สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

1902

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

T097079

การทำแห้งเปลือกแตงโมด้วยวิธีออสโมติค

(Osmotic Dehydration of Water-melon peel)

โดย

นางสาวปิยวรรณ ประสมเสือ
นายวุฒิชัย จันทร์เติม
นายรัฐภูมิ แสงโชติ

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 22 / มี.ค. / 42 **อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ**

(อดิรา ตาปราบ)

ปพ.
ป 619 ก
2542

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

( )

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

- 4 มิ.ย. 2542
ปพ.
ป 619ก
2541

ลขหมู่.....97079.....
ลขทะเบียน.....
น,เดือน,ปี..... วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15982

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การทำแห้งเปลือกแตงโมด้วยวิธีออสโมติค

(Osmotic Dehydration of Water-melon peel)

โดย

นางสาวปิยวรรณ ประสมเสือ รหัสประจำตัว 40042082

นายวุฒิชัย จันทร์เติม รหัสประจำตัว 40042100

นายรัฐภูมิ แสงโชติ รหัสประจำตัว 40042104

เสนอ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวปิยวรรณ ประสมเสือ, นายวุฒิชัย จันทร์เติม และ นายรัฐภูมิ แสงโชติ. 2542. : การทำแห้งเปลือกแตงโมด้วยวิธีออสโมติค (OSMOTIC DEHYDRATION OF WATER-MELON PEEL) . ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา : อ.รุจิรา ตาปราบ, 31 หน้า.

การทำแห้งเปลือกแตงโมด้วยวิธีออสโมติคสามารถทำได้โดยการหั่นเปลือกแตงโมที่ปอกเปลือกส่วนที่แข็งออกแล้วเป็นชิ้นขนาดประมาณ 0.2-0.3 × 5.0 เซนติเมตร ทำการลวกในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที แล้วแช่ในน้ำเชื่อมที่มีระดับความเข้มข้น 60 องศาบริกซ์ ที่เติมกรดซิตริค 0.2 เปอร์เซนต์ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นทำการอบแห้งผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด และเมื่อนำผลิตภัณฑ์มาบรรจุถุงโพลีเอทิลีนในสภาวะบรรยากาศและเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง จะสามารถเก็บรักษาได้นาน 4 สัปดาห์ โดยไม่เสื่อมเสีย

ปิยวรรณ ประสมเสือ .....
วุฒิชัย จันทร์เติม .....
รัฐภูมิ แสงโชติ .....

.....

22/3/42 .....

ลายมือชื่อนักศึกษา **ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา** **วัน/เดือน/ปี**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีนั้น คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์รุจิรา ตาปราบ เป็นอย่างสูง ที่กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ให้คำแนะนำ และตรวจแก้ไข ปัญหาพิเศษฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ และอาจารย์ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือด้านการศึกษาอย่างดียิ่งตลอดมา

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในระหว่างการปฏิบัติงาน รวมทั้ง ขอขอบคุณเพื่อน ๆ น้อง ๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจอย่างดีจนได้รับความสำเร็จ

คณะผู้จัดทำ

15 มีนาคม 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 บทนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ประโยชน์	1
2. วารสารปริทัศน์	2
2.1 การทำแห้งด้วยวิธีออสโมติค	2
2.2 แตงโม	9
2.3 การอบแห้ง	10
2.4 ผลของการลวกที่มีต่อเนื้อผลไม้	11
2.5 กรดซิตริค	11
3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	13
3.1 วัตถุดิบ	13
3.2 สารเคมี	13
3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	13
4. ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	16
4.1 การทำแห้งเปลือกแตงโมด้วยวิธีออสโมติค	16
5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	22
5.1 สรุปผลการทดลอง	22
5.2 ข้อเสนอแนะ	22
เอกสารอ้างอิง	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	24
ภาคผนวก ข	25
ภาคผนวก ค	26
ประวัติผู้เขียน	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของเปลือกแตงโมที่ใช้เวลาแช่ในน้ำเชื่อมต่างกัน	16
2.	ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของเปลือกแตงโมที่แช่ในน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้นต่างกัน	17
3.	ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของเปลือกแตงโมที่ใช้เวลาอบแห้งต่างกัน	18
4.	ผลการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงด้านกายภาพและเคมี	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.	ขั้นตอนการทำแห้งเปลือกแตงโมด้วยวิธีออสโมติค	14
2.	การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น	20
3.	การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรด	20
4.	การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาล	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำ

แตงโมเป็นผลไม้ของเมืองไทยที่มีมากในบางฤดูกาล ในช่วงที่มีแตงโมในตลาดมากก็จะมีปริมาณของเหลือทิ้งจำพวกเปลือกแตงโมมากขึ้นตามไปด้วย

ปัญหาพิเศษนี้จึงได้มุ่งที่จะหาวิธีแปรรูปเปลือกแตงโมเพื่อลดปัญหาของเหลือทิ้ง และขยายขอบเขตการใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด นอกเหนือไปจากการบริโภคเนื้อสด และเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการแปรรูปเปลือกแตงโมนอกเหนือจากการแช่อิ่มแบบทั่วไป ซึ่งต้องใช้เวลาในการผลิตนานและใช้น้ำตาลในปริมาณมาก

กรรมวิธีการแปรรูปเปลือกแตงโมด้วยวิธีการทำแห้งแบบออสโมติคในการค้นคว้าครั้งนี้คงจะได้เป็นแนวทางสำหรับผู้สนใจจะได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ และปรับปรุงวิธีการผลิต ตลอดจนเผยแพร่เพื่อเป็นประโยชน์แก่สังคมต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษากรรมวิธีผลิตที่เหมาะสมในการทำแห้งเปลือกแตงโมด้วยวิธีออสโมติค
2. เพื่อศึกษาการนำวัสดุเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์และเพิ่มมูลค่าของวัสดุเหลือทิ้งนั้น

1.3 ประโยชน์

1. เป็นแนวทางในการนำไปประกอบเป็นอาชีพเสริมเพื่อเพิ่มรายได้ให้แก่ครอบครัวเกษตรกรที่มีความสนใจ
2. ขั้นตอนการผลิตสามารถนำไปดัดแปลงใช้กับวัตถุดิบอื่นได้หลายชนิดเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับวัตถุดิบนั้น
3. เป็นแนวทางในการช่วยลดปัญหาด้านวัสดุเหลือทิ้งจากการผลิตในอุตสาหกรรมอาหารได้อีกทางหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

2.1 การทำแห้งด้วยวิธีออสโมติค (Osmotic Dehydration)

การทำแห้งด้วยวิธีออสโมติค คือ กระบวนการแยกน้ำออกจากเซลวัตถุดิบ เช่น ผัก ผลไม้ โดยอาศัยหลักของการออสโมซิส ซึ่งเป็นการเคลื่อนย้ายโมเลกุลของน้ำจากสารละลายเจือจางไปยังสารละลายที่เข้มข้นกว่า โดยโมเลกุลของน้ำจะเคลื่อนผ่านเยื่อบาง ๆ ที่เรียกว่า semipermeable membrane จนกระทั่งถึงสภาวะหรือจุดสมดุล

semipermeable membrane จะกั้นอยู่ระหว่างสารละลายที่มีความเข้มข้นไม่เท่ากัน ซึ่งตามปกติแล้วน้ำในสารละลายเจือจางและตัวถูกละลายในสารละลายเข้มข้นจะมีพลังงานอิสระสูงกว่าน้ำในสารละลายเข้มข้นและตัวถูกละลายในสารละลายเจือจาง น้ำและตัวทำละลายที่มีพลังงานอิสระสูงจะพยายามเปลี่ยนไปเป็นสภาพที่มีพลังงานต่ำกว่า เพื่อที่จะกำจัดพลังงานอิสระทั้งหมดในกระบวนการนี้และตัวถูกละลายในเวลาเดียวกัน

ในกระบวนการออสโมซิสจะมีแรงดันที่เรียกว่า แรงดันออสโมซิส (osmosis pressure) เป็นแรงดันจำนวนหนึ่งซึ่งเกิดในสารละลายด้านที่มีความเข้มข้นสูงจนถึงจุดสมดุลจะสามารถที่จะหยุดการไหลของน้ำได้พอดี แรงดันออสโมซิสจะมีค่าต่างกัน เมื่อความเข้มข้นและอุณหภูมิแตกต่างกันไป เมื่อใดที่แรงดันในสารละลายเข้มข้นมีมากกว่าแรงดันออสโมซิส โมเลกุลของน้ำก็จะไหลกลับไปในทิศทางตรงกันข้าม เรียกว่า reverse osmosis

อาหารที่นำมาทำแห้งแบบออสโมซิสนี้ส่วนใหญ่จะเป็นประเภทที่เสื่อมเสียได้ง่าย (perishable) เช่น ผัก ผลไม้ ที่มีน้ำอยู่ภายในค่อนข้างสูงและมีสารพวกน้ำตาล แป้ง และสารอื่น ๆ รวมอยู่ในสภาพของสารละลายเจือจางโดยที่เปลือกหรือผิวนอกจะทำหน้าที่เป็น semipermeable membrane ที่มีประสิทธิภาพ โดยให้ชิ้นส่วนของผักผลไม้อยู่ในสภาวะที่มีความเข้มข้นภายนอกมากกว่าภายใน โมเลกุลของน้ำก็จะไหลออกมานอกชิ้นผลไม้ ทำให้ความชื้นภายในผลไม้ลดลงไปได้ถึงร้อยละ 50-60 ของน้ำหนักเดิม ซึ่งขึ้นอยู่กับความเข้มข้นภายนอก ตัวอย่างผักผลไม้ที่ได้นำมาทำแห้งแบบออสโมซิสแล้วมี มันฝรั่ง แครอท ฝรั่ง เชอรี่ องุ่น มะม่วง เป็นต้น แต่ก็ยังมีผักผลไม้บางประเภทที่ไม่สามารถนำมาทำแห้งแบบออสโมซิสได้ เช่น หอม กระเทียม เพราะเป็นพวกที่มีปริมาณน้ำอยู่น้อยเกินไป หรือพวกที่มีปริมาณน้ำอยู่มากเกินไปและมีองค์ประกอบพวกน้ำตาลหรือแป้งอยู่น้อย เช่น แตงโม เพราะในเซลจะมีน้ำเป็นองค์ประกอบหลักอยู่มาก เมื่อแยกน้ำออกมาแล้วทำให้โครงสร้างไม่สามารถที่จะคงรูปร่างลักษณะของเซลให้คงรูปอยู่ได้ จึงไม่สามารถนำมาทำแห้งแบบออสโมซิสได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 ชนิดของการทำแห้งแบบออสโมซิส

ชนิดของการทำแห้งแบบออสโมซิสแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ระบบแห้ง (dry system) และระบบสารละลาย (solution system)

(1) การออสโมซิสโดยระบบแห้ง

การไล่ความชื้นในผลไม้โดยการออสโมซิสใน osmotic medium ที่แห้งซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการใช้น้ำตาลโดยตรง โดยการโรยน้ำตาลทรายสลับเป็นชั้น ๆ กับชิ้นส่วนผลไม้ ตัวอย่างเช่น โรยน้ำตาลสลับกับชิ้นผลไม้แต่ละชั้นหนาประมาณ 1 นิ้ว ใช้อัตราส่วนผลไม้ต่อน้ำตาลประมาณ 1 : 1 เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ที่ 120 องศาฟาเรนไฮต์ หรือ 24 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง น้ำหนักผลไม้จะลดลงร้อยละ 50 osmotic medium ที่แห้งนี้จะละลายกับน้ำที่ถูกขับออกมาจากชิ้นผลไม้ (exosmosis) วิธีการออสโมซิสแบบระบบแห้งจะมีอัตราการออสโมซิสช้ากว่าระบบสารละลาย และผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีลักษณะไม่ดีเพราะถูกผลึกของ osmotic medium กดทำให้ช้ำที่ผิว ไม่น่ารับประทานจึงมักไม่ค่อยนิยมกัน การออสโมซิสวิธีนี้มีวิธีการทำที่แตกต่างกันออกไปอีกหลายวิธี เช่น static treatment, tumbling and mixing, fluidzed bed เป็นต้น

(ก) static treatment เป็นวิธีที่ไม่อาศัยการคนใด ๆ ช่วย ผลไม้ และ osmotic medium จะอยู่กับที่ตลอดเวลาโดยไม่มีการเคลื่อนย้ายชิ้นผลไม้แต่อย่างใด ชิ้นผลไม้จึงมีการแตกช้ำน้อยกว่าวิธีอื่น แต่ผิวของชิ้นผลไม้โดยเฉพาะพวกที่มีผิวอ่อนนุ่ม เช่น กล้วย ก็จะเสียหายไปบ้าง หลังจากออสโมซิสเกิดขึ้นจนได้น้ำหนักลดลงประมาณร้อยละ 50 แล้วแยกชิ้นผลไม้จาก osmotic medium ซึ่งได้กลายเป็นสารละลายไปแล้ว จากนั้นอาจนำไปล้าง osmotic medium ที่เคลือบผิวออกโดยจุ่มในน้ำหรือจะไม่ล้างก็ได้แล้วนำไปตากแห้งด้วยวิธีอื่นต่อไป

(ข) tumbling and mixing เป็นกระบวนการซึ่งอาศัยการคนหรือการคลุกเคล้าผลไม้กับ osmotic medium ในระหว่างการออสโมซิส อัตราการออสโมซิสจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการคนหรือทำให้ชิ้นส่วนผลไม้เคลื่อนไหวใน osmotic medium เมื่อชิ้นผลไม้อยู่กับที่ในขณะออสโมซิสบริเวณรอบ ๆ ชิ้นผลไม้จะมีความเข้มข้นของ osmotic medium ลดลง เนื่องจากปริมาณของน้ำในผลไม้ไหลออกมาภายนอกทำให้อัตราการออสโมซิสช้าลง ดังนั้นการคนหรือการเคลื่อนไหวชิ้นผลไม้จึงเป็นการกระจายความเข้มข้นภายนอกชิ้นผลไม้ ช่วยให้การออสโมซิสเร็วขึ้น การคนจำเป็นต้องทำอย่างเบา ๆ เพื่อป้องกันไม่ให้ผลไม้แตก วิธีนี้มีประโยชน์มากไล่ความชื้นออกจากชิ้นผลไม้ที่ต้องการใช้เวลาสั้น ๆ และอุณหภูมิสูง

(ค) fluidized bed เป็นการใช้ออสโมซิสและอากาศร้อนร่วมกันใน fluidized bed ของ osmotic medium อย่างเดียว หรือ osmotic medium ผสมกับสารอื่น เช่น แป้ง ซึ่งจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นตัวช่วยหน่วงอัตราการออสโมซิสลง วิธีนี้ยังไม่แพร่หลายนัก แต่มีผลดีเนื่องจากเร็วและสามารถทำได้ต่อเนื่องกันไป Ponting และคณะ (1966) พบว่า ข้อเสียที่เป็นปัญหาใหญ่ คือ การจับตัวแข็งของ osmotic medium รอบ ๆ ชิ้นผลไม้ ปัญหานี้แก้ไขได้โดยใช้ส่วนผสมของ osmotic medium เหมาะสม โดยทำให้ fluidized bed มีแรงตันออสโมซิสต่ำ ซึ่งทำได้โดยการเติมแป้งลงไป ทั้งนี้เพราะการเกาะตัวของ osmotic medium จะเกิดขึ้นเนื่องจากเมื่อน้ำถูกขับออกจากผลไม้อย่างรวดเร็วในตอนแรกจะทำให้โมเลกุลของ osmotic medium เคลื่อนที่เข้าไปในชิ้นส่วนของผลไม้มากขึ้นอย่างรวดเร็วเช่นกันจนน้ำไม่สามารถซึมออกมาได้ทัน จึงเกิดการจับตัวแข็งของ osmotic medium บริเวณผิวนอกของผลไม้ เมื่อเติมแป้งผสมลงไปใน osmotic medium และให้ความร้อนจากเครื่องเป่าลมร้อน (air-dryer) จึงทำให้แป้งที่ได้รับความร้อนเปลี่ยนสภาพเป็นเจลและมีความหนืดเพิ่มขึ้น ซึ่งจะหน่วงเหนี่ยวและสกัดกั้นโมเลกุลของ osmotic medium ให้เคลื่อนที่เข้าไปในชิ้นผลไม้ได้ช้าลงทำให้อัตราการออสโมซิสช้าลงด้วย

(2) การออสโมซิสโดยระบบสารละลาย

การใช้สารละลายเป็น osmotic medium เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้ระบบแห้ง และสะดวกในการที่จะนำสารละลายกลับมาใช้อีก สารละลายที่นิยมใช้มีความเข้มข้นประมาณ 50-70 องศาบริกซ์ ถ้ามีน้ำตาลสูงกว่า 67 องศาบริกซ์ ซึ่งเป็นจุดอิ่มตัวของซูโครสแล้วควรใช้น้ำตาลอินเวิร์ทด้วย เพราะจะช่วยให้น้ำตาลทรายละลายได้มากขึ้น วิธีการออสโมซิสโดยระบบสารละลายนี้มีหลายวิธีซึ่งแตกต่างกัน เช่น static method, mechanical-agitated และ reconcentration of syrup

(ก) static method เป็นวิธีการที่ง่ายที่สุด ชิ้นผลไม้จะแช่อยู่ในสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงระยะเวลาสั้น หรือความเข้มข้นต่ำระยะเวลานาน อาจเก็บที่อุณหภูมิสูงถึง 120 องศาฟาเรนไฮต์ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง หรือเก็บที่อุณหภูมิห้องก็ได้จนกว่าน้ำหนักของผลไม้จะลดลงไปประมาณร้อยละ 50 แล้วนำขึ้นมาล้างน้ำหรือไม่ล้างก็ได้ก่อนการนำไปตากแห้งด้วยวิธีอื่นต่อไป

(ข) mechanical-agitated เช่นเดียวกับการใช้ในระบบแห้งเมื่อมีการหมุนเวียนของผลไม้และ osmotic medium จะทำให้อัตราการออสโมซิสเร็วขึ้นกว่าไม่มีการหมุนเวียน และในการใช้สารละลายนี้จะช่วยให้สะดวกในการปฏิบัติโดยชิ้นผลไม้ไม่บอบช้ามาก แต่ก็ควรทำอย่างช้า ๆ และเบา ๆ เพื่อป้องกันผลไม้ถูกทำลาย วิธีที่สะดวกและมีประสิทธิภาพ คือ ใช้การปั๊มสารละลายให้หมุนเวียนอยู่ภายในภาชนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ค) reconcentration of syrup วิธีนี้เป็นการออสโมซิสโดยที่รักษาความเข้มข้นของ osmotic medium ให้คงที่อยู่ตลอดเวลา เพื่อให้อัตราการออสโมซิสดีขึ้นหรือเท่าเดิม โดยการปั๊มสารละลายในขณะออสโมซิสเข้าไปในเครื่องระเหยแบบความดันบรรยากาศ (atmospheric pressure evaporator) ซึ่งจะเป็นตัวระเหยน้ำที่ถูกขับออกมาจากผลไม้ แล้วปั๊มสารละลายที่ได้ใหม่นี้ลงในถังที่ทำการออสโมซิสอีก การใช้เครื่องระเหย (evaporator) จะใช้พลังงานเพียงร้อยละ 25 ในการระเหยน้ำออกจากสารละลาย เมื่อเทียบกับการทำแห้งด้วยลมร้อน (hot air dehydration) เมื่อความเข้มข้นของสารละลายคงที่เช่นนี้ก็สามารถใช้สารละลายที่มีความเข้มข้นลดลง เช่น 65 องศาบริกซ์ ก็ได้ ทั้งนี้เพราะถ้าใช้ความเข้มข้นสูงโดยไม่มีการระเหยน้ำออกไปความเข้มข้นของสารละลายจะลดลงจึงจำเป็นต้องใช้ความเข้มข้นสูง ๆ Ponting (1973) พบว่า อัตราการออสโมซิสโดยวิธีนี้เกือบจะเร็วเท่ากับในสารละลายที่มีความเข้มข้นสูง แต่การใช้สารละลายเจือจางจะสะดวกกว่าและง่ายกว่าเนื่องจากมีความหนืดต่ำกว่า

2.1.2 <u>ขั้นตอนการผลิต</u>

(1) การเตรียมชิ้นผลไม้

การตัด ฝา และหั่นชิ้นผลไม้ที่จะนำไปออสโมซิสมีอยู่หลายวิธีโดยขึ้นอยู่กับชนิดของผลไม้ และความต้องการของตลาด อาทิ หั่นชิ้นตามยาม หั่นเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมขนาดต่าง ๆ เช่น แบบลูกเต๋า บุญมา (2528) ทำมะม่วงแห้งด้วยวิธีออสโมซิส โดยหั่นมะม่วงหนา 0.5 เซนติเมตร มีความยาวเท่ากับความยาวของผลมะม่วง

(2) การลวก

เป็นขั้นตอนการให้ความร้อนแก่ผลไม้ เนื่องจากผลไม้อาจมีเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส (peroxidase) โพลีฟีนอลออกซิเดส (polyphenol oxidase) ซึ่งจะทำให้เกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ จึงจำเป็นต้องใช้ความร้อนทำลายเอนไซม์ชนิดนี้ การลวกจะทำให้โครงสร้างบางส่วนเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพไปทำให้อัตราการสูญเสียน้ำจากชิ้นผลไม้เกิดได้ดีและรวดเร็วขึ้น ระยะเวลาในการลวกขึ้นอยู่กับผลไม้แต่ละชนิด นอกจากนี้ผลไม้บางชนิดจะต้องลวกในสารละลายต่าง ๆ กันเพื่อรักษาสีของผลไม้ให้คงที่ตามต้องการ หลังจากการลวกแล้วจะต้องทำให้ผลไม้เย็นลงทันทีเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงกลิ่นอันเนื่องมาจากความร้อน

(3) การแช่ในสารละลายออสโมซิส

การแช่ผลไม้ในสารละลายออสโมซิสนี้เป็นขั้นตอนของการลดน้ำหนักหรือลดความชื้นของผลไม้ โดยในสารละลายจะมี osmotic agent เป็นตัวที่ช่วยทำให้เกิดแรงดันออสโมซิส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

osmotic agent ต่างชนิดกันก็จะให้ผลในการลดความชื้นหรือการลดน้ำหนักได้แตกต่างกัน โดยส่วนใหญ่ในขั้นตอนนี้จะลดความชื้นของผลไม้ได้ประมาณร้อยละ 50-60

2.1.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำแห้งแบบออสโมซิส

(1) รูปร่างและขนาดของผลไม้

อิทธิพลของขนาดและรูปร่างของผลไม้นั้นจะมีผลต่อพื้นที่ผิวต่อหน่วยน้ำหนัก ถ้าพื้นที่ผิวต่อหน่วยน้ำหนักมากขึ้นจะทำให้อัตราการเกิดออสโมซิสสูงขึ้นด้วยเพราะ osmotic agent สามารถดึงน้ำออกจากชิ้นผลไม้ได้มาก เนื่องจากสารมารถสัมผัสกับพื้นที่ผิวได้มากขึ้น Lerici และคณะ (1985) ได้รายงานว่า การตัดผลไม้แบบวงแหวนจะมีการสูญเสียน้ำมากที่สุด รองลงมาเป็นแบบลูกเต๋า การที่แบบลูกเต๋ามีการสูญเสียน้ำน้อยในขณะที่มีพื้นที่ผิวมากนั้นอาจเป็นผลเนื่องมาจากการลดลงของสัมประสิทธิ์การซึมผ่าน (diffusion coefficient) ซึ่งเป็นผลมาจากการมีปริมาณของแข็งเข้าไป (solid gain) สูง และภายใต้สภาวะออสโมซิสเดียวกันความแตกต่างของขนาดผลไม้จะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะแตกต่างกันอีกด้วย

(2) ชนิดของ osmotic agent

Lerici (1985) ได้ให้คำจำกัดความของ osmotic agent ไว้ว่า "เป็นสารที่ใช้สำหรับเป็นตัวแทนทำให้เกิดแรงเคลื่อนที่ออสโมซิส"

ปัจจัยที่ใช้ในการเลือก osmotic agent

(ก) มีรสดี ทำให้ผลไม้แห้งน่ารับประทาน

(ข) มีค่า water activity ต่ำ

(ค) มีแรงดันออสโมซิสได้

(ง) ไม่เป็นพิษ หาง่าย และราคาถูก

Osmotic agent ที่นิยมใช้กันมากในผลไม้มี 3 ชนิด คือ

(ก) น้ำตาล

(ข) กรด

(ค) กลีเซอรอล

(ก) น้ำตาล : ในการทำแห้งด้วยวิธีออสโมติค ผลของน้ำตาลที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์มี 2 ประการ คือ ประการที่ 1 จะมีผลมากในการเป็นตัวยับยั้งเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากออกซิเจน (oxidative

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

browning) ประการที่ 2 ใช้ป้องกันการสูญเสียกลิ่นรสที่ระเหยไปได้ระหว่างการทำแห้ง แม้ว่าจะทำภายใต้สภาวะสุญญากาศสูง ๆ

น้ำตาลที่ใช้เป็น osmotic agent มีด้วยกันหลายชนิด แต่ที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือ ซูโครส ซึ่งเป็นสารที่ให้แรงดันออสโมซิส ให้รสหวาน ทำให้เกิดน้ำหนัก นอกจากนี้ยังมีราคาถูกกว่าน้ำตาลชนิดอื่น ๆ

(ข) กรด : การเติมกรดลงไปใน osmotic solution นั้นมีผลในการเพิ่มอัตราการออสโมซิส เมื่อใช้ซูโครสเป็น osmotic agent ร่วมกับกรดชนิดต่าง ๆ พบว่ากรดไฮโดรคลอริคจะเพิ่มอัตราการทำแห้งได้มากกว่ากรดอินทรีย์ แต่กรดไฮโดรคลอริคนี้จะทำให้เกิดสีดำและคุณภาพของผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการทำแห้งและการเก็บรักษา

ในบรรดากรดอินทรีย์ทั้งหลาย พบว่า กรดแลกติคจะมีผลต่ออัตราการดึงน้ำออกมากที่สุด ส่วนกรดอะซิติกและกรดซิตริคจะมีผลรองลงมาตามลำดับ การที่กรดไปช่วยเพิ่มอัตราการดึงน้ำออกเป็นเพราะกรดจะไปยับยั้งการเกิดเจลของสารประกอบเพคติน เช่น ในมะละกอ มีสารประกอบเพคตินมาก สารนี้เมื่อได้รับความร้อนจะเกิดเจลขึ้นโดยดึงเอาซูโครสเข้าไปด้วย ซึ่งจะทำให้อัตราการสูญเสียน้ำน้อยลงเพราะเจลจะขัดขวางการเคลื่อนที่ของน้ำ แต่ถ้ามีกรดอยู่ในสารละลาย กรดจะยับยั้งการเกิดเจลซึ่งช่วยให้การสูญเสียน้ำเกิดได้ดีขึ้น

(ค) กลีเซอรอล : ในด้านการทำแห้งแบบออสโมซิสได้มีการใช้กลีเซอรอลเข้ามาช่วยในการทำให้ค่า water activity ลดต่ำลง Jayaraman และคณะ (1977) ได้นำกลีเซอรอลมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของ osmotic agent โดยใส่ลงไปในน้ำเชื่อมร้อยละ 42.33 ในการทำแห้งแบบออสโมซิสของสับปะรด Ramanuja และ Jayaraman (1980) ได้กล่าวว่า เทคนิคการเตรียมอาหารที่มีความชื้นปานกลาง (intermediate moisture food) โดยใช้วิธีออสโมซิส เพื่อทำให้เป็นผลไม้แปรรูปพร้อมที่จะบริโภค (ready to eat process fruit) ควรจะมีความชื้นร้อยละ 25 โดยการใช้น้ำตาลซูโครสร่วมกับกลีเซอรอลและสารกันรา โดยได้ทดลองกับกล้วย ฝรั่ง มะม่วง และสับปะรด ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

(3) ความเข้มข้นของ osmotic solution

ความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้มีความสำคัญมาก เพราะมีส่วนช่วยดึงน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ โดยจะมีผลต่อค่า water activity ถ้าความเข้มข้นยิ่งมากขึ้น ค่า water activity ของผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีค่าน้อยลง และจะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลสูงขึ้น ซึ่งมีผลทำให้อัตราการออสโมซิสเร็วขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) อัตราส่วนระหว่าง osmotic solution กับผลไม้

ถ้าอัตราส่วนของน้ำเชื่อมมากจะทำให้อัตราการออสโมซิสเร็วขึ้นกว่าการใช้น้ำเชื่อมน้อย ๆ แต่เนื่องจากการใช้น้ำเชื่อมมากทำให้ค่าใช้จ่ายสูงขึ้น และยังมีปัญหาในเรื่องการจัดการกับสารละลายหลังการออสโมซิสอีกด้วย จึงต้องใช้อัตราส่วนของน้ำเชื่อมต่อผลไม้ให้เหมาะสม เพื่อดึงน้ำออกจากผลไม้ได้มาก สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อย และผลไม้มีคุณภาพดีด้วย จากรายงานของ Lenart และ Flink (1984) กล่าวว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดระหว่าง osmotic solution และผลไม้คือ 2 : 1

(5) อุณหภูมิ

อุณหภูมิในการออสโมซิสก็เป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงอีกประการหนึ่ง เพราะว่ามีผลต่ออัตราการเกิดออสโมซิส เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงจะไปทำให้โครงสร้างบางส่วนเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพไป คือ เยื่อหุ้มอ่อนตัวลงจึงมีผลทำให้ความแน่นของผลไม้เปลี่ยนไปด้วยทำให้การซึมผ่านของน้ำและ osmotic agent เป็นไปได้ดีกว่าการใช้อุณหภูมิต่ำ Levi และคณะ (1983) พบว่า ในการทำมะละกอแห้งเมื่อแช่มะละกอในน้ำเชื่อมที่อุณหภูมิสูงจะมีอัตราการสูญเสียน้ำสูงกว่าในน้ำเชื่อมที่อุณหภูมิต่ำ อุณหภูมิของน้ำเชื่อมที่เหมาะสมคือ 20-45 องศาเซลเซียส

ถึงแม้ว่าอัตราการออสโมซิสจะสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น แต่ก็มีข้อจำกัดไม่ให้ใช้อุณหภูมิเกิน 49 องศาเซลเซียส เพราะถ้าใช้อุณหภูมิสูงกว่านี้จะเกิดสีคล้ำเนื่องจากเอนไซม์ (enzymatic browning) ได้ และเกิดการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสขึ้น ดังนั้นถ้าต้องการใช้อุณหภูมิสูงในการออสโมซิสจำเป็นต้องลดเวลาในการออสโมซิสให้น้อยลงด้วย ทำให้เกิดวิธีใหม่ที่เรียกว่า High Temperature Short Time Osmosis (HTST osmosis)

2.1.4 <u>ข้อดีของการทำแห้งแบบออสโมติค</u> (อ่อนรวี, 2533)

(1) ช่วยรักษา organoleptic quality เนื่องจากวิธีการนี้ไม่ใช้อุณหภูมิสูงจึงไม่เกิดการสูญเสียเนื่องจากความร้อน สีของผลไม้จึงสด การสูญเสียกลิ่นมีน้อย นอกจากนี้วิธีการนี้ยังช่วยป้องการเกิดสีคล้ำเนื่องจากเอนไซม์และออกซิเจน (enzyme oxidative browning) เนื่องจากในระหว่างกระบวนการผลไม้จะแช่อยู่ในน้ำเชื่อมไม่ได้สัมผัสกับอากาศ

(2) ประหยัดพลังงาน การทำแห้งวิธีนี้ใช้พลังงานเฉพาะในขั้นที่ทำให้น้ำเชื่อมที่ใช้แล้วเข้มข้นขึ้นก่อนนำกลับมาใช้ใหม่เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 แตงโม

แตงโมเป็นผลไม้ล้มลุกที่ปลูกกันตลอดปี มีปลูกกันทั่วไปทั้งเหนือ อีสาน กลาง และภาคใต้ จะมีอยู่เพียง 3-4 จังหวัดรอบ ๆ กรุงเทพฯเท่านั้นที่ไม่มีรายงานการปลูกแตงโม แตงโมเป็นพืชที่ชอบแดดจัด ดินร่วนและระบายน้ำได้ดี ในฤดูที่มีอากาศค่อนข้างเย็น แตงโมจะมีคุณภาพดี มีโรคและแมลงรบกวนน้อยกว่าในฤดูที่มีอากาศร้อนชื้น

แต่เดิมแตงโมได้ถูกจำแนกไว้ในตระกูล *Citrullus vulgaris* Schrad ต่อมาในปี 1963 Thieret ให้ความเห็นว่าชื่อทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องของแตงโมควรจะเป็น *Citrullus lanatus* (Thumb.) Mansf. (กฤษฎา, 2531) เป็นพืชที่อยู่ในตระกูลแตง (Family : Cucurbitaceae) พืชในตระกูลนี้ นอกจากแตงโมแล้วก็มี แตงกวา ฟักแฟง แตงแคนตาลูป เป็นต้น แตงโมจัดเป็นพืชเมืองร้อน มีถิ่นกำเนิดในอาฟริกาตอนเหนือและตะวันออกกลาง ต่อมาได้แพร่ขยายออกไปในอเมริกา เอเชีย และยุโรป สมัยเมื่อฝรั่งเข้าไปตั้งรกรากในอเมริกาก็พบว่ามีชาวอินเดียแดงปลูกแตงโมกันแล้ว

Citrullus lanatus เป็นพืชล้มลุกมีแหล่งกำเนิดในอาฟริกาใต้มีการปลูกกระจายตั้งแต่ประเทศอียิปต์ เอเชียใต้ เอเชียตะวันตกและเอเชียกลาง เป็นพืชที่มีใบเขียวเข้มใหญ่ ลักษณะกลมหรือสามเหลี่ยมรูปไข่ ใบอาจมีลักษณะขอบเรียบไปจนถึงแบ่งออกเป็นสามถึงห้าแฉก ผลมีขนาดกลางถึงใหญ่ เปลือกหนา เนื้อแน่นฉ่ำน้ำ เนื้ออาจมีสีแดง เหลือง หรือขาว เมล็ดมีลักษณะรูปไข่หรือกลมรีและแบน มีเปลือกเมล็ดสีขาวหรือน้ำตาล (กฤษฎา, 2531)

2.2.1 <u>การใช้ประโยชน์</u>

โดยส่วนใหญ่แตงโมจะถูกนำมารับประทานเป็นผลไม้สด จะช่วยแก้กระหายน้ำและแก้ร้อนได้ แต่ก็มีการนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นบ้างดังเช่น ในรัสเซียนำไปใช้ทำเบียร์หรือทำน้ำเชื่อมเข้มข้นโดยการเคี่ยวให้แห้ง ในประเทศแถบเมดิเตอร์เรเนียน แตงโมอาจถูกนำมาใช้เป็นอาหารหลักทั้งของมนุษย์และสัตว์ สำหรับคนไทยเปลือกแตงโมอาจนำมาทำอะไรได้อีกหลาย ๆ อย่าง เช่น ผลสดรับประทานกับปลาแห้ง ส่วนของผลอ่อน นำมาต้มและรับประทานเป็นผักจิ้มน้ำพริก เปลือกของแตงโมแก่นำมาทำแกงเลียง และเมล็ดก็ใช้คั่วรับประทานเป็นของว่าง เป็นต้น นอกจากนี้ยังนำมาดัดแปลงเพื่อทำเป็นอาหารต่าง ๆ ได้หลายชนิดดังนี้ เช่น แช่อิ่มเปลือกแตงโม แยมแตงโม น้ำแตงโมเข้มข้น ไวน์แตงโม และพันช์แตงโม (ประเวศน์ และคณะ, 2533)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 คุณค่าทางโภชนาการ

คุณค่าทางโภชนาการของแตงโม โดยวิเคราะห์จากส่วนที่นำมารับประทานได้ หรือจากเนื้อแตงโม จำนวน 100 กรัม

คาร์โบไฮเดรต	7.2 กรัม
ไขมัน	0.2 กรัม
โปรตีน	0.1 กรัม
แคลเซียม	0.8 กรัม
ฟอสฟอรัส	7.0 มิลลิกรัม
โปแตสเซียม	82 มิลลิกรัม
ไวตามิน เอ	170 ไอ.ยู
ไวตามิน ซี	6.0 มิลลิกรัม
ไทอามิน	0.02 มิลลิกรัม
ไรโบฟลาวิน	0.03 มิลลิกรัม
ไนอาซิน	0.02 มิลลิกรัม
น้ำ	92.3 มิลลิกรัม
พลังงาน	28 แคลอรี่

ที่มา : วารสารเคหะการเกษตรฉบับพิเศษ การปลูกแตงโมเป็นการค้า เรียบเรียงโดย ฝ่ายข้อมูลวารสารเคหะการเกษตร 19/27 ถนนงามวงศ์วาน บางเขน กรุงเทพฯ

2.3 การอบแห้ง

การทำแห้งแบบออสโมซิสนี้สามารถลดปริมาณความชื้นลงไปได้เพียงร้อยละ 50-60 เท่านั้น หลังจากนั้นเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เก็บได้นานขึ้น จึงต้องนำผลไม้ที่ผ่านการออสโมซิสแล้วไปลดความชื้นต่อไป

ผลไม้ซึ่งมีความชื้นเริ่มต้นประมาณร้อยละ 75-85 จะมีความชื้นลดลงเหลือประมาณร้อยละ 50 ซึ่งนับว่าสูงอยู่ จึงจำเป็นต้องใช้วิธีการถนอมอาหารวิธีอื่นควบคู่ไปด้วย ได้แก่ การอบแห้ง การแช่แข็ง การฆ่าเชื้อแบบพาสเจอร์ไรซ์ การระเหยน้ำออกบางส่วน หรือการใช้สารเคมี อาจรวมไปถึงการใช้ภาชนะบรรจุที่เหมาะสมก็สามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษา แม้ผลิตภัณฑ์จะมีความชื้นสูงอยู่ก็ตาม (อ่อนรวี, 2533)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 เครื่องอบแห้งแบบถาดหรือแบบตู้ (Tray or Carbinet driers)

เป็นเครื่องมือแบบง่าย ๆ ที่มีการทำงานแบบไม่ต่อเนื่อง ผักผลไม้จะถูกเรียงหรือเกลี่ยบนตะแกรงซึ่งเรียงซ้อนกันอยู่ภายในตู้อบที่มีอากาศร้อน แหล่งพลังงานความร้อนที่ใช้อาจได้จากไฟฟ้าหรือไอน้ำ เครื่องมือสามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศร้อนที่ใช้ให้สม่ำเสมออยู่ในระดับที่ต้องการ เครื่องมือนี้มีราคาไม่แพงเหมาะกับการผลิตในปริมาณน้อย หรือใช้เป็นเครื่องมือในการทดลองศึกษาการผลิตผลิตภัณฑ์แบบใหม่ ช่วงเวลาที่ใช้อบแห้งของเครื่องมือประมาณ 10-12 ชั่วโมง ขึ้นกับอุณหภูมิที่ใช้และปริมาณวัตถุดิบที่ใส่ในเครื่อง (กิตติพงษ์, มปป.)

2.4 ผลของการลวกที่มีต่อเนื้อผลไม้

ผลไม้บางชนิดเมื่อปอกเปลือกหรือหั่นทิ้งไว้จะเกิดสีน้ำตาลขึ้น ทำให้อาหารสีคล้ำลง การลวกเป็นกระบวนการให้ความร้อนที่สำคัญอย่างหนึ่งในการเตรียมอาหารพวกผักและผลไม้เพื่อการทำแห้ง ซึ่งจุดประสงค์เบื้องต้นในการลวกคือ เพื่อยับยั้งเอนไซม์ที่ทำให้สีคล้ำในผลไม้

การกำหนดเวลาที่จะใช้ในการลวก จะเลือกเวลาที่พอเพียงในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ 2 ชนิด คือ เอนไซม์คะตะเลส (catalase) และ เอนไซม์เปอร์ออกซิเดส (peroxidase) แต่โดยทั่วไปจะดูการยับยั้งเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสมากกว่า เพราะเอนไซม์ชนิดนี้จะทนอุณหภูมิได้สูงกว่า การลวกที่มีการใช้อุณหภูมิและเวลาเพียงพอที่จะยับยั้งเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสได้จึงจะถือว่าเพียงพอ

นอกจากการลวกจะมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์แล้ว การลวกยังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เช่น ช่วยทำความสะอาด และลดปริมาณจุลินทรีย์ในวัตถุดิบ ช่วยลดปริมาณก๊าซในวัตถุดิบทำให้วัตถุดิบหดตัว ช่วยลดการเปลี่ยนแปลงของสีเขียว โดยจะขัดขวางกลไกในการเปลี่ยนแปลงของคลอโรฟิลด์ (chlorophyll) ไปเป็นฟีโอไฟติน (pheophytin) และช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสโดยเฉพาะอาหารแห้ง

แต่การลวกก็มีข้อเสีย คือ ทำให้เกิดการสูญเสียไวตามินที่ไม่ทนต่อความร้อน และสูญเสียสารอาหารที่ละลายน้ำ การลวกโดยใช้เวลานานมากเกินไปจะทำให้เนื้อสัมผัสของผลไม้เสียไป

2.5 กรดซิตริค (citric acid)

กรดซิตริคเป็นกรดประเภทไตรคาร์บอกซิลิค (tricarboxylic) ที่มีการรู้จักใช้ในอาหารมานานกว่า 100 ปีแล้ว และมีการใช้มากกว่ากรดชนิดอื่น ๆ ด้วย โดยมีการใช้ถึงร้อยละ 60 ของกรดทั้งหมด นอกจากนี้ยังมีการใช้กรดซิตริคเป็นมาตรฐานเปรียบเทียบในการศึกษาผลของกรดชนิดต่าง ๆ ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ กรดซิตริคมีส่วนคล้ายกรดมาลิคคือพบมากในธรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชาติในผลไม้ประเภทส้มและมะนาว กรดซิตริคเป็นกรดที่มีคุณสมบัติดีกว่ากรดชนิดอื่น ๆ คือ สามารถละลายน้ำได้ดี มีกลิ่นรสเป็นที่ยอมรับ กรดซิตริคและเกลือของกรดซิตริคนั้นนิยมใส่ในอาหารประเภทน้ำผลไม้และน้ำหวานชนิดต่าง ๆ ทั้งชนิดที่อัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไม่อัดคาร์บอนไดออกไซด์ เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ ทั้งนี้เพื่อช่วยปรับปรุงกลิ่นรสและความเป็นกรด-ด่าง ให้พอเหมาะ เป็นวัตถุกันเสีย และจะช่วยทำปฏิกิริยากับโลหะที่อาจปนเปื้อนมาในวัตถุดิบเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนขึ้น ทำให้สีและกลิ่นรสของเครื่องดื่มคงตัว ในผลิตภัณฑ์ประเภทขนมหวานนั้น การใช้กรดซิตริคจะช่วยป้องกันการตกผลึกของน้ำตาลและป้องกันการเกิดออกซิเดชั่น ของส่วนประกอบอื่น ๆ ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

1. เปลือกแตงโม
2. น้ำตาล

3.1.2 สารเคมี

1. กรดซิตริค

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. ตู้อบลมร้อน
2. อุปกรณ์งานครัว
3. เครื่องชั่งชนิดละเอียดและหยาบ
4. เครื่องแก้วและเครื่องตวงชนิดต่าง ๆ
5. เทอร์โมมิเตอร์ (termometer)
6. Hand refractometer

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

เปลือกแตงโม

⇩

ปอกเปลือกแข็งออก

⇩

หั่นเป็นชิ้นขนาด 0.2-0.3 × 5.0 เซนติเมตร

⇩

ลวกน้ำเดือดนาน 5 นาที

⇩

แช่ในน้ำเชื่อมเข้มข้น 50-70 องศาบริกซ์

ที่เติมกรดซิตริค 0.2 เปอร์เซนต์ เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

⇩

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สะเด็ดน้ำ ล้างคราบน้ำตาลที่ผิวออก

⇩

เรียงบนตะแกรง

⇩

อบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส
จนมีความชื้นเหลือประมาณ 10-15 เปอร์เซ็นต์

ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการทำแห้งเปลือกแตงโมด้วยวิธีออสโมติค

3.3.1 <u>ศึกษาเวลาที่ใช้ในการแช่เปลือกแตงโมในน้ำเชื่อมที่ระดับความเข้มข้นต่างกันที่เหมาะสม</u>

นำเปลือกแตงโมที่ปอกเปลือกแข็งออกและปาดส่วนเนื้อสีแดงออกแล้วมาหั่นเป็นชิ้นขนาดประมาณ 0.2-0.2 × 5.0 เซนติเมตร นำไปลวกในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที แล้วนำไปแช่ในน้ำเชื่อมเข้มข้น 50, 60 และ 70 องศาบริกซ์ ซึ่งมีความเข้มข้นของกรดซิตริค 0.2 เปอร์เซนต์ เป็นเวลา 3, 4 และ 5 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาจึงนำเปลือกแตงโมขึ้น นำไปล้างน้ำและอบในตู้อบลมร้อนอุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส จนมีความชื้นเหลือประมาณ 10-15 เปอร์เซนต์ ซึ่งใช้เวลาประมาณ 4-8 ชั่วโมง

นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยใช้นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ของภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร จำนวน 20 คนทำการทดสอบโดยตอบแบบสอบถามแบบ Hedonic scale 5 point ในด้านความหวาน และลักษณะโดยรวม จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Analysis of Variance และ Duncan's New Multiple Range Test เลือกเปลือกแตงโมที่มีลักษณะที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

3.3.2 <u>ศึกษาระดับความเข้มข้นของน้ำเชื่อมที่ใช้แช่เปลือกแตงโมที่เหมาะสม</u>

นำเปลือกแตงโมที่เตรียมไว้มาแช่ในน้ำเชื่อมเข้มข้น 50, 60 และ 70 องศาบริกซ์ โดยเวลาที่ใช้เป็นเวลาที่เหมาะสมที่ได้จากข้อ 3.3.1 หลังจากแช่น้ำเชื่อมจนครบกำหนดเวลาแล้ว จึงนำมาล้างน้ำและอบแห้งต่อไป

นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยใช้นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ของภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร จำนวน 20 คนทำการทดสอบโดยตอบแบบสอบถามแบบ Hedonic scale 5 point ในด้านความหวาน และลักษณะโดยรวม จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ความแตกต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางสถิติด้วยวิธี Analysis of Variance และ Duncan's New Multiple Range Test เลือกเปลือกแตงโมที่มีลักษณะที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

3.3.3 ศึกษาเวลาที่ใช้ในการอบแห้งที่เหมาะสม

เตรียมเปลือกแตงโมโดยแช่ในน้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้นที่เหมาะสมที่ได้จากข้อ 3.3.2 จนครบกำหนดเวลา จึงนำมาอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4, 6 และ 8 ชั่วโมง

นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยใช้นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ของภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร จำนวน 20 คนทำการทดสอบโดยตอบแบบสอบถามแบบ Hedonic scale 5 point ในด้านเนื้อสัมผัส และลักษณะโดยรวม จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Analysis of Variance และ Duncan's New Multiple Range Test

3.3.4 ศึกษาอายุการเก็บ

นำเปลือกแตงโมที่ทำแห้งด้วยวิธีออสโมซิสที่ผ่านการยอมรับมากที่สุดในทุกด้านที่ศึกษามา บรรจุในถุงโพลีเอทิลีนในสภาพบรรยากาศ แล้วนำมาวิเคราะห์ ปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำตาล ปริมาณกรด เมื่อเก็บไว้ 0, 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 การทำแห้งเปลือกแตงโมด้วยวิธีออสโมซิส

4.1.1 <u>การศึกษาเวลาที่ใช้ในการแช่เปลือกแตงโมในน้ำเชื่อมที่มีระดับความเข้มข้น 50, 60 และ 70 องศาบริกซ์ มีปริมาณกรดซิตริค 0.2 เปอร์เซนต์ ที่เหมาะสมตามลำดับ</u>

เมื่อทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคในด้านความหวาน และลักษณะโดยรวมของเปลือกแตงโมที่ทำแห้งด้วยวิธีออสโมซิสที่ระดับความเข้มข้นของน้ำเชื่อม 50, 60 และ 70 องศาบริกซ์ มีปริมาณกรดซิตริค 0.2 เปอร์เซนต์ ผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 1

<u>ตารางที่ 1</u> แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนจากผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของเปลือกแตงโมที่แช่ในน้ำเชื่อมเป็นเวลา 3, 4 และ 5 ชั่วโมง ก่อนนำมาทำแห้งด้วยวิธีออสโมซิสที่ระดับความเข้มข้นของน้ำเชื่อม 50, 60 และ 70 องศาบริกซ์ ที่มีปริมาณกรดซิตริค 0.2 เปอร์เซนต์

ตัวอย่าง		คะแนนเฉลี่ย	
น้ำเชื่อม (องศาบริกซ์)	เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)	ความหวาน	ลักษณะโดยรวม
50	3	3.35	3.25
	4	3.55	3.50
	5	3.35	3.30
60	3	3.60	3.30
	4	3.85	3.55
	5	3.90	3.70
70	3	3.55	3.65
	4	3.80	4.00
	5	3.60	3.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>หมายเหตุ</u> : ลักษณะโดยรวมที่กล่าวถึง คือ สี, กลิ่น, รส และ เนื้อสัมผัส

ระดับคะแนนที่ใช้เป็นช่วงระหว่าง 1-5 โดย

5 = ชอบมากที่สุด 4 = ชอบมาก 3 = ชอบปานกลาง

2 = ชอบน้อย 1 = ไม่ชอบ

ด้านความหวานระดับคะแนนที่ใช้เป็นช่วงระหว่าง 1-5 โดย

5 = ชอบมากที่สุด 4 = ชอบมาก 3 = ชอบปานกลาง

2 = ชอบน้อย 1 = ไม่ชอบ

จากผลการทดสอบที่ได้ คะแนนเฉลี่ยในด้านความหวาน และลักษณะโดยรวมของเปลือกแตงโมที่แช่ในน้ำเชื่อมเข้มข้น 50 องศาบริกซ์ มีปริมาณกรด 0.2 เปอร์เซนต์ เป็นเวลา 3, 4 และ 5 ชั่วโมง จะมีค่าใกล้เคียงกัน เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างในด้านการยอมรับ ที่น้ำเชื่อมเข้มข้น 60 และ 70 องศาบริกซ์ ก็เช่นเดียวกันคือไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ดังนั้นจึงเลือกแช่เปลือกแตงโมในน้ำเชื่อมแต่ละระดับความเข้มข้นเป็นเวลา 3 ชั่วโมงมาทดสอบเปรียบเทียบกันต่อไป

4.1.2 <u>ศึกษาระดับความเข้มข้นของน้ำเชื่อมที่เหมาะสม</u>

จากการนำเปลือกแตงโมที่ทำแห้งด้วยวิธีออสโมซิสที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดจากข้อ 4.1.1 ทั้งสามระดับความเข้มข้นมาทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคในด้านความหวานและลักษณะโดยรวมเปรียบเทียบกัน ผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 2

<u>ตารางที่ 2</u> แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนจากผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสเปรียบเทียบระหว่างเปลือกแตงโมที่ทำแห้งด้วยวิธีออสโมซิสที่ระดับความเข้มข้นของน้ำเชื่อม 50, 60 และ 70 องศาบริกซ์

ตัวอย่าง	คะแนนเฉลี่ย	
น้ำเชื่อม (องศาบริกซ์)	ความหวาน	ลักษณะโดยรวม
50	3.40	3.25
60	3.80	3.40
70	2.95	3.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

97079

จากผลการทดสอบที่ได้ คะแนนเฉลี่ยในด้านลักษณะโดยรวมของน้ำเชื่อมที่ทุกระดับความเข้มข้นมีค่าใกล้เคียงกัน เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างในด้านการยอมรับ แต่ความหวานแตกต่างกัน แต่เมื่อดูจากคะแนนเฉลี่ยสูงสุดซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติของผลิตภัณฑ์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แล้วพบว่า เปลือกแตงโมที่แช่ในน้ำเชื่อมที่ระดับความเข้มข้น 60 องศาบริกซ์ ได้รับการยอมรับสูงสุด และในด้านลักษณะทั่วไปซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติก็ได้รับคะแนนสูงสุดด้วย ดังนั้นจึงเลือกแช่เปลือกแตงโมที่ระดับความเข้มข้นของน้ำเชื่อม 60 องศาบริกซ์ 3 ชั่วโมง เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

4.1.3 ศึกษาเวลาที่ใช้ในการอบแห้งที่เหมาะสม

จากการนำเปลือกแตงโมที่ทำแห้งด้วยวิธีออสโมซิสที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดจากข้อ 4.1.2 มาทำการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4, 6 และ 8 ชั่วโมง และนำมาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคในด้านเนื้อสัมผัสและลักษณะโดยรวมได้ผลดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนจากผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของเปลือกแตงโมที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ที่เวลาต่างกัน

ตัวอย่าง	คะแนนเฉลี่ย	
เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)	เนื้อสัมผัส	ลักษณะโดยรวม
4	3.20	3.35
6	3.80	3.35
8	2.90	3.25

หมายเหตุ : ด้านเนื้อสัมผัสระดับคะแนนที่ใช้เป็นช่วงระหว่าง 1-5 โดย

5 = ชอบมากที่สุด 4 = ชอบมาก 3 = ชอบปานกลาง

2 = ชอบน้อย 1 = ไม่ชอบ

จากผลการทดสอบที่ได้ คะแนนเฉลี่ยในด้านลักษณะโดยรวมมีค่าใกล้เคียงกัน เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างในด้านการยอมรับ แต่เนื้อสัมผัสแตกต่างกัน แต่เมื่อดูคะแนนเฉลี่ยสูงสุดของข้อมูลที่มีความแตกต่างกันทางสถิติของผลิตภัณฑ์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แล้วพบว่าเปลือกแตงโมที่ผ่านการทำแห้งด้วยวิธีออสโมซิสแล้วทำให้แห้งต่อโดยการอบที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมงได้รับการยอมรับสูงสุดและในด้านลักษณะทั่วไปที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติก็ได้รับคะแนนสูงสุดด้วย ดังนั้นจึงเลือกอบแห้งเปลือกแตงโมที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6 ชั่วโมงเพื่อใช้ในการทดสอบต่อไป

ถึงแม้ว่าเวลาที่ใช้ในการอบแห้งทั้ง 3 ช่วงเวลา จะสามารถลดความชื้นในผลิตภัณฑ์ได้จนมีความชื้นเหลืออยู่ 10-15 เปอร์เซนต์ ได้เหมือนกัน แต่ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีลักษณะแตกต่างกันมาก ที่เวลาอบ 3 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะยังมีลักษณะชื้นอยู่ค่อนข้างมาก จับแล้วเหนียวติดมือ ที่เวลาอบ 6 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะดีที่สุด ไม่แห้งหรือชื้นจนเกินไป ที่เวลาอบ 8 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีลักษณะแห้ง แข็ง มากเกินไป

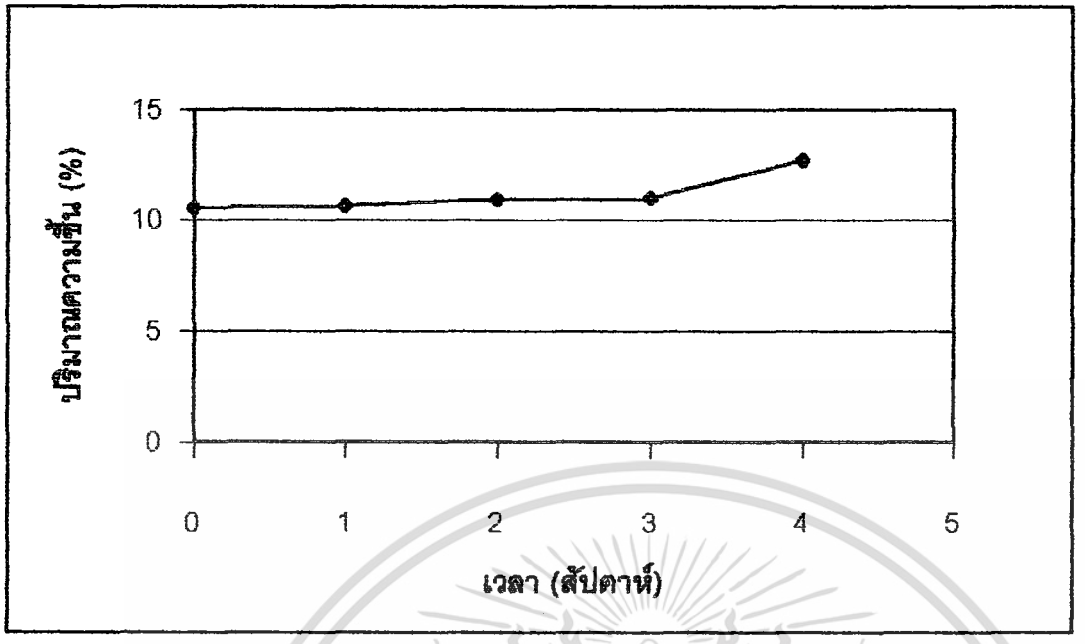
4.1.4 ศึกษาอายุการเก็บรักษาเมื่อทำการเก็บไว้ในถุงโพลีเอทิลีนในสภาวะบรรยากาศ

จากการนำเปลือกแตงโมที่ทำแห้งด้วยวิธีออสโมซิสที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดจากข้อ 4.1.3 มาบรรจุในถุงโพลีเอทิลีนในสภาวะบรรยากาศ พบว่า สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน 4 สัปดาห์ โดยไม่พบการเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ แต่จะมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบด้านกายภาพและเคมีดังแสดงในตารางที่ 4

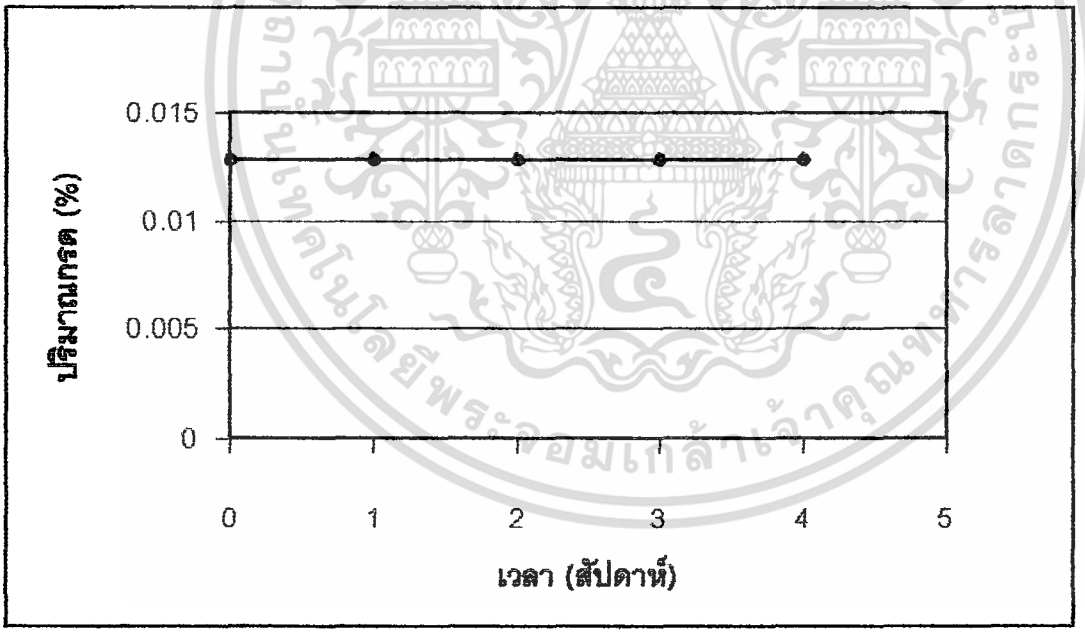
ตารางที่ 4 แสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณความชื้น ปริมาณกรดและปริมาณน้ำตาล และ สี ของผลิตภัณฑ์ในถุงโพลีเอทิลีนที่เวลาเก็บต่าง ๆ กัน

การตรวจสอบ	เวลาเก็บ (สัปดาห์)				
	0	1	2	3	4
ปริมาณความชื้น (%)	10.57	10.62	10.90	11.06	12.74
ปริมาณกรด (%)	0.0128	0.0128	0.0128	0.0128	0.0128
ปริมาณน้ำตาล (%)	-	16.27	16.59	16.04	18.35
สี (Hue Value/Chroma)	5Y 8/8	5Y 8/8	5Y 8/6	5Y 8/6	5Y 8/4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

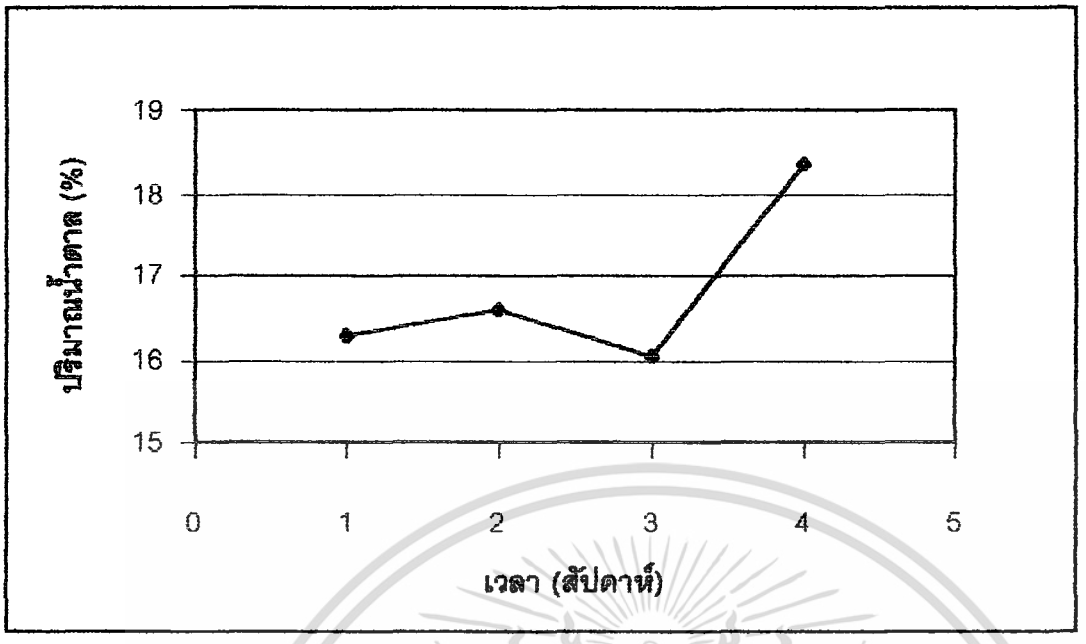


ภาพที่ 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 3 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดในผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลในผลิตภัณฑ์

จากตารางที่ 4 และภาพที่ 2, 3 และ 4 จะเห็นได้ว่าเมื่อเวลาเก็บนานขึ้น ผลิตภัณฑ์ที่เก็บในถุงโพลีเอทิลีนที่สภาวะบรรยากาศ มีความชื้นเพิ่มขึ้น และผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นสูงจะทำให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เสียไป ส่วนปริมาณกรดจะคงที่ ปริมาณน้ำตาลจะเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย และการเปลี่ยนแปลงไม่มีความสัมพันธ์กับเวลา ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยนี้ อาจเกิดขึ้นจากชิ้นของเปลือกแตงโมมีการดูดซึมน้ำตาลไม่สม่ำเสมอกันทุกชิ้น และอาจเกิดจากเปลือกแตงโมที่ลอยอยู่ด้านบนดูดซึมน้ำตาลได้ไม่เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

1. วิธีการทำแห้งเปลือกแตงโมด้วยวิธีออสโมติคที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด คือ นำเปลือกแตงโมมาปอกเปลือกแข็งออก หั่นเป็นชิ้นขนาดประมาณ 0.2-0.3 × 5.0 เซนติเมตร ลวกในน้ำเดือด 5 นาที จากนั้นนำไปแช่ในน้ำเชื่อมที่ระดับความเข้มข้น 60 องศาบริกซ์ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ นำไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

2. สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ในถุงโพลีเอทิลีนที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศได้นาน 4 สัปดาห์ โดยไม่เสื่อมเสีย

3. การที่สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้เป็นเวลานานโดยไม่เสื่อมเสีย เนื่องมาจากกรดซิตริคที่เติมในเชื่อมมีคุณสมบัติเป็นสารป้องกันการเสื่อมเสีย ผลิตภัณฑ์มีปริมาณน้ำตาลสูง และยังผ่านขั้นตอนการอบแห้งเป็นเวลานานอีกด้วย

4. เมื่ออายุการเก็บนานขึ้น ความชื้นในผลิตภัณฑ์จะมากขึ้นตามไปด้วย แต่ปริมาณกรดคงเดิม ปริมาณน้ำตาลเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. วัตถุดิบที่ใช้ควรเป็น เปลือกแตงโมชนิดเปลือกหนา และมีความแก่-อ่อนใกล้เคียงกัน เพื่อป้องกันความแตกต่างระหว่างชิ้นผลิตภัณฑ์

2. สีของผลิตภัณฑ์เมื่อทำการเก็บไว้เป็นเวลานานจะซีดลง อาจแก้ไขได้โดยการเติมสีลงในน้ำเชื่อมที่ใช้แช่เพื่อช่วยรักษาสี

3. ถุงพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีนที่ใช้บรรจุผลิตภัณฑ์นี้มีคุณสมบัติป้องกันความชื้น แต่อากาศผ่านเข้าออกได้ เป็นผลให้ปริมาณองค์ประกอบภายในผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะความชื้นเปลี่ยนแปลงไป อาจแก้ไขโดยการบรรจุในสภาวะสุญญากาศ หรือเปลี่ยนชนิดพลาสติกที่ใช้บรรจุเป็นชนิดที่สามารถป้องกันความชื้นได้มากกว่านี้ เช่น ถุงไนลอนเอทิลีน ลามิเนต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. ผักและผลไม้. เอกสารประกอบการสอน ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 311 น.

กฤษฎา สัมพันธารักษ์. 2531. การปรับปรุงพันธุ์แตงโม. เอกสารวิชาการฉบับพิเศษ ลำดับที่ 5, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 40 น.

บุญมา ซึงสนธิพร. 2528. มะม่วงแช่อิ่มแห้ง. วารสารอาหาร 15:3,151.

ประเวศน์ ลิ้มชูวงศ์, ปิยะ เหาตะวานิช และ พิเชษ เชษฐาพงศาพันธุ์. 2533. ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากแตงโม. ปัญหาพิเศษ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 149 น.

วันวิสาข์ กระแสร์คุปต์. 2535. การปรับปรุงคุณภาพของผลไม้อบแห้งด้วยการเคลือบก่อนการทำแห้งแบบออสโมซิส. วิทยานิพนธ์ คณะวิทยาศาสตร์การอาหาร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 131 น.

ศิวาพร ศิวเวชช. 2529. วัตถุเจือปนอาหาร เล่ม 1. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน, กรุงเทพฯ. 162 น.

อรอนุช นาคบุตร. 2532. มะม่วงแช่อิ่มแห้ง. ปัญหาพิเศษ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 54 น.

อ่อนรวี รัตนาพันธุ์. 2533. หลักการทำแห้งผลไม้ด้วยวิธีออสโมติค. วารสารอาหาร 20:4, 19-20.

G.W.Hope and D.G.Vitale. 1972. Osmotic Dehydration : A cheap and simple method of preserving mangoes, banana and plantains. International Development Research Centre. 5-10 P.

Patricia Cunniff. 1995. Official Method of Analysis of AOAC International, 16 th ed. AOAC International, Virginia.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

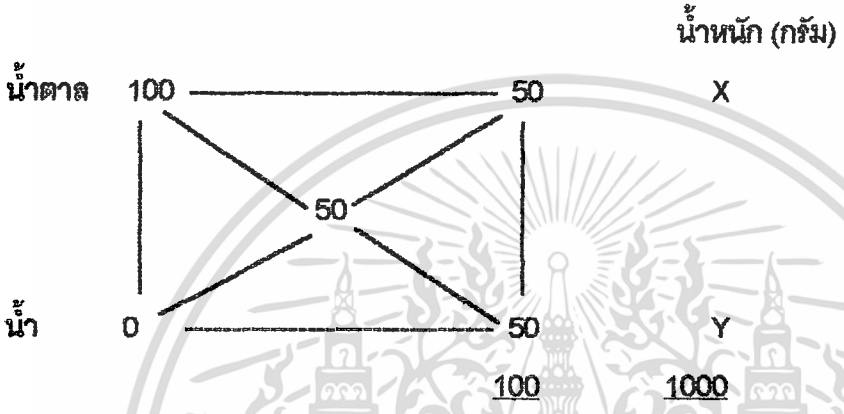
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การปรับความเข้มข้นของน้ำเชื่อมของเปลือกแตงโมที่ทำแห้งด้วยวิธีออสโมติค

การปรับความเข้มข้นของน้ำเชื่อมโดยวิธีของ Pearson Square

สมมติ ต้องการเตรียมน้ำเชื่อมเข้มข้น 50 องศาบริกซ์ จากน้ำตาล (100 องศาบริกซ์) และน้ำ (0 องศาบริกซ์) จำนวน 1000 กรัม จะคำนวณดังนี้



วิธีคำนวณ

ที่มุมบน และ ล่าง ของด้านซ้ายของสี่เหลี่ยม จะเป็นเปอร์เซนต์ของแข็งทั้งหมด ของวัตถุดิบ ตรงกลางเป็นระดับความเข้มข้นของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ต้องการ ส่วนมุมบน และ ล่าง ด้านขวาของสี่เหลี่ยม จะเป็นผลจากการลบระหว่างค่าที่มุมบน และ ล่าง กับค่าตัวเลขตรงกลาง สำหรับค่า X และ Y เป็นน้ำหนักของวัสดุที่ใช้แต่ละชนิด

น้ำตาลที่ใช้ (X) = 50/100 = X/1000

X = 500 กรัม

น้ำที่ใช้ (Y) = 50/100 = Y/1000

Y = 500 กรัม

หากวัตถุดิบเริ่มต้นเป็นน้ำเชื่อม จะต้องปรับให้มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น ให้ใช้วิธีเดียวกัน โดยต้องทราบค่าความเข้มข้นของน้ำเชื่อม โดยใช้ refractometer วัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

แบบ Hedonic Scale

ผู้ทดสอบ_____ วันที่_____

ผลิตภัณฑ์เปลือกแตงโมที่ทำแห้งด้วยวิธีออสโมติค

คำแนะนำ

1. ชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวาตามลำดับที่เรียงไว้
2. ทดสอบคุณลักษณะของตัวอย่างเปรียบเทียบกับทั้งหมด และพิจารณาว่าคุณลักษณะที่ต้องการเมื่อชิมแล้วให้คะแนนอย่างไร
3. พิจารณาคะแนนความหวาน เนื้อสัมผัส และลักษณะโดยรวม แบ่งคะแนนตามความชอบออกเป็น 5 ชอบมากที่สุด 4 ชอบมาก 3 ชอบปานกลาง 2 ไม่ค่อยชอบ 1 ไม่ชอบ
4. ในระหว่างการชิมรสแต่ละตัวอย่าง ดื่มน้ำล้างปากเพื่อป้องกันการสับสนระหว่างตัวอย่าง

ลักษณะ	ตัวอย่าง		
ความหวาน			
เนื้อสัมผัส			
ลักษณะโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

วิธีตรวจสอบและวิเคราะห์ทางเคมี

การเตรียมตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณกรด

1. อุปกรณ์และสารเคมี
   - 1.1 น้ำกลั่น
   - 1.2 เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง
   - 1.3 ชุดบดตัวอย่าง
   - 1.4 ชุดกรอง
   - 1.5 ขวดปริมาตร 100 มิลลิลิตร
   - 1.6 บีกเกอร์ 100 มอลลิลิตร
   - 1.7 เครื่องหมุนเหวี่ยง
   - 1.8 Hot plate

2. วิธีการ
   - 2.1 นำตัวอย่างมาบดให้ละเอียด
   - 2.2 ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ใส่บีกเกอร์ 100 มิลลิลิตร
   - 2.3 เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร นำไปต้มให้เดือดบน Hot plate
   - 2.4 นำไปตกตะกอนด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยง ตั้งค่า 2000 รอบ/นาที เป็นเวลา 5 นาที แยกเอาเฉพาะส่วนที่ใส
   - 2.5 กรองสารละลายส่วนใสด้วยชุดกรอง ใช้กระดาษกรองเบอร์ 1
   - 2.6 ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นในขวดปริมาตร 100 มิลลิลิตร

การวิเคราะห์ปริมาณกรด

1. อุปกรณ์และสารเคมี
   - 1.1 สารละลายตัวอย่าง
   - 1.2 น้ำกลั่น
   - 1.3 ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
   - 1.4 ชุดไตเตรท
   - 1.5 0.01 N NaOH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ฟีนอล์ฟทาลีน 1 เปอร์เซ็นต์

2. วิธีการ

2.1 ปิเปตสารละลายตัวอย่างมา 5 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ แล้วเติมน้ำกลั่นลงไป 5 มิลลิลิตร

2.2 หยดฟีนอล์ฟทาลีน 1-2 หยด นำไปไตเตรทกับสารละลาย 0.01 N NaOH จนสารละลายในขวดเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน

2.3 การคำนวฯ

$$\text{ปริมาณกรด (\%)} = \frac{\text{ml.of NaOH} \times \text{N. of NaOH} \times \text{MW. of citric acid} \times 100 \times 10}{5 \times 10}$$

การวิเคราะห์ความชื้น

1. อุปกรณ์

1.1 เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง

1.2 aluminium can

1.3 dissicator

1.4 Hot air oven

2. วิธีการ

2.1 อบ aluminium can ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นใน dissicator ชั่งน้ำหนัก

2.2 หั่นตัวอย่างเป็นชิ้นเล็ก ๆ ชั่งน้ำหนัก 2-3 กรัม ใส่ใน aluminium can จากข้อ 2.1

2.3 นำไปอบใน Hot air oven ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-5 ชั่วโมง (เวลาอบเปิดฝาครอบออกด้วย)

2.4 ทำให้เย็นใน dissicator และชั่งน้ำหนัก

3. การคำนวณ

$$\text{\% ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ - น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ด้วยวิธี Shaffer-Somogyi Micro Method

1. อุปกรณ์

   1.1 ขวดวัดปริมาตร

   1.2 ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร

   1.3 pH meter

   1.4 ชุดไตเตรท

   1.5 hot air oven

   1.6 อุปกรณ์ที่จำเป็นอื่น ๆ

2. สารเคมี

   2.1 anhydrous Na_2CO_3

   2.2 $NaKC_4H_4O_5.4H_2O$ (Potassium sodium tartrate.$4H_2O$ หรือ Rochelle salt)

   2.3 $CuSO_4.5H_2O$

   2.4 $NaHCO_3$

   2.5 KI

   2.6 KIO_3 (เตรียม 0.001N โดยละลาย 3.567 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร)

   2.7 $K_2C_2O_4$ (Potassium oxalate)

   2.8 $Na_2S_2O_3.5H_2O$ (Sodium thiosulfate)

   2.9 H_2SO_4 (เตรียม 2N โดยเจือจาง conc.H_2SO_4 56 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรทั้งหมด 1 ลิตร

   2.10 Soluble starch

   2.11 HgI_2

   2.12 Glucose

   2.13 $K_2Cr_2O_7$

3. การเตรียมน้ำยา

   3.1 Shaffer-Somogyi cabornate 50 reagent

   ละลาย anhydrous Na_2CO_3 25 กรัม และ Potassium sodium tartrate.$4H_2O$ หรือ Rochelle salt 25 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร เติมสารละลาย $CuSO_4.5H_2O$ ที่มีความเข้มข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

100 กรัมต่อลิตร ปริมาตร 75 มิลลิลิตร โดยใช้กรวยจุ่มให้ปลายกรวยอยู่ในสารละลาย พร้อมกับคนตลอดเวลา เติม $NaHCO_3$ 20 กรัม คนให้ละลาย แล้วเติม KI 5 กรัม

ถ่ายสารละลายทั้งหมดลงในขวดตวงปริมาตร 1 ลิตร แล้วเติม 0.001N KIO_3 250มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนครบ 1 ลิตร ผสมให้เข้ากัน กรองผ่านใยแก้ว เก็บน้ำยานี้ไว้ข้ามคืนเพื่อให้ดงตัวก่อนใช้

3.2 สารละลาย Iodide-oxalate

ละลาย KI 2.5 กรัม และ $K_2C_2O_4$ 2.5 กรัม ในน้ำกลั่นในบีกเกอร์แล้วถ่ายใส่ขวดตวงปริมาตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น ให้เตรียมน้ำยานี้ใหม่ทุกสัปดาห์

3.3 สารละลายมาตรฐาน 0.1N Sodium thiosulfate

ละลาย $Na_2S_2O_3.5H_2O$ 25 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร ต้มให้เดือดเบา ๆ นาน 5 นาที แล้วถ่ายใส่ขวดสีน้ำตาลในขณะยังร้อน นำไปเก็บในที่มืดและเย็น

ทำการหาความเข้มข้นที่แน่นอน โดยชั่ง $K_2Cr_2O_7$ (ที่อบให้แห้งที่ 100 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง) ชั่งให้ได้น้ำหนักแน่นอน 0.20-0.23 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปราศจากคลอรีนที่มี KI 2 กรัม เติม 1N HCl 20 มิลลิลิตร แล้วนำไปเก็บในที่มืดทันทีหรือห่อด้วยกระดาษอะลูมิเนียม ทิ้งไว้ 10 นาที แล้วนำมาไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานที่ได้เตรียมไว้ข้างต้น ให้เติม starch indicator เมื่อสีของไอโดีนจางลงหลังจากไตเตรทไประยะหนึ่ง

คำนวณความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานจากสูตร

$$\text{Normality ของสารละลาย } Na_2S_2O_3.5H_2O = \frac{\text{กรัมของ } K_2Cr_2O_7 \times 1000}{\text{มิลลิลิตรของ } Na_2S_2O_3.5H_2O \times 49.032}$$

3.4 สารละลายมาตรฐาน 0.005 Sodium thiosulfate

เตรียมสารละลาย 0.1N Sodium thiosulfate standard stock solution เก็บไว้ในตู้เย็น เจือจาง 50 มิลลิลิตร 0.1N Sodium thiosulfate standard stock solution ด้วยน้ำกลั่น ในขวดตวงปริมาตรขนาด 1 ลิตร ให้เตรียมน้ำยานี้ใหม่ทุกวัน

3.5 สารละลาย Starch indicator

ผสม soluble starch 2.5 กรัม กับ HgI_2 10 มิลลิลิกรัม ในน้ำกลั่นเล็กน้อย แล้วละลายในน้ำเดือด ให้มีปริมาตร 500 มิลลิลิตร

3.6 สารละลาย 2N H_2SO_4

เจือจาง conc.H_2SO_4 56 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรทั้งหมด 1 ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. วิธีวิเคราะห์

4.1 ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 5 มิลลิลิตร ที่มีกลูโคสอยู่ในช่วง 0.5-2.5 มิลลิกรัม (มีปริมาณกลูโคส 0.1-0.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ใส่ในหลอดทดสอบขนาด 25 × 200 มิลลิเมตร เตรียม blank โดยใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่าง

4.2 เตรียมตัวอย่างควบคุม โดยใช้สารละลายน้ำตาลกลูโคส 0.1-0.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เติมน้ำยา Shaffer-Somogyi cabomate 50 reagent ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยการแกว่งเบา ๆ

4.3 ปิดหลอดด้วยลูกแก้ว นำไปต้มในอ่างน้ำเดือด 15 นาที

4.4 ทำให้เย็นในอ่างน้ำไหล 4 นาที ระวังอย่าให้หลอดทดสอบกระทบกระเทือนในระหว่างการต้มและการทำให้เย็น

4.5 เติมสารละลาย Iodide-oxalate 2 มิลลิลิตร โดยให้ค่อย ๆ ไหลลงไปตามข้างหลอด

4.6 เติม 2N H_2SO_4 3 มิลลิลิตร

4.7 เขย่าให้ตะกอนสีแดงของ Cu_2O ละลาย

4.8 นำไปไตเตรทกับสารละลายมาตรฐาน 0.005N $Na_2S_2O_3$ โดยเติม starch indicator 2-3 หยด

4.9 การคำนวณ

คำนวณหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลกลูโคสจากสูตร

ปริมาณกลูโคส (มิลลิกรัมต่อ 5 มิลลิลิตร)=0.1099 × (ผลต่างของมิลลิลิตรของ 0.005N $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ไตเตรทตัวอย่าง กับที่ใช้ไตเตรท blank) + 0.048

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวปิยวรรณ ประสมเสือ เกิดวันที่ 10 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2520 จังหวัดชลบุรี จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนสิงห์สมุทร ในปี พ.ศ. 2538 จบการศึกษาในระดับอนุปริญญาจากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตจันทบุรี คณะเทคโนโลยีการอาหาร ในปี พ.ศ. 2540 และจบการศึกษาระดับปริญญาตรีจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะเทคโนโลยีการเกษตร ในปี พ.ศ. 2542

นายวุฒิชัย จันทร์เติม เกิดวันที่ 10 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2520 จังหวัดกรุงเทพฯ จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี ในปี พ.ศ. 2538 จบการศึกษาในระดับอนุปริญญาจากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตสุมพรเขตอุมศักดิ์ สาขาเคมีสิ่งทอ ในปี พ.ศ. 2540 และจบการศึกษาระดับปริญญาตรีจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะเทคโนโลยีการเกษตร ในปี พ.ศ. 2542

นายรัฐภูมิ แสงโชติ เกิดวันที่ 19 กรกฎาคม พ.ศ. 2519 จังหวัดขอนแก่น จบการศึกษาระดับปวช.จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตขอนแก่น ในปี พ.ศ. 2538 จบการศึกษาในระดับอนุปริญญาจากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตขอนแก่น คณะเทคนิคเครื่องกล ในปี พ.ศ. 2540 และจบการศึกษาระดับปริญญาตรีจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะเทคโนโลยีการเกษตร ในปี พ.ศ. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้