ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การผลิตเจลาตินจากหนังปลานิล

(Production of Gelatin from Tilaphia nilotica)

โดย

1. นางสาวณัฐพร ธนวัฒน์ รหัสนักศึกษา 43040171

2. นางสาวรพีพร ศรีวิชญขจร รหัสนักศึกษา 43040187

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... **...../...../.....** **อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ**

(ผศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ)

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

.....

(ผศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ)

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19716

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การผลิตเจลาตินจากหนังปลานิล

(Production of Gelatin from Tilaphia nilotica)

T099567

จัดทำโดย

1. นางสาวณัฐพร ธนวัฒน์ รหัสนักศึกษา 43040171

2. นางสาวรพีพร ศรีวิชญขจร รหัสนักศึกษา 43040187

ปค.
ธ 634 ก
2547

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่
เลขทะเบียน 99567
วัน.เดือน.ปี 16 JUN 2003

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวณัฐพร ธนวัฒน์ และ นางสาวรพีพร ศรีวิชญขจร 2546 : การผลิตเจลาตินจากหนังปลานิล (Production of Gelatin from Tilaphia Nilotica). โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง.
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ. 42 หน้า

การศึกษาเพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมในการผลิตเจลาตินจากหนังปลานิลโดยทำการทดลอง 2 ขั้นตอน ขั้นแรกคือ ทำการศึกษาหาระยะเวลาที่ใช้ล้างหนังปลาโดยใช้น้ำกวนหนังปลาในระยะเวลาต่างๆกันคือ 20 25 และ 30 นาที ขั้นตอนที่สองคือ ทำการศึกษาหาระดับอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัดเจลาติน อุณหภูมิที่ใช้คือ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียสและเวลาในการสกัดคือ 1.30 2.0 และ 2.30 ชั่วโมง จากผลการทดลองที่ได้ พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเจลาตินจากหนังปลานิลคือ ในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ ระยะเวลาที่เหมาะสมในการล้างหนังปลาคือ 20 นาทีและในขั้นตอนการสกัดเจลาติน ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมคือ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เจลาตินที่ผลิตได้จากหนังปลานิลให้คุณสมบัติทางกายภาพในด้านค่าความแข็งแรงของเจล(gel strength) 295.98 กรัม ปริมาณความชื้น 10.23 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเถ้า 0.85 เปอร์เซ็นต์และความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.86 (ทั้งหมดนี้เป็นค่าที่สูงกว่าค่าที่ได้จากเจลาตินทางด้านการค้า) เจลาตินจากหนังปลาที่ได้สีค่อนข้างขุ่นและกลิ่นของเจลาตินจะมีกลิ่นคาวปลาอยู่

1.)..... ..../...../.....

2.)..... /

ลายมือชื่อนักศึกษา **ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา** **วัน เดือน ปี**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษหัวข้อเรื่องการสกัดเจลาตินจากหนังปลานิล (Production of Gelatin from Tilaphia nilotica) ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความเมตตากรุณาจาก รศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ที่สละเวลาอันมีค่ามาให้คำแนะนำ คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ และข้อคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ จึงขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูง และขอขอบพระคุณ ดร.ยุพร พืชกมุทร และ ผศ.ดร.กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์ ที่ให้ความกรุณาเป็นอาจารย์คณะกรรมการปัญหาพิเศษในครั้งนี้

ขอขอบคุณพี่ธงและเพื่อนๆนักศึกษาปริญญาตรีที่ให้การสนับสนุนและให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ และยังให้กำลังใจต่อข้าพเจ้าตลอดมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณและขอรำลึกถึงพระคุณของบิดามารดาพี่น้องและญาติมิตรที่ให้การสนับสนุนและให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ และยังให้กำลังใจต่อข้าพเจ้ามาโดยตลอด

น.ส. ณัฐพร ธนวัฒน์
น.ส. รพีพร ศรีวิชญขจร
22 มีนาคม 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
- บทนำ	1
- วัตถุประสงค์	2
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	
- ปลานิล	3
- ประวัติความเป็นมา	3
- คุณค่าทางโภชนาการ	3
- เจลาติน	4
- คอลลาเจน	4
- คุณค่าทางอาหารของเจลาติน	6
- การนำเจลาตินไปใช้ประโยชน์	6
- กลไกการเกิดเจล	8
- ขั้นตอนการผลิตเจลาติน	9
- งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเจลาตินจากหนังปลา	14
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	
- วัตถุดิบ สารเคมี เครื่องมือที่ใช้	16
- วิธีการทดลอง	
ก. การเตรียมหนังปลานิล	17
ข. การผลิตเจลาตินจากหนังปลานิล	18
ค. การวางแผนการทดลอง	20
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์การทดลอง	
- ศึกษาหาระยะเวลาที่เหมาะสมในขั้นตอนการล้างหนังปลานิลโดยให้น้ำไหลผ่านหนังปลา	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
- ศึกษาหาระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการสกัดเจลาตินจากหนังปลานิล	24
- เปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของเจลาตินทางการค้าและเจลาตินที่ได้จากหนังปลานิล	26
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	30
เอกสารอ้างอิง	32
ภาคผนวก ก รูปประกอบวิธีการทำ	35
ภาคผนวก ข วิธีวิเคราะห์คุณภาพเจลาติน	
- วิธีวัดค่าความแข็งแรงของเจล	38
- วิธีวัดปริมาณความชื้น	38
- วิธีวัดปริมาณเถ้า	39
- วิธีวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำหลังจากการล้างหนังปลาด้วยน้ำกวนทั้งหมด 4 น้ำ	21
2	ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำหลังจากการล้างหนังปลาด้วยน้ำกวนทั้งหมด 6 น้ำ หลังผ่านการแช่สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นเวลา 4 ชั่วโมง	22
3	ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำหลังจากการล้างหนังปลาด้วยน้ำกวนทั้งหมด 4 น้ำ หลังผ่านการแช่สารละลายไฮดรอคลอริกเป็นเวลา 4 ชั่วโมง	22
4	ตารางแสดงค่าความแข็งแรงของเจลเมื่อผ่านการเตรียมวัตถุดิบในขั้นตอนการล้าง	23
5	ตารางแสดงค่าความแข็งแรงของเจลเมื่อทำการสกัดเจลาตินจากหนังปลานิลที่ระยะเวลาและอุณหภูมิ	24
6	ตารางแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของเจลาตินทางการค้าและเจลาตินที่ได้จากหนังปลานิล	27
7	ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าสีของเจลาตินทางการค้าและเจลาตินที่ได้จากหนังปลานิล	28

ตารางผนวกที่

1	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความแข็งแรงของเจลที่ได้จากการสกัดเจลาตินจากหนังปลานิลที่ล้างโดยให้น้ำประปาไหลผ่านหนังปลาในระยะเวลาต่างๆกันคือ 20 25 และ 30 นาที	41
2	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความแข็งแรงของเจลในการสกัดเจลาตินจากหนังปลานิลที่ระยะเวลาและอุณหภูมิต่างๆ	41
3	ตารางผลการตรวจสอบความแตกต่างของค่าความแข็งแรงของเจลในการสกัดเจลาตินจากหนังปลานิลที่ระยะเวลาต่างๆ โดยวิธี Duncan	42
4	ตารางผลการตรวจสอบความแตกต่างของค่าความแข็งแรงของเจลในการสกัดเจลาตินจากหนังปลานิลที่อุณหภูมิต่างๆ โดยวิธี Duncan	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

บทนำ

เจลาตินเป็นสารประเภทโปรตีนชนิดหนึ่งที่มีประโยชน์ ผลิตจากผลพลอยได้ของสัตว์ที่มีราคาถูก วัตถุดิบที่นิยมนำมาทำการผลิตเจลาตินมากที่สุดคือ หนังสัตว์และกระดูกสัตว์ โดยเฉพาะกระดูกโค กระบือ และหนังสุกร เพราะจะทำให้ได้เจลาตินคุณภาพดี ส่วนหนังปลาพบว่าจะนำมาทำการผลิตเจลาตินน้อยกว่ากระดูกโค กระบือ และหนังสุกร เนื่องจากพบว่า เจลาตินที่ได้จะมีคุณภาพต่ำ มีเกรดรองลงมา (Ward, 1997) พบว่าในแต่ละปีการใช้สารประเภทเจลาตินมีแนวโน้มที่มากขึ้นเรื่อยๆ โดยเฉพาะทางด้านอุตสาหกรรมอาหารเป็นตลาดที่ใหญ่ที่สุดของเจลาติน โดยเจลา ติน ส่วนนี้เรียกว่า edible gelatin ซึ่งใช้เป็นส่วนประกอบในอาหารชนิดต่างๆ เช่น ขนมหวาน โยเกร์ต เป็นต้น ตลาดรองลงมาคือ ใช้ใน อุตสาหกรรมผลิตยา และอุตสาหกรรมภาพถ่าย

ประเทศผู้ผลิตเจลาตินรายใหญ่ของโลก คือ ฝรั่งเศส ซึ่งมีโรงงานอยู่ที่ฝรั่งเศส เบลเยียม และสหรัฐอเมริกา ทางด้านเอเชียก็มีประเทศญี่ปุ่น และอินเดีย สำหรับอินเดียนั้น เนื่องจากเป็นประเทศที่เป็นแหล่งวัตถุดิบใหญ่ของโลกในด้านปศุสัตว์อยู่แล้ว จึงทำให้อินเดียกลายเป็นผู้ผลิตรายใหญ่ของโลกได้ แต่ประเทศญี่ปุ่นวัตถุดิบต้องอาศัยการนำเข้าทั้งหมด เนื่องจากต้นทุนในการเก็บรวบรวมวัตถุดิบในญี่ปุ่นจะสูงมาก โดยมีการนำเข้าจากประเทศอินเดีย ไทย และสหรัฐอเมริกา จากการที่ประเทศญี่ปุ่นต้องพึ่งพาวัตถุดิบหลักจากต่างประเทศยังสามารถติดอันดับประเทศผู้ผลิตเจลาตินรายใหญ่ของโลกได้ แต่ไทยซึ่งเป็นประเทศที่ส่งออกวัตถุดิบป้อนอุตสาหกรรมเจลาตินในญี่ปุ่นและประเทศอื่นๆ เป็นปัญหาให้น่าพิจารณาว่าเหตุใดประเทศไทยกลับไม่มีการผลิตเจลาตินเพื่อใช้เองในประเทศ เจลาตินที่ผลิตได้ภายในประเทศจะทำการส่งออกทั้งหมด การใช้เจลาตินภายในประเทศจะอาศัยการนำเข้าจากต่างประเทศมากกว่า 10 ประเทศ โดยประเทศที่ไทยทำการนำเข้าคือ ฝรั่งเศสและญี่ปุ่น

จากดังที่กล่าวมาแล้วว่า การผลิตเจลาตินในระดับอุตสาหกรรมใหญ่ๆนั้น ส่วนมากจะนิยมผลิตจากกระดูกโค กระบือ และหนังสุกร ดังนั้นวิธีการผลิตจึงมีผู้รวบรวมเขียนไว้มาก ซึ่งผู้ที่สนใจสามารถหาศึกษาได้ง่าย ส่วนการผลิตเจลาตินจากหนังปลานั้นมีผู้เขียนรวบรวมไว้น้อยมากประกอบกับในประเทศไทยเรามีอุตสาหกรรมปลาแช่แข็งเป็นจำนวนมาก หนังปลาที่เหลือทิ้งจากการผลิต มีการนำไปแปรรูปในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่น้อยมาก นับว่าเป็นการใช้วัตถุดิบอย่างไม่คุ้มค่า ทั้งนี้เนื่องจากหนังปลาเป็นวัตถุดิบที่สามารถนำมาทำการแปรรูปให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงขึ้น เช่น เจลาตินได้ และถ้าหากมองในระยะยาว ซึ่งมีแนวโน้มว่าความต้องการใช้เจลาตินจะขยายตัวเพิ่มขึ้นเป็นลำดับในอนาคตทั้งตลาดภายในและต่างประเทศ อุตสาหกรรมการผลิตเจลาตินก็เป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่น่าจะมีโอกาสลงทุนสูงในประเทศเราในอนาคต จากสาเหตุดังกล่าวจึงเป็นสิ่งจูงใจให้ผู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจัยสนใจที่จะศึกษาการผลิตเจลาตินจากหนังปลาขึ้น ซึ่งประโยชน์ที่คาดว่าจะได้ รับจะเป็นในแง่ที่จะช่วยเป็นหลักพื้นฐานในการพัฒนาการผลิตเจลาตินจากผลพลอยได้อื่นๆนอกจากหนังปลาได้และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ผลิตเจลาตินในระดับอุตสาหกรรมได้เองภายในประเทศ นอกจากนี้ยังมีส่วนช่วยกระตุ้นให้มีการศึกษาการผลิตเจลาตินในวิธีการใหม่ๆที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นต่อไปในอนาคต ซึ่งทั้งหมดนี้ก็จะช่วยในการรับรองอุตสาหกรรมที่มีความต้องการใช้เจลาตินที่นับวันจะมีปริมาณที่สูงขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถที่จะลดการนำเข้าเจลาตินจากต่างประเทศ ซึ่งจะช่วยลดการเสียดุลทางการค้าได้อีกทางหนึ่งด้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษากรรมวิธีการผลิตเจลาตินจากหนังปลา โดยทดลองหาปัจจัยที่เหมาะสมในแต่ละขั้นตอนของการผลิต
2. เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของเจลาติน และทดสอบเจลาตินที่ผลิตได้ใช้ในผลิตภัณฑ์เยลลี่ เปรียบเทียบกับเจลาตินที่จำหน่ายในท้องตลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทัศน์

ปลานิล

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับปลานิล

ปลานิลมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Tilaphia nilotica* เป็นปลาน้ำจืดที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย นิยมเลี้ยงกันทั้งประเทศและต่างประเทศ ทั้งนี้ก็เพราะว่าปลานิลเป็นปลาที่เลี้ยงง่าย โตเร็ว มีความแข็งแรง อดทน สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดี ปลาชนิดนี้เป็นปลาจำพวกกินพืชและกินอา หารได้เกือบทุกชนิด รวมทั้งเศษอาหารต่างๆ เป็นต้น ปลานิลสามารถแพร่ขยายพันธุ์วางไข่ได้ทั้งในบ่อเลี้ยงและแหล่งน้ำตามธรรมชาติทั่วไป

ประวัติความเป็นมา

ปลานิลได้เริ่มเข้ามามีบทบาทในประเทศไทยครั้งแรกเมื่อ พ.ศ. 2508 โดยเจ้าฟ้าอากิฮิโต มงกุฎราชกุมารแห่งประเทศญี่ปุ่น ได้จัดส่งปลานิลจำนวน 50 ตัว มาทูลเกล้าถวายแก่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เมื่อวันที่ 25 มีนาคม 2508 ในระยะแรกได้ทรงพระกรุณาโปรดเกล้า ให้ปล่อยลงเลี้ยงในบ่อดิน เนื้อที่ประมาณ 10 ตารางเมตรในบริเวณสวนจิตรลดา พระราชวังดุสิต และเมื่อเลี้ยงมาได้ 5 เดือนเศษ ปรากฏว่ามีลูกปลานิลเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก จึงได้ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าให้เจ้าหน้าที่สวนหลวงขุดบ่อขึ้นใหม่อีก 6 บ่อ มีเนื้อที่เฉลี่ยบ่อละประมาณ 70 ตารางเมตร ซึ่งในโอกาสนี้พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงได้ย้ายปลาด้วยพระองค์เอง จากบ่อเดิมไปปล่อยในบ่อเลี้ยงใหม่ทั้ง 6 บ่อ จากนั้นทรงพระกรุณาโปรดเกล้ามอบให้กรมประมงจัดส่ง เจ้าหน้าที่วิชาการมาตรวจสอบการเจริญเติบโตเป็นประจำทุกเดือน (ทัศนีย์, 2524)

คุณค่าทางโภชนาการ

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของปลานิล (เพิ่มพูน, 2531) จะประกอบด้วย

โปรตีน	19.05	เปอร์เซ็นต์
ไขมัน	0.95	เปอร์เซ็นต์
ความชื้น	78.9	เปอร์เซ็นต์
เถ้า	1.1	เปอร์เซ็นต์
คาร์โบไฮเดรต	-	เปอร์เซ็นต์
พลังงาน (แคลอรี่ / 100 กรัม)	91.0	เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนหนังปลานิลนั้นองค์ประกอบทางเคมีในหนังปลา(วรรณวิบูลย์, 2529) ดังนี้

โปรตีน	21.08	เปอร์เซ็นต์
ไขมัน	0.85	เปอร์เซ็นต์
ความชื้น	76.34	เปอร์เซ็นต์
เถ้า	1.73	เปอร์เซ็นต์
คาร์โบไฮเดรต	-	เปอร์เซ็นต์

เจลาติน

เจลาติน (gelatin) มาจากภาษาละติน มาจากคำว่า gelata ซึ่งหมายถึงลักษณะที่แข็งตัว เย็นแข็งหรือเหนียวหนืด (ณรงค์, 2538)

เจลาตินเป็นสารโปรตีนชนิดหนึ่งมีลักษณะเป็นคอลลอยด์ โดยวัตถุดิบที่สามารถนำมาทำการผลิตเจลาตินได้นั้นมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นผลพลอยได้ของสัตว์ที่มีราคาถูกจากโรงงานฆ่าสัตว์และโรงงานฟอกหนัง เนื่องจากวัตถุดิบเหล่านั้นมีองค์ประกอบที่สำคัญคือคอลลาเจน (collagen) ซึ่งเมื่อนำมาผ่านกระบวนการผลิตสามารถเปลี่ยนเป็นเจลาตินได้ ธรรมชาติและสภาวะของวัตถุดิบที่นำมาทำการผลิตจะมีอิทธิพลสำคัญต่อผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้โดยวัตถุดิบที่แตกต่างกันก็จะมีกรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างกันและให้คุณภาพเจลาตินที่แตกต่างกันด้วย สำหรับวัตถุดิบที่นิยมนำมาใช้ในการผลิตเจลาตินในระดับอุตสาหกรรมนั้น มักใช้กระดูกและหนังโค กระบือ และสุกร เนื่องจากจะให้เจลาตินที่มีคุณภาพดี ส่วนการผลิตเจลาตินจากหนังปลานั้น ไม่ค่อยมีการผลิตกันในระดับอุตสาหกรรมมากนัก เนื่องจากกกล่าวกันว่า คุณภาพจะไม่ดีเท่าเจลาตินจากพวกกระดูกโค กระบือ และหนังสุกร (Ward, 1977) พบว่าในแต่ละปีประเทศไทยจะมีการนำเจลาตินมาใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆเป็นจำนวนมาก โดยเจลาตินที่ใช้ภายในประเทศได้จากการนำเข้าจากต่างประเทศทั้งหมด ประเทศไทยทำการนำเข้าเจลาตินจากต่างประเทศ แต่ประเทศที่สำคัญคือ ฝรั่งเศส และญี่ปุ่น จากรายงานสถิติการนำเข้าเจลาตินของกรมศุลกากร พบว่า ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าเจลาตินโดยรวมแล้วมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณการส่งออกเจลาติน นับว่าประเทศไทยมีการส่งออกน้อยมาก ประเทศที่ไทยทำการส่งออกคือ ฟิลิปปินส์ ฮ่องกง เวียดนามและพม่า ซึ่งลักษณะเช่นนี้ทำให้ประเทศไทยเกิดการเสียดุลทางการค้าได้

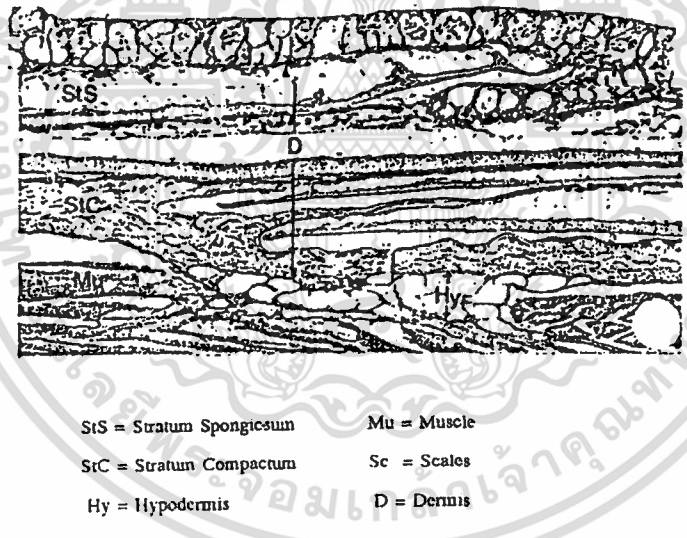
คอลลาเจน

เจลาตินผลิตได้จากสารประกอบที่สำคัญคือ คอลลาเจน ซึ่งคอลลาเจนนั้นมาจากภาษากรีกหมายถึงสิ่งที่ให้ผลผลิตเป็นเจลาตินหรือกาว คอลลาเจนจัดเป็นพวกโปรตีนที่ไม่ละลายน้ำ (insoluble protein) โดยจะไม่ละลายในน้ำเย็น กรดอ่อน ด่างอ่อน แต่สามารถละลายได้ในน้ำร้อน (Moulton, 1948) และจัดอยู่ในโปรตีนประเภทโครงสร้าง (structure protein) พบได้ทั่วไปในเนื้อเยื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกี่ยวพัน (connective tissue) ต่างๆ เช่น หนัง กระดูก เอ็น เขาสัตว์ เป็นต้น โดยคอลลาเจนจะทำหน้าที่สร้างความแข็งแกร่ง และยึดเหนี่ยวส่วนต่างๆนั้นไว้ (Devenyi, 1974) คอลลาเจนจะมีอยู่ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ของส่วนที่เป็นสารอินทรีย์ทั้งหมดในสัตว์ หรือประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ของส่วนที่เป็นโปรตีนทั้งหมด คอลลาเจนมีน้ำตาลกาแลคโตสและกลูโคสปนอยู่ด้วยในปริมาณเล็กน้อยและมีสีขาวเนื่องจากมีกรดอะมิโนไฮดรอกซีโปรลีนเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย คอลลาเจนพองตัวได้ดีในน้ำที่เป็นกรดหรือเป็นด่าง เมื่อได้รับความร้อน คอลลาเจนจะหดตัวเหลือความยาวเพียง 1 ใน 3 เท่านั้น เมื่อโมเลกุลคอลลาเจนแยกออกจากกันละลายอยู่ในน้ำ สิ่งที่ได้คือ เจลาติน ซึ่งจะเกิดเจลเมื่ออุณหภูมิลดลง ปริมาณการเปลี่ยนเป็นเจลาตินขึ้นกับอายุของสัตว์และอุณหภูมิที่ใช้ในการสกัด

ในหนังปลาพบว่าคอลลาเจนจะพบได้ในชั้น dermis ซึ่งเป็นชั้นของหนังปลาที่อยู่ถัดจากชั้น epidermis ลงมา ซึ่งชั้น dermis นี้สามารถที่จะแยกออกได้เป็น 2 ชั้นคือ ชั้นบนเรียกว่า stratum spongiosum ชั้นนี้ประกอบด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิด collagenous fibers ที่เรียงตัวกันอย่างหลวมๆ (loose หรือ aerolar connective tissue) ถัดจากชั้น stratum compactum ประกอบด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิด collagenous fibers ที่เรียงตัวกันแน่น (dense connective tissue) ในชั้นนี้คอลลาเจนจะมีการเรียงตัวในแนวตั้งแทรกเป็นระยะๆ ลักษณะชั้นของปลาดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ชั้นของผิวของปลา

ในปลาโดยทั่วไปพบว่า ในคอลลาเจนจะมีปริมาณของ imino acid (โปรลีนและไฮดรอกซีโปรลีน) ในปริมาณที่ต่ำ ซึ่งปริมาณที่ต่ำลงนี้จะมีการทดแทนโดยการที่มีปริมาณของ hydroxy amino acid ชนิดอื่นๆอยู่ในปริมาณที่สูงเช่น เซลีน (serine) และธรีโอนีน (threonine) จากการที่ปริมาณของ imino acid ในปริมาณที่ต่ำนี้ จึงเป็นเหตุที่ทำให้น่าพิจารณาว่า อุณหภูมิที่จะทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอลลาเจนเกิดการคลายตัวออกน่าจะต่ำลงไปด้วย (Ward, 1977) ได้มีการศึกษาถึงการผลิตเจลาตินที่ได้จากคอลลาเจนจากแหล่งต่างๆกัน พบว่าเจลาตินที่ผลิตได้จากคอลลาเจนที่แตกต่างกันจะให้ความแข็งแรงของเจลที่ต่างกันด้วย ซึ่งความแข็งแรงของเจลจะเกี่ยวข้องกับการที่มีปริมาณของโปรลีนและไฮดรอกซีโปรลีน ยิ่งคอลลาเจนที่นำมาทำการผลิตเจลาตินมีปริมาณของ imino acid สูง ก็จะทำให้เจลาตินที่ได้มีความแข็งแรงของเจลสูงด้วย และเจลาตินที่ได้จากปลาจะได้เจลาตินที่มีความแข็งแรงของเจลต่ำ โดยทำการเปรียบเทียบกับเจลาตินที่ได้จากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ซึ่งจะให้เจลาตินที่มีความแข็งแรงสูงกว่าเนื่องจากมีปริมาณของ imino acid สูงกว่า (Harris, 1990)

คุณค่าทางอาหารของเจลาติน

ในแง่คุณค่าทางอาหาร เจลาตินถือเป็น incomplete protein เนื่องจากในส่วนประกอบของเจลาตินจะขาดกรดอะมิโนที่จำเป็นตัวหนึ่งคือ ทริปโตเฟน (tryptophan) แต่เจลาตินจะมีปริมาณของไลซีน (lysine) และเมไธโอนีน (methionine) อยู่ในปริมาณที่สูง ซึ่งในพวกธัญพืชทั้งหลายจะขาดกรดอะมิโนสองตัวนี้ การรับประทานอาหารที่มีเจลาตินเป็นส่วนประกอบร่วมกับโปรตีนชนิดอื่นๆ จะช่วยในการเพิ่มค่า biological value ให้สูงขึ้น (Brody, 1965) และพบว่าการรับประทานอาหารที่มีเจลาตินเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วยในปริมาณเล็กน้อยคือประมาณ 15 กรัมในอาหารแต่ละวันสามารถจะใช้เป็นอาหารเสริมโปรตีนที่ดีได้ และเมื่อนำเจลาตินมาผสมกับ beef protein จะทำให้อาหารมีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นจาก 84 เปอร์เซ็นต์ เป็น 90 เปอร์เซ็นต์ (Moulton, 1948) นอกจากนี้เมื่อนำเจลาตินไปผสมกับส่วนผสมอื่นๆ เช่น น้ำตาล กลายเป็น gelatin dessert จะทำให้ได้เป็นอาหารลดความอ้วนที่ดี เนื่องจากเมื่อรับประทานเจลาตินเข้าไป ร่างกายจะต้องใช้พลังงานในการย่อยมากกว่าพลังงานที่ได้รับ โดยเจลาตินจะให้พลังงาน 3.5 kcal/g. และในบางครั้งมีการใช้เจลาตินเป็นยารักษาโรคได้ เช่น โรคเกี่ยวกับระบบย่อยอาหาร แผลเป็นหนอง กล้ามเนื้อไม่ทำงานตามคำสั่ง (Ockerman, 1988)

การนำเจลาตินไปใช้ประโยชน์

คุณสมบัติทางกายภาพของเจลาตินที่ผลิตได้จากกระดูกสัตว์จะมีความแตกต่างจากเจลาตินที่ผลิตได้จากหนังสัตว์ ดังนั้นจึงมีการนำไปใช้ประโยชน์ที่แตกต่างกัน โดยเจลาตินที่ผลิตได้จากกระดูกจะนำไปใช้ในอุตสาหกรรมถ่ายรูปและอุตสาหกรรมยา ส่วนเจลาตินที่ผลิตได้จากหนังสัตว์ส่วนมากจะนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร (ชิดชมและคณะ, 2534) นอกจากนี้พบว่า เจลาตินที่ผลิตได้จากกระดูก โค กระบือ จะมีราคาที่แพงกว่าที่ได้จากหนัง เนื่องจากในกระบวนการผลิตจะมีความยุ่งยากมากกว่า คือจะมีกระบวนการกำจัดไขมันออก (degreasing) และกำจัดแร่ธาตุ (demineralization) ออกจากวัตถุดิบร่วมด้วย ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีราคาสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเจลาตินผลิตได้จากหนัง ตัวอย่างการนำเจลาตินไปใช้ประโยชน์มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

ปริมาณของเจลาตินที่ใช้ใส่ในอาหาร มักใช้ในปริมาณเล็กน้อย โดยมีจุดประสงค์เพื่อใช้ปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของอาหาร เช่นใน gelatin dessert จะใช้เจลาตินประมาณ 1.5-2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเจลาตินนี้จะมีการใช้ร่วมกับส่วนผสมอื่นๆ เช่น น้ำตาล หรือสารให้ความหวานปริมาณต่ำ กรดชนิดต่างๆ เช่น กรดซิตริก (citric acid) กรดทาทาริก (tartaric acid) กรดฟูมาริก (fumaric acid) นอกจากนี้ก็อาจมีพวกสารให้สีหรือให้กลิ่นเพิ่มเข้าไปอีกด้วย ใน marshmallows จะใช้เจลาตินประมาณ 1-2 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับน้ำเชื่อม 20 เปอร์เซ็นต์ เจลาตินจะทำหน้าที่เป็น whipping agent ช่วยเพิ่มความหนืดให้กับผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเป็นผงหรือของแข็ง ในไอศกรีมจะใช้เจลาตินประมาณ 0.3-0.5 เปอร์เซ็นต์ เจลาตินจะทำหน้าที่เป็นสารให้ความคงตัว (stabilizer) ช่วยป้องกันการเกิดผลึกของน้ำแข็งและน้ำตาลในระหว่างการเก็บรักษา ในผลิตภัณฑ์นมจะใช้เจลาตินในปริมาณเพียงเล็กน้อย โดยเจลาตินจะช่วยรักษาลักษณะเนื้อสัมผัสให้เรียบและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยให้ได้มากขึ้น ในผลิตภัณฑ์แช่แข็ง จะมีการใช้เจลาตินเพื่อป้องกันการเกิดผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่ และป้องกันการม้วนงอ และการแยกออกจากกัน ในผลิตภัณฑ์พวกเนื้อกระป๋อง เจลาตินจะทำหน้าที่จับกับน้ำและของเหลว เพื่อทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่แน่นคงทน ในแฮม เจลาตินจะทำหน้าที่เชื่อมเนื้อเข้าด้วยกัน ในผลิตภัณฑ์พวกเบียร์ ไวน์ น้ำผลไม้ น้ำส้ม เจลาตินจะไม่ได้ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัส แต่จะช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้โดยเจลาตินจะไปทำปฏิกิริยากับพวกแทนนิน (tannin) เพคติน (pectin) และสารอื่นที่เป็นสาเหตุให้เกิดการขุ่นขึ้น ในยุโรปมักใช้เจลาตินในผลิตภัณฑ์น้ำตาลก้อนและขนมปัง wafers เพื่อที่จะช่วยทำให้รูปร่างของผลิตภัณฑ์เกิดความคงตัว (Ockerman, 1988)

-ใช้ในอุตสาหกรรมยา

ในอุตสาหกรรมผลิตยา จะใช้เจลาตินในการผลิตแคปซูลยา แคปซูลยามี 2 ชนิดคือ แคปซูลชนิดแข็ง (hard capsules) และแคปซูลชนิดนิ่ม (soft หรือ elastic capsules) แคปซูลชนิดแข็งหรือแบบ 2 ชิ้น จะใช้ในการบรรจุยาที่มีลักษณะเป็นผง ในบางกรณีอาจมีการเติมสีผสมลงในเจลาตินด้วย แคปซูลชนิดนิ่มจะมีการเติม plasticizer ซึ่งอาจเป็น glycerol หรือ propylene glycol โดยจะใช้บรรจุพวกน้ำมันตับปลาและพวกวิตามิน ในการผลิตยาเม็ด เจลาตินจะใช้ในการเคลือบยาเม็ด เพื่อช่วยป้องกันการแตกหักของยาเม็ด นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เป็น moisturing agent ทำให้เกิดความรู้สึกที่ลื่นในการรับประทาน และยังทำหน้าที่เป็นตัว binder และ disintegrator ช่วยในการดูดความชื้นทำให้ตัวยาเกิดการพองตัวและแตกออกได้ ในการผลิตยาหลายชนิด เจลาตินจะช่วยป้องกันการเกิดปฏิกิริยาการเติมออกซิเจน (oxidation) และทำหน้าที่เป็นสารให้ความคงตัว (stabilizer) สำหรับ emulsions นอกจากนี้ เจลาตินยังทำหน้าที่เป็นตัวกลางสำหรับพวกสารประกอบภายนอกของยา เช่น zinc oxide (ZnO), sulphonamides และ penicillin

-ใช้ในอุตสาหกรรมถ่ายภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในอุตสาหกรรมถ่ายภาพจะใช้เจลาตินในการทำ baryta-coated paper และใช้ในการเคลือบฟิลม์ เนื่องจากฟิลม์จะมีพวกที่ไวต่อแสงคือ silver reagent รวมอยู่ด้วย เจลาตินจะใช้เป็นตัวควบคุมขนาดของ silver halide ที่ได้รับ นอกจากนี้ยังใช้ในการทำแผ่นกรอง (filter) สำหรับไฟสาด (spot light) และกล้อง (Satas, 1991)

-ใช้ในการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

ในห้องปฏิบัติการ จะมีการใช้เจลาตินทำเป็นอาหารในการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ และใช้วัดความแข็งแรงของเอนไซม์

-ใช้ในผลิตภัณฑ์อื่นๆ

ตัวอย่างการใช้เจลาตินในผลิตภัณฑ์อื่นๆ เช่น ใช้ในการทำดินปืนเพื่อทำให้เกิดควันน้อยๆ ใช้ในยาฆ่าแมลงแบบที่ใช้พ่นเพื่อให้มันคงความเป็นผง ใช้ผสมในอาหารสัตว์ ใช้เป็นตัว adhesive สำหรับแสตมป์และกระดาษ เป็นต้น (Bronson, 1950)

กลไกการเกิดเจล

การเกิดเจลของพวกเจลาตินจะมีความแตกต่างจากพวก hydrocolloid อื่นๆที่มีต้นกำเนิดมาจากพืชนั่นคือ การเกิดเจลจะไม่ได้ขึ้นอยู่กับค่าพีเอช และไม่จำเป็นจะต้องมีสารอื่นๆมาเกี่ยวข้องในการเกิดเจล เช่น น้ำตาล เกลือ divalent ions เป็นต้น เมื่อทำให้สารละลายเจลาตินเย็นตัวลงจะทำให้สารละลายมีความหนืดเพิ่มขึ้น และจะผ่านจากช่วงที่เรียกว่าโซลไปเป็นเจล ซึ่งจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อเจลาตินมีความเข้มข้นที่เพียงพอและอุณหภูมิที่จะทำให้เย็นต่ำกว่าจุดหลอมเหลว การเกิดเจลในขั้นตอนแรกต้องมีความร้อนเข้ามาเกี่ยวข้อง ความร้อนจะทำให้โมเลกุลของโปรตีนเปลี่ยนแปลงไปเรียกว่า " การเปลี่ยนสภาพ " (denature) การเปลี่ยนแปลงสภาพของโปรตีนแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ ในระยะแรกโมเลกุลโปรตีนยืดตัวออกโดยพันธะที่เคยมีอยู่ในธรรมชาติได้แตกออกบางส่วน ต่อมาโมเลกุลเหล่านั้นจะเข้ามามีพันธะกันโดยจับตัวกันใน 3 ทิศทางเมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสม ขั้นตอนแรกจะใช้เวลาเพียงสั้นๆ การใช้อุณหภูมิสูงจะทำให้โมเลกุลยืดตัวออก (random coil) จะให้เจลแข็งและเนื้อละเอียด เมื่ออุณหภูมิลดลงโมเลกุลที่ยืดตัวออกแล้วจะจับตัวกันอย่างช้าๆ โดยใช้พันธะไดซัลไฟด์ พันธะไฮโดรเจน พันธะไอโอนิก หรือพันธะไฮโดรโฟบิก และจะมีการจัดรูปร่างในลักษณะเป็นโครงร่างตาข่ายใน 3 ทิศทาง บริเวณที่โมเลกุลขนาดใหญ่เหล่านั้นเกิดการรวมตัวกันเป็นโครงร่างตาข่ายใน 3 ทิศทาง เรียกว่า " junction zones " การเกิด junction zones และพันธะที่เป็นอิสระแต่ละพันธะในบริเวณ junction zones จะมีผลโดยตรงต่อคุณสมบัติด้านความแข็งแรงของเจล ซึ่งความแข็งแรงของเจลขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของส่วนที่จับตัวกัน ถ้าส่วนที่จับกันมีระยะสั้นมากการจับกันจะไม่แข็งแรง เจลจะถูกทำลายได้ง่ายเพียงกวนเบาๆหรือใช้ความร้อนเพียงเล็กน้อย ในทางตรงกันข้าม ถ้าส่วนที่จับตัวกันมีระยะยาวมาก การจับตัวกันจะแข็งแรงมาก เจลจะทนความร้อนได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการผลิตเจลาติน

จุดประสงค์ในการผลิตเจลาติน คือ ต้องควบคุมการย่อยสลาย (hydrolysis) ของคอลลาเจน ซึ่งอยู่ในรูปที่ไม่สามารถละลายน้ำได้ เพื่อให้ได้ผลิตผลที่สามารถละลายน้ำได้ พร้อมกับมีคุณสมบัติทั้งทางกายภาพและทางเคมีที่ต้องการ เช่น ความแข็งแรงของเจล (gel strength) ความหนืด เป็นต้น (Ockerman, 1988) โดยชนิดและอายุของคอลลาเจนที่นำมาทำการผลิตจะมีอิทธิพลสำคัญต่อคุณสมบัติของเจลาตินที่ผลิตได้ กระบวนการผลิตมีอยู่ 3 ขั้นตอนใหญ่ๆ คือ

1. การเตรียมวัตถุดิบ
2. การสกัด
3. การทำเจลาตินให้แห้ง

การเตรียมวัตถุดิบ

โดยทั่วไปการเตรียมวัตถุดิบจะมีอยู่2 วิธี คือ

1. Acid Process เป็นการเตรียมวัตถุดิบโดยการแช่วัตถุดิบในกรด กรดที่ใช้ส่วนมาก ได้แก่ กรดไฮโดรคลอริก (HCl) กรดซัลฟูริก (H_2SO_4) และกรดฟอสฟอริก (H_3PO_4) ตัวอย่างที่มักจะทำการเตรียมวัตถุดิบโดยใช้วิธีนี้ คือ หนังสุกร เจลาตินที่ได้จะเรียกว่า เจลาตินชนิดเอ (gelatin type-A)
2. Alkaline Process เป็นการเตรียมวัตถุดิบโดยการแช่วัตถุดิบในด่าง ด่างที่นิยมใช้ ได้แก่ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ตัวอย่างที่มักจะทำการเตรียมวัตถุดิบโดยใช้วิธีนี้ คือ หนัง และกระดูกของโค กระบือ เจลาตินที่ได้จะเรียกว่า เจลาตินชนิดบี (gelatin type-B) (Sanofi company, n.d.)

การใช้วิธี Acid Process จะใช้เวลาในการเตรียมวัตถุดิบประมาณ 10 -30 ชั่วโมง โดยจะเร็วกว่าวิธี Acid Process ซึ่งใช้เวลาประมาณ 5-12 สัปดาห์

จุดประสงค์ในขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบเพื่อ ต้องการที่จะเปลี่ยนคอลลาเจนให้อยู่ในรูปที่เหมาะต่อการสกัด โดยจะทำให้คอลลาเจนที่มีอยู่ในวัตถุดิบเกิดการพองตัว ซึ่งลักษณะการพองตัวเป็นลักษณะที่สำคัญในขั้นตอนนี้ การพองตัวจะมีอยู่ 2 รูปแบบคือ osmotic และ lyotropic การพองตัวเนื่องจากกรดหรือด่างจะเป็นแบบ osmotic ส่วนการพองตัวเนื่องจากน้ำจะเป็นแบบ lyotropic การพองตัวจะแสดงให้เห็นว่าโครงสร้างของคอลลาเจนที่มีลักษณะเป็นเส้นใยถูกทำให้แยกออกจากกันบางส่วนเป็นการไปทำลายแรงแวนเดอร์วาลส์ (Van der Walls force) มีผลทำให้คอลลาเจนสามารถเปลี่ยนไปเป็นเจลาตินได้ง่ายขึ้น การแช่ด่างจะทำให้คอลลาเจนเกิดการเปลี่ยนแปลงในทางปฏิกิริยาเคมีคือ เกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส โดยที่จะไม่ทำให้คอลลาเจนเกิดการทำลาย แต่ด่างจะทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้พวกที่ไม่ใช่คอลลาเจน เช่น keratin, globulin, mucopolysaccharide, elastin, mucins เป็นต้น สามารถละลายและตกตะกอนในระหว่างการผลิตได้ การที่สารเหล่านั้นจะเกิดการละลายและได้มากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับลักษณะของวัตถุดิบด้วย ถ้าวัตถุดิบที่นำมาใช้มีคุณภาพดี ก็จะทำให้สารต่างๆสามารถละลายได้ดี แต่ถ้าใช้วัตถุดิบคุณภาพไม่ดี สารเหล่านั้นอาจมีการละลายได้บางส่วน ซึ่งจะทำให้เพิ่มสี ความขุ่น และกลิ่นให้กับผลิตภัณฑ์สุดท้ายได้ นอกจากนี้ด่างจะทำให้ไขมันบางอย่างเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีขั้ว ซึ่งสามารถถูกกำจัดได้โดยการล้างน้ำ พบว่าการแช่ในกรดจะทำให้คอลลาเจนเกิดการจัดโครงสร้างทางกายภาพใหม่เท่านั้น ส่วนการทำให้เกิดการละลายได้ของสารต่างๆนั้นจะเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย (Ockerman, 1988) เวลาในการแช่กรดและชนิดของกรดหรือด่างที่ใช้ จะมีผลต่อลักษณะของเจลาติน โดยวัตถุดิบที่แตกต่างกันก็จะต้องการการเตรียมวัตถุดิบที่แตกต่างกัน

ในการค้าจะนิยมเตรียมวัตถุดิบโดยการแช่วัตถุดิบในแคลเซียมออกไซด์ (CaO) ที่เรียกว่า การ liming แต่วิธีนี้จะใช้เวลานานประมาณ 7 วันถึง 3 เดือน ซึ่งการที่ใช้เวลานานเกินไปจะมีผลเสีย คือ คอลลาเจนมีคุณภาพลดลงคือ คอลลาเจนจะเกิดการแตกหักออกจากกันทั้งหมด ทำให้ไม่สามารถที่จะสกัดเจลาตินออกมาได้

เนื่องจากไม่มีวิธีการทดสอบที่แน่นอนที่จะชี้ให้เห็นถึงช่วงระยะเวลาของการเตรียมวัตถุดิบที่สมบูรณ์ได้ จึงต้องอาศัยจากประสบการณ์ที่ได้เคยทำมาในการพิจารณาถึงความเหมาะสม

การสกัด

ในขั้นตอนของการสกัด จะเป็นการเปลี่ยนคอลลาเจนซึ่งไม่ละลายในน้ำ (insoluble collagen) ให้กลายเป็นสารละลายที่สามารถละลายน้ำได้หรือเรียกว่า สารละลายเจลาติน (soluble gelatin) โดยปกติคอลลาเจนไม่สามารถละลายในน้ำโดยเฉพาะน้ำเย็น เนื่องจากคอลลาเจนจะมีองค์ประกอบของกรดอะมิโนชนิดโปรลีนในปริมาณสูง ดังนั้นในการเปลี่ยนคอลลาเจนให้เป็นเจลาตินนั้นจะเกี่ยวข้องกับการใช้ความร้อนเพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนสภาพ (denature) ของสารละลายคอลลาเจน ซึ่งในขั้นตอนของการเตรียมวัตถุดิบนั้นมีการใช้สารละลายกรดหรือด่าง โดยจะไปรบกวนพันธะที่เชื่อมระหว่างโมเลกุลทั้งหมดหรือบางส่วนของพันธะระหว่างโมเลกุลช่วยให้คอลลาเจนเกิดการ denature ได้ง่ายขึ้น โดยการเกิด denature ของคอลลาเจนเพื่อเปลี่ยนไปเป็นเจลาตินนั้นจะเกิด 2 ขั้นตอนดังนี้

1. การใช้ความร้อนในระดับต่ำๆ จะทำให้เกิดการทำลายพันธะไฮโดรเจนและพันธะไฮโดรโฟบิก ซึ่งพันธะเหล่านี้เป็นพันธะที่ทำให้โครงสร้างที่เป็นเกลียว 3 เส้นของคอลลาเจนเกิดความคงตัว มีผลทำให้คอลลาเจนเกิดการจัดเรียงตัวที่ไม่เป็นระเบียบ โดยเกลียวทั้ง 3 เส้นของสายโปรตีนจะแยกออกจากกัน ทำให้เกิดการละลายได้เป็น random coil (ลักษณะเป็น random coil 1,2 หรือ 3 เส้น)

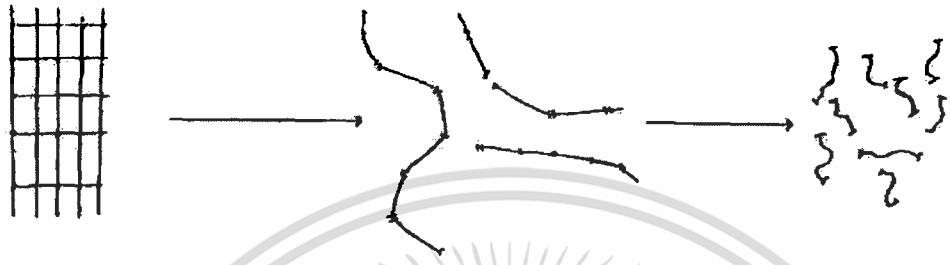
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การใช้ความร้อนที่สูงกว่าขั้นแรก จะทำให้เกิดการแตกหักของพันธะโควาเลนต์ อย่างน้อย 1 พันธะ ทำให้เกิดการละลายได้เป็นสารละลายเจลาติน (Ward, 1977)

การเปลี่ยนคอลลาเจนไปเป็นเจลาตินแสดงดังสมการ (Moulton, 1948) และดังภาพที่ 2 (Marh, 1957)

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

คอลลาเจน เจลาติน



เส้นใยคอลลาเจน เส้นใยคอลลาเจนที่แยกออกจากกัน สารละลายเจลาติน

ภาพที่ 2 การเปลี่ยนคอลลาเจนไปเป็นเจลาติน

ในการทำลายพันธะในคอลลาเจน เพื่อทำให้ได้สารละลายเจลาตินออกมานั้น ส่วนประกอบหลักที่พบได้ในสารละลายเจลาตินจะเป็นสายเกลียวของอัลฟา (α), เบต้า (β) และแกมมา (γ) ซึ่งถ้าพันธะในคอลลาเจนถูกทำลายหมด สายเกลียวที่พบมากที่สุดจะเป็นชนิด α ลักษณะของสายα, β และ γ แสดงดังภาพที่ 3 (Sanofi company, n.d.)

3 α-chain 1 α-chain 1 γ-chain

1 β-chain

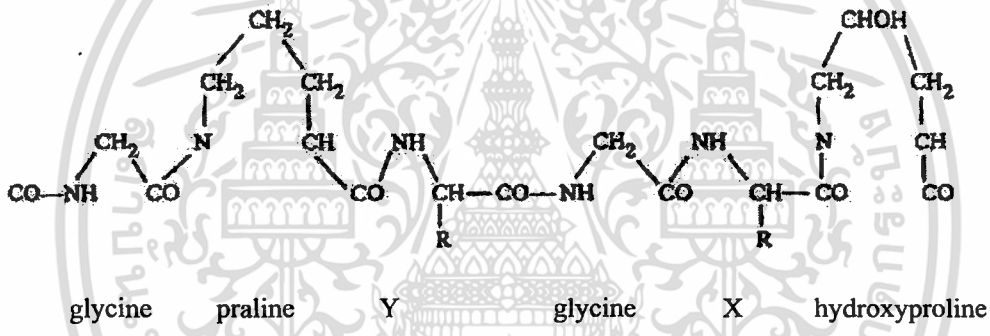
ภาพที่ 3 ลักษณะสายเกลียวของ α, β และ γ ที่พบได้ในสารละลายคอลลาเจน

ในขั้นตอนนี้พบว่าอุณหภูมิ เวลาและพีเอชในการสกัดมีความสำคัญต่อคุณลักษณะของเจลาตินที่ได้ในการสกัดโดยส่วนใหญ่พบว่า การสกัดที่อุณหภูมิสูงๆ จำทำให้ได้ปริมาณของเจลาตินในปริมาณสูงแต่จะทำให้ได้คุณสมบัติทางกายภาพที่ไม่ดี การสกัดที่อุณหภูมิต่ำๆจะทำให้ได้เจลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตินในปริมาณต่ำ แต่มีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดี การใช้พีเอชต่ำๆในการสกัดจะทำให้ได้เจลาติน ในปริมาณสูง แต่มีคุณสมบัติทางกายภาพที่ไม่ดี ถ้าใช้พีเอชในการสกัดช่วงกลางๆจะทำให้ได้เจลา ตินที่มีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดี (Harris, 1990) การสกัดที่ใช้เวลาต่อเนื่องกันเกินไปจะทำให้เกิด การสูญเสียน้ำหนัก และสูญเสียคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีได้ (Ockerman, 1988) นอกจากนี้ ถ้าใช้ เวลาในการเตรียมวัตถุดิบนานๆ จะทำให้ได้เจลาตินในปริมาณสูง แต่เจลาตินมีองค์ประกอบของ กรดอะมิโนในปริมาณต่ำ ถ้าใช้เวลาในการเตรียมวัตถุดิบไม่นาน จะต้องใช้พีเอชต่ำๆ ในการสกัด เพื่อที่จะทำให้ได้ปริมาณของเจลาตินที่เพิ่มขึ้น (Harris, 1990) แต่ทั้งนี้ก็ไม่สามารถที่จะกำหนดได้ แน่นอนว่า ในการสกัดต้องใช้วิธีการ เช่น อุณหภูมิ เวลา พีเอชเท่าไหร่ ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ นำมาสกัดเป็นสำคัญ วัตถุดิบที่แตกต่างกันก็จะต้องใช้ปัจจัยในการสกัดที่แตกต่างกัน สิ่งที่เหลือจาก การสกัดจะนำไปทำแห้งและขายเป็นอาหารสัตว์หรือปุ๋ย (Ockerman, 1988)

ได้มีการวิเคราะห์โครงสร้างของเจลาตินในตัวอย่างหลายชนิด พบว่าผลที่ได้ส่วนใหญ่จะ เป็นไปในทำนองเดียวกันคือ เจลาตินจะมีองค์ประกอบของกรดอะมิโนโปรลีน : ไฮดรอกซีโปรลีน: ไกลซีน ในอัตราส่วน 2 : 3 : 4 ลักษณะโครงสร้างของเจลาตินดังภาพที่ 4 (Sanofi company, n.d.)



ภาพที่ 4 โครงสร้างของเจลาติน

การทำเจลาตินให้แห้ง

หลังจากทำการสกัดเจลาตินได้ในลักษณะเป็นสารละลายแล้ว จะนำสารละลายที่ได้มาทำ การกรองและระเหยเอาน้ำออก เพื่อว่าขั้นการทำแห้งจะได้ง่ายและเร็วขึ้น ก่อนทำการกรอง บางครั้ง จะมีการเติม diatomaceous earth ลงไปในสารละลายด้วย diatomaceous earth จะทำหน้าที่เป็นสาร ฟอกสี (decolorize) ทำให้สารละลายเจลาตินมีความใสขึ้น นอกจากนี้ในงานวิจัยบางครั้งได้มีการใช้ activated carbon เป็นสารฟอกสี โดยใช้ในปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ ในสารละลายเจลาตินที่มีอุณหภูมิ 55-60 องศาเซลเซียส เวลา 4-6 ชั่วโมง และสารเหล่านี้จะถูกกำจัดออกโดยการกรอง การกรองยังมี ส่วนช่วยกำจัดสิ่งแขวนลอยที่ไม่สามารถละลายได้เช่น ไขมันหรือพวกเส้นใยคอลลาเจนที่ไม่ สามารถละลายได้ (unextraced collagen fibres) ทำให้ช่วยเพิ่มความใสให้กับสารละลายเจลาตินได้ โดยมากสารละลายเจลาตินมักจะกรองได้ยาก เนื่องจากจะทำให้เกิดการอุดตันที่รูของเครื่องกรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Ockerman, 1988) ส่วนการระเหยน้ำออกจะใช้เครื่องระเหยน้ำ (evaporator) ทำการระเหยน้ำออกประมาณ 50-75 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากสารละลายเจลาตินมีความไวต่ออุณหภูมิ (thermosensitive fluid) (Ward, 1977) ดังนั้นสิ่งที่พึงระวังในขั้นตอนการระเหยน้ำออกคือ อุณหภูมิที่ใช้ต้องใช้อุณหภูมิต่ำๆ เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงเกินไปจะทำให้เจลาตินที่ได้มีค่าความแข็งแรงของเจล (gel strength) ที่ต่ำ เพราะความร้อนที่สูงจะทำให้พันธะเปปไทด์เกิดการย่อยสลายขึ้นได้ เวลาที่ใช้ในการระเหยก็ไม่ควรที่จะนานเกินไปเพราะจะทำให้เชื้อจุลินทรีย์สามารถเจริญขึ้นได้ ซึ่งจะมีผลทำให้เจลาตินที่ได้มีค่าความแข็งแรงของเจลต่ำ นอกจากนี้ในระหว่างการระเหยน้ำออกต้องป้องกันการเกิดฟองของสารละลายขึ้น การเกิดฟองจะเกิดได้ดีขึ้นเมื่อมีสัดส่วนของกรดอะมิโนไม่มีขั้วมากขึ้น การให้ความร้อนและการเพิ่มความหนืดจะมีผลทำให้สัดส่วนของกรดอะมิโนไม่มีขั้วสูงขึ้นสารละลายเจลาตินจะมีกรดอะมิโนชนิดไม่มีขั้วจำนวนมาก จึงทำให้สารละลายเจลาตินสามารถเกิดฟองได้ง่าย นอกจากนี้การตกตะกอนของโปรตีนจะทำให้ผนังของฟองแข็งตัว ซึ่งจะทำให้ฟองแข็งตัวมากขึ้น (Mitchell, 1986) การเกิดฟองจะมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเจลาติน หลังจากทำการระเหยน้ำแล้วสารละลายเจลาตินที่ได้จะมีความเข้มข้นขึ้น (concentration gelatin) หลังจากนั้นก็จะนำไปทำแห้ง ซึ่งเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดต่อคุณภาพของเจลาตินคือ freeze dryer เจลาตินที่ได้จะมีคุณภาพดีเนื่องจากไม่ต้องเสี่ยงต่อการถูกทำลายโครงสร้างของเจลาตินเนื่องจากความร้อน ถึงแม้ freeze dryer จะมีผลดี แต่ก็มีข้อเสียในแง่ราคาแพงและใช้พลังงานมาก ดังนั้นในการใช้งานจึงมีการประยุกต์ใช้เครื่องมือชนิดอื่นๆเช่น การทำแห้งแบบในอุโมงค์ (drying tunnels) การทำแห้งแบบนี้จะต้องคำนึงถึงอากาศที่ผ่านเข้าไปในอุโมงค์ จะต้องมีการล้างและกรองให้สะอาด อุณหภูมิภายในอุโมงค์จะค่อยๆสูงขึ้นเพื่อป้องกันการเกิด case hardening เวลาที่ใช้ในการทำแห้ง 8-12 ชั่วโมง (The Committee on textbooks of The American Meat Institute, 1985) การทำแห้งแบบลูกกลิ้ง (drum drying) วิธีการทำแห้งแบบนี้มีข้อดีคือ สามรถทำได้รวดเร็ว แต่ก็มีข้อเสียคือ จะใช้อุณหภูมิในการทำแห้งที่สูงมาก ทำให้เจลาตินเสียคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีได้ นอกจากนี้ก็มีการใช้เครื่องอบแห้งแบบสุญญากาศ (vacuum oven) และตู้อบไฟฟ้าแบบควบคุมอุณหภูมิได้ (hot air oven) ซึ่งการที่จะใช้เครื่องมือชนิดไหนนั้นก็จะต้องมีการควบคุมอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ให้เหมาะ สม (Mann, 1962)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเจลาตินจากหนังปลา มีผู้ศึกษาไว้ดังนี้

Geiger (1962) ได้ทำการทดลองผลิตเจลาตินจากหนังปลาฉลาม (dog fish) มีขั้นตอนดังนี้ ขั้นแรกนำหนังปลาล้างด้วยน้ำไหลนานถึง 24 ชั่วโมง นำขึ้นจากน้ำ ปล่อยให้สะเด็ดน้ำ นำไปแช่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในสารละลายด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นไม่เกิน 0.2 เปอร์เซ็นต์ นาน 24 ชั่วโมง พอครบเวลานำมาล้างด้วยน้ำไหลเป็นเวลา 15 นาที แล้วนำหนังปลาขึ้นจากน้ำ ปล่อยให้สะเด็ดน้ำ นำมาแช่ในสารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้นไม่เกิน 0.2 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พอครบกำหนดเวลาก็นำหนังปลาไปล้างด้วยน้ำไหลอีกครั้งเป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมาสกัดได้โดยใช้น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส ทำการสกัด 2 ครั้ง ครั้งละ 30 นาที ผลการทดลองปรากฏว่าได้ลักษณะของเจลาตินที่ดีมีความบริสุทธิ์สูง มีความแข็งแรงของเจลสูง มีความใส สามารถนำไปใช้เป็นอิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) ได้เป็นอย่างดี

วรรณวิบูลย์ (2529) ได้ทำการทดลองสกัดเจลาตินจากหนังปลาโดยใช้หนังปลาหลายชนิดรวมกัน มีขั้นตอนดังนี้ ขั้นแรกนำหนังปลาล้างด้วยน้ำไหลนานถึง 3-4 ชั่วโมง นำขึ้นจากน้ำ ปล่อยให้สะเด็ดน้ำ นำไปแช่ในสารละลายด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นเวลา 6-8 ชั่วโมง โดยเปลี่ยนสารละลายใหม่ทุกๆ 2-3 ชั่วโมง พอครบเวลานำขึ้นจากสารละลายด่าง นำไปล้างด้วยน้ำไหลเป็นเวลา 3-4 ชั่วโมง แล้วนำหนังปลาขึ้นจากน้ำ ปล่อยให้สะเด็ดน้ำ นำมาแช่ในสารละลายกรดเจือจาง เป็นเวลา 6-8 ชั่วโมง พอครบกำหนดเวลาก็นำหนังปลาไปล้างด้วยน้ำไหลอีกครั้งหนึ่ง หลังจากนั้นนำมาสกัดได้โดยใช้น้ำต่อหนังปลาในอัตราส่วน 2 :1 ทำการสกัดที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที แล้วสกัดต่ออีกครั้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที สารละลายเจลาตินที่ได้นำไปทำแห้งในรูปแบบต่างๆ ผลการทดลองปรากฏว่าเจลาตินที่ได้ยังมีคุณภาพไม่ดีนัก สียังไม่ใส

วรรณวิมล (2540) ได้ทำการทดลองสกัดเจลาตินจากหนังปลาโดยใช้หนังปลากระพงแดง นำหนังปลาล้างด้วยน้ำไหลนานถึง 4 ชม. นำขึ้นจากน้ำ แช่ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นไม่เกิน 0.4 เปอร์เซ็นต์เป็นเวลา 4 ชม. เมื่อครบเวลาก็ล้างหนังปลาโดยให้น้ำไหลผ่านหนังปลานาน 4 ชม.แช่ด้วยสารละลายไฮโดรคลอริกความเข้มข้นไม่เกิน 0.4 เปอร์เซ็นต์เป็นเวลา 4 ชม. เมื่อครบเวลาก็ล้างหนังปลาโดยให้น้ำไหลผ่านหนังปลานาน 4 ชม. และนำไปสกัดด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 2 ครั้ง ครั้งละ 1 ชม. นำสารละลายที่ได้ กรองด้วยกระดาษ Whatman No. 1 จากนั้นไประเหยแห้งเอาน้ำออกด้วย Evaporator ให้เหลือสารละลายประมาณ 50-70 เปอร์เซ็นต์ ต่อมาก็ไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 ^{o}c เป็นเวลา 18 ชม.

Sarabia และคณะ (2543) ได้ทำการทดลองสกัดเจลาตินจากหนังปลาโดยใช้หนังปลาตระกูล Tilapia ละลายหนังปลาแช่แข็งด้วยน้ำประปาอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสโดยใช้อัตราส่วนน้ำต่อหนังคือ 1:6 ในถังที่มีการเคลื่อนไหวของน้ำเป็นเวลา 10 นาทีทำขั้นตอนนี้ซ้ำ 3 ครั้ง ล้างหนังปลาด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.8 M อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสอัตราส่วนสารละลายโซเดียมคลอไรด์ต่อหนังคือ 1:6 ในถังเดิมที่มีการเคลื่อนไหวของน้ำเกลือเป็นเวลา 10 นาที ระบายน้ำเกลือทิ้งไปสลับกับการล้างด้วยน้ำประปาโดยให้น้ำไหลผ่านนาน 10 นาที ทำขั้นตอนนี้ซ้ำ 3 ครั้ง สะเด็ดน้ำออกจากหนังปลาให้หมด จากนั้นแช่หนังปลาในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.2 Mอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ในถังเดิมระบายน้ำด่างทิ้งไปสลับกับการล้างด้วยน้ำประปาโดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้น้ำไหลผ่านเป็นเวลา 10 นาที ทำขั้นตอนนี้ซ้ำ 3 ครั้ง แช่ด้วยสารละลายอะซิติก 0.05 M อัตราส่วนสารละลายอะซิติกต่อหนัง 1:10 ที่อุณหภูมิห้องนาน 3 ช.ม.ในถังเดิมล้างโดยให้น้ำประปาไหลผ่านหนังปลาเป็นเวลา 10 นาที สกัดเจลาตินด้วยน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 5 ชม. นำสารละลายที่ได้ไปกรองกรองด้วยกระดาษ Whatman No.4 อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 40-42 องศาเซลเซียส จนกระทั่งความชื้นสุดท้ายของเจลาตินต่ำกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ เจลาตินที่ผลิตได้จากหนังปลาตระกูล Tilaphia มีลักษณะของเจลาตินที่ดี มีความบริสุทธิ์สูง มีความแข็งแรงของเจลสูง มีความใส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุดิบ

หนังปลานิล (*Tilaphia nilotica*)

สารเคมีที่ใช้ในการผลิตเจลาตินจากหนังปลา

1. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เข้มข้น 0.3 % commercial
2. กรดไฮโดรคลอริก (HCL) เข้มข้น 0.3 % commercial

เครื่องมือ

1. เครื่องชั่ง 2 และ 4 ตำแหน่ง
2. อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water Bath)
3. เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่างแบบ glass electrode
4. เครื่องวัดความแข็งแรงของเจล (Texture Analyzer รุ่น TAX II i) หัววัด (probe) เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 0.5 mm.
5. ตู้อบไฟฟ้าที่ควบคุมอุณหภูมิได้ (Tray Dry)
6. ตู้เย็นอุณหภูมิ 4 และ 10 องศาเซลเซียส
7. เครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (Hot air oven)
8. เครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณเถ้า
9. เครื่องวัดสี Minolta color meter CR 30 D ประเทศญี่ปุ่น
10. เครื่อง Meat boned separator
11. เครื่อง Magnetic stirrer
12. Magnetic bar
13. เครื่องกรอง (Bushner funnel)
14. กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1
15. เครื่องแก้วที่จำเป็นในการทดลอง
16. ถาดอะลูมิเนียม
17. Bloom jar ยี่ห้อ Stable Micro System

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18. Desicator

วิธีการทดลอง

ก. เตรียมหนังปลานิล

นำปลานิลขนาดใกล้เคียงกันที่มีความสดมาตัดหัว ควักไส้ ขอดเกล็ด ตัดครีบออก นำไปล้างทำความสะอาด จากนั้นนำเข้าเครื่อง meat boned separator เพื่อแยกเนื้อ หนัง ก้างออกจากกัน นำหนังปลาที่ได้ขูดเนื้อและเกล็ดที่ยังติดอยู่บ้างออกให้หมด ล้างทำความสะอาด ผึ่งให้แห้ง นำมาชั่งน้ำหนักและตัดให้มีน้ำหนักใกล้เคียงกัน จากนั้นเก็บหนังปลาที่ได้ไว้ในช่องแช่แข็งอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ดังแสดงในแผนภาพการเตรียมหนังปลานิล ดังนี้

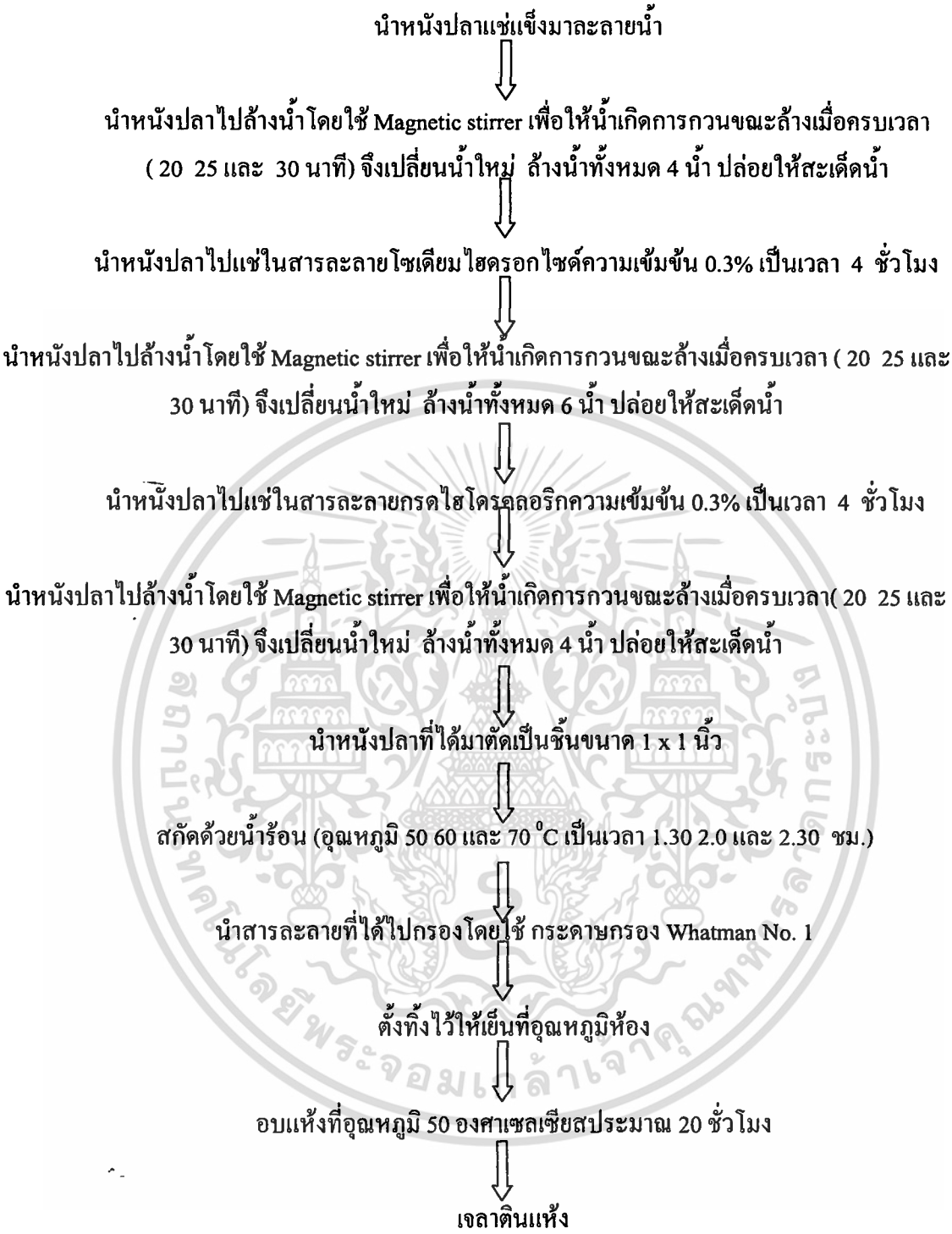
ภาพที่ 5 แผนภาพแสดงขั้นตอนการเตรียมหนังปลานิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
99567

ข. การผลิตเจลาตินจากหนังปลานิล

- นำหนังปลาแช่แข็งมาละลายน้ำจากนั้นนำหนังปลาไปล้างน้ำโดยลักษณะของการล้างคือให้น้ำกวนหนังปลาอยู่ตลอดเวลา วิธีการนี้จะใช้เครื่อง Magnetic stirrer เพื่อทำให้เกิดการกวน โดยใส่น้ำลงในบีกเกอร์ประมาณ 600 มิลลิลิตรแล้วนำหนังปลาใส่ลงในบีกเกอร์นั้น นำไปตั้งบน Magnetic stirrer เปิดเครื่อง เมื่อครบเวลาที่เราทำการศึกษาคือ 20 25 และ 30 นาที จึงเปลี่ยนน้ำใหม่ ล้างน้ำทั้งหมด 4 น้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำล้างหนังปลาครั้งสุดท้ายประมาณ 8.0-8.5
- นำหนังปลาไปแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.3% เป็นเวลา 4 ชั่วโมง เมื่อครบเวลานำหนังปลาขึ้นผึ่งให้สะเด็ดน้ำ จดน้ำหนักหนังปลา ต่อมาล้างหนังปลาโดยใช้วิธีเดิมคือให้น้ำกวนหนังปลาอยู่ตลอดเมื่อครบเวลาที่เราทำการศึกษาคือ 20 25 และ 30 นาทีจึงเปลี่ยนน้ำใหม่ ล้างน้ำทั้งหมด 6 น้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำล้างหนังปลาครั้งสุดท้ายประมาณ 7.5-8.0
- นำหนังปลาไปแช่ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.3 % เป็นเวลา 4 ชั่วโมง เมื่อครบเวลานำหนังปลาขึ้นผึ่งให้สะเด็ดน้ำ จดน้ำหนักหนังปลา ต่อมาล้างหนังปลาโดยใช้วิธีเดิมคือให้น้ำกวนหนังปลาอยู่ตลอดเมื่อครบเวลาที่เราทำการศึกษาคือ 20 25 และ 30 นาทีจึงเปลี่ยนน้ำใหม่ ล้างน้ำทั้งหมด 4 น้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำล้างหนังปลาครั้งสุดท้ายประมาณ 6.8-7.5
- นำหนังปลาที่ได้มาตัดเป็นชิ้นขนาด 1 x 1 นิ้ว นำไปสกัดด้วยน้ำร้อนอัตราส่วนน้ำต่อหนังปลาคือ 2:1 ทำการสกัดที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆคือ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1.30 2.0 และ 2.30 ชั่วโมง นำสารละลายที่ได้ไปกรองโดยใช้ กระดาษกรอง Whatman No. 1 ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง นำไปวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง
- นำสารละลายที่ได้ไปเทใส่ในถาดอะลูมิเนียมกระจายให้ทั่วถาด อบแห้งที่ อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสประมาณ 20 ชั่วโมง หลังจากครบเวลาการอบแห้งแล้วทำการชั่งน้ำหนักแห้งของเจลาตินที่ได้ พร้อมกับสังเกตการเปลี่ยนแปลงลักษณะทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ นำเจลาตินที่ได้ไปวัดค่าความแข็งแรงของเจล ดังแสดงในแผนภาพการผลิตเจลาตินจากหนังปลานิลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



<u>ภาพที่ 6</u> แผนภาพแสดงขั้นตอนการผลิตเจลาตินจากหนังปลานิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. การวางแผนการทดลอง

1. ศึกษาหาระยะเวลาที่เหมาะสมในขั้นตอนการล้างหนังปลานิลโดยใช้น้ำกวนหนังปลา

ศึกษาขั้นตอนการล้างหนังปลาโดยลักษณะของการล้าง คือ ให้น้ำกวนหนังปลาอยู่ตลอดเวลา วิธีการนี้จะใช้ Magnetic stirrer เพื่อทำให้เกิดการกวนโดยใส่น้ำลงในบีกเกอร์ประมาณ 600 มิลลิลิตรแล้วนำหนังปลาใส่ลงในบีกเกอร์นั้น นำไปตั้งบน Magnetic stirrer เปิดเครื่อง ทำการศึกษาเวลา 3 ระยะเวลาคือ 20 25 และ 30 นาทีจึงเปลี่ยนน้ำใหม่ ส่วนขั้นตอนการสกัดเจลาตินด้วยน้ำร้อนก็สกัดที่อุณหภูมิเดียวกันทั้งหมดคือ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2.30 ชม.

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ วิเคราะห์ผลโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Complete randomized design, CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความแข็งแรงของเจลโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (Duncan) โดยใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรม SPSS version 10.0

2. ศึกษาระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการสกัดเจลาตินจากหนังปลานิล

เมื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสมในขั้นตอนการล้างหนังปลานิลได้แล้ว ก็เริ่มทำการผลิตเจลาตินโดยใช้เวลาที่เหมาะสมที่ศึกษาได้นั้นมาใช้ในขั้นตอนการล้างหนังปลา ต่อมาทำการศึกษาระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการสกัดเจลาติน โดยเวลาที่ทำการศึกษาจะมี 3 ระดับ คือ 1.30 2.00 และ 2.30 ชม. ส่วนอุณหภูมินั้นก็จะมี 3 ระดับเช่นกันคือ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ วิเคราะห์ผลโดยใช้แผนการทดลองแบบ Factorial วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของข้อมูลและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าความแข็งแรงของเจลโดยวิธีผลต่างน้อยที่สุด (Duncan) โดยใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรม SPSS version 10.0

3. เปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของเจลาตินทางการค้าและเจลาตินที่ได้จากหนังปลานิล

นำเจลาตินที่ได้จากหนังปลานิลที่ผลิตในสภาวะที่เหมาะสมที่สุดนำมาศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพได้แก่ค่าความแข็งแรงของเจล ค่าสีและองค์ประกอบทางเคมีได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้า ค่าความเป็นกรด-ด่างตามวิธีของ British Standard 757:1975 และ A.O.A.C 1984 เพื่อเปรียบเทียบเจลาตินทางการค้า (หนังวัว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19716

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์การทดลอง

1. ศึกษาหาระยะเวลาที่เหมาะสมในขั้นตอนการล้างหนังปลานิลโดยใช้น้ำกวนหนังปลา

การล้างหนังปลานิลโดยใช้น้ำกวนหนังปลาที่ระยะเวลาต่างๆจุดประสงค์เพื่อทำให้ได้คอลลาเจนที่บริสุทธิ์โดยที่น้ำนั้นจะไปกำจัดผลิตภัณฑ์ที่มีขั้วออกจากหนังปลาเช่น สิ่งสกปรกต่างๆ แร่ธาตุ โปรตีนที่ไม่ใช่คอลลาเจน เป็นต้น การที่ล้างน้ำเป็นเวลานานโดยใช้น้ำที่มีการเคลื่อนไหวก็จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีขั้วเหล่านี้หมดไปเร็วกว่าและคุณภาพเจลาตินจะดีกว่าการล้างน้ำเป็นระยะเวลาสั้นและไม่มีการเคลื่อนไหวของน้ำ (Ward, 1977) เมื่อสกัดเจลาตินก็จะทำให้ได้สารละลายเจลาตินที่ค่อนข้างบริสุทธิ์ อีกทั้งน้ำจะส่งผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเนื่องจากเจลาตินจะสกัดได้ดีก็ขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยคือประมาณ 5.5-6.4 (Ockerman, 1988)

ตารางที่ 1 ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำหลังจากการล้างหนังปลาด้วยน้ำกวนทั้งหมด 4 น้ำ

ครั้งที่	pH		
	20 นาที	25 นาที	30 นาที
1	7.73	7.76	7.78
2	7.74	7.79	7.83
3	7.77	7.83	7.85
4	7.78	7.85	7.85

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำที่ใช้กวนหนังปลามีค่าเพิ่มขึ้น อาจเนื่องจากว่าหนังปลามีส่วนประกอบที่เป็นโปรตีนอยู่มาก ซึ่งโปรตีนเหล่านั้นค่อนข้างมีความเป็นด่าง ทำให้เมื่อเพิ่มจำนวนครั้งในการล้างหนังปลา ค่าความเป็นกรด-ด่างจะค่อยๆเพิ่มขึ้นด้วย สาเหตุที่ว่าเหตุใดจึงไม่เพิ่มจำนวนครั้งในการล้างหนังปลาอีก เพราะว่าเมื่อเพิ่มจำนวนครั้งในการล้างหนังปลาแล้ว ค่าความเป็นกรด-ด่างแทบจะไม่เปลี่ยนแปลงเลย จึงใช้จำนวนครั้งในการล้างหนังด้วยน้ำกวนเพียงแค่ 4 น้ำเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

ตารางที่ 2 ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำหลังจากการล้างหนังปลาด้วยน้ำกวนทั้งหมด 6 น้ำซึ่งหนังปลานั้นผ่านการแช่สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

ครั้งที่	pH		
	20 นาที	25 นาที	30 นาที
1	10.02	9.66	9.62
2	8.32	8.29	8.26
3	8.01	7.99	7.96
4	7.93	7.91	7.93
5	7.87	7.86	7.89
6	7.86	7.86	7.88

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำที่ใช้กวนหนังปลามีค่าลดลง อาจเนื่องจากความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ติดอยู่ที่หนังปลาถูกชะล้างออกไป โดยที่จำนวนครั้งยิ่งมาก ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ก็ยิ่งน้อยลง ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง และการเพิ่มจำนวนในการล้างหนังปลาให้มากกว่า 6 น้ำนั้น ไม่ได้ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงไปมากกว่านี้อีก เพราะหนังปลาได้ดูดซับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้าไปในโครงสร้าง ทำให้ไม่สามารถล้างสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ออกได้หมด

ตารางที่ 3 ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำหลังจากการล้างหนังปลาด้วยน้ำกวนทั้งหมด 4 น้ำกวนซึ่งหนังปลานั้นผ่านการแช่สารละลายไฮดรอคลอริกเป็นเวลา 4 ชั่วโมง

ครั้งที่	pH		
	20 นาที	25 นาที	30 นาที
1	3.65	3.52	3.18
2	6.78	6.34	6.27
3	7.50	7.31	7.26
4	7.52	7.39	7.31

จากตารางที่ 3 จะเห็นว่าน้ำที่ใช้ล้างหนังปลาน้ำแรกนั้น ค่าความเป็นกรด-ด่างจะต่ำมาก เนื่องจากสารละลายไฮโดรคลอริกนั่นเอง เพราะน้ำครั้งต้นๆของการล้างหนังปลานั้นจะชะล้างเอา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารละลายไฮโดรคลอริกออกมา ดังนั้นน้ำครั้งต้นๆจึงมีค่าความเป็นกรดอยู่มาก น้ำล้างหนังปลาครั้งต่อๆมาจะมีค่าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้น เนื่องจากว่าสารละลายไฮโดรคลอริกที่ติดอยู่ที่หนังปลาถูกชะล้างออกไปจนเกือบหมดและยังมีสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เคลือบติดอยู่ที่โครงสร้างของหนังปลาด้วย ทำให้น้ำที่ใช้ล้างหนังปลาครั้งหลังๆมีค่าความเป็นกรด-ด่างสูง แต่หากเพิ่มจำนวนในการล้างหนังปลามากกว่า 4 น้ำ ก็แทบจะไม่ได้ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้นเลย ดังนั้นเราจึงใช้น้ำกวนล้างหนังปลาเพียงแค่ 4 น้ำก็เพียงพอ

จากตารางที่ 1,2 และ 3 จะเป็นการแสดงให้เห็นถึงค่าความเป็นกรด-ด่างที่ได้ภายหลังจากขั้นตอนการล้างหนังปลาโดยใช้น้ำกวนตลอดเวลา น้ำที่วัดค่าได้ค่อนข้างมีค่าความเป็นด่างเล็กน้อย แต่เมื่อผ่านขั้นตอนการสกัดเจลาติน ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ได้ค่อนข้างเป็นกลางคือประมาณ 5.9-6.7 ซึ่งเมื่อนำไปวัดค่าความแข็งแรงของเจลแล้วจะได้ค่าความแข็งแรงเจลสูง แสดงว่าหากเราควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำล้างหนังปลาได้แล้ว ก็ไม่จำเป็นที่จะต้องใช้วิธีการการล้างหนังปลาโดยใช้น้ำไหลผ่าน เพราะวิธีนี้เป็นการเปลืองน้ำและเปลืองเวลาโดยสิ้นเชิง

จากการศึกษางานวิจัยพบว่านักวิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญกับขั้นตอนการล้างหนังปลานี้มาก บางท่านล้างหนังปลานานถึง 4 ชั่วโมงโดยให้น้ำไหลผ่านตลอด เช่น วรรณวิบูลย์ บางท่านก็ใช้น้ำเย็นในการล้างหนังปลาเช่น Sarabiaและคณะ ซึ่งวิธีการเหล่านี้จะส่งผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างของหนังปลาทำให้ส่งผลต่อคุณภาพของเจลาตินไปด้วย (Ockerman, 1988)

ตารางที่ 4 ตารางแสดงค่าความแข็งแรงของเจลเมื่อผ่านการเตรียมวัตถุดิบในขั้นตอนการล้างหนังปลานิลโดยใช้น้ำกวนหนังปลาที่ระยะเวลาต่างๆ

นาที x จำนวนครั้ง	ค่าความแข็งแรงของเจล(กรัม) ($\overline{X} \pm SD$)
20 x 14 (280 นาที)	$100.71^{ns} \pm 2.03$
25 x 14 (350 นาที)	$102.40^{ns} \pm 2.80$
30 x 14 (420 นาที)	$100.72^{ns} \pm 3.01$

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4 และตารางผนวกที่ 1 พบว่าหนังปลานิลเมื่อผ่านการเตรียมวัตถุดิบในขั้นตอนการล้างโดยใช้น้ำกวนหนังปลาที่ระยะเวลาต่างๆคือ 20 25 และ 30 นาที ค่าความแข็งแรงของเจลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แสดงว่าไม่ว่าจะใช้ระยะเวลาใดในการล้างหนังปลาโดยใช้น้ำกวนในระยะเวลาใดก็จะไม่ส่งผลต่อค่าความแข็งแรงของเจล และเมื่อเทียบกับวิธีที่นักวิชาการหลายๆท่านซึ่งได้ใช้น้ำไหลในการล้างหนังปลาเป็นเวลาหลายๆชั่วโมง เช่นวิธีของวรรณวิมล (2540) ใช้น้ำไหลล้างหนังปลาเป็นระยะเวลาทั้งหมดถึง 12 ชั่วโมงเทียบกันแล้ววิธีการล้างหนังปลาโดยใช้น้ำกวนนั้นที่ได้ศึกษาใหม่นี้จะประหยัดทั้งน้ำและเวลาไปได้ถึงครึ่งนึงทีเดียว นับว่าเป็นข้อดีมาก

2. ศึกษาระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการสกัดเจลาตินจากหนังปลานิล

ระยะเวลาและอุณหภูมิต่างๆที่ใช้สกัดเจลาตินจากหนังปลานิลมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดยที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสทำการสกัดนาน 2 ชั่วโมงจะให้ค่าความแข็งแรงของเจลสูงสุดและที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสทำการสกัดนาน 2.30 ชั่วโมงจะให้ค่าความแข็งแรงของเจลต่ำสุด การใช้อุณหภูมิสูงและเวลานานเกินไปในการสกัดจะไปทำให้คอลลาเจนนั้นเกิดการเสียสภาพไปบางส่วนและพันธะเปปไทด์ถูกทำลายทำให้คอลลาเจนไม่สามารถเปลี่ยนเป็นสารละลายเจลาตินได้ (Sarabia *et al.*, 1999) ดังตารางที่ 2 และตารางผนวกที่ 2

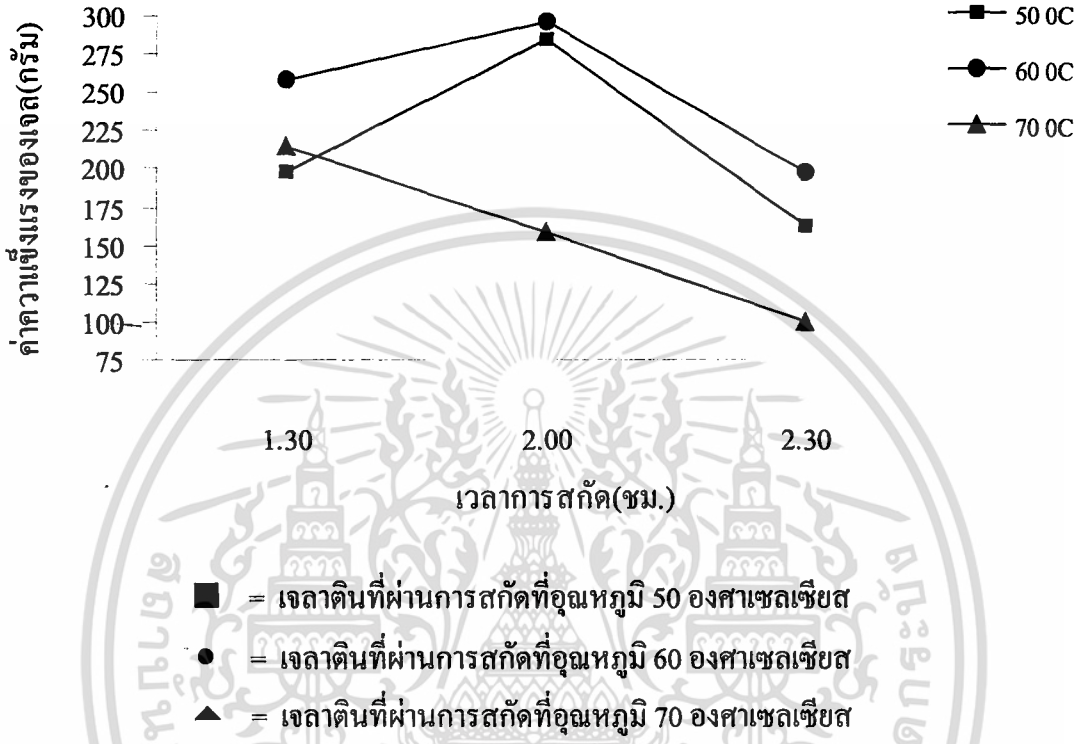
ตารางที่ 5 ตารางแสดงค่าความแข็งแรงของเจลเมื่อทำการสกัดเจลาตินจากหนังปลานิลที่ระยะเวลาและอุณหภูมิต่างๆ

อุณหภูมิ(^{0}C)	เวลา (ช.ม.)		
	1.30	2.00	2.30
50	197.85 Bb $\pm$14.64	283.73 Ab $\pm$ 4.17	163.20 Cb $\pm$14.85
60	258.75 Ba $\pm$15.91	295.99 Aa $\pm$ 3.79	198.30 Ca $\pm$1.70
70	215.60 Bc $\pm$ 3.68	158.40 Ac $\pm$14.85	100.10 Cc $\pm$3.68

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่เหมือนกันทั้งในแนวตั้งและแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 5 ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่แสดงถึงระยะเวลาในการสกัด ส่วนตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กแสดงถึงอุณหภูมิในการสกัด ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าที่ระยะเวลาและอุณหภูมิที่ต่างกันมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% แสดงว่าที่ระยะเวลาและอุณหภูมิที่ต่างกันมีผลต่อค่าความแข็งแรงของเจล



ภาพที่ 7 แผนภูมิค่าความแข็งแรงของเจลเมื่อทำการสกัดเจลาตินจากหนังปลานิลที่ระยะเวลาและอุณหภูมิต่างๆ

จากแผนภูมิจะเห็นว่าหากเราใช้อุณหภูมิสูงคือ 70 องศาเซลเซียสในการสกัดเจลาตินจากหนังปลานิลค่าความแข็งแรงของเจลที่ได้จะน้อยมากยิ่งถ้าใช้เวลานานค่าความแข็งแรงของเจลก็จะยิ่งน้อยลงไปอีกเพราะอุณหภูมิสูงและเวลานานเกินไปจะทำให้คอลลาเจนนั้นเกิดการเสียสภาพไปบางส่วนและพันธะเปปไทด์ถูกทำลาย ส่วนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการสกัดเจลาตินจากหนังปลานิลเพราะค่าความแข็งแรงของเจลที่ได้ค่อนข้างสูงเนื่องจากคอลลาเจนสามารถเปลี่ยนเป็นสารละลายเจลาตินได้ทั้งหมดและสานกันเป็นโครงร่างตาข่ายที่แข็งแรง(Ockerman, 1988) ส่วนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสซึ่งเป็นอุณหภูมิต่ำค่าความแข็งแรงของเจลที่วัดได้จะมากกว่าที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสแต่น้อยกว่าที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสทั้งนี้อาจเนื่องจากอุณหภูมิสูงไม่พอที่จะทำให้คอลลาเจนคลายตัวได้ ดังนั้นคอลลาเจนก็จะยังเปลี่ยนเป็นสารละลายเจลาตินได้ไม่สูงเท่าไหร่อีกทั้งโครงสร้างตาข่ายยังจัดตัวแบบไม่แข็งแรงมากค่าความแข็งแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเจลจึงไม่สูง (Ward, 1977) แนวโน้มในการจะใช้อุณหภูมิที่สูงในการสกัดเจลาตินก็จะต้องใช้ระยะเวลาที่สั้นในการสกัด

การสกัดเจลาตินจากหนังปลานั้นมีรายงานที่เกี่ยวข้องหลายชิ้น เช่น Harris (1990) กล่าวว่าการสกัดเจลาตินที่อุณหภูมิสูงจะให้เจลาตินในปริมาณที่สูงแต่คุณสมบัติทางกายภาพที่ไม่ดี ในทางกลับกันหากสกัดเจลาตินที่อุณหภูมิต่ำจะให้เจลาตินในปริมาณที่ต่ำแต่ให้คุณสมบัติทางกายภาพที่ดี โดยทั้งนี้การสกัดเจลาตินขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรด-ด่างเป็นสำคัญ ส่วน Fernandez และคณะ(2002) ก็กล่าวถึงผลของหนังปลาสดกับหนังปลาที่ผ่านการแช่แข็งที่ส่งผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเจลาตินและทำการศึกษาหาระยะเวลาและอุณหภูมิต่างๆที่เหมาะสมที่ใช้สกัดหนังปลาที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ วัตถุดิบที่แตกต่างกันไม่ว่าจะเป็นหนัง เขา กระดูกสัตว์ก็จะต้องใช้ปัจจัยการสกัดที่แตกต่างกัน (Ockerman. 1988)

ภาพที่ 8 แสดงเจลาตินจากหนังปลานิลที่ผลิตได้โดยใช้ระยะเวลาและอุณหภูมิที่แตกต่างกันในขั้นตอนการสกัดเจลาติน

3. เปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของเจลาตินทางการค้าและเจลาตินที่ได้จากหนังปลานิล

ค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินที่ได้จากหนังปลานิลจะให้ค่าที่สูงกว่าเจลาตินทางการค้ามาก นั่นคือเจลาตินทางการค้าจะให้ลักษณะเจลที่ต่ำกว่า แต่ในการทดลองนี้ได้ผลการทดลองที่ขัดแย้งกับ Harris (1990) ที่รายงานว่า เจลาตินที่ได้จากหนังปลาจะให้ค่าความแข็งแรงของเจลที่ต่ำกว่าเจลาตินจากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม เนื่องจากเจลาตินที่ผลิตได้จากคอลลาเจนที่แตกต่างกันจะให้ค่าความแข็งแรงของเจลที่แตกต่างกัน ซึ่งความแข็งแรงของเจลจะเกี่ยวข้องกับปริมาณของกรดอะมิโนโปรลีนและไฮดรอกซีโปรลีน ยิ่งคอลลาเจนมีปริมาณของกรดอะมิโน 2 ตัวนี้สูงก็จะทำให้ค่าความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แข็งแรงของเจลสูงด้วย สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมจะมีปริมาณของ imino acid สูงกว่าหนังปลาค่าความแข็งแรงของเจลจึงสูงกว่า

ตารางที่ 6 ตารางแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของเจลาตินทางการค้าและเจลาตินที่ได้จากหนังปลานิล

คุณสมบัติ	เจลาตินทางการค้า(หนังวัว)	เจลาตินจากหนังปลานิล
ความแข็งแรงของเจล(กรัม)	246.60	295.98
ความชื้น(%)	9.23	10.23
เถ้า(%)	0.46	0.85
ความเป็นกรด-ด่าง	5.70	4.86

จากตารางที่ 6 พบว่าค่าความแข็งแรงของเจลของเจลาตินที่ได้จากหนังปลานิลจะให้ค่าที่สูงกว่าเจลาตินทางการค้ามาก ในการทดลองนี้เจลาตินที่ได้จากหนังปลานิลจะให้ค่าความแข็งแรงของเจลที่สูงกว่าเจลาตินทางการค้ามากอาจเนื่องจากสภาวะในกระบวนการผลิตทั้งหมดของเจลาตินจากหนังปลาโดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ ขั้นการสกัดซึ่งขั้นนี้ต้องคำนึงถึง พีเอช อุณหภูมิและระยะเวลาในการสกัด จนกระทั่งอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งรวมไปจนถึงจำนวนเจลาตินที่ทำการผลิตอาจเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เจลาตินที่ได้มีคุณภาพดี ซึ่งหากเปรียบเทียบอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัดเจลาตินจากหนังปลากับการสกัดเจลาตินจากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม (โค กระบือ สุกร) พบว่าการสกัดเจลาตินจากหนังปลาจะใช้อุณหภูมิและระยะเวลาในการสกัดที่น้อยและสั้นกว่าพวกโค กระบือ สุกร โดยการผลิตเจลาตินในระดับอุตสาหกรรมนั้นจะใช้เวลาในการสกัดอยู่ในช่วง 4-24 ชม.ขึ้นกับชนิดของวัตถุดิบ (Haug *et al.*, 2002) ซึ่งอุณหภูมิและระยะเวลาในการสกัดที่น้อยและสั้นมีผลโดยตรงต่อโครงสร้างคอลลาเจน ทำให้คอลลาเจนไม่ถูกทำลายด้วยความร้อน อีกทั้งพันธะต่างๆที่เกี่ยวข้องต่อคุณสมบัติที่สำคัญในด้านการเกิดเจลคือ พันธะไดซัลไฟด์ พันธะไฮโดรเจน พันธะไฮโดรโฟบิก จะไม่ถูกทำลายไปเนื่องจากความร้อนที่สูงจึงมีผลให้เจลาตินที่ผลิตได้จากหนังปลานิลจะให้ค่าความแข็งแรงของเจลที่สูงกว่า เจลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตินทางการค้าแม้ว่าปริมาณของกรดอะมิโนโปรลีนและไฮดรอกซีโปรลีนจะต่ำกว่าของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมก็ตาม (วรรณวิมล, 2540)

สำหรับปริมาณความชื้น เจลาตินทั้ง 2 ชนิดให้ค่าที่ใกล้เคียงกัน แต่เจลาตินที่ได้จากหนังปลานิลนั้นถึงแม้ค่าจะสูงกว่าแต่ก็อยู่ในเกณฑ์ปกติทั่วไปของเจลาตินคือ โดยทั่วไปเจลาตินจะมีความชื้น 10-12 เปอร์เซ็นต์ แต่ก็สามารถขึ้นลงได้ในช่วง 7-15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นดังกล่าวมาจากหลายสาเหตุเช่น ระยะเวลาในการอบแห้ง ปริมาณความชื้นห้องที่เก็บรักษาเป็นต้น (The committee on textbooks of America Meat Institute, 1985)

ปริมาณเถ้า พบว่า เจลาตินทั้ง 2 ชนิดมีคุณภาพสูง เนื่องจากตามมาตรฐานกำหนดให้มีปริมาณเถ้าไม่เกิน 2 เปอร์เซ็นต์ (The committee on textbooks of America Meat Institute, 1985) และเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณเถ้าเริ่มต้นของหนังปลานิลก่อนที่จะผลิตเจลาตินได้ พบว่า ปริมาณเถ้าจะน้อยลง แสดงว่าเหลือปริมาณของสารอนินทรีย์ในตัวอย่างในปริมาณน้อย เนื่องจากการหาเถ้าก็คือ หาองค์ประกอบที่เป็นสารอนินทรีย์นั่นเอง (วรรณวิมล, 2540) เป็นไปได้ว่าขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ สภาวะการแช่ด่าง แช่กรด การล้างน้ำที่เคลื่อนที่ สามารถกำจัดและตกตะกอนเกลือแร่ธาตุต่างๆได้ดี

ค่าความเป็นกรด-ด่าง เจลาตินจากหนังปลานิลจะให้ค่าที่ต่ำกว่า โดยเจลาตินทางการค้ามีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 5-5.8 ถือว่าค่านี้เจลาตินที่ได้ให้คุณสมบัติที่คุณภาพดี ส่วนเจลาตินจากหนังปลานิลจะให้ค่าช่วง 4.8 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติทั่วไปของเจลาติน (Harris, 1990)

ตารางที่ 7 ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าสีของเจลาตินทางการค้าและเจลาตินที่ได้จากหนังปลานิล

ค่าสี	เจลาตินทางการค้า(หนังวัว)	เจลาตินที่ได้จากหนังปลานิล
L*	65.57	32.67
a*	0.30	0.61
b*	20.12	8.77

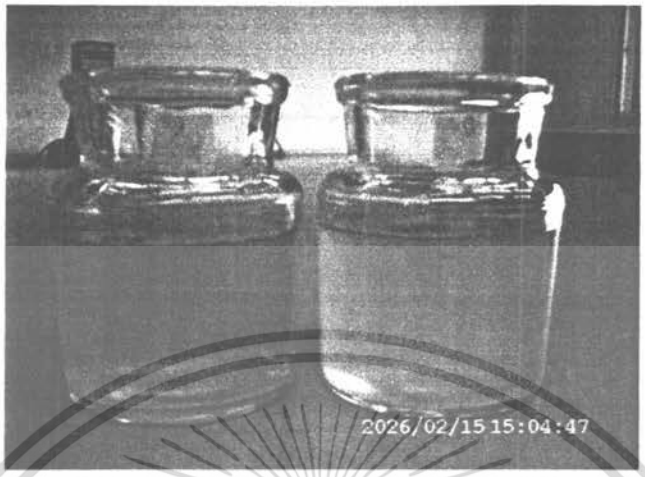
หมายเหตุ: L* คือ ค่าความสว่างของสี

A* คือ ค่าของสีแดง

B* คือ ค่าของสีเหลือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 7 พบว่า เจลาตินจากหนังปลานิลจะให้ความสว่างของสี ค่าของสีแดง ค่าของสีเหลืองน้อยกว่าเจลาตินทางการค้า เจลาตินจากหนังปลานิลสีจะขุ่นมากจึงควรปรับปรุงด้านความใสให้มากขึ้น



ภาพที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบจากซ้ายมือ a) เจลาตินที่ผลิตได้จากหนังปลานิล b) เจลาตินทางการค้า (หนังวัว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

1. สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเจลาตินจากหนังปลานิลคือ
   - ในขั้นการเตรียมวัตถุดิบ ระยะเวลาที่เหมาะสมในการล้างหนังปลานิลโดยใช้น้ำกวนหนังปลาตลอดเวลาคือ 20 นาที
   - ในขั้นการสกัดเจลาตินด้วยน้ำร้อน ระยะเวลาที่เหมาะสมคือ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชม. จะให้ค่าความแข็งแรงของเจลสูง แต่หากใช้อุณหภูมิสูงและเวลาที่สกัดนานค่าความแข็งแรงของเจลจะยิ่งต่ำลง เนื่องจากความร้อนจะทำลายโครงสร้างคอลลาเจนและพันธะต่างๆที่เกี่ยวข้องต่อคุณสมบัติที่สำคัญในด้านการเกิดเจล คือ พันธะไดซัลไฟด์ พันธะไฮโดรเจน และพันธะไฮโดรโฟบิก(วรรณวิมล, 2540)

2 เจลาตินที่ผลิตได้จากหนังปลานิลจะให้คุณสมบัติทางกายภาพที่ดีโดยเฉพาะในด้านค่าความแข็งแรงของเจลจะให้ค่าที่สูงมากและสูงกว่าเจลาตินทางการค้า ส่วนความชื้นและปริมาณเถ้าถึงแม้จะเป็นค่าที่สูงกว่าเจลาตินทางการค้าแต่ก็ถือว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานปกติ ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง แม้เจลาตินที่ผลิตได้จากหนังปลานิลจะมีค่าต่ำกว่าเจลาตินทางการค้าแต่ก็ยังถือว่าอยู่ในระดับที่ยอมรับได้เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1. สีของเจลาตินที่ได้จากหนังปลานิลนั้นมีความขุ่นมากต้องปรับปรุงเรื่องสี อาจปรับปรุงขั้นตอนของการกรองให้ประสิทธิภาพมากขึ้นเพราะการกรองมีส่วนช่วยในการกำจัดสิ่งที่ไม่สามารถละลายได้ เช่น ไขมันหรือพวกเส้นใยคอลลาเจนที่ไม่สามารถละลายได้ (unextracted collagen fibers)โดยเพิ่มความละเอียดของกระดาษกรองและเพิ่มจำนวนครั้งในการกรองหรืออาจจะใช้สารเคมีที่ไม่มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเจลาตินเติมลงไปเพื่อฟอกสีให้ขาวขึ้น(Ockerman,1988)

2. กลิ่นเจลาตินที่ได้จากหนังปลานิลยังมีกลิ่นคาวหลงเหลืออยู่บ้าง ต้องปรับปรุงในเรื่องของกลิ่นด้วย

3. ในขั้นตอนการนำไปสกัดด้วยน้ำร้อนนั้นต้องใช้น้ำกรองในการสกัด เพราะจะทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างหลังสกัดอยู่ที่ประมาณ 5.5-6.5 ซึ่งหากใช้น้ำกลั่นในการสกัดค่าความเป็นกรด-ด่างจะสูงขึ้นไปอยู่ที่ประมาณ 6.0-7.0 ค่าความแข็งแรงของเจลที่ได้จะไม่ดีเท่ากับสกัดด้วยน้ำกรอง

4. หนังปลาที่นำมาใช้ไม่ควรเก็บไว้นานเกิน 2 อาทิตย์ เพราะโปรตีนจะถูกย่อยสลายไปทำให้ค่าความแข็งแรงของเจลต่ำกว่าปกติ

5. วิธีการที่ใช้น้ำกวนในการล้างหนังปลานิลนั้นเป็นวิธีที่ดีเนื่องจากประหยัดไม่เปลืองเวลาและประหยัดน้ำเมื่อเทียบกับวิธีการล้างหนังปลาโดยใช้น้ำไหลผ่านเนื่องจากส่วนใหญ่นักวิชาการจะใช้เวลารวมทั้งสิ้นในการล้างน้ำประมาณ 8-12 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ชิดชม อิทวัสวงศ์ มณฑาทิพย์ ยุ่นฉลาด สมชาญ เลิศปันณะพงษ์ และสมยศ จรรยาวิลาส. 2534. การผลิตเจลาตินจากหนังหมู. รายงานการวิจัย,ผส.10 โครงการย่อยที่ 5. สถาบันค้นคว้าและผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ. 19 น.

ชลอ ลิ้มสุวรรณ. 2536. เนื้อเยื่อของปลาช่อน. คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 137 น.

ทัศนีย์. 2524. การผลิตซูรูมิจากปลานิล. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. 41 น.

เพิ่มพูน. 2531. การเลี้ยงปลานิลด้วยสาหร่ายสีแดง. คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วรรณวิมล คล้ายประดิษฐ์. 2540. การผลิตเจลาตินจากหนังปลากระพงแดง. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 136 น.

วรรณวิบูลย์. 2529. เทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์ประมง (วทอ 481). ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 127 น.

วรรณา ตั้งเจริญชัย. ม.ป.ป. เคมีอาหาร. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. 279 น.

วริศรา สุวรินรณ. 2544 การผลิตเจลาตินจากกระดูกปลา. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 164 น.

เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2536. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อำนวย โชติญาณวงศ์. 2524. การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ประมง. ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง, คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 210 น.

AOAC. 1984. Official Methods of Analysis. 14 th. ed., Assoc. Off. Anal. Chem., Washington, D.C. 1141 p.

British Standards Institution (BS 757-1975). 1975. Method for Sampling and Testing Gelatin (Physical and Chemical Method). British Standard Institution, London. 31 p.

Bronson, W.F. 1950. Technology and utilization of gelatin. Food Tech. 5(1) : 55-58.

Creighton, T.E. 1993. Proteins:Structures and Molecular Properties. W.H. Freeman and Company, New York. 507 p.

Devenyi, T. 1974. Amino Acids, Peptides and Protein:biochemical and immunochemcal techniques in protein. Elsevier Scientific Pbb Co, New York. 343 p.

Dickinson, E. and G.Stainsby. 1982. Colloid in Food. Applied Science Publishers, London. 533 p.

Fennena, O.W. 1985. Food Chemistry. Marcel dekker, INC., Wisconsin. 991 p.

Fernandez, M.D. and Montero, P. 2002. Effect of freezing fish skins on molecular and rheological of extracted gelatin. Food Hydrocolloids volume 17. page 281-286

Glicksman, M. 1982. Food Hydrocolloids, Vol. I. CRC Press, Florida. 219 p.

Haug, I.J.,Kurt, I. and Olav, s. 2004. Physical and reological of fish gelatin compared to mammalian gelatin. Food Hydrocolloids volume 18. page 203-213

Harris, P. 1990. Food Gels:Gelatine. Elsevier Applied Science, London. 476 p.

Kruyt, H.R. 1969. Colloid Science. Elsevier publishing Company, New York. 753 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mann, I. 1962. Animal by-Products : Processing and Utilization. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 246 p.

Mitchell, J.R. 1986. Forming and Emulsifying Properties of Proteins. Pp. 291-338. *In* B.J.F. Hudson (eds.). Development in Food Protein-4. Elsevier Applied Science Publishers, London.

Moulton, C.R. 1948. Meat Through The Microscrope. Institute of Meat Packing The University off Chicago. 592 p.

Muyonga, J.H., Cole, C.G.B. and Duodu, K.G. 2003. Extraction and physico-chemical of Nile perch(Lates niloticus) skin and bone gelatin. Food Hydrocolloids volume 18

Ockerman., H.W. 1988. Animal By – Product Processing. Ellis Horwood International Publishers in Science and Technology. 366 p.

Sanofi Company. n.d. Food Hydrocolloids, Vol. II. Paris. 74 p

Sarabia, A I. and Gome-Guillen ,M.C. 1999. The effect of added sait on viscoelastic properties of fish skin gelatin. Food chemistry volume 71. page 71-78

The Committee on Textbooks of The American Meat Institute. 1985. By – Products of The Meat Packing Industry. Institute of Meat Packing University of Chicago, Chicago. 418 p.

Ward, A.G. 1997. The Science and Technology o Gelatin. Academic Press, London. 564 p.

Weiser, H.B. 1946. Colloid Chemistry. John Wiley and Sons, New York. 428 p.

Whistler, R. and J.R. Daniel. 1990. Function of polysaccharides in foods, pp 395-423. *In* A.L. Branen, P.M. Davidson and S. Salinen (eds.). Food Additives. Marcel Dekker, New York.

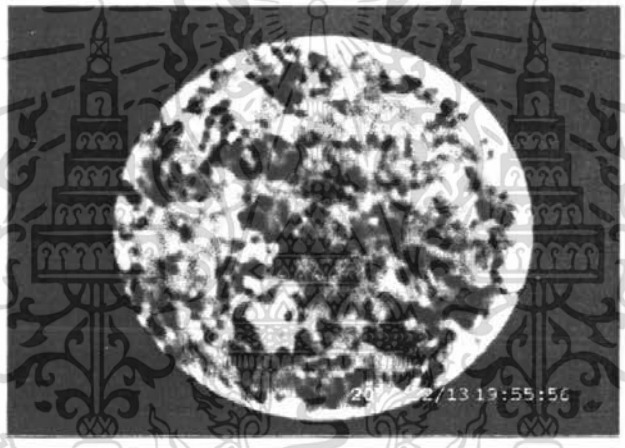
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

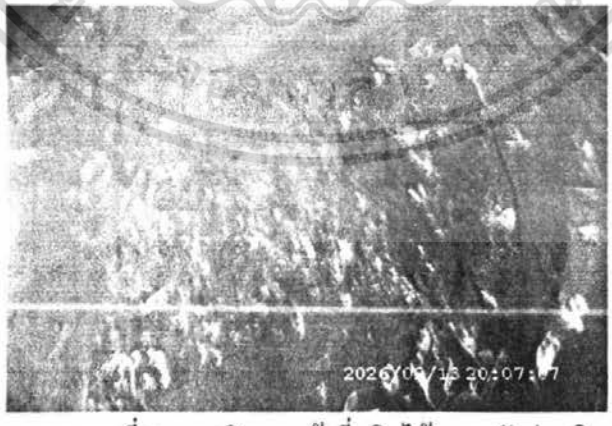
รูปประกอบวิธีการทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวกที่ 1 แสดงขั้นตอนการล้างหนังปลาโดยให้น้ำกวนหนังปลา



ภาพผนวกที่ 2 กากของหนังปลานิลที่เหลือจากการกรอง



ภาพผนวกที่ 3 เจลาตินอบแห้งที่ผลิตได้จากหนังปลานิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

วิธีวิเคราะห์คุณภาพเจลาติน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีวิเคราะห์คุณภาพเจลาติน (BS : 757 : 1975)

วิธีวัดค่าความแข็งแรงของเจล (gel strength)

1. ชั่งตัวอย่างเจลาตินจำนวน 7±0.01 กรัม ใส่ในภาชนะที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 59±1 มิลลิเมตร
2. ผสมน้ำกลั่นจำนวน 105 มิลลิลิตร ลงไปในตัวอย่าง ปล่อยสารละลายทิ้งไว้จนกระทั่งเจลาตินเกิดการพองตัวอย่างสมบูรณ์ ใช้เวลาประมาณ 15 นาที ถึง 3 ชั่วโมง ขึ้นกับขนาดของตัวอย่าง ถ้าเจลาตินมีการพองตัวอย่างสมบูรณ์ เมื่อนำไปให้ความร้อนจะทำให้เจลาตินละลายอย่างรวดเร็ว
3. นำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนกระทั่งเจลาตินละลายหมด ใช้เวลาประมาณ 15 นาที
4. เทสารละลายเจลาตินใส่ลงใน Bloom jar ยี่ห้อ Stable Micro System (จะได้ประมาณ 3 ใน 4 ของ Bloom jar)
4. ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อให้สารละลายเจลาตินเย็นตัวลง
5. นำไปแช่ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16-18 ชั่วโมง
6. นำไปทดสอบด้วยเครื่อง Texture Analyzer รุ่น TAX II i หัววัด (probe)เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 0.5 mm.

ค่าความแข็งแรงของเจลคิดเป็นระยะทางที่หัวเจาะของเครื่อง TAX II i หัววัด (probe) เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 0.5 mm. ผ่านเข้าไปในตัวอย่างด้วยแรงและอัตราเร็วคงที่ภายในระยะทางที่กำหนดและตัวอย่างมีความเข้มข้นคงที่ ค่าที่อ่านได้คือค่าความแข็งแรงของเจลซึ่งมีหน่วยเป็นกรัม

วิธีวัดปริมาณความชื้น

1. ชั่งตัวอย่างเจลาตินให้ได้น้ำหนัก 1±0.01 กรัม ลงในขวดชั่งที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน
2. เติมน้ำกลั่นประมาณ 10 มิลลิลิตร ลงผสมในตัวอย่าง
3. นำไปวางบนตะแกรงเหนือน้ำร้อน จนกระทั่งเจลาตินละลายและระเหย เจลาตินจะแห้งเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ
4. นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18±1 ชั่วโมง
5. ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น
6. ชั่งน้ำหนัก นำผลที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณความชื้น

สูตรคำนวณ

$$\% \text{ ความชื้น} = \frac{M_0 - M_1}{M_0} \times 100$$

M_0 = น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ

M_1 = น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีวัดปริมาณเถ้า

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างเจลาตินจำนวน 5±0.01 กรัม ใส่ในภาชนะหาเถ้า
2. นำไปเผาไล่ควันโดยใช้ความร้อนปานกลางจนกระทั่งหมดควัน
3. นำไปเผาในเตาที่อุณหภูมิ 495±5 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้ลักษณะเถ้าเป็นสีขาว
4. ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนัก คำนวณหาปริมาณเถ้า

สูตรคำนวณ

$$\% \text{ เถ้า} = \frac{M_1}{M_0} \times 100$$

M_0 = น้ำหนักเริ่มต้นของตัวอย่าง (กรัม)

M_1 = น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา (กรัม)

วิธีวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างเจลาตินจำนวน 1 กรัม ใส่ในภาชนะ
2. เติมน้ำกลั่นที่ต้มเดือดในปริมาณเพียงเล็กน้อยเพื่อทำการละลายเจลาติน
3. เจือจางสารละลายให้ได้ 100 มิลลิลิตร
4. ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง
5. นำไปทำการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้เครื่องวัดที่เป็น glass electrode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ตารางวิเคราะห์ผลทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความแข็งแรงของเจลที่ได้จากการสกัดเจลาตินจากหนังปลานิลที่ล้างโดยให้น้ำประปาไหลผ่านหนังปลาในระยะเวลาต่างๆกันคือ 20 25 และ 30 นาที

Source	DF	SS	MS	F	Sig
Treat	2	5.70	2.85	0.41	0.683
Error	6	42.13	7.02		
Total	8	47.83			

สรุปได้ว่าเจลาตินจากหนังปลานิลมีค่าความแข็งแรงของเจลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

ตารางผนวกที่ 2 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความแข็งแรงของเจลในการสกัดเจลาตินจากหนังปลานิลที่ระยะเวลาและอุณหภูมิต่างๆ

Source	DF	SS	MS	F	Sig
เวลา	2	27821.95	13910.98	129.06	0.000
อุณหภูมิ	2	26369.56	13184.78	122.32	
เวลา*อุณหภูมิ	4	10659.55	2664.89	24.73	
Error	9	970.11	107.79		
Total	17	65821.17			

สรุปได้ว่าเจลาตินจากหนังปลานิลมีค่าความแข็งแรงของเจลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3 ตารางผลการตรวจสอบความแตกต่างของค่าความแข็งแรงของเจลในการสกัดเจลาตินจากหนังปลานิลที่ระยะเวลาต่างๆ โดยวิธี Duncan

Time(hrs.)	N	Subset		
		1	2	3
2.30	6	153.87		
1.30	6		224.07	
2.00	6			246.06
Sig		1.000	1.000	1.000

ตารางผนวกที่ 4 ตารางผลการตรวจสอบความแตกต่างของค่าความแข็งแรงของเจลในการสกัดเจลาตินจากหนังปลานิลที่อุณหภูมิต่างๆ โดยวิธี Duncan

Temp(^{O}C.)	N	Subset		
		1	2	3
70	6	158.03		
50	6		214.95	
60	6			251.01
Sig		1.000	1.000	1.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้