สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง
หองสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

21071

ผลของการลวกด้วยไมโครเวฟต่อการสกัดน้ำบีทรูท และผลของอุณหภูมิต่อการทำแห้งน้ำบีทรูท

(Effect of microwave blanching on beet root juice extraction and effect of temperature on beet root juice drying)

T097042

นางสาวจีรรัตน์ ลักษมีอรุโณทัย รหัสนักศึกษา 45040832
นางสาวดุษณีย์ สว่างดี รหัสนักศึกษา 45040838

ปพ.
จ553 ผ
254ค

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....97042
วัน,เดือน,ปี.....- 5 JUN 2008.....

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของการลวกด้วยไมโครเวฟต่อการสกัดน้ำบีทรูท
และผลของอุณหภูมิต่อการทำแห้งน้ำบีทรูท
(Effect of microwave blanching on beet root juice extraction
and Effect of temperature on beet root juice drying)

จัดทำโดย

นางสาวจีรรัตน์ ลักษมีอรุโณทัย รหัสนักศึกษา 45040832
นางสาวดุษฎีย์ สว่างดี รหัสนักศึกษา 45040838

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 22 / 03 / 49

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(ดร.กิตติชัย บรรจง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวจีรรัตน์ ลักษมีอรุโณทัย และ นางสาวคุษณีย์ สว่างดี , 2548. ผลของการลวกด้วยไมโครเวฟต่อการสกัดน้ำบีทรูท และผลของอุณหภูมิต่อการทำแห้งน้ำบีทรูท(Effect of microwave blanching on beet root juice extraction and Effect of temperature on beet root juice drying) : ภาควิชุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร. กิตติชัย บรรจง

บทคัดย่อ

การทดลองหาผลของการลวกด้วยไมโครเวฟต่อต่อการสกัดน้ำบีทรูทโดยใช้ตู้อบไมโครเวฟขนาด 900 วัตต์ ระดับ 50 % เป็นระยะเวลา 1.20 , 2.40 , 4.00 , 5.20 , 6.40 และ 8.00 นาที พบว่าการใช้ระยะเวลาในการลวกหัวบีทรูทด้วยไมโครเวฟ 8 นาที จะให้สีของน้ำบีทรูทเป็นสีแดงม่วงเข้มมากที่สุด และสามารถยับยั้งเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสได้ดีที่สุด เมื่อนำน้ำบีทรูทที่สกัดได้มาปรุงเป็นน้ำบีทรูทปรุงรสโดยใส่น้ำตาลให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 15 °Brix และอัตราส่วนน้ำมะนาวที่เหมาะสมคือ 15 % ของน้ำบีทรูทโดยน้ำหนัก การทดลองผลของอุณหภูมิต่อการทำน้ำบีทรูทผงโดยนำน้ำบีทรูทผสมน้ำตาลและน้ำมะนาวใส่แสตนเลสเข้าเครื่องอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 , 70 และ 80 องศาเซลเซียส แล้วนำไปผสมกับมอลโทเด็กซ์ตริน 15 % ของน้ำบีทรูทปรุงรสโดยน้ำหนักได้ผงน้ำบีทรูทสำเร็จรูป เมื่อนำผงน้ำบีทรูทสำเร็จรูปไปละลายน้ำในอัตราส่วน 27.32 กรัม ต่อน้ำ 100 กรัม นำไปทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้านความชอบกลิ่น ความชอบรส และความยอมรับโดยรวมของน้ำบีทรูทคืนรูปและน้ำบีทรูทสด พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับน้ำบีทรูทคืนรูปมากกว่าน้ำบีทรูทสดโดยน้ำบีทรูทคืนรูปที่ได้รับคะแนนด้านสีใกล้เคียงน้ำบีทรูทสดคือน้ำบีทรูทที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

คุษณีย์ สว่างดี

จีรรัตน์ ลักษมีอรุโณทัย

ลายมือชื่อนักศึกษา	อาจารย์ที่ปรึกษา	วัน/เดือน/ปี
		22/03/49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การนำเสนอปัญหาพิเศษเรื่อง ผลของการลวกด้วยไมโครเวฟต่อการสกัดน้ำบีทรูท และผลของอุณหภูมิต่อการทำแห้งน้ำบีทรูท สามารถสำเร็จไปได้ด้วยดี ผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณ ดร. กิตติชัย บรรจง ที่เป็นเกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งคอยดูและเอาใจใส่ ให้คำปรึกษาแนะนำ และชี้แนะแนวทางในการแก้ปัญหาต่างๆ และตรวจแก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณครอบครัว ญาติพี่น้อง และเพื่อนๆที่คอยเป็นกำลังใจ และสนับสนุนทุนทรัพย์จนทำให้ปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณในความอนุเคราะห์ของทุกท่านมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ

นางสาวจีรรัตน์ ลักษมีอรุโณทัย

นางสาวดุษณีย์ ส่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	
2.1 บีทรูท	2
2.2 น้ำผลไม้	4
2.3 ส่วนประกอบของน้ำบีทรูท	5
2.4 การลวกวัตถุดิบ	7
2.5 การใช้ไมโครเวฟ	9
2.6 การพาสเจอไรซ์	9
2.7 การอบแห้งน้ำผลไม้	10
2.8 การอบแห้ง	13
2.9 การคืนรูปของอาหารแห้ง	17
บทที่ 3 วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	
3.1 อุปกรณ์ และเครื่องมือ	19
3.2 สารเคมีที่ใช้	20
3.3 วัตถุดิบ	20
3.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการทดลอง	20
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	
4.1 การศึกษาหาระยะเวลาในการลวกบีทรูทด้วยไมโครเวฟที่เหมาะสม	22
4.2 การศึกษาการปรุงรสน้ำบีทรูทที่เหมาะสมด้วยน้ำมะนาว	25
4.3 การศึกษาปริมาณมอลโทเด็กซ์ตรินที่เหมาะสม	26
4.4 การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำแห้งน้ำบีทรูทแบบถาด	28
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
เอกสารอ้างอิง	34
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก การปรับความหวานให้ได้ความเข้มข้นของน้ำผลไม้ตามต้องการ	36
ภาคผนวก ข แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส	38
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ทางกายภาพ	41
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์เอนไซม์เปอร์ออกซิเดส	42
ภาคผนวก จ การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ ค่าการละลาย	43
ภาคผนวก ช วิธีวิเคราะห์ความชื้น	45
ภาคผนวก ซ อัตราส่วนการละลาย	47
ภาคผนวก ฌ การวิเคราะห์ทางสถิติ	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 2.1	คุณค่าทางอาหารของบีทรูทต่อ 100 กรัม	4
ตาราง 4.1	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาที่ใช้ไมโครเวฟในการลวกและอุณหภูมิของบีทรูท	22
ตาราง 4.2	ผลการวิเคราะห์ร้อยละของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสที่เหลืออยู่	23
ตาราง 4.3	แสดงค่าที่ได้จากการวัดสีของน้ำบีทรูทที่ผ่านการลวกด้วยไมโครเวฟที่ระยะเวลาต่างกันโดยใช้เครื่องวัดสี	24
ตาราง 4.4	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำบีทรูทปรุงรสด้วยน้ำมะนาวในอัตราส่วนที่ต่างกัน	25
ตาราง 4.5	ผลการวิเคราะห์ความหนืดจากการปรับปรุงเนื้อสัมผัสของน้ำบีทรูทด้วยมอลโทเด็กซ์ตรินที่อัตราส่วนต่างกัน	26
ตาราง 4.6	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากการปรับปรุงเนื้อสัมผัสของน้ำบีทรูทด้วยมอลโทเด็กซ์ตริน	27
ตาราง 4.7	ระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งน้ำบีทรูทที่อุณหภูมิ 60 70 80 องศาเซลเซียส	28
ตาราง 4.8	แสดงผลการวิเคราะห์ค่าการดูดซับและค่าการละลายของบีทรูทผงที่ได้จากการใช้อุณหภูมิที่ต่างกันในการทำแห้งน้ำบีทรูท	29
ตาราง 4.9	แสดงค่าที่ได้จากการวัดสีโดยใช้เครื่อง Chroma meter ของน้ำบีทรูทผงที่ได้จากการอบแห้งที่อุณหภูมิต่างกัน	29
ตาราง 4.10	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำบีทรูทจากบีทรูทผงที่ใช้อุณหภูมิอบแห้งต่างกัน	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 4.1	แสดงน้ำบีทรูทที่ได้จากหัวบีทรูทที่ผ่านการลวกด้วยไมโครเวฟ	23
ภาพที่ 4.2	แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ไมโครเวฟในการลวกและอุณหภูมิของหัวบีทรูท	23
ภาพที่ 4.3	แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการลวกและค่าร้อยละของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสที่ยังหลงเหลืออยู่	24
ภาพที่ 4.4	แสดงลักษณะบีทรูทผงที่ได้จากการอบแห้งแบบถาด	28
ภาพที่ 4.5	แสดงลักษณะของน้ำบีทรูทสดและน้ำบีทรูทที่ได้จากผงที่ผ่านการอบ	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบันอาหารเพื่อสุขภาพกำลังได้รับความสนใจจากผู้บริโภคเป็นอย่างมาก น้ำผักและผลไม้ก็นับได้ว่าเป็นอาหารเพื่อสุขภาพอย่างหนึ่ง และเป็นเครื่องดื่มที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงประกอบด้วยเกลือแร่ วิตามินเอ บีและซี แต่ก่อนนั้นผู้บริโภคนิยมรับประทานน้ำคั้นผลไม้สดๆ มากกว่าจะนำมาแปรรูป เมื่อรับประทานหรือขายไม่หมดก็จะปล่อยทิ้งไว้จนเน่าเสีย หรือพยายามจะเก็บรักษาไว้ก็จะอยู่ได้ไม่นาน ดังนั้นจึงเกิดแนวความคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ซึ่งช่วยบรรเทาปัญหาอายุการเก็บรักษา และสะดวกต่อการบริโภคมากขึ้นโดยแปรรูปเป็นผงชงดื่มสำเร็จรูป ซึ่งมีคุณค่าทางอาหารมากกว่าน้ำหวานธรรมดาหรือน้ำอัดลม ซึ่งผักที่น่าสนใจจะนำมาแปรรูป คือ บีทรูทหรือผักกาดแดง เป็นผักเมืองหนาว ซึ่งในปัจจุบันสามารถปลูกได้ทางแถบภาคเหนือของไทย บีทรูทเป็นผักที่มีสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายเป็นอย่างมาก โดยเลือกใช้กรรมวิธีการสกัดและผลิตที่เหมาะสมให้เป็นที่ยอมรับของของผู้บริโภค เพื่อเป็นทางเลือกใหม่ให้ผู้บริโภคและเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมการรับประทานผักผลไม้ที่มีประโยชน์ และส่งเสริมคุณค่าทางอาหารจากผลิตภัณฑ์ในรูปแบบที่ง่ายและสะดวกต่อการรับประทาน

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาระยะเวลาที่ใช้ไมโครเวฟในการลวกบีทรูทที่เหมาะสมในการสกัดน้ำบีทรูท
2. ศึกษาการปรุงรสน้ำบีทรูทที่เหมาะสมด้วยน้ำมะนาว
3. ศึกษาปริมาณมอลโทเด็กซ์ตรินที่เหมาะสมในการทำน้ำบีทรูท
4. ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำแห้งน้ำบีทรูทโดยผ่านการทำแห้งแบบถาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทัศน์

2.1 บีทรูท

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Beta Vulgaris*

ชื่อทั่วไป : ผักกาดฝรั่ง , ผักกาดแดง

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ต้นอยู่ใต้ดิน รากมีลักษณะอวบน้ำ มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 4-5 ซม. ใบเป็นใบเดี่ยวเรียงตัวสลับก้านยาว ใบรูปหัวใจรี ลักษณะของดอกเป็นดอกเดี่ยว ออกเป็นช่อ มีสีเขียวอ่อนขนาดเล็ก บีทรูทหรือบีทเป็นพืชชนิดหนึ่ง ที่มีลักษณะเป็นหัวผักกาดที่อยู่ใต้ดินชนิดหนึ่ง ใช้รากเป็นส่วนที่สะสมอาหาร มีทรงกลมป้อม อวบน้ำ เปลือกสีดำ เนื้อสีแดงเลือดหมูหรือม่วงแดง เมื่อปอกสีจะติดมือ เมื่อหั่นตามขวางจะมีลายเป็นวง ใบสีเขียวตัดกับก้านใบ และมีเส้นใบสีม่วงแดง เป็นผักเมืองหนาว ต้นกำเนิดอยู่ในแถบเมดิเตอร์เรเนียน ปัจจุบันนี้บีทรูทสามารถปลูกได้ในแถบภาคเหนือของไทย (Anonymous, 2006)

2.1.2 การใช้ประโยชน์

หัวบีทรูทสามารถใช้ประโยชน์ได้ดังนี้ (Anonymous, 2006)

1.ใช้เป็นอาหาร ส่วนหัว ต้มแล้วฝานเป็นชิ้นใส่น้ำส้มจะอร่อย มาก ผัดกับเนื้อสัตว์ใช้ตบแต่งอาหาร ให้มี สีแดง หรือแกะเป็นรูปต่าง ๆ ประดับ ส่วนที่นิยมนำมารับประทาน ก็คือส่วนที่เป็นใบอ่อน หัวขนาดเล็ก และหัวโตเต็มที่ ซึ่งจะกินสดหรือปรุงสุก ปอกเปลือก หั่นเป็นแว่นบางๆหรือขูดฝอย ใส่ร่วมกับผักชนิดอื่นๆ เพิ่มรสหวานและสีสันในจานสลัด นอกจากนี้ยังใช้ปรุงอาหารอื่น เช่น ผัด อบ และดองหวานในน้ำส้มเป็นเครื่องเคียงอาหารจานหลักใส่ในซุป เป็นไส้แฮมเบอร์เกอร์ หรือนำมาคั้นน้ำใช้เป็นสีผสมอาหารและผสมกับน้ำผลไม้ชนิดอื่นดื่มเพื่อสุขภาพ

2.ใช้เป็นยา เป็นยาขับปัสสาวะ เป็นยาระบาย เจริญอาหาร แก้เจ็บคอ ขับเสมหะ แก้ไอ แก้บวม และแก้บิด

2.1.3 การเลือกและการเก็บรักษาบีทรูท

ให้เลือกหัวบีทรูทสดๆ ผิวไม่เหี่ยว จับดูเนื้อไม่นิ่ม หัวมีขนาดเล็ก เพราะมีเนื้อละเอียดและให้รสหวานกว่าหัวขนาดใหญ่ แต่ถ้ามีใบติดอยู่ ให้เลือกหัวที่ใบยังสด แล้วตัดใบให้เหลือก้าน 2-3 ซม. จากนั้นก็นำไปล้างให้สะอาดเก็บในถุงตาข่าย วางไว้ในที่ร่ม หรือในช่องแช่ผัก เก็บได้นานกว่า 14 วัน (Anonymous, 2006)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 คุณค่าทางโภชนาการ

หัวบีทรูทจะอุดมไปด้วยโฟเลทและโพแทสเซียมสูง มีวิตามินซีสูง มีวิตามินบี1 บี2 ส่วนยอดและใบมีสารเบต้าแคโรทีน แคลเซียม และธาตุเหล็กสูง หัวบีทรูทที่ต้มสุกใหม่ๆมีสารอาหารสูงกว่าเมื่อยังดิบ เพราะปริมาณที่น้อยลง ทำให้แร่ธาตุต่างๆ รวมทั้งโพแทสเซียมสูงขึ้น น้ำบีทรูทที่คั้นสดๆ เหมาะเป็นเครื่องดื่มบำรุงกำลังสำหรับคนที่ฟื้นไข้ใหม่ เพราะเข้มข้นด้วยวิตามินและแร่ธาตุ สารสีแดงในหัวบีทรูท คือ เบทานิน (betanin) เป็นกรดอะมิโนที่มีสรรพคุณยับยั้งการเจริญเติบโตของเนื้องอกและมะเร็ง น้ำบีทรูทจึงมีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักในฐานะรักษาโรคมะเร็ง นอกจากนี้ยังช่วยบำรุงเลือดและช่วยในการไหลเวียนของโลหิตไปเลี้ยงส่วนต่างๆของร่างกายได้ดี ช่วยบำรุงไต และถุงน้ำดี สำหรับโฟเลต หรือกรดโฟลิก เป็นวิตามินที่จำเป็นมากสำหรับหญิงตั้งครรภ์ เพราะมันช่วยสร้างเซลล์ให้กับทารกในครรภ์ ไม่เพียงเท่านั้น แพทย์ในตะวันตกยังเริ่มแนะนำให้กินโฟเลตเสริม(ขนาด 400-1,000 mcgต่อวัน) เพื่อป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจ และเส้นเลือดในสมองอุดตัน เพราะผลการวิจัยพบสอดคล้องกันมากขึ้นเรื่อยๆว่า หากคุณมีกรดโฟลิกต่ำในร่างกาย เกล็ดเลือดจะจับตัวเป็นลิ่มได้ง่าย ทำให้เสี่ยงกับปัญหาหลอดเลือดหัวใจและเส้นเลือดในสมองอุดตัน ล่าสุดการวิจัยยังพบว่า วิตามินบีชนิดนี้ช่วยรักษาโรคซึมเศร้า อัลไซเมอร์ และมะเร็งบางชนิดได้ ตามเกณฑ์ตะวันตก ร่างกายต้องการกรดโฟลิกวันละประมาณ 400 mcg แต่โดยทั่วไปผู้หญิงอเมริกันได้โฟเลตจากอาหารเพียง 278 mcg (Anonymous, 2006)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางอาหารของบีทรูทต่อ 100 กรัม

องค์ประกอบ	ปริมาณ
น้ำ , กรัม	87.5
พลังงาน(4 oz/100) , แคลอรี่	36
โปรตีน , กรัม	1.61
ไขมัน , กรัม	0.17
คาร์โบไฮเดรต , กรัม	9.56
เถ้า , กรัม	1.08
แคลเซียม , มิลลิกรัม	16
เหล็ก , มิลลิกรัม	0.80
แมกนีเซียม , มิลลิกรัม	23
ฟอสฟอรัส , มิลลิกรัม	40
โพแทสเซียม , มิลลิกรัม	325
โซเดียม , มิลลิกรัม	78
แมงกานีส , มิลลิกรัม	0.329
วิตามินซี , มิลลิกรัม	4.9
ไทอามีน , มิลลิกรัม	0.031
ไรโบฟลาวิน , มิลลิกรัม	0.040
วิตามินเอ , IU	38
โฟเรท , mcg	109

(ที่มา : Anonymous, 2003)

2.2 น้ำผลไม้

นิยามของน้ำผลไม้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) หมายถึง น้ำผลไม้ที่อยู่ในลักษณะพร้อมที่จะใช้บริโภคได้โดยตรง ทำจากผลไม้ที่สด สะอาด สุก โดยกรรมวิธีเชิงกล น้ำผลไม้นี้อาจทำจากน้ำผลไม้ที่ทำให้เข้มข้นโดยผ่านกรรมวิธีระเหยน้ำออกจนเข้มข้น แล้วนำมาเจือจางภายหลังเพื่อจะรักษาองค์ประกอบสำคัญไว้ น้ำผลไม้ที่อยู่ในภาชนะต้องผ่านกรรมวิธีการถนอมอาหาร

2.2.1 ประเภทของน้ำผลไม้

แบ่งตามมาตรฐานอาหารสากลได้ 4 ประเภท ดังนี้ (สถาบันอาหาร,2549)

1. น้ำผลไม้พร้อมดื่มได้ทันที หมายถึงน้ำผลไม้ที่สะอาด ไม่มีลักษณะที่มีจุลินทรีย์เกิดขึ้นแล้ว แต่เป็นน้ำผลไม้ ซึ่งถ้าจะนำไปหมัก ก็อาจจะเกิดแอลกอฮอล์ได้ มีเจตจำนงที่จะใช้ดื่มทันที ทำโดยกรรมวิธี

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชิงกลจากผลไม้ที่สุก มีการผ่านกรรมวิธีทางด้านให้ความร้อน น้ำผลไม้นั้นๆ อาจจะทำจากน้ำผลไม้ที่เข้มข้นแล้วนำมาเติมน้ำ (น้ำตามข้อกำหนด) ให้มีองค์ประกอบที่สำคัญเข้าลักษณะเดียวกับของสด อาจจะมีการจัดระบบความหวานและความเป็นกรด-ด่างได้ เพื่อให้อัตราของน้ำตาลและกรดอยู่ในสภาพเดียวกับที่ได้มาจากของสด แต่ทั้งนี้ถ้าทำมาจากน้ำผลไม้เข้มข้นต้องให้เป็นไปตามข้อกำหนดเฉพาะของมาตรฐานว่าด้วยผลไม้ของแต่ละชนิดนั้นๆ

2.น้ำผลไม้เข้มข้น หมายถึง น้ำผลไม้ที่สะอาด ไม่มีลักษณะที่มีจุลินทรีย์เกิดขึ้นแล้ว แต่เป็นน้ำผลไม้ซึ่งถ้าจะนำไปหมักก็อาจจะเกิดแอลกอฮอล์ได้ ทำจากผลไม้สุก สะอาด ไม่บูดเน่า และมีกรรมวิธีที่ได้เอาน้ำในผลไม้นั้นออก ซึ่งจะมีปริมาณของส่วนที่ละลายของผลไม้ (Soluble Solid) ที่มีอยู่เดิมก่อนเอาออก และน้ำผลไม้เข้มข้นนั้น จะต้องมีการถนอมรักษาเพื่อให้เก็บได้นาน โดยกรรมวิธีให้ความร้อน น้ำผลไม้เข้มข้นนั้นๆ อาจจะใสหรือขุ่น

3. เนคตาร์ หมายถึง น้ำผลไม้หรือเนื้อผลไม้ที่สะอาด ไม่มีลักษณะที่มีจุลินทรีย์เกิดขึ้นแล้ว แต่เป็นน้ำผลไม้หรือเนื้อผลไม้ ซึ่งถ้าจะนำไปหมักก็อาจจะเกิดแอลกอฮอล์ได้ น้ำและเนื้อผลไม้ดังกล่าวมีวัตถุประสงค์อาจจะอยู่ในลักษณะที่มีความเข้มข้นธรรดาหรือความเข้มข้นตามประเภทที่ 2 อาจจะเติมน้ำ น้ำตาลหรือน้ำผึ้ง แต่จะต้องเก็บถนอมโดยผ่านกรรมวิธีการด้านการให้ความร้อน เนคตาร์นี้จะต้องมีน้ำผลไม้และหรือเนื้อผลไม้ในปริมาณที่ไม่ต่ำกว่า 30 %

4. น้ำผลไม้ชนิดผง หมายถึง น้ำผลไม้ที่สะอาด นำมาคั้นระเหยน้ำออก ปั่นแห้งเป็นผง แล้วนำมาบรรจุในถุงชงเพื่อความสะดวกในการบริโภค

2.3 ส่วนประกอบของน้ำบีทรูท

2.3.1 น้ำ

น้ำเป็นส่วนประกอบหลักในผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ จึงเป็นปัจจัยที่ส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ แต่น้ำที่ใช้ในการผลิตน้ำผลไม้ยังไม่มีมาตรฐานคุณภาพโดยเฉพาะ จึงยังคงยึดตามมาตรฐานของน้ำดื่มอยู่

2.3.2 มอลโทเด็กซ์ตริน

มอลโทเด็กซ์ตริน คือ สายโพลิเมอร์ของโพลีแซกคาไรด์ที่ประกอบด้วย D - glucose หลายยูนิตต่อกันด้วยแขนงชนิด α -1-4 และมีค่าสมมูลเด็กซ์โตรส ต่ำกว่า 20 เตรียมได้จากการไฮโดรไลซ์สตาร์ชข้าวโพดด้วยกรดหรือเอนไซม์ มอลโทเด็กซ์ตรินมีลักษณะเป็นผงสีขาวมีความหวานเล็กน้อยหรือไม่หวานเลยขึ้นอยู่กับค่า DE มีความชื้นประมาณ 3-5 %มีความหนาแน่นปรากฏอยู่ในช่วย 0.31-0.61 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร สามารถใช้มอลโทเด็กซ์ตรินได้ในปริมาณที่เหมาะสมกับชนิดของอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.1 คุณสมบัติและหน้าที่ของมอลโทเด็กซ์ตริน

1. ถูกย่อยได้ง่าย
2. เป็นแหล่งพลังงาน
3. จะให้พลังงาน 4 แคลอรี่ ต่อกรัม
4. สามารถละลายน้ำได้ที่อุณหภูมิห้อง สารละลายที่ได้อาจใสหรือขุ่นขึ้นอยู่กับชนิดของมอลโทเด็กซ์ตรินที่นำมาใช้
5. สารละลายที่ได้มีคุณสมบัติด้านความเป็นเนื้อ (body) มีความหนืดสม่ำเสมอ มีเนื้อสัมผัสเรียบเนียน
6. มีความหวานน้อย หรือไม่มีเลย
7. มีความสามารถในการดูดความชื้นต่ำ (low hygroscopicity) โดยเฉพาะพวกที่มี DE ต่ำ
8. มีจุดเยือแข็งคงที่และสามารถควบคุมการเกิดสีน้ำตาลได้เป็นอย่างดี ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้เกิดสีน้ำตาลน้อยลงมาก
9. สามารถละลายได้ในอาหารที่เป็นของเหลว เช่น ซุป น้ำผลไม้ เป็นต้น โดยอาจเติมในลักษณะที่เป็นผงโดยตรงหรือนำมาละลายในน้ำก่อน

มอลโทเด็กซ์ตรินสามารถนำมาใช้เพิ่มปริมาณของแข็งให้กับวัตถุดิบก่อนที่จะนำเข้าเครื่องทำแห้ง และยังช่วยลดการดูดความชื้นกลับในผลิตภัณฑ์ผงซึ่งมีน้ำตาลเป็นองค์ประกอบสูง เช่น น้ำผักผลไม้ผง เป็นต้น (Macrae , 1974)

2.3.3 น้ำตาล

น้ำตาลเป็นองค์ประกอบของเครื่องดื่มที่มีความสำคัญมาก นอกจากจะเป็นสารให้ความหวานและรสชาติแก่เครื่องดื่มแล้ว ยังทำให้เกิดความสมดุลของรสชาติอื่น ๆ ที่มีในเครื่องดื่ม อย่างเช่น รส *เปรี้ยว เค็ม และขม* เป็นต้น นอกจากนั้นน้ำตาลยังเป็นสารให้ความหนืด และเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของเนื้อ (body) ของเครื่องดื่ม (กล้าณรงค์ , 2532)

2.3.3.1 ชนิดของน้ำตาล

น้ำตาลที่นิยมใช้ในการแปรรูปผักผลไม้ มีหลายชนิด ได้แก่

1. ซูโครส (Sucrose)

เป็นน้ำตาลที่ใช้มากในอุตสาหกรรมแปรรูปผักผลไม้ในประเทศไทย น้ำตาลที่นิยมใช้กันมากคือ น้ำตาลทราย ซึ่งเป็นซูโครสที่ผลิตจากอ้อย ส่วนประเทศในเขตหนาวจะผลิตซูโครสจากบีท น้ำตาลจากอ้อยและบีทนี้จะมีสูตรโครงสร้างเหมือนกัน

2. น้ำตาลอินเวอร์ท (Invert sugar)

เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการไฮโดรไลซ์น้ำตาลซูโครส การเรียกน้ำตาลชนิดนี้จะเรียกว่า น้ำตาลอินเวอร์ท เนื่องจากมีการบิดระนาบของแสงโพลาไรซ์ไปในทางตรงข้ามกับซูโครส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. น้ำเชื่อมกลูโคส (Glucose syrup)

เป็นผลิตภัณฑ์จากการไฮโดรไลซ์แป้งด้วยกรดเอนไซม์ หรือการใช้กรดร่วมกับเอนไซม์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นส่วนผสมของเดกซ์ตริน(dextrin) มอลโตส(maltose) และกลูโคส สัดส่วนขององค์ประกอบของแต่ละชนิดจะขึ้นกับวิธีและสภาวะที่ใช้ไฮโดไลซ์ (กิตติพงษ์,2535)

2.3.3.2 คุณสมบัติและหน้าที่ของน้ำตาล

1.ให้ความหวาน

2.เพิ่มคุณค่าทางอาหาร

3.ให้กลิ่นรสกับอาหาร

4.ทำหน้าที่ไม่ให้ส่วนประกอบจับตัวกัน ทำให้กระจายตัวสม่ำเสมอ

5.ช่วยทำให้เพคตินเกิดเจลได้ดียิ่งขึ้น

6.มีคุณสมบัติป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ถ้ามีความเข้มข้นสูง เช่น แยม ผลไม้แช่อิ่ม ซึ่งทำให้สามารถเก็บไว้ได้นานโดยไม่เสีย เนื่องจากน้ำตาลจะดึงน้ำออกจากเซลล์จุลินทรีย์ จนกระทั่งจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ (ศิริลักษณ์,2525)

2.3.4 มะนาว

มะนาวเป็นผลเศรษฐกิจที่สำคัญต่อชีวิตประจำวันของคนไทยเป็นอย่างมาก ดังจะเห็นได้จากการใช้มะนาวมาปรุงอาหารต่าง ๆ มากมายทุกวัน นอกจากจะนิยมใช้บริโภคกันภายในประเทศแล้วยังสามารถส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศได้อีกปีละหลายล้านบาท มะนาวมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Citrus aurantifolia* (Christm & Panz) Swing. ชื่อวงศ์ว่า Rutaceae

กรดที่พบมากที่สุดในพืชที่นำมาบริโภคได้ คือ กรดซิตริกและกรดมาลิก ซึ่งแต่ละชนิดอาจมีปริมาณสูงกว่า 2 % ของน้ำหนักสด มะนาวมีกรดซิตริกมากกว่า 3 % ผักผลไม้ส่วนใหญ่จะมีกรดซิตริกหรือกรดมาลิกเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งในปริมาณมากสุด เช่น องุ่นมีกรดทาร์ทาริคมาก ส่วนอะโวคาโดจะมีกรดซิตริกและมาลิกในปริมาณต่ำ สัดส่วนของกรดชนิดต่างๆในเนื้อเยื่อพืชที่ยังมีชีวิตจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ เมื่อผลไม้สุกจะมีปริมาณกรดน้อยลง (กิตติพงษ์, 2535)

ในการทำน้ำผลไม้ มักนิยมใช้กรดซิตริกผสมรวมกับน้ำตาล เพราะกรดซิตริกจะทำให้ได้รสและกลิ่นที่เป็นธรรมชาติมากกว่า แทนที่จะเป็นรสกลิ่นที่ออกเป็นน้ำเชื่อมหรือน้ำหวาน (เฉลิมพงษ์และวิภาดา, 2546)

2.4 การลวกวัตถุดิบ (Blanching)

เป็นกระบวนการให้ความร้อนที่สำคัญกับผักและผลไม้บางชนิด การลวกไม่จัดเป็นกระบวนการแปรรูปที่สมบูรณ์ในตัวเอง แต่จะใช้เป็นกระบวนการตั้งต้นสำหรับการแปรรูปอาหารหลายชนิด การลวกที่มีประสิทธิภาพจะทำโดยให้ความร้อนกับอาหารอย่างรวดเร็ว จนอาหารมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับที่กำหนด และคงอุณหภูมินั้นไว้ในช่วงเวลาที่เหมาะสม ปัจจัยที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการลวกคือ ชนิดของผลไม้ ขนาดรูปร่าง อุณหภูมิที่ใช้ลวก และวิธีให้ความร้อน ภายหลังการลวก หากไม่รีบลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็ว วัตถุดิบนั้นจะได้รับความร้อนมากเกินไป (over cooking) ซึ่งอาจทำให้เกิดผลเสียตามมา เช่น เนื้อสัมผัสของอาหารนุ่มเกินไป จุลินทรีย์ที่ทนอุณหภูมิสูงจะเจริญได้ดี หรือเอนไซม์บางชนิดจะมีการทำงานดีขึ้น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในด้านที่ไม่ต้องการกับอาหาร (กิตติพงษ์, 2535)

2.4.1 ผลกระทบต่ออาหาร

ความร้อนที่ใช้ในการลวกอาหารมีผลต่อคุณสมบัติด้านโภชนาการ และกลิ่นรสของอาหารอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ อย่างไรก็ตามจะมีการควบคุมเวลาและอุณหภูมิในการลวกให้สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ได้อย่างพอเพียง เพื่อให้เกิดการสูญเสียกลิ่นรสหรือลักษณะสัมผัสน้อยที่สุด (วิไล ,2546)

1. สารอาหาร

มีสารอาหารหลายชนิด เช่น วิตามิน เกลือแร่ และสารอาหารที่ละลายน้ำเกิดการสูญเสียระหว่างการลวก การสูญเสียวิตามินส่วนใหญ่เกิดจากการถูกชะล้าง การถูกทำลายด้วยความร้อน และเกิดการสูญเสียจากปฏิกิริยาออกซิเดชันในปริมาณที่ไม่มากนัก การสูญเสียดังกล่าวขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆดังนี้

1.1 ชนิด สายพันธุ์ ความบริบูรณ์ของวัตถุดิบ

1.2 วิธีการเตรียมอาหาร เช่น การตัด การฝานเป็นแผ่นบางๆ

1.3 อัตราส่วนระหว่างพื้นที่ผิวต่อปริมาตรของชิ้นอาหาร

1.4 วิธีการลวก

1.5 อุณหภูมิและเวลาในการลวก การลวกโดยอุณหภูมิสูงแต่ใช้เวลาสั้นกว่าทำให้เกิดการสูญเสียวิตามินน้อยกว่าการลวกที่อุณหภูมิต่ำแต่ใช้เวลานาน

1.6 วิธีทำให้เย็น

1.7 อัตราส่วนของน้ำที่ใช้ต่ออาหาร ทั้งในการทำให้ลวกและทำให้เย็น

2. สีและกลิ่น

การลวกทำให้อาหารบางชนิดมีสีสดใสขึ้นเนื่องจากอากาศและฝุ่นบนผิวถูกกำจัดออกไปทำให้ค่าความยาวคลื่นของแสงสะท้อนเปลี่ยนไป อุณหภูมิและเวลาก็มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรงควัตถุในอาหาร นิยมเติมโซเดียมคาร์บอเนต(0.125 % w/w) หรือ แคลเซียมออกไซด์ลงในน้ำที่ใช้ในการลวกเพื่อป้องกันการทำลายคลอโรฟิลล์ ผักจึงยังคงสีเขียวไว้ ป้องกันการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลโดยเอนไซม์ของแอปเปิ้ลหรือมันฝรั่งชิ้นได้โดยการแช่อาหารลงในน้ำเกลือเจือจาง (2 % w/w) ก่อนการลวก ถ้าทำการลวกอย่างเหมาะสมจะไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสอย่างเด่นชัด แต่การลวกโดยไม่สมบูรณ์จะทำให้เกิดกลิ่นเหม็นหืนได้ในระหว่างการเก็บรักษาอาหารแห้งหรืออาหารแช่แข็ง

3. ลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร

การลวกจะทำให้เนื้อเยื่อของผักนุ่มขึ้น เพื่อทำให้การบรรจุลงกระป๋องง่ายขึ้น หากใช้เวลาและอุณหภูมิที่สูงเพียงพอที่จะทำลายการทำงานของเอนไซม์ในอาหารระหว่างการแช่เยือกแข็งหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำแห้ง อาจส่งผลทำให้สูญเสียลักษณะเนื้อสัมผัสได้ การลวกผักส่วนใหญ่จะใช้น้ำร้อนหรือไอน้ำ แต่สำหรับผลไม้นิยมเติมแคลเซียมคลอไรด์ลงในน้ำสำหรับลวก เพื่อทำให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อนแคลเซียมเพคเตท(calcium pectate) ซึ่งไม่ละลายน้ำ ทำให้เนื้อเยื่อพืชคงความแน่นกรอบได้

2.4 การใช้ไมโครเวฟ (Microwave)

2.5.1 กลไกการเกิดความร้อนของไมโครเวฟ

ไมโครเวฟเป็นคลื่นที่สามารถทะลุทะลวงผ่านลงไปในอาหาร ซึ่งขณะที่ทะลุผ่านนั้น พลังงานไมโครเวฟจะถูกเปลี่ยนพลังงานความร้อนโดยตัวอาหารเอง ซึ่งความร้อนนี้เกิดจากการจัดเรียงตัวของโมเลกุลที่มีขั้วและโมเลกุลมีประจุทางไฟฟ้า

2.5.2 การใช้ไมโครเวฟในการลวก (Microwave Blanching)

การลวกโดยใช้ไมโครเวฟมีข้อดีสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีพื้นที่ตัดขวางขนาดใหญ่ ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ต้องการให้ผิวด้านนอกสุกมากเกินไป และผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความสม่ำเสมอของเนื้อสัมผัส แต่ในปัจจุบัน พบว่าการลวกโดยใช้ไมโครเวฟยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าไรนักเนื่องจากค่าใช้จ่ายที่สูงมากเมื่อเทียบกับวิธีลวกธรรมดา นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์หลังจากได้รับความร้อนจะมีการสูญเสียน้ำมากกว่า แต่ไมโครเวฟก็มีข้อดีในด้านประสิทธิภาพที่สูงในการให้ความร้อนและการเพิ่มอุณหภูมิของอาหารจะสม่ำเสมอทั่วทั้งชิ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้สูญเสียคุณค่าทางอาหารน้อย (James Giese , 1992)

2.5.3 ปัญหาเนื่องจากการลวกโดยใช้ไมโครเวฟ

ปัญหาเนื่องจากการลวกโดยใช้ไมโครเวฟ คือ การระเหยน้ำบริเวณผิวหน้าผลิตภัณฑ์ทำให้อุณหภูมิเย็นลงไม่ถึงจุดที่ต้องการ อุณหภูมิจึงไม่พอที่จะทำการยับยั้งเอนไซม์บริเวณผิวหน้าอาหารสำหรับเวลาที่กำหนดในการแปรรูปนั้น ๆ ซึ่งสามารถแก้ปัญหานี้ได้โดยการให้ไอน้ำร้อนอิ่มตัวด้วยในขณะเดียวกัน

2.6 การพาสเจอไรซ์ (Pasteurization)

การพาสเจอไรซ์ (วิไล,2546) เป็นกระบวนการให้ความร้อนที่ไม่รุนแรงนักที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 $^{\circ}$C เพื่อยืดอายุของผลิตภัณฑ์อาหารให้นานหลายวัน เช่น นม หรือ นานหลายเดือน เช่น น้ำผลไม้บรรจุขวด วิธีนี้สามารถใช้ในการถนอมอาหารได้โดยการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์และทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่มีความทนทานต่อความร้อนต่ำ เช่นแบคทีเรียที่ไม่สร้างสปอร์ ยีสต์และรา และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านประสาทสัมผัสและคุณค่าของอาหารน้อยที่สุด การพาสเจอไรซ์เป็นการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ส่วนใหญ่แต่ไม่ใช่ทั้งหมดในอาหาร ดังนั้นอาหารที่ผ่านการพาสเจอไรซ์แล้วต้องเข้าสู่กระบวนการต่อไปหรือต้องเก็บรักษาในสภาวะที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ เช่น การเก็บนมพาสเจอไรซ์ หรือน้ำผลไม้พาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 4-10°C ความรุนแรงของการให้ความร้อนกับผลการยืดอายุผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดได้โดย pH ของอาหาร วัตถุประสงค์หลักในการพาสเจอไรซ์อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ(pH<4.5) คือทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ส่วนวัตถุประสงค์หลักในการพาสเจอไรซ์อาหารที่มีความเป็นกรดสูง(pH>4.5) คือการทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสีย และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์

การถนอมอาหารแบบอื่นที่ใช้ควบคู่กับการพาสเจอไรซ์ได้แก่ การใช้ความเย็น การใช้สารเคมีเพื่อให้เกิดสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เช่นการใช้น้ำตาลในนมข้นหวาน การใช้กรดหรือการหมักเพื่อให้จุลินทรีย์เปลี่ยนองค์ประกอบในอาหาร เช่น เปลี่ยนแลคโตสเป็นแลคติก หรือการบรรจุหีบห่อ เพื่อช่วยให้อายุการเก็บรักษาอาหารนานขึ้น

การบรรจุอาหารเหล่านี้ไม่ว่าจะเป็นอาหารที่มีความเป็นกรดตามธรรมชาติ เช่น น้ำผลไม้ ผลไม้หมักดอง มีขั้นตอนคล้ายกับการบรรจุกระป๋อง การพาสเจอไรซ์เป็นการบ่งบอกถึงการให้ความร้อนที่ไม่รุนแรงนัก

2.6.1 ผลกระทบต่ออาหาร

การพาสเจอไรซ์เป็นกระบวนการที่ไม่ค่อยรุนแรง ถึงแม้จะทำร่วมกับกระบวนการอื่นๆ เช่น การฉายรังสีและการแช่เย็น การพาสเจอไรซ์จึงทำให้อาหารเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านโภชนาการ และประสาทสัมผัสของอาหารน้อยมาก อย่างไรก็ตามวิธีนี้จะสามารถยืดอายุของผลิตภัณฑ์อาหารออกไปได้หลายวันหรือหลายอาทิตย์เท่านั้น ในขณะที่การสเตอริไลซ์ซึ่งเป็นการให้ความร้อนที่ค่อนข้างรุนแรง จะสามารถยืดอายุการเก็บรักษาอาหารได้หลายเดือน หรือนานถึง 2 ปี

โพลิฟีนอลออกซิเดสเป็นเอนไซม์ที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้สีของน้ำผลไม้เปลี่ยนแปลงไป ออกซิเจนเป็นตัวเร่งให้เกิดสีน้ำตาล โดยทั่วไปจึงต้องมีการกำจัดอากาศในน้ำผลไม้ก่อนจะเข้าสู่กระบวนพาสเจอไรซ์ การพาสเจอไรซ์ไม่มีผลต่อสีในพืชและผลิตภัณฑ์จากสัตว์ชนิดอื่นๆ ด้วย การสูญเสียกลิ่นเล็กน้อยในระหว่างการพาสเจอไรซ์น้ำผลไม้ ทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ลดลง และอาจกลบกลิ่นที่เกิดขึ้นระหว่างการให้ความร้อนอาหารได้ สามารถเก็บเกี่ยวสารหอมระเหยเพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของน้ำผลไม้ให้ดีขึ้นแต่ยังไม่เป็นวิธีที่นิยมใช้ การสูญเสียวิตามินซึ่งเกี่ยวกับผลของกรรมวิธีการแปรรูปต่อคุณค่าทางอาหาร อย่างไรก็ตาม การกำจัดอากาศออกก่อนจะช่วยลดการสูญเสียวิตามินซีและแคโรทีนในน้ำผลไม้ได้

2.7 การอบแห้งน้ำผลไม้

การที่จะเก็บน้ำผลไม้ไว้บริโภคได้นานๆนั้น ต้องเสียค่าใช่จ่ายค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงมีการนำเอาน้ำผลไม้มาอบแห้ง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีลักษณะเป็นอนุภาคขนาดเล็ก มีน้ำหนักและปริมาตรลดลงประมาร 8 และ 4 เท่าตามลำดับ เมื่อเติมน้ำลงไปจะทำให้ได้น้ำผลไม้ซึ่งคล้ายกับน้ำผลไม้สด เพื่อให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยทั่วไปผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้งจะต้องมีคุณสมบัติที่ดี คือ สามารถทำให้กลับรูปเดิมได้อย่างรวดเร็ว โดยน้ำเย็นภายในเวลา 1-2 นาที มีสี รส และ กลิ่น ใกล้เคียงกับน้ำผลไม้สดมากที่สุด และสามารถเก็บรักษาเอาไว้ได้นาน โดยไม่สูญเสียคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1 วิธีการอบแห้งผลไม้

2.7.1.1 การอบแห้งแบบแช่แข็ง (สมชาติ, 2540)

โดยนำน้ำผลไม้มาแช่แข็ง แล้วอบภายใต้สุญญากาศที่ต่ำพอ ทั้งนี้เพื่อให้น้ำแข็งในน้ำผลไม้ระเหิดกลายเป็นไอ ส่วนที่เป็นของแข็งจะคงลักษณะเดิม ดังนั้นผลิตภัณฑ์หลังอบแห้งจึงมีลักษณะเปิดเป็นรูพรุน สามารถทำให้กลับคืนรูปเดิมได้ง่าย เนื่องจากการอบแห้งแบบนี้มีข้อจำกัดเกี่ยวกับอัตราการอบแห้งที่ค่อนข้างต่ำ ทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นจึงไม่เหมาะกับการผลิตน้ำผลไม้แห้ง การอบแห้งแบบนี้เหมาะกับผลิตภัณฑ์ประเภทโปรตีน เนื้อสัตว์

2.7.1.2 การอบแห้งแบบพัฟ

โดยนำน้ำผลไม้เข้มข้นมาอบแห้งภายในห้องสุญญากาศที่ต่ำพอ ทำให้เกิดการขยายตัวของอากาศและไอน้ำ เป็นผลให้ปริมาตรของน้ำผลไม้เพิ่มขึ้นประมาร 20 เท่า ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีสภาพโครงสร้างเหมือนปุยขนนก เหมาะกับการทำให้กลับคืนรูปเดิมได้โดยง่าย ความดันที่ใช้กันทั่วไปคือ 2-6 mm Hg อุณหภูมิ 60-71 °C ก่อนนำผลิตภัณฑ์ออกจากตู้อบต้องทำให้เย็นลงก่อน พื่อป้องกันการพังทลายของโครงสร้างแบบปุยขนนก ซึ่งจะเหมือนพลาสติกเมื่อยังร้อนอยู่

2.7.1.3 การอบแห้งแบบพ่นฝอย

การอบแห้งแบบพ่นฝอยเสียค่าใช้จ่ายต่ำกว่าการอบแห้งภายใต้สุญญากาศ แต่คุณภาพของผลิตภัณฑ์ต่ำกว่า การอบแห้งแบบพ่นฝอยเริ่มจากการทำให้น้ำผลไม้กลายเป็นหยดทรงกลมเล็กๆ โดยอาจใช้หัวฉีดความดันสูงหรือจานหมุนความเร็วรอบสูง แบบจานหมุนจะเหมาะสมกับน้ำผลไม้ที่มีเยื่อปนอยู่มาก เพราะจะไม่มีปัญหาเรื่องการอุดตัน หยดทรงกลมเล็กๆเหล่านี้จะตกลงโดยแรงโน้มถ่วง และจะแห้งเมื่อถึงทางออกของเครื่องอบ จากนั้นจะถูกพาเข้าไซโคลน พื่อแยกเอาผลิตภัณฑ์แห้งออกจากกระแสอากาศ ข้อเสียของการอบแห้งแบบนี้ คือผลิตภัณฑ์มักเสีย เนื่องจากความร้อนสูงและผลิตภัณฑ์ที่ได้มีขนาดเล็กมาก แต่โครงสร้างไม่เปิดเป็นรูพรุนทำให้กลับคืนรูปเดิมได้ยาก เมื่อเปรียบเทียบกับการอบแห้งภายใต้สุญญากาศ

2.7.1.4 การอบแห้งแบบพ่นฝอยโดยมีการผสมก๊าซ

วิธีการอบแห้งแบบนี้คล้ายกับการอบแห้งแบบพ่นฝอย แต่มีข้อแตกต่างคือ มีการใส่ก๊าซบางอย่าง เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจน หรือ อากาศลงในน้ำผลไม้ก่อนอบแห้ง เมื่อผลไม้ได้รับความร้อนก๊าซที่อยู่ภายในจะเกิดการขยายตัว ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์หลังอบแห้งที่มีลักษณะเป็นทรงกลมกลวง ซึ่งทำให้ความสามารถในการกลับคืนรูปเดิมสูงกว่าของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยไม่มีผสมก๊าซ

2.7.1.5 การอบแห้งในรูปของชั้นโฟม

โดยการทำน้ำผลไม้เข้มข้นมากให้อยู่ในรูปของโฟมที่มีเสถียรภาพ รับประทานได้ และใส่ก๊าซเข้าไปในน้ำผลไม้เข้มข้นนั้น โดยก๊าซที่ใช้ เช่น ไนโตรเจน อากาศ ไนตรัสออกไซด์ จากนั้นจึงนำโฟมที่ได้เข้าสายพานโดยทำเป็นชั้นบางๆ สายพานนี้จะมีร่องเพื่อให้อากาสร้อนไหลผ่านได้ หรืออาจอบบนถาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มีร่องก็ได้เช่นกัน ผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้งจะมีโครงสร้างที่พรุน เมื่อนำไปบดเป็นผงจะสามารถทำให้กลับคืนรูปเดิมได้เร็วมาก

2.7.1.6 การอบแห้งแบบถังหมุน

โดยการป้อนน้ำผลไม้เข้มข้นลงบนผิวของถังหมุนทรงกระบอก ซึ่งร้อนได้ที่เป็นชั้นบางๆจะเกิดการระเหยของน้ำขณะถังหมุนเคลื่อนที่ ผลิตภัณฑ์จะแห้งพอดี เมื่อถังหมุนหมุนครบหนึ่งรอบ และจะถูกขูดออกด้วยใบมีด การอบแห้งแบบนี้จ้เสียค่าใช้จ่ายต่ำสุด เมื่อเทียบกับวิธีอื่นที่กล่าวมาข้างต้น แต่ผลิตภัณฑ์ที่ได้ก็มีคุณภาพต่ำ เนื่องจากความร้อนสูงทำให้มีการสูญเสียคุณภาพ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเป็นแผ่นเงามีความหนาแน่นสูง ทำให้กลับคืนรูปแบบเดิมได้ช้าเมื่อผสมน้ำ

2.7.2 หลักการผลิตน้ำผลไม้แห้งให้มีคุณภาพดี

ในการผลิตน้ำผลไม้แห้งให้ได้คุณภาพดี ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

1. คุณภาพของวัตถุดิบ

คุณภาพของน้ำผลไม้แห้งจะดีก็ต่อเมื่อวัตถุดิบที่ใช้ในผลิตภัณฑ์นั้นมีคุณภาพดี กล่าวคือ การเตรียมน้ำผลไม้เข้มข้น โดยหม้อต้มระเหยจะต้องระวังเรื่องการสูญเสียกลิ่นและสี โดยทั่วไปจะสามารถต้มระเหยน้ำผลไม้ที่อุณหภูมิ 54 °C เป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง โดยไม่สูญเสียกลิ่นและรส หากใช้อุณหภูมิ 63 °C จะสามารถตรวจพบการสูญเสียกลิ่นได้ง่าย การนำน้ำผลไม้เข้มข้นที่สูญเสียกลิ่นแล้วมาอบแห้ง จะได้ผลิตภัณฑ์หลังอบแห้งที่ไม่มีกลิ่นเช่นกัน

2. โครงสร้างภายในของผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้ง

โครงสร้างภายในของผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้งควรมีลักษณะเป็นรูพรุน โครงสร้างลักษณะดังกล่าวจะช่วยให้การกลับคืนรูปเดิมเมื่อต้องเติมน้ำลงไปเป็นไปอย่างรวดเร็ว

3. อุณหภูมิอบแห้ง

อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งไม่ควรสูงจนเกินไป เพราะจะทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์เสียหายอันเนื่องมาจากความร้อน วิธีหลีกเลี่ยงความเสียหายดังกล่าว อาจทำได้โดยการแบ่งการอบแห้งเป็นหลายช่วง โดยช่วงแรกความชื้นของวัตถุดิบยังสูงอยู่ ก็ใช้อุณหภูมิสูงในการให้ความร้อน เมื่อความชื้นลดลงบ้างแล้ว อุณหภูมิที่ใช้ก็ลดลงตามด้วย ผลที่ได้คือ ผลิตภัณฑ์จะไม่เสียหายอันเนื่องมาจากความร้อน และอัตราการอบแห้งก็ยังคงค่อนข้างสูงด้วย

4. วัตถุเจือปนในอาหาร (additives)

วัตถุเจือปนในอาหารที่ใช่ในการผลิตผลไม้แห้ง อาจแบ่งได้เป็นสารที่ช่วยในการถนอมรักษาคุณภาพ(preservative or chemical effect) สารประเภทแรก ได้แก่ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งช่วยป้องกันการเปลี่ยนสี การสูญเสียกลิ่นอันเนื่องจากความร้อนสูง นอกจากนี้ยังช่วยรักษาสีและกลิ่นในระหว่างการเก็บรักษาด้วย ส่วนสารประเภทหลัง ได้แก่ อากาศ หรือ ก๊าซต่างๆที่ใช้ในการทำโฟม (สมชาติ, 2540)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Agglomeration

Agglomeration หมายถึง การนำผลิตภัณฑ์แห้งที่มีลักษณะเป็นผงละเอียดมาทำให้ชื้นเล็กน้อย เพื่อให้ผงขนาดเล็กเหล่านี้เกาะติดกัน ทำให้มีขนาดใหญ่ขึ้น แล้วนำไปอบแห้งอีกครั้งหนึ่ง จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีโครงสร้างเปิดเป็นรูพรุน สามารถทำให้กลับคืนรูปได้เร็ว เพราะมีอิทธิพลของคาพิลลารีช่วยให้น้ำเคลื่อนที่ไปตามรูพรุนได้ดี

2.7.3 การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการอบแห้งน้ำผลไม้

ในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการอบแห้งน้ำผลไม้นั้น ควรพิจารณาถึงสิ่งต่างๆดังต่อไปนี้

1. ใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์เพื่อป้องกันการเปลี่ยนสี
2. เก็บในที่ที่มีความชื้นต่ำ ความชื้นของผลิตภัณฑ์ประมาณ 1% จะสามารถเก็บได้นาน 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 38 °C หรือเก็บในหีบห่อที่มีสารดูดความชื้น หรือเก็บในสภาวะสุญญากาศ
3. เก็บในที่บรรยากาศที่เป็นก๊าซเฉื่อย เพื่อป้องกันการออกซิไดซ์โดยก๊าซออกซิเจน ซึ่งเป็นตัวการที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสี และสูญเสียกลิ่น
4. เก็บในที่อุณหภูมิต่ำ (สมชาติ , 2540)

2.8 การอบแห้ง

2.8.1 หลักการอบแห้ง

ปริมาณน้ำหรือความชื้นที่มีอยู่ในอาหารสูงๆ จะทำให้อาหารเน่าเสียได้ง่าย ทั้งนี้เนื่องจากจุลินทรีย์และปฏิกิริยาเคมี ดังนั้นการนำน้ำออกจากอาหารจนมีความชื้นลดลงพอเหมาะ จะทำให้อาหารนั้นเก็บรักษาได้นานขึ้น ทั้งนี้หลักการของการอบแห้งอาหารจะเกี่ยวเนื่องกับจุดประสงค์ของการอบแห้ง ซึ่งมี 2 ประการ คือ

1.เพื่อต้องการลดปริมาณน้ำในอาหาร เพื่อป้องกันการเน่าเสียของอาหารเนื่องจากจุลินทรีย์ โดยพบว่าปริมาณความชื้นในอาหารที่จะป้องกันการเสื่อมเสียของอาหารเนื่องจากจุลินทรีย์ โดยทั่วไปควรดึงน้ำออกจนน้ำในอาหารเหลือต่ำกว่า 10 % ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารเป็นสำคัญ

2. เพื่อต้องการลดน้ำหนักของอาหาร เพื่อสะดวกต่อการขนส่ง เนื่องจากการขนส่งผลิตภัณฑ์บางชนิดในสภาพของสด จะใช้เนื้อที่มากและดูแลรักษาลำบาก ถ้าทำเป็นอาหารแห้ง การบรรจุขนส่งก็จะสะดวกและประหยัดขึ้น (สมบัติ, 2529)

2.8.2 ปัจจัยในการควบคุมการอบแห้ง

โดยทั่วไปการทำอาหารให้อยู่ในสภาพแห้ง นิยมใช้อัตราในการทำแห้งที่เร็วที่สุด และปัจจัยที่จะทำให้อัตราการส่งถ่ายความร้อนและมวลเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วมีดังนี้ (วราวุฒิ,2539)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. พื้นที่ผิว

อาหารที่มีลักษณะเป็นชิ้นเล็กๆ แบนหรือบาง จะถูกทำให้แห้งได้อย่างรวดเร็ว เพราะเกิดการส่งถ่ายความร้อนและมวลเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากประการแรก เมื่ออาหารมีพื้นที่ผิวมากจะทำให้อาหารมีพื้นที่สัมผัสกับความร้อนมากขึ้น และพื้นที่ที่จะสูญเสียความชื้นก็มีมากขึ้นเช่นกัน ประการที่สอง ถ้าอาหารมีลักษณะเป็นชิ้นเล็ก แบนหรือบาง จะช่วยลดระยะที่ความร้อนจะซึมผ่านเข้าบริเวณกึ่งกลางของอาหาร เพื่อจะสัมผัสอาหารและระเหยออกไป

2. อุณหภูมิ

อัตราการส่งถ่ายความร้อนเข้าไปในอาหารยิ่งเร็วขึ้น หากมีความแตกต่างกันมากของอุณหภูมิระหว่างอาหารและสื่อความร้อน และลมที่อุณหภูมิสูงที่อยู่โดยรอบของอาหารที่กำลังทำให้แห้งสามารถจับความชื้นที่กำลังออกมาจากอาหารนั้นได้สูงกว่าเมื่อใช้ลมที่อุณหภูมิต่ำ

3. ความเร็วลม

อากาศที่เคลื่อนที่ในอัตราเร็วจะมีผลต่อการทำแห้งมาก เพราะอากาศจะดึงเอาความชื้นที่ผิวอาหารออกไป และยังป้องกันไม่ให้เกิดอากาศที่อิ่มตัวด้วยไอน้ำได้อีกด้วย

4. ความแห้งของอากาศ

ถ้าอากาศที่ใช้ทำแห้งเป็นลมที่อยู่ในสภาพแห้งมาก จะช่วยให้อัตราการทำแห้งเร็วขึ้น อากาศแห้งสามารถดูดซึมและเก็บความชื้นได้มากกว่าอากาศชื้นปกติ แล้วอาหารแต่ละชนิดจะมีค่าความชื้นสัมพันธ์ที่สมดุลเฉพาะของอาหารชนิดนั้นๆ ซึ่งเป็นความชื้นที่อุณหภูมิที่กำหนดให้ โดยที่อาหารไม่สูญเสียความชื้น อาหารจะคงอยู่ในสภาพแห้งได้ก็ต่อเมื่อ อาหารนั้นอยู่ในระดับความชื้นสัมพันธ์ที่ต่ำกว่าความชื้นของบรรยากาศ นอกจากจะไม่สามารถทำให้แห้งได้แล้ว อาหารนั้นยังดูดความชื้นเข้าไปในอาหารได้อีกด้วย

5. ความดันบรรยากาศและสภาวะสุญญากาศ

ปกติน้ำจะเดือดที่อุณหภูมิ 100 °ซ.ที่ความดันหนึ่งบรรยากาศ แต่เมื่อลดความดันลงพบว่า น้ำจะเดือดที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100°ซ. ดังนั้นถ้านำอาหารไปผ่านความร้อนภายใต้สภาวะสุญญากาศ จะสามารถดึงความชื้นออกจากอาหารได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่าที่ไม่ใช้สุญญากาศ ซึ่งปัจจัยนี้มีความสำคัญต่อการทำแห้งอาหารที่ไวต่อความร้อน เพราะอุณหภูมิที่ใช้ในการทำแห้งอยู่ในระดับต่ำและใช้เวลาสั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เวลาและอุณหภูมิ

การทำให้ผลิตภัณฑ์แห้งโดยอาศัยความร้อน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะคำนึงถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เพราะส่วนประกอบของอาหารจะสูญเสียสภาพได้ง่ายเมื่อกระทบความร้อน ดังนั้นจึงต้องมีการเลือกใช้อัตราการทำแห้งให้เหมาะสม โดยมีการควบคุมเวลาเพื่อรักษาคุณสมบัติของอาหาร

2.8.3 การอบแห้งแบบถาด

หลักการอบแห้งแบบถาดอาศัยหลักการถ่ายเทความร้อนแบบการพาความร้อน โดยการทำให้อากาศร้อน แล้วไหลผ่านอาหารภายในตู้พาเอาไอน้ำที่ระเหยจากอาหารออกไป ลมร้อนที่ได้อาจจะได้จากกระแสไฟฟ้าผ่านขดลวดที่ร้อนนั้นผ่านไปยังอาหารที่ต้องการทำแห้งโดยตรง(สมบัติ,2529)

2.8.3.1 เครื่องอบแห้งแบบถาด(tray dryer)

มีลักษณะเป็นตู้ทรงสูงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ภายในอาจวางถาดได้ตั้งแต่ 5 ชั้นถึง 8 ชั้น มีส่วนประกอบดังนี้

1. ตู้เหล็กฉนวนทรงสูง รูปร่างสี่เหลี่ยมภายในวางอาหารที่จะอบได้ 5 ชั้นถึง 8 ชั้น (ในอุตสาหกรรมอาจใช้ตู้ใหญ่ มีจำนวนชั้นเป็นสิบๆชั้น)
2. ถาดที่ใช้วางอาหารควรทำด้วยเหล็กปลอดสนิม
3. มอเตอร์(เพื่อทำหน้าที่หมุนเวียนลมร้อน)
4. ขดลวดร้อนให้ความร้อนสูงเกิน100°ซ.(อาจใช้ไอน้ำหรือแก๊สเป็นแหล่งความร้อนก็ได้)
5. เครื่องควบคุมอุณหภูมิภายใต้ตู้อบ (ทั่วไปควบคุมอุณหภูมิ 50-70°ซ.) หากอุณหภูมิสูงเกิน 70° ซ. อาหารจะแห้งเร็วเกินไป โปรตีนจะเกิดการตกตะกอนและอาหารจะเกิดสีคล้ำ

2.8.3.2 ลักษณะการทำงานของเครื่องอบแห้งแบบถาด

การทำงานของเครื่องอบแห้งแบบถาด จะมีลักษณะทำงานเป็นกะ เมื่อใส่อาหารที่ต้องการไว้ในถาดหรือแขวนไว้ภายในตู้แล้วแต่กรณี เมื่อให้ความร้อนแก่ถาดจนได้อาหารแห้งที่ความชื้นพอเหมาะแล้วนำออกจากตู้อบ แล้วใส่อาหารชุดใหม่เข้าไปอบแห้งเป็นชุดๆไป ดังนั้นการทำงานของตู้อบแบบนี้ การควบคุมความชื้นของอาหารแห้งที่ต้องการ จึงสังเกตได้จากหลายทาง เช่น

1.ตั้งระยะเวลาการอบแห้ง(drying time) ในกรณีที่เคยทำการอบแห้งอาหารประเภทนั้น ซึ่งทราบคุณสมบัติของอาหารสดก่อนเข้าตู้อบมาแล้ว และเคยทำการอบแห้งมาแล้วหลายครั้ง ก็จะทราบเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง เมื่อสภาวะของตู้อบคงที่หรืออยู่ในสภาพใกล้เคียงกัน

2.คุณสมบัติของอากาศร้อนชื้นที่ไหลออกจากตู้ เนื่องจากอากาศร้อนที่เข้าตู้อบได้ทราบคุณสมบัติ เช่น อุณหภูมิและความชื้นของอากาศไว้แล้ว ดังนั้นการตรวจคุณสมบัติของอากาศร้อนชื้นที่ไหลออกจากตู้ก็จะทราบได้ว่า อาหารนั้นแห้งได้ความร้อนที่พอเหมาะหรือยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.4 ขั้นตอนพื้นฐานในการทำแห้งผักและผลไม้

การทำแห้งนิยมใช้กับอาหารพวกผักและผลไม้ (กิตติพงษ์, 2538) โดยมีกระบวนการพื้นฐาน 4 ขั้นตอนคือ

1. ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบให้มีรูปร่างตามต้องการ เช่น นำมาปอกเปลือก สับ หั่น แล่บางๆ

2. ขั้นตอนการลวกหรือใช้สารเคมีอื่น เช่น เติมซัลไฟด์หรือเคลือบด้วยแป้ง เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ไม่เปลี่ยนแปลงสมบัติมากเกินไป และมีคุณภาพดี

3. ขั้นตอนการทำแห้ง เป็นขั้นตอนการลดปริมาณน้ำในอาหาร การทำแห้งมีหลายวิธี ซึ่งต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสมบัติของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ

4. ขั้นตอนการบรรจุหีบห่ออาหารแห้ง เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่มีความสำคัญ อาหารแห้งที่บรรจุหีบห่อไม่ถูกต้อง อาจทำให้เกิดการเสื่อมเสียในระหว่างการเก็บรักษาได้

ผักบางชนิดไม่ต้องลวกก่อนทำแห้ง เช่น หัวหอม กระเทียม เป็นต้น ผักซึ่งเป็นส่วนราก เช่น มันฝรั่ง มันเทศ จะถูกปล่อยและหั่นให้มีรูปร่างและขนาดตามต้องการก่อนจึงนำไปลวก การลวกเป็นการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ทำให้เกิดเสถียรภาพของสี กลิ่น รส ตลอดจนสารอาหารต่างๆในผลิตภัณฑ์

2.8.5 วิธีทำผักและผลไม้แห้ง

เมื่อเตรียมผักและผลไม้แล้ว วางเคลื่อนอาหารในถาด ระหว่างทำแห้งด้วยเครื่องควรเปลี่ยนสลับถาดบนล่างด้วย เพื่อให้แห้งสม่ำเสมอกัน แหล่งความร้อนอาจเป็นแสงแดด เตาอบ หรือเครื่องทำแห้ง

อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการทำแห้งอยู่ระหว่าง 125-140 °F (51.6-60°C) ในตอนแรกอาจใช้อุณหภูมิสูงกว่าเล็กน้อย เพื่อให้ความชื้นระเหยเร็ว และเพื่อป้องกันไม่ให้อาหารที่แห้งซ้ำออกรสเปรี้ยว ระยะเวลาในการทำแห้งนั้นขึ้นอยู่กับประเภทของอาหาร แต่โดยทั่วไปถ้าเป็นผักจะอยู่ในช่วง 6 -15 ชม. ถ้าเป็นผลไม้ 6-24 ชม. ผักจะแห้งจนมีลักษณะเปราะ ส่วนผลไม้จะมีลักษณะเหนียวหนึบ เมื่อทำแห้งเสร็จแล้ว อาหารบางส่วนจะยังคงมีความชื้นอยู่ ต้องทำแห้งต่อไปจนแห้งสนิท (กิตติพงษ์, 2538)

2.8.6 การบรรจุและการเก็บรักษา

เมื่ออาหารเย็นตัวลงแล้ว ควรบรรจุทันที สิ่งที่ใช้บรรจุจะต้องกันแมลงและกันชื้นได้ เช่น กระป๋องดีบุก ขวดแก้ว ถุงผ้าหนาๆ เป็นต้น ผลไม้แห้งจะซึมความชื้นจากอากาศได้ง่าย ถ้าทิ้งไว้นานก่อนบรรจุ ควรนำไปอบแห้งใหม่ เป็นเวลา 15 นาที ที่อุณหภูมิ 57 °C (135°F) จะต้องทิ้งไว้ให้เย็นก่อนบรรจุเก็บ การบรรจุในภาชนะที่มีขนาดพอที่จะใช้ครั้งหนึ่งๆ ย่อมดีกว่าขนาดใหญ่ เพราะเมื่อเปิดแล้ว อาหารแห้งอาจจะเสื่อมคุณภาพได้

ในการเก็บรักษาอาหารแห้งต้องคำนึงถึง(สมพร,2533) อุณหภูมิ อากาศ(ออกซิเจน) ความชื้น 3-10% สำหรับภาชนะที่จะนำมาใส่อาหารแห้งจะต้องมีคุณสมบัติป้องกันกลิ่นรสไม่ให้สูญหายป้องกันการเกิดการหืน และป้องกันการซึมผ่านของอากาศหรือความชื้นได้ (กิตติพงษ์, 2538)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 การคืนรูปของอาหารแห้ง

การคืนรูปของอาหารแห้งหมายถึง "การดูดน้ำกลับคืนของอาหารแห้งเพื่อเข้าสู่สภาพเดิมคล้ายก่อนการทำแห้ง" การคืนรูปของอาหารแห้งจะไม่มีลักษณะเป็นการย้อนกลับของการทำแห้ง เนื่องจากเหตุผลหลายประการ คือ เกิดจากปฏิกิริยาที่ผันกลับไม่ได้ขององค์ประกอบ หรือเกิดจากการพองตัวของผิวด้านนอกเมื่อดูดน้ำเข้าไปก่อน และส่วนนี้จะกดทับอาหารที่หดตัวอยู่ด้านในไม่ให้คืนรูป หรือจากการที่มีตัวถูกละลายบางส่วนจากอาหารละลายออกมากับน้ำที่ใช้คืนรูป ทำให้เกิดการหดตัวของเซล

ในกรณีที่อาหารแห้งมีลักษณะเป็นชิ้น เช่น อาหารที่หั่นเป็นแผ่นบาง หรือหั่นสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ การคืนรูปจะขึ้นกับโครงสร้างของชิ้นอาหารนั้น และขึ้นกับว่าองค์ประกอบของอาหารที่สามารถยึดเกาะน้ำไว้ได้ เช่น โปรตีน และแป้ง เกิดการเปลี่ยนแปลงจากความร้อนในระหว่างการทำแห้งมากน้อยเท่าไร ผักแห้งที่ได้จากกระบวนการอบแห้งด้วยลมร้อนจะมีการคืนรูปขึ้นกับอัตราการทำแห้งในช่วงแรก อาหารแห้งที่ได้จากการทำแห้งในสภาวะแช่แข็งจะคืนรูปได้เร็วกว่า เนื่องจากมีโครงสร้างโปร่ง ถ้าในระหว่างการอบแห้งเกิดการทำลายจากความร้อนมากเกินไป หรือเกิดความเสียหายเนื่องจากกระบวนการแช่แข็งในกรณีของการทำแห้งในสภาวะแช่แข็ง จะทำให้ความสามารถในการยึดเกาะน้ำของอาหารแห้งคืนรูปต่ำลง ทำให้อาหารหลังคืนรูปมีลักษณะปรากฏและเนื้อสัมผัสไม่ดี

ส่วนในกรณีของอาหารแห้งเป็นผง ปัจจัยที่มีผลต่อการคืนรูปจะมีหลายอย่าง คือ

1.ความสามารถในการเปียกน้ำ

หมายถึง "ความสามารถของผงอาหารที่จะดูดน้ำที่ผิวของชิ้น" ซึ่งเป็นการเริ่มต้นของการคืนรูป สมบัติข้อนี้จะขึ้นกับขนาดชิ้นของอาหาร อาหารที่มีขนาดเล็ก จะมีสัดส่วนของพื้นที่ผิวต่อน้ำหนักสูง การเปียกน้ำจะเกิดขึ้นในลักษณะที่เป็นก้อนใหญ่ๆ ซึ่งภายในยังคงมีผงอาหารที่แห้งอยู่ น้ำจะซึมเข้าไปภายในก้อนได้ยาก ทำให้ผงแห้งที่อยู่ภายในเปียกน้ำยากขึ้น ถ้าผงอาหารมีขนาดใหญ่ขึ้น การเกาะกันเป็นก้อนเมื่อคืนรูปนี้จะลดลง ลักษณะผิวตามธรรมชาติของผงอาหารก็จะมีผลต่อการเปียกน้ำ ตัวอย่างเช่น ถ้าที่ผิวมีไขมันอิสระ การเปียกน้ำจะลดลง การเลือกใช้สารบางอย่างที่เป็นsurface active เช่น เลซิทิน จะช่วยให้อาหารที่มีส่วนประกอบของไขมันเปียกน้ำได้ดีขึ้น

2.ความสามารถในการจม

หมายถึง " ความสามารถที่ผงของอาหารจะจมลงในน้ำอย่างรวดเร็ว" ลักษณะนี้จะขึ้นกับขนาดและความหนาแน่นของผงอาหาร อาหารที่มีขนาดใหญ่และมีความหนาแน่นมากจะจมได้เร็วกว่าอาหารที่ละเอียดและที่ความหนาแน่นต่ำ อาหารที่มีโครงสร้างโปร่ง ภายในมีอากาศอยู่มากจะจมช้า เนื่องจากมีความหนาแน่นต่ำ

3.ความสามารถในการกระจายตัว

หมายถึง "ความสามารถของผงอาหารที่จะกระจายออกไปในน้ำ" ผงอาหารที่จับกันเป็นก้อนได้ง่าย เมื่อละลายน้ำจะมีความสามารถในการกระจายตัวต่ำ และอาหารที่มีความสามารถในการจมมากขึ้นจะมีการกระจายตัวดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
97042

4.ความสามารถในการละลาย

หมายถึง "อัตราเร็วของผงที่จะละลายน้ำ" ซึ่งจะขึ้นกับองค์ประกอบทางเคมีของอาหารและสถานะทางกายภาพ

สมบัติทั้ง 4 ประการนี้ จะมีผลต่อการคืนรูปของอาหารแห้งที่เป็นผง โดยสมบัติเหล่านี้ต้องสมดุลกัน ถ้าสมบัติประการใดเปลี่ยนแปลงไป พฤติกรรมการคืนรูปของอาหารนั้นจะเปลี่ยนไปด้วย สมบัติบางอย่าง เช่น ขนาดของชิ้น และความหนาแน่น นอกจากจะมีผลต่อการคืนรูปแล้ว ยังมีผลต่อการขนถ่ายและลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์อีกด้วย การเปลี่ยนแปลงสมบัติของอาหารที่ป้อนเข้าเครื่อง คือ อุณหภูมิ ความหนืด ปริมาณของแข็ง การเปลี่ยนแปลงการฉีดพ่นแบบฝอย คือ ชนิดของหัวฉีด ความดัน หรือความเร็วที่ใช้ และการเปลี่ยนแปลงของอากาศที่ร้อนที่ใช้ คือ อุณหภูมิของอากาศที่ใช้ จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของชิ้น และความหนาแน่น การปรับสภาวะเหล่านี้ให้เหมาะสมจะทำให้อาหารแห้งที่ได้มีการคืนรูปที่ดีขึ้น

การปรับปรุงความสามารถในการคืนรูปอีกประการหนึ่ง อาจทำได้โดยการทำให้อาหารผงมีขนาดเล็กเกินกว่าจะมีการคืนรูปได้ดีรวมตัวกันมีขนาดใหญ่ขึ้น ขนาดของชิ้นอาหารที่เหมาะสมจะทำให้อาหารแห้งเกิดการเปียกและการกระจายตัวดียิ่งขึ้น (กิตติพงษ์ ,2535)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.1 อุปกรณ์ และเครื่องมือ

1. บีกเกอร์ขนาด 100 และ 250 มิลลิลิตร
2. ปิเปตขนาด 1 และ 10 มิลลิลิตร
3. Volumetric flask ขนาด 500 และ 1000 มิลลิลิตร
4. กรวยแก้ว
5. จุกยางใหญ่
6. กระบอกตวงขนาด 25 และ 100 มิลลิลิตร
7. Buchner funnel
8. Suction flask ขนาด 500 มิลลิลิตร
9. กระดาษกรองเบอร์ 4
10. หลอด Centrifuge
11. อะลูมิเนียมแคน (aluminium can)
12. เดสซิเคเตอร์ (desicator)
13. pH meter (SUNTEX SP-701)
14. Thermometer
15. ทัพพี
16. กะละมังสแตนเลส ขนาด 24 นิ้ว
17. เครื่องปั่นน้ำผลไม้แบบแยกกาก kenwood
18. เครื่องปั่นแห้ง kenwood
19. เครื่อง Centrifuge centrikon รุ่น T-42k
20. เครื่อง Chroma meter Minolta รุ่น DP 301
21. เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง Mettler รุ่น PE 3000
22. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง Mettler รุ่น AJ 100
23. ตู้อบลมร้อน Patch รุ่น OV 663
24. Hot air oven WBT binder รุ่น E53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 สารเคมีที่ใช้

1. มอลโทเดกซ์ตริน
2. 15 mM 2-methoxyphenol (guaiacol)
3. 3 mM Hydrogen peroxide
4. 0.1 phosphate buffer

3.3 วัตถุดิบ

1. หัวบีทรูท
2. น้ำกลั่น
3. น้ำตาลทราย
4. น้ำมะนาว

3.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการทดลอง

3.5.1 หาระยะเวลาที่ใช้ไมโครเวฟในการลวกที่เหมาะสม

1. แบ่งตัวอย่างหัวบีทรูทออกเป็น 6 ตัวอย่างโดยนำแต่ละตัวอย่างไปทำการลวกด้วยไมโครเวฟ 7 ระยะเวลา ได้แก่ 0 1.20 2.40 4.00 5.20 6.40 และ 8.00 นาที วัดอุณหภูมิของหัวบีทรูทที่ผ่านการลวกที่ระยะเวลาต่าง ๆ หลังจากการลวกนำหัวบีทรูทแช่ลงในน้ำเย็นทันทีเพื่อยับยั้งเอนไซม์ หั่นหัวบีทรูทเป็นสี่เหลี่ยมลูกเต๋าขนาดประมาณ 0.5 X 0.5 X 0.5 เซนติเมตร
2. คั้นน้ำบีทรูท โดยเตรียมอัตราส่วนเนื้อบีทรูทที่ผ่านการลวกด้วยไมโครเวฟที่เวลาต่าง ๆ กัน ต่อน้ำ 50 % w /w นำไปคั้นด้วยเครื่องปั่นน้ำผลไม้แบบแยกกาก จะได้น้ำบีทรูท
3. นำไปพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 77 ° ซ. เป็นเวลา 1 นาที
4. เก็บรักษาน้ำบีทรูทที่อุณหภูมิ 4-10 ° ซ.
5. ตรวจสอบคุณภาพของน้ำบีทรูทที่ได้โดย ทางกายภาพ วัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี Colorimeter ยี่ห้อ Minolta ทางเคมี วัดปริมาณเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส (เยาวลักษณ์ และคณะ)

3.5.2 พัฒนาการปรุงรสน้ำบีทรูทที่เหมาะสมด้วยน้ำมะนาว

1. เตรียมน้ำบีทรูทที่ความเข้มข้น 50% โดยนำเนื้อบีทรูทที่ผ่านการลวกด้วยไมโครเวฟที่ระยะเวลาที่เหมาะสมจาก 3.5.1 มาคั้นด้วยเครื่องคั้นน้ำผลไม้แบบแยกกากจะได้น้ำบีทรูท
2. เติมน้ำตาลเพื่อปรับให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 15 ° Brix ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยที่วัดได้จากตัวอย่างน้ำผักผลไม้ในท้องตลาด
3. นำน้ำมะนาวที่คั้นผสมกับน้ำบีทรูทด้วยความเข้มข้นของมะนาว 10% 15% 20%
4. นำไปพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 77 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 นาที
5. เก็บรักษาน้ำบีทรูทที่อุณหภูมิ 4-10 ° ซ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

21071

6. ตรวจสอบคุณภาพของน้ำบีทรูทที่ได้จาก 3 ตัวอย่างโดย ทางประสาทสัมผัส ในด้านความฝาด ความชอบรสชาติ กลิ่น และความชอบโดยรวม โดยให้นักศึกษาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร จำนวน 20 คน เป็นผู้ทดสอบ วิเคราะห์ข้อมูลตามแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 11 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test เพื่อเลือกความเข้มข้นของน้ำบีทรูทที่เหมาะสม

3.5.3 หาปริมาณมอลโทเด็กซ์ตรินที่เหมาะสม

1. นำน้ำบีทรูทปรุงรสที่เหมาะสมที่เลือกไว้ในข้อ 3.5.2 มาศึกษาปริมาณมอลโทเด็กซ์ตรินที่เหมาะสมโดยนำตัวอย่างมาเติมมอลโทเด็กซ์ตรินที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 15% 25% และ 35% w/w ของน้ำบีทรูทที่ปรุงรส

2. ตรวจสอบคุณภาพน้ำบีทรูทที่ใส่มอลโทเด็กซ์ตรินที่ระดับต่าง ๆ โดยทางกายภาพ วัดความหนืด ด้วย Brookfield viscometer ทางประสาทสัมผัส ในด้านกลิ่น ความฝาด ความชอบรสชาติ ความรู้สึกในปาก ความยอมรับโดยรวม โดยนักศึกษาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรจำนวน 20 คน วิเคราะห์ข้อมูลตามแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 11 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test เพื่อเลือกปริมาณมอลโทเด็กซ์ตรินที่เหมาะสม

3.5.4 หาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำแห้งบีทรูทแบบถาด

1. ศึกษากระบวนการทำแห้งที่เหมาะสมโดยนำเนื้อบีทรูทมาคั้นด้วยเครื่องปั่นน้ำผลไม้แบบแยกกาก จะได้น้ำบีทรูท นำมาเติมน้ำตาลตามปริมาณที่คำนวณไว้ (ภาคผนวก ก) เพื่อให้มีปริมาณของแข็งที่ละลาย 15 ° Brix และปรุงรสด้วยน้ำมะนาวในอัตราส่วนที่เหมาะสมที่เลือกไว้ข้อ 3.5.2

2. นำน้ำบีทรูทปรุงรสเทใส่ถาดให้สูงจากก้นถาดประมาณ 2-3 มิลลิเมตร แล้วนำไปเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 70 80 ° ซ จนแห้งสนิท

3. นำบีทรูทผงจากตู้อบมาปั่นในเครื่องปั่นแห้งผสมกับมอลโทเด็กซ์ตรินตามอัตราส่วนที่เหมาะสมที่เลือกไว้ในข้อ 3.5.3 จนได้บีทรูทผงที่ละเอียด

4. เปรียบเทียบลักษณะของบีทรูทผงที่ได้จากแต่ละอุณหภูมิและน้ำบีทรูทปรุงรสสด โดยนำบีทรูทผงที่ได้มาละลายน้ำ โดยคำนวณตามอัตราส่วนการละลาย นำมาตรวจสอบ ทางด้านกายภาพ วัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี Colorimeter ยี่ห้อ Minolta ค่าการดูดซับและการละลาย (ดัดแปลงจากวิธีของ Anderson , 1969)ทางด้านประสาทสัมผัส ด้านความเข้มสี ความชอบสี ความเข้มกลิ่น ความชอกลิ่น ความฝาด ความชอบรสชาติ และความยอมรับโดยรวม โดยนักศึกษาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรจำนวน 20 คน วิเคราะห์ข้อมูลตามแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 11 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test เพื่อเลือกอุณหภูมิในการทำแห้งน้ำบีทรูทที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

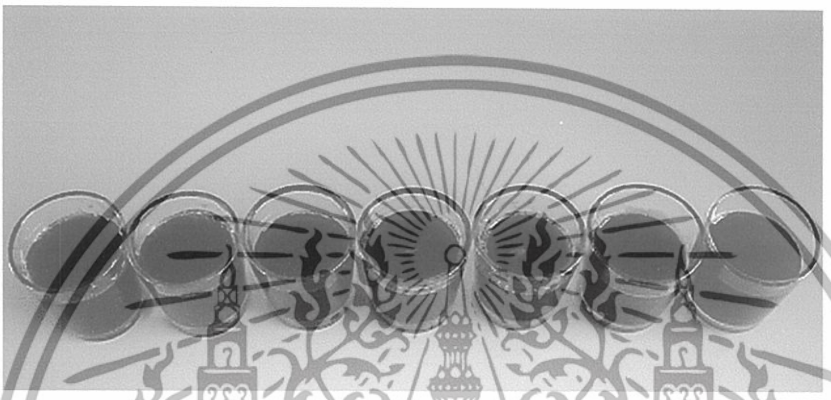
หองสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 การศึกษาหาระยะเวลาในการลวกบีทรูทด้วยไมโครเวฟที่เหมาะสม

จากการทดลองเพื่อศึกษาหาระยะเวลาในการลวกบีทรูทด้วยไมโครเวฟที่เหมาะสม โดยทดลองลวกหัวบีทรูทด้วยไมโครเวฟในระยะเวลาที่ต่างกัน 7 ระยะ ได้แก่ 0 1.20 2.40 4.00 5.20 6.40 และ 8.00 นาที ได้ผลดังรูป 4.1



0 1.20 2.40 4.00 5.20 6.40 8.00

รูป 4.1 แสดงน้ำบีทรูทที่ได้จากหัวบีทรูทที่ผ่านการลวกด้วยไมโครเวฟที่ระยะเวลาต่างกัน คือ 0 1.20 2.40 4.00 5.20 6.40 และ 8.00 นาที

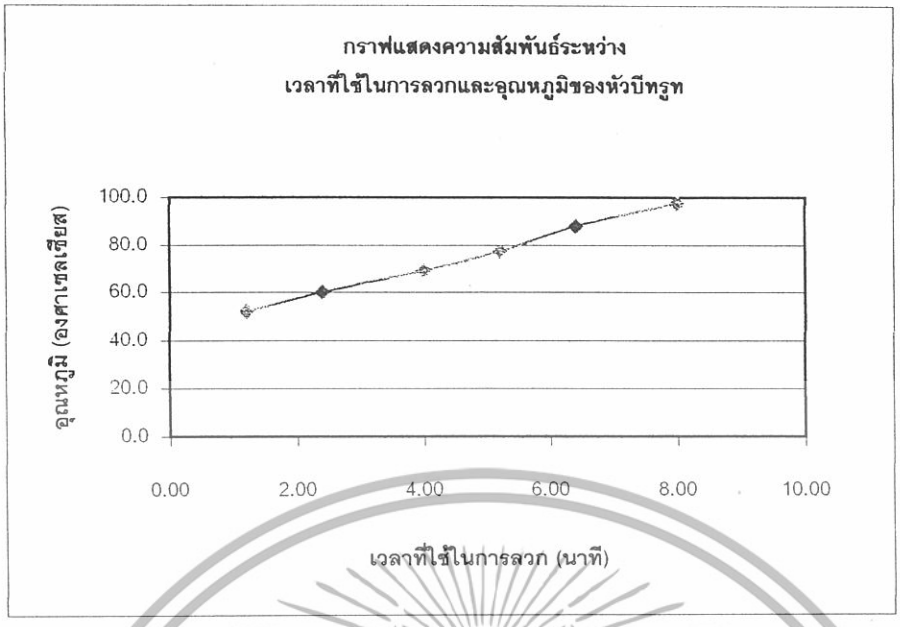
จากรูปน้ำบีทรูทที่ได้จากหัวบีทรูทที่ผ่านการลวกด้วยไมโครเวฟที่ระยะเวลาต่าง ๆ จะมีสีที่ไม่แตกต่างกันมากคือมีสีแดงม่วง และเมื่อลวกที่ระยะเวลา 8.00 นาทีจะให้สีของน้ำบีทรูทเข้มมากที่สุด

จากการลวกหัวบีทรูทด้วยไมโครเวฟที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน จะได้ผลความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาที่ใช้ไมโครเวฟในการลวกและอุณหภูมิของหัวบีทรูทดังผลตามตาราง 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาที่ใช้ไมโครเวฟในการลวกและอุณหภูมิของหัวบีทรูท

ระยะเวลาที่ใช้ในการลวก (นาที)	อุณหภูมิของหัวบีทรูท (องศาเซลเซียส)
1.20	52
2.40	60.3
4.00	69.5
5.20	77.7
6.40	88.2
8.00	98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ไมโครเวฟในการลวกและอุณหภูมิของหัวบีทรูท

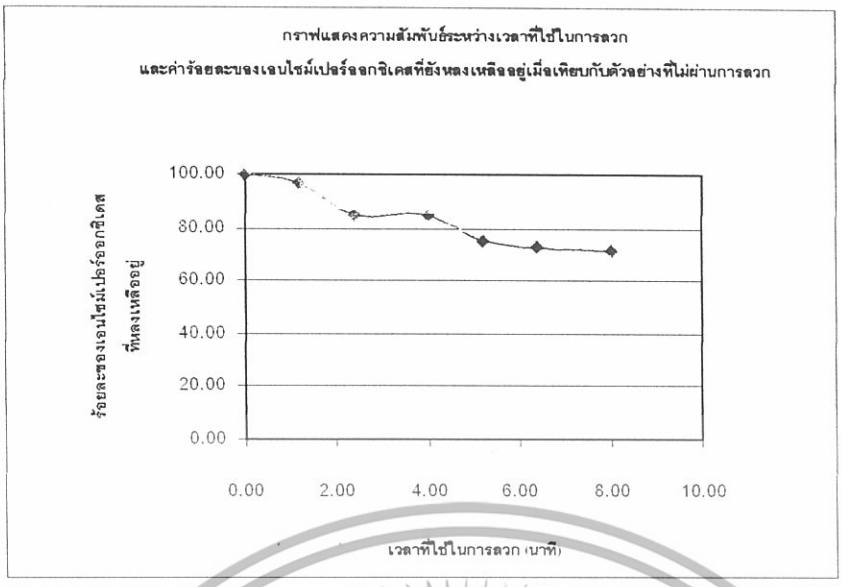
เมื่อนำหัวบีทรูทลวกด้วยไมโครเวฟพบว่าอุณหภูมิของหัวบีทรูทเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น โดยระยะเวลาสุดท้ายที่สามารถลวกได้โดยที่หัวบีทรูทยังคงอยู่ในสภาพที่เหมาะสมที่จะนำไปทำกระบวนการต่อไปได้คือ ระยะเวลาที่ 8.00 นาที

เมื่อนำหัวบีทรูทที่ผ่านการลวกด้วยไมโครเวฟที่ระยะเวลาต่าง ๆ ทำการวิเคราะห์หาเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสที่ยังหลงเหลืออยู่หลังจากการลวกเมื่อเทียบกับตัวอย่างสด ได้ผลการทดลองตามตาราง 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์คิดเป็นร้อยละของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสที่เหลืออยู่เทียบกับตัวอย่างสด

ระยะเวลาที่ใช้ในการลวก (นาที)	ร้อยละของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสที่หลงเหลืออยู่เมื่อเทียบกับตัวอย่างสด
0	100
1.20	96.77
2.40	85.30
4.00	84.89
5.20	75.06
6.40	73.00
8.00	71.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการลวกและค่าร้อยละของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสที่ยังหลงเหลืออยู่เมื่อเทียบกับตัวอย่างที่ยังไม่ผ่านการลวก

จากผลการทดลอง วิเคราะห์หาเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสที่ยังหลงเหลืออยู่หลังจากการลวกเมื่อเทียบกับตัวอย่างสดพบว่า เมื่อระยะเวลาในการลวกเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าร้อยละของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสที่ยังหลงเหลืออยู่ลดลงเรื่อย ๆ ทั้งนี้เป็นเพราะว่าการลวกในระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมนั้นจะช่วยยับยั้งเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสที่มีอยู่ได้ โดยที่ระยะเวลาที่ 8 นาทีจะทำให้เอนไซม์เปอร์ออกซิเดสหลงเหลืออยู่น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับที่ระยะเวลาต่าง ๆ

เมื่อนำน้ำบีทรูทที่ได้จากหัวบีทรูทที่ผ่านการลวกด้วยไมโครเวฟที่ระยะเวลาต่างกันทำการวัดสีได้ผลการทดลองดังตาราง 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าที่ได้จากการวัดสี ของน้ำบีทรูทที่ผ่านการลวกด้วยไมโครเวฟที่ระยะเวลาต่างกัน โดยใช้เครื่องวัดสี

	ค่าที่ได้จากการวัด ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน						
	0นาที	1.20นาที	2.40นาที	4.00นาที	5.20นาที	6.40นาที	8.00นาที
L	21.01+0.30 ^{a}	22.40+0.19 ^{b}	23.57+0.11 ^{c}	24.27+0.10 ^{d}	25.61+0.12 ^{e}	26.42+0.18 ^{f}	27.28+0.07 ^{g}
a	3.63+0.15 ^{a}	8.10+0.15 ^{b}	13.55+0.09 ^{c}	18.24+0.06 ^{d}	21.39+0.16 ^{e}	23.32+0.21 ^{f}	25.07+0.26 ^{g}
b	0.21+0.11 ^{a}	0.98+0.14 ^{b}	1.33+0.04 ^{c}	1.55+0.09 ^{c}	2.10+0.26 ^{d}	3.49+0.09 ^{e}	6.89+0.07 ^{g}

หมายเหตุ 1) คะแนนเฉลี่ยภายใต้ตัวอักษรเดียวกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2) ns คือ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า L จากการวัดค่าสีโดยใช้เครื่อง chroma meter เป็นค่าที่บอกถึงความสว่างของสี จะเห็นได้ว่าเมื่อใช้ระยะเวลาในการลวกหัวบีทรูทด้วยไมโครเวฟในระยะเวลาที่ต่างกัน จะมีผลทำให้ค่า L มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อระยะเวลาในการลวกนานขึ้นจะมีผลทำให้ค่าความสว่างของสีน้ำบีทรูทเพิ่มมากขึ้น โดยที่ระยะเวลาที่ 8.00 นาที จะให้ค่าความสว่างของสีน้ำบีทรูทมากที่สุด

สำหรับค่า a จากการวัดค่าสีโดยใช้เครื่อง chroma meter เป็นค่าที่แสดงความเป็นสีแดงไปจนถึงความเป็นสีเขียว จะเห็นได้ว่าเมื่อใช้ระยะเวลาในการลวกหัวบีทรูทด้วยไมโครเวฟในระยะเวลาที่ต่างกัน จะมีผลทำให้ค่า a มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อระยะเวลาในการลวกนานขึ้นจะมีผลทำให้ค่าความเป็นสีแดงของบีทรูทเพิ่มมากขึ้น โดยที่ระยะเวลาที่ 8.00 นาที จะให้ค่าความเป็นสีแดงของน้ำบีทรูทมากที่สุด ซึ่งสีที่ได้จะเป็นสีแดงม่วงเข้ม

สำหรับค่า b จากการวัดค่าสีโดยใช้เครื่อง chroma meter เป็นค่าที่แสดงความเป็นสีเหลืองไปจนถึงความเป็นสีน้ำเงิน จะเห็นได้ว่าเมื่อใช้ระยะเวลาในการลวกหัวบีทรูทด้วยไมโครเวฟในระยะเวลาที่ต่างกัน จะมีผลทำให้ค่า a มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อใช้ระยะเวลาในการลวกนานขึ้นจะมีผลทำให้ค่าความเป็นสีแดงของบีทรูทเพิ่มมากขึ้น โดยที่ระยะเวลาในการลวกที่เวลา2.40 และ 4.00 นาที ค่า b ที่ได้ไม่มีความแตกต่างกัน และที่ระยะเวลาที่ 8.00 นาที จะให้ค่าความเป็นสีน้ำเงินมากที่สุด ซึ่งสีที่ได้จะเป็นสีแดงม่วงเข้ม

4.2 การศึกษาการปรุงรสน้ำบีทรูทที่เหมาะสมด้วยน้ำมะนาว

จากการทดลองเพื่อเลือกอัตราส่วนของน้ำมะนาวที่เหมาะสม ในการปรุงรสน้ำบีทรูทด้วยน้ำมะนาวโดยมีอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 3 ระดับ เมื่อนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสได้ผลการทดลองดังตาราง 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำบีทรูทปรุงรสด้วยน้ำมะนาวในอัตราส่วนที่ต่างกัน

การทดสอบทางประสาทสัมผัส	การปรุงรสน้ำบีทรูทด้วยน้ำมะนาว		
	10%	15%	20%
ความฝาด ns	3.44 ± 2.61	3.67 ± 2.20	4.02 ± 2.24
รสชาติ	5.00 ± 2.01 [a]	6.63 ±1.57 [b]	5.24 ± 1.72 [a]
กลิ่นเหม็นเขียว ns	5.77 ± 1.85	5.11 ± 1.90	4.53 ±2.27
ความยอมรับโดยรวม	4.35 ±1.95 [a]	6.09 ±2.18 [b]	4.44 ±1.52 [a]

หมายเหตุ 1) คะแนนเฉลี่ยภายใต้ตัวอักษรเดียวกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2) ns คือ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านความฝาด จะเห็นว่าการใช้น้ำมะนาวในการปรุงรสน้ำบีทรูทในอัตราส่วนที่แตกต่างกันทำให้คะแนนความฝาดของน้ำบีทรูทที่ได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ด้านความชอบรสชาติ จะเห็นว่าการใช้น้ำมะนาวในการปรุงรสน้ำบีทรูทในอัตราส่วนที่แตกต่างกันทำให้คะแนนความชอบรสชาติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยเมื่อปรุงรสน้ำบีทรูทด้วยน้ำมะนาว 10% และ 20% ความชอบรสชาติจะไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จะแตกต่างจากการปรุงรสด้วยน้ำมะนาว 15%

ด้านกลิ่น จะเห็นว่าการใช้น้ำมะนาวในการปรุงรสน้ำบีทรูทในอัตราส่วนที่แตกต่างกันทำให้คะแนนด้านกลิ่นเหม็นเขียวของน้ำบีทรูทที่ได้ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ความยอมรับโดยรวม จะเห็นว่าการใช้น้ำมะนาวในการปรุงรสน้ำบีทรูทในอัตราส่วนที่แตกต่างกันทำให้คะแนนความยอมรับโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยเมื่อปรุงรสน้ำบีทรูทด้วยน้ำมะนาว 10% และ 20% ความยอมรับโดยรวมจะไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จะแตกต่างจากการปรุงรสด้วยน้ำมะนาว 15%

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสจะเห็นว่าการปรุงรสน้ำบีทรูทด้วยน้ำมะนาว 15% มีคะแนนในด้านความชอบรสชาติ และความยอมรับโดยรวมสูงที่สุด และแตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญ จึงเลือกปรุงรสน้ำบีทรูทด้วยน้ำมะนาว 15 % เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุด

4.3 การศึกษาปริมาณมอลโทเด็กซ์ตรินที่เหมาะสม

จากการทดลองเพื่อเลือกปริมาณมอลโทเด็กซ์ตรินที่เหมาะสมในการทำน้ำบีทรูท โดยใช้ปริมาณมอลโทเด็กซ์ตรินที่แตกต่างกัน 3 ระดับ เมื่อวิเคราะห์ความหนืดของน้ำบีทรูทได้ผลการทดลองดังตาราง 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ความหนืดจากการปรับปรุงเนื้อสัมผัสของน้ำบีทรูทด้วยมอลโทเด็กซ์ตรินที่อัตราส่วนต่างกัน

อัตราส่วนมอลโทเด็กซ์ตริน	ความหนืดของน้ำบีทรูท (ความเร็วรอบ 100 rpm)
15%	8.67 [a]
25%	18.6 [b]
35%	28.3 [c]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองพบว่าความหนืดของน้ำบีทรูทที่ปรับปรุงเนื้อสัมผัสด้วยมอลโทเด็กซ์ตรินที่อัตราส่วนต่างกันมีความหนืดต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อปริมาณมอลโทเด็กซ์ตรินเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้น

เมื่อนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสได้ผลการทดลองดังตาราง 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากการปรับปรุงเนื้อสัมผัสของน้ำบีทรูทด้วยมอลโทเด็กซ์ตรินที่อัตราส่วนต่างกัน

การทดสอบทางประสาทสัมผัส	อัตราส่วนมอลโทเด็กซ์ตริน		
	15%	25%	35%
ความหวาน ns	4.20 ± 2.00	4.37 ± 2.25	4.63 ± 2.67
รสชาติ ns	5.90 ± 1.34	6.20 ± 1.44	5.38 ± 1.80
ความชอบความรู้สึกในปาก	6.73 ± 1.27 [a]	5.85 ± 1.52 [b]	4.63 ± 1.43 [c]
ความยอมรับโดยรวม	6.52 ±1.57 [a]	6.26 ± 1.35 [ab]	5.46 ± 1.79 [b]

หมายเหตุ 1) คะแนนเฉลี่ยภายใต้ตัวอักษรเดียวกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2) ns คือ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ด้านความหวาน จะเห็นว่าการใช้ปริมาณมอลโทเด็กซ์ตรินที่แตกต่างกันทำให้คะแนนความหวานของน้ำบีทรูทที่ได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ทั้งนี้เป็นเพราะมอลโทเด็กซ์ตรินเป็นน้ำตาลที่มีความหวานน้อยหรือไม่มีเลย

ด้านความชอบรสชาติ จะเห็นว่าการใช้ปริมาณมอลโทเด็กซ์ตรินที่แตกต่างกันทำให้คะแนนความชอบรสชาติที่ได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ด้านความชอบความรู้สึกในปาก จะเห็นว่าการใช้ปริมาณมอลโทเด็กซ์ตรินที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % คือเมื่อใช้ปริมาณมอลโทเด็กซ์ตรินมากขึ้นจะมีผลทำให้คะแนนความชอบความรู้สึกในปากลดลง

ด้านความยอมรับโดยรวม จะเห็นว่าการใช้ปริมาณมอลโทเด็กซ์ตรินที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยเมื่อใช้ปริมาณมอลโทเด็กซ์ตริน 15% และ 25% ความชอบความรู้สึกในปากจะไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อใช้ปริมาณมอลโทเด็กซ์ตริน 25% และ 35% ความชอบรสชาติจะไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสจะเห็นว่าการใช้ปริมาณมอลโทเด็กซ์ตรินที่ 15% มีคะแนนด้านความชอบความรู้สึกในปากและคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงจึงเลือกใช้ปริมาณมอลโทเด็กซ์ตริน 15% เป็นปริมาณที่เหมาะสมในการทำน้ำบีทรูท

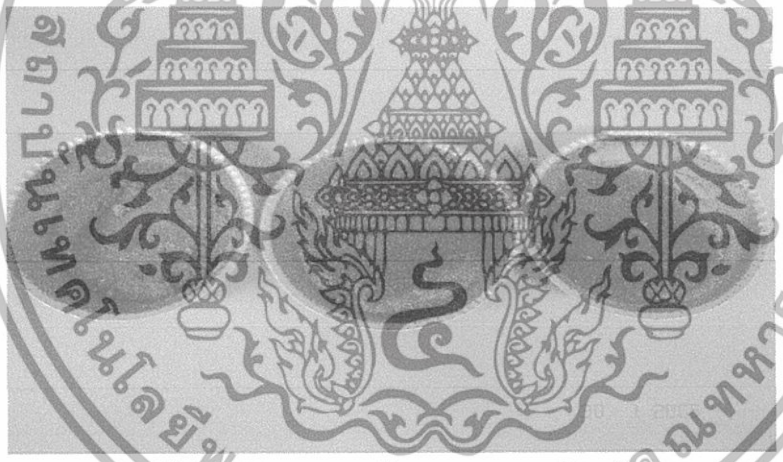
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำแห้งน้ำบีทรูทแบบถาด

จากการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำแห้งน้ำบีทรูทแบบถาด โดยการใช้อุณหภูมิที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 60 70 และ 80 °C ระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งน้ำบีทรูทที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้ผลดังตาราง 4.7 และแสดงลักษณะบีทรูทผงที่ได้ดังรูป 4.4

ตารางที่ 4.7 ระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งน้ำบีทรูทที่อุณหภูมิ 60 70 80 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง (องศาเซลเซียส)	ระยะเวลา (ชั่วโมง)
60	48
70	36
80	22



60 °C 70 °C 80 °C

รูปที่ 4.4 แสดงลักษณะบีทรูทผงที่ได้จากการใช้อุณหภูมิที่ต่างกันในการอบแห้งแบบถาด

จากรูปจะเห็นว่าบีทรูทผงที่ได้จากการใช้อุณหภูมิ 60 °C ในการอบแห้งมีสีม่วงอ่อนที่สุด เมื่อใช้อุณหภูมิ 70 °C จะมีสีม่วงเข้มขึ้น และเมื่อใช้อุณหภูมิ 80 °C จะให้สีม่วงเข้มออกสีน้ำตาล ทั้งนี้เป็นเพราะว่าการใช้อุณหภูมิที่สูงขึ้นอาจทำให้เกิดการ caramelization ของน้ำตาลที่มีอยู่ในน้ำบีทรูท และเกิดการสูญเสียด้านสีของน้ำผลไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำผงบีทรูทที่ได้มาละลายน้ำแล้วศึกษาการดูดซับและการละลายได้ผลดังตาราง 4.8

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าการดูดซับและค่าการละลายของบีทรูทผงที่ได้จากการใช้อุณหภูมิที่ต่างกันในการทำแห้งน้ำบีทรูท

	ค่าที่ได้จากการทดลอง ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	60 °C	70°C	80°C
การดูดซับน้ำ (%)	85.42 ± 4.83 [a]	89.17 ± 0.00 [a]	82.54 ± 10.96 [a]
ค่าการละลาย	0.23 ± 0.01 [a]	0.25 ± 0.01 [a]	0.23 ± 0.03 [a]

หมายเหตุ 1) คะแนนเฉลี่ยภายใต้ตัวอักษรเดียวกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ด้านการดูดซับน้ำ จะเห็นว่าการทำแห้งน้ำบีทรูทที่ใช้อุณหภูมิต่างกันทำให้ค่าการดูดซับน้ำไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ด้านการละลาย จะเห็นว่าการทำแห้งน้ำบีทรูทที่ใช้อุณหภูมิต่างกันทำให้ค่าการดูดซับน้ำไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เมื่อนำบีทรูทผงที่ได้มาละลายน้ำและน้ำบีทรูทสดทำการวัดสีได้ผลการทดลองดังตาราง 4.9

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าที่ได้จากการวัดสีโดยใช้เครื่อง Chroma meter ของน้ำบีทรูทผงที่ได้จากการอบแห้งที่อุณหภูมิต่างกัน

	ค่าที่ได้จากการวัด ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน			
	น้ำบีทรูทสด	60 °C	70°C	80°C
L	23.73±0.63 [a]	24.51±0.68 [a]	23.23±0.55 [ab]	22.70±0.86 [b]
a	2.23±0.02 [a]	3.56±1.11 [a]	2.48±0.04 [ab]	2.29±0.04 [b]
b	0.35±0.01 [a]	1.30±0.03 [b]	1.21±0.04 [c]	0.93±0.01 [d]

ค่า L จากการวัดสีน้ำบีทรูทโดยใช้เครื่อง Chroma meter จะเห็นว่า การอบแห้งน้ำบีทรูทที่อุณหภูมิต่างกัน มีผลทำให้ค่า L มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยน้ำบีทรูทสดและน้ำบีทรูทที่ได้จากผงที่ใช้อุณหภูมิ 60°C และ 70°C ในการทำแห้งน้ำไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และเมื่อใช้อุณหภูมิ 70°C 80°C และน้ำบีทรูทสดได้ค่าความสว่างไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % คือมีสีแดงออกคล้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับค่า a จากการวัดสี จะเห็นว่า การอบแห้งน้ำบีทรูทที่อุณหภูมิต่างกัน มีผลทำให้ค่า a มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยค่า a ของน้ำบีทรูทสดและน้ำบีทรูทที่ได้จากผงที่ใช้อุณหภูมิ 60 °C และ 70°C ในการทำแห้งน้ำไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเมื่อใช้อุณหภูมิ 70°C 80°C ได้ค่า a ไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % คือมีสีแดงออกคล้ำ

สำหรับค่า b จากการวัดสี จะเห็นว่า การอบแห้งน้ำบีทรูทที่อุณหภูมิต่างกันจะมีผลทำให้ค่า b ที่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตีที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยเมื่อใช้อุณหภูมิ 60°C ค่า b มีค่าสูงที่สุดซึ่งหมายความว่ามีสีออกน้ำเงินมากที่สุด และการใช้อุณหภูมิ 70°C จะได้ค่า b รองลงมา และการใช้อุณหภูมิ 80°C จะได้ค่า b น้อยที่สุด ซึ่งหมายความว่ามีสีเหลืองอยู่มากที่สุด

เมื่อนำบีทรูทผงที่ได้มาละลายน้ำตามอัตราการละลายแล้วทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้ผลการทดลองดังตาราง 4.10 และลักษณะของน้ำบีทรูทสดและน้ำบีทรูทที่ได้จากผงที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิต่างกัน ดังรูป 4.5

น้ำบีทรูทสด 60 °C 70 °C 80 °C

รูปที่ 4.5 แสดงลักษณะของน้ำบีทรูทสดและน้ำบีทรูทที่ได้จากผงที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำบีทรูทจากบีทรูท ผงที่ใช้อุณหภูมิอบแห้งต่างกัน

การทดสอบทางประสาทสัมผัส	อุณหภูมิที่ใช้ในการทำแห้งแบบถาด			
	น้ำบีทรูทสด	60 °C	70 °C	80 °C
ความเข้มสี	6.71±1.39 [a]	6.07±1.82 [a]	5.97±1.23 [a]	3.24±1.61 [b]
ความชอบสี	6.28±1.54 [a]	6.16±1.56 [a]	4.70±2.29 [b]	4.25±1.74 [b]
ความเข้มกลิ่น	7.88±1.53 [a]	5.66±1.56 [b]	4.58±1.81 [c]	3.93±1.72 [c]
ความชอบกลิ่น	1.90±2.24 [b]	6.17±1.37 [a]	5.63±1.93 [a]	5.56±1.75 [a]
ความฝาด	3.97±2.46 [b]	2.61±1.79 [a]	2.15±1.01 [a]	2.54±2.03 [a]
ความชอบรสชาติ	3.73±2.42 [b]	6.00±1.51 [a]	6.01±1.62 [a]	5.53±1.91 [a]
ความยอมรับโดยรวม	3.67±2.37 [b]	6.29±1.35 [a]	5.52±1.80 [a]	6.01±1.47 [a]

หมายเหตุ 1) คะแนนเฉลี่ยภายใต้ตัวอักษรเดียวกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2) ns คือไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ด้านความเข้มสี จะเห็นว่าการทำแห้งน้ำบีทรูทที่อุณหภูมิต่างกันทำให้ความเข้มสีของน้ำบีทรูทแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยน้ำบีทรูทสด และน้ำบีทรูทที่ได้จากการทำแห้งที่อุณหภูมิ 60°C และ 70°C มีคะแนนความเข้มของสีไม่แตกต่างกันคือมีสีแดงม่วงเข้ม และการใช้อุณหภูมิ 80°C จะทำให้คะแนนด้านความเข้มสีแตกต่างไปโดยสีที่ได้จะมีสีแดงคล้ำ ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นมีผลทำให้ผงบีทรูทที่ได้สูญเสียสีม่วงมากขึ้น

ด้านความชอบสี จะเห็นว่าการทำแห้งน้ำบีทรูทที่อุณหภูมิต่างกันทำให้ความชอบสีของน้ำบีทรูทแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยน้ำบีทรูทสด และน้ำบีทรูทที่ได้จากการทำแห้งที่อุณหภูมิ 60°C มีคะแนนความชอบสีไม่แตกต่างกันโดยมีคะแนนความชอบสีสูงที่สุด และน้ำบีทรูทที่ได้จากการอบที่อุณหภูมิ 70°C และ 80°C มีคะแนนความชอบสีไม่แตกต่างกันโดยมีคะแนนความชอบสีรองลงมาเนื่องจากมีสีแดงออกน้ำตาล

ด้านความเข้มกลิ่น จะเห็นว่าการทำแห้งน้ำบีทรูทที่อุณหภูมิต่างกันทำให้ความเข้มกลิ่นของน้ำบีทรูทแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยน้ำบีทรูทสดจะมีคะแนนด้านเข้มกลิ่นมากที่สุด และน้ำบีทรูทที่ได้จากการอบที่อุณหภูมิ 60°C มีคะแนนด้านความเข้มกลิ่นรองลงมา และน้ำบีทรูทที่ได้จากการอบที่อุณหภูมิ 70°C และ 80°C มีคะแนนด้านความเข้มกลิ่นไม่แตกต่างกันโดยมีคะแนนน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านความชอบกลิ่น จะเห็นว่าการทำแห้งน้ำบีทรูทที่อุณหภูมิต่างกันทำให้ความชอบกลิ่นของน้ำบีทรูทแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยน้ำบีทรูทที่ได้จากการอบที่อุณหภูมิ 60°C 70°C และ 80°C มีคะแนนไม่แตกต่างกันโดยมีคะแนนมากที่สุด แต่จะแตกต่างจากน้ำบีทรูทสด โดยมีคะแนนน้อยที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะว่าน้ำบีทรูทที่ได้จากผงบีทรูทที่ผ่านการอบแห้งจะสูญเสียกลิ่นทำให้น้ำบีทรูทที่ได้จากการอบแห้งมีความเข้มของกลิ่นเหม็นเขียวน้อยลง

ด้านความฝาด จะเห็นว่าการทำแห้งน้ำบีทรูทที่อุณหภูมิต่างกันทำให้ความฝาดของน้ำบีทรูทแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยน้ำบีทรูทที่ได้จากการอบที่อุณหภูมิ 60°C 70°C และ 80°C มีคะแนนไม่แตกต่างกันโดยมีความฝาดน้อยที่สุด แต่จะแตกต่างจากน้ำบีทรูทสด โดยมีความฝาดมากกว่า

ด้านความชอบรสชาติ จะเห็นว่าการทำแห้งน้ำบีทรูทที่อุณหภูมิต่างกันทำให้ความฝาดของน้ำบีทรูทแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยน้ำบีทรูทที่ได้จากการอบที่อุณหภูมิ 60°C 70°C และ 80°C มีคะแนนไม่แตกต่างกันโดยมีความชอบรสชาติมากที่สุด แต่จะแตกต่างจากน้ำ บีทรูทสดที่มีคะแนนความชอบรสชาติน้อยกว่า

ด้านความยอมรับโดยรวม จะเห็นว่าการทำแห้งน้ำบีทรูทที่อุณหภูมิต่างกันทำให้ความฝาดของน้ำบีทรูทแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยน้ำบีทรูทที่ได้จากการอบที่อุณหภูมิ 60°C 70°C และ 80°C มีคะแนนไม่แตกต่างกันโดยมีความยอมรับโดยรวมมากที่สุด แต่จะแตกต่างจากน้ำบีทรูทสดที่มีคะแนนความยอมรับโดยรวมน้อยกว่า ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนด้านความชอบรสชาติ

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส จะเห็นว่าน้ำบีทรูทที่ได้จากผงบีทรูทที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60°C และ 70°C ได้คะแนนในด้านต่าง ๆ สูงไม่แตกต่างกัน และได้คะแนนมากกว่าน้ำบีทรูทสด ทั้งนี้เนื่องมาจาก น้ำบีทรูทที่ได้จากผงบีทรูทที่ผ่านการอบแห้งจะสูญเสียกลิ่นทำให้ผู้บริโภคได้รับกลิ่นเหม็นเขียวน้อยลงทำให้ผู้บริโภคยอมรับน้ำบีทรูทที่ผ่านการอบแห้งมากกว่าน้ำบีทรูทสด และจากผลการวิเคราะห์การวัดสีพบว่าค่าสีที่ได้จากผงบีทรูทที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70°C ไม่แตกต่างจากสีที่ได้จากน้ำบีทรูทสด และการอบแห้งน้ำบีทรูทที่อุณหภูมิ 70°C จะเกิดอัตราการอบแห้งที่เร็วกว่า จึงเลือกใช้อุณหภูมิ 70 °C เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งน้ำบีทรูทและคะแนนอยู่ในระดับที่ผู้บริโภคยอมรับจึงสามารถทำการผลิตน้ำบีทรูทผงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

1. การเลือกระยะเวลาในการลวกบีทรูทด้วยไมโครเวฟที่เหมาะสม

การใช้ระยะเวลาในการลวกบีทรูท 8 นาที จะให้สีของน้ำบีทรูท เป็นสีแดงม่วงเข้มมากที่สุด และสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสได้มากที่สุด โดยการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์นี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อป้องกันการทำงานของเอนไซม์ในระหว่างการเก็บรักษา ไม่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียได้ง่าย

2. การเลือกอัตราส่วนของน้ำมะนาวในการปรุงรสบีทรูทที่เหมาะสม

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า การใช้อัตราส่วนของน้ำมะนาว ในการปรุงรสน้ำบีทรูท 15% มีคะแนนในด้านความชอบรสชาติ และความยอมรับโดยรวมสูงที่สุด ซึ่งถือว่าเป็นอัตราส่วนที่ได้รับการยอมรับโดยรวมจากผู้บริโภคมากที่สุด

3. การเลือกปริมาณมอลโทเดกซ์ตรินท์ที่เหมาะสม

การใช้ปริมาณมอลโทเดกซ์ตรินท์ที่เหมาะสมจะช่วยทำให้ลักษณะ เนื้อสัมผัส และรสชาติของน้ำบีทรูทดีขึ้น จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า การใช้ปริมาณมอลโทเดกซ์ตรินท์ 15% มีคะแนนด้านความชอบ ความรู้สึกในปากสูง สำหรับคะแนนการยอมรับโดยรวมระหว่าง 15% กับ 25% จะเห็นว่าไม่มีความแตกต่างกัน และได้คะแนนสูงสุด ดังนั้นจึงเลือกใช้ปริมาณมอลโทเดกซ์ตรินท์ 15% เพื่อเป็นการประหยัดต้นทุนการผลิต

4. การเลือกอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งน้ำบีทรูท

อุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งน้ำบีทรูทคือ 70 °C เนื่องจากการใช้ระยะเวลาในการอบแห้งน้อยกว่าอุณหภูมิ 60°C และไม่เกิดสีคล้ำเหมือนการใช้อุณหภูมิ 80°C เนื่องจากเกิดการ Caramelization ของน้ำตาลที่อยู่ในน้ำบีทรูท

และจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส ผงบีทรูทที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 °C และ 70 °C มีคะแนนความชอบกลิ่นและความยอมรับโดยรวม มากกว่าน้ำบีทรูทสด ทั้งนี้เนื่องจากน้ำบีทรูทที่ได้จากผงบีทรูทที่ผ่านการอบแห้งจะสูญเสียกลิ่น ทำให้กลิ่นเหม็นเขียวน้อยลง ทำให้ผู้บริโภคยอมรับน้ำบีทรูทที่ผ่านการอบแห้งมากกว่าน้ำบีทรูทสด นอกจากนี้เมื่อวัดสีแล้วพบว่า การใช้อุณหภูมิที่ 70°C ในการอบแห้ง ยังให้ค่าสีที่ไม่แตกต่างจากสีที่ได้จากน้ำบีทรูทสดด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กล้าณรงค์ ศรีรอด. 2532. เทคโนโลยีน้ำตาล เล่ม 1. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ

กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. 2535. กระบวนการแปรรูปอาหาร (Food Processing), ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 797น.

เฉลิมพงษ์ ตันเจริญทรัพย์ และ วิภาดา ตรงต่อศักดิ์. 2546. การผลิตผักผลไม้ผงและการนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตผลิตภัณฑ์นมอัดเม็ดและคุกกี้. ปัญหาพิเศษ. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ

วราวุฒิ ครูส่ง. 2539. จุลชีววิทยาในการแปรรูปอาหาร. กทม : โอเอสพริ้นติ้งเฮ้า,. 209น.

วิสุทธิ์ พงษ์ศิริรัชกุล และ สิริวรรณ รุกขวิบูลย์. 2530. น้ำผักหรือผลไม้ผสมอัดลมบรรจุขวด. ปัญหาพิเศษ. คณะวิทยาศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 52 น.

วิไล รังสาดทอง. 2546. เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร. กรุงเทพมหานคร : บริษัท เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด , 500 น.

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. 2525. ทฤษฎีอาหารเล่ม 1 หลักการประกอบอาหาร.ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ

สมชาติ โสภณรณฤทธิ์. 2540. การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. กรุงเทพฯ

สมบัติ ขอทวีวัฒนา. 2539. กรรมวิธีในการอบแห้ง. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 287 น.

Anonymous. 2006. “การเลือกและการเก็บรักษาบีทรูท” [Online]. Available : http://www.Palungjit.com

Anonymous. 2003. “คุณค่าทางอาหารของบีทรูท” [Online]. Available : http://www.expert 2 you.com/view_question2.php?q_id=5248

Anonymous. 2006. “น้ำบีทรูทน้ำผักรักษามะเร็ง” [Online]. Available : http://www.naichef.50megs.com/beat.html

Deareau , R.V. 1992. **Microwave foods : New Product Development**. Food and Nutrition. Press., Inc., conecticut.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การปรับความหวานให้ได้ความเข้มข้นของน้ำผลไม้ตามต้องการ

ในการปรับความเข้มข้นของสารละลายจะใช้วิธีของ Pearson's square ดังนี้คือ กำหนดรูปสี่เหลี่ยมขึ้นมา กึ่งกลางเขียนความเข้มข้นสุดท้ายที่ต้องการ มุมด้านบนเขียนความเข้มข้นของวัตถุดิบที่จะนำมาใช้ โดยมุมบนด้านซ้ายเขียนความเข้มข้นของวัตถุดิบที่มากกว่า ในกรณีที่ใช้น้ำตาลจะใช้ค่าเป็น 100 มุมบนขวาเป็นคามเข้มข้นของวัตถุดิบซึ่งมีค่าต่ำกว่า ในกรณีที่ใช้น้ำจะมีค่าเป็น 0 แต่จากการทดลองนั้นใช้น้ำบีทรูท จึงต้องทำการวัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำด้วยเครื่อง Refractrometer ซึ่งค่าที่อ่านได้เป็นค่าความเข้มข้นของวัตถุดิบที่มีค่าต่ำกว่า หาผลต่างในแนวทแยงของสี่เหลี่ยม แล้วคำนวณปริมาณวัตถุดิบที่จะใช้ตัวเลขที่ได้จะเป็นสัดส่วนกับวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิด โดยมุมล่างซ้ายจะเป็นของวัตถุดิบที่มีความเข้มข้นสูงกว่า และมุมล่างขวาก็จะเป็นวัตถุดิบที่มีความเข้มข้นน้อยกว่า

ตัวอย่างการคำนวณ การทำน้ำบีทรูทผง

ในการทำน้ำบีทรูทผงมีความเข้มข้น 50 %
เนื้อบีทรูท 980 กรัม ใช้น้ำเปล่า 980 กรัม ได้น้ำบีทรูท 1166 กรัม
การเตรียมน้ำบีทรูทจากเนื้อบีทรูท 980 กรัม ได้น้ำบีทรูท 186 กรัม วัดความเข้มข้นได้ 3 บริกซ์

หมายความว่า น้ำบีทรูท 100 กรัม มีน้ำตาล 3 กรัม

น้ำบีทรูท 186 กรัม มีน้ำตาล $\frac{186 \times 5}{100}$ = 9.3 กรัม

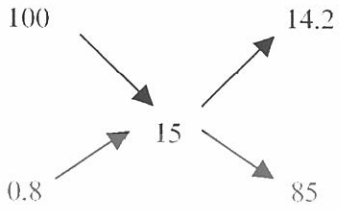
น้ำบีทรูท 1166 กรัม มีน้ำตาล 9.3 กรัม

น้ำบีทรูท 100 กรัม มีน้ำตาล $\frac{9.3 \times 100}{1166}$ = 0.8 Brix

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทดลองต้องการให้บีทรูทผงมีความเข้มข้นสุดท้ายเป็น 15 Brix จะต้องใช้อัตราส่วนของน้ำบีทรูทต่อน้ำตาลทรายเท่าไร

น้ำตาลมีความเข้มข้น = 100



ดังนั้น ถ้าต้องการให้ความเข้มข้นสุดท้ายเป็น 15 Brix จะต้องใช้น้ำบีทรูท 85 ส่วน ต่อน้ำตาลทราย 14.2 ส่วนโดยน้ำหนัก

ถ้าน้ำบีทรูทปริมาตร 1166 กรัม จะต้องใช้น้ำตาลทราย $\frac{1166 \times 14.2}{85}$ = 194.8 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข 1

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ชื่อผู้ทดสอบ.....เพศ.....อายุ.....วันที่.....

ในการศึกษาผลของการปรุงรสน้ำบีทรูทด้วยน้ำมะนาวอัตราส่วนต่างกัน 3 รหัส คือ.... 157....081....351....ให้ผู้ทดสอบชิมน้ำบีทรูททั้ง 3 รหัส แล้วทำเครื่องหมาย (/) ลงบนเส้นพร้อมใส่รหัสบนสัญลักษณ์บนเส้นให้ตรงกับความรู้สึกของผู้ทดสอบ ระหว่างการเปลี่ยนตัวอย่างควรดื่มน้ำเพื่อล้างปากก่อนชิมตัวอย่างถัดไป

1.รสชาติ

ฝาด

_____

ไม่ฝาด ไม่ค่อยฝาด ฝาดปานกลาง ฝาด ฝาดมาก

ความชอบรสชาติ

_____

ไม่ชอบ ไม่ค่อยชอบ เฉย ๆ ชอบ ชอบที่สุด

2. กลิ่น

กลิ่นเหม็นเขียว

_____

ไม่แรง ไม่ค่อยแรง แรงปานกลาง แรง แรงที่สุด

3. ความยอมรับโดยรวม

_____

ไม่ชอบ ไม่ค่อยชอบ เฉยๆ ชอบ ชอบที่สุด

หมายเหตุ.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข 2

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ชื่อผู้ทดสอบ.....เพศ.....อายุ.....วันที่.....

ในการศึกษาผลของการปรับปรุงเนื้อสัมผัสของน้ำบีทรูทด้วยมอลโทเด็กซ์ตรินที่อัตราส่วนต่างกันมีตัวอย่างให้ 3 รหัส คือ....157....081....351....ให้ผู้ทดสอบชิมน้ำบีทรูททั้ง 3 รหัส แล้วทำเครื่องหมาย (/) ลงบนเส้นพร้อมใส่รหัสบนสัญลักษณ์บนเส้นให้ตรงกับความรู้สึกของผู้ทดสอบ ระหว่างการเปลี่ยนตัวอย่างควรดื่มน้ำเพื่อล้างปากก่อนชิมตัวอย่างถัดไป

1.รสชาติ

ความหวาน

ไม่หวาน ไม่ค่อยหวาน หวานปานกลาง หวาน หวานมาก

ความชอบรสชาติ

ไม่ชอบ ไม่ค่อยชอบ เฉย ๆ ชอบ ชอบที่สุด

2. ความรู้สึกในปาก

ความชอบความรู้สึกในปาก

ไม่ชอบ ไม่ค่อยชอบ เฉย ๆ ชอบ ชอบที่สุด

3. ความยอมรับโดยรวม

ไม่ชอบ ไม่ค่อยชอบ เฉยๆ ชอบ ชอบที่สุด

หมายเหตุ.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข 3

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ชื่อผู้ทดสอบ.....เพศ.....อายุ.....วันที่.....

ในการศึกษาอุณหภูมิที่ใช้ในการทำแห้งน้ำบีทรูทมีตัวอย่างให้ 4 รหัส คือ..195....052....971...761 ให้ผู้ทดสอบชิมน้ำบีทรูททั้ง 4 รหัส แล้วทำเครื่องหมาย (/) ลงบนเส้นพร้อมใส่รหัสบนสัญลักษณ์บนเส้นให้ตรงกับความรู้สึกของผู้ทดสอบ ระหว่างการเปลี่ยนตัวอย่างควรดื่มน้ำเพื่อล้างปากก่อนชิมตัวอย่างถัดไป

1.สี

ความเข้มสี _____

จางมาก จาง ปานกลาง เข้ม เข้มมาก

ความชอบสี _____

ไม่ชอบ ไม่ค่อยชอบ เฉย ๆ ชอบ ชอบที่สุด

2. กลิ่น

ความเข้มกลิ่น _____

จางมาก จาง ปานกลาง เข้ม เข้มมาก

ความชอบกลิ่น _____

ไม่ชอบ ไม่ค่อยชอบ เฉยๆ ชอบ ชอบที่สุด

3.รสชาติ

ฝาด _____

ไม่ฝาด ไม่ค่อยฝาด ฝาดปานกลาง ฝาด ฝาดมาก

ความชอบรสชาติ _____

ไม่ชอบ ไม่ค่อยชอบ เฉยๆ ชอบ ชอบที่สุด

4. ความยอมรับโดยรวม

_____

ไม่ชอบ ไม่ค่อยชอบ เฉยๆ ชอบ ชอบที่สุด

หมายเหตุ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ทางกายภาพ

การวิเคราะห์ทางกายาพ

<u>การวัดค่าสี</u> (ดัดแปลงจากวิธีของ Polar Cano และคณะ,1990)

<u>อุปกรณ์</u> เครื่องวัดสี Colorimeter ยี่ห้อ Minolta รุ่น DP 301

<u>วิธีการทดลอง</u>

1. ทำการ Calibrate เครื่องวัดสีโดยใช้ตลับเซรามิกสีขาวที่มีมากับเครื่อง
2. ตั้งค่าการวัดของเครื่องเป็นระบบ L, a, b
3. นำตัวอย่างใส่ภาชนะแล้วนำมาวัดค่าสี

ความหมายของค่าสีในระบบ Hunter color (L, a, b)

<u>ระบบ Hunter Color</u>

สามารถวัดค่าออกมาเป็นค่า L, a, b โดยความหมายดังนี้คือ

1. ค่า Hunter L : เป็นค่าความสว่าง (lightness) มีค่าตั้งแต่ 0-100
   - ถ้าค่า L = 0 หมายถึง เป็นค่าที่มืดที่สุด (ดำ)
   - ถ้าค่า L = 100 หมายถึง เป็นค่าที่สว่างที่สุด (ขาว)
2. ค่า Hunter a : เป็นค่าที่แสดงความเป็นสีแดงไปจนถึงความเป็นสีเขียว
   - ถ้าค่า a = ค่าบวก (+) หมายถึง เป็นค่าที่แสดงถึงค่อย ๆ แดง
   - ถ้าค่า a = ค่าลบ (-) หมายถึง เป็นค่าที่แสดงถึงค่อย ๆ เขียว
3. ค่า Hunter b : เป็นค่าที่แสดงความเป็นสีเหลืองไปจนถึงความเป็นสีน้ำเงิน
   - ถ้าค่า b = ค่าบวก (+) หมายถึง เป็นค่าที่แสดงถึงค่อย ๆ น้ำเงิน
   - ถ้าค่า b = ค่าลบ (-) หมายถึง เป็นค่าที่แสดงถึงค่อย ๆ เหลือง

ค่าความเข้มของสี (Chroma) = $[(a)^2 + (b)^2]^{1/2}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์เอนไซม์เปอร์ออกซิเดส (Kim,Y.H. and Yoo,Y.J.,1996)

สารเคมีที่ใช้

1. 15 mM 2-methoxyphenol(guaiacol)
2. 3 mM Hydrogen peroxide
3. 0.1 phosphate buffer

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่าง 10-15 กรัม ผสมกับ 30 มิลลิลิตรของ 0.1 phosphate buffer นำมาบดปั่นด้วยเครื่องปั่น 1 นาที กรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 4
2. นำสารละลายที่ได้ 1 มิลลิลิตรผสมกับ 1 มิลลิลิตรของ15 mM 2-methoxyphenol (guaiacol) และ1 มิลลิลิตรของ 3 mM Hydrogen peroxide
3. นำไปวัดด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ 470 นาโนเมตร ภายใน 1 นาที โดยใช้สารละลาย 0.1 phosphate buffer เป็น blank
4. นำค่าที่ได้ไปคิดเทียบกับค่าของตัวอย่างสด เป็นร้อยละของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสที่เหลืออยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

วิธีวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ (WAI) และวิธีวิเคราะห์ค่าการละลาย (WSI)

1. ชั่งตัวอย่างบีทรูทผง 2.5 กรัมลงในหลอดทดลองพลาสติกสำหรับปั่นเหวี่ยงที่ทราบน้ำหนักเริ่มต้นแล้ว
2. เติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน
3. นำไปหมุนเหวี่ยงในเครื่องเหวี่ยง centrifuge ที่ทราบความเร็วรอบ 3000 รอบต่อนาทีที่อุณหภูมิ 30 $^{\circ}$ C เป็นเวลา 30 นาที
4. แยกส่วนใส(supernatant) ที่ได้ใส่ลงใน aluminium can ที่ทราบน้ำหนักแล้ว และชั่งน้ำหนักตะกอนที่ก้นหลอดเพื่อใช้ในการคำนวณความสามารถในการดูดซับน้ำของบีทรูทผง
5. นำส่วนใสไปอบในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 70 เป็นเวลา 12 ชั่วโมง หรือจนแห้ง แล้วจึงนำมาทำให้เย็นใน desicator ประมาณ 30 นาที นำมาชั่งน้ำหนักเพื่อใช้ในการคำนวณ

$$\text{WAI กรัม/กรัม} = \frac{\text{น้ำหนักตะกอนหลังการเหวี่ยง}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

$$\text{WSI \%} = \frac{\text{น้ำหนักส่วนใสหลังอบแห้ง X 100}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการหาความสามารถในการดูดซับน้ำ

อุณหภูมิทำแห้ง (°C)	น.น.หลอด+ฝา (กรัม)	น.น.ผงบีทรูท (กรัม)	น.น.ตะกอน (กรัม)	ค่าการดูดซับน้ำ (กรัม)
60	18.0623	2.5255	0.611	0.24
60	17.6072	2.5318	0.5652	0.22
			เฉลี่ย	**0.23**
70	17.6238	2.5213	0.6159	0.24
70	17.6048	2.5070	0.6561	0.26
			เฉลี่ย	**0.25**
80	18.1022	2.5462	0.5471	0.21
80	18.0546	2.5028	0.6317	0.25
			เฉลี่ย	**0.23**

ผลการหาค่าละลาย

อุณหภูมิทำแห้ง (°C)	น.น. aluminiumcan +ฝา (กรัม)	น.น.ผงบีทรูท (กรัม)	น.น.หลังการอบแห้ง(กรัม)	ค่าการละลาย (%)
60	17.5295	2.5255	2.071	82.003
60	17.5455	2.5318	2.249	88.83
			เฉลี่ย	**85.417**
70	17.3356	2.5213	2.2482	89.17
70	14.1122	2.507	2.2352	89.16
			เฉลี่ย	**89.165**
80	16.9056	2.5462	1.9044	74.79
80	16.5218	2.5028	2.2599	90.29
			เฉลี่ย	**82.54**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช

วิธีวิเคราะห์ความชื้น

สารเคมีและอุปกรณ์

2. อะลูมิเนียมแคน(aluminium can)
3. ตู้อบลมร้อน (hot air oven)
4. เดสซิเคเตอร์ (desicator)
5. เครื่องชั่งน้ำหนัก (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)
6. ช้อนตักสาร
7. Tong

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งน้ำหนัก aluminium can พร้อมฝาที่สะอาดและผ่านการอบแห้งมาก่อน
2. ใส่ตัวอย่างอาหาร 2- 5 กรัม ปิดฝาแล้วนำไปชั่งด้วยตาชั่งละเอียด
3. นำไปอบในตู้อบโดยเปิดฝา aluminium can ใช้อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง
4. เมื่อครบกำหนดเวลาที่อบ ปิดฝา aluminium can นำมาทำให้เย็นใน desicator ก่อนนำมาชั่งน้ำหนัก
5. คำนวณเปอร์เซ็นต์ความชื้น = $\frac{\text{น.น.สด (กรัม)} - \text{น.น.แห้ง (กรัม)}}{\text{น.น.สด (กรัม)}} \times 100$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการหาค่าความชื้น

น้ำบีทรูท

น.น.Aluminium can + ฝา+ตัวอย่าง (กรัม)	น.น.น้ำบีทรูท (กรัม)	น.น.Aluminium can + ฝา+น้ำบีทรูทหลังอบ (กรัม)	น.น.หลังอบ (กรัม)	% ความชื้น
17.7663	3.0449	17.9584	0.1921	93.69
17.2565	3.0522	17.4541	0.1976	93.53
16.2864	3.0237	16.4844	0.1980	93.45
			เฉลี่ย	**93.56**

น้ำมะนาว

น.น.Aluminium can + ฝา+ตัวอย่าง (กรัม)	น.น.น้ำมะนาว (กรัม)	น.น.Aluminium can + ฝา+น้ำมะนาวหลังอบ (กรัม)	น.น.หลังอบ (กรัม)	% ความชื้น
16.4139	3.0151	16.5488	0.1349	95.53
16.5522	3.0366	16.6873	0.1351	95.55
17.1301	3.0576	17.266	0.1359	95.56
			เฉลี่ย	**95.54**

น้ำบีทรูทสด 100 กรัม มีน้ำ 93.56 กรัม มีของแข็ง 6.44 กรัม
น้ำมะนาวสด 100 กรัม มีน้ำ 95.54 กรัม มีของแข็ง 4.46 กรัม

ผงบีทรูท

น.น.Aluminium can + ฝา+ตัวอย่าง (กรัม)	น.น.บีทรูทผง (กรัม)	น.น.Aluminium can + ฝา+ผงบีทรูทหลังอบ (กรัม)	น.น.หลังอบ (กรัม)	% ความชื้น
16.4255	3.0532	16.2536	2.9612	3.01
16.5268	3.0469	16.1576	2.9549	3.02
16.3245	3.0343	15.9634	2.9396	3.12
			เฉลี่ย	**3.05**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ซ

อัตราส่วนการละลาย

จากการทดลองทำน้ำบีทรูทที่มีความเข้มข้น 50 % โดยใช้เนื้อบีทรูท 980 กรัม ต่อน้ำ 980 กรัม และน้ำมะนาว 174.9 กรัม ได้น้ำบีทรูท 1340.9 กรัม

ใช้การคำนวณจากข้อมูลภาคผนวก ค ในการทำแห้งน้ำบีทรูทใช้อัตราส่วนดังนี้

น้ำตาลทราย	199.188	กรัม
มอลโทเดกซ์ตริน	201.1	กรัม
ของแข็งในน้ำบีทรูท	6.44	กรัม
ของแข็งในน้ำมะนาว	4.46	กรัม
รวมของแข็งทั้งหมด	411.18	กรัม
น้ำที่ใช้	1515.8-6.44-4.46 = 1504.9	กรัม

ถ้าน้ำที่ใช้ 1504.9 กรัม มีของแข็ง 411.18 กรัม

ถ้าน้ำ 100 กรัม มีของแข็ง $\frac{100 \times 411.18}{1504.9} = 27.32$ กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฌ

การวิเคราะห์ทางสถิติ

1.การศึกษาระยะเวลาที่ใช้ไมโครเวฟในการลวกที่เหมาะสม

1.1 การวัดสี

ใช้แผนการทดลองแบบ CRD ได้ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนดังนี้

ค่า L

Source	SS	df	MS	F
Between G.	90.114	6	15.019	528.658*
Within G.	0.398	14	0.028	
Total	90.512	20		

*ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่า a

Source	SS	df	MS	F
Between G.	1173.698	6	195.616	7102.252*
Within G.	0.86	14	0.028	
Total	1174.084	20		

*ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่า b

Source	SS	df	MS	F
Between G.	90.262	6	15.044	905.725*
Within G.	0.233	14	0.017	
Total	90.495	20		

*ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.การเลือกน้ำบีทรูทที่ปรุงรสด้วยน้ำมะนาวในอัตราส่วนที่เหมาะสม

ใช้แผนการทดลองแบบ RCBD ได้ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนดังนี้

การยอมรับในด้านความฝาด

Source	SS	df	MS	F
Treatment	2.733	2	1.366	0.410*
Block	150.118	19	10.008	3.002 ns
Error	100.014	38	3.334	
Total	252.865	59		

*ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ผู้ชิมไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านรสชาติ

Source	SS	df	MS	F
Treatment	24.766	2	12.388	4.323*
Block	55.797	19	3.720	1.298
Error	85.977	38	2.866	
Total	166.550	59		

* ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านกลิ่น

Source	SS	df	MS	F
Treatment	12.285	2	6.142	1.424*
Block	53.796	19	3.586	0.832 ns
Error	129.362	38	4.312	
Total	195.443	59		

*ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ผู้ชิมไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การยอมรับในด้านความยอมรับโดยรวม

Source	SS	df	MS	F
Treatment	21.895	2	10.948	3.888*
Block	70.713	19	4.714	1.674
Error	84.478	38	2.816	
Total	177.087	59		

*ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3. การเลือกปริมาณมอลโทเดกซ์ตรินที่เหมาะสม

ใช้แผนการทดลองแบบ RCBD ได้ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนดังนี้

การยอมรับในด้านความหวาน

Source	SS	df	MS	F
Treatment	1.511	2	0.756	0.372*
Block	181.653	19	12.110	5.954 ns
Error	61.015	38	2.034	
Total	244.180	59		

*ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ผู้ชิมไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านรสชาติ

Source	SS	df	MS	F
Treatment	5.490	2	2.745	2.194*
Block	69.388	19	4.626	3.697 ns
Error	37.536	38	1.251	
Total	112.415	59		

*ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns ผู้ชิมไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การยอมรับในด้านความชอบความรู้สึกในปาก

Source	SS	df	MS	F
Treatment	35.385	2	17.893	24.694*
Block	68.010	19	4.534	6.328
Error	21.495	38	0.716	
Total	124.890	59		

*ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านความยอมรับโดยรวม

Source	SS	df	MS	F
Treatment	9.122	2	4.561	3.608*
Block	74.635	19	4.479	3.937
Error	37.918	38	1.264	
Total	121.675	59		

*ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4. การเลือกอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำน้ำบีทรูทผง

4.1 การหาอัตราการละลาย

ใช้แผนการทดลองแบบ CRD ได้ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนดังนี้

ค่าการดูดความชื้น

Source	SS	df	MS	F
Between G.	44.144	2	22.072	6.462*
Within G.	143.429	3	47.810	
Total	187.573	5		

*ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่าการละลาย

Source	SS	df	MS	F
Between G.	0.001	2	0	0.667*
Within G.	0.001	3	0	
Total	0.002	5		

*ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การวัดสี

ใช้แผนการทดลองแบบ CBD ได้ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนดังนี้

ค่า L

Source	SS	df	MS	F
Between G.	5.294	3	1.765	3.700*
Within G.	3.815	8	0.477	
Total	9.101	11		

*ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่า a

Source	SS	df	MS	F
Between G.	3.514	3	1.171	301.025*
Within G.	0.031	8	0.004	
Total	3.546	11		

*ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ค่า b

Source	SS	df	MS	F
Between G.	1.446	3	0.549	940.686*
Within G.	0.005	8	0.001	
Total	1.651	11		

*ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

ใช้แผนการทดลองแบบ RCBD ได้ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนดังนี้

การยอมรับในด้านความเข้มของสี

Source	SS	df	MS	F
Treatment	142.349	3	47.450	20.007*
Paul	42.341	19	2.228	0.440
Error	135.186	57	2.372	
Total	319.876	79		

*ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ใช้เพื่อการอ้างอิงเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การยอมรับในด้านความชอบสี

Source	SS	df	MS	F
Treatment	63.127	3	21.042	6.345*
Paul	58.743	19	3.092	0.932
Error	189.028	57		
Total	310.898	79		

*ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านความเข้มกลิ่น

Source	SS	df	MS	F
Treatment	180.330	3	60.110	22.997*
Paul	60.462	19	3.182	1.217
Error	148.987	57	2.614	
Total	389.780	79		

*ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านความชอบกลิ่น

Source	SS	df	MS	F
Treatment	230.887	3	76.962	20.909*
Paul	50.022	19	2.633	0.715
Error	209.805	57	3.681	
Total	490.715	79		

*ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านความฝาด

Source	SS	df	MS	F
Treatment	37.822	3	12.607	4.019*
Paul	94.562	19	4.977	1.587
Error	178.790	57	3.137	
Total	311.175	79		

*ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การยอมรับในด้านความชอบรสชาติ

Source	SS	df	MS	F
Treatment	70.171	3	23.390	5.675*
Paul	38.476	19	2.025	0.491
Error	234.921	57	4.121	
Total	343.569	79		

*ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับในด้านความยอมรับโดยรวม

Source	SS	df	MS	F
Treatment	83.063	3	27.688	7.364*
Paul	29.934	19	1.575	0.419
Error	214.310	57	3.760	
Total	327.307	79		

*ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้