1622

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตน้ำหนังจากหนังหมู

(Feasibility Study of Snack Food Production from Pork Rind)

โดย

นายกิตติพันธ์ สุนทรมโนกุล

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 2 / มี.ค. / 40 อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

..... รศ. ดร. ระติพร หาเรือนกิจ

(หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร)

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 30 **เดือน** มีนาคม **พ.ศ.** 2540

14927
21 มี.ค. 2541

ปก
ก164ก
2539
ฉ. 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14927

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตน้ำหนังจากหนังหมู

(Feasibility Study of Snack Food Production from Pork Rind)

T096635

นายกิตติพันธ์ สุนทรมโนกุล

ปพ.
ก167ก
2540
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....96635
วัน,เดือน,ปี.....4 JUN 2009

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติพันธ์ สุนทรมโนกุล. 2539. : การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตน้ำหนังจากหนังหมู (Feasibility Study of Snack Food Production from Pork Rind). ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์, 44 หน้า

การผลิตน้ำหนังจากหนังหมูเพื่อศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิต ปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ รวมถึงศึกษาคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ได้ โดยแช่หนังหมูในกรดไฮโดรคลอริคความเข้มข้นร้อยละ 1,2 และ 3 เป็นเวลา 12,24,36 และ 48 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับการไม่แช่กรดก่อนทำการสกัด และใช้อัตราส่วนน้ำต่อหนังในการสกัดเท่ากับ 8:4 , 6:4 , 5:4 , 4:4 , 4:5 , 4:6 และ 4:8 ส่วนอุณหภูมิและเวลาในการสกัดใช้ที่ 60,70 และ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8,9 และ 10 ชั่วโมง ผลการทดลองปรากฏว่า การไม่แช่กรดก่อนทำการสกัดและการใช้อัตราส่วนน้ำต่อหนังในการสกัดเท่ากับ 4:4 ที่อุณหภูมิการสกัด 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 ชั่วโมง จะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี และจากการศึกษาคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ พบว่ามีองค์ประกอบดังนี้ คือ ผลิตภัณฑ์ก่อนทอดมีความชื้นร้อยละ 6.1 โปรตีนร้อยละ 82.39 และไขมันร้อยละ 0.94 ส่วนผลิตภัณฑ์หลังทอดมีความชื้นร้อยละ 1.23 โปรตีนร้อยละ 36.06 และไขมันร้อยละ 11.54 และเมื่อนำไปทำการปรับปรุงคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส โดยการปรุงรสน้ำหนังด้วยเครื่องเทศต่างๆ 3 สูตร ปรากฏว่า น้ำหนังสูตรที่ 2 ซึ่งมีส่วนผสมคือ น้ำหนังร้อยละ 86.5 เกลือร้อยละ 2 พริกไทยร้อยละ 1.5 กระเทียมร้อยละ 5 และรากผักชีร้อยละ 5 ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดคือได้คะแนนการยอมรับโดยรวม 4.67

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษเรื่องการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตน้ำหนังจากหนังหมู สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีนั้น ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ ผศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ เป็นอย่างสูง ที่กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ อ.ชมพูนุช สีห์โสภณและดร.ยุพร จรรยงค์วรกุล ที่กรุณาเป็นอาจารย์กรรมการ

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในระหว่างการปฏิบัติงาน ขอขอบคุณ นางสาวสุชฤทัย วรศักดิ์โยธิน และนางสาวนริศรา ตันวิรัช ที่ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างมากในการปฏิบัติงาน รวมทั้งขอขอบคุณ นายธีรยุทธ คงศิริรัตน์ นายวรพจน์ ดรรชนีกุล นายสามารถ จ่างวิทยา นางสาวสุกานดา สุรวโรบล นายสมลักษณ์ เตชะสมบูรณ์สุข และนายทศพร วงศ์เกษม ที่ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำ นายเจษฎา เศรษฐกิจ ที่ให้ที่พักพิง และนายเชาวฤทธิ์ โชติกุลพิศาล ที่ให้ยืมเครื่องพิมพ์

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำขอขอบคุณอีกครั้งสำหรับ นางสาวนริศรา ตันวิรัช นายภูริวัฒน์ ศรีปัญญาวิญญู และนางสาวมินตรา โชติกุล ที่คอยเป็นกำลังใจและมีส่วนอย่างมากในการทำให้ปัญหาพิเศษครั้งนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี

หากปัญหาพิเศษฉบับนี้ พอจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจอยู่บ้าง ผู้จัดทำขอยกความดีนี้ให้แก่ พ่อ แม่ ครู อาจารย์ ที่ได้สั่งสอน อบรม ให้ความรู้ และความหวังดีมาโดยตลอด

กิตติพันธ์ สุนทรมโนกุล

30 พฤษภาคม 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบาญตาราง	ฉ
สารบาญภาพ	ช
บทที่	
1. บทนำ	1
2. วารสารปริทัศน์	2
2.1 เจลาติน	2
2.2 คอลลาเจน	5
2.3 กระบวนการผลิตเจลาติน	5
2.4 สแนคจากหนังหมู	9
3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	11
3.1 วัตถุดิบ	11
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ	11
3.3 สารเคมี	11
3.4 เครื่องปรุงรส	12
3.5 วิธีการทดลอง	12
3.6 ระยะเวลาในการทดลอง	17
3.7 สถานที่ทำการทดลอง	17
4. ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	18
4.1 การหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำหนังจากหนังหมู	18
4.2 การศึกษาคุณสมบัติของน้ำหนังก่อนและหลังการทอด	25
4.3 การปรับปรุงคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำหนัง	25
5. สรุปผลการทดลอง	29
6. ข้อเสนอแนะ	30
เอกสารอ้างอิง	31
ภาคผนวก	32
ประวัติผู้เขียน	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญตาราง

หน้า

ตารางที่

1. แสดงส่วนประกอบทางเคมีของเจลาติน 4
2. แสดงคุณสมบัติของหนังหมูสด หนังหมูตากแห้ง และสแนคจากหนังหมูที่ผลิตจากเครื่องวิลเลจเทคเจอร์ไรเซอร์ 10
3. แสดงน้ำหนักของหนังหมูที่เพิ่มขึ้นและลักษณะปรากฏของหนังหมูหลังการแช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริค เมื่อใช้ความเข้มข้นและเวลาในการแช่ต่างๆ กัน 19
4. แสดงลักษณะปรากฏและปริมาณผลผลิตที่ได้ของผลิตภัณฑ์ จากการเตรียมหนังหมูด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริคที่ความเข้มข้นและเวลาต่างๆ กัน 21
5. แสดงคุณสมบัติของน้ำหนังที่ได้จากการสกัดโดยใช้อัตราส่วนน้ำต่อหนังต่างๆ กัน 23
6. แสดงคุณสมบัติของน้ำหนังที่ได้จากการสกัดโดยใช้อุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน 24
7. แสดงคุณสมบัติของน้ำหนังที่ได้หลังการผลิต 25
8. แสดงการวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วย ANOVA ของน้ำหนังแต่ละสูตรที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ 27
9. แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบโดยรวมของน้ำหนังแต่ละสูตร ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ 27
10. แสดงค่าเนื้อสัมผัสเป็นค่าแรงสูงสุดที่ใช้ในการทำให้ผลิตภัณฑ์แตก (Maximun force) และระยะทางที่หัววัดสามารถเคลื่อนที่ได้ (Distance) ในผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบาญภาพ

หน้า

ภาพที่

1. แผนภาพแสดงกรรมวิธีการผลิตน้ำหนังจากหนังหมู 15
2. แสดงหนังหมูที่พร้อมก่อนการสกัด 39
3. แสดงการสกัดน้ำหนังด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิ 40
4. แสดงน้ำหนังหลังการสกัดก่อนทำแห้ง 41
5. แสดงผลิตภัณฑ์น้ำหนังก่อนทอด 42
6. แสดงผลิตภัณฑ์นำหนังหลังทอด 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

หนังหมูจัดเป็นผลิตผลพลอยได้จากโรงฆ่าสัตว์ที่มีประโยชน์มากชนิดหนึ่ง ซึ่งสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารได้หลายประเภท เช่น แหนม ไส้กรอกเปรี้ยว หมูตั้ง เป็นต้น รวมทั้งสามารถนำหนังหมูมาสกัดเป็นเจลาติน เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่นอุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมยา และฟิล์มถ่ายรูป เป็นต้น นอกจากนี้เรายังสามารถนำหนังหมูมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารชบเคี้ยวได้อีก เรียกว่า น้ำหนัง

น้ำหนังเป็นผลิตภัณฑ์พื้นบ้านทางภาคเหนือของประเทศไทย มีลักษณะเป็นแผ่นกลมบาง สีเหลืองดุ่นคล้ายข้าวเกรียบ แต่เดิมทำมาจากการนำหนังวัว ควาย มาต้มให้เปื่อยยุ่ย ข้นเหนียว แล้วตักเทใส่ใบตองหรือพลาสติก เกลี่ยให้เป็นแผ่น ผึ่งแดดให้แห้ง เมื่อจะรับประทานให้นำมาย่างหรือผิงไฟให้พองตัว นำไปจิ้มกับน้ำจิ้มหรือน้ำพริกพื้นบ้าน ทานกับข้าวเหนียว ซึ่งนับได้ว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่น่าสนใจมากในการนำมาพัฒนากระบวนการผลิตและปรับปรุงคุณภาพในด้านต่างๆ ให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำหนังนั้น ส่วนใหญ่จะเป็นหนังควายหรือหนังวัว ซึ่งหาได้ยากและต้องใช้เวลาในการเตรียมการผลิตนาน ต่างจากหนังหมูที่หาได้ง่ายและการเตรียมก่อนการผลิตไม่ยุ่งยากและใช้เวลาสั้น นอกจากนี้ยังสามารถลดปัญหาอื่นๆ ระหว่างการผลิตที่จะติดตามมา เช่น การปนเปื้อนของขน เป็นต้น ดังนั้นจึงน่าที่จะมีการศึกษาถึงการผลิตน้ำหนังจากหนังหมู เพื่อประโยชน์ในด้านการผลิต โดยปัญหาพิเศษฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำหนังจากหนังหมูให้มีคุณภาพดี รวมถึงศึกษาด้านการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ที่มีการปรุงรสด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

น้ำหนังเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นโปรตีนพวกเจลาติน ซึ่งเป็นโปรตีนที่มีคุณสมบัติสามารถละลายน้ำได้และไม่สามารถเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติ แต่จะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของคอลลาเจนที่มีอยู่มากในเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เช่น หนัง กระดูก โดยองค์ประกอบและวิธีการผลิตน้ำหนังนั้นจะคล้ายๆกับเจลาติน เนื่องจากใช้วัตถุดิบชนิดเดียวกันและมีกรรมวิธีการผลิตที่คล้ายกัน แต่จะแตกต่างกันที่ลักษณะของผลิตภัณฑ์และวิธีการใช้หรือการบริโภค

2.1 เจลาติน

เจลาติน (gelatin) เป็นผลิตภัณฑ์พวกอินทรีย์วัตถุประเภทโปรตีนชนิดหนึ่งที่ประกอบด้วยกรดอะมิโนจำเป็นหลายชนิด ในทางการค้าจะมีลักษณะแห้ง บริสุทธิ์ ไม่มีรส ใสเหมือนแก้วจนแสงสามารถผ่านได้ เป็นของแข็งแต่เปราะ มีสีเหลืองอ่อน และสามารถละลายน้ำได้ เจลาตินจะไม่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ แต่จะเกิดจากการย่อยสลายของคอลลาเจน (collagen) ที่พบมากในเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) หนัง และกระดูกสัตว์ โดยมีอยู่ประมาณ 1 ใน 3 ส่วนของโปรตีนทั้งหมด ในการเปลี่ยนคอลลาเจนเป็นเจลาตินนั้น ทำได้โดยการไฮโดรไลซ์คอลลาเจนด้วยน้ำร้อน พันธะที่เกิดการเชื่อมไขว้ (cross link) จะแตกออก ผลที่ได้คือคอลลาเจนจะแตกออกเป็นโมเลกุลเล็กบ้างใหญ่บ้าง เกิดเป็นส่วนผสมของโปรตีนขนาดเล็กเรียกว่า เจลาติน โครงสร้างของคอลลาเจนและเจลาตินจะคล้ายคลึงกัน แตกต่างกันที่สายเปปไทด์และจำนวนโมเลกุล

สมการการเกิด ไฮโดรไลซิสของคอลลาเจนเป็นเจลาติน

$$C_{102}H_{149}N_{31}O_{38} + H_2O \longrightarrow C_{102}H_{151}N_{31}O_{39}$$

$$\downarrow$$

$$C_{55}H_{81}N_{17}O_{22} + C_{47}H_{70}N_{14}O_9$$

การเกิดเจลาตินเมื่อไฮโดรไลซ์คอลลาเจนด้วยน้ำร้อนจะพบว่า พันธะภายในโมเลกุล (intermolecular bond) และพันธะระหว่างเส้นสายโมเลกุล (intramolecular bond) เช่นพันธะที่เกิดจากอัลโดคอนเดนเซชั่น (aldo condensation) และชิฟเบส (shiff base) ตลอดจนพันธะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปปไทด์ (peptide bond) ของสายโซ่สำคัญบางเส้นจะถูกไฮโดรไลซ์ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเจลาตินจากเดิมเป็นพันธะเปปไทด์ 3 โซ่พันกันไปมา กลายเป็นรูปสัญฐาน (amorphous)

การให้ความร้อนแก่คอลลาเจนและน้ำจะได้เจลาตินที่มีคุณภาพต่ำ แต่มีวิธีการที่จะทำให้ได้เจลาตินที่มีคุณภาพสูงขึ้น นั่นคือมีค่าความแข็งแรงของเจล (gel strength) และมีค่าความหนืด (viscosity) สูงขึ้น โดยการเตรียมหนังหมูก่อนการสกัดด้วยกรดหรือด่าง ซึ่งเป็นการกำจัดสิ่งเจือปนที่ไม่ต้องการออก เช่น โปรตีนที่ไม่ใช่คอลลาเจน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และยังช่วยทำลายพันธะเคมีในคอลลาเจน มีผลให้คอลลาเจนเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นเจลาตินได้ง่ายขึ้น โดยกลุ่มเอไมด์ (amide) จะถูกไฮโดรไลซิส และมีกลุ่มคาร์บอกซิล (carboxyl) เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ก็มีการไฮโดรไลซิสของสารเปปไทด์ด้วยเล็กน้อย ทางด้านกายภาพจะมีการพองตัวของคอลลาเจนเพิ่มขึ้นในระยะการเตรียมก่อนการสกัด (pretreatment) การเปลี่ยนคอลลาเจนเป็นเจลาตินจะยังไม่ทำให้เกิดการทำลายโครงสร้างภายในโมเลกุล แต่เป็นเพียงการเสียสภาพธรรมชาติ (denature) เท่านั้น

เจลาตินประกอบด้วยกรดอะมิโน 18 ชนิด แบ่งเป็น 3 กลุ่มหลัก คือ ไกลซีน (glycene) มีประมาณ 1/3 อิมิโนโพรลีน (iminoprolene) มีประมาณ 1/4 และไฮดรอกซีโพรลีน (hydroxyprolene) ซึ่งมีประมาณ 1/4 ของปริมาณกรดอะมิโนทั้งหมด ถ้าในโมเลกุลมีสัดส่วนของส่วนที่มีขั้ว (polar group) ของโมเลกุลมากจะทำให้มีการจับตัวกันได้มากขึ้นด้วย และเนื่องจากมีปริมาณโพรลีน และไฮดรอกซีโพรลีนในโมเลกุลจำนวนมาก โมเลกุลเจลาตินจึงไม่สามารถขดเกลียว (helical shape) เหมือนโปรตีนทั่วไป ในทางตรงข้ามโมเลกุลจะมีโครงสร้างยาว ซึ่งมีส่วนดีในการช่วยให้สร้างเจลได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้เจลาตินยังมีสารเชื่อมระหว่างโมเลกุลเป็นพวกมิวโคโพลีแซคคาไรด์ (mucopolysaccaride) มีน้ำตาลหรือคาร์โบไฮเดรตในปริมาณ 1 เปอร์เซนต์ คาร์โบไฮเดรตนั้นจะประกอบด้วย กาแลคโตส(galactose) และกลูโคส (glucose) ในปริมาณที่เกือบเท่าๆ กัน

2.1.1 <u>คุณสมบัติทางกายภาพของเจลาติน</u>

เจลาตินเป็นของแข็ง เปราะ ใส ไม่มีสี ไม่มีรส ความถ่วงจำเพาะ 1.3 จุดหลอมเหลวไม่แน่นอน เมื่อให้ความร้อนจะอ่อนและสลายตัวที่ 140 องศาเซลเซียส ไม่ละลายในน้ำเย็น อัลกอฮอล์ คลอโรฟอร์ม คาร์บอนไดออกไซด์ อีเทอร์ และสารประกอบไฮโดรคาร์บอนต่างๆ แต่ละลายในน้ำอุ่นหรือน้ำร้อน และน้ำเกลืออย่างเจือจาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 คุณสมบัติทางเคมีของเจลาติน

เจลาตินประกอบด้วยร้อยละของธาตุต่างๆ ดังนี้ คาร์บอน 50.5 ไฮโดรเจน 6.8 ไนโตรเจน 17.0 ออกซิเจน 25.2 น้ำหนักโมเลกุล 15,000-25,000 เมื่อไฮโดรไลซ์แล้วจะได้สารประกอบที่เรียกว่า โปรตีโอส (proteose) เปปโตน (peptone) โพลีเปปไทด์ (polypeptide) และกรดอมิโน (amino acid) ตามลำดับ

เจลาตินประกอบด้วยโปรตีนที่มีความบริสุทธิ์สูงและสารประกอบอื่นที่ไม่ใช่โปรตีนซึ่งส่วนใหญ่เป็นเถ้าและความชื้นที่หลงเหลืออยู่ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงส่วนประกอบทางเคมีของเจลาติน

ส่วนประกอบทางเคมี	เปอร์เซนต์
โปรตีน	85-90
ความชื้น	8-13
เถ้า	0.5-2

ที่มา : Imeson,1992

2.1.3 ประโยชน์ของเจลาติน

นำไปใช้ในงานหลายด้านหลายสาขาด้วยกัน เช่น ทำแคปซูลบรรจุยา ทำฟิล์มถ่ายรูป (photographic film) ทำกาวชนิดต่างๆ ทำสารกันน้ำ (waterproofing material) ใช้ เป็นสารป้องกันการเกิดคอลลอยด์ (protective colloidal) ผสมกับไอศกรีมทำให้เนื้อและคุณภาพของไอศกรีมดีขึ้น ใช้เป็นสารทำให้เกิดฟอง (foaming medium) เช่นเดียวกับไข่ขาว (egg albumin) ในการทำขนม เป็นต้น แต่ที่ใช้กันมากที่สุด ได้แก่ อุตสาหกรรมอาหาร มีการคาดคะเนว่าใช้กันมากถึง 55 เปอร์เซนต์ ของตลาดทั้งหมด รองลงมาคือ อุตสาหกรรมผลิตยา ประมาณ 25 เปอร์เซนต์ ของตลาดโลก นอกนั้นเป็นอุตสาหกรรมถ่ายภาพ 15 เปอร์เซนต์ และอีก 5 เปอร์เซนต์ ใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น ใช้ในการทำกระดาษขัด อุตสาหกรรมสิ่งทอ ลูกกลิ้งตัวพิมพ์ และไม้ขีดเป็นต้น (ชิดชม และคณะ,2535)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 คุณค่าทางโภชนาการของเจลาติน

เจลาตินเป็นสารประกอบประเภทโปรตีนจึงประกอบด้วยกรดอมิโนจำเป็นต่างๆ มากมาย แต่เนื่องจากเจลาตินไม่มีทริปโตเฟน (tryptophan) เป็นส่วนประกอบ จึงไม่จัดเป็นโปรตีนที่สมบูรณ์ แต่จะมีสัดส่วนของกรดอมิโนชนิดอื่นเพิ่มขึ้นแทน ดังนั้นจึงสามารถใช้เจลาตินเป็นสารเสริมในโปรตีนชนิดอื่นเพื่อให้สารผสมมีปริมาณโปรตีนสูงขึ้น เมื่อผสมเจลาตินในโปรตีนเนื้อสัตว์ปรากฏว่าค่าโปรตีนสุทธิจะเพิ่มขึ้นจาก 84 เปอร์เซนต์ เป็น 99 เปอร์เซนต์

2.2 คอลลาเจน

คอลลาเจนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของหนังและกระดูกของสัตว์ และเป็นองค์ประกอบที่มีอยู่ประมาณ 30 เปอร์เซนต์ ของโปรตีนทั้งหมดในมนุษย์และสัตว์ คอลลาเจนพบมากทั้งในสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังและไม่มีกระดูกสันหลัง ซึ่งจะแตกต่างกันที่องค์ประกอบของกรดอะมิโน แต่มีหน้าที่เหมือนกันคือให้ความแข็งแรงและค้ำจุนเนื้อเยื่อ รวมทั้งอวัยวะของสัตว์

โครงสร้างของคอลลาเจนเป็นพวกโมเลกุลเชิงซ้อน โมเลกุลของคอลลาเจนมีลักษณะเป็นทริปเปิลเฮลิกซ์ (triple helix) ที่ประกอบด้วยสายอัลฟ่า (alfa chain) 3 สาย เชื่อมกันด้วยพันธะไฮโดรเจน ทำให้มีความแข็งแรงหรือเสถียร โดยมีเปอร์เซนต์ไกลซีนในปริมาณสูงถึง 33 เปอร์เซนต์ กรดอิมิโนโพรลีน (iminoprolene) และไฮดรอกซีโพรลีน (hydroxyprolene) 22 เปอร์เซนต์

ในเนื้อเยื่อส่วนใหญ่ คอลลาเจนจะอยู่ในรูปของบันเดิล (bundle) 4 หรือ 5 โมเลกุลเพื่อประกอบเป็นไฟบริล (fibril) และจะไปจับกับไฟบริลอื่นเพื่อประกอบเป็นบันเดิลที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางที่ใหญ่ขึ้น กระบวนการเกิดการเชื่อมไขว้ (cross-link) ระหว่างโมเลกุลของไลซีนหรือส่วนที่เหลือของไฮดรอกซีโพรลีน (hydroxyprolene residue) จะทำให้ไฟบริลเหล่านี้เสถียร ระดับของการเชื่อมไขว้จะเพิ่มขึ้นเมื่อสัตว์เจริญเติบโตขึ้น

2.3 กระบวนการผลิตเจลาติน

กระบวนการผลิตเจลาติน แบ่งได้เป็นขั้นตอนดังนี้ คือ

1. การกำจัดไขมัน (Degreasing) เป็นการกำจัดไขมันและน้ำรวมถึงชิ้นส่วนของเนื้อออกจากหนัง

2. การกำจัดแร่ธาตุ (Demineralization) ขั้นตอนนี้ใช้เฉพาะกับวัตถุดิบที่เป็นกระดูก ทำโดยการแช่กระดูกในสารละลายกรดไฮโดรคลอริคความเข้มข้น 5 เปอร์เซนต์ ในภาชนะที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 5 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การปรับสภาพหรือการเตรียมก่อนการสกัด (Pretreatment) ทำโดยการแช่หนังสัตว์ในสารละลายด่าง (Anonymous,1984) หรือ สารละลายกรด (Lundquist,1972)

4. การสกัด (Extraction) เป็นการเปลี่ยนคอลลาเจนเป็นเจลาตินโดยใช้น้ำร้อน

5. การทำแห้ง (Drying) เป็นการเปลี่ยนสารละลายเจลาตินให้อยู่ในสภาพที่แห้ง บดให้ได้เป็นผลิตภัณฑ์สุดท้าย (Anonymous,1984)

2.3.1 การกำจัดไขมัน

วัตถุดิบที่จะนำมาใช้ในการผลิตเจลาตินได้แก่ กระดูก (ossein) หนังวัว หนังควาย และหนังหมู การผลิตจะทำโดยการล้างทำความสะอาดและลดขนาดวัตถุดิบก่อน เช่น หนังสัตว์ให้มีขนาด 1-1.5 เซนติเมตร กระดูกให้มีขนาด 1-8 เซนติเมตร โดยใช้เครื่องบดกระดูก ถ้าเป็นกระดูกสดต้องนำมาทำการกำจัดไขมัน ส่วนกระดูกแห้งจะถูกกำจัดไขมันโดยธรรมชาติจึงไม่จำเป็นต้องทำขั้นตอนนี้

2.3.2 การกำจัดแร่ธาตุ

แร่ธาตุในกระดูกจะถูกกำจัดออกได้โดยใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริคเจือจาง โดยที่แคลเซียมฟอสเฟตจะละลายออกมาในรูปของแคลเซียมอิออน กระดูกที่กำจัดแคลเซียมแล้วจะถูกแยกออกจากสารละลายกรด และนำมาล้างด้วยน้ำเพื่อกำจัดกรดที่หลงเหลืออยู่ การล้างนี้อาจใช้สารละลายด่างอ่อนเข้มข้น 0.5 เปอร์เซนต์ หรือสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เจือจาง ล้างอีกครั้งเพื่อทำให้เป็นกลาง (Hinterwaldner,1977)

2.3.3 การเตรียมก่อนการสกัด

การเตรียมวัตถุดิบเพื่อการสกัด (Preparation for Extraction) หรืออาจเรียกว่า การเตรียมก่อนการสกัด (Pretreatment) จุดประสงค์เพื่อต้องการให้คอลลาเจนที่มีอยู่ในวัตถุดิบเกิดการพองตัว ทำให้สามารถเปลี่ยนคอลลาเจนให้เป็นเจลาตินได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถขจัดสารที่ไม่ต้องการ ได้แก่ สารพวก non-collagenous proteins , mucopolysaccharides ฯลฯ ทำให้เจลาตินที่ได้ใสและมีสีดีขึ้น (Ward และ Courts,1977) สำหรับวัตถุดิบซึ่งเป็นกระดูก หนังวัว หนังควาย สามารถทำได้ 2 กระบวนการ คือ

1. กระบวนการใช้ด่าง (Alkaline Process หรือ Lining Process) เจลาตินที่ได้จากกระบวนการนี้จะเรียกว่า เจลาตินชนิดบี (Type-B gelatin)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กระบวนการใช้กรด (Acid Process) เจลาตินที่ได้จากกระบวนการนี้จะเรียกว่า เจลาตินชนิดเอ (Type-A gelatin)

ในอเมริกาเหนือ หนังหมูมักนิยมผ่านกระบวนการทำเป็นชนิดเอ และหนังวัว ควาย จะทำเป็นชนิดบี ส่วนโอเซอินสามารถทำเป็นเจลาตินได้ทั้ง 2 ชนิด (Hinterwaldner,1977)

กระบวนการใช้ด่างจะแช่โอเซอินหรือหนังในสารละลายด่างความเข้มข้น 2-5 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก เป็นเวลา 6-20 สัปดาห์ โดยทั่วไปจะใช้เวลา 8-12 สัปดาห์ สำหรับโอเซอินอุณหภูมิที่ใช้ไม่ควรเกิน 20 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการสูญเสียคอลลาเจนมากเกินไป จุดประสงค์ของการใช้ด่าง คือการทำลายพันธะเคมีที่ยังคงเหลืออยู่ในคอลลาเจนและกำจัดสารที่ไม่ต้องการเช่น โปรตีนอื่นๆ คาร์โอไฮเดรต เป็นต้น ไขมันที่ยังคงเหลืออยู่จะถูกเปลี่ยนเป็นสบู่ที่ไม่ละลายในด่าง (insoluble lime soap)

กระบวนการใช้กรดมีต้นกำเนิดมาจากสหรัฐอเมริกา ปัจจุบันมีการใช้กันมากในแถบยุโรป กระบวนการนี้เหมาะสมกับวัตถุดิบเช่น หนังหมู และโอเซอินจากกระดูกลูกวัว ควาย

เหตุผลที่กระบวนการใช้กรดมีการใช้กันมากขึ้น เนื่องมาจาก

1. ใช้ระยะเวลาสั้น คือใช้เวลาเพียง 10-48 ชั่วโมง

2. ปริมาณน้ำเสียที่เหลือจากกระบวนการมีปริมาณน้อยกว่ากระบวนการใช้ด่าง

3.ในกระบวนการกำจัดไขมันแบบใหม่จะได้โอเซอินที่เหมาะสมกับกระบวนการใช้กรดในการเตรียมก่อนการสกัด

นอกจากนี้ กระบวนการใช้กรดยังช่วยลดค่าใช้จ่ายได้มาก เนื่องจากใช้เวลาในการเตรียมวัตถุดิบน้อย ทำให้ปริมาณวัตถุดิบที่เก็บสำรองมีน้อยลงด้วย แต่กระบวนการใช้กรดนี้เหมาะสมกับวัตถุดิบพวกหนังหมู โอเซอิน และหนังกระต่าย เท่านั้น

หนังและกระดูกที่ลดขนาดและผ่านการล้างแล้ว จะถูกนำมาแช่ในสารละลายกรดแร่เจือจาง (diluted mineral acid solution) ความเข้มข้นไม่ควรเกิน 5 เปอร์เซนต์ ค่าความเป็นกรด-ด่างระหว่าง 3.5-4.5 กรดแร่ที่ใช้อาจเป็นกรดไฮโดรคลอริก กรดซัลฟุริก กรดฟอสฟอริก หรือสารละลายผสมของกรดเหล่านี้ หนังจะเกิดการพองตัวในสารละลายกรดแร่เจือจาง แต่ไม่มีคุณสมบัติในการละลายน้ำ กระบวนการใช้กรดจะดำเนินต่อไปจนกระทั่งวัตถุดิบเป็นกรดโดยสมบูรณ์ (fully acidified) หรือมีการพองตัวสูงสุด อุณหภูมิที่ใช้คืออุณหภูมิห้องประมาณ 15-20 องศาเซลเซียส ระยะเวลาที่ใช้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของวัตถุดิบ อุณหภูมิ ความเข้มข้นของกรด โดยปกติจะใช้เวลา 10-48 ชั่วโมง

หลังจากผ่านกระบวนการใช้กรดแล้ว จะทำการแยกเอาสารละลายกรดออก โดยนำวัตถุดิบที่ได้มาล้างด้วยน้ำเย็นเพื่อกำจัดกรดที่ตกค้างอยู่ออก การล้างจะต้องทำในภาชนะที่ไม่เกิดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีกก่อน ล้างจนกระทั่งความเป็นกรด-ด่างมีค่าสูงกว่า 4 เนื่องจากไอโซอิเล็คทริคพอยด์ (Isoelectric point) ของโปรตีนที่ไม่มีคอลลาเจนเป็นองค์ประกอบบางชนิดในวัตถุดิบมีค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 4-5 จึงละลายได้น้อยที่สุดในช่วงนี้ และอาจตกตะกอนได้ในระหว่างการสกัด น้ำที่ใช้ล้างควรมีการเปลี่ยนบ่อยๆ วัตถุดิบที่ล้างแล้วที่ปราศจากกรด มีค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 4 จะนำไปทำการสกัดต่อไป (Hinterwaldner,1977)

นอกจากนี้ยังมีกระบวนการใช้เอนไซม์ (Enzymatic Process) ซึ่งเป็นวิธีที่ค่อนข้างใหม่ในการเตรียมวัตถุดิบที่มีคอลลาเจนเป็นองค์ประกอบ โดยใช้วิธีการทางชีววิทยาหรือชีวเคมี โดยข้อดีของกระบวนการใช้เอนไซม์ มีดังนี้

1. ใช้เวลาเพียง 1 ใน 5 ของกระบวนการใช้ด่าง
2. ได้ผลผลิตเกือบ 100 เปอร์เซนต์
3. คุณสมบัติทางกายภาพของเจลาตินที่ได้ เช่น ความแข็งแรงของเจล จุดแข็งตัว (setting point) และจุดหลอมเหลว (melting point) ดีขึ้นกว่าเจลาตินที่ผลิตโดยวิธีเก่า
4. ไม่ต้องใช้กระบวนการระเหยให้เข้มข้นเหมือนวิธีเก่า เพราะฉะนั้นจึงไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในส่วนนี้
5. การกระจายของน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วงแคบ
6. เจลาตินที่ผลิตได้มีความบริสุทธิ์สูงกว่าเจลาตินที่ผลิตจากวิธีเก่า

ดังนั้นในอนาคต กระบวนการใช้เอนไซม์น่าที่จะมีบทบาทสำคัญในการผลิตเจลาตินในระดับอุตสาหกรรมอย่างแน่นอน (Hinterwaldner,1977)

2.3.4 <u>การสกัด</u>

หลังจากผ่านกระบวนการเตรียมก่อนการสกัดแล้ว วัตถุดิบจะถูกนำมาล้างให้มีความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วงที่ต้องการ โดยทั่วไปจะมีความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 4-7 อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดอยู่ในช่วง 55-100 องศาเซลเซียส ความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิ และเวลาในการสกัด จะมีผลต่อผลิตภัณฑ์อย่างมาก กระบวนการสกัดที่จะทำให้ได้ผลผลิต (yield) สูงสุด จะต้องปรับให้เกิดความสมดุลระหว่างความเป็นกรด-ด่างของสารละลาย อุณหภูมิ และเวลาในการสกัด ในทางปฏิบัติ เจลาตินจะได้จากการสกัด 4 หรือ 5 ครั้ง แต่ละครั้งจะเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อยๆ โดยในการสกัดครั้งแรกจะเริ่มที่อุณหภูมิ 50-55 องศาเซลเซียส และสกัดจนกระทั่งได้ความเข้มข้นของเจลาตินในน้ำสกัดประมาณ 5 เปอร์เซนต์ จากนั้นจึงค่อยแยกเอาน้ำสกัดออก แล้วเติมน้ำใหม่ลงไปทำการสกัดครั้งที่ 2 แต่ละครั้งที่เริ่มสกัดใหม่จะใช้อุณหภูมิสูงขึ้นกว่าเดิม ทำการสกัดเช่นนี้ 4-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้ง อุณหภูมิในการสกัดครั้งสุดท้ายจะใกล้เคียงกับจุดเดือดของน้ำ (80-90 องศาเซลเซียส) และเจลาตินที่สกัดได้ในแต่ละครั้งจะมีคุณภาพต่ำลงเรื่อยๆ (Anonymous,1984) หลังจากนั้นสารละลายเจลาตินจะถูกทำให้เข้มข้น และอาจมีการพาสเจอไรซ์ (Pasteurization) เพื่อฆ่าเชื้อ ต่อจากนั้นนำไปทำให้แห้ง

2.3.5 การทำแห้ง

หลังจากทำให้เข้มข้นแล้ว สารละลายเจลาตินจะผ่านการพาสเจอไรซ์แบบแฟลช (Flash Pasteurization) ที่ 120 องศาเซลเซียส และทำให้เย็นลงทันที จากนั้นส่งต่อไปยังเครื่องทำแห้งซึ่งมีอยู่หลายชนิด เช่น ตู้อบสูญญากาศ (Vacuum Oven) เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งหรือแบบสายพานต่อเนื่องที่ทำจากสแตนเลส (Continuous Stainless Belt dryer) หลังจากทำแห้งแล้วจะส่งไปทำการบดให้เป็นผงละเอียดตามเกรดต่างๆ แล้วบรรจุใส่ภาชนะที่อากาศเข้าไม่ได้ (Anonymous,1984)

2.4 สแนคจากหนังหมู

การใช้ประโยชน์จากหนังหมูของประเทศไทยในการทำเป็นสแนค ได้แก่ แคบหมู ซึ่งได้จากหนังหมูแห้งที่มีหรือไม่มีไขมันติด แล้วนำมาทอดน้ำมัน ซึ่งเป็นอาหารว่างที่คนทางภาคเหนือรับประทานกันเป็นประจำ นอกจากนี้ยังมีสแนคอีกชนิดหนึ่งซึ่งทำจากหนังหมูโดยใช้เครื่องวิลเลจเทคเจอร์ไรเซอร์ ซึ่งวิธีการนี้ไม่ต้องมีการทอดน้ำมัน แต่จะใช้การอบหนังหมูที่อุณหภูมิและแรงดันสูง ทำให้ได้สแนคที่มีปริมาณโปรตีนสูงและปริมาณไขมันต่ำ ซึ่งคุณสมบัติของหนังหมูสด หนังหมูตากแห้ง และสแนคจากหนังหมูที่ผลิตจากเครื่องวิลเลจเทคเจอร์ไรเซอร์ แสดงในตารางที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงคุณสมบัติของหนังหมูสด หนังหมูตากแห้ง และสแนคจากหนังหมูที่ผลิตจากเครื่องวิลเลจเทคเจอร์ไรเซอร์

คุณสมบัติ	หนังหมูดิบสด	หนังหมูตากแห้ง	สแนคจากหนังหมู
ปริมาณความชื้น (%)	50.40	15.50	11.49
ปริมาณโปรตีน (%)	26.50	45.30	76.69
ปริมาณไขมัน (%)	22.70	38.79	11.42

ที่มา : สมชาย,2533

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

หนังหมูสด

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

- ขวดแก้วทนความร้อน
- มีด เขียง
- ผ้าขาวบาง
- อูมิเนียมแคน (Aluminium can)
- ถาดอลูมิเนียม
- เครื่องชั่งน้ำหนักหยาบ Mettler รุ่น PE 3000
- เครื่องชั่งน้ำหนักละเอียด Mettler รุ่น AE 50
- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath)
- เครื่องแก้ว ได้แก่ บีกเกอร์ กระบอกตวง ปิเปต แท่งแก้วคน ขวดวัดปริมาตร เป็นต้น
- เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyser)
- ชุดวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (Kjeldahl Apparatus)
- ชุดวิเคราะปริมาณไขมัน (Soxtherm Automatic Extraction Unit)
- ตู้อบแห้ง (Carbinet tray dryer)
- ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
- โถดูดความชื้น (Desicator)
- เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Refractometer)
- เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ (Vernier caliper)

3.3 สารเคมี

- สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 1,2 และ 3 เปอร์เซนต์
- น้ำกลั่น (Distilled water)
- กรดซัลฟุริคเข้มข้น (conc. H_2SO_4 93-98%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กรดไฮโดรคลอริค (HCl) 0.1 N
- โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 30 เปอร์เซนต์
- กรดบอริค (Boric acid) 2 เปอร์เซนต์
- ซิลิเนียมไดออกไซด์ (SeO_2)
- โปตัสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4)
- คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4.5H_2O$)
- โบรโมครีซอลกรีน (Bromocresol green)
- เมทิลเรด (Methyl red)
- อีเธอร์ (Ether)

3.4 เครื่องปรุงรส

- น้ำตาล
- เกลือ
- ผงปรุงบาร์บีคิว
- กระเทียม
- รากผักชี
- พริกไทย

3.5 วิธีการทดลอง

3.5.1 การหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำหนังจากหนังหมู

ทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) เพื่อศึกษาผลของตัวแปรต่างๆ ดังนี้

3.5.1.1 การเตรียมหนังหมูด้วยกรดไฮโดรคลอริคที่ความเข้มข้นและเวลาต่างๆ กัน โดยใช้สภาวะดังต่อไปนี้

- ความเข้มข้นของกรด 1,2 และ 3 เปอร์เซนต์
- เวลาในการแช่ 12,24,36 และ 48 ชั่วโมง
- อัตราส่วนน้ำต่อหนัง 1:1
- อุณหภูมิในการสกัด 70 องศาเซลเซียส
- เวลาในการสกัด 8 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อุณหภูมิในการอบ 70 องศาเซลเซียส
- เวลาในการอบ 10 ชั่งโมง

การตรวจผล พิจารณาจาก

- ลักษณะปรากฏของหนังหมูที่ผ่านการแช่กรด
- น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของหนังหมูหลังการแช่กรด
- ลักษณะปรากฏของแผ่นน้ำหนังที่ได้
- เปอร์เซนต์ผลผลิตที่ได้

3.5.1.2 การสกัดน้ำหนังที่อัตราส่วนน้ำต่อหนังต่างๆ กัน โดยใช้สภาวะดังต่อไปนี้ ดังนี้

- อัตราส่วนน้ำต่อหนัง 8 :4 , 6:4 , 5:4 , 4:4 , 4:5 , 4:6 และ 4:8
- อุณหภูมิในการสกัด 70 องศาเซลเซียส
- เวลาในการสกัด 8 ชั่วโมง
- อุณหภูมิในการอบ 70 องศาเซลเซียส
- เวลาในการอบ 10 ชั่งโมง

การตรวจผล พิจารณาจาก

- ลักษณะปรากฏของแผ่นน้ำหนังที่ได้
- เปอร์เซนต์ของแข็งทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำสกัด
- เปอร์เซนต์ผลผลิตที่ได้

3.5.1.3 การสกัดน้ำหนังที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน โดยใช้สภาวะดังต่อไปนี้

- อุณหภูมิในการสกัด 60,70 และ 80 องศาเซลเซียส
- เวลาในการสกัด 8,9 และ 10 ชั่วโมง
- อุณหภูมิในการอบ 70 องศาเซลเซียส
- เวลาในการอบ 10 ชั่งโมง

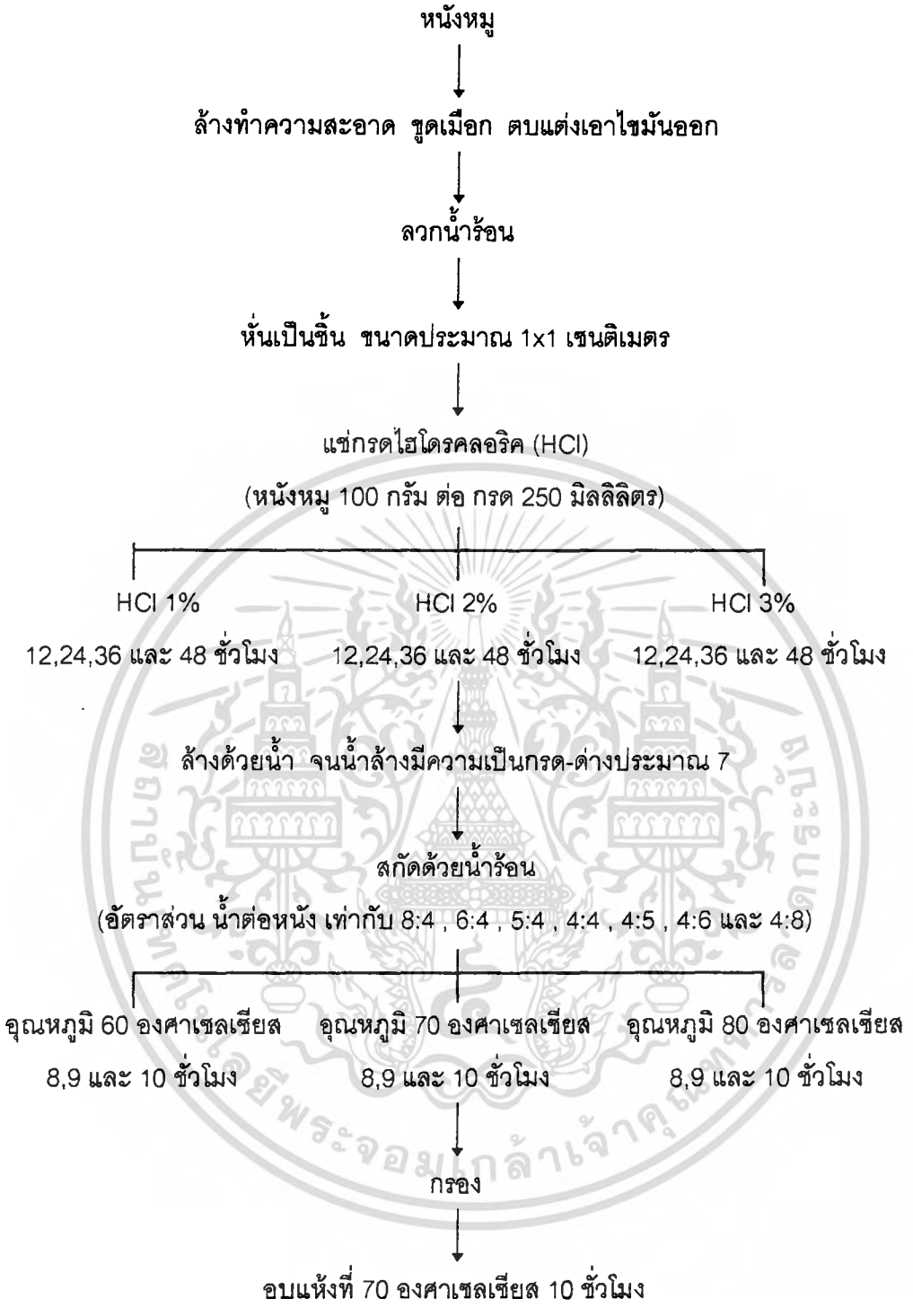
การตรวจผล พิจารณาจาก

- ลักษณะปรากฏของแผ่นน้ำหนังที่ได้
- เปอร์เซนต์ของแข็งทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำสกัด
- เปอร์เซนต์ผลผลิตที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผลิตน้ำหนังจากหนังหมู กระทำโดยนำหนังหมูสดมาล้างทำความสะอาด ขูดเมือก และตบแต่งเอาไขมันออก จากนั้นนำไปลวกในน้ำร้อน (60-90 องศาเซลเซียส) หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดประมาณ 1x1 เซนติเมตร แล้วทำการเตรียมก่อนการสกัดโดยนำหนังหมูไปแช่ในกรดไฮโดรคลอริคที่มีความเข้มข้น 1,2 และ 3 เปอร์เซนต์ เป็นเวลา 12,24,36 และ 48 ชั่วโมง (ใช้อัตราส่วนหนังหมู 100 กรัม ต่อ สารละลายกรด 250 มิลลิลิตร โดยใช้ขวดแก้วเป็นภาชนะบรรจุ) หลังจากนั้นนำหนังหมูออกจากกรดมาล้างด้วยน้ำ จนน้ำล้างมีความเป็นกรด-ด่างประมาณ 7 จึงนำไปทำการสกัดน้ำหนังโดยใช้น้ำร้อนที่มีอุณหภูมิ 60,70 และ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8,9 และ 10 ชั่วโมง อัตราส่วนน้ำต่อหนังในการสกัด เท่ากับ 8:4 , 6:4 , 5:4 , 4:4 , 4:5 , 4:6 และ 4:8 เมื่อครบเวลานำน้ำสกัดที่ได้มากรองด้วยผ้าขาวบางเพื่อแยกเศษหนังหมูออก จากนั้นนำไปทำให้แห้งเป็นแผ่นด้วยตู้อบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เวลา 10 ชั่วโมง ขั้นตอนการผลิตน้ำหนังแสดงดังภาพที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 แผนภาพแสดงกรรมวิธีการผลิตน้ำหนังจากหนังหมู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 การศึกษาคุณสมบัติของน้ำหนังก่อนและหลังการทอด

ทำการศึกษาคุณสมบัติของน้ำหนังที่ผลิตจากสภาวะที่เหมาะสมจากการทดลองข้างต้นทั้งก่อนและหลังทอดน้ำมัน โดยนำมาทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ดังนี้

- ลักษณะปรากฏ
- ปริมาณความชื้น โดยใช้วิธีของ AOAC (1984)
- ปริมาณโปรตีน โดยใช้ Kjeldahl Method
- ปริมาณไขมัน โดยใช้ Soxtherm Extraction Method

3.5.3 การปรับปรุงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำหนัง

ทำการทดลองหาสูตรปรุงรสที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด โดยการใช้เครื่องปรุงสูตรต่างๆ ดังนี้

สูตรที่ 1	น้ำหนัง	86 เปอร์เซนต์
	ผงบาร์บีคิว	14 เปอร์เซนต์
สูตรที่ 2	น้ำหนัง	86.5 เปอร์เซนต์
	เกลือ	2 เปอร์เซนต์
	พริกไทย	1.5 เปอร์เซนต์
	กระเทียม	5 เปอร์เซนต์
	รากผักชี	5 เปอร์เซนต์
สูตรที่ 3		
	น้ำหนัง	87 เปอร์เซนต์
	น้ำตาล	7 เปอร์เซนต์
	ผงบาร์บีคิว	6 เปอร์เซนต์

การตรวจผล พิจารณาจาก

- การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (Sensory evaluation) โดยใช้การทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ Hedonic scale จำนวนผู้ทดสอบ 15 คน ทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณลักษณะทางลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม และมีการพิจารณาคะแนนตามความชอบ ดังนี้

5 = ชอบมาก

4 = ชอบ

3 = เฉยๆ

2 = ไม่ชอบ

1 = ไม่ชอบมาก

จากนั้นทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

- การวัดการพองตัว โดยการวัดความหนาของแผ่นน้ำหนังที่ผลิตได้ทั้งก่อนและหลังทอดน้ำมันด้วยเวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ จากนั้นทำการคำนวณหาอัตราส่วนการพองตัว ดังนี้

$$\text{อัตราส่วนการพองตัว} = \frac{\text{ความหนาของแผ่นน้ำหนังหลังทอด}}{\text{ความหนาของแผ่นน้ำหนังก่อนทอด}}$$

- การวัดค่าเนื้อสัมผัส โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyser รุ่น TA-XT2i) วัดค่าแรงสูงสุดที่ใช้ในการทำให้ผลิตภัณฑ์แตก (Maximum force) และระยะทางที่หัววัดสามารถเคลื่อนที่ได้ (Distance) ด้วยหัววัด P/0.25s Ball probe และเปรียบเทียบค่าที่วัดได้นี้กับผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่จำหน่ายอยู่ตามท้องตลาด

3.6 ระยะเวลาในการทดลอง

15 มกราคม 2540 ถึง 15 มิถุนายน 2540

3.7 สถานที่ทำการทดลอง

- ห้องปฏิบัติการเนื้อสัตว์
- ห้องปฏิบัติการภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
C6685

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 การหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำหนังจากหนังหมู

4.1.1 ผลของการเตรียมหนังหมูด้วยกรดไฮโดรคลอริคโดยใช้ความเข้มข้นและเวลาต่างๆ กัน

จากการทดลองนำหนังหมูมาทำการเตรียมก่อนการสกัดโดยแช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริคความเข้มข้น 1,2 และ 3 เปอร์เซนต์ เป็นเวลา 12,24,36 และ 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) เปรียบเทียบกับผลของการไม่แช่หนังหมูในสารละลายกรดไฮโดรคลอริค ก่อนทำการสกัด ได้ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงน้ำหนักของหนังหมูที่เพิ่มขึ้นและลักษณะปรากฏของหนังหมูหลังการแช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริค เมื่อใช้ความเข้มข้นและเวลาในการแช่ต่างๆ กัน

เปอร์เซนต์กรด	เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของหนังหมู (กรัม)	ลักษณะปรากฏของหนังหมู
0	0	0	สีน้ำตาลอ่อน แข็ง เหนียว ยืดหยุ่นมาก
1	12	66.5	สีอ่อนลงเป็นสีเหลืองซีด พองตัวมากที่สุด แข็ง ยืดหยุ่น
	24	70.8	สีเหลืองซีด นิ่มขึ้นเล็กน้อย ยืดหยุ่น
	36	68.9	สีขาวซีด นิ่ม พองตัวมาก
	48	66.9	สีขาวซีด นิ่ม พองตัวมาก
2	12	51.4	สีเหลืองซีด แข็ง ยืดหยุ่น พองตัวระหว่าง 1% กับ 3%
	24	52.7	สีเหลืองซีด นิ่มขึ้น ยืดหยุ่น
	36	44.1	สีขาวซีด นิ่มกว่าใช้กรด 1% แต่พองตัวน้อยกว่าใช้กรด 1%
	48	36.9	สีขาวซีด นิ่มจนค่อนข้างเละ พองตัวระหว่าง 1% กับ 3%
3	12	46.9	สีเหลืองซีด พองตัวน้อย แข็ง ยืดหยุ่น
	24	39.3	สีเหลืองซีด หนังนิ่ม ยืดหยุ่นน้อย
	36	24.2	สีขาวซีด หนังนิ่มมาก ค่อนข้างเละ พองตัวน้อย
	48	11.6	สีขาวซีด หนังนิ่มมาก ค่อนข้างเละ พองตัวน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 3 พบว่าเมื่อทำการแช่หนังหมูในสารละลายกรดไฮโดรคลอริคเป็นเวลานานมากขึ้น จะทำให้หนังหมูมีความนิ่มเพิ่มขึ้นและมีสีอ่อนลง และมื่อใช้ความเข้มข้นของกรดมากขึ้น จะทำให้หนังหมูจะพองตัวน้อยลงและมีความนิ่มเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อความเข้มข้นของกรดมากขึ้น การไฮโดรไลซ์ของคอลลาเจนในหนังหมูก็จะมากขึ้นด้วย ดังนั้นเมื่อใช้ความเข้มข้นของกรดสูงๆ หนังหมูจึงมีลักษณะนิ่มมากและจะสูญเสียโครงสร้างทำให้ไม่สามารถพองตัวได้มาก และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบในด้านน้ำหนักของหนังหมูที่เพิ่มขึ้นหลังการแช่กรด พบว่าเมื่อใช้ความเข้มข้นของกรดต่ำๆ จะทำให้ได้หนังหมูที่มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นมาก คือเมื่อใช้ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริค 1 เปอร์เซนต์ จะทำให้ได้หนังหมูที่มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นมากที่สุด และที่ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริค 3 เปอร์เซนต์ จะทำให้ได้หนังหมูที่มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด นอกจากนี้ระยะเวลาในการแช่ก็มีผลต่อน้ำหนักของหนังหมูเช่นกัน คือเมื่อใช้เวลาในการแช่กรดนาน จะทำให้หนังหมูมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นน้อย แต่เมื่อใช้เวลาในการแช่กรดน้อย จะทำให้หนังหมูมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นมาก และเมื่อเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบในด้านลักษณะปรากฏและปริมาณผลผลิตที่ได้ (% yield) ของผลิตภัณฑ์ จะสามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14927

ตารางที่ 4 แสดงลักษณะปรากฏและปริมาณผลผลิตที่ได้ของผลิตภัณฑ์ จากการเตรียมหนังหมูด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริคที่ความเข้มข้นและเวลาต่างๆ กัน

เปอร์เซนต์กรด	เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)	% yield	ลักษณะปรากฏของน้ำหนัง
0	0	12.48	แผ่นหนา สีเหลืองอ่อน
1	12	39.76	มีฟองอากาศมาก สีเข้ม ฉีกขาดง่าย
	24	26.88	แผ่นบาง สีเหลืองอ่อน
	36	27.43	แผ่นบาง สีเหลืองอ่อน
	48	18.50	แผ่นบาง สีเหลืองอ่อน
2	12	29.65	มีฟองอากาศมาก สีเข้ม ฉีกขาดง่าย
	24	27.58	แผ่นบาง สีเหลืองอ่อน
	36	19.64	แผ่นหนา สีเหลืองน้ำตาล
	48	15.59	แผ่นหนา สีเหลืองน้ำตาล
3	12	35.06	มีฟองอากาศมาก สีเข้ม ฉีกขาดง่าย
	24	24.16	มีฟองอากาศมาก สีอ่อน
	36	18.04	แผ่นหนา สีน้ำตาล
	48	14.72	แผ่นหนา สีน้ำตาล

จากตารางที่ 4 พบว่าเมื่อใช้ความเข้มข้นของสารละลายกรดกรดไฮโดรคลอริค 1 เปอร์เซนต์ เป็นเวลา 12 ชั่วโมง จะให้ปริมาณผลผลิตมากที่สุดคือ 39.76 เปอร์เซนต์ แต่ที่สภาวะนี้น้ำหนังที่ผลิตได้มีคุณภาพต่ำ ไม่ได้ลักษณะของแผ่นน้ำหนังที่ดี คือแผ่นมีฟองอากาศมาก สีเข้ม และฉีกขาดง่าย เช่นดียวกับน้ำหนังที่ผลิตได้จากการเตรียมด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริคร้อยละ 2 และ 3 เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ถึงจะให้ปริมาณผลผลิตสูง แต่น้ำหนังที่ผลิตได้มีคุณภาพต่ำ ส่วนน้ำหนังที่ผลิตจากการเตรียมที่สภาวะอื่นๆ เช่น เมื่อใช้ความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริคร้อยละ 1 เป็นเวลา 24,36 และ 48 ชั่วโมง จะให้น้ำหนังแผ่นบาง และเมื่อใช้ความเข้มข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

ของสารละลายกรดไฮโดรคลอริค 2 และ 3 เปอร์เซนต์ จะให้น้ำหนังที่มีสีเข้ม นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณของน้ำหนัง ที่ผลิตได้จะสัมพันธ์กับน้ำหนักของหนังหมูหลังการแช่กรดด้วย กล่าวคือเมื่อน้ำหนักของหนังหมูเพิ่มมากขึ้นจะมีผลให้ได้ปริมาณน้ำหนังเพิ่มมากขึ้นด้วย แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบกับการผลิตน้ำหนังโดยไม่มีขั้นตอนการเตรียมก่อนการสกัด จะเห็นว่าน้ำหนังที่ผลิตโดยไม่มีขั้นตอนการเตรียมก่อนการสกัดจะมีลักษณะของแผ่นน้ำหนังที่ดี คือแผ่นหนา และมีสีเหลืองอ่อน ซึ่งมีคุณภาพดีกว่าการผลิตน้ำหนังโดยมีขั้นตอนการแช่กรด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเตรียมหนังหมูด้วยกรดไฮโดรคลอริคก่อนการสกัด จะทำให้โครงสร้างของหนังหมูเปลี่ยนไปจากเดิม ซึ่งมีผลต่อความสามารถในการเกิดเป็นแผ่นน้ำหนัง จึงทำให้น้ำหนังที่ผลิตจากกระบวนการเตรียมก่อนการสกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริคมีคุณภาพต่ำกว่าน้ำหนังที่ผลิตโดยไม่มีขั้นตอนการเตรียมก่อนการสกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริค ดังนั้นจากผลการทดลอง สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำหนังจากหนังหมู คือ ในการเตรียมหนังหมูก่อนการสกัดไม่จำเป็นต้องใช้กรดไฮโดรคลอริค

4.1.2 <u>ผลของการสกัดน้ำหนังโดยใช้อัตราส่วนน้ำต่อหนังต่างๆ กัน</u>

จากการทดลองนำหนังหมูมาทำการสกัดน้ำหนัง โดยใช้อัตราส่วนน้ำต่อหนัง 8:4 , 6:4 , 5:4 , 4:4 , 4:5 , 4:6 และ 4:8 ได้ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงคุณสมบัติของน้ำหนังที่ได้จากการสกัดโดยใช้อัตราส่วนน้ำต่อหนังต่างๆ กัน

อัตราส่วนน้ำต่อหนัง	% TSS	% yield	ลักษณะปรากฏของน้ำหนัง
8:4	8	13.44	ได้น้ำสกัดปริมาณมาก แต่แผ่นน้ำหนังบางมาก ฉีกขาดง่าย
6:4	10	12.84	ได้น้ำสกัดปริมาณมาก แต่แผ่นน้ำหนังบางมาก ฉีกขาดง่าย
5:4	13	11.74	ได้น้ำหนังแผ่นหนาขึ้น สีเหลืองอ่อน
4:4	16	10.02	ได้น้ำหนังแผ่นหนา สีเหลืองอ่อน
4:5	16	8.23	ได้น้ำหนังแผ่นหนา สีเหลืองขุ่น
4:6	17	6.06	ได้น้ำสกัดน้อย น้ำหนังแผ่นหนา สีเหลืองขุ่น
4:8	18	3.91	ได้น้ำสกัดน้อย น้ำหนังแผ่นหนา สีเหลืองขุ่น

จากตารางที่ 5 พบว่าเมื่อใช้อัตราส่วนน้ำต่อหนังที่ปริมาณของน้ำเพิ่มมากขึ้น จะทำให้ได้ปริมาณผลผลิตเพิ่มมากขึ้นด้วย แต่จะได้น้ำหนังที่มีแผ่นบาง ฉีกขาดง่าย คุณภาพต่ำ ในขณะที่เมื่อใช้อัตราส่วนน้ำต่อหนังที่ปริมาณของหนังหมูเพิ่มมากขึ้น จะทำให้ได้น้ำหนังที่มีแผ่นหนา คุณภาพดีกว่า แต่จะได้มีปริมาณผลผลิตต่ำ ซึ่งเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบแล้วจะเห็นว่าน้ำหนังที่ใช้อัตราส่วนน้ำต่อหนัง 4:4 จะมีคุณภาพดีที่สุด คือมีแผ่นหนา สีเหลืองอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ผลของการสกัดน้ำหนังโดยใช้อุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน

จากการทดลองนำหนังหมูมาทำการสกัดน้ำหนัง โดยใช้อุณหภูมิ 60,70 และ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8,9 และ 10 ชั่วโมง ได้ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงคุณสมบัติของน้ำหนังที่ได้จากการสกัดโดยใช้อุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน

อุณหภูมิ	เวลา (ชั่วโมง)	% TSS	% yield	ลักษณะปรากฏของน้ำหนัง
60	8	17.0	10.30	แผ่นบาง กรอบ เปราะ
	9	18.5	8.56	แผ่นบาง กรอบ เปราะ
	10	14.8	9.61	แผ่นค่อนข้างหนา แข็ง
70	8	16.0	9.59	แผ่นบาง กรอบ
	9	17.0	9.29	แผ่นหนา ร่อน
	10	16.0	12.20	แผ่นหนา ร่อน
80	8	18.3	11.42	แผ่นค่อนข้างหนา แข็ง
	9	18.5	10.17	แผ่นหนา แข็ง ร่อน
	10	15.0	13.18	แผ่นหนา แข็ง ร่อน

จากตารางที่ 6 พบว่าเมื่อใช้อุณหภูมิในการสกัดสูงขึ้น จะทำให้ได้ปริมาณผลผลิตเพิ่มมากขึ้นและแผ่นน้ำหนังที่ได้จะมีคุณภาพดี คือมีแผ่นหนา ร่อน และเมื่อใช้เวลาในการสกัดนานขึ้น จะทำให้ได้ปริมาณผลผลิตสูงขึ้นและคุณภาพของน้ำหนังที่ได้ดีขึ้นด้วย แม้ว่าจะมีเปอร์เซนต์ของแข็งที่ละลายน้ำได้ลดลงเล็กน้อยก็ตาม ดังนั้นจากผลการทดลอง สภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการสกัดน้ำหนัง คือ การใช้อุณหภูมิในการสกัด 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 ชั่โมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การศึกษาคุณสมบัติของน้ำหนังก่อนและหลังการทอด

จากการศึกษาคุณสมบัติของน้ำหนังก่อนและหลังการทอดด้วยน้ำมัน ได้ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงคุณสมบัติของน้ำหนังที่ได้หลังการผลิต

คุณสมบัติ	ลักษณะของน้ำหนัง	
	ก่อนทอด	หลังทอด
ปริมาณความชื้น (%)	6.1	1.23
ปริมาณโปรตีน (%)	82.39	36.6
ปริมาณไขมัน (%)	0.94	11.54
ลักษณะปรากฏ	แผ่นแห้ง แข็ง สีเหลืองอ่อน	เกิดการพองตัวเป็นแผ่นน้ำหนังที่มีรูปร่างไม่แน่นอน

เมื่อเปรียบเทียบกับคุณสมบัติของหนังหมูสด หนังหมูตากแห้ง และสแนคจากหนังหมูที่ผลิตจากเครื่องวิลเลจเทคเจอร์ไรเซอร์ (สมชาย,2533) จะเห็นได้ว่าน้ำหนังก่อนทอดจะมีปริมาณของโปรตีนสูงสุด คือมีถึง 82.39 เปอร์เซนต์ ซึ่งใกล้เคียงกับสแนคจากหนังหมูที่มีปริมาณโปรตีน 76.69 เปอร์เซนต์ แต่เมื่อนำน้ำหนังไปทอดแล้ว ปรากฏว่าปริมาณโปรตีนจะลดลงเหลือร้อยละ 36.6 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการที่ปริมาณไขมันเพิ่มสูงขึ้น จึงทำให้สัดส่วนของโปรตีนลดลง ส่วนปริมาณไขมันของน้ำหนังหลังทอดก็มีปริมาณที่ใกล้เคียงกับสแนคจากหนังหมูเช่นกัน

4.3 การปรับปรุงคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำหนัง

จากการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิต ได้มีการนำมาทำการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์น้ำหนังปรุงรส 3 ชนิด แล้วทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส รวมถึงทำการทดสอบคุณสมบัติในการการพองตัวและวัดค่าเนื้อสัมผัสเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่จำหน่ายในท้องตลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องปรุงสูตรต่างๆ มีดังนี้

<u>สูตรที่ 1</u>	น้ำหนัง	86 เปอร์เซนต์
	ผงบาร์บีคิว	14 เปอร์เซนต์

<u>สูตรที่ 2</u>	น้ำหนัง	86.5 เปอร์เซนต์
	เกลือ	2 เปอร์เซนต์
	พริกไทย	1.5 เปอร์เซนต์
	กระเทียม	5 เปอร์เซนต์
	รากผักชี	5 เปอร์เซนต์

<u>สูตรที่ 3</u>

น้ำหนัง	87 เปอร์เซนต์
น้ำตาล	7 เปอร์เซนต์
ผงบาร์บีคิว	6 เปอร์เซนต์

จากการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสด้วยแบบทดสอบแบบ Hedonic scale สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ได้ดังตารางที่ 8 และ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 แสดงการวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วย ANOVA ของน้ำหนังแต่ละสูตร ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

Source of variation	Degree of freedom (DF)	Sums of squares (SS)	Mean square (MS)	F
Formula	2	86	43	204.76**
Error	42	9	0.21	(>3.22)
Total	44	95		

C.V. = 15.75 %

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P=0.05)

ตารางที่ 9 แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบโดยรวมของน้ำหนังแต่ละสูตร ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ค่าเฉลี่ย	4.67a	3.00b	1.27c
สูตร	2	3	1
อันดับที่	1	2	3

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันของแต่ละแถวในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P=0.05)

จากตารางที่ 8 และ 9 พบว่าคะแนนความชอบโดยรวมของน้ำหนังแต่ละสูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยน้ำหนังสูตรที่ 2 มีคะแนนสูงที่สุดคือ 4.67 รองลงมาคือน้ำหนังสูตรที่ 3 มีคะแนน 3.00 และอันดับสุดท้ายคือน้ำหนังสูตรที่ 1 มีคะแนน 1.27 และเมื่อนำมาทดสอบคุณภาพด้านการพองตัว พบว่าน้ำหนังสูตรที่ 3 มีอัตราส่วนการพองตัวมากที่สุดคือ 3.36 รองลงมาคือสูตรที่ 1 มีค่า 3.12 และสูตรที่ 2 มีค่า 2.40 ตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อนำมาวัดค่าเนื้อสัมผัสเป็นค่าแรงสูงสุดที่ใช้ในการทำให้ผลิตภัณฑ์แตก (Maximun force) และระยะทางที่หัววัดสามารถเคลื่อนที่ได้ (Distance) เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่จำหน่ายอยู่ตามท้องตลาด จะแสดงผลได้ดังตารางที่ 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 แสดงค่าเนื้อสัมผัสเป็นค่าแรงสูงสุดที่ใช้ในการทำให้ผลิตภัณฑ์แตก (Maximun force) และระยะทางที่หัววัดสามารถเคลื่อนที่ได้ (Distance) ในผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด

ชนิดของผลิตภัณฑ์	แรงสูงสุดที่ใช้ในการทำให้ผลิตภัณฑ์แตก (กรัม)	ระยะทางที่หัววัดสามารถเคลื่อนที่ได้ (มิลลิเมตร)
น้ำหนังสูตรที่ 1	411.588	2.908
น้ำหนังสูตรที่ 2	170.209	2.925
น้ำหนังสูตรที่ 3	236.055	1.510
ข้าวเกรียบกุ้งมโนรา	524.382	0.958
มันฝรั่งเลย์แผ่นบาง	237.898	1.519
มันฝรั่งเลย์แผ่นหนา	354.008	1.121
มันฝรั่งเทสโต	364.426	1.305

จากผลการวัดค่าเนื้อสัมผัส พบว่าน้ำหนังสูตรที่ 1 และ 2 มีความนิ่ม เหนียว และไม่กรอบ แต่น้ำหนังสูตรที่ 1 จะมีเนื้อสัมผัสแข็งกว่าสูตรที่ 2 ส่วนสูตรที่ 3 มีเนื้อสัมผัสกรอบ เมื่อเปรียบเทียบกับขนมขบเคี้ยวที่จำหน่ายอยู่ในท้องตลาด พบว่าน้ำหนังสูตรที่ 2 จะมีเนื้อสัมผัสคล้ายกับมันฝรั่งทอดเลย์ชนิดแผ่นบาง ในขณะที่ข้าวเกรียบมโนรา มันฝรั้งทอดเลย์ชนิดแผ่นหนา และมันฝรั่งทอดเทสโต มีความกรอบเช่นเดียวกันแต่มีความหนามากกว่า โดยข้าวเกรียบมโนรามีความหนา แข็งมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

1. จากการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำหนังจากหนังหมู จะได้สภาวะดังนี้
   - ในการเตรียมหนังหมูก่อนการสกัด ไม่จำเป็นต้องใช้กรดไฮโดรคลอริค
   - อัตราส่วนน้ำต่อหนัง เท่ากับ 4:4
   - อุณหภูมิและเวลาในการสกัด 80 องศาเซลเซียส 10 ชั่งโมง

2. การศึกษาคุณสมบัติของน้ำหนังก่อนทอด จะมีปริมาณโปรตีนสูงถึงร้อยละ 82.39 ความชื้นร้อยละ 6.1 และไขมันร้อยละ 0.94 ในขณะที่น้ำหนังหลังทอดน้ำมันแล้วจะมีปริมาณโปรตีนลดลงเหลือร้อยละ 3.66 ความชื้นร้อยละ 1.23 และไขมันร้อยละ 11.54

3. การปรับปรุงคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส โดยการปรุงรสน้ำหนังด้วยเครื่องเทศต่างๆ 3 สูตร ปรากฏว่า น้ำหนังสูตรที่ 2 ซึ่งมีส่วนผสมคือ น้ำหนังร้อยละ 86.5 เกลือร้อยละ 2 พริกไทยร้อยละ 1.5 กระเทียมร้อยละ 5 และรากผักชีร้อยละ 5 ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดคือ ได้คะแนนการยอมรับโดยรวม 4.67 ในขณะที่น้ำหนังสูตรที่ 3 มีอัตราส่วนการพองตัวมากที่สุด และมีเนื้อสัมผัสกรอบที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

ข้อเสนอแนะ

1. จากการทดลองการหาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการสกัดน้ำหนัง ปรากฏว่าการใช้อุณหภูมิในการสกัด 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 ชั่วโมง จะสามารถผลิตได้น้ำหนังที่มีคุณภาพดี แต่เนื่องจากที่สภาวะนี้เป็นสภาวะที่สูงที่สุดในการทดลอง ดังนั้นจึงน่าจะมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยใช้อุณหภูมิและเวลาในการสกัดที่สูงขึ้น

2. ในการผลิตน้ำหนังจากหนังหมู ถ้าใช้การบดหนังหมูให้ละเอียดก่อนนำไปทำการสกัด อาจจะสามารถทำให้การสกัดเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น หนังหมูอาจละลายได้มากขึ้น ปริมาณผลผลิตที่ได้อาจเพิ่มสูงขึ้น และน้ำหนังที่ผลิตได้อาจมีคุณภาพดีขึ้น ทั้งยังสามารถลดการสูญเสียวัตถุดิบเหลือทิ้งด้วย

3. ในระหว่างการสกัดควรมีการคนสารละลายอยู่เสมอ เพื่อให้การสกัดเป็นไปอย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ

4. ผลิตภัณฑ์น้ำหนังที่ผลิตได้จากการทดลอง เมื่อเก็บไว้เป็นระยะเวลาหนึ่งจะเกิดการเสื่อมเสียเนื่องจากการเหม็นหืน จึงน่าที่จะมีการศึกษาในเรื่องของอายุการเก็บรักษาเพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

_____. 2516-2517. การศึกษาทดลองผลิตเจลาติน (gelatin) จาหนังหมู. รายงานวิทยาศาสตร์ 33 : 51-53.

ชิดชม วิทวัสวงศ์ มณฑษทิพย์ ยุ่นฉลาด สมชาญ เลิศปันณะพงษ์ และ สมยศ จรรยาวิลาศ. 2535. การผลิตเจลาตินจากหนังหมู. อาหาร 22(1) : 7-17.

สมชาย ประภาวัต. 2533. การใช้ประโยชน์จากหนังหมูในการทำเป็นสแนคโดยใช้เครื่องวิลเลจเทคเจอร์ไรเซอร์. อาหาร 26(3) : 215-216

Anonymous. 1984. Gelatin: An Overview of the World Market with Special Reference to the Potential for Developing Countries.

AOAC. 1984. Association of Official Analytical Chemists. 14th ed. Virginia : Association of Official Chemists, Inc. 1141 pp.

Hinterwaldner,R. 1977. Raw Material. pp. 259-314. In Ward, A.G. and A. Courts. The Science and Technology of Gelatin. Academic Press, London.

Imeson, A. 1992. Thickening and Gelling Agents for Food. London : Blackie Academic and Professional.

Lundquist, A. 1972. The Manufacture of Gelatin. In Symposium on Gelatin and Gelling Agents; Symposium Proceeding No. 13 August : 29-35. The British Food Manufacturing Industries Research Association.

Ward, A.G. and A. Courts. 1977. The Science and Technnology of Gelatin. Academic Press, New York.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์ความชื้น

การวิเคราะห์ความชื้นโดยใช้วิธีของ AOAC (1984)

วิธีการ

1. อบ aluminium can ที่ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-2 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นใน dessicator ชั่งน้ำหนักอย่างละเอียด

2. ชั่งตัวอย่างน้ำหนักแน่นอนประมาณ 5 กรัม ลงใน aluminium can จากข้อ 1 นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นใน dessicator

3. ชั่งน้ำหนัก คำนวณปริมาณความชื้นจากน้ำหนักที่หายไป คิดเป็นเปอร์เซนต์

$$\text{เปอร์เซนต์ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักที่หายไป}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100\%$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

การวิเคราะห์โปรตีนโดยใช้ Kjeldahl Method (AOAC, 1984)

<u>สารเคมี</u>

1. กรดซัลฟุริก (Conc.H_2SO_4 93-98% reagent grade)
2. กรดบอริก (Boric acid) 2%
3. กรดไฮโดรคลอริก 0.1 N
4. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 40%
5. คาตาลิสต์ (Catalyst) ประกอบด้วย

   ซิลิเนียมไดออกไซด์ (SeO_2)

   โปตัสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4)

   คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4.5H_2O$)

ชั่งซิลิเนียมไดออกไซด์ 2.5 กรัม โปตัสเซียมซัลเฟต 100 กรัม และคอปเปอร์ซัลเฟต 20 กรัม ผสมให้เข้ากันอย่างดี

6. Mixed indicator

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

   6.2 ผสม 1 มล. Bromocresol green กับ 2 มล. methyl red ในขวดหยด สารละลายดังกล่าว 4 หยด มีปริมาณ 0.05 มล.

<u>วิธีการ</u>

1. ชั่งตัวอย่างอาหาร 1 กรัม (ถ้าเป็นอาหารที่มีโปรตีนต่ำ เช่น ผลไม้ ชั่งตัวอย่าง 5 กรัม ผัก 3 กรัม เป็นต้น) ใส่ลงใน Kjeldahl flask ขนาด 250 มล. อย่าให้ตัวอย่างเกาะตามคอขวด
2. เติมคาตาลิส 6 กรัม และกรดซัลฟุริกเข้มข้น 25 มล.
3. นำ Kjeldahl flask ไปตั้งบนชุดเครื่องย่อยโปรตีนที่มีระบบดูดไอกรดที่ดี ใช้เครื่องย่อยโปรตีน Buchi 425 ใช้เวลาประมาณ 1 ชม. หรือ จนกระทั่งสารละลายมีสีฟ้าใส
4. ปล่อยให้สารละลายสีฟ้าอ่อนเย็น และหมดควันของไอกรด
5. ดูดสารละลายกรดบอริก 2% 50 มล. ใส่ลงใน Erlenmeyer flask ขนาด 250 มล. ที่แห้งสะอาด หยด indicator 4 หยด เขย่าสารละลายก่อนนำไปวางใต้เครื่องกลั่นให้ปลายคอนเดนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุ่มลงในตัวอย่างสารละลาย นำ Kjeldaht flask ที่ได้จากข้อ 4 ตั้งบนชุดเครื่องกลั่นโปรตีน Buchi 321 เปิดเครื่อง เติดน้ำกลั่นลงไปจนปริมาณสารละลายได้ถึง 100 มล. เติม 40% NaOH ลงไปทำปฏิกิริยาจนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนเป็นสีดำกลั่นโปรตีนเป็นเวลานาน 3 นาที

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

7. ทำการทดลองกับ Blank เหมือนกับตัวอย่างทุกประการ

การคำนวณ

$$\text{เปอร์เซนต์โปรตีน (Crude Protein)} = \frac{[5.55 \times 1.4 \times C \times (A - B)]}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

เมื่อ A = มิลลิลิตรของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไทเทรตตัวอย่าง

B = มิลลิลิตรของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไทเทรต Blank

C = นอร์มอลของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

การวิเคราะห์ปริมาณไขมันโดยวิธี Soxtherm Extraction (AOAC,1984)

<u>ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างและการใช้เครื่อง</u>

1. ตั้ง Bath liquids ให้อุณหภูมิอยู่ในช่วง 150 องศาเซลเซียส
2. เปิด Bath liquids แล้วรอจนได้อุณหภูมิที่ตั้งไว้
3. เปิด Pump
4. เปิดน้ำโดยสังเกตดูใบพัดสีแดงดานหน้าจะหมุน
5. ล้างทำความสะอาดบีกเกอร์ จากนั้นนำไปอบใน Oven ให้แห้งแล้วนำเข้าใส่ใน desicator แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก บันทึกไว้
6. ชั่งตัวอย่างที่ต้องการสกัดใส่ Thimble ประมาณ 5 กรัม ปิดด้วยสำลีที่ปราศจากไขมัน (ไม่หนามาก) แล้วใส่ในบีกเกอร์
7. ใส่ Solvent 130 ml (Petroleum Ether 35^{0} C-60^{0} C)
8. หมุนปุ่มด้านข้างขวาให้ยกแคร่ขึ้น นำบีกเกอร์ใส่เข้าเครื่องสกัดโดยใช้ Tong หนีบที่คอบีกเกอร์ กดที่หนีบเมื่อใส่บีกเกอร์ แล้วปล่อยมือจากที่หนีบ เมื่อใส่บีกเกอร์เสร็จแล้วหมุนปุ่มด้านข้างขวาให้ยกแคร่ลง

ข้อควรระวัง : ระวังสายไฟ และสายยางเล็กถูกสายน้ำมันอันใหญ่เพราะร้อนมาก

<u>ขั้นตอนการสกัด</u>

1. การสกัดช่วงแรก ปรับปุ่มด้านซ้ายของเครื่องขึ้น ประมาณ 30 นาที แล้วปรับปุ่มลง
2. ให้สังเกตว่าปริมาณตัวอย่างที่สกัดลดลงห่างจาก Thimble ประมาณ 5 เซนติเมตร แล้วปรับปุ่มเดิมขึ้น ระเหยไป 1-1/2 ชั่วโมง ครบเวลาแล้วปรับปุ่มเดิมลง
3. รอระเหยจนตัวอย่างแห้งเอง
4. นำ Beaker ที่ได้จากการระเหยแล้วนำไปอบที่ 103 องศาเซลเซียส 30 นาที
5. ทำให้เย็นใน desicator แล้วนำไปชั่งน้ำหนักที่ได้
6. คำนวณปริมาณไขมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซนต์ไขมัน = $\frac{\text{น้ำหนักบีกเกอร์และไขมัน - น้ำหนักบีกเกอร์}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง}} \times 100\%$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบประสาทสัมผัสของ.....

แบบ Hedonic scale

ชื่อผู้ทดสอบ..... **วันที่.....**

ข้อปฏิบัติในการทดสอบ

1. ชิมตัวอย่างโดยใช้ช้อนตักและอย่าวางสลับกันในระหว่างการชิมตัวอย่างแต่ละชุด
2. ทดสอบคุณลักษณะของตัวอย่างเปรียบเทียบกับทั้งหมด และพิจารณาว่าคุณลักษณะของตัวอย่างที่ต้องการเมื่อชิมแล้วจะให้คะแนนอย่างไร
3. การพิจารณาคะแนนและการยอมรับ แบ่งคะแนนตามความชอบออกเป็น

   5 = ชอบมาก 2 = ไม่ชอบ

   4 = ชอบ 1 = ไม่ชอบมาก

   3 = เฉยๆ
4. ในระหว่างการชิมรสแต่ละตัวอย่าง ใช้น้ำล้างปากเพื่อป้องกันการสับสนระหว่างตัวอย่าง

คุณลักษณะ	หมายเลขตัวอย่าง		
ลักษณะปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

<u>หมายเหตุ</u> โปรดเรียงลำดับคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการจากน้อยไปถึงมาก

น้อย ปานกลาง มาก

....

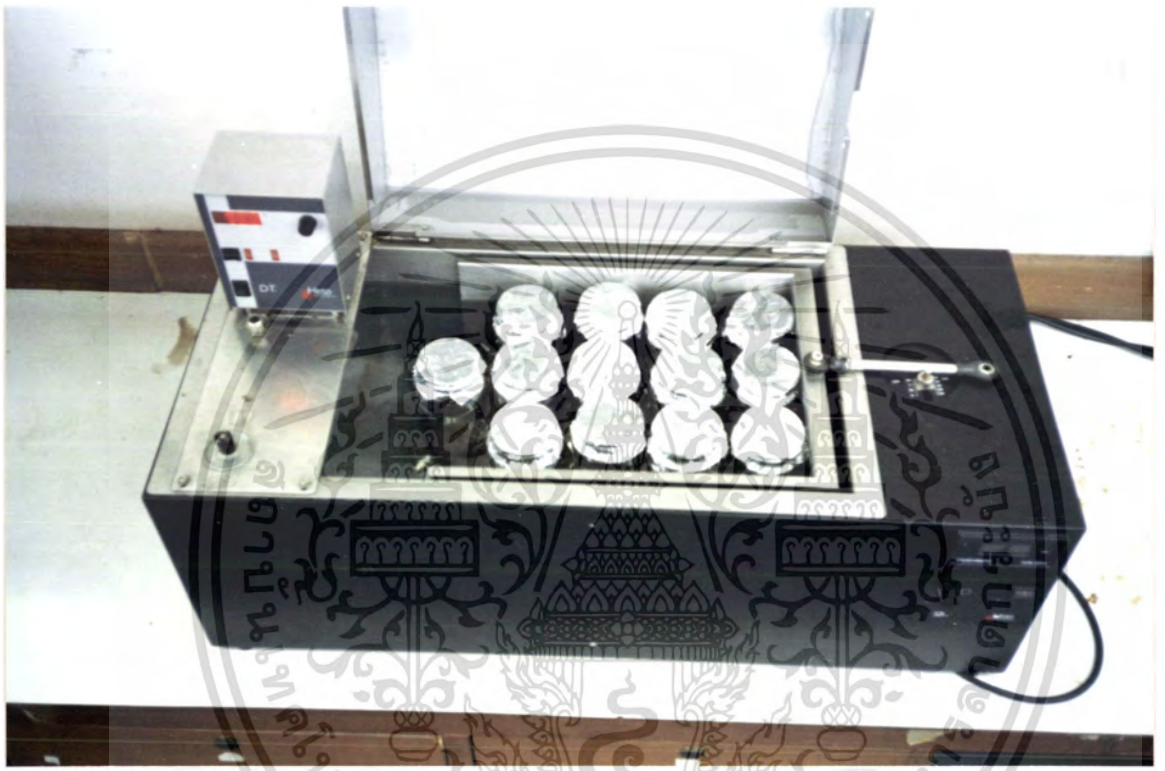
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ภาพแสดงการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำหนัง

ภาพที่ 2 แสดงหนังหมูที่พร้อมก่อนการสกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

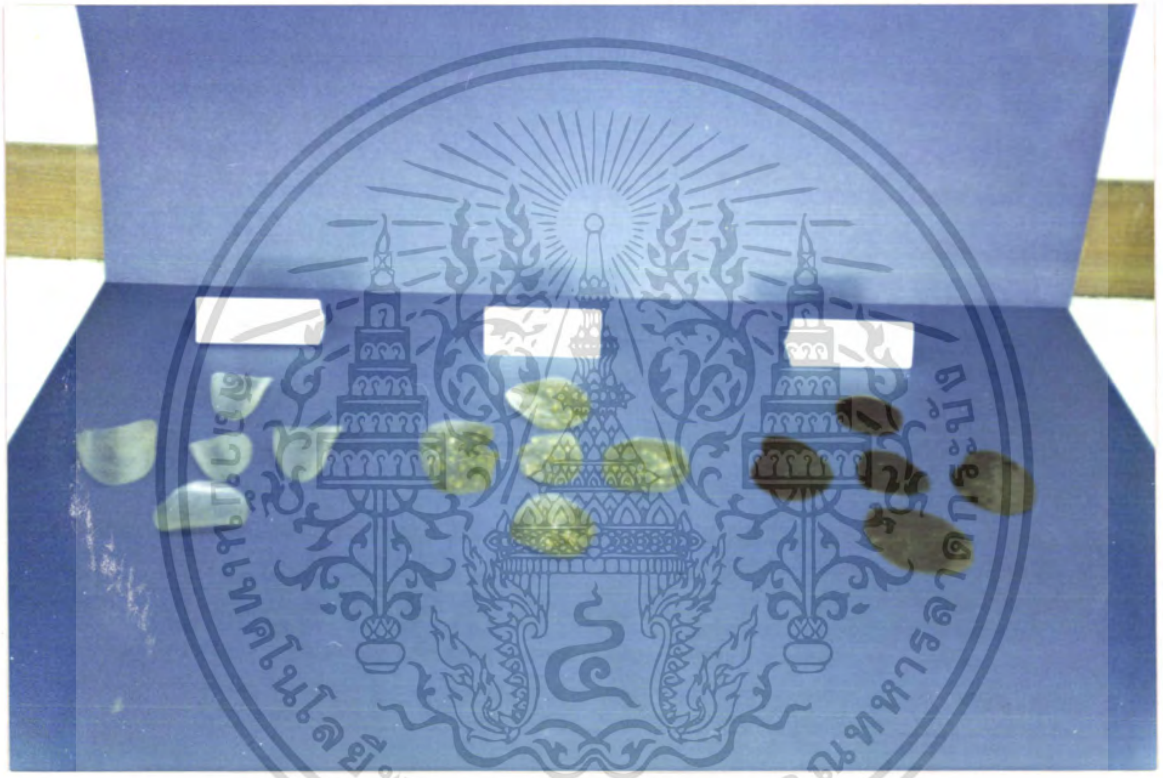


ภาพที่ 3 แสดงการสกัดน้ำหนังด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4 แสดงน้ำหนังหลังการสกัดก่อนทำแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 แสดงผลิตภัณฑ์น้ำหนังก่อนทอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6 แสดงผลิตภัณฑ์นำหนังหลังทอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นายกิตติพันธ์ สุนทรมโนกุล (เจ)

วัน เดือน ปีเกิด 25 กุมภาพันธ์ 2517

การศึกษาระดับอนุบาล โรงเรียนอนุบาลมาลี

การศึกษาระดับมัธยมต้น โรงเรียนดลวิทยา

การศึกษาระดับมัธยมปลาย โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา

การศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปีการศึกษา 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้