สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง
ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2174S

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

T097009

เรื่อง

แนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากมันเทศ

(Development of snacks from Sweet Potato)

จัดทำโดย

1.นางสาวจิรัชฌา แสงพนัสธาดา รหัสประจำตัว 46041087

2.นางสาวปิยะวรรณ ภู่อมร รหัสประจำตัว 46041102

ศพ.
จ52726
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 97009
วัน เดือน ปี 5 JUN 2009

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 21/ม.ค./50 อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(ผศ.ดร. พอใจ ถามากร)

b 11719329
i

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จิรัชฌา แสงพนัสธาดา และ ปิยะวรรณ ภู่อมร : แนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากมันเทศ(Development of snacks from Sweet Potato) สาขาวิศวกรรมแปรรูป โครงการ คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.พอใจ ถามากร

บทคัดย่อ

มันเทศ เป็นแหล่งวิตามินซี โพแทสเซียม แคลเซียม ใยอาหาร และคาร์โบไฮเดรตชั้นดีที่ให้พลังงาน โดยมันเทศชนิดเนื้อสีเหลืองเป็นแหล่งเบต้าแคโรทีนและยังสามารถสร้างวิตามินเอช่วยบำรุงสายตา ช่วยสร้างภูมิคุ้มกันของร่างกายลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคได้อีกด้วย มันเทศสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่มีคุณค่าทางอาหารสูง โดยไม่ก่อพิษภัยแก่ร่างกายเหมือนอาหารที่แปรรูปจากแป้งและน้ำตาลอื่นๆ การพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากมันเทศเป็นการศึกษากระบวนการลวก การแช่เย็น และกระบวนการลดความชื้นด้วยไมโครเวฟ ที่มีผลต่อสี ความกรอบ เนื้อสัมผัส และรสชาติที่ผู้บริโภคพึงพอใจ โดยพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการลวกให้คุณลักษณะทางด้านรสชาติ ความกรอบ และสีดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการลวก การแช่แข็งที่อุณหภูมิ -55 °c นาน 18 ชั่วโมงก่อนนำไปทอดแบบน้ำมันท่วม ช่วยปรับปรุงคุณลักษณะทางด้านความกรอบ และเนื้อสัมผัสแก่ผลิตภัณฑ์ และการลดความชื้นด้วยไมโครเวฟที่ระดับพลังงาน Medium ที่ระยะเวลา 1 นาที มีความเหมาะสมมากที่สุดเนื่องจากทำให้ผลิตภัณฑ์มีความกรอบ และประหยัดพลังงานมากที่สุด โดยใช้ระยะเวลาต่ำสุด

จิรัชฌา แสงพนัสธาดา
(นางสาวจิรัชฌา แสงพนัสธาดา)

ปิยะวรรณ ภู่อมร 21/03/50
(นางสาวปิยะวรรณ ภู่อมร) (ผศ.ดร.พอใจถามากร) วัน/เดือน/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปัญหาพิเศษในหัวข้อเรื่อง แนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารว่างจากมันเทศ ได้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.พอใจ ถามากร อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าเพื่อมาให้คำปรึกษา และคอยแนะนำเป็นอย่างดีรวมทั้งการแก้ไขรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ช่วยให้ปัญหาพิเศษในครั้งนี้เกิดขึ้นและจบลงด้วยดี

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรที่ให้การช่วยเหลือทางด้านการจัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลองด้วยดี ขอขอบพระคุณพ่อและแม่ที่คอยให้ข้อมูลข่าวสารที่เป็นประโยชน์ และกำลังใจที่ช่วยกระตุ้นให้เกิดพลังเสมอมา จนทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คณะผู้จัดทำ

13 มีนาคม 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญตาราง	ง
สารบัญรูป	จ
สารบัญตารางภาคผนวก	ฉ
บทที่	
1. บทนำ	1
2. วารสารปริทัศน์	
2.1 มันเทศ	2
2.2 การลวก	3
2.3 ไมโครเวฟ	4
2.4 การทอด	10
3. อุปกรณ์และวิธีทดลอง	
3.1 อุปกรณ์	14
3.2 วัตถุดิบ	14
3.3 วิธีการทดลอง	15
4. ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	
4.1 ผลของการลวกในขั้นตอนการผลิตอาหารว่างจากมันเทศ	17
4.2 ผลของการแช่แข็งในขั้นตอนการผลิตอาหารว่างจากมันเทศ	18
4.3 ผลของการใช้ไมโครเวฟลดความชื้นในขั้นตอนการผลิตอาหารว่างจากมันเทศ	19
5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการทดลอง	23
5.2 ข้อเสนอแนะ	24
เอกสารอ้างอิง	26
ภาคผนวก	27
ประวัติผู้เขียน	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 คุณค่าทางอาหารของมันเทศ	2
2.2 ระดับความร้อนของเตาไมโครเวฟที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้งาน	9
4.1 ผลของการลวกในขั้นตอนการผลิตอาหารว่างจากมันเทศ	17
4.2 ผลของการแช่แข็งในขั้นตอนการผลิตอาหารว่างจากมันเทศ	18
4.3 ผลของการใช้ไมโครเวฟลดความชื้นในขั้นตอนการผลิตอาหารว่างจากมันเทศ	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1. แสดงคุณสมบัติของคลื่นไมโครเวฟ	5
2. ลักษณะการให้ความร้อนของเตาไมโครเวฟ	6
3. แผนภูมิแสดงผลค่าแรงที่ทำให้มันเทศแตกโดยเครื่อง Texture Analyzer	20
4. แผนภูมิแสดงค่าตัวแปร L , a และ b ของการวัดสีของมันเทศทอด	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
1. ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางประสาทสัมผัสแบบ Hedonic scale 5 ระดับ ในด้านสี ความ กรอบ รสชาติ และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์แปรรูปจากมันเทศโดยเปรียบเทียบผลระหว่างผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการลวกและไม่ผ่านการลวก	29
2. ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางประสาทสัมผัสแบบ Hedonic scale 7 ระดับในด้านความกรอบ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์แปรรูปจากมันเทศโดยเปรียบเทียบผลระหว่างผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการแช่แข็งและไม่ผ่านการแช่แข็ง	31
3. ข้อมูลทางการวัด Fracturability of Tortilla chip	32
4. ตารางแสดงผลการทดสอบความแข็งของผลิตภัณฑ์แปรรูปจากมันเทศที่ระดับพลังงาน Medium , Medium- High และ High ที่เวลา 1 , 2 และ 3 นาที	32
5. ตารางแสดงผลการวัดค่าตัวแปรสีของผลิตภัณฑ์แปรรูปจากมันเทศ	33
6. ที่ระดับพลังงาน Medium , Medium- High และ High ที่เวลา 1 , 2 และ 3 นาที	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาพิเศษ

อาหารว่างหรืออาหารขบเคี้ยวเป็นอีกทางเลือกหนึ่งซึ่งกำลังเป็นที่นิยมกันมากขึ้นและมีปริมาณเพิ่มขึ้นในประเทศไทย โดยวัตถุดิบที่นำมาใช้ส่วนใหญ่เป็นพวกแป้งชนิดต่างๆ ซึ่งได้มาจากธัญชาติและพืชหัว พวกมันสำปะหลัง มันฝรั่งและจากถั่วต่างๆ เท่านั้น ด้วยเหตุนี้จึงได้มีการพัฒนาอาหารขบเคี้ยวให้มีความหลากหลายเพิ่มมากขึ้น โดยนำมันเทศมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตเพื่อเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้บริโภค นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มมูลค่าผลผลิตทางการเกษตรให้มีราคาสูงขึ้นลดผลผลิตที่ล้นตลาดอีกด้วย

มันเทศเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตชั้นดีที่ให้พลังงาน โดยไม่ก่อพิษภัยแก่ร่างกายเหมือนอาหารที่แปรรูปจากแป้งและน้ำตาลอื่นๆ มันเทศชนิดเนื้อสีเหลืองเป็นแหล่งเบต้าแคโรทีนและยังสามารถสร้างวิตามินเอช่วยบำรุงสายตา ช่วยสร้างภูมิคุ้มกันของร่างกายลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคได้อีกด้วย มันเทศเป็นพืชที่ปลูกง่ายได้ทุกฤดูกาลตลอดทั้งปี ไม่จำเป็นต้องดูแลเอาใจใส่มากเหมือนพืชผักอื่นๆ แต่ได้ผลผลิตที่สูง(ผลผลิตเฉลี่ย 2300 กิโลกรัมต่อไร่) มีต้นทุนการผลิตต่ำ (ต้นทุนการผลิต 2-3 บาทต่อกิโลกรัม และเกษตรกรขายได้ในราคา 3-5 บาทต่อกิโลกรัม) หัวมีคุณภาพดี นอกจากนี้ยังเป็นพืชอาหารของมนุษย์และสัตว์ โดยใช้ทั้งหัว เถา ใบ และยอดอ่อน มาประกอบอาหารทั้งคาวและหวาน เช่น แกงเลียง แกงคั่ว มันเชื่อม มันเทศรังนก ทำไส้ขนมต่างๆ ในด้านอุตสาหกรรม มีการสกัดแป้งมันเทศเป็นส่วนผสมของอาหารเด็ก และกาว เป็นต้น

2.ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

2.1 ศึกษากรรมวิธีการลวกในขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์

2.2 ศึกษาผลของการแช่แข็งในขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์

2.3 ศึกษาการใช้ไมโครเวฟในขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วารสารปริทัสน์

1. มันเทศ

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Ipomoea batatas* Lamk. (ชื่อพ้อง : *Convolvulus batatas* L.)

วงศ์ : Convolvulaceae

ชื่อสามัญ : Swect Potato

ชื่ออื่น : มันแกว(ตาก ภาคกลาง) มันเทศ(ภาคกลาง) ยอดมันแกว(น่าน) ยอดมันเทศ (มุกดาหาร) ยอดมันหลอง(ภูเก็ต) หมักอ้อย(ละว้า-เชียงใหม่)

มันเทศเป็นพืชที่มีลักษณะเป็นเถาเลื้อยบริโภคหัว สามารถเจริญงอกงามได้ดีและนิยมบริโภคกันมากในบริเวณแถบเขตร้อนของโลก เป็นพืชพื้นเมืองของอเมริกากลางและอเมริกาใต้ และยังมีประเทศในแถบร้อนและอบอุ่นของโลกที่ปลูกได้ผลดี คืออัฟริกา จีน และญี่ปุ่น ในประเทศไทยถูกนำเข้ามาจากจีนในสมัยพระนครศรี อยุธยา มันเทศนอกจากจะใช้หัวมาทำเป็นอาหารหลายชนิดทั้งอาหารหลักและขนมชนิดต่างๆแล้ว ใบและเถายังสามารถใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ดีอีกด้วย มันเทศถือเป็นสารอาหารหลัก เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่สำคัญดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 2.1 แสดงคุณค่าทางอาหารของมันเทศ

คุณค่าทางอาหาร	มันเทศ
พลังงาน (แคลอรี่)	13.6
ไขมัน (g)	0.4
คาร์โบไฮเดรต (g)	32.3
สารเยื่อใย (g)	0.7
โปรตีน (g)	1.1
แคลเซียม (mg)	27
คุณค่าทางอาหาร	มันเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล็ก (mg)	0.7
ฟอสฟอรัส (mg)	52
วิตามินเอ (หน่วยสากล)*	900
ไนอาซีน(mg)	0.5
ไมอามีน (mg)	0.1
ไรโบฟลาวิล (mg)	0.04
วิตามินซี(mg)	35

* หน่วยสากล หมายถึง วิตามินเอที่บริสุทธิ์ 0.300 ไมโครกรัม

2. การลวก

การลวกมีวัตถุประสงค์เพื่อยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ในผักและผลไม้บางชนิดก่อนการแปรรูป หรือเพื่อป้องกันการทำงานของเอนไซม์ในระหว่างการเก็บรักษา ขั้นตอนนี้มักจะเป็นขั้นตอนหนึ่งในการเตรียมวัตถุดิบก่อนจะเข้าสู่กระบวนการต่อไป

2.1 วัตถุประสงค์ของการลวก

2.1.1 เพื่อทำลายเอนไซม์ในผัก ผลไม้ เพื่อป้องกันการทำงานของเอนไซม์ในระหว่างการเก็บรักษา

2.1.2 เป็นกระบวนการเตรียมวัตถุดิบก่อนเข้าสู่กระบวนการแปรรูปอื่นต่อไป เพราะการไม่ลวกอาหารก่อน อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านกลิ่นรส และคุณค่าทางโภชนาการ

2.1.3 เป็นการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่บนผิวของอาหาร

2.1.4 เป็นการทำให้เนื้อเยื่อของผัก ผลไม้นุ่มขึ้นและมีปริมาตรลดลง ช่วยให้บรรจุอาหารลงในภาชนะได้ง่ายขึ้น

2.1.5 เป็นการเพิ่มอุณหภูมิให้กับอาหารก่อนการแปรรูปที่ใช้อุณหภูมิสูงต่อไป

2.2 ผลกระทบต่ออาหารในการลวก

2.2.1 สารอาหาร เช่น วิตามิน เกลือแร่ และสารอาหารที่ละลายน้ำ เกิดการสูญเสียระหว่างการลวก และปัจจัยที่มีผลต่อการสูญเสียในการลวก มีดังนี้

2.2.1.1 ชนิด สายพันธุ์ ความบริบูรณ์ของวัตถุดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.2 วิธีการเตรียมอาหาร เช่น การตัด การฝานเป็นแผ่นบางๆ หรือการตัดเป็นลูกเต๋า

2.2.1.3 อัตราส่วนระหว่างพื้นที่ผิวต่อประมาตรของชิ้นอาหาร

2.2.1.4 วิธีลวก

2.2.1.5 อุณหภูมิและเวลาในการลวก การลวกโดยอุณหภูมิสูงแต่ใช้เวลาสั้นกว่าทำให้เกิดการสูญเสียวิตามินน้อยกว่า การลวกที่อุณหภูมิต่ำกว่าแต่ใช้เวลานานกว่า

2.2.1.6 วิธีทำให้เย็น

2.2.1.7 อัตราส่วนของน้ำที่ใช้ต่ออาหาร ทั้งในการลวกและการทำให้เย็น

2.2.2 สีและกลิ่น การลวกทำให้อาหารบางชนิดมีสีสดใสขึ้น การเติมโซเดียมคาร์บอเนต (0.125% w/w) หรือแคลเซียมออกไซม์ลงในน้ำที่ใช้ในการลวกเพื่อป้องกันการทำลายคลอโรฟิลล์ ทำให้ผักยังคงความเขียวไว้ หรือการแช่อาหารลงในน้ำเกลือเจือจาง(2%w/w) ก่อนการลวก จะทำให้ป้องกันการเกิดปฏิกริยาสีน้ำตาล

2.2.3 ลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร วัตถุประสงค์อีกข้อหนึ่งในการลวกคือ การทำให้เนื้อเยื่อของผักนุ่มขึ้น เพื่อทำให้บรรจุอาหารลงกระป๋องง่ายขึ้น การใช้เวลานาน หรืออุณหภูมิสูงในการลวก จะทำให้อาหารสูญเสียลักษณะเนื้อสัมผัสได้ สำหรับผลไม้นิยมเติมแคลเซียมคลอไรด์ลงในน้ำสำหรับลวก เพื่อทำให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อนแคลเซียมเพคเตท (Calcium pectate) ซึ่งไม่ละลายน้ำ ทำให้เนื้อเยื่อพืชคงความแน่นได้ หรืออาจใช้สารเพิ่มความข้นประเภทคอลลอยด์ เช่น เพคติน คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส และแอลจิเนท เพื่อช่วยให้ผลไม้ยังคงความกรอบแน่นหลังการลวก

3.ไมโครเวฟ

ไมโครเวฟเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งต่างจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอื่นๆคลื่นไมโครเวฟจะอยู่ระหว่างคลื่นวิทยุและคลื่นอินฟาเรด โดยมีความยาวคลื่นประมาณ 0.025 – 0.75 นาโนเมตร จะสัมพันธ์กับช่วงความถี่ 20,000-400 เมกกะเฮิร์ต แต่สำหรับในอาหารจะใช้ที่ 2450 และ 915 เมกกะเฮิร์ต อาหารที่อบด้วยคลื่นไมโครเวฟจะสุกด้วยพลังงานจากคลื่น คลื่นไมโครเวฟจะดูดความชื้นที่มีอยู่ในอาหารและแพร่กระจายเข้าไปในอาหาร ทำให้เกิดความร้อนและทำให้อาหารนั้นสุกด้วยตัวมันเอง

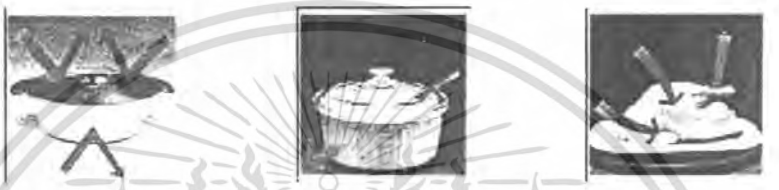
3.1 คุณสมบัติของคลื่นไมโครเวฟดังนี้

3.1.1 การสะท้อนกลับ (Reflection) คลื่นไมโครเวฟเมื่อไปกระทบกับภาชนะที่เป็นโลหะหรือมีส่วนผสมของโลหะ คลื่นไมโครเวฟไม่สามารถทะลุผ่านภาชนะดังกล่าวได้ จะสะท้อนกลับหมด ดังนั้นอาหารที่ใส่ในภาชนะที่เป็นโลหะก็จะไม่สุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 การส่งผ่าน (Transmission) คลื่นไมโครเวฟสามารถทะลุผ่านภาชนะที่ทำด้วย แก้ว กระดาษ ไม้ เซรามิกและพลาสติกได้ เพราะภาชนะดังกล่าวไม่มีส่วนผสมของโลหะ จึงเป็นภาชนะที่ใช้ได้ดีในเตาไมโครเวฟ

3.1.3 การดูดซึม (Absorption) ปกติอาหารโดยทั่วๆไป จะประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำในอาหารซึ่งจะดูดซึมคลื่นไมโครเวฟ ทำให้อาหารร้อนอย่างรวดเร็ว และอีกนัยหนึ่งเมื่อโมเลกุลของน้ำดูดซึมคลื่นไมโครเวฟแล้วจะสลายตัวในทันทีไม่สะสมในอาหาร



(1) (2) (3)

รูปที่ 1 แสดงคุณสมบัติของคลื่นไมโครเวฟ (1) การสะท้อนกลับ (2) การส่งผ่าน (3) การดูดซึม

ที่มา: ชวน คล้ายปาน

ซึ่งคุณสมบัติทั้ง 3 นี้จะเกิดขึ้นกับอาหารเมื่อได้รับรังสีไมโครเวฟ คือ ความร้อนถูกดูดซับในระดับต่างๆกัน พลังงานจะผ่านวัตถุไปโดยไม่มีการดูดซับและพลังงานถูกสะท้อนกลับ หากคลื่นไมโครเวฟถูกสะท้อนกลับหมดหรือทะลุผ่านวัตถุ โดยไม่มีการดูดซับ วัตถุหรืออาหารนั้นก็จะไม่ร้อน อาหารจะร้อนขึ้นเมื่อมีการดูดซับคลื่นหรือพลังงานไว้

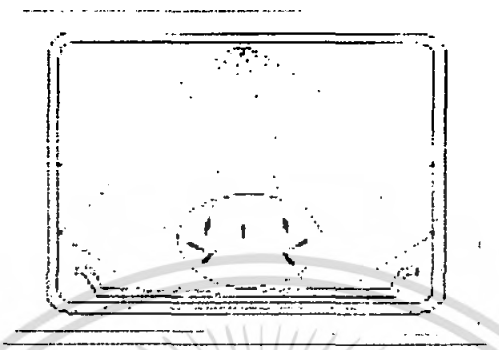
3.2 การเกิดความร้อนของไมโครเวฟ

ไมโครเวฟจะทะลุทะลวงผ่านลงในอาหาร ซึ่งขณะที่ทะลุผ่านนั้นพลังงานไมโครเวฟจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนโดยตัวอาหารเอง ซึ่งความร้อนนี้เกิดจากการจัดเรียงตัวของโมเลกุลที่มีขั้ว และโมเลกุลที่มีประจุทางไฟฟ้า

ในโมเลกุลของน้ำ จะประกอบด้วยอะตอมของออกซิเจนที่มีประจุลบ ซึ่งแยกจากอะตอมของไฮโดรเจนที่มีประจุบวก ลักษณะเช่นนี้เรียกว่าไดโพลทางไฟฟ้า (Electric dipole) ซึ่งจะมีบทบาทสำคัญต่อการเกิดความร้อนด้วยไมโครเวฟ เนื่องจากประจุทางไฟฟ้าบวกและลบของโมเลกุลน้ำวางอยู่ในตำแหน่งที่ไม่สมมาตรกัน เมื่อให้รังสีไมโครเวฟหรือสนามแม่เหล็กไฟฟ้าสลับอย่างรวดเร็วแก่อาหารไดโพลในน้ำจะพยายามจัดเรียงตัวด้วยการเปลี่ยนทิศทางของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในแต่ละครั้งสนามแม่เหล็กไฟฟ้านี้จะเปลี่ยนหลายครั้งต่อวินาที ทำให้น้ำหรือโมเลกุลที่มีขั้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่างๆ หมุนเพื่อรักษาการจัดการเรียงตัวด้วยการเปลี่ยนขั้วอย่างรวดเร็ว การหมุนของโมเลกุลต่างๆ เหล่านี้ทำให้เกิดแรงเสียดทานกับตัวกลางที่อยู่รอบๆและเกิดความร้อนขึ้น



รูปที่ 2 แสดงลักษณะการให้ความร้อนของเตาไมโครเวฟ
ที่มา: ชวน คล้ายปาน

3.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ

3.3.1 ความถี่ของคลื่น คลื่นไมโครเวฟที่มีความถี่ต่ำ จะมีการทะลุทะลวงผ่านชิ้นอาหารได้ดีกว่าและมีความสม่ำเสมอในการให้ความร้อนมากกว่า เมื่อใช้กับอาหารที่มีขนาดเล็กหรืออาหารที่มีค่าลอสแฟกเตอร์ (Lost factor) ต่ำ

3.3.2 ความเข้มข้นของสนามไฟฟ้า เมื่อความเข้มข้นของสนามไฟฟ้ามากขึ้น การให้ความร้อนกับอาหารจะใช้เวลาน้อยลง ซึ่งสามารถใช้จุดนี้เป็นตัวปรับอัตราเร็วในการให้ความร้อนกับอาหาร

3.3.3 ความชื้นในอาหาร เนื่องจากน้ำมีค่าลอสแฟกเตอร์สูง อาหารที่มีความชื้นสูงจึงสามารถเพิ่มอุณหภูมิได้รวดเร็ว และความชื้นที่สูงนี้จะทำให้เกิดการดูดซับไมโครเวฟได้มาก แต่จะลดระดับความลึกในการทะลุผ่าน ส่วนความชื้นต่ำก็สามารถให้ความร้อนได้ดีเช่นเดียวกันเนื่องจากมีค่าความจุความร้อนจำเพาะ (Specific heat capacity) ต่ำ และเมื่อความชื้นลดลงยังทำให้ความลึกในการทะลุผ่านเพิ่มขึ้นอีกด้วย

3.3.4 อุณหภูมิของอาหาร มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงพลังงาน และมีผลต่อสถานะขององค์ประกอบที่ดูดกลืนพลังงานได้ดีในอาหาร เช่น น้ำ ดังนั้นอุณหภูมิจึงมีผลต่อการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ

3.3.5 รูปร่างของอาหาร อาหารที่มีขนาดใหญ่มากหรือความหนาแน่นมาก เมื่อใช้ไมโครเวฟที่มีความถี่สูงเกินไปอาจทำให้ไมโครเวฟไม่สามารถทะลุผ่านเข้าไปถึงกึ่งกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชิ้นอาหารได้ ทำให้การเพิ่มอุณหภูมิไม่สม่ำเสมอของรูปร่างก็มีผลต่อการให้ความร้อนเช่นกัน อาหารที่มีรูปร่างสม่ำเสมอจะถูกให้ความร้อนเช่นกัน อาหารที่มีรูปร่างสม่ำเสมอจะถูกให้ความร้อนได้สม่ำเสมอกว่า อาหารรูปร่างทรงกลมจะถูกให้ความร้อนได้สม่ำเสมอกว่าอาหารที่เป็นรูปเหลี่ยม

3.3.6 การนำไฟฟ้า เนื่องจากการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟจะเกิดจากการเคลื่อนที่ของโมเลกุลที่มีประจุในอาหารจึงมีความสัมพันธ์กับการนำไฟฟ้าของอาหาร เมื่อเพิ่มการนำไฟฟ้าให้กับอาหาร เช่นเติมเกลือ หรือสารอื่นที่สามารถแตกตัวให้ประจุ จะทำให้อัตราการให้ความร้อนสูงขึ้น แต่อาจมีผลต่อการทะลุผ่านเข้าไปในเนื้ออาหารและทำให้การให้ความร้อนไม่สม่ำเสมอได้

3.3.7 การนำความร้อนของอาหาร ระหว่างการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟจะเกิดการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อนในชิ้นอาหารด้วยซึ่งเห็นได้ชัดในกรณีอาหารชิ้นใหญ่หรือมีความหนามาก ไมโครเวฟไม่สามารถทะลุเข้าถึงจุดกึ่งกลางได้ แต่สำหรับอาหารชิ้นเล็ก หรือมีความหนาไม่มาก การนำความร้อนจะไม่มีผลต่อการเพิ่มอุณหภูมิมากนัก

3.3.8 ความร้อนจำเพาะในอาหาร จะมีความสำคัญในกรณีที่อาหารชนิดนั้นๆมีสัมประสิทธิ์ในการเปลี่ยนแปลงพลังงานต่ำ ความร้อนจำเพาะของอาหารจะมีผลต่ออัตราเร็วในการเพิ่มอุณหภูมิ การควบคุมความร้อนจำเพาะเป็นเทคนิคหนึ่งในการให้ความร้อนกับอาหารที่มีหลายองค์ประกอบ โดยจัดสัดส่วนขององค์ประกอบให้มีค่าความร้อนจำเพาะใกล้เคียงกัน

3.4 ข้อดีของไมโครเวฟ

3.4.1 การให้ความร้อนสามารถทำได้อย่างรวดเร็ว โดยเร็วกว่าวิธีธรรมดาประมาณ 4 เท่า ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพสูงในด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส คุณค่าทางโภชนาการ และยังทำให้อัตราการผลิตสูงขึ้น

3.4.2 การกระจายความร้อนทั่วถึงทั้งผลิตภัณฑ์มากกว่าวิธีธรรมดา

3.4.3 การควบคุมความร้อนในกระบวนการผลิตที่ใช้ไมโครเวฟสามารถทำได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ โดยการเดินเครื่องและหยุดเครื่องทำได้อย่างรวดเร็ว

3.4.4 ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการบรรจุแล้ว สามารถใช้ไมโครเวฟในการให้ความร้อนได้

3.4.5 ลดปัญหาการไหม้ที่ผิวหน้าผลิตภัณฑ์เนื่องจากไม่มีการสัมผัสแผ่นให้ความร้อนโดยตรง

3.4.6 การให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์ที่มีความหนืดสูงสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากการส่งผ่านความร้อนจะไม่ขัดขวางการไหลของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.7 เตาอบไมโครเวฟมีขนาดเล็กกว่าเครื่องมือที่ใช้ในวิธีธรรมดา จึงช่วยประหยัดเนื้อที่ในโรงงาน

3.4.8 ประหยัดพลังงานเนื่องจากลดเวลาในการอุ่นเครื่อง (Warm-up time) และความร้อนจะ เกิดขึ้นเฉพาะในอาหารเท่านั้นจึงไม่เกิดการสูญเสียพลังงานให้กับสิ่งแวดล้อม

3.4.9 ประหยัดเวลาเนื่องจากการให้ความร้อนสามารถทำได้เร็วกว่าวิธีธรรมดาถึงประมาณ 4 เท่า

3.5 ข้อเสียของไมโครเวฟ

3.5.1 ต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการสูงกว่าวิธีธรรมดา เนื่องจากลักษณะพิเศษของเครื่องมือและค่าไฟฟ้า โดยการใช้พลังงานในรูปอื่นจะถูกกว่า

3.5.2 ประสิทธิภาพของแมกนิตรอนต่ำ โดยพลังงานไฟฟ้าจะเปลี่ยนเป็นพลังงานไมโครเวฟได้เพียง 50-55% ที่ความถี่ 2,450 MHz แต่ในปัจจุบันที่ความถี่ต่ำเช่น 896 MHz แมกนิตรอนจะมีประสิทธิภาพ 90-95%

3.5.3 ความไม่สม่ำเสมอของความร้อนเนื่องจากลักษณะของผลิตภัณฑ์ เช่น ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน ขนาดและรูปร่างไม่สม่ำเสมอ เป็นต้น ความร้อนที่สูงเกินไปมักเกิดบริเวณมุม ริม และส่วนที่เหลมของผลิตภัณฑ์ ซึ่งได้รับพลังงานสูงเกินไป ส่วนความร้อนที่ต่ำเกินไปมักเกิดบริเวณส่วนกลางของผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่

3.5.4 ความไม่สม่ำเสมอของความร้อนเนื่องจากการออกแบบที่ไม่ดีทำให้รูปแบบของคลื่นไมโครเวฟไม่แน่นอน

3.5.5 สำหรับการอบโดยใช้ไมโครเวฟ เวลาที่ให้ความร้อนอาจเร็วเกินไปที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์สุกอย่างเต็มที่ และอุณหภูมิที่ผิวหน้าผลิตภัณฑ์อาจสูงไม่พอที่จะทำให้เกิดสีน้ำตาลซึ่งเป็นลักษณะที่ต้องการในผลิตภัณฑ์ขนมอบ

3.6 การเลือกใช้ระดับความร้อนในการประกอบอาหาร

เตาไมโครเวฟได้วิวัฒนาการให้ความสะดวกสบายในการเลือกใช้ระดับของกำลังคลื่นไมโครเวฟในการประกอบอาหารแต่ละประเภทอย่างเหมาะสม เริ่มตั้งแต่การทำละลายอาหารแช่แข็ง อุ่นอาหาร ต้ม ตุ๋น อบ ย่าง ทอด และอีกมากมาย ระดับความร้อนของเตาไมโครเวฟที่ผลิตขึ้นใช้งานส่วนมากจะมี 5 ระดับของการทำงาน คือ HIGH, MEDIUM HIGH, MEDIUM, MEDIUM- LOW, LOW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงระดับความร้อนของเตาไมโครเวฟที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้งาน

ระดับความร้อน	กำลัง คลื่นไมโครเวฟ (%)
HIGH	100%
MEDIUM HIGH	70%
MEDIUM	50%
MEDIUM LOW	30%
LOW	20%

ที่มา: ชวน คล้ายปาน

3.6.1 HIGH (FULL POWER) หมายถึง กำลังแรงสุด ถ้าใช้ระบบนี้ในการปรุงอาหาร ก็จะช่วยให้อาหารสุกอย่างรวดเร็ว โดยทั่วๆไปใช้ในการปรุงอาหารประเภท ปลา เบคอน ผักต่างๆ อุ่นอาหารให้ร้อน เครื่องดื่มร้อน ละลายเนยและ เนื้อ (ประเภทไม่เหนียว)

3.6.2 MEDIUM HIGH (ROAST) ระบบนี้เหมาะสำหรับอบอาหาร ปิ้งอาหารและอาหารที่สุกแล้ว โดยทั่วไปจะใช้ระบบนี้กับประเภทอาหารดังนี้ อุ่นอาหารที่ต้องการให้ร้อน อุ่นขนมปัง ไก่ย่างหมูย่างและปรุงอาหารประเภทที่มีส่วนผสมของเนยแข็ง

3.6.3 MEDIUM (SIMMER) ระบบนี้เหมาะสำหรับทำอาหารประเภท ซุป สเต็ก อาหารที่แช่แข็ง ละลายน้ำแข็งและต้มไข่

3.6.4 MEDIUM LOW (DEFROST) ระบบนี้ใช้ละลายอาหารที่แช่แข็ง เคี่ยวหรืออุ่นอาหารบางประเภทเท่านั้น อาหารสดส่วนใหญ่จะต้องเก็บรักษาไว้ในห้องเย็น เมื่อต้องการจะใช้ต้องเสียเวลาในการรอคอยให้น้ำแข็งละลายหรือคลายความเย็น แต่ระบบนี้ช่วยให้ประหยัดเวลาในการละลายอาหารแช่แข็ง โดยอาหารยังคงสภาพสดไว้เช่นเดิมและไม่เสียคุณค่าทางอาหาร

3.6.5 LOW (WORM) ระบบนี้ใช้สำหรับอุ่นอาหารที่ไม่ต้องการให้อาหารร้อนจัดเกินไป จะทำให้รสชาติและสีสันของอาหารสดกว่าการอุ่นอาหารจากเตาทั่วๆไป เพราะสามารถปรับระดับความร้อนที่เหมาะสมกับชนิดของอาหารได้ตามที่ต้องการ

3.7 ภาชนะและวัสดุที่ใช้ในการประกอบอาหาร

เนื่องจากหลักการทำงานของคลื่นไมโครเวฟก่อให้เกิดความร้อน ดังนั้นภาชนะที่ใช้ในการปรุงอาหารจะต้องมีลักษณะพิเศษและมีข้อจำกัดบางประการ ซึ่งจะต้องไม่กระทบต่อระบบการทำงาน ประสิทธิภาพและคลื่นไมโครเวฟ มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.1 ภาชนะกระเบื้อง เช่น จาน ชาม ถ้วย หรือภาชนะก้นลึกต่างๆ ที่ใช้รับประทานอาหารนั้นสามารถใช้ได้ดีกับเตาอบไมโครเวฟ

3.7.2 ภาชนะแก้วทนไฟ ภาชนะแก้วที่ใช้สำหรับเตาธรรมดาเป็นภาชนะที่เหมาะสำหรับเตาไมโครเวฟด้วย ภาชนะแก้วที่ทนความร้อน เช่น ไพเร็กซ์ คอร์นนิ่งแวร์ เครื่องเคลือบเซรามิก และเครื่องปั้นดินเผา

3.7.3 ภาชนะกระดาษ ใช้สำหรับอาหารที่ใช้ความร้อนไม่มาก เช่นการอุ่นอาหารหรืออาหารที่ใช้เวลาทำให้สุกสั้นมากและสำหรับอาหารที่ไม่มีมันมาก

3.7.4 ภาชนะพลาสติก ประเภทถุงพลาสติกที่ทนร้อน สามารถใช้กับเตาไมโครเวฟได้ดี และภาชนะพลาสติกที่ออกแบบมาโดยเฉพาะกับการใช้งานและต้องระบุด้วยว่าใช้กับเตาไมโครเวฟได้

3.7.5 ภาชนะที่ควรหลีกเลี่ยง เช่นภาชนะโลหะ ภาชนะที่เคลือบโลหะหรือมีขอบเป็นโลหะ เงิน ทอง อะลูมิเนียมฟรอยด์และภาชนะประเภทไม้

4. การทอด (Frying)

ในกระบวนการทอด น้ำมันจะเป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อน การทอดจะมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้ความร้อนแบบแห้งในเตาอบ และมีความรวดเร็วมากกว่าการต้มด้วยน้ำ เนื่องด้วยอุณหภูมิของตัวกลางที่สูงกว่าและการแทรกซึมผ่านของความร้อน ที่รวดเร็วกว่านั่นเอง จึงเป็นเหตุผลที่ผู้ประกอบอาหารส่วนใหญ่นิยมใช้การปรุงอาหารโดยการทอด

การทอดไม่ได้มีความหมายเพียงแค่การถ่ายเทความร้อนสู่อาหารเท่านั้น ไขมันจะเกิดปฏิกิริยากับโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตที่มีอยู่ในอาหาร จะเกิดเป็นกลิ่นรสเฉพาะตัวที่มีอยู่แต่ในอาหารทอดเท่านั้น

การเดือดปุดของไอน้ำที่เกิดระหว่างการทอดเป็นสิ่งสำคัญ ที่เป็นตัวที่จะบอกว่าภายในชิ้นอาหารมีความดันไอสูงกว่าน้ำมันในเครื่องทอด ถ้าความดันภายในตกลงจะทำให้น้ำมันที่อยู่ภายในแทรกซึมเข้าไปแทนที่ ทำให้อาหารเกิดการเยิ้มไปด้วยไขมัน

4.1 ผลของอาหารที่มีผลต่อน้ำมันที่ใช้ทอด

นอกจากความร้อนที่ให้แก่น้ำมันในการทอดแล้ว ตัวชิ้นของอาหารยังมีผลต่อการเสื่อมเสียอีกด้วย เพราะว่าภายในชิ้นของอาหาร ประกอบด้วยสารอาหารต่างๆมากมาย เมื่อได้รับความร้อนสารอาหารเหล่านี้ก็จะออกมาทำให้เกิดการเจือปนกับน้ำมันทอด ได้แก่

4.1.1 ความชื้นในอาหารทำให้เกิดปฏิกิริยาของออกซิเจน ได้หลายรูปแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 น้ำมันสัมผัสกับออกซิเจนที่มีอยู่ในบรรยากาศ ทำให้เกิดปฏิกิริยาของออกซิเจนได้หลายรูปแบบ

4.1.3 การปนเปื้อนจากส่วนผสมของอาหาร

4.2 การเปลี่ยนแปลงของน้ำมันระหว่างการทอด

การให้ความร้อนแก่น้ำมันจะมีการเปลี่ยนแปลงของน้ำมันหรือไขมันที่เห็นได้ชัดคือ น้ำมันเป็นสีดำ ความหนืดเพิ่มขึ้น เมื่อน้ำมันได้รับความร้อนจะเกิดการเปลี่ยนแปลง 3 อย่างคือ

4.2.1 การไฮโดรไลซ์ไขมันทำให้เกิดกรดไขมันอิสระโมโนและไดรกลีเซอไรด์

4.2.2 การออกซิไดซ์ไขมันทำให้เกิดสารประกอบหลายชนิดที่ระเหยได้ เช่น ไฮโดรเปอร์ออกไซด์ อีพอกไซด์ และคีโตน สารประกอบเหล่านี้อาจแตกตัวออกไปได้อีก หรืออาจยังคงเป็นโมเลกุลไตรกลีเซอร์ไรด์ที่เป็นโพลีเมอร์ซึ่งมีจำนวนคาร์บอนที่สูงขึ้น

4.2.3 การเกิดพันธะใหม่ระหว่างคาร์บอนกับคาร์บอนโดยไม่มีอะตอมของออกซิเจนในโมเลกุลของไขมัน ถ้าพันธะเหล่านี้เกิดขึ้นในหนึ่งโมเลกุลจะทำให้เกิดกรดไขมันแบบต่อกันเป็นวง ซึ่งโมเลกุลเหล่านี้เมื่อต่อออกไปจะทำให้เกิดโพลิเมอร์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงขึ้นอีก

สารประกอบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงในข้างต้น สามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบ

1. สารประกอบสลายตัวที่ระเหยได้ (Volatile decomposed product) การสลายตัวของสารกลุ่มนี้ทำให้เกิดกลิ่นรสของอาหารทอด เป็นกลิ่นเฉพาะแล้วแต่อาหารที่ใช้ทอด
2. สารประกอบสลายตัวที่ไม่ระเหย(Non volatile decomposed product) สารไม่ระเหยเหล่านี้ยังคงอยู่ในน้ำมันทอด และยังเป็นตัวทำให้คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันเสียไปจากเดิม

4.3 บทบาทของไขมันและน้ำมันในการประกอบอาหาร

ไขมันและน้ำมันที่ใช้ในการประกอบอาหารมีความสำคัญ ดังนี้

4.3.1 ช่วยเพิ่มรสชาติของอาหารให้ดีขึ้น

4.3.2 เป็นตัวนำความร้อนที่ทำให้อาหารสุก ช่วยหล่อลื่นไม่ให้อาหารติดภาชนะที่ใช้ทอดและช่วยทำให้อาหารมีสีสวยด้วย อาหารที่ทอดด้วยน้ำมันมากส่วนใหญ่จะมีสีน้ำตาล ต้องใช้อุณหภูมิตั้งแต่ 177-201 ^{0}C ในการเลือกน้ำมันสำหรับทอดจึงต้องคำนึงถึงจุดที่เป็นควันของไขมันด้วย เพราะไขมันที่ใช้ทอดต้องไม่สลายตัวเป็นควันก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไขมันและน้ำมันต่างชนิดกันจะทำให้อาหารมีรสชาติต่างกัน ข้อสำคัญที่สุดคือ ไขมันที่ใช้ต้องไม่มีกลิ่นเหม็นหืนและอาหารจะต้องไม่อมน้ำมันมาก เพราะจะทำให้อาหารเลี่ยนเสียรสชาติ ปัจจัยที่ทำให้อาหารอมน้ำมันมากเวลาทอดได้แก่

4.3.2.1 เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ทอด การทอดที่อุณหภูมิต่ำทำให้ต้องใช้เวลานานทำ ให้อาหารอมน้ำมันมาก ภาชนะที่ใช้ทอดควรเป็นภาชนะโลหะหนัก ซึ่งนำความร้อนได้ดีและไม่ใส่อาหารลงไปทอดครั้งละมากๆเพราะทำให้อุณหภูมิลดต่ำลง

4.3.2.2 พื้นที่ผิวของอาหารที่สัมผัสน้ำมัน อาหารชิ้นใหญ่อมน้ำมันมากกว่าชิ้นเล็ก และอาหารที่มีผิวหน้าขรุขระหรือมีรูพรุนจะอมน้ำมันมากกว่าอาหารที่มีผิวเรียบ เพราะมีพื้นที่ผิวสัมผัสกับน้ำมันมากกว่า

4.3.2.3 ส่วนผสมของอาหาร อาหารที่มีแป้ง ไขมัน และน้ำตาลมากจะอมน้ำมันมากขึ้นตามส่วนประกอบ

4.3.2.4 จุดที่เป็นควันของไขมัน อาหารจะอมน้ำมันได้มากขึ้นเมื่อใช้น้ำมันที่มีจุดเป็นควันต่ำ

น้ำมันที่ใช้ทอดแล้วมีการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น คือ มีปริมาณของกรดไขมันอิสระมากขึ้น ค่าไอโอดีนลดต่ำลง จุดที่เป็นควันและจุดหลอมเหลวต่ำลง สีของน้ำมันดำขึ้นและน้ำมันจะเหนียวขึ้น น้ำมันที่ใช้แล้วควรกรองเศษอาหารเล็กๆออก และเก็บน้ำมันไว้ในที่เย็น ปราศจากอากาศและแสง เพื่อช่วยยืดอายุของการทอดของน้ำมันให้นานขึ้น

4.3.3 ไขมันทำให้แป้งนุ่มและร่วนเป็นชั้น อาหารที่ทำด้วยแป้งเช่นขนมเค้ก โรตี และพาย ถ้าไม่ใส่ไขมัน เส้นใยกลูเตนซึ่งเกิดจากโปรตีนในแป้งกับน้ำ จะเกาะกันเหนียวและแน่น แต่ถ้าใส่ไขมันแล้ว ไขมันจะเข้าไปแทรกระหว่างเส้นใยกลูเตน และบางส่วนจะทำให้เส้นใยกลูเตนขาด ทำให้เนื้อขนมไม่แน่นในขนมเค้กไขมันจะถูกตีเป็นหยดเล็กๆ แทรกอยู่ทั่วไปทำให้ขนมนุ่ม ส่วนในขนมพายไขมันที่แทรกอยู่เป็นหยดขนาดใหญ่อยู่ระหว่างชั้นของเส้นใยกลูเตน จึงทำให้ขนมนุ่มและร่อนเป็นชั้น

4.4 น้ำมันปาล์ม

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ให้ปริมาณน้ำมันสูงถึง 0.6-0.8 ตัน/ไร่/ปี เมื่อเปรียบเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่นๆ สามารถนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอาหารและใช้ในการประกอบอาหาร เนื่องจากมีคุณสมบัติทนความร้อนได้สูงไม่ทำให้เกิดสารก่อมะเร็ง น้ำมันปาล์มมีราคาต่ำกว่าน้ำมันพืชชนิดอื่น นอกจากนี้ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ปลอดจากสารดัดแต่งพันธุกรรม(GMOs)น้ำมันปาล์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตได้เองในประเทศ การใช้ประโยชน์จากปาล์มน้ำมันจะก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มและรายได้โดยรวมของประเทศ

น้ำมันปาล์มแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1. น้ำมันปาล์มดิบ (Crude Plam Oil) สกัดได้จากส่วนเปลือกสดของผลปาล์มน้ำมัน
2. น้ำมันเมล็ดในปาล์ม (Rude Plam Kernel Oil) สกัดได้จากเมล็ดในของผลปาล์มน้ำมัน

4.4.1 การใช้ประโยชน์จากน้ำมันปาล์ม

น้ำมันปาล์มสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย และแบ่งกลุ่มการนำไปใช้ประโยชน์ได้ดังนี้

4.4.1.1 อุตสาหกรรมด้านอาหาร

น้ำมันปาล์มและเมล็ดในปาล์มประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ นำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารหลายประเภท เช่น น้ำมันทอด น้ำมันปรุงอาหาร มาการีน ไอศกรีม นมเทียม เนยขาว เนยโกโก้ ขนมเค้ก ขนมปัง รวมถึงผลิตภัณฑ์อาหารเสริมเพื่อสุขภาพ เช่น วิตามินอี

4.4.1.2 อุตสาหกรรมโอลิโอเคมีคัล

น้ำมันปาล์มและเมล็ดในปาล์มประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ นำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตสินค้าอุปโภคโดยผ่านกระบวนการทางเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์

1. เครื่องไมโครเวฟ Sharp Model R-311 900 watt
2. เครื่องวัดสี Minolta
3. เครื่อง Texture analyzer
4. ตู้แช่เยือกแข็ง
5. เครื่องสไลด์
6. ชุดสำหรับทอด
7. เครื่องชั่งสาร
8. hot plate
9. บีกเกอร์ 600 มิลลิลิตร
10. แท่งแก้วคน 12 นิ้ว
11. ช้อนตักสาร
12. ถ้วยสแตนเลส
13. จานกระเบื้อง
14. มีด
15. กะละมัง
16. เขียง

วัตถุดิบ

มันเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

1. ศึกษาผลของการลวกในขั้นตอนการผลิตอาหารว่างจากมันเทศ

1.1 นำมันเทศมาล้างทำความสะอาด ปอกเปลือกและหั่นให้มีความหนาประมาณ 1-2 มิลลิเมตร แบ่งเป็นสองส่วน ส่วนที่หนึ่งนำไปลวกในน้ำเดือด 1 นาที ส่วนที่สองไม่ลวก

1.2 นำตัวอย่างทั้ง 2 ส่วนจากข้อ 1.1 ไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -55 °c นาน 18 ชั่วโมง แล้วนำไปทอดแบบน้ำมันท่วมที่อุณหภูมิ 150 °c จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสแบบ Hedonic scale 5 ระดับ เพื่อดูความชอบของผลิตภัณฑ์ระหว่างผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการลวกและไม่ผ่านการลวก

2. ศึกษาผลของการแช่แข็งในขั้นตอนการผลิตอาหารว่างจากมันเทศ

2.1 นำมันเทศมาล้างทำความสะอาด ปอกเปลือกและหั่นให้มีความหนาประมาณ 1-2 มิลลิเมตร หลังจากนั้นนำไปทำแห้งเบื้องต้นโดยการใช้เตาอบไมโครเวฟที่ระดับพลังงาน Medium เป็นเวลา 1 นาที

2.2 แบ่งเป็นสองส่วน ส่วนที่หนึ่งนำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -55 °c นาน 18 ชั่วโมง ส่วนที่สองไม่ต้องแช่แข็ง

2.3 นำตัวอย่างทั้งสองส่วนจากข้อ 2.2 ไปทอดแบบน้ำมันท่วมที่อุณหภูมิ 150 °c จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสแบบ Hedonic scale 7 ระดับ เพื่อดูความชอบของผลิตภัณฑ์ระหว่างผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการแช่แข็งและไม่ผ่านการแช่แข็ง

3. ศึกษาการใช้ไมโครเวฟในการลดความชื้นในขั้นตอนการผลิตอาหารว่างจากมันเทศ

3.1 นำมันเทศมาล้างทำความสะอาด ปอกเปลือกและหั่นให้มีความหนาประมาณ 1-2 มิลลิเมตร หลังจากนั้นนำไปลดความชื้นโดยการใช้เครื่องไมโครเวฟ Sharp Model R-311 900 watt โดยเปลี่ยนระดับพลังงานและเวลา ดังนี้

- ระดับพลังงาน High ที่เวลา 1 , 2 และ 3 นาที
- ระดับพลังงาน High –Medium ที่เวลา 1 , 2 และ 3 นาที
- ระดับพลังงาน Medium ที่เวลา 1 , 2 และ 3 นาที

<u>หมายเหตุ</u> น้ำหนักแผ่นมันเทศสไลด์ที่ใช้อบด้วยไมโครเวฟแต่ละครั้ง คือ 15-16 กรัม

3.2 นำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -55 °c นาน 18 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 นำตัวอย่างจากข้อ 3.2 ไปทอดแบบน้ำมันท่วมที่อุณหภูมิ 150 °c จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรวจสอบลักษณะทางด้านสีโดยเครื่องวัดสี Minolta และทดสอบความแข็งโดยเครื่อง Texture analyzer เพื่อหาระดับพลังงานที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์การแปรรูปจากมันเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์การทดลอง

1. ศึกษาผลของการลวกในขั้นตอนการผลิตอาหารว่างจากมันเทศ

จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสแบบ Hedonic scale 5 ระดับ เพื่อดูความชอบของผลิตภัณฑ์ระหว่างผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการลวกและไม่ผ่านการลวก

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบแบบ Hedonic scale 5 ระดับ

	ลวก	ไม่ลวก
สี	3.42^{a}±0.89	3.72^{a}±0.99
ความแข็ง	3.01^{a}±0.97	3.55^{a}±1.17
รสชาติ	3.07^{a}±0.79	3.94^{b}±0.77
ความชอบรวม	3.05^{a}±0.95	3.62^{a}±0.84

จากค่าเฉลี่ยการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดยมีผู้ชิม 15 คน

จากตารางที่ 4.1 พบว่า

1.1 การทดสอบทางด้านสี

ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการลวกมีคะแนนความชอบเฉลี่ยมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการลวกเล็กน้อยและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าขั้นตอนการลวกไม่ค่อยมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์นัก เนื่องจากเมื่อนำมาผ่านขั้นตอนการทอดแล้วสีของผลิตภัณฑ์จะเข้มขึ้นใกล้เคียงกัน

1.2 ผลการทดสอบทางด้านความแข็ง

ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการลวกมีคะแนนความชอบเฉลี่ยมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการลวก แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทั้งนี้เพราะผลิตภัณฑ์ที่ผ่านขั้นตอนการลวกนั้นจะมีน้ำในชิ้นมันเทศมากกว่า ทำให้เมื่อนำไปแช่แข็งน้ำส่วนที่กลายเป็นน้ำแข็งขยายปริมาตรกลายเป็นฟิล์มบางๆ เคลือบชิ้นมันเทศไว้ เมื่อนำไปทอดแบบน้ำมันท่วม น้ำจึงระเหยออกไปยากและอาจยังมีหลงเหลือ

97009
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่ในชิ้นมันเทศ เป็นผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเหนียวบางส่วนของชิ้น ทำให้ความชอบทางด้านเนื้อสัมผัสลดลง

1.3 ผลการทดสอบทางด้านรสชาติ

ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการลวกมีคะแนนความชอบเฉลี่ยมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการลวกและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากการลวกทำให้ผลิตภัณฑ์สูญเสียน้ำตาลไปในขั้นตอนการลวก ทำให้มีรสชาติค่อนข้างจืด

1.4 ผลการทดสอบความชอบโดยรวม

พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการลวกมีคะแนนความชอบเฉลี่ยมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการลวกแต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อพิจารณาจากคะแนนความชอบโดยเฉลี่ยของผู้ชิมแล้วจะเห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการลวกนั้นให้ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ดีมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการลวก จึงเลือกตัดขั้นตอนการลวกออกจากกระบวนการการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากมันเทศเพื่อทดลองในขั้นต่อไป

2. ศึกษาผลของการแช่แข็งในขั้นตอนการผลิตอาหารว่างจากมันเทศ

จากการนำผลิตภัณฑ์มาทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสแบบ Hedonic scale 7 ระดับ เพื่อทดสอบความชอบของผลิตภัณฑ์ระหว่างผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการแช่แข็งและไม่ผ่านการแช่แข็ง

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบแบบ Hedonic scale 7 ระดับ

	แช่แข็ง	ไม่แช่แข็ง
ความกรอบ	4.95^{a}±0.94	3.95^{b}±1.23
ความแน่นเนื้อ	4.70^{a}±0.92	3.95^{b}±1.28
ความชอบโดยรวม	4.80^{a}±0.77	4.05^{b}±1.36

จากค่าเฉลี่ยการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดยมีผู้ชิม 20 คน

จากตาราง 4.2 พบว่า

2.1 ผลการทดสอบทางด้านความกรอบและความแน่นเนื้อ

ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการแช่แข็งนั้นมีคะแนนความชอบเฉลี่ยมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการแช่แข็ง และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากน้ำที่กลายเป็นน้ำแข็งนั้นแทรกอยู่ในเนื้อของมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทศ เมื่อทำมาให้ทอดด้วยความร้อนสูงทันที ทำให้เกิดการระเหยของน้ำแข็งในชิ้นมันอย่างเฉียบพลัน แรงดันการระเหยของน้ำแข็งจะช่วยให้ชิ้นมันทอดโปร่งและกรอบ ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการแช่แข็งจึงมีลักษณะความกรอบและเนื้อสัมผัสที่ดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการแช่แข็ง

2.2 การทดสอบเพื่อดูความชอบโดยรวม

พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการแช่แข็งนั้นมีคะแนนความชอบเฉลี่ยมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการแช่แข็ง และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

3. ศึกษาการใช้ไมโครเวฟในการลดความชื้นในขั้นตอนการผลิตอาหารว่างจากมันเทศ

จากการนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการลดความชื้นด้วยไมโครเวฟที่ระดับพลังงานและเวลาต่างๆ มาตรวจสอบลักษณะทางด้านสีและความกรอบเพื่อหาระดับพลังงานที่เหมาะสมที่สุด เพื่อการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากมันเทศในการทดลองนี้

3.1 การวัดค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์โดยเครื่อง Texture Analyzer

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อดูความแตกต่างแรงที่ใช้ในการทำให้แผ่นมันเทศแตกในแต่ละระดับพลังงานและระยะเวลาในการอบแห้งเบื้องต้น

	แรงที่ใช้ในการทำให้แผ่นมันเทศทอดแตก(N)		
ระดับพลังงาน	เวลา 1 นาที	เวลา 2 นาที	เวลา 3 นาที
Medium	4.18^{a}_{a} ±0.17	8.04^{b}_{a} ±0.87	10.75^{c}_{a} ±1.53
Medium-High	6.84^{a}_{a} ±0.84	7.79^{b}_{a} ±1.44	9.05^{c}_{a} ±1.82
High	8.20^{a}_{b} ±0.23	9.70^{b}_{b} ±0.85	10.11^{c}_{b} ±0.96

เมื่อ x^{z} การวิเคราะห์ทางสถิติความแตกต่างระหว่างระยะเวลา

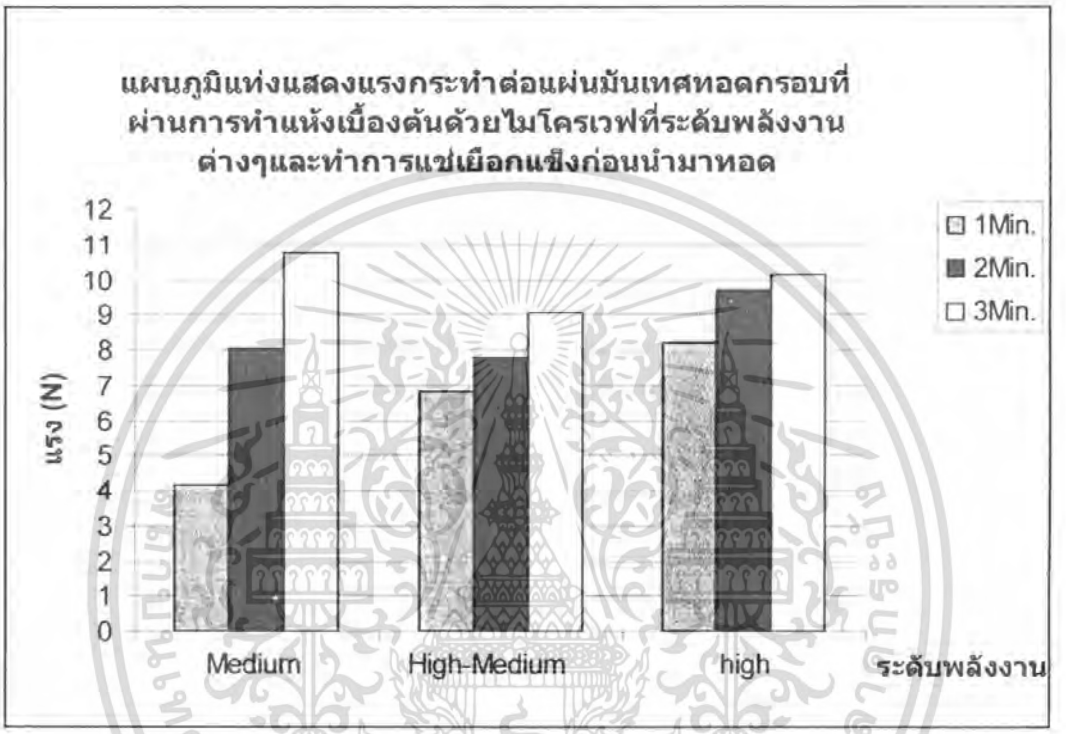
x_{y} การวิเคราะห์ทางสถิติความแตกต่างระหว่างระดับพลังงาน

จากผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.3 พบว่า

ที่ระดับพลังงาน Medium และ Medium-High มีความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ระดับพลังงานทั้งสองแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับระดับพลังงาน High ส่วนการเปลี่ยนแปลงทางด้านเวลานั้น พบว่าที่ระยะเวลา 1 , 2 , และ 3 นาทีนั้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทั้งสาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเวลา แสดงว่าเมื่อมีการเพิ่มระดับพลังงานและระยะเวลาในการลดความชื้นมากขึ้น มีผลต่อแรงที่ใช้ในการทำให้แผ่นมันเทศแตก



รูปที่ 4.1 แผนภูมิแสดงผลค่าแรงที่ทำให้มันเทศแตกโดยเครื่อง Texture Analyzer

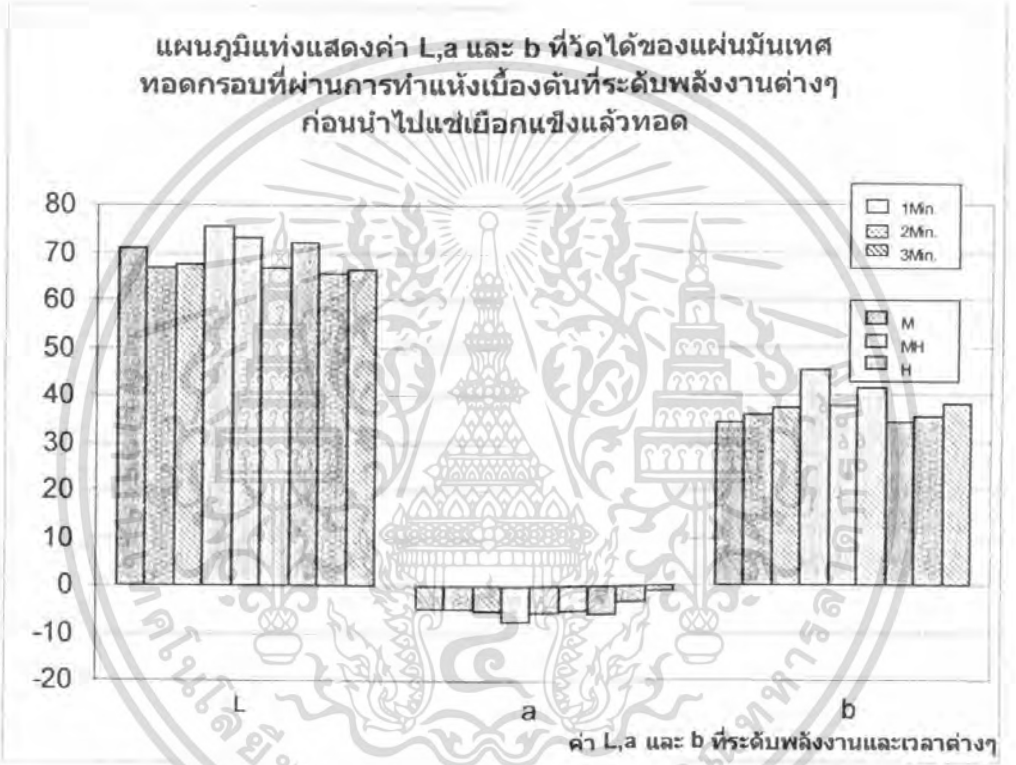
จากผลการทดลองดังภาพที่ 4.1 จะพบว่ายิ่งใช้ระดับพลังงานและเวลาในการลดความชื้นมากขึ้น แรงที่ใช้ทำให้ผลิตภัณฑ์แตกก็ยิ่งเพิ่มขึ้น แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีความแข็งเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ เมื่อระดับพลังงานและเวลาเพิ่มขึ้น เนื่องจากเมื่อใช้เวลาและระดับพลังงานเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำในชิ้นมันเทศก็จะยิ่งน้อยลง เมื่อนำไปแช่แข็งที่แล้ว น้ำที่กลายเป็นน้ำแข็งในชิ้นมันเทศจึงมีน้อย แรงดันน้ำที่ระเหยในขั้นตอนการทอดก็มีน้อยลงไปด้วย ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีเนื้อค่อนข้างแน่นไม่ค่อยโปร่งเท่าที่ควร

จากภาพที่ 4.1 จะเห็นว่าแนวโน้มของแรงที่ใช้ในการทำให้แผ่นมันเทศแตกจะลดลงเมื่อระดับพลังงานและระยะเวลาในการลดความชื้นด้วยไมโครเวฟต่ำลง(ที่ระดับพลังงาน Medium ระยะเวลา 1 นาที) แต่เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านเครื่องมือทำให้ไม่สามารถทำการทดลองในระดับพลังงานและระยะเวลาที่ต่ำกว่านี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการลดความชื้นด้วยไมโครเวฟพบว่า ผลิตภัณฑ์มีลักษณะกรอบแข็ง เนื่องจากมีความชื้นในชิ้นมันเทศมากเกินไป เมื่อนำมาทอดแบบน้ำมันท่วม จึงใช้เวลาในการทอดนานกว่าทำให้สีผลิตภัณฑ์เข้มมาก และในส่วนขอบของผลิตภัณฑ์ไหม้

3.2 การวัดสีของผลิตภัณฑ์โดยเครื่องวัดสี Minolta



รูปที่ 4.2 แผนภูมิแสดงค่าตัวแปร L , a และ b ของการวัดสีของมันเทศทอด

จากผลการทดลองดังภาพที่ 4.2 พบว่า

ค่าตัวแปร L นั้นแสดงถึงค่าความสว่าง โดยหากยิ่งมีค่ามากแสดงว่ามีความสว่างมาก แต่หากน้อยแสดงว่าสีค่อนข้างเข้ม ดังนั้นจากแผนภูมิผลการทดลองเราจะเห็นว่าแนวโน้มของค่า L ของแต่ละระดับพลังงานนั้นลดลงเมื่อเวลาที่ใช้ในการลดความชื้นเพิ่มขึ้น แสดงว่าสีของผลิตภัณฑ์นั้นเข้มขึ้นเมื่อเวลาและระดับพลังงานที่ใช้ในการลดความชื้นเพิ่มขึ้น

ค่าตัวแปร a นั้นค่าบวกแสดงถึงความเป็นสีแดง ส่วนค่าลบนั้นแสดงความเป็นสีเขียว แต่ผลที่ได้จากการวัดสีนี้ค่า a ที่ได้นี้มีค่าเป็นลบ แต่ค่าลบที่ได้นั้นเป็นค่าที่น้อยมากแสดงว่าผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ได้แสดงความเป็นสีเขียวชัดเจนนัก และสีไม่มีความแตกต่างกันมากนักที่ระดับพลังงานและระยะเวลาต่างๆ

ค่าตัวแปร b นั้นค่าบวกแสดงถึงความเป็นสีเหลือง ส่วนค่าลบนั้นแสดงถึงความเป็นสีน้ำเงิน ซึ่งผลที่ได้จากการวัดสีนี้ค่า b ที่ได้มีค่าเป็นบวก แสดงว่าผลิตภัณฑ์แสดงความเป็นสีเหลือง โดยเมื่อดูจากแนวโน้มของกราฟแล้ว เมื่อเราใช้ระยะเวลาในการลดความชื้นนานขึ้นและใช้ระดับพลังงานสูงขึ้น ผลิตภัณฑ์จะมีค่าความเป็นสีเหลืองเพิ่มมากขึ้น แต่ในระดับพลังงาน medium-high นั้นผลที่ได้ไม่แสดงแนวโน้มใด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะความผิดพลาดระหว่างการวัด เนื่องจากแผ่นมันเทศทอดไม่สามารถปิดช่องวัดสีของเครื่องวัดสีได้สนิท จึงมีแสงจากภายนอกเข้ามารบกวน ทำให้ผลที่ได้นั้นคลาดเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

1. ศึกษาผลของการลวกในขั้นตอนการผลิตอาหารว่างจากมันเทศ

จากการศึกษาพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านขั้นตอนการลวกก่อนนำมาแช่แข็งที่อุณหภูมิ -55 °c นาน 18 ชั่วโมงและนำไปทอดแบบน้ำมันท่วมที่อุณหภูมิ 150 °c นั้นให้คุณลักษณะทางด้านรสชาติ ความกรอบ และสี ดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการลวก เนื่องจากมีคะแนนความชอบเฉลี่ยผลการชิมในด้านสี ความแข็ง รสชาติ และความชอบโดยรวมสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการลวก คือมีคะแนนเฉลี่ย 3.72 , 3.55 , 3.94 , 3.62 ตามลำดับ

2. ศึกษาผลของการแช่แข็งในขั้นตอนการผลิตอาหารว่างจากมันเทศ

จากการศึกษาพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการลดความชื้นด้วยไมโครเวฟที่ระดับพลังงาน medium เป็นเวลา 1 นาที แล้วนำแช่แข็งที่อุณหภูมิ -55 °c นาน 18 ชั่วโมงก่อนนำไปทอดแบบน้ำมันท่วมที่อุณหภูมิ 150 °c นั้นให้คุณลักษณะทางด้านความกรอบ และเนื้อสัมผัสดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการแช่แข็ง เนื่องจากมีคะแนนความชอบเฉลี่ยผลการชิมในด้านความกรอบ ความแน่นเนื้อและความชอบโดยรวมสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการแช่แข็ง คือมีคะแนนเฉลี่ย 4.95 , 4.70 , 4.80 ตามลำดับ

3. ศึกษาการใช้ไมโครเวฟในการลดความชื้นในขั้นตอนการผลิตอาหารว่างจากมันเทศ

จากการศึกษาการลดความชื้นด้วยไมโครเวฟที่ระดับพลังงาน Medium , Medium-High และHigh ที่ระยะเวลา 1 , 2 และ 3 นาที แล้วนำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -55 °c นาน 18 ชั่วโมงก่อนนำไปทอดแบบน้ำมันท่วมที่อุณหภูมิ 150 °c จากนั้นนำมาตรวจสอบลักษณะทางด้านสีและความกรอบเพื่อหาระดับพลังงานที่เหมาะสมที่สุด เพื่อการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากมันเทศสำหรับการทดลองนี้

จากการทดลองพบว่าที่ระดับพลังงาน Medium ที่ระยะเวลา 1 นาที จะใช้แรงในการทำให้แผ่นมันเทศแตกน้อยที่สุด คือ 4.18 นิวตัน และแรงที่ใช้จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อเวลาและระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลังงานเพิ่มขึ้น โดยที่ระดับพลังงาน High ที่ระยะเวลา 3 นาที จะใช้แรงในการทำให้แผ่นมันเทศแตกมากที่สุด คือ 10.11 นิวตัน ดังนั้นระดับพลังงาน Medium ที่ระยะเวลา 1 นาที จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีความกรอบ และประหยัดพลังงานมากที่สุด โดยใช้ระยะเวลาต่ำสุด

เมื่อนำผลิตภัณฑ์มาทำการวัดค่าสี L , a , b ผลการทดลองที่ได้คือ ค่า L มีแนวโน้มค่อนข้างชัดเจนว่าเมื่อระดับพลังงานและระยะเวลาในการลดความชื้นเพิ่มมากขึ้น ค่าของค่า L จะลดน้อยลง ซึ่งหมายความว่าผลิตภัณฑ์มีความเข้มเพิ่มมากขึ้น และผลิตภัณฑ์ที่ได้นี้ไม่แสดงค่า a เด่นชัดนัก เนื่องจากค่า a นั้นเป็นค่าสีที่แสดงระหว่างสีแดงและเขียว ซึ่งผลิตภัณฑ์การแปรรูปจากมันเทศนั้นไม่แสดงความเป็นสีทั้งสองนี้มากนัก แต่เมื่อสังเกตที่ค่า b ซึ่งเป็นค่าสีที่แสดงระหว่างสีเหลืองและสีน้ำเงิน พบว่า ค่าแสดงแนวโน้มไปทางสีเหลืองทั้งหมด และมีแนวโน้มสีเข้มขึ้นเมื่อระดับพลังงานและระยะเวลาที่ใช้ในการลดความชื้นนั้นเพิ่มมากขึ้น

สรุปจากการทดลองทั้งหมด เราสรุปได้ว่าในแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์การแปรรูปจากมันเทศที่เหมาะสำหรับการทดลองนี้ไม่จำเป็นต้องผ่านกระบวนการลวก เนื่องจากการลวกไม่ได้ทำให้ลักษณะของผลิตภัณฑ์ดีขึ้น ส่วนกระบวนการแช่แข็งและการลดความชื้นด้วยไมโครเวฟที่ระดับพลังงาน Medium ที่ระยะเวลา 1 นาที ช่วยในการปรับปรุงลักษณะผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้น เป็นที่ยอมรับแก่ผู้บริโภค จึงเป็นขั้นตอนที่จำเป็นต้องมีในขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาปัญหาพิเศษในครั้งนี้ไม่ได้มีการกล่าวถึงปริมาณความชื้นในชิ้นมันเทศก่อนและภายหลังการลดความชื้นด้วยไมโครเวฟ ทำให้ไม่ทราบปริมาณความชื้นที่เปลี่ยนแปลงไป จึงไม่สามารถบอกได้ว่าที่ความชื้นระดับใดเหมาะสม ก่อนการนำไปแช่แข็งแล้วทอด สำหรับผู้ที่จะศึกษาต่อจึงควรมีการหาปริมาณความชื้นในชิ้นมันเทศก่อนและหลังการลดความชื้นด้วยไมโครเวฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. 2535. **เอกสารประกอบการสอนกระบวนการแปรรูปอาหาร** ใน การคณะอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. หน้า 433-515

วิไล รังสาดทอง.2545. **เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร.** พิมพ์ครั้งที่ 2 บริษัท เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด กรุงเทพฯ.506 หน้า

จิตตภู ชิดสวน,รุ่งรัตน์ อมรหัสดีกุล และสมรัฐ ทิ้วสังวาล.2548.**การทอดมันฝรั่งแท่งแบบน้ำมันท่วมโดยใช้เตาไมโครเวฟ.**ปัญหาพิเศษ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Bczanson, A.F. , In Microwave Oven and Frozen Foods Make cents (decareau , R.V. ,Ed.), Transection of International Microwave Power Institiue Vol.5, IMPI , New York and London , 1975 , p.89.

Decareau , R.V. 1986 . Microwave Processing throughout the World. J Food Technol 40 (6) : 99-105.

Fellow, P.J. 1990. Food Processing Technology principles and Practice. Ellis Horwood Limited. England. 343-356.

Murugesam, G. and Bhattacharya, K.R. 1986. "Studied on puffed rice. I. Effect of processing conditions." J. Food Sci. 24(4) : 197-202.

Horace K. Burr. Frozen French-Fried Potatos. "Effects of Thawing and Holding Before Finish Frying and Their Nonrelation to Starch Retrogradation".

Raull. Garrote, Enrique R. Silva, Ricardo A. Bertone . "Effect of Surface Freezing on Ascorbic Acid Retention in Water Blanched Potato Strips" Instituto de Tecnologia de Alimentos (U.N.L.), Casilla dc Correo 428, Ciu-dad Universitaria, 3000 Santa Fe (Argentina).

Kita A., Brathen E., Halvor S. "Effective ways of decreasing acrylamide content in potato crisps during processing" J. Agric. Food Chem., n° 23, 2004, p. 7011-7016, en anglais.

Eur. J. "New theoretical and practical aspects of the frying process."Lipid Sci. Technol., vol. 106, n°11, 2004, p. 722-727, en anglais.Veille friture - 4ème trimestre 2004.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ศึกษาผลของการลวกในขั้นตอนการผลิตอาหารว่างจากมันเทศ

ใบทดสอบทางประสาทสัมผัส

แบบทดสอบความชอบผลิตภัณฑ์แปรรูปจากมันเทศ

ชื่อ..... วันที่..... รหัส 916 และ 966

กรุณาระบุรหัสตัวอย่างเหนือช่วงสเกลที่ต้องการ

สี

ชอบ ค่อนข้างชอบ เฉยๆ ไม่ค่อยชอบ ไม่ชอบ

ความกรอบ

ชอบ ค่อนข้างชอบ เฉยๆ ไม่ค่อยชอบ ไม่ชอบ

รสชาติ

ชอบ ค่อนข้างชอบ เฉยๆ ไม่ค่อยชอบ ไม่ชอบ

ความชอบโดยรวม

ชอบ ค่อนข้างชอบ เฉยๆ ไม่ค่อยชอบ ไม่ชอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางประสาทสัมผัสแบบ Hedonic scale 5 ระดับ ในด้าน สี ความกรอบ รสชาติ และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์แปรรูปจากมันเทศโดยเปรียบเทียบผลระหว่างผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการลวกและไม่ผ่านการลวก

ผู้ชิม	ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการลวก(966)				ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการลวก(916)			
	สี	ความกรอบ	รสชาติ	ความชอบโดยรวม	สี	ความกรอบ	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
1	1.80	3.00	2.51	1.70	1.80	3.00	4.00	2.52
2	4.47	1.50	3.00	3.00	3.40	3.00	4.50	3.60
3	3.45	3.20	2.45	2.91	4.70	4.58	4.00	4.00
4	4.30	2.70	3.00	2.70	3.95	4.69	4.00	4.00
5	2.40	2.60	3.48	3.15	3.20	1.60	2.30	2.19
6	2.15	3.70	3.63	3.26	4.00	2.80	4.20	4.20
7	3.00	2.00	3.00	3.00	5.00	5.00	5.00	5.00
8	4.00	4.00	2.00	2.00	5.00	5.00	5.00	5.00
9	4.00	3.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	3.00
10	3.52	4.88	4.51	4.20	4.20	4.21	3.38	3.80
11	4.00	2.20	2.20	2.60	2.80	2.85	3.20	3.00
12	4.80	4.40	4.42	4.50	3.50	1.78	3.68	3.50
13	3.73	3.33	2.34	2.20	3.30	3.20	3.85	3.90
14	2.65	1.66	2.55	2.00	2.22	2.55	3.00	2.60
15	3.00	3.00	3.00	3.50	3.78	4.00	4.00	4.00
รวม	51.27	45.17	46.09	45.72	55.85	53.26	59.11	54.31
เฉลี่ย	3.42	3.01	3.07	3.05	3.72	3.55	3.94	3.62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ศึกษาผลของการแข่แข็งในขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์

แบบทดสอบความชอบผลิตภัณฑ์แปรรูปจากมันเทศ

ชื่อ.....วันที่.....รหัส 916 และ 966

กรุณาทดสอบตัวอย่าง และให้คะแนนความชอบตามสเกลที่ให้มาให้ตรงกับรหัสตัวอย่าง

1 = ไม่ชอบมากที่สุด
2 = ไม่ชอบมาก
3 = ไม่ชอบ
4 = เฉยๆ
5 = ชอบ
6 = ชอบมาก
7 = ชอบมากที่สุด

	916	966
ความกรอบ	.....	.....
ความแน่นเนื้อ	.....	.....
ความชอบโดยรวม	.....	.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางประสาทสัมผัสแบบ Hedonic scale 7 ระดับในด้านความกรอบ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์แปรรูปจากมันเทศโดยเปรียบเทียบผลระหว่างผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการแช่แข็งและไม่ผ่านการแช่แข็ง

ผู้ชิม	ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการแช่แข็ง(916)			ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการแช่แข็ง(966)		
	ความกรอบ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม	ความกรอบ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
1	6	5	5	4	3	4
2	5	6	5	4	5	4
3	7	7	6	5	4	5
4	5	4	5	5	5	5
5	5	4	4	3	4	3
6	5	5	5	3	4	3
7	5	5	5	5	6	6
8	4	4	4	5	5	5
9	6	5	6	2	3	4
10	6	6	6	7	7	7
11	5	4	4	5	3	5
12	5	5	5	4	4	4
13	4	5	4	3	3	3
14	3	3	3	3	2	2
15	5	4	5	3	4	3
16	3	4	4	2	2	2
17	5	4	5	5	5	6
18	5	5	5	4	3	3
19	5	4	5	4	4	4
20	5	5	5	3	3	3
รวม	99	94	96	79	79	81
เฉลี่ย	4.95	4.70	4.80	3.95	3.95	4.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ศึกษาการใช้ไมโครเวฟในขั้นตอนการผลิตอาหารว่างจากมันเทศ

3.1 การวัดความกรอบโดยวัดค่าแรงที่ทำให้มันเทศแตกโดยเครื่อง Texture Analyzer

ตารางที่ 3 ข้อมูลทางการวัด Fracturability of Tortilla chip

Option	Measure Force in Compression
Pre-Test Speed	1.0 mm/s
Test Speed	1.0 mm/s
Post-Test Speed	10.0 mm/s
Distance	3 mm
Trigger Type	Auto-5 g
Data Acquisition	200 pps

ตารางที่ 4 ตารางแสดงผลการทดสอบความแข็งของผลิตภัณฑ์แปรรูปจากมันเทศที่ระดับพลังงาน Medium , Medium- High และ High ที่เวลา 1 , 2 และ 3 นาที

ระดับพลังงาน	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	แรงเฉลี่ย(N)
Medium ที่เวลา 1 นาที	4.036	4.134	4.374	4.181
Medium ที่เวลา 2 นาที	7.294	8.995	7.825	8.038
Medium ที่เวลา 3 นาที	9.112	10.971	12.162	10.748
Medium-High ที่เวลา 1 นาที	6.054	7.724	6.748	6.842
Medium-High ที่เวลา 2 นาที	6.761	7.176	9.440	7.792
Medium-High ที่เวลา 2 นาที	7.044	9.510	10.597	9.050
High ที่เวลา 1 นาที	7.965	8.431	8.204	8.200
High ที่เวลา 2 นาที	9.285	10.678	9.151	9.705
High ที่เวลา 3 นาที	9.738	10.256	11.590	10.109

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ตารางแสดงผลการวัดค่าตัวแปรสีของผลิตภัณฑ์แปรรูปจากมันเทศที่ระดับพลังงาน Medium , Medium- High และ High ที่เวลา 1 , 2 และ 3 นาที

ระดับพลังงาน	ตัวแปรวัดสี	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ค่าเฉลี่ย
Medium ที่เวลา 1 นาที	L	76.74	75.04	66.46	65.99	71.06
	a	-4.80	-4.88	-5.08	-5.40	-5.04
	b	38.50	39.17	30.49	28.75	34.23
Medium ที่เวลา 2 นาที	L	77.10	77.58	54.53	57.22	66.61
	a	-6.24	-6.54	-4.69	-2.00	-4.87
	b	41.89	41.91	28.94	30.01	35.69
Medium ที่เวลา 3 นาที	L	71.26	75.10	62.85	61.34	67.64
	a	-6.43	-6.96	-3.85	-4.19	-5.36
	b	38.79	39.62	37.42	33.31	37.29
Medium-High ที่เวลา 1 นาที	L	75.55	75.42	70.04	71.51	73.13
	a	-7.43	-7.30	-3.60	-4.25	-5.65
	b	45.23	45.32	29.61	30.37	37.63
Medium-High ที่เวลา 2 นาที	L	70.14	69.63	63.17	64.02	66.74
	a	-5.56	-5.47	-5.19	-5.05	-5.32
	b	47.30	47.14	36.01	35.50	41.49
Medium-High ที่เวลา 3 นาที	L	69.02	69.40	75.41	74.56	72.10
	a	-6.01	-6.08	-6.39	-6.41	-6.22
	b	39.01	39.15	29.47	30.45	34.52
High ที่เวลา 1 นาที	L	69.67	71.15	57.87	62.98	65.42
	a	-4.66	-5.48	-1.05	-0.15	-2.84
	b	48.50	49.56	36.46	37.44	42.99
High ที่เวลา 2 นาที	L	64.70	67.12	64.01	66.99	65.71
	a	-3.40	-2.97	-2.23	-4.22	-3.21
	b	40.22	41.15	29.98	30.85	35.55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับพลังงาน	ตัวแปรวัดสี	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ค่าเฉลี่ย
High ที่เวลา 3 นาที	L	60.62	65.95	70.30	69.42	66.57
	a	-1.37	-0.95	-1.40	-0.27	-1.00
	b	34.90	38.32	39.75	39.99	38.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวจิรัชฌา แสงพนัสธาดา เกิดวันที่ 19 เดือนกันยายน พศ.2527 สถานที่เกิด อำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี จบการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนสายปัญญาในพระบรมราชินูปถัมภ์ ปัจจุบัน กำลังศึกษาอยู่ที่ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร คาดว่าจะสำเร็จการศึกษาในปีการศึกษา 2550

นางสาวปิยะวรรณ ภู่อมร เกิดวันที่ 3 เดือน พฤศจิกายน พศ.2526 สถานที่เกิด อำเภอเมือง จังหวัดพังงา จบการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียน พัทลุง ปัจจุบัน กำลังศึกษาอยู่ที่ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร คาดว่าจะสำเร็จการศึกษาในปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้