



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ความเป็นไปได้ในการใช้วุ้นเซลลูโลสแทนไขมันสัตว์ในกุนเชียง

Possibility of using cellulose gel substitute for animal fat in Chinese sausage

โดย

นางสาวกาญจนา จันทร์ทัต รหัส 39044406

นายสิทธิศักดิ์ ยิบมีลาภผล รหัส 39044454

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... ๒๑/๕/๕๓  
(พต. เขียวล้ำนงษ์ สังกัดภาควิชาจุลินทรีย์)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

16679  
- 6 ก.ค. 2543

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

(พต.ดร.ระพีพร ทาเวศนกิจ )

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

น/พ  
๓ 425๐  
254๓

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. ....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กาญจนา จันทร์ทัต และสิทธิศักดิ์ ชิบมีตาผล . 2542 : ความเป็นไปได้ในการใช้วุ้นเซลลูโลสแทนไขมันสัตว์ในกุนเชียง (Possibility of using Cellulose gel substitute for animal fat in Chinese sausage)  
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง . อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ. เขียวลักษณ์ สุรพันธ์พิศิษฐ์ . 49 หน้า

กุนเชียง (Chinese Sausage) เป็นผลิตภัณฑ์ชนิดไส้กรอกแห้งที่ผลิตจากเนื้อหมูและไขมัน การใช้วุ้นเซลลูโลสเติมไปในกุนเชียงนั้นจะต้องมีการปรับปรุงลักษณะของวุ้นเซลลูโลสให้มีลักษณะมีความมันในเนื้อ (oily texture) โดยนำวุ้นเซลลูโลสไปแช่ในสารละลาย Tween20 ที่ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 12 ชม. จากนั้นนำไปแช่ในน้ำมันพืชพร้อมกับให้ความร้อน ทำให้วุ้นเซลลูโลสสามารถดูดซับน้ำมันได้ถึง 7.89 เปอร์เซ็นต์ เมื่อได้วุ้นเซลลูโลสที่มีปริมาณน้ำมันเพิ่มขึ้นแล้ว นำมาเติมในกุนเชียงแทนมันแข็ง พบว่าการเติมวุ้นเซลลูโลสในระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ของมันแข็งที่ใช้ ทำให้กุนเชียงที่ได้ไม่มีความแตกต่างจากกุนเชียงทั่วไป โดยเมื่อนำมาทำการทดสอบสุบรีโกลด์ พบว่าได้คะแนนลักษณะความนุ่มเป็น 3.45 ความมันในเนื้อ 3.55 ความแน่นเนื้อ 3.55 และการยอมรับ 3.65 คะแนน แต่การเติมวุ้นเซลลูโลสลงไปในผลิตภัณฑ์กุนเชียงนั้น ทำให้ผลิตภัณฑ์กุนเชียงมีความชื้นสูงถึง 30.29 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่ามาตรฐาน ( น้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ ) เมื่อทำการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กุนเชียงไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จะยังคงมีจุลินทรีย์เจริญเติบโตได้อย่างช้าๆ เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีความชื้นเหลืออยู่สูง ดังนั้นอายุการเก็บรักษาของกุนเชียงที่เติมเซลลูโลสอาจน้อยกว่าปกติ แต่อย่างน้อยสามารถเก็บรักษาได้มากกว่า 19 วันจะยังไม่แสดงลักษณะการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ให้เห็น

นางจนา จันทร์ทัต.....

สกลสิทธิ์ ชิบมีตาผล.....

ลายมือชื่อนักศึกษา

.....

ลายมืออาจารย์ที่ปรึกษา

๒๖/๕๓

วัน เดือน ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ในเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ขึ้นต้นกรวดำ  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษเรื่องความเป็นไปได้ในการใช้วัสดุโลหะแทนไขมันสัตว์ในกุนเชียง ฉบับนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้จัดทำต้องขอกราบขอบพระคุณ ผศ. เขียวลักษณ์ สุรพันธ์พิศิษฐ์ ซึ่งกรุณารับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ช่วยกรุณาแนะนำข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะ ให้คำปรึกษาปัญหาต่างๆ ในระหว่างทำปัญหาพิเศษตลอดจนแก้ไขรูปเล่มของปัญหาพิเศษจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณอาจารย์ รศ.ดร.วราวุฒิ ครูส่ง ที่กรุณาเอื้อเฟื้อมอบวัสดุโลหะให้ใช้ในการทดลอง และให้ความกรุณาเป็นอาจารย์คณะกรรมการปัญหาพิเศษนี้ และขอขอบคุณเพื่อนๆ และน้องๆ ที่ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือเป็นผู้ทดสอบที่คิดลดการทดลองและคอยให้กำลังใจตลอดเวลา ในระหว่างการทำปัญหาพิเศษนี้

กาญจนา จันทร์ทัต  
สิทธิศักดิ์ ยิบมีลาผล  
18 มีนาคม 2543

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	จ
สารบัญภาคผนวก	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ตรวจสอบเอกสาร	2
กุนเชียง	2
ไขมัน	4
วุ้นเซลลูโลส	10
อิมัลชัน	13
อิมัลซิไฟเออร์	16
บทที่ 3 วิธีการทดลองและอุปกรณ์	24
อุปกรณ์และเครื่องมือ	24
ขั้นตอนการทดลอง	25
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	28
1. การศึกษาการเตรียมวุ้นเซลลูโลสให้มีลักษณะคล้ายมันแข็ง	28
2. การใช้ความร้อนเพื่อช่วยการดูดซับน้ำมันของวุ้นเซลลูโลส	29
3. การศึกษาการใช้วุ้นเซลลูโลสแทนมันแข็งในกุนเชียง	30
4. การศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัส (texture) โดยเครื่องวัด texture	35
5. การศึกษาอายุการเก็บรักษาของกุนเชียงที่ใช้วุ้นเซลลูโลสแทนมันแข็ง	35
5.1 การวิเคราะห์ปริมาณ Malonaldehyde (TBA-test)	35
5.2 การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์	36
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	38
เอกสารอ้างอิง	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แสดงผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบของวุ้นเซลลูโลส	13
2. แสดงส่วนผสมที่ใช้ในการทำกวนเชิงผสมวุ้นเซลลูโลส ในปริมาณต่างๆกัน	26
3. แสดงคุณภาพของกวนเชิงที่ผลิต โดยใช้วุ้นเซลลูโลสที่ปริมาณต่างๆกันในด้านลักษณะปรากฏ ร้อยละของน้ำหนักสูญเสีย(Wt. loss) และปริมาณความชื้น	31
4. แสดงค่าคะแนนการทดสอบด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กวนเชิงที่เติมใส่วุ้นเซลลูโลส ด้วยวิธี Hedonic scale โดยใช้คะแนนในการทดสอบ 1-5 คะแนน	34
5. แสดงลักษณะเนื้อ texture เมื่อวัด โดยเครื่อง Texture analyser	35



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. ขั้นตอนการทำลายฟองของลิปิดในเบียร์	7
2. แสดงชนิดของฟิล์มที่ผิวประจันระหว่างน้ำและน้ำมันที่เกิดจากตัวทำอิมัลชันชนิดต่างๆ	14
3. lamellar liquid crystal ซึ่งประกอบด้วย น้ำ-ตัวทำอิมัลชัน-น้ำมัน-ตัวทำอิมัลชัน-น้ำ เรียงตัวอย่างต่อเนื่องกัน	15
4. ลักษณะการเรียงตัวของฟิล์มที่หุ้มรอบหยดน้ำมันของตัวทำอิมัลชันชนิดประจุลบ	16
5. แผนภาพแสดงขั้นตอนการผลิตกุนเชียง	27
6. แสดงเปอร์เซ็นต์น้ำมันในวุ้นเซลลูโลสที่ใช้สาร emulsifier (Tween80 กับ Tween20) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆกัน	28
7. แสดงเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเซลลูโลสที่ดูดซับสาร Tween20 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆก่อน แช่วในน้ำมันพืชร่วมกับการให้ความร้อนเทียบกับแบบ ไม่ให้ความร้อน	29
8. ภาพของมันเป็นแข็งเปรียบเทียบกับวุ้นเซลลูโลส	30
9. ภาพของกุนเชียงที่ใช้มันหมูล้วน	32
10. ภาพของกุนเชียงที่ใช้วุ้นเซลลูโลสแทนมันแข็ง 20 %	32
11. ภาพของกุนเชียงที่ใช้วุ้นเซลลูโลสแทนมันแข็ง 40 %	33
12. ภาพของกุนเชียงที่ใช้วุ้นเซลลูโลสแทนมันแข็ง 60 %	33
13. แสดงค่า TBA ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่ใช้วุ้นเซลลูโลสแทนมันแข็งที่ถูกบรรจุในถุงพลาสติกชนิด PP และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 19 วัน	36
14. แสดงจำนวนจุลินทรีย์/กรัมอาหารของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่ใช้วุ้นเซลลูโลสแทนมันแข็งที่ถูกบรรจุในถุงพลาสติก ชนิด PP และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 19 วัน	37

## สารบัญภาคผนวก

	หน้า
ภาคผนวก ก. การวิเคราะห์ทางเคมี	41
- การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน	42
- การวิเคราะห์หาความชื้น	44
- การวิเคราะห์ปริมาณ Malonaldehyde (TBA-test)	46
ภาคผนวก ข. การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์	48
- การตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยวิธีเขย่าจาน (shake plate)	49
ภาคผนวก ค. การวิเคราะห์ทางกายภาพ	51
- การทดสอบทางประสาทสัมผัส	52
- การทดสอบเนื้อสัมผัส (texture) โดยเครื่อง Texture analyser	53
ภาคผนวก ง. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ	58



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

กุนเชียงเป็นผลิตภัณฑ์ใส่กรอกแห้งที่คนไทยรู้จักเป็นอย่างดี ทำจากเนื้อหมูและไขมัน บดหยาบ หรือเนื้อหมูปนไขมันมาก ผสมกับสิ่งปรุงรสอื่นๆ เช่น เกลือ น้ำตาล เหล้า ผงเพรก นวดให้เข้ากัน บรรจุใส่ แล้วนำไปทำแห้ง โดยกุนเชียงนี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณไขมันมาก ซึ่งไขมันจะทำหน้าที่ให้ความชุ่มน้ำ (Juiciness) แก่ผลิตภัณฑ์ทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่แข็งกระด้างและมีความนุ่มมากขึ้น แต่ในปัจจุบันผู้บริโภคได้ให้ความสำคัญกับสุขภาพมากขึ้น ทำให้ผู้บริโภคตระหนักว่าการบริโภคอาหารที่มีปริมาณไขมันมากนั้น ไม่เป็นผลดีต่อสุขภาพ ผู้บริโภคจึงให้การยอมรับในตัวผลิตภัณฑ์กุนเชียงน้อยลง จึงได้คิดที่จะนำวัณเซลล์โลสที่ไม่ได้รับการฟอกสี มีสีขาวขุ่น รูปร่างลักษณะคล้ายกับมันฝรั่ง มาเติมแทนมันฝรั่งในสูตรกุนเชียงที่จะผลิต เพื่อเป็นการลดปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ให้น้อยลง และเป็นการเพิ่มปริมาณเส้นใย (fiber) ให้กับผลิตภัณฑ์ได้อีกด้วย

วัณเซลล์โลสที่ใช้เป็นวัณเซลล์โลสที่ผลิตได้จากน้ำมะพร้าว นำมาหมักด้วยเชื้อ *Acetobacter aceti* subspecies *xylinum* ซึ่งเป็นเชื้อแบคทีเรียที่สร้างกรดอะซิติกหรือกรดน้ำส้มสายชู ปัจจุบันมีการผลิตกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถนำมาแปรรูปเป็นอาหารคาว-หวานได้หลายชนิด เช่น อาหารคาวจะปรุงโดยใช้วัณเซลล์โลสแทนเนื้อปลาหมึกหรือแมงกระพรุนเพราะมีลักษณะปรากฏและเนื้อสัมผัสคล้ายคลึงกันมาก

### วัตถุประสงค์

1. ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้วัณเซลล์โลสแทนไขมันสัตว์ในกุนเชียง
2. เพื่อเป็นการลดปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์กุนเชียง
3. เพื่อทดสอบการยอมรับและอายุการเก็บรักษาของกุนเชียงที่ใช้วัณเซลล์โลสแทนไขมันสัตว์

## บทที่ 2

### การตรวจเอกสาร

#### กุนเชียง

กุนเชียง (Chenese Sausage) เป็น ผลิตภัณฑ์เนื้อบดลดขนาดแบบหยาบประเภทไส้กรอกแห้ง ที่ได้รับอิทธิพลมาจากประเทศจีน ทำจากเนื้อหมูหรือเนื้อไก่และไขมัน บดหยาบแล้วผสมกับเครื่องปรุงบรรจุใส่ไส้โดยจะหมักก่อนบรรจุไส้หรือไม่ก็ได้ แล้วทำแห้ง ก่อนรับประทานต้องทำให้สุก

ไส้ (casing) เป็น ภาชนะที่ใช้บรรจุผลิตภัณฑ์ซึ่งอาจใช้ได้ทั้งไส้แท่งและไส้เทียม ไส้แท่งที่นิยมใช้เป็นไส้ส่วนลำไส้เล็กของหมู แพะ แกะ ซึ่งทำความสะอาดและเก็บรักษาอย่างถูกสุขลักษณะ ไส้เทียม เช่น ไส้รีเจนเนอเรตคอลลลาเจน (regenerated collagen)

ไขมัน หมายถึง มันสัตว์ เช่น มันหมู ไขมันที่นิยมใช้ในกุนเชียงเป็น ไขมันส่วนมันแข็ง (back fat) โดยจะทำหน้าที่ให้ความชุ่มน้ำ (juiciness) แก่ผลิตภัณฑ์ทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่แข็งกระด้าง มีความนุ่มมากขึ้น

#### ส่วนผสมของกุนเชียง

เนื้อหมูหรือเนื้อไก่	1	กิโลกรัม
มันแข็ง	200	กรัม
น้ำตาล	150	กรัม
เกลือ	20	กรัม
เหล้า	10	กรัม
ผงเพรก	1.5	กรัม

#### มาตรฐานผลิตภัณฑ์กุนเชียง

##### 1. สี กลิ่นรสและลักษณะเนื้อ

###### 1.1 สี

ต้องมีสีปกติตามธรรมชาติของกุนเชียง(สีค่อนข้างแดง) ดูสดใหม่ สม่ำเสมอกันตลอด

###### 1.2 กลิ่นรส

กลิ่นหอม ชวนรับประทาน ซึ่งเป็นกลิ่นรสตามธรรมชาติของผลิตภัณฑ์ รสชาติดี

###### 1.3 ลักษณะเนื้อ

ต้องแน่น คงรูป เนื้อและมันผสมอยู่อย่างทั่วถึง ไม่มีสิ่งแปลกปลอม เช่น ขน กระดูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ไขมัน  
ต้องไม่เกินร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก
3. โปรตีนทั้งหมด  
ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก
4. ความชื้น  
ต้องไม่เกินร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก
5. วัตถุเจือปนอาหาร
  - 5.1 โมโนโซเดียม แอล-กลูตาเมต ไม่เกินร้อยละ 0.25 โดยน้ำหนัก
  - 5.2 โซเดียมหรือโพแทสเซียมไนเตรด(คำนวณเป็นโซเดียมไนเตรด) ไม่เกิน 500 mg/kg หรือ โซเดียมหรือโพแทสเซียมไนไตรต์(คำนวณเป็นโซเดียมไนไตรต์) ไม่เกิน 125 mg/kg ถ้าใช้ โซเดียมหรือโพแทสเซียมไนเตรดและโซเดียมหรือโพแทสเซียมไนไตรต์รวมกันต้องไม่เกิน 125 mg/kg
  - 5.3 ฟอสเฟตในรูปของ โมโน-, ได-และโทลิกของเกลือ โซเดียมหรือโพแทสเซียม อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือผสมกันในผลิตภัณฑ์สำเร็จ (คำนวณเป็น  $P_2O_5$ , ฟอสฟอรัสทั้งหมด) ไม่เกิน 3000 mg/kg
  - 5.4 เกลือซอร์เบต ไม่เกินร้อยละ 0.05 โดยน้ำหนัก
  - 5.5 อัสคอร์เบตและอีริทอร์เบต ในปริมาณที่เหมาะสม
6. จุลินทรีย์ ให้เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดต่อไปนี้
  - 6.1 จุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 100000 โคโลนีในตัวอย่าง 1 กรัม
  - 6.2 *Escherichia coli* โดยวิธีเอ็มพีเอ็น (MPN) ต้องน้อยกว่า 3 ในตัวอย่าง 1 กรัม
  - 6.3 *Salmonella* ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม
  - 6.4 *Staphylococcus aureus* ต้องไม่พบในตัวอย่าง 0.01 กรัม
  - 6.5 *Clostridium perfringens* ต้องไม่พบในตัวอย่าง 0.01 กรัม
  - 6.6 ราและยีสต์ ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีในตัวอย่าง 1 กรัม

#### วิธีการผลิต

1. นำเนื้อหมูหรือเนื้อไก่ไปบดหยาบ
2. หั่นมันแข็งเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมเล็กๆขนาดประมาณ 0.5 เซนติเมตร
3. นำเนื้อหมูมาผสมกับมันแข็งและเครื่องปรุงต่างๆ นวดให้ส่วนผสมเข้ากันทั่วและเหนียว
4. บรรจุในไส้หมักเป็นก้อนๆ
5. นำไปอบในตู้อบ อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ไขมัน

ไขมันประกอบด้วยคาร์บอน ไฮโดรเจน และ ออกซิเจนเหมือนคาร์โบไฮเดรต แต่สัดส่วนระหว่างไฮโดรเจนกับออกซิเจนต่างกัน คาร์โบไฮเดรตมีสัดส่วนระหว่างไฮโดรเจน : ออกซิเจน = 2:1 แต่ไขมันสัดส่วนระหว่างไฮโดรเจนต่อออกซิเจนมากกว่า 2:1 เช่นไขมันในเนื้อวัว(tristearin) มีไฮโดรเจน 110 และออกซิเจน 6 เมื่อนำไปใช้ ไฮโดรเจนจะใช้พลังงานมากกว่าคาร์โบไฮเดรต คือ ไขมัน 1 กรัม ให้พลังงาน 9.45 กิโลแคลอรี ไขมันเป็นสารอาหารที่ให้พลังงานมากที่สุด เนื้อเยื่อทุกชนิดนอกจากสมองและประสาทสามารถเปลี่ยนกรดไขมันให้เป็นพลังงานได้ เมื่อร่างกายได้รับอาหารที่มีพลังงานมากกว่าความต้องการ จะเก็บสะสมไว้ในรูปของไตรกลีเซอไรด์ในเนื้อเยื่อไขมัน ในปริมาณที่ไม่จำกัด ไขมันเหล่านี้พร้อมที่จะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานสำหรับให้ร่างกายนำไปใช้ตลอดเวลาที่ต้องการ ฉะนั้นไขมันก็คือพลังงานสำรองที่ร่างกายไว้ใช้เมื่อร่างกายต้องการ น้ำมันหรือไขมัน 1 โมเลกุลเมื่อแตกตัวจะได้กรดไขมัน 3 โมเลกุล และกลีเซอรอล 1 โมเลกุล กลีเซอรอลทำหน้าที่เป็นหลักสำคัญให้กรดไขมันเกาะจับในโมเลกุล กรดไขมันในโมเลกุลจะเป็นชนิดใดก็ได้ ดังนั้นการที่ไขมันหรือน้ำมันมีลักษณะแตกต่างกันเนื่องจากชนิดของกรดไขมันที่เข้าไปเกาะอยู่กับกลีเซอรอล

### ไขมันในเนื้อสัตว์

ไขมันในเนื้อสัตว์แต่ละชนิดแตกต่างกันมาก ทั้งชนิดและปริมาณ ซึ่งจะมีผลมากในการประกอบอาหารและคุณภาพ โดยเฉพาะในเรื่องกลิ่นรส ความชุ่มฉ่ำ ความอยู่ตัวของโปรตีน อายุการเก็บแช่แข็ง และลักษณะของอิมัลชัน ไขมันของเนื้อสัตว์มีกลิ่นเหม็นหืนได้ง่าย ทำให้เป็นจุดอ่อนที่ไม่สามารถเก็บได้นาน ฟอสโฟลิปิดและโคเลสเตอรอลมีความสำคัญต่อโครงสร้างและการทำงานของเซลล์และอนุภาคที่อยู่ภายในเซลล์ น้ำมันหรือไขมันจะเป็นแหล่งของกรดไขมันเพื่อให้เกิดพลังงานภายในเซลล์กล้ามเนื้อ นอกจากนี้ยังเป็นตัวกำหนดลักษณะของกล้ามเนื้อด้วยโดยจะปรากฏเป็นหยดเล็กๆภายในเซลล์กล้ามเนื้อหรือภายในเซลล์ไขมัน เมื่อเซลล์ไขมันมีจำนวนมากขึ้นจะแลเห็นเป็นเนื้อเยื่อไขมันแทรกอยู่ในเซลล์กล้ามเนื้อ(marbling) กล้ามเนื้อสัตว์จากส่วนต่างๆของร่างกายจะมีเซลล์และองค์ประกอบแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับหน้าที่ของกล้ามเนื้อ ปลาชนิดเดียวกันกล้ามเนื้อที่มีสีจางกว่าจะมีไขมันต่ำกว่ากล้ามเนื้อสีเข้ม โดยเฉพาะไขมัน แต่จะมีฟอสโฟลิปิดสูง (Allen และ Foegeding, 1981) กล้ามเนื้อสีเข้มมีเมตาโบลิคสูงจึงต้องมีไมโอโกลบินสูง เพื่อใช้เป็นแหล่งเก็บออกซิเจน และมีไขมันสูงเพื่อเป็นแหล่งวัตถุดิบของพลังงาน กล้ามเนื้อสีเข้มจึงมีกลิ่นรสแตกต่างไปจากกล้ามเนื้อสีจาง กรดไขมันในเนื้อสัตว์แต่ละชนิดก็แตกต่างกันมาก ทำให้คุณภาพอาหาร คุณภาพการรับประทาน และคุณภาพการเก็บแตกต่างกันไป สัตว์ชนิดต่างๆที่มีได้เลี้ยงเอื้องกรดไขมันในอาหารจะเป็นตัวกำหนดชนิดของกรดไขมันในเนื้อเยื่อ ส่วนสัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถให้นมหรือให้เนื้อสัตว์ที่มีกรดไขมันชนิดพันธะคู่มาก (polyunsaturated fatty acids) ได้ถ้ากินอาหารที่มีเมล็ดพืชน้ำมันเป็นส่วนผสม ในเนื้อปลามีกรดไขมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มีพันธะคู่หลายๆในปริมาณสูง คือร้อยละ 20-32 ส่วนกรดไขมันที่อิ่มตัวในปลาส่วนใหญ่เป็นพอลิโนลิติก กรดไขมันในสัตว์เคี้ยวเอื้องส่วนใหญ่อิ่มตัว เนื่องจากเกิดการเติมไฮโดรเจนโดยจุลินทรีย์ที่อยู่ในลำไส้ ฟอสโฟลิปิดในเนื้อโคและเนื้อแกะมีไขมันไม่อิ่มตัวหลายๆสูงกว่าเนื้อหมู แต่อย่างน้อยเนื้อไก่ส่วนใหญ่มีพันธะคู่ขึ้นไป ในเนื้อไก่ เนื้อโค เนื้อหมู และเนื้อแกะจะมีน้ำมัน (กลีเซอไรด์) ที่มีพันธะคู่ประมาณร้อยละ 40-50 และมากกว่า 1 พันธะคู่ร้อยละ 2 การเกิดกลิ่นผิดปกติมักเกิดขึ้นกับกรดไขมันของฟอสโฟลิปิด

### ไขมันในน้ำมันพืช

พืชน้ำมันมีหลายชนิด เช่น มะพร้าว ปาล์ม เมล็ดฝ้าย ถั่วลิสง ใต้อีฟ เมล็ดทานตะวัน งาคอกคำฝอย เรพซีด และถั่วเหลือง การใช้พืชเหล่านี้เป็นอาหารส่วนใหญ่อยู่ในรูปของน้ำมัน อาจใช้บริโภคโดยตรงบ้าง โดยเฉพาะจำพวกถั่วเหลือง งา และมะพร้าว เมื่อนำมาประกอบอาหารในรูปของน้ำมันจะต้องมีขั้นตอนการทำให้บริสุทธิ์ ซึ่งจะมีผลให้อุณหภูมิของน้ำมันที่มิใช่กลีเซอไรด์ถูกกำจัดออกไป ด้วยเหตุนี้บทบาทขององค์ประกอบอื่นๆ ของไขมันที่มีใช้น้ำมันจึงมีไม่มากนัก นอกจากการใช้บริโภคโดยตรง อย่างไรก็ตามองค์ประกอบเหล่านี้ยังมีบทบาทไม่มาก เนื่องจากรูปแบบของการบริโภคไม่เปิดโอกาสให้อุณหภูมิของไขมันแสดงบทบาทได้ เช่น การนำถั่วลิสงไปคั่วแล้วบริโภคโดยตรง เป็นต้น สำหรับมะพร้าวนอกจากจะบริโภคโดยตรงแล้วยังนำส่วนหนึ่ง ไปสกัดไขมันออกในรูปของกะทิ แล้วนำไปประกอบอาหาร กะทิจากมะพร้าวที่ผ่านการคั่วโดยไม่มีการเติมน้ำจะมีไขมันอยู่ระหว่างร้อยละ 30-40 มีสารให้สีเบต้าแคโรทีนเล็กน้อย มีสารฟอสฟาไทด์ กัม และโมโนกลีเซอไรด์ต่ำมาก ในส่วนที่เป็นกลีเซอไรด์มีกรดลอริกสูงมาก

สำหรับถั่วเหลืองนอกจากจะใช้เป็นวัตถุดิบในการสกัดน้ำมันแล้ว ยังมีการใช้ในรูปแบบของแป้ง เช่น แป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม(full-fat soy flour) แป้งถั่วเหลืองไร้ไขมันแหล่ง(defatted soy flour) ฯลฯ ในการประกอบอาหารจะนำแป้งเหล่านี้มาใช้เพื่อเป็นแหล่งโปรตีน โดยนำไปผสมกับธัญชาติและส่วนผสมอื่นๆ ในกรณีเช่นนี้ไขมันจึงมีบทบาทอย่างเต็มที่ สำหรับองค์ประกอบของไขมันถั่วเหลืองมีไตรกลีเซอไรด์ร้อยละ 88.1 ฟอสโฟลิปิดร้อยละ 9.8 ไกลโคลิปิดร้อยละ 1.6 สเตอรอลร้อยละ 0.33 ไตโคเฟอรอลร้อยละ 0.18 ไฮโดรคาร์บอน (สควอลีน) ร้อยละ 0.014 และกรดไขมันอิสระร้อยละ 0.5 นอกจากนี้ยังมีจี๊ฟง สารให้สี และเกลือแร่เล็กน้อย จี๊ฟงมาจากเยื่อหุ้มเมล็ดส่วนสารให้สีส่วนใหญ่เป็นพวกเบต้าแคโรทีน (Salunkhe และคณะ, 1992)

### บทบาทของไขมันในอาหาร

ไขมัน เป็นส่วนประกอบที่มีอิทธิพลต่อความชุ่มน้ำ(juiciness) รสชาติ กลิ่นรส และความนุ่มของผลิตภัณฑ์พวกไส้กรอก แล้วพบว่าการใช้ไขมันร้อยละ 30 มีผลทำให้ไส้กรอกมีลักษณะ กลิ่น สี เกล็ดเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และการยอมรับที่ดีที่สุด โดยทำให้ได้กรอกมีความนุ่ม ความชุ่มและรสชาติดี แต่ผลิตภัณฑ์มีสีจางลง อย่างไรก็ตามอาหารหลายชนิดก็มีไขมันในส่วนผสม โดยเฉพาะอาหารจากเนื้อสัตว์และธัญชาติ การใช้ ส่วนผสมที่มีไขมันอยู่ด้วย และการใช้น้ำมันบางชนิดในลักษณะของน้ำมันดิบ ทำให้องค์ประกอบอื่นๆ นอกเหนือไปจากน้ำมันมีบทบาทในการประกอบอาหารมาก

### การทำให้เกิดสี

ไขมันในเนื้อสัตว์มักอยู่ร่วมกับโปรตีน เมื่อไขมันเกิดการเติมออกซิเจนจะมีผลให้เหล็กเฟอร์รัส ในไมโอโกลบินเกิดการเติมออกซิเจนเร็วขึ้น และเปลี่ยนเป็นเมทไมโอโกลบิน (metmyoglobin) เนื้อ สัตว์จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลซึ่งจะทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับ เหล็กจากฮีโมโกลบิน และเหล็กจากสาร ประกอบอื่นๆ ที่มีในจากฮีมจะช่วยเร่งให้การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกิดเร็วขึ้น การเปลี่ยนแปลงดังกล่าว จะเกิดเร็วมากในเนื้อแห้ง น้ำมันหมูก็เป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในรูปของลิปิดและมักเกิดสีเข้ม เป็นลิปิดทำ ค้จากการเจียวเนื้อไขมันด้วยความร้อนถ้าอุณหภูมิที่ใช้เจียวสูงมากสีจะเข้มมากขึ้น เป็นสีที่เกิดจากการ สลายตัวของโปรตีนและคาร์โบไฮเดรต อาจมีสีเหลืองเข้มหรือสีแดง เมื่อนำน้ำมันหมูไปประกอบ อาหารจะทำให้อาหารมีสีเข้มไปด้วย แป้งถั่วเหลืองไขมันเต็มที่ได้เก็บไว้นานจะมีสีเหลืองเข้ม เกิดจากไขมันมีการเติมออกซิเจน ทำให้เกิดสารประกอบให้สี chroman-5,6-quinones

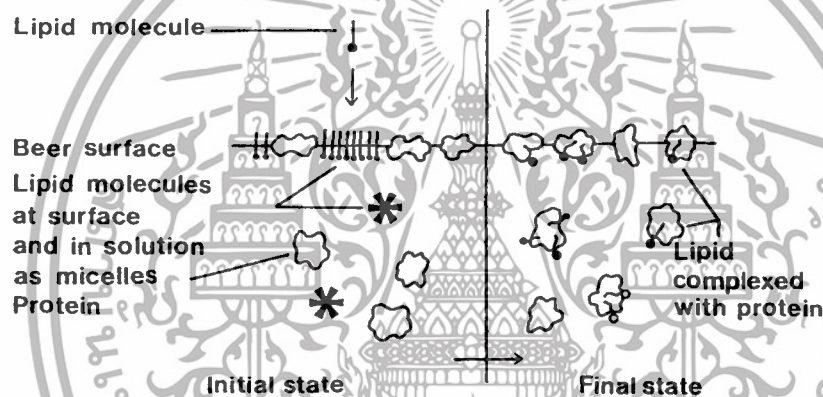
### การทำให้อาหารมีกลิ่นผิดปกติ

กลิ่นที่เกิดจากไขมันในอาหารมีสาเหตุจาก 3 ประการ คือ ประการแรกเป็นกลิ่นที่เกิดจากสารที่ มีอยู่แล้วในไขมัน ประการที่สองเป็นกลิ่นของสารที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และประการที่ สามเป็นกลิ่นที่มาจากสารที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำให้น้ำมันบริสุทธิ์ สำหรับประการแรกนั้นเกิดขึ้น โดยการใช้อัตดุคที่มีไขมันอยู่ในองค์ประกอบอาหาร เช่น แป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม ถั่วลิสงคั่ว งาคั่ว น้ำมันหมู เนื้อสัตว์ เป็นต้น วัตดุคเหล่านี้มีองค์ประกอบของไขมันหลายชนิดที่มีกลิ่นผิดปกติ เช่น เทอร์ปีน ฟอสโฟลิปิด น้ำมันและไขมัน เป็นต้น มีพบว่าสารฟอสโฟลิปิดจะทำให้อาหารเนื้อสัตว์มี กลิ่นผิดปกติได้ถึงแม้เนื้อสัตว์นั้นจะมีไขมันต่ำมาก สารฟอสโฟลิปิด เช่น ฟอสฟาติลิลซีรีน และฟอสฟา ติลิลเอทานอลามีนในเนื้อโคและเนื้อสุกรจะทำให้เนื้อสัตว์เหล่านั้นมีกลิ่นเฉพาะเมื่อเกิดการเติม ออกซิเจน เมื่อเก็บอาหารไว้นานกรดไขมันจะเกิดการเติมออกซิเจนให้สารประกอบอัลดีไฮด์และคีโตน หลายชนิด เช่น เมทิลคีโตน โนนิลคีโตน เป็นต้น เป็นสารที่มีกลิ่นผิดปกติ การใช้น้ำมันที่ผ่านชั้น คอนการทำบริสุทธิ์มาแล้วก็อาจทำให้อาหารมีกลิ่นผิดปกติ โดยเฉพาะน้ำมันพืชที่มีจำหน่ายอยู่ใน ประเทศไทย เนื่องจากน้ำมันพืชเหล่านั้นได้ผ่านชั้นคอนการกำจัดกรดไขมันอิสระด้วยค่า ทำให้เกิด สบู่ขึ้น ถึงแม้จะมีชั้นคอนการกำจัดสบู่ออกไปแล้วก็ตาม แต่ก็อาจมีสบู่หลงเหลืออยู่บ้าง 5-10 ส่วน การใช้น้ำมันดังกล่าวในการประกอบอาหารจึงมีกลิ่นสบู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การป้องกันมิให้อาหารเกิดฟอง

ไขมันสามารถป้องกันการเกิดฟองในอาหารได้ โดยเฉพาะฟองที่เกิดจากโปรตีน ไขมันที่ทำหน้าที่ป้องกันการเกิดฟองได้ดีจะต้องมีคุณสมบัติเป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ เมื่อโปรตีนสัมผัสกับสารไขมันดังกล่าวจะรวมตัวกันและกระจายออกไป ไม่เกาะอยู่ที่ผิวของฟองอีก ฟองจึงแตกออก(ดังภาพที่ 1) การใส่ไขมันลงในอาหารก่อนการเกิดฟองควรให้นานพอสมควร ประสิทธิภาพการป้องกันฟองจะดีขึ้น อาหารบางชนิดต้องการให้เกิดฟองอยู่ตัวดี จะต้องพยายามลดปริมาณไขมันให้ต่ำลง โดยเฉพาะเบียร์ เนื่องจากไขมันนอกจากจะป้องกันการเกิดฟองแล้วยังทำให้กลิ่นรสของเบียร์เสียไปด้วยเมื่อเก็บไว้นาน การใส่ isohumulones ร่วมกับอนุภาคโลหะก็จะช่วยให้ฟองเบียร์อยู่ตัวดีขึ้น การปฏิบัติเช่นนี้ทำให้โปรตีนจับตัวกันแน่น ไม่รวมตัวกับไขมัน



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการทำลายฟองของลิปิดในเบียร์

ที่มา Pomeranz, 1991

### การทำให้อาหารเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อ

เมื่อเก็บเนื้อสัตว์ไว้นานปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มมากขึ้น จะมีผลให้โปรตีนเปลี่ยนแปลงไป ลักษณะเนื้อและความสามารถในการอุ้มน้ำจะเสียไป การเพิ่มปริมาณกรดไขมันอิสระเป็นผลมาจากการทำงานของเอนไซม์ฟอสโฟไลเปสเอ(phospholipase A) และเอนไซม์ไลโซโซมัลไลเปส(lisosomal lipase) การแตกตัวของกรดไขมันจะเกิดเร็วขึ้นมากในกล้ามเนื้อสีเข้ม การแช่แข็งซ้ำๆหรือการเก็บรักษาที่อุณหภูมิไม่คงที่ จะเร่งให้ปล่อยเอนไซม์ออกมาเร็วขึ้น ซึ่งจะมีผลให้เกิดกรดไขมันอิสระมากขึ้น เมื่อได้รับความร้อนไขมันจะเปลี่ยนเป็นน้ำมันและไหลออกมา ในขณะที่เดียวกันกรดไขมันที่ให้แก่กลิ่นก็ระเหยออกไป นอกจากนี้ยังเกิดการสลายตัวของน้ำหรือเกิดการเติมออกซิเจน เนื้อสัตว์ทุกที่นำออกมาจากห้องแช่แข็งแล้วทำให้ร้อนจะมีกลิ่นอับ เนื่องจากฟอสโฟลิปิดส่วนหนึ่งถูกเติมออกซิเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โคเลสเตอรอล (cholesterol) เป็นสารอาหารประเภทไขมันที่มีสูตรโครงสร้างเป็นสเตอรอล ไม่สามารถให้พลังงานแก่ร่างกาย พบได้ในเนื้อเยื่อและอวัยวะของสัตว์ทุกชนิดในปริมาณที่แตกต่าง ไม่พบในอาหารที่มีต้นตอจากพืช เป็นสเตอรอลอย่างเดียวกับที่ผ่านผนังลำไส้ได้ ลักษณะคล้ายขี้ผึ้งสีขาว ร่างกายมนุษย์ได้รับโคเลสเตอรอล 2 ทางคือจากการสังเคราะห์ขึ้นเอง (endogenous origin) และได้รับจากอาหาร (exogenous origin) ร่างการสังเคราะห์โคเลสเตอรอลขึ้นได้เอง โดยเริ่มจากสารที่เรียกว่า อะซิทิลโคเอนไซม์ เอ (Acetyl coenzyme A) ที่ได้จากการเผาผลาญสารอาหารพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีนและไขมันในร่างกาย การสร้างและการสลายตัวของโคเลสเตอรอลในร่างกายเกิดขึ้นตลอดเวลา และถูกขับออกจากร่างกายในรูปของน้ำดีเมื่อปล่อยเข้าสู่ลำไส้เล็ก เพื่อช่วยย่อยไขมัน การสร้างโคเลสเตอรอลในร่างกายเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา โดยที่ตับจะทำหน้าที่เปลี่ยนโคเลสเตอรอลให้เป็นกรดน้ำดี และกรดน้ำดีก็จะถูกเปลี่ยนเกลือน้ำดี ซึ่งจะช่วยให้ไขมันแตกตัวเป็นโมเลกุลเล็กๆ และดูดซึมเข้าร่างกายได้ดีขึ้น ปริมาณของโคเลสเตอรอลที่ร่างกายสร้างขึ้นประมาณ 15-20 กรัมต่อวัน ส่วนที่ร่างกายได้รับจากอาหารมีเพียง 0.3 กรัมต่อวัน ซึ่งโคเลสเตอรอลที่ได้จากอาหารส่วนใหญ่เป็นโคเลสเตอรอลเอสเทอร์ (cholesterol ester) และถูกขับออกในสภาพของน้ำดี ระดับโคเลสเตอรอลในเลือดของคนปกติอายุระหว่าง 20-50 ปี จะประมาณ 200 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร

โคเลสเตอรอล ที่มีในร่างกายสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด ตามความหนาแน่น คือ

1.Low density lipoprotein cholesterol (LDL-C) เป็นโคเลสเตอรอลที่มีความหนาแน่นต่ำ LDL-C เป็นตัวเริ่มต้นของการสังเคราะห์สเตอรอยด์ฮอร์โมน และเป็นส่วนประกอบของกรดน้ำดี แต่ถ้าร่างกายมี LDL-C ในปริมาณมาก จน receptor รับไม่ได้ หรือเกิดความผิดปกติทางกรรมพันธุ์ ขาด receptor หรือ receptor ไม่เพียงพอจะทำให้เกิดความผิดปกติของหลอดเลือด

2.High density lipoprotein cholesterol (HDL-C) เป็นโคเลสเตอรอลที่มีความหนาแน่นสูง ในโมเลกุลของโคเลสเตอรอลจะมี HDL-C อยู่ร้อยละ 20 ถ้ามีระดับต่ำกว่านี้จะมีภาวะเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจและภาวะหลอดเลือดแดงแข็ง

ร่างกายสูญเสียโคเลสเตอรอลได้ 2 ทางคือ

1. โดยการถูกออกซิไดส์ที่ตับให้กลายเป็นน้ำดีซึ่งน้ำดีนี้ช่วยในการย่อยและดูดซึมของไขมัน

2. โดยการขับถ่ายออกไปที่ลำไส้ใหญ่กับอุจจาระปนกับน้ำดีที่ลำไส้เล็กและปนไปกับอาหารที่ไม่ถูกดูดซึมแต่เนื่องจากน้ำดีมักจะถูกดูดซึมกลับไปเป็นน้ำดีใหม่ เพราะฉะนั้นโคเลสเตอรอลจะถูกขับออกมาได้เพียงนิดเดียว ปริมาณของโคเลสเตอรอลที่มีอยู่ในอุจจาระมีเพียง 0.5 กรัมต่อวันเท่านั้น ดังนั้นถ้าเรากินอาหารที่มีโคเลสเตอรอลมากจะเกิดการสะสมโคเลสเตอรอลมากขึ้น เนื่องจากร่างกายขับโคเลสเตอรอลทางอุจจาระได้น้อย และถ้ามีปริมาณโคเลสเตอรอลในเลือดสูงเป็นเวลานานอาจไปจับเกาะที่ผนังเส้นเลือด ทำให้เส้นเลือดแข็งขึ้นและเสียความยืดหยุ่น นอกจากนี้ยังอาจไปอุดทางเดินของโลหิต ทำให้ไหลไม่สะดวก หัวใจต้องทำงานมากขึ้นในการสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงร่างกาย จึงเป็นสาเหตุอันหนึ่งที่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้เกิดแรงดันเลือดสูงและโรคหัวใจได้ง่าย ถ้าหลอดเลือดที่ไปเลี้ยงหัวใจแข็งตัวหรือตีบตัน กล้ามเนื้อหัวใจจะขาดเลือดไปหล่อเลี้ยง หัวใจจะหมดสมรรถภาพในการทำงาน หรือเกิดโรคหัวใจวายขึ้น ถ้าหลอดเลือดไปเลี้ยงสมองตีบตัน หลอดเลือดอาจแตกทำให้เป็นอัมพาตและอาจถึงตายได้ นอกจากนี้อันตรายที่กล่าวมาข้างต้น ยังอาจทำให้เกิดโรคไต ประสิทธิภาพการขับถ่ายของเสียของไตลดลง นานเข้าอาจเป็นอันตรายถึงกับเสียชีวิตได้ สำหรับผู้ที่มีโคเลสเตอรอลในเลือดสูงกว่าคนปกติ นั้น ถ้ามีน้ำหนักร่างกายมากเกินไปจนขนาดหรือเป็นโรคอ้วน โอกาสที่จะเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือดจะมีมากกว่าคนที่ มีน้ำหนักปกติ

### หน้าที่ของโคเลสเตอรอล

1. เป็นส่วนประกอบของเซลล์โดยเฉพาะเซลล์ของระบบประสาท มีโคเลสเตอรอลอยู่มาก
2. เป็นสารตั้งต้นของกรดน้ำดีและฮอร์โมนเพศ จำนวนเอสโตรเจน (estrogen) แอนโดรเจน (androgen) และ โปรเจสเตอโรน (progesterone) ตลอดจนฮอร์โมนของต่อมหมวกไต
3. เป็นสารตั้งต้นของเซโรโทนิน โครโคเลสเตอรอล ซึ่งเมื่อถูกแสงอัลตราไวโอเล็ต จะเปลี่ยนเป็นวิตามินดี 3 ในผิวหนัง
4. เป็นฉนวนของเส้นใยประสาท

### แหล่งของน้ำมันและไขมันจากอาหาร

จำแนกตามประเภทของอาหารที่เป็นต้นกำเนิดได้ 2 พวก

1. พวกน้ำมันและไขมันจากพืช เป็นน้ำมันที่สกัดจากส่วนต่างๆของพืช เช่น
  - น้ำมันสกัดจากส่วนเมล็ด เช่น น้ำมันที่สกัดจากข้าวโพด เมล็ดฝ้าย งา ถั่วลิสง ถั่วเหลือง เมล็ดดอกทานตะวัน
  - น้ำมันสกัดจากส่วนเนื้อหุ้มเมล็ด เช่น น้ำมันสกัดจากมะกอก น้ำมันรำ ปาล์ม
  - น้ำมันสกัดจากเนื้อในเมล็ด เช่น น้ำมันที่สกัดจากมะพร้าว
  - เนยเทียมได้จากส่วนผสมของน้ำมันพืชต่างๆ

น้ำมันและไขมันจากพืชทั่วไปยกเว้น มะพร้าว โกโก้ และปาล์ม มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวและ

กรดไขมันจำเป็นมากกว่าไขมันจากสัตว์ โดยเฉพาะกรดไขมันกลุ่มโอเมก้า 6 เช่น กรดไลโนเลอิก มีประโยชน์ช่วยลดระดับโคเลสเตอรอลในเลือด แต่มีข้อเสียคือลด HDL-cholesterol ด้วย นอกจากนี้พบว่าน้ำมันพืชที่สกัดจากเมล็ดพืชจะมีกรดไลโนเลอิกสูงกว่าน้ำมันที่สกัดจากเนื้อพืช

2. น้ำมันสัตว์ เป็นน้ำมันที่ได้จากไขมันสัตว์ ไขมันสะสมในสัตว์และไขมันที่แทรกปะปนอยู่ในอวัยวะต่างๆ

- ไขมันและน้ำมันจากผลิตภัณฑ์นม เช่น เนย ครีม (ได้จากน้ำมันที่แยกเอาส่วนไขมันออก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ไขมันและน้ำมันจากสัตว์ เช่น น้ำมันหมู เนื้อหมู เนื้อวัว เนื้อแกะ เนื้อไก่
  - ไขมันและน้ำมันจากสัตว์น้ำเค็ม เช่น น้ำมันปลาสกัดจากเนื้อปลา หนัง หัวและหางของปลาทะเล น้ำมันตับปลา สกัดจากตับของปลาทะเล
- น้ำมันและไขมันจากสัตว์ มีโคเลสเตอรอลและกรดไขมันส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันอิ่มตัว

## วุ้นเชลลูโลส

วุ้นเชลลูโลสเป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตรที่ผลิตจากน้ำมะพร้าวแก่ที่เหลือทิ้ง นำมาเป็นวัตถุดิบ หมักด้วยวิธีการง่ายๆ กับเชื้อแบคทีเรียที่สร้างกรดอะซิติกหรือกรดน้ำส้มสายชู เมื่อได้แผ่นวุ้นแล้วสามารถนำมาแปรรูปเป็นอาหารคาว-หวาน ได้มากมายหลายชนิด และยังได้น้ำส้มสายชูหมักเป็นผลพลอยได้อีกอย่างหนึ่งหลังจากการผลิตวุ้นเชลลูโลส

วุ้นเชลลูโลสมีชื่อเรียกหลายอย่างด้วยกัน อาจเรียกว่า วุ้นน้ำมะพร้าว วุ้นน้ำส้ม วุ้นสวรรค์ เคิร์สเซีย หรือลูกมะพร้าว แผ่นวุ้นมีลักษณะเป็นเยื่อเหนียว มีสีขาวหรือครีม การจะผลิตวุ้นเชลลูโลสให้ได้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพดี คือ มีเนื้อวุ้นที่เนียนนุ่ม เหนียวพอเหมาะ ไม่เป็นเส้นใยนั้น มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

### 1. เชื้อวุ้นที่ใช้ในการหมัก

เชื้อวุ้นที่ใช้ในการหมักวุ้นเชลลูโลสเป็นแบคทีเรียที่พบในการหมักน้ำส้มสายชูตามธรรมชาติทั่วไป มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Acetobacter aceti* subspecies *xylinum* หรือ *A. xylinum* แต่ถ้าหากต้องการจะผลิตวุ้นให้ได้ผล และมีประสิทธิภาพดี ควรใช้เชื้อบริสุทธิ์ที่แยกและคัดเลือกแล้วว่าเหมาะสมสำหรับการผลิตวุ้นเชลลูโลสโดยเฉพาะ เชื้อนี้จะมีลักษณะเป็นท่อน ขนาด 2 x 0.6 ถึง 0.8 ไมครอน มี G-C content ของ DNA 55-64 mole% เมื่อเลี้ยงบนอาหารวุ้นมีโคโลนิคกลม นูน ทึบแสง สีน้ำตาลอ่อน ผิวเรียบมันขนาด 1-2 มม. จะสามารถสร้างวุ้นได้ดีที่อุณหภูมิ 28-32 องศาเซลเซียส ในอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ (pH) ระหว่าง 4 ถึง 5 ปริมาณของเชื้อที่ใช้ในการผลิตวุ้นเชลลูโลสจะต้องใช้ในปริมาณที่มากพอ เพื่อให้สร้างวุ้นในช่วงแรกได้ทันกับเชื้อที่อาจติดมากับน้ำมะพร้าวหรือเชื้อที่ปนเปื้อนลงในระหว่างการหมัก โดยพบว่าปริมาณเชื้อเริ่มต้นที่เหมาะสมที่สุดควรอยู่ในช่วง 10-20 % จะทำให้ได้ผลผลิตวุ้นมากที่สุด ถ้าใช้ปริมาณเชื้อเริ่มต้นมากขึ้นกลับปรากฏว่าได้ผลผลิตต่ำลง

### 2. น้ำมะพร้าว

น้ำมะพร้าวที่ใช้ควรเป็นมะพร้าวแก่ เพราะเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและอุตสาหกรรมที่หาง่ายและมีคุณค่าทางอาหารเหมาะสมกับการเจริญของเชื้อวุ้นอยู่แล้ว โดยเลือกน้ำมะพร้าวที่สดและใหม่ มีไขมันน้อย ไม่มีการปนเปื้อนของน้ำมะพร้าวที่เน่าเสียมาก่อน โดยนำมาต้มเพื่อให้ไขมันละลายและฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ปะปนมากับน้ำมะพร้าว ออกซิเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากเชื้อแบคทีเรียที่สร้างวุ้นเซลลูโลสต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโต ดังนั้นในการผลิตวุ้นเซลลูโลส ควรเลือกภาชนะในการหมักที่มีพื้นผิวหน้ากว้าง เพราะเชื้อจะสร้างแผ่นวุ้นเฉพาะส่วนบนของน้ำมะพร้าวเท่านั้น และระหว่างการหมักต้องระวังไม่ให้เกิดการกระทบกระเทือน เพราะเมื่อแผ่นวุ้นบาง วัสดุที่ใช้ในการปิดโหลหมักควรจะระบายอากาศได้ เช่น ผ้าขาวบาง ไม่ควรใช้แผ่นพลาสติก หรือผ้าที่หนาจนเกินไป

### 3. กรดน้ำส้ม (Acetic acid)

ถ้าต้องการผลิตวุ้นเซลลูโลสให้ได้ผลผลิตสูงในเวลาอันสั้น ควรเติมกรดน้ำส้มจากการทดลองของกลุ่มงานวิเคราะห์หิววิจัยวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรและอุตสาหกรรมกองเกษตรเคมีพบว่า ถ้าต้องการเก็บวุ้นเร็วภายใน 10 วันโดยต้องการความหนาของวุ้นประมาณ 1-1.5 ซม. ควรเติมกรดน้ำส้มประมาณ 1-2 % แต่ถ้าต้องการวุ้นหนาประมาณ 1.5-2.5 ซม. โดยปล่อยให้การหมักนานเกิน 10 วัน จะต้องเติมกรดน้ำส้มในปริมาณ 2-2.5 % จึงจะเหมาะสมที่สุด

### 4. ปริมาณน้ำตาล

น้ำตาลเป็นแหล่งของคาร์บอนให้เชื้อเจริญเติบโต และสร้างแผ่นวุ้น ในการหมักวุ้นเซลลูโลสเชื้อสามารถใช้น้ำตาลหลายชนิด เช่น galactose, dextrose, sucrose, lactose, maltose ทั้งนี้พบว่าน้ำตาล dextrose จะให้ความหนาของวุ้นสูงสุด รองลงมาได้แก่ sucrose ถ้าน้ำตาลชนิดอื่นๆ จะให้วุ้นบางและนุ่ม ดังนั้นน้ำตาลที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตวุ้นเซลลูโลสคือ น้ำตาล sucrose หรือน้ำตาลทราย โดยใช้ปริมาณ 5-8 % ถ้าใช้ปริมาณน้ำตาลน้อยกว่า 5 % จะทำให้เนื้อวุ้นเซลลูโลสที่ได้นุ่ม

### 5. สารประกอบไนโตรเจน

การเติมสารประกอบไนโตรเจนในการหมักวุ้นเซลลูโลส จะช่วยเร่งให้การผลิตแผ่นวุ้นได้หนาในเวลาอันสั้น สารที่ใช้ได้ดี คือ แอมโมเนียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต ( $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ) แอมโมเนียมซัลเฟต ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ) โดยใช้ในปริมาณ 0.5-0.6% และถ้าใส่ในปริมาณมากกว่านี้จะทำให้ผลผลิตลดลง

การผลิตวุ้นด้วยเชื้อ *A. xylinum* นี้อาจใช้วัตถุดิบทางการเกษตรอื่นๆ ได้อีก เช่น น้ำตับประคบน้ำย่อย น้ำตาลบีบ และน้ำนมสด เนื้อวุ้นที่ได้จะมีลักษณะคล้ายกันอาจจะมึนกลื่นของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตติดมาบ้าง ทั้งนี้ปัจจัยในการผลิตย่อมแตกต่างกันออกไปบ้าง เช่น ความเข้มข้นของวัตถุดิบ ปริมาณน้ำตาล สารไนโตรเจน และสายพันธุ์ของเชื้อที่ใช้

## วิธีการผลิตวุ้นเซลลูโลสโดยใช้เชื้อ *A. xylinum*

การผลิตวุ้นเซลลูโลสสามารถทำได้ด้วยวิธีง่ายๆ แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ การเตรียมเชื้อหมัก การหมักวุ้น และการแปรรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1. การเตรียมเชื้อหมัก (Starter)

ใช้น้ำมะพร้าวสดและใหม่จำนวน 300 ml เติมน้ำตาลทราย 15 กรัม (5%) นำไปนึ่งฆ่าเชื้อหรือต้มให้เดือด บรรจุในขวดแก้วที่สะอาด ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วเติมเชื้อบริสุทธิ์ *A. xylinum* ปิดภาชนะด้วยลากลีหรือผ้าขาวบาง ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 1-2 วัน จนเกิดเป็นชั้นวุ้นบางๆ ขึ้น

### 2. การหมักวุ้น

เตรียมน้ำมะพร้าว 1.5 ลิตร เติมน้ำตาลทราย 75 กรัม นำไปต้มให้เดือด บรรจุในภาชนะทนกรด และปากกว้างเพื่อให้เชื้อได้รับออกซิเจนและสะดวกในการเก็บผลผลิต เช่น โหลแก้ว ถาดสเตนเลส หรืออ่างเคลือบ ทิ้งให้เย็น เติมกรดน้ำส้มเข้มข้น 7.5 มล. เติมเชื้อหมักที่เตรียมไว้ อาจเติมแอมโมเนียไดไฮโดรเจนฟอสเฟต หรือแอมโมเนียมซัลเฟต 0.1-0.5% เพื่อให้เกิดแผ่นวุ้นหนาและเร็วขึ้น (ไม่จำเป็นต้องเติมเมื่อใช้เชื้อ *A. xylinum* Agr.60 เนื่องจากให้ผลไม่แตกต่างกันนัก ไม่คุ้มกับการเพิ่มต้นทุนการผลิต) ปิดด้วยผ้าขาวบาง 3-4 ชั้น ตั้งทิ้งไว้โดยระมัดระวังไม่ให้กระเทือน เพราะแผ่นวุ้นจะจมหากแผ่นวุ้นจมจะได้แผ่นวุ้นไม่หนาและเชื้อจะสร้างวุ้นแผ่นใหม่ขึ้นที่ผิวหน้าแทนวุ้นแผ่นเดิม เมื่อครบ 10-15 วัน จะได้แผ่นวุ้นหนา 1.0-2.5 ซม. จึงเก็บแผ่นวุ้นขึ้น โดยระวังเรื่องความสะอาดของวัสดุที่ใช้เก็บเพื่อป้องกันการปะปนของเชื้อรา เพราะน้ำที่เหลือเมื่อตั้งทิ้งไว้จะได้แผ่นวุ้นเกิดขึ้นใหม่และเก็บต่อไปได้อีกจนกว่าน้ำจะแห้ง หรือจะแบ่งน้ำที่เหลือจากการหมักนี้ไปทำเชื้อหมักในการหมักครั้งต่อไป

### 3. การแปรรูป

แผ่นวุ้นเซลลูโลสที่ผลิตได้ สามารถเก็บไว้ได้นานหลายเดือน เมื่อทิ้งไว้ในน้ำมะพร้าวที่หมัก และเมื่อเก็บขึ้นแล้วนำมาล้างจะเก็บโดยแช่ในน้ำสะอาดไว้ในตู้เย็นได้ 1-2 เดือน แต่ถ้านำมาต้มให้สุกจะเก็บได้ไม่นานเท่าวุ้นที่ยังไม่ได้ต้ม แผ่นวุ้นเซลลูโลสที่เก็บใหม่ๆจะมีรสเปรี้ยวและมีกลิ่นกรดน้ำส้มปะปนอยู่ก่อนนำมาประกอบอาหารจะต้องล้างให้สะอาด ถ้าต้องการให้มีสีขาวใสจะนำไปแช่ในไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ( $H_2O_2$ ) 1-2% ประมาณ 6-12 ชม. หรือแช่ค้ำคืน แล้วจึงนำมาต้มและแช่น้ำไว้ เปลี่ยนน้ำ 2-3 ครั้ง จนหายเปรี้ยวและหมดกลิ่นกรด จึงนำมาประกอบอาหารได้

### ส่วนประกอบและคุณค่าทางอาหารของวุ้นเซลลูโลส

วุ้นเซลลูโลสนอกจากจะผลิตง่าย ต้นทุนในการผลิตต่ำ ยังมีคุณค่าทางอาหาร คือมีแร่ธาตุและวิตามินต่างๆ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบของวุ้นเซลล์ูโลส

ผลการตรวจวิเคราะห์โดย

	Araceli	กรมวิทยาศาสตร์บริการ	กองเกษตรเคมี	
น้ำ	67.6	94.4	94.6	เปอร์เซ็นต์
ไขมัน	0.2	0.05	0.06	”
ไฟเบอร์	-	1.10	1.15	”
โปรตีน	nil	0.68	0.84	”
เถ้า	-	0.77	0.10	”
คาร์โบไฮเดรต	-	3.00	3.20	”
แคลเซียม	12	34.5	5.20	มิลลิกรัม/100กรัม
เหล็ก	5	0.20	-	”
ฟอสฟอรัส	2	22.0	5.70	”
วิตามินบี 1	Trace	0.01	-	”
วิตามินบี 2	0.01	0.02	-	”
ไนอาซีน	-	0.22	0.22	”

ที่มา : สมคิต. 2531

### อิมัลชัน

ปกติของเหลวสองชนิดซึ่งไม่เข้ากันเมื่อถูกนำมารวมกันจะแยกกันอยู่เป็น 2 ชั้น เนื่องจากเกิดแรงดึงระหว่างผิวขึ้น แต่เมื่อมีการเขย่าซึ่งเป็นการเพิ่มพลังงานและเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างของเหลวทั้งสอง จะทำให้ของเหลวนั้นกระจายตัวเป็นหยดเล็กๆ ในกันและกันได้ และมีลักษณะของอิมัลชันเกิดขึ้น แต่เป็นเพียงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นชั่วคราว ซึ่งหลักการทางเทอร์โมไดนามิกข้ออธิบายได้ว่า การเขย่าเป็นการเพิ่มพลังงานอิสระที่พื้นที่ผิว(surface free energy) ของเหลวจึงเข้ากันได้ชั่วคราว สถานะนี้ถือว่าไม่คงสภาพ เพราะเมื่อหยดเขย่าหยดของเหลวเหล่านั้นจะพยายามกลับมารวมตัวกันและแยกชั้นดั้งเดิม เนื่องจากมีการปรับสถานะให้เข้าสู่จุดคงสภาพ โดยการลดพื้นที่ผิวการสัมผัสระหว่างกันให้น้อยที่สุด

เหตุการณ์ดังกล่าวนี้สามารถเกิดขึ้นอย่างถาวร กล่าวคือเกิดการกระจายตัวเป็นหยดเล็กๆ ในกันและกันของของเหลวทั้งสองชนิด โดยที่ยังคงสภาพอยู่ ซึ่งไม่กลับแยกชั้นดั้งเดิมได้โดยการเติมอิมัล

### ซีไฟเออร์ลงไปก่อนการเขย่า

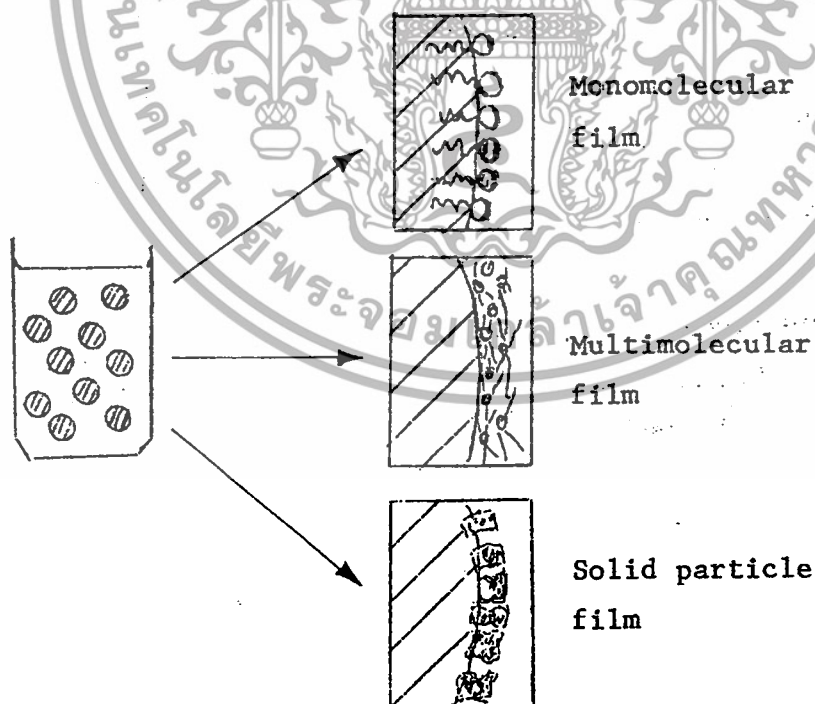
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น การเกิดอิมัลชันได้ต้องอาศัยขบวนการ 2 ขั้นตอนคือ

1. การทำให้ของเหลวที่เป็นวัฏภาคภายในแตกกระจายเป็นหยดเล็กๆ โดยอาศัยการให้พลังงาน ซึ่งอาจใช้ในรูปแบบของความร้อน(heat) การคนหรือเขย่า(mechanical agitation) การสั่นสะเทือนโดยคลื่นเสียง(Ultrasonic vibration) หรือไฟฟ้า(electricity) เป็นต้น
2. การทำให้หยดเล็กๆ ที่กระจายตัวอยู่นั้นคงสภาพอยู่ได้ซึ่งอาศัยอิมัลซิไฟเออร์ดังกล่าวแล้ว มีผู้อธิบายกลไกการทำงานของอิมัลซิไฟเออร์ไว้ดังนี้

2.1 ลดแรงตึงผิวของของเหลวทั้งสอง เป็นการลดพลังงานอิสระที่พื้นผิวด้วย ทำให้โอกาสที่หยดวัฏภาคซึ่งกระจายตัวอยู่นั้นรวมตัวกันได้น้อยลง เป็นการเพิ่มความคงตัวของเทอร์โมไดนามิกส์

2.2 เกิดฟิล์มที่แข็งแรงและลักษณะการเรียงตัวของโมเลกุลของฟิล์มนี้แตกต่างกันออกไปแล้วแต่ชนิด และความเข้มข้นของตัวทำอิมัลชันที่ใช้ ฟิล์มอาจมีการเรียงตัวเป็นโมเลกุลเดี่ยว (monomolecular film) โดยหันด้านมีประจุเข้าหาวัฏภาคน้ำ ด้านไม่มีประจุเข้าหาวัฏภาคน้ำมัน ฟิล์มชนิดนี้มักเกิดจากการใช้สารลดแรงตึงผิวเป็นตัวทำอิมัลชัน หรือมีการเรียงตัวซ้อนกันของโมเลกุล (multimolecular film) เกิดจากการใช้คอลลอยด์ที่ขบน้ำเป็นตัวทำอิมัลชัน หรือมีการเรียงตัวของอนุภาคเล็กละเอียดของแข็ง (solid particle film) ซึ่งเกิดจากการใช้ของแข็งเล็กละเอียดบางชนิดซึ่งดูดซับที่ผิวของวัฏภาคทั้งสองได้ ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงชนิดของฟิล์มที่ผิวประจันระหว่างน้ำและน้ำมันที่เกิดจากตัวทำอิมัลชันชนิดต่างๆ

กรณีที่ทำอิมัลชันเป็นชนิด O/W  น้ำมัน  น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟิล์มที่เกิดขึ้นรอบหยดตัวภาคภายในนี้ทำหน้าที่เป็นกั้นชน (mechanical barrier) ป้องกันการสัมผัสกันโดยตรงของหยดตัวภาคภายใน ซึ่งกลไกข้อนี้ถือว่าสำคัญที่สุด เพราะตราบโคที่กั้นชนนี้ยังคงอยู่ จะไม่ทำให้หยดตัวภาคภายในรวมตัวกันได้ ความแข็งแรงของกั้นชนนี้ยังขึ้นกับปริมาณของอิมัลซิไฟเออร์ที่ใส่ลงไปด้วย ถ้ามีปริมาณมากพอ การเรียงตัวของโมเลกุลบนฟิล์มก็จะหนาแน่น (closely packed) ทำให้อิมัลชันมีความคงตัวมากขึ้น

มีผู้ศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติหรือพฤติกรรมของฟิล์มที่เกิดขึ้นระหว่างผิวนี้เรื่อยมา จนในปัจจุบันมีสมมุติฐานใหม่อธิบายว่า อิมัลชันที่คงตัวนั้นเชื่อว่าเกิดจากมีชั้นของผลึกของเหลว (liquid crystalline layers) อยู่ระหว่างผิวของหยดตัวภาคภายในกับตัวภาคภายนอก โดยมีโครงสร้างเป็นสามมิติ ดังภาพที่ 3

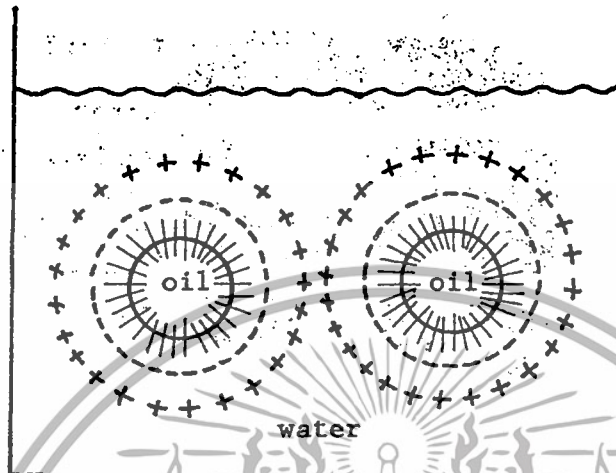


ภาพที่ 3 lamellar liquid crystal ซึ่งประกอบด้วย น้ำ-ตัวทำอิมัลชัน-น้ำมัน-ตัวทำอิมัลชัน-น้ำ เรียงตัวอย่างต่อเนื่องกัน

ข้ออธิบายใหม่นี้ ยังอาจใช้ศึกษาเพื่ออธิบายปฏิกิริยาระหว่างกันของหยดตัวภาคภายใน ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้อิมัลชันเกิดการรวมตัวกันและแยกชั้นได้ต่อไปและเชื่อกันว่าใช้อธิบายกลไกการทำงานของอิมัลซิไฟเออร์ที่เป็นสารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุ (nonionic emulsifier) โปรตีน (proteins) และ คอลลอยด์ (macromolecular gums) ซึ่งทำให้อิมัลชันคงสภาพได้ด้วย

2.3 เกิดชั้นคู่ของไฟฟ้าสถิตเป็นกั้นชนทางไฟฟ้า (electrical double layer) ซึ่งกั้นชนทางไฟฟ้านี้เกิดจากกลุ่มโมเลกุลที่มีประจุ (electrically charged groups) ซึ่งอยู่รอบๆตัวภาคภายใน กลไกนี้ใช้อธิบายอิมัลชันชนิด O/W ได้เป็นอย่างดี ตัวอย่างที่เห็นชัดคือ การใช้ sodium soap เป็นอิมัลซิเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฟเออร์ โมเลกุลที่เรียงตัวเป็นฟิล์มห่อหุ้มหยดวตภาคภายในจะหันด้านหัวที่เป็นไอออนเข้าหาวตภาคน้ำ และหางซึ่งเป็นไฮโดรคาร์บอนเข้าหาวตภาคน้ำมัน ไอออนที่มีประจุลบซึ่งเกิดจาก carboxylate group รอบหยดวตภาคภายในจะถูกล้อมรอบด้วยประจุบวกอีกชั้น ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ลักษณะการเรียงตัวของฟิล์มที่ห่อหุ้มหยดน้ำมันของตัวทำอิมัลชันชนิดประจุลบ

ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เกิดจากไอออนประจุลบนี้จะผลักดัน ทำให้หยดน้ำมันมีโอกาสเข้าใกล้กัน

อย่างไรก็ตามแม้ว่าอิมัลซิไฟเออร์แต่ละชนิดซึ่งทำหน้าที่ในการทำให้เกิดอิมัลชันและรักษาความคงตัวของผลิตภัณฑ์ไว้ได้นั้นอาจอาศัยกลไกอย่างใดอย่างหนึ่งหรือมากกว่า 1 อย่าง และอาจมีกลไกการทำงานต่างกันไปบ้าง แต่ข้อสำคัญคือต้องเป็นสารที่สามารถถูกดูดซับอยู่ที่ผิวประจันระหว่างวตภาคทั้งสองได้ และสร้างฟิล์มหรือกั้นจนลักษณะใดก็ได้ โดยปริมาณของอิมัลซิไฟเออร์ต้องมากพอที่จะเกิดฟิล์มที่แข็งแรงหนาแน่นรอบหยดวตภาคภายใน จึงจะถือว่าอิมัลซิไฟเออร์ทำหน้าที่ได้อย่างสมบูรณ์

### อิมัลซิไฟเออร์

สารที่ทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์ได้มีมากมายหลายชนิด ซึ่งพอจะแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ดังนี้

1. สารลดแรงตึงผิว (surfactants) เป็นสารที่มีโมเลกุลทั้งส่วนที่ชอบน้ำและชอบน้ำมัน ดังนั้นการละลายของสารกลุ่มนี้ทำนายได้จากค่า HLB (Hydrophilic-lyophilic balance) ซึ่งเป็นค่าสมดุลของส่วนที่ชอบน้ำกับชอบน้ำมัน ค่านี้ถูกกำหนดขึ้นจากการศึกษาสารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุ (Nonionic surfactant) ในการกระจายตัวในน้ำ โดยทั่วไปสารลดแรงตึงผิวมีค่า HLB สูงคือ 8-18 จะละลายน้ำได้ ทำให้เกิดอิมัลชันชนิด O/W (บางคนยึดค่า HLB > 7) สารลดแรงตึงผิวที่มีค่า HLB ต่ำคือ 4-6 จะละลายน้ำไม่ได้ ทำให้เกิดอิมัลชันชนิด W/O (บางคนยึดค่า HLB < 7) กรณีของสารลดแรงตึงผิวชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประจุบวกหรือประจุลบ ซึ่งไม่มีค่า HLB นั้น กำหนดชนิดของอิมัลชันได้จากความสามารถในการละลายน้ำเช่นกัน

2. คอลลอยด์ที่ชอบน้ำ (hydrated lyophilic colloids) เป็นสาร โมเลกุลใหญ่ที่ถูกดูดซับ ได้ที่ผิว ประจันระหว่างน้ำกับน้ำมัน แต่ไม่มีผลในการลดแรงดึงระหว่างผิวให้กับของเหลวทั้งสองหรือมีผล น้อยมาก สารเหล่านี้ทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์ได้โดยสร้างฟิล์มชนิดเรียงตัวซ้อนกันห่อหุ้มรอบหยด วัตถุประสงค์ภายใน ซึ่งเป็นกันชนที่แข็งแรงแน่นหนาพอที่จะต้านทานการรวมตัวกันของหยดวัตถุประสงค์ภายใน ได้ดี นอกจากนี้ส่วนที่ละลายน้ำจะช่วยเพิ่มความหนืดให้กับวัตถุประสงค์ภายนอก ทำให้โอกาสที่หยดวัตถุประสงค์ ภายในจะรวมตัวหรือเกาะกลุ่มกันมีน้อยลงสารกลุ่มนี้มักทำให้เกิดอิมัลชันชนิด O/W เพราะช่วยเพิ่ม ความหนืดให้กับน้ำด้วยการใช้สารเหล่านี้เป็นอิมัลซิไฟเออร์จะต้องใช้แรงหรือพลังงานมากในการ เตรียมอิมัลชันเพราะไม่ทำให้แรงดึงระหว่างผิวลดลงมากนัก และต้องควบคุมอัตราส่วนของน้ำ น้ำมัน และอิมัลซิไฟเออร์เป็นอย่างดี ใช้เป็นสารเพิ่มความหนืด คอลลอยด์บางตัวไม่ถูกดูดซับที่ผิวประจัน ของวัตถุประสงค์น้ำและน้ำมัน แต่ช่วยเพิ่มความหนืดของวัตถุประสงค์น้ำโดยการพองตัว

3. อนุภาคของแข็งขนาดเล็กละเอียดบางชนิด (finely divided solid particles) พงละเอียดของ สารกลุ่มนี้ถูกดูดซับ ได้ที่ผิวประจัน โดยมีความสามารถในการเปียกน้ำและน้ำมัน ได้ต่างกัน ทำหน้าที่ เป็นอิมัลซิไฟเออร์โดยการสร้างฟิล์มที่เรียกว่า particulate film สารกลุ่มนี้จะต้องมีพงละเอียดเล็กมาก เมื่อเทียบกับขนาดหยดวัตถุประสงค์ภายใน บางชนิดอาจมีประจุซึ่งทำให้เกิด electrical double layer รอบ หยดวัตถุประสงค์ภายในได้ จะทำให้อิมัลชันยังมีความคงตัวมากขึ้น พงเหล่านี้จะแสดงขั้ว (polar solid) ทำให้เปียกน้ำได้ดีกว่าน้ำมัน และเกิดอิมัลชันชนิด O/W พงที่ไม่แสดงขั้ว (non polar solid) จะเปียกน้ำมัน ได้ดีกว่าน้ำ และเกิดอิมัลชันชนิด W/O ได้แก่ พงถ่าน, glyceryl tristearate เป็นต้น สารกลุ่มนี้ไม่ค่อย นิยมใช้ มักใช้เป็นตัวช่วยทำอิมัลชัน โดยใช้ร่วมกับสารลดแรงดึงผิว

### Emulsifier ที่นิยมใช้ในอาหารต่างๆ

#### Lecithins

Lecithins หรือ phosphotidyl หรือ phosphatides หรือ phospholipids เป็นสารผสมของ phosphatides ซึ่งรวมถึง phosphotidyl choline, phosphotidyl ethanolamine, phosphotidyl inositol และ phosphotidyl serine ด้วย เป็น emulsifier ที่ได้จากรธรรมชาติมีอยู่มากในไข่แดงและถั่วเหลือง ตาม ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 84 อนุญาตให้ใช้ในอาหารหลายชนิด เช่น ใช้ได้ไม่เกิน 5,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมในครีมผงที่รับประทานได้ทันที หรือไม่เกิน 5,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมในนมผง ธรรมดา นมผงพร้อมมันเนยและนมผงขาดมันเนย ใช้ในอาหารรอกได้ไม่เกิน 5,000 มิลลิกรัมต่ออาหารที่ พร้อมที่จะบริโภค 1,000 มิลลิกรัม ใช้ในอาหารเสริมสำหรับเด็กชนิดครบถ้วนได้ไม่เกิน 5,000 มิลลิกรัม ต่ออาหารที่พร้อมที่จะบริโภค 1 กิโลกรัม ใช้ในอาหารเสริมสำหรับเด็กชนิดแบ่งได้ไม่เกิน 15,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมในอาหารที่ปราศจากน้ำ ใช้ในโกโก้ผงผสมน้ำตาลชนิดแห้งได้ไม่เกิน 10,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เป็นต้น

#### **Mono-และ diglycerides**

Mono-และ diglycerides ประกอบด้วย mixed glycerol monoester และ glycerol diester อาจมี glycerol triester อยู่ด้วยเล็กน้อย สำหรับ mono-และ diglycerides นี้เป็น emulsifier ที่มีการนิยมใช้ค่อนข้างแพร่หลาย

#### **Mono-และ diglycerides esters of acetic acid**

Mono-และ diglycerides esters of acetic acid หรือ acetic acid esters of mono- และ diglycerides ประกอบด้วย mixed glycerol esters ของ acetic acid และกรดไขมันจากไขมันที่บริโภคได้ emulsifier ชนิดนี้ กระทรวงสาธารณสุขอนุญาตให้ใช้ได้ไม่เกิน 10,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมในผลิตภัณฑ์เนยเทียมและไอศกรีม เฉพาะผลิตภัณฑ์ไอศกรีมอาจใช้อย่างเดียวหรือใช้ร่วมกับ alginic acid หรือสารอื่นที่กระทรวงสาธารณสุขอนุญาต

#### **Mono-และ diglycerides esters of diacetic acid**

Mono-และ diglycerides esters of diacetic acid ประกอบด้วย mixed glycerol esters ของ diacetic acid และกรดไขมันที่บริโภคได้ ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 84 อนุญาตให้ใช้สารนี้ในผลิตภัณฑ์เนยเทียมและไอศกรีมได้ไม่เกิน 10,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เฉพาะผลิตภัณฑ์ไอศกรีมอาจใช้อย่างเดียวหรือใช้ร่วมกับ alginic acid หรือสารอื่นที่กระทรวงสาธารณสุขอนุญาต

#### **Mono-และ diglycerides esters of citric acid**

Mono-และ diglycerides esters of citric acid หรือ citric acid esters of mono-และ diglycerides ประกอบด้วย mixed glycerol esters ของ citric acid และกรดไขมันจากไขมันที่บริโภคได้ ซึ่งตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 84 อนุญาตให้ใช้สารนี้ในผลิตภัณฑ์เนยเทียมและไอศกรีมได้ไม่เกิน 10,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เฉพาะผลิตภัณฑ์ไอศกรีมอาจใช้อย่างเดียวหรือใช้ร่วมกับ alginic acid หรือสารอื่นที่กระทรวงสาธารณสุขอนุญาต

#### **Mono-และ diglycerides esters of lactic acid**

Mono-และ diglycerides esters of lactic acid หรือ lactic acid esters of mono- and diglycerides ประกอบด้วย mixed glycerol esters ของ lactic acid และกรดไขมันจากไขมันที่บริโภคได้ ซึ่งตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 84 อนุญาตให้ใช้สารนี้ในผลิตภัณฑ์เนยเทียมและไอศกรีมได้ไม่เกิน 10,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เฉพาะผลิตภัณฑ์ไอศกรีมอาจใช้อย่างเดียวหรือใช้ร่วมกับ alginic acid หรือสารอื่นที่กระทรวงสาธารณสุขอนุญาต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### **Mono-และ diglycerides esters of tartaric acid**

Mono-และ diglycerides esters of tartaric acid ประกอบด้วย mixed glycerol esters ของ tartaric acid และกรดไขมันจากไขมันที่บริโภคได้ ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 84 อนุญาตให้ใช้สารนี้ในผลิตภัณฑ์เนยเทียมและไอศกรีมได้ไม่เกิน 10,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เฉพาะผลิตภัณฑ์ไอศกรีมอาจใช้อย่างเดียวหรือใช้ร่วมกับ alginic acid หรือสารอื่นที่กระทรวงสาธารณสุขอนุญาต

### **Mono-และ diglycerides esters of diacetyl tartaric acid**

Mono-และ diglycerides esters of diacetyl tartaric acid หรือ diacetyl tartaric acid esters of mono-and di glycerides ประกอบด้วย mixed glycerol esters ของ diacetyl tartaric acid และกรดไขมันจากไขมันที่บริโภคได้ ซึ่งตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 84 อนุญาตให้ใช้สารนี้ในผลิตภัณฑ์เนยเทียมและไอศกรีมได้ไม่เกิน 10,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เฉพาะผลิตภัณฑ์ไอศกรีมอาจใช้อย่างเดียวหรือใช้ร่วมกับ alginic acid หรือสารอื่นที่กระทรวงสาธารณสุขอนุญาต

### **Polyglycerol esters of fatty acids**

Polyglycerol esters of fatty acids หรือ polyglycerol fatty acid esters หรือ glyceran fatty esters เป็น emulsifier ที่เตรียมได้โดยการ transesterification สารผสมของ polyglycerols และ ไขมันที่บริโภคได้ ซึ่งวิธีการเตรียมแบบนี้อาจมี mono-และ diglycerides หลงเหลืออยู่บ้าง สำหรับ polyglycerol esters of fatty acid นี้ กระทรวงสาธารณสุขอนุญาตให้ใช้ได้ ปริมาณไม่เกิน 5,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมในผลิตภัณฑ์เนยเทียม และไม่เกิน 10,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม เฉพาะไอศกรีมอาจใช้บางอย่างหรือใช้ร่วมกับ alginic acid หรือสารอื่นที่กระทรวงสาธารณสุขอนุญาต

### **Propylene glycol esters of fatty acid**

Propylene glycol esters of fatty acid ประกอบด้วยสารผสมของ Propylene glycol monoester และ diester ของกรดไขมันจากไขมันที่บริโภคได้ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็น monoester อาจเตรียมได้จากการ transesterification ของ propylene glycol กับไขมันที่บริโภคได้ ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 84 อนุญาตให้ใช้สารนี้ในผลิตภัณฑ์เนยเทียมได้ไม่เกิน 10,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

### **polyoxyethylene (20) sorbitan monooleate**

polyoxyethylene (20) sorbitan monooleate หรือ Tween80 ประกอบด้วยสารผสมของ partial esters ของ sorbitol และ mono-และ dianhydrides ของ sorbitol (ซึ่งมี acid value ต่ำกว่า 7.5 และมีความชื้นต่ำกว่า 0.2%) กับ oleic acid แล้ว condensed กับ ethylene oxide 20 โมเลกุลต่อ sorbitol 1 โมเลกุล และ anhydride ของ sorbitol มีค่า HLB 15.0 ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 84 อนุญาตให้ใช้สารนี้ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมได้ไม่เกิน 10,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยอาจใช้อย่างเดียวหรือใช้ร่วมกับ alginic acid หรือสารอื่นที่กระทรวงสาธารณสุขอนุญาต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### **polyoxyethylene (20) sorbitan monostearate**

polyoxyethylene (20) sorbitan monostearate หรือ polysorbate 60 หรือ Tween 60 ประกอบด้วย สารผสมของ partial esters ของ sorbitol และ mono- และ dianhydrides ของ sorbitol (ซึ่งมี acid value ต่ำกว่า 10 และมีความชื้นต่ำกว่า 0.2 %) กับ stearic acid แล้ว condensed กับ ethylene oxide 20 โมเลกุลต่อ sorbitol 1 โมเลกุล และ anhydride ของ sorbitol มีค่า HLB 14.9 ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 84 อนุญาตให้ใช้สารนี้ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและเนยเทียมได้ไม่เกิน 10,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เฉพาะผลิตภัณฑ์ไอศกรีมอาจใช้อย่างเดียวหรือใช้ร่วมกับ alginate หรือสารอื่นที่กระทรวงสาธารณสุขอนุญาต

### **Sorbitan monopalmitate (Span 40)**

Sorbitan monopalmitate ประกอบด้วย esters ของ sorbitol, mono- และ dianhydrides ของ sorbitol กับ palmitic acid มีค่า HLB 6.7 สำหรับ sorbitan monopalmitate นี้ ในประเทศไทยอนุญาตให้ใช้ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 84 ในปริมาณไม่เกิน 10,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

### **Sorbitan monostearate (Span 60)**

sorbitan monostearate ประกอบด้วย esters ของ sorbitol, mono- และ dianhydrides ของ sorbitol กับ stearic acid มีค่า HLB 4.7 ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 84 อนุญาตให้ใช้ในผลิตภัณฑ์เนยเทียมได้ในปริมาณไม่เกิน 10,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

### **Sorbitan tristearate (Span 65)**

Sorbitan tristearate ประกอบด้วย esters ของ sorbitol, mono- และ dianhydrides ของ sorbitol กับ stearic acid มีค่า HLB 2.1 emulsifier ชนิดนี้อนุญาตให้ใช้ในผลิตภัณฑ์เนยเทียมได้ไม่เกิน 10,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 84

### **Polyoxyethylene (20) sorbitan tristearate**

Polyoxyethylene (20) sorbitan tristearate หรือ polysorbate 65 หรือ Tween 65 เป็น emulsifier ที่ประกอบด้วยสารผสมของ partial ester ของ sorbitol และ mono- และ dianhydrides ของ sorbitol (ซึ่งมี acid value ต่ำกว่า 15 และความชื้นต่ำกว่า 0.2%) และ stearic acid แล้ว condensed กับ ethylene oxide 20 molecules ต่อ sorbitol 1 โมเลกุล และ anhydrides ของ sorbitol มีค่า HLB 10.5 สำหรับ polyoxyethylene (20) sorbitan tristearate นี้ ทางกระทรวงสาธารณสุขไทยยังมิได้มีการอนุญาตให้ใช้ในอาหาร แต่ Codex Alimentarius Commissions ได้อนุญาตให้ใช้ใน minarine, margarine, chocolate และ composite filled chocolate ในปริมาณที่ไม่เกิน 10 กรัม/กิโลกรัม

### **Sucrose esters of fatty acids**

Sucrose fatty acid esters เป็น mono-, di- และ tri- esters ของ sucrose และ fatty acids ที่บริโภคได้ อาจเตรียมได้จาก sucrose และ methyl หรือ ethyl esters ของกรดไขมันที่บริโภคได้ หรือโดยการเอกลำเป็นเอกลำที่สองในไว้สำหรับการทำงานเพื่อการศึกษาค้นคว้า เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สกัดจาก sucroglycerides สำหรับ emulsifier ชนิดนี้ยังไม่มี การอนุญาตให้ใช้ในประเทศไทย แต่ Codex Alimentarius Commissions ได้อนุญาตให้ใช้ในผลิตภัณฑ์ margarine และ dry cocoa-sugar mixture ได้ ในปริมาณไม่เกิน 10 กรัม/กิโลกรัม

### Sucroglycerides

Sucroglycerides ได้จากปฏิกิริยาของ sucrose และ ไขมันหรือน้ำมันที่บริโภคได้ โดยอาจจะมีตัว ทำละลายหรือไม่มีตัวทำละลายอยู่ก็ได้ ประกอบด้วย mono- และ di-esters ของ sucrose และกรดไขมัน ที่บริโภคได้ และ mono-, di- และ triglycerides จากไขมันและน้ำมัน สำหรับ sucroglycerides นี้ กระทรวงสาธารณสุขยังมีได้อนุญาตให้ใช้ แต่ Codex Alimentarius Commissions อนุญาตให้ใช้ได้ ใน ปริมาณไม่เกิน 10 กรัม/กิโลกรัมในผลิตภัณฑ์ประเภท margarine

สำหรับอันตรายจากการบริโภค emulsifiers นั้น จากการศึกษาค้นคว้าทดลองพบได้ ดังนี้

Lecithin สำหรับ lecithin นั้น ได้มีการประเมินผลทางด้านความปลอดภัยในการบริโภคสารนี้ นั้น ได้กระทำครั้งแรกในปี 1973 และ Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives ได้ กำหนดค่า Acceptable Daily Intake เป็น not limited เนื่องจากการศึกษาค้นคว้าให้อาสาสมัครบริโภค lecithin ทุกวันในปริมาณ 22-28 กรัมในเวลา 2-4 เดือน ไม่ปรากฏว่าพบอาการผิดปกติเกิดขึ้น และในอีก การทดลองหนึ่งให้อาสาสมัครบริโภค 25-40 กรัมต่อวันเป็นเวลาหลายเดือน ปรากฏว่าไม่พบอาการผิดปกติเช่นกัน เพียงแต่ระดับ serum cholesterol ลดลงเท่านั้น ในปี 1980 Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives ได้ทำการประเมินผลใหม่ แต่เนื่องจากไม่มีข้อมูลใหม่ จึงให้ใช้ค่า Acceptable Daily Intake เดิม

Mono- และ diglycerides การใช้ Mono- และ diglycerides ในอาหารนั้น เฉพาะ Mono- และ diglycerides ที่ประกอบด้วย long-chain saturated fatty acids เท่านั้นที่จะก่อให้เกิดอาการผิดปกติในสัตว์ ทดลอง แต่ Mono- และ diglycerides ที่ใช้อยู่ทุกวันนี้ ไม่พบว่าทำให้เกิดอันตรายต่อสัตว์ทดลองที่ทำการ ทดลองแบบ long-term studies ฉะนั้น Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives ได้ กำหนดว่า Acceptable Daily Intake เป็น not limited

Mono- และ diglycerides esters of acetic acid, mono- และ diglycerides esters of citric acid และ mono- และ diglycerides esters of lactic acid สำหรับ emulsifier ทั้ง 3 ชนิดนี้ Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives ได้กำหนดค่า Acceptable Daily Intake เป็น not limited เนื่องจากการ ศึกษาทดลองพบว่า emulsifier เหล่านี้สามารถถูก hydrolyze ได้ใน gastrointestinal tract ได้อย่าง สมบูรณ์เหมือน glycerides ชนิดอื่นๆ

Mono- และ diglycerides esters of diacetyl tartaric acid สำหรับการใช้นี้เป็น emulsifier ใน อาหารนั้น จากการทดลองแบบ long-term studies ไม่ปรากฏว่าทำให้หนูทดลองเกิดอาการผิดปกติขึ้นแต่ ใดๆ แต่ปัญหาที่พบคือการ hydrolyze ของสารนี้จะเกิดได้ค่อนข้างช้า ฉะนั้นร่างกายอาจดูดซึมเอา เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

สารที่ยังไม่ได้ hydrolyze เข้าไปได้ ค่า Acceptable Daily Intake ที่ Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives ได้กำหนดไว้คือ 0-5 mg/kg body weight

Mixed tartaric, acetic acid fatty acid esters of glycerol จากการศึกษาคอลงแบบทั้ง short-term และ long-term studies ไม่ปรากฏว่าสัตว์ทดลองเกิดอันตรายจากสารนี้แต่อย่างใด และสารนี้สามารถถูก hydrolyze ได้ใน intestinal tract Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives จึงได้กำหนดค่า Acceptable Daily Intake เป็น not limited

polyglycerol esters of fatty acids สำหรับการศึกษาคอลง โดยให้อาสาสมัคร 37 คนที่มีอายุ 19-24 ปี บริโภคอาหารที่มี polyglycerol esters of fatty acids เป็นส่วนผสมอยู่ด้วย ในปริมาณที่ต่างกันตั้งแต่ 2-20 กรัม ไม่ปรากฏว่ามีอาการผิดปกติกับ plasma protein, serum amino acids, thymol turbidity, serum bilirubin, total and free serum cholesterol, serum alkaline phosphatase, SGOT, SGPT, cholinesterase, cholesterol esterase, 24 hour urine volume, urinary creatine, urea output, total and split faecal fat และ total faecal nitrogen แต่ผลการศึกษาทาง biochemical studies ยังไม่สอดคล้องกัน ดังนั้นในขณะนี้ Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives จึงได้กำหนดค่า Acceptable Daily Intake เป็น 0.25 mg/kg body weight โดยคำนวณเป็น polyglycerol esters of palmitic acid

Propylene glycol esters of fatty acids การศึกษาทางชีวเคมีและ short-term studies ของสารชนิดนี้จะถูก hydrolyze เป็น propylene glycol และ fatty acids ฉะนั้นการประเมินผลทางพิษวิทยาของสารนี้ จึงยึดปริมาณของ propylene glycol เป็นหลัก และ Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives จึงได้กำหนดค่า Acceptable Daily Intake เป็น 0.25 mg/kg body weight โดยคำนวณเป็น propylene glycol

Polyoxyethylene(20) sorbitan monoesters of lauric, oleic, palmitic and stearic acid and triester of stearic acid สำหรับการศึกษาคอลงเพื่อประเมินผลทางพิษวิทยาของ emulsifier ในกลุ่มนี้ โดยการให้อาสาสมัคร 100 คน บริโภคอาหารที่มี Polyoxyethylene(20) sorbitan monooleate ในปริมาณที่แตกต่างกันตั้งแต่ 4.5-6 กรัมทุกวัน โดยอาสาสมัคร 10 คน บริโภคติดต่อกันเป็นเวลา 4 ปี 17 คนเป็นเวลา 2-3 ปี 19 คนเป็นเวลา 1-2 ปี 54 คนเป็นเวลาน้อยกว่า 1 ปี ปรากฏว่าไม่ทำให้อาสาสมัครทั้งหมดมีอาการผิดปกติแต่อย่างใด แต่การทดลองในสัตว์ทดลองคือ rats และ hamsters ทั้งแบบ short-term และ long-term studies ปรากฏว่าถ้าหากให้สัตว์ทดลองบริโภคอาหารที่มี emulsifier นี้เป็นส่วนประกอบอยู่สูง จะทำให้เกิดอาการท้องเดินขึ้น ฉะนั้น Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives จึงได้กำหนดค่า Acceptable Daily Intake เป็น 0-25 mg/kg body weight โดยคำนวณเป็น total polyoxyethylene(20) sorbitan esters Sorbitan monoesters of palmitic and stearic acids and triesters of stearic acid เป็น emulsifier ที่มีการนิยมนำมาใช้กันแพร่หลาย การศึกษาคอลงเพื่อประเมินผลทางพิษวิทยา โดยการให้อาสาสมัคร 9 คน บริโภคอาหารที่มี sorbitan monostearate เป็นส่วนประกอบ 6 กรัม/วัน เป็นเวลาติดต่อกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

28 วัน ปรากฏว่าไม่ทำให้เกิดอาการผิดปกติขึ้นกับ gastrointestinal tract ส่วนการทดลองที่ให้อาสาสมัคร 16 คน บริโภคอาหารที่มี sorbitan monostearate เป็นส่วนประกอบ 6 กรัม/วัน ปรากฏว่าไม่ทำให้เกิดอาการผิดปกติขึ้นกับการทำงานของตับและทางชีวเคมีของเลือด สำหรับการทดลองที่ให้เด็ก 2 คน บริโภคอาหารที่มี sorbitan monostearate 4 กรัมทุกวัน เป็นเวลาติดต่อกัน 32-37 วัน ปรากฏว่าไม่พบอาการผิดปกติเช่นกันแต่การศึกษาในหนูแบบ long-term studies ถ้าหากใช้ emulsifier ในปริมาณที่สูงมากๆ จึงจะทำให้เกิดอาการผิดปกติขึ้น เช่น การเจริญเติบโตลดลง ตับและไตโต เป็นต้น จากผลการศึกษาทดลองกล่าว Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives จึงได้กำหนดค่า Acceptable Daily Intake เป็น 0-25 mg/kg body weight



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### วิธีการทดลองและอุปกรณ์

#### อุปกรณ์และเครื่องมือ

- เครื่อง centrifuge (GR4-11, JOUAN, France)
- เครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture analyser (T.\XT2i)
- เครื่องย่อยโปรตีน Buchi-Kjeldahl-Systems (BUCHI B-426, Switzerland)
- เครื่องวิเคราะห์โปรตีน Buchi-Kjeldahl-Systems (BUCHI Distillation Unit B-316, Switzerland)
- ตู้อบ (Hot Air Oven) (memmert Modell 400, Germany)
- เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง (METTLER TOLEDO AB204, Switzerland)
- ตู้อบลมร้อน (Tray dryer) (Model BWS-3, Thailand)
- Desiccater
- Thimble
- Aluminium can
- หลอด Centrifuge
- เครื่องบดเนื้อ
- เครื่องอัดไส้กรอก
- เครื่องครัว

#### สารเคมี

- Petroleum ether - catalyst ( $\text{CuSO}_4 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4$  ในอัตราส่วน 1:8)
- โซเดียมไฮดรอกไซด์ - ฟีนอล์ฟธาเลิน
- กรดบอริก - TWEEN20
- กรดซัลฟูริกเข้มข้น - TWEEN80
- อาหารเลี้ยงเชื้อ PCA

#### วัตถุดิบ

- วัณแซลดูโลส - น้ำมันถั่วเหลือง ตรา อุ่น
- เนื้อหมู - เครื่องปรุงรส
- มันหมู - ผงเพรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ขั้นตอนและการทดลอง

### 1. ศึกษาการเตรียมวุ้นเซลลูโลสให้มีลักษณะคล้ายมันแข็ง โดยใช้ emulsifier

#### 1.1 การเตรียมวุ้น

นำแผ่นวุ้นเซลลูโลสมาล้างให้สะอาดและใช้เป็นเข็มหมุดแทงให้ผิวหน้าเป็นรูพรุน นำมาหั่นให้เป็นชิ้นสี่เหลี่ยมเล็กขนาดประมาณ 1 ซม. จากนั้นนำมาต้มเพื่อกำจัดกลิ่นและรสเปรี้ยวให้หมดไปในน้ำเดือดเป็นเวลา 15 นาที แล้วแช่ในน้ำสะอาดเป็นเวลา 12 ชม.

#### 1.2 การเพิ่มปริมาณน้ำมันให้กับวุ้นเซลลูโลส

นำวุ้นที่ได้จาก 1.1 มาเหวี่ยงสะเด็ดน้ำด้วยเครื่อง centrifuge ที่ความเร็วรอบเท่ากับ 9990 Tr/mn เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นก็นำมาแช่ในสารละลาย emulsifier ที่ความเข้มข้นต่างๆคือร้อยละ 0, 0.5, 0.25, 0.1 โดย emulsifier ที่ใช้ในการศึกษานี้คือ Tween80 และ Tween20 โดยจะแช่ไว้เป็นเวลา 12 ชม. ต่อจากนั้นก็นำไปแช่ในน้ำมันพืชเป็นเวลา 12 ชม. วุ้นเซลลูโลสที่ได้นำมาวิเคราะห์หาปริมาณน้ำมันที่เหลืออยู่ในชิ้นวุ้น ดังภาคผนวก ก. เพื่อพิจารณาเลือกชนิดของ emulsifier และความเข้มข้นที่เหมาะสมที่ทำให้วุ้นเซลลูโลสสามารถอุ้มน้ำมันไว้ได้มากที่สุด

#### 1.3 การใช้ความร้อนเพื่อช่วยการดูดซับน้ำมันของวุ้นเซลลูโลส

จากการทดลอง 1.2 เมื่อได้ชนิดของ emulsifier ที่เหมาะสมต่อการช่วยให้น้ำมันเหลืออยู่ในชิ้นวุ้นเซลลูโลสมาก นำมาทำการให้ความร้อนเปรียบเทียบกับเมื่อไม่ให้ความร้อน เพื่อช่วยให้ปริมาณการดูดซับน้ำมันของวุ้นเซลลูโลสเพิ่มขึ้น โดยนำมาแช่ในสารละลาย emulsifier ที่ความเข้มข้นต่างๆคือร้อยละ 0, 0.5, 0.25, 0.1 เป็นเวลา 12 ชม. จากนั้นนำไปแช่ในน้ำมันพร้อมให้ความร้อนใน Water bath ที่อุณหภูมิ 65-70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชม. แล้วแช่ทิ้งไว้ในน้ำมันต่อเป็นเวลา 12 ชม. วุ้นเซลลูโลสที่ได้นำมาวิเคราะห์หาปริมาณน้ำมันที่เหลืออยู่ในชิ้นวุ้น ดังภาคผนวก ก. เพื่อพิจารณาเลือกความเข้มข้นที่เหมาะสมที่ทำให้วุ้นเซลลูโลสสามารถอุ้มน้ำมันไว้ได้มากที่สุด

### 2. ศึกษาการใช้วุ้นเซลลูโลสแทนมันแข็งในสูตรกุนเชียง

2.1 การผลิตกุนเชียงโดยใช้วุ้นเซลลูโลส สูตรการผลิตเพื่อศึกษาโดยใช้สัดส่วนของมันแข็งและวุ้นเซลลูโลสที่ 4 ระดับ แสดงดังตารางที่ 2 สามารถทำได้โดยคลุกเนื้อหมูปูดหยาบให้เข้ากับมันแข็งที่หั่นเป็นรูปสี่เหลี่ยมแล้วใส่เครื่องปรุงอื่นๆ นวดให้ทั่วจนเหนียว จากนั้นนำมาบรรจุในไส้หมูแห้งหรือสด มัดเป็นท่อนๆ ขนาด 4 นิ้ว แล้วนำไปอบในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง

ตารางที่ 2 แสดงส่วนผสมที่ใช้ในการทำกุนเชียงผสมวุ้นเซลลูโลส ในปริมาณต่างๆกัน

ส่วนผสมที่ใช้	สูตรมันหมูล้วน	สูตรผสมวุ้น เซลลูโลส ร้อยละ 20	สูตรผสมวุ้น เซลลูโลส ร้อยละ 40	สูตรผสมวุ้น เซลลูโลส ร้อยละ 60
เนื้อหมูล้วน	1 กิโลกรัม	1 กิโลกรัม	1 กิโลกรัม	1 กิโลกรัม
มันแข็ง	200 กรัม	160 กรัม	120 กรัม	80 กรัม
วุ้นเซลลูโลส	-	40 กรัม	80 กรัม	120 กรัม
น้ำตาล	150 กรัม	150 กรัม	150 กรัม	150 กรัม
เกลือ	20 กรัม	20 กรัม	20 กรัม	20 กรัม
เหล้า	10 กรัม	10 กรัม	10 กรัม	10 กรัม
ผงเพรก	1.5 กรัม	1.5 กรัม	1.5 กรัม	1.5 กรัม

หมายเหตุ ผงเพรก (prague power) คือส่วนผสมของเกลือและไนไตรท์

## 2.2 ศึกษาคุณภาพและการยอมรับของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่ใช้วุ้นเซลลูโลสแทนมันแข็ง

2.2.1 ศึกษาคุณภาพด้านกายภาพ โดยวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น ร้อยละของน้ำหนักสูญเสีย(% weight loss) ลักษณะปรากฏที่มองเห็นได้ด้วยตาของกุนเชียงที่ใช้วุ้นเซลลูโลสแทนมันแข็ง

2.2.2 นำผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่ได้มาทดสอบทางค่านประสาทสัมผัสทางด้านความนุ่ม ความแน่นเนื้อ ความมันในเนื้อ และการยอมรับรวม โดยใช้ผู้ทดสอบ 20 คน และใช้การทดสอบวิธี Hedonic scale โดยใช้คะแนนในการทดสอบ 1-5 คะแนน

2.2.3 ทำการวัดแรงเฉือนของผลิตภัณฑ์กุนเชียง โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (texture analyser) หัววัด BLADE SET WITH GUILLOTINE

## 3. ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่ใช้วุ้นเซลลูโลสแทนมันแข็ง

ผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่ใช้วุ้นเซลลูโลสแทนมันแข็งในสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดจากข้อ

2.2.2 และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิตู้เย็น 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 19 วัน และทำการวิเคราะห์คุณภาพในวันที่ 4, 7, 10, 13, 16 และ 19 วันของการเก็บรักษาตามลำดับ โดยทำการวิเคราะห์ดังนี้

### 3.1 วิเคราะห์ทางเคมี

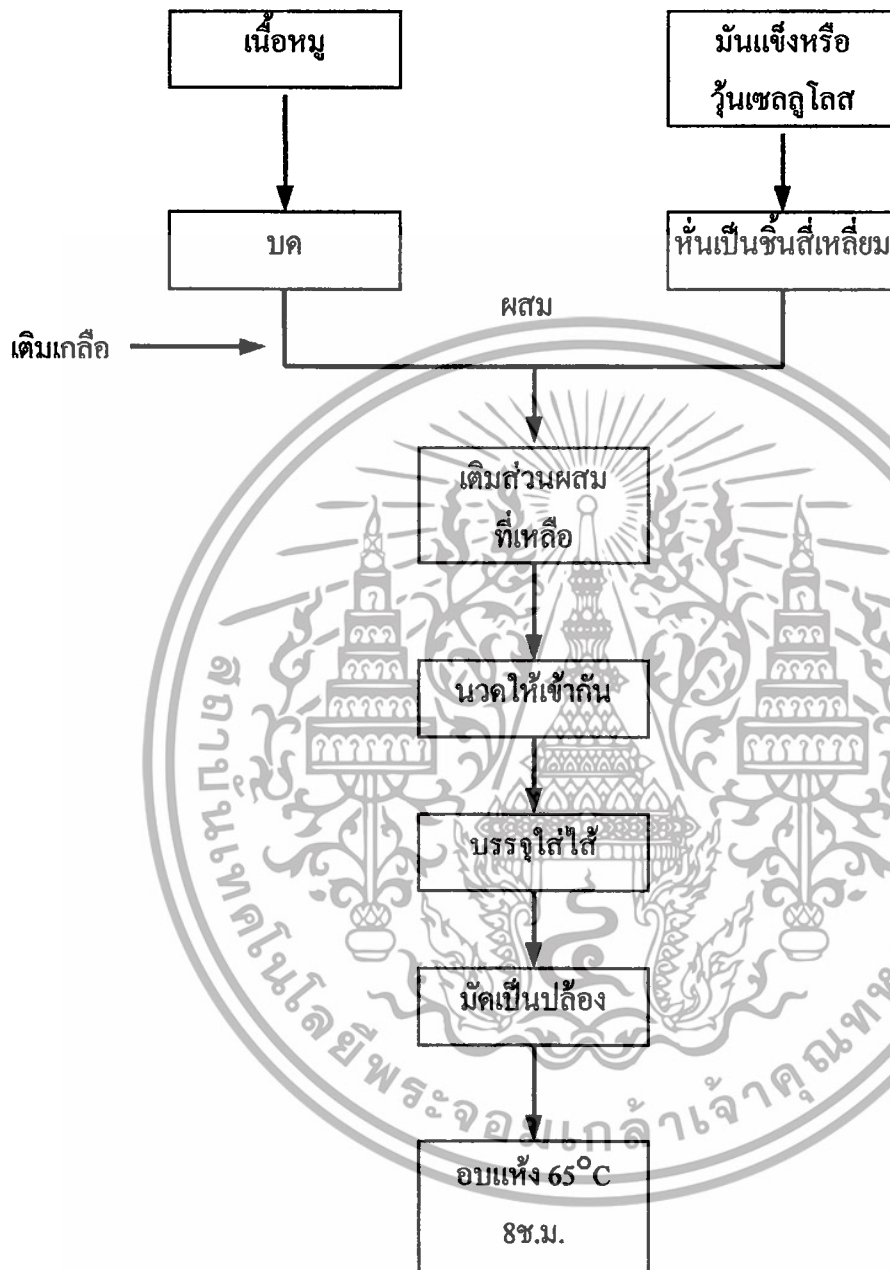
- วิเคราะห์ปริมาณ Malonaldehyde (TBA-test) (AOAC, 1990)

### 3.2 วิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

- วิเคราะห์ปริมาณทั้งหมด (Total plate count)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แผนการผลิตกุนเชียง



ภาพที่ 5 แผนภาพแสดงขั้นตอนการผลิตกุนเชียง

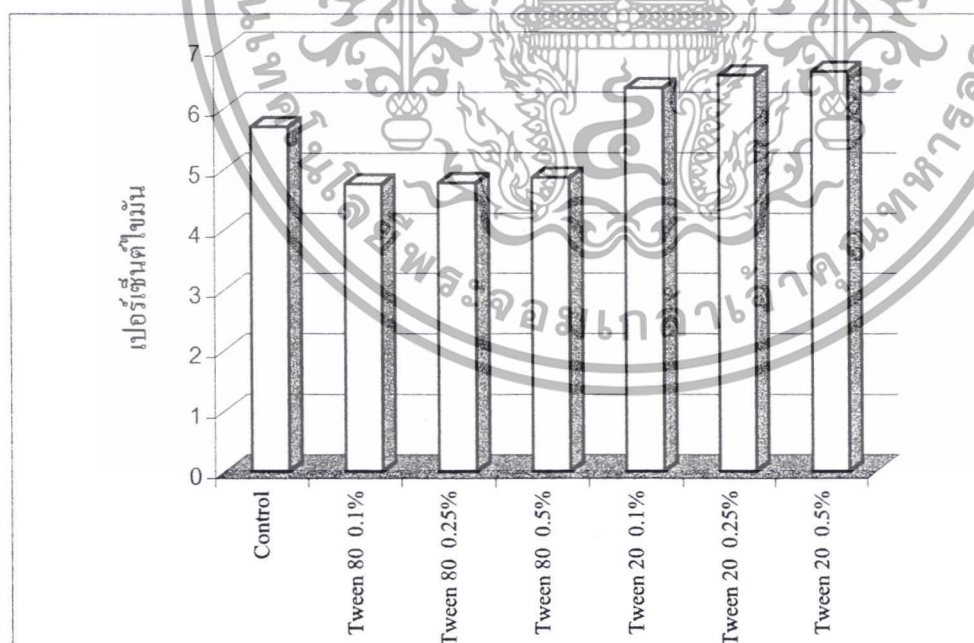
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

#### 1. การศึกษาการเตรียมวุ้นเซลลูโลสให้มีลักษณะคล้ายมันแข็ง โดยใช้ emulsifier

เมื่อพิจารณา emulsifier ที่เหมาะสมที่จะทำให้วุ้นเซลลูโลสสามารถดูดซับน้ำมันได้สูงสุดระหว่าง Tween80 กับ Tween20 แสดงผลดังภาพที่ 6 พบว่าตัวอย่างควบคุม(control) มีเปอร์เซ็นต์ไขมัน 5.71 ขณะที่เมื่อใช้ Tween80 มีเปอร์เซ็นต์ไขมันเฉลี่ย 4.81 และ Tween20 มีเปอร์เซ็นต์ไขมันเฉลี่ย 6.51 ซึ่งจะเห็นได้ว่าการใช้ Tween20 จะทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำมันของวุ้นเซลลูโลสสูงขึ้น ส่วน Tween80 จะทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำมันของวุ้นเซลลูโลสลดลง เนื่องจาก Tween80 มีค่า HLB สูงมากและเป็น emulsifier ที่ทำให้เกิดอิมัลชันชนิด O/W ดังนั้นเมื่อนำวุ้นเซลลูโลสมาแช่ในน้ำมันจึงทำให้ปริมาณของวัตถุภายในน้ำมันเกิน 74% เป็นผลให้เกิดการกลับวัตถุ (phase inversion) ขึ้น ทำให้อิมัลชันไม่คงสภาพเนื่องจากตัวทำอิมัลชันละลายในน้ำ จึงทำให้วุ้นเซลลูโลสดูดซับน้ำมันได้น้อยลง

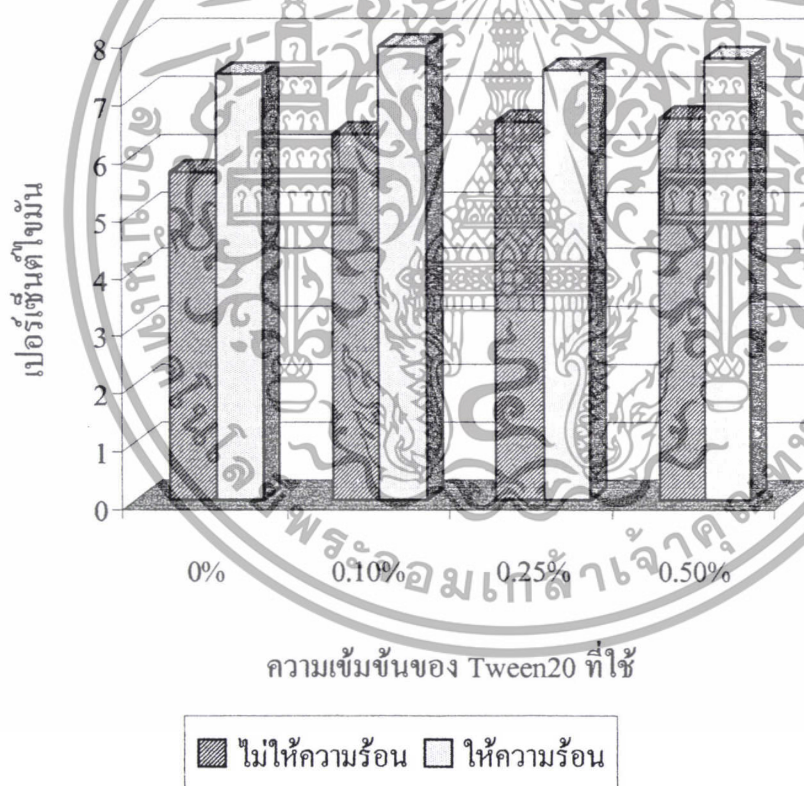


ภาพที่ 6 แสดงเปอร์เซ็นต์น้ำมันในวุ้นเซลลูโลสที่ใช้สาร emulsifier (Tween80 กับ Tween20) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. การใช้ความร้อนเพื่อช่วยการดูดซับน้ำมันของวุ้นเซลลูโลส แสดงผลดังภาพที่ 7

จากภาพที่ 7 จะเห็นว่าการให้ความร้อนกับวุ้นเซลลูโลสจะทำให้วุ้นเซลลูโลสสามารถดูดซับน้ำมันได้ดีขึ้น เนื่องมาจากการให้ความร้อนกับวุ้นเซลลูโลสเป็นการทำให้วัฏภาคภายใน(น้ำมัน)แตกกระจายเป็นหยดเล็กๆ โดยอาศัยพลังงานความร้อนจึงเป็นผลให้ control ที่ให้ความร้อนมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงกว่า control ที่ไม่ได้ให้ความร้อน คือ 7.38 และ 5.71 ตามลำดับ ส่วนวุ้นเซลลูโลสที่ใช้ Tween20 พบว่าที่ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์จะมีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงที่สุดคือ 7.89 ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่า Tween20 เป็น emulsifier ชนิดไม่มีประจุ เมื่อเกิดการกลับวัฏภาคจะเกิดเป็นผลคือจะได้อิมัลชันเนื้อละเอียด (ขนาดหยดน้ำมันเล็กมาก) และมีความคงตัวดี คือเมื่อมีการให้ความร้อนจะได้อิมัลชันชนิด W/O emulsifier ละลายน้ำน้อยลงแต่ละลายในน้ำมันได้เพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิลดลงอิมัลชันจะกลับวัฏภาคกลายเป็น O/W ซึ่งมีหยดน้ำมันขนาดเล็กและคงตัวมาก



ภาพที่ 7 แสดงเปอร์เซ็นต์น้ำมันในเซลลูโลสที่ถูกดูดซับสาร Tween20 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆก่อน  
แช่น้ำมันพืชร่วมกับการให้ความร้อนเทียบกับแบบไม่ให้ความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 ภาพของมันแข็งเปรียบเทียบกับวุ้นเซลลูโลสที่เตรียมได้

### 3. การศึกษาการใช้วุ้นเซลลูโลสแทนมันแข็งในกุนเชียง แสดงผลดังตารางที่ 3 และ 4

จากตารางที่ 3 พบว่า ค่าการสูญเสียน้ำหนักของกุนเชียงดิบที่ได้มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 37.15-43.28 และปริมาณความชื้นของกุนเชียงมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 24.58-33.68 โดยกุนเชียงดิบที่ใช้มันแข็งล้วนมีปริมาณความชื้นร้อยละ 24.58 กุนเชียงดิบที่ใช้วุ้นเซลลูโลสแทนมันแข็งร้อยละ 20, 40 และ 60 มีปริมาณความชื้นร้อยละ 28.38, 30.29 และ 33.68 ตามลำดับ โดยเมื่อปริมาณวุ้นเซลลูโลสที่เติมมีมากขึ้น จะมีผลทำให้ร้อยละของน้ำหนักสูญเสีย และความชื้นของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น เป็นปฏิภาคตรง เนื่องจากวุ้นเซลลูโลสมีปริมาณความชื้นสูงมาก เมื่อนำมาเป็นส่วนผสมในกุนเชียงซึ่งต้องผ่านการอบโดยใช้ลมร้อน จึงเกิดการสูญเสียน้ำหนักในส่วนของน้ำที่เป็นองค์ประกอบของวุ้นเซลลูโลสไป ทำให้มีปริมาณการสูญเสียน้ำหนักมาก และเนื่องจากความชื้นเริ่มต้นของกุนเชียงก่อนนำไปอบลมร้อนมีมากขึ้นตามปริมาณวุ้นเซลลูโลสที่เติมลงไป จึงทำให้กุนเชียงหลังจากอบที่อุณหภูมิและเวลาเท่ากันมีความชื้นแตกต่างกัน ในด้านของลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ของกุนเชียงดิบ พบว่า กุนเชียงที่มีการเติมวุ้นเซลลูโลสลงไปจะมีผลทำให้ผิวหนังนอกของกุนเชียงมีลักษณะเหี่ยวยุบ ชื้นวุ้นเซลลูโลสมีขนาดเล็กกลวง รูปทรงไม่แน่นอน และมีสีขาวคล้ำขึ้น ทำให้สีของผลิตภัณฑ์กุนเชียงมีสีเข้มขึ้น เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีปริมาณน้ำมันน้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงคุณภาพของกุนเชียงที่ผลิตโดยใช้วุ้นเซลลูโลสที่ปริมาณต่างๆกันในด้านลักษณะปรากฏ ร้อยละของน้ำหนักสูญเสีย(Wt. loss) และปริมาณความชื้น

ตัวอย่าง	Wt.Loss (ร้อยละ)	ความชื้น (ร้อยละ)	ลักษณะปรากฏที่สังเกตเห็นได้ของ กุนเชียงดิบ
กุนเชียงที่ใช้มันแข็งล้วน	37.15	24.58	ผิวค้ำนอกเหี่ยวเล็กน้อยแต่รูปทรงดี มีสีแดงสดใส ลักษณะมันกระจายทั่วทั้งชิ้น
กุนเชียงที่ใช้วุ้นเซลลูโลส 20%	38.23	28.39	ผิวค้ำนอกเหี่ยวปานกลางแต่รูปทรงดี มีสีแดงสดใส ลักษณะมันกระจายทั่วทั้งชิ้น ลักษณะของวุ้นเซลลูโลส ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ถึงความแตกต่างจากชิ้นของมันแข็ง
กุนเชียงที่ใช้วุ้นเซลลูโลส 40%	41.94	30.29	ผิวค้ำนอกเหี่ยวมาก รูปทรงเริ่มไม่เป็นท่อนกลม มีสีแดงเข้มลักษณะมันกระจายน้อยลง ลักษณะของวุ้นเซลลูโลส สามารถสังเกตเห็นชิ้นวุ้นเซลลูโลสได้ คือชิ้นวุ้นมีขนาดเล็กลง เนื่องจากการหดตัวทำให้มีรูปทรงไม่แน่นอน มีสีขาวคล้ำๆ
กุนเชียงที่ใช้วุ้นเซลลูโลส 60%	43.28	33.68	ผิวค้ำนอกเหี่ยวมากที่สุด รูปทรงบวบๆไม่เป็นท่อน กลม มีสีแดงเข้มลักษณะมันแข็งเห็นน้อยกว่ากุนเชียงที่ใช้วุ้นเซลลูโลส 40 % ลักษณะของวุ้นเซลลูโลส สามารถสังเกตเห็นชิ้นวุ้นมากขึ้น และมีขนาดเล็กลง มีรูปทรงไม่แน่นอน มีสีขาวคล้ำๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 9 ภาพของกุนเชียงที่ใช้มันหมูส่วนที่ผลิตได้

ภาพที่ 10 ภาพของกุนเชียงที่ใช้มันเซลลูโลสแทนมันแข็ง 20 %  
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 11 ภาพของกุนเชียงที่ใช้วุ้นเซลลูโลสแทนมันแข็ง 40%

ภาพที่ 12 ภาพของกุนเชียงที่ใช้วุ้นเซลลูโลสแทนมันแข็ง 60%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงค่าคะแนนการทดสอบด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่เติมใ้วุ้นเซลลูโลส ด้วยวิธี Hedonic scale โดยใช้คะแนนในการทดสอบ 1-5 คะแนน

ผลิตภัณฑ์	ค่าคะแนนคุณลักษณะต่างๆ			
	ความนุ่ม	ความมันในเนื้อ	ความแน่นเนื้อ	การยอมรับ
กุนเชียงที่ใช้มัน แข็งล้วน	3.10	3.15	3.35	3.35
กุนเชียงที่ใช้วุ้น เซลลูโลส 20%	3.40	3.35	3.50	3.55
กุนเชียงที่ใช้วุ้น เซลลูโลส 40%	3.45	3.55	3.55	3.65
กุนเชียงที่ใช้วุ้น เซลลูโลส 60%	3.35	3.70	3.80	3.75

ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

\* อักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ และอักษรที่เหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

หมายเหตุ ความนุ่ม ที่ระดับ 1 คะแนน หมายถึง มีความนุ่มน้อย  
ที่ระดับ 5 คะแนน หมายถึง มีความนุ่มมาก  
ความมันในเนื้อ ที่ระดับ 1 คะแนน หมายถึง ไม่ชอบความมันมาก  
ที่ระดับ 5 คะแนน หมายถึง ชอบความมันมาก  
ความแน่นเนื้อ ที่ระดับ 1 คะแนน หมายถึง มีความแน่นเนื้อน้อย  
ที่ระดับ 5 คะแนน หมายถึง มีความแน่นเนื้อมาก  
การยอมรับ ที่ระดับ 1 คะแนน หมายถึง การยอมรับในผลิตภัณฑ์น้อย  
ที่ระดับ 5 คะแนน หมายถึง การยอมรับในผลิตภัณฑ์มาก

จากตารางที่ 4 พบว่า กุนเชียงที่ใช้มันแข็งล้วนมีคะแนนความนุ่ม 3.1 ส่วนกุนเชียงที่ใช้วุ้นเซลลูโลสร้อยละ 20, 40 และ 60 ได้คะแนนความนุ่มเป็น 3.40, 3.45 และ 3.35 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าในด้านความนุ่มกุนเชียงแต่ละสูตรไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แต่พบว่ากุนเชียงที่มีการเติมวุ้นเซลลูโลสจะมีคะแนนสูงกว่ากุนเชียงปกติ ทั้งนี้เพราะในกุนเชียงที่มีการเติมวุ้นเซลลูโลสมีปริมาณความชื้นสูงกว่ากุนเชียงปกติจึงทำให้มีความนุ่มมากกว่า ในด้านความมันในเนื้อของกุนเชียงที่ใช้มันแข็งล้วนกับกุนเชียงที่ใช้วุ้นเซลลูโลสร้อยละ 20, 40 และ 60 ได้คะแนนเป็น 3.15, 3.35, 3.55 และ 3.70 ตามลำดับ ค่าคะแนนที่ได้รับไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่เอ็กสาร์วันเบนเอ็กสาร์ทิสวงวันไธสาหรับการเขงานเพื่อการศึกษาเทานน เมื่อนูญาตเ็นนาไปเซบระโยชนดานการค้ำไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับความเชื่อมั่น 95 % แต่พบว่าการเติมวุ้นเซลลูโลสลงไปทดแทนน้ำมันในผลิตภัณฑ์กุนเชียงทำให้มีปริมาณน้ำมันลดลง ผลิตภัณฑ์จึงได้รับการยอมรับเพิ่มมากขึ้น โดยพิจารณาจากกุนเชียงที่ใช้วุ้นเซลลูโลสร้อยละ 60 มีคะแนนความมันเนื้อเป็น 3.70 ซึ่งสูงกว่ากุนเชียงที่ใช้มันแข็งล้วน ในด้านความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่ใช้มันแข็งล้วนกับกุนเชียงที่ใช้วุ้นเซลลูโลสร้อยละ 20, 40 และ 60 ได้คะแนนเป็น 3.35, 3.50, 3.55 และ 3.80 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เช่นเดียวกับการยอมรับของผู้ทดสอบ โดยจะเห็นว่าคะแนนการยอมรับของกุนเชียงที่ใช้วุ้นเซลลูโลส 60% มีคะแนนสูงสุดคือ 3.75 ซึ่งเป็นคะแนนที่อยู่ในระดับค่อนข้างชอบ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้ทดสอบสามารถยอมรับกุนเชียงที่ใช้วุ้นเซลลูโลสแทนมันแข็งได้ถึง 60 %

4. การศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัส(texture) เมื่อวัด โดยเครื่อง Texture analyser (T.\XT2i) ผลของการวัดค่าลักษณะเนื้อสัมผัสของกุนเชียงที่ผลิตได้ แสดงผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงลักษณะเนื้อสัมผัส ( texture) เมื่อวัด โดยเครื่อง Texture analyser (T.\XT2i)

ตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยแรงที่ได้เป็นกิโลกรัม
กุนเชียงที่ใช้มันแข็งล้วน	8.09
กุนเชียงที่ใช้วุ้นเซลลูโลส 20%	7.58
กุนเชียงที่ใช้วุ้นเซลลูโลส 40%	7.48
กุนเชียงที่ใช้วุ้นเซลลูโลส 60%	6.66

จากตารางที่ 5 ผลของการวัดลักษณะเนื้อสัมผัส(texture) โดยใช้เครื่อง Texture analyser (T.\XT2i) โดยใช้หัวแบบ BLADE SET WITH GUILLOTINE ในการทดสอบ พบว่าต้องใช้แรงในการตัดกุนเชียงที่ใช้มันล้วนสูงที่สุด 8.09 กิโลกรัม ส่วนกุนเชียงที่ใช้วุ้นเซลลูโลสจะใช้แรงตัดน้อยลงตามลำดับคือ 7.58, 7.48 และ 6.66 กิโลกรัม เมื่อมีปริมาณวุ้นเซลลูโลสที่เติมมีมากขึ้นจะมีผลให้ความชื้นของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นตามลำดับ จึงทำให้ผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่ได้มีความนุ่มเพิ่มขึ้นเป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับปริมาณวุ้นเซลลูโลสที่เติมลงไป ซึ่งผลการวัดเนื้อสัมผัสนี้จะสนับสนุนผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ผ่านมา

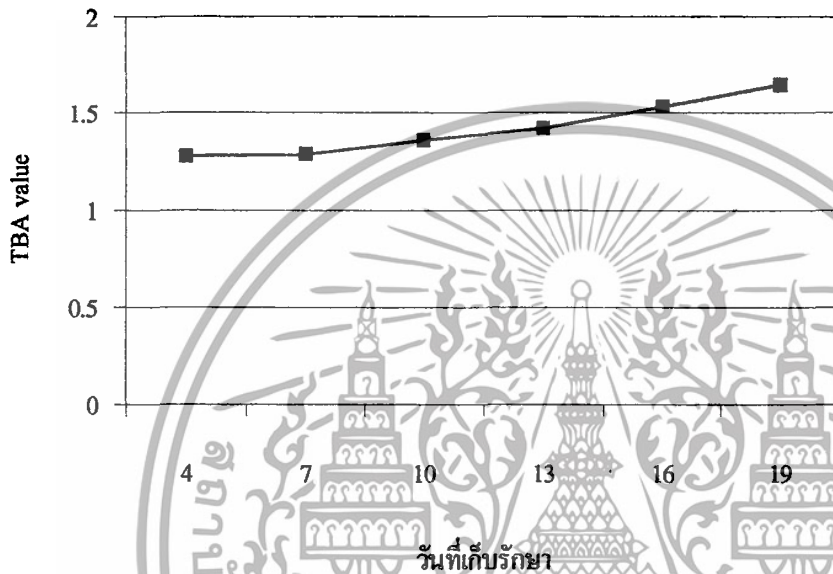
## 5. การศึกษาอายุการเก็บรักษาของกุนเชียงที่ใช้วุ้นเซลลูโลสแทนมันแข็ง

### 5.1 การวิเคราะห์ปริมาณ Malonaldehyde (TBA-test) แสดงผลดังภาพที่ 13

จากภาพที่ 13 เมื่อทำการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กุนเชียงไว้เป็นระยะเวลา 4,7,10,13,16 และ 19 วัน ได้ค่า TBA เท่ากับ 1.28, 1.29, 1.36, 1.42, 1.54 และ 1.65 มิลลิกรัมของ malonaldehyde ต่อตัวอย่าง 1 กิโลกรัม ตามลำดับ จากภาพพบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ค่า TBA ก็จะเพิ่มตามเป็นปฏิกิริยา

เอ็กสตรัคชันเอ็กสตรัคชันเวลา 4 ชั่วโมง เพื่อการเก็บรักษาให้เนิ่น น้อยสุดได้เห็น โดยใช้วิธีเอ็กสตรัคชันการคั่ว ไม่ว่าจะวิธีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

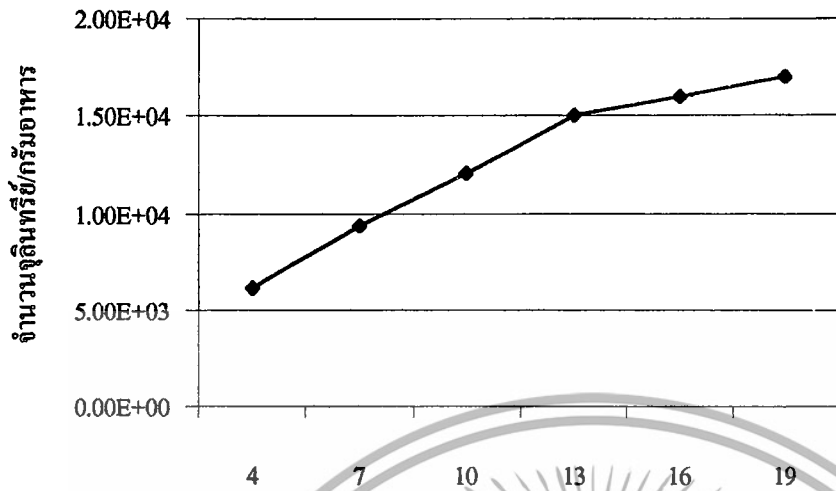
โดยตรง ซึ่งหมายความว่าหากทำการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็งไว้เป็นเวลานานจะเกิดการออกซิไดส์ของไขมันตลอดเวลา อย่างไรก็ตามในการเก็บรักษาในวันที่ 19 ถึงแม้จะมีค่า TBA สูงที่สุดถึง 1.87 มิลลิกรัมของ malonaldehyde ต่อตัวอย่าง 1 กิโลกรัม แต่ก็ยังไม่ทำให้เกิดกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็ง เพราะระดับของ Malonaldehyde ยังไม่ทำให้ให้ผู้บริโภครู้สึกได้ถึงปริมาณการเกิด oxidize ของไขมันที่อยู่ในผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 13 แสดงค่า TBA ของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็งที่ใช้วุ้นเซลลูโลสแทนมันแข็งที่ถูกบรรจุในถุงพลาสติกชนิด PP และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 19 วัน

## 5.2 การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ แสดงดังภาพที่ 14

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ตรวจนับได้ในวันที่ 4, 7, 10, 13, 16 และ 19 ของการเก็บรักษาเท่ากับ  $6.1 \times 10^3$ ,  $9.3 \times 10^3$ ,  $1.2 \times 10^4$ ,  $1.5 \times 10^4$ ,  $1.6 \times 10^4$  และ  $1.7 \times 10^4$  ตามลำดับ ในวันที่ 19 ของการเก็บรักษามีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์สูงที่สุด แต่ยังไม่เกินมาตรฐานของกุ้งแช่แข็งที่กำหนดไว้ แสดงว่าผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็งที่ใช้วุ้นเซลลูโลสแทนมันแข็ง 40 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จะยังคงมีจุลินทรีย์เจริญเติบโตได้อย่างช้าๆ ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากผลิตภัณฑ์มีความชื้นเหลืออยู่ถึง 30.29 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3) ซึ่งสูงกว่ามาตรฐาน (น้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์) จึงเป็นผลให้จุลินทรีย์สามารถเจริญได้อยู่ ดังนั้นอายุการเก็บรักษาอาจน้อยกว่าปกติ แต่อย่างน้อยเก็บได้มากกว่า 19 วัน จะยังไม่แสดงลักษณะการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ให้เห็น



ภาพที่ 14 แสดงจำนวนจุลินทรีย์/กรัมอาหารของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่ใช้วันเซลลูโลสแทนมันแข็งที่ถูกบรรจุในถุงพลาสติก ชนิด PP และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 19 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลอง

1. ในการเตรียมวุ้นเซลลูโลส การใช้ Tween20 สามารถเพิ่มปริมาณน้ำมันที่เหลือน้ำมันในวุ้นได้ดีกว่า Tween80 และการให้ความร้อนจะเป็นการเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำมันของวุ้นเซลลูโลสได้ โดยจากการทดลองพบว่า วุ้นเซลลูโลสที่ใช้ Tween20 ที่ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการให้ความร้อนสามารถปรับปรุงให้วุ้นเซลลูโลสมีความสามารถในการอุ้มน้ำมันเพิ่มขึ้นได้สูงที่สุด

2. ในด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่ผลิตโดยใช้วุ้นเซลลูโลสแทนมันฝรั่ง เมื่อนำไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่า ผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่ใช้วุ้นเซลลูโลสแทนมันฝรั่ง 60 เปอร์เซ็นต์ ได้รับการยอมรับมากที่สุด แต่การใช้วุ้นเซลลูโลสนั้นทำให้กุนเชียงมีผิวด้านนอกเหี่ยวขุ่นมาก ทำให้ลักษณะภายนอกไม่ดี และมีปริมาณความชื้นเกินที่กฎหมายกำหนด(ความชื้นต้องไม่เกินร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก) จึงพิจารณาที่ผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่ใช้วุ้นเซลลูโลสแทนมันฝรั่งที่มีคะแนนรองลงมาคือที่ 40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีคุณภาพไม่แตกต่างจากกุนเชียงที่ใช้มันหมูล้วนแต่มีการยอมรับที่ดีกว่า เนื่องจากมีความชื้นสูงกว่าทำให้ผลิตภัณฑ์มีความนุ่ม และมีปริมาณไขมันน้อย ดังนั้นการนำวุ้นเซลลูโลสมาใช้แทนมันฝรั่งในผลิตภัณฑ์กุนเชียงจึงมีความเป็นไปได้ โดยสามารถใช้แทนมันฝรั่งได้ที่ 40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเมื่อนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์กุนเชียงแล้ว กุนเชียงที่ได้จะมีคุณภาพไม่แตกต่างจากกุนเชียงปกติ และยังเป็น การเสริมปริมาณเส้นใย (fiber) แล้วยังเป็นการช่วยลดปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ได้อีกด้วย

3. ผลิตภัณฑ์กุนเชียงที่ใช้วุ้นเซลลูโลสแทนมันฝรั่งที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด PP ที่ปิดสนิทสามารถเก็บรักษาได้มากกว่า 19 วันที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จะมีค่า TBA สูง 1.87 มิลลิกรัมของ malonaldehyde / ผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม และมีจุลินทรีย์อยู่  $1.7 \times 10^4$  เซลล์ต่อกุนเชียง 1 กรัม แต่กุนเชียงก็ยังมีคุณภาพคืออยู่

## เอกสารอ้างอิง

- กาญจนารัตน์ ทวีสุข และคณะ. 2532. กุนเชียงจากเนื้อหมูผสมโปรตีนเกษตร. วารสารอาหาร. ปีที่ 19. ฉบับที่ 1. มกราคม-มีนาคม. หน้า 1-6
- ณรงค์ นิยมวิทย์. 2538. องค์ประกอบและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพของอาหาร. คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พิมพ์ร ถิลาพรพิสิฐ. 2536. อิมัลชันทางเครื่องสำอาง. โครงการตำรา งานส่งเสริมการวิจัยและตำรา. กองบริการการศึกษา, สำนักงานอธิการบดี, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- เยาวลักษณ์ สุรพันธ์พิศิษฐ์. 2536. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ศิวาพร ศิวเวช. 2524. วัตถุดิบอาหาร เล่ม 2. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สมคิด ธรรมรัตน์. 2531. การผลิตวันน้ำมะพร้าวและการแปรรูป. วารสารอาหาร. ปีที่ 18. ฉบับที่ 4. ตุลาคม- ธันวาคม. หน้า 250-255
- สิระ พงษ์รักษ์. 2534. การใช้โปรตีนถั่วเหลืองในส่วนผสมเพื่อการผลิตไส้กรอก. ปัญหาพิเศษ. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สจล. 54 หน้า
- สิริพันธุ์ จุลรังคะ. 2541. โภชนศาสตร์เบื้องต้น. ภาควิชาคหกรรมศาสตร์, คณะเกษตร.
- เสาวนีย์ จักรพิทักษ์. 2536. โภชนาการสำหรับครอบครัวและผู้ป่วย. ครั้งที่ 5. ไทยวัฒนาพานิชย์. กรุงเทพฯ. หน้า 74-80.
- Allen, C.G. and E.A. Foegeding. 1981. *Some lipid characteristics and interaction in muscle food. A Review, Food Technol.* 35(5):253-257
- Branen, A.L., Davidson, P.M., Salminen, S. 1990. *Food additives*. New York. Marcel Dekker, Inc., pp353-354.
- Dickinson, E. and G. Stainsby . 1982. *Colloids in Food*. Applied Science Publishers , London. 533 p.
- Ockerman, Herbert W. 1989. *Sausage and processed meat formulations*. New York. An AVI book. pp 124-125.
- Overbeek, J.Th. G. 1952. *Stability of hydrophobic colloids and emulsions*. pp 302-341. In H.R. Kruyt (edn.) *Colloid Science*. Vol I. Elsevier Publishing company, Amsterdam
- Pomeranz, Y. 1985. *Functional Properties of Food Components Academic Press*, San Diego. 569 p.
- Salunkhe, D.K. , J.K. Chavan, R.N. Adsule and S.S. Kadam. 1992. *World Oilseeds*. Van Nostrand Reinhold , New York. 554 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sherman, P. 1968. *Emulsion Science*. Academic Press, London. 496 p.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก.

การวิเคราะห์ทางเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (AOAC,1990)

### สารเคมี

#### 1.ปิโตรเลียมอีเทอร์

### อุปกรณ์

1. thimble
2. เครื่องสกัดไขมัน Soxtherm Automatic Extraction Unit

### วิธีการ

1. ตั้งอุณหภูมิของ batch liquids ให้อยู่ในช่วง 150 องศาเซลเซียส
2. เปิด pump ที่ใช้ในการดูดส่ง batch liquids
3. เปิดน้ำให้ไหลผ่านเข้าเครื่อง
4. ล้างทำความสะอาดบีกเกอร์ที่ใช้กับเครื่อง นำไปอบให้แห้ง ทิ้งให้เย็นในเคซิเคเตอร์แล้วชั่งน้ำหนัก
5. ชั่งตัวอย่างที่ต้องการสกัดใส่ใน Thimble ปริมาณ 5 กรัม ปิดด้วยสำลีปราศจากไขมันไม่หนา มาก ตวงปิโตรเลียมอีเทอร์ 130 มล.
6. นำบีกเกอร์จากข้อ 4 ประกอบกับเครื่อง
7. ทำการสกัดไขมัน จากนั้นจับเวลาที่ต้องการ (ประมาณ 2 ชั่วโมง)
8. เมื่อสกัดเสร็จทำการระเหยปิโตรเลียมอีเทอร์ออก โดยการปรับที่เครื่อง
9. นำบีกเกอร์ไปอบ ทำให้เย็นในเคซิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนักของบีกเกอร์อีกครั้ง คำนวณหาน้ำหนักที่หายไป
10. คำนวณเปอร์เซ็นต์ไขมัน = 
$$\frac{\text{น.น.บีกเกอร์และไขมัน} - \text{น.น.บีกเกอร์}}{\text{น.น.ตัวอย่างแห้ง}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การวิเคราะห์หาความชื้น

### อุปกรณ์

1. ตู้อบลมร้อน
2. Desiccator
3. Aluminium can
4. Tong
5. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง รุ่น METTLER TOLEDO AB204

### วิธีการ

1. อบ Aluminium can พร้อมด้วยฝาที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง
2. ทำให้เย็นใน Desiccator จนถึงอุณหภูมิห้อง
3. ชั่งน้ำหนัก Aluminium can พร้อมฝา
4. ชั่งตัวอย่างใส่ใน Aluminium can 2-3 กรัม ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน
5. นำไปเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 100-102 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16-18 ชั่วโมง
6. นำเข้า Desiccator จนอุณหภูมิลดลงถึงอุณหภูมิห้อง จึงนำไปชั่งน้ำหนัก

### การคำนวณ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{100(A-B)}{C}$$

- เมื่อ
- A คือน้ำหนักของ Aluminium can กับน้ำหนักตัวอย่างก่อนการอบ
  - B คือน้ำหนักของ Aluminium can กับน้ำหนักตัวอย่างภายหลังการอบ
  - C คือน้ำหนักตัวอย่างอาหารก่อนการอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การวิเคราะห์ปริมาณ Malonaldehyde (TBA-test)

#### อุปกรณ์และสารเคมี

1. TBA reagent : ละลายสาร TBA 0.2883 กรัมด้วย 90% glacial acetic acid จนได้ปริมาตร 100 มล.
2. Hydrochloric acid 4 M
3. Distillation unit

#### วิธีการ

1. ชั่งอาหาร 10 กรัม นำไปปั่นกับน้ำกลั่น 50 มล. นาน 2 นาที
2. เทตัวอย่างที่บดละเอียดลงในขวดกลั่น ล้างตัวอย่างออกจากเครื่องปั่นด้วยน้ำกลั่น 47.5 มล. เทลงในขวดกลั่น
3. เติมกรด HCl 4 M จำนวน 2.5 มล. เพื่อปรับให้ pH ประมาณ 1.5 เติม glass beads
4. นำตัวอย่างไปกลั่น โดยกลั่นได้ของเหลว 50 มล. ภายในเวลา 10 นาที หลังจากตัวอย่างเริ่มเดือด
5. ดูดของเหลวที่กลั่นได้ (distillate) 5 มล. ใส่ลงในหลอดแก้วสะอาดที่มีฝาปิด
6. เติมสารละลาย TBA 5 มล. เขย่าสารละลายและจุ่มในอ่างน้ำเคือดนาน 35 นาที
7. เตรียม blank โดยใช้ น้ำกลั่น 5 มล. แทน
8. เมื่อครบเวลาทำให้ของเหลวเย็นลงภายในเวลา 10 นาที โดย ice-bath
9. นำสารละลายไปวัดค่า Absorbance ที่ 538 nm

TBA value =  $7.8 A$  หน่วยเป็นมิลลิกรัมของ malonaldehyde ต่อตัวอย่าง 1 กิโลกรัม (A= ค่า Absorbance)



ภาคผนวก ข.  
การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยวิธีเขย่าจาน (shake plate)

1. เตรียมตัวอย่างอาหารให้เจือจางตามต้องการ อย่างน้อย 3 ระดับความเจือจาง
2. ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างอาหารแต่ละความเจือจาง ใส่ในจานเพาะเชื้อที่อบฆ่าเชื้อแล้ว จานละ 1 มิลลิลิตร แต่ระดับความเจือจางควรทำอย่างน้อย 2 ซ้ำ และใช้ระดับความเจือจางอย่างน้อย 3 ระดับ โดยเรียงจานซ้อนกัน 4 ใบ ดูดตัวอย่างอาหารใส่จานใบล่างสุดก่อนแล้วไล่ขึ้นจนถึงใบบนสุด
3. เทอาหารเลี้ยงเชื้อลงในจานประมาณ 15-20 มิลลิลิตร โดยเริ่มจากใบล่างสุดก่อนเช่นเดียวกัน เขย่าจานที่ซ้อนกันอยู่ทั้ง 4 ใบ พร้อมๆกัน โดยหมุนไปทางขวา 3-4 ครั้ง หมุนไปทางซ้าย 3-4 ครั้ง ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นแข็ง
4. บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง
5. นับจำนวน โคลิฟอร์มทั้งหมดที่เจริญบนผิวหน้าอาหารและที่เจริญฝังในอาหารเลี้ยงเชื้อ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

วันที่.....

ชื่อผู้ทดสอบชิม .....

## ผลิตภัณฑ์ กุนเชียง

ทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส คือ

- ความนุ่ม           ที่ระดับ 1 คะแนน หมายถึง มีความนุ่มน้อย  
                          ที่ระดับ 5 คะแนน หมายถึง มีความนุ่มมาก
- ความมันในเนื้อ   ที่ระดับ 1 คะแนน หมายถึง ไม่ชอบความมันมาก  
                          ที่ระดับ 5 คะแนน หมายถึง ชอบความมันมาก
- ความแน่นเนื้อ     ที่ระดับ 1 คะแนน หมายถึง มีความแน่นเนื้อน้อย  
                          ที่ระดับ 5 คะแนน หมายถึง มีความแน่นเนื้อมาก
- การยอมรับ       ที่ระดับ 1 คะแนน หมายถึง การยอมรับในผลิตภัณฑ์น้อย  
                          ที่ระดับ 5 คะแนน หมายถึง การยอมรับในผลิตภัณฑ์มาก

รหัสตัวอย่าง				
ความนุ่ม				
ความชุ่มในเนื้อ				
ความแน่นเนื้อ				
การยอมรับ				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัส (texture) โดยเครื่อง Texture analyser  
ตั้งค่าในการวัดดังนี้

Mode Measure Force in Compression

Option Return to start

Pre test Speed 2.0 mm./s

Test Speed 2.0 mm./s

Post-Test Speed 10.0 mm./s

Distance 30.0 mm./s

Trigger Type Auto-50 g

Data Acquisition Rate 200 pps

PROBE (HDP/BSG) BREAD SET WITH GUILLOTINE



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้