

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. ชุดโครงการวิจัย : -
2. โครงการวิจัย : การจัดการคุณภาพผลิตผลสดหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อการส่งออก (โครงการวิจัยเดี่ยว)
- กิจกรรม : การพัฒนาบรรจุภัณฑ์สำหรับผักและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค
- กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) : -
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : การพัฒนาบรรจุภัณฑ์เพื่อเก็บรักษาผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค
- ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Using Different packaging for storage of Minimally Processed Fruits
4. คณะผู้ดำเนินงาน
- หัวหน้าการทดลอง:
- นางสาวปรารค์ทอง กวานห้อง กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร
- ผู้ร่วมงาน:
- นางศิริกานต์ ศรีธัญรัตน์ กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร
- นางสาวคมจันทร์ สรงจันทร์ กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

5. บทคัดย่อ:

ปัจจุบันผักและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคได้รับความนิยม เนื่องจากแนวโน้มของผู้บริโภคสนใจอาหารประเภทพร้อมบริโภคเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ผลไม้ตัดแต่งเหล่านี้มีอายุการวางจำหน่ายสั้น เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยว เช่น การเกิดสีน้ำตาล การเกิดกระบวนการหมัก ซึ่งการใช้บรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ในการบรรจุเพื่อสร้างสภาพบรรยากาศดัดแปลงเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถยืดอายุการวางจำหน่ายของผักและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคได้ จึงทำการทดสอบการใช้บรรจุภัณฑ์รูปแบบต่างๆ สำหรับการบรรจุเพื่อป้องกันการปนเปื้อนและช่วยยืดอายุการเก็บรักษาในผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคบางชนิด ได้แก่ กัลฉ่ายหอม สับปะรดพันธุ์ภูแล ทูเรียนพันธุ์หมอนทอง มะม่วงสุกพันธุ์น้ำดอกไม้ และมะม่วงดิบพันธุ์เขียวเสวย ทำการทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน ระหว่างเดือนกันยายน 2556 - เดือนตุลาคม 2558 โดยนำผลิตผลสดที่ผ่านการคัดคุณภาพ ล้างทำความสะอาด ตัดแต่ง และผึ่งจนแห้งแล้วมาบรรจุในบรรจุภัณฑ์ต่างๆ ตามชนิดของผลไม้ ได้แก่ *กัลฉ่ายหอม* ที่ผ่านการบ่มสุกด้วยเอทิลีนแล้ว นำมาตัดแต่ง

เป็นซีกๆ ละ 2 หรือ 3 ผล แล้วบรรจุใน 1) ถุงชนิด polypropylene (PP) 2) ถุง PP ที่เจาะรูขนาด \varnothing 0.5 เซนติเมตร จำนวน 8 รู 3) ถุงชนิด polyethylene (PE) 4) ถุง PE ที่เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 32 รู 5) ถุงชนิด Active M2 และ 6) ถุงชนิด Active M4 เปรียบเทียบกับสิ่งควบคุมที่ไม่บรรจุถุง ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส นาน 0 5 10 15 20 และ 25 วัน จากนั้นเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) จนผลสุก *สับปะรดพันธุ์ภูแล* นำมาปอกและตัดแต่งเป็นชิ้นก่อนบรรจุในบรรจุภัณฑ์ต่างๆ ได้แก่ 1) บรรจุถาดแล้วหุ้มด้วยฟิล์มยืด PVC (สิ่งควบคุม) 2) บรรจุถาดแล้วปิดถาดด้วยฟิล์ม PP 3) บรรจุถาดแล้วปิดถาดด้วยฟิล์ม PP ที่เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 4 รู 4) บรรจุถาดแล้วปิดถาดด้วยฟิล์ม PE และ 5) บรรจุถาดแล้วปิดถาดด้วยฟิล์ม PE ที่เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 4 รู จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิสำหรับการวางจำหน่าย สำหรับ *ทุเรียนพันธุ์หมอนทอง* ทำการทดลองสองครั้ง ในครั้งแรกเป็นการเปรียบเทียบคุณภาพทุเรียนที่มีการหั่นและไม่หั่นเป็นชิ้น โดยนำทุเรียนที่เริ่มสุกแต่เนิ่นๆ มาปอกเปลือก แกะเนื้อและเมล็ด ก่อนบรรจุในบรรจุภัณฑ์ตามกรรมวิธี คือ 1) ทุเรียนทั้งพูบรรจุถาด PVC สีดำแบบมีฝาครอบใส 2) ทุเรียนหั่นชิ้นบรรจุถาด PVC สีดำแบบมีฝาครอบใส 3) ทุเรียนทั้งพูบรรจุถาด PVC ใสแบบมีฝาปิด และ 4) ทุเรียนหั่นชิ้นบรรจุถาด PVC ใสแบบมีฝาปิด แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ส่วนครั้งที่สอง เป็นการเปรียบเทียบคุณภาพทุเรียนในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ โดยนำทุเรียนเริ่มสุกที่ปอกเปลือก แกะเนื้อและเมล็ดแล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบต่างๆ ได้แก่ 1) บรรจุถาดพลาสติกแล้วหุ้มฟิล์ม PVC 2) บรรจุถาดพลาสติกแบบฝาครอบ 3) บรรจุถาดพลาสติกแบบมีฝาปิด 4) บรรจุถาดพลาสติกแล้วหุ้มด้วยถุงพลาสติกชนิด PP 5) บรรจุถาดพลาสติกแล้วหุ้มด้วยถุงพลาสติกชนิด PE จากนั้นเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส การทดลองใน *มะม่วงดิบพันธุ์เขียวเสวย* ทำโดยนำผลผลิตมะม่วงสดที่คัดคุณภาพและทำความสะอาดแล้ว มาปอกเปลือกและหั่นเป็นชิ้นตามยาว จากนั้นบรรจุในภาชนะบรรจุตามกรรมวิธี คือ 1) ถาดพลาสติกแล้วหุ้มฟิล์ม PVC 2) ถาดพลาสติกแบบมีฝาปิด 3) ถาดพลาสติกแล้วหุ้มด้วยถุงพลาสติกชนิด PP 4) ถาดพลาสติกแล้วหุ้มด้วยถุงพลาสติกชนิด oriented polypropylene (OPP) และ 5) ถาดพลาสติกแล้วหุ้มถุงพลาสติกชนิด PE จากนั้นนำไปเก็บรักษาในตู้แช่วางจำหน่ายผักผลไม้ที่ตั้งอุณหภูมิไว้ 10 องศาเซลเซียส

ผลการทดลองพบว่า การบรรจุ *กล้วยหอม* ฝักในบรรจุภัณฑ์มีส่วนช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก คงความสด และชะลอการสุกของผลกล้วยได้ดีกว่าการไม่ใส่ในบรรจุภัณฑ์ การบรรจุผลกล้วยหอมตัดแต่งชิ้นในบรรจุภัณฑ์ชนิด PP และ M4 ช่วยในการชะลอการสุกได้ดีที่สุด ทำให้เก็บรักษาได้นาน 29-30 วัน โดยที่คุณภาพยังเป็นที่ยอมรับ ส่วน *สับปะรด* หั่นชิ้นที่บรรจุถาดแล้วปิดถาดด้วยฟิล์ม PP หรือ PE แล้วเจาะรูขนาดรูเข็ม 4 รู ช่วยรักษาคุณภาพและยังเป็นที่ยอมรับหลังเก็บรักษานาน 6 วัน ขณะที่กรรมวิธีอื่นๆ ไม่เป็นที่ยอมรับ สำหรับคุณภาพการเก็บรักษา *ทุเรียน* พบว่า ในการทดลองครั้งแรก ทุเรียนทุกกรรมวิธีมีอายุการเก็บรักษาไม่แตกต่างกัน สามารถเก็บได้นานถึง 10 วัน โดยที่เนื้อทุเรียนยังคงมีสภาพภายนอกและคุณภาพการรับประทานเป็นที่ยอมรับ แต่ทุเรียนที่ทำการหั่นเป็นชิ้น มีคุณภาพและการยอมรับภายนอกจากผู้บริโภคต่ำกว่าทุเรียนที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ทั้งพู ส่วนในการทดลองครั้งที่สอง ทุเรียนที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์แต่ละชนิดให้ผลวิเคราะห์ทางกายภาพ ทางเคมี และการรับประทานไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นปริมาณ CO_2 ภายในบรรจุภัณฑ์ และการสูญเสียน้ำหนัก โดยหลังเก็บรักษานาน 20 วัน บรรจุภัณฑ์

ถุง PP และ PE มีการสะสม CO₂ เฉลี่ยสูงกว่าบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่นๆ ขณะที่ทุเรียนตัดแต่งที่บรรจุในภาชนะหุ้มฟิล์ม PVC มีการสูญเสียน้ำหนักสูงที่สุด และในการเก็บรักษามะม่วงดิบตัดแต่ง พบว่า การบรรจุมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ชนิด OPP ช่วยชะลอการเกิดสีน้ำตาลบนผิวเนื้อมะม่วงได้ดีกว่าบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่นๆ ทำให้มีอายุการเก็บรักษานานขึ้นถึง 6 วัน ขณะที่กว่าบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่นหมดสภาพการวางจำหน่ายหลังเก็บนานเพียง 3 วัน แต่การบรรจุในถุง OPP มีปัญหาในเรื่องของกลิ่นหมักและรสชาติที่ผิดปกติหลังเก็บนานกว่า 6 วัน

Abstract:

Recently, fresh cut fruits and vegetables become a popular food due to the trend of consumer prefer to consume ready-to-eat products. However, these are short shelf life considering to their postharvest physiology changes such as browning and fermentation. Modified atmosphere packaging is a way of extending the shelf life of many fresh-cut fruit and vegetable products. Thus, effect of various packaging materials in protecting the contamination and extending the storage life of minimally processed fruits: banana, pineapple, durian and green mango were investigated. This study was done at Laboratory of Postharvest Horticultural Crops, Postharvest and Processing Research and Development Division, Department of Agriculture during September 2011 - October 2015. These fruits were sorted, peeled, cleaned, cut or air dried before subsequently packing in the following types of fruits in hygienic conditions. *Bananas cv. Hom* at green maturity stage which were treated with ethephon (ripening agent), were cleaned and divided into two or three fruits per branch. Then a branch of banana fruits were packed in various packages: 1) polypropylene (PP) bag, 2) PP bag with eight extraction holes of 0.5-cm diameters, 3) polyethylene (PE) bag, 4) PE bag with 32 needle-sized holes, 5) Active M2 bag and 6) Active M4 bag comparing with control (no bag). All treatments were stored at 12°C with 90% of relative humidity for 0 5 10 15 20 and 25 days and subsequently held at 25°C until the fruits were ripped. *Pineapples cv. Phulae* were peeled, cleaned, cut into pieces and packed in five different packages: 1) placed on tray and covered by polyvinyl chloride (PVC) stretch film (control), 2) placed on tray and covered by PP film, 3) placed on tray and covered by PP with 4 needle-sized holes on the top of film, 4) placed on tray and covered by PE film and 5) placed on tray and covered by PE with 4 needle-sized holes on the top of film prior to store at 10°C. For *durian cv. Mon Thong*, There were twice times of experiment. Firstly, it was tested to compare the quality of cut and un-cut durian flesh. Firmly ripe durians were opened and the pulps including the seed were removed. Then, the durian pulps without the seeds were packed in the following of treatments: 1) uncut durian pulps placed on black polystyrene (PS) tray with

clear PVC lid, 2) cut (into pieces) durian pulps place on black PS tray with clear PVC lid, 3) uncut durian pulps placed on polyethylene terephthalate (PET) clamshell tray and 4) cut durian pulps placed on PET clamshell tray. All treatments were stored at 10°C. Secondly, firmly ripe durians were opened and the pulps were removed out. Then, the uncut pulps without the seeds were packed in various types of packaging: 1) PP tray and over-wrapped with PVC stretch film, 2) black polystyrene (PS) tray with clear PVC lid, 3) PET clamshell tray, 4) PP tray and placed inside PP bag and 5) PP tray and placed inside PE bag. All were stored at 10°C. In the case of *green mangoes cv. Khiaw Sawei*, the sorted fruits were cleaned, peeled and cut into long, slender pieces. After that, the flesh mangoes were packed into 1) PP tray and over-wrapped with PVC stretch film, 2) clear PVC tray with lid, 3) PP tray and covered with PP bag, 4) PP tray and covered with OPP bag and 5) PP tray and covered with PE bag prior to storing at 10°C of open fruit display refrigerator.

The results showed that packing the branches of banana with any packages could decrease weight loss, maintain freshness, and delay the ripening compare with no packaging. PP and M4 bags had storage life of 29 - 30 days which were longer in delay of the fruit ripening than other packages with acceptable qualities. For fresh-cut pineapple, the flesh were packed and covered with PP or PE films with 4 needle-sized holes had the acceptable quality at 6 days of storage while other packages were unacceptable. The durian pulps quality at first experiment were no significantly difference among the treatments. The pulps were acceptable after 10 days of storage. However, cut durian pulps had lower in sensory quality than the uncut pulps. In a second experiment, it was found that the durian pulps in all treatments had no significant difference in physical and chemical characteristics. On the other hand, weight loss and CO₂ concentration in the packages differed. The rate of accumulation of CO₂ in the headspace of PP and PE packaging were higher than others during a 20-day storage period. At the same time, durian pulps in PVC packaging had highest in weight loss. The results also showed that the sensory quality of the fresh-cut durians decreased over the storage period and were unacceptable after 15 days of storage. For the result of fresh-cut green mangoes, it presented that OPP packaging had better at delaying the flesh browning than others and could expand the shelf life of the flesh up to 6 days. Meanwhile, other packages were unacceptable after 3 days of storage. In spite of the fact that OPP packaging could increase the shelf life but this packaging influenced off-flavor development inside the packages.

6. คำนำ:

ปัจจุบัน แนวโน้มความต้องการของผู้บริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศมีความนิยมในการบริโภคผักและผลไม้สดมากขึ้น เนื่องจากกระแสรักสุขภาพทำให้ผู้บริโภคคำนึงถึงการรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพที่เน้นการบริโภคผักและผลไม้ เพื่อช่วยส่งเสริมให้ร่างกายแข็งแรงและมีภูมิคุ้มกันโรค ซึ่งผักและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค (fresh-cut fruit and vegetable products) เป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้เป็นอย่างดีเพราะมีคุณค่าทางอาหารสูง (Llorach *et al.*, 2008; University of the District of Columbia, 2015) มีความสะดวกในการรับประทานและเก็บรักษาได้ง่าย นอกจากนี้การผลิตผักและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคยังเป็นแนวทางการลดความเสียหายและเพิ่มมูลค่าของผลิตผลสด ซึ่งมีธรรมชาติที่เน่าเสียง่ายและอายุการเก็บรักษาสั้นโดยเฉพาะในช่วงฤดูการที่ผลผลิตออกสู่ตลาดเป็นจำนวนมาก การนำมาผลิตเป็นผลิตผลพร้อมบริโภค จะเป็นช่องทางการตลาดของผลิตผลสดอีกรูปแบบหนึ่ง

อย่างไรก็ตาม การทำงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเก็บรักษาผักและผลไม้ตัดแต่งแม้จะมีมากขึ้น แต่งานวิจัยในผลไม้ตัดแต่งบางชนิดยังมีข้อมูลที่ไม่เพียงพอ/แพร่หลาย อีกทั้งยังต้องมีการพัฒนางานวิจัยที่มีอยู่แล้วให้มีความต่อเนื่องและทันสมัยมากขึ้นเพื่อนำเสนอรูปแบบใหม่ และเป็นการตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของบรรจุภัณฑ์สำหรับการบรรจุ ซึ่งปัจจุบันมีการพัฒนาคุณสมบัติและรูปแบบที่มีความหลากหลายมากขึ้น อีกทั้งบรรจุภัณฑ์ยังเป็นสิ่งที่ผู้บริโภคใช้เป็นหนึ่งทางเลือกในการพิจารณาซื้อสินค้าแต่ละชนิดนอกเหนือจากคุณภาพของสินค้านั้นๆ การหาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการเก็บรักษาผลิตผลตัดแต่งให้มีคุณภาพเป็นที่ต้องการของตลาดสามารถเก็บผลิตผลได้นานขึ้น และสามารถนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ได้ เป็นปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่งในการผลิตผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้พร้อมบริโภค

กล้วย (*Musa spp.*) เป็นหนึ่งในผลไม้เศรษฐกิจที่มีความสำคัญและนิยมบริโภคสด นอกจากหาซื้อได้ง่ายและสะดวกในการรับประทานแล้ว กล้วยยังเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต ซึ่งเป็นสารให้พลังงาน วิตามิน B และ C รวมถึงธาตุโพแทสเซียมและแมกนีเซียม (Aurore *et al.*, 2009) โดยกล้วยหอมทอง (*Musa acuminata* AAA group 'Gros Michel') เป็นกล้วยพันธุ์หนึ่งที่นิยมปลูกและจำหน่ายเพื่อรับประทานสดในประเทศไทย เนื่องจากมีขนาดผลใหญ่ รสชาติหวานอร่อย และมีกลิ่นเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวที่โดดเด่น สำหรับอายุการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสำหรับการจำหน่ายและส่งออกคือ 50 วัน ขึ้นไป หลังติดปลีขึ้นอยู่กับการดูแลรักษาทั่วไปในแปลงปลูก อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาอยู่ระหว่าง 13-14 องศาเซลเซียส โดยสามารถเก็บรักษาได้นาน 14-21 วัน (กรมวิชาการเกษตร, 2554)

สับปะรด (*Ananas comosus* L.) พันธุ์ภูแล เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญและเป็นสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (Geographical Indication) ของจังหวัดเชียงราย จัดเป็นสับปะรดในกลุ่มสายพันธุ์ควีน (Queen-type variety) มีขนาดผลเล็ก น้ำหนักระหว่าง 150-1,000 กรัม รูปทรงกระบอก เปลือกหนา เนื้อมีความกรอบ

รสชาติเป็นที่ถูกปากผู้บริโภค แม้จะเป็นผลไม้ที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูงแต่มีปัญหาเรื่องอายุการเก็บรักษาสั้น (Phonyiam *et al.*, 2016) โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากการตัดแต่งผล ซึ่งสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคมักประสบปัญหาการเกิดสีน้ำตาล (Browning) การเกิดกลิ่นหมัก และการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ อย่างไรก็ตาม การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำมีผลทำให้กระบวนการต่างๆ ทางชีวเคมีเกิดช้าลง และช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลผลิตได้ เช่น ช่วยลดอัตราการสูญเสียน้ำหนัก ลดอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีน (จริงแท้, 2549) นอกจากนี้การเก็บรักษาในภาชนะบรรจุแบบสภาพบรรยากาศตัดแต่งนิยมนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคหลายชนิด เพราะสามารถลดการหายใจ ลดการสูญเสียน้ำหนัก และสามารถชะลอการเกิดความผิดปกติทางสรีรวิทยาได้

ทุเรียน (*Durio zibethinus* Merr.) เป็นที่รู้จักกันดีว่าเป็น “ราชาของผลไม้” ในประเทศแถบภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางอาหารสูงและมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (bioactive compounds) ซึ่งมีประสิทธิภาพเป็นแหล่งสารอาหารที่ช่วยในการบำรุงสุขภาพ เสริมสร้างโภชนาการ และมีสรรพคุณเป็นยา (Ashraf *et al.*, 2010) แต่ในการบริโภคทุเรียนค่อนข้างมีความลำบาก เนื่องจากผลที่ใหญ่ น้ำหนักมาก เปลือกมีหนามและปอกยาก ผู้บริโภคจึงนิยมซื้อทุเรียนที่ปอกเปลือกและแกะเนื้อออกแล้วเพื่อการบริโภคมากกว่าการซื้อทั้งผล

มะม่วง (*Mangifera indica* L.) เป็นหนึ่งในผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทยและหลายประเทศ โดยเป็นที่นิยมทั้งในการบริโภคสดและแปรรูป การผลิตผลิตภัณฑ์มะม่วงดิบตัดแต่งเป็นอีกหนึ่งชนิดผลไม้ที่เป็นที่นิยมเพราะสะดวกและง่ายในการรับประทาน อย่างไรก็ตาม ปัญหาของการเก็บรักษาผลมะม่วงตัดแต่งคือ อายุการเก็บรักษาสั้น เนื่องจากปัญหาเรื่องของการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเนื้อมะม่วง (Rattanpanone *et al.*, 2001) ซึ่งการใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมก็มีส่วนช่วยชะลอการเกิดสีน้ำตาลนี้ได้เช่นกัน

การใช้บรรจุภัณฑ์ในการบรรจุผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคมีหลายแบบ ทั้งการใช้ถาดโฟม (Polystyrene: PS) หรือถาดพลาสติก PVC (polyvinyl chloride) แล้วหุ้มด้วยฟิล์ม PVC หรือใช้ถาดพลาสติกชนิดอื่นๆ แล้วหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติกชนิดต่าง ๆ อย่างไรก็ตาม มีการรณรงค์ให้เลิกใช้ถาดโฟมสำหรับการบรรจุอาหาร เนื่องจากถาดโฟมเป็นวัสดุที่มีสารอันตรายปนเปื้อนออกมาได้ง่ายเมื่อได้รับความร้อน หรืออาจเกิดปฏิกิริยาเคมีกับผลผลิตที่นำมาบรรจุได้ อีกทั้งในขั้นตอนการทำลายยังก่อให้เกิดมลพิษแก่สิ่งแวดล้อมด้วย ส่วนการใช้ถาด PVC สำหรับการบรรจุนั้นยังเป็นที่ยอมรับ และปลอดภัยต่อการนำไปบรรจุอาหาร (จงกลณี และสุชัญญา, 2549; OliveGreen Marketing, 2007) สำหรับการใช้ฟิล์มยืด PVC ในการห่อหุ้มภาชนะบรรจุก็มีโอกาสในการเข้าทำลายของเชื้อโรคหรือจุลินทรีย์จากอากาศได้เพราะการปิดผนึกไม่แน่นหนา จึงทำให้มีอายุการเก็บรักษาสั้น ดังนั้น การบรรจุในลักษณะที่มีการปิดผนึกแน่นหนาจึงเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด เนื่องจากการบรรจุในบรรจุภัณฑ์ดังกล่าวเป็นลักษณะการเก็บรักษาแบบ Modified

atmosphere packaging (MAP) ซึ่งถือเป็นเทคนิคการยืดอายุผลผลิตสดหรือผลผลิตตัดแต่งวิธีหนึ่ง โดยการปรับสภาพบรรยากาศรอบผลผลิตภายในบรรจุภัณฑ์ ทำให้องค์ประกอบของแก๊สภายในบรรจุภัณฑ์นั้นเปลี่ยนแปลงไป โดยการปรับขึ้นอยู่กับ ชนิดของผลผลิตสด ชนิดของบรรจุภัณฑ์และอุณหภูมิการเก็บรักษา ซึ่งมักทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วน CO_2 ให้มีความเข้มข้นสูงขึ้น ในขณะที่ O_2 มีความเข้มข้นต่ำลง สภาพบรรยากาศตัดแปรดังกล่าวส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจของผลผลิต การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนของแก๊สในบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมสามารถชักนำให้ผลผลิตภายในบรรจุภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น รวมทั้งมีอัตราการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการทางสรีรวิทยาลดลง ช่วยให้มีอายุการเก็บรักษาและการวางจำหน่ายยาวนานขึ้น นอกจากนี้ การใช้ MAP ที่มีผลต่อการรักษาระดับความเข้มข้นของแก๊สรอบผลผลิตที่ประกอบด้วย CO_2 สูง และ O_2 ต่ำยังส่งผลต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ด้วย (Farber *et al.*, 2003) อีกทั้งมีการศึกษาของ Sivakumar และ Korsten (2006) ได้รายงานว่าพลาสติก polyethylene (PE) ช่วยยืดอายุของลิ้นจี่ตัดแต่งได้นานถึง 13 วัน โดยลิ้นจี่ยังไม่เกิดสีคล้ำและมีรสชาติเป็นที่ยอมรับได้

ในการศึกษาครั้งนี้จึงเป็นการทดสอบผลของบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค

7. วิธีดำเนินการ:

- อุปกรณ์
 - ผลผลิตสด ได้แก่ กล้วยหอม สับปะรดพันธุ์ภูแล ทูเรียนพันธุ์หมอนทอง และมะม่วงพันธุ์เขียวเสวย
 - บรรจุภัณฑ์สำหรับการบรรจุ ได้แก่ ถุงพลาสติก polypropylene (PP) ถุงพลาสติก polyethylene (PE) ถุงพลาสติก oriented polypropylene (OPP) ถุงพลาสติก Active M2 ถุงพลาสติก Active M4 ภาตพลาสติก PP ภาตพลาสติก PVC สีดำแบบมีฝาครอบใส ภาต PVC สีแบบมีฝาปิด พิล์ม PP พิล์ม PE และกล่องกระดาษ
 - อุปกรณ์สำหรับการล้าง ปอกเปลือก ตัดแต่ง และหั่นชิ้น ได้แก่ กะละมัง ภาตสแตนเลส มีด
 - อุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพ ได้แก่ เครื่องชั่ง เครื่องแก้ว อุปกรณ์สำหรับการไตเตรท เครื่องวัดค่าซ เครื่องวัดความแน่นเนื้อ เป็นต้น
 - สารเคมีสำหรับการล้างและวิเคราะห์คุณภาพ ได้แก่ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOCl) สารเอทีฟอน สารเคมีสำหรับการไตเตรท

- วิธีการ

1) ผลของบรรจุภัณฑ์ต่ออายุการเก็บรักษากล้วยหอมตัดแต่งเป็นซีก

1.1 ทำการทดลองแบบ completely randomize design (CRD) มี 7 กรรมวิธีๆ ละ 3 ซ้ำ

1.2 นำกล้วยหอมจากแปลงเกษตรกรจังหวัดเพชรบุรีที่คัดคุณภาพและทำความสะอาดแล้วมาตัดแต่งเป็นซีกๆ ละ 3 ผล จากนั้น บรรจุผลกล้วยหอมตามกรรมวิธี คือ

กรรมวิธีที่ 1 ไม่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ (สิ่งควบคุม)

กรรมวิธีที่ 2 บรรจุในถุง PP

กรรมวิธีที่ 3 บรรจุในถุง PP+เจาะรูขนาด \varnothing 0.5 ซม. จำนวน 8 รู

กรรมวิธีที่ 4 บรรจุในถุง PE

กรรมวิธีที่ 5 บรรจุในถุง PE+เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 32 รู

กรรมวิธีที่ 6 บรรจุในถุงชนิด M2

กรรมวิธีที่ 7 บรรจุในถุงชนิด M4

1.3 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12°C. นาน 0 5 10 15 20 และ 25 วัน ก่อนเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) จนผลสุก เช็การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ เคมี และคุณภาพการรับประทาน



ภาพที่ 1 บรรจุภัณฑ์สำหรับกล้วยหอมตัดแต่งเป็นซีก ณ วันเริ่มต้น

2) ผลของบรรจุภัณฑ์ต่ออายุการเก็บรักษาสับประดพันธ์ภูแลตัดแต่งพร้อมบริโภคน

2.1 ทำการทดลองแบบ completely randomize design (CRD) มี 5 กรรมวิธีๆ ละ 3 ซ้ำ

2.2 นำสับประดพันธ์ภูแลจากแปลงเกษตรกรจังหวัดเชียงรายที่คัดคุณภาพและทำความสะอาดแล้วมาหั่นเป็นชิ้น ก่อนบรรจุในบรรจุภัณฑ์ตามกรรมวิธี คือ

กรรมวิธีที่ 1 บรรจุถาดแล้วหุ้มด้วยฟิล์มยืด PVC

กรรมวิธีที่ 2 บรรจุถาดแล้วปิดถาดด้วยฟิล์มชนิด PP

กรรมวิธีที่ 3 บรรจุถาดแล้วปิดถาดด้วยฟิล์มชนิด PP+เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 4 รู

กรรมวิธีที่ 4 บรรจุถาดแล้วปิดถาดด้วยฟิล์มชนิด PE

กรรมวิธีที่ 5 บรรจุถาดแล้วปิดถาดด้วยฟิล์มชนิด PE+เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 4 รู

2.3 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิสำหรับการวางจำหน่าย เช็การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ เคมี และคุณภาพการรับประทาน ทุก 3 วัน



ภาพที่ 2 การตัดแต่งและบรรจุสับปะรดพันธุ์ภูแลพร้อมบริโกลในบรรจุภัณฑ์ในห้องสะอาด

3) ทดสอบผลของการแกะเมล็ดและหั่นชิ้นเนื้อทุเรียนในบรรจุภัณฑ์

3.1 ทำการทดลองแบบ completely randomize design (CRD) มี 4 กรรมวิธีๆ ละ 3 ซ้ำ

3.2 เก็บเกี่ยวทุเรียนพันธุ์หมอนทอง ความแก่ประมาณ 80% จากนั้นทำความสะอาดภายนอกผล แล้วป่ายข้าวด้วยสารเอทีฟอน (สารเร่งสุก) เก็บทุเรียนที่อุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส) จนทุเรียนเริ่มสุก (เนื้อเริ่มนิ่มแต่ยังแน่น มีกลิ่นหอมอ่อนๆ) ก่อนนำมาปอกเปลือก แกะเนื้อ และคว้านเมล็ดออกจากพูทุเรียน แล้วบรรจุในบรรจุภัณฑ์ตามกรรมวิธี (ทำในห้องสะอาด ปลอดเชื้อ) คือ

กรรมวิธีที่ 1 บรรจุถาด polystyrene (PS) สีดำ แบบมีฝาครอบ PVC ใส

กรรมวิธีที่ 2 บรรจุถาด PS สีดำแบบมีฝาครอบ PVC ใส+หั่นทุเรียนเป็นชิ้น

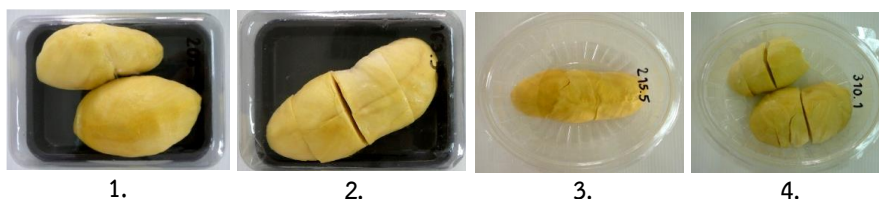
กรรมวิธีที่ 3 บรรจุถาด polyethylene terephthalate (PET) ใส แบบมีฝาปิด

กรรมวิธีที่ 4 บรรจุถาด PET ใส แบบมีฝาปิด+หั่นทุเรียนเป็นชิ้น

3.3 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน เช็คผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ เคมี และคุณภาพการรับประทาน



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการปอก ตัดแต่ง แกะเนื้อและเมล็ด ของทุเรียนพันธุ์หมอนทองพร้อมบริโกล



ภาพที่ 4 เนื้อทุเรียนพันธุ์หมอนทองตัดแต่งแกะเมล็ดที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบหั่นและไม่หั่นขึ้น

4) ทดสอบผลของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพการเก็บรักษาทุเรียนพันธุ์หมอนทองแกะเนื้อและเมล็ด

4.1 ทำการทดลองแบบ completely randomize design (CRD) มี 5 กรรมวิธีๆ ละ 4 ซ้ำ

4.2 นำทุเรียนพันธุ์หมอนทอง ความแก่ประมาณ 80% ที่คัดคุณภาพ ล้างทำความสะอาดภายนอก ป้ายข้าวด้วยสารเร่งสุกเอทีฟอน และเก็บทุเรียนที่อุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส) จนทุเรียนเริ่มสุก มาปอกเปลือก แกะเนื้อ และคว้านเมล็ดออกจากทุเรียน ก่อนบรรจุในบรรจุภัณฑ์ตามกรรมวิธี คือ

กรรมวิธีที่ 1 ถาดพลาสติก+หุ้มฟิล์ม PVC

กรรมวิธีที่ 2 ถาดพลาสติก PS สีดำแบบมีฝาครอบ PVC ใส

กรรมวิธีที่ 3 ถาดพลาสติก PET ใสแบบมีฝาปิด

กรรมวิธีที่ 4 ถาดพลาสติก PP+ถุงพลาสติกชนิด PP

กรรมวิธีที่ 5 ถาดพลาสติก PP+ถุงพลาสติกชนิด PE

4.3 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน เช็คผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ เคมี และคุณภาพการรับประทาน



ภาพที่ 5 เนื้อทุเรียนพันธุ์หมอนทองตัดแต่งและแกะเมล็ดในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ

5) ทดสอบคุณภาพการเก็บรักษามะม่วงดิบพันธุ์เขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภคในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ

5.1 ทำการทดลองแบบ completely randomize design (CRD) มี 5 กรรมวิธีๆ ละ 3 ซ้ำ

5.2 นำผลิตผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวยที่คัดคุณภาพแล้ว มาล้างทำความสะอาด ก่อนปอกเปลือกและตัดแต่งโดยหั่นเป็นชิ้นตามยาว จากนั้นบรรจุในภาชนะบรรจุตามกรรมวิธี คือ

กรรมวิธีที่ 1 ถาดพลาสติก PP+หุ้มฟิล์ม PVC

กรรมวิธีที่ 2 ภาตพลาสติก PVC แบบมีฝาปิด

กรรมวิธีที่ 3 ภาตพลาสติก PP+ถุงพลาสติกชนิด PP

กรรมวิธีที่ 4 ภาตพลาสติก PP+ถุงพลาสติกชนิด OPP

กรรมวิธีที่ 5 ถุงพลาสติกชนิด PE

5.3 นำไปเก็บรักษาในตู้แช่โซลว์ผลไม้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เพื่อจำลองการวางจำหน่ายในแบบซูเปอร์มาร์เก็ต เช็คผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ เคมี และคุณภาพการรับประทาน



ภาพที่ 6 มะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ณ วันเริ่มต้น

6) การบันทึกผล

บันทึกผลการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางเคมี และคุณภาพการรับประทาน ได้แก่

6.1 การสูญเสียน้ำหนัก (weight loss; %)

$$\% \text{ การสูญเสียน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักตัวอย่าง ณ วันที่เช็คคุณภาพ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100$$

6.2 ความสด

ให้เป็นคะแนนที่ ๕ ระดับคะแนน คือ 5 = สดมาก 4 = สด 3 = สดเล็กน้อย/เริ่มเหี่ยว 2 = เหี่ยว และ 1 = เหี่ยวมาก/หมดสภาพ

6.3 การเปลี่ยนแปลงสี

ใช้เครื่องวัดสีระบบดิจิทัล (Color Reader) Minolta CR-10 ในระบบ Hunter Lab เป็น $L^* a^* b^*$ (Hunt, 1998) โดยที่

ค่า L^* คือ ค่าแสดงความสว่างของสี (Lightness) มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100 (ค่า 0 = มีด และ ค่า 100 = สว่าง)

ค่า a^* คือ ค่าแสดงความเป็นสีแดงและเขียว (Redness/Greenness) ถ้าค่า a^* มีค่าไปทางบวก หมายถึง สีแดง และถ้าค่า a^* มีค่าไปทางลบ หมายถึง สีเขียว

ค่า b^* คือ ค่าแสดงความเป็นสีเหลืองและน้ำเงิน (Yellowness/Blueness) ถ้าค่า b^* มีค่าไปทางบวก หมายถึง สีเหลือง และถ้าค่า b^* มีค่าไปทางลบ หมายถึง สีน้ำเงิน

6.4 การเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเนื้อ

ให้คะแนนที่ 5 ระดับคะแนน ตามเปอร์เซ็นต์พื้นที่ที่เกิดสีน้ำตาลจากพื้นที่ผิวทั้งหมด คือ

1 = 0-20% 2 = 21-40% 3 = 41-60% 4 = 61-80% และ 5 = >81%

6.5 อาการผิตปกติ

ให้คะแนนที่ 5 ระดับคะแนน ตามเปอร์เซ็นต์พื้นที่ที่เกิดอาการผิตปกติจากพื้นที่ทั้งหมด คือ

1 = 0-20% 2 = 21-40% 3 = 41-60% 4 = 61-80% และ 5 = >81%

6.6 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (total soluble solids; TSS, %)

วัดปริมาณ TSS ในน้ำคั้นของผลไม้ด้วยเครื่อง Digital refractometer ATAGO Co. Ltd, Tokyo, Japan) แล้วบันทึกค่าที่อ่านได้

6.7 ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (titratable acidity; %)

ทำการไตเตรทน้ำคั้นผลไม้ด้วยสารละลาย 0.1 N NaOH จนได้จุดยุติที่ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ

8.2 โดยใช้เครื่อง Titrator

ปริมาณกรด (%) = $\frac{\text{ความเข้มข้นของ NaOH (N)} \times \text{ปริมาตรของ NaOH ที่ใช้ (mL)} \times \text{Acid factor} \times 100}{\text{ปริมาตรน้ำคั้นตัวอย่าง (mL)}}$

หมายเหตุ acid factor คือ equivalent weight of acid (anhydrous) เมื่อ

- malic acid = 0.067 กรัม สำหรับกล้วย และทุเรียน

- citric acid = 0.064 กรัม สำหรับสับปะรด และมะม่วง

6.8 ปริมาณวิตามินซี (มก./100 มล. ของกรดแอสคอร์บิก)

ทำการไตเตรทน้ำคั้นผลไม้ด้วยสารละลาย 2,6-dichloroindophenol sodium salt จนได้จุดยุติเมื่อสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพู คำนวณปริมาณวิตามินซีโดยใช้ปริมาตรที่ไตเตรทได้ของน้ำคั้นผลไม้เทียบกับปริมาตรที่ใช้ในการไตเตรทสารละลายวิตามินซีมาตรฐาน

ปริมาณวิตามินซี (มก./100 มล.) = $\frac{1}{\text{ปริมาตรที่ใช้ไตเตรท standard solution (mL)}} \times \text{ปริมาตรที่ใช้ไตเตรทน้ำคั้น (mL)} \times 100$

6.9 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

วัดค่า pH ของน้ำคั้นผลไม้โดยใช้เครื่อง pH meter

6.10 คุณภาพการยอมรับ

ประเมินจากคะแนนความชอบรวม (overall preference) ที่ระดับ 1-9 คะแนน (9-point hedonic scale) โดย 9 = ชอบมากที่สุด 5 = ยอมรับได้ และ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด (Peryam and Girardot, 1952)

6.11 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (เชื้อแบคทีเรียกลุ่ม Aerobic และยีสต์/รา)

ประเมินโดยใช้วิธีการตรวจสอบที่รวดเร็วด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อสำเร็จรูป (3M Petrifilm™ Plates) ชนิด Aerobic Count Plate ทำโดยชั่งตัวอย่างอาหารหนัก 25 กรัม ใส่ถุงพลาสติกตัวอย่างให้ละเอียด แล้วใส่ในขวดที่มีบัฟเฟอร์ปราศจากเชื้อ (Buffered peptone water, Butterfield's phosphate-buffered) ปริมาตร 225 มิลลิลิตร จะได้ตัวอย่างที่เจือจางในอัตราส่วน 1:10 จากนั้นวางแผ่น Petrifilm

บนระนาบเรียบ หยดตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ลงบนแผ่นอาหารเลี้ยงเชื้อด้านล่าง แล้วค่อยๆ ปล่อยให้แผ่นฟิล์มด้านบนลงมา (ต้องระวังอย่าให้เกิดฟองอากาศ) วางตัวกดพลาสติก (spreader) บนแผ่นฟิล์มด้านบนแล้ว ออกแรงกด รอให้เจลแข็งตัวประมาณ 1 นาที ก่อนทำการเคลื่อนย้ายแผ่น จากนั้นนำแผ่นไปบ่มที่อุณหภูมิ และระยะเวลาตามแต่ชนิดของ Petrifilm ก่อนตรวจหาจำนวนเชื้อที่ปนเปื้อนอยู่ในตัวอย่าง โดยการตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ในพื้นที่วงกลม 20 ตารางเซนติเมตร (สเกล 1 ช่อง เท่ากับ 1 ตารางเซนติเมตร) แล้ว รายงานผลของเชื้อเป็นจำนวนที่นับได้ทั้งหมด มีหน่วยเป็น Log CFU/g

7) ข้อมูลคุณสมบัติของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการทดลอง

ตารางที่ 1 สมบัติความหนา อัตราการซึมผ่านของออกซิเจน (oxygen Transmission Rate, OTR) และ อัตราการซึมผ่านของไอน้ำ (water vapor transmission rate, WVTR) ของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ สำหรับการทดลอง

ชนิดของบรรจุภัณฑ์	ความหนา (มม.)	ค่า OTR (cc/m ² /day) ที่ 23°C 0% RH	ค่า WVTR (g/m ² /day) ที่ 38°C 90% RH
ถุงชนิด polypropylene (PP)	0.030	9,963	14.8
ถุงชนิด polyethylene (PE)	0.025	10,262	18.2
ถุงชนิด oriented polypropylene (OPP)	0.024	1,352	4.05
ถุงชนิด Modified ชนิด Active M2	0.025	10,970	18.8
ถุงชนิด Modified ชนิด Active M4	0.025	12,000	32.2
ฟิล์มยืด polyvinylchloride (PVC)	0.255	6,500*	-
ถาด polyvinylchloride (PVC) พร้อมฝาปิด	0.255	-	-
ถาด polyethylene terephthalate (PET) พร้อมฝาปิด	0.198	-	-
ถาด polystyrene (PS) พร้อมฝาครอบใส PVC	0.453	-	-

หมายเหตุ * อ้างอิงจาก Jay *et al.* (2005)

- เวลาและสถานที่

ระยะเวลา

เริ่มต้น ตุลาคม 2556 สิ้นสุด กันยายน 2558

สถานที่ทำการทดลอง

ตีปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน

กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูป

ผลิตผลเกษตร

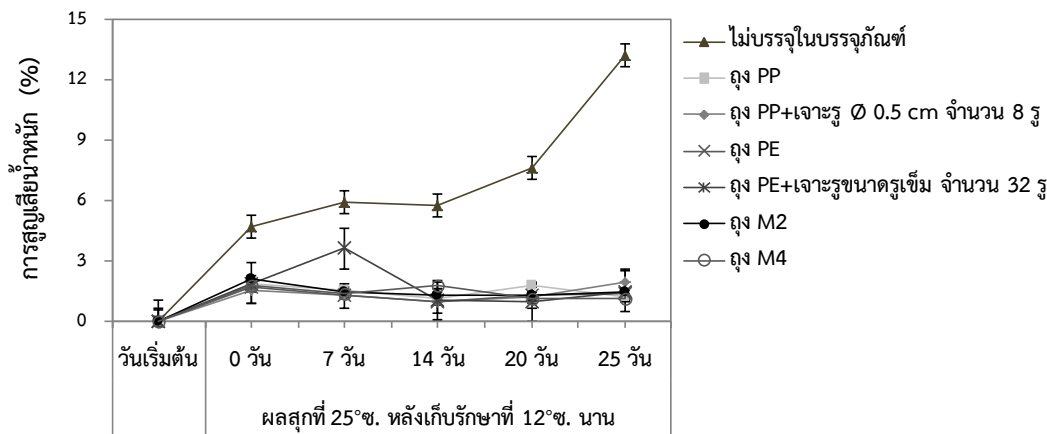
8. ผลการทดลองและวิจารณ์:

1) ผลของบรรจุภัณฑ์ต่ออายุการเก็บรักษากล้วยหอมตัดแต่งเป็นซีก

การสูญเสียน้ำหนักของผลิตผลสด

กล้วยหอมตัดแต่งเป็นซีกที่ไม่บรรจุในบรรจุภัณฑ์พลาสติกมีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ อย่างชัดเจน แสดงให้เห็นว่า การใช้บรรจุภัณฑ์พลาสติกบรรจุกล้วยหอมผ่าซีกมีส่วนช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักและคงความสดของผลกล้วยได้ดีกว่าการไม่ใส่ในบรรจุภัณฑ์ เนื่องจากการบรรจุผลิตผลสดใน

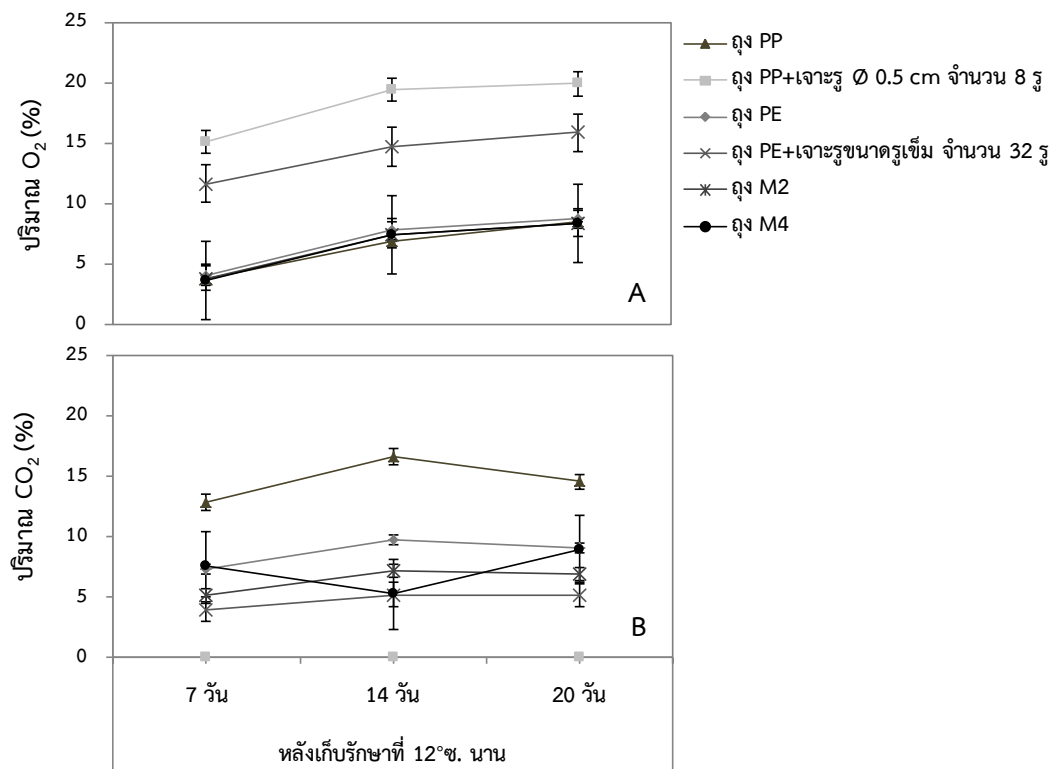
บรรจุภัณฑ์ที่ชนิดต่างๆ สามารถช่วยเก็บกักความชื้นไว้ภายในบรรจุภัณฑ์และการลดพื้นที่ผิวผลที่สัมผัสอากาศ เมื่อบรรยากาศภายนอกมีความชื้นสูงจึงทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการคายน้ำลดลง การสูญเสียความชื้นจึงลดลงและส่งผลให้การสูญเสียน้ำหนักลดต่ำลงด้วย (จริงแท้, 2549ก)



ภาพที่ 7 การสูญเสียน้ำหนักของกล้วยหอมตัดแต่งเป็นซีกเมื่อผลสุกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส หลังจากการเก็บรักษาที่ 12 องศาเซลเซียส นาน 0 7 14 20 และ 25 วัน

ปริมาณก๊าซสะสมภายในบรรจุภัณฑ์

ปริมาณ O_2 ในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 6 ชนิด คือ PP PP+เจาะรูขนาด 0.5 เซนติเมตร 8 รู PE PE+เจาะรูขนาดรูเข็ม 32 รู M2 และ M4 มีปริมาณลดต่ำลงและมีค่าต่ำที่สุดเมื่อเก็บรักษานาน 7 วัน คือ 3.7 15.2 4.1 11.6 3.8 และ 3.6% ตามลำดับ จากนั้นปริมาณ O_2 ในบรรจุภัณฑ์เพิ่มสูงขึ้นที่ระดับ 8.4 19.9 8.8 15.9 8.4 และ 8.3% ตามลำดับ หลังการเก็บรักษานาน 20 วัน โดยบรรจุภัณฑ์ PP และ PE ที่มีการเจาะรูมีปริมาณ O_2 สูงกว่าบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่นๆ เพราะการเจาะรูทำให้มีการซึมผ่านของ O_2 ระหว่างภายในและภายนอกบรรจุภัณฑ์ได้ ส่วนบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่นที่ไม่ได้เจาะรูมีปริมาณ O_2 ใกล้เคียงกันตลอดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 8A) ขณะที่ปริมาณ CO_2 ภายในบรรจุภัณฑ์ทุกชนิดยกเว้นบรรจุภัณฑ์ M4 มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน คือ มีปริมาณ CO_2 เพิ่มขึ้นจนถึงวันที่ 10 จากนั้นจึงลดลงหลังจากเก็บรักษานาน 20 วัน โดยบรรจุภัณฑ์ PP มีการสะสมของปริมาณ CO_2 สูงที่สุด รองลงมา คือ PE M2 และ PE เจาะรูขนาดรูเข็ม สำหรับ PP เจาะรูขนาด 0.5 เซนติเมตร ไม่มีการสะสมของปริมาณ CO_2 ภายในบรรจุภัณฑ์เนื่องจากถุงมีการเจาะรูจึงมีการซึมผ่านก๊าซระหว่างภายในและภายนอกได้อย่างอิสระ ส่วนบรรจุภัณฑ์ M4 ปริมาณ CO_2 เพิ่มขึ้นหลังเก็บรักษานาน 7 วัน จากนั้นลดลงใน (ภาพที่ 8B) ซึ่งการที่ปริมาณ O_2 ลดลงแล้วเพิ่มขึ้นและปริมาณ CO_2 เพิ่มขึ้นแล้วลดลงนั้น มีความสัมพันธ์กับกระบวนการสุกและการเสื่อมสภาพของผลกล้วยตามลักษณะของผลิตผลประเภท climacteric (จริงแท้, 2549ข)

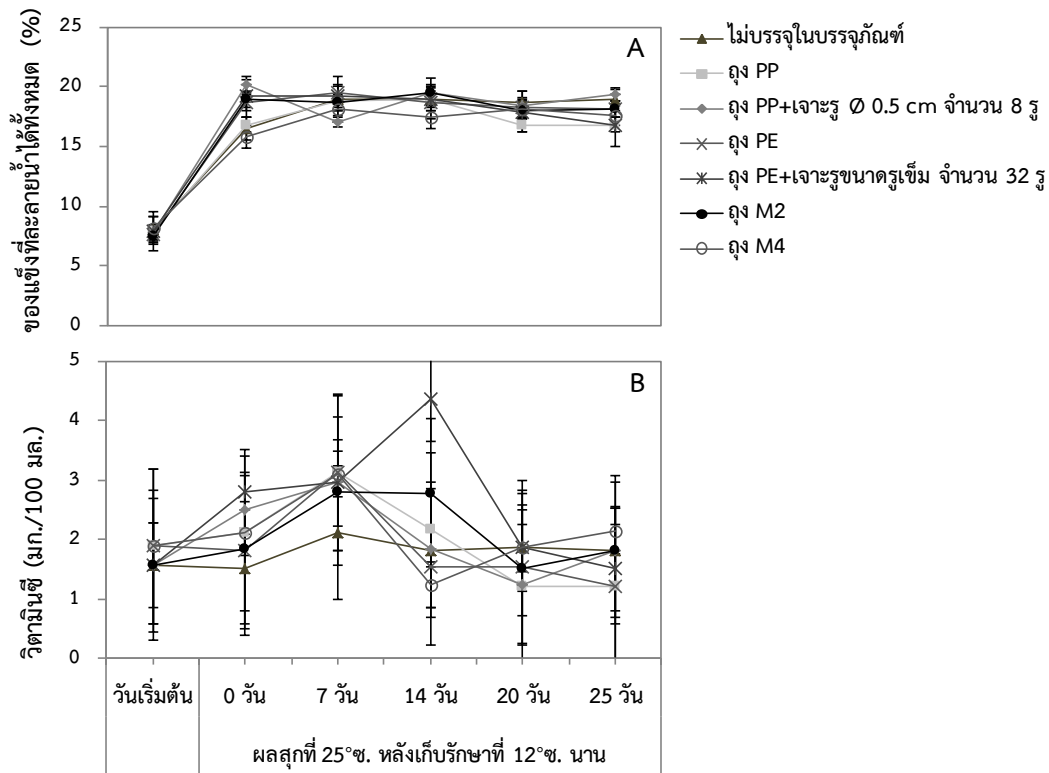


ภาพที่ 8 ปริมาณก๊าซ O₂ (A) และ CO₂ (B) ภายในบรรจุภัณฑ์ของกล้วยหอมตัดแต่งเป็นซีกหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส

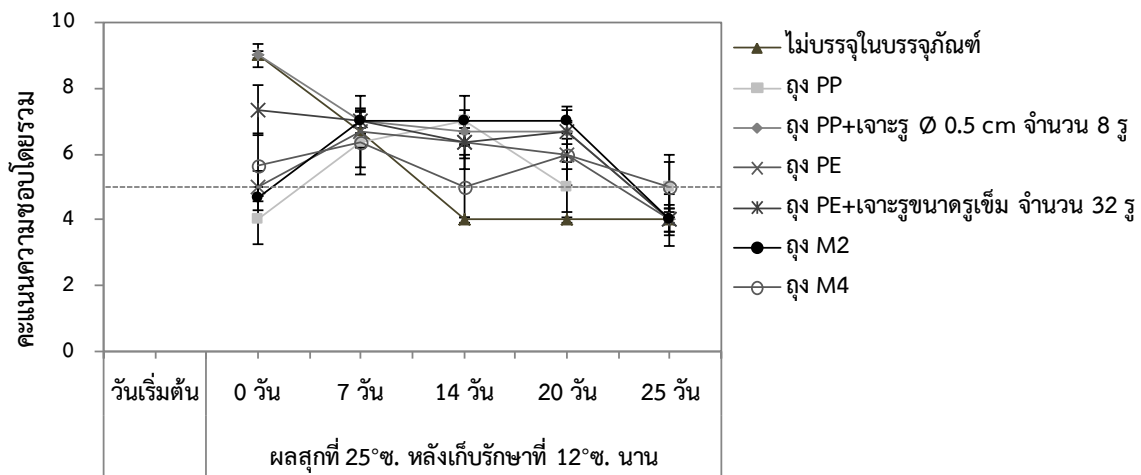
คุณภาพทางเคมี และคุณภาพการยอมรับ

ในการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของกล้วยหอมตัดแต่งเป็นซีก ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TSS) และปริมาณวิตามินซี พบว่า ค่า TSS ของกล้วยหอมเพิ่มขึ้นจากวันแรกของการเก็บรักษาซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.8% เพราะกล้วยหอมยังคงดิบอยู่ จากนั้นเพิ่มขึ้นเป็นระหว่าง 17.9 ถึง 18.9% ระหว่างการเก็บรักษาจนผลสุก (ภาพที่ 9A) อย่างไรก็ตาม การบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่ต่างชนิดกันไม่มีผลต่อค่า TSS ของกล้วยหอมหลังจากผลสุก ส่วนปริมาณวิตามินซีที่ตรวจพบในกล้วยหอมสุกมีปริมาณไม่สูงมากและมีค่าขึ้นๆลงๆ ในแต่ละบรรจุภัณฑ์ตลอดช่วงเวลาที่ทำการเก็บรักษา แต่ปริมาณวิตามินซีของทุกบรรจุภัณฑ์มีค่าที่ไม่แตกต่างกันมากโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.7 ถึง 2.9 มก./100 มล (ภาพที่ 9B) ทั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการบรรจุไม่มีผลต่อคุณภาพทางเคมีของกล้วยหอม

ในส่วนของคุณภาพการยอมรับโดยการพิจารณาจากคะแนนความชอบโดยรวม พบว่า คะแนนความชอบโดยรวมมีค่าลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น โดยกล้วยหอมที่ไม่ได้บรรจุในบรรจุภัณฑ์ (control) มีคะแนนความชอบโดยรวมต่ำกว่า 5 คะแนน หลังการเก็บรักษานาน 7 วัน (คะแนนความชอบโดยรวมต่ำกว่า 5 คะแนน ถือว่ามีคุณภาพไม่เป็นที่ยอมรับ) ขณะที่บรรจุภัณฑ์ชนิดอื่นสามารถเก็บได้นานถึง 20 วัน โดยที่ยังคงมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับ ส่วนการบรรจุด้วยบรรจุภัณฑ์ M4 และ PP ยังคงให้ผลคะแนนเฉลี่ยเป็นที่ยอมรับแม้เก็บรักษานานถึง 25 วัน (ภาพที่ 10)



ภาพที่ 9 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (A) และปริมาณวิตามินซี (B) ของกล้วยหอมตัดแต่งเป็นซีกเมื่อผลสุกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส หลังจากการเก็บรักษาที่ 12 องศาเซลเซียส นาน 0 7 14 20 และ 25 วัน



ภาพที่ 10 คะแนนความชอบโดยรวมของกล้วยหอมตัดแต่งเป็นซีกเมื่อผลสุกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส หลังจากการเก็บรักษาที่ 12 องศาเซลเซียส นาน 0 7 14 20 และ 25 วัน (คะแนนความชอบโดยรวมต่ำกว่า 5 คะแนน ถือว่ามีคุณภาพไม่เป็นที่ยอมรับ)

อายุการเก็บรักษา

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า บรรจุก๊าซชนิด M4 ช่วยในการชะลอการสุก ทำให้เก็บรักษาได้นานเฉลี่ย 31 วัน โดยที่คุณภาพยังเป็นที่ยอมรับ อย่างไรก็ตาม M4 มีต้นทุนค่อนข้างสูง (ใบละ 5 บาท) ซึ่งไม่คุ้มค่ากับการนำมาใช้ในเชิงพาณิชย์เพราะเป็นการเพิ่มต้นทุน ขณะที่การบรรจุในบรรจุก๊าซ PP ซึ่งมีอายุการเก็บรักษาเฉลี่ย 28 วัน มีความเหมาะสมสำหรับใช้ในเชิงพาณิชย์มากกว่า เนื่องจากช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้นานแต่มีต้นทุนที่ต่ำกว่า (ใบละ 0.50 บาท)

ตารางที่ 2 อายุการเก็บรักษาของกล้วยหอมตัดแต่งเป็นซีกหลังจากการเก็บที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส แล้ววางไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จนผลสุก

กรรมวิธี	อายุเก็บรักษา(วัน)
ไม่บรรจุในบรรจุก๊าซ (สิ่งควบคุม)	8.0 d ^{1/}
บรรจุในถุง PP	28.0 b
บรรจุในถุง PP+เจาะรูขนาด Ø 0.5 ซม. จำนวน 8 รู	20.0 c
บรรจุในถุง PE	22.7 c
บรรจุในถุง PE+เจาะรูขนาดรูเข็ม จำนวน 32 รู	21.0 c
บรรจุในถุงชนิด M2	23.0 c
บรรจุในถุงชนิด M4	31.0 a
% CV	8.5

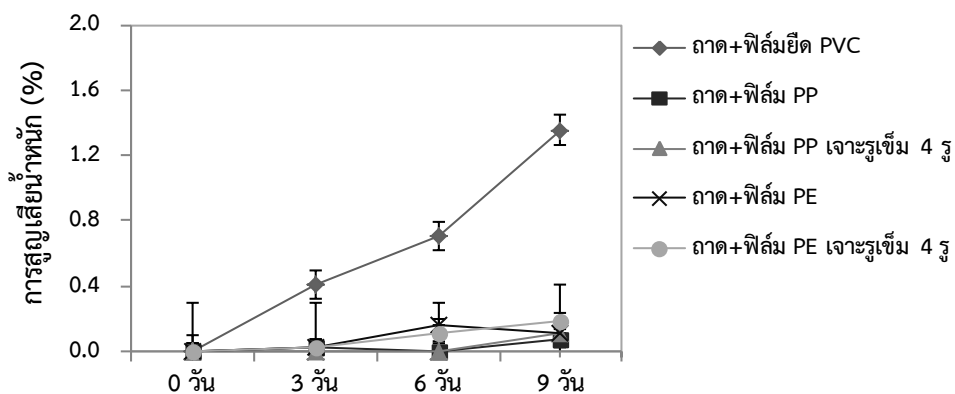
^{1/}ตัวอักษร abcd ที่แตกต่างกันในตารางที่คอลัมน์เดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% (p<0.05) โดยวิธี DMRT

2) ผลของบรรจุก๊าซต่ออายุการเก็บรักษาสับประรดพันธุ์ภูแลตัดแต่งพร้อมบริโภค

การสูญเสียน้ำหนักของผลิตผลสด

สับประรดบรรจุหุ้มฟิล์ม PVC มีการสูญเสียน้ำหนักสูงสุดตลอดอายุการเก็บรักษานาน 9 วัน โดยมีการสูญเสียน้ำหนัก 0.4% หลังการเก็บรักษานาน 3 วัน และเพิ่มขึ้นถึง 1.4% ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ขณะที่สับประรดบรรจุในบรรจุก๊าซชนิดอื่นๆ มีการสูญเสียน้ำหนักไม่เกิน 0.2% ตลอดอายุการเก็บรักษานาน 9 วัน (ภาพที่ 11) ทั้งนี้เนื่องจากการบรรจุในภาชนะที่มีการหุ้มด้วยฟิล์ม PP และ PE มีลักษณะเป็นบรรจุก๊าซที่ปิดผนึก ประกอบกับสมบัติของอัตราการซึมผ่านของไอน้ำของบรรจุก๊าซที่ไม่ได้สูงมาก (14.8 และ 18.2 g/m²/day ที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90% ตามลำดับ) ทำให้ภายในบรรจุก๊าซดังกล่าวยังคงมีความชื้นสะสมอยู่ภายในบรรจุก๊าซ สับประรดตัดแต่งจึงมีค่าการสูญเสียน้ำหนักต่ำ แม้บรรจุก๊าซดังกล่าวมีกรรมวิธีที่มีการเจาะรูขนาดรูเข็มทำให้อัตราการซึมผ่านของไอน้ำเพิ่มขึ้นแต่รูที่เจาะมีขนาดเล็กทำให้การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นไม่มากนัก ขณะที่การหุ้มด้วยฟิล์ม PVC เป็นเพียงการใช้ฟิล์มปิดหุ้มบนภาชนะด้วยสมบัติการยึดตัวของฟิล์มไม่ได้เป็นการปิดผนึกโดยสมบูรณ์ จึงอาจทำให้

มีช่องที่ไอน้ำสามารถระเหยออกมาได้ สับปะรดจึงมีโอกาสเกิดการสูญเสียความชื้นและน้ำหนักสูงกว่า สับปะรดที่บรรจุด้วยบรรจุภัณฑ์แบบอื่นๆ

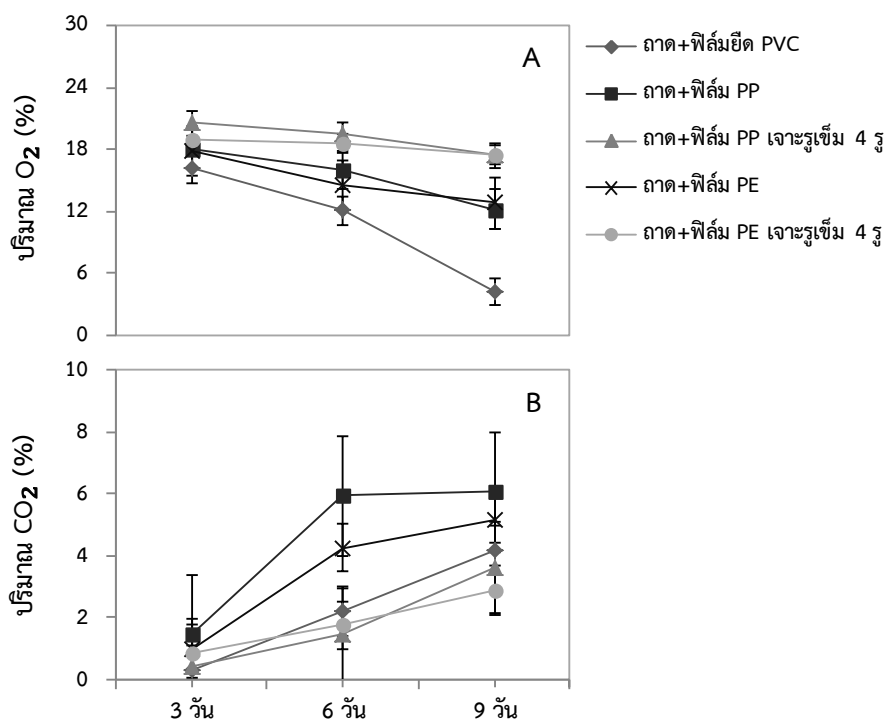


ภาพที่ 11 การสูญเสียน้ำหนักของสับปะรดพันธุ์ภูเก็ตตัดแต่งพร้อมบริโกลหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ปริมาณก๊าซสะสมภายในบรรจุภัณฑ์

สับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโกลในบรรจุภัณฑ์ทุกกรรมวิธีมีปริมาณก๊าซ O_2 ลดลงและปริมาณ CO_2 เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกันตลอดอายุการเก็บรักษานาน 9 วัน (ภาพที่ 12) ในการเพิ่มขึ้นของปริมาณ O_2 พบว่า สับปะรดตัดแต่งที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ PVC มีการลดลงต่ำที่สุดจากปริมาณ 16.1% หลังการเก็บรักษานาน 3 วัน เหลือ 4.2% หลังการเก็บรักษานาน 9 วัน ส่วนบรรจุภัณฑ์ PP และ PE มีการลดลงของปริมาณ O_2 ในระดับที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจาก 18.0 และ 17.9% ตามลำดับ ที่อายุการเก็บรักษานาน 3 วัน เหลือ 12.3 และ 12.8% ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษานาน 9 วัน ขณะที่สับปะรดในบรรจุภัณฑ์ PP และ PE ที่มีการเจาะรูขนาดรูเข็มจำนวน 4 รู มีการลดลงของปริมาณ O_2 น้อยกว่าบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่น คือ ลดลงจาก 20.6 และ 19.0% ตามลำดับ ที่อายุการเก็บรักษานาน 3 วัน เหลือ 17.4 และ 17.5% ตามลำดับ หลังการเก็บรักษานาน 9 วัน (ภาพที่ 12A) ทั้งนี้เป็นผลมาจากการเจาะรูของบรรจุภัณฑ์ทำให้ การซึมผ่านของก๊าซระหว่างภายในและภายนอกบรรจุภัณฑ์เกิดขึ้นได้ง่ายกว่าบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่นที่ไม่มีการ เจาะรู ส่วนบรรจุภัณฑ์ PVC มีปริมาณ O_2 เหลือในบรรจุภัณฑ์ต่ำที่สุดอาจเนื่องจากสมบัติของฟิล์ม PVC ที่ค่อนข้างหนากว่าฟิล์มชนิดอื่น (ความหนา 0.255 มิลลิเมตร) ขณะเดียวกันอัตราการซึมผ่านของก๊าซ O_2 ต่ำกว่าฟิล์มอีกสองชนิดด้วย (อัตราการซึมผ่านก๊าซ O_2 ของบรรจุภัณฑ์ PVC PP และ PE คือ 6,500 9,963 และ 10,262 $cc/m^2/day$ ตามลำดับ) สำหรับปริมาณ CO_2 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นไปในทางผกผันกับ ปริมาณ O_2 ที่ลดลง เพราะผลผลิตสดมีการนำ O_2 ภายในบรรจุภัณฑ์มาใช้ในการหายใจเผาผลาญอาหาร สะสมจำพวกคาร์โบไฮเดรตให้เป็น CO_2 น้ำ และพลังงาน สำหรับใช้ในการดำรงชีพ (จริงแท้, 2549ก) ภายในบรรจุภัณฑ์จึงมีปริมาณ O_2 ลดลงและมีปริมาณ CO_2 เพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาที่เก็บรักษา ซึ่ง บรรจุภัณฑ์ PP มีการสะสมของปริมาณ CO_2 ภายในบรรจุภัณฑ์สูงที่สุดโดยมีระดับ CO_2 เพิ่มขึ้นจาก

1.5% หลังการเก็บรักษานาน 3 วัน เป็น 6.1% ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา รองลงมาคือ PE PVC PP+เจาะรู และ PE+เจาะรู ที่ระดับ CO₂ 1.0 0.3 0.4 และ 0.8% ตามลำดับ ที่อายุการเก็บรักษานาน 3 วัน เพิ่มขึ้นเป็น 5.2 4.2 3.6 และ 2.9 ตามลำดับ ที่อายุการเก็บรักษานาน 9 วัน (ภาพที่ 12B) ซึ่งการสะสม CO₂ ภายในบรรจุภัณฑ์นี้น่าจะเป็นผลมาจากความแตกต่างของคุณสมบัติด้านความหนาและอัตราการซึมผ่านก๊าซของบรรจุภัณฑ์ (ตารางที่ 1)

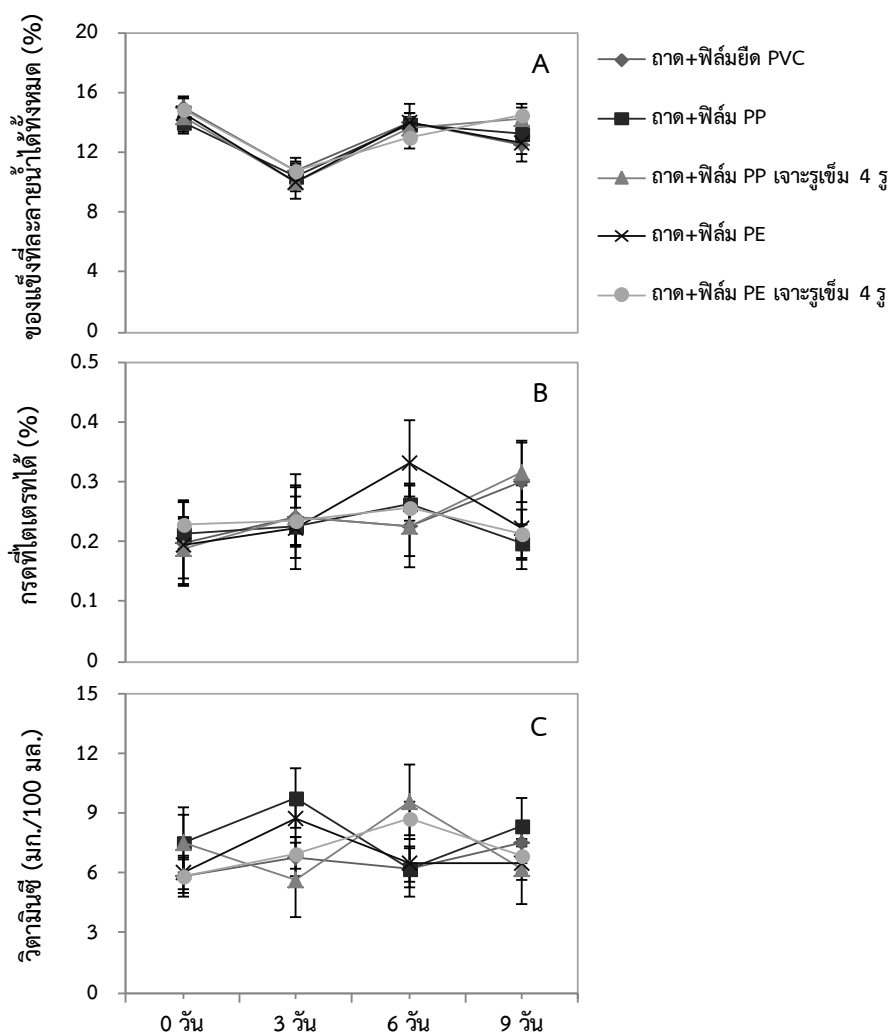


ภาพที่ 12 ปริมาณก๊าซ O₂ (A) และ CO₂ (B) ภายในบรรจุภัณฑ์ของสับประรดพันธุ์ภูแลตัดแต่งพร้อมบริโภคหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

คุณภาพทางเคมี และคุณภาพการยอมรับ

ในการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของสับประรดตัดแต่งพร้อมบริโภค ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TSS) ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (TA) และปริมาณวิตามินซี พบว่า การบรรจุสับประรดตัดแต่งในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันไม่มีผลกระทบท่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ TSS โดยทุกกรรมวิธีมีปริมาณ TSS ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 13A) ขณะที่ปริมาณ TA และวิตามินซีของสับประรดมีค่าขึ้นๆ ลงๆ ระหว่างการเก็บรักษานาน 9 วัน โดยมีค่าเฉลี่ยของปริมาณ TA และวิตามินซีในทุกบรรจุภัณฑ์ที่ระดับ 0.2% และ 6.5 มก./100 มล. ตามลำดับ ในวันแรกของการทดลอง และมีค่าเฉลี่ยที่ระดับ 0.3% และ 7.1 มก./100 มล. ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 13B และ 13C) ที่เป็นเช่นนี้อาจเกิดจากคุณลักษณะตามธรรมชาติของผลิตผลสดทำให้คุณภาพทางเคมีไม่สม่ำเสมอ อย่างไรก็ตามปริมาณของคุณภาพทางเคมีเหล่านี้อยู่ในระดับที่มีการเปลี่ยนแปลงหรือมีค่า

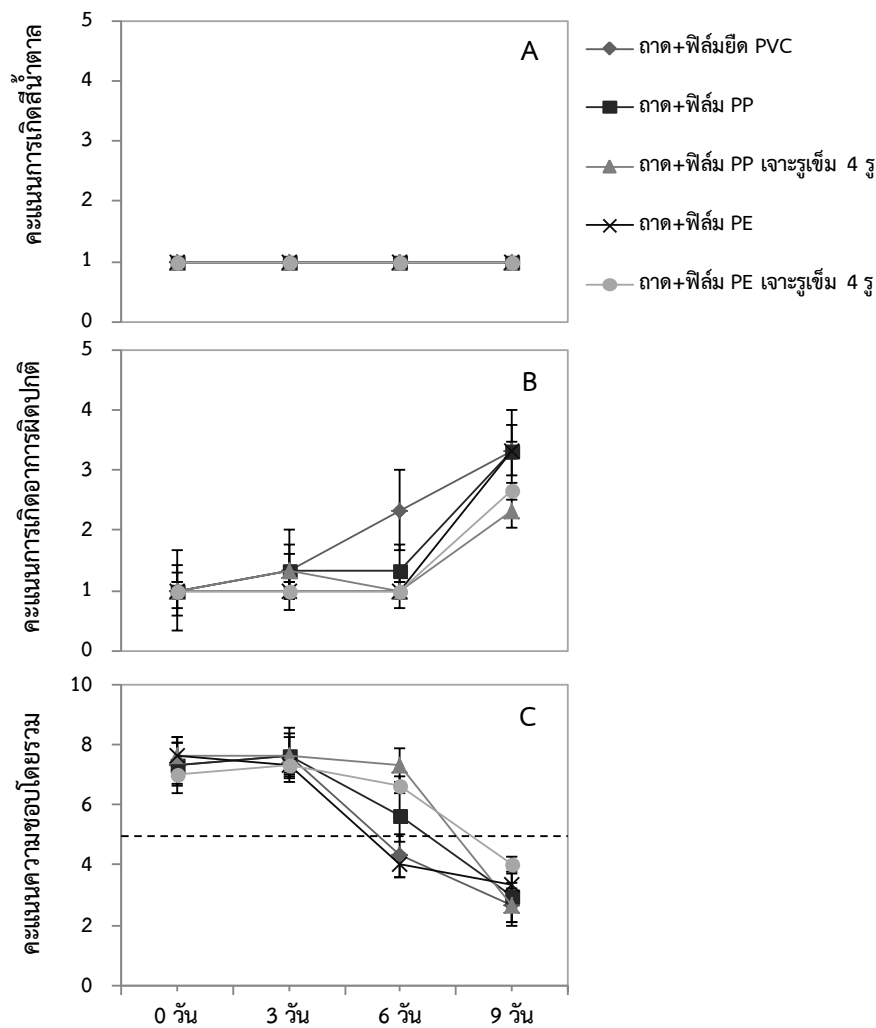
แตกต่างกันระหว่างชนิดของบรรจุภัณฑ์ไม่มากนัก ดังนั้นจึงสามารถกล่าวได้ว่า ชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีของสับปรดตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำตาล สอดคล้องกับการศึกษาของจิราพร (2554) และ Montero-Calderon (2008) ซึ่งรายงานไว้ว่า สับปรดตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำตาลมีค่า TSS และ TA เปลี่ยนแปลงเล็กน้อยระหว่างการเก็บรักษา



ภาพที่ 13 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (A) ปริมาณกรดที่ไคเตรทได้ (B) และปริมาณวิตามินซี (C) ของสับปรดพันธุ์ภูแลตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำตาลหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ในส่วนของคุณภาพภายนอกและคุณภาพการรับประทานของสับปรดตัดแต่ง พบว่า การบรรจุในบรรจุภัณฑ์ทุกกรรมวิธีมีคะแนนการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเนื้อสับปรดในระดับ 1 คะแนน ตลอดอายุการเก็บรักษานาน 9 วัน (ภาพที่ 14A) แสดงให้เห็นว่า สับปรดที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ มีการเกิดสีน้ำตาลบนผิวเนื้อไม่เกิน 20% ของพื้นที่ผิวทั้งหมด โดยอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ทั้งนี้เนื่องจากการบรรจุใน

บรรจุภัณฑ์ในสภาพที่มีการปิดผนึกทำให้เกิดการปรับสภาพบรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์ทำให้มีปริมาณ O_2 ลดลงในระดับหนึ่งซึ่งมีส่วนช่วยชะลอการเกิดสารสีน้ำตาลที่ผิวเนื้อและช่วยยืดอายุการเก็บรักษา สับปะรดตัดแต่งได้นานขึ้น (นิรมลและเนตรา, 2551) ทั้งนี้ การที่ปริมาณ O_2 ลดต่ำลงนั้นส่งผลต่อการทำงานของเอนไซม์ polyphenol oxidase (PPO) ซึ่งเป็นเอนไซม์สำคัญในการเปลี่ยนสารประกอบ phenol ไปเป็นสารประกอบที่มีสีน้ำตาล โดยเอนไซม์ PPO ทำปฏิกิริยาออกซิไดส์สารประกอบ phenol ได้จะต้องมี O_2 ในการช่วยทำปฏิกิริยา เมื่อปริมาณ O_2 ต่ำ จึงทำให้การทำปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้ช้าและการเกิดสารสีน้ำตาลเกิดขึ้นช้าลงด้วย (จริงแท้, 2549ข) สำหรับคะแนนการเกิดอาการผิดปกติของสับปะรดพิจารณาจากอาการฉ่ำน้ำ กลิ่นและรสชาติของสับปะรดที่ผิดไปจากปกติ พบทุกกรรมวิธีมีคะแนนในระดับ 1 คะแนน จนถึงอายุการเก็บรักษานาน 6 วัน สับปะรดที่บรรจุภายใต้หุ้มฟิล์ม PVC มีคะแนนเพิ่มขึ้นเป็น 2 คะแนน ขณะที่บรรจุภัณฑ์ชนิดอื่นๆ ยังอยู่ที่ระดับ 1 คะแนน แต่หลังการเก็บรักษานาน 9 วัน ทุกกรรมวิธีมีคะแนนอาการผิดปกติสูงขึ้น (ภาพที่ 14B) ซึ่งจากคะแนนการเกิดสีน้ำตาลและอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นนี้ ถูกลำดับพิจารณาพร้อมกับคุณภาพการรับประทานในการประเมินคุณภาพการยอมรับโดยให้เป็นคะแนนความชอบโดยรวม ดังแสดงในภาพที่ 14C พบว่า ที่อายุการเก็บรักษานาน 9 วัน สับปะรดตัดแต่งทุกกรรมวิธีมีคุณภาพไม่เป็นที่ยอมรับ ขณะที่อายุการเก็บรักษานาน 6 วัน บรรจุภัณฑ์ PP เจาะรูเข็มมีคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด รองลงมา คือ บรรจุภัณฑ์ PE เจาะรูเข็ม PP PVC และ PE ตามลำดับ โดยที่อายุการเก็บรักษานาน 6 วัน มีเพียงสับปะรดที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ PP เจาะรูเข็ม PE เจาะรูเข็ม และ PP เท่านั้นที่ยังคงมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับ (มีคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยสูงกว่า 5 คะแนน)



ภาพที่ 14 คະแนนการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเนื้อ (A) อาการผิดปกติ (B) และความชอบโดยรวม (C) ของ สับปะรดพันธุ์ภูเก็ตตัดแต่งพร้อมบริโภคลงหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

อายุการเก็บรักษา

สับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภคลงพันธุ์ภูเก็ตที่บรรจุภาชนะแล้วปิดภาชนะด้วยฟิล์ม PP หรือ PE แล้วเจาะรูขนาด 4 รู มีอายุการเก็บรักษาเฉลี่ยยาวนานที่สุด โดยสามารถเก็บรักษาได้นาน 6 วัน โดยยังคงมีคุณภาพเป็นที่ ยอมรับ รองลงมา คือ บรรจุภัณฑ์ PP และ PVC มีอายุการเก็บรักษานาน 5 วัน ส่วนสับปะรดที่บรรจุใน บรรจุภัณฑ์ PE มีอายุการเก็บรักษาต่ำที่สุด คือ 3 วัน (ตารางที่ 3) ซึ่งการบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่ก่อให้เกิด คุณลักษณะแบบสภาพบรรยากาศดัดแปลงนี้จัดเป็นวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาอย่างหนึ่ง โดยจะไป ดัดแปลงสภาพบรรยากาศภายในภาชนะบรรจุให้มีปริมาณออกซิเจนต่ำและคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าใน อากาศปกติ ซึ่งมีผลทำให้สามารถลดอัตราการหายใจ ชะลอการเสื่อมสภาพและยืดอายุการวางจำหน่าย ของผักและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคได้ (Rico *et al.*, 2007) แต่การที่บรรจุภัณฑ์ PE มีอายุการเก็บ รักษาสั้นกว่าบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่นอาจมีสาเหตุมาจากทั้งคุณสมบัติของตัวบรรจุภัณฑ์หรือความไม่สม่ำเสมอ ตามธรรมชาติของผลสับปะรดที่นำมาทำการทดลอง อย่างไรก็ตาม จากการทดลองครั้งนี้บรรจุภัณฑ์ที่

เหมาะสำหรับการบรรจุสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภาค คือ บรรจุภัณฑ์ที่มีการเจาะรูขนาดรูเข็ม เนื่องจาก การเจาะรูมีส่วนช่วยปรับคุณสมบัติของบรรจุภัณฑ์ให้เหมาะสมกับการเก็บรักษาสับปะรดพันธุ์ภูแลได้

ตารางที่ 3 อายุการเก็บรักษาของของสับปะรดพันธุ์ภูแลตัดแต่งพร้อมบริโภาคหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

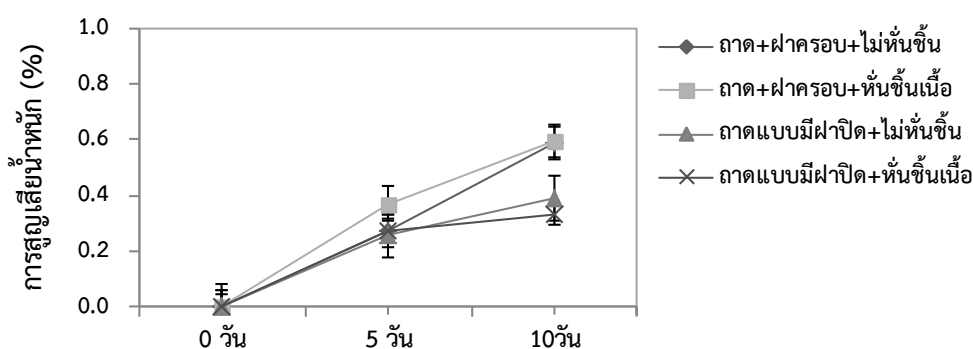
กรรมวิธี	อายุเก็บรักษา(วัน)
บรรจุถาดแล้วหุ้มด้วยฟิล์มยืด PVC (สิ่งควบคุม)	5.0 ab ^{1/}
บรรจุถาดแล้วปิดถาดด้วยฟิล์มชนิด PP	5.0 ab
บรรจุถาดแล้วปิดถาดด้วยฟิล์มชนิด PP+เจาะรูขนาดรูเข็ม 4 รู	6.0 a
บรรจุถาดแล้วปิดถาดด้วยฟิล์มชนิด PE	3.0 b
บรรจุถาดแล้วปิดถาดด้วยฟิล์มชนิด PE+เจาะรูขนาดรูเข็ม 4 รู	6.0 a
% CV	21.9

^{1/}ตัวอักษร ab ที่แตกต่างกันในตารางที่คล้ายกันเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% (p<0.05) โดยวิธี DMRT

3) ทดสอบผลของการแกะเมล็ดและหั่นชิ้นเนื้อทุเรียนในบรรจุภัณฑ์

การสูญเสียน้ำหนักของผลิตผลสด

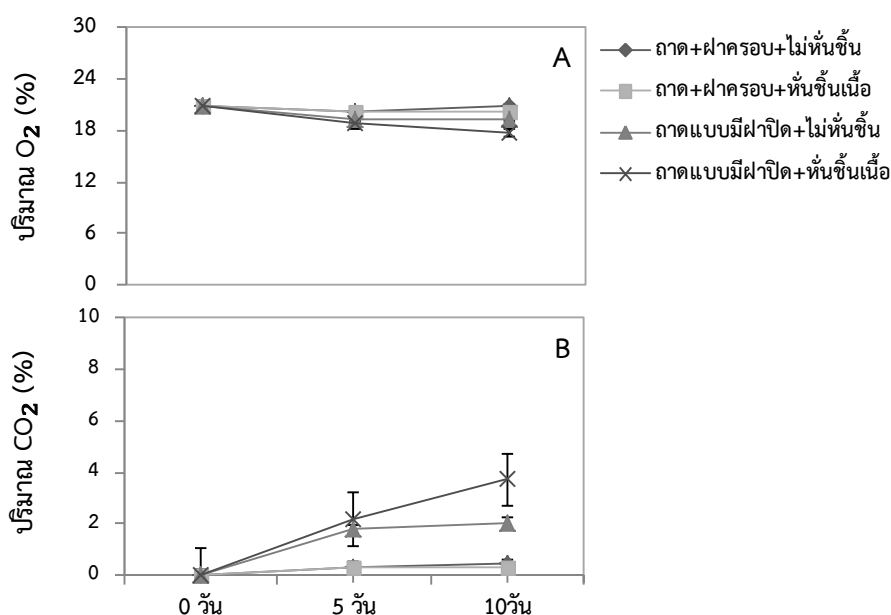
เนื้อทุเรียนในบรรจุภัณฑ์ทุกกรรมวิธีมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา โดยที่การหั่นชิ้นของเนื้อทุเรียนไม่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงการสูญเสียน้ำหนักแต่การบรรจุในบรรจุภัณฑ์ต่างชนิดกันมีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักของเนื้อทุเรียนตัดแต่ง การบรรจุเนื้อทุเรียนในถาด PET แบบมีฝาปิดช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่าการบรรจุในถาด PS แบบมีฝาครอบใส โดยเฉพาะหลังการเก็บรักษานาน 10 วัน การสูญเสียน้ำหนักของทุเรียนในบรรจุภัณฑ์ทั้งสองชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพที่ 11 การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อทุเรียนพันธุ์หมอนทองแกะเมล็ดตัดแต่งพร้อมบริโภาคแบบหั่นและไม่หั่นชิ้นหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ปริมาณก๊าซสะสมภายในบรรจุภัณฑ์

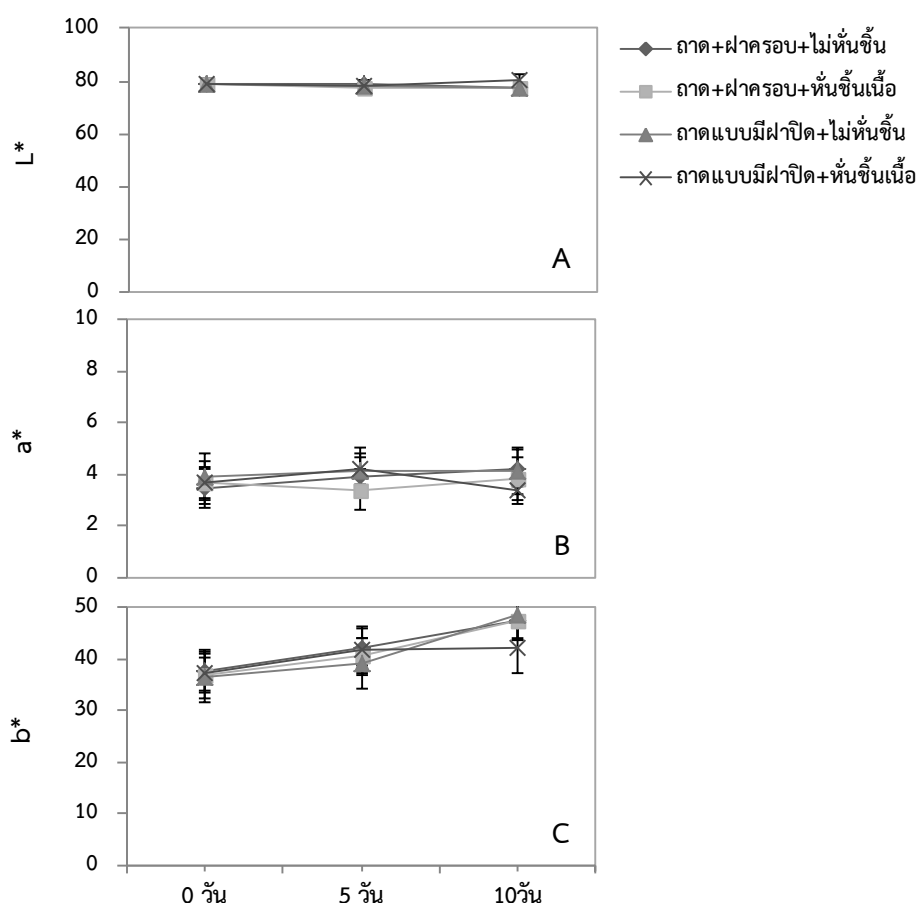
ปริมาณ O_2 ที่สะสมในบรรจุภัณฑ์ทุกกรรมวิธีมีการลดลงตามระยะเวลาที่เก็บรักษา เนื่องจากทุเรียนยังคงมีการหายใจตลอดเวลา เมื่อ O_2 ถูกนำไปใช้เพื่อการหายใจจึงทำให้มีปริมาณลดลง (จริงแท้, 2549ก) โดยที่ทุเรียนทั้งแบบหั่นและไม่หั่นชั้นที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบมีฝาครอบมีปริมาณ O_2 ภายในบรรจุภัณฑ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากปริมาณเฉลี่ย 21.0 และ 21.0% ตามลำดับ ในวันแรกของการเก็บรักษา ลดลงเหลือ 20.3 และ 20.8% หลังการเก็บรักษานาน 10 วัน (ภาพที่ 12A) ส่วนทุเรียนที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบมีฝาปิดทั้งแบบหั่นและไม่หั่นชั้นมีการลดลงของ O_2 ต่ำกว่าการบรรจุด้วยบรรจุภัณฑ์ชนิดฝาครอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปริมาณ O_2 ลดลงจาก 21.0 และ 21.0% ตามลำดับ ในวันแรกของการเก็บรักษาเหลือ 17.8 และ 19.3% ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 12A) ซึ่งจากการทดลองครั้งนี้ ทุเรียนที่มีหั่นเป็นชั้นมีปริมาณ O_2 ลดลงต่ำกว่าทุเรียนที่ไม่หั่นชั้น แสดงให้เห็นว่าการหั่นทุเรียนเป็นชั้นส่งผลกระทบในการเพิ่มอัตราการหายใจของทุเรียน สอดคล้องกับการศึกษาของ Rico และคณะ (2007) ที่พบว่า การเกิดบาดแผลจากการปอกและตัดแต่งส่งผลให้อัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้นได้ การที่อัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้นนี้เกิดเพราะบาดแผลจากการปอกและตัดแต่งไปกระตุ้นการสังเคราะห์เอทิลีนที่เกี่ยวข้องในกระบวนการหายใจแบบใช้ O_2 ของผลิตภัณฑ์สดตัดแต่ง (Hodges and Toivonen, 2008) สำหรับปริมาณ CO_2 พบว่า ทุกกรรมวิธีมีการสะสม CO_2 เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาซึ่งสอดคล้องกับการลดลงของปริมาณ O_2 ในบรรจุภัณฑ์ เพราะผลิตภัณฑ์สดมีการนำ O_2 มาใช้ในการหายใจเผาผลาญอาหารสะสมจำพวกคาร์โบไฮเดรตให้เป็น CO_2 น้ำ และพลังงาน (จริงแท้, 2549ก) โดยบรรจุภัณฑ์แบบฝาปิดมีการสะสมของ CO_2 สูงกว่าแบบฝาครอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และทุเรียนที่ทำการหั่นชั้นบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบฝาครอบมีปริมาณ O_2 เพิ่มขึ้นสูงที่สุดตลอดระยะเวลาเก็บรักษานาน 10 วัน คือ จาก 0.0% ในวันแรกของการเก็บรักษา เพิ่มขึ้นเป็น 3.7% หลังการเก็บรักษานาน 10 วัน (ภาพที่ 12B)



ภาพที่ 12 ปริมาณก๊าซ O_2 (A) และ CO_2 (B) ภายในบรรจุภัณฑ์ของเนื้อทุเรียนพันธุ์หมอนทองแกะเมล็ดตัดแต่งพร้อมบริโภคแบบหั่นและไม่หั่นชั้นหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

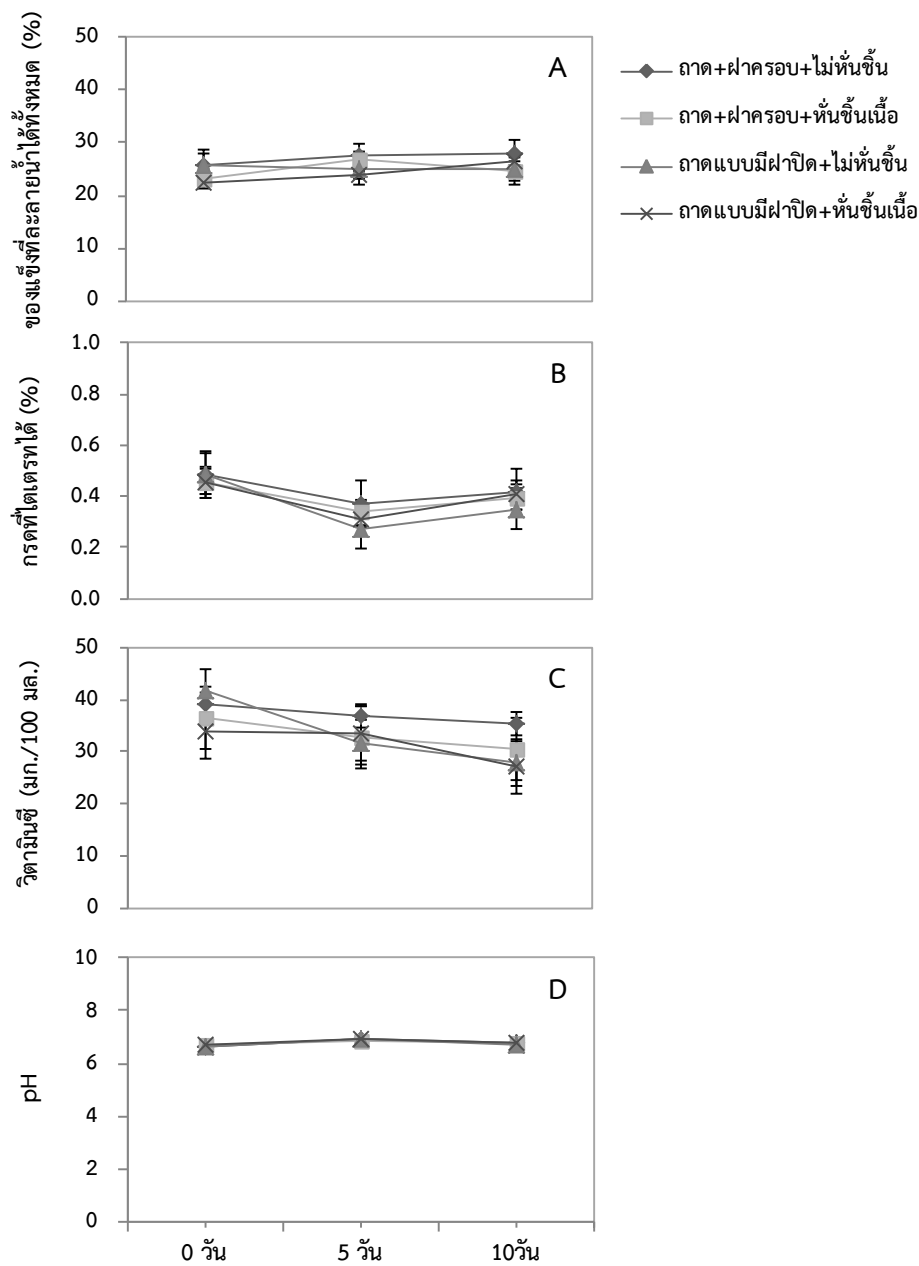
การเปลี่ยนแปลงสี และคุณภาพทางเคมี

ค่าการวัดสี (L^* a^* และ b^*) ของเนื้อทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตลอดอายุการเก็บรักษานาน 10 วัน (ภาพที่ 13A 13B และ 13C) โดยที่ค่า L^* หรือค่าความสว่างของเนื้อทุเรียนในบรรจุภัณฑ์ทุกชนิดมีค่า L^* เฉลี่ย 78.7 ในวันแรกของการเก็บรักษา และ 78.1 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 13A) ส่วนค่า a^* ซึ่งเป็นค่าที่แสดงความเป็นสีแดงและเขียว พบว่า ค่า a^* มีค่าเฉลี่ยตลอดอายุการเก็บรักษาที่ 3.8 ซึ่งเป็นค่าที่ค่อนข้างต่ำ (ภาพที่ 13B) บ่งบอกว่าเนื้อทุเรียนแสดงความเป็นสีเขียวมากกว่าสีแดง สำหรับค่า b^* หรือค่าแสดงความเป็นสีเหลืองและน้ำเงิน จากภาพที่ 13C แสดงให้เห็นว่า ค่า b^* ของเนื้อทุเรียนมีค่าเฉลี่ย 36.9 ในวันแรกของการเก็บรักษา และเพิ่มขึ้นเป็น 46.4 หลังการเก็บรักษานาน 10 วัน ซึ่งการเพิ่มขึ้นของค่า b^* นี้บ่งบอกว่า เนื้อทุเรียนแสดงความเป็นสีเหลืองมากขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น อย่างไรก็ตาม จากการที่ค่า L^* a^* และ b^* ของเนื้อทุเรียนในทุกบรรจุภัณฑ์มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ แสดงให้เห็นว่า ชนิดของบรรจุภัณฑ์ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อทุเรียน



ภาพที่ 13 ค่าวัดสี L^* (A) a^* (B) และ b^* (C) ของเนื้อทุเรียนพันธุ์หมอนทองแกะเมล็ดตัดแต่งพร้อมบริโภคแบบหั่นและไม่หั่นชิ้นหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีของทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภาค ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TSS) ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (TA) ปริมาณวิตามินซี และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) พบว่า การบรรจุทุเรียนตัดแต่งทั้งแบบหั่นและไม่หั่นขึ้นในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ TSS TA วิตามินซี และค่า pH อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดอายุการเก็บรักษา โดยปริมาณ TSS โดยเฉลี่ยของทุเรียนตัดแต่งมีค่า 24.3% ในวันแรกของการเก็บรักษา แล้วเพิ่มขึ้นเป็น 26.1% หลังการเก็บรักษานาน 10 วัน (ภาพที่ 14A) ส่วนปริมาณโดยเฉลี่ยของ TA และวิตามินซีมีแนวโน้มลดลงจาก 0.5% และ 37.7 มก./100 มล. ตามลำดับ ในวันแรก เป็น 0.4% และ 30.2 มก./100 มล. ตามลำดับ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 14B และ 14C) ขณะที่ค่า pH ของเนื้อทุเรียนโดยเฉลี่ยมีการเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจาก 6.7 ในวันแรก เป็น 6.8 ในวันสุดท้ายของการทดลอง (ภาพที่ 14D) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีเป็นไปในทิศทางเดียวกับการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อทุเรียน คือ ชนิดของบรรจุภัณฑ์ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีของทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภาค สอดคล้องกับการทดลองการบรรจุทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภาคในถาดพลาสติกแล้วหุ้มด้วยฟิล์มยืด PVC ถูงพลาสติกชนิด low density polyethylene (LDPE) ถูง linear low density polyethylene (LLDPE) ถูง active M4 หรือถูง active M5 ซึ่งพบว่าคุณภาพทางเคมี ได้แก่ TSS TA ปริมาณวิตามินซี และ pH มีค่าใกล้เคียงกันระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส (ปรารักษ์ทอง และเบญจมาศ, 2553)

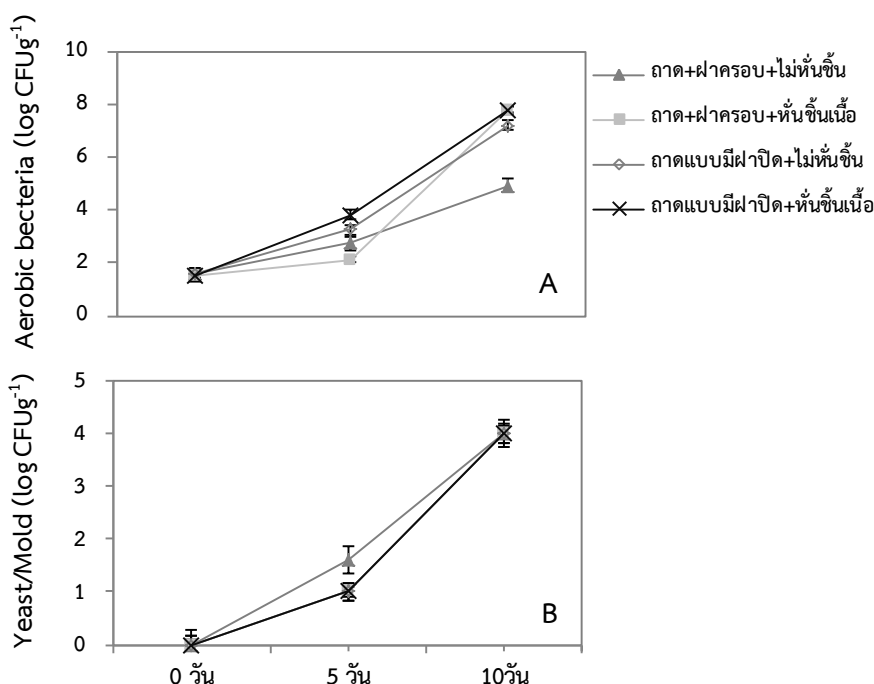


ภาพที่ 14 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (A) ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (B) ปริมาณวิตามินซี (C) และค่า pH (D) ของเนื้อทุเรียนพันธุ์หมอนทองแกะเมล็ดตัดแต่งพร้อมบริโกลแบบหั่นและไม่หั่น ขึ้นหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ปริมาณจุลินทรีย์

ในการตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ (เชื้อแบคทีเรียกลุ่ม Aerobic และยีสต์/รา) ระหว่างการเก็บรักษาพบว่า เมื่อเก็บรักษาเนื้อทุเรียนตัดแต่งเป็นเวลานานขึ้นจำนวนจุลินทรีย์ภายในบรรจุภัณฑ์มีปริมาณเพิ่มขึ้นด้วย เมื่อพิจารณาจากปริมาณเชื้อแบคทีเรีย Aerobic เนื้อทุเรียนที่ไม่หั่นขึ้นแล้วบรรจุในถาดแบบมีฝาครอบมีปริมาณน้อยที่สุดหลังการเก็บรักษานาน 10 วัน (ภาพที่ 15) โดยปริมาณจุลินทรีย์ที่พบนี้ยังอยู่

ในระดับที่ยอมรับได้ตามเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2553) ซึ่งกำหนดไว้ว่าอาหารดิบที่เตรียมหรือปรุงในสภาพบริโภคได้ทันที จำพวกผัก ผลไม้ สลัด ส้มตำ ควรจะมีจำนวนจุลินทรีย์ (เชื้อแบคทีเรียทั้งหมด) ต่อก้อนน้อยกว่า 1×10^6 หรือ $6.0 \log \text{CFUg}^{-1}$ ขณะที่เนื้อทุเรียนจากกรรมวิธีอื่นๆ มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนปริมาณยีสต์/ราที่ตรวจสอบได้ในแต่ละกรรมวิธีมีการเพิ่มขึ้นที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตลอดระยะเวลาที่เก็บรักษา และปริมาณยีสต์/ราที่เพิ่มขึ้นมีปริมาณน้อยกว่า $4.0 \log \text{CFUg}^{-1}$ หลังการเก็บรักษานาน 10 วัน ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (ภาพที่ 15)

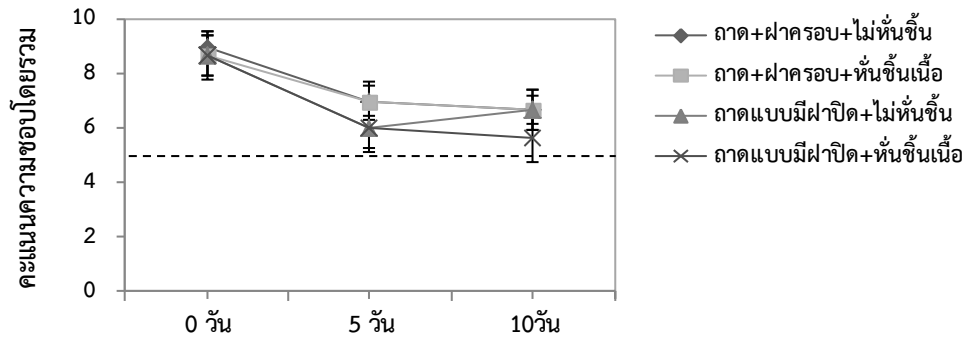


ภาพที่ 15 ปริมาณเชื้อแบคทีเรียกลุ่ม Aerobic (A) และปริมาณยีสต์/รา (B) ที่พบในบรรจุภัณฑ์ของเนื้อทุเรียนพันธุ์หมอนทองแกะเมล็ดตัดแต่งพร้อมบริโภคแบบหั่นและไม่หั่นชิ้นหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

คุณภาพการยอมรับ และอายุการเก็บรักษา

ทุเรียนทุกกรรมวิธีมีอายุการเก็บรักษาไม่แตกต่างกัน คือ สามารถเก็บรักษาได้นานถึง 10 วัน เมื่อพิจารณาจากคะแนนความชอบโดยรวม ซึ่งทุกกรรมวิธีมีคะแนนสูงกว่า 5 คะแนน ตลอดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 16) แสดงให้เห็นว่า เนื้อทุเรียนยังคงมีสภาพภายนอกและคุณภาพการรับประทานเป็นที่ยอมรับ อย่างไรก็ตาม คะแนนความชอบโดยรวมของเนื้อทุเรียนลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้น โดยหลังการเก็บรักษานาน 10 วัน เนื้อทุเรียนตัดแต่งที่ทำการหั่นเป็นชิ้นแล้วบรรจุในถาดแบบมีฝาปิดมีคะแนนความชอบโดยรวมต่ำที่สุด (คะแนนเฉลี่ย 5.7 คะแนน) ขณะที่เนื้อทุเรียนที่ไม่หั่นชิ้นก่อนบรรจุในถาดแบบฝาปิด และเนื้อทุเรียนบรรจุในถาดแบบมีฝาครอบทั้งหั่นและไม่หั่นชิ้นมีคะแนน

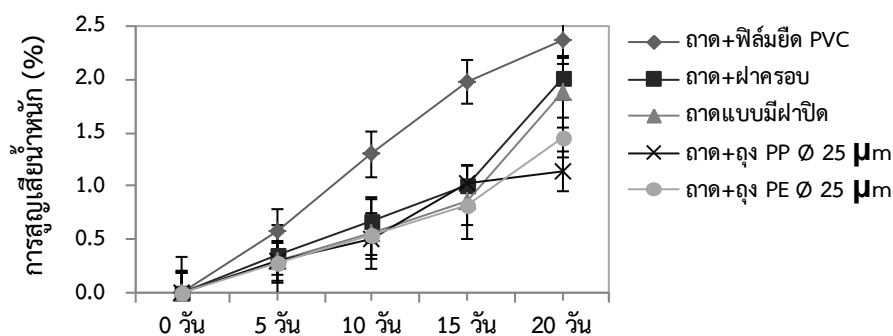
ความชอบโดยรวมสูงกว่าด้วยระดับคะแนนเฉลี่ยเท่ากัน คือ 6.7 คะแนน (ภาพที่ 16) เมื่อพิจารณา ร่วมกับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ตรวจสอบได้ (ภาพที่ 15) พบว่า เนื้อทุเรียนแกะเมล็ดตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำที่ไม่หั่นชั้นแล้วบรรจุในถาดแบบมีฝาครอบมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับสูงที่สุดในการทดลองครั้งนี้



ภาพที่ 16 คะแนนความชอบโดยรวมของเนื้อทุเรียนพันธุ์หมอนทองแกะเมล็ดตัดแต่งพร้อมบริโภคแบบหั่นและไม่หั่นชั้นหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

4) ทดสอบผลของบรรจุภัณฑ์ต่อคุณภาพการเก็บรักษาทุเรียนพันธุ์หมอนทองแกะเนื้อและเมล็ด การสูญเสียน้ำหนักของผลิตผลสด

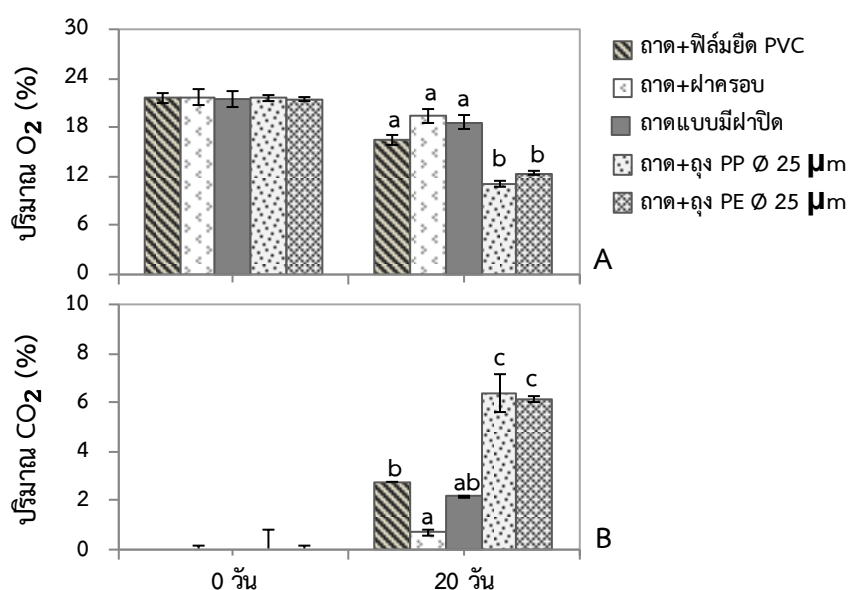
ทุเรียนแกะเมล็ดและตัดแต่งที่บรรจุในถาดหุ้มฟิล์ม PVC มีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นจากวันแรกของการเก็บรักษามากที่สุด คือ 2.4% หลังการเก็บรักษานาน 20 วัน รองลงมาคือ ถาดแบบฝาครอบ ถาดแบบมีฝาปิด ถุง PE และถุง PP (2.0% 1.9% 1.4% และ 1.1%) ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากการบรรจุเนื้อทุเรียนตัดแต่งในบรรจุภัณฑ์ทุกชนิด (ยกเว้น PVC) เป็นการบรรจุแบบปิดผนึกสนิท จึงมีส่วนช่วยลดการคายน้ำของผลิตผลสดทำให้ช่วยรักษาความชื้นภายในบรรจุภัณฑ์และชะลอการสูญเสียน้ำหนักได้ดี ขณะที่การหุ้มด้วยฟิล์ม PVC มีช่องที่ไอน้ำสามารถระเหยออกมาได้จึงทำให้การสูญเสียความชื้นและน้ำหนักเกิดขึ้นสูงกว่า



ภาพที่ 17 การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อทุเรียนพันธุ์หมอนทองแกะเมล็ดตัดแต่งพร้อมบริโภคในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ หลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ปริมาณก๊าซสะสมภายในบรรจุภัณฑ์

หลังเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 20 วัน ปริมาณ O_2 ภายในบรรจุภัณฑ์ทุกกรรมวิธีมีค่าลดลง ขณะที่ปริมาณ CO_2 มีค่าเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 18) เนื้อทุเรียนตัดแต่งบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE มีปริมาณ O_2 หลังการเก็บรักษานาน 20 วัน (11.1 และ 12.4% ตามลำดับ) ลดลงต่ำกว่าบรรจุภัณฑ์ถาดพลาสติกแบบมีฝาครอบ แบบฝาปิด และถาดหุ้มฟิล์ม PVC (19.4 18.6 และ 16.4% ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 18A) ส่วนปริมาณ CO_2 พบว่า การบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE มีการสะสมของ CO_2 หลังการเก็บรักษานาน 20 วัน สูงกว่าบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน คือมีระดับ CO_2 เฉลี่ย 6.4 และ 6.1% ตามลำดับ ส่วนการบรรจุในถาดหุ้มฟิล์ม PVC ถาดแบบมีฝาปิด และถาดแบบฝาครอบ มีการสะสม CO_2 ภายในบรรจุภัณฑ์เพียง 2.7 2.1 และ 0.7% ตามลำดับ (ภาพที่ 18B) ทั้งนี้อาจเนื่องจากบรรจุภัณฑ์ถุง PP และ PE เป็นการบรรจุแบบปิดผนึกสนิททำให้การแลกเปลี่ยนก๊าซภายในบรรจุภัณฑ์ไม่เป็นอิสระโดยขึ้นอยู่กับสมบัติด้านการซึมผ่านก๊าซออกซิเจน (OTR) ของฟิล์ม (9,963 และ 10,262 cc/m²/day ตามลำดับ) ขณะที่บรรจุภัณฑ์ชนิดอื่นเป็นลักษณะการปิดผนึกแบบท้อหุ้มหรือฝาครอบ/ปิด ซึ่งมีช่องว่างที่ก๊าซสามารถผ่านเข้าออกได้

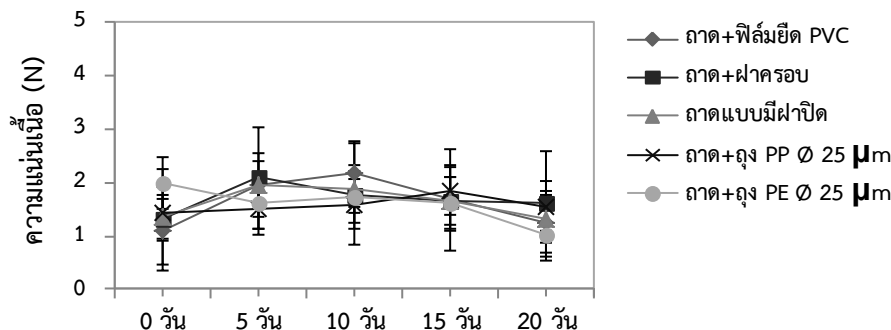


ภาพที่ 18 ปริมาณก๊าซ O_2 (A) และ CO_2 (B) ภายในบรรจุภัณฑ์ของเนื้อทุเรียนพันธุ์หมอนทองแกะเมล็ดตัดแต่งพร้อมบริโภคนบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ หลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส (ตัวอักษร abc ที่แตกต่างกันบนแผนภูมิเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) โดยวิธี DMRT)

ความแน่นเนื้อ

ค่าความแน่นเนื้อของเนื้อทุเรียนแกะเมล็ดตัดแต่งพร้อมบริโภคที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ คือ ถาดหุ้มฟิล์ม PVC ถาดพลาสติกแบบมีฝาครอบ ถาดพลาสติกแบบฝาปิด ถุง PP และถุง PE มีค่าไม่

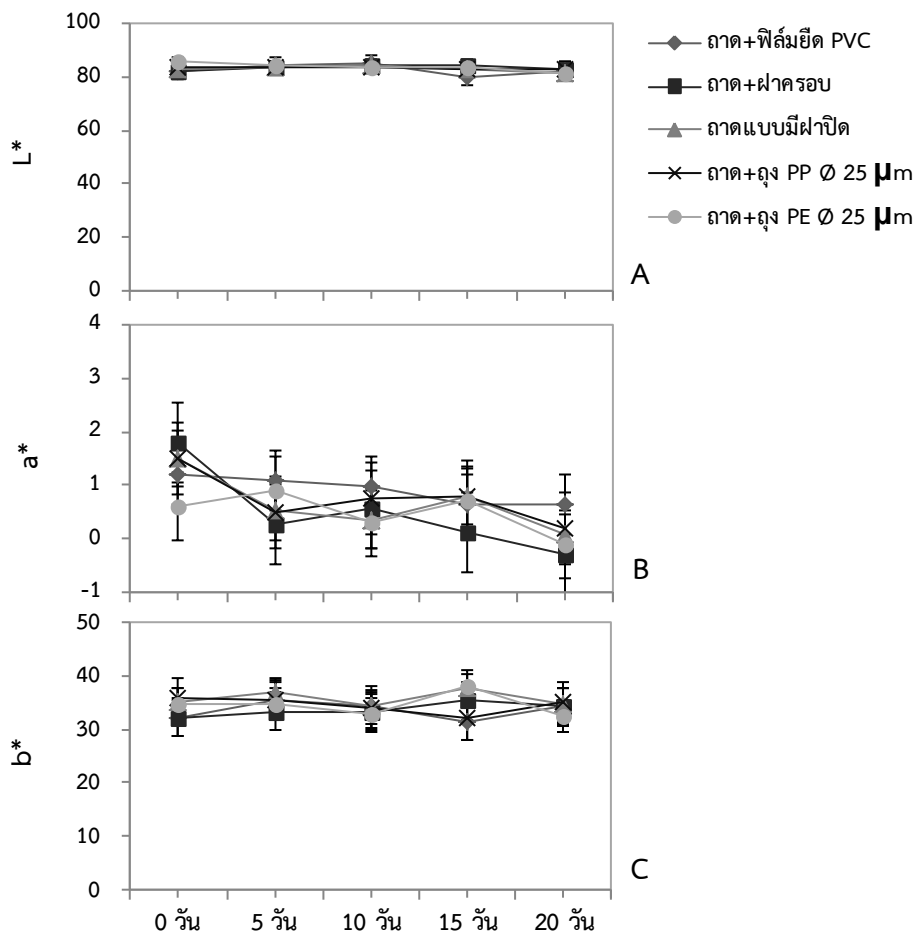
แตกต่างกันทางสถิติตลอดอายุการเก็บรักษา โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.0 ถึง 2.2 นิวตัน (ภาพที่ 19) แสดงให้เห็นว่า ชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ต่างกันไม่มีผลต่อความแน่นเนื้อของทุเรียน



ภาพที่ 19 ความแน่นเนื้อของเนื้อทุเรียนพันธุ์หมอนทองแกะเมล็ดตัดแต่งพร้อมบริโภคนในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ หลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

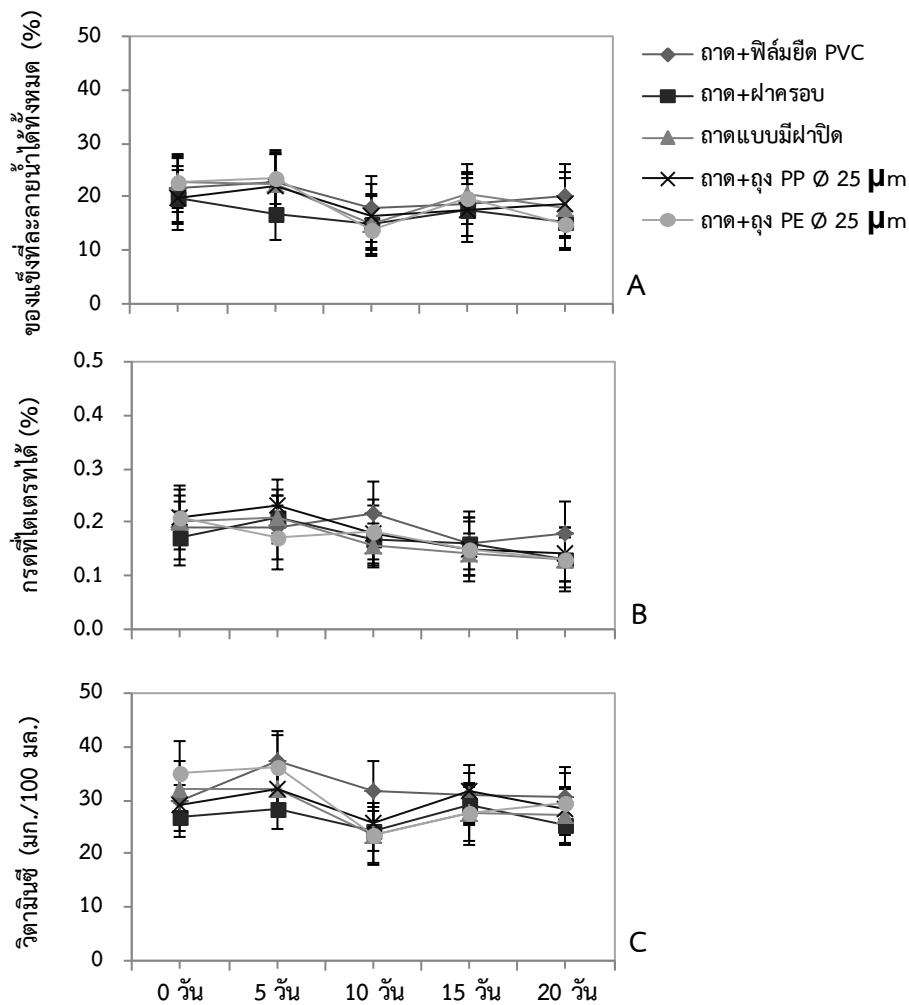
การเปลี่ยนแปลงสี คุณภาพทางเคมี และคุณภาพการยอมรับ

แนวโน้มโดยรวมของค่าการวัดสี (L^* , a^* และ b^*) ของเนื้อทุเรียนแกะเมล็ดตัดแต่งทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตลอดอายุการเก็บรักษานาน 20 วัน (ภาพที่ 20) เป็นการบ่งบอกว่าชนิดของบรรจุภัณฑ์ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อทุเรียน โดยที่ค่า L^* หรือค่าความสว่างของเนื้อทุเรียนมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 79.9 ถึง 85.6 (ภาพที่ 20A) แสดงว่าเนื้อทุเรียนมีความสว่างสูงเพราะมีค่าเข้าใกล้ 100 ส่วนค่า a^* เฉลี่ยอยู่ระหว่าง -0.3 ถึง 1.8 ซึ่งมีค่าค่อนข้างต่ำ (ภาพที่ 20B) บ่งบอกว่าเนื้อทุเรียนแสดงความเป็นสีเขียวมากกว่าสีแดง สำหรับค่า b^* หรือค่าแสดงความเป็นสีเหลืองและน้ำเงิน พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 31.4 ถึง 38.1 (ภาพที่ 20C) ซึ่งค่า b^* นี้มีค่าในทางบวกแสดงว่าเนื้อทุเรียนค่อนข้างมาจากความเป็นสีเหลือง



ภาพที่ 20 ค่าวัดสี L^* a^* และ b^* ของเนื้อทุเรียนพันธุ์หมอนทองแกะเมล็ดตัดแต่งพร้อมบริโภาคในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ หลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TSS) ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (TA) และปริมาณวิตามินซีของเนื้อทุเรียนแกะเมล็ดตัดแต่งในบรรจุภัณฑ์ทุกชนิดมีแนวโน้มลดลงจากวันแรกถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 21) โดยปริมาณ TSS ของเนื้อทุเรียนตัดแต่งในทุกกรรมวิธีมีค่าเฉลี่ยลดลงจากจาก 21.3% ในวันแรกของการเก็บรักษา เป็น 17.4% หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 20 วัน (ภาพที่ 21A) ขณะที่ปริมาณ TA มีค่าเฉลี่ยจาก 0.2% เหลือ 0.1% (ภาพที่ 21B) และปริมาณวิตามินซีมีค่าจาก 30.6 มก./100มล. เป็น 28.2 มก./100มล. (ภาพที่ 21C) อย่างไรก็ตาม คุณภาพทางเคมีเหล่านี้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดอายุการเก็บรักษา แสดงให้เห็นว่าชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพทางเคมีของเนื้อทุเรียน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Karichiappan และคณะ (2000) Ketsa และ Pangkool (1994) และ Voon และคณะ (2006) ที่รายงานไว้ว่า ปริมาณ TSS และ TA ของเนื้อทุเรียนมีค่าระหว่าง 17.5 ถึง 36.9% และ 0.1 ถึง 0.4% ตามลำดับ โดยค่าที่วัดได้ขึ้นอยู่กับระยะเวลาการสุกของเนื้อทุเรียนเป็นสำคัญ

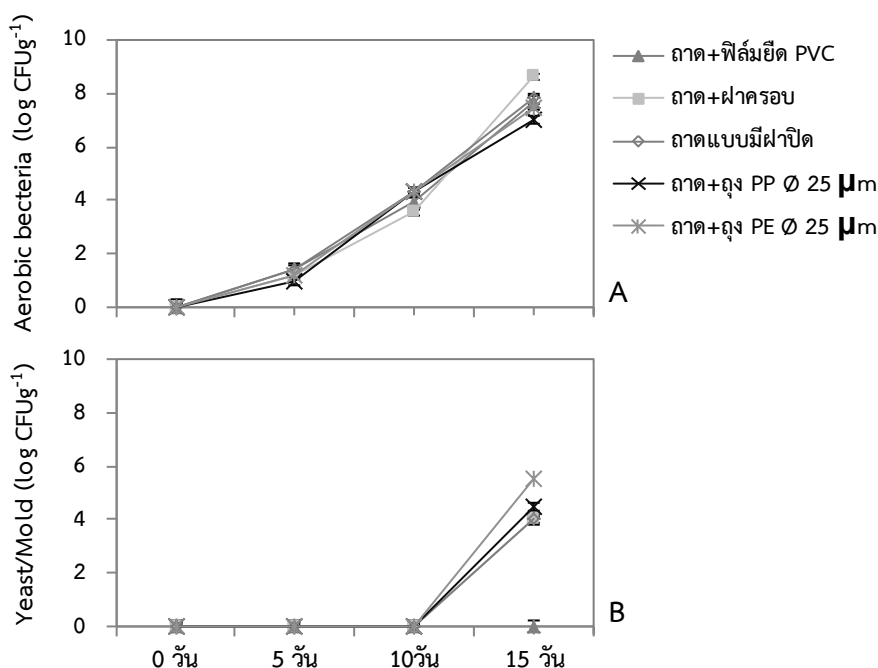


ภาพที่ 21 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (A) ปริมาณกรดที่โตตรงที่ได้ (B) และปริมาณวิตามินซี (C) ของเนื้อทุเรียนพันธุ์หอมทองแกะเมล็ดตัดแต่งพร้อมบริโกลในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ หลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ปริมาณจุลินทรีย์

ในการตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ (เชื้อแบคทีเรียกลุ่ม Aerobic และยีสต์/รา) ระหว่างการเก็บรักษาตลอดระยะเวลา 15 วัน พบว่า เมื่อเก็บรักษาเนื้อทุเรียนแกะเมล็ดตัดแต่งเป็นเวลานานขึ้นจำนวนจุลินทรีย์ภายในบรรจุภัณฑ์มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น แต่ชนิดของบรรจุภัณฑ์ไม่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 22) โดยเมื่อพิจารณาจากปริมาณเชื้อแบคทีเรีย Aerobic ของเนื้อทุเรียนตัดแต่งหลังเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 10 วัน พบว่า ทุกกรรมวิธีมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในระดับที่ยอมรับได้ หรือน้อยกว่า $6.0 \log \text{CFUg}^{-1}$ ตามเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหารสำหรับอาหารดิบที่เตรียมหรือปรุงในสภาพบริโกลได้ทันที (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2553) แต่เมื่อเก็บรักษานานถึง 15 วัน ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์มากกว่า $6.0 \log \text{CFUg}^{-1}$ (ภาพที่ 22A) เช่นเดียวกับปริมาณยีสต์/ราที่ตรวจพบ ที่ยังคงมีปริมาณน้อยกว่า $1.0 \log \text{CFUg}^{-1}$ หลังการเก็บรักษานาน 10 วัน แต่

เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่า ปริมาณยีสต์/ราสูงเกินกว่า $3.0 \log \text{CFUg}^{-1}$ (ภาพที่ 22B) ซึ่งเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้ ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ตรวจพบ เนื้อทุเรียนแกะเมล็ดตัดแต่งพร้อมบริโภคนั้นจึงมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับที่อายุการเก็บรักษานาน 10 วัน

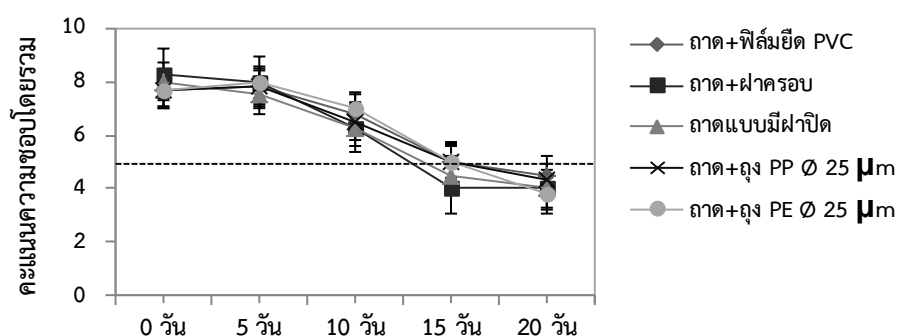


ภาพที่ 22 ปริมาณเชื้อแบคทีเรียกลุ่ม Aerobic (A) และปริมาณยีสต์/รา (B) ที่พบในบรรจุภัณฑ์ของเนื้อทุเรียนพันธุ์หมอนทองแกะเมล็ดตัดแต่งพร้อมบริโภคในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ หลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

อายุการเก็บรักษา

จากการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา และประสาทสัมผัส ที่ทำการตรวจสอบพบว่า บรรจุภัณฑ์แต่ละชนิดให้ผลวิเคราะห์ทางกายภาพ ทางเคมี และการรับประทานที่ใกล้เคียงกันตลอดอายุการเก็บรักษา ยกเว้นการสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณ O₂ และ CO₂ ภายในบรรจุภัณฑ์ ในแต่ละบรรจุภัณฑ์ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนอายุการเก็บรักษาในงานทดลองครั้งนี้ แม้ว่าจากผลคะแนนความชอบโดยรวมแสดงให้เห็นว่ามีเนื้อทุเรียนแกะเมล็ดพร้อมบริโภคที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ PVC PP และ PE มีคะแนนความชอบรวมอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้หลังการเก็บรักษานาน 15 วัน (ภาพที่ 23) แต่จากผลการตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์ส่งผลให้อายุการเก็บรักษาของเนื้อทุเรียนตัดแต่งพร้อมบริโภคที่เหมาะสมคือ หลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน ซึ่งจากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า เนื้อทุเรียนหมอนทองพร้อมบริโภคบรรจุถาดโพลีแล้วหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติกยืด LLDPE เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 8 และ 12 องศาเซลเซียส ได้นาน 24 16 และ 12 วัน ตามลำดับ (ปวีณา, 2535) ส่วนการใช้ UV sterilized Cfine® tub แล้วหุ้มด้วยฟิล์ม PVC ขนาด 0.13 ไมโครเมตร ก่อนใส่ในภาชนะ PVC แบบมีฝาปิดและเจาะรูขนาด 6 มม. 4 รู ช่วยให้เก็บรักษาเนื้อทุเรียนได้นาน 2 สัปดาห์ ที่ 2 และ 5 องศาเซลเซียส

(Chudhangkura et al., 2009) ขณะที่เนื้อทุเรียนที่บรรจุในสภาพพลาสติก PVC แบบมีฝาปิดและแบบฝาครอบสามารถเก็บรักษาทุเรียนได้นาน 17-19 วัน ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส (ปรารักษ์ทอง และคณะ, 2552) แสดงให้เห็นว่า ในการเก็บรักษาเนื้อทุเรียนแกะเมล็ดตัดแต่งพร้อมบริโภครีโกลการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมมีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของเนื้อทุเรียน และมีความจำเป็นต้องให้ความสำคัญในเรื่องด้านความสะอาดปราศจากเชื้อโรคในขั้นตอนการเตรียม เพื่อช่วยลดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์และทำให้ทุเรียนเป็นที่ยอมรับเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้นได้

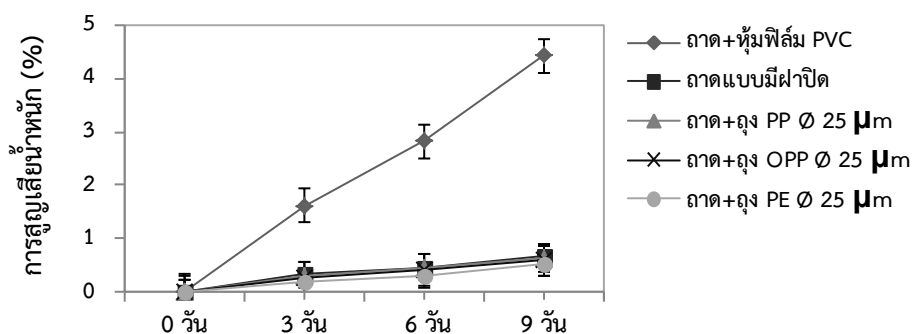


ภาพที่ 23 คะแนนความชอบโดยรวมของเนื้อทุเรียนพันธุ์หมอนทองแกะเมล็ดตัดแต่งพร้อมบริโภคในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ หลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

5) ทดสอบคุณภาพการเก็บรักษามะม่วงดิบพันธุ์เขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภคในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ

การสูญเสียน้ำหนักของผลิตผลสด

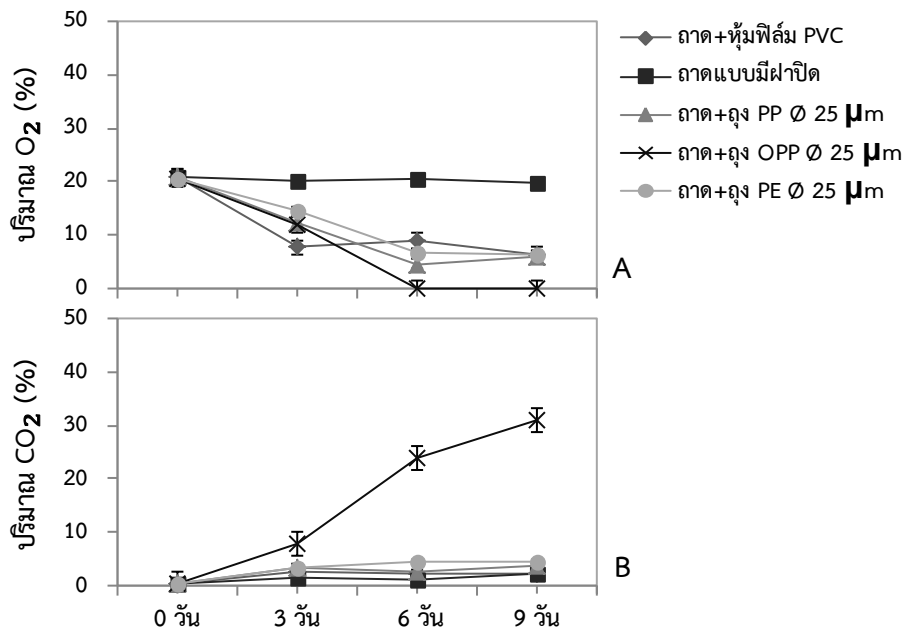
มะม่วงเขียวเสวยตัดแต่งแบบหั่นชิ้นบรรจุถาดหุ้มฟิล์ม PVC มีการสูญเสียน้ำหนักสูงที่สุดตลอดอายุการเก็บรักษานาน 9 วัน โดยมีการสูญเสียน้ำหนักสูงถึง 4.4% หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 9 วัน ขณะที่มะม่วงตัดแต่งบรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่นๆ มีการสูญเสียน้ำหนักไม่เกิน 0.7% ตลอดอายุการเก็บรักษานาน 9 วัน (ภาพที่ 24) ทั้งนี้เนื่องจากการบรรจุถาดแล้วใช้ฟิล์ม PVC ปิดหุ้มบนถาดนั้นเป็นการปิดผนึกโดยใช้สมบัติการยึดตัวของฟิล์มแล้วปิดแนบไว้กับถาดซึ่งไม่ได้เป็นการปิดผนึกแบบสนิทโดยสมบูรณ์จึงอาจทำให้มีช่องที่ไอน้ำสามารถระเหยออกมาได้ สับปะรดมีโอกาสเกิดการสูญเสียน้ำหนักและน้ำหนักรวมสูงกว่า สับปะรดที่บรรจุด้วยบรรจุภัณฑ์แบบอื่นๆ ที่เป็นลักษณะปิดผนึกแบบสนิท



ภาพที่ 24 การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงดิบพันธุ์เขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภคลงหลังการเก็บรักษาในตู้แช่โซลว์ผลไม้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ปริมาณก๊าซสะสมภายในบรรจุภัณฑ์

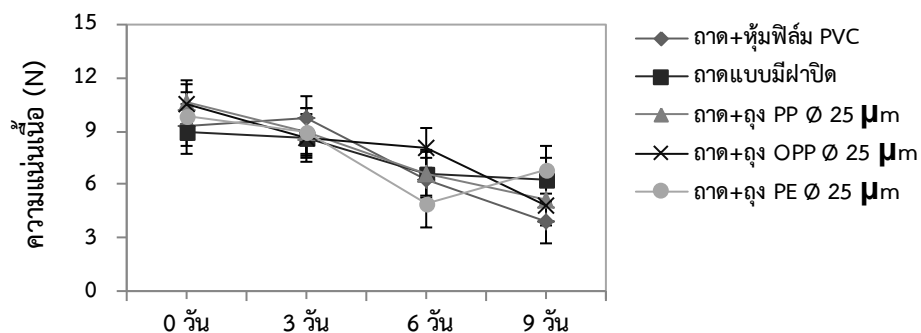
ปริมาณก๊าซ O_2 ในทุกบรรจุภัณฑ์มีระดับที่ลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น โดยมะม่วงตัดแต่งบรรจุในถาดแบบมีฝาปิดมีการลดลงในระดับต่ำ (จาก 21.0% ในวันแรกของการเก็บรักษา เป็น 19.9% หลังการเก็บรักษานาน 9 วัน) ขณะที่ปริมาณ O_2 ในบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่นๆ ลดต่ำกว่า 7% ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยเฉพาะบรรจุภัณฑ์ถุง OPP ที่ปริมาณ O_2 ลดต่ำลงถึงระดับ 0% หลังการเก็บรักษานาน 6 วัน (ภาพที่ 25A) สอดคล้องกับปริมาณ CO_2 ในบรรจุภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการนำ O_2 ไปใช้ในกระบวนการหายใจได้เป็น CO_2 (จริงแท้, 2549g) โดยบรรจุภัณฑ์ OPP มีการสะสมของปริมาณ CO_2 สูงที่สุดตลอดระยะเวลาที่เก็บรักษา คือ จากระดับ 0.3% ในวันแรกของการเก็บรักษา เพิ่มเป็น 30.9% หลังการเก็บรักษานาน 9 วัน ส่วนบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่นๆ มีปริมาณ CO_2 เพิ่มสูงขึ้นเช่นกันแต่น้อยกว่า 4.5% หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 9 วัน (ภาพที่ 25B) ทั้งนี้ด้วยสมบัติการซึมผ่านก๊าซ O_2 ของ OPP ที่ค่อนข้างต่ำ (1,352 cc/m²/day) ทำให้การแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างภายในและภายนอกเกิดขึ้นได้ช้า ปริมาณ O_2 ในบรรจุภัณฑ์จึงลดต่ำลงและปริมาณ CO_2 เพิ่มสูงขึ้นเร็วกว่าบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่นๆ ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา



ภาพที่ 25 ปริมาณก๊าซ O₂ (A) และ CO₂ (B) ภายในบรรยากาศของมะม่วงดิบพันธุ์เขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริเวณหลังการเก็บรักษาในตู้แช่ไขว้ผลไม้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ความแน่นเนื้อ

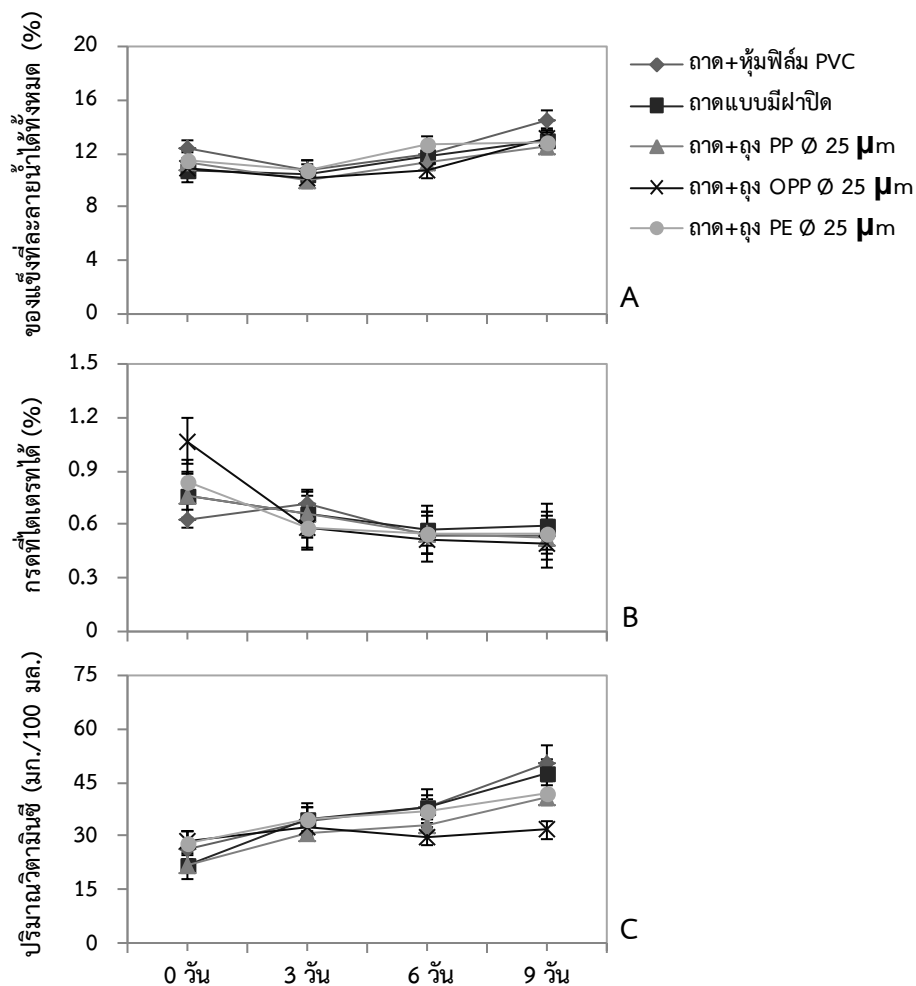
มะม่วงตัดแต่งในบรรยากาศทุกกรรมวิธีมีความแน่นเนื้อ (ความกรอบ) ลดลงตามระยะเวลาที่เก็บรักษาจากค่าความแน่นเนื้อเฉลี่ย 9.9 นิวตัน ในวันแรกของการเก็บรักษา ลดลงเหลือ 5.4 นิวตัน หลังการเก็บรักษานาน 9 วัน (ภาพที่ 26) อย่างไรก็ตาม ทุกกรรมวิธีมีค่าความแน่นเนื้อที่ใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นว่าการบรรจุในบรรยากาศที่ต่างชนิดกันไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของมะม่วง



ภาพที่ 26 ความแน่นเนื้อของมะม่วงดิบพันธุ์เขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริเวณหลังการเก็บรักษาในตู้แช่ไขว้ผลไม้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

คุณภาพทางเคมี

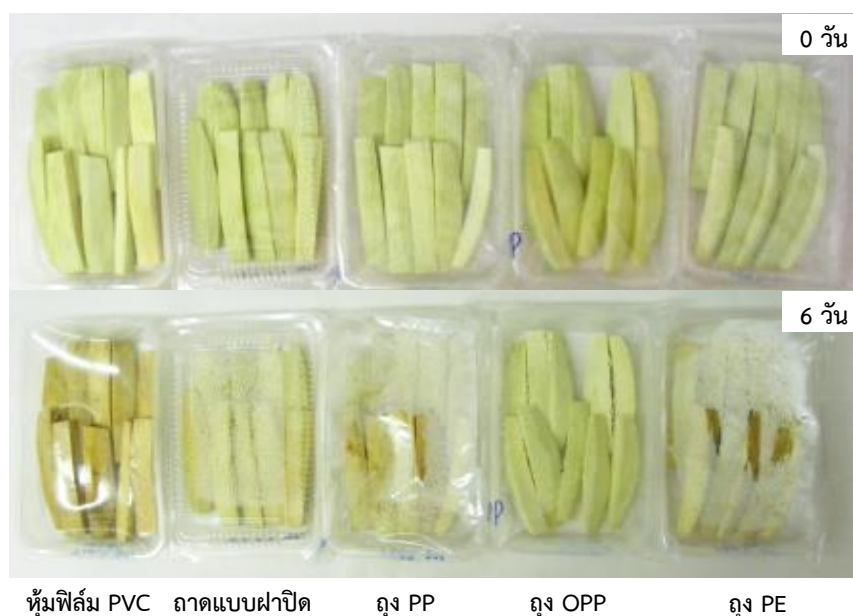
แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีของมะม่วงดิบตัดแต่ง ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TSS) ปริมาณกรดที่ไตรเทอร์ทได้ (TA) และปริมาณวิตามินซี พบว่า เนื้อมะม่วงในบรรจุภัณฑ์ทุกกรรมวิธีมีปริมาณ TSS เพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามระยะเวลาเก็บรักษาที่นานขึ้น จากปริมาณเฉลี่ย 11.4% ในวันแรกของการเก็บรักษา เป็น 13.2% หลังการเก็บรักษานาน 9 วัน (ภาพที่ 27A) ขณะที่ปริมาณ TA มีค่าลดลงจากวันแรกของการเก็บรักษาที่ค่าเฉลี่ย 0.8% เป็น 0.5% ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 27B) ส่วนปริมาณวิตามินซีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นค่อนข้างมากระหว่างการเก็บรักษายกเว้นเนื้อมะม่วงตัดแต่งในบรรจุภัณฑ์ถุง OPP ที่มีปริมาณวิตามินซีเพิ่มขึ้นไม่มากระหว่างการเก็บรักษา คือมีค่าระหว่าง 28.7 ถึง 32.5 มก./100 มล. (ภาพที่ 27C)



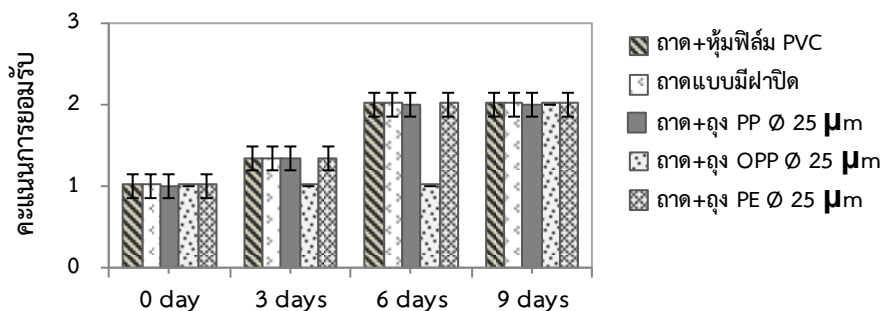
ภาพที่ 27 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (A) ปริมาณกรดที่ไตรเทอร์ทได้ (B) และปริมาณวิตามินซี (C) ของมะม่วงดิบพันธุ์เขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภคลงหลังการเก็บรักษาในตู้แช่ไขว้ผลไม้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

อายุการเก็บรักษา

การบรรจุมะม่วงดิบตัดแต่งพร้อมบริโภคในบรรจุภัณฑ์ถุง OPP ช่วยชะลอการเกิดสีน้ำตาลบนผิวเนื้อมะม่วงได้ดีกว่าบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่นๆ ทำให้มีอายุการเก็บรักษานานขึ้นถึง 6 วัน ขณะที่บรรจุภัณฑ์ชนิดอื่นหมดสภาพการวางจำหน่ายหลังเก็บนานเพียง 3 วัน (ภาพที่ 28 และ 29) อาจเพราะภายในบรรจุภัณฑ์ที่มีปริมาณก๊าซ O_2 และ CO_2 สูง โดยเฉพาะก๊าซ CO_2 ในปริมาณสูง มีส่วนช่วยลดการเกิดสารสีน้ำตาลที่ผิวเนื้อ โดยการลดกิจกรรมของเอนไซม์ที่ก่อให้เกิดสารสีน้ำตาล ได้แก่ polyphenol oxidase และยังช่วยลดการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ด้วย (ปรารค์ทอง และเบญจมาศ, 2552; Marrero and Kader, 2006) อย่างไรก็ตาม การบรรจุในถุง OPP มีปัญหาในเรื่องของกลิ่นหมักและรสชาติที่ผิดปกติหลังเก็บนานกว่า 6 วัน ทั้งนี้อาจเกิดจากการสะสมก๊าซ CO_2 ภายในบรรจุภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษา



ภาพที่ 28 ลักษณะปรากฏของมะม่วงพันธุ์เขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภค ณ วันแรกของการเก็บรักษาเปรียบเทียบกับหลังเก็บรักษาในตู้แช่โชว์ผลไม้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน



ภาพที่ 29 คะแนนการยอมรับของมะม่วงดิบพันธุ์เขียวเสวยตัดแต่งพร้อมบริโภคลงหลังการเก็บรักษาในตู้แช่โซลว์ผลไม้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ :

ในการเก็บรักษากล้วยหอมตัดแต่งแบบผ่าซีก บรรจุภัณฑ์ชนิด PP เหมาะสำหรับการเก็บรักษามากที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ เพราะช่วยชะลอการสุก ทำให้เก็บรักษาได้นานเฉลี่ย 28 วัน โดยที่คุณภาพยังเป็นที่ยอมรับ อีกทั้งต้นทุนยังต่ำจึงเหมาะสำหรับการเก็บรักษาในเชิงพาณิชย์

สำหรับการเก็บรักษาสับปรดตัดแต่งพร้อมบริโภคลงอุณหภูมิแช่ พบว่า สับปรดตัดแต่งที่บรรจุแล้ว ปิดถาดด้วยฟิล์ม PP หรือ PE แล้วเจาะรูขนาดรูเข็ม 4 รู มีอายุการเก็บรักษาเฉลี่ยนานที่สุด โดยสามารถเก็บรักษาได้นาน 6 วัน โดยยังคงมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับ

ในการเก็บรักษาเนื้อทุเรียนแกะเมล็ดตัดแต่ง พบว่า การหั่นชิ้นเนื้อทุเรียนไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีและอายุการเก็บรักษาของเนื้อทุเรียน แต่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคน้อยกว่าทุเรียนที่แกะเมล็ดแล้วบรรจุหึ่งพู โดยที่บรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการบรรจุทุเรียนในการศึกษาครั้งนี้ให้คุณภาพการเก็บรักษาที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติและสามารถเก็บได้นาน 15 วัน แต่เมื่อพิจารณาจากการตรวจพบปริมาณจุลินทรีย์ พบว่า คุณภาพการเก็บรักษาของเนื้อทุเรียน คือ 10 วัน ดังนั้น สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการเตรียมผลิตภัณฑ์คือเรื่องของความสะอาดและการลดปริมาณจุลินทรีย์ภายในบรรจุภัณฑ์

ส่วนการบรรจุมะม่วงดิบตัดแต่งพร้อมบริโภค พบว่า การบรรจุในบรรจุภัณฑ์ถุง OPP ช่วยชะลอการเกิดสีน้ำตาลบนผิวเนื้อมะม่วงได้ดีกว่าบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่นๆ ทำให้มีอายุการเก็บรักษานาน 6 วัน ขณะที่บรรจุภัณฑ์ชนิดอื่นหมดสภาพการวางจำหน่ายหลังเก็บนานเพียง 3 วัน

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์:

10.1 การนำไปใช้ประโยชน์

- จัดพิมพ์เป็นหนังสือเผยแพร่/เผยแพร่ในวารสารวิชาการต่างๆ
- เผยแพร่ในงานประชุมวิชาการ
- เผยแพร่ในรูปแบบของโปสเตอร์หรือแผ่นพับ

10.2 หน่วยงานที่นำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

- ผู้ส่งออก เกษตรกร และผู้สนใจ
- หน่วยงานราชการ สถาบันการศึกษาต่าง ๆ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการส่งออกต่างๆ
- บริษัทผู้ผลิตผลิตภัณฑ์แต่งพร้อมบริโภค

11. คำขอบคุณ (ถ้ามี):

12. เอกสารอ้างอิง:

กรมวิชาการเกษตร. 2554. กลัวยหอมทอง. หน้า 4-5 ใน: *การเก็บรักษาผลไม้และผัก*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ. 40 หน้า.

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2553. เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 2. [ระบบออนไลน์].

<http://dmsc2.dmsc.moph.go.th/webroot/BQSF/File/VARITY/dmscguide1.pdf>. เข้าถึงข้อมูลเมื่อ 6 กันยายน 2558.

จงกลณี วิทยารุ่งเรืองศรี และสุชัญญา พลเพชร. 2549. พลาสติกบรรจุอาหารและกล่องโฟม ใช้อย่างไรให้ปลอดภัย. ศูนย์ปฏิบัติการความปลอดภัยด้านอาหาร. [ระบบออนไลน์].

<http://www.fda.moph.go.th/project/foodsafety/feedbackhome/news/ภัยร้ายจากกล่องโฟม.doc>. เข้าถึงข้อมูลเมื่อ 16 มิถุนายน 2551.

จิ่งแท้ ศิริพานิช. 2549ก. *สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้*. พิมพ์ครั้งที่ 6. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม. 396 หน้า.

_____. 2549ข. *ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวางของพืช*. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม. 543 หน้า.

จิราพร ไร่พุทธา สุทธิวัลย์ สีทา เสาวภา ไชยวงศ์ และพันธ์ศิริ สุทธิลักษณ์. 2554. ผลของชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ต่อคุณภาพของสับปะรดตัดแต่งพันธุ์ภูแล. *ว. วิทย. กษ.* 42: 673-676.

นิรมล สันติภาพวิวัฒนา และเนตรา สมบูรณ์แก้ว. 2551. ผลของอุณหภูมิและภาชนะบรรจุแบบสภาพบรรยากาศดีดัดแปลงต่ออายุการวางจำหน่ายสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภค. *ว. วิทย. กษ.* 39: 311-314.

ปรารค์ทอง กวานห้อง เบญจมาศ รัตนชินกร ศิริกานต์ ศรีธัญรัตน์ และคมจันทร์ สรจันท์. 2552. ผลของภาชนะบรรจุและสภาพบรรยากาศดีดัดแปลงต่ออายุการเก็บรักษาของทุเรียนพร้อมบริโภค. หน้า 81-92 ใน: *รายงานโครงการวิจัยและพัฒนาการผลิตผักและผลไม้พร้อมบริโภค ประจำปี 2549-50*. กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. 179 หน้า.

- _____ และ เบญจมาศ รัตนชินกร. 2552. ผลของกรดแอสคอร์บิกและการบรรจุแบบปรับสภาพบรรยากาศต่อคุณภาพสับปะรดตัดแต่ง. *ว. วิทย. กษ.* 40: 601-604.
- _____. 2553. ผลของบรรจุภัณฑ์ต่ออายุการเก็บรักษาเนื้อทุเรียนพร้อมบริโภค. *ว. วิทย. กษ.* 41: 785-788.
- ปวีณา ปาณะวร. 2535. *การเก็บรักษาเนื้อของทุเรียนพันธุ์หมอนทอง*. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาพืชสวน. ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 11 หน้า.
- Ashraf, M.A., M.J. Maah, and I. Yusoff. 2010. Estimation of antioxidant phytochemicals in four different varieties of durian (*Durio Zibethinus* Murray) fruit. *Middle East Journal of Scientific Research*. 6: 465-471.
- Aurore, G., B. Parfait, and L. Fahrasmane. 2009. Banana, raw materials for making processed food products. *Trends Food Sci. Tech.* 20: 78-91.
- Chudhangkura A., S. Maneepun, W. Varanyanond, S. Satonsaovapak, P. Anantraksakul, L. Wattanasiritham, S. Saiyudthong and J. Japakaset. 2009. Quality of minimally processed durian. [online] <http://www.ifrpd.ku.ac.th/staff/cc/cc243.pdf>. Available from 6 March 2010.
- Farber, J.N., L.J. Harris, M.E. Parish, L.R. Beuchat, T.V. Suslow, J.R. Gorney, E.H. Garrett and F.F. Busta. 2003. Microbiological safety of controlled and modified atmosphere packaging of fresh-cut produce. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2: 142-160.
- Hodges, D.M. and P.M.A. Toivonen. 2008. Quality of fresh-cut fruits and vegetables as affected by exposure to abiotic stress. *Postharvest Biol. Technol.* 48: 155-162.
- Hunt, R.W.G. 1998. *Measuring color*. 3rd ed. Ellis Horwood, New York.
- Jay, M.J., M.J. Loessner and D.A. Golden. 2005. *Modern food microbiology*. 7th ed. Springer Science Inc. New York, NY, USA. 782 p.
- Karichiappan, K., L.C. Huat and C.S. Thai. 2000. Minimally processed fruits in Singapore. Pp 123-128. In: Johnson, G.L., To, L.V., Duc, N.D. and Webb, M.C. (Eds.). Quality assurance in agricultural produce, ACIAR Proceedings 100, MARDI, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Ketsa, S. and S. Pangkool. 1994. The effect of humidity on ripening of durians. *Postharvest Biol. Technol.* 4 (1-2): 159-165.

- Llorach, R., A. Martínez-Sánchez, F. A. Tomás-Barberán, M. I. Gil and F. Ferreres. 2008. Characterisation of polyphenols and antioxidant properties of five lettuce varieties and escarole. *Food Chem.* 108: 1028-1038.
- Merrero, A and A.A. Kader. 2006. Optimal temperature and modified atmosphere for keeping quality of fresh-cut pineapples. *Postharvest Biol Technol.* 39: 163-168.
- Montero-Calderon, M., M.A. Rojas-Gras and O. Martin-Belloso. 2008. Effect of packaging condition on quality and shelf-life of fresh-cut pineapple (*Ananas comosus*). *Postharvest Biol Technol.* 50: 182-189.
- OliveGreen Marketing. 2007. <http://www.olivegreen.com.sg/pdf/Styrofoam%20Report%20-%20OliveGreen%20Marketing.pdf> . Available from 16 June 2008.
- Peryam, D.R. and N.F. Girardot. 1952. Advanced taste test method. *Food Eng.* 24: 58-61.
- Phonyiam, O., A. Kongsuwan, and S. Setha. 2016. Effect of short-term anoxic treatment on internal browning and antioxidant ability in pineapple cv. Phulae. *International Food Research Journal.* 23: 521-527.
- Rattanpanone, N., Y. Lee, T. Wu and A.E. Watada. 2001. Quality and microbial changes of fresh-cut mango cubes held in controlled atmosphere. *Hortscience* 36: 1091-1095.
- Rico, D., A.B. Martin-Diana, J.M. Barat and C. Barry-Ryan. 2007. Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: A review. *Trends Food Sci. Technol.* 18: 373-386.
- Sivakumar, D. and L. Korsten. 2006. Influence of modified atmosphere packaging and postharvest treatments on quality retention of litchi cv. Mauritius. *Postharvest Biol. Technol.* 41: 135-142.
- University of the District of Columbia. 2015. Lettuce. [Online]. <http://www.udc.edu/docs/causes/online/Lettucesm.pdf>. Available from 10 December 2015.
- Voon, Y.Y., N.S.A. Hamid, G. Rusul, A. Osman and S.Y. Quek. 2006. Physicochemical, microbial and sensory changes of minimally processed durian (*Durio zibethinus* cv. D24) during storage at 4 and 28°C. *Postharvest Biol. Technol.* 42: 168-175.

13. ภาคผนวก: