

ผลของการเคลือบผักทองด้วยโซเดียมแอลจีเนตต่อคุณภาพของผักทองแช่อิ่ม

Effect of Sodium Alginate coating on the quality of osmotic dehydrated pumpkin

สุภาวดี จันทรศรีมณี¹ และ เสาวณีย์ เลิศวรสิริกุล¹

Supawadee Jansrimanee¹ and Saowanee Lertworasirikul¹

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้สารโซเดียมแอลจีเนต สำหรับเคลือบผิวผักทองก่อนการออสโมติกดีไฮเดรตต่อคุณภาพทางเคมีและกายภาพของผักทองแช่อิ่ม โดยศึกษาความเข้มข้นของสารเคลือบผิว คือ โซเดียมแอลจีเนต (SA) ที่ร้อยละ 0.0, 1.0 และ 2.0 ผลการวิจัยพบว่า ภายหลังจากแช่สิ่งทดลองในสารละลายซูโครส 70 °Brix ค่า a_w ค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) และปริมาณความชื้นของทุกสิ่งทดลองมีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการแช่ในสารละลายออสโมติก ส่วนค่าความเป็นสีแดง (a^*) ค่าเนื้อสัมผัส (hardness) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของทุกสิ่งทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นหลังการแช่ในสารละลายออสโมติก โดยสิ่งทดลองที่เคลือบผิวด้วย SA มีปริมาณน้ำที่สูญเสียมากกว่าสิ่งทดลองที่ไม่ผ่านการเคลือบ ในขณะที่สิ่งทดลองที่เคลือบผิวด้วย SA ร้อยละ 1.0 มีปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้นต่ำกว่าสิ่งทดลองที่เคลือบด้วย SA ร้อยละ 2.0 และสิ่งทดลองที่ไม่ได้เคลือบผิว (ตัวอย่างควบคุม) ผักทองที่ไม่ผ่านการเคลือบ และผักทองที่ผ่านการเคลือบด้วย SA มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเมื่อผ่านการแช่อิ่มจนถึงจุดสมดุลแล้วไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) แต่การเคลือบผักทองด้วยสาร SA ที่ร้อยละ 1.0 ทำให้เกิดการแพร่ออกของน้ำจากภายในชิ้นผักทองได้ดีกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ และการแพร่ของซูโครสในสารละลายออสโมติกเข้าสู่ชิ้นผักทองได้ในปริมาณต่ำที่สุด จึงเหมาะสมสำหรับการผลิตผักทองแช่อิ่ม

ABSTRACT

This research aims to study the effect of the use of Sodium Alginate (SA) for coating pumpkin before osmotic dehydration on the chemical and physical qualities of osmotic dehydrated (OD) pumpkin by varying the concentration of SA at 0.0, 1.0, and 2.0 %. The result showed that a_w , L^* , b^* and moisture content of all treatments decreased after immersion in 70 ° Brix sucrose, while the value of a^* , texture (hardness), reducing sugar and total sugar of all treatments increased. Treatment coated with SA has a higher water loss than the non-coated treatment, while solid gain of the coated treatment with the 1.0 % SA was less than the coated treatment with 2.0% SA and non-coated treatment (control). Total sugar content of OD pumpkin with non-coated and coated with SA were not significantly different at the equilibrium point ($p \geq 0.05$), but the OD pumpkin with 1% SA caused a better diffusion of water from inside to outside of the pumpkin, and the diffusion of sucrose in the osmotic solution into the pumpkin in the lowest amount, which was suitable for production of OD pumpkin.

Key words : Osmotic Dehydration, Sodium Alginate, Pumpkin, Coating

E-mail address : jansrimanee@gmail.com

¹ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร ม.เกษตรศาสตร์

Department of Product Development, Kasetsart University.

คำนำ

ฟักทองเป็นผักวงศ์แตง (Cucurbitaceae) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cucurbita* spp. มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศในทวีปอเมริกากลาง อเมริกาใต้และอเมริกาเหนือ และพบว่ามีปลูกมาตั้งแต่ 10,000 – 30,000 ปีที่ผ่านมา ซึ่งถือว่าเป็นพืชที่มีการใช้ประโยชน์มาอย่างยาวนานที่สุด (จานุลักษณ์ และคณะ, 2549) ฟักทองเป็นผักที่มีคุณค่าทางอาหารสูงมีราคาถูก แต่การใช้ประโยชน์และการบริโภคฟักทองยังค่อนข้างจำกัด นำมาประกอบอาหารได้ไม่กี่ชนิด ต่อมาได้มีการพัฒนานำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์หลายชนิดเช่น ฟักทองแผ่นกรอบใช้เป็นอาหารเด็ก ฟักทองกระป๋อง ฟักทองแช่แข็งและอบแห้ง ทำให้สามารถบริโภคฟักทองได้หลายรูปแบบ สะดวก รวดเร็ว เก็บไว้ได้นาน

การผลิตฟักทองแช่อิ่มเป็นการทำแห้งวิธีหนึ่งโดยอาศัยหลักการของการออสโมติก ทำให้น้ำตาลในรูปของน้ำเชื่อมค่อยๆ ซึมเข้าไปในเนื้อของฟักทอง (ลดาวัลย์, 2553) การทำแห้งวิธีนี้จะทำให้ปริมาณน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ลดลง และน้ำตาลลดลง 50-60% แต่ปริมาณของแข็งเพิ่มขึ้นเนื่องจากน้ำตาลซึมเข้าไปทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรสชาติหวานจัด อย่างไรก็ตามในปัจจุบันผู้บริโภคมีแนวโน้มการใส่ใจสุขภาพที่เพิ่มสูงขึ้นและไม่ต้องการบริโภคผลิตภัณฑ์ที่มีรสหวานจัด จึงมีการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยการใช้เยื่อที่ยอมให้สารบางอย่างผ่านและรับประทานได้ (edible semipermeable membrane) มาเคลือบก่อนการออสโมติกเพื่อลดปริมาณน้ำตาลที่ซึมเข้า (โดยใช้สารในกลุ่มไฮโดรคอลลอยด์คือ Sodium Alginate เนื่องจากเป็นพอลิเมอร์ธรรมชาติประเภทพอลิแซ็กคาไรด์ที่ไม่มีคุณสมบัติความเป็นพิษ ย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ สามารถรับประทานได้และใช้เคลือบที่ผิวได้โดยตรง หาได้ง่าย) มาประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ จึงเป็นแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ฟักทองแช่อิ่มที่น่าสนใจ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเอาสารในกลุ่มไฮโดรคอลลอยด์มาเคลือบก่อนการออสโมติก (Sodium Alginate) และศึกษาคุณภาพของฟักทองแช่อิ่มที่ได้

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมวัตถุดิบ

นำฟักทองพันธุ์คางคกจากตลาดยิ่งเจริญ น้ำหนักระหว่าง 6-7 กิโลกรัมต่อผล มาทำการหั่นเป็นชิ้นขนาด $1 \times 1 \times 1$ เซนติเมตร³ ปริมาณ 1 กิโลกรัม ล้างน้ำให้สะอาด นำมาแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2) ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 1.0 เป็นเวลา 30 นาที แล้วนำไปลวกด้วยไอน้ำเป็นเวลา 10 นาที แล้วทำให้เย็นทันที

2. การศึกษาคุณภาพของฟักทองแช่อิ่ม

นำฟักทองที่ได้จากการเตรียมวัตถุดิบมาแช่ในสารละลายซูโครส ความเข้มข้น 70 °Brix ที่มีกรดซิตริก 1 กรัมต่อสารละลายออสโมติก 1 ลิตร (เพื่อป้องกันการตกผลึกของน้ำตาลทราย และป้องกันการเกิดสีน้ำตาล) และโซเดียมไบซัลไฟต์ 0.2 มิลลิกรัมต่อสารละลายออสโมติก 1 ลิตร เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างทุก 1 ชั่วโมง โดยแยกเป็น batch ย่อย batch ละประมาณ 70 กรัม และใช้อัตราส่วนระหว่างฟักทอง : ซูโครส : ไบรปเป็น 1 : 4 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จากนั้นนำฟักทองแช่อิ่มที่ได้มาทำการวัดค่าคุณภาพทางเคมีและกายภาพ

3. การศึกษาผลของการเคลือบด้วย Sodium Alginate ต่อคุณภาพของฟักทองแช่อิ่มที่ได้

นำฟักทองที่ได้จากการเตรียมวัตถุดิบมาเคลือบผิวด้วย Sodium Alginate (SA) ความเข้มข้นร้อยละ 1.0 และ 2.0 โดยแช่ตัวอย่างใน SA เป็นเวลา 5 นาที นำมาแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2) ร้อยละ 1.0 เป็น

เวลา 30 นาที (Khin *et al.*, 2007) แล้วนำมาแช่ในสารละลายซูโครสไซรัป ความเข้มข้น 70 °Brix ที่มีกรดซิตริก 1 กรัม ต่อสารละลายออสโมติก 1 ลิตร และโซเดียมไบซัลไฟต์ 0.2 มิลลิกรัมต่อสารละลายออสโมติก 1 ลิตร เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างทุก 1 ชั่วโมง โดยแยกเป็น batch ย่อย batch ละประมาณ 70 กรัม และใช้อัตราส่วนระหว่าง พักทอง : ซูโครสไซรัป เป็น 1: 4 ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จากนั้นนำพักทองแช่เย็นที่ได้มาทำการวัดค่าคุณภาพ ทางเคมีและกายภาพ

4. การวัดค่าคุณภาพทางเคมีและกายภาพ

4.1 ค่าคุณภาพทางเคมี

4.1.1 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมดด้วยวิธี Lane and Eynon ตามวิธีการของ AOAC (2000)

4.1.2 ปริมาณความชื้นตามวิธีการของ AOAC (2000)

โดยหั่นพักทองแช่เย็นให้มีขนาดประมาณ 0.5 เซนติเมตร ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 2 กรัม ใส่ในจานอะลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักแน่นอน แล้วนำไปอบในตู้อบไฟฟ้าสุญญากาศที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

4.1.3 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดด้วยเครื่อง Refractometer ยี่ห้อ ATAGO

รุ่น PAL- α , ประเทศญี่ปุ่น

โดยศึกษาในรูปของปริมาณการสูญเสีย น้ำ (water loss) และปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้น (solid gain) หลังจากแช่เย็น ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ 1 และ 2 (Kaymak-Ertekin and Sultanoglu, 2000) ตามลำดับ

$$\text{Water loss} = [(M_o X_o^w - M_t X_t^w) / M_o] \times 100 \text{ (กรัม/100กรัมตัวอย่าง)} \quad (1)$$

$$\text{Solid gain} = [(M_t X_t^{ts} - M_o X_o^{ts}) / M_o] \times 100 \text{ (กรัม/100กรัมตัวอย่าง)} \quad (2)$$

เมื่อ	M_o	คือ	น้ำหนักของตัวอย่างเริ่มต้น (g)
	M_t	คือ	น้ำหนักของตัวอย่างหลังการแช่เย็น (g)
	X_o^w	คือ	ปริมาณความชื้นของตัวอย่างเริ่มต้น (g water/g sample)
	X_t^w	คือ	ปริมาณความชื้นของตัวอย่างหลังการแช่เย็น (g water/g sample)
	X_o^{ts}	คือ	ปริมาณของแข็งของตัวอย่างเริ่มต้น (g total solids/g sample)
	X_t^{ts}	คือ	ปริมาณของแข็งของตัวอย่างหลังการแช่เย็น (g total solids/g sample)

4.2 ค่าคุณภาพทางกายภาพ

4.2.1 ค่าสี วัดค่าสีในระบบ CIE Lab ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ Minolta รุ่น CM-3500d, ประเทศญี่ปุ่น

โดยวัดค่าแสงสะท้อน (Reflectance) โดยหั่นพักทองแช่เย็นให้มีขนาดประมาณ 0.5 เซนติเมตร บรรจุลงใน petri dish ใช้แหล่งกำเนิดแสง D65 มุมผู้สังเกตการณ์มาตรฐาน 10 องศา ทำการทดลองโดยการวัดซ้ำ 5 ครั้ง

4.2.2 water activity ด้วยเครื่องวัดค่า water activity ยี่ห้อ Aqua Lab รุ่น CX3TE, ประเทศสหรัฐอเมริกา

โดยนำตัวอย่างผักทองแช่อิ่มมาหั่นให้มีขนาดประมาณ 0.5 เซนติเมตร จากนั้นนำตัวอย่างบรรจุลงในตลับพลาสติกสำหรับวิเคราะห์ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี โดยบรรจุตัวอย่างปริมาณ 1 ใน 3 ของปริมาณบรรจุของตลับ นำตลับใส่ใน chamber ของเครื่องวัดค่า แล้วอ่านค่าวอเตอร์แอคทิวิตีที่ปรากฏบนหน้าจอเครื่อง

4.2.3 วัดค่าเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Lloyd Instrument รุ่น TA500, ประเทศอังกฤษ

วิธีการวัดค่าแบบ Single Hardness ใช้หัวกดแบบหัวกลม (ball probe) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร กดลงบนตัวอย่างด้วยความเร็ว 10 มิลลิเมตรต่อวินาที เตรียมตัวอย่างให้มีขนาด $1 \times 1 \times 1$ เซนติเมตร³ ใช้ตัวอย่างในการวัดค่า 10 ชิ้น

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการวัดค่าทางเคมีและกายภาพมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows Version 12.0

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการวัดค่าคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผักทองที่ผ่านการลวกและนำมาเคลือบผิวด้วย SA ที่ความเข้มข้น 1% และ 2% เปรียบเทียบกับผักทองที่ผ่านการลวกเพียงอย่างเดียวพบว่า ค่า a_w ค่าความเป็นสีแดง (a^*) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) เนื่องจากสิ่งทดลองที่ผ่านการเคลือบที่ 1% และ 2% ยังไม่ได้ผ่านกระบวนการแช่ในสารละลายออกซิเจนจึงยังมีปริมาณน้ำอิสระ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และน้ำตาลทั้งหมดในอาหารใกล้เคียงกับผักทองที่ผ่านการลวก ในขณะที่ค่าความสว่าง (L^*) , ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) , ปริมาณความชื้น และค่าเนื้อสัมผัสของสิ่งทดลองที่ผ่านการเคลือบผิวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) อาจเนื่องมาจากผักทองซึ่งเป็นวัตถุดิบทางการเกษตรที่ถึงแม้มีการคัดเลือกตัวอย่างที่ใกล้เคียงกันแล้วก็ยังมีความแปรปรวนอยู่บ้าง ดังแสดงใน Table 1.

Table 1 Physical and chemical properties of pumpkin before osmotic dehydration.

Properties	Sodium Alginate (%)		
	0	1	2
a_w^{ns}	1.000±0.00	1.000±0.00	1.000±0.00
L^*	54.08 ^b ± 1.92	60.13 ^c ±0.00	48.23 ^a ±0.00
a^{*ns}	10.08 ± 0.60	11.96±0.00	12.00±0.00
b^*	68.29 ^b ± 0.53	70.76 ^c ±0.00	63.38 ^a ±0.00
Moisture content(%wb)	87.83 ^a ± 0.20	91.21 ^c ±0.00	89.15 ^b ±0.00
Texture(N)	0.90 ^{ab} ± 0.31	2.07 ^b ±0.00	0.53 ^a ±0.00
Reducing sugar ^{ns} (%)	1.44 ± 0.35	0.84 ± 0.37	0.80 ± 0.30
Total sugar ^{ns} (%)	3.54 ± 0.53	3.02 ± 0.87	3.07 ± 1.60

^{a-c} Means with different letters within the same row are significantly different ($p \leq 0.05$)

^{ns} Non significantly different ($p \geq 0.05$)

จากการนำผักทองที่ผ่านการเคลือบด้วย SA และไม่ผ่านการเคลือบ มาแช่ในสารละลายซูโครสความเข้มข้น 70°Brix จนถึงจุดสมดุล (12 ชั่วโมง) พบว่ามีค่าคุณภาพทางกายภาพและเคมีดังแสดงใน Table 2.

Table 2 Physical and chemical properties of pumpkin after osmotic dehydration.

Properties	Sodium Alginate (%)		
	0	1	2
a_w^{ns}	0.888 ± 0.03	0.881 ± 0.01	0.865 ± 0.01
L^*	$40.20^b \pm 0.79$	$46.23^c \pm 1.59$	$36.81^a \pm 0.23$
a^{*ns}	12.07 ± 0.54	15.44 ± 0.15	13.31 ± 0.77
b^*	$48.16^b \pm 3.01$	$47.19^b \pm 0.37$	$32.10^a \pm 0.45$
Moisture content ^{ns} (%wb)	36.86 ± 0.93	38.61 ± 1.97	37.02 ± 2.67
Texture(N)	$1.85^a \pm 0.47$	$5.47^b \pm 0.72$	$1.48^a \pm 0.23$
Reducing sugar(%)	$23.04^b \pm 2.95$	$7.99^a \pm 0.90$	$4.33^a \pm 2.50$
Total sugar ^{ns} (%)	43.95 ± 2.48	42.62 ± 1.37	38.70 ± 3.49

^{a-c} Means with different letters within the same row are significantly different ($p \leq 0.05$)

^{ns} Non significantly different ($p \geq 0.05$)

จาก Table 2. พบว่าเมื่อนำผักทองที่ผ่านการเคลือบด้วย SA และไม่ผ่านการเคลือบ มาแช่ในสารละลายซูโครสความเข้มข้น 70°Brix จนถึงจุดสมดุลแล้ว ค่า a_w ค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) และปริมาณความชื้นของทุกสิ่งทดลองมีค่าลดลงหลังการแช่ในสารละลายออสโมติก ส่วนค่าเนื้อสัมผัส (hardness) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของทุกสิ่งทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นหลังการแช่ในสารละลายออสโมติก อันเนื่องมาจากการแพร่ของตัวถูกละลายในสารละลายออสโมติกเข้าสู่ผักทอง และมีการแพร่ของน้ำออกจากเนื้อของผักทอง นอกจากนี้ค่า a_w ค่าความเป็นสีแดง (a^*) ปริมาณความชื้น และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) อาจเนื่องมาจากหลังจากการเคลือบด้วย SA แล้วจะทำให้เกิดฟิล์มบางๆ เคลือบผิวของชิ้นผักทองจึงทำให้ค่าดังกล่าวมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเพราะความหนาของฟิล์มเพิ่มขึ้นแต่ไม่มีผลทางสถิติ ส่วนค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ค่าเนื้อสัมผัส และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของทุกสิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) อันเนื่องจากเมื่อวัดค่าเนื้อสัมผัสสังเกตพบว่าชิ้นเนื้อของผักทองแช่ที่เคลือบผิวด้วย SA ร้อยละ 2.0 มีลักษณะแตกต่างจากการเคลือบผิวด้วย SA ร้อยละ 1.0 คือขณะวัดเนื้อสัมผัสชิ้นของผักทองแช่จะไม่แตกออกจากกันชัดเจนแต่จะมีรอยแตกเพียงเล็กน้อยเท่านั้นนอกเหนือจากเรื่องของห้ววัดเนื่องจากฟิล์มเคลือบมีความหนามากกว่าเวลาวัดค่าห้ววัดจึงติดอยู่ที่ฟิล์มที่มีลักษณะยืดหยุ่น หนึ่บเล็กน้อยซึ่งสังเกตได้จากเมื่อห้ววัดถอนออกจากตัวอย่างจะพบฟิล์มติดขึ้นมาตามห้ววัดเล็กน้อยจึงทำให้มีค่าเนื้อสัมผัสต่ำกว่าส่วนผักทองแช่ที่เคลือบผิวด้วย SA ร้อยละ 1.0 มีค่าเนื้อสัมผัสที่สูงกว่าเพราะห้ววัดจะต้องสัมผัสกับฟิล์มที่เคลือบก่อนซึ่งมีลักษณะที่บางกว่าแล้วจึงจะทะลุผ่านไปยังเนื้อของผักทองแช่ อีกทั้งความแปรปรวนของวัตถุดิบตั้งได้

กล่าวมาแล้ว และหลังจากการแช่หุ้มผักทองในสารละลายออสโมติกแล้วมีการเปลี่ยนแปลงของน้ำตาลซูโครสไปเป็นน้ำตาลรีดิวซ์บางส่วนด้วย จึงทำให้ค่าน้ำตาลรีดิวซ์หลังการแช่หุ้มมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย

เมื่อนำผลการทดลองที่ได้จากการแช่หุ้มผักทองที่ผ่านการเคลือบผิวด้วย SA และไม่ผ่านการเคลือบผิวมาคำนวณหาปริมาณการสูญเสียน้ำ (water loss) และปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้น (solid gain) ระหว่างการแช่หุ้ม แล้วนำมาสร้างกราฟปริมาณการสูญเสียน้ำ และปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้น กับเวลา (ชั่วโมง) ได้กราฟดังแสดงใน Figure 1 และ 2 ตามลำดับ

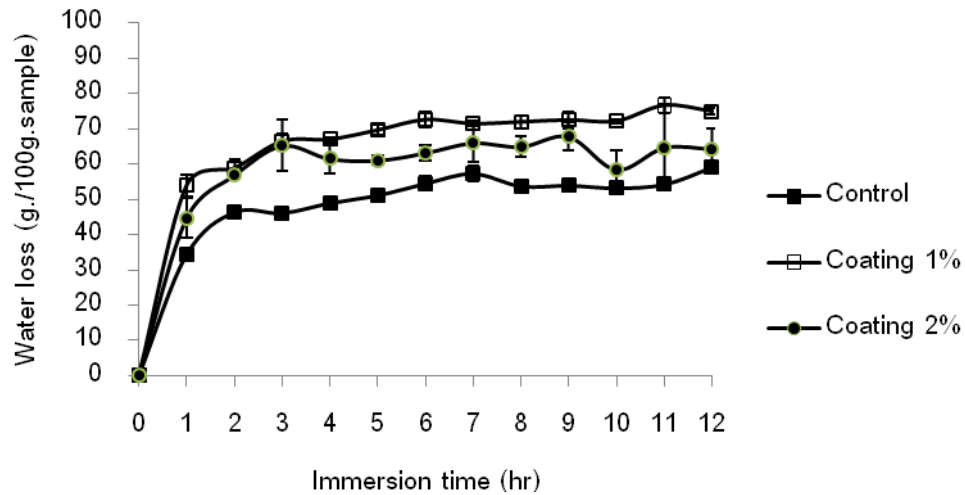


Figure 1 Water loss of pumpkin cube during immersion in osmotic solution.

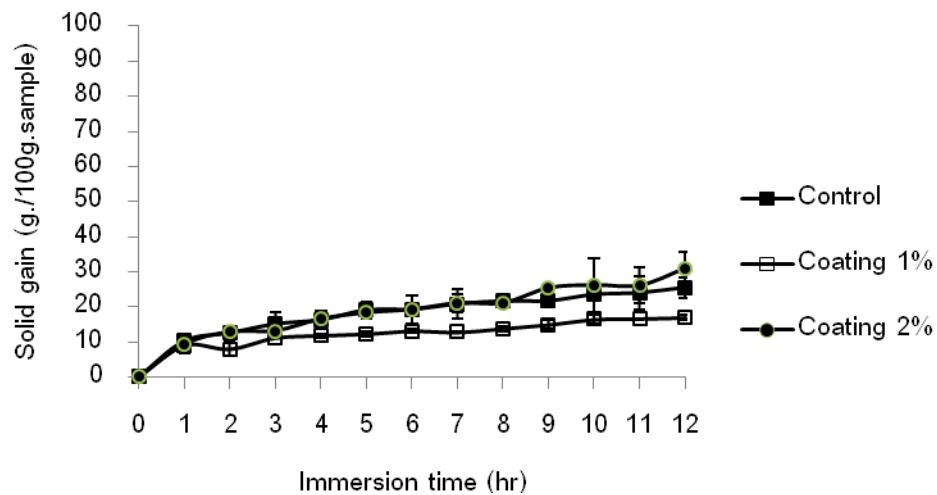


Figure 2 Solid gain of pumpkin cube during immersion in osmotic solution.

จาก Figure 1 และ 2 ซึ่งแสดงถึงปริมาณการสูญเสียน้ำและปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้น พบว่าในการออสโมติกสิ่งทดลองที่เคลือบผิวด้วย SA จะมีปริมาณการสูญเสียน้ำมากกว่าสิ่งทดลองที่ไม่ผ่านการเคลือบผิว ส่วนปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้นพบว่าสิ่งทดลองที่เคลือบผิวด้วย SA ร้อยละ 1.0 มีปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้นต่ำกว่าสิ่งทดลองที่เคลือบด้วย SA ร้อยละ 2.0 และสิ่งทดลองที่ไม่ได้เคลือบผิว (ตัวอย่างควบคุม) แต่อาจเกิดความผิดพลาดในระหว่างการเคลือบผิวด้วย SA ร้อยละ 2.0 ไม่สม่ำเสมอจึงทำให้ปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้นหลังจากชั่วโมงที่ 8 มีค่าผิดพลาดไปและสิ่งทดลองที่เคลือบด้วย SA ร้อยละ 2.0 และสิ่งทดลองที่ไม่ได้เคลือบผิวมีปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้นในระดับใกล้เคียงกัน แสดงว่าการเคลือบด้วย SA ร้อยละ 1.0 ทำให้เกิดการแพร่ออกของน้ำภายในชิ้นผักทองได้ดีกว่าและยังทำให้เกิดการแพร่ของซูโครสในสารละลายออสโมติกเข้าสู่ชิ้นผักทองได้ในปริมาณต่ำ สอดคล้องกับค่า water loss/solid gain ของสิ่งทดลองทั้งสาม ณ จุดสมดุล ดังแสดงใน Figure 3 ซึ่งพบว่า ผักทองที่ผ่านการเคลือบผิวที่ร้อยละ 1.0 มีค่า water loss/solid gain สูงที่สุด ซึ่งอัตราส่วนระหว่าง water loss/solid gain เป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญที่ใช้ในการตัดสินประสิทธิภาพการสูญเสียน้ำต่อการซึมเข้าของของแข็งที่ต่ำที่สุด

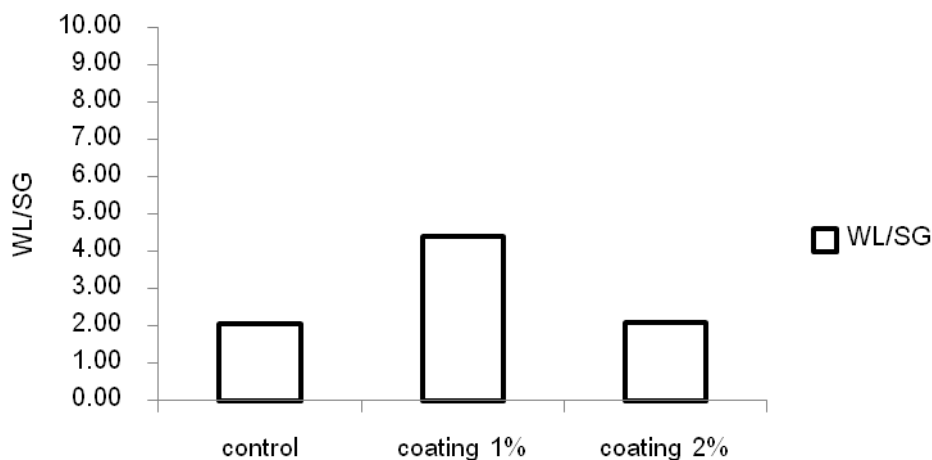


Figure 3 WL/SG of pumpkin cube during immersion in osmotic solution at equilibrium point.

ความเข้มข้นของ SA ที่เหมาะสมในการเคลือบหลังการออสโมติกควรจะต้องมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเพิ่มขึ้นในปริมาณน้อย (วันวิสาข์, 2535) แต่จากการวิเคราะห์ทางสถิติแล้วพบว่าปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของการเคลือบที่ร้อยละ 1.0 และ 2.0 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) อีกทั้งการเคลือบที่ร้อยละ 1.0 ยังเกิดการแพร่ออกของน้ำภายในชิ้นผักทองได้ดีกว่า ดังนั้นความเข้มข้นของ SA ที่เหมาะสมสำหรับการเคลือบผักทองคือร้อยละ 1.0

สรุป

จากการศึกษาผลของการเคลือบฟักทองที่ผ่านการลวกด้วย SA ที่ร้อยละ 1.0 และ 2.0 เปรียบเทียบกับ ฟักทองที่ไม่ผ่านการเคลือบ แล้วนำมาแช่อิ่มจนถึงจุดสมดุล พบว่า ค่า a_w , ค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) และปริมาณความชื้นของทุกสิ่งทดลองมีค่าลดลงหลังการแช่ในสารละลายออสโมติก ส่วนค่าเนื้อสัมผัส (hardness) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของทุกสิ่งทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นหลังการแช่ในสารละลายออสโมติก โดยฟักทองที่ไม่ผ่านการเคลือบ และฟักทองที่ผ่านการเคลือบด้วย SA ที่ร้อยละ 1.0 และ 2.0 มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเมื่อผ่านการแช่อิ่มจนถึงจุดสมดุลแล้วไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) แต่การเคลือบฟักทองด้วยสาร SA ที่ร้อยละ 1.0 ทำให้เกิดการแพร่ของน้ำจากภายในชั้นฟักทองได้ดี และการแพร่ของซูโครสในสารละลายออสโมติกเข้าสู่ชั้นฟักทองได้ในปริมาณต่ำที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- จานุลักษณ์ ขนบดี, มุกดา สุขสวัสดิ์, จินันทนา จอมดวง, อัญชลี สงวนพงษ์, พรนิภา เลิศศิลป์มงคล, ทิพวรรณ มานนท์, จิรภา พงษ์จันตา. 2549. **ฟักทอง : การผลิตเมล็ดพันธุ์และการใช้ประโยชน์.** สำนักพิมพ์ไอดีเอ็นเอสไตร์. กรุงเทพฯ.
- ลดาวลัย ช่างชุบ. 2553. **การพัฒนากรรมวิธีการผลิตเปลือกเลมอนแช่อิ่มอบแห้ง.** การศึกษาค้นคว้าอิสระ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วันวิสาข์ กระแสร์คุปต์. 2535. **การปรับปรุงคุณภาพของผลไม้อบแห้งด้วยการเคลือบก่อนการทำแห้งแบบออสโมซิส.** วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- A.O.A.C. 2000. **Official Methods of Analysis.** 17th ed. The Association of Official Analytical Chemists. Maryland, U.S.A.
- Kaymak-Ertekin, F. and M. Sultanoglu. 2000. Modelling of mass transfer during osmotic dehydration of apples. **J. Food Engineering.** 46 : 243-250.
- Khin, M.M., W. Zhou and C.O. Perera. 2007. Impact of process conditions and coatings on the dehydration efficiency and cellular structure of apple tissue during osmotic dehydration. **J. Food Engineering.** 79 : 817-827