บทคัดย่อภาษาไทย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเยื่อกระดาษขึ้นรูปที่มีการเคลือบสารเคลือบที่สามารถดูดซับความชื้นและปลดปล่อยความชื้นให้ผลมะม่วงในระหว่างการบรรจุอยู่ภายในระบบบรรจุภัณฑ์ โดยทำหน้าที่รักษาระดับความชื้นภายในบรรจุภัณฑ์เพื่อเป็นการป้องกันการสูญเสียน้ำจากผลไม้ในระหว่างการขนส่ง ในขณะเดียวกันต้องสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแอนแทรคโนสในสภาวะความชื้นสูง สารเคลือบจากพอลิเมอร์ชีวภาพจากอัลจิเนต (AL) ไคโตซาน (CH) และ คาราจีแนน (CA) ถูกนำมาผสมกับน้ำมันหอมระเหยจากลาเวนเดอร์ (L) และวานิลิน (Vn) ที่ออกฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราแอนแทรคโนสในมะม่วงน้ำดอกไม้ พร้อมกับการผสมของผงถ่านกัมมันต์ (AC) และ zeolite (ZE) ซึ่งเป็นสารดูดซับก๊าซเอทิลีน เพื่อยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้

ในการศึกษาขั้นต้นคือศึกษาความสามารถของสารเคลือบจากพอลิเมอร์ในการดูดและปลดปล่อยความชื้น พบว่าฟิล์มจาก AL ดูดความชื้นได้น้อยกว่าฟิล์มจาก CH และ CA อีกทั้งอุณหภูมิในการเก็บฟิล์มยังส่งผลต่อประสิทธิภาพในการดูดความชื้น กล่าวคือ ณ ที่อุณหภูมิสูงกว่า (25 องศาเซลเซียส) ฟิล์มจะดูดความชื้นได้น้อยกว่าฟิล์มที่เก็บที่อุณหภูมิต่ำกว่า (13 องศาเซลเซียส) โดยน้ำหนักของฟิล์มที่เก็บที่อุณหภูมิสูงกว่า จะเริ่มคงที่ตั้งแต่วันที่ 10-13 ในขณะที่ฟิล์มเก็บที่อุณหภูมิต่ำกว่ายังสามารถดูดความชื้นต่อไปได้เรื่อยๆ ในทางกลับกันฟิล์มจะสามารถปลดปล่อยความชื้นในอัตราเร็วที่สูงกว่า ณ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยจะใช้เวลาไม่เกิน 1 วันในการเข้าสู่สมดุล ส่วนฟิล์มที่เก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส จะปลดปล่อยความชื้นออกมาอย่างช้าๆ และใช้เวลานานกว่า 7 วันจึงจะเข้าสู่สภาวะสมดุล

จากนั้นทำการศึกษาประสิทธิภาพของพอลิเมอร์ในการกักเก็บน้ำมันหอมระเหยจากลาเวนเดอร์และวานิลินผสม AC และ ZE พบว่าสารเคลือบในสูตรที่ผสม ZE มีประสิทธิภาพในการกักเก็บลาเวนเดอร์และวานิลินต่ำกว่าสารเคลือบในสูตรที่ผสมกับ AC ในขณะเดียวกันอัตราการปลดปล่อยน้ำมันหอมระเหยจากลาเวนเดอร์และวานิลินจากสารเคลือบในสูตรที่ผสม ZE ก็ปลดปล่อยออกมาในอัตราที่ต่ำกว่าสารเคลือบในสูตรที่ผสมกับ AC นอกจากนี้ความชื้นสัมพัทธ์ยังส่งผลต่ออัตราการปลดปล่อย หากเก็บกระดาษเคลือบสารเคลือบในสูตรต่างๆ ไว้ที่คามชื้นสัมพัทธ์ 98±1% น้ำมันหอมระเหยจะถูกปลดปล่อยออกมาได้สูงกว่ากระดาษเคลือบสารเคลือบที่เก็บที่ 52±1% อย่างไรก็ตามอุณหภูมิในการเก็บกระดาษเคลือบสารเคลือบไม่ส่งผลต่ออัตราการปลดปล่อยมากนัก

ประสิทธิภาพของสารเคลือบในการยับยั้งเชื้อราในจานเพาะเชื้อ พบว่ากระดาษที่ผ่านการเคลือบสารเคลือบแล้วใช้ทันที (wet) แสดงประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราได้ดีกว่ากระดาษเคลือบสารเคลือบที่ทำให้แห้งก่อนนำไปใช้ เมื่อทำการวิเคราะห์ในแง่ของชนิดของพอลิเมอร์พบว่า สารเคลือบจาก AL แสดงผลการยับยั้งเชื้อได้ดีกว่า CH และ CH:CA นอกจากนี้ยังพบว่าการผสมของ AC และ ZE นั้นไม่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของสารเคลือบในการยับยั้งเชื้อรา ในส่วนของประสิทธิภาพของสารเคลือบในการยับยั้งเชื้อราที่ถ่ายเชื้อลงบนมะม่วงโดยทำการห่อมะม่วงด้วยเยื่อกระดาษขึ้นรูปที่เคลือบด้วยสารเคลือบแต่ละสูตร ผลการศึกษาพบว่าการใช้เยื่อ

กระดาษขึ้นรูปที่เคลือบด้วยสารเคลือบแบบที่เคลือบแล้วใช้ทันทีนั้น สารเคลือบจากสูตร CH+L+Vn+AC ยับยั้งเชื้อราที่ถ่ายเชื้อลงบนมะม่วงได้ดีที่สุด สารเคลือบจากสูตร AL+L+Vn+AC และ CH:CA+L+Vn+AC มีประสิทธิภาพรองลงมาตามลำดับ จากการทดสอบการนำเยื่อกระดาษขึ้นรูปที่เคลือบด้วยสารเคลือบแต่ละสูตรมาทำการห่อและเก็บมะม่วงน้ำดอกไม้แบบไม่อบไอน้ำร้อน พบว่าเยื่อกระดาษขึ้นรูปเคลือบด้วยสารเคลือบ AL+L+Vn+AC และ CH+L+Vn+AC สามารถยับยั้งการเกิดจุดดำได้ดีที่สุด ในขณะที่สารเคลือบจากสูตร CH:CA+L+Vn+AC สามารถยับยั้งเชื้อได้ดีแต่ส่งผลให้เกิดรอยไหม้ที่ผิวมะม่วง เนื่องจากการปลดปล่อยของน้ำมันหอมระเหยที่มากเกินไป

ในด้านการเปลี่ยนแปลงของมะม่วงในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า การบรรจุมะม่วงในเยื่อกระดาษขึ้นรูปเคลือบ CH+L+Vn+AC (wet) และเยื่อกระดาษขึ้นรูปเคลือบ AL+L+Vn+AC (wet) สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วงได้ดีกว่าการบรรจุมะม่วงในโฟมตาข่าย แต่เยื่อกระดาษขึ้นรูปเคลือบ AL+L+Vn+AC (wet) สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักของมะม่วงได้ดีกว่าโฟมตาข่ายมากกว่า 10% ตลอดระยะเวลาเก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน เมื่อประเมินจากลักษณะภายนอก ผู้ประเมินให้คะแนนความสดของมะม่วงที่บรรจุในเยื่อกระดาษขึ้นรูปเคลือบ AL+L+Vn+AC (wet) สูงที่สุด ซึ่งแสดงผลชัดเจนในช่วงวันที่ 6 และ 9 ของการเก็บรักษา จากเปอร์เซ็นต์การยอมรับมะม่วง ณ วันที่ 9 ของการเก็บรักษา พบว่ามะม่วงที่บรรจุในโฟมตาข่ายไม่ได้รับการยอมรับ ส่วนมะม่วงที่บรรจุในเยื่อกระดาษขึ้นรูปที่เคลือบด้วยสารเคลือบทั้ง 2 สูตร [AL+L+Vn+AC (wet) และ CH+L+Vn+AC (wet)] มีเปอร์เซ็นต์การยอมรับสูงกว่ามะม่วงที่บรรจุในโฟมตาข่ายและมะม่วงที่บรรจุในเยื่อกระดาษขึ้นรูปที่ไม่เคลือบ นอกจากนี้ ณ วันที่ 12 ของการเก็บรักษา มะม่วงที่บรรจุในเยื่อกระดาษขึ้นรูปเคลือบ CH+L+Vn+AC (wet) ได้รับคะแนนการยอมรับสูงที่สุด ส่วนการลุกลามของเชื้อพบว่าพื้นที่การเกิดจุดดำของมะม่วงที่บรรจุในเยื่อกระดาษขึ้นรูปที่เคลือบด้วยสารเคลือบทั้ง 2 สูตร AL+L+Vn+AC (wet) และ CH+L+Vn+AC (wet)] มีน้อยกว่ามะม่วงที่บรรจุในโฟมตาข่ายและมะม่วงที่บรรจุในเยื่อกระดาษขึ้นรูปที่ไม่เคลือบอย่างเห็นได้ชัด ส่วนค่าการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพอื่นๆ เช่นสี ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ไม่แตกต่างกันระหว่างชุดการทดลอง อัตราการหายใจและปริมาณกรดทั้งหมดของมะม่วงที่บรรจุในเยื่อกระดาษขึ้นรูปที่เคลือบด้วยสารเคลือบทั้ง 2 สูตร ในวันที่ 3 และ 6 มีค่าต่ำกว่ามะม่วงที่บรรจุในโฟมตาข่าย ส่วนค่าทางประสาทสัมผัส ได้แก่ สีเนื้อ กลิ่น กลิ่นรส เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม ของมะม่วงที่บรรจุในเยื่อกระดาษขึ้นรูปที่เคลือบด้วยสารเคลือบทั้ง 2 สูตรจะได้คะแนนต่ำในวันที่ 3 ของการเก็บรักษาเนื่องจากมะม่วงยังไม่สุก แต่คะแนนจะเพิ่มสูงขึ้นในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ส่วนความหวานจะเพิ่มในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา

Abstract

The objectives of this research are to develop the active molded pulp with moisture absorption and release ability to control weight loss and qualities of Namdokmai mangoes. The ability to release some essential oils to inhibit anthracnose in high humidity packaging system during transportation of mangoes is needed. The molded pulps were coated with the coating solutions based alginate (AL), chitosan (CH, and carrageenan (CA) that were mixed with lavender essential oils (L) and vanillin (Vn), which provide antifungal properties against mold growth together with the mixing of ethylene absorbent such as activated carbon (AC) and zeolite (ZE) to delay ripening process and extend mango's shelf life.

In the first stage of the research, films based those biopolymers were prepared and the moisture absorption efficiencies were studied. It was found that AL films could absorb lower amount of moisture than CH and CA films. Besides, the moisture absorption efficiency of films decreased with the increasing of storage temperature. It was observed that the weight films that kept at 25 ℃ increased and became saturated within 10–13 days, while the weight of films that were kept at 13 ℃ gradually increased and getting saturated at a longer period of time. Moreover, films kept at 25 ℃ were able to release moisture content faster than the films at 13 ℃ and reached a plateau within a day, while films that kept at 13 ℃ took more than 7 days to saturate.

The molded pulps coated with coating solutions and the efficiencies of coating solutions to entrap lavender essential oil (L) and vanillin (Vn) were examined. The coating solutions containing ZE could entrap lower amount of L and Vn than the ones containing AC. The release rates were also studied. The coating solutions containing ZE released L and Vn at the lower rate than that from coting solutions containing AC. We have found that the storage relative humidity affected the release rate. The L and Vn were released at the higher rate when stored the coated molded pulp at higher storage humidity (98±1%). However, the release rate of L and Vn was not much affected by the storage temperature.

The efficiency of coated molded pulps to inhibit the growth of *Colletotrichum gloeosporioides* in potato dextrose agar were examined. The "wet" molded pulps which were coated and used immediately provided better inhibition efficiency compared with the dried ones. The coating solutions based AL+L+Vn+AC exhibited the better inhibition than that

of CH+L+Vn+AC and CH:CA+L+Vn+AC. The AC or ZE did not affect the inhibition efficiencies. When using the coated molded pulp with inoculated mango with *Colletotrichum gloeosporioides,* it was found that the coated molded pulp with AL+L+Vn+AC and CH+L+Vn+AC could inhibit the growth of *Colletotrichum gloeosporioides* better that the ones with CH:CA+L+Vn+AC. Moreover, the molded pulp coated with CH:CA+L+Vn+AC affected the mangoes by the appearance of burning area on the peel, which may have resulted by the over released amount of L and Vn from the coating.

The changes in physical properties of mangoes during storage were studied and found that the weights loss of mangoes that were packed in the coated molded pulp with CH+L+Vn+AC (wet) and AL+L+Vn+AC (wet) were lower compared with the ones that were packed in the ordinary foam net and the molded pulp without coating. The molded pulp with AL+L+Vn+AC (wet) could retard the weight loss of mango to less that 10%, along the storage period (15 days) comparing with the ones in the foam net.

The sensory evaluation of mango appearance by the trained panelists were examined. The highest score of the freshness of mangoes was obtained from the mangoes that were packed in the molded pulps coating with AL+L+Vn+AC (wet), which were obviously observed at day 6 and day 9 of storage. The acceptance percentage of mangoes at day 9 were also evaluated and found that mangoes in the foam nets were not accepted. The mangoes kept in the molded pulp coating with AL+L+Vn+AC (wet) and CH+L+Vn+AC (wet), were accepted with higher acceptance percentage than the ones in foam nets and uncoated molded pulps. On day 12, the mangoes in molded pulp coating with CH+L+Vn+AC (wet) got the highest score in the overall acceptance. The lower growth of *Colletotrichum gloeosporioides* in mangoes was distinguishably observed in the case of mangoes in the molded pulp coating with AL+L+Vn+AC (wet) and CH+L+Vn+AC (wet) than that were kept the foam nets and uncoated molded pulps.

For other quality index, all treatments had no significant difference in peel color and total soluble solid. Respiration rate and total acidity of mango packed in coated mold were lower than mango packed in foam net on day 3 and day 6. The sensory scores on flesh color, odor, flavor, texture and overall acceptance of mango packed in coated mold were lower than mango packed in foam net due to they did not fully ripen. But the scores were increasing on day 6. The sweetness scores increased on day 9 that indicated that the mango was fully ripen.