สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การใช้นมผงขาดมันเนยและแป้งข้าวเหนียวในการปรับปรุงคุณสมบัติของมายองเนสไขมันต่ำ

(Using of Skim Milk Powder and Glutinous Flour to Improve Properties of Low-Fat Mayonnaise)

วพ.
ณ 3/11 ก
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....85404
วัน,เดือน,ปี.....11 พ.ย. 2551

จัดทำโดย

นายณัฏฐ์ พชระสมบูรณ์ รหัสนักศึกษา 47040871

นางสาวณัฐพิรา หมีปาน รหัสนักศึกษา 47040874

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 17/ม.ค./51 อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(ผศ.ดร. พอใจ ถามากร)

b 12010157
i

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การใช้นมผงขาดมันเนยและแป้งข้าวเหนียวในการปรับปรุงคุณสมบัติของมายองเนสไขมันต่ำ

(Using of Skim Milk Powder and Glutinous Flour to Improve Properties of Low-Fat Mayonnaise)

โดย

นายณัฏฐ์ พชระสมบูรณ์ รหัส 47040871

นางสาวณัฐพิรา หมีปาน รหัส 47040874

สาขา วิศวกรรมแปรรูปอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร. พอใจ ถามากร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อ-สกุลผู้เรียบเรียง นายณัฏฐ์ พชระสมบูรณ์ และ นางสาวณัฐพิรา หมีปาน. 2550. :

ชื่อเรื่อง การใช้นมผงขาดมันเนยและแป้งข้าวเหนียวในการปรับปรุงคุณสมบัติของมายองเนสไขมันต่ำ

(Using of Skim Milk Powder and Glutinous Flour to Improve Properties of Low-Fat Mayonnaise)

สาขาวิชา วิศวกรรมแปรรูปอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.พอใจ ถามากร

การทดลองนี้ได้ศึกษาการทำมายองเนสไขมันต่ำโดยการใช้แป้งข้าวเหนียวร่วมกับนมผงขาดมันเนย ส่วนผสมของตัวอย่างในการทดลองนี้จะไม่ใช้ไข่แดง แต่จะใช้นมผงขาดมันเนยในอัตราส่วน 2,4และ 6 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณไขมัน และใช้อัตราส่วนการทดแทนน้ำมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียวที่ 30,60 และ 90 เปอร์เซ็นต์ โดยนำน้ำแป้งข้าวเหนียว 5 เปอร์เซ็นต์ไปต้มจนสุก จนได้น้ำแป้งข้าวเหนียวที่มีลักษณะข้นหนืด ผสมส่วนผสมต่างๆ ได้แก่น้ำส้มสายชู เกลือ น้ำตาลทราย มาสตาร์ด นมผงขาดมันเนย น้ำมัน และน้ำแป้งข้าวเหนียวเข้าด้วยกัน จะได้ผลิตภัณฑ์มายองเนสไขมันต่ำทั้งหมด 9 ตัวอย่าง นำมายองเนสที่ได้มาทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านสี ความหนืด และความคงตัว พบว่ามี4 ตัวอย่างที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับมายองเนสสูตรพื้นฐาน ได้แก่ ตัวอย่างที่มีส่วนผสมของนมผงขาดมันเนย 2 เปอร์เซ็นต์ น้ำแป้งข้าวเหนียว 30 และ 60 เปอร์เซ็นต์ และตัวอย่างที่มีส่วนผสมของนมผงขาดมันเนย 4 เปอร์เซ็นต์ น้ำแป้งข้าวเหนียว 30 และ 60 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นจะนำตัวอย่างที่ได้ทั้ง 4 ตัวอย่างมาทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส(Hedonic Scale 7-point) ทางด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส ความหนืด และความชอบรวม พบว่าการที่ปริมาณน้ำมันในมายองเนสลดลง เมื่อมีการเติมปริมาณของนมผงขาดมันเนยเพิ่มเข้าไป จะส่งผลทำให้ได้ผลิตภัณฑ์มายองเนสที่ได้มีลักษณะใกล้เคียงกับมายองเนสสูตรพื้นฐาน และได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบมากที่สุด

ณัฏฐ์ พชระสมบูรณ์

(ณัฏฐ์ พชระสมบูรณ์)

ณัฐพิรา หมีปาน

(ณัฐพิรา หมีปาน)

(ผศ.ดร.พอใจ ถามากร)

17 ธ.ค. 51

วัน/เดือน/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.พอใจ ถามากร เป็นอย่างสูง ที่กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขปัญหาพิเศษนี้จนสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณดร.กิตติชัย บรรจง และอาจารย์ประมวล ศรีกาหลงที่กรุณาเป็นคณะกรรมการ และให้คำแนะนำช่วยเหลือด้านการศึกษาเป็นอย่างดีตลอดมา

ขอขอบคุณนางสาวศุทธินี อัศวะมหาศักดา นางสาวศศิธร ลี้ภัยรีเวส นางสาวธิดา สิริสุขพรชัย นางสาววันทนีย์ โกฏิกุล ที่ให้คำปรึกษา แนะนำ ตลอดจนให้กำลังใจในการทำงาน

ขอขอบคุณพี่นักวิทยาศาสตร์และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่ให้ความช่วยเหลืออำนวยความสะดวกให้ระหว่างปฏิบัติงาน และขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือทำให้การดำเนินงานสำเร็จไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่เป็นอย่างสูงที่เป็นกำลังใจให้เสมอมาจนทำให้ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้หากมีขอผิดพลาดประการใด ทางคณะผู้จัดทำต้องขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย และหวังว่ารายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้คงมีประโยชน์แก่ผู้ที่ศึกษาไม่มากก็น้อย

นายณัฏฐ์ พชระสมบูรณ์
นางสาวณัฐพิรา หมีปาน
มีนาคม พ.ศ.2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง **หน้า**

บทคัดย่อ.....ก

กิตติกรรมประกาศ.....ข

สารบัญ.....ค

สารบัญตาราง.....จ

สารบัญภาพ.....ฉ

บทที่1 บทนำ.....1

บทที่2 วารสารปริทัศน์

2.1 มายองเนส.....2

2.2 คอเลสเตอรอล.....3

2.3 ไขมัน.....4

2.4 น้ำมันสลัด.....5

2.5 การทำให้เกิดอิมัลชัน.....5

2.6 นมผงขาดมันเนย.....7

2.7 โปรตีนเวย์.....7

2.8 สมบัติของแป้ง.....10

2.9 สี.....14

บทที่3 วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ.....18

3.2 อุปกรณ์.....18

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 การศึกษามายองเนสสูตรพื้นฐาน.....18

3.3.2 การศึกษามายองเนสสูตรไขมันต่ำ โดยการใช้นมผงขาดมันเนยร่วมกับแป้งข้าวเหนียว.....19

บทที่4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 การศึกษามายองเนสสูตรพื้นฐาน.....21

4.2 การศึกษามายองเนสสูตรไขมันต่ำ โดยการใช้นมผงขาดมันเนยร่วมกับ แป้งข้าวเหนียว

4.2.1 การตรวจสอบคุณสมบัติของมายองเนสไขมันต่ำ.....22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

4.2.2 การตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมายองเนสไขมันต่ำ.....27

บทที่5 สรุปผลการทดลอง.....32

บรรณานุกรม.....33

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก 36

ภาคผนวก ข 38

ภาคผนวก ค 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

ตารางที่3.1 องค์ประกอบในมายองเนสสูตรพื้นฐานและมายองเนสสูตรไขมันต่ำ…..……..19

ตารางที่4.1 ตารางแสดงคุณสมบัติของมายองเนสไขมันต่ำ……..……...23

ตารางที่4.2ตารางแสดงคะแนนความชอบเฉลี่ยของผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆของมายองเนสไขมันต่ำ……..…… ……...28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

ภาพที่2.1การพองตัวของเม็ดแป้ง.....11

ภาพที่2.2การเปลี่ยนแปลงของเม็ดแป้งขณะให้ความร้อน.....12

ภาพที่2.3การเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งเมื่อให้ความร้อน.....13

ภาพที่2.4ลักษณะการสะท้อนแสงของวัตถุทึบแสง.....14

ภาพที่2.5ลักษณะการทะลุผ่านแสงของวัตถุโปร่งแสงแสงโปร่งใส.....15

ภาพที่2.6การบรรยายสีในระบบ CIE Lab มองในระนาบ 2 มิติ.....16

ภาพที่2.7การบรรยายสีพื้นในระบบ CIE Lab ในรูป 3 มิติ.....17

ภาพที่4.1ภาพแสดงสีของมายองเนสสูตรพื้นฐาน.....21

ภาพที่4.2มายองเนสไขมันต่ำสูตรที่มีปริมาณนมผงขาดมันเนย 2 เปอร์เซนต์ และทำการ ทดแทนน้ำมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียว 30 60 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ.....22

ภาพที่4.3มายองเนสไขมันต่ำสูตรที่มีปริมาณนมผงขาดมันเนย 4 เปอร์เซนต์ และทำการทดแทนน้ำมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียว 30 60 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ.....22

ภาพที่4.4มายองเนสไขมันต่ำสูตรที่มีปริมาณนมผงขาดมันเนย 6 เปอร์เซนต์ และทำการทดแทนน้ำมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียว 30 60 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ.....23

ภาพที่4.5กราฟแสดงค่า L* ของตัวอย่างมายองเนสที่ประกอบด้วยนมผงขาดมันเนยและปริมาณการทดแทนน้ำมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียวที่สัดส่วนต่างๆ.....24

ภาพที่4.6กราฟแสดงค่า a* ของตัวอย่างมายองเนสที่ประกอบด้วยนมผงขาดมันเนยและปริมาณการทดแทนน้ำมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียวที่สัดส่วนต่างๆ.....25

ภาพที่4.7กราฟแสดงค่า b* ของตัวอย่างมายองเนสที่ประกอบด้วยนมผงขาดมันเนยและปริมาณการทดแทนน้ำมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียวที่สัดส่วนต่างๆ.....25

ภาพที่4.8กราฟแสดงค่าความหนืดของตัวอย่างมายองเนสที่ประกอบด้วยนมผงขาดมันเนยและปริมาณการทดแทนน้ำมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียวที่สัดส่วนต่างๆ..... 26

ภาพที่4.9กราฟแสดงค่าปริมาตรน้ำที่แยกชั้นหลังการหมุนเหวี่ยงของตัวอย่างมายองเนสที่ประกอบด้วยนมผงขาดมันเนยและปริมาณการทดแทนน้ำมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียวที่สัดส่วนต่างๆ

.....27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

ภาพที่4.10กราฟแสดงค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยทางด้านสีของตัวอย่างมายองเนสที่ประกอบด้วยนมผงขาดมันเนยและปริมาณการทดแทนน้ำมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียวที่สัดส่วนต่างๆ……..28

ภาพที่4.11กราฟแสดงค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยทางด้านกลิ่นรสของตัวอย่างมายองเนสที่ประกอบด้วยนมผงขาดมันเนยและปริมาณการทดแทนน้ำมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียวที่สัดส่วนต่างๆ ……..29

ภาพที่4.12กราฟแสดงค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยทางด้านความหนืดของตัวอย่างมายอเนสที่ประกอบด้วยนมผงขาดมันเนยและปริมาณการทดแทนน้ำมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียวที่สัดส่วนต่างๆ ……..29

ภาพที่4.13 กราฟแสดงค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยทางด้านเนื้อสัมผัสของตัวอย่างมายองเนส ที่ประกอบด้วยนมผงขาดมันเนยและปริมาณการทดแทนน้ำมันด้วยน้ำแป้งข้าวาวเหนียวที่สัดส่วนต่างๆ ……..30

ภาพที่4.14กราฟแสดงค่าคะแนนความชอบรวมเฉลี่ยของตัวอย่างมายองเนสที่ประกอบด้วยนมผงขาดมันเนยและปริมาณการทดแทนน้ำมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียวที่สัดส่วนต่างๆ……31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

บทนำ

มายองเนสเป็นอาหารประเภทอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำที่ได้รับความนิยมกันอย่างแพร่หลาย นิยมนำมารับประทานร่วมกับผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ และขนมปัง หรือแม้แต่กระทั่งนำมาใช้เป็นซอสในการรับประทานร่วมกับอาหารประเภททอดต่างๆ และในปัจจุบันนี้ได้มีแนวโน้มในการรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพและโภชนาการที่ดีมากขึ้น ทำให้ผู้บริโภคเกิดความสนใจในการเลือกรับประทานอาหาร เพื่อให้ตรงกับสภาวะความต้องการของร่างกายในแต่ละบุคคล อาหารประเภทไขมันต่ำ และไร้คอเลสเตอรอลก็เป็นทางเลือกหนึ่งของผู้บริโภคที่ให้ความสนใจในสุขภาพของตนเอง เนื่องจากไขมันนั้นถึงแม้ร่างกายจะมีความต้องการ เพราะเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญ แต่ถ้ารับประทานในปริมาณที่มากเกินไป ก็อาจส่งผลกระทบต่อร่างกายได้ นั่นคือเป็นการสาเหตุที่ก่อให้เกิดโรคอ้วน การอุดตันของเส้นเลือด ตลอดจนโรคหัวใจตามมา

แต่อย่างไรก็ตามน้ำมันปริมาณมากที่เป็นส่วนผสมในมายองเนสนี้ถือเป็นปัจจัยที่สำคัญของอาหารประเภทอิมัลชัน เพราะน้ำมันจะเป็นส่วนที่ให้กลิ่นรส(flavor) ลักษณะปรากฏ(appearance) ลักษณะเนื้อสัมผัส(texture) และตลอดจนอายุการเก็บรักษา (McClements&Demetriades,1998) ดังนั้นจึงได้มีการคิดค้นสารทดแทนไขมันขึ้นมามากมายหลายชนิด ทั้งการใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปลง , แป้งข้าว , เบต้า-กลูแคน เป็นต้น

ดังนั้นปัญหาพิเศษนี้ จึงสนใจที่จะศึกษาและปรับปรุงคุณสมบัติของมายองเนสไขมันต่ำโดยใช้นมผงขาดมันเนยและแป้งข้าวเหนียว

วัตถุประสงค์

เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของมายองเนสไขมันต่ำ โดยใช้นมผงขาดมันเนยและแป้งข้าวเหนียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2
วารสารปริทัศน์

2.1 มายองเนส(Mayonnaise)

มายองเนส (mayonaise) มีต้นกำเนิดจากประเทศฝรั่งเศส อิมัลชันทางอาหารที่เรารู้จักกันดี เป็นอิมัลชันประเภทน้ำมันในน้ำมีส่วนประกอบของน้ำมัน 60-80% จะเห็นว่าในส่วนประกอบจะมีปริมาณโดยปริมาตรของ internal phase สูง ทำให้อิมัลชันมีเสถียรภาพน้อย การเตรียมจะต้องมีการผสมอย่างถูกต้อง อิมัลซิไฟเออร์ในส่วนประกอบของมายองเนสคือ ไข่แดงและมัสตาร์ด (กิตติพงษ์,2545)

วัตถุดิบในการทำมายองเนสได้แก่ ไข่แดง น้ำมันสลัด น้ำส้มสายชู น้ำตาลป่น เกลือ มัสตาร์ด และน้ำมะนาว

ไข่แดง เป็นอาหารที่ย่อยง่ายและมีคุณค่าทางอาหารสูง ในการผลิตมายองเนสนั้นถือว่าเป็นส่วนผสมที่สำคัญและขาดไม่ได้ เพราะไข่แดงจะประกอบด้วยสารตามธรรมชาติที่เรียกว่าเลซิติน(lecithin) ซึ่งเป็นตัวกลางหรือสารที่ทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์(emulsifier) ช่วยทำให้น้ำมันสลัดกับน้ำส้มสายชูเข้ากันได้ดีไม่แยกออกเป็นชั้นระหว่างน้ำกับน้ำมันเมื่อตั้งทิ้งไว้ และไข่แดงนี้ยังช่วยให้สีเหลืองอ่อนแก่ผลิตภัณฑ์อีกด้วย

น้ำส้มสายชู น้ำส้มสายชูที่นิยมนำมาเป็นส่วนผสมในการทำมายองเนสจะนิยมใช้น้ำส้มสายชูกลั่น และน้ำสายชูหมัก ขึ้นอยู่กับว่าจะต้องการกลิ่นหอมแบบใด ซึ่งปกติแล้วน้ำส้มสายชูหมัก จะให้กลิ่นหอมเฉพาะอีกแบบหนึ่ง และอาจมีกลิ่นหอมที่ดีกว่าน้ำส้มสายชูกลั่น น้ำส้มสายชูที่เติมลงไปช่วยให้รสเปรี้ยวซึ่งเป็นเอกลักษณ์และลักษณะเฉพาะตัวของผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ นอกจากนี้น้ำส้มสายชูยังเป็นสาร preservative ให้แก่มายองเนสอีกด้วย ช่วยในการถนอมมายองเนสให้เก็บไว้ได้นานๆ โดยปกติการผลิตมายองเนส จะใช้ปริมาณน้ำส้มสายชูร้อย 5-8

น้ำตาลป่น น้ำตาลป่นที่นำมาใช้เป็นส่วนผสม ในการผลิตมายองเนสได้จากการนำน้ำตาลทรายมาป่นให้ละเอียด เพื่อช่วยเพิ่มอัตราการละลาย ลดการจับตัวกันเป็นก้อนซึ่งทำให้เกิดลักษณะที่ไม่ดีแก่มายองเนส น้ำตาลทรายที่นำมาใช้จะมีปริมาณซูโครสประมาณร้อยละ 99.5 มีเกลือแร่และวิตามินต่างๆน้อยมาก ดังนั้นน้ำตาลจึงเป็นแหล่งพลังงานที่ดี มีปริมาณการใช้ร้อยละ 1-12 และขึ้นอยู่กับชนิดของการทำมายองเนสอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกลือ เกลือ(NaCl) ที่นิยมนำมาเป็นส่วนผสมของมายองเนสหรือแม้กระทั่งอาหารชนิดอื่นๆ ที่ได้จากเกลือสินเธาว์ ซึ่งเกลือสินเธาว์นี้ จะมีการปนเปื้อนน้อยกว่าเกลือสมุทรอันเนื่องมาจากกระบวนการผลิต ความแตกต่างของแหล่งที่มา และกระบวนการผลิตนี้เป็นตัวกลางที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ได้อีกปัจจัยหนึ่ง เกลือ(NaCl) ที่เติมลงไปนี้จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีรสเค็มเพิ่มขึ้นและจะมีผลต่อการเจริญเติมโตของเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งเกลือจะทำให้เซลล์ของจุลินทรีย์เกิดพาสโมไลซีส(plasmolysis) ทำให้ปริมาณออกซิเจนในส่วนของที่เป็นน้ำของอาหารลดลง คลอรีนอิออน(Cl^-) จะทำให้เซลล์แมมแบรนเกิดการเสียหาย และมีผลต่อเอนไซมที่ย่อยโปรตีนของจุลินทรีย์อีกด้วย

มัสตาร์ด(Mustard) เป็นเครื่องเทศที่เติมลงไปในมายองเนสเพียงชนิดเดียว มัสตาร์ดที่เติมลงไปนั้นจะทำหน้าที่ช่วยให้เกิดรสชาติ กลิ่นรสเฉพาะตัว และยังทำให้เกิดสีอ่อนๆ ในผลิตภัณฑ์อีกด้วย

น้ำมันสลัด หมายถึง น้ำมันที่ยังคงสภาพเป็นของเหลวใส เมื่อแช่ไว้ในน้ำเย็นจัด ที่อุณหภูมิ 32 องศาฟาเรนไฮต์ นาน 5.5 ชั่วโมง น้ำมันสลัดเป็นน้ำมันพืชที่ได้ภายหลังจากการผ่านสลัดมีประโยชน์ใช้ทำเป็นส่วนผสมของมายองเนส สลัดครีม ทำให้สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เหล่านี้ไว้ในตู้เย็นได้ โดยคุณภาพเหมือนเดิมไม่เปลี่ยนแปลงและทำให้อิมัลชันไม่แยกตัว

ซึ่งน้ำมันปริมาณมากที่เป็นส่วนผสมในมายองเนสนี้ถือเป็นปัจจัยที่สำคัญของอาหารประเภทอิมัลชัน เพราะน้ำมันจะเป็นส่วนที่ให้กลิ่นรส(flavor) ลักษณะปรากฏ(appearance) ลักษณะเนื้อสัมผัส(texture) และตลอดจนอายุการเก็บรักษา (McClements&Demetriades,1998)

2.2 คอเลสเตอรอล(Cholesterol)

คอเลสเตอรอล เป็นสารจำพวก สเตรอล(Sterol) พบในผนังเซลล์(cell membrane) ของทุกเนื้อเยื่อในร่างกาย และถูกขนส่งในกระแสเลือดของสัตว์ คอเลสเตอรอลส่วนใหญ่ไม่ได้มากับอาหารแต่จะถูกสังเคราะห์ขึ้นภายในร่างกาย จะสะสมอยู่มากในเนื้อเยื่อของอวัยวะที่สร้างมันขึ้นมา เช่น ตับ ไขสันหลัง (spinal cord) สมอง และ ผนังหลอดเลือดแดง (atheroma) คอเลสเตอรอลมีบทบาทในกระบวนการทางชีวเคมีมากมาย แต่ที่รู้จักกันดีคือ มันเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคหัวใจและระบบหลอดเลือด (cardiovascular disease) และภาวะ คอเลสเตอรอลในเลือดสูง

คุณสมบัติ

คอเลสเตอรอลละลายในน้ำได้น้อยมากเพราะโมเลกุลของมันมีส่วนที่เป็นไขมันอยู่มาก ดังนั้นการเคลื่อนย้ายของมันในกระแสเลือดจึงต้องเกาะตัวไปกับ ไลโปโปรตีน (lipoprotein) ไลโปโปรตีนขนาดใหญ่ที่สุดที่ทำหน้าที่ขนคอเลสเตอรอลและไขมันอื่นๆเช่น ไตรกลีเซอไรด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(triglyceride) จากลำไส้เล็กไปยังตับชื่อ ไคโลไมครอน (chylomicron) ในตับอนุภาค ไคโลไมครอนจะจับตัวกับ ไตรกลีเซอไรด์ และคอเลสเตอรอล แล้วเปลี่ยนเป็นไลโปโปรตีน-ความหนาแน่นต่ำ (low-density lipoprotein-LDL) แล้วจะเคลื่อนย้ายไตรกลีเซอไรด์ และคอเลสเตอรอลไปยังเซลล์อื่นๆ ของร่างกาย ส่วนไลโปโปรตีนความหนาแน่นสูง (High density lipoprotein-HDL) จะทำหน้าที่ขนส่งคอเลสเตอรอลจากเซลล์ต่างๆ ทั่วร่างกายกลับมาที่ตับเพื่อกำจัด

ในผู้ที่มีสุขภาพดี อนุภาคไลโปโปรตีน-ความหนาแน่นต่ำจะมีขนาดใหญ่และจำนวนน้อย ในทางตรงกันข้าม ถ้าไลโปโปรตีน-ความหนาแน่นต่ำมีขนาดเล็กแต่จำนวนมาก พบว่ามันส่งเสริมให้เกิดโรคหลอดเลือดตีบ (atheroma)

พบว่าถ้าร่างกายมีไลโปโปรตีน-ความหนาแน่นสูง ขนาดใหญ่จำนวนมากจะมีสุขภาพดี ในทางตรงกันข้ามถ้ามีไลโปโปรตีน-ความหนาแน่นสูงขนาดใหญ่จำนวนน้อยจะส่งเสริมให้เป็นโรคหลอดเลือดตีบง่ายขึ้น

2.3 ไขมัน

ไขมันที่ใช้บริโภคเป็นเอสเทอร์ของกรดไขมัน ซึ่งเป็นกรดอินทรีย์จำนวน 3 โมเลกุล กับกลีเซอรอลรวมเรียกสารประกอบพวกไทรเอซิลกลีเซอรอลหรือไทรกลีเซอร์ไรด์(triglycerides) โดยทั่วไปกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบทั้ง 3 โมเลกุลอาจเป็นชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกันก็ได้ ไทรกลีเซอไรด์จะมีกรดไขมันทั้ง 3 โมเลกุลต่างชนิดกัน นอกจากถ้าปริมาณของกรดชนิดหนึ่งมีมากกว่า 1 ใน 3 ของกรดทั้งหมด ไทรกลีเซอไรด์จะมีกรดไขมันชนิดเดียวกัน 2 โมเลกุล โมเลกุลไทรกลีเซอไรด์ที่มีกรดไขมันทั้ง 3 ชนิดเหมือนกันเรียกว่า ไทรกลีเซอไรด์เชิงเดียว (simple triglycerides) ถ้ามีกรดไขมันต่างชนิดกันเรียกว่าไทรกลีเซอไรด์ผสม (mixed triglycerides) เมื่อไฮโดรไลส์ในสภาวะเบสตามด้วยกรดจะให้กลีเซอรอลและกรดไขมัน 3 โมเลกุล (สุมลทา,2545)

กรดไขมันเป็นสารประกอบอินทรีย์ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของลิพิดเกือบทุกชนิด ซึ่งโครงสร้างประกอบด้วยส่วนของไฮโดรคาร์บอนและหมู่คาร์บอกซิล กรดไขมันอาจจะมีพันธะเดียว พันธะคู่ หรือพันธะสาม ดังนั้นจึงจำแนกชนิดของกรดไขมันตามชนิดของพันธะได้เป็นสองชนิดคือ กรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acid) และกรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid)

1.กรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acid) จะมีอะตอมของคาร์บอนที่ต่อกันเป็นลูกโซ่ด้วยพันธะเดี่ยวเท่านั้น โดยที่แขนของคาร์บอนแต่ละตัวจะจับอะตอมของไฮโดรเจนเต็มไปหมด ไม่มีแขนว่างอยู่เลย ไขมันชนิดนี้จะมีอยู่ในอาหารจำพวกที่ เราเห็นเป็นชั้นสีขาวติดอยู่ในเนื้อสัตว์ หรือหนังสัตว์ปีก ไข่แดง น้ำมันหมู เนย นม ผลิตภัณฑ์จากนม รวมถึงน้ำมันที่ได้จากพืชบางชนิดก็เป็นแหล่งไขมันอิ่มตัวด้วย เช่น กรดไขมัน พาลมิติก (palmitic) ที่มีมากในน้ำมันปาล์ม น้ำมันมะพร้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในไขมันสัตว์และผลิตภัณฑ์นมเนย กรดไขมันชนิดนี้จะมีสถานะอันเฉื่อยเนื่อยในกระบวนการเคมีของร่างกาย ถ้าไม่ถูกย่อยไปใช้เป็นพลังงานก็มีแนวโน้มที่จะตกตะกอนในหลอดเลือด ทำให้ไขมันในเลือดสูง เกิดความเสี่ยงที่จะอุดตันในหลอดเลือดได้ เป็นต้นเหตุของโรคความดันโลหิตสูง หัวใจและสมองขาดเลือด เป็นอัมพฤกษ์ อัมพาต ฯลฯ

2.กรดไขมันไม่อิ่มตัว(unsaturated fatty acid) จะมีอะตอมของคาร์บอนที่เรียงตัวกันเกิดมีบางตำแหน่งที่จับไฮโดรเจนไม่เต็มกำลังเกิดมีแขนคู่ (double bond) อยู่บางตำแหน่ง ทำให้มันมีความว่องไวในปฏิกิริยาทางเคมีพร้อมที่จะเปิดรับปฏิกิริยาต่าง ๆ ด้านหนึ่งก็เป็นประโยชน์แก่ร่างกาย การบริโภคไขมันชนิดนี้จะช่วยให้ คอเลสเตอรอลในเลือดลดลงแต่อีกด้านหนึ่งก็พร้อมที่จะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกลายเป็นอนุมูลอิสระตัวก่อปัญหาทางสุขภาพ (สายพินท์,2550)

2.4 น้ำมันสลัด

น้ำมันสลัดหมายถึง น้ำมันที่ยังคงสภาพเป็นของเหลวใส เมื่อแช่ไว้ในน้ำเย็นจัด ที่อุณหภูมิ 32 องศาฟาเรนไฮต์ นาน 5.5 ชั่วโมง น้ำมันสลัดเป็นน้ำมันพืชที่ได้ภายหลังจากการผ่านกระบวนการ winterization แล้ว เพื่อแยกเอาไขมันที่มีจุดหลอมเหลวสูงออกไปจากน้ำมัน ส่วนที่เหลือจะเป็นน้ำมันที่มีจุดหลอมเหลวต่ำมาก เมื่อเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิประมาณ 40-50 องศาฟาเรนไฮต์ จะยังคงรักษาความเป็นของเหลวไว้ได้ น้ำมันสลัดมีประโยชน์ใช้ทำเป็นส่วนผสมของมายองเนส สลัดครีม และ salad dressing ชนิดต่าง ๆ ทำให้สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เหล่านี้ไว้ในตู้เย็นได้ โดยคุณภาพเหมือนเดิมไม่เปลี่ยนแปลงและทำให้อิมัลชันไม่แยกตัว

2.5 การทำให้เกิดอิมัลชัน(Emulsification)

การทำให้เกิดอิมัลชันจะเป็นกระบวนการลดขนาดร่วมกับการผสมของของเหลวที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกันตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปจนได้อิมัลชันที่เสถียร กระบวนการโฮโมจีไนซ์ (homogenisation) ก็จัดเป็นการทำให้เกิดอิมัลชันประเภทหนึ่ง โดยเป็นการลดขนาดของแข็งหรือของเหลวจนมีขนาด 0.5-3 ไมครอน และทำให้กระจายอยู่ในของเหลวอีกชนิดหนึ่งด้วยแรงเฉือน การโฮโมจีไนซ์มักใช้สภาวะรุนแรง การทำให้เกิดอิมัลชันมีจุดประสงค์เพื่อปรับปรุงสมบัติในการใช้งานหรือคุณภาพด้านการบริโภคของอาหาร โดยมีผลด้านการเก็บรักษาน้อยหรือไม่มีเลย

ทฤษฎีของการเกิดอิมัลชัน

การทำอิมัลชันเป็นการลดขนาดและผสมของเหลวที่ไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกันตั้งแต่ 2 ชนิดเข้าด้วยกัน ภายในอิมัลชัน ของเหลวหนึ่งจะมีลักษณะเป็นหยดเล็กๆ กระจายอยู่ในของเหลวอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดหนึ่ง ของเหลวที่อยู่ในรูปหยดเล็กๆ นี้เรียกว่า ส่วนไม่ต่อเนื่อง (discontinuous phase) หรือส่วนที่กระจาย (dispersed phase) หรือส่วนที่อยู่ภายใน (internal phase) ส่วนของเหลวอีกชนิดหนึ่งที่อยู่โดยรอบของเหลงชนิดแรก จะเรียกว่าส่วนต่อเนื่อง (continuous phase) หรือส่วนที่ไม่กระจาย (dispersing phase) หรือส่วนที่อยู่ภายนอก (external phase)

ของเหลวที่ประกอบกันเป็นอิมัลชันทางอาหารส่วนใหญ่ คือ น้ำและน้ำมัน ซึ่งทั้งสองนี้ไม่ได้อยู่ในรูปของสารบริสุทธิ์ ส่วนที่เป็นน้ำมักอยู่ในรูปของสารบริสุทธิ์ ส่วนที่เป็นน้ำมักอยู่ในรูปของสารละลายของน้ำตาล เกลือ หรือสารอินทรีย์อื่นๆ หรืออาจอยู่ในรูปของสารแขวนลอย โดยองค์ประกอบทั้งหมดจะเป็นสารที่เข้ากันได้ดีกับน้ำ (hydrophilic material) ส่วนในน้ำมันอาจประกอบไปด้วยน้ำมันหลายชนิด ไฮโดรคาร์บอน ขี้ผึ้ง เรซิน หรือองค์ประกอบอื่นที่เข้ากันได้ดีกับน้ำมัน (hydrophobic material)

ที่ผิวสัมผัสของส่วนต่อเนื่องและส่วนไม่ต่อเนื่องนั้น จะมีพลังงานอิสระ (free energy) เกิดขึ้นเนื่องจากแรงที่พยายามทำให้ของเหลวแต่ละชนิดแยกออกมารวมตัวกัน พลังงานนี้จะเรียกว่า แรงดึงที่ผิวสัมผัส (interfacial tension) ซึ่งพยายามทำให้เกิดการลดผิวสัมผัสให้มากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ ดังนั้นส่วนที่ไม่ต่อเนื่องของอิมัลชันจะอยู่ในรูปทรงกลมเล็กๆเพราะทรงกลมจะเป็นรูปทรงที่มีพื้นที่ผิวต่อหน่วยปริมาตรน้อยสุด นอกจากนั้นความพยายามลดพื้นที่ผิวจะทำให้หยดเล็กๆของส่วนไม่ต่อเนื่องพยายามรวมตัวกันเป็นหยดใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ จนในที่สุดจะสูญเสียลักษณะการเป็นอิมัลชัน และของเหลวทั้ง2 ชนิดจะแยกจากกันได้สมบูรณ์

การทำให้เกิดอิมัลชันจะต้องทำให้เกิดการใช้งานกับระบบจนมากกว่าแรงต้านผิวสัมผัสใหม่ซึ่งเกิดจากแรงดึงที่ผิวสัมผัส และต้องเกิดแรงที่มากกว่าแรงเสียดทานระหว่างส่วนที่ต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง เพื่อให้ส่วนที่ไม่ต่อเนื่องซึ่งเป็นหยดเล็กๆนี้เคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา ตามปกติงานที่ให้กับของเหลวจะทำโดยการกวนอย่างรุนแรง โดยจะต้องทำให้ของเหลวส่วนที่ไม่ต่อเนื่องเกิดแรงเฉือน จนแตกตัวเป็นหยดเล็กๆกระจายอยู่ทั่วไป ดังนั้นในของเหลวคู่ที่มีแรงดึงระหว่างผิวสูงจะทำให้เกิดอิมัลชันได้ยากขึ้น และอิมัลชันที่เกิดขึ้นจะมีความเสถียรน้องลง ในการลดแรงดึงระหว่างผิวสัมผัสเพื่อให้เสถียรขึ้นทำได้โดยใช้สารช่วยให้เกิดอิมัลชัน (emulsifying agent หรือ emulsifier)

สารที่ช่วยให้เกิดอิมัลชัน

สารที่เติมลงไปเพื่อให้สารละลายตั้งแต่2ชนิดซึ่งไม่รวมตัวกันเช่น น้ำกับน้ำมันผสมรวมกันได้จะเรียกว่าสารที่ทำให้เกิดอิมัลชัน (emulsifier) ส่วนสารที่เติมลงไปเพื่อช่วยรักษาอิมัลชันให้คงอยู่ได้ อาจเรียกว่า สารช่วยให้คงตัว (stabilizer) สารที่ช่วยให้คงตัวนี้อาจมีสมบัติพื้นฐานเหมือนกับสารช่วยให้เกิดอิมัลชัน หรือเป็นสารที่ช่วยทำให้องค์ประกอบชนิดใดชนิดหนึ่งหรือทั้งหมดใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิมัลชันมีความหนืดเพิ่มขึ้น ทำให้มีแนวโน้มที่จะแยกตัวออกจากกันน้อยลง สารเหล่านี้จะใช้มากในการผลิตขนมปัง ขนมหวาน ไอศกรีม เนยเทียม และช็อกโกแลตเป็นต้น

2.6 นมผงขาดมันเนย(skim milk powder)

Skim milk powder หรือหางนมผง คือนมที่ผ่านการแยกเอาไขมันโดยเครื่องแยกครีม ทำให้ได้ครีมหรือไขมันกับหางนม ในหางนมยังคงมีโปรตีนเคซีน และเวย์โปรตีน (ยุพร,2547) จากนั้นนำหางนมที่ได้มาทำแห้งด้วยวิธี freeze dry

2.7 โปรตีนเวย์ (Whey Protein)

โปรตีนเวย์เป็นส่วนหนึ่งของโปรตีนในนม รายงานว่าสารประกอบโปรตีนในนมจับตัวเป็นกลุ่มของสารประกอบไนโตรเจน มีน้ำหนักโมเลกุลสูงและเป็นส่วนประกอบสำคัญในโครงสร้างของสิ่งมีชีวิต ประกอบด้วยกรดอะมิโนที่เชื่อต่อกันมากกว่า 100 โมเลกุล สารประกอบไนโตรเจนในนมแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ไม่ใช่โปรตีน และกลุ่มโปรตีน ซึ่งประกอบด้วยโปรตีนเวย์ร้อยละ 17 และเคซีนร้อยละ 78 สำหรับเคซีนจะมีคุณสมบัติคือถูกตกตะกอนโดยเอนไซม์เรนเนท (rennet) ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์เนยแข็ง ส่วนโปรตีนของเวย์ยังอยู่ในส่วนของของเหลวที่เรียกว่าน้ำเวย์

องค์ประกอบของโปรตีนเวย์

โปรตีนเวย์มีเพียงร้อยละ 20 ของสารประกอบไนโตรเจนในน้ำนม เป็นโปรตีนที่ยังเหลืออยู่ในซีรัมภายหลังจากการแยกเคซีนทั้งจากกระบวนการผลิตเนยแข็งและเคซีน โปรตีนเวย์จะประกอบด้วย β-lactoglobulin 50% , α-lactalbumin 25% ที่เหลือเป็นโปรตีนชนิดอื่นๆ ซึ่งรวมถึง Immunoglobulin proteose-peptone Bovine Serum Albumin และ β- casein โดยโปรตีนเหล่านี้จะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน องค์ประกอบของเวย์ที่ได้อาจแตกต่างกันได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแหล่งที่มาของนมและขั้นตอนในการผลิตเนยแข็ง

คุณสมบัติเชิงหน้าที่และการนำไปใช้ประโยชน์ของโปรตีนเวย์ (Functional Properties and benefit of Whey Protein)

1. ความสามารถในการละลาย (Solublility)

ความสามารถในการละลายของโปรตีนเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการนำเอาโปรตีนเวย์ไปใช้งาน โดยโปรตีนเวย์ชนิดที่ยังไม่ถูกทำให้เสียสภาพด้วยความร้อน จะมีความสามารถในการละลายได้ในช่วง pH ที่กว้าง แต่ถ้าหากมีการให้ความร้อนด้วยอุณหภูมิที่สูงกว่า 70°C จะทำให้สูญเสียความสามารถในการละลายในช่วง pH 3-5 เนื่องจากโปรตีนเวย์บางส่วนเกิดการรวมตัวกันเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตะกอนและเกิดการตกตะกอนที่ Isoeletric pH ที่ 4.5-5.3 ในโปรตีนเวย์เข้มข้นที่ผลิตจากแอซิดเวย์จะมีสัดส่วนของการเสียสภาพของโปรตีนที่สูงกว่าที่ผลิตจากสวีทเวย์ แต่เราสามารถเพิ่มความสามารถในการละลายของโปรตีนเวย์ในผลิตภัณฑ์ที่ต้องให้ความร้อนได้โดยการเติมน้ำตาลช่วยปรับปรุงให้โปรตีนเวย์มีความคงตัวต่อความร้อนเพิ่มขึ้น

2. ความสามารถในการอุ้มน้ำ(Water holding) และความสามารถในการรวมตัวกับน้ำ (Water-binding)

ความสามารถในการอุ้มน้ำจะขึ้นอยู่กับโครงสร้างพื้นฐานของโปรตีนเวย์ จำนวนน้ำที่อยู่ในเจลที่ก่อตัวจะเกี่ยวข้องกับความสามารถในการรวมตัวกับน้ำและความสามารถในการอุ้มน้ำ ซึ่งน้ำในสภาวะนี้จะล้อมรอบโครงสร้างสามมิติของเจลและถ้ามีการให้ความร้อนกับโปรตีนเวย์จะทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ความสามารถในการละลายน้ำจะลดลง เพราะมีบางส่วนของโปรตีน ไม่เกาะตัวกับน้ำโดยโปรตีนเวย์จะตกตะกอนเพิ่มขึ้น นอกจากนี้โปรตีนเวย์ยังมีความสามารถในการรวมตัวกับน้ำ ซึ่งจะทำให้เกิดพันธะไฮโดรเจนกับน้ำและทำให้ติดกับน้ำ ซึ่งจะมีความสำคัญโดยเฉพาะเมื่อนำโปรตีนเวย์ไปใช้กับผลิตภัณฑ์ที่มีความหนืด

3. ความหนืด (Vicosity)

เมื่อเปรียบเทียบกับโปรตีนชนิดอื่นๆ แล้วโปรตีนเวย์เข้มข้นจะมีความหนืดต่ำมีประมาณน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 cps ที่ 10 % ของของแข็งทั้งหมด ด้วยความหนืดที่ต่ำนี้ทำให้โปรตีนเวย์ที่มีความเข้มข้นสูงได้จึงเป็นการช่วยให้ไม่ต้องใช้ปริมาณมากก็จะได้ปริมาณโปรตีนตามที่ต้องการแล้ว และการให้ความร้อนกับโปรตีนเวย์จะมีส่วนทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย นอกจากนี้การเกิดเจลจะช่วยทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้น แต่การละลายของโปรตีนจะทำให้ความหนืดลดลง

4. การเกิดเจล (Gelation)

ภายใต้สภาวะความร้อนที่เหมาะสมโปรตีนเวย์จะเกิดฟอร์ม (การเชื่อมหรือการประสานกัน) เจลชนิดผันกลับไม่ได้ (irreverseible gel) ขึ้นมาได้ โดยจะมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างกลายเป็นโครงร่างตาข่ายสามมิติจะจับกับน้ำเป็น gel matrix โปรตีนเวย์จะเริ่มเกิดเจลเมื่อมีความร้อนสูงขึ้น (65°C) โดยลักษณะของเจลที่ได้จะแตกต่างกันออกไปคือ มีทั้งลักษณะเข้มข้น เรียบเป็นมันแข็งและยืดหยุ่นได้ (เหมือนไข่ขาว) ส่วนอุณหภูมิเริ่มต้นการเกิดเจลขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของโปรตีน pH ส่วนประกอบของสารอาหารชนิดอื่นๆ ในสารละลายรวมถึงสภาวะที่เหมาะสมในการผลิต

ความคงตัวของเจลที่เกิดขึ้น ขึ้นกับพันธะไดซัลไฟด์ (disulfide) และหมู่ซัลฟฮัยดริล (sulfhyfryl-SH) นอกจากนี้การสร้างพันธะไดซัลไฟด์ที่ปรากฏมีความสำคัญต่อการทำให้เกิดความยืดหยุ่นของเจลด้วย การเกิดของเจลเมื่อโดนความร้อนจะทำให้เกิดหมู่ซัลฟฮัยดริล จะทำให้เจลที่ได้มีลักษณะที่ขุ่นกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Shimada and Cheftel ได้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของพันธะไดซัลไฟด์หรือหมู่ซัลฟฮัยดริลในเจลของโปรตีนเวย์ โดยจะทำให้ช่วยเพิ่มความแข็งแรง และความยืนหยุ่นให้กับเจลมากขึ้น นอกจากนี้ cross-linking ในเจลจะเป็นตัวทำให้เกิดความยืนหยุ่น การไหลและความแข็งแรงของเจล โดยคุณสมบัติของเจลจะเปลี่ยนแปลงหรือไม่ขึ้นอยู่กับพันธะ cross-linking นี้การให้ความร้อนทำให้เกิดกลไกการเกิดเจลเกิดขึ้นเนื่องจากโปรตีนจะเกิดปฏิกิริยาโพลิเมอร์ไรเซชั่น(polymerization) ซึ่งจะทำให้เกิดการสร้างพันธะไดซัลไฟด์ขึ้น

ในสารละลายของน้ำ โปรตีนเวย์จะเริ่มเกิดเจลที่ความเข้มข้นของโปรตีน7% แต่ในอุตสาหกรรมอาหารหรือส่วนประกอบชนิดอื่นๆจะมีอิทธิพลต่อความสามารถในการอุ้มน้ำและความสามารถที่จะเกิดเจลได้ที่โปรตีนเวย์เข้มข้น 0.5-3.0% ซึ่งโครงสร้างของเจลที่ผันกลับไม่ได้นี้จะสามารถเก็บกักน้ำไว้ได้จึงเป็นการเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ และโครงสร้างที่แข็งแรงของเจลยังป้องกันความสูญเสียความชื้นของผลิตภัณฑ์ได้ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มผลผลิตได้(yeild) ในหลายผลิตภัณฑ์

5. การยึดติดกัน(Adhesive)

โปรตีนเวย์เข้มข้นจะให้คุณสมบัติในการยึดติดกัน เพื่อที่จะได้สามารถปรับปรุงเนื้อสัมผัสและความเรียบเนียน

6. การรวมตัวกัน (Emulsification)

โปรตีนเวย์ประกอบด้วยส่วนที่ชอบน้ำ(hydrophilic) และส่วนที่ชอบไขมัน(hydrophobic) จึงทำให้สามารถทำหน้าที่เป็นอิมัลซิฟายเออร์(emulsifier) ได้โดยจะมีการสร้างแมมแบรนที่ผิวสัมผัสระหว่างอนุภาคของน้ำมันกับอนุภาคของน้ำ เพื่อให้น้ำและไขมันรวมอยู่ด้วยกันได้ และช่วยในการทำให้เกิดการกระจายตัวของเม็ดไขมัน ทำให้ไขมันไม่แยกชั้นกับน้ำเกิดความคงตัว หลังจากดูดซับที่ผิวของไขมันหรือน้ำแล้วโปรตีนบางส่วนจะคลายตัวเพื่อทำให้อนุภาคมีความเสถียร

7. การเกิดฟอง (Foaming)

โปรตีนเวย์มีคุณสมบัติการเกิดฟองที่ดีเพราะโมเลกุลสามารถละลายน้ำได้และสามารถลดแรงตึงผิวของผิวหน้า การเกิดฟองจะมากขึ้นเมื่อโปรตีนเวย์มีความเสถียรจะสร้างฟิล์มบางๆห่อหุ้มฟองอากาศเอาไว้ ทำให้ฟองอากาศแข็งแรง

ความเร็วของการเกิดฟองและความคงตัวของฟองขึ้นอยู่กับชนิดของโปรตีนเวย์ ระดับปริมาณของโปรตีนที่เสียสภาพ ปริมาณไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ความเข้มข้นของแคลเซียมไอออนและไอออนอื่นๆ pH วิธีในการตีให้ขึ้นฟู(whipping) และอุปกรณ์ที่ใช้ในการตี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่าหากโปรตีนมีปริมาณไขมันอยู่สูง จะทำให้คุณสมบัติการเกิดฟองลดลง ถ้ามีการใช้โปรตีนแทนที่ไข่ขาวจะต้องเพิ่มเวลาในการตี เพราะไข่ขาวสามารถเสียสภาพได้ด้วยแรงเฉือนแต่โปรตีนเวย์มีความเสถียรต่อการเสียสภาพด้วยแรงเฉือน ทำให้ใช้เวลาในการผสมนานกว่าไข่ขาว

8. การเกิดสีน้ำตาล (Browning)

โปรตีนเวย์จะเกิดสีน้ำตาลไหม้เมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำตาลรีดิวส์เกิดปฏิกิริยา Maillard ทำให้เกิดสีน้ำตาล ซึ่งเกิดระหว่างกำลังทำขนมอบ การทอด หรือกระบวนการแปรรูปด้วยความร้อน หมู่เอมีนจะทำปฏิกิริยากับแลคโตสและน้ำตาลรีดิวส์อื่นๆ ที่อยู่ในผลิตภัณฑ์ขนมอบ ผลิตภัณฑ์ขนมหวาน ซอส จะช่วยปรับปรุงสีให้ดึงดูด เช่น ในบิสกิตใช้โปรตีนเวย์เข้มข้น(80%) ปริมาณ 4% ของส่วนผสมจะให้สีแก่บิสกิตน่ารับประทานในขนมปังใช้โปรตีนเวย์ผงร้อยละ 3 ของแป้งในสูตรเพื่อปรับปรุงสีภายนอกเป็นสีน้ำตาลไหม้และโปรตีนเวย์ยังให้สีผิวหน้าและเปลือกของผลิตภัณฑ์ขนมอบ

9. กลิ่นรส (Flavour)

โปรตีนเวย์ให้รสชาติที่จืด โดยเฉพาะโปรตีนที่มีความเข้มข้นสูงจะให้กลิ่นรสที่หวานเล็กน้อยในผลิตภัณฑ์ขนมอบ เพื่อทำให้สามารถมีกลิ่นรสอื่น เช่น ช็อกโกแลตและเครื่องเทศอื่นๆ เพื่อที่จะพัฒนาให้เต็มที่ เช่น ผลิตภัณฑ์ใช้ขนมหวานใช้โปรตีนเวย์ผงและโปรตีนเวย์เข้มข้นประมาณร้อยละ 8-16 ของน้ำตาลเพื่อลดความหวานและให้กลิ่นคาราเมล ยืดอายุการเก็บรักษาและปรับปรุงคุณภาพทางโภชนาการในขนมปัง sourdough เพื่อให้ได้กลิ่นรสที่เด่นของแอซิดเวย์และสามารถเพิ่มกลิ่นรสโดยการหมักในซอส สวีทเวย์ผงจะให้รสชาติที่หวานเพียงเล็กน้อย และรสชาติของกรดแลคติกในแอซิดเวย์ใช้เพิ่มลักษณะทางประสาทสัมผัสของซอสและซุป ในบิสกิตใช้โปรตีนเวย์เข้มข้น(80%) ปริมาณ 4% เป็นส่วนผสมและเค้กวนิลาใช้ 34% ของโปรตีนเวย์เข้มข้นปริมาณ 7.86% เป็นส่วนผสม จะเพิ่มกลิ่นรส ในระหว่างกระบวนการแปรรูปด้วยความร้อนแลคโตสที่อยู่ในส่วนประกอบของเวย์จะทำปฏิกิริยากับโปรตีนนมทำให้เกิดกลิ่นรสที่แตกต่างกัน

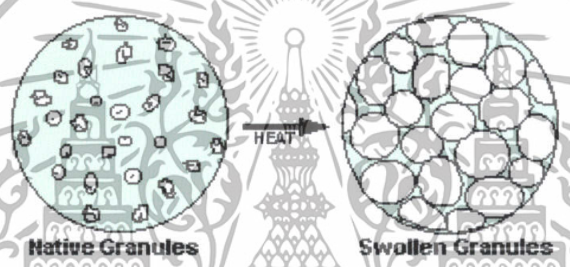
2.8 สมบัติของแป้ง

2.8.1 การพองตัวและการละลาย (Swelling and solubility)

แป้งไม่ละลายในน้ำเย็นแต่จะดูดซึมน้ำไว้ได้ประมาณ 25-30% และพองตัวน้อยมากจนไม่สังเกตเห็นได้ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดเรียงตัวกันระหว่างโมเลกุลของอะไมโลสและอะไมโลเพคติน (intermixed) ภายในเม็ดแป้ง ในส่วน crystallite โมเลกุลอยู่กันอย่างหนาแน่นและเป็นระเบียบ ช่วยป้องกันการกระจายตัวและทำให้ไม่ละลายในน้ำเย็น ส่วนของ amorphous ซึ่งเป็นส่วนที่เกาะเกี่ยวกันอย่างหลวมๆ ไม่เป็นระเบียบและมีหมู่ไฮดรอกซิลอิสระมาก สามารถเกิดปฏิกิริยาการรับน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(hydration) ได้บ้างแม้ในน้ำเย็น เมื่อให้ความร้อนกับน้ำแป้งจนมีอุณหภูมิสูงขึ้นประมาณ 60 °C ขึ้นไป ส่วน amorphous จับกับน้ำได้มากขึ้นและการจับกันของโมเลกุลในส่วน crystallite เริ่มคลายความหนาแน่นลง โมเลกุลส่วนที่เริ่มคลายตัวออกจากกันจับกับน้ำทำให้เม็ดแป้งพองตัวเพิ่มขึ้น (รูปที่ 2.1) โมเลกุลในส่วน crystallite ที่เหลืออยู่เกิดสภาพคล้ายร่างแหเรียกว่า micelle network ซึ่งยึดเหนี่ยวกันไว้ทำให้เม็ดแป้งยังคงสภาพอยู่ได้ แต่อาจมีโมเลกุลของอะไมโลสและอะไมโลเพคตินซึ่งมีขนาดเล็กและอิสระกระจายตัวออกจากเม็ดแป้ง เมื่อทำให้อุณหภูมิน้ำแป้งสูงขึ้นไปอีก ส่วน crystallite ที่เหลืออยู่นี้จะคลายตัวออกทำให้เม็ดแป้งพองมากขึ้นและโมเลกุลแป้งอยู่ในสภาพสารละลายมากขึ้น



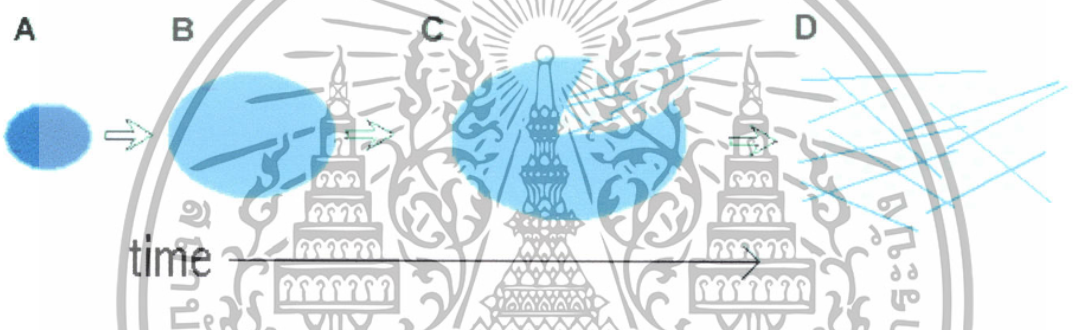
ภาพที่2.1 การพองตัวของเม็ดแป้ง

2.8.2 การเกิดเจลาติไนเซชัน (Gelatinization)

เมื่อนำแป้งใส่ในน้ำเย็น เม็ดแป้งดูดซับน้ำได้ในปริมาณจำกัดปริมาณหนึ่ง แต่จะยังไม่พองตัวหรือพองตัวได้จำกัดมากและสังเกตได้ยาก Collison [1968] สังเกตการพองตัวของเม็ดแป้งสาลีในน้ำที่อุณหภูมิห้องพบว่าแป้งที่พองตัวมีเส้นผ่าศูนย์กลางเพิ่มขึ้น 10% และปรากฏการณ์นี้สามารถผันกลับได้ (reversible) โดยเมื่อนำไปอบแห้งก็จะได้แป้งที่มีลักษณะและคุณสมบัติดังเดิม ทั้งนี้เนื่องจากโมเลกุลอะไมโลสและอะไมโลเพคตินในส่วนที่เป็น crystallite จับตัวกันอย่างหนาแน่นแข็งแรงจึงไม่ละลายในน้ำเย็น แต่น้ำอาจจะซึมเข้าไปในส่วนของเม็ดแป้งซึ่งไม่เป็นระเบียบและมีกลุ่มไฮดรอกซิลอิสระได้บ้าง แต่เมื่อให้ความร้อนจนถึงอุณหภูมิหนึ่งประมาณ 60-75°C หรือใช้สารเคมี เช่นให้ความร้อน 60°C แก่แป้งสาลีจะมีผลทำให้การจับยึดกันระหว่างโมเลกุลของแป้งในส่วน crystallite ลดลง เกิดปฏิกิริยาการรับน้ำและการพองตัวของเม็ดแป้งซึ่งไม่สามารถผันกลับได้ (irreversible) และทำให้สารละลายแป้งมีความหนืดและความใสเพิ่มขึ้น กระบวนการนี้เรียกว่า “เจลาติไนเซชัน” ซึ่งเมื่อตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์พบว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่สำคัญขึ้นคือ มีการพองตัวของเม็ดแป้งและเครื่องหมายกากบาท (maltese cross)ภายในเม็ดแป้งหายไป อุณหภูมิที่เกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะนี้จะเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของแป้ง เนื่องจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แป้งแต่ละชนิดมีโครงสร้างส่วน crystallite ที่แตกต่างกัน ทั้งระดับการจับกัน (degree of association) และความสม่ำเสมอของการเกิดเจลาติไนซ์ไม่พร้อมกันทุกเม็ด แม้แต่ในแป้งชนิดเดียวกันจากแหล่งเดียวกันก็ตาม อาจมีช่วงอุณหภูมิในการเกิดเจลาติไนเซชันที่ห่างกันถึง 8-10 °C โดยทั่วไปเม็ดแป้งขนาดใหญ่จะเกิดเจลาติไนซ์ได้ก่อนขนาดเล็ก [Morrison และ Laignelet, 1983; Collison, 1968] แต่เมื่อใช้ SEM ส่องดูโครงสร้างของเม็ดแป้งข้าวบาร์เลย์ซึ่งมีเม็ดแป้งขนาดเล็กอยู่ประมาณ 30% พบว่าการสูญเสียเครื่องหมายกากบาทจะเกิดขึ้นได้พร้อม ๆ กัน [Goering และคณะ, 1960] แป้งอาจเกิด gelatinized ได้ที่อุณหภูมิ 25 °C โดยการละลายใน Solvent เช่น alkali, liquid ammonia, DMSO, aq. CaCl2



ภาพที่2.2 การเปลี่ยนแปลงของเม็ดแป้งขณะให้ความร้อน

ลำดับการเปลี่ยนแปลงเป็นดังนี้

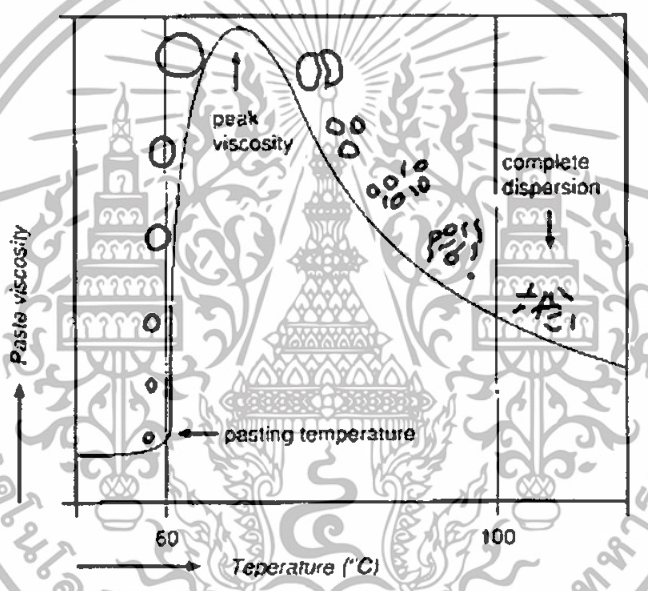
1. เริ่มมีการพองตัวในส่วนที่เป็นระเบียบน้อยที่สุดคือในส่วน Amorphous
2. การพองตัวจะทำให้เกิด tension ต่อ crystallites ที่อยู่ข้างเคียงทำให้โครงสร้างเสียหาย
3. การให้ความร้อนต่อไปจะเกิด Uncoiling หรือการแตกตัวของ double helical region เกิด break up ของโครงสร้างผลึก side chain ของอะไมโลเพคตินที่แยกตัวออกมาจะถูก hydrate และมีการพองตัวไปในแนวรอบๆ ดังนั้นจะเกิด stress ต่อโครงสร้างผลึกที่ยังเหลืออยู่
4. การเกิด hydration ต่อไปจะเพิ่ม mobility ของโมเลกุลทำให้เกิดการกระจายตัวของโมเลกุล
5. โมเลกุลของอะไมโลสซึ่งมีขนาดเล็กจะแพร่ออกมาจาก swollen granule
6. การให้ความร้อนต่อไปจะทำให้ granule แตกออกมากขึ้นจนในที่สุดได้เป็นสารละลาย

2.8.3 ความหนืด (Viscosity)

เป็นคุณสมบัติที่สำคัญและเป็นประโยชน์มากที่สุดของแป้ง เมื่อให้ความร้อนกับน้ำแป้งทำให้เม็ดแป้งเกิดการพองตัวและมีความหนืดมากขึ้น (รูปที่ 2.3) พฤติกรรมความหนืดเป็นคุณสมบัติเฉพาะตัวและแตกต่างกันไปตามชนิดและสายพันธุ์ของแป้ง เมื่อเม็ดแป้งซึ่งแขวนลอยใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำได้รับความร้อนจนถึงระดับหนึ่งจะพองตัวได้อย่างรวดเร็ว ทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้นเร็วมาก อุณหภูมิที่ความหนืดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วนี้เรียกว่า pasting temperature ความหนืดจะเพิ่มขึ้นจนถึงความหนืดสูงสุด (peak viscosity) จากนั้นอาจลดลงหรือคงที่ขึ้นกับชนิดของแป้ง การที่แป้งมีความหนืดสูงสุดเนื่องจากเมื่อเม็ดแป้งมีการพองตัวมากขึ้น และมีชิ้นส่วนของเม็ดแป้ง และหรือโมเลกุลของอะไมโลสและอะไมโลเพคตินบางส่วนที่แตกสลายออกมาอยู่ในสารละลาย เมื่อส่วนที่แตกสลายและละลายออกมามีมากกว่าการพองตัวที่เพิ่มขึ้นความหนืดจะเริ่มลดลง ซึ่งจะเห็นได้ชัดเมื่ออยู่ในช่วงการหุงต้มที่ 95?C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ดังนั้นค่าความหนืดของน้ำแป้งสุกจะเป็นผลมาจากการพองตัวของเม็ดแป้ง และการแตกหักของเม็ดแป้งร่วมกับการละลายออกมาของโมเลกุลแป้ง



ภาพที่ 2.3 การเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งเมื่อให้ความร้อน

เมื่อลดอุณหภูมิลง โมเลกุลอิสระที่กระจัดกระจายออกมา (โดยเฉพาะส่วนของอะไมโลส) ถ้ามีขนาดโมเลกุลที่เหมาะสมคือ ไม่สั้นและยาวเกินไปก็จะสามารถเคลื่อนที่เข้ามาจับกัน และกักน้ำไว้ได้ทำให้ความหนืดสูงขึ้นอีก ความหนืดที่กลับสูงขึ้นมาอีกนี้เรียกว่า setback และปรากฏการณ์นี้ก็คือการคืนตัวของแป้ง (retrogradation) ปัจจัยที่มีผลต่อความหนืดได้แก่ ชนิดของแป้ง ขนาดอนุภาค สัดส่วนของอะไมโลสต่ออะไมโลเพคติน อุณหภูมิ shear rate ฯลฯ แต่ที่มีผลมากที่สุดได้แก่ ชนิดของแป้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 สี (Color)

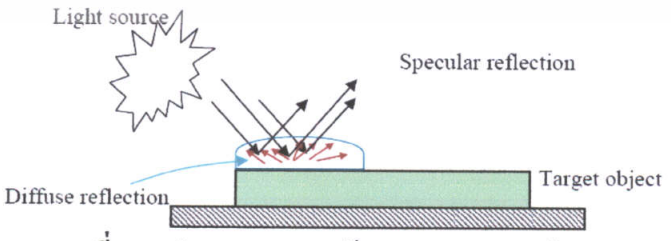
สี เป็นคุณสมบัติเชิงแสงที่สามารถใช้บรรยายคุณลักษณะของวัสดุเกษตรได้ง่ายที่สุดวิธีหนึ่ง ในการอธิบายสีของวัตถุด้วยคำพูด มาตรฐานของการบรรยายลักษณะสีอาจจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ ลักษณะทางกายภาพของตาของผู้บรรยาย ลักษณะแสงที่ตกกระทบ ฯลฯ ดังนั้นการวัดและบรรยายสีในเชิงวิชาการจึงต้องมีการจัดมาตรฐานเพื่อเป็นการลดความไม่เป็นกลาง (bias) ของผู้บรรยายสีของวัสดุนั้น ๆ ปัจจัยที่ทำให้เกิดสีมีอยู่ 3 ประเภทคือ

ก. แหล่งกำเนิดแสง (light source) แหล่งกำเนิดแสงมีผลอย่างมากในการบรรยายสีของวัตถุ แหล่งกำเนิดแสงถ้ามีแสงแตกต่างจากแสงขาว เมื่อตกกระทบกับวัตถุจะทำให้แสงที่สะท้อนกลับมาเกิดสีที่แตกต่างไป เช่น แสงจากหลอด incandescent จะให้แสงสีส้ม ในขณะที่ Fluorescent จะให้แสงขาวเย็น

ข. วัตถุที่มอง (specimen) วัตถุที่ทึบแสง (opaque) จะให้การสะท้อนของแสงเพื่อเกิดสีแตกต่างจากวัตถุที่โปร่งแสง (translucent) และโปร่งใส (transparent) ลักษณะของการตกกระทบของแสงบนวัตถุ

เมื่อวัตถุทึบแสง ได้รับแสงกระทบจากภายนอก การสะท้อนแสงจะมีอยู่ 2 ส่วนคือ การสะท้อนแสงเสมือนจริง (specular reflection) และการสะท้อนแสงกระจาย (diffuse reflection)(ภาพที่1) การสะท้อนแสงเสมือนจริงคือการสะท้อนแสงกลับจากวัตถุที่เหมือนและมีขนาดใกล้เคียงกับแสงตกกระทบแต่ทิศทางตรงข้าม การสะท้อนแสงเสมือนจริงจะแสดงออกมามากที่สุดเพียง 4% ของการสะท้อนแสงทั้งหมด (total reflection) ซึ่งจะเกิดในกรณีที่วัตถุมีผิวมันเงา 100% ดังนั้นการสะท้อนแสงเสมือนจริงในวัตถุที่มีผิวมันเงาจะมากกว่าวัตถุผิวด้านและผิวขรุขระตามลำดับ ส่วนการสะท้อนแสงกระจายเป็นการสะท้อนแสงที่บริเวณผิวจากวัตถุไปทุกทิศทางและมีขนาดเล็กกว่าแสงที่ตกกระทบมาก ซึ่งการสะท้อนแสงกระจายนี้เองเป็นส่วนของการสะท้อนที่ใช้ในการวัดเฉดสี

การสะท้อนแสงทั้งหมด (total reflection) = specular reflection + diffuse reflection

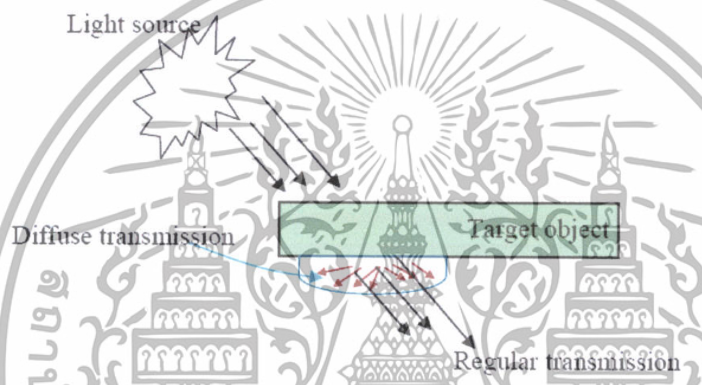


ภาพที่ 2.4 ลักษณะการสะท้อนแสงของวัตถุทึบแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับวัตถุโปร่งแสงและโปร่งใส (ภาพที่ 2) แสงจะทะลุผ่านวัตถุได้แตกต่างกัน วัตถุโปร่งแสงจะมีความขุ่นอยู่ภายในเนื้อและจะดูดกลืนแสงบางส่วนไว้ สำหรับวัตถุโปร่งใสนั้น แสงจะถูกดูดกลืนในเนื้อวัตถุเป็นส่วนใหญ่ การทะลุผ่านแสงมี 2 รูปแบบคือ การทะลุผ่านปกติ (regular transmission) และ การทะลุผ่านกระจาย (diffuse transmission) (รูปที่ 2.18) ถ้าวัตถุโปร่งแสงหรือมีความขุ่น เช่นวุ้นกะทิ การทะลุผ่านปกติจะน้อยกว่าวัตถุวัตถุโปร่งใส การวัดสีของวัตถุโปร่งแสงและโปร่งใสนี้จะวัดที่ diffuse transmission ลักษณะเดียวกับการวัดสีแบบหลักการสะท้อนของแสง

การทะลุผ่านแสงทั้งหมด(total transmission) =regular transmission + diffuse transmission



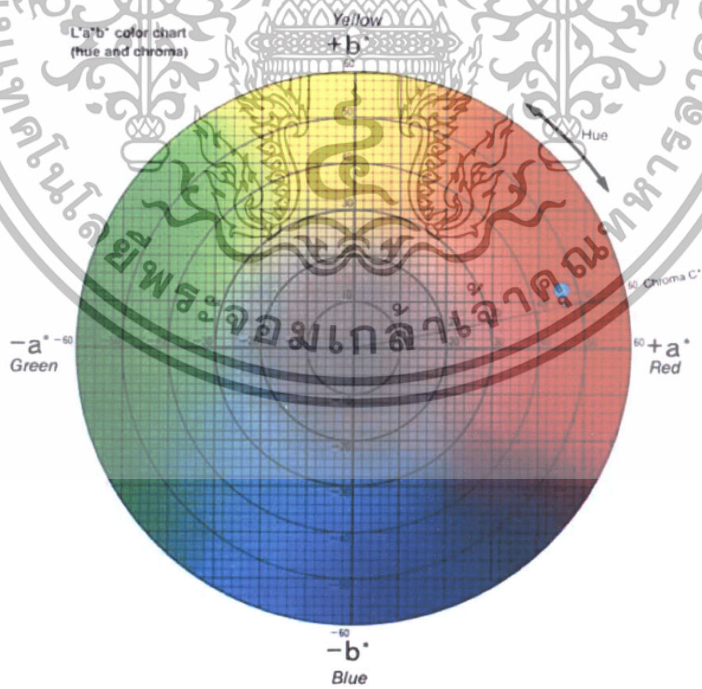
ภาพที่2.5 ลักษณะการทะลุผ่านแสงของวัตถุโปร่งแสงและโปร่งใส.

ค. ผู้สังเกตการณ์ (observer) ผู้สังเกตการณ์นั้นมีผลอย่างยิ่งต่อการบรรยายสีที่มองเห็น ผู้สังเกตการณ์ต่างคนจะบรรยายลักษณะสีต่างกันขึ้นอยู่กับสรีระทางกายภาพของตาแต่ละคน ในร่างกายคนจะมีเซลล์อยู่ 2 ชนิดที่เกี่ยวข้องกับการรับสี คือ เซลล์รูปแท่งและเซลล์รูปโคน เซลล์รูปแท่งจะตอบสนองได้ดีกับการมองเห็นในที่เกี่ยวกับความมืดสว่าง ส่วนเซลล์รูปโคนจะตอบสนองต่อสีที่มองเห็น

จากหลักการพื้นฐานเรื่องสีข้างต้น จึงได้มีการพัฒนาอุปกรณ์เพื่อใช้วัดสีที่มีมาตรฐานและลดความไม่เป็นกลางเนื่องจากปัจจัยของแหล่งกำเนิดแสงและผู้สังเกตการณ์ องค์กรที่มีบทบาทสำคัญในการกำหนดมาตรฐานด้านสี คือ **Commission International de l'Eclairage (CIE)** หรือในชื่ออังกฤษว่า **International Commission on Illumination** มีสำนักงานใหญ่อยู่ในประเทศฝรั่งเศส องค์กรนี้ได้กำหนดมาตรฐานการวัดสีซึ่งเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างในวงการวิชาการและการวิจัย คือระบบ CIE Lab scale ในระยะเริ่มแรก CIE ได้กำหนดสเกลการวัดสีเป็น X-Y-Z ซึ่งใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

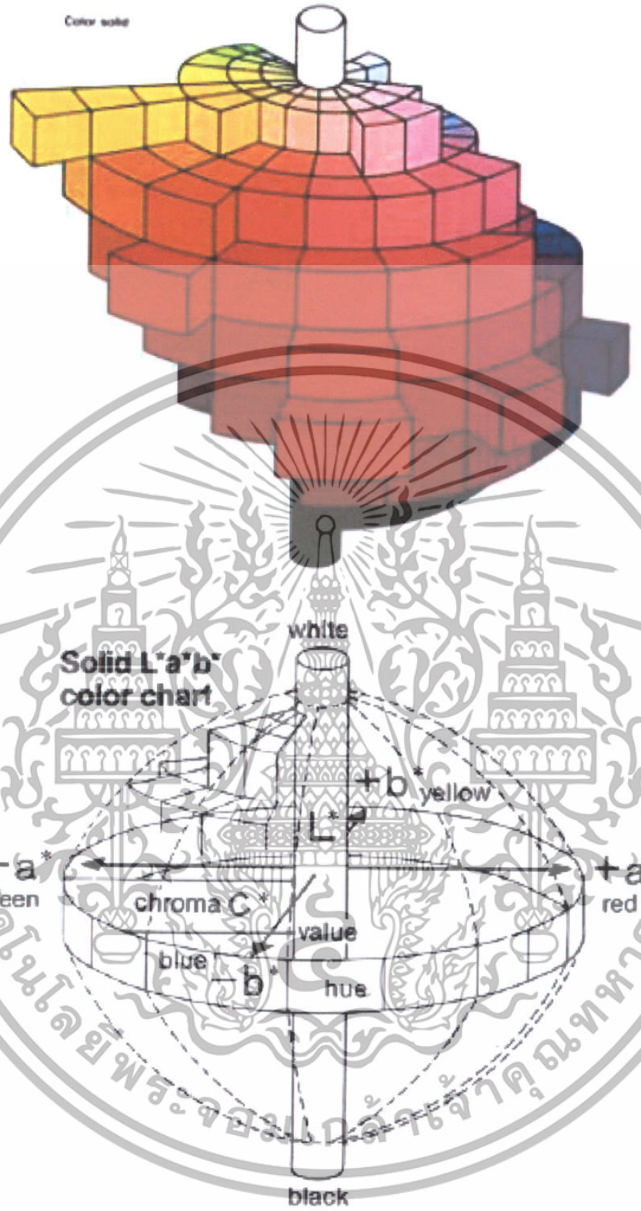
บรรยายสีแดง (**R**ed) เขียว (**G**reen) และ น้ำเงิน (**B**lue) แต่เนื่องจากระบบสีดังกล่าวไม่สามารถบรรยายถึงลักษณะความมืด-สว่างของสีได้ CIE ได้พัฒนาต่อมาเป็นระบบ X-Y-L ซึ่งบรรยายถึงค่าสีแดง เขียว และความสว่าง (lightness) ตามลำดับ อย่างไรก็ตามระบบดังกล่าวก็ยังขาดส่วนที่บรรยายถึงค่าสีน้ำเงิน CIE จึงได้พัฒนาระบบสีต่อมาจนเป็นระบบที่ยอมรับและใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน คือระบบ L*-a*-b* ซึ่งเป็นระบบการบรรยายสีแบบ 3 มิติ โดยที่แกน L* จะบรรยายถึงความสว่าง (lightness) จากค่า +L* แสดงถึงสีขาว จนไปถึง –L* แสดงถึงสีดำ แกน a*จะบรรยายถึงแกนสีจากเขียว (-a*) ไปจนถึงแดง (+a*) ส่วนแกน b* จะบรรยายถึงแกนสีจากน้ำเงิน (-b*) ไปเหลือง (+b*) ลักษณะการบรรยายสีของ CIE แสดงได้ดังรูป 2.18 และ 2.19 นอกจากนี้ บริษัท Hunter lab ในอเมริกาก็เป็นอีกองค์กรหนึ่งซึ่งทำการวิจัยและพัฒนาระบบการวัดสี จนในที่สุดได้ระบบของ Hunter lab เอง ซึ่งเรียกว่า การวัดสีระบบ Hunter lab scale ซึ่งบรรยายแกนใน 3 มิติเช่นเดียวกับระบบ CIE โดยที่ Hunter lab จะใช้สเกล L-a-b บรรยายลักษณะสีเช่นเดียวกับ L*-a*-b* ของ CIE ข้อแตกต่างระหว่างระบบสีของ CIE และ Hunter lab คือสูตรการคำนวณค่าสี ซึ่งทั้ง L-a-b และ L*-a*-b* ล้วนมีพื้นฐานการคำนวณมาจากค่าจา กระบบ X-Y-Z ทั้งสิ้น



ภาพที่ 2.6 การบรรยายสีในระบบ CIE Lab มองในระนาบ 2 มิติ: Hue บรรยายถึงเฉดสี และ Chroma บรรยายถึงความมันวาวหรือความเข้มของโทนสี. ที่มา: Minolta, 1997.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



ภาพที่ 2.7 การบรรยายสีพื้นในระบบ CIE Lab ในรูป 3 มิติ. ที่มา: Minolta, 1997.

85404
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

1.น้ำมันสลัด (ตราทิพ)

2.ไข่แดง

3.น้ำส้มสายชูกลั่น 5%(ตราภูเขาทอง)

4.มัสตาร์ด

5.น้ำตาล

6.เกลือ

7.นมผงขาดมันเนย ตรา เชคโก้ (skim milk powder)

3.2 อุปกรณ์

1.เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง

2.เครื่องวัดสี (Minolta Colorimeter)

3.เครื่อง Benchtop Centrifuge ของ Beckman Model Allegra X-12R

4.เครื่อง Brookfield Viscometer

5.เครื่องผสมอาหาร

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.3.1 การศึกษามายองเนสสูตรพื้นฐาน

มายองเนสสูตรพื้นฐานมีส่วนผสมหลักคือ น้ำมันสลัด 100 เปอร์เซ็นต์ และส่วนผสมรอง ได้แก่ ไข่ไก่(เฉพาะไข่แดง), น้ำส้มสายชู, น้ำตาลทราย, เกลือและมัสตาร์ด คิดเป็นสัดส่วน 14.1,16.5,24.2,0.9 และ0.9 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักน้ำมันสลัด ตามลำดับ ทำการผสมส่วนผสมต่างๆ คือ ไข่แดง น้ำส้มสายชู น้ำตาลทราย เกลือ และมัสตาร์ด จากนั้นตีให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมอาหาร เมื่อเข้ากันดีแล้วจะค่อยๆเติมน้ำมันลงไป ตีให้เข้ากันจนได้เป็นครีมข้นออกมา นำมายองเนสที่ได้มาทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.1 ค่าสี โดยใช้เครื่อง Minolta Colorimeter รุ่น cr-300 เป็นการวัดค่าสีซึ่งแสดงค่าในรูป L* , a* , b*

3.3.1.2 ค่าความหนืด โดยใช้เครื่อง Brookfield Viscometer แสดงค่าความหนืดเป็น Cp

3.3.1.3 ค่าความคงตัว โดยใช้เครื่องBenchtop Centrifuge รุ่น Model Allegra X-12R โดยใช้ความเร็วรอบที่ 5,000 RPM เป็นเวลา 15 นาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จากนั้นทำการแสดงค่าเป็นปริมาตร (มิลลิลิตร) ของน้ำมันที่แยกชั้นออกมาจากมายองเนสปริมาตร 50 มิลลิลิตร

3.3.2 การศึกษามายองเนสสูตรไขมันต่ำโดยการใช้นมผงขาดมันเนยร่วมกับแป้งข้าวเหนียว

3.3.2.1การตรวจสอบคุณสมบัติของมายองเนสไขมันต่ำ

นำมายองเนสสูตรพื้นฐานมาทำการทดแทนไข่แดงด้วยนมผงขาดมันเนยที่สัดส่วนการทดแทน 2 ,4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และทำการทดแทนน้ำมันสลัดด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียว 5 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้อัตราส่วนการทดแทนที่ 30 , 60 และ90 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 1 โดยน้ำแป้งข้าวเหนียว 5 เปอร์เซ็นต์นี้ก่อนจะนำมาผสมกับส่วนผสมอื่นๆ จะต้องทำการต้มจนน้ำแป้งข้าวเหนียวนั้นสุก จากนั้นทำการตรวจสอบลักษณะของมายองเนสที่ได้ตามข้อ3.3.1.1 , 3.3.1.2 และ 3.3.1.3 วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD ขนาด 3x3

ตารางที่3.1 องค์ประกอบในมายองเนสสูตรพื้นฐานและมายองเนสสูตรไขมันต่ำ

องค์ประกอบ	สูตรมาตรฐาน	สูตรไขมันต่ำ								
		นมผงขาดมันเนย 2%			นมผงขาดมันเนย 4%			นมผงขาดมันเนย 6%		
		30%	60%	90%	30%	60%	90%	30%	60%	90%
น้ำมันสลัด	100	70	40	10	70	40	10	70	40	10
น้ำแป้งข้าวเหนียว5%	0	30	60	90	30	60	90	30	60	90
ไข่แดง	14.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
นมผงขาดมันเนย	0	2	2	2	4	4	4	6	6	6
น้ำส้ม	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5
น้ำตาลทราย	24.2	24.2	24.2	24.2	24.2	24.2	24.2	24.2	24.2	24.2
เกลือ	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
มาสตาร์ด	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.2 ตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมายองเนสไขมันต่ำ

ทำการคัดเลือกมายองเนสที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับมายองเนสสูตรพื้นฐาน มาทำการทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส โดยใช้การให้คะแนนแบบ hedonic scale 7-point จากผู้ทดสอบจำนวน 30 คน วางแผนการทดลองแบบ RCBD เก็บรวบรวมผลและนำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA) เพื่อเลือกสูตรมายองเนสที่ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 การศึกษามายองเนสสูตรพื้นฐาน

จากการวิเคราะห์มายองเนสสูตรพื้นฐาน พบว่าจากการวัดค่าสีในระบบ CIE Lab scale ค่าสีที่แสดงออกมาคือ L*= 70.57, a*= 2.37, b*= 28.07 ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามายองเนสสูตรพื้นฐานมีสีเหลืองปนแดงเล็กน้อย หรือเป็นสีส้มอ่อนๆ ดังแสดงในภาพที่ 4.1

ภาพที่4.1 ภาพแสดงสีของมายองเนสสูตรพื้นฐาน

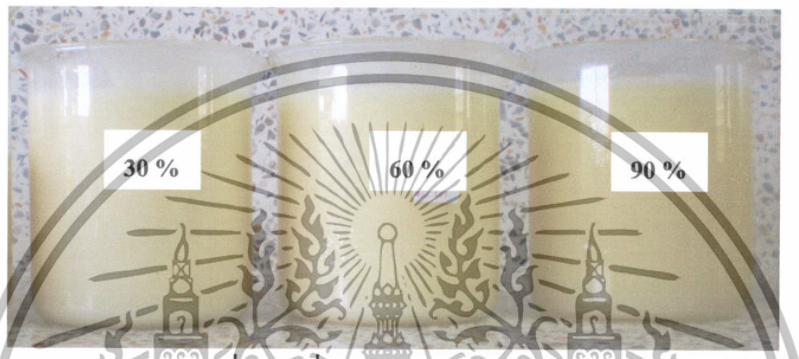
เมื่อนำมายองเนสสูตรพื้นฐานมาทำการวัดค่าความหนืดโดยใช้เครื่องเครื่อง Brookfield Viscometer พบว่าค่าความหนืดที่ได้คือ 7,158 เซนติพอยส์ และเมื่อนำมาทำการวัดค่าความคงตัวโดยใช้เครื่องBenchtop Centrifuge ซึ่งค่าความคงตัวจะวัดจากปริมาณน้ำที่แยกชั้นออกมาของตัวอย่าง 50 มิลลิลิตร หลังจากการหมุนเหวี่ยง พบว่าปริมาณที่แยกชั้นออกมาของมายองเนสสูตรพื้นฐานคือ 4.6 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การศึกษามายองเนสสูตรไขมันต่ำ โดยการใช้นมผงขาดมันเนยร่วมกับแป้งข้าวเหนียว

4.2.1 การตรวจสอบคุณสมบัติของมายองเนสไขมันต่ำ

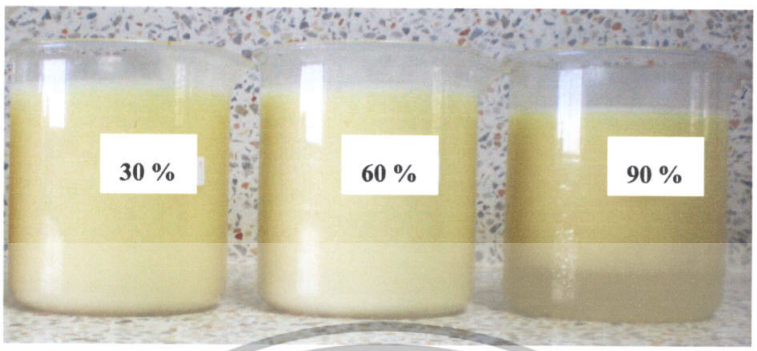
เมื่อทำการเตรียมมายองเนสไขมันต่ำโดยการใช้นมผงขาดมันเนยและน้ำแป้งข้าวเหนียว 5% เป็นส่วนผสมที่สัดส่วนต่างๆจะได้ตัวอย่างมายองเนสไขมันต่ำออกมาทั้งหมด 9 สูตร ซึ่งแสดงดังภาพข้างล่าง



ภาพที่4.2 มายองเนสไขมันต่ำสูตรที่มีปริมาณนมผงขาดมันเนย 2 เปอร์เซ็นต์ และทำการทดแทนน้ำมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียว 30 60 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ภาพที่4.3 มายองเนสไขมันต่ำสูตรที่มีปริมาณนมผงขาดมันเนย 4 เปอร์เซ็นต์ และทำการทดแทนน้ำมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียว 30 60 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่4.4 มายองเนสไขมันต่ำสูตรที่มีปริมาณนมผงขาดมันเนย 6 เปอร์เซ็นต์ และทำการทดแทนน้ำมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียว 30 60 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านสี ความคงตัว และความหนืดของมายองเนสไขมันต่ำทั้ง 9 สูตร แสดงดังตารางที่4.1

ตารางที่4.1 ตารางแสดงคุณสมบัติของมายองเนสไขมันต่ำ

ปริมาณนมผงขาดมันเนย : ปริมาณการทดแทนไขมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียว(%)	ค่าสี L*	a*	b*	ปริมาณน้ำที่แยกชั้น(ml)	ความหนืด (cp)
2:30	74.385^{d}	-2.410^{c}	9.880^{f}	14.325^{a}	2296.500^{a}
2:60	70.305^{c}	-1.795^{e}	7.080^{e}	29.000^{b}	1506.000^{a}
2:90	52.710^{a}	-0.320^{f}	0.280^{a}	39.000^{c}	502.500^{a}
4:30	77.900^{e}	-2.770^{b}	7.875^{e}	17.500^{a}	2459.000^{a}
4:60	75.160^{d}	-2.230^{d}	8.200^{d}	30.000^{b}	195.500^{a}
4:90	60.755^{b}	-1.900^{e}	4.515^{b}	44.500^{d}	92.500^{a}
6:30	74.125^{d}	-3.655^{a}	8.005^{d}	15.000^{a}	6406.000^{b}
6:60	74.420^{d}	-2.300^{cd}	8.830^{e}	31.750^{b}	158.500^{a}
6:90	60.465^{b}	-1.925^{e}	4.720^{b}	43.000^{cd}	24.150^{a}

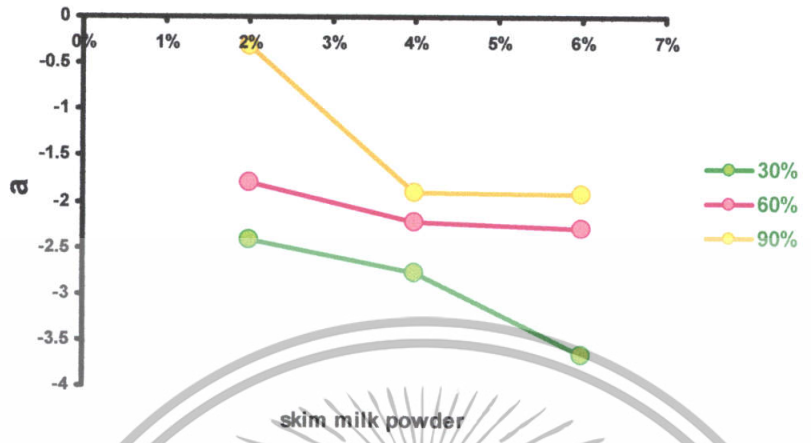
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำค่าคุณสมบัติต่างๆของมายองเนสไขมันต่ำมาทำการสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณนมผงขาดมันเนยและปริมาณการทดแทนน้ำมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียว จะแสดงได้ดังภาพ

ภาพที่4.5 กราฟแสดงค่า L* ของตัวอย่างมายองเนสที่ประกอบด้วยนมผงขาดมันเนยและปริมาณการทดแทนน้ำมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียวที่สัดส่วนต่างๆ

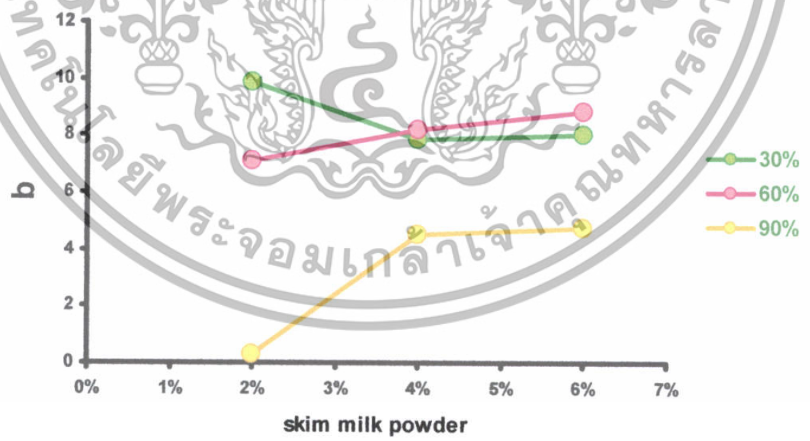
จากภาพที่ 4.5 กราฟแสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำมันที่ลดลงจะส่งผลให้ความสว่างของมายองเนสลดลงด้วย โดยที่ปริมาณนมผงขาดมันเนยที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อความสว่างของมายองเนสเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากความสว่างของมายองเนสเกี่ยวข้องกับความข่นและโปร่งแสง นั่นคือผลิตภัณฑ์ที่มีความข่นมาก แสงที่ยิงออกจากเครื่องวัดสีจะสามารถสะท้อนกลับมายังตัวเครื่องได้มาก ส่งผลให้ค่า L* มีค่ามากตามไปด้วย แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าผลิตภัณฑ์มีความโปร่งแสงมากเท่าใด แสงที่ยิงออกจากเครื่องวัดสีก็จะสามารถทะลุผ่านผลิตภัณฑ์ไปได้มาก ส่งผลให้แสงที่สะท้อนกลับมายังตัวเครื่องมีน้อย ค่า L* ที่แสดงออกมาจึงมีค่าน้อยตามไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่4.6 กราฟแสดงค่า a* ของตัวอย่างมายองเนสที่ประกอบด้วยนมผงขาดมันเนยและปริมาณการทดแทนน้ำมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียวที่สัดส่วนต่างๆ

จากภาพที่ 4.6 กราฟแสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำมันและนมผงขาดมันเนยที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้สีของผลิตภัณฑ์มายองเนสมีแนวโน้มความเป็นสีแดงลดลง

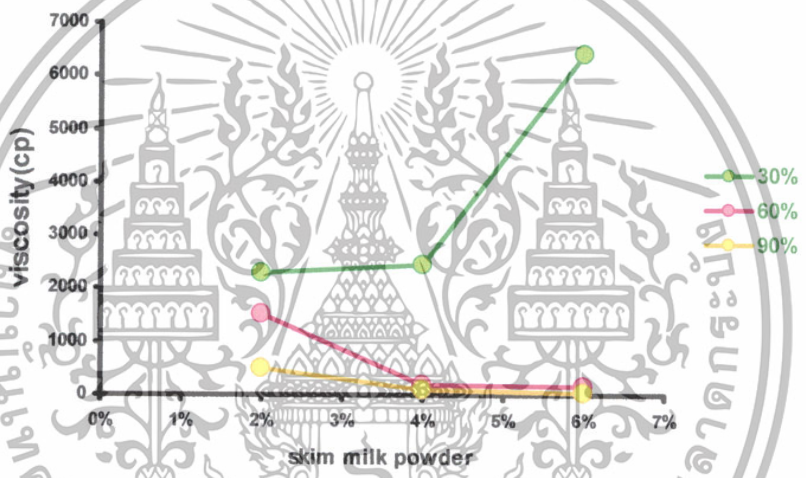


ภาพที่4.7 กราฟแสดงค่า b* ของตัวอย่างมายองเนสที่ประกอบด้วยนมผงขาดมันเนยและปริมาณการทดแทนน้ำมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียวที่สัดส่วนต่างๆ

จากภาพที่ 4.7 กราฟแสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำมันที่ลดลงจะส่งผลให้ค่าความเป็นสีเหลืองของผลิตภัณฑ์มายองเนสลดลงตามไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากสีเหลืองในมายองเนสส่วนใหญ่ได้มาจากสีเหลืองของน้ำมัน และจะพบว่าที่ปริมาณการทดแทนน้ำมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียว 30 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

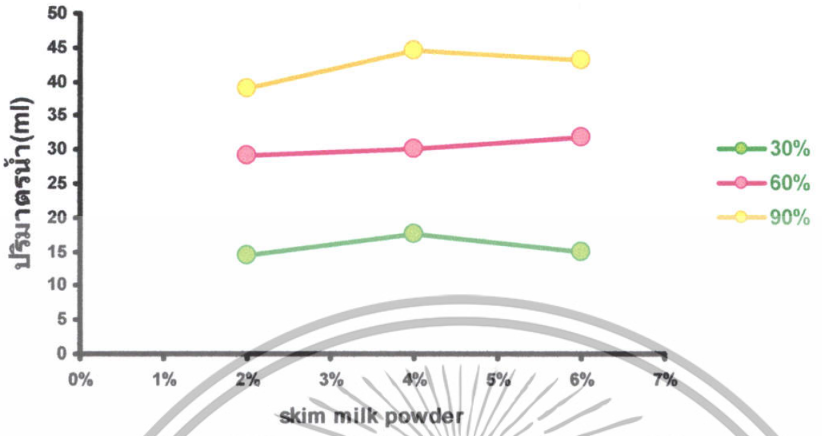
ซึ่งส่วนผสมส่วนใหญ่เป็นน้ำมัน เมื่อเพิ่มปริมาณนมผงขาดมันเนยจะทำให้แนวโน้มความเป็นสีเหลืองของผลิตภัณฑ์มายองเนสลดลง ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อนมผงขาดมันเนยละลายในน้ำมันจะส่งผลทำให้สีของนมผงขาดมันเนยไปลดสีเหลืองของน้ำมันลง แต่ในทางตรงกันข้ามที่ปริมาณการทดแทนน้ำมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียว 60 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผสมส่วนใหญ่จะเป็นน้ำ ดังนั้นเมื่อมีการเติมนมผงขาดมันเนยลงไปในปริมาณที่มากขึ้นจะส่งผลให้มีแนวโน้มความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้นไปด้วย เพราะสีเหลืองอ่อนของนมผงขาดมันเนยนั่นเอง



ภาพที่4.8 กราฟแสดงค่าความหนืดของตัวอย่างมายองเนสที่ประกอบด้วยนมผงขาดมันเนยและปริมาณการทดแทนน้ำมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียวที่สัดส่วนต่างๆ

จากภาพที่ 4.8 กราฟแสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำมันที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ความหนืดของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นตามไปด้วย และที่ปริมาณการทดแทนน้ำมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียว 30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งส่วนผสมส่วนใหญ่เป็นน้ำมัน จะพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณนมผงขาดมันเนยเข้าไปจะยิ่งส่งผลให้ความหนืดของผลิตภัณฑ์มากขึ้นตาม ทั้งนี้เนื่องจากนมผงขาดมันเนยเป็นสารอาหารประเภทโปรตีนซึ่งสามารถทำหน้าที่เป็นอิมัลซิฟายเออร์ได้จากคุณสมบัติที่ประกอบด้วยส่วนที่มีขั้วและไม่มีขั้ว ดังนั้นเมื่อเติมนมผงขาดมันเนยเพิ่มเข้าไปจึงเหมือนกับการเพิ่มความคงตัวหรือความแข็งแรงให้แก่ผลิตภัณฑ์ แต่ในทางตรงกันข้ามที่ปริมาณการทดแทนน้ำมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียว 60 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผสมส่วนใหญ่จะเป็นน้ำ ในส่วนนี้จะพบว่าเมื่อเติมปริมาณนมผงขาดมันเนยลงไปมาก ก็จะยิ่งส่งผลให้ความหนืดลดลง ทั้งนี้เนื่องจากความสามารถในการละลายน้ำได้ดีของนมผงขาดมันเนยนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่4.9 กราฟแสดงค่าปริมาตรน้ำที่แยกชั้นหลังการหมุนเหวี่ยงของตัวอย่างมายองเนสที่ประกอบด้วยนมผงขาดมันเนยและปริมาณการทดแทนน้ำมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียวที่สัดส่วนต่างๆ

จากภาพที่ 4.9 กราฟแสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำมันที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มายองเนสมีความคงตัวมากขึ้น ซึ่งวัดได้จากมีปริมาณน้ำที่แยกชั้นออกมาหลังจากการหมุนเหวี่ยงน้อย แต่ทั้งนี้ปริมาณนมผงขาดมันเนยที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อความคงตัวของผลิตภัณฑ์เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

4.2.2ตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมายองเนสไขมันต่ำ

จากการตรวจสอบคุณสมบัติของมายองเนสไขมันต่ำทั้ง 9 สูตร พบว่ามีทั้งหมด 4 สูตรที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับมายองเนสสูตรพื้นฐาน คือสูตรที่มีการใช้นมผงขาดมันเนย 2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณการทดแทนน้ำมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียวที่ 30 และ 60 เปอร์เซ็นต์ และสูตรที่มีการใช้นมผงขาดมันเนย 4 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณการทดแทนน้ำมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียวที่ 30 และ 60 เปอร์เซ็นต์

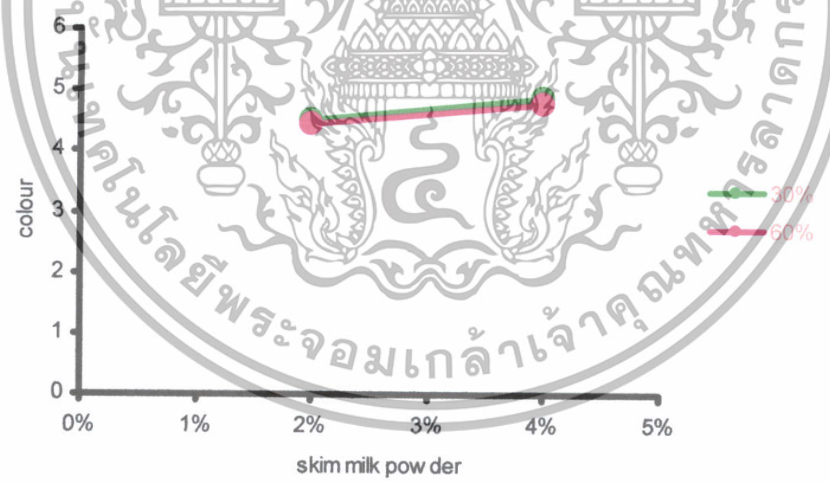
นำทั้ง 4 ตัวอย่างมาทำการทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส โดยใช้การให้คะแนนแบบ hedonic scale 7-point จากผู้ทดสอบจำนวน 30 คน โดยทำการประเมินคุณภาพทางด้านสี กลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส ความหนืด และความชอบรวม ผลที่ได้แสดงดังตารางที่4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่4.2 ตารางแสดงคะแนนความชอบเฉลี่ยของผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆของมายองเนสไขมันต่ำ

ปริมาณนมผงขาดมันเนย : ปริมาณการทดแทนไขมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียว(%)	สี	กลิ่นรส	เนื้อสัมผัส	ความหนืด	ความชอบรวม
2:30	4.52^{a}	4.21^{b}	4.86^{b}	4.9^{b}	4.59^{ab}
2:60	4.45^{a}	4.21^{b}	3.90^{a}	3.59^{a}	4.17^{a}
4:30	4.86^{a}	4.69^{b}	4.83^{b}	5.21^{b}	4.97^{bc}
4:60	4.79^{a}	4.38^{b}	4.97^{b}	4.86^{b}	5.38^{c}

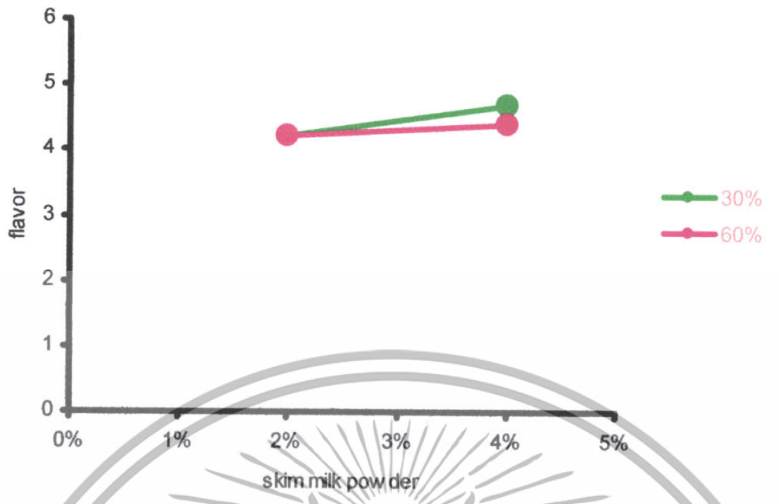
เมื่อนำค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยของผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆมาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณนมผงขาดมันเนยและปริมาณการทดแทนน้ำมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียว จะแสดงได้ดังภาพ



ภาพที่4.10 กราฟแสดงค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยทางด้านสีของตัวอย่างมายองเนสที่ประกอบด้วยนมผงขาดมันเนยและปริมาณการทดแทนน้ำมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียวที่สัดส่วนต่างๆ

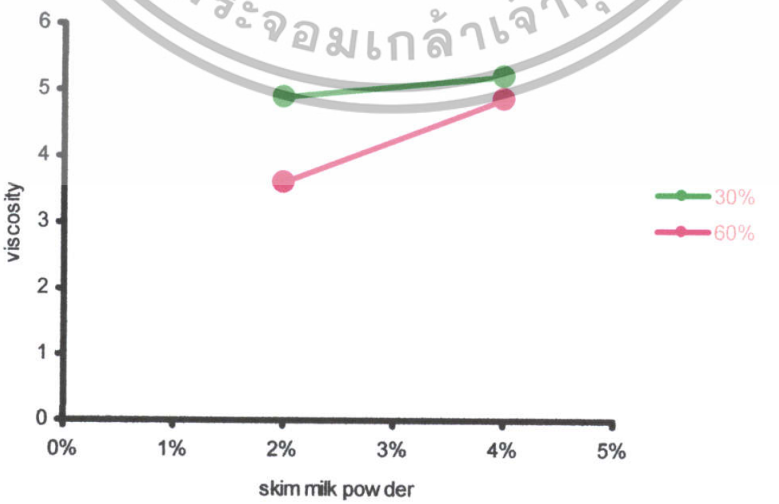
จากภาพที่ 4.10 กราฟแสดงให้เห็นว่าปริมาณนมผงขาดมันเนยและน้ำมันที่เพิ่มขึ้นจะไม่ส่งผลต่อคะแนนความชอบทางด้านสีของผู้ทดสอบ ทั้งนี้เนื่องจากสีของตัวอย่างมายองเนสมีความใกล้เคียงกันมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่4.11 กราฟแสดงค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยทางด้านกลิ่นรสของตัวอย่างมายองเนส ที่ประกอบด้วยนมผงขาดมันเนยและปริมาณการทดแทนน้ำมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียวที่สัดส่วนต่างๆ

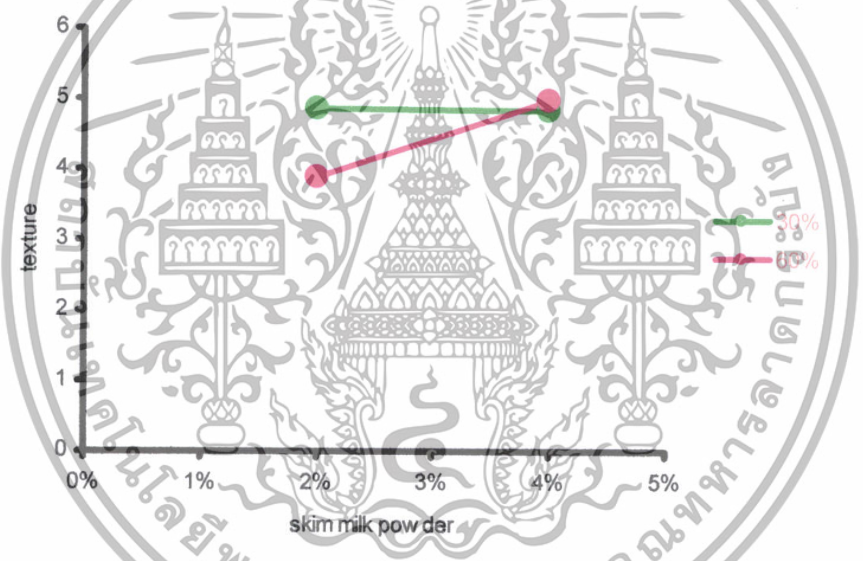
จากภาพที่ 4.11 กราฟแสดงให้เห็นว่าที่ปริมาณนมผงขาดมันเนย 2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำมันที่ลดลงไม่ส่งผลต่อความชอบทางด้านกลิ่นรสของผู้ทดสอบ แต่ที่ปริมาณนมผงขาดมันเนย 4 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำมันที่ลดลงจะส่งผลให้ความชอบของผู้ทดสอบต่อกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์มายองเนสไขมันต่ำลดลงด้วย ทั้งนี้เนื่องจากกลิ่นรสในมายองเนสส่วนมากได้มาจากส่วนของน้ำมันนั่นเอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่4.12 กราฟแสดงค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยทางด้านความหนืดของตัวอย่างมายองเนสที่ประกอบด้วยนมผงขาดมันเนยและปริมาณการทดแทนน้ำมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียวที่สัดส่วนต่างๆ

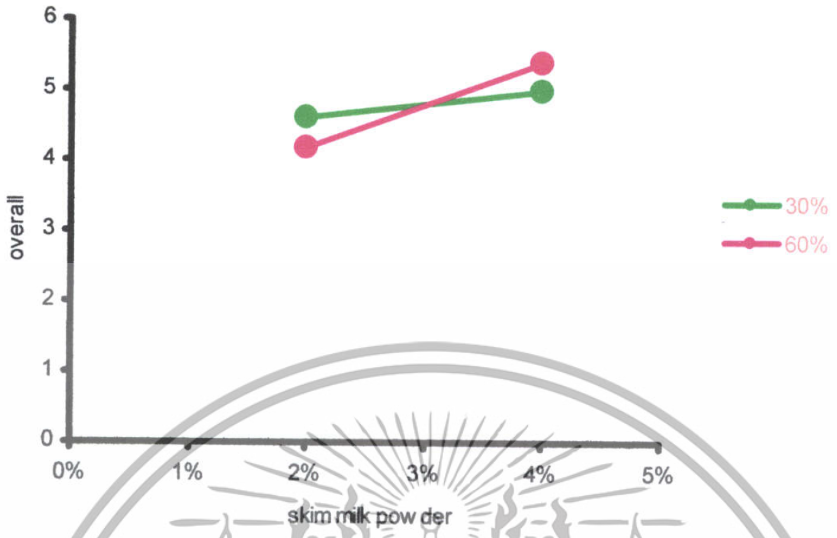
จากภาพที่ 4.12 กราฟแสดงให้เห็นว่าที่ปริมาณนมผงขาดมันเนย 2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำมันที่ลดลงจะส่งผลให้คะแนนความชอบของผู้ทดสอบทางด้านความหนืดลดลงด้วย แต่ที่ปริมาณนมผงขาดมันเนย 4 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำมันที่ลดลงจะไม่ส่งผลต่อความชอบต่อผู้ทดสอบ นั่นแสดงให้เห็นว่าการที่ลดปริมาณน้ำมันลง และมีการเพิ่มปริมาณนมผงขาดมันเนยเข้ามาจะส่งผลให้เกิดการทำงานร่วมกันของทั้งสองส่วนผสม ซึ่งจะส่งผลทำให้คะแนนความชอบของผู้ทดสอบเพิ่มขึ้นด้วย



ภาพที่4.13 กราฟแสดงค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยทางด้านเนื้อสัมผัสของตัวอย่างมายองเนสที่ประกอบด้วยนมผงขาดมันเนยและปริมาณการทดแทนน้ำมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียวที่สัดส่วนต่างๆ

จากภาพที่ 4.13 กราฟแสดงให้เห็นว่าที่ปริมาณการทดแทนน้ำมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียว 30 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเพิ่มปริมาณนมผงขาดมันเนยจะไม่ส่งผลต่อคะแนนความชอบทางด้านเนื้อสัมผัสของผู้ทดสอบ แต่ที่ปริมาณการทดแทนน้ำมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียว 60 เปอร์เซ็นต์ เมื่อมีการเพิ่มปริมาณนมผงขาดมันเนยเข้ามา จะช่วยให้คะแนนความชอบทางด้านเนื้อสัมผัสของผู้ทดสอบเพิ่มขึ้นด้วย นั่นแสดงให้เห็นว่าเกิดการทำงานร่วมกันของปริมาณนมผงขาดมันเนยและปริมาณน้ำแป้งข้าวเหนียวในผลิตภัณฑ์มายองเนสไขมันต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่4.14 กราฟแสดงค่าคะแนนความชอบรวมเฉลี่ยของตัวอย่างมายองเนสที่ประกอบด้วยนมผงขาดมันเนยและปริมาณการทดแทนน้ำมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียวที่สัดส่วนต่างๆ

จากภาพที่ 4.14 กราฟแสดงให้เห็นว่าที่ปริมาณนมผงขาดมันเนย 2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำมันที่ลดลงจะส่งผลให้คะแนนความชอบรวมของผู้ทดสอบลดลงด้วย แต่ในทางตรงกันข้ามที่ปริมาณนมผงขาดมันเนย 4 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำมันที่ลดลงจะส่งผลให้ความชอบรวมของผู้ทดสอบเพิ่มขึ้น นั่นแสดงให้เห็นว่าการที่ลดปริมาณน้ำมันลง แต่มีการเพิ่มปริมาณนมผงขาดมันเนยเข้าไปจะช่วยส่งเสริมให้ผลิตภัณฑ์มายองเนสไขมันต่ำได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบเพิ่มมากขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าปริมาณน้ำมันและนมผงขาดมันเนยจะส่งผลต่อสีของผลิตภัณฑ์มายองเนสไขมันต่ำ กล่าวคือการที่ปริมาณน้ำมันและนมผงขาดมันเนยเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ค่าความสว่าง(L*)เพิ่มขึ้น ค่าความเป็นสีแดง(a*)ลดลง และค่าความเป็นสีเหลือง(b*)เพิ่มขึ้น และนอกจากนี้ค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์มายองเนสไขมันต่ำก็จะเพิ่มขึ้นด้วย แต่ทั้งนี้ที่ปริมาณการทดแทนน้ำมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียว 60 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งส่วนผสมส่วนใหญ่เป็นน้ำ การที่เพิ่มปริมาณนมผงขาดมันเนยจะยิ่งทำให้ความหนืดของผลิตภัณฑ์มายองเนสไขมันต่ำลดลง และนอกจากนี้ปริมาณน้ำมันยังส่งผลต่อความคงตัวของมายองเนส กล่าวคือปริมาณน้ำมันที่มากจะส่งผลให้ความคงตัวของมายองเนสเพิ่มขึ้นด้วย

และเมื่อนำตัวอย่างมายองเนสทั้ง 4 ตัวอย่างที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับมายองเนสสูตรพื้นฐานมาทำการตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่นรส ความหนืด ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวม พบว่าคะแนนความชอบเฉลี่ยทางด้านสีจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเพิ่มปริมาณน้ำมันและนมผงขาดมันเนย และเมื่อมีการลดปริมาณน้ำมันลง การที่เพิ่มปริมาณนมผงขาดมันเนยเข้าไปจะส่งผลให้คะแนนความชอบเฉลี่ยของผู้ทดสอบทางด้านความหนืด เนื้อสัมผัสและความชอบรวมมีค่าเพิ่มขึ้น นอกจากนี้คะแนนความชอบทางด้านกลิ่นรสของผู้ทดสอบจะขึ้นกับปริมาณน้ำมัน กล่าวคือปริมาณน้ำมันที่มากจะส่งผลให้คะแนนความชอบเฉลี่ยทางด้านกลิ่นรสเพิ่มขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. 2545. **บทปฏิบัติการกระบวนการแปรรูปอาหาร** .คณะอุตสาหกรรมเกษตร . สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ดุษฎี อุตภาพ. 2550. **Carbohydrate Technology.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://eu.lib.kmutt.ac.th/elearning/Courseware/BCT611/chapter2.html

ทิพรดี ดงสุวรรณ และ สุภาวรรณ ตรงธรรมกิจ . 2539. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำสลัดครีมชนิดข้นสูตรลดค่าพลังงาน ปรับปรุงคุณภาพโดยใช้แป้งมันสำปะหลังมอดิฟายด์และกัมทรากาแคนท์** .ปริญญานิพนธ์ปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

น้ำมันสลัด. *2550. (ออนไลน์) . เข้าถึงได้จาก : http://www.tipoil.com/products_salad.php*

มะลิ เนติประมุข. 2534. **การพัฒนาน้ำสลัดครีมพลังงานต่ำ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยุพร พืชกมุทร.2547. **เอกสารประกอบการสอนวิชาเคมีอาหาร** . คณะอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

รุจิรา ปรีชา , สุนันทา วงศ์ปิยชน , ละม้ายมาศ อังสุข , อมรา ชินภูติ , ภคินี อัครเวสสะพงศ์ และสุเทพ ฤทธิ์แสวง . 2550 . **การใช้แป้งข้าวทดแทนไขมันในน้ำสลัด** . งานวิจัยศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว

วชิราภรณ์ แคนติ และสนิท หมั่นสาร. 2542. **การศึกษาการอยู่รอดของเชื้อ *Staphylococcus aureus* และ *Salmonella enteritidis* ในน้ำสลัดมายองเนสที่ผลิตในครัวเรือน.** ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สมภพ ประภาวัต , ไพศาล วุฒิจำนง และสุมนรัตน์ ชื่นพุฒิ. 2546. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์สลัดครีมฉดคอเลสเตอรอลกลิ่นผลไม้**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท . มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สายพินธุ์ โชติวิเชียร. 2550 . **มารู้จักกรดไขมันกันเถอะ** .(ออนไลน์) . เข้าถึงได้จาก : http://nutrition.anamai.moph.go.th/fat-acid.doc .

สาวิตรี จันทรจิตต์. 2546. **คุณลักษณะและหน้าที่ของโปรตีนเวย์.** สัมมนาปริญญาตรี. คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สี(Colour). 2550. (ออนไลน์) . เข้าถึงได้จาก :http://coursewares.mju.ac.th/ea341/lesson2/ch02_6.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุมลทา วาจาบัณฑิตย์. 2550. **ไขมันและน้ำมันกับการอุดตันของหลอดเลือด** .(ออนไลน์) . เข้าถึงได้จาก : http://teacher.nsru.ac.th/sumolta/sumolta/new_page_2.htm .

Depree , J.A. and Savage , G.P. 2001 . Physical and flavour stability of mayonnaise . **Trends in Food Science & Technology** .12. pp 157–163.

Liu, H. , Xu , X.M. and Guo ,Sh.D. 2007. Rheological, texture and sensory properties of low-fat mayonnaise with different fat mimetics . **LWT** .40 .pp 946–954.

McClements, D. J. and Demetriades, K. 1998. An integrated approach to the development of reduced-fat food emulsions. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. 38 : 511–536.

Worrasinchai, S., Suphantharika, M., Pinjai, S. and Jamnong ,P. 2006. β-Glucan prepared from spent brewer's yeast as a fat replacer in mayonnaise . **Food Hydrocolloids** .20. pp 68–78.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตาราง แสดงคุณสมบัติของมายองเนสไขมันต่ำ

ปริมาณนมผงขาดมันเนย: ปริมาณการทดแทนไขมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียว(%)	ค่าสี			ปริมาณน้ำที่แยกชั้น (ml.)	ความหนืด (cP)
	L*	a*	b*		
2:30	74.35	-2.44	10.11	13.75	2188.00
	74.42	-2.38	9.65	14.90	2405.00
	74.40	-2.32	9.77	-	-
2:60	70.75	-1.83	7.08	29.00	1354.00
	69.86	-1.76	7.08	29.00	1658.00
	70.70	-1.86	7.15	-	-
2:90	52.96	-0.39	0.34	40.00	614.00
	52.46	-0.25	0.22	38.00	391.00
	53.09	-0.34	0.14	-	-
4:30	78.08	-2.81	8.76	18.00	2459.00
	77.72	-2.73	8.99	17.00	2549.00
	78.59	-2.81	9.11	-	-
4:60	75.14	-2.23	8.20	30.00	157.00
	75.18	-2.23	8.20	30.00	234.00
	74.77	-2.17	8.09	-	-
4:90	60.68	-1.91	4.49	48.00	35.00
	60.83	-1.89	4.54	41.00	150.00
	60.90	-1.88	4.53	-	-
6:30	74.93	-3.76	8.09	15.00	9008.00
	73.32	-3.55	7.92	15.00	3804.00
	74.80	-3.94	8.85	-	-
6:60	74.10	-2.34	8.96	33.00	155.00
	74.74	-2.26	8.70	30.50	162.00
	73.93	-2.24	8.88	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณนมผงขาดมันเนย: ปริมาณการทดแทนไขมันด้วยน้ำแป้งข้าวเหนียว(%)	ค่าสี			ปริมาณน้ำที่แยกชั้น (ml.)	ความหนืด (cP)
	L*	a*	b*		
6:90	60.60	-1.95	4.77	42.00	26.50
	60.33	-1.90	4.67	44.00	21.80
	60.99	-1.84	4.60	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

การให้คะแนนความชอบ

(7-point hedonic scale)

ชื่อผู้ทดสอบ..... **วันที่**.....

ช่วงอายุ

☐ 16 - 25 ปี

☐ 26 - 40 ปี

ตัวอย่าง : มายองเนส

คำแนะนำ : ทดสอบตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบตามคุณลักษณะด้านต่างๆของตัวอย่าง โดยดูตามคำอธิบายคะแนนความชอบดังสเกลที่กำหนด และกรุณาดื่มน้ำระหว่างตัวอย่าง

สเกลความชอบ 1=ไม่ชอบมาก 2=ไม่ชอบปานกลาง 3=ไม่ชอบเล็กน้อย
4=เฉยๆ 5=ชอบเล็กน้อย 6=ชอบปานกลาง
7=ชอบมาก

ปัจจัยคุณภาพ	รหัสตัวอย่าง					
สี						
กลิ่นรส						
เนื้อสัมผัส						
ความข้นหนืด						
ความชอบรวม						

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

---ขอบคุณค่ะ---

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ตาราง แสดงความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างปริมาณนมผงขาดมันเนยและน้ำแป้งข้าวเหนียวต่อค่า L* ของผลิตภัณฑ์มายองเนสไขมันต่ำ

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: L

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1816.246[a]	8	227.031	1195.435	.000
Intercept	128494.565	1	128494.565	676590.5	.000
skm	140.704	2	70.352	370.439	.000
glutinous	1627.293	2	813.647	4284.271	.000
skm * glutinous	48.250	4	12.062	63.515	.000
Error	3.418	18	.190		
Total	130314.230	27			
Corrected Total	1819.665	26			

a. R Squared = .998 (Adjusted R Squared = .997)

ตาราง แสดงความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างปริมาณนมผงขาดมันเนยและน้ำแป้งข้าวเหนียวต่อค่า a* ของผลิตภัณฑ์มายองเนสไขมันต่ำ

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: A

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	19.801[a]	8	2.475	379.053	.000
Intercept	124.636	1	124.636	19087.692	.000
skm	6.083	2	3.042	465.816	.000
glutinous	11.533	2	5.766	883.124	.000
skm * glutinous	2.184	4	.546	83.636	.000
Error	.118	18	.007		
Total	144.554	27			
Corrected Total	19.918	26			

a. R Squared = .994 (Adjusted R Squared = .991)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างปริมาณนมผงขาดมันเนยและน้ำแป้งข้าวเหนียวต่อค่า b* ของผลิตภัณฑ์มายองเนสไขมันต่ำ

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: B

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	225.079[a]	8	28.135	674.637	.000
Intercept	1225.332	1	1225.332	29381.858	.000
skm	13.787	2	6.893	165.297	.000
glutinous	178.615	2	89.308	2141.480	.000
skm * glutinous	32.677	4	8.169	195.885	.000
Error	.751	18	.042		
Total	1451.162	27			
Corrected Total	225.829	26			

a. R Squared = .997 (Adjusted R Squared = .995)

ตาราง แสดงความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างปริมาณนมผงขาดมันเนยและน้ำแป้งข้าวเหนียวต่อค่า ความคงตัว ของผลิตภัณฑ์มายองเนสไขมันต่ำ

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: centrifuge

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2174.735[a]	8	271.842	74.622	.000
Intercept	15496.801	1	15496.801	4253.954	.000
skm	34.177	2	17.089	4.691	.040
glutinous	2123.461	2	1061.730	291.451	.000
skm * glutinous	17.097	4	4.274	1.173	.385
Error	32.786	9	3.643		
Total	17704.323	18			
Corrected Total	2207.521	17			

a. R Squared = .985 (Adjusted R Squared = .972)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างปริมาณนมผงขาดมันเนยและน้ำแป้งข้าวเหนียวต่อค่า ความหนืดของผลิตภัณฑ์มายองเนสไขมันต่ำ

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: viscosity

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	68552610.9[a]	8	8569076.356	5.652	.009
Intercept	41348296.1	1	41348296.09	27.273	.001
skm	4977932.454	2	2488966.227	1.642	.247
glutinous	44266389.9	2	22133194.94	14.599	.001
skm * glutinous	19308288.5	4	4827072.127	3.184	.069
Error	13645037.5	9	1516115.283		
Total	123545944	18			
Corrected Total	82197648.4	17			

a. R Squared = .834 (Adjusted R Squared = .686)

ตาราง แสดงความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างปริมาณนมผงขาดมันเนยและน้ำแป้งข้าวเหนียวต่อคะแนนความชอบทางด้านสีของผลิตภัณฑ์มายองเนสไขมันต่ำ

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: colour

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	91.293[a]	31	2.945	5.057	.000
Intercept	2513.793	1	2513.793	4316.955	.000
tester	87.707	28	3.132	5.379	.000
formulae	3.586	3	1.195	2.053	.113
Error	48.914	84	.582		
Total	2654.000	116			
Corrected Total	140.207	115			

a. R Squared = .651 (Adjusted R Squared = .522)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างปริมาณนมผงขาดมันเนยและน้ำแป้งข้าวเหนียวต่อคะแนนความชอบทางด้านกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์มายองเนสไขมันต่ำ

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: aroma

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	127.819[a]	31	4.123	5.655	.000
Intercept	2215.940	1	2215.940	3039.431	.000
tester	123.310	28	4.404	6.041	.000
formulae	4.509	3	1.503	2.061	.112
Error	61.241	84	.729		
Total	2405.000	116			
Corrected Total	189.060	115			

a. R Squared = .676 (Adjusted R Squared = .557)

ตาราง แสดงความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างปริมาณนมผงขาดมันเนยและน้ำแป้งข้าวเหนียวต่อคะแนนความชอบทางด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์มายองเนสไขมันต่ำ

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: texture

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	117.845[a]	31	3.801	4.501	.000
Intercept	2495.207	1	2495.207	2954.228	.000
tester	96.293	28	3.439	4.072	.000
formulae	21.552	3	7.184	8.505	.000
Error	70.948	84	.845		
Total	2684.000	116			
Corrected Total	188.793	115			

a. R Squared = .624 (Adjusted R Squared = .486)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง แสดงความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างปริมาณนมผงขาดมันเนยและน้ำแป้งข้าวเหนียวต่อคะแนนความชอบทางด้านความหนืดของผลิตภัณฑ์มายองเนสไขมันต่ำ

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: visco

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	156.155[a]	31	5.037	5.990	.000
Intercept	2495.207	1	2495.207	2967.207	.000
tester	111.293	28	3.975	4.727	.000
formulae	44.862	3	14.954	17.783	.000
Error	70.638	84	.841		
Total	2722.000	116			
Corrected Total	226.793	115			

a. R Squared = .689 (Adjusted R Squared = .574)

ตาราง แสดงความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างปริมาณนมผงขาดมันเนยและน้ำแป้งข้าวเหนียวต่อคะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์มายองเนสไขมันต่ำ

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: overall

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	103.379[a]	31	3.335	3.848	.000
Intercept	2645.828	1	2645.828	3053.167	.000
tester	80.172	28	2.863	3.304	.000
formulae	23.207	3	7.736	8.927	.000
Error	72.793	84	.867		
Total	2822.000	116			
Corrected Total	176.172	115			

a. R Squared = .587 (Adjusted R Squared = .434)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นายณัฏฐ์ พชระสมบูรณ์ เกิดเมื่อวันที่ 28 มกราคม พ.ศ.2528 สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาจากโรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี จังหวัดกรุงเทพมหานคร ในปี พ.ศ.2546 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต จากสาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นางสาวณัฐพิรา หมีปาน เกิดเมื่อวันที่ 26 กรกฎาคม พ.ศ.2528 สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาจากโรงเรียนจันทร์หุ่นบำเพ็ญ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ในปี พ.ศ.2546 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต จากสาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้