บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 ผลของปริมาณน้ำตาลและปริมาณหัวเชื้อที่เหมาะสมต่อการสร้างวุ้นสวรรค์

จากการศึกษาปริมาณหัวเชื้อและปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมต่อการสร้างแผ่นวุ้นโดยแปรปริมาณน้ำตาลเป็นร้อยละ 6 8 และ 10 และแปรปริมาณหัวเชื้อ *Acetobacter xylinum* เป็นร้อยละ 10 15 และ 20 บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 10 วัน ติดตามผลการทดลองจากความหนาของแผ่นวุ้นสวรรค์ที่เกิดขึ้นพบว่า ปริมาณหัวเชื้อและปริมาณน้ำตาลไม่มีผลต่อความหนาของแผ่นวุ้น (ตารางที่ 4.1) และไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณหัวเชื้อและปริมาณน้ำตาลต่อความหนาของแผ่นวุ้น

ตารางที่ 4.1 ความหนาของแผ่นวุ้น (เซนติเมตร) ที่แปรปริมาณน้ำตาลและปริมาณหัวเชื้อ

ปริมาณหัวเชื้อ (ร้อยละ)	ปริมาณน้ำตาล (ร้อยละ)	ความหนาของแผ่นวุ้น^{ns} (เซนติเมตร)
10	6	15.50 ± 4.77
	8	17.11 ± 3.19
	10	16.36 ± 1.62
15	6	16.51 ± 3.57
	8	16.32 ± 5.46
	10	16.00 ± 2.33
20	6	16.97 ± 1.67
	8	16.39 ± 7.27
	10	15.54 ± 2.45

หมายเหตุ : - แสดงผลการทดลองในรูปค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

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

PAYAP UNIVERSITY

จากการทดลองพบว่า เนื่องจากความหนาของแผ่นวุ้นสวรรค์ทั้ง 9 สิ่งทดลองไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ดังนั้นเมื่อพิจารณาในแง่ต้นทุนการผลิต พบว่าปัจจัยการผลิตวุ้นสวรรค์ที่เหมาะสมคือ ปริมาณน้ำตาลร้อยละ 6 และปริมาณหัวเชื้อร้อยละ 10 ทั้งนี้มีรายงานว่า *A. Xylinum* สามารถใช้แหล่งคาร์บอนได้หลายชนิด เช่น น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว น้ำตาลโมเลกุลคู่ แอลกอฮอล์และกรดอินทรีย์ เป็นต้น การเติมน้ำตาลในน้ำมะพร้าวเพื่อให้แน่ใจว่ามีปริมาณคาร์บอนมากพอสำหรับการเจริญและการสร้างแผ่นวุ้นของเชื้อ เนื่องจากซูโครสเป็นน้ำตาลที่หาง่ายและมีราคาถูก อีกทั้งแผ่นวุ้นที่ได้จากน้ำตาลซูโครสมีลักษณะหนาและเนื้อแน่น โดยปริมาณน้ำตาลซูโครสที่เหมาะสมอยู่ในช่วงร้อยละ 5-8 จะให้ความหนาของแผ่นวุ้นสูงที่สุดและให้ผลคุ้มค่าในทางการค้า และปริมาณหัวเชื้อที่เหมาะสมที่จะให้ผลผลิตสูงที่สุดอยู่ในช่วงร้อยละ 10-20 ถ้าใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้นมากกว่านี้จะทำให้ผลผลิตที่ได้ลดลง (เสถียร บุญก้ำ, นันท์นภัส มโนนันท์และชรินทร์ เตชะพันธุ์, 2551)

ดังนั้นการทดลองขั้นตอนต่อไป ในการผลิตวุ้นสวรรค์เพื่อแปรรูปจึงเลือกใช้สูตรของอาหารหมักน้ำมะพร้าว ได้แก่ แอมโมเนียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตร้อยละ 0.6 น้ำส้มสายชูกลั่นร้อยละ 2 น้ำตาลร้อยละ 6 เอทานอลร้อยละ 10 และปริมาณหัวเชื้อร้อยละ 10 ใช้อุณหภูมิในการหมักที่อุณหภูมิห้อง และระยะเวลาในการหมัก 10 วัน จากนั้นนำวุ้นสวรรค์ไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำฟักข้าวผสมวุ้นสวรรค์และวุ้นสวรรค์แช่อิ่มอบแห้ง

4.2 ผลการศึกษาการผลิตและการแปรรูปวุ้นสวรรค์

4.2.1 การผลิตเครื่องดื่มน้ำฟักข้าวผสมวุ้นสวรรค์

จากการศึกษาระดับความเข้มข้นของน้ำฟักข้าวที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเครื่องดื่มน้ำฟักข้าวผสมวุ้นสวรรค์ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design, CRD) ทำการผันแปรสัดส่วนเยื่อหุ้มฟักข้าวต่อน้ำ 3 ระดับคือ 1:7 1:9 และ 1:11 สำหรับส่วนผสมอื่นจะกำหนดให้คงที่ นำผลิตภัณฑ์น้ำฟักข้าวผสมวุ้นสวรรค์มาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี แสดงผลในตารางที่ 4.2

จากผลการทดลอง พบว่าค่าสีของน้ำฟักข้าวผสมวุ้นสวรรค์ ได้แก่ ค่าความสว่าง (L) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และความเป็นกรด-เบส ของน้ำฟักข้าวผสมวุ้นสวรรค์ทั้ง 3 สิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) แต่พบว่าน้ำฟักข้าวผสมวุ้นสวรรค์ที่ใช้อัตราส่วนเยื่อหุ้มฟักข้าวต่อน้ำเท่ากับ 1:7 มีค่าสีแดง (a) และค่าเหลือง (b) แตกต่างจากน้ำฟักข้าวผสมวุ้นสวรรค์ที่ใช้อัตราส่วนเยื่อ

PAYAP UNIVERSITY

หุ้มฟักข้าวต่อน้ำเท่ากับ 1:9 และ 1:11 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าสีแดง (a) และค่าเหลือง (b) สูงที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณไลโคพีนและบีตาแคโรทีนในเยื่อหุ้มฟักข้าวมีความเข้มข้นมากที่สุด

ตารางที่ 4.2 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์น้ำฟักข้าวผสมวุ้นสวรรค์จากการผันแปรอัตราส่วนเยื่อหุ้มฟักข้าวต่อน้ำ

ค่าที่วิเคราะห์	อัตราส่วนเยื่อหุ้มฟักข้าวต่อน้ำ		
	1 : 7	1 : 9	1 : 11
ค่าสี			
ค่าความสว่าง (L)^{ns}	38.0 ± 0.0	38.0 ± 0.2	38.0 ± 0.0
ค่าสีแดง (a)	11.1 ± 0.1^{a}	10.6 ± 0.1^{b}	10.5 ± 0.1^{b}
ค่าสีเหลือง (b)	11.1 ± 0.0^{a}	10.8 ± 0.1^{b}	10.9 ± 0.1^{b}
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (^{o}Brix)^{ns}	8.0 ± 0.0	8.0 ± 0.0	8.0 ± 0.0
ความเป็นกรด-เบส^{ns}	3.48 ± 0.03	3.48 ± 0.01	3.51 ± 0.01

หมายเหตุ : - แสดงผลการทดลองในรูปค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

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

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับบนตัวเลขในแถวเดียวกันที่แตกต่างกันแสดงว่ามีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เมื่อนำผลิตภัณฑ์น้ำฟักข้าวผสมวุ้นสวรรค์ไปทดสอบความชอบต่อผลิตภัณฑ์ในด้านสี กลิ่นรส รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้การทดสอบแบบ 9-point hedonic scale (1 = ไม่ชอบอย่างยิ่ง และ 9 = ชอบอย่างยิ่ง) ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.3

PAYAP UNIVERSITY

ตารางที่ 4.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์น้ำฟักข้าวผสมวุ้นสวรรค์จากการผันแปรอัตราส่วนเยื่อหุ้มฟักข้าวต่อน้ำ (n=50)

คุณลักษณะ	อัตราส่วนเยื่อหุ้มฟักข้าวต่อน้ำ		
	1 : 7	1 : 9	1 : 11
สี [ns]	6.91 ± 1.51	7.03 ± 1.62	7.02 ± 1.35
กลิ่นรส [ns]	5.92 ± 1.90	6.06 ± 1.82	5.96 ± 1.74
รสชาติ [ns]	6.09 ± 1.81	6.15 ± 1.96	6.10 ± 1.74
ลักษณะเนื้อสัมผัส [ns]	6.10 ± 2.04	6.24 ± 1.88	6.22 ± 1.85
ความชอบโดยรวม [ns]	6.47 ± 1.74	6.53 ± 1.68	6.53 ± 1.64

หมายเหตุ : - แสดงผลการทดลองในรูปค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[ns] หมายถึง ผลการทดลองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.3 พบว่าการผันแปรอัตราส่วนของเยื่อหุ้มฟักข้าวต่อน้ำไม่มีผลต่อคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะ ได้แก่ สี กลิ่นรส รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ($p>0.05$)

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและทางเคมี และการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำฟักข้าวผสมวุ้นสวรรค์ พบว่าผลิตภัณฑ์มีคุณภาพไม่แตกต่างกันจากการผันแปรอัตราส่วนเยื่อหุ้มฟักข้าวต่อน้ำ ($p > 0.05$) ยกเว้นค่าสีแดง (a) และค่าเหลือง (b) ดังนั้นในการทดลองครั้งต่อไปจึงเลือกใช้อัตราส่วนเยื่อหุ้มฟักข้าวต่อน้ำ เท่ากับ 1 : 11 ที่มีความเข้มข้นน้อยที่สุดและมีค่าสีแดง (a) และค่าเหลือง (b) ไม่แตกต่างจากน้ำฟักข้าวผสมวุ้นสวรรค์ที่ใช้อัตราส่วนเยื่อหุ้มฟักข้าวต่อน้ำเท่ากับ 1:9 ($p > 0.05$) เพื่อผลิตน้ำฟักข้าวผสมวุ้นสวรรค์ด้วยเหตุผลเพื่อลดต้นทุนทางการผลิต

เมื่อนำผลิตภัณฑ์ฟักข้าวผสมวุ้นสวรรค์ที่ใช้อัตราส่วนเยื่อหุ้มฟักข้าวต่อน้ำ เท่ากับ 1 : 11 ไปวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา แสดงผลในตารางที่ 4.4

PAYAP UNIVERSITY

ตารางที่ 4.4 ผลวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์น้ำฟักข้าวผสมวุ้นสวรรค์

ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์	ปริมาณ
จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	<10
ยีสต์และรา (CFU/g)	<10
Staphylococcus aureus (CFU/g)	<10
Escherichia coli (MPN/g)	<3.0

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำฟักข้าวผสมวุ้นสวรรค์ พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา และปริมาณ *Staphylococcus aureus* น้อยกว่า 10 CFU/g ผลิตภัณฑ์มีปริมาณ *Escherichia coli* น้อยกว่า 3 MPN/g ดังนั้นผลิตภัณฑ์น้ำฟักข้าวผสมวุ้นสวรรค์มีคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช. ๓๔๑/๒๕๔๗ ผลิตภัณฑ์วุ้นน้ำมะพร้าว เป็นไปตามที่กำหนดคุณลักษณะด้านจุลินทรีย์ที่ต้องการ กล่าวคือ *Staphylococcus aureus* ต้องไม่พบในตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร *Escherichia coli* โดยวิธีเอ็มพีเอ็นต้องน้อยกว่า 2.2 ต่อตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร ยีสต์และราต้องน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร และผลิตภัณฑ์น้ำฟักข้าวผสมวุ้นสวรรค์มีปริมาณเส้นใย 0.27 g/100g (ไม่แสดงข้อมูล)

4.2.2 การผลิตวุ้นสวรรค์แช่อิ่มอบแห้ง

จากการศึกษาอิทธิพลของความเข้มข้นของสารละลายออสโมติกที่ใช้ในกระบวนการแช่อิ่มโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design, CRD) สารละลายออสโมติกที่ใช้ได้แก่สารละลายซูโครสที่ระดับความเข้มข้น 40 50 และ 60 องศาบริกซ์ ทำการผลิตวุ้นสวรรค์แช่อิ่มที่ระดับความเข้มข้นทั้ง 3 ระดับ จากนั้นนำมาอบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง

เมื่อนำผลิตภัณฑ์วุ้นสวรรค์แช่อิ่มอบแห้งมาวิเคราะห์คุณภาพในด้านกายภาพและคุณภาพด้านเคมีแสดงผลดังตารางที่ 4.5 และ 4.6 ตามลำดับ

PAYAP UNIVERSITY

ตารางที่ 4.5 คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์วุ้นสวรรค์แช่อิ่มอบแห้งจากการผันแปรความเข้มข้นสุดท้ายของสารละลายซูโครส

ค่าที่วิเคราะห์	ความเข้มข้นสุดท้ายของสารละลายซูโครส (องศาบริกซ์)		
	40	50	60
ค่าสี			
ค่าความสว่าง (L)	50.8 ± 1.1[a]	46.1 ± 1.7[b]	41.3 ± 2.6[c]
ค่าสีแดง (a)	-4.4 ± 0.2[a]	-3.9 ± 0.3[b]	-3.5 ± 0.4[c]
ค่าสีเหลือง (b)	1.2 ± 0.6[a]	0.9 ± 0.6[a]	0.4 ± 0.5[b]
ความแข็ง (N)	18.0 ± 5.0[a]	14.0 ± 4.3[b]	11.1 ± 3.8[c]

หมายเหตุ : - แสดงผลการทดลองในรูปค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับบนตัวเลขในแถวเดียวกันที่แตกต่างกันแสดงว่ามีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของวุ้นสวรรค์แช่อิ่มอบแห้ง พบว่าค่าสีของวุ้นสวรรค์แช่อิ่มอบแห้งที่แช่ในสารละลายซูโครสที่มีความเข้มข้นสุดท้าย 40 50 และ 60 องศาบริกซ์ มีค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยวุ้นสวรรค์ที่แช่ในสารละลายซูโครสที่มีความเข้มข้นสุดท้าย 40 องศาบริกซ์มีค่าความสว่างและค่าสีแดงสูงที่สุด ในขณะที่วุ้นสวรรค์แช่อิ่มอบแห้งที่แช่ในสารละลายซูโครสที่มีความเข้มข้นสุดท้าย 40 และ 50 องศาบริกซ์ มีค่าสีเหลือง (b) สูงสุดโดยไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) แต่แตกต่างจากวุ้นสวรรค์แช่อิ่มอบแห้งที่แช่ในสารละลายซูโครสที่มีความเข้มข้นสุดท้าย 60 องศาบริกซ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส พบว่าความเข้มข้นสุดท้ายของสารละลายซูโครสมีผลต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์วุ้นสวรรค์แช่อิ่มอบแห้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยวุ้นสวรรค์แช่อิ่มอบแห้งที่แช่ในสารละลายซูโครสที่มีความเข้มข้นสุดท้าย 40 องศาบริกซ์มีค่าความแข็งสูงที่สุด รองลงมาคือ 50 และ 60 องศาบริกซ์ ตามลำดับ

PAYAP UNIVERSITY

ตารางที่ 4.6 คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์วุ้นสวรรค์แช่อิ่มอบแห้งจากการผันแปรความเข้มข้นสุดท้ายของสารละลายซูโครส

ค่าที่วิเคราะห์	ความเข้มข้นสุดท้ายของสารละลายซูโครส (องศาบริกซ์)		
	40	50	60
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (^{o}Brix)	13.9 ± 0.7^{c}	14.8 ± 0.1^{b}	16.2 ± 0.2^{a}
ปริมาณความชื้น (%wb)	13.6 ± 1.7^{a}	12.5 ± 0.4^{a}	9.5 ± 0.6^{b}

หมายเหตุ : - แสดงผลการทดลองในรูปค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับบนตัวเลขในแถวเดียวกันที่แตกต่างกันแสดงว่ามีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.6 พบว่าการแช่อิ่มวุ้นสวรรค์ในสารละลายซูโครสที่มีความเข้มข้นสุดท้ายแตกต่างกัน ส่งผลให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดและปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่วุ้นสวรรค์แช่อิ่มอบแห้งที่ผ่านการแช่ในสารละลายซูโครสที่มีความเข้มข้นสุดท้าย 60 องศาบริกซ์ มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสูงสุดและมีปริมาณความชื้นต่ำสุด ซึ่งเป็นไปตามกฎการถ่ายเทมวลสารของ Fick ที่เมื่อความแตกต่างของความเข้มข้นเพิ่มขึ้น ทำให้อัตราการเคลื่อนที่ของน้ำออกจากอาหารและอัตราการเคลื่อนที่ของของแข็งเข้าไปในอาหารมีค่าเพิ่มขึ้น สารละลายออสโมติกความเข้มข้นสูงทำให้เกิดแรงดันออสโมติกระหว่างวุ้นสวรรค์กับสารละลายมาก โมเลกุลของตัวถูกละลายจะสามารถแพร่ผ่านเมมเบรนของเซลล์ได้มาก ทำให้ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้น ขณะที่ปริมาณความชื้นลดลง (Singh,R.P. and Heldman, D.R., 2009) ซึ่งการถ่ายเทมวลสารดังกล่าวส่งผลต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์ได้ โดยอาหารที่มีน้ำแพร่ออกจากเซลล์มากและมีของแข็งแพร่เข้าไปในเซลล์มาก มีผลให้เซลล์เรียงชิดติดกันมากขึ้น ความหนาแน่นของของแข็งในเซลล์เป็นผลให้เกิดการสะท้อนแสงน้อยลง ผลิตภัณฑ์จึงมีสีเข้มขึ้น (Tortoe, C., 2010 ; Khan, M.R., 2012) สอดคล้องกับผลการทดลองพบว่าการใช้ความเข้มข้นของสารละลายออสโมติกสูงสุดคือ 60 องศาบริกซ์ จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความสว่างค่าสีแดงและค่าสีเหลืองต่ำสุด (ตารางที่ 4.5)

PAYAP UNIVERSITY

จากนั้นนำผลิตภัณฑ์วุ้นสวรรค์แช่อิ่มอบแห้งไปทดสอบความชอบต่อผลิตภัณฑ์ในด้าน สี ลักษณะปรากฏ ความหวาน ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้การทดสอบแบบ 9-point hedonic scale (1 = ไม่ชอบอย่างยิ่ง และ 9 = ชอบอย่างยิ่ง) ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 การทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์วุ้นสวรรค์แช่อิ่มแห้งจากการผันแปรความเข้มข้นสุดท้ายของสารละลายซูโครส (n=50)

คุณลักษณะ	ความเข้มข้นสุดท้ายของสารละลายซูโครส (องศาบริกซ์)		
	40	50	60
สี	6.91 ± 1.27^{b}	7.37 ± 1.07^{a}	7.38 ± 0.97^{a}
ลักษณะปรากฏ	6.28 ± 1.49^{b}	7.11 ± 1.16^{a}	7.42 ± 1.03^{a}
ความหวาน	6.66 ± 1.38^{b}	7.04 ± 1.33^{a}	7.03 ± 1.29^{a}
ลักษณะเนื้อสัมผัส	5.76 ± 1.76^{c}	6.81 ± 1.57^{b}	7.28 ± 1.29^{a}
ความชอบโดยรวม	6.32 ± 1.39^{b}	7.11 ± 1.22^{a}	7.33 ± 1.18^{a}

หมายเหตุ : - แสดงผลการทดลองในรูปค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับบนตัวเลขในแถวเดียวกันที่แตกต่างกันแสดงว่ามีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.7 พบว่าความเข้มข้นสุดท้ายของสารละลายซูโครสที่ใช้ในกระบวนการแช่อิ่มมีผลต่อคะแนนความชอบในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์วุ้นสวรรค์แช่อิ่มอบแห้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยวุ้นสวรรค์แช่อิ่มอบแห้งที่ความเข้มข้นสุดท้ายของสารละลายซูโครสเท่ากับ 60 องศาบริกซ์ มีคะแนนความชอบด้านลักษณะเนื้อสัมผัสสูงที่สุด รองลงมาคือวุ้นสวรรค์แช่อิ่มอบแห้งที่ความเข้มข้นสุดท้ายของสารละลายซูโครสเท่ากับ 50 และ 40 องศาบริกซ์ ตามลำดับ ส่วนคะแนนความชอบด้านสี ลักษณะปรากฏ ความหวาน และความชอบโดยรวม พบว่าวุ้นสวรรค์แช่อิ่มอบแห้งที่ใช้ความเข้มข้นสุดท้ายของสารละลายซูโครสเท่ากับ 60 องศาบริกซ์ ไม่แตกต่างจากวุ้นสวรรค์แช่อิ่มอบแห้งที่ความเข้มข้นสุดท้ายของสารละลายซูโครสเท่ากับ 50 องศาบริกซ์ ($p > 0.05$) แต่มีคะแนนความชอบสูงกว่าวุ้นสวรรค์แช่อิ่มอบแห้งที่ความเข้มข้นสุดท้ายของสารละลายซูโครสเท่ากับ 40 องศาบริกซ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

PAYAP UNIVERSITY

การที่วุ้นสวรรค์แช่อิ่มอบแห้งที่แช่ในสารละลายซูโครสที่มีความเข้มข้นสุดท้าย 60 องศาบริกซ์มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสูงที่สุด อาจเป็นไปได้ว่าโครงสร้างทางเคมีของเซลลูโลสจากแบคทีเรียสามารถจับกับโมเลกุลของน้ำตาลได้มากกว่าวุ้นสวรรค์แช่อิ่มอบแห้งที่แช่ในสารละลายซูโครสที่มีความเข้มข้นสุดท้าย 50 และ 40 องศาบริกซ์ และมีผลต่อค่าความแข็งซึ่งยังไม่ทราบสาเหตุที่แน่ชัด อย่างไรก็ตามจึงควรมีการศึกษาผลของการแช่อิ่มในระดับโครงสร้างจุลภาคของวุ้นสวรรค์ต่อไป

ทั้งนี้มีรายงานว่า Segui, L., Fito,P.J., Niranjan, K. and Fito, P. (2013) ศึกษาผลของการแช่อิ่มแบบขั้นตอนเดียวและการแช่อิ่มแบบหลายขั้นตอนต่อโครงสร้างจุลภาคและสมบัติทางกายภาพของแอปเปิล พบว่าการแช่อิ่มทำให้เกิดโครงสร้าง Hechtian strands ที่เชื่อมระหว่างโปรโตพลาสต์และผนังเซลล์ภายหลังการเกิดพลาสโมไลซิส โดยการแช่อิ่มแบบหลายขั้นตอนมีจำนวน Hechtian strands มากกว่าการแช่อิ่มแบบขั้นตอนเดียว และโครงสร้าง Hechtian strands มีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของแอปเปิลแช่อิ่มทำให้ความต้านทานต่อแรงกดทะลุเพิ่มมากขึ้น

ดังนั้นในการผลิตวุ้นสวรรค์แช่อิ่มอบแห้ง จึงสรุปได้ว่าควรเลือกใช้ความเข้มข้นสุดท้ายของสารละลายซูโครสเท่ากับ 60 องศาบริกซ์ในกระบวนการแช่อิ่มแบบช้า เนื่องจากทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณความชื้นต่ำสุด และคะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์ด้านสี ลักษณะปรากฏ ความหวาน ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงสุด โดยมีคะแนนความชอบอยู่ในช่วง 7.03-7.42 ซึ่งหมายความถึงความชอบของผู้ทดสอบชิมอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก

เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไปวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์วุ้นสวรรค์แช่อิ่มอบแห้ง แสดงผลในตารางที่ 4.8

PAYAP UNIVERSITY

ตารางที่ 4.8 ผลวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์วุ้นสวรรค์แช่อิ่มอบแห้ง

ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์	ปริมาณ
จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	<10
ยีสต์ (CFU/g)	<10
เชื้อรา (CFU/g)	<10
Escherichia coli (MPN/g)	<3.0

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของวุ้นสวรรค์แช่อิ่มอบแห้ง พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และปริมาณเชื้อราน้อยกว่า 10 CFU/g และผลิตภัณฑ์มีปริมาณ *Escherichia coli* น้อยกว่า 3 MPN/g เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง ได้แก่ เนื้อว่านหางจระเข้อบกรอบ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช. ๕๒๒/๒๕๔๗ ที่กำหนดคุณลักษณะด้านจุลินทรีย์ที่ต้องการ กล่าวคือ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม *Escherichia coli* โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ดังนั้นผลิตภัณฑ์วุ้นสวรรค์แช่อิ่มอบแห้งมีคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน

PAYAP UNIVERSITY