Agricultural Sci. J. 46 : 3/1 (Suppl.) : 172-175 (2015) ว. วิทย. กษ. 46 : 3/1 (พิเศษ) : 172-175 (2558)

ผลของสารเคลือบผิวไคโทซานต่อการเปลี่ยนแปลงด้านกายภาพและเคมีของมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 หั่นชิ้นพร้อมบริโภคที่อุณหภูมิ 5°C

Effect of a Chitosan-Based Coating on Physical and Chemical Change of Fresh-Cut Mangoes (*Mangifera indica* L.) cv. Nam Dok Mai#4 Stored at 5°C

นันทา เป็งเนตร์[1] บุญส่ง แสงอ่อน[1] และ พีระศักดิ์ ฉายประสาท[1,2,3]
NanthaPengnet[1], Boonsong Sang-On[1] and PeerasakChaiprasart[1,2,3]

Abstract

The effect of chitosan coating on physical and chemical changes and browning index of fresh-cut mangoes cv. Nam Dok Mai#4 was investigated. In this study, fresh-cut mangoes were treated with 5.0% ascorbic acid, alone or combined with 0.0% (control), 0.25, 0.5 and 1.0% of chitosan aqueous solution, then stored at 5°C throughout experimental period. The results showed that fresh-cut mangoes coated with 0.25% chitosan + 5.0% ascorbic acid had the lowest browning index and highest lightness (L*) and yellow/blue (b*) values, which were significantly different from the control ($p<0.05$). The ascorbic acid of fresh-cut mangoes ranged from16.55 to 35.46 mg/100 g cubes. Coating fruits with 0.25%, 0.5% and 1.0% chitosan maintained higher levels of ascorbic acid content than that of 5.0% ascorbic acid and uncoated (control). Moreover, after 5 days of storage, β-carotene content of fresh-cut mango ranged from8.01 to 96.01 μg/100 g which was similar with the control but was slightly higher than the chitosan coated fresh-cut mango. Thecoating treatment extended the storage life to 5 days, resulting in delaying of browning and preventing loss of ascorbic acid and β-carotene of fresh-cut.

Keywords: ascorbic acid, chitosan, fresh-cut mangoes

บทคัดย่อ

ผลการศึกษาสารเคลือบผิวไคโทซานต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพ เคมี และดัชนีการเกิดสีน้ำตาลของเนื้อมะม่วงหั่นชิ้นพร้อมบริโภค โดยการเคลือบผิวเนื้อมะม่วงหั่นชิ้นด้วยสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นร้อยละ 5.0 ร่วมกับสารละลายไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 0.0 (ควบคุม), 0.25, 0.5 และ 1.0 ตามลำดับ นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °ซ ตลอดระยะเวลาการทดลอง พบว่าเนื้อมะม่วงหั่นชิ้นที่เคลือบผิวด้วยไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 0.25 ร่วมกับกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นร้อยละ 5.0 มีดัชนีการเกิดสีน้ำตาลต่ำสุดและมีค่าความสว่าง (L*) และค่าสีเหลือง (b*) สูงสุด ซึ่งแตกต่างกับชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เนื้อมะม่วงหั่นชิ้นมีปริมาณกรดแอสคอร์บิก ระหว่าง 16.55-35.46 มิลลิกรัมต่อตัวอย่าง 100 กรัม การเคลือบผิวมะม่วงหั่นชิ้นด้วยสารละลายไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 0.25, 0.5 และ 1.0 ตามลำดับ สามารถชะลอการลดลงของปริมาณกรดแอสคอร์บิกในตัวอย่างดีกว่าการเคลือบด้วยกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นร้อยละ 5 เพียงอย่างเดียวและชุดตัวอย่างที่ไม่เคลือบผิว (ชุดควบคุม) นอกจากนี้ภายหลังการเก็บรักษาในวันที่ 5 พบว่ามะม่วงหั่นชิ้นมีปริมาณของบีต้า-แคโรทีนระหว่าง 8.01-96.01 ไมโครกรัมต่อตัวอย่าง 100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งยังคงมีปริมาณเช่นเดียวกับชุดควบคุมและมากกว่าเพียงเล็กน้อยในมะม่วงหั่นชิ้นที่เคลือบด้วยสารเคลือบผิวไคโทซาน การเคลือบผิวมะม่วงหั่นชิ้นช่วยยืดอายุการเก็บรักษา ตลอดระยะเวลา 5 วัน โดยมีผลไปชะลอปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลและป้องกันการสูญเสียปริมาณกรดแอสคอร์บิกและปริมาณบีต้า-แคโรทีนในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °ซ

คำสำคัญ: กรดแอสคอร์บิก ไคโทซาน มะม่วงตัดแต่งพร้อมบริโภค

คำนำ

มะม่วงน้ำดอกไม้เป็นมะม่วงสายพันธุ์หนึ่งที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายทั้งในประเทศและต่างประเทศ เป็นไม้ผลเขตร้อนที่อุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการและสารต้านอนุมูลอิสระ (ศรินธร และนเรศ, 2552) กระบวนการหั่นชิ้นผลไม้เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านเคมี ได้แก่ การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ การสูญเสียคุณค่าทาง

[1]คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวรพิษณุโลก 65000
[1]Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phisanulok 6500
[2]สถานวิจัยเพื่อความเป็นเลิศทางวิชาการด้านเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก 65000
[2]Center of Academic Excellence in Postharvest Technology, Naresuan University, Phitsanulok 65000
[3]ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ภาคีมหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก 65000
[3]Postharvest Technology Innovation Center, Naresuan University, Phisanulok 65000

โภชนาการและการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ เนื้อมะม่วงหั่นชิ้นพร้อมบริโภค (fresh-cut mango) เป็นผลไม้ที่ผ่านขั้นตอนการล้าง ปอกเปลือก และการหั่นเป็นชิ้นเพื่อให้มีสภาพพร้อมสำหรับบริโภคได้ทันที เป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคและลดขั้นตอนของการจัดเตรียม แต่มีข้อจำกัด คือ การเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์และเกิดการเน่าเสียได้ง่ายจากจุลินทรีย์ (Rattanapanone *et al*., 2001) จึงส่งผลต่ออายุการเก็บรักษาและการวางจำหน่าย การใช้สารเคลือบผิวที่บริโภคได้ (edible coating) ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารให้สามารถเก็บรักษาได้นานขึ้น และสามารถช่วยลดการเปลี่ยนแปลงทางด้านคุณค่าทางโภชนาการได้ โดยมีสมบัติเด่น คือ ช่วยควบคุมการแพร่ผ่านของแก๊ส ช่วยรักษาความแน่นเนื้อ ลดการสูญเสียความชื้น อัตราการหายใจ และอัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Rojas-Graüet *et al*., 2008) ซึ่งจะส่งผลทำให้เนื้อมะม่วงหั่นชิ้นพร้อมบริโภคเก็บรักษาได้นานขึ้น (Baldwin *et al*.,1995; Purwdaria and Wuryani, 2000) ไคโทซานเป็นสารเคลือบผิวจากธรรมชาติมีความสามารถในการเกิดฟิล์มและป้องกันการซึมผ่านของแก๊ส (O_2, CO_2) ได้ดี (Chien *et al*., 2007 ; Eissal, 2007) ใช้เป็นสารป้องกันราและแบคทีเรียได้ (Muzzarelli, 2003) การใช้ความร้อนร่วมกับสารเคมีกลุ่ม Generally recognized as safe (GRAS) เช่น กรดแอสคอร์บิกสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาผลการใช้กรดแอสคอร์บิกร่วมกับสารเคลือบผิวไคโทซานต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพและเคมีของเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 หั่นชิ้นพร้อมบริโภค เพื่อลดปัญหาการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ ซึ่งผลของข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์ต่อการผลิตและยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อมะม่วงหั่นชิ้นพร้อมบริโภคต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ผลมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 ที่มีความบริบูรณ์ร้อยละ 80 โดยใช้วิธีการจมในน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 2 มีน้ำหนักผล 400 กรัมโดยประมาณ สภาพสมบูรณ์ไม่มีตำหนิและร่องรอยการทำลายของแมลง บ่มให้สุกโดยแช่ในสารละลายเอทีฟอน ความเข้มข้น 200มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 10 นาที ผึ่งให้แห้ง จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30°ซ) เป็นเวลา 3 วัน นำผลมะม่วงมาทำความสะอาดด้วยสารละลายกรดเปอร์ออกซีแอซีติกความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 10 นาที และจุ่มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50 °ซ เป็นเวลา 5 นาที (Singh, 2011) หลังจากนั้นปอกเปลือกและหั่นเป็นชิ้นขนาด 3x3x2 ลูกบาศก์เซนติเมตร นำเนื้อมะม่วงหั่นชิ้นมาเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวไคโทซาน (CH) ความเข้มข้นร้อยละ 0, 0.25, 0.50 และ 1.0 โดยมีสารละลายกรดแอสคอร์บิก (AA) ความเข้มข้นร้อยละ 5 เป็นสารต้านการเกิดสีน้ำตาลและช่วยในการทำละลายสารเคลือบผิวไคโทซาน บรรจุเนื้อมะม่วงหั่นชิ้นใส่กล่องพอลิโพรพิลีน น้ำหนัก 200 กรัมโดยเฉลี่ยต่อกล่องและหุ้มด้วยถุงไนลอนชนิดความหนาแน่นต่ำ (Nylon/ LDPE) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°ซ โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) แต่ละการทดลองมี 3 ซ้ำ บันทึกการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านเคมี ได้แก่ ปริมาณกรดแอสคอร์บิก ปริมาณบีต้า-แคโรทีน และดัชนีการเกิดสีน้ำตาล (browning index) คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี L* a* b* เป็นระยะเวลา 5 วัน วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรม SPSS สำเร็จรูป

ผล

เนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 หั่นชิ้นพร้อมบริโภคทุกชุดการทดลองมีค่า L*, a*, b* ลดลงตามระยะเวลาของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°ซ การเคลือบผิวมะม่วงหั่นชิ้นด้วยสารละลายไคโทซานสามารถลดการเปลี่ยนแปลงค่า L* a* b* ได้เมื่อเปรียบเทียบกับมะม่วงชุดควบคุมที่อุณหภูมิ 5°ซ เป็นเวลา 5 วัน การเคลือบผิวมะม่วงหั่นชิ้นด้วยสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นร้อยละ 5 และสารละลายไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 0.25-1.0 มีค่า L* ระหว่าง 23.45-27.95 ค่า a* ระหว่าง 11.22-12.97 ค่า b* ระหว่าง 35.06-43.02 ค่า Chroma ระหว่าง 23.53-31.47 และค่า Hue angle ระหว่าง 0.92-1.18 ตามลำดับ (Table 1) ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดัชนีการเกิดสีน้ำตาล (browning index) ของเนื้อมะม่วงหั่นชิ้นพร้อมบริโภคมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการเก็บรักษา การเคลือบผิวเนื้อมะม่วงหั่นชิ้นด้วยสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น ร้อยละ 5 และการเคลือบผิวด้วยสารละลายไคโทซานที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.25-1.0 มีค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลน้อยกว่าชุดตัวอย่างควบคุม (Figure 1) โดยที่ชุดตัวอย่างควบคุมมีค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วภายหลังการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 2 วัน ในขณะที่ชุดตัวอย่างที่เคลือบผิวด้วยสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น ร้อยละ 5 และสารเคลือบผิวไคโทซาน มีค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาล ไม่เกิน 2.0 ในวันที่ 5 ของการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 5 °ซ

ปริมาณกรดแอสคอร์บิกของเนื้อมะม่วงหั่นชิ้นพร้อมบริโภคทุกชุดตัวอย่างมีค่าลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งเนื้อมะม่วงหั่นชิ้นพร้อมบริโภค (ตัวอย่างควบคุม) มีปริมาณกรดแอสคอร์บิกต่ำสุด เมื่อเปรียบเทียบกับมะม่วงหั่นชิ้นที่เคลือบผิว

ด้วยสารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นร้อยละ 5 และสารเคลือบผิวไคโทซานที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.25-1.0 (Future 2) การเพิ่มความเข้มข้นของสารเคลือบผิวสารไคโทซานส่งผลต่อการรักษาปริมาณกรดแอสคอร์บิก ผลการวิจัยพบว่า การเคลือบผิวเนื้อมะม่วงหั่นชิ้นพร้อมบริโภคด้วยสารเคลือบผิวไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 1.0 มีปริมาณกรดแอสคอร์บิกสูงสุด โดยมีค่าเท่ากับ 35.46 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด รองลงมาคือ การเคลือบผิวเนื้อมะม่วงหั่นชิ้นด้วยสารไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 0.5 และ 0.25 มีค่าเท่ากับ 35.30 และ 34.20 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสดตาม ลำดับ (Table 2)

การเคลือบผิวเนื้อมะม่วงหั่นชิ้นด้วยสารไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 0.25–1.0 ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณบีต้า-แคโรทีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) การเคลือบผิวด้วยสารไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 0.25 มีปริมาณบีต้า-แคโรทีนสูงสุดเท่ากับ 88.028 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด รองลงมาคือการเคลือบผิวเนื้อมะม่วงหั่นชิ้นด้วยสารไคโทซานความเข้มข้น ร้อยละ 0.5 และ 1.0 มีปริมาณบีต้า-แคโรทีน เท่ากับ 67.43 และ 42.19 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม (Table 2)

Table 1 Color value (L*, a*, b*, C and H°) of fresh-cut mangoes fruits cv. Nam-Dok Mai#4 during storage at 5°C for 5 days.

Chitosan (%)	L* values	a* values	b* values	Chroma	Hue angle (H°)
Control	18.85±0.58b	14.32±1.20a	18.67±1.88b	23.53±1.50b	0.92±0.04b
5% AA	25.80±0.78a	12.97±0.42b	27.30±0.56a	30.24±0.99a	1.13±0.02a
5% AA + 0.25%chitosan	27.95±1.26a	11.22±0.54b	24.90±1.25a	27.34±2.00a	1.15±0.05a
5% AA + 0.5%chitosan	23.45±1.17a	11.95±1.19b	28.77±0.92a	31.20±2.04a	1.18±0.05a
5% AA + 0.1%chitosan	26.87±1.28a	12.82±0.24b	28.72±1.56a	31.47±2.58a	1.15±0.03a

[a,b]= Means within the column with different letters are significant ($p<0.05$)

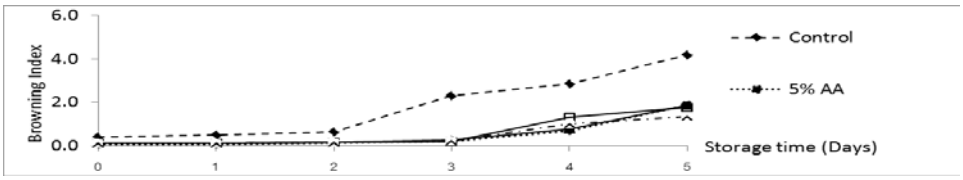

Figure 1 Effect of browning index of fresh-cut mangoes fruits cv. Nam-Dok Mai#4 during storage at 5°C for 5 days.

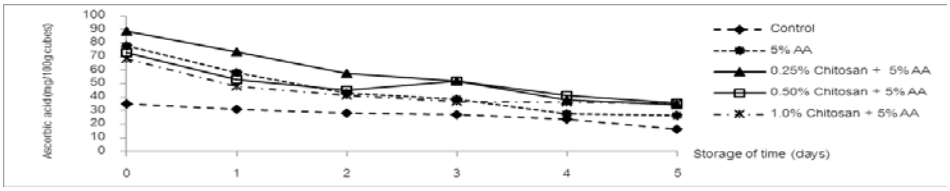

Figure 2 Effect of chitosan coating on ascorbic acid content of fresh-cut mangoes fruits cv. Nam-Dok Mai#4 during storage at 5°C for 5 days.

Table 2 Ascorbic acid content and β-caroteneof fresh-cut mangoes fruits cv. Nam-Dok Mai#4 during storage at 5°C for 5 days.

Treatment	Ascorbic acid(mg/100g)	β-carotene(μg/100g)
Control	16.55±0.70[c]	8.025±0.002[d]
5% AA	26.25±0.65[b]	96.01±0.003[a]
0.25% CH + 5% AA	34.20±1.06[a]	88.02±0.004[a]
0.50% CH + 5% AA	35.30±0.32[a]	67.43±0.006[b]
1.0% CH + 5% AA	35.46±1.81[a]	42.19±0.003[c]

[a,b]= Means within the column with different letters are significant ($p<0.05$)

Day 0 Day 5

Figure 3 Appearance characteristic of fresh-cut mangoes fruit cv.Nam-Dok Mai#4 during storage at 5°C for 5 days.

วิจารณ์ผล

การเคลือบเนื้อมะม่วงน้ำดอกไม้เบอร์ 4 หั่นชิ้นพร้อมบริโภคด้วยสารไคโทซานร่วมกับกรดแอสคอร์บิกจะทำให้พื้นที่ผิวของเนื้อมะม่วงสัมผัสกับออกซิเจนได้น้อยลง กลไกของการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเกิดจะเกิดได้ช้าลงโดยจะส่งผลทำให้สามารถช่วยชะลอการเกิดสีน้ำตาลที่ผลิตภัณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Javdani *et al*., 2013 ; Gonzalez-Aguilar *et al*., 2000 พบว่า กรดแอสคอร์บิกสามารถต้านการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์ในผลไม้สดหั่นชิ้นได้ดี โดยยังคงรักษาปริมาณวิตามินซีให้มีปริมาณสูงตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา การใช้อุณหภูมิต่ำ (5°ซ)สำหรับเก็บรักษามะม่วงหั่นชิ้นพร้อมบริโภค สามารถยืดอายุได้นาน 5 วัน ซึ่งเป็นระดับอุณหภูมิที่ช่วยลดการเปลี่ยน แปลงสีผิว ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของสารต้านการเกิดสีน้ำตาล โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ponting *et al*., 1972 ดัชนีบ่งชี้ด้านคุณภาพที่สำคัญและส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคในการตัด สินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ คือ ค่าความสว่าง (L*) ค่าสี b* ค่า Hue angle และค่า Chroma ที่มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงโดยสัมพันธ์กับระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยปกติมะม่วงหั่นชิ้นพร้อมบริโภคจะมีอายุการเก็บรักษานาน 1-2 วัน ที่อุณหภูมิ 5 °ซ (Poubol and Izumi, 2005) การนำสารเคลือบผิวไคโทซานร่วมกับกรดแอสคอร์บิกและเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะช่วยยืดระยะ เวลาการเก็บรักษาได้เป็นเวลา 5 วัน

สรุป

การเคลือบผิวเนื้อมะม่วงหั่นชิ้นพร้อมบริโภคด้วยไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 0.25 ร่วมกับกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นร้อยละ 5.0 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °ซ มีค่า L* สูงสุด เท่ากับ 27.97 และค่าสี b* ต่ำสุด เท่ากับ 24.9 มีค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาล เท่ากับ 1.86 มีปริมาณกรดแอสคอร์บิก เท่ากับ 34.20 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และมีปริมาณของบีต้า-แคโรทีน เท่ากับ 88.02 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม สามารถเก็บรักษาได้นาน 5 วัน เมื่อเทียบกับชุดควบคุม

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สถานวิจัยเพื่อความเป็นเลิศทางวิชาการด้านเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยนเรศวร และศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ภาคีมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก ที่สนับสนุนทุนและเครื่องมือ อุปกรณ์ต่างๆ สำหรับการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

ศรินธร ศิริอมรพรรณ และนเรศ มีโส. 2552. การวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในมะม่วง กล้วยและมะละกอ. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสาคาม. สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

Baldwin, E. A., M. O.Nisperos-Carriedo and R. A.Baker.1995. Use of edible coatings for lightly processed fruits and vegetables. Hort Science 30: 35–38.

Chien, P.J., F. Sheu and F.H. Yang. 2007. Effects of edible coating chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit. Journal of Food Engineering 78:225-229.

Eissal, H.A.A. 2007. Effect of chitosan coating on shelf life and quality of fresh-cut mushroom. Journal of Food Quality 30:623-645.

Gonzalez-Aguilar, G.A., C.Y. Wang and J.G. Buta. 2000. Maintaining quality of fresh-cut mangoes using anti-browning agents and modified atmosphere packaging. Journal of Agricultural and Food Chemistry 48: 4204–4208.

Javdani, Z., G. Mahmood and Z. Somaye. 2013. A comparison of heat treatment and ascorbic acid on controlling enzymatic browning of fresh-cuts apple fruit. Intl J Agri Crop Sci. 5(3):186-193.

Muzzarelli, R.A.A. 2003.Overview on chitin. Agro-Food Industry Hi-Tech. 14(5):30-31.

Poubol, J. and H. Izumi. 2005. Shelf life and microbial quality of fresh-cut mango cubes stored in high CO_2 atmospheres. Journal of Food Science 70(1): M69-M74.

Ponting, JD., R. Jackson and G. Watters. 1972. Refrigerated apple slices: preservative effect of ascorbic acid, calcium and sulfites. J. Food Sci. 37:434 -436.

Purwadaria, H.K. and S. Wuryani.2000. Respiration model for edible coated minimally processed mango. ActaHort. 509: 531-542.

Rattanapanone,N., Y. Lee, T. Wu and A.E. Watada. 2001. Quality and microbial change of fresh-cut mango cubes held in controlled atmosphere. HortScience. 36(6):1091-1095.

Rojas-Grau, M.A., M.S. Tapia and O. Martin-Belloso.2008. Using polysaccharide-based edible coatings to maintain quality of fresh-cut Fuji apples. LWT. 41: 139-147.

Singh, P. 2011. Integrated Management of Storage Anthracnose of Mango. J Mycol Pl Pathol. 41:63-66.