

การยืดอายุการเก็บรักษามะนาวและกล้วยน้ำว้าโดยเคลือบผิว ด้วยอิมัลชันไขคาร์นูบา

Extending the Shelf Life of Lime and Banana by Coating Carnauba Wax Emulsion

รุ่งทิพย์ จูทะมงคล* ฟาติมา เวะลง และ ศรีอุบล ทองประดิษฐ์

Rungtip Jutamongkon*, Phartima Valung and Sriubol Thongpradit

Received: 2 October 2021, Revised: 6 July 2022, Accepted: 15 August 2022

บทคัดย่อ

มะนาวและกล้วยน้ำว้าเคลือบด้วยอิมัลชันไขคาร์นูบาที่ความเข้มข้นไขต่างกัน 4 ระดับคือ 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ แล้วตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ ปริมาณอิมัลชันไขที่ใช้เคลือบแตกต่างกันตามชนิดของผลไม้ โดยมะนาวและกล้วยน้ำว้าใช้ปริมาณไขในการเคลือบผิวเฉลี่ย 0.07-0.60 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก การเคลือบผิวรักษาสีเขียวและลดการสูญเสียน้ำหนักได้ คะแนนสีเปลือกผลมะนาวที่ผู้บริโภครยังให้การยอมรับในช่วงสีเหลืองออกเขียว ส่วนสีน้ำตาลซึ่งบ่งชี้ถึงการหมดสภาพการบริโภคเป็นชุดควบคุมพบในวันที่ 13 คะแนนสีเปลือกผลกล้วยที่ผู้บริโภครยังให้การยอมรับในช่วงสีเหลืองถึงสีเขียว ส่วนสีน้ำตาลซึ่งบ่งชี้ถึงการหมดสภาพการบริโภคเป็นชุดควบคุมในวันที่ 6 ที่ระดับความเข้มข้นไข 4, 6, 8 และ 10% ค่าการสูญเสียน้ำหนักของมะนาวและกล้วยน้ำว้าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) จึงสามารถสรุปได้ว่าการเคลือบผิวด้วยอิมัลชันไขคาร์นูบาสามารถลดการสูญเสียน้ำหนักของมะนาวและกล้วยน้ำว้า ชะลอการเปลี่ยนแปลงของของสี ความแน่นเนื้อของกล้วยน้ำว้าและปริมาณน้ำคั้นของมะนาวได้

คำสำคัญ: มะนาว, กล้วยน้ำว้า, ไขคาร์นูบา, อิมัลชัน

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ตำบลทุ่งใหญ่ อำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช 80240

Department of Food Science and Technology, Faculty of Agro-Industry, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Thungyai, Thungyai, Nakhon Sri Thammarat 80240, Thailand.

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): rungtip.j@rmutsv.ac.th Tel: 08 1270 4145

ABSTRACT

Limes and bananas were coated with wax emulsion, namely carnauba wax (CW). Emulsion was produced and diluted to four levels of concentration. After waxing, samples were both physically and chemically examined. The quantity of wax emulsion used for waxing was varied depending on the fruits. Limes and bananas were used for coated emulsion of 0.07-0.60 % by weight. All the emulsions used were effective in retaining chlorophyll color and reducing weight loss. The consumer accepted for the peel color of lime was greenish yellow, while the brown color was exhaustion of consumption for control after 13 days. The consumer accepted for the peel color of banana was yellow to green, while the brown color was exhaustion of consumption for control after 6 days. Dipping limes and bananas with 4, 6, 8 and 10% concentration had weight loss non-significantly ($p>0.05$). The research concluded that waxing reduced weight loss, the changes in color, firmness of banana and juice content of lime.

Key words: lime, banana, carnauba wax, emulsion

บทนำ

ประเทศไทยมีผักและผลไม้สดมากมายหลายชนิดในปริมาณมากพอที่จะส่งขายอาเซียนได้ทั้งประเทศมีเนื้อที่ปลูกมะนาว 108,213 ไร่ ภาคใต้มีพื้นที่ปลูกมะนาวได้ 3,429 ตัน หรือ 549 กิโลกรัมต่อไร่ (Office of Agricultural Economics, 2020) แต่มีการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว ดังนั้นการปฏิบัติการหลังเก็บเกี่ยวที่ถูกต้องเป็นสิ่งจำเป็นที่ช่วยลดการสูญเสีย ชะลอการเปลี่ยนแปลงและรักษาคุณภาพของผักและผลไม้สดให้มีสีสวยเป็นที่ดึงดูดใจของผู้บริโภคเมื่อถึงจุดหมายปลายทาง การให้ความเย็นในระหว่างการขนส่งเพียงอย่างเดียวอาจมีข้อเสียคือทำให้เกิดอาการสะท้านหนาวการสุกผิดปกติและคุณภาพลดลง ส่งผลให้การเคลือบไขเป็นวิธีการที่ใช้กันอย่างแพร่หลายที่ใช้ร่วมกับการลดอุณหภูมิเนื่องจากช่วยป้องกันการคายน้ำและทำให้ลักษณะปรากฏดึงดูดใจผู้บริโภค

มะนาวและเลมอนเคลือบด้วยอิมัลชันโพลีแซคคาไรด์ผสมน้ำมันถั่วเหลืองจะยืดอายุการ

เก็บรักษา (John *et al.*, 1994) มะนาวเคลือบด้วยอิมัลชันผสมน้ำมันมะพร้าวเก็บที่อุณหภูมิ 25 - 30 องศาเซลเซียส นาน 18 วันลดการสูญเสียน้ำหนักปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด กรดแอสคอบิกและน้ำคั้น (Abhay *et al.*, 2011) ผลของการเคลือบกล้วยไข่ด้วย stafresh 20 เปอร์เซนต์ ลดการตกกระ (Ketsa and Promyou, 2003) ไคโตซาน 1.5 เปอร์เซนต์เคลือบผิวมังคุดเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสจะชะลอการสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อสีเปลือก อัตราการหายใจรวมทั้งการเน่าเสียได้ดีกว่าไม่เคลือบผิว (Nantapat *et al.*, 2000) ไคโตซาน 1 เปอร์เซนต์ผสมน้ำมันสกัดจาก เลมอน 3 เปอร์เซนต์เคลือบผิวสตอเบอรี่จะยืดอายุการเก็บรักษาได้จากการทำลายเชื้อราและลดอัตราการหายใจ (Perdones *et al.*, 2012) การเคลือบผิวมะเขือม่วงด้วยอิมัลชันไฮคาร์บูนาเข้มข้น 8.97 เปอร์เซนต์จะลดการสูญเสียน้ำหนักได้ที่อุณหภูมิห้อง (Singh *et al.*, 2016) สารเคลือบผิวผสมระหว่างเพคติน 1 เปอร์เซนต์, ยูจีนอล 0.1 เปอร์เซนต์และซิทราล 0.15 เปอร์เซนต์จะยืดอายุ

การเก็บรักษาแอสเบอร์รี่ได้นาน 14 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับผลที่ไม่เคลือบผิวที่เก็บได้เพียง 7 วัน ที่ 0.5 องศาเซลเซียส (Guerreiro *et al.*, 2016) โคโคซาน 1 เปอร์เซ็นต์เคลือบผิวพริกหวานจะยืดอายุการเก็บรักษาได้ดีกว่าไม่เคลือบผิว (Ali *et al.*, 2015) สารเคลือบผิวผสมระหว่างไซคาร์นูบา แซคแลคและน้ำมันตะไคร้เคลือบผิวแอปเปิ้ลจะลดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนทั้งหมด ราและยีสต์เมื่อเปรียบเทียบกับผลที่ไม่เคลือบผิว (Jo *et al.*, 2014) วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือศึกษาพฤติกรรม การเปลี่ยนแปลงลักษณะคุณภาพของมะนาวและกล้วยน้ำว้าเคลือบอิมัลชันไซคาร์นูบาที่มีส่วนผสมของไซพาราฟินที่ผลิตขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา

วิธีดำเนินการวิจัย

1. เตรียมอิมัลชันไซคาร์นูบา ชั่งน้ำหนักไซคาร์นูบาซื้อจากบริษัทสงฮวด (ประเทศไทย) จำกัด จำนวน 121 กรัม ใส่บีกเกอร์หลอมในน้ำต้มเดือดบนเตาไฟฟ้า เดิมกรดโอเลอิก 37 กรัม ที่อุณหภูมิ 90-95 องศาเซลเซียส พร้อมทั้งปั่น 600 รอบต่อนาที จนเป็นสีน้ำตาลใส จึงเติมไตรเอททาโนลามีน 22 กรัม พร้อมกับน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 90-95 องศาเซลเซียส 56 กรัม แล้วเพิ่มความเร็วเป็น 1400 รอบต่อนาที จนเป็นเจลขุ่นสีน้ำตาล เติมไซพาราฟินซื้อจากบริษัท สงฮวด จำกัด จำนวน 48 กรัม ที่หลอมแล้วที่อุณหภูมิ 90-95 องศาเซลเซียส เติมน้ำร้อนที่อุณหภูมิดังกล่าว ปรับให้ได้ความเข้มข้นไซ 20 เปอร์เซ็นต์ แล้วทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง (Warth, 1956) เพื่อใช้เป็นอิมัลชันไซคาร์นูบาเริ่มต้นในงานวิจัยเพื่อนำมาเจือจางในการทดลอง

2. วิธีการเคลือบไซมะนาวและกล้วยน้ำว้าด้วยอิมัลชันไซที่ผลิตขึ้น นำมะนาวพันธุ์แป้นสีเขียวขนาดใกล้เคียงกันมีเส้นรอบผลเฉลี่ย 13.5 เซนติเมตร และกล้วยน้ำว้าแก่จัดสีเขียวขนาดใกล้เคียงกัน

มีความยาวของผลเฉลี่ย 14 เซนติเมตร มาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาดเพื่อเอาขี้ฝุ่นออกแล้วล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ 60 พีพีเอ็ม อัตราส่วนหนึ่งต่อสองโดยน้ำสองส่วนต่อผลไม้หนึ่งส่วนหนึ่งครั้ง จากนั้นผึ่งให้แห้งแล้วนำไปเคลือบผิวด้วยการจุ่มที่ความเข้มข้นไซต่างกันคือ 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลาจุ่ม 15 วินาที ทำให้แห้งด้วยลมร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสนาน 10 นาที ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 29±1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์

วิธีหาปริมาณอิมัลชันไซที่เคลือบดังนี้คือ อิมัลชันไซที่เจือจางและทราบน้ำหนักหน่วยเป็นกรัม แล้วนำมะนาวและกล้วยน้ำว้าที่ทราบน้ำหนักมาจุ่ม แล้วนำมาวางบนตะแกรงจับเวลาที่ผึ่งให้แห้งภายใต้พัดลม

ชั่งน้ำหนักอิมัลชันไซหลังเคลือบ คำนวณปริมาณอิมัลชันไซที่ใช้เป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของมะนาวและกล้วยน้ำว้า การศึกษาการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีและกายภาพ ดังนี้ คือการสูญเสีย น้ำหนัก โดยเตรียมมะนาวสองซ้า ๆ ละ 4 ลูก ส่วนกล้วยน้ำว้าสองซ้า ๆ ละ 1 ลูก ชั่งน้ำหนักมะนาวทุก 4, 6, 8, 11 และ 13 วัน ส่วนกล้วยน้ำว้าซ้าทุก 2, 5 และ 6 วัน วัดค่าสีเปลือกมะนาวและกล้วยด้วยเครื่องวัดสี (Hunter รุ่น Mini scan EZ model 4500L USA) ปริมาณน้ำคั้นมะนาวทำสองซ้า ๆ ละ 2 ผลโดยคั้นน้ำด้วยมือกับที่คั้นน้ำพลาสติก ความแน่นเนื้อกล้วยน้ำว้าทำสองซ้า ๆ ละ 2 ผล ด้วยเครื่อง Effegi รุ่น FT327 ประเทศอิตาลี เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8 เซนติเมตร

วางแผนการทดลองแบบ CRD (complete randomized design) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT (Duncan Multiple Range Test)

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

ปริมาณอิมัลชันไข่ที่ใช้เคลือบผิวต่างกันเมื่อจุ่มที่ระดับความเข้มข้นไข่แตกต่างกัน มีผลให้ร้อยละของปริมาณอิมัลชันไข่ที่เคลือบผิวตัวอย่างผลไม้เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 1)

การเก็บรักษามะนาวไม่เคลือบผิวและเคลือบที่อุณหภูมิ 29 ± 1 องศาเซลเซียส นาน 13 วัน พบว่า สูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษามะนาวไม่เคลือบไข่สูญเสียน้ำหนัก 26.37 เปอร์เซ็นต์ มะนาวเคลือบไข่ 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ สูญเสียน้ำหนัก 15.49, 15.35, 11.27 และ 10.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้น ความหนาของไข่น้อย ป้องกันการคายน้ำได้น้อย ความเข้มข้นไข่มากทำให้สูญเสียน้ำหนักมีแนวโน้มลดลง สอดคล้องกับการทดลองเคลือบมะเขือม่วงด้วยไข่คาร์บูบาช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก

(Singh *et al.*, 2016) เมื่อทดสอบสถิติพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างมะนาวไม่เคลือบผิวกับเคลือบผิว ($p < 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างนัยสำคัญทางสถิติระหว่างความเข้มข้นไข่ ($p > 0.05$) ดังนั้น การเคลือบผิวมีผลต่อการลดการสูญเสียน้ำหนัก มะนาวเคลือบผิวที่ความเข้มข้นไข่ 10 เปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดคือ 10.13 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 13 ดังตารางที่ 2 ผลของระยะเวลาเก็บรักษาเมื่อทดสอบทางสถิติพบว่า ที่ความเข้มข้นไข่ 6 เปอร์เซ็นต์ การสูญเสียน้ำหนักไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตั้งแต่วันที่ 4 ถึง 13 วัน ส่วนที่ความเข้มข้นไข่ 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ การสูญเสียน้ำหนักไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ตั้งแต่วันที่ 6 ถึง 13 วัน

ตารางที่ 1 ปริมาณอิมัลชันไข่ที่ใช้เคลือบผิวผลไม้ด้วยการจุ่ม

ความเข้มข้นอิมัลชันไข่	4 %	6 %	8 %	10%
มะนาว	0.07%	0.09%	0.19%	0.36%
กล้วยน้ำว้า	0.23%	0.28%	0.42%	0.60%

ตารางที่ 2 การสูญเสียน้ำหนักของมะนาวเคลือบด้วยอิมัลชันไข่คาร์บูบาความเข้มข้นต่างกันเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 29 ± 1 องศาเซลเซียส

การเคลือบผิว	การสูญเสียน้ำหนักของมะนาว (เปอร์เซ็นต์)				
	4 วัน	6 วัน	8 วัน	11 วัน	13 วัน
ควบคุม	11.95 ± 3.37^{bA}	16.46 ± 3.19^{bAB}	19.84 ± 3.59^{bAB}	22.51 ± 2.07^{bAB}	26.37 ± 2.91^{bB}
ไข่ 4 %	6.05 ± 1.00^{aA}	8.53 ± 1.37^{aAB}	10.93 ± 1.67^{aABC}	13.73 ± 2.17^{aBC}	15.48 ± 2.52^{aC}
ไข่ 6 %	4.20 ± 1.05^{aA}	6.74 ± 0.28^{aA}	9.41 ± 1.79^{aA}	13.09 ± 4.44^{aA}	15.34 ± 5.87^{aA}
ไข่ 8 %	5.31 ± 0.75^{aA}	6.88 ± 0.20^{aAB}	6.17 ± 3.25^{aAB}	9.66 ± 0.24^{aAB}	11.26 ± 0.78^{aB}
ไข่ 10 %	5.13 ± 0.33^{aA}	6.63 ± 0.77^{aAB}	7.87 ± 1.18^{aAB}	9.27 ± 1.61^{aAB}	10.13 ± 1.95^{aB}

หมายเหตุ : ตัวอักษรพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

: ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

ปริมาณน้ำคั้นของมะนาวไม่เคลือบผิวและเคลือบผิวความเข้มข้น ไซแตกต่างกันเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 29±1 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณน้ำคั้นของมะนาวเพิ่มขึ้นแล้วลดลง มะนาวไม่เคลือบผิวปริมาณน้ำคั้นเพิ่มจาก 22.00 มิลลิลิตร เป็น 26.50 มิลลิลิตร ในวันที่ 7 และลดลงเป็น 24 มิลลิลิตร ในวันที่ 14 พบว่า เปลือกมะนาวไม่เคลือบผิวในระยะเริ่มต้นจะนุ่มจากการทำงานของเอนไซม์ที่ย่อยผนังเซลล์จึงคั้นน้ำได้มากและเมื่อสูญเสียน้ำเปลือกจะแข็งมากทำให้คั้นน้ำได้น้อยลง ขณะที่มะนาวเคลือบผิวความเข้มข้น ไซ 6 เปอร์เซ็นต์ การทำงานของเอนไซม์ย่อยผนังเซลล์น้อย (Kader, 1986) ทำให้เปลือกไม่นุ่มคั้นน้ำได้น้อยกว่าผลเคลือบผิวความเข้มข้น ไซ 4, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ในวันที่ 14 สอดคล้องกับการทดลองของ Cohen *et al.* (1990) พบว่า การเคลือบไซเลมอนและห่อด้วยฟิล์ม HDPE อีกชั้นหนึ่งจะมี

ปริมาณน้ำคั้นเพิ่มขึ้นจาก 30 เป็น 37 เปอร์เซ็นต์ และคงที่ในเวลาต่อมา ขณะที่ผลเลมอนที่ไม่ได้ห่อฟิล์มมีค่าเพิ่มขึ้นสูงกว่าผลที่ห่อฟิล์มคือเพิ่มจาก 30 เป็น 47.5 แล้วลดลงเป็น 34 เปอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงกับห่อฟิล์มในเวลาต่อมา เมื่อทดสอบทางสถิติพบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างมะนาวไม่เคลือบผิวและเคลือบผิวที่ความเข้มข้น 6 เปอร์เซ็นต์ ($p < 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างมะนาวไม่เคลือบผิวและเคลือบผิว 4, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ในวันที่ 14 ($p > 0.05$) ดังนั้น ปริมาณน้ำคั้นของมะนาวเคลือบผิวที่ความเข้มข้น ไซ 6 เปอร์เซ็นต์มากที่สุด ดังตารางที่ 3 ผลของอายุการเก็บรักษาเมื่อทดสอบทางสถิติแนวนอนพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของน้ำคั้นมะนาวไม่เคลือบผิว มะนาวเคลือบผิวที่ความเข้มข้น ไซ 4 และ 8 เปอร์เซ็นต์ตั้งแต่ 4 วันถึง 14 วัน

ตารางที่ 3 ปริมาณน้ำคั้นของมะนาวเคลือบด้วยอิมัลชัน ไซคาร์บูนาความเข้มข้นต่างกันและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 29±1 องศาเซลเซียส

การเคลือบผิว	ปริมาณน้ำคั้นของมะนาว (มิลลิลิตร)				
	0 วัน	4 วัน	7 วัน	11 วัน	14 วัน
ควบคุม	22.00±0.00 ^{aA}	25.00 ± 2.82 ^{aA}	26.50 ± 2.12 ^{aA}	23.50 ± 2.21 ^{bA}	24.00 ± 1.41 ^{bcA}
ไซ 4 %	22.00±0.00 ^{aA}	26.00 ± 1.41 ^{aAB}	29.50 ± 3.53 ^{aB}	28.50 ± 0.70 ^{aAB}	27.00 ± 1.41 ^{cAB}
ไซ 6 %	22.00±0.00 ^{aA}	27.00 ± 2.82 ^{aA}	29.50 ± 4.94 ^{aA}	29.00 ± 1.41 ^{aA}	20.50 ± 0.70 ^{aA}
ไซ 8 %	22.00±0.00 ^{aA}	28.50 ± 3.53 ^{aB}	30.00 ± 0.00 ^{aB}	26.00 ± 0.70 ^{abAB}	26.00 ± 0.00 ^{cAB}
ไซ 10 %	22.00±0.00 ^{aA}	36.50 ± 0.70 ^{bc}	31.00 ± 1.41 ^{aB}	28.00 ± 0.00 ^{aB}	22.00 ± 1.41 ^{abA}

หมายเหตุ : ตัวอักษรพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

: ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกันแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

การใช้สารเคลือบผิวความเข้มข้น ไซ 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ จะลดค่าสีได้ดีกว่าที่ความเข้มข้นต่ำหรือไม่เคลือบผิว เนื่องจากการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนน้อยลงทำให้เกิดออกซิเดชันของคลอโรฟิลล์น้อยลง (Wills *et al.*, 1981) และทำให้

เอททิลีนที่ช่วยเสริมให้มีการย่อยสลายของคลอโรฟิลล์ระหว่างการสุกน้อยลง (Watada, 1986) การเคลือบไซที่ความเข้มข้น ไซสูงขึ้นจะมีคลอโรฟิลล์มากกว่าความเข้มข้น ไซต่ำ (Motlagh and Quantick, 1988) ส่วนค่าสีของมะนาวที่เคลือบผิวความเข้มข้น

ไข 10 เปอร์เซ็นต์ นาน 13 วัน รักษาสีได้ดีที่สุดคือ L* 45.40 a* 7.46 และ b* 34.80 เทียบกับไม่เคลือบผิวมีค่าสี L* 37.085 a* -7.925 และ b* 25.14 คะแนนสี เปลือกผลมะนาวที่ผู้บริโภครยังให้การยอมรับคือ 2 ถึง 5 คะแนน ส่วนสีน้ำตาลคือ 1 คะแนนหมดสภาพการบริโภคเป็นชุดควบคุมในวันที่ 13 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 สีผิวเปลือกมะนาวไม่เคลือบและเคลือบด้วยไขคาร์นูบาความเข้มข้นต่างกันและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 29±1 องศาเซลเซียส นาน 0 วัน และ 13 วัน

การเคลือบผิว	ค่าสีของผิวเปลือกผลมะนาว			คะแนนสีผิวเปลือกผล
	L*	a*	b*	
วันที่ 0	37.085	-7.925	25.14	5
ควบคุม วันที่ 13	54.75 ± 0.08 ^b	-2.67 ± 0.53 ^c	36.91 ± 0.96 ^c	1
ไข 4% วันที่ 13	53.79 ± 0.49 ^a	-5.72 ± 0.37 ^b	32.71 ± 1.27 ^b	2
ไข 6% วันที่ 13	45.57 ± 1.22 ^a	-7.21 ± 1.08 ^{ab}	25.71 ± 2.79 ^a	3
ไข 8% วันที่ 13	45.57 ± 0.48 ^a	-7.13 ± 0.29 ^{ab}	33.15 ± 0.63 ^b	4
ไข 10% วันที่ 13	45.40 ± 0.39 ^a	-7.46 ± 0.16 ^a	34.80 ± 0.32 ^b	4

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถวแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

: คะแนนการเปลี่ยนแปลงสีผิวเปลือกผล (ประเมิน 5 ระดับคือ 5 = สีเขียว 4 = สีเขียวออกเหลือง 3 = สีเหลืองออกเขียว 2 = สีเหลือง 1 = สีน้ำตาล (เน่า)

การเคลือบและไม่เคลือบผิวกล้วยน้ำว้าด้วยอิมัลชันไขคาร์นูบาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 29±1 องศาเซลเซียส พบว่าสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา กล้วยน้ำว้าไม่เคลือบผิวสูญเสียน้ำหนัก 16.46 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษานาน 6 วัน การเคลือบผิวที่ความเข้มข้นไข 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ สูญเสียน้ำหนัก 16.10, 15.50, 15.10 และ 13.23 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ พบว่าความหนาของไขเพิ่มขึ้น

ป้องกันการคายน้ำเพิ่มขึ้น เมื่อทดสอบสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกล้วยน้ำว้าไม่เคลือบผิวกับเคลือบผิวในวันที่ 6 ($p > 0.05$) กล้วยน้ำว้าเคลือบที่ความเข้มข้นไข 10 เปอร์เซ็นต์เมื่อเก็บรักษานาน 6 วัน สูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดคือ 13.23 เปอร์เซ็นต์เทียบกับไม่เคลือบผิวมีการสูญเสียน้ำหนักคือ 16.46 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การสูญเสียน้ำหนักของกล้วยน้ำว้าเคลือบอิมัลชัน ไชคาร์บูบความเข้มข้นต่างกันเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 29±1 องศาเซลเซียส

ความเข้มข้นไขมัน (เปอร์เซ็นต์)	การสูญเสียน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์)		
	2 วัน	5 วัน	6 วัน
ควบคุม	3.40 ± 0.46 ^{aA}	11.02 ± 0.91 ^{aB}	16.46 ± 0.11 ^{aC}
4 %	3.60 ± 0.02 ^{abA}	11.70 ± 0.22 ^{abB}	16.10 ± 0.00 ^{aC}
6 %	4.27 ± 0.04 ^{bcA}	12.05 ± 0.24 ^{abB}	15.50 ± 0.48 ^{aC}
8 %	4.48 ± 0.02 ^{ca}	12.12 ± 0.70 ^{abB}	15.10 ± 0.91 ^{abB}
10 %	4.06 ± 0.46 ^{abcA}	10.82 ± 0.99 ^{abB}	13.23 ± 0.95 ^{abB}

หมายเหตุ : ตัวอักษรพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแต่ละแถวแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

: ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกัน ในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

ความแน่นเนื้อของกล้วยน้ำว้าที่มีเปลือกทั้งไม่เคลือบและเคลือบผิวมีการลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยกล้วยน้ำว้าที่เคลือบผิวมีความแน่นเนื้อมากกว่ากล้วยน้ำว้าที่ไม่เคลือบ เช่นเดียวกับความแน่นเนื้อของเนื้อกล้วยน้ำว้าทั้งไม่เคลือบและเคลือบผิวมีการลดลงตลอดอายุการเก็บรักษาสอดคล้องกับการทดลองของการเคลือบมะเขือม่วงด้วยไคคาร์บูบและการเคลือบมะเขือเทศด้วยไคคาร์บูบและน้ำมันแร่จะชะลอการลดลงของความแน่นเนื้อ (Singh *et al.*, 2016; Dávila-Aviña de Jesus *et al.*, 2011) เมื่อทดสอบสถิติพบว่ากล้วยน้ำว้าที่มีเปลือกไม่มีความ

แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกล้วยไม่เคลือบกับเคลือบผิวที่ความเข้มข้นไขมัน 4, 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ในวันที่ 6 เมื่อทดสอบทางสถิติพบว่าเนื้อกล้วยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างไม่เคลือบกับเคลือบผิวที่ความเข้มข้นไขมัน 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ในวันที่ 6 ($p > 0.05$) โดยกล้วยน้ำว้าเคลือบผิวมีเปลือกมีความแน่นเนื้อ 4.60 กิโลกรัม มากกว่าไม่เคลือบผิวมีค่า 1.25 กิโลกรัม เช่นเดียวกับความแน่นเนื้อของเนื้อกล้วยน้ำว้าเคลือบผิวมีค่า 2.55 กิโลกรัม เทียบกับไม่เคลือบผิวมีค่า 1.00 กิโลกรัม ในวันที่ 6 ดังตารางที่ 6 และ 7

ตารางที่ 6 ความแน่นเนื้อของกล้วยน้ำว้าที่มีเปลือกเคลือบผิวด้วยอิมัลชัน ไชคาร์บูบความเข้มข้นไขมันต่างกันเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 29±1 องศาเซลเซียส

การเคลือบผิว	ความแน่นเนื้อของกล้วยน้ำว้าที่มีเปลือก (กิโลกรัม)		
	2 วัน	5 วัน	6 วัน
ควบคุม	8.47 ± 0.77 ^{abB}	3.90 ± 0.56 ^{abA}	1.25 ± 0.49 ^{abA}
ไขมัน 4 %	8.60 ± 0.56 ^{abB}	1.75 ± 0.49 ^{aA}	0.80 ± 0.28 ^{aA}
ไขมัน 6 %	9.10 ± 0.00 ^{abB}	2.50 ± 0.28 ^{aA}	1.70 ± 0.14 ^{ba}
ไขมัน 8 %	8.75 ± 0.07 ^{abB}	1.30 ± 0.14 ^{aA}	1.55 ± 0.07 ^{ba}
ไขมัน 10 %	12.45 ± 0.07 ^{bbB}	6.25 ± 2.47 ^{baB}	4.60 ± 0.14 ^{ca}

หมายเหตุ : ตัวอักษรพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแต่ละแถวแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

: ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกัน ในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

ตารางที่ 7 ความแน่นเนื้อของเนื้อกล้วยน้ำว้าเคลือบอิมัลชัน ไชคาร์บูบความเข้มข้น ไชต่างกันเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 29±1 องศาเซลเซียส

การเคลือบผิว	ความแน่นเนื้อของเนื้อกล้วยน้ำว้า (กิโลกรัม)		
	2 วัน	5 วัน	6 วัน
ควบคุม	5.00 ± 0.00 ^{ab}	1.30 ± 0.28 ^{aA}	1.00 ± 0.00 ^{bA}
ไช 4 %	8.50 ± 0.56 ^{bb}	1.65 ± 0.49 ^{aA}	0.20 ± 0.00 ^{aA}
ไช 6 %	9.00 ± 0.00 ^{bb}	1.80 ± 0.56 ^{aA}	0.60 ± 0.00 ^{abA}
ไช 8 %	8.70 ± 0.00 ^{bc}	1.55 ± 0.07 ^{ab}	1.00 ± 0.00 ^{bA}
ไช 10 %	12.25 ± 0.07 ^{cb}	2.00 ± 0.00 ^{aA}	2.55 ± 0.49 ^{cA}

หมายเหตุ : ตัวอักษรพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแต่ละแถวแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05
: ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกันในแต่ละคอลแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

สีผิวของเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ไม่เคลือบและเคลือบผิวมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่า L* ลดลง ส่วนค่า a* (เขียวถึงสีแดง) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา ส่วนค่าสีผิวเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ความเข้มข้นไช 10 เปอร์เซ็นต์สีที่สุกเมื่อเก็บไว้ 6 วัน คือมีค่า L* 41.99 a* -3.23 และ b* 24.00 เทียบกับ

ไม่เคลือบผิวมีค่า L* 55.03 a* -8.445 b* 33.365 คะแนนสีเปลือกผลกล้วยที่ผู้บริโภคยังให้การยอมรับคือ 2 ถึง 5 คะแนน ส่วนสีน้ำตาลคือ 1 คะแนน หากสภาพการบริโภคเป็นชุดควบคุมในวันที่ 6 ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 สีผิวเปลือกกล้วยน้ำว้าที่เคลือบด้วยอิมัลชัน ไชคาร์บูบความเข้มข้นต่างกันเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 29±1 องศาเซลเซียส

	สีของเปลือกกล้วยน้ำว้า			คะแนนสีผิวเปลือกผล
	L*	a*	b*	
วันที่ 0	55.025	-8.445	33.365	5
ควบคุม วันที่ 6	32.58 ± 1.99 ^a	4.66 ± 0.00 ^b	9.93 ± 0.00 ^a	1
ไช 4 % วันที่ 6	41.46 ± 0.04 ^b	7.15 ± 0.07 ^c	21.19 ± 1.32 ^b	2
ไช 6 % วันที่ 6	35.17 ± 0.31 ^a	4.54 ± 0.91 ^b	10.67 ± 1.08 ^a	2
ไช 8 % วันที่ 6	41.96 ± 3.34 ^b	7.94 ± 1.18 ^c	21.87 ± 4.89 ^b	2
ไช 10 % วันที่ 6	41.99 ± 0.04 ^b	-3.23 ± 0.02 ^a	24.00 ± 0.98 ^b	3

หมายเหตุ : ตัวอักษรพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแต่ละแถวแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05
: คะแนนการเปลี่ยนแปลงสีผิวเปลือกผล (ประเมิน 5 ระดับคือ 5 = สีเขียว 4 = สีเขียวออกเหลือง 3 = สีเหลืองออกเขียว 2 = สีเหลือง 1 = สีน้ำตาล (เน่า)

สรุป

การเคลือบผิวด้วยอิมัลชันไฮคาร์บอนจะยืดอายุการเก็บรักษามะนาวและกล้วยน้ำว้าได้โดยชะลอการเปลี่ยนสี การสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อของกล้วยน้ำว้าและปริมาณน้ำคั้นของมะนาว ซึ่งมะนาวจะเก็บรักษาได้นานขึ้นเป็น 13 วัน ขณะที่กล้วยน้ำว้าเก็บรักษาได้นานขึ้นเป็น 6 วัน ที่อุณหภูมิ 29 ± 1 องศาเซลเซียส มะนาวเคลือบผิวที่ความเข้มข้นไฮ 10 เปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดคือ 10.13 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำคั้นของมะนาวเคลือบผิวที่ความเข้มข้นไฮ 6 เปอร์เซ็นต์ มากที่สุด ค่าสีของมะนาวที่เคลือบผิวความเข้มข้นไฮ 10 เปอร์เซ็นต์ นาน 13 วันรักษาสีได้ดีที่สุด กล้วยน้ำว้าเคลือบที่ความเข้มข้นไฮ 10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษานาน 6 วันสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดคือ 13.23 เปอร์เซ็นต์ เทียบกับไม่เคลือบผิวมีการสูญเสียน้ำหนักคือ 16.46 เปอร์เซ็นต์ กล้วยน้ำว้าเคลือบผิวมีเปลือกมีความแน่นเนื้อ 4.60 กิโลกรัม มากกว่าไม่เคลือบผิวมีค่า 1.25 กิโลกรัม เช่นเดียวกับความแน่นเนื้อของเนื้อกล้วยน้ำว้าเคลือบผิวมีค่า 2.55 กิโลกรัม เทียบกับไม่เคลือบผิวมีค่า 1.00 กิโลกรัม ในวันที่ 6 สีผิวของเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ไม่เคลือบและเคลือบผิวมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่า L^* ลดลง ส่วนค่า a^* (เขียวถึงสีแดง) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา

เอกสารอ้างอิง

- Abhay, B., Sailendra, K.P. and Neha, P. 2011. Effect of skin coating on prolonging shelf life of kagzi lime fruits (*Citrus aurantifolia*, Swingle). **Journal of Food Science and Technology** 48(1): 1-7.
- Ali, A., Nurasyikin, M.N. and Maysoun, A.M. 2015. Antimicrobial activity of chitosan enriched with lemongrass oil against anthracnose of bell pepper. **Food Packaging and Shelf life** 3: 56-61.
- Cohen, E., Lurie, S., Shapiro, B., Ben-yehoshua, S., Shalom, Y. and Rosenberger, I. 1990. Prolonged storage of lemons using individual seal-packaging. **Journal of the American Society for Horticultural Science** 115(1): 251-255.
- Dávila-Aviña de Jesus, J.E., Villa-Rodríguez, J., Cruz-Valenzuela, R., J.E., Cruz-Valenzuela, J., Rodríguez-Armenta, M., Espino-Díaz, M., Ayala-Zavala, J.F., Olivás-Orozco, G.I., Heredia, B. and González-Aguilar, G. 2011. Effect of Edible Coatings, Storage Time and Maturity Stage on Overall Quality of Tomato Fruits. **American Journal of Agricultural and Biological Sciences** 6(1): 162-171.
- Guerreiro, A.C., Gago, C.M.L., Miguel, M.G.C., Faleiro, M.L. and Antunes, M.D.C. 2016. The influence of edible coatings enriched with citral and eugenol on the raspberry storage ability, nutritional and sensory quality. **Food Packaging and Shelf life** 9: 20-28.
- Jo, W.S., Song, H.Y., Song, N.B., Lee, J.H., Min, S.C. and Song, K.B. 2014. Quality and microbial safety of Fuji apples coated with carnauba-shellac wax containing lemongrass oil. **LWT-Food Science and Technology** 55: 490-497.
- John, M.K., Baldwin, E.A. and Carriedo, M.N. 1994. **Edible Coatings and Films to**

- Improve Food Quality.** Technomic Publishing Company, Lancaster, Pa.
- Kader, A.A. 1986. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. **Food Technology** 40(1): 99-104.
- Ketsa, S. and Promyou, S. 2003. Effect of coating on senescent spotting and quality of ripening Kluai Khai (Musa AA group), pp.105-119. **In Proceedings of the third national horticultural congress: 22-25 April 2003.** Agriculture Faculty, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)
- 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). **International Journal of Food Science and Technology** 23(1): 99-105.
- Nantapat, C., Duangporn S. and Wittayapanyanon, A. 2000. Mangosteen Coating with Chitosan. Special problem of Chemical engineering, Engineering faculty, King Mongkut's University of Technology Thonburi. (in Thai)
- Office of Agricultural Economics. 2020. **Lime.** Available Source: <https://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/lime60.pdf>, June 10, 2021. (in Thai)
- Perdones, A., Sanchez-Gonzalez, S. Chiralt, A., Vargas, M. Singh, S., Khemariya, P., Rai, A., Rai, A.C., Koley, T.K. and Singh, B. 2012. Effect of Chitosan-lemon essential oil coatings on storage-keeping quality of strawberry. **Postharvest Biology and Technology** 70: 31-41.
- Singh, S., Khemariya, P., Rai, A., Rai, A.C., Koley, T.K. and Singh, B. 2016. Carnauba wax-based edible coating enhances shelf-life and retain quality of eggplant (*Solanum melongena*) fruits. **LWT-Food Science and Technology** 74: 420-426.
- Warth, A.H. 1956. **The chemistry and technology wax.** 2nd ed. Reinhold Publishing Corp, New York.
- Watada, A.E. 1986. Effect of ethylene on the quality of fruits and vegetables. **Food Technology** 40(1): 82-85.
- Wills, R.B.H., Lee, T.H., Graham, D., McGlassom, W.B. and Hall, E.G. 1981. **Postharvest: An introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables.** New South Wales University Press, New South Wales.