

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แอปเปิลแช่อิ่มแบบเร็วอบแห้ง Product Development of Osmotic Dehydrated Apple (Quick Method)

ณัฐภูมิ เจริญผล¹ อานุภาพ ลิ้มกุลวรากิวัฒน์¹ และวรารัตน์ ซานนท์^{2*}
Nuttapoom Jaroenphol¹ Anuphap Limkulwarapiwat¹, and Wararat Sanon²

Received 24 ตุลาคม 2568 Revised 30 มกราคม 2569 Accepted 2 เมษายน 2569

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานในการผลิตแอปเปิลแช่อิ่มแบบเร็วอบแห้ง ศึกษาปริมาณน้ำตาลทรายและผงมะนาวที่เหมาะสม ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค และศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานที่ใช้สารให้ความคงตัว 3 ชนิด ได้แก่ แคลเซียมแลคเตท แคลเซียมคลอไรด์ และแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ในอัตราส่วนร้อยละ 1 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า การใช้แคลเซียมคลอไรด์มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มากที่สุด เท่ากับ 7.17 7.40 7.13 7.27 และ 7.40 ตามลำดับ โดยชนิดของสารที่ต่างกันไม่มีผลต่อด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ ($p>0.05$) การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของน้ำตาลทรายและผงมะนาว โดยปริมาณน้ำตาลทราย 2 ระดับ (ร้อยละ 50 และร้อยละ 100) และปริมาณผงมะนาว 2 ระดับ (ร้อยละ 50 และร้อยละ 100) พบว่า ปริมาณน้ำตาลทรายร้อยละ 100 และปริมาณผงมะนาวที่ร้อยละ 100 มีคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสมากที่สุด โดยคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม เท่ากับ 7.30 7.37 7.03 7.20 และ 7.30 ตามลำดับ มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น อยู่ระหว่าง 37.67-58.00 °Brix ($p\leq 0.05$) ผลการยอมรับของผู้บริโภคพบว่า มีค่าคะแนนเฉลี่ยความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลาง ในช่วง 7.32-7.90 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ร้อยละ 96 เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 30 วัน ทำให้ค่าความสว่าง (L^*) ลดลง และค่าสีแดง (a^*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ($p\leq 0.05$) ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ : แอปเปิล, แช่อิ่มแบบเร็วอบแห้ง, การพัฒนาผลิตภัณฑ์

¹ นักศึกษาปริญญาตรี, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

¹ Undergraduate, Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

² Assistant Professor, Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University

* ผู้ประสานงานนิพนธ์ e-mail: wararat@webmail.npru.ac.th

Abstract

The objective of this research was to study the basic formulas for osmotic dehydrated apple (quick method), to determine suitable amounts of sugar and lime powder, consumer acceptance, and to evaluate the physical of final product. The results of study basic formulas examined three types of stabilizers: calcium lactate, calcium chloride, and calcium hydroxide, each used at a concentration of 1% (w/v). Sensory evaluation results showed that calcium chloride received the highest scores for appearance, color, taste, texture and overall were 7.17 7.40 7.13 7.27 and 7.40, respectively. The type of stabilizer had no significant effect on the odor of the product ($p>0.05$). The appropriate amounts of sugar and lime powder were then studied using two levels of sugar (50% and 100%) and two levels of lime powder (50% and 100%). The results indicated that the formulation containing 100% sugar and 100% lime powder had the highest sensory acceptability. Sensory evaluation results for appearance, color, odor, taste, and overall were 7.30 7.37 7.03 7.20 and 7.30, respectively. The total soluble solids showed a significant difference, ranging from 37.67 to 58.00 °Brix ($p\leq 0.05$). Consumer acceptance testing of the product showed mean liking scores all rated at the moderately like level from 7.32 - 7.90, and an overall acceptance rate of 96%. During storage for 30 days, the L^* value in lightness decreased and the a^* value in redness increased ($p\leq 0.05$), resulting in increased browning of the product.

Keywords: Apple, Osmotic Dehydrated (Quick Method), Product Development

1. บทนำ

แอปเปิลเป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมทั่วโลก มีการเพาะปลูกอย่างแพร่หลายในหลายประเทศ ด้วยรสชาติหวานอมเปรี้ยวและกลิ่นหอมเฉพาะตัว จึงสามารถแปรรูปเป็นน้ำผลไม้ แยม พาย หรืออบแห้ง ประเทศไทยมีการนำเข้าแอปเปิลแต่ละปีอยู่ที่ 7,000 ล้านบาท และพันธุ์ที่นำเข้ามากที่สุดคือสายพันธุ์ฟูจิ (ประชาชาติธุรกิจ, 2564) ไทยเริ่มมีการปลูกแอปเปิลฟูจิในภาคเกษตรของจังหวัดภาคอีสาน คาดว่า ในปี 2565 จะสามารถผลิตต้นแอปเปิลฟูจิออกสู่ตลาดจำนวน 500,000 ต้น เพื่อสร้างรายได้ให้กับกลุ่มเกษตรกรในจังหวัดมหาสารคาม (มูลนิธิสัมมาชีพ, 2564) แอปเปิลฟูจิจึงเป็นวัตถุดิบที่เข้าถึงได้ง่าย ราคาถูก มีตลอดทุกฤดูกาล มีความหวานและกรอบกว่าแอปเปิลหลายสายพันธุ์ ทำให้มีตลาดรองรับสำหรับการแปรรูปเชิงพาณิชย์ ในด้านคุณค่าทางโภชนาการแอปเปิลฟูจิสดมีพลังงาน 50 กิโลแคลอรี วิตามินซี 4.6 กรัมใยอาหาร 1.5 กรัม คาร์โบไฮเดรต 11.8 กรัม โพแทสเซียม 106 มิลลิกรัม วิตามินซี 1 มิลลิกรัม และเบต้าแคโรทีน 33 ไมโครกรัม (สำนักโภชนาการ, 2553) นอกจากนี้ ยังพบสารประกอบฟีนอลิก 70.90 mg GAE/g และฟลาโวนอยด์ 21.91 mg CE/g อีกด้วย (Asale, Y. et al., 2021)

ผลิตภัณฑ์ผลไม้อบแห้งและแช่แข็งถือเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปที่มีศักยภาพสูงของประเทศไทย ในช่วงปี 2566-2567 ไทยเป็นผู้ส่งออกผลไม้อบแห้งอันดับ 1 ของโลก ด้วยปริมาณการขนส่ง 2,908 ขีปเมนต์ (กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ, 2568) อย่างไรก็ตามแม้ประเทศไทยจะมีความสามารถในการส่งออก แต่ยังคงพึ่งพาการนำเข้าผลไม้อบแห้งจากต่างประเทศเช่นกัน ในปี 2568 ไทยมีแนวโน้มการนำเข้าผักผลไม้อบแห้งสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง มีมูลค่าการนำเข้ารวมกว่า 67.4 ล้านดอลลาร์สหรัฐ หรือประมาณ 189,539 ล้านบาท โดยเฉพาะการนำเข้าจากสหรัฐอเมริกาในกลุ่มแอปเปิลและแครนเบอร์รี่ เนื่องจากข้อจำกัดด้านพื้นที่ปลูกและสภาพภูมิอากาศไม่เอื้ออำนวยต่อการผลิต จึงต้องนำเข้าเพื่อรองรับความต้องการของกลุ่มผลิตภัณฑ์ขนม เบเกอรี่ และตลาดแปรรูปอื่น ๆ (ธนพล ศรีธัญพงศ์ และคณะ, 2568) แอปเปิลฟูจิจึงมีศักยภาพในการแปรรูปเป็นผลไม้แช่แข็งแช่อบแห้ง เพื่อยกระดับมูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์ ลดปัญหาการสูญเสียขยะอาหาร และยืดอายุการเก็บรักษาให้ยาวนานขึ้น แอปเปิลเป็นผลไม้ที่เหมาะสมกับการแช่แข็งแบบเร็วเนื่องจากมีเนื้อแน่นและกรอบ ไม่นิ่มหรือเลาะง่าย โดยการแช่แข็งแบบเร็วที่ใช้อุณหภูมิสูงกว่าแช่แข็งแบบช้าจะช่วยเร่งกระบวนการออกซิโมซิสและการกระจายน้ำตาลเข้าสู่เนื้อเยื่อได้เร็วยิ่งขึ้น เป็นการลดปริมาณน้ำในชิ้นผลไม้ก่อนนำไปอบแห้ง จึงช่วยลดเวลาการอบแห้งลง (Yadav, A. K. & Singh, S. V. 2014) รวมถึงการแช่แข็งในน้ำตาลซึ่งเป็นสารที่มีความสามารถในการละลายสูง ราคาประหยัด มีประสิทธิภาพที่ดีในการดึงน้ำออกจากชิ้นผลไม้ จะช่วยปรับปรุงรสชาติผลิตภัณฑ์หลังการออกซิโมซิส (วิภา ประพินอักษร และนันทา เป็งเนตร์, 2568) ทั้งนี้การแช่แข็งแบบเร็วอบแห้งยังนำไปใช้กับผลไม้หลากหลายชนิด เช่น สับปะรด มะม่วงหาวมะนาวโห่ และมะเฟือง เป็นต้น (วัลลภา โพธิาสินธ์, 2564; ภาสุรี ฤทธิเลิศ, 2564; ธัญนันท์ ฤทธิมนี, 2560)

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์แอปเปิลฟูจิแช่แข็งแช่อบแห้ง โดยศึกษาการใช้สารให้ความคงตัวชนิดต่าง ๆ เพื่อการรักษาคุณภาพการคงรูปของผลไม้แปรรูป ศึกษาปริมาณน้ำตาลทรายและผงมะนาวที่เหมาะสมในการแช่แข็งแช่อบแห้ง ซึ่งจะเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มมูลค่าให้แอปเปิล ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้ได้นานขึ้น เป็นผลิตภัณฑ์ของทานเล่นทางเลือก และตอบสนองความต้องการของตลาดที่นิยมสินค้าใหม่อีกด้วย

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานในการผลิตแอปเปิลแช่แข็งแช่อบแห้ง
- 2.2 เพื่อศึกษาปริมาณน้ำตาลทรายและปริมาณผงมะนาวที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์แอปเปิลแช่แข็งแช่อบแห้ง
- 2.3 เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แอปเปิลแช่แข็งแช่อบแห้ง
- 2.4 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของแอปเปิลแช่แข็งแช่อบแห้ง

3. ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 ศึกษาสูตรพื้นฐานในการผลิตแอปเปิลเชื่อมแบบเร็วอบแห้ง

โดยใช้การทำแอปเปิลเชื่อมจากครัวบ้านหนู (2567) มาศึกษาชนิดของสารให้ความคงตัว 3 ชนิด ได้แก่ แคลเซียมแลคเตท แคลเซียมคลอไรด์ และแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ในปริมาณความเข้มข้นร้อยละ 1 w/v (Phyu, T. W. et al., 2016) เตรียมสารละลายแต่ละชนิด แล้วนำแอปเปิลขนาด $2.5 \times 2.5 \times 5.5$ เซนติเมตร แช่เป็นเวลา 60 นาที ก่อนนำไปล้างน้ำสะอาด 1 ครั้ง จากนั้นผึ่งให้สะเด็ดน้ำ นำแอปเปิลไปเชื่อมที่อุณหภูมิ 100 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที ปิดไฟแล้วแช่ต่อน้ำเชื่อมอีก 60 นาที ล้างคราบแอปเปิลเชื่อมผ่านน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 ± 2 องศาเซลเซียส อบด้วยเครื่องอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 ชั่วโมง นำออกมาพักให้เย็น บรรจุในภาชนะปิดสนิท สูตรดังตารางที่ 1 นำไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วย 9-Point Hedonic Scale Test โดยผู้ชิมทั่วไป จำนวน 30 คน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) นำผลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยและวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

วัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (Total soluble solid) โดยแสดงผลเป็นค่าองศาบริกซ์ ($^{\circ}\text{Brix}$) วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทำการทดสอบ 3 ซ้ำ ด้วยเครื่อง ATAGO Hand Refractometer รุ่น N-1E หาค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน โดยใช้ ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 1 สูตรแอปเปิลเชื่อมแบบเร็วอบแห้งในการศึกษาชนิดของสารให้ความคงตัว 3 ชนิด

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)		
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
แอปเปิลปอกเปลือก	1,500	1,500	1,500
น้ำเปล่า (สำหรับแช่สาร)	1,000	1,000	1,000
แคลเซียมแลคเตท	10	-	-
แคลเซียมคลอไรด์	-	10	-
แคลเซียมไฮดรอกไซด์	-	-	10
น้ำเปล่า (สำหรับน้ำเชื่อม)	1,000	1,000	1,000
น้ำตาลทราย	500	500	500
ผงมะนาว	4	4	4
เกลือ	1.5	1.5	1.5

3.2 ศึกษาปริมาณน้ำตาลทรายและปริมาณผงมะนาวที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์แอปเปิลเชื่อมแบบเร็วอบแห้ง

จากการทดลองพบว่า ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำเชื่อมไม่อยู่ในเกณฑ์การเชื่อมแบบเร็วทำให้มีผลต่อการอิมตัวของผลิตภัณฑ์ ซึ่งผลไม้เชื่อมควรแช่ในสารละลายน้ำตาลเข้มข้นอย่างน้อย 65 °Brix (Vilela, A. et al., 2016) จึงนำสูตรที่ผ่านการคัดเลือกในข้อ 3.1 มาศึกษาปริมาณน้ำตาลทรายและผงมะนาวด้วยแผนการทดลอง 2^2 Factorial Design ใน RCBD ปัจจัยที่ 1 คือเพิ่มปริมาณน้ำตาลทราย ร้อยละ 50 และ 100 ของปริมาณน้ำตาลทรายในสูตร แปรค่าปริมาณเท่ากับ 750 และ 1,000 กรัม และปัจจัยที่ 2 คือเพิ่มปริมาณผงมะนาว ร้อยละ 50 และ 100 ของปริมาณผงมะนาวในสูตร แปรค่าปริมาณเท่ากับ 6 และ 8 กรัม นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้ชิมทั่วไป จำนวน 30 คน และวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ใช้แผนการทดลองแบบ CRD บันทึกผลการทดสอบ 3 ซ้ำ หาค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน โดยใช้ ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สูตรดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ส่วนผสมและปริมาณของน้ำตาลทรายและผงมะนาวในแอปเปิลเชื่อมแบบเร็วอบแห้งที่แตกต่างกัน 4 สูตร

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)			
	อัตราส่วนของน้ำตาลทราย : ผงมะนาว			
	สูตร 1 50:50	สูตร 2 50:100	สูตร 3 100:50	สูตร 4 100:100
แอปเปิลปอกเปลือก	1,500	1,500	1,500	1,500
น้ำเปล่า (สำหรับแช่สาร)	1,000	1,000	1,000	1,000
แคลเซียมคลอไรด์	10	10	10	10
น้ำเปล่า (สำหรับน้ำเชื่อม)	1,000	1,000	1,000	1,000
น้ำตาลทราย	750	750	1,000	1,000
ผงมะนาว	6	8	6	8
เกลือ	1.5	1.5	1.5	1.5

3.3 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แอปเปิลเชื่อมแบบเร็วอบแห้ง
นำสูตรที่ได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงสุดในข้อ 3.2 มาสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปจากการสุ่มโดยบังเอิญ จำนวน 50 คน ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ด้วยแบบสอบถาม มี 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ อาชีพ รายได้ และตอนที่ 2 การศึกษาการยอมรับของผลิตภัณฑ์แอปเปิลเชื่อมแบบเร็วอบแห้งด้วยวิธีให้คะแนนความชอบ 9 Point-Hedonic Scale และเหตุผลการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค

3.4 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของผลิตภัณฑ์แอปเปิลเชื่อมแบบเร็วอบแห้ง
โดยวัดค่าสีเป็นระยะเวลา 30 วัน ในช่วงระยะวันที่ 6 12 18 24 28 และ 30 ด้วยเครื่อง Spectrophotometer รุ่น DS-200 วัดค่า L^* เป็นค่าความสว่างของสี (มีค่าอยู่ในช่วง

0-100 โดยค่า 0 แสดงถึงสีดำและค่า 100 แสดงถึงสีขาว) ค่าสี a^* (+ หมายถึง วัตถุที่มีสีแดง, - หมายถึง วัตถุที่มีสีเขียว) ค่าสี b^* (+ หมายถึง วัตถุที่มีสีเหลือง - หมายถึง วัตถุที่มีสีน้ำเงิน) สุ่มตัวอย่างตรวจค่าสี เตรียมตัวอย่างแอปเปิลเชื่อมแบบเร็วอบแห้ง น้ำหนัก 18 ± 2 กรัม ที่อุณหภูมิห้อง 30 ± 2 องศาเซลเซียส ทำการทดลอง 3 ซ้ำ (วิเชียร ดวงสีเสน, 2564) แผนการทดลองแบบ CRD หาค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนโดยใช้ ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานในการผลิตแอปเปิลเชื่อมแบบเร็วอบแห้ง

โดยใช้สารให้ความคงตัว 3 ชนิด ได้แก่ แคลเซียมแลคเตท แคลเซียมคลอไรด์ และแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ปริมาณความเข้มข้นร้อยละ 1 w/v ในการแช่แอปเปิลก่อนนำไปเชื่อมพบว่า มีคะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่ 2 ที่แช่ด้วยแคลเซียมคลอไรด์ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุดในทุกปัจจัย ผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยความชอบมากที่สุดในด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เท่ากับ 7.17 7.40 7.13 7.27 และ 7.40 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบปานกลาง โดยแอปเปิลเชื่อมแบบเร็วอบแห้งที่ได้มีสีเหลืองอมน้ำตาล รสชาติหวาน มีลักษณะคงรูป ด้านในมีเนื้อของแอปเปิลที่นุ่มแต่ไม่ฉ่ำน้ำเชื่อม สูตรที่ 1 ที่แช่ด้วยแคลเซียมแลคเตท มีสีเหลืองอมน้ำตาล ด้านนอกแห้ง มีการหดตัวเล็กน้อย และสูตรที่ 3 แช่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ มีสีน้ำตาลเข้ม รสชาติฝืดเคือง เนื้อสัมผัสแห้งและเหนียว ผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแอปเปิลเชื่อมแบบเร็วอบแห้งในการศึกษาชนิดของสารให้ความคงตัว (n=30)

คุณลักษณะ	ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบ และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้		
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
ลักษณะปรากฏ	7.07 ± 1.36^a	7.17 ± 0.90^a	5.87 ± 1.17^b
สี	7.07 ± 1.48^a	7.40 ± 1.07^a	5.80 ± 1.37^b
กลิ่น ^{ns}	6.90 ± 1.49	6.90 ± 1.00	6.50 ± 1.28
รสชาติ	7.07 ± 1.55^a	7.13 ± 1.17^a	6.43 ± 1.22^b
เนื้อสัมผัส	7.10 ± 1.69^a	7.27 ± 1.14^a	6.40 ± 1.28^b
ความชอบโดยรวม	7.23 ± 1.60^a	7.40 ± 1.04^a	6.37 ± 1.13^b
Total soluble solid (°Brix)	28.67 ± 1.15^b	32.00 ± 4.00^{ab}	34.67 ± 2.52^a

หมายเหตุ : ^{a, ab, b} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

สูตร 1 แคลเซียมแลคเตท, สูตร 2 แคลเซียมคลอไรด์, สูตร 3 แคลเซียมไฮดรอกไซด์

เมื่อวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำเชื่อมหลังการแช่อบแบบเร็วของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตร พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่ 2 มีค่า °Brix เท่ากับ 32.00 เมื่อพิจารณาค่า °Brix พบว่า ไม่อยู่ในเกณฑ์ของผลิตภัณฑ์ประเภทแช่อบแบบเร็ว ทำให้แอปเปิลแช่อบแห้งที่ได้มีลักษณะไม่อิ่มตัว เนื้อสัมผัสกระด้าง จึงนำแอปเปิลแช่อบแบบเร็วอบแห้งสูตรที่ 2 ที่ได้คะแนนเฉลี่ยความชอบมากที่สุด ไปศึกษาปริมาณน้ำตาลทรายและปริมาณผงมะนาวที่เหมาะสมต่อไป

4.2 ผลการศึกษาปริมาณน้ำตาลทรายและปริมาณผงมะนาวที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์แอปเปิลแช่อบแบบเร็วอบแห้ง

โดยเพิ่มปริมาณน้ำตาลทราย 2 ระดับ คือ ร้อยละ 50 และ 100 และเพิ่มปริมาณผงมะนาว 2 ระดับ คือ ร้อยละ 50 และ 100 พบว่า มีคะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่การเพิ่มน้ำตาลทรายและผงมะนาวมีผลต่อคะแนนความชอบด้านสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ผู้บริโภคให้การยอมรับสูตรที่ 4 ที่ใช้น้ำตาลทรายร้อยละ 100 ต่อผงมะนาวร้อยละ 100 มากที่สุด โดยมีคะแนนด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมเท่ากับ 7.30 7.03 7.20 และ 7.30 ตามลำดับ และสูตรที่ 3 มีคะแนนความชอบด้านสี สูงที่สุดเท่ากับ 7.57 เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบพบว่า การเพิ่มน้ำตาลทรายและผงมะนาวมีผลทำให้คะแนนความชอบด้านสี รสชาติ และเนื้อสัมผัสเพิ่มขึ้นทั้งในสูตรที่ 3 และ 4 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสแอปเปิลแช่อบแบบเร็วอบแห้งในการศึกษาปริมาณน้ำตาลทรายและผงมะนาว (n=30)

คุณลักษณะ	ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบ และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้			
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3	สูตร 4
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	6.97±1.00	7.30±1.07	7.30±0.88	7.30±0.88
สี	7.13±1.04 ^b	7.03±1.30 ^b	7.57±0.94 ^a	7.37±1.00 ^{ab}
กลิ่น ^{ns}	6.97±1.03	6.83±1.11	6.87±1.01	7.03±1.10
รสชาติ ^{ns}	6.83±1.10	6.93±1.10	7.10±0.92	7.20±1.16
เนื้อสัมผัส ^{ns}	6.83±1.02	7.10±1.24	7.33±0.92	7.30±1.10
ความชอบโดยรวม ^{ns}	6.93±0.94	7.17±1.34	7.17±0.87	7.30±1.12
Total soluble solid (°Brix)	40.33±1.15 ^c	37.67±1.53 ^c	52.33±2.89 ^b	58.00±1.73 ^a

หมายเหตุ : a, ab, b, c หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่ต่างกันเล็กน้อยในแนวอนเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่ต่างกันเล็กน้อยในแนวอนเดียวกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

อัตราส่วนของน้ำตาลทราย : ผงมะนาว สูตร 1 50:50, สูตร 2 50:100, สูตร 3 100:50, สูตร 4 100:100



สูตร 1 น้ำตาลทราย 50% ผงมะนาว 50% สูตร 2 น้ำตาลทราย 50% ผงมะนาว 100%
สูตร 3 น้ำตาลทราย 100% ผงมะนาว 50% สูตร 4 น้ำตาลทราย 100% ผงมะนาว 100%

ภาพที่ 1 ลักษณะของแอปเปิลเขียวแบบเรียวแบนทั้งในการศึกษาปริมาณน้ำตาลทรายและผงมะนาว

จากการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้พบว่า การใช้ปริมาณน้ำตาลทรายและผงมะนาวในปริมาณที่แตกต่างกันมีผลต่อค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปริมาณน้ำตาลทรายที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ค่า °Brix เพิ่มขึ้น ในสูตรที่ 3 และ 4 ที่น้ำตาลทรายร้อยละ 100 มีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้เท่ากับ 52.33 และ 58.00 °Brix ตามลำดับ สูงกว่าเมื่อเทียบกับสูตรที่ 1 และ 2 ที่เพิ่มปริมาณน้ำตาลทรายร้อยละ 50

4.3 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แอปเปิลเชอิมแบบเร็วอบแห้ง

นำผลิตภัณฑ์ที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุดคือ แอปเปิ้ลที่แช่แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 1 เพิ่มปริมาณน้ำตาลทรายร้อยละ 100 และผงมะนาวร้อยละ 100 มาทำการสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 50 คน ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ข้อมูลทั่วไปพบว่าส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 66 รองลงมาเป็นเพศชาย ร้อยละ 32 อยู่ในช่วงอายุระหว่าง 18-20 ปี ร้อยละ 50 รองลงมาคือช่วงอายุ 21-25 ปี ร้อยละ 40 เป็นนักศึกษา ร้อยละ 90 ประกอบอาชีพธุรกิจส่วนตัว ร้อยละ 4 รับจ้าง ร้อยละ 6 และมีรายได้น้อยกว่า 10,000 บาท ร้อยละ 88 ผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยความชอบทั้งด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม อยู่ในระดับชอบปานกลาง ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปต่อแอปเปิ้ลเชื่อมแบบเร็วอบแห้ง (n=50)

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนนเฉลี่ย
ลักษณะปรากฏ	7.32±1.06
สี	7.50±1.02
กลิ่น	7.48±1.22
รสชาติ	7.64±1.21
เนื้อสัมผัส	7.62±1.12
ความชอบโดยรวม	7.90±0.81

เมื่อสอบถามการยอมรับผลิตภัณฑ์แอปเปิ้ลเชื่อมแบบเร็วอบแห้งพบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 96 โดยมีเหตุผลในการยอมรับคือ แอปเปิ้ลเชื่อมแบบเร็วอบแห้งมีรสชาติดี คิดเป็นร้อยละ 68 รองลงมาคือเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความแปลกใหม่ ร้อยละ 60 และผู้บริโภคให้คำตอบว่าหากมีการจำหน่ายจะตัดสินใจซื้อ ร้อยละ 74 ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ข้อมูลการยอมรับของผู้บริโภคเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์แอปเปิ้ลเชื่อมแบบเร็วอบแห้ง

ปัจจัย	จำนวน (คน)	ร้อยละ
การยอมรับผลิตภัณฑ์		
ยอมรับ	48	96
ไม่ยอมรับ	0	0
ไม่แน่ใจ	2	4
เหตุผลในการยอมรับ		
สีสันท่ารับประทาน	14	28
รสชาติดี	34	68
สามารถยืดอายุการเก็บรักษา	26	52
ผลิตภัณฑ์มีความแปลกใหม่	30	60
การตัดสินใจซื้อ		
ซื้อ	37	74
ไม่ซื้อ	0	0
ไม่แน่ใจ	13	26

4.4 ผลศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของผลิตภัณฑ์แอปเปิ้ลเชื่อมแบบเร็วอบแห้ง

โดยนำแอปเปิ้ลเชื่อมแบบเร็วอบแห้งสูตรที่ดีที่สุดมาวัดค่าสีเป็นระยะเวลา 30 วันพบว่า ค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีแดง-เขียว (a^*) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b^*) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ผลิตภัณฑ์มีค่า L^* ลดลง จากวันที่ 1 เท่ากับ 56.26 จนถึงวันที่ 30 เท่ากับ 43.26 ส่วนค่าสี a^*

มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากวันที่ 1 เท่ากับ 3.88 และวันที่ 30 เท่ากับ 5.77 ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลมากขึ้น ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าสีของแอปเปิลแช่อิ่มแบบเร็วอบแห้งในระยะเวลา 30 วัน

จำนวนวัน	แอปเปิลแช่อิ่ม แบบเร็วอบแห้ง	L*	a*	b*
วันที่ 1		56.26±2.84 ^a	3.88±0.80 ^a	13.89±3.67 ^{ns}
วันที่ 6		48.89±5.48 ^b	3.92±1.35 ^a	10.63±6.52 ^{ns}
วันที่ 12		49.39±4.05 ^{ab}	6.08±1.72 ^b	11.19±3.72 ^{ns}
วันที่ 18		47.91±3.17 ^b	6.04±3.14 ^{ab}	13.67±4.25 ^{ns}
วันที่ 24		45.58±9.04 ^b	5.63±1.98 ^{ab}	9.29±6.77 ^{ns}
วันที่ 30		43.26±4.51 ^b	5.77±0.86 ^{ab}	10.83±3.98 ^{ns}

หมายเหตุ : ^{a, ab, b,} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

5. อภิปรายผล

การศึกษาสูตรพื้นฐานในการผลิตแอปเปิลแช่อิ่มแบบเร็วอบแห้ง โดยใช้สารให้ความคงตัวแช่แอปเปิลก่อนแช่อิ่ม 3 ชนิด คือ แคลเซียมแลคเตท แคลเซียมคลอไรด์ และแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ในปริมาณร้อยละ 1 ผลประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยผู้บริโภคว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สีรสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม โดยสารให้ความคงตัวที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด คือ แคลเซียมคลอไรด์ ที่ทำให้ผลิตภัณฑ์คงรูปได้ดี ซึ่งผลดังกล่าวสอดคล้องกับผลการศึกษาของพิสุทธิ หนักแน่น (2555) ที่ศึกษาสารกลุ่มแคลเซียมต่อคุณลักษณะขึ้นแคนตาลูปแช่อิ่มอบแห้ง 2 ชนิด คือ แคลเซียมแลคเตท และแคลเซียมคลอไรด์พบว่า ชุดการทดลองที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ให้ค่าความแข็งสูงกว่าชุดทดลองที่แช่ในสารละลายแคลเซียมแลคเตท แคลเซียมคลอไรด์จึงเหมาะสมในการให้ความคงตัวของผลิตภัณฑ์ สอดคล้องกับงานวิจัยของภาสุรี ฤทธิเลิศ (2564) ที่ศึกษาสภาวะในการแช่สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่เหมาะสมในมะม่วงหาวมะนาวโห่แช่อิ่มอบแห้งพบว่า การแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.6 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบรวมมากกว่าการแช่ในสารละลายร้อยละ 0.8 ซึ่งมีรายงานผลว่าผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่แช่อิ่มอบแห้งที่แช่สารละลายที่มีความเข้มข้นมากขึ้นที่ร้อยละ 0.8 ทำให้มีค่าเนื้อสัมผัสเหนียวและแข็งเพิ่มขึ้น ทั้งนี้การแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เป็นอีกกรรมวิธีหนึ่งที่นิยม โดยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์

สามารถช่วยปรับปรุงความกรอบของเนื้อผลไม้ได้ ช่วยให้เนื้อเยื่อมีความแข็งแรง ทำให้ผลไม้แช่อิ่มคงรูป โดยมีแคลเซียมออกไซด์ทำปฏิกิริยาในโครงสร้างเซลล์เนื้อเยื่อในผลไม้เพื่อให้คงรูป (วัลลภา โพธิ์สินธ์, 2564) ทั้งนี้ปริมาณที่เหมาะสมอาจขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของผลไม้ที่นำมาแช่อิ่มอบแห้งที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคในด้านภาพลักษณ์ ด้านผลการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้พบว่าอยู่ในช่วง 28.67-34.67 องศาบริกซ์ ซึ่งไม่อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์แช่อิ่ม ส่งผลให้แอปเปิลแช่อิ่มแบบเร็วอบแห้งมีลักษณะไม่อิ่มตัวด้วยน้ำเชื่อม เนื่องจากปริมาณน้ำตาลที่ออสโมซิสเข้าไปไม่เพียงพอ ซึ่งการแช่อิ่มแบบเร็วควรใช้น้ำเชื่อมต้มจนงวดที่ความเข้มข้นร้อยละ 50-65 (เนาวพันธ์ คล่อง และคณะ, 2565) เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะที่เหมาะสม

ผลจากการศึกษาปริมาณน้ำตาลทรายและปริมาณผงมะนาวพบว่า แอปเปิลแช่อิ่มแบบเร็วอบแห้งสูตรที่ 4 ที่เพิ่มปริมาณน้ำตาลทรายร้อยละ 100 และผงมะนาวร้อยละ 100 ผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยความชอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมมากกว่าสูตรอื่น เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำตาลทรายที่เหมาะสมกับกระบวนการแช่อิ่มแบบเร็วพบว่าสูตรที่ 4 มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้มากที่สุด ใกล้เคียงกับน้ำเชื่อมที่ใช้ในกระบวนการแช่อิ่มผลไม้แบบเร็วคือ 58.00° Brix สอดคล้องกับงานวิจัยของพรพาวดา จันทโร และคณะ (2559) ที่ศึกษาผลของความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสและอุณหภูมิในการแช่อิ่มต่อคุณภาพของมะพร้าวแช่อิ่มอบแห้งพบว่า เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของซูโครสจากร้อยละ 55 เป็นร้อยละ 75 ส่งผลให้เกิดความแตกต่างของแรงดันออสโมซิสที่สูงขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพการแพร่ของน้ำออกจากชิ้นมะพร้าวและการแพร่ของซูโครสเข้าไปในชิ้นมะพร้าวมีค่าเพิ่มขึ้น มีผลต่อคะแนนความชอบของผู้บริโภค สอดคล้องกับภักชนกภัณฑิ์ ภาโพธิ์รัตน์ และคณะ (2560) ที่ศึกษาเปรียบเทียบกระบวนการผลิตเปลือกกล้วยน้ำว้าแช่อิ่มอบแห้งแบบช้าและแบบเร็วโดยวิธีการแช่อิ่มแบบเร็วมีความเข้มข้นของน้ำเชื่อมเริ่มต้นที่ร้อยละ 65 ด้านของปริมาณน้ำตาลทรายและผงมะนาวที่เพิ่มขึ้นในการแช่อิ่มอบแห้งมีผลต่อการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล ทำให้คะแนนความชอบด้านสีเพิ่มขึ้นสอดคล้องกับภัทรสุดา นามดีบ (2555) ที่ศึกษาการประยุกต์สนามไฟฟ้ากระตุ้นเป็นจังหวะในกระบวนการทำแห้งแบบออสโมติกของแอปเปิลที่พบว่าการใช้สารละลายกรดแอสคอร์บิกร่วมกับการแทรกซึมภายใต้สุญญากาศมีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในแอปเปิล รวมถึงการเพิ่มความเข้มข้นสารละลายซูโครสและอุณหภูมิให้สูงขึ้น ทำให้อัตราการถ่ายเทมวลเพิ่มขึ้น ค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลลดลง การใช้ น้ำตาลทรายและผงมะนาวที่เพิ่มขึ้นจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ลดการเกิดสีน้ำตาลบนผิวแอปเปิลแช่อิ่มอบแห้งได้

ด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์แอปเปิลแช่อิ่มแบบเร็วอบแห้งโดยผู้บริโภคทั่วไป พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยด้านความชอบโดยรวมสูงสุดที่ 7.90 รวมถึงให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 96 โดยมีเหตุผลในการยอมรับคือ แอปเปิลแช่อิ่มแบบเร็วอบแห้งมีรสชาติดี คิดเป็นร้อยละ 68 และเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความแปลกใหม่ ร้อยละ 60 ให้เหตุผลถึงลักษณะผลิตภัณฑ์ที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ ผลิตภัณฑ์มีขนาดชิ้นพอดีคำ รสชาติหวานอมเปรี้ยว

มีเนื้อสัมผัสนุ่มหนึบน่ารับประทาน สามารถตอบโจทย์ผู้บริโภคที่ต้องการผลิตภัณฑ์ของทานเล่น พกพาสะดวก

ผลศึกษาค่าสีในระยะเวลา 30 วัน เพื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของสีแอปเปิลแช่อบแบบเร็วอบแห้งพบว่า ค่า L^* ความสว่างและค่า b^* ที่แสดงค่าสีเหลืองลดลง ทำให้สีของผลิตภัณฑ์เข้มขึ้น ค่า a^* ที่แสดงค่าสีแดงเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีโทนแดงมากขึ้น ซึ่งการเกิดสีน้ำตาลในการแช่อบแห้งเกิดจากการสลายตัวของโมเลกุลน้ำตาลด้วยความร้อนที่ใช้ในการแช่อบ เป็นปัจจัยสนับสนุนให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์หรือปฏิกิริยาเมลลาร์ดที่เกิดขึ้นระหว่างกรดอะมิโนและน้ำตาลรีดิวซ์ (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนাপนธ์, 2566) ส่งผลให้แอปเปิลแช่อบแบบเร็วอบแห้งมีสีเข้มเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม การเกิดสีน้ำตาลอาจเกิดควบคู่กับปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เกิดจากเอนไซม์ระหว่างกระบวนการผลิต เช่น การปอก การหั่น จากการออกซิเดชันของฟีนอลรวมถึงกรดคลอโรเจนิกในแอปเปิลที่เป็นวัตถุดิบหลักได้เช่นกัน (Arnold, M. & Michałowska, A. G., 2022) จากการศึกษาของวิภา ประพินอักษร และนันทา เป็งเนตร์ (2568) ที่ศึกษาผลของกระบวนการแช่อบต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสับประรดแช่อบแห้ง การใช้สารละลายผสมระหว่างน้ำตาลซูโครสร่วมกับกลีเซอรอล ทำให้สับประรดแช่อบแห้งมีค่าสว่างมากที่สุด หากต้องการพัฒนาให้ผลิตภัณฑ์แอปเปิลแช่อบคงสีสว่าง อาจใช้สารละลายชนิดอื่น เช่น กลีเซอรอล หรือ มอลโทเดกซ์ทริน ร่วมกับน้ำตาลในขั้นตอนการแช่อบ เพื่อช่วยลดปัญหาด้านเนื้อสัมผัสและสีของผลิตภัณฑ์

6. องค์ความรู้ใหม่

งานวิจัยนี้ได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ในด้านพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตแอปเปิลแช่อบแบบเร็วอบแห้งให้มีคุณภาพดีขึ้น เนื่องจากในการผลิตผลไม้แปรรูปมักใช้การแช่อบแบบช้าซึ่งระยะเวลาในการผลิตค่อนข้างนานก่อนนำไปอบแห้ง โดยการใช้เทคนิคแช่อบแบบเร็วร่วมกับการควบคุมปัจจัยสำคัญ ได้แก่ ชนิดของสารให้ความคงตัวและความเข้มข้นของน้ำตาลที่เหมาะสมจะทำให้คงลักษณะเนื้อผลไม้ด้านในนุ่ม คงรูปได้ดี และลดระยะเวลาการผลิต รวมถึงในปัจจุบันแอปเปิลมักแปรรูปในลักษณะอบแห้งจึงมีเนื้อสัมผัสที่ค่อนข้างแห้งแข็ง การใช้เทคนิคแช่อบก่อนอบแห้งทำให้เป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภค เพิ่มมูลค่ากับแอปเปิลพันธุ์ฟูจิสำหรับการแปรรูปเชิงพาณิชย์หรือผลิตภัณฑ์ในลักษณะแอปเปิลหนึบได้

7. สรุป

การศึกษาค้นคว้าพื้นฐานในการผลิตแอปเปิลแช่อบแบบเร็วอบแห้ง โดยใช้ชนิดของสารให้ความคงตัวในขั้นตอนการเตรียมก่อนแช่อบต่างกันพบว่า การใช้แคลเซียมคลอไรด์ร้อยละ 1 ในการแช่แอปเปิล ได้รับคะแนนความชอบสูงสุด มีการคงรูปทรงขึ้นแอปเปิล และทำให้มีเนื้อสัมผัสที่ดี ได้รับคะแนนเฉลี่ยความชอบสูงสุดในด้านลักษณะปรากฏ 7.17 สี 7.40 รสชาติ 7.13 เนื้อสัมผัส 7.27 และความชอบโดยรวม 7.40 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคมีความพึงพอใจมากกว่าการใช้สารให้ความคงตัวชนิดอื่น ด้วยรูปลักษณะของแอปเปิลแช่อบแบบเร็วอบแห้งที่คงรูปดี มีสีไม่เข้มจนเกินไป

ในขณะที่การเพิ่มปริมาณน้ำตาลทรายเป็นร้อยละ 100 และปริมาณผงมะนาวร้อยละ 100 พบว่า ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุดในด้านลักษณะปรากฏ 7.30 สี 7.37 กลิ่น 7.03 รสชาติ 7.20 และความชอบโดยรวม 7.30 ซึ่งการเพิ่มปริมาณน้ำตาลทรายที่มากขึ้นมีผลต่อการยอมรับด้านลักษณะปรากฏและรสชาติที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ทำให้แอปเปิ้ลเชื่อมแบบเร็วอบแห้งมีความอึดตัวของผลิตภัณฑ์ที่ดีกว่าการเพิ่มปริมาณน้ำตาลทรายที่ร้อยละ 50

เมื่อนำผลิตภัณฑ์แอปเปิ้ลเชื่อมแบบเร็วอบแห้งมาทดสอบการยอมรับและเหตุผลการยอมรับกับผู้บริโภคพบว่า คะแนนเฉลี่ยความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม อยู่ในช่วงคะแนนเฉลี่ย 7.32-7.90 ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 96 เหตุผลการยอมรับคือ มีรสชาติดี หวานอมเปรี้ยว และเป็นผลิตภัณฑ์ที่แปลกใหม่

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสีในช่วงระยะเวลา 30 วัน พบว่า ค่า L^* ความสว่าง และค่า b^* สีเหลืองลดลง ส่วนค่า a^* สีแดงเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นการบ่งชี้ว่าเมื่อเก็บรักษาในระยะเวลาสั้นขึ้นค่าความสว่างและสีเหลืองในแอปเปิ้ลเชื่อมแบบเร็วอบแห้งมีปริมาณลดลง ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะสีเข้มเพิ่มขึ้น

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ควรศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ อายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น และลักษณะทางกายภาพและจุลินทรีย์เพิ่มเติม รวมถึงนำไปต่อยอดในเชิงพาณิชย์กับผลไม้อื่น เช่น มะม่วง พักเขียว ซึ่งเป็นผลผลิตทางการเกษตรที่ล้นตลาดเมื่ออยู่ในหน้าฤดูกาลของผลไม้ชนิดนั้น ๆ เพื่อให้เกิดการพัฒนาสู่ระดับอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน ควรมีการศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการผลิตแบบอัตโนมัติรวมกับการบริหารจัดการวัตถุดิบเชิงรุก เพื่อควบคุมต้นทุนและคุณภาพให้คงที่ควบคู่ไปกับการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับการส่งออก ซึ่งจะช่วยลดข้อจำกัดด้านความไม่แน่นอนของปัจจัยการผลิตและเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันในตลาดระดับสากล

8.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรศึกษาแอปเปิ้ลสายพันธุ์อื่น ๆ ซึ่งอาจส่งผลต่อรสชาติ และเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากในจังหวัดนครปฐมมีตลาดค้าส่งผลไม้ขนาดใหญ่ซึ่งมีแอปเปิ้ลที่ตกเกรดที่ไม่สามารถจำหน่ายได้

10. เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ. (2568, มิถุนายน 23). ความขัดแย้งทางการเมืองโลกอาจส่งผลกระทบต่อราคาผลไม้ทั้งพุ่งสูง.

<https://www.ditp.go.th/post/je0ofc073jjxt11kmv8iqo9p>

กฤษณกัณฑ์ ภาโพธิรัตน์, ธนภาพ โสตรโยม, ชญาภัทร ก็อารีโย และน้อมจิตต์ สุธิบุตร. (2560).

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เปลือกกล้วยน้ำว้าเชื่อมอบแห้ง. วารสารสังคมศาสตร์วิชาการ, 10(พิเศษ), 200-214.

- ครัวบ้านหนู. (2567, กุมภาพันธ์ 14). *มีวิธีทำมะม่วงหั่นมาฝาก วิธีนี้ทำง่าย ไม่ใช้น้ำปูนใส*. [Infotext] Facebook. <https://www.facebook.com/KruaBaanNoo/posts/1144227873744743>
- ธนพล ศรีธัญพงศ์, ณัฐชาติ วิรุฬหวิเศษ, ธวัชพล ศรีทองเต็ม, เชี่ยวชาญ ศรีชัยยา, วิลินดา ดิสรเตตวิวัฒน์, วัชรพันธ์ นิยม, ณวัชร หันสุเวช และศรีอำไพ อิงคกิตติ. (2568, สิงหาคม 14). *ธุรกิจผักผลไม้อบแห้ง*. https://www.lhbank.co.th/getattachment/a2bbdcc1-37db-4470-ad46-be4bfbde20aa/economic-analysis-Industry-Outlook-2025-Dried-vegetables-and-fruits_Aug2025
- ธัญนันท์ ฤทธิมนี. (2560). คุณภาพและพฤติกรรมการอบแห้งของมะเฟืองแช่ขี้เถ้าอบแห้งด้วยวิธีออสโมติกดีไฮเดรชัน. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสต์เทิร์นเอเชีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 11(1), 148-159.
- เนาวพันธ์ ดลรุ่ง, กฤตลักษณ์ ปะสะกะวี, ปนิตา บรรจงสินศิริ, เพ็ญญา ชลปฐมพิกุลเลิศ และอติยา วังสินธุ์. (2565, มีนาคม 30). *คู่มือการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์จากเศษของมะม่วง ลูกตาล และปลายข้าวกล้องหอมปทุมธานี 1 ในพื้นที่อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี*. https://explore.nrct.go.th/file_upload/submitter/file_upload//906e2c1bc9b021def55224a691357f5f147b258a53503ec6.pdf
- ประชาชาติธุรกิจ. (2564, เมษายน 12). *มหาสารคามปลูก “แอปเปิ้ลฟูจิ” อีก 3 ปีผลผลิต 5 แสนตันสู่ตลาด*. <https://www.prachachat.net/breaking-news/news-6468>
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนปนนท์. (2566, สิงหาคม 11). *ปฏิกิริยาเมลลาร์ด*. <https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0397/maillard-reaction>
- พิสุทธิ หนักแน่น. (2555). *ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของแคนตาลูปแช่ขี้เถ้าอบแห้ง* (รายงานผลการวิจัย). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พรวตา จันทโร, สุพรรณิการ์ ศรีบัวทอง, รัชนี เจริญ และปาริสุทธิ์ เฉลิมชัยวัฒน์. (2559). ผลของความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสและอุณหภูมิในการแช่ขี้เถ้าต่อคุณภาพของมะพร้าวแช่ขี้เถ้าอบแห้ง. *วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง*, 25(1), 75–87.
- ภัทรสุดา นามดีบ. (2555). *การประยุกต์สนามไฟฟ้ากระตุ้นเป็นจังหวะในกระบวนการทำแห้งแบบออสโมติกของแอปเปิ้ล* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. https://archive.lib.cmu.ac.th/full/T/2555/enfo31055pn_tpg.pdf
- ภาสุรี ฤทธิเลิศ. (2564). การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตมะม่วงหาวมะนาวโห่แช่ขี้เถ้าอบแห้ง. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า*, 39(3), 239-247.
- มูลนิธิส้มมาชีพ. (2564, เมษายน 20). *“แอปเปิ้ลพันธุ์ฟูจิ” พี่เศรษฐกรใจใหม่แดนอีสาน*. <https://shorturl.asia/7jShK>
- วัลลภา โพธิ์สินธ์. (2564). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์สับปะรดแช่ขี้เถ้าอบแห้งสามรส* (รายงานผลการวิจัย). มหาวิทยาลัยรังสิต.
- วิเชียร ดวงสีเสน. (2564). ผลของวิธีการเตรียมและอุณหภูมิที่มีผลต่อระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งและคุณภาพของเมล่อน. *J Sci Technol MSU*, 40(5), 341-346.

- วิภา ประพินอักษร และนันทา เป็งเนตร์. (2568). ผลของกระบวนการแช่แข็งต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาสับปะรดแช่แข็งอบแห้ง. *วารสารเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.อีสาน*, 6(1), 1-13.
- สำนักโภชนาการ. (2553). *คุณค่าทางโภชนาการในผลไม้*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- Arnold, M. & Michałowska, A. G. (2022). Enzymatic browning in apple products and its inhibition treatments: A comprehensive review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 21(6), 5038-5076. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13059>
- Asale, Y., Dessalegn, E., Assefa, D. & Abdisa, M. (2021). Phytochemicals and antioxidant activity of different apple cultivars grown in South Ethiopia: case of the wolayta zone. *International Journal of Food Properties*, 24(1), 354-363. <https://doi.org/10.1080/10942912.2021.1885440>
- Phyu, T. W., Shwe, Z. M. & Hnin, T. W. (2016). Dehydration of fruits by different methods. *Yadanabon University Research Journal*, 6(1), 1-10. <https://meral.edu.mm/records/332>
- Vilela, A., Sobreira, C., Abraao, A. S., Lemos, A. M. & Nunes, F. M. (2016). Texture quality of candied fruits as influenced by osmotic dehydration. *Journal of Texture Studies*, 47(2), 121-135. <https://doi.org/10.1111/jtxs.12177>
- Yadav, A. K. & Singh, S. V. (2014). Osmotic dehydration of fruits and vegetables: a Review. *J Food Sci Technol*, 51(9), 1654-1673. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0659-2>