ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การใช้กลูเตนในผลิตภัณฑ์หมูยอ

(Utilization of Gluten in Veitnam Sausage)

โดย

นางสาวกมลทิพย์ ก้องประเสริฐ รหัส 39044401

นางสาวเสาวภา นิ่มดวง รหัส 39044459

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 23 / 3 / 43 **อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ**

(ผศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธนิติคุณ)

16680
- 6 ก.ค. 2543
ปพ
ก 1361
2542

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

(ผศ.ดร. ระติพร หาเรือนกิจ.)

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16680

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การใช้กลูเตนในผลิตภัณฑ์หมูยอ

(Utilization of Gluten in Veitnam Sausage)

ปพ.
ก136ก
2543

T096493

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....96493...
รับเมื่อ.....

โดย

นางสาวกมลทิพย์ ก้องประเสริฐ รหัสประจำตัว 39044401
นางสาวเสาวภา นิ่มดวง รหัสประจำตัว 39044459

เสนอ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กมลทิพย์ ก้องประเสริฐ, เสาวภา นิ่มดวง. 2543. : การใช้กลูเตนในผลิตภัณฑ์หมูยอ(Utilization of Gluten in Veitnam Sausage). ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์, 46 หน้า

ในปัจจุบันมีการใช้โปรตีนจากพืชมาทดแทนโปรตีนจากสัตว์กันมากขึ้น เช่น หมี่กึงซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากกลูเตนมีลักษณะคล้ายเนื้อสัตว์โดยมีปริมาณโปรตีนใกล้เคียงกับเนื้อสัตว์ทั่วไป จึงได้ทำการทดลองเติมกลูเตนในผลิตภัณฑ์หมูยอซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ลดขนาดแบบละเอียด อีมัลชั่นประเภทน้ำมันในน้ำ (oil in water emulsion) และกลูเตนที่เกิดจากการรวมตัวของโปรตีนไกลอะดินและกลูเตนิน

ปัญหาพิเศษนี้ได้ทำการศึกษาเพื่อหาแนวโน้มความเป็นไปได้ในการใช้โปรตีนจากพืชมาทดแทนโปรตีนจากสัตว์บางส่วน โดยศึกษาวิธีการเติมกลูเตนในผลิตภัณฑ์ตามลักษณะต่างๆ เช่น เติมลักษณะผงขณะบดเนื้อ เติมพร้อมส่วนผสมอื่นๆในขณะบดผสม และละลายน้ำแล้วผสมลงไปในส่วนผสม อัตราส่วนที่เหมาะสมของกลูเตนและการยอมรับของผู้บริโภค

จากการศึกษาพบว่า การเติมกลูเตนในลักษณะผงพร้อมส่วนผสมอื่นๆในขณะบดผสมทำให้ผลิตภัณฑ์มีการรวมตัวที่ดีมากขึ้น จากนั้นจึงหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของกลูเตนในปริมาณต่างๆ กันพบว่าการใช้กลูเตนที่ระดับ 5% จะได้ผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่ระดับคะแนน 3.60 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า กลูเตนมีส่วนช่วยในการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์หมูยอให้ดีขึ้น ในด้านสี การรวมเป็นเนื้อเดียวกันและความยืดหยุ่นแต่อาจมีปัญหาเนื่องจากกลิ่นแป้งที่เกิดเด่นขึ้นมาในช่วงของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นานวันได้

กมลทิพย์ ก้องประเสริฐ
ลายมือชื่อนักศึกษา

เสาวภา นิ่มดวง .... 23 / 3 / 43
ลายมือชื่อนักศึกษา ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา วัน / เดือน / ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ได้สละเวลาให้ความรู้ ความเข้าใจ คำปรึกษา การนำเสนอและข้อเสนอแนะต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง รวมทั้งได้ตรวจแก้ไขรูปเล่มปัญหาพิเศษจนสำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.ประภาพร ขอไพบูลย์ที่ได้ให้คำแนะนำซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆ และน้องๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในการพิมพ์เอกสารตลอดการทำปัญหาพิเศษนี้

(นางสาวกมลทิพย์ ก้องประเสริฐ)

(นางสาวเสาวภา นิ่มดวง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญภาคผนวก	ช
บทที่	
1. บทนำ	1
2. ตรวจเอกสาร	2
2.1 โครงสร้างของเมล็ดข้าวสาลี	2
2.2 องค์ประกอบทางกายภาพและทางเคมีของข้าวสาลี	2
2.3 การเกิดโด	3
2.4 การเกิดกลูเตน	7
2.5 พันธะทางเคมีของกลูเตน	7
2.6 การเกาะเกี่ยวและการขันหนืด	11
2.7 วิธีการสกัดกลูเตน	11
2.8 ผลิตภัณฑ์หมูยอ	13
2.9 ส่วนประกอบโดยทั่วไปของหมูยอ	13
3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	16
3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์	16
3.2 สูตรการผลิตหมูยอเบื้องต้น	16
3.3 วิธีการทดลอง	17
4. ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	20
4.1 ผลของวิธีการเติมกลูเตนที่เหมาะสมต่อการใช้กลูเตนในผลิตภัณฑ์หมูยอ	20
4.2 ผลของลักษณะเนื้อสัมผัสของหมูยอที่มีการเติมกลูเตน	21
4.3 ผลของสีของผลิตภัณฑ์หมูยอที่มีการเติมกลูเตน	23

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลของการยอมรับของผู้บริโภคโยการทดสอบลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส 24
4.5 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษา 25
5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 27
6. เอกสารอ้างอิง 28
7. ภาคผนวก 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงพันธะทางเคมีที่สำคัญในโปรตีนของโด	7
2.2 แสดงปริมาณโปรตีนทั้งหมดที่มีในเนื้อส่วนต่างๆปริมาณโปรตีนและความสามารถของโปรตีนในการรวมตัวกับน้ำและน้ำมัน	15
4.1 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์หมูยอที่ได้เมื่อใช้วิธีการเติมกลูเตนต่างๆกัน	21
4.2 แสดงคุณสมบัติทางด้าน gel strength ของผลิตภัณฑ์หมูยอที่ได้เมื่อใช้กลูเตนปริมาณต่างๆกันโดยการอ่านค่าแรงสูงสุด(maximum force)	22
4.3 แสดงลักษณะปรากฏทางด้านสีของผลิตภัณฑ์หมูยอเมื่อใช้กลูเตนปริมาณต่างๆกัน	23
4.4 แสดงค่าคะแนนคุณลักษณะต่างๆของหมูยอที่ได้จากการประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัสเมื่อใช้กลูเตนที่ระดับต่างๆกัน	24
4.5 แสดงลักษณะปรากฏและคุณภาพทางด้านกลิ่นรสของหมูยอเมื่อเก็บรักษาในระยะเวลาต่างๆ	25
4.6 แสดงปริมาณจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์หมูยอเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0-7^{0}C เป็นเวลาต่างๆกัน	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ส่วนประกอบต่างๆ ของแป้งสาลีเมื่อผสมและล้างน้ำ	4
2.2 คุณสมบัติและองค์ประกอบของโปรตีนในแป้งสาลี	4
2.3 การเปลี่ยนแปลงของแป้งสาลีกลายเป็นโดมองผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบสแกนนิง	5
2.4 แผ่นฟิล์มของโดที่ผสมได้เหมาะสม	6
2.5 โครงร่างของแผ่นฟิล์มกลูเตนซึ่งมีน้ำ โปรตีนและลิพอโปรตีนรวมกันอยู่	6
2.6 ลักษณะพันธะทางเคมีของกรดอะมิโนซึ่งเป็นองค์ประกอบของกลูเตน	9
2.7 ลักษณะการเกาะเกี่ยวของกลูตามีนด้วยพันธะไฮโดรเจน	9
2.8 การเปลี่ยนแปลงโครงร่างและการเคลื่อนย้ายพันธะไดซัลไฟด์ของกรดอะมิโนในกลูเตน	10
2.9 การเปลี่ยนแปลงของพันธะไดซัลไฟด์ในโมเลกุลของกลูเตน (ทั้งจากไกลอะดีนและกลูเตนิน)	10
2.10 ลักษณะทางกายภาพของ (ก)กลูเตน (ข)กลูเตนิน (ค)ไกลอะดีน	11
4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกลูเตน (%) กับค่า maximum force (g)	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก

	หน้า
ภาคผนวก ก มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหมูยอ	29
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์	36
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ทางกายภาพ	41
- การทดสอบเนื้อสัมผัส (texture) โดยเครื่องTexture analyser	41
- การทดสอบทางประสาทสัมผัส	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

หมูยอเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อลดขนาดแบบละเอียด อีมัลชั่นประเภทน้ำมันในน้ำ (oil in water emulsion) เนื้อถูกบดด้วยเครื่องบดและสับละเอียดจนโครงสร้างในระดับเส้นใยกล้ามเนื้อเปลี่ยนแปลง โดยมีโปรตีนไมโอซินละลายออกมาจากเส้นใยกล้ามเนื้อและทำให้ส่วนผสมแปรเปลี่ยนเป็นมวลเหนียวซึ่งเป็นลักษณะของส่วนผสมที่เรียกว่า อีมัลชั่น (emulsion)

กลูเตนเป็นโปรตีนที่สกัดได้จากข้าวสาลี ซึ่งเกิดจากการรวมตัวของไกลอะดินเป็นโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำและกลูเตนินที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน ไกลอะดินและกลูเตนินก่อให้เกิดลักษณะโครงร่างของกลูเตนจากการนวดโดทำให้เกิดแรงยึดเหนี่ยวของพันธะทางเคมีระหว่างกรดอะมิโนหลายรูปแบบ ได้แก่ พันธะโคเวเลนต์ (covalent) พันธะไอออนิก (ionic) พันธะไฮโดรเจน (hydrogen) และพันธะแวน เดอร์ วอร์ล (van der waals)

ปัจจุบันมีการผลิตกลูเตนผงออกมาจำหน่ายทั่วไป เนื่องจากกลูเตนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการประกอบอาหารมังสวิรัติชนิดต่างๆ ได้มากมายทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะคล้ายเนื้อสัตว์เพื่อการประกอบอาหาร โดยความต้องการใช้กลูเตนจากข้าวสาลีในอาหารค่อยๆ เพิ่มขึ้นในอัตราการเพิ่ม 8% ต่อปี เนื่องจากโปรตีนจากสัตว์มีราคาแพงกว่าโปรตีนจากพืช ดังนั้นจึงทำการศึกษาหาปริมาณที่เหมาะสมของการใช้กลูเตนในหมูยอ เพื่อลดต้นทุนในการผลิตและปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้มีลักษณะเนื้อที่ดีขึ้น

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาการใช้โปรตีนจากพืชมาทดแทนโปรตีนจากสัตว์บางส่วนในผลิตภัณฑ์หมูยอ
2. ศึกษาผลของกลูเตนต่อการเกิดอีมัลชั่นกับไขมันเพื่อปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์หมูยอ
3. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์หมูยอที่มีการเติมกลูเตน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

2.1 โครงสร้างของเมล็ดข้าวสาลี

เมล็ดข้าวสาลีประกอบด้วยโครงสร้างหลัก 3 ส่วน คือ คัพภะ (embryo) ชั้นรำ (bran) และเนื้อเมล็ด (endosperm) ชั้นรำทำหน้าที่ป้องกันส่วนที่เป็นเนื้อ คัพภะ คือส่วนที่จะงอกเป็นต้นอ่อนต่อไป ส่วนเนื้อเมล็ดทำหน้าที่เป็นแหล่งอาหารของต้นอ่อนและเป็นส่วนที่นำมาใช้ประโยชน์เป็นอาหารมนุษย์มากที่สุด เมื่อนำข้าวสาลีมาบดให้เป็นแป้ง จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีไปพร้อมกัน กล่าวคือในกระบวนการโม่แป้งเป็นการสกัดส่วนเนื้อในของเมล็ดออกมาและบดเป็นแป้งละเอียดซึ่งแป้งที่ได้นี้จะประกอบด้วยองค์ประกอบทางเคมีสำคัญ คือ คาร์โบไฮเดรต (ได้แก่สตาร์ชเป็นส่วนใหญ่) โปรตีนจะอยู่ระหว่าง 7-18 % ไขมัน เอนไซม์ แร่ธาตุ วิตามิน และเม็ดสี ซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปริมาณการสกัดแป้งนั้นออกจากเมล็ดข้าวสาลี

2.2 องค์ประกอบทางกายภาพและทางเคมีของแป้งสาลี

ข้าวสาลีและแป้งสาลี มีองค์ประกอบทางเคมีในส่วนของโปรตีนแตกต่างจากธัญชาติอื่นๆ ทั้งในด้านปริมาณและลักษณะโครงสร้างทางกายภาพ โดยข้าวสาลีแต่ละชนิดจะมีเกณฑ์โปรตีนต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะสายพันธุ์ สภาพแวดล้อมของภูมิอากาศ และการบำรุงดิน เช่น ข้าวสาลีชนิดอ่อนจะมีโปรตีนในเกณฑ์ต่ำ 6-12 % ข้าวสาลีชนิดแข็งจะมีโปรตีน 9-18 % เมื่อโม่เป็นแป้งโปรตีนจะมีปริมาณลดลง 1 % เมื่อนำแป้งผสมกับน้ำในสัดส่วนที่พอเหมาะแล้วนวดให้เป็นก้อนโด ซึ่งลักษณะยืดหยุ่นได้ แล้วนำก้อนโดที่ได้ไปล้างด้วยน้ำจะแยกสารประกอบของโดเป็น 3 ส่วน คือ กลูเตน สตาร์ช และสารละลายในน้ำ (แสดงดังรูปที่ 2.1) ลักษณะของโปรตีนที่กระจายตัวในแป้งสาลีจะอยู่ในรูปโปรตีนสะสมและเส้นใยโปรตีน ส่วนลักษณะโครงสร้างของโปรตีนในแป้งมี 2 ส่วน คือส่วนที่เป็นกลูเตนและส่วนที่ไม่เป็นกลูเตนในโด (โปรตีนประเภทอื่น) โดยส่วนที่เป็นกลูเตนจะประกอบด้วยโปรตีนที่ละลายได้ในกรดและด่าง 2 ชนิดคือ ไกลอะดินและกลูเตนินใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณใกล้เคียงกัน รวมเป็น 85% ของโปรตีนในแป้งทั้งหมด ส่วนโปรตีนที่ละลายในน้ำและน้ำเกลือ คือ แอลบูมินและโกลบูลินจะเป็นส่วนที่ไม่ใช่กลูเตน (แสดงดังรูปที่ 2.2)

2.3 การเกิดโด

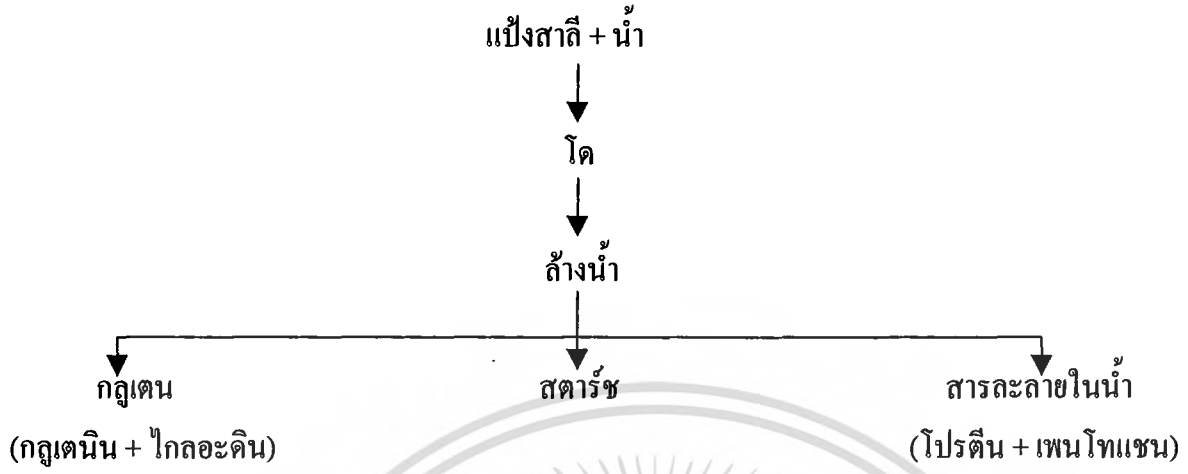
เมื่อนวดแป้งข้าวสาลีกับน้ำ จะเกิดการจับตัวเป็นก้อนของแป้งกับน้ำกลายเป็นก้อนโด ซึ่งมีคุณสมบัติของความยืดหยุ่น (elastic) ความหนืดข้น (viscous) และลักษณะคล้ายพลาสติก(plastic) ร่วมกัน ซึ่งเป็นผลความเปลี่ยนแปลงภายในของแป้ง ทั้งในทางเคมี กายภาพและชีวภาพ (ดังรูปที่ 2.3) เรียกว่าการเกิดรีโอโลยีของโด(dough rheology) หรือวิทยากระแสของโด ซึ่งเป็นผลมาจากแรงเค้น (stress) แรงเฉือน (shear) และแรงดึง (tensile) ต่อโด ในระยะเวลาและอุณหภูมิเหมาะสม จึงจะได้โดลักษณะยืดหยุ่นดี ซึ่งทำให้เกิดการผิดรูป (deformation) แบบนอนนิวโทเนียน (non-newtonian) มีลักษณะผสมผสานระหว่างความหนืดและความยืดหยุ่น (visco-elastic) เป็นผลทำให้โครงร่างและองค์ประกอบทางเคมีในโดเปลี่ยนแปลง โดยมีน้ำที่เติมลงไปเป็นตัวกลางสำคัญ

เมื่อเติมน้ำลงในแป้งนั้น น้ำจะไม่ซึมลงไปในแป้งทันที แต่จะเกิดเป็นฟิล์มบางๆ บนผิวแป้ง พอออกแรงนวดหรือใช้เครื่องผสม เกิดแรงเค้นและแรงเฉือน ทำให้น้ำซึมเข้าไปในแป้งอยู่ระหว่างเม็ดแป้ง เกิดแรงดึงดูดระหว่างน้ำกับแป้ง เป็นผลจากโปรตีนในองค์ประกอบของแป้งเกิดการรวมตัวของโปรตีน โดยมีน้ำเป็นตัวเชื่อม กลายเป็นร่างแหของกลูเตนคลุมเม็ดสตาร์ชซึ่งจะยังไม่ดูดซึมน้ำ ที่อุณหภูมิของการผสมโดนี้ ขณะผสมจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของกลูเตนไปเรื่อยๆจนถึงจุดที่กลูเตนมีความยืดหยุ่นเหมาะสม ทำให้กลูเตนไม่ติดมือหรือติดภาชนะที่ใช้ผสม สามารถดึงยืดเป็นฟิล์มบางๆได้ (ดังรูปที่ 2.4)

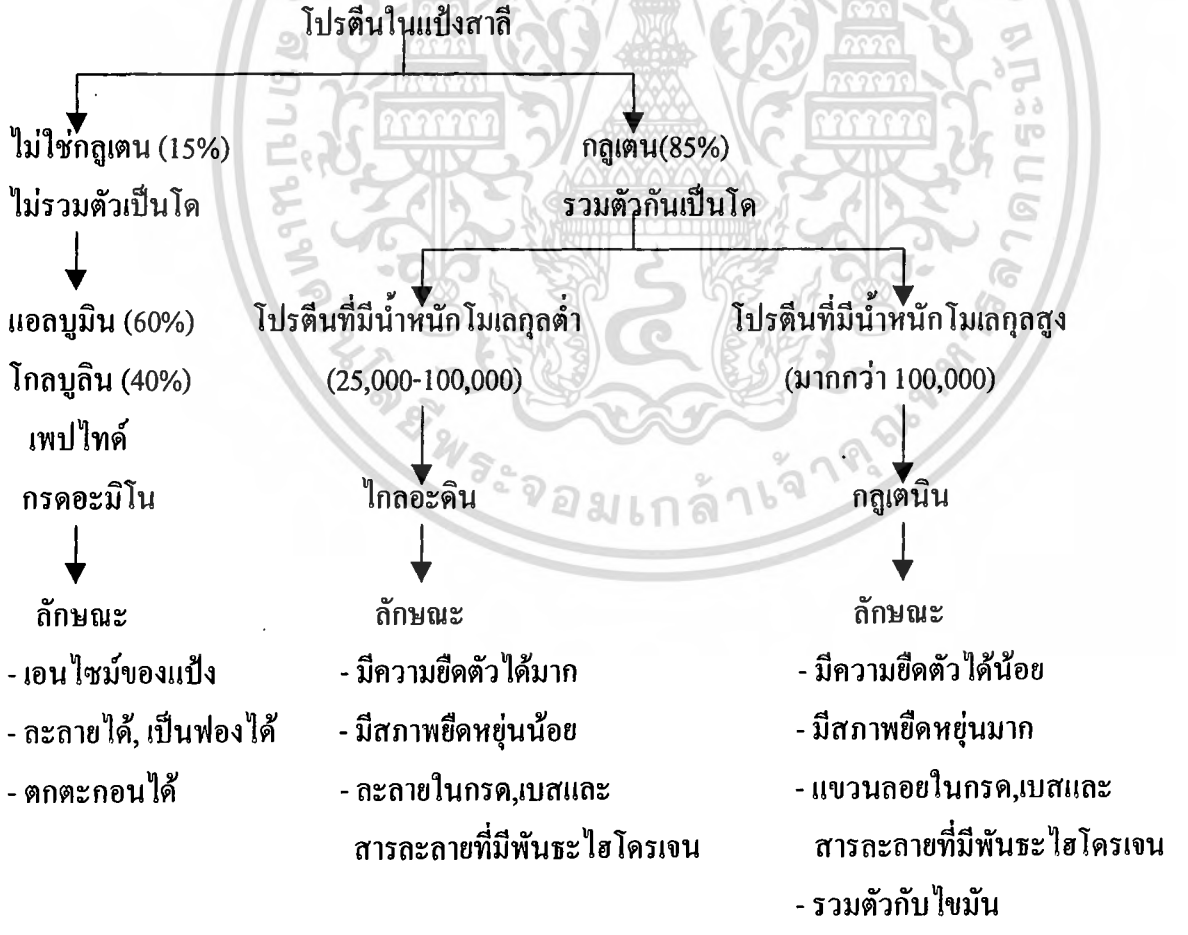
ถ้าทำการผสมต่อไปอีก จะทำให้เกิดแรงเฉือนและแรงเค้นรวมทั้งแรงดึงร่วมกัน มีผลทำให้กลูเตนฟิล์มหมดความยืดหยุ่นตัว ทำให้ขาดลงเป็นสาย โดเหนอะหนะติดมือและไหลได้ เนื่องจากการผสมมากเกินไป

ปริมาณน้ำที่เติมให้ได้โดที่เหมาะสมนั้น ต้องพิจารณาจากปริมาณความชื้นเดิมของแป้งซึ่งเป็นปริมาณน้ำชนิดที่เกาะเกี่ยวกับสารอื่นรวมกับน้ำอิสระ โดยทั่วไปมีอยู่ประมาณ 14% ดังนั้นน้ำที่เติมลงไป จะช่วยให้เกิดการเกาะเกี่ยวของน้ำกับสารอื่นจนถึง 25% ของความชื้นหรือเท่ากับ 0.33 กรัมของน้ำต่อน้ำหนักแป้ง 1 กรัม และเมื่อมีน้ำถึง 0.54 กรัมของน้ำต่อน้ำหนักแป้ง 1 กรัม (ประมาณ 35% ของความชื้น) โดจะมีลักษณะที่เหมาะสม โดยมีส่วนของน้ำอิสระประมาณ 10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

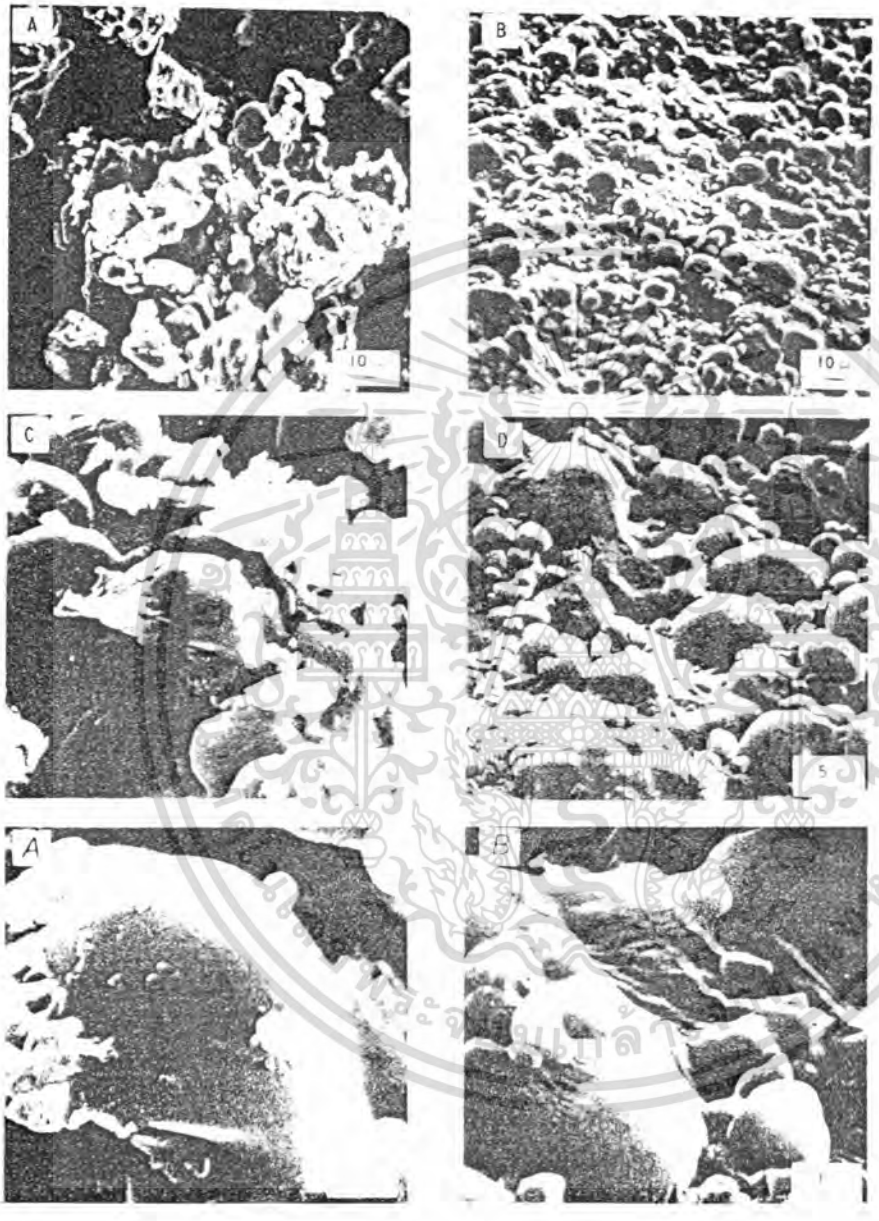


รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบต่างๆ ของแป้งสาลีเมื่อผสมและล้างน้ำ
ที่มา : อรอนงค์, 2538



รูปที่ 2.2 คุณสมบัติและองค์ประกอบของโปรตีนในแป้งสาลี
ที่มา : อรอนงค์, 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

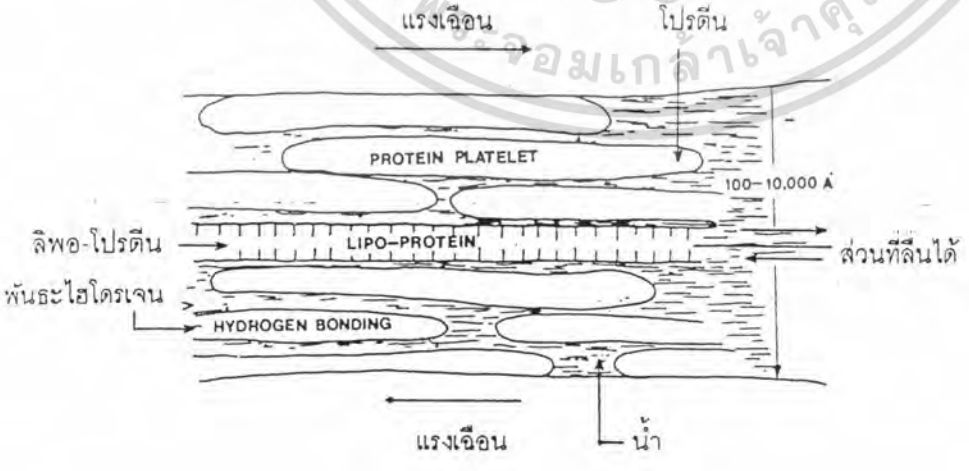


รูปที่ 2.3 การเปลี่ยนแปลงของแป้งสาลีกลายเป็นโดมองผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบสแกนนิง (scanning electron microscope)

ที่มา : อรอนงค์, 2532

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.4 แผ่นฟิล์มของโดที่ผสมได้เหมาะสม
ที่มา : อรอนงค์, 2532



รูปที่ 2.5 โครงร่างของแผ่นฟิล์มกลูเตนซึ่งมีน้ำ โปรตีน และลิพอโปรตีนร่วมกันอยู่
ที่มา : อรอนงค์, 2532

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การเกิดกลูเตน

กลูเตนเกิดจากการรวมตัวของไกลอะดินและกลูเตนิน ในปริมาณใกล้เคียงกันปริมาณกลูเตนที่เกิดขึ้นนับว่าเป็นส่วนใหญ่ของโปรตีน (80-90%) ในแป้ง ไกลอะดินและกลูเตนินก่อให้เกิดลักษณะโครงร่างของกลูเตนจากการนวดโดทำให้เกิดแรงยึดเหนี่ยวของพันธะทางเคมีระหว่างกรดอะมิโนหลายรูปแบบ ได้แก่ พันธะโควาเลนต์ (covalent) พันธะอิออนิก (ionic) พันธะไฮโดรเจน (hydrogen) และพันธะวันเดอร์วาล์ว (van der waals) (ดังตารางที่ 2.1)

ตารางที่ 2.1 แสดงพันธะทางเคมีที่สำคัญในโปรตีนของโด

ชนิดของพันธะ	ลักษณะการเกิด	พลังงาน กิโลแคลอรี/โมล
โคเวเลนต์	พันธะระหว่างอะตอมด้วยคู่อิเล็กตรอน	30-100
อิออนิก	พันธะระหว่างประจุตรงกันข้าม	10-100
ไฮโดรเจน	พันธะในลักษณะอิเล็กโทรเนกะทีฟของอะตอมระหว่างไฮโดรเจน	2-5
แวน เดอร์ วอว์ล	พันธะที่เกิดระหว่างกลุ่มที่ไม่มีประจุ	มากถึง 0.5

ที่มา : อรอนงค์, 2538

พันธะโคเวเลนต์ในโครงร่างของกลูเตน ก็คือพันธะเพปไทด์ที่เชื่อมระหว่างกรดอะมิโนทั้งลักษณะภายในและภายนอกโมเลกุล ด้วยการใช้อิเล็กตรอนร่วมกันระหว่างสองอะตอมทำให้มีพลังงานสูงในการเชื่อมกันเป็นพันธะ รวมทั้งพันธะระหว่างซัลเฟอร์ เรียกว่า ไดซัลไฟด์ (disulfide linkage)ของกรดอะมิโนซีสทีนในโปรตีนโมเลกุลซึ่งนับเป็นพันธะที่มีความสำคัญต่อความยืดหยุ่นของกลูเตน

2.5 พันธะทางเคมีของกลูเตน

พันธะอิออนิกหรือพันธะเกลือเกิดจากแรงดึงระหว่างกลุ่มที่มีประจุตรงกันข้ามกันเป็นพันธะที่มีจำนวนน้อยในกลูเตน ส่วนพันธะไฮโดรเจนเกิดจากแรงดึงดูดระหว่างอะตอมของไฮโดรเจนกับอะตอมของไนโตรเจนหรือออกซิเจน ซึ่งถึงแม้ว่าจะมีแรงยึดเหนี่ยวต่ำ แต่ก็มีเป็น

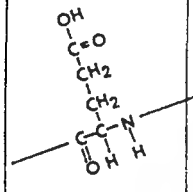
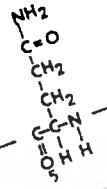
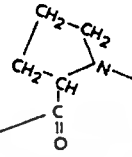
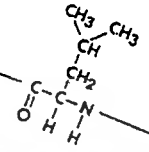
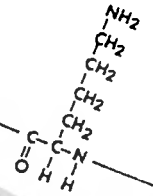
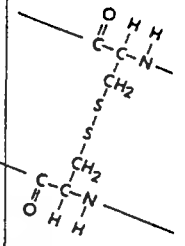
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนมากในกลูเตนจึงมีความสำคัญต่อลักษณะโครงร่างของกลูเตนมากกว่าพันธะชนิดอื่นสำหรับพันธะแวน เดอร์ วอล์ว เกิดขึ้นระหว่างกรดอะมิโนที่ไม่มีประจุกับกรดไขมันหรือระหว่าง สตาร์ชกับกลีเซอไรด์ซึ่งพันธะนี้นับว่ามีกำลังอ่อนที่สุด แต่ก็มีผลต่อลักษณะของกลูเตนโดยก่อให้เกิดลักษณะที่ไม่ชอบน้ำ (hydrophobic bonds) ระหว่างกลุ่มของโปรตีนที่ไม่มีประจุ (nonpolar group) ได้ (ดังรูปที่ 2.6)

จากรูปที่ 2.7 พันธะไฮโดรเจนมีความสำคัญต่อโครงร่างของกลูเตนมาก เนื่องจากมีจำนวนมากถึง 42% และมักเกิดขึ้นระหว่างกรดอะมิโนกลูทามิกในรูปกลูทามีน ส่วนกรดอะมิโนโปรลีน มีผลทำให้เกิดการหักเป็นเกลียว (helix) ของโพลิเพปไทด์ซึ่งมีอยู่ประมาณ 14% สำหรับพันธะที่เกิดระหว่างกลุ่มกรดอะมิโนที่ไม่มีประจุจะมีอยู่ 7% ส่วนที่เกิดพันธะที่อยู่ระหว่างประจุบวกหรือประจุลบมีจำนวนน้อย พันธะสำคัญอีกชนิดที่มีผลสำคัญต่อโครงร่างของกลูเตน คือ พันธะไดซัลไฟด์ เนื่องจากเป็นพันธะที่อาจก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ โดยวิธีทางกายภาพและทางเคมีซึ่งวิธีทางกายภาพหมายถึงการผสม การนวดจนเป็นโด มีส่วนให้เกิดการเคลื่อนที่ของพันธะ (brownian motion) จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งทำให้โครงร่างกลูเตนมีความยืดหยุ่นมากขึ้น (รูปที่ 2.8) ส่วนวิธีทางเคมีหมายถึงการเติมสารเคมีซึ่งมีผลให้ปริมาณไดซัลไฟด์เพิ่มขึ้นหรือลดลง โดยทั่วไปสารประเภทรีดิวซ์ ได้แก่ กลูทาไทโอน (glutathione) หรือซีสทีอีน มีผลทำให้พันธะไดซัลไฟด์เพิ่มขึ้นหรือลดลง กลูเตนจึงมีความยืดหยุ่นน้อยลง ส่วนสารประเภทออกซิไดส์ เช่น สารที่มีโบรเมตเป็นองค์ประกอบ จะช่วยให้มีพันธะไดซัลไฟด์ในกลูเตนเพิ่มขึ้น (ดังรูปที่ 2.9)

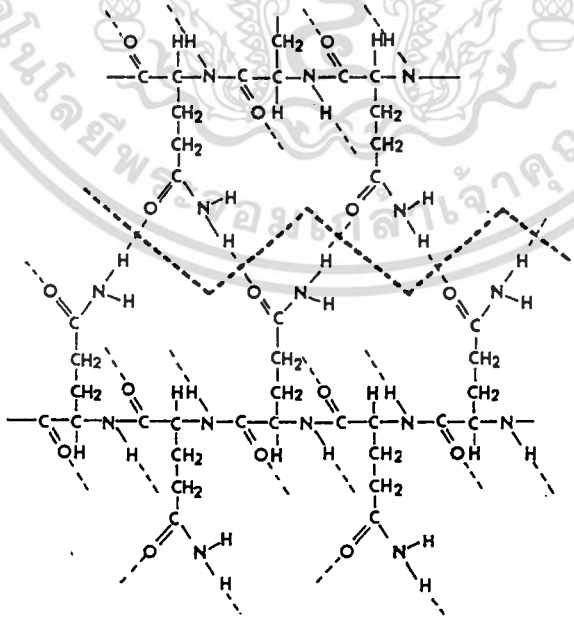
ในขณะที่ทั้งไกลอะดีนและกลูเตนิน ซึ่งมีพันธะไดซัลไฟด์เหมือนกันนั้น ปรากฏว่าลักษณะพันธะของไกลอะดินจะเป็นการเชื่อมกันภายโมเลกุลมาก (intra molecular bonding) ส่วนกลูเตนินมีพันธะแบบเชื่อมกันภายนอกโมเลกุลมากกว่าแบบแรก (inter molecular bonding) ลักษณะที่ต่างกันนี้เนื่องจากองค์ประกอบของกรดอะมิโนที่เรียงลำดับในสายพอลิเพปไทด์ที่ต่างกันมีผลทำให้โครงร่างและลักษณะของไกลอะดินและกลูเตนินต่างกันในทางกายภาพ กล่าวคือไกลอะดินจะมีน้ำหนักโมเลกุลระหว่าง 20,000 - 40,000 เนื่องจากมีพันธะเชื่อมภายในเป็นส่วนมาก ส่วนกลูเตนินจะมีน้ำหนักโมเลกุลมากระหว่าง 50,000 ถึง 1,000,000 หรือมากกว่า ดังนั้น ไกลอะดินจึงมีคุณสมบัติในการไหลยืดได้ดีกว่ากลูเตนินซึ่งมีลักษณะเหนียวคล้ายยาง แต่เมื่อรวมกันเป็นกลูเตนจะได้ลักษณะเหมาะสม มีความยืดหยุ่นพอดี (ดังรูปที่ 2.10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	กรดกลูทามิก	กลูทามีน	โปรลีน	ลิวซิน	ไลซีน	ซีสทีน
						
ชนิด	กรด.	อะไมด์	ขั้นที่สอง	กลาง	เบส	ซัลเฟอร์
ปริมาณ	?-ต่ำ	42%	14%	7%	1.2%	2.1%
ลักษณะ	ประจุลบ	พันธะไฮโดรเจน	สายเพปไทด์ที่บิด	ไม่โพลาร์	ประจุบวก	พันธะ-ข้าม

รูปที่ 2.6 ลักษณะพันธะทางเคมีของกรดอะมิโนซึ่งเป็นองค์ประกอบของกลูเตน

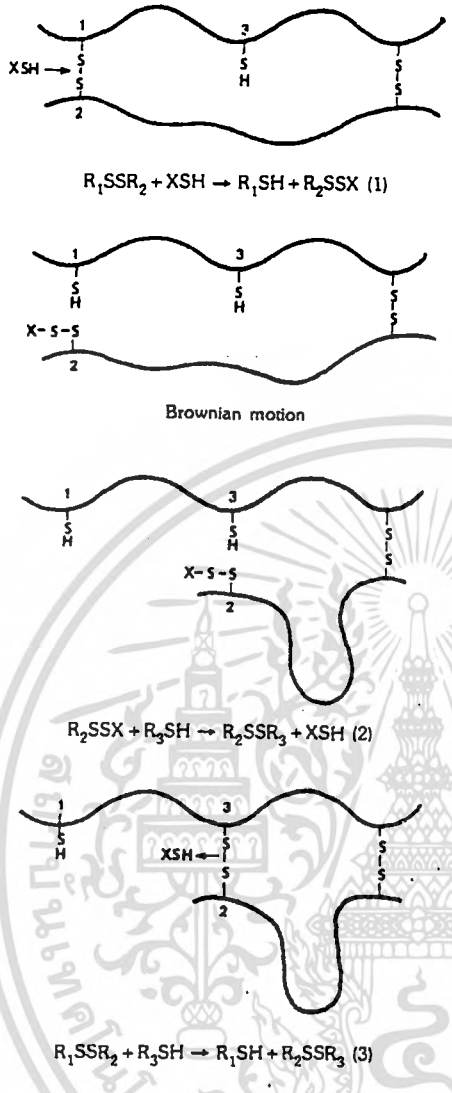
ที่มา : อรอนงค์, 2532



รูปที่ 2.7 ลักษณะการเกาะเกี่ยวของกลูทามีนด้วยพันธะไฮโดรเจน

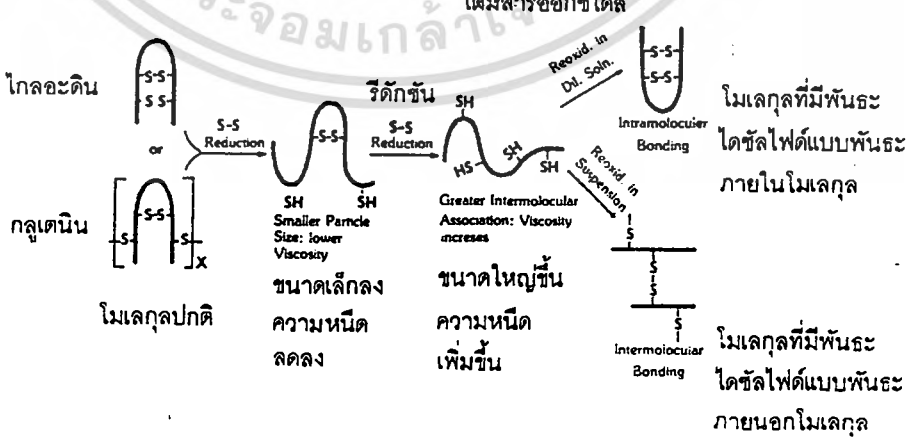
ที่มา : อรอนงค์, 2532

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 การเปลี่ยนแปลงโครงร่างและการเคลื่อนย้ายพันธะไดซัลไฟด์ของกรดอะมิโนในกลูเตน

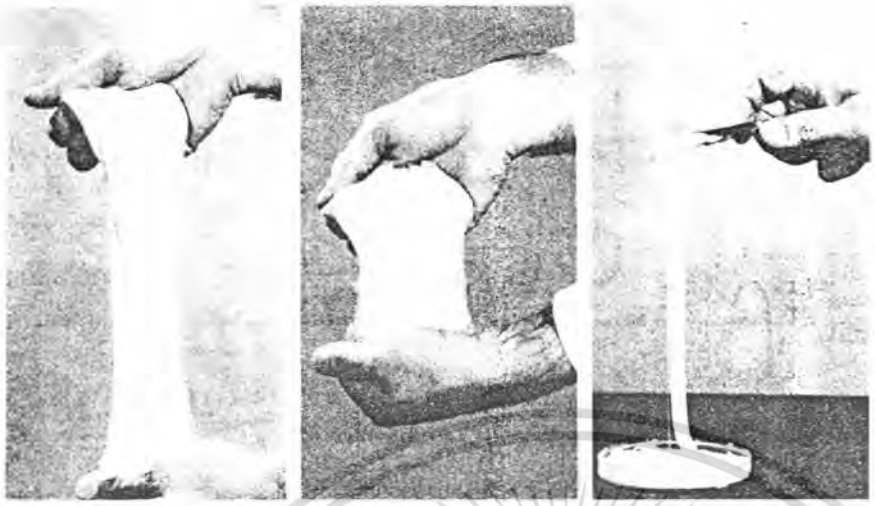
ที่มา : อรอนงค์, 2532



รูปที่ 2.9 การเปลี่ยนแปลงของพันธะไดซัลไฟด์ในโมเลกุลของกลูเตน (ทั้งจากไกลอะดินและกลูเตนิน

ที่มา : อรอนงค์, 2532

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก ข ค

รูปที่ 2.10 ลักษณะทางกายภาพของ (ก) กลูเตน (ข) กลูเตนิน (ค) ไกลอะดิน
ที่มา : อรอนงค์, 2532

2.6 การเกาะเกี่ยวและการข้นหนืด

ถ้านำแป้งสาลีมาผสมกับน้ำ แล้วให้ความร้อนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับน้ำแบ่งเป็น 2 ลักษณะใหญ่ๆ คือ ลักษณะยึดติดกับสารอื่นได้ (adhesion) และลักษณะหนืดข้น (viscosity) โดยลักษณะการยึดติดนี้ เกิดจากแรงกดดันจนติดแน่น หรือการจับตัวกันเอง หรือการระเหยของสารตัวทำละลายจนทำให้มีการเกาะตัวกันขึ้น ส่วนลักษณะหนืดข้นเกิดเมื่อผสมแป้งกับน้ำหลังจากนั้นให้ความร้อน เม็ดสตาร์ชในแป้งจะพองตัว และเปลี่ยนสภาพสารผสมทำให้หนืดข้น ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบและโครงสร้างสตาร์ชทั้งทางเคมีและกายภาพ

2.7 วิธีการสกัดกลูเตน

การสกัดกลูเตนสำหรับการวิเคราะห์นั้น จะผสมแป้งกับน้ำในอัตราส่วนที่พอเหมาะ แล้วนวดให้เป็นก้อนโดซึ่งมีลักษณะยืดหยุ่นได้ แล้วนำก้อนโดนั้นไปล้างน้ำ จะได้ส่วนประกอบของโดเป็น 3 ส่วนหลัก คือ กลูเตน สตาร์ช และสารละลายในน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนการสกัดกลูเตนสำหรับนำไปบริโภคหรือใช้ประโยชน์นั้น สามารถแยกวิธีสกัดได้ 2 ประเภท คือ วิธีการสกัดในการค้า และในครัวเรือน ดังนี้

2.7.1 วิธีสกัดในทางการค้า

ได้มีผู้คิดค้นวิธีการสกัดกลูเตนแยกจากสตาร์ชในแป้งสาลีมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารประเภทต่างๆ โดยวิธีที่เก่าแก่มากที่สุดคือ martin process เริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ.1835 จนถึงปัจจุบันยังมีการใช้อยู่ โดยมีหลักการผสมแป้งกับน้ำให้เป็นโดที่เหนียว แล้วล้างก้อนโดด้วยน้ำ เพื่อแยกสตาร์ชออกจาก กลูเตน นำสตาร์ชที่ปนมากับน้ำเข้าเครื่องเหวี่ยงแยกสตาร์ชบริสุทธิ์ นำมาทำแห้งแล้วบดเป็นผง ส่วนกลูเตนที่แยกได้นำมาทำเป็นชิ้นเล็กๆ ทำให้แห้งด้วยไอน้ำร้อนหรือระบบสุญญากาศหรืออาจนำกลูเตนไปผสมกับกรดอะซิติคหรือแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ แล้วผ่านเข้าเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งร้อน (drum dryer) แล้วบดส่วนที่แห้งนี้ให้เป็นผงละเอียดเรียกว่า วิเตลกลูเตน (vital gluten) ซึ่งมีคุณสมบัติที่ดี เหมาะในอุตสาหกรรมอาหารคือ การละลาย การพองตัว ความเหนือชั้น การเกิดฟองและการเป็นอีมัลซิไฟเออร์

2.7.2 วิธีการสกัดกลูเตนในครัวเรือน

เป็นวิธีที่ง่ายและสะดวก เหมาะสำหรับใช้บริโภคในครัวเรือนของกลุ่มผู้บริโภคอาหารมังสวิรัติ หรือในกลุ่มเกษตรกรที่อยู่ในแหล่งขาดสารอาหารโปรตีนและมีฐานะยากจนโดยมีสูตรและวิธีทำดังนี้

ส่วนผสม

1.แป้งสาลีโปรตีน 10-12 % (เช่นตราห่าน ตราพระเสาร์) 1 กิโลกรัม

2.น้ำสะอาด 630 กรัม

3.น้ำมันพืช 25 กรัม

วิธีการทำ

1. เทแป้งลงในอ่างผสมพร้อมกับใส่น้ำ น้ำมันพืช ลงไปนวดผสมจนเข้ากัน โดยโดไม่ติดอ่างผสมและเนียน มีความยืดหยุ่นดี พักโดไว้ 15 นาที

2. นำโดที่ได้ไปล้างน้ำเพื่อแยกสตาร์ชออกจากกลูเตน โดยการรินน้ำทิ้ง ทำซ้ำอีกจนน้ำที่ล้างใสเหลือไว้แต่กลูเตนที่ได้จะมีลักษณะเหนียว นุ่ม ยืดหยุ่นได้

3. พักกลูเตนไว้ 2-3 ชั่วโมงหรือ 1 คืน โดยการเอาแช่น้ำแล้วเก็บไว้ในตู้เย็น เพื่อให้กลูเตนที่ได้มีการหมักโดยธรรมชาติ จะให้ลักษณะเนื้อที่นุ่มและยืดหยุ่นดี เหมาะแก่การนำไปประกอบอาหารชนิดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 ผลิตภัณฑ์หมูยอ

หมูยอ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเนื้อหมู มันหมู และเครื่องปรุงแต่งกลิ่นและรส ผสมกัน บดให้ละเอียดจนเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วบรรจุในวัสดุห่อหุ้มให้แน่น ต้มหรือนึ่งให้สุก โดยหมูยอเป็นผลิตภัณฑ์ที่เนื้อถูกบดและสับละเอียด จนโครงสร้างในระดับเส้นใยกล้ามเนื้อเปลี่ยนแปลง มีโปรตีนไมโอซินละลายออกมาจากเส้นใยกล้ามเนื้อและทำให้ส่วนผสมแปรเปลี่ยนเป็นมวลเหนียว เป็นลักษณะของส่วนผสมที่เรียกว่า อีมัลชั่น (emulsion) อีมัลชั่นในหมูยอเป็นอีมัลชั่นประเภทไขมันในน้ำ (oil in water emulsion) โดยมีเม็ดไขมันเป็นตัวกระจาย (disperse หรือ discontinuous phase) ส่วนน้ำเป็นตัวที่ถูกแทรก (external หรือ continous phase) ปกตินำกับไขมันไม่รวมตัวกัน จึงต้องมีตัวช่วยการรวมตัว (emulsifier) ซึ่งได้แก่โปรตีนไมโอซินที่ละลายได้ในเกลือ ทำหน้าที่หุ้มเม็ดไขมันไว้ ทำให้เกิดการผสมที่ลงตัว (colloidal suspension emulsion)

2.9 ส่วนประกอบโดยทั่วไปของหมูยอ

ส่วนประกอบโดยทั่วไปของหมูยอประกอบด้วย

1. เนื้อสัตว์ ควรใช้เนื้อแดงเพื่อให้โปรตีนที่ทำหน้าที่ประสานน้ำและน้ำมันให้เข้ากันได้ดีในส่วนผสมที่เป็นมวลเหนียว โดยทั่วไปพบว่าโปรตีนในเนื้อที่สามารถละลายได้ดีในเกลือมีประสิทธิภาพในการเป็นตัวช่วยในการรวมตัว (emulsifier) ที่ดี และโปรตีนเหล่านี้มีอยู่ในเนื้อแตกต่างกันไป เนื้อที่มีไขมันสูงโปรตีนจะมีความสามารถในการรวมตัวกับน้ำและไขมัน (binding index) สูง (ดังตารางที่ 2.2)

2. ไขมัน เป็นส่วนผสมที่ช่วยลดต้นทุนในการผลิต พบว่าการใช้ไขมันร้อยละ 30 มีผลทำให้หมูยอมีลักษณะ กลิ่น สี และการยอมรับดีที่สุด โดยทำให้หมูยอมีความนุ่ม ความชุ่มน้ำและรสชาติดี แต่ผลิตภัณฑ์มีสีจางลง

3. น้ำแข็ง ใช้เพื่อควบคุมอุณหภูมิในระหว่างการสับนวด ทำให้เกลือและส่วนผสมอื่นๆ ละลายและกระจายตัวได้ดี อิมัลชั่นคงตัวดีช่วยให้การบรรจุง่าย ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเนื้อดีและนุ่ม พบว่าหมูยอควรเติมน้ำแข็งหรือน้ำประมาณร้อยละ 20-30

4. เกลือ (salt) หน้าที่ของเกลือในผลิตภัณฑ์หมูยอ คือ

4.1 ทำให้รสดีขึ้น

4.2 เป็นการเก็บรักษาเนื้อ เพราะจะไปยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์

4.3 เป็นตัวสกัดโปรตีนไมโอซินและโปรตีนอื่นๆที่ละลายในเกลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. น้ำตาล (sugar) ที่ใช้ส่วนมากเป็นซูโครส เด็กซโตรส แล็คโตส corn syrup และ corn syrup solid การใช้ซูโครสและเด็กซ์โตรสโดยทั่วไปใช้ประมาณ 0.5-1%

การเติมแล็คโตสจะเติมในรูปนมผงปราศจากไขมัน (nonfat dry milk) ซึ่งมีแล็คโตสถึง 51%

6. สารไนเตรท และไนไตรท์ (nitrate and nitrite) ใช้ในปริมาณน้อยมากเพื่อเพิ่มกลิ่นรส เฉพาะจากสารไนเตรท และไนไตรท์ อาจช่วยยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียบางชนิดด้วย

7. สารฟอสเฟต (phosphate) ช่วยให้หมูยอมีความเหนียวและอุ้มได้ดี ผลิตภัณฑ์มีความชื้นและไขมันคงตัวดีขณะต้มหรือรมควัน หมูยอที่ผสมฟอสเฟตจะมีลักษณะแน่นเนื้อ แต่ถ้าใส่มากเกินไปจะมีรสคล้ายสบู่ จึงเป็นการจำกัดระดับการใช้ฟอสเฟตในปริมาณสูง

8. เครื่องปรุงรส หมายถึง ส่วนประกอบที่เติมลงไปเพื่อช่วยเพิ่มรสของหมูยอเครื่องปรุงรสที่ใช้ ได้แก่ ผงชูรส

9. เครื่องเทศชูรส (stimulated hot spices) ได้แก่ พริกไทยดำ และกระเทียมป่น

10. เครื่องเทศหอม (aromatic spices) ได้แก่ ดอกจันทน์ป่น และอบเชยป่น

11. สารที่ช่วยการรวมตัว (binder) และสารที่เพิ่มน้ำหนัก (filler)

ในการหมักเนื้อสมัยปัจจุบันนิยมเติมสารที่ช่วยการรวมตัวของส่วนผสมระหว่างเนื้อ น้ำ และน้ำมันเพื่อให้ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน จึงเป็นการช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักขณะทำให้สุก และช่วยให้ลักษณะเนื้อของผลิตภัณฑ์ดีขึ้น สารที่นิยมมากได้แก่

11.1 โปรตีนสกัดแยกจากนมและพืช

โปรตีนสกัดที่เติมลงในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์เนื้อหมักเนื้อหมัก ช่วยให้มีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้น มีกลิ่นรสดี และละลายได้ดีเมื่อผสมรวมกับเครื่องปรุงอื่นๆ นอกจากนี้โปรตีนจะไม่ตกตะกอน เมื่อถูกความร้อนจึงสามารถรวมตัวกับไขมันได้ดี โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์เนื้อประเภทอีมัลชั่น โปรตีนสกัดที่ใช้คือ

11.1.1 โปรตีนนมสามารถจำแนกเป็นกลุ่มๆ เพื่อประโยชน์ทางการค้า ดังนี้

- เรนเนท เคซีน (rennet casein)
- เคซีน (casen) ซึ่งได้แก่กรดแร่เคซีน และแลคติก แอซิด เคซีน (lactic acid casein)
- เวย์โปรตีน (whey protein) ได้แก่แลคตาบลูมิน และแลคโตโกลบูลิน
- เคซีเนท (caseinate) อยู่ในรูปของเกลือละลายได้ เช่น เกลือโซเดียม ซึ่งมีโปรตีนถึงร้อยละ 94 ใช้มากในผลิตภัณฑ์เนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11.1.2 โปรตีนจากพืชที่สำคัญได้แก่ โปรตีนจากถั่วเหลือง และโปรตีนจาก ข้าวสาลี

ตารางที่ 2.2 แสดงปริมาณโปรตีนทั้งหมดที่มีในเนื้อส่วนต่างๆ ปริมาณโปรตีนและความสามารถของโปรตีนในการรวมตัวกับน้ำและน้ำมัน

ชิ้นส่วนของเนื้อสุกร	ความสามารถในการรวมตัว	ปริมาณโปรตีน (%)	โปรตีนทั้งหมด (%)
เนื้อส่วนหัว	80	25	16.1
เนื้อส่วนแก้ม	70	15	17.0
หัวใจ	30	17	15.3
ลิ้น	20	19	16.3
หนังหมู	20	32	28.3
มันแข็ง	30	8	4.2
เนื้อแดง 95%	90	80	18.9

ที่มา : เยาวลักษณ์, 2536

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์

เนื้อหมู (ขาหลังไม่ติดมัน) บดละเอียด	เครื่องชั่ง
มันแข็งบดละเอียด	พายพลาสติก
น้ำแข็งบด	กะละมังสแตนเลส
กลูเตนผงสำเร็จรูป	กะละมังพลาสติกขนาดกลาง
น้ำตาล	เครื่องบด
พริกไทยป่น	เครื่องบดผสมใหญ่
ดอกจันทร์ป่น	เครื่องบรรจุไส้
อบเชยป่น	บล็อคบรรจุหมูยอ
โปรตีนนม	ถุงพลาสติก
Accord	เชือก
ผงเพรก	เกลือ
กระเทียมป่น	ผงชูรส
เครื่องวัดสี(Color meter)	เครื่องวัดเนื้อสัมผัส(Texture analyser)

3.2 สูตรการผลิตหมูยอเบื้องต้น

1. เนื้อหมู	1,000	กรัม
2. มันแข็ง	300	กรัม
3. น้ำแข็งบด	260	กรัม
4. น้ำตาล	5	กรัม
5. พริกไทยป่น	15	กรัม
6. ดอกจันทน์ป่น	0.5	กรัม
7. อบเชยป่น	0.5	กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. โปรตีนนม	1	กรัม
9. Accord	7	กรัม
10. ผงเพรก	2	กรัม
11. เกลือ	30	กรัม
12. กระเทียมป่น	20	กรัม
13. ผงชูรส	2	กรัม

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 ศึกษาวิธีการผลิตหมูยอเบื้องต้น

วิธีการทำหมูยอ มีขั้นตอนการผลิตเบื้องต้นดังนี้

1. ลดอุณหภูมิของเครื่องบดผสมใหญ่ให้อยู่ที่ประมาณ 0-4 องศาเซลเซียส โดยการนำน้ำแข็งใส่ในเครื่องบดผสม วัดอุณหภูมิให้อยู่ที่ประมาณ 0-4 องศาเซลเซียส

2. ทำการผสมส่วนผสมทั้งหมดเข้าด้วยกัน ตามขั้นตอนดังนี้

2.1 แบ่งน้ำแข็งบดออกเป็น 3 ส่วนในปริมาณเท่าๆกัน

2.2 นำหมูบด เกลือ และน้ำแข็งบดส่วนที่ 1 เข้าเครื่องบดผสม เดินเครื่องจนส่วนผสมทั้งหมดรวมเป็นเนื้อเดียวกัน

2.3 เติมมันแข็งเดินเครื่องต่อไปจนมันแข็งที่เติมลงไปรวมเป็นเนื้อเดียวกันกับส่วนผสม

2.4 เติมส่วนผสมอื่นๆซึ่ง ได้แก่ น้ำตาล โปรตีนนม Accord ผงเพรก ผงชูรส และน้ำแข็งบดส่วนที่ 2 เดินเครื่องต่อไปจนส่วนผสมทั้งหมดรวมเป็นเนื้อเดียวกัน

2.5 เติมเครื่องเทศเพื่อช่วยดับกลิ่นคาวของเนื้อหมูและมันแข็ง ได้แก่ พริกไทยป่น ดอกจันทร์ป่น อบเชยป่น กระเทียมป่น และน้ำแข็งบดส่วนที่ 3 เดินเครื่องต่อไปจนส่วนผสมทั้งหมดรวมเป็นเนื้อเดียวกัน

3. นำส่วนผสมที่ได้จากข้อ 2 มาทำการบรรจุลงบล็อคบรรจุหมูยอที่มีถุงพลาสติกรองอยู่ด้านในโดยใช้เครื่องบรรจุไส้

4. นำบล็อคที่บรรจุหมูยอแล้วต้มในน้ำที่มีอุณหภูมิประมาณ 50 องศาเซลเซียส เวลา 20 นาที จากนั้นนำมาต้มในน้ำที่มีอุณหภูมิประมาณ 80 องศาเซลเซียส เวลา 20นาทีเช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
96493

5. นำมาแช่ในน้ำเย็นเพื่อลดอุณหภูมิ และเพื่อให้จุลินทรีย์ที่เหลือรอดอยู่เกิดการช็อค

6. ผลิตภัณฑ์หมูยอที่ได้ควรนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิไม่เกิน 7 องศาเซลเซียลเพื่อยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์

3.3.2 ศึกษาวิธีการเติมกลูเตนในผลิตภัณฑ์หมูยอ

ทดลองเติมกลูเตน 3 วิธี ได้แก่

- เติมกลูเตนลักษณะผงพร้อมส่วนผสมอื่นๆในขณะบดผสม
- เติมกลูเตนลักษณะผงในขณะบดเนื้อ
- ละลายกลูเตนในน้ำแล้วผสมลงไปในส่วนผสมอื่นๆในขณะบดผสม

นำมาผลิตหมูยอตามขั้นตอนการผลิตเบื้องต้นที่ได้จากการทดลองที่ 3.3.1 ทำการตรวจสอบคุณภาพของหมูยอที่ได้ โดยดูจากลักษณะของหมูยอและทำการคัดเลือกวิธีการเติมกลูเตน

3.3.3 ศึกษาการใช้กลูเตนทดแทนเนื้อหมูบางส่วนตามอัตราส่วนที่เหมาะสมต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เมื่อใช้ระดับของกลูเตนที่ 0, 5, 10 และ15% ตามลำดับ

ใช้วิธีการเติมกลูเตนที่เหมาะสมที่สุดจากการทดลองที่ 3.3.2 มาปรับอัตราส่วนของเนื้อหมูต่อกลูเตนที่ใช้ในการผลิตหมูยอตามขั้นตอนการผลิตเบื้องต้นที่ได้จากการทดลองที่ 3.3.1 โดยอัตราส่วนที่ใช้คือ

เนื้อหมูบด 95 ส่วน : กลูเตน 5 ส่วน

เนื้อหมูบด 90 ส่วน : กลูเตน 10 ส่วน

เนื้อหมูบด 85 ส่วน : กลูเตน 15 ส่วน

3.3.4 ศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์หมูยอ

1. ศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์หมูยอที่ผลิตได้จากการทดลองที่ 3.3.1 และ 3.3.3 โดยนำมาทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (texture analyser) รุ่น TA-XT2

2. ศึกษาสีของผลิตภัณฑ์หมูยอที่ผลิตได้จากการทดลองที่ 3.3.1 และ 3.3.3 โดยใช้เครื่องวัดสี (color meter)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคโดยการทดสอบลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสด้วยการชิมใช้การทดสอบแบบให้คะแนน (hedonic scale) จำนวนผู้ทดสอบ 20 คน และทำการคัดเลือกปริมาณกลูเตนที่เหมาะสมในการผลิตหมูยอ

4. ศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษา โดยนำหมูยอที่มีการเติมกลูเตนในปริมาณที่คัดเลือกได้จากข้อ 3 มาทดสอบอายุการเก็บรักษาที่ระยะเวลา 0, 5, 10 และ 15 วันเปรียบเทียบกับหมูยอที่ไม่มีการเติมกลูเตน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ผลของวิธีการเติมกลูเตนที่เหมาะสมต่อการใช้กลูเตนในผลิตภัณฑ์หมูยอ

วิธีการเติมกลูเตนที่นำมาทดลองผลิตหมูยอมี 3 ชนิดคือ เติมกลูเตนลักษณะผงพร้อมส่วนผสมอื่นๆในขณะบดผสม เติมกลูเตนลักษณะผงในขณะบดเนื้อ และละลายกลูเตนในน้ำแล้วผสมลงไปในส่วนผสมอื่นๆในขณะบดผสม แสดงผลดังตารางที่4.1 จะเห็นได้ว่าหมูยอที่มีการเติมกลูเตนลักษณะผงพร้อมส่วนผสมอื่นๆในขณะบดผสมจะได้ลักษณะที่ดีที่สุด คือ มีการรวมเป็นเนื้อเดียวกัน ลักษณะเนื้อดีและมีความง่ายในการผลิตมากที่สุด ในขณะที่หมูยอที่มีการเติม กลูเตนลักษณะผงขณะบดเนื้อ ก็มีการรวมเป็นเนื้อเดียวกันและลักษณะเนื้อใกล้เคียงกับหมูยอที่มีการเติมกลูเตนลักษณะผงพร้อมส่วนผสมอื่นๆในขณะบดผสม แต่มีขั้นตอนในการผลิตยุ่งยากมีส่วนผสมติดค้างอยู่ในเครื่องบดเนื้อ และหมูยอที่เติมกลูเตนโดยละลายน้ำแล้วผสมลงไปพร้อมส่วนผสมอื่นๆในขณะบดผสมมีการรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกันไม่ดี กลูเตนมีลักษณะรวมกันเป็นก้อนและมีขั้นตอนในการผลิตยุ่งยากเพราะต้องละลายกลูเตนผสมกับน้ำให้เป็นเนื้อเดียวกันก่อนแล้วจึงใส่ในขณะบดผสม

วิธีการเติมกลูเตนแต่ละวิธีจะทำให้ลักษณะหมูยอที่ได้แตกต่างกัน ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงศึกษาเพื่อให้ทราบถึงวิธีการเติมกลูเตนในผลิตภัณฑ์หมูยอที่เหมาะสมที่สุด เพื่อใช้ในการทดลองขั้นต่อไป จากผลการทดลองดังกล่าวจึงได้ทำการเลือกการเติมกลูเตนโดยเติมกลูเตนลักษณะผงพร้อมส่วนผสมอื่นๆในขณะบดผสม เนื่องจากมีการรวมเป็นเนื้อเดียวกันและมีความง่ายในการผลิตมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์หมูยอที่ได้เมื่อใช้วิธีการเติมกลูเตนต่างๆกัน

วิธีการ	ลักษณะของหมูยอ		
	การรวมเป็นเนื้อเดียวกัน	ลักษณะปรากฏของลักษณะเนื้อ	ความยากง่ายในการผลิต
ลักษณะผงพร้อมส่วนผสมอื่นๆในขณะบดผสม	รวมเป็นเนื้อเดียวกันดีมาก	เนื้อเนียนละเอียดปานกลาง	ง่ายและสะดวก
ลักษณะผงในขณะบดเนื้อ	รวมเป็นเนื้อเดียวกันดี	เนื้อเนียนละเอียดเล็กน้อย	ขั้นตอนการทำยุ่งยาก ทำให้ส่วนผสมยังติดค้างอยู่ในเครื่องบดเนื้อ
ละลายในน้ำแล้วผสมลงไปพร้อมส่วนผสมอื่นๆในขณะบดผสม	กลูเตนกระจายตัวไม่ดี มีลักษณะรวมกันเป็นก้อน	มีโพรงอากาศ	ขั้นตอนการทำยุ่งยาก เพราะต้องละลายกลูเตนให้ผสมกับน้ำเป็นเนื้อเดียวกันก่อนใส่ในขณะบดผสม

4.2 ผลของลักษณะเนื้อสัมผัสของหมูยอ ที่มีการเติมกลูเตนลักษณะผงพร้อมส่วนผสมอื่นๆในขณะบดผสม เมื่อใช้ระดับของกลูเตนที่ 0, 5, 10 และ 15% ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.2

ลักษณะเนื้อสัมผัสของหมูยอที่ผลิตได้ เมื่อนำมาวัดค่าแรงสูงสุดที่ใช้ในการกดทับเพื่อตรวจความยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (texture analyser) กดทับตัวอย่างที่มีขนาดความสูง 3 เซนติเมตร ด้วยหัววัดขนาด P /5s และระยะทางในการกด 50% ของขนาดตัวอย่าง ผลของลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์หมูยอแสดงดังตารางที่ 4.2 ซึ่งแสดงในค่าของ maximum force

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

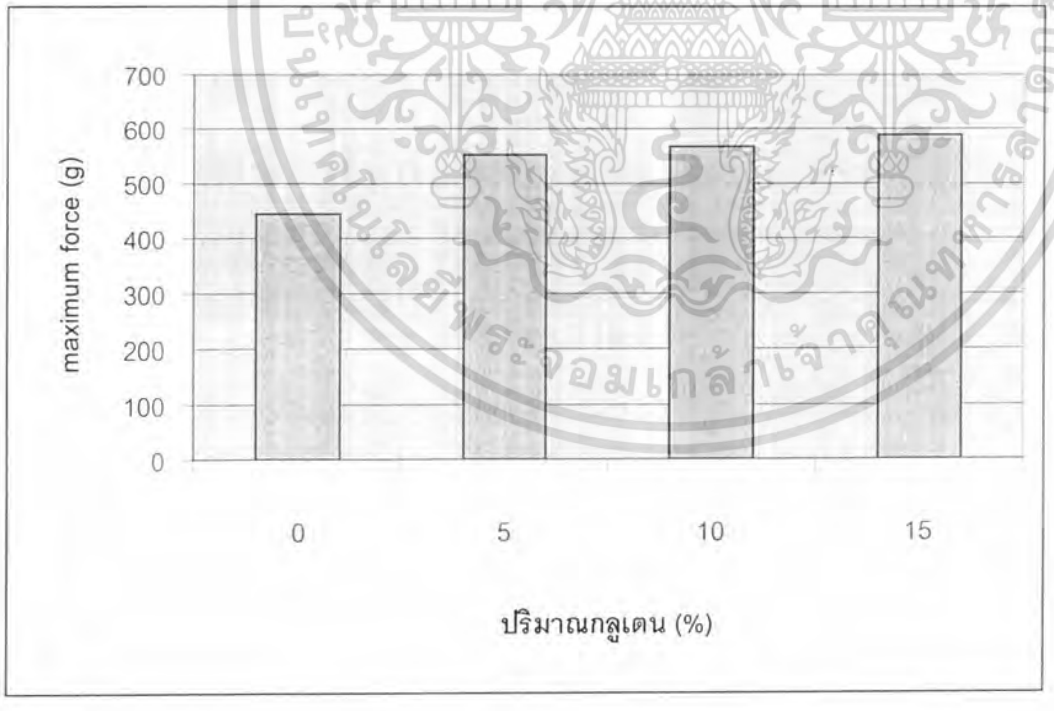
ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

ตารางที่ 4.2 แสดงคุณสมบัติทางด้าน gel strength ของผลิตภัณฑ์หมูยอ เมื่อใช้กลูเตนปริมาณต่างๆ กัน โดยอ่านค่าการใช้แรงสูงสุด (maximum force)

ปริมาณกลูเตน (%)	maximum force (g)
0	445.194
5	550.800
10	567.787
15	589.200

จากตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่า ปริมาณกลูเตนที่เติมลงไปในผลิตภัณฑ์หมูยอ จะทำให้ลักษณะเนื้อของหมูยอมีค่าความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นตามลำดับ โดยผลิตภัณฑ์หมูยอที่มีการเติมกลูเตนที่ 15% จะมีค่า maximum force สูงที่สุดที่ 589.200 g. รองลงมาคือ ที่ 10% มีค่า maximum force 567.787 g. ที่ 5% มีค่า maximum force ต่ำที่สุดคือ 445.194 g. แสดงดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกลูเตน (%) กับค่า maximum force (g)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลของสีของผลิตภัณฑ์หมูยอ ที่มีการเติมกลูเตนลักษณะผงพร้อมส่วนผสมอื่นๆในขณะบดผสม เมื่อใช้ระดับของกลูเตนที่ 0, 5, 10 และ 15% ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.3

สีของผลิตภัณฑ์หมูยอ เมื่อนำมาวัดสีด้วยเครื่องวัดสี (color meter) ค่าสีจะแสดงในรูปของ L, a และ b ตามระบบของ Hunter color system โดยทำการตรวจวัดค่าสีของผลิตภัณฑ์หมูยอทั้งหมด 3 ส่วน คือ ส่วนปลายทั้ง 2 ด้าน และตรงกึ่งกลาง แล้วนำมาเฉลี่ยเป็นค่าสีของผลิตภัณฑ์หมูยอแสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงลักษณะปรากฏทางด้านสีของผลิตภัณฑ์หมูยอเมื่อใช้กลูเตนปริมาณต่างๆกัน

ปริมาณกลูเตน (%)	ค่าการวัดสี *		
	L	a	b
0	69.51	+ 5.69	+ 11.32
5	69.95	+ 4.65	+ 11.63
10	70.18	+ 4.24	+ 13.27
15	70.84	+ 3.88	+ 15.76

* ระบบ Hunter Color System

L = ความสว่าง 0 = สีดำ 100 = สีขาว

a(+) = สีแดง a(-) = สีเขียว

b(+) = สีเหลือง a(-) = สีน้ำเงิน

คุณลักษณะด้านสี พบว่า ปริมาณกลูเตนที่เพิ่มมากขึ้นในผลิตภัณฑ์หมูยอจะมีผลต่อความสว่างของผลิตภัณฑ์ กล่าวคือ ผลิตภัณฑ์จะมีสีขาวสูงที่สุดที่ปริมาณการเติมกลูเตนที่ 15% มีค่า L = 70.84 รองลงมาคือที่ 10, 5 และ0% ตามลำดับ และพบว่าหมูยอที่มีการเติมกลูเตนที่ 0% จะมีค่าสีแดงมากที่สุด มีค่า a = + 5.69 แต่เมื่อเติมกลูเตนลงไปจะทำให้ค่าสีแดงลดลงที่ความเข้มข้นของกลูเตน 5, 10 และ 15% ตามลำดับ เนื่องจากหมูยอที่ใช้เนื้อล้วนจะมีปริมาณรงควัตถุที่ให้สีแดง (myoglobin) อยู่ในผลิตภัณฑ์ที่ความเข้มข้นสูงกว่า เมื่อเติมใส่กลูเตนลงไปในปริมาณต่างๆกัน ดังนั้นผลิตภัณฑ์หมูยอที่ใช้เนื้อล้วนจึงมีสีแดงมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลของการยอมรับของผู้บริโภคโดยการทดสอบลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสที่มีการเติมกลูเตนลักษณะผงพร้อมส่วนผสมอื่นๆในขณะบดผสม เมื่อใช้ปริมาณกลูเตนที่ระดับต่างๆกัน

การทดสอบทางประสาทสัมผัสจะนำหมูยอที่มีปริมาณกลูเตนต่างๆกัน มาหั่นเป็นชิ้นและลวกในน้ำร้อนนาน 1 นาที แล้วจึงนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส ใช้ผู้ชิม 20 คน โดยใช้วิธีให้คะแนนแบบ Hedonic scale

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าคะแนนคุณลักษณะต่างๆของหมูยอที่ได้จากการประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัสเมื่อใช้ปริมาณกลูเตนที่ระดับต่างๆกัน

คุณลักษณะของหมูยอ	ปริมาณกลูเตนที่ใช้			
	0%	5%	10%	15%
การรวมเป็นเนื้อเดียวกัน	2.50^{a}	3.85^{b}	3.50^{b}	3.70^{b}
สี	2.70^{a}	3.70^{b}	3.40^{b}	3.35^{b}
ความยืดหยุ่น	2.40^{a}	3.75^{c}	3.70^{c}	2.95^{b}
การยอมรับกลิ่นกลูเตน	3.50^{b}	3.40^{b}	3.10^{ab}	2.60^{a}
กลิ่นเครื่องเทศ	3.55^{b}	3.40^{ab}	3.20^{ab}	2.90^{a}
รสชาติ	4.00^{c}	3.60^{bc}	3.45^{b}	2.55^{a}
ความชอบรวม	3.90^{b}	3.60^{b}	3.45^{b}	2.35^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากตารางที่ 4.4 จะเห็นได้ว่าหมูยอที่มีการเติมกลูเตนที่ 5% จะได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคในคุณภาพด้านการรวมเป็นเนื้อเดียวกัน สี ความยืดหยุ่นมากที่สุด ที่ระดับคะแนน 3.85, 3.70 และ 3.75 ตามลำดับโดยมีความแตกต่างกับหมูยอที่มีการเติมกลูเตนที่ 0% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนทางด้านการยอมรับกลิ่นกลูเตน กลิ่นเครื่องเทศ รสชาติ และความชอบรวมพบว่าหมูยอที่มีการเติมกลูเตนที่ 0% จะได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับคะแนน 3.50, 3.55, 4.00 และ 3.90 ตามลำดับ แต่จะไม่มีความแตกต่างกับหมูยอที่มีการเติมกลูเตนที่ 5% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังนั้นจึงทำการเลือกหมูยอที่มีการเติมกลูเตนที่ 0 และ 5% มาทำการศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษาต่อไป

4.5 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษา โดยนำหมูยอที่มีการเติมกลูเตนที่ 0 และ 5% มาทดสอบอายุการเก็บรักษาที่ระยะเวลา 0, 5, 10 และ 15 วันตามลำดับ

หมูยอที่ได้จะทำการเก็บรักษาในสภาวะที่มีอุณหภูมิ 0-7 องศาเซลเซียส โดยสังเกตดูลักษณะปรากฏของหมูยอ คุณลักษณะทางด้านกลิ่นรส และทำการตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) ในระยะการเก็บรักษาที่ 0, 5, 10 และ 15 วัน ดังแสดงตามตารางที่ 4.5 และตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.5 แสดงลักษณะปรากฏและคุณภาพด้านกลิ่นรสของหมูยอเมื่อเก็บรักษาในระยะเวลาต่างๆ

ระยะเวลาเก็บรักษา	ลักษณะปรากฏ		คุณลักษณะด้านกลิ่นรส	
	เติมกลูเตนที่ 0%	เติมกลูเตนที่ 5%	เติมกลูเตนที่ 0%	เติมกลูเตนที่ 5%
0	มีลักษณะปกติ	มีลักษณะปกติ	มีลักษณะปกติ	มีลักษณะปกติ
5	มีคราบน้ำมันเกิดขึ้นเล็กน้อย	มีลักษณะปกติ	มีลักษณะปกติ	มีลักษณะปกติ
10	มีคราบน้ำมันเกิดขึ้นปานกลาง	มีคราบน้ำมันเกิดขึ้นเล็กน้อย	กลิ่นเครื่องเทศลดลงเล็กน้อย	กลิ่นเครื่องเทศลดลงมาก
15	มีคราบน้ำมันเกิดขึ้นมาก	มีคราบน้ำมันเกิดขึ้นปานกลาง	กลิ่นเครื่องเทศลดลงมาก	ไม่มีกลิ่นเครื่องเทศมีกลิ่นกลูเตน

จากตารางที่ 4.5 จะเห็นได้ว่าหมูยอที่มีการเติมกลูเตนที่ 5% จะมีคราบน้ำมันเกิดขึ้นได้น้อยกว่าเนื่องจากไขมันถูกโปรตีนไมโอซินหุ้มเม็ดไขมันไว้และกลูเตนช่วยให้มีการเกิดอีมัลชั่นที่ดีขึ้น ส่วนทางด้านกลิ่น พบว่าเมื่อเก็บนานขึ้น กลิ่นของเครื่องเทศจะลดลงตามระยะเวลาการเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่เพิ่มขึ้นที่เพิ่มขึ้น ทำให้หมูยอที่มีการเติมกลูเตนที่ 5% มีกลิ่นกลูเตนปรากฏขึ้นที่ระยะเวลาการเก็บ 15 วัน

ตารางที่ 4.6 แสดงปริมาณจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์หมูยอเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0-7 องศาเซลเซียส เป็นเวลาต่างๆกัน

ระยะเวลาเก็บรักษา	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด/กรัม	
	เติมกลูเตนที่ 0%	เติมกลูเตนที่ 5%
0	1.8×10^2	1.5×10^2
5	2.4×10^2	2.9×10^2
10	4.3×10^2	4.0×10^2
15	7.0×10^2	6.2×10^2

จากตารางที่ 4.6 พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์หมูยอเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0-7 องศาเซลเซียสที่ระยะเวลาเก็บรักษา 0, 5, 10 และ 15 วัน มีปริมาณน้อยและไม่แสดงลักษณะที่เสื่อมเสียอันเนื่องมาจากจุลินทรีย์ ส่วนผลิตภัณฑ์หมูยอที่มีการเติมกลูเตนที่ 0 และ 5% จะมีปริมาณจุลินทรีย์ในจำนวนใกล้เคียงกันจึงสรุปได้ว่าผลิตภัณฑ์หมูยอที่มีการเติมกลูเตนให้ผลการเก็บรักษาทางด้านจุลินทรีย์เหมือนกับผลิตภัณฑ์หมูยอปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

1. วิธีการเติมกลูเตนที่เหมาะสมในการผลิตหมูยอ คือวิธีการเติมกลูเตนลักษณะผงลงในส่วนผสมขณะทำการบดผสม เนื่องจากมีลักษณะการรวมเป็นเนื้อเดียวกันดีและมีความง่ายในการผลิต
2. อัตราส่วนของเนื้อหมูกับกลูเตนที่เหมาะสม คือ ปริมาณเนื้อหมู 95 ส่วน ต่อ ปริมาณกลูเตน 5 ส่วน เนื่องจากมีคะแนนเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากรองจากหมูยอที่ไม่มีการเติมกลูเตนมีระดับคะแนนเท่ากับ 3.60
3. การทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (texture analyser) จะได้ค่า maximum force เพิ่มขึ้นตามปริมาณการเติมกลูเตนที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ
4. การวัดค่าสีของผลิตภัณฑ์หมูยอ สีที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดคือหมูยอที่มีการเติมกลูเตนที่ 5% โดยมีค่าตามระบบของ Hunter Color System เป็นค่า L = 69.99 a = + 4.65 b = + 11.63
5. การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์หมูยอที่อุณหภูมิ 0-7 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 วัน ปรากฏว่าผลิตภัณฑ์ไม่มีการเสื่อมเสีย แต่จะมีคุณลักษณะต่างๆของหมูยอลดลง ได้แก่ กลิ่นเครื่องเทศ การรวมตัวของไขมันกับน้ำเป็นอีมัลชั่น

ข้อเสนอแนะ

1. ในการใช้กลูเตนในปริมาณมาก จะมีปัญหาเรื่องกลิ่นและรสชาติ ดังนั้นอาจมีการเพิ่มส่วนผสมต่างๆ เพื่อเพิ่มการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ชิม
2. ควรมีการศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์หมูยอที่มีการเติมกลูเตนเพิ่มเติม
3. ควรมีการศึกษาถึงโปรตีนตัวอื่นในการใช้แทนโปรตีนกลูเตนหรือศึกษาการเติมกลูเตนในผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นเพื่อหาความเหมาะสมในการใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์ ปฏิบัติการกระบวนการแปรรูปอาหาร. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพ. 98 หน้า

จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล, 2525. เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ. 243 หน้า.

จิรภา พงษ์จันตา, 2537. " กลูเตน. " ข่าวสารสวก. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, ลำปาง.หน้า 6-9

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย, 2525. ทฤษฎีอาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ. 247 หน้า..

อรอนงค์ นัยวิกุล, 2532. ข้าวสาลี. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ. 371 หน้า.

อรอนงค์ นัยวิกุล, 2538. เคมีธัญญาหาร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ. 148 หน้า.

เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์, 2536. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพ. 135 หน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

หมูยอ

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ส่วนประกอบ คุณลักษณะที่ต้องการ วัตถุเจือปนอาหาร สุขลักษณะ การบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบหมูยอ

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มีดังต่อไปนี้

2.1 หมูยอ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเนื้อหมู มันหมู และเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส ผสมกัน บดให้ละเอียดจนเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วบรรจุในวัสดุห่อหุ้มให้แน่น ต้มหรือนึ่งให้สุก

3.ส่วนประกอบ

3.1 ส่วนประกอบหลัก

3.1.1 เนื้อหมู

3.1.2 มันหมู

3.1.3 เครื่องปรุงรส

3.2 ส่วนประกอบอื่นที่อาจมีได้

3.2.1 โปรตีนนม หรือโปรตีนพืชเข้มข้น(concrated vegetable pritein) เช่น ถั่วเหลือง

3.2.2 แป้งเช่นแป้งมันสันปะหลัง

4. คุณลักษณะที่ต้องการ

4.1 กลิ่นรส และลักษณะเนื้อ

4.1.1 สี

ต้องมีสีครีมตามธรรมชาติของหมูยอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 สี

ต้องไม่เจือสีใด ๆ

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม Modern Foods Analysis, F.L. Hart and H.J. Fisher,Springer-Verag, New Yoek, 1991 หน้า 444 และหน้า 445

6. สุขลักษณะ

6.1 สุขลักษณะให้เป็นไปตาม มอก.34

6.2 จุลินทรีย์ที่มีในหมูยอให้เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดดังนี้

6.2.1 ซาลโมเนลลา(Salmonella) ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC(1995) ข้อ 17.9.01 ถึงข้อ 17.9.03 และข้อ 17.9.07

6.2.2 สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส (Staphylococcus aureus) ต้องไม่พบในตัวอย่าง 0.1กรัม

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC(1995) ข้อ 17.5.02

6.2.3 คลอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ (Clostridium perfringens) ต้องไม่พบในตัวอย่าง 0.1 กรัม

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC(1995) ข้อ 17.7.02

6.2.4 อี. โค ไล (E. coli)โดยวิธีเอ็มพีเอ็น (MPN) ต้องน้อยกว่า 3 ตัวต่อตัวอย่าง 1 กรัม

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC(1995) ข้อ 17.2.02

7. การบรรจุ

7.1 วัสดุที่ใช้ห่อหุ้มหมูยอต้องสะอาด ปลอดภัย ห่อหุ้มได้เรียบร้อย และป้องกันสิ่งแปลกปลอมได้ โดยส่วนที่สัมผัสกับหมูยอต้องไม่มีสี (ยกเว้นวัสดุจากธรรมชาติ) หรือสิ่งปนเปื้อนอื่น

7.2 น้ำหนักสุทธิของหมูยอในแต่ละภาชนะบรรจุต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

8. เครื่องหมายและฉลาก

8.1 ที่วัสดุห่อหุ้มหมูยอทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) ชื่อผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) วัตถุเจือปนอาหารและปริมาณที่ใช้ (ถ้าใช้)

(3) น้ำหนักสุทธิ เป็นกรัม

(4) วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ

(5) ข้อแนะนำเกี่ยวกับการเก็บรักษาและบริโภค เช่น เก็บที่อุณหภูมิไม่เกิน 7 องศาเซลเซียส

(6) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือชื่อผู้จัดจำหน่าย พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

(7) ประเทศที่ทำ

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

8.2 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

9. การชักตัวอย่างและเกณฑ์การตัดสิน

9.1 รุ่น ในที่นี้หมายถึง หมูยอที่มีส่วนประกอบอย่างเดียวกัน ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน วัสดุห่อหุ้มอย่างเดียวกันและขนาดเดียวกัน ที่ทำในระยะเวลาเดียวกัน

9.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

9.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบการบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก

9.2.1.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ 1 นำไปทดสอบเครื่องหมายและฉลากก่อน แล้วจึงทดสอบการบรรจุ

9.2.1.2 จำนวนตัวอย่างที่ไม่เป็นไปตามข้อ 7. ต้องไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับที่กำหนดในตารางที่ 1 และตัวอย่างทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 8. จึงจะถือว่าหมูยอรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

9.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบสี กลิ่นรสและลักษณะเนื้อ และสิ่งแปลกปลอม

9.2.2.1 ให้ชักตัวอย่างที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ในเรื่องภาชนะบรรจุและเครื่องหมายและฉลากแล้วจากทุกภาชนะบรรจุ ในปริมาณเท่าๆกัน ให้ได้น้ำหนักรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมาณ 500 กรัม ในกรณีที่ตัวอย่างไม่เพียงพอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจนได้น้ำหนักตามต้องการ

9.2.2.2 ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 4.1 ข้อ 4.2 จึงถือว่าหมูยอรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

9.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบโปรตีน ไขมัน แป้ง และวัตถุเจือปนอาหาร

9.2.3.1 ให้ชักตัวอย่างที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในเรื่องการบรรจุและเครื่องหมายและฉลากแล้ว จากทุกภาชนะบรรจุ ในปริมาณเท่าๆกัน ให้ได้น้ำหนักรวมประมาณ 1,000 กรัม ในกรณีที่ตัวอย่างไม่เพียงพอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจนได้น้ำหนักตามต้องการ

9.2.3.2 ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 4.3 ข้อ 4.4 ข้อ 4.5 และข้อ 5. จึงถือว่าหมูยอรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

9.2.4 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบจุลินทรีย์

9.2.4.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 5 หน่วยภาชนะบรรจุ แล้วทำเป็นตัวอย่างรวม

9.2.4.2 ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 6.2 จึงถือว่าหมูยอรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

9.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างหมูยอต้องเป็นไปตามข้อ 9.2.1.2 ข้อ 9.2.2.2 ข้อ 9.2.3.2 และข้อ 9.2.4.2 ทุกข้อ จึงถือว่าหมูยอรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

ตารางที่ 1 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบการบรรจุและเครื่องหมายและฉลาก

(ข้อ 9.2.1)

ขนาดรุ่น หน่วยภาชนะบรรจุ	ขนาดตัวอย่าง หน่วยภาชนบรรจุ	เลขจำนวนที่ยอมรับ
ไม่เกิน 150	2	0
151 ถึง 500	8	1
501 ถึง 1,200	13	2
1,201 ถึง 10,000	20	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. การทดสอบ

10.1 สี กลิ่นรสและลักษณะเนื้อ

10.1.1 คณะผู้ตรวจสอบประกอบด้วยผู้มีความชำนาญในการตรวจสอบสี กลิ่นสี และลักษณะเนื้อของหมูยอ อย่างน้อย 5 คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

10.1.2 หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 หลักเกณฑ์การให้คะแนนในการตรวจสอบสี กลิ่นรส และลักษณะเนื้อ (ข้อ 10.1.2)

สมบัติที่ตรวจสอบ	ระดับการตัดสิน	คะแนนที่ได้
สี	สีครีมอ่อน สม่ำเสมอ ตามธรรมชาติของหมูยอ	5
	สีอ่อนหรือเข้มกว่าธรรมชาติของหมูยอ แต่ค่อนข้างสม่ำเสมอ	4
	สีอ่อนหรือเข้มกว่าธรรมชาติของหมูยอ แต่ไม่สม่ำเสมอ	3
	สีผิดปกติหรือผิดธรรมชาติของหมูยอเช่นสีคล้ำหรือเข้มจนเกินไป	2
	สีน่ารังเกียจ เช่นสีเขียวคล้ำหรือผิดปกติเนื่องจากจุลินทรีย์ (ยกเว้นสีเขียวจากวัสดุห่อหุ้มที่เป็นวัสดุธรรมชาติ)	1
กลิ่นรส	กลิ่นหอมน่ารับประทาน ซึ่งเป็นกลิ่นเฉพาะของหมูยอและมีรสดี	5
	กลิ่นหอมน่ารับประทาน ซึ่งเป็นกลิ่นเฉพาะของหมูยอ แต่อาจมีรสจัดหรืออ่อนไปบ้างเล็กน้อย	4
	กลิ่นและรสเฉพาะของหมูยอ แต่กลิ่นไม่หอม มีรสจัดหรืออ่อนไปบ้าง	3
	กลิ่นและรสแปลกปลอมจากปกติเล็กน้อย	2
	กลิ่นหืน เหม็นเปรี้ยว หรือบูดเน่า	1
ลักษณะเนื้อ	ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกันดี เนียน ยืดหยุ่นดี เกือบไม่มีฟองอากาศที่เห็นได้ชัดเลย	5
	ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกันค่อนข้างดี เนียน ยืดหยุ่นดี อาจมีฟองอากาศที่เห็นได้ชัดบ้างเล็กน้อย	4
	ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกันพอใช้ นุ่มเกินไปหรือค่อนข้างกระด้าง มีฟองอากาศบ้าง	3
	กระด้าง มีฟองอากาศบ้าง	2
	กระด้างหรือมีน้ำมันแยกตัวออกมา มีฟองอากาศมาก	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์

การเจือจางตัวอย่างอาหาร

1. ปริมาณตัวอย่างอาหารที่ใช้วิเคราะห์

ปริมาณตัวอย่างอาหารที่ใช้วิเคราะห์แต่ละครั้งนั้นจะต้องพิจารณาว่าอาหารนั้นมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกันมากน้อยแค่ไหน โดยปกติแล้วไม่ควรใช้ตัวอย่างอาหารน้อยกว่า 10 กรัม ส่วนมากนิยมใช้ 25-30 กรัม

2. น้ำยาสำหรับเจือจาง(diluent)

ชนิดของน้ำยาสำหรับเจือจางที่ใช้ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และชนิดของจุลินทรีย์ที่จะตรวจวิเคราะห์ ดังนี้

วัตถุประสงค์	น้ำยาสำหรับเจือจาง
การวิเคราะห์โดยทั่วไป	1. Phosphate buffer 2. น้ำเกลือปกติ(85 % NaCl) 3. เปปโตน 0.1% ในน้ำ 4. เปปโตน 0.1% ใน 0.05%tween80
อาหารที่มีไขมันสูง	เปปโตน 0.1% ในวุ้น 0.15 %
ตรวจวิเคราะห์ osmophile	ซูโครส 10% ในน้ำ
ตรวจวิเคราะห์ halophile	เกลือ 3-18% ในน้ำ

3. การเตรียมตัวอย่างอาหาร

3.1 อาหารที่แต่ละหน่วยเป็นชิ้นเล็กๆ ให้นำมารวมกันแล้วสุ่มชั่งน้ำหนัก 50 กรัมในภาชนะที่ปราศจากจุลินทรีย์

3.2 อาหารที่แต่ละหน่วยเป็นชิ้นใหญ่มาก ให้ใช้ปากคีบจุ่มแอลกอฮอล์ ลนไฟจับชิ้นอาหารไว้แล้วตัดอาหารเป็นหน่วยย่อยด้วยมีดหรือกรรไกรที่ปราศจากเชื้อ ควรตัดอาหารโดยสุ่มให้ได้ทั่วทุกบริเวณของก้อนอาหารนั้น แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก 50 กรัม

3.3 อาหารแช่แข็ง ก่อนชั่งน้ำหนักอาหารแช่แข็งต้องทำให้อาหารละลายในตู้เย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิ 0-4^{0}C เป็นเวลาไม่เกิน18 ชั่วโมง แล้วจึงตัดเป็นหน่วยย่อยเพื่อนำไปชั่งน้ำหนัก หรือใช้สว่านซึ่งฆ่าเชื้อใบสว่านแล้ว เสียบผ่านปลายกรวยที่ตัดปลายแหลมออกแล้ว กดปลายกรวยพร้อมสว่านลงบนอาหารแช่แข็งเพื่อเจาะอาหารด้วยสว่านอาหารจะยุ่ยออกผ่านปลายกรวยขึ้นมาในกรวย แล้วจึงนำไปชั่งน้ำหนัก 50 กรัม

4. การทำให้ตัวอย่างอาหารเจือจาง

4.1 การเจือจางขั้นต้น

การเจือจางขั้นต้นนี้โดยทั่วไปนิยมทำให้ตัวอย่างอาหารเจือจาง 1:10 เท่า เรียกว่า dilution 1:10

4.1.1 สำหรับตัวอย่างอาหารที่เป็นของเหลว เขย่าอาหารแรงๆ อย่างน้อย 25 ครั้ง ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างอาหาร 10 มิลลิลิตร ใส่ในขวดซึ่งมีน้ำยาสำหรับเจือจางอาหาร 90 มิลลิลิตร แล้วดูดน้ำยาสำหรับเจือจางกลับขึ้นมาใหม่ ทำเช่นนี้ 2-3 ครั้ง เพื่อล้างตัวอย่างอาหารที่ติดอยู่ข้างปิเปต เขย่าขึ้นลงอย่างแรง 25 ครั้ง

4.1.2 สำหรับตัวอย่างอาหารที่เป็นของแข็ง ชั่งอาหาร 50 กรัม ใส่ในเครื่องตีป่นไฟฟ้า เทน้ำยาสำหรับเจือจาง 450 มิลลิลิตร ลงในเครื่องตีป่น ตีป่นอาหารด้วยระดับ high speed นาน 1 นาที การเตรียมตัวอย่างที่ระดับเจือจาง 1:10 นี้นิยมใช้เครื่อง stomacher ซึ่งจะตีป่นอาหารในถุงพลาสติกที่ปราศจากเชื้อ(stomacher bag) ที่บรรจุน้ำยาสำหรับเจือจาง โดยใช้ตัวอย่างอาหาร 50 กรัมต่อน้ำยาสำหรับเจือจาง 450 มิลลิลิตรเช่นเดียวกัน การตีป่นด้วยเครื่อง stomacher นี้สะดวกสำหรับตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างอาหารคราวละหลายๆตัวอย่าง เนื่องจากไม่ต้องเสียเวลาในการฆ่าเชื้อภาชนะบรรจุอาหารสำหรับตีป่น และ stomacher bag นี้ได้ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วจากโรงงานผู้ผลิต และมีหลายขนาดให้เลือกใช้

4.2 การทำให้เจือจางลงตามลำดับ(serial dilution)

โดยทั่วไปนิยมทำให้เจือจางลงตามลำดับละ 10 เท่า โดยใช้ปิเปตดูดตัวอย่างเจือจาง 1:10 เท่า จากข้อ 4.1 ปริมาณ 1 มิลลิลิตร ใส่ในขวดบรรจุน้ำยาสำหรับ เจือจาง 9 มิลลิลิตร หรือใช้ตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร ใส่ในขวดบรรจุน้ำยาสำหรับ เจือจาง 90 มิลลิลิตร แล้วดูดน้ำยาสำหรับเจือจางขึ้นลง 2-3 ครั้ง เขย่าขวดขึ้นลง 25 ครั้ง ตัวอย่างอาหารในขั้นนี้จะมีความเจือจาง 1:1000(10^{-3}) , 1:10000(10^{-4}) และอื่นๆตามลำดับโดยวิธีเดียวกัน ควรเปลี่ยนปิเปตใหม่ทุกๆระดับความเจือจางที่เตรียม

5. การตรวจวิเคราะห์โดยวิธีเขย่าจาน

มีขั้นตอนดังนี้

5.1 หลอมอาหารเลี้ยงเชื้อให้ละลายแล้วตั้งทิ้งไว้ให้มีอุณหภูมิประมาณ 45-50^{0}C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 เตรียมตัวอย่างอาหารให้เจือจางตามที่ต้องการ อย่างน้อย 3 ระดับความเจือจาง

5.3 ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างอาหารแต่ละความเจือจาง ใส่ในจานเพาะเชื้อที่อบฆ่าเชื้อแล้ว จานละ 1 มิลลิลิตร แต่ละระดับความเจือจางควรทำอย่างน้อย 2 ซ้ำ และใช้ระดับความเจือจางอย่างน้อย 3 ระดับ โดยเรียงจานซ้อนกัน 4 ใบ ดูดตัวอย่างอาหารใส่จานใบล่างสุดก่อนแล้วไล่ขึ้นมาจนถึงใบบนสุด

5.4 เทอาหารเลี้ยงเชื้อ(ข้อ5.1)ลงในจานประมาณ 15-20 มิลลิลิตร โดยเริ่มจากจานใบล่างสุดก่อนเช่นเดียวกัน เขย่าจานที่ซ้อนกันอยู่ทั้ง 4 ใบพร้อมๆกันโดยหมุนไปทางขวา 3-4 ครั้ง หมุนไปทางซ้าย 3-4 ครั้ง ตั้งทิ้งไว้ให้วุ้นแข็งตัว

การใส่ตัวอย่างอาหารและการเทอาหารเลี้ยงเชื้อโดยเรียงซ้อนกัน 4 ใบนั้น ทำได้โดยคว่ำมือซ้ายบนจานที่ซ้อนกันไว้ให้นิ้วชี้กดฝาจานใบบนสุด นิ้วกลางอยู่ที่ขอบด้านนอกของจานใบที่ 2 นิ้วนางอยู่ที่ขอบด้านนอกของจานใบล่างสุด เผยอฝาจานใบล่างสุดโดยใช้นิ้วหัวแม่มือและนิ้วนาง และเลื่อนนิ้วนางและนิ้วหัวแม่มือมาที่จานใบถัดขึ้นมาตามลำดับจนถึงใบบนสุด

เพื่อป้องกันไม่ให้ตัวอย่างอาหารแห้งติดจานเพาะเชื้อ ไม่ควรใส่ตัวอย่างอาหารทิ้งไว้นานเกิน 10 นาทีก่อนที่จะเทอาหารเลี้ยงเชื้อ และเพื่อป้องกันการเพิ่มจำนวนของ จุลินทรีย์ในน้ำยาสำหรับเจือจาง ควรให้ระยะเวลาระหว่างการทำการเจือจางตัวอย่างจนถึงการเทอาหารเลี้ยงเชื้อจานสุดท้าย ไม่เกิน 20 นาที

5.5 บ่มเชื้อที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมต่อจุลินทรีย์แต่ละชนิด โดยกลับจานอาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับการบ่มยีสต์ บักเตรี และการตรวจนับจุลินทรีย์ทั้งหมด สำหรับเชื้อราให้บ่มโดยไม่ต้องกลับจานอาหารเลี้ยงเชื้อ

การตรวจนับจุลินทรีย์ทั้งหมดนั้นโดยความหมายที่แท้จริงแล้วหมายถึงจุลินทรีย์พวก facultativeanaerobe และ aerobe ที่เป็นพวก mesophile ที่พบส่วนใหญ่ในอาหาร การตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด สามารถเรียกได้ต่างๆกัน เช่น total plate count, standard plate count, aerobic plate count ซึ่งแต่ละมาตรฐานได้กำหนดอุณหภูมิและระยะเวลาของการบ่มเชื้อไว้ต่างกันบ้างเล็กน้อย เช่น มาตรฐาน ISO(International Organization for Standardization) กำหนดให้บ่มเชื้อที่ 30^0C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ยกเว้นผลิตภัณฑ์นมให้บ่มที่ 32^0C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง สำหรับประเทศไทยนั้นแม้ว่าจะยอมรับมาตรฐาน ISO แต่การบ่มเชื้อที่ 30^0C จะทำได้เฉพาะเมื่อมีตู้บ่มอุณหภูมิต่ำเท่านั้น จึงนิยมบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35^0C

5.6 นับจำนวนโคโลนีทั้งหมดที่เจริญบนผิวอาหารและที่เจริญฝังในอาหารเลี้ยงเชื้อโดยใช้เครื่องนับโคโลนี(colony) ในกรณีที่ตัวอย่างอาหารมีลักษณะเป็นผงละเอียดไม่ละลายในน้ำยาสำหรับเจือจาง ผงละเอียดเหล่านี้จะมีลักษณะคล้ายโคโลนีเล็กๆ ทำให้บางครั้งไม่สามารถสังเกต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความแตกต่างได้ ในกรณีนี้อาจขจัดปัญหาได้โดยเติม 2,3,5 triphenyltetrazolium chloride (TTC) ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยใช้สารละลาย 0.5%TTC ทำให้ปราศจากเชื้อโดยการกรอง แล้วเติมในอาหารเลี้ยงเชื้อที่หลอมเหลวในอัตรา สารละลายTTC 1 มิลลิลิตรต่ออาหารเลี้ยงเชื้อ 100 มิลลิลิตร โคโลนีของบักเตรีส่วนใหญ่จะมีสีแดงในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมสารดังกล่าว อย่างไรก็ตามเพื่อให้แน่ใจว่า TTC จะไม่มีผลยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ตรวจวิเคราะห์ ควรทำการเปรียบเทียบผลการตรวจนับจำนวนระหว่างการใช้อาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมและไม่เติมสารนี้เสียก่อน

5.7 รายงานผลการตรวจนับจุลินทรีย์ต่อกรัมหรือต่อมิลลิลิตรของตัวอย่างอาหาร โดยคูณจำนวนที่นับได้ตามหลักการที่จะกล่าวถึงด้วยระดับความเจือจางที่ตรวจนับ ในกรณีที่จำนวนที่นับได้ในระดับความเจือจางนั้นเป็นเลข 3 หลัก ให้ปัดเลขหลักหน่วยให้เป็นหลักสิบโดยอาศัยหลักการตามวิธีเลขคณิต ดังตัวอย่างที่แสดงใน ตารางที่ 1

5.7.1 สำหรับการตรวจนับที่ทุกซ้ำ หรือไม่น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนซ้ำที่ระดับความเจือจางเดียวเท่านั้น ที่สามารถนับจำนวนได้ระหว่าง 30-300 โคโลนี ให้หาค่าเฉลี่ยของจำนวนที่ตรวจนับได้ทุกซ้ำ ที่ระดับความเจือจางนั้น (ตัวอย่างอาหารที่ 1และ2)

5.7.2 สำหรับการตรวจนับที่ตรวจนับจำนวนได้ระหว่าง 30-300 โคโลนี ที่ระดับความเจือจาง 2 ระดับติดกัน โดยที่ในแต่ละระดับ มีเพียงบางซ้ำ หรือทุกซ้ำที่นับจำนวนได้ในช่วงดังกล่าว และจำนวนเฉลี่ยของทุกซ้ำในระดับความเจือจางที่ให้การตรวจนับได้สูง มีค่าไม่ถึง 2 เท่า ของจำนวนเฉลี่ยของจำนวนที่ได้ จากระดับความเจือจางที่ให้การตรวจนับได้ต่ำ ให้ใช้ค่าเฉลี่ยของจำนวนที่นับได้ ของทุกซ้ำทั้ง 2 ระดับความเจือจาง (ตัวอย่างอาหารที่ 3 และ 4)

5.7.3 สำหรับการตรวจนับที่สามารถนับได้ระหว่าง 30-300 โคโลนี ที่ระดับความเจือจาง 2 ระดับติดกัน และในแต่ละระดับความเจือจางนับจำนวนได้ช่วงดังกล่าวทุกซ้ำ แต่ค่าเฉลี่ยของจำนวนที่นับได้จากระดับความเจือจางที่ให้การตรวจนับได้สูง มีค่าถึง 2 เท่าหรือมากกว่าค่าเฉลี่ยของจำนวนที่นับได้จากระดับความเจือจางที่ให้การตรวจนับได้ต่ำ ให้ใช้แต่เฉพาะค่าเฉลี่ยจากทุกซ้ำที่ระดับความเจือจางที่ให้การตรวจนับได้ต่ำ (ตัวอย่างอาหารที่ 5)

5.7.4 ในการตรวจนับครั้งใดก็ตามที่ไม่มีโคโลนีเกิดขึ้นในจานใดๆเลย โดยที่ใช้ตัวอย่างที่ระดับความเจือจางต่ำสุดแล้ว(อาหารแข็ง) หรือใช้ตัวอย่างอาหารที่ไม่ได้เจือจาง (อาหารเหลว) ให้รายงานว่าอาหารนั้นมีจุลินทรีย์อยู่น้อยกว่าตัวเลขของระดับความเจือจางต่ำสุดที่ตรวจนับหรือต่ำกว่า 1 โคโลนีต่อมิลลิลิตรของอาหารเหลว (ตัวอย่างอาหารที่ 6)

5.7.5 สำหรับการตรวจนับที่มีโคโลนีเกิดขึ้นต่ำกว่า 1-30 โคโลนีในตัวอย่างอาหารที่ระดับความเจือจางต่ำสุด ให้รายงานว่ามีจำนวนจุลินทรีย์น้อยกว่า 30X ระดับความเจือจางต่ำสุด (ตัวอย่างอาหารที่ 7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.7.6 ในกรณีที่มีโคโลนีแผ่ลามเกิดขึ้น ถ้าการแผ่ลามนั้น ไม่ถึงครึ่งหนึ่งของจานเพาะเชื้อ ให้นับจำนวนโคโลนีที่แผ่ลามเป็น 1 และนับจำนวนโคโลนีเกิดขึ้นทั้งในและนอกบริเวณการแผ่ลาม

5.7.7 ไม่ควรรายงานผลการทดลองที่มีข้อผิดพลาดดังกรณีต่อไปนี้ เช่น จำนวนที่นับได้จากระดับความเจือจางสูงมีค่ามากกว่าจำนวนที่นับได้จากระดับความเจือจางที่ต่ำ มีโคโลนีแผ่ลามคลุมทั้งจาน มีมดหรือแมลงเดินบนผิวหน้าอาหารทำให้เกิดโคโลนีเรียงต่อกันเป็นสาย หรือมีโคโลนีเกาะกลุ่มหนาแน่น เฉพาะบริเวณใดบริเวณหนึ่ง ซึ่งแสดงว่าเขย่าจานไม่ดีพอที่จะทำให้ตัวอย่างอาหารกระจายได้ทั่วถึงหรือทิ้งตัวอย่างอาหารไว้นานเกินไปทำให้อาหารแห้งติดจาน

ตารางที่ 3 ตัวอย่างการรายงานผลการตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ในอาหาร

ตัวอย่างอาหารที่	จำนวนโคโลนีที่ระดับความเจือจาง			อัตราส่วน	จำนวนต่อ
	1:10	1:100	1:1000	(จำนวนสูง/จำนวนต่ำ)	กรัมอาหาร
1	>300	175 208	16 17	-	19,000 (1.9x104)
2	>300	322 278	23 29	-	30,000 (3.0x104)
3	>300	291 250	32 40	1.3	32,000 (3.2x104)
4	>300	281 378	40 24	1.1	33,000 (3.3x104)
5	>300	138 162	42 30	2.4	15,000 (1.5x104)
6	0	0	0	-	<10
7	18	2	0	-	<30x10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ทางกายภาพ

การทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัส (texture) โดยใช้เครื่อง Texture analyser

ตั้งค่าในการวัดดังนี้

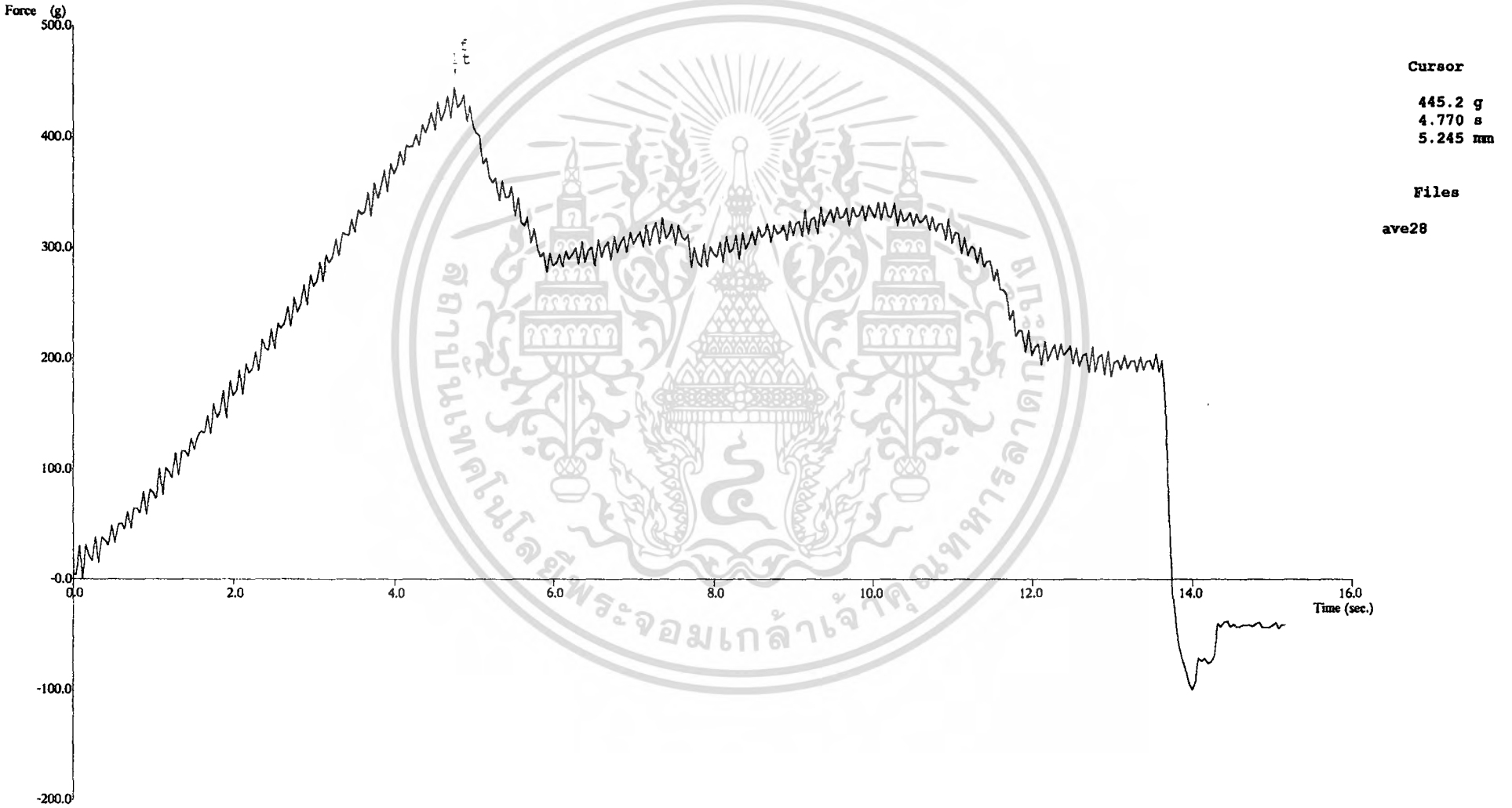
Mode	Measure Force in Compression
Option	Return to start
Pre test Speed	1.0 mm./s
Test Speed	1.1 mm./s
Post-test Speed	10.0 mm./s
Distance	15.0 mm./s
Trigger Type	Auto-10 g
Data Acquisition Rate	200 pps

Probe แบบ Spherical รหัส P/5s

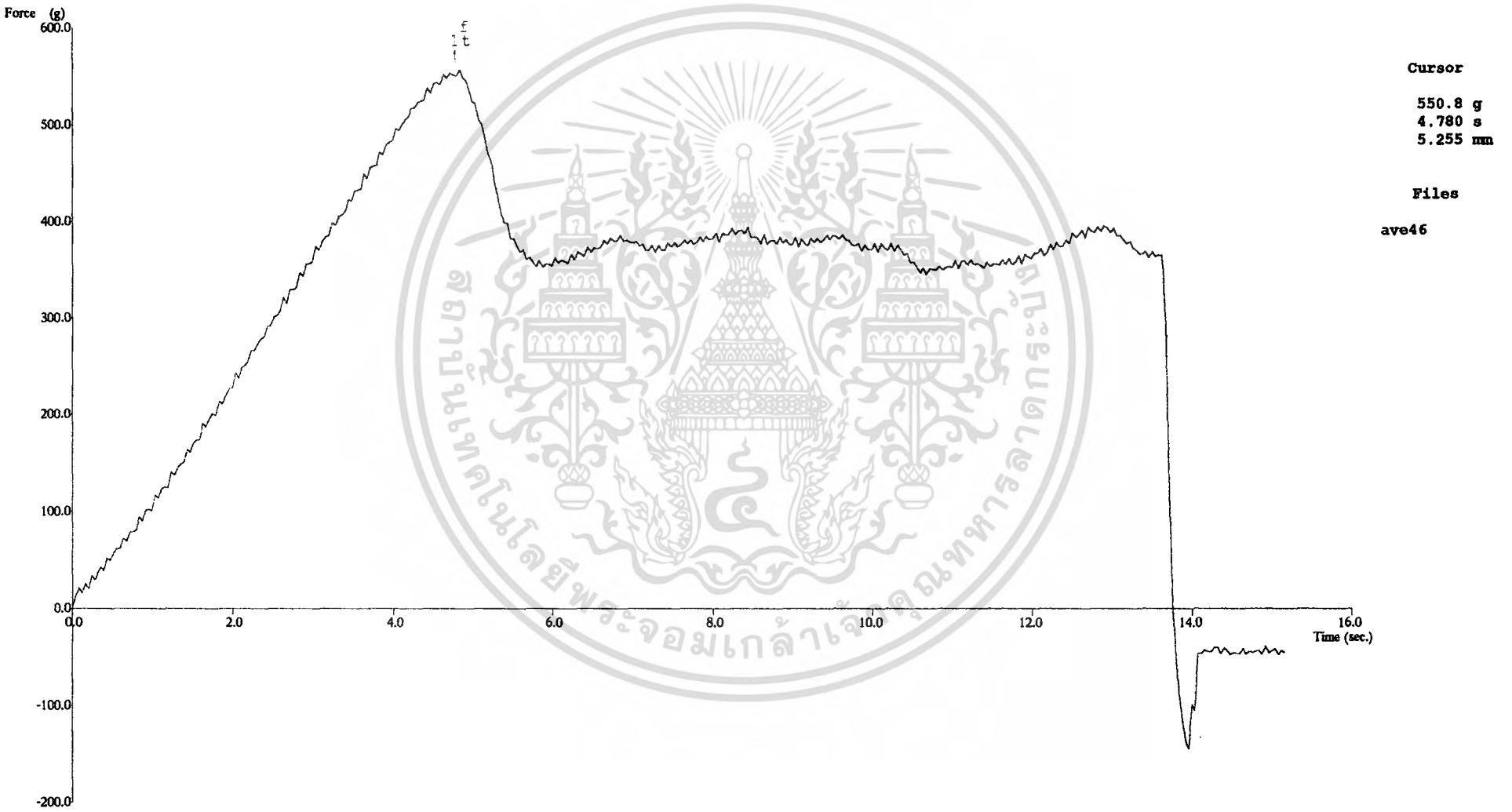
แสดงผลที่ได้จากการวัดดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

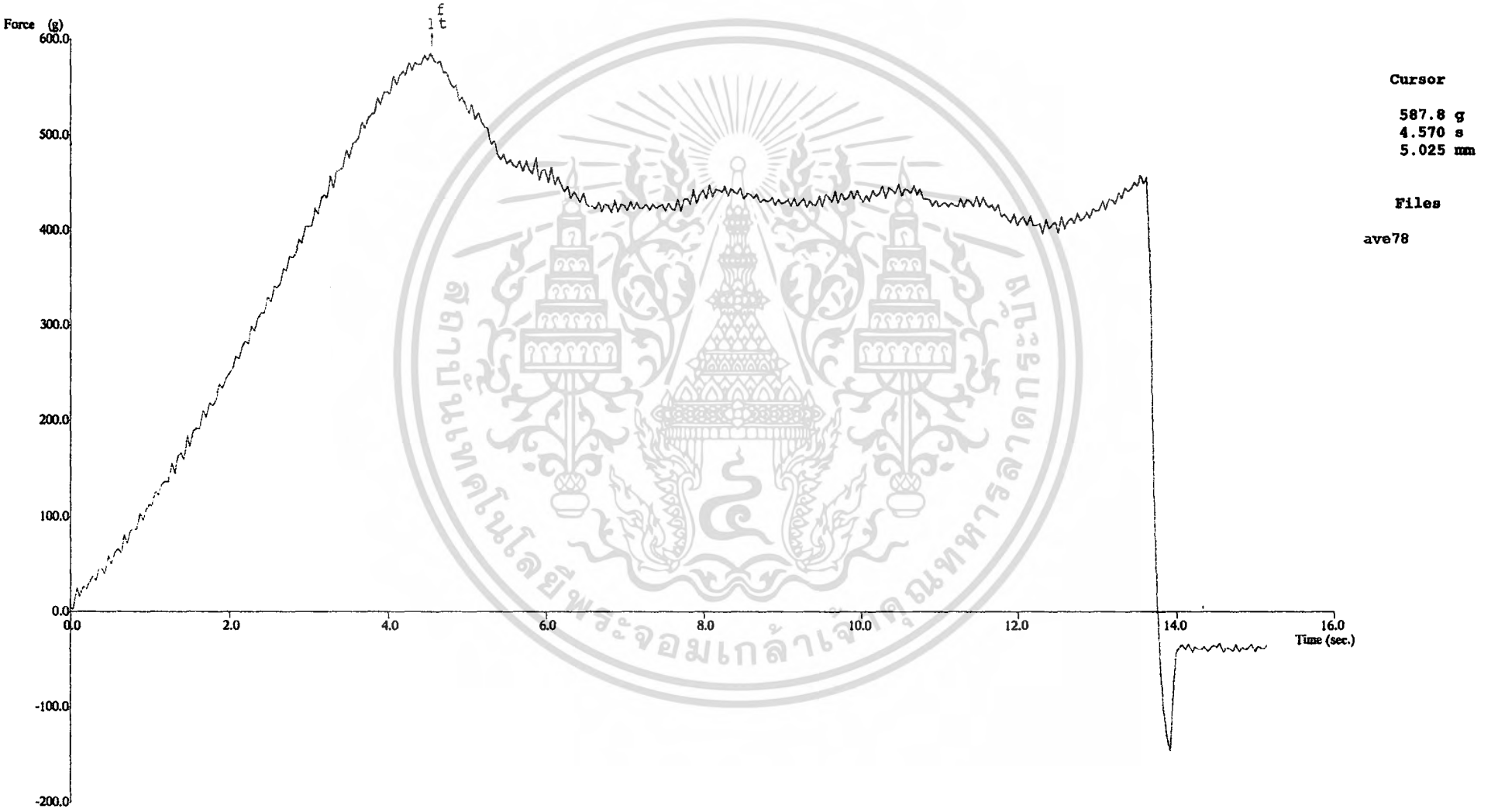
Stable Micro Systems - Texture Expert



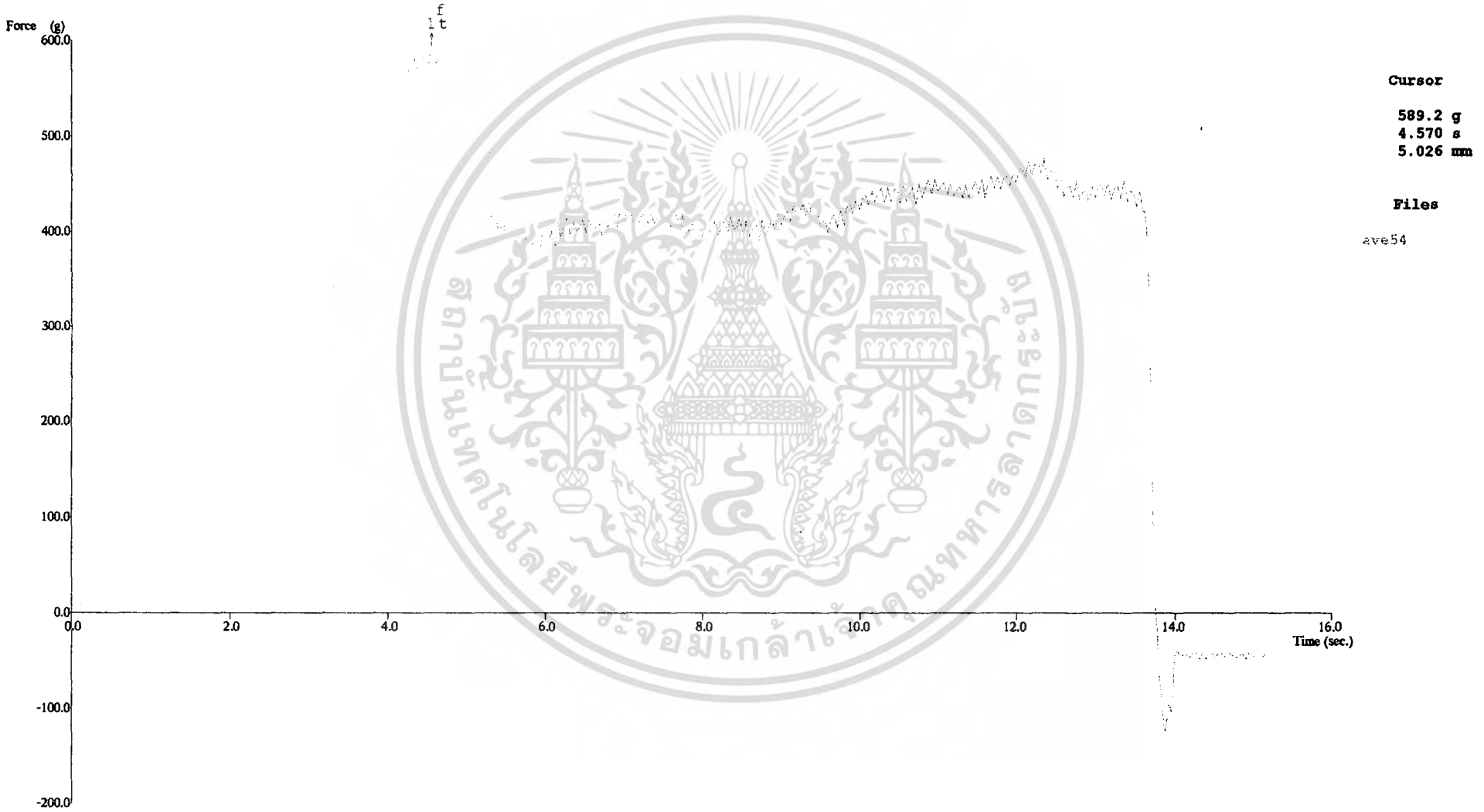
Stable Micro Systems - Texture Expert



Stable Micro Systems - Texture Expert



Stable Micro Systems - Texture Expert



แบบประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัส
การใช้กลูเตนในผลิตภัณฑ์หมูยอ

ชื่อ_____ เพศ_____

คำแนะนำ

1. ก่อนชิมทุกครั้งควรบ้วนปากก่อน เพื่อป้องกันการสับสน
2. ควรชิมให้ครบหมดก่อนทุกตัวอย่างก่อนทำการ
3. ใส่ระดับคะแนนตั้งแต่ 1-5 โดยที่

   1 = ไม่ชอบ

   2 = ชอบเล็กน้อย

   3 = ชอบปานกลาง

   4 = ชอบ

   5 = ชอบมาก
4. ควรพิจารณาลักษณะปรากฏตามลำดับที่ให้มา

	.....	.....	.....	.....
การรวมเป็นเนื้อเดียวกัน	_____	_____	_____	_____
สี	_____	_____	_____	_____
กลิ่นกลูเตน	_____	_____	_____	_____
กลิ่นเครื่องเทศ	_____	_____	_____	_____
ความยืดหยุ่น	_____	_____	_____	_____
รสชาติ	_____	_____	_____	_____
การยอมรับรวม	_____	_____	_____	_____

ข้อเสนอแนะ _____

_____

_____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้