15769

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพหมี่กึง

Study on the factors effect the quality of gluten product

T096813

โดย

น.ส. วรางคณา จันทกูล รหัสประจำตัว 40042088

น.ส. ศรีสกุล ภัสสรพิสุทธิกุล รหัสประจำตัว 40042091

เสนอ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2541

ปพ.
วว๙๘ก
๒๕๔๑

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....96813
วัน.เดือน.ปี.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1910

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพหมี่กึง

Study on the factors effect the quality of gluten product

โดย

นางสาววรางคณา จันทกูล

นางสาวศรีสกุล ภัสสรพิสุทธิกุล

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... ๒๒ มิถุนายน ๔๒ ..... อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(ดร.อลงกรณ์ อุรพันธุ์ปัญญา)

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

( )

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ ๒๒ **เดือน** มิถุนายน **พ.ศ.** ๔๒

ฝพ.
ร ๒๙๘ก
๒๕๔๑.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วรางคณา จันทกุล, ศรีสกุล ภัสสรพิสุทธิกุล. 2541. : การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพหมี่กึง (Study on the factors effect the quality of gluten product) . ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร ยุพร พืชกมุทร, 38 หน้า

หมี่กึงเป็นผลิตภัณฑ์อาหารมังสวิรัติ ซึ่งเป็นผลิตผลที่ได้จากการนำแป้งสาลีมานวดกับน้ำให้เกิดเป็นก้อนโดมีลักษณะยืดหยุ่นได้ แล้วนำโดที่ได้ไปล้างน้ำเอาส่วนที่เป็นแป้งออก คงอยู่แต่โปรตีน เรียกว่า กลูเตน ส่วนที่เป็นกลูเตนส่วนใหญ่จะประกอบด้วยโปรตีนที่ละลายได้ในกรดและด่าง 2 ชนิดคือ ไกลอะดีนและกลูเตนินในปริมาณใกล้เคียงกัน รวมเป็น 85% ของโปรตีนในแป้งทั้งหมด ผลิตภัณฑ์หมี่กึงมีความน่าสนใจมาก เนื่องจากในปัจจุบันมีผู้ให้ความสนใจกับอาหารมังสวิรัติเพิ่มมากขึ้น ซึ่งหมี่กึงนี้มีสารอาหารโปรตีนสูงสามารถใช้เป็นแหล่งของอาหารโปรตีนแทนเนื้อสัตว์ได้

ปัญหาพิเศษนี้ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพหมี่กึง โดยศึกษาชนิดของแป้งสาลี อัตราส่วนน้ำ ระยะเวลาที่ใช้ในการพักกลูเตน และคุณภาพทางกายภาพและเคมีของหมี่กึงที่ผลิตได้เปรียบเทียบกับที่มีขายตามท้องตลาด

จากการศึกษาพบว่า ชนิดของแป้งที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้ผลิตหมี่กึงคือ แป้งขนมปัง อัตราส่วนน้ำที่เหมาะสมคือ อัตราส่วนน้ำ 360 กรัม/แป้ง 500 กรัม และระยะเวลาที่ใช้ในการพักกลูเตนที่เหมาะสมคือ 10 นาที หมี่กึงที่ผลิตได้เมื่อทำการทดสอบโดยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texturometer) มีค่า Maximum force เฉลี่ยเท่ากับ85.0 g ± 12.25 g และมีค่า Springiness (Recovery work) เท่ากับ 87.25gs.± 0.47gs. มีเปอร์เซ็นต์ความชื้น 68.69 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์โปรตีน 13.465 ส่วนหมี่กึงที่มีขายตามท้องตลาด มีเปอร์เซ็นต์ความชื้น 69.25 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์โปรตีน 12.18% การทดสอบทางประสาทสัมผัสของหมี่กึงที่ผลิตได้กับที่มีขายตามท้องตลาดพบว่าไม่มีความแตกต่างทางประสาทสัมผัสที่ (P = 0.05)

.....
ลายมือชื่อนักศึกษา

.....	.....	.....
ลายมือชื่อนักศึกษา	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา	วัน / เดือน / ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.ยุพร พืชกมุทร และผศ. เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ได้สละเวลาให้ความรู้ ความเข้าใจ คำปรึกษา และข้อเสนอแนะต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง รวมทั้งได้ตรวจแก้ไขรูปเล่มปัญหาพิเศษจนสำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ประมวล ศรีกาหลง และอาจารย์ระจิตร จุฑากรณ์ ที่ได้ให้คำแนะนำซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ทุกท่านของภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร เป็นอย่างยิ่งที่ได้อำนวยความสะดวกในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และทุกคนในครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ นายจิรวุฒิ สุวรรณรัตน์ นายอนุกูล เกษสังข์ นางสาวนุชจิรา ปัญญาดิลก และเพื่อนๆทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ อยู่ดูแล และเป็นกำลังใจตลอดการทำปัญหาพิเศษ

.....

(นางสาว วรางคณา จันทกูล)

.....

(นางสาวศรีสกุล ภัสสรพิสุทธิกุล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
กิตติกรรมประกาศ	II
สารบาญ	III
สารบาญตาราง	V
สารบาญตารางภาคผนวก	VI
สารบาญภาพ	VIII
บทที่	
1. บทนำ	1
2. ตรวจเอกสาร	2
2.1 โครงสร้างของเมล็ดข้าวสาลี	2
2.2 องค์ประกอบทางกายภาพและทางเคมีของแป้งสาลี	2
2.3 การเกิดโด	5
2.4 การเกิดกลูเตน	8
2.5 พันธะทางเคมีของกลูเตน	9
2.6 ผลิตภัณฑ์หมี่กึง	13
3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	14
3.1 วัตถุดิบ	14
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ	14
3.3 สารเคมี	14
3.4 วิธีการทดลอง	15
4. ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	18
4.1 ผลของชนิดของแป้งสาลีที่เหมาะสมต่อการผลิตหมี่กึง	18
4.2 ผลของอัตราส่วนน้ำกับแป้งที่ใช้ในการผลิตหมี่กึง	20
4.3 ผลของระยะเวลาที่ใช้ในการพักกลูเตนในการผลิตหมี่กึง	22
4.4 ผลของลักษณะเนื้อสัมผัสของหมี่กึงที่ผลิตได้	24
4.5 ผลของคุณสมบัติต่างๆของหมี่กึงที่ผลิตได้เปรียบเทียบกับหมี่กึงที่มีขายตามท้องตลาด	25
5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง 28
ภาคผนวก 29
ประวัติผู้เขียน 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	พันธะทางเคมีที่สำคัญในโปรตีนของโด	8
4.1	แสดงลักษณะของกลูเตนก่อนและหลังการต้ม เปอร์เซ็นต์ผลผลิต และผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส เมื่อใช้แป้งสาลีชนิดต่างๆกัน	19
4.2	แสดงลักษณะของกลูเตนก่อนและหลังการต้ม เปอร์เซ็นต์ผลผลิต และผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส เมื่อใช้อัตราส่วนน้ำกับแป้งต่างๆกัน	21
4.3	แสดงลักษณะของกลูเตนก่อนและหลังการต้ม เปอร์เซ็นต์ผลผลิต และผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส เมื่อใช้ช่วงเวลาพักกลูเตนชนิดต่างๆกัน	23
4.4	แสดงคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพบางประการของหมี่กึงที่ผลิตได้เมื่อเปรียบเทียบกับหมี่กึงที่มีขายตามท้องตลาด	25
4.5	แสดงคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่น ความเหนียว และการยอมรับรวมของหมี่กึงที่ผลิตได้เปรียบเทียบกับหมี่กึงที่ขายตามท้องตลาดของผู้ทดสอบที่เคยและไม่เคยรับประทานอาหารมังสวิรัติ	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตารางภาคผนวก

ตารางที่		หน้า
1	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของชนิดแป้งสาลีที่เหมาะสมต่อการผลิตหมี่กึง ในการทดลองที่ 3.4.2 ด้วยแผนการทดลอง RCBD	33
2	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของอัตราส่วนน้ำกับแป้งที่ใช้ในการผลิตหมี่กึง ในการทดลองที่ 3.4.3 ด้วยแผนการทดลอง RCBD	34
3	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของระยะเวลาที่ใช้ในการพักกลูเตนในผลิตหมี่กึง ในการทดลองที่ 3.4.4 ด้วยแผนการทดลอง RCBD	34
4	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติสำหรับผู้ที่เคยทานมังสวิรัติในด้านสีเปรียบเทียบหมี่กึงที่ผลิตได้กับหมี่กึงที่มีขายตามท้องตลาด ในการทดลองที่ 3.4.5 ด้วยแผนการทดลอง RCBD	34
5	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติสำหรับผู้ที่เคยทานมังสวิรัติในด้านกลิ่นเปรียบเทียบหมี่กึงที่ผลิตได้กับหมี่กึงที่มีขายตามท้องตลาด ในการทดลองที่ 3.4.5 ด้วยแผนการทดลอง RCBD	35
6	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติสำหรับผู้ที่เคยทานมังสวิรัติในด้านความเหนียวเปรียบเทียบหมี่กึงที่ผลิตได้กับหมี่กึงที่มีขายตามท้องตลาด ในการทดลองที่ 3.4.5 ด้วยแผนการทดลอง RCBD	35
7	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติสำหรับผู้ที่เคยทานมังสวิรัติในด้านการยอมรับรวมเปรียบเทียบหมี่กึงที่ผลิตได้กับหมี่กึงที่มีขายตามท้องตลาด ในการทดลองที่ 3.4.5 ด้วยแผนการทดลอง RCBD	35
8	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติสำหรับผู้ที่ไม่เคยทานมังสวิรัติในด้านสีเปรียบเทียบหมี่กึงที่ผลิตได้กับหมี่กึงที่มีขายตามท้องตลาด ในการทดลองที่ 3.4.5 ด้วยแผนการทดลอง RCBD	35
9	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติสำหรับผู้ที่ไม่เคยทานมังสวิรัติในด้านกลิ่นเปรียบเทียบหมี่กึงที่ผลิตได้กับหมี่กึงที่มีขายตามท้องตลาด ในการทดลองที่3.4.5 ด้วยแผนการทดลอง RCBD	36
10	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติสำหรับผู้ที่ไม่เคยทานมังสวิรัติในด้านความเหนียวเปรียบเทียบหมี่กึงที่ผลิตได้กับหมี่กึงที่มีขายตามท้องตลาด ในการทดลองที่ 3.4.5 ด้วยแผนการทดลอง RCBD	36
11	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติสำหรับผู้ที่ไม่เคยทานมังสวิรัติในด้านการยอมรับรวมเปรียบเทียบหมี่กึงที่ผลิตได้กับหมี่กึงที่มีขายตามท้องตลาด ในการทดลองที่ 3.4.5 ด้วยแผนการทดลอง RCBD	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ส่วนประกอบต่างๆของแป้งสาลีเมื่อผสมและล้างน้ำ	3
2.2	คุณสมบัติและองค์ประกอบของโปรตีนในแป้งสาลี	4
2.3	การเปลี่ยนแปลงของแป้งสาลี	6
2.4	แผ่นฟิล์มของโดที่ผสมได้เหมาะสม	7
2.5	โครงร่างของแผ่นฟิล์มกลูเตน ซึ่งมีน้ำ โปรตีนและลิพอโปรตีนร่วมกันอยู่	7
2.6	ลักษณะพันธะทางเคมีของกรดอะมิโนซึ่งเป็นองค์ประกอบของกลูเตน	10
2.7	ลักษณะการเกาะเกี่ยวของกลูทามีนด้วนพันธะไฮโดรเจน	10
2.8	การเปลี่ยนแปลงโครงร่างและการเคลื่อนย้ายพันธะไดซัลไฟด์ของกรดอะมิโนในกลูเตน	11
2.9	การเปลี่ยนแปลงของพันธะไดซัลไฟด์ในโมเลกุลของกลูเตน	11
2.10	ลักษณะทางกายภาพของกลูเตน กลูเตนิน และไกลอะดิน	12
3.1	แสดงเครื่องมือวัดเนื้อสัมผัสรุ่น TA-XT2	16
4.1	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรง (กรัม) กับเวลา (วินาที) โดยใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texturometer)	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ข้าวสาลีเป็นธัญพืชชนิดหนึ่งเมื่อนำมาผ่านกรรมวิธีต่างๆจะได้เป็นแป้งสาลีซึ่งมีสารอาหารประเภทโปรตีนอยู่ประมาณ 9-14% ซึ่งจัดว่ามีปริมาณมากเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับธัญพืชตัวอื่นๆ โปรตีนสำคัญที่พบในแป้งสาลีคือ กลูเตนินและไกลอาดีน โปรตีนทั้งสองชนิดนี้มีความสำคัญต่อการทำให้เกิดโครงร่างของลักษณะเนื้อขึ้นในขนมปังและหมี่กึง

หมี่กึงเป็นผลิตภัณฑ์อาหารมังสวิรัติ ซึ่งเป็นผลิตผลที่ได้จากการนำแป้งสาลีมานวดกับน้ำให้เกิดเป็นก้อนโดมีลักษณะยืดหยุ่นได้ แล้วนำโดที่ได้ไปล้างน้ำเอาส่วนที่เป็นแป้งออกคงอยู่แต่โปรตีน เรียกว่า กลูเตน ผลิตภัณฑ์หมี่กึงมีความน่าสนใจมากเนื่องจากในปัจจุบันมีผู้ให้ความสนใจกับอาหารมังสวิรัติเพิ่มมากขึ้น ซึ่งหมี่กึงนี้มีสารอาหารโปรตีนสูงสามารถใช้เป็นแหล่งของอาหารโปรตีนแทนเนื้อสัตว์ได้ การผลิตหมี่กึงนั้นส่วนใหญ่จะอยู่ในลักษณะของการผลิตแบบครัวเรือน ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของหมี่กึงยังไม่มีการศึกษา ค้นคว้า รวบรวม และตีพิมพ์ ดังนั้น คณะวิจัยจึงได้ทำการทดลองศึกษาหาปัจจัยและสภาวะที่มีผลต่อการผลิตหมี่กึง เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์อาหารมังสวิรัติที่ดีต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดกลูเตนในแป้งสาลี ที่จะนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์หมี่กึง
2. เพื่อหาปัจจัยและสภาวะที่เหมาะสมในการทำหมี่กึง

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. พัฒนาการผลิตหมี่กึงให้ดียิ่งขึ้นและสามารถนำไปปรับใช้ในระดับอุตสาหกรรม
2. ส่งเสริมการใช้ประโยชน์ของแป้งสาลีและการบริโภคหมี่กึงผลิตภัณฑ์ที่มีโปรตีนสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

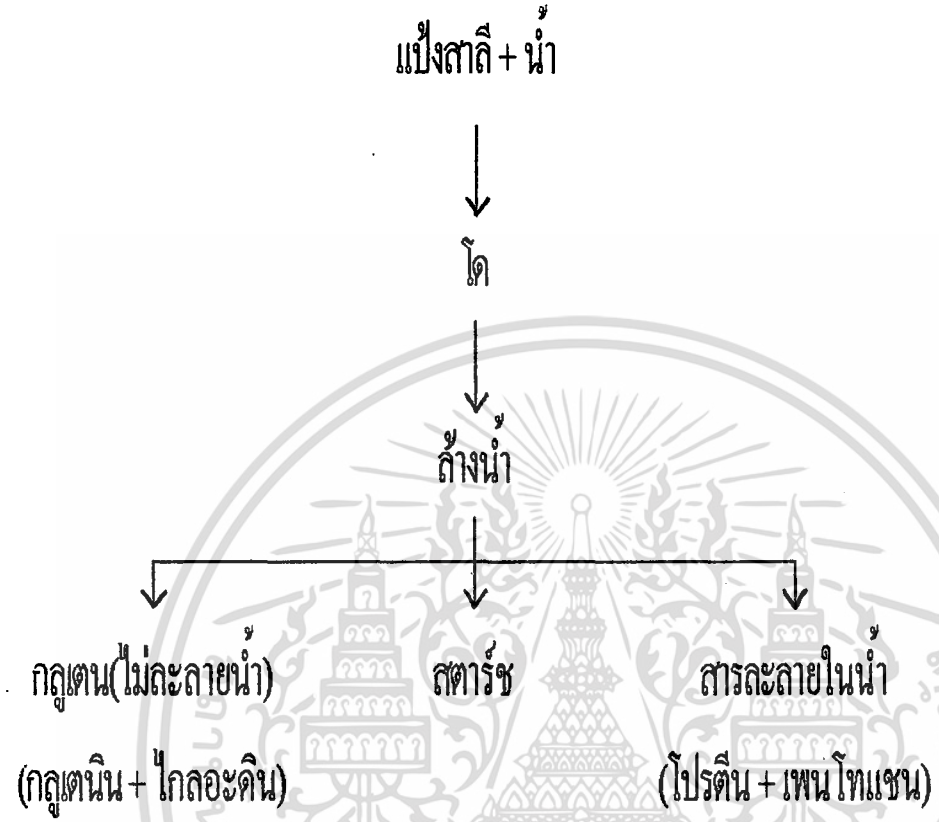
2.1 โครงสร้างของเมล็ดข้าวสาลี

เมล็ดข้าวสาลีประกอบด้วยโครงสร้างหลัก 3 ส่วน คือเปลือกนอกถึงชั้นเอลิวโรน (14.5 เปอร์เซ็นต์) เนื้อในเมล็ด (83เปอร์เซ็นต์) และคัพภะ (2.5เปอร์เซ็นต์) ส่วนของเนื้อในเมล็ดเป็นส่วนที่นำมาใช้ประโยชน์เป็นอาหารมนุษย์มากที่สุด เมื่อนำข้าวสาลีมาบดให้เป็นแป้งนั้น จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีไปพร้อมกัน กล่าวคือในกระบวนการโม่แป้งเป็นการสกัดส่วนเนื้อในของเมล็ดออกมาและบดเป็นแป้งละเอียด ซึ่งแป้งที่ได้นี้จะประกอบด้วยองค์ประกอบทางเคมีสำคัญ คือ คาร์โบไฮเดรต (ได้แก่ สตาร์ชเป็นส่วนใหญ่) ไขมัน โปรตีน เอนไซม์ แร่ธาตุ วิตามิน และเม็ดสี ซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับปริมาณการสกัดแป้งนั้นออกจากเมล็ดข้าวสาลี (อรอนงค์,2532)

2.2 องค์ประกอบทางกายภาพและทางเคมีของแป้งสาลี

ข้าวสาลีและแป้งสาลีมีองค์ประกอบทางเคมีในส่วนของโปรตีนแตกต่างจากธัญชาติอื่นทั้งในด้านปริมาณและลักษณะโครงสร้างทางกายภาพ โดยข้าวสาลีแต่ละชนิดจะมีเกณฑ์โปรตีนต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะสายพันธ์และสภาพแวดล้อมของภูมิอากาศและการบำรุงดิน เมื่อนำแป้งผสมกับน้ำในสัดส่วนที่พอเหมาะ แล้วนวดให้เป็นก้อนโดซึ่งลักษณะยืดหยุ่นได้ แล้วนำก้อนโดที่ได้ไปล้างด้วยน้ำจะแยกส่วนประกอบของโดเป็น 3 ส่วนหลัก คือ กลูเตน สตาร์ช และสารละลายในน้ำ (รูปที่ 2.1.) ลักษณะของโปรตีนที่กระจายตัวในแป้งสาลี จะอยู่ในรูปโปรตีนสะสมและเส้นใยโปรตีน ส่วนลักษณะโครงสร้างของโปรตีนในแป้งมี 2 ส่วนใหญ่คือ ส่วนที่เป็นกลูเตนและส่วนที่ไม่เป็นกลูเตนในโด (โปรตีนประเภทอื่น) โดยส่วนที่เป็นกลูเตนจะประกอบด้วยโปรตีนที่ละลายได้ในกรดและด่าง 2 ชนิดคือ ไกลอะดินและกลูเตนินในปริมาณใกล้เคียงกัน รวมเป็น 85% ของโปรตีนในแป้งทั้งหมด ส่วนโปรตีนที่ละลายในน้ำและน้ำเกลือ คือแอลบูมินและโกลบูลินจะเป็นส่วนที่ไม่ใช่กลูเตน (รูปที่ 2.2.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบต่างๆของแป้งสาลีเมื่อผสมและล้างน้ำ

ที่มา : อรอนงค์,2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.2 คุณสมบัติและองค์ประกอบของโปรตีนในแป้งสาลี

ที่มา : อรอนงค์,2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การเกิดโด

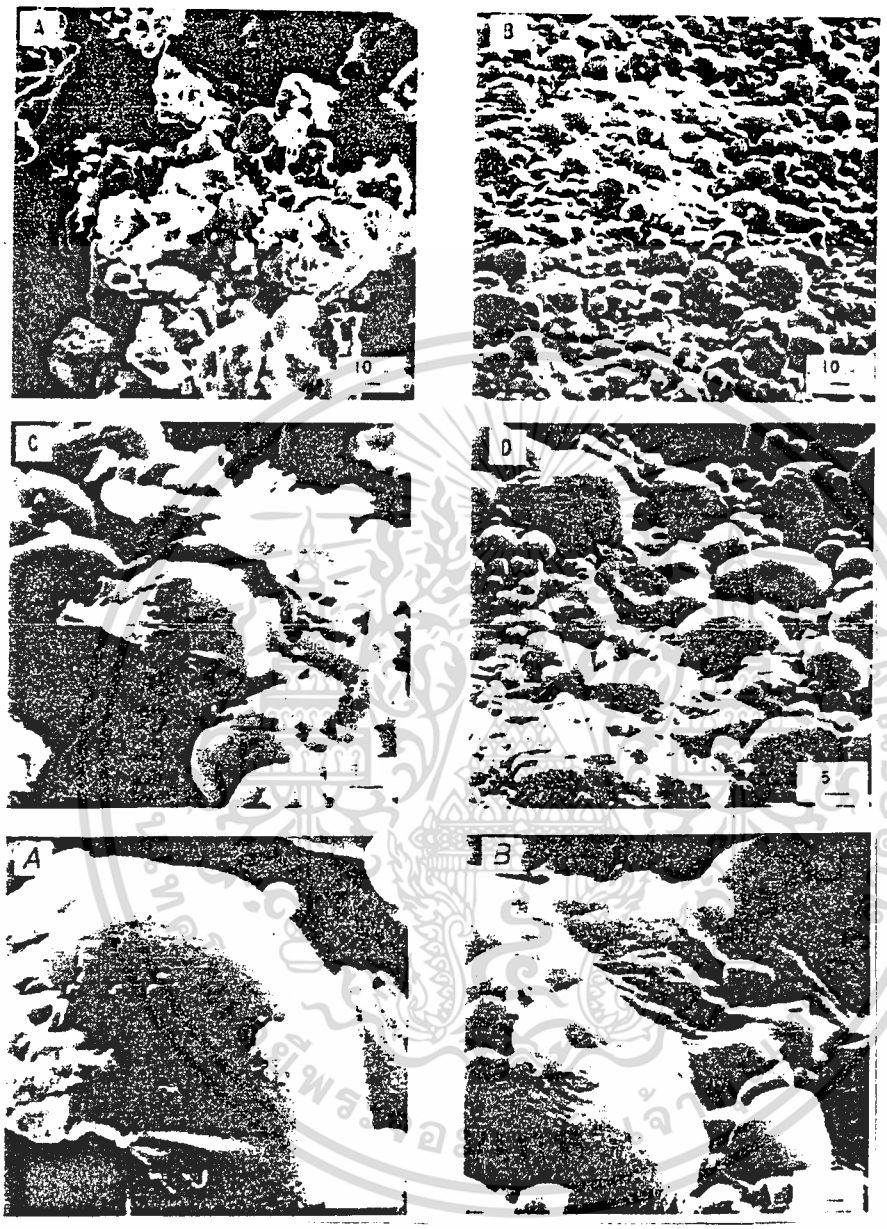
เมื่อนวดแป้งกับน้ำ จะเกิดการจับก้อนของแป้งกับน้ำกลายเป็นก้อนโด ซึ่งมีคุณสมบัติของความยืดหยุ่น จากลักษณะการยืดหยุ่น (Elastic) ความหนืดข้น (viscous) และลักษณะของพลาสติก (plastic)ร่วมกัน ซึ่งเป็นผลจากความเปลี่ยนแปลงภายในของแป้ง ทั้งในทางเคมี กายภาพและชีวภาพ (รูปที่ 2.3)เรียกว่าการเกิดรีโอโลยีของโด (dough rheology) หรือวิทยากระแสของโด ซึ่งเป็นผลมาจากแรงเค้น (stress) แรงเฉือน(shear) และแรงดึง (tensile) ต่อโด ในระยะเวลาและอุณหภูมิเหมาะสม จึงจะได้โดลักษณะยืดหยุ่นดี ซึ่งทำให้เกิดการผิดรูป (deformation) แบบนอนนิวโทเนียน (non-newtonian) มีลักษณะผสมผสานระหว่างความหนืดและความยืดหยุ่น (visco-elastic) เป็นผลทำให้โครงร่างและองค์ประกอบทางเคมีในโดเปลี่ยนแปลง โดยมีน้ำที่เติมลงไปเป็นตัวกลางสำคัญ

เมื่อเติมน้ำลงในแป้งนั้น น้ำจะไม่ซึมเข้าไปในแป้งทันที แต่จะเกิดเป็นฟิล์มบางๆ บนผิวแป้ง พอออกแรงนวดหรือใช้เครื่องผสม เกิดแรงเค้นและแรงเฉือน ทำให้น้ำซึมเข้าไปในแป้ง อยู่ระหว่างเม็ดแป้ง เกิดแรงดึงดูดระหว่างแป้งกับน้ำ เป็นผลจากโปรตีนในองค์ประกอบของแป้ง เกิดการรวมตัวของโปรตีน โดยมีน้ำเป็นตัวเชื่อม กลายเป็นร่างแหของกลูเตน คลุมเม็ดสตาร์ชซึ่งจะยังไม่ดูดซึมน้ำที่อุณหภูมิของการผสมโดนี้ ขณะผสมจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของกลูเตนไปเรื่อยๆ จนถึงจุดที่กลูเตนมีความยืดหยุ่นเหมาะสมทำให้โดไม่ติดมือ หรือติดภาชนะที่ใช้ผสม สามารถดึงยืดให้เป็นฟิล์มบางๆได้(รูปที่ 2.4)

ถ้าทำการผสมต่อไปอีก จะทำให้เกิดแรงเฉือนและแรงเค้นรวมทั้งแรงดึงร่วมกัน มีผลให้กลูเตนฟิล์มหมด ความยืดหยุ่นตัว ทำให้ขาดลงเป็นสาย โดเหนอะหนะติดมือและไหลได้ เนื่องจากการผสมมากเกินไป

ปริมาณน้ำที่เติมให้ได้โดที่เหมาะสมนั้น ต้องพิจารณาจากปริมาณความชื้นเดิมของแป้ง ซึ่งเป็นปริมาณน้ำชนิดที่เกาะเกี่ยวกับสารอื่นรวมกับน้ำอิสระ โดยทั่วไปมีอยู่ประมาณ 14% ดังนั้นน้ำที่เติมลงไป จะช่วยให้เกิดการเกาะเกี่ยวของน้ำกับสารอื่นจนถึง 25% ของความชื้นหรือเท่ากับ 0.33 กรัมของน้ำต่อน้ำหนักแป้ง 1 กรัม และเมื่อมีน้ำถึง 0.54 กรัมของน้ำต่อน้ำหนักแป้ง 1 กรัม (ประมาณ 35 % ของความชื้น) โดจะมีลักษณะที่เหมาะสม โดยมีส่วนของน้ำอิสระประมาณ 10 % (0.11 กรัมของน้ำต่อน้ำหนักแป้ง 1 กรัม) และน้ำอิสระที่เพิ่มขึ้นนี้จะมีผลทำให้โดอ่อนนุ่ม และมีความลื่นไม่ติดมือ(รูปที่ 5)และสามารถยืดเป็นฟิล์มได้

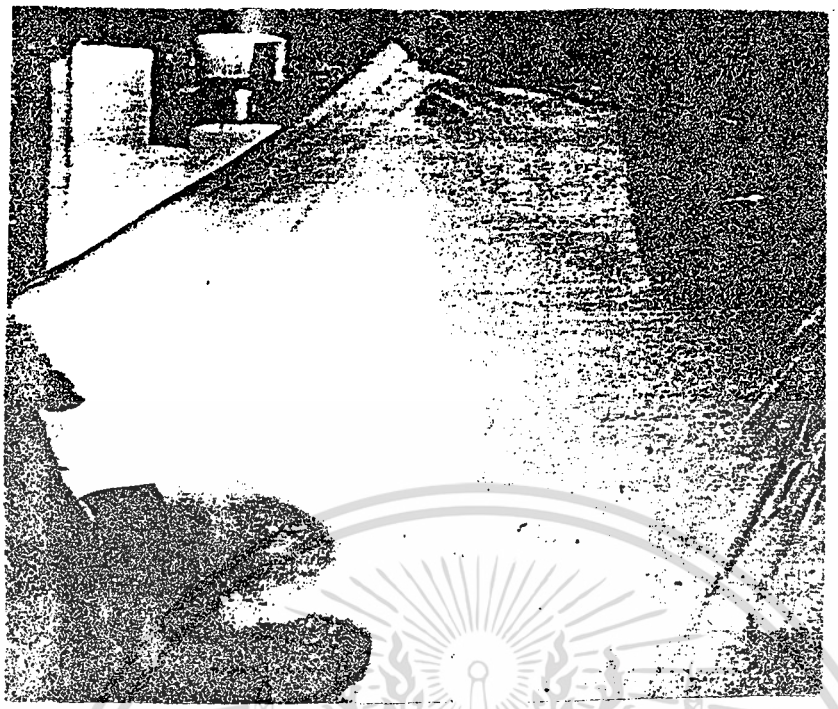
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 การเปลี่ยนแปลงของแป้งสาลี (A) กลายเป็นโด (B) มองผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบสแกนนิง (Scanning Electron Microscope)

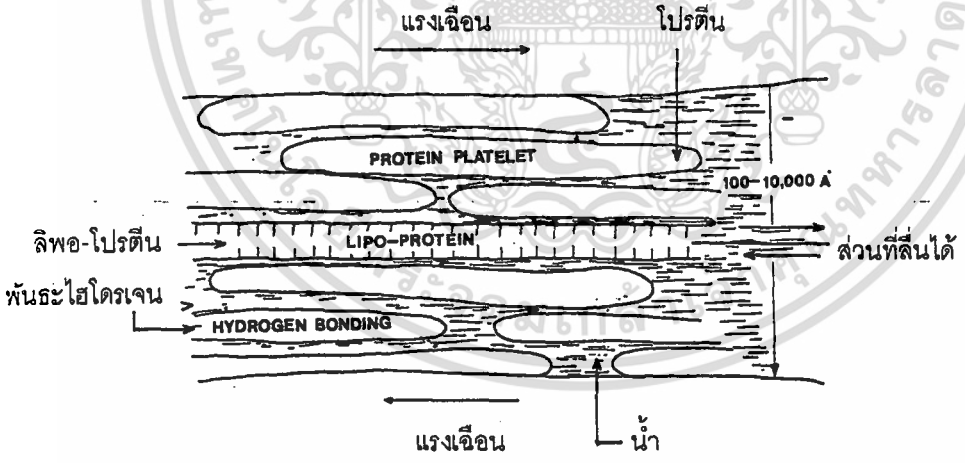
ที่มา: อรอนงค์,2532

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 แผ่นฟิล์มของโดที่ผสมได้เหมาะสม

ที่มา : อรอนงค์,2532



รูปที่ 2.5 โครงร่างของแผ่นฟิล์มกลูเตน ซึ่งมีน้ำ โปรตีนและลิพอโปรตีนร่วมกันอยู่

ที่มา : อรอนงค์,2532

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การเกิดกลูเตน

กลูเตน เกิดจากการรวมตัวของไกลอะดินและกลูเตนิน ในปริมาณใกล้เคียงกัน ปริมาณกลูเตนที่เกิดขึ้น นับว่าเป็นส่วนใหญ่ของโปรตีน (80-90%) ในแป้ง ไกลอะดินและกลูเตนินก่อให้เกิดลักษณะโครงร่างของกลูเตนจากการนวดโดทำให้เกิดแรงยึดเหนี่ยวของพันธะทางเคมีระหว่างกรดอะมิโน หลายรูปแบบ ได้แก่ พันธะโควาเลนต์ (covalent) พันธะอิออนิก (ionic) พันธะไฮโดรเจน และพันธะวันเดอร์วาล์ว (van der waals) (ตารางที่ 2.1)

พันธะโควาเลนต์ในโครงร่างของกลูเตน ก็คือพันธะเพปไทด์ที่เชื่อมระหว่างกรดอะมิโนทั้งลักษณะภายในและภายนอกโมเลกุล ด้วยการใช้อิเล็กตรอนร่วมกันระหว่างสองอะตอมทำให้มีพลังงานสูงในการเชื่อมกันเป็นพันธะรวมทั้งพันธะระหว่างซัลเฟอร์ เรียกว่า ไดซัลไฟด์ (disulfide linkage) ของกรดอะมิโนซีสทีนในโปรตีนโมเลกุล ซึ่งนับเป็นพันธะที่มีความสำคัญต่อความยืดหยุ่นของกลูเตน

ตารางที่ 2.1 พันธะทางเคมีที่สำคัญในโปรตีนของโด

ชนิดของพันธะ	ลักษณะการเกิด	พลังงาน กิโลแคลอรี/โมล
โควาเลนต์	พันธะระหว่างอะตอมด้วยคู่อิเล็กตรอน	30-100
อิออนิก	พันธะระหว่างประจุตรงกันข้าม	10-100
ไฮโดรเจน	พันธะในลักษณะอิเล็กโทรเนกะทีฟของอะตอมระหว่างไฮโดรเจน (กับออกซิเจน)	2-5
วันเดอร์วาล์ว	พันธะที่เกิดระหว่างกลุ่มที่ไม่มีประจุ	มากถึง 0.5

ที่มา : อรอนงค์,2532

2.5 พันธะทางเคมีของกลูเตน

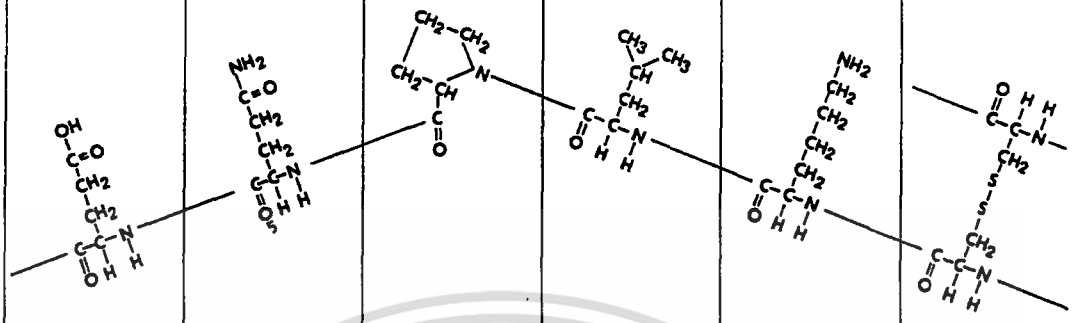
พันธะอิออนิกหรือพันธะเกลือ เกิดจากแรงดึงระหว่างกลุ่มที่มีประจุตรงกันข้ามกัน เป็นพันธะที่มีจำนวนน้อยในกลูเตน ส่วนพันธะไฮโดรเจน เกิดจากแรงดึงดูดระหว่างอะตอมของไฮโดรเจนกับอะตอมของไนโตรเจนหรือออกซิเจนซึ่งถึงแม้ว่าจะมีแรงยึดเหนี่ยวต่ำ แต่ก็มีเป็นจำนวนมากในกลูเตน จึงมีความสำคัญต่อลักษณะโครงร่างของกลูเตนมากกว่าพันธะชนิดอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับพันธะวันเดอร์วาล์ว นั้นเกิดขึ้นระหว่างกรดอะมิโนที่ไม่มีประจุกับกรดไขมันหรือระหว่างสตาร์ชกับกลีเซอไรด์ ซึ่งพันธะนั้นนับว่ามีกำลังอ่อนที่สุด แต่ก็มีผลต่อลักษณะของกลูเตนโดยก่อให้เกิดลักษณะไม่ชอบน้ำ (hydrophobic bonds) ระหว่างกลุ่มของโปรตีนที่ไม่มีประจุ (nonpolar group) ได้ (รูปที่ 2.6)

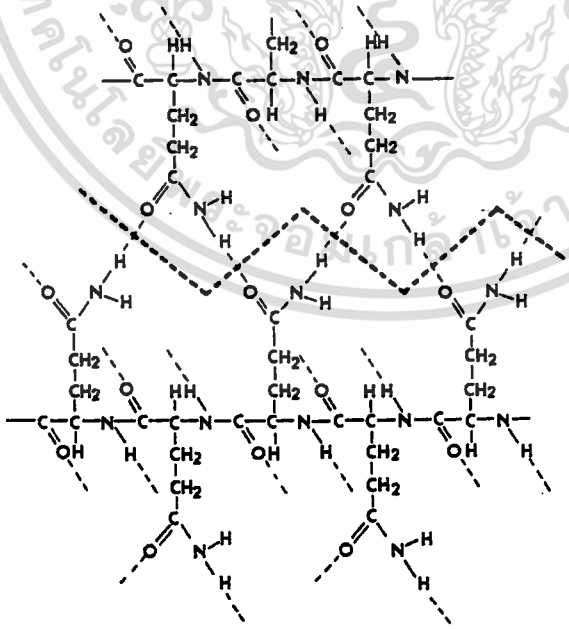
จากรูปที่ 2.7 พันธะไฮโดรเจนมีความสำคัญต่อโครงร่างของกลูเตนมาก เนื่องจากมีจำนวนมากถึง 42% และมักเกิดขึ้นระหว่างกรดอะมิโนกลูทามิกในรูปกลูทามีน ส่วนกรดอะมิโนโปรลีนมีผลทำให้เกิดการหักหรือเป็นเกลียว (helix) ของพอลิเทปไทด์ซึ่งมีอยู่ประมาณ 14 % สำหรับพันธะที่เกิดระหว่างกลุ่มกรดอะมิโนที่ไม่มีประจุจะมีอยู่ 7% ส่วนที่เกิดพันธะระหว่างประจุบวกหรือประจุลบมีจำนวนน้อย พันธะสำคัญอีกชนิดที่มีผลต่อโครงร่างของกลูเตน คือ พันธะไดซัลไฟด์ เนื่องจากเป็นพันธะที่อาจก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ โดยวิธีทางกายภาพและทางเคมีซึ่งวิธีทางกายภาพหมายถึงการผสม การนวดจนเป็นโด มีส่วนให้เกิดการเคลื่อนที่ของพันธะ (Brownian motion) จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งทำให้โครงร่างกลูเตนมีความยืดหยุ่นมากขึ้น (รูปที่ 2.8) ส่วนวิธีทางเคมีหมายถึงการเติมสารเคมีซึ่งมีผลให้ปริมาณไดซัลไฟด์เพิ่มขึ้นหรือลดลง โดยทั่วไปสารประเภทรีดิวซ์ได้แก่ กลูทาไทโอน (glutathione)หรือซีสทีอีน มีผลทำให้พันธะไดซัลไฟด์เพิ่มขึ้นหรือลดลง กลูเตนจึงมีความยืดหยุ่นน้อยลง ส่วนสารประเภทออกซิไดส์ เช่น สารที่มีโบรเมตเป็นองค์ประกอบ จะช่วยให้มีพันธะไดซัลไฟด์ในกลูเตนเพิ่มขึ้น (รูปที่ 2.9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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

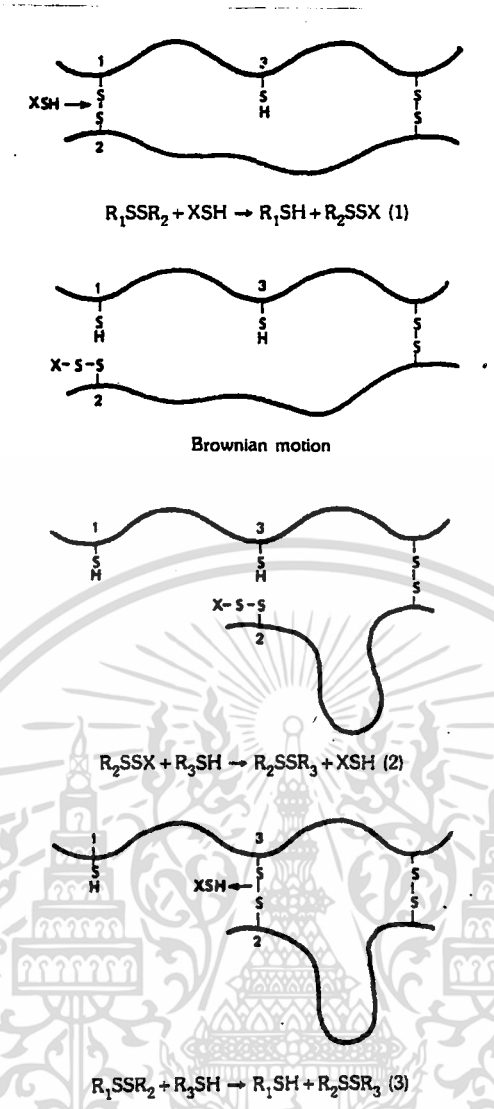
ที่มา : อรอนงค์,2532



รูปที่ 2.7 ลักษณะการเกาะเกี่ยวของกลูทามีนด้วยพันธะไฮโดรเจน

ที่มา : อรอนงค์,2532

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 การเปลี่ยนแปลงโครงร่างและการเคลื่อนย้ายพันธะไดซัลไฟด์ของกรดอะมิโนในกลูเตน

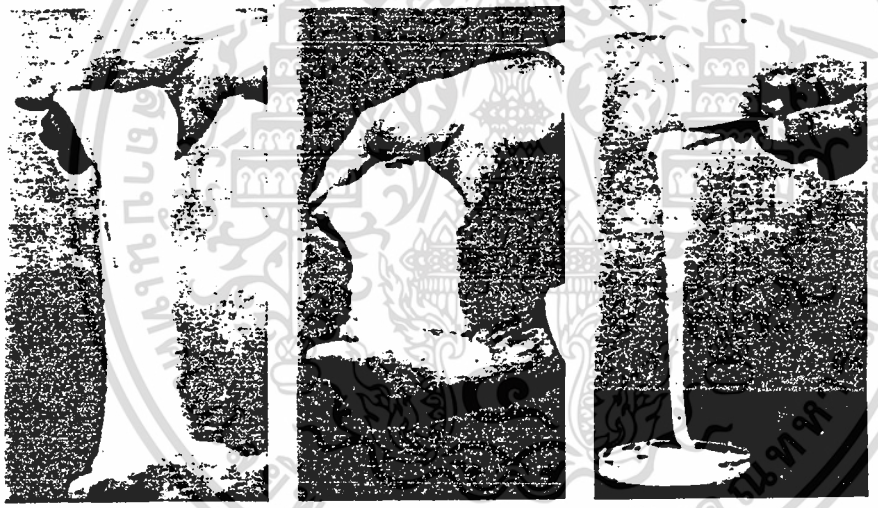
ที่มา : อรอนงค์,2532

รูปที่ 2.9 การเปลี่ยนแปลงของพันธะไดซัลไฟด์ในโมเลกุลของกลูเตน
(ทั้งจากไกลอะดินและกลูเตนิน)

ที่มา : อรอนงค์,2532

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขณะที่ทั้งไกลอะดีนและกลูเตนิน ซึ่งมีพันธะไดซัลไฟด์เหมือนกันนั้น ปรากฏว่าลักษณะพันธะของไกลอะดินจะเป็นการเชื่อมกันภายในโมเลกุลมาก (intra molecular bonding) ส่วนกลูเตนินมีพันธะแบบเชื่อมภายนอกโมเลกุลมากกว่าแบบแรก (inter molecular bonding) ลักษณะที่ต่างกันนี้ เนื่องจากองค์ประกอบของกรดอะมิโน ที่เรียงลำดับในสายพอลิเพปไทด์ที่ต่างกัน มีผลทำให้โครงร่างและลักษณะของไกลอะดินและกลูเตนินต่างกันในทางกายภาพ กล่าวคือ ไกลอะดินจะมีน้ำหนักโมเลกุลระหว่าง 20,000 ถึง 40,000 เนื่องจากมีพันธะเชื่อมภายในเป็นส่วนมาก ส่วนกลูเตนินจะมีน้ำหนักโมเลกุลมากระหว่าง 50,000 ถึง 1,000,000 หรือมากกว่า ดังนั้นไกลอะดินจึงมีคุณสมบัติในการไหลยืดได้ดีกว่ากลูเตนินซึ่งมีลักษณะเหนียวคล้ายยาง แต่เมื่อรวมกันเป็นกลูเตนจะได้ลักษณะเหมาะสม มีความยืดหยุ่นพอดี (รูปที่ 2.10)



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 2.10 ลักษณะทางกายภาพของ (ก) กลูเตน (ข) กลูเตนิน (ค) ไกลอะดิน

ที่มา : อรอนงค์,2532

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ผลิตภัณฑ์หมี่กึง

ผลิตภัณฑ์หมี่กึงเป็นอาหารมังสวิรัติชนิดหนึ่ง ซึ่งการรับประทานอาหารมังวิรัติเป็นการรับประทานอาหารที่ได้จากพืชไม่รับประทานเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ของเนื้อสัตว์ โดยผลิตภัณฑ์หมี่กึงนี้จะผลิตได้จากการนำแป้งสาลีมานวดกับน้ำด้วยมือหรือเครื่องผสมจนเกิดเป็นก้อนโด จากนั้นนำก้อนโดที่ได้มาล้างน้ำเพื่อให้ส่วนของแป้งและโปรตีนที่ละลายน้ำหลุดออก เหลือเพียงโปรตีนที่ไม่ละลายน้ำ เรียกว่า กลูเตน แล้วนำกลูเตนที่ได้นำไปทำให้สุก หมี่กึงที่ดีจะมีความเหนียวและมีความยืดหยุ่นที่เหมาะสม สีขาวขุ่น ไม่มีกลิ่นของด่างและกลิ่นเหม็นเปรี้ยว ซึ่งเหมาะสมที่จะนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่ต้องการต่อไป ซึ่งในปัจจุบันนี้ผลิตภัณฑ์หมี่กึงเป็นอาหารมังสวิรัติที่ได้รับความนิยมมากขึ้น เนื่องจากมีสารอาหารโปรตีนสูงสามารถใช้เป็นแหล่งของอาหารโปรตีนแทนเนื้อสัตว์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

แป้งสาลี

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

- เครื่องนวด
- เครื่องชั่ง
- อลูมิเนียมแคน (Aluminium can)
- เครื่องชั่งน้ำหนักหยาบ Mettler รุ่น PE 3000
- เครื่องชั่งน้ำหนักละเอียด Mettler รุ่น AE 50
- เครื่องแก้ว ได้แก่ บีกเกอร์ กระบอกตวง ปีเปต แท่งแก้วคน ขวดวัดปริมาตร เป็นต้น
- เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texturometer) รุ่น TA-XT2
- ชุดวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (Kjeldahl Apparatus)
- ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
- โถดูดความชื้น (Desicator)

3.3 สารเคมี

- สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.1N
- น้ำกลั่น
- กรดซัลฟูริคเข้มข้น (conc. H_2SO_4)
- โซเดียมไฮดรอกไซด์(NaOH)
- กรดบอริค 2%
- โปตัสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4)
- คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4.5H_2O$)
- โบรโมครีซอลกรีน (Bromocresol green)
- เมทิลเรด (Methyl red)
- แอลกอฮอล์ 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 ศึกษาวิธีการผลิตหมี่กึงเบื้องต้น

วิธีการทำหมี่กึง มีขั้นตอนการผลิตเบื้องต้นดังนี้

1.ใช้แป้ง 500 กรัมนำไปร่อนให้กระจายตัว แล้วเติมน้ำ 330 กรัม

2. ผสมน้ำกับแป้ง นวดให้เข้ากันโดยใช้เครื่องนวด โดยเริ่มความเร็วที่ระดับ 2 จนเข้ากัน แล้วปรับให้เป็นระดับ 4 นวดเป็นเวลา 15 นาที

3.นำก้อนแป้งที่ได้ไปล้างน้ำในกะละมังสแตนเลสขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 ซม.ด้วยการบีบนวดก้อนแป้งเพื่อล้างแป้งออกให้เหลือเฉพาะกลูเตนซึ่งมีลักษณะเหนียวยืดหยุ่น โดยทำซ้ำ 3 ครั้ง

4. พักกลูเตนที่ได้ไว้ 10 นาที แล้วนวดต่อด้วยมืออีก 5 นาที

5. นำกลูเตนที่ได้มาปั้นเป็นก้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2 ซม. แล้วนำไปต้ม จนสุก ในน้ำเดือดประมาณ 10 นาที แล้วเก็บไว้ในตู้เย็นเพื่อรอทำการแปรรูปเป็นอาหารต่อไป

3.4.2 ศึกษาชนิดของแป้งสาลีที่เหมาะสมต่อการผลิตหมี่กึง

ทดลองใช้แป้งสาลี 3 ชนิดได้แก่ แป้งขนมปัง แป้งคุกกี้ และแป้งเค้ก นำมาผลิตหมี่กึงตามขั้นตอนการผลิตเบื้องต้นที่ได้จากการทดลองที่ 3.4.1 ทำการตรวจสอบคุณภาพของหมี่กึงที่ได้ โดยการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านความเหนียว ด้วยการชิมโดยใช้การทดสอบแบบ ให้คะแนน (Hedonic score)

3.4.3 ศึกษาอัตราส่วนน้ำที่เหมาะสมในการผลิตหมี่กึง

ใช้แป้งสาลีชนิดที่เหมาะสมที่สุดจากการทดลองที่ 3.4.2 มาทดลองปรับอัตราส่วนน้ำต่อแป้งสาลีที่ใช้ในการผลิตหมี่กึงโดยอัตราส่วนที่ใช้คือ แป้งสาลี 500 กรัมต่อน้ำ 300 ,330 และ360 กรัมและทำการตรวจสอบคุณภาพโดยการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านความเหนียว ด้วยการชิมโดยใช้การทดสอบแบบให้คะแนน (Hedonic score)

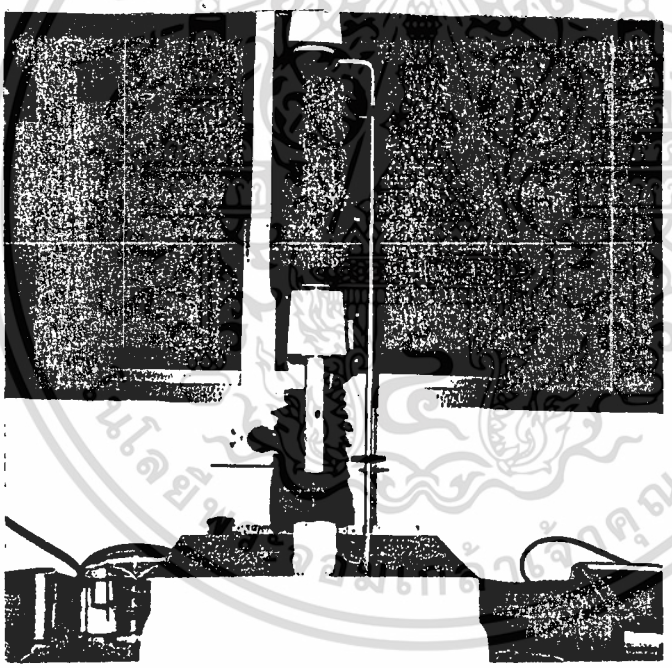
3.4.4 ศึกษาระยะเวลาที่ใช้ในการพักกลูเตนเพื่อให้ได้หมี่กึงที่มีความเหนียวเหมาะสม

ใช้แป้งสาลีชนิดที่เหมาะสมที่สุดจากการทดลองที่ 3.4.2 และอัตราส่วนน้ำที่เหมาะสมที่สุดจากการทดลองที่ 3.4.3 มาทดลองปรับระยะเวลาการพักกลูเตนที่ใช้ในการผลิตหมี่กึงโดยใช้เวลา 10,20 และ 30 นาที และทำการตรวจสอบคุณภาพโดยการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านความเหนียว ด้วยการชิมโดยใช้การทดสอบแบบให้คะแนน (Hedonic score)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.5 ศึกษาคุณสมบัติของหมี่กึง

1. ศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัสของหมี่กึงที่ผลิตได้จากการทดลองที่ 3.4.2 ถึง 3.4. โดยนำมาทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texturometer) รุ่น TA-XT2 (รูปที่ 3.1)



รูปที่ 3.1 แสดงเครื่องวัดเนื้อสัมผัสรุ่น TA-XT2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.หมี่กึงที่ผลิตได้นำมาศึกษาคุณสมบัติทางด้านต่างๆของหมี่กึงที่ผลิตได้เปรียบเทียบกับหมี่กึงที่มีขายตามท้องตลาด โดยทำการตรวจสอบคุณภาพดังนี้

2.1. ตรวจสอบคุณภาพทางเคมี

หาปริมาณความชื้น โดยวิธีของ (AOAC,1984)

หาเปอร์เซ็นต์โปรตีน โดยวิธีของ (AOAC,1984)

2.2. ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ

ทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น ความเหนียว และการยอมรับรวมด้วยการชิมโดยใช้การทดสอบแบบให้คะแนน(Hedonic score)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

96813

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1. ผลของชนิดของแป้งสาลีที่เหมาะสมต่อการผลิตหมี่กึง

ชนิดของแป้งสาลีที่นำมาทดลองผลิตหมี่กึง 3 ชนิด คือ แป้งขนมปัง แป้งคุกกี้ และแป้งเค้ก แสดงผลดังตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าหมี่กึงที่ได้จากแป้งขนมปังจะได้ลักษณะที่ดีที่สุด คือมีความเหนียว ยืดหยุ่นมากที่สุด ดึงให้ขาดยาก เมื่อใช้มือกดและปล่อยจะกลับคืนสภาพเดิม มีเปอร์เซ็นต์ผลผลิตมากที่สุดคือ 62% และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด ในขณะที่หมี่กึงที่ได้จากแป้งคุกกี้จะได้ลักษณะหมี่กึงที่มีความเหนียว และยืดหยุ่นน้อยกว่าแป้งขนมปัง และมีเปอร์เซ็นต์ผลผลิต 54% และหมี่กึงที่ได้จากแป้งเค้กมีลักษณะเนื้อสัมผัสนิ่ม เละ ไม่เหนียว และมีเปอร์เซนต์ผลผลิต 45% เมื่อได้ทำการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส พบว่าแป้งขนมปังและแป้งคุกกี้ไม่มีความแตกต่างกันในขณะเดียวกันแป้งคุกกี้และแป้งเค้กก็ไม่มีความแตกต่างกันด้วย แต่แป้งขนมปังและแป้งเค้กมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.05$)

แป้งสาลีแต่ละชนิดมีปริมาณโปรตีนแตกต่างกัน โดยแป้งขนมปัง แป้งคุกกี้ และแป้งเค้กมีปริมาณโปรตีนประมาณ 14 % ,10-12% และ9% ตามลำดับ ดังนั้นการทดลองครั้งนี้จึงศึกษาเพื่อให้ทราบถึงปริมาณของโปรตีนในแป้งสาลีที่เหมาะสมต่อการผลิตหมี่กึง ปริมาณโปรตีนในแป้งสาลีมีผลโดยตรงกับคุณภาพของหมี่กึง โดยเปอร์เซ็นต์โปรตีนจะแปรผันตรงกับความเหนียวของหมี่กึง และปริมาณของผลผลิตที่ได้

จากผลการทดลองดังกล่าวได้ทำการเลือกแป้งขนมปัง เพื่อใช้ทำการทดลองในขั้นต่อไป เนื่องจากเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด ได้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีที่สุด และมีเปอร์เซ็นต์ผลผลิตสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงลักษณะของกลูเตนก่อนและหลังการต้ม เปอร์เซ็นต์ผลผลิต และคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส เมื่อใช้แป้งสาลีชนิดต่างๆกัน

ชนิดแป้งสาลี	ลักษณะของกลูเตน (ก่อนต้ม)	ลักษณะของหมี่กึง (หลังต้ม)	เปอร์เซ็นต์ ผลผลิต	คะแนนการทดสอบทาง ประสาทสัมผัส (ความเหนียว)
แป้งขนมปัง	สีครีม มีกลิ่นแป้ง เนื้อมีความเหนียวและยืดหยุ่น	สีขาวขุ่น มีกลิ่นแป้ง เนื้อสัมผัสมีความเหนียวดึงให้ขาดยาก เมื่อใช้มือกดและปล่อยจะกลับคืนสภาพเดิม	62	3.6^{a}
แป้งคุกกี้	สีครีม มีกลิ่นแป้ง เนื้อมีความเหนียวและยืดหยุ่นแต่น้อยกว่าแป้งขนมปัง	สีขาวขุ่น มีกลิ่นแป้ง เนื้อสัมผัสมีความเหนียวน้อยกว่าแป้งขนมปัง ดึงให้ขาดยาก เมื่อใช้มือกดและปล่อยจะกลับคืนสภาพเดิม	54	2.9^{ab}
แป้งเค้ก	สีครีม มีกลิ่นแป้ง เนื้อเละนิ่ม	สีขาวขุ่น มีกลิ่นแป้ง เนื้อสัมผัสนิ่มเละ ไม่เหนียว	45	1.8^{b}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง (Column) หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น (P= 0.05)

4.2. ผลของอัตราส่วนน้ำกับแป้งที่ใช้ในการผลิตหมี่กึง

อัตราส่วนน้ำกับแป้งที่ใช้ในการผลิตหมี่กึง 3 อัตราส่วน คือ น้ำ 300 กรัม 330 กรัมและ 360 กรัมต่อแป้งสาลี 500 กรัม แสดงผลตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าการใช้อัตราส่วนน้ำ 360 กรัม/แป้ง 500 กรัมจะได้ลักษณะหมี่กึงที่ดีที่สุด คือมีความเหนียวและยืดหยุ่นที่เหมาะสม มีเปอร์เซ็นต์ผลผลิตต่ำสุดคือ 58% แต่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด ในขณะที่ใช้อัตราส่วนน้ำ 300 กรัม/แป้ง 500 กรัม หมี่กึงที่ได้มีความเหนียวมาก มีเปอร์เซ็นต์ผลผลิตสูงที่สุดคือ 68% แต่ได้คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคน้อยที่สุด และอัตราส่วนน้ำกับแป้งในอัตราส่วนน้ำ 330 กรัม/แป้ง 500 กรัมจะได้ลักษณะหมี่กึงที่มีความเหนียวรองจากอัตราส่วนน้ำ 300 กรัม/แป้ง 500 กรัม มีเปอร์เซ็นต์ผลผลิต 62% เมื่อได้ทำการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสพบว่า อัตราส่วนน้ำทั้ง 3 อัตราส่วนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P = 0.05$)

อัตราส่วนน้ำกับแป้งที่ใช้ในการผลิตหมี่กึงมีผลกับปริมาณผลผลิตที่ได้(อรอนงค์,2532) ดังนั้นในการทำการทดลองครั้งนี้เพื่อให้ทราบถึงอัตราส่วนของปริมาณน้ำกับแป้งที่เหมาะสมที่จะนำมาผลิตหมี่กึง โดยอัตราส่วนน้ำมีผลกับขั้นตอนการผลิต และปริมาณกลูเตนที่เหลืออยู่หลังขั้นตอนการล้างน้ำ ซึ่งอัตราส่วนน้ำแปรผกผันกับเปอร์เซ็นต์ผลผลิต

จากการทดลองดังกล่าวจึงได้เลือกอัตราส่วนน้ำที่ 360 กรัม/แป้ง 500 กรัม ไปทำการทดลองขั้นต่อไป เพราะมีคะแนนของผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด ซึ่งแสดงว่าเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงลักษณะของกลูเตนก่อนและหลังการต้ม เปอร์เซ็นต์ผลผลิต และคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส เมื่อใช้อัตราส่วนน้ำกับแป้งสาลีต่างๆ

อัตราส่วนน้ำกับแป้ง	ลักษณะของกลูเตน (ก่อนต้ม)	ลักษณะของหมี่กึง (หลังต้ม)	เปอร์เซ็นต์ผลผลิต	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ความเหนียว)
น้ำ 300 กรัม / แป้ง 500 กรัม	สีครีม มีกลิ่นแป้ง เนื้อมีความเหนียวและยืดหยุ่น	สีขาวขุ่น มีกลิ่นแป้ง เนื้อสัมผัสมีความเหนียวมาก ดึงให้ขาดยาก เมื่อใช้มือกดและปล่อยจะกลับคืนสภาพเดิม	68	2.5[a]
น้ำ 330 กรัม / แป้ง 500 กรัม	สีครีม มีกลิ่นแป้ง เนื้อมีความเหนียวและยืดหยุ่น	สีขาวขุ่น มีกลิ่นแป้ง เนื้อสัมผัสมีความเหนียว ดึงให้ขาดยาก เมื่อใช้มือกดและปล่อยจะกลับคืนสภาพเดิม	62	2.6[a]
น้ำ 360 กรัม / แป้ง 500 กรัม	สีครีม มีกลิ่นแป้ง เนื้อมีความเหนียวและยืดหยุ่น	สีขาวขุ่น มีกลิ่นแป้ง เนื้อสัมผัสมีความเหนียว ดึงให้ขาดง่ายกว่าใช้น้ำ 330 กรัม เมื่อใช้มือกดและปล่อยจะกลับคืนสภาพเดิม	58	3.4[a]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง (Column) หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น (P= 0.05)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
หอสมุดกลาง เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
15769

4.3 ผลของระยะเวลาที่ใช้ในการพักกลูเตนในการผลิตหมี่กึง

เวลาพักกลูเตนในการผลิตหมี่กึง 3 เวลา คือ พักกลูเตน 10 นาที 20 นาที และ 30 นาที แสดงผลตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าเวลาพักกลูเตนที่ 10 นาทีมีความเหนียวที่เหมาะสม มีเปอร์เซ็นต์ผลผลิตมากที่สุดคือ 58% และมีคะแนนของผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด ในขณะที่ถ้าใช้เวลาพักกลูเตนที่ 20 และ 30 นาที จะทำให้หมี่กึงที่ได้มีลักษณะที่เหนียวมากขึ้นเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคน้อยลง และมีเปอร์เซ็นต์ผลผลิตที่ได้ 54% ,52% ตามลำดับ เมื่อได้ทำการทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสพบว่าเวลาที่ใช้ในการพักกลูเตนทั้ง 3 เวลา ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P = 0.05)

การพักกลูเตนเป็นระยะเวลาแตกต่างกันหลังนำไปล้างน้ำมีผลต่อคุณภาพต่อหมี่กึงที่ได้ในด้านความเหนียว (จิตธนา,2525) โดยถ้าใช้เวลาในการพักนานจะทำให้ได้หมี่กึงที่มีความเหนียวมากดังนั้นจึงได้มีการทำการทดลองนี้เพื่อให้ได้เวลาในการพักกลูเตนที่เหมาะสมในการทำหมี่กึง

จากการทดลองดังกล่าวจึงได้เลือกใช้เวลาพักกลูเตนที่ 10 นาที นำไปทำการทดลองต่อไป เนื่องจากมีคะแนนผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด มีเปอร์เซ็นต์ผลผลิตมากที่สุด และใช้เวลาในการผลิตน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

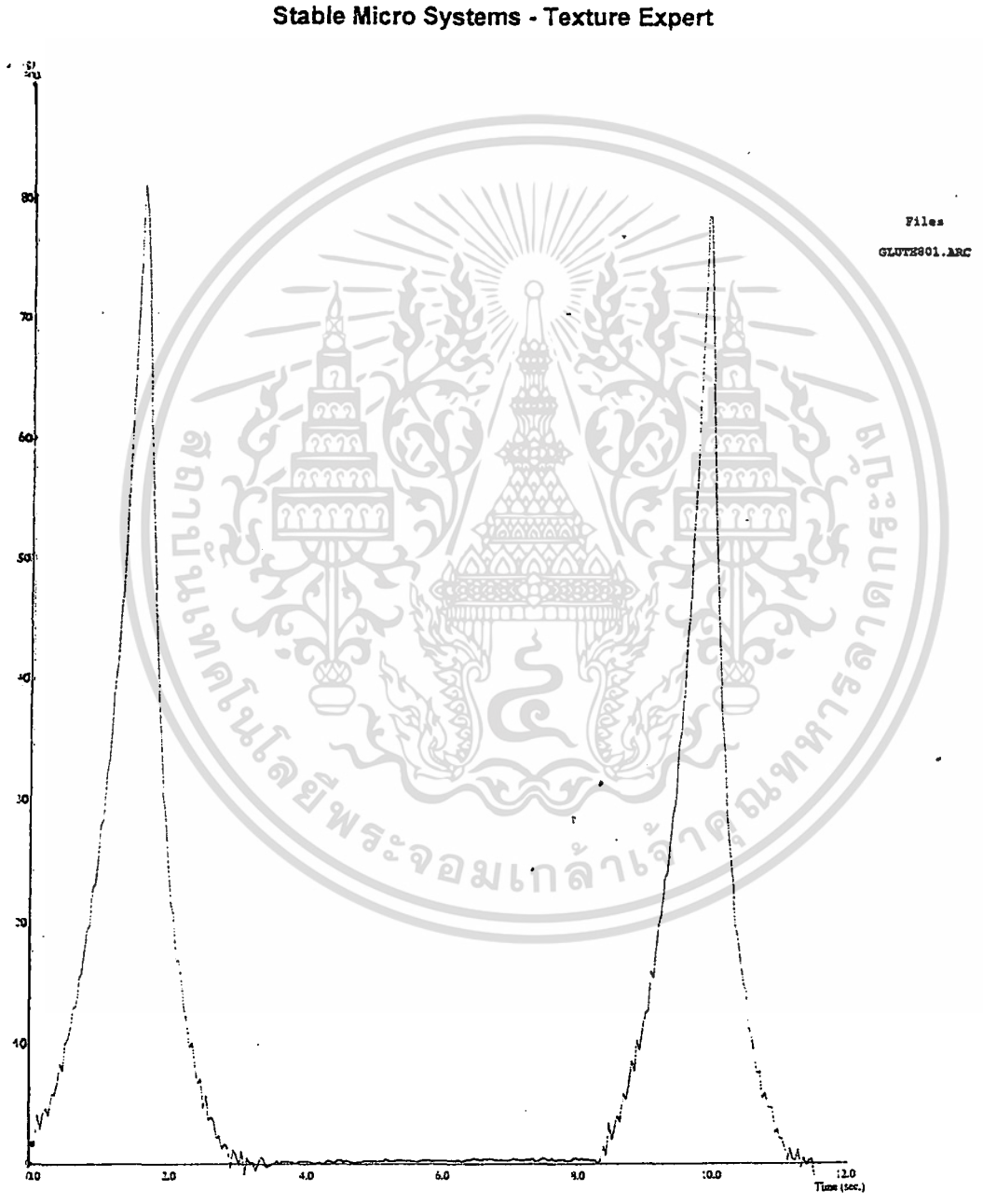
ตารางที่ 4.3 แสดงลักษณะของกลูเตนก่อนและหลังการต้ม เปอร์เซ็นต์ผลผลิต และคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส เมื่อใช้ช่วงเวลาพักกลูเตนต่างๆกัน

เวลาที่ใช้ในการพักกลูเตน	ลักษณะของกลูเตน (ก่อนต้ม)	ลักษณะของหมี่กึง (หลังต้ม)	เปอร์เซ็นต์ผลผลิต	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ความเหนียว)
10 นาที	สีครีม มีกลิ่นแป้ง เนื้อมีความเหนียวและยืดหยุ่น	สีขาวขุ่น มีกลิ่นแป้ง เนื้อสัมผัสมีความเหนียวดึงให้ขาดยาก เมื่อใช้มือกดและปล่อยจะกลับคืนสภาพเดิม	58	3.3[a]
20 นาที	สีครีม มีกลิ่นแป้ง เนื้อมีความเหนียวและยืดหยุ่นมากขึ้น	สีขาวขุ่น มีกลิ่นแป้ง เนื้อสัมผัสมีความเหนียวมากขึ้นดึงให้ขาดยาก เมื่อใช้มือกดและปล่อยจะกลับคืนสภาพเดิม	54	3.1[a]
30 นาที	สีครีม มีกลิ่นแป้ง เนื้อมีความเหนียวและยืดหยุ่นมาก	สีขาวขุ่น มีกลิ่นแป้ง เนื้อสัมผัสเหนียวมาก ดึงให้ขาดยากมาก ลักษณะเมื่อกดเหนียวเหมือนหนังยาง	52	2.3[a]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง (Column) หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น (P= 0.05)

4.4 .ผลของลักษณะเนื้อสัมผัสของหมี่กึงที่ผลิตได้

ลักษณะเนื้อสัมผัสของหมี่กึงที่ผลิตได้เมื่อนำมาวัดค่าแรงกดทับเพื่อตรวจวัดความเหนียวของผลิตภัณฑ์โดยใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texturometer) กดทับตัวอย่างที่มีขนาด 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ด้วยหัววัดขนาด P 0.25S และระยะทางในการกด 50% ของขนาดตัวอย่าง ผลของลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความเหนียวของหมี่กึงแสดงดังรูปที่ 4.1 ซึ่งมีค่าMaximum force เฉลี่ยเท่ากับ 85.0g ± 12.25gและค่า Springiness (recovery work) เฉลี่ยเท่ากับ 87.25 gs. ± 0.47gs.



รูปที่ 4.1: กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรง (กรัม) กับเวลา (วินาที) โดยใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส(Texturometer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การศึกษาคุณสมบัติต่างๆของหมี่กึงที่ผลิตได้เปรียบเทียบกับหมี่กึงที่มีขายตามท้องตลาด

การเปรียบเทียบหมี่กึงที่ผลิตได้กับหมี่กึงที่มีขายตามท้องตลาดเพื่อศึกษาความแตกต่างทางด้านเคมีและกายภาพ รวมถึงการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ที่เคยและไม่เคยรับประทานอาหารมังสวิรัติ

ผลของการเปรียบเทียบหมี่กึงที่ผลิตได้กับหมี่กึงที่มีขายตามท้องตลาด แสดงผลดังตารางที่ 4.4 และตารางที่ 4.5 จากการทดลองพบว่าลักษณะทางเคมีของหมี่กึงที่ผลิตได้มีเปอร์เซ็นต์ความชื้น 68.69% ซึ่งน้อยกว่าที่มีขายตามท้องตลาด และมีเปอร์เซ็นต์โปรตีน 13.46% ซึ่งมากกว่าหมี่กึงที่มีขายตามท้องตลาดที่มีเปอร์เซ็นต์ความชื้น 69.25% และมีเปอร์เซ็นโปรตีน 12.18% ตามลำดับ

ตารางที่ 4.4 แสดงคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพบางประการของหมี่กึงที่ผลิตได้เมื่อเปรียบเทียบกับหมี่กึงที่ขายตามท้องตลาด

ผลิตภัณฑ์	เปอร์เซ็นต์ความชื้น	เปอร์เซ็นต์โปรตีน	ลักษณะของหมี่กึง
หมี่กึงที่ผลิตได้	68.69	13.46	สีขาว มีกลิ่นแป้ง เล็กน้อยนิ่มและยืดหยุ่นมากกว่าหมี่กึงที่มีขายตามท้องตลาด
หมี่กึงที่มีขายตามท้องตลาด	69.25	12.18	สีขาวขุ่น มีกลิ่นแป้งเล็กน้อย นิ่มและยืดหยุ่นเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่น ความเหนียวและการยอมรับรวมของหมี่กึงที่ผลิตได้เปรียบเทียบกับหมี่กึงที่ขายตามท้องตลาดของผู้ทดสอบที่เคยและไม่เคยรับประทานอาหารมังสวิรัติ

ผลิตภัณฑ์	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส							
	สี		กลิ่น		ความเหนียว		การยอมรับโดยรวม	
	เคย	ไม่เคย	เคย	ไม่เคย	เคย	ไม่เคย	เคย	ไม่เคย
หมี่กึงที่ผลิตได้	3.6[a]	3.4[a]	3.1[a]	3.0[a]	3.4[a]	3.3[a]	3.4[a]	3.3[a]
หมี่กึงที่มีขายตามท้องตลาด	3.8[a]	3.2[a]	3.2[a]	2.9[a]	3.7[a]	3.5[a]	3.6[a]	3.4[a]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง (Column) หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น (P= 0.05)

เคย หมายถึง ผู้ทดสอบชิมที่เคยรับประทานอาหารมังสวิรัติ

ไม่เคย หมายถึง ผู้ทดสอบชิมที่ไม่เคยรับประทานอาหารมังสวิรัติ

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

1. แป้งสาลีที่เหมาะสมที่จะนำมาผลิตหมี่กึงคือแป้งขนมปังเนื่องจากมีคะแนนเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด และมีเปอร์เซ็นต์ผลผลิตสูงสุด 62 เปอร์เซ็นต์
2. อัตราส่วนน้ำกับแป้งที่เหมาะสมจะนำมาผลิตหมี่กึงคือ ที่อัตราส่วนน้ำ 360 กรัม/แป้ง 500 กรัม เนื่องจากมีคะแนนเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด และมีเปอร์เซ็นต์ผลผลิต 58 เปอร์เซ็นต์
3. เวลาในการพักกลูเตนที่เหมาะสมจะนำมาผลิตหมี่กึงคือ 10 นาทีเนื่องจากมีคะแนนเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด มีเปอร์เซ็นต์ผลผลิตสูงสุดคือ 58 เปอร์เซ็นต์ และใช้เวลาในการผลิตน้อยที่สุด
4. การทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัสโดยใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส(Texturometor) จะได้

ค่า Maximum force เฉลี่ยของหมี่กึงที่ผลิตได้เท่ากับ 85.0 g $\pm$ 12.25g

ค่า Springiness (recovery work)เฉลี่ยของหมี่กึงที่ผลิตได้เท่ากับ 87.25 gs. $\pm$ 0.47gs.

5. หมี่กึงที่ผลิตได้มีเปอร์เซ็นต์ความชื้นน้อยกว่าหมี่กึงที่ขายตามท้องตลาดแต่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนมากกว่าหมี่กึงที่ขายตามท้องตลาด และผลการทดสอบลักษณะทางประสทสัมผัสทั้งผู้ชิมที่เคยและไม่เคยทานมังสวิรัติ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(P= 0.05)

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพของหมี่กึงที่ผลิตโดยเฉพาะในด้านกลิ่นและรสชาติ โดยอาจเพิ่มส่วนผสมต่างๆ เพื่อเพิ่มการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้ชิม
2. ควรมีการศึกษาถึงปัจจัยอื่นที่มีผลต่อคุณภาพของหมี่กึงเพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

จิตธนา แข่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. 2525. เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ. 243 หน้า.

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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์ความชื้น

การวิเคราะห์ความชื้นโดยใช้วิธีของ AOAC (1984)

วิธีการ

1. อบ aluminium can ที่อุณหภูมิ 105°ซ เป็นเวลา 1-2 ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นใน desicator ชั่งน้ำหนักอย่างละเอียด

2. ชั่งตัวอย่างน้ำหนักแน่นอนประมาณ 5 กรัม ใส่ลงใน aluminium can จากข้อ 1 นำไปอบที่อุณหภูมิ 105°ซ เป็นเวลา 18 ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นใน desicator

3. ชั่งน้ำหนัก aluminium can ก่อนนำค่าต่างๆไปคำนวณหาปริมาณความชื้นจากน้ำหนักที่หายไป เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ได้คิดเป็นเปอร์เซ็นต์

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักของตัวอย่างที่หายไป}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้นของตัวอย่าง}} \times 100\%$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

การวิเคราะห์โปรตีนโดยใช้ Kjeldahl Method (AOAC,1984)

สารเคมี

- สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.1N
- น้ำกลั่น
- กรดซัลฟูริคเข้มข้น (conc. H_2SO_4)
- โซเดียมไฮดรอกไซด์(NaOH)
- กรดบอริค 2%

คาตาลิสต์ ประกอบด้วย

- โปตัสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4)
- คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4.5H_2O$)

Mix indicator

- โบรโมครีซอลกรีน (Bromocresol green)
- เมทิลเรด (Methyl red)
- แอลกอฮอล์ 95%

1. เตรียม Bromocresol green 0.1 % (ใน แอลกอฮอล์ 95%)และ Methyl red 0.1 % (ใน แอลกอฮอล์ 95%

2. ผสม. Bromocresol green 1 มล. กับ. Methyl red 2 มล. ในขวด หยดสารละลายดังกล่าว 4 หยด (มีปริมาณ 0.05 มล.)

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างอาหาร 1 กรัม (ถ้าเป็นอาหารที่มีโปรตีนต่ำ เช่น ผลไม้ ชั่งตัวอย่าง 5 กรัม ผัก 3 กรัม เป็นต้น) ใส่ลงใน Kjeldahl Flask ขนาด 250 มล. อย่าให้ตัวอย่างเกาะตามคอขวด

2. เติมคาตาลิส 7 กรัมและกรดซัลฟูริกเข้มข้น 20 มล.

3. นำ Kjeldahl Flask ไปตั้งบนชุดเครื่องย่อยโปรตีนที่มีระบบดูดไอกรดที่ดี ใช้เครื่องย่อยโปรตีน Buchi 425 ใช้เวลาประมาณ 1 ชม. หรือจนกระทั่งสารละลายมีสีฟ้าใส

4. ปล่อยให้สารละลายสีฟ้าอ่อนเย็น และหมดควันของไอกรด

5. ดูดสารละลายกรดบอริก 2% ปริมาณ 100 มล.ใส่ลงใน Erlenmeyer flask ขนาด 250 มล. ที่แห้งสะอาด หยดindicator 4 หยด เขย่าสารละลายก่อนนำไปวางใต้เครื่องกลั่นให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลาย คอนเดนเซอร์จุ่มลงในตัวอย่างสารละลาย นำ Kjeldahl Flask ที่ได้จากข้อ 4 ตั้งบนชุดเครื่องกลั่นโปรตีน Buchi 321 เปิดเครื่อง เติมน้ำกลั่นลงไปจนปริมาณสารละลายได้ถึง 100 มล. เติม NAOH 40% ลงไปทำปฏิกิริยาจนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นสีดำกลั่นโปรตีนเป็นเวลา 4 นาที

6. เมื่อกลั่นโปรตีนครบเวลาลดระดับของ Erlenmeyer flask ให้ปลายคอนเดนเซอร์ อยู่เหนือระดับของเหลว 1 ซม. ล้างปลายคอนเดนเซอร์ด้วยน้ำกลั่น รอให้ปฏิกิริยาดำเนินต่อไปประมาณ 1-2 นาที ก่อนนำไปไตเตรทกับสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.1N จนสีน้ำเงินเปลี่ยนไปเป็นไม่มีสี

7. ทำการทดลองกับ Blank เหมือนกับตัวอย่างทุกประการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์โปรตีน(Crude Protein)} = \frac{5.7 \times 1.4 \times C \times (A-B)}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

เมื่อ A = มิลลิลิตรของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไตเตรทตัวอย่าง

B = มิลลิลิตรของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไตเตรท Blank

C = นอร์มอลของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส

การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส โดยใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texturometer)

วิธีการ

1. เตรียมตัวอย่างโดยตัดหมี่กึงเป็นก้อนสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ ขนาด 1 x 1x 1 ซม.

2. ใช้โปรแกรม Texture Profile Analysis (TPA)

3. นำตัวอย่างที่เตรียมไว้วางบนแท่นกด โดยใช้หัววัดขนาด P 0.25S ระยะทางที่กด 50% ของขนาดตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการคำนวณและในตารางมีดังนี้คือ

SOV = Source of Variation

df = degree of freedom

SS = Sum of Squre

MS = Mean Square

* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวก 1 : การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของชนิดแป้งสาลีที่เหมาะสมต่อการผลิตหมี่กึง ในการทดลองที่ 3.4.2ด้วยแผนการทดลอง RCBD

SOV	df	SS	MS	F-cal	F 0.05
Total	29	59.37			
Treatment	2	16.47	8.24	4.34*	3.5546
Judge	9	8.7	0.97	0.51	2..4563
Error	18	34.2	1.9		

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของชนิดของแป้งสาลีที่เหมาะสมต่อการผลิตหมี่กึง ด้วยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple range test)

อันดับที่	1	2	3
ชนิดของแป้งสาลี(ก)	T1	T2	T3
ค่าเฉลี่ย	3.6^{a}	2.9^{ab}	1.8^{b}

a,b,c อักษรที่เหมือนกันตามแนวนอน ไม่มีความแตกต่างอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

หมายเหตุ (ก)

T1 หมายเหตุ แป้งขนมปัง

T2หมายเหตุ แป้งคุกกี้

T3หมายเหตุ แป้งเค้ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก 2 : การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของอัตราส่วนน้ำกับแป้งที่ใช้ในการผลิตหมี่กึง ในการทดลองที่ 3.4.3 ด้วยแผนการทดลอง RCBD

SOV	df	SS	MS	F-cal	F 0.05
Total	29	36.17			
Treatment	2	4.87	2.44	1.54	3.5546
Judge	9	2.84	0.32	0.20	2.4563
Error	18	28.46	1.58		

ตารางภาคผนวก 3 : การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของระยะเวลาที่ใช้ในการพักกลูเตนในการผลิตหมี่กึง ในการทดลองที่ 3.4.4 ด้วยแผนการทดลอง RCBD

SOV	df	SS	MS	F-cal	F 0.05
Total	29	40.7			
Treatment	2	5.6	2.8	1.62	3.5546
Judge	9	4.03	0.45	0.26	2.4563
Error	18	31.07	1.73		

ตารางภาคผนวก 4 : การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติสำหรับผู้ที่เคยทานมังสวิรัติในด้านสีเปรียบเทียบหมี่กึงที่ผลิตได้กับหมี่กึงที่มีขายตามท้องตลาดในการทดลองที่ 3.4.5 ด้วยแผนการทดลอง RCBD

SOV	df	SS	MS	F-cal	F 0.05
Total	19	8.2			
Treatment	1	0.2	0.2	2.22	5.1174
Judge	9	7.2	0.8	8.89	3.1789
Error	9	0.8	0.9		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก 5 : การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติสำหรับผู้ที่เคยทานมังสวิรัติในด้านกลิ่น เปรียบเทียบหมี่กึงที่ผลิตได้กับหมี่กึงที่มีขายตามท้องตลาดในการทดลองที่ 3.4.5 ด้วยแผนการทดลอง RCBD

SOV	df	SS	MS	F-cal	F 0.05
Total	19	8.55			
Treatment	1	0.05	0.65	0.31	5.1174
Judge	9	7.05	0.78	4.88*	3.1789
Error	9	1.45	0.16		

ตารางภาคผนวก 6 : การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติสำหรับผู้ที่เคยทานมังสวิรัติในด้านความเหนียว เปรียบเทียบหมี่กึงที่ผลิตได้กับหมี่กึงที่มีขายตามท้องตลาดในการทดลองที่ 3.4.5 ด้วยแผนการทดลอง RCBD

SOV	df	SS	MS	F-cal	F 0.05
Total	19	10.95			
Treatment	1	0.45	0.45	1.96	5.1174
Judge	9	8.45	0.94	4.09*	3.1789
Error	9	2.05	0.23		

ตารางภาคผนวก 7 : การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติสำหรับผู้ที่เคยทานมังสวิรัติในด้านการยอมรับรวม เปรียบเทียบหมี่กึงที่ผลิตได้กับหมี่กึงที่มีขายตามท้องตลาดในการทดลองที่ 3.4.5 ด้วยแผนการทดลอง RCBD

SOV	df	SS	MS	F-cal	F 0.05
Total	19	5			
Treatment	1	0.2	0.2	2.22	5.1174
Judge	9	4	0.8	4.89*	3.1789
Error	9	0.8	0.9		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก 8 : การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติสำหรับผู้ที่ไม่เคยทานมังสวิรัติในด้านสี เปรียบเทียบหมี่กึงที่ผลิตได้กับหมี่กึงที่มีขายตามท้องตลาดในการทดลองที่ 3.4.5 ด้วยแผนการทดลอง RCBD

SOV	df	SS	MS	F-cal	F 0.05
Total	19	18.2			
Treatment	1	0.2	0.2	0.64	5.1174
Judge	9	15.2	1.69	5.45*	3.1789
Error	9	2.8	0.31		

ตารางภาคผนวก 9 : การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติสำหรับผู้ที่ไม่เคยทานมังสวิรัติในด้านกลิ่น เปรียบเทียบหมี่กึงที่ผลิตได้กับหมี่กึงที่มีขายตามท้องตลาดในการทดลองที่ 3.4.5 ด้วยแผนการทดลอง RCBD

SOV	df	SS	MS	F-cal	F 0.05
Total	19				
Treatment	1	0.05	0.2	0.31	5.1174
Judge	9	16.17	0.8	101.06*	3.1789
Error	9	0.16	0.9		

ตารางภาคผนวก 10 : การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติสำหรับผู้ที่ไม่เคยทานมังสวิรัติในด้านความเหนียว เปรียบเทียบหมี่กึงที่ผลิตได้กับหมี่กึงที่มีขายตามท้องตลาดในการทดลองที่ 3.4.5 ด้วยแผนการทดลอง RCBD

SOV	df	SS	MS	F-cal	F 0.05
Total	19	16.8			
Treatment	1	0.2	0.2	0.65	5.1174
Judge	9	13.8	1.53	4.94*	3.1789
Error	9	2.8	0.31		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก 11 : การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติสำหรับผู้ที่ไม่เคยทานมังสวิรัติในด้านการยอมรับรวม เปรียบเทียบหมี่กึงที่ผลิตได้กับหมี่กึงที่มีขายตามท้องตลาดในการทดลองที่ 3.4.5 ด้วยแผนการทดลอง RCBD

SOV	df	SS	MS	F-cal	F 0.05
Total	19	14.55			
Treatment	1	0.65	0.05	0.31	5.1174
Judge	9	13.05	1.45	9.06*	3.1789
Error	9	1.45	0.16		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาววรางคณา จันทกูล เกิดเมื่อวันที่ 20 กันยายน พ.ศ. 2520 ที่จังหวัดลำปาง สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมตอนต้นจาก โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย เมื่อพ.ศ. 2535 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) แผนกวิชาอาหารและโภชนาการ คณะวิชาคหกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตพระนครใต้ เมื่อพ.ศ. 2538 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชา อุตสาหกรรมอาหาร คณะวิชาคหกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตพระนครใต้ เมื่อพ.ศ. 2540 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) เมื่อพ.ศ. 2542

นางสาวศรีสกุล ภัสสรพิสุทธิกุล เกิดเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ.2519 ที่จังหวัดนครปฐม สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมตอนปลายจากโรงเรียนราชินีบูรณะ นครปฐม เมื่อพ.ศ. 2538 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) คณะเทคโนโลยีการอาหาร เมื่อพ.ศ. 2540 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) เมื่อพ.ศ. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้