Agricultural Sci. J. 44 : 3 (Suppl.) : 65-68 (2013) ว. วิทย. กษ. 44 : 3 (พิเศษ) : 65-68 (2556)

การพัฒนาฟิล์มไคโทซานผสมน้ำมันมะรุมและการประยุกต์ใช้สำหรับการยืดอายุการเก็บรักษาผลมะเขือเทศ

Development of Chitosan Film Incorporated with *Moringa oleifera* Oil and Its Application for Prolonging Shelf Life of Tomatoes

ปิยพร แซ่หย่อง[1] สุธีรา วัฒนกุล[1]และ อนุวัตร แจ้งชัด[2]
Piyaporn Saeyong[1], Suteera Vatthanakul[1] and Anuvat Jangchud[2]

Abstract

This research aimed to study the mechanical properties of chitosan films incorporated with different concentrations of *Moringa oleifera* oil at 0, 0.5 and 1.0 % (w/v) and their effects on prolonging the shelf life of tomato. Addition of *Moringa oleifera* oil into chitosan films significantly resulted in the increase in thickness but the decrease in tensile strength and percentage of elongation ($p \leq 0.05$). However, the addition of *Moringa oleifera* oil into chitosan films showed no significant effect on water vapor and oxygen transmission rates ($p>0.05$). The chitosan films incorporated with *Moringa oleifera* oil were then applied onto tomatoes which were stored at 30±5°C for 14 days. The results showed that coating with chitosan film incorporated with 0.5% *Moringa oleifera* oil retarded weight loss and deterioration of tomatoes. Furthermore, the quality of coated tomatoes was better than that of uncoated ones in terms of color, firmness, pH and total soluble solids. This treatment also retarded bacterial growth as compared with coating with chitosan without *Moringa oleifera* oil (control).

Keywords: chitosan film, *Moringa oleifera* oil, tomato, shelf life

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติของฟิล์มไคโทซานผสมน้ำมันมะรุมที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0, 0.5 และ 1.0 (w/v) ต่อการยืดอายุการเก็บรักษาผลมะเขือเทศ พบว่าการเติมน้ำมันมะรุมลงในฟิล์มไคโทซานส่งผลให้ฟิล์มที่ได้มีความหนาเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ค่าความต้านทานแรงดึงขาดและเปอร์เซ็นต์การยืดตัวของฟิล์มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แต่การเติมน้ำมันมะรุมลงในฟิล์มไคโทซานนั้นไม่มีผลต่ออัตราการซึมผ่านของไอน้ำและออกซิเจน ($p>0.05$) และเมื่อนำฟิล์มไคโทซานผสมน้ำมันมะรุมมาประยุกต์ใช้ โดยนำไปเคลือบผิวผลมะเขือเทศหลังจากนั้นเก็บรักษาผลมะเขือเทศที่อุณหภูมิ 30±5 องศาเซลเซียสนาน 14วัน พบว่าการเคลือบด้วยฟิล์มไคโทซานที่มีการเติมน้ำมันมะรุมที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักและการเสื่อมสภาพของผลมะเขือเทศ รวมถึงสามารถรักษาคุณภาพด้านสี ความแน่นเนื้อ พีเอช และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ดีกว่า และยังชะลอการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ เมื่อเปรียบเทียบกับการเคลือบด้วยฟิล์มไคโทซานที่ไม่มีการเติมน้ำมันมะรุม (สิ่งทดลองควบคุม)

คำสำคัญ: ฟิล์มไคโทซาน, น้ำมันมะรุม, มะเขือเทศ, อายุการเก็บรักษา

คำนำ

การใช้สารต่อต้านจุลินทรีย์เติมลงในอาหารเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถป้องกันหรือลดการเสื่อมสภาพของอาหารจากจุลินทรีย์ได้ แต่เนื่องจากในปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีบวกกับความต้องการของผู้บริโภคต่ออาหารที่มีคุณภาพและความปลอดภัยเพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดการพัฒนาบรรจุภัณฑ์แบบแอคทีฟซึ่งเป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติด้านอื่นๆ ในการช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของอาหารให้ยาวนานยิ่งขึ้นได้เพราะสารเคลือบหรือฟิล์มช่วยควบคุมการแพร่ของสารยับยั้งจุลินทรีย์ไปสู่ผิวของอาหาร เพื่อให้คงความเข้มข้นอยู่ในระดับที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ให้ได้นานขึ้น

[1] ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปทุมธานี 12121
[1] Department of Food Science and Technology, Faculty of Science and Technology, Thammasat University, Pathumthani ,12121
[2] ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
[2] Department of Product Development, Faculty of Agro Industry, Kasetsart University, Bangkok, 10900

น้ำมันมะรุมมีคุณประโยชน์มากมาย รวมทั้งมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ จึงมีการพัฒนาสารเคลือบที่บริโภคได้จากไคโทซานผสมน้ำมันมะรุม เพื่อเสริมประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเสื่อมสภาพในผักและผลไม้

มะเขือเทศจัดเป็นผักชนิดหนึ่งที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง จึงได้รับความนิยมในการบริโภค แต่มะเขือเทศมักเกิดการเสื่อมสภาพหลังการเก็บเกี่ยวอันเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ กล่าวคือเมื่อเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนกับผลมะเขือเทศแล้วจะอาศัยสารอาหารจากผลมะเขือเทศมาใช้ในการเจริญเติบโต ทำให้ผลมะเขือเทศมีคุณลักษณะด้านสี เนื้อสัมผัส หรือรสชาติเปลี่ยนแปลงไปจนไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค จากปัญหาดังกล่าวจึงได้มีการประยุกต์ใช้สารเคลือบที่บริโภคได้จากไคโทซานผสมน้ำมันมะรุมในการชะลอการเสื่อมสภาพอันเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ในมะเขือเทศ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การศึกษาคุณสมบัติของฟิล์มไคโทซานผสมน้ำมันมะรุม

วัตถุดิบสำคัญในการพัฒนาฟิล์มไคโทซานผสมน้ำมันมะรุมประกอบด้วยไคโทซาน (น้ำหนักโมเลกุล 500,000 ดาลตัน และ degree of deacetylation 85 %) จากบริษัท SEAFRESH ประเทศไทย พอลิออกซีทีลีนซอร์บิแทนโมโนโอเรเอต (Tween® 80) จากบริษัท Ajax Finechem ประเทศออสเตรเลีย กรดอะซิติก จากบริษัท Merck ประเทศเยอรมัน และน้ำมันมะรุม จากบริษัทเดวี่กรีนส์ ประเทศไทย

การเตรียมสารละลายไคโทซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 โดยน้ำหนักโดยชั่งผงไคโทซาน 1.5 กรัม นำไปละลายในสารละลายอะซีติกความเข้มข้นร้อยละ 1 ปริมาตร 100 มิลลิลิตรร่วมกับการเติมสารละลาย Tween® 80 ความเข้มข้นร้อยละ 0.20 โดยน้ำหนัก/ปริมาตร แล้วทำการกวนผสมนาน 15 นาทีด้วยเครื่องกวนผสม ขั้นตอนต่อมาเติมน้ำมันมะรุมความเข้มข้นแตกต่างกัน (ร้อยละ 0, 0.5 และ 1.0) ทำการกวนผสมต่อเป็นเวลา 12 นาทีด้วยเครื่องกวนผสม หลังจากนั้นกวนต่อด้วยเครื่อง homogenizer ที่ความเร็ว 16,000 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 3 นาทีแล้วนำสารละลายฟิล์มที่ได้ไปกรองผ่านตะแกรงขนาด 100 mesh เพื่อแยกอนุภาคที่ไม่สามารถละลายออกไปและวางสารละลายไคโทซานผสมน้ำมันมะรุมตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องให้ฟองอากาศหายไปเป็นเวลา 30 นาที ก่อนจะนำไปขึ้นรูปเป็นแผ่นฟิล์มเพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกลดังนี้คือ ความหนาตามมาตรฐาน standard testing method 882–95a (ASTM, 1995) ความต้านทานแรงดึงขาดและเปอร์เซ็นต์การยืดตัวตามมาตรฐาน ASTM D882-02 (ASTM, 2006) อัตราการซึมผ่านของไอน้ำโดยใช้วิธี cup method based on ASTM standard (E96/E96M-05) และอัตราการซึมผ่านของออกซิเจน ตามมาตรฐาน ASTM D3985-02 (ASTM, 2004)

2. การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลมะเขือเทศ

นำผลมะเขือเทศที่ความสุกระดับ pink stage มาทำความสะอาดแล้วนำไปเคลือบด้วยสารละลายฟิล์มไคโทซานที่ได้จากข้อที่ 1ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 1 นาทีด้วยการจุ่ม แล้วนำไปผึ่งให้แห้งก่อนที่จะนำไปบรรจุในถุงชนิดพอลิโพรพิลีนที่มีการเจาะรูไว้ถุงละ 3 ผล แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 ± 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 60 และติดตามการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ของผลมะเขือเทศ ได้แก่ การสูญเสียน้ำหนัก การเน่าเสีย สี ความแน่นเนื้อ พีเอช ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์เป็นเวลานาน 14 วัน

ผล

1. การศึกษาคุณสมบัติของฟิล์มไคโทซานผสมน้ำมันมะรุม

จากการศึกษาคุณสมบัติฟิล์มไคโทซานผสมน้ำมันมะรุม เมื่อมีการเติมน้ำมันมะรุมที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน พบว่าเมื่อระดับการเติมน้ำมันมะรุมเพิ่มมากขึ้น ฟิล์มที่พัฒนาได้มีความหนาเพิ่มขึ้นในขณะที่ค่าความต้านทานแรงดึงขาดและเปอร์เซ็นต์การยืดตัวของฟิล์มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แต่ฟิล์มไคโทซานที่มีการเติมน้ำมันมะรุมลงไปที่ความเข้มข้นที่มากขึ้นนั้นไม่ส่งผลต่ออัตราการซึมผ่านของไอน้ำและออกซิเจน ($p>0.05$) (Table 1)

2. การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลมะเขือเทศ

จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลมะเขือเทศที่อุณหภูมิ 30±5 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน เมื่อทำการเคลือบผิวมะเขือเทศด้วยสารละลายฟิล์มไคโทซานผสมน้ำมันมะรุมที่ความเข้มข้นต่างๆนั้น พบว่าการเคลือบด้วยฟิล์มไคโทซานที่มีการเติมน้ำมันมะรุมที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักและการเสื่อมสภาพของผลมะเขือเทศเมื่อเข้าสู่วันที่ 6 อีกทั้งยังสามารถรักษาคุณภาพด้านสี ความแน่นเนื้อ พีเอช ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ดีกว่า (Figure 1-3) และยัง

ชะลอการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ (Table 2) เมื่อเปรียบเทียบกับการเคลือบฟิล์มด้วยไคโทซานที่ไม่มีการเติมน้ำมันมะรุม (สิ่งทดลองควบคุม)

Table 1 Mechanical properties of chitosan films incorporated with *Moringa oleifera* oil

Treatment	T	TS	E	WVTR($x10^{-10}$)	OTR
	(mm)	(N)	(%)	(g h-1m-1Pa-1)	(cc $m^{-2}day^{-1}$)
Chitosan	0320[b]	24842.36[a]	115.76[ab]	0.9669[a]	698.00[a]
0.5% M	0738[a]	12056.90[b]	69.72[ab]	1.7063[a]	655.00[a]
1.0% M	0752[a]	7221.89[c]	140.52[a]	1.6233[a]	649.33[a]

[a,b,c] Means followed by different letters in the same column indicate significant differences ($p < 0.05$).

N.B.: T = Thickness, TS = Tensile strength, E = Elongation, WVTR = Water vapor transmission rate, OTR = Oxygen transmission rate

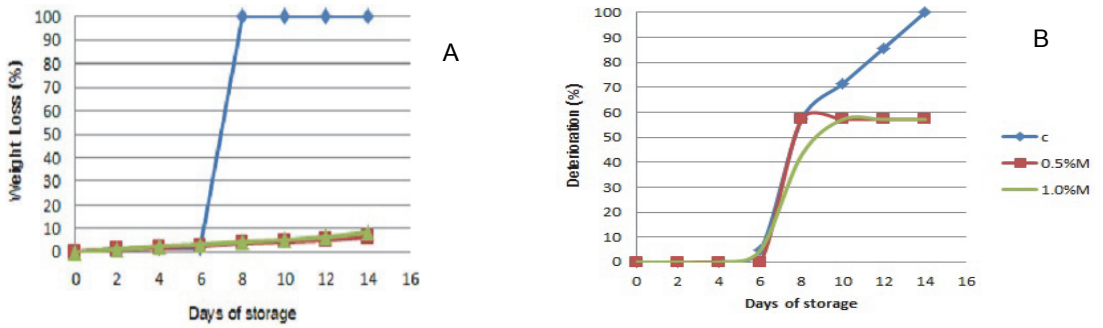

Figure 1 Weight loss (A) and deterioration (B) of tomatoes during storage at 30 ± 5°C for 14 days

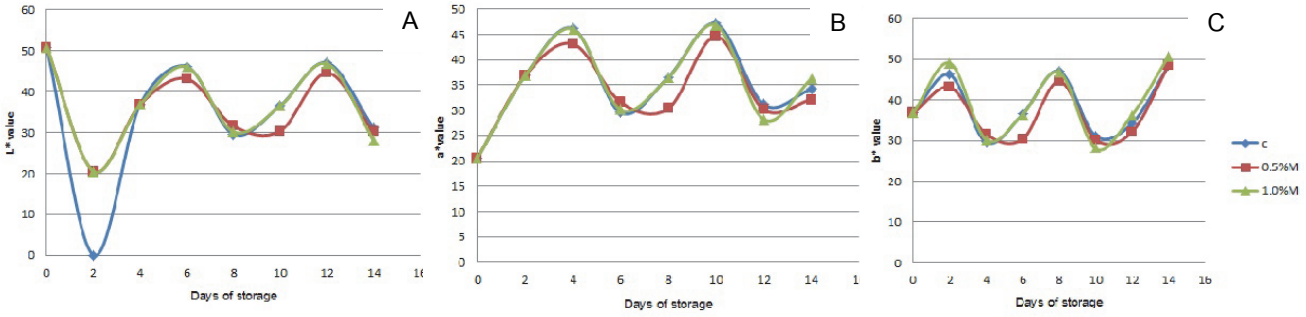

Figure 2 L* (A), a* (B) and b* (C) values of tomatoes during storage at 30 ± 5°C for 14 days

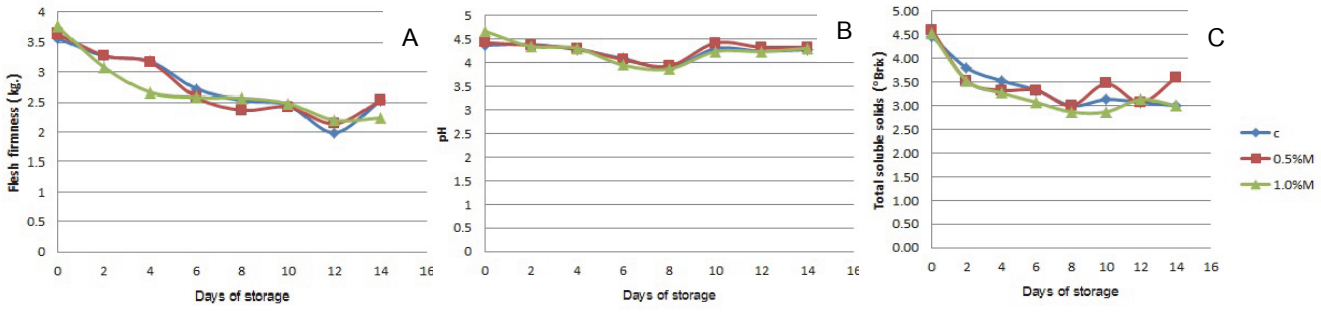

Figure 3 Flesh firmness (A), pH (B) and total soluble solids (C) of tomatoes during storage at 30 ± 5°C for 14 days

Table 2 Antimicrobial properties of chitosan films incorporated with *Moringa oleifera* oil

Treatment	cfu /1 g of product							
	Day 3		Day 7		Day 11		Day 14	
	PCA	PDA	PCA	PDA	PCA	PDA	PCA	PDA
Chitosan	$2.75x10^{6}$	NG	$2.36x10^{4}$	$1.33x10^{2}$	$1.71x10^{6}$	$7.00x10^{2}$	$1.93x10^{7}$	$4.33x10^{2}$
0.5% M	$2.32x10^{4}$	$2.00x10^{2}$	$5.53x10^{4}$	$1.66x10^{2}$	$2.04x10^{6}$	$1.00x10^{2}$	$4.30x10^{5}$	$1.33x10^{2}$
1.0% M	$2.22x10^{7}$	$3.30x10^{1}$	$1.76x10^{4}$	$1.66x10^{2}$	$1.98x10^{6}$	$6.66x10^{1}$	$4.43x10^{5}$	$4.00x10^{2}$

N.B.: NG = No growth, PCA = Microorganisms growing on plate count agar, PDA = Microorganisms growing on potato dextrose agar

วิจารณ์ผล

จากการพัฒนาฟิล์มไคโทซานผสมน้ำมันมะรุม พบว่าเมื่อระดับการเติมน้ำมันมะรุมลงไปในสารละลายไคโทซานเพิ่มมากขึ้น ความหนาของแผ่นฟิล์มก็เพิ่มขึ้นตามไปด้วย อาจเนื่องมาจากน้ำมันมะรุมที่เติมลงในสารละลายเข้าไปรวมตัวกับโมเลกุลของไคโทซาน เกิดการสร้างเลเยอร์ของชั้นฟิล์มได้มากขึ้น จึงทำให้ความหนาของแผ่นฟิล์มเพิ่มขึ้นตามไปด้วย นอกจากนั้นยังพบว่าความต้านทานแรงดึงขาดและเปอร์เซ็นต์การยืดตัวของฟิล์มลดลง เมื่อเติมน้ำมันมะรุมเพิ่มมากขึ้น อาจเนื่องมาจากน้ำมันมะรุมที่เติมลงไปนั้นทำให้แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของหมู่แอลคิลระหว่างอนุพันธ์ไคโทซานอ่อนตัวลง จนทำให้การรวมตัวของสายพอลิเมอร์เกิดการสูญเสียแรงโคฮีชันและความต้านทางเชิงกลของฟิล์มไป (Bonilla *et al*., 2012) และเมื่อนำสารละลายไคโทซานผสมน้ำมันมะรุมไปประยุกต์ใช้ในการยืดอายุการเก็บรักษาผลมะเขือเทศ พบว่าการเคลือบด้วยสารละลายไคโทซานผสมน้ำมันมะรุมช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนัก การเสื่อมสภาพของผลมะเขือเทศ อีกทั้งยังสามารถรักษาคุณภาพด้านสี ความแน่นเนื้อ พีเอช ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ดีกว่า เนื่องมาจากการเคลือบด้วยสารละลายไคโทซานผสมน้ำมันมะรุมนั้นชะลอการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนและไอน้ำซึ่งมีผลต่อกระบวนการที่ทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของผลมะเขือเทศ นอกจากนั้นยังสามารถชะลอการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้เมื่อเปรียบเทียบกับการเคลือบด้วยไคโต- ซานที่ไม่มีการเติมน้ำมันมะรุม(สิ่งทดลองควบคุม) อันเนื่องมาจากสาร 4-(α-L-rhamnosyloxy) benzyl isothiocyanate ซึ่งมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่พบในสารสกัดจากเมล็ดมะรุม (Eilert *et al*., 1981) นอกจากนี้ Spiliotis *et al*. (1997) รายงานว่าสารสกัดจากเมล็ดมะรุมหลายสายพันธุ์ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Bacillus cereus, Candida albicans, Staphylococcus aureus, Eschreiashia coli* และ *Aspergillus niger* ได้ ดังนั้นสารเคลือบผิวจากไคโทซานผสมน้ำมันมะรุมจึงสามารถใช้ในการชะลอและยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในมะเขือเทศได้

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ ทุนสนับสนุนการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

เอกสารอ้างอิง

Bonilla, J., L. Atares, M. Vargas and A. Chiralt. 2012. Effect of essential oils and homogenization conditions on properties of chitosan-based films. Food Hydrocolloid 26: 9-16.

Eilert, U., B. Wolters and A. Nahrstedt. 1981. The antibiotic principal of *Moringa oleifera* and *Moringa stnopetala*. Planta Medica. 42(5): 55-61.

Spiliotis, V., S. Lalas, V. Gergis and V. Dourtoglou. 1997. Comparison of antimicrobial activity of seeds of different *Moringa oleifera* varieties. Pharmaceutical and Pharmacological Letters 7(4): 39-40.