



ผลของสารเคมีกลุ่ม GRAS ต่อคุณภาพของเปลือกแตงโมแช่อิ่มอบแห้ง

Effect of GRAS Reagents on Quality

of Dried Sweetened Watermelon Rind

ทิพวรรณ จันทะรักษ์¹ ศิริภา คำภู¹ อรรณพ ทศนอุดม¹ และ เฉลิมพล ธนอมวงค์^{1*}

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารเคมีกลุ่ม generally recognized as safe (GRAS) ต่อคุณภาพเปลือกแตงโมแช่อิ่มอบแห้ง โดยศึกษาชนิดของสารเคมีในกลุ่ม GRAS. ที่นำมาใช้แช่เปลือกแตงโมในกระบวนการผลิตเปลือกแตงโมแช่อิ่มอบแห้ง วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) กำหนดสิ่งทดลองทั้งหมด 8 สิ่งทดลอง ตรวจสอบคุณลักษณะทางด้านกายภาพ จุลชีววิทยา องค์ประกอบทางเคมี และคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส พบว่า สารละลายผสม (กรดซิตริก 0.5% แคลเซียมคลอไรด์ 0.5% และโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ 0.02%) สามารถช่วยปรับปรุงคุณลักษณะด้านสี และความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์เปลือกแตงโมแช่อิ่มอบแห้งได้ โดยทำให้ค่าสีเขียว (a^*) และแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้น

ABSTRACT

The objective of this research is to study effects of various GRAS reagents on quality of dried sweetened watermelon rind. GRAS reagents were used in soaking watermelon rinds in processing dried sweetened watermelon rind. Completely Randomized Design (CRD) was conducted for 8 treatments. The evaluation of physical properties, microbiology, chemical composition, and sensory properties revealed that mixed solution of 0.5% citric acid, 0.5% calcium chloride and 0.02% potassium metabisulphite could improve color quality and firmness of dried sweetened watermelon rind by increasing green value (a^*) and firmness of the products.

¹สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

*Corresponding Author, E-mail: joepd13@hotmail.com

คำสำคัญ: สาร GRAS. เปลือกแตงโม การแช่อบแห้ง

Keywords: GRAS reagents, Watermelon rind, Dried flesh

บทนำ

แตงโม (*Citrullus vulgaris* schard) เป็นผลไม้ที่ผู้บริโภคนิยมบริโภคมาก โดยเฉพาะส่วนที่เป็นเนื้อแดง และจะทิ้งส่วนที่เป็นสีขาวติดกับเปลือกทิ้งไป หรืออาจจะนำไปเป็นอาหารคาว เช่น แกงส้ม ซึ่งนับว่าน้อยมากถ้าเปรียบเทียบกับปริมาณแตงโมที่ถูกทิ้งเป็นขยะสร้างมลพิษทางสังคม ปัจจุบันมีการนำผักผลไม้มาแปรรูปโดยการแช่อบหลายชนิด ได้แก่ สับปะรด ขนุน กล้วย เงาะ พักเขียว เป็นต้น (กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์, 2545) ปัญหาส่วนใหญ่จะเกิดจากสีและลักษณะรูปร่างที่เปลี่ยนไป ดังนั้น US.FDA จึงได้กำหนดสารกลุ่ม GRAS (generally recognized as safe) ขึ้นมาซึ่งสามารถใช้เติมลงในอาหารเพื่อปรับปรุงคุณภาพด้านต่าง ๆ ให้ดีขึ้น โดยที่อาหารยังมีความปลอดภัยในการบริโภค เช่น วัฒนา (2546) ศึกษาเนื้อลิ้นจี่แช่อบแห้งโดยวิธีแช่อบแบบช้าและวิธีอบไมโครไดไฮเดรชัน พบว่า การใช้ น้ำเชื่อมที่มีความหวาน 45 องศาบริกซ์ ที่มีกรดซิตริก 0.7 เปอร์เซ็นต์ โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 0.2 เปอร์เซ็นต์ และแคลเซียมคลอไรด์ 0.7 เปอร์เซ็นต์ แช่ลิ้นจี่เป็นเวลา 2 วัน ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด อีรวี (2545) ศึกษาผลของแคลเซียมคลอไรด์โซเดียมคลอไรด์ โพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ และ โซเดียมเบนโซเอตต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ของผลิตภัณฑ์ มะม่วงแช่อบ (มะม่วงแก้ว) พบว่า มะม่วงแช่อบ ที่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ ร้อยละ 0.5 โซเดียมคลอไรด์ ร้อยละ 10 และโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ 1,000 ส่วนในล้านส่วน มีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคมากที่สุด จึงมีแนวคิดที่จะผลิตผลิตภัณฑ์เปลือกแตงโมแช่อบแห้งโดยใช้สารในกลุ่ม GRAS ที่เหมาะสมในการพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้มาซึ่งวิธีการผลิตเปลือกแตงโมแช่อบแห้ง ที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณลักษณะที่ดี และมีความคงตัวกว่าวิธีการผลิตแบบดั้งเดิม ซึ่งมีลักษณะของชิ้นไม่คงตัว (เหี่ยว) ทั้งนี้เพื่อแก้ปัญหาในส่วนของคุณภาพเปลือกแตงโมที่เป็นเศษวัสดุเหลือทิ้งในฤดูกาลที่ผลผลิตออกสู่ตลาดจำนวนมาก

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

วัตถุดิบ

เปลือกแตงโมพันธุ์กินรี จากร้านขายผลไม้สด แบ่งขาย คัดเลือกเปลือกที่สมบูรณ์ มีสีเขียวตลอด เปลือกอย่างน้อยร้อยละ 80 ไม่มีเมล็ดงาเจาะ นำมาล้างทำความสะอาด ปอกเอาบริเวณผิวสีเขียวและเนื้อแตงโมที่ติดอยู่ออก จากนั้นหั่นเปลือกให้มีขนาด กว้าง 1 เซนติเมตร ยาว 5 เซนติเมตร หนา 1 เซนติเมตร



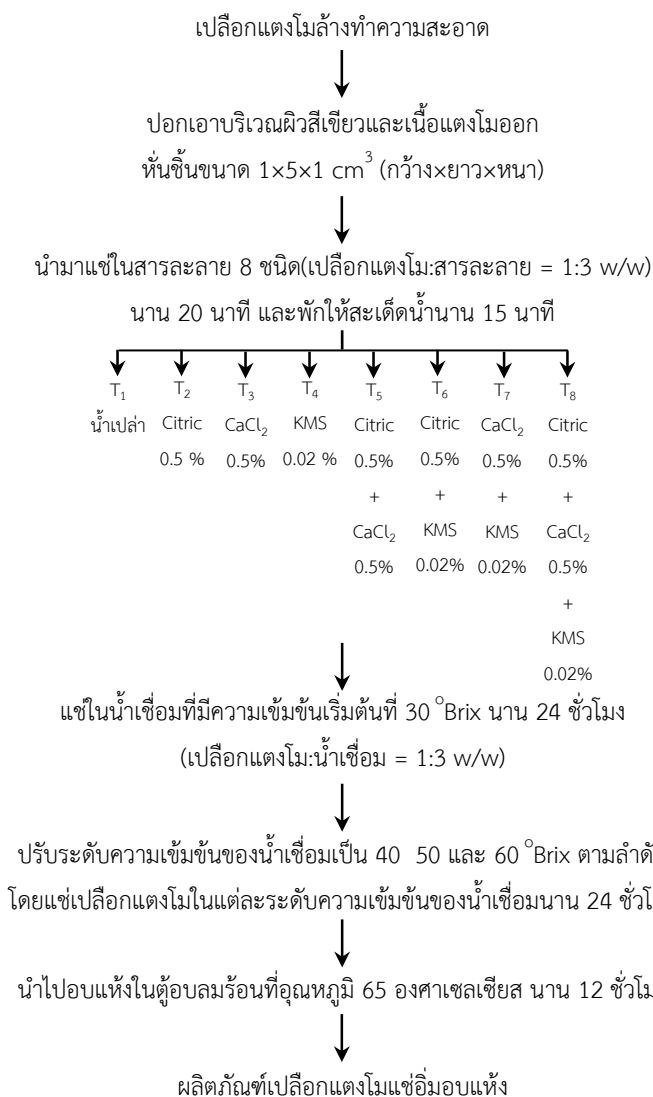
รูปที่ 1 รูปเปลือกแตงโมที่ใช้แช่อบแห้ง (a) ก่อนปอกเปลือก (b) หลังปอกเปลือก

สารเคมี

Citric acid (Fisher Scientific), Calcium chloride (Fisher Scientific), Potassium metabisulfite (Fisher Scientific), 0.1% Peptone water (Merck), PCA medium (Merck), DRBC agar medium (Merck), Ethyl alcohol (Merck), Sodium hydroxide (Merck), Starch solution (Merck), Hydrochloric acid (Merck), Potassium iodide (Merck), Iodine (Merck)

การศึกษาชนิดสารเคมีในกลุ่ม GRAS เพื่อพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) โดยศึกษาชนิดของสารเคมีในกลุ่ม GRAS เพื่อใช้ในการพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์เปลือกแตงโมแช่อิ่ม แบ่งสิ่งทดลองออกเป็น 8 กลุ่ม แล้วจึงทำการผลิตเปลือกแตงโมแช่อิ่มอบแห้ง (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 ขั้นตอนการทำเปลือกแตงโมแช่อิ่มอบแห้ง (ที่มา: ดัดแปลงจาก มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2543))

การตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพ เคมี และ จุลินทรีย์

วัดค่าความแน่นเนื้อด้วยเครื่อง texture analyser (TA.XTplus, UK) โดยตั้งสภาวะการทำงาน ดังนี้ Mode: measure force in compression, Test speed: 2.0 mm/s, Distance: 5 mm, Trigger force: auto, Load cell: 25 kgm หัวตัด: knife (HDP/BS)

วัดค่าสี $L^* a^* b^*$ ด้วยเครื่อง HUNTER LAB (Colorflex®: Hunter Lab Colorflex 4510, Hunter Association Laboratory, Inc. America)

ปริมาณความชื้น (AOAC., 2000) โดยชั่งตัวอย่างที่บดแล้วประมาณ 5.0000 กรัม ลงในกระป๋อง อลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน นำกระป๋องเข้าอบที่ ตู้อบไฟฟ้าอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนัก คงที่ บันทึกน้ำหนักกระป๋องอะลูมิเนียมและของแข็งที่เหลืออยู่ จากนั้นคำนวณปริมาณความชื้นจากสูตร

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละเทียบน้ำหนักเปียก)} = \frac{(A-B) \times 100}{A}$$

เมื่อ A = น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

B = น้ำหนักของแข็งที่เหลืออยู่หลังการอบ (กรัม)

ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เหลือ (วันเพ็ญ, 2541) โดย

การเตรียมตัวอย่าง เปลือกแตงโมแช่เย็น อบแห้งหั่นค่อนข้างละเอียดประมาณ 100 กรัม เติมน้ำ กลั่นปริมาณ 200 มิลลิลิตร ปั่นให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วย เครื่องปั่นผสม (bender) เป็นเวลานาน 5 นาที แล้ว นำไปกรองด้วยผ้าขาวบาง นำของเหลวที่กรองได้ (150 มิลลิลิตร) ไปใช้ในการทดลองต่อไป

การหาปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เหลือ

1. ปิ่บดสารละลายตัวอย่าง 50 มิลลิลิตร เติมน้ำโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 5 นอร์มัล ปริมาตร 5

มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันดี ระวังอย่าเขย่าจนอากาศเข้าไปในสารละลาย ตั้งทิ้งไว้ 20 นาที

2. เติมนอร์มัลเกลือเข้มข้น 5 นอร์มัล ปริมาตร 7 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

3. ไตเตรททันทีด้วยสารละลายไอโอดีนเข้มข้น 0.02 นอร์มัล โดยมีน้ำแบ่งเป็นอินดิเคเตอร์ จนได้สารละลายสีน้ำเงินเข้ม สมมติได้ไตเตอร์ เท่ากับ a ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 10 นาที เขย่าให้เข้ากันดี

4. ไตเตรทอย่างรวดเร็วด้วยสารละลาย ไอโอดีน โดยมีน้ำแบ่งเป็นอินดิเคเตอร์ จนได้สารละลาย กรดสีน้ำเงินเข้มอยู่อย่างน้อย 15 วินาที สมมติได้ ไตเตอร์มีค่าเท่ากับ b

5. คำนวณหาปริมาณของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)

$$= \frac{(A-B)N \times 32 \times 1,000}{\text{ปริมาตรของตัวอย่าง}}$$

เมื่อ N = ความเข้มข้นของสารละลายไอโอดีนมาตรฐาน หน่วยเป็น นอร์มัล หรือ 1 มิลลิลิตรของสารละลาย ไอโอดีน 0.02 นอร์มัล ทำปฏิกิริยาพอดีกับซัลเฟอร์- ไดออกไซด์ 0.0064 กรัม

วัดค่าวอเตอร์แอกทิวิตี ด้วยเครื่องวัดค่า Water Activity (AWC 200 S/N 9604001, Novasina, M International)

ปริมาณกรดทั้งหมด (AOAC., 2000)

ค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter (HACH: EC 30, Germany)

ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดด้วย Hand refractometer (N.O.W. Tokyo, Japan)

จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และจำนวนเชื้อยีสต์ และรา (Downes and It O, 2001)

การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (RCBD) ทำการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

ในส่วนของคุณลักษณะทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมด้วยวิธี 9 point hedonic scale (ปราณี, 2547) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างชุดทดลอง โดยวิธี DMRT (Duncan's new multiple range test)

ผลการทดลองและอภิปรายผล

การศึกษาชนิดสารเคมีในกลุ่ม GRAS เพื่อพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์

ตัวอย่างเปลือกแตงโมแช่อิ่มอบแห้งทุกสิ่งทดลองมีลักษณะปรากฏโดยรวมเป็นสีเขียว สีเขียวที่

พบในผลิตภัณฑ์เปลือกแตงโมแช่อิ่มอบแห้งทั้ง 8 สิ่งทดลองนั้นเป็นผลมาจากคลอโรฟิลล์ซึ่งเป็นรงควัตถุที่มีสีเขียว (นิธิยา, 2549) แต่อย่างไรก็ตามกลุ่มที่มีความเข้มของสีเขียวมากที่สุด (ชัดเจนที่สุด) คือในสิ่งทดลอง 8 6 และ 4 ซึ่งมีการแช่ในสารละลายที่มีสารประกอบซัลไฟด์ (KMS) ส่วนในกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีสีเขียวเข้มรองลงมาคือในสิ่งทดลองที่ 2 5 3 และ 7 ตามลำดับ และพบว่าในสิ่งทดลองที่แช่น้ำเปล่าจะมีความเข้มของสีเขียวน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองอื่น ๆ (รูปที่ 3) ส่วนขนาดและรูปร่างของผลิตภัณฑ์พบว่ามีเพียงสิ่งทดลองที่ 1 เท่านั้นที่ลักษณะของชิ้นไม่คงตัว (เหี่ยว) อีกทั้งไม่พบกลิ่นฉุนของสารเคมีในเปลือกแตงโมแช่อิ่มอบแห้งทั้ง 8 สิ่งทดลอง



รูปที่ 3 เปลือกแตงโมแช่อิ่มอบแห้ง 8 สิ่งทดลอง เมื่อกำหนดให้ T₁ คือ แช่น้ำสะอาด T₂ คือ แช่ในสารละลาย Citric acid (0.5%) T₃ คือ แช่ในสารละลาย CaCl₂ (0.5%) T₄ คือ แช่ในสารละลาย KMS (0.02%) T₅ คือ แช่ในสารละลาย Citric acid (0.5%) และ CaCl₂ (0.5%) T₆ คือ แช่ในสารละลาย Citric acid (0.5%) และ KMS (0.02%) T₇ คือ แช่ในสารละลาย CaCl₂ (0.5%) และ KMS (0.02%) T₈ คือ แช่ในสารละลาย Citric acid (0.5%), CaCl₂ (0.5%) และ KMS (0.02%)

การตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เปลือกแตงโมแช่อิ่มอบแห้งที่นำมาทำการวัดค่าสี และค่าเนื้อสัมผัส (ตารางที่ 1) พบว่าค่าดังกล่าวในแต่ละสิ่งทดลองนั้นมีความแตกต่าง

กัน ($P \leq 0.05$) ทั้งนี้เกิดจากผลของสารเคมีที่ใช้ โดยพบว่าในสิ่งทดลองที่มีการใช้กรดซิตริก และ KMS จะสามารถยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลได้ โดยกรดซิตริกจะมีคุณสมบัติเป็นสารจับโลหะ (chelating agent) ที่รุนแรง (Friedman, 1997) สามารถจะประสาน

พันธะกับอนุมูลของโลหะทองแดง และเหล็กที่เป็นองค์ประกอบของเอนไซม์ PPO เกิดเป็นสารที่มีโครงสร้างโมเลกุลซับซ้อน หรืออยู่ในสภาพที่เฉื่อย (Wiley, 1994) กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ PPO จึงถูกจำกัดลงเนื่องจากขาดอนุมูลของโลหะที่สามารถนำมาใช้ได้ดังกล่าว

ตารางที่ 1 ค่า L* a* b* และค่าความแน่นเนื้อของเปลือกแตงโมแช่อิ่มอบแห้ง 8 สิ่งทดลอง

Trt	L*	a*	b*	ความแน่นเนื้อ (kgf.)
1	63.53 ^f	0.64 ^a	21.82 ^d	1.91 ^c
2	65.87 ^c	-1.18 ^f	23.30 ^b	2.23 ^{bc}
3	66.34 ^b	-0.63 ^c	21.73 ^d	2.71 ^a
4	65.61 ^d	-1.06 ^e	21.71 ^d	2.44 ^{ab}
5	64.88 ^e	-0.98 ^d	23.01 ^c	2.43 ^{ab}
6	65.82 ^c	-1.33 ^g	23.30 ^b	2.53 ^{ab}
7	66.54 ^a	-0.14 ^b	23.53 ^a	2.46 ^{ab}
8	65.65 ^d	-1.39 ^h	23.31 ^b	2.62 ^{ab}

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวดิ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

นอกจากนี้กรดซิตริกยังเป็นสารช่วยปรับให้มีความเป็นกรดสูงขึ้น ทำให้เกิดสภาพที่ไม่เหมาะสมสำหรับการทำงานของเอนไซม์ PPO (Zawistowski et al., 1991) สอดคล้องกับผลการทดลองที่พบว่าสิ่งทดลองที่ 8 จะมีค่าความเป็นสีเขียวสูงที่สุดและกรดซิตริกยังมีคุณสมบัติในการป้องกันการเปลี่ยนสี กลิ่น รส การตกผลึกของน้ำตาล และทำให้อาหารคงตัว (ศิวัพร, 2535) ส่วน KMS นอกจากจะสามารถยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลได้แล้วยังมีบทบาทในการช่วยฟอกสีผลิตภัณฑ์ (bleaching agent) (ประสาน, 2538) อีกทั้งมีคุณสมบัติในการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่ใช่เอนไซม์อันได้แก่ ปฏิกิริยาเมลลาร์ด และปฏิกิริยาคาราเมลไรเซชัน โดย KMS จะไปทำให้สารที่เกิดขึ้นระหว่างปฏิกิริยาอยู่ในรูปที่คงที่ขึ้น (ไพบูลย์, 2532) บทบาทของ CaCl_2 นั้นจะไม่ส่งผลต่อคุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์ แต่จะช่วยปรับปรุงคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสให้ดีขึ้น (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2544) สอดคล้องกับผลการทดลองที่พบว่าสิ่งทดลองที่ 3 ที่มี

การแช่ในสารละลาย CaCl_2 จะทำให้แนวโน้มของค่าเนื้อสัมผัสสูงกว่าในสิ่งทดลองอื่น ๆ ดังนั้นประสิทธิภาพของการใช้สารละลายกรดซิตริก และ CaCl_2 เพียงชนิดเดียวเพื่อปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์เปลือกแตงโมแช่อิ่มอบแห้ง จะมีประสิทธิภาพด้อยกว่าการใช้สารละลาย KMS เพียงชนิดเดียว หรือการใช้สารละลายผสมที่มีส่วนประกอบของสารละลาย KMS รวมอยู่ด้วย (อรรณพ และวรรณภา, 2550)

คุณลักษณะทางเคมีของตัวอย่างผลิตภัณฑ์เปลือกแตงโมแช่อิ่มอบแห้ง (ตารางที่ 2) พบว่ามีเพียงปริมาณกรดทั้งหมด ค่า pH และ ชัลเฟอร์ไดออกไซด์ทั้งหมดเท่านั้นที่มีความแตกต่างกัน ($P \leq 0.05$) โดยทั้งนี้ เป็นผลมาจากกรดซิตริก และสาร KMS ที่นำมาใช้เป็นสารละลายในการแช่เปลือกแตงโมก่อนนำไปแช่อิ่มอบแห้งตามลำดับ สารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลพวกชัลไฟต์จะมีความคงตัวสูงกว่าสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลจำพวกอื่น ๆ นอกจากนี้สารประกอบชัลไฟต์ยังมีความสามารถในการแทรกซึมเข้าสู่ชิ้นอาหารได้ดีกว่า

(ประสาน, 2538) ดังนั้นจึงสามารถตรวจพบซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในสิ่งทดลองที่ 4 6 7 และ 8 ซึ่งมีการใช้ส่วนผสมของสาร KMS ในสารละลายแช่เปลือกแตงโม และผลที่ได้นี้สอดคล้องกับรายงานของเบญจวรรณ และประสิทธิ์ (2541) ที่ได้ศึกษาการผลิตลำไยอบแห้งโดยใช้สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 1% แช่ลำไยก่อนนำไปอบแห้งซึ่งพบว่ามีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในสิ่งทดลองสูงถึง 3118.08 ppm ในขณะที่การใช้สารละลาย KMS 0.02% แช่ลำไยก่อนการอบแห้งพบว่าการตกค้างของสารดังกล่าวในสิ่งทดลองเพียง 2323.89 ppm (อรรณพ และวรรณภา, 2550) โดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมผลไม้แห้ง (2532) และประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 84 (2527) กำหนดให้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในผลไม้แห้งต้องมีปริมาณไม่เกิน 1,000 และ 2,500 ppm ตามลำดับ และพบว่าปริมาณสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างที่เกินมาตรฐานกำหนดนั้น สามารถที่จะลดลงได้ในระหว่างการเก็บรักษา สอดคล้องกับรายงาน

ผลการวิจัยของเบญจวรรณ และประสิทธิ์ (2541) ที่แนะนำว่าลำไยอบแห้งในสิ่งทดลองที่ผ่านการแช่ด้วยสารละลายซัลไฟต์ไม่ควรที่จะนำมาบริโภคทันที แต่ควรที่จะนำมาใช้บริโภคภายหลังเก็บรักษานานตั้งแต่ 3 เดือนเป็นต้นไป และจากผลการทดลองครั้งนี้ที่พบปริมาณสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในผลิตภัณฑ์สุดท้ายเพียงเล็กน้อยเท่านั้น หากเปรียบเทียบกับปริมาณของสารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ตกค้างอยู่ในลำไยอบแห้งจากรายงานของอรรณพ และวรรณภา (2550) ที่พบว่ามีปริมาณสารดังกล่าวที่ตกค้างอยู่สูงถึง 2323.89 ppm ทั้ง ๆ ที่ในการทดลองทั้ง 2 การทดลองนี้ใช้ความเข้มข้นของสาร KMS ในระดับที่เท่ากัน (0.02%) ทั้งนี้เนื่องจากความแตกต่างกันในส่วนองวิธีการผลิตโดยจะมีกระบวนการแช่เพื่อปรับความเข้มข้นของน้ำเชื่อม (ในการผลิตเปลือกแตงโมแช่อบแห้ง) สารประกอบซัลไฟต์จะสูญเสียไปในขั้นตอนดังกล่าวนี้เอง ซึ่งแตกต่างจากการผลิตลำไยอบแห้งที่จะไม่มีขั้นตอนของการแช่ในน้ำเชื่อมดังกล่าว

ตารางที่ 2 คุณลักษณะทางเคมีของเปลือกแตงโมแช่อบแห้ง 8 สิ่งทดลอง

Trt	Moisture (%)	a_w	Total acidity (%)	pH	TSS ($^{\circ}$ Brix)	Total SO ₂ (ppm.)
1	13.85 ^{ns}	0.82 ^{ns}	0.0117 ^c	6.19 ^a	59.77 ^{ns}	Not found
2	13.81 ^{ns}	0.83 ^{ns}	0.0168 ^{ab}	5.67 ^{bc}	60.00 ^{ns}	Not found
3	13.51 ^{ns}	0.83 ^{ns}	0.0128 ^c	5.98 ^{abc}	60.00 ^{ns}	Not found
4	14.31 ^{ns}	0.85 ^{ns}	0.0119 ^c	6.03 ^{abc}	59.77 ^{ns}	0.96 ^c
5	13.63 ^{ns}	0.84 ^{ns}	0.0163 ^{ab}	5.70 ^{bc}	60.00 ^{ns}	Not found
6	13.70 ^{ns}	0.82 ^{ns}	0.0189 ^a	5.60 ^c	60.00 ^{ns}	1.71 ^a
7	13.35 ^{ns}	0.82 ^{ns}	0.0126 ^c	6.06 ^{ab}	60.00 ^{ns}	1.39 ^b
8	13.81 ^{ns}	0.84 ^{ns}	0.0161 ^b	5.70 ^{bc}	60.00 ^{ns}	1.07 ^c

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$), ns: ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และจำนวนยีสต์และรา ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์เปลือกแตงโม

แช่อบแห้งมีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 3) ทั้ง 8 สิ่งทดลอง โดยสำนักงานมาตรฐาน

ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมผลไม้แห้งของกระทรวง
อุตสาหกรรม (2532) กำหนดให้จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด
และจำนวนเชื้อยีสต์และราในผลิตภัณฑ์ต้องไม่เกิน
 1×10^4 และ 1×10^2 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
ตามลำดับ (หรือเท่ากับ 4 และ 2 log cfu/g
ตามลำดับ) จากผลการทดลองครั้งนี้จึงพบว่านอกจาก
ผลต่อคุณลักษณะด้านสี และความคงตัวแล้วสารเคมีที่
ใช้แช่เปลือกแดงมาก่อนนำไปแช่อิมบแห้ง ยังสามารถ
ลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และจำนวนเชื้อยีสต์
และราในผลิตภัณฑ์เปลือกแดงโมแช่อิมบแห้งได้

ตารางที่ 3 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และจำนวนยีสต์และราของเปลือกแดงโมแช่อิมบแห้ง 8 สิ่งทดลอง

Trt.	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (log cfu/g)	จำนวนยีสต์และรา (log cfu/g)
1	4.14 ^a	3.57 ^a
2	2.79 ^c	2.85 ^b
3	3.09 ^b	2.89 ^b
4	2.59 ^d	2.78 ^b
5	2.81 ^c	2.83 ^b
6	2.56 ^d	2.76 ^b
7	2.59 ^d	2.83 ^b
8	2.47 ^d	2.69 ^b

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวดิ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4 คะแนนความชอบด้านต่างๆของเปลือกแดงโมแช่อิมบแห้ง 8 สิ่งทดลอง

Trt	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
1	6.70 ^b	6.90 ^{bc}	7.00 ^{ns}	6.14 ^d	6.24 ^d
2	7.08 ^a	6.94 ^{bc}	7.04 ^{ns}	6.70 ^c	6.78 ^c
3	6.84 ^{ab}	6.84 ^c	7.22 ^{ns}	6.84 ^{bc}	7.10 ^{abc}
4	7.00 ^{ab}	6.92 ^{bc}	7.02 ^{ns}	6.98 ^{abc}	6.96 ^{bc}
5	6.96 ^{ab}	7.14 ^{ab}	7.14 ^{ns}	6.78 ^{bc}	6.82 ^c
6	7.04 ^a	7.24 ^a	7.20 ^{ns}	7.04 ^{ab}	6.96 ^{bc}
7	6.94 ^{ab}	7.00 ^{abc}	7.02 ^{ns}	7.08 ^{ab}	7.22 ^{ab}
8	6.96 ^{ab}	7.16 ^{ab}	7.24 ^{ns}	7.24 ^a	7.30 ^a

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวดิ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$), ns: ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสต่อ
คุณลักษณะด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และ

ความชอบรวม ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์เปลือกแดงโมแช่อิมบแห้ง (ตารางที่ 4)

พบว่าผลคะแนนที่ได้อยู่ในระดับขอบเล็กน้อยถึงขอบปานกลาง โดยพบว่าคะแนนด้านกลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบรวม มีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) ในขณะที่คะแนนด้านสี และรสชาตินั้นไม่มีความแตกต่าง ($p > 0.05$)

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าการใช้กรดซิตริก แคลเซียมคลอไรด์ และโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 0.5 และ 0.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในรูปของสารละลายผสมแช่เปลือกแดงมาก่อนนำไปแช่อิ่มอบแห้งเป็นเวลา 20 นาที สามารถช่วยปรับปรุงคุณลักษณะด้านสี และความคงตัวของผลิตภัณฑ์เปลือกแดงแช่อิ่มอบแห้งได้ โดยทำให้ค่าความเข้มของสีเขียวและความคงตัวของผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้น และดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารละลายชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงชนิดเดียว หรือร่วมกัน 2 ชนิดในการแช่เปลือกแดงมาก่อนนำไปแช่อิ่มอบแห้ง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการงานอุตสาหกรรมสำหรับปริญญาตรี ประจำปี 2550

เอกสารอ้างอิง

- กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์. (2545). ผลไม้แช่อิ่ม. การตลาด. แหล่งที่มา : <http://ipc9.dip.go.th/Research/InvesmentPrint.asp?WebSiteID=19&InvestmentFormID=6>, 1 มิถุนายน 2550.
- นิธิยา รัตนานนท์. (2545). เคมีอาหาร. กรุงเทพมหานคร: โอ.เอส.พรินติ้ง เฮาส์.
- ไพบุลย์ ธรรมรัตน์วาลิก. (2532). กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร. กรุงเทพมหานคร: โอ.เอส.พรินติ้ง เฮาส์.

- เบญจวรรณ ชูติชเดช และ ประสิทธิ์ ชูติชเดช. (2541). การพัฒนาการอบแห้งเนื้อลำไย. รายงานการวิจัย ภาควิชา เทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 84. (2527). เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร. สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา
- ประสาน สวัสดิ์ชิตัง. (2538). การเกิดสีน้ำตาลของอาหารและการควบคุมป้องกัน. วารสารอาหาร 25(3): 160-169.
- ปราณี อ่านเปรื่อง. (2547). หลักการวิเคราะห์อาหารด้วยประสาทสัมผัส. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2543). ผลิตภัณฑ์อาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2544). การถนอมและแปรรูป. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- วันเพ็ญ จิตรเจริญ. (2541). บทปฏิบัติการเคมีอาหาร 1. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตลำปาง, ลำปาง.
- ศิวพร ศิวเวช. (2535). วัตถุเจือปนอาหารในผลิตภัณฑ์อาหาร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2532). มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมผลไม้แห้ง. มอก. 919 - 2532.
- อรณพ ทศนอุดม และ วรณภา สระพินครบุรี. (2550). การพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อปรับปรุงคุณลักษณะด้านสีในผลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้ง. รายงานการวิจัย สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่พิษณุโลก. พิษณุโลก.
- A.O.A.C. (2000). Association of official Analytical Chemists. Official Method of Analysis. 17thed. Gaithersburg, Maryland: AOAC International. 20877-2417.
- Downes, F.P. and K. It O. (2001). Compendium of Methods for the Microbiological Examination

- of Foods, 4th ed. Washington D.C.: American Public Health Association.
- Wiley, R.C. (1994). Preservation methods for minimally processed Refrigerated Fruits and Vegetables. In Minimally Processed Refrigerated Fruits & Vegetables. New York: Chapman & Hall, Inc. 66-134.
- Zawistowski, J., Biliaderis, C.G. and Michael Eskin., N.A. (1991). Polyphenol oxidase. In Oxidative enzymes in Foods. ed. By Robinson, D.S. and N.A.M. Eskin. Nosthern Ireland: Elsevier Applied Science Publishers Ltd. 217-274.

