Agricultural Sci. J. 41 : 1 (Suppl.) : 227-230 (2010) ว. วิทย. กษ. 41 : 1 (พิเศษ) : 227-230 (2553)

ผลของบรรจุภัณฑ์แอคทีฟจากกระดาษดูดซับเอทิลีนต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว และอายุการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้

Effect of Active Packaging from Ethylene Absorber Paper on Posthavest Quality and Storage Life of Mango cv.Namdokmai

พรชัย ราชตนะพันธุ์[1, 2*], **สุพัฒน์ คำไทย**[1] **และ ดวงใจ น้อยวัน**[2]
Pornchai Rachtanapun[1, 2*], Suphat Khamthai[1] and Douangjai Noiwan[2]

Abstract

Production of active packaging as ethylene absorber from activated carbon was studied. The old corrugated container (OCC) pulp was blended with activated carbon (0, 5, 15 and 25% w/w) and then the mixture was handsheet formed. Effect of activated carbon on shelf life of mango cv. Namdokmai at 20 ± 1°C and 50 ± 5 % RH was investigated. Shelf life of mango packed with activated carbon paper (0, 5, 15 %w/w activated carbon) was only 16 days. Mango packed with 25% w/w activated carbon in paper could delay ripening, softening, and changes of color, total soluble solids (TSS), and titratable acidity (TA). Activated carbon paper containing 25 % w/w activated carbon could extend the shelf life of mango to 20 days.

Key word: Active packaging, activated carbon, storage life, mango

บทคัดย่อ

การผลิตบรรจุภัณฑ์แอคทีฟกระดาษถ่านกัมมันต์ดูดซับก๊าซเอทิลีน โดยเติมผงถ่านกัมมันต์ที่ระดับความเข้มข้น 0, 5, 15 และ 25% ของน้ำหนักเยื่อกระดาษลอนลูกฟูกเก่าและขึ้นรูปด้วยมือ ศึกษาผลของกระดาษถ่านกัมมันต์ที่ผลิตขึ้นต่ออายุการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้หลังการเก็บเกี่ยวที่อุณหภูมิ 20±1°C ระดับความชื้นสัมพัทธ์ 50±5% จากการทดลองพบว่า การบรรจุมะม่วงน้ำดอกไม้ร่วมกับกระดาษถ่านกัมมันต์ความเข้มข้น 0% (ชุดควบคุม), 5% และ 15% สามารถเก็บรักษาได้นานเพียง 16 วันเท่านั้น ในขณะที่มะม่วงน้ำดอกไม้ที่บรรจุในกล่องที่บุด้วยกระดาษถ่านกัมมันต์ความเข้มข้น 25% สามารถชะลอการสุก การเปลี่ยนแปลงสี ชะลอการลดลงของความแน่นเนื้อ รวมทั้งชะลอการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ซึ่งคุณภาพโดยรวมยังคงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และสามารถเก็บรักษาได้นาน 20 วัน

คำสำคัญ บรรจุภัณฑ์แอคทีฟ, ถ่านกัมมันต์, อายุการเก็บรักษา, มะม่วง

บทนำ

มะม่วงเป็นผลไม้ในกลุ่ม climacteric ซึ่งการสุกของผลไม้เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลมากสำหรับการเก็บรักษา เนื่องจากมะม่วงจะมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาชีวเคมีสูงในระหว่างการสุก ซึ่งมักจะส่งผลต่อคุณภาพในด้านต่างๆ ของผลไม้ เช่น การเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพ โดยมักจะก่อให้เกิดปัญหาขึ้นมากในระหว่างการขนส่ง ปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้ผลไม้เกิดการสุกเร็วขึ้นนั้นได้แก่ เอทิลีน ซึ่งจัดเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดที่ไม่อิ่มตัวมีสถานะเป็นก๊าซที่อุณหภูมิห้อง มีสูตรโมเลกุล คือ C_2H_4 และมีคุณสมบัติเป็นสารเร่งอัตราการเสื่อมสภาพของพืช สามารถเร่งการสุกของผลไม้ได้ และเป็นสารที่ถูกปล่อยออกมาจากผลไม้ในขณะที่กำลังสุก จึงถูกจัดให้เป็นฮอร์โมนพืชที่ทำให้เกิดการสุกของผลไม้ (ดนัย, 2540) และการลดก๊าซเอทิลีนที่ผลไม้ผลิตขึ้นนี้มีความจำเป็นสำหรับการลดการเสื่อมเสียของผลไม้หลังการเก็บเกี่ยวอย่างยิ่ง งานวิจัยส่วนใหญ่ที่ทำการศึกษาการใช้สารดูดซับเอทิลีนในการยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้ เช่น มะม่วง (พิชญาและคณะ, 2551) กล้วย (วุฒิรัตน์ และคณะ, 2550 ; พรชัยและคณะ, 2551) แอปเปิ้ล (Brackmann and Saquet, 1999) และน้อยหน่า (อภิรัตน์, 2544) จะใช้สารโพแทสเซียมเปอร์มังกาเนตเป็นสารที่ดูดซับเอทิลีนแต่อาจจะใช้ตัวพาที่แตกต่างกัน (carrier) เช่น ดินสอพอง (วุฒิรัตน์และคณะ, 2549 และ 2550; พิชญา, 2551) ไดอะทอไมท์ (พรชัยและคณะ, 2551) แต่สารดูดซับเอทิลีนที่ทำจากโพแทสเซียมเปอร์มังกาเนตจะต้องมีตัวพาที่มีรูพรุนหรือพื้นที่ผิวสูงในการยึดเกาะของสารโพแทสเซียมเปอร์มังกาเนต โดยสารดูดซับเอทิลีนที่ทำจากโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตนี้จะอยู่ในรูปเป็นผงและบรรจุอยู่ในซองขนาดเล็ก อาจทำให้ผู้บริโภคเข้าใจผิดนำไปบริโภคได้ งานวิจัยนี้จึงได้ผลิตสารดูดซับเอทิลีนที่ผสมอยู่ในกระดาษลูกฟูกเก่าเพื่อลดปัญหาดังกล่าว และนอกจากนั้นวัสดุที่นำมาใช้เป็นสารดูดซับเอทิลีน คือ ถ่านกัมมันต์ เป็นวัสดุที่มี

[1] ภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50100
[1] Department of Packaging Technology, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Muang, Chiang Mai 50100
[2] สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว/ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200
[2] Postharvest Technology Research Institute/ Postharvest Technology Innovation Center, Chiang Mai University, Muang, Chiang Mai 50200
*Corresponding author: p.rachta@chiangmai.ac.th

ราคาถูกและสามารถซื้อหาได้ในประเทศไทย โดยในการวิจัยครั้งนี้จะศึกษาถึงอัตราส่วนที่เหมาะสมของปริมาณถ่านกัมมันต์ที่ผสมลงในกระดาษลูกฟูกเก่าเพื่อใช้ทำกระดาษดูดเอทิลีนสำหรับยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงน้ำดอกไม้

อุปกรณ์และวิธีการ

คัดเลือกมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่มีความสุกแก่เท่าเทียมกันโดยวัดจากความถ่วงจำเพาะของผล ขนาดสม่ำเสมอ (น้ำหนัก 300-350 กรัม) ไม่มีบาดแผล ไม่มีโรคและแมลงเข้าทำลาย จากนั้นบรรจุมะม่วงลงในกล่องกระดาษลูกฟูก (ขนาด 16 x 28 x 8 เซนติเมตร) ซึ่งกล่องกระดาษลูกฟูกบุด้วยกระดาษกัมมันต์ซึ่งมีความเข้มข้นต่างกันคือ 5, 15 และ 25% ในปริมาณ 3 ผล/กล่อง เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 20 ± 1°C ตรวจวัดผลการทดลองเปรียบเทียบกับชุดควบคุมซึ่งบรรจุมะม่วงลงในกล่องกระดาษลูกฟูกที่ไม่ได้บุด้วยกระดาษกัมมันต์ ประเมินผลการทดลองดังนี้คือ การเปลี่ยนแปลงสี ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้และประเมินการยอมรับคุณภาพโดยรวม (พรชัยและคณะ, 2552)

ผลและวิจารณ์ผล

การทดสอบการยอมรับโดยรวม

การทดสอบการยอมรับโดยรวมของมะม่วงน้ำดอกไม้หากคะแนนที่ได้มีค่าต่ำกว่า 3 คะแนน จะถือว่าผู้บริโภคไม่ยอมรับและหมดอายุการเก็บรักษา โดยชุดควบคุมและชุดที่บรรจุลงในกล่องที่บุด้วยกระดาษผงถ่านกัมมันต์ความเข้มข้น 5 และ 15 % มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา และมีค่าไม่แตกต่างกัน ขณะชุดที่บรรจุลงในกล่องที่บุด้วยกระดาษผงถ่านกัมมันต์ความเข้มข้น 25 % มีค่าต่ำที่สุดและจะมีค่าเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกับชุดอื่นๆ ในวันที่12 ของการเก็บรักษา หลังจากนั้นทุกชุดการทดลองมีคะแนนการยอมรับโดยรวมค่อนข้างคงที่ จนในวันที่ 20 ของการเก็บรักษาคะแนนการยอมรับโดยรวมของชุดควบคุมและชุดที่บรรจุลงในกล่องที่บุด้วยกระดาษผงถ่านกัมมันต์ความเข้มข้น 5 และ 15 % มีค่าลดลงจนผู้บริโภคไม่ยอมรับจึงถือว่าชุดทดลองดังกล่าวหมดอายุการเก็บรักษา ซึ่งชุดบรรจุลงในกล่องที่บุด้วยกระดาษผงถ่านกัมมันต์ความเข้มข้น 25 % ยังคงมีคะแนนการยอมรับคุณภาพโดยรวมที่สูงอยู่ และจะลดต่ำลงจนผู้บริโภคไม่ยอมรับในวันที่ 24 ของการเก็บรักษา ซึ่งถือว่ามะม่วงหมดอายุการเก็บรักษาเช่นกัน (Fig.1) การเพิ่มขึ้นของคะแนนการยอมรับโดยรวมมีความสอดคล้องกับค่าความแน่นเนื้อที่มีค่าลดลง (Fig. 2d) แสดงว่าผลมะม่วงมีความนิ่มลง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้มีค่าเพิ่มขึ้น (Fig. 2e) แสดงว่ามะม่วงมีปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลงสีจากสีเขียวเป็นสีเหลือง โดยมะม่วงในชุดควบคุมและบรรจุลงในกล่องที่บุด้วยกระดาษผงถ่านกัมมันต์ความเข้มข้น 5 และ 15 % จะมีคะแนนการยอมรับคุณภาพโดยรวมเพิ่มขึ้นและไม่เป็นที่ยอมรับเร็วกว่า เนื่องจากเข้าสู่กระบวนการสุกก่อนซึ่งเป็นผลจากการสะสมของก๊าซเอทิลีนในปริมาณที่มากกว่าชุดที่บรรจุลงในกล่องที่บุด้วยกระดาษผงถ่านกัมมันต์ความเข้มข้น 25 %

การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก

ค่า L* แสดงถึงความส่องสว่างของมะม่วง เมื่อเก็บรักษานานขึ้น ค่า L* ของทุกชุดการทดลองมีค่าความสว่างเพิ่มขึ้น (Fig. 2a) เนื่องจากการมะม่วงเข้าสู่ระยะการสุกเกิดการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกจากสีเขียวเป็นสีเหลืองจะทำให้ความสว่างของผลมะม่วงจะเพิ่มขึ้น โดยเมื่อเก็บรักษานาน 8 วัน ชุดควบคุมและชุดที่บรรจุในกล่องที่บุด้วยกระดาษกัมมันต์ความเข้มข้น 5 และ 15 % นั้นมีค่าเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกัน ในขณะเดียวกันชุดที่บรรจุในกล่องที่บุด้วยกระดาษกัมมันต์ความเข้มข้น 25% ยังคงมีค่าที่ไม่เปลี่ยนแปลงจากวันเริ่มเก็บรักษา และจะเพิ่มขึ้นจนใกล้เคียงกับชุดอื่นเมื่อเก็บรักษานาน 12 วัน

ค่า a* ที่มีค่าติดลบแสดงถึงมะม่วงเป็นสีเขียว หากค่า a* เป็นบวกแสดงถึงสีแดง พบว่า เมื่อเก็บรักษานานขึ้นค่า a* ของมะม่วงจะเพิ่มขึ้น (Fig. 2b) คือเปลือกของมะม่วงมีสีเขียวลดลง และทุกชุดการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงค่า a* ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ค่า b* แสดงการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกจากสีน้ำเงินเป็นสีเหลือง ซึ่ง ค่า b* จะเพิ่มขึ้น เมื่อมะม่วงเข้าสู่กระบวนการสุก (Fig. 2c) ซึ่งสอดคล้องกับการลดลงของค่า L* และการเพิ่มขึ้นของค่า a* (Fig. 2a, b) ซึ่งเกิดจากเปลือกมะม่วงเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง โดยชุดควบคุมเริ่มมีการเพิ่มขึ้นกว่าชุดอื่นๆ ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา และสำหรับชุดที่บรรจุในกล่องที่บุด้วยกระดาษกัมมันต์ความเข้มข้น 5 และ 15% นั้นมีค่าใกล้เคียงกัน สำหรับชุดที่บรรจุในกล่องที่บุด้วยกระดาษกัมมันต์ความเข้มข้น 25% นั้นมีค่าต่ำที่สุด และในวันที่ 8 ของการเก็บรักษาพบว่า ชุดควบคุมและชุดที่บรรจุในกล่องที่บุด้วยกระดาษกัมมันต์ความเข้มข้น 5 และ 15 % มีการพัฒนาสีเหลืองจนมีค่า b* ไม่แตกต่างกัน ขณะที่ชุดควบคุมและชุดที่บรรจุในกล่องที่บุด้วยกระดาษกัมมันต์ความเข้มข้น 25% นั้น จะพัฒนาสีเหลืองได้ใกล้เคียงกับชุดอื่นๆ ในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา (Fig.2c) หลังจากนั้นทุกชุดทดลองมีการเปลี่ยนแปลงค่าเล็กน้อยจนกระทั่งหมดอายุการเก็บรักษา

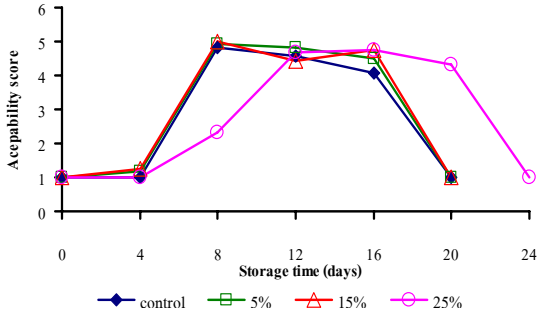

Figure 1 Effect of activated carbon paper on acceptability score of mango at 20 ± 1°C and 50±5% RH

ความแน่นเนื้อ

การลดลงของความแน่นเนื้อมีความสัมพันธ์กับการสะสมก๊าซเอทิลีนที่เพิ่มขึ้น โดยก๊าซเอทิลีนเป็นตัวกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ pectinesterase (PE) และ polygalacturonase (PG) ย่อยสลายองค์ประกอบของผนังเซลล์ของผลไม้ส่วนมากคือเพกตินกล้วยหอมที่ทำการศึกษากับสารดูดซับเอทิลีนที่ความเข้มข้นของโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่มากขึ้นจะช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อได้ (Hulme, 1983) ความแน่นเนื้อของมะม่วงในชุดควบคุมชุดและชุดที่บรรจุลงในกล่องที่บุด้วยกระดาษผงถ่านกัมมันต์ความเข้มข้น 5 และ 15% มีค่าลดลงในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา ส่วนชุดที่บรรจุลงในกล่องที่บุด้วยกระดาษผงถ่านกัมมันต์ความเข้มข้น 25% นั้น มีความแน่นเนื้อลดลงในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา หลังจากนั้นทุกชุดการทดลองมีค่าความแน่นเนื้อค่อนข้างคงที่จนหมดอายุการเก็บรักษา (Fig. 2d) การเปลี่ยนแปลงเพกติน จากรูปของ protopectin ซึ่งไม่ละลายน้ำเป็นเพกตินที่ละลายน้ำได้ในรูปของ galacturonic acid ทำให้เซลล์ซึ่งเคยยึดเกาะกันแน่นในผลไม้ดิบกลับมาอยู่ในสภาพเกาะกันหลวมๆ ในผลไม้สุก (จริงแท้, 2549; Hulme, 1983) ดังนั้นมะม่วงที่บรรจุลงในกล่องที่บุด้วยกระดาษผงถ่านกัมมันต์ความเข้มข้น 25 % ซึ่งอาจจะสามารถดูดซับเอทิลีนได้สูงที่สุด จึงสามารถชะลอการลดลงของความแน่นเนื้อได้ สอดคล้องกับรายงานของ Brackmann and Saquet (1999) พบว่าการเก็บรักษาผลแอปเปิลพันธุ์ Gala ในห้องที่มีการควบคุมสภาพบรรยากาศร่วมกับการใช้สารดูดซับเอทิลีนมีความแน่นเนื้อมากกว่าห้องที่ไม่ใช้สารดูดซับเอทิลีน สภาพบรรยากาศที่มีเอทิลีนต่ำจะทำให้ผลแอปเปิล กรอบและฉ่ำน้ำกว่า นอกจากนี้ยังมีลักษณะปรากฏและรสชาติที่ดีกว่าด้วย นอกจากนั้นสอดคล้องกับรายงานของ พิชญาและคณะ (2551) พบว่าการเก็บรักษาผลมะม่วงร่วมกับสารดูดซับเอทิลีนที่ทำจากดินสอพองกับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อได้ดีขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตขึ้น และที่มีความเข้มข้นของโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 7% สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อได้เทียบเท่ากับสารดูดซับเอทิลีนใช้เชิงการค้า

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solid; TSS)

มะม่วงเป็นผลไม้ที่มีแป้งสะสมเมื่อผลสุกมีแป้งลดลงและมีน้ำตาลเพิ่มขึ้น (จริงแท้, 2549) ดังจะเห็นได้จากกราฟที่แสดงค่า TSS ของมะม่วงซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนวันที่เก็บเพิ่มขึ้น และมะม่วงที่บรรจุลงในกล่องที่บุด้วยกระดาษผงถ่านกัมมันต์ความเข้มข้น 25 % ซึ่งสามารถดูดซับก๊าซเอทิลีนได้ ทำให้ชะลอสุกช้าที่สุด โดยการเปลี่ยนแปลงปริมาณแป้งเป็นน้ำตาลจึงเกิดช้ากว่าในชุดที่ไม่มีการกำจัดก๊าซเอทิลีน และชุดที่เติมผงถ่านกัมมันต์ในปริมาณน้อยลง (Fig. 2e) สอดคล้องกับการทดลองของ อภิรัตน์ (2544) พบว่าการบรรจุน้อยหน่าในถุงโพลีเอทิลีนและโพลีเอทิลีนร่วมกับสารดูดซับเอทิลีน สามารถชะลอการสุดได้ซึ่งสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงค่า TSS ที่มีค่าเพิ่มขึ้นช้ากว่าชุดควบคุมด้วย ซึ่งในการทดลองนี้พบว่า ชุดควบคุมและบรรจุลงในกล่องที่บุด้วยกระดาษผงถ่านกัมมันต์ความเข้มข้น 5 และ 15 % มีค่าสูงขึ้นในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา ส่วนชุดที่บรรจุลงในกล่องที่บุด้วยกระดาษผงถ่านกัมมันต์ความเข้มข้น 25 % มีค่าต่ำที่สุด จนกระทั่งวันที่ 12 ของการเก็บรักษาจึงมีค่าเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกับชุดอื่นๆ หลังจากนั้นทุกชุดการทดลองมีค่า TSS เปลี่ยนแปลเล็กน้อยจนหมดอายุการเก็บรักษา (Fig. 2e)

ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Titratable acidity; TA)

ผลไม้ส่วนใหญ่เมื่อยังอ่อนอยู่มีปริมาณกรดอินทรีย์ค่อนข้างสูง และเมื่อผลไม้เข้าสู่กระบวนการสุกปริมาณกรดมักจะลดลง (จริงแท้, 2549) ในการทดลองพบว่า ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของมะม่วงทุกชุดการทดลอง มีค่าลดลงเมื่อเก็บรักษานาน (Fig. 2f) โดยชุดที่บรรจุในกล่องที่บุด้วยกระดาษกัมมันต์ความเข้มข้น 25 % มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณ TA ช้ากว่าชุดการทดลองอื่น คือเพิ่มขึ้นในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา สำหรับชุดควบคุมและชุดที่บรรจุในกล่องที่บุด้วยกระดาษกัมมันต์ความเข้มข้น 5 และ 15% เพิ่มขึ้นในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา อาจเนื่องจากยังคงมีการสะสมของก๊าซเอทิลีนที่สูงกว่าชุดที่บรรจุในกล่องที่บุด้วยกระดาษกัมมันต์ความเข้มข้น 25% จึงทำให้กระบวนการสุกและการลดลงของค่า TA เกิดขึ้นได้เร็วกว่าด้วย

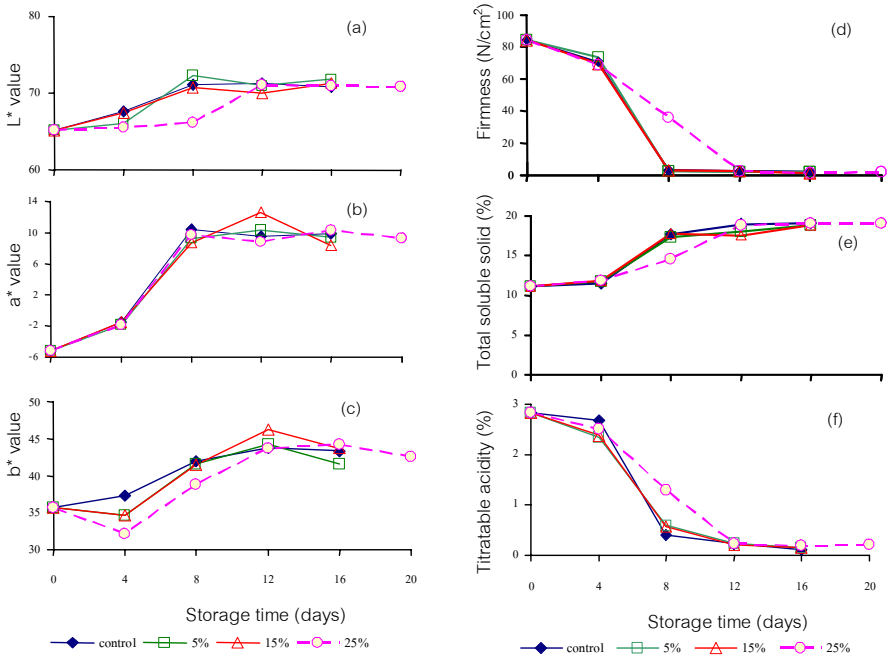

Figure 2 Effect of activated carbon paper on mango quality at 20±1°C and 50±5% RH: (a) L* value, (b) a* value, (c) b* value, (d) firmness, (e) total soluble solid and (f) titratable acidity.

สรุปผลการทดลอง

มะม่วงชุดที่บรรจุในกล่องที่บุด้วยกระดาษกัมมันต์ความเข้มข้น 5 และ15% มีอายุการเก็บรักษานาน 16 วัน เท่ากัน อาจเนื่องจากความเข้มข้นของผงถ่านกัมมันต์ยังต่ำเกินที่จะสามารถดูดซับก๊าซเอทิลีนจนสามารถชะลอการสุกของมะม่วงได้ สำหรับการบรรจุมะม่วงในกล่องที่บุด้วยกระดาษกัมมันต์ความเข้มข้น 25% สามารถเก็บรักษาได้นาน 20 วัน เนื่องจากกระดาษกำมันต์ดูดซับก๊าซเอทิลีนภายในกล่องบรรจุไว้ จึงสามารถชะลอการสุก ชะลอการเปลี่ยนแปลงสี ชะลอการอ่อนตัว ชะลอการเปลี่ยนแปลง TSS และ TA ส่งผลทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาของมะม่วงได้

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติเครือข่ายภาคเหนือ (สวทช. ภาคเหนือ) ที่สนับสนุนงบวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สนับสนุนสถานที่ในการปฏิบัติงานโครงงานวิจัย และขอขอบคุณสถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในการสนับสนุนงบประมาณในการเสนอผลงาน

เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช.2549. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่ง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 453 หน้า.

ดนัย บุณยเกียรติ. 2540. สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 222 หน้า.

พิชญา บุญประสม, พรชัย ราชตนะพันธุ์ และวุฒิรัตน์ พัฒนิบูลย์. (2551). การผลิตสารดูดซับเอทิลีนสำหรับยืดอายุการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. พิเศษ 39 (3): 107-110.

พรชัย ราชตนพันธุ์, พิชญาภรณ์ มูลพฤกษ์และภัทริน วงศ์โกศลจิต. (2551). การประยุกต์ใช้สารดูดซับเอทิลีนจากไดอะทอไมต์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษากล้วยหอมทอง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. พิเศษ 39 (3): 83-90.

พรชัย ราชตนพันธุ์, สุพัฒน์ คำไทย และดวงใจ น้อยวัน . (2552). รายงานฉบับสมบูรณ์ การพัฒนาบรรจุภัณฑ์แอคทีฟดูดซับเอทิลีนสำหรับยืดอายุการเก็บผลไม้เศรษฐกิจเพื่อส่งเสริมการส่งออกผลไม้ไทย. 52 หน้า

วุฒิรัตน์ พัฒนิบูลย์, พรชัย ราชตนะพันธุ์, พิชญา บุญประสม. (2549) การศึกษาเบื้องต้นของการผลิตสารดูดซับเอทิลีน. วารสาร วิทยาศาสตร์เกษตร. พิเศษ 37 (5): 54-57.

วุฒิรัตน์ พัฒนิบูลย์, พรชัย ราชตนะพันธุ์ และ พิชญา บุณประสม. (2550). การผลิตสารดูดซับเอทิลีนเพื่อยืดอายุหลังการเก็บเกี่ยวกล้วยหอมทอง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. พิเศษ 38 (5): 325-328.

อภิรัตน์ เพ็ชรดี. 2544. อิทธิพลของอัตราส่วนคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจน ชนิดของภาชนะบรรจุและสารดูดซับเอทิลีนต่ออายุการเก็บรักษาผลน้อยหน่าภายใต้สภาพบรรยากาศดัดแปลง. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ. 88 หน้า.

Brackmann, A. and A.A., Saquet. 1999. Low ethylene and rapid CA storage of 'Gala' apples. Acta Horticultural 485: 79 -84.

Hulme, D.J. 1983. The low of ell wall hydrolases in fruit solftenin. Hort. Rev. 5: 169-219.