ก757

เรื่อง

ไข่แดงลดโคเลสเตอรอล

(Reduced Chloresterol Egg Yolk)

T096564

นาย กชกรวัชราไทย

นางสาว ธนภรณ์ อภิสิทธิ์ภูวกุล

นาย อัศวิน อุษาวัฒนากุล

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะโครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พุทธศักราช 2547

ปพ.
ก112ข
2547

สบหน.
เลขทะเบียน 83564
วัน.เดือน.ปี

ลิขสิทธิ์เอกสารนี้เป็นเอกสิทธิ์ของผู้ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ไข่แดงลดโคเลสเตอรอล

(Reduced Chloresterol Egg Yolk)

โดย

นาย กชกร วัชราไทย

นางสาว ธนภรณ์ อภิสิทธิ์ภูวกุล

นายอัศวิน อุษาวัฒนากุล

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..../...../..... อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

( )

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

( )

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่.....เดือน..... .....พุทธศักราช.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กชกร วัชราไทย ธนภรณ์ อภิสิทธิ์ภูวกุล และ อัศวิน อุษาวัฒนากุล. 2546. ไข่แดงลดโคเลสเตอรอล (Reduced chloresterol egg yolk) ภาควิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร และอุตสาหกรรมเกตร(พิเศษ) คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์

จากการศึกษาชนิดและปริมาณพืชแหล่งเส้นใยอาหาร เพื่อลดโคเลสเตอรอลในไข่แดง โดยใช้มะละกอ ฟักทอง และแครอท เป็นเส้นใยในไข่แดงลดโคเลสตอรอล พบว่า ไข่แดงลดโคเลสเตอรอลสูตรแครอท 60 เปอร์เซ็นต์ ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคสูงสุด มีความแข็งเฉลี่ย 8.40 N/mm (วัดด้วยวิธี compression stress) มีค่าสีระบบ hunter color value เป็น L*=68.343 , a*=-2.37 , b*=39.170 มีค่า pH = 7.09 และค่าความชื้น 57.651 เปอร์เซ็นต์ และนำไข่แดงลดโคเลสเตอรอลสูตรแครอท 60 เปอร์เซ็นต์ มาศึกษาปริมาณไข่แดงสดที่เหมาะสมโดยใช้ไข่แดงสด 50, 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่าเมื่อใช้ส่วนผสมที่มีไข่แดงสดปริมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ได้รับการยอมรับสูงสุดและมีปริมาณโคเลสเตอรอล 37.5 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณโคเลสเตอรอลในไข่แดงสด 1 ฟอง เมื่อนำไปคำนวณคุณค่าทางโภชนาการพบว่าไข่แดงลดโคเลสเตอรอล 1 ฟอง (18.5 กรัม) มีปริมาณโปรตีน 2.1 กรัม คาร์โบไฮเดรต 1.4 กรัม ปริมาณไขมันทั้งหมด 3.6 กรัม ไขมันอิ่มตัว 0.7 กรัม โคเลสเตอรอล 80 มิลลิกรัม และเส้นใยอาหาร 0.1 กรัม

กชกร วัชราไทย
.....
ธนภรณ์ อภิสิทธิ์ภูวกุล
.....
อัศวิน อุษาวัฒนากุล
.....

ลายมือชื่อนักศึกษา ....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา วัน เดือน ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ผศ.ดร.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ ที่ท่านได้ให้ความกรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ คอยช่วยเหลือทั้งในเวลางาน และนอกเวลางานให้ใช้คอมพิวเตอร์ส่วนตัวของอาจารย์และให้ความรู้ต่างๆที่เป็นประโยชน์ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง รวมทั้งได้ความกรุณาแก้ไขหนังสือปัญหาพิเศษจนสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่างๆ เพื่อเป็นพื้นฐานในการจัดทำและดำเนินการของปัญหาพิเศษครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงได้ตสมวัตถุประสงค์ที่กำหนด

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อคุณแม่ที่ให้กำเนิด และเป็นกำลังใจในการทำให้ปัญหาพิเศษครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วง

ขอขอบคุณ เพื่อนๆ ที่น่ารักทุกคนที่ให้กำลังใจและคอยช่วยเหลือตลอดการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

(นายกชกร วัชราไทย)

(นางสาวธนภรณ์ อภิสิทธิ์ภูวกุล)

(นายอัศวิน อุษาวัฒนากุล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญตารางภาคผนวก	ฉ
สารบัญภาพ	ช
สารบัญภาพภาคผนวก	ซ
บทที่	
1. บทนำ	1
2. วาสารปริทัศน์	2
2.1 ไข่แดงเทียมปราศจากโคเลสเตอรอล	2
2.1 pre-emulsion	2
2.3 โปรตีนถั่วเหลือง	3
2.4 สารต้านโภชนาการในถั่วเหลือง	5
2.5 ไข่แดง	7
2.6 พืชแหล่งเส้นใย	9
2.7 แครอท	11
2.8 มะละกอ	12
2.9 ฟักทอง	12
3. วัตถุดิบ อุปกรณ์เครื่องมือ และวิธีการทดสอบ	14
3.1 วัตถุดิบ	14
3.2 อุปกรณ์เครื่องมือ	14
3.3 วิธีการทดลอง	14
4. ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	20
5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	31
เอกสารอ้างอิง	32
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
ภาคผนวก ข	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	สมบัติการใช้ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์โปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองและถั่วเขียว	5
2.	แสดงปริมาณโปรตีนในไข่แดงที่สูญเสียระหว่างการปรุงอาหารด้วยวิธีต่างๆ	8
3.	แสดงค่าความแข็ง ค่าสี pH และปริมาณความชื้นของไข่แดงต้มสุกทั้งฟองที่ต้มสุกที่อุณหภูมิ 95^0 ซ เป็นเวลาต่างๆ กัน	20
4.	แสดงค่าความแข็ง ค่าสี pH และปริมาณความชื้นของไข่แดงต้มสุกบรรจุไส้เทียมนาทูรินต้มสุกที่อุณหภูมิ 95^0 ซ เป็นเวลาต่างๆ กัน	21
5.	แสดงคุณสมบัติของไข่แดงลดโคเลสเตอรอลด้านต่างๆ คือ ค่าความแข็ง ค่าสี pH และปริมาณความชื้น เมื่อใช้พืชแหล่งเส้นใย 3 ชนิดในอัตราส่วนต่างๆ กัน	24
6.	แสดงค่าผลของคะแนนรวมการยอมรับของผู้ชิมจากการเรียงลำดับความชอบต่อไข่แดงลดโคเลสเตอรอลสูตรต่างๆ	27
7.	แสดงสมบัติของไข่แดงลดโคเลสเตอรอลสูตรแครอทที่ใช้ไข่แดงปริมาณ 50, 60และ 70 เปอร์เซ็นต์ของไข่แดงพื้นฐาน	28
8.	แสดงค่าผลรวมของการยอมรับของผู้ชิมจากการเรียงลำดับความชอบต่อไข่แดงลดโคเลสเตอรอลสูตรผสมแครอท 60 เปอร์เซ็นต์เมื่อใช้ไข่แดงสดในปริมาณต่างๆ กัน	28
9.	แสดงคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ไข่แดงสด และไข่แดงลดโคเลสเตอรอลสูตรผสมแครอทที่ใช้ไข่แดงปริมาณ 60 เปอร์เซ็นต์	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
1ก. แสดงผลรวมของตัวเลขที่เรียงลำดับแสดงนัยสำคัญ 5 เปอร์เซ็นต์ (วิธี ranking test)	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.	แสดงปริมาณส่วนผสมสำหรับการเตรียม pre-emulsion 50 กรัม และการจำลองส่วนของน้ำอิสระในส่วนผสมของ pre-emulsion สูตรมะละกอ	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพภาคผนวก

ภาพภาคผนวกที่	หน้า
1ข. ไดอะแกรมแสดงการจำแนกสเกลในระบบสีฮันเตอร์	35
2ข. แสดง pre-emulsion	37
3ข. แสดงภาพไข่แดงลดโคเลสเตอรอลที่ผสมแครอท 60 เปอร์เซ็นต์ และเติมไข่แดง 60 เปอร์เซ็นต์	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ไข่ไก่เป็นอาหารที่มีโปรตีนสูง มีกรดอะมิโน และกรดไขมันที่จำเป็น คนไทยส่วนใหญ่นิยมใช้ไข่ไก่มาประกอบอาหาร เนื่องจากหาง่ายและราคาไม่แพง โดยทั่วไปไข่ไก่ 1 ฟองมีโคเลสเตอรอลประมาณ 213 มิลลิกรัม (จากไข่แดงทั้งหมด) ซึ่งผู้บริโภคมักมีความกังวลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง โคเลสเตอรอลที่มีปริมาณสูงในไข่แดงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน ดังนั้นจึงพยายามที่จะลดปริมาณโคเลสเตอรอลให้น้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ของไข่แดงปกติ โดยการทดแทนด้วยโปรตีนและน้ำมันถั่วเหลือง และยังคงลักษณะของไข่แดงปกติ คือมีกลิ่นรส และสีใกล้เคียงกับไข่แดงจริงต้มสุก นอกจากนั้น ยังมีการเติมพืชแหล่งเส้นใยชนิดต่างๆ เพื่อเพิ่มเส้นใย ให้กับผลิตภัณฑ์อีกด้วย

ดังนั้นไข่แดงลดโคเลสเตอรอลจึงเป็นทางเลือกสำหรับผู้ที่มีปัญหาเกี่ยวกับโคเลสเตอรอล ซึ่งจะช่วยให้สามารถบริโภคไข่ได้ในปริมาณปกติ และได้รับปริมาณโปรตีนที่ใกล้เคียงกับไข่แดงจริงต้มสุก รวมทั้งเป็นทางเลือกสำหรับผู้ใส่ใจสุขภาพ

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาสมบัติบางประการของไข่แดงต้มสุกเปรียบเทียบกับไข่แดงบรรจุไส้เทียมนาทูริน
2. ศึกษาชนิดและปริมาณที่เหมาะสมของพืชแหล่งเส้นใยอาหารเพื่อลดโคเลสเตอรอลในไข่แดง
3. ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของไข่แดงในส่วนผสมไข่แดงลดโคเลสเตอรอล
4. คำนวณคุณค่าทางโภชนาการของไข่แดงลดโคเลสเตอรอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทัศน์

2.1 ไข่แดงเทียมปราศจากโคเลสเตอรอล

ไข่แดงเทียมปราศจากโคเลสเตอรอลเป็นผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้น โดยใช้โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง โปรตีนสกัดจากแป้งสาลี น้ำมันถั่วเหลือง และน้ำแครอทเป็นส่วนผสมหลักซึ่งมีกระบวนการผลิตแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนหลัก (พจนา, 2542) คือ

1. การเตรียม pre-emulsion ซึ่งเป็นส่วนผสมของโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง น้ำแครอท และน้ำมันถั่วเหลือง โดยใช้สัดส่วน 1: 4 : 2.4 ตามลำดับ ซึ่งให้ลักษณะของ emulsion ที่มีความคงตัว

2. การทำไข่แดงเทียมปราศจากโคเลสเตอรอล เป็นการนำ pre-emulsion 150 กรัมที่ได้ไปผสมกับโปรตีนสกัดจากแป้งสาลี 60 กรัม ไข่ขาวเค็ม 25 กรัม น้ำ 90 กรัมและแป้งถั่วเขียว 5 กรัม

2.2 Pre-emulsion

pre-emulsion เป็นส่วนผสมระหว่างน้ำ แครอท และน้ำมันถั่วเหลืองที่ผสมเป็นเนื้อเดียวกันโดยมี isolate soy protein (ISP) เป็น emulsifier ซึ่งมีหน้าที่คือ ช่วยทำให้ส่วนของน้ำและน้ำมัน สามารถรวมตัวกันได้ โดยใช้วิธีการให้แรงกล หรือการคนเพื่อให้เกิดการรวมตัวได้ง่ายขึ้น pre-emulsion ที่ได้ใช้เป็นส่วนประกอบหลัก ในการทำไข่แดงเทียมปราศจากโคเลสเตอรอลและไข่แดงลดโคเลสเตอรอลด้วย

ในขณะที่ทำให้ส่วนผสมเกิดเป็น emulsion การเติมสาร emulsifier จะช่วยลดแรงตึงผิว (interfacial tension) ของ dispersed phase และ continuous phase ทำให้เกิดเป็น emulsion ได้ง่าย สาร emulsifier เป็นสารประกอบที่สามารถละลายได้ทั้งใน dispersed phase และ continuous phase คือมีคุณสมบัติเป็น amphiphilic molecule เช่น lecitin ที่มีอยู่ในน้ำนม สามารถละลายหรือกระจายตัวได้ ทั้งในน้ำและในน้ำมัน การเติมสาร emulsifier ลงในส่วนผสม จึงเป็นการเพิ่มความสามารถในการทำให้เกิดเป็น emulsion สาร emulsifier แต่ละชนิดจะลดแรงตึงผิวได้แตกต่างกัน แต่การลดแรงตึงผิวเพียงอย่างเดียว จะไม่ทำให้ emulsion นั้นๆ คงตัว เนื่องจากเม็ดไขมันสามารถเคลื่อนเข้าหากันแบบ brownian movement และรวมตัวกันได้ในระหว่างการเก็บรักษา ดังนั้นหากระบบ emulsion มีสารที่สามารถขัดขวางการรวมตัวกันของเม็ดไขมัน ไม่ว่าจะโดยกลไกของ steric stabilization หรือ particle stabilization (เช่นการเติมสารจำพวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาร์โบไฮเดรตที่ทำให้เกิดโครงสร้างเจล) ก็จะทำให้ emulsion นั้นๆ มีความคงตัว ตามระยะเวลาที่ต้องการได้

แม้ว่าโปรตีนจะไม่สามารถลดแรงตึงผิวได้มากเท่ากับ emulsifier ที่มีขนาดเล็ก แต่โปรตีนจะมีบทบาทสำคัญในการรักษาความคงตัวของ emulsion ในระยะยาว (long term stabilization) โดยกลไกของ steric stabilization และ particle stabilization การดูดซับของโปรตีนที่พื้นผิวระหว่างเม็ดไขมันและ aqueous phase (oil-water interface) เกิดขึ้นเนื่องจากการคลายเกลียว หรือการเปลี่ยนสภาพ (denaturation) ของโปรตีนในระหว่างกระบวนการผลิตเช่น การให้แรงเฉือน (shear force) การให้ความร้อน ทำให้โปรตีนส่วนที่ไม่กระจายตัวในน้ำ (hydrophobic region) หันเข้าหาพื้นผิวของเม็ดไขมัน ในขณะที่ส่วนที่กระจายตัวในน้ำของโปรตีน (hydrophilic region) หันเข้าหา aqueous phase ดังนั้นเม็ดไขมันที่ถูกล้อมรอบด้วยโมเลกุลของโปรตีนจะกระจายตัวอยู่ใน aqueous phase ได้ แม้ว่าการเกิด emulsion เป็นปรากฏการณ์ที่ไม่เสถียรทางเทอร์โมไดนามิก เพราะระบบ emulsion มีแนวโน้มในการแยกชั้นอยู่ตลอดเวลา ความคงตัวของ emulsion หรือเสถียรภาพของระบบคอลลอยด์เกิดขึ้นเพราะโมเลกุลโปรตีนทำหน้าที่กีดขวางไม่ให้เม็ดไขมันรวมตัว โปรตีนที่มีคุณสมบัติเป็น emulsifier ที่ดีจะต้องเกิดการเปลี่ยนสภาพ หรือ คลายเกลียว ได้ง่ายที่ oil-water interface การที่โปรตีนจะคลายเกลียวได้มากน้อยเพียงใดจะขึ้นอยู่กับ ความเข้มข้นของโปรตีนที่มีอยู่ในระบบ พื้นที่ผิวของเม็ดไขมัน ระยะเวลาที่โปรตีนสัมผัสกับ oil-water interface และโครงสร้างระดับโมเลกุลของโปรตีนก่อนการดูดซับที่ oil-water interface (Dickinson, 1993)

2.3 โปรตีนถั่วเหลือง (soy protein)

มีรายงานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการบริโภคโปรตีนจากถั่วเหลือง กับการลดความเสี่ยงของโรคหัวใจ และหลอดเลือด พบว่าโปรตีนจากถั่วเหลืองอาจมีผลในการลดระดับโคเลสเตอรอลทั้งหมด และ LDL-โคเลสเตอรอล ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการเกิดโรคดังกล่าว โดยที่มีการศึกษาว่า การลดระดับโคเลสเตอรอลทั้งหมดลงทุกๆ 1% จะช่วยลดความเสี่ยงต่อโรคหัวใจวายได้ 2 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามผลที่เกิดขึ้นดังกล่าว จะพบในผู้ที่มีระดับโคเลสเตอรอลในเลือดสูง แต่ไม่เห็นผลชัดเจนในผู้ที่มีระดับโคเลสเตอรอลปกติ

จากการวิจัยพบว่าปริมาณเฉลี่ยของการบริโภคโปรตีนถั่วเหลือง 47 กรัมต่อวันจะทำให้โคเลสเตอรอลทั้งหมดลดลง 9.3 เปอร์เซ็นต์ LDL-โคเลสเตอรอลลดลง 12.9 เปอร์เซ็นต์ โดยที่การเปลี่ยนแปลงของ HDL-โคเลสเตอรอลไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (อาณดี และประไพศรี, 2543)

กลไกในการลดโคเลสเตอรอลของโปรตีนถั่วเหลือง อาจเกิดจากกลไกอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างร่วมกันดังนี้คือ

- การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนของอินซูลินต่อ กลูคากอน และเปลี่ยนแปลงระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธัยรอยด์ฮอร์โมน

- ลดการเกิด peroxidized LDL
- ปฏิสัมพันธ์ระหว่างโปรตีนกับส่วนประกอบอื่น เช่นใยอาหาร แร่ธาตุ สารสังเคราะห์จากพืช (อาณดี และประไพศรี, 2543)

โปรตีนถั่วเหลืองนอกจากจะให้คุณค่าทางโภชนาการแล้ว ยังมีสมบัติการใช้ประโยชน์ (functional properties) ซึ่งมีบทบาทสำคัญในกระบวนการผลิตอาหาร เช่น สมบัติการละลาย การจับกับน้ำ การดูดซับน้ำมัน การเกิด emulsion และการเกิดเจลเป็นต้น

องค์ประกอบทางเคมีของโปรตีนถั่วเหลืองสกัดไขมัน (ISP) เทียบเป็นปริมาณร้อยละโดยน้ำหนักแห้งได้ดังนี้ ความชื้น 8% โปรตีน 92.8% ไขมัน 0.32% คาร์โบไฮเดรต+สารเยื่อใย 3% นอกจากนั้นยังมีคุณสมบัติในการจับน้ำสูงกว่าสมบัติการดูดซับน้ำมัน เนื่องจากมีโมเลกุลที่ชอบรวมตัวกับน้ำ (hydrophilic molecule) มากกว่าโมเลกุลที่ชอบรวมตัวกับน้ำมัน (lypophilic molecule)

อรพิน (2531) ศึกษาเกี่ยวกับการปรับปรุงสมบัติการใช้ประโยชน์ของโปรตีนสกัด 3 ชนิดคือ

1. ผลิตภัณฑ์โปรตีนถั่วเหลืองสกัด ที่ผลิตจากแป้งถั่วเหลืองสกัดไขมัน (ISP)
2. ผลิตภัณฑ์โปรตีนถั่วเหลืองสกัดจากกากถั่วเหลืองในขั้นตอนก่อนการระเหยไล่สารละลายที่ใช้สกัดไขมันจากโรงงานสกัดน้ำมัน
3. ผลิตภัณฑ์โปรตีนถั่วเขียวสกัดจากสารละลายของเหลือจากการผลิตวุ้นเส้น

Kinsella (1979) กล่าวถึงคุณสมบัติการใช้ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์โปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองและถั่วเขียวในกระบวนการผลิตอาหารไว้ดังตารางที่ 1

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่า ISP มีความสามารถในการเกิด emulsion และความคงตัวของ emulsion รวมถึงความสามารถในการจับน้ำ และการดูดซับน้ำมันได้ดีที่สุด

การเกิด emulsion หรือการรักษาความคงตัวของระบบคอลลอยด์ พบว่านอกจากการเติมสารที่สามารถละลายได้ทั้งใน water phase และ oil phase เพื่อช่วยให้น้ำกับน้ำมันผสมกันได้ดียังสามารถทำได้โดยการเพิ่มความหนืดของ continuous phase โดยการเติมสารประกอบประเภท biopolymer เช่น แป้ง หรือเติมโปรตีนบางชนิดที่เพิ่มความหนืดของ water phase ซึ่งจะช่วยชลอการเคลื่อนที่ของเม็ดไขมันเข้าหากัน ทำให้ระบบ emulsion คงตัว สำหรับโปรตีนจากถั่วเหลืองไม่นิยมใช้ในอาหารที่ต้องการให้คุณสมบัติของสาร emulsifier เนื่องจากมีความสามารถในการเกิด emulsion ต่ำ เพียงแต่ ISP ทำให้เกิดเจลได้โดยมี water phase อยู่ภายในโครงสร้างโปรตีนเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 สมบัติการใช้ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์โปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองและถั่วเขียว

สมบัติการใช้ประโยชน์	ผลิตภัณฑ์โปรตีนสกัด		
	1	2	3
ดัชนีการละลายของไนโตรเจน, ร้อยละ	83.2	71.6	56.7
ความสามารถช่วยการเกิด emulsion, ร้อยละ	100	86.5	73.8
ความสามารถช่วยความคงตัวของ emulsion, ร้อยละ	100	84	77.2
ความสามารถจับกับน้ำ, กรัม/กรัม	7.2	7.1	2.9
ความสามารถดูดซับน้ำมัน, กรัม/กรัม	3.1	3.1	3.6
ความสามารถในการเกิดฟอง, ร้อยละ	94	98	70
ความสามารถในการเกิดเจล, ร้อยละ*	10	11	14.5

ที่มา : Kinsella (1979)

1 = ผลิตภัณฑ์โปรตีนสกัดจากแป้งถั่วเหลืองสกัดไขมัน (ISP)

2 = ผลิตภัณฑ์โปรตีนสกัดจากแป้งถั่วเหลือง

3 = ผลิตภัณฑ์โปรตีนถั่วเขียวสกัด

* = ร้อยงานเป็นความเข้มข้นต่ำสุด ของผลิตภัณฑ์โปรตีนที่เกิดเจลได้

2.4 สารต้านโภชนาการในถั่วเหลือง (antinutritional factor)

สารต้านโภชนาการในถั่วเหลืองมีคุณสมบัติพิเศษช่วยในการป้องกันโรคมะเร็ง โรคหัวใจ โรคกระดูกพรุน และอาการที่เกิดขึ้นจากวัยหมดประจำเดือนดังนี้

1. Isoflavonoids, Isoflavones

สารกลุ่มนี้จัดเป็นสารต้านโภชนาการ แต่มีคุณสมบัติเหมือนกับฮอร์โมนเพศหญิง เรียกว่าไฟโตเอสโตรเจน (phytoestrogen) มีอยู่ 2 ตัวหลักๆ คือ เจนิสทีน (genistein) และไดเซน (daidzein) แสดงผลประมาณ 1 ใน 1,000 ของฮอร์โมนเอสตราไดออล (estradiol)

soy protein isolate 1 กรัมจะมี isoflavonoids ปริมาณ 600 ถึง 1,000 มิลลิกรัม

สาร isoflavonoids ได้รับความสนใจอย่างมาก เนื่องจากมีคุณสมบัติในการช่วยป้องกันมะเร็งโรคหัวใจ โรคกระดูกพรุน และอาการที่เกิดในหญิงวัยหมดประจำเดือน คนเอเชียที่มีการบริโภคอาหารจากถั่วเหลืองมาก จะมีระดับไฟโตเอสโตรเจนสูงกว่าคนตะวันตก 100 ถึง 1,000 เท่า เช่นเดียวกับระดับเจนิสทีนในเลือดของหญิงวัยก่อนหมดประจำเดือนที่บริโภคอาหารพื้นบ้านที่มีถั่วเหลืองของเอเชีย จะสูงกว่าระดับฮอร์โมนเอสตราไดออลที่ผลิตในร่างกายคนเอเชียทั่วไป หรือคนตะวันตกประมาณ 1,000 เท่า

เอสโตรเจนเป็นฮอร์โมนที่สร้างขึ้นในร่างกายเพศหญิง และจะลดลงพร้อมกับการหยุดทำงานของรังไข่ในช่วงหมดประจำเดือน หรือเมื่อมีการตัดรังไข่ มีผลทำให้เกิดอาการผิดปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่นอาการเหงื่อออกตอนกลางคืน ร้อนวูบวาบ และหงุดหงิด นอกจากนี้ยังเพิ่มอัตราความเสี่ยงของโรคหัวใจ และโรคกระดูกพรุน

2. Trypsin inhibitor

เป็นโปรตีนชนิดหนึ่งในถั่วเหลือง ทำหน้าที่ป้องกันเมล็ดจากการทำลายของแมลง สารนี้จัดเป็นสารต้านโภชนาการ มีฤทธิ์จับกับน้ำย่อย tripsin ทำให้โปรตีนไม่ถูกย่อย และสัตว์มีการเจริญเติบโตลดลง สำหรับผลต่อคนยังไม่ชัดเจน พบว่ามีการจับกับ tripsin เป็นส่วนน้อย

เพื่อให้ถั่วเหลืองมีคุณค่าทางโภชนาการสูงสุด โดยปกติจะต้องมีการกำจัดสารนี้โดยความร้อน เช่นถ้าเป็นถั่วเหลืองทั้งเมล็ดจะต้องแช่น้ำค้างคืน และต้ม 20-30 นาที สำหรับนมถั่วเหลือง ต้มเดือด 20-30 นาที หรือนึ่งภายใต้ความดัน 10 นาที กรณีที่ใช้เนื้อถั่วเหลืองหลังสกัดนมมาใช้เป็นส่วนประกอบของอาหาร จะต้องทำให้สุกโดยการนึ่ง 20 นาที หรือนึ่งภายใต้ความดัน 10-15 นาที

ปัจจุบันพบว่า tripsin inhibitor มีคุณสมบัติเป็นสารต้านมะเร็ง โดยการยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งใน soy protein isolate 1 กรัมมี tripsin inhibitor ปริมาณ 1.2-30 มิลลิกรัม

3. Phytic acid

เป็นองค์ประกอบปกติของถั่วเมล็ดแห้งส่วนใหญ่อยู่ในรูปของ phytate หรือจับกับโปรตีน phytate ถูกสร้างและสะสมในถั่วขณะมีการเจริญเป็นถั่วเมล็ดใหญ่เพื่อใช้เป็นแหล่งของฟอสฟอรัส ในการสร้างพลังงาน ระหว่างเมล็ดงอกช่วงนี้จะมีการสร้างน้ำย่อย phytase สูงขึ้นเป็น 100 เท่า

phytic acid สามารถจับแร่ธาตุได้หลายชนิด เช่นแคลเซียม เหล็ก สังกะสี แมกนีเซียม ดังนั้นจึงจัดเป็นสารขัดขวางการดูดซึมแร่ธาตุเหล่านี้ และถ้า phytic acid จับอยู่กับโปรตีนจะทำให้การย่อยและการดูดซึมโปรตีนน้อยลง การกำจัดทำได้โดย การทำให้เมล็ดถั่วเหลืองงอก

phytic acid อาจมีคุณสมบัติเป็นสารต้านมะเร็ง กระบวนการป้องกันการเกิดมะเร็งยังไม่ทราบแน่นอน แต่มีการตั้งสมมติฐานว่า phytic acid จะยับยั้งการกระจายของเซลล์มะเร็ง โดยอาจทำการจับเฟอร์ริคไอออน (Fe^{3+}) และระงับการสร้าง ไฮดรอกซิลราดิเคิล (.OH) นั้นคือ phytic acid ทำหน้าที่ต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่น นอกจากนี้ยังจับกับธาตุแมกนีเซียม และสังกะสี ซึ่งเป็นแร่ธาตุที่จำเป็นในการแบ่งตัว และกระจายตัวของเซลล์ ดังนั้นจึงทำให้การเจริญเติบโตของเซลล์เนื้องอก หรือเซลล์มะเร็งลดลง ซึ่งก็อาจมีอีกหลายปัจจัยที่เกี่ยวกับ phytic acid ที่มีผลต่อการมีคุณสมบัติเป็นสารต้านมะเร็ง ซึ่งต้องมีการศึกษาค้นคว้ากันต่อไป ใน soy protein isolate 100 กรัมมี phytic acid ปริมาณ 1.61 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Saponin

Saponin เป็นสารต้านคุณค่าทางโภชนาการตัวหนึ่งซึ่งปกติพบในพืชหลายชนิด แต่ saponin ในถั่วเหลืองไม่จัดเป็นสารต้านคุณค่าทางโภชนาการ saponin ในถั่วเหลืองเมื่ออยู่ในลำไส้จะถูกย่อยโดยเอนไซม์จากแบคทีเรีย แต่ไม่พบว่าถูกดูดซึมเข้าในเลือดของสัตว์ทดลอง และพบว่า แทบไม่มีผลต่อการขัดขวางการดูดซึมสารอาหารอื่นจึงจัดได้ว่าปริมาณ saponin ในถั่วเหลืองไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของคน

saponin จากถั่วเหลืองมีส่วนในการลดโคเลสเตอรอลโดยการจับกับกรดน้ำดี และเป็นสารต้านมะเร็งอีกด้วย คุณสมบัติในการต้านมะเร็งของ saponin อาจเป็นไปได้หลายอย่างรวมถึงความสามารถในการทำลายเซลล์มะเร็งโดยตรง การสร้างภูมิต้านทานให้กับร่างกาย การจับกรดน้ำดีในทางเดินอาหารเพื่อป้องกันเชื้อแบคทีเรียในลำไส้ที่จะเปลี่ยนกรดน้ำดีเป็นสารก่อมะเร็ง จึงลดความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งลำไส้ใหญ่ นอกจากนี้ยังพบว่าสาร saponin ช่วยยับยั้งการแพร่กระจายของเซลล์มะเร็งด้วย ปัจจุบันพบว่ามีสาร aglycone ใน saponins 3 ชนิดคือ soyasopogenolA, B และ E เชื่อมต่อกับ oligosaccharide เป็น molecule ของ saponin หลักๆ 5 ชนิด

2.5 ไข่แดง

ไข่แดงมีองค์ประกอบทางเคมีซับซ้อนกว่าส่วนอื่นของไข่ ส่วนใหญ่จะเป็นพวกไขมัน ลำดับถัดไปคือ โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต มีเกลือแร่และเม็ดสี (pigment) ต่างๆ วิตามินต่างๆ สูงกว่าในไข่ขาว ในไข่แดงมีธาตุเหล็กอย่างพอเพียง ที่จะเป็นอาหารสำคัญของมนุษย์ ไข่แดงจากไข่ไก่สดมีองค์ประกอบสำคัญโดยประมาณดังนี้ น้ำ 9.1 กรัม วัตถุแห้ง (total solids) 9.6 กรัม อินทรีย์สาร 9.4 กรัม โปรตีน 3.1 กรัม ไขมันทั้งหมด 5.7 กรัม ไขมันอิ่มตัว 1.8 กรัม คาร์โบไฮเดรต 0.3 กรัม อนินทรีย์สาร 0.2 กรัม

โปรตีนในไข่แดงมี 2 อย่างคือ ovovitellin กับ ovolivetin ใน ovovitellin มีฟอสเฟตต่ำ แต่มีกำมะถันมากถึง 1 ส่วน 3 ของฟอสฟอรัสในไข่แดง ตามปกติ อัตราส่วนของ ovovitellin กับ ovolivetin นั้นมีอยู่ในอัตรา 4 ต่อ 1 หรือในไข่แดงฟองหนึ่งจะมี ovovitellin ประมาณ 2.4 กรัม กับ ovolivetin ประมาณ 0.7 กรัม นอกจากนี้มีฟอสโฟโปรตีนต่างๆ เช่น ไลโปโปรตีน

จำนวนโปรตีนที่สูญเสียไปจากการใช้ไข่ปรุงเป็นอาหารด้วยวิธีต่างๆ นั้นมีดังตารางที่ 2

จากตารางที่ 2 จะเห็นว่าการต้มไม่มีผลต่อการเสียคุณค่าทางโปรตีน ขณะที่การทอดด้วยความร้อนสูงเกิดการเสียคุณค่าทางโปรตีนไป ร้อยละ 8.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณโปรตีนในไข่แดงที่สูญเสียระหว่างการปรุงอาหารด้วยวิธีต่างๆ

แบบของการปรุง	โปรตีนที่สูญเสียไป (เปอร์เซ็นต์)
ต้ม	0
ทอดด้วยความร้อนต่ำ	1.5
Omelettes	3.0
Poached	7.5
Scrabled	13.5
ทอดด้วยความร้อนสูง	8.9

ที่มา : สุวรรณ (2529)

ไขมันในไข่แดงมีประมาณ 33 เปอร์เซ็นต์ ทั้งในรูปไขมัน (glyceides or true fats) ประมาณ 2 ส่วน 3 อีก 1 ส่วน 3 เป็นฟอสโฟลิปิด สเตอร์โรล์ กับ ซีรีโบรไซด์

- กรดไขมัน (fatty acid) ในไข่เป็นพวกอิ่มตัว (saturated fatty acids) ได้แก่ กรดโอลิอิค กับกรดลิโนลีอิค

- ไขมันแท้ (true fats) ของไข่แดงประกอบด้วย glyceride โดย glyceride ประกอบขึ้นจากกลีเซอรอน กลีเซอลีน กับกรดไขมันอีก 2-3 ชนิด ในแต่ละ glyceride จะประกอบด้วยอนูกลีเซอรอนซึ่งเชื่อมโยงกับอนูของกรดไขมัน

- ฟอสโฟลิปิด (phospholipids) สารประกอบนี้ทุกรูปมีฟอสฟอรัสไนโตรเจน กับกรดไขมันต่างๆ ในไข่แดง มีอยู่ 3 พวกคือ ovolecithin, ovocephalin และ ovosphingonyelin

- สเตอร์โรล (sterol) ที่สำคัญได้แก่ โคเลสเตอรอลมีอยู่ในไข่แดง 0.213 กรัม ที่เหลือจะอยู่ในรูปเอสเทอร์ ไข่แดงชั้นสีเข้มมีโคเลสเตอรอลสูงกว่าชั้นสีจาง โคเลสเตอรอลในไข่ส่วนหนึ่งมาจากอาหารที่ไก่กิน และอีกส่วนหนึ่งนั้นร่างกายสร้างขึ้นมาพร้อมกับไข่ sterol มีมากตามระบบประสาท องค์ประกอบทางเคมีคล้ายกับของน้ำดี และฮอร์โมนเพศ

- ซีรีโบรไซด์ (cerebrosides) ในไข่แดงมี 2 อย่างคือ ovophrenosin และ ovokerasin แต่มีปริมาณน้อยมาก ซีรีโบรไซด์ต่างกับฟอสโฟลิปิดที่ไม่มีกรดฟอสฟอริก หรือกลีเซอรอล แต่มีน้ำตาลกาแลคโตส กับ สปิงโกซีน ซึ่งเป็นไนโตรเจนเบสพวกไกลโคลิปิด

คาร์โบไฮเดรตในไข่แดงส่วนที่รวมกับโปรตีนของไข่แดงนั้นเป็นโพลีแซคคาไรด์ ของแมนโนสกลูโคซามีน (mannoseglucosamine) คาร์โบไฮเดรตในรูปของกลูโคสที่รวมกับ ovovitellin มีประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ และที่รวมกับ ovolivetin มีประมาณ 4 เปอร์เซ็นต์ และยังพบกาแลคโตสในฟอสโฟลิปิด ovolecitin และ ซีรีโบรไซด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาร carotenoid ส่วนใหญ่เป็นพวก xanthophyll ซึ่งเป็นตัวทำให้เกิดสีในไข่แดง มีตั้งแต่เหลืองซีดจนถึงแดงจัด ความเข้มข้นของสีเหล่านี้ขึ้นอยู่กับจำนวนและชนิดของเม็ดสีต่างๆ ในอาหารที่ไก่กินเข้าไป

ไข่แดงมีคุณสมบัติเป็น emulsifier และมีความหยุ่นตัว (liophilliccolloid) ที่ช่วยให้ของผสมข้นและอยู่ตัว (stabilizer) คุณสมบัตินี้เกิดจากเลซิทินกับโปรตีนในไข่แดง หรือเรียกรวมกันว่า เลคซิโทรโปรตีน

นอกจากนั้นการให้ความร้อนจะทำให้วิตามินเอในไข่จะถูกทำลายเช่น การต้มไข่ 7-10 นาที จะทำลายวิตามินเอ 73.5% แต่การใช้ความร้อนปานกลาง 3-5 นาทีวิตามินเอจะสูญเสียน้อยลง

ตะวัน (2543) ได้ทำการทดสอบคุณสมบัติด้านความคงตัวของ emulsion ทำการเปรียบเทียบระหว่าง LFLC-yolk (เลซิทินในไข่แดงดิบลดโคเลสเตอรอล) และเลซิทินจากถั่วเหลือง (soy lecithin) พบว่าขนาดของเม็ดไขมันที่ใช้ LFLC-yolk เป็น emulsifier ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นส่วนขนาดของเม็ดไขมันที่ใช้เลซิทินจากถั่วเหลืองเป็น emulsifier พบว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเม็ดไขมันเพิ่มขึ้นเนื่องจากว่าเกิดการหลอมรวมตัวกันมีขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่ง emulsifier ชนิดนี้เมื่อได้รับความร้อนที่ 70^{0} ซ และ pH 6.6 จะเกิดการแยกตัวขึ้นแต่ถ้าใช้ LFLC-yolk เป็น emulsifier จะไม่มีผลกระทบซึ่งความคงตัวต่อความร้อนของ LFLC-yolk จะใกล้เคียงกับไข่แดงดิบ (native yolk)

จากการทดลองนี้จะเห็นว่าไข่แดงที่ใส่ลงไปนอกจากจะเป็นเหตุผลทางด้านการเพิ่มกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ให้ใกล้เคียงกับไข่แดงจริงแล้ว ไข่แดงยังเป็น emulsifier ซึ่งมีความคงตัวที่อุณหภูมิสูงๆ เพราะในวิธีการทำผลิตภัณฑ์ไข่แดงลดโคเลสเตอรอลจะต้องนำผลิตภัณฑ์ไปต้มที่อุณหภูมิ 95^{0} ซ ตอนสุดท้าย

2.6 พืชแหล่งเส้นใย

สารเส้นใยเป็นส่วนของพืชผักที่รับประทานเข้าไปแล้วร่างกายไม่สามารถย่อยได้ เนื่องจากสารเส้นใยเป็นสารประกอบของน้ำตาลเชิงซ้อนที่มีโมเลกุลใหญ่มาก มีโครงสร้างหลักและมีโมเลกุลของน้ำตาลอื่นๆ มาเกาะทางด้านข้างทำให้โครงสร้างซับซ้อนยิ่งขึ้น ส่วนประกอบของน้ำตาลในสารเส้นใยเช่น กลูโคส กาแลคโตส ไซโลส แมนโนส ทั้งยังมีส่วนประกอบที่เป็นแอลกอฮอล์ และส่วนประกอบอื่นๆ อีกเช่น คูมาริล และกรดการแลคตูโรนิกเป็นต้น

สารเส้นใยได้มาจากพืชทั้งสิ้น เนื่องจากสารเส้นใยคือผนังเซลล์ซึ่งเป็นน้ำตาลเชิงซ้อนที่เรียกว่าโพลีแซคคาไรด์ (polysaccharides) โมเลกุลของสารเส้นใยซับซ้อนมาก คนจะไม่มีน้ำย่อยที่ย่อยสารเหล่านี้ได้ ดังนั้นสารเส้นใยจะผ่านไปในกระเพาะลำไส้โดยไม่ถูกเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง แต่แบคทีเรียในลำไส้ใหญ่บางตัวสามารถย่อยสารเส้นใยได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารเส้นใยแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ สารเส้นใยไม่ละลายน้ำ และสารเส้นใยละลายน้ำ

1. เส้นใยไม่ละลายน้ำ เป็นโครงสร้างของพืชชนิดที่ไม่สามารถละลายน้ำได้ ได้แก่ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ส่วนมากจะเป็นสารเส้นใยที่ได้จากเมล็ดธัญพืช เช่นรำข้าว รำสาลี สารเส้นใยชนิดนี้จะอุ้มน้ำและไม่ถูกย่อย มีประโยชน์ในด้านป้องกันมะเร็ง และปกป้องลำไส้ให้มีสุขภาพดี

2. เส้นใยละลายน้ำ ปนอยู่กับส่วนที่เป็นแป้งในพืชจึงละลายน้ำได้ได้แก่ เพคติน กัม และมิวซิเลจ พบในผัก ผลไม้ สารเส้นใยของข้าวบาร์เลย์และข้าวโอ๊ต สารเส้นใยชนิดนี้สามารถลดระดับโคเลสเตอรอล low density lipoprotein chloresterol (LDL-c) และน้ำตาลในเลือด

อาหารเส้นใยแบ่งตามปริมาณสารเส้นใยที่มีอยู่ได้ 3 ระดับ คือ

1. อาหารที่มีเส้นใยสูง มีเส้นใยตั้งแต่ 19-28 กรัม/อาหาร 100 กรัม ได้แก่เมล็ดถั่วต่างและเมล็ดธัญพืช เช่น ถั่วเขียว ถั่วแดง ถั่วดำ ถั่วแดงหลวง ถั่วเหลือง ถั่วลิสง งาและรำข้าว

2. อาหารที่มีเส้นใยปานกลาง มีสารเส้นใยอยู่ในระหว่าง 4-14 กรัม/อาหาร 100 กรัม ได้แก่ ผักผลไม้ เช่นหัวปลี แครอท มะเขือพวงทั้งเมล็ด สะเดา ใบชะพลู ละมุด ฝรั่ง มะม่วงดิบ

3. อาหารที่มีสารเส้นใยต่ำ มีสารเส้นใยน้อยคือน้อยกว่า 4 กรัม/อาหาร 100 กรัม ได้แก่ผัก และผลไม้ที่มีน้ำมาก เช่นแตงโม สับปะรด

สิรินาถ (2544) นำน้ำมันพืชที่มีส่วนผสมของรงควัตถุจากแครอทและมะเขือเทศมาใช้ประโยชน์ในการผลิตเค้กชิฟพอน โดยรงควัตถุที่มีในแครอทและมะเขือเทศจัดอยู่ในกลุ่มพวก carotenoid และสามารถละลายได้ในน้ำมันให้สีเหลืองและแดงตามลำดับ พบว่าปริมาณแครอทและมะเขือเทศที่เหมาะสมในการสกัดสีคือ 80 เปอร์เซ็นต์ และ 100 เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนักของน้ำมัน) ตามลำดับ โดยการสกัดสีด้วยน้ำมันถั่วเหลืองจะให้น้ำมันสกัดสีจากแครอทมีค่าสี L^* เท่ากับ 55.17, a^* เท่ากับ 17.78 และ b^* เท่ากับ 54.41 เมื่อนำน้ำมันพืชที่สกัดสีจากแครอทและมะเขือเทศดังกล่าวไปใช้ในเค้กชิฟพอน ปรากฏว่าได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัส และมีเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์สูตรต้นแบบ และมีค่าสีที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค จากรายงานดังกล่าวจะพบว่า β-carotene ในแครอทเป็นรงควัตถุที่สามารถละลายได้ในน้ำมันถั่วเหลืองได้ดี จึงเป็นสาเหตุที่นำน้ำมันถั่วเหลืองและแครอทมาใช้ในการเตรียม pre-emulsion เนื่องจากสีจากแครอทกระจายตัวได้ทั่วทั้งผลิตภัณฑ์

Barbut and Mittal (1992) ศึกษาการใช้คาราจีแนน (carrageenan gum) และกัมแซนแทน (xanthan gum) ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกลุตรลดไขมันซึ่งมีไขมัน 8 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับไส้กรอกสูตรพื้นฐานซึ่งมีไขมัน 17 เปอร์เซ็นต์ หน้าที่ในการใช้ประโยชน์ (functional properties) ของไฮโดรคอลลอยด์ทั้งสองชนิดที่ต้องการคือความสามารถในการอุ้มน้ำ และอุ้มไขมันไม่ให้เกิดการแยกชั้น เพื่อคงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สูตรลดไขมัน Barbut and Mittal พบว่าแซนแทน 0.5 เปอร์เซ็นต์ สามารถรักษาความชื้นของผลิตภัณฑ์ภาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังหุงต้มไว้ได้ (วัดเป็นความสามารถในการอุ้มน้ำ) แต่ไม่สามารถทำให้ผลิตภัณฑ์ยึดเกาะกันได้ จากผลการทดสอบ Texture profile analysis (TPA) แต่แคปป้าคาราจีแนนสามารถรักษาความชื้นของผลิตภัณฑ์ และผลิตภัณฑ์มีความแน่นเนื้อ (hardness) ใกล้เคียงกับไส้กรอกสูตรไขมันเต็ม 17 เปอร์เซ็นต์ และเหนียวกว่าผลิตภัณฑ์สูตรพื้นฐานเล็กน้อย

จากรายงานดังกล่าวจึงนำคาราจีแนนมาใช้ในผลิตภัณฑ์ไข่แดงลดโคเลสเตอรอลเพื่อให้คงตัว ผลิตภัณฑ์นั้นยึดเกาะกันได้ดียิ่งขึ้น รวมถึงการใส่ไข่ขาวผงและแป้งถั่วเขียวล้วนแต่เป็นสารที่มีคุณสมบัติการทำให้เกิดเจล ซึ่งมีผลดีคือทำให้ระบบ emulsion มีความคงตัวมากยิ่งขึ้น

2.7 แครอท

แครอทเป็นพืชผักในสกุล Umbelliferae มีถิ่นกำเนิดแถบเอเชียตะวันออก และเอเชียกลาง เป็นผักที่รู้จักกันดีของชาวกรีก และโรมัน มาก่อน 2000 ปี ซึ่งชาวกรีกและโรมันนี้ได้นำแครอทมาเผยแพร่ที่ทวีปยุโรป ส่วนมากแครอทจะปลูกได้ดีในช่วงฤดูหนาว หรือในที่ที่มีอุณหภูมิไม่เกิน 15^0 ซ

แครอทเป็นผักที่มีสารเบต้า-แคโรทีน จึงเป็นแหล่งที่ดีของวิตามินเอ สำหรับมนุษย์เพราะสารเบต้า-แคโรทีน สามารถเปลี่ยนเป็นวิตามินเอได้ ซึ่งวิตามินเอมีความสำคัญกับร่างกายของคนเรา คือทำให้สามารถมองเห็นได้ในที่มืด ทั้งยังช่วยระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายให้ทำงานได้ และยังเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของร่างกายด้วย

เบต้า-แคโรทีนนอกจากเปลี่ยนเป็นวิตามินเอได้แล้ว ยังทำหน้าที่เป็นสารแอนติออกซิแดนท์ คือกำจัดอนุมูลอิสระจากควันบุหรี่ และแสงแดดจัด ก่อนที่อนุมูลอิสระจะไปทำปฏิกิริยาทำลายส่วนต่างๆ ของเซลล์ ทำให้เซลล์นั้นมีการเจริญเติบโตที่ผิดปกติ ที่เป็นต้นเหตุของโรคมะเร็งบางชนิด เบต้า-แคโรทีนสามารถป้องกันมะเร็งบางชนิดได้เช่นมะเร็งปอด (lung cancer) ผลการศึกษาทางระบาดวิทยายืนยันว่า การบริโภคอาหารที่มีเบต้า-แคโรทีนสูง และระดับเบต้า-แคโรทีนในเลือดสูง มีความสัมพันธ์กับการลดความเสี่ยงของมะเร็งปอดมากกว่าผู้ที่มีระดับ เบต้า-แคโรทีนในเลือดต่ำ ได้ 2-4 เท่า ฉะนั้นสารแอนติออกซิแดนท์ที่มีผลช่วยป้องกันการเกิดมากกว่าการแก้ไขโรคมะเร็งปอด (คณะทำงานโครงการหนูรักผักสีเขียว, 2541)

การบริโภคควรที่รับประทาน หรือได้รับเบต้า-แคโรทีนจากพืชที่ใช้ประกอบอาหาร จะดีกว่าการรับประทานเบต้า-แคโรทีนในรูปที่สกัดเข้มข้น เพราะเบต้า-แคโรทีนไม่สามารถออกฤทธิ์ตัวเดียวโดดได้ต้องอาศัยสารอีกหลายชนิดที่ช่วยกันทำหน้าที่ ซึ่งธรรมชาติมอบคุณสมบัติที่สมดุลย์เหล่านี้ไว้ในผักแล้ว แครอทที่รับประทานสุกจะให้เบต้า-แคโรทีนที่มากกว่าในรูปผักดิบถึง 5 เท่า

แครอทส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัมให้พลังงาน 37 กิโลแคลอรี่ โปรตีน 1.6 กรัม ไขมัน 0.4 กรัม คาร์โบไฮเดรต 6.8 กรัม และใยอาหาร 4 กรัมตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับประเทศไทย โดยสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยากระทรวงสาธารณะสุข แนะนำให้บริโภคเบต้า-แคโรทีน 4.8 มิลลิกรัมต่อวัน หรือ 2,664 IU ต่อวัน ซึ่งถ้าเรารับประทานเบต้า-แคโรทีนในปริมาณมากเท่าไร ก็ไม่เป็นอันตราย เพียงแต่จะทำให้ผิวหนังมีสีเหลือง และจะจางลงเป็นปกติ เมื่อหยุดกิน

การเลือกซื้อแครอทให้ดูลักษณะของผลที่มีสีส้มแดงสด ขั้วใหม่ ไม่เหี่ยว มีขนาดไม่ใหญ่หรือเล็กเกินไป

2.8 มะละกอ

มะละกอมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Carica papaya Linn* มีถิ่นกำเนิดจากทวีปอเมริกาใต้ และแพร่หลายโดยโคลัมบัส เข้ามาประเทศไทยตั้งแต่สมัยอยุธยา เป็นพืชเศรษฐกิจที่ปลูกกันมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้แก่ จังหวัดอุบลราชธานี และภาคกลางได้แก่ จังหวัดราชบุรี นครปฐม และสมุทรสาคร

ผลมะละกอสุกจะมีวิตามินเอ และวิตามินซีสูง มะละกอที่เนื้อสีแดงจะมีวิตามินซีสูงกว่าสีเหลือง มะละกอพันธุ์แขกนวลจะมีเบต้า-แคโรทีนสูงกว่าพันธุ์แขกดำ และพันธุ์โกโก้ ในมะละกอสุกยังพบวิตามินบี 1 วิตามินบี 2 เกลือแร่ชนิดต่างๆ โดยเฉพาะ แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก และน้ำตาลกลูโคส ฟรัคโทส และเพคติน การรับประทานมะละกอจะได้คุณค่าสารอาหารดังที่กล่าวมาข้างต้น และยังได้เส้นใยซึ่งช่วยในการขับถ่าย แต่การรับประทานมะละกอสุกมากๆ และทุกวันจะทำให้มีผิวสีเหลือง เรียกว่าโรค carotenaemia ซึ่งเกิดจากการที่มะละกอสุกมีสารแคโรทีนอยด์สูง (สารสีเหลือง)

มะละกอส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม มีพลังงาน 20 กิโลแคลอรี่ โปรตีน 0.6 กรัม ไขมัน 0.1 กรัม คาร์โบไฮเดรต 4.2 กรัม และเส้นใยอาหาร 2.6 กรัม

2.9 ฟักทอง

ฟักทองมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cucurbitaceae moschata Decne* มีถิ่นกำเนิดแถบอเมริกากลาง ต่อมามีการปลูกในประเทศเขตร้อนทั่วไป จัดเป็นพืชที่อุดมไปด้วยสารเบต้า-แคโรทีน เนื้อฟักทองปราศจากสารที่ส่งผลเสียต่อร่างกาย เช่น โซเดียม และโคเลสเตอรอล หากรับประทานทั้งเปลือก จะช่วยกระตุ้นการหลั่งของอินซูลิน ซึ่งช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ป้องกันเบาหวาน โรคความดันโลหิต บำรุงตับ ไต และนัยน์ตา ซึ่งเป็นอวัยวะสำคัญที่ควบคุมสมดุลย์ร่างกายโดยสร้างเซลล์ใหม่ทดแทนเซลล์ที่ตายไปให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ

ผลฟักทองที่มีคุณภาพดี ต้องเป็นผลขนาดเล็ก เนื้อแน่น การวางผลฟักทองทิ้งไว้หลายๆ วัน จะทำให้น้ำภายในฟักทองระเหยไป ซึ่งจะช่วยให้รสชาติเข้มข้นขึ้น และสารเบต้า-แคโรทีนเพิ่มขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟักทองในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัมมีพลังงาน 43 กิโลแคลอรี่ โปรตีน 1.9 กรัม ไขมัน 0.2 กรัม คาร์โบไฮเดรต 8.5 กรัม เส้นใยอาหาร 1.8 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วัตถุดิบ อุปกรณ์เครื่องมือ และวิธีการทดสอบ

3.1 วัตถุดิบ

- ไข่ไก่เบอร์ 3
- น้ำมันถั่วเหลืองยี่ห้ออุ่น
- มะละกอพันธุ์แขกดำ
- แครอทนอก
- ฟักทอง
- น้ำเปล่า
- โปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง (isolate soy protein)
- ไข่ขาวผง
- คาราจีแนน
- แป้งถั่วเขียวยี่ห้อต้นสน

3.2 อุปกรณ์เครื่องมือ

- เครื่องบดสับอาหารยี่ห้อ Moulinex รุ่น 645
- เครื่องตีเค้ก/ตีไข่ยี่ห้อ Moulinex รุ่น BM6
- เครื่องบรรจุไส้
- เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer)
- ไส้เทียมนาทูรินชนิดเซลลูโลส
- ด้ายฝ้าย

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 ศึกษาสมบัติบางประการของไข่แดงต้มสุกทั้งฟอง เปรียบเทียบกับไข่แดงต้มบรรจุไส้เทียมนาทูริน

โดยเปรียบเทียบสภาวะของไข่แดงต้มสุกจากฟองไข่ที่อุณหภูมิ 95^0 ซ เป็นเวลาต่างกัน 10, 20 และ 30 นาที กับไข่แดงต้มบรรจุไส้เทียมนาทูรินขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.2 เซนติเมตร และมัดปล้องยาว 10 เซนติเมตร ต้มที่อุณหภูมิ 95^0 ซ เป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาทีตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาใช้ไข่ไก่เบอร์ 3 จำนวน 9 ฟองต้มสุกที่อุณหภูมิ 95^0 ซ เป็นเวลา 10, 20และ 30 นาทีตามลำดับและนำไปทำให้เย็นด้วยน้ำ นำไข่ต้มที่ได้มาแยกเอาเฉพาะส่วนของไข่แดงมาวัดค่าต่างๆ ดังนี้

1) ค่าความแข็งด้วยวิธี compression stress (ทำ 3 ซ้ำ) โดยใช้เครื่อง Texture analyzer บันทึกค่าแรงกดสูงสุด (Max force) ในหน่วย N/mm ของแต่ละตัวอย่าง เพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการต้มและความแข็งของไข่แดง

2) ค่าสีของไข่แดงด้วยเครื่อง color meter ระบบ hunter L a b (ทำ 3 ซ้ำ) เพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการต้มและสีของไข่แดง

3) ค่า pH ด้วยเครื่อง pH-meter

4) วิเคราะห์ความชื้นโดยวิธี (AOAC, 1985)

สำหรับไข่แดงต้มที่บรรจุไส้เทียมนาทูริน ใช้ไข่ไก่เบอร์ 3 โดยใช้เฉพาะไข่แดง และนำมาผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันก่อนนำมาบรรจุไส้เทียมนาทูรินขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.2 เซนติเมตร นำมามัดปล้องยาว 10 เซนติเมตร ต้มสุกที่อุณหภูมิ 95^0 ซ เป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาทีตามลำดับ แล้วนำมาทำให้เย็นด้วยน้ำ ไข่แดงที่ได้จะนำมาหั่นเป็นท่อนยาวท่อนละ 1 เซนติเมตร เพื่อนำไปทำการวัดค่าต่างๆ เช่นเดียวกันกับไข่แดงต้มสุกธรรมชาติ

แผนภาพการทำไข่ต้มสุก

ไข่สด

↓

ต้มที่อุณหภูมิ 95^0 ซ นาน 10, 20 และ 30 นาที

↓

แยกเอาเฉพาะไข่แดงมาวัดค่า

- ความแข็ง
- สี
- pH
- ความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภาพการทำไข่แดงต้มบรรจุไส้เทียมนาทูริน

ไข่แดงสด

↓

ผสมเป็นเนื้อเดียวกันบรรจุไส้เทียมนาทูริน

↓

มัดปล้องยาว 10 ซม.

↓

ต้มที่อุณหภูมิ 95^0 ซ นาน 5,10 และ15 นาที

↓

หั่นเป็นท่อนยาว 1 ซม.แล้ววัดค่า

- ความแข็ง
- สี
- pH
- ความชื้น

3.3.2 ศึกษาชนิดและปริมาณที่เหมาะสมของพืชแหล่งเส้นใยอาหารเพื่อลดโคเลสเตอรอลในไข่แดง

ใช้พืชแหล่งเส้นใยอาหาร 3 ชนิดคือ มะละกอ แครอท และฟักทองตามลำดับ โดยนำแครอทและฟักทองอย่างละ 200 กรัมมานึ่งให้นิ่มที่อุณหภูมิน้ำเดือดนาน 5 นาที และนำมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดอาหาร ส่วนมะละกอใช้ผลสดสุกมาบดให้ละเอียด

พืชบดละเอียดที่ได้นำมาเป็นส่วนผสมของ pre-emulsion ที่มีส่วนประกอบคือ ISP 20 กรัม, น้ำ 60 กรัม และน้ำมันถั่วเหลือง 40 กรัม โดยใช้พืชแหล่งเส้นใยแต่ละชนิดที่อัตราส่วน 40%, 50% และ 60% ของ pre-emulsion

วิธีการเตรียม pre-emulsion มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) นำโปรตีนสกัดจากถั่วเหลือง 20 กรัมใส่ในโถผสมตีให้เกิดการกระจายตัว

2) เติมน้ำและพืชแหล่งเส้นใยบดละเอียด ใช้ความเร็วผสมที่ระดับ 3 เป็นเวลานาน 1 นาทีจนกระทั่งโปรตีนรวมตัวกับน้ำได้หมด

3) ค่อยๆ เติมน้ำมันถั่วเหลืองทีละน้อยและผสมให้เข้ากันจนหมดเป็นระยะเวลา 3 นาทีที่ระดับความเร็ว 3 และเพิ่มความเร็วระดับ 4 ผสม 3 นาทีจนส่วนผสมเข้ากันดีเรียกส่วนผสมนี้ว่า pre-emulsion จากนั้นนำ pre-emulsior. ที่ได้มาทำไข่แดงลดโคเลสเตอรอลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทำไข่แดงลดโคเลสเตอรอลมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ชั่ง pre-emulsion 50 กรัมลงในโถผสม ค่อยๆ เติมแป้งถั่วเขียว 7 กรัม เติมคาราจีแนน 2 กรัม เติมไข่ขาวผง 5 กรัม สลับกับการเติมน้ำ 20 กรัม ปั่นด้วยความเร็วระดับ 2 นาน 5 นาที

2) เติมไข่แดง ปั่นด้วยความเร็วระดับ 2 เป็นเวลา 2 นาที

3) นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในเครื่องบรรจุและอัดใส่ไส้เทียมนาทูรินขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.2 เซนติเมตรมัดปล้องยาว 10 เซนติเมตร นำไปต้มในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 95^{0} ซ เป็นเวลา 10 นาที

นำไข่แดงที่ได้มาหั่นเป็นท่อนยาว 1 เซนติเมตรเพื่อศึกษาสมบัติต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) ค่าความแข็งด้วยวิธี compression stress (ทำ 3 ซ้ำ) บันทึกค่าแรงกดสูงสุด (Max force) ในหน่วย N/mm

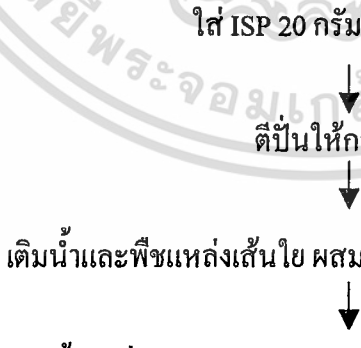
2) ค่าสีของไข่แดงด้วยเครื่อง color meter ระบบ hunter L a b (ทำ 3 ซ้ำ)

3) ค่า pH ด้วยเครื่อง pH-meter

4) วิเคราะห์ความชื้นโดยวิธี (AOAC, 1985)

วางแผนการทดลองโดยใช้ CRD เปรียบเทียบกับสูตรควบคุม (ไข่แดงจากไข่ไก่) เพื่อพิจารณาความแตกต่างและคัดเลือกปริมาณที่เหมาะสมของพืชแหล่งเส้นใยแต่ละชนิดมาทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี ranking test เพื่อพิจารณาความแตกต่างและการยอมรับของผู้ชิมต่อไป

แผนภาพการเตรียม pre-emulsion



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

33564

แผนภาพการทำไข่แดงลดโคเลสเตอรอลเมื่อใช้แหล่งพืชเส้นใยต่างๆ กัน

ใส่ pre-emulsion ลงในโถผสม

↓

เติมแป้งถั่วเขียว+คาราจีแนน+ไข่ขาวผง สลับกับการเติมน้ำผสมที่ความเร็วระดับ 2 นาน 5 นาที

↓

เติมไข่แดง ผสมที่ความเร็วระดับ 2 นาน 2 นาที

↓

นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในเครื่องบรรจุไส้ และอัดใส่ไส้เทียมนาทูรินแล้วมัดปล้อง 10 ซม.

↓

ต้มในน้ำร้อน 95^0 ซ นาน 10 นาที

↓

นำไข่แดงลดโคเลสเตอรอลที่ได้มาหั่นเป็นท่อนยาว 1 ซม.แล้วเพื่อวัดค่า

- ความแข็ง
- สี
- pH
- ความชื้น

3.3.3 ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของไข่แดงในส่วนผสมของไข่แดงลดโคเลสเตอรอล

โดยใช้ไข่แดงที่ระดับ 50, 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ของสูตรไข่แดงลดโคเลสเตอรอลพื้นฐานที่มีส่วนผสมของ pre-emulsion (ISP 20 กรัม, น้ำ 60 กรัม และน้ำมัน 40 กรัม) ผสมรวมกับแป้งถั่วเขียว 7 กรัม, คาราจีแนน 2 กรัมและไข่ขาวผง 5 กรัม กับใช้ปริมาณที่เหมาะสมของแหล่งเส้นใยอาหารที่ศึกษาได้จากหัวข้อ 3.2 มาทำผลิตภัณฑ์ไข่แดงลดโคเลสเตอรอล แล้วนำมาศึกษาสิ่งต่างๆ เช่นเดียวกับหัวข้อ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภาพการทำไข่แดงลดโคเลสเตอรอลสูตรแครอทเมื่อใช้ไข่แดงสดในปริมาณต่างๆกัน

ใส่ pre-emulsion สูตรที่ใช้แครอท 60% ลงในโถผสม

↓

เติมแป้งถั่วเขียว+คาราจีแนน+ไข่ขาวผง สลับกับการเติมน้ำผสมที่ความเร็วระดับ 2 นาน 5 นาที

↓

เติมไข่แดงปริมาณ 50,60 และ70% ผสมที่ความเร็วระดับ 2 นาน 2 นาที

↓

นำส่วนผสมทั้งหมดใส่ในเครื่องบรรจุไส้ และอัดใส่ไส้เทียมนาทูรินแล้วมัดปล้อง 10 ซม.

↓

ต้มในน้ำร้อน 95^{0} ซ นาน 10 นาที

↓

นำไข่แดงลดโคเลสเตอรอลที่ได้มาหั่นเป็นท่อนยาว 1 ซม.แล้วเพื่อวัดค่า

- ความแข็ง
- สี
- pH
- ความชื้น

3.3.4 คำนวณคุณค่าทางโภชนาการของไข่แดงลดโคเลสเตอรอล

นำไข่แดงลดโคเลสเตอรอลสูตรที่เหมาะสมจากข้อ 3.3 มาคำนวณคุณค่าทางโภชนาการ โดยพิจารณาจากค่าไขมันทั้งหมด ไขมันอิ่มตัว โคเลสเตอรอล โปรตีนคาร์โบไฮเดรต และเส้นใยอาหาร เพื่อระบุในฉลากโภชนาการของผลิตภัณฑ์ที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ศึกษาสมบัติบางประการของไข่แดงต้มสุกทั้งฟอง เปรียบเทียบกับไข่แดงบรรจุไส้เทียมนาทูริน

จากการนำไข่แดงต้มสุกทั้งฟอง และไข่แดงบรรจุไส้เทียมนาทูรินไปทำการศึกษาหาสมบัติต่างๆได้ผลดังนี้

4.1.1 คุณสมบัติของไข่แดงต้มสุกทั้งฟอง

การต้มที่อุณหภูมิ 95^0 ซ ช่วงเวลา 10 , 20 และ 30 นาที มีผลทำให้ค่าความแข็ง ค่าสี pH และปริมาณความชื้นของไข่แดงมีลักษณะดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงค่าความแข็ง ค่าสี pH และปริมาณความชื้นของไข่แดงต้มสุกทั้งฟอง ที่ต้มที่อุณหภูมิ 95^0 ซ เป็นเวลาต่างๆกัน

เวลาต้ม (นาที)	ค่าความแข็ง (Max force) (N/mm)	ค่าสีระบบ Hunter color value (ค่าเฉลี่ย)			pH	ปริมาณความชื้นเฉลี่ย (% Wet basis)
		L^*	a^*	b^*		
10	18.548±4.162	50.676^{ns}	4.393^{ns}	39.306^{ns}	6.43	$49.795±0.486^{ns}$
20	20.933±4.612	48.680^{ns}	4.723^{ns}	38.623^{ns}	6.44	$49.386±1.363^{ns}$
30	30.457±12.171	47.390^{ns}	4.250^{ns}	36.970^{ns}	6.69	$49.310±0.586^{ns}$

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างภายในสดมภ์ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

L^* หมายถึง ค่าความสว่าง (0 = ดำ , 100 = ขาว) ; a^* หมายถึง แดง/เขียว (+ = แดง , - = เขียว) ;

b^* หมายถึง เหลือง /น้ำเงิน (+ = เหลือง , - = น้ำเงิน)

จากตารางที่ 3 เห็นได้ว่าการใช้ระยะเวลาในการต้ม 10 , 20 และ 30นาที ทำให้ค่าความแข็งของไข่แดงเพิ่มขึ้นจาก 18.548 , 20.933 และ 30.457 N/mm ตามลำดับ โดยความแข็งของไข่แดงที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์แบบแปรผันตรงกับระยะเวลาการต้มสุกคือ เมื่อใช้เวลาต้มนานขึ้นจะทำให้ค่าความแข็งของไข่แดงเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน เนื่องจากการที่โปรตีนในไข่แดงเกิดการเสียสภาพ (denaturation) และเกิดการคลายเกลียวของโปรตีน ส่วนที่ไม่ละลายน้ำของโปรตีน (hydrophobic region) ของแต่ละโมเลกุลมีโอกาสเข้าใกล้กันมากขึ้น ทำให้เกิดอนุภาคใหม่ของโปรตีน-โปรตีน เกาะกลุ่มกัน (ปริฉัตร,2542) มีผลให้ไข่แดงมีความแข็งเพิ่มขึ้นเนื่องจากเกิดการสูญเสียน้ำมากขึ้น (โปรตีนเสียสภาพมากขึ้น) ดังนั้นเวลาต้มไข่จึงมีผลต่อการเสียสภาพของโปรตีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19757

ค่าสีของไข่แดงต้มสุกทั้งฟองมีค่าไม่ต่างกัน เมื่อทำการทดสอบทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ และมีค่า L^* (47.390 ถึง 50.676) , a^* (4.250 ถึง 4.723) และ b^* (36.970 ถึง 39.306) แสดงให้เห็นว่าสีของผลิตภัณฑ์เป็นสีเหลืองอมส้มซึ่งได้จากcarotenoidในไข่แดงดังนั้นการใช้เวลาต้มตั้งแต่ 10 นาทีขึ้นไปไม่มีผลทำให้สีของไข่แดงเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ

ค่า pH ของไข่แดงต้มสุกมีค่าอยู่ในช่วง 6.43 ถึง 6.69 ซึ่งเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเมื่อใช้เวลาต้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากการต้มทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในไข่แดงระเหยไปบางส่วนทำให้ค่าความเป็นกรดลดลง (pH เพิ่มขึ้น)

ปริมาณความชื้นลดลงเพียงเล็กน้อยจาก 49.795 เป็น 49.310 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใช้เวลาต้ม 10 ถึง 30 นาที ดังนั้นระยะเวลาการต้มที่นานขึ้นจะทำให้ปริมาณความชื้นในไข่แดงต้มสุกลดลง ซึ่งสอดคล้องกับ สุวรรณ (2529) ซึ่งกล่าวว่าไข่ที่ต้มสุกน้ำหนักจะหายไปราว 0.02-0.01 กรัม หรืออาจกล่าวได้ว่าไข่ที่ต้มสุกมีน้ำหนักไม่เปลี่ยนแปลงจากเดิม

4.1.2 คุณสมบัติของไข่แดงต้มบรรจุไส้เทียมนาทูรินต้มสุก

นำไข่แดงสดบรรจุไส้เทียมนาทูริน แล้วมัดปล้องก่อนนำไปต้มสุกที่อุณหภูมิ 95^{0}ซ ช่วงเวลา 5 , 10 และ 15 นาที มีผลให้ค่าความแข็ง ค่าสี pH และปริมาณความชื้น มีลักษณะดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงค่าความแข็ง ค่าสี pH และปริมาณความชื้นของไข่แดงต้มบรรจุไส้เทียมนาทูรินต้มสุกที่อุณหภูมิ 95^0 ซ เป็นเวลาต่างๆกัน

เวลาต้ม (นาที)	ค่าความแข็ง (Max force) (N/mm)	ค่าสีระบบ Hunter color value (ค่าเฉลี่ย)			pH	ปริมาณความชื้นเฉลี่ย (% Wet basis)
		L^*	a^*	b^*		
5	63.611±2.715^{ns}	69.263^a	1.766^a	59.430^{ns}	6.51	47.896±3.675^{ns}
10	82.309±5.625^{ns}	83.796^b	-0.510^b	57.800^{ns}	6.54	48.238±0.212^{ns}
15	102.273±5.211^{ns}	82.210^b	-0.750^b	57.983^{ns}	6.65	45.871±1.182^{ns}

^{a,b}หมายถึง ค่าความแตกต่างภายในสดมภ์ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างภายในสดมภ์ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

L^* หมายถึง ค่าความสว่าง (0 = ดำ , 100 = ขาว) ; a^*หมายถึง แดง/เขียว (+ = แดง , - = เขียว) ;

b^* หมายถึง เหลือง /น้ำเงิน (+ = เหลือง , - = น้ำเงิน)

จากตารางที่ 4 เห็นได้ว่าการใช้เวลาต้ม 5 , 10 และ 15 นาที ทำให้ค่าความแข็งของไข่แดงต้มบรรจุไส้เทียมนาทูรินเพิ่มขึ้นจาก 63.611 , 82.309 และ 102.273 N/mm ตามลำดับ เช่นเดียวกับไข่แดงต้มสุกทั้งฟอง เนื่องจากเหตุผลในทำนองเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

ค่าสีของไข่แดงต้มบรรจุไส้เทียมนาทูรินมีค่า L^* (69.263) และ a^* (1.766) ที่เวลาต้ม 5 นาทีมีความแตกต่างกับที่เวลาต้ม 10 และ15 นาที ส่วนค่า b^* (59.430) ไม่มีความแตกต่างกันทั้ง 3 เวลาต้มที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยเวลาต้มสุก 5 นาที ทำให้ไข่แดงที่ได้มีสีไม่สม่ำเสมอ (ไม่สุกเต็มที่) คือบริเวณตรงกลางหรือจุด core temperature มีสีเข้มกว่าส่วนอื่น เพราะการต้ม 5 นาที ไม่เพียงพอที่จะทำให้ไข่แดงสุกทั่วถึง แต่เมื่อใช้เวลาเพิ่มขึ้นไข่แดงจะสุกสม่ำเสมอ มีสีอ่อนลง และไม่เปลี่ยนแปลงแม้จะใช้เวลาต้มนานเพิ่มขึ้นถึง 15 นาที

ค่า pH ของไข่แดงต้มบรรจุไส้เทียมนาทูรินมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 6.51 เป็น 6.65 เมื่อเวลาต้มเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับไข่แดงต้มสุกทั้งฟองเนื่องจากเหตุผลในทำนองเดียวกัน

ปริมาณความชื้นของไข่แดงต้มบรรจุไส้เทียมนาทูรินลดลงจาก 47.896 เป็น 45.871 เมื่อใช้เวลาต้มเพิ่มมากขึ้นซึ่งแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย

การเปรียบเทียบค่าความแข็งระหว่างไข่แดงต้มสุกทั้งฟอง และไข่แดงต้มบรรจุไส้เทียมนาทูริน พบว่าแบบหลังมีค่าความแข็งมากกว่าทั้งนี้ เนื่องจากการให้ความร้อนโดยตรงแก่ไข่แดงบรรจุไส้เทียมนาทูริน โดยไม่มีไข่ขาว และเปลือกห่อหุ้มอยู่ จึงไม่มีการหน่วงการสุกของไข่แดงเหมือนไข่ต้มทั้งฟอง รวมทั้งในการบรรจุไข่แดงสดลงในไส้เทียมนาทูรินจะผสมหรือคนให้เป็นเนื้อเดียวกันก่อนบรรจุ เมื่อได้รับแรงกลในการผสมทำให้โมเลกุลโปรตีนเกิดการจัดเรียงตัวกันขึ้นใหม่ และมีพันธะระหว่างโมเลกุลโปรตีนเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดการจับตัวกันเป็นโครงสร้างที่แน่นขึ้น ส่งผลให้ไข่แดงต้มบรรจุไส้เทียมนาทูรินมีเนื้อสัมผัสที่แข็งกว่าไข่แดงต้มสุกทั้งฟอง

การเปรียบเทียบค่าสีระหว่างไข่แดงต้มสุกทั้งฟอง และไข่แดงต้มบรรจุไส้เทียมนาทูริน พบว่าแบบแรกมีค่า L^* (47.390 ถึง 50.676) , a^* (4.250 ถึง 4.723) และ b^* (36.970 ถึง 39.306) ทำให้มีสีเหลืองที่เข้มกว่าแบบหลังซึ่งมีค่า L^* (69.263 ถึง 83.796) , a^* (-0.750 ถึง 1.766) และ b^* (57.800 ถึง 59.430)

การเปรียบเทียบค่าความชื้นระหว่างไข่แดงต้มสุกทั้งฟอง และไข่แดงต้มบรรจุไส้เทียมนาทูริน พบว่าไข่แดงต้มสุกทั้งฟองมีความชื้นอยู่ในช่วง 49.310 ถึง 49.795 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าไข่แดงต้ม บรรจุไส้เทียมนาทูริน (45.871 ถึง 48.238 เปอร์เซ็นต์) เนื่องจากไข่แดงต้มบรรจุไส้เทียมนาทูรินเกิดการเสียสภาพโปรตีนในไข่แดงมากกว่า หรือสูญเสียน้ำมากกว่าไข่แดงต้มสุกทั้งฟอง

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่า pH ของไข่แดงต้มสุกทั้งฟอง และไข่แดงต้มบรรจุไส้เทียมนาทูรินที่ต้ม 10 นาทีเท่ากัน พบว่าไข่แดงต้มสุกทั้งฟองมีค่า pH น้อยกว่าไข่แดงต้มบรรจุไส้เทียมนาทูริน แสดงว่าไข่แดงต้มสุกทั้งฟองมีการระเหยของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยกว่าไข่แดงต้มบรรจุไส้เทียมนาทูรินเนื่องจากไส้เทียมนาทูรินมีคุณสมบัติป้องกันการซึมออกของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดี จึงทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์คงอยู่ไข่แดงต้มบรรจุไส้เทียมนาทูรินได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ศึกษาชนิดและปริมาณที่เหมาะสมของพืชแหล่งเส้นใยอาหาร เพื่อลดโคเลสเตอรอลในไข่แดง

การศึกษาสมบัติต่างๆของไข่แดงลดโคเลสเตอรอลเมื่อใช้พืชแหล่งเส้นใยจาก มะละกอ แครอท และฟักทอง ในอัตราส่วนต่างๆกัน และคัดเลือกไข่แดงลดโคเลสเตอรอลที่ใช้แหล่งเส้นใยจากพืชทั้ง 3 ชนิดจากขั้นต้นโดยเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมมา 1 ระดับในแต่ละชนิดของพืชแหล่งเส้นใย เพื่อนำไปทดสอบผู้ชิมต่อไป

4.2.1 สมบัติของไข่แดงลดโคเลสเตอรอล

การศึกษาสมบัติของไข่แดงลดโคเลสเตอรอลเมื่อใช้แหล่งเส้นใยจากมะละกอ แครอท และฟักทอง ที่อัตราส่วนต่างๆกัน ผลของค่าความแข็ง ค่าสี pH และปริมาณความชื้น ของผลิตภัณฑ์ที่ได้แสดงดังตารางที่ 5

จากตารางที่ 5 เห็นได้ว่า ค่าความแข็งของไข่แดงลดโคเลสเตอรอลมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อใช้ปริมาณพืชแหล่งเส้นใยเพิ่มขึ้น ดังนี้ คือ เมื่อใช้ปริมาณมะละกอเพิ่มขึ้นจาก 40 , 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับจะทำให้ค่าความแข็งของไข่แดงลดโคเลสเตอรอลเพิ่มขึ้นจาก 25.778 เป็น 40.835 N/mm และค่าความแข็งของไข่แดงลดโคเลสเตอรอลผสมแครอท และฟักทองก็ส่งผลในทำนองเดียวกันเมื่อใช้พืชแหล่งเส้นใยในปริมาณเพิ่มขึ้น และเมื่อนำค่าความแข็งเฉลี่ยจากตารางที่ 3 มาเรียงลำดับจากมากไปน้อยจะได้ ฟักทอง = 64.406 N/mm (62.219 , 62.996 และ 68.005) , แครอท = 61.970 N/mm (57.886 , 59.704 และ 68.140) และมะละกอ = 35.357 N/mm (25.778 , 39.458 และ 40.835) ตามลำดับ ที่เป็นเช่นนี้อาจเพราะปริมาณแป้งภายในพืชแหล่งเส้นใยมีการดูดน้ำ (water absorption) เอาไว้เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไปให้ความร้อนจะเกิดเจลาติไนเซชั่นของสตาร์ชได้เป็นโครงสร้างเจล ซึ่งส่งผลต่อค่าความแข็งของไข่แดง คือเมื่อปริมาณแป้งในพืชแหล่งเส้นใยมากขึ้นจะทำให้ไข่แดงลดโคเลสเตอรอลมีความแข็งเพิ่มขึ้น ปริมาณแป้งของฟักทอง แครอท และมะละกอในปริมาณ 100 กรัม คือ 8.5 กรัม , 6.8 กรัมและ 4.2 กรัมตามลำดับ (มูลนิธิโตโยต้าประเทศไทย,2540) เห็นได้ว่าฟักทองมีปริมาณแป้งมากที่สุด จึงทำให้ไข่แดงลดโคเลสเตอรอล (ฟักทอง) มีความแข็งมากที่สุดแม้ว่าจะมีปริมาณเส้นใยน้อยที่สุดก็ตาม ปริมาณมะละกอที่มากขึ้นจะทำให้ค่าความสว่าง (L^*) ลดลงจาก 75.460 เป็น 69.117 , ค่าสีเขียว ($-a^*$) เพิ่มขึ้นจาก –0.523 เป็น –1.790 และค่าสีเหลือง (b^*) ลดลงจาก 44.793 เป็น 38.923 สำหรับการใช้ปริมาณแครอทมากขึ้นจะทำให้ค่าความสว่างไม่เปลี่ยนแปลง , ค่าสีเขียว ($-a^*$) ลดลงจาก –3.596 เป็น –2.370 และค่าสีเหลือง (b^*) ไม่เปลี่ยนแปลง และเมื่อใช้ปริมาณฟักทองมากขึ้นจะทำให้ค่าความสว่าง (L^*) ไม่เปลี่ยนแปลง , ค่าสีเขียว ($-a^*$) เพิ่มขึ้นจาก –4.413 เป็น –4.863 และค่าสีเหลือง (b^*) ลดลงจาก 46.756 เป็น 45.780

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับค่า pH ของไข่แดงลดโคเลสเตอรอลที่ใช้มะละกอ , แครอท และฟักทอง มีค่าอยู่ในช่วง 6.86 ถึง 6.98 , 7.06 ถึง 7.09 และ 7.06 ถึง 7.10 ตามลำดับ โดยเมื่อใช้พืชมากขึ้นค่า pH มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามลำดับ

ส่วนไข่แดงลดโคเลสเตอรอลสูตรมะละกอ 40 , 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ มีความชื้นเท่ากับ 56.920 , 57.464 และ 59.466 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สูตรที่ใช้แครอท 40 , 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ มีความชื้นเท่ากับ 56.917 , 57.160 และ 57.651 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และสูตรฟักทอง 40 , 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ มีความชื้นเท่ากับ 54.655 , 54.906 และ 58.580 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับแสดงว่าปริมาณพืชแหล่งเส้นใยที่มากขึ้นทำให้ความชื้นเพิ่มขึ้นเนื่องจากความแตกต่างในการเตรียม pre-emulsion ของสูตรที่ใช้พืชแหล่งเส้นใย 40 , 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีผลทำให้แต่ละสูตรเหลือปริมาณ free water (ปริมาณความชื้น) ไม่เท่ากัน โดยจำลองภาพเพื่อแสดงค่าปริมาณ free water ที่หลงเหลือในขั้นตอนการเตรียม pre-emulsion ดังภาพที่1

ตารางที่ 5 แสดงคุณสมบัติของไข่แดงลดโคเลสเตอรอลด้านต่างๆ คือ ค่าความแข็ง ค่าสี pH และปริมาณความชื้น เมื่อใช้พืชแหล่งเส้นใย 3 ชนิดในอัตราส่วนต่างๆกัน

แหล่งเส้นใย	ปริมาณพืช (%)	ค่าความแข็ง (Max force) (N/mm)	ค่าสีระบบ Hunter color value (ค่าเฉลี่ย)			pH	ปริมาณความชื้นเฉลี่ย (%Wet basis)
			L^*	a^*	b^*		
มะละกอ	40	25.778 ± 1.700^{a}	75.460^{a}	-0.523^{a}	44.793^{a}	6.86	56.920 ± 1.487^{ns}
	50	39.458 ± 3.774^{b}	74.493^{ab}	-1.293^{b}	43.556^{a}	6.93	57.464 ± 0.823^{ns}
	60	40.835 ± 4.061^{b}	69.117^{b}	-1.790^{c}	38.923^{b}	6.98	59.466 ± 0.097^{ns}
แครอท	40	57.886 ± 0.773^{a}	67.190^{a}	-3.596^{b}	40.693^{a}	7.06	56.917 ± 0.285^{ns}
	50	59.704 ± 2.153^{a}	68.833^{a}	-2.550^{a}	41.543^{a}	7.06	57.160 ± 0.201^{ns}
	60	68.140 ± 2.927^{b}	68.343^{a}	-2.370^{a}	39.170^{a}	7.09	57.651 ± 0.971^{ns}
ฟักทอง	40	62.219 ± 1.934^{a}	73.986^{a}	-4.413^{a}	46.756^{ab}	7.06	54.655 ± 0.097^{ns}
	50	62.996 ± 1.462^{a}	75.043^{a}	-4.516^{ab}	48.406^{a}	7.10	54.906 ± 1.487^{ns}
	60	68.005 ± 3.201^{b}	73.603^{a}	-4.863^{b}	45.780^{b}	7.10	58.580 ± 0.823^{ns}

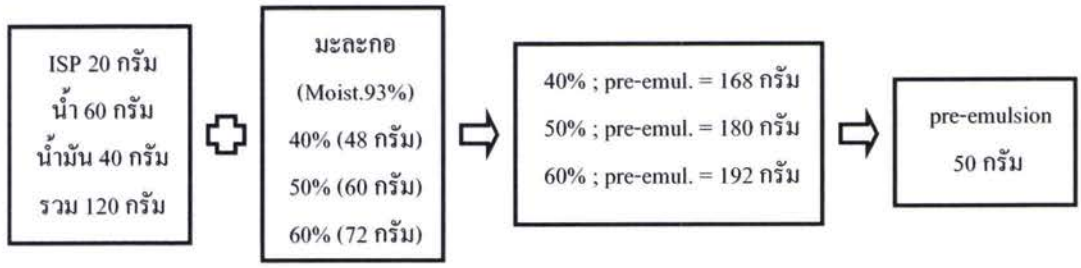
^{a,b,c}หมายถึง ค่าความแตกต่างภายในสดมภ์ของพืชแหล่งเส้นใยแต่ละชนิดที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างภายในสดมภ์ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

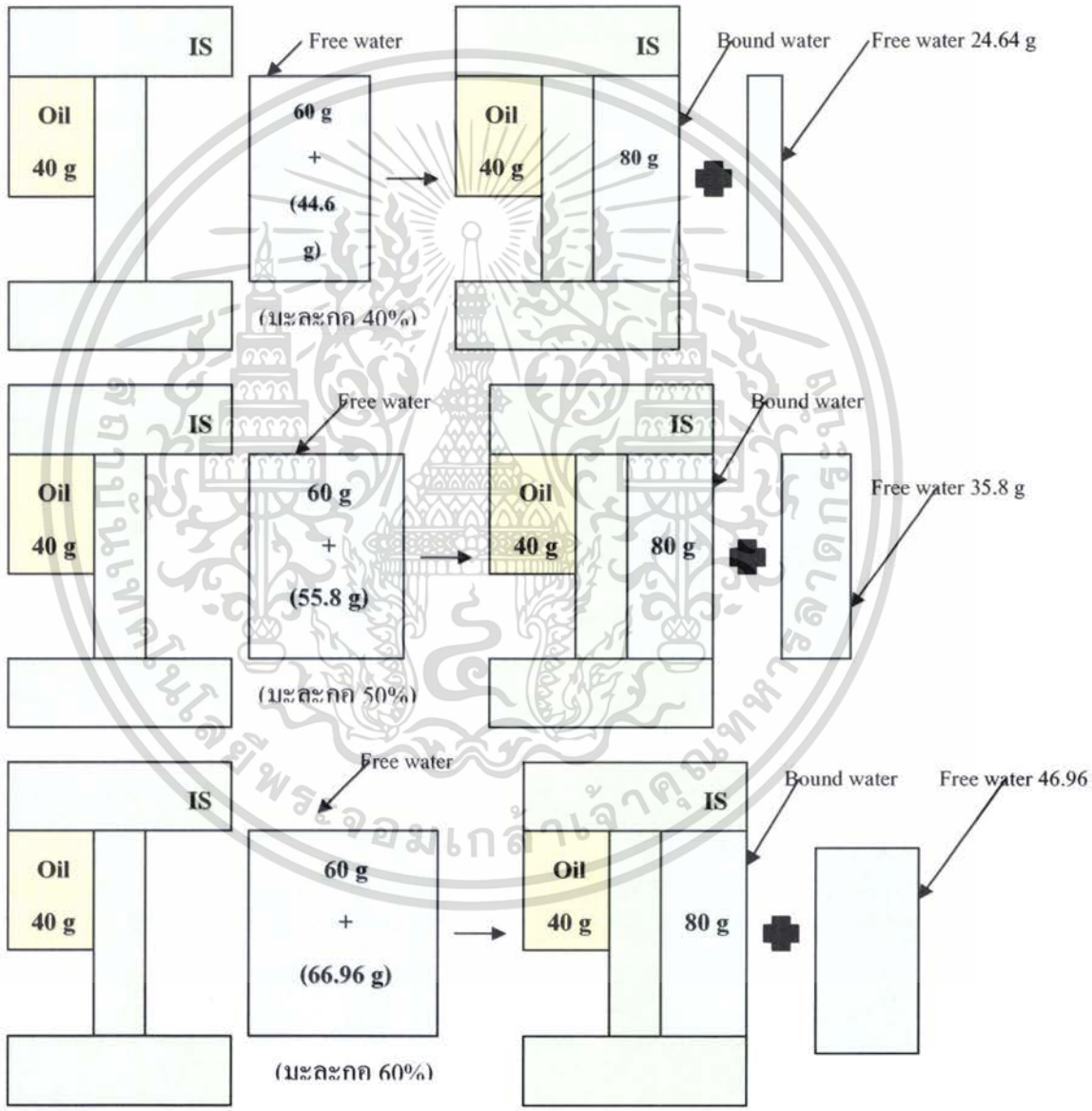
L^* หมายถึง ค่าความสว่าง (0 = ดำ , 100 = ขาว) ; a^* หมายถึง แดง/เขียว (+ = แดง , - = เขียว) ; b^* หมายถึง เหลือง /น้ำเงิน (+ = เหลือง , - = น้ำเงิน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. ปริมาณส่วนผสมสำหรับการเตรียม pre-emulsion สูตรมะละกอ 50 กรัม



ข. แสดงการจำลองส่วนของน้ำอิสระในส่วนผสมของ pre-emulsion



ภาพที่ 1 แผนภาพแสดงปริมาณส่วนผสมสำหรับการเตรียม pre-emulsion 50 กรัม และการจำลองส่วนของน้ำอิสระในส่วนผสมของ pre-emulsion สูตรมะละกอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 1ข. ส่วนบน กำหนดให้คุณสมบัติของ ISP ที่สามารถจับน้ำและน้ำมันได้เป็น 4 เท่าโดยน้ำหนัก (Henk,1992) แสดงว่า ISP 20 กรัมจะจับน้ำและน้ำมันได้อย่างละ 80 กรัม เมื่อใช้มะละกอปริมาณ 48 กรัม (40 เปอร์เซ็นต์) จะทำให้มีปริมาณ free water ซึ่งได้จากน้ำที่เติม 60 กรัม และความชื้นของมะละกอ 44.64 กรัม (0.93x48) รวมเป็น 104.64 กรัม แต่ความสามารถในการจับน้ำของ ISP มีเพียง 80 กรัม จึงน่าที่จะเหลือ ปริมาณ free water (ความชื้น) ใน pre-emulsion เท่ากับ 24.64 กรัม สำหรับสูตรมะละกอ 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์ สามารถคำนวณปริมาณ free water ใน pre-emulsion ได้ในทำนองเดียวกัน

เมื่อคำนวณหาปริมาณ free water ภายใน pre-emulsion 50 กรัม ของแต่ละสูตร (มะละกอ 40, 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์) มีค่าเท่ากับ 7.33, 9.44 และ 12.33 กรัมตามลำดับ

เมื่อนำปริมาณ free water ของ pre-emulsion 50 กรัม ในแต่ละสูตรไปรวมกับ free water ที่จะเกิดขึ้นอีกในการทำไข่แดงลดโคเลสเตอรอล ซึ่งจะมีปริมาณ free water เท่ากันทุกสูตร เนื่องจากใช้ส่วนประกอบเหมือนกันทุกประการ จึงสามารถทำนายว่า ปริมาณความชื้นของไข่แดงลดโคเลสเตอรอลที่ใช้มะละกอ 60 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความชื้นมากที่สุด รองลงมาคือ 50 เปอร์เซ็นต์ และ 40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

การคำนวณดังกล่าวใช้อธิบายการเพิ่มขึ้นของความชื้นในไข่แดงลดโคเลสเตอรอล (แครอท และฟักทอง) เมื่อใช้ปริมาณพืชแหล่งเส้นใยมากขึ้น ได้ในทำนองเดียวกัน

4.2.2 การคัดเลือกไข่แดงลดโคเลสเตอรอลสูตรที่เหมาะสม

คัดเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสม (40 , 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์) ของพืชแหล่งเส้นใยในแต่ละชนิด มาอย่างละ 1 อัตราส่วนโดยเลือกไข่แดงสูตรแครอท 60 เปอร์เซ็นต์ และฟักทอง 60 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากต้องการให้มีเส้นใยปริมาณมากในผลิตภัณฑ์ แต่ไข่แดงสูตรที่ใช้มะละกอปริมาณมากมีกลิ่นแรง จึงเลือกไข่แดงสูตรมะละกอ 40 เปอร์เซ็นต์ เพื่อนำไปทดสอบผู้ชิมต่อไป

4.2.3 ศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์เมื่อใช้แหล่งพืชเส้นใยต่างกัน

การนำไข่แดงลดโคเลสเตอรอลที่ได้จาก 2.2 มาทดสอบผู้ชิม 20 คนด้วยวิธี ranking test เพื่อหาสูตรที่ผู้ชิมให้การยอมรับมากที่สุด แสดงผลดังตารางที่ 6

จากตารางที่ 6 นำค่าผลของคะแนนรวมที่ได้จากสิ่งทดลอง 3 สูตร และมีผู้ทดสอบจำนวน 20 คน (ซ้ำ) ไปเปรียบเทียบกับตารางในภาคผนวกที่ 1 พบว่า ถ้าผลของคะแนนรวมอยู่ในช่วง 32-48 จะถือว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นไข่แดงลดโคเลสเตอรอลทั้ง 3 สูตรจึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยไข่แดงลดโคเลสเตอรอล สูตรผสมแครอท 60 เปอร์เซ็นต์ ฟักทอง 60 เปอร์เซ็นต์ และมะละกอ 40 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีค่าผลรวมของคะแนนเป็น 51 , 41 และ 28 ตามลำดับ ดังนั้นจึงเลือกไข่แดงลดโคเลสเตอรอลสูตรผสมแครอท 60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผู้ชิมให้การยอมรับสูงสุด

ตารางที่ 6 แสดงค่าผลของคะแนนรวมการยอมรับของผู้ชิมจากการเรียงลำดับความชอบต่อไข่แดงลดโคเลสเตอรอลสูตรต่างๆ

ไข่แดงลดโคเลสเตอรอลสูตร	คะแนนรวม
มะละกอ 40 เปอร์เซ็นต์	28[a]
ฟักทอง 60 เปอร์เซ็นต์	41[b]
แครอท 60 เปอร์เซ็นต์	51[c]

[a],[b],[c] หมายถึง ค่าความแตกต่างภายในสดมภ์ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

4.3 ศึกษาปริมาณไข่แดงที่เหมาะสมในการผลิตไข่แดงลดโคเลสเตอรอล

โดยใช้ไข่แดงลดโคเลสเตอรอลสูตรแครอท 60 เปอร์เซ็นต์ มาเติมไข่แดงสดที่ระดับ 50 , 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ของสูตรไข่แดงพื้นฐาน ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำมาตรวจสอบสมบัติด้านความแข็ง ค่าสี ค่า pH และปริมาณความชื้น และทำการคัดเลือกอัตราส่วนของไข่แดงสดที่เติมในผลิตภัณฑ์โดยการทดสอบผู้ชิม

4.3.1 สมบัติของไข่แดงลดโคเลสเตอรอลสูตรแครอทที่ใช้ไข่แดงในปริมาณต่างๆกัน

จากการนำไข่แดงลดโคเลสเตอรอลสูตรแครอท 60 เปอร์เซ็นต์ มาปรับปรุงโดยใช้ไข่แดงปริมาณ 50 , 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ได้ผลดังตารางที่ 7

จากตารางที่ 7 จะเห็นว่าเมื่อใช้ปริมาณไข่แดงเพิ่มมากขึ้นจะทำให้ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นจาก 58.264 เป็น 79.000 N/mm เนื่องจากปริมาณโปรตีนในไข่แดงที่เพิ่มขึ้น และทำให้ส่วนที่กระจายตัวในน้ำของโปรตีน (hydrophilic region) จับส่วนของ aqueouse phase ได้มากขึ้น ปริมาณ free water จึงลดลง (ความชื้นลดลง) ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณไข่แดงมากขึ้นจึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นลดลงด้วยใน.วลาเดียวกัน

ค่าสีของไข่แดงลดโคเลสเตอรอลสูตรแครอทที่ใช้ไข่แดงในปริมาณต่างๆกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ไข่แดงลดโคเลสเตอรอลสูตรแครอทที่ใช้ไข่แดงในปริมาณที่ต่างๆกัน มีค่า pH ประมาณ 7.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงสมบัติของไข่แดงลดโคเลสเตอรอลสูตรแครอทที่ใช้ไข่แดงปริมาณ 50 , 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ของไข่แดงพื้นฐาน

ปริมาณไข่แดงสด (%)	ค่าความแข็ง (Max force) (N/mm)	ปริมาณความชื้นเฉลี่ย (% Wet basis)	ค่าสีระบบ Hunter color value (ค่าเฉลี่ย)			pH
			L^*	a^*	b^*	
50	58.264 ± 4.834^{a}	59.609 ± 0.528^{a}	72.980^{ns}	3.917^{ns}	46.703^{ns}	7.02
60	68.140 ± 2.927^{a}	58.639 ± 0.040^{b}	77.187^{ns}	2.990^{ns}	49.233^{ns}	7.03
70	79.000 ± 1.270^{b}	58.114 ± 0.017^{c}	77.357^{ns}	3.077^{ns}	49.777^{ns}	7.02

^{a,b,c}หมายถึง ค่าความแตกต่างภายในสดมภ์ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ; ^{ns}หมายถึง ไม่มีความแตกต่างภายในสดมภ์ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

L^* หมายถึง ค่าความสว่าง (0 = ดำ , 100 = ขาว) ; a^* หมายถึง แดง/เขียว (+ = แดง , - = เขียว) ;

b^* หมายถึง เหลือง /น้ำเงิน (+ = เหลือง , - = น้ำเงิน)

4.3.2 ศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ไข่แดงลดโคเลสเตอรอล

การนำไข่แดงลดโคเลสเตอรอลสูตรแครอท 60% ที่ใช้ปริมาณไข่แดง 50 , 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์ มาทดสอบผู้ชิม 20 คน ด้วยวิธี ranking test เพื่อหาสูตรที่ผู้ชิมให้การยอมรับมากที่สุด แสดงผลดัง ตารางที่ 8

จากตารางที่ 8 นำค่าผลรวมของคะแนนที่ได้จากสิ่งทดลอง 3 สูตร และมีผู้ชิมจำนวน 20 คน (ซ้ำ) ไปเปรียบเทียบกับตารางในภาคผนวกที่ 1 พบว่าถ้าผลรวมของคะแนนอยู่ในช่วง 32-48 จะถือว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นไข่แดงลดโคเลสเตอรอลสูตรผสมแครอทที่ใช้ไข่แดงสด 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์ จึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สำหรับสูตรที่ใช้ไข่แดงสด 50 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนรวมน้อยที่สุด (26 คะแนน) ดังนั้นจึงเลือกไข่แดงลดโคเลสเตอรอลสูตรที่มีไข่แดง 60 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมีปริมาณโคเลสเตอรอลต่ำกว่า และผู้ชิมให้การยอมรับไม่แตกต่างจากสูตรที่มีไข่แดง 70 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 8 แสดงค่าผลรวมของการยอมรับของผู้ชิมจากการเรียงลำดับความชอบต่อไข่แดงลดโคเลสเตอรอลสูตรผสมแครอท 60 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใช้ไข่แดงสดในปริมาณต่างๆกัน

ปริมาณไข่แดงสด (%)	คะแนนรวม
50	26^{a}
60	41^{b}
70	46^{b}

^{a,b}หมายถึง ค่าความแตกต่างภายในสดมภ์ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 คำนวณคุณค่าทางโภชนาการของไข่แดงลดโคเลสเตอรอล

จากการคำนวณปริมาณโคเลสเตอรอลของไข่แดงลดโคเลสเตอรอลสูตรผสมแครอท พบว่าเมื่อใช้ไข่แดง 50 , 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์ จะมีปริมาณโคเลสเตอรอลเป็น 33.33 , 37.50 และ 41.17 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณโคเลสเตอรอลในไข่แดงสด 1 ฟอง ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 9

ไข่แดงลดโคเลสเตอรอลสูตรผสมแครอทที่ใช้ปริมาณไข่แดง 60 เปอร์เซ็นต์ จัดว่ามีความเหมาะสมมากที่สุดทั้งในแง่ของปริมาณโคเลสเตอรอลและการเป็นที่ยอมรับของผู้ชิม จึงนำมาคำนวณคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์โดยเทียบกับส่วนผสมที่ใช้ใน 1 หลอด (134.4 กรัม) ซึ่งมีส่วนผสมดังนี้

ISP	5.2 กรัม
น้ำมันถั่วเหลือง	10.4 กรัม
น้ำเปล่า	35.6 กรัม
แครอท	18.8 กรัม
คาราจีแนน	2.0 กรัม
ไข่ขาวผง	5.0 กรัม
แป้งถั่วเขียว	7.0 กรัม
ไข่แดงสด	50.4 กรัม

เมื่อคำนวณคุณค่าทางโภชนาการแสดงผลดังตารางที่ 9

ข้อมูลจาก www.americanheart.org ระบุไว้ว่า อาหารลดโคเลสเตอรอล (reduce chloresterol food) คือ ผลิตภัณฑ์อาหารที่มีปริมาณโคเลสเตอรอลต่ำกว่าปกติ อย่างน้อย 25 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณไขมันอิ่มตัวต่ำกว่าหรือเท่ากับ 2 กรัม ดังนั้นไข่แดงลดโคเลสเตอรอลสูตรแครอทที่ใช้ไข่แดงสด 60 เปอร์เซ็นต์ จึงเป็นอาหารลดโคเลสเตอรอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ไข่แดงสดและไข่แดงลดโคเลสเตอรอล สูตรผสมแครอทที่ใช้ไข่แดงปริมาณ 60 เปอร์เซ็นต์

ข้อมูลโภชนาการ

หนึ่งหน่วยบริโภค : 1 ฟอง (18.5 กรัม)		
คุณค่าทางโภชนาการต่อ 1 หน่วยบริโภค		
	ไข่แดงสด*	ไข่แดงลดโคเลสเตอรอลสูตรผสมแครอทที่ใช้ไข่แดงปริมาณ 60 เปอร์เซ็นต์
พลังงานทั้งหมด	66 Kcal	46 Kcal
โปรตีน	3.1 กรัม	2.1 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	0.3 กรัม	1.4 กรัม
ไขมันทั้งหมด	5.7 กรัม	3.6 กรัม
ไขมันอิ่มตัว	1.8 กรัม	0.7 กรัม
โคเลสเตอรอล	213 มิลลิกรัม	80 มิลลิกรัม
เส้นใยอาหาร	0 กรัม	0.1 กรัม

ที่มา : * สุวรรณ (2529)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

1. ไข่แดงต้มบรรจุไส้เทียมนาทูรินต้มสุกที่อุณหภูมิ 95^{0} ซ นาน 10 นาทีจะมีความแข็ง สีเหลืองเข้มและสว่างมากกว่าไข่ต้มสุกทั้งฟอง

2. ไข่แดงลดโคเลสเตอรอลสูตรผสมแครอทปริมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ เป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับจากผู้ชิมสูงสุด

3. ไข่แดงลดโคเลสเตอรอลที่ผสมแครอท 60 เปอร์เซ็นต์ และเติมไข่แดง 60 เปอร์เซ็นต์ เป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับจากผู้ชิม และมีปริมาณโคเลสเตอรอลต่ำ โดยมีค่าเป็น 37.5 เปอร์เซ็นต์ ของไข่แดงจริงต้มสุก

5.2 ข้อเสนอแนะ

ไข่แดงลดโคเลสเตอรอลที่ผลิตได้มีกลิ่นถั่วเหลืองที่แรงเมื่อเทียบกับไข่แดงจริงต้มสุก ดังนั้นควรมีการปรับปรุงกลิ่นรส เช่นเติมกลิ่นไข่แดงลงไป รวมทั้งควรทำการศึกษาอายุการเก็บรักษาของไข่แดงลดโคเลสเตอรอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

คณะทำงานโครงการหนูรักผักสีเขียว. 2541. มหัศจรรย์ผัก 108. พิมพ์ครั้งที่ 2: 60-70. สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล และมูลนิธิโตโยต้าประเทศไทย.

ตะวัน ฉัตรสูงเนิน. 2543. การลดปริมาณโคเลสเตอรอลในไข่แดงผง โดยการสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤต. **วิทยานิพนธ์**. ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประไพศรี และอาณดี. 2543. ถั่วเหลืองกับสุขภาพ. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. น1-13.

ปริฉัตร หงสประภาส. 2542. เคมีกายภาพของอาหาร:คอลลอยด์ อิมัลชั่น และเจล. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. น85.

พจนา เกตุมาลา. 2542. ไข่แดงเทียมปราศจากโคเลสเตอรอล. **ปัญหาพิเศษ**. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สิรินาถ ตัณฑเกษม. 2544. การนำน้ำมันพืชที่มีส่วนผสมของรงควัตถุจากแครอทและมะเขือเทศมาใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์เค้าชิฟฟอน. **อาหาร**. 1: 39-50.

สุวรรณ เกษตรสุวรรณ. 2529. ไข่และเนื้อไก่. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ: 240-248.

อรพิน ชัยประสพ. 2531. การปรับปรุงสมบัติการใช้ประโยชน์ของโปรตีนถั่วเหลืองและถั่วเขียว. **วิทยานิพนธ์**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

(AOAC). 1984. Official method of analysis of the association of official analytical chemists. 12th ed., Washington, D.C. Association of official analytical chemists.

Barbut, S. and Mittal, G.S. 1992. Use of carageenans and xanthan gum in reduced fat breakfast sausages. Lebensm-Wiss.u-Technol.

Dickinson, E. 1994. Protein-stabilized emulsions. J. Food Engineering. 22 : 59.

Henk,W. Hoogenkemp. 1992. Vegetable protein. Protein technologies international.,Inc.

Kinsella, J.E. 1979. Functiomal properties of soy proteins. J.Am.Oil Chem.Soc. 56(3): 242-258.

Reading food labels. 2004. www.Americanheart.org/presenter.jhtml?identifier=334, February 16, 2004.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตารางที่ 1ก. แสดงผลรวมของตัวเลขที่เรียงลำดับแสดงนัยสำคัญ 5% (วิธี ranking test)

จำนวนซ้ำ	จำนวนตัวอย่าง										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	3-9	3-11	3-13	4-14	4-16	4-18	5-19	6-21
3	—	—	—	4-14	4-17	4-20	4-23	5-25	5-28	5-31	6-34
	—	4-8	4-11	6-13	6-15	6-18	7-20	8-22	8-25	9-27	10-29
4	—	5-11	5-15	6-18	6-22	7-25	7-29	8-32	8-36	8-39	9-43
	—	5-11	6-14	7-17	8-20	9-23	10-26	11-29	13-31	14-34	15-37
5	—	6-14	7-18	8-22	9-26	9-31	10-35	11-39	12-43	12-48	13-52
	6-9	7-13	8-17	10-20	11-24	13-27	14-31	15-35	17-38	18-42	20-45
6	7-11	8-16	9-21	10-26	11-31	12-36	13-41	14-46	15-51	17-55	18-60
	7-11	9-15	11-19	12-24	14-28	16-32	18-36	20-40	21-45	23-49	25-53
7	8-13	10-18	11-24	12-30	14-35	15-41	17-46	19-52	19-58	21-63	22-69
	8-13	10-18	13-22	15-27	17-32	19-37	22-41	24-46	26-51	29-56	30-61
8	9-15	11-21	13-27	15-33	17-39	18-46	20-52	22-58	24-64	25-71	27-77
	10-14	12-20	15-25	17-31	20-36	23-41	25-47	28-52	31-57	33-63	36-68
9	11-16	13-23	15-30	17-37	19-44	22-50	24-57	26-64	28-71	30-78	32-85
	11-16	14-22	17-28	20-34	23-44	26-49	29-52	32-58	35-64	38-70	41-76
10	12-18	15-25	17-33	20-40	22-48	25-25	27-63	30-70	32-78	35-85	37-93
	12-18	16-24	19-31	23-37	26-44	30-50	34-56	37-63	40-70	44-76	47-83
11	13-20	16-28	19-36	22-44	25-52	28-60	31-68	34-76	36-85	39-93	42-101
	14-19	16-26	21-34	25-41	29-48	33-55	37-62	41-60	45-76	49-83	53-90
12	15-21	18-30	21-39	25-47	28-56	31-65	34-74	38-82	41-91	44-100	47-109
	15-21	19-29	24-36	28-44	32-52	37-59	41-67	45-74	50-82	54-89	58-98
13	16-23	20-32	24-41	27-51	31-60	35-69	38-79	42-88	45-98	48-107	52-117
	17-22	21-31	26-39	31-47	35-56	40-64	45-72	50-80	54-90	59-97	64-105
14	17-25	22-34	26-44	30-54	34-64	38-74	42-84	46-94	50-104	54-114	57-125
	18-24	23-35	28-42	33-51	38-60	44-68	49-77	54-86	59-95	65-103	70-112
15	19-26	25-37	28-47	32-58	37-68	41-79	46-89	50-100	54-111	58-122	63-132
	19-26	25-35	30-45	36-54	42-62	47-73	53-82	59-91	64-101	70-110	75-120
16	20-28	25-39	30-50	35-61	40-72	45-83	49-95	54-106	59-117	63-129	68-140
	21-27	27-37	33-47	39-57	45-67	51-77	57-87	62-98	68-107	76-117	81-127
17	22-30	27-41	32-53	38-64	43-76	48-88	53-100	58-112	63-124	68-136	73-148
	22-29	28-40	35-50	41-61	48-71	54-82	61-92	67-103	74-113	81-123	87-134
18	23-31	29-43	34-56	40-68	46-80	52-92	57-105	61-118	68-130	73-143	79-155
	24-30	30-42	37-53	44-64	51-75	58-86	65-97	72-109	79-119	86-130	93-141
19	24-33	30-46	37-59	43-71	49-84	55-97	61-110	67-123	73-136	78-150	84-163
	25-32	32-44	39-56	47-67	54-79	62-90	69-102	76-114	84-125	91-137	98-148
20	26-34	32-48	39-61	45-75	52-88	58-102	65-115	71-129	77-143	83-157	90-170
	26-34	34-46	42-58	50-70	57-83	65-95	73-107	81-119	89-131	97-143	105-155

ตัวเลขตัวบนแสดงผลรวมต่ำสุด และสูงสุดที่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตัวเลขตัวล่างแสดงผลรวมต่ำสุด และสูงสุดของตัวอย่างที่เลือกมาเปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

1. การวัดสีโดยใช้ระบบสีของฮันเตอร์ (Hunter color System)

ระบบสีของฮันเตอร์ประกอบด้วยตัวแปรของสี 3 ตัวคือ L , a , b ซึ่งมีความหมายดังนี้

L คือ ความสว่างของสี งมีค่าจาก 0 คือสีดำ ถึง 100 คือสีขาว

a คือ ค่าที่บ่งบอกความเป็นสีเขียวและสีแดง โดยค่า +a แสดงความเป็นสีแดง ค่า -a แสดงความเป็นสีเขียว

b คือ ค่าที่บ่งบอกความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน โดยค่า +b แสดงความเป็นสีเหลือง ค่า - b แสดงความเป็นสีน้ำเงิน

การแบ่งสเกลในระบบ Hunter การวัดสีในระบบนี้มีเครื่องวัดคือสีคือ Hunter color – Difference Meter ซึ่งวัดสีตัวอย่างออกมาเป็นค่า L , a , b ค่าสีในระบบนี้สามารถเปลี่ยนเป็นระบบอื่นๆได้ เช่น เมื่อมีค่าสีในระบบ CIE สามารถเปลี่ยนเป็นระบบมันเซลล์ได้โดยใช้วิธีของ ASTM : D 1535-80(1985) สูตรที่ช่วยในการเปลี่ยนค่าในระบบฮันเตอร์มีดังนี้

สูตรของ Hunter(1985)

$L_L = 10\sqrt{Y}$

$a_L = 1.75(1.02X-Y)\sqrt{Y}$

$b_L = 7.0(Y-0.846X)\sqrt{Y}$

สูตรของCIE

จากค่าX , Y , Z นำมาคำนวณค่าเป็น x , y ,Yโดย

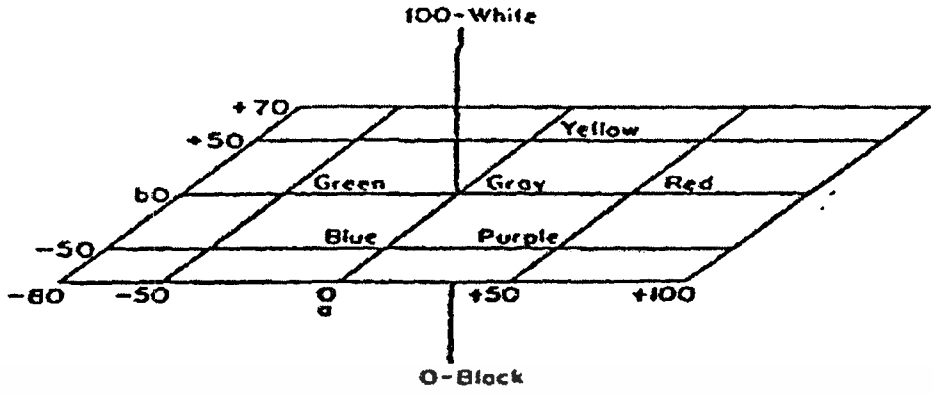
$Y = Y$

$x = X/(X+Y+Z)$

$y = Y/(X+Y+Z)$

นอกจากการวัดสีโดยใช้วิธีดังกล่าวข้างต้น ยังมีเรื่องมือและวิธีการวัดสี ที่ออกแบบมาเพื่อใช้งานแฉพาะผลิตภัณฑ์เช่นผลิตภัณฑ์ประเภทไขมันและน้ำมันสามารถวัดได้โดยใช้เครื่อง Lovibond Tinoometer ซึ่งอาศัยหลักการเปรียบเทียบสีตัวอย่างอาหารกับสีที่เกิดจากการผสมของแสงผ่านแผ่นกรองแสงซึ่งมีให้เลือกใช้ 4 สี คือ แดง เหลือง น้ำเงิน และสีกลาง (Neutral tint) และรายงานผลเป็นสเกลสีเป็นระบบของ Lovibond เครื่องวัดสีของ Lovibond นี้มีรูปต่างๆ ซึ่งใช้งานกับผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1ข ไดอะแกรมแสดงการจำแนกสเกลในระบบสีฮันเตอร์

ที่มา : Kramer และ Twigg,1962

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การหาความชื้นโดยใช้ตู้อบแห้งแบบสุญญากาศ (AOAC)

หลักการอบแบบสุญญากาศ ในสภาวะที่เป็นสุญญากาศทั้งนี้เนื่องจากอาหารบางชนิดมีน้ำมันระเหยสูง เช่น เครื่องเทศ หรือน้ำตาลที่เป็นองค์ประกอบ การอบที่อุณหภูมิ 100 °ซ จะทำให้เกิดการสลายตัว(decomposition) จึงจำเป็นต้องลดอุณหภูมิต่ำลงมา เช่นอุณหภูมิ70 °ซ ในสภาวะที่เป็นสุญญากาศจะช่วยทำให้น้ำระเหยได้เร็วขึ้น และอบของแข็งที่เหลือ มีน้ำหนักคงที่

ตัวอย่างที่ใช้

ไข่แดงลดโคเลสตอรอลบรรจุไส้เทียมนาทูริน

อุปกรณ์ที่ใช้

เครื่องอบแห้งแบบสุญญากาศ (Vacuum Oven)

ภาชนะใส่ตัวอย่าง เช่น อลูมิเนียมแคน (aluminium can or moisture can)

ที่คีบ (tong)

โถแก้วดูดความชื้น

ช้อนตักสารสแตนเลส

เครื่องชั่งน้ำหนัก

วิธีการทดลอง

1. อบภาชนะใส่ตัวอย่างที่อุณหภูมิ 100 °ซ เป็นเวลา 15 ชั่วโมง ในตู้อบลมร้อนหรืออบที่อุณหภูมิ 100 °ซ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ในตู้อบแห้งแบบสุญญากาศ ทำให้เย็นในโถแก้วดูดความชื้น

2. ตั้งอุณหภูมิของตู้อบสำหรับอบตัวอย่างที่อุณหภูมิ 90-100 °ซ สำหรับตัวอย่างที่เป็นเนื้อบด หรืออุณหภูมิ 98-100 °ซ สำหรับตัวอย่างที่เป็นแป้งสาลี

3. ชั่งตัวอย่างของภาชนะก่อน จากนั้นชั่งตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 2-3 กรัม (ความระเอียด 0.1 มิลลิกรัม) กระจายตัวให้ทั่วภาชนะ

4. นำตัวอย่างที่เตรียมเสร็จเรียบร้อยแล้วไปใส่ในโถดูดความชื้นก่อน รอจนกว่าอุณหภูมิของตู้อบถึงจุดที่ตั้งไว้จึงนำตัวอย่างไปใส่ในตู้อบและทำให้ตู้อบอยู่ในสภาวะสุญญากาศภายใต้ความดันน้อยกว่า 50 มิลลิเมตรปรอท อบให้แห้งจนน้ำหนักคงที่ประมาณ 5 ชั่วโมง

5. นำตัวอย่างที่อบแห้งมาใส่ในโถดูดความชื้น (ประมาณ 15-30 นาที)

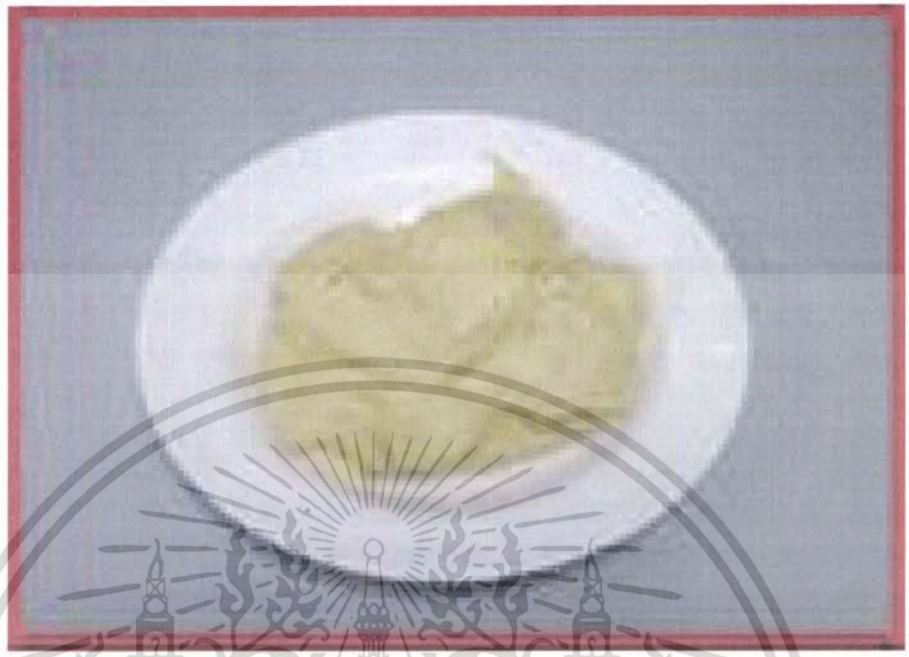
6. ชั่งตัวอย่างที่ได้และจดบันทึก

7. คำนวณหาน้ำหนักที่หายไปและคำนวณเปอร์เซ็นต์ความชื้นจากสูตร

$$\%\text{ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนอบ} - \text{น้ำหนักหลังอบ}}{\text{น้ำหนักก่อนอบ}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2ข แสดง pre-emulsion



ภาพที่ 3ข แสดงภาพไข่แดงลดโคเลสเตอรอลที่ผสมแครอท 60 เปอร์เซ็นต์ และเติมไข่แดง 60 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผู้ทดสอบ_____ วันที่ _____

ผลิตภัณฑ์ ไข่แดงลดโคเลสเตอรอล

คำแนะนำ กรุณาทดสอบจากซ้ายไปขวาและเรียงลำดับความชอบจากมากไปน้อย คือ

ชอบมากที่สุด 1

ชอบปานกลาง 2

ชอบน้อยที่สุด 3

(รหัสตัวอย่าง) _____ (รหัสตัวอย่าง) _____ (รหัสตัวอย่าง) _____

ข้อเสนอแนะ _____

_____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นาย กชกร วัชราไทย

- เกิดวันที่ 31 พฤษภาคม พ.ศ. 2525
- สำเร็จการศึกษาชั้นประถมศึกษาจากโรงเรียนยอแซฟอุปถัมภ์ พ.ศ. 2534
- สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสตรีวิทยา 2 พ.ศ. 2542
- จบการศึกษาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะโครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2547

นางสาวธนภรณ์ อภิสิทธิ์ภูวกุล

- เกิดวันที่ 26 มกราคม พ.ศ. 2524
- สำเร็จการศึกษาชั้นประถมศึกษาจากโรงเรียนเซนต์ฟรังซิสซาเวียร์คอนแวนต์ พ.ศ. 2536
- สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสายปัญญา พ.ศ. 2541
- จบการศึกษาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะโครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2547

นาย อัศวิน อุษาวัฒนากุล

- เกิดวันที่ 27 ตุลาคม พ.ศ. 2524
- สำเร็จการศึกษาชั้นประถมศึกษาจากโรงเรียนสารวิทยา พ.ศ. 2534
- สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสารวิทยา พ.ศ. 2540
- จบการศึกษาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะโครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้