19758

T096549

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัส ของปีกบนไก่ชุบแป้งทอดระหว่างการแช่แข็ง

Changes in Physical , Chemical , Microbial and Sensory Qualities of Fried Breaded Chicken Drummett During Freezing

โดย

นายกัญจน์ สุทธิสมบูรณ์ รหัสนักศึกษา 43040161

นายปภาวุฒิ วัฒนานุสิทธิ์ รหัสนักศึกษา 43040179

ได้รับความเห็นชอบจาก

.... 7 /ตค./47 **อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ**

(รศ.ดร.วรรณา ตั้งเจริญชัย)

ปพ.
ก381ก
2547

เลขหมู่..........................

เลขทะเบียน 96549

วัน.เดือน.ปี..........................

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กัญจน์ สุทธิสมบูรณ์ และ ปภาวุฒิ วัฒนานุสิทธิ์. 2546. : การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัสของปีกบนไก่ชุบแป้งทอดระหว่างการแช่แข็ง (Changes in Physical , Chemical , Microbial and Sensory Qualities of Fried Breaded Chicken Drummett During Freezing). ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ.ดร.วรรณา ตั้งเจริญชัย

บทคัดย่อ

ศึกษาการเปลี่ยนแปลง คุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์และประสาทสัมผัสของปีกบนไก่ชุบแป้งทอดให้สุกเพียงบางส่วน (partially cooked) ที่อุณหภูมิ 175±5 องศาซลเซียส นาน 1 นาที ก่อนเก็บที่อุณหภูมิ -10 และ -18 องศาซลเซียส นาน 14 และ 28 วัน เปรียบเทียบกับคุณภาพของปีกบนไก่ชุบแป้งทอดให้สุกทั้งชิ้น (fully cooked) ตามลำดับ วิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและ จุลินทรีย์หลังจากแช่แข็งพบว่าค่าTBA เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการเก็บ พบว่าระยะเวลาเก็บและอุณหภูมิของการแช่แข็งมีบทบาทต่อปริมาณ TBA และจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ทั้งนี้คุณภาพดังกล่าวแปรผันตามระยะเวลา แต่แปรผกผันกับอุณหภูมิแช่แข็ง ไม่พบจุลินทรีย์ *E.coli* , *Samonella* , *Stapphylococus aureus.* ทั้ง 14 และ 28 วัน และทั้งสองระดับของอุณหภูมิ เมื่อนำไก่มาทอดจนสุกแล้วพบว่าไก่ที่แช่ในอุณหภูมิ –18 องศาเซลเซียส นาน 14วัน มีความกรอบมากกว่าที่แช่แข็งนาน 28วัน ทั้งนี้คุณภาพดังกล่าวดีกว่าเมื่อทดลองกับไก่ที่เก็บในอุณหภูมิ -10 องศาเซลเซียส ด้านประสาทสัมผัสใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ โดยผู้ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่เก็บ ที่ 14และ 28 วัน ทั้งสองอุณหภูมิ

กัญจน์ สุทธิสมบูรณ์
ปภาวุฒิ วัฒนานุสิทธิ์ ..... Owm ตั้งเจริญชัย ..... 7 เม.ย. 47

ลายมือชื่อนักศึกษา | ลายมืออาจารย์ที่ปรึกษา | วัน เดือน ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจากรองศาสตราจารย์ ดร.วรรณา ตั้งเจริญชัย ที่ได้ให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ตลอดจนให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ อันเป็นประโยชน์แก่ข้าพเจ้าตลอดมา ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม และอาจารย์ นภัสรพี เหลืองสกุล ที่ช่วยแก้ไขและกรุณาให้คำแนะนำงานบางส่วนจนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาของการศึกษา

ขอขอบคุณพี่ๆ นักศึกษาปริญญาโทและเพื่อนๆ นักศึกษาปริญญาตรีที่ให้การสนับสนุนและให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ และยังให้กำลังใจต่อข้าพเจ้าตลอดมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณและขอรำลึกถึงพระคุณของบิดามารดาพี่น้องและญาติมิตรที่ให้การสนับสนุนและให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ และยังให้กำลังใจต่อข้าพเจ้ามาโดยตลอด

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากปัญหาพิเศษฉบับนี้ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

กัญจน์ สุทธิสมบูรณ์

ปภาวุฒิ วัฒนานุสิทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 : บทนำ	1
บทที่ 2 : วารสารปริทัศน์	2
2.1 การทอด	2
2.2 การแช่แข็ง	4
2.3 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการแปรรูปโดยอาศัยความเย็น	7
2.4 การทดสอบค่ากรดไทโอบาร์บิธูริก	8
บทที่ 3 : วัตถุดิบ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	10
3.1 วัตถุดิบ	10
3.2 อุปกรณ์ที่สำคัญ	10
3.3 สารเคมี	10
3.4 อาหารเลี้ยงเชื้อ	10
3.3 วิธีการทดลอง	11
บทที่ 4 : ผลการทดลองและวิจารณ์	13
4.1 ผลการทดลองทางกายภาพ	13
4.2 ผลการทดลองทางเคมี	14
4.3 ผลการทดลองทางจุลินทรีย์	15
4.4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส	16
บทที่ 5 : สรุปผลการทดลอง	18
เอกสารอ้างอิง	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	20
ภาคผนวก ก : การตรวจสอบคุณภาพ	20
ภาคผนวก ข : ตัวอย่างแบบทดสอบทางประสาทสัมผัส	28
ภาคผนวก ค : ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติ	29
ภาคผนวก ง : ภาพจากการทดลอง	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าการแตกหัก (ความกรอบ) ในปีกบนไก่ชุบแป้งทอดเมื่อเก็บที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน	14
2	ค่า TBA ในปีกบนไก่ชุบแป้งทอดเมื่อเก็บที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน	15
3	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในปีกบนไก่ชุบแป้งทอดเมื่อเก็บที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน	15
4	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส	16
ผ1	การตรวจสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีของเชื้อซาลโมเนลลา	26
ผ2	การวิเคราะห์ทางด้านสถิติค่าความกรอบ	29
ผ3	การวิเคราะห์ทางด้านสถิติค่า TBA	29
ผ4	การวิเคราะห์ทางด้านสถิติค่าคะแนนเฉลี่ยทางด้านประสาทสัมผัส	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	อายุการเก็บรักษาเนื้อสัตว์และอุณหภูมิที่ใช้	6
2	ปฏิกิริยาระหว่างกรดไทโอบาร์บิธูริกกับมาโลนัลดีไฮด์	9
3	กรรมวิธีผลิตไก่ทอดแบบสุกบางส่วน	12
4	ค่าแรงกดที่วัดได้จากเครื่องวัดเนื้อสัมผัส	13
ผ1	แป้ง Batter, Breader และ Predust	31
ผ2	ไก่ชุบแป้งทอดที่บรรจุถุงเตรียมเก็บรักษา	31
ผ3	แป้งPredust ,น้ำแป้งBatter,แป้งBreader	31
ผ4	อุปกรณ์ที่ใช้ในการทอด	31
ผ5	ไก่ชุบแป้งทอดแบบสุกทั้งหมด	31
ผ6	ไก่ชุบแป้งทอดแบบสุกบางส่วน	31
ผ7	เครื่องวัดเนื้อสัมผัส	32
ผ8	ชุดเครื่องวัดเนื้อสัมผัส	32
ผ9	ตู้แช่แข็ง	32
ผ10	การวัดเนื้อสัมผัส	32
ผ11	ตู้บ่มเชื้อ	32
ผ12	ตู้Autoclave	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

อุตสาหกรรมการผลิตอาหารชุบแป้งทอดได้รับการพัฒนามาเป็นเวลามากกว่า 10 ปี (Metha and Swinburn, 2001) โดยผลิตภัณฑ์ไก่ชุบแป้งทอดได้รับความนิยมมากและมีแนวโน้มที่จะได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากไก่เป็นอีกทิศทางหนึ่งที่มีส่วนสนับสนุนการขยายตัวของอุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ปีก ซึ่งในปี 2546 มีการส่งออกไก่มูลค่ากว่า 50,000 ล้านบาท (ผู้จัดการออนไลน์, 2547) การขยายตัวทางเศรษฐกิจทำให้ผู้บริโภคหันมาพึ่งอาหารประเภทที่อำนวยความสะดวก (convenience foods) ที่จำหน่ายตามร้านจำหน่ายอาหารพร้อมบริโภคกันมากขึ้น ซึ่งไก่ทอดก็เป็นอาหารที่ได้รับความสนใจให้จัดขายอยู่ตามศูนย์อาหารต่างๆตามห้างสรรพสินค้าและร้านอาหารจานด่วน (fast food)โดยไก่ทอดชุบแป้งทอดอาศัยกรรมวิธีการทำให้สุกโดยนำมาทอดแบบน้ำมันท่วม (deep fat frying) โดยมีการทอดใน2 ลักษณะด้วยกันคือ แบบทอดให้สุกทั้งชิ้น (fully cooked) และ แบบทอดให้สุกเพียงบางส่วน (partially cooked) และถ้าต้องเก็บรักษาไก่ทอดให้สามารถอยู่ได้นานยิ่งขึ้นจึงได้มีการใช้ กระบวนการถนอมอาหารด้วยความเย็นเข้ามาเกี่ยวข้อง เนื่องจากอุณหภูมิต่ำถูกใช้เพื่อทำให้ปฏิกิริยาเคมีและกิจกรรมของเอนไซม์ในอาหารเกิดช้า รวมถึงทำให้การเจริญเติบโตและกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหารช้าหรือหยุดลงไป (วราวุฒิ, 2538) จึงทำให้สามารถคงคุณลักษณะของไก่ทอดไว้ได้นานยิ่งขึ้น เช่น สี ความกรอบ รวมถึงควบคุมปฏิกิริยาเคมีและจุลินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษาก่อนนำกลับมาทอดซ้ำใหม่อีกครั้ง เพื่อให้มีสภาพใกล้เคียงกับ ผลิตภัณฑ์ไก่ทอดที่เพิ่งผลิตเสร็จใหม่ๆ ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิการแช่แข็งและเวลาต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์และประสาทสัมผัสของปีกบนไก่ชุบแป้งทอดที่ทอดแบบสุกบางส่วน

วัตถุประสงค์

ศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิการแช่แข็งและเวลาต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์และประสาทสัมผัสของปีกบนไก่ชุบแป้งทอดที่ทอดแบบสุกบางส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทัศน์

1. การทอด

เป็นวิธีการที่เหมาะสมในการให้ความร้อนแก่ชิ้นส่วนของไก่ วิธีที่นิยมใช้กันมากคือการทอดแบบน้ำมันท่วม อุณหภูมิที่ใช้ในการทอดอยู่ในช่วง 160 ถึง180 องศาเซลเซียส การทอดแบ่งออกเป็นสองลักษณะคือ การทอดแบบครั้งเดียวสุก (fully cooked) ใช้ช่วงอุณหภูมิในการทอด 160 ถึง180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ถึง10 นาที และการทอดแบบกึ่งสุก (partially cooked) ซึ่งใช้ช่วงอุณหภูมิเดียวกัน แต่เวลาจะลดลงเหลือ 1 ถึง5 นาที การใช้อุณหภูมิในการทอดเกิน 204 องศาเซลเซียส จะทำให้อาหารไหม้และใจกลางอาหารจะไม่สุก หรือถ้าใช้เวลาทอดนานเกินไปจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีดำ มีกลิ่นไหม้ (ปริยาพร, 2545)

การเปลี่ยนแปลงน้ำมันในระหว่างการทอด (Firestone *et al* ., 1991)

ปฏิกิริยาสำคัญที่เกิดขึ้นในระหว่างการทอดซึ่งมีผลต่อการสลายตัวของน้ำมันมีดังนี้

1.ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (Hydrolysis)

ปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นเมื่อน้ำจากอาหารและแป้งชุบทอดทำปฏิกิริยากับโมเลกุลของไตรกลีเซอร์ไรด์ เมื่อมีความร้อนจะทำให้เกิดกรดไขมันอิสระซึ่งมีผลทำให้จุดควันต่ำลง และเกิดกลิ่นรสที่ไม่ต้องการ (off-flavor) นอกจากนี้การเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส ยังทำให้เกิดโมโนกลีเซอร์ไรด์ ไดกลีเซอร์ไรด์ และกลีเซอรีนอิสระ ซึ่งทำให้เกิดควันที่อุณหภูมิต่ำ และลดแรงตึงผิว (surface tension) ระหว่างไขมันและอาหาร ทำให้การดูดซับน้ำมันเพิ่มมากขึ้น

2. ปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (Oxidation)

เป็นปฏิกิริยาระหว่างน้ำมันกับออกซิเจนในอากาศ ผลหลักที่เกิดจากการออกซิเดชันคือการเกิดสีคล้ำ (darken-colour) และเกิดกลิ่นรสที่ไม่ต้องการ ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเกิดออกซิเดชันของน้ำมันในระหว่างการทอดคือ ปริมาณน้ำมันที่ได้รับความร้อนต่อหน่วยพื้นที่ผิวที่สัมผัสกับออกซิเจน และมีสารปนเปื้อนเช่น ชิ้นส่วนของเศษอาหาร หรือ อิออนของโลหะ โดยเฉพาะเหล็กและทองแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปฏิกิริยา Polymerization

เป็นกระบวนการสลายตัวซึ่งมักเกิดร่วมกันหรือเกิดต่อจากออกซิเดชั่น การเกิดโพลิเมอร์ไรเซชันภายใต้สภาวะที่อุณหภูมิสูง ทำให้โมเลกุลของไตรกลีเซอร์ไรด์มาเชื่อมกันเกิดเป็นโพลิเมอร์ ทำให้น้ำมันมีลักษณะเป็นยางเหนียว (gumming) และมีสีเข้มขึ้น

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าวอเตอร์แอกทิวิตีและความกรอบ

ความกรอบเกิดจากความสัมพันธ์ระหว่าง การสัมผัสอาหาร ภายในปากโดยการกัดของฟัน และการสัมผัสทางเสียง ซึ่งเกิดอยู่ข้างในศีรษะที่มีการบดทำลายของเซลล์ภายในอาหารจำนวนมาก ความกรอบอาจเกิดได้ทั้งในอาหารที่มีความชื้นต่ำเช่น แครัีกเกอร์ หรือเกิดในอาหารที่มีความชื้นสูงเช่น ขึ้นฉ่าย

ในกรณีความกรอบที่เกิดขึ้นในสภาวะที่อุณหภูมิต่ำ วอเตอร์แอกทิวิตีต่ำ และมีโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ที่เป็นรูพรุน โดยทั่วไปผลิตภัณฑ์อาหารที่มีลักษณะโครงสร้างที่แข็งกระด้างกว่าจะให้ความกรอบมากกว่า แต่เมื่อมีความชื้นในอาหารเพิ่มขึ้นโครงสร้างบางส่วนที่สามารถละลายน้ำได้เริ่มเกิดการละลายอ่อนตัวลง ทำให้ใช้แรงในการบดอาหารน้อยลงและทำให้ช่วงกว้างของคลื่นเสียงที่เกิดขึ้นลดลงด้วย จนกระทั่งถึงจุดหนึ่งซึ่งใช้แรงในการบดน้อยมากและเสียงที่เกิดลดลงมาก แสดงว่าอาหารนั้นมีลักษณะแฉะ ไม่กรอบอีกต่อไป ในผลิตภัณฑ์อาหารทั่วไปควรจะมีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 5 จึงจะให้ลักษณะกรอบ โดยเฉพาะถ้าต่ำกว่าร้อยละ 3 จะเป็นการดี และมักมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตีไม่เกิน 0.1

ลักษณะของผลิตภัณฑ์ชุบแป้งผสมชุบทอดหลังผ่านการทอดหรือในระยะแรกนั้น ส่วนที่เป็นแป้งผสมชุบทอดที่มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตีอยู่ที่ 0.1 และมีความชื้นต่ำ เนื่องจากในกระบวนการทอดมีการระเหยน้ำออกไปมาก แต่ชิ้นอาหารซึ่งอยู่ภายในจะมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตีและความชื้นสูงจึงเกิดปัญหาขึ้นในช่วงทำการเก็บรักษา ทั้งในอุณหภูมิห้อง อุณหภูมิแช่เย็นและแช่เยือกแข็ง เนื่องจากมีแรงผลักดันที่ทำให้เกิดสมดุลระหว่างผิวชั้นนอกคือแป้งชุบทอดและภายในซึ่งก็คือชิ้นอาหาร มีวอเตอร์แอกทิวิตีแตกต่างกัน โดยจะทำให้ผิวชั้นนอกมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตีสูงขึ้น มีผลทำให้ความกรอบของผลิตภัณฑ์ลดลงและมีลักษณะนิ่มแฉะ ดังนั้นก่อนบริโภคต้องมีการทำให้ผลิตภัณฑ์กรอบขึ้นมาอีกครั้ง เช่น การทอดแบบน้ำมันท่วม หรืออบในเตาอบ กระบวนการเหล่านี้จะช่วยระเหยน้ำแป้งชุบทอดออกไปและทำให้ผลิตภัณฑ์กลับมากรอบได้อีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การแช่แข็ง (นภัสรพี, 2545)

การแช่แข็งช่วยถนอมอาหารได้โดยทำให้อุณหภูมิของอาหารลดต่ำลงกว่าจุดเยือกแข็ง และช่วยให้ปฏิกิริยาทางเคมีและการทำงานของเอนไซม์เกิดช้าลง ตลอดจนช่วยระงับการเจริญเติบโตและกิจกรรมของ จุลินทรีย์ การแช่แข็งเป็นการเปลี่ยนสถานะของน้ำไปเป็นน้ำแข็งหลังจากการแช่แข็ง ทำให้ความเข้มข้นของสารละลายที่อยู่ในอาหารแช่แข็งเพิ่มขึ้น และเป็นการลดค่า Aw ให้ถึงจุดที่จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้

การแช่แข็งด้วยระบบพ่นลมเย็น (air blast freezer)

การแช่เยือกแข็งระบบนี้ใช้ห้องเย็นขนาดใหญ่ หรือขนาดเล็กสำหรับแช่เยือกแข็งก็ได้ การแช่เยือกแข็งต้องเรียงผลิตภัณฑ์บนถาดและวางถาดลงบนชั้น หรือทำเป็นรถเข็นหลายๆชั้น และแต่ละชุดของชั้นวางผลิตภัณฑ์จะต้องวางให้เป็นช่องทางสำหรับลมพัดผ่าน เมื่อต้องการแช่เยือกแข็งก็นำเข้าไปเป็นชุด และเมื่อต้องการจะเอาออกจากห้องเย็นก็นำชั้นวางออกมาทั้งชุดเช่นเดียวกัน ในกรณีที่เป็นห้องเย็นใหญ่เครื่องทำความเย็นอาจติดตั้งหลายจุดในระหว่างช่องสำหรับชั้นวางของก็ได้และมีพัดลมเป่าตลอดเวลา

วิธีแช่เยือกแข็งด้วยระบบพ่นลมเย็น เป็นวิธีที่ถูกหลักเศรษฐกิจที่สุด นอกจากนี้ยังใช้กับอาหารที่มีรูปร่างและขนาดต่างกันได้ อย่างไรก็ตามวิธีนี้ก็มีผลเสียคือ ถ้าค วบคุมสภาวะไม่ดีจะทำให้เกิดการสูญเสียน้ำในผลิตภัณฑ์มากเกินไป โดยเฉพาะในผลิตภัณฑ์ที่ไม่บรรจุหีบห่อ และภาชนะบรรจุอาจเกิดลักษณะโป่งออกได้หลังการแช่เยือกแข็ง

ภาชนะบรรจุสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารแช่เยือกแข็ง

การบรรจุหีบห่อผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็งมีความจำเป็นอย่างมาก ภาชนะบรรจุช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำออกจากผลิตภัณฑ์และป้องกันผลิตภัณฑ์สัมผัสกับออกซิเจน เมื่อบรรจุหีบห่อก่อนการนำไปเก็บในสภาวะการแช่เยือกแข็งจะช่วยให้เก็บรักษาไว้นานยิ่งขึ้น ในการผลิตหลังจากแช่เยือกแข็งแล้วห่อด้วยพลาสติก บรรจุในกล่องกระดาษหรือกล่องกระดาษเคลือบขี้ผึ้งแล้วจึงบรรจุในกล่องลูกฟูก เก็บไว้ในห้องเย็นเพื่อรอการขนส่งและรอการจำหน่ายต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้เป็นภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์แช่เยือกแข็งควรมีดังนี้

- **เป็นวัสดุที่คงตัวในสภาพอุณหภูมิต่ำได้ดี**
- **เป็นวัสดุที่ไม่ยอมให้สิ่งต่อไปนี้ผ่านได้สะดวก ได้แก่ น้ำ ไอน้ำ ออกซิเจน สารเคมี กลิ่น และแสง**
- **เป็นวัสดุที่เหนียวและแข็งแรงพอที่จะรับปริมาณส่วนขยายจากการเปลี่ยนสถานะ จากของเหลวเป็นน้ำแข็งในกรณีมีการห่อผลิตภัณฑ์ก่อนการแช่เยือกแข็ง**
- **ไม่เป็นวัสดุที่มีกลิ่นและรสแปลกปลอม ไม่เป็นพิษต่อผลิตภัณฑ์อาหาร**
- **เป็นวัสดุที่ทนต่อความร้อน ถ้าใช้กับอาหารสำเร็จรูปที่ต้องอุ่นอาหารก่อนรับประทาน**
- **ราคาไม่แพง**
- **เป็นวัสดุที่ทนทานและสะดวกต่อการขนย้าย**

ควรเลือกใช้ถุงพลาสติกโพลิเอทิลีน (polyethylene) เป็นภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์ เนื่องจากพลาสติกชนิดนี้มีความแข็งแรงและทนทานที่อุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาฟาเรนต์ไฮต์ ไอน้ำผ่านเข้าออกยาก จึงป้องกันการสูญเสียน้ำออกจากผลิตภัณฑ์อาหาร ได้ดี ซึ่งนิยมใช้ห่อผลิตภัณฑ์อาหารแช่แข็ง นอกจากนี้ ถุงพลาสติกชนิดโพลิเอทิลีนยังสามารถปิดผนึกได้ง่ายโดยใช้ความร้อน อีกทั้งยังหาซื้อได้ง่ายและราคาถูก

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับอาหารระหว่างการเก็บในสภาวะแช่แข็ง

อุณหภูมิที่ใช้เก็บอาหารแช่แข็งแม้จะต่ำ แต่คุณภาพของอาหารยังคงเสื่อมเสียได้ ถึงแม้มีการเตรียมก่อนการแช่แข็ง เลือกวิธีการแช่แข็ง รวมทั้งมีสภาวะการเก็บที่ถูกต้องแล้วก็ตาม ส่วนใหญ่การสูญเสียคุณภาพด้านเคมีเกิดเนื่องจากปฏิกิริยาทางเคมีและเอนไซม์เป็นสำคัญ คุณภาพของอาหารแช่แข็งจะเสื่อมเสียในช่วงการเก็บมากที่สุดเพราะกินเวลานานที่สุด

การเปลี่ยนแปลง ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ระหว่างการเก็บ

1. recrystallization ควบคุมโดยเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิต่ำและคงที่ และใช้เวลาเก็บให้น้อยที่สุด การตกผลึกใหม่นี้เกิดขึ้นได้แม้ที่อุณหภูมิ –18 องศาเซลเซียส

2. freeze burn ถือเป็นลักษณะบกพร่องของอาหารแช่แข็ง เกิดจากการสูญเสียน้ำ อาจเนื่องจากการระเหิดของน้ำแข็ง หรือการระเหยของน้ำ ทำให้ชิ้นอาหารหดตัวเล็กลง แข็งมากขึ้น มีสีคล้ำ เนื่องจากรงควัตถุมีสีเข้มขึ้นถ้าสูญเสียน้ำเนื่องจากการระเหิด ทำให้บริเวณนั้นมีการหักเหของแสงผิดไป รูพรุนทำให้เกิด ออกซิเดชั่น ไขมันสูงขึ้น และ ออกซิเดชั่นของรงควัตถุ การสูญเสียน้ำทำให้โปรตีนเสียสภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. รงควัตถุในอาหารถูกทำลาย รวมทั้งสารอาหารบางชนิด เช่น วิตามินซี

4. การสูญเสียเสถียรภาพโปรตีน เนื่องจากความเย็นในระหว่างการเก็บรักษา

5. การเกิดออกซิเดชั่นของไขมัน เนื่องจากอากาศเข้าไปทำปฏิกิริยากับน้ำมันในอาหาร อาจแก้ไขโดยใช้ภาชนะบรรจุที่เหมาะสม และบรรจุอาหารในสภาวะสูญญากาศ

6. เนื้อที่มีไขมันต่ำอาจเหนียวมากขึ้น และมีความชุ่มน้ำลดลง

7. ผักบางชนิดและผลไม้ส่วนใหญ่ จะมีเนื้อสัมผัสที่ไม่ดี มี drip loss สูง

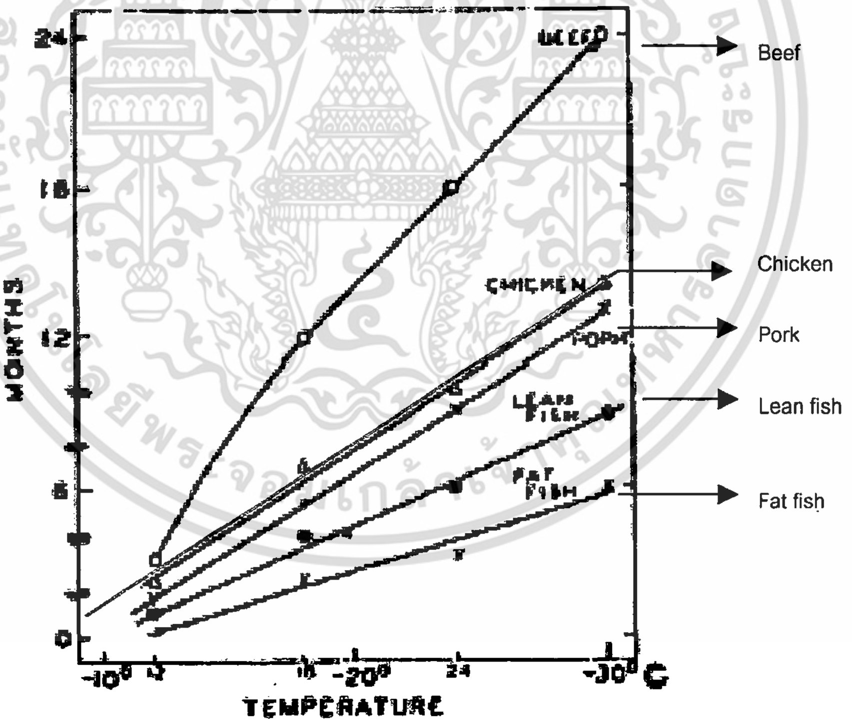
8. การเสียสภาพของระบบ colloid emulsion และโฟมในอาหาร

อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์แช่แข็งขึ้นกับ

1.ชนิดของผลิตภัณฑ์

2.วัสดุที่ใช้บรรจุหรือห่อหุ้มผลิตภัณฑ์

3.อุณหภูมิห้องเก็บ และความแปรปรวนของอุณหภูมิ



ภาพที่ 1 แสดงอายุการเก็บรักษาเนื้อสัตว์และอุณหภูมิที่ใช้

ที่มา : Labuza, 2003

จากภาพที่1 จะเห็นว่าที่อุณหภูมิต่ำกว่าจะมีอายุการเก็บรักษาที่นานกว่า ดูได้จาก ที่อุณหภูมิ -10 องศาเซลเซียส ไก่จะมีอายุการเก็บรักษาประมาณ 2 เดือน และที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ไก่จะมีอายุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บรักษาประมาณ 8 เดือน และที่อุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียส ไก่จะมีอายุการเก็บรักษาประมาณ 14 เดือน โดยอุณหภูมิยิ่งต่ำมากจะยิ่งส่งผลให้ปฏิกิริยาเคมีและเอนไซม์เกิดช้าลง รวมถึงทำให้การเจริญเติบโตและกิจกรรมของจุลินทรีย์ในอาหารเกิดช้าลง

3. จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการแปรรูปโดยอาศัยความเย็น (วราวุฒิ, 2538)

ตามปกติอุณหภูมิต่ำถูกใช้เพื่อทำให้ปฏิกริยาเคมีและกิจกรรมของเอนไซม์ในอาหารเกิดช้าลง รวม ถึงทำให้การเจริญเติบโตและกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหารจะช้าลงหรือหยุดไปเลย ทั้งนี้ระดับอุณหภูมิยิ่งต่ำมากจะยิ่งส่งผลกระทบต่อปฏิกิริยาเคมี กิจกรรมของเอนไซม์และการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์มากขึ้น จึงมีการนำการแช่เย็น (cool storage) และการแช่แข็ง (freezing) มาใช้ในการถนอมอาหาร

ปัจจัยที่สำคัญในการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์คืออุณหภูมิ โดยจุลินทรีย์แต่ละชนิดจะมีอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันและถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิต่ำที่สุด (minimum temperature) เชื้อก็จะไม่สามารถเพิ่มจำนวนขึ้นมาได้ ถ้าอุณหภูมิลดลงมาจาก optimum temperature จนถึง minimum temperature จะทำให้อัตราของการเจริญเติบโตลดลง และจะช้าที่สุดที่ระดับอุณหภูมิ minimum temperature ของจุลินทรีย์ชนิดนั้น โดยในช่วงอุณหภูมิต่ำแต่ไม่ถึงระดับการแช่แข็งจะมีผลป้องกันการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์แต่กิจกรรมเมตาบอลิซึมภายในเซลจุลินทรีย์ยังคงมีต่อไป แต่อยู่ในอัตราต่ำกว่าปกติ ตามปกติแล้ว ถ้าอุณหภูมิลดลงมา 10 องศาเซลเซียสจะมีผลทำให้จุลินทรีย์บางชนิดหยุดการเจริญเติบโตได้ แต่จุลินทรีย์บางชนิดอาจเติบโตช้าลงเท่านั้น อย่างไรก็ตามถ้าอุณหภูมิลดลงอีก 10 องศาเซลเซียส จะทำให้จุลินทรีย์หลายชนิดหยุดการเจริญเติบโตแต่ยังมีบางชนิดสามารถเจริญได้ ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า สภาพการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (low temperature food storage) เป็นปัจจัยหลักของสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อชนิดจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเสื่อมเสียในอาหารได้

ความแตกต่างระหว่างการแช่เย็นและการแช่แข็ง

การเก็บรักษาในสภาพความเย็น (cool storage) หมายถึง การเก็บรักษาที่ระดับอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิแช่แข็ง อยู่ในช่วง 16 ถึง2.2 องศาเซลเซียส (60 ถึง 28 องศาฟาเรนไฮต์) ส่วนการเก็บรักษาในสภาพการแช่แข็ง (frozen storage) หมายถึง การเก็บรักษาที่ระดับอุณหภูมิซึ่งอาหารสามารถเกิดสภาพการแช่แข็งตามปกติระดับอุณหภูมิที่สามารถรักษาอาหารในสภาพแช่แข็งได้ดีคือ – 18 องศาเซลเซียส (0 องศาฟาเรนไฮต์)หรือต่ำกว่า ในช่วงอุณหภูมิ 4.4 ถึง -9.4 องศาเซลเซียส (40ถึง15 องศาฟาเรนไฮต์) ทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้เชื้อจุลิยทรีย์พวก psychrophile เจริญช้าลง แต่ถ้าเจริญในที่อุณหภูมิต่ำกว่า – 9.4 องศเซลเซียส (15 องศาฟาเรนไฮต์) จะทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ซึ่งจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียที่อุณหภูมิต่ำ ได้แก่ *E.coli* , *Salmonella* , *Stapphylococus aureus.*

ผลการทำลาย (Effect of freezing on Microorganism)

การแช่แข็งมีสาเหตุทำให้โปรตีนหรือเอนไซม์สูญเสียสภาพธรรมชาติ ทำให้โปรตีนภายในหรือเอนไซม์ตกตะกอน ซึ่งเป็นผลจากการเพิ่มความเข้มข้นของตัวทำละลายในน้ำส่วนไม่แข็งตัวหรือเรียกว่าผลของความเข้มข้น (concentration effect) นอกจากนี้แล้ว อาจ เกิดเนื่องจากเซลถูกทำลายด้วยผลึกน้ำแข็งที่สร้างขึ้นมาในระหว่างกระบวนการเก็บรักษาโดยการแช่แข็ง การนำเซลล์จุลินทรีย์มาแช่เย็นโดยให้อุณหภูมิลดลงจากอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตมาที่ 0 องศาเซลเซียส อย่างรวดเร็วสามารถทำให้เซลล์ตายได้ การกระทำเช่นนี้เรียกว่า cold shock สาเหตุเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของไขมันที่ผนังเมมเบรนของเซลล์ ทำให้ความสามารถในการซึมผ่านข้าออกของสารต่างๆเปลี่ยนแปลงไปหรือถูกทำลายไป

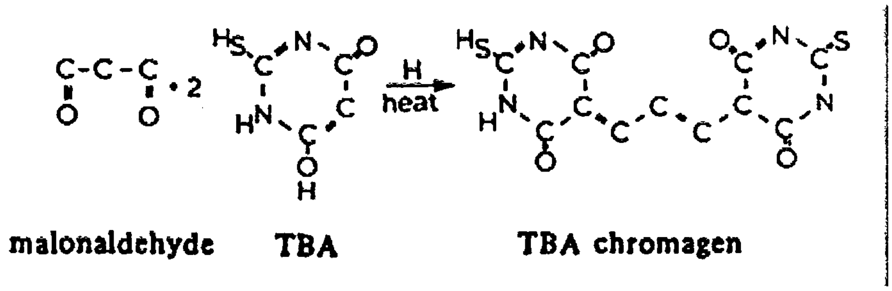
ผลการทำลายบางส่วน (Sublethal effect)

การตรวจวัดจำนวนจุลินทรีย์ที่อยู่ในอาหารแช่แข็งพบว่า การลดจำนวนลงของจุลินทรีย์อาจไม่ได้หมายถึงการทำลายไปของประชากรของจุลินทรีย์ลงไปอย่างแท้จริงทั้งนี้เนื่องจากเซลล์บางเซลล์อาจอยู่ในสภาพที่ถูกทำลายหรือสภาพที่บาดเจ็บซึ่งรียกว่า damaged หรือ injured state โดยเซลล์ที่บาดเจ็บนี้อาจเกิดจากการบาดเจ็บขึ้นที่เซลล์หรือเมตาบอลิซึมภายในเซลล์ก็ได้

4. การทดสอบค่ากรดไทโอบาร์บิธูริก

เป็นการทดสอบกลิ่นหืนจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นโดยใช้เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (spectrophotometer) วัดสีของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น จากการทำปฏิกิริยาระหว่างกรดไทโอบาร์บิธูริก (thiobabituric acid; TBA) กับ มาโลนัลดีไฮด์ (malonaldehyde) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนในขั้นทุติยภูมิต่อจากอัลดีไฮด์ (aldehyde) ที่ไม่อิ่มตัว ดังสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



มาโลนัลดีไฮด์ กรดไทโอบาร์บิฐูริก ผลิตภัณฑ์จะมีสีชมพูหรือสีแดง ที่ความยาวคลื่น 538 นาโนเมตร

ภาพที่ 2 ปฏิกิริยาระหว่างกรดไทโอบาร์บิฐูริกกับมาโลนัลดีไฮด์
ที่มา : Scaman, 2004

มาโลนัลดีไฮด์ส่วนใหญ่ไม่ได้อยู่ในสภาวะที่อิสระ จะมีการยึดเกาะกันอย่างหลวมๆ ดังนั้นการที่จะให้อยู่เป็นอิสระ เพื่อนำมาทำปฏิกิริยากับ TBA ได้ จะต้องให้ความร้อนและสภาวะที่เป็นกรดเล็กน้อย กรดไทโอบาร์บิฐูริกเป็นสารที่ไม่เสถียร สามารถสลายตัวในสภาวะที่ร้อนและเป็นกรดแก่หรือที่มีเปอร์ออกไซด์อยู่ สารประกอบที่ได้จากการสลายตัวนี้สามารถดูดกลืนแสงได้ที่ความยาวคลื่นเดียวกัน ทำให้ค่าที่วิเคราะห์ได้ผิดพลาดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วัตถุดิบ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. วัตถุดิบ

1.1 ปีกบนไก่ (Chicken drummett)(บริษัทสหฟาร์ม จำกัด, ประเทศไทย)

1.2 แป้งชุบทอด (predust , batter , breader)(Thai Food Coating Limited, Thailand)

1.3 เครื่องปรุงน้ำหมักไก่ (marinade)(Thai Food Coating Limited, Thailand)

1:4 น้ำมันปาล์มสำหรับทอด (palm oil)(Food Lion, Thailand)

2. อุปกรณ์

2.1 เครื่องทอดน้ำมันท่วม (Fritel Family 25, Japan)

2.2 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer,TAXT2i, UK.)

3. สารเคมี

3.1 กรดไฮโดรคลอริก (HCl)(AR. Grade)(Merck, Germany)

3.2 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)(AR. Grade)(Merck, Germany)

4. อาหารเลี้ยงเชื้อ

4.1 LST

4.2 EC broth

4.3 EMB agar

4.4 BHI

4.5 MR-VP

4.6 TTB

4.7 SCB

4.8 SS

4.9 XLD

4.10 TSI

4.11 LIM

4.12 TSB

4.13 Bp-EY agar

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ขั้นตอน และวิธีการทดลอง

ศึกษาผลของสภาวะการเก็บต่อคุณภาพของปีกบนไก่ชุบแป้งทอดที่ทอดแบบสุกบางส่วน (partially cooked) (ภาพที่ 3) โดยทอดในน้ำมันที่อุณหภูมิ 175±5 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที วางบนกระดาษซับน้ำมันและทิ้งให้เย็นใช้เวลานานประมาณ 5-7 นาที แล้วเก็บใส่ถุง linear low density polyethylene (LLDPE) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18±2 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิช่องแช่แข็งตู้เย็น(-10±2 องศาเซลเซียส) นาน 0, 14 และ 28 วัน จากนั้นสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมี จุลินทรีย์ ความกรอบ และทดสอบด้านประสาทสัมผัส การทดสอบด้านความกรอบและประสาทสัมผัสนำมาทอดซ้ำอีกครั้งให้สุกที่อุณหภูมิ 175±5 องศาเซลเซียส นาน 6 นาที แล้วทำการวัดความกรอบ (ดังแสดงในภาคผนวก ก) และการทดสอบด้านประสาทสัมผัสทำการระเมิณคุณภาพด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบโดยใช้สเกลแบบเส้นความยาว 15 เซนติเมตร (time intensity) คุณภาพที่ทำการทดสอบคือ สี กลิ่นหืน การอมน้ำมัน ความกรอบ และการยอมรับโดยรวม

1.วิเคราะห์คุณภาพด้านเคมี ได้แก่ TBA (AOCS method cd 19-90, 1997)

2.วิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์

- total plate count (APHA, 1992),
- *Staphylococcus aureus* (APHA, 1992)
- E.Coli. (APHA, 1992)
- Samonella (APHA, 1992)

3. วิเคราะห์คุณภาพด้านความกรอบ (Moreria et al, 1995)

4. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองทางเคมี กายภาพ แบบ CRD วางแผนการทดลองทางประสาทสัมผัส แบบ RCBD เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 7.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3 กรรมวิธีผลิตปีกบนไก่ชุบแป้งทอดที่ทอดแบบสุกบางส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

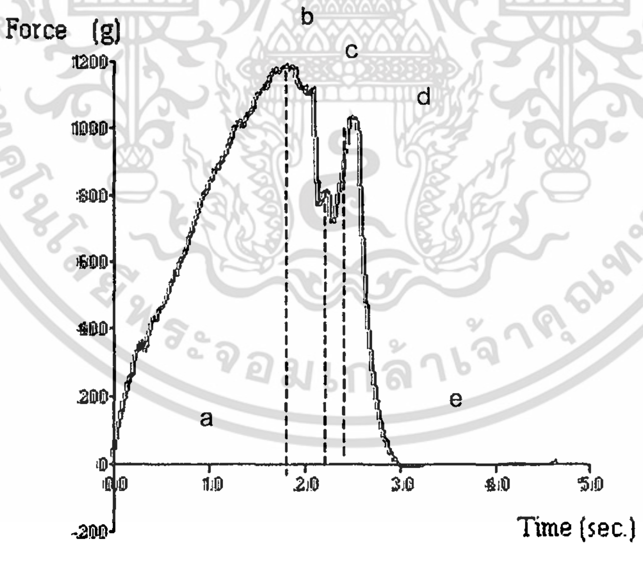
บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

ศึกษาคุณภาพของปีกบนไก่ชุบแป้งทอดที่ทอดแบบสุกบางส่วน แล้วเก็บที่อุณหภูมิ -10±2 และ -18±2 องศาเซลเซียส นาน 0, 14 และ 28 วัน ตรวจสอบคุณภาพด้านความกรอบ (4.1) เคมี (4.2) จุลินทรีย์ (4.3) และประสาทสัมผัส (4.4)

4.1 คุณภาพด้านความกรอบ

ผลจากการวัดคุณภาพความกรอบของผลิตภัณฑ์ โดยการใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส ทั้งนี้ค่า peak force ได้ แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แสดงค่าแรงกดที่วัดได้จากเครื่องวัดเนื้อสัมผัส

peak force (ในภาพที่4) มีหน่วยเป็นกรัมแสดงถึงความเปราะของแป้งที่หุ้มไก่ทอด ที่เกิดจากจากการใช้ probe กดลงไปบนชิ้นไก่ทอด โดยช่วง a ถึง b เป็นช่วงที่ probe กำลังกดลงบนชิ้นไก่ทอดบริเวณผิวแป้งที่เคลือบอยู่ โดยจุด b เป็นจุดที่ผิวแป้งที่เคลือบแตก ซึ่งจุดนี้เป็นค่า peak force และใช้เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดวัดความกรอบของผลิตภัณฑ์ ช่วง b ถึง c เป็นช่วงที่หัว probe กำลังกดลงบนชิ้นไก่ทอดบริเวณที่เป็นช่องว่างระหว่างชั้นแป้งที่เคลือบกับชิ้นเนื้อไก่ จึงใช้แรงกดลดลงจากที่จุด b ช่วง c ถึง d เป็นช่วงที่หัว probe ทิ่มลงถึงเนื้อไก่ ทำให้ใช้แรงกดเพิ่มขึ้นจากจุด c โดยจุด d เป็นจุดที่หัว probe ทิ่มลงถึงระยะที่ตั้งไว้ ช่วง d ถึง e เป็นช่วงที่หัว probe ดึงออกจากเนื้อไก่ ค่าที่ได้เป็นแรงต้านการดึงออก ซึ่งค่าแรงนี้ลดลงจนถึง จุด e โดยจุดe เป็นช่วงที่หัว probe ออกจากเนื้อไก่แล้ว จากการทดสอบวัดเนื้อสัมผัสปีกบนไก่ชุบแป้งทอดได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่าการแตกหัก (ความกรอบ)ในปีกบนไก่ชุบแป้งทอดเมื่อเก็บที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน

ตัวอย่าง	ค่าการแตกหัก (g)
0วัน	678.67 $\pm$15.04^{a}
14วัน -10$\pm$2°C	728.00 $\pm$19.97^{b}
14วัน -18$\pm$2°C	667.33 $\pm$15.04^{a}
28วัน -10$\pm$2°C	723.33 $\pm$18.58^{b}
28วัน -18$\pm$2°C	669.33 $\pm$15.04^{a}

จากตารางที่ได้เมื่อเก็บไก่ทอดเป็นเวลานานขึ้นความกรอบจะลดลง โดยอุณหภูมิการเก็บรักษาที่ -18$\pm$2 องศาเซลเซียส มี ผลให้ความกรอบของผลิตภัณฑ์ดีกว่าอุณหภูมิการเก็บรักษาที่ -10$\pm$2 องศาเซลเซียส เนื่องจาก อุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษาต่ำจะเกิดผลึกน้ำแข็งที่มีขนาดเล็กกว่า เมื่อทอดจะสามารถไล่ความชื้นได้ดีกว่า จึงให้ผลของความกรอบมากกว่าถ้าใช้อุณหภูมิในการเก็บสูง นอกจากนี้ความกรอบยังเป็นผลจากรีโทรกราเดชั่น (retrogradation) ของแป้งที่เคลือบไก่ทอด มีผลให้โครงสร้างแป้งมีความแข็งขึ้น ทำให้แป้งที่หุ้มไก่ทอดแข็งเกินไป โดยที่อุณหภูมิ -18$\pm$2 องศาเซลเซียสจะมีการเกิดรีโทกราเดชั่นน้อยกว่าที่อุณหภูมิ -10$\pm$2 องศาเซลเซียส เนื่องจากอุณหภูมิที่ต่ำกว่ามีผลต่อการยับยั้งการเกิดรีโทรการเดชั่นได้ดีกว่า

4.2 ผลการทดลองทางเคมี

เมื่อวัดค่า TBA ในผลิตภัณฑ์ปีกบนไก่ชุบแป้งทอดเมื่อเก็บที่อุณหภูมิและเวลาต่างกันได้ผลดังแสดงในตารางที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ค่า TBA ในปีกบนไก่ชุบแป้งทอดเมื่อเก็บที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน

ตัวอย่าง	ค่า TBA (mg/1kg)
0วัน	$0.88 \pm 3.79 \times 10^{-2}$ [a]
14วัน -10±2°C	$1.66 \pm 7.51 \times 10^{-3}$ [d]
14วัน -18±2°C	$1.37 \pm 1.04 \times 10^{-2}$ [b]
28วัน -10±2°C	$1.82 \pm 2.81 \times 10^{-2}$ [e]
28วัน -18±2°C	$1.57 \pm 2.50 \times 10^{-2}$ [c]

จากตารางที่ได้เมื่อเก็บไก่ทอดเป็นเวลานานขึ้นค่าTBAจะมากขึ้นเนื่องจากมีโอกาสที่จะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นในผลิตภัณฑ์ไก่ที่ทอดแบบสุกบางส่วนได้มากขึ้น โดยอุณหภูมิการเก็บรักษาที่ -18±2 องศาเซลเซียส จะมีค่า TBAน้อยกว่าอุณหภูมิการเก็บรักษาที่ -10±2 องศาเซลเซียสเนื่องจากอุณหภูมิต่ำกว่าสามารถทำให้ปฏิกิริยาทางเคมีเกิดช้าลง โดย ค่าTBAที่วัดได้เป็นมิลลิกรัมของ Malonaldehyde ในตัวอย่างอาหารหนึ่งกิโลกรัม โดย Malonaldehyde เป็นสารที่ได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมันโดยค่าน้อยแสดงถึงการออกซิเดชั่นของไขมันในชิ้นไก่เกิดขึ้นน้อย

4.3 ผลการทดลองทางจุลินทรีย์

ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในปีกบนไก่ชุบแป้งทอดเมื่อเก็บที่อุณหภูมิและเวลาต่างกันได้ผลดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในปีกบนไก่ชุบแป้งทอดเมื่อเก็บที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน

ตัวอย่าง	Total Plate Count	*Stap. Aureus*	Salmonella	E. Coli
0วัน	<10	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
14วัน -10±2°C	6.45×10^{3}	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
14วัน -18±2°C	5.30 X 10^{3}	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
28วัน -10±2°C	7.52×10^{3}	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
28วัน -18±2°C	7.24×10^{3}	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ

จากตารางเมื่อเก็บปีกบนไก่ชุบแป้งทอดเป็นเวลานานขึ้น ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) ในปีกบนไก่ชุบแป้งทอดเพิ่มขึ้นโดยที่อุณหภูมิ-18±2 องศาเซลเซียส พบจุลินทรีย์น้อยกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่-10±2 องศาเซลเซียสเนื่องจาก ที่อุณหภูมิต่ำสามารถควบคุมการเจริญเติบโตและกิจกรรมของเอนไซม์ของจุลินทรีย์ได้ดีกว่า และจากการทดลองตรวจไม่พบเชื้อ *Stapphylococcus aureus* , *Salmonella* และ *E. coli* ซึ่งเชื้อ *Stapphylococcus aureus* และ E. coli อาจเป็นเพราะช่วงอุณหภูมิ -10±2 องศาเซลเซียส และ-18±2 องศาเซลเซียส เป็นช่วงอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่ม *Stapphylococcus aureus*, *Salmonella* และ *E. coli* และผลจากการเกิด cold shock เนื่องจากอุณหภูมิลดลงจากอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตลงมาที่ 0 องศาเซลเซียสอย่างรวดเร็วสามารถทำให้เซลล์ของจุลินทรีย์ตายได้ การเกิด cold shock ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของไขมันที่ผนังเมมเบรนของเซลล์ ทำให้ความสามารถในการซึมผ่านของสารต่างๆที่เข้าหรือออกเซลล์เปลี่ยนแปลงหรือถูกทำลายไป ทำให้ภายในเซลล์จุลินทรีย์ผิดปกติซึ่งส่งผลให้จุลินทรีย์ตาย ผลจากการแช่แข็งทำให้น้ำภายในไก่ชุบแป้งทอดเกิดการสร้างผลึกน้ำแข็งขึ้น ทำให้นิวเคลียสของผลึกน้ำแข็งเกิดการดึงน้ำจากบริเวณรอบข้างเพื่อสร้างให้ผลึกน้ำแข็งใหญ่ขึ้นจึงมีการดึงน้ำจากภายในเซลล์ของจุลินทรีย์ไปด้วยทำให้เซลล์จุลินทรีย์แห้งและมีความเข้มข้นของสารละลายต่างๆ ภายในเซลล์สูงขึ้นจนจุลินทรีย์ไม่สามารถทนได้ทำให้จุลินทรีย์ตาย

4.4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ทดสอบทางประสาทสัมผัสปีกบนไก่ชุบแป้งทอดเมื่อเก็บที่อุณหภูมิและเวลาต่างกันได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ตัวอย่าง	สี	ความกรอบ^{ns}	การอมน้ำมัน	การหืน^{ns}	ความชอบรวม^{ns}
0	8.53±2.79^{a}	8.54±3.09	5.92±1.99^{b}	4.52±2.16	10.27±1.55
14วัน –10±2°C	7.42±2.05^{ab}	8.29±2.29	8.38±2.14^{a}	4.97±2.42	9.63±2.00
14วัน –18±2°C	8.12±1.70^{ab}	9.76±2.40	7.19±2.21^{ab}	4.70±2.48	10.24±1.19
28วัน –10±2°C	6.67±1.56^{b}	9.49±2.74	7.59±3.12^{ab}	6.14±2.73	9.65±2.54
28วัน –18±2°C	8.25±3.07^{ab}	9.55±1.73	7.69±2.73^{b}	5.62±2.58	10.37±1.71

จากตารางผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($P<0.05$)ระหว่างตัวอย่างได้ในด้าน สีและการอมน้ำมัน และให้คะแนนความชอบไม่แตกต่างกันในด้านความกรอบ การหืน ความชอบรวม โดยในด้านสี ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบตัวอย่าง 0 วัน มากที่สุดและให้คะแนนความชอบตัวอย่าง 28วัน -10±2°C น้อยที่สุด อาจเป็นเพราะตัวอย่าง 28วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-10±2°C ใช้เวลาในการเก็บรักษานานที่สุดและอุณหภูมิการเก็บสูงกว่า-18 °C ด้านการอมน้ำมันผู้บริโภคให้คะแนนความชอบตัวอย่าง 14วัน-10±2°C มากที่สุด ตัวอย่าง 0 วันน้อยที่สุด อาจเป็นเพราะตัวอย่างที่ทำการเก็บรักษาได้เคยผ่านการทอดไปส่วนหนึ่งจึงทำให้ชั้นแป้งของไก่ทอดที่ผิวนอกเกิดการเจลาติไนซ์เป็นฟิล์มบางส่วน ทำให้เมื่อนำกลับไปทอดซ้ำน้ำมันดูดซับเข้าไปภายในชิ้นไก่ได้น้อยกว่าเนื่องจากน้ำมันผ่านชั้นแป้งเข้าไปได้น้อยกว่าไก่ 0วัน ที่นำมาทอดแบบสุกครั้งเดียวและไม่ได้เก็บรักษา

ในการให้คะแนนความชอบไม่มีความแตกต่างกัน ระหว่างตัวอย่าง ด้านความกรอบ การหืน และความชอบรวม อาจเนื่องจากใช้สภาวะการทอดและใช้เวลารอทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสระหว่างตัวอย่างที่ใกล้เคียงกัน ทำให้ไก่ทอดมีความกรอบ การหืน และความชอบรวมใกล้เคียงกัน และอาจเป็นเพราะใช้เวลาในการเก็บรักษาสั้นเกินไปทำให้การเสื่อมเสียในปีกบนไก่ชุบแป้งทอดเกิดขึ้นน้อย

96549
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาคุณภาพของปีกบนไก่ชุบแป้งทอดแบบสุกบางส่วนแล้วเก็บที่ ที่อุณหภูมิ -10±2 และ -18±2 องศาเซลเซียส นาน 0, 14 และ 28 วัน แล้วนำมาตรวจสอบคุณภาพด้านกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัส ในด้านกายภาพจากการวัดค่าการแตกหัก ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส ตัวอย่าง 14 วัน -18 ±2 องศาเซลเซียส มีค่าการแตกหักน้อยที่สุดซึ่งแสดงถึงมีค่าความกรอบมากที่สุด ด้านเคมีตรวจวัดค่า TBA เมื่อเวลาในการเก็บรักษาผ่านไปนานขึ้นค่า TBA จะเพิ่มโดยที่อุณหภูมิ -10±2 องศาเซลเซียสจะมีค่าTBAมากกว่า -18±2 องศาเซลเซียส โดยตัวอย่าง 14 วัน -18±2 องศาเซลเซียส จะมีค่า TBA น้อยที่สุดซึ่งแสดงถึงการเสื่อมเสียของไก่ทอดน้อยที่สุด ด้านจุลินทรีย์ตรวจวัด total plate count ในผลิตภัณฑ์ปีกบนไก่ชุบแป้งทอดแบบสุกบางส่วน โดยที่อุณหภูมิ -10±2 องศาเซลเซียส พบเชื้อจุลินทรีย์ 6.45×10^3 ถึง 7.45×10^3 CFU/g และที่ ที่อุณหภูมิ-18±2 องศาเซลเซียส พบเชื้อจุลินทรีย์ 5.30×10^3 ถึง 7.24×10^3 CFU/g ที่การเก็บรักษานาน 14 และ 28 วันตามลำดับ ส่วนการตรวจวัด *Stapphylococcus aureus., Salmonella* และ *E.coli* ตรวจไม่พบเชื้อ ทั้งอุณหภูมิ-10±2 และ -18±2 องศาเซลเซียสที่การเก็บรักษานาน 14 และ 28 วันตามลำดับ ด้านประสาทสัมผัสผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบปีกบนไก่ชุบแป้งทอดแบบสุกบางส่วน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($P<0.05$) ในด้านสีและการอมน้ำมัน และผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบปีกบนไก่ชุบแป้งทอดแบบสุกบางส่วน ในด้านความกรอบ การหีน และความชอบรวม ไม่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

นภัสรพี เหลืองสกุล. 2545. เอกสารคำสอนวิชากระบวนการแปรรูปอาหาร: ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ปริยาพร เขียวขำ. 2545. เอกสารคำสอนวิชากระบวนการแปรรูปอาหาร: ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ผู้จัดการออนไลน์. 2547. หน้าแรกการเมืองการส่งออกทั้งหมดปี 2546 , http://www.manager.co.th/Politics/PoliticsView.asp?NewsID=4726998268961

เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2536. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์. เค.ยู.เพลส. กรุงเทพฯ. 135 หน้า.

วราวุฒิ ครูส่ง. 2538. จุลชีววิทยาในกระบวนการแปรรูปอาหาร. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ. 210 หน้า.

AOAC . 1997 . Official and Tentative Method of American Oil chemist's Society . 3rd ed. Champaign , Illinois .

APHA. 1992. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. 3rd ed. American Public Health Association. Washington, DC.

Firestone, D., Stier, R.F. and Blumenthal, M.M. 1991. Regulation of frying fats and oils. Food Tech. 45(2),pp:90-94.

Scaman, C. 2004. Lipid Oxidation. http://www.agsci.ubc.ca/courses/fnh/410/lipids/5_8.htm

Meilgaard , M., C . V . Civille , and B.T. Carr 1999 . Sensory Evaluation Techniques . 3rd ed. CRC Press . LLC.

Metha. U., and B. Swinburn . 2001 . A review of factors affecting fat absorption in hot chip . Critical Reviews in Food Science and Nutrition . 41(2) , pp : 133-154

Suderman, D.R., Wiker.J. and Cunningham, F.E. 1981. Batter and Breading. AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut. 224 p.

Labuza, T. 2003. Topic 5 Application of Zero and First Order kinetics. http://courses.che.umn.edu/00fscn8334-1f/Topics_Folder/Topic%205%20Frozen%20foods.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การตรวจสอบคุณภาพ

การวัดค่าเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer)

(ดัดแปลงจาก Moreria et al, 1995)

นำชิ้นไก่ทอดวางบนแท่นเครื่องวัดเนื้อสัมผัส แล้วทำการวัดเนื้อสัมผัสโดยการใช้แรงกด (compression) จากหัวเข็มแบบ SMS p/6 เป็นรูปทรงกระบอกมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร โดยตั้งค่าวัดความสูงของหัวเข็มหลังจากสัมผัสตัวอย่าง (probe height) 30 มิลลิเมตรความเร็วหัวเข็มก่อนและหลังสัมผัสตัวอย่าง 10 มิลลิเมตรต่อ วินาที ความเร็วหัวเข็มขณะสัมผัสตัวอย่าง 5 มิลลิเมตรต่อวินาที กำหนดให้หัวเข็มที่ทิ่มลงในตัวอย่างลึกไม่เกินร้อยละ 25 ของความหนาตัวอย่าง จากกราฟคำนวณหาค่าความชัน (slope) มีหน่วยเป็น กรัมต่อมิลลิเมตร แสดงถึงความกรอบ (cripness) มีค่า peak force มีหน่วยเป็นกรัมแสดงถึงความเปราะ (Fracturibility) และพื้นที่ใต้กราฟ (area) มีหน่วยเป็นกรัมต่อมิลิเมตร แสดงถึงงาน (work) โดยทุกค่าที่คำนวณคิดที่ช่วงเวลาตั้งแต่หัวเข็มเริ่มสัมผัสตัวอย่างจนถึงเวลาที่ทำให้เกิด peak force

การตรวจสอบคุณภาพด้านเคมี

การวิเคราะห์ปริมาณ Malonaldehyde (TBA-test)

TBA value เป็นค่าที่ใช้วัดคุณภาพของอาหารประเภทไขมัน หลักการของวิธีการตรวจคุณภาพจะใช้วิธีการวัดความเข้มของสี (แดง) ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาระหว่าง 2-thiobabituric acid (TBA) กับไขมันที่ออกซิไดซ์ (oxidized lipids) อาจกล่าวได้ว่า TBA value สามารถตรวจพบว่าอาหารเกิดปฏิกิริยา oxidative rancidity หรือไม่ ค่าที่วัดได้เป็นมิลลิกรัมของ Malonaldehyde ในตัวอย่างอาหารหนึ่งกิโลกรัม Malonaldehyde เป็นสารที่ได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมัน นิยมใช้วัดความเสื่อมเสียของเนื้อสัตว์มากกว่าไขมันหรือน้ำมันล้วนๆ

อุปกรณ์และสารเคมี

1.TBA reagent : ละลาย TBA 0.2883 กรัม ด้วย 90% glacial acetic acid จนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

2.Hydrochloric acid 4 M

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19758

3.ชุดกลั่น (Distillation unit)

วิธีการ

1.ชั่งอาหาร 10กรัม นำไปปั่นกับน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร นาน 2 นาที

2.เทตัวอย่างที่บดละเอียดลงในขวดกลั่น ล้างตัวอย่างออกจากเครื่องปั่นด้วยน้ำกลั่น 47.5 มิลลิลิตร เทลงในขวดกลั่น

3.เติมกรด HCl 4 M จำนวน 2.5 มิลลิลิตร เพื่อปรับ pH ประมาณ 1.5 เติม glass beads

4.นำตัวอย่างไปกลั่น โดยกลั่นได้ของเหลว 50 มิลลิลิตร ภายในเวลา 10 นาที หลังจากตัวอย่างเริ่มเดือด

5.ดูดของเหลวที่กลั่นได้ (distillate) 5 มิลลิลิตรใส่ลงในหลอดแก้วสะอาดที่มีฝาปิด

6.เติมสารละลาย TBA 5 มิลลิลิตรเขย่าสารละลายและจุ่มในอ่างน้ำเดือดนาน 35 นาที

7.เตรียม blank โดยใช่น้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร แทน

8.เมื่อครบเวลาทำให้ของเหลวเย็นลงภายในเวลา 10 นาทีโดย ice-bath

9.นำสารละลายไปวัดค่า Absorbance ที่ 530 nm

การคำนวณ

TBA value = 7.8A หน่วยเป็นมิลลิกรัมของ Malonaldehyde ในตัวอย่างอาหาร 1กิโลกรัม

โดยที่ A = ค่า Absorbance

การตรวจสอบคุณภาพด้านจุลินทรีย์

วิธีการเตรียมตัวอย่าง

ชั่งตัวอย่างอาหารหนัก 25 กรัม โดยวิธีปลอดเชื้อแล้วเติมสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน (peptone water) ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ตีผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องตีผสม (stomacher) ได้สารละลายตัวอย่างอาหารมีความเจือจาง 1:10 ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างอาหารเจือจาง 10:1 ปริมาตร 1มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองที่มีบัฟเฟอร์เปปโตน 9มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันจะได้สารละลายอาหารที่มีความเจือจาง 1:100 และทำให้สารละลายอาหารมีความเจือจางต่อๆไปด้วยวิธีเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดต่อ ดัดแปลง และจะต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

วิธีตรวจวิเคราะห์หาจุลินทรีย์ทั้งหมด ตามวิธีการของ APHA (1992)

1.ปิเปตสารละลายตัวอย่างอาหารที่มีระดับความเจือจางต่างๆกัน ปริมาตร 1มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อ

2.เทอาหารเลี้ยงเชื้อ plate count agar (PCA) ที่หลอมละลายและมีอุณหภูมิประมาณ 45-47 องศาเซลเซียส ลงในจานเพาะเชื้อจานละแประมาณ 15มิลลิลิตร กวนผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ให้วุ้นแข็งตัว กลับจานเพาะเชื้อแล้วนำจานเพาะเชื้อไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง

3.ตรวจนับโคโลนีบนจานอาหารเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 30-300 โคโลนี ด้วยเครื่องนับจำนวนโคโลนี และบันทึกผล

4.หาค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนี แล้วคูณด้วยระดับความเจือจางที่นับจำนวนเชื้อได้ แล้วคำนวณเป็นจำนวนโคโลนีต่อกรัมของตัวอย่าง

***หมายเหตุ

-หากจานอาหารเพาะเชื้อที่ไม่มีจำนวนโคโลนีแบคทีเรีย ให้รายงานผลการตรวจนับว่ามีจำนวนแบคทีเรียน้อยกว่าหนึ่งคูณความเจือจางต่ำสุดที่ตรวจนับ

-หากจานอาหารเพาะเชื้อมีจำนวนโคโลนีน้อยกว่า 30โคโลนี ให้รายงานจำนวนโคโลนีที่นับได้ในจานอาหารที่มีความเจือจางต่ำสุด

-หากจานอาหารเพาะเชื้อมีจำนวนโคโลนีมากกว่า 300 โคโลนี ให้นับจำนวนโคโลนีทั้งหมดในจานที่มีความเจือจางสูงสุด แล้วรายงานผลเป็นค่าโดยประมาณ

วิธีตรวจวิเคราะห์หา Escherichia coli โดยวิธี MPN Technique ตามวิธีการของ APHA (1992)

อุปกรณ์

-จานเพาะเชื้อ

-หลอดทดลอง

-หลอดดักก๊าซ (Durham tube)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

-สารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน (Peptone water)

-อาหารเหลวลอริล ซัลเฟต ทริพโตส (Lauryl sulphate tryptose broth, LST)

-อาหารแข็งอีโอซีน เมทีลีนบลู (Eosin methylene blue agar,EMB)

-อาหารเหลวอีซี (EC broth)

-อาหารแข็งเอียงเพลทเคาน์ต์ (Plate count agar slant)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีทดลอง

1.ปิเปตสารละลายตัวอย่างอาหารที่ระดับความเจือจางต่างๆกัน ปริมาตร 1มิลลิลิตร ลงในอาหาร Lauryl sulphate tryptose broth (LST) ที่มีหลอดดักก๊าซคว่ำอยู่ภายใน (ควรทำอย่างน้อย 3 ระดับความเจือจางที่ต่อเนื่องกัน)

2.นำหลอด LST ไปบ่มเพาะเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง หลังจากบ่มครบ 24 ชั่วโมง ให้อ่านผลการทดลองจากการสังเกตก๊าซที่เกิดขึ้นในหลอดดักก๊าซ โดยหลอดที่มีก๊าซให้บันทึกผลการทดลองเป็นบวก (+) ถ้ายังไม่มีก๊าซเกิดขึ้นให้บ่มต่อจนครบ 48 ชั่วโมง จึงนำมาอ่านผลอีกครั้งหนึ่ง

3.ใช้เข็มเขี่ยเชื้อ (loop) ถ่ายเชื้อจาก LST ที่ให้ผลบวกจำนวน 3เข็มเขี่ยเชื้อ (loopful) ใส่ลงใน EC broth ที่มีหลอดดักก๊าซอยู่ แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 44.5 องศาเซลเซียส นาน24-48 ชั่วโมง สังเกตก๊าซที่เกิดขึ้นในหลอดดักก๊าซ โดยหลอดที่มีก๊าซให้บันทึกผลการทดลองเป็นบวก (+)

4.ใช้เข็มเขี่ยเชื้อจาก EC broth มา streak ลงบนอาหาร Levine's eosin methylene blue (EMB) agar แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง เชื้อของ E.coli ที่เจริญบน EMB agar จะมีโคโลนีสีม่วงดำเป็นมันวาวปนสีเขียว (metallic sheen)

5.คัดเลือกโคโลนีที่มีลักษณะดังกล่าวจากอาหาร EMB มาเพาะเชื้อบน plate count agar slant บ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง แล้วนำไปทดสอบ IMViC test เป็น ++-- หรือ -+--

การทดสอบ IMViC test

1.ทดสอบ Indole โดยถ่ายเชื้อจาก PCA slant ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Tryptophan broth แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปทดสอบกับสารละลาย Kovac (Kovac's reagent) โดยเติมลงไปประมาณ 0.2-0.3 มิลลิลิตร การทดสอบจะให้ผลเป็นบวก โดยจะปรากฏสีแดงในส่วนผิวหน้าของ Tryptophan broth

2.ทดสอบ Methyl red และ acetone โดยถ่ายเชื้อจาก PCA slant ใส่ในอาหาร MR-VP แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง แล้วนำไปทดสอบดังนี้

2.1.การทดสอบ MR ให้เติมสารละลายเมทิลเรด (methyl red) 2-3 หยด ลงในสารละลาย เชื้อประมาณ 3 มิลลิลิตร การทดสอบจะให้ผลบวกเมื่อสารละลายเชื้อเปลี่ยนเป็นสีแดง

2.2.การทดสอบ VP ให้ปิเปตเชื้อประมาณ 0.7 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองแล้วเติม 0.1 มิลลิลิตรของสารละลายผสม 5% □-naphtol ในแอลกอฮอลล์ และ 0.1% creatine KOH ลงไป ทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง การทดสอบจะให้ผลบวกเมื่อสารละลายเชื้อเปลี่ยนเป็นสีชมพูแดง

3.การทดสอบ Citrate ให้ถ่ายเชื้อลงบนอาหาร simon citrate agar แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง การทดสอบจะให้ผลเป็นบวกเมื่อมีการเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน

4.การย้อมสีแกรม E.coli จะมีรูปร่างเป็นท่อนสั้นและติดสีแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการตรวจวิเคราะห์ *Staphylococcus aureus* โดยวิธี MPN Technique ตามวิธีการของ APHA (1992)

อุปกรณ์

จานเพาะเชื้อ

หลอดทดลอง

ขวดสะอาดปริมาตร 500 มิลลิลิตร

อาหารเลี้ยงเชื้อ

สารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน(peptone water)

อาหารแข็งเบร์ดปาร์เกอร์(Baird-Parker agar, BP) ที่มีส่วนผสมของไข่แดง หรืออาหารแข็งแมนนิทอลซอลล์เอกยอร์ก(Mannitol salt egg york agar , MS-EY) ที่มีส่วนผสมของไข่แดง

อาหารเหลวเบรนฮาร์ทอินฟิวชัน(brain heart infustion broth , BHI)

อาหารเหลวทริพติเคส ซอย ที่มีเกลือร้อยละ 10 (tryticase soy broth , (TSB)+ NaCl 10 %

พลาสมา(plasma)

วิธีการทดลอง

1.ปิเปตสารละลายตัวอย่างอาหารที่มีระดับความเจือจางต่างๆ กันปริมาตร 1 มิลลิลิตร มส่งในหลอดทดลองที่มีอาหารเหลวทริพติเคสซอยที่มีเกลือร้อยละ 10 (TSB) หลอดละ 10 มิลลิลิตร แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 18-24 ชั่วโมง

2.ใช้เข็มเขี่ยเชื้อจากอาหาร TSB ลงบนอาหาร MS-YE หรือ BP agar ที่เติมไข่แดง แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง

3.ตรวจดูลักษณะโคโลนีเฉพาะในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีตะกอนขาวขุ่นรอบๆ โคโลนี นับจำนวนหลอดในแต่ละระดับความเจือจางที่คาดเดาว่ามีเชื้อ S. aureus แล้วนำโคโลนีที่มีลักษณะดังกล่าวไปทำการทดสอบการสร้างเอนไซม์โคเอกูเลส (coagulase)

4.รายงานหลอดที่ให้ผล coagulase positive S. aureus. ในแต่ละระดับความเจือจางเทียบกับตาราง MPN

การทดสอบการสร้างเอนไซม์ของ S. aureus

1.เติมอาหารเลี้ยงเชื้อ brain heart infustion broth (BHI) ลงในหลอดทดลองปราศจากเชื้อขนาดเล็กหลอดละ 0.3 มิลลิลิตร

2.ใช้เข็มเขี่ยเชื้อเขี่ยโคโลนีที่คาดว่าเป็น S. aureus มาเพาะเลี้ยงในหลอดที่มีอาหาร BHI แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 18-24 ชั่วโมง

3.ดูดพลาสมาปริมาตร 0.3 มิลลิลิตร ลงไปในหลอดเพาะเชื้อ BHI แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 4-6 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.ตรวจผลการเกาะกันเป็นก้อน (clotting) ของพลาสมา โดยการเกาะกันเป็นก้อนที่ชัดเจน จัดเป็น S. aureus ที่โคเอกูเลสให้ผลบวก

5.คำนวนและรายงานผลของเชื้อ S. aureus ต่อตัวอย่างอาหาร 1 กรัม

วิธีการตรวจวิเคราะห์หา Salmonella sp. ตามวิธีการของ APHA(1992)

อุปกรณ์

จานเพาะเชื้อ

อาหารเลี้ยงเชื้อ

สารละลายบัฟเฟอร์(Tryticase broth , TSB)

อาหารเตตราไทโอเนต(tetrathionate broth , TTB)

อาหารเหลวซีลีไนต์ซีสตีน(selenite cystine broth, SCB)

อาหารแข็งไซเลส-ไลซีน-ดีซอกซีโคเลท (Xylose-Lysine –Desoxycholate agar , XLD)

อาหารแข็งแซงโมเนลลา-ชิเจลลา (Salmonella-Shigella agar,ss)

อาหารไลซีนอินโดลโมทิลิตี้(Lysine indole motility medium, LIM)

อาหารแข็งทริปเปิ้ลชูการ์ไอรอน(Triple sugar iron agar , TSI)

Agglutinating antiserum(polyvalent) A-67

วิธีการทดลอง

การบ่มเพาะเชื้อ(Pre-enrichment)

ชั่งตัวอย่างอาหารหนัก 25 กรัม แล้วเติม trypticase soy broth(TSB) ลงไป 225 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง

การคัดเลือกเชื้อ(Selective enrichment)

1.ปิเปตสารละลายตัวอย่างอาหารจาก TSB ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อ Tetrathionate broth (TTB) และ Selenie cystein broth (SCB) ที่บรรจุหลอดทดลองไว้ปริมาตร 9 มิลลิตร แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศเซลเซียส นาน 18-24 ชั่วโมง

2.เขี่ยเชื้อจากหลอด TTB และ SCB ลงบนหลอดอาหาร Samonella-Shigella agar(SS) และอาหาร Xylose-Lysine-Desoxycholate agar(XLD) คว่ำจานและนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 18-24 ชั่วโมง

3.ดูลักษณะโคโลนีของ Samonella บนอาหาร SS จะมีลักษณะกลมใส อาจมีหรือไม่มีจุดสีดำของการเกิดไฮโดรเจนซัลไฟด์ในโคโลนีและอาหาร XLD โคโลนี จะกลมและมีสีชมพู อาจมีหรือไม่มีจุดสีดำของการเกิดไฮโดรเจนซัลไฟด์ในโคโลนี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบทางชีวเคมี (Biochemical screening test)

1.ถ่ายเชื้อจาโคโลนีที่มีลักษณะข้างต้นด้วยเข็มเขี่ยเชื้อลงบนอาหาร triple sugar iron agar slant (TSI) และ Lysine indole motility medium(LIM)ที่บรรจุหลอดทดสอบ

2.นำหลอดทดสอบไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 18-24 ชั่วโมง จากนั้นนำมาเช็คผลปฏิกิริยาทางชีวเคมีในหลอดอาหาร TSI และ LIM เชื้อซาลโมเนลลาจะให้คุณสมบัติทางชีวเคมี ดังนี้

ตาราง ผ1 การตรวจสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีของเชื้อซาลโมเนลลา

Triple sugar iron agar(TSI)				Lysine indole motility(LIM)		
Slant	butt	H_2S	Gas	Lysine	Indole	Motile
K	A	+/-	+/-	+	-	+/-

K = alkaline ปลายหลอด(slant) ของ TSI จะมีสีแดง(ชมพูบานเย็น)

A = acid ก้นหลอด(butt) TSI จะมีสีเหลืองเกิดตะกอนสีดำของไฮโดรเจนซัลไฟด์

H_2S+ = ในหลอด TSI จะเกิดตะกอนสีดำของไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งซาลโมเนลลาส่วนใหญ่จะให้ผล +

H_2S- = ไม่มีตะกอนสีดำในหลอด TSI ทั้งนี้เนื่องจากไม่มีไฮโดรเจนซัลไฟด์

Gas(+) = มีฟองอากาศดันวุ้นของ TSI เนื่องจากซาลโมเนลลาส่วนใหญ่สามารถหมักน้ำตาลกลูโคสแล้วได้กรดและแก๊สเพียงเล็กน้อย

Gas(-) = ไม่มีฟองอากาศให้เห็นในหลอด TSI ซึ่งมีบางเซโรวาร์ให้ผล –

Lysine(+) = จะมีสีม่วงทั้งหลอดเนื่องจากเชื้อซาลโมเนลลามีเอนไซม์ lysine decarboxylase ไปย่อย lysine ทำให้อาหารเพาะเลี้ยงดังกล่าวมีความเป็นด่างมากขึ้น มีผลทำให้ bron cresol purple ซึ่งใช้เป็น indicator ในอาหารดังกล่าวและมีสีม่วงที่พีเอชเป็นกลาง มีสีม่วงเข้มมากยิ่งขึ้น ซึ่งซาลโมเนลลาส่วนมากจะมีเอนไซม์ดังกล่าวนี้

Lysine(-)= หลอดอาหารจะมีสีเหลือง เนื่องจากเชื้อไม่มีเอนไซม์ lysine decarboxylase แต่มีเอนไซม์ lysine deaminase ซึ่งจะไปย่อย lysine ทำให้พีเอชของอาหารต่ำลง มีผลทำให้สีม่วงของ brom cresol purple เปลี่ยนไปเป็นสีเหลือง

Indole(+) = จะมีสีแดงบนหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อหลังจากหยดน้ำยา KOVAC

Indole(-) = ไม่มีสีแดงหลังจากหยดน้ำยา KOVAC ซึ่งซาลโมเนลลาจะไม่มีเอนไซม์ tryptophanase จึงไม่เกิดปฏิกิริยากับ KOVAC

Motile(+) = หลอดอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อ LIM จะขุ่นทั้งหลอด ทั้งนี้เนื่องจากซาลโมเนลลาส่วนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะมีแฟลกเจลลาใช้ในการเคลื่อนที่ ดังนั้น เมื่อทำการ stab เชื้อลงในหลอดอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อ LIM แล้วบ่มเพาะเชื้อซาลโมเนลลาจะเจริญเคลื่อนที่ออกจากรอย stab ไปทุกทิศทุกทาง จึงทำให้หลอดขุ่น

Motile(-) = หลอดอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อจะมีเชื้อบริเวณรอย stab เท่านั้นส่วนบริเวณอาหารรอบรอย Stab จะใสทั้งนี้เนื่องจากเชื้อไม่มีแฟลกเจลลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ จึงเจริญอยู่เฉพาะบริเวณรอย stab ซาลโมเลลาที่ไม่มีแฟลกเจลลา ได้แก่ S.Pullorum และ S.Gallinarum

การทดสอบทางเซรุ่มวิทยา Serological test

- นำหลอด TSA หรือ NA slants ที่สงสัยว่าเป็นซาลโมเนลลาจากการทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีข้างต้นมาทำการทดสอบยืนยันคุณสมบัติทางเซรุ่มวิทยา
- หยด Agglutinating antiserum(polyvalent) A-67 ลงบนสไลส์ที่สะอาด
- ใช้ห่วงหรือเข็มเขี่ยเชื้อจาก TSA หรือ NA slants เกลี่ยเชื้อให้ทั่วหยดของ antiserum บนสไลด์
- สังเกตดูการเกิดตะกอนของเชื้อในหยด antiserum ถ้าหากเชื้อดังกล่าวเป็นซาลโมเนลลาจะเกิดการตกตะกอนของเชื้อขึ้น ถ้าไม่ใช้เชื้อจะละลายอยู่ในหยดของ antiserum ขาวขุ่นเหมือนน้ำนมทั้งหยด
- รายงานผลว่าพบหรือไม่พบ Salmonella sp. ในตัวอย่างอาหาร 25 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคนวก ข

แบบประเมินการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนน (time intensity)

ผลิตภัณฑ์ : ปีกบนไก่ชุบแป้งทอด

ชื่อผู้ทดสอบชิม_______________________________**วันที่**_____________________

คำชี้แจง : ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์แล้วให้คะแนนความชอบของแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ตามคำอธิบายคะแนนความชอบ

สี

เหลือง	เหลืองทอง	น้ำตาล

ความกรอบ

น้อย	ปานกลาง	มาก

การอมน้ำมัน

น้อย	ปานกลาง	มาก

กลิ่นหืน

น้อย	ปานกลาง	มาก

การยอมรับรวม

น้อย	ปานกลาง	มาก

ข้อเสนอแนะ____

____

____

____

____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคนวก ค

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

ตาราง ผ2 การวิเคราะห์ทางด้านสถิติค่าความกรอบ

Source Of Variances	Sum of Square	Degree of freedom	Mean Square	F
Treatment	1.071×10^{-2}	4	2.677×10^{-3}	13.528 *
Error	1.979×10^{-3}	10	1.979×10^{-4}	
Total	1.269×10^{-2}	14		

* หมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตาราง ผ3 การวิเคราะห์ทางด้านสถิติค่า TBA

Source Of Variances	Sum of Square	Degree of freedom	Mean Square	F
Treatment	1.583	4	0.396	732.874 *
Error	5.399×10^{-3}	10	5.399×10^{-4}	
Total	1.588	14		

* หมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ผ4 การวิเคราะห์ทางด้านสถิติค่าคะแนนเฉลี่ยทางด้านประสาทสัมผัส

Source Of Variances	Sum of Square	Degree of freedom	Mean Square	F
สี				
Treatment	33.746	4	8.436	0.141*
Block	111.494	14	7.964	0.081 ns
Error	262.130	56	4.681	
Total	407.370	74		
ความกรอบ				
Treatment	28.234	4	1.033	0.398 *
Block	52.779	14	0.552	0.890 ns
Error	382.546	56		
Total	463.559	74		
การอมน้ำมัน				
Treatment	49.562	4	12.390	2.559 *
Block	156.738	14	11.196	2.312 ns
Error	271.146	56	4.842	
Total	477.446	74		
การหืน				
Treatment	27.303	4	6.826	1.473 *
Block	171.135	14	12.224	2.637 ns
Error	259.569	56	4.635	
Total	458.007	74		
ความชอบรวม				
Treatment	7.962	4	1.990	0.679 *
Block	76.419	14	5.459	1.861 ns
Error	164.242	56	2.933	
Total	248.623	74		

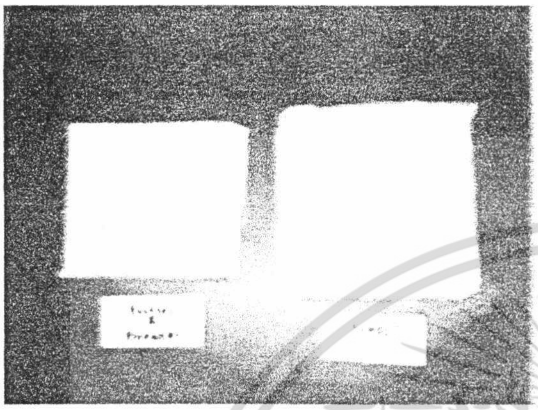
* หมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

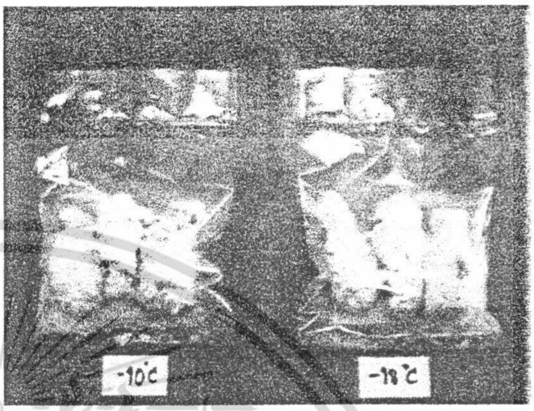
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

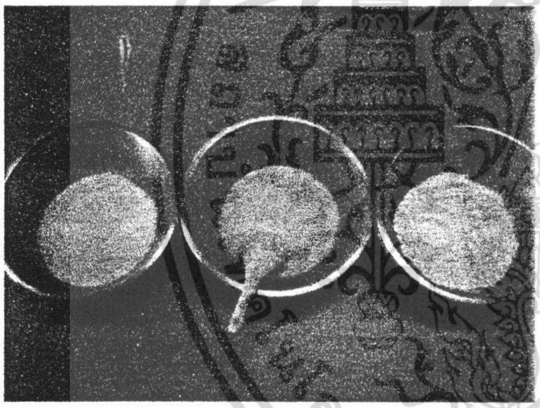
ภาพจากการทดลอง



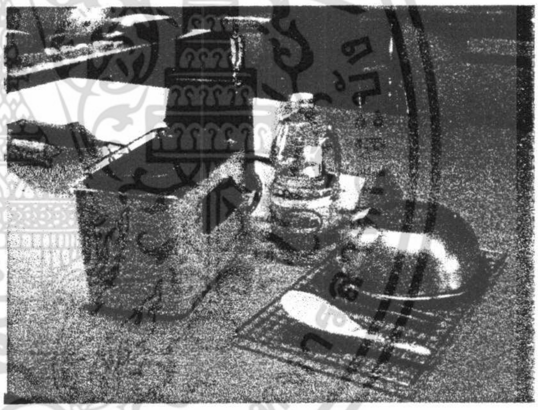
ภาพที่ ผ1 แป้ง Batter, Breader และ Predust



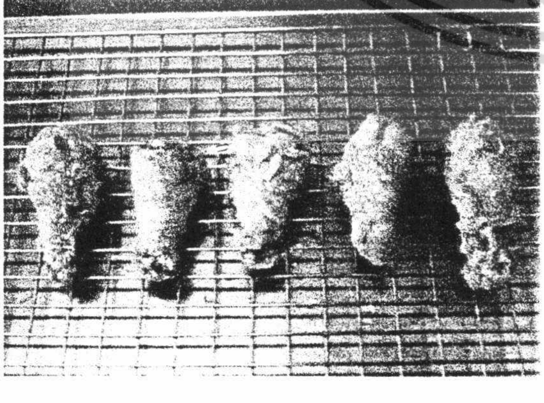
ภาพที่ ผ2 ไก่ชุบแป้งทอดที่บรรจุถุงเตรียมเก็บรักษา



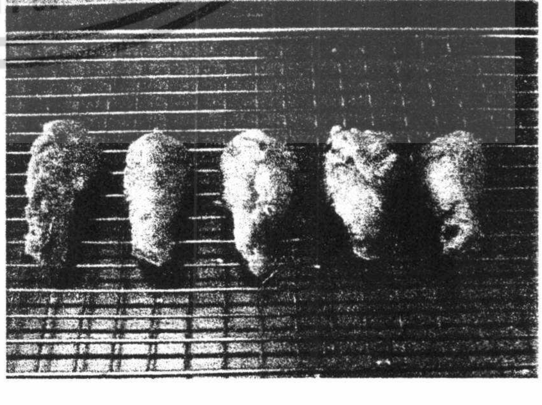
ภาพที่ ผ3 แป้งPredust ,น้ำแป้งBatter,แป้งBreader



ภาพที่ ผ4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทอด

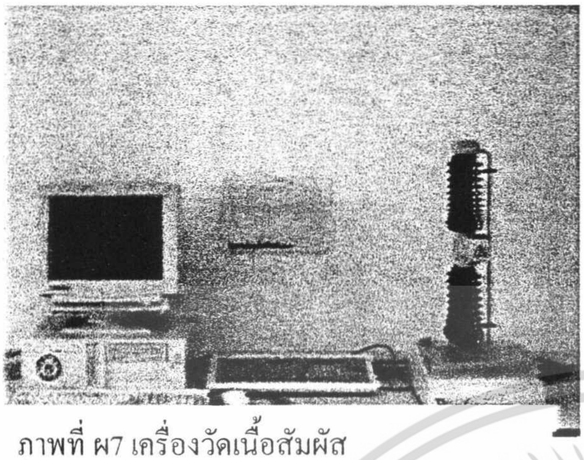


ภาพที่ ผ5 ไก่ชุบแป้งทอดแบบสุกทั้งชิ้น

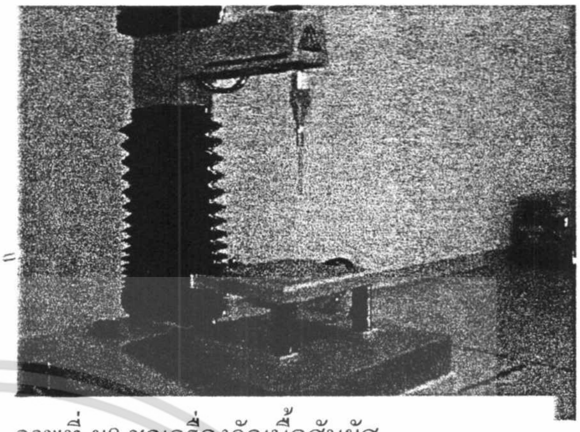


ภาพที่ ผ6 ไก่ชุบแป้งทอดแบบสุกบางส่วน

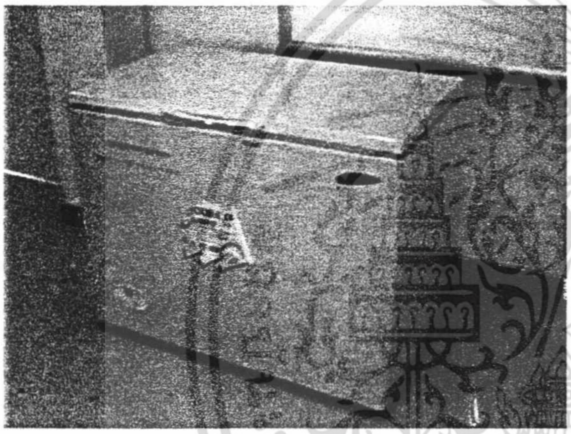
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



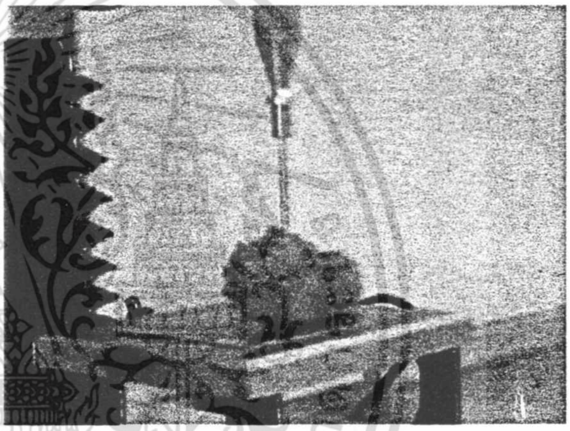
ภาพที่ ผ7 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส



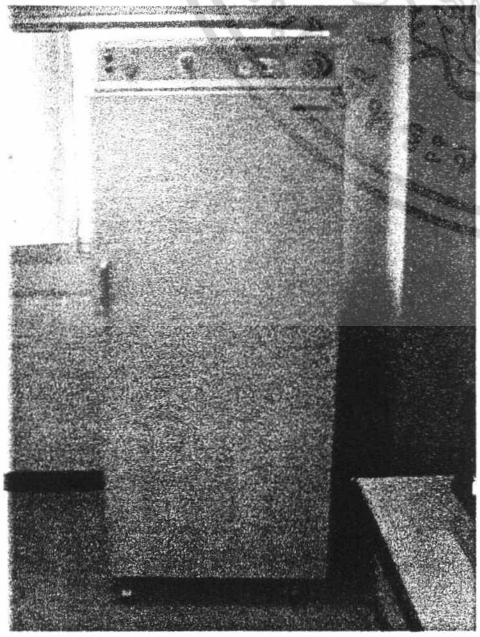
ภาพที่ ผ8 ชุดเครื่องวัดเนื้อสัมผัส



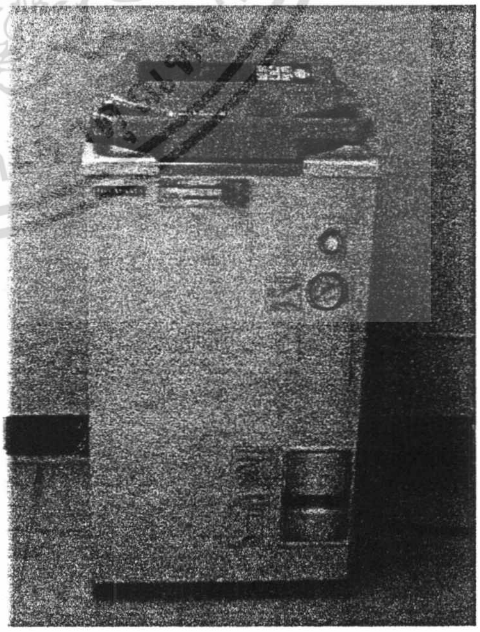
ภาพที่ ผ9 ตู้แช่แข็ง



ภาพที่ ผ10 การวัดเนื้อสัมผัส



ภาพที่ ผ11 ตู้บ่มเชื้อ



ภาพที่ ผ12 ตู้Autoclave

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ประวัติผู้เขียน

1. นายกัญจน์ สุทธิสมบูรณ์
   เกิดเมื่อวันที่ 14 สิงหาคม พ.ศ.2524
   ภูมิลำเนา จังหวัดกรุงเทพมหานคร
   การศึกษา จบการศึกษาระดับปริญญาตรี วุฒิวิทยาศาสตร์บัณฑิต ปี พ.ศ. 2547
   จากโครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร
   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. นายปภาวุฒิ วัฒนานุสิทธิ์
   เกิดเมื่อวันที่ 30 ธันวาคม พ.ศ.2525
   ภูมิลำเนา จังหวัดกรุงเทพมหานคร
   การศึกษา จบการศึกษาระดับปริญญาตรี วุฒิวิทยาศาสตร์บัณฑิต ปี พ.ศ. 2547
   จากโครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร
   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้