19718

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

T096960

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติด้านเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นโดยการวัดด้วยเครื่องมือกับการทดสอบแบบพับ

(Correlation between physical property of meat ball from texture analyzer and folding test).

โดย

นางสาว เอกอนงค์ ฟุ้งลัดดา รหัสนักศึกษา 43040306

ได้รับพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 7 ,12 ,47 อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(ผศ.ดร.รุจิรา ตาปราบ)

..... 7 ,12 ,47 อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษร่วม

(ผศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์)

ฝพ.
เลขหมู่ 0885ค
เลขทะเบียน 96960 2546
วัน,เดือน,ปี 9 ก.ค. 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานการทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกอนงค์ ฟุ้งลัดดา. 2546.:ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติด้านเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นโดยการวัดด้วยเครื่องมือกับการทดสอบแบบพับ (Correlation between physical property of meat ball from texture analyzer and folding test). สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.รุจิรา ตาปราบ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : ผศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์, 57 หน้า

จากการเลือกลูกชิ้น 3 ชนิด ได้แก่ ลูกชิ้นหมู ลูกชิ้นไก่และลูกชิ้นปลา ชนิดละ 10 ยี่ห้อที่วางขายทั่วไปตามท้องตลาดเพื่อศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติทางด้านเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัสกับข้อมูลที่ได้จากการทำทดสอบแบบพับ พบว่าลูกชิ้นหมูมีค่าความแข็ง (Hardness) อยู่ในช่วง 8184.954-15859.277 กรัม.แรง ค่าความเป็นสปริง (Springiness) อยู่ในช่วง 0.761-0.850 ค่าความสามารถยึดเกาะ (Cohesiveness) อยู่ในช่วง 0.344-0.472 และค่าความหยุ่นตัว (Gumminess) อยู่ในช่วง 2890.192-5372.856 ในขณะที่การทดสอบแบบพับมีคะแนนอยู่ในช่วง 3-5 คะแนน ลูกชิ้นไก่จะมีความแข็งอยู่ในช่วง 217.649-12522.130 ค่าความเป็นสปริงอยู่ในช่วง 0.682-0.867 ค่าความสามารถยึดเกาะอยู่ในช่วง 0.259-0.498 และค่าความหยุ่นตัวอยู่ในช่วง 1412.664-5706.320 ในขณะที่การทดสอบแบบพับมีคะแนนอยู่ในช่วง 3-5 คะแนน และลูกชิ้นปลามีความแข็งอยู่ในช่วง 2904.362-5147.751 ค่าความเป็นสปริงอยู่ในช่วง 0.832-0.949 ค่าความสามารถยึดเกาะอยู่ในช่วง 0.491-0.542 และค่าความหยุ่นตัวอยู่ในช่วง 1284.146-2570.412 ในขณะที่การทดสอบแบบพับมีคะแนนอยู่ในช่วง 4-5 คะแนน เมื่อนำผลที่ได้จากเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัสกับผลการทดสอบแบบพับมาหาความสัมพันธ์ พบว่าค่าความแข็ง ค่าความเหนียวแน่น ค่าความเป็นสปริง และค่าความหยุ่นตัวไม่มีความสัมพันธ์เป็นเชิงเส้นกับคะแนนการพับ แต่ค่าความสามารถในการแตกหักและค่าความสามารถในการยึดเกาะมีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับคะแนนการพับในระดับที่ยอมรับได้

เอกอนงค์ ฟุ้งลัดดา			7/6/49
ลายมือชื่อนักศึกษา	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	วัน/เดือน/ปี
(เอกอนงค์ ฟุ้งลัดดา)	(ผศ.ดร.รุจิรา ตาปราบ)	(ผศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์)	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.รุจิรา ตาปราบ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ได้สละเวลาอันมีค่าคอยให้คำปรึกษา ความรู้ ความเข้าใจ การนำเสนอ ข้อเสนอแนะต่างๆที่เป็นประโยชน์ต่อการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง รวมทั้งได้ตรวจแก้ไขรูปเล่มปัญหาพิเศษจนสำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ ผศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมปัญหาพิเศษที่คอยห่วงใย และกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ให้คำแนะนำซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการทำปัญหาพิเศษ และให้กำลังใจในการทำปัญหาพิเศษ

ขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ที่คอยให้กำลังใจ คอยเอาใจใส่ในตัวลูกเสมอมา และที่สำคัญอย่างยิ่งคือ ให้การสนับสนุนในเรื่องการเรียนของลูกตั้งแต่ชั้นอนุบาลจนกระทั่งถึงปัจจุบันนี้

ขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเครื่องมือวิเคราะห์อาหารทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการทำการทดลอง พี่ปริญญาโทที่ให้คำแนะนำต่างๆ นางสาวปิติกาญจน์ ไชยรักษ์ นางสาวอรดา จาตุรนต์ลักษณ์ และเพื่อน ๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือเสมอมา

(นางสาวเอกอนงค์ ฟุ้งลัดดา)

30/3/2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบาญ	ค
สารบาญตาราง	ง
สารบาญภาพ	จ
สารบาญภาคผนวก	ฉ
บทที่	
1. บทนำ	1
2. ตรวจเอกสาร	2
2.1 ลักษณะทางกายภาพของลูกชิ้นโดยทั่วไป	2
2.2 ลูกชิ้นหมู	3
2.3 ลูกชิ้นไก่	3
2.4 ลูกชิ้นปลา	4
2.5 วิธีวิเคราะห์เนื้อสัมผัส	5
2.6 การวิเคราะห์ถดถอยและสหสัมพันธ์	9
3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	14
3.1 วัตถุดิบ	14
3.2 อุปกรณ์	14
3.3 วิธีการทดลอง	14
4. ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	16
4.1 ผลการทดสอบแบบพับ	16
4.2 ผลการศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นด้วยเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัส	18
4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเนื้อสัมผัสโดยการวัดด้วยเครื่องมือและการทดสอบแบบพับ	40
5. สรุปผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	50
6. ข้อเสนอแนะ	51
7. เอกสารอ้างอิง	52
8. ภาคผนวก	53
9. ประวัติผู้เขียน	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงความแตกต่างของเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัส ของบริษัท Instron และเครื่อง GF texturometer	8
3.1 ยี่ห้อของลูกชิ้นหมู ลูกชิ้นไก่และลูกชิ้นปลากับราคา	14
3.2 แสดงหลักเกณฑ์การให้คะแนนโดยวิธีการพับ	15
4.1 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของลูกชิ้นหมู โดยการวัดด้วยเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัส	18
4.2 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของลูกชิ้นไก่ โดยการวัดด้วยเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัส	19
4.3 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของลูกชิ้นปลา โดยการวัดด้วยเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัส	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญภาพ

รูปที่		หน้า
2.1	กราฟที่ได้จากเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัส GF texturometer	6
2.2	กราฟที่ได้จากเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัส Instron Universal Machine	7
2.3	แผนภาพการกระจายแสดงลักษณะของความสัมพันธ์แบบต่าง ๆ ระหว่างตัวแปร	11
2.4	แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง X กับ Y	13
4.1	ผลการทดสอบแบบพับของลูกชิ้นหมูจำนวน 10 ยี่ห้อ	16
4.2	ผลการทดสอบแบบพับของลูกชิ้นไก่จำนวน 10 ยี่ห้อ	17
4.3	ผลการทดสอบแบบพับของลูกชิ้นปลาจำนวน 10 ยี่ห้อ	17
4.4	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็ง (Hardness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นหมู	20
4.5	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการแตกหัก (Fracturability) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นหมู	21
4.6	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเหนียว (Adhesiveness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นหมู	22
4.7	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นสปริง (Springiness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นหมู	22
4.8	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการยึดเกาะ(Cohesiveness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นหมู	23
4.9	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหยุ่นตัว (Gumminess) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นหมู	24
4.10	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถคงทนเมื่อถูกเคี้ยว (Chewiness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นหมู	25
4.11	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็ง (Hardness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นไก่	27
4.12	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการแตกหัก (Fracturability) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นหมู	28
4.13	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเหนียว (Adhesiveness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นไก่	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นสปริง (Springiness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นไก่ 29
4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการยึดเกาะ(Cohesiveness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นไก่ 30
4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหยุ่นตัว (Gumminess) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นไก่ 31
4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถคงทนเมื่อถูกเคี้ยว (Chewiness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นไก่ 32
4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็ง (Hardness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นปลา 34
4.19 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการแตกหัก (Fracturability) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นปลา 35
4.20 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเหนียว (Adhesiveness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นปลา 36
4.21 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นสปริง (Springiness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นปลา 37
4.22 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการยึดเกาะ(Cohesiveness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นปลา 38
4.23 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหยุ่นตัว (Gumminess) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นปลา 39
4.24 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถคงทนเมื่อถูกเคี้ยว (Chewiness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นปลา 40
4.25 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็ง (Hardness) และผลการทดสอบแบบพับ 41
4.26 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการแตกหัก (Fracturability) และผลการทดสอบแบบพับ 42
4.27 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเหนียวแน่น (Adhesiveness) และผลการทดสอบแบบพับ 43
4.28 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นสปริง (Springiness) และผลการทดสอบแบบพับ 44
4.29 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหยุ่นตัว (Gumminess) และผลการทดสอบแบบพับ 46
4.30 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการยึดเกาะ (Cohesiveness) และผลการทดสอบแบบพับ 47
4.31 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยว (Chewiness) และผลการทดสอบแบบพับ 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญภาคผนวก

	หน้า
ภาคผนวก ก รูปคะแนนการทดสอบแบบพับของลูกชิ้น	53
ภาคผนวก ข กราฟที่ได้จากการวัดลักษณะเนื้อสัมผัส	54
ด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส	
- กราฟของลูกชิ้นหมู	54
- กราฟของลูกชิ้นไก่	55
- กราฟของลูกชิ้นปลา	56
ภาคผนวก ค รูปเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัสรุ่น TA.XT2	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

เนื่องจากลูกชิ้นเป็นผลิตภัณฑ์อาหารซึ่งคนไทยและประเทศใกล้เคียง นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย ปัจจุบันการพัฒนาการผลิตลูกชิ้นมีการผสมส่วนผสมให้มีความหลากหลายตามความต้องการของผู้บริโภคมากขึ้น เพื่อให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคและผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นที่จะเป็นที่นิยมของผู้บริโภคนั้น นอกจากความอร่อยแล้ว คุณสมบัติทางกายภาพโดยเฉพาะด้านเนื้อสัมผัสก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งของผลิตภัณฑ์ การตรวจวัดคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น ความเหนียว ความยืดหยุ่น ความแน่นของลูกชิ้น โดยใช้เครื่องมือวัดเนื้อสัมผัสจะได้ข้อมูลที่ชัดเจนกว่าข้อมูลที่ได้จากการทำการทดสอบแบบพับ ซึ่งถ้าเป็นผู้ผลิตที่เป็นอุตสาหกรรมขนาดย่อมไม่สามารถที่จะมีเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัสได้เนื่องจากเครื่องมือมีราคาแพง จึงเป็นปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งในการผลิตลูกชิ้นให้มีคุณภาพดีเท่ากันทุกครั้งและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคอย่างสม่ำเสมอ

ดังนั้น จึงต้องการที่จะศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติทางกายภาพของลูกชิ้นโดยการวัดด้วยเครื่องมือกับการทดสอบแบบพับว่าจะมีความสัมพันธ์เป็นลักษณะอย่างไร โดยการทดลองนี้ได้ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของลูกชิ้นทั้ง 3 ชนิด ซึ่งได้แก่ ลูกชิ้นไก่ ลูกชิ้นหมู และลูกชิ้นปลาที่มีขายตามท้องตลาดจำนวน 10 ตัวอย่างนำมาทดสอบด้วยเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัสและการพับและเพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับการตรวจสอบคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกัน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ลูกชิ้นหมู ลูกชิ้นไก่และลูกชิ้นปลาโดยการวัดด้วยเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัสและการทดสอบแบบพับ
2. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติทางกายภาพของลูกชิ้นที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือกับข้อมูลที่ได้จากการทำทดสอบแบบพับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ตรวจเอกสาร

ลูกชิ้น เป็นผลิตภัณฑ์เนื้อชนิดบดละเอียดอิมัลชัน ซึ่งมีขั้นตอนการบดและสับละเอียดเหมือนกับการทำไส้กรอกบดละเอียดอิมัลชันและหมูยอ เพื่อให้เกิดส่วนผสมที่มีลักษณะเหนียวและขณะที่สับละเอียดจะต้องควบคุมอุณหภูมิไม่ให้เกิน 15 องศาเซลเซียส เพื่อรักษาความคงทนของอิมัลชัน นอกจากนี้การทำให้ลูกชิ้นมีคุณภาพดี คือมีความเหนียวยืดหยุ่นดีนั้นต้องขึ้นอยู่กับเทคนิคในการปั้นลูกชิ้นด้วย คือ ต้องบีบให้แน่นก่อนที่จะตักลูกชิ้นใส่ลงหม้อน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 65-80 องศาเซลเซียส

ลูกชิ้น ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 109-2533) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเนื้อสัตว์ เครื่องเทศ เครื่องปรุงรส และวัตถุเจือปนอาหารอื่น โดยการนำมาบดผสมกันอย่างละเอียดจนรวมเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วทำให้เป็นรูปร่างตามต้องการ ลวกให้สุก

ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 109-2533) กำหนดคุณลักษณะของลูกชิ้นที่ต้องการคือ มีสีที่สม่ำเสมอตามลักษณะเนื้อสัตว์ที่ใช้ทำ มีกลิ่นหอมน่ารับประทาน รสดี ปราศจากกลิ่นแปลกปลอมอื่น ๆ ลักษณะเนื้อละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่ยุ่ย ไม่ควรมีฟองอากาศ และจำนวนจุลินทรีย์ที่อาจมีอยู่ในลูกชิ้นต้องไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด ดังนี้

- จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
  ตัวอย่างจากแหล่งผลิต ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
  ตัวอย่างจากที่จำหน่าย ต้องไม่เกิน 1×10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
- เอสเชอริเชีย โคไล (*Escherichai coli*)
  โดยวิธีเอ็มพีเอ็น (MPN) น้อยกว่า 3 ในตัวอย่าง 1 กรัม
- ซาลโมเนลลา (Salmonella) ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม
- สตาฟิโลคอกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) ต้องไม่พบในตัวอย่างอาหาร 0.1 กรัม

2.1 ลักษณะทางกายภาพของลูกชิ้นโดยทั่วไป

1. สี ลูกชิ้นควรมีสีที่สม่ำเสมอตามลักษณะเนื้อสัตว์ที่ใช้ทำ และเป็นสีตามธรรมชาติของลักษณะเนื้อสัตว์และส่วนประกอบที่ใช้ทำ
2. กลิ่นรส ควรมีกลิ่นหอมน่ารับประทาน ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของลูกชิ้นและมีรสดี อาจใช้เกลือและเครื่องปรุงอื่น ๆ เพื่อช่วยปรับปรุงรสชาติได้ และไม่มีกลิ่นแปลกปลอมอื่น ๆ
3. ลักษณะเนื้อ ควรมีเนื้อละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน นุ่ม เนียน ไม่ยุ่ย ไม่ควรมีฟองอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ความยืดหยุ่น จัดเป็นลักษณะทางกายภาพที่สำคัญที่สุดของลูกชิ้น ลูกชิ้นที่มีความยืดหยุ่นที่ดีนั้น จะมีความสัมพันธ์กับชนิดของเนื้อสัตว์ และเทคนิคที่นำมาใช้ในการแปรรูป

2.2 ลูกชิ้นหมู

ลูกชิ้นหมู เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการใช้เฉพาะเนื้อหมูบดผสมกับเกลือ และน้ำแข็ง อาจมีการเติมเครื่องเทศและเครื่องปรุงอื่นๆระหว่างการบดผสม ต้องให้อุณหภูมิเย็นจัดไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส ระหว่างผสม จากนั้นบีบและตักเป็นลูกต้มในน้ำอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที เพื่อให้ลูกชิ้นเกิดโครงสร้างเจลที่ดี จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิน้ำเป็น 80 องศาเซลเซียสเพื่อให้ผลิตภัณฑ์คงตัว โดยลูกชิ้นหมูเป็นผลิตภัณฑ์ที่เนื้อถูกบดละเอียด จนโครงสร้างในระดับเส้นใยกล้ามเนื้อเปลี่ยนแปลง ทำให้ส่วนผสมแปรเปลี่ยนเป็นมวลเหนียว ลักษณะของส่วนผสมดังกล่าวเรียกว่า เจเลชัน (gelation) (แก้วกาญจน์ จันทน์ยิ่งยงและชาลินี ศรีนิ่มนวล . 2545)

2.3 ลูกชิ้นไก่

ลูกชิ้นไก่ เป็นผลิตภัณฑ์เนื้อชนิดหนึ่งที่มีผู้นิยมบริโภคเพิ่มขึ้น ผลิตโดยใช้เนื้อไก่จากโรงงานำและชำแหละไก่ ซึ่งมีวิธีทำดังนี้ (รัตนภัทร เที่ยงมิตร . 2544)

1. **ขั้นเตรียมวัตถุดิบ** ไก่ ใช้เนื้อส่วนอกและสันใน ไม่มีหนังปน หากใช้ส่วนอื่นของไก่จะทำให้เนื้อสัมผัสไม่ดี
2. **ขั้นล้างทำความสะอาด** คัดเอาเศษกระดูกออก ตัดเนื้อที่เสียและมีกลิ่นออกและมีการแยกหนังออกด้วย
3. **ขั้นบดหยาบ** การบดหยาบใช้เครื่องบดด้วยสกรู
4. **ขั้นชั่งน้ำหนัก** ชั่งน้ำหนักเพื่อให้ได้มาตรฐาน
5. **ขั้นสับละเอียด** การสับในช่วงนี้มีการใส่เครื่องเทศกับส่วนผสม เช่น แป้ง เกลือ พริกไทย น้ำแข็ง (เพื่อควบคุมอุณหภูมิในระหว่างการสับ) สัดส่วนของส่วนผสมจะขึ้นกับโรงงานที่ผลิต เนื้อที่ได้จากช่วงนี้เรียกว่า เนื้อสับละเอียด
6. **ขั้นทำเป็นลูกชิ้น** นำเนื้อสับละเอียดเข้าเครื่องปั้นลูกชิ้นเพื่อทำเป็นลูกชิ้น
7. **ขั้นตอนการขึ้นรูปและการต้มให้สุก** อุณหภูมิที่ให้ความร้อนแตกต่างกันไป ถังแรกจะให้อุณหภูมิต่ำกว่าถังหลังๆ
8. **ขั้นทำให้เย็น** ตามปกติต้องใช้ถังแช่เย็นซึ่งมีราคาแพงมากจึงใช้ระบบผึ่งลมเป่าธรรมดาอุณหภูมิลมประมาณ 0 องศาเซลเซียส
9. **ขั้นบรรจุ** มี 2 ระบบ คือ แบบถุงขนาดใหญ่และแบบซอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ลูกชิ้นปลา

2.4.1 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของลูกชิ้นปลา

ลูกชิ้นปลาที่ดีและมีคุณภาพจะต้องมีลักษณะที่ดีอยู่ 3 ประการ ได้แก่

● ลักษณะปรากฏตามมาตรฐาน ต้องมีผิวเรียบ มีความมัน(brightness) ถ้าเติมแป้งมากเกินจะทำผิวด้าน การนวดหรือการให้ความร้อนมากเกินไป จะทำให้คุณภพน้อยลงเช่นกัน

● กลิ่นรส ต้องเป็นกลิ่นรสของปลา โดยไม่มีกลิ่นคาว กลิ่นหืน หรือกลิ่นอื่น ๆ ที่ไม่ดี

● ลักษณะเนื้อสัมผัส เป็นลักษณะที่สำคัญที่สุด คือต้องการผลิตภัณฑ์ที่มีความเหนียว และยืดหยุ่น เมื่อกดลงไปต้องกลับเข้าสู่สภาพเดิมโดยเร็ว การวัดความยืดหยุ่นทำได้หลายวิธี เช่น การกดด้วยแรง ตัดด้วยมีด จับด้วยมือ หรือใช้แรงดึง

2.4.2 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความเหนียวของลูกชิ้นปลา

1. ชนิดของปลา ปลาแต่ละชนิดมีปริมาณไมโอซินในกล้ามเนื้อไม่เท่ากัน ปลาที่มีปริมาณไมโอซินสูงจะมีความเหนียวกว่าปลาที่มีปริมาณไมโอซินต่ำ ปลาที่มีไขมันสูงจะมีความเหนียวน้อยกว่า เนื่องจากไขมันแทรกตามโมเลกุลของโปรตีน แต่ไขมันไม่ใช่ปัจจัยสำคัญที่สุดที่เกี่ยวข้องกับความเหนียว
2. ความสดของปลา เมื่อความสดของปลาลดลง ความเหนียวของปลาก็ลดลง ซึ่งอาจเป็นเพราะโปรตีนในปลาเปลี่ยนสภาพไปทำให้การละลายลดลง ในปลาแช่แข็ง ความเหนียวจะสู้ปลาสดไม่ได้
3. pH ของเนื้อปลา ความเหนียวของเนื้อปลา พบว่า มีค่าสูงสุด เมื่อเนื้อปลามี pH ระหว่าง 6.5 – 7.0 เพราะไมโอซินละลายได้มากที่สุด ที่pH ช่วงนี้
4. ฤดูกาลจับปลา ปลาในระยะหลังวางไข่จะมีความชื้นสูง และ pHสูง จึงมีความเหนียวลดลง โดยทั่วไปปลาที่อยู่ในระยะกาลังเจริญเติบโตจะเหมาะสมมากที่สุด
5. ปริมาณเกลือ เกลือ 3% ของน้ำหนักปลา พบว่า ให้ความเหนียวดี เพราะเกลือ 3% ในปลาที่มีความชื้น 80% จะให้ความเข้มข้นของเกลือประมาณ 3.75% ซึ่งเป็นปริมาณความเข้มข้นที่เหมาะสมในการสกัดไมโอซิน และทำให้รสชาติเค็มพอดี
6. ปริมาณของสารเจือปนที่เติมลงไปในเนื้อปลา ผลิตภัณฑ์หลายชนิดมีการเติมแป้งเพื่อความเหนียว ชนิดของแป้งที่ใช้ คือ แป้งมันฝรั่ง แป้งสาลี แป้งข้าวโพด แป้งที่ใช้ต้องกระจายตัวสม่ำเสมอ และจับน้ำได้มาก เกิดเจลที่ไม่คืนตัว และในการเติมไข่ขาวเป็นตัวประสานเนื้อปลารวมกัน หรือ เติมพวกโพลีฟอสเฟต เพื่อทำให้ค่า pH สูงขึ้น ทำให้ดูดน้ำเพิ่มขึ้น
7. ระยะเวลาในการนวดเนื้อปลา การนวดเนื้อปลาเมื่อผสมกับเกลือแล้วจะเป็นการสกัดไมโอซินและทำให้เรียงตัวเป็นรูปตาข่าย ระยะเวลาในการบดต้องนานพอจึงจะทำให้เกิดความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหนียว และอุณหภูมิในระหว่างการบด นวด เนื้อปลาก็สำคัญ คือต้องไม่ให้อุณหภูมิเกน 13 องศาเซลเซียส

8. การให้ความร้อน การให้ความร้อนสูงในระยะสั้น ดีกว่าการทำให้ความร้อนต่ำระยะเวลานาน เพราะความเหนียวพบว่าน้อยลงที่อุณหภูมิ 60-5 องศาเซลเซียส วิธีการทำลูกชิ้นปลา จะแนะนำให้แช่ลูกชิ้นปลาในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 50-55 องศาเซลเซียส นาน 20 – 40 นาที (setting) ก่อนนำไปทำให้สุกที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (นงนุช, 2538)

2.4.2 สาเหตุที่มีการใช้แป้งเป็นองค์ประกอบในลูกชิ้นปลา

- เพื่อปรับปรุงคุณลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์สุดท้าย เนื่องจากการเติมแป้งนั้น จะทำให้ลูกชิ้นปลามีลักษณะเนื้อที่แน่นขึ้น
- เป็นการลดต้นทุนของผลิตภัณฑ์ แป้งนั้นมีราคาต่ำกว่าเนื้อปลาบด และลูกชิ้นที่ใส่แป้งจะมีผลทำให้ผิวภายนอกเรียบ มีความเงามัน และชุ่มน้ำกว่าไม่ใส่แป้ง ทุกระดับปริมาณ ลูกชิ้นที่ใส่แป้งจีความแข็งแรงมากกว่า แลผู้ทดอบยอมรับรสชาติ มากกว่าไม่ใส่แป้ง
- สัดส่วนของแป้งที่ใช้และน้ำมีความสำคัญต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์ การใช้แป้งในปริมาณที่สูงเกินไปจะทำให้ผลิตภัณฑ์เปราะและแตกง่าย ปกติปริมาณแป้งที่ใช้จะอยู่ในช่วง 5-8% (Lee et al,1992)

2.5 วิธีวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture Profile Analysis ,TPA)

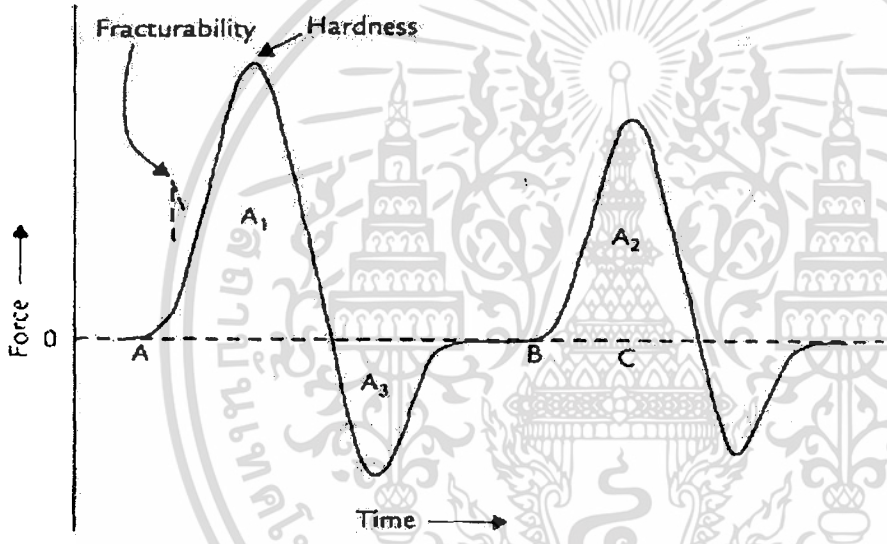
General Foods Corporation Technical Center ได้ทดสอบการกด บีบและ อัดขนาดชิ้นอาหารที่กัดพอดีหนึ่งคำ 2 ครั้ง กลับไปกลับมาซึ่งเลียนแบบการกระทำของเลื่อยและแสดงผลเป็นกราฟระหว่างแรงและเวลา เป็นค่าพารามิเตอร์ของลักษณะเนื้อสัมผัสโดยมีความสัมพันธ์กับการประเมินทางประสาทสัมผัส ทั้งนี้ General Foods Corporation Technical Center ได้ประดิษฐ์คิดค้นเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัสที่มีชื่อเรียกว่า General Texturometer (GF texturometer) เพื่อวัตถุประสงค์นี้โดยเฉพาะ

2.5.1 หลักการทดสอบ TPA

หลักการทดสอบ TPA แสดงดังรูปที่ 2.1 ตัวอย่างอาหารที่กัดพอดีหนึ่งคำนี้จะมีขนาดและรูปร่างมาตรฐานวางอยู่บนฐาน ถูกกดแล้วยกขึ้น 2 ครั้ง โดยมีแผ่นโลหะแบนๆยึดติดกับระบบขับเคลื่อนเพื่อเลียนแบบการเคี้ยวอาหารซึ่งจะเป็นแรงกดอัดที่สูง (ในการทดลอง TPA test นี้ใช้ 90% Compression เสมอ) รูปที่ 2.1 แสดงกราฟ TPA ซึ่งได้จากการวัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง GF texturometer โดยจุดที่สูงที่สุดเป็นการกดครั้งแรกเทียบได้กับความแข็ง จุด A เป็นจุดเริ่มต้นที่กดครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

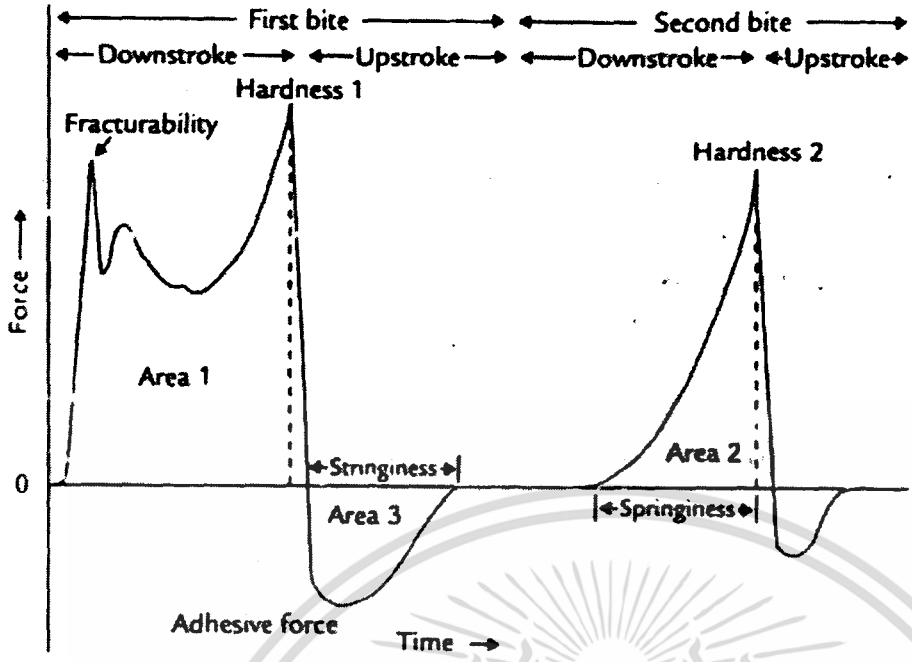
แรก จุด B เป็นจุดเริ่มต้นที่กดครั้งที่ 2 เมื่อกดครั้งแรกแล้วชิ้นตัวอย่างแตก ส่วนแรงกดครั้งแรกแล้วทำให้ตัวอย่างอาหารแตกเรียกว่า ค่าความสามารถในการแตกหัก (Fracturability) หรือความเปราะร่วน (Brittleness) แสดงดังรูปที่ 2.1 อัตราส่วนของพื้นที่ด้านบวกของการกดครั้งแรกและครั้งที่ 2 (A_2/A_1) คือค่าความสามารถในการยึดเกาะ (Cohesiveness) พื้นที่ด้านติดลบของการกดครั้งแรก (A_3) เป็นแรงที่ใช้ดึงหัวกดให้ขึ้นมาจากตัวอย่างอาหาร คือค่าความเหนียวแน่น (Adhesiveness) ระยะทางซึ่งเป็นช่วงที่อาหารคืนตัวนั้น เป็นระยะทางระหว่างจุดสุดท้ายของการกดครั้งแรกกับจุดเริ่มต้นของการกดครั้งที่ 2 (จุด BC) คือค่าความเป็นสปริง (Springiness) หรือค่าความยืดหยุ่น (Elasticity) และเมื่อนำค่าความแข็งคูณด้วยค่าความสามารถในการยึดเกาะ จะได้ค่าความหยุ่นตัว (Gumminess)เมื่อนำค่าความหยุ่นตัวคูณด้วยค่าความเป็นสปริง จะได้ค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยว (Chewiness) (Malcolm Bourne.2002)



รูปที่ 2.1 กราฟที่ได้จากเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัส GF texturometer

ที่มา : Bourne ,2002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 กราฟที่ได้จากเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของบริษัท Instron Universal Machine

ที่มา : Bourne ,2002

บริษัท Instron และ Universal Testing Machines ร่วมกันผลิตเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัส รุ่น TA.XT2 โดยปรับปรุงให้มีการทำงานเปลี่ยนไปจากเดิม รูปแบบของกราฟที่ได้แสดงดังรูปที่ 2.2 Bourne (2002) แปลผลได้ใกล้เคียงกับ Friedman et.al.(1963) โดย Friedman et.al.(1963) ได้กล่าวถึงการวัดพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งทั้งหมดซึ่งได้มาจากค่าความสามารถในการยึดเกาะ Bourne (2002) จะวัดพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งเพียงแค่ส่วนของแรงกดแต่ไม่รวมพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งส่วนที่เป็นการคลายตัวของอาหาร

รูปแบบของกราฟ TPA ที่ได้จากเครื่องของบริษัท Instron นั้นแตกต่างจากข้ออ้างอิงหลักของกราฟที่ได้จากเครื่อง GF texturometer หลายประการ ซึ่งสามารถเปรียบเทียบได้กับกราฟรูปที่ 2.1 และ 2.2 โดยกราฟที่ได้จากเครื่องของบริษัท Instron จะแสดงถึงจุดสูงสุดของการกดแต่ละครั้งที่สามารถสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน ในขณะที่เครื่อง GF texturometer จะแสดงถึงจุดสูงสุดเป็นแบบคร่าวๆหรือเป็นรูปมนๆ เพราะในการกดอัดของเครื่องของบริษัท Instron จะกดด้วยอัตราเร็วคงที่ แต่เครื่อง GF texturometer จะมีอัตราเร็วช้าลงเรื่อยๆในขณะเข้าใกล้จุดสุดท้ายของการกดช่วงหนึ่งแล้วหยุดชั่วครู่ จากนั้นจึงเคลื่อนที่ด้วยความเร็วช้าๆอีกครั้งในช่วงที่ดึงหัวกดขึ้นมาจากตัวอย่างอาหาร แต่เครื่องของบริษัท Instron นั้นเมื่อใกล้เข้ามาถึงจุดสุดท้ายของการกดช่วงหนึ่งจะมีอัตราเร็วคงที่ แล้วดึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวกดขึ้นมาจากตัวอย่างอาหารขึ้นมาทันทีใดด้วยอัตราเร็วคงที่เช่นเดียวกัน ความเร็วคงที่ของเครื่องของบริษัท Instron เป็นแบบต่อเนื่องซึ่งแตกต่างจากความเร็วของเครื่อง GF texturometer มาก

ความแตกต่างของเครื่องของบริษัท Instron และเครื่อง GF texturometer แสดงดังตารางที่

Instron	GF texturometer
1. การกดอัดของเครื่องของบริษัท Instron จะกดด้วยอัตราเร็วคงที่ เมื่อใกล้เข้ามาถึงจุดสุดท้ายของการกดช่วงหนึ่งจะมีอัตราเร็วคงที่ แล้วดึงหัวกดขึ้นมาจากตัวอย่างอาหารขึ้นมาทันทีใดด้วยอัตราเร็วคงที่เช่นเดียวกัน	1. การกดอัดจะมีอัตราเร็วช้าลงเรื่อยๆในขณะเข้าใกล้จุดสุดท้ายของการกดช่วงหนึ่งแล้วหยุดชั่วครู่ จากนั้นจึงเคลื่อนที่ด้วยความเร็วช้าๆอีกครั้งในช่วงที่ดึงหัวกดขึ้นมาจากตัวอย่างอาหาร
2.ฐานวางตัวอย่างอาหารจะมีลักษณะแข็งไม่สามารถโค้งงอได้	2.ฐานวางตัวอย่างอาหารจะมีความยืดหยุ่น โดยจะโค้งงอเล็กน้อยไปตามแรงกดหรือตามน้ำหนักที่ใส่เข้าไป
3. Compressing plates เคลื่อนที่เป็นเส้นตรง	3. Compressing plates เคลื่อนที่ตามลักษณะของส่วนโค้งของวงกลม

ดัดแปลงจาก Malcolm Borne,2002

การประเมินลักษณะเนื้อสัมผัสของตัวอย่างที่ได้จากเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัส เป็นค่าต่างๆดังนี้

1. ค่าความแข็ง (Hardness) หมายถึง แรงสูงสุด (maximum force) ที่ใช้ในการกดอัดครั้งแรก (first compress)
2. ความสามารถในการยึดเกาะ (Cohesiveness) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างพื้นที่หน้าตัดของตัวอย่างที่ผ่าการกดอัดครั้งที่ 2 และพื้นที่หน้าตัดของตัวอย่างที่ผ่านการกดอัดครั้งแรก เป็นแรงยึดกันภายในเนื้ออาหาร ค่า Cohesiveness>Adhesiveness เสมอ
3. ค่าความเป็นสปริง (Springiness) หมายถึง ระยะทาง (มม.) ที่เนื้อของตัวอย่างคืนตัวกลับหลังจากการกดอัดครั้งแรก และการเริ่มกดตัวครั้งที่ 2 ค่าที่ได้ควรใกล้ 1.00
4. ค่าความหยุ่นตัว (Gumminess) เป็นพลังงานที่ต้องใช้ในการบดเคี้ยวอาหารที่เป็น Semi-Solid ให้อยู่ในสภาพพร้อมที่จะกลืนได้

   คำนวณโดย ค่าความหยุ่นตัว = ค่าความแข็ง × ค่าความสามารถในการยึดเกาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยว (Chewiness) เป็นพลังงานที่ต้องใช้ในการบดเคี้ยว อาหารที่เป็น Solid ให้อยู่ในสภาพพร้อมที่จะกลืนได้

คำนวณโดย ค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยว = ค่าความหยุ่นตัว × ค่าความเป็นสปริง

(แก้วกาญจน์ จันทน์ยิ่งยงและชาลินี ศรีนิ่มนวล . 2545)

2.6 การวิเคราะห์ถดถอยและสหสัมพันธ์

การวิเคราะห์ถดถอยและสหสัมพันธ์ คือ วิธีการที่ใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับตัวแปรหนึ่งเมื่อตัวแปรนั้นมีความสัมพันธ์หรือได้รับอิทธิพลจากตัวแปรอื่นๆ

2.6.1 การวิเคราะห์การถดถอย เป็นวิธีการที่เกี่ยวข้องกับการหากฎเกณฑ์หรือสมการพีชคณิตเพื่อใช้เป็นตัวกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ต้องการศึกษาซึ่งต้องเป็นตัวแปรที่ต่อเนื่องกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องหรือปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยที่ต้องการศึกษา เพื่อจะนำมาใช้ใน การคาดหมายหรือประมาณค่าเกี่ยวกับตัวแปรที่สนใจเมื่อทราบค่าของปัจจัยที่เกี่ยวข้อง หรือเป็นการหากฎเกณฑ์ที่สามารถใช้ในการพยากรณ์หรือคาดคะเนเกี่ยวกับตัวแปรที่ต้องการศึกษาโดยอาศัยความรู้เกี่ยวกับค่าของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

2.6.2 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ จะเกี่ยวข้องกับวิธีการในการวัดระดับของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ นั่นคือ วัดค่าตัวแปรต่างๆเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด

วัตถุประสงค์ที่สำคัญในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ก็เพื่อมุ่งหวังที่จะวิเคราะห์เกี่ยวกับตัวแปรตัวหนึ่ง เมื่อทราบค่าของตัวแปรอื่นๆที่เกี่ยวข้องให้ใกล้เคียงความจริงมากที่สุด ซึ่งตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษาอาจมีเพียงตัวเดียวเท่านั้น เรียกว่า การวิเคราะห์การถดถอยและสหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Regression and Correlation Analysis) แต่ในบางกรณีตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่เราต้องการศึกษาอาจมีตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป จะเรียกว่า การวิเคราะห์การถดถอยและสหสัมพันธ์เชิงพหุ (Multiple Regression and Correlation Analysis)

2.6.3 วิธีการในการวิเคราะห์การถดถอยและสหสัมพันธ์อย่างง่าย

วิธีการในการวิเคราะห์การถดถอยและสหสัมพันธ์อย่างง่าย มี 3 วิธี ได้แก่

2.6.3.1 หาสมการที่ใช้กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสอง ซึ่งเรียกว่า เส้นของความสัมพันธ์โดยเฉลี่ย (The Line of Average Relationship) หรือเรียกสั้นๆว่า เส้นถดถอย (Regression Line) ซึ่งอาจเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้งก็ได้ เส้นถดถอยที่ใช้กันในทางธุรกิจและทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เศรษฐกิจก็เพื่อประโยชน์ 2 ประการ คือ เพื่อการควบคุมและพยากรณ์ ดังนั้น บางครั้งจึงเรียกเส้นของความสัมพันธ์โดยเฉลี่ยหรือเส้นถดถอยนี้ว่า เส้นแห่งการประมาณค่า (Estimating Line) เนื่องจากเส้นดังกล่าวสามารถประมาณค่าของตัวแปรที่ต้องการศึกษาได้ถ้าทราบค่าของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

2.6.3.2 ความคาดเคลื่อนในการประมาณค่า (The Standard Error of Estimate) ใช้สัญลักษณ์ $S_{y.x}$ ซึ่งเป็นตัวที่ใช้วัดการกระจายของค่าจริงแต่ละค่าจากเส้นประมาณขึ้นมา เพราะว่าเป็นการยากที่จะประมาณค่าออกมาด้วยความถูกต้องถึง 100 เปอร์เซ็นต์ได้ เพียงแต่อาจจะประมาณค่าออกมาด้วยความใกล้เคียงมากที่สุดเท่านั้น $S_{y.x}$ เหมือนกับค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานซึ่งเป็นตัววัดการกระจายโดยเฉลี่ยของค่าแต่ละค่า รอบค่าเฉลี่ยในกรณีที่ตัวแปรที่เราต้องการศึกษาเป็นอิสระไม่ขึ้นกับตัวแปรอื่น แต่ $S_{y.x}$ ใช้วัดการกระจายโดยเฉลี่ยของค่าแต่ละค่ารอบเส้นถดถอย โดยที่ค่าแต่ละค่าแตกต่างไปจากเส้นที่ประมาณขึ้นมามาก $S_{y.x}$ จะมีค่ามากด้วย แต่ถ้าจุดทุกจุดอยู่บนเส้นที่ประมาณขึ้นมา $S_{y.x}$ จะมีค่าเป็นศูนย์

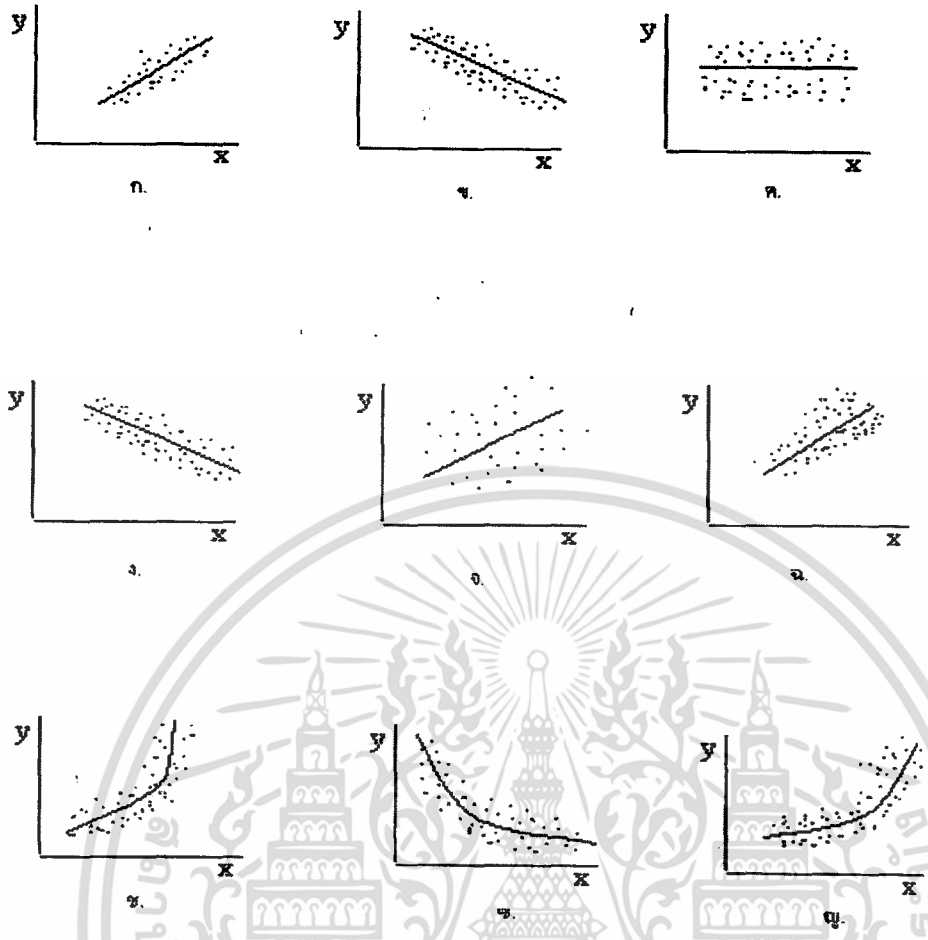
2.6.3.3 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (The Coefficient of Correlation) เป็นตัวที่ใช้วัดระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวว่าตัวแปร 2 ตัวนั้นมีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด และเป็นไปในแบบใด

2.6.4 สมการเส้นถดถอย

ในการหาสมการที่ใช้กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ต้องการศึกษา (Y) กับตัวแปรทที่เกี่ยวข้อง (X) ขั้นแรกต้องทราบว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเหล่านั้นเป็นไปในแบบเส้นตรง (Linear Relationship) หรือเป็นไปในแบบเส้นโค้ง (Curvilinear Relationship) ซึ่งอาจทราบได้โดยการนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาลงจุดดูการกระจาย

แผนภาพการกระจายเป็นรูปภาพแสดงการกระจัดกระจายของข้อมูลที่รวบรวมมา โดยแต่ละจุดแทนค่าตัวแปรอิสระและ ตัวแปรตามแต่ละคู่ที่รวบรวมได้ ดังได้ทราบมาแล้วว่าประโยชน์ของแผนภาพการกระจายของกลุ่มข้อมูลคือทำให้ทราบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามจะเป็นไปในรูปแบบใด เช่นเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้ง และทำให้ทราบว่าความแปรปรวนของตัวแปรตามสำหรับแต่ละค่าของ ตัวแปรอิสระที่กำหนดมีค่าเท่ากันหรือไม่ แม้ว่าจะมีวิธีการทางสถิติที่จะนำมาใช้ในการทดสอบรูปแบบของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนดังกล่าว แต่การที่จะทราบว่าข้อมูลที่มีอยู่สอดคล้องหรือไม่สอดคล้องกับคุณสมบัติ 2 ประการดังกล่าว อาจสังเกตได้ง่ายจากแผนภาพการกระจาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แผนภาพการกระจายแสดงลักษณะของความสัมพันธ์แบบต่างๆระหว่างตัวแปร

ภาพ ก. เป็นรูปแบบความสัมพันธ์ทางตรงแบบเส้นตรง ภาพ ข. เป็นรูปแบบของความสัมพันธ์ผกผันแบบเส้นตรง ภาพ ค. ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ภาพ ง. รูปแบบความสัมพันธ์ทางตรงแบบเส้นตรงที่มีความสัมพันธ์กันน้อยกว่าภาพ ก. ภาพ จ. รูปแบบความสัมพันธ์ทางตรงแบบเส้นตรงซึ่งความแปรปรวนของค่าจากเส้นของความสัมพันธ์มีค่าเท่ากัน ภาพ ฉ. รูปแบบความสัมพันธ์ทางตรงแบบเส้นตรงซึ่งความแปรปรวนจากเส้นของความสัมพันธ์มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อ x มีค่าเพิ่มขึ้น ภาพ ช. เป็นความสัมพันธ์แบบผกผันในแบบเส้นโค้ง ภาพ ญ. รูปแบบความสัมพันธ์ทางตรงแบบเส้นโค้ง ซึ่งความแปรปรวนของค่าจากเส้นของความสัมพันธ์มีค่าเท่ากัน

เมื่อทราบจากแผนภาพการกระจายว่าแนวโน้มของความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรงก็ปรับสมการเส้นตรงให้กับความสัมพันธ์ดังกล่าว หรือถ้าแนวโน้มของความสัมพันธ์เป็นเส้นโค้งควรหาสมการเส้นโค้งให้กับความสัมพันธ์นั้น ซึ่งวิธีการที่จะใช้ในการหาสมการให้กับความสัมพันธ์มีหลายวิธี แต่วิธีที่นิยมใช้กันมากคือ วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (The least squares method)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.5 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Analysis)

ข้อตกลงเบื้องต้นในการวิเคราะห์สหสัมพันธ์

1. ตัวแปรอิสระและตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กันในแบบเส้นตรง
2. ทั้งตัวแปรอิสระและตัวแปรตามต้องเป็นตัวแปรสุ่มชนิดต่อเนื่อง หมายความว่าค่าของตัวแปรทั้งคู่ได้มาจากขบวนการสุ่มตัวอย่าง ไม่สามารถกำหนดหรือควบคุมค่าต่างๆในการทดลองได้
3. สำหรับตัวแปรแต่ละตัว ความแปรปรวนของตัวแปรหนึ่งเมื่อกำหนดค่าของตัวแปรอื่นๆ จะเท่ากัน นั่นคือต้องมีคุณสมบัติ Homoscedasticity สำหรับแต่ละตัวแปร
4. ค่าแต่ละค่าของตัวแปร X และแต่ละค่าของตัวแปร Y ไม่ขึ้นต่อกัน
5. ตัวแปรแต่ละตัวมีการแจกแจงปกติ

2.6.6 สัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (The Coefficient of Determination)

สัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (R^2) เป็นดัชนีที่ใช้บอกความสัมพันธ์ระหว่าง Y กับ X ซึ่งทำให้สามารถตัดสินใจได้ว่าควรนำ X มาพิจารณาในการวิเคราะห์เกี่ยวกับ Y หรือไม่ หรือเป็นตัวบอกถึงเปอร์เซ็นต์ของความสัมพันธ์ระหว่าง X และ Y

เนื่องจาก $0 \leq R^2 \leq 1$

ถ้า R^2เข้าใกล้ 0 แสดงว่าความสัมพันธ์ระหว่าง X กับ Y ในแบบเส้นตรง (Linear Correlation) มีน้อยมาก

ถ้า R^2 เข้าใกล้ 1 แสดงว่า X มีอิทธิพลหรือมีความสัมพันธ์กับ Y มากและเป็นไปในแบบเส้นตรง

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (The Coefficient of Correlation)

เนื่องจากสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (R^2) ง่ายในการตีความถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร แต่ไม่เหมาะในการนำมาทดสอบทางสถิติ ดังนั้นจึงนิยมใช้รากที่สองของสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ ซึ่งเรียกว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เป็นตัวบอกระดับความสัมพันธ์แบบเส้นตรงระหว่างตัวแปร X กับ Y ดังนั้นสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวอย่างคือ

$$R = \pm\sqrt{R^2}$$

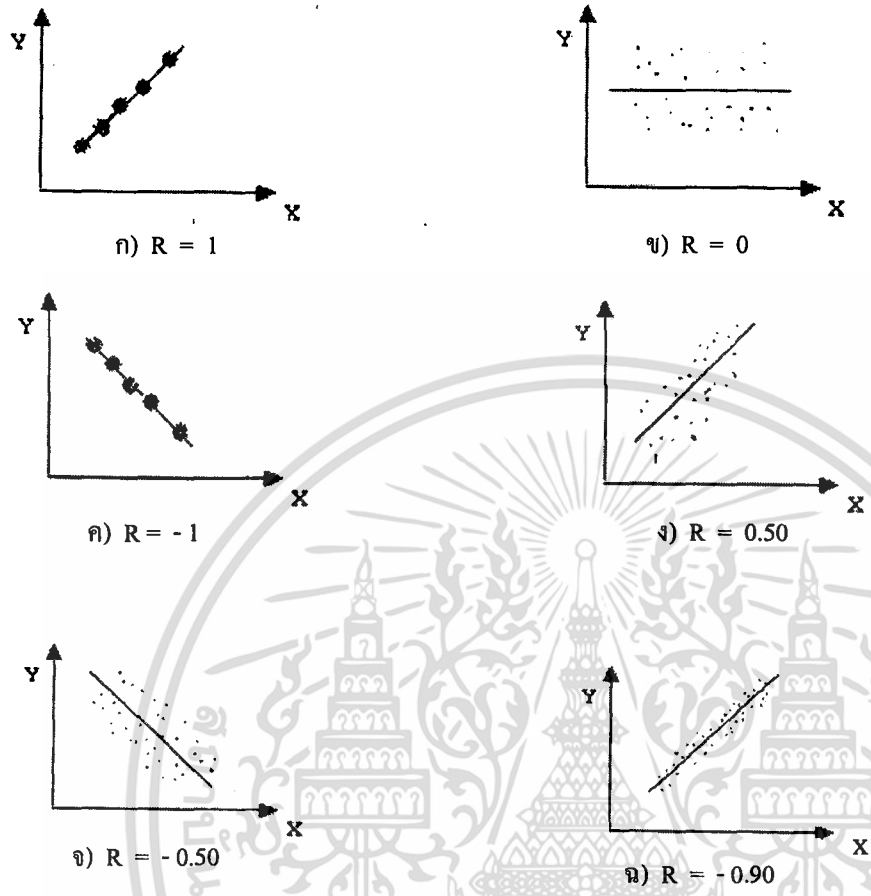
เนื่องจาก $0 \leq R^2 \leq 1$ ดังนั้นค่าของ r จะอยู่ในช่วง $-1 \leq R \leq 1$ ซึ่งเครื่องหมายของ R จะเหมือนกับเครื่องหมายของสัมประสิทธิ์เส้นถดถอย (b)

ถ้า R = -1 แสดงว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างเต็มที่ระหว่าง X กับ Y ในแบบเส้นตรง แต่เป็นความสัมพันธ์แบบผกผัน นั่นคือ ถ้า X เพิ่มขึ้น Y จะมีค่าลดลง หรือถ้า X มีค่าลดลง Y จะมีค่าเพิ่มขึ้น

ถ้า R= 1 แสดงว่า X กับ Y มีความสัมพันธ์กันอย่างเต็มที่ในแบบเส้นตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้า r = 0 แสดงว่า X กับ Y ไม่มีความสัมพันธ์กันในแบบเส้นตรงเลย ซึ่ง X กับ Y อาจมีความสัมพันธ์กันในแบบอื่น หรือไม่มีความสัมพันธ์กันเลยก็ได้



รูปที่ 2.4 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง X กับ Y

เพื่อความสะดวกในการคำนวณ ได้มีการดัดแปลงสูตรที่ใช้ในการคำนวณหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็นดังนี้

$$r = \frac{\sum(X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(X - \bar{X})^2 \sum(Y - \bar{Y})^2}}$$

$$= \frac{\sum XY - \bar{X}\sum Y}{\sqrt{(\sum X^2 - \bar{X}\sum X)(\sum Y^2 - \bar{Y}\sum Y)}}$$

หรือ $$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}}$$

เมื่อ $x = X - \bar{X}$ และ $Y = Y - \bar{Y}$ โดยวิธีที่ใช้ในการคำนวณหาค่า r นี้เรียกว่า Peason product-moment method

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการทดลอง

ทำการทดลอง 2 วิธี คือ

1. ใช้เครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer)
2. ใช้วิธีการพับ (Folding test)

3.1 วัตถุดิบ

1. ลูกชิ้นไก่ 10 ตัวอย่าง
2. ลูกชิ้นหมู 10 ตัวอย่าง
3. ลูกชิ้นปลา 10 ตัวอย่าง

ตารางที่ 3.1 ยี่ห้อของลูกชิ้นหมู ลูกชิ้นไก่และลูกชิ้นปลากับราคา

ลำดับที่	ลูกชิ้นหมู		ลูกชิ้นไก่		ลูกชิ้นปลา	
	ยี่ห้อ	ราคา(บาท/กก.)	ยี่ห้อ	ราคา(บาท/กก.)	ยี่ห้อ	ราคา(บาท/กก.)
1	เสฉวน	150	ซีพี	100	แต้ฉิ๋ว	153.5
2	ซีพี	135	คุ้มค่า ของ Tesco Lotus	70	ซีพี	110
3	ก.แสนไทย	125	คาร์ฟู	70	ธนาชัย	106
4	หมูดีของ ส.ชอนแก่น	90	บิ๊กซี	69	เล่าจึง	103.5
5	บัวลอย	75	สหฟาร์ม	40	หลี ซี ฟู้ดส์	80
6	ดอนเมือง JPM เจริญศรี	72.5	B.K.P.	40	เฮง เฮง	70
7	คุ้มค่า ของ Tesco Lotus	70	โกล เด้น แบรนด์	35	บางรัก	63.5
8	ส.จิตเจริญ	70	เพชรน้ำเอก A.P.B.	35	เจ๊ กู เยาวราช	55
9	รสเด็ด 3 ตัว	70	จี. เอฟ.	30	สี่พระยา	50
10	TOP	64	พี.พี.	30	พรเจริญ	46

3.2 อุปกรณ์

1. เครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Expert for Windows รุ่น Stable Micro System TA-XT21) และโปรแกรมคอมพิวเตอร์
2. แป้นหัวกดขนาด P75 mm
3. ฐานที่ใช้สำหรับวางชิ้นอาหาร
4. เครื่องพิมพ์สีสำหรับพิมพ์ผลการทดลอง
5. มีดและเขียงสำหรับหั่นลูกชิ้นให้เป็นแผ่นบางเพื่อนำไปทดสอบโดยวิธีการพับ

3.3 วิธีการทดลอง

1. วัดคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์โดยการกด (Compression) ด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Expert for Windows รุ่น Stable Micro System TA-XT21)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 ทำการสอบเทียบเครื่องมือวัดก่อนและตั้งค่าต่าง ๆ ในโปรแกรมให้เรียบร้อย

1.2 นำตัวอย่างที่เตรียมไว้มาวางบนแท่นวัด

1.3 กดตัวอย่างที่สูง 10 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร กดลงไปเพียง 30% deformation โดยใช้หัวกดขนาด 75 มิลลิเมตร ความเร็วของหัวกดเคลื่อนที่ลงมาก่อนสัมผัสตัวอย่าง (pre-test speed) 1.0 มิลลิเมตรต่อวินาที ความเร็วของหัวกดเคลื่อนที่ลงในตัวอย่าง (test speed) 1.0 มิลลิเมตรต่อวินาที ความเร็วของหัวกดขณะเคลื่อนที่ขึ้นจากตัวอย่าง (post-test speed) 10.0 มิลลิเมตรต่อวินาที

1.4 ทำการวัด 5 ครั้งต่อตัวอย่าง

1.5 หาค่าเฉลี่ยของค่าความแข็ง (hardness) หน่วยเป็นกรัมแรงกด (gm.force) และความยืดหยุ่น (springiness) หน่วยเป็นมิลลิลิตร (m)

2. วัดคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์โดยการพับ (Folding test)

2.1 นำตัวอย่างลูกชิ้นที่ซื้อมาจากท้องตลาด มาตัดตามขวางให้มีความหนา 2.5-3 มิลลิเมตร

2.2 ทำการทดสอบโดยใช้แผ่นตัวอย่าง 3 แผ่น (ทดลองซ้ำ 3 ครั้ง) นำมาพับเป็น 2 ส่วน

2.3 ถ้าไม่มีรอยแตกให้พับต่อไปเป็น 4 ส่วน

2.4 ให้คะแนนระดับชั้นคุณภาพตามเกณฑ์ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 3.2 แสดงหลักเกณฑ์การให้คะแนนโดยวิธีการพับ

ลักษณะตัวอย่างเมื่อพับ	ระดับชั้นคะแนน
ไม่มีรอยแตกเมื่อพับเป็น 4 ส่วน	5
มีรอยแตกหรือฉีกขาดเล็กน้อยเมื่อพับเป็น 4 ส่วน	4
มีรอยแตกหรือฉีกขาดเล็กน้อยเมื่อพับเป็น 2 ส่วน	3
มีรอยแตกแต่ไม่แยกออกจากกันเมื่อพับเป็น 2 ส่วน	2
มีรอยแตกและแยกออกจากกันเมื่อพับเป็น 2 ส่วน	1

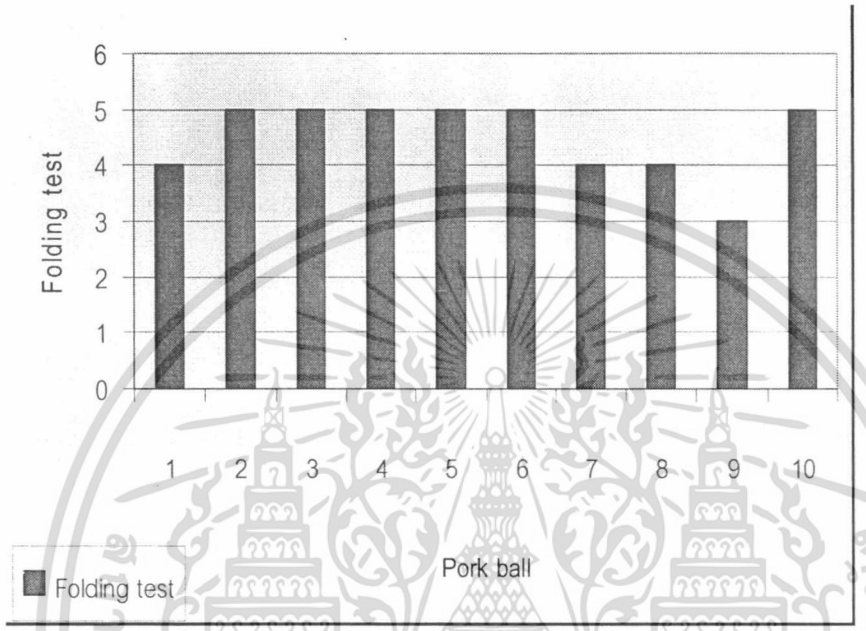
3. หาความสัมพันธ์จากขอมูลที่ได้จากข้อ 1 และข้อ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดสอบแบบพับ

- ผลการทดสอบแบบพับของลูกชิ้นหมูจำนวน 10 ยี่ห้อ แสดงดังรูปที่ 4.1



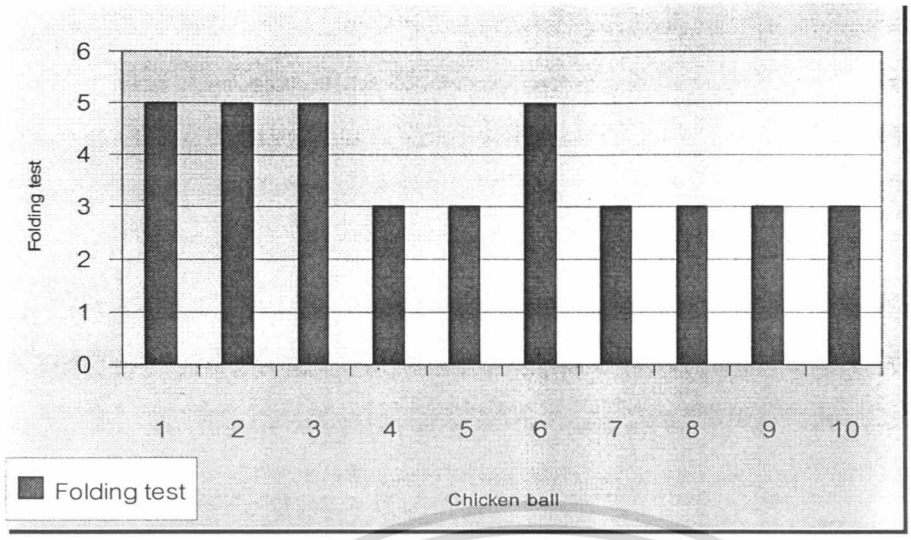
รูปที่ 4.1 ผลการทดสอบแบบพับของลูกชิ้นหมูจำนวน 10 ยี่ห้อ

จากรูปที่ 4.1 ลูกชิ้นหมูยี่ห้อที่ 1-3 เป็นกลุ่มของลูกชิ้นหมูที่มีราคาสูงจะมีคะแนนการพับอยู่ในช่วง 4-5 คะแนน ส่วนลูกชิ้นหมูยี่ห้อที่ 4-10 เป็นกลุ่มของลูกชิ้นหมูที่มีราคาปานกลางถึงราคาต่ำ พบว่ามีคะแนนการพับอยู่ในช่วงประมาณ 3-5 คะแนน

- ผลการทดสอบแบบพับของลูกชิ้นไก่

ผลการทดสอบแบบพับของลูกชิ้นไก่จำนวน 10 ยี่ห้อ แสดงดังรูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

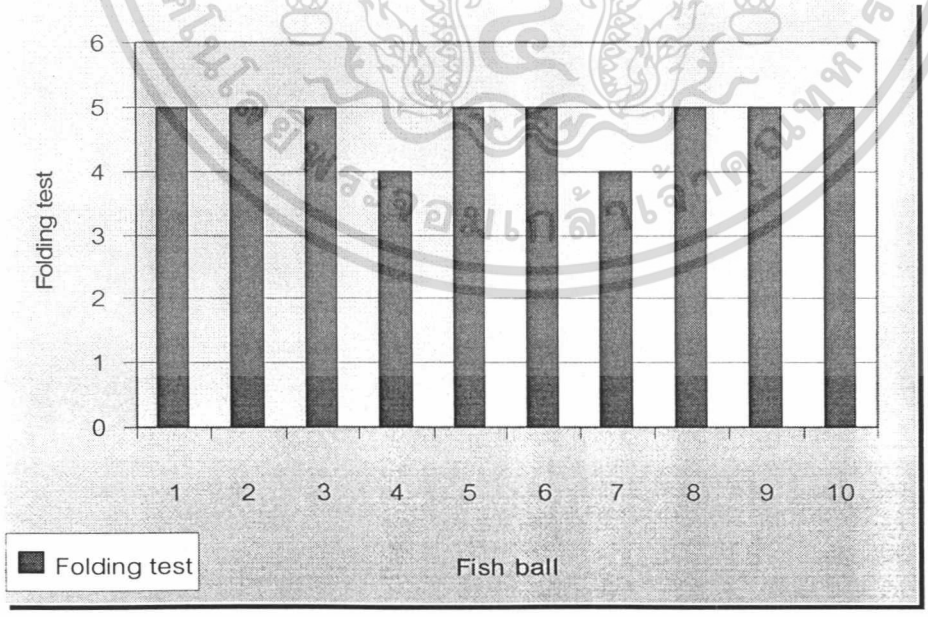


รูปที่ 4.2 ผลการทดสอบแบบพับของลูกชิ้นไก่จำนวน 10 ยี่ห้อ

จากรูปที่ 4.2 ลูกชิ้นไก่ยี่ห้อที่ 1-3 เป็นกลุ่มของลูกชิ้นไก่ที่มีราคาสูงจะมีคะแนนการพับเท่ากับ 5 คะแนน ส่วนลูกชิ้นไก่ยี่ห้อที่ 4-10 เป็นกลุ่มของลูกชิ้นไก่ที่มีราคาปานกลางถึงราคาต่ำ พบว่ามีคะแนนการพับเท่ากับ 3 และ 5 คะแนน

- ผลการทดสอบแบบพับของลูกชิ้นปลา

ผลการทดสอบแบบพับของลูกชิ้นปลาจำนวน 10 ยี่ห้อ แสดงดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ผลการทดสอบแบบพับของลูกชิ้นปลาจำนวน 10 ยี่ห้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
96960

จากรูปที่ 4.3 ลูกชิ้นปลายี่ห้อที่ 1-4 เป็นกลุ่มของลูกชิ้นปลาที่มีราคาสูงจะมีคะแนนการพับเท่ากับ 5 คะแนน ส่วนลูกชิ้นปลายี่ห้อที่ 5-10 เป็นกลุ่มของลูกชิ้นปลาที่มีราคาปานกลางถึงราคาต่ำ พบว่ามีคะแนนการพับอยู่ในช่วง 4 - 5 คะแนน

4.2 ผลการศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นด้วยเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัส

- ผลการศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นหมูด้วยเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัส

ผลของลักษณะเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นหมูด้วยเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัสแสดงดังตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติทางกายภาพของลูกชิ้นหมูโดยการวัดด้วยเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัส

ยี่ห้อ	Hardness(g)	Fracturability(g)	Adhesiveness(g.s)	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness
1. เสฉวน	9136.953	5734.260	-1.675	0.836	0.403	3694.033	3103.717
2. ซีพี	9265.948	4.208	-3.967	0.797	0.472	4374.442	3490.349
3. ก.แสนไทย	10200.859	2521.897	-6.760	0.799	0.375	3801.512	3013.931
4. หมูดีของ ส.ขอนแก่น	8184.954	3827.078	-6.025	0.814	0.355	2890.192	2346.330
5. บัวลอย	15780.914	4586.962	-6.152	0.761	0.344	5372.856	4090.824
6. ดอนเมือง JPM เจริญศรี	8893.069	18.529	-3.082	0.850	0.465	4085.674	3502.301
7. คุ้มค่า ของ Tesco Lotus	8933.264	3.222	-5.603	0.762	0.418	3678.750	2789.003
8. ส.จิตเจริญ	9529.804	5400.697	-1.919	0.812	0.365	3436.796	2825.296
9. รสเด็ด 3 ตัว	15859.277	6805.455	-9.179	0.762	0.344	5361.476	4055.953
10. TOP	10485.688	3767.074	-2.013	0.830	0.417	4338.356	3598.369

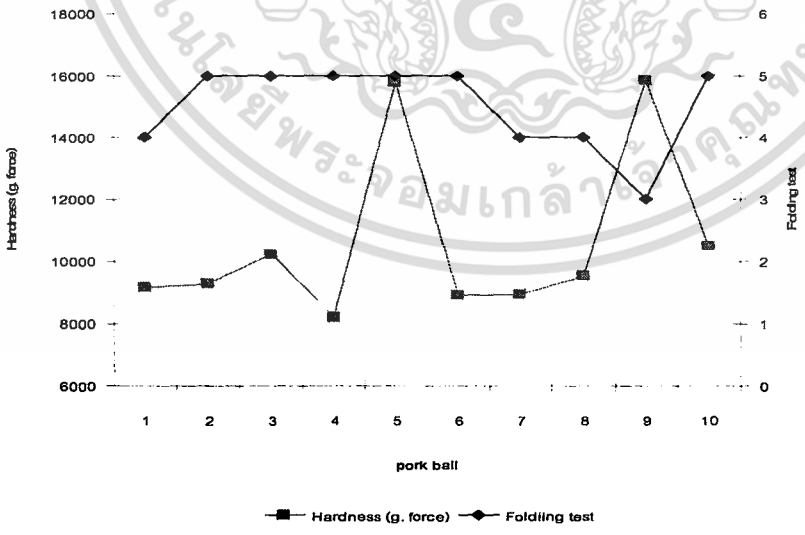
จากตารางที่ 4.1 ลูกชิ้นหมูมีค่าความแข็ง (Hardness) อยู่ในช่วง 8184.954-15859.277 กรัม.แรง ค่าความสามารถในการแตกหัก (Fracturability) อยู่ในช่วง 3.222-6805.455 กรัม.แรง ค่าความเหนียวแน่น (Adhesiveness) อยู่ในช่วง (-)1.675-(-)9.179 กรัม.วินาที ค่าความเป็นสปริง (Springiness) อยู่ในช่วง 0.761-0.850 ค่าความสามารถในการยึดเกาะ (Cohesiveness) อยู่ในช่วง 0.344-0.472 ค่าความหยุ่นตัว (Gumminess) อยู่ในช่วง 2890.192-5372.856 และค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยว (Chewiness) อยู่ในช่วง 2346.330-4090.824

เมื่อพิจารณาค่าที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัสพบว่า ลูกชิ้นหมูที่มีค่าความแข็ง ค่าความสามารถในการแตกหัก ค่าความหยุ่นตัวและค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยวสูง แต่มีค่าความเหนียวแน่น ค่าความเป็นสปริง และค่าความสามารถในการยึดเกาะต่ำ แสดงว่า ลูกชิ้นหมูนั้นมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ค่อนข้างไม่ดี ส่วนลูกชิ้นหมูที่มีค่าความแข็ง ค่าความสามารถในการแตกหัก ค่าความหยุ่นตัวและค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยวต่ำ แต่มีค่าความเหนียวแน่น ค่าความเป็นสปริง และค่าความสามารถในการยึดเกาะสูง แสดงว่า ลูกชิ้นหมูนั้นมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี

4.2.1 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ด้านเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นหมู โดยการวัดด้วยเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัสและการทดสอบแบบพับ

- ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็ง (Hardness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นหมู

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็ง (Hardness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นหมู ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็ง (Hardness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นหมู

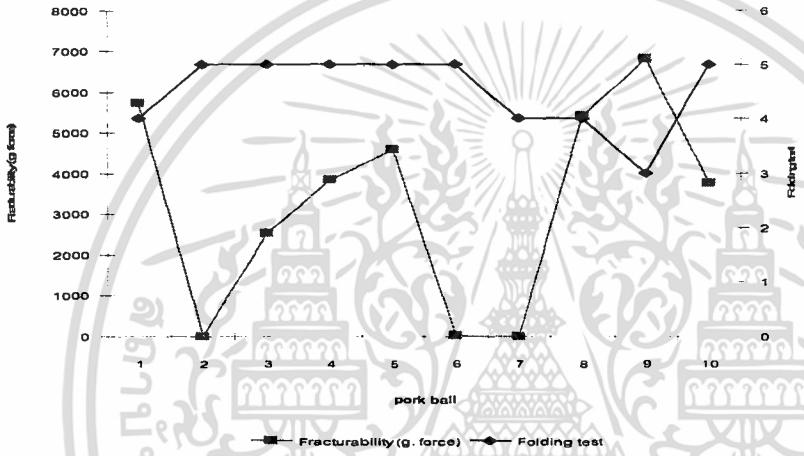
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19718

จากรูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็งและคะแนนการพับของลูกชิ้นหมูเป็นแบบผกผันกัน คือ เมื่อค่าความแข็งเพิ่มขึ้น คะแนนการพับจะมีค่าลดลง แต่เมื่อค่าความแข็งมีค่าลดลง คะแนนการพับจะมีค่าเพิ่มขึ้น

• ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการแตกหัก (Fracturability) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นหมู

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการแตกหัก (Fracturability) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นหมู ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการแตกหัก (Fracturability) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นหมู

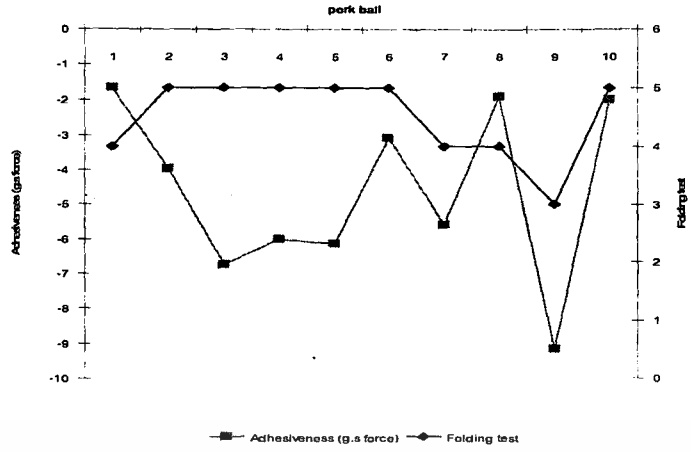
จากรูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการแตกหัก และการทดสอบแบบพับ ของลูกชิ้นหมูเป็นแบบผกผัน คือ เมื่อค่าความสามารถในการแตกหักลดลง คะแนนการพับจะมีค่าเพิ่มขึ้น แต่เมื่อค่าความสามารถในการแตกหักเพิ่มขึ้น คะแนนการพับจะมีค่าลดลง

• ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเหนียวแน่น (Adhesiveness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นหมู

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเหนียวแน่น (Adhesiveness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นหมู ดังรูปที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

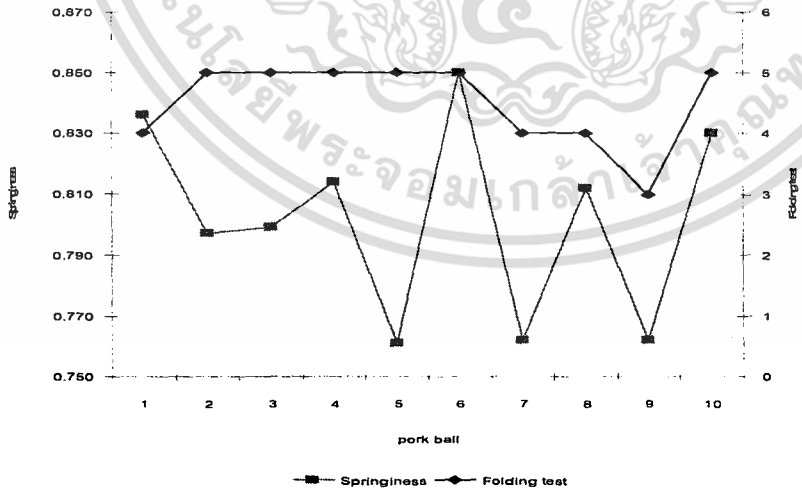


รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเหนียวแน่น (Adhesiveness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นหมู

จากรูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเหนียวแน่น และการทดสอบแบบพับของลูกชิ้นหมูเป็นแบบผกผัน คือ เมื่อค่าความเหนียวแน่นลดลง คะแนนการพับจะมีค่าเพิ่มขึ้น แต่เมื่อค่าความเหนียวแน่นเพิ่มขึ้น คะแนนการพับจะมีค่าลดลง

- ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นสปริง (Springiness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นหมู

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นสปริง (Springiness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นหมู ดังรูปที่ 4.7



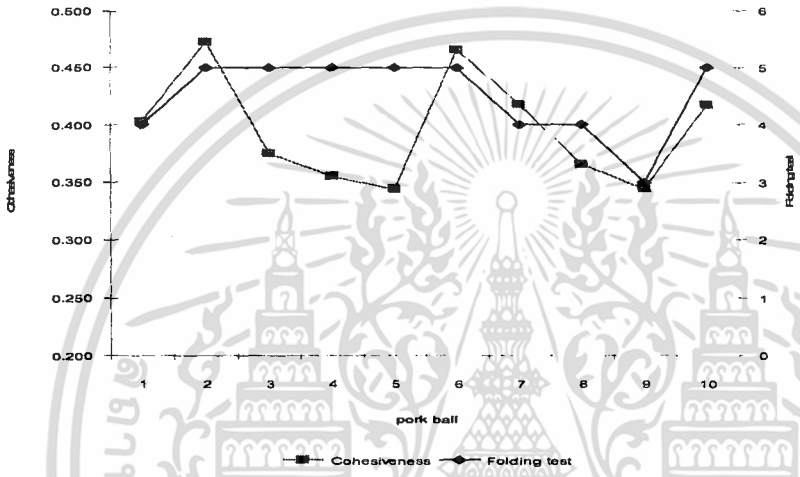
รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นสปริง (Springiness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นหมู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นสปริง และการทดสอบแบบพับ ของลูกชิ้นหมูเป็นแบบตามกันคือ เมื่อค่าความเป็นสปริงเพิ่มขึ้น คะแนนการพับจะมีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อค่าความเป็นสปริงลดลง คะแนนการพับจะมีค่าลดลงตามไปด้วย

● ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการยึดเกาะ (Cohesiveness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นหมู

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการยึดเกาะ (Cohesiveness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นหมู ดังรูปที่ 4.8



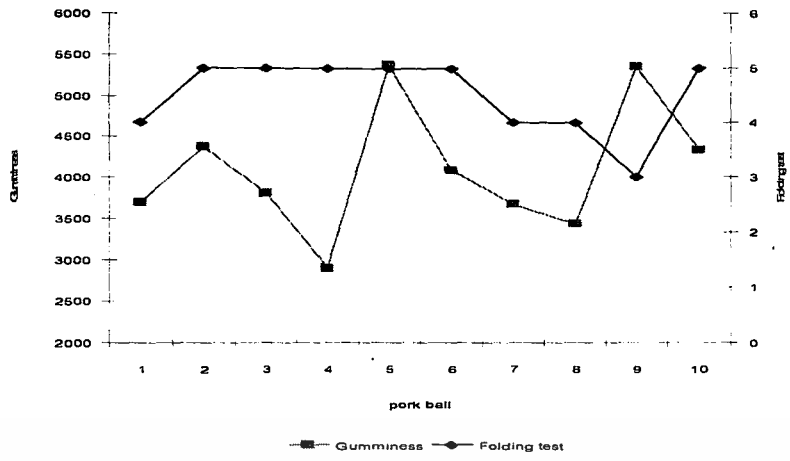
รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการยึดเกาะ (Cohesiveness) และการทดสอบแบบพับ(Folding test)ของลูกชิ้นหมู

จากรูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการยึดเกาะ และการทดสอบแบบพับของลูกชิ้นหมูเป็นแบบตามกัน คือ เมื่อค่าความสามารถในการยึดเกาะเพิ่มขึ้น คะแนนการพับจะมีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อค่าความสามารถในการยึดเกาะลดลง คะแนนการพับจะมีค่าลดลงตามไปด้วย

● ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหยุ่นตัว (Gumminess) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นหมู

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหยุ่นตัว (Gumminess) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นหมู ดังรูปที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



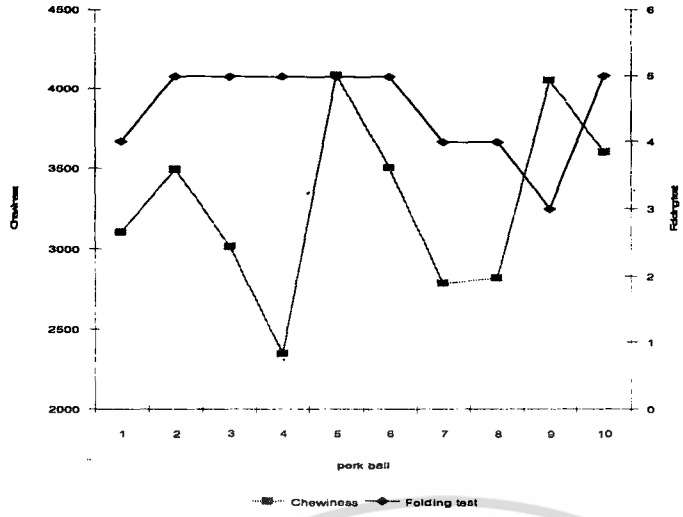
รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหยุ่นตัว (Gumminess) และการทดสอบแบบพับ(Folding test) ของลูกชิ้นหมู

จากรูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหยุ่นตัว และการทดสอบแบบพับของลูกชิ้นหมู เป็นแบบตามกัน คือ เมื่อค่าความหยุ่นตัวเพิ่มขึ้น คะแนนการพับจะมีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อค่าความหยุ่นตัวลดลง คะแนนการพับจะมีค่าลดลงตามไปด้วย

- ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยว (Chewiness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นหมู

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยว (Chewiness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นหมู ดังรูปที่ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยว (Chewiness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นหมู

จากรูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยว และการทดสอบแบบพับของลูกชิ้นหมูเป็นแบบตามกัน คือ เมื่อค่าความคงทนเมื่อถูกบดเคี้ยวเพิ่มขึ้น คะแนนการพับจะมีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อค่าความคงทนเมื่อถูกบดเคี้ยวลดลง คะแนนการพับก็จะมีค่าลดลงตามไปด้วย

- ผลการศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นไก่ด้วยเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัส

ผลของลักษณะเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นไก่ด้วยเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัสแสดงดังตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 คุณสมบัติทางกายภาพของลูกชิ้นไก่โดยการวัดด้วยเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัส

ยี่ห้อ	Hardness(g)	Fracturability(g)	Adhesiveness(g.s)	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness
1. ซีพี	**12161.620**	**4.104**	**-11.233**	**0.770**	**0.459**	**5539.953**	**4200.663**
2. คุ้มค่า ของ Tesco Lotus	12522.130	1768.663	-62.090	0.770	0.458	5706.320	4341.267
3. คาร์ฟู	6874.455	5.934	-1.956	0.882	0.498	3413.977	2991.969
4. บิ๊กซี	5336.008	1829.510	-10.781	0.809	0.407	2164.457	1746.321
5. สหฟาร์ม	5528.201	3212.512	-18.815	0.682	0.259	1412.664	952.589
6. B.K.P.	7361.990	11.178	-13.170	0.796	0.433	3209.403	2569.119
7. โกล เด้น แบรนด์	9832.990	6321.435	-16.281	0.839	0.356	3307.874	2815.868
8. เพชรน้ำเอก A.P.B.	7100.838	4790.817	-23.016	0.829	0.344	2404.053	1989.998
9. จี. เอฟ.	7447.003	2832.878	-6.118	0.867	0.376	2770.910	2402.417
10. พี.พี.	5217.649	1669.057	-1.487	0.800	0.321	1702.280	1366.609

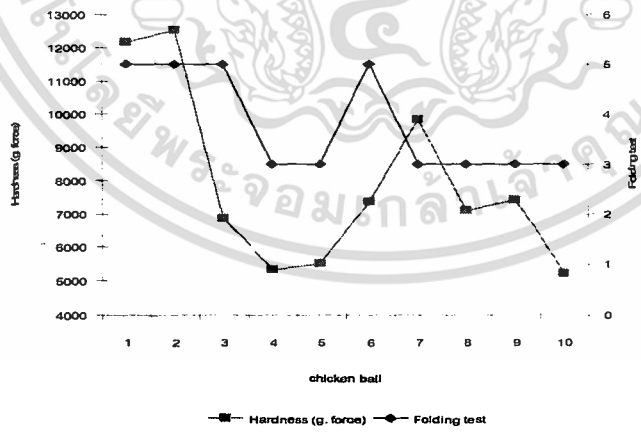
จากตารางที่ 4.2 ลูกชิ้นไก่มีค่าความแข็ง (Hardness) อยู่ในช่วง 5217.649-12522.130 กรัม.แรง ค่าความสามารถในการแตกหัก (Fracturability) อยู่ในช่วง 4.104-6321.435 กรัม.แรง ค่าความเหนียวแน่น (Adhesiveness) อยู่ในช่วง (-)1.487-(-)62.090 กรัม.วินาที ค่าความเป็นสปริง (Springiness) อยู่ในช่วง 0.682-0.882 ค่าความสามารถในการยึดเกาะ (Cohesiveness) อยู่ในช่วง 0.259-0.498 ค่าความหยุ่นตัว (Gumminess) อยู่ในช่วง 1412.664-5706.30 และค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยว (Chewiness) อยู่ในช่วง 1366.609-4341.267

เมื่อพิจารณาค่าที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัสพบว่า ลูกชิ้นไก่ที่มีค่าความแข็ง ค่าความสามารถในการยึดเกาะ ค่าความหยุ่นตัว และค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยวสูง แต่มีค่าความสามารถในการแตกหัก ค่าความเหนียวแน่นและค่าความเป็นสปริงต่ำ แสดงว่า ลูกชิ้นไก่มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี ส่วนลูกชิ้นไก่ที่มีค่าความแข็ง ค่าความสามารถในการยึดเกาะ ค่าความหยุ่นตัว และค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยวต่ำ แต่มีค่าความสามารถในการแตกหัก ค่าความเหนียวแน่นและค่าความเป็นสปริงสูง แสดงว่า ลูกชิ้นไก่มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ค่อนข้างไม่ดี

4.2.2. ผลการศึกษาความสัมพันธ์ด้านเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นไก่ โดยการวัดด้วยเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัสและการทดสอบแบบพับ

- ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็ง (Hardness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นไก่ ดังรูปที่ 4.11

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็ง (Hardness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นไก่ ดังรูปที่ 4.11



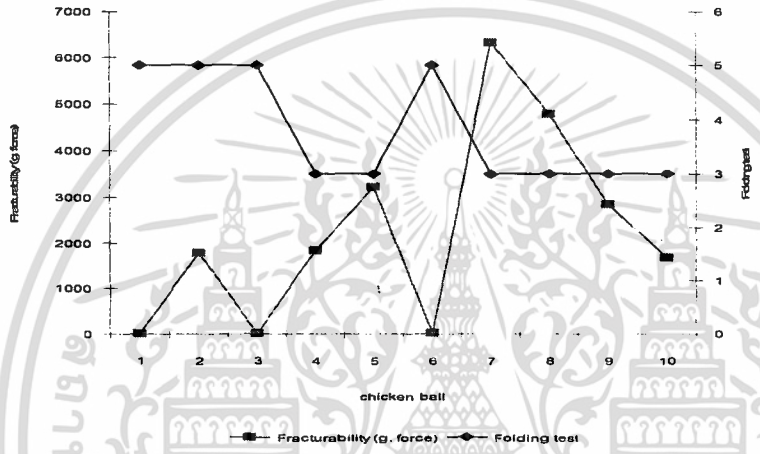
รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็ง (Hardness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นไก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็ง และการทดสอบแบบพับ ของลูกชิ้นไก่ เป็นแบบตามกัน คือ เมื่อค่าความแข็งเพิ่มขึ้น คะแนนการพับจะมีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อค่าความแข็งลดลง คะแนนการพับจะมีค่าลดลงตามไปด้วย

● ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการแตกหัก (Fracturability) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นไก่

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการแตกหัก (Fracturability) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นไก่ ดังรูปที่ 4.12



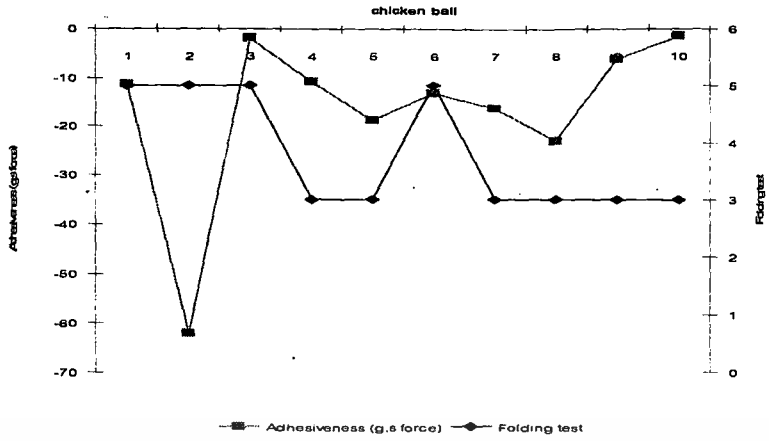
รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการแตกหัก (Fracturability) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นไก่

จากรูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการแตกหัก และการทดสอบแบบพับของลูกชิ้นไก่เป็นแบบผกผันกัน คือ เมื่อค่าความสามารถในการแตกหักเพิ่มขึ้น คะแนนการพับจะมีค่าลดลง แต่เมื่อค่าความสามารถในการแตกหักลดลง คะแนนการพับจะมีค่าเพิ่มขึ้น

● ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเหนียวแน่น (Adhesiveness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นไก่

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเหนียวแน่น (Adhesiveness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นไก่ ดังรูปที่ 4.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

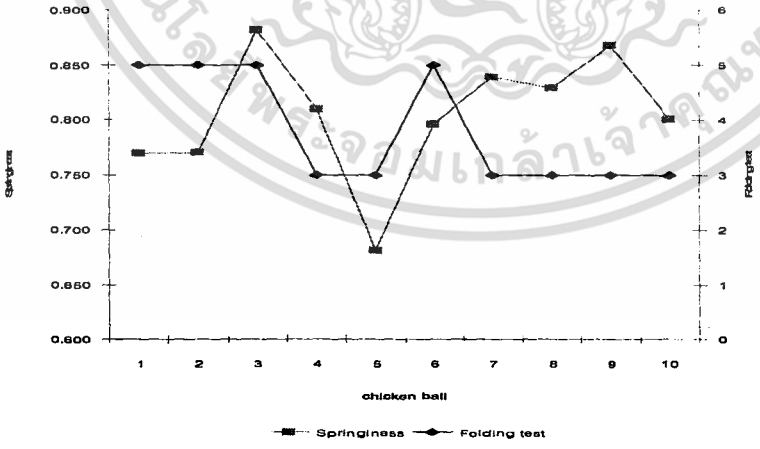


รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเหนียวแน่น (Adhesiveness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นไก่

จากรูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเหนียวแน่น และการทดสอบแบบพับของลูกชิ้นไก่เป็นแบบตามกัน คือ เมื่อค่าความเหนียวแน่นเพิ่มขึ้น คะแนนการพับจะมีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อค่าความเหนียวแน่นลดลง คะแนนการพับจะมีค่าลดลงตามไปด้วย

- ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นสปริง (Springiness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นไก่

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นสปริง (Springiness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นไก่ ดังรูปที่ 4.14



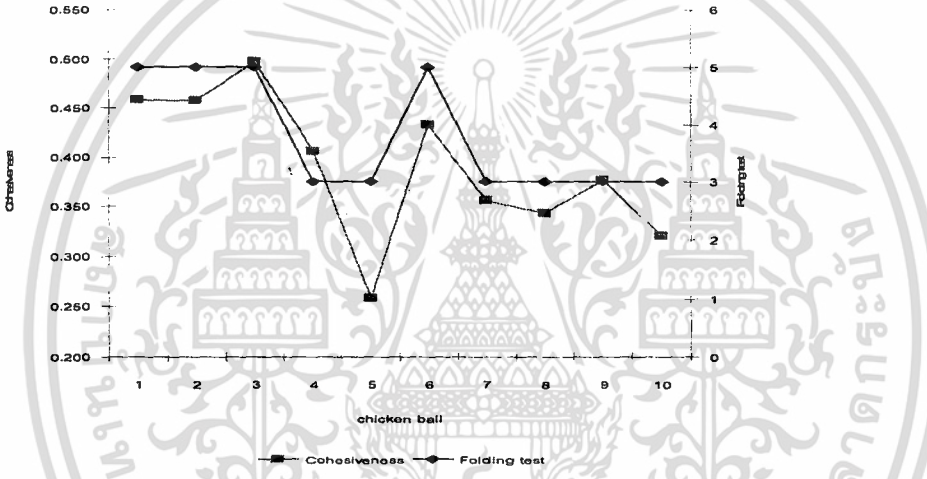
รูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นสปริง (Springiness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นไก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นสปริง และการทดสอบแบบพับของลูกชิ้นไก่ป่านกลางถึงราคาสูงเป็นแบบตามกัน คือ เมื่อค่าความเป็นสปริงเพิ่มขึ้น คะแนนการพับจะมีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อค่าความเป็นสปริงลดลง คะแนนการพับจะมีค่าลดลงตามไปด้วย ส่วน ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นสปริงและการทดสอบแบบพับของลูกชิ้นไก่ที่มีราคาต่ำจะเป็นแบบผกผัน คือ เมื่อค่าความเป็นสปริงเพิ่มขึ้น คะแนนการพับจะมีค่าลดลง

● ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการยึดเกาะ (Cohesiveness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นไก่

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการยึดเกาะ (Cohesiveness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นไก่ ดังรูปที่ 4.15



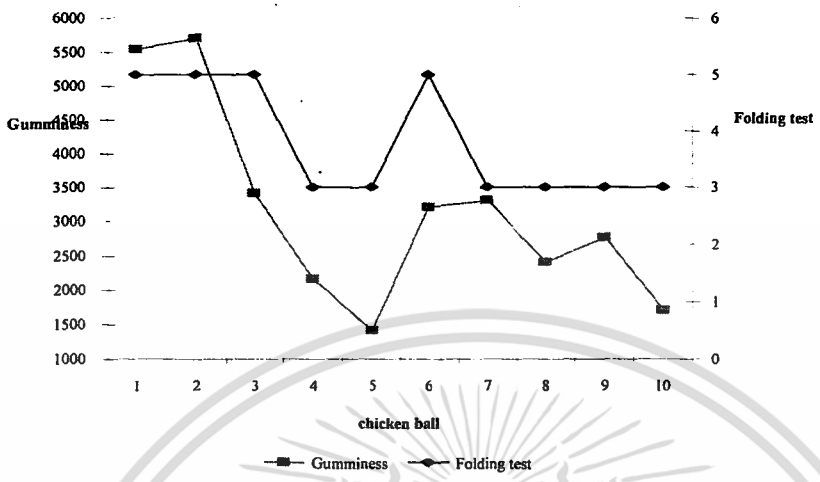
รูปที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการยึดเกาะและการทดสอบแบบพับของลูกชิ้นไก่

จากรูปที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการยึดเกาะและการทดสอบแบบพับของลูกชิ้นไก่เป็นแบบตามกัน คือ เมื่อค่าความสามารถในการยึดเกาะเพิ่มขึ้น คะแนนการพับจะมีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อค่าความสามารถในการยึดเกาะลดลง คะแนนการพับจะมีค่าลดลงตามไปด้วย

● ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหยุ่นตัว (Gumminess) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นไก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหยุ่นตัว (Gumminess) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นไก่ ดังรูปที่ 4.16



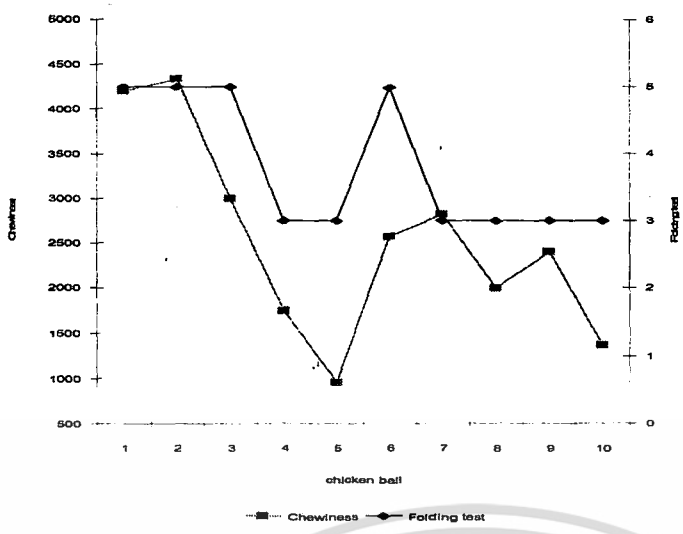
รูปที่ 4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหยุ่นตัว (Gumminess) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นไก่

จากรูปที่ 4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหยุ่นตัว และการทดสอบแบบพับ ของลูกชิ้นไก่ เป็นแบบตามกัน คือ เมื่อค่าความหยุ่นตัวเพิ่มขึ้น คะแนนการพับจะมีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อค่าความหยุ่นตัวลดลง คะแนนการพับจะมีค่าลดลงตามไปด้วย

● ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยว (Chewiness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นไก่

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยว (Chewiness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นไก่ ดังรูปที่ 4.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยว (Chewiness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นไก่

จากรูปที่ 4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยว และการทดสอบแบบพับของลูกชิ้นไก่เป็นแบบตามกัน คือ เมื่อค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยวเพิ่มขึ้น คะแนนการพับจะมีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยวลดลง คะแนนการพับจะมีค่าลดลงตามไปด้วย

- ผลการศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นปลาด้วยเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัส

ผลของลักษณะเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นปลาด้วยเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัสแสดงดังตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 คุณสมบัติทางกายภาพของลูกชิ้นปลาโดยการวัดด้วยเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัส

ยี่ห้อ	Hardness(g)	Fracturability(g)	Adhesiveness(g.s)	Springiness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness
1. แต้จิ๋ว	4877.103	2.997	-3.644	0.878	0.491	2371.203	2060.695
2. ซีพี	2879.241	3.39	-3.776	0.832	0.497	1432.431	1191.472
3. ธนาชัย	3737.197	3.461	-2.392	0.93	0.53	1984.456	1845.294
4. เล่าจึง	8539.044	5.289	-3.854	0.896	0.542	4638.807	4158.231
5. หลี ซี ฟู้ดส์	4798.697	4.189	-0.715	0.915	0.533	2559.351	2340.529
6. เฮง เฮง	3702.885	5.155	-1.194	0.906	0.498	1846.713	1673.382
7. บางรัก	2904.362	3.839	-0.83	0.928	0.525	1525.607	1415.996
8. เจ๊ จู เยาวราช	5147.751	3.709	-0.419	0.903	0.497	2570.412	2318.694
9.. สี่พระยา	2401.88	3.576	-1.49	0.928	0.535	1284.146	1189.26
10. พรเจริญ	4536.428	10.053	-2.135	0.949	0.516	2342.466	2222.786

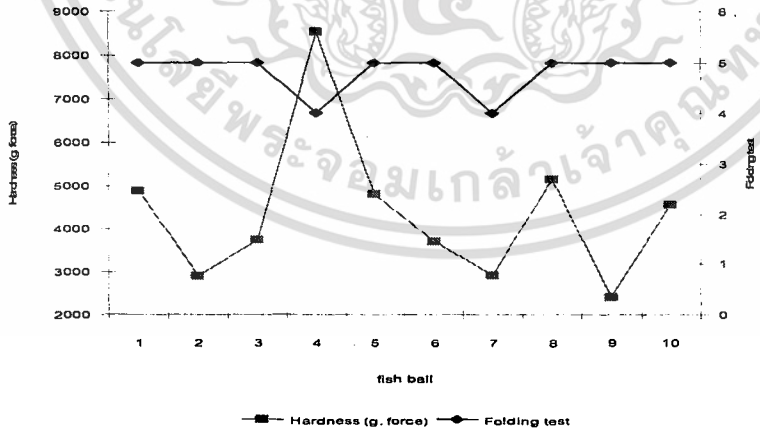
จากตารางที่ 4.3 ลูกชิ้นปลามีค่าความแข็ง (Hardness) อยู่ในช่วง 2401.880-8539.044 กรัม.แรง ค่าความสามารถในการแตกหัก (Fracturability) อยู่ในช่วง 2.997-10.053 กรัม.แรง ค่าความเหนียวแน่น (Adhesiveness) อยู่ในช่วง (-)0.419-(-)3.854 กรัม.วินาที ค่าความเป็นสปริง (Springiness) อยู่ในช่วง 0.832-0.949 ค่าความสามารถในการยึดเกาะ (Cohesiveness) อยู่ในช่วง 0.491-0.542 ค่าความหยุ่นตัว (Gumminess) อยู่ในช่วง 1284.146-2570.412 และค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยว (Chewiness) อยู่ในช่วง 1189.260-4158.231

เมื่อพิจารณาค่าที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัสพบว่า ลูกชิ้นปลาที่มีค่าความแข็ง ค่าความสามารถในการแตกหัก ค่าความสามารถในการยึดเกาะ ค่าความหยุ่นตัวและค่าความคงทนเมื่อถูกบดเคี้ยวสูง แต่มีค่าความเหนียวแน่น และค่าความเป็นสปริงต่ำ แสดงว่า ลูกชิ้นปลานั้นมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ค่อนข้างไม่ดี ส่วนลูกชิ้นปลาที่มีค่าความแข็ง ค่าความสามารถในการแตกหัก ค่าความสามารถในการยึดเกาะ ค่าความหยุ่นตัวและค่าความคงทนเมื่อถูกบดเคี้ยวต่ำ แต่มีค่าความเหนียวแน่น และค่าความเป็นสปริงสูง แสดงว่า ลูกชิ้นปลานั้นมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี

4.2.3 การศึกษาความสัมพันธ์ด้านเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นปลา โดยการวัดด้วยเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัสและการทดสอบแบบพับ

● การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็ง (Hardness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นปลา

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็ง (Hardness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นปลา ดังรูปที่ 4.18



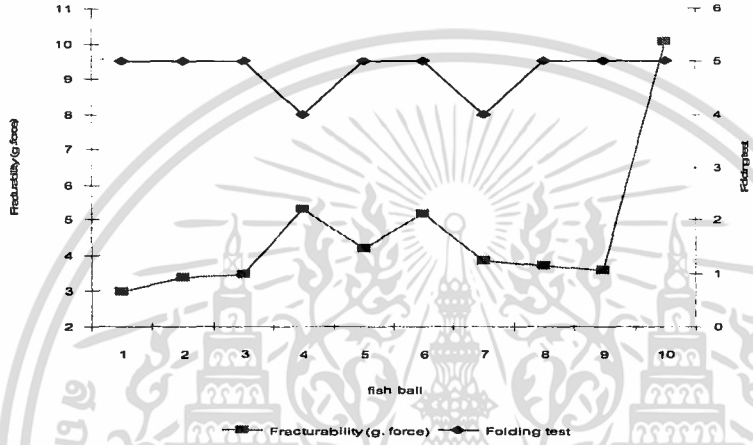
รูปที่ 4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็ง (Hardness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็ง และการทดสอบแบบพับของลูกชิ้นปลา เป็นแบบผกผันกัน คือ เมื่อค่าความแข็งเพิ่มขึ้น คะแนนการพับจะมีค่าลดลง แต่เมื่อค่าความแข็งลดลง คะแนนการพับจะมีค่าเพิ่มขึ้น

• ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการแตกหัก (Fracturability) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นปลา

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการแตกหัก (Fracturability) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นปลา ดังรูปที่ 4.19



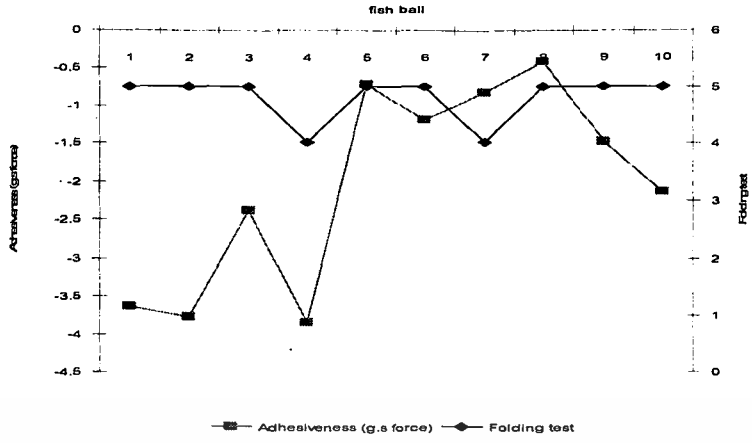
รูปที่ 4.19 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการแตกหัก (Fracturability) และ การทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นปลา

จากรูปที่ 4.19 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการแตกหัก และการทดสอบแบบพับของลูกชิ้นปลาเป็นแบบผกผันกัน คือ เมื่อค่าความสามารถในการแตกหักเพิ่มขึ้น คะแนนการพับจะมีค่าลดลง แต่เมื่อค่าความสามารถในการแตกหักลดลง คะแนนการพับจะมีค่าเพิ่มขึ้น

• ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเหนียวแน่น (Adhesiveness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นปลา

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเหนียวแน่น (Adhesiveness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นปลา ดังรูปที่ 4.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



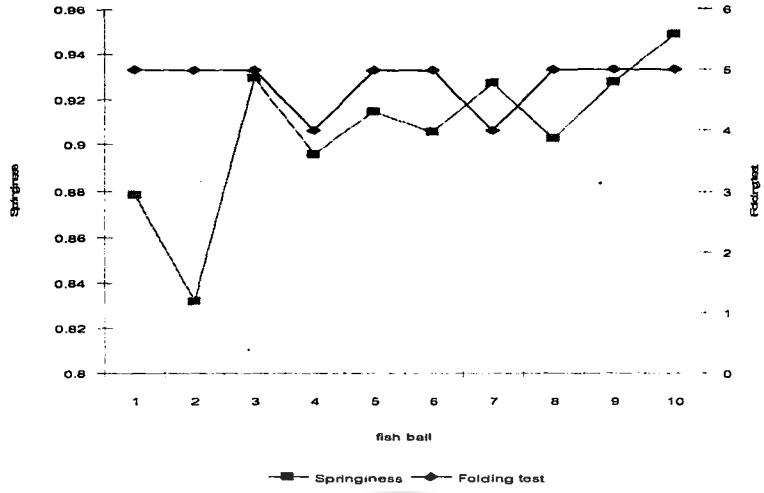
รูปที่ 4.20 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเหนียวแน่น (Adhesiveness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นปลา

จากรูปที่ 4.20 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเหนียวแน่น และการทดสอบแบบพับของลูกชิ้นปลาที่มีราคาสูงและต่ำเป็นแบบผกผันกัน คือ เมื่อค่าความเหนียวแน่นเพิ่มขึ้น คะแนนการพับจะมีค่าลดลง ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเหนียวแน่นและคะแนนการพับของลูกชิ้นปลาที่มีราคาปานกลางเป็นแบบตามกัน คือ เมื่อค่าความเหนียวแน่นเพิ่มขึ้น คะแนนการพับจะมีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อความเหนียวแน่นลดลง คะแนนการพับจะมีค่าลดลงตามไปด้วย

- ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นสปริง (Springiness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นปลา

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นสปริง (Springiness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นปลา ดังรูปที่ 4.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



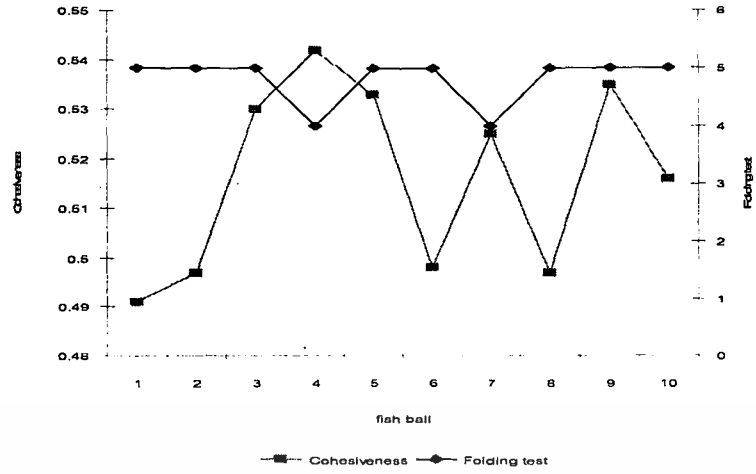
รูปที่ 4.21 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นสปริง (Springiness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นปลา

จากรูปที่ 4.21 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นสปริง และการทดสอบแบบพับของลูกชิ้นปลาเป็นแบบตามกัน คือ เมื่อค่าความเป็นสปริงเพิ่มขึ้น คะแนนการพับจะมีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อค่าความเป็นสปริงลดลง คะแนนการพับจะมีค่าลดลงตามไปด้วย

● ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการยึดเกาะ (Cohesiveness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นปลา

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการยึดเกาะ (Cohesiveness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นปลา ดังรูปที่ 4.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



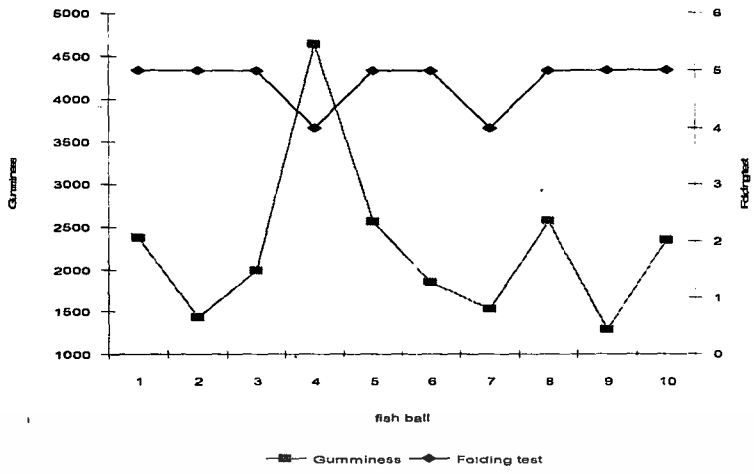
รูปที่ 4.22 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการยึดเกาะ (Cohesiveness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นปลา

จากรูปที่ 4.22 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการยึดเกาะ และการทดสอบแบบพับของลูกชิ้นปลาเป็นแบบผกผันกัน คือ เมื่อค่าความสามารถในการยึดเกาะเพิ่มขึ้น คะแนนการพับจะมีค่าลดลง แต่เมื่อค่าความสามารถในการยึดเกาะลดลง คะแนนการพับจะมีค่าเพิ่มขึ้น

- ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหยุ่นตัว (Gumminess) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นปลา

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหยุ่นตัว (Gumminess) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นปลา ดังรูปที่ 4.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



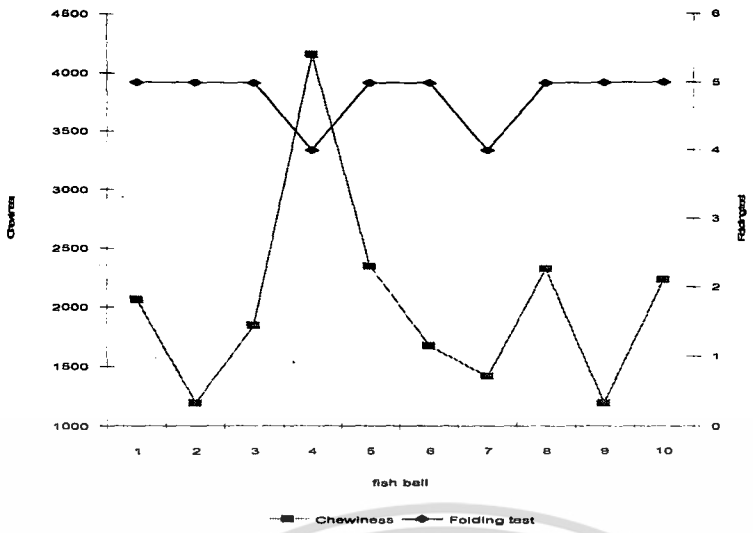
รูปที่ 4.23 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหยุ่นตัว (Gumminess) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นปลา

จากรูปที่ 4.23 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหยุ่นตัว และการทดสอบแบบพับของลูกชิ้นปลาเป็นแบบผกผันกัน คือ เมื่อค่าความหยุ่นตัวเพิ่มขึ้น คะแนนการพับจะมีค่าลดลง แต่เมื่อค่าความหยุ่นตัวลดลง คะแนนการพับจะมีค่าเพิ่มขึ้น

- ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยว (Chewiness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นปลา

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยว (Chewiness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นปลา ดังรูปที่ 4.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.24 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยว (Chewiness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test) ของลูกชิ้นปลา

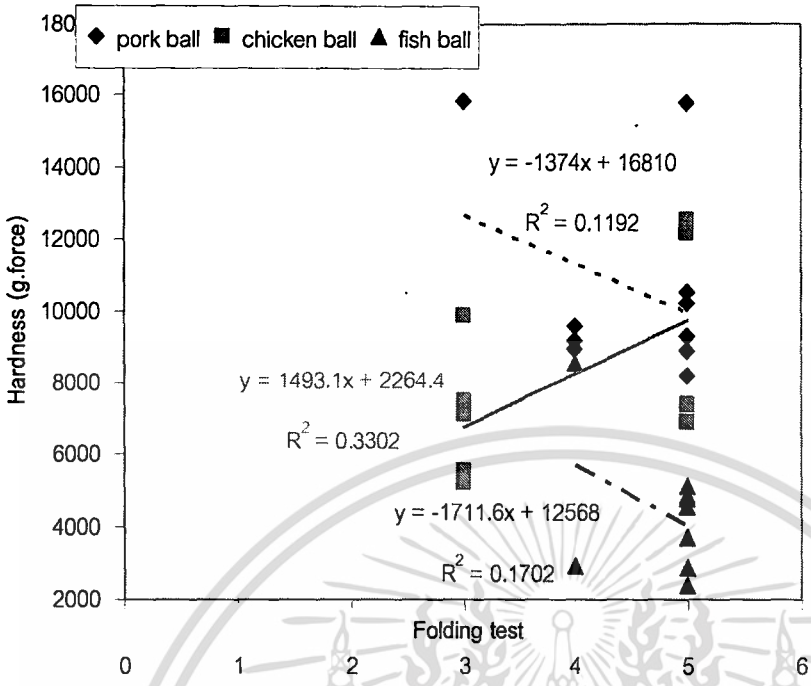
จากรูปที่ 4.24 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยว และการทดสอบแบบพับของลูกชิ้นปลาเป็นแบบผกผันกัน คือ เมื่อค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยวเพิ่มขึ้น คะแนนการพับจะมีค่าลดลง แต่เมื่อค่าความคงทนเมื่อถูกบดเคี้ยวลดลง คะแนนการพับจะมีค่าเพิ่มขึ้น

4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเนื้อสัมผัสโดยการวัดด้วยเครื่องมือและการทดสอบแบบพับ

- ผลของความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็ง (Hardness) และการทดสอบแบบพับ(Folding test)

จากผลการทดลองได้นำค่าความแข็ง (Hardness) และผลการทดสอบแบบพับ(Folding test) มาสร้างกราฟ ดังรูปที่ 4.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.25 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแข็ง (Hardness) และผลการทดสอบแบบพับ

จากรูปที่ 4.25 พบว่าลูกชิ้นหมู สมการถดถอยมีค่าความสัมพันธ์เป็นเชิงลบและค่า R^2 มีค่าประมาณ 0.1192 นั่นคือ ความสัมพันธ์ของข้อมูลจากการทดลองของลูกชิ้นหมูไม่ได้เป็นไปในแนวของสมการถดถอย (ดูจากค่า R^2 มีค่าต่ำ) แต่ก็สามารถสรุปได้ว่า ที่ช่วงของคะแนนการพับประมาณ 3 คะแนน จะมีค่าความแข็งประมาณ 15859.277 กรัม.แรง ที่คะแนนการพับประมาณ 4 คะแนน จะมีค่าความแข็งประมาณ 8933.069-9529.804 กรัม.แรง และที่คะแนนการพับประมาณ 5 คะแนน จะมีค่าความแข็งประมาณ 8184.954 –15780.914 กรัม.แรง

ลูกชิ้นไก่ สมการถดถอยมีค่าความสัมพันธ์เป็นเชิงบวกและค่า R^2 มีค่าประมาณ 0.3302 นั่นคือ ความสัมพันธ์ของข้อมูลจากการทดลองของลูกชิ้นไก่ไม่ได้เป็นไปในแนวของสมการถดถอย (ดูจากค่า R^2 มีค่าต่ำ) แต่ก็สามารถสรุปได้ว่า ที่ช่วงของคะแนนการพับประมาณ 3 คะแนน จะมีค่าความแข็งประมาณ 5217.649-9832.990 กรัม.แรง และที่คะแนนการพับประมาณ 5 คะแนน จะมีค่าความแข็งประมาณ 6874.455-12522.130 กรัม.แรง

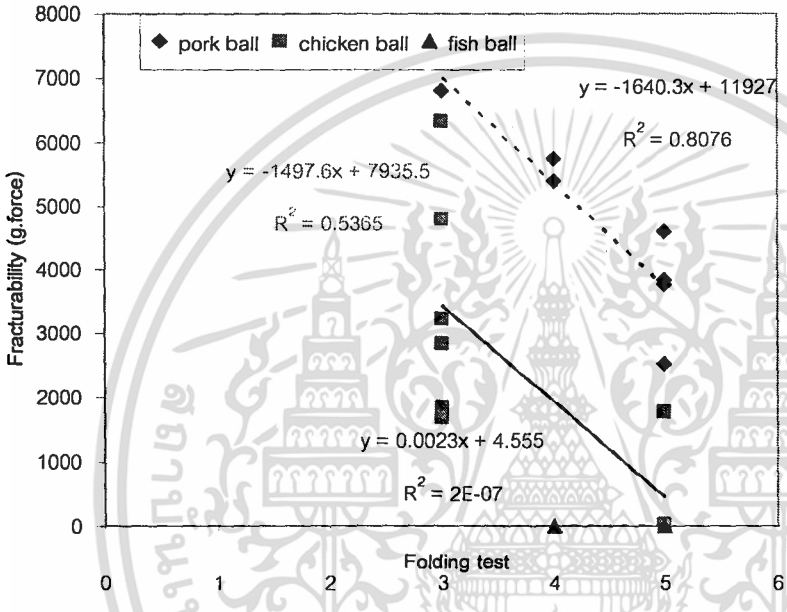
ลูกชิ้นปลา สมการถดถอยมีค่าความสัมพันธ์เป็นเชิงบวกและค่า R^2 มีค่าประมาณ 0.1702 นั่นคือ ความสัมพันธ์ของข้อมูลจากการทดลองของลูกชิ้นปลาไม่ได้เป็นไปในแนวของสมการถดถอย (ดูจากค่า R^2 มีค่าต่ำ) แต่ก็สามารถสรุปได้ว่า ที่ช่วงของคะแนนการพับประมาณ 4 คะแนน จะมีค่าความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แข็งประมาณ 2904.362 กรัม.แรง และที่คะแนนการพับประมาณ 5 คะแนน จะมีค่าความแข็งประมาณ 2401.88-4877.103 กรัม.แรง

● ผลของความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการแตกหัก (Fracturability) และการทดสอบแบบพับ(Folding test)

จากผลการทดลองได้นำค่าความสามารถในการแตกหัก (Fracturability) และผลการทดสอบแบบพับ(Folding test) มาสร้างกราฟ ดังรูปที่ 4.26



รูปที่ 4.26 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการแตกหัก (Fracturability) และผลการทดสอบแบบพับ

จากรูปที่ 4.26 พบว่าลูกชิ้นหมู สมการถดถอยมีค่าความสัมพันธ์เป็นเชิงลบและค่า R^2 มีค่าประมาณ 0.8076 นั่นคือ ความสัมพันธ์ของข้อมูลจากการทดลองของลูกชิ้นหมูอยู่ในเกณฑ์พอใช้ (ดูจากค่า R^2 มีค่าค่อนข้างสูง) แต่ก็สามารถสรุปได้ว่า ที่ช่วงของคะแนนการพับประมาณ 3 คะแนน จะมีค่าความสามารถในการแตกหักประมาณ 6805.455 กรัม.แรง ที่คะแนนการพับประมาณ 4 คะแนน จะมีค่าความสามารถในการแตกหักประมาณ 5400.697 กรัม.แรง และที่คะแนนการพับประมาณ 5 คะแนน จะมีค่าความสามารถในการแตกหักประมาณ 4.208-4586.962 กรัม.แรง

ลูกชิ้นไก่ สมการถดถอยมีค่าความสัมพันธ์เป็นเชิงบวกและค่า R^2 มีค่าประมาณ 0.5365นั่นคือ ความสัมพันธ์ของข้อมูลจากการทดลองของลูกชิ้นไก่ไม่ได้เป็นไปในแนวของสมการถดถอย (ดูจากค่า R^2 มีค่าต่ำ) แต่ก็สามารถสรุปได้ว่า ที่ช่วงของคะแนนการพับประมาณ 3 คะแนน จะมีค่า

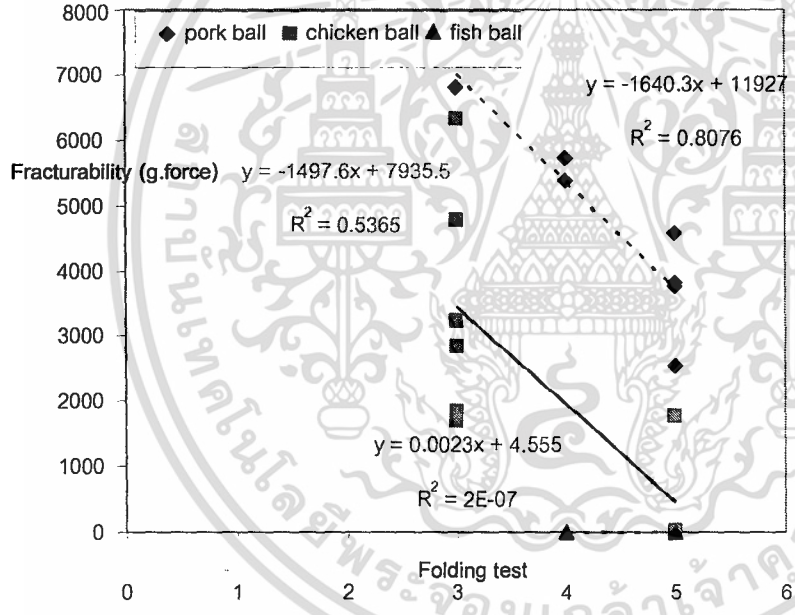
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถในการแตกหัก ประมาณ 1669.057-6321.435 กรัม.แรง และที่คะแนนการพับประมาณ 5 คะแนน จะมีค่าความสามารถในการแตกหักประมาณ 4.104-1768.663 กรัม.แรง

ลูกชิ้นปลา ไม่มีความสัมพันธ์กับสมการถดถอย แต่ก็สามารถสรุปได้ว่า ที่ช่วงของคะแนนการพับประมาณ 4 คะแนน จะมีค่าความสามารถในการแตกหักประมาณ 3.839-4.198 กรัม.แรง และที่คะแนนการพับประมาณ 5 คะแนน จะมีค่าความสามารถในการแตกหักประมาณ 2.997-10.053 กรัม.แรง

• ผลของความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเหนียวแน่น (Adhesiveness)และการทดสอบแบบพับ (Folding test)

จากผลการทดลองได้นำค่าความเหนียวแน่น (Adhesiveness)และผลการทดสอบแบบพับ (Folding test) มาสร้างกราฟ ดังรูปที่ 4.27



รูปที่ 4.27 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเหนียวแน่น (Adhesiveness)และผลการทดสอบแบบพับ

จากรูปที่ 4.27 พบว่าลูกชิ้นหมู สมการถดถอยมีค่าความสัมพันธ์เป็นเชิงบวกและค่า R^2 มีค่าประมาณ 0.0139 นั่นคือ ความสัมพันธ์ของข้อมูลจากการทดลองของลูกชิ้นหมูไม่ได้เป็นไปในแนวของสมการถดถอย (ดูจากค่า R^2 มีค่าต่ำ) แต่ก็สามารถสรุปได้ว่า ที่ช่วงของคะแนนการพับประมาณ 3 คะแนน จะมีค่าค่าความเหนียวแน่นประมาณ (-)9.179 กรัม.วินาที ที่คะแนนการพับประมาณ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

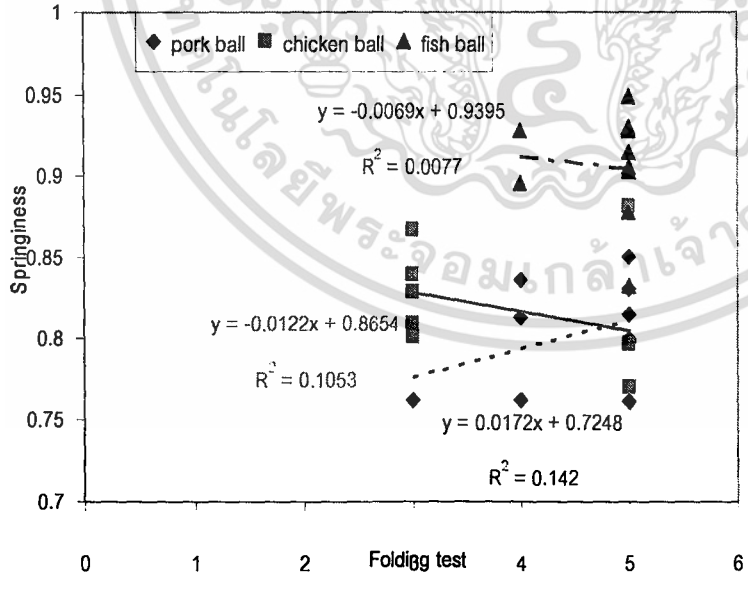
คะแนน จะมีค่าความเหนียวแน่นประมาณ (-)1.675-(-)5.603 กรัม.วินาที และที่คะแนนการพับประมาณ 5 คะแนน จะมีค่าความเหนียวแน่นประมาณ (-)2.013-(-)6.760 กรัม. วินาที

ลูกชิ้นไก่ สมการถดถอยมีความสัมพันธ์เป็นเชิงบวกและค่า R^2 มีค่าประมาณ 0.0726 นั่นคือ ความสัมพันธ์ของข้อมูลจากการทดลองของลูกชิ้นไก่ไม่ได้เป็นไปในแนวของสมการถดถอย (ดูจากค่า R^2 มีค่าต่ำ) แต่ก็สามารถสรุปได้ว่า ที่ช่วงของคะแนนการพับประมาณ 3 คะแนน จะมีค่าความเหนียวแน่นประมาณ (-)1.478-(-)23.016 กรัม.แรง และที่คะแนนการพับประมาณ 5 คะแนน จะมีค่าความเหนียวแน่นประมาณ (-)13.170-(-)62.090 กรัม.แรง

ลูกชิ้นปลา สมการถดถอยมีความสัมพันธ์เป็นเชิงบวกสมการถดถอยมีความสัมพันธ์เป็นเชิงบวกและค่า R^2 มีค่าประมาณ 0.0754 นั่นคือ ความสัมพันธ์ของข้อมูลจากการทดลองของลูกชิ้นปลาไม่ได้เป็นไปในแนวของสมการถดถอย (ดูจากค่า R^2 มีค่าต่ำ) แต่ก็สามารถสรุปได้ว่า ที่ช่วงของคะแนนการพับประมาณ 4 คะแนน จะมีค่าความเหนียวแน่นประมาณ (-)0.83-(-)3.854 กรัม.แรง และที่คะแนนการพับประมาณ 5 คะแนน จะมีค่าความเหนียวแน่นประมาณ(-)0.419-(-)3.776 กรัม.แรง

● ผลของความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นสปริง (Springiness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test)

จากผลการทดลองได้นำค่าความเป็นสปริง (Springiness) และผลการทดสอบแบบพับ (Folding test) มาสร้างกราฟ ดังรูปที่ 4.27



รูปที่ 4.28 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นสปริง (Springiness) และผลการทดสอบแบบพับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.28 พบว่าลูกชิ้นหมู สมการถดถอยมีค่าความสัมพันธ์เป็นเชิงบวกและค่า R^2 มีค่าประมาณ 0.142 นั่นคือ ความสัมพันธ์ของข้อมูลจากการทดลองของลูกชิ้นหมูไม่ได้เป็นไปในแนวของสมการถดถอย (ดูจากค่า R^2 มีค่าต่ำ) แต่ก็สามารถสรุปได้ว่า ที่ช่วงของคะแนนการพับประมาณ 3 คะแนน จะมีค่าความเป็นสปริง (Springiness) ประมาณ 0.762 ที่คะแนนการพับประมาณ 4 คะแนน จะมีค่าความเป็นสปริง (Springiness) ประมาณ 0.812-0.836 และที่คะแนนการพับประมาณ 5 คะแนน จะมีค่าความเป็นสปริง (Springiness) ประมาณ 0.761-0.850

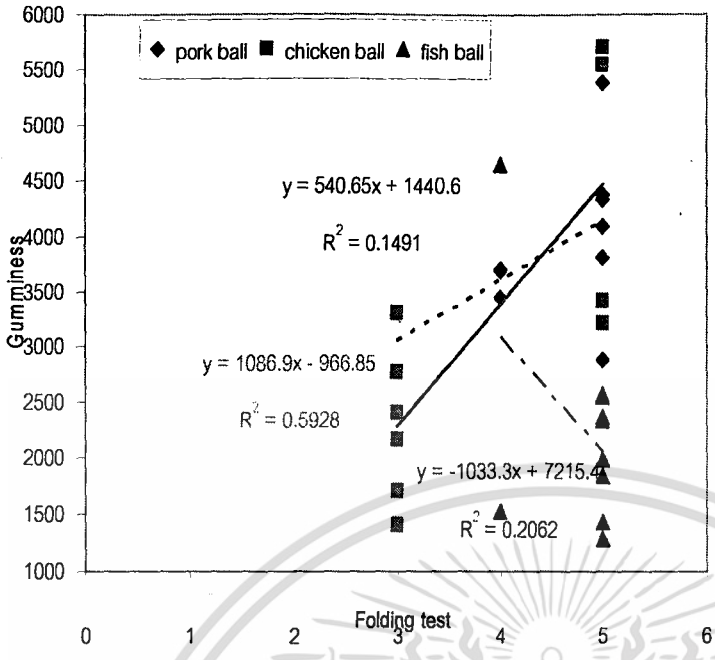
ลูกชิ้นไก่ สมการถดถอยมีความสัมพันธ์เป็นเชิงลบและค่า R^2 มีค่าประมาณ 0.1053 นั่นคือ ความสัมพันธ์ของข้อมูลจากการทดลองของลูกชิ้นไก่ไม่ได้เป็นไปในแนวของสมการถดถอย (ดูจากค่า R^2 มีค่าต่ำ) แต่ก็สามารถสรุปได้ว่า ที่ช่วงของคะแนนการพับประมาณ 3 คะแนน จะมีค่าความเป็นสปริง (Springiness) ประมาณ 0.800-0.839 และที่คะแนนการพับประมาณ 5 คะแนน จะมีค่าความเป็นสปริง (Springiness) ประมาณ 0.770-0.882

ลูกชิ้นปลา สมการถดถอยมีความสัมพันธ์เป็นเชิงลบสมการถดถอยมีความสัมพันธ์เป็นเชิงบวกและค่า R^2 มีค่าประมาณ 0.0077 นั่นคือ ความสัมพันธ์ของข้อมูลจากการทดลองของลูกชิ้นปลาไม่ได้เป็นไปในแนวของสมการถดถอย (ดูจากค่า R^2 มีค่าต่ำ) แต่ก็สามารถสรุปได้ว่า ที่ช่วงของคะแนนการพับประมาณ 4 คะแนน จะมีค่าความเป็นสปริง (Springiness) ประมาณ 0.896-0.928 และที่คะแนนการพับประมาณ 5 คะแนน จะมีค่าความเป็นสปริง (Springiness) ประมาณ 0.832-0.949

- ผลของความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหยุ่นตัว (Gumminess) และการทดสอบแบบพับ (Folding test)

จากผลการทดลองได้นำค่าความหยุ่นตัว (Gumminess) และผลการทดสอบแบบพับ (Folding test) มาสร้างกราฟ ดังรูปที่ 4.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.29 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหยุ่นตัว (Gumminess) และผลการทดสอบแบบพับ

จากรูปที่ 4.29 พบว่าลูกชิ้นหมู สมการถดถอยมีค่าความสัมพันธ์เป็นเชิงบวกและค่า R^2 มีค่าประมาณ 0.1941 นั่นคือ ความสัมพันธ์ของข้อมูลจากการทดลองของลูกชิ้นหมูไม่ได้เป็นไปในแนวของสมการถดถอย (ดูจากค่า R^2 มีค่าต่ำ) แต่ก็สามารถสรุปได้ว่า ที่ช่วงของคะแนนการพับประมาณ 3 คะแนน จะมีค่าความหยุ่นตัวประมาณ 5361.476 ที่คะแนนการพับประมาณ 4 คะแนน จะมีค่าหยุ่นตัวประมาณ 3436.7963-3694.033 และที่คะแนนการพับประมาณ 5 คะแนน จะมีค่าความประมาณ 4085.674-4374.442

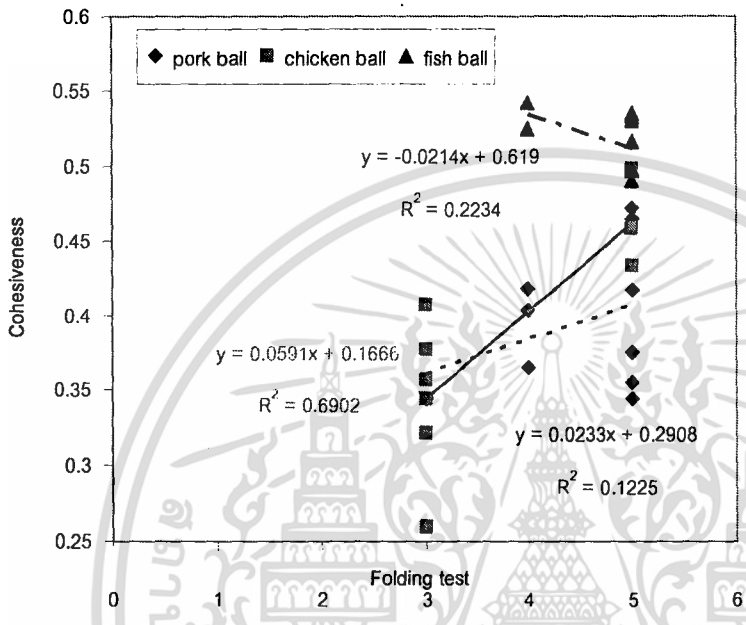
ลูกชิ้นไก่ สมการถดถอยมีความสัมพันธ์เป็นเชิงบวกและค่า R^2 มีค่าประมาณ 0.5928 นั่นคือ ความสัมพันธ์ของข้อมูลจากการทดลองของลูกชิ้นไก่ไม่ได้เป็นไปในแนวของสมการถดถอย (ดูจากค่า R^2 มีค่าต่ำ) แต่ก็สามารถสรุปได้ว่า ที่ช่วงของคะแนนการพับประมาณ 3 คะแนน จะมีค่าความหยุ่นตัวประมาณ 1702.280-3307.874 และที่คะแนนการพับประมาณ 5 คะแนน จะมีค่าความหยุ่นตัวประมาณ 3209.403-5706.320

ลูกชิ้นปลา สมการถดถอยมีความสัมพันธ์เป็นเชิงลบสมการถดถอยมีความสัมพันธ์เป็นเชิงบวกและค่า R^2 มีค่าประมาณ 0.2062 นั่นคือ ความสัมพันธ์ของข้อมูลจากการทดลองของลูกชิ้นปลาไม่ได้เป็นไปในแนวของสมการถดถอย (ดูจากค่า R^2 มีค่าต่ำ) แต่ก็สามารถสรุปได้ว่า ที่ช่วงของคะแนนการพับประมาณ 4 คะแนน จะมีค่าความหยุ่นตัวประมาณ 1525.607-4638.807 และที่คะแนนการพับประมาณ 5 คะแนน จะมีค่าความหยุ่นตัวประมาณ 2342.466-2570.412

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ผลของความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการยึดเกาะ (Cohesiveness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test)

จากผลการทดลองได้นำค่าความสามารถในการยึดเกาะ (Cohesiveness) และผลการทดสอบแบบพับ (Folding test) มาสร้างกราฟ ดังรูปที่ 4.30



รูปที่ 4.30 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสามารถในการยึดเกาะ (Cohesiveness) และผลการทดสอบแบบพับ

จากรูปที่ 4.30 พบว่าลูกชิ้นหมู สมการถดถอยมีค่าความสัมพันธ์เป็นเชิงบวกและค่า R^2 มีค่าประมาณ 0.1225 นั่นคือ ความสัมพันธ์ของข้อมูลจากการทดลองของลูกชิ้นหมูไม่ได้เป็นไปในแนวของสมการถดถอย (ดูจากค่า R^2 มีค่าต่ำ) แต่ก็สามารถสรุปได้ว่า ที่ช่วงของคะแนนการพับประมาณ 3 คะแนน จะมีค่าความสามารถในการยึดเกาะประมาณ 0.344 ที่คะแนนการพับประมาณ 4 คะแนน จะมีค่าสามารถในการยึดเกาะประมาณ 0.365-0.418 และที่คะแนนการพับประมาณ 5 คะแนน จะมีค่าความสามารถในการยึดเกาะประมาณ 0.344-0.0.472

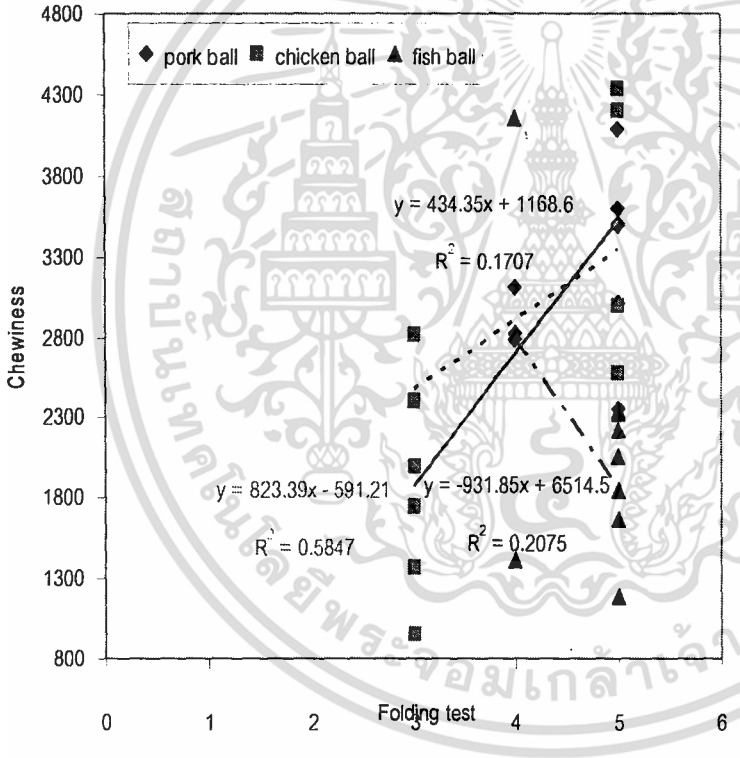
ลูกชิ้นไก่ สมการถดถอยมีความสัมพันธ์เป็นเชิงบวกและค่า R^2 มีค่าประมาณ 0.6902 นั่นคือ ความสัมพันธ์ของข้อมูลจากการทดลองของลูกชิ้นไก่ไม่ได้เป็นไปในแนวของสมการถดถอย (ดูจากค่า R^2 มีค่าต่ำ) แต่ก็สามารถสรุปได้ว่า ที่ช่วงของคะแนนการพับประมาณ 3 คะแนน จะมีค่าความสามารถในการยึดเกาะประมาณ 0.259-0.407 และที่คะแนนการพับประมาณ 5 คะแนน จะมีค่าความสามารถในการยึดเกาะประมาณ 0.433-0.498

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลูกชิ้นปลา สมการถดถอยมีความสัมพันธ์เป็นเชิงลบสมการถดถอยมีความสัมพันธ์เป็นเชิงบวกและค่า R^2 มีค่าประมาณ 0.2234 นั่นคือ ความสัมพันธ์ของข้อมูลจากการทดลองของลูกชิ้นปลาไม่ได้เป็นไปในแนวของสมการถดถอย (ดูจากค่า R^2 มีค่าต่ำ) แต่ก็สามารถสรุปได้ว่า ที่ช่วงของคะแนนการพับประมาณ 4 คะแนน จะมีค่าความสามารถในการยึดเกาะประมาณ 0.525-0.542 และที่คะแนนการพับประมาณ 5 คะแนน จะมีค่าความสามารถในการยึดเกาะประมาณ 0.530-0.535

• ผลของความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยว (Chewiness) และการทดสอบแบบพับ (Folding test)

จากผลการทดลองได้นำค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยว (Chewiness) และผลการทดสอบแบบพับ (Folding test) มาสร้างกราฟ ดังรูปที่ 4.31



รูปที่ 4.31 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยว (Chewiness) และผลการทดสอบแบบพับ

จากรูปที่ 4.31 พบว่าลูกชิ้นหมู สมการถดถอยมีค่าความสัมพันธ์เป็นเชิงบวกและค่า R^2 มีค่าประมาณ 0.1707 นั่นคือ ความสัมพันธ์ของข้อมูลจากการทดลองของลูกชิ้นหมูไม่ได้เป็นไปในแนวของสมการถดถอย (ดูจากค่า R^2 มีค่าต่ำ) แต่ก็สามารถสรุปได้ว่า ที่ช่วงของคะแนนการพับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมาณ 3 คะแนน จะมีค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยวประมาณ 4055.953 ที่คะแนนการพับประมาณ 4 คะแนน จะมีค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยวประมาณ 2789.003-2825.296 และที่คะแนนการพับประมาณ 5 คะแนน จะมีค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยวประมาณ 3013.931-3598.369

ลูกชิ้นไก่ สมการถดถอยมีความสัมพันธ์เป็นเชิงบวกและค่า R^2 มีค่าประมาณ 0.5847 นั่นคือ ความสัมพันธ์ของข้อมูลจากการทดลองของลูกชิ้นไก่ไม่ได้เป็นไปในแนวของสมการถดถอย (ดูจากค่า R^2 มีค่าต่ำ) แต่ก็สามารถสรุปได้ว่า ที่ช่วงของคะแนนการพับประมาณ 3 คะแนน จะมีค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยวประมาณ 952.589-2815.868 และที่คะแนนการพับประมาณ 5 คะแนน จะมีค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยวประมาณ 2569.119-4341.267

ลูกชิ้นปลา สมการถดถอยมีความสัมพันธ์เป็นเชิงลบสมการถดถอยมีความสัมพันธ์เป็นเชิงบวกและค่า R^2 มีค่าประมาณ 0.2075 นั่นคือ ความสัมพันธ์ของข้อมูลจากการทดลองของลูกชิ้นปลาไม่ได้เป็นไปในแนวของสมการถดถอย (ดูจากค่า R^2 มีค่าต่ำ) แต่ก็สามารถสรุปได้ว่า ที่ช่วงของคะแนนการพับประมาณ 4 คะแนน จะมีค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยวประมาณ 1415.996-4158.231 และที่คะแนนการพับประมาณ 5 คะแนน จะมีค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยวประมาณ 1189.26-2222.786

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ลูกชิ้นหมูมีค่าความแข็งอยู่ในช่วง 8184.954-15859.277 กรัม.แรง ค่าความสามารถในการแตกหักอยู่ในช่วง 3.222-6805.455 ค่าความเหนียวแน่นอยู่ในช่วง (-)1.675-(-)6.760 ค่าความเป็นสปริงอยู่ในช่วง 0.761-0.850 ค่าความสามารถในการยึดเกาะอยู่ในช่วง 0.344-0.472 ค่าความหยุ่นตัวอยู่ในช่วง 2890.192-5372.856 และค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยวอยู่ในช่วง 2346.330-4090.824ในขณะที่การทดสอบแบบพับมีคะแนนอยู่ในช่วง 3-5 คะแนน
2. ลูกชิ้นไก่มีค่าความแข็งอยู่ในช่วง 5217.649-12522.130 ค่าความสามารถในการแตกหักอยู่ในช่วง 4.104-6321.435 ค่าความเหนียวแน่นอยู่ในช่วง (-)1.487-(-)62.090 ค่าความเป็นสปริงอยู่ในช่วง 0.770-0.882 ค่าความสามารถในการยึดเกาะอยู่ในช่วง 0.259-0.498 ค่าความหยุ่นตัวอยู่ในช่วง 1412.664-5706.320 และค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยวอยู่ในช่วง 952.589-4341.267 ในขณะที่การทดสอบแบบพับมีคะแนนอยู่เท่ากับ 3 และ 5 คะแนน
3. ลูกชิ้นปลามีค่าความแข็งอยู่ในช่วง 2401.88-5147.751 ค่าความสามารถในการแตกหักอยู่ในช่วง 2.997-10.053 ค่าความเหนียวแน่นอยู่ในช่วง (-)0.83-(-)3.839 ค่าความเป็นสปริงอยู่ในช่วง 0.832-0.949 ค่าความสามารถในการยึดเกาะอยู่ในช่วง 0.491-0.542 ค่าความหยุ่นตัวอยู่ในช่วง 1284.146-2559.351 และค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยวอยู่ในช่วง 1189.26-4158.231 ในขณะที่การทดสอบแบบพับมีคะแนนอยู่ในช่วง 4-5 คะแนน
4. เมื่อนำผลที่ได้จากเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัสและการทดสอบแบบพับมาหาความสัมพันธ์จะได้ว่า ค่าความแข็ง ค่าความเหนียวแน่น ค่าความเป็นสปริง ละค่าความหยุ่นตัวไม่มีความสัมพันธ์เป็นเชิงเส้นกับคะแนนการพับ แต่ค่าความสามารถในการแตกหักและค่าความสามารถในการยึดเกาะมีความสัมพันธ์เป็นเชิงเส้นกับคะแนนการพับในระดับที่ยอมรับได้
5. เนื่องจากค่า X (คะแนนการพับ)ที่ได้นั้นมีค่าซ้ำกันหลายครั้ง ทำให้การกระจายของข้อมูลมีน้อยมาก ดังนั้นจึงไม่สามารถหาความสัมพันธ์ได้ดีเท่าที่ควร
6. ค่า R^2 ทำให้สามารถทราบได้ว่าข้อมูลนั้นๆมีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1. ควรทดลองผลิตตัวอย่างลูกชิ้นเอง โดยผลิตแล้วนำตัวอย่างลูกชิ้นไปทดสอบด้วยวิธีการพับ ซึ่งควรจะได้คะแนนการพับตั้งแต่ 1-5 คะแนน จึงจะได้ข้อมูลที่มีการกระจายดี ซึ่งจะหาความสัมพันธ์ระหว่างวิธีที่ใช้เครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัสและการทดสอบแบบพับได้แม่นยำ
2. ไม่ควรซื้อผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นมาจากตลาดหรือห้างสรรพสินค้าต่างๆ เพื่อนำมาทดลองนี้ เพราะคะแนนการพับที่ได้จะไม่มีการกระจายตัวที่ดีเพียงพอ คือคะแนนการพับจะมีค่าอยู่ในช่วง 3-5 คะแนนเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากหากทำการทดสอบแบบพับแล้วได้คะแนนการพับมีค่า 1 คะแนน ก็แสดงว่าลูกชิ้นยี่ห้อนั้นๆมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ไม่ดี ไม่เป็นที่ยอมรับต่อผู้บริโภค ทำให้ผู้ผลิตไม่สามารถขายผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นได้ ดังนั้น จึงต้องทำการผลิตลูกชิ้นที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสไม่ดีมาสักประมาณ 2 ผลิตภัณฑ์เพื่อได้คะแนนการทดสอบแบบพับประมาณ 1-2 คะแนน แล้วจะทำให้ข้อมูลมีการกระจายตัวมากขึ้น จึงสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่ได้จากเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัสและการทดสอบแบบพับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงอุตสาหกรรม.2533.มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ลูกชิ้นเนื้อวัว ลูกชิ้นเนื้อหมูและลูกชิ้นไก่.เอกสาร มอก.ที่1009-2533.สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม,กรุงเทพฯ.

กิตติชัย บรรจง, ดร.2535.เครื่องมือวัดสมบัติลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหาร.ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พรทิพย์ มีนพกิจ.2542.สัมมนาเรื่อง ผลของเกลือแกงและฟอสเฟตต่อคุณสมบัติทางหน้าที่ของโปรตีนในเนื้อสัตว์.ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์,ผศ.2546.บทปฏิบัติการวิชาเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์.โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

รัตนภัทร เที่ยงมิตร. 2544. การลดปริมาณเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคบางชนิดในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นไก่. วิทยาศาสตร์การอาหาร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วิรัชช พานิชวงศ์,รศ. 2546. การวิเคราะห์การถดถอย.ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

โสรยา เกิดพิบูลย์. 2544.สัมมนาเรื่อง ผลของแป้งที่มีต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นปลา.ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

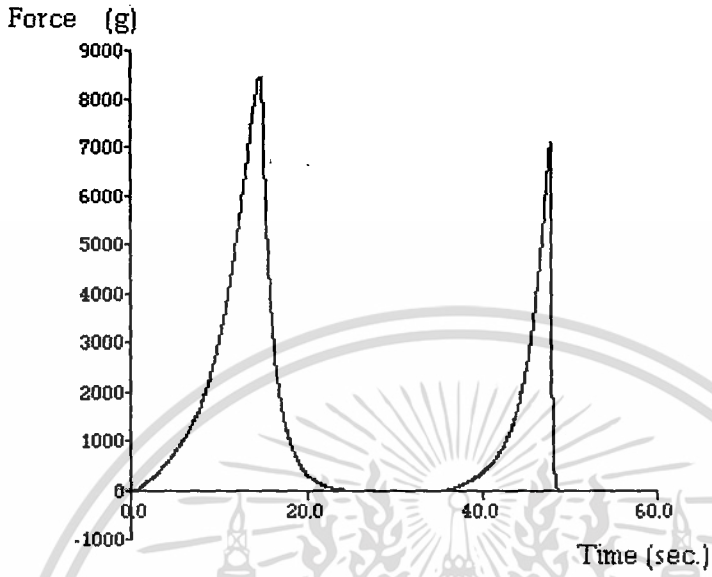
Malcolm Bourne.2002.Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement.2nd Edition.Academic Press.New York

Sandaram Gunasekaran.2001.Nondestructive Food Evaluation : Techniques to Analyze Properties and Quality.Marcel Dekker,Inc. New York

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

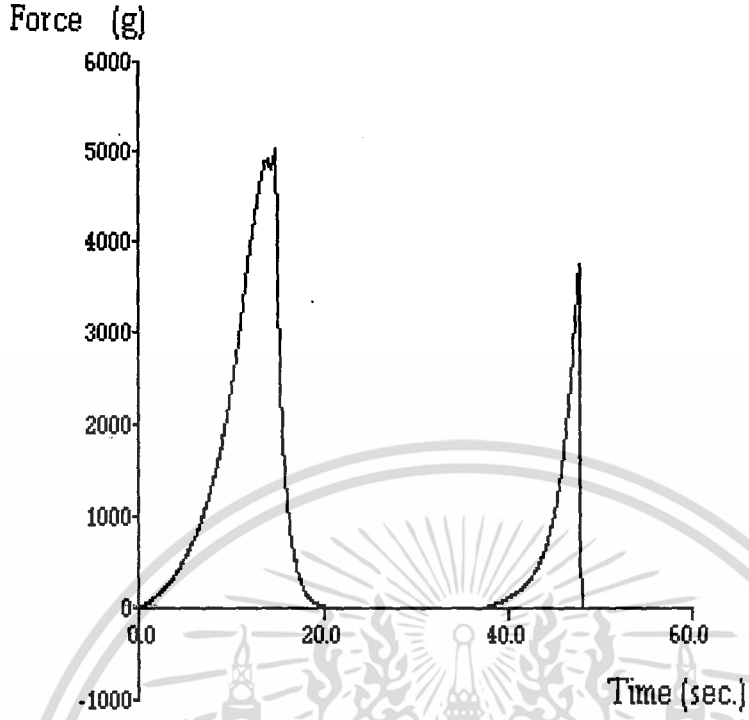
ภาคผนวก ข

กราฟที่ได้จากการวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นด้วยเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัส



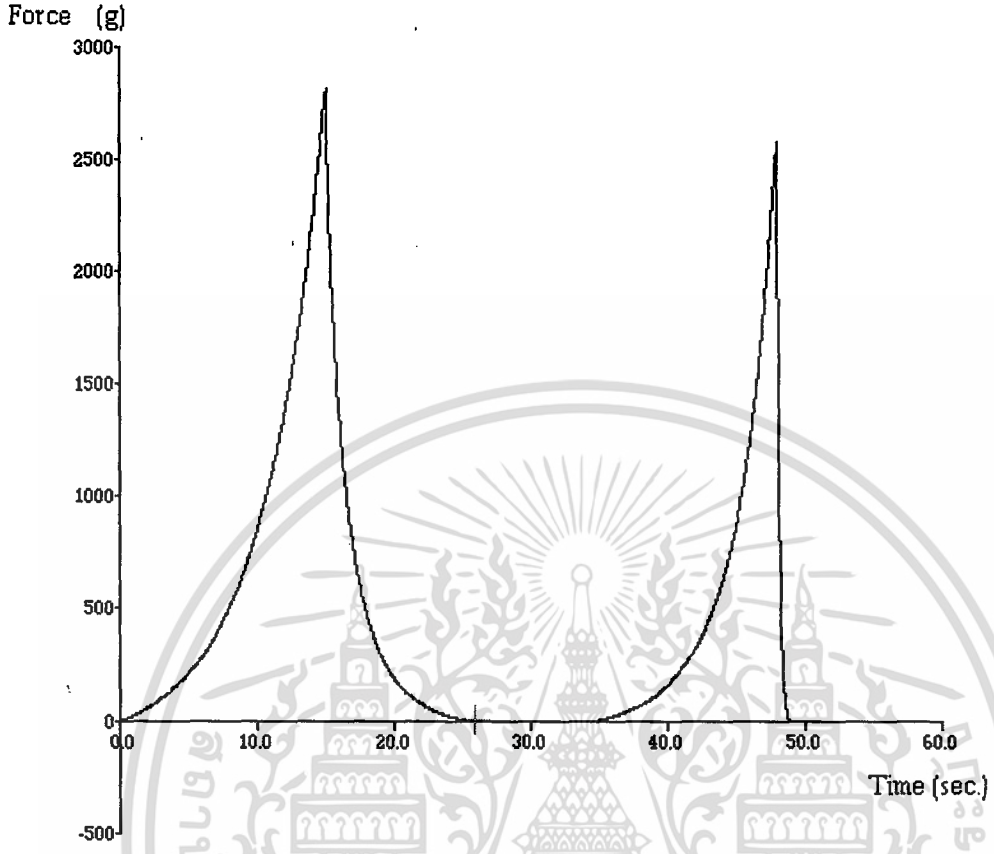
รูปที่ 1 กราฟที่ได้จากการวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นหมูด้วยเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 กราฟที่ได้จากการวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นไก่ด้วยเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

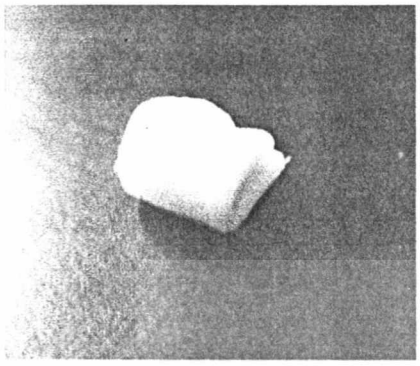


รูปที่ 3 กราฟที่ได้จากการวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นปลาด้วยเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัส

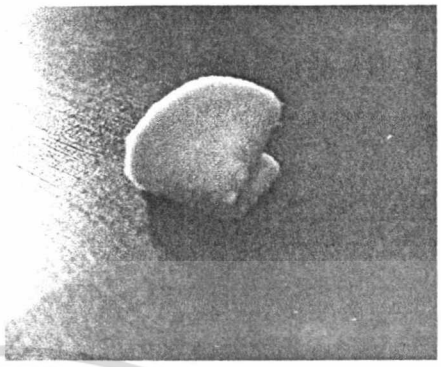
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

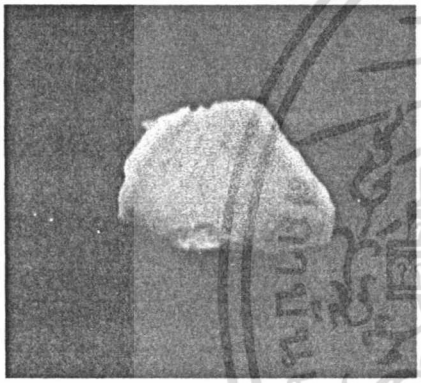
รูปคะแนนการทดสอบแบบพับของลูกชิ้น



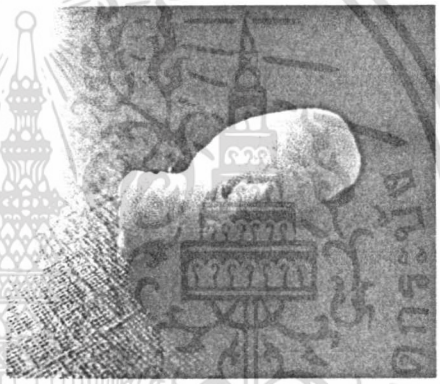
5 คะแนน คือ ไม่มีรอยแตกเมื่อพับเป็น 4 ส่วน



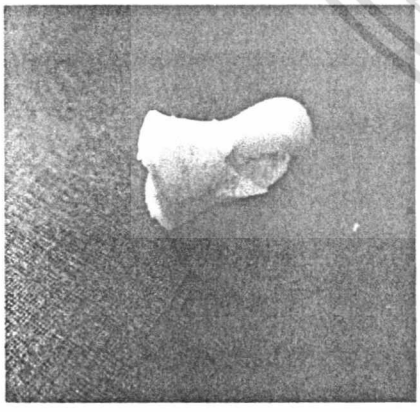
4 คะแนน คือ มีรอยแตกหรือฉีกขาดเล็กน้อยเมื่อพับเป็น 4 ส่วน



3 คะแนน คือ มีรอยแตกหรือฉีกขาดเล็กน้อยเมื่อพับเป็น 2 ส่วน



2 คะแนน คือ มีรอยแตกแต่ไม่แยกออกจากกันเมื่อพับเป็น 2 ส่วน

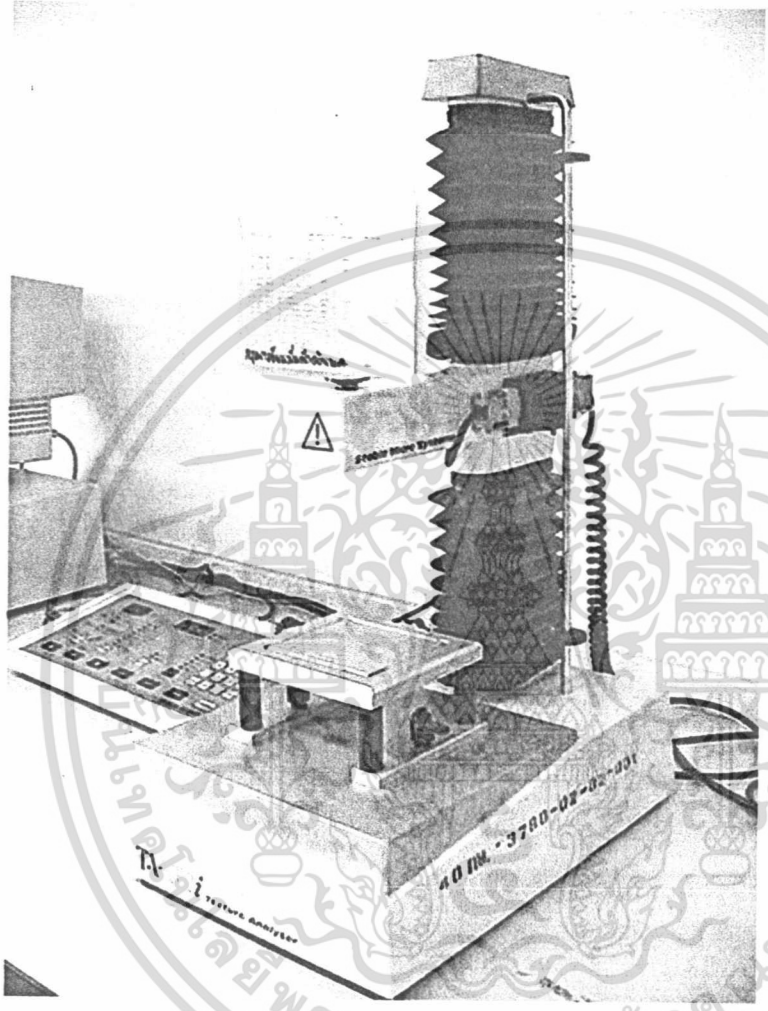


1 คะแนน คือ มีรอยแตกและแยกออกจากกันเมื่อพับเป็น 2 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

รูปเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัส รุ่น TA XT2i



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้