณ 2 และ 0.2 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนปริมาณออกซิเจนและเอทิลีนในทุกบรรจุภัณฑ์มีปริมาณใกล้เคียงกัน การควบคุมอุณหภูมิระหว่างขนส่งใบผักเคลียงในถุงบรรจุภัณฑ์โดยใส่และไมใส่ น้ำแข็งในกล่องระหว่างการขนส่งเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อนำไปวางจำหน่ายที่อุณหภูมิ 13°C พบว่าใบผักที่ผ่านการขนส่งในกล่องที่มีน้ำแข็งมีอายุวางจำหน่ายนาน 25 วันใบที่ขนส่งโดยไม่ใส่น้ำแข็งในกล่องมีอายุวางจำหน่าย 17 วัน ใบผักที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกมีอายุวางจำหน่ายนานที่สุด การขนส่งแบบไม่มีน้ำแข็งพบเปอร์เซ็นต์ใบเน่าของผักมากกว่าการขนส่งแบบมีน้ำแข็ง ถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุทหมิตำระหว่างการวางจำหนำยและขนส่งช่วยยี่ดอายุวางจำหนำยและคงคุณภาพของใบฝักเหลียงแบบพร้อมปรุง

คำสำคัญ : การจัดใบ บรรจุภัณฑ์ขายปลีก อุทหมิตำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title : Effects of packages and low temperature on the quality of ready to cook
Gnetum gnemon L. leaves

Researcher : Kanokpon Bunya-atichart and Ladawan Lerslerwong

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

Department : Agricultural Technology

ABSTRACT

Retail packaging, packing, low temperature, and temperature control during transportation are the principles of product management before sale. Melinjo (*Gnetum gnemon* L.) is a local fresh leafy vegetable from Southern Thailand. Their leaves are widely consumed and distributed throughout other parts of Thailand. The objective of this research is to study the retail packaging, leaf packing, and low temperature storing and transporting of the ready-to-cook melinjo leaves. One hundred grams of detached young leaves and immature leaves were packed using two different methods; jumble packing and pattern packing. It is packed into 10X15 inches polyethylene (PE) bags, 10X12 inches Equilibrium Modified Atmosphere (EMA) bags, and 6X8X0.75 inches foam trays wrapped with plastic film. The packages were placed at 13°C. The results showed that all retail packages and leaf packing did not affect the shelf life and percentage of leaf decay. The average shelf life of leaves was 25 days. There was a higher level of carbon dioxide concentration in the jumble leaves in PE bags than the pattern leaves in other packages. The levels of oxygen and ethylene concentrations in all of the packages and all the leaf packing were not significantly different. Chlorophyll a, b, and carotenoid of the vegetable had no change from the beginning of the experiment to the end of the leaves' shelf life. All packages had no significant effect on storage life of the leaves that were placed at 4°C and 8°C. Leaves that were placed at 8°C had a longer storage life than those placed at 4°C. There are percentages of decay, wilting and chilling injury of the leaves found on the packages placed at 4°C. After 7 days of storage, the level of carbon dioxide concentrations in the leaves of PE bags at 8°C and 4°C were 2% and 0.2% respectively. The level of oxygen and ethylene concentrations from the leaves of all packages placed at 4°C and 8°C were of similar levels of concentration. The transportation controlled was tested to prolong the shelf life of detached leaves. Leaves were packed in all packages and placed in transportation boxes with and without ice for 24 hours, then they were placed for sell at 13°C. The results showed that the leaves that were transported with ice had a significant effect on the shelf life of the leaves. The transportation box with ice had an average shelf life of approximately 25 days. While the transportation box without

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาด้านนี้ มิใช่เพื่อเผยแพร่ในเชิงพาณิชย์บนการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ice had an average shelf life of approximately 17 days. The leaves packaged in trays wrapped with plastic film had the highest shelf life. The transportation box without ice had a higher percentage of leaf decay than the box with ice. Meanwhile, the foam tray wrapped with plastic film at low temperatures during selling and transportation had helped prolong the leaves' shelf life and maintain the quality of the ready-to-cook melinjo leaves.

Keywords : leaf packing, retail packages, low temperature



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร จากแหล่งทุน เงินงบประมาณแผ่นดินประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559 และขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ประเมินโครงการวิจัย

ผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่งานบริหารการวิจัย คณะกรรมการบริหารการวิจัย งานพัสดุ งานการเงิน งานอาคารของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการบริการข้อมูล การเงิน และการอำนวยความสะดวกในการเปิด-ปิด ห้องปฏิบัติการแก่ผู้ทำวิจัย

กนกพร บุญญะอดิชาติ
ลดาวัลย์ เลิศเลอวงศ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บท	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	8
3.1 การเตรียมใบฝึกเสียง	8
3.2 วิธีการทดลอง	8
3.3 การบันทึกผลการทดลอง	11
บทที่ 4 ผลการทดลอง	14
4.1 การทดลองที่ 1	13
4.2 การทดลองที่ 2	22
4.3 การทดลองที่ 3	31
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการวิจัย	38
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย	42
เอกสารอ้างอิง	43
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินโครงการวิจัย	46
ประวัติคณะผู้วิจัย	48

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 อายุวางจำหน่ายของใบผักเหียงที่บรรจุในถุงพลาสติก PE EMA และถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติก ร่วมกับการจัดใบแบบสุ่มและเรียงใบ โดยวางถุงบรรจุผักไว้ที่อุณหภูมิ 13°C (13± 2°ซ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (RH) 92±6.0)	14
4.2 การเน่าของใบผักเหียง (%) ที่บรรจุในถุงพลาสติก PE EMA และถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติก ร่วมกับการจัดใบแบบสุ่มและเรียงใบ โดยวางถุงบรรจุผักไว้ที่อุณหภูมิ 13°C (13± 2°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ (RH) เฉลี่ย 92±6.0)	16
4.3 อายุวางจำหน่ายของใบผักเหียงที่บรรจุในถุงพลาสติก PE EMA และถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติก ที่ผ่านการเก็บรักษาอุณหภูมิ 4±1°C ความชื้นสัมพัทธ์ (81±7.1%) หรือ 8±0.1°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ (85±7.6%)	22
4.4 อายุวางจำหน่ายของใบผักเหียงที่บรรจุในถุงพลาสติก PE EMA และถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกที่ผ่านการจำลองการขนส่งแบบมีน้ำแข็งและไม่มีน้ำแข็งในกล่องขนส่ง และวางจำหน่ายที่อุณหภูมิเฉลี่ย 13.3±0.6°ซ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 88.4±6.6%	32
4.5 การประเมินจากผู้บริโภคด้านความชม หวาน เส้นใย กลิ่นและรส และความชอบ (คะแนน) ของใบอ่อนและเพสลาดผักเหียงที่ผ่านการขนส่งแบบมีน้ำแข็ง (ice) และไม่มีน้ำแข็ง (No ice) เป็นเวลา 24 ชั่วโมงและวางจำหน่ายที่อุณหภูมิ 13°ซ เป็นเวลา 0 วัน	36
4.6 การประเมินจากผู้บริโภคด้านความชม หวาน เส้นใย กลิ่นและรส และความชอบ (คะแนน) ของใบอ่อนและเพสลาดผักเหียงที่ผ่านการขนส่งแบบมีน้ำแข็ง (ice) และไม่มีน้ำแข็ง (No ice) เป็นเวลา 24 ชั่วโมงและวางจำหน่ายที่อุณหภูมิ 13°ซ เป็นเวลา 7 วัน	36
4.7 การประเมินจากผู้บริโภคด้านความชม หวาน เส้นใย กลิ่นและรส และความชอบ (คะแนน) ของใบอ่อนและเพสลาดผักเหียงที่ผ่านการขนส่งแบบมีน้ำแข็ง (ice) และไม่มีน้ำแข็ง (No ice) เป็นเวลา 24 ชั่วโมงและวางจำหน่ายที่อุณหภูมิ 13°ซ เป็นเวลา 14 วัน	37
4.8 การประเมินจากผู้บริโภคด้านความชม หวาน เส้นใย กลิ่นและรส และความชอบ (คะแนน) ของใบอ่อนและเพสลาดผักเหียงที่ผ่านการขนส่งแบบมีน้ำแข็ง (ice) และไม่มีน้ำแข็ง (No ice) เป็นเวลา 24 ชั่วโมงและวางจำหน่ายที่อุณหภูมิ 13°ซ เป็นเวลา 21 วัน	37

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
3.1	8
3.2	10
4.1	15
4.2	15
4.3	17
4.4	18
4.5	18
4.6	19
4.7	20
4.8	20
4.9	21
4.10	23
4.11	24
4.12	24

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.13	24
<p>อาการใบเหี่ยวเฉาของใบผักเหียงในถุงบรรจุชนิด PE และ EMA ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4^oซ</p>	
4.14	25
<p>อาการสะท้อนหนาว (%) ของใบผักเหียงในถุงบรรจุชนิด PE EMA และถาด โฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8^oซ</p>	
4.15	25
<p>อาการสะท้อนหนาวใบผักเหียงในถุงบรรจุชนิด PE EMA และถาดโฟมหุ้มฟิล์ม พลาสติกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8^oซ</p>	
4.16	26
<p>ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (%) ของใบผักเหียงในถุงบรรจุชนิด PE EMA และถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8^oซ</p>	
4.17	26
<p>ปริมาณก๊าซออกซิเจน (%) ของใบผักเหียงในถุงบรรจุชนิด PE EMA และถาด โฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8^oซ</p>	
4.18	27
<p>ปริมาณก๊าซเอทิลีน (ppm) ของใบผักเหียงในถุงบรรจุชนิด PE EMA และถาด โฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8^oซ</p>	
4.19	28
<p>ปริมาณเยื่อใย (%) ของใบผักเหียงในถุงบรรจุชนิด PE EMA และถาดโฟม หุ้มฟิล์มพลาสติกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8^oซ</p>	
4.20	29
<p>ปริมาณคลอโรฟิลล์ a ใบผักเหียงระยะใบอ่อน (ก) และใบเพสลาด (ข) ที่บรรจุ ในถุง PE EMA และถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8^oซ</p>	
4.21	30
<p>ปริมาณคลอโรฟิลล์ b ใบผักเหียงระยะใบอ่อน (ก) และใบเพสลาด (ข) ที่บรรจุ ในถุง PE EMA และถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8^oซ</p>	
4.22	31
<p>ปริมาณแคโรทีนอยด์ ($\mu\text{g g FW}^{-1}$) ใบผักเหียงระยะใบอ่อน (ก) และใบเพสลาด (ข) ที่บรรจุในถุง PE EMA และถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8^oซ</p>	
4.23	33
<p>การสูญเสียน้ำหนักสด (%) ใบผักเหียงบรรจุในถุง PE EMA และถาดโฟมหุ้มฟิล์ม พลาสติกที่ผ่านการจำลองการขนส่งแบบมีน้ำแข็ง และไม่มีน้ำแข็งในกล่องขนส่ง ก่อนนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิเฉลี่ย $13.3\pm 0.6^{\circ}\text{ซ}$ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย $88.4\pm 6.6\%$</p>	
4.24	34
<p>ใบผักเหียงบรรจุในถุง PE EMA และถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกที่ผ่านการจำลองการ ขนส่งแบบมีน้ำแข็ง และไม่มีน้ำแข็งในกล่องขนส่ง ก่อนนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิเฉลี่ย $13.3\pm 0.6^{\circ}\text{ซ}$ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย $88.4\pm 6.6\%$</p>	
4.25	35
<p>ใบเน่า (%) ใบผักเหียงบรรจุในถุง PE EMA และถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกที่ผ่าน การจำลองการขนส่งแบบมีน้ำแข็งและไม่มีน้ำแข็งในกล่องขนส่ง ก่อนนำมาเก็บรักษาที่ อุณหภูมิเฉลี่ย $13.3\pm 0.6^{\circ}\text{ซ}$ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 88.4 ± 6.6</p>	

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ผักเหลียง (*Gnetum gnemon* L. var *tenerum* Markgr.) จัดเป็นผักรับประทานใบพื้นบ้านที่มีการผลิตแบบไม่ต้องใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรู ใบมีปริมาณแคโรทีนอยด์ แคลเซียมและฟอสฟอรัสสูง เป็นผักที่มีความปลอดภัยต่อการบริโภคและมีสารอาหารที่เป็นประโยชน์ มีการปลูกที่เน้นปริมาณเพื่อจำหน่ายในตลาดท้องถิ่นและตลาดประจำจังหวัดชุมพร ระนอง สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พังงา ภูเก็ต ผักเหลียงแผ่ใบเป็นกับข้าวที่ได้รับความนิยมทั้งผู้บริโภคในพื้นที่และจังหวัดอื่น ๆ เนื่องจากเป็นอาหารที่ถูกแนะนำให้เป็นเมนูขึ้นชื่อ ปัจจุบันผักเหลียงเป็นผักที่ได้รับความนิยมในการซื้อเพื่อเป็นของฝาก ลักษณะการจำหน่ายยังคงอยู่ในรูปแบบขายเป็นกำ วางเรียงเป็นกอง ๆ การจำหน่ายผักเหลียงในลักษณะนี้แม้จะยังขายได้แต่จะพบใบหัก ช้ำ ผักเหลียงหนึ่งกำประกอบด้วย ยอด ใบอ่อน ใบเพสลาด ใบแก่ และก้าน ทำให้ก่อนบริโภคต้องผ่านการคัดเลือกให้เหลือเฉพาะยอดหรือใบอ่อน และใบเพสลาด ในกรณีของผู้บริโภคที่ไม่เคยปรุงผักเหลียงด้วยตนเองจะไม่สามารถแยกใบเพสลาดและใบแก่ได้ ดังนั้นผักเหลียงที่ถูกตัดแต่งให้อยู่ในรูปแบบผักพร้อมปรุงจึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการเพิ่มมูลค่าทางการค้าให้แก่ผู้ผลิต เพิ่มความสะดวกและลดการจัดการส่วนที่ใช้ประโยชน์เพื่อการบริโภคไม่ได้ให้แก่ผู้ซื้อ ประกอบผักเหลียงมีอายุการวางจำหน่าย 21 วัน ที่อุณหภูมิห้อง ($29\pm 2^{\circ}\text{C}$) และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 88% ภายใต้การบรรจุผักเหลียงในถุงพลาสติกพอลิเอทิลีนที่มีรูระบายอากาศ ใบตอบสนองต่อเอทิลีนต่ำ หายใจต่ำ ทำให้เกิดการเสื่อมสภาพช้า สีใบไม่เปลี่ยนเป็นสีเหลืองยกเว้นในกรณีที่ได้รับเอทิลีนจากภายนอกที่ระดับความเข้มข้นสูง (กนกพร, 2554; Bunya-atichart and Ketsa, 2014) นอกจากนี้ยังสามารถวางไว้ในห้องที่ได้รับเฉพาะความสว่างจากแสงอาทิตย์ในตอนกลางวันโดยมีอายุการวางจำหน่าย 16 วันภายใต้การบรรจุแบบเดียวกันแต่ต้องพรมน้ำให้แก่ใบ (Bunya-atichart and Kangtang, 2013) แต่อย่างไรก็ตามผักเหลียงแสดงอาการใบเหี่ยวอย่างรวดเร็วถ้าไม่ได้รับความชื้นภายใน 2-3 ชั่วโมงหลังการเก็บเกี่ยว ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเบื้องต้นตัดใบผักเหลียงแบบพร้อมปรุง พรมน้ำแล้วนำไปบรรจุในถุงพลาสติกที่ใช้สำหรับบรรจุผักเจาะรู 4 8 12 และ 16 รู ไม่มีมัดปากถุง วางไว้ในที่อุณหภูมิห้อง ($29\pm 2^{\circ}\text{C}$) พบว่าผักเหลียงแสดงอาการใบเหี่ยวหลังการบรรจุ 1 วัน จึงต้องมีการพรมน้ำเพิ่มแบบวันเว้นวัน ผักเหลียงมีอายุวางจำหน่าย 6 วัน จึงเริ่มแสดงอาการเน่า ประกอบกับ กมล และคณะ (2551) รายงานเกณฑ์มาตรฐานสากลในการตัดสินใจเลือกซื้อผักและผลไม้สด 4 ข้อ คือ 1) คุ่มค่าเงิน ราคายุติธรรม 2) รสชาติ อร่อย มีความสะดวกในการรับประทาน ขนาดพอเหมาะ เฉพาะบุคคล ผลิตในระบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม 3) ความปลอดภัย 4) คุณค่าทางอาหารหรือเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ ผักเหลียงจึงเข้าเกณฑ์มาตรฐานสากลการเลือกซื้อผักสดในข้อ 1 3 และ 4 ยังคงขาดเพียงข้อ 2 ในแง่ของความสะดวกและขนาดที่พอเหมาะเฉพาะบุคคล ดังนั้นผักเหลียงจึงเป็นผักที่มีศักยภาพในการพัฒนาขึ้นเป็นผักที่มีรูปแบบการบริโภคที่ทันสมัย สะดวกในการรับประทาน แต่ต้องมีการศึกษาการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวในด้านชนิดบรรจุภัณฑ์ การบรรจุ และอุณหภูมิต่อการเปลี่ยนแปลงของผักเหลียงแบบพร้อมปรุง รวมทั้งสภาพแวดล้อมการขนส่งที่มีต่ออายุการวางจำหน่าย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาชนิดของบรรจุภัณฑ์ ลักษณะการบรรจุ ที่มีผลต่ออายุการวางจำหน่ายและคุณภาพใบ โดยเน้นที่ผู้ประกอบการรายย่อยในท้องถิ่นสามารถลงทุนได้
2. เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิต่ำในการเก็บรักษาต่ออายุการวางจำหน่ายและคุณภาพใบ
3. เพื่อศึกษาการจำลองการขนส่งผักเห็ดแห้งพร้อมบรรจุ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ทำการศึกษาด้านการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผักเห็ดแห้งในรูปแบบผักสดพร้อมบรรจุ โดยศึกษาผลของชนิดบรรจุภัณฑ์ ลักษณะการบรรจุ ในสภาพการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำต่ออายุการวางจำหน่าย การเปลี่ยนแปลงสรีรวิทยาบางประการที่มีผลต่อคุณภาพของใบ รวมทั้งจำลองการขนส่งและการวางจำหน่ายภายหลังจากการขนส่ง โดยเน้นชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ผู้ประกอบการรายย่อยในท้องถิ่นสามารถลงทุนได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ผักเหลียง

ผักเหลียง (*Gnetum gnemon* L var *tenerum* Markgr.) มีชื่อสามัญว่า melinjo เป็นไม้พุ่มหรือไม้ยืนต้นขนาดเล็ก ในธรรมชาติเป็นพันธุ์ป่าเจริญเติบโตได้ดีในที่ร่ม และที่ที่มีประมาณน้ำฝนไม่ต่ำกว่า 300 มิลลิเมตรต่อปี มีถิ่นกำเนิดกระจายในประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น มาเลเซีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปิน และไทย ในประเทศอินโดนีเซียส่วนใหญ่ใช้รับประทานเป็นผัก ส่วนของเมล็ดนำไปคั่วเป็นผง ใช้ทำซูปและเป็นส่วนผสมในข้าวเกรียบ สำหรับประเทศไทยผักเหลียงพบมากที่จังหวัดระนอง พังงา ภูเก็ต ชุมพร ฯลฯ ใบเป็นใบเดี่ยว เรียงตรงข้ามสลับตั้งฉาก มีทั้งชนิดปลายใบแหลมและมน (ปิ่นหทัย, 2545) เมื่ออยู่ในสภาพร่มเงาใบมีสีเขียวเป็นมัน แต่ถ้าปลูกอยู่กลางแจ้งสีของใบจะจาง (สุรพล, 2542) การปลูกผักเหลียงนิยมปลูกแซมในสวนยางพารา หรือสวนผลไม้ เป็นผักที่ยังไม่ได้รับรายงานการเข้าทำลายของแมลง จึงไม่พบการใช้สารเคมีเพื่อกำจัดแมลง จึงอาจจัดให้เป็นผักที่ปลอดภัยต่อการบริโภค ใบผักเหลียงใช้รับประทานสดและประกอบอาหาร เช่น ผัด ต้ม ลวก ระยะเวลาใบของผักเหลียงที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวคือ ยอดที่แตกใหม่ 7-10 วัน ในหนึ่งยอดประกอบด้วย ยอดอ่อน ใบอ่อน เพสลาด และใบแก่ โดยเก็บทั้งยอดให้ชิดข้อ ใบผักเหลียงถูกจัดอันดับประเภทผักพื้นบ้านที่มีแคลเซียมและใยอาหารสูงเป็นอันดับ 6 และ 8 ตามลำดับโดยมีปริมาณแคลเซียม 151 มิลลิกรัม และ ใยอาหาร 8.8 กรัมต่อน้ำหนักส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม (สำนักงานสาธารณสุขอำเภอเมืองภูเก็ต, 2555) นอกจากนี้ยังมีปริมาณวิตามินเอ 10,889 หน่วยสากล และมีปริมาณฟอสฟอรัส 224 มิลลิกรัม ในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม (กองโภชนาการ, 2530) การจำหน่ายผักเหลียงในตลาดท้องถิ่นชายเป็นก้าก้าละ 10-20 บาท นอกจากนี้ยังพบการขายในลักษณะบรรจุทั้งยอดในถุงพลาสติกใสไม่เจาะรู ผูกปากถุง วางในตู้แช่ผักของซูเปอร์มาร์เก็ตในห้างสรรพสินค้าประจำจังหวัดชุมพร ราคาขายถุงละ 15 บาท ผักเหลียงตามธรรมชาติจะมีปริมาณมากเกือบตลอดทั้งปียกเว้นช่วงฝนทิ้งช่วง การนำผักเหลียงมาปรุงเป็นอาหารนั้นใบผักจะยุบตัวมากจึงต้องใช้ปริมาณมากพอควร ในอดีตผักเหลียงนิยมบริโภคกันในจังหวัดภาคใต้ฝั่งทะเลอันดามันและอำเภอไทยบางจังหวัด แต่ปัจจุบันมีการขยายพื้นที่ปลูกผักเหลียงไปยังจังหวัดอื่น ๆ ในภาคใต้มากขึ้น เช่น จังหวัดสงขลา นอกจากนี้การเคลื่อนย้ายของประชากรของภาคใต้ไปอาศัยอยู่ทั่วประเทศไทยยังเป็นการทำให้การบริโภคผักเหลียงแพร่กระจาย การขยายสัดส่วนของผักเหลียงในตลาดผักพื้นบ้านจึงมีตัวเลขเพิ่มขึ้น กนกพร (2554) รายงานจากงานทดลองเบื้องต้นพบว่า การเก็บรักษาผักเหลียงระยะใบเพสลาดทั้งก้านในถุงพลาสติกเจาะรูไว้ที่อุณหภูมิ 7 และ 13 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ ใบผักยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงสีของใบคือ ใบยังมีสีเขียวสด ส่วนการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 28-30 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ใบผักระยะเพสลาดจะมีการเปลี่ยนแปลงสีใบเพียงเล็กน้อยโดยมีสีเขียวจางลง ขณะที่ใบแก่ยังไม่พบการเปลี่ยนสีใบ ส่วนใบอ่อนที่ยังมีสีเขียวปนสีม่วงแดงยังคงสภาพสีดั้งเดิม แต่ทุกระยะใบมีเน่าเสียจากการเข้าทำลายของเชื้อราทำให้ใบร่วงจากข้อดีหลายประการของผักเหลียง ได้แก่ เจริญเติบโตง่าย มีคุณค่าทางอาหาร ปลอดภัย และอายุการวางจำหน่ายที่ค่อนข้างนาน การไม่เปลี่ยนสีใบหลังการเก็บเกี่ยวอย่างรวดเร็ว มีฐานการบริโภคค่อนข้างมาก ผักเหลียงจึงเป็นผักที่สามารถส่งเสริมให้ผลิตและจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ระดับประเทศได้ แต่อย่างไรก็ตามการรู้จักบริโภคผักเหลียงในรูปอาหารที่สำเร็จแล้วมิได้ทำให้ผู้บริโภคสามารถตัดสินใจเลือกใบผักในระยะที่เหมาะสมต่อการนำไปบริโภค การเตรียมใบผักเหลียงให้อยู่ในรูปแบบพร้อมปรุงสามารถลดปัญหาดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้และเป็นการเพิ่มมูลค่า รวมทั้งการจัดการแบบนี้จะทำให้ไม่สิ้นเปลืองพลังงานไปกับส่วนที่ใช้ประโยชน์ไม่ได้ เช่น ใบแก่ และก้าน

2.1.1 ผักสดพร้อมปรุง

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

2.2 การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว

หลักการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผักสดมีจุดมุ่งหมายที่จะคงคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผักให้เทียบเท่ากับขณะที่ผักยังอยู่บนต้นก่อนเก็บเกี่ยว และลดปัญหาการสูญเสียทั้งทางด้านปริมาณ คุณภาพ และทุนที่เกิดขึ้นกับการผลิตผัก แนวทางทั่วไปในการเตรียมผักให้เหมาะสมต่อการจำหน่าย ได้แก่ เก็บเกี่ยวผักในอายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม ด้วยอุปกรณ์ที่เหมาะสมไม่ทำให้ผักเสียหาย คัดเลือก ตัดแต่ง มัดก้า บรรจุ และขนส่งไปให้ถึงมือผู้บริโภคอย่างรวดเร็วและมีคุณภาพ (จรัสแท้, 2538) ตัวอย่างคำแนะนำการเก็บเกี่ยวผักในระยะเวลาที่เหมาะสมขึ้นกับชนิดของผัก เช่น กะหล่ำปลี อายุเก็บเกี่ยวผันแปรไปตามพันธุ์และพื้นที่ปลูก กะหล่ำปลีที่ปลูกที่ราบควรเก็บเกี่ยวเมื่อผักมีอายุ 62-110 วันหลังปลูก และ 81-125 วันเมื่อปลูกในที่สูง (दनัย และนิธิยา, 2548) กรณีของผักเหลียง สุรพล (2542) แนะนำการเก็บเกี่ยวผักเหลียงที่เหมาะสมคือมีใบที่แตกใหม่ ประกอบด้วยยอดอ่อน ใบอ่อน ใบเพสลาด การเก็บเกี่ยวนิยมใช้มือปลิดชั่ก้านใบบริเวณรอยต่อกับลำต้น เรียงก้านใบให้ส่วนปลายเสมอกันแล้วมัดด้วยยาง

2.2.1 การบรรจุ และบรรจุภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบรรจุหีบห่อผลิตภัณฑ์วัสดุประสงค์เพื่อปกป้องผลิตภัณฑ์ให้ไม่ได้รับความ

เสียหาย และช่วยคงสภาพรูปร่างภายนอกของผลิตภัณฑ์อยู่ในสภาพดีแม้ในสภาพที่อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เปลี่ยนแปลงไป ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย เก็บรักษาและขนส่ง (Thompson and Mitchell, 2002) ผลิตภัณฑ์ได้รับการบรรจุหีบห่อในลักษณะแตกต่างกันขึ้นกับ ชนิดและราคาของผลิตภัณฑ์ 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 กล่อง พลาสติกใส (ยอมให้น้ำและอากาศผ่านได้น้อย จำเป็นต้องเจาะรูให้อากาศถ่ายเท) 2) พลาสติกแบบอ่อน ได้แก่ ถุง และฟิล์ม ถุงทำจาก polyethylene 2 ชนิด คือ low density polyethylene (LDPE) และ high density polyethylene (HDPE) ถุงชนิด LDPE ไสกว่า HDPE แต่ทั้งสองชนิดยอมให้อากาศและน้ำผ่านได้น้อยมาก จะเกิดการควบแน่นของอากาศเป็นหยดน้ำภายในถุง และอาจเกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน การใช้บรรจุภัณฑ์ต้องเจาะรูให้อากาศถ่ายเท ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูที่แนะนำคือ 0.5-2.0 เซนติเมตร ถุงนี้เหมาะกับการขายปลีกผักเนื่องจากมีถุงมีราคาถูกและผักมีความทนต่อการกระเทือนได้ดีกว่าผลไม้ รวมทั้งผักต้องความชื้นสูง (จริงแท้, 2538) ฟิล์ม ที่ใช้การบรรจุหีบห่อผักสำหรับการขายปลีกที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือ ฟิล์มชนิดยืดหยุ่นได้ เป็นฟิล์มที่ทำจากพลาสติก LDPE LLDPE และ PVC ฟิล์มเหล่านี้ยอมให้น้ำผ่านออกได้พอควรจึงไม่เกิดการควบแน่นของหยดน้ำภายใน และยอมให้ O_2 และ CO_2 ผ่านเข้าออกได้

2.2.2 การบรรจุเพื่อการวางจำหน่าย

หลักการบรรจุมีหน้าที่สำคัญ 3 ประการคือ 1) บรรจุให้เต็ม 2) บรรจุให้ผลิตภัณฑ์อยู่กับที่ และ 3) กระจายการรับน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ได้มากที่สุด ซึ่งรูปแบบของการบรรจุแบ่งได้ 4 รูปแบบ ได้แก่ 1) การบรรจุแบบสุม (jumble pack) เป็นการนำผลิตภัณฑ์ใส่ลงในภาชนะโดยไม่มีการจัดเรียงแต่อย่างใด แต่เมื่อภาชนะเต็มแล้วยังคงมีช่องว่างเหลืออยู่มาก นอกจากนั้นยังพบว่าจุดสัมผัสระหว่างผลิตภัณฑ์ต่ำ ในกรณีที่เป็นผลทางกลพบว่ามีโดยเฉลี่ยแต่ละผลจะสัมผัสผลอื่นหรือภาชนะบรรจุเพียง 7 จุด 2) การบรรจุแบบจัดเรียง (pattern pack) การบรรจุจัดเรียงผลิตภัณฑ์อย่างมีระเบียบเป็นแถวเป็นแนวทำให้บรรจุได้แน่นและมีจุดสัมผัสมาก ผลิตภัณฑ์มีจุดสัมผัสสูงถึง 12 จุด 3) การบรรจุโดยมีถาดหลุม (tray pack) เป็นการบรรจุโดยมีถาดหลุมรองรับผลิตภัณฑ์ทุกชั้น การบรรจุแบบนี้ผลิตภัณฑ์ได้รับการป้องกันจากความเสียหายได้ดีที่สุด และ 4) การบรรจุเพื่อการวางขาย (retail pack) การบรรจุแบบนี้เน้นการแสดงตัวผลิตภัณฑ์ ความหนาแน่นการบรรจุต่ำ อย่างไรก็ตามการบรรจุเพื่อวางขายยังคงจัดให้ผลิตภัณฑ์อยู่กับที่ ส่วนการกระจายน้ำหนักนั้นคำนึงถึงน้อยเพราะบรรจุเพียงชั้นเดียว (จริงแท้, 2538) การบรรจุเพื่อการวางขายผลิตภัณฑ์จะถูกบรรจุในห่อเล็กๆ ขนาดพอเหมาะสำหรับการนำไปรับประทานในแต่ละครอบครัว บรรจุต้องดึงดูดผู้ซื้อจึงมักนิยมใช้ฟิล์มพลาสติกใสห่อให้ผู้ซื้อสามารถมองเห็นได้รอบด้านโดยไม่ต้องหยิบหรือจับต้องมาก การเลือกใช้ฟิล์มพลาสติกจึงต้องเป็นชนิดที่มีความใสมากและยอมให้อากาศผ่านได้พอควร ไม่ทำให้เกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำภายในเพราะจะทำให้มองเห็นผลิตภัณฑ์ไม่ชัดเจนและอาจก่อให้เกิดโรคขึ้นได้ง่าย (จริงแท้, 2538)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเทศไทยมีหน่วยงานที่มุ่งพัฒนาเทคโนโลยีด้านบรรจุภัณฑ์ ได้แก่ ศูนย์เทคโนโลยีและวัสดุแห่งชาติได้ทำการวิจัยบรรจุภัณฑ์ที่สามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพบรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์และยอมให้ออกซิเจนผ่านไปในบรรจุภัณฑ์หรือยอมให้คาร์บอนไดออกไซด์ผ่านออกจากบรรจุภัณฑ์ในอัตราส่วนที่พอเหมาะต่อการชลอการหายใจของผลิตภัณฑ์ คือบรรจุภัณฑ์ Active Packaging ฟิล์มบรรจุภัณฑ์แอคทีฟ มีสมบัติเด่น คือ ฟิล์มยอมให้ก๊าซที่ใช้ในกระบวนการหายใจผ่านเข้าออกได้ดีและสอดคล้องกับอัตราการใช้และสร้างก๊าซในกระบวนการหายใจของผักและผลไม้สดที่บรรจุ ทำให้เกิดบรรยากาศตัดแปลงแบบสมดุล (Equilibrium Modified Atmosphere หรือ EMA) ขึ้นในบรรจุภัณฑ์ซึ่งโดยทั่วไปจะประกอบด้วยก๊าซออกซิเจนในช่วง 2-10% และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 2-10% ความชื้นสัมพัทธ์ภายในบรรจุภัณฑ์อยู่ในช่วง 90-99% ส่งผลให้เกิดการชะลอการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพ ฟิล์มบรรจุภัณฑ์ EAM จึงสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผักผลไม้สดนานยิ่งขึ้น 2-5 เท่า และผลิตผลยังมีคุณภาพและรสชาติที่ดี นอกจากนี้ฟิล์มยังมีความใส เกิดฝ้าน้อยและมีความแข็งแรงเหมาะสมสำหรับใช้งานจริงในอุตสาหกรรม ฟิล์มบรรจุภัณฑ์ EAM เป็นหลักการหนึ่งในกลุ่มเทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์แบบแอคทีฟ (Active Packaging Technology) (ศูนย์เทคโนโลยีและวัสดุแห่งชาติ, มปป) ผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์ที่ใช้ประเภทนี้ได้มีผู้ได้รับสิทธิให้ผลิตและจำหน่ายได้แก่ บริษัทอุตสาหกรรมพลาสติกไทย จำกัด

2.2.3 อุณหภูมิต่ำกับการเก็บรักษา

การใช้อุณหภูมิต่ำสำหรับเก็บรักษาผลิตผลสด จัดเป็นการปรับปรุงจ้ยภายนอกให้ผลิตผลมีขบวนการเมแทบอลิซึมช้าลงเช่น การหายใจ คายน้ำ การชราภาพ การเก็บรักษาผลิตผลควรเก็บรักษาไว้ในสภาพที่มีอุณหภูมิต่ำที่สุดที่จะไม่เกิดอันตรายหรือก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอื่น ๆ ผักเขตร้อนมีอุณหภูมิต่ำในการเก็บรักษาสูงกว่าผักเขตกึ่งร้อน ความเสียหายของผักที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำแต่สูงกว่าจุดเยือกแข็ง คือผักจะแสดงอาการสะท้านหนาว (chilling injury) พืชเขตร้อนส่วนใหญ่จะเกิดอาการผิดปกติขึ้นเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 12-15°C อาการผิดปกติที่เกิดขึ้นมีหลายลักษณะ เช่น ผิวของผลิตผลเกิดรอยแผลสีน้ำตาลหรือดำ และอาจมีรอยบวมเนื่องจากเซลล์บริเวณนั้นตายไป อาจมีการสะสมแอลกอฮอล์และ acetaldehyde ขึ้นทำให้รสชาติผิดปกติ (จริงแท้, 2538)

โดยภาพรวมการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่ทำให้ผักรับประกันคุณภาพใบคงคุณภาพใบได้ เพราะมีการใช้เทคโนโลยีด้านบรรจุภัณฑ์และอุณหภูมิต่ำ ซึ่งเป็นการตัดแปลงบรรยากาศรอบตัวใบให้ไม่เอื้อต่อการหายใจ (พืชจะหายใจได้ดีที่ภาวะออกซิเจน 21% และคาร์บอนไดออกไซด์ 0.03%) บรรจุภัณฑ์จะเป็นตัวป้องกันไม่ให้มีการผ่านเข้าออกของออกซิเจน หรือคาร์บอนไดออกไซด์ รวมทั้งความชื้นได้ตามปกติ แต่การจัดการดังกล่าวต้องผ่านการวิจัยให้มีความเหมาะสมต่อชนิดพืช กาญจนนา (2545) รายงานผลการสำรวจการบรรจุผักเหียงเพื่อการขนส่งในจังหวัดชุมพรแบ่งเป็นเปอร์เซ็นต์คือ ใสถุงพลาสติก 68% ใสภาชนะอื่น ๆ เช่น เข่งหรือตะกร้าที่เป็นภาชนะเปิด 32% การบรรจุผักเหียงโดยการเรียงด้านยอดเข้าด้านในถุงส่วนก้านอยู่ด้านนอก การวางจำหน่ายจะนำผักเหียงแต่ละกำออกมาวางเป็นกองพร้อมพรมน้ำให้ใบเปียกชุ่ม เมื่อผู้บริโภคซื้อผู้ชายจะนำผักเหียงใสถุงพลาสติกหิ้วขึ้นเกี่ยวกับการจำหน่ายผักรับประกันใบทั่ว ๆ ไปในตลาดท้องถิ่น นอกจากนี้ยังมีการใช้บรรจุภัณฑ์ที่มีลักษณะเฉพาะสำหรับผักดังเช่นชนิดนี้ และคณะ (2554) รายงานการใช้ถุงพอลิโพรพิลีนที่ตัดแปลงบรรยากาศโดยการควบคุมให้มีปริมาณออกซิเจนเริ่มต้น 8 เปอร์เซ็นต์สามารถยืดอายุการเก็บรักษาห่อปลีรูปหัวใจ ยอดชาโยเต้ เบญจียงเต้ และผักซีได้ดีกว่าถุงพารา

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลิเอทีลินเจาะรูที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน จากลักษณะการใช้บรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ นี้เป็นไปเพื่อความสะดวก ประหยัด และลดผลกระทบต่อต่าง ๆ ที่จะทำให้เกิดการสูญเสีย เช่น ปริมาณการแลกเปลี่ยนก๊าซ ถ้าผักได้รับออกซิเจนในระดับการหายใจปกติ (21%) จะทำให้ผักที่เก็บเกี่ยวมาแล้วหายใจปกติหรือมากกว่าก่อให้เกิดการเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็ว ดนัยและคณะ (2554) รายงานผลของการเก็บรักษาใบมะกรูดอินทรีย์ที่บรรจุในถุงพอลิโพรพิลีนที่ตัดแปลงบรรยากาศให้มีปริมาณออกซิเจนเริ่มต้นที่ 8% มีอายุการเก็บรักษานานสุด 15.6 วัน และการเก็บรักษาทะเลปลีรูปหัวใจ ยอดชาโยเต้ ผักซีไทย ถูงแอกที่พชนิดที่มีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนระหว่าง 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 โทระพา ในฟิล์มบรรจุภัณฑ์แอคทีฟ ที่อุณหภูมิ 10-12 °C มีอายุการเก็บรักษา 6 วัน เช่นกัน ซึ่งฟิล์มดังกล่าวมีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ 3,000 -24,000 cc/cm²day ปกติการเก็บรักษาใบผักคะน้า (*Brassica oleracea* var. alboglabra) ที่อุณหภูมิ 20°C ทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของใบเป็นสีเหลืองภายใน 2-3 วัน (Noichida et al. 2007) แต่ถ้าเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (1°C) ใบยังคงสภาพสีเขียวได้นาน 10-14 วัน (Poochai et al. 1984) เช่นเดียวกับงานทดลองของอดิศักดิ์ (2549) นำยอดผักหวานบ้านเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศตัดแปลงแล้วให้เอทิลีนจากภายนอกพบว่า ผักหวานบ้านแสดงอาการหลุดร่วงของใบ แต่ใบไม่แสดงอาการสีเหลือง กนกพร (2554) รายงานการหายใจของผักเคลียงที่ระยะใบเพสลาดและใบแก่ที่อุณหภูมิ 25°C มีค่าสูงสุดที่ 0.1 มก.CO₂ /กรัม.ชม. ลักษณะการเพิ่มขึ้นของการหายใจจะเพิ่มเมื่อเกิดการเสื่อมสภาพของใบ ซึ่งเป็นอัตราการหายใจที่ต่ำมากเมื่อเทียบกับกะหล่ำปลีมีอัตราการหายใจที่อุณหภูมิ 25°C 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 ชั่วโมง ใบแสดงอาการเหลืองภายหลังการให้ในวันที่ 10 ซึ่งเมื่อนำไปหาปริมาณคลอโรฟิลล์พบว่า ใบที่ไม่ได้รับเอทิลีนมีปริมาณคลอโรฟิลล์คงที่และลดลงเพียงเล็กน้อยก่อนการเสื่อมสภาพ ขณะที่การให้เอทิลีนจากภายนอกใบจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงอย่างรวดเร็ว การให้สารยับยั้งการทำงานของเอทิลีน 1-methyl cyclopropane (1-MCP) สามารถชะลอการเสื่อมสภาพของใบผักเคลียงที่ได้รับเอทิลีนจากภายนอก Bunya-atichart and Kangtang (2013) รายงานการเก็บรักษาใบผักทั้งก้านใบที่อุณหภูมิ 4 8 12 29 และ 35°C พบว่าที่อุณหภูมิ 8°C ใบผักมีอายุเก็บรักษานานที่สุด 29 วัน รองลงมาคือที่ 4°C และ 12°C มีอายุการเก็บรักษาใกล้เคียงกันคือ 27 วัน และยังไม่พบอาการผิดปกติของใบในแง่ของอาการสะท้อนหนาว ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 29±2 °C และ 35°C ความชื้นสัมพัทธ์ 88±5% ผักเคลียงมีอายุการเก็บรักษา 17 และ 7 วันตามลำดับ จากผลการวิจัยที่กล่าวมาการเปลี่ยนสีใบของผักเคลียงเกิดขึ้นน้อยและเป็นไปอย่างช้า ๆ ณ อุณหภูมิห้อง แต่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อได้รับเอทิลีนจากภายนอกในระดับความเข้มข้นสูง ข้อมูลการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวเกี่ยวกับผักเคลียงด้านบนเป็นการศึกษาผักเคลียงในสภาพพร้อมก้าน แต่การศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นศึกษาผักเคลียงแบบพร้อมปรุง ซึ่งเป็นการต่อยอดจากการพบข้อได้เปรียบบางประการของผักเคลียง เช่น การตอบสนองต่อเอทิลีนจากภายนอกที่ระดับความเข้มข้นสูงทำให้ไม่เกิดอาการเหลืองของใบได้ง่าย ๆ เมื่อได้รับเอทิลีนที่เกิดจากบาดแผลที่ตัดแต่งขั้วใบ การยังไม่พบอาการสะท้อนหนาวที่อุณหภูมิ 4°C ลักษณะเหล่านี้จึงเอื้อต่อการพัฒนาให้ผักเคลียงอยู่ในสภาพผักพร้อมปรุงซึ่งต้องถูกวางจำหน่ายและเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

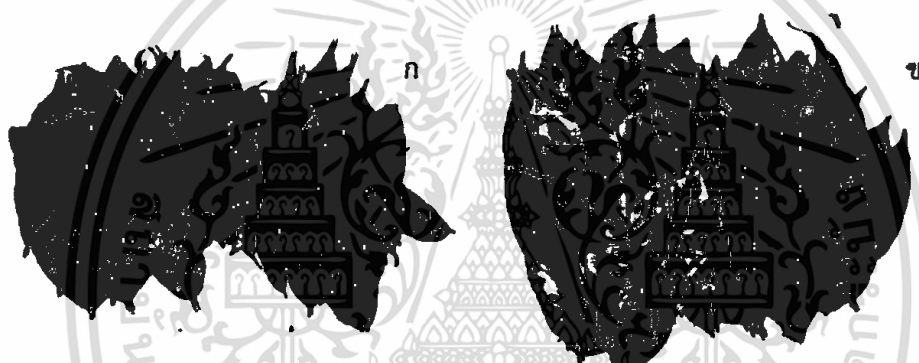
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การเตรียมใบผักเหียง

ทำการขนส่งยอดผักเหียงจากแปลงปลูกเกษตรกรโดยการบรรจุในถุงพลาสติกเจาะรู ถึงห้องปฏิบัติการ หลักสูตรพืชสวน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร เขตอุดมศักดิ์จังหวัดชุมพรภายใน 1 ชั่วโมง นำผักเหียงทั้งกำไปล้างในน้ำสะอาดที่มีส่วนผสมคลอโรก (Chlorox; Sodium hypochlorite) ความเข้มข้น 50 ppm (Ramos et al, 2013) นาน 5 นาที ผึ่งใบให้หมาด (ภาพที่ 3.1)จากนั้นคัดเลือกใบผักเหียงระยะใบอ่อน (ก) และใบผลัด (ข) ตัดให้เหลือใบเดี่ยวที่ติดกันใบย่อย



ภาพที่ 3.1 ใบผักเหียงระยะใบอ่อน (ก) และใบผลัด (ข) ที่จัดเตรียมแบบพร้อมปรุง

3.2 วิธีการทดลอง

การทดลองที่ 1 ชนิดบรรจุภัณฑ์ ลักษณะการบรรจุ ต่ออายุการวางจำหน่ายและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผักเหียงแบบพร้อมปรุง

นำใบอ่อน ใบผลัด แบบพร้อมปรุง ซึ่งน้ำหนักผักรวมให้ได้ 100 กรัม (น้ำหนักใบผักเหียงที่ใช้บริโภคได้จริงเฉลี่ยจาก 1 กำ) วางแผนการทดลองแบบ 3x2 factorial in CRD ประกอบด้วย 2 ปัจจัย แต่ละทรีทเมนต์ประกอบด้วย 6 ซ้ำ

ปัจจัยที่ 1 ชนิดบรรจุภัณฑ์พลาสติก 3 ชนิด คือ

1.ถุงพลาสติกชนิด low density polyethylene (LDPE) ขนาด 10x15 นิ้ว สีไม่เจาะรู

2.ถุงฟิล์ม Equilibrium Modified Atmosphere (EMA) ขนาด 10x12 นิ้ว (ผลิตโดยบริษัทพลาสติกไทย จ.นครปฐม)

3.ถาดโฟม (ขนาด 6x8x0.75 นิ้ว) ฟิล์มพลาสติก (ยี่ห้อ aro คุณสมบัติ ความหนา 10 ไมครอน ผลิตจากพีวีซี ผลิตโดยบริษัทควิคแพ็ค แปซิฟิค จำกัด จ.ปทุมธานี)

ปัจจัยที่ 2 รูปแบบการจัดการใบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.บรรจุแบบสุ่ม

2.บรรจุแบบจัดเรียงใบ ให้ใบเพลสดอยู่ด้านล่าง ใบอ่อนอยู่ด้านบน

จากนั้นนำไปวางที่อุณหภูมิ 13°C นำใบผักเหียงออกมาตรวจคุณภาพและอายุการเก็บรักษาทุกๆ 7 วัน จนกระทั่งผักที่เก็บรักษาไว้เสื่อมสภาพไม่สามารถใช้บริโภคได้ 20% ของน้ำหนักเริ่มต้น

บันทึก อายุการวางจำหน่าย (วัน) การสูญเสียน้ำหนักสด (%) การเปลี่ยนสีใบ (คะแนน) ปริมาณเส้นใย (%) (Gould, 1977) ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจนและเอทิลีน ปริมาณคลอโรฟิลล์ a b และ แคโรทีนอยด์ (Alan, 1994) การเปลี่ยนแปลงอื่น ๆ และคะแนนการชิมจากผู้บริโภค

การทดลองที่ 2 ผลของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำต่อคุณภาพ

เตรียมใบเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 วางแผนการทดลองแบบ 3x2 factorial in CRD ประกอบด้วย 2 ปัจจัย

ปัจจัยที่ 1 ชนิดบรรจุภัณฑ์พลาสติก 3 ชนิด คือ

1.ถุงพลาสติกชนิด low density polyethylene (LDPE) ขนาด 10x15 นิ้ว ใสไม่เจาะรู

2.ถุงฟิล์ม EMA (Equilibrium Modified Atmosphere) ขนาด 10x12 นิ้ว (บริษัทพลาสติกไทย)

3. ถาดโฟม (ขนาด 6x8x0.75 นิ้ว) หุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก (ยี่ห้อ aro คุณสมบัติ ความหนา 10 ไมครอน ผลิตจากพีวีซี ผลิตโดยบริษัทควิกแพ็ค แปซิฟิค จำกัด จ.ปทุมธานี)

ปัจจัยที่ 2 ระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษา

1.อุณหภูมิ 4±2C

2.อุณหภูมิ 8±2C

ทำการบรรจุผักเหียงในภาชนะบรรจุ แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 4 หรือ 8°C นำใบผักเหียงออกมาตรวจคุณภาพและอายุการเก็บรักษาทุก ๆ 10 วัน จนกระทั่งผักที่เก็บรักษาไว้เสื่อมสภาพไม่สามารถใช้บริโภคได้ 20% ของน้ำหนัก

บันทึก อายุการเก็บรักษา (วัน) การสูญเสียน้ำหนักสด (%) การเปลี่ยนสีใบ (คะแนน) ปริมาณคลอโรฟิลล์ a b และ แคโรทีนอยด์ (Alan, 1994) การเปลี่ยนแปลงอื่น ๆ และ ปริมาณเส้นใย (%) (Gould, 1977)

การทดลองที่ 3 ศึกษาผลของอุณหภูมิขณะขนส่งต่ออายุการวางจำหน่ายและ

คุณภาพใบ

เตรียมใบเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 วางแผนการทดลองแบบ 3x2 factorial in CRD ประกอบด้วย 2 ปัจจัย

ปัจจัยที่ 1 ชนิดบรรจุภัณฑ์พลาสติก 3 ชนิด คือ

1.ถุงพลาสติกชนิด low density polyethylene (LDPE) ขนาด 10x15 นิ้ว ใสไม่

เจาะรู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ฟิล์ม EMA (Equilibrium Modified Atmosphere) ขนาด 10x12 นิ้ว (บริษัท พลาสติกไทย)

3. ภาชนะ (ขนาด 6x8x0.75 นิ้ว) หุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก (ยี่ห้อ aro คุณสมบัติ ความหนา 10 ไมครอน ผลิตจากพีวีซี ผลิตโดยบริษัทควิคแพ็ค แปซิฟิค จำกัด จ.ปทุมธานี)

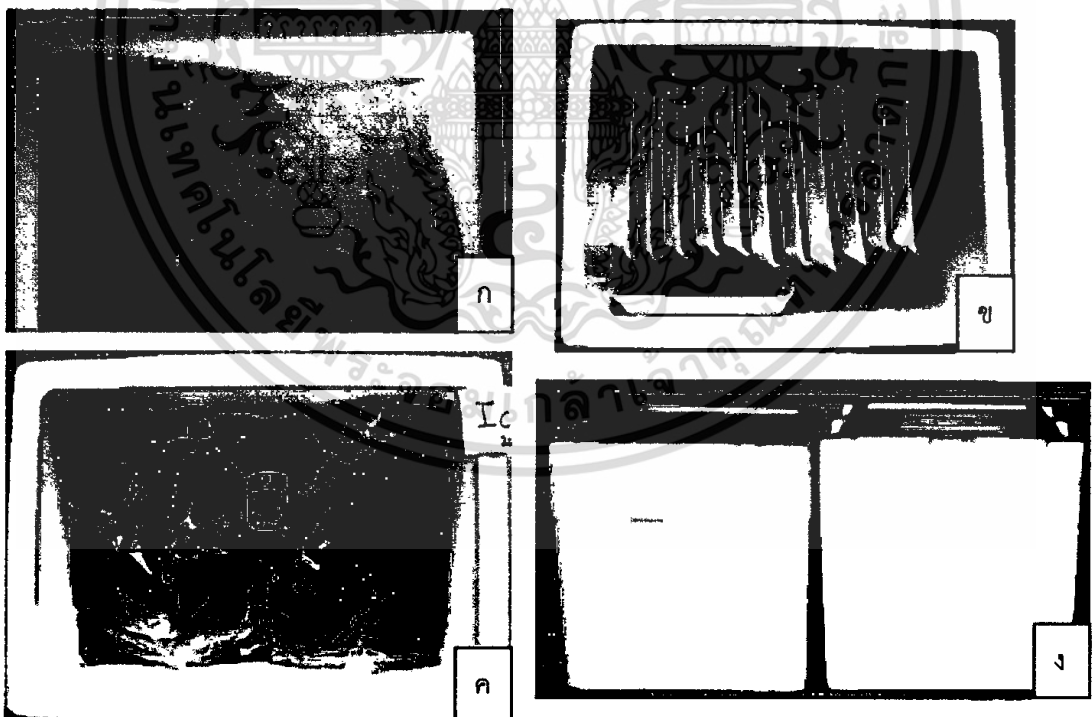
ปัจจัยที่ 2 การควบคุมอุณหภูมิระหว่างการขนส่ง

1. ใส่ น้ำแข็ง ในกล่องโฟมที่ใช้ในการขนส่งขนาดภายใน กxยxส = 30x43x31.5 เซนติเมตร แต่ละกล่องบรรจุ น้ำแข็ง ปริมาณ 5 กิโลกรัม ต่อ น้ำหนัก ผัก รวม บรรจุ ถัง เฉลี่ย 2.64 กิโลกรัม

2. ไม้ใส่ น้ำแข็ง ในกล่องโฟมขนาดภายใน กxยxส = 30x43x31.5 เซนติเมตร (น้ำหนัก ผัก รวม บรรจุ ถัง เฉลี่ย 2.64 กิโลกรัม)

นำ น้ำแข็ง 5 กิโลกรัม บรรจุ ในถุง พลาสติก วางไว้ ด้านล่าง ของกล่อง โฟม (ภาพที่ 3.2 ก) บรรจุ ผัก ในกล่อง โฟม ดังภาพ ที่ 3.2 ข และ ค โดย บรรจุ อุปกรณ์ บันทึก อุณหภูมิ และ ความชื้น ภายใน กล่อง จากนั้น ปิด ฝา กล่อง (ภาพที่ 3.2 ง) จำลอง การขนส่ง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบ เวลา 24 ชั่วโมง นำ ผัก เหลือ ยาง บาง ส่วน มา ตรวจสอบ คุณภาพ และ ที่ เหลือ นำ ไป วาง ไว้ ที่ อุณหภูมิ 13°C ตรวจสอบ คุณภาพ และ อายุ การ วาง จำหน่าย ทุก ๆ 7 วัน จนกระทั่ง ผัก ที่ เก็บ รักษา ไว้ เสื่อม สภาพ ไม่ สามารถ ใช้ บริโภค ได้ 20% ของ น้ำหนัก

บันทึก อายุ วาง จำหน่าย (วัน) การ สูญ เสีย น้ำหนัก สด (%) การ เปลี่ยน สี ใบ (คะแนน) การ เปลี่ยน แปลง อื่น ๆ และ คะแนน การ ชิม จาก ผู้ บริโภค



ภาพที่ 3.2 การจัดวางน้ำแข็งด้านล่างของกล่อง (ก) การบรรจุ ผัก เหลือ ในกล่อง โฟม (ข และ ค) กล่องบรรจุ ผัก ขณะ รอ การขนส่ง (ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การบันทึกผลการทดลอง

3.3.1.อายุวางจำหน่าย (วัน) บันทึกวันตั้งแต่เริ่มการทดลองจนกระทั่งผักที่ทำการทดลองมีการเสื่อมสภาพ ประกอบด้วย เหี่ยว น้ำเสียประมาณ 20% ของน้ำหนักเริ่มต้น ให้ถือว่าหมดอายุการวางจำหน่าย

3.3.1.1 การเน่า (เปอร์เซ็นต์) ชั่งน้ำหนักผักที่แสดงอาการใบเน่า โดยพบจุดดำ เน่า ที่เห็นด้วยตาเปล่าชัดเจนตั้งแต่ 1 ตำแหน่งบนใบเป็นต้นให้ถือว่าใบนั้นเน่า

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

3.3.1.2 การเหี่ยว (เปอร์เซ็นต์) ชั่งน้ำหนักผักที่แสดงอาการใบเหี่ยว โดยพบปลายใบหรือขอบใบมีรอยย่นหรือและแห้งตั้งแต่ 1 ตำแหน่งบนใบเป็นต้นไปให้ถือว่าใบนั้นเหี่ยว

$$\text{ใบเหี่ยว (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{น้ำหนักของใบที่แสดงอาการเหี่ยว} \times 100}{\text{น้ำหนักสดของใบทั้งหมดในวันเริ่มต้น}}$$

3.3.2. การสูญเสียน้ำหนักสด (%) บันทึกน้ำหนักสดเริ่มการทดลองจนกระทั่งผักหมดอายุการใช้งาน คำนวณการสูญเสียน้ำหนักสด

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

3.3.3. การเสื่อมสภาพที่พบ ได้แก่ อาการใบเน่า ใบเหี่ยว (เปอร์เซ็นต์) คะแนนการเปลี่ยนสีใบ คะแนนการเปลี่ยนสีใบ มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ใบผักเหลืองมีการเปลี่ยนสีไม่เกิน 20% ของน้ำหนัก คิดเป็น 1 คะแนน

ใบผักเหลืองมีการเปลี่ยนสีไม่เกิน 21-40% ของน้ำหนัก คิดเป็น 2 คะแนน

ใบผักเหลืองมีการเปลี่ยนสีไม่เกิน 41-60% ของน้ำหนัก คิดเป็น 3 คะแนน

ใบผักเหลืองมีการเปลี่ยนสีไม่เกิน 61-80% ของน้ำหนัก คิดเป็น 4 คะแนน

ใบผักเหลืองมีการเปลี่ยนสีไม่เกิน 81-100% ของน้ำหนัก คิดเป็น 5 คะแนน

3.3.4. ปริมาณเส้นใย (Gould, 1977)

โดยวิธีดัดแปลง ซึ่งตัวอย่างใบผักเหลืองที่ตัดเป็นชิ้นๆ ประมาณ 50 กรัม นำไปต้มในน้ำเดือด 100 มิลลิลิตร นาน 10 นาที แล้วเติม 50% โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ปริมาตร 12.5 มิลลิลิตร ต้มต่ออีก 5 นาที นำเส้นใยที่เหลื่อมมาล้างบนตะแกรงขนาด 30 รู/นิ้ว (mesh) โดยใช้น้ำไหล เส้นใยที่ได้อบที่อุณหภูมิ 100°C นาน 2 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักของเส้นใยที่อบได้เพื่อคำนวณปริมาณเส้นใยจากสูตร

$$\% \text{ เส้นใย} = \frac{\text{น้ำหนักเส้นใยที่อบได้}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างสด}} \times 100$$

3.3.5. การเก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจนและ เอทิลีน

เก็บตัวอย่างแก๊สจากถุงบรรจุแต่ละถุง นำไปวิเคราะห์ปริมาณแก๊สด้วยเครื่อง gas chromatograph

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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)

3.3.6. ปริมาณคลอโรฟิลล์ a b และ แคโรทีนอยด์

ตัดเนื้อเยื่อใบเป็นชิ้นเล็ก ๆ ซึ่งน้ำหนักสด 0.05 กรัม แช่ในสารละลายอะซิโตน ความเข้มข้น 80% ที่เย็นจัด ปริมาตร 3.5 ml จากนั้นนำไปไว้ที่มีอุณหภูมิ 4°C เมื่อเนื้อเยื่อกลายเป็นสีขาวหมด นำสารละลายไปปั่นเหวี่ยงที่ 3,000 g นาน 3 นาที นำสารละลายที่สกัดได้วัดค่าการดูดกลืนแสง (A) ที่ความยาวคลื่น 470 646 และ 663 นาโนเมตร คำนวณปริมาณ Chlorophyll a b และ แคโรทีนอยด์จากสูตรดังต่อไปนี้

$$\text{Chlorophyll a (C}_a\text{) (ug/g FW) = 12.21 A}_{663} - 2.81 A}_{646}$$

$$\text{Chlorophyll b (C}_b\text{) (ug/g FW) = 20.13 A}_{646} - 5.03 A}_{663}$$

$$\text{Carotenoids (ug/g FW) = (1000 A}_{470} - 3.27C}_a - 104C}_b)/198$$

3.3.7. คุณภาพทางประสาทสัมผัสจากผู้บริโภค ซึ่งประกอบด้วย

ความนุ่ม รสหวาน รสขม ความเหนียว (เส้นใย) ความชอบ โดยนำไปผัดเกลี้ยงไปลวกในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที แล้วใส่ในน้ำเย็น จากนั้นจัดให้ผู้บริโภคที่บริโภคผักเกลี้ยงเป็นประจำให้คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสจำนวน 5 คน จากนั้นนำเสนอคะแนนจากค่าเฉลี่ยคะแนนการชิมของผู้บริโภค

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสใช้เกณฑ์การให้คะแนน 5 ระดับ ดังแสดงด้านล่าง

หมายเลขตัวอย่าง ชื่อผู้ชิม.....

(โปรดวงกลมล้อมรอบตัวเลข)

1. ความขม/ฝาด	ไม่ขม/ฝาด	0	1	2	3	4	ขม/ฝาด
2. ความหวาน	ไม่หวาน	0	1	2	3	4	หวานมาก
3. เส้นใย	ไม่มี	0	1	2	3	4	มีมาก
4. กลิ่นและรสที่ผิดปกติ	ไม่มี	0	1	2	3	4	มีมาก
5. ความชอบ	ไม่ชอบ	0	1	2	3	4	ชอบมาก

3.3.8. การเปลี่ยนแปลงอื่น ๆ ที่สังเกตพบเช่น เชื้อโรคที่เข้าทำลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

3.6 ระยะเวลาทำการวิจัย

ระยะเวลาการทำวิจัย : 1 ต.ค. 2558-30 ก.ย. 2559



บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การทดลองที่ 1 ชนิดบรรจุภัณฑ์ ลักษณะการบรรจุ ต่ออายุการวางจำหน่ายและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผักเหียงแบบพร้อมปรุง

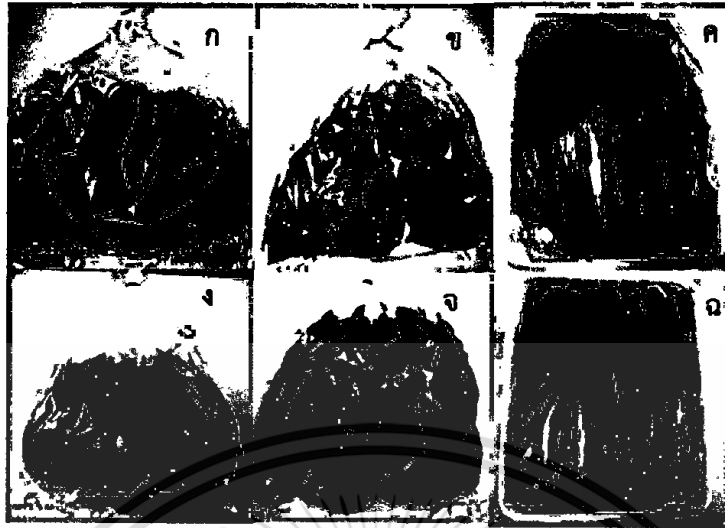
4.1.1 อายุการวางจำหน่าย

อายุการวางจำหน่ายของใบผักเหียงที่บรรจุในถุงพลาสติก PE EMA และถาดโฟมที่ห่อหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติกร่วมกับการจัดใบแบบสุ่มและจัดเรียงใบในบรรจุภัณฑ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยใบผักเหียงที่บรรจุในถุง PE EMA และถาดห่อหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติกมีอายุการวางจำหน่ายเฉลี่ย 23.8 22.2 และ 24.5 วันตามลำดับ ส่วนวิธีการจัดการใบผักในบรรจุภัณฑ์มีอายุการวางจำหน่ายที่ 23 วัน (ตารางที่ 4.1) ทั้งการบรรจุใบแบบสุ่มหรือจัดเรียง (ภาพที่ 4.1) ไม่ทำให้ใบมีอายุการวางจำหน่ายแตกต่างกัน

ตารางที่ 4.1 อายุวางจำหน่ายของใบผักเหียงที่บรรจุในถุงพลาสติก PE EMA และถาดโฟมห่อหุ้มฟิล์มพลาสติกร่วมกับการจัดใบแบบสุ่มและเรียงใบ โดยวางถุงบรรจุผักไว้ที่อุณหภูมิ 13°C (13± 2°C ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (RH) 92±6.0)

ชนิดถุง	อายุวางจำหน่าย (วัน)
ถุง PE	25.1 ^{1/}
ถุง EMA	23.9
ถาดโฟมห่อหุ้มฟิล์มพลาสติก	25.7
การจัดใบ	อายุวางจำหน่าย (วัน)
สุ่ม	24.9 ^{2/}
เรียงใบ	24.9
P-value	
ปัจจัย	อายุวางจำหน่าย (วัน)
ชนิดบรรจุภัณฑ์	0.46
การจัดใบ	1.0
ชนิดบรรจุภัณฑ์ x การจัดใบ	0.11
cv	13.9

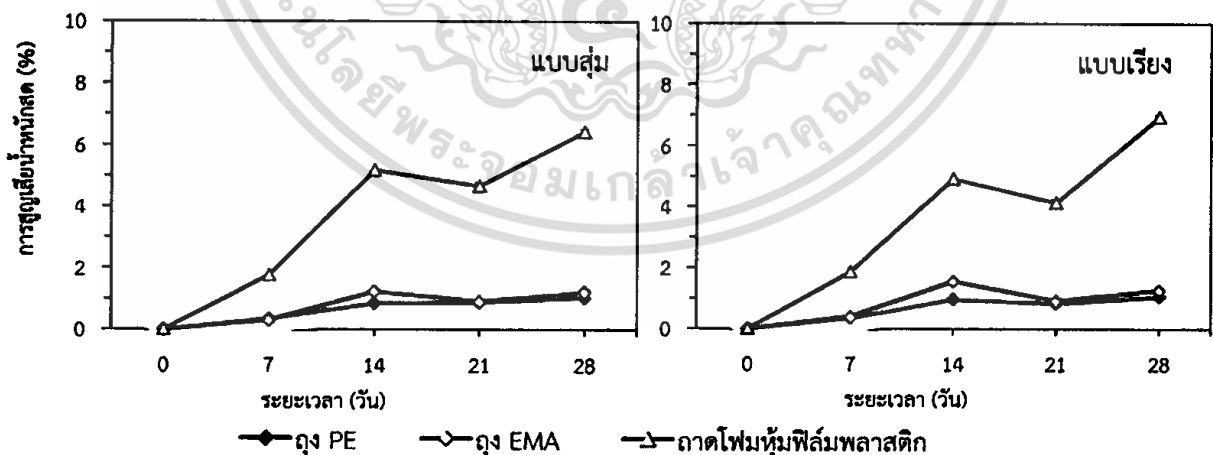
^{1/2/} ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
P > 0.05 ไม่แตกต่างทางสถิติ



ภาพที่ 4.1 การบรรจุใบผักเหียงแบบสุ่มในถุงชนิด PE (ก) EMA (ข) พลาสติก (ค) และการเรียงใบในถุง PE (ง) EMA (จ) พลาสติก (ฉ) ก่อนนำไปไว้ที่อุณหภูมิ 13°C

4.1.2 การสูญเสียน้ำหนักสด

ใบผักเหียงแบบพร้อมปรุงที่บรรจุในถุง พลาสติก PE และ EMA มีการสูญเสียน้ำหนักสดของใบน้อยกว่าการบรรจุผักในถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกทั้งการบรรจุแบบสุ่มและจัดเรียงใบ ตลอดเวลาการวางจำหน่ายที่อุณหภูมิ 13C ใบเหียงที่บรรจุในถุงพลาสติก PE และ EMA มีการสูญเสียน้ำหนักสดน้อยกว่า 5% ตลอดระยะเวลาทำการทดลอง ขณะที่การบรรจุผักในถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกมีการสูญเสียน้ำหนักสดเกิน 5% ภายหลังจากวางจำหน่าย 7 วันเป็นต้นไปทั้งการแบบสุ่มและจัดเรียงใบ (ภาพที่ 4.2)



ภาพที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด (%) ของใบผักเหียงที่บรรจุแบบสุ่ม และจัดเรียงใบในถุง PE EMA และถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกที่อุณหภูมิ 13°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 การเสื่อมสภาพที่พบ

การเสื่อมสภาพของใบที่แสดงให้เห็นชัดเจนในระหว่างการวางจำหน่ายผักที่อุณหภูมิ 13°C คือการเน่าของใบ (ตารางที่ 4.2) พบว่าใบผักเหี่ยวในทุกสภาพการบรรจุและการจัดเรียงใบมีการเน่าของใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ใบจะเน่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่วางจำหน่าย การทดลองครั้งนี้ไม่พบการเสื่อมสภาพด้านการเปลี่ยนสีใบหรือใบเหี่ยวตลอดระยะเวลาการทดลอง

ตารางที่ 4.2 การเน่าของใบผักเหี่ยว (%) ที่บรรจุในถุงพลาสติก PE EMA และถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติก ร่วมกับการจัดใบแบบสุ่มและเรียงใบ โดยวางถุงบรรจุผักไว้ที่อุณหภูมิ 13°C ($13 \pm 2^\circ\text{C}$) ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (RH) 92 ± 6.0 เป็นระยะเวลา 7 14 และ 21 วัน

ชนิดถุง	อายุวางจำหน่าย (วัน)		
	7 ^{1/}	14 ^{2/}	21 ^{3/}
ถุง PE	0.9	6.6	13.2
ถุง EMA	0.8	2.2	15.2
ถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติก	1.4	3.6	13.3
การจัดใบ	อายุวางจำหน่าย (วัน)		
	7 ^{4/}	14 ^{5/}	21 ^{6/}
สุ่ม	1.0	2.9	13.9
เรียง	1.0	5.2	13.9
P-value			
ปัจจัย	อายุวางจำหน่าย (วัน)		
	7	14	21
ชนิดบรรจุภัณฑ์	0.46	0.22	0.73
การจัดใบ	0.95	0.26	0.97
ชนิดบรรจุภัณฑ์ x การจัดใบ	0.56	0.59	0.44

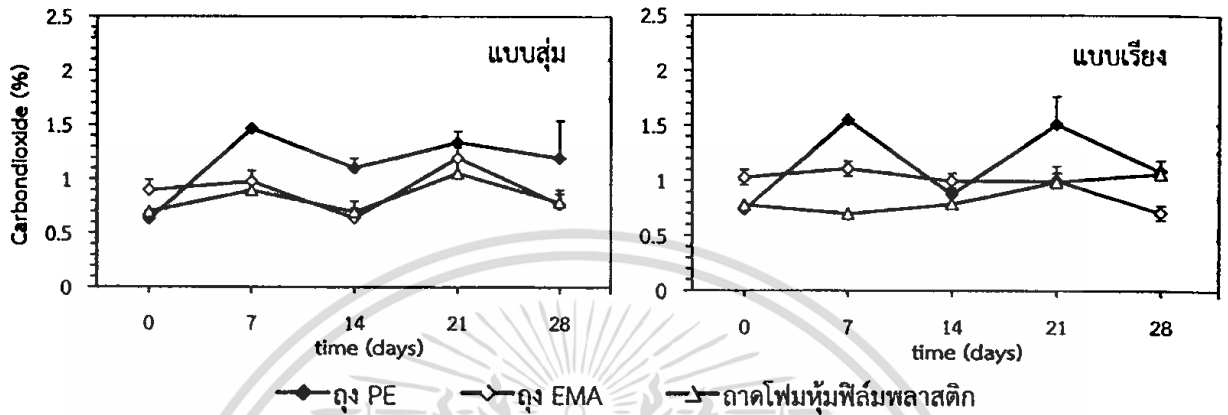
^{1/2/3/4/5/6/} ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

P > 0.05 ไม่แตกต่างทางสถิติ

4.1.4 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน และเอทิลีนภายในถุงบรรจุ

ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ของใบผักเหี่ยวในถุงบรรจุชนิด PE ร่วมกับการจัดใบแบบสุ่มมีค่าเพิ่มขึ้นภายหลังการวางที่อุณหภูมิ 13 เป็นเวลา 7 วัน ซึ่งค่าสูง 1.5 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นมีปริมาณลดลงและคงที่ตลอดการทดลองที่ระดับ 1.0 ตั้งแต่วันที่ 14 จนถึงวันที่ 28 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในถุงบรรจุชนิด EMA และถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกมีปริมาณใกล้เคียงกันและมีปริมาณต่ำกว่าถุงบรรจุชนิด PE ซึ่งปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ตั้งแต่วันที่ 0 ถึง 14 ก่อนข้างคงที่ที่ระดับไม่เกิน 1% การบรรจุใบแบบเรียงในถุงชนิด PE ยังคงมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ไม่คงที่ พบว่าวันที่ 7 และ 21 มีระดับปริมาณที่ 1.5% ขณะที่วันที่ 0 14 และ 28 มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 1% ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ของใบเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

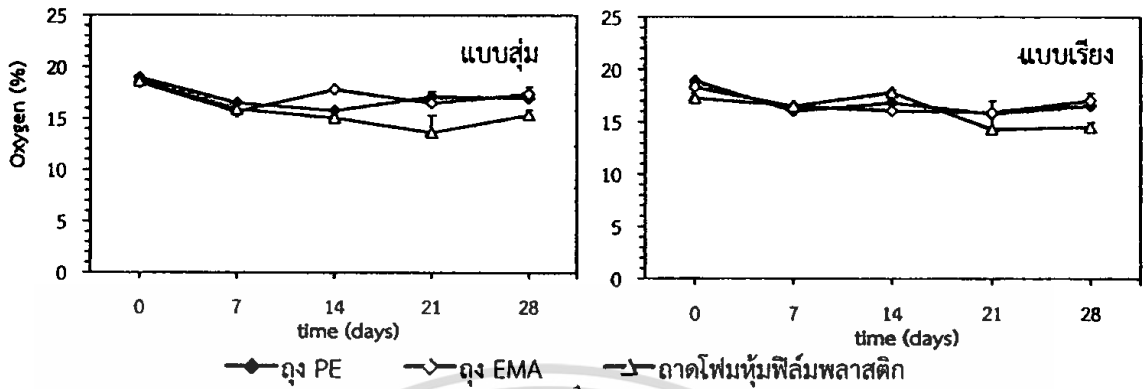
ผักในถุงบรรจุ EMA ค่อนข้างคงที่ตลอดการทดลอง เช่นเดียวกับปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในภาดโฟมหุ้มฟิล์มถนอมอาหาร แต่ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในภาดโฟมหุ้มฟิล์มถนอมอาหารมีระดับน้อยกว่าช่วงวัน 0 ถึง 14 หลังจากนั้นปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 4.3)



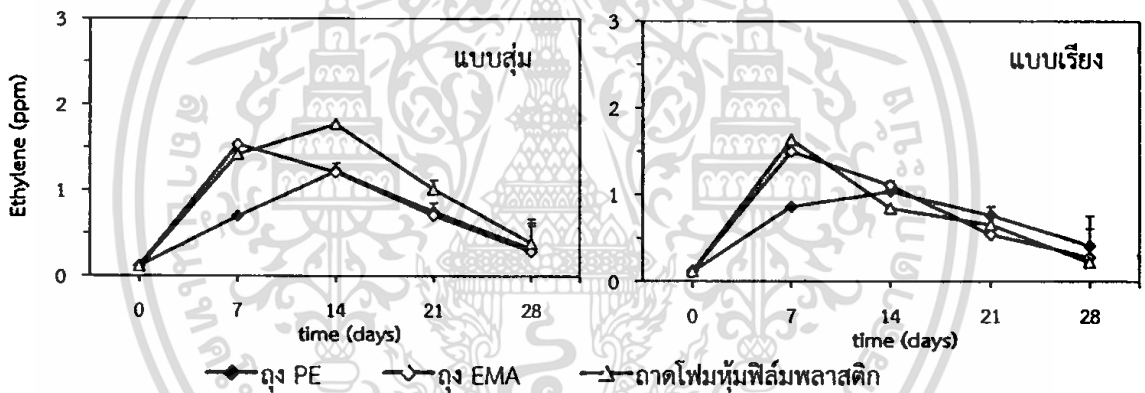
ภาพที่ 4.3 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (%) ของใบผักเหียงในถุงบรรจุชนิด PE EMA และภาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกในสภาพการจัดใบแบบสุ่ม และจัดเรียง

ในสภาพการบรรจุใบผักแบบสุ่ม ก๊าซออกซิเจนในถุงบรรจุภัณฑ์ทุกชนิดมีปริมาณลดลงหลังการบรรจุ 7 วัน และลดลงอย่างต่อเนื่องในทริทเมนต์การบรรจุด้วยถุง EMA ขณะที่ใบผักในถุง PE และภาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกมีปริมาณออกซิเจนเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกับวันแรกของการบรรจุ การบรรจุแบบเรียงใบในถุงต่างๆ มีปริมาณออกซิเจนลดลงจากวันแรกบรรจุเช่นเดียวกับการบรรจุใบแบบสุ่ม ปริมาณออกซิเจนในถุงบรรจุสูงสุด 18% และต่ำสุด 14.3% (ภาพที่ 4.4)

เมื่อพิจารณาปริมาณเอทิลีนในถุงบรรจุ พบว่าทุกชนิดบรรจุภัณฑ์มีการสะสมปริมาณเอทิลีนอย่างต่อเนื่องระหว่างวันที่ 0-7 จากนั้นปริมาณเอทิลีนจะลดลงทุกทริทเมนต์ในวันที่ 14 ปริมาณเอทิลีนที่ลดลงนี้พบมากในกรณีการบรรจุใบผักในถุง EMA ทั้งแบบการจัดเรียงใบและสุ่มใบ แต่เมื่อพิจารณาปริมาณเอทิลีนเริ่มต้นพบว่า ใบผักที่ถูกบรรจุในถุง PE มีการสะสมเอทิลีนต่ำกว่าการบรรจุผักในถุง EMA และภาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติก (ภาพที่ 4.5)



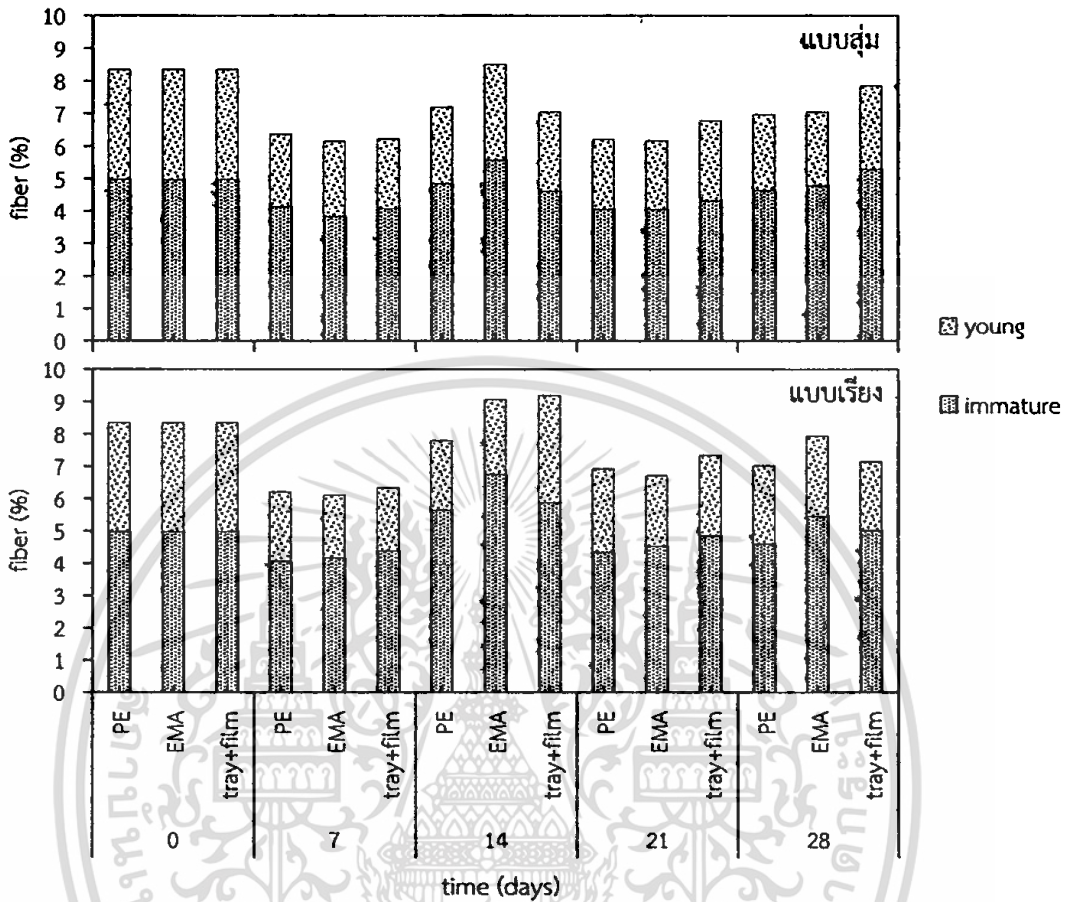
ภาพที่ 4.4 ปริมาณออกซิเจน (%) ของใบผักเหียงในถุงบรรจุชนิด PE EMA และถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติก ในสภาพการจัดใบแบบสุ่ม และจัดเรียง



ภาพที่ 4.5 ปริมาณเอทิลีน (ppm) ของใบผักเหียงในถุงบรรจุชนิด PE EMA และถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกในสภาพการจัดใบแบบสุ่ม และจัดเรียง

4.1.5 ปริมาณเยื่อใยของใบผักภายหลังการวางจำหน่าย

ใบผักเหียงในถุงบรรจุประกอบด้วยใบอ่อนและเพลสด ปริมาณเยื่อใยทั้งของใบอ่อนและเพลสดที่ผ่านการวางจำหน่าย 7 14 21 หรือ 28 วันมีปริมาณใกล้เคียงกับปริมาณเยื่อใยของใบวันที่ 0 ทั้งในรูปแบบของการจัดแบบเรียงหรือสุ่ม (ภาพที่ 4.6)

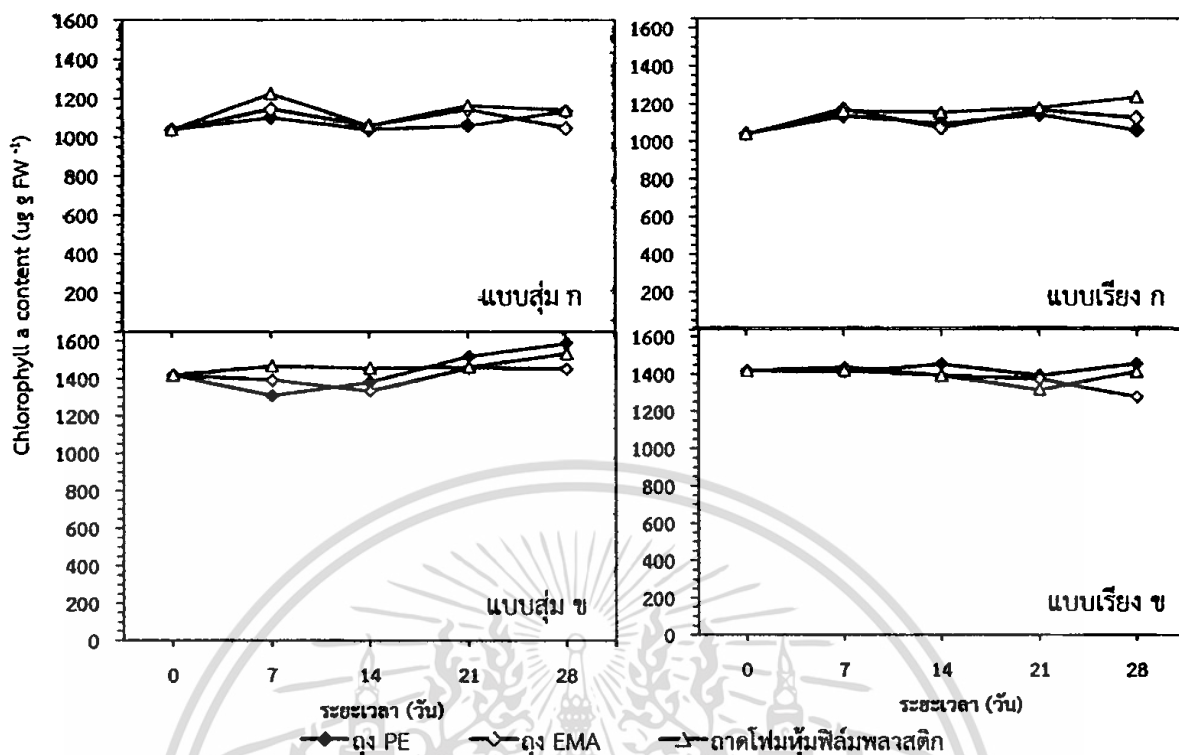


ภาพที่ 4.6 ปริมาณเยื่อใย (%) ของใบผักเคลียงในถุงบรรจุชนิด PE EMA และถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกในสภาพการจัดใบแบบสุ่ม และจัดเรียง

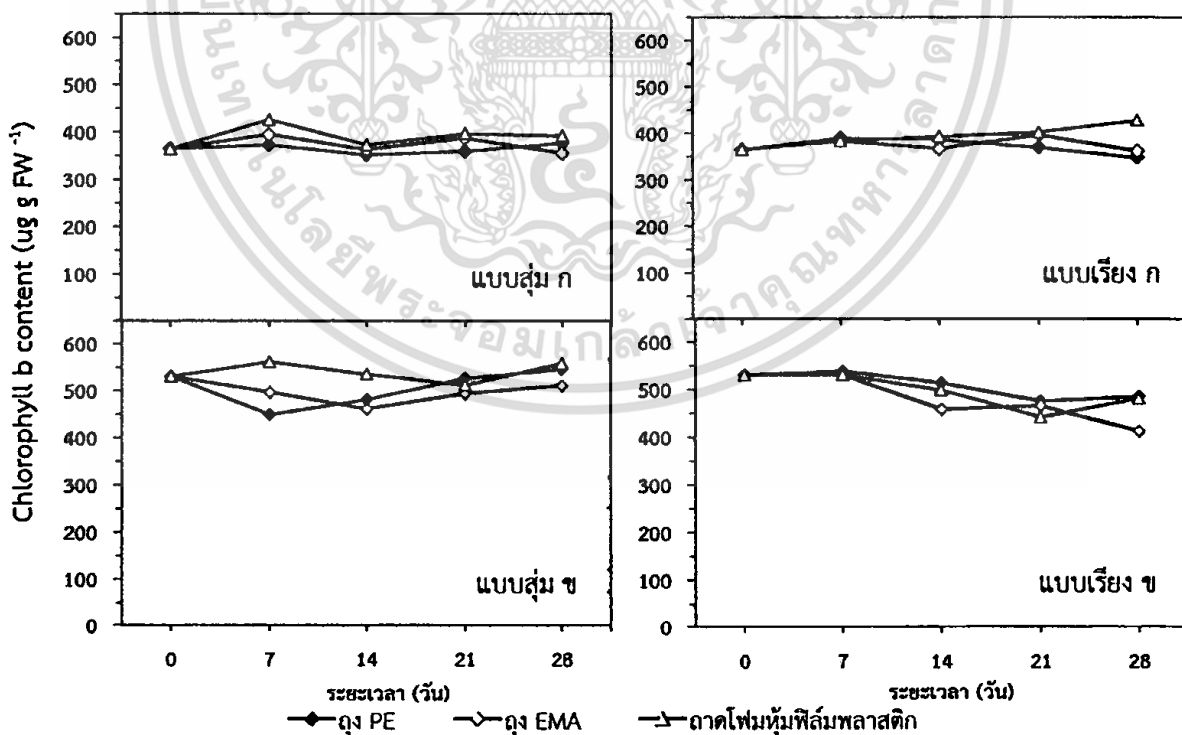
4.1.6 ปริมาณคลอโรฟิลล์ของใบผักภายหลังการวางจำหน่าย

คลอโรฟิลล์เอ ของใบอ่อนมีปริมาณ $1,000 \text{ ug gFW}^{-1}$ ซึ่งน้อยกว่าใบเพสลาดที่มีปริมาณ $1,200 \text{ ug gFW}^{-1}$ ใบอ่อนทั้งแบบสุ่มและเรียงใบ มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ เพิ่มขึ้นและลดลงตลอดระยะเวลาการทดลอง ส่วนใบเพสลาดที่บรรจุใบแบบสุ่มและเรียงใบในถุง EMA และ ถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกมีปริมาณคลอโรฟิลล์ค่อนข้างคง ปริมาณคลอโรฟิลล์เอจากใบเพสลาดที่ถูกบรรจุแบบสุ่มในถุง PE มีการลดลงของคลอโรฟิลล์ในช่วง 7 วันแรกจากนั้นจึงเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการทดลอง (ภาพที่ 4.7)

คลอโรฟิลล์บี ของใบอ่อนมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับคลอโรฟิลล์ เอ โดยใบอ่อนมีปริมาณ 350 ug gFW^{-1} ซึ่งน้อยกว่าใบเพสลาดที่มีปริมาณ 550 ug gFW^{-1} ใบอ่อนทั้งแบบสุ่มและเรียงใบ มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ เพิ่มขึ้นและลดลงตลอดระยะเวลาการทดลอง ส่วนใบเพสลาดที่บรรจุใบแบบสุ่มและเรียงใบในถุง EMA และ ถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกมีปริมาณคลอโรฟิลล์ค่อนข้างคง ปริมาณคลอโรฟิลล์เอจากใบเพสลาดที่ถูกบรรจุแบบสุ่มในถุง PE มีการลดลงของคลอโรฟิลล์ในช่วง 7 วันแรกจากนั้นจึงเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการทดลอง (ภาพที่ 4.8)



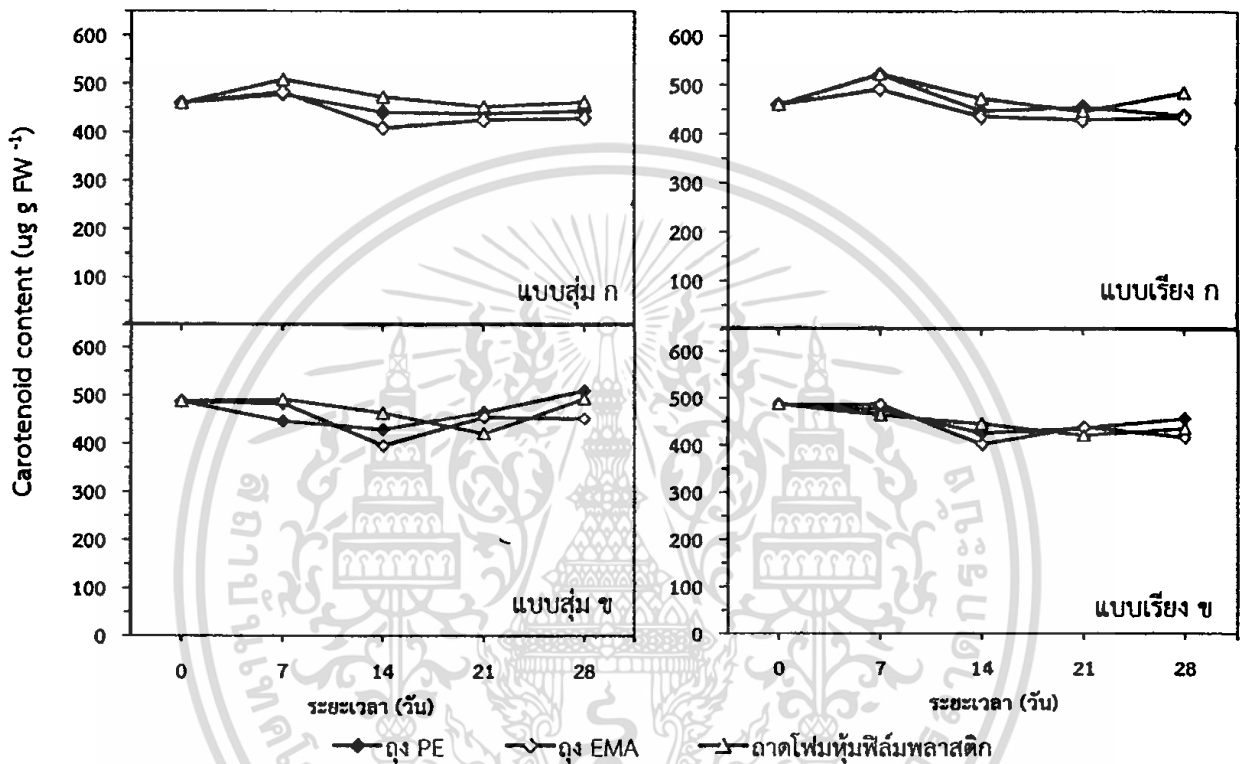
ภาพที่ 4.7 ปริมาณคลอโรฟิลล์ a ใบอ่อน (ก) และใบเปสลาด (ข) ของผักเหียงในถุงบรรจุชนิด PE EMA และถาดโหลหุ้มฟิล์มพลาสติกในสภาพการจัดใบแบบสุ่ม และเรียง



ภาพที่ 4.8 ปริมาณคลอโรฟิลล์ b ใบอ่อน (ก) เปสลาด (ข) ของผักเหียงในถุงบรรจุชนิด PE EMA และถาดโหลหุ้มฟิล์มพลาสติกในสภาพการจัดใบแบบสุ่ม และเรียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณแคโรทีนอยด์ของใบอ่อนและใบเพสลาดมีปริมาณใกล้เคียงกันในวันเริ่มทำการทดลอง ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของแคโรทีนอยด์ทั้งในใบอ่อนที่ได้รับการบรรจุแบบสุ่มและเรียงในถุง PE EMA และถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกและใบเพสลาดจัดเรียงใบ มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณแคโรทีนอยด์ในวันที่ 7 เล็กน้อยจากนั้นลดลงและคงที่ ยกเว้นใบเพสลาดที่จัดใบแบบสุ่มปริมาณแคโรทีนอยด์จะเพิ่มขึ้นภายหลังการลดลงในระยะ 7 หรือ 14 วัน (ภาพที่ 4.9)



ภาพที่ 4.9 ปริมาณแคโรทีนอยด์ ใบอ่อน (ก) เพสลาด (ข) ของผักเคลียงในถุงบรรจุชนิด PE EMA และถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกในสภาพการจัดใบแบบสุ่ม และเรียง

4.2 การทดลองที่ 2 ผลของอุณหภูมิคำต่อคุณภาพผักเหียงแบบพร้อมปรุง

4.2.1 อายุการเก็บรักษา

ชนิดของบรรจุภัณฑ์ PE EMA และถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกไม่ทำให้อายุเก็บรักษาใบผักเหียงแตกต่างกัน แต่อุณหภูมิการเก็บรักษาที่ 8 °ซ ผักมีอายุเก็บรักษาได้นาน 21 วันซึ่งนานกว่าที่ 4 °ซ ที่มีอายุเก็บรักษานาน 16 วัน (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 อายุวางจำหน่ายของใบผักเหียงที่บรรจุในถุงพลาสติก PE EMA และถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกที่ผ่านการเก็บรักษาอุณหภูมิ $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ ($81\pm 7.1\%$) หรือ $8\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ ($85\pm 7.6\%$)

ชนิดถุง	อายุเก็บรักษา (วัน) ^{1/}
ถุง PE	19.2
ถุง EMA	18.9
ถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติก	17.5
อุณหภูมิ (°ซ)	อายุเก็บรักษา (วัน) ^{2/}
4	16.4 b
8	21.0 a
<i>P</i> -value	
ปัจจัย	อายุเก็บรักษา (วัน)
ชนิดบรรจุภัณฑ์	0.15
อุณหภูมิคำ	0.0001
ชนิดบรรจุภัณฑ์ x อุณหภูมิคำ	0.15
cv	12.6

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

$P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

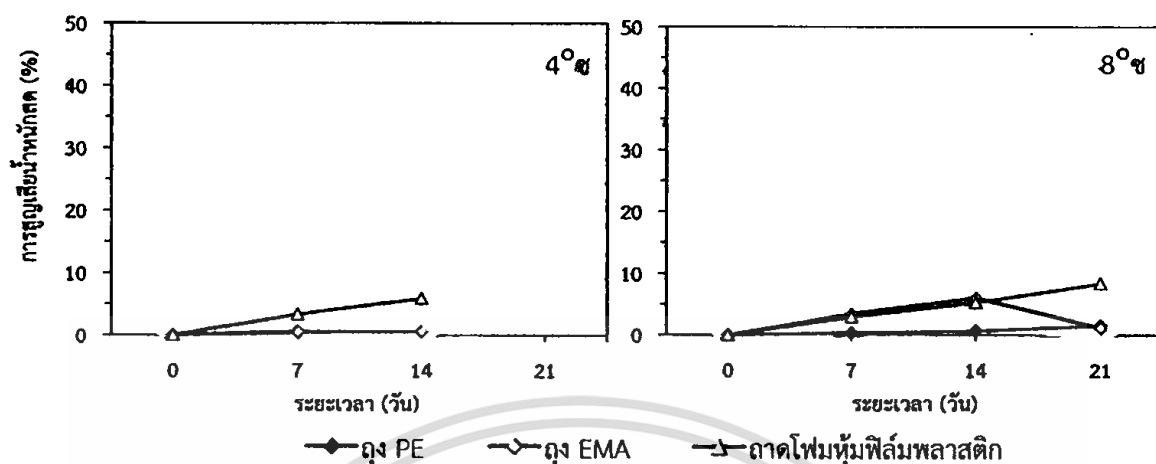
$0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

$P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

4.2.2 การสูญเสียน้ำหนักสด

ใบผักเหียงแบบพร้อมปรุงที่บรรจุในถุง พลาสติก PE และ EMA มีการสูญเสียน้ำหนักสดของใบน้อยกว่าการบรรจุผักในถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกทั้งการทดลองการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8 °ซ ใบเหียงที่บรรจุในถุงพลาสติก PE และEMA มีการสูญเสียน้ำหนักสดน้อยกว่า 5% ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 4 °ซ ขณะที่การบรรจุผักในถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกมีการสูญเสียน้ำหนักสดเกิน 5% ภายหลังจากการวางจำหน่าย 7 วัน ส่วนที่ 8 °ซ ใบผักที่บรรจุในถุง PE มีการสูญเสียน้ำหนักสดน้อยกว่า 5% ตลอดเวลาการเก็บรักษา แต่ใบผักที่บรรจุในถุง EMA และถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากกว่า 5% ภายหลังจาก 14 วัน (ภาพที่ 4.10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.10 การสูญเสียน้ำหนักสด (%) ของใบผักเคลียงในถุงบรรจุชนิด PE EMA และถาด โฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ ($81 \pm 7.1\%$) หรือ $8 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ ($85 \pm 7.6\%$)

4.2.3 การเสื่อมสภาพของใบ

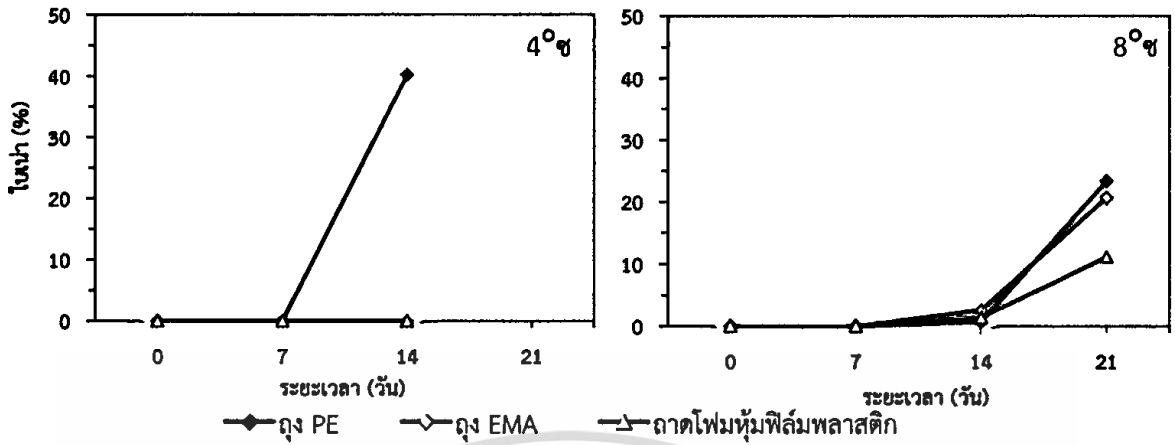
4.2.3.1 ใบเน่า ใบเหี่ยว คะแนนการเปลี่ยนสีใบและอาการสะท้านหนาว

ใบผักบรรจุในถุง PE มีเปอร์เซ็นต์เน่า 40 เปอร์เซ็นต์ภายหลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 14 วัน ส่วนการเก็บรักษาที่ 8°C พบเปอร์เซ็นต์การเน่าภายหลังจากเก็บรักษานาน 14 วันเป็นต้นไป และพบการเน่าสูงสุดวันที่ 21 วันของการบรรจุในถุงชนิด PE และ EMA (ภาพที่ 4.11)

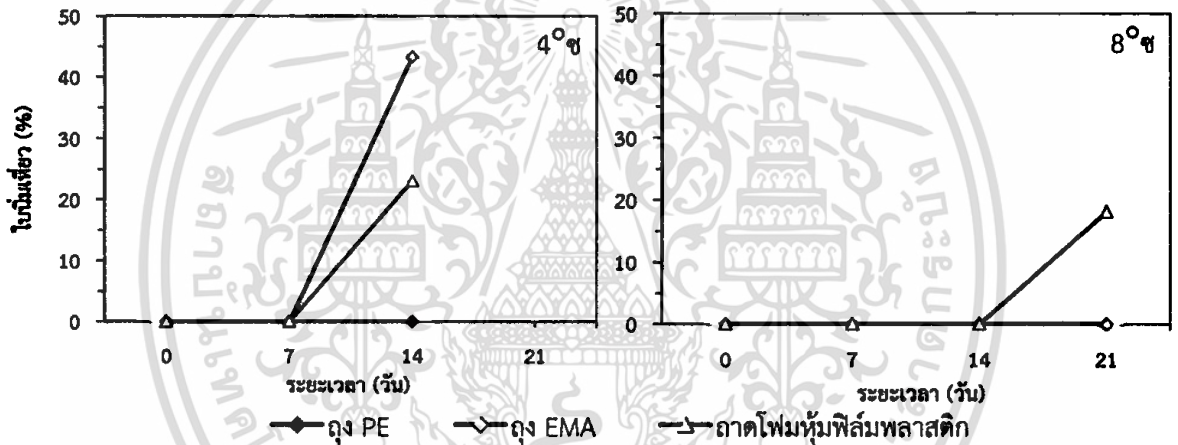
การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ส่งผลให้ใบผักที่บรรจุในถุง EMA และถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติกมีเปอร์เซ็นต์ใบเหี่ยวเน่า 40 และ 20 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ภาพที่ 4.12 4°C) อาการใบเหี่ยวเน่านี้เป็นลักษณะอาการที่แตกต่างจากใบเหี่ยวปกติ คือ ใบจะเน่าทั้งๆ ที่ใบยังมีความชื้น (ภาพที่ 4.13) นอกจากนี้ใบยังแสดงกลิ่นหมักคล้ายแอลกอฮอล์ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8°C การบรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกมีเปอร์เซ็นต์ใบเหี่ยวสูง 20 เปอร์เซ็นต์ภายหลังจากเก็บรักษานาน 21 วัน (ภาพที่ 4.12 8°C)

การเปลี่ยนสีใบของผักเคลียงในการทดลองนี้มีค่าที่ 1 คะแนน เนื่องจากมีใบไม่มีการเปลี่ยนสี-เปลี่ยนสีใบเพียงเล็กน้อยตลอดการทดลอง (ข้อมูลไม่นำเสนอ)

อาการสะท้านหนาวพบได้กับใบผักที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ภายหลังจากเก็บรักษานาน 10 วัน และอาการสะท้านหนาวของใบที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8°C เกิดขึ้นภายหลัง 14 วันของการเก็บรักษา ซึ่งอาการสะท้านหนาวที่อุณหภูมิ 4°C ต่ำแสดงผลเร็วกว่าที่อุณหภูมิ 8°C (ภาพที่ 4.14) อาการสะท้านหนาวที่ปรากฏคือ จะพบจุดช้ำขนาดเล็กกระจายทั่วใบ โดยจุดดังกล่าวจะเห็นชัดที่หลังใบมากกว่า (ภาพที่ 4.15)



ภาพที่ 4.11 ไบเน่า (%) ของใบผักเคลียงในถุงบรรจุชนิด PE EMA และถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8°C

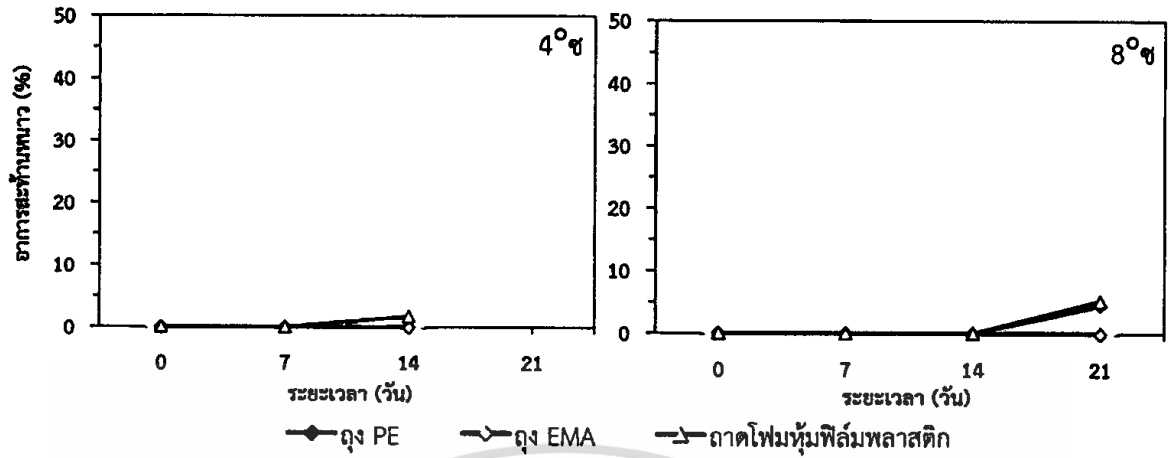


ภาพที่ 4.12 ไบเหี่ยว (%) ของใบผักเคลียงในถุงบรรจุชนิด PE EMA และถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8°C



ภาพที่ 4.13 อาการใบเหี่ยวนิ่มของใบผักเคลียงในถุงบรรจุชนิด PE และ EMA ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.14 อาการสะท้อนหนาว (%) ของใบผักเคลียงในถุงบรรจุชนิด PE EMA และถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8°C



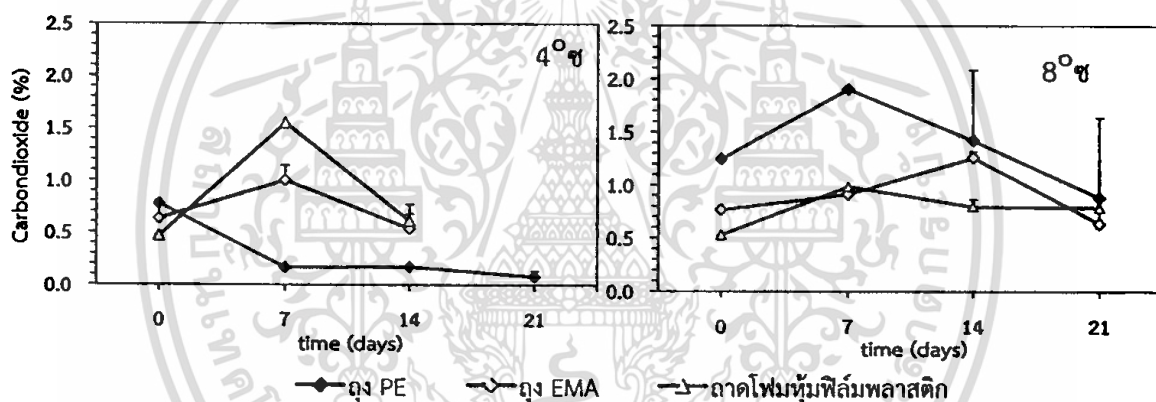
ภาพที่ 4.15 อาการสะท้อนหนาวใบผักเคลียงในถุงบรรจุชนิด PE EMA และถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

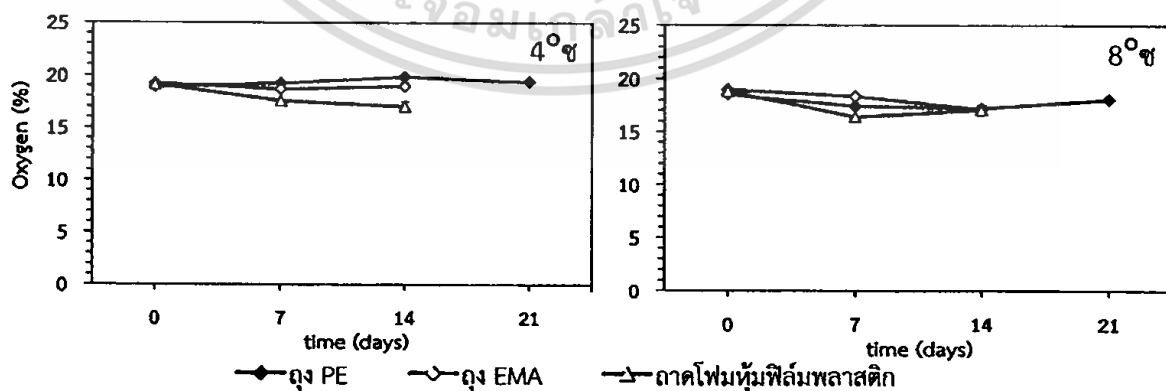
4.2.4 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน และเอทิลีนในถุงบรรจุ

ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของใบผักเคลียงในถุงบรรจุชนิด PE มีระดับต่ำกว่าในถุงบรรจุ EMA และถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกอย่างชัดเจนภายหลังการเก็บรักษา 7 และ 14 วันที่อุณหภูมิ 4°C (ภาพที่ 4.16 4°C) ขณะที่การเก็บรักษาที่ 8°C ใบผักเคลียงในถุง PE มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าถุงชนิดอื่นหลังการบรรจุใบผักเริ่มต้นการทดลองและภายหลังการเก็บรักษา 7 วัน และมีปริมาณสูงกว่าการเก็บรักษาที่ 4°C 3-4 เท่า (ภาพที่ 4.16 8°C) ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของใบผักเคลียงในถุง EMA มีปริมาณใกล้เคียงกันทั้งในสภาพการเก็บรักษาที่ 4°C และ 8°C ส่วนปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของใบผักเคลียงในถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกที่ 8°C มีระดับคงที่ขณะที่การเก็บรักษาที่ 4°C มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณแบบเพิ่มขึ้นและลดลงอย่างรวดเร็ว (ภาพที่ 4.16)

ปริมาณออกซิเจนของใบผักเคลียงทั้งที่เก็บรักษาที่ 4°C และ 8°C มีค่าใกล้เคียงกัน และเมื่อพิจารณาชนิดของถุงต่อปริมาณออกซิเจนของใบผักเคลียงพบว่าชนิดของถุงไม่ทำให้ปริมาณก๊าซแตกต่างกัน (ภาพที่ 4.17)



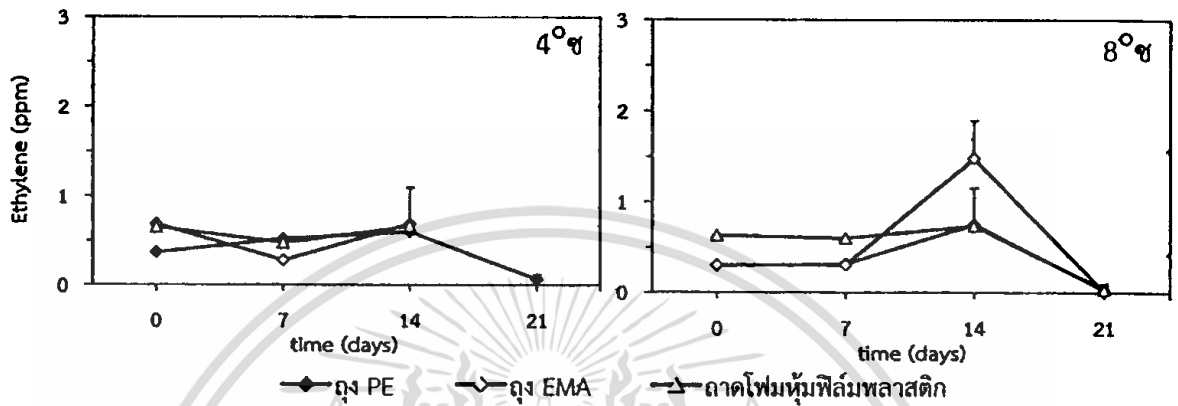
ภาพที่ 4.16 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (%) ของใบผักเคลียงในถุงบรรจุชนิด PE EMA และถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8°C



ภาพที่ 4.17 ปริมาณก๊าซออกซิเจน (%) ของใบผักเคลียงในถุงบรรจุชนิด PE EMA และถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

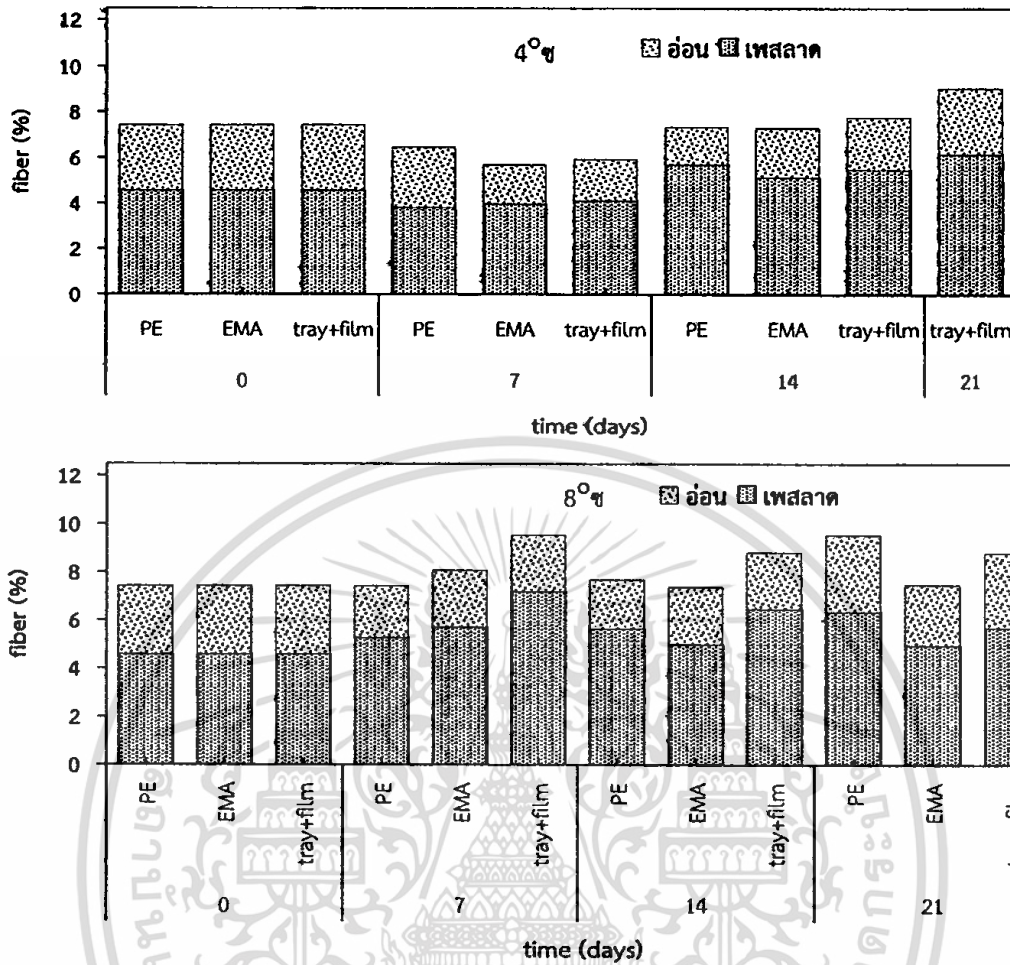
ปริมาณเอทิลีนของใบผักเหียงที่เก็บรักษาที่ 4°C และ 8°C มีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้นวันที่ 14 ภายหลังการเก็บรักษาที่ 8°C ปริมาณเอทิลีนในถุง EMA สูงที่สุด ปริมาณเอทิลีนที่พบในถุง EMA และถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกมีค่าใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 4.18)



ภาพที่ 4.18 ปริมาณก๊าซเอทิลีน (ppm) ของใบผักเหียงในถุงบรรจุชนิด PE EMA และถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8°C

4.2.5 ปริมาณเยื่อใย

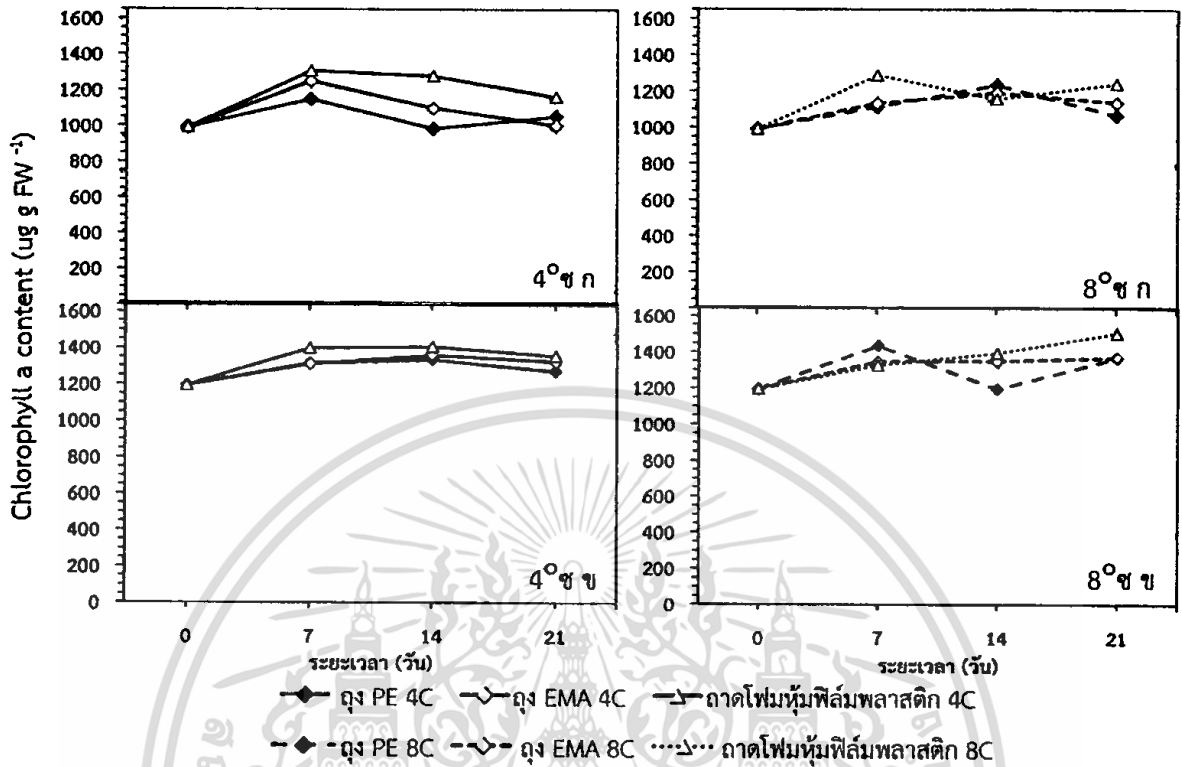
ปริมาณเยื่อใยของใบผักกระยะใบอ่อนและใบเพลสลาดไม่แตกต่างกันทั้งการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8°C และชนิดของถุงบรรจุ (ภาพที่ 4.19)



ภาพที่ 4.19 ปริมาณเยื่อใย (%) ของใบผักเคลียงในถุงบรรจุชนิด PE EMA และถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8°C

4.2.6 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บี และแคโรทีนอยด์

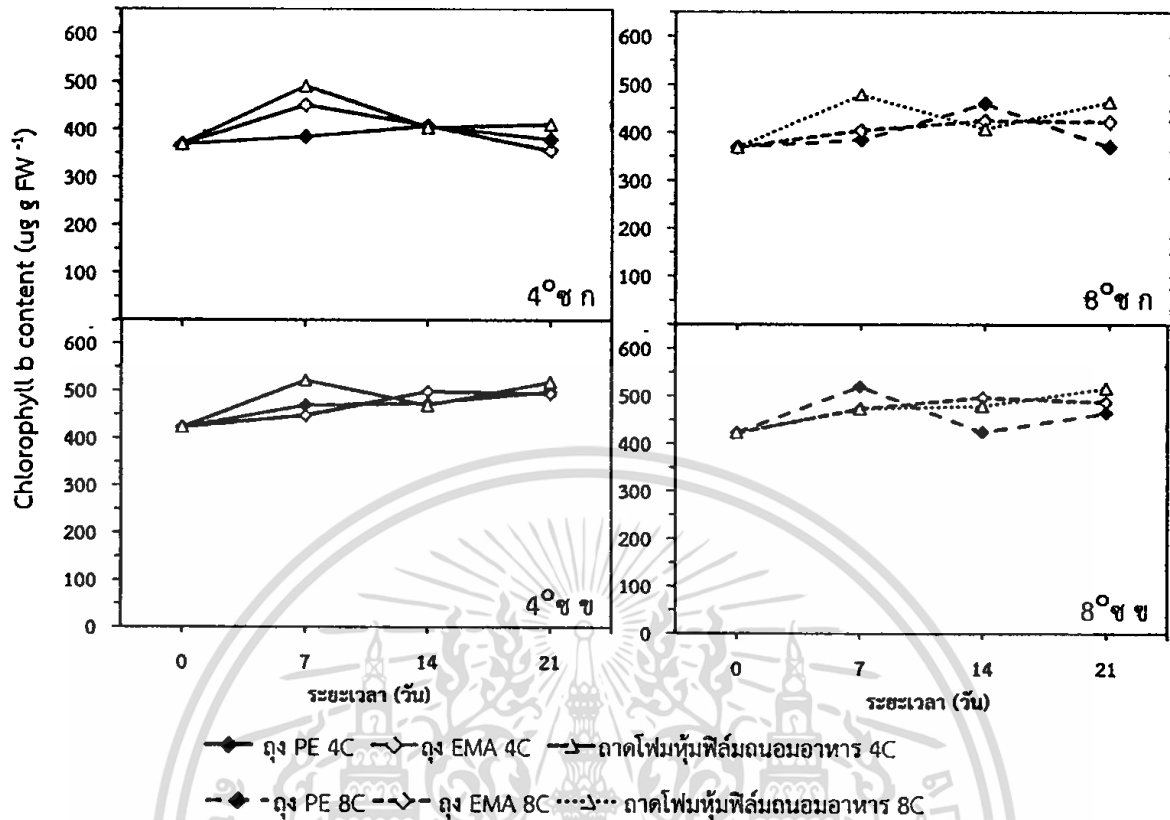
ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของใบผักกระยะใบอ่อน (ภาพที่ 4.20 ก) มีระดับน้อยกว่าใบเพสลาด (ภาพที่ 4.20 ข) ที่อุณหภูมิ 4 และ 8°C โดยมีค่า $1,000 - 1,200 \text{ ug gFW}^{-1}$ ขณะที่ใบเพสลาดมีค่า $1,200 - 1,400 \text{ ug gFW}^{-1}$ เมื่อพิจารณาที่อุณหภูมิ 4 และ 8°C ในสภาพใบอ่อนพบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีค่าเพิ่มขึ้นหลังการเก็บรักษา 7 วันจากนั้นจะลดลงเมื่อใบเข้าสู่ระยะเสื่อมสภาพ ส่วนใบเพสลาดปริมาณคลอโรฟิลล์มีค่าคงที่อุณหภูมิ 4°C ที่ 8°C ใบเพสลาดที่บรรจุในถุง EMA มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ คงที่ ขณะที่ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เพิ่มขึ้นในใบผักที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์มถนอมอาหาร ส่วนการบรรจุในถุง PE ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีการเปลี่ยนแปลง



ภาพที่ 4.20 ปริมาณคลอโรฟิลล์ a ใบผักเคลียงระยะใบอ่อน (ก) และใบเปสลาด (ข) ที่บรรจุในถุง PE EMA และภาดโพนหุ้มฟิล์มพลาสติกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8°C

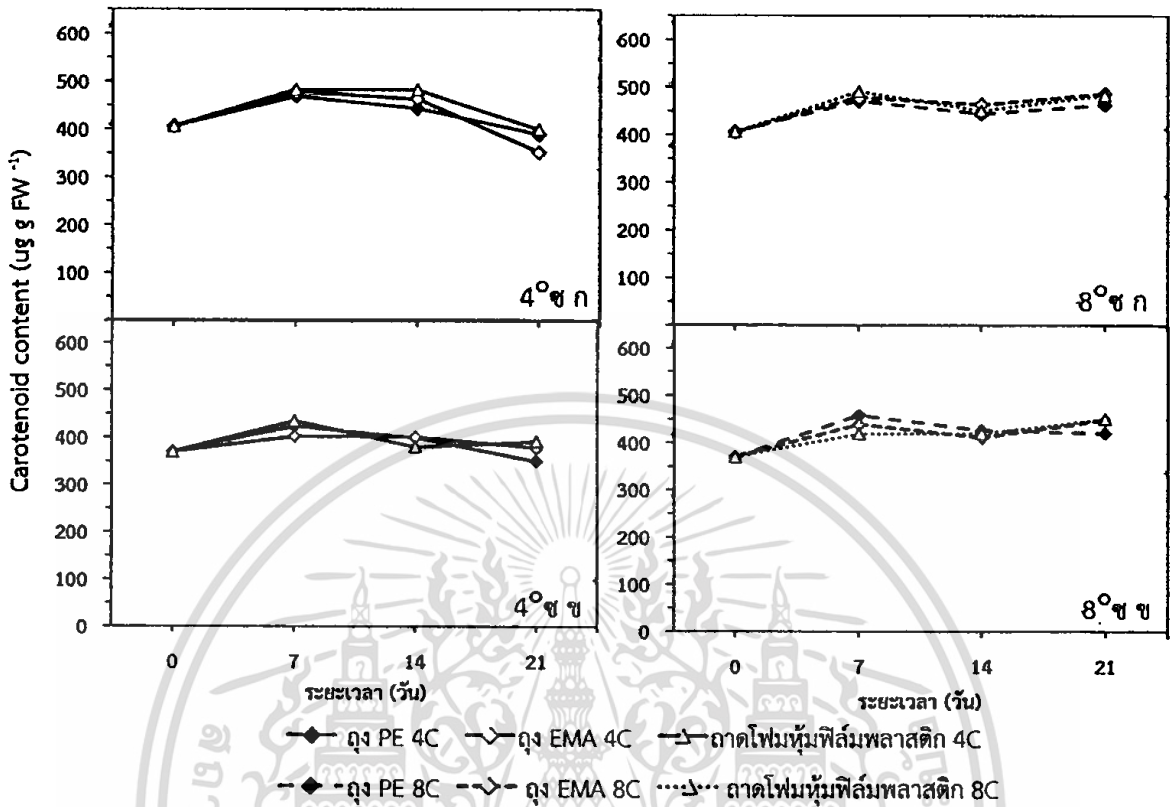
ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ของใบผักเคลียงมีค่าน้อยกว่าคลอโรฟิลล์ เอ 3 เท่า แต่เมื่อพิจารณาค่าระหว่างใบอ่อนและใบเปสลาดพบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ บีทั้งสองระยะใบมีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่า 400 ug gFW⁻¹ อุณหภูมิการเก็บรักษาที่ 4°C ส่งผลต่อแนวโน้มการเพิ่มปริมาณคลอโรฟิลล์ บีของใบเปสลาดในการบรรจุในถุง PE และ EMA ขณะที่ใบอ่อนปริมาณคลอโรฟิลล์ บี เพิ่มขึ้นและลดลงก่อนการหมดอายุเก็บรักษา

การเก็บรักษาที่ 8°C ใบผักใบงบรรจุ PE ระยะใบอ่อนมีปริมาณคลอโรฟิลล์ บีเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและสูงสุดวันที่ 14 หลังการเก็บรักษา ส่วนใบเปสลาดปริมาณคลอโรฟิลล์ บีเพิ่มขึ้นวันที่ 7 และลดลงวันที่ 14 ใบผักที่เก็บรักษาในถุง EMA ทั้งใบอ่อนและใบเปสลาดมีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี คงที่ (ภาพที่ 4.21)



ภาพที่ 4.21 ปริมาณคลอโรฟิลล์ b ใบผักเคลียงระยะใบอ่อน (ก) และใบเพสลาด (ข) ที่บรรจุในถุง PE EMA และถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8°C

ปริมาณแคโรทีนอยด์ของใบผักเคลียงมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณคลอโรฟิลล์ บี โดยมีค่าเฉลี่ย 400 µg gFW⁻¹ ชนิดของถุงบรรจุไม่ทำให้ปริมาณแคโรทีนอยด์แตกต่างกันทั้งในระยะใบอ่อนและเพสลาด แต่ระดับอุณหภูมิ 8 ปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งในใบอ่อนและเพสลาดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยอย่างต่อเนื่องจนใบหมดอายุ (ภาพที่ 4.22)



ภาพที่ 4.22 ปริมาณแคโรทีนอยด์ (ug g FW⁻¹) ใบผักเคลียงระยะใบอ่อน (ก) และใบเพสลาด (ข) ที่บรรจุในถุง PE EMA และถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 8 °ซ

4.3 การทดลองที่ 3. ผลของอุณหภูมิขณะขนส่งต่ออายุการวางจำหน่ายและคุณภาพใบ

4.3.1 อายุการวางจำหน่าย

ชนิดบรรจุภัณฑ์และการใช้น้ำแข็งขณะการขนส่งมีผลต่ออายุวางจำหน่ายของใบผักเคลียงที่อุณหภูมิ 13 °ซ โดยใบผักเคลียงที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกมีอายุวางจำหน่ายนานที่สุดเมื่อเทียบกับใบเคลียงในถุง PE และ EMA ภายหลังจากการขนส่งและวางจำหน่าย (ตารางที่ 4.4) การใส่น้ำแข็งในกล่องขนส่งมีผลทำให้อายุวางจำหน่ายของใบเคลียงนานกว่าใบผักเคลียงที่ขนส่งโดยไม่มีการใส่น้ำแข็งในกล่องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อุณหภูมิเฉลี่ยระหว่างการขนส่งของกล่องโฟมที่มีน้ำแข็งคือ 16.2±2.9 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 83.0±7.6% โดยมีอุณหภูมิสูงสุด 26.9 °ซ อุณหภูมิต่ำสุด 12.8 °ซ (อุณหภูมิในกล่องจะลดลงจาก 26.9 °ซเหลือ 13.0 °ซ ภายในเวลา 23 ชั่วโมง จากนั้นอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้น)

อุณหภูมิเฉลี่ยระหว่างการขนส่งของกล่องโฟมที่ไม่มีน้ำแข็งคือ 30.4±1. °ซ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 90.8±2.9% โดยมีอุณหภูมิสูงสุด 33.0 °ซ อุณหภูมิต่ำสุด 27.8 °ซ (อุณหภูมิต่ำสุดคืออุณหภูมิเมื่อเริ่มปิดกล่อง และสูงสุดคือ ชั่วโมงที่ 24)

ตารางที่ 4.4 อายุวางจำหน่ายของใบผักเหียงที่บรรจุในถุงพลาสติก PE EMA และกรดโพรหมฟิล์มพลาสติกที่ผ่านการจำลองการขนส่งแบบมีน้ำแข็งและไม่มีน้ำแข็งในกล่องขนส่ง และวางจำหน่ายที่อุณหภูมิเฉลี่ย $13.3 \pm 0.6^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย $88.4 \pm 6.6\%$

ชนิดถุง	อายุวางจำหน่าย (วัน) ^{1/}
ถุง PE	19.2 b
ถุง EMA	19.2 b
กรดโพรหมฟิล์มพลาสติก	24.5 a
จำลองการขนส่ง	อายุวางจำหน่าย (วัน) ^{2/}
มีน้ำแข็ง	24.9 a
ไม่มีน้ำแข็ง	17.1 b
P-value	
ปัจจัย	อายุวางจำหน่าย (วัน)
ชนิดบรรจุภัณฑ์	0.003
การขนส่ง	0.0001
ชนิดบรรจุภัณฑ์ x การขนส่ง	0.02
cv	18.9

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

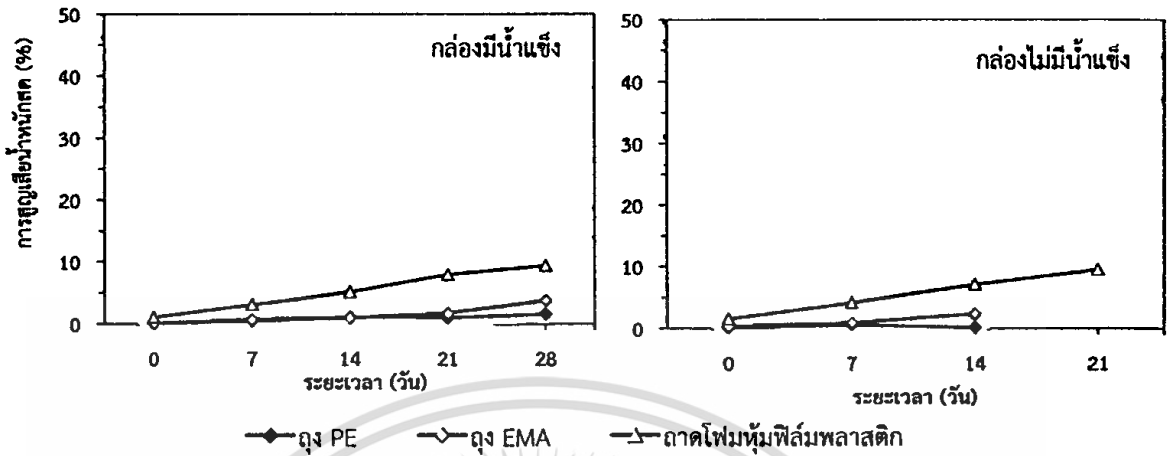
$P > 0.05$ ไม่แตกต่างทางสถิติ

$0.01 < P \leq 0.05$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

$P \leq 0.01$ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

4.3.2 การสูญเสียน้ำหนักสด

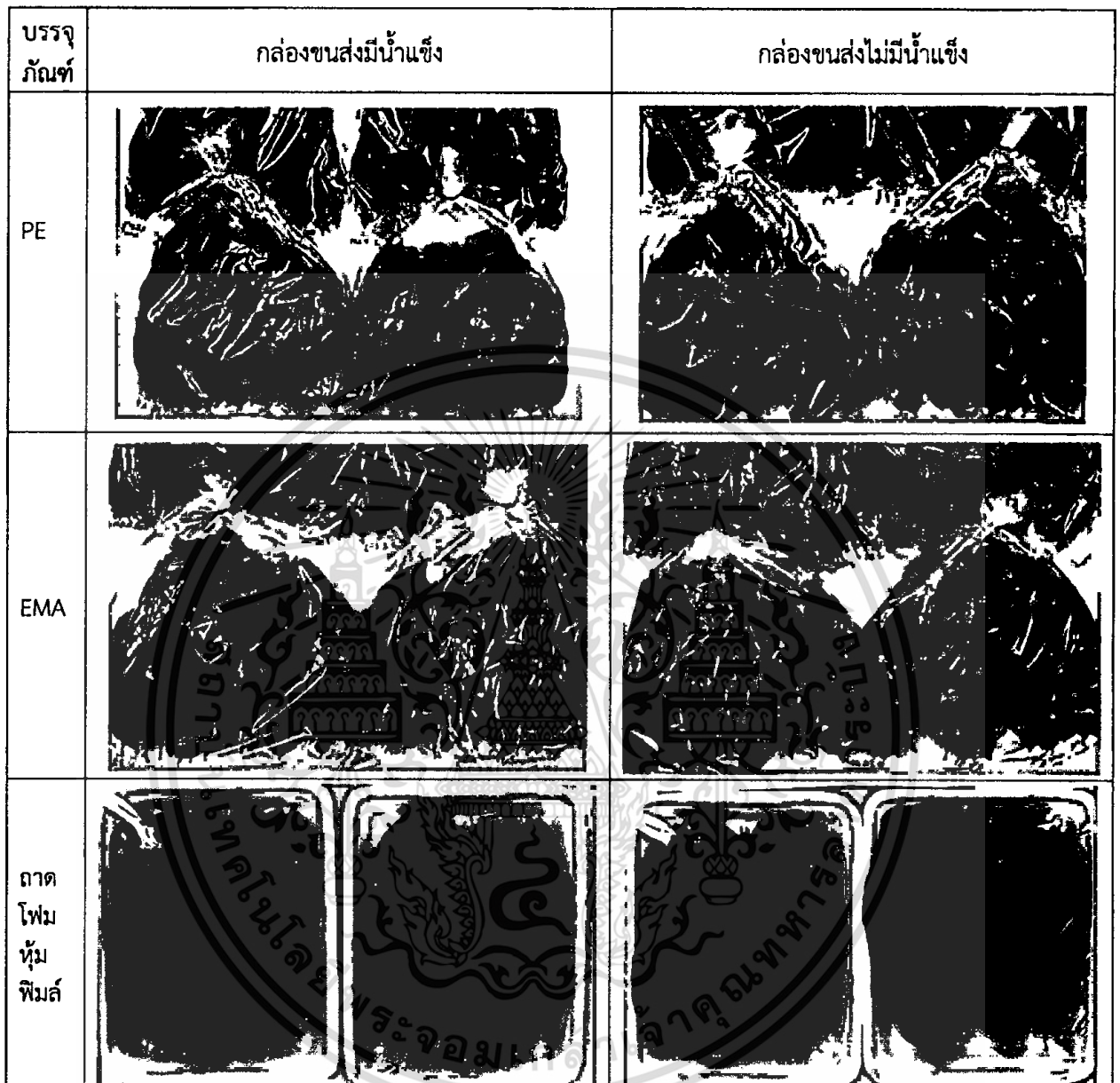
ใบผักเหียงที่บรรจุในถุง PE และ EMA มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดตลอดระยะเวลาทดลองไม่เกิน 5% ทั้งในสภาพที่ผ่านการจำลองขนส่งแบบมีน้ำแข็งและไม่มีน้ำแข็ง ส่วนใบผักเหียงที่บรรจุในกรดโพรหมฟิล์มพลาสติกมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักสดลดลงเกิน 5% ภายหลังจากการวางจำหน่าย 7 วันเป็นต้นไป และสภาพการขนส่งทั้งแบบมีน้ำแข็งและไม่มีน้ำแข็งใบผักเหียงในกรดโพรหมฟิล์มมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักการสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยมีเปอร์เซ็นต์สูงสุดที่ 10% เมื่อใบผักเหียงอายุวางจำหน่าย (ภาพที่ 4.23) นอกจากนี้ยังพบว่า เกิดการสะสมไอน้ำในถุงชนิด PE มากที่สุด รองลงมาคือ EMA ส่วนการบรรจุผักในกรดโพรหมฟิล์มพลาสติกไม่เกิดการสะสมไอน้ำในถุง (ภาพที่ 4.24)



ภาพที่ 4.23 การสูญเสียน้ำหนักสด (%) ใบผักเคลียงบรรจุในถุง PE EMA และถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกที่ผ่านการจำลองการขนส่งแบบมีน้ำแข็ง และไม่มีน้ำแข็งในกล่องขนส่ง ก่อนนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิเฉลี่ย $13.3 \pm 0.6^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย $88.4 \pm 6.6\%$

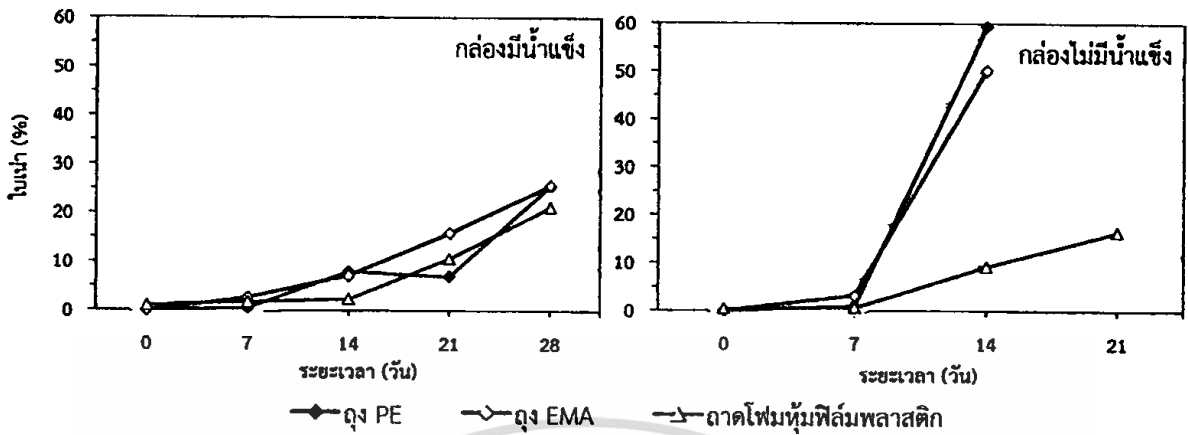
4.3.3 อาการใบเน่า

จากการประเมินคุณภาพใบผักเคลียงในระยะใบอ่อน และใบพอสลาดที่ผ่านการจำลองการขนส่งแบบไม่มีน้ำแข็งพบว่า ใบผักมีเปอร์เซ็นต์ใบเน่าสูงสุดในถุง PE และ EMA 60 และ 50 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ขณะที่ใบที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มพลาสติกมีเปอร์เซ็นต์การเน่าเพียง 15% ในกล่องที่มีน้ำแข็งใบผักจากทุกบรรจุภัณฑ์มีเปอร์เซ็นต์การเน่าของใบใกล้เคียงกัน โดยมีเปอร์เซ็นต์การเน่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่วางจำหน่าย เปอร์เซ็นต์การเน่าสูงสุดพบที่ 25% ในถุง PE และ EMA พบ 20% ในถาดโฟมหุ้มพลาสติกภายหลังการวางจำหน่าย 28 วัน (ภาพที่ 4.25) ส่วนอาการใบเหลือง ใบเหี่ยวหรือสะท้อนขาวไม่พบในการทดลองนี้



ภาพที่ 4.24 ใบผักเหียงบรรจุในถุง PE EMA และถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกที่ผ่านการจำลองการขนส่งแบบมีน้ำแข็ง และไม่มีน้ำแข็งในกล่องขนส่ง ก่อนนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิเฉลี่ย $13.3 \pm 0.6^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย $88.4 \pm 6.6\%$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.25 ไบเน่า (%) ไบผักเหียงบรรจุในถุง PE EMA และถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกที่ผ่านการจำลองการขนส่งแบบมีน้ำแข็ง และไม่มีน้ำแข็งในกล่องขนส่ง ก่อนนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิเฉลี่ย $13.3 \pm 0.6^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย $88.4 \pm 6.6\%$

4.3.4 การประเมินหาความหวาน ขม/ฝาด เส้นใย และความชอบโดยรวมจากผู้บริโภค

จากการประเมินคุณภาพไบผักเหียงในระยะไบอ่อน และไบเพสลาดของผู้บริโภคโดยนำไบไปลวกในน้ำเดือด ใช้เวลา 5 นาที พบว่าทั้งไบอ่อนและไบเพสลาดจากทุกบรรจุภัณฑ์ที่ผ่านการจำลองการขนส่งและวางจำหน่ายที่ 13°C นั้นคุณภาพทุกด้านไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละวัน (ตารางที่ 4.5 4.6 4.7 และ 4.8) เมื่อพิจารณาคะแนนด้านความขม ไบมีความขมน้อย ด้านความหวาน ทั้งไบอ่อนและไบเพสลาดมีคะแนนความหวานลดลงตามระยะเวลาที่วางขายเพิ่มขึ้น โดยในวันที่ 0 ในระดับปานกลางเมื่อเทียบกับวันที่ 7 14 และ 21 วัน ซึ่งมีคะแนนความหวานอยู่ในระดับน้อย เส้นใยของไบอ่อนมีค่าน้อย ส่วนไบเพสลาดไบมีเยื่อใยปานกลาง กลิ่นและรสมีระดับไม่ผิดปกติ คะแนนความชอบของไบมีค่ามากในวันที่ 0 ซึ่งเป็นไบที่ผ่านการจำลองการขนส่งแต่ยังไม่ผ่านการวางจำหน่ายที่ 13°C จากนั้นคะแนนความชอบจะลดลงเมื่อไบผ่านการวางจำหน่ายนาน 21 วัน

ตารางที่ 4.5 การประเมินจากผู้บริโภคด้านความขม หวาน เส้นใย กลิ่นและรส และความชอบ (คะแนน) ของใบอ่อนและเพลสดผักเคลียงที่ผ่านการขนส่งแบบมีน้ำแข็ง (ice) และไม่มีน้ำแข็ง (No ice) เป็นเวลา 24 ชั่วโมงและวางจำหน่ายที่อุณหภูมิ 13°C เป็นเวลา 0 วัน

ทรีทเมนต์	ความขม (คะแนน)		ความหวาน (คะแนน)		เส้นใย (คะแนน)		กลิ่นและรส (คะแนน)		ความชอบ (คะแนน)	
	อ่อน	เพลสด	อ่อน	เพลสด	อ่อน	เพลสด	อ่อน	เพลสด	อ่อน	เพลสด
ถุง PE + ice	0.8	0.8	2.0	2.0	0.8	1.8	0.8	1.0	2.8	3.0
ถุง PE + No ice	0.6	1.0	1.6	2.0	1.4	2.0	0.8	0.8	3.0	3.0
ถุง EMA + ice	1.2	0.8	1.6	1.6	1.6	2.0	0.8	1.0	2.8	2.6
ถุง EMA + No ice	0.6	0.8	2.0	1.8	1.4	2.4	1.0	1.0	2.4	2.4
ภาตโพนหุ้มฟิล์ม + ice	0.8	1.6	1.8	1.8	0.8	1.8	0.8	0.8	2.4	2.4
ภาตโพนหุ้มฟิล์ม + No ice	1.0	0.8	2.0	2.2	0.8	2.4	0.6	0.6	2.6	3.2
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
cv	87	97	51	49	84	49	109	112	35	26

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 4.6 การประเมินจากผู้บริโภคด้านความขม หวาน เส้นใย กลิ่นและรส และความชอบ (คะแนน) ของใบอ่อนและเพลสดผักเคลียงที่ผ่านการขนส่งแบบมีน้ำแข็ง (ice) และไม่มีน้ำแข็ง (No ice) เป็นเวลา 24 ชั่วโมงและวางจำหน่ายที่อุณหภูมิ 13°C เป็นเวลา 7 วัน

ทรีทเมนต์	ความขม (คะแนน)		ความหวาน (คะแนน)		เส้นใย (คะแนน)		กลิ่นและรส (คะแนน)		ความชอบ (คะแนน)	
	อ่อน	เพลสด	อ่อน	เพลสด	อ่อน	เพลสด	อ่อน	เพลสด	อ่อน	เพลสด
ถุง PE + ice	0.5	0.4	1.8	1.8 a	0.9	1.7	0.5	0.7	2.9	3.1 a
ถุง PE + No ice	0.6	0.4	1.3	1.4 ab	1.4	1.3	0.3	0.3	2.1	2.3 ab
ถุง EMA + ice	0.4	0.7	1.1	0.3 c	1.1	1.9	0.3	0.5	2.3	1.5 b
ถุง EMA + No ice	0.4	0.6	1.2	0.8 bc	0.8	1.9	0.2	0.2	2.5	2.2 ab
ภาตโพนหุ้มฟิล์ม + ice	0.6	0.8	0.5	1. abc	1.2	1.9	0.3	0.5	2.2	2.1 ab
ภาตโพนหุ้มฟิล์ม + No ice	0.6	1.0	1.1	0.7 bc	1.3	2.1	0.2	0.5	2.1	1.8 b
F-test	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	*
cv	152	146	83	80	75	85	200	170	35	44

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

^{1,2} ตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 การประเมินจากผู้บริโภคด้านความขม หวาน เส้นใย กลิ่นและรส และความชอบ (คะแนน) ของใبوอ่อนและเพสลาดผักเคลียงที่ผ่านการขนส่งแบบมีน้ำแข็ง (ice) และไม่มีน้ำแข็ง (No ice) เป็นเวลา 24 ชั่วโมงและวางจำหน่ายที่อุณหภูมิ 13°C เป็นเวลา 14 วัน

ทรีทเมนต์	ความขม (คะแนน)		ความหวาน (คะแนน)		เส้นใย (คะแนน)		กลิ่นและรส (คะแนน)		ความชอบ (คะแนน)	
	อ่อน	เพสลาด	อ่อน	เพสลาด	อ่อน	เพสลาด	อ่อน	เพสลาด	อ่อน	เพสลาด
ถุง PE + ice	1.0	1.2	1.2	1.5	0.6	1.5	0.7	0.8	2.2	1.9
ถุง PE + No ice	1.0	1.3	1.1	1.1	0.7	2.2	0.7	0.8	2.1	1.9
ถุง EMA + ice	1.0	1.3	1.1	1.0	1.0	1.6	1.1	0.7	1.9	1.7
ถุง EMA + No ice	1.8	1.3	0.8	0.9	0.8	1.6	0.9	0.3	1.5	1.7
ถาดโฟมหุ้มฟิล์ม + ice	1.1	0.8	1.5	1.3	0.8	1.9	0.7	1.0	2.3	1.9
ถาดโฟมหุ้มฟิล์ม + No ice	1.5	1.1	0.9	1.2	1.4	1.4	0.9	0.7	2.0	2.0
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
cv	94	96	100	104	102	53	104	134	55	63

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 4.8 การประเมินจากผู้บริโภคด้านความขม หวาน เส้นใย กลิ่นและรส และความชอบ (คะแนน) ของใبوอ่อนและเพสลาดผักเคลียงที่ผ่านการขนส่งแบบมีน้ำแข็ง (ice) และไม่มีน้ำแข็ง (No ice) เป็นเวลา 24 ชั่วโมงและวางจำหน่ายที่อุณหภูมิ 13°C เป็นเวลา 21 วัน

ทรีทเมนต์	ความขม (คะแนน)		ความหวาน (คะแนน)		เส้นใย (คะแนน)		กลิ่นและรส (คะแนน)		ความชอบ (คะแนน)	
	อ่อน	เพสลาด	อ่อน	เพสลาด	อ่อน	เพสลาด	อ่อน	เพสลาด	อ่อน	เพสลาด
ถุง PE + ice	0.4	0.7	0.7	0.6	1.2	1.6	0.6	0.2	1.9	1.5
ถุง PE + No ice	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
ถุง EMA + ice	0.7	0.7	0.7	0.6	1.1	1.7	0.4	0.1	2.0	1.6
ถุง EMA + No ice	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
ถาดโฟมหุ้มฟิล์ม + ice	0.4	0.6	0.7	0.9	0.7	1.4	0.1	0.1	2.0	1.6
ถาดโฟมหุ้มฟิล์ม + No ice	0.9	0.7	0.9	0.6	1.2	1.6	0.1	0.5	2.0	1.5
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
cv	103	118	94	104	71	74	130	120	42	65

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

∞ หมดอายุวางจำหน่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์และการจัดใบที่มีต่อคุณภาพของใบผักเคลือบแบบพร้อมปรุงซึ่งวางจำหน่ายที่อุณหภูมิ 13°C บรรจุภัณฑ์ที่ใช้คือถุงพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน (PE) ที่มีลักษณะใส ถุง Equilibrium Modified Atmosphere หรือ EMA และฟิล์มพลาสติกพีวีซี ร่วมกับการจัดใบ แบบสุ่มและเรียงใบ พบว่าทั้งบรรจุภัณฑ์และการจัดใบไม่มีผลทำให้อายุวางจำหน่ายของใบผักเคลือบแบบพร้อมปรุงแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากการวางจำหน่ายที่อุณหภูมิ 13°C นั้นใบผักได้รับการจัดการให้ใบมีการหายใจลดต่ำกว่าที่อุณหภูมิห้องและเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาผลิตผลสดที่ปลูกในเขตร้อนชื้น สิ่งที่ใบผักต้องการคือการลดการคายน้ำที่เกิดกับตัวใบ บรรจุภัณฑ์ทุกชนิดที่ใช้ในการทดลองมีสมบัติพื้นฐานคือปกป้องใบผักจากการสูญเสียน้ำ (จริงแท้, 2538) ดังนั้นการวางจำหน่ายที่อุณหภูมิ 13°C จึงไม่จำเป็นต้องใช้บรรจุภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติพิเศษอื่นๆ Cantwell and Suslow, 2002 แนะนำให้มีการจัดการผักในสภาพบรรยากาศตัดแปลงร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาการสูญเสียน้ำหนักสดของใบผักในแต่ละบรรจุภัณฑ์กลับพบว่า การบรรจุใบผักในภาชนะหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติกพีวีซีมีการสูญเสียน้ำหนัก 5% ตั้งแต่วันที่ 14 ของการวางจำหน่าย ใบผักเคลือบที่พบคือไม่พบหยดน้ำในบรรจุภัณฑ์ ซึ่งการสูญเสียน้ำหนักสด 5% นั้นถือว่าผลิตผลจะมีคุณภาพลดลง เนื่องจากฟิล์มพีวีซีเป็นฟิล์มยืดยอมให้น้ำออกได้พอควร จึงไม่เกิดการควบแน่นของหยดน้ำภายในถุง (จริงแท้, 2538) สอดคล้องกับลักษณะที่ปรากฏจริงในถุงที่พบว่า ถุง PE จะมีหยดน้ำเกาะข้างถุงปริมาณมาก รองลงมาคือ ถุง EMA การบรรจุใบผักในถุง PE และ EMA จึงสามารถรักษาน้ำหนักสดของใบได้ตลอดอายุวางจำหน่ายให้ไม่เกิน 5% สอดคล้องกับ (Ramos et al., 2013) ที่รวบรวมข้อดีของบรรจุภัณฑ์ประเภท active packaging ว่า เป็นบรรจุภัณฑ์ที่มุ่งเน้นทำให้เกิดการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพบรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์ การสะสมหรือการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในถุงชนิด PE มีปริมาณแตกต่างกับถุง EMA และฟิล์มพลาสติกพีวีซี โดยถุง PE พบการสะสมคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่า EMA และภาชนะหุ้มฟิล์มพลาสติกพีวีซี เมื่อพิจารณาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน และเอทิลีนที่มีต่ออายุวางจำหน่าย พบว่าใบผักเคลือบจากทุกถุงบรรจุมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูงเมื่อเริ่มการทดลองและลดลงตามระยะเวลาการวางจำหน่าย ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงในระยะแรกมีผลต่อการยับยั้งการหายใจของใบ (จริงแท้, 2538) นอกจากนี้ยังพบว่าการสะสมปริมาณเอทิลีนของใบในถุง PE สอดคล้องกับเพิ่มและลดลงของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นี้ถือเป็นตัวยับยั้งในกระบวนการสร้างและการทำงานของเอทิลีน (Kader, 2002) ปริมาณก๊าซออกซิเจนภายในถุงทุกชนิดไม่แตกต่างกันและไม่ได้ลดต่ำจนทำให้ใบเกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน อาการใบเน่าของใบจากการทดลองนี้มีเปอร์เซ็นต์ไม่แตกต่างกัน โดยเปอร์เซ็นต์ใบเน่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องเมื่อวางจำหน่ายนานขึ้น (ตารางที่ 4.2) ซึ่งอาการใบเน่านี้เป็นผลจากจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นหลังการวางจำหน่าย ทั้งนี้เนื่องจากการทำความสะอาดใบด้วยสารที่ปลดปล่อยคลอรีนความเข้มข้น 50 ppm เป็นเวลา 5 นาที (Ramos et al, 2013) การที่ใบผักอยู่ในสภาพความชื้นที่เหมาะสมทั้งในภายนอกถุง (ความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้วางจำหน่าย $92 \pm 6.0\%$) และในถุง (สังเกตได้จากหยดน้ำในถุง) ทำให้จุลินทรีย์เจริญและเติบโตได้อย่างรวดเร็วรวมทั้งสภาพที่บรรจุภัณฑ์มีปริมาณออกซิเจนเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ แม้แต่การเน่าของใบผัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของงานเพื่อการศึกษา ใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้เพื่อการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสียงที่บรรจุในภาชนะโพลีเอทิลีนที่ไม่พบหยดน้ำภายในภาชนะ และใบมีลักษณะแห้งแต่ไม่เหี่ยว ความชื้นในระดับนี้ยังเป็นปัจจัยที่เอื้อต่อการเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์เมื่อร่วมกับปริมาณออกซิเจนที่เหมาะสมต่อการหายใจของเชื้อจุลินทรีย์ยิ่งส่งเสริมทำให้เกิดการเน่าของใบ ทั้งนี้เนื่องจากจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตได้บนผักส่วนใหญ่เป็น aerobic microorganism (จริงแท้, 2538)

การทดลองนี้ไม่พบการเปลี่ยนแปลงสีใบเกิดขึ้นซึ่งสอดคล้องกับปริมาณของคลอโรฟิลล์ a และ b รวมทั้งปริมาณแคโรทีนอยด์ที่ใกล้เคียงกันทุกภาชนะบรรจุ (ตารางที่ 4.7 4.8 และ 4.9) สอดคล้องกับรายงานของ Bunya-atichart และ Ketsa (2014) ที่พบว่าใบผักเคลียงที่มีก้านใบจะตอบสนองต่อระดับเอทิลีนจากภายนอกที่ระดับความเข้มข้น $20 \mu\text{L L}^{-1}$ (ppm) ซึ่งเป็นระดับความเข้มข้นที่มากกว่าระดับเอทิลีนที่พบในบรรจุภัณฑ์ของการทดลองนี้ และเมื่อพิจารณาปริมาณเอทิลีนของใบผักทั้งใบอ่อนและใบเพสลาดพบว่าปริมาณใกล้เคียงกับปริมาณเส้นใยของใบก่อนเริ่มการทดลอง แสดงให้เห็นว่าสภาพการวางจำหน่ายนี้ไม่ก่อให้เกิดการพัฒนาของใบในทางที่เปลี่ยนแปลงปริมาณเอทิลีน หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือช่วยเพิ่มคุณภาพของผลิตผล เช่นในหน่อไม้ฝรั่ง ปริมาณเส้นใยเพิ่มสูงขึ้นระหว่างการเก็บรักษา แต่สภาพบรรยากาศตัดแปลงช่วยชะลอการสร้างเส้นใยในหน่อไม้ฝรั่งได้ (จริงแท้, 2538)

การจัดการบรรจุเพื่อการวางขายเป็นข้อปฏิบัติหนึ่งในการจัดการผลิตผลก่อนถึงมือผู้บริโภค ผักเคลียงที่มีการจัดจำหน่ายแบบพร้อมปรุงเป็นการเลือกเฉพาะใบที่บริโภคได้ บรรจุใบเหล่านั้นในห่อขนาดที่พอเหมาะต่อการรับประทาน ดังนั้นในงานวิจัยนี้มีการจัดใบก่อนบรรจุในถุง 2 แบบคือ การจัดใบแบบสุ่ม และเรียงใบ การจัดใบแบบสุ่มนั้นใบจะสัมผัสใบอื่นได้ไม่ครบทั้งพื้นที่ใบ บางใบแผ่นใบอาจถูกกดไปจนปลายก้านใบซึ่งมีความแหลมคม อาจก่อให้เกิดบาดแผลที่แผ่นใบ ขณะที่การจัดใบแบบเรียงใบนั้นทั้งแผ่นใบจะสัมผัสกับใบอื่นครบทั้งแผ่นใบหรือเกิดการซ้อนทับแบบมีระเบียบทำให้ไม่เกิดการเคลื่อนที่ของใบระหว่างการเคลื่อนย้ายถุง ซึ่งผลการทดลองพบว่าทั้งอายุวางจำหน่ายและเปอร์เซ็นต์ใบเน่าที่เกิดขึ้นไม่แตกต่างกันระหว่างการจัดเรียงใบทั้งสองแบบ อาจเนื่องจาก 1) การปฏิบัติการจัดบรรจุทั้ง 2 แบบนี้ไม่มีการบีบอัดหรือกดทับใบ 2) น้ำหนักใบผักที่บรรจุพอเหมาะกับภาชนะบรรจุ อย่างไรก็ตามถ้ามีเวลาในการบรรจุผู้วิจัยแนะนำให้ใช้การจัดเรียงใบ เนื่องจากจะทำให้เกิดความสวยงาม

การเก็บรักษาผลิตผลที่อุณหภูมิต่ำเป็นระยะเวลา 1-2 สัปดาห์ (temporary storage) อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้รับการแนะนำคือ $0-2^{\circ}\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ 90-95% และในกรณีการวางจำหน่ายในตลาดอุณหภูมิที่แนะนำนั้นไม่ควรเกิน 5°C แต่สำหรับผลิตผลที่ง่ายต่อการเกิดอาการสะท้านหนาว เช่นผักสีเขียวในเขตร้อน (tropical leafy greens) เช่น กลุ่มผักโขมอุณหภูมิที่แนะนำคือ $7.5-10^{\circ}\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ (RH) ไม่ต่ำกว่า 90% ความชื้นระดับนี้ช่วยทำให้ไม่เกิดหยดน้ำบนผลิตผล (Cantwell and Kasmire, 2002) การเก็บรักษาถุงบรรจุใบผักเคลียงทุกชนิดระยะสั้นที่อุณหภูมิ 4 และ 8°C พบว่าชนิดของบรรจุภัณฑ์ไม่มีผลต่ออายุเก็บรักษา แต่ระดับอุณหภูมิที่เก็บรักษามีผลต่ออายุเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 8°C ใบผักเคลียงมีอายุเก็บรักษาแตกต่างทางสถิติกับที่ 4°C ใบผักที่ 8°C มีอายุเก็บรักษา 21 และที่ 4°C วันมีอายุ 16 วัน ต่างกับผักรับประทานใบบางชนิดเช่น ผักหวานป่า ที่มีก้านใบจากงานทดลองของศิริพร (2557) บรรจุใบผักหวานป่าในถุง PE เจาะรู 4 รู ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 และ 12°C พบว่า ใบผักหวานป่ายังไม่แสดงอาการใบเสื่อมสภาพภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ

6^oซ นาน 3 วัน และที่ อุณหภูมิ 12^oซ นาน 4 วัน แต่หลังจากนั้นใบผักหวานจะแสดงอาการใบเหี่ยวและเน่า จากรายงานของศิริพร (2557) นั้นชี้ให้เห็นว่าอุณหภูมิที่เก็บรักษายังไม่เหมาะสมต่อชนิดพืช ซึ่งแตกต่างจากใบผักเหลียงที่อุณหภูมิ 8^oซ สามารถทำให้ใบผักมีอายุเก็บรักษาได้นาน เช่นเดียวกับใบ jute (*Corchorus olitorius* L.) แบบติดก้านใบยาว 25 เซ็นติเมตร ได้รับการบรรจุ ในถุง PE ไม่เจาะรู และวางที่มืดที่อุณหภูมิ 8^oซ และ 1^oซ ใบมีคุณภาพที่จำหน่ายได้ 9 และ 6 วันตามลำดับ (Artemio et al., 2002) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิที่ 8^oซ เป็นอุณหภูมิที่ทำให้ใบผักเหลียง และ jute มีคุณภาพดีเมื่อเทียบกับอุณหภูมิที่ต่ำกว่านี้ แต่อย่างไรก็ตามใบผักเหลียงที่บรรจุในถุง PE และ EMA มีกลิ่นผิดปกติคล้ายกลิ่นแอลกอฮอล์หรือกลิ่นหมัก แต่เมื่อดูปริมาณออกซิเจนในถุงพบว่าไม่ได้ลดลงกว่า 20%

จริงแท้ (2538) กล่าวถึงการใช้น้ำแข็งบดเป็นก้อนเล็กๆ เพื่อทำให้ผลิตผลเย็นลงซึ่งเป็นวิธีที่ใช้กันมานานและเหมาะสำหรับที่ไม่มีเครื่องทำความเย็น นอกจากนี้ยังมีรายงานวางน้ำแข็งสลับกับข่งลำไยระหว่างการขนส่งในรถตู้สินค้า (container) ที่ไม่มีเครื่องทำความเย็นไปยังต่างประเทศนั้นมีผลดีลำไยระหว่างการขนส่ง อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ประยุกต์ใช้น้ำแข็งสำหรับการจำลองการขนส่ง โดยการใส่น้ำแข็งในกล่องระหว่างการขนส่งเพื่อใช้ควบคุมอุณหภูมิซึ่งเป็นการขนส่งที่ไม่ต้องใช้ห้องเย็นเช่นกันแต่เป็นการส่งขายระหว่างจังหวัดภายในประเทศไทย ผลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นข้อดีของการขนส่งที่มีความเย็นช่วยในการลดการหายใจของผลิตผลซึ่งมีผลต่ออายุวางจำหน่ายของผักเหลียง โดยอายุวางจำหน่ายของผักเหลียงแบบพร้อมปรุงที่ผ่านการขนส่งในกล่องที่มีน้ำแข็งมีอายุวางจำหน่าย 25 วันซึ่งแตกต่างจากใบผักที่ขนส่งแบบไม่ใส่น้ำแข็งมีอายุวางจำหน่าย 17 วัน ประกอบกับบรรจุภัณฑ์ที่ส่งเสริมให้ผักเหลียงแบบพร้อมปรุงมีอายุวางจำหน่ายดีที่สุดคือ ภาชนะหุ้มฟิล์มพลาสติกพีวีซี ด้วยคุณลักษณะของฟิล์มพลาสติกที่มีความใสมาก ยอมให้น้ำผ่านได้ดีไม่ก่อให้เกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำ (จริงแท้, 2538) สอดคล้องกับเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดพบว่าใบผักที่บรรจุภาชนะหุ้มฟิล์มพลาสติกมีการสูญเสียน้ำหนักสดมากกว่าบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่นทั้งในแง่ของการขนส่งแบบไม่ใส่น้ำแข็งและใส่น้ำแข็ง และจากผลของการายอมให้น้ำผ่านเข้าออกได้ดีทำให้ใบผักที่บรรจุในภาชนะหุ้มฟิล์มพลาสติกเกิดเปอร์เซ็นต์การเน่าของใบต่ำเพียง 10 เปอร์เซ็นต์ในสภาพการขนส่งแบบไม่ใส่น้ำแข็ง ในขณะที่ใบผักจากการบรรจุในถุง PE และ EMA มีเปอร์เซ็นต์ใบเน่าสูง 50-60 เปอร์เซ็นต์ แต่อย่างไรก็ตามการขนส่งในสภาพกล่องน้ำแข็งใบผักที่บรรจุในภาชนะหุ้มฟิล์มพลาสติกมีเปอร์เซ็นต์การเน่าของใบไม่แตกต่างจากถุงชนิดอื่น ทั้งนี้เนื่องจากสภาพของอุณหภูมิที่ต่ำพอเหมาะต่อใบผักนั้นมีอิทธิพลมากกว่าคุณสมบัติของบรรจุภัณฑ์ ผลการทดลองที่สนับสนุนคุณภาพใบผักเหลียงคือ คะแนนการประเมินคุณภาพจากผู้บริโภค ภายหลังจากจำลองการขนส่งด้านความขม ความหวาน เส้นใย กลิ่นและรส และความชอบพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน และคะแนนในภาพรวมด้านความขม ความหวาน เส้นใย กลิ่นและรสที่ผิดปกติตลอดระยะเวลาการทดลองอยู่ในระดับน้อยถึงปานกลาง ยกเว้นคะแนนด้านความชอบที่มีคะแนนระดับปานกลางถึงมาก แบ่งคะแนนคุณภาพใบเป็น 2 ระยะใบตามอายุใบ คือ ใบอ่อนและเพสลาด คะแนนความขมของใบอ่อนจากทุกถุงบรรจุมีความขมไม่แตกต่างกันคือมีความขมในระดับเล็กน้อยเช่นเดียวกับใบเพสลาด ด้านความหวาน ทั้งใบอ่อนและใบเพสลาดมีคะแนนความหวานลดลงตามระยะเวลาที่วางขายเพิ่มขึ้น ด้านปริมาณเส้นใยนั้นผู้บริโภคให้คะแนนสำหรับใบอ่อนจากทุกถุงบรรจุไม่มีความแตกต่างกันเช่นเดียวกับใบเพสลาด แต่ระดับคะแนนของใบเพสลาดในด้านเส้นใยอยู่ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับปานกลางขณะที่ไอบ้อนมีปริมาณเส้นใยน้อย ส่วนกลิ่นและรสทั้งระยะไอบ้อนและไอบะเสลาด จะมีคะแนนกลิ่นและรสที่ผิดปกติในวันที่ 0 มากทั้งนี้เนื่องจากระหว่างการจำลองการขนส่งนั้นถุงบรรจุถูกบีบอัดในพื้นที่จำกัดจึงเกิดการสะสมก๊าซในกล่อง แต่เมื่อนำถุงออกมาวางในตู้ 13°C ที่มีพื้นที่ภายในตู้มากก๊าซที่สะสมในถุงสามารถผ่านเข้าออกตามคุณสมบัติของถุงไปสู่อากาศภายในตู้จึงทำให้กลิ่นและรสที่ผิดปกติอยู่ในระดับน้อยมาก คะแนนความชอบของผู้บริโภคอยู่ในระดับปานกลางถึงมากในช่วงวันที่ 0 และลดลงตามระยะเวลาที่ผักอยู่ในตู้วางจำหน่าย อย่างไรก็ตามคะแนนความชอบของใบผักเหียงในการทดลองนี้ไม่สอดคล้องกับความชอบของผู้ประเมินที่ปกติชอบรับประทานใบผักเหียงที่ผ่านการปรุงรส โดยผู้ประเมินให้เหตุผลว่ารสชาติของใบผักเหียงที่ผ่านการลวกแต่ไม่ปรุงรสนั้นมีความโดดเด่นของรสชาติบางด้านเช่น ความขม พบว่าไอบ้อนเมื่อแยกรับประทานจะมีความขมของใบเด่นชัด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย

1. ชนิดของบรรจุภัณฑ์และการจัดเรียงใบไม้ทำให้อายุวางจำหน่ายของใบผักเคลือบแบบพร้อมปรุงแตกต่างกัน แต่บรรจุภัณฑ์ชนิด PE มีผลทำให้ใบผักเคลือบเกิดการสูญเสียน้ำหนักสดมากกว่าบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่น พบเฉพาะอาการใบเน่า

2. ชนิดของบรรจุภัณฑ์ไม่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาใบผักเคลือบแบบพร้อมปรุงที่อุณหภูมิต่ำ แต่ใบผักเคลือบแบบพร้อมปรุงมีอายุเก็บรักษานาน 21 วันเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °ซ ซึ่งนานกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°ซ ซึ่งมีอายุเก็บรักษา 16 วัน ที่อุณหภูมิต่ำทั้งสองระดับช่วยทำให้ใบผักเกิดการสูญเสียน้ำหนักสดไม่เกิน 5% แต่พบเปอร์เซ็นต์ใบเน่า ใบเหี่ยวมีสูง รวมทั้งพบอาการสะท้านหนาวของใบ

3. ชนิดของบรรจุภัณฑ์และการขนส่งมีผลต่ออายุวางจำหน่ายของใบผักเคลือบแบบพร้อมปรุงที่อุณหภูมิ 13 °ซ โดยพบว่าภายหลังการขนส่งแบบมีน้ำแข็งและไม่มีน้ำแข็งในกล่องขนส่ง ใบผักเคลือบที่ขนส่งแบบมีน้ำแข็งในกล่องขนส่งมีอายุวางจำหน่ายนานที่สุดเมื่อเทียบกับการขนส่งแบบไม่มีน้ำแข็ง และการบรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์มพลาสติกพีวีซีใบผักเคลือบมีอายุวางจำหน่ายนานที่สุด การขนส่งแบบไม่มีน้ำแข็งทำให้ใบผักในทุกลบบรรจุมีเปอร์เซ็นต์การเน่าของใบสูงกว่าการขนส่งแบบมีน้ำแข็ง

เอกสารอ้างอิง

- กนกพร บุญญะอดิชาติ. 2554. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์เรื่อง การเปลี่ยนแปลงสีใบของผักเหลียงหลังการเก็บเกี่ยว. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร. ชุมพร.
- กมล เลิศรัตน์ จริงแท้ ศิริพานิช จริญญา วิสิทธิ์พานิช ดนัย บุญยเกียรติ อธิธิสุนทร นันทกิจ. 2551. การศึกษาเปรียบเทียบสถานภาพด้านการผลิต การแปรรูป การค้า การวิจัยและพัฒนาผักและผลไม้ของไทย กับต่างประเทศ. นนบุรีการพิมพ์จำกัด. เชียงใหม่. 210 น.
- กองโภชนาการ. 2530. ตารางแสดงคุณค่าอาหารไทยในส่วนที่กินได้ 100 กรัม. กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : http://area-based.lpru.ac.th/veg/www/Native_veg/v444.htm. 15 มิถุนายน 2557.
- กาญจนา แดงแท้. 2545. การศึกษาวิธีการตลาดของผักเหลียงในตลาดภายในจังหวัดชุมพร. ปัญหาพิเศษ วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์จังหวัดชุมพร. ชุมพร.
- จริงแท้ ศิริพานิช. 2538. สรรพวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม.
- ณรงค์ รุ่งจำ. 2552. อาหารพร้อมปรุงโอกาสของผู้ผลิต ทางเลือกของผู้บริโภคยุคใหม่. อุตสาหกรรมสาร. 52: 8-10.
- ดนัย บุญยเกียรติ พิชญา บุญประสม พูลลาภ ชัยพิชิต เชื้อเหมืองพาน และ มนตรี จันทา. 2554. ผลของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของพืชผักและสมุนไพรอินทรีย์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 42 (3)(พิเศษ):677-680.
- ดนัย บุญยเกียรติ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2548. การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้ พิมพ์ครั้งที่ 5. โอ. เอส.พรินติ้ง เฮ้าส์. กรุงเทพฯ 248 น.
- ปิ่นหทัย ศิริปิ่น. 2545. Gnetum : พืชรอยต่อระหว่างจิมโนสเปิร์ม และแองกีโอสเปิร์ม. ปัญหาพิเศษ ปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักงานจัดการสิทธิเทคโนโลยี. มปป. फिल्मบรรจุภัณฑ์แอกทีฟเพื่อยืดอายุและรักษาของผักและผลไม้สด. [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. กลสิกร. 72 (1) : 73-85 น.
- อดิศักดิ์ ชั้นประเสริฐ ศิริชัย กัลป์ยาณรัตน์ อภิรดี อุทัยรัตนกิจ เฉลิมชัย วงศ์อารี. 2549. การหลุดร่วงของใบจากยอดผักหวานบ้านที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงชักนำโดยเอทิลีน. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 6 ระหว่างวันที่ 7-10 พฤศจิกายน. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ศูนย์เทคโนโลยีและวัสดุแห่งชาติ. มปป. สารระงับ : บรรจุภัณฑ์ฉลาด : นวัตกรรมยืดอายุผักและผลไม้ [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : https://www.mtec.or.th/academic-services/mtec-knowledge/84_23 มกราคม 2557
- Alan, R.W. 1994. The spectral determination of chlorophyll a and b as well as total carotenoids using various solvents with spectrophotometers of different resolution. *Plant physiol.* 144 : 307-313.
- Artemio, Z., Tulio, Jr., Kimiko, O., Kazuo, C. Yoshinori, U. 2002. Effects of storage temperatures 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.
- Cantwell, M.T. and R.F Kasmire. 2002. Postharvest handling systems: flower, leafy, and stem vegetables, pp. 423-434. In A. A. Kader, ed. *Postharvest technology of horticultural crops.* 3 rd Edition. Division of Agriculture and natural resources, University of California. USA. 535p.
- Gould, W.A. 1977. *Food Quality Assurance.* The AVI Publishing Company, Inc., Connecticut. 314 p.
- Kader, A.A. 2002. *Postharvest technology of horticultural crops.* 3 rd Edition. USA: Division of Agriculture and natural resources, University of California.
- 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.
- 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.

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.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก

สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินงานโครงการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แบบรายงานการใช้จ่ายเงินโครงการวิจัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายงานความก้าวหน้า ครั้งที่ 3 รอบ 12 เดือน ประจำปีงบประมาณ 2559

หน่วยงาน วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

แหล่งงบประมาณแผ่นดิน (แบบปกติ) 1 แหล่งเงินรายได้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย)... ผลของชนิดบรรจุภัณฑ์และอุณหภูมิต่ำต่อคุณภาพของใบผักเคลียงแบบพร้อมปรุง
(ภาษาอังกฤษ)... Effects of packages and low temperature on the quality of *Gnetum gnemon* L.
detached Leaves

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

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2558 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2559

ระยะเวลาดำเนินการ 1 ปี เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2558 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2559

ข้อมูลการรายงานค่าใช้จ่ายงบประมาณโครงการวิจัย

1. การเบิกจ่ายงบประมาณ

งวดที่ 1 13,725 บาท 85 % วันที่ได้รับ (ป/ด/ว) 19 พ.ย. 2558

งวดที่ 2 23,775 บาท 15 % วันที่ได้รับ (ป/ด/ว) 5.ก.ค. 2559

2. สรุปงบประมาณค่าใช้จ่ายที่ใช้นับตั้งแต่เริ่มทำการวิจัยถึงปัจจุบัน (จำแนกตามหมวดค่าใช้จ่าย)

หมวดค่าใช้จ่าย	งบประมาณรวมทั้งโครงการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)	คงเหลือ (หรือเกิน)
งบบุคลากร : ค่าจ้างชั่วคราว	-	-	-
งบดำเนินงาน			
ค่าตอบแทน	-	-	-
ค่าใช้สอย	52,000	52,595	(595)
ค่าวัสดุ	71,000	70,821	179
ค่าสาธารณูปโภค	500	84	416
งบลงทุน: ค่าครุภัณฑ์	35,000	35,500	-
รวม	158,500	158,500	0

..... ผศ.ดร. กนกพร บุญญะอดิชาติ

(นางสาว กนกพร บุญญะอดิชาติ)

ลงนามหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน

.....

..... ผศ.ดร. กนกพร บุญญะอดิชาติ

(นางสาว กนกพร บุญญะอดิชาติ)

ลงนามเจ้าหน้าที่การเงิน/เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติคณะผู้วิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย)
(ภาษาอังกฤษ) นางสาวกนกพร บุญญะอดิชาติ
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

ปีที่จบ	ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ประเทศ
2550	ปรด. (เทคโนโลยีหลังการ เก็บเกี่ยว)	เทคโนโลยีหลังการ เก็บเกี่ยว	ม. เกษตรศาสตร์	ไทย
2541	วทม. (เกษตรศาสตร์)	พืชสวน	ม. เกษตรศาสตร์	ไทย
2536	วทบ. (เกษตรศาสตร์)	พืชสวน	สถาบันเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง	ไทย

5. สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ : สรีรวิทยา และวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวด้านผัก ไม้ดอก และ
ไม้ผล
6. ประสบการณ์งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 6.1 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

กนกพร บุญญะอดิชาติ และ นาดยา มนต์รี. 2552. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์การสำรวจการผลิตมะละกอ
ในพื้นที่จังหวัดชุมพร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร.
ชุมพร. แหล่งทุน สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

กนกพร บุญญะอดิชาติ. 2554. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์การเปลี่ยนแปลงสีใบและการเสื่อมสภาพของใบ
ผักเคลียงหลังการเก็บเกี่ยว. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขต
ชุมพร. ชุมพร. แหล่งทุน สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

กนกพร บุญญะอดิชาติ. 2556. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ต้นแบบการจัดการการผลิตมะละกออย่างยั่งยืน
ในพื้นที่จังหวัดชุมพร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร.
ชุมพร. แหล่งทุน สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 งานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ รวม 3 เรื่อง

- 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 philippines 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.

6.2 งานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับชาติ รวม 4 เรื่อง

- กนกพร บุญญะอดิชาติ และนาดยา มนตรี. 2552. การสำรวจการผลิตมะละกอในพื้นที่จังหวัดชุมพร. *วิทยาศาสตร์เกษตร*. 40 (3 พิเศษ):524-527.
- กนกพร บุญญะอดิชาติ นาดยา มนตรี และ เจมรงค์ มะลิพันธ์. 2553. คุณภาพของผลมะละกอในพื้นที่จังหวัดชุมพร. *วิทยาศาสตร์เกษตร*. 41 (1 พิเศษ):55-58.
- กนกพร บุญญะอดิชาติ. 2555. ผลของระบบการให้น้ำต่อคุณภาพผลภายนอกและภายในของต้นมะละกอพันธุ์แขกดำ. *วิทยาศาสตร์เกษตร*. 43 (3 พิเศษ) :552-555.
- กนกพร บุญญะอดิชาติ. 2558. การใช้ถุงพอลิเอทิลีนเจาะรูเพื่อยืดอายุวางจำหน่ายของผักเหลียงพร้อมปรุง. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า*. 33 (ฉบับพิเศษ) : 385-389.

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาว ลดาวัลย์ เลิศเลอวงศ์
(ภาษาอังกฤษ) Miss. Laddawan Lerslerwong
2. หมายเลขบัตรประชาชน 3529900340477
3. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์
เงินเดือน -
เวลาที่ใช้ทำวิจัย 18-20 ชั่วโมง/สัปดาห์
4. หน่วยงานที่สังกัดและที่อยู่ ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112
โทรศัพท์ : 074-286145 Fax. 074-212823
Email: laddawanl@yaho.com หรือ laddawan.l@psu.ac.th
5. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	สถาบัน	วุฒิการศึกษา	สาขาวิชา	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ปริญญาตรี	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	วท.บ.(เกษตรศาสตร์)	พืชสวน	2539
ปริญญาโท	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	วท.ม.(เกษตรศาสตร์)	พืชสวน	2542
ปริญญาเอก	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	วท.ด.	พืชสวน	2551

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ : สรีรวิทยาการผลิตไม้ผลและไม้ยืนต้น

สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช

7. ประสบการณ์วิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 โครงการวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

- ลดาวัลย์ เลิศเลอวงศ์ และ อติเรก รักคง. 2553. ผลกระทบของการใช้สารเอทธิพอนและ 1-methylcyclopropene (1-MCP) ร่วมกับการห่อผลก่อนการเก็บเกี่ยวต่อผลมั่งคุด. ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา.
- สายัณห์ สดดี, ลดาวัลย์ เลิศเลอวงศ์ และ อติเรก รักคง. 2553. ผลของสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตมั่งคุดนอกฤดูในจังหวัดพัทลุง. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.
- ลดาวัลย์ เลิศเลอวงศ์. 2555. โครงการสร้างความพร้อมในการวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์เกษตร (การวิเคราะห์ปริมาณฮอร์โมนพืช). สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา.
- ลดาวัลย์ เลิศเลอวงศ์ และ สุภาณี ชนะวีรวรรณ. 2556. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ การศึกษาอิทธิพลของเขตกรรมและสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อสรีรวิทยาการออกดอกเพื่อเป็นแนวทางในการผลิตลองกองนอกฤดู. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.
- ลดาวัลย์ เลิศเลอวงศ์. 2556. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ บทบาทของเอทิลีนต่อการพัฒนา การสุก และรูปแบบโคลแมคเทอร์ริกของผลมั่งคุดก่อนการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพผลหลังการเก็บเกี่ยว. สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษาและสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอญูญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2 งานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ รวม 7 เรื่อง

- Lerslerwong, L. and S. Ketsa. 2008. Autocatalytic ethylene production by *Dendrobium* flowers during senescence induced by exogenous ethylene. *Thai Journal of Agricultural Science*, 41: 91-99.
- Lerslerwong, L., S. Ketsa and W.G. van Doorn. 2009. Protein degradation and peptidase activity during petal senescence. *Postharvest Biology and Technology*, 52: 84-90.
- Apiratikorn, S., Sdoodee, S., Lerslerwong, L. and S. Rongsawat. 2012. The impact of climate variability on the phenological change, yield and quality of mangosteen in Phattalung Province, Southern Thailand. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 46: 1-9.
- Lerslerwong, L., Rugkong, A., Imsabai, W., and S. Ketsa, S. 2013. The harvest period of mangosteen fruit can be extended by chemical control of ripening-a proof of concept study. *Scientia Horticulturae*, 157: 13-18.
- Nualwijit, N., Lerslerwong, L., and W. Imsabai. 2013. Ripening delay and reduction of free fatty acids of oil palm fruit in response to 1-methylcyclopropene. *Acta Horticulturae* 1011: 343 – 349.
- Lerslerwong, L., S. Tipparn, and S. Chanaweewawan. 2014. Preliminary study to control flowering by trunk girdling and paclobutrazol treatment in longkong. *Acta Horticulturae* 1024: 211 – 216.
- Nualwijit, N. and Lerslerwong, L. 2014. Post harvest ripening of oil palm fruit is accelerated by application of exogenous ethylene. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*. *In pres*

7.3 งานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับชาติ รวม 7 เรื่อง

- ลดาวัลย์ เลิศเลอวงศ์ และ ธนัท ชาญญาภา. 2542. การเปลี่ยนแปลงปริมาณเอทิลีนในช่วงก่อนการแตกใบอ่อนในยอดลิ้นจี่พันธุ์งาช้างและมะปรางพันธุ์ทุลเกล้า. *วารสารเกษตร* 15(1): 1-7.
- Lerslerwong, L., Thunyarpar, T. and Subhadrabandhu, S. 2002. Changes in ethylene and total nonstructural carbohydrates content in stem apex prior to leaf flushing of marian plum (*Bouea burmanica* Griff.) cv. Toon Klaow. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 36: 119 – 123.
- ลดาวัลย์ เลิศเลอวงศ์ และ ภูริณัฐ พลายด้วง. 2552. การศึกษาเบื้องต้นของการใช้สาร 1-methylcyclopropene (1-MCP) ร่วมกับการห่อผลก่อนการเก็บเกี่ยวต่อการสุกของผลมังคุด. *ว. วิทย. กษ. (พิเศษ)* 40: 575 – 577.
- อรจิรา พรหมทองรักษ์ และ ลดาวัลย์ เลิศเลอวงศ์. 2555. ผลของการใช้กรดจิบเบอเรลลิกและเมทิลไซโคลโพรพีนก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวต่อวันที่เก็บเกี่ยวและอายุการเก็บรักษาของผลมังคุด. *ว. วิทย. กษ. (พิเศษ)* 43: 392 – 395.
- นฤมล นวลวิจิตร และ ลดาวัลย์ เลิศเลอวงศ์. 2555. ผลของเอทิลีนและเมทิลไซโคลโพรพีนต่อการสุกและคุณภาพของผล ปาล์มน้ำมันหลังการเก็บเกี่ยว. *ว. วิทย. กษ. (พิเศษ)* 43: 452 – 455.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายทิพย์ ทิพย์ปาน และ ถดาวลัย เลิศเลอวงศ์. 2557. ผลของการรดกึ่งและสารพาโคลบิวทราโซลต่อการ
ออกดอกและปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้างของलगอง (Aglaia dookoo Griff.). ว.
พืชศาสตร์สงขลานครินทร์ 1: 28 – 33



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้