การศึกษาปัจจัยในการเตรียมหนังวัวเพื่อใช้ในการผลิตเคบ

Study on Factors of Beef Rind Preparation for Beef Rind Snack Production

T096712

นางสาวศรีภาภรณ์ พลุกษชาติ
นางสาวอุมาริน สละทาน
นางสาวลัดดาวัลย์ ยรรยงนวกิจ

ปพ.
ศ 2341
2541

เลขหมู่.....96712
เลขทะเบียน.....
วัน.เดือน.ปี.....

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1961

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาปัจจัยในการเตรียมหนังวัวเพื่อใช้ในการผลิตแคบ

Study on Factors of Beef Rind Preparation for Beef Rind Snack Production

โดย

นางสาวศรีภาภรณ์ พฤกษชาติ

นางสาวอุมาริน สละทาน

นางสาวลัดดาวัลย์ ยรรยงนวกิจ

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 22 เม.ย. 42 อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นันทนา ศุภมานพ)

15770

- 4 มิ.ย. 2542

ฝพ.

ส 2341

2541

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

( )

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 1 เดือน เม.ย. พ.ศ. 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวศรีภาภรณ์ พฤกษชาติ นางสาวอุมาริน สละทาน และนางสาวลัดดาวัลย์ ยรรยงนวกิจ. 2541. : การศึกษาปัจจัยในการเตรียมหนังวัวเพื่อใช้ในการผลิตแคบ (Study on Factors of Beef Rind Preparation for Beef Rind Snack Production). ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์, 27 หน้า

การเตรียมหนังวัวเพื่อใช้ในการผลิตแคบวัวที่ได้ศึกษา ทำได้โดยนำหนังวัวมาทำความสะอาด หั่นเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมขนาด 10x10 นิ้ว และนำมากำจัดขนด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 3 เป็นเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50°ซ จากนั้นปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง ด้วยสารละลายกรดซิตริกเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นเวลา 30 นาที แล้วล้างกรดออกด้วยน้ำสะอาดจนมีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 7 จากนั้นต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 30 นาที ก่อนนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60°ซ เป็นเวลา 8 ชั่วโมง จึงนำไปเคี่ยวที่อุณหภูมิ 110 °ซ เป็นเวลา 120 นาที และเคี่ยวที่อุณหภูมิ 130°ซ เป็นเวลา 20 นาที ทอดในน้ำมันท่วมที่อุณหภูมิ 200°ซ เป็นเวลา 1 นาที

จากการศึกษาพบว่า การเตรียมหนังวัวที่จะผลิตเป็นแคบวัวด้วยวิธีนี้สามารถทำให้แคบที่ได้มีอัตราการพองตัวมากร้อยละ 20 พองปานกลางร้อยละ 4 และพองน้อยร้อยละ 76

ศรีภาภรณ์ พฤกษชาติ
ลายมือชื่อนักศึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

วัน / เดือน / ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ เป็นอย่างสูง ที่กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ อีกทั้งคณาจารย์ทุก ๆ ท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือด้านการศึกษาอย่างดียิ่งตลอดมา

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ทุกๆ ท่านที่ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในระหว่างการปฏิบัติงาน รวมทั้งขอขอบคุณเพื่อน ๆ น้อง ๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจอย่างดีจนงานนี้สำเร็จลุล่วง

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ที่ทำให้เรามีวันนี้

ศรีภาภรณ์ พฤกษชาติ
อุมาริน สละทาน
ลัดดาวัลย์ ยรรยงนวกิจ
17 มีนาคม 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่	
1. บทนำ	1
2. วารสารปริทัศน์	2
2.1 องค์ประกอบทางเคมีและลักษณะของเนื้อเยื่อต่าง ๆในหนังสัตว์	2
2.2 คอลลาเจนและการเปลี่ยนสภาพของคอลลาเจนเมื่อได้รับความร้อน	3
2.3 คุณค่าทางโภชนาการของหนังสัตว์	4
2.4 ผลิตภัณฑ์แคบ	4
2.5 กรรมวิธีการผลิตแคบ	4
2.6 น้ำมันทอดแบบท่วม	7
3. อุปกรณ์และวิธีทดลอง	9
4. ผลการทดลอง	12
5. สรุปและวิจารณ์	19
ข้อเสนอแนะ	20
เอกสารอ้างอิง	21
ภาคผนวก	22
ภาคผนวก ก.	23
ภาคผนวก ข.	24
ภาคผนวก ค.	25
ประวัติผู้เขียน	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แสดงองค์ประกอบทางเคมีของหนังสัตว์โดยทั่ว ๆ ไป	2
2. แสดงเปอร์เซ็นต์การหลงเหลืออยู่ของขนบนหนัง และการเปลี่ยนแปลงของหนังทั้งด้านนอกและด้านในหลังการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 3 ที่อุณหภูมิและเวลาในการแช่ต่าง ๆ กัน	12
3. แสดงเปอร์เซ็นต์การหลงเหลืออยู่ของขนบนหนัง และการเปลี่ยนแปลงของหนังทั้งด้านนอกและด้านในหลังการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 5 ที่อุณหภูมิและเวลาในการแช่ต่าง ๆ กัน	13
4. แสดงเปอร์เซ็นต์การหลงเหลืออยู่ของขนบนหนัง และการเปลี่ยนแปลงของหนังทั้งด้านนอกและด้านในหลังการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 7 ที่อุณหภูมิและเวลาในการแช่ต่าง ๆ กัน	14
5. แสดงอัตราการพองตัวและค่า Bulk density ของแคบที่ได้จากการเตรียมหนังวัวโดยการเคี่ยวที่อุณหภูมิ 2 ระดับ คือ 110°ซ และ 130°ซ ที่เวลาต่าง ๆ กัน	16
6. แสดงค่าเปอร์เซ็นต์การพองตัวของแคบโดยใช้อุณหภูมิและเวลาในการเคี่ยวต่าง ๆ กัน	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. แสดงขั้นตอนการทำแคบหมู	5
2. แสดงขั้นตอนต่าง ๆ ในการทดลองผลิตแคบวัว	11

รูปภาพภาคผนวกที่

1. รูปภาพแสดงหนังวัวก่อนการกำจัดขน	25
2. รูปภาพแสดงหนังวัวหลังการกำจัดขนด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซ์ ความเข้มข้นร้อยละ 3 แช่หนังเป็นเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50°ซ	25
3. รูปภาพแสดงหนังวัวอบแห้ง	26
4. รูปภาพแสดงลักษณะการพองตัวของแคบทั้ง 3 ระดับ	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

หนังสัตว์เป็นผลิตผลพลอยได้จากกระบวนการฆ่าสัตว์ ซึ่งจัดว่าเป็นแหล่งอาหารโปรตีนที่สำคัญของทั้งคนและสัตว์ นอกจากนี้ยังเป็นประโยชน์ต่อวงการแพทย์และอุตสาหกรรมในด้านอื่นอีกมากมาย ซึ่งถ้ามีการนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านอาหารได้จะเป็นการเพิ่มรายได้ให้แก่กิจการอย่างมาก การนำเอาผลิตผลพลอยได้จากโรงฆ่าไปแปรสภาพในแง่ต่าง ๆ นอกจากจะเป็นการเพิ่มมูลค่าสินค้าแล้วยังเป็นการลดมลภาวะที่เป็นพิษ เป็นการรักษาสภาวะแวดล้อม และเป็นการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าอีกด้วย

ในอุตสาหกรรมประเภทหนังสัตว์ ส่วนใหญ่มักนำหนังสัตว์มาใช้ในอุตสาหกรรมหนังฟอกเพื่อนำไปใช้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น กระเป๋า รองเท้า เป็นต้น แต่ในด้านอุตสาหกรรมอาหารได้มีการนำหนังสัตว์มาทำเป็นผลิตภัณฑ์อาหารได้หลายอย่าง เช่น แคบหมู หนังหั่น หนังพอง โดยส่วนใหญ่แล้วจะใช้หนังหมูเป็นวัตถุดิบ ซึ่งหนังสัตว์ส่วนใหญ่จะมีโครงสร้างคล้ายคลึงกัน ด้วยเหตุนี้ จึงได้มีการนำหนังวัวมาศึกษาเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบเริ่มต้นในการทำแคบแทนหนังหมู

การนำหนังวัวมาใช้เพื่อการผลิตแคบมีขั้นตอนพื้นฐานต่าง ๆ เช่นเดียวกับการผลิตแคบหมู แต่จะมีความแตกต่างไปบ้างในด้านอุณหภูมิ และเวลา เพราะลักษณะของวัตถุดิบที่แตกต่างกัน ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการนำหนังวัวมาใช้เพิ่มมูลค่าและเป็นอาหารเสริมที่น่าสนใจ

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาปัจจัย ที่มีผลต่อขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบให้เหมาะสมสำหรับการผลิตแคบวัว
2. ทดสอบความเป็นไปได้ของการใช้หนังวัวที่เตรียมได้ในการผลิตแคบวัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

2.1 องค์ประกอบทางเคมีและลักษณะของเนื้อเยื่อต่าง ๆ ในหนังสัตว์

หนังสัตว์โดยทั่วไปมีองค์ประกอบทางเคมีเป็นความชื้นประมาณร้อยละ 62 – 70 โปรตีนประมาณร้อยละ 30 ซึ่งประกอบไปด้วยโปรตีนประเภทคอลลาเจน (Collagen) ถึงร้อยละ 90– 95 ไขมันประมาณร้อยละ 10–12 และเถ้า โดยประกอบไปด้วยฟอสฟอรัส (Phosphorus) โปตัสเซียม (Potassium) โซเดียมอาร์ซีนิค (Sodium arsenic) แมกนีเซียม (Magnesium) และแคลเซียม (Calcium) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของหนังสัตว์โดยทั่ว ๆไป

ประเภทและอายุของสัตว์	เปอร์เซ็นต์			
	ความชื้น	โปรตีน (คอลลาเจน, เคราติน, อิลาสติน, เรติคูลิน)	ไขมัน	เถ้า (ฟอสฟอรัส, โปตัสเซียม, โซเดียม-อาร์ซีนิค, แมกนีเซียม, แคลเซียม)
หนังสัตว์โดยทั่ว ๆ ไป (ค่าเฉลี่ย)	62-70	30.0	10-12	1.0
หนังสัตว์ที่โตเต็มที่, ไม่มีขน	65	30.0	10-12	0.1
หนังวัวแรกเกิด	67.9	30.8	1.0	1.0
หนังวัวอายุ 3 เดือน	66.0	31.0	1.6	1.4
หนังวัวอายุ 2 ปี	61.2	35.0	3.2	1.1
หนังวัวอายุ 4 ปี	55.6	38.2	6.0	1.1
หนังวัวแก่	60.2	36.0	3.1	1.1
หนังหมู	37.0	14.0	30-50	1.1

ที่มา : ดัดแปลงจาก Ockerman and Hansen (1988)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อเยื่อต่าง ๆ ของหนังสัตว์ ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้น คือ หนังกำพร้า (Epidermis) หนังแท้ (Dermis) และหนังชั้นใน (Subcutis) สำหรับหนังกำพร้าส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยเคลาติน (Kelatin) หนังส่วนนี้จะถูกกำจัดออกไปได้ง่ายระหว่างกระบวนการชำแหละหรือจะหลุดออกไปพร้อมกับการขูดขนออก ดังนั้น จะเหลือหนังส่วนที่เป็นหนังแท้และหนังชั้นใน ซึ่งทั้งสองชั้นนี้ประกอบไปด้วยคอลลาเจน (Collagen) เป็นส่วนใหญ่ซึ่งจะสานต่ออยู่กับอิลาสติน (Elastin) และเรติคูลิน (Reticulin) โดยมีกราวด์ ซับสแตน (Ground substance) เป็นส่วนประกอบ คอลลาเจนเป็นเส้นใยที่มีโครงสร้างที่แข็งแรง เมื่อถูกความร้อนและสารละลายของกรดหรือด่างโครงสร้างจะถูกเปลี่ยนไป โดยแรงยึดเหนี่ยวต่าง ๆ จะถูกทำลายและโครงสร้างไม่แน่นอนแปรสภาพเป็นเจลาติน (Gelatin) หากความร้อนสูงหรืออยู่ในสภาวะของกรดหรือด่างนานเกินไปหรือหากเพิ่มสภาวะดังกล่าวให้มีความรุนแรงขึ้นโครงสร้างของคอลลาเจนจะสลายตัวเป็นโมเลกุลเล็กๆ ซึ่งทำให้เกิดเป็นลักษณะกาวขึ้น (Ward and Courts, 1977)

ดังนั้นจึงต้องควบคุมสภาวะของการเปลี่ยนแปลงคอลลาเจน โดยการให้ความร้อนหรือสภาพความเป็นกรดและด่างในแต่ละขั้นตอนเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ (สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร, 2528)

2.2 คอลลาเจนและการเปลี่ยนสภาพของคอลลาเจนเมื่อได้รับความร้อน

คอลลาเจนเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิดหนึ่งซึ่งพบทั่วไปในสัตว์ต่าง ๆ หน้าที่หลักของคอลลาเจน คือ การรองรับโครงสร้างพื้นฐานของเนื้อเยื่อทั้งหลายให้คงสภาพอยู่ได้ เนื่องจากการจัดโครงสร้างของคอลลาเจนมีลักษณะเป็นเส้นใยที่มีความแข็งแรงมาก คอลลาเจนจากเนื้อเยื่อของสัตว์ต่างชนิดหรือจากเนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆของสัตว์ชนิดเดียวกันก็มีความแตกต่างกันหลายอย่าง แต่พบว่าคอลลาเจนของสัตว์มีกระดูกสันหลังมีความคล้ายคลึงกันซึ่งแตกต่างจากคอลลาเจนของสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลัง

โครงสร้างของเส้นใยคอลลาเจนเป็นโครงสร้างที่ไม่ทนทานต่อความร้อน ดังนั้นเมื่อคอลลาเจนได้รับความร้อนโดยเฉพาะความร้อนชื้นจะเปลี่ยนสภาพโดยจะหดตัว จนกระทั่งเหลือความยาวประมาณ 1/4-1/3 ของความยาวของเส้นใยคอลลาเจนเดิม เมื่อได้รับความร้อนสูงขึ้นไปอีกคอลลาเจนจะหลอมตัวและแตกออกเป็นส่วนเล็ก ๆ โดยที่พันธะไฮโดรเจน แรงต่าง ๆ ที่ยึดเหนี่ยวระหว่าง Peptide chain (Intermolecular bond) และแรงยึดเหนี่ยวภายใน Peptide chain (Intramolecular bond) ถูกทำลายลงเป็นบางส่วน โครงสร้างของคอลลาเจนซึ่งแต่เดิมยึดเกาะกันอย่างหนาแน่นก็คลายตัวลงได้เป็นโครงสร้างใหม่ที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าเดิมและมีรูปร่างไม่แน่นอน(Amorphous) แต่มีความยืดหยุ่นมากขึ้นเรียกว่า เจลาติน (Gelatin) ในกระบวนการแปรสภาพคอลลาเจน เพื่อให้ได้เป็นเจลาตินนี้ต้องไม่ทำให้โครงสร้างทั้งหมดของคอลลาเจนถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำลายลงจากการให้ความร้อนนานเกินไปหรือสูงเกินไป หรือใช้สภาวะในการแตกตัวรุนแรงเกินไป เช่นในสภาวะที่เป็นกรด เพราะอาจทำให้ Peptide chain สลายเป็นโมเลกุลเล็ก ๆ เช่น โปรตีโอส (Proteose) เปปโตน (Peptones) หรือกรดอะมิโน (Amino acid) เพราะในสภาวะเช่นนี้คอลลาเจนจะสลายเป็นกาว (Glue) แทนที่จะได้เป็นเจลาติน การเปลี่ยนสถาพของคอลลาเจนเนื่องจากความร้อนนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดและอายุของสัตว์ด้วย (ธเนศ, 2529)

2.3 คุณค่าทางโภชนาการของหนังสัตว์

โปรตีนของหนังส่วนใหญ่เป็นพวกสารคอลลาเจน (Collagenous) และมีคุณค่าทางโภชนาการ โดยทั่วไปพบว่ามีทริปโตเฟน (Tryptophan) เมทไทโอนีน (Methionine) ไทโรซีน (Tyrosine) และซีสตีน (Cystine) อยู่ในปริมาณจำกัด โปรตีนในหนังเมื่อได้รับความร้อนจะเปลี่ยนเป็นเจลาตินซึ่งทำให้คุณค่าทางโภชนาการสูงขึ้น (เยาวลักษณ์, 2536)

2.4 ผลิตภัณฑ์แคบ

ผลิตภัณฑ์แคบเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทขนมขบเคี้ยว (Snack food) ที่ขัดว่าแตกต่างจากขนมขบเคี้ยวทั่ว ๆ ไป โดยขัดเป็นอาหารคาวที่นอกจากจะใช้รับประทานแกล้มเครื่องดื่มต่าง ๆ เช่น สุรา เบียร์ แล้วยังสามารถรับประทานร่วมกับมื้ออาหารหลักได้โดยใช้จิ้มกับน้ำพริกชนิดต่างๆ หรือใส่ในก๋วยเตี๋ยวลูกชิ้น เป็นต้น แคบที่มีการผลิตและจำหน่ายในท้องตลาดนิยมใช้หนังหมูล้วนหรือหมูสามชั้นติดมันเป็นวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะพองตัว น้ำหนักเบาและกรอบสามารถเก็บรักษาได้นาน

2.5 กรรมวิธีการผลิตแคบ

กรรมวิธีการผลิตแคบหมูมีขั้นตอนการปฏิบัติที่แตกต่างกันไป ธเนศ (2529) ได้ศึกษาขั้นตอนการผลิตแคบหมูไว้ดังนี้ แสดงดังภาพที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 1. แสดงขั้นตอนการทำแคบหมู

ที่มา : ชเนศ (2529)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการทำแคบหมูที่แสดงในภาพที่ 1 แต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติมีความสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ดังนี้

1. วัตถุดิบ

หนังหมูสดล้างทำความสะอาด

2. การกำจัดขน

เป็นการกำจัดส่วนที่ไม่ต้องการออกจากวัตถุดิบโดยการชูดขนด้วยใบมีด เพื่อให้หนังหมูมีลักษณะปรากฏที่ดีต่อผลิตภัณฑ์และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

3. การเคล้าเกลือ

เพื่อให้เกลือซึมเข้าไปในหนังหมู นอกจากเกลือแล้วอาจจะใช้เครื่องปรุงรสอื่น ๆ เช่น น้ำปลาหรือซอสเพื่อให้แคบหมูมีรสชาติที่ดีขึ้น

4. การต้มให้สุกในน้ำเดือด

เป็นการเปลี่ยนสภาพของคอลลาเจนในหนังให้เป็นเจลลาติน (Gelatin) ซึ่งเป็นเจลจากโปรตีน (Protein gel) โดยการต้มในน้ำเดือดซึ่งถือว่าเป็นการถ่ายเทความร้อนแบบการพา (Convection) และสามารถถ่ายเทความร้อนให้กับหนังหมูได้เร็วกว่าการนำความร้อน (Conduction) เช่น การเคี่ยวหนังหมู โดยสังเกตว่าหนังหมูพองตัวและใสขึ้นซึ่งใช้เวลาประมาณ 15 – 20 นาที

5. การอบ

เป็นการลดความชื้น โดยในขั้นแรกจะต้องทำให้ผิวหน้าของหนังหมูแห้งพอสมควรเพื่อป้องกันการติดกันในระหว่างการผลิต นอกจากนี้ยังสามารถป้องกันการกระเด็นของน้ำมันเนื่องจากมีน้ำติดมากับหนังหมู

6. การเคี่ยวในน้ำมัน

เป็นการลดความชื้นที่รวดเร็วมาก เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ใช้อุณหภูมิสูงกว่าการลดความชื้นโดยการอบ ในขณะเคี่ยวจะต้องคนหนังหมูเพื่อให้หนังหมูได้รับความร้อนโดยทั่วกันและความชื้นออกไปอย่างสม่ำเสมอ

อุณหภูมิที่ใช้ในการเคี่ยวมี 2 ระดับด้วยกัน โดยเริ่มต้นที่อุณหภูมิ 110°ซ เป็นเวลา 30 นาที เพื่อลดความชื้นเนื่องจากถ้าความชื้นของหนังหมูมากเกินไปจะทำให้แคบหมูที่ได้มีโพรงอากาศใหญ่ ผนังหนา และเนื้อหยาบ ถ้าความชื้นต่ำเกินไปจะทำให้แคบหมูที่ได้มีสีคล้ำหรือไหม้เกรียมได้เป็นบางส่วน โดยเฉพาะบริเวณที่แห้งเกินไป ต่อมาจะเพิ่มอุณหภูมิในการเคี่ยวเป็น 130°ซ เป็นเวลา 15 นาที เพื่อให้ผิวหน้าของหนังหมูแข็งตัว (Case hardening) เนื่องจากการถ่ายเทความร้อนไปยังบริเวณผิวหน้าของหนังหมูเป็นไปได้รวดเร็วกว่าการถ่ายเทความร้อนภายในหนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมูเอง การทำให้ผิวหน้าของหนังหมูแห้งและแข็งอย่างเหมาะสมจะทำให้ได้แคบหมูที่มีลักษณะปรากฏและเนื้อสัมผัสดีกว่าแคบหมูที่ไม่ได้ผ่านขั้นตอนนี้ หรือผ่านขั้นตอนนี้อย่างไม่เหมาะสม

7. การทอด

เป็นการระเหยน้ำภายในหนังหมูให้เป็นไอและเกิดแรงดันทำให้หนังหมูพองตัวได้จนแรงดันภายในหนังหมูเท่ากับแรงดันภายในบรรยากาศจึงสิ้นสุด นอกจากนี้แล้วระยะเวลาที่ทอดให้แคบหมูพองตัวต้องเหมาะสม ไอน้ำในหนังหมูจะขยายตัว และเกิดแรงดันทำให้หนังหมูขยายตัวขณะที่ผิวหน้าของหนังหมูมีความยืดหยุ่นพอสมควร หนังหมูจะพองตัวเรื่อย ๆ จนถึงจุดจำกัด สำหรับการยืดหยุ่น (Elastic limit) ทำให้โครงสร้างที่ผิวหน้าของหนังหมูแตกออกและโพรงอากาศภายในจะยุบตัวลง หลังจากที่การพองตัวสิ้นสุดแล้วโมเลกุลภายในโครงสร้างของแคบหมูจะมีการจัดเรียงตัว (Set up) อย่างสมบูรณ์ซึ่งไม่สามารถทำให้คืนสู่สภาพเดิมได้อีก โครงสร้างที่จัดเรียงตัวแล้วจะมีเนื้อแน่น แห้งและแข็ง เนื่องจากการสูญเสียความชื้นในระหว่างการจัดเรียงตัวของโมเลกุลของโครงสร้างภายในวัตถุดิบจะเกิดแรงเค้น (Stress) และยังมีการกระจายตัวของความชื้นภายในวัตถุดิบ ด้วยแรงเค้นนี้เองที่ทำให้ชิ้นอาหารยุบตัวลง โดยทั่วไปการทอดแคบหมูจะทอดในน้ำมันที่ร้อนจัดประมาณ 200 – 220 °ซ โดยใช้น้ำมันจำนวนมากและให้สูงท่วมชิ้นอาหาร (Deep fat frying) ซึ่งเหมาะต่อการทอดที่อุณหภูมิสูงและสามารถให้ความร้อนแก่หนังหมูได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากการนำความร้อนเข้าสู่หนังหมูเป็นไปได้ทุกทิศทาง ทำให้แคบหมูที่ได้มีความกรอบที่ผิวหน้ามากและมีกลิ่นรสของอาหารทอด คือเป็นกลิ่นของสารประกอบ Gamma- lactone ชนิดไม่อิ่มตัว

2.6 น้ำมันทอดแบบท่วม

หลักเกณฑ์สำคัญสำหรับเลือกชนิดของน้ำมันที่เหมาะสมสำหรับการทอด คือ จะต้องให้ได้แคบที่มี สี กลิ่น รส เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค น้ำมันที่ใช้ทอดควรมีความคงตัวสูง และราคาถูก ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าน้ำมันที่ดีควรมีอุณหภูมิเป็นควันสูงเพราะเมื่อน้ำมันได้รับความร้อนจะสลายตัวเป็นกรดไขมันอิสระ (Free fatty acid) และกลีเซอรอล (Glycerol) โดยกลีเซอรอล สามารถสลายตัวต่อไปได้เป็นสารประกอบใหม่คือ อะโครลีน (Acrolein) ที่มีกลิ่นฉุนและระคายเคืองต่อเยื่อบุขมูกและตา โดยอาจพบสารนี้ในควันของน้ำมันและน้ำมันที่ใช้ไม่ควรมีอาหารหรือสิ่งอื่น ๆ ปะปน เพราะจะทำให้อุณหภูมิเป็นควันของไขมันลดต่ำลงเร็วกว่าปกติ นอกจากนี้น้ำมันที่ใช้ต้องปราศจากน้ำหรือความชื้นเจือปน เพราะน้ำที่ปะปนอยู่ภายในจะเดือดและระเหยไปทำให้น้ำมันกระเด็น เนื่องจากน้ำมันจะแตกตัวหรือเกิดการออกซิเดชัน (Oxidation) ได้ในระหว่างการทอด จึงควรเปลี่ยนหรือเติมน้ำมันเข้าไปแทนน้ำมันเก่าบางส่วน เพราะน้ำมันที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสื่อมสภาพนั้นอาจทำให้สี กลิ่น รส ของแคบเปลี่ยนแปลงไปหรือทำให้อายุการเก็บสั้นลง (ธเนศ, 2529)

น้ำมันปาล์มสำหรับทอด น้ำมันจะมีคุณสมบัติแตกต่างกันที่อุณหภูมิสูงขึ้นอยู่กับองศาของความไม่อิ่มตัว น้ำมันปาล์มและปาล์มโอเลอีนมีคุณสมบัติที่ดีที่อุณหภูมิสูง ดังนั้นจึงนิยมใช้ในอุตสาหกรรมมันฝรั่งทอด บะหมี่สำเร็จรูป โดนัท และอาหารขบเคี้ยวเล่นอื่น ๆ ก็นิยมใช้ ซึ่งทำให้สินค้าที่ทอดออกมาเหลืองน่ารับประทาน

ข้อดีของน้ำมันปาล์มในการใช้ทางด้านอาหาร มีดังนี้ คือ

1. เป็นของแข็งที่อุณหภูมิปกติ
2. ตกผลึกได้เร็ว
3. มีจุดหลอมเหลวที่ชัด
4. มีความเสถียรต่อการออกซิเดชันมาก
5. มีสีขาว
6. มีความหนืดต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

หนังวัวสด

3.2 สารเคมี

-สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น ร้อยละ 3, 5 และ7

-สารละลายกรดซิตริกความเข้มข้น ร้อยละ 1

-น้ำกลั่น

3.3 อุปกรณ์และเครื่องมือ

-เครื่องครัว

-เทอร์โมมิเตอร์ (0-250°ซ)

-เครื่องชั่งน้ำหนัก

-ตู้อบแห้งแบบลมร้อนเป่าผ่าน

-กะทะควบคุมอุณหภูมิ

-เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 การเตรียมวัตถุดิบ

นำหนังวัวที่ฉลกจากซากภายหลังการฆ่ามาล้าง ทำความสะอาดและหมักเกลือ 2 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5–10°ซ ก่อนนำมาใช้เพื่อการศึกษาในขั้นตอนต่าง ๆ ดังภาพที่ 2

3.4.2 ศึกษาการกำจัดขนวัวออกจากหนังโดยใช้ด่าง

นำหนังวัวที่แช่เย็นไว้มาหั่นให้มีชิ้นขนาด 10x10 นิ้ว เพื่อทำการกำจัดขนด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ความเข้มข้นร้อยละ 3, 5 และ 7 โดยแช่หนังไว้ในสารละลายด่างเป็นเวลา 1, 3 และ 5 นาที ที่อุณหภูมิห้อง และ 50°ซ ตามลำดับ ก่อนนำมาขูดขนออกด้วยใบมีดอีกครั้ง และหนังที่ได้นำมาตรวจสอบคุณภาพของการกำจัดขน ดังนี้

ก. เปอร์เซ็นต์การเหลืออยู่ของขนบนหนัง

ข. การเปลี่ยนแปลงของหนังด้านนอก

ค. การเปลี่ยนแปลงของหนังด้านใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำจัดขนสัตว์ที่ดีพิจารณาจากหนังที่มีเปอร์เซ็นต์การเหลืออยู่ของขนบนหนังเป็นศูนย์ และมีการเปลี่ยนแปลงของหนังด้านนอกและด้านในน้อยที่สุด ก่อนที่จะนำไปต้มให้สุกและอบให้แห้ง

3.4.3 ศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการเคี่ยวหนังวัว

การเคี่ยวเป็นขั้นตอนที่กระทำเพื่อลดความชื้นที่ผิวหน้าของหนังวัวและเพื่อกระจายความชื้นภายในหนังให้เป็นไปอย่างทั่วถึง โดยนำหนังวัวที่อบแห้งแล้ว ตามขั้นตอนที่ 8 ในภาพที่ 2 มาทำการเคี่ยวในน้ำมันแบบท่วมที่อุณหภูมิ 2 ระดับ คือ

ระดับแรก 110°ซ เป็นเวลา 60, 90 และ 120 นาที ตามลำดับ

ระดับสอง 130°ซ เป็นเวลา 20, 25 และ 30 นาที ตามลำดับ

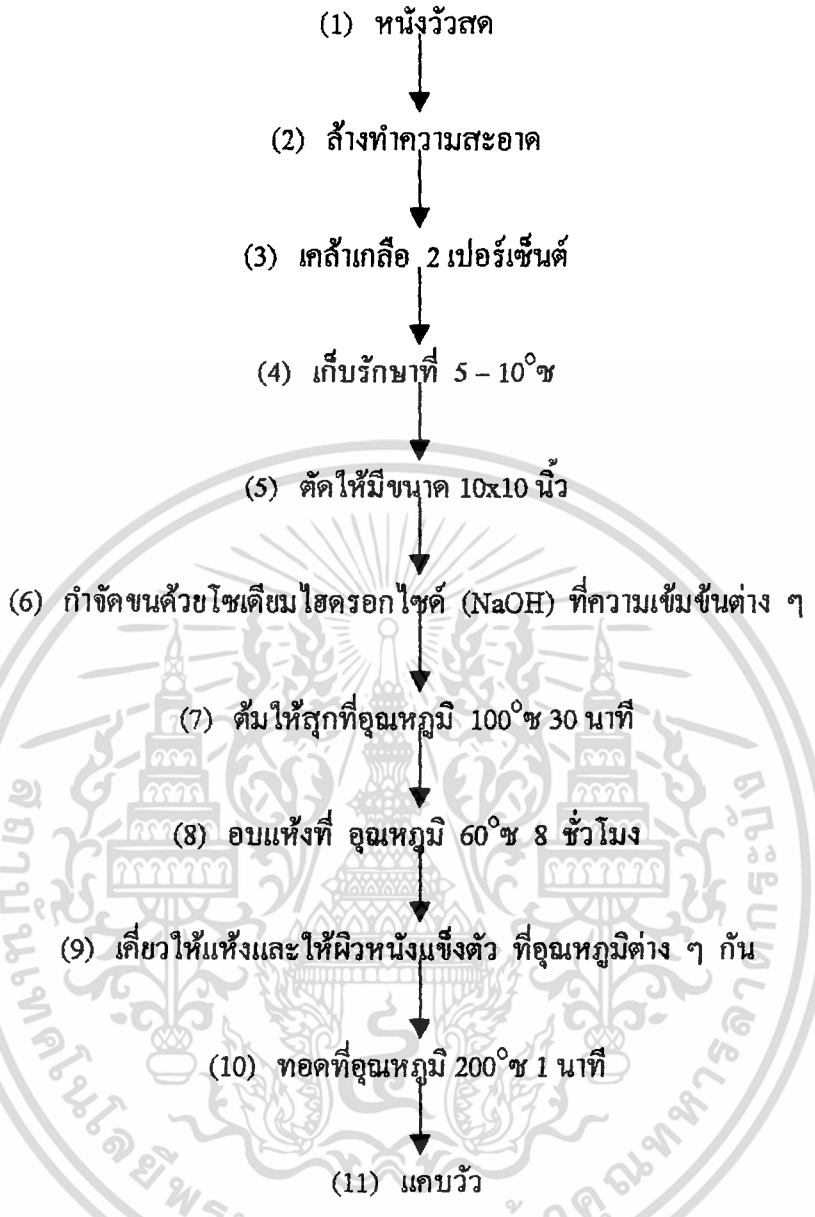
หนังที่เคี่ยวได้นำไปทดสอบการพองตัว โดยทอดในน้ำมันแบบท่วมที่อุณหภูมิ 200°ซ เป็นเวลา 1 นาที และตรวจสอบคุณภาพของแคบที่ได้ โดยวิเคราะห์คุณภาพดังนี้

ก. วิเคราะห์ค่า Bulk density (Micheal, 1990)

ข. วิเคราะห์ค่าอัตราการพองตัว (ธเนศ, 2529)

ค. คำนวณแปอร์เซ็นต์การพองตัวของแคบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนต่าง ๆ ในการทดลองผลิตแคบวัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการศึกษาการกำจัดขนวัวออกจากหนังโดยใช้สารละลายด่าง

ผลการศึกษาการกำจัดขนวัวออกจากหนังโดยใช้สารละลายด่างที่ความเข้มข้น อุณหภูมิ และเวลาในการแช่ต่าง ๆ กัน แสดงดังตารางที่ 2 ถึง 4

ตารางที่ 2 แสดงเปอร์เซ็นต์การหลงเหลืออยู่ของขนบนหนัง และการเปลี่ยนแปลงของหนังทั้งด้านนอกและด้านใน หลังการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 3 ที่อุณหภูมิและเวลาใน การแช่ต่าง ๆ กัน

อุณหภูมิ (^{o}ซ)	เวลาที่ใช้ (นาที)	เปอร์เซ็นต์การเหลืออยู่ของขนบนหนัง	การเปลี่ยนแปลงของหนังทั้งด้านนอก-ด้านใน
ห้อง (34^{o}ซ)	1	100	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง (เหมือนหนังสด)
	3	100	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง (เหมือนหนังสด)
	5	100	สีด้านนอกไม่เปลี่ยนแปลง (เหมือนหนังสด) แต่สีด้านในซีดลงเล็กน้อย
50	1	100	ขนขาดเล็กน้อย สีด้านนอกไม่เปลี่ยนแปลง สีของหนังด้านในเป็นสีเหลืองอ่อน หนังอ่อนนิ่ม
	3	100	ขนเปื่อยขาด (ประมาณ 1/2 ของความยาวเส้นขน) สีด้านนอกไม่เปลี่ยนแปลง สีของหนัง ด้านในเป็นสีเหลืองเข้มกว่าที่ 1 นาที หนังเริ่มแข็งตัว
	5	0	ขนขาดหมด (เสมอหนังชั้นนอก) สีด้านนอกเป็นสีน้ำตาลเข้ม ด้านในสีน้ำตาอ่อน หนังแข็งมากกว่าที่ 3 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงเปอร์เซ็นต์การเหลืออยู่ของขนบนหนัง และการเปลี่ยนแปลงของหนังทั้งด้าน นอกและด้านใน หลังการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ5 ที่อุณหภูมิและเวลาในการแช่ต่าง ๆ กัน

อุณหภูมิ (°ซ)	เวลาที่ใช้ (นาที)	เปอร์เซ็นต์การเหลืออยู่ของขนบนหนัง	การเปลี่ยนแปลงของหนังทั้งด้านนอก-ด้านใน
ห้อง (34°ซ)	1	100	ขนขูดไม่ออก สีด้านนอกไม่เปลี่ยนแปลง สีของหนังด้านในเป็นสีขาวขุ่น หนังอ่อนตัว
	3	98	ขนขาดน้อยมาก สีด้านนอกไม่เปลี่ยนแปลง สีของหนังด้านในเป็นสีขาวขุ่น หนังอ่อนตัว
	5	95	ขนขาดเล็กน้อย (มากกว่า 3 นาที) สีด้านนอกไม่เปลี่ยนแปลง สีของหนังด้านในเป็นสีขาวขุ่น หนังอ่อนตัว
50	1	98	ขนขาดเล็กน้อย สีด้านนอกและด้านในไม่เปลี่ยนแปลง
	3	93	ขนขาดเล็กน้อย สีด้านนอกเป็นสีน้ำตาลเข้ม สีของหนังด้านในเป็นสีน้ำตาล หนังเริ่มแข็งตัว
	5	0	ขนเปื่อยขาด สีด้านนอกเป็นสีน้ำตาลเข้ม สีของหนังด้านในเป็นสีน้ำตาล หนังแข็งตัวมากกว่าที่ 3นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงเปอร์เซ็นต์การเหลืออยู่ของขนบนหนัง และการเปลี่ยนแปลงของหนังทั้งด้านนอกด้านใน หลังการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 7 ที่อุณหภูมิและเวลาในการแช่ต่าง ๆ กัน

อุณหภูมิ (°ซ)	เวลาที่ใช้ (นาที)	เปอร์เซ็นต์การเหลืออยู่ของขนบนหนัง	การเปลี่ยนแปลงของหนังทั้งด้านนอก-ด้านใน
ห้อง (34°ซ)	1	98	ขนขาดเล็กน้อย สีด้านนอกไม่เปลี่ยนแปลง สีของหนังด้านในเป็นสีขาวขุ่น
	3	96.3	ขนขาดมากกว่าที่ 1 นาที สีด้านนอกไม่เปลี่ยนแปลง สีของหนังด้านในเป็นสีขาวขุ่น
	5	0	ขนขาดหมด สีด้านนอกเป็นสีน้ำตาลอ่อน สีของหนังด้านในเป็นสีขาวขุ่น หนังอ่อนตัว
50	1	97.5	ขนขาดเล็กน้อย สีด้านนอกไม่เปลี่ยนแปลง สีของหนังด้านในเป็นสีน้ำตาลอ่อน
	3	84	ขนเปื่อยขาด สีของหนังด้านนอกและด้านในเป็นสีน้ำตาล หนังเริ่มแข็งตัวและใส
	5	0	ขนขาดหมด สีของหนังด้านนอกและด้านในเป็นสีน้ำตาลเข้ม หนังสุกและแข็งตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 2 ถึง 4 พบว่าการกำขัดขนวัวโดยการแช่หนังในสารละลายด่าง เมื่อเปอร์เซ็นต์ของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มมากขึ้น จะทำให้ขนหลุดออกได้ง่ายขึ้น สำหรับผลของอุณหภูมิในการแช่หนังด้วยสารละลายด่างพบว่า การแช่หนังในสารละลายด่างที่อุณหภูมิห้อง จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีน้อยกว่าเมื่อใช้ อุณหภูมิ 50°ซ โดยเมื่อเปอร์เซ็นต์ด่างมากขึ้นจะทำให้สามารถกำจัดขนออกไปได้หมด แต่มีผลต่อสีของหนังโดยพบว่าหากใช้เวลานานขึ้นสีจะเข้มขึ้น ซึ่งสภาวะของการใช้ด่างที่สามารถกำจัดขนบนหนังได้หมดมี 4 สภาวะคือ

ก. ที่สภาวะการใช้ด่างที่ความเข้มข้นร้อยละ 3 ที่อุณหภูมิ 50°ซ เป็นเวลา 5 นาที

ข. ที่สภาวะการใช้ด่างที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 ที่อุณหภูมิ 50°ซ เป็นเวลา 5 นาที

ค. ที่สภาวะการใช้ด่างที่ความเข้มข้นร้อยละ 7 ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 นาที

ง. ที่สภาวะการใช้ด่างที่ความเข้มข้นร้อยละ 7 ที่อุณหภูมิ 50°ซ เป็นเวลา 5 นาที

การพิจารณาสภาวะที่เหมาะสมในการศึกษาต่อไปได้เลือกใช้สภาวะ ก เนื่องจากใช้สารละลายด่างที่มีความเข้มข้นน้อยที่สุด คือใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 3 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 50°ซ เป็นเวลา 5 นาที สำหรับสภาวะที่เลือกใช้อุณหภูมิ 50°ซ นั้น ถึงแม้จะเป็นสภาวะที่ทำให้หนังมีสีเข้มขึ้นและแข็งตัวขึ้นเล็กน้อย แต่ก็ไม่มีผลต่อวัตถุดิบในขั้นตอนอื่น เพราะจะต้องนำไปผ่านกระบวนการให้ความร้อนอีกในขั้นตอนของการต้มและเคี่ยว เพื่อปรับปรุงสภาพของวัตถุดิบให้เหมาะสมต่อการทอดในขั้นตอนสุดท้ายของการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการเคี่ยวหนังวัว

4.2.1 ผลการศึกษาการเคี่ยวหนังวัวโดยการใช้อุณหภูมิและเวลาในการเคี่ยวต่าง ๆ กันแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงอัตราการพองตัวและค่า Bulk density ของแคบที่ได้จากการเตรียมหนังวัวโดยการเคี่ยวที่อุณหภูมิสองระดับคือ 110°ซ และ 130°ซ ที่เวลาต่าง ๆ กัน

อุณหภูมิ 110°ซ ที่เวลา (นาที)	อุณหภูมิ 130°ซ ที่เวลา (นาที)	อัตรา การพองตัว	Bulk density
60	20	0.917	0.783
	25	0.954	0.760
	30	1.449	0.550
90	20	1.420	0.598
	25	1.272	0.609
	30	1.050	0.681
120	20	2.064	0.443
	25	1.273	0.569
	30	1.174	0.596

จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเคี่ยวหนังวัวก่อนนำไปทอดให้พองตัว ดังตารางที่ 5 พบว่าเมื่อทำการเคี่ยวหนังวัวในขั้นแรกที่อุณหภูมิ 110°ซ โดยใช้ระยะเวลานานขึ้นจะทำให้หนังที่ได้มีอัตราการพองตัวเพิ่มขึ้นตามลำดับ แต่เมื่อใช้อุณหภูมิสูง 130°ซ ในขั้นที่ 2 พบว่าถ้าใช้เวลาในการเคี่ยวนานขึ้น จะทำให้หนังมีอัตราการพองตัวเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน แต่เวลาที่ใช้ในการเคี่ยวที่อุณหภูมิ 130°ซ จะมีช่วงเหมาะสมที่สุดช่วงระยะเวลาหนึ่ง เพราะถ้าเคี่ยวนานกว่าหรือน้อยกว่าช่วงระยะเวลานี้จะมีผลทำให้หนังที่ได้มีอัตราการพองตัวลดลง ทั้งนี้เพราะถ้าหากใช้อุณหภูมิและเวลาในการเคี่ยวแต่ละระดับน้อยเกินไป จะมีผลทำให้คอลลาเจนในหนังยังไม่เกิดการคลายตัวเท่าที่ควร จึงทำให้หนังที่ได้มีอัตราการพองตัวน้อย และถ้าใช้อุณหภูมิและเวลาในการเคี่ยวนานเกินไปจะทำให้หนังที่ได้มีสีคล้ำและไหม้เกรียมซึ่งมีผลทำให้การพองตัวลดน้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นจากการทดลองสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการเคี่ยวหนัง คือ ใช้อุณหภูมิในการเคี่ยวระดับแรกที่ 110°ซ เป็นเวลา 120 นาที และอุณหภูมิ 130°ซ เป็นเวลา 20 นาที จึงจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีอัตราการพองตัวมากถึง 2.064 เท่าของวัตถุดิบ ในขณะที่สภาวะอื่น ๆ จะมีอัตราการพองตัวน้อยกว่า และค่า Bulk density ที่ได้ก็จะน้อยที่สุดคือ 0.443 ซึ่งสภาวะอื่น ๆจะให้ค่า Bulk density มากกว่า คือ อยู่ในช่วง 0.550-0.783

4.2.2 ผลการศึกษาการเคี่ยวหนังวัวโดยการใช้อุณหภูมิและเวลาในการเคี่ยวที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การพองตัวแสดงดังตารางที่ 6

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่าที่สภาวะการเคี่ยว ที่พิจารณาคือ ที่ระดับแรก 110°ซ เวลา 120 นาทีและที่ระดับสอง 130°ซ เป็นเวลา 20 นาที จะได้แคบที่มีเปอร์เซ็นต์การพองตัวมากกว่าสภาวะอื่น ๆ คือ มีการพองตัวในระดับ พองตัวมากถึง 20 เปอร์เซ็นต์ พองปานกลาง 4 เปอร์เซ็นต์ และพองน้อย 76 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สภาวะอื่นจะมีผลทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีเปอร์เซ็นต์การพองตัวน้อยกว่าในระดับต่าง ๆ แตกต่างกันไปตามที่แสดงผลดังตารางที่ 6 แต่เมื่อหาอัตราการพองตัวโดยรวมแล้วจากตารางที่ 5 พบว่าที่ระดับการเคี่ยวในสภาวะดังกล่าวจะทำให้ได้แคบที่มีอัตราการพองตัวดีที่สุดเช่นเดียวกัน

96712

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์การพองตัวของแคบโดยใช้อุณหภูมิและเวลาในการเคี่ยวต่าง ๆ กัน

อุณหภูมิ 110 °ซ ที่เวลา (นาที)	อุณหภูมิ 130 °ซ ที่เวลา (นาที)	พองมาก (เปอร์เซ็นต์)	พองปานกลาง (เปอร์เซ็นต์)	พองน้อย (เปอร์เซ็นต์)
60	20	-	-	100
	25	-	-	100
	30	-	3.846	96.154
90	20	-	4.348	95.652
	25	-	4.167	95.833
	30	8.33	4.167	87.50
120	20	20.00	4.00	76.00
	25	12.00	-	88.00
	30	4.167	-	95.833

หมายเหตุ : ขนาดโดยเฉลี่ยของหนังวัวเคี่ยวจำนวน 30 ชิ้น มีความกว้าง x ยาว x หนา คือ 0.852 x 2.367 x 0.303 เซนติเมตร ตามลำดับ

เกณฑ์ในการกำหนดระดับการพองตัวของแคบ

ลักษณะการพองตัวของแคบ	กว้าง (ซม.)	ยาว (ซม.)	หนา (ซม.)
1. พองมาก	>1.3	>4.0	>0.7
2. พองปานกลาง	0.8-1.3	2.6-4.0	0.4-0.7
3. พองน้อย	<0.8	<2.6	<0.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์

การศึกษาปัจจัยเพื่อเตรียมหนังวัวสำหรับใช้ในการผลิตแคบ พบว่า

การศึกษาการกำจัดขนวัวออกจากหนังสามารถทำได้โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 3 แช่หนังวัวไว้เป็นเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50°ซ จะทำให้ได้หนังวัวที่มีเปอร์เซ็นต์การเหลืออยู่ของขนบนหนังเป็นศูนย์ ซึ่งเป็นระดับความเข้มข้นต่ำสุดของสารละลายด่างที่สามารถนำมาใช้เพื่อการกำจัดขน

ส่วนการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเคี่ยวหนังวัว พบว่า การเคี่ยวหนังวัวในขั้นแรกที่อุณหภูมิ 110°ซ เป็นเวลา 120 นาที และในขั้นที่สองที่อุณหภูมิ 130°ซ เป็นเวลา 20 นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดเพราะจะทำให้แคบที่ได้มีอัตราการพองตัวมากที่สุดคือ 2.064 เท่าของวัตถุดิบ และค่า Bulk density น้อยที่สุดคือ 0.443

สำหรับการพองตัวของแคบในสภาวะดังกล่าวข้างต้น จะได้แคบที่มีลักษณะการพองตัวแตกต่างกันใน 3 ระดับ คือ ส่วนที่พองตัวมาก 20 เปอร์เซ็นต์ พองตัวปานกลาง 4 เปอร์เซ็นต์ และพองตัวน้อย 76 เปอร์เซ็นต์

ดังนั้น สภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมหนังวัวเพื่อใช้ในการผลิตแคบ คือ การใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในการกำจัดขนบนหนังที่ความเข้มข้นร้อยละ 3 เป็นเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50°ซ สำหรับการใช้อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการเคี่ยว คือ ที่อุณหภูมิ 110°ซ เป็นเวลา 120 นาที และอุณหภูมิ 130°ซ เป็นเวลา 20 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1. หนังที่ใช้ในการผลิตแคบควรเป็นหนังสด เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีอัตราการพองตัวสูง เพราะถ้าเก็บหนังไว้เป็นเวลานานหรือใช้ในรูปของหนังแห้งจะทำให้หนังมีสภาพไม่เหมาะสมต่อการใช้งาน

2. ควรพัฒนาปรับปรุงขั้นตอนการผลิตบางประการ เช่น วิธีการให้ความร้อนแบบอื่นสำหรับทำให้ผลิตภัณฑ์พองตัว เช่น การอบด้วยลมร้อนแทนการทอดในน้ำมันเพราะน้ำมันจะเสื่อมสภาพได้ง่ายเมื่อได้รับความร้อนสูง และอาจทำให้แคบเสื่อมสภาพได้เร็วขึ้น

3. ควรศึกษาถึงการกรองหรือฟอกสีน้ำมันที่ใช้แล้ว เพื่อที่จะนำน้ำมันกลับมาใช้ต่อไป ทำให้ประหยัดยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15770

เอกสารอ้างอิง

_____. 2528. โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในการผลิตผลิตภัณฑ์จากสุกร. คณะอนุกรรมการประสานงานวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากสัตว์ สำนักคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เล่ม 4. 58 หน้า

ธเนศ แก้วกำเนิด. 2529. การปรับปรุงกรรมวิธีการผลิตและอายุการเก็บของแคบหมู. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 115หน้า

เพริศพิชญ์ คณาธารณา; ประกอบ นันคฉาภิรา และวรรณา อินนาจิตร. มปป. ประโยชน์ของน้ำมันปาล์ม. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 214 หน้า

เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์.2536. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์. โรงพิมพ์สหมิตรออฟเซต. กรุงเทพฯ 135 หน้า

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

Micheal J. Lewis. 1990. Physical Properties of Foods and Food Processing System. Market Cross House, Cooper Street, Chichester, West Sussex, England, 465 pp.

Ockerman, H.W. and C.L. Hansen. 1988. Animal By-Product Processing. Chichester (England) : Worwood. 366 pp.

Ward, A.G. and A. Court. 1977. The Science and Technology of Gelatin. Academic Press, London. 720 pp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

วิธีวิเคราะห์ค่าอัตราการพองตัว (ธเนศ, 2529)

การวิเคราะห์ค่าอัตราการพองตัวของแคบ มีขั้นตอน คือ

1. ชั่งหนังประมาณ 20 กรัมใส่ลงในกระบอกตวงขนาด 1000 มิลลิลิตร โดยใส่สลับกับการใส่เมล็ดงา 3-4 ชั้น และเคาะด้านข้างของกระบอกตวงด้วยค้อนยาง จนกระทั่งเมล็ดงาเข้าไปแทรกระหว่างชิ้นหนังอย่างทั่วถึงและแน่นสม่ำเสมอ ให้ได้ปริมาตรรวม 1000 มิลลิลิตร

2. แยกเอาหนังออกจากเมล็ดงา แล้วนำเฉพาะส่วนของเมล็ดงาใส่ในกระบอกตวงอันเดิมและเคาะให้แน่น เพื่อดูปริมาตรที่ลดลงซึ่งถือว่าเป็นปริมาตรของหนัง

3. คำนวณอัตราส่วนปริมาตรต่อมวลของหนัง โดยกำหนดให้ V_1= ปริมาตรของหนัง m_1= มวลของหนัง อัตราส่วนของปริมาตรต่อมวลของหนัง = V_1/m_1

4. หาอัตราส่วนปริมาตรต่อมวลของแคบหลังการทอดให้พองตัว โดยปฏิบัติตามขั้นตอน 1-3 เช่นเดียวกันกับแคบที่ทอดให้พองตัวแล้ว จะได้ค่า V_2= ปริมาตรของแคบ และ m_2= มวลของแคบ และคำนวณค่าอัตราส่วนของปริมาตรต่อมวลของแคบ= V_2/m_2

5. คำนวณหาอัตราส่วนการพองตัวของแคบ โดยใช้สูตร

$$\text{อัตราการพองตัวของแคบ} = \frac{\text{อัตราส่วนปริมาตรต่อมวลของแคบ}}{\text{อัตราส่วนปริมาตรต่อมวลของหนัง}}$$

$$= (V_2/m_2) / (V_1/m_1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

วิธีวิเคราะห์ค่า Bulk density (Michael,1990)

การวิเคราะห์ค่า Bulk density ของแคบวัว มีขั้นตอน คือ

1. การหาปริมาตรที่แน่นอนของภาชนะบรรจุ (กระป๋อง) โดยนำเมล็ดงาที่อบแห้งและร่อนแยกสิ่งเจือปนออกจนสะอาดดี มาบรรจุใส่ให้เต็ม แล้วใช้ด้อนยางเคาะด้านข้างกระป๋องพอประมาณเพื่อให้เมล็ดงาแน่นอย่างสม่ำเสมอจนเต็มกระป๋อง จากนั้นนำเมล็ดงามาวัดปริมาตรที่แน่นอนโดยใช้กระบอกตวงขนาด 250 มิลลิลิตร (V_1)

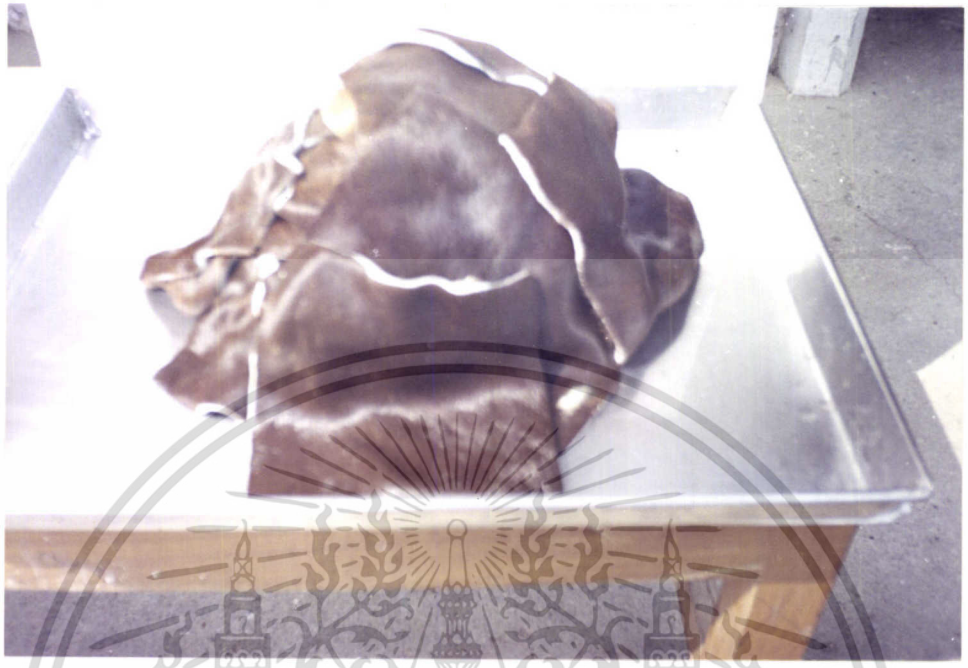
2. ชั่งแคบน้ำหนักประมาณ 20 กรัม (W_1) ใส่ในภาชนะบรรจุโดยใส่แคบสลับชั้นกับงาประมาณ 3-4 ชั้น และเคาะด้านข้างของกระป๋องจนเมล็ดงาเข้าไปแทรกระหว่างชิ้นแคบอย่างทั่วถึงและแน่นสม่ำเสมอจนเต็มกระป๋อง

3. แยกเอาแคบออกจากเมล็ดงา แล้วนำเมล็ดงาที่แยกได้ไปหาปริมาตร (V_2)

4. ค่า Bulk density = $W_1/(V_1-V_2)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.



รูปภาพภาคผนวกที่ 1: รูปภาพแสดงหนังวัวก่อนการกำจัดขน

รูปภาพภาคผนวกที่ 2 : รูปภาพแสดงหนังวัวหลังการกำจัดขนด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้นร้อยละ 3 แช่หนังเป็นเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 50°ซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาพภาคผนวกที่ 3 : รูปภาพแสดงหนังวัวอบแห้ง

รูปภาพภาคผนวกที่ 4 : รูปภาพแสดงลักษณะการพองตัวของแคบทั้ง 3 ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวศรีภาภรณ์ พฤกษชาติ เกิดเมื่อวันที่ 8 มิถุนายน 2519 ที่จังหวัดร้อยเอ็ด สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนเสลภูมิพิทยาคม ในปี พ.ศ. 2538 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครศรีอยุธยา หันตรา ในปี พ.ศ. 2540 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ. 2542

นางสาวอุมาริน สละทาน เกิดเมื่อวันที่ 3 เมษายน 2519 ที่จังหวัดอุบลราชธานี สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนสตรีเศรษฐบุตรบำเพ็ญ ในปี พ.ศ. 2538 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครศรีอยุธยา หันตรา ในปี พ.ศ. 2540 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ. 2542

นางสาวลัดดาวัลย์ บรรยงนวกิจ เกิดเมื่อวันที่ 18 พฤษภาคม 2519 ที่จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนพิมายวิทยา ในปี พ.ศ. 2538 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครศรีอยุธยา หันตรา ในปี พ.ศ. 2540 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้