บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสับปะรดที่ใช้ในงานวิจัย

โครงสร้างของผนังเซลของผลไม้จะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามความสุกของผลไม้ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อการออสโมซิส ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำตาล (°Brix) และค่าความเป็นกรดของสับปะรดที่ใช้ในการทดลอง เพื่อเป็นการตรวจสอบความสุกของผลสับปะรดที่ได้คัดเลือกมาโดยการสังเกตสีของเปลือกซึ่งค่าดังกล่าวเป็นเครื่องบ่งชี้ความแก่อ่อนของผลไม้ได้ จากผลการทดลองในตารางที่ 5 พบว่า ปริมาณความชื้น และปริมาณน้ำตาลของสับปะรดมีค่าใกล้เคียงกับผลการวิเคราะห์ที่ได้รายงานไว้ (Dull, 1971) สำหรับสับปะรดสุก ส่วนค่าความเป็นกรดมีค่าต่ำกว่ามาก อาจเนื่องจากในงานวิจัยนี้วิเคราะห์สับปะรดเฉพาะส่วนที่หั่นเป็นวงแหวนซึ่งเป็นส่วนกลางของผลสับปะรดเท่านั้นไม่ได้วิเคราะห์ในส่วนที่กินได้ทั้งผล และนอกจากนั้นอาจจะไม่ใช่สับปะรดพันธุ์เดียวกัน

ผลของอุณหภูมิและเวลาในการออสโมซิสต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของสับปะรดหลังการออสโมซิส

จากการศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของสับปะรด ภายหลังการออสโมซิส โดยการติดตามค่า water loss, solid gain และค่าแรงตัดขาด (ตารางที่ 6-9) พบว่า อุณหภูมิและเวลาในการออสโมซิสไม่มีอิทธิพลร่วมต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของสับปะรดหลังการออสโมซิส ดังนั้นจึงแยกพิจารณาที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ พบว่า เมื่ออุณหภูมิในการออสโมซิสเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่า water loss และ solid gain เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยเมื่ออุณหภูมิในการออสโมซิสเพิ่มขึ้นจาก 50, 60 และ 70°C มีค่า water loss เป็น 35.75, 39.46 และ 40.58 กรัมน้ำ/100 กรัม สับปะรดสด ตามลำดับ และ solid gain มีค่าเป็น 15.39, 18.70 และ 21.35 กรัมของแข็ง/ 100 กรัม สับปะรดสด ตามลำดับ และค่าแรงตัดขาดที่อุณหภูมิ 50°C และ 60°C ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่แตกต่างจากที่ 70°C อย่างมีนัยสำคัญ

($p \leq 0.05$) ซึ่งมีค่าเป็น 14.48, 13.39 และ 9.78 นิวตัน สำหรับเวลาในการออสโมซิสที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ water lossที่เวลา 6 และ 7 ชั่วโมง ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่แตกต่างจากที่ 5 ชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ซึ่งมีค่าเป็น 39.06, 39.33 และ 37.81กรัมน้ำ/100 กรัมสับปะรดสด ตามลำดับ และมีผลทำให้ solid gain เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อเวลาในการออสโมซิสเพิ่มขึ้นจาก 5, 6 และ 7 ชั่วโมง มีค่า solid gain เป็น 17.51,18.43 และ 19.50 กรัมของแข็ง/100 กรัมสับปะรดสด ตามลำดับ และค่าแรงตัดขาดที่เวลาในการออสโมซิส 5 และ 6 ชั่วโมงไม่แตกต่างกันแต่แตกต่างจากที่ 7 ชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ซึ่งมีค่าเป็น 14.01, 13.60 และ 10.12 นิวตัน ตามลำดับ

จากผลการทดลองดังกล่าวนี้จะพบว่าเมื่อเวลาในการออสโมซิสเพิ่มขึ้นทำให้ค่า water loss และ solid gain เพิ่มขึ้นทั้งนี้เนื่องจากเกิดการแพร่ของน้ำและน้ำตาลผ่านเยื่อ semipermeable membrane ของชิ้นสับปะรดเมื่ออุณหภูมิและเวลาในการออสโมซิสเพิ่มขึ้นอาจทำให้ผนังเซลของสับปะรดมีลักษณะที่อ่อนนุ่มขึ้น ดังนั้นจึงทำให้น้ำในสับปะรดแพร่ผ่านออกสู่ภายนอกได้มากขึ้นจึงทำให้ water loss เพิ่มขึ้น และในขณะเดียวกันก็ทำให้โมเลกุลของน้ำตาลในซูโครสไซรัปก็แพร่เข้าไปสู่เนื้อสับปะรดได้มากขึ้น ซึ่งทำให้ solid gain เพิ่มขึ้นเช่นกัน นอกจากนี้อุณหภูมิและเวลาในการออสโมซิสมีผลต่อค่าแรงตัดขาดอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิในการออสโมซิสเพิ่มขึ้นอาจเป็นการลวก (Blanching) สับปะรดไปพร้อมๆ กันด้วย ทำให้ผนังเซลของสับปะรดมีลักษณะที่อ่อนนุ่มขึ้น ดังนั้นจึงทำให้ปริมาณน้ำในสับปะรดสามารถแพร่ผ่านผนังเซลได้ง่ายและในขณะเดียวกันโมเลกุลของน้ำตาลในซูโครสไซรัปก็สามารถซึมผ่านผนังเซลเข้าไปได้โดยง่ายเช่นกัน (Lenart and Lewicki, 1988) และนอกจากนั้นการแช่สับปะรดในซูโครสไซรัปที่มีอุณหภูมิสูงเป็นเวลานานๆ ก็มีผลทำให้ผนังเซลของสับปะรดมีลักษณะที่อ่อนนุ่มขึ้น ดังนั้นค่าแรงตัดขาดจึงต่ำเมื่ออุณหภูมิและเวลาในการออสโมซิสนานขึ้น

ผลการศึกษา water loss/solid gain ratio ต่ออัตราการทำแห้งและคุณภาพของผลิตภัณฑ์สับปะรดแห้ง

ขั้นตอนนี้ศึกษา water loss/solid gain ต่ออัตราการทำแห้งและคุณภาพของ ผลิตภัณฑ์สับปะรดแห้ง โดยแปรเวลาในการออสโมซิสเป็น 4, 5, 6 และ 7 ชั่วโมง ซึ่งจากผลการทดลองในตารางที่ 10 พบว่า เมื่อเวลาในการออสโมซิสเพิ่มขึ้นจาก 4 ชั่วโมง เป็น 5 ชั่วโมง จนกระทั่งถึง 6 ชั่วโมง water loss มีค่าเพิ่มขึ้น แต่กลับลดลงเมื่อเวลาเพิ่มเป็น 7 ชั่วโมง โดยพบว่าที่เวลา 4, 5, 6 และ 7 ชั่วโมง มีค่า water loss เป็น 35.43, 37.47, 39.36 และ 38.03 กรัมน้ำ/100 กรัมสับปะรดสด ตามลำดับ ซึ่งในกรณีนี้อาจอธิบายได้ว่าเมื่อออสโมซิสสับปะรดเป็นเวลา 6 ชั่วโมง อาจเป็นเวลาที่นานเพียงพอจะทำให้เกิดสภาวะสมดุลของสารละลายขึ้น ดังนั้นการใช้เวลาในการออสโมซิสนานขึ้นจึงไม่มีผลต่อค่า water loss อีกต่อไป ส่วนสาเหตุที่เมื่อเวลาในการออสโมซิสเพิ่มขึ้นเป็น 7 ชั่วโมง water loss มีค่าลดลง อาจเนื่องจากน้ำในสับปะรดบางส่วนถูกจับไว้โดยน้ำตาลกลูโคสและฟรักโทสซึ่งน้ำตาลสองชนิดนี้มีความสามารถในการจับน้ำไว้ได้ดี (hygroscopicity) โดยปกติเนื้อสับปะรดก็มีน้ำตาลสองชนิดนี้อยู่แล้วแต่มีอยู่ในปริมาณที่ไม่สูงนัก เมื่อการออสโมซิส ดำเนินไปจะมีผลให้น้ำตาลซูโครสแพร่เข้าไปในเนื้อสับปะรดแล้วอาจเกิดการแตกตัวบางส่วนให้กลูโคสและฟรักโทส โดยที่อุณหภูมิและกรดที่มีอยู่ในผลไม้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาจากการแตกตัวของซูโครสนี้ ทำให้เนื้อสับปะรดมีน้ำตาลกลูโคสและฟรักโทสในปริมาณที่สูงขึ้น จึงสามารถจับน้ำบางส่วนเอาไว้เป็นผลให้ water loss มีค่าลดลง

นอกจากนี้ พบว่าเวลาในการออสโมซิสมีผลต่อ solid gain อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อเวลาในการออสโมซิสเพิ่มขึ้นจาก 4, 5, 6 และ 7 ชั่วโมง มี solid gain เป็น 17.60, 18.02, 19.26 และ 19.46 กรัมของแข็ง/100 กรัม สับปะรดสด ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องจากการแช่สับปะรดในซูโครสไซรัปที่อุณหภูมิสูงเป็นเวลานานๆ มีผลทำให้ผนังเซลของสับปะรดสูญเสียสมบัติของ semipermeable membrane ไปบ้าง ทำให้โมเลกุลของน้ำตาลในซูโครสไซรัปแพร่เข้าสู่เนื้อสับปะรดได้ง่ายขึ้น

จากการทดลองเมื่อแปรเวลาในการออสโมซิสเป็น 4, 5, 6 และ 7 ชั่วโมง สับปะรดมีค่า water loss/solid gain ratio เป็น 2.01, 2.09, 2.04 และ 1.96 ตามลำดับ ค่า water loss/solid gain ratio ที่เวลาในการออสโมซิส 4, 5 และ 6 ชั่วโมง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ส่วนที่เวลาในการออสโมซิสเป็น 7 ชั่วโมงมีค่า water loss/solid gain ratio ต่ำที่สุด คือ 1.96 และแตกต่างจากที่เวลาอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากที่เวลาในการ

ออสโมซิส 7 ชั่วโมง นั้น water loss มีค่าลดลง เพราะน้ำในสับปะรดบางส่วนถูกจับไว้โดยน้ำตาลกลูโคสและฟรักโทส ซึ่งน้ำตาลสองชนิดนี้มีความสามารถในการจับน้ำไว้ได้ดี จึงสามารถจับน้ำบางส่วนเอาไว้เป็นผลให้ water loss มีค่าลดลง และอาจเนื่องจากการเกิดสมดุลของการออสโมซิส แต่ในขณะเดียวกันนั้น solid gain ที่ 7 ชั่วโมงมีค่าสูงทำให้ water loss/solid gain ratio ที่ได้มีค่าต่ำกว่าที่เวลาอื่นๆ

จากรูปที่ 16, 17, 18 และ 19 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ของความชื้นกับเวลาในการอบแห้งของสับปะรดที่มีค่า water loss/solid gain ratio เป็น 2.01, 2.09, 2.04 และ 1.96 ตามลำดับ โดยใช้วิธี multiple regression และใช้สมการกำลังสอง เพราะ R^2 มีค่าสูงสุด พบว่าสับปะรดที่มีค่า water loss/solid gain ratio 2.01 (เวลาในการออสโมซิส 4 ชั่วโมง) จะใช้เวลาในการอบแห้งให้ได้ผลิตภัณฑ์สับปะรดแห้งที่มีความชื้นต่ำกว่า 15% นาน 425 นาที ส่วนที่ water loss/solid gain ratio เป็น 2.08 (เวลาในการออสโมซิส 5 ชั่วโมง) ส่วนที่ water loss/solid gain ratio เท่ากับ 2.04 (เวลาในการออสโมซิส 6 ชั่วโมง) และที่ water loss/solid gain ratio เป็น 1.96 (เวลาในการออสโมซิส 7 ชั่วโมง) ใช้เวลาในการอบแห้ง 470, 513 และ 535 นาที ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อเวลาในการออสโมซิสเพิ่มขึ้นจะทำให้โมเลกุลของน้ำตาลสามารถแพร่ผ่านเข้าไปในเนื้อของสับปะรดได้มากขึ้น ซึ่งโมเลกุลของน้ำตาลนี้จะไปขัดขวางการเคลื่อนที่ออกสู่ภายนอกของน้ำที่เหลืออยู่ในสับปะรดภายหลังการออสโมซิส นอกจากนั้นน้ำตาลซูโครสยังมีความสามารถในการจับน้ำไว้ได้ดี จึงทำให้ใช้เวลาในการอบแห้งนานขึ้นเมื่อเวลาในการออสโมซิสเพิ่มขึ้น (Rahman and Lamb, 1991)

จากการผลการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของสับปะรดแห้งในตารางที่ 14 พบว่า ที่ water loss/solid gain ratio เป็น 1.96 มีค่าคะแนนการประเมินผลการ ยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านสี เนื้อสัมผัส และคะแนนเฉลี่ยรวม ไม่แตกต่างจากที่ water loss/solid gain ratio เป็น 2.09 โดยได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงในทุกด้านกล่าวมาทั้งๆ ที่มี water loss/solid gain ratio แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความชอบต่อผลิตภัณฑ์สับปะรดแห้งของผู้ทดสอบชอบผลิตภัณฑ์สับปะรดแห้งที่มีลักษณะนุ่มและชุ่มน้ำตาลของที่ water loss/solid gain ratio เป็น 1.96 ทั้งนี้เพราะ solid gain จะขัดขวางการเคลื่อนที่ของน้ำในสับปะรดออกสู่ภายนอกทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะนุ่ม ชุ่มน้ำตาล ส่วนผลิตภัณฑ์สับปะรดแห้งที่ มี water loss/solid gain ratio เท่ากับ 2.01 กลับมีคะแนนการประเมินผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะทั่วไป สี เนื้อสัมผัส และคะแนนรวมเฉลี่ยต่ำกว่าที่ water loss/solid gain ratio อื่นๆ อาจเนื่องจากที่ระดับ water loss/solid gain ratio นี้มีค่า water loss ต่ำในขณะที่มี solid

gain ต่ำด้วย ทำให้น้ำในสับปะรดสามารถเคลื่อนที่ออกมาได้เร็วในระหว่างการอบแห้ง จึงได้ผลิตภัณฑ์สับปะรดแห้งมีลักษณะที่แห้งและเหี่ยวกว่าที่ water loss/solid gain ratio อื่นจึงมีคะแนนการทดสอบในด้านต่างๆ ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ส่วนคะแนนการทดสอบในด้านกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์สับปะรดแห้ง พบว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) เนื่องจากการทำแห้งด้วยวิธีการออสโมซิสสามารถช่วยรักษาคุณภาพทางด้านกลิ่นรสตามธรรมชาติของสับปะรดไว้ได้ (Ponting *et al.*, 1966) แต่ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สับปะรดแห้งที่มี water loss/solid gain ratio ต่างๆ แตกต่างจากผลการทดลองของกรุณา วงษ์กระจ่าง (2535) ที่ทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของสับปะรดที่ water loss/solid gain ratio ต่างๆ กันและพบว่าเมื่อ water loss/solid gain ratio เพิ่มขึ้นผลิตภัณฑ์สับปะรดแห้งจะมีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านสีกลิ่นรสเนื้อสัมผัสและการยอมรับรวมเพิ่มขึ้นซึ่งผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่ได้แตกต่างจากงานวิจัยนี้อาจเนื่องจากในงานวิจัยนี้ทำการแปรเวลาในการออสโมซิสเพียงอย่างเดียวทำให้ค่า water loss และ solid gain ที่เวลาต่างๆ แตกต่างกันค่อนข้างน้อย จึงทำให้ water loss/solid gain ratio ไม่มีผลต่อการทดสอบทางประสาทสัมผัส

จากผลการทดลอง สามารถสรุปว่าเลือกสับปะรดที่มี water loss/solid gain ratio เป็น 2.09 หรือใช้เวลาในการออสโมซิสเป็น 5 ชั่วโมง เนื่องจากใช้เวลาในการออสโมซิสต่ำกว่าที่ 6 และ 7 ชั่วโมง ในขณะที่มีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านต่างๆ ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) และมีคะแนนสูงกว่าที่ 4 ชั่วโมงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ส่วนรูปที่ 15 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลาในการอบแห้งของสับปะรดที่ไม่ผ่านการออสโมซิสด้วยวิธี multiple regression และใช้สมการกำลังสองเพราะ R^2 มีค่าสูงสุด พบว่า ใช้เวลาในการอบแห้งให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นต่ำกว่า 15% นาน 420 นาที ซึ่งใช้เวลาน้อยกว่าสับปะรดที่ผ่านการออสโมซิสที่เวลาต่างๆ เนื่องจากสับปะรดที่ผ่านการออสโมซิสจะมีโมเลกุลของน้ำตาลแพร่ผ่านเข้าไปในเนื้อสับปะรดทำให้ไปขัดขวางการเคลื่อนที่ออกของน้ำในสับปะรดในระหว่างการอบแห้ง แต่ไม่ได้นำสับปะรดที่ไม่ผ่านการออสโมซิสมาทำการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส เนื่องจากสับปะรดที่ไม่ผ่านการออสโมซิสเมื่อทำการอบแห้งแล้วจะมีลักษณะที่แห้งและเหี่ยวมาก ดังนั้นถึงแม้ว่าสับปะรดที่ไม่ผ่านการออสโมซิสจะใช้เวลาในการอบแห้งที่เร็วกว่าสับปะรดที่ผ่านการออสโมซิส แต่ก็ให้ลักษณะที่ไม่น่ารับประทาน

ผลการนำซูโครสไซรัปกลับมาใช้ซ้ำ

ขั้นตอนนี้ศึกษาผลของการนำซูโครสมาใช้ซ้ำโดยการเติมน้ำตาล ซึ่งจากผลการทดลองในตารางที่ 16 พบว่า เมื่อมีการใช้ซูโครสไซรัปซ้ำเป็นจำนวน 7 ครั้ง ไม่มีผลต่อค่า water loss และ solid gain อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่จำนวนครั้งที่ใช้ซ้ำมีผลต่อค่าความเป็นกรดในซูโครสไซรัปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยที่เมื่อจำนวนครั้งในการใช้ซูโครสไซรัปซ้ำเพิ่มขึ้นก็ทำให้ค่าความเป็นกรดเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อแช่สับปะรดในซูโครสไซรัปทำให้กรดที่อยู่ในเนื้อสับปะรดแพร่ผ่านออกมาพร้อมกับน้ำจะทำให้ค่าความเป็นกรดของซูโครสไซรัปเพิ่มขึ้น

จากผลการทดลองในตารางที่ 18 เป็นผลการวัดสีของซูโครสไซรัปด้วยเครื่องวัดสี Lovibond พบว่า เมื่อจำนวนครั้งที่ใช้สารละลายซูโครสไซรัปซ้ำมีผลต่อค่าสีเหลือง (Yellow) และสีแดง (Red) อย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) โดยค่าของสีเหลืองและค่าของสีแดงของซูโครสไซรัปมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อจำนวนครั้งที่ใช้ซูโครสไซรัปซ้ำเพิ่มขึ้น เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของซูโครสไซรัปทำให้ไซรัปมีสีเข้มขึ้น และถ้าซูโครสไซรัปมีกรดสูงอัตราการเกิดสีเข้มของซูโครสไซรัปเร็วกว่าซูโครสไซรัปที่มีกรดต่ำ ซึ่งกรดร่วมกับความร้อนจากการแช่สับปะรดในซูโครสไซรัปที่มีอุณหภูมิสูงจะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการสลายตัวของกลูโคสให้เกิดสาร 5-hydroxymethyl furfural (5-HMF) ทำให้ซูโครสไซรัปมีสีเข้มขึ้น (Bolin *et al.*, 1983) เพราะกรดสามารถเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการไฮโดรไลซ์น้ำตาลโมเลกุลคู่ (เช่น ซูโครส) ให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (เช่น กลูโคส) ได้ และอัตราการไฮโดรไลซ์ของซูโครสจะขึ้นอยู่กับปริมาณกรดที่มีอยู่ (Hoynak and Bollenback, 1966) ส่วนค่าความสว่าง (Brightness) มีความแปรปรวนอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

แต่อย่างไรก็ตาม จากผลการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสในตารางที่ 20 พบว่า การนำซูโครสไซรัปมาใช้ซ้ำไม่มีผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของสับปะรดแห้งในทุกด้านอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ถึงแม้ว่าคุณภาพของซูโครสไซรัปจะลดลงโดยมีค่าของสีเหลือง สีแดง และปริมาณกรดจะเพิ่มขึ้นก็ตาม ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อเสร็จสิ้นการออสโมซิสในแต่ละครั้งจะทำการเติมน้ำตาลลงไป ซึ่งนอกจากจะเป็นการปรับความเข้มข้นของซูโครสไซรัปให้มีความเข้มข้นเท่าเดิมแล้วยังเป็นการช่วยปรับปรุงคุณภาพของซูโครสไซรัปได้ แต่เมื่อมีการใช้ซูโครสไซรัปซ้ำมากขึ้นก็มีผลทำให้คะแนนการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสในทุกด้าน

ต่ำลงเล็กน้อยแต่ก็ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ดังนั้นสามารถใช้สารละลายซ้ำได้ถึง 7 ครั้ง โดยไม่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์สับปะรดแห้ง

ผลการใช้โซเดียมคลอไรด์ร่วมกับซูโครสไซรัปในการออสโมซิสสับปะรด

ขั้นตอนนี้ศึกษาผลของการใช้โซเดียมคลอไรด์ร่วมกับซูโครสไซรัป โดยแปรปริมาณโซเดียมคลอไรด์เป็น 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0% โดยน้ำหนัก ซึ่งจากผลการ ทดลองในตารางที่ 22 พบว่า การใช้โซเดียมคลอไรด์ร่วมกับซูโครสไซรัปมีผลต่อค่า water loss และ solid gain อย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) โดยเมื่อระดับของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้นมีผลให้ค่า water loss และ solid gain มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อระดับของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น จาก 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0% มีค่า water loss เป็น 38.63, 39.50, 40.83, 42.15 และ 44.60 กรัมน้ำ/100 กรัมสับปะรดสด ตามลำดับ และ solid gain เป็น 18.22, 19.39 20.12, 20.84 และ 21.93 กรัมของแข็ง/100 กรัมสับปะรดสด ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องจากความแตกต่างของขนาดและ molar concentration ของโซเดียมคลอไรด์ซึ่งเป็นอนุมูลของเกลือ (ionized salt) ที่มีขนาดเล็กกับโมเลกุลของซูโครสที่มีขนาดใหญ่กว่า (unionized sugar) ทำให้อนุมูลของเกลือสามารถซึมผ่านเซลเมมเบรนได้ง่ายกว่าทำให้ solid gain มีค่าสูง แต่ในขณะเดียวกันก็ทำให้ water loss มีค่าสูงขึ้นด้วย เนื่องจากผลของค่าแรงดันออสโมติกที่สูงกว่า เนื่องจากจำนวนโมเลกุลของตัวถูกละลายมีในปริมาณมากกว่าเมื่อไม่ใช้โซเดียมคลอไรด์ (West and Todd, 1961)

จากผลการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสในตารางที่ 24 เมื่อระดับของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น พบว่า ไม่มีผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะ ทั่วไป สี และเนื้อสัมผัส อย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่พบว่าระดับของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้นมีผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติและคะแนนรวมเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) โดยเมื่อระดับของโซเดียมคลอไรด์สูงขึ้นทำให้การยอมรับทางด้านรสชาติลดลงเนื่องจากเมื่อระดับของโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น ทุกระดับที่ทำการทดลองมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์สับปะรดแห้งที่ได้มีรสเค็ม เพราะมีการซึมผ่านของโซเดียมคลอไรด์เข้าไปในเนื้อสับปะรดและคะแนนรวมเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์สับปะรดแห้งเมื่อใช้โซเดียมคลอไรด์ก็ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์สับปะรดแห้งที่ไม่ใช้โซเดียมคลอไรด์ ดังนั้นแม้ว่าการใช้โซเดียมคลอไรด์จะช่วยเพิ่ม water loss แต่ผลิตภัณฑ์สับปะรดแห้ง

ก็ไม่ได้รับการยอมรับจากการประเมินผลการยอมรับทางประสาทสัมผัส เนื่องจากโซเดียมคลอไรด์ที่ซึมเข้าไปในเนื้อสับปะรดทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสเค็ม

ผลการใช้แคลเซียมคลอไรด์ร่วมกับซูโครสไซรัปในการออสโมซิสสับปะรด

ขั้นตอนนี้ศึกษาผลของการใช้แคลเซียมคลอไรด์ร่วมกับซูโครสไซรัป โดยแปรปริมาณแคลเซียมคลอไรด์เป็น 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.50% ซึ่งจากผลการทดลองในตารางที่ 26 พบว่า การใช้แคลเซียมคลอไรด์ร่วมกับซูโครสไซรัปมีผลต่อค่า water loss และsolid gain อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อระดับของแคลเซียมคลอไรด์ เพิ่มขึ้นจาก 0, 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.50% มีผลให้ค่า water loss มีค่าเพิ่มขึ้นดังนี้ 37.65, 37.97, 38.83, 39.17 และ 40.17 กรัมน้ำ/100 กรัมสับปะรดสด ตามลำดับ ซึ่งระดับที่ไม่ใช้แคลเซียมคลอไรด์มีค่า water loss ไม่แตกต่างจากที่ระดับแคลเซียมคลอไรด์ 0.25% อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ส่วนระดับที่ไม่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ (0%) มีค่า water loss ต่ำกว่าที่ระดับ แคลเซียมคลอไรด์ 0.50, 0.75 และ 1.50% อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และ solid gain มีค่าเป็น 17.95, 18.00, 17.47, 16.91 และ 16.13 กรัมของแข็ง/100 กรัมสับปะรดสด ตามลำดับ ซึ่งที่ระดับแคลเซียมคลอไรด์ 0.5, 0.75 และ 1.50% ช่วยลดปริมาณ solid gain ได้อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องจากผลของความสัมพันธ์ของแคลเซียม (ซึ่งสามารถซึมผ่านเข้าไปในเนื้อของชิ้นสับปะรดอย่างรวดเร็วเพราะมีโมเลกุลขนาดเล็กกว่าน้ำตาลซูโครส) กับ low methoxy pectins ของผนังเซลของสับปะรดทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของสับปะรดแข็งแรงและสร้างพันธะระหว่างเซลทำให้สามารถลดปริมาณการแพร่ผ่านของน้ำตาลเข้าไปในเนื้อสับปะรด (Heng and Guilbert, 1990)

จากการประเมินผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสใช้วิธีทดสอบแบบ Scoring ซึ่งแสดงผลในตารางที่ 28 พบว่า เมื่อเพิ่มระดับของแคลเซียมคลอไรด์ไม่มีผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านสีอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แต่พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณของ แคลเซียมคลอไรด์มีผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะทั่วไป รสชาติ เนื้อสัมผัส และคะแนนรวมเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อระดับของแคลเซียมคลอไรด์สูงขึ้นทำให้การยอมรับทางด้านลักษณะทั่วไป รสชาติ เนื้อสัมผัส และคะแนนรวมเฉลี่ยลดลง เนื่องจากเมื่อใช้แคลเซียมคลอไรด์ในทุกระดับที่ทำการทดลองทำให้ผลิตภัณฑ์สับปะรดแห้งที่ได้มีรสขม และเนื้อสัมผัสอยู่ในเกณฑ์ที่นุ่มและเหนียวเล็กน้อย และคะแนนรวมเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์สับปะรดแห้งเมื่อใช้แคลเซียม

คลอไรด์ก็ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์สับปะรดแห้งที่ไม่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรสขมและที่ผิวของผลิตภัณฑ์สับปะรดแห้งมีลักษณะแฉะ ดังนั้นถึงแม้ว่าแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับ 0.50, 0.75 และ 1.50% จะช่วยเพิ่ม water loss และช่วยลด solid gain ในการออสโมซิสสับปะรดอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แต่ก็มีคะแนนการยอมรับทางประสาทต่ำกว่าสับปะรดที่ไม่ใช้แคลเซียมคลอไรด์ จึงไม่เลือกใช้แคลเซียมคลอไรด์ในขั้นตอนการออสโมซิส

ผลการศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์สับปะรดแห้ง

ได้ทำการผลิตผลิตภัณฑ์สับปะรดแห้งจากสภาวะที่ได้ศึกษาคือ ใช้เวลาในการออสโมซิส 5 ชั่วโมง ที่ 60°C และอบแห้งในตู้อบลมร้อนที่ 70°C เป็นเวลา 470 นาที จากผลการทดลองวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่เก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 เดือน โดยตรวจผลทุกๆ 2 สัปดาห์ (ตารางที่ 30) พบว่า ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์มีค่าลดลงเล็กน้อยและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ (จากการวัด RH มีค่าเป็น 44-48%) ต่ำกว่าในผลิตภัณฑ์สับปะรดแห้ง (ผลิตภัณฑ์ผลไม้แห้งมีค่า a_w ประมาณ 0.65) จึงทำให้ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ลดลงได้

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยใช้การทดสอบแบบ Hedonic scale 9 ระดับ แสดงผลในตารางที่ 32 พบว่า ลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์ที่อายุการเก็บ 2 และ 4 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แต่แตกต่างจากที่ 6 และ 8 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) มีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้าน ลักษณะทั่วไปลดลง ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ได้ประมาณ 4 สัปดาห์ ผลิตภัณฑ์จะเริ่มเกิดการตกผลึกของน้ำตาลเกาะเป็นก้อนที่บริเวณผิวของผลิตภัณฑ์ แต่คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะทั่วไปก็ยังคงอยู่ในเกณฑ์ที่สูงกว่าระดับ "ชอบผลิตภัณฑ์เล็กน้อย" ซึ่งสามารถยอมรับคุณภาพในด้านนี้ได้ ส่วนคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมที่อายุการเก็บต่างๆ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และมีคะแนนการยอมรับในทุกด้านสูงกว่าระดับ "ชอบผลิตภัณฑ์เล็กน้อย" ซึ่งสามารถยอมรับคุณภาพในทุกด้านได้ดังนั้นผลิตภัณฑ์สับปะรดแห้งที่เก็บนานเป็นเวลา 2 เดือนยังคงได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบถึงแม้ว่าจะเริ่มเกิดการจับตัวกันของน้ำตาลที่บริเวณผิวของผลิตภัณฑ์ก็ตาม