



ผลของการเคลือบอิมัลชันน้ำมันปาล์มต่อการเก็บรักษาผลไม้

Effect of Palm Oil Emulsion Waxing

on the Storage of Some Fruits

รุ่งทิพย์ จุฑามงคล^{1*} จันจิรา ศรีม่วง¹ และ จิตติมา สุขสุวรรณ¹

บทคัดย่อ

การเคลือบมะนาวแป้นและมะม่วงแรด ด้วยอิมัลชันไข 3 สูตรคือ อิมัลชันไขปาล์ม (PS) อิมัลชันไขผสมปาล์มกับคาร์นูบา (CP) และไขคาร์นูบา (CW) ซึ่งผลิตขึ้นเองที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน 4 ระดับแล้วจึงตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีของผลไม้ตัวอย่าง พบว่า สูตรอิมัลชันไขปาล์มที่เหมาะสมในการทดลองนี้ประกอบด้วยไขปาล์มหรือปาล์มสเตอริน 121 กรัม กรดโอเลอิก 42 กรัม ไตรเอทอานอลามีน 28 กรัม น้ำ 56 กรัม และไฮพาราฟิน 48 กรัม จากการเคลือบมะนาวแป้นและมะม่วงแรดพบว่าปริมาณอิมัลชันไขที่ใช้ไปแตกต่างกันตามสูตรอิมัลชัน การเคลือบมะนาวแป้นด้วยอิมัลชันไขคาร์นูบาสีเปลี่ยนมากที่สุด (ร้อยละ 3.25-5.45) การเปลี่ยนแปลงของผลไม้ที่เคลือบด้วยอิมัลชันไขทั้ง 3 สูตรมีผลต่อการรักษาสีเขียวของคลอโรฟิลล์ของผิวผลไม้ได้อย่างชัดเจน และมีผลต่อการลดการสูญเสียน้ำหนักได้เด่นชัดในผลไม้ทุกชนิด มะนาวเคลือบด้วยอิมัลชันไขคาร์นูบาเข้มข้นร้อยละ 10 สูญเสียน้ำหนักร้อยละ 13.9 เทียบกับไม่เคลือบไขสูญเสียน้ำหนัก ร้อยละ 30.6 เมื่อเก็บไว้ 16 วันที่อุณหภูมิ 29-32 องศาเซลเซียส มะม่วงแรดเคลือบด้วยอิมัลชันไขปาล์มเข้มข้นร้อยละ 6 สูญเสียน้ำหนักร้อยละ 4.57 เทียบกับไม่เคลือบไขสูญเสียน้ำหนักร้อยละ 15.76 เมื่อเก็บไว้ 11 วันที่อุณหภูมิ 29-32 องศาเซลเซียส การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ และปริมาณน้ำคั้นของผลไม้เคลือบไขน้อยกว่าที่ไม่เคลือบไข

¹คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช อ.ทุ่งใหญ่ จ.นครศรีธรรมราช

*Corresponding Author, E-mail: jutamongkon@yahoo.com

ABSTRACT

Limes and mangoes were coated with three wax emulsions, namely palm stearin (PS) carnauba wax (CW) alone and palm stearin mixed with carnauba (CR). Those emulsions were prepared as laboratory and four levels of emulsion concentration were studied. After waxing, samples were both physically and chemically examined. The optimum stability formula of PW consistator 121 grams of palm wax, 42 of oleic acid, 28 of triethanolamine, 56 of water and 48 of paraffin wax formula. The quantity of wax emulsion used varied depending on the formulation. Limes coated with CW gave the highest weight loss (3.25-5.45%). All emulsions used were found to retain of chlorophyll color and weight loss can be reduced. Dipping limes with 10% CW had 13.9% weight loss after 16 days storage at 29-32 °C, while the unwaxed one had 30.6% weight loss. Mangoes waxed with 6% PS had 4.57% weight loss whereas unwaxed samples had 15.76% weight loss after 11 days storage at 29-32 °C. Respiration rate and juice content were decreased by waxing.

คำสำคัญ: ไซปาล์ม ไซคาร์นูบา อิมัลชันไซ

Keywords: Palm stearin, Carnauba wax, Wax emulsion

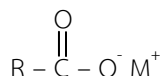
บทนำ

ประเทศไทยมีผักและผลไม้สดมากมายหลายชนิดในปริมาณมากพอที่จะส่งขายต่างประเทศได้ ผลไม้สดแช่เย็น แช่แข็งและแห้งส่งออกในปี พ.ศ. 2552 มีปริมาณ 840,140 ตัน คิดเป็นมูลค่า 14,867 ล้านบาท (กลุ่มสินค้าเกษตร, 2552) แต่มีการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว ดังนั้นการปฏิบัติการหลังเก็บเกี่ยวที่ถูกต้องเป็นสิ่งจำเป็นที่ช่วยลดการสูญเสียและการทำให้ผักและผลไม้สดมีสีสวยเป็นที่ดึงดูดใจของผู้บริโภคเมื่อถึงจุดหมายปลายทางเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลิตผลอีกด้วย การให้ความเย็นในระหว่างการขนส่งเพียงอย่างเดียวมีข้อเสียคือทำให้ผลสุกผิดปกติและคุณภาพลดลง (Kester and Fennema, 1986) การเคลือบไขเป็นวิธีการที่ใช้กันอย่างแพร่หลายเสริมการใช้ห้องเย็นซึ่งช่วยยืดอายุการเก็บรักษา ป้องกันการคายน้ำและทำให้

ลักษณะปรากฏดึงดูดใจผู้บริโภคอีกด้วย (Kester and Fennema, 1986)

ในประเทศจีนเมื่อศตวรรษที่ 12 และ 13 การเคลือบไขช่วยชะลอการแห้งของผลไม้รสเปรี้ยว ไซพาราฟินร้อนใช้เคลือบผลไม้รสเปรี้ยวในประเทศอเมริกาในปี ค.ศ.1930 และไซคาร์นูบาและอิมัลชันน้ำมันในน้ำ (O/W) ใช้เคลือบผักผลไม้สดตั้งแต่ ค.ศ. 1950 มีความพยายามที่จะใช้น้ำมันพืชและไขพืชจากธรรมชาติแทนการใช้ไขจากปิโตรเลียมและจากสัตว์ เพราะส่งผลต่อสุขภาพผู้บริโภคและเป็นแหล่งวัตถุดิบใหม่ (Baldwin et al., 1997) นอกจากนี้มีการทดลองผลิตอิมัลชันโพลีแซคคาไรด์ผสมน้ำมันถั่วเหลืองเคลือบมะนาว และเลมอนเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา (John, 1994) เมื่อใช้น้ำมันผสมโคโคซานเคลือบพริกหวานเก็บรักษาที่ 8 องศาเซลเซียส นาน 35 วันจะยับยั้งการเน่าเสียได้ดีที่สุด และยังคงมีรสชาติที่ยอมรับได้ ขณะที่ผลที่

ไม่เคลือบมีรสชาติยอมรับไม่ได้ (Yage et al., 2011) หรือการเคลือบมะนาวด้วยอิมัลชันผสมน้ำมันมะพร้าว เก็บที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60-70 เปอร์เซ็นต์ นาน 18 วัน จะลดการสูญเสีย น้ำหนัก ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด ปริมาณกรดแอสคอบิก ปริมาณกรดทั้งหมดและ ปริมาณน้ำคั้นยังคงยอมรับได้ (Abhay et al., 2011) หน้าที่ของสารอิมัลซิไฟเออร์คือลดแรงตึงผิวระหว่าง น้ำมันกับน้ำ เสริมการเกิดอิมัลชันและช่วยให้เกิดความ สมดุลของเฟส ทำให้อิมัลชันคงตัว (Krog and Lauridsen, 1976) อิมัลซิไฟเออร์ชนิดประจุลบ เมื่อ แยกตัวในน้ำส่วนที่ไม่ชอบน้ำ โมเลกุลของสารจะ แสดงประจุลบและมักละลายน้ำได้มีสูตรโครงสร้าง ทั่วไปคือ



R เป็นสัญลักษณ์ที่เขียนแทน C_{11-23} straight-chain saturated หรือ unsaturated aliphatic group ส่วน M^+ แทนอนุมูล Na^+ , NH_4^+ , K^+ , morpholine, mono-, di-, triethanolamine radical (Fox, 1974) ดังนั้นการผลิตอิมัลชันไฮปาล์ม และอิมัลชันไฮปาล์มผสมคาร์บูบาที่เหมาะสมเพื่อ เคลือบผักและผลไม้เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา จึงเป็น การเพิ่มมูลค่าปาล์มที่เป็นพืชเศรษฐกิจมาทดแทนไข่ จากสัตว์ เช่น ไข่แดงหรือน้ำมันถั่วเหลือง เป็นต้น ดังนั้น วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้ เพื่อศึกษาสูตรที่ เหมาะสมในการผลิตอิมัลชันไฮปาล์มจากการปรับ สัดส่วนและปริมาณของสารอิมัลซิไฟเออร์ และศึกษา ผลของการเคลือบไข่ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ ระหว่างการเก็บรักษาผลไม้

วิธีการ

1. ศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตอิมัลชัน ไฮปาล์ม โดยใช้สูตรมาตรฐานเป็นหลัก (Warth, 1956) สูตรอิมัลชันไฮมาตราฐานประกอบด้วย ไฮคาร์บูบา 121 กรัม กรดโอเลอิก 37 กรัม ไตรเอทาโนลามีน 22 กรัม น้ำ 56 กรัมและโซฟาราฟีน 48 กรัม โดยเปลี่ยนแปลง อัตราส่วนของไตรเอทาโนลามีนต่อกรดโอเลอิกโดย น้ำหนัก ดังนี้ คือ

22:35.2, 44 (1:1.6, 1:2)

24:38.4, 53.8 (1:1.6, 1:2.2)

26:31.4, 36.4, 41.8 (1:1.2, 1:1.4, 1:1.6)

28:33.6, 42 (1:1.2, 1:1.5)

ส่วนการผลิตอิมัลชันไฮผสมปาล์มกับคาร์บูบา ในอัตราส่วน 50:50 ที่อัตราส่วนของไตรเอทาโนลามีน ต่อกรดโอเลอิกโดยน้ำหนัก คือ 28:43 นำอิมัลชันไข่ที่ เตรียมทั้งหมดมาทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิ 29-32 องศา เซลเซียส มาตรวจสอบความหนืดด้วยเครื่อง Brook field viscometer model RVT เพื่อชวัดด้วยเครื่อง พิเอซมิเตอร์ ส่วนลักษณะปรากฏตรวจดูด้านความเป็น เนื้อเดียวกัน ความโปร่งแสงและเก็บไว้เพื่อดูความคง สภาพของอิมัลชัน

2. ปริมาณอิมัลชันไข่ที่ใช้ในการเคลือบผลไม้ ด้วยวิธีจุ่ม เตรียมอิมัลชันไฮคาร์บูบา (CW) ตามสูตร และวิธีของ Warth (1956) เตรียมอิมัลชันไฮผสมปาล์ม กับคาร์บูบา (CP) ในอัตราส่วน 50:50 และเตรียม อิมัลชันไฮปาล์ม (PS) ตามสูตรและวิธีที่ได้จากข้อ 1 โดยเตรียมมะนาวพันธุ์แป้นล้างทำความสะอาดด้วย โซเดียมไฮโปคลอไรด์ 60 ppm (Stapleton, 1986) ผึ่งให้แห้ง มะม่วงพันธุ์แรดล้างทำความสะอาดด้วย โซเดียมไฮโปคลอไรด์ 20 ppm (Baumann, 1973) ผึ่ง ให้แห้ง อิมัลชันไข่ที่เจือจางและทราบน้ำหนักหน่วยเป็น กรัมแล้วนำมามะนาว และมะม่วงที่ทราบน้ำหนักมาจุ่ม

แล้วนำผลไม้ทั้งหมดมาวางบนตะแกรงจับเวลาที่ผึ่งให้แห้งภายใต้พัดลมนาน 19 นาทีที่อุณหภูมิ 29-32 องศาเซลเซียส ชั่งน้ำหนักอิมัลชันไขหลังเคลือบ คำนวณปริมาณอิมัลชันไขที่ใช้เป็นร้อยละโดยน้ำหนักของผลไม้ ดังนี้คือ นำน้ำหนักผลหลังจุ่มอิมัลชันไขหักออกจากน้ำหนักผลก่อนจุ่มอิมัลชันไขหารด้วยน้ำหนักก่อนจุ่มคูณด้วย 100 ที่แต่ละความเข้มข้นไขแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยของแต่ละชนิดไขนั้น

3. ศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงของผลไม้เคลือบไข โดยนำมาบ่มและมะม่วงแรดไปวางบนกะบะและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 29-32 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 40-50 ด้วยเครื่อง hygrometer วางแผนการทดลองแบบ 3x5 factorial in CRD สองซ้ำ การทดลองประกอบด้วย 2 ปัจจัยคือ ชนิดและความเข้มข้นไข ดังนี้คือ ทรีตเมนต์ที่ 1 ไม่เคลือบไข ทรีตเมนต์ที่ 2 เคลือบด้วยอิมัลชันไขร้อยละ 4 โดยปริมาตร ทรีตเมนต์ที่ 3 เคลือบด้วยอิมัลชันไขร้อยละ 6 โดยปริมาตร ทรีตเมนต์ที่ 4 เคลือบด้วยอิมัลชันไขร้อยละ 8 โดยปริมาตร ทรีตเมนต์ที่ 5 เคลือบด้วยอิมัลชันไขร้อยละ 10 โดยปริมาตร

3.1 การเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏ สี และการเหี่ยวลงของตัวอย่างผักผลไม้ที่เคลือบไขและไม่เคลือบไขที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

3.2 การสูญเสียน้ำหนัก

3.3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำคั้นของมะนาวแป้น (non-climacteric fruit)

3.4 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจของมะม่วง (climacteric fruit) วัดอัตราการหายใจดังนี้

อัตราการหายใจ

$$= \frac{\%CO_2 \times \text{ปริมาตร (ลิตร)} \times 10}{\text{เวลาในการหายใจ (ชั่วโมง)} \times \text{น้ำหนักผลไม้ (กิโลกรัม)}}$$

เมื่อ ปริมาตร (V) ลิตร

$$= \text{ปริมาตรของขวดโหล (ลิตร)} - \text{น้ำหนักของผลไม้ (กิโลกรัม)}$$

$$\%CO_2 = \text{ค่าที่อ่านได้จากเครื่อง}$$

ผลและวิจารณ์

1. การผลิตอิมัลชันไขปาล์มโดยปรับอัตราส่วนของไตรเอททานโนลามีน (TEA) : กรดโอเลอิก (oleic acid) (โดยน้ำหนัก) คือ 22:35.2, 44 (1:1.6, 1:2) 24:38.4, 53.8 (1:1.6, 2.2) 26:31.4, 36.4, 41.8 (1:1.2, 1.4, 1.6) และ 28:33.6, 42 (1:1.2, 1.5) เมื่อตรวจสอบความหนืด พีเอช และลักษณะปรากฏที่เตรียมได้แล้วเก็บไว้เพื่อดูความคงตัว ดังตารางที่ 1

จากตารางที่ 1 พบว่าอัตราส่วนที่เกิดอิมัลชันไขปาล์มที่ดีที่สุดแก่ อัตราส่วนของไตรเอททานโนลามีนต่อกรดโอเลอิกโดยน้ำหนักดังนี้ คือ 24:38.4 26:41.8 28:33.6 และ 28:42 โดยให้ลักษณะปรากฏเป็นเนื้อเดียวกันและความหนืดค่อนข้างต่ำ แต่สูงกว่าอิมัลชันไขคาร์นูบามาตรฐาน และมีสูตร 28:42 ที่มีพีเอชและความหนืดใกล้เคียงสูตรมาตรฐาน มีความคงตัวของอิมัลชันดีไม่แยกชั้นเมื่อเก็บไว้ 4 สัปดาห์ที่อุณหภูมิห้อง 29-32 องศาเซลเซียส พบว่า ทุกสูตรมีปริมาณกรดโอเลอิกมากกว่าไตรเอททานโนลามีน เพื่อให้เกิดฟิล์มที่แข็งแรงห่อหุ้มรอบอนุภาคไข ซึ่งผลนี้สอดคล้องกับข้อมูลที่ Fox (1974) ได้กล่าวไว้ การเพิ่มปริมาณกรดโอเลอิกจะทำให้ระดับ

พีเอชของอิมัลชันไขลดลง แต่ความหนืดและความขุ่นเพิ่มขึ้น คงตัวดีขึ้น ซึ่งการเพิ่มปริมาณกรดโอเลอิกจะเท่ากับเป็นการเพิ่มปริมาณอิมัลซิไฟเออร์ด้วย ช่วยให้เกิดความคงตัวดีขึ้นและความหนืดเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 1 แสดงค่าความหนืด พีเอช และลักษณะปรากฏของอิมัลชันไฮคาร์นูบา อิมัลชันไฮปาล์มผสมคาร์นูบา และอิมัลชันไฮปาล์มที่อัตราส่วนต่าง ๆ กัน

ชนิดไฮ	ปริมาณอิมัลซิไฟเออร์ (ร้อยละ)	TEA:oleic acid	pH	ความหนืด (cp)	ลักษณะปรากฏ
ไฮคาร์นูบา (ไขมันทรานส์)	20.7	22:37	8.24	37.5	เป็นของเหลวเนื้อเดียวกัน ค่อนข้าง โปร่งแสง สีน้ำตาลเทา เมื่อทิ้งไว้ไม่ แยกชั้น
ไฮปาล์มผสม คาร์นูบา (50:50)	-	28:43	8.66	46.8	เป็นของเหลวเนื้อเดียวกัน สีครีมขุ่น ไม่เกิดการแยกชั้น
ไฮปาล์ม	20.3	22:35.2 (1:1.6)	8.78	57.5	เกิดการแยกชั้นเมื่อวางทิ้งไว้ 15 นาที
ไฮปาล์ม	22.7	22:44 (1:2)	8.64	67	เกิดการแยกชั้นเมื่อวางทิ้งไว้ 30 นาที
ไฮปาล์ม	21.7	24:38.4 (1:1.6)	8.72	1,158	เป็นของเหลวเนื้อเดียวกัน สีขาวขุ่น ไม่เกิดการแยกชั้นใน 4 สัปดาห์
ไฮปาล์ม	25.7	24:53.8 (1:2.2)	8.41	19,300	เป็นของเหลวเนื้อเดียวกัน สีขาวขุ่น ไม่เกิดการแยกชั้นใน 4 สัปดาห์
ไฮปาล์ม	20.3	26:31.4 (1:1.2)	8.82	3,700	เป็นของเหลวเนื้อเดียวกัน สีขาวขุ่น ไม่เกิดการแยกชั้นใน 4 สัปดาห์
ไฮปาล์ม	21.7	26:36.4 (1:1.4)	8.80	19,500	เป็นของเหลวเนื้อเดียวกัน สีขาวขุ่น ไม่เกิดการแยกชั้นใน 4 สัปดาห์
ไฮปาล์ม	23.2	26:41.8 (1:1.6)	8.72	150	เป็นของเหลวเนื้อเดียวกัน สีขาวขุ่น ไม่เกิดการแยกชั้นใน 4 สัปดาห์
ไฮปาล์ม	21.5	28:33.6 (1:1.2)	8.76	85	เป็นของเหลวเนื้อเดียวกัน สีขาวขุ่น ไม่เกิดการแยกชั้นใน 4 สัปดาห์
ไฮปาล์ม	23.7	28:42 (1:1.5)	8.80	67.5	เป็นของเหลวเนื้อเดียวกัน สีขาวขุ่น ไม่เกิดการแยกชั้นใน 4 สัปดาห์

2. ปริมาณอิมัลชันไฮที่ใช้ในการเคลือบผลไม้ ด้วยวิธีการจุ่ม พบว่าที่ความเข้มข้นไฮสูงขึ้น เป็นร้อยละ 10 จะสิ้นเปลืองปริมาณไฮมากกว่าที่ความเข้มข้นไฮต่ำ มะม่วงเคลือบด้วยอิมัลชันไฮผสมปาล์มกับคาร์นูบาสิ้นเปลืองน้อยที่สุดในช่วงร้อยละ 2.65 ถึง 3.46 (โดย

น้ำหนัก) ส่วนมะนาวเคลือบด้วยอิมัลชันไฮผสมปาล์มกับคาร์นูบาสิ้นเปลืองน้อยที่สุดในช่วงร้อยละ 3.15-4.43 (โดยน้ำหนัก) และจากค่าเฉลี่ยของการเคลือบไฮแต่ละสูตรแสดงว่าชนิดผักผลไม้แต่ละชนิดใช้ปริมาณอิมัลชันไฮแตกต่างกันดังนี้ มะนาวใช้ปริมาณอิมัลชันไฮ

มากที่สุดร้อยละ 4.58 (โดยน้ำหนัก) รองลงมาคือ มะม่วงใช้ร้อยละ 4.04 (โดยน้ำหนัก) เนื่องจากมี เคนดิเซลจำนวนมาก ดังนั้นอิมัลชันไขจึงต้องเข้าไป

แทนที่พื้นที่เหล่านี้ปริมาณมาก มะนาวมีผิวหน้าเรียบจึง ใช้ปริมาณไขน้อยกว่าสอดคล้องกับที่ Claypool and King (1941) ได้รายงานไว้

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณอิมัลชันไขที่ใช้ในการเคลือบผลไม้ด้วยการจุ่ม

วัตถุดิบ	ชนิดไข	ปริมาณอิมัลชันไขที่ใช้จุ่ม (ร้อยละโดยน้ำหนัก)				ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ)
		ความเข้มข้นไข (ร้อยละ)				
		4	6	8	10	
มะนาว	ไขปาล์ม	3.92	4.13	4.37	4.40	4.20
	ไขผสมปาล์มกับคาร์นูบา	3.15	4.12	4.01	4.43	3.92
	ไขคาร์นูบา	3.25	4.68	4.95	5.45	4.58
มะม่วง	ไขปาล์ม	3.12	4.92	3.68	4.46	4.04
	ไขผสมปาล์มกับคาร์นูบา	2.65	2.79	2.80	3.46	2.92
	ไขคาร์นูบา	2.86	2.83	3.31	3.54	3.13

3. การเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏของผลไม้ เคลือบไข ลักษณะปรากฏเมื่อดูจากลักษณะภายนอก เปรียบเทียบมะนาวที่ไม่เคลือบไขและเคลือบด้วย อิมัลชันไขทั้ง 3 สูตร ความเข้มข้นไขต่างกันด้วยวิธีจุ่ม หลังเก็บรักษาไว้ 17 วันที่อุณหภูมิ 29–32 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 40-50 พบว่ามะนาว ไม่เคลือบไขจะมีสีน้ำตาลและเปลือกแข็งมากและ สูญเสียน้ำหนักไปร้อยละ 30.6 ในวันที่ 16 เช่นเดียวกับ ผลเคลือบด้วยอิมัลชันไขทั้ง 3 สูตร มะนาวเคลือบด้วย อิมัลชันไขคาร์นูบาความเข้มข้นไขร้อยละ 4 6 8 และ 10 มีสีเหลืองและนึ่งสูญเสียน้ำหนักไปเฉลี่ยร้อยละ 21.5 17.8 16.2 และ 13.9 ตามลำดับในวันที่ 16 จะ เห็นได้ว่ามีความเข้มข้นไขเพิ่มขึ้นการสูญเสียน้ำหนักจะ ลดลง ส่วนอิมัลชันไขปาล์มเริ่มมีสีน้ำตาลเล็กน้อยและ เริ่มแข็งในวันที่ 15 ที่ความเข้มข้นไขร้อยละ 4 6 8 และ 10 สูญเสียน้ำหนักไปเฉลี่ย ร้อยละ 20.1 26.5 25.2 และ 26.8 ตามลำดับ เช่นเดียวกับอิมัลชันไขผสมปาล์ม กับคาร์นูบาสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยร้อยละ 22.9 21.3 20.7 และ 18.4 ตามลำดับสอดคล้องกับผลการทดลอง

ของ Motlagh and Quantick (1988) ซึ่งพบว่าการ เคลือบไขมะนาวที่ความเข้มข้นไขสูงขึ้นไปจะมี คลอโรฟิลล์มากกว่าความเข้มข้นไขต่ำและไม่เคลือบไข จะเห็นได้ว่าผลที่เคลือบด้วยอิมัลชันไขปาล์มจะสูญเสีย น้ำหนักมากกว่าผลเคลือบด้วยอิมัลชันไขผสมปาล์มกับ คาร์นูบา และอิมัลชันไขคาร์นูบา ตามลำดับ เพราะ ผล เคลือบด้วยอิมัลชันไขปาล์มไม่ทั่วถึงเนื่องจากอิมัลชันไข ปาล์มไม่คงตัว อิมัลชันไขผสมปาล์มกับคาร์นูบาและ อิมัลชันไขคาร์นูบาจะสะสมในคิวติเคิลและปากใบ ดังนั้นจึงป้องกันการสูญเสียน้ำได้ดีกว่า ควรเลือก อิมัลชันไขผสมปาล์มกับคาร์นูบา ร้อยละ 10 เนื่องจาก ใช้ไขปาล์มที่ผลิตขึ้นในประเทศไทยได้ด้วย

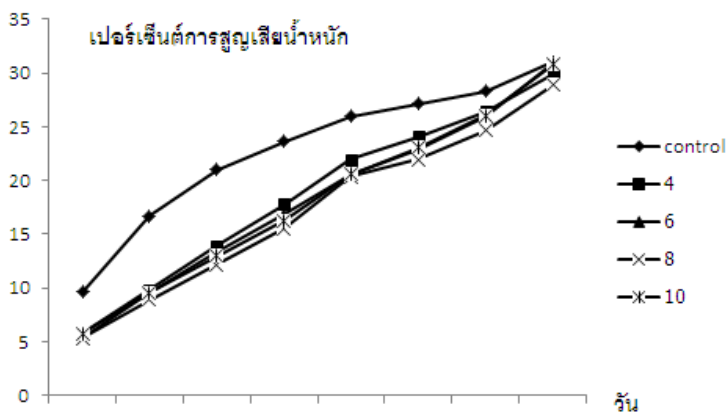
ลักษณะปรากฏเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง มะม่วงแรดไม่เคลือบไขและเคลือบด้วยอิมัลชันไขปาล์ม ความเข้มข้นต่างกันหลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 29-32 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 40-70 ไว้ 9 วัน พบว่ามะม่วงไม่เคลือบไขมีสีเหลืองทั้งผล มีอาการ เหี่ยวเฉาและสูญเสียน้ำหนักร้อยละ 13.36 ในวันที่ 9 ในขณะที่ผลเคลือบไขความเข้มข้นไขร้อยละ 4 และ 6

เปลี่ยนเป็นสีเหลืองร้อยละ 50 และสูญเสียน้ำหนักไป ร้อยละ 5.03 และ 3.83 ในวันที่ 7 และ 9 ส่วนผล เคลือบด้วยไขเข้มข้นร้อยละ 8 และ 10 ยังเห็นเป็นสี เขียวและสูญเสียน้ำหนักไปเพียงร้อยละ 4.79 และ 4.34 ในวันที่ 9 มะม่วงเคลือบด้วยอิมัลชันไขปาล์มและไข คาร์นูบาให้ผลลักษณะเดียวกันและสอดคล้องกับผลการ ทดลองของ Dhalla and Hanson (1988) ซึ่งพบว่า การเคลือบมะม่วงที่ความเข้มข้นไขสูงขึ้นยังคงมีสีเขียว มากกว่าผลที่เคลือบไขความเข้มข้นต่ำและไม่เคลือบไข

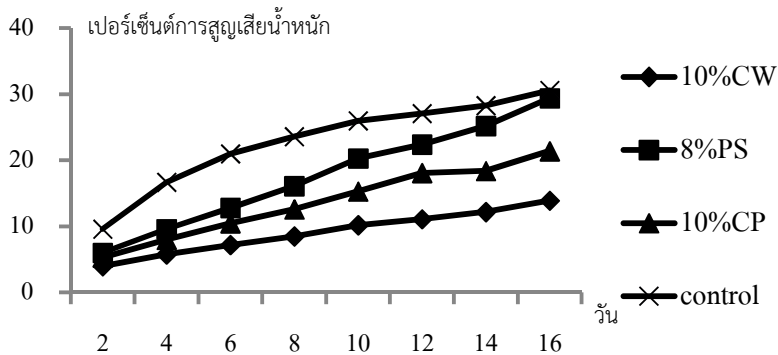
4. การสูญเสียน้ำหนักของมะนาวที่เคลือบไข และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 29-32 องศาเซลเซียส พบว่ามี แนวโน้มสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บ รักษา มะนาวไม่เคลือบไขสูญเสียน้ำหนักร้อยละ 23.6 มากกว่าที่เคลือบไขทุกระดับความเข้มข้นไขในวันที่ 8 ดังรูปที่ 1 ผลที่เคลือบด้วยอิมัลชันไขปาล์มที่ความเข้มข้น ไขร้อยละ 4, 6 และ 10 สูญเสียน้ำหนักมากกว่า ร้อยละ 8 ตามลำดับ เพราะที่ความเข้มข้นไขร้อยละ 4 และ 6 มีความหนาไขน้อยหรือใช้ปริมาณไขน้อยกว่าดังนั้น ป้องกันคายน้ำได้น้อย แต่ที่ความเข้มข้นไขสูงถึงร้อยละ 10 มีความหนาของไขมากหรือใช้ปริมาณไขมากกว่า

(Platenius, 1939) สูญเสียน้ำหนักเพราะไขปิดช่องเปิด ของปากใบมีผลทำให้ออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ ผ่านเข้าออกน้อย ทำให้อยู่ในสภาพขาดออกซิเจนและ สะสมคาร์บอนไดออกไซด์จึงผลิตเอาเซตลดีไฮด์และ แอลกอฮอล์พร้อมกับการลดลงของปริมาณน้ำผลไม้ (Smagula and William, 1977; Paul and Russell, 1973) จึงทำให้น้ำหนักหายไปมากกว่าเดิม ส่วนผลที่ เคลือบด้วยไขผสมปาล์มกับคาร์นูบาและอิมัลชันไขคาร์ นูบา เมื่อความเข้มข้นไขเพิ่มขึ้นสูญเสียน้ำหนักน้อยลง

เมื่อเปรียบเทียบสูตรอิมัลชันไขทั้ง 3 สูตร ที่ ความเข้มข้นไขซึ่งสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดคืออิมัลชันไข คาร์นูบา 10 ร้อยละสูญเสียน้ำหนักร้อยละ 13.9 ไข ผสมปาล์มกับคาร์นูบาความเข้มข้นไขร้อยละ 10 และ ไขปาล์มความเข้มข้นไขร้อยละ 8 สูญเสียน้ำหนักร้อยละ 21.4 และ 29.4 ในวันที่ 16 ตามลำดับ ดังแสดงใน รูปที่ 2 พบว่าผลที่เคลือบด้วยอิมัลชันไขปาล์มที่ความ เข้มข้นไขร้อยละ 8 สูญเสียน้ำหนักมากกว่าผลที่เคลือบ ไขผสมปาล์มกับคาร์นูบา และไขคาร์นูบาที่ความเข้มข้น ไขร้อยละ 10



รูปที่ 1 แสดงผลของการสูญเสียน้ำหนักของมะนาวเคลือบด้วยอิมัลชันไขปาล์มที่เก็บที่อุณหภูมิ 29-32 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 40-50



รูปที่ 2 แสดงเปรียบเทียบอิมัลชันไขทั้ง 3 สูตรที่ระดับความเข้มข้นไขที่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักของ มะนาวที่เก็บที่อุณหภูมิ 29-32 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 40-50 (CW = carnauba wax, PS = palm stearin, CP = carnauba and palm stearin, control = nonwaxed)

การสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงที่เคลือบไขและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 29-32 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 40-70 พบว่ามีแนวโน้มสูญเสีย น้ำหนักเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา มะม่วงไม่เคลือบไขเก็บไว้ 5 วันสูญเสียน้ำหนักร้อยละ 7.55 มากกว่าผลที่เคลือบไขทุกระดับความเข้มข้นไข ผลที่เคลือบด้วยอิมัลชันไขคาร์นูบาที่ความเข้มข้นไขร้อยละ 4 6 8 และ 10 สูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยร้อยละ 3.67 2.57 2.24 และ 2.01 ตามลำดับ จะเห็นว่าที่ความเข้มข้นไขเพิ่มขึ้นจะสูญเสียน้ำหนักลดลง ผลที่เคลือบด้วยอิมัลชันไขปาล์ม สูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยร้อยละ 3.08 1.95 3.24 และ 2.60 ตามลำดับ ผลที่เคลือบด้วยอิมัลชันไขผสมปาล์มกับคาร์นูบาสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยร้อยละ 3.61 3.51 7.69 และ 2.60 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าผลที่เคลือบด้วยอิมัลชันไขปาล์มและไขผสมปาล์มกับคาร์นูบาที่ความเข้มข้นร้อยละ 6 สูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด อาจเป็นเพราะที่ความเข้มข้นไขร้อยละ 4 มีความหนาไขน้อยจึงป้องกันการคายน้ำได้น้อย แต่ที่ความเข้มข้นไขสูงถึงร้อยละ 8 และ 10 มีความหนาของไขมาก (Platenius, 1939) ไปปิดช่องเปิดของปากใบ มีผลทำให้ออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านเข้าออก

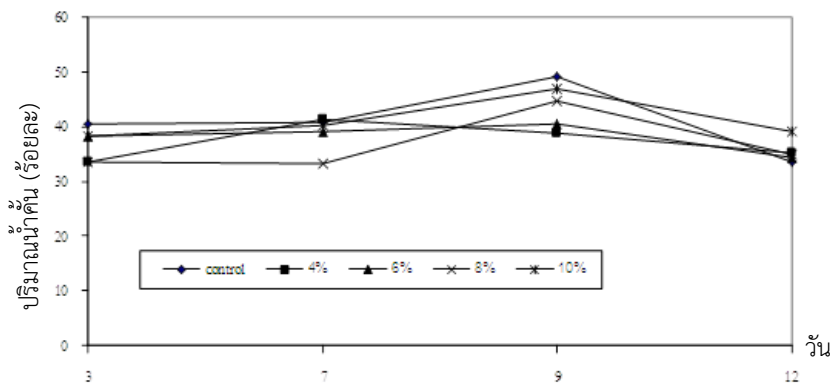
น้อยทำให้อยู่ในสภาพขาดออกซิเจน และสะสมคาร์บอนไดออกไซด์ จึงผลิตเอทิลดีไฮด์และแอลกอฮอล์พร้อมกับการลดลงของปริมาณน้ำผลไม้ทำให้น้ำหนักหายไปมากกว่าเดิม ส่วนผลที่เคลือบด้วยอิมัลชันไขคาร์นูบาที่ความเข้มข้นไขเพิ่มขึ้นสูญเสีย น้ำหนักลดลง

เมื่อเปรียบเทียบสูตรอิมัลชันไขทั้ง 3 สูตร ที่ความเข้มข้นไขที่สูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด คืออิมัลชันไขคาร์นูบา และอิมัลชันไขผสมปาล์มกับคาร์นูบาความเข้มข้นไขร้อยละ 10 สูญเสียน้ำหนักร้อยละ 3.63 และ 4.57 อิมัลชันไขปาล์มความเข้มข้นไขร้อยละ 6 สูญเสียน้ำหนักร้อยละ 6.88 ในวันที่ 11 พบว่าผลที่เคลือบด้วยอิมัลชันไขปาล์มสูญเสีย น้ำหนักมากกว่าผลเคลือบด้วยอิมัลชันไขคาร์นูบา และไขผสมปาล์มกับคาร์นูบา ซึ่งสองสูตรหลังมีประสิทธิภาพในการป้องกันการสูญเสีย น้ำหนักได้ใกล้เคียงกันมาก เพราะอิมัลชันไขปาล์มเคลือบมะม่วงแรดได้ไม่ทั่วถึงเนื่องจากเป็นอิมัลชันไขที่ไม่คงตัว ขณะที่อิมัลชันไขคาร์นูบาและอิมัลชันไขผสมปาล์มกับคาร์นูบาจะสะสมที่ผิวเคลือบและปากใบดังนั้นจึงป้องกันการสูญเสีย น้ำหนักได้ดีกว่า ควรเลือกอิมัลชันไขผสมปาล์มกับคาร์นูบาความเข้มข้นไขร้อยละ 6 เคลือบ

มะม่วงแรด เนื่องจากสิ้นเปลืองไข่น้อยกว่าอิมัลชันไฮคาร์บูบาและสามารถใช้ไขปลาต้มได้ส่วนหนึ่งซึ่งราคาถูกและไม่มีผลต่อรสชาติมะม่วงแรด

5. การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำคั้นของมะนาวที่ไม่เคลือบและเคลือบด้วยอิมัลชันไขทั้ง 3 สูตรความเข้มข้นไขต่างกันเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 29-32 องศาเซลเซียส พบว่า ปริมาณน้ำคั้นของมะนาวไม่เคลือบไขมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จากร้อยละ 39.4 เป็นร้อยละ 49.2 ในวันที่ 9 และลดลงเหลือร้อยละ 33.6 ในวันที่ 12 ซึ่งปริมาณน้ำมะนาวที่ไม่เคลือบไขในวันที่ 9 จะมีค่าสูงกว่าอิมัลชันทั้ง 3 สูตร ของทุกความเข้มข้น ยกเว้นอิมัลชันไขผสมปาล์มและคาร์บูบา ซึ่งมีความปริมาณน้ำคั้นร้อยละ 51.2 เพราะเปลือกมะนาวไม่เคลือบไขในระยะเริ่มต้นจะนิยมจากการทำงานของเอนไซม์ที่ย่อยผนังเซลล์ จึงคั้นน้ำได้มาก และเมื่อสูญเสียน้ำ มะนาวเปลือกจะแข็งมากทำให้คั้นน้ำได้น้อยลง ขณะที่มะนาวเคลือบไขนั้นการทำงานของเอนไซม์ย่อยผนังเซลล์น้อย (Kader, 1986) ทำให้เปลือกไม่นิ่มคั้นน้ำได้น้อยกว่ามะนาวที่เคลือบอิมัลชัน

ไขทั้ง 3 สูตร จะมีปริมาณน้ำคั้นเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงวันที่ 9 และลดลงใน วันที่ 12 เช่นเดียวกับที่ไม่เคลือบไข ผลที่เคลือบไขคาร์บูบาเข้มข้นร้อยละ 8 จะเพิ่มขึ้นต่ำสุดจากเริ่มต้น ร้อยละ 36.8 เป็น 42.1 ในวันที่ 9 ผลเคลือบด้วยอิมัลชันไขปลาต้มเข้มข้นร้อยละ 4 จะเพิ่มขึ้นต่ำสุดจากร้อยละ 38.2 เป็นร้อยละ 38.9 ในวันที่ 9 ดังรูปที่ 3 ผลที่เคลือบด้วยอิมัลชันไขผสมปาล์มกับคาร์บูบาเข้มข้นร้อยละ 6 จะเพิ่มขึ้นต่ำสุดจากร้อยละ 39.2 เป็น 44.3 ในวันที่ 9 สอดคล้องกับการเคลือบผิวมะนาวด้วยอิมัลชันน้ำมันมะพร้าวที่ยังมีปริมาณน้ำคั้นสูงถึงร้อยละ 42.34 เมื่อเก็บไว้นาน 18 วัน ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 60-70 (Abhay et al., 2011) เมื่อเปรียบเทียบอิมัลชันทั้ง 3 สูตร ปรากฏว่าอิมัลชันไขปลาต้มที่ความเข้มข้นร้อยละ 4 อิมัลชันไฮคาร์บูบาที่ความเข้มข้นร้อยละ 8 และอิมัลชันไขผสมปาล์มและคาร์บูบาที่ความเข้มข้นร้อยละ 6 มีปริมาณน้ำคั้นเพิ่มขึ้นน้อย ควรเลือกอิมัลชันไฮคาร์บูบาที่ความเข้มข้นร้อยละ 8 เพราะมีปริมาณน้ำคั้นเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด



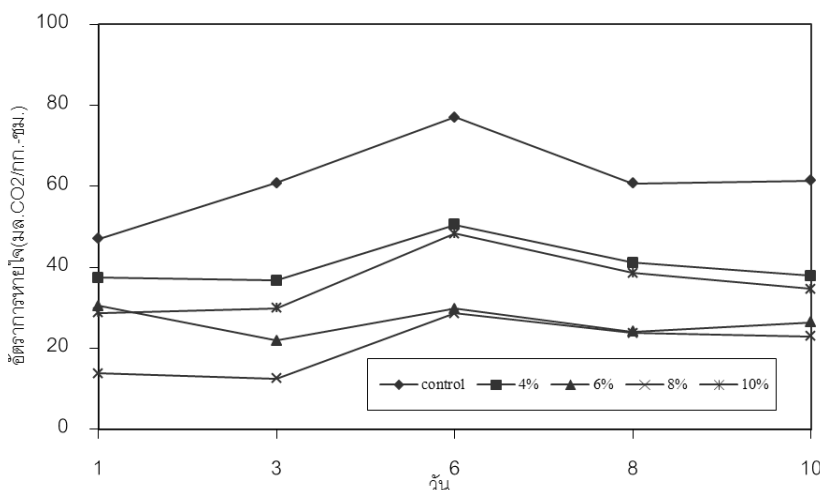
รูปที่ 3 แสดงปริมาณน้ำคั้นของมะนาวเคลือบด้วยอิมัลชันไขปลาต้มความเข้มข้นต่างกันที่เก็บที่อุณหภูมิ 29-32 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 40-50

6. การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจของมะม่วงแรดที่ไม่เคลือบไข และเคลือบด้วยอิมัลชันไขทั้ง

3 สูตรที่ความเข้มข้นไขต่างกันเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 29-32 องศาเซลเซียส พบว่าอัตราการหายใจของผลไม่

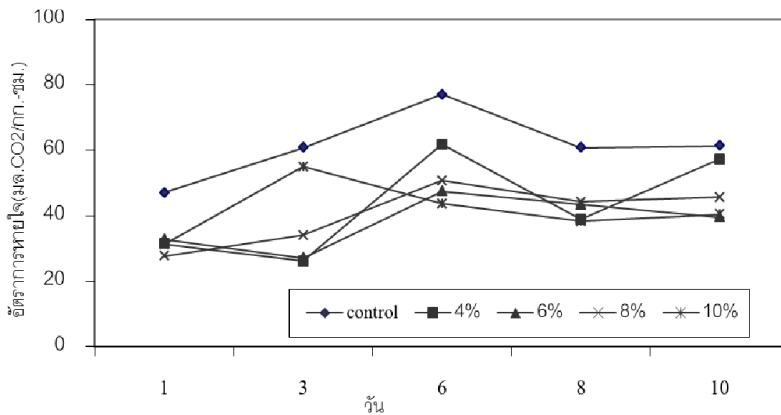
เคลือบไซจะมีลักษณะ climacteric อย่างชัดเจน คือ การหายใจช่วงที่ผลไม้ยังไม่สุกมีอัตราการหายใจค่อนข้างต่ำ แต่เมื่อผลไม้เริ่มสุกการหายใจกลับสูงขึ้น จนถึงจุดสูงสุดแล้วจึงลดลง (จริงแท้, 2550) ขณะที่ผลที่เคลือบด้วยอิมัลชันไฮปาล์ม ไฮผสมปาล์มกับคาร์นูบา และไฮคาร์นูบาที่ทุกระดับความเข้มข้นไซมีอัตราการหายใจต่ำกว่าไม่เคลือบไซ เพราะการเคลือบไซทำให้การซึมผ่านเข้าออกของก๊าซน้อยเกิดสภาพขาดออกซิเจน ดังนั้นอัตราการหายใจจึงลดลงมากกว่าในผลที่ไม่เคลือบไซ (Ben-Yehoshua, 1985) มะม่วงที่เคลือบด้วยอิมัลชันไฮปาล์มที่ความเข้มข้นไซร้อยละ 6 และ 8 ในวันที่ 6 มีอัตราการหายใจสูงสุดเป็น 29.73 และ 28.59 มล.CO₂/กก.-ชม. ตามลำดับ และค่อนข้างคงที่ในช่วงเวลาต่อไปอยู่ในระดับต่ำกว่ามะม่วงไม่เคลือบไซซึ่งมีค่าอัตราการหายใจเป็น 77.11 มล.CO₂/กก.-ชม. ส่วนที่ความเข้มข้นไซร้อยละ 10 มีอัตราการหายใจที่พบสูงสุดในวันที่ 6 เป็น 48.29 มล.CO₂/กก.-ชม. แสดงว่าการเคลือบไซที่ระดับนี้น่าจะยืดระยะเวลาการสุกของมะม่วงต่อไปได้อีก ดังรูปที่ 4 มะม่วงเคลือบด้วยอิมัลชันไฮผสมปาล์มกับคาร์นูบา ที่ทุกระดับความ

เข้มข้นไซมีอัตราการหายใจต่ำกว่าเมื่อไม่เคลือบไซ ดังรูปที่ 5 ส่วนมะม่วงเคลือบด้วยอิมัลชันไฮคาร์นูบา ลดอัตราการหายใจตามระดับความเข้มข้นไซที่เพิ่มขึ้นได้ค่อนข้างชัดเจน คือ 54.85 36.36 33.09 และ 27.96 มล.CO₂/กก.-ชม.ในวันที่ 8 ดังรูปที่ 6 สอดคล้องกับการทดลองของ Bose and Basu (1954) ซึ่งพบว่าการใช้อิมัลชันไซเคลือบมะม่วงที่ความเข้มข้นไซสูงซึ่งมีผลทำให้อัตราการหายใจลดลง เมื่อเปรียบเทียบระหว่างความเข้มข้นไซร้อยละ 8 และ 10 จะไม่เห็นความแตกต่างชัดเจน เพราะผลที่เคลือบด้วยความเข้มข้นไซสูงถึงร้อยละ 8 และ 10 ไซจะหนามากคือมีปริมาณไฮคาร์นูบา คิดเป็นร้อยละ 3.31 และ 3.54 ตามลำดับ (Platenius, 1939) จนปิดช่องเปิดของปากใบทำให้ออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ซึมผ่านเข้าออกน้อย ทำให้อยู่ในสภาพขาดออกซิเจนและสะสมคาร์บอนไดออกไซด์ จึงผลิตเอทิลดีไฮด์และแอลกอฮอล์เกิดการเน่าเสียอย่างรวดเร็ว (Smagula and William, 1977) ซึ่งทำให้มะม่วงมีรสชาติผิดปกติด้วย ดังนั้นจึงควรเลือกใช้ความเข้มข้นไซที่ต่ำลงคือความเข้มข้นไซร้อยละ 4 มาเคลือบมะม่วงแรดและไม่มีผลต่อรสชาติมะม่วง

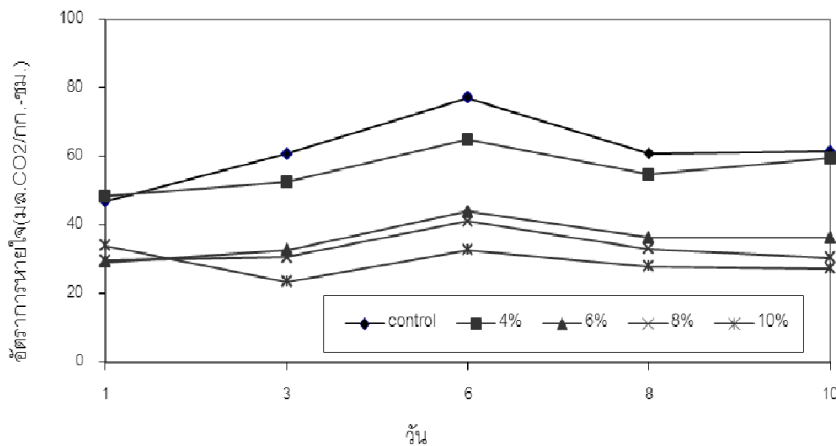


รูปที่ 4 แสดงอัตราการหายใจของมะม่วงเคลือบด้วยอิมัลชันไฮปาล์มความเข้มข้นต่างกันที่เก็บที่ อุณหภูมิ 29-32

องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 40-50



รูปที่ 5 แสดงอัตราการหายใจของมะม่วงเคลือบด้วยอิมัลชันไขมันพาล์มกับคาร์บอนาความเข้มข้นต่างกันที่เก็บที่ อุณหภูมิ 29-32 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 40-50



รูปที่ 6 แสดงอัตราการหายใจของมะม่วงเคลือบด้วยอิมัลชันไขมันพาล์มกับคาร์บอนาความเข้มข้นต่างกันที่เก็บที่ อุณหภูมิ 29-32 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 40-50

สรุปผล

สูตรอิมัลชันไขมันพาล์มที่เหมาะสมในการทดลองนี้ประกอบด้วยไขมันพาล์ม 121 กรัม กรดโอเลอิก 42 กรัม ไตรเอทอานอลามีน 28 กรัม น้ำ 56 กรัม และไขมันพาราฟิน 48 กรัม การเคลือบมะม่วงแป้นด้วยอิมัลชันไขมันพาล์มเปลี่ยนแปลงมากที่สุด (ร้อยละ 3.25-5.45) ผลไม้ที่เคลือบด้วยอิมัลชันไขมันพาล์มทั้ง 3 สูตรมีผลต่อการรักษาสีเขียวของคลอโรฟิลล์ของผิวผลไม้ได้อย่างชัดเจน และลดการสูญเสียน้ำหนักได้เด่นชัดในผลไม้ทุก

ชนิด การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ และปริมาณน้ำคั้นของผลไม้เคลือบไขมันพาล์มน้อยกว่าที่ไม่เคลือบไขมันพาล์ม

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มสินค้าเกษตร. (2552). สำนักบริหารการค้าสินค้าทั่วไป. พศจิกายน. (สถิติ ม.ค.-ก.ย. 2552)
 จรุงแท้ ศิริพานิช. (2550). ชีวิตวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการหายใจของพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อ.กำแพงแสน จ. นครปฐม. 1-453 น.

- Abhay, B., K.P. Sailendra and P. Neha. (2011). Effect of skin coating on prolonging shelf life of kagzi lime fruits (*Citrus aurantifolia* Swingle). J. Food Sci. Technol. 48: 1-7.
- Baldwin, E.A., M.O. Nisperos, P.D. Hagenmaies and R.A. Baker. (1997). Use of lipid in coating for food products. Food Technol. 51: 56-63.
- Ben-Yehoshua, S., Burg, S.P. and Young, R. (1985). Resistance of citrus fruit to mass transport of water vapor and other gases. Physiol. Plant. 79: 1048-1053.
- Bose, A.N. and Basu, G. (1954). Studies on the use of coating for extension of storage life of fresh Fajli mango. Food Research 9: 424-428.
- Claypool, L.L. and King, J.R. (1941). Fruit waxing in relation to character of cover. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 38: 261-265.
- Dhalla, R. and Hanson, S.W. (1988). Effect of permeable coatings on the storage life of fruits. 2. Pro-long treatment of mangoes (*Mangifera indica* L. cv. Julie). Int. J. Food Sci. Technol. 23: 107-112.
- Fox, C. (1974). Cosmetic emulsions, In K.J. Lissant (ed.). Emulsions and Emulsion Technology Part 2 Vol. 6. New York: Marcel Dekker, Inc. pp. 870-933.
- John, M.K., Baldwin, E.A. and Carriedo, M.N. (1994). Edible Coatings and Films to Improve Food Quality. Technomic Publishing Co., Inc.
- Kader, A. A. (1986). Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. Food Technol. 40(5): 99-104.
- Krog, N. and Lauridsen, J.B. (1976). Food emulsifiers and their association with water. In S. Friberg (ed.). Food Emulsions. New York: Marcel Dekker. Inc. pp. 67-139.
- Motlagh, F.H. and Quantick, P.C. (1988). Effect of permeable coatings on the storage life of fruits. I. Pro-long treatment of limes (*Citrus aurantifolia* cv, Persian). Int. J. Food Sci. Technol. 23: 99-105.
- Paul, L.D. and Russell, H.C. (1973). Effects of coating on weight loss and ethanol buildup in juice of oranges. J. Agr. Food Chem. 21(3): 455-458.
- Platenius, H. (1939). Wax Emulsions for Vegetables. Cornell Univ. Agric. Ep. Sta. Bull. No. 723. 1-44 p.
- Smagula, J.M. and William, J.B. (1977). Acetaldehyde accumulation: is it a cause of physiological deterioration of fruits. HortSci. 12: 200-203.
- Warth, A. H. (1956). The chemistry and technology wax 2nd edition. New York: Reinhold Publishing Corp. 940 p.
- Yage, X., Xihong, L., Qinglian, X., Juan, Y., Yaqing, L. and Tang, Y. (2011). Effects of chitosan coating enriched with cinnamon oil on qualitative properties of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). Food Chem. 124: 1443-1450.

